

第4編 一般構造物設計

第1章 アンカー付現場打ち法枠

1.1 概要

1.1.1 設計概要

(1) 設計対象

付替国道トンネル終点側坑口部および迂回路トンネル終点側坑口部における明り部切土のり面の設計を行う。付替国道トンネル終点側坑口の斜面は1.6m程度の崖錐堆積物及び迂回路トンネル起点側坑口の斜面は概ね0.5m以下の崖錐堆積物が薄く分布し、また迂回路トンネル終点側坑口の斜面は8.0m程度の崖錐堆積物が厚く分布しているため、これを安定勾配より急な勾配で切土する必要があることから、抑止対策が必要となる。

付替国道トンネル終点側坑口部のり面工の設計は、平成31年度 鳴瀬川総合開発筒砂子地区道路詳細設計 第11編 トンネル概略検討の中で、坑口位置は決定されている。しかし、のり面工設計は実施されておらず、本業務において設計を実施する。また、同様に、迂回路トンネル起点側坑口部及び終点側坑口部のり面工も実施する。

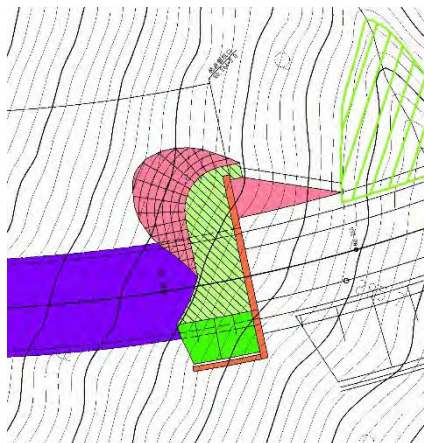


図 1.1.1 付替国道トンネル終点側坑口部

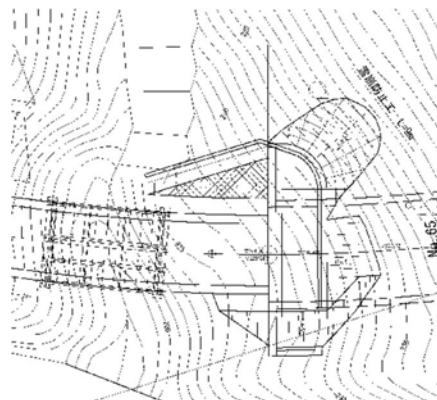


図 1.1.2 迂回路トンネル終点側坑口部

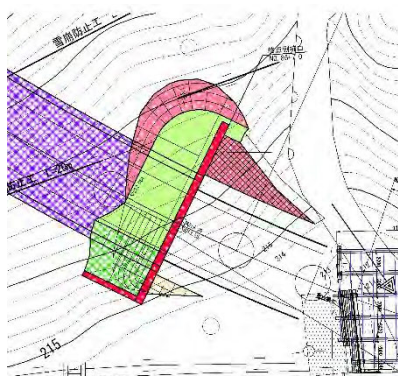


図 1.1.3 迂回路トンネル終点側坑口部

1.2 現況調査

1.2.1 地質状況の整理

(1) 地層構成

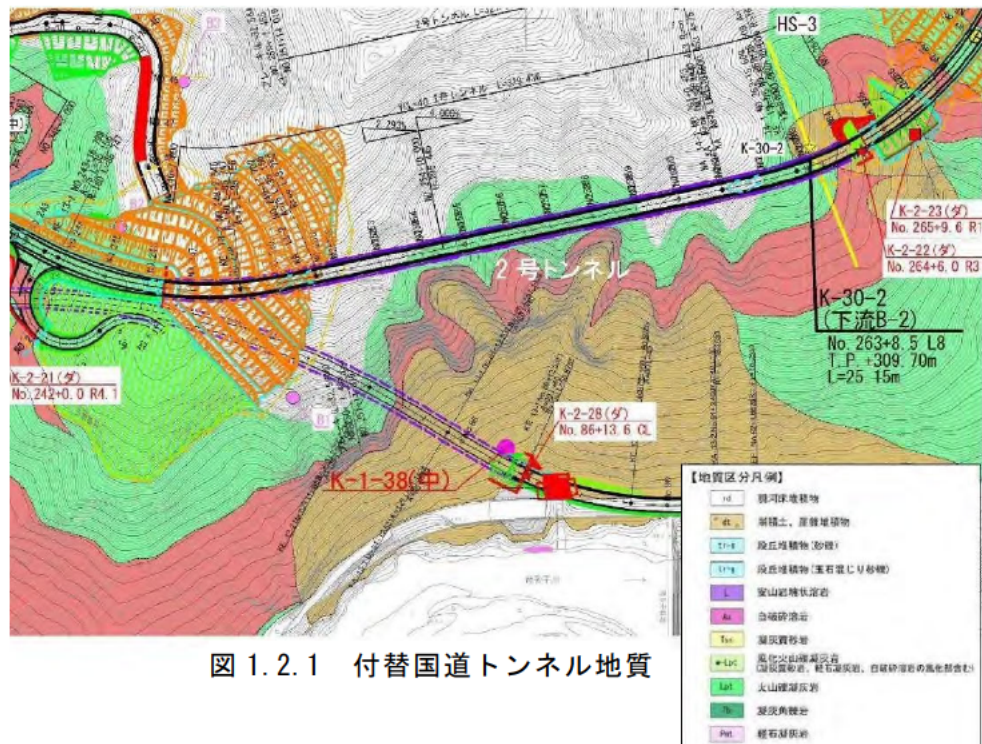


図 1.2.1 付替国道トンネル地質

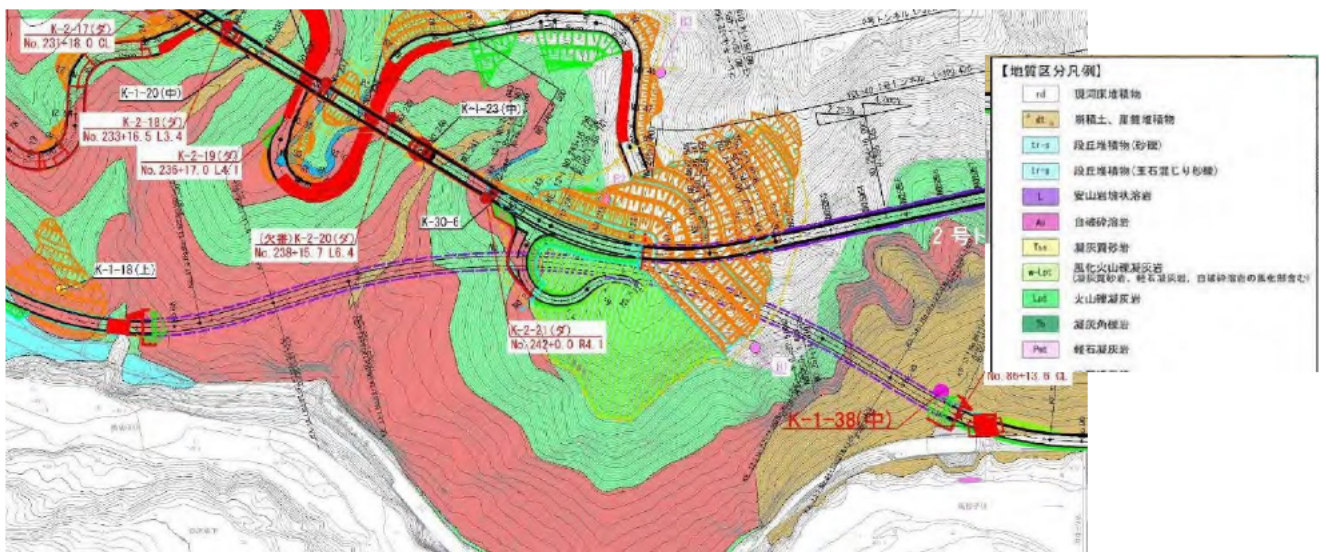


図 1.2.2 迂回路トンネル地質図

(2) 地盤定数

表 1.2.1 地盤定数一覧表（付替国道トンネル終点側）

地質時代		地層名	記号	岩相・土相	代表N値	単位体積重量 ρt (kN/m ³)	粘着力C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)	変形係数E (MN/m ²)
第四紀	完新世	崖錐堆積物	dt	礫混り土砂	8	19 ¹⁾	0 ¹⁾	35 ¹⁾	22 ⁴⁾
新生代	第三紀	自破砕溶岩	Au	新鮮岩	192 (換算)	20 ²⁾	392 ³⁾	21 ³⁾	100 ⁵⁾
		火山礫凝灰岩	w-Lpt	風化岩	32	17 ²⁾	132 ³⁾	21 ³⁾	29 ⁵⁾
			Lpt	新鮮岩	164 (換算)	20 ²⁾	356 ³⁾	21 ³⁾	90 ⁵⁾

<単位体積重量・せん断強度>

1) 表 3.6.11 「土質定数：自然地盤：砂質土：密実でないもの」（平成 28 年 8 月 設計要領第一集：NEXCO P1-52）から提案。

2) 図 3.6.1 「岩盤の単位体積重量の測定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集 橋梁建設編：NEXCO P4-7）から提案。

3) 表 3.6.12 「換算N値による推定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集 橋梁建設編：NEXCO P4-10）から C、 ϕ を提案。

<変形係数>

4) 表 3.6.13 「変形係数 E0 と地盤反力係数の換算係数 α 」（平成 29 年 11 月 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 日本道路協会：P188）から提案。

5) 図 3.6.2 「岩の変形係数の測定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集：NEXCO P4-13）の関係式より提案。

※対象孔：K-30-2（2号トンネル終点側坑口部調査孔/H30 調査）

1.2.2 地盤定数一覧表（迂回路トンネル終点側）

地質時代		地層名	記号	岩相・土相	代表N値	単位体積重量 ρt (kN/m ³)	粘着力C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)	変形係数E (MN/m ²)
第四紀	完新世	崖錐堆積物	dt	礫混り土砂	6	17 ¹⁾	0 ¹⁾	25 ¹⁾	17 ⁵⁾
新生代	第三紀	火山礫凝灰岩	Lpt	新鮮岩	208 (換算)	18 ²⁾	411 ⁴⁾	21 ⁴⁾	106 ⁶⁾
		軽石凝灰岩	Pmt	新鮮岩	244 (換算)	21 ³⁾	453 ⁴⁾	21 ⁴⁾	118 ⁶⁾

<単位体積重量・せん断強度>

1) 表 3.6.11 「土質定数：自然地盤：砂質土：密実でないもの」（平成 28 年 8 月 設計要領第一集：NEXCO P1-52）から提案。

2) 室内岩石試験結果の平均値を提案。

3) 図 3.6.1 「岩盤の単位体積重量の測定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集 橋梁建設編：NEXCO P4-7）から提案。

4) 表 3.6.12 「換算N値による推定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集 橋梁建設編：NEXCO P4-10）から C、 ϕ を提案。

<変形係数>

5) 表 3.6.13 「変形係数 E0 と地盤反力係数の換算係数 α 」（平成 29 年 11 月 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 日本道路協会：P188）から提案。

6) 図 3.6.2 「岩の変形係数の測定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集：NEXCO P4-13）の関係式より提案。

※対象孔：K-1-38（迂回路トンネル終点側坑口部調査孔/今年度調査）

(3) 既往資料・地質調査業務

表2.1.2 既往資料・地質調査業務

番号	業務名（会社名）	年度	備考
①	H30 鳴瀬川総合開発付替道路下流部地質調査業務 （基礎地盤コンサルタンツ株式会社）	平成30年度 （H30.7～H31.2）	
②	R1 鳴瀬川総合開発付替国道ダムサイト周辺部 地質調査業務（日本工営株式会社）	令和元年度 （H31.4～R2.2）	
③	R1 鳴瀬川総合開発ダムサイト地質解析業務 （日本工営株式会社）	平成31年度 （R1.7～R2.3）	
④	R2 鳴瀬川総合開発付替国道ダムサイト周辺部 地質調査業務（基礎地盤コンサルタンツ株式会社）	令和2年度 （R2.～R3.）	

高密度弾性波探査

※ 本業務範囲のみ

測線名	位置	延長(m)	地質調査 業務	備考
RS-1	付替国道トンネル起点側坑口部	80.00	②	
RS-2	付替国道トンネル	360.00	②	
RS-3	付替国道トンネル終点側坑口部	80.00	②	
HS-3	付替国道トンネル終点側坑口部	110.00	①	

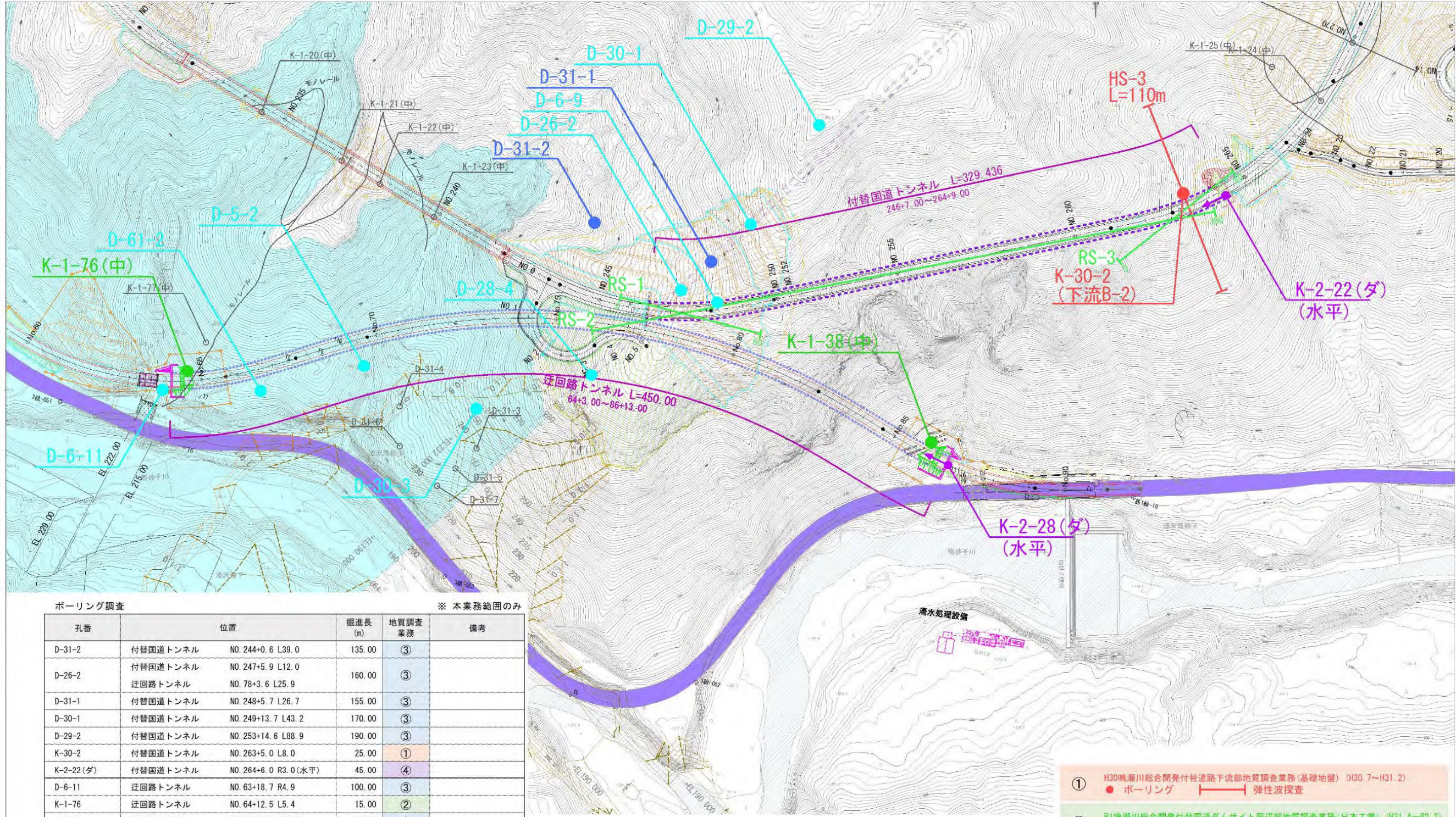
ボーリング調査

※ 本業務範囲のみ

孔番	位置	掘進長 (m)	地質調査 業務	備考
D-31-2	付替国道トンネル NO. 244+0.6 L39.0	135.00	③	
D-26-2	付替国道トンネル 迂回路トンネル NO. 78+3.6 L25.9	160.00	③	
D-31-1	付替国道トンネル NO. 248+5.7 L26.7	155.00	③	
D-30-1	付替国道トンネル NO. 249+13.7 L43.2	170.00	③	
D-29-2	付替国道トンネル NO. 253+14.6 L88.9	190.00	③	
K-30-2	付替国道トンネル NO. 263+5.0 L8.0	25.00	①	
K-2-22(ダ)	付替国道トンネル NO. 264+6.0 R3.0 (水平)	45.00	④	
D-6-11	迂回路トンネル NO. 63+18.7 R4.9	100.00	③	
K-1-76	迂回路トンネル NO. 64+12.5 L5.4	15.00	②	
D-61-2	迂回路トンネル NO. 65+10.1 R12.0	90.00	③	
D-5-2	迂回路トンネル NO. 69+8.8 R14.9	60.00	③	
D-30-3	迂回路トンネル NO. 72+11.6 R49.2	110.00	③	
D-28-4	迂回路トンネル NO. 76+2.8 R29.2	120.00	③	
D-6-9	迂回路トンネル NO. 79+3.1 L24.5	155.00	③	
K-1-38	迂回路トンネル NO. 85+19.5 L7.2	16.00	②	
K-2-28(ダ)	迂回路トンネル NO. 86+13.6 CL (水平)	45.00	④	

漆沢地区トンネル 既往地質調査位置平面図 (全体)

S=1:2000 (A3)



ボーリング調査 ※ 本業務範囲のみ

孔番	位置	掘進長 (m)	地質調査業務	備考
D-31-2	付替国道トンネル NO. 244+0.6 L39.0	135.00	③	
D-26-2	付替国道トンネル NO. 247+5.9 L12.0 迂回路トンネル NO. 78+3.6 L25.9	160.00	③	
D-31-1	付替国道トンネル NO. 248+5.7 L26.7	155.00	③	
D-30-1	付替国道トンネル NO. 249+13.7 L43.2	170.00	③	
D-29-2	付替国道トンネル NO. 253+14.6 L88.9	190.00	③	
K-30-2	付替国道トンネル NO. 263+5.0 L8.0	25.00	①	
K-2-22(ダ)	付替国道トンネル NO. 264+6.0 R3.0(水平)	45.00	④	
D-6-11	迂回路トンネル NO. 63+18.7 R4.9	100.00	③	
K-1-76	迂回路トンネル NO. 64+12.5 L5.4	15.00	②	
D-61-2	迂回路トンネル NO. 65+10.1 R12.0	90.00	③	
D-5-2	迂回路トンネル NO. 69+8.8 R14.9	60.00	③	
D-30-3	迂回路トンネル NO. 72+11.6 R49.2	110.00	③	
D-28-4	迂回路トンネル NO. 76+2.8 R29.2	120.00	③	
D-6-9	迂回路トンネル NO. 79+3.1 L24.5	155.00	③	
K-1-38	迂回路トンネル NO. 85+19.5 L7.2	16.00	②	
K-2-28(ダ)	迂回路トンネル NO. 86+13.6 CL(水平)	45.00	④	

高密度弾性波探査 ※ 本業務範囲のみ

測線名	位置	延長 (m)	地質調査業務	備考
RS-1	付替国道トンネル起点側坑口部	80.00	②	
RS-2	付替国道トンネル	360.00	②	
RS-3	付替国道トンネル終点側坑口部	80.00	②	
HS-3	付替国道トンネル終点側坑口部	110.00	①	

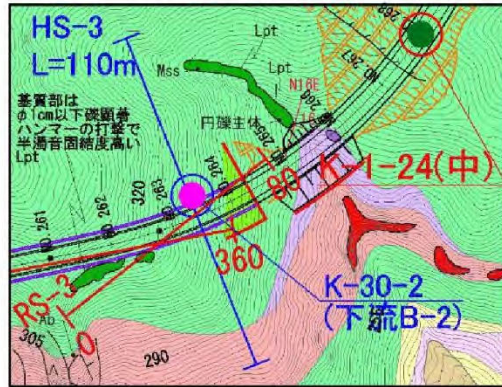
- ① H30鳴瀬川総合開発付替道路下流部地質調査業務(基礎地盤) (H30.7~H31.2)
● ボーリング | 弾性波探査
- ② R1鳴瀬川総合開発付替国道ダムサイト周辺部地質調査業務(日本工営) (H31.4~R2.2)
● ボーリング | 弾性波探査
- ③ R1鳴瀬川総合開発ダムサイト地質解析業務(日本工営) (R1.7~R2.3)
● ボーリング
ダムサイト底生成像
● ボーリング
- ④ R2鳴瀬川総合開発付替国道ダムサイト周辺部地質調査業務(基礎地盤)
● ボーリング

(4) 設定地盤定数

地質	記号	物性値	N値	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	変形係数 E (MN/m ²)	一軸圧縮強度 q_u (MN/m ²)	超音波伝播速度 v_p (km/s)
崖 錘堆積物	dt	岩石試験	4	-	-	-	-	-	-
		参考資料① 参考資料②		19 (礫混じり砂 密実でないもの)	0 (礫混じり砂密実でないもの)	35 (礫混じり砂密実でないもの)	-	-	-
		換算値		-	-	24.4	12.0	-	-
		既往調査(ダム)		-	-	35.0	-	-	-
		採用値		19.0	0.0	35.0	12.0	-	-
				実測値、換算値がないため参考値を採用			参考資料②の値を採用	N値換算値を丸めて採用	-
火山 礫凝灰岩	Lpt	岩石試験	103	18.40	-	-	1,176.0	3.01	1.92
		参考資料① 参考資料②		-	1000~2000	15-38	500以下	-	-
		換算値		19.4	268.2	21.1	64.9	-	-
		既往調査(ダム)		19.0	-	-	-	5.00	1.86
		採用値		18.4	260	21	1,170	3.01	1.92
				岩石試験平均値を採用			N値換算値を丸めて採用	N値換算値を丸めて採用	岩石試験結果を丸めて採用	岩石試験平均値を採用	岩石試験平均値を採用
自破 砕溶岩	Au	岩石試験	123	19.86	-	-	3,100.0	4.91	2.45
		参考資料① 参考資料②		-	1000~2000	15-38	500以下	-	-
		換算値		19.7	126.2	35.8	73.5	-	-
		既往調査(ダム)		19.0	-	-	-	6.0	2.4
		採用値		19.9	120	35	3,100	4.91	2.45
				岩石試験平均値を採用			N値換算値を丸めて採用	N値換算値を丸めて採用	岩石試験結果を丸めて採用	岩石試験平均値を採用	岩石試験平均値を採用
安山 岩塊状溶岩	L	岩石試験	-	-	-	-	-	-	-
		参考資料① 参考資料②		-	1000~2000	30-45	2,000-500	-	-
		換算値		-	-	-	-	-	-
		既往調査(ダム)		26.0	-	-	-	87.0	-
		採用値		26.0	1,500	37.5	3,100	87.00	3.48
				岩石試験データがないため、既往調査結果を採用			参考資料②の中間値を採用	参考資料②の中間値を採用	自破砕溶岩の値を採用	既往調査結果を採用	既往調査結果を採用

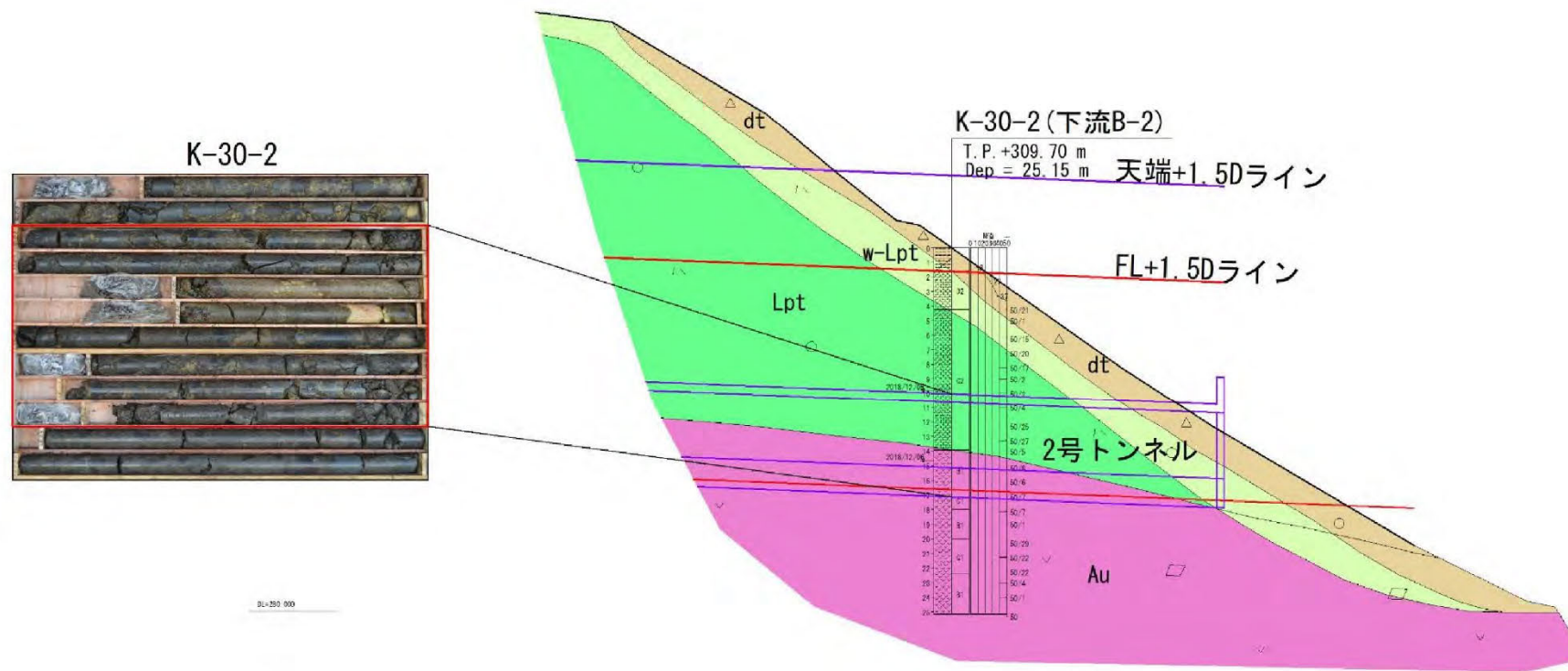
2号トンネル終点側坑口部地質断面図 S=1:200

調査位置平面図 1/100



終点側坑口部地質状況

- 切土部には、崖錐堆積物 dt、火山礫凝灰岩 Lpt、自破碎溶岩 Au が分布する。
- 崖錐堆積物 dt は、層厚 1.0~2.0m 程度が想定される。
- 既往孔の K-30-2 より、火山礫凝灰岩 Lpt の風化部（平均N値 32）が 2.0~3.0m 程度分布すると考えられる。
- 岩盤の新鮮部は固結度が高く、火山礫凝灰岩 Lpt で換算平均N値 164、自破碎溶岩 Au で換算平均N値 192 を示す。
- トンネル天端には崖錐堆積物（土砂に相当）、火山礫凝灰岩（軟岩相当）が分布。大部分が火山礫凝灰岩であること、弾性波速度が軟岩相当の速度を示していることから 1.5D（軟岩相当）を坑口範囲と設定。



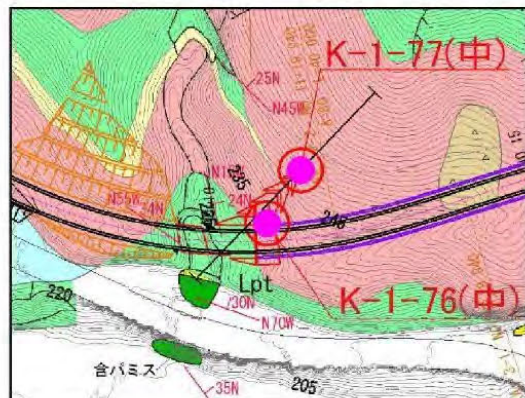
【地質区分凡例】

rd	現河床堆積物
dt	崩積土、崖錐堆積物
tr-s	段丘堆積物(砂礫)
tr-g	段丘堆積物(玉石混じり砂礫)
L	安山岩塊状溶岩
Au	自破碎溶岩
Tas	凝灰質砂岩
w-Lot	風化火山礫凝灰岩 (凝灰質砂岩、軽石凝灰岩、自破碎溶岩の風化部含む)
Lpt	火山礫凝灰岩
Tc	凝灰角礫岩
Pht	軽石凝灰岩
---	地質境界線
---	地下水位線

工事名	築港川総合開発付帯建設ダムサイト周辺地質調査業務		
図面名	2号トンネル終点側坑口部地質断面図		
作成年月日	令和2年 2月		
縮尺	1/200	図面番号	B / 24
会社名	日本工業株式会社		
事業名	東北地方整備局 築港川総合開発工事事務所		

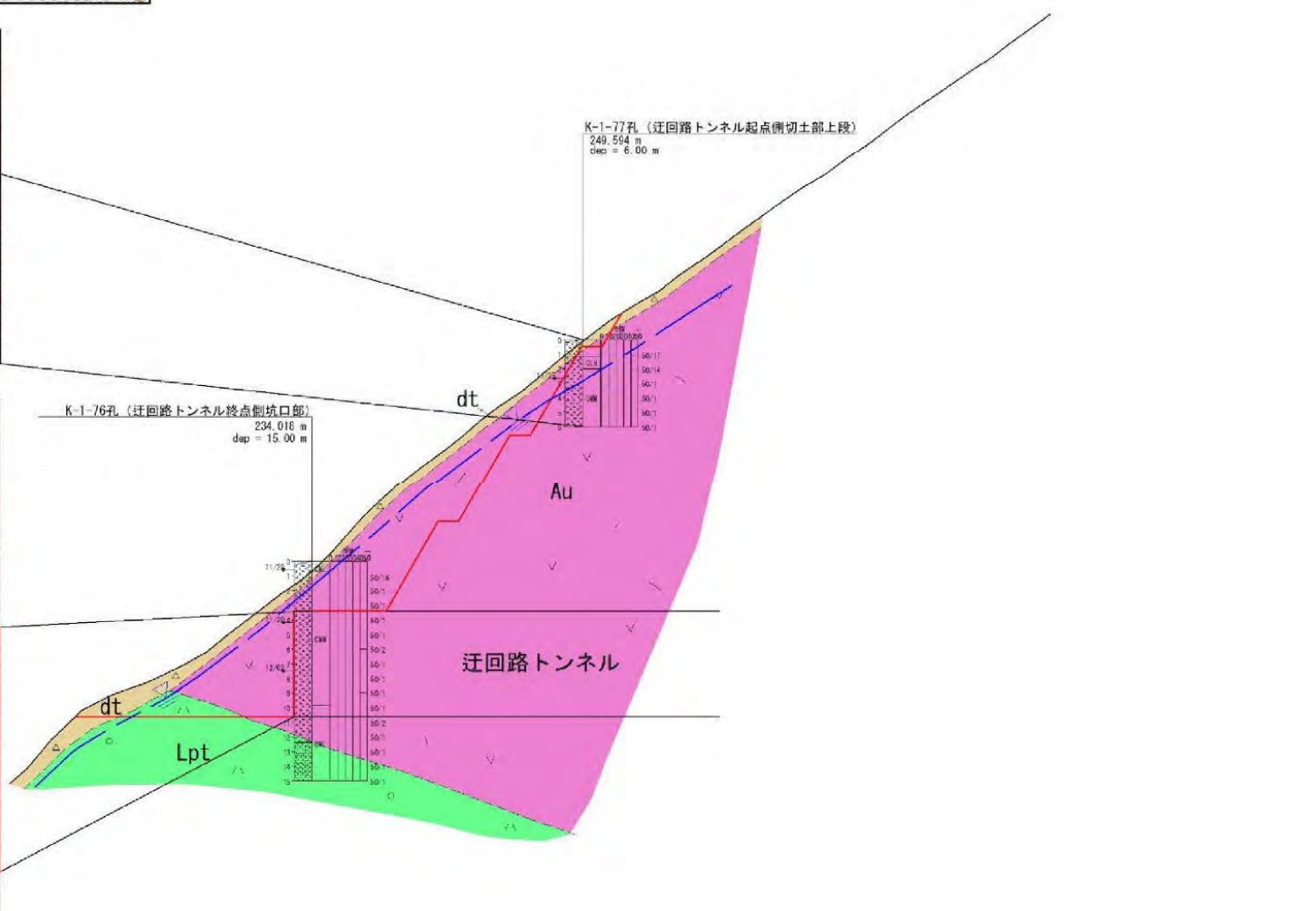
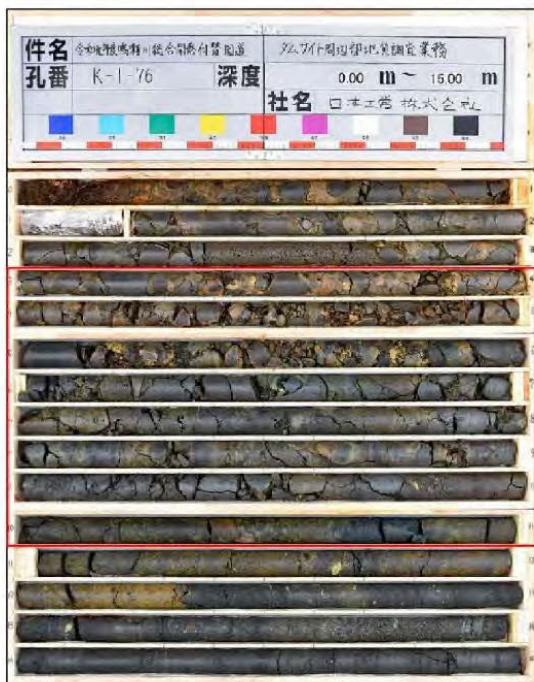
迂回路トンネル起点側坑口部斜面地質断面図 S=1:200

調査位置平面図 1/100



起点側坑口部地質状況

- ・切土部には、崖錐堆積物 dt、火山礫凝灰岩 Lpt、自破碎溶岩 Au が分布する。
- ・崖錐堆積物 dt は、概ね層厚 0.50m 以下と薄い。
- ・切土箇所の自破碎溶岩 Au には、風化部は認められず、表層より新鮮岩盤（平均換算 N 値 277）が分布する。
- ・起点側坑口部付近で火山礫凝灰岩 Lpt と自破碎溶岩の地質境界が下流傾斜で認められる。
- ・トンネル天端には自破碎溶岩（軟岩相当）が分布。弾性波速度も軟岩相当の速度を示していることから 1.5D(軟岩相当)を坑口範囲と設定。



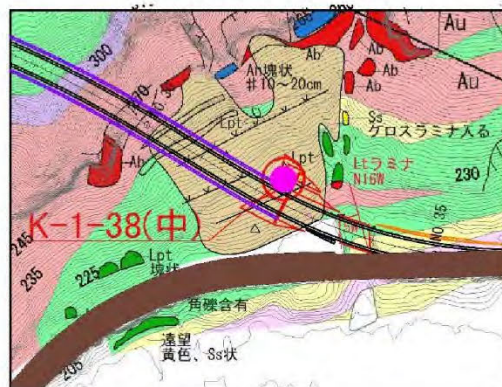
【地質区分凡例】

rd	現河床堆積物
dt	崩積土、崖錐堆積物
tr-s	段丘堆積物(砂礫)
tr-g	段丘堆積物(玉石混じり砂礫)
L	安山岩塊状溶岩
Au	自破碎溶岩
Tss	凝灰質砂岩
w-Lpt	風化火山礫凝灰岩 (凝灰質砂岩、軽石凝灰岩、自破碎溶岩の風化部含む)
Lpt	火山礫凝灰岩
Tb	凝灰角礫岩
Pnt	軽石凝灰岩
---	地質境界線
- - -	地下水位線

工事名	全地質調査・総合開発事業 弘前県内陸部地質調査業務		
図面名	迂回路トンネル起点側坑口部斜面地質断面図		
作成年月日	令和2年 2月		
縮尺	1/200	図面番号	11 / 25
会社名	日本工業株式会社		
事業番号	東北地方整備局 碓氷川総合開発工事事務所		

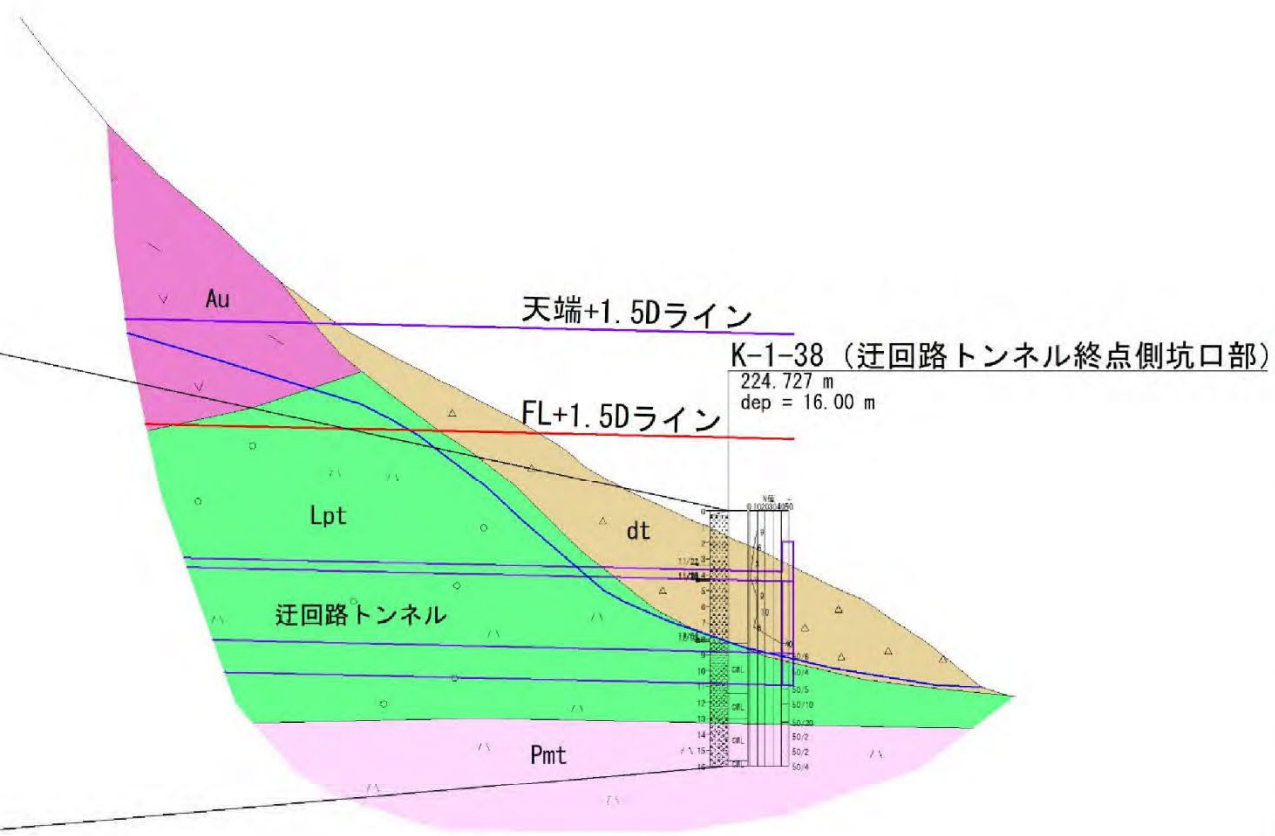
迂回路トンネル終点側坑口部斜面地質断面図 S=1:200

調査位置平面図 1/100



終点側坑口部地質状況

- 終点側坑口部には、崖錐堆積物 dt、火山礫凝灰岩 Lpt、軽石凝灰岩 Pmt が分布する。
- 崖錐堆積物 dt の層厚は、K-1-38 孔実施地点で約 8.0m と厚く分布する。層相は礫混じり土砂を主体とし、平均N値 6 程度を示す。
- 着岩後、岩芯新鮮で固結度の高い火山礫凝灰岩 Lpt（換算平均N値 208）および軽石凝灰岩（換算平均N値 244）が認められる。
- トンネル天端には崖錐堆積物（土砂に相当）、火山礫凝灰岩（軟岩相当）が分布。延長で 40m 程度未固結の崖錐堆積物が分布するが、坑奥は火山礫凝灰岩となることから 1.5D（軟岩相当）を坑口範囲と設定。



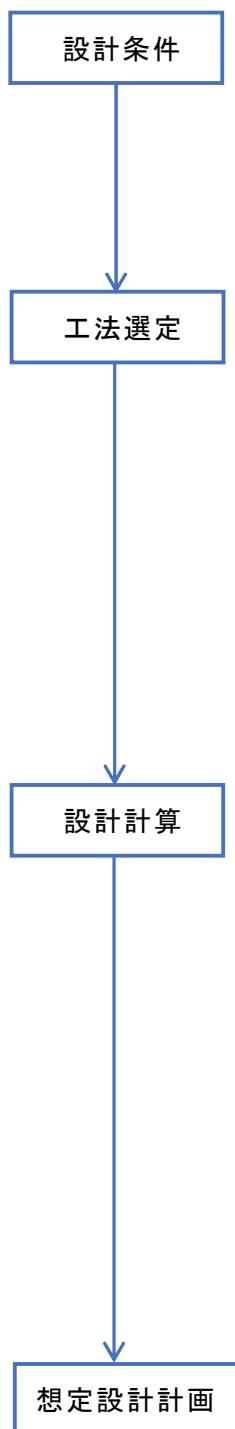
【地質区分凡例】

- rd 現河床堆積物
- dt 崩積土、崖錐堆積物
- tr-s 段丘堆積物(砂礫)
- tr-g 段丘堆積物(玉石混じり砂礫)
- L 安山岩塊状溶岩
- Au 自破砕溶岩
- Iss 凝灰質砂岩
- w-Lpt 風化火山礫凝灰岩 (凝灰質砂岩、軽石凝灰岩、自破砕溶岩の風化部含む)
- Lpt 火山礫凝灰岩
- Tb 凝灰角礫岩
- Pmt 軽石凝灰岩
- 地質境界線
- - - 地下水位線

工事名	栗原川総合治水計画ダムサイト周辺地質調査業務		
図面名	迂回路トンネル終点側坑口部斜面地質断面図		
作成年月日	令和2年 2月		
縮尺	1/200	図面番号	12 / 25
会社名	日本工営株式会社		
事業名	東北地方整備局 鴨瀬川総合治水工事事務所		

1.3 設計方針

1.3.1 法面工検討の流れ



設計目的：安定勾配1（1:1.2）での切土が出来ないため、法面工を検討・計画する。

検討断面：主測線をペーロケで作成し、検討する。

基準位置：平面図に示される切土法尻を基準とする。

地盤条件：地盤調査資料による。

一般工法より、適用可能な工法を選定する。

地山補強土工を用いた急勾配切土工しか適用可能にならないと考えられる。

急勾配切土工として、切土勾配1:1.0と1:0.8について比較する。

→ 1:0.8が選定見込み

急勾配切土工は、一般に安定勾配に対し1ランク程度の急勾配とされているため、1ランク程度の1:1.0ともう1ランク急にした1:0.8を比較する。

設計計算の方法

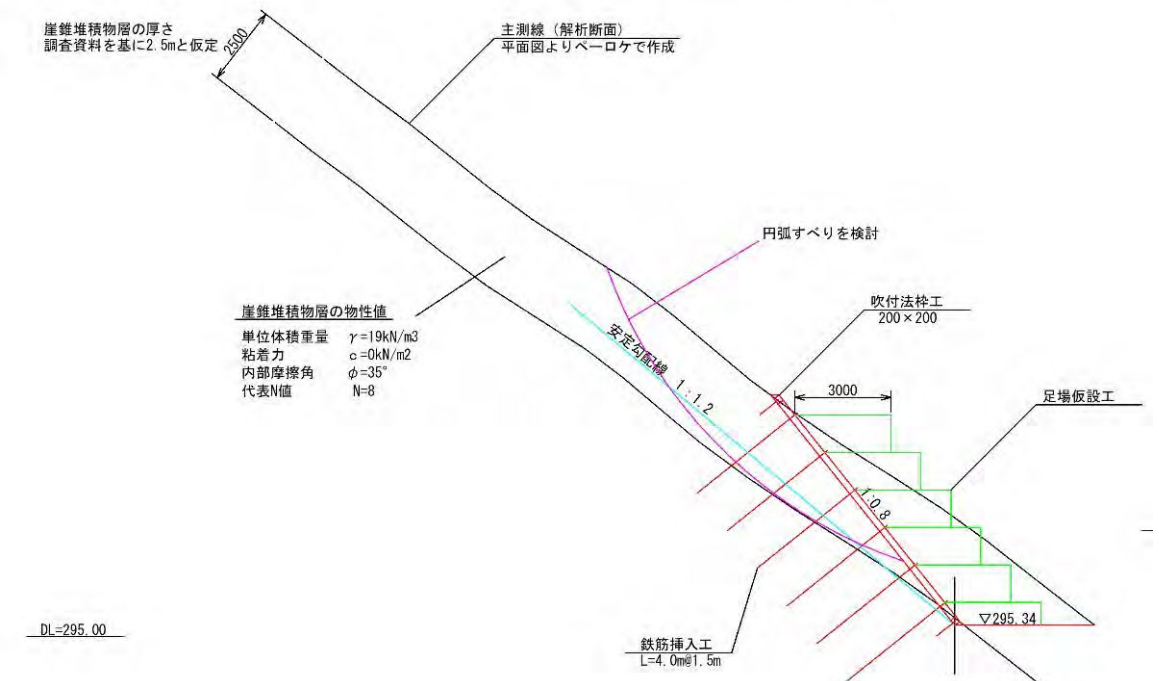
2号トンネル終点側坑口部：対策法面上部に斜面が延び、崖錐堆積物層が薄いため、崖錐堆積物層全体を不安定層として、円弧すべりにより最小安全率すべり（最も危険なすべり）を抽出し、それに20%の安全率増（計画安全率 $F_s=1.20$ ）として計画する。

迂回路トンネル終点側坑口部：斜面勾配は比較的緩やかであるが、斜面全体が崖錐堆積物であることから、崖錐堆積物層の安定勾配線より急な部分に対し直線すべりを考慮し、それに20%の安全率増（計画安全率 $F_s=1.20$ ）として計画する。

1.3.2 付替国道トンネル終点側坑口部の地山補強土工の計画（想定）

定着層	基岩層
周面摩擦抵抗	$\tau = 0.48 \text{mm}^2$ （風化岩を適用）
配置計画	1.5m × 1.5m
傾角	$\alpha = 38.7^\circ$ （法面直角方向）
削孔径	$\phi 65 \text{mm}$ で可能か90mmとすべきか検討
鉄筋長	L=4.0m（定着長1.0m以上）
鉄筋径	D19
反力体	吹付法枠工 200 × 200 × 1500 × 1500

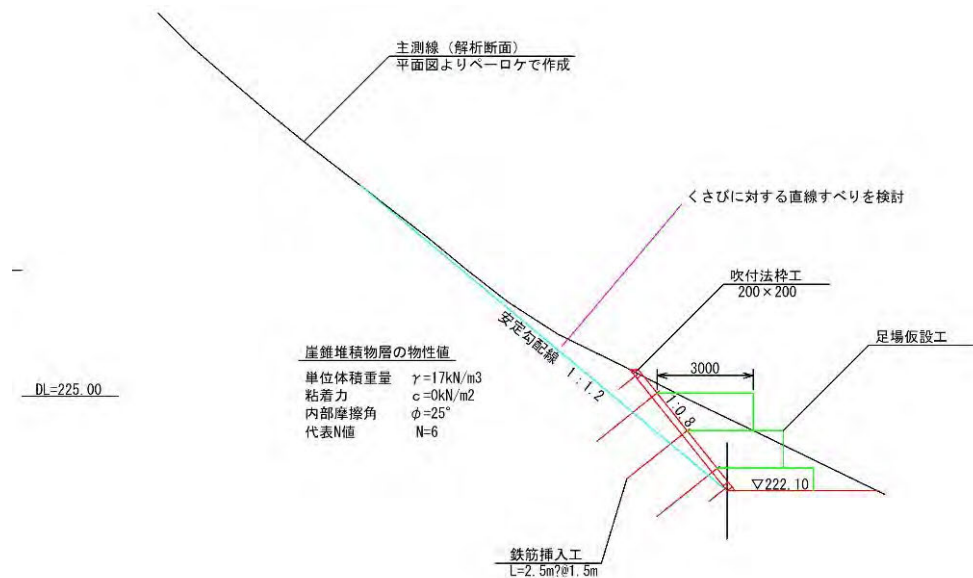
付替国道トンネル終点側坑口



1.3.3 迂回路トンネル終点側坑口部の地山補強土工の計画（想定）

定着層	崖錐堆積物層（安定勾配線の奥）
周面摩擦抵抗 定)	$\tau = 0.08 \text{mm}^2$ （ $N=10$ 程度とするか地質調査結果により設
配置計画	$1.5 \text{m} \times 1.5 \text{m}$
傾角	$\alpha = 38.7^\circ$ （法面直角方向）
削孔径	$\phi 65 \text{mm}$ で可能か 90mm とすべきか検討
鉄筋長	$L=2.5 \sim 3.5 \text{m}$ （どの程度の定着長を必要とするか検討）
鉄筋径	D19
反力体	吹付法砕工 $200 \times 200 \times 1500 \times 1500$

迂回路トンネル終点側坑口部



第2章 付替国道トンネル終点側坑口部のアンカー付場所打ち法枠

2.1 工法検討

2.1.1 工法選定

1) 安定勾配

当斜面の切土対象となる崖錐堆積物層の安定勾配は 1 : 1.2 とする。

2) 対策工の選定目的

当箇所の斜面は概ね 40° 程度の斜面勾配であり、安定勾配 (1 : 1.2) で切土した場合、長大切土となり現実的に切土工の計画は無理であり、急勾配で切土するための法面工を検討する。

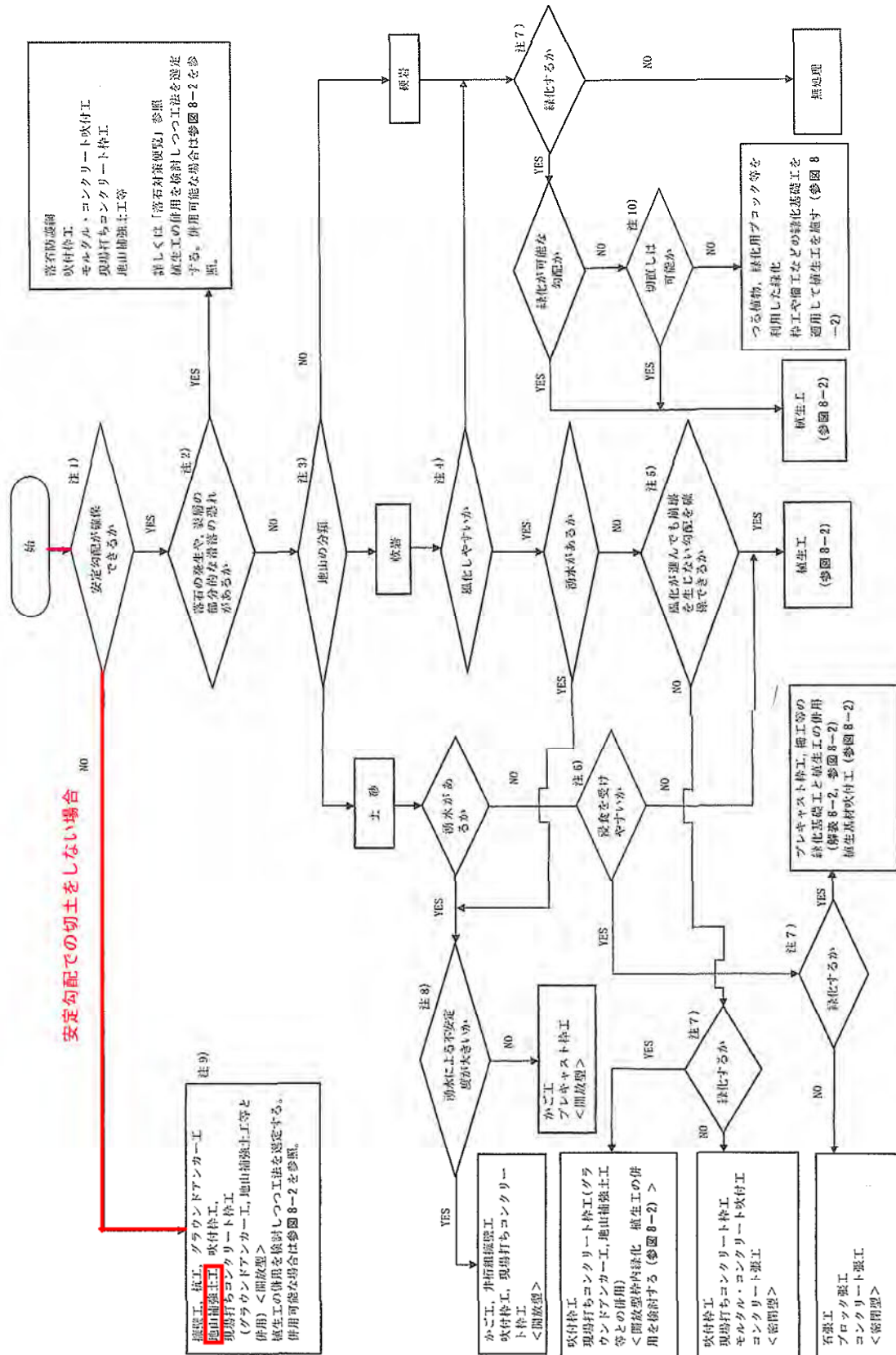
3) 基本工法の選定

対策工は、切土法面における法面保護工の選定フローチャートに基づき選定する。

安定勾配で切土が出来ないため、フローより「地山補強土工」を併用した急勾配切土工を選定する。

その他の工法は、以下のような理由から不相当とする。

- 擁壁工：対象斜面が大きく、擁壁工は適さない。
- 杭工：急斜面で、薄いすべりを抑止する対策であり、杭工は適さない。
- グラウンドアンカー工：大きなすべりが発生する場合有効であるが、当箇所で想定されるすべり（崩壊）は規模が小さいため、適さないと考える。
- 吹付砕工：小規模な法面の崩壊抑止には有効であるが、ここでは適さない。



注: のり面緑化工の施工可能性をのり面勾配から判断する際には、参表 8-2 や解表 8-4 を参照すること。

参图 8-1 切土のり面におけるのり面保護工の選定フロー
 (出典: 道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成21年6月 日本道路協会 p. 198・199)

2.1.2 比較検討

1) 比較工法

工法選定結果より，急勾配切土工として，切土勾配を変化させて，以下の 2 案について比較検討を行う。

■第 1 案：地山補強土工 A

斜面全体を，地山補強土工により急勾配切土法面とする。

切土勾配は，安定勾配より 1 ランク程度急勾配となる 1 : 1.0 とする。

■第 2 案：地山補強土工 B

斜面全体を，地山補強土工により急勾配切土法面とする。

切土勾配は，安定勾配より 2 ランク程度急勾配となる 1 : 0.8 とする。

比較検討結果を表-1 に示す。

比較検討の結果，第 2 案（切土勾配を 1 : 0.8）とした場合，切土高が 1 段で収まるのに対し，第 1 案（切土勾配を 1 : 1.0）は，切土高が高くなり，2 段の切土面となることから，施工性・経済性等総合的に優れることから，第 2 案の地山補強土工 B（切土勾配を 1 : 0.8）が最適工法と考える。

協議の結果，以下の工法を採用する。

「第 2 案：地山補強土工 B」（切土勾配 1 : 0.8）

表-1 2号トンネル終点側坑口法面工の比較検討表

	第1案：地山補強土工A（切土勾配1：1.0）	第2案：地山補強土工B（切土勾配1：0.8）																																																																																																																																																																																
概要図																																																																																																																																																																																		
計画の概要	<p>■斜面全体を地山補強土工により急勾配切土法面とする。 切土勾配は、安定勾配より1ランク程度急勾配となる1：1.0とする。 崖錐堆積物層の層厚が薄く、基岩上面を滑る危険性があるため、鉄筋挿入工の定着は基岩に取るものとする。</p> <p>■諸元 切土法面勾配 1：1.0 地山補強土工 鉄筋挿入工 L=3.0～4.0m 吹付法杭工 200×200-1500×1500</p>	<p>■斜面全体を地山補強土工により急勾配切土法面とする。 切土勾配は、安定勾配より2ランク程度急勾配となる1：0.8とする。 崖錐堆積物層の層厚が薄く、基岩上面を滑る危険性があるため、鉄筋挿入工の定着は基岩に取るものとする。</p> <p>■諸元 切土法面勾配 1：0.8 地山補強土工 鉄筋挿入工 L=4.0m 吹付法杭工 200×200-1500×1500</p>																																																																																																																																																																																
安 定 性 景 観	<p>■地山補強土工により安定な法面となり、安定性における問題はない。 景観的には、切土高が高く、2段の切土法面となり、坑口部の地形改変が大きい分、第2案より劣る。</p> <p style="text-align: right;">△</p>	<p>■地山補強土工により安定な法面となり、安定性における問題はない。 景観的にも、大きな法面とならないため、特に問題はない。</p> <p style="text-align: right;">○</p>																																																																																																																																																																																
施 工 性	<p>■法面が大きくなるため、片切掘削・残土処分・法面工の工事量が多くなり、全体に第2案より劣る。</p> <p style="text-align: right;">△</p>	<p>■切土が1段となるため、切土範囲が狭く、施工性は良い。</p> <p style="text-align: right;">○</p>																																																																																																																																																																																
そ の 他	<p>■引き抜き試験により鉄筋挿入工の定着長を確認する必要がある。 (定着層：基岩)</p> <p style="text-align: right;">○</p>	<p>■引き抜き試験により鉄筋挿入工の定着長を確認する必要がある。 (定着層：基岩)</p> <p style="text-align: right;">○</p>																																																																																																																																																																																
10m当り 概算工事費	<table border="0"> <tr> <td>■切土工(片切・土砂)</td> <td>316 m³</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■残土処分</td> <td>316 m³</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■切土法面整形工</td> <td>199 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■吹付法杭工 (200×200)</td> <td>293 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■植生基材吹付工 (枠内 t=5cm)</td> <td>140 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■鉄筋挿入工</td> <td>327 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■足場仮設工 (B=2.0m)</td> <td>348 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>諸経費</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>工事費</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">比率 2.02</p>	■切土工(片切・土砂)	316 m ³	×	■	■	■	■	■	■残土処分	316 m ³	×	■	■	■	■	■	■切土法面整形工	199 m ²	×	■	■	■	■	■	■吹付法杭工 (200×200)	293 m	×	■	■	■	■	■	■植生基材吹付工 (枠内 t=5cm)	140 m ²	×	■	■	■	■	■	■鉄筋挿入工	327 m	×	■	■	■	■	■	■足場仮設工 (B=2.0m)	348 m	×	■	■	■	■	■	直接工事費			■	■	■	■	■	諸経費			■	■	■	■	■	工事費			■	■	■	■	■	合計			■	■	■	■	■	<table border="0"> <tr> <td>■切土工(オープン・土砂)</td> <td>168 m³</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■残土処分</td> <td>168 m³</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■切土法面整形工</td> <td>92 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■吹付法杭工 (200×200)</td> <td>141 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■植生基材吹付工 (枠内 t=5cm)</td> <td>64 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■鉄筋挿入工</td> <td>160 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■足場仮設工 (B=2.0m)</td> <td>182 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>諸経費</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>工事費</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">比率 1.00</p>	■切土工(オープン・土砂)	168 m ³	×	■	■	■	■	■	■残土処分	168 m ³	×	■	■	■	■	■	■切土法面整形工	92 m ²	×	■	■	■	■	■	■吹付法杭工 (200×200)	141 m	×	■	■	■	■	■	■植生基材吹付工 (枠内 t=5cm)	64 m ²	×	■	■	■	■	■	■鉄筋挿入工	160 m	×	■	■	■	■	■	■足場仮設工 (B=2.0m)	182 m	×	■	■	■	■	■	直接工事費			■	■	■	■	■	諸経費			■	■	■	■	■	工事費			■	■	■	■	■	合計			■	■	■	■	■
■切土工(片切・土砂)	316 m ³	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■残土処分	316 m ³	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■切土法面整形工	199 m ²	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■吹付法杭工 (200×200)	293 m	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■植生基材吹付工 (枠内 t=5cm)	140 m ²	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■鉄筋挿入工	327 m	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■足場仮設工 (B=2.0m)	348 m	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
直接工事費			■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
諸経費			■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
工事費			■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
合計			■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■切土工(オープン・土砂)	168 m ³	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■残土処分	168 m ³	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■切土法面整形工	92 m ²	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■吹付法杭工 (200×200)	141 m	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■植生基材吹付工 (枠内 t=5cm)	64 m ²	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■鉄筋挿入工	160 m	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
■足場仮設工 (B=2.0m)	182 m	×	■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
直接工事費			■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
諸経費			■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
工事費			■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
合計			■	■	■	■	■																																																																																																																																																																											
判 定	△ (1：0.8の場合より総合的に劣る)	◎ (施工性・経済性を含め総合的に優れる)																																																																																																																																																																																

2) 第1案：地山補強土工A

①工法の概要

図-1 参照

斜面全体を，地山補強土工により急勾配切土法面とする。

崖錐堆積物層の安定勾配は1：1.2とする。

切土勾配は，安定勾配より1ランク程度急勾配となる1：1.0とする。

崖錐堆積物層の層厚が薄く，基岩上面をすべる危険性があるため，鉄筋挿入工の定着は基岩に取るものとする。

地山補強土工の概略諸元は，以下とする。

■鉄筋挿入工

上段鉄筋長 L=4.0m (基岩に1.0m以上の定着を考慮)

下段鉄筋長 L=3.0m (基岩に1.0m以上の定着を考慮)

ピッチ 1.5m (一般的な最大ピッチ)

■吹付法枠工

法枠断面 200×200 (計画可能な最大断面)

②概算数量

10m当り数量で比較する。

切土工 (片切)	$V=31.6 \times 10.0=316 \text{ m}^3$
残土処分	$V=316 \text{ m}^3$
切土法面整形工	$A=19.9 \times 10.0=199 \text{ m}^2$
吹付法枠工	$L=10.0/1.5 \times 19.9 + 16 \times 10.0=293 \text{ m}$
植生基材吹付工	$A=199 - 293 \times 0.2=140 \text{ m}^2$
鉄筋挿入工	$L=10.0/1.5 \times 49.0=327 \text{ m}$
足場仮設工	$V=34.8 \times 10.0=348 \text{ 空 m}^3$

第1案：地山補強土工A

(切土勾配 1 : 1.0)

S=1 : 200

工法の概要

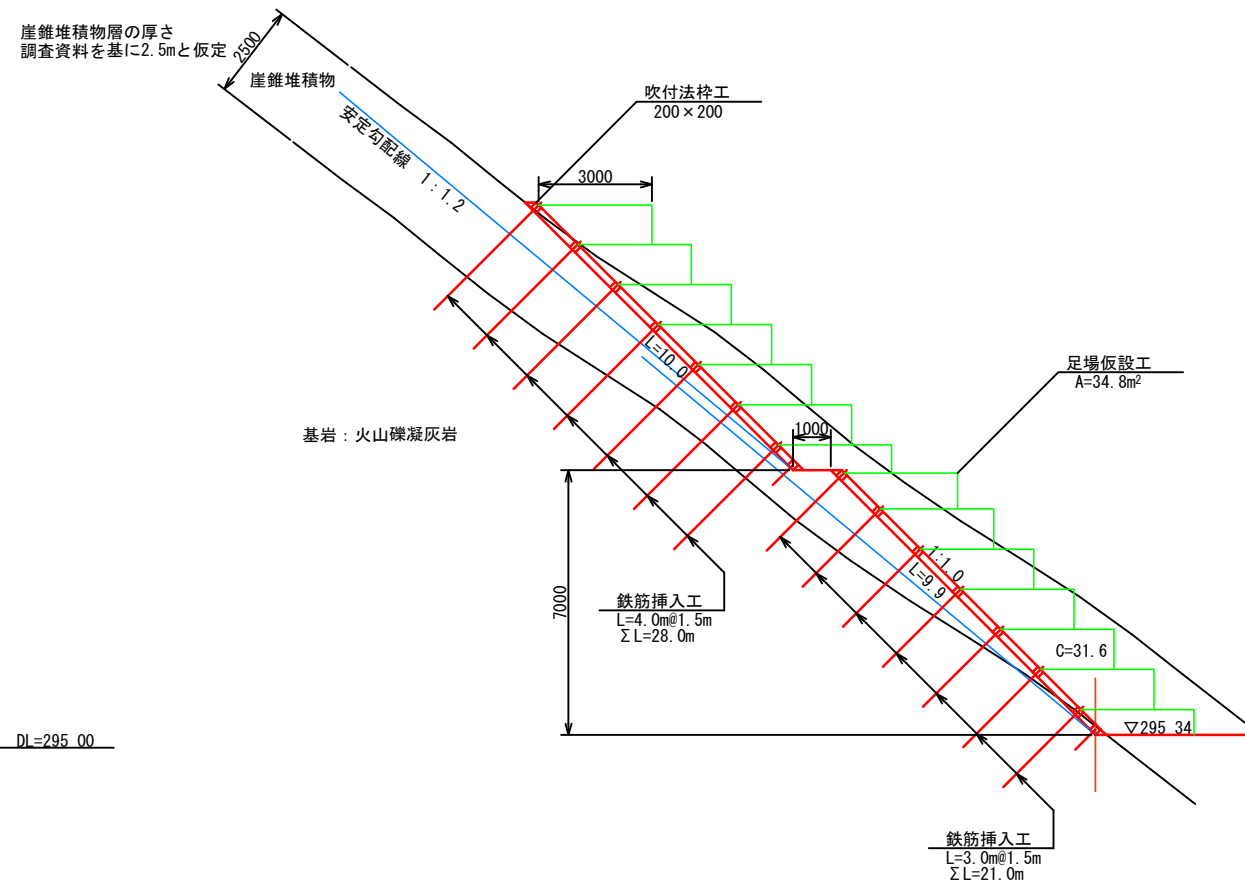
斜面全体を地山補強土工により急勾配切土法面とする。
崩積土層の安定勾配は1 : 1.2とする。
切土勾配は、安定勾配より1ランク程度急勾配となる1 : 1.0とする。
崖錐堆積物層の層厚が薄く、基岩上面を滑る危険性があるため、
鉄筋挿入工の定着は基岩に取るものとする。
地山補強土工の概略諸元は以下とする。

■鉄筋挿入工

上段鉄筋長：4.0m（基岩に1.0m以上の定着を考慮）
下段鉄筋長：3.0m（基岩に1.0m以上の定着を考慮）
ピッチ：1.5mピッチ（最大ピッチ）

■吹付法枠工

200×200（計画可能な最小断面）



10m当り数量

切土工（片切）	$V = 31.6 \times 10.0 = 316\text{m}^3$
切土法面整形工	$A = 19.9 \times 10.0 = 199\text{m}^2$
吹付法枠工	$L = 10.0/1.5 \times 19.9 + 16 \times 10.0 = 293\text{m}$
植生基材吹付工	$A = 199 - 293 \times 0.2 = 140\text{m}^2$
鉄筋挿入工	$L = 10.0/1.5 \times 49.0 = 327\text{m}$
足場仮設工	$V = 34.8 \times 10.0 = 348\text{空m}^3$

図-1 第1案：地山補強土工A 標準断面図 S=1 : 200

3) 第2案：地山補強土工B

①工法の概要

図-2 参照

斜面全体を、地山補強土工により急勾配切土法面とする。

崖錐堆積物層の安定勾配は1:1.2とする。

切土勾配は、安定勾配より2ランク程度急勾配となる1:0.8とする。

鉄筋挿入工による急勾配切土工は、一般的に1ランク程度であるが、ここでは2ランクでの適用を考える。

崖錐堆積物層の層厚が薄く、基岩上面をすべる危険性があるため、鉄筋挿入工の定着は基岩にとるものとする。

地山補強土工の概略諸元は、以下とする。

本案は採用案となることから、必要定着長等は計算により確認している。

■鉄筋挿入工

鉄筋長 $L=4.0\text{m}$ (基岩に1.0m以上の定着を考慮)

ピッチ 1.5m (一般的な最大ピッチ)

■吹付法枠工

法枠断面 200×200 (計画可能な最大断面)

②概算数量

10m当り数量で比較する。

切土工 (片切) $V=16.8\times 10.0=168\text{ m}^3$

残土処分 $V=168\text{ m}^3$

切土法面整形工 $A=9.2\times 10.0=92\text{ m}^2$

吹付法枠工 $L=10.0/1.5\times 9.2+8\times 10.0=141\text{ m}$

植生基材吹付工 $A=92-141\times 0.2=64\text{ m}^2$

鉄筋挿入工 $L=10.0/1.5\times 28.0=187\text{ m}$

足場仮設工 $V=18.2\times 10.0=182\text{ 空 m}^3$

第2案：地山補強土工B

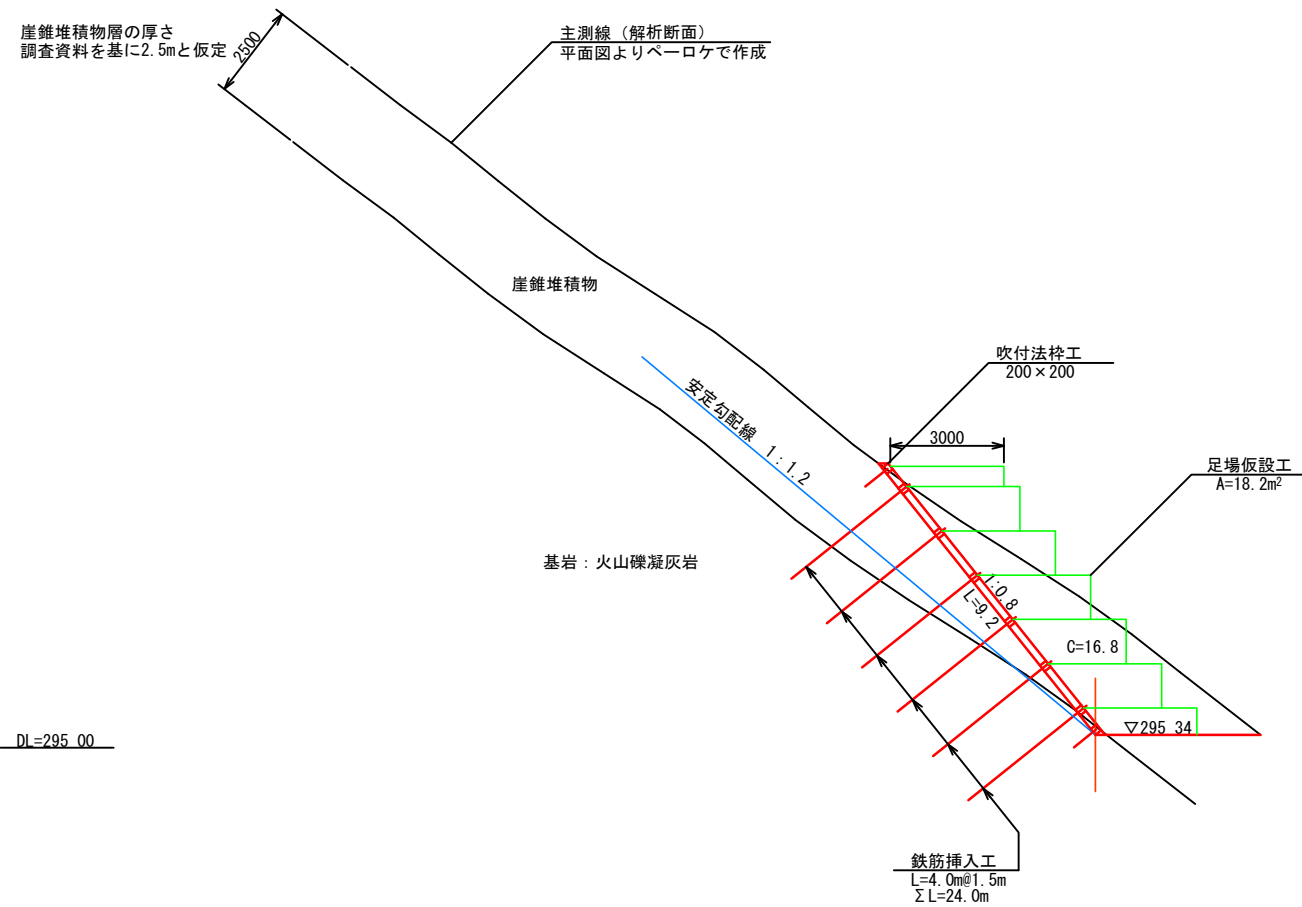
(切土勾配 1 : 0.8)

S=1 : 200

工法の概要

斜面全体を地山補強土工により急勾配切土法面とする。
 崖錐堆積物層の安定勾配は1 : 1.2とする。
 切土勾配は、安定勾配より2ランク程度急勾配となる1 : 0.8とする。
 鉄筋挿入工による急勾配切土工は、一般的には1ランク程度であるが、ここでは2ランクでの適用を考える。
 崖錐堆積物層の層厚が薄く、基岩上面を滑る危険性があるため、鉄筋挿入工の定着は基岩に取るものとする。
 地山補強土工の概略諸元は以下とする。

- 鉄筋挿入工
 - 鉄筋長：4.0m（基岩に1.0m以上の定着を考慮）
 - ピッチ：1.5mピッチ（最大ピッチ）
- 吹付法砕工
 - 200×200（計画可能な最小断面）



10m当り数量

切土工（片切）	$V = 16.8 \times 10.0 = 168m^3$
切土法面整形工	$A = 9.2 \times 10.0 = 92m^2$
吹付法砕工	$L = 10.0 / 1.5 \times 9.2 + 8 \times 10.0 = 141m$
植生基材吹付工	$A = 92 - 141 \times 0.2 = 64m^2$
鉄筋挿入工	$L = 10.0 / 1.5 \times 24.0 = 160m$
足場仮設工	$V = 18.2 \times 10.0 = 182空m^3$

図-2 第2案：地山補強土工B 標準断面図 S=1 : 200

2.2 設計計画

2.2.1 計画の概要

当箇所の法面工の概要は、以下の通りである。(標準断面図参照)

■主工法：地山補強土工（鉄筋挿入工+吹付法枠工）

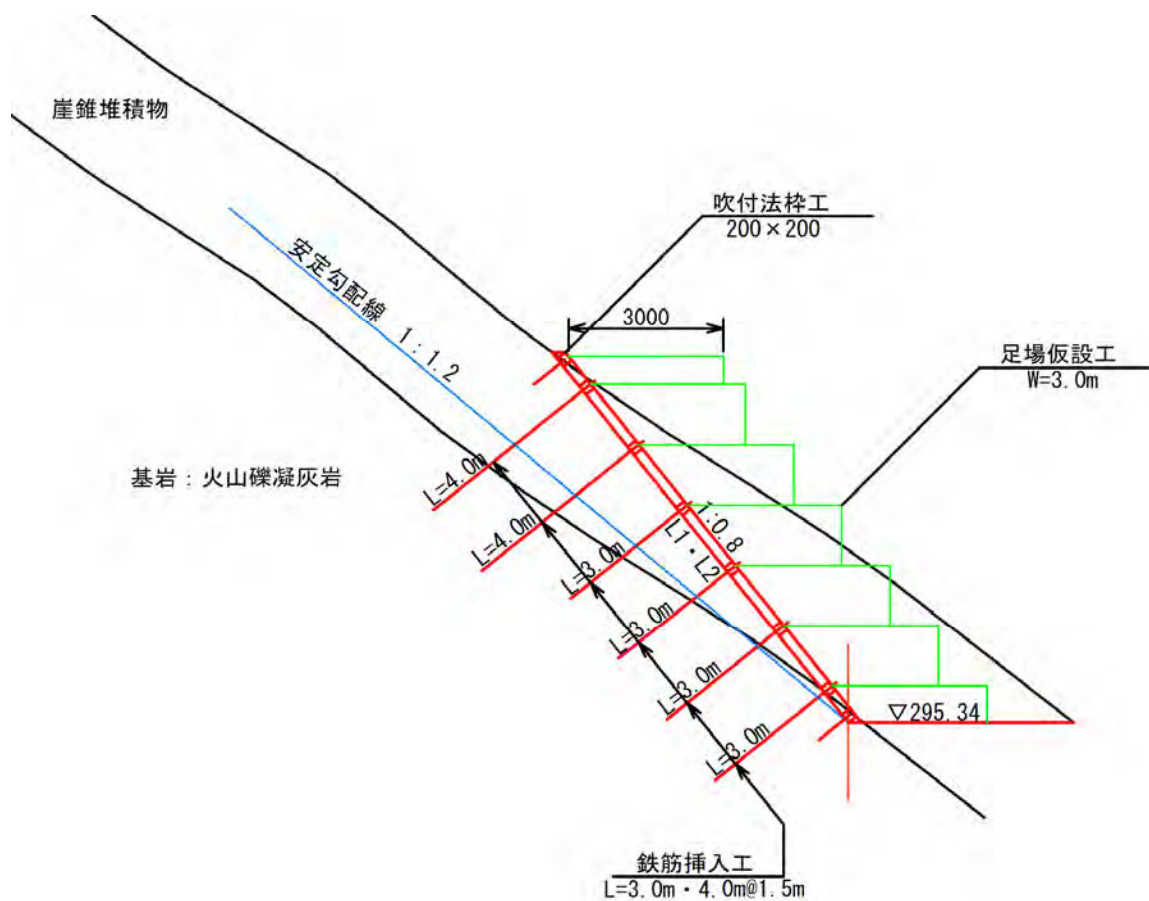
切土勾配 1 : 0.8

鉄筋挿入工 L=3.0m・4.0m

吹付法枠工 200×200-1500×1500

中詰工：植生基材吹付工 t=3cm

以下、それぞれの詳細についての設計計画を示す。



標準断面図

2.2.2 切土工の計画

1) 計画切土勾配

工法検討の結果，法面工を地山補強土工による急勾配切土工とし，計画切土勾配は，1 : 0.8とする。

2) 切土形状

一般的に切土高 5～10m（7mを標準）毎に小段を設けられる。

これに対し，当箇所の切土高は，概ね最大で 7m超程度であることから，小段を設けず 1 段の切土形状とする。

2.2.3 鉄筋挿入工の計画

1) 目的

急勾配切土により、斜面に想定されるすべりを抑止することを目的とする。

鉄筋挿入工の反力体は、安定勾配より急な法面全体を、面的に安定を図るため、吹付法砕工とする。

2) 定着層

基岩層（火山礫凝灰岩）を定着層とする。

定着対象の基岩表面部分は風化している可能性があるため、設計に際し、下表の「風化岩」の値を考慮する。

$$\tau = 0.48 \text{ N/mm}^2$$

但し、施工に際しては、引き抜き試験により、確認が必要である。

表 4.4.5 極限周面摩擦抵抗の推定値

地盤の種類		極限周面摩擦抵抗(N/mm ²)	
岩盤	硬岩	1.20	
	軟岩	0.80	
	風化岩	0.48	
	土丹	0.48	
砂礫	N値	10	0.08
		20	0.14
		30	0.20
		40	0.28
		50	0.36
砂	N値	10	0.08
		20	0.14
		30	0.18
		40	0.23
		50	0.24
粘性土		0.8×c	

c：粘着力

(参考文献：切土補強土工法設計・施工要領 p.33)

3) 安全率

周面摩擦抵抗に対する安全率は、以下とする。

$$F_s = 2.0 \quad (\text{永久構造物})$$

(参考文献：切土補強土工法設計・施工要領 p.31)

4) 鉄筋挿入工の諸元

検討の結果、対策工の諸元は、以下の通りとする。(設計計算参照)

■鉄筋挿入工の諸元

鉄筋長	L=3.0m・4.0m (定着長は1.0m以上) (定着層は基岩層を想定)
鉄筋径	D19
設計引張り力	Tm=8.9kN/本
傾角 (打設角度)	$\alpha = 38.7^\circ$ (法面直角方向)
削孔径	$\phi = 65\text{mm}$
定着層の周面摩擦抵抗	$\tau = 0.48\text{kN/m}^2$
反力体	吹付法枠工 200×200-1500×1500
配置	交点配置 (1本/2.25m ²)
施工機械	定置式ドリル (単管足場)

鉄筋長については、コスト縮減の観点から、定着長 1.0mを確保するための必要最大長さの 4.0m一律とせず、1mラウンドで2段階の長さ (3.0m・4.0m) で計画する。

5) 異形鉄筋・注入材

許容応力度は、以下とする。

$$\text{許容引張応力度} \quad \sigma_{sa} = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{許容付着応力度} \quad \tau_{sa} = 1.6 \text{ N/mm}^2$$

注入材 (モルタル) の設計基準強度は、24 N/mm² とする。

表 4.4.4 異形鉄筋と注入材の許容付着応力度 (N/mm²)

補強材の種類	24	27	30
許容付着応力度	1.6	1.7	1.8

(出典：切土補強土工法設計・施工指針 p.31)

6) 防食計画

永久法面に対する対策工であり、以下の防食対策を講じる。

①亜鉛メッキ処理による防食

更に、補強材については、1mmの腐食代を考慮

②補強材の地中部に対し、注入材による防食

補強材に対し、10mm以上のかぶりを確保

③補強材の頭部に対し、オイルキャップによる防食

7) 削孔

掘削対象地盤は、N≒8程度の崖錐堆積物であるが、孔壁は自立すると考える。

削孔は、吹付法枠後の作業であり、土足場は困難なことから、施工機械は定置式ドリル (削孔径 ϕ 65mm) とする。

足場は、単管足場 (W=3.0m) を考慮する。

8) 配置計画

一般に、補強材の打設ピッチは 1.0～1.5m で、1 本/2m² 程度の配置が望ましいとされている。これに対し、経済性を考慮し、最も計画本数が少なくなる 1.5m ピッチでの計画可能なことから 1.5m ピッチとする。(2.25m²/本)

吹付法枠工の枠及び鉄筋挿入工の配置は、以下のように計画する。

■縦枠は鉛直、横枠は水平とする。

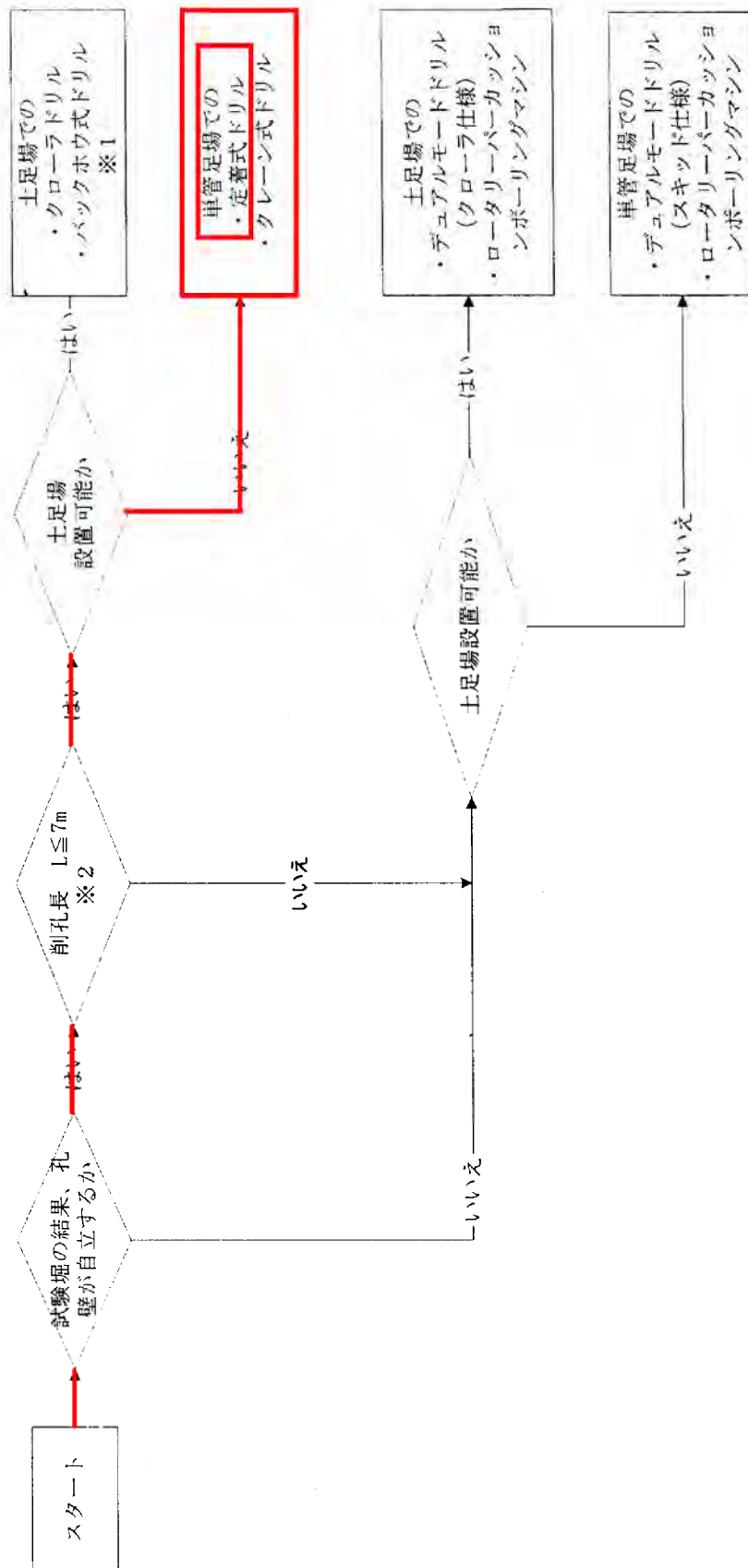
■縦枠は、主側線を基準とし、法尻の切土基準線が曲線部では、最上段の横枠位置で 1.5m ピッチになるように配置する。

■横枠は、法尻から 0.75m (1/2 スパン) の高さの横枠を基準とし、1.5m ピッチで配置する。

■鉄筋挿入工は、枠の交点に配置する。

但し、1/2 スパン (0.75m) 以下の交点には配置しない。

端部の縦枠長の張り出し長が 1/2 スパン (0.75m) 以上の場合は配置する。



※1 1段のり面での施工本数が500本を超える場合は、オートボルトセッター工法の採用が有効な場合もある。
 ※2 削孔長が長くなる場合は、施工費が割高になるためグラウンダー工等との比較検討を行い、経済性、施工性の良い工法を採用する必要がある。

図 5.2.6 標準的な施工機械選定フロー（参考）
 （出典：切土補強土工法設計・施工要領 p.72）

2.2.4 吹付法枠工の計画

1) 目的

鉄筋挿入工の反力体及び法面を面的に抑えることを目的とする。

2) 構造

資料及び鉄筋挿入工の反力体としての設計計算より、以下のような構造とする。

枠断面	200×200
主鉄筋	D10×2本
アンカーバー	D16 L=0.75m
アンカーピン	D13 L=0.40m
かぶり	45mm (有効高 155mm)
枠ピッチ	縦方向 1.5m 横方向 1.5m

●資料

付録 表 3.1 枠断面の枠スパン、鉄筋および有効高さの標準

寸法単位：mm

枠断面	枠スパン	鉄筋径	鉄筋本数	有効高さ d
150 × 150	1,150 × 1,150	D10	2本	105
200 × 200	1,200 × 1,200	D10 ~ D13	4本	155
300 × 300	2,000 × 2,000	D13 ~ D16	4本	235
400 × 400	2,000 × 2,000	D16 ~ D19	4本または8本	315
400 × 400	2,500 × 2,500	D16 ~ D19	4本または8本	315
500 × 500	3,000 × 3,000	D16 ~ D25	8本	410
600 × 600	3,000 × 3,000	D22 ~ D25	8本	510

付録 表 3.5 アンカーバーおよびアンカーピンの適用例

枠断面	標準アンカーバー規格	標準アンカーピン規格	標準アンカーピン本数
150 × 150	D16 - L = 500	D10 - L = 300	横枠のみ2本
200 × 200	D16 - L = 750	D10 - L = 400	横枠のみ2本
300 × 300	D19 - L = 800	D13 - L = 500	横枠のみ3本
400 × 400	D19 - L = 800	D13 - L = 700	横枠のみ3本~4本
500 × 500	D19 - L = 1,000	D16 - L = 800	横枠のみ4本
600 × 600	D19 - L = 1,000	D16 - L = 800	横枠のみ4本

(出典：のり枠工の設計・施工指針 全国特定法面保護協会 平成18年11月 p.付15~16)

3) 中詰工

法枠内は、緑化を図るものとし、中詰工の選定手順（例）により選定する。
検討の結果、以下とする。

「植生基材吹付工 (t=3cm)」

中詰工の選定

■切盛区分 → 切土法面

■湧水の有無 → NO

湧水は、ないものとする。

■緑化が必要か？ → YES

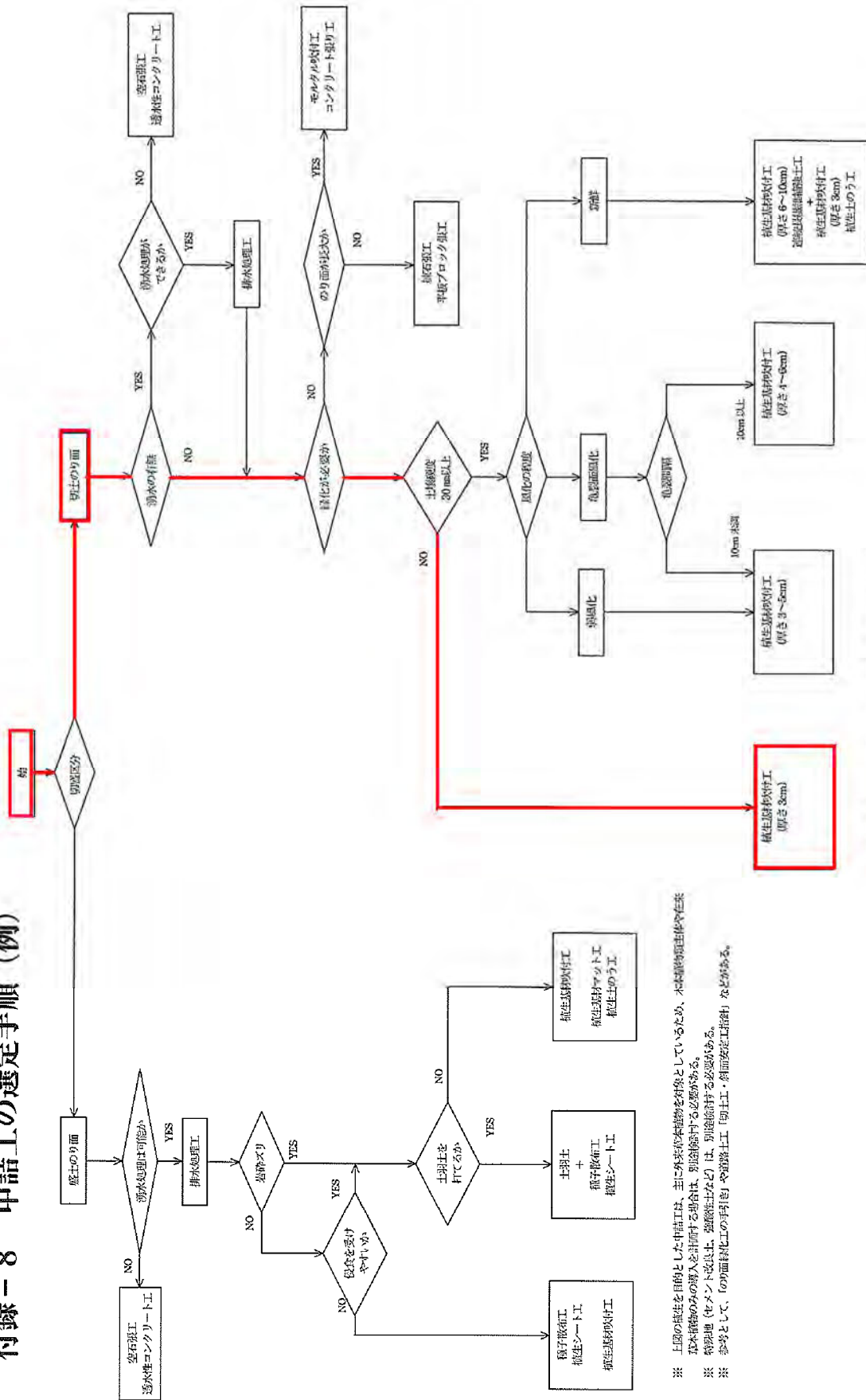
緑化したい。

■土壌硬度 30mm 以上 → NO

崖錐堆積物層であり、土壌硬度が 30mm 以上とは考えられない。

以上より「植生基材吹付工 (厚さ 3cm)」が選定される。

付録 - 8 中詰工の選定手順 (例)



付図 8.1 中詰工の選定手順 (例)

(出典：のり枠工の設計・施工指針 平成25年10月 (一社) 全国特定法面保護協会 p. 付44)

※ 上記の植生を目的とした中詰工は、主に外來有害植物を対象としているため、本邦固有種や在来草本植物のみの導入を計画する場合は、別途検討が必要がある。
 ※ 特定地（セメント吹込土、強硬粘土など）は、別途検討が必要がある。
 ※ 参考として、「のり面緑化工の手引き」や「道路土工・切土工・斜面安定工指針」などがある。

2.2.5 施工計画

法面工についての、工種毎の施工上の留意点を示す。

1) 吹付法枠工

切土後、吹付法枠工を行う。

法枠の交点には、鉄筋挿入工のためのボイド管設置が必要である。

枠は、縦枠は鉛直、横枠は水平とする。

対象法面が主に曲面であるため、縦枠は上方向に開く形状となり、縦枠ピッチが上で広く、下で狭くなる。

鉄筋挿入工の最大ピッチが 1.5m であるため、縦枠の配置は、最上段の横枠での交点ピッチが 1.5m になるように配置するものとする。

中詰工は、対象地盤が崖錐堆積物層で、切土面の状態が不明なことから、硬度が 30mm 以下、植生基材吹付工 (t=3cm) で計画している。

そのため、施工時には、実際の切土面に対し、硬度試験等により、その計画を再確認する必要がある。

3) 鉄筋挿入工の試験

鉄筋挿入工においては、以下の試験が必要である。

■引き抜き試験

定着層の極限周面摩擦抵抗力 (τ) を確認する。

試験時期は、本工事施工の前に実施する必要がある。

基本的に引き抜けるまで載荷する。

本設計で用いた値 (τ) は次の通りである。

$$\tau = 0.48 \text{ N/mm}^2$$

定着層は崖錐堆積物層の下位に分布する火山礫凝灰岩層であり、この層を確認の上、実施する必要がある。

試験本数は、最低限 3 本行う必要がある。

$$N = 3 \text{ 本}$$

■確認試験

施工された補強材の引張り耐力が設計引張り力 (T_m) を満足するかどうかを確認する。

設計引張り力 (T_m) までの載荷とする。

本設計での設計引張り力 (T_m) は、全て以下とする。

$$\text{設計引張り力 } T_m = 8.9 \text{ kN/本}$$

試験本数は、全本数の 3% を対象とする。(但し、3 本以上)

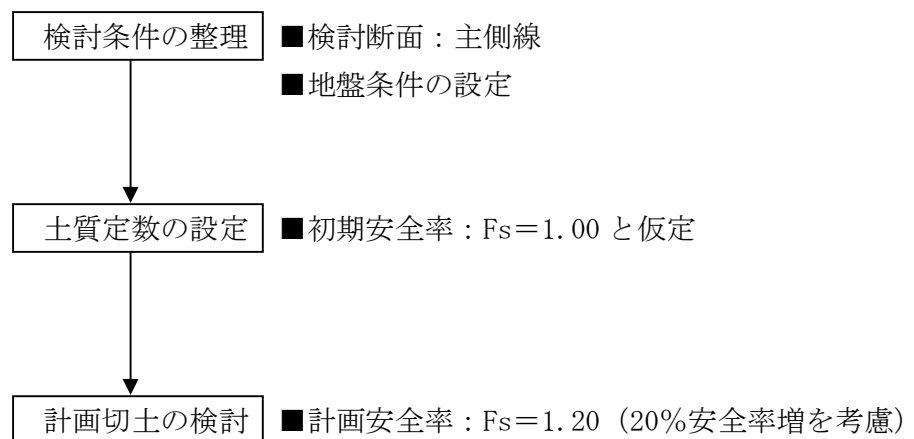
$$N = 54 \times 0.03 = 1.6 \rightarrow 3 \text{ 本}$$

2.3 設計計算

2.3.1 斜面の安定解析

1) 検討手順

斜面の安定解析を、以下の手順で検討する。



2) 検討断面

斜面勾配が最も急となり、切土が大きくなる断面を主側線（代表断面）とする。

断面形状は、平面図からペーロケで作成する。

地層構成は、既往調査結果より想定する。

3) 安全率

対策工は、切土時に想定されるすべり（最小安全率すべり）に対し20%の安全率増を考慮するものとし、想定されるすべりを検討するに際し、その安全率を $F_s=1.00$ とする。

計画安全率は、最小安全率すべりに対し20%の安全率増を考慮するものとし、計画安全率 $F_s=1.20$ として求めるものとする。

4) 計算式

次式により計算する。(道路土工 切土工・斜面安定工指針 p. 399)

計算式：簡便法 (Fellenius 法)

$$F_s = \frac{\sum \{c \cdot l + (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

F_s : 安全率

c : すべり面の粘着力

ϕ : すべり面の内部摩擦角

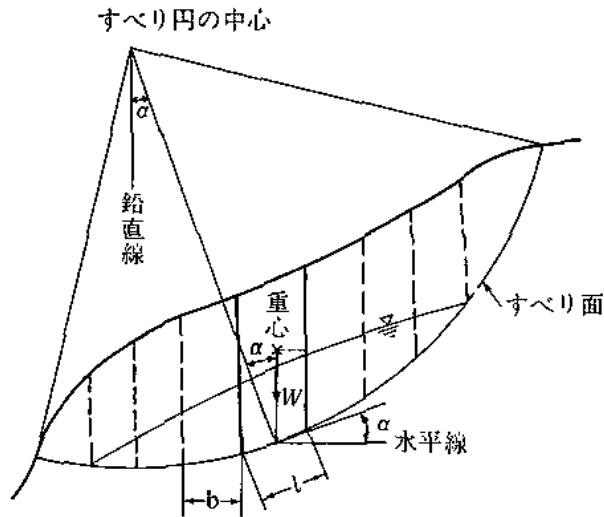
l : 各分割片で切られたすべり面の弧長

u : 間隙水圧

b : 分割片の幅

W : 分割片の重量

α : 分割片で切られたすべり面の中点とすべり面の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角度



解図 11-21 地すべり安定計算に用いるスライス分割の例

5) 土質定数の設定

①土質定数一覧表

各層の土質定数を、既往調査資料による地盤定数提案値より、以下とする。

土質定数一覧表

	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
崖錐堆積物層 (dt)	19.0	4.10	35
基岩層	20.0	132	21

②段丘堆積物層 (dt)

■単位体積重量

崖錐堆積物の提案値を採用する。

■粘着力

初期安全率を $F_s=1.00$ として、逆算により求める。

計算の結果、 $c=4.10\text{kN/m}^2$ とする。

■内部摩擦角

崖錐堆積物の提案値を採用する。

③基岩層

主に分布する火山礫凝灰岩層を代表させる。

■単位体積重量

危険側を考慮し、新鮮岩の提案値を採用する。

■粘着力

風化岩の提案値を採用する。

■内部摩擦角

風化岩の提案値を採用する。

表.3 地盤定数一覧表 (付替国道トンネル (2号トンネル) 終点側)

地質時代	地層名	記号	岩相・土相	代表N値	単位体積重量 ρ_t (kN/m ³)	粘着力C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)	変形係数E (MN/m ²)	
第四紀	完新世	崖錐堆積物	dt	礫混り土砂	8	19 ¹⁾	0 ¹⁾	35 ¹⁾	22 ⁴⁾
新生代	第三紀	自破砕溶岩	Au	新鮮岩	192 (換算)	20 ²⁾	392 ³⁾	21 ³⁾	100 ⁵⁾
		火山礫凝灰岩	w-Lpt	風化岩	32	17 ²⁾	132 ³⁾	21 ³⁾	29 ⁵⁾
			Lpt	新鮮岩	164 (換算)	20 ²⁾	356 ³⁾	21 ³⁾	90 ⁵⁾

6) 安定計算結果

■切土時最小安全率すべり

切土時（切土勾配 1 : 0.8）の最小安全率すべりが $F_s=1.00$ とし，不安定層（崖錐堆積物層）の土質定数（粘着力）を設定すると共に，想定されるすべり形状を推定する。

不安定層は，基岩線が崖錐堆積物層に対する安定勾配線より僅かに深い位置にあるため，すべりを考える場合，安定勾配線より奥の基岩線上部の崖錐堆積物を含めて，崖錐堆積物層全体を不安定層として検討する。

試算の結果，粘着力は，以下となる。

図-1 参照（計算書-1）

最小安全率	$F_{smin}=1.00$
粘着力	$c=4.10 \text{ kN/m}^2$

■必要抑止力計算

最も危険なすべり（最小安全率すべり $F_{smin}=1.00$ ）に対し 20%の安全率増とするために必要な抑止力を求める。（計画安全率 $F_s=1.20$ ）

図-2 参照（計算書-2）

必要抑止力	$P=26.3 \text{ kN/m}$
-------	-----------------------

■対策後の安定性の確認

必要抑止力に対し，鉄筋挿入工（地山補強土工）で抑止するものとし，その計画後の安定性を確認する。

検討の結果，対策後のすべりに対する安全率は以下の通りとなり，計画安全率 $F_s=1.20$ を満足する。

対策後の切土時最小安全率すべりに対する安全率

図-3 参照（計算書-3）

$$F_s=1.768 > 1.20 \quad \text{OK}$$

対策後の最小安全率すべり

図-4 参照（計算書-4）

$$F_{smin}=1.333 > 1.20 \quad \text{OK}$$

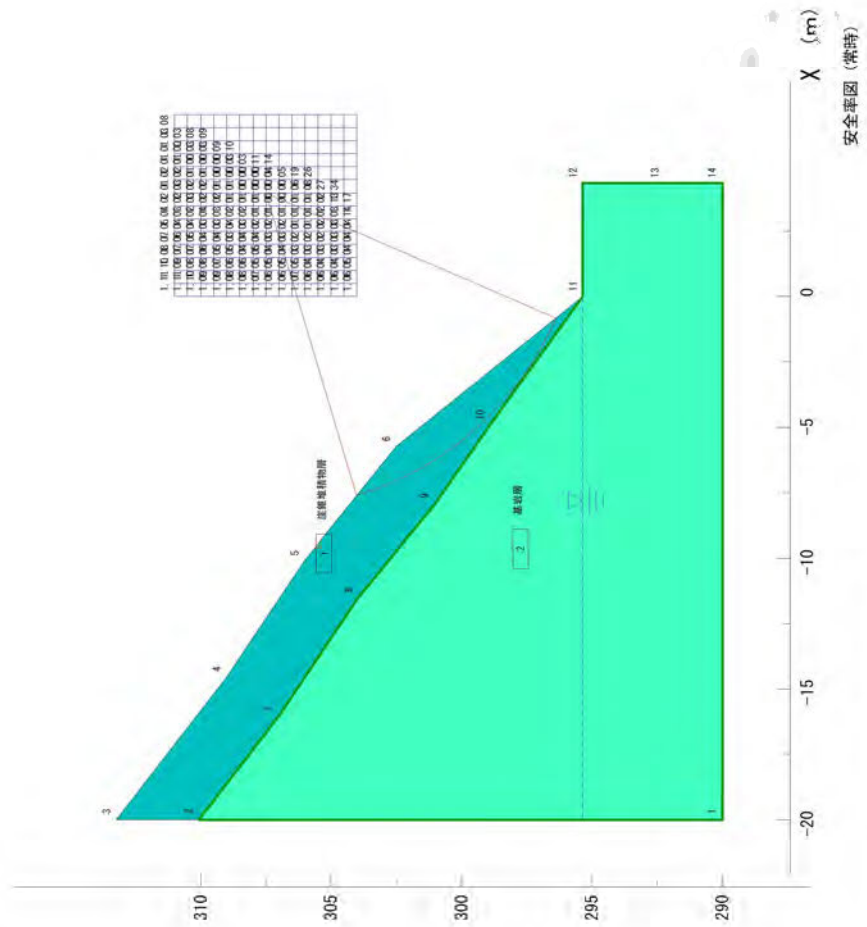
2号M終点削坑口 切土時最小安全率すべり (Fs=1.00)

縮尺 : 1/ 260

最小安全率 F S MIN = 1.000
 円弧の中心 X = 4.00 (m)
 Y = 307.50 (m)
 半径 R = 12.13 (m)
 抵抗モーメント M R = 1607.8 (kN・m)
 起動モーメント M D = 1607.4 (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平置換 鉛直置換
1	19.00	41.90	26.00	4.10	0.00	0.000
2	20.00	20.00	21.00	122.00	0.00	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)



2号TN終点側坑口 必要抑止力計算 (Fs=1.20)

縮尺 : 1/ 260

必要安全率 F ST = 1.200 (k N)
 最大抑止力 = 26.3 (k N)
 安全率 F S = 1.001 (m)
 円弧の中心 X = 4.00 (m)
 Y = 307.50 (m)
 半径 R = 12.13 (m)
 抵抗モーメント M R = 1602.0 (k N・m)
 起動モーメント M D = 1600.8 (k N・m)

層番号	飽和重量 (k N/m ³)	浸透重量 (k N/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (k N/m ²)	粘着力の 一次係数	水平置度	鉛直置度
1	19.00	14.00	35.00	4.00	0.00	0.000	0.000
2	20.00	20.00	21.00	132.00	0.00	0.000	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (k N/m³)

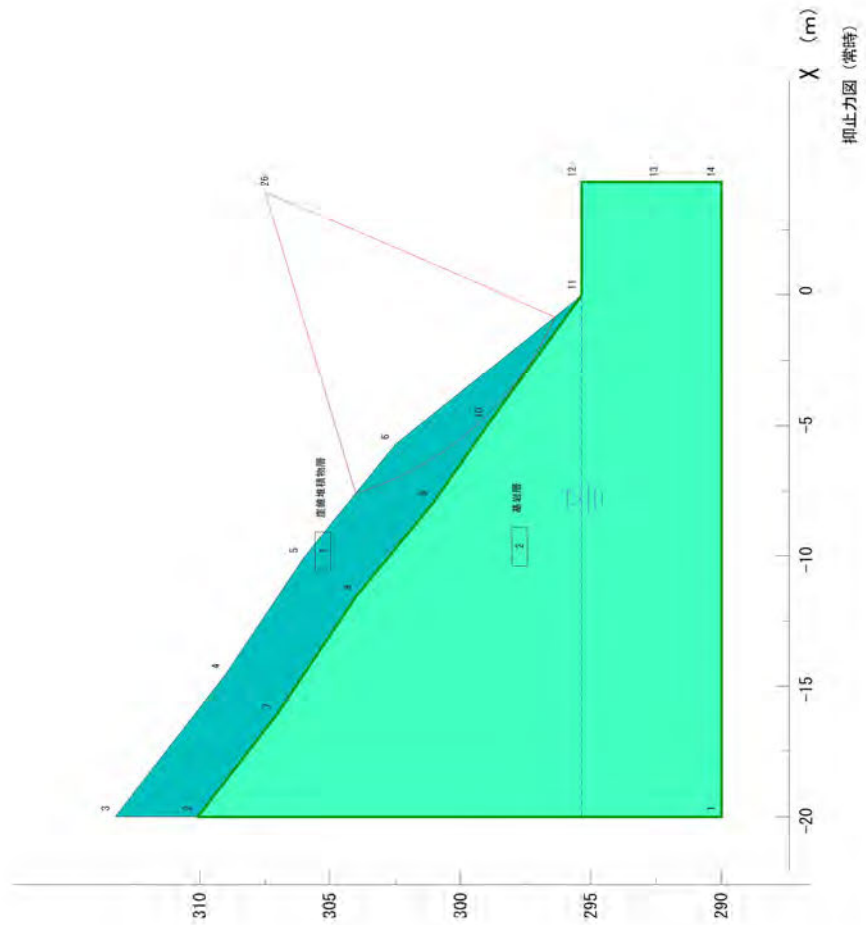


図-2

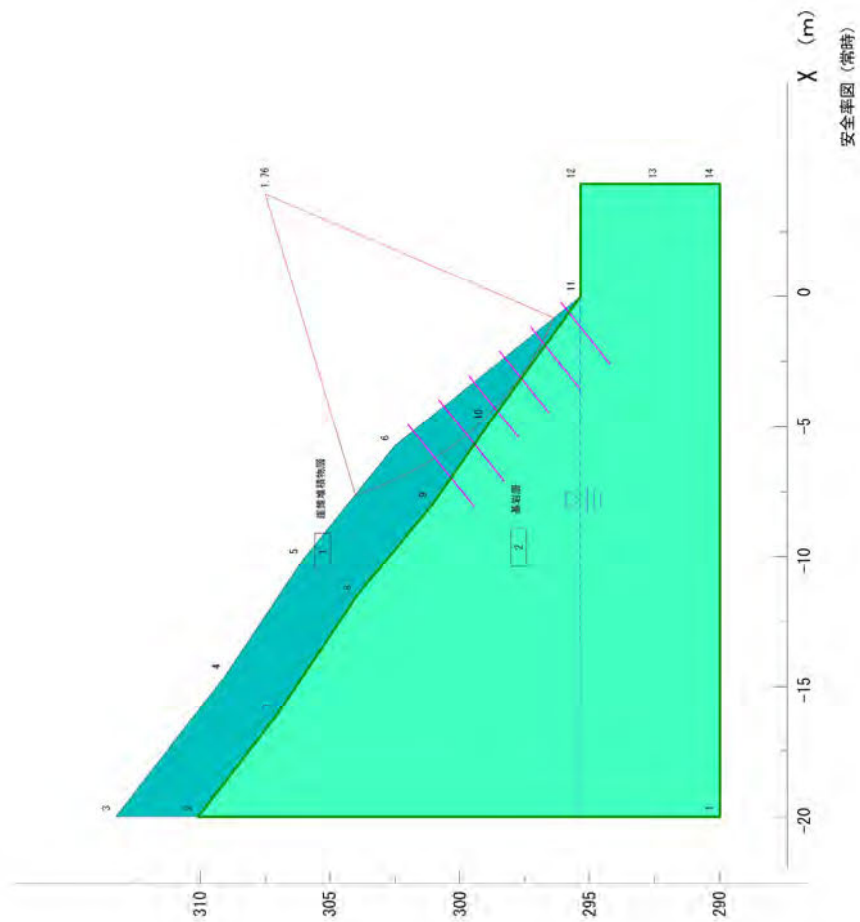
2号TIN終点側坑口 対策後 切土時最小安全率すべり

縮尺 : 1/ 260

最小安全率 F S MIN = 1.768
 円弧の中心 X = 4.00 (m)
 Y = 307.50 (m)
 半径 R = 12.13 (m)
 抵抗モーメント M R = 2841.0 (kN・m)
 起動モーメント M D = 1607.4 (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	浸透重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平距離 (m)	鉛直距離 (m)
1	19.00	14.00	36.00	4.10	0.00	0.000	0.000
2	20.00	20.00	21.00	127.00	0.00	0.000	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)



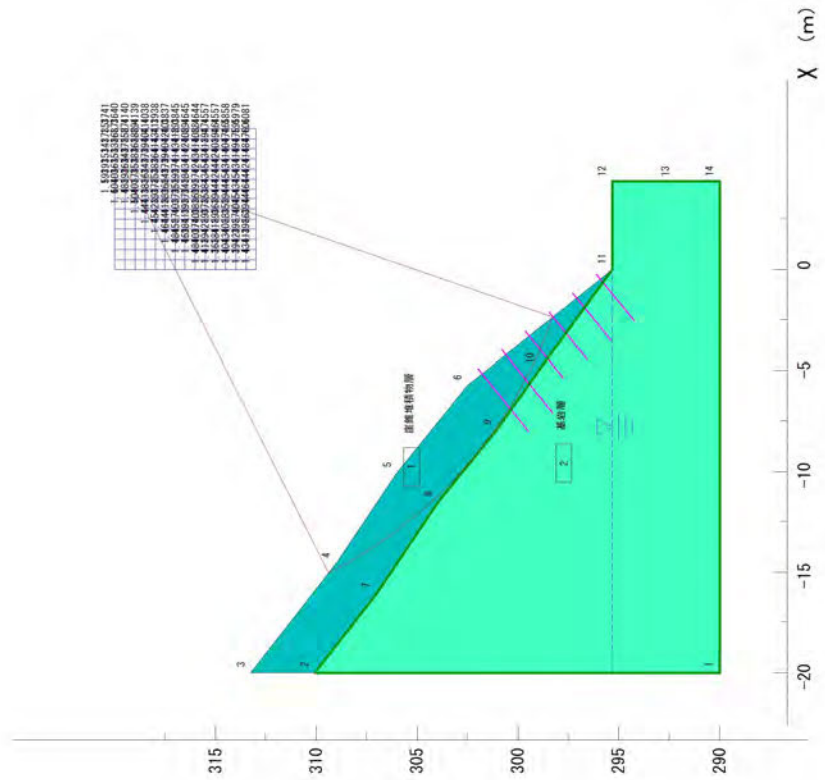
2号TN終点側坑口 対策後 最小安全率すべり

縮尺 : 1/ 336

最小安全率 F S MIN = 1.333
 円弧の中心 X = 5.00 (m)
 Y = 319.50 (m)
 半径 R = 22.45 (m)
 抵抗モーメント M R = 9686.1 (kN・m)
 起動モーメント M D = 7268.9 (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	浸透重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平距離 (m)	鉛直距離 (m)
1	19.00	19.00	35.30	4.10	0.00	0.000	0.000
2	20.00	20.00	21.00	132.00	0.00	0.000	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)



安全率図 (常時)

2.3.2 鉄筋挿入工の計算

1) 計算条件

- | | |
|-------------------|---|
| a) 計算方法 | 「道路土工 切土工・斜面安定工指針 日本道路協会」
「切土補強土工法設計・施工要領 NEXCO」 に準拠 |
| b) 検討断面 | 主側線 |
| c) 必要抑止力 | $P = 26.3 \text{ kN/m}$ (最小安全率すべりに対する抑止力) |
| d) 配置 | ピッチ : $L = 1.5 \text{ m}$ |
| e) 打設角度 | $\phi = 38.7^\circ$ (法面直角方向) |
| f) 削孔径 | $\phi 65 \text{ mm}$ |
| g) 定着層の極限周面摩擦抵抗 | $\tau_p = 0.48 \text{ N/mm}^2$ (風化岩) |
| h) 極限周面摩擦抵抗の計画安全率 | $F_{sa} = 2.0$ |
| i) 補強材 | 異形棒鋼 |
| j) 補強材の許容引張応力度 | $\sigma_{sa} = 200 \text{ N/mm}^2$ |
| k) 補強材の許容付着応力度 | $\sigma_{sa} = 1.6 \text{ N/mm}^2$ |

3) 計算式

すべりに対する安定計算により行う。

計算式 (道路土工 切土工・斜面安定工指針 p. 297 参照)

$$F_{sp} = \frac{\Sigma c \cdot l + \Sigma (W - u \cdot b) \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi + Pr}{\Sigma W \cdot \sin \alpha}$$

F_{sp} : 計画安全率

Pr : 補強材の抑止力 (必要抑止力)

$$Pr = T_m \cdot \cos \beta + T_m \cdot \sin \beta \cdot \tan \phi$$

T_m : 補強材の設計引張り力

$$T_m = \lambda \cdot T_{pa}$$

T_{pa} : 補強材の許容引張り耐力

$$T_{pa} = \min [T_{1pa}, T_{2pa}, T_{sa}]$$

β : 補強材とすべり面とのなす角度

c : すべり面の粘着力

ϕ : すべり面の内部摩擦角

b : 分割片の幅

l : 分割片で切られたすべり面の弧長

W : 分割片の重量

u : 間隙水圧

α : 分割片で切られたすべり面の中心とすべり面の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角度

補強材の許容引張り耐力 (T_{pa}) は、次の内の最小値で評価される。

$$T_{pa} = \min [T_{1pa}, T_{2pa}, T_{sa}]$$

① T_{1pa} : 補強材が移動土塊から受ける許容引き抜き抵抗力

当計画のように、頭部を法枠で連結する場合は、特に考慮しない。

② T_{2pa} : 補強材が不動地山から受ける許容引き抜き抵抗力

$$T_{2pa} = \Sigma L_2 \cdot t_a$$

L_2 : 不動地山における定着長

t_a : 許容付着強度 (= $\min [t_{pa}, t_{ca}]$)

t_{pa} : 地山と注入材との許容付着力 (= $\tau_p \cdot \pi \cdot D \cdot F_{sa}$)

t_{ca} : 補強材と注入材との付着力 (= $\tau_c \cdot \pi \cdot d$)

τ_p : 地山と注入材の周面摩擦抵抗

D : 削孔径

F_{sa} : 周面摩擦抵抗の安全率 (本設 : $F_{sa} = 2.0$)

τ_c : 補強材と注入材の許容付着応力

d : 補強材径

③ T_{sa} : 補強材の許容引張り力

4) 鉄筋挿入工 1 本当たりの抑止力 (P_r)

検討断面図に示す配置計画とすると、延長方向に 1.5m ピッチで、最小安全率すべり
に対して 5 本の鉄筋挿入工が有効に抵抗するものとする。

1 本の鉄筋挿入工 1 本当たりの抑止力は、以下となる。

$$P_r = P \times 1.5 / 5 \quad (P = 26.3 \text{ kN/m}) \\ = 7.9 \text{ kN/本}$$

5) 補強材の設計引張り力の計算

補強材の設計引張り力 (T_m) と抑止力 (P_r) の関係

$$P_r = T_m (\cos \beta + \sin \beta \cdot \tan \phi)$$

より、設計引張り力 (T_m) を求める。

$$P_r = 7.9 \text{ kN/本}$$

$$\beta = 38.7 + 39.8 = 78.5^\circ$$

$$\phi = 35^\circ$$

$$P_r$$

$$T_m = \frac{P_r}{\cos \beta + \sin \beta \times \tan \phi} \\ = 8.9 \text{ kN/本}$$

6) 補強材の許容引張り耐力の計算

補強材の設計引張り力 (T_m) と許容引張り耐力 (T_{pa}) の関係

$$T_m = \lambda \cdot T_{pa}$$

$$\lambda : \text{補強材の引張り力の低減係数} \quad \lambda = 0.7$$

より、許容引張り耐力 (T_{pa}) を求める。

$$T_{pa} = 8.9 / 0.7$$

$$= 12.7 \text{ kN/本}$$

7) 鉄筋長の検討

許容引張り耐力に対して必要定着長を求める。

次式によって検討する。

$$L = T_{pa} \times F_{sa} / (\pi \times D \times \tau_p)$$

T_{pa} : 許容引張り耐力

F_{sa} : 安全率 $F_{sa} = 2.0$

D : 削孔径 $D = 65 \text{ mm}$

τ_p : 周面摩擦抵抗 $\tau_p = 0.48 \text{ N/mm}^2 = 480 \text{ kN/m}^2$

故に、

$$L = 12.7 \times 2.0 / (3.14 \times 0.065 \times 480) \\ = 0.26 \text{ m} \rightarrow 1.0 \text{ m 以上 とする。}$$

8) 補強材とモルタルとの付着力の検討

次式によって計算する。

$$L_{ab} = T_{pa} / (\pi \times D \times \tau_c)$$

L_{ab} : 付着長

T_{pa} : 許容引張り耐力

D : 補強材径 ($D=19\text{mm}$)

τ_c : 許容付着応力度 $\tau_c = 1.6 \text{ N/mm}^2$

故に,

$$\begin{aligned} A_s &= 12.7 / (3.14 \times 19 \times 1.6) \\ &= 0.13 \text{ m} < 1.0 \text{ m} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

9) 鉄筋の断面検討

許容引張り耐力に対し, 断面検討を行う。

次式によって検討する。

$$A_s = T_{pa} / \sigma_a$$

T_{pa} : 許容引張り耐力

σ_a : 鉄筋の許容引張り応力度

$$\sigma_a = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$= 20 \text{ kN/cm}^2$$

故に,

$$\begin{aligned} A_s &= 12.7 / 20 \\ &= 0.635 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{D19 (} A = 2.573 \text{ cm}^2 \text{) を使用する。} \end{aligned}$$

鉄筋の断面積

鉄筋径	公称径 (mm)	公称断面積 (cm^2)	腐食代考慮断面積 (cm^2)
D19	19.1	2.865	2.573
D22	22.2	3.871	3.530
D25	25.4	5.067	4.676

2.3.3 吹付法枠工の計算

1) 計算方法

基準書：「法枠工の設計・施工指針 平成 18 年 11 月 (社) 全国特定法面保護協会」

計算方法：限界状態設計法

2) 照査項目

力学的性能について照査する。

力学的性能の照査は、「終局限界状態」及び「使用限界状態」に対して行うことが原則とされているが、鉄筋挿入工の場合、供用時において常に大きな外力を受けていないことから、使用限界状態に対する検討は省略する。

故に、「終局限界状態」における「安全性能」について照査を行う。

3) 計算結果

以下に計算結果を示す。

限界状態設計法による吹付法枠工の設計計算

1. 法枠条件

1) 法枠ピッチ

縦枠ピッチ	L1 =	1.5 m
横枠ピッチ	L2 =	1.5 m

2) 断面諸元

枠幅	b =	200 mm
枠高	h =	200 mm
有効高さ	d =	155 mm
引張鉄筋のかぶり	c =	40.0 mm
引張鉄筋径	ϕ =	10 mm
引張鉄筋量	As =	142.7 mm ² (D10 × 2 本)
スターラップ鉄筋径	ϕ =	- mm
スターラップ鉄筋量	Aw =	- mm ² (- × - 本)
スターラップピッチ	s =	- mm

2. 設計荷重

法枠工の設計断面力の算出に用いる設計荷重は、作用荷重に荷重係数を乗じて求める。

1) 作用荷重

法枠に作用する荷重は、鉄筋挿入工の設計引張り力及びその荷重による地盤反力とする。

$$\text{設計引張り力} \quad P = 8.7 \text{ kN/本}$$

法枠には、分布荷重として作用すると考える。

$$\begin{aligned} \text{地盤反力} \quad W &= P / (L1 + L2 - b) \\ &= 3.1 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

2) 設計荷重

設計荷重は、各々荷重係数を乗じて設定する。

本検討では、終局限界状態の設計荷重を用いる。

$$\text{設計荷重} = \text{作用荷重} \times \text{荷重係数}$$

作用荷重の種類と各限界状態に対する設計荷重

作用荷重の種類	使用限界状態の設計荷重	終局限界状態の設計荷重
	(作用荷重 × γf)	(作用荷重 × γf)
計算式 (γf : 荷重係数)	作用荷重 × 1.0	作用荷重 × 1.2
設計アンカー力	Pd = 8.7 kN/本	Pd = 10.4 kN/本
地盤反力	Wd = 3.1 kN/m	Wd = 3.7 kN/m

3. 設計断面力の算定

1) 応力計算

地盤からの反力は、等分布荷重を仮定し、鉄筋挿入工の位置を支点とした以下の梁構造として計算する。

鉄筋挿入工の設計引張り力及びその地盤からの反力は、縦方向・横方向に均等に伝達されるものと仮定して、枠に作用する荷重は2方向梁として算定する。

検討する梁モデルは、以下の2パターンで計算する。

- 単純梁
- 連続梁

梁方向	梁モデル	応力	計算式	単位	使用限界状態	終局限界状態
縦 梁	単純梁	Mmax	$1/8 \times W \times \gamma f \times L1^2$	kN・m	—	1.05
		Vmax	$1/2 \times W \times \gamma f \times L1$	kN	—	2.79
	連続梁	Mmax	$1/9 \times W \times \gamma f \times L1^2$	kN・m	—	0.93
		Vmax	$3/5 \times W \times \gamma f \times L1$	kN	—	3.35
横 梁	単純梁	Mmax	$1/8 \times W \times \gamma f \times L2^2$	kN・m	—	1.05
		Vmax	$1/2 \times W \times \gamma f \times L2$	kN	—	2.79
	連続梁	Mmax	$1/8 \times W \times \gamma f \times L2^2$	kN・m	—	0.93
		Vmax	$1/2 \times W \times \gamma f \times L2$	kN	—	3.35

2) 設計荷重及び設計断面力

各限界状態設計時の設計断面力

使用限界状態の設計荷重				終局限界状態の設計荷重			
設計曲げモーメント	Md	—	kN・m	設計曲げモーメント	Md	1.05	kN・m
設計せん断力	Vd	—	kN	設計せん断力	Vd	3.35	kN

4. 諸条件

1) 部分安全係数

計算に使用する部分安全係数は、「2002年制定土木学会コンクリート標準示方書[構造性能照査編]」を参考とし、法面吹付施工となることを考慮して、以下のような値を用いる。

法枠工の部分安全係数

安全係数 限界状態	材料係数 γ_m		部 材 係 数 γ_b	構造解析係数 γ_a	荷 係 重 数 γ_f	構 造 物 係 数 γ_i
	モルタル γ_c	鋼材 γ_s				
終局限界状態	1.3	1.0	Mud : 曲げ・軸耐力 : 1.15	1.0	1.2	1.2
			Vcd : モルタルが負担するせん断耐力 : 1.30			
			Vsd : せん断補強筋が負担するせん断耐力 : 1.10			
			Vwcd : 斜め圧縮破壊耐力 : 1.30			
使用限界状態	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

2) 材料強度

吹付モルタル及び鉄筋の強度を以下とする。

吹付モルタル圧縮強度の特性値 (設計基準強度)	$f'_{ck} =$	18	N/mm ²
吹付モルタル設計圧縮強度	$f'_{cd} =$	13.85	N/mm ²
鉄筋の降伏強度の特性値	$f'_y =$	345	N/mm ²
鉄筋の設計降伏強度	$f'_{yd} =$	345	N/mm ²
せん断補強筋の設計降伏強度	$f_{wyd} =$	345	N/mm ²

3) 断面諸係数

$$f'_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2 \text{ の場合 } \quad (f'_{ck} = 18 \text{ N/mm}^2)$$

$$\alpha = 0.68$$

$$\epsilon'_{cu} = 0.0035$$

$$f_{yd} = 345 \text{ N/mm}^2$$

$$f'_{cd} = f'_{ck} / \gamma_c = 13.85 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$$

鉄筋比 (p)

$$p = A_s / (b \times d)$$

$$= 0.0046$$

釣合鉄筋比

$$p_b = \alpha \times \epsilon'_{cu} / (\epsilon'_{cu} + f_{yd} / E_s) \times f'_{cd} / f_{yd}$$

$$= 0.01829$$

$$0.75 \times p_b = 0.01371 > p \quad \text{OK}$$

$p < 0.75 \times p_b$ より、鉄筋降伏先行型破壊となる。

5. 安全性能の照査

安全性能の照査は、終局限界状態の曲げとせん断破壊に対して行う。

1) 曲げモーメントに対する照査

a) 設計曲げ耐力の算定

終局曲げ耐力は、次式により算出する。

$$\begin{aligned}M_u &= b \times d^2 \times \rho \times f'_y \times (1 - k_2 / \beta_1 / k_3 \times \rho \times f'_y d / f'_c d) \\ &= 7120000 \text{ N}\cdot\text{mm} \\ \beta_1 &= 0.8 \quad (= 0.52 + 80 \times \epsilon'_{cu}) \\ k_2 &= 0.4 \quad (= \beta_1 / 2) \\ k_3 &= 0.85 \\ \rho &= 0.00460\end{aligned}$$

設計曲げ耐力

$$\begin{aligned}M_{ud} &= M_u / \gamma_b \\ &= 6190000 \text{ N}\cdot\text{mm}\end{aligned}$$

b) 安全性に対する照査

$$\gamma_i \times M_d / M_{ud} = 0.20 \leq 1.0 \quad \text{OK}$$

2) せん断力に対する照査

a) 吹付モルタルが負担する設計せん断耐力 (V_{cd}) の算出

$$\begin{aligned} V_{cd} &= \beta_d \times \beta_p \times \beta_n \times f_{vcd} \times b \times d / \gamma_b \\ &= 14014 \text{ N} \\ \beta_d &= (1000/d)^{1/4} = 1.59 \\ \beta_p &= (100 \times p)^{1/3} = 0.77 \\ \beta_n &= 1.00 \\ f_{vcd} &= 0.20 \times f'_{cd}{}^{1/3} = 0.48 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

b) せん断補強筋が負担する設計せん断耐力 (V_{sd}) の算出

$$\begin{aligned} \text{圧縮応力の合力位置から鉄筋図芯までの距離} \quad z &= d/1.15 = 134.8 \text{ mm} \\ V_{sd} &= (A_w \times f_{wyd}/s) \times z / \gamma_b \\ &= 0 \text{ N} \end{aligned}$$

c) 設計せん断耐力 (V_{yd}) の算出

$$\begin{aligned} V_{yd} &= V_{cd} + V_{sd} \\ &= 14014 \text{ N} \end{aligned}$$

d) 腹部モルタルの設計斜め圧縮破壊耐力 (V_{wcd}) の検討

せん断補強筋が降伏せずに、腹部モルタルの圧縮破壊が先行し、脆性的なせん断破壊に至らないことを確認する。

$$\begin{aligned} f_{wcd} &= 1.25 \times f'_{cd}{}^{1/2} \\ &= 4.65 \text{ N/mm}^2 \leq 7.8 \text{ N/mm}^2 \\ V_{wcd} &= f_{wcd} \times b \times d / \gamma_b \\ &= 110885 \text{ N} \\ V_{yd} (= 14014 \text{ N}) &\leq V_{wcd} (= 110885 \text{ N}) \\ \text{より、せん断補強筋が先に降伏することになる。} &\quad \text{OK} \end{aligned}$$

e) 安全性に対する照査

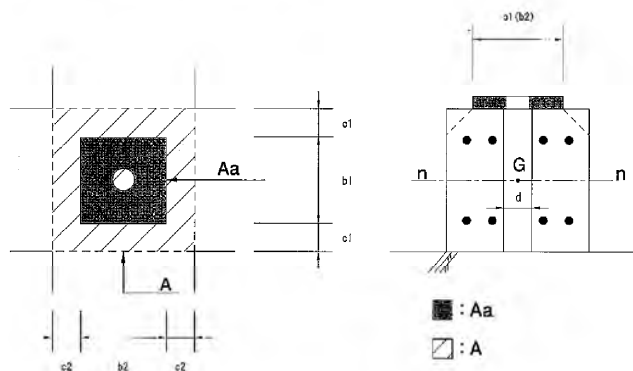
$$\begin{aligned} \gamma_i \times V_{pd} / V_{yd} &= 0.29 \leq 1.0 \quad \text{OK} \\ \gamma_i \times V_{pd} / V_{wcd} &= 0.04 \leq 1.0 \quad \text{OK} \end{aligned}$$

3) 支圧強度に対する照査

a) 吹付モルタルの支圧強度 (f'_{ak}) の算出

支圧形状・寸法

	$b1 =$	150	mm
	$b2 =$	150	mm
	$c1 =$	25	mm
	$c2 =$	25	mm
箱抜き径	$d =$	25	mm



A : コンクリート面の支圧分布面積

$$A = (b1 + 2 \times c1) \times (b2 + 2 \times c2)$$

$$= 40000 \text{ mm}^2$$

Aa : 支圧を受ける面積

$$Aa = b1 \times b2 - 1/4 \times 3.14 \times d^2$$

$$= 22009 \text{ mm}^2$$

η は次式により求められる。

$$\eta = \sqrt{A/Aa} \quad (\eta \leq 2)$$

$$= 1.35$$

次式により算出する。

$$f'_{ak} = \eta \times f'_{ck}$$

$$= 24.30 \text{ N/mm}^2$$

b) 永久荷重による支圧応力度 (σ_b) の算出

$$\sigma_b = Pd/As$$

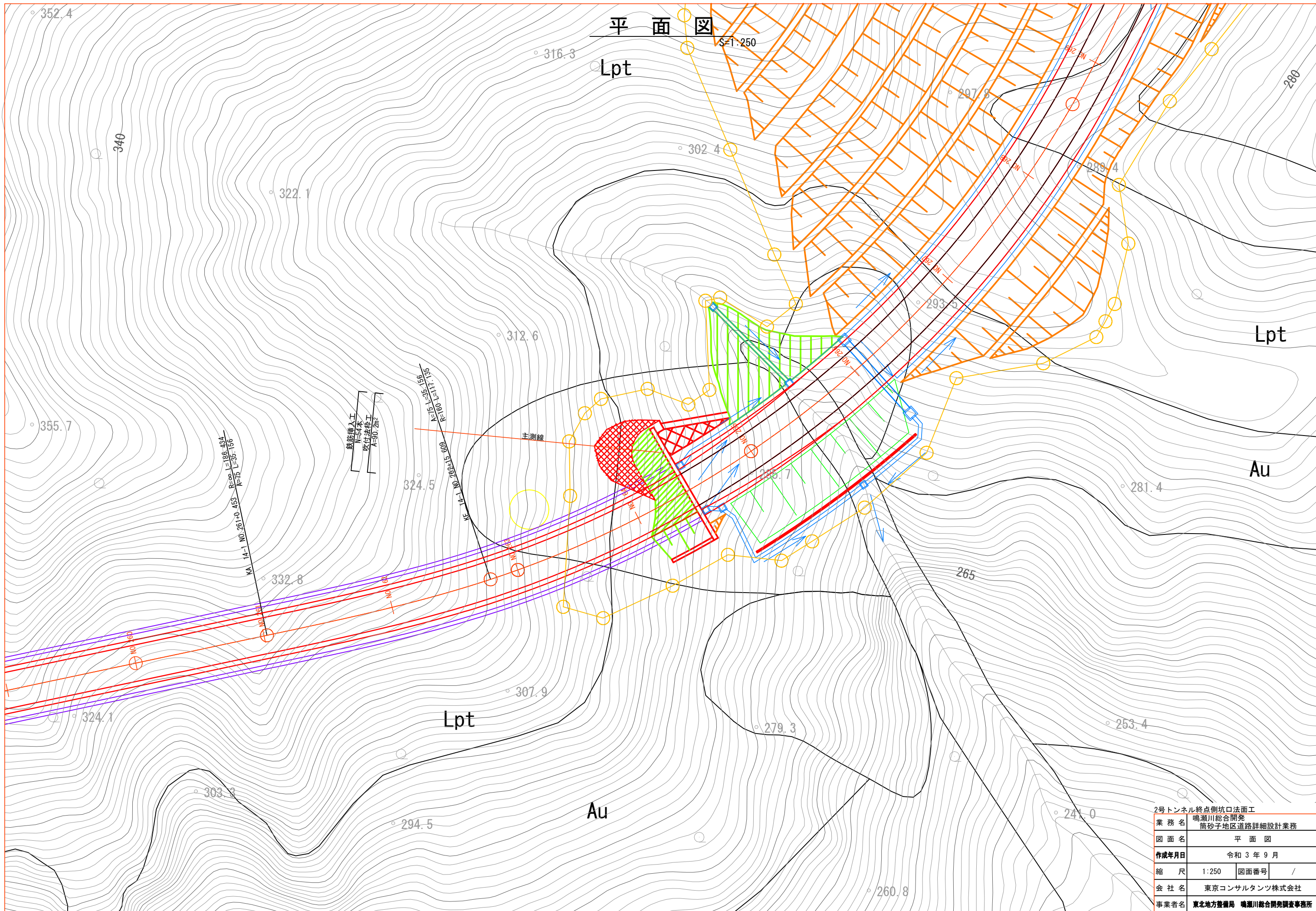
$$= 0.40 \text{ N/mm}^2$$

c) 安全性の照査

$$\gamma_i \times \sigma_b / f'_{ak} = 0.02 \leq 1.0 \quad \text{OK}$$

2.4 設計図面

- 1/5 平面図
- 2/5 標準断面図
- 3/5 法面工図
- 4/5 吹付法枠工標準図
- 5/5 鉄筋挿入工図



平面図

S=1.250

Lpt

Lpt

Au

Au

鉄筋挿入工
L=34本
改付法挿入工
A=90.2m²

KA 14-1 NO. 261+0.453 R=∞ L=106.434
K=15 L=35.156

S=1.111 L=100.34
9.551 36 L=51.4

600 317215.000
14-1 NO. 262+15.000

Lpt

294.5

307.9

312.6

316.3

352.4

322.1

324.5

332.8

324.1

303.3

302.4

279.3

286.7

293.5

297.8

260.8

265

281.4

289.4

280

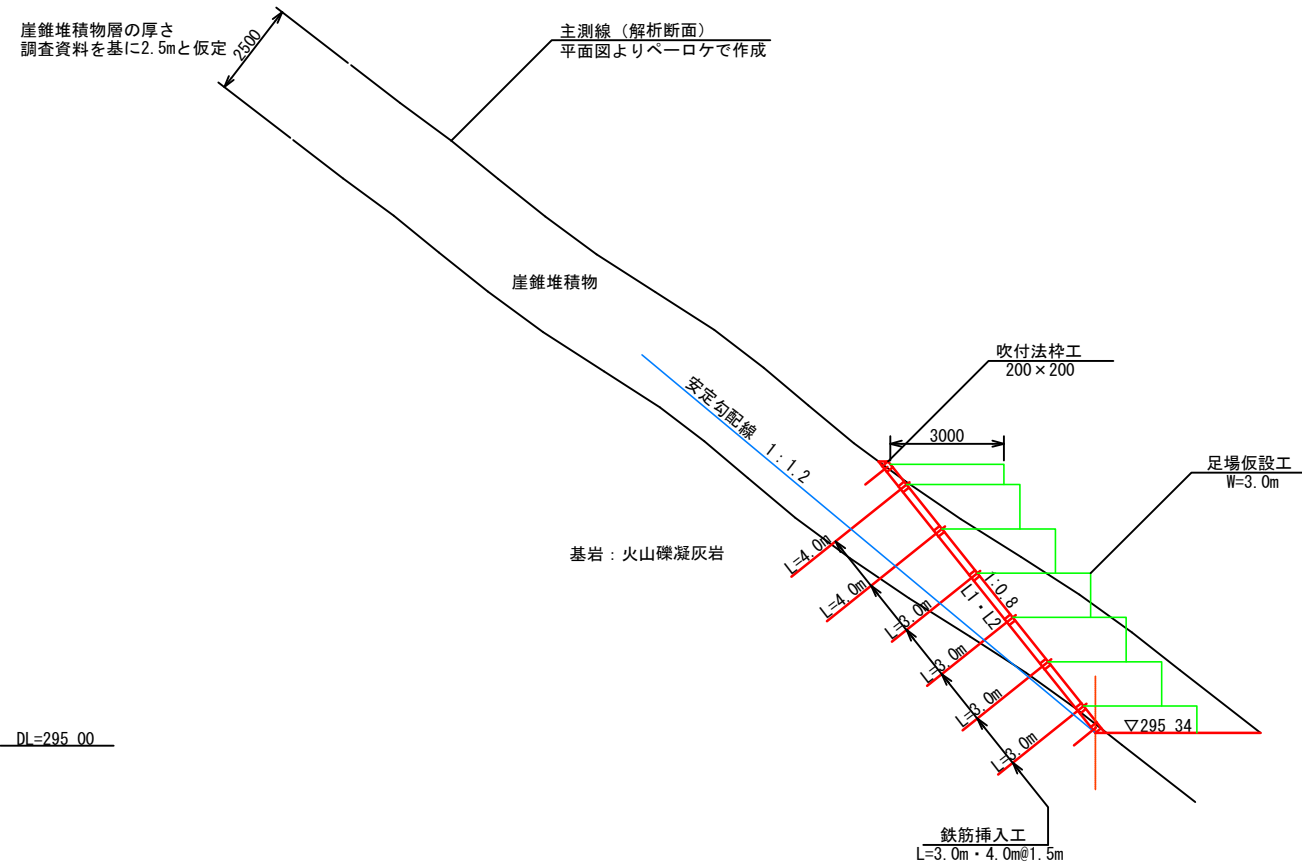
241.0

253.4

2号トンネル終点側坑口法面工	
業務名	鳴瀬川総合開発 筒砂子地区道路詳細設計業務
図面名	平面図
作成年月日	令和3年9月
縮尺	1:250 図面番号 /
会社名	東京コンサルタンツ株式会社
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発調査事務所

標準断面図

S=1 : 100



地山補強土工諸元	
鉄筋長	L=3.0m・4.0m (定着長: 1.0m以上) ※1
鉄筋径	D19
設計荷重	Tm=8.9kN/本
傾角	$\alpha=38.7^\circ$ (法面直角方向)
削孔径	$\phi 65\text{mm}$ (定置式ドリル)
定着層の周面摩擦抵抗	$\tau p=0.48\text{N/mm}^2$ (風化岩を適用) ※2
反力体	吹付法砕工 200×200×1500
配 置	交点配置 (1本/2.25m ²)

※1 : 定着長は、安定勾配線の奥の基岩への長さとする。
 ※2 : 定着層の周面摩擦抵抗は仮定値であり、引き抜き試験により確認する必要がある。

注記: 基準は計画法尻位置とする。
 最大切土高は7.0m超が予想されるが、小段を設けず1段の切土とする。

土工区分	
L1	切土法面整形工 (土砂)
L2	吹付法砕工

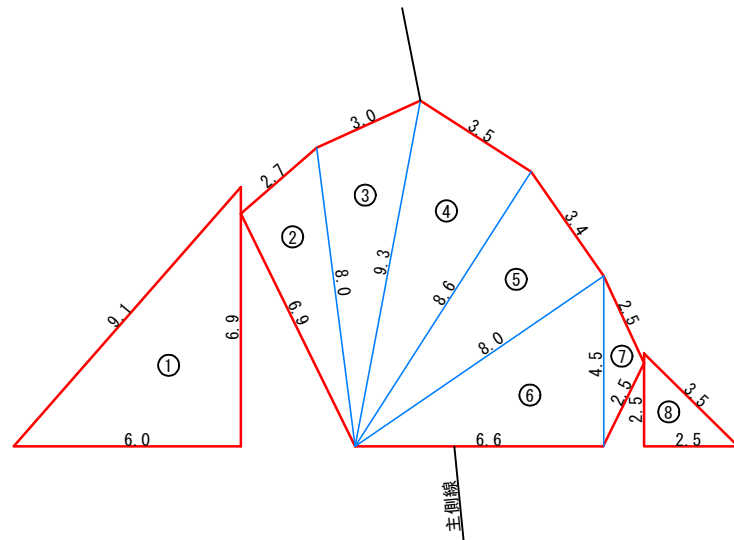
※: 切土面は全て土砂として計上する。
 ※: 法面工の数量は、別途法面工図より算出する。

2号トンネル終点側坑口法面工	
業務名	鳴瀬川総合開発 筒砂子地区道路詳細設計業務
図面名	標準断面図
作成年月日	令和3年9月
縮 尺	1:100 図面番号 /
会 社 名	東京コンサルタンツ株式会社
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発調査事務所

法面工図

S=1 : 100

法面展開図



法面面積計算表

番号	a (m)	b (m)	c (m)	法面積 (m ²)	備考
①	6.0	9.1	6.9	20.7	地山補強土工
②	6.9	2.7	8.0	9.0	
③	8.0	3.0	9.3	11.5	
④	9.3	3.5	8.6	15.0	
⑤	8.6	3.4	8.0	13.6	
⑥	8.0	4.5	6.6	14.8	
⑦	4.5	2.5	2.5	2.5	
⑧	2.5	3.5	2.5	3.1	
合計				90.2	

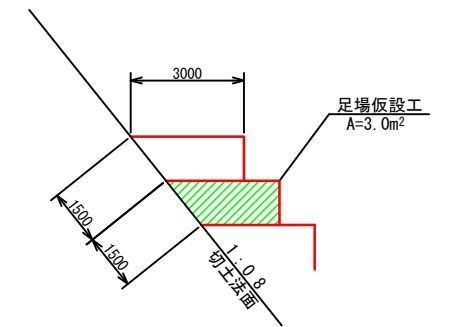
面積計算：ヘロンの公式による。

ヘロンの公式

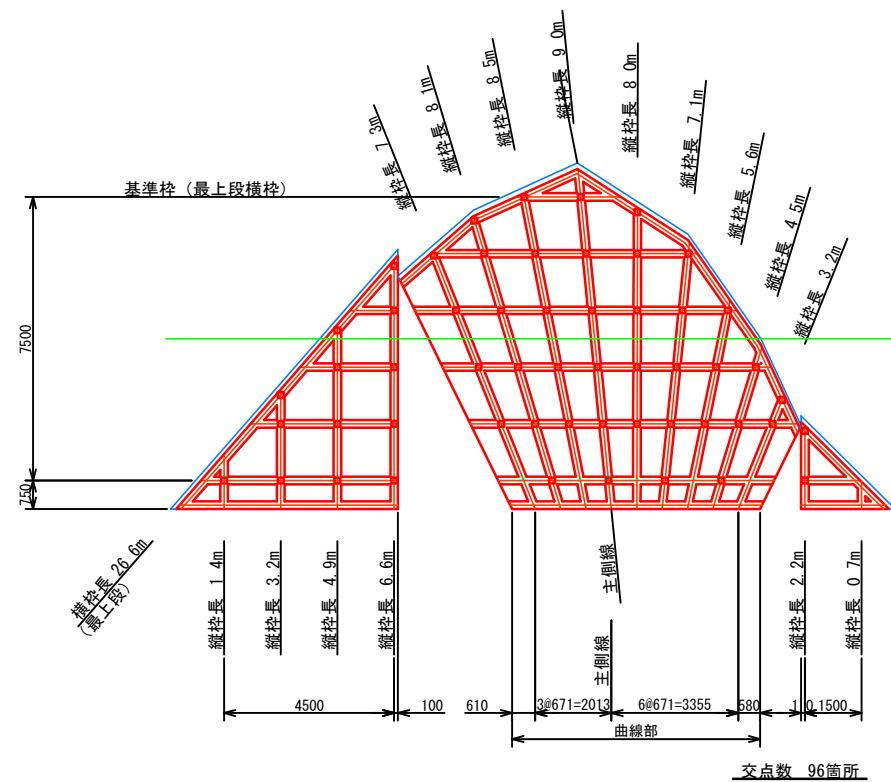
$$A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$s = \frac{a+b+c}{2}$$

標準足場面積 (1:0.8)



地山補強土工図



鉄筋挿入工 (タイプ)

- 横枠長 2.8m
- 横枠長 7.1m
- 横枠長 9.8m
- 横枠長 11.3m
- 横枠長 12.6m
- 横枠長 14.1m
- 横枠長 14.7m (最下段)

鉄筋長 L=4.0m

鉄筋長 L=3.0m

鉄筋挿入工数量表

鉄筋長	数量 (本)
L=3.0m	34
L=4.0m	20
合計	54

吹付法枠工数量表

種別	計算式	単位	数量
枠長	縦 L=1.4+3.2+4.9+6.6+7.3+8.1+8.5+9.0+8.0+7.1+5.6+4.5+3.2+2.2+0.7	m	80.3
	横 L=26.6+2.8+7.1+9.8+11.3+12.6+14.1+14.7	"	99.0
	交点 N=96	箇所	96
	合計 L=80.3+99.0-96×0.2	m	160.1
ラス金網 2.0×50×50	A=90.2	m ²	90.2
水切りモルタル	V=(160.1-80.3)×1/2×0.20×0.20×0.8	m ³	1.28
植生基材吹付工 t=3cm	A=90.2-160.1×0.2-(160.1-80.3)×0.20×0.8	m ²	45.4

枠の配置基準

縦枠：鉛直に配置する。主側線を基準とし、法尻の切土基準線が曲線部では最上段の横枠位置で1.5mピッチになるように配置する。最上段の横枠は、現計画では図に示す位置となるが、施工時の法面形状により確認すること。両サイドの基準線が直線部は、曲線部からの枠ピッチが1.5m以下になるように配置する。

横枠：最下段から1/2スパン (0.75m) の高さの横枠を基準とし、1.5mピッチで配置する。

鉄筋挿入工の配置基準

- 基本的に、吹付法枠工の標準的な交点に配置する。但し、1/2スパン (0.75m) 以下の交点には配置しない。
- 端部の縦枠の張り出し長が1/2スパン (0.75m) 以上の場合に配置する。

2号トンネル終点側坑口法面工

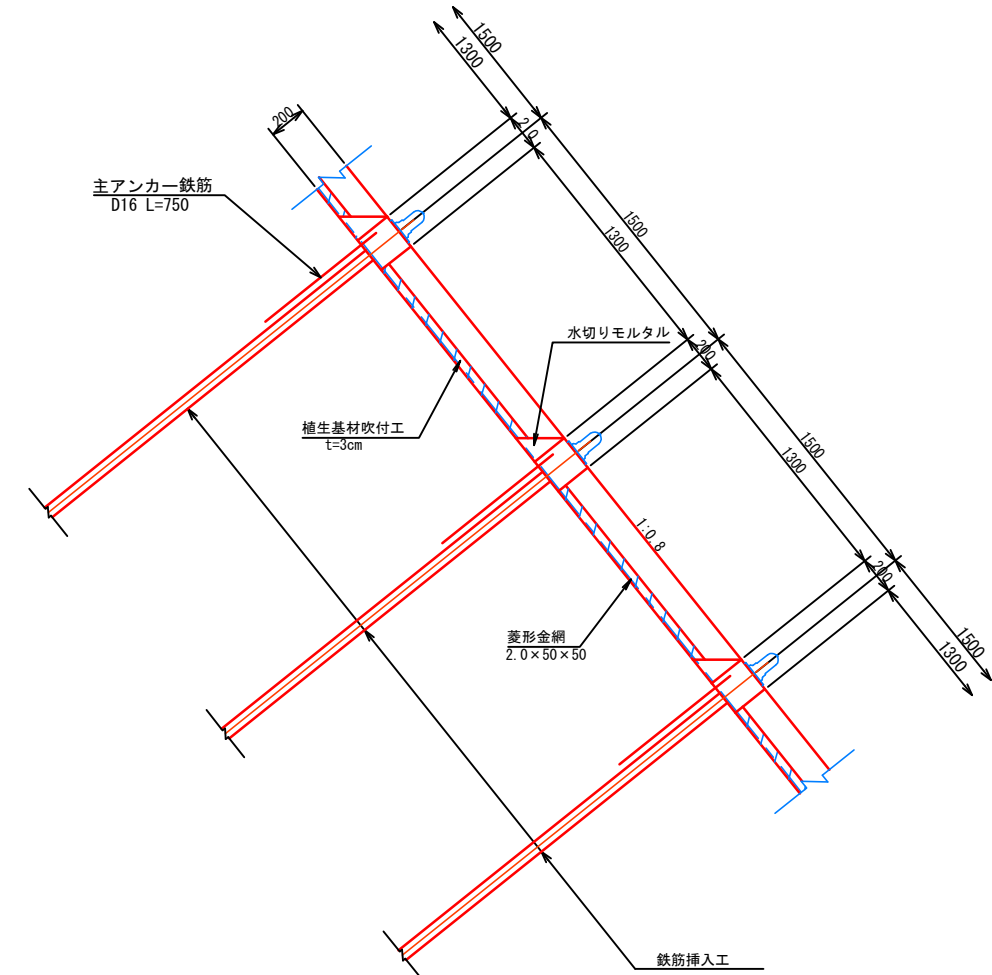
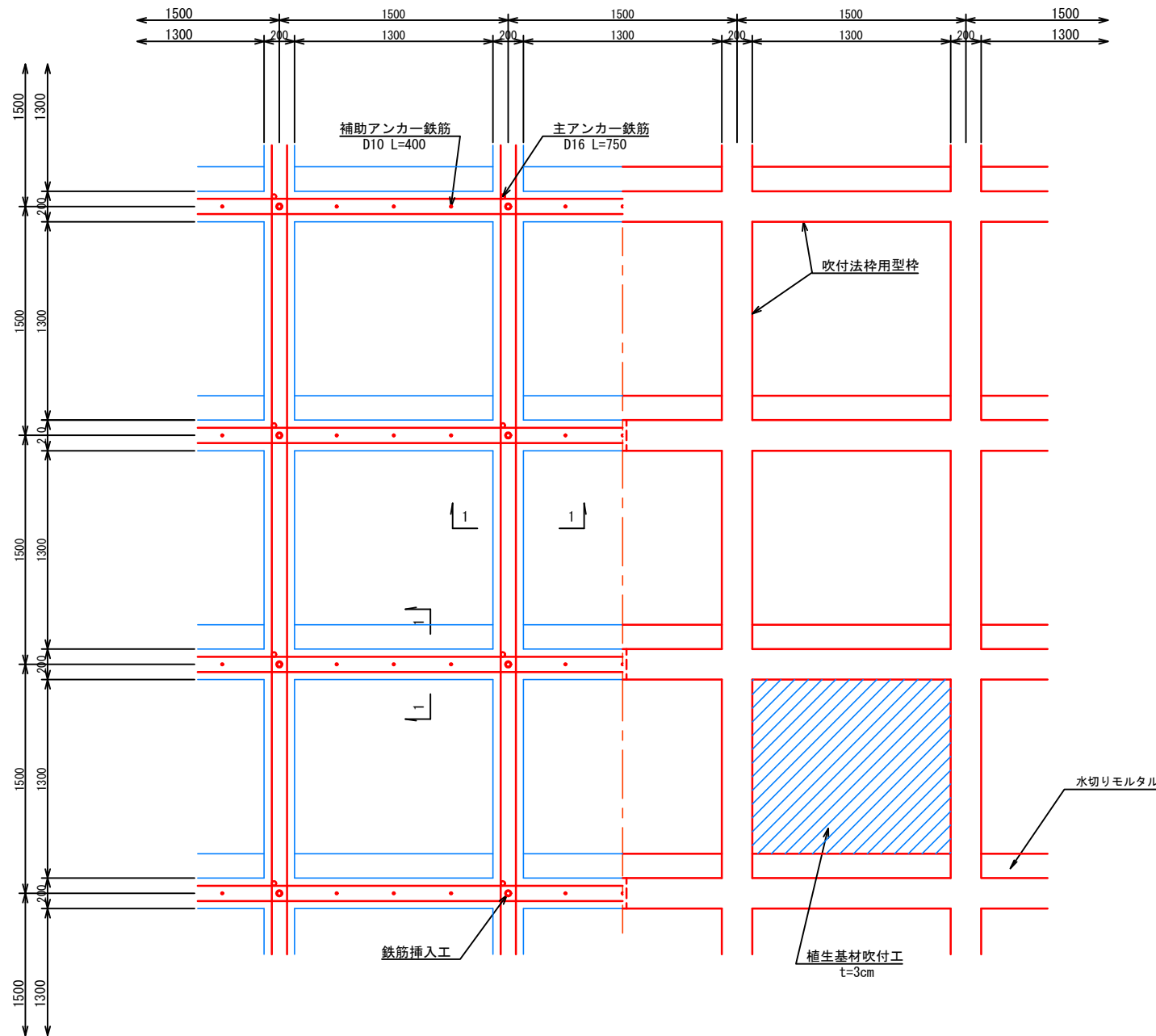
業務名	鳴瀬川総合開発 筒砂子地区道路詳細設計業務		
図面名	法面工図		
作成年月	令和2年9月		
縮尺	1:100	図面番号	/
会社名	東京コンサルタンツ株式会社		
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発調査事務所		

吹付法枠工標準図

(200×200-縦1500×横1500)

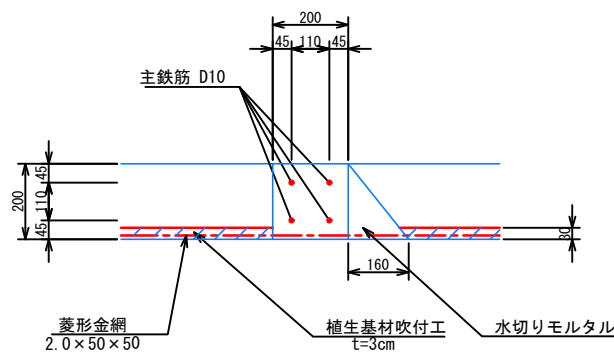
展開図 S=1:20

断面図 S=1:20

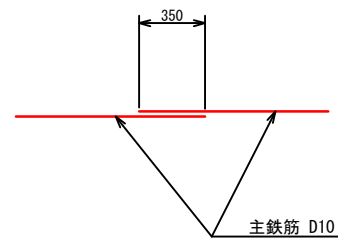


※モルタル吹付の設計基準強度: $\sigma_{ck}=18N/mm^2$
 ※鉄筋: SD345
 ※中詰工について
 標準として、植生基材吹付工 (t=3cm) を計画する。
 吹付厚については、切土面における地層状況、硬度等を確認の上、発注者と協議のこと。

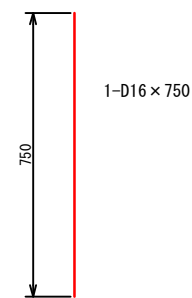
1-1 S=1:10



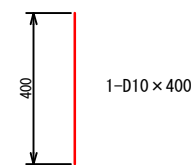
重ね継手詳細図 S=1:20



主アンカー S=1:10



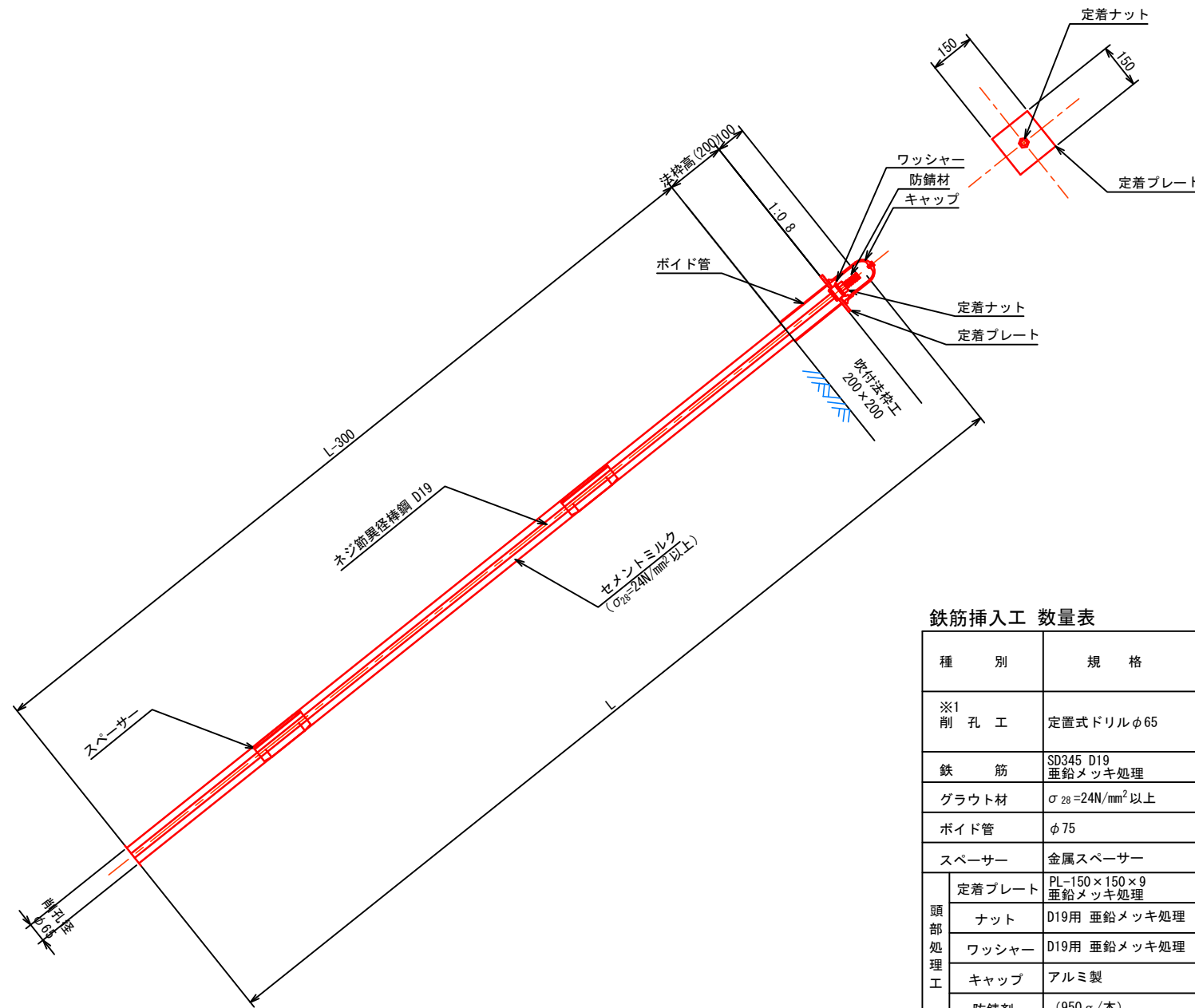
補助アンカー S=1:10



2号トンネル終点側坑口法面工	
業務名	鳴瀬川総合開発 筒砂子地区道路詳細設計業務
図面名	吹付法枠工標準図
作成年月日	令和3年9月
縮尺	1:20 図面番号 /
会社名	東京コンサルタンツ株式会社
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発調査事務所

鉄筋挿入工標準図

S=1:10



鉄筋挿入工 数量表

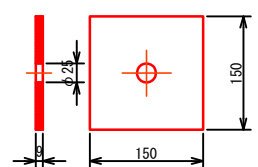
10本当り

種別	規格	計算式	単位	L=3.0m		L=4.0m	
※1 削孔工	定置式ドリルφ65	土砂	$L = (L-1.3) \times 10$ 本	m	17.0	27.0	
		軟岩 I	$L = 1.0 \times 10$ 本	m	10.0	10.0	
鉄筋	SD345 D19 亜鉛メッキ処理	$W = 2.25 \text{kg/m} \times L \times 10$ 本	kg	67.50	90.00		
グラウト材	$\sigma_{28} = 24 \text{N/mm}^2$ 以上	$V = 1/4 \times \pi \times 0.065^2 \times (L-0.3) \times 1.4 \times 10$ 本	m ³	0.125	0.172		
ポイド管	φ75	$L = 0.2 \times 10$ 本	m	2.0	2.0		
スペーサー	金属スペーサー	$N = 2 \text{ヶ/本以上}$	ヶ	20	20		
頭部 処理工	定着プレート	PL-150×150×9 亜鉛メッキ処理	枚	10	10		
	ナット	D19用 亜鉛メッキ処理	個	10	10		
	ワッシャー	D19用 亜鉛メッキ処理	個	10	10		
	キャップ	アルミ製	個	10	10		
	防錆剤	(950g/本)	$N = 10/2.5$ (2.5箇所/1本)	本	4.0	4.0	

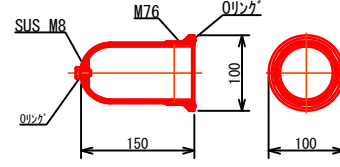
※1.4はロス分係数

※1: 軟岩 I の削孔長は最小限を計上しており、必要があれば、発注者と協議し清算すること。

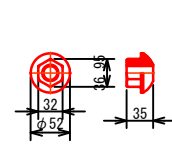
定着プレート S=1:2



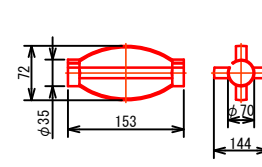
キャップ S=1:2



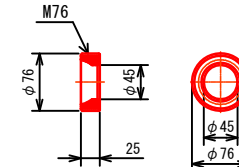
ナット (D19用) S=1:2



金属スペーサー S=1:2



ワッシャー (D19用) S=1:5



2号トンネル終点側坑口法面工			
業務名	鳴瀬川総合開発簡易砂子地区道路詳細設計業務		
図面名	鉄筋挿入工標準図		
作成年月日	令和3年9月		
縮尺	1:10	図面番号	/
会社名	東京コンサルタンツ株式会社		
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発工事事務所		

2.5 斜面の安定計算

- 2.5.1 切土時最小安全率すべり（円弧すべり計算書-1）
- 2.5.2 必要抑止力計算（円弧すべり計算書-2）
- 2.5.3 対策後切土時最小安全率すべりに対する安全率（円弧すべり計算書-3）
- 2.5.4 対策後最小安全率すべり（円弧すべり計算書-4）

2.5.1 切土時最小安全率すべり（円弧すべり計算書-1）

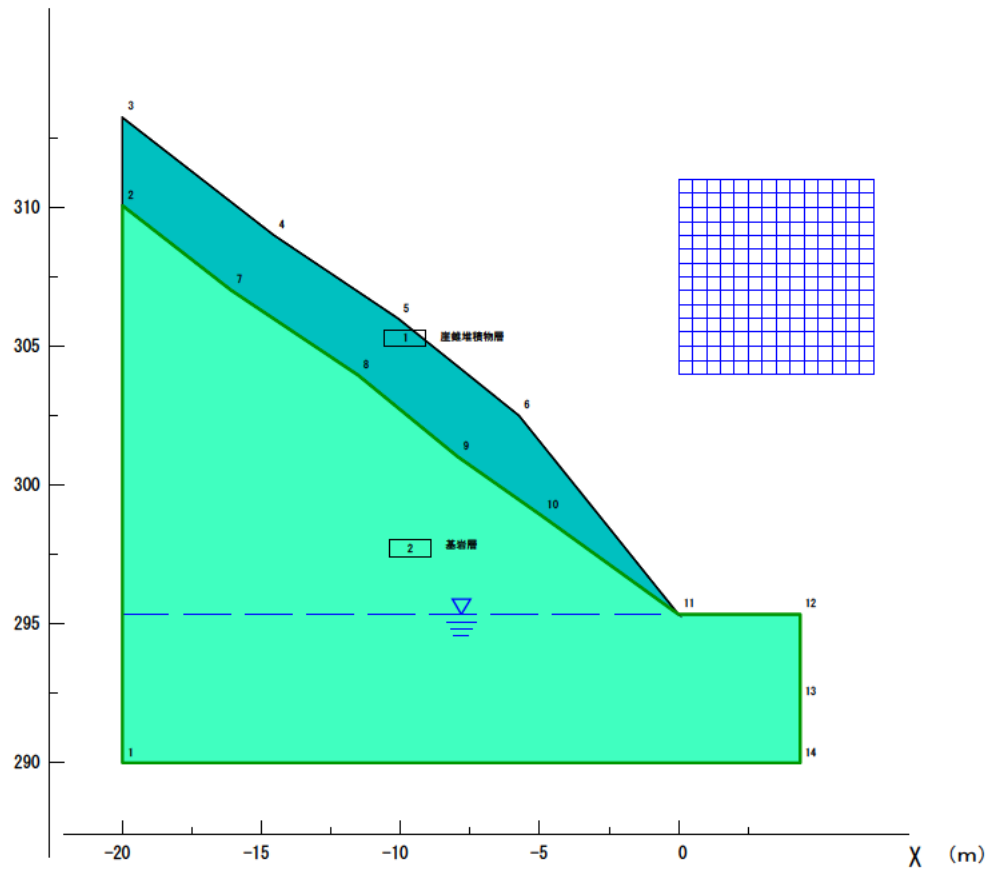
円弧すべり計算

目 次

	ページ
1 . 入力データリスト	1
2 . 半径ごとの安全率リスト	6
3 . 安全率テーブルリスト	19
4 . 最小安全率リスト	22

1. 入力データリスト

// 設計断面 //



(DATA 01.) // 解析種別 //

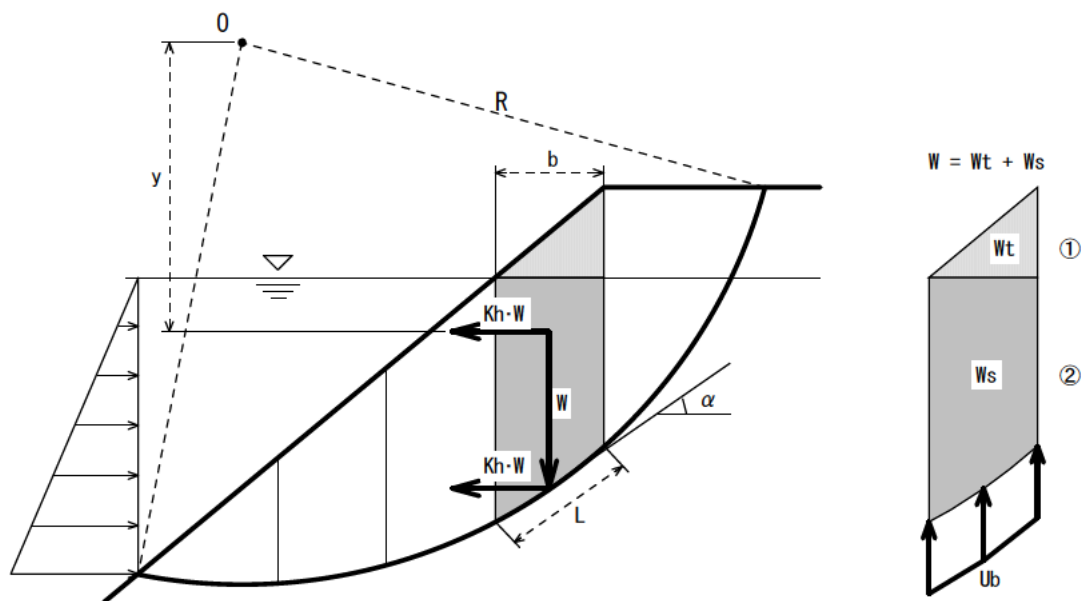
タイトル 2号TN終点側坑口 切土時最小安全率すべり (Fs=1.00)
 解析種別 最小安全率計算
 計算方法 道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)(有効応力法)

計算式

$$F_s = \frac{R \Sigma \{ C L + (W \cdot \cos \alpha - U b \cdot \cos \alpha) \tan \phi \}}{R \Sigma W \cdot \sin \alpha}$$

ここに,

F_s : 安全率
 R : すべり円弧の半径 (m)
 C : 粘着力 (kN/m²)
 L : スライス底面の長さ (m)
 W : スライスの全重量 (kN/m)
 α : スライス底面が水平面となす角度 (度)
 U : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m²)
 b : スライスの幅 (m)
 φ : 内部摩擦角 (度)



抵抗力の自重Wの扱い

- 水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算 ①
- 水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算 ②

起動力の自重Wの扱い

- 水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算
- 水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算
- すべり面に作用する水圧 $U_b \cos \alpha$ で考慮 (修正フェレニウス法)
- 貯水による側方静水圧 考慮する

(DATA 02.) // コントロール //

```

二次追求の回数       . . . .  0 ( =0 行わない )
                           ( >0 行う )
二次追求の指示       . . . .  0 ( =0 常時 )
                           ( =1 地震時 )
実行                  . . . .  0 ( =0 入力データチェック及び, 安定計算を行う )
                           ( =1 入力データチェックのみ行う )
最小安全率の基準値   . . . .  0.000
  
```

(DATA 06.) // 節点 //

節点 番号	節点の座標値		沈下前の Y座標値(m)
	X (m)	Y (m)	
1	-20.00	290.00	0.00
2	-20.00	310.07	0.00
3	-20.00	313.24	0.00
4	-14.55	309.00	0.00
5	-10.08	306.00	0.00
6	-5.74	302.50	0.00
7	-16.08	307.02	0.00
8	-11.52	303.95	0.00
9	-7.94	301.03	0.00
10	-4.93	298.91	0.00
11	0.00	295.34	0.00
12	4.37	295.34	0.00
13	4.37	292.18	0.00
14	4.37	290.00	0.00

(DATA 07.) // 水位線 //

水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.00

節点 番号	水位線の節点座標	
	X (m)	Y (m)
1	-20.00	295.34
2	4.37	295.34

(DATA 08.) // 層の形状 //

地層 番号	土の 特性値番号	地層名
1	1	崖錐堆積物層
2	2	基岩層

地層 番号	構成 節点数	地層を構成する節点番号										すべり面の 発生有無
1	10	2	7	8	9	10	11	6	5	4	3	発生する
2	10	1	14	13	12	11	10	9	8	7	2	発生しない

(DATA 09.1) // 土の特性 //

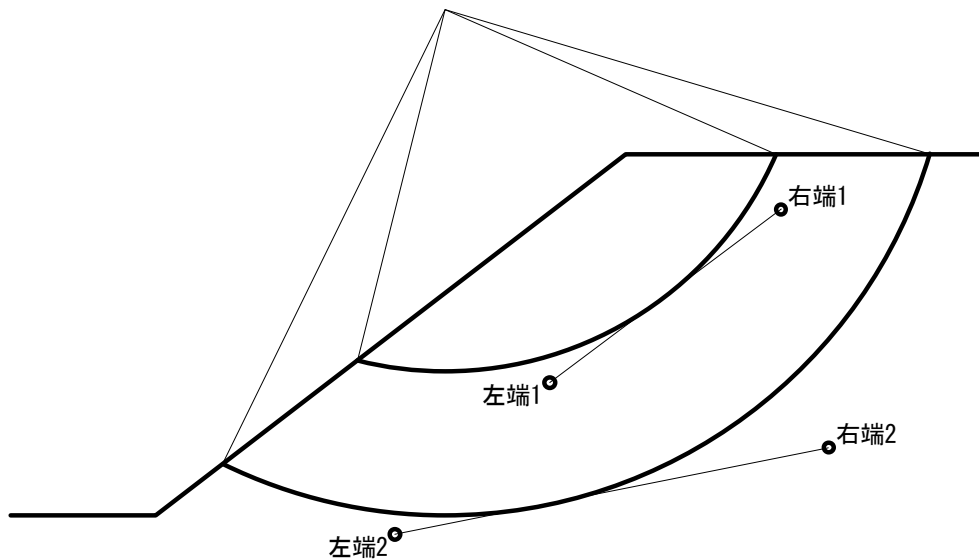
特性 値 番号	飽和単 位体積 重量 (kN/m ³)	湿潤単 位体積 重量 (kN/m ³)	間隙水圧 算定単 位体積 重量 (kN/m ³)	係数 α	粘着力 C (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	内部 摩擦角 ϕ (度)	周面摩擦 抵抗 τ (kN/m ²)
1	19.00	19.00	0.00	0.000	4.10	0.00	35.00	0.0
2	20.00	20.00	0.00	0.000	132.00	0.00	21.00	0.0

(DATA 11.) // 格子 //

格子番号	すべり方向	地盤の二度切り	格子の左上の座標値		格子点数		分割ピッチ		格子の傾き
			X (m)	Y (m)	X方向	Y方向	X方向(m)	Y方向(m)	
1	右すべり	左側土塊	0.00	311.00	15	15	0.50	0.50	0.000

(DATA 12.) // 半径 // (基線法)

基線番号	左端		右端	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	-10.00	303.67	0.00	295.34
2	-10.00	303.37	0.00	295.04
3	-10.00	303.07	0.00	294.74
4	-10.00	302.77	0.00	294.44
5	-10.00	303.97	0.00	295.64



(DATA 16.1) // NEVER線 // (N = 1)

構成節点数	X (m)	Y (m)
11	-20.00	290.00
	4.37	290.00
	4.37	292.18
	4.37	295.34
	0.00	295.34
	-4.93	298.91
	-7.94	301.03
	-11.52	303.95
	-16.08	307.02
	-20.00	310.07
	-20.00	290.00

2. 半径ごとの安全率リスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
0.00	311.00	12.03	1.158	2150.3	1857.4
		12.26	1.137	2573.0	2264.0
		12.49	1.122	3035.0	2705.9
		12.72	1.111	3537.6	3183.6
		11.80	1.188	1766.0	1486.2
0.00	310.50	11.65	1.149	2023.6	1761.4
		11.88	1.128	2426.3	2151.3
		12.11	1.113	2867.4	2575.5
		11.42	1.180	1658.0	1405.6
0.00	310.00	11.26	1.141	1897.8	1663.7
		11.49	1.120	2280.9	2037.1
		11.72	1.105	2701.2	2443.6
		11.03	1.172	1550.8	1323.3
0.00	309.50	10.88	1.134	1773.3	1564.4
		11.11	1.112	2137.0	1921.4
		11.34	1.098	2536.9	2310.4
		10.65	1.166	1444.4	1239.3
0.00	309.00	10.50	1.127	1650.4	1463.9
		10.73	1.106	1995.2	1804.6
		10.96	1.091	2374.8	2176.2
		10.27	1.158	1337.7	1155.3
0.00	308.50	10.11	1.120	1528.0	1363.8
		10.34	1.100	1855.4	1686.9
		10.57	1.085	2215.4	2041.2
		9.88	1.150	1233.7	1072.6
0.00	308.00	9.73	1.113	1408.7	1265.2
		9.96	1.094	1717.0	1570.1
		10.19	1.080	2058.4	1905.6
		9.50	1.143	1132.4	991.0
0.00	307.50	9.34	1.106	1292.9	1168.5
		9.57	1.087	1582.4	1455.5
		9.80	1.075	1904.0	1771.9
		9.11	1.135	1034.2	910.8
0.00	307.00	8.96	1.100	1180.8	1073.6
		9.19	1.081	1452.0	1343.1
		9.42	1.069	1754.1	1640.8
		8.73	1.129	939.2	832.1
0.00	306.50	8.57	1.094	1072.5	980.6
		8.81	1.075	1325.9	1233.1
		9.04	1.064	1609.0	1512.5
		8.34	1.123	847.7	754.9
0.00	306.00	8.19	1.088	968.3	889.7

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
0.00	306.00	8.42	1.070	1204.2	1125.5
		7.96	1.118	759.8	679.4
0.00	305.50	7.81	1.084	868.5	800.9
		8.04	1.066	1087.4	1020.5
0.00	305.00	7.58	1.116	675.9	605.6
		7.42	1.082	773.2	714.4
0.00	304.50	7.65	1.062	975.5	918.2
		7.19	1.117	596.0	533.7
0.00	304.00	7.04	1.083	682.6	630.3
		7.27	1.061	868.9	818.8
0.00	304.00	6.81	1.122	520.5	463.8
		6.65	1.088	597.2	548.7
0.50	311.00	6.88	1.063	767.8	722.3
		6.42	1.136	449.8	395.9
0.50	310.50	12.35	1.140	2186.1	1918.3
		12.58	1.118	2618.1	2341.4
0.50	310.00	12.81	1.103	3090.4	2801.2
		12.12	1.171	1793.3	1531.9
0.50	310.00	11.97	1.131	2055.7	1817.2
		12.20	1.110	2467.6	2223.4
0.50	309.50	12.43	1.095	2918.6	2665.2
		11.74	1.163	1682.0	1446.5
0.50	309.00	11.58	1.124	1926.5	1714.4
		11.81	1.102	2318.5	2103.8
0.50	309.00	12.04	1.087	2748.5	2527.6
		11.35	1.156	1571.6	1359.3
0.50	308.50	11.20	1.117	1799.0	1610.0
		11.43	1.095	2171.2	1982.8
0.50	308.00	11.66	1.080	2580.4	2388.8
		10.97	1.149	1460.7	1271.2
0.50	308.00	10.82	1.111	1671.6	1505.0
		11.05	1.089	2026.1	1860.5
0.50	308.00	11.28	1.074	2414.8	2248.9
		10.59	1.142	1351.7	1184.2
0.50	308.00	10.43	1.104	1546.8	1401.6
		10.66	1.083	1882.0	1738.2
0.50	308.00	10.89	1.068	2252.2	2108.1
		10.20	1.134	1245.5	1098.3
0.50	308.00	10.05	1.097	1425.3	1299.7
		10.28	1.076	1741.1	1617.8
0.50	308.00	10.51	1.063	2091.0	1968.0
		9.82	1.127	1142.3	1013.6

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
0.50	307.50	9.66	1.090	1307.4	1199.5
		9.89	1.070	1604.3	1499.5
		10.12	1.057	1934.0	1830.3
0.50	307.00	9.43	1.120	1042.3	930.3
		9.28	1.084	1193.4	1101.2
		9.51	1.064	1471.7	1383.5
0.50	306.50	9.74	1.051	1781.8	1695.3
		9.05	1.115	945.6	848.4
		8.89	1.078	1083.3	1004.7
0.50	306.00	9.13	1.058	1343.6	1269.7
		8.66	1.110	852.5	768.0
		8.51	1.074	977.5	910.3
0.50	305.50	8.74	1.053	1220.1	1158.4
		8.28	1.107	763.3	689.3
		8.13	1.071	876.2	818.1
0.50	305.00	8.36	1.049	1101.5	1049.6
		7.90	1.107	678.1	612.3
		7.74	1.071	779.6	728.1
0.50	304.50	7.97	1.047	988.0	943.5
		7.51	1.112	597.2	537.1
		7.36	1.074	688.0	640.4
1.00	311.00	7.59	1.047	880.0	840.2
		7.13	1.123	520.9	463.9
		6.97	1.084	601.7	555.3
1.00	310.50	7.20	1.051	777.7	739.8
		6.74	1.145	449.6	392.8
		12.67	1.123	2215.9	1973.0
1.00	310.00	12.90	1.101	2656.9	2412.7
		13.13	1.086	3139.1	2890.4
		12.44	1.155	1815.0	1571.5
1.00	309.50	12.29	1.115	2082.0	1866.6
		12.52	1.093	2502.6	2289.1
		12.75	1.078	2963.3	2748.5
1.00	309.00	12.06	1.148	1700.4	1481.0
		11.90	1.109	1949.6	1758.5
		12.13	1.086	2350.0	2164.0
1.00	308.50	12.37	1.071	2789.4	2605.2
		11.67	1.142	1585.7	1389.1
		11.52	1.102	1817.8	1649.1
1.00	308.00	11.75	1.080	2199.5	2037.4
		11.98	1.064	2617.8	2460.5
		11.29	1.134	1471.9	1297.8

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
1.00	309.00	11.14	1.095	1687.4	1540.5
		11.37	1.074	2050.2	1909.7
		11.60	1.058	2448.8	2314.6
1.00	308.50	10.91	1.127	1360.7	1207.5
		10.75	1.088	1560.4	1433.6
		10.98	1.067	1903.1	1783.6
1.00	308.00	11.21	1.052	2281.8	2168.4
		10.52	1.120	1252.6	1118.4
		10.37	1.082	1436.8	1328.1
1.00	307.50	10.60	1.061	1759.9	1659.4
		10.83	1.046	2117.8	2024.2
		10.14	1.114	1147.5	1030.4
1.00	307.00	9.98	1.076	1317.1	1224.5
		10.21	1.054	1620.9	1537.4
		9.75	1.108	1045.7	943.8
1.00	306.50	9.60	1.070	1201.2	1122.6
		9.83	1.049	1486.3	1417.5
		9.37	1.103	947.5	858.6
1.00	306.00	9.21	1.065	1089.5	1022.6
		9.45	1.043	1356.3	1299.9
		8.98	1.101	853.0	775.0
1.00	305.50	8.83	1.062	982.3	924.6
		9.06	1.039	1231.1	1184.7
		8.60	1.100	762.6	692.9
1.00	305.00	8.45	1.061	879.6	828.7
		8.68	1.036	1110.9	1072.0
		8.22	1.104	676.3	612.6
1.00	304.50	8.06	1.064	781.9	735.1
		8.29	1.035	996.0	962.0
		7.83	1.113	594.6	534.1
1.00	304.00	7.68	1.071	689.4	643.8
		7.91	1.037	886.8	854.8
		7.45	1.132	517.7	457.5
1.50	311.00	7.29	1.086	602.4	554.9
		7.52	1.044	783.5	750.4
		7.06	1.165	446.1	383.0
1.50	310.50	12.99	1.108	2239.6	2021.1
		13.22	1.086	2689.3	2477.2
		13.45	1.070	3181.1	2972.8
1.50	310.00	12.76	1.141	1830.9	1604.4
		12.61	1.101	2102.4	1909.2
		12.84	1.078	2531.4	2347.9

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
1.50	310.50	13.07	1.062	3001.4	2824.9
		12.38	1.135	1712.6	1508.8
1.50	310.00	12.22	1.095	1966.4	1795.5
		12.45	1.071	2375.4	2216.9
		12.69	1.055	2823.8	2675.5
		11.99	1.128	1593.9	1413.2
		11.84	1.088	1830.5	1682.0
		12.07	1.066	2221.4	2084.5
1.50	309.50	12.30	1.049	2648.8	2524.7
		11.61	1.121	1477.9	1318.5
		11.46	1.082	1697.9	1569.9
		11.69	1.059	2068.0	1952.6
		11.92	1.044	2476.2	2372.8
		11.23	1.114	1364.7	1224.9
1.50	308.50	11.07	1.075	1568.7	1459.3
		11.30	1.053	1918.6	1822.6
		11.53	1.037	2305.3	2222.0
		10.84	1.108	1254.7	1132.4
		10.69	1.069	1443.3	1350.2
		10.92	1.046	1773.3	1694.5
1.50	308.00	10.46	1.103	1147.9	1041.1
		10.30	1.063	1321.7	1242.9
		10.53	1.041	1632.2	1568.5
		10.07	1.098	1044.5	951.1
		9.92	1.059	1204.2	1137.3
		10.15	1.035	1495.7	1444.7
1.50	307.50	9.69	1.096	944.9	862.5
		9.53	1.056	1091.0	1033.6
		9.77	1.031	1363.9	1323.1
		9.30	1.095	849.2	775.4
		9.15	1.054	982.4	931.9
		9.38	1.028	1237.1	1204.0
1.50	307.00	8.92	1.098	757.7	689.9
		8.77	1.056	878.7	832.3
		9.00	1.026	1115.6	1087.3
		8.54	1.106	670.6	606.1
		8.38	1.061	780.0	734.9
		8.61	1.027	999.6	973.2
1.50	306.50	8.15	1.122	588.2	524.1
		8.00	1.074	686.9	639.8
		8.23	1.032	889.4	861.9
		7.77	1.151	511.0	444.0

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
1.50	304.00	7.61	1.096	599.5	547.1
		7.84	1.042	785.3	753.4
		7.38	1.200	439.1	366.0
2.00	311.00	13.31	1.095	2257.1	2061.8
		13.54	1.071	2715.2	2534.4
		13.77	1.055	3216.3	3047.8
		13.08	1.129	1841.0	1630.1
2.00	310.50	12.93	1.089	2116.7	1944.2
		13.16	1.064	2553.9	2399.1
		13.39	1.048	3032.8	2893.7
		12.70	1.122	1717.7	1530.3
2.00	310.00	12.54	1.082	1975.9	1825.7
		12.77	1.059	2394.6	2262.1
		13.01	1.042	2851.7	2738.0
		12.31	1.116	1596.8	1431.2
		12.16	1.076	1837.7	1708.5
2.00	309.50	12.39	1.052	2235.8	2124.5
		12.62	1.036	2673.4	2580.8
		11.93	1.109	1478.7	1333.0
		11.78	1.069	1703.0	1592.6
2.00	309.00	12.01	1.046	2080.1	1988.7
		12.24	1.030	2496.2	2423.7
		11.55	1.103	1363.7	1235.9
		11.39	1.063	1571.8	1478.2
2.00	308.50	11.62	1.040	1928.5	1854.6
		11.16	1.098	1251.9	1139.9
		11.01	1.058	1444.5	1365.5
2.00	308.00	11.24	1.034	1781.1	1722.5
		10.78	1.094	1143.5	1045.1
		10.62	1.053	1321.3	1254.3
		10.85	1.029	1638.1	1592.4
2.00	307.50	10.39	1.092	1038.7	951.6
		10.24	1.050	1202.3	1144.9
		10.47	1.024	1499.9	1464.6
		10.01	1.091	937.8	859.5
2.00	306.50	9.85	1.049	1087.8	1037.5
		10.09	1.021	1366.5	1338.9
		9.62	1.094	841.0	768.8
2.00	306.00	9.47	1.050	978.1	931.9
		9.70	1.019	1238.4	1215.6
		9.24	1.101	748.6	679.8
		9.09	1.054	873.4	828.4

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
2.00	305.50	9.32	1.019	1115.6	1094.8
		8.86	1.115	660.9	592.5
2.00	305.00	8.70	1.065	774.1	727.1
		8.93	1.023	998.6	976.6
		8.47	1.141	578.1	506.9
2.00	304.50	8.32	1.083	680.4	628.1
		8.55	1.031	887.6	861.1
		8.09	1.183	500.8	423.2
2.00	304.00	7.93	1.116	593.0	531.5
		8.16	1.046	783.1	748.3
		7.70	1.239	425.2	343.3
2.50	311.00	13.63	1.083	2268.5	2094.6
		13.86	1.058	2734.6	2583.6
		14.09	1.042	3244.5	3114.8
		13.40	1.118	1843.1	1648.8
2.50	310.50	13.25	1.077	2123.3	1971.4
		13.48	1.052	2569.8	2442.1
		13.71	1.035	3057.5	2954.2
		13.02	1.111	1717.3	1545.3
2.50	310.00	12.86	1.071	1979.6	1849.1
		13.09	1.047	2406.1	2299.2
		13.33	1.029	2872.9	2791.9
		12.63	1.105	1594.4	1442.7
2.50	309.50	12.48	1.064	1839.3	1728.0
		12.71	1.040	2244.2	2157.4
		12.25	1.100	1474.4	1340.9
2.50	309.00	12.10	1.059	1702.6	1608.3
		12.33	1.034	2086.4	2017.4
		11.87	1.095	1357.6	1240.2
		11.71	1.053	1569.6	1490.1
2.50	308.50	11.94	1.028	1932.6	1879.2
		11.48	1.091	1244.1	1140.6
		11.33	1.049	1440.6	1373.4
2.50	308.00	11.56	1.023	1783.3	1743.0
		11.10	1.088	1134.3	1042.2
		10.94	1.046	1315.8	1258.3
2.50	307.50	11.17	1.019	1638.7	1608.8
		10.71	1.088	1028.2	945.0
		10.56	1.044	1195.5	1145.0
2.50	307.00	10.79	1.015	1498.8	1476.7
		10.33	1.091	926.2	849.2
		10.17	1.045	1079.9	1033.6

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
2.50	306.50	10.41	1.013	1364.1	1346.8
		9.94	1.097	828.5	755.0
2.50	306.00	9.79	1.049	969.2	924.1
		10.02	1.013	1234.7	1219.3
		9.56	1.111	735.4	662.2
		2.50	305.50	9.41	1.058	863.8	816.7
		9.64	1.015	1110.9	1094.2
		9.18	1.133	647.2	571.2
2.50	305.00	9.02	1.074	764.0	711.4
		9.25	1.022	993.1	971.7
		8.79	1.171	564.3	481.9
		2.50	304.50	8.64	1.102	670.2	608.3
		8.87	1.035	881.7	851.9
		8.41	1.228	485.1	394.9
2.50	304.00	8.25	1.141	580.2	508.5
		8.02	1.290	408.0	316.4
3.00	311.00	13.95	1.073	2272.7	2119.1
		14.18	1.047	2747.3	2624.2
		14.41	1.029	3265.8	3173.2
		13.72	1.108	1839.4	1660.7
3.00	310.50	13.57	1.066	2123.5	1991.6
		13.80	1.041	2578.9	2476.3
		14.03	1.023	3075.2	3005.8
		13.34	1.102	1711.5	1553.6
3.00	310.00	13.18	1.060	1977.7	1865.3
		13.41	1.035	2410.8	2328.7
		12.95	1.096	1586.6	1447.2
		3.00	309.50	12.80	1.055	1835.3	1740.2
		13.03	1.029	2246.7	2182.7
		12.57	1.092	1464.8	1341.8
3.00	309.00	12.42	1.050	1696.7	1616.5
		12.65	1.024	2086.8	2038.5
		12.19	1.088	1346.4	1237.3
		3.00	308.50	12.03	1.045	1562.0	1494.3
		12.26	1.019	1931.1	1896.0
		11.80	1.086	1231.4	1134.0
3.00	308.00	11.65	1.042	1431.5	1373.6
		11.88	1.014	1780.1	1755.5
		11.42	1.086	1120.3	1031.8
		3.00	307.50	11.26	1.041	1305.4	1254.5
		11.49	1.010	1633.8	1616.9
		11.03	1.088	1013.1	930.9

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
3.00	307.00	10.88	1.041	1183.9	1137.2
		11.11	1.008	1492.5	1480.6
		10.65	1.095	910.2	831.4
3.00	306.50	10.49	1.045	1067.3	1021.7
		10.73	1.008	1356.6	1346.4
		10.26	1.107	811.8	733.4
3.00	306.00	10.11	1.053	955.8	908.1
		10.34	1.010	1226.1	1214.5
		9.88	1.128	718.2	636.9
3.00	305.50	9.73	1.067	849.9	796.6
		9.96	1.015	1101.6	1085.1
		9.50	1.162	629.8	542.1
3.00	305.00	9.34	1.091	749.9	687.2
		9.57	1.026	983.3	958.1
		9.11	1.218	547.0	449.0
3.00	304.50	8.96	1.131	656.0	580.0
		8.73	1.280	463.3	361.9
3.00	304.00	8.57	1.171	562.6	480.3
		8.34	1.356	387.4	285.7
3.50	311.00	14.27	1.062	2269.2	2135.7
		14.50	1.037	2753.3	2655.6
		14.73	1.018	3280.0	3222.2
3.50	310.50	14.04	1.099	1830.1	1665.7
		13.89	1.057	2117.8	2004.2
		14.12	1.031	2579.7	2502.2
3.50	310.00	13.66	1.094	1700.2	1554.6
		13.50	1.051	1969.9	1873.8
		13.73	1.025	2409.4	2350.3
3.50	309.50	13.27	1.089	1573.5	1444.5
		13.12	1.046	1825.7	1744.6
		13.35	1.020	2243.2	2199.9
3.50	309.00	12.89	1.086	1450.0	1335.2
		12.74	1.042	1685.3	1616.9
		12.97	1.015	2081.3	2051.3
3.50	308.50	12.51	1.084	1330.0	1226.9
		12.35	1.039	1549.1	1490.5
		12.58	1.010	1923.9	1904.5
3.50	308.00	12.12	1.084	1213.8	1119.7
		11.97	1.038	1417.2	1365.7
		12.20	1.007	1771.2	1759.5
3.50	307.50	11.74	1.087	1101.4	1013.7
		11.58	1.038	1289.9	1242.5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
3.50	307.50	11.81	1.004	1623.5	1616.6
		11.35	1.093	993.3	909.0
3.50	307.00	11.20	1.041	1167.4	1121.0
		11.43	1.004	1481.0	1475.8
		10.97	1.104	889.7	805.6
3.50	306.50	10.81	1.049	1050.0	1001.3
		11.05	1.005	1344.0	1337.2
		10.58	1.124	790.7	703.8
3.50	306.00	10.43	1.062	938.0	883.6
		10.20	1.155	696.9	603.4
3.50	305.50	10.05	1.083	831.9	767.9
		9.82	1.206	608.5	504.7
3.50	305.00	9.43	1.272	521.0	409.5
3.50	304.50	9.05	1.348	438.0	325.0
3.50	304.00	0.00	999.999	0.0	0.0
4.00	311.00	14.59	1.054	2259.7	2144.7
		14.82	1.027	2750.7	2677.8
		14.36	1.091	1815.2	1663.2
4.00	310.50	14.21	1.048	2106.2	2008.9
		14.44	1.022	2574.2	2519.9
		13.98	1.087	1683.4	1548.2
4.00	310.00	13.82	1.044	1956.4	1874.3
		14.05	1.016	2401.9	2363.5
		13.59	1.084	1555.0	1434.1
4.00	309.50	13.44	1.040	1810.4	1740.9
		13.67	1.011	2233.7	2208.7
		13.21	1.083	1430.0	1320.9
4.00	309.00	13.06	1.037	1668.5	1608.9
		13.29	1.007	2070.0	2055.6
		12.83	1.083	1308.7	1208.7
4.00	308.50	12.67	1.036	1530.9	1478.4
		12.90	1.003	1910.9	1904.3
		12.44	1.085	1191.2	1097.6
4.00	308.00	12.29	1.036	1397.8	1349.3
		12.52	1.001	1756.8	1754.8
		12.06	1.091	1077.9	987.6
4.00	307.50	11.90	1.039	1269.4	1221.8
		12.13	1.000	1607.8	1607.4
		11.67	1.102	969.0	879.0
4.00	307.00	11.52	1.046	1146.1	1096.1
		11.29	1.121	864.8	771.7
4.00	306.50	11.13	1.058	1028.2	972.2

***5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
4.00	306.50	10.90	1.150	765.6	665.8	
4.00	306.00	10.52	1.196	671.7	561.6	
4.00	305.50	10.14	1.265	581.1	459.3	
4.00	305.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
4.00	304.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
4.00	304.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
4.50	311.00	14.91	1.046	2244.1	2145.4	
		15.14	1.018	2741.1	2691.5	
		14.68	1.086	1794.7	1652.9	
4.50	310.50	14.53	1.042	2088.8	2005.4	
		14.76	1.013	2562.5	2529.0	
		14.30	1.083	1661.2	1533.9	
4.50	310.00	14.14	1.038	1937.2	1866.4	
		14.37	1.008	2388.2	2368.0	
		13.91	1.082	1531.2	1415.8	
4.50	309.50	13.76	1.035	1789.6	1728.8	
		13.99	1.004	2218.1	2208.6	
		13.53	1.082	1404.8	1298.5	
4.50	309.00	13.38	1.034	1646.2	1592.4	
		13.61	1.001	2052.8	2050.9	
		13.15	1.085	1282.3	1182.3	
4.50	308.50	12.99	1.034	1507.4	1457.5	
		12.76	1.091	1163.8	1067.2	
4.50	308.00	12.61	1.037	1373.2	1324.1	
		12.38	1.101	1049.7	953.2	
4.50	307.50	11.99	1.119	940.2	840.5	
4.50	307.00	11.61	1.146	835.6	729.2	
4.50	306.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
4.50	306.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
4.50	305.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
4.50	305.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
4.50	304.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
4.50	304.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.00	311.00	15.23	1.040	2222.6	2137.6	
		15.46	1.011	2725.1	2696.3	
		15.00	1.082	1768.6	1634.6	
5.00	310.50	14.85	1.036	2065.4	1993.1	
		15.08	1.006	2544.6	2529.1	
		14.62	1.081	1633.6	1511.5	
5.00	310.00	14.46	1.034	1912.2	1849.8	
		14.23	1.081	1502.1	1389.2	
5.00	309.50	14.08	1.032	1763.2	1707.7	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
5.00	309.50	13.85	1.084	1374.5	1267.9	
5.00	309.00	13.47	1.090	1250.9	1147.5	
5.00	308.50	13.08	1.101	1131.6	1028.2	
5.00	308.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.00	307.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.00	307.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.00	306.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.00	306.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.00	305.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.00	305.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.00	304.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.00	304.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.50	311.00	15.55	1.035	2195.1	2121.0	
		15.32	1.080	1736.9	1607.9	
5.50	310.50	15.17	1.033	2036.2	1972.0	
		14.94	1.081	1600.5	1480.6	
5.50	310.00	14.55	1.084	1467.8	1354.1	
5.50	309.50	14.17	1.090	1339.1	1228.5	
5.50	309.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.50	308.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.50	308.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.50	307.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.50	307.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.50	306.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.50	306.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.50	305.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.50	305.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.50	304.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
5.50	304.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	311.00	15.64	1.081	1699.8	1572.5	
6.00	310.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	310.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	309.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	309.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	308.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	308.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	307.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	307.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	306.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	306.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	305.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	305.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
X (m)	Y (m)		安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
6.00	304.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.00	304.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	311.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	310.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	310.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	309.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	309.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	308.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	308.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	307.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	307.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	306.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	306.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	305.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	305.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	304.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
6.50	304.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	311.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	310.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	310.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	309.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	309.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	308.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	308.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	307.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	307.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	306.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	306.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	305.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	305.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	304.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
7.00	304.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5

3. 安全率テーブルリスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

Y(m)	X(m)	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
311.00	安全率	1.111	1.103	1.086	1.070	1.055	1.042
	半径(m)	12.72	12.81	13.13	13.45	13.77	14.09
310.50	安全率	1.113	1.095	1.078	1.062	1.048	1.035
	半径(m)	12.11	12.43	12.75	13.07	13.39	13.71
310.00	安全率	1.105	1.087	1.071	1.055	1.042	1.029
	半径(m)	11.72	12.04	12.37	12.69	13.01	13.33
309.50	安全率	1.098	1.080	1.064	1.049	1.036	1.040
	半径(m)	11.34	11.66	11.98	12.30	12.62	12.71
309.00	安全率	1.091	1.074	1.058	1.044	1.030	1.034
	半径(m)	10.96	11.28	11.60	11.92	12.24	12.33
308.50	安全率	1.085	1.068	1.052	1.037	1.040	1.028
	半径(m)	10.57	10.89	11.21	11.53	11.62	11.94
308.00	安全率	1.080	1.063	1.046	1.046	1.034	1.023
	半径(m)	10.19	10.51	10.83	10.92	11.24	11.56
307.50	安全率	1.075	1.057	1.054	1.041	1.029	1.019
	半径(m)	9.80	10.12	10.21	10.53	10.85	11.17
307.00	安全率	1.069	1.051	1.049	1.035	1.024	1.015
	半径(m)	9.42	9.74	9.83	10.15	10.47	10.79
306.50	安全率	1.064	1.058	1.043	1.031	1.021	1.013
	半径(m)	9.04	9.13	9.45	9.77	10.09	10.41
306.00	安全率	1.070	1.053	1.039	1.028	1.019	1.013
	半径(m)	8.42	8.74	9.06	9.38	9.70	10.02
305.50	安全率	1.066	1.049	1.036	1.026	1.019	1.015
	半径(m)	8.04	8.36	8.68	9.00	9.32	9.64
305.00	安全率	1.062	1.047	1.035	1.027	1.023	1.022
	半径(m)	7.65	7.97	8.29	8.61	8.93	9.25
304.50	安全率	1.061	1.047	1.037	1.032	1.031	1.035
	半径(m)	7.27	7.59	7.91	8.23	8.55	8.87
304.00	安全率	1.063	1.051	1.044	1.042	1.046	1.141
	半径(m)	6.88	7.20	7.52	7.84	8.16	8.25

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

Y(m)	X(m)	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50
311.00	安全率	1.029	1.018	1.027	1.018	1.011	1.035
	半径(m)	14.41	14.73	14.82	15.14	15.46	15.55
310.50	安全率	1.023	1.031	1.022	1.013	1.006	1.033
	半径(m)	14.03	14.12	14.44	14.76	15.08	15.17
310.00	安全率	1.035	1.025	1.016	1.008	1.034	1.084
	半径(m)	13.41	13.73	14.05	14.37	14.46	14.55
309.50	安全率	1.029	1.020	1.011	1.004	1.032	1.090
	半径(m)	13.03	13.35	13.67	13.99	14.08	14.17
309.00	安全率	1.024	1.015	1.007	1.001	1.090	999.999
	半径(m)	12.65	12.97	13.29	13.61	13.47	0.00
308.50	安全率	1.019	1.010	1.003	1.034	1.101	999.999
	半径(m)	12.26	12.58	12.90	12.99	13.08	0.00
308.00	安全率	1.014	1.007	1.001	1.037	999.999	999.999
	半径(m)	11.88	12.20	12.52	12.61	0.00	0.00
307.50	安全率	1.010	1.004	1.000	1.119	999.999	999.999
	半径(m)	11.49	11.81	12.13	11.99	0.00	0.00
307.00	安全率	1.008	1.004	1.046	1.146	999.999	999.999
	半径(m)	11.11	11.43	11.52	11.61	0.00	0.00
306.50	安全率	1.008	1.005	1.058	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	10.73	11.05	11.13	0.00	0.00	0.00
306.00	安全率	1.010	1.062	1.196	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	10.34	10.43	10.52	0.00	0.00	0.00
305.50	安全率	1.015	1.083	1.265	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	9.96	10.05	10.14	0.00	0.00	0.00
305.00	安全率	1.026	1.272	999.999	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	9.57	9.43	0.00	0.00	0.00	0.00
304.50	安全率	1.131	1.348	999.999	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	8.96	9.05	0.00	0.00	0.00	0.00
304.00	安全率	1.171	999.999	999.999	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	8.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

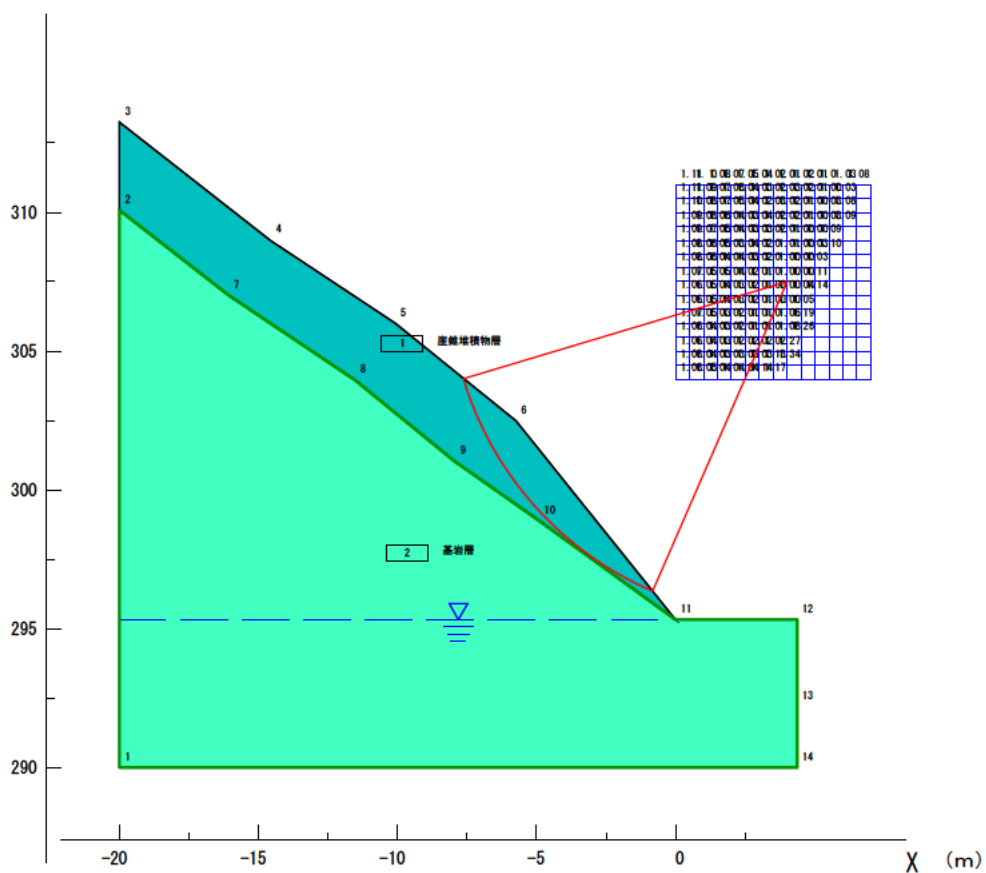
Y(m)	X(m)	6.00	6.50	7.00
311.00	安全率	1.081	999.999	999.999
	半径(m)	15.64	0.00	0.00
310.50	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
310.00	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
309.50	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
309.00	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
308.50	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
308.00	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
307.50	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
307.00	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
306.50	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
306.00	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
305.50	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
305.00	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
304.50	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00
304.00	安全率	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00

4. 最小安全率リスト

最小安全率 (格子のグループ番号 = 1)

常 時 (二次追求の回数 = 0)		
最小安全率	=	1.000
円の中心 X 座標値 (m)	=	4.00
Y 座標値 (m)	=	307.50
円の半径 R (m)	=	12.13
抵抗モーメント (kNm)	=	1607.8
起動モーメント (kNm)	=	1607.4

// 安全率図 //



WARNING ***5 基線と接する円弧がない。

COUNT = 74

2.5.2 必要抑止力計算（円弧すべり計算書-2）

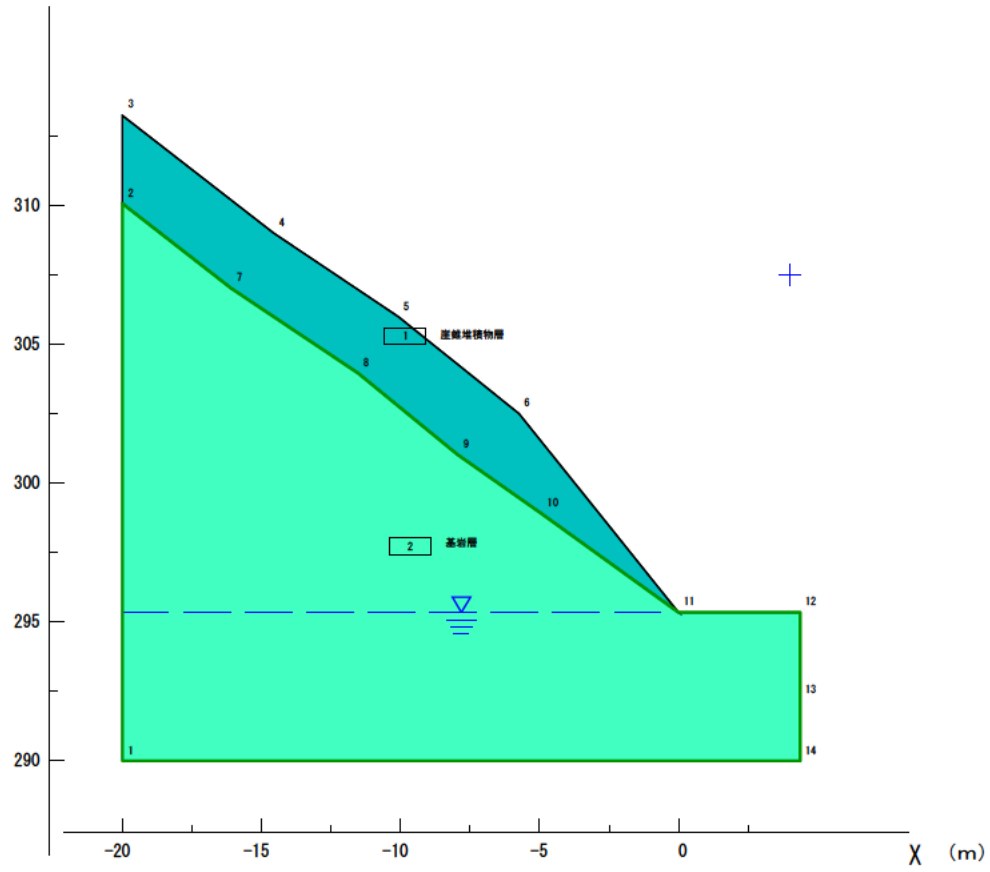
円弧すべり計算

目 次

	ページ
1 . 入力データリスト	1
2 . 半径ごとの抑止力リスト	6
3 . 安全率テーブルリスト	7
4 . 最小安全率リスト	8
5 . 最大抑止力リスト	9

1. 入力データリスト

// 設計断面 //



(DATA 01.) // 解析種別 //

タイトル 2号TN終点側坑口 必要抑止力計算 (Fs=1.20)
 解析種別 最大抑止力計算
 計算方法 道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)(有効応力法)

計算式

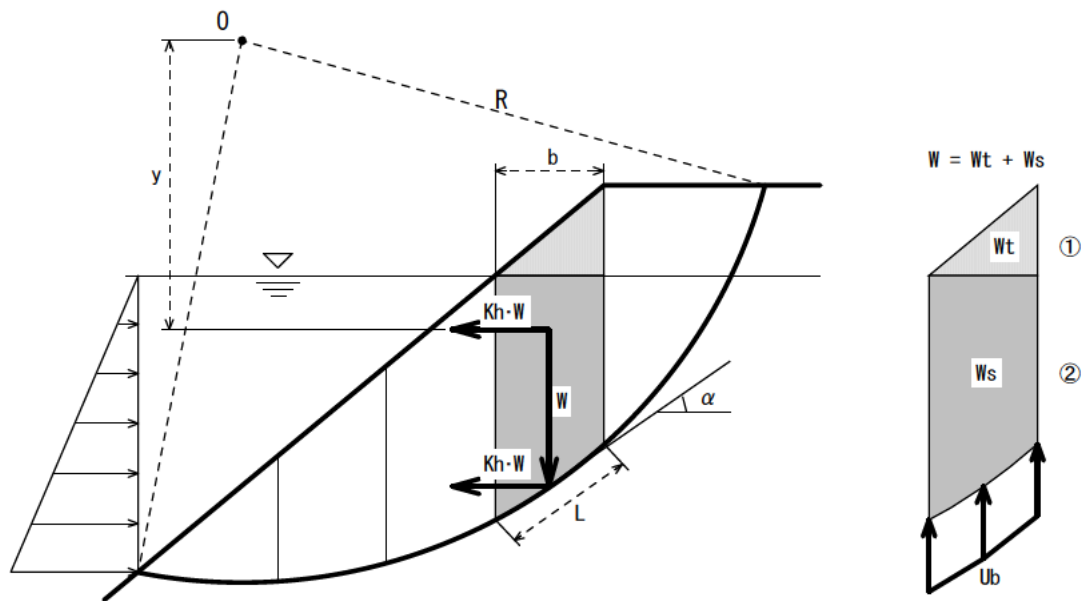
$$F_{sp} = \frac{M_r + \Delta M_r}{M_d} \quad \text{より}$$

$$\frac{\Delta M_r}{R} = \frac{F_{sp} \cdot M_d - M_r}{R}$$

$$F_s = \frac{R \sum \{CL + (W \cdot \cos \alpha - Ub \cdot \cos \alpha) \tan \phi\}}{R \sum W \cdot \sin \alpha}$$

ここに,

- F_{sp} : 必要安全率
 ΔM_r : 必要安全率を満たすために不足している抵抗モーメント (kNm)
 $\Delta M_r / R$: 必要抑止力 (kN)
 M_r : 抵抗モーメント (kNm)
 M_d : 起動モーメント (kNm)
 F_s : 安全率
 R : すべり円弧の半径 (m)
 C : 粘着力 (kN/m²)
 L : スライス底面の長さ (m)
 W : スライスの全重量 (kN/m)
 α : スライス底面が水平面となす角度 (度)
 U : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m²)
 b : スライスの幅 (m)
 ϕ : 内部摩擦角 (度)



抵抗力の自重 W の扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算 ①

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算 ②

起動力の自重 W の扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算

すべり面に作用する水圧 $U_b \cos \alpha$ で考慮 (修正フェレニウス法)

貯水による側方静水圧 考慮する

(DATA 02.) // コントロール //

必要安全率(常時)	.....	1.200
(地震時)	.....	1.200

(DATA 06.) // 節点 //

節点 番号	節点の座標値		沈下前の Y座標値(m)
	X (m)	Y (m)	
1	-20.00	290.00	0.00
2	-20.00	310.07	0.00
3	-20.00	313.24	0.00
4	-14.55	309.00	0.00
5	-10.08	306.00	0.00
6	-5.74	302.50	0.00
7	-16.08	307.02	0.00
8	-11.52	303.95	0.00
9	-7.94	301.03	0.00
10	-4.93	298.91	0.00
11	0.00	295.34	0.00
12	4.37	295.34	0.00
13	4.37	292.18	0.00
14	4.37	290.00	0.00

(DATA 07.) // 水位線 //

水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.00

節点 番号	水位線の節点座標	
	X (m)	Y (m)
1	-20.00	295.34
2	4.37	295.34

(DATA 08.) // 層の形状 //

地層 番号	土の 特性値番号	地層名
1	1	崖錐堆積物層
2	2	基岩層

地層 番号	構成 節点数	地層を構成する節点番号										すべり面の 発生有無
1	10	2	7	8	9	10	11	6	5	4	3	発生する
2	10	1	14	13	12	11	10	9	8	7	2	発生しない

(DATA 09.1) // 土の特性 //

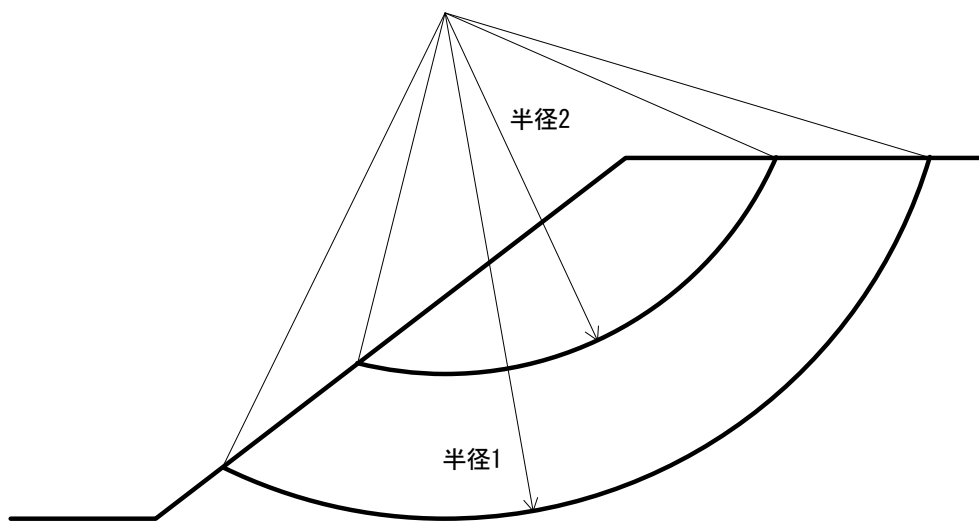
特性 値 番号	飽和単 位体積 重量 (kN/m ³)	湿潤単 位体積 重量 (kN/m ³)	間隙水圧 算定単位 体積重量 (kN/m ³)	係数 α	粘着力 C (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	内部 摩擦角 ϕ (度)	周面摩擦 抵抗 τ (kN/m ²)
1	19.00	19.00	0.00	0.000	4.10	0.00	35.00	0.0
2	20.00	20.00	0.00	0.000	132.00	0.00	21.00	0.0

(DATA 11.) // 格子 //

格子 番号	すべり方向	地盤の 二度切り	格子の左上の座標値		格子点数		分割ピッチ		格子の 傾き
			X (m)	Y (m)	X方向	Y方向	X方向(m)	Y方向(m)	
1	右すべり	左側土塊	4.00	307.50	1	1	0.50	0.50	0.000

(DATA 12.) // 半径 // (半径の直接入力)

番号	半径の長さ(m)
1	12.13



(DATA 16.1) // NEVER線 // (N = 1)

構成節点数	X (m)	Y (m)
11	-20.00	290.00
	4.37	290.00
	4.37	292.18
	4.37	295.34
	0.00	295.34
	-4.93	298.91
	-7.94	301.03
	-11.52	303.95
	-16.08	307.02
	-20.00	310.07
	-20.00	290.00

2. 半径ごとの抑止力リスト

抑止力 (格子のグループ番号 = 1 ; 必要安全率 = 1.200)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
X (m)	Y (m)		抑止力 (kN)	安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
4.00	307.50	12.13	26.3	1.001	1602.0	1600.8

3. 安全率テーブルリスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

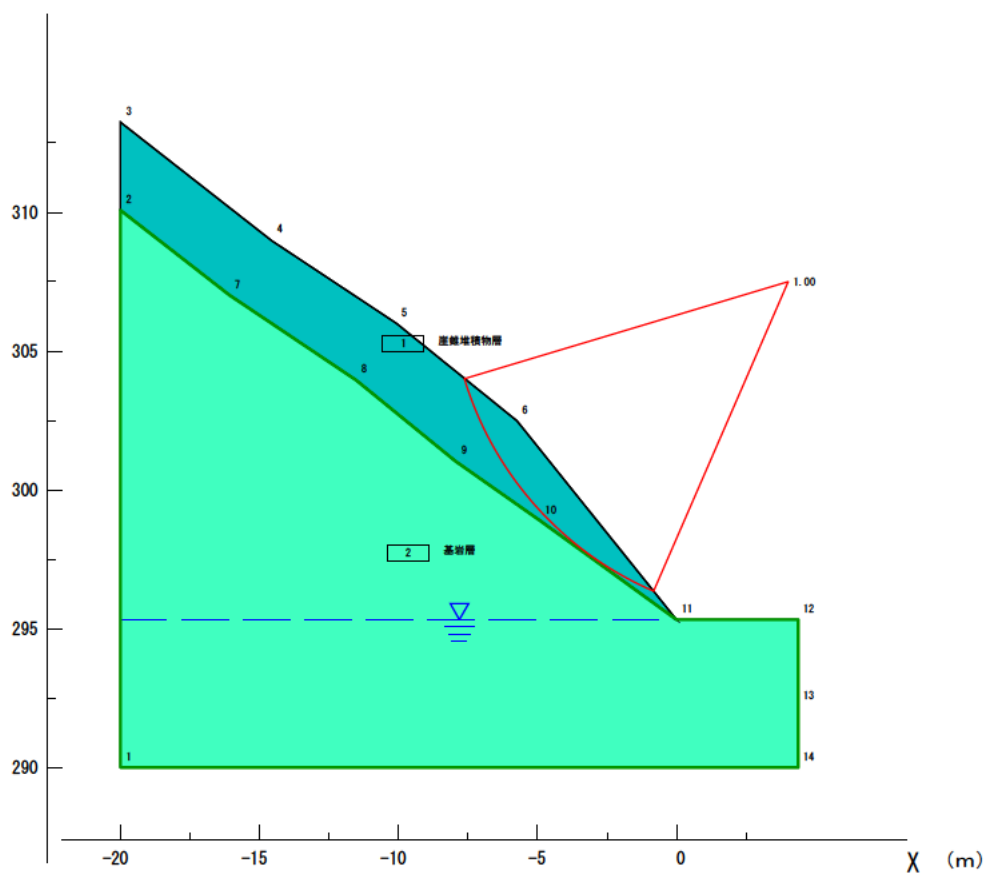
Y(m)	X(m)	4.00
307.50	安全率	1.001
	半径(m)	12.13

4. 最小安全率リスト

最小安全率 (格子のグループ番号 = 1)

常 時 (二次追求の回数 = 0)		
最小安全率	=	1.001
円の中心 X 座標値 (m)	=	4.00
Y 座標値 (m)	=	307.50
円の半径 R (m)	=	12.13
抵抗モーメント (kNm)	=	1602.0
起動モーメント (kNm)	=	1600.8

// 安全率図 //

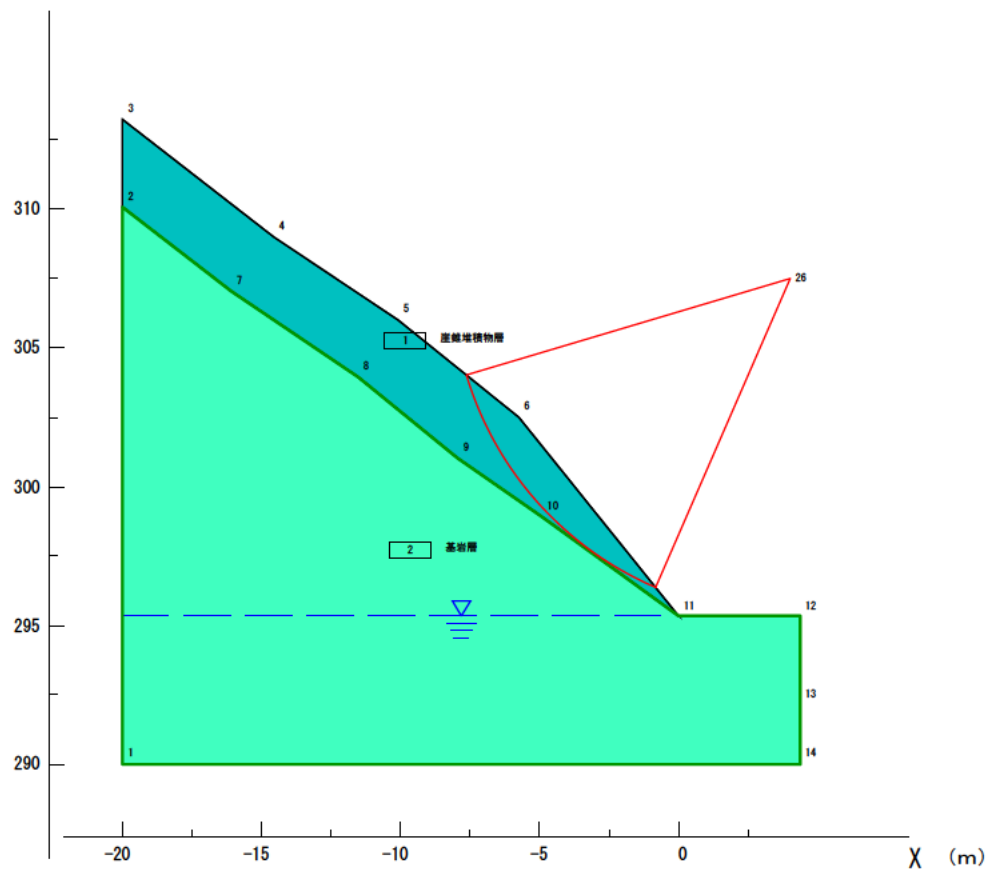


5. 最大抑止力リスト

最大抑止力 (格子のグループ番号 = 1)

常 時		
必要安全率	=	1.200
最大 抑止力 (kN)	=	26.3
安全率	=	1.001
円の中心 X 座標値 (m)	=	4.00
Y 座標値 (m)	=	307.50
円の半径 R (m)	=	12.13
抵抗モーメント (kNm)	=	1602.0
起動モーメント (kNm)	=	1600.8

// 抑止力図 //



2.5.3 対策後切土時最小安全率すべりに対する安全率（円弧すべり計算書-3）

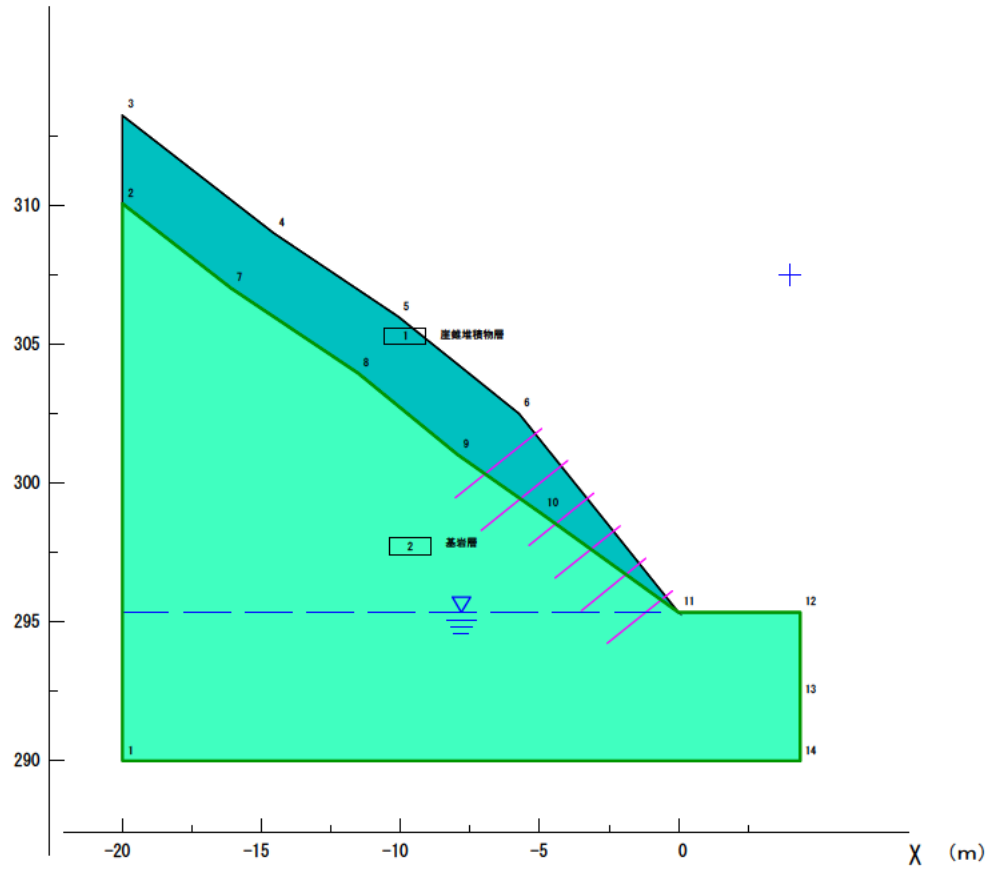
円弧すべり計算

目 次

	ページ
1 . 入力データリスト	1
2 . 半径ごとの安全率リスト	7
3 . 安全率テーブルリスト	8
4 . 最小安全率リスト	9
5 . 切土補強土工法	10

1. 入力データリスト

// 設計断面 //



(DATA 01.) // 解析種別 //

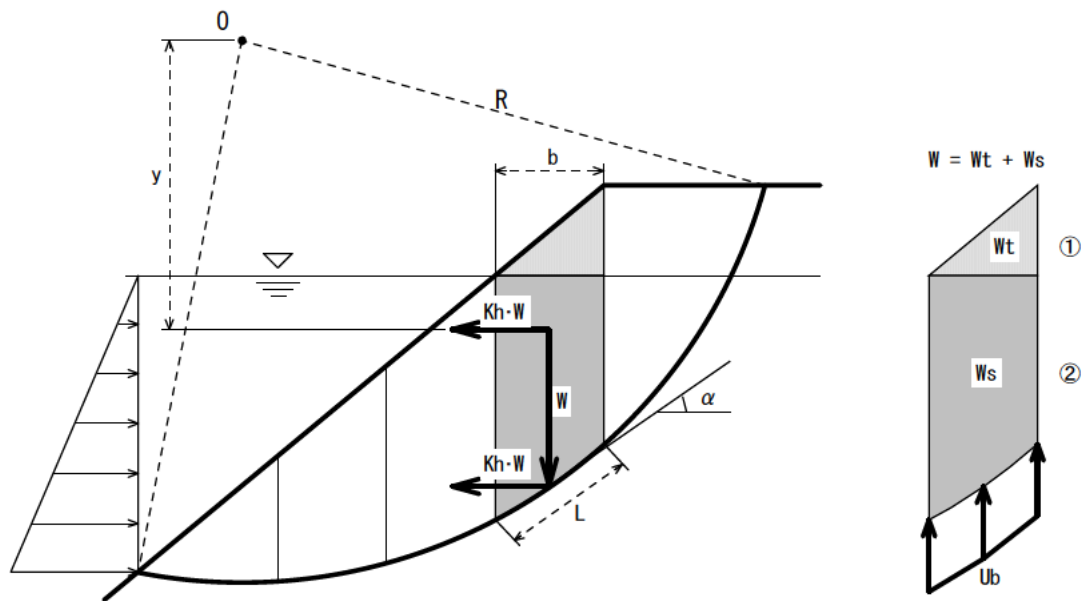
タイトル 2号TN終点側坑口 対策後 切土時最小安全率すべり
 解析種別 最小安全率計算
 計算方法 道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)(有効応力法)

計算式

$$F_s = \frac{R \Sigma \{ C L + (W \cdot \cos \alpha - U b \cdot \cos \alpha) \tan \phi \}}{R \Sigma W \cdot \sin \alpha}$$

ここに,

F_s : 安全率
 R : すべり円弧の半径 (m)
 C : 粘着力 (kN/m²)
 L : スライス底面の長さ (m)
 W : スライスの全重量 (kN/m)
 α : スライス底面が水平面となす角度 (度)
 U : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m²)
 b : スライスの幅 (m)
 ϕ : 内部摩擦角 (度)



抵抗力の自重 W の扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算 ①

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算 ②

起動力の自重 W の扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算

すべり面に作用する水圧 $U_b \cos \alpha$ で考慮 (修正フェレニウス法)

貯水による側方静水圧 考慮する

(DATA 02.) // コントロール //

二次追求の回数 0 (=0 行わない)
(>0 行う)

二次追求の指示 0 (=0 常時)
(=1 地震時)

実行 0 (=0 入力データチェック及び, 安定計算を行う)
(=1 入力データチェックのみ行う)

最小安全率の基準値 0.000

(DATA 06.) // 節点 //

節点 番号	節点の座標値		沈下前の Y座標値(m)
	X (m)	Y (m)	
1	-20.00	290.00	0.00
2	-20.00	310.07	0.00
3	-20.00	313.24	0.00
4	-14.55	309.00	0.00
5	-10.08	306.00	0.00
6	-5.74	302.50	0.00
7	-16.08	307.02	0.00
8	-11.52	303.95	0.00
9	-7.94	301.03	0.00
10	-4.93	298.91	0.00
11	0.00	295.34	0.00
12	4.37	295.34	0.00
13	4.37	292.18	0.00
14	4.37	290.00	0.00

(DATA 07.) // 水位線 //

水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.00

節点 番号	水位線の節点座標	
	X (m)	Y (m)
1	-20.00	295.34
2	4.37	295.34

(DATA 08.) // 層の形状 //

地層 番号	土の 特性値番号	地層名
1	1	崖錐堆積物層
2	2	基岩層

地層 番号	構成 節点数	地層を構成する節点番号										すべり面の 発生有無
1	10	2	7	8	9	10	11	6	5	4	3	発生する
2	10	1	14	13	12	11	10	9	8	7	2	発生しない

(DATA 09.1) // 土の特性 //

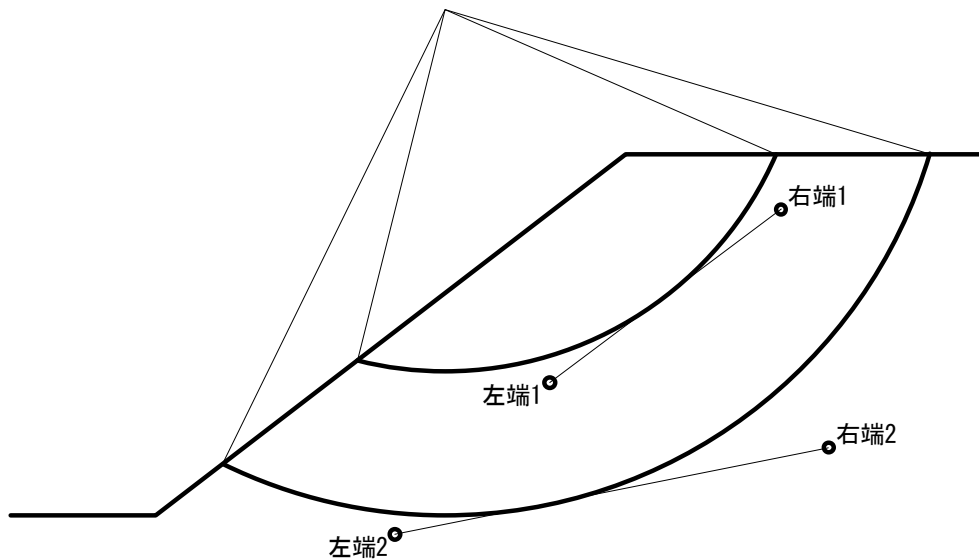
特性 値 番号	飽和単 位体積 重量 (kN/m ³)	湿潤単 位体積 重量 (kN/m ³)	間隙水圧 算定単位 体積重量 (kN/m ³)	係数 α	粘着力 C (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	内部 摩擦角 ϕ (度)	周面摩擦 抵抗 τ (kN/m ²)
1	19.00	19.00	0.00	0.000	4.10	0.00	35.00	0.0
2	20.00	20.00	0.00	0.000	132.00	0.00	21.00	480.0

(DATA 11.) // 格子 //

格子番号	すべり方向	地盤の二度切り	格子の左上の座標値		格子点数		分割ピッチ		格子の傾き
			X (m)	Y (m)	X方向	Y方向	X方向(m)	Y方向(m)	
1	右すべり	左側土塊	4.00	307.50	1	1	0.50	0.50	0.000

(DATA 12.) // 半径 // (基線法)

基線番号	左端		右端	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	-10.00	303.67	0.00	295.34
2	-10.00	303.37	0.00	295.04
3	-10.00	303.07	0.00	294.74
4	-10.00	302.77	0.00	294.44
5	-10.00	303.97	0.00	295.64



(DATA 16.1) // NEVER線 // (N = 1)

構成節点数	X (m)	Y (m)
11	-20.00	290.00
	4.37	290.00
	4.37	292.18
	4.37	295.34
	0.00	295.34
	-4.93	298.91
	-7.94	301.03
	-11.52	303.95
	-16.08	307.02
	-20.00	310.07
	-20.00	290.00

(DATA 19.) // 切土補強土工法(ネイリング) //

検討式 $\{MR + R \sum T_m (\cos \beta + \sin \beta * \tan \phi)\} / MD$

許容引抜き力(移動土塊内) T_{1pa} を考慮しない

低減係数 = 0.700

NO	補強材頭部座標値		補強材 打設角 (°)	削孔径 D (m)	補強材長 L (m)	許容付着 応力 τ_c (kN/m ²)	許容引張力 T_{sa}	
	X (m)	Y (m)					常時 (kN/本)	地震時 (kN/本)
1	-4.92	301.97	141.3	0.0650	4.00	1600.	51.5	77.2
2	-3.98	300.80	141.3	0.0650	4.00	1600.	51.5	77.2
3	-3.05	299.63	141.3	0.0650	3.00	1600.	51.5	77.2
4	-2.11	298.46	141.3	0.0650	3.00	1600.	51.5	77.2
5	-1.17	297.28	141.3	0.0650	3.00	1600.	51.5	77.2
6	-0.23	296.11	141.3	0.0650	3.00	1600.	51.5	77.2

NO	計画安全率		補強材径 d (m)	打設間隔 S_H (m)	のり面工 低減係数 μ
	常時	地震時			
1	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
2	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
3	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
4	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
5	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
6	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000

2. 半径ごとの安全率リスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
X (m)	Y (m)		安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
4.00	307.50	11.90	2.032	2482.7	1221.8
		12.13	1.768	2841.0	1607.4
		11.67	2.126	1868.8	879.0

3. 安全率テーブルリスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

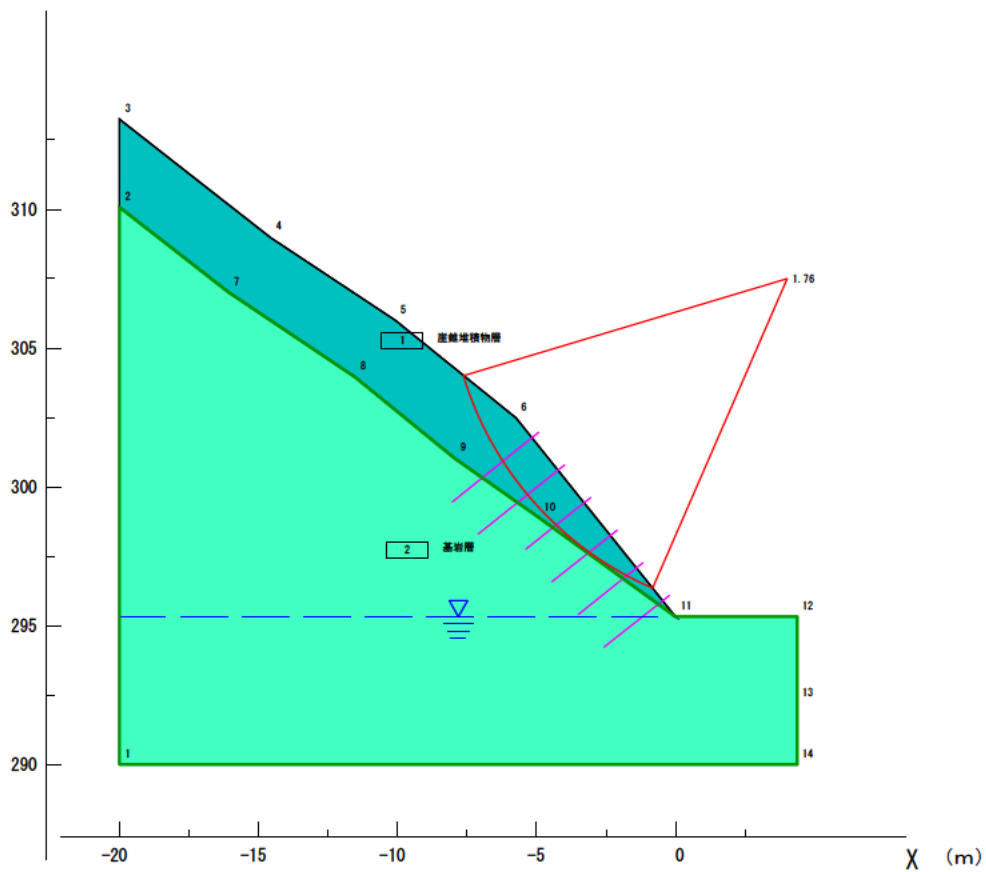
Y(m)	X(m)	4.00
307.50	安全率	1.768
	半径(m)	12.13

4. 最小安全率リスト

最小安全率 (格子のグループ番号 = 1)

常 時 (二次追求の回数 = 0)		
最小安全率	=	1.768
円の中心 X 座標値 (m)	=	4.00
Y 座標値 (m)	=	307.50
円の半径 R (m)	=	12.13
抵抗モーメント (kNm)	=	2841.0
起動モーメント (kNm)	=	1607.4

// 安全率図 //



5. 切土補強土工法

切土補強土工法 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常時

最小安全率を示す円弧 $X (m) = 4.00$ $Y (m) = 307.50$ $R (m) = 12.13$

補強材番号	移動土塊定着長 L 1 (m)	不動地山定着長 L 2 (m)	許容引抜き力 T 1 p a (kN)	許容引抜き力 T 2 p a (kN)	許容引張力 T s a (kN)	許容補強材力 T p a (kN)	設計引張力 T m (kN)	補強材設置角度 β (°)	$T_m * \cos \beta$ (kN)	$T_m * \sin \beta$ $* \tan \phi$ (kN)	抵抗モーメント (kN)	起動モーメント (kN)
1	1.341	2.351	0.0	45.4	34.3	34.3	24.0	95.97	-0.0	16.7	203.1	0.0
2	1.404	2.286	0.0	59.5	34.3	34.3	24.0	88.87	0.5	16.8	209.9	0.0
3	1.283	1.414	0.0	40.9	34.3	34.3	24.0	81.78	3.4	16.7	243.8	0.0
4	0.968	1.726	0.0	54.3	34.3	34.3	24.0	74.54	6.4	16.2	274.5	0.0
5	0.442	2.257	0.0	68.0	34.3	34.3	24.0	66.99	9.4	15.5	301.9	0.0
6	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0

各地層における結果

補強材番号： 1

地層 番号	周面摩擦抵抗 τ (kN/m ²)	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 pa (kN)	許容 引抜き力 T 2 pa (kN)
2	480.0	0.000	1.390	NaN	45.4

補強材番号： 2

地層 番号	周面摩擦抵抗 τ (kN/m ²)	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 pa (kN)	許容 引抜き力 T 2 pa (kN)
2	480.0	0.000	1.822	NaN	59.5

補強材番号： 3

地層 番号	周面摩擦抵抗 τ (kN/m ²)	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 pa (kN)	許容 引抜き力 T 2 pa (kN)
2	480.0	0.000	1.252	NaN	40.9

補強材番号： 4

地層 番号	周面摩擦抵抗 τ (kN/m ²)	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 pa (kN)	許容 引抜き力 T 2 pa (kN)
2	480.0	0.000	1.663	NaN	54.3

補強材番号： 5

地層 番号	周面摩擦抵抗 τ (kN/m ²)	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 pa (kN)	許容 引抜き力 T 2 pa (kN)
2	480.0	0.000	2.082	NaN	68.0

2.5.4 対策後最小安全率すべり（円弧すべり計算書-4）

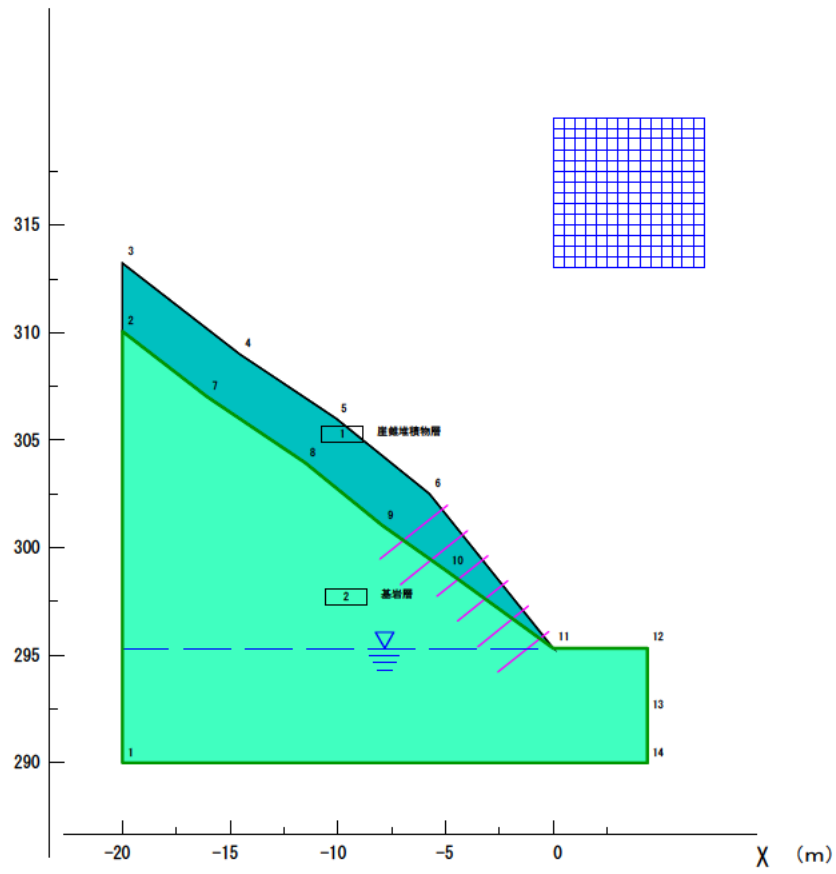
円弧すべり計算

目 次

	ページ
1 . 入力データリスト	1
2 . 半径ごとの安全率リスト	7
3 . 安全率テーブルリスト	2 7
4 . 最小安全率リスト	3 0
5 . 切土補強土工法	3 2

1. 入力データリスト

// 設計断面 //



(DATA 01.) // 解析種別 //

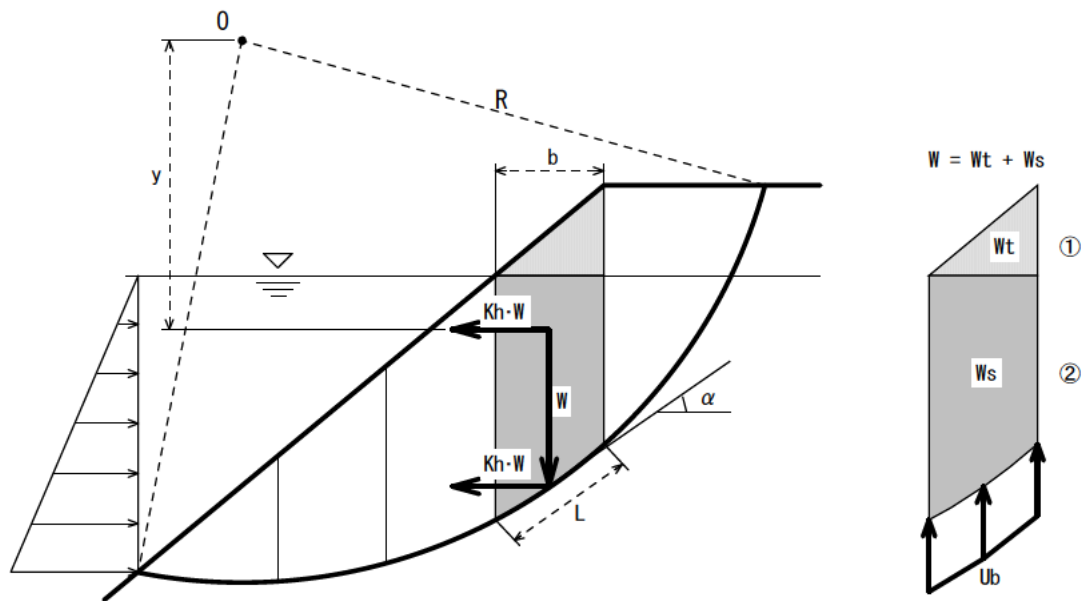
タイトル 2号TN終点側坑口 対策後 最小安全率すべり
 解析種別 最小安全率計算
 計算方法 道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)(有効応力法)

計算式

$$F_s = \frac{R \Sigma \{ C L + (W \cdot \cos \alpha - U b \cdot \cos \alpha) \tan \phi \}}{R \Sigma W \cdot \sin \alpha}$$

ここに,

- F_s : 安全率
 R : すべり円弧の半径 (m)
 C : 粘着力 (kN/m²)
 L : スライス底面の長さ (m)
 W : スライスの全重量 (kN/m)
 α : スライス底面が水平面となす角度 (度)
 U : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m²)
 b : スライスの幅 (m)
 ϕ : 内部摩擦角 (度)



抵抗力の自重Wの扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算 ①

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算 ②

起動力の自重Wの扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算

すべり面に作用する水圧 $U_b \cos \alpha$ で考慮 (修正フェレニウス法)

貯水による側方静水圧 考慮する

(DATA 02.) // コントロール //

二次追求の回数	.....	0 (=0 行わない) (>0 行う)
二次追求の指示	.....	0 (=0 常時) (=1 地震時)
実行	.....	0 (=0 入力データチェック及び, 安定計算を行う) (=1 入力データチェックのみ行う)
最小安全率の基準値	.....	0.000

(DATA 06.) // 節点 //

節点 番号	節点の座標値		沈下前の Y座標値(m)
	X (m)	Y (m)	
1	-20.00	290.00	0.00
2	-20.00	310.07	0.00
3	-20.00	313.24	0.00
4	-14.55	309.00	0.00
5	-10.08	306.00	0.00
6	-5.74	302.50	0.00
7	-16.08	307.02	0.00
8	-11.52	303.95	0.00
9	-7.94	301.03	0.00
10	-4.93	298.91	0.00
11	0.00	295.34	0.00
12	4.37	295.34	0.00
13	4.37	292.18	0.00
14	4.37	290.00	0.00

(DATA 07.) // 水位線 //

水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.00

節点 番号	水位線の節点座標	
	X (m)	Y (m)
1	-20.00	295.34
2	4.37	295.34

(DATA 08.) // 層の形状 //

地層 番号	土の 特性値番号	地層名
1	1	崖錐堆積物層
2	2	基岩層

地層 番号	構成 節点数	地層を構成する節点番号										すべり面の 発生有無
1	10	2	7	8	9	10	11	6	5	4	3	発生する
2	10	1	14	13	12	11	10	9	8	7	2	発生しない

(DATA 09.1) // 土の特性 //

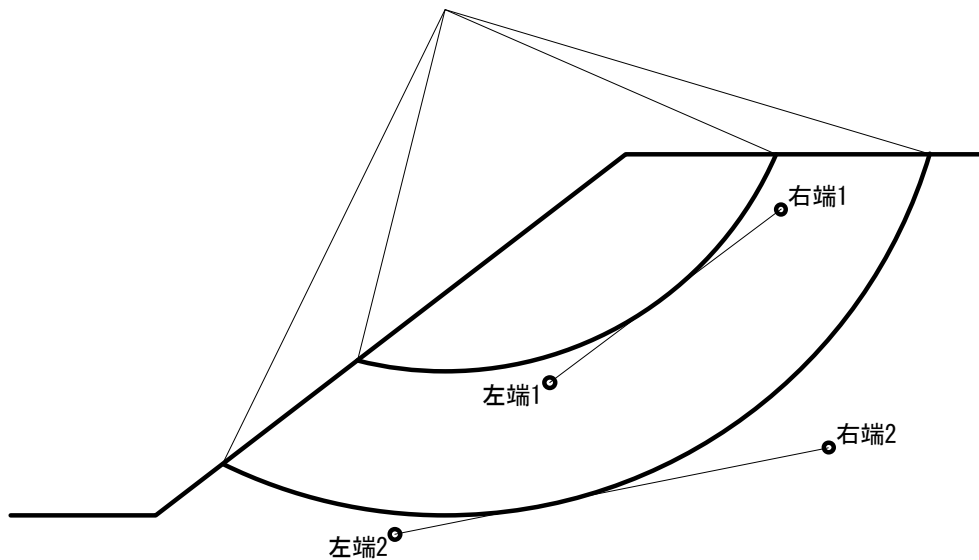
特性 値 番号	飽和単 位体積 重量 (kN/m ³)	湿潤単 位体積 重量 (kN/m ³)	間隙水圧 算定単位 体積重量 (kN/m ³)	係数 α	粘着力 C (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	内部 摩擦角 ϕ (度)	周面摩擦 抵抗 τ (kN/m ²)
1	19.00	19.00	0.00	0.000	4.10	0.00	35.00	0.0
2	20.00	20.00	0.00	0.000	132.00	0.00	21.00	480.0

(DATA 11.) // 格子 //

格子番号	すべり方向	地盤の二度切り	格子の左上の座標値		格子点数		分割ピッチ		格子の傾き
			X (m)	Y (m)	X方向	Y方向	X方向(m)	Y方向(m)	
1	右すべり	左側土塊	0.00	320.00	15	15	0.50	0.50	0.000

(DATA 12.) // 半径 // (基線法)

基線番号	左端		右端	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	-10.00	303.67	0.00	295.34
2	-10.00	303.37	0.00	295.04
3	-10.00	303.07	0.00	294.74
4	-10.00	302.77	0.00	294.44
5	-10.00	303.97	0.00	295.64



(DATA 16.1) // NEVER線 // (N = 1)

構成節点数	X (m)	Y (m)
11	-20.00	290.00
	4.37	290.00
	4.37	292.18
	4.37	295.34
	0.00	295.34
	-4.93	298.91
	-7.94	301.03
	-11.52	303.95
	-16.08	307.02
	-20.00	310.07
	-20.00	290.00

(DATA 19.) // 切土補強土工法(ネイリング) //

検討式 $\{MR + R \sum T_m (\cos \beta + \sin \beta * \tan \phi)\} / MD$

許容引抜き力(移動土塊内) T_{1pa} を考慮しない

低減係数 = 0.700

NO	補強材頭部座標値		補強材 打設角 (°)	削孔径 D (m)	補強材長 L (m)	許容付着 応力 τ_c (kN/m ²)	許容引張力 T_{sa}	
	X (m)	Y (m)					常時 (kN/本)	地震時 (kN/本)
1	-4.92	301.97	141.3	0.0650	4.00	1600.	51.5	77.2
2	-3.98	300.80	141.3	0.0650	4.00	1600.	51.5	77.2
3	-3.05	299.63	141.3	0.0650	3.00	1600.	51.5	77.2
4	-2.11	298.46	141.3	0.0650	3.00	1600.	51.5	77.2
5	-1.17	297.28	141.3	0.0650	3.00	1600.	51.5	77.2
6	-0.23	296.11	141.3	0.0650	3.00	1600.	51.5	77.2

NO	計画安全率		補強材径 d (m)	打設間隔 S_H (m)	のり面工 低減係数 μ
	常時	地震時			
1	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
2	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
3	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
4	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
5	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
6	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000

2. 半径ごとの安全率リスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
0.00	320.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.00	319.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.00	319.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.00	318.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.00	318.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.00	317.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.00	317.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.00	316.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.00	316.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.00	315.50	15.49	1.571	4112.0	2617.7	
		15.26	1.481	3116.2	2104.1	
0.00	315.00	15.11	1.559	3966.4	2544.3	
		15.34	1.479	4565.7	3087.4	
		15.57	1.418	5213.6	3675.7	
		14.88	1.468	3004.0	2046.8	
0.00	314.50	14.72	1.547	3818.6	2467.8	
		14.95	1.469	4396.2	2993.6	
		15.18	1.409	5021.0	3563.2	
		15.41	1.363	5694.3	4177.0	
		14.49	1.455	2889.6	1986.3	
0.00	314.00	14.34	1.536	3669.0	2388.3	
		14.57	1.458	4224.9	2896.8	
		14.80	1.400	4827.0	3448.0	
		15.03	1.459	5898.6	4041.9	
		14.11	1.643	3158.4	1922.7	
0.00	313.50	13.95	1.525	3517.8	2306.0	
		14.18	1.449	4052.3	2797.3	
		14.41	1.391	4631.9	3330.0	
		14.64	1.452	5667.3	3904.3	
		13.72	1.631	3027.4	1856.3	
0.00	313.00	13.57	1.515	3365.2	2221.0	
		13.80	1.439	3878.6	2695.1	
		14.03	1.504	4828.3	3209.5	
		14.26	1.444	5435.3	3764.3	
		13.34	1.620	2894.8	1787.2	
0.50	320.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.50	319.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.50	319.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.50	318.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.50	318.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.50	317.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
0.50	317.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
0.50	316.50	16.35	1.480	3411.8	2306.0	
0.50	316.00	16.19	1.552	4342.4	2798.1	
		15.96	1.466	3299.5	2250.8	
0.50	315.50	15.81	1.540	4193.5	2723.2	
		16.04	1.461	4826.1	3302.4	
		16.27	1.402	5509.4	3929.5	
		15.58	1.453	3184.5	2192.2	
0.50	315.00	15.43	1.528	4042.2	2644.9	
		15.66	1.451	4652.5	3206.5	
		15.89	1.393	5312.4	3814.7	
		16.12	1.448	6473.3	4469.4	
		15.20	1.634	3480.4	2130.2	
0.50	314.50	15.04	1.517	3888.9	2563.5	
		15.27	1.441	4477.2	3107.6	
		15.50	1.383	5113.9	3696.9	
		15.73	1.440	6237.8	4331.5	
		14.81	1.621	3348.0	2065.0	
0.50	314.00	14.66	1.506	3733.8	2479.1	
		14.89	1.431	4300.4	3005.7	
		15.12	1.492	5334.6	3576.2	
		15.35	1.432	6001.3	4190.8	
		14.43	1.609	3213.6	1996.9	
0.50	313.50	14.27	1.496	3577.4	2391.9	
		14.50	1.421	4122.4	2901.0	
		14.73	1.483	5121.3	3452.8	
		14.96	1.424	5763.9	4047.5	
		14.04	1.598	3077.5	1925.8	
0.50	313.00	13.89	1.486	3420.0	2302.0	
		14.12	1.551	4334.2	2793.7	
		14.35	1.475	4907.2	3326.9	
		14.58	1.416	5526.1	3901.8	
		13.66	1.588	2940.2	1851.9	
1.00	320.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
1.00	319.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
1.00	319.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
1.00	318.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
1.00	318.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
1.00	317.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
1.00	317.00	17.05	1.466	3599.3	2456.0	
1.00	316.50	16.90	1.534	4574.4	2981.1	
		17.13	1.456	5263.6	3615.0	
		16.67	1.452	3484.3	2399.6	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
1.00	316.00	16.51	1.522	4422.1	2904.6	
		16.74	1.445	5088.4	3520.4	
		16.98	1.387	5807.5	4186.8	
		16.28	1.628	3807.8	2339.6	
1.00	315.50	16.13	1.511	4267.3	2824.5	
		16.36	1.435	4911.0	3422.5	
		16.59	1.378	5606.2	4069.7	
		16.82	1.431	6820.2	4766.0	
1.00	315.00	15.90	1.614	3674.5	2276.1	
		15.75	1.499	4110.4	2741.2	
		15.98	1.425	4731.6	3321.3	
		16.21	1.482	5852.0	3949.4	
1.00	314.50	16.44	1.423	6579.7	4625.2	
		15.52	1.602	3538.8	2209.3	
		15.36	1.489	3951.7	2654.7	
		15.59	1.415	4550.6	3217.0	
1.00	314.00	15.82	1.473	5634.9	3826.0	
		16.05	1.414	6337.9	4481.5	
		15.13	1.590	3401.1	2139.3	
		14.98	1.478	3791.4	2565.2	
1.00	313.50	15.21	1.539	4787.1	3109.7	
		15.44	1.464	5416.6	3699.6	
		15.67	1.406	6095.2	4334.9	
		14.75	1.579	3261.6	2066.2	
1.00	313.00	14.59	1.468	3629.9	2472.8	
		14.82	1.531	4591.0	2999.7	
		15.05	1.456	5197.6	3570.7	
		15.28	1.398	5851.9	4185.7	
1.00	313.00	14.36	1.568	3120.8	1990.2	
		14.21	1.458	3467.5	2377.7	
		14.44	1.522	4394.3	2887.0	
		14.67	1.447	4978.0	3439.0	
1.50	320.00	14.90	1.390	5608.4	4034.1	
		13.98	1.558	2978.9	1911.5	
		0.00	999.999	0.0	0.0	***5
		0.00	999.999	0.0	0.0	***5
1.50	319.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
		0.00	999.999	0.0	0.0	***5
		0.00	999.999	0.0	0.0	***5
		0.00	999.999	0.0	0.0	***5
1.50	319.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
		0.00	999.999	0.0	0.0	***5
		0.00	999.999	0.0	0.0	***5
		0.00	999.999	0.0	0.0	***5
1.50	318.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
		0.00	999.999	0.0	0.0	***5
		0.00	999.999	0.0	0.0	***5
		0.00	999.999	0.0	0.0	***5
1.50	318.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
		17.76	1.453	3788.2	2607.9	
		17.60	1.518	4807.9	3166.5	
		17.83	1.441	5531.5	3837.8	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
1.50	317.00	17.37	1.623	4139.7	2550.3
1.50	316.50	17.22	1.506	4652.2	3088.2
		17.45	1.431	5352.6	3741.4
		17.68	1.373	6107.9	4447.6
		17.91	1.424	7418.0	5208.6
		16.99	1.610	4006.1	2488.9
1.50	316.00	16.83	1.495	4494.0	3006.4
		17.06	1.420	5171.3	3641.3
		17.30	1.474	6379.2	4328.1
		17.53	1.415	7169.9	5066.5
		16.60	1.596	3869.6	2423.9
1.50	315.50	16.45	1.483	4333.5	2921.2
		16.68	1.410	4987.9	3537.9
		16.91	1.465	6159.1	4205.2
		17.14	1.407	6924.1	4922.9
		16.22	1.584	3730.8	2355.4
1.50	315.00	16.07	1.473	4171.1	2832.5
		16.30	1.530	5249.7	3431.2
		16.53	1.456	5937.3	4079.0
		16.76	1.398	6677.2	4776.1
		15.84	1.572	3589.8	2283.5
1.50	314.50	15.68	1.462	4007.0	2740.7
		15.91	1.521	5050.3	3321.3
		16.14	1.447	5714.3	3949.8
		16.37	1.390	6429.2	4626.3
		15.45	1.561	3447.0	2208.5
1.50	314.00	15.30	1.452	3841.6	2645.8
		15.53	1.512	4849.8	3208.5
		15.76	1.438	5490.2	3817.7
		15.99	1.382	6180.6	4473.7
		15.07	1.550	3302.7	2130.3
1.50	313.50	14.91	1.601	4078.9	2548.1
		15.14	1.503	4648.4	3092.7
		15.37	1.430	5265.6	3682.8
		15.60	1.374	5931.4	4318.3
		14.68	1.541	3157.1	2049.2
1.50	313.00	14.53	1.593	3898.9	2447.6
		14.76	1.495	4446.5	2974.4
		14.99	1.422	5040.6	3545.3
		15.22	1.366	5682.3	4160.5
		14.30	1.532	3010.6	1965.3
2.00	320.00	0.00	999.999	0.0	0.0

***5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
2.00	319.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
2.00	319.00	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
2.00	318.50	0.00	999.999	0.0	0.0	***5
2.00	318.00	18.69	1.516	5198.9	3430.1	
		18.46	1.441	3978.3	2761.7	
2.00	317.50	18.31	1.503	5042.8	3354.1	
		18.54	1.428	5801.3	4063.4	
		18.08	1.607	4342.1	2702.8	
2.00	317.00	17.92	1.492	4883.8	3274.2	
		18.15	1.417	5618.6	3964.9	
		18.38	1.468	6915.5	4711.6	
		18.61	1.410	7776.1	5516.5	
		17.69	1.593	4205.5	2639.9	
2.00	316.50	17.54	1.480	4722.2	3190.6	
		17.77	1.407	5433.4	3862.8	
		18.00	1.458	6692.9	4589.7	
		18.23	1.401	7522.7	5371.0	
		17.31	1.580	4066.0	2573.4	
2.00	316.00	17.15	1.469	4558.1	3103.2	
		17.38	1.523	5721.0	3757.1	
		17.62	1.449	6468.1	4464.2	
		17.85	1.392	7271.0	5224.4	
		16.92	1.568	3924.1	2503.2	
2.00	315.50	16.77	1.458	4392.0	3012.5	
		17.00	1.513	5518.9	3647.9	
		17.23	1.440	6241.8	4335.3	
		17.46	1.383	7019.0	5074.4	
		16.54	1.556	3779.8	2429.4	
2.00	315.00	16.39	1.447	4224.2	2918.3	
		16.62	1.503	5315.3	3535.4	
		16.85	1.431	6014.0	4203.2	
		17.08	1.375	6765.8	4921.4	
		16.16	1.545	3633.6	2352.3	
2.00	314.50	16.00	1.590	4486.5	2821.0	
		16.23	1.494	5110.3	3419.7	
		16.46	1.422	5785.1	4067.9	
		16.69	1.367	6511.8	4765.2	
		15.77	1.534	3485.8	2271.9	
2.00	314.00	15.62	1.582	4303.1	2720.5	
		15.85	1.486	4904.4	3301.1	
		16.08	1.414	5555.4	3929.7	
		16.31	1.358	6257.2	4606.3	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
2.00	314.00	15.39	1.525	3336.6	2188.4
2.00	313.50	15.23	1.574	4118.8	2617.2
		15.46	1.477	4697.7	3179.5
		15.69	1.406	5325.2	3788.7
		15.00	1.516	3186.4	2101.9
2.00	313.00	14.85	1.567	3934.0	2511.0
		15.08	1.470	4490.7	3055.3
		15.31	1.398	5095.0	3645.1
		14.62	1.701	3423.8	2012.7
2.50	320.00	0.00	999.999	0.0	0.0
2.50	319.50	0.00	999.999	0.0	0.0
2.50	319.00	0.00	999.999	0.0	0.0
2.50	318.50	19.39	1.502	5438.4	3621.3
		19.16	1.605	4681.8	2917.2
2.50	318.00	19.01	1.490	5279.1	3543.8
		19.24	1.415	6072.7	4291.5
		19.47	1.464	7465.8	5101.2
		18.78	1.591	4545.5	2857.0
2.50	317.50	18.63	1.478	5116.7	3462.1
		18.86	1.404	5886.3	4191.0
		19.09	1.453	7236.2	4978.6
		19.32	1.396	8136.6	5828.2
		18.40	1.578	4405.9	2792.6
2.50	317.00	18.24	1.466	4951.7	3376.6
		18.47	1.394	5697.3	4086.8
		18.70	1.444	7008.3	4854.2
		18.93	1.387	7877.9	5679.2
		18.01	1.565	4263.5	2724.5
2.50	316.50	17.86	1.455	4784.1	3287.3
		18.09	1.507	5995.9	3978.7
		18.32	1.434	6779.2	4726.2
		18.55	1.378	7620.1	5529.2
		17.63	1.553	4118.3	2652.4
2.50	316.00	17.47	1.445	4614.3	3194.3
		17.70	1.497	5789.8	3867.1
		17.94	1.425	6548.2	4594.4
		18.17	1.370	7363.1	5376.3
		17.24	1.541	3970.9	2576.8
2.50	315.50	17.09	1.583	4902.4	3097.8
		17.32	1.488	5581.8	3751.9
		17.55	1.416	6315.7	4459.3
		17.78	1.361	7104.8	5219.9

***5

***5

***5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
2.50	315.50	16.86	1.530	3821.3	2497.5
2.50	315.00	16.71	1.573	4716.2	2997.9
		16.94	1.479	5372.5	3633.4
		17.17	1.408	6081.9	4320.9
		17.40	1.353	6845.5	5060.3
		16.48	1.520	3670.0	2415.0
2.50	314.50	16.32	1.564	4528.7	2894.8
		16.55	1.470	5162.1	3511.8
		16.78	1.399	5847.3	4179.4
		17.01	1.440	7053.0	4897.8
		16.09	1.510	3517.3	2329.1
2.50	314.00	15.94	1.556	4340.2	2788.6
		16.17	1.462	4950.8	3387.0
		16.40	1.391	5612.1	4035.0
		15.71	1.687	3779.5	2240.1
2.50	313.50	15.55	1.549	4151.0	2679.4
		15.78	1.454	4739.0	3259.4
		16.01	1.495	5813.9	3887.6
		15.32	1.681	3611.7	2148.1
2.50	313.00	15.17	1.543	3961.5	2567.4
		15.40	1.447	4527.1	3129.0
		15.63	1.489	5565.7	3737.7
		14.94	1.677	3443.3	2053.2
3.00	320.00	0.00	999.999	0.0	0.0
3.00	319.50	20.25	1.604	5024.6	3131.7
3.00	319.00	20.10	1.489	5679.1	3814.6
		19.87	1.590	4889.0	3074.3
3.00	318.50	19.72	1.477	5516.6	3735.4
		19.95	1.403	6345.7	4521.9
		20.18	1.450	7793.1	5374.2
		19.48	1.577	4749.9	3012.7
3.00	318.00	19.33	1.465	5351.0	3652.0
		19.56	1.393	6155.5	4419.5
		19.79	1.440	7558.9	5248.7
		20.02	1.383	8499.3	6143.3
		19.10	1.563	4607.4	2946.8
3.00	317.50	18.95	1.454	5182.5	3564.6
		19.18	1.503	6480.6	4313.0
		19.41	1.430	7325.6	5121.6
		19.64	1.375	8235.4	5990.9
		18.72	1.551	4461.9	2877.0
3.00	317.00	18.56	1.443	5011.3	3473.2

***5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
3.00	317.00	18.79	1.492	6272.5	4202.7
		19.02	1.421	7092.0	4990.8
		19.25	1.366	7971.5	5837.5
3.00	316.50	18.33	1.539	4313.7	2803.2
		18.18	1.432	4838.0	3378.0
		18.41	1.483	6062.2	4088.5
		18.64	1.412	6856.5	4856.4
3.00	316.00	18.87	1.357	7709.5	5681.4
		17.95	1.527	4162.9	2725.5
		17.79	1.567	5137.2	3279.1
		18.02	1.473	5850.0	3970.6
		18.26	1.403	6619.4	4718.3
3.00	315.50	18.49	1.348	7446.1	5521.8
		17.56	1.517	4010.1	2644.2
		17.41	1.557	4947.0	3176.6
		17.64	1.464	5636.3	3849.3
		17.87	1.394	6380.8	4576.7
		18.10	1.433	7677.0	5358.7
3.00	315.00	17.18	1.506	3855.3	2559.3
		17.03	1.549	4755.5	3070.8
		17.26	1.456	5421.4	3724.6
		17.49	1.386	6141.3	4431.9
		17.72	1.425	7398.9	5192.4
		16.80	1.677	4143.0	2471.0
		16.64	1.541	4562.8	2961.7
3.00	314.50	16.87	1.447	5205.5	3596.7
		17.10	1.486	6366.3	4283.9
		16.41	1.669	3972.3	2379.4
		16.26	1.533	4369.4	2849.5
3.00	314.00	16.49	1.440	4989.0	3465.7
		16.72	1.479	6112.8	4132.9
		16.03	1.664	3800.6	2284.6
		15.87	1.527	4175.4	2734.2
		16.10	1.432	4772.3	3331.8
3.00	313.50	16.33	1.472	5859.1	3979.1
		15.64	1.659	3628.3	2186.9
		15.49	1.522	3981.3	2616.2
		15.72	1.558	4977.6	3195.1
		15.95	1.466	5605.7	3822.5
		15.26	1.656	3455.6	2086.2
3.50	320.00	20.96	1.591	5235.5	3291.5
3.50	319.50	20.80	1.477	5921.0	4009.8

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
3.50	319.50	21.03	1.404	6816.8	4856.4
		20.57	1.577	5097.2	3232.9
3.50	319.00	20.42	1.465	5755.4	3928.9
		20.65	1.392	6620.6	4754.7
		20.88	1.438	8122.2	5650.0
		20.19	1.563	4955.1	3169.8
		20.04	1.453	5586.4	3843.7
		20.27	1.499	6972.1	4650.2
3.50	318.50	20.50	1.428	7883.2	5521.5
		20.73	1.372	8864.2	6461.9
		19.80	1.550	4809.8	3102.5
		19.65	1.442	5414.5	3754.3
		19.88	1.489	6762.5	4541.5
		20.11	1.418	7644.6	5391.6
		20.34	1.363	8595.1	6305.9
		19.42	1.538	4661.2	3030.9
3.50	317.50	19.27	1.431	5239.9	3660.8
		19.50	1.479	6550.3	4428.7
		19.73	1.409	7406.7	5258.2
		19.96	1.354	8325.0	6148.8
		19.04	1.526	4509.8	2955.2
		18.88	1.562	5565.2	3563.3
		19.11	1.469	6336.0	4312.0
		19.34	1.399	7166.5	5120.8
		19.57	1.345	8058.0	5989.6
		18.65	1.515	4355.9	2875.6
		18.50	1.552	5373.1	3462.0
		18.73	1.460	6119.5	4191.4
3.50	316.50	18.96	1.391	6924.8	4979.8
		19.19	1.427	8313.0	5826.6
		18.27	1.504	4199.7	2792.1
		18.11	1.543	5179.0	3356.9
		18.34	1.451	5901.6	4067.2
		18.58	1.382	6681.4	4835.0
		18.81	1.419	8030.4	5660.1
		17.88	1.494	4041.6	2704.9
3.50	315.50	17.73	1.534	4983.5	3248.3
		17.96	1.442	5682.2	3939.5
		18.19	1.373	6437.0	4686.8
		17.50	1.660	4340.3	2614.1
		17.35	1.526	4786.8	3136.3
3.50	315.00	17.58	1.434	5461.7	3808.3

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
3.50	315.00	17.81	1.471	6672.2	4535.3
		17.12	1.653	4166.0	2519.9
3.50	314.50	16.96	1.519	4589.0	3021.0
		17.19	1.426	5240.6	3674.0
		17.42	1.464	6413.4	4380.6
		16.73	1.647	3990.5	2422.3
3.50	314.00	16.58	1.513	4390.7	2902.6
		16.81	1.546	5469.0	3536.5
		17.04	1.457	6154.4	4222.9
		16.35	1.643	3814.2	2321.6
3.50	313.50	16.19	1.507	4192.1	2781.1
		16.42	1.541	5234.4	3396.1
		16.65	1.451	5895.5	4062.2
		15.96	1.640	3637.5	2217.8
		15.81	1.503	3993.6	2656.8
		16.04	1.537	4999.9	3252.9
		16.27	1.446	5637.0	3899.0
		15.58	1.639	3460.6	2111.1
4.00	320.00	21.51	1.465	6164.1	4206.7
		21.74	1.393	7097.6	5093.9
		21.28	1.564	5306.2	3393.0
4.00	319.50	21.12	1.454	5995.2	4124.1
		21.35	1.497	7471.0	4989.6
		21.58	1.426	8452.9	5928.4
		21.81	1.369	9504.7	6942.1
		20.89	1.551	5161.3	3328.4
4.00	319.00	20.74	1.442	5822.9	4037.1
		20.97	1.487	7259.2	4882.9
		21.20	1.416	8209.4	5797.0
		21.43	1.361	9231.3	6783.6
		20.51	1.538	5013.0	3259.4
		20.36	1.431	5647.6	3945.6
		20.59	1.476	7045.7	4771.9
		20.82	1.406	7965.2	5664.1
		21.05	1.352	8956.7	6623.9
		20.12	1.526	4861.4	3186.0
4.00	318.00	19.97	1.558	5999.7	3849.9
		20.20	1.467	6829.6	4656.8
		20.43	1.397	7722.8	5527.9
		20.66	1.343	8681.5	6463.2
		19.74	1.514	4706.9	3108.5
4.00	317.50	19.59	1.548	5806.0	3750.2

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
4.00	317.50	19.82	1.457	6611.1	4537.4
		20.05	1.388	7478.3	5387.8
		20.28	1.422	8960.1	6300.8
4.00	317.00	19.36	1.503	4549.8	3026.7
		19.20	1.539	5610.0	3646.3
		19.43	1.448	6390.5	4414.1
4.00	316.50	19.66	1.379	7231.8	5243.6
		19.89	1.414	8673.6	6134.4
		18.97	1.493	4390.3	2941.1
4.00	316.00	18.82	1.529	5412.2	3538.7
		19.05	1.439	6168.2	4287.1
		19.28	1.371	6983.8	5095.7
4.00	315.50	19.51	1.406	8385.8	5964.4
		18.59	1.654	4715.1	2851.6
		18.43	1.521	5212.7	3427.4
4.00	315.00	18.66	1.430	5944.4	4156.2
		18.90	1.465	7242.9	4944.2
		18.20	1.645	4538.6	2758.3
4.00	314.50	18.05	1.513	5011.7	3312.4
		18.28	1.422	5719.5	4021.9
		18.51	1.457	6979.7	4789.0
4.00	314.00	17.82	1.638	4360.5	2661.4
		17.67	1.506	4809.9	3194.0
		17.90	1.537	5971.5	3884.0
4.00	313.50	18.13	1.450	6715.8	4630.6
		17.44	1.633	4181.2	2561.0
		17.28	1.500	4607.2	3072.2
4.00	313.00	17.51	1.531	5732.2	3743.0
		17.74	1.444	6451.5	4469.0
		17.05	1.628	4001.1	2457.4
4.00	314.00	16.90	1.494	4404.2	2947.4
		17.13	1.526	5492.6	3598.8
		17.36	1.437	6187.2	4304.3
4.00	313.50	16.67	1.625	3820.3	2350.4
		16.51	1.644	4635.3	2819.5
		16.74	1.522	5253.1	3451.7
4.00	313.00	16.97	1.432	5923.2	4136.8
		16.28	1.624	3639.4	2240.5
		16.13	1.644	4419.3	2688.7
4.00	314.00	16.36	1.519	5014.0	3301.9
		16.59	1.427	5659.8	3966.5
		15.90	1.626	3458.5	2127.6

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
4.50	320.00	21.83	1.443	6236.1	4320.9
		22.06	1.485	7764.0	5226.6
		22.29	1.415	8785.4	6209.5
		22.52	1.359	9878.8	7270.4
4.50	319.50	21.60	1.539	5368.3	3488.2
		21.44	1.432	6060.6	4232.0
		21.67	1.475	7547.5	5117.6
		21.90	1.405	8537.2	6075.0
4.50	319.00	22.13	1.351	9600.2	7108.4
		21.21	1.527	5217.0	3417.5
		21.06	1.556	6439.8	4138.5
		21.29	1.465	7330.2	5004.4
4.50	318.50	21.52	1.395	8287.5	5938.9
		21.75	1.342	9320.6	6945.1
		20.83	1.515	5062.5	3342.4
		20.68	1.546	6245.1	4040.6
4.50	318.00	20.91	1.455	7110.1	4886.7
		21.14	1.386	8040.7	5800.1
		21.37	1.419	9619.5	6780.5
		20.44	1.503	4904.8	3262.8
4.50	317.50	20.29	1.536	6047.8	3938.5
		20.52	1.446	6887.5	4764.8
		20.75	1.377	7791.7	5657.0
		20.98	1.410	9327.6	6614.6
4.50	317.00	20.06	1.492	4744.5	3179.1
		19.91	1.526	5848.0	3832.2
		20.14	1.436	6662.8	4638.7
		20.37	1.369	7540.6	5509.8
4.50	316.50	20.60	1.402	9036.0	6444.9
		19.68	1.649	5095.8	3091.1
		19.52	1.517	5646.3	3721.9
		19.75	1.428	6436.2	4508.7
4.50	316.00	19.98	1.460	7824.1	5358.7
		20.21	1.394	8743.0	6271.4
		19.29	1.640	4917.7	2999.2
		19.14	1.509	5442.8	3607.7
4.50	316.00	19.37	1.419	6208.0	4374.7
		19.60	1.452	7557.0	5203.6
		18.91	1.632	4737.5	2903.4
		18.75	1.501	5237.9	3489.8
4.50	316.00	18.98	1.411	5978.6	4237.1
		19.22	1.445	7288.8	5045.0

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
4.50	316.00	18.52	1.625	4555.8	2803.9
4.50	315.50	18.37	1.494	5031.8	3368.3
		18.60	1.524	6240.9	4095.9
		18.83	1.438	7019.9	4882.9
		18.14	1.619	4372.8	2700.7
4.50	315.00	17.99	1.488	4824.8	3243.2
		18.22	1.518	5996.7	3951.2
		18.45	1.431	6750.3	4717.3
		17.76	1.615	4188.8	2594.0
4.50	314.50	17.60	1.482	4617.5	3114.9
		17.83	1.512	5752.2	3803.3
		18.06	1.425	6480.7	4548.5
		17.37	1.612	4004.1	2484.0
4.50	314.00	17.22	1.629	4858.6	2983.3
		17.45	1.508	5507.6	3652.2
		17.68	1.419	6211.1	4376.6
		16.99	1.611	3819.0	2370.7
4.50	313.50	16.83	1.628	4637.9	2848.8
		17.06	1.505	5263.4	3498.2
		17.29	1.414	5942.1	4201.9
		16.60	1.612	3634.0	2254.3
4.50	313.00	16.45	1.629	4417.7	2711.3
		16.68	1.502	5019.7	3341.3
		16.91	1.410	5674.0	4024.4
		16.22	1.616	3449.2	2135.0
5.00	320.00	22.15	1.422	6299.1	4428.3
		22.38	1.464	7837.0	5354.2
		22.61	1.395	8866.4	6355.3
		22.84	1.341	9971.1	7436.0
		21.92	1.516	5421.8	3576.8
5.00	319.50	21.76	1.544	6689.8	4332.8
		21.99	1.454	7615.7	5238.5
		22.22	1.385	8612.1	6216.1
		22.45	1.333	9686.1	7268.9
		21.53	1.504	5264.2	3499.8
5.00	319.00	21.38	1.534	6491.4	4232.6
		21.61	1.444	7391.8	5118.4
		21.84	1.376	8359.9	6074.3
		22.07	1.408	9994.9	7100.7
		21.15	1.493	5103.5	3418.3
5.00	318.50	21.00	1.524	6290.4	4128.1
		21.23	1.435	7165.1	4993.8

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
5.00	318.50	21.46	1.367	8106.4	5928.3
		21.69	1.399	9696.7	6931.1
		20.76	1.482	4939.9	3332.3
5.00	318.00	20.61	1.514	6086.9	4019.3
		20.84	1.426	6936.3	4864.9
		21.07	1.456	8414.9	5778.0
		21.30	1.391	9400.2	6758.1
5.00	317.50	20.38	1.635	5302.5	3242.2
		20.23	1.506	5881.4	3906.3
		20.46	1.417	6705.4	4731.9
		20.69	1.448	8144.6	5623.6
5.00	317.00	20.00	1.627	5120.9	3147.9
		19.84	1.497	5673.9	3789.3
		20.07	1.409	6472.8	4594.9
		20.30	1.440	7872.7	5465.3
5.00	316.50	19.61	1.619	4937.2	3049.5
		19.46	1.490	5464.9	3668.4
		19.69	1.518	6759.5	4454.0
		19.92	1.433	7599.5	5303.0
5.00	316.00	19.23	1.612	4751.9	2947.2
		19.07	1.483	5254.7	3543.7
		19.30	1.511	6511.3	4309.3
		19.54	1.426	7325.4	5137.1
5.00	315.50	18.84	1.607	4565.0	2841.1
		18.69	1.477	5043.5	3415.3
		18.92	1.505	6262.4	4161.0
		19.15	1.419	7050.6	4967.5
5.00	315.00	18.46	1.603	4377.2	2731.4
		18.31	1.617	5308.3	3283.5
		18.54	1.500	6013.0	4009.3
		18.77	1.413	6775.7	4794.7
5.00	314.50	18.08	1.600	4188.5	2618.2
		17.92	1.614	5083.0	3148.4
		18.15	1.495	5763.5	3854.3
		18.38	1.408	6500.8	4618.6
5.00	314.00	17.69	1.599	3999.4	2501.6
		17.54	1.614	4857.6	3009.9
		17.77	1.492	5514.2	3696.1
		18.00	1.403	6226.2	4439.3
5.00	313.50	17.31	1.600	3810.2	2381.8
		17.15	1.615	4632.6	2868.5
		17.38	1.490	5265.3	3534.8

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
5.00	313.50	17.61	1.508	6420.6	4257.2
		16.92	1.795	4053.4	2258.8
5.00	313.00	16.77	1.618	4408.3	2724.1
		17.00	1.488	5017.4	3370.8
		17.23	1.507	6134.7	4072.2
5.50	320.00	16.54	1.804	3849.4	2133.3
		22.47	1.533	6940.4	4528.4
		22.70	1.444	7902.5	5474.5
		22.93	1.376	8938.1	6495.3
5.50	319.50	23.16	1.406	10676.1	7595.6
		22.24	1.494	5466.6	3658.2
		22.08	1.523	6738.7	4426.0
		22.31	1.434	7674.6	5351.8
		22.54	1.367	8680.6	6350.7
5.50	319.00	22.77	1.397	10372.1	7423.5
		21.85	1.483	5302.8	3574.6
		21.70	1.513	6533.9	4319.0
		21.93	1.425	7443.9	5224.5
		22.16	1.358	8422.6	6201.6
		22.39	1.389	10067.5	7250.0
5.50	318.50	21.47	1.633	5692.5	3486.6
		21.32	1.504	6326.8	4207.6
		21.55	1.416	7210.9	5092.8
		21.78	1.445	8741.5	6048.3
		22.01	1.381	9766.0	7073.6
5.50	318.00	21.08	1.623	5509.9	3394.1
		20.93	1.495	6117.4	4092.0
		21.16	1.407	6975.8	4956.7
		21.39	1.437	8466.4	5890.6
		20.70	1.615	5324.7	3297.3
		20.55	1.487	5905.9	3972.0
5.50	317.50	20.78	1.513	7287.2	4816.6
		21.01	1.430	8189.6	5728.7
		20.32	1.607	5137.6	3196.4
		20.16	1.479	5692.9	3848.1
		20.39	1.506	7035.7	4672.3
5.50	317.00	20.62	1.422	7911.5	5562.9
		19.93	1.601	4948.5	3091.3
		19.78	1.473	5478.5	3720.2
		20.01	1.499	6783.0	4524.2
5.50	316.50	20.24	1.415	7632.4	5393.1
		19.55	1.595	4758.0	2982.4

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
5.50	316.00	19.39	1.607	5767.5	3588.5
		19.62	1.493	6529.4	4372.3
		19.86	1.409	7352.5	5219.7
		19.16	1.591	4566.3	2869.6
5.50	315.50	19.01	1.604	5538.1	3453.2
		19.24	1.488	6275.1	4216.7
		19.47	1.402	7072.3	5042.7
		18.78	1.589	4373.7	2753.2
5.50	315.00	18.63	1.602	5308.2	3314.3
		18.86	1.484	6020.7	4057.7
		19.09	1.397	6792.0	4862.3
		18.40	1.588	4180.6	2633.3
5.50	314.50	18.24	1.601	5078.3	3172.1
		18.47	1.480	5766.2	3895.3
		18.70	1.392	6511.9	4678.6
		18.01	1.589	3987.2	2509.9
5.50	314.00	17.86	1.602	4848.5	3026.7
		18.09	1.478	5512.3	3729.8
		18.32	1.495	6715.4	4491.7
		17.63	1.779	4240.6	2383.3
5.50	313.50	17.47	1.605	4619.4	2878.2
		17.70	1.477	5259.0	3561.2
		17.93	1.493	6423.8	4301.9
		17.24	1.790	4032.9	2253.6
5.50	313.00	17.09	1.610	4391.2	2726.7
		17.32	1.477	5006.8	3389.8
		16.86	1.801	3823.7	2123.6
		22.79	1.512	6986.6	4620.5
6.00	320.00	23.02	1.425	7958.3	5586.6
		23.25	1.358	9002.6	6628.9
		23.48	1.387	10750.8	7748.6
		22.56	1.475	5502.7	3731.9
6.00	319.50	22.40	1.503	6778.2	4511.0
		22.63	1.415	7723.6	5456.5
		22.86	1.443	9346.9	6476.9
		23.09	1.379	10440.4	7571.2
6.00	319.00	22.17	1.621	5903.7	3641.6
		22.02	1.494	6567.4	4397.1
		22.25	1.407	7486.5	5322.0
		22.48	1.435	9069.2	6320.4
		22.71	1.371	10133.3	7391.4
		21.79	1.612	5717.7	3546.7

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
6.00	318.50	21.64	1.485	6354.0	4278.6
		21.87	1.398	7247.1	5182.9
		22.10	1.427	8789.4	6159.3
6.00	318.00	21.40	1.604	5529.1	3447.4
		21.25	1.477	6138.8	4155.8
		21.48	1.502	7568.9	5039.5
6.00	317.50	21.71	1.419	8507.9	5994.0
		21.02	1.596	5338.4	3343.9
		20.87	1.470	5921.8	4028.8
6.00	317.00	21.10	1.495	7313.0	4892.0
		21.33	1.412	8224.9	5824.6
		20.64	1.590	5145.8	3236.1
6.00	316.50	20.48	1.463	5703.2	3897.7
		20.71	1.488	7055.6	4740.3
		20.94	1.405	7940.7	5651.0
6.00	316.00	20.25	1.585	4951.5	3124.2
		20.10	1.595	6002.5	3762.7
		20.33	1.483	6797.3	4584.8
6.00	315.50	20.56	1.399	7655.8	5473.6
		19.87	1.581	4756.1	3008.4
		19.71	1.592	5768.6	3623.8
6.00	315.00	19.94	1.477	6538.3	4425.3
		20.18	1.393	7370.2	5292.4
		19.48	1.578	4559.5	2888.7
6.00	314.50	19.33	1.590	5534.3	3481.3
		19.56	1.473	6278.9	4262.4
		19.79	1.387	7084.6	5107.7
6.00	314.00	19.10	1.578	4362.4	2765.4
		18.95	1.589	5299.8	3335.2
		19.18	1.470	6019.5	4095.8
6.00	313.50	19.41	1.486	7309.9	4919.5
		18.72	1.758	4639.3	2638.5
		18.56	1.590	5065.3	3185.7
6.00	314.00	18.79	1.467	5760.3	3926.0
		19.02	1.483	7011.7	4727.9
		18.33	1.766	4428.4	2508.2
6.00	314.00	18.18	1.593	4831.4	3033.0
		18.41	1.466	5501.9	3752.9
		17.95	1.776	4217.3	2374.7
6.00	313.50	17.79	1.598	4598.2	2877.2
		18.02	1.597	5711.1	3576.8
		17.56	1.787	4003.1	2239.9

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
6.00	313.00	17.41	1.604	4363.2	2719.3
		17.64	1.602	5441.7	3397.8
		17.18	1.801	3791.2	2105.5
6.50	320.00	23.11	1.493	7023.3	4704.1
		23.34	1.407	8004.4	5690.1
		23.57	1.433	9680.4	6753.9
		23.80	1.370	10815.3	7894.8
6.50	319.50	22.88	1.610	6115.4	3797.4
		22.72	1.484	6808.7	4587.5
		22.95	1.398	7763.2	5552.7
		23.18	1.425	9398.2	6594.2
6.50	319.00	23.42	1.362	10502.2	7711.4
		22.49	1.602	5926.1	3700.2
		22.34	1.476	6591.6	4466.3
		22.57	1.499	8110.4	5410.5
6.50	318.50	22.80	1.417	9113.7	6429.8
		22.11	1.594	5734.1	3598.3
		21.96	1.468	6372.3	4340.5
		22.19	1.492	7851.7	5263.9
6.50	318.00	22.42	1.410	8827.4	6261.0
		21.72	1.586	5539.8	3492.1
		21.57	1.461	6151.3	4210.4
		21.80	1.485	7591.2	5112.9
6.50	317.50	22.03	1.403	8539.5	6087.8
		21.34	1.580	5343.5	3381.4
		21.19	1.589	6475.3	4076.0
		21.42	1.478	7329.3	4957.8
6.50	317.00	21.65	1.396	8250.3	5910.4
		20.96	1.575	5145.7	3266.6
		20.80	1.584	6238.2	3937.6
		21.03	1.473	7066.3	4798.4
6.50	316.50	21.26	1.389	7960.3	5729.0
		20.57	1.571	4946.3	3147.7
		20.42	1.581	6000.1	3795.2
		20.65	1.468	6802.5	4635.2
6.50	316.00	20.88	1.383	7669.7	5543.8
		20.19	1.569	4746.0	3024.8
		20.03	1.579	5761.2	3649.0
		20.26	1.463	6538.3	4468.3
6.50	315.50	20.50	1.479	7917.3	5354.6
		19.80	1.568	4544.9	2898.1
		19.65	1.578	5522.2	3499.1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
6.50	315.50	19.88	1.460	6273.9	4297.5
		20.11	1.475	7613.2	5161.9
		19.42	1.746	4831.9	2767.6
6.50	315.00	19.27	1.579	5283.0	3345.5
		19.50	1.457	6009.6	4123.3
		19.73	1.472	7309.3	4965.7
		19.04	1.753	4616.8	2633.7
6.50	314.50	18.88	1.582	5044.3	3188.7
		19.11	1.456	5745.9	3945.7
		18.65	1.763	4401.7	2496.2
6.50	314.00	18.50	1.587	4806.3	3028.5
		18.73	1.584	5964.3	3764.9
		18.27	1.775	4183.2	2356.9
6.50	313.50	18.11	1.594	4567.0	2865.6
		17.88	1.789	3966.3	2217.7
6.50	313.00	17.73	1.601	4327.9	2702.9
		17.50	1.805	3752.0	2078.8
7.00	320.00	23.43	1.475	7050.7	4778.9
		23.66	1.497	8659.2	5784.5
		23.89	1.416	9728.3	6869.6
		23.20	1.592	6134.9	3854.2
7.00	319.50	23.04	1.467	6829.8	4654.8
		23.27	1.489	8398.3	5639.3
		23.50	1.408	9439.1	6701.8
		22.81	1.584	5939.5	3749.8
7.00	319.00	22.66	1.460	6606.7	4526.1
		22.89	1.482	8135.2	5489.4
		23.12	1.401	9148.0	6529.5
		22.43	1.577	5741.7	3640.8
7.00	318.50	22.28	1.453	6381.7	4392.9
		22.51	1.475	7870.3	5335.0
		22.74	1.394	8855.3	6352.7
		22.04	1.571	5541.8	3527.4
7.00	318.00	21.89	1.578	6716.0	4255.2
		22.12	1.469	7604.0	5176.3
		22.35	1.387	8561.2	6171.4
		21.66	1.566	5340.3	3409.6
7.00	317.50	21.51	1.574	6474.6	4113.4
		21.74	1.463	7336.3	5013.3
		21.97	1.381	8266.1	5986.0
		21.28	1.563	5137.1	3287.5
7.00	317.00	21.12	1.571	6232.1	3967.4

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
X (m)	Y (m)		安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
7.00	317.00	21.35	1.458	7067.8	4846.2
		21.58	1.375	7970.2	5796.5
		20.89	1.560	4932.9	3161.4
7.00	316.50	20.74	1.569	5988.9	3817.5
		20.97	1.454	6798.6	4675.1
		21.20	1.468	8227.2	5603.0
7.00	316.00	20.51	1.730	5244.2	3031.2
		20.35	1.568	5745.3	3663.7
		20.58	1.451	6529.3	4500.3
7.00	315.50	20.82	1.465	7917.7	5405.9
		20.12	1.734	5025.1	2897.2
		19.97	1.569	5501.5	3506.1
7.00	315.00	20.20	1.449	6259.9	4321.6
		19.74	1.741	4805.6	2759.5
		19.59	1.572	5258.1	3345.1
7.00	314.50	19.82	1.570	6500.1	4139.5
		19.36	1.752	4586.3	2618.3
		19.20	1.577	5015.1	3180.5
7.00	314.00	18.97	1.764	4364.1	2474.4
		18.82	1.584	4771.9	3012.8
		18.59	1.777	4142.2	2330.4
7.00	313.50	18.20	1.794	3922.9	2186.7
7.00	313.00	17.82	1.814	3706.1	2043.3

3. 安全率テーブルリスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

Y(m)	X(m)	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50
320.00	安全率	999.999	999.999	999.999	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319.50	安全率	999.999	999.999	999.999	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
319.00	安全率	999.999	999.999	999.999	999.999	999.999	999.999
	半径(m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
318.50	安全率	999.999	999.999	999.999	999.999	999.999	1.502
	半径(m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.39
318.00	安全率	999.999	999.999	999.999	999.999	1.441	1.415
	半径(m)	0.00	0.00	0.00	0.00	18.46	19.24
317.50	安全率	999.999	999.999	999.999	1.453	1.428	1.396
	半径(m)	0.00	0.00	0.00	17.76	18.54	19.32
317.00	安全率	999.999	999.999	1.466	1.441	1.410	1.387
	半径(m)	0.00	0.00	17.05	17.83	18.61	18.93
316.50	安全率	999.999	1.480	1.452	1.373	1.401	1.378
	半径(m)	0.00	16.35	16.67	17.68	18.23	18.55
316.00	安全率	999.999	1.466	1.387	1.415	1.392	1.370
	半径(m)	0.00	15.96	16.98	17.53	17.85	18.17
315.50	安全率	1.481	1.402	1.378	1.407	1.383	1.361
	半径(m)	15.26	16.27	16.59	17.14	17.46	17.78
315.00	安全率	1.418	1.393	1.423	1.398	1.375	1.353
	半径(m)	15.57	15.89	16.44	16.76	17.08	17.40
314.50	安全率	1.363	1.383	1.414	1.390	1.367	1.399
	半径(m)	15.41	15.50	16.05	16.37	16.69	16.78
314.00	安全率	1.400	1.431	1.406	1.382	1.358	1.391
	半径(m)	14.80	14.89	15.67	15.99	16.31	16.40
313.50	安全率	1.391	1.421	1.398	1.374	1.406	1.454
	半径(m)	14.41	14.50	15.28	15.60	15.69	15.78
313.00	安全率	1.439	1.416	1.390	1.366	1.398	1.447
	半径(m)	13.80	14.58	14.90	15.22	15.31	15.40

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

Y(m)	X(m)	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50
320.00	安全率	999.999	1.591	1.393	1.359	1.341	1.376
	半径(m)	0.00	20.96	21.74	22.52	22.84	22.93
319.50	安全率	1.604	1.404	1.369	1.351	1.333	1.367
	半径(m)	20.25	21.03	21.81	22.13	22.45	22.54
319.00	安全率	1.489	1.392	1.361	1.342	1.376	1.358
	半径(m)	20.10	20.65	21.43	21.75	21.84	22.16
318.50	安全率	1.403	1.372	1.352	1.386	1.367	1.381
	半径(m)	19.95	20.73	21.05	21.14	21.46	22.01
318.00	安全率	1.383	1.363	1.343	1.377	1.391	1.407
	半径(m)	20.02	20.34	20.66	20.75	21.30	21.16
317.50	安全率	1.375	1.354	1.388	1.369	1.417	1.430
	半径(m)	19.64	19.96	20.05	20.37	20.46	21.01
317.00	安全率	1.366	1.345	1.379	1.394	1.409	1.422
	半径(m)	19.25	19.57	19.66	20.21	20.07	20.62
316.50	安全率	1.357	1.391	1.371	1.419	1.433	1.415
	半径(m)	18.87	18.96	19.28	19.37	19.92	20.24
316.00	安全率	1.348	1.382	1.430	1.411	1.426	1.409
	半径(m)	18.49	18.58	18.66	18.98	19.54	19.86
315.50	安全率	1.394	1.373	1.422	1.438	1.419	1.402
	半径(m)	17.87	18.19	18.28	18.83	19.15	19.47
315.00	安全率	1.386	1.434	1.450	1.431	1.413	1.397
	半径(m)	17.49	17.58	18.13	18.45	18.77	19.09
314.50	安全率	1.447	1.426	1.444	1.425	1.408	1.392
	半径(m)	16.87	17.19	17.74	18.06	18.38	18.70
314.00	安全率	1.440	1.457	1.437	1.419	1.403	1.478
	半径(m)	16.49	17.04	17.36	17.68	18.00	18.09
313.50	安全率	1.432	1.451	1.432	1.414	1.490	1.477
	半径(m)	16.10	16.65	16.97	17.29	17.38	17.70
313.00	安全率	1.466	1.446	1.427	1.410	1.488	1.477
	半径(m)	15.95	16.27	16.59	16.91	17.00	17.32

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

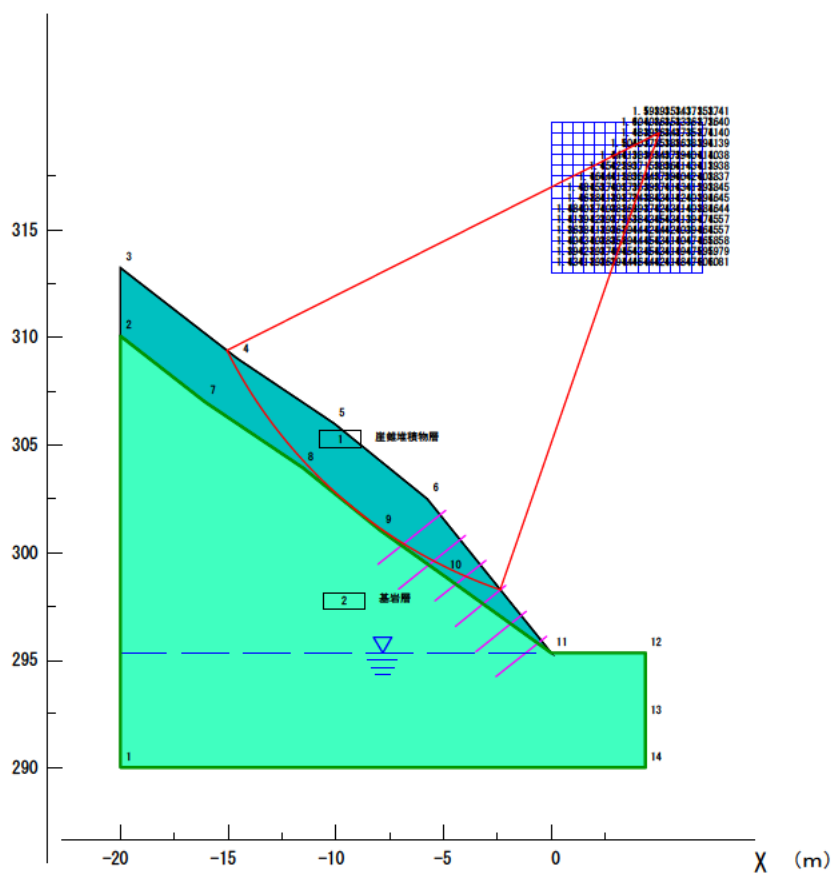
Y(m)	X(m)	6.00	6.50	7.00
320.00	安全率	1.358	1.370	1.416
	半径(m)	23.25	23.80	23.89
319.50	安全率	1.379	1.362	1.408
	半径(m)	23.09	23.42	23.50
319.00	安全率	1.371	1.417	1.401
	半径(m)	22.71	22.80	23.12
318.50	安全率	1.398	1.410	1.394
	半径(m)	21.87	22.42	22.74
318.00	安全率	1.419	1.403	1.387
	半径(m)	21.71	22.03	22.35
317.50	安全率	1.412	1.396	1.381
	半径(m)	21.33	21.65	21.97
317.00	安全率	1.405	1.389	1.375
	半径(m)	20.94	21.26	21.58
316.50	安全率	1.399	1.383	1.454
	半径(m)	20.56	20.88	20.97
316.00	安全率	1.393	1.463	1.451
	半径(m)	20.18	20.26	20.58
315.50	安全率	1.387	1.460	1.449
	半径(m)	19.79	19.88	20.20
315.00	安全率	1.470	1.457	1.570
	半径(m)	19.18	19.50	19.82
314.50	安全率	1.467	1.456	1.577
	半径(m)	18.79	19.11	19.20
314.00	安全率	1.466	1.584	1.584
	半径(m)	18.41	18.73	18.82
313.50	安全率	1.597	1.594	1.794
	半径(m)	18.02	18.11	18.20
313.00	安全率	1.602	1.601	1.814
	半径(m)	17.64	17.73	17.82

4. 最小安全率リスト

最小安全率 (格子のグループ番号 = 1)

常 時 (二次追求の回数 = 0)		
最小安全率	=	1.333
円の中心 X 座標値 (m)	=	5.00
Y 座標値 (m)	=	319.50
円の半径 R (m)	=	22.45
抵抗モーメント (kNm)	=	9686.1
起動モーメント (kNm)	=	7268.9

// 安全率図 //



WARNING ***5 基線と接する円弧がない。

COUNT = 35

5. 切土補強土工法

切土補強土工法 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常時

最小安全率を示す円弧 $X (m) = 5.00$ $Y (m) = 319.50$ $R (m) = 22.45$

補強材 番号	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 p a (kN)	許容 引抜き力 T 2 p a (kN)	許容 引張力 T s a (kN)	許容 補強材力 T p a (kN)	設計 引張力 T m (kN)	補強材 設置角度 β (°)	T_m *cos β (kN)	T_m *sin β *tan ϕ (kN)	抵抗 モーメント (kN)	起動 モーメント (kN)
1	2.162	1.529	0.0	45.4	34.3	34.3	24.0	70.55	8.0	15.9	536.0	0.0
2	1.571	2.119	0.0	59.5	34.3	34.3	24.0	66.43	9.6	15.4	562.2	0.0
3	0.853	1.844	0.0	40.9	34.3	34.3	24.0	62.20	11.2	14.9	586.0	0.0
4	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0

各地層における結果

補強材番号： 1

地層 番号	周面摩擦抵抗 τ (kN/m ²)	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 pa (kN)	許容 引抜き力 T 2 pa (kN)
2	480.0	0.000	1.390	NaN	45.4

補強材番号： 2

地層 番号	周面摩擦抵抗 τ (kN/m ²)	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 pa (kN)	許容 引抜き力 T 2 pa (kN)
2	480.0	0.000	1.822	NaN	59.5

補強材番号： 3

地層 番号	周面摩擦抵抗 τ (kN/m ²)	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 pa (kN)	許容 引抜き力 T 2 pa (kN)
2	480.0	0.000	1.252	NaN	40.9

第3章 迂回路トンネル起点側坑口部のアンカー付場所打ち法枠

3.1 工法検討

3.1.1 工法選定

1) 安定勾配

当斜面の切土対象となる自破碎溶岩層の安定勾配は 1 : 1.2 とする。

対象斜面での自破碎溶岩層の状態は直接確認されていないが、地質縦断図における弾性波速度が $0.4\sim 1.2\text{km/sec}$ と小さいことから、かなり風化したもの（強風化岩）が斜面を覆っているものと考えられる。

切土対象となる自破碎溶岩層（強風化岩状態のもの）の安定勾配は、軟岩における標準切土勾配（ $1 : 0.5\sim 1 : 1.2$ ）の最緩勾配を安定勾配とする。

当斜面の自然勾配は概ね 40° 程度（概ね $1 : 1.2$ ）であり、安定勾配 $1 : 1.2$ は妥当と考えられる。

2) 対策工の選定目的

当箇所斜面は概ね 40° 程度の斜面勾配であり、安定勾配（ $1 : 1.2$ ）で切土した場合、長大切土となり現実的に切土工の計画は無理であり、急勾配で切土するための法面工を検討する。

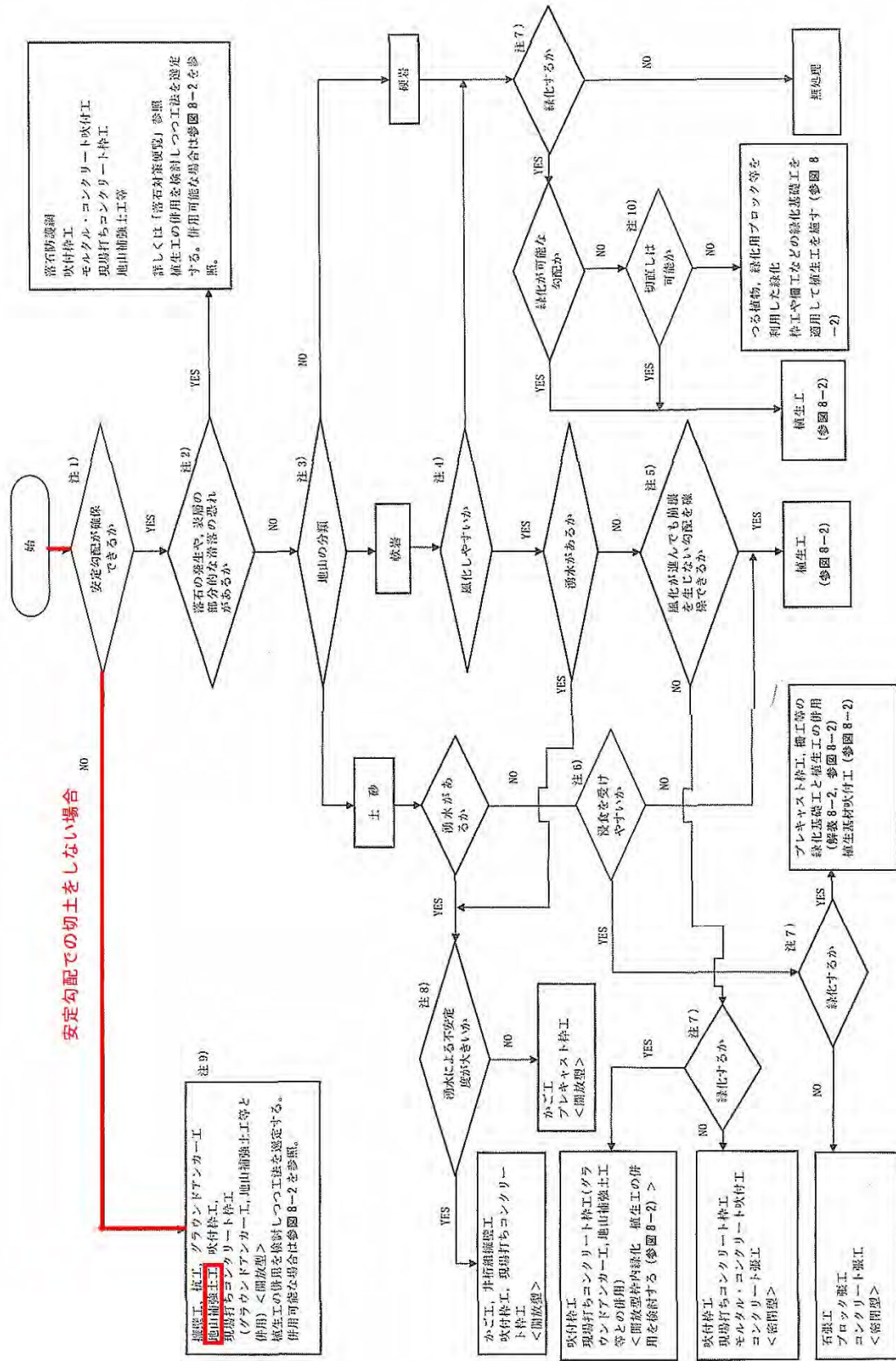
3) 基本工法の選定

対策工は、切土法面における法面保護工の選定フローチャートに基づき選定する。

安定勾配で切土が出来ないため、フローより「地山補強土工」を併用した急勾配切土工を選定する。

その他の工法は、以下のような理由から不適当とする。

- 擁壁工：対象斜面が大きく、擁壁工は適さない。
- 杭工：急斜面で、薄いすべりを抑止する対策であり、杭工は適さない。
- グラウンドアンカー工：大きなすべりが発生する場合有効であるが、当箇所想定されるすべり（崩壊）は規模が小さいため、適さないと考える。
- 吹付枠工：小規模な法面の崩壊抑止には有効であるが、ここでは適さない。



注: のり面緑化工の施工可能範囲をのり面勾配から判断する際には、参表 8-2 や解表 8-4 を参照すること。

参図 8-1 切土のり面におけるのり面保護工の選定フロー
(出典: 道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成21年6月 日本道路協会 p.198・199)

3.1.2 比較検討

1) 比較工法

工法選定結果より、急勾配切土工として、切土勾配を変化させて、以下の 2 案について比較検討を行う。

■ 第 1 案：地山補強土工 A

斜面全体を、地山補強土工により急勾配切土法面とする。

切土勾配は、安定勾配より 1 ランク程度急勾配となる 1 : 1.0 とする。

■ 第 2 案：地山補強土工 B

斜面全体を、地山補強土工により急勾配切土法面とする。

切土勾配は、安定勾配より 2 ランク程度急勾配となる 1 : 0.8 とする。

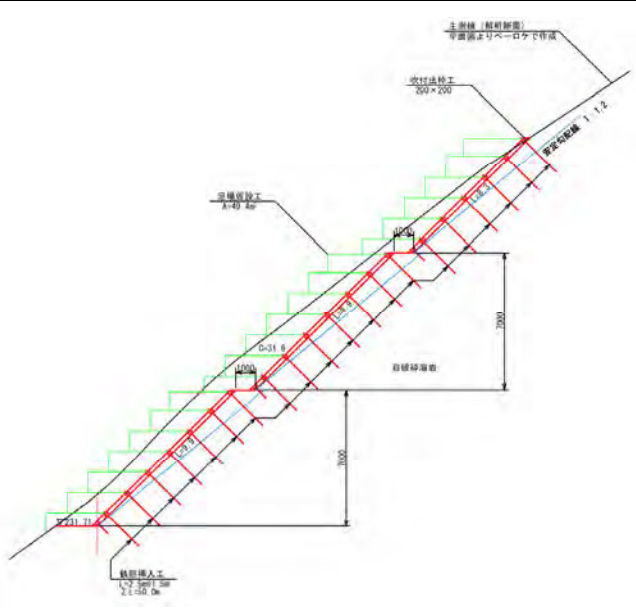
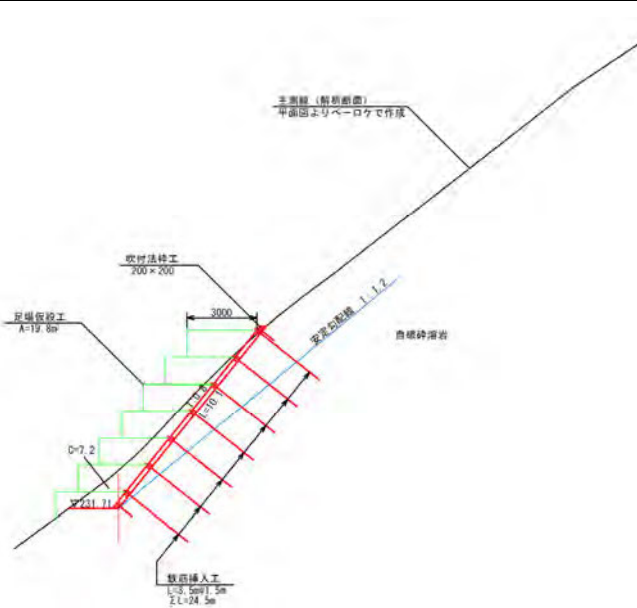
比較検討結果を表-1 に示す。

比較検討の結果、第 2 案（切土勾配を 1 : 0.8）とした場合、切土高が 1 段で収まるのに対し、第 1 案（切土勾配を 1 : 1.0）は、切土高が高くなり、2 段の切土面となることから、施工性・経済性等総合的に優れることから、第 2 案の地山補強土工 B（切土勾配を 1 : 0.8）が最適工法と考える。

協議の結果、以下の工法を採用する。

「第 2 案：地山補強土工 B」（切土勾配 1 : 0.8）

表-1 迂回路トンネル起点側坑口法面工の比較検討表

	第1案：地山補強土工A（切土勾配1：1.0）	第2案：地山補強土工B（切土勾配1：0.8）																																																																																																																																																			
概要図																																																																																																																																																					
計画の概要	<p>■斜面全体を地山補強土工により急勾配切土法面とする。 切土勾配は、安定勾配より1ランク程度急勾配となる1：1.0とする。 自破砕溶岩層が厚く分布するため、自破砕溶岩層に定着を取るものとする。</p> <p>■諸元 切土法面勾配 1：1.0 地山補強土工 鉄筋挿入工 L=2.5m 吹付法枠工 200×200-1500×1500</p>	<p>■斜面全体を地山補強土工により急勾配切土法面とする。 切土勾配は、安定勾配より2ランク程度急勾配となる1：0.8とする。 自破砕溶岩層が厚く分布するため、自破砕溶岩層に定着を取るものとする。</p> <p>■諸元 切土法面勾配 1：0.8 地山補強土工 鉄筋挿入工 L=3.5m 吹付法枠工 200×200-1500×1500</p>																																																																																																																																																			
安定性 景観	<p>■地山補強土工により安定な法面となり、安定性における問題はない。 景観的には、切土高が高く、3段の切土法面となり、坑口部の地形改変が大きい分、第2案より劣る。</p>	<p>■地山補強土工により安定な法面となり、安定性における問題はない。 景観的にも、大きな法面とならないため、特に問題はない。</p>																																																																																																																																																			
施工性	<p>■法面が大きくなるため、片切掘削・残土処分・法面工の工事量が多くなり、全体に第2案より劣る。</p>	<p>■切土が1段となるため、切土範囲が狭く、施工性は良い。</p>																																																																																																																																																			
その他	<p>■引き抜き試験により鉄筋挿入工の定着長を確認する必要がある。 (定着層：自破砕溶岩層)</p>	<p>■引き抜き試験により鉄筋挿入工の定着長を確認する必要がある。 (定着層：自破砕溶岩層)</p>																																																																																																																																																			
10m当り 概算工事費	<table border="1"> <tr> <td>■切土工(片切・土砂)</td> <td>316 m³</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■残土処分</td> <td>316 m³</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■切土法面整形工</td> <td>281 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■吹付法枠工 (200×200)</td> <td>417 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■植生基材吹付工 (枠内 t=5cm)</td> <td>198 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■鉄筋挿入工</td> <td>333 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■足場仮設工 (B=2.0m)</td> <td>494 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td></td> <td></td> <td>合計</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>諸経費</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>工事費</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> </table> <p>比率 2.54</p>	■切土工(片切・土砂)	316 m ³	×	■	■	■	■	■残土処分	316 m ³	×	■	■	■	■	■切土法面整形工	281 m ²	×	■	■	■	■	■吹付法枠工 (200×200)	417 m	×	■	■	■	■	■植生基材吹付工 (枠内 t=5cm)	198 m ²	×	■	■	■	■	■鉄筋挿入工	333 m	×	■	■	■	■	■足場仮設工 (B=2.0m)	494 m	×	■	■	■	■	直接工事費			合計	■	■	■	諸経費				■	■	■	工事費				■	■	■	<table border="1"> <tr> <td>■切土工(オープン・土砂)</td> <td>72 m³</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■残土処分</td> <td>72 m³</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■切土法面整形工</td> <td>72 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■吹付法枠工 (200×200)</td> <td>101 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■吹付法枠工 (200×200)</td> <td>157 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■植生基材吹付工 (枠内 t=5cm)</td> <td>70 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■鉄筋挿入工</td> <td>163 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■足場仮設工 (B=2.0m)</td> <td>198 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td></td> <td></td> <td>合計</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>諸経費</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>工事費</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> </table> <p>比率 1.00</p>	■切土工(オープン・土砂)	72 m ³	×	■	■	■	■	■残土処分	72 m ³	×	■	■	■	■	■切土法面整形工	72 m ²	×	■	■	■	■	■吹付法枠工 (200×200)	101 m ²	×	■	■	■	■	■吹付法枠工 (200×200)	157 m	×	■	■	■	■	■植生基材吹付工 (枠内 t=5cm)	70 m ²	×	■	■	■	■	■鉄筋挿入工	163 m	×	■	■	■	■	■足場仮設工 (B=2.0m)	198 m	×	■	■	■	■	直接工事費			合計	■	■	■	諸経費				■	■	■	工事費				■	■	■
■切土工(片切・土砂)	316 m ³	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■残土処分	316 m ³	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■切土法面整形工	281 m ²	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■吹付法枠工 (200×200)	417 m	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■植生基材吹付工 (枠内 t=5cm)	198 m ²	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■鉄筋挿入工	333 m	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■足場仮設工 (B=2.0m)	494 m	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
直接工事費			合計	■	■	■																																																																																																																																															
諸経費				■	■	■																																																																																																																																															
工事費				■	■	■																																																																																																																																															
■切土工(オープン・土砂)	72 m ³	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■残土処分	72 m ³	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■切土法面整形工	72 m ²	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■吹付法枠工 (200×200)	101 m ²	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■吹付法枠工 (200×200)	157 m	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■植生基材吹付工 (枠内 t=5cm)	70 m ²	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■鉄筋挿入工	163 m	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
■足場仮設工 (B=2.0m)	198 m	×	■	■	■	■																																																																																																																																															
直接工事費			合計	■	■	■																																																																																																																																															
諸経費				■	■	■																																																																																																																																															
工事費				■	■	■																																																																																																																																															
判定	△ (1：0.8の場合より総合的に劣る)	◎ (施工性・経済性を含め総合的に優れる)																																																																																																																																																			

2) 第1案：地山補強土工 A

①工法の概要

図-1 参照

斜面全体を，地山補強土工により急勾配切土法面とする。

自破碎溶岩層の安定勾配は 1 : 1.2 とする。

切土勾配は，安定勾配より 1 ランク程度急勾配となる 1 : 1.0 とする。

自破碎溶岩層が厚く分布するため，鉄筋挿入工は自破碎溶岩層に定着を取るものとする。

定着層の岩の状態は，風化岩として考慮する。

地山補強土工の概略諸元は，以下とする。

■鉄筋挿入工

鉄筋長 $L=2.5\text{m}$
(安定勾配線の奥に 1.0m以上の定着を考慮)

ピッチ 1.5m (一般的な最大ピッチ)

■吹付法枠工

法枠断面 200×200 (計画可能な最大断面)

②概算数量

10m当り数量で比較する。

切土工 (片切) $V=31.6 \times 10.0 = 316 \text{ m}^3$

残土処分 $V=316 \text{ m}^3$

切土法面整形工 $A=28.1 \times 10.0 = 281 \text{ m}^2$

吹付法枠工 $L=10.0/1.5 \times 28.1 + 23 \times 10.0 = 417 \text{ m}$

植生基材吹付工 $A=281 - 417 \times 0.2 = 198 \text{ m}^2$

鉄筋挿入工 $L=10.0/1.5 \times 50.0 = 333 \text{ m}$

足場仮設工 $V=49.4 \times 10.0 = 494 \text{ 空 m}^3$

第1案：地山補強土工A

(切土勾配 1 : 1.0)

S=1 : 200

工法の概要

斜面全体を地山補強土工により急勾配切土法面とする。

自破碎溶岩層の安定勾配は、切土対象箇所は風化が著しいと考えられることから、概ね現況斜面勾配で、軟岩の標準切土勾配の範囲の最も緩い勾配1 : 1.2とする。

切土勾配は、安定勾配より1ランク程度急勾配となる1 : 1.0とする。

自破碎溶岩層が厚く分布するため、鉄筋挿入工は自破碎溶岩層に定着を取るものとする。

定着部の岩の状態は、風化岩として考慮する。

地山補強土工の概略諸元は以下とする。

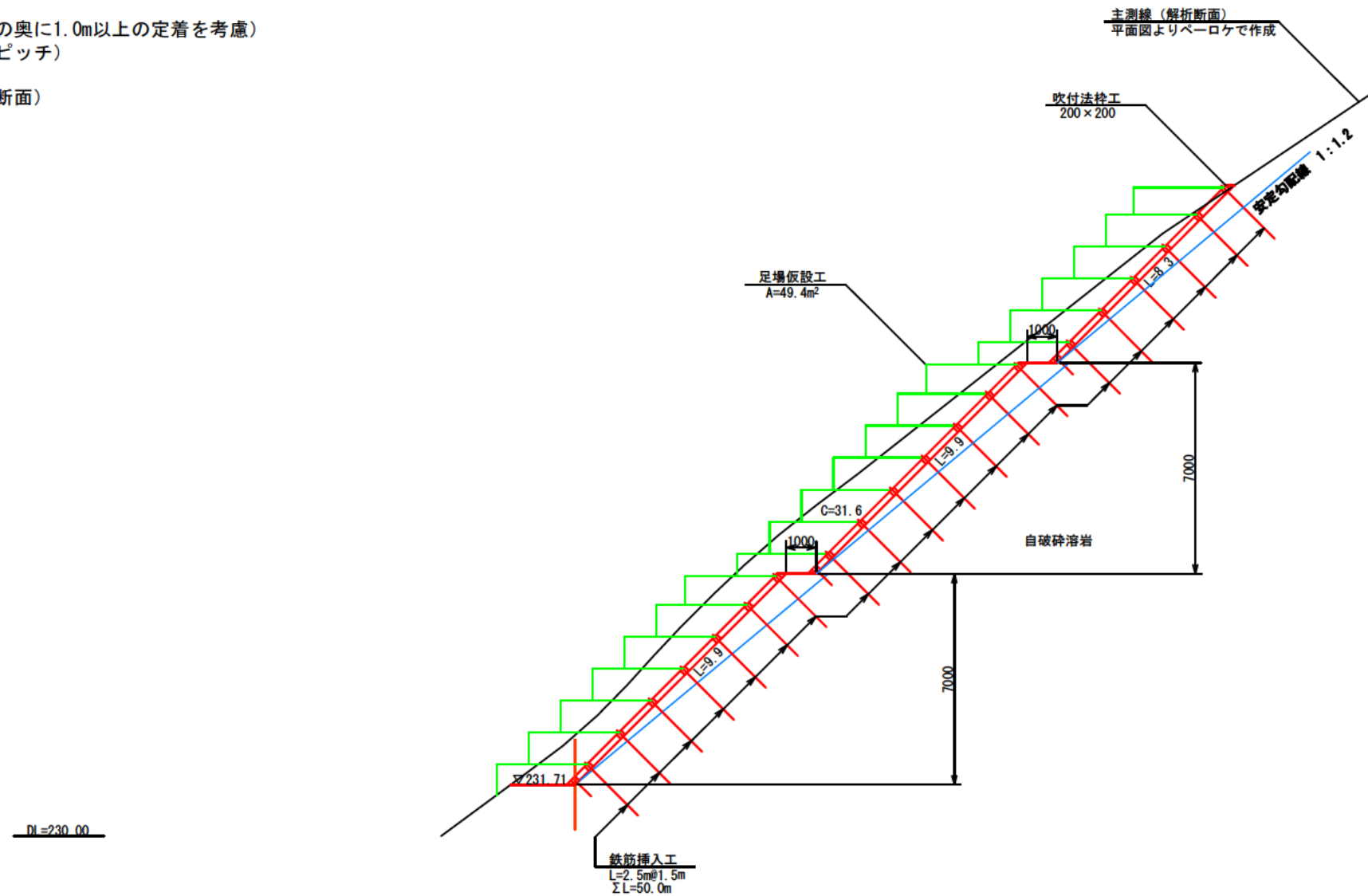
■鉄筋挿入工

鉄筋長：2.5m (安定勾配線の奥に1.0m以上の定着を考慮)

ピッチ：1.5mピッチ (最大ピッチ)

■吹付法砕工

200×200 (計画可能な最小断面)



10m当り数量

切土工 (片切)	$V = 31.6 \times 10.0 = 316\text{m}^3$
切土法面整形工	$A = 28.1 \times 10.0 = 281\text{m}^2$
吹付法砕工	$L = 10.0 / 1.5 \times 28.1 + 23 \times 10.0 = 417\text{m}$
植生基材吹付工	$A = 281 - 417 \times 0.2 = 198\text{m}^2$
鉄筋挿入工	$L = 10.0 / 1.5 \times 50.0 = 333\text{m}$
足場仮設工	$V = 49.4 \times 10.0 = 494\text{空m}^3$

図-1 第1案：地山補強土工A 標準断面図 S=1 : 200

3) 第2案：地山補強土工B

①工法の概要

図-2 参照

斜面全体を、地山補強土工により急勾配切土法面とする。

自破碎溶岩層の安定勾配は1:1.2とする。

切土勾配は、安定勾配より2ランク程度急勾配となる1:0.8とする。

鉄筋挿入工による急勾配切土工は、一般的に1ランク程度であるが、ここでは2ランクでの適用を考える。

自破碎溶岩層が厚く分布するため、鉄筋挿入工は自破碎溶岩層に定着を取るものとする。

地山補強土工の概略諸元は、以下とする。

本案は採用案となることから、必要定着長等は計算により確認している。

■鉄筋挿入工

鉄筋長	$L=3.5\text{m}$ (安定勾配線の奥に1.0m以上の定着を考慮)
ピッチ	1.5m (一般的な最大ピッチ)

■吹付法枠工

法枠断面	200×200 (計画可能な最大断面)
------	---------------------

②概算数量

10m当り数量で比較する。

切土工 (片切)	$V=7.2 \times 10.0 = 72 \text{ m}^3$
残土処分	$V=72 \text{ m}^3$
切土法面整形工	$A=10.1 \times 10.0 = 101 \text{ m}^2$
吹付法枠工	$L=10.0/1.5 \times 10.1 + 9 \times 10.0 = 157 \text{ m}$
植生基材吹付工	$A=101 - 157 \times 0.2 = 70 \text{ m}^2$
鉄筋挿入工	$L=10.0/1.5 \times 24.5 = 163 \text{ m}$
足場仮設工	$V=19.8 \times 10.0 = 198 \text{ 空 m}^3$

第2案：地山補強土工B

(切土勾配 1 : 0.8)

S=1 : 200

工法の概要

斜面全体を地山補強土工により急勾配切土法面とする。

自破碎溶岩層の安定勾配は、切土対象箇所は風化が著しいと考えられることから、概ね現況斜面勾配で、軟岩の標準切土勾配の範囲の最も緩い勾配1 : 1.2とする。

切土勾配は、安定勾配より2ランク程度急勾配となる1 : 0.8とする。

鉄筋挿入工による急勾配切土工は、一般的には1ランク程度であるが、ここでは2ランクでの適用を考える。

自破碎溶岩層が厚く分布するため、鉄筋挿入工は自破碎溶岩層に定着を取るものとする。

定着部の岩の状態は、風化岩として考慮する。

地山補強土工の概略諸元は以下とする。

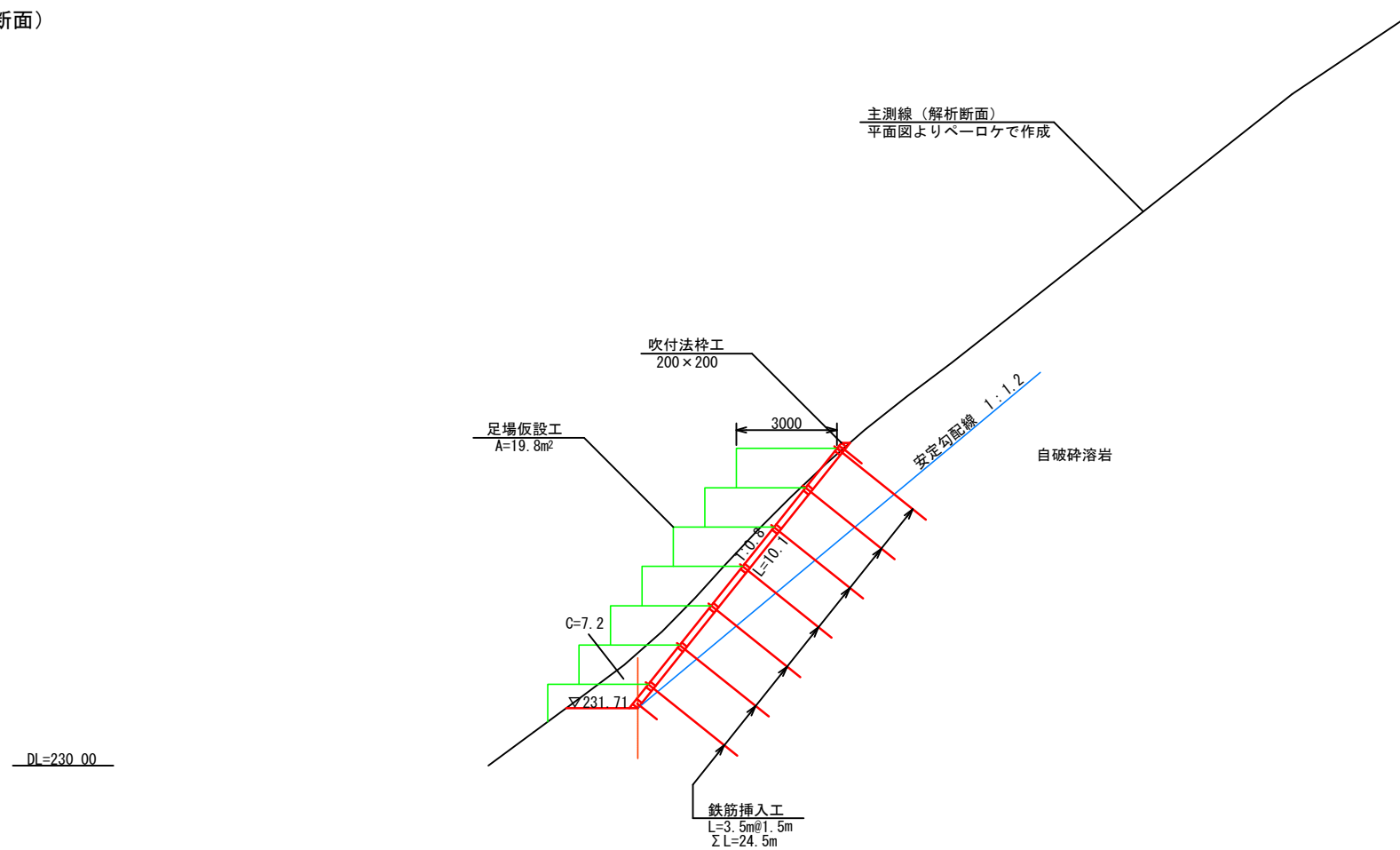
■鉄筋挿入工

鉄筋長：3.5m（安定勾配線の奥に1.0m以上の定着を考慮）

ピッチ：1.5mピッチ（最大ピッチ）

■吹付法砕工

200×200（計画可能な最小断面）



10m当り数量

切土工（片切）
切土法面整形工
吹付法砕工
植生基材吹付工
鉄筋挿入工
足場仮設工

$V = 7.2 \times 10.0 = 72\text{m}^3$
 $A = 10.1 \times 10.0 = 101\text{m}^2$
 $L = 10.0 / 1.5 \times 10.1 + 9 \times 10.0 = 157\text{m}$
 $A = 101 - 157 \times 0.2 = 70\text{m}^2$
 $L = 10.0 / 1.5 \times 24.5 = 163\text{m}$
 $V = 19.8 \times 10.0 = 198\text{m}^3$

図-2 第2案：地山補強土工B 標準断面図 S=1 : 200

3.2 設計計画

3.2.1 計画の概要

当箇所の法面工の概要は、以下の通りである。(標準断面図参照)

■主工法：地山補強土工（鉄筋挿入工+吹付法砕工）

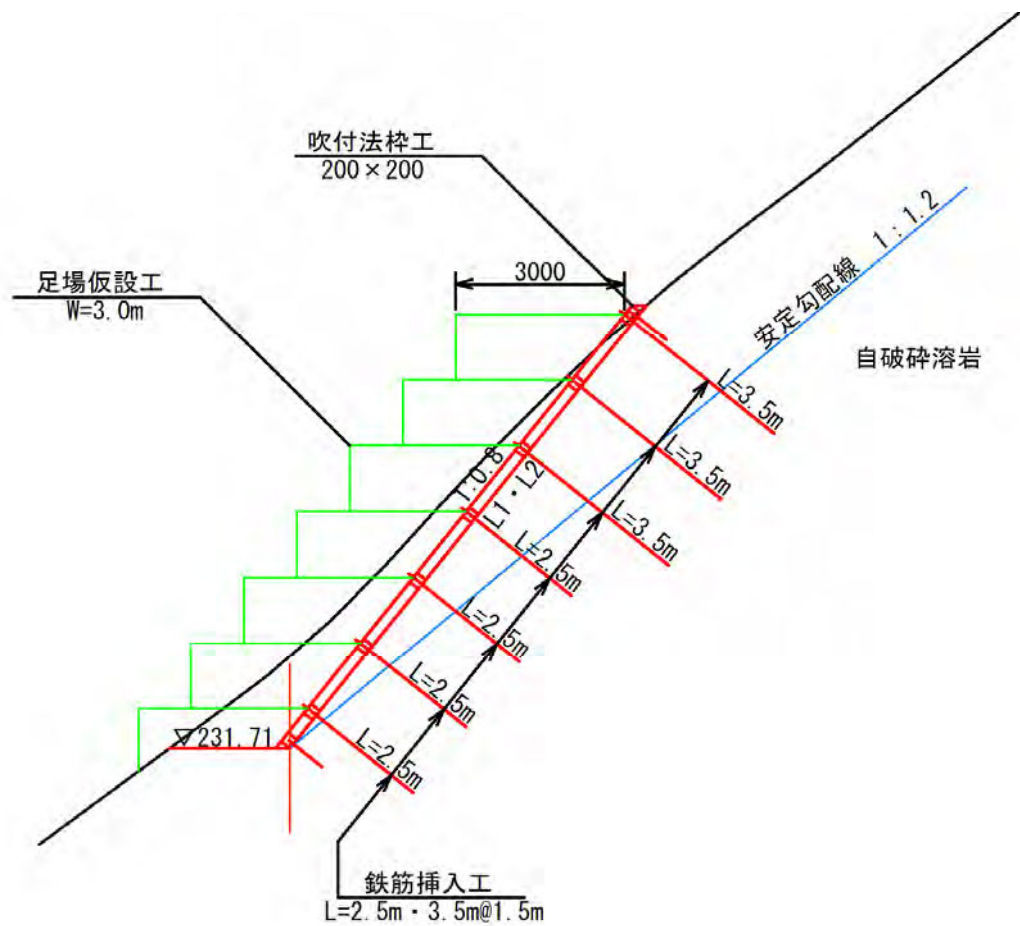
切土勾配 1 : 0.8

鉄筋挿入工 L=2.5m・3.5m

吹付法砕工 200×200-1500×1500

中詰工：植生基材吹付工 t=3cm

以下、それぞれの詳細についての設計計画を示す。



標準断面図

3.2.2 切土工の計画

1) 計画切土勾配

工法検討の結果，法面工を地山補強土工による急勾配切土工とし，計画切土勾配は，1 : 0.8とする。

2) 切土形状

一般的に切土高 5～10m（7mを標準）毎に小段を設けられる。

これに対し，当箇所切土高は，概ね最大で 7m超程度であることから，小段を設けず 1 段の切土形状とする。

3.2.3 鉄筋挿入工の計画

1) 目的

急勾配切土により、斜面に想定されるすべりを抑止することを目的とする。

鉄筋挿入工の反力体は、安定勾配より急な法面全体を、面的に安定を図るため、吹付法砕工とする。

2) 定着層

安定勾配線より奥を定着層（自破碎溶岩）とする。

自破碎溶岩層は、確認されている箇所では良好なものであるが、当斜面ではかなり風化していることが予想されることから、設計に際し、下表の「風化岩」の値を考慮する。

$$\tau = 0.48 \text{ N/mm}^2$$

但し、施工に際しては、引き抜き試験により、確認が必要である。

表 4.4.5 極限周面摩擦抵抗の推定値

地盤の種類		極限周面摩擦抵抗(N/mm ²)	
岩盤	硬岩	1.20	
	軟岩	0.80	
	風化岩	0.48	
	土丹	0.48	
砂礫	N値	10	0.08
		20	0.14
		30	0.20
		40	0.28
		50	0.36
砂	N値	10	0.08
		20	0.14
		30	0.18
		40	0.23
		50	0.24
粘性土		0.8×c	

c：粘着力

(参考文献：切土補強土工法設計・施工要領 p.33)

3) 安全率

周面摩擦抵抗に対する安全率は、以下とする。

$$F_s = 2.0 \quad (\text{永久構造物})$$

(参考文献：切土補強土工法設計・施工要領 p.31)

4) 鉄筋挿入工の諸元

検討の結果、対策工の諸元は、以下の通りとする。(設計計算参照)

■鉄筋挿入工の諸元

鉄筋長	L=2.5m・3.5m (定着長は1.0m以上) (定着層は基岩層を想定)
鉄筋径	D19
設計引張り力	T _m =29.5kN/本
傾角(打設角度)	α=38.7° (法面直角方向)
削孔径	φ=65mm
定着層の周面摩擦抵抗	τ=0.48kN/m ²
反力体	吹付法枠工 200×200-1500×1500
配置	交点配置 (1本/2.25m ²)
施工機械	定置式ドリル (単管足場)

鉄筋長については、コスト削減の観点から、定着長1.0mを確保するための必要最大長さの3.5m一律とせず、1mラウンドで2段階の長さ(2.5m・3.5m)で計画する。

5) 異形鉄筋・注入材

許容応力度は、以下とする。

$$\text{許容引張応力度} \quad \sigma_{sa} = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{許容付着応力度} \quad \tau_{sa} = 1.6 \text{ N/mm}^2$$

注入材(モルタル)の設計基準強度は、24 N/mm²とする。

表 4.4.4 異形鉄筋と注入材の許容付着応力度 (N/mm²)

補強材の種類	24	27	30
許容付着応力度	1.6	1.7	1.8

(出典：切土補強土工法設計・施工指針 p.31)

6) 防食計画

永久法面に対する対策工であり、以下の防食対策を講じる。

①垂鉛メッキ処理による防食

更に、補強材については、1mmの腐食代を考慮

②補強材の地中部に対し、注入材による防食

補強材に対し、10mm以上のかぶりを確保

③補強材の頭部に対し、オイルキャップによる防食

7) 削孔

掘削対象地盤は、風化の進んだ自破砕溶岩層であるが、孔壁は自立すると考える。

削孔は、吹付法枠後の作業であり、土足場は困難なことから、施工機械は定置式ドリル(削孔径φ65mm)とする。

足場は、単管足場(W=3.0m)を考慮する。

8) 配置計画

一般に、補強材の打設ピッチは 1.0~1.5m で、1 本/2m² 程度の配置が望ましいとされている。これに対し、経済性を考慮し、最も計画本数が少なくなる 1.5m ピッチでの計画可能なことから 1.5m ピッチとする。(2.25m²/本)

吹付法枠工の枠及び鉄筋挿入工の配置は、以下のように計画する。

■縦枠は鉛直、横枠は水平とする。

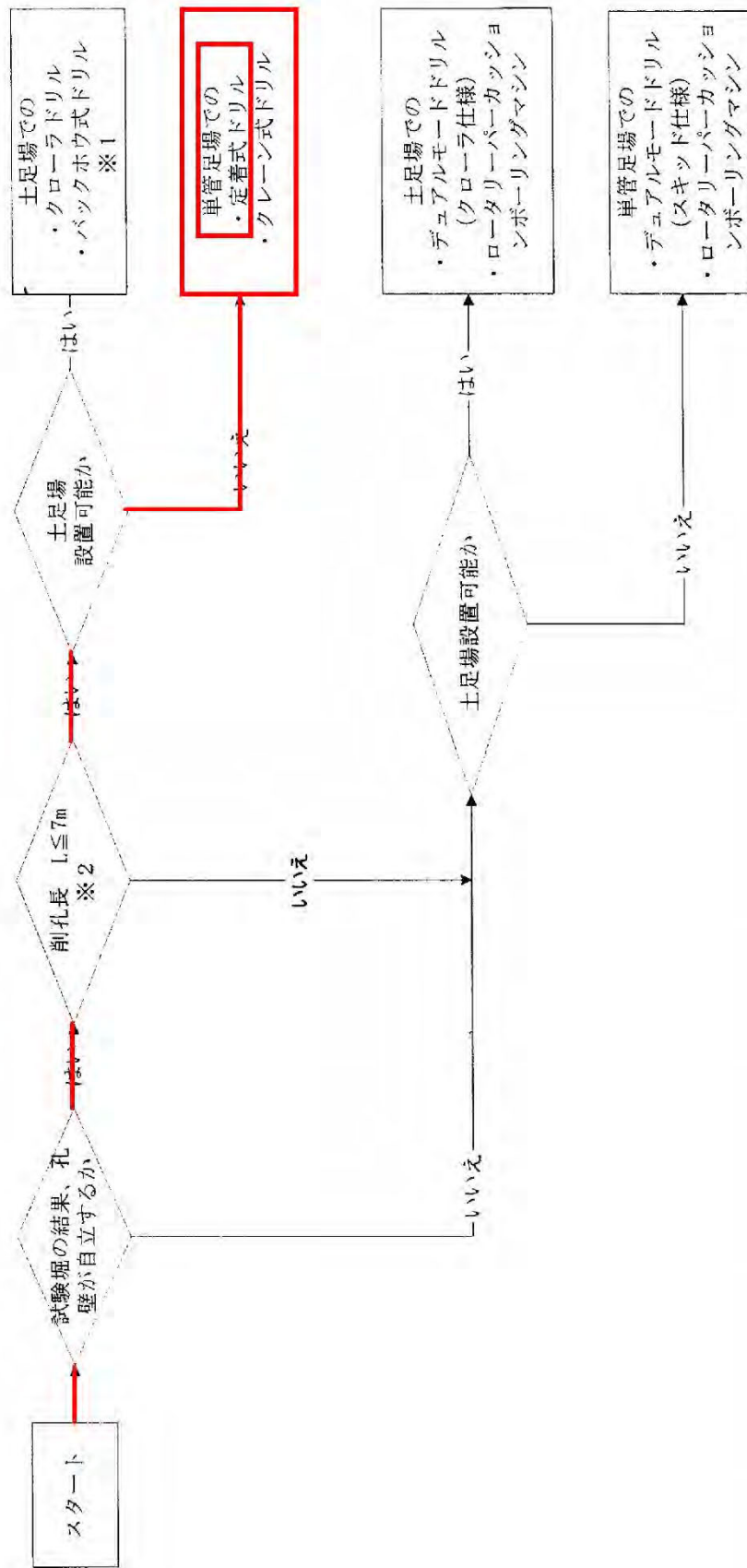
■縦枠は、主側線を基準とし、法尻の切土基準線が曲線部では、最上段の横枠位置で 1.5 m ピッチになるように配置する。

■横枠は、法尻から 0.75m (1/2 スパン) の高さの横枠を基準とし、1.5m ピッチで配置する。

■鉄筋挿入工は、枠の交点に配置する。

但し、1/2 スパン (0.75m) 以下の交点には配置しない。

端部の縦枠長の張り出し長が 1/2 スパン (0.75m) 以上の場合は配置する。



※1 1段のり面での施工本数が500本を超える場合は、オートボルトセッター工法の採用が有効な場合もある。
 ※2 削孔長が長くなる場合は、施工費が割高になるためグラウンドアンカー工等との比較検討を行い、経済性、施工性の良い工法を採用する必要がある。

図 5.2.6 標準的な施工機械選定フロー (参考)
 (出典：切土補強土工法設計・施工要領 p.72)

3.2.4 吹付法枠工の計画

1) 目的

鉄筋挿入工の反力体及び法面を面的に抑えることを目的とする。

2) 構造

資料及び鉄筋挿入工の反力体としての設計計算より、以下のような構造とする。

枠断面	200×200
主鉄筋	D10×2本
アンカーバー	D16 L=0.75m
アンカーピン	D13 L=0.40m
かぶり	45mm (有効高 155mm)
枠ピッチ	縦方向 1.5m 横方向 1.5m

●資料

付録 表 3.1 枠断面の枠スパン、鉄筋および有効高さの標準

寸法単位：mm

枠断面	枠スパン	鉄筋径	鉄筋本数	有効高さ d
150 × 150	1,150 × 1,150	D10	2本	105
200 × 200	1,200 × 1,200	D10 ~ D13	4本	155
300 × 300	2,000 × 2,000	D13 ~ D16	4本	235
400 × 400	2,000 × 2,000	D16 ~ D19	4本または8本	315
400 × 400	2,500 × 2,500	D16 ~ D19	4本または8本	315
500 × 500	3,000 × 3,000	D16 ~ D25	8本	410
600 × 600	3,000 × 3,000	D22 ~ D25	8本	510

付録 表 3.5 アンカーバーおよびアンカーピンの適用例

枠断面	標準アンカーバー規格	標準アンカーピン規格	標準アンカーピン本数
150 × 150	D16 - L = 500	D10 - L = 300	横枠のみ2本
200 × 200	D16 - L = 750	D10 - L = 400	横枠のみ2本
300 × 300	D19 - L = 800	D13 - L = 500	横枠のみ3本
400 × 400	D19 - L = 800	D13 - L = 700	横枠のみ3本~4本
500 × 500	D19 - L = 1,000	D16 - L = 800	横枠のみ4本
600 × 600	D19 - L = 1,000	D16 - L = 800	横枠のみ4本

(出典：のり枠工の設計・施工指針 全国特定法面保護協会 平成 18 年 11 月 p.付 15~16)

3) 中詰工

法枠内は、緑化を図るものとし、中詰工の選定手順（例）により選定する。
検討の結果、以下とする。

「植生基材吹付工 (t=3cm)」

中詰工の選定

■切盛区分 → 切土法面

■湧水の有無 → NO

湧水は、ないものとする。

■緑化が必要か? → YES

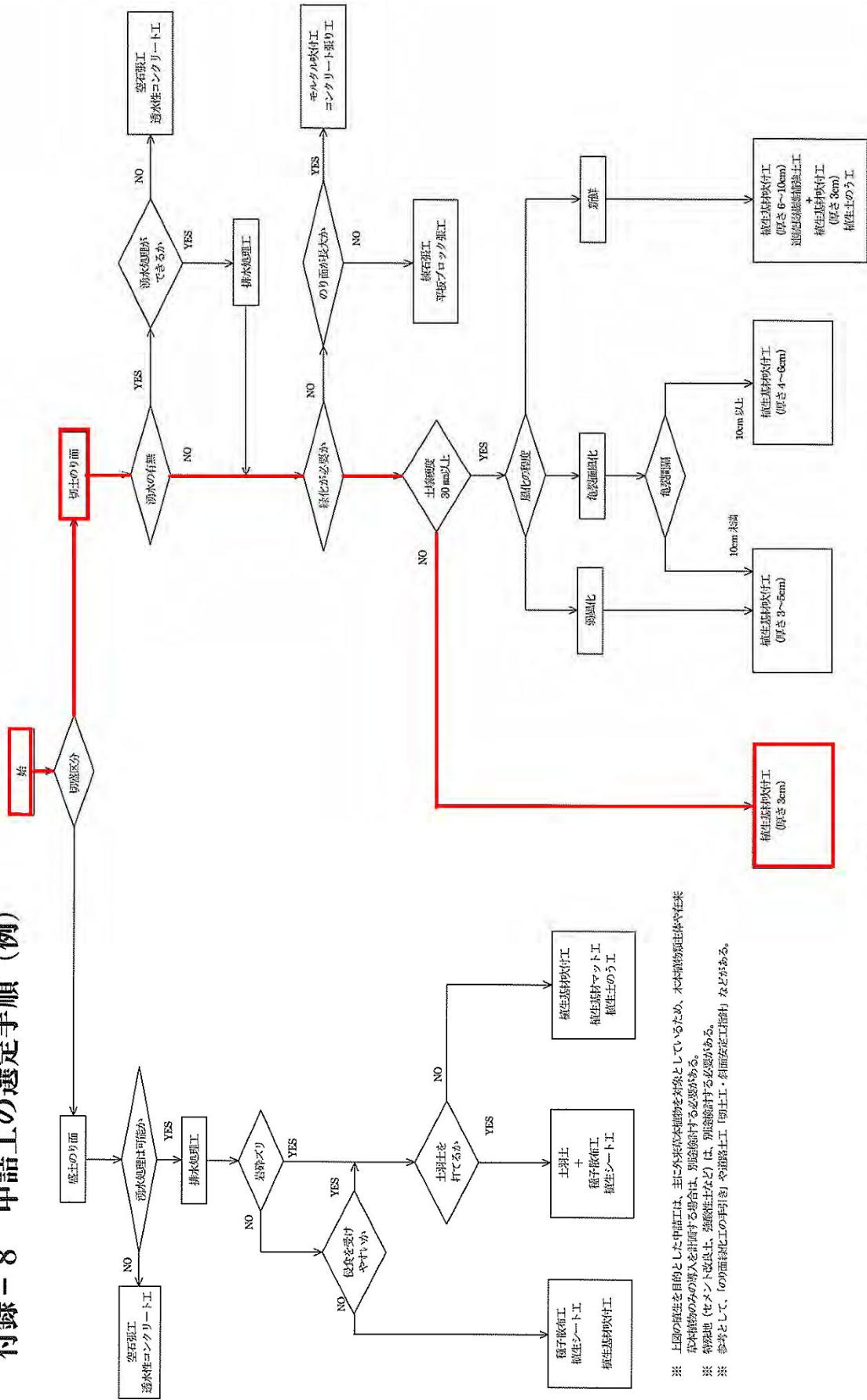
緑化したい。

■土壌硬度 30mm 以上 → NO

風化の進んだ自破碎溶岩層であり、土壌硬度が 30mm 以上とは考えられない。

以上より「植生基材吹付工 (厚さ 3cm)」が選定される。

付録-8 中詰工の選定手順 (例)



付図 8.1 中詰工の選定手順 (例)

(出典：のり砕工の設計・施工指針 平成25年10月 (一社) 全国特定法面保護協会 p. 付44)

※ 上記の植生を目的とした中詰工は、主に外來植物を対象としているため、木本植物種主体や在来草本植物のみの導入を計画する場合は、別途検討する必要がある。
 ※ 特許地 (セメント改良土、強硬土など) は、別途検討する必要がある。
 ※ 参考として、のり砕工の手引きや選定工 (切土工・斜面安定工) などが、

3.2.5 施工計画

法面工についての、工種毎の施工上の留意点を示す。

1) 吹付法枠工

切土後、吹付法枠工を行う。

法枠の交点には、鉄筋挿入工のためのボイド管設置が必要である。

枠は、縦枠は鉛直、横枠は水平とする。

対象法面が主に曲面であるため、縦枠は上方向に開く形状となり、縦枠ピッチが上で広く、下で狭くなる。

鉄筋挿入工の最大ピッチが1.5mであるため、縦枠の配置は、最上段の横枠での交点ピッチが1.5mになるように配置するものとする。

中詰工は、対象地盤が風化の進んだ自破碎溶岩層で、切土面の状態が不明なことから、硬度が30mm以下として、植生基材吹付工(t=3cm)で計画している。

そのため、施工時には、実際の切土面に対し、硬度試験等により、その計画を再確認する必要がある。

3) 鉄筋挿入工の試験

鉄筋挿入工においては、以下の試験が必要である。

■引き抜き試験

定着層の極限周面摩擦抵抗力(τ)を確認する。

試験時期は、本工事施工の前に実施する必要がある。

基本的に引き抜けるまで載荷する。

本設計で用いた値(τ)は次の通りである。

$$\tau = 0.48 \text{ N/mm}^2$$

定着層は崖錐堆積物層の下位に分布する火山礫凝灰岩層であり、この層を確認の上、実施する必要がある。

試験本数は、最低限3本行う必要がある。

$$N = 3 \text{ 本}$$

■確認試験

施工された補強材の引張り耐力が設計引張り力(T_m)を満足するかどうかを確認する。

設計引張り力(T_m)までの載荷とする。

本設計での設計引張り力(T_m)は、全て以下とする。

$$\text{設計引張り力 } T_m = 29.5 \text{ kN/本}$$

試験本数は、全本数の3%を対象とする。(但し、3本以上)

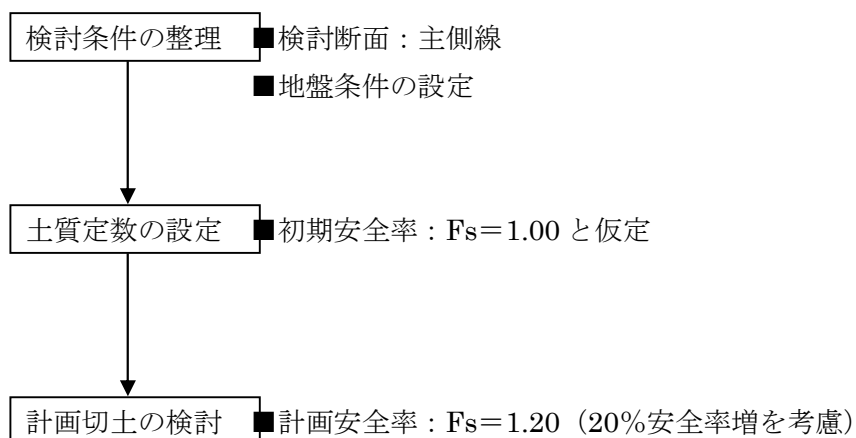
$$N = 44 \times 0.03 = 1.3 \rightarrow 3 \text{ 本}$$

3.3 設計計算

3.3.1 斜面の安定解析

1) 検討手順

斜面の安定解析を、以下の手順で検討する。



2) 検討断面

斜面勾配が最も急となり、切土が大きくなる断面を主側線（代表断面）とする。

断面形状は、平面図からペーロケで作成する。

地層構成は、既往調査結果より想定する。

3) 安全率

対策工は、切土時に想定されるすべり（最小安全率すべり）に対し20%の安全率増を考慮するものとし、想定されるすべりを検討するに際し、その安全率を $F_s=1.00$ とする。

計画安全率は、最小安全率すべりに対し20%の安全率増を考慮するものとし、計画安全率 $F_s=1.20$ として求めるものとする。

4) 計算式

次式により計算する。(道路土工 切土工・斜面安定工指針 p.399)

計算式：簡便法 (Fellenius 法)

$$F_s = \frac{\sum \{c \cdot l + (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

F_s : 安全率

c : すべり面の粘着力

ϕ : すべり面の内部摩擦角

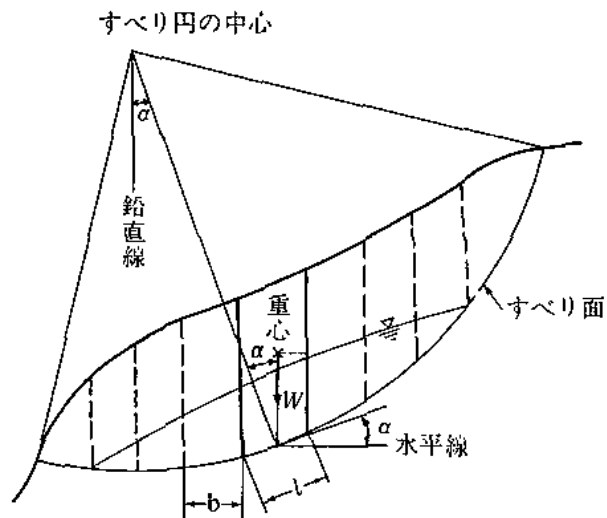
l : 各分割片で切られたすべり面の弧長

u : 間隙水圧

b : 分割片の幅

W : 分割片の重量

α : 分割片で切られたすべり面の中心とすべり面の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角度



解図 11-21 地すべり安定計算に用いるスライス分割の例

5) 土質定数の設定

①土質定数一覧表

斜面を主に構成する自破碎溶岩層の土質定数を、既往調査資料による地盤定数提案値より、以下とする。

土質定数一覧表

	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
自破碎溶岩層 (Au)	18.0	8.28	21

②自破碎溶岩層 (Au)

下表に示す自破碎溶岩は、新鮮岩に対するものであり、当検討箇所（トンネル坑口上方斜面）は地質縦断面図に示されるように、弾性波速度が 0.4~1.2km/sec 程度の状態であり、かなり風化が進んだ状態の岩と考えられる。

これを考慮して、以下のように設定する。

■単位体積重量

多少の風化を考慮して、新鮮岩の単位体積重量から 10%程度小さい値を考慮する。

■粘着力

初期安全率を $F_s=1.00$ として、逆算により求める。

計算の結果、 $c=8.28\text{kN/m}^2$ とする。

■内部摩擦角

内部摩擦角については、風化の程度により大きく変わらないと考えられるため、自破碎溶岩（新鮮岩）の提案値を採用する。

表. 4 地盤定数一覧表（迂回路トンネル 起点側）

地質時代	地層名	記号	岩相・土相	代表N値	単位体積重量 ρ_t (kN/m ³)	粘着力C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)	変形係数E (MN/m ²)	
新生代	第三紀	自破碎溶岩	Au	新鮮岩	277 (換算)	20 ¹⁾	489 ³⁾	21 ³⁾	129 ⁴⁾
		火山礫凝灰岩	Lpt	新鮮岩	300 (換算)	21 ²⁾	514 ³⁾	21 ³⁾	136 ⁴⁾

6) 安定計算結果

■切土時最小安全率すべり

切土時（切土勾配1：0.8）の最小安全率すべりが $F_s=1.00$ とし，不安定層（自破碎溶岩層）の土質定数（粘着力）を設定すると共に，想定されるすべり形状を推定する。

不安定層は，安定勾配線より急な部分とする。

試算の結果，粘着力は，以下となる。

図-1 参照（計算書-1）

最小安全率	$F_{smin}=1.00$
粘着力	$c=8.28 \text{ kN/m}^2$

■必要抑止力計算

最も危険なすべり（最小安全率すべり $F_{smin}=1.00$ ）に対し 20%の安全率増とするために必要な抑止力を求める。（計画安全率 $F_s=1.20$ ）

図-2 参照（計算書-2）

必要抑止力	$P=53.6 \text{ kN/m}$
-------	-----------------------

■対策後の安定性の確認

必要抑止力に対し，鉄筋挿入工（地山補強土工）で抑止するものとし，その計画後の安定性を確認する。

検討の結果，対策後のすべりに対する安全率は以下の通りとなり，計画安全率 $F_s=1.20$ を満足する。

対策後の切土時最小安全率すべりに対する安全率

図-3 参照（計算書-3）

$F_s=1.283$	>	1.20	OK
-------------	---	------	----

対策後の最小安全率すべり

図-4 参照（計算書-4）

$F_{smin}=1.236$	>	1.20	OK
------------------	---	------	----

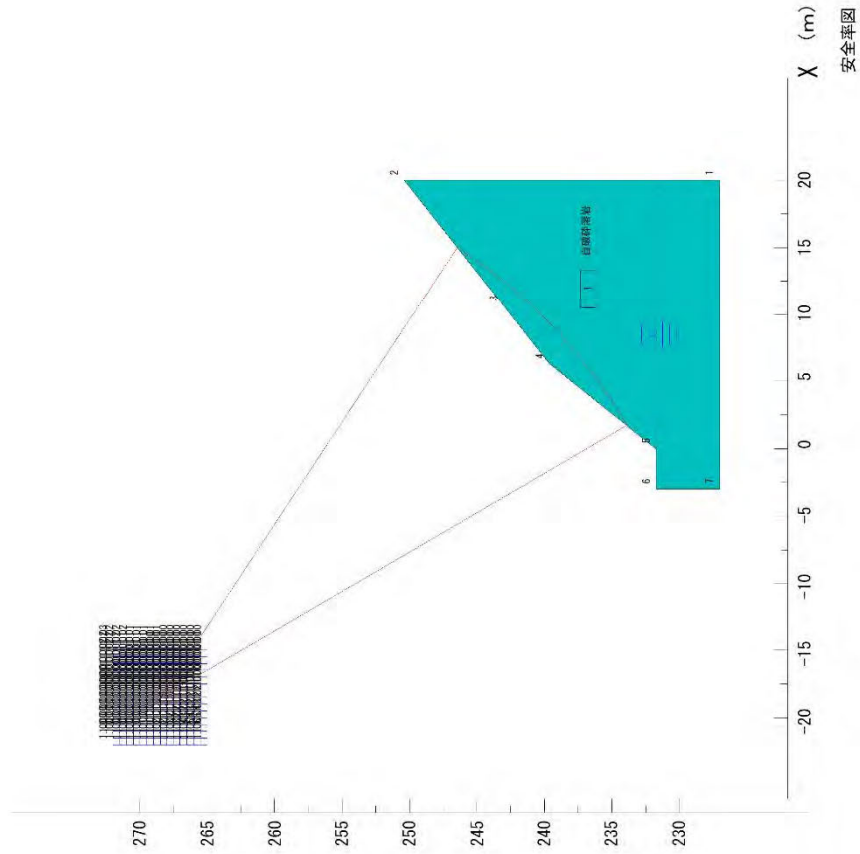
迂回路TN起点側坑口 切土時最小安全率すべり (Fs=1.00)

縮尺 : 1/ 503

最小安全率 F S MIN = 1.000
 円弧の中心 X = -18.50 (m)
 Y = 268.50 (m)
 半径 R = 40.11 (m)
 抵抗モーメント M R = 10648.6 (kN・m)
 起動モーメント M D = 10645.5 (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平強度	鉛直強度
1	18.00	18.00	21.00	8.28	0.30	0.000	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)



安全率図 (常時)

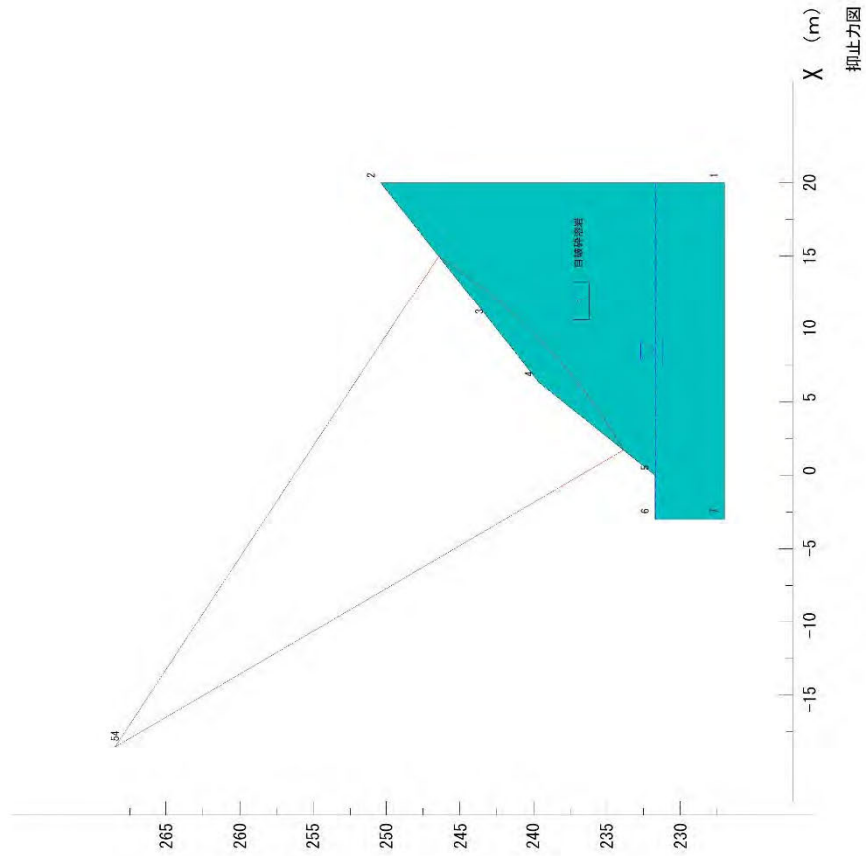
迂回路TN起点側坑口 必要抑止力計算 (Fs=1.20)

縮尺 : 1/ 464

必要安全率 F ST = 1.200 (k N)
 最大抑止力 = 53.6 (k N)
 安全率 F S = 0.999 (m)
 円弧の中心 X = -18.50 (m)
 Y = 268.50 (m)
 半径 R = 40.11 (m)
 抵抗モーメント M R = 10676.8 (k N・m)
 起動モーメント M D = 10687.8 (k N・m)

層番号	飽和重量 (k N/m ³)	湿潤重量 (k N/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (k N/m ²)	粘着力の 一次係数	水平変位 係数	鉛直変位
1	18.00	18.00	21.00	0.83	0.00	0.000	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (k N/m³)



抑止力図 (常時)

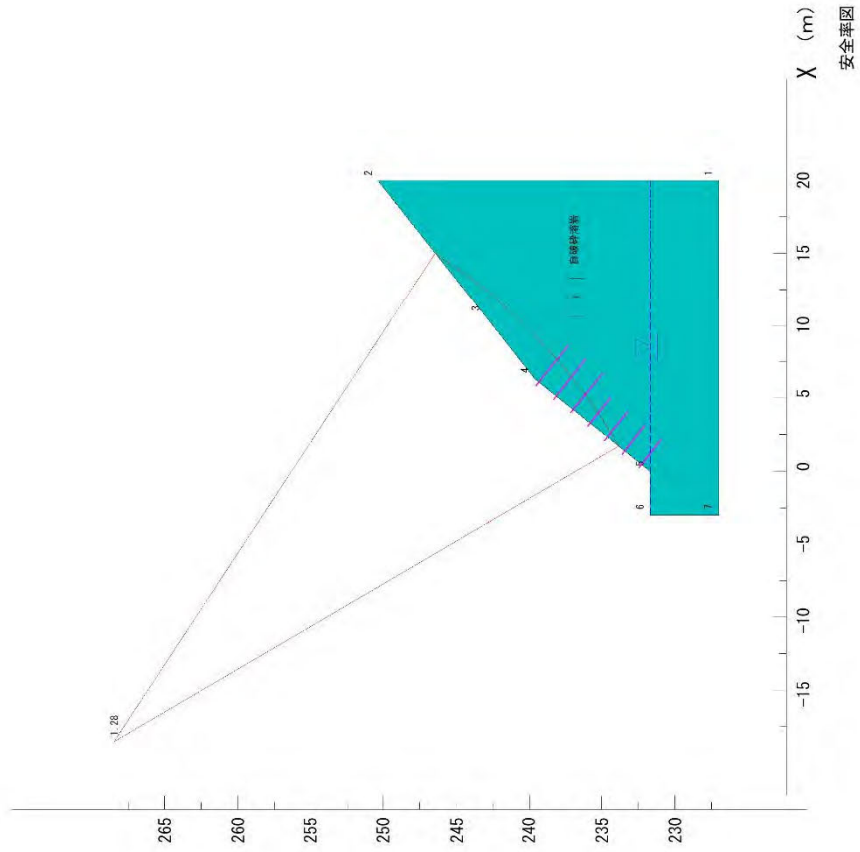
迂回路N起点側坑口 切土時最小安全率すべり

縮尺 : 1/ 464

最小安全率 F S MIN = 1.283
 円弧の中心 X = -18.50 (m)
 Y = 268.50 (m)
 半径 R = 40.11 (m)
 抵抗モーメント M R = 13709.8 (kN・m)
 起動モーメント M D = 10687.8 (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平強度	鉛直強度
1	18.00	18.00	21.00	8.38	0.00	0.000	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)



迂回路T1起点側抗口 対策後 最小安全率すべり

縮尺 : 1/ 347

最小安全率 F S MIN = 1.236
 円弧の中心 X = -3.00 (m)
 Y = 257.50 (m)
 半径 R = 21.73 (m)
 抵抗モーメント M R = 6175.3 (kN・m)
 起動モーメント M D = 4997.2 (kN・m)

原番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦係 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平強度	鉛直強度
1	18.66	14.66	31.00	8.30	0.30	0.000	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)

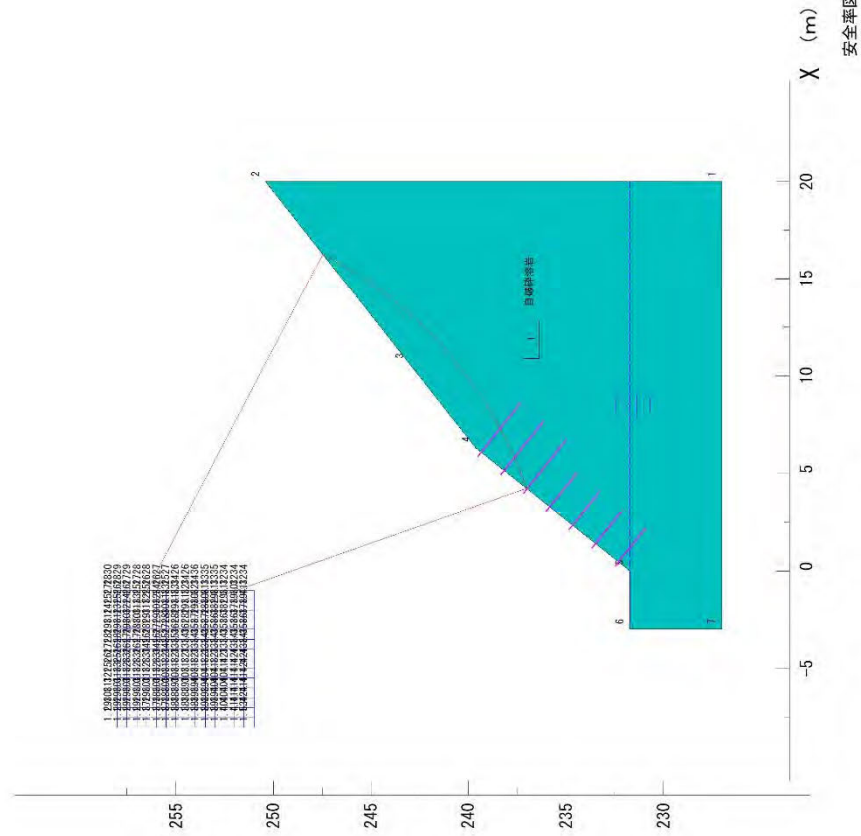


図-4

3.3.2 鉄筋挿入工の計算

1) 計算条件

- | | |
|-------------------|---|
| a) 計算方法 | 「道路土工 切土工・斜面安定工指針 日本道路協会」
「切土補強土工法設計・施工要領 NEXCO」 に準拠 |
| b) 検討断面 | 主側線 |
| c) 必要抑止力 | $P = 53.6 \text{ kN/m}$ (最小安全率すべりに対する抑止力) |
| d) 配置 | ピッチ : $L = 1.5 \text{ m}$ |
| e) 打設角度 | $\phi = 38.7^\circ$ (法面直角方向) |
| f) 削孔径 | $\phi 65 \text{ mm}$ |
| g) 定着層の極限周面摩擦抵抗 | $\tau_p = 0.48 \text{ N/mm}^2$ (風化岩) |
| h) 極限周面摩擦抵抗の計画安全率 | $F_{sa} = 2.0$ |
| i) 補強材 | 異形棒鋼 |
| j) 補強材の許容引張応力度 | $\sigma_{sa} = 200 \text{ N/mm}^2$ |
| k) 補強材の許容付着応力度 | $\sigma_{sa} = 1.6 \text{ N/mm}^2$ |

3) 計算式

すべりに対する安定計算により行う。

計算式 (道路土工 切土工・斜面安定工指針 p.297 参照)

$$F_{sp} = \frac{\Sigma c \cdot l + \Sigma (W - u \cdot b) \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi + P_r}{\Sigma W \cdot \sin \alpha}$$

F_{sp} : 計画安全率

P_r : 補強材の抑止力 (必要抑止力)

$$P_r = T_m \cdot \cos \beta + T_m \cdot \sin \beta \cdot \tan \phi$$

T_m : 補強材の設計引張り力

$$T_m = \lambda \cdot T_{pa}$$

T_{pa} : 補強材の許容引張り耐力

$$T_{pa} = \min [T_{1pa}, T_{2pa}, T_{sa}]$$

β : 補強材とすべり面とのなす角度

c : すべり面の粘着力

ϕ : すべり面の内部摩擦角

b : 分割片の幅

l : 分割片で切られたすべり面の弧長

W : 分割片の重量

u : 間隙水圧

α : 分割片で切られたすべり面の中点とすべり面の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角度

補強材の許容引張り耐力 (T_{pa}) は、次の内の最小値で評価される。

$$T_{pa} = \min [T_{1pa}, T_{2pa}, T_{sa}]$$

① T_{1pa} : 補強材が移動土塊から受ける許容引き抜き抵抗力

当計画のように、頭部を法枠で連結する場合は、特に考慮しない。

② T_{2pa} : 補強材が不動地山から受ける許容引き抜き抵抗力

$$T_{2pa} = \Sigma L_2 \cdot t_a$$

L_2 : 不動地山における定着長

t_a : 許容付着強度 (= $\min [t_{pa}, t_{ca}]$)

t_{pa} : 地山と注入材との許容付着力 (= $\tau_p \cdot \pi \cdot D \cdot F_{sa}$)

t_{ca} : 補強材と注入材との付着力 (= $\tau_c \cdot \pi \cdot d$)

τ_p : 地山と注入材の周面摩擦抵抗

D : 削孔径

F_{sa} : 周面摩擦抵抗の安全率 (本設 : $F_{sa} = 2.0$)

τ_c : 補強材と注入材の許容付着応力

d : 補強材径

③ T_{sa} : 補強材の許容引張り力

4) 鉄筋挿入工 1 本当たりの抑止力 (Pr)

検討断面図に示す配置計画とすると、延長方向に 1.5m ピッチで、最小安全率すべりに対して 5 本の鉄筋挿入工が有効に抵抗するものとする。

1 本の鉄筋挿入工 1 本当たりの抑止力は、以下となる。

$$\begin{aligned}Pr &= P \times 1.5 / 5 \quad (P = 53.6 \text{ kN/m}) \\ &= 16.1 \text{ kN/本}\end{aligned}$$

5) 補強材の設計引張り力の計算

補強材の設計引張り力 (Tm) と抑止力 (Pr) の関係

$$Pr = Tm (\cos \beta + \sin \beta \cdot \tan \phi)$$

より、設計引張り力 (Tm) を求める。

$$Pr = 16.1 \text{ kN/本}$$

$$\beta = 38.7 + 39.8 = 78.5^\circ$$

$$\phi = 21^\circ$$

$$\begin{aligned}Tm &= \frac{Pr}{\cos \beta + \sin \beta \times \tan \phi} \\ &= 28.0 \text{ kN/本}\end{aligned}$$

6) 補強材の許容引張り耐力の計算

補強材の設計引張り力 (Tm) と許容引張り耐力 (Tpa) の関係

$$Tm = \lambda \cdot Tpa$$

$$\lambda : \text{補強材の引張り力の低減係数} \quad \lambda = 0.7$$

より、許容引張り耐力 (Tpa) を求める。

$$Tpa = 28.0 / 0.7$$

$$= 40.0 \text{ kN/本}$$

7) 鉄筋長の検討

許容引張り耐力に対して必要定着長を求める。

次式によって検討する。

$$L = Tpa \times Fsa / (\pi \times D \times \tau p)$$

Tpa : 許容引張り耐力

Fsa : 安全率 $Fsa = 2.0$

D : 削孔径 $D = 65 \text{ mm}$

τp : 周面摩擦抵抗 $\tau p = 0.48 \text{ N/mm}^2 = 480 \text{ kN/m}^2$

故に、

$$L = 40.0 \times 2.0 / (3.14 \times 0.065 \times 480)$$

$$= 0.82 \text{ m} \rightarrow 1.0 \text{ m 以上 とする。}$$

8) 補強材とモルタルとの付着力の検討

次式によって計算する。

$$L_{ab} = T_{pa} / (\pi \times D \times \tau_c)$$

L_{ab} : 付着長

T_{pa} : 許容引張り耐力

D : 補強材径 ($D=19\text{mm}$)

τ_c : 許容付着応力度 $\tau_c=1.6 \text{ N/mm}^2$

故に,

$$\begin{aligned} A_s &= 40.0 / (3.14 \times 19 \times 1.6) \\ &= 0.42 \text{ m} < 1.0 \text{ m} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

9) 鉄筋の断面検討

許容引張り耐力に対し、断面検討を行う。

次式によって検討する。

$$A_s = T_{pa} / \sigma_a$$

T_{pa} : 許容引張り耐力

σ_a : 鉄筋の許容引張り応力度

$$\sigma_a = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$= 20 \text{ kN/cm}^2$$

故に,

$$\begin{aligned} A_s &= 40.0 / 20 \\ &= 2.000 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{D19 (} A=2.573 \text{ cm}^2 \text{) を使用する。} \end{aligned}$$

鉄筋の断面積

鉄筋径	公称径 (mm)	公称断面積 (cm ²)	腐食代考慮断面積 (cm ²)
D19	19.1	2.865	2.573
D22	22.2	3.871	3.530
D25	25.4	5.067	4.676

3.3.3 吹付法枠工の計算

1) 計算方法

基準書：「法枠工の設計・施工指針 平成 18 年 11 月 (社) 全国特定法面保護協会」

計算方法：限界状態設計法

2) 照査項目

力学的性能について照査する。

力学的性能の照査は、「終局限界状態」及び「使用限界状態」に対して行うことが原則とされているが、鉄筋挿入工の場合、供用時において常に大きな外力を受けていないことから、使用限界状態に対する検討は省略する。

故に、「終局限界状態」における「安全性能」について照査を行う。

3) 計算結果

以下に計算結果を示す。

限界状態設計法による吹付法砕工の設計計算

1. 法砕条件

1) 法砕ピッチ

$$\text{縦砕ピッチ} \quad L1 = 1.5 \text{ m}$$

$$\text{横砕ピッチ} \quad L2 = 1.5 \text{ m}$$

2) 断面諸元

$$\text{砕幅} \quad b = 200 \text{ mm}$$

$$\text{砕高} \quad h = 200 \text{ mm}$$

$$\text{有効高さ} \quad d = 155 \text{ mm}$$

$$\text{引張鉄筋のかぶり} \quad c = 40.0 \text{ mm}$$

$$\text{引張鉄筋径} \quad \phi = 10 \text{ mm}$$

$$\text{引張鉄筋量} \quad A_s = 142.7 \text{ mm}^2 \quad (\text{D10} \times 2 \text{ 本})$$

$$\text{スターラップ鉄筋径} \quad \phi = - \text{ mm}$$

$$\text{スターラップ鉄筋量} \quad A_w = - \text{ mm}^2 \quad (\text{ - } \times \text{ - 本})$$

$$\text{スターラップピッチ} \quad s = - \text{ mm}$$

2. 設計荷重

法砕工の設計断面力の算出に用いる設計荷重は、作用荷重に荷重係数を乗じて求める。

1) 作用荷重

法砕に作用する荷重は、鉄筋挿入工の設計引張り力及びその荷重による地盤反力とする。

$$\text{設計引張り力} \quad P = 28.0 \text{ kN/本}$$

法砕には、分布荷重として作用すると考える。

$$\text{地盤反力} \quad W = P / (L1 + L2 - b)$$

$$= 10.0 \text{ kN/m}$$

2) 設計荷重

設計荷重は、各々荷重係数を乗じて設定する。

本検討では、終局限界状態の設計荷重を用いる。

$$\text{設計荷重} = \text{作用荷重} \times \text{荷重係数}$$

作用荷重の種類と各限界状態に対する設計荷重

作用荷重の種類	使用限界状態の設計荷重	終局限界状態の設計荷重
	(作用荷重 $\times \gamma_f$)	(作用荷重 $\times \gamma_f$)
計算式 (γ_f : 荷重係数)	作用荷重 $\times 1.0$	作用荷重 $\times 1.2$
設計アンカー力	$P_d = 28.0 \text{ kN/本}$	$P_d = 33.6 \text{ kN/本}$
地盤反力	$W_d = 10.0 \text{ kN/m}$	$W_d = 12.0 \text{ kN/m}$

3. 設計断面力の算定

1) 応力計算

地盤からの反力は、等分布荷重を仮定し、鉄筋挿入工の位置を支点とした以下の梁構造として計算する。

鉄筋挿入工の設計引張り力及びその地盤からの反力は、縦方向・横方向に均等に伝達されるものと仮定して、枠に作用する荷重は2方向梁として算定する。

検討する梁モデルは、以下の2パターンで計算する。

- 単純梁
- 連続梁

梁方向	梁モデル	応力	計算式	単位	使用限界状態	終局限界状態
縦 梁	単純梁	Mmax	$1/8 \times W \times \gamma f \times L1^2$	kN・m	—	3.38
		Vmax	$1/2 \times W \times \gamma f \times L1$	kN	—	9.00
	連続梁	Mmax	$1/9 \times W \times \gamma f \times L1^2$	kN・m	—	3.00
		Vmax	$3/5 \times W \times \gamma f \times L1$	kN	—	10.80
横 梁	単純梁	Mmax	$1/8 \times W \times \gamma f \times L2^2$	kN・m	—	3.38
		Vmax	$1/2 \times W \times \gamma f \times L2$	kN	—	9.00
	連続梁	Mmax	$1/8 \times W \times \gamma f \times L2^2$	kN・m	—	3.00
		Vmax	$1/2 \times W \times \gamma f \times L2$	kN	—	10.80

2) 設計荷重及び設計断面力

各限界状態設計時の設計断面力

使用限界状態の設計荷重				終局限界状態の設計荷重			
設計曲げモーメント	Md	—	kN・m	設計曲げモーメント	Md	3.38	kN・m
設計せん断力	Vd	—	kN	設計せん断力	Vd	10.80	kN

4. 諸条件

1) 部分安全係数

計算に使用する部分安全係数は、「2002年制定土木学会コンクリート標準示方書[構造性能照査編]」を参考とし、法面吹付施工となることを考慮して、以下のような値を用いる。

法枠工の部分安全係数

安全係数 限界状態	材料係数 γ_m		部 材 係 数 γ_b	構造解析 係 数 γ_a	荷 重 係 数 γ_f	構 造 物 係 数 γ_i
	モルタル γ_c	鋼材 γ_s				
終局限界状態	1.3	1.0	Mud : 曲げ・軸耐力 : 1.15	1.0	1.2	1.2
			Vcd : モルタルが負担するせん断耐力 : 1.30			
			Vsd : せん断補強筋が負担するせん断耐力 : 1.10			
			Vwcd : 斜め圧縮破壊耐力 : 1.30			
使用限界状態	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

2) 材料強度

吹付モルタル及び鉄筋の強度を以下とする。

吹付モルタル圧縮強度の特性値 (設計基準強度)	$f'_{ck} =$	18	N/mm ²
吹付モルタル設計圧縮強度	$f'_{cd} =$	13.85	N/mm ²
鉄筋の降伏強度の特性値	$f'_y =$	345	N/mm ²
鉄筋の設計降伏強度	$f'_{yd} =$	345	N/mm ²
せん断補強筋の設計降伏強度	$f_{wyd} =$	345	N/mm ²

3) 断面諸係数

$$f'_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2 \text{ の場合 } \quad (f'_{ck} = 18 \text{ N/mm}^2)$$

$$\alpha = 0.68$$

$$\varepsilon'_{cu} = 0.0035$$

$$f_{yd} = 345 \text{ N/mm}^2$$

$$f'_{cd} = f'_{ck} / \gamma_c = 13.85 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$$

鉄筋比 (p)

$$p = A_s / (b \times d)$$

$$= 0.0046$$

釣合鉄筋比

$$p_b = \alpha \times \varepsilon'_{cu} / (\varepsilon'_{cu} + f_{yd} / E_s) \times f'_{cd} / f_{yd}$$

$$= 0.01829$$

$$0.75 \times p_b = 0.01371 > p \quad \text{OK}$$

$p < 0.75 \times p_b$ より、鉄筋降伏先行型破壊となる。

5. 安全性能の照査

安全性能の照査は、終局限界状態の曲げとせん断破壊に対して行う。

1) 曲げモーメントに対する照査

a) 設計曲げ耐力の算定

終局曲げ耐力は、次式により算出する。

$$\begin{aligned} M_u &= b \times d^2 \times \rho \times f'_y \times (1 - k_2 / \beta_1 / k_3 \times \rho \times f'_y d / f'_c d) \\ &= 7120000 \text{ N}\cdot\text{mm} \\ \beta_1 &= 0.8 \quad (= 0.52 + 80 \times \epsilon'_{cu}) \\ k_2 &= 0.4 \quad (= \beta_1 / 2) \\ k_3 &= 0.85 \\ \rho &= 0.00460 \end{aligned}$$

設計曲げ耐力

$$\begin{aligned} M_{ud} &= M_u / \gamma_b \\ &= 6190000 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

b) 安全性に対する照査

$$\gamma_i \times M_d / M_{ud} = 0.66 \leq 1.0 \quad \text{OK}$$

2) せん断力に対する照査

a) 吹付モルタルが負担する設計せん断耐力 (V_{cd}) の算出

$$\begin{aligned} V_{cd} &= \beta_d \times \beta_p \times \beta_n \times f_{vcd} \times b \times d / \gamma_b \\ &= 14014 \text{ N} \\ \beta_d &= (1000/d)^{1/4} = 1.59 \\ \beta_p &= (100 \times p)^{1/3} = 0.77 \\ \beta_n &= 1.00 \\ f_{vcd} &= 0.20 \times f'_{cd}{}^{1/3} = 0.48 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

b) せん断補強筋が負担する設計せん断耐力 (V_{sd}) の算出

$$\begin{aligned} \text{圧縮応力の合力位置から鉄筋図芯までの距離} \quad z &= d/1.15 = 134.8 \text{ mm} \\ V_{sd} &= (A_w \times f_{wyd}/s) \times z / \gamma_b \\ &= 0 \text{ N} \end{aligned}$$

c) 設計せん断耐力 (V_{yd}) の算出

$$\begin{aligned} V_{yd} &= V_{cd} + V_{sd} \\ &= 14014 \text{ N} \end{aligned}$$

d) 腹部モルタルの設計斜め圧縮破壊耐力 (V_{wcd}) の検討

せん断補強筋が降伏せずに、腹部モルタルの圧縮破壊が先行し、脆性的なせん断破壊に至らないことを確認する。

$$\begin{aligned} f_{wcd} &= 1.25 \times f'_{cd}{}^{1/2} \\ &= 4.65 \text{ N/mm}^2 \leq 7.8 \text{ N/mm}^2 \\ V_{wcd} &= f_{wcd} \times b \times d / \gamma_b \\ &= 110885 \text{ N} \\ V_{yd} (= 14014 \text{ N}) &\leq V_{wcd} (= 110885 \text{ N}) \\ \text{より、せん断補強筋が先に降伏することになる。} \quad &\text{OK} \end{aligned}$$

e) 安全性に対する照査

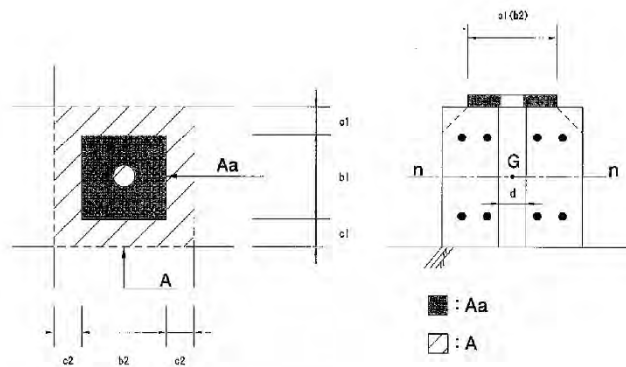
$$\begin{aligned} \gamma_i \times V_{pd} / V_{yd} &= 0.92 \leq 1.0 \quad \text{OK} \\ \gamma_i \times V_{pd} / V_{wcd} &= 0.12 \leq 1.0 \quad \text{OK} \end{aligned}$$

3) 支圧強度に対する照査

a) 吹付モルタルの支圧強度 (f'_{ak}) の算出

支圧形状・寸法

	$b_1 =$	150	mm
	$b_2 =$	150	mm
	$c_1 =$	25	mm
	$c_2 =$	25	mm
箱抜き径	$d =$	25	mm



A : コンクリート面の支圧分布面積

$$A = (b_1 + 2 \times c_1) \times (b_2 + 2 \times c_2)$$

$$= 40000 \text{ mm}^2$$

A_a : 支圧を受ける面積

$$A_a = b_1 \times b_2 - 1/4 \times 3.14 \times d^2$$

$$= 22009 \text{ mm}^2$$

η は次式により求められる。

$$\eta = \sqrt{A/A_a} \quad (\eta \leq 2)$$

$$= 1.35$$

次式により算出する。

$$f'_{ak} = \eta \times f'_{ck}$$

$$= 24.30 \text{ N/mm}^2$$

b) 永久荷重による支圧応力度 (σ_b) の算出

$$\sigma_b = Pd/A_s$$

$$= 1.27 \text{ N/mm}^2$$

c) 安全性の照査

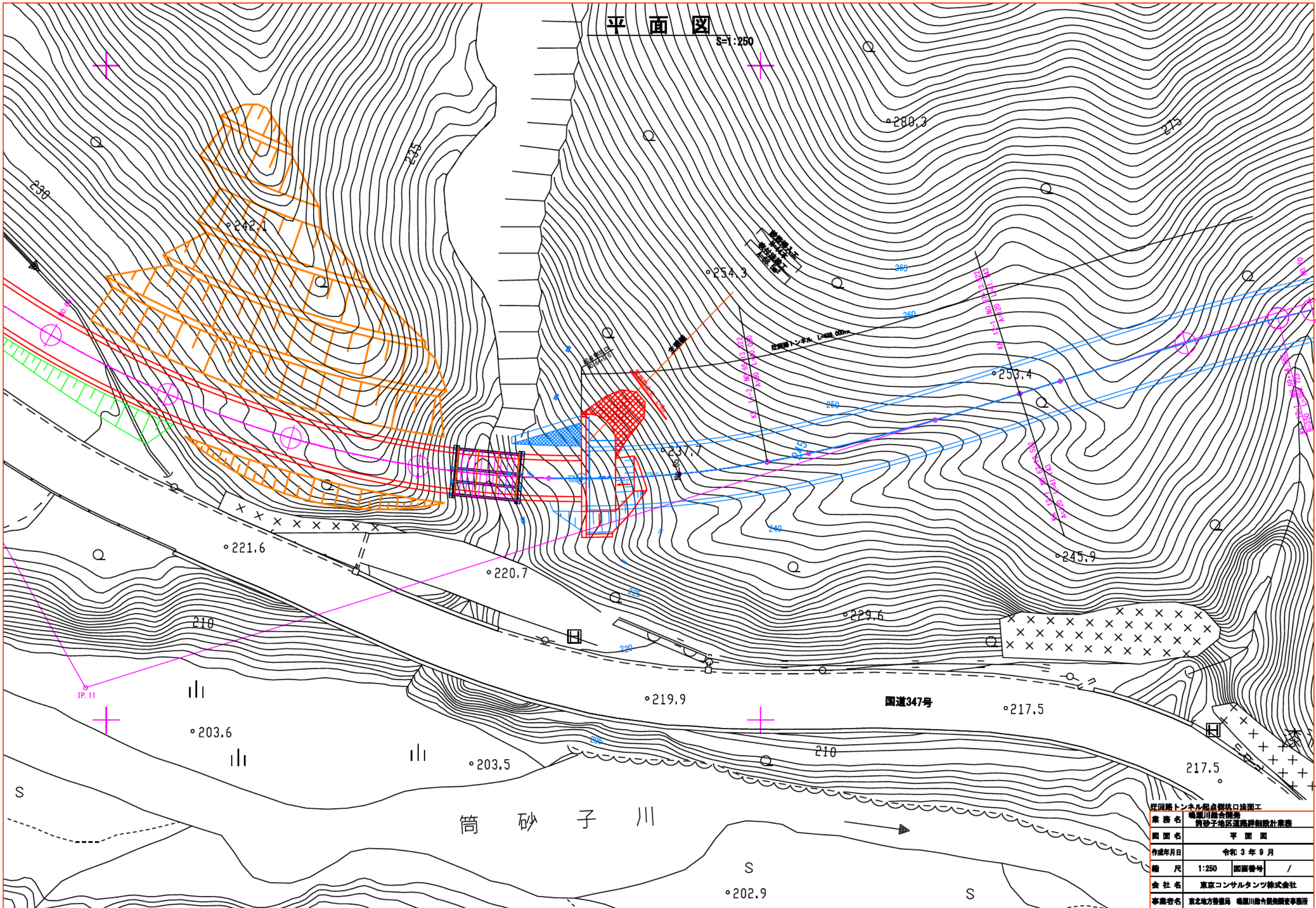
$$\gamma_i \times \sigma_b / f'_{ak} = 0.05 \leq 1.0 \quad \text{OK}$$

3.4 設計図面

- 1/5 平面図
- 2/5 標準断面図
- 3/5 法面工図
- 4/5 吹付法枠工標準図
- 5/5 鉄筋挿入工図

平面図

S=1:250



狂回路トンネル起点側坑口法面工	
業務名	鴨瀬川総合開発 筒砂子地区道路詳細設計業務
図面名	平面図
作成年月日	令和3年9月
縮尺	1:250 図面番号 /
会社名	東京コンサルタンツ株式会社
事業者名	東北地方整備局 鴨瀬川総合開発調査事務所

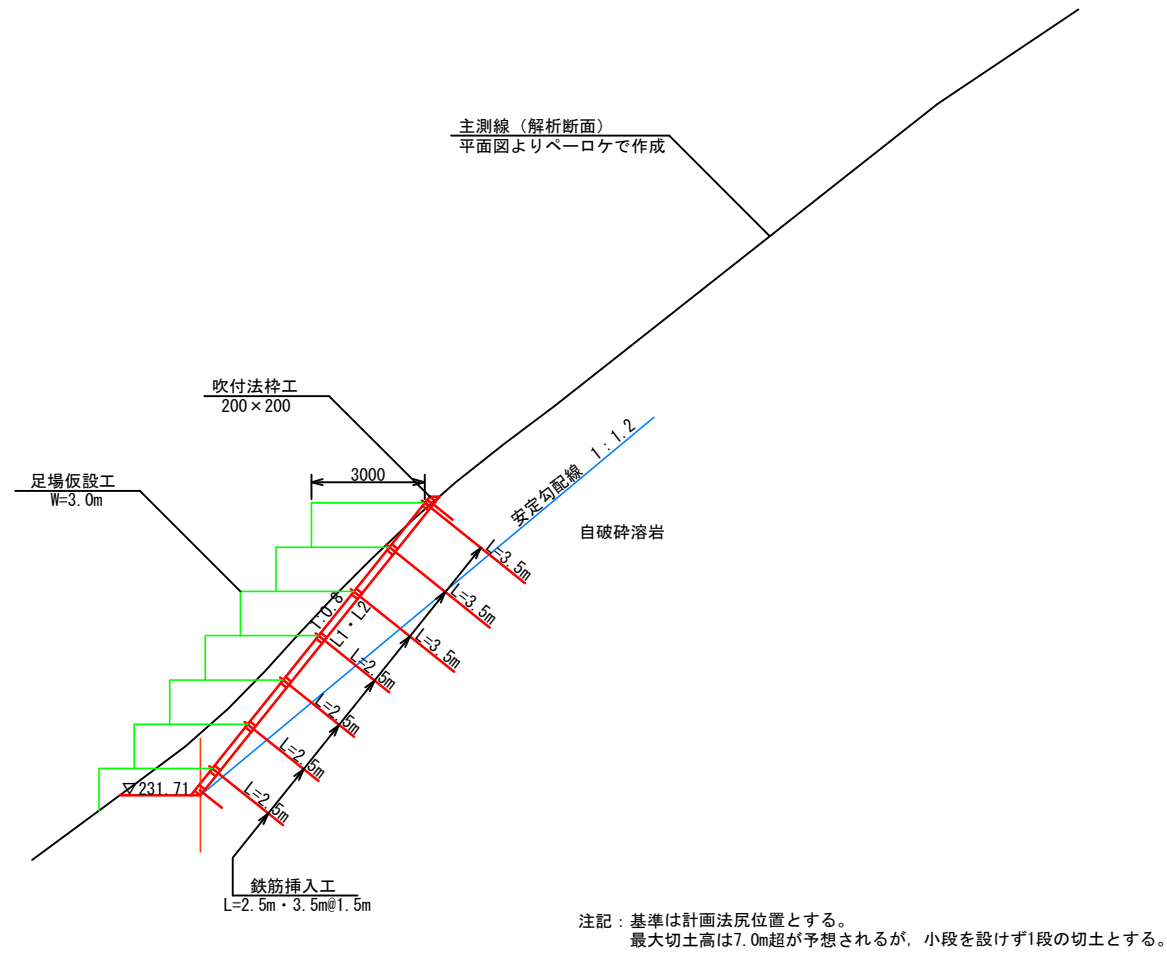
標準断面図

S=1 : 100

地山補強土工諸元	
鉄筋長	L=2.5m・3.5m (定着長: 1.0m以上) ※1
鉄筋径	D19
設計荷重	Tm=28.0kN/本
傾角	$\alpha=38.7^\circ$ (法面直角方向)
削孔径	$\phi 65\text{mm}$ (定置式ドリル)
定着層の周面摩擦抵抗	$\tau p=0.48\text{N/mm}^2$ (風化岩を適用) ※2
反力体	吹付法砕工 200×200×1500×1500
配置	交点配置 (1本/2.25m ²)

※1 : 定着長は、安定勾配線の奥の基岩への長さとする。
 ※2 : 定着層の周面摩擦抵抗は仮定値であり、引き抜き試験により確認する必要がある。

DL=230.00



土工区分	
L1	切土法面整形工 (土砂)
L2	吹付法砕工

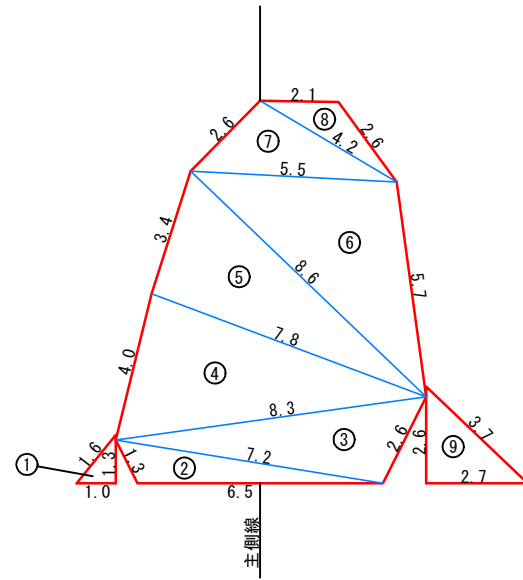
※: 切土面は全て土砂として計上する。
 ※: 法面工の数量は、別途法面工図より算出する。

迂回路トンネル起点側坑口法面工			
業務名	鳴瀬川総合開発 筒砂子地区道路詳細設計業務		
図面名	標準断面図		
作成年月日	令和3年9月		
縮尺	1:100	図面番号	/
会社名	東京コンサルタンツ株式会社		
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発調査事務所		

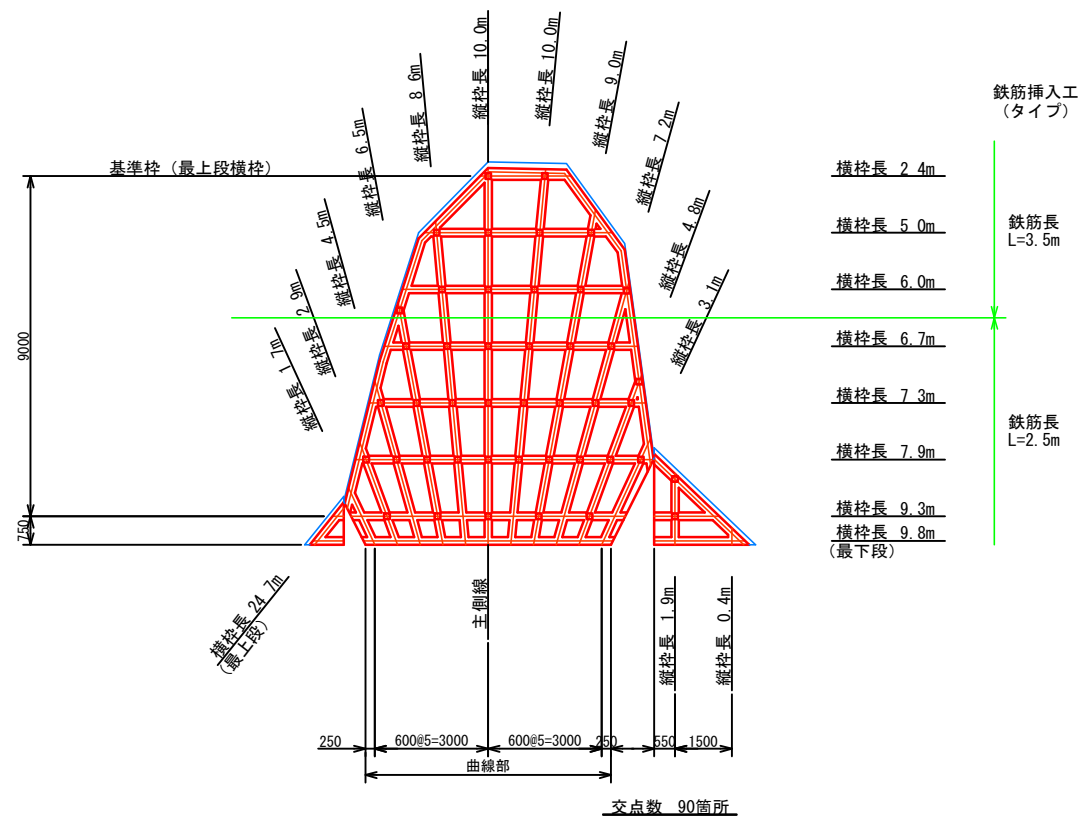
法面工図

S=1 : 100

法面展開図



地山補強土工図



法面面積計算表

番号	a (m)	b (m)	c (m)	法面積 (m ²)	備考
①	1.0	1.6	1.3	0.6	地山補強土工
②	1.3	7.2	6.5	3.7	
③	7.2	8.3	2.6	9.0	
④	8.3	4.0	7.8	15.5	
⑤	7.8	3.4	8.6	13.3	
⑥	8.6	5.5	5.7	15.4	
⑦	5.5	2.6	4.2	5.3	
⑧	4.2	2.1	2.6	2.2	
⑨	2.6	3.7	2.7	3.5	
合計				68.5	

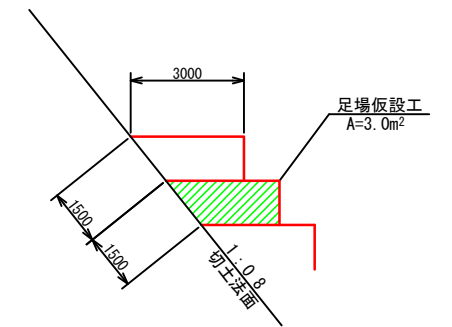
面積計算：ヘロンの公式による。

ヘロンの公式

$$A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$s = \frac{a+b+c}{2}$$

標準足場面積 (1 : 0.8)



鉄筋挿入工数量表

鉄筋長	数量 (本)
L=2.5m	32
L=3.5m	12
合計	44

吹付法枠工数量表

種別	計算式	単位	数量
枠長	縦 L=1.7+2.9+4.5+6.5+8.6+10.0+10.0+9.0+7.2+4.8+3.1+1.9+0.4	m	70.6
	横 L=24.7+2.4+5.0+6.0+6.7+7.3+7.9+9.3+9.8	"	79.1
	交点 N=90	箇所	90
	合計 L=70.6+79.1-90×0.2	m	131.7
ラス金網 2.0×50×50	A=68.5	m ²	68.5
水切りモルタル	V=(131.7-70.6)×1/2×0.20×0.20×0.8	m ³	0.98
植生基材吹付工 t=3cm	A=68.5-131.7×0.2-(131.7-70.6)×0.20×0.8	m ²	32.4

枠の配置基準

縦枠：鉛直に配置する。主側線を基準とし、法尻の切土基準線が曲線部では最上段の横枠位置で1.5mピッチになるように配置する。最上段の横枠は、現計画では図に示す位置となるが、施工時の法面形状により確認すること。両サイドの基準線が直線部は、曲線部からの枠ピッチが1.5m以下になるように配置する。

横枠：最下段から1/2スパン (0.75m) の高さの横枠を基準とし、1.5mピッチで配置する。

鉄筋挿入工の配置基準

- 基本的に、吹付法枠工の標準的な交点に配置する。但し、1/2スパン (0.75m) 以下の交点には配置しない。
- 端部の縦枠の張り出し長が1/2スパン (0.75m) 以上の場合に配置する。

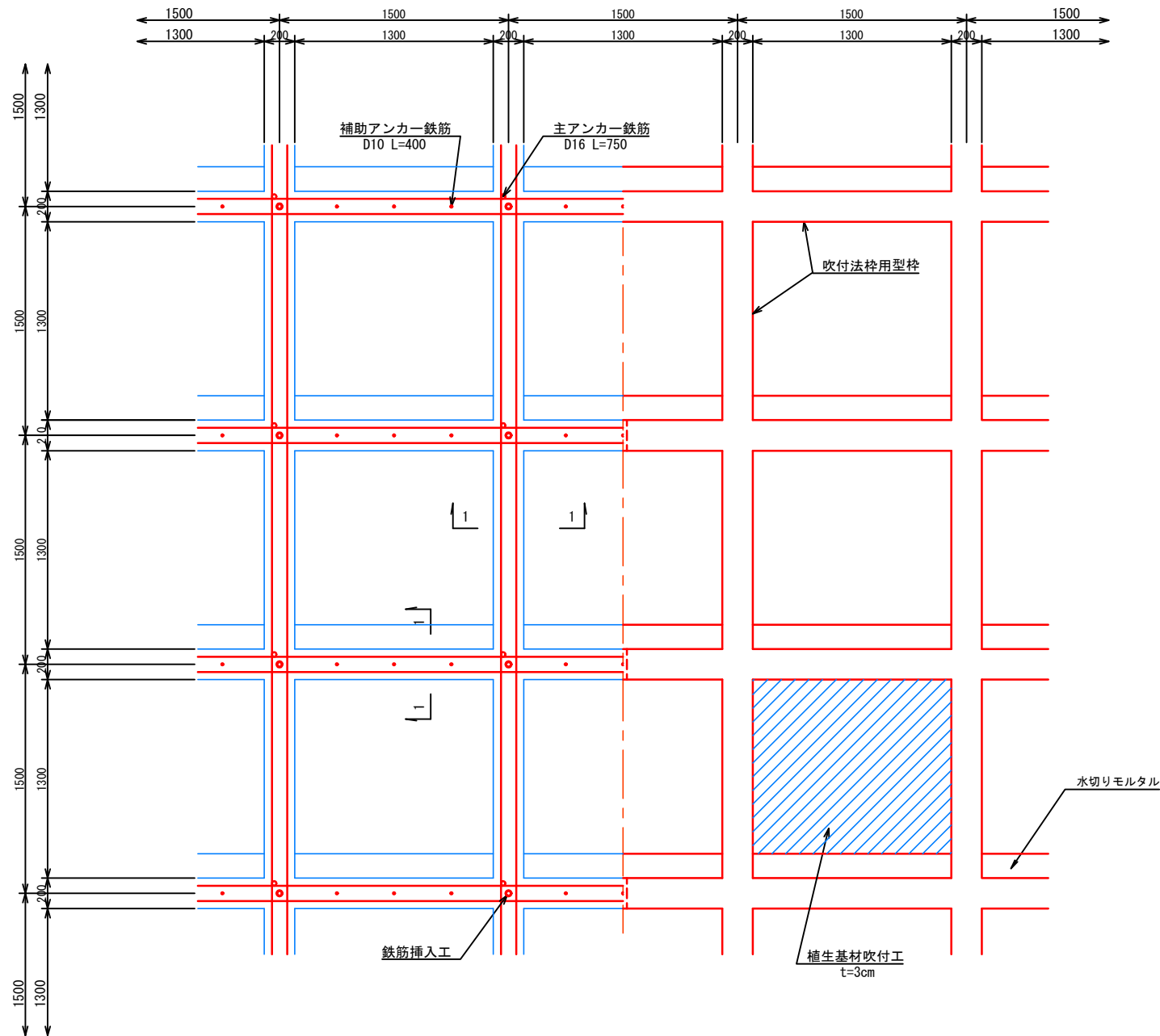
迂回路トンネル起点側坑口法面工

業務名	鳴瀬川総合開発 筒砂子地区道路詳細設計業務		
図面名	法面工図		
作成年月日	令和2年9月		
縮尺	1:100	図面番号	/
会社名	東京コンサルタンツ株式会社		
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発調査事務所		

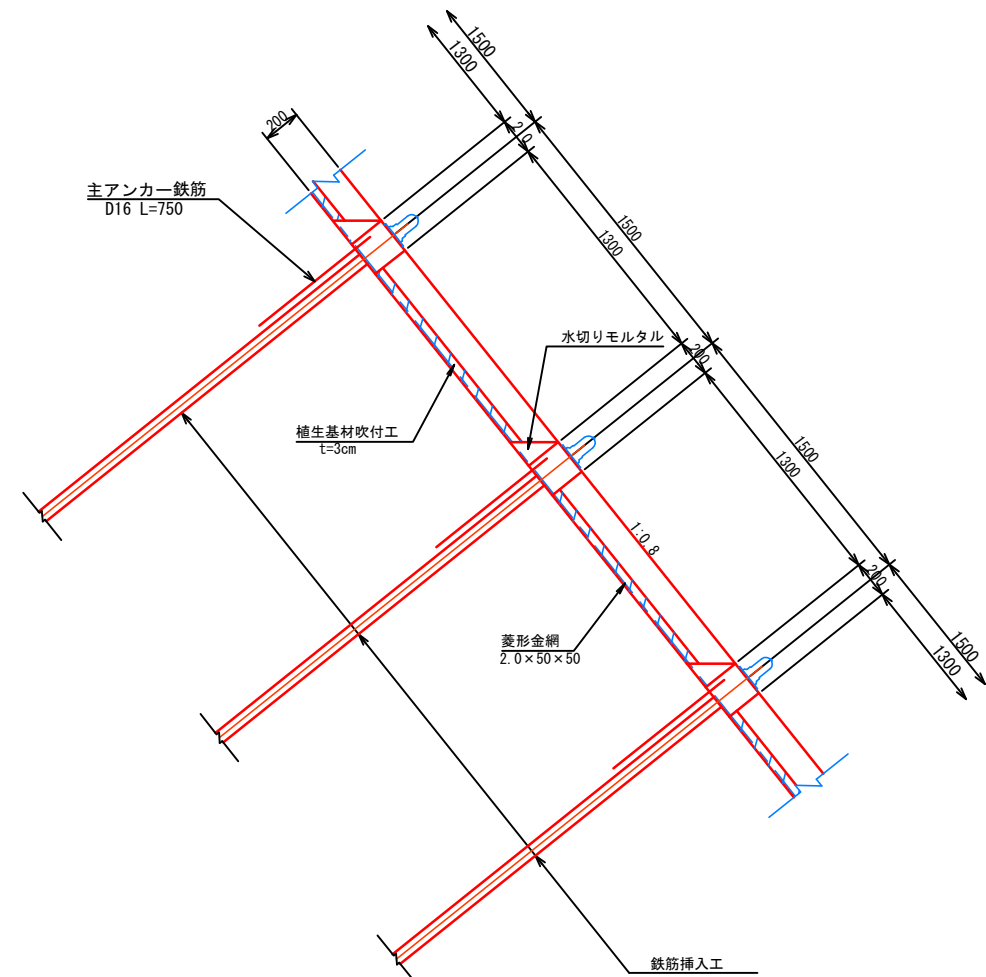
吹付法枠工標準図

(200×200-縦1500×横1500)

展開図 S=1:20

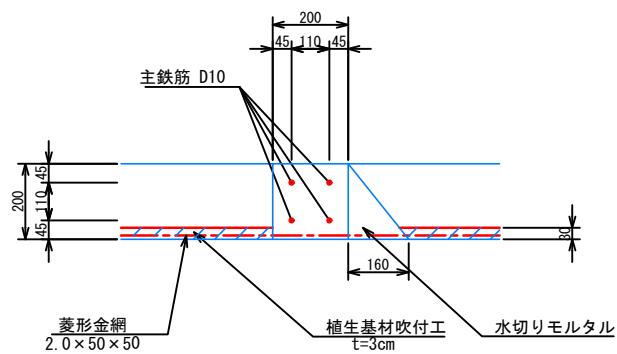


断面図 S=1:20

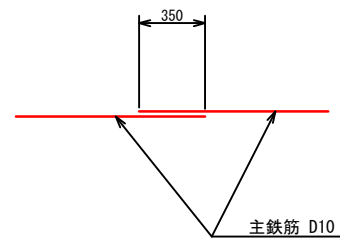


※モルタル吹付の設計基準強度: $\sigma_{ck}=18N/mm^2$
 ※鉄筋: SD345
 ※中詰工について
 標準として、植生基材吹付工 (t=3cm) を計画する。
 吹付厚については、切土面における地層状況、硬度等を確認の上、発注者と協議のこと。

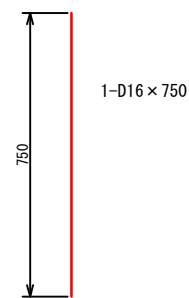
1-1 S=1:10



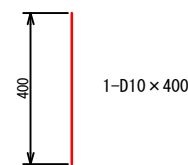
重ね継手詳細図 S=1:20



主アンカー S=1:10



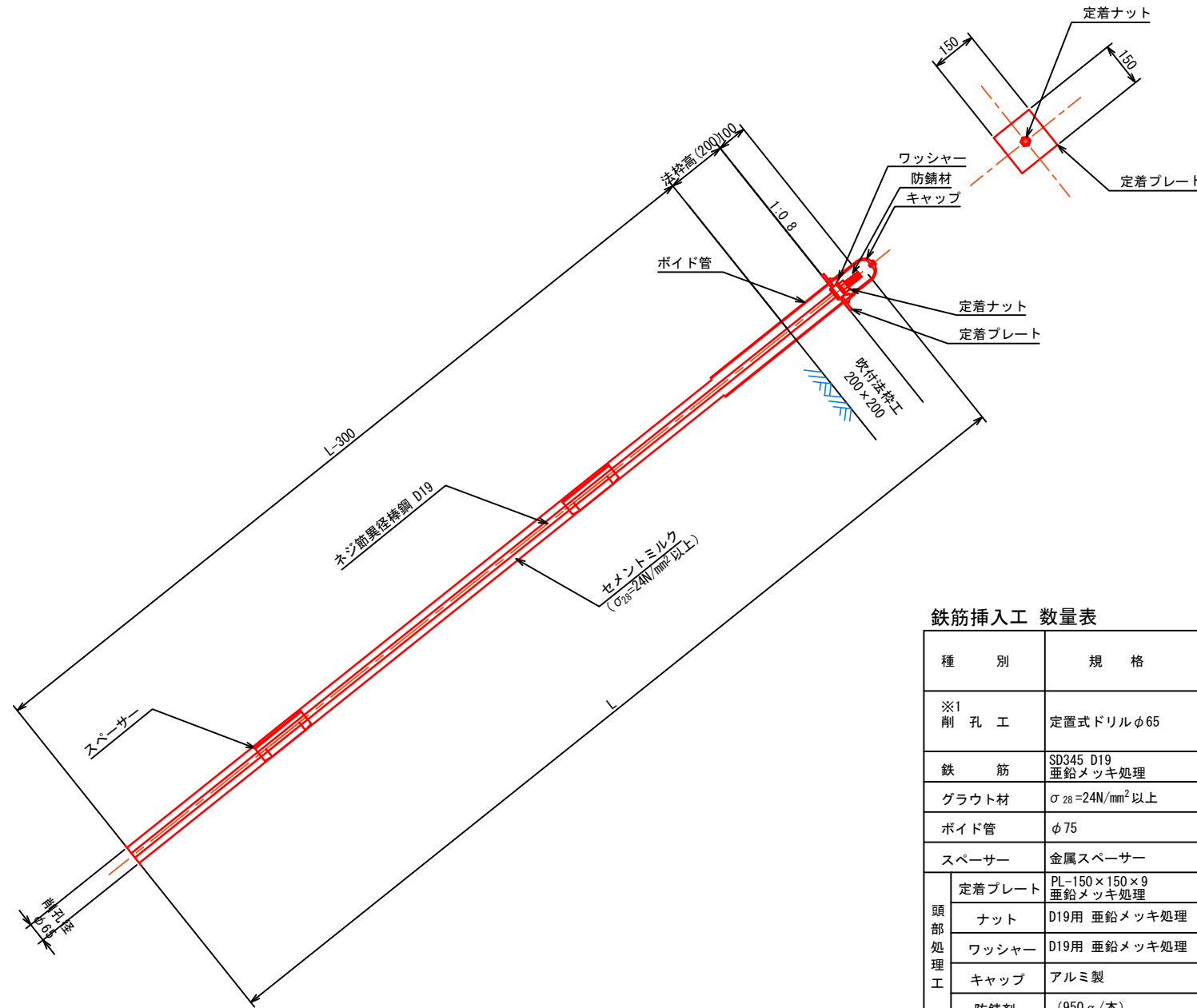
補助アンカー S=1:10



迂回路トンネル起点側坑口法面工			
業務名	鳴瀬川総合開発 筒砂子地区道路詳細設計業務		
図面名	吹付法枠工標準図		
作成年月日	令和3年9月		
縮尺	1:20	図面番号	/
会社名	東京コンサルタンツ株式会社		
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発調査事務所		

鉄筋挿入工標準図

S=1:10



鉄筋挿入工 数量表

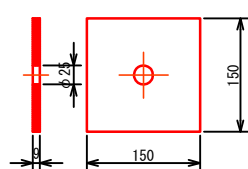
10本当り

種別	規格	計算式	単位	L=2.5m		L=3.5m	
※1 削孔工	定置式ドリルφ65	土砂	$L = (L-1.3) \times 10$ 本	m	12.0	22.0	
		軟岩 I	$L = 1.0 \times 10$ 本	m	10.0	10.0	
鉄筋	SD345 D19 亜鉛メッキ処理	$W = 2.25 \text{kg/m} \times L \times 10$ 本	kg	56.25	78.75		
グラウト材	$\sigma_{28} = 24 \text{N/mm}^2$ 以上	$V = 1/4 \times \pi \times 0.065^2 \times (L-0.3) \times 1.4 \times 10$ 本	m ³	0.102	0.149		
ポイド管	φ75	$L = 0.2 \times 10$ 本	m	2.0	2.0		
スペーサー	金属スペーサー	$N = 2 \text{ヶ/本}$ 以上	ヶ	20	20		
頭部 処理工	定着プレート	PL-150×150×9 亜鉛メッキ処理	枚	10	10		
	ナット	D19用 亜鉛メッキ処理	個	10	10		
	ワッシャー	D19用 亜鉛メッキ処理	個	10	10		
	キャップ	アルミ製	個	10	10		
	防錆剤	(950g/本)	$N = 10/2.5$ (2.5箇所/1本)	本	4.0	4.0	

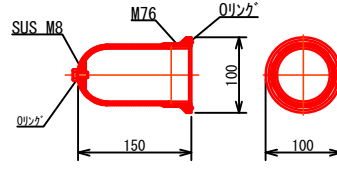
※1.4はロス分係数

※1: 最小限の定着長分を軟岩 I とし、他は土砂としてを計上しており、必要があれば、発注者と協議し清算すること。

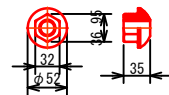
定着プレート S=1:2



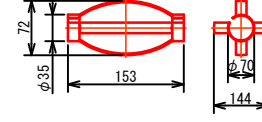
キャップ S=1:2



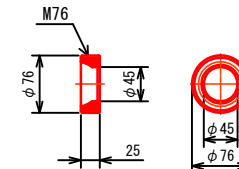
ナット (D19用) S=1:2



金属スペーサー S=1:2



ワッシャー (D19用) S=1:5



迂回路トンネル起点側坑口法面工	
業務名	鳴瀬川総合開発簡易砂子地区道路詳細設計業務
図面名	鉄筋挿入工標準図
作成年月日	令和3年9月
縮尺	1:10 図面番号 /
会社名	東京コンサルタンツ株式会社
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発工事事務所

3.5 斜面の安定計算

3.5.1 切土時最小安全率すべり（円弧すべり計算書-1）

3.5.2 必要抑止力計算（円弧すべり計算書-2）

3.5.3 対策後切土時最小安全率すべりに対する安全率（円弧すべり計算書-3）

3.5.4 対策後最小安全率すべり（円弧すべり計算書-4）

3.5.1 切土時最小安全率すべり（円弧すべり計算書-1）

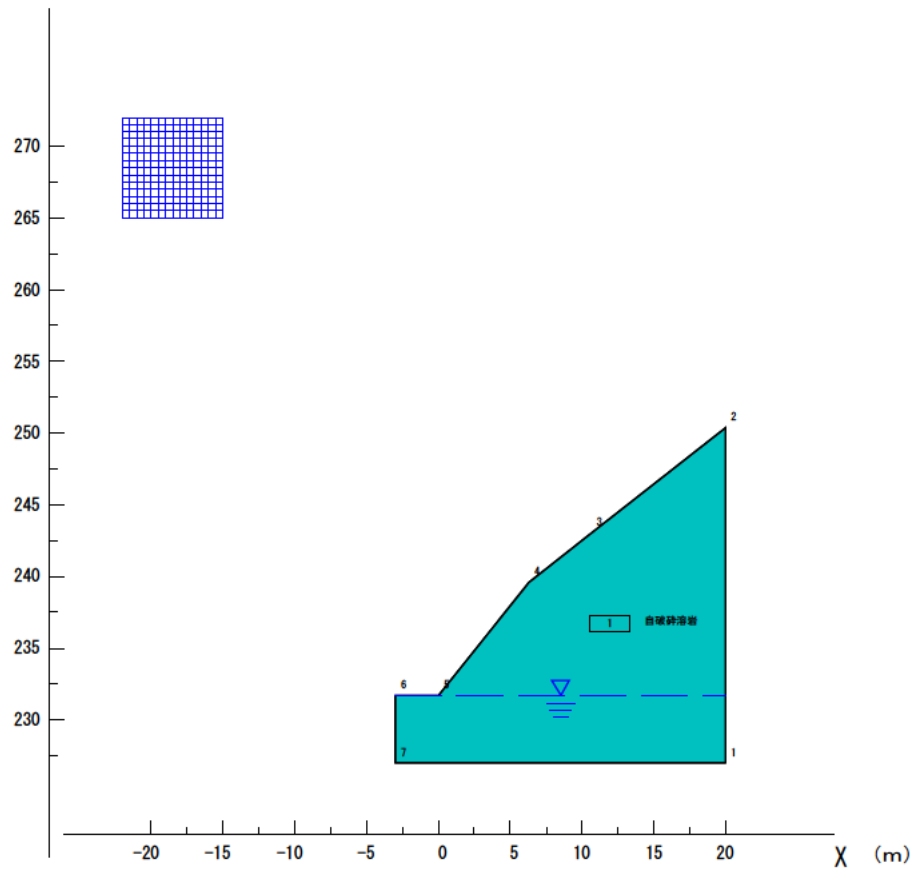
円弧すべり計算

目 次

	ページ
1 . 入力データリスト	1
2 . 半径ごとの安全率リスト	6
3 . 安全率テーブルリスト	2 8
4 . 最小安全率リスト	3 1

1. 入力データリスト

// 設計断面 //



(DATA 01.) // 解析種別 //

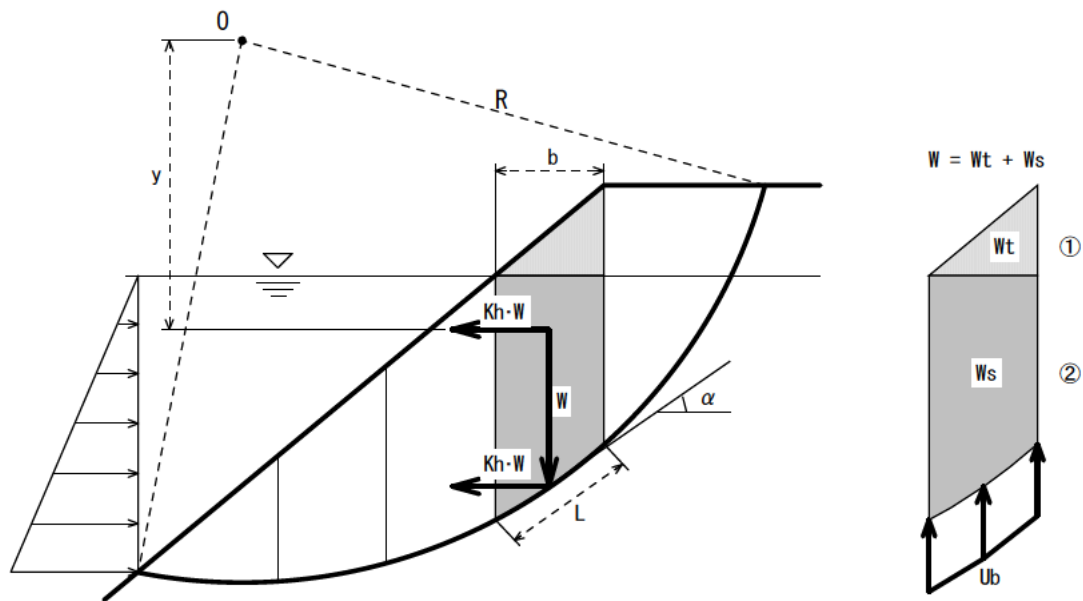
タイトル 迂回路TN起点側坑口 切土時最小安全率すべり (Fs=1.00)
 解析種別 最小安全率計算
 計算方法 道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)(有効応力法)

計算式

$$F_s = \frac{R \Sigma \{ C L + (W \cdot \cos \alpha - U b \cdot \cos \alpha) \tan \phi \}}{R \Sigma W \cdot \sin \alpha}$$

ここに,

F_s : 安全率
 R : すべり円弧の半径 (m)
 C : 粘着力 (kN/m²)
 L : スライス底面の長さ (m)
 W : スライスの全重量 (kN/m)
 α : スライス底面が水平面となす角度 (度)
 U : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m²)
 b : スライスの幅 (m)
 φ : 内部摩擦角 (度)



抵抗力の自重 W の扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算 ①

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算 ②

起動力の自重 W の扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算

すべり面に作用する水圧 $U_b \cos \alpha$ で考慮 (修正フェレニウス法)

貯水による側方静水圧 考慮する

(DATA 02.) // コントロール //

二次追求の回数 0 (=0 行わない)
(>0 行う)

二次追求の指示 0 (=0 常時)
(=1 地震時)

実行 0 (=0 入力データチェック及び, 安定計算を行う)
(=1 入力データチェックのみ行う)

最小安全率の基準値 0.000

(DATA 06.) // 節点 //

節点 番号	節点の座標値		沈下前の Y座標値(m)
	X (m)	Y (m)	
1	20.00	227.00	0.00
2	20.00	250.39	0.00
3	10.62	243.00	0.00
4	6.32	239.61	0.00
5	0.00	231.71	0.00
6	-3.00	231.71	0.00
7	-3.00	227.00	0.00

(DATA 07.) // 水位線 //

水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.00

節点 番号	水位線の節点座標	
	X (m)	Y (m)
1	-3.00	231.70
2	20.00	231.70

(DATA 08.) // 層の形状 //

地層 番号	土の 特性値番号	地層名
1	1	自破碎溶岩

地層 番号	構成 節点数	地層を構成する節点番号							すべり面の 発生有無
1	7	1	2	3	4	5	6	7	発生する

(DATA 09.1) // 土の特性 //

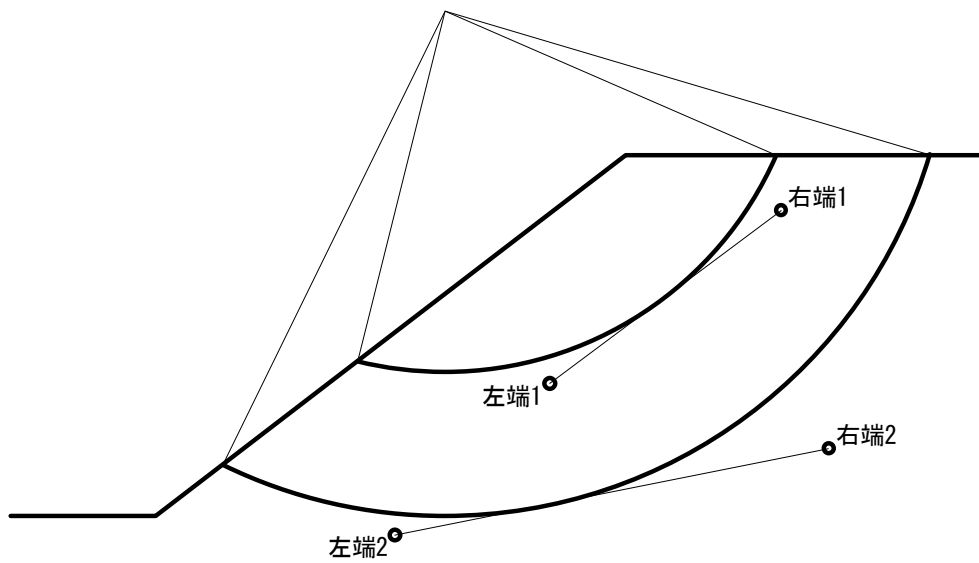
特性 値 番号	飽和単 位体積 重量 (kN/m ³)	湿潤単 位体積 重量 (kN/m ³)	間隙水圧 算定単位 体積重量 (kN/m ³)	係数 α	粘着力 C (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	内部 摩擦角 ϕ (度)	周面摩擦 抵抗 τ (kN/m ²)
1	18.00	18.00	0.00	0.000	8.28	0.00	21.00	0.0

(DATA 11.) // 格子 //

格子 番号	すべり方向	地盤の 二度切り	格子の左上の座標値		格子点数		分割ピッチ		格子の 傾き
			X (m)	Y (m)	X方向	Y方向	X方向(m)	Y方向(m)	
1	左すべり	右側土塊	-22.00	272.00	15	15	0.50	0.50	0.000

(DATA 12.) // 半径 // (基線法)

基線番号	左端		右端	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	0.00	231.71	20.00	248.38
2	0.00	232.01	20.00	248.68
3	0.00	232.31	20.00	248.98
4	0.00	232.61	20.00	249.28



2. 半径ごとの安全率リスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
-22.00	272.00	45.03	1.001	12250.5	12236.3	***1
		44.80	1.077	10671.2	9906.7	***1
		44.57	1.177	9160.4	7784.6	***1
		44.34	1.312	7715.5	5878.7	
-22.00	271.50	44.65	1.002	11944.0	11920.5	***1
		44.42	1.079	10391.8	9632.2	***1
		44.19	1.180	8907.0	7549.7	***1
		43.96	1.318	7487.7	5682.5	
-22.00	271.00	44.27	1.003	11637.9	11601.5	***1
		44.04	1.081	10112.4	9354.3	***1
		43.81	1.184	8653.9	7311.8	***1
		43.58	1.324	7259.7	5483.1	
-22.00	270.50	43.88	1.005	11332.5	11279.7	***1
		43.65	1.084	9833.6	9073.4	***1
		43.42	1.188	8400.8	7070.7	***1
		43.19	1.332	7031.5	5280.6	
-22.00	270.00	43.50	1.007	11027.8	10954.9	***1
		43.27	1.087	9555.3	8789.6	***1
		43.04	1.194	8148.0	6826.6	***1
		42.81	1.341	6803.2	5075.1	***1
-22.00	269.50	43.11	1.009	10723.8	10627.2	***1
		42.88	1.091	9277.4	8502.8	***1
		42.65	1.200	7895.4	6579.7	***1
		42.42	1.351	6575.0	4866.8	***1
-22.00	269.00	42.73	1.012	10420.7	10296.9	***1
		42.50	1.096	9000.3	8213.3	***1
		42.27	1.207	7643.3	6329.8	***1
		42.04	1.363	6346.8	4655.9	***1
-22.00	268.50	42.35	1.016	10118.6	9963.9	***1
		42.12	1.101	8723.9	7921.2	***1
		41.89	1.216	7391.6	6077.5	***1
		41.65	1.377	6118.8	4442.5	***1
-22.00	268.00	41.96	1.020	9817.5	9628.4	***1
		41.73	1.108	8448.3	7626.5	***1
		41.50	1.226	7140.4	5822.6	***1
		41.27	1.394	5891.0	4226.8	***1
-22.00	267.50	41.58	1.024	9517.7	9290.6	***1
		41.35	1.115	8173.5	7329.4	***1
		41.12	1.238	6889.9	5565.5	***1
		40.89	1.413	5663.4	4008.9	***1
-22.00	267.00	41.19	1.030	9219.0	8950.5	***1
		40.96	1.124	7899.8	7030.1	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
-22.00	267.00	40.73	1.251	6640.0	5306.1	***1
		40.50	1.435	5436.0	3788.8	***1
-22.00	266.50	40.81	1.036	8921.7	8608.1	***1
		40.58	1.134	7627.2	6728.6	***1
		40.35	1.267	6390.8	5044.6	***1
		40.12	1.460	5208.8	3567.1	***1
-22.00	266.00	40.43	1.044	8625.9	8263.9	***1
		40.20	1.145	7355.7	6425.0	***1
		39.96	1.285	6142.5	4781.3	***1
		39.73	1.490	4982.0	3343.7	***1
-22.00	265.50	40.04	1.052	8331.6	7917.6	***1
		39.81	1.158	7085.4	6119.6	***1
		39.58	1.305	5895.0	4516.3	***1
		39.35	1.525	4755.4	3118.8	***1
-22.00	265.00	39.66	1.062	8038.8	7569.5	***1
		39.43	1.173	6816.4	5812.4	***1
		39.20	1.329	5648.2	4249.6	***1
		38.97	1.566	4529.2	2893.0	***1
-21.50	272.00	44.71	1.001	12324.0	12317.2	***1
		44.48	1.076	10748.9	9993.4	***1
		44.25	1.174	9241.8	7874.0	***1
		44.02	1.307	7800.4	5967.4	***1
-21.50	271.50	44.33	1.001	12021.1	12009.6	***1
		44.10	1.077	10473.0	9726.7	***1
		43.87	1.176	8992.1	7646.5	***1
		43.64	1.311	7576.1	5778.0	***1
-21.50	271.00	43.95	1.002	11718.6	11699.0	***1
		43.72	1.078	10197.2	9456.6	***1
		43.49	1.179	8742.3	7415.8	***1
		43.26	1.316	7351.6	5585.2	***1
-21.50	270.50	43.56	1.003	11416.6	11385.3	***1
		43.33	1.080	9921.8	9183.4	***1
		43.10	1.183	8492.6	7181.8	***1
		42.87	1.322	7126.7	5389.2	***1
-21.50	270.00	43.18	1.004	11115.2	11068.4	***1
		42.95	1.083	9646.7	8907.2	***1
		42.72	1.187	8243.1	6944.8	***1
		42.49	1.330	6901.9	5190.3	***1
-21.50	269.50	42.79	1.006	10814.5	10748.9	***1
		42.56	1.086	9372.2	8628.0	***1
		42.33	1.192	7993.9	6704.9	***1
		42.10	1.338	6677.0	4988.5	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
-21.50	269.00	42.41	1.008	10514.7	10426.6	***1
		42.18	1.090	9098.3	8346.1	***1
		41.95	1.199	7745.0	6462.2	***1
		41.72	1.349	6452.2	4783.8	***1
-21.50	268.50	42.03	1.011	10215.7	10101.5	***1
		41.80	1.095	8825.0	8061.4	***1
		41.57	1.206	7496.5	6216.6	***1
		41.33	1.361	6227.5	4576.6	***1
-21.50	268.00	41.64	1.015	9917.7	9773.9	***1
		41.41	1.100	8552.4	7774.0	***1
		41.18	1.214	7248.5	5968.6	***1
		40.95	1.375	6002.9	4366.9	***1
-21.50	267.50	41.26	1.019	9620.9	9444.0	***1
		41.03	1.106	8280.7	7484.3	***1
		40.80	1.224	7001.0	5718.1	***1
		40.57	1.391	5778.5	4154.7	***1
-21.50	267.00	40.87	1.023	9325.2	9111.7	***1
		40.64	1.114	8010.0	7192.2	***1
		40.41	1.236	6754.2	5465.1	***1
		40.18	1.410	5554.4	3940.4	***1
-21.50	266.50	40.49	1.029	9030.8	8777.1	***1
		40.26	1.122	7740.3	6897.8	***1
		40.03	1.249	6508.1	5210.2	***1
		39.80	1.431	5330.7	3724.3	***1
-21.50	266.00	40.11	1.035	8737.9	8440.5	***1
		39.88	1.132	7471.7	6601.3	***1
		39.64	1.264	6262.8	4953.1	***1
		39.41	1.457	5107.2	3506.3	***1
-21.50	265.50	39.72	1.043	8446.3	8101.8	***1
		39.49	1.143	7204.3	6302.8	***1
		39.26	1.282	6018.2	4694.1	***1
		39.03	1.486	4883.9	3286.5	***1
-21.50	265.00	39.34	1.051	8156.3	7761.3	***1
		39.11	1.156	6938.1	6002.4	***1
		38.88	1.302	5774.6	4433.5	***1
		38.65	1.521	4661.1	3065.5	***1
-21.00	272.00	44.39	1.000	12390.1	12384.8	***1
		44.16	1.075	10819.2	10067.5	***1
		43.93	1.172	9316.2	7951.7	***1
		43.70	1.303	7878.2	6045.4	***1
-21.00	271.50	44.01	1.000	12090.7	12085.3	***1
		43.78	1.075	10546.9	9808.5	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
-21.00	271.50	43.55	1.173	9069.9	7731.4	
		43.32	1.306	7657.5	5862.7	
-21.00	271.00	43.63	1.001	11791.9	11782.8	***1
		43.40	1.076	10274.7	9546.3	***1
		43.17	1.175	8823.7	7508.0	
		42.94	1.310	7436.5	5676.6	
-21.00	270.50	43.24	1.001	11493.4	11477.3	***1
		43.01	1.078	10002.7	9280.7	***1
		42.78	1.178	8577.5	7281.3	***1
		42.55	1.315	7215.1	5487.4	
-21.00	270.00	42.86	1.002	11195.3	11168.5	***1
		42.63	1.080	9731.1	9012.2	***1
		42.40	1.182	8331.3	7051.4	***1
		42.17	1.321	6993.7	5294.9	
-21.00	269.50	42.47	1.004	10898.0	10857.0	***1
		42.24	1.082	9459.9	8740.6	***1
		42.01	1.186	8085.4	6818.6	***1
		41.78	1.328	6772.2	5099.6	
-21.00	269.00	42.09	1.006	10601.5	10542.7	***1
		41.86	1.085	9189.2	8466.2	***1
		41.63	1.191	7839.8	6582.8	***1
		41.40	1.337	6550.6	4901.2	
-21.00	268.50	41.71	1.008	10305.6	10225.6	***1
		41.48	1.089	8919.1	8189.0	***1
		41.25	1.197	7594.5	6344.2	***1
		41.01	1.347	6329.2	4700.4	***1
-21.00	268.00	41.32	1.011	10010.8	9906.0	***1
		41.09	1.094	8649.6	7909.0	***1
		40.86	1.204	7349.6	6103.0	***1
		40.63	1.358	6107.9	4496.7	***1
-21.00	267.50	40.94	1.014	9717.1	9583.8	***1
		40.71	1.099	8381.0	7626.5	***1
		40.48	1.213	7105.2	5859.2	***1
		40.25	1.372	5886.7	4290.6	***1
-21.00	267.00	40.55	1.018	9424.4	9259.2	***1
		40.32	1.105	8113.3	7341.7	***1
		40.09	1.222	6861.5	5612.9	***1
		39.86	1.388	5665.9	4082.2	***1
-21.00	266.50	40.17	1.022	9132.9	8932.4	***1
		39.94	1.112	7846.5	7054.4	***1
		39.71	1.234	6618.4	5364.4	***1
		39.48	1.406	5445.3	3871.7	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
-21.00	266.00	39.79	1.028	8842.8	8603.4	***1
		39.56	1.121	7580.9	6765.0	***1
		39.32	1.247	6376.1	5113.7	***1
		39.09	1.428	5225.1	3659.1	***1
-21.00	265.50	39.40	1.034	8554.0	8272.3	***1
		39.17	1.130	7316.3	6473.6	***1
		38.94	1.262	6134.6	4861.0	***1
		38.71	1.453	5005.1	3444.8	***1
-21.00	265.00	39.02	1.041	8266.8	7939.3	***1
		38.79	1.141	7052.9	6180.1	***1
		38.56	1.279	5893.9	4606.5	***1
		38.33	1.482	4785.6	3228.9	***1
-20.50	272.00	44.07	1.001	12448.7	12439.0	***1
		43.84	1.074	10882.4	10129.2	
		43.61	1.170	9383.4	8017.7	
		43.38	1.300	7949.1	6112.6	
-20.50	271.50	43.69	1.000	12153.1	12147.7	***1
		43.46	1.074	10613.7	9877.9	
		43.23	1.171	9140.8	7804.8	
		43.00	1.302	7732.0	5936.7	
-20.50	271.00	43.31	1.000	11857.7	11853.3	***1
		43.08	1.075	10345.0	9623.3	***1
		42.85	1.173	8898.1	7588.7	
		42.61	1.305	7514.5	5757.6	
-20.50	270.50	42.92	1.001	11562.8	11555.7	***1
		42.69	1.076	10076.6	9365.5	***1
		42.46	1.175	8655.4	7369.2	
		42.23	1.309	7296.7	5574.9	
-20.50	270.00	42.54	1.001	11268.3	11255.2	***1
		42.31	1.077	9808.4	9104.6	***1
		42.08	1.177	8412.6	7146.5	
		41.85	1.314	7078.6	5389.1	
-20.50	269.50	42.15	1.002	10974.3	10951.6	***1
		41.92	1.079	9540.5	8840.5	***1
		41.69	1.181	8170.0	6920.7	***1
		41.46	1.319	6860.5	5200.3	
-20.50	269.00	41.77	1.003	10681.1	10645.3	***1
		41.54	1.082	9273.1	8573.6	***1
		41.31	1.185	7927.7	6691.9	***1
		41.08	1.326	6642.2	5008.4	
-20.50	268.50	41.39	1.005	10388.5	10336.1	***1
		41.16	1.085	9006.2	8303.9	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
-20.50	268.50	40.92	1.190	7685.5	6460.2	***1
		40.69	1.335	6424.1	4813.7	
-20.50	268.00	41.00	1.007	10096.9	10024.3	***1
		40.77	1.088	8739.9	8031.3	***1
		40.54	1.196	7443.8	6225.8	***1
		40.31	1.344	6206.0	4616.3	***1
		40.62	1.010	9806.2	9710.1	***1
-20.50	267.50	40.39	1.093	8474.4	7756.2	***1
		40.16	1.203	7202.6	5988.8	***1
		39.93	1.356	5988.1	4416.3	***1
		40.23	1.013	9516.5	9393.2	***1
		40.00	1.098	8209.7	7478.7	***1
-20.50	267.00	39.77	1.211	6961.9	5749.2	***1
		39.54	1.369	5770.4	4213.9	***1
		39.85	1.017	9228.0	9074.1	***1
		39.62	1.104	7945.9	7198.6	***1
		39.39	1.221	6721.9	5507.3	***1
-20.50	266.50	39.16	1.385	5553.0	4009.2	***1
		39.47	1.021	8940.8	8752.8	***1
		39.24	1.111	7683.1	6916.3	***1
		39.00	1.232	6482.6	5263.1	***1
		38.77	1.403	5335.9	3802.3	***1
-20.50	266.00	39.08	1.027	8654.8	8429.3	***1
		38.85	1.119	7421.4	6631.9	***1
		38.62	1.245	6243.9	5016.8	***1
		38.39	1.425	5119.3	3593.6	***1
		38.70	1.033	8370.4	8103.9	***1
-20.50	265.50	38.47	1.129	7160.8	6345.3	***1
		38.24	1.260	6006.2	4768.5	***1
		38.01	1.449	4903.0	3383.0	***1
		43.75	1.002	12499.8	12480.1	***1
		43.52	1.075	10938.2	10178.4	
-20.00	272.00	43.29	1.170	9443.5	8072.2	
		43.06	1.299	8013.1	6169.4	
		43.37	1.001	12208.0	12197.1	***1
		43.14	1.074	10673.2	9934.9	
		42.91	1.170	9204.6	7866.7	
-20.00	271.50	42.68	1.300	7799.6	6000.3	
		42.99	1.000	11916.2	11910.6	***1
		42.76	1.074	10408.1	9687.9	
		42.53	1.171	8965.4	7657.7	
		42.29	1.302	7585.6	5827.8	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
-20.00	270.50	42.60	1.000	11624.8	11621.0	***1
		42.37	1.075	10143.2	9437.7	***1
		42.14	1.172	8726.2	7445.4	
		41.91	1.304	7371.3	5651.9	
-20.00	270.00	42.22	1.000	11333.9	11328.5	***1
		41.99	1.076	9878.5	9184.5	***1
		41.76	1.174	8486.9	7229.8	
		41.53	1.308	7156.7	5472.7	
-20.00	269.50	41.83	1.001	11043.3	11032.8	***1
		41.60	1.077	9614.0	8928.0	***1
		41.37	1.176	8247.7	7011.1	
		41.14	1.312	6941.9	5290.4	
-20.00	269.00	41.45	1.002	10753.4	10734.4	***1
		41.22	1.079	9349.9	8668.5	***1
		40.99	1.180	8008.6	6789.4	***1
		40.76	1.318	6727.1	5105.0	
-20.00	268.50	41.07	1.003	10464.2	10433.3	***1
		40.84	1.081	9086.3	8406.2	***1
		40.60	1.184	7769.8	6564.7	***1
		40.37	1.325	6512.1	4916.6	
-20.00	268.00	40.68	1.005	10175.7	10129.2	***1
		40.45	1.084	8823.2	8141.1	***1
		40.22	1.188	7531.2	6337.2	***1
		39.99	1.333	6297.3	4725.6	
-20.00	267.50	40.30	1.007	9888.2	9822.8	***1
		40.07	1.087	8560.8	7873.3	***1
		39.84	1.194	7293.1	6107.0	***1
		39.61	1.342	6082.6	4531.8	
-20.00	267.00	39.91	1.009	9601.7	9513.8	***1
		39.68	1.092	8299.2	7603.1	***1
		39.45	1.201	7055.6	5874.1	***1
		39.22	1.354	5868.1	4335.4	***1
-20.00	266.50	39.53	1.012	9316.1	9202.3	***1
		39.30	1.097	8038.4	7330.3	***1
		39.07	1.209	6818.5	5638.8	***1
		38.84	1.367	5653.8	4136.6	***1
-20.00	266.00	39.15	1.016	9031.8	8888.7	***1
		38.91	1.103	7778.5	7055.1	***1
		38.68	1.219	6582.2	5401.2	***1
		38.45	1.382	5439.9	3935.7	***1
-20.00	265.50	38.76	1.021	8748.8	8572.8	***1
		38.53	1.109	7519.7	6777.7	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
-20.00	265.50	38.30	1.230	6346.6	5161.3	***1
		38.07	1.400	5226.4	3732.5	***1
-20.00	265.00	38.38	1.026	8467.1	8254.9	***1
		38.15	1.118	7261.9	6498.2	***1
		37.92	1.242	6111.7	4919.3	***1
		37.69	1.421	5013.2	3527.4	***1
		43.43	1.003	12543.5	12508.3	
-19.50	272.00	43.20	1.076	10986.8	10215.5	
		42.97	1.170	9496.5	8115.4	
		42.74	1.298	8070.1	6215.4	
		43.05	1.002	12255.4	12233.2	
		42.82	1.075	10725.6	9979.6	
		42.59	1.170	9261.2	7917.1	
		42.36	1.299	7860.3	6053.2	
-19.50	271.50	42.67	1.001	11967.4	11954.8	***1
		42.44	1.074	10464.1	9740.3	
		42.21	1.170	9025.7	7715.3	
		41.97	1.299	7649.9	5887.5	
-19.50	271.00	42.28	1.001	11679.6	11673.3	***1
		42.05	1.074	10202.8	9497.7	
		41.82	1.170	8790.0	7510.1	
		41.59	1.301	7439.1	5718.3	
		41.90	1.000	11392.1	11388.5	***1
-19.50	270.50	41.67	1.075	9941.6	9252.0	
		41.44	1.172	8554.2	7301.7	
		41.21	1.303	7228.0	5545.8	
		41.51	1.000	11105.2	11101.0	***1
		41.28	1.075	9680.4	9002.9	***1
-19.50	270.00	41.05	1.173	8318.4	7090.0	
		40.82	1.307	7016.7	5370.1	
		41.13	1.001	10818.7	10810.4	***1
		40.90	1.076	9419.7	8751.0	***1
		40.67	1.176	8082.7	6875.4	
		40.44	1.311	6805.1	5191.1	
-19.50	269.50	40.75	1.002	10532.7	10516.9	***1
		40.52	1.078	9159.4	8496.2	***1
		40.28	1.179	7847.1	6657.6	
		40.05	1.316	6593.5	5009.3	
-19.50	269.00	40.36	1.003	10247.6	10220.9	***1
		40.13	1.080	8899.5	8238.4	***1
		39.90	1.182	7611.8	6437.0	***1
		39.67	1.323	6381.9	4824.5	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
-19.50	267.50	39.98	1.004	9963.2	9922.1	***1
		39.75	1.083	8640.3	7978.0	***1
		39.52	1.187	7376.9	6213.7	***1
		39.29	1.331	6170.3	4636.8	
-19.50	267.00	39.59	1.006	9679.8	9620.9	***1
		39.36	1.086	8381.8	7715.0	***1
		39.13	1.193	7142.3	5987.5	***1
		38.90	1.340	5959.0	4446.7	
-19.50	266.50	39.21	1.009	9397.3	9317.2	***1
		38.98	1.091	8124.0	7449.4	***1
		38.75	1.200	6908.4	5758.9	***1
		38.52	1.351	5747.9	4254.0	***1
-19.50	266.00	38.83	1.012	9116.0	9011.2	***1
		38.59	1.095	7867.1	7181.4	***1
		38.36	1.208	6675.1	5528.0	***1
		38.13	1.364	5537.1	4059.0	***1
-19.50	265.50	38.44	1.015	8835.9	8702.9	***1
		38.21	1.101	7611.2	6911.2	***1
		37.98	1.217	6442.4	5294.6	***1
		37.75	1.379	5326.6	3861.6	***1
-19.50	265.00	38.06	1.020	8557.0	8392.5	***1
		37.83	1.108	7356.3	6638.7	***1
		37.60	1.228	6210.5	5059.0	***1
		37.37	1.397	5116.6	3662.1	***1
-19.00	272.00	43.11	1.004	12579.8	12523.8	
		42.88	1.077	11028.3	10240.7	
		42.65	1.171	9542.5	8147.3	
		42.42	1.299	8120.3	6251.3	
-19.00	271.50	42.73	1.003	12295.5	12256.7	
		42.50	1.076	10770.7	10012.3	
		42.27	1.170	9311.0	7956.2	
		42.04	1.298	7914.2	6095.9	
-19.00	271.00	42.35	1.002	12011.3	11986.3	
		42.12	1.075	10513.0	9780.6	
		41.88	1.170	9079.1	7761.6	
		41.65	1.298	7707.4	5936.9	
-19.00	270.50	41.96	1.001	11727.2	11712.7	***1
		41.73	1.074	10255.2	9545.5	
		41.50	1.170	8847.0	7563.8	
		41.27	1.299	7500.1	5774.3	
-19.00	270.00	41.58	1.001	11443.3	11435.8	***1
		41.35	1.074	9997.5	9307.3	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-19.00	270.00	41.12	1.170	8614.7	7362.3
		40.89	1.300	7292.5	5608.5
-19.00	269.50	41.19	1.000	11159.9	11156.1
		40.96	1.074	9739.9	9065.8
		40.73	1.171	8382.3	7157.8
-19.00	269.00	40.50	1.302	7084.6	5439.3
		40.81	1.000	10876.8	10873.4
		40.58	1.075	9482.7	8821.4
-19.00	268.50	40.35	1.173	8150.0	6950.1
		40.12	1.306	6876.4	5266.9
		40.43	1.001	10594.3	10587.7
-19.00	268.00	40.20	1.076	9225.6	8573.9
		39.96	1.175	7917.7	6739.2
		39.73	1.310	6668.1	5091.5
-19.00	267.50	40.04	1.001	10312.4	10299.5
		39.81	1.078	8969.0	8323.5
		39.58	1.178	7685.6	6525.5
-19.00	267.00	39.35	1.315	6459.8	4913.1
		39.66	1.002	10031.2	10008.5
		39.43	1.080	8713.0	8070.4
-19.00	266.50	39.20	1.181	7453.9	6309.1
		38.97	1.321	6251.5	4731.9
		39.27	1.004	9750.9	9714.8
-19.00	266.00	39.04	1.082	8457.6	7814.7
		38.81	1.186	7222.5	6089.7
		38.58	1.329	6043.3	4547.9
-19.00	265.50	38.89	1.006	9471.6	9418.8
		38.66	1.086	8202.8	7556.2
		38.43	1.192	6991.6	5867.8
-19.00	265.00	38.20	1.338	5835.4	4361.3
		38.51	1.008	9193.2	9120.4
		38.27	1.090	7948.9	7295.4
-19.00	265.00	38.04	1.198	6761.3	5643.5
		37.81	1.349	5627.6	4172.1
		38.12	1.011	8916.0	8819.7
-19.00	265.00	37.89	1.094	7695.9	7032.3
		37.66	1.206	6531.5	5416.6
		37.43	1.362	5420.2	3980.7
-19.00	265.00	37.74	1.014	8640.0	8516.9
		37.51	1.100	7443.9	6766.8
		37.28	1.215	6302.6	5187.5
		37.05	1.377	5213.2	3787.0

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
-18.50	272.00	42.79	1.007	12608.6	12526.9	
		42.56	1.079	11062.4	10254.0	
		42.33	1.173	9581.5	8168.1	
		42.10	1.301	8163.6	6276.8	
-18.50	271.50	42.41	1.005	12328.2	12267.6	
		42.18	1.077	10808.7	10033.3	
		41.95	1.172	9353.7	7984.3	
		41.72	1.299	7961.2	6128.3	
-18.50	271.00	42.03	1.004	12047.8	12005.2	
		41.80	1.076	10554.7	9809.0	
		41.56	1.170	9125.5	7796.9	
		41.33	1.298	7758.1	5976.1	
-18.50	270.50	41.64	1.002	11767.5	11739.4	
		41.41	1.075	10300.6	9581.5	
		41.18	1.170	8897.0	7606.0	
		40.95	1.298	7554.4	5820.1	
-18.50	270.00	41.26	1.001	11487.2	11470.3	
		41.03	1.074	10046.5	9350.7	
		40.80	1.170	8668.3	7411.7	
		40.57	1.298	7350.3	5660.8	
-18.50	269.50	40.87	1.001	11207.3	11198.4	***1
		40.64	1.074	9792.4	9116.6	
		40.41	1.170	8439.4	7214.2	
		40.18	1.300	7145.9	5498.3	
-18.50	269.00	40.49	1.000	10927.7	10923.4	***1
		40.26	1.074	9538.6	8879.5	
		40.03	1.171	8210.5	7013.5	
		39.80	1.302	6941.1	5332.4	
-18.50	268.50	40.11	1.000	10648.6	10645.5	***1
		39.87	1.075	9285.0	8639.5	
		39.64	1.172	7981.5	6809.6	
		39.41	1.305	6736.1	5163.4	
-18.50	268.00	39.72	1.000	10370.1	10365.0	***1
		39.49	1.076	9031.6	8396.4	***1
		39.26	1.174	7752.7	6602.8	
		39.03	1.308	6531.1	4991.5	
-18.50	267.50	39.34	1.001	10092.3	10081.7	***1
		39.11	1.077	8778.9	8150.6	***1
		38.88	1.177	7524.2	6393.0	
		38.65	1.313	6326.0	4816.5	
-18.50	267.00	38.95	1.002	9815.1	9795.7	***1
		38.72	1.079	8526.6	7902.1	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
-18.50	267.00	38.49	1.180	7296.0	6180.5
		38.26	1.320	6121.1	4638.8
-18.50	266.50	38.57	1.003	9538.9	9507.3
		38.34	1.082	8274.9	7650.8
		38.11	1.185	7068.2	5965.4
-18.50	266.00	37.88	1.327	5916.2	4458.3
		38.18	1.005	9263.6	9216.5
		37.95	1.085	8024.0	7397.2
-18.50	265.50	37.72	1.190	6840.9	5747.7
		37.49	1.336	5711.5	4275.2
		37.80	1.007	8989.4	8923.4
		37.57	1.089	7774.0	7141.1
-18.50	265.00	37.34	1.197	6614.1	5527.4
		37.11	1.347	5507.2	4089.8
		37.42	1.010	8716.3	8628.1
-18.00	272.00	37.19	1.093	7524.8	6882.7
		36.96	1.204	6388.0	5304.8
		42.47	1.009	12630.2	12517.9
		42.24	1.081	11089.4	10255.8
-18.00	271.50	42.01	1.175	9613.5	8178.2
		41.78	1.303	8200.2	6292.5
		42.09	1.007	12353.7	12266.5
		41.86	1.079	10839.5	10042.5
-18.00	271.00	41.63	1.173	9389.5	8001.4
		41.40	1.301	8001.4	6150.5
		41.71	1.005	12077.0	12011.7
		41.48	1.078	10589.3	9825.8
-18.00	270.50	41.24	1.172	9165.1	7821.2
		41.01	1.299	7802.1	6005.0
		41.32	1.004	11800.5	11753.7
		41.09	1.076	10338.9	9605.7
-18.00	270.00	40.86	1.171	8940.2	7637.3
		40.63	1.298	7602.0	5855.8
		40.94	1.003	11524.0	11492.5
		40.71	1.075	10088.4	9382.2
-18.00	269.50	40.48	1.170	8715.1	7450.2
		40.25	1.298	7401.5	5703.1
		40.55	1.002	11247.6	11228.2
		40.32	1.075	9838.0	9155.7
		40.09	1.169	8489.6	7259.5
		39.86	1.298	7200.5	5547.1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-18.00	269.00	40.17	1.001	10971.6	10960.9
		39.94	1.074	9587.6	8925.8
		39.71	1.170	8264.1	7065.7
		39.48	1.299	6999.2	5387.8
-18.00	268.50	39.79	1.000	10696.0	10690.8
		39.55	1.074	9337.3	8693.1
		39.32	1.170	8038.6	6868.9
		39.09	1.301	6797.6	5225.2
-18.00	268.00	39.40	1.000	10420.8	10417.8
		39.17	1.074	9087.4	8457.4
		38.94	1.172	7813.1	6668.9
		38.71	1.304	6595.8	5059.6
-18.00	267.50	39.02	1.000	10146.3	10142.1
		38.79	1.075	8837.8	8218.7
		38.56	1.173	7587.8	6466.0
		38.33	1.307	6394.0	4891.0
-18.00	267.00	38.63	1.001	9872.4	9863.8
		38.40	1.077	8588.7	7977.4
		38.17	1.176	7362.8	6260.3
		37.94	1.312	6192.2	4719.5
-18.00	266.50	38.25	1.002	9599.3	9582.9
		38.02	1.078	8340.3	7733.4
		37.79	1.180	7138.1	6051.8
		37.56	1.318	5990.5	4545.3
-18.00	266.00	37.86	1.003	9327.1	9299.6
		37.63	1.081	8092.4	7486.9
		37.40	1.184	6913.8	5840.7
		37.17	1.325	5788.9	4368.3
-18.00	265.50	37.48	1.005	9055.9	9014.0
		37.25	1.084	7845.4	7237.9
		37.02	1.189	6690.1	5627.1
		36.79	1.334	5587.6	4188.9
-18.00	265.00	37.10	1.007	8785.8	8726.1
		36.87	1.088	7599.2	6986.6
		36.64	1.195	6467.0	5411.1
		36.41	1.344	5386.6	4007.0
-17.50	272.00	42.15	1.012	12644.3	12496.9
		41.92	1.084	11109.2	10246.2
		41.69	1.179	9638.5	8177.6
		41.46	1.307	8229.8	6297.9
-17.50	271.50	41.77	1.010	12371.7	12253.0
		41.54	1.082	10863.2	10040.4

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-17.50	271.50	41.31	1.176	9418.3	8007.8
		41.08	1.304	8034.9	6162.7
-17.50	271.00	41.39	1.008	12099.0	12006.0
		41.16	1.080	10616.8	9831.0
		40.92	1.174	9197.6	7834.6
		40.69	1.301	7839.2	6023.9
-17.50	270.50	41.00	1.006	11826.2	11755.7
		40.77	1.078	10370.2	9618.3
		40.54	1.172	8976.5	7657.8
		40.31	1.300	7642.8	5881.3
-17.50	270.00	40.62	1.004	11553.4	11502.1
		40.39	1.077	10123.4	9402.2
		40.16	1.171	8754.9	7477.5
		39.93	1.298	7445.9	5735.2
-17.50	269.50	40.23	1.003	11280.8	11245.5
		40.00	1.076	9876.4	9182.8
		39.77	1.170	8533.1	7293.9
		39.54	1.298	7248.5	5585.8
-17.50	269.00	39.85	1.002	11008.4	10986.0
		39.62	1.075	9629.6	8960.4
		39.39	1.169	8311.1	7107.1
		39.16	1.298	7050.5	5432.9
-17.50	268.50	39.47	1.001	10736.2	10723.4
		39.23	1.074	9382.9	8734.9
		39.00	1.169	8088.9	6917.0
		38.77	1.299	6852.4	5276.8
-17.50	268.00	39.08	1.001	10464.5	10458.0
		38.85	1.074	9136.3	8506.3
		38.62	1.170	7866.8	6723.9
		38.39	1.300	6654.0	5117.6
-17.50	267.50	38.70	1.000	10193.3	10189.9
		38.47	1.074	8890.0	8275.0
		38.24	1.171	7644.8	6527.9
		38.01	1.303	6455.4	4955.4
-17.50	267.00	38.31	1.000	9922.7	9919.1
		38.08	1.075	8644.2	8040.8
		37.85	1.173	7422.9	6328.8
		37.62	1.306	6256.8	4790.1
-17.50	266.50	37.93	1.001	9652.8	9645.7
		37.70	1.076	8398.8	7803.9
		37.47	1.175	7201.4	6127.1
		37.24	1.311	6058.3	4622.1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
-17.50	266.00	37.54	1.001	9383.8	9370.0	***1
		37.31	1.078	8154.1	7564.6	***1
		37.08	1.179	6980.2	5922.7	
		36.85	1.316	5859.8	4451.3	
-17.50	265.50	37.16	1.003	9115.7	9091.9	***1
		36.93	1.080	7910.1	7322.6	***1
		36.70	1.183	6759.5	5715.7	
		36.47	1.323	5661.5	4277.9	
-17.50	265.00	36.78	1.004	8848.5	8811.3	***1
		36.55	1.083	7666.9	7078.3	***1
		36.32	1.188	6539.3	5506.0	***1
		36.09	1.332	5463.6	4102.0	
-17.00	272.00	41.83	1.015	12651.1	12464.1	
		41.60	1.088	11121.9	10225.5	
		41.37	1.182	9656.5	8166.5	
		41.14	1.311	8252.7	6293.8	
-17.00	271.50	41.45	1.013	12382.5	12227.9	
		41.22	1.085	10879.8	10027.0	
		40.99	1.179	9440.2	8003.7	
		40.76	1.308	8061.6	6165.2	
-17.00	271.00	41.07	1.010	12113.7	11988.4	
		40.83	1.083	10637.3	9824.9	
		40.60	1.177	9223.3	7837.5	
		40.37	1.304	7869.7	6032.9	
-17.00	270.50	40.68	1.008	11844.8	11745.8	
		40.45	1.081	10394.4	9619.4	
		40.22	1.175	9005.9	7667.6	
		39.99	1.302	7677.0	5896.9	
-17.00	270.00	40.30	1.007	11575.8	11499.8	
		40.07	1.079	10151.3	9410.7	
		39.84	1.173	8788.0	7494.3	
		39.61	1.300	7483.7	5757.5	
-17.00	269.50	39.91	1.005	11306.8	11250.7	
		39.68	1.077	9908.0	9198.6	
		39.45	1.171	8569.8	7317.6	
		39.22	1.298	7289.8	5614.4	
-17.00	269.00	39.53	1.004	11038.0	10998.7	
		39.30	1.076	9664.7	8983.3	
		39.07	1.170	8351.3	7137.6	
		38.84	1.298	7095.4	5468.1	
-17.00	268.50	39.14	1.002	10769.4	10743.7	
		38.91	1.075	9421.5	8765.1	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-17.00	268.50	38.68	1.169	8132.5	6954.4
		38.45	1.297	6900.6	5318.4
-17.00	268.00	38.76	1.001	10501.2	10485.8
		38.53	1.074	9178.3	8543.7
		38.30	1.169	7913.8	6768.1
		38.07	1.298	6705.6	5165.6
		38.38	1.001	10233.4	10225.2
-17.00	267.50	38.15	1.074	8935.4	8319.5
		37.92	1.170	7695.1	6578.8
		37.69	1.300	6510.3	5009.6
		37.99	1.000	9966.1	9961.9
-17.00	267.00	37.76	1.074	8692.9	8092.5
		37.53	1.171	7476.5	6386.5
		37.30	1.302	6314.9	4850.7
		37.61	1.000	9699.5	9696.1
-17.00	266.50	37.38	1.075	8450.7	7862.7
		37.15	1.172	7258.2	6191.4
		36.92	1.305	6119.6	4688.9
-17.00	266.00	37.22	1.001	9433.6	9427.7
		36.99	1.076	8209.2	7630.4
		36.76	1.175	7040.1	5993.6
		36.53	1.309	5924.2	4524.2
-17.00	265.50	36.84	1.001	9168.6	9156.9
		36.61	1.077	7968.2	7395.4
		36.38	1.178	6822.4	5793.1
		36.15	1.315	5729.1	4357.0
-17.00	265.00	36.46	1.002	8904.5	8883.9
		36.23	1.080	7728.0	7158.0
		36.00	1.182	6605.2	5590.2
		35.77	1.322	5534.1	4187.1
-16.50	272.00	41.51	1.019	12650.5	12419.8
		41.28	1.092	11127.3	10193.9
		41.05	1.187	9667.6	8145.1
		40.82	1.317	8268.8	6280.0
-16.50	271.50	41.13	1.016	12386.0	12191.3
		40.90	1.089	10889.3	10002.7
		40.67	1.183	9455.3	7989.4
		40.44	1.312	8081.6	6158.1
-16.50	271.00	40.75	1.014	12121.2	11959.3
		40.51	1.086	10650.7	9807.9
		40.28	1.180	9242.2	7830.0
		40.05	1.309	7893.5	6032.3

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-16.50	270.50	40.36	1.011	11856.1	11724.1
		40.13	1.083	10411.7	9609.7
		39.90	1.178	9028.5	7667.0
		39.67	1.305	7704.6	5903.0
-16.50	270.00	39.98	1.009	11591.0	11485.7
		39.75	1.081	10172.3	9408.0
		39.52	1.175	8814.3	7500.6
		39.29	1.302	7514.9	5769.9
-16.50	269.50	39.59	1.007	11325.7	11244.1
		39.36	1.079	9932.8	9203.2
		39.13	1.173	8599.7	7330.7
		38.90	1.300	7324.6	5633.4
-16.50	269.00	39.21	1.006	11060.6	10999.5
		38.98	1.078	9693.0	8995.0
		38.75	1.171	8384.8	7157.5
		38.52	1.299	7133.7	5493.5
-16.50	268.50	38.82	1.004	10795.7	10752.0
		38.59	1.076	9453.3	8783.9
		38.36	1.170	8169.6	6981.2
		38.13	1.298	6942.4	5350.2
-16.50	268.00	38.44	1.003	10530.9	10501.6
		38.21	1.075	9213.7	8569.7
		37.98	1.169	7954.2	6801.5
		37.75	1.297	6750.7	5203.7
-16.50	267.50	38.06	1.002	10266.6	10248.4
		37.83	1.074	8974.1	8352.5
		37.60	1.169	7738.9	6618.9
		37.37	1.298	6558.8	5054.1
-16.50	267.00	37.67	1.001	10002.7	9992.6
		37.44	1.074	8734.9	8132.6
		37.21	1.169	7523.6	6433.4
		36.98	1.299	6366.7	4901.4
-16.50	266.50	37.29	1.001	9739.4	9734.0
		37.06	1.074	8496.0	7909.9
		36.83	1.170	7308.4	6244.9
		36.60	1.301	6174.5	4745.7
-16.50	266.00	36.90	1.000	9476.7	9473.1
		36.67	1.075	8257.6	7684.4
		36.44	1.172	7093.5	6053.7
		36.21	1.304	5982.3	4587.3
-16.50	265.50	36.52	1.001	9214.9	9209.7
		36.29	1.076	8019.7	7456.5

***1

***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-16.50	265.50	36.06	1.174	6878.9	5859.8
		35.83	1.308	5790.2	4426.0
-16.50	265.00	36.14	1.001	8953.9	8943.9
		35.91	1.077	7782.5	7226.1
		35.68	1.177	6664.7	5663.3
		35.44	1.313	5598.3	4262.2
-16.00	272.00	41.19	1.023	12642.6	12364.2
		40.96	1.096	11125.7	10151.7
		40.73	1.192	9671.7	8113.7
		40.50	1.323	8278.3	6257.0
-16.00	271.50	40.81	1.020	12382.3	12143.2
		40.58	1.093	10891.7	9967.7
		40.35	1.188	9463.4	7964.9
		40.12	1.318	8094.9	6141.5
		40.43	1.017	12121.4	11918.7
		40.19	1.090	10657.1	9780.0
		39.96	1.185	9254.2	7812.3
		39.73	1.314	7910.6	6022.3
-16.00	270.50	40.04	1.014	11860.3	11690.9
		39.81	1.087	10421.9	9588.9
		39.58	1.181	9044.4	7656.2
		39.35	1.310	7725.5	5899.4
-16.00	270.00	39.66	1.012	11599.1	11460.0
		39.43	1.084	10186.4	9394.4
		39.20	1.178	8833.9	7496.6
		38.97	1.306	7539.4	5772.7
		39.27	1.010	11337.6	11225.8
		39.04	1.082	9950.5	9196.7
		38.81	1.176	8622.9	7333.4
		38.58	1.303	7352.8	5642.7
-16.00	269.00	38.89	1.008	11076.2	10988.6
		38.66	1.080	9714.4	8995.6
		38.43	1.174	8411.6	7167.0
		38.20	1.301	7165.5	5509.1
-16.00	268.50	38.50	1.006	10814.8	10748.5
		38.27	1.078	9478.3	8791.5
		38.04	1.172	8199.9	6997.3
		37.81	1.299	6977.6	5372.2
-16.00	268.00	38.12	1.005	10553.7	10505.4
		37.89	1.077	9242.2	8584.4
		37.66	1.171	7988.1	6824.5
		37.43	1.298	6789.4	5232.0

***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-16.00	267.50	37.74	1.003	10292.8	10259.6
		37.51	1.075	9006.1	8374.2
		37.28	1.170	7776.1	6648.5
		37.05	1.297	6600.8	5088.7
-16.00	267.00	37.35	1.002	10032.4	10011.1
		37.12	1.075	8770.2	8161.3
		36.89	1.169	7564.1	6469.6
		36.66	1.297	6412.0	4942.1
-16.00	266.50	36.97	1.001	9772.4	9759.8
		36.74	1.074	8534.6	7945.5
		36.51	1.169	7352.2	6287.7
		36.28	1.298	6223.1	4792.8
-16.00	266.00	36.58	1.001	9513.1	9506.2
		36.35	1.074	8299.4	7727.0
		36.12	1.170	7140.4	6103.1
		35.89	1.300	6034.0	4640.4
-16.00	265.50	36.20	1.000	9254.4	9250.1
		35.97	1.074	8064.7	7506.0
		35.74	1.171	6929.0	5915.8
		35.51	1.303	5845.0	4485.3
-16.00	265.00	35.82	1.001	8996.5	8991.5
		35.59	1.075	7830.6	7282.5
		35.36	1.173	6717.8	5725.8
		35.12	1.307	5656.2	4327.5
-15.50	272.00	40.87	1.027	12627.5	12297.9
		40.64	1.101	11117.1	10099.1
		40.41	1.198	9669.0	8072.5
		40.18	1.330	8280.9	6224.6
-15.50	271.50	40.49	1.024	12371.2	12084.1
		40.26	1.097	10887.1	9922.1
		40.03	1.193	9464.6	7930.4
		39.80	1.325	8101.5	6115.6
-15.50	271.00	40.10	1.021	12114.4	11867.0
		39.87	1.094	10656.4	9741.5
		39.64	1.189	9259.4	7784.6
		39.41	1.320	7921.2	6003.0
-15.50	270.50	39.72	1.018	11857.3	11646.6
		39.49	1.091	10425.2	9557.5
		39.26	1.186	9053.4	7635.3
		39.03	1.315	7739.7	5886.4
-15.50	270.00	39.34	1.015	11599.9	11422.9
		39.11	1.088	10193.5	9370.1

***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-15.50	270.00	38.88	1.182	8846.7	7482.3
		38.65	1.311	7557.5	5766.2
-15.50	269.50	38.95	1.013	11342.4	11196.1
		38.72	1.085	9961.4	9179.3
		38.49	1.179	8639.5	7325.9
		38.26	1.307	7374.5	5642.5
-15.50	269.00	38.57	1.011	11084.7	10966.3
		38.34	1.083	9729.0	8985.3
		38.11	1.177	8431.8	7166.3
		37.88	1.304	7190.7	5515.2
-15.50	268.50	38.18	1.009	10827.1	10733.5
		37.95	1.081	9496.5	8788.2
		37.72	1.174	8223.6	7003.2
		37.49	1.301	7006.4	5384.6
-15.50	268.00	37.80	1.007	10569.5	10497.6
		37.57	1.079	9263.9	8587.9
		37.34	1.172	8015.3	6837.0
		37.11	1.299	6821.7	5250.7
-15.50	267.50	37.42	1.005	10312.3	10259.1
		37.19	1.077	9031.3	8384.8
		36.96	1.171	7806.7	6667.7
		36.73	1.298	6636.5	5113.7
-15.50	267.00	37.03	1.004	10055.3	10017.8
		36.80	1.076	8798.8	8178.8
		36.57	1.170	7598.1	6495.4
		36.34	1.297	6451.0	4973.4
-15.50	266.50	36.65	1.003	9798.7	9773.8
		36.42	1.075	8566.6	7970.0
		36.19	1.169	7389.4	6320.0
		35.96	1.297	6265.3	4830.1
-15.50	266.00	36.26	1.002	9542.6	9527.4
		36.03	1.074	8334.6	7758.4
		35.80	1.169	7180.9	6141.9
		35.57	1.298	6079.5	4683.9
-15.50	265.50	35.88	1.001	9287.2	9278.5
		35.65	1.074	8103.1	7544.2
		35.42	1.170	6972.6	5961.1
		35.19	1.300	5893.6	4534.8
-15.50	265.00	35.50	1.001	9032.4	9027.0
		35.27	1.074	7872.1	7327.5
		35.04	1.171	6764.5	5777.5
		34.80	1.302	5707.8	4383.0

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-15.00	272.00	40.55	1.031	12605.1	12220.9
		40.32	1.106	11101.4	10036.4
		40.09	1.204	9659.4	8021.8
		39.86	1.339	8276.9	6183.4
-15.00	271.50	40.17	1.028	12353.0	12014.4
		39.94	1.102	10875.5	9866.5
		39.71	1.199	9459.0	7886.4
		39.48	1.332	8101.5	6081.0
-15.00	271.00	39.78	1.025	12100.4	11804.6
		39.55	1.099	10648.8	9692.9
		39.32	1.195	9257.8	7747.4
		39.09	1.326	7925.0	5974.6
-15.00	270.50	39.40	1.022	11847.3	11591.5
		39.17	1.095	10421.5	9515.8
		38.94	1.191	9055.7	7604.7
		38.71	1.321	7747.5	5864.3
-15.00	270.00	39.02	1.019	11593.8	11374.9
		38.79	1.092	10193.8	9335.3
		38.56	1.187	8852.8	7458.3
		38.33	1.316	7569.0	5750.5
-15.00	269.50	38.63	1.017	11340.2	11155.4
		38.40	1.089	9965.4	9151.4
		38.17	1.183	8649.3	7308.6
		37.94	1.312	7389.7	5633.1
-15.00	269.00	38.25	1.014	11086.3	10932.8
		38.02	1.086	9736.8	8964.4
		37.79	1.180	8445.3	7155.5
		37.56	1.308	7209.5	5512.1
-15.00	268.50	37.86	1.012	10832.3	10707.0
		37.63	1.084	9508.0	8774.2
		37.40	1.177	8240.8	6999.0
		37.17	1.305	7028.8	5387.8
-15.00	268.00	37.48	1.010	10578.5	10478.5
		37.25	1.081	9278.9	8580.8
		37.02	1.175	8036.0	6839.4
		36.79	1.302	6847.6	5260.1
-15.00	267.50	37.10	1.008	10324.8	10247.1
		36.87	1.079	9049.9	8384.6
		36.64	1.173	7830.9	6676.6
		36.40	1.300	6665.7	5129.1
-15.00	267.00	36.71	1.006	10071.3	10012.9
		36.48	1.078	8820.9	8185.4

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
X (m)	Y (m)		安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
-15.00	267.00	36.25	1.171	7625.6	6510.8
		36.02	1.298	6483.6	4995.0
-15.00	266.50	36.33	1.004	9818.1	9776.2
		36.10	1.076	8591.9	7983.4
		35.87	1.170	7420.3	6342.0
		35.64	1.297	6301.2	4857.9
-15.00	266.00	35.94	1.003	9565.5	9536.9
		35.71	1.075	8363.3	7778.7
		35.48	1.169	7215.0	6170.4
		35.25	1.297	6118.6	4717.8
-15.00	265.50	35.56	1.002	9313.3	9295.0
		35.33	1.074	8135.0	7571.3
		35.10	1.169	7009.8	5995.9
		34.87	1.298	5935.9	4574.7
-15.00	265.00	35.18	1.001	9061.7	9050.8
		34.95	1.074	7907.1	7361.3
		34.71	1.169	6804.9	5818.8
		34.48	1.299	5753.2	4428.9

3. 安全率テーブルリスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

Y(m)	X(m)	-22.00	-21.50	-21.00	-20.50	-20.00	-19.50
272.00	安全率	1.001	1.001	1.000	1.001	1.002	1.003
	半径(m)	45.03	44.71	44.39	44.07	43.75	43.43
271.50	安全率	1.002	1.001	1.000	1.000	1.001	1.002
	半径(m)	44.65	44.33	44.01	43.69	43.37	43.05
271.00	安全率	1.003	1.002	1.001	1.000	1.000	1.001
	半径(m)	44.27	43.95	43.63	43.31	42.99	42.67
270.50	安全率	1.005	1.003	1.001	1.001	1.000	1.001
	半径(m)	43.88	43.56	43.24	42.92	42.60	42.28
270.00	安全率	1.007	1.004	1.002	1.001	1.000	1.000
	半径(m)	43.50	43.18	42.86	42.54	42.22	41.90
269.50	安全率	1.009	1.006	1.004	1.002	1.001	1.000
	半径(m)	43.11	42.79	42.47	42.15	41.83	41.51
269.00	安全率	1.012	1.008	1.006	1.003	1.002	1.001
	半径(m)	42.73	42.41	42.09	41.77	41.45	41.13
268.50	安全率	1.016	1.011	1.008	1.005	1.003	1.002
	半径(m)	42.35	42.03	41.71	41.39	41.07	40.75
268.00	安全率	1.020	1.015	1.011	1.007	1.005	1.003
	半径(m)	41.96	41.64	41.32	41.00	40.68	40.36
267.50	安全率	1.024	1.019	1.014	1.010	1.007	1.004
	半径(m)	41.58	41.26	40.94	40.62	40.30	39.98
267.00	安全率	1.030	1.023	1.018	1.013	1.009	1.006
	半径(m)	41.19	40.87	40.55	40.23	39.91	39.59
266.50	安全率	1.036	1.029	1.022	1.017	1.012	1.009
	半径(m)	40.81	40.49	40.17	39.85	39.53	39.21
266.00	安全率	1.044	1.035	1.028	1.021	1.016	1.012
	半径(m)	40.43	40.11	39.79	39.47	39.15	38.83
265.50	安全率	1.052	1.043	1.034	1.027	1.021	1.015
	半径(m)	40.04	39.72	39.40	39.08	38.76	38.44
265.00	安全率	1.062	1.051	1.041	1.033	1.026	1.020
	半径(m)	39.66	39.34	39.02	38.70	38.38	38.06

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

Y(m)	X(m)	-19.00	-18.50	-18.00	-17.50	-17.00	-16.50
272.00	安全率	1.004	1.007	1.009	1.012	1.015	1.019
	半径(m)	43.11	42.79	42.47	42.15	41.83	41.51
271.50	安全率	1.003	1.005	1.007	1.010	1.013	1.016
	半径(m)	42.73	42.41	42.09	41.77	41.45	41.13
271.00	安全率	1.002	1.004	1.005	1.008	1.010	1.014
	半径(m)	42.35	42.03	41.71	41.39	41.07	40.75
270.50	安全率	1.001	1.002	1.004	1.006	1.008	1.011
	半径(m)	41.96	41.64	41.32	41.00	40.68	40.36
270.00	安全率	1.001	1.001	1.003	1.004	1.007	1.009
	半径(m)	41.58	41.26	40.94	40.62	40.30	39.98
269.50	安全率	1.000	1.001	1.002	1.003	1.005	1.007
	半径(m)	41.19	40.87	40.55	40.23	39.91	39.59
269.00	安全率	1.000	1.000	1.001	1.002	1.004	1.006
	半径(m)	40.81	40.49	40.17	39.85	39.53	39.21
268.50	安全率	1.001	1.000	1.000	1.001	1.002	1.004
	半径(m)	40.43	40.11	39.79	39.47	39.14	38.82
268.00	安全率	1.001	1.000	1.000	1.001	1.001	1.003
	半径(m)	40.04	39.72	39.40	39.08	38.76	38.44
267.50	安全率	1.002	1.001	1.000	1.000	1.001	1.002
	半径(m)	39.66	39.34	39.02	38.70	38.38	38.06
267.00	安全率	1.004	1.002	1.001	1.000	1.000	1.001
	半径(m)	39.27	38.95	38.63	38.31	37.99	37.67
266.50	安全率	1.006	1.003	1.002	1.001	1.000	1.001
	半径(m)	38.89	38.57	38.25	37.93	37.61	37.29
266.00	安全率	1.008	1.005	1.003	1.001	1.001	1.000
	半径(m)	38.51	38.18	37.86	37.54	37.22	36.90
265.50	安全率	1.011	1.007	1.005	1.003	1.001	1.001
	半径(m)	38.12	37.80	37.48	37.16	36.84	36.52
265.00	安全率	1.014	1.010	1.007	1.004	1.002	1.001
	半径(m)	37.74	37.42	37.10	36.78	36.46	36.14

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

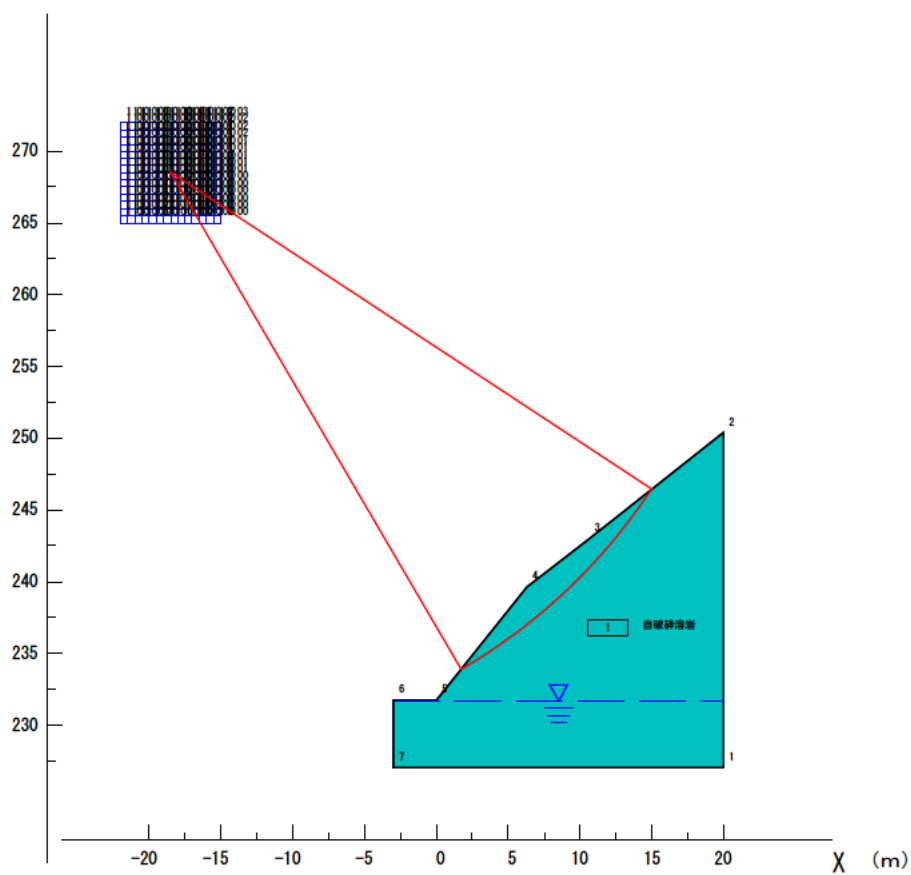
Y(m)	X(m)	-16.00	-15.50	-15.00
272.00	安全率	1.023	1.027	1.031
	半径(m)	41.19	40.87	40.55
271.50	安全率	1.020	1.024	1.028
	半径(m)	40.81	40.49	40.17
271.00	安全率	1.017	1.021	1.025
	半径(m)	40.43	40.10	39.78
270.50	安全率	1.014	1.018	1.022
	半径(m)	40.04	39.72	39.40
270.00	安全率	1.012	1.015	1.019
	半径(m)	39.66	39.34	39.02
269.50	安全率	1.010	1.013	1.017
	半径(m)	39.27	38.95	38.63
269.00	安全率	1.008	1.011	1.014
	半径(m)	38.89	38.57	38.25
268.50	安全率	1.006	1.009	1.012
	半径(m)	38.50	38.18	37.86
268.00	安全率	1.005	1.007	1.010
	半径(m)	38.12	37.80	37.48
267.50	安全率	1.003	1.005	1.008
	半径(m)	37.74	37.42	37.10
267.00	安全率	1.002	1.004	1.006
	半径(m)	37.35	37.03	36.71
266.50	安全率	1.001	1.003	1.004
	半径(m)	36.97	36.65	36.33
266.00	安全率	1.001	1.002	1.003
	半径(m)	36.58	36.26	35.94
265.50	安全率	1.000	1.001	1.002
	半径(m)	36.20	35.88	35.56
265.00	安全率	1.001	1.001	1.001
	半径(m)	35.82	35.50	35.18

4. 最小安全率リスト

最小安全率 (格子のグループ番号 = 1)

常 時 (二次追求の回数 = 0)		
最小安全率	=	1.000
円の中心 X 座標値 (m)	=	-18.50
Y 座標値 (m)	=	268.50
円の半径 R (m)	=	40.11
抵抗モーメント (kNm)	=	10648.6
起動モーメント (kNm)	=	10645.5

// 安全率図 //



WARNING ***1 円弧と地盤の交点が3点以上ある。 COUNT =367

3.5.2 必要抑止力計算（円弧すべり計算書-2）

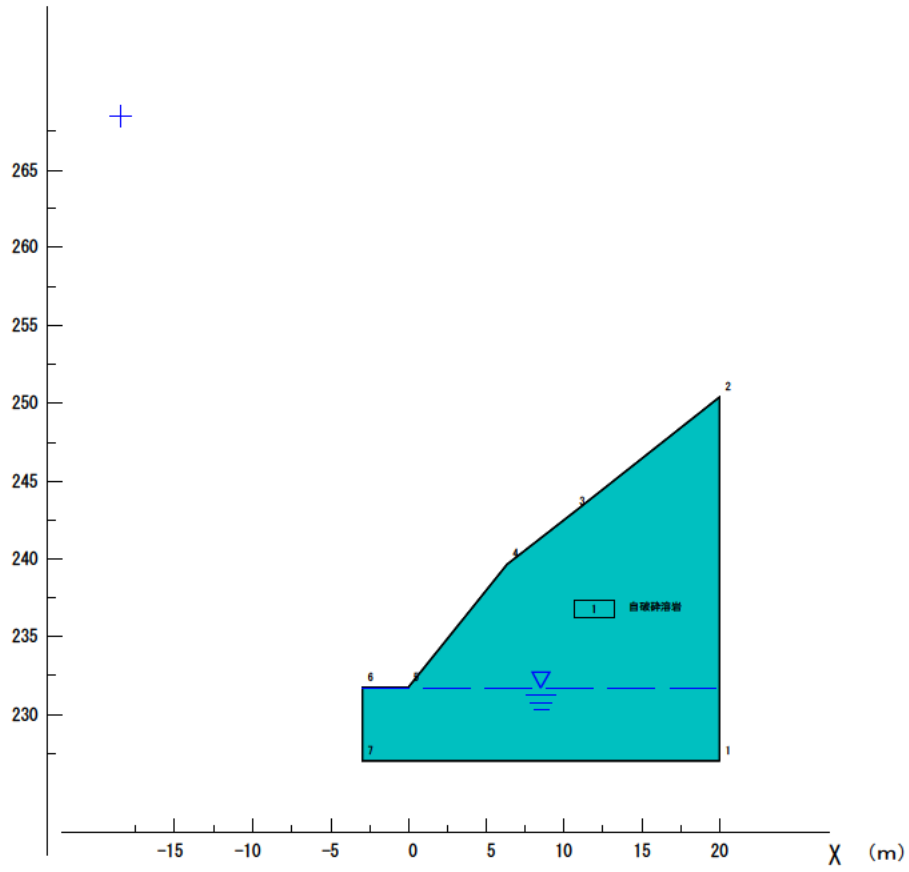
円弧すべり計算

目 次

	ページ
1 . 入力データリスト	1
2 . 半径ごとの抑止力リスト	6
3 . 安全率テーブルリスト	7
4 . 最小安全率リスト	8
5 . 最大抑止力リスト	9

1. 入力データリスト

// 設計断面 //



(DATA 01.) // 解析種別 //

タイトル 迂回路TN起点側坑口 必要抑止力計算 (Fs=1.20)
 解析種別 最大抑止力計算
 計算方法 道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)(有効応力法)

計算式

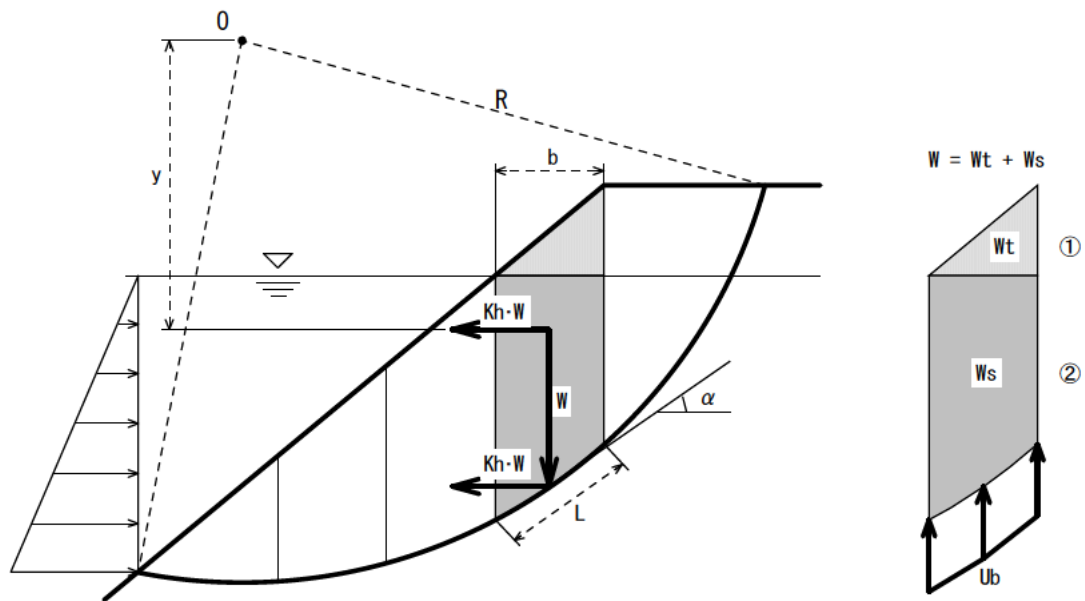
$$F_{sp} = \frac{M_r + \Delta M_r}{M_d} \quad \text{より}$$

$$\frac{\Delta M_r}{R} = \frac{F_{sp} \cdot M_d - M_r}{R}$$

$$F_s = \frac{R \sum \{CL + (W \cdot \cos \alpha - Ub \cdot \cos \alpha) \tan \phi\}}{R \sum W \cdot \sin \alpha}$$

ここに,

- F_{sp} : 必要安全率
 ΔM_r : 必要安全率を満たすために不足している抵抗モーメント (kNm)
 $\Delta M_r / R$: 必要抑止力 (kN)
 M_r : 抵抗モーメント (kNm)
 M_d : 起動モーメント (kNm)
 F_s : 安全率
 R : すべり円弧の半径 (m)
 C : 粘着力 (kN/m²)
 L : スライス底面の長さ (m)
 W : スライスの全重量 (kN/m)
 α : スライス底面が水平面となす角度 (度)
 U : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m²)
 b : スライスの幅 (m)
 ϕ : 内部摩擦角 (度)



抵抗力の自重 W の扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算 ①

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算 ②

起動力の自重 W の扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算

すべり面に作用する水圧 $U_b \cos \alpha$ で考慮 (修正フェレニウス法)

貯水による側方静水圧 考慮する

(DATA 02.) // コントロール //

必要安全率(常時)	.....	1.200
(地震時)	.....	1.200

(DATA 06.) // 節点 //

節点 番号	節点の座標値		沈下前の Y座標値(m)
	X (m)	Y (m)	
1	20.00	227.00	0.00
2	20.00	250.39	0.00
3	10.62	243.00	0.00
4	6.32	239.61	0.00
5	0.00	231.71	0.00
6	-3.00	231.71	0.00
7	-3.00	227.00	0.00

(DATA 07.) // 水位線 //

水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.00

節点 番号	水位線の節点座標	
	X (m)	Y (m)
1	-3.00	231.70
2	20.00	231.70

(DATA 08.) // 層の形状 //

地層 番号	土の 特性値番号	地層名
1	1	自破碎溶岩

地層 番号	構成 節点数	地層を構成する節点番号							すべり面の 発生有無
1	7	1	2	3	4	5	6	7	発生する

(DATA 09.1) // 土の特性 //

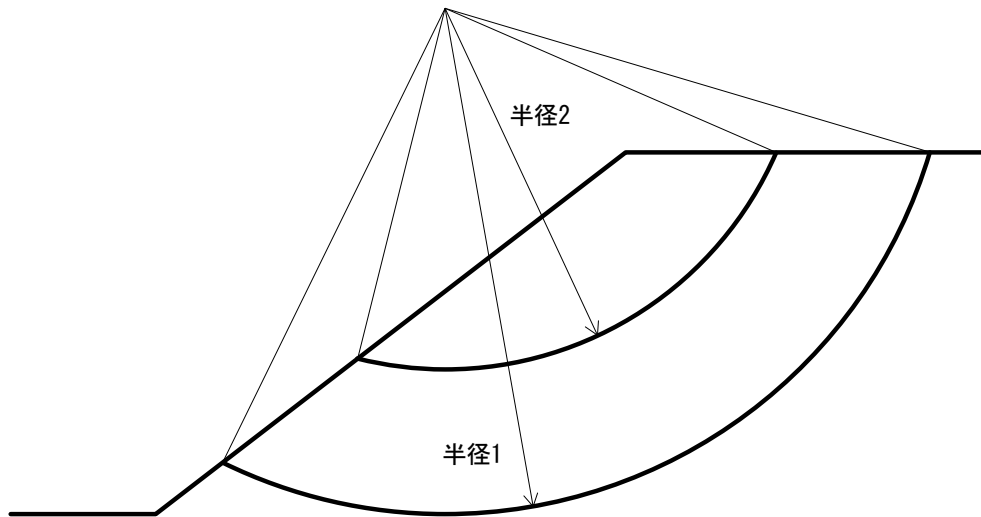
特性 値 番号	飽和単 位体積 重量 (kN/m ³)	湿潤単 位体積 重量 (kN/m ³)	間隙水圧 算定単位 体積重量 (kN/m ³)	係数 α	粘着力 C (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	内部 摩擦角 ϕ (度)	周面摩擦 抵抗 τ (kN/m ²)
1	18.00	18.00	0.00	0.000	8.28	0.00	21.00	0.0

(DATA 11.) // 格子 //

格子 番号	すべり方向	地盤の 二度切り	格子の左上の座標値		格子点数		分割ピッチ		格子の 傾き
			X (m)	Y (m)	X方向	Y方向	X方向(m)	Y方向(m)	
1	左すべり	右側土塊	-18.50	268.50	1	1	0.50	0.50	0.000

(DATA 12.) // 半径 // (半径の直接入力)

番号	半径の長さ(m)
1	40.11



2. 半径ごとの抑止力リスト

抑止力 (格子のグループ番号 = 1 ; 必要安全率 = 1.200)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
X (m)	Y (m)		抑止力 (kN)	安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
-18.50	268.50	40.11	53.6	0.999	10676.8	10687.8

***1

3. 安全率テーブルリスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

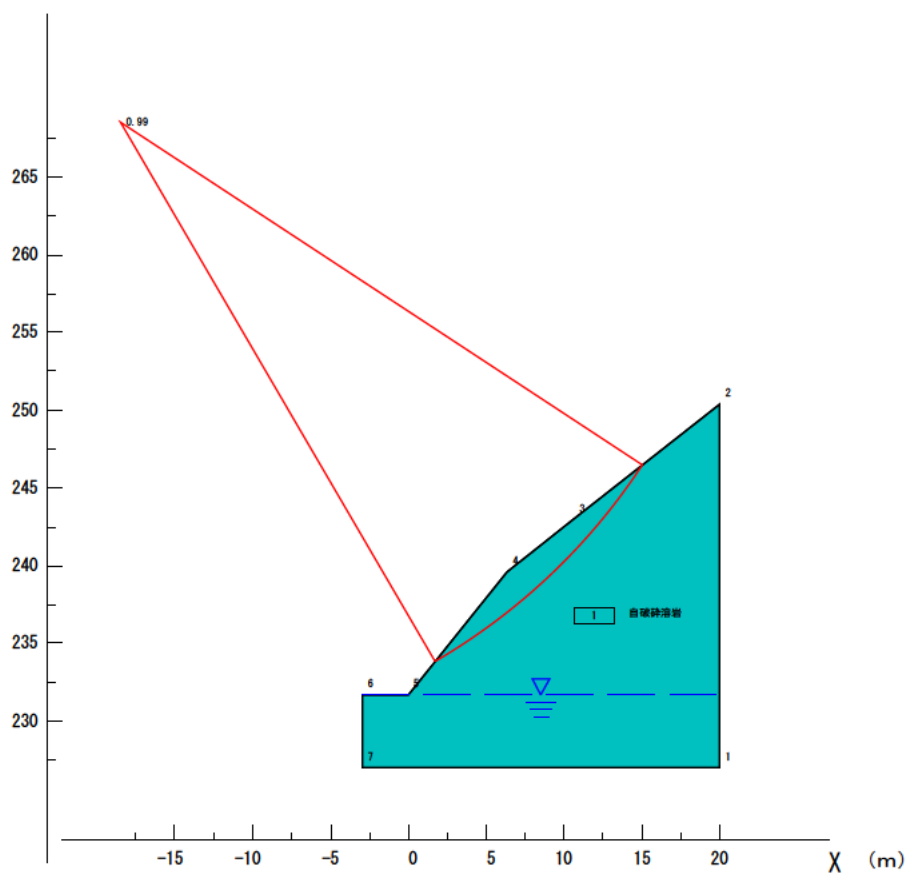
Y(m)	X(m)	-18.50
268.50	安全率	0.999
	半径(m)	40.11

4. 最小安全率リスト

最小安全率 (格子のグループ番号 = 1)

常 時 (二次追求の回数 = 0)		
最小安全率	=	0.999
円の中心 X 座標値 (m)	=	-18.50
Y 座標値 (m)	=	268.50
円の半径 R (m)	=	40.11
抵抗モーメント (kNm)	=	10676.8
起動モーメント (kNm)	=	10687.8

// 安全率図 //

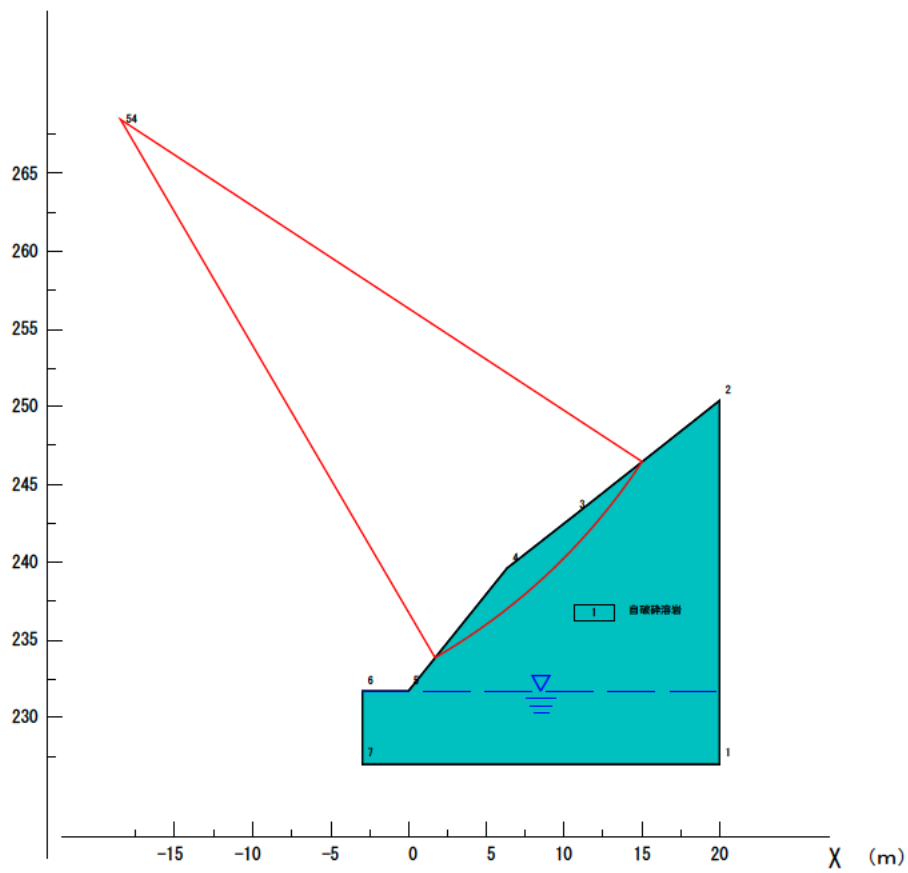


5. 最大抑止力リスト

最大抑止力 (格子のグループ番号 = 1)

常 時		
必要安全率	=	1.200
最大 抑止力 (kN)	=	53.6
安全率	=	0.999
円の中心 X 座標値 (m)	=	-18.50
Y 座標値 (m)	=	268.50
円の半径 R (m)	=	40.11
抵抗モーメント (kNm)	=	10676.8
起動モーメント (kNm)	=	10687.8

// 抑止力図 //



WARNING ***1 円弧と地盤の交点が3点以上ある。 COUNT = 1

3.5.3 対策後切土時最小安全率すべりに対する安全率（円弧すべり計算書-3）

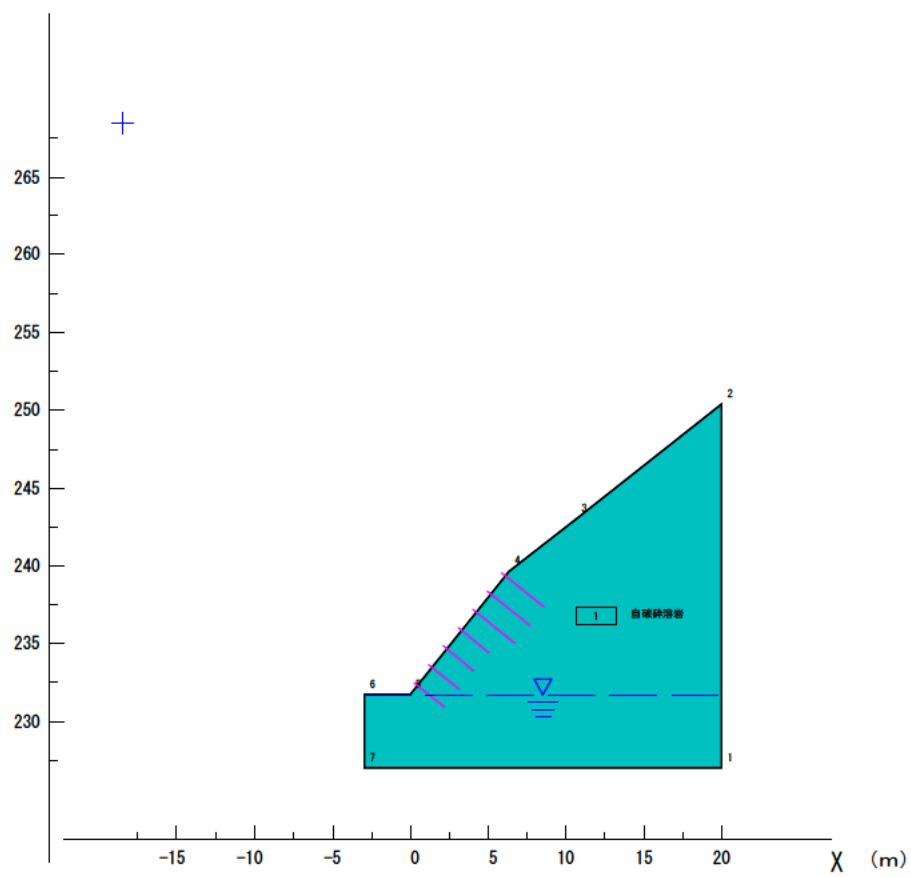
円弧すべり計算

目 次

	ページ
1 . 入力データリスト	1
2 . 半径ごとの安全率リスト	7
3 . 安全率テーブルリスト	8
4 . 最小安全率リスト	9
5 . 切土補強土工法	1 1

1. 入力データリスト

// 設計断面 //



(DATA 01.) // 解析種別 //

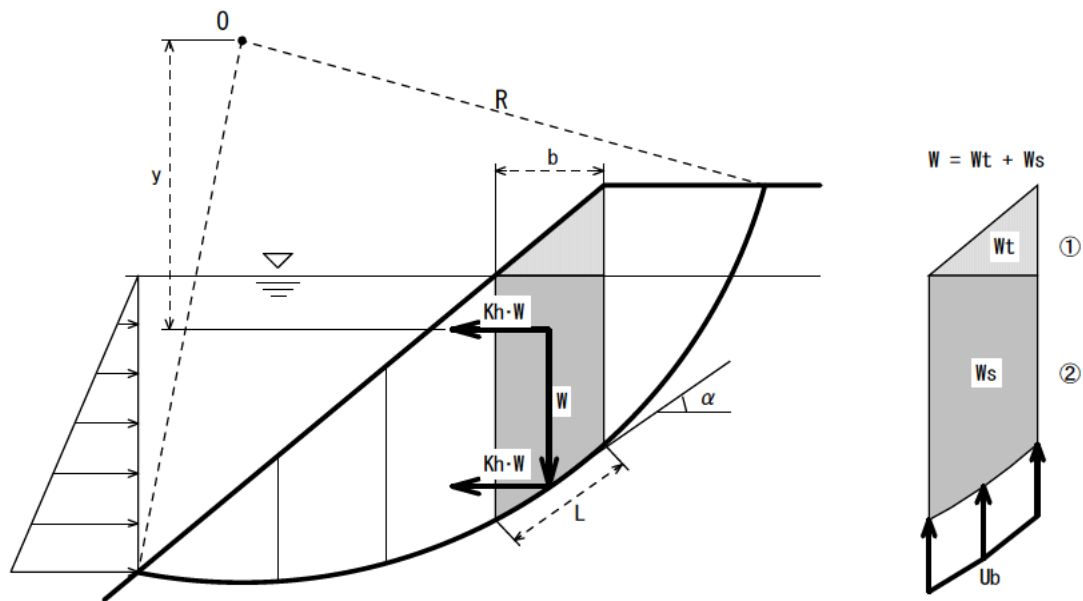
タイトル 迂回路TN起点側坑口 切土時最小安全率すべり
 解析種別 最小安全率計算
 計算方法 道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)(有効応力法)

計算式

$$F_s = \frac{R \Sigma \{ C L + (W \cdot \cos \alpha - U b \cdot \cos \alpha) \tan \phi \}}{R \Sigma W \cdot \sin \alpha}$$

ここに,

F_s : 安全率
 R : すべり円弧の半径 (m)
 C : 粘着力 (kN/m²)
 L : スライス底面の長さ (m)
 W : スライスの全重量 (kN/m)
 α : スライス底面が水平面となす角度 (度)
 U : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m²)
 b : スライスの幅 (m)
 ϕ : 内部摩擦角 (度)



抵抗力の自重 W の扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算 ①

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算 ②

起動力の自重 W の扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算

すべり面に作用する水圧 $U_b \cos \alpha$ で考慮 (修正フェレニウス法)

貯水による側方静水圧 考慮する

(DATA 02.) // コントロール //

二次追求の回数	.....	0 (=0 行わない) (>0 行う)
二次追求の指示	.....	0 (=0 常時) (=1 地震時)
実行	.....	0 (=0 入力データチェック及び, 安定計算を行う) (=1 入力データチェックのみ行う)
最小安全率の基準値	.....	0.000

(DATA 06.) // 節点 //

節点 番号	節点の座標値		沈下前の Y座標値(m)
	X (m)	Y (m)	
1	20.00	227.00	0.00
2	20.00	250.39	0.00
3	10.62	243.00	0.00
4	6.32	239.61	0.00
5	0.00	231.71	0.00
6	-3.00	231.71	0.00
7	-3.00	227.00	0.00

(DATA 07.) // 水位線 //

水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.00

節点 番号	水位線の節点座標	
	X (m)	Y (m)
1	-3.00	231.70
2	20.00	231.70

(DATA 08.) // 層の形状 //

地層 番号	土の 特性値番号	地層名
1	1	自破碎溶岩

地層 番号	構成 節点数	地層を構成する節点番号							すべり面の 発生有無
1	7	1	2	3	4	5	6	7	発生する

(DATA 09.1) // 土の特性 //

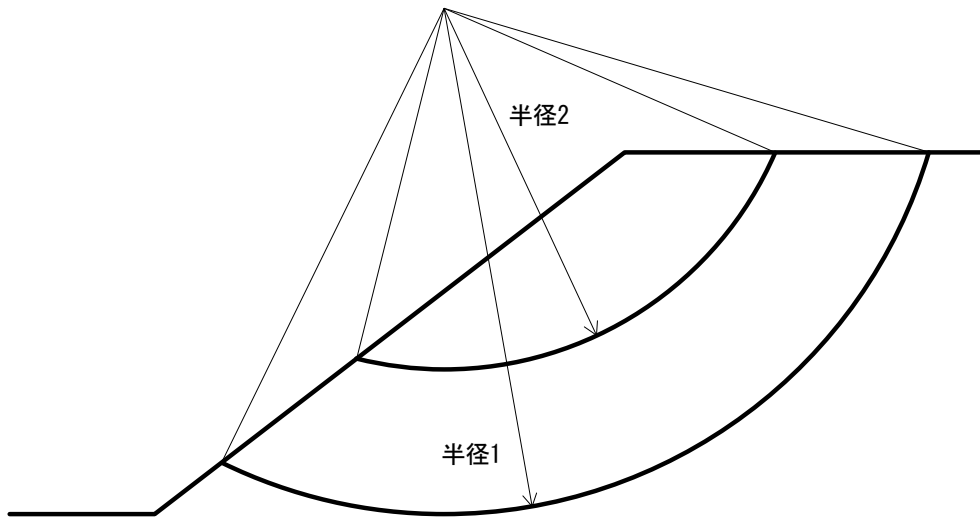
特性 値 番号	飽和単 位体積 重量 (kN/m ³)	湿潤単 位体積 重量 (kN/m ³)	間隙水圧 算定単位 体積重量 (kN/m ³)	係数 α	粘着力 C (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	内部 摩擦角 ϕ (度)	周面摩擦 抵抗 τ (kN/m ²)
1	18.00	18.00	0.00	0.000	8.28	0.00	21.00	480.0

(DATA 11.) // 格子 //

格子 番号	すべり方向	地盤の 二度切り	格子の左上の座標値		格子点数		分割ピッチ		格子の 傾き
			X (m)	Y (m)	X方向	Y方向	X方向(m)	Y方向(m)	
1	左すべり	右側土塊	-18.50	268.50	1	1	0.50	0.50	0.000

(DATA 12.) // 半径 // (半径の直接入力)

番号	半径の長さ(m)
1	40.11



(DATA 19.) // 切土補強土工法(ネイリング) //

検討式 $\{MR + R \sum T_m (\cos \beta + \sin \beta * \tan \phi)\} / MD$

許容引抜き力(移動土塊内)T_{1pa}を考慮しない

低減係数 = 0.700

NO	補強材頭部座標値		補強材 打設角 (°)	削孔径 D (m)	補強材長 L (m)	許容付着 応力 τ_c (kN/m ²)	許容引張力 T _{sa}	
	X (m)	Y (m)					常時 (kN/本)	地震時 (kN/本)
1	5.86	239.51	38.7	0.0650	3.50	1600.	51.5	77.2
2	4.92	238.34	38.7	0.0650	3.50	1600.	51.5	77.2
3	3.98	237.17	38.7	0.0650	3.50	1600.	51.5	77.2
4	3.05	236.00	38.7	0.0650	2.50	1600.	51.5	77.2
5	2.11	234.83	38.7	0.0650	2.50	1600.	51.5	77.2
6	1.17	233.65	38.7	0.0650	2.50	1600.	51.5	77.2
7	0.23	232.48	38.7	0.0650	2.50	1600.	51.5	77.2

NO	計画安全率		補強材径 d (m)	打設間隔 S _H (m)	のり面工 低減係数 μ
	常時	地震時			
1	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
2	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
3	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
4	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
5	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
6	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
7	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000

2. 半径ごとの安全率リスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	安全率	常時	
X (m)	Y (m)			抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
-18.50	268.50	40.11	1.283	13709.8	10687.8 ***1

3. 安全率テーブルリスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

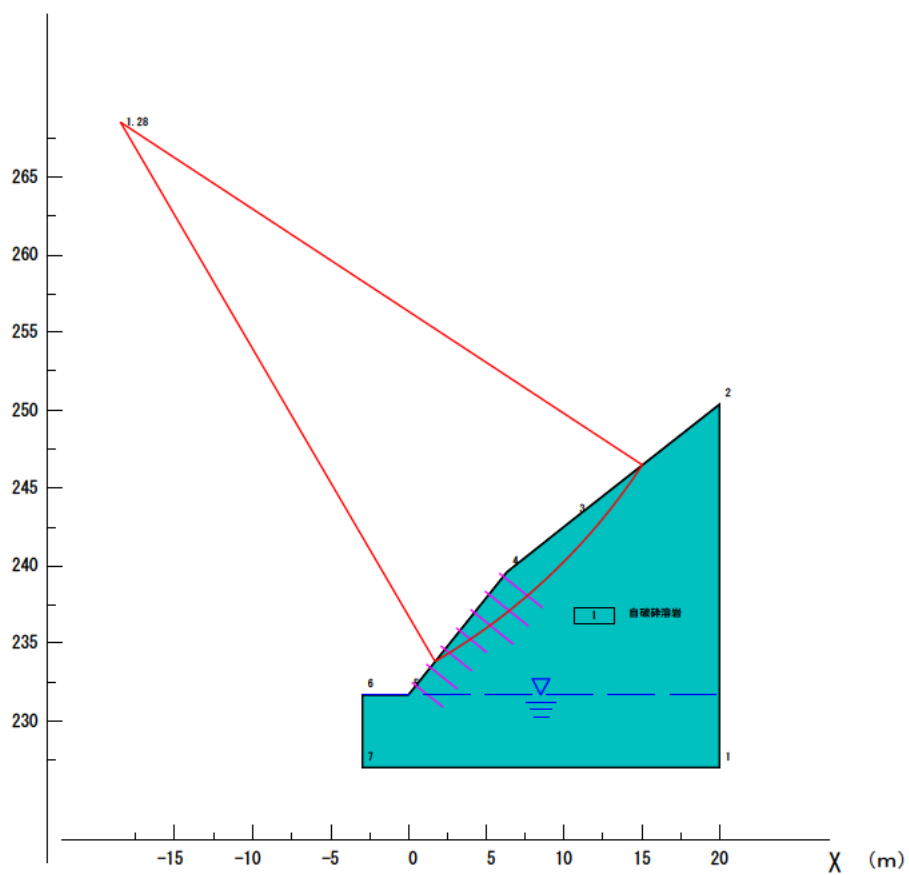
Y(m)	X(m)	-18.50
268.50	安全率	1.283
	半径(m)	40.11

4. 最小安全率リスト

最小安全率 (格子のグループ番号 = 1)

常 時 (二次追求の回数 = 0)		
最小安全率	=	1.283
円の中心 X 座標値 (m)	=	-18.50
Y 座標値 (m)	=	268.50
円の半径 R (m)	=	40.11
抵抗モーメント (kNm)	=	13709.8
起動モーメント (kNm)	=	10687.8

// 安全率図 //



WARNING ***1 円弧と地盤の交点が3点以上ある。 COUNT = 1

5. 切土補強土工法

切土補強土工法 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常時

最小安全率を示す円弧 $X (m) = -18.50$ $Y (m) = 268.50$ $R (m) = 40.11$

補強材番号	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 pa (kN)	許容 引抜き力 T 2 pa (kN)	許容 引張力 T s a (kN)	許容 補強材力 T p a (kN)	設計 引張力 T m (kN)	補強材 設置角度 β (°)	T_m *cos β (kN)	T_m *sin β *tan ϕ (kN)	抵抗 モーメント (kN)	起動 モーメント (kN)
1	1.989	1.215	0.0	39.7	34.3	34.3	24.0	79.38	4.4	9.1	541.4	0.0
2	1.676	1.524	0.0	49.8	34.3	34.3	24.0	77.19	5.3	9.0	574.6	0.0
3	1.303	1.894	0.0	61.9	34.3	34.3	24.0	74.98	6.2	8.9	607.2	0.0
4	0.870	1.332	0.0	43.5	34.3	34.3	24.0	72.76	7.1	8.8	639.2	0.0
5	0.370	1.828	0.0	59.7	34.3	34.3	24.0	70.50	8.0	8.7	670.6	0.0
6	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0

3.5.4 対策後最小安全率すべり（円弧すべり計算書-4）

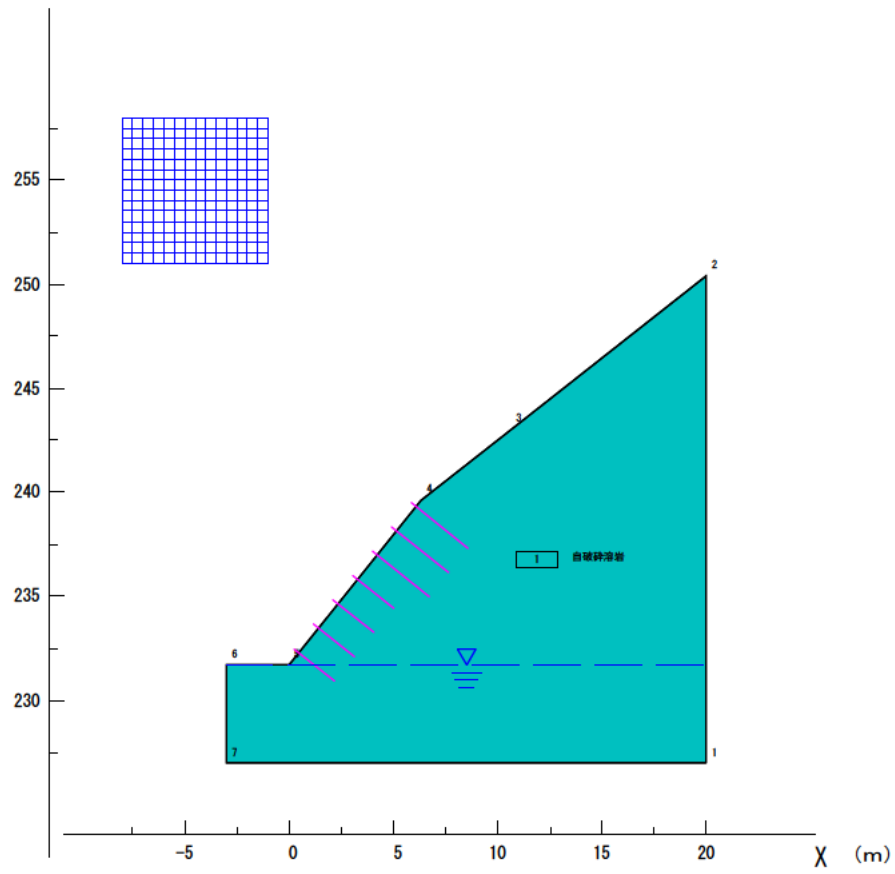
円弧すべり計算

目 次

	ページ
1 . 入力データリスト	1
2 . 半径ごとの安全率リスト	7
3 . 安全率テーブルリスト	2 9
4 . 最小安全率リスト	3 2
5 . 切土補強土工法	3 4

1. 入力データリスト

// 設計断面 //



(DATA 01.) // 解析種別 //

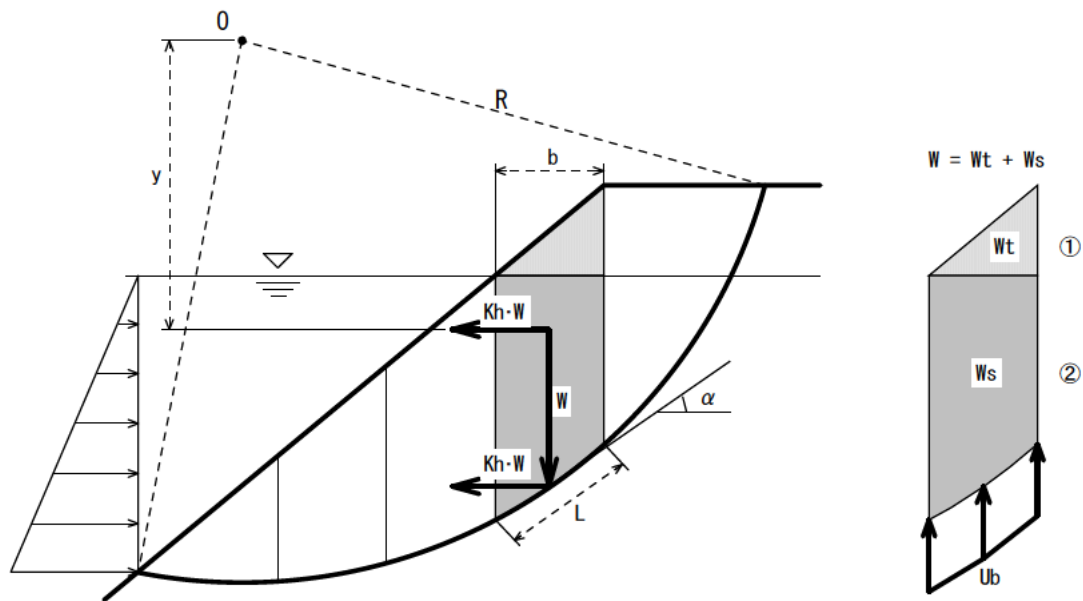
タイトル 迂回路TN起点側坑口 対策後 最小安全率すべり
 解析種別 最小安全率計算
 計算方法 道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)(有効応力法)

計算式

$$F_s = \frac{R \Sigma \{ C L + (W \cdot \cos \alpha - U b \cdot \cos \alpha) \tan \phi \}}{R \Sigma W \cdot \sin \alpha}$$

ここに,

- F_s : 安全率
 R : すべり円弧の半径 (m)
 C : 粘着力 (kN/m²)
 L : スライス底面の長さ (m)
 W : スライスの全重量 (kN/m)
 α : スライス底面が水平面となす角度 (度)
 U : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m²)
 b : スライスの幅 (m)
 ϕ : 内部摩擦角 (度)



抵抗力の自重Wの扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算 ①

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算 ②

起動力の自重Wの扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算

すべり面に作用する水圧 $U_b \cos \alpha$ で考慮 (修正フェレニウス法)

貯水による側方静水圧 考慮する

(DATA 02.) // コントロール //

二次追求の回数	.....	0 (=0 行わない) (>0 行う)
二次追求の指示	.....	0 (=0 常時) (=1 地震時)
実行	.....	0 (=0 入力データチェック及び, 安定計算を行う) (=1 入力データチェックのみ行う)
最小安全率の基準値	.....	0.000

(DATA 06.) // 節点 //

節点 番号	節点の座標値		沈下前の Y座標値(m)
	X (m)	Y (m)	
1	20.00	227.00	0.00
2	20.00	250.39	0.00
3	10.62	243.00	0.00
4	6.32	239.61	0.00
5	0.00	231.71	0.00
6	-3.00	231.71	0.00
7	-3.00	227.00	0.00

(DATA 07.) // 水位線 //

水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.00

節点 番号	水位線の節点座標	
	X (m)	Y (m)
1	-3.00	231.70
2	20.00	231.70

(DATA 08.) // 層の形状 //

地層 番号	土の 特性値番号	地層名
1	1	自破碎溶岩

地層 番号	構成 節点数	地層を構成する節点番号							すべり面の 発生有無
1	7	1	2	3	4	5	6	7	発生する

(DATA 09.1) // 土の特性 //

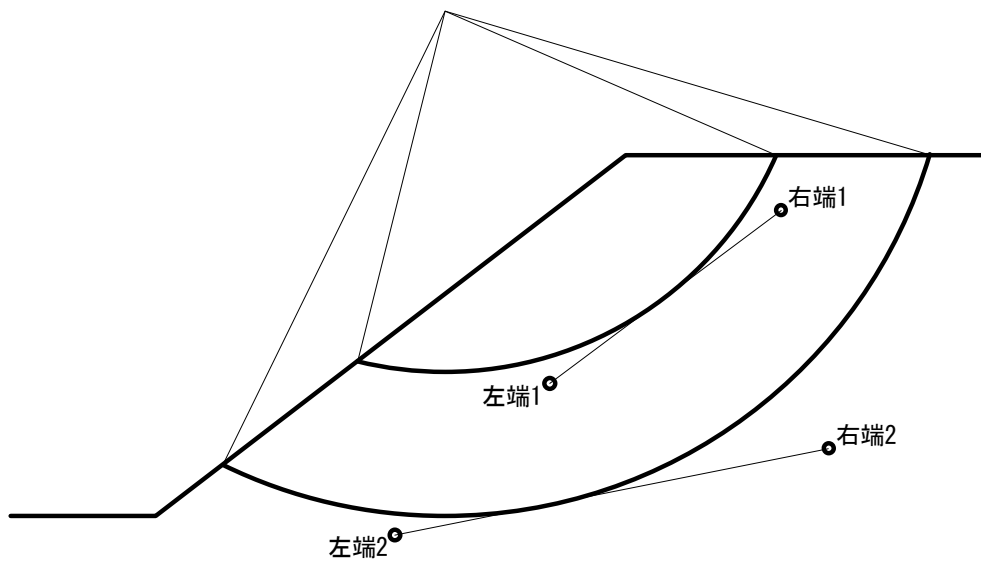
特性 値 番号	飽和単 位体積 重量 (kN/m ³)	湿潤単 位体積 重量 (kN/m ³)	間隙水圧 算定単位 体積重量 (kN/m ³)	係数 α	粘着力 C (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	内部 摩擦角 ϕ (度)	周面摩擦 抵抗 τ (kN/m ²)
1	18.00	18.00	0.00	0.000	8.28	0.00	21.00	480.0

(DATA 11.) // 格子 //

格子 番号	すべり方向	地盤の 二度切り	格子の左上の座標値		格子点数		分割ピッチ		格子の 傾き
			X (m)	Y (m)	X方向	Y方向	X方向(m)	Y方向(m)	
1	左すべり	右側土塊	-8.00	258.00	15	15	0.50	0.50	0.000

(DATA 12.) // 半径 // (基線法)

基線番号	左端		右端	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	0.00	231.71	20.00	248.38
2	0.00	232.01	20.00	248.68
3	0.00	232.31	20.00	248.98
4	0.00	232.61	20.00	249.28



(DATA 19.) // 切土補強土工法(ネイリング) //

検討式 $\{MR + R \sum T_m (\cos \beta + \sin \beta * \tan \phi)\} / MD$

許容引抜き力(移動土塊内)T_{1pa}を考慮しない

低減係数 = 0.700

NO	補強材頭部座標値		補強材 打設角 (°)	削孔径 D (m)	補強材長 L (m)	許容付着 応力 τ_c (kN/m ²)	許容引張力 T _{sa}	
	X (m)	Y (m)					常時 (kN/本)	地震時 (kN/本)
1	5.86	239.51	38.7	0.0650	3.50	1600.	51.5	77.2
2	4.92	238.34	38.7	0.0650	3.50	1600.	51.5	77.2
3	3.98	237.17	38.7	0.0650	3.50	1600.	51.5	77.2
4	3.05	236.00	38.7	0.0650	2.50	1600.	51.5	77.2
5	2.11	234.83	38.7	0.0650	2.50	1600.	51.5	77.2
6	1.17	233.65	38.7	0.0650	2.50	1600.	51.5	77.2
7	0.23	232.48	38.7	0.0650	2.50	1600.	51.5	77.2

NO	計画安全率		補強材径 d (m)	打設間隔 S _H (m)	のり面工 低減係数 μ
	常時	地震時			
1	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
2	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
3	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
4	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
5	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
6	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
7	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000

2. 半径ごとの安全率リスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-8.00	258.00	25.32	1.293	7631.8	5903.2
		25.09	1.424	6862.1	4818.0
		24.86	1.483	5674.8	3826.1
		24.63	1.700	4981.5	2930.6
-8.00	257.50	24.93	1.291	7388.3	5721.1
		24.70	1.424	6638.3	4663.3
		24.47	1.603	5925.4	3697.3
		24.24	1.701	4806.7	2826.3
-8.00	257.00	24.55	1.290	7145.8	5537.9
		24.32	1.423	6415.3	4507.3
		24.09	1.604	5721.3	3567.0
		23.86	1.703	4632.4	2720.2
-8.00	256.50	24.16	1.290	6904.7	5353.8
		23.93	1.424	6193.4	4350.0
		23.70	1.606	5517.9	3435.3
		23.47	1.707	4458.7	2612.6
-8.00	256.00	23.78	1.375	7108.1	5168.7
		23.55	1.425	5972.5	4191.6
		23.32	1.610	5315.5	3302.2
		23.09	1.712	4285.6	2503.3
-8.00	255.50	23.40	1.376	6858.1	4982.7
		23.17	1.427	5752.9	4032.2
		22.94	1.614	5114.0	3167.8
		22.71	1.884	4508.1	2392.7
-8.00	255.00	23.01	1.378	6609.5	4796.1
		22.78	1.429	5534.6	3871.7
		22.55	1.620	4913.6	3032.3
		22.32	1.896	4324.9	2280.6
-8.00	254.50	22.63	1.381	6362.6	4608.8
		22.40	1.543	5723.8	3710.5
		22.17	1.628	4714.4	2895.7
		21.94	1.911	4142.7	2167.3
-8.00	254.00	22.24	1.384	6117.3	4420.9
		22.01	1.549	5496.7	3548.4
		21.78	1.638	4516.5	2758.1
		21.55	1.930	3961.5	2052.9
-8.00	253.50	21.86	1.388	5873.9	4232.6
		21.63	1.557	5271.2	3385.6
		21.40	1.649	4320.0	2619.6
		21.17	1.952	3781.5	1937.4
-8.00	253.00	21.48	1.393	5632.3	4043.9
		21.25	1.566	5047.4	3222.3

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-8.00	253.00	21.02	1.663	4124.9	2480.3
		20.78	1.978	3602.6	1820.9
-8.00	252.50	21.09	1.399	5392.8	3854.9
		20.86	1.578	4825.4	3058.4
		20.63	1.680	3931.4	2340.3
		20.40	2.010	3425.0	1703.6
-8.00	252.00	20.71	1.406	5155.4	3665.8
		20.48	1.591	4605.2	2894.1
		20.25	1.857	4084.7	2199.7
		20.02	2.049	3248.9	1585.5
		20.32	1.415	4920.1	3476.6
-8.00	251.50	20.09	1.607	4387.0	2729.6
		19.86	1.886	3882.8	2058.6
		19.63	2.096	3074.2	1466.8
		19.94	1.534	5044.1	3287.4
-8.00	251.00	19.71	1.626	4171.0	2564.8
		19.48	1.921	3682.7	1917.0
		19.25	2.153	2901.1	1347.5
		25.00	1.301	7625.0	5860.0
-7.50	258.00	24.77	1.433	6862.4	4788.8
		24.54	1.491	5678.8	3809.0
		24.31	1.708	4992.0	2923.3
		24.61	1.299	7384.4	5683.5
-7.50	257.50	24.38	1.432	6641.4	4639.4
		24.15	1.489	5488.4	3685.2
		23.92	1.707	4819.8	2823.6
		24.23	1.298	7144.8	5505.7
		24.00	1.431	6421.2	4488.5
-7.50	257.00	23.77	1.488	5298.6	3559.8
		23.54	1.707	4648.1	2722.3
		23.84	1.296	6906.5	5327.0
		23.61	1.430	6202.0	4336.5
-7.50	256.50	23.38	1.612	5533.1	3433.0
		23.15	1.709	4477.0	2619.3
		23.46	1.296	6669.3	5147.4
		23.23	1.430	5983.8	4183.4
		23.00	1.614	5333.2	3304.9
-7.50	256.00	22.77	1.713	4306.4	2514.7
		23.08	1.383	6868.1	4966.9
		22.85	1.431	5766.8	4029.2
		22.62	1.617	5134.2	3175.4
-7.50	255.50	22.39	1.717	4136.6	2408.6

***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-7.50	255.00	22.69	1.384	6622.2	4785.8
		22.46	1.433	5550.9	3873.9
		22.23	1.621	4936.3	3044.9
		22.00	1.724	3967.6	2301.2
-7.50	254.50	22.31	1.385	6377.8	4604.0
		22.08	1.435	5336.4	3717.9
		21.85	1.627	4739.5	2913.2
		21.62	1.904	4173.8	2192.5
-7.50	254.00	21.92	1.388	6135.0	4421.5
		21.69	1.439	5123.4	3561.0
		21.46	1.634	4543.9	2780.4
		21.23	1.918	3995.0	2082.7
-7.50	253.50	21.54	1.391	5894.0	4238.7
		21.31	1.557	5297.7	3403.4
		21.08	1.643	4349.6	2646.8
		20.85	1.936	3817.2	1971.7
-7.50	253.00	21.16	1.394	5654.8	4055.5
		20.93	1.564	5076.2	3245.2
		20.70	1.654	4156.7	2512.4
		20.46	1.958	3640.5	1859.7
-7.50	252.50	20.77	1.399	5417.5	3872.0
		20.54	1.573	4856.4	3086.6
		20.31	1.668	3965.3	2377.2
		20.08	1.984	3465.1	1746.8
-7.50	252.00	20.39	1.405	5182.3	3688.3
		20.16	1.584	4638.3	2927.4
		19.93	1.684	3775.5	2241.4
		19.70	2.015	3291.0	1633.2
-7.50	251.50	20.00	1.412	4949.2	3504.6
		19.77	1.598	4422.2	2768.0
		19.54	1.864	3924.1	2105.2
		19.31	2.053	3118.3	1518.8
-7.50	251.00	19.62	1.421	4718.3	3320.8
		19.39	1.613	4208.2	2608.4
		19.16	1.893	3726.0	1968.4
		18.93	2.099	2947.2	1403.9
-7.00	258.00	24.68	1.311	7612.4	5808.3
		24.45	1.346	6393.4	4751.5
		24.22	1.500	5677.5	3784.1
		23.99	1.718	4997.1	2908.7
-7.00	257.50	24.29	1.308	7374.7	5637.0
		24.06	1.441	6638.9	4607.1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-7.00	257.50	23.83	1.498	5489.8	3665.1
		23.60	1.716	4827.7	2813.7
-7.00	257.00	23.91	1.306	7138.1	5464.7
		23.68	1.439	6421.5	4461.5
		23.45	1.496	5302.7	3544.6
		23.22	1.715	4658.7	2716.9
-7.00	256.50	23.52	1.305	6902.6	5291.3
		23.29	1.438	6205.1	4314.6
		23.06	1.495	5116.3	3422.7
		22.83	1.715	4490.1	2618.4
-7.00	256.00	23.14	1.303	6668.2	5117.0
		22.91	1.438	5989.6	4166.5
		22.68	1.620	5345.5	3299.4
		22.45	1.716	4322.1	2518.4
-7.00	255.50	22.76	1.302	6435.1	4942.0
		22.53	1.438	5775.1	4017.4
		22.30	1.622	5149.1	3174.8
		22.06	1.719	4154.7	2417.0
-7.00	255.00	22.37	1.302	6203.4	4766.2
		22.14	1.438	5561.9	3867.3
		21.91	1.625	4953.7	3049.1
		21.68	1.723	3988.1	2314.0
-7.00	254.50	21.99	1.392	6387.4	4589.7
		21.76	1.440	5349.9	3716.3
		21.53	1.629	4759.3	2922.2
		21.30	1.730	3822.4	2209.9
-7.00	254.00	21.60	1.393	6147.2	4412.7
		21.37	1.442	5139.2	3564.5
		21.14	1.634	4566.0	2794.3
		20.91	1.912	4023.3	2104.5
-7.00	253.50	21.22	1.395	5908.6	4235.2
		20.99	1.445	4930.1	3412.1
		20.76	1.641	4374.1	2665.5
		20.53	1.926	3847.8	1998.0
-7.00	253.00	20.84	1.398	5671.8	4057.4
		20.61	1.565	5099.7	3259.0
		20.38	1.650	4183.4	2535.8
		20.14	1.943	3673.3	1890.5
-7.00	252.50	20.45	1.402	5436.8	3879.2
		20.22	1.572	4882.1	3105.3
		19.99	1.660	3994.2	2405.4
		19.76	1.964	3500.0	1782.0

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-7.00	252.00	20.07	1.406	5203.9	3700.9
		19.84	1.581	4666.3	2951.3
		19.61	1.674	3806.5	2274.4
		19.38	1.990	3328.0	1672.8
-7.00	251.50	19.68	1.412	4972.9	3522.5
		19.45	1.592	4452.3	2796.9
		19.22	1.690	3620.4	2142.8
		18.99	2.020	3157.4	1562.7
-7.00	251.00	19.30	1.419	4744.2	3344.1
		19.07	1.605	4240.2	2642.4
		18.84	1.709	3436.1	2010.8
		18.61	2.058	2988.3	1452.1
-6.50	258.00	24.36	1.321	7594.0	5748.3
		24.13	1.356	6379.7	4706.3
		23.90	1.512	5670.7	3751.7
		23.67	1.731	4997.0	2887.2
-6.50	257.50	23.97	1.318	7359.4	5582.3
		23.74	1.352	6176.0	4566.9
		23.51	1.508	5485.9	3637.5
		23.28	1.727	4830.3	2796.6
-6.50	257.00	23.59	1.316	7125.7	5415.1
		23.36	1.450	6416.4	4426.3
		23.13	1.505	5301.5	3521.8
		22.90	1.725	4664.0	2704.3
-6.50	256.50	23.20	1.314	6893.1	5247.0
		22.97	1.448	6202.7	4284.3
		22.74	1.503	5117.8	3404.6
		22.51	1.723	4498.1	2610.4
-6.50	256.00	22.82	1.312	6661.5	5078.0
		22.59	1.446	5989.9	4141.3
		22.36	1.502	4934.8	3286.1
		22.13	1.723	4332.6	2514.8
-6.50	255.50	22.44	1.310	6431.1	4908.1
		22.21	1.446	5778.2	3997.2
		21.98	1.501	4752.6	3166.2
		21.74	1.724	4167.7	2417.8
-6.50	255.00	22.05	1.309	6202.1	4737.6
		21.82	1.445	5567.5	3852.1
		21.59	1.631	4965.9	3045.2
		21.36	1.726	4003.6	2319.4
-6.50	254.50	21.67	1.308	5974.5	4566.4
		21.44	1.446	5358.0	3706.1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-6.50	254.50	21.21	1.633	4773.9	2923.1
		20.98	1.730	3840.2	2219.6
-6.50	254.00	21.28	1.308	5748.3	4394.6
		21.05	1.447	5149.9	3559.3
		20.82	1.637	4583.1	2799.8
		20.59	1.736	3677.7	2118.6
-6.50	253.50	20.90	1.402	5917.8	4222.3
		20.67	1.449	4943.1	3411.8
		20.44	1.642	4393.4	2675.8
		20.21	1.744	3516.1	2016.6
-6.50	253.00	20.52	1.403	5683.5	4049.8
		20.29	1.452	4737.8	3263.7
		20.05	1.648	4205.0	2550.8
		19.82	1.934	3701.1	1913.4
-6.50	252.50	20.13	1.406	5450.8	3876.8
		19.90	1.456	4534.1	3115.1
		19.67	1.657	4018.0	2425.1
		19.44	1.951	3530.0	1809.3
-6.50	252.00	19.75	1.409	5220.2	3703.8
		19.52	1.581	4689.0	2966.0
		19.29	1.667	3832.4	2298.7
		19.06	1.971	3360.1	1704.4
-6.50	251.50	19.36	1.414	4991.5	3530.6
		19.13	1.590	4477.2	2816.6
		18.90	1.680	3648.4	2171.8
		18.67	1.996	3191.6	1598.7
-6.50	251.00	18.98	1.419	4764.9	3357.5
		18.75	1.600	4267.2	2667.0
		18.52	1.695	3466.1	2044.4
		18.29	2.027	3024.4	1492.3
-6.00	258.00	24.04	1.250	7098.6	5680.4
		23.81	1.367	6360.5	4653.6
		23.58	1.524	5658.7	3712.3
		23.35	1.594	4556.5	2859.0
-6.00	257.50	23.65	1.330	7338.4	5519.5
		23.42	1.363	6159.8	4519.1
		23.19	1.520	5476.7	3602.8
		22.96	1.741	4827.9	2772.8
-6.00	257.00	23.27	1.327	7107.7	5357.5
		23.04	1.360	5959.7	4383.3
		22.81	1.517	5295.1	3491.6
		22.58	1.737	4664.2	2684.9

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-6.00	256.50	22.88	1.324	6878.0	5194.5
		22.65	1.357	5760.4	4246.3
		22.42	1.513	5114.2	3379.1
		22.19	1.734	4501.0	2595.3
-6.00	256.00	22.50	1.322	6649.3	5030.6
		22.27	1.457	5984.9	4108.1
		22.04	1.511	4933.8	3265.2
		21.81	1.732	4338.1	2504.1
-6.00	255.50	22.12	1.320	6421.7	4865.9
		21.89	1.455	5775.9	3968.9
		21.66	1.509	4754.2	3150.0
		21.42	1.732	4175.7	2411.5
-6.00	255.00	21.73	1.318	6195.4	4700.4
		21.50	1.454	5567.8	3828.6
		21.27	1.508	4575.4	3033.6
		21.04	1.732	4014.0	2317.4
-6.00	254.50	21.35	1.317	5970.5	4534.3
		21.12	1.454	5360.9	3687.5
		20.89	1.640	4783.4	2916.0
		20.66	1.734	3853.0	2222.0
-6.00	254.00	20.96	1.316	5746.9	4367.7
		20.73	1.454	5155.3	3545.6
		20.50	1.643	4595.0	2797.5
		20.27	1.737	3692.8	2125.4
-6.00	253.50	20.58	1.315	5524.9	4200.6
		20.35	1.455	4950.9	3403.0
		20.12	1.646	4407.7	2678.0
		19.89	1.743	3533.6	2027.6
-6.00	253.00	20.20	1.411	5689.8	4033.1
		19.97	1.457	4748.0	3259.8
		19.73	1.651	4221.6	2557.6
		19.50	1.750	3375.3	1928.7
-6.00	252.50	19.81	1.412	5459.6	3865.3
		19.58	1.459	4546.6	3116.0
		19.35	1.657	4036.8	2436.5
		19.12	1.944	3555.0	1828.9
-6.00	252.00	19.43	1.415	5231.3	3697.4
		19.20	1.463	4346.9	2971.8
		18.97	1.665	3853.4	2314.7
		18.74	1.960	3387.2	1728.3
-6.00	251.50	19.04	1.418	5004.9	3529.4
		18.81	1.591	4497.0	2827.3

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時				
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)		
X (m)	Y (m)						
-6.00	251.50	18.58	1.675	3671.5	2192.4		
		18.35	1.980	3220.8	1626.8		
-6.00	251.00	18.66	1.422	4780.5	3361.3		
		18.43	1.599	4289.2	2682.5		
		18.20	1.687	3491.2	2069.5		
		17.97	2.004	3055.7	1524.7		
		-5.50	258.00	23.72	1.261	7066.3	5605.1
				23.49	1.379	6335.8	4593.7
				23.26	1.539	5641.3	3666.0
23.02	1.609			4543.2	2824.4		
-5.50	257.50			23.33	1.257	6849.3	5449.2
		23.10	1.375	6138.1	4464.0		
		22.87	1.534	5462.2	3561.0		
		22.64	1.602	4393.7	2742.5		
		-5.50	257.00	22.95	1.339	7084.1	5292.1
				22.72	1.371	5941.0	4333.0
		22.49	1.529	5283.5	3454.4		
		22.26	1.752	4659.4	2658.9		
		-5.50	256.50	22.56	1.336	6857.4	5134.1
22.33	1.368			5744.5	4200.7		
		22.10	1.526	5105.3	3346.4		
		21.87	1.748	4498.8	2573.6		
		-5.50	256.00	22.18	1.333	6631.6	4975.2
21.95	1.364			5548.8	4067.3		
		21.72	1.522	4927.6	3237.0		
		21.49	1.745	4338.5	2486.6		
		-5.50	255.50	21.80	1.330	6406.9	4815.4
				21.57	1.467	5768.2	3932.8
		21.34	1.520	4750.6	3126.3		
		21.10	1.742	4178.8	2398.3		
		-5.50	255.00	21.41	1.328	6183.3	4655.0
21.18	1.465			5562.8	3797.3		
		20.95	1.518	4574.4	3014.4		
		20.72	1.741	4019.6	2308.5		
		-5.50	254.50	21.03	1.326	5961.0	4493.9
				20.80	1.464	5358.6	3661.0
		20.57	1.516	4399.1	2901.4		
		20.34	1.741	3861.0	2217.3		
		-5.50	254.00	20.64	1.325	5740.1	4332.2
20.41	1.463			5155.5	3523.8		
		20.18	1.516	4224.7	2787.4		
		19.95	1.743	3703.1	2124.9		

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-5.50	253.50	20.26	1.324	5520.7	4170.1
		20.03	1.463	4953.6	3386.0
		19.80	1.653	4416.9	2672.4
		19.57	1.746	3546.2	2031.4
-5.50	253.00	19.88	1.323	5302.8	4007.7
		19.65	1.464	4753.1	3247.5
		19.41	1.656	4233.2	2556.5
		19.18	1.750	3390.1	1936.7
-5.50	252.50	19.49	1.323	5086.6	3844.9
		19.26	1.465	4554.0	3108.5
		19.03	1.660	4050.6	2439.9
		18.80	1.757	3235.2	1841.1
-5.50	252.00	19.11	1.422	5237.1	3682.0
		18.88	1.467	4356.5	2969.1
		18.65	1.666	3869.5	2322.6
		18.42	1.766	3081.3	1744.6
-5.50	251.50	18.72	1.425	5013.1	3519.0
		18.49	1.471	4160.7	2829.3
		18.26	1.674	3689.7	2204.8
		18.03	1.970	3245.1	1647.3
-5.50	251.00	18.34	1.428	4790.9	3356.0
		18.11	1.475	3966.7	2689.3
		17.88	1.683	3511.5	2086.4
		17.65	1.989	3082.1	1549.4
-5.00	258.00	23.40	1.273	7028.5	5522.7
		23.17	1.393	6305.8	4527.1
		22.94	1.432	5175.5	3613.4
		22.70	1.625	4524.9	2783.8
-5.00	257.50	23.01	1.269	6814.6	5371.6
		22.78	1.388	6111.1	4402.0
		22.55	1.549	5442.6	3512.8
		22.32	1.618	4378.2	2706.1
-5.00	257.00	22.63	1.265	6601.5	5219.4
		22.40	1.384	5916.9	4275.6
		22.17	1.544	5266.7	3410.6
		21.94	1.611	4231.7	2626.6
-5.00	256.50	22.24	1.261	6389.2	5066.3
		22.01	1.380	5723.4	4148.0
		21.78	1.540	5091.3	3307.0
		21.55	1.605	4085.4	2545.5
-5.00	256.00	21.86	1.345	6608.4	4912.2
		21.63	1.376	5530.5	4019.2

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-5.00	256.00	21.40	1.535	4916.4	3202.0
		21.17	1.760	4334.0	2462.7
-5.00	255.50	21.48	1.342	6386.6	4757.3
		21.25	1.373	5338.4	3889.3
		21.01	1.532	4742.0	3095.7
		20.78	1.756	4176.9	2378.5
-5.00	255.00	21.09	1.340	6165.8	4601.7
		20.86	1.370	5147.3	3758.5
		20.63	1.529	4568.4	2988.2
		20.40	1.753	4020.2	2292.8
-5.00	254.50	20.71	1.338	5946.3	4445.5
		20.48	1.475	5351.0	3626.8
		20.25	1.526	4395.6	2879.6
		20.02	1.752	3864.0	2205.8
-5.00	254.00	20.32	1.336	5728.1	4288.7
		20.09	1.474	5150.5	3494.2
		19.86	1.525	4223.7	2769.9
		19.63	1.751	3708.6	2117.5
-5.00	253.50	19.94	1.334	5511.3	4131.5
		19.71	1.473	4951.1	3361.0
		19.48	1.524	4052.8	2659.3
		19.25	1.752	3554.0	2028.1
-5.00	253.00	19.56	1.333	5295.9	3973.9
		19.32	1.473	4753.1	3227.2
		19.09	1.664	4239.8	2547.9
		18.86	1.755	3400.2	1937.6
-5.00	252.50	19.17	1.332	5082.2	3816.0
		18.94	1.473	4556.4	3092.9
		18.71	1.667	4059.6	2435.6
		18.48	1.759	3247.4	1846.1
-5.00	252.00	18.79	1.331	4870.2	3658.0
		18.56	1.474	4361.3	2958.1
		18.33	1.671	3880.7	2322.8
		18.10	1.765	3095.7	1753.8
-5.00	251.50	18.40	1.433	5016.1	3499.9
		18.17	1.476	4167.7	2823.0
		17.94	1.676	3703.1	2209.3
		17.71	1.774	2945.1	1660.5
-5.00	251.00	18.02	1.435	4796.3	3341.8
		17.79	1.479	3975.8	2687.6
		17.56	1.683	3527.0	2095.3
		17.33	1.981	3103.8	1566.6

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-4.50	258.00	23.08	1.286	6985.2	5433.6
		22.85	1.408	6270.5	4454.1
		22.62	1.447	5145.1	3554.7
		22.38	1.644	4501.7	2737.5
-4.50	257.50	22.69	1.281	6774.5	5287.2
		22.46	1.403	6078.8	4333.5
		22.23	1.441	4983.4	3458.3
		22.00	1.636	4357.9	2663.8
-4.50	257.00	22.31	1.277	6564.4	5139.7
		22.08	1.398	5887.6	4211.6
		21.85	1.561	5244.8	3360.4
		21.62	1.628	4214.1	2588.4
-4.50	256.50	21.92	1.273	6355.1	4991.3
		21.69	1.393	5697.0	4088.4
		21.46	1.555	5072.2	3261.1
		21.23	1.621	4070.5	2511.3
-4.50	256.00	21.54	1.269	6146.6	4842.0
		21.31	1.389	5507.0	3964.1
		21.08	1.550	4900.1	3160.4
		20.85	1.614	3927.2	2432.6
-4.50	255.50	21.16	1.266	5939.1	4691.8
		20.93	1.385	5317.7	3838.8
		20.69	1.546	4728.4	3058.3
		20.46	1.609	3784.2	2352.4
-4.50	255.00	20.77	1.353	6143.0	4541.0
		20.54	1.382	5129.3	3712.5
		20.31	1.542	4557.5	2955.1
		20.08	1.769	4016.0	2270.8
-4.50	254.50	20.39	1.350	5926.3	4389.5
		20.16	1.378	4941.8	3585.3
		19.93	1.539	4387.2	2850.8
		19.70	1.765	3862.3	2187.8
-4.50	254.00	20.00	1.348	5710.8	4237.4
		19.77	1.375	4755.4	3457.3
		19.54	1.536	4217.8	2745.4
		19.31	1.763	3709.3	2103.6
-4.50	253.50	19.62	1.346	5496.6	4084.9
		19.39	1.485	4943.6	3328.6
		19.16	1.534	4049.3	2639.1
		18.93	1.762	3557.1	2018.2
-4.50	253.00	19.24	1.344	5283.9	3932.1
		19.00	1.484	4748.1	3199.3

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-4.50	253.00	18.77	1.533	3881.9	2531.9
		18.54	1.763	3405.6	1931.7
-4.50	252.50	18.85	1.342	5072.7	3779.1
		18.62	1.484	4553.9	3069.5
		18.39	1.533	3715.6	2424.0
		18.16	1.765	3255.0	1844.2
-4.50	252.00	18.47	1.341	4863.1	3625.8
		18.24	1.484	4361.1	2939.2
		18.01	1.679	3887.0	2315.4
		17.78	1.769	3105.5	1755.9
-4.50	251.50	18.08	1.341	4655.3	3472.4
		17.85	1.485	4169.8	2808.6
		17.62	1.682	3711.7	2206.2
		17.39	1.774	2957.0	1666.7
-4.50	251.00	17.70	1.341	4449.3	3319.1
		17.47	1.486	3980.2	2677.8
		17.24	1.687	3537.8	2096.5
		17.01	1.782	2809.8	1576.7
-4.00	258.00	22.76	1.299	6936.4	5338.2
		22.53	1.321	5779.1	4375.1
		22.30	1.464	5109.7	3490.2
		22.06	1.666	4473.6	2685.8
-4.00	257.50	22.37	1.295	6728.9	5196.4
		22.14	1.419	6041.3	4258.8
		21.91	1.457	4950.9	3398.1
		21.68	1.656	4332.6	2616.1
-4.00	257.00	21.99	1.291	6521.9	5053.5
		21.76	1.413	5853.1	4141.3
		21.53	1.450	4792.3	3304.3
		21.30	1.647	4191.7	2544.6
-4.00	256.50	21.60	1.286	6315.7	4909.7
		21.37	1.408	5665.4	4022.5
		21.14	1.444	4634.1	3209.1
		20.91	1.639	4050.9	2471.4
-4.00	256.00	21.22	1.282	6110.3	4764.9
		20.99	1.404	5478.3	3902.6
		20.76	1.567	4878.8	3112.6
		20.53	1.632	3910.2	2396.6
-4.00	255.50	20.84	1.278	5905.7	4619.4
		20.61	1.399	5291.9	3781.6
		20.37	1.562	4709.9	3014.7
		20.14	1.625	3769.8	2320.4

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-4.00	255.00	20.45	1.275	5702.1	4473.1
		20.22	1.395	5106.2	3659.7
		19.99	1.558	4541.6	2915.6
		19.76	1.618	3629.8	2242.7
-4.00	254.50	20.07	1.364	5901.0	4326.2
		19.84	1.391	4921.4	3536.9
		19.61	1.554	4374.0	2815.5
		19.38	1.782	3855.8	2163.6
-4.00	254.00	19.68	1.361	5688.3	4178.8
		19.45	1.388	4737.7	3413.3
		19.22	1.550	4207.1	2714.2
		18.99	1.779	3705.3	2083.3
-4.00	253.50	19.30	1.359	5476.8	4030.9
		19.07	1.385	4554.9	3289.0
		18.84	1.547	4041.1	2612.1
		18.61	1.776	3555.4	2001.9
-4.00	253.00	18.92	1.356	5266.7	3882.7
		18.68	1.497	4738.1	3164.1
		18.45	1.545	3876.0	2509.1
		18.22	1.775	3406.3	1919.3
-4.00	252.50	18.53	1.355	5058.1	3734.3
		18.30	1.496	4546.4	3038.6
		18.07	1.543	3712.1	2405.3
		17.84	1.775	3258.0	1835.7
-4.00	252.00	18.15	1.353	4851.1	3585.6
		17.92	1.495	4356.0	2912.8
		17.69	1.543	3549.3	2300.8
		17.46	1.776	3110.7	1751.3
-4.00	251.50	17.76	1.352	4645.7	3436.9
		17.53	1.495	4167.0	2786.6
		17.30	1.692	3715.5	2195.8
		17.07	1.779	2964.3	1665.9
-4.00	251.00	17.38	1.351	4442.1	3288.3
		17.15	1.496	3979.7	2660.2
		16.92	1.695	3543.8	2090.2
		16.69	1.784	2819.2	1579.9
-3.50	258.00	22.44	1.314	6882.3	5236.9
		22.21	1.336	5730.8	4290.4
		21.97	1.482	5069.3	3420.5
		21.74	1.689	4440.6	2629.2
-3.50	257.50	22.05	1.310	6678.0	5099.6
		21.82	1.330	5556.8	4178.4

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-3.50	257.50	21.59	1.474	4913.5	3332.4
		21.36	1.679	4302.6	2563.2
-3.50	257.00	21.67	1.305	6474.2	4961.1
		21.44	1.324	5383.0	4065.1
		21.21	1.467	4757.8	3242.6
		20.98	1.669	4164.5	2495.6
-3.50	256.50	21.28	1.301	6271.1	4821.8
		21.05	1.425	5628.7	3950.6
		20.82	1.460	4602.5	3151.5
		20.59	1.660	4026.4	2426.2
-3.50	256.00	20.90	1.296	6068.7	4681.5
		20.67	1.420	5444.6	3834.9
		20.44	1.454	4447.4	3058.9
		20.21	1.651	3888.5	2355.2
-3.50	255.50	20.52	1.292	5867.0	4540.4
		20.28	1.415	5261.0	3718.2
		20.05	1.448	4292.7	2965.1
		19.82	1.643	3750.7	2282.7
-3.50	255.00	20.13	1.288	5666.3	4398.6
		19.90	1.410	5078.1	3600.5
		19.67	1.575	4520.8	2870.0
		19.44	1.636	3613.3	2208.9
-3.50	254.50	19.75	1.284	5466.7	4256.2
		19.52	1.406	4896.1	3481.9
		19.29	1.570	4355.9	2773.9
		19.06	1.629	3476.3	2133.6
-3.50	254.00	19.36	1.281	5268.1	4113.2
		19.13	1.402	4715.0	3362.6
		18.90	1.566	4191.6	2676.7
		18.67	1.624	3339.8	2057.1
-3.50	253.50	18.98	1.373	5451.9	3969.9
		18.75	1.399	4534.9	3242.5
		18.52	1.562	4028.1	2578.6
		18.29	1.793	3549.2	1979.4
-3.50	253.00	18.59	1.371	5244.5	3826.2
		18.36	1.395	4355.9	3121.9
		18.13	1.559	3865.5	2479.6
		17.90	1.790	3402.4	1900.7
-3.50	252.50	18.21	1.368	5038.5	3682.2
		17.98	1.392	4178.1	3000.8
		17.75	1.556	3703.9	2379.8
		17.52	1.788	3256.4	1820.9

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-3.50	252.00	17.83	1.366	4834.0	3538.0
		17.60	1.509	4346.0	2879.2
		17.37	1.555	3543.4	2279.4
		17.14	1.788	3111.3	1740.2
-3.50	251.50	17.44	1.365	4631.1	3393.9
		17.21	1.509	4159.5	2757.3
		16.98	1.553	3384.1	2178.4
		16.75	1.789	2967.2	1658.7
-3.50	251.00	17.06	1.363	4429.9	3249.7
		16.83	1.508	3974.4	2635.1
		16.60	1.553	3226.1	2076.9
		16.37	1.791	2824.1	1576.5
-3.00	258.00	22.12	1.241	6365.0	5130.3
		21.89	1.352	5677.5	4200.6
		21.65	1.502	5023.9	3345.9
		21.42	1.550	3980.3	2567.9
-3.00	257.50	21.73	1.236	6175.3	4997.2
		21.50	1.345	5506.5	4092.7
		21.27	1.494	4871.2	3261.5
		21.04	1.703	4267.8	2505.7
-3.00	257.00	21.35	1.320	6421.2	4863.1
		21.12	1.339	5335.9	3983.5
		20.89	1.486	4718.5	3175.7
		20.66	1.693	4132.6	2441.7
-3.00	256.50	20.96	1.316	6221.2	4728.0
		20.73	1.334	5165.6	3873.1
		20.50	1.478	4566.0	3088.5
		20.27	1.682	3997.4	2376.0
-3.00	256.00	20.58	1.311	6021.9	4592.1
		20.35	1.437	5405.8	3761.5
		20.12	1.471	4413.8	2999.8
		19.89	1.673	3862.1	2308.7
-3.00	255.50	20.20	1.307	5823.3	4455.3
		19.96	1.432	5225.1	3648.9
		19.73	1.465	4261.9	2909.9
		19.50	1.664	3727.1	2239.9
-3.00	255.00	19.81	1.303	5625.5	4317.8
		19.58	1.427	5045.1	3535.3
		19.35	1.458	4110.5	2818.8
		19.12	1.656	3592.3	2169.7
-3.00	254.50	19.43	1.299	5428.8	4179.8
		19.20	1.422	4865.9	3420.9

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-3.00	254.50	18.97	1.589	4333.0	2726.5
		18.74	1.648	3457.8	2098.1
-3.00	254.00	19.04	1.295	5233.0	4041.1
		18.81	1.418	4687.5	3305.7
		18.58	1.584	4171.3	2633.2
		18.35	1.641	3323.7	2025.3
-3.00	253.50	18.66	1.291	5038.4	3902.1
		18.43	1.414	4510.0	3189.7
		18.20	1.580	4010.4	2539.0
		17.97	1.635	3190.3	1951.3
-3.00	253.00	18.27	1.288	4845.1	3762.8
		18.04	1.410	4333.6	3073.2
		17.81	1.575	3850.3	2444.0
		17.58	1.809	3393.9	1876.2
-3.00	252.50	17.89	1.384	5013.8	3623.1
		17.66	1.407	4158.3	2956.2
		17.43	1.572	3691.1	2348.1
		17.20	1.806	3250.3	1800.1
-3.00	252.00	17.51	1.381	4812.0	3483.4
		17.28	1.404	3984.3	2838.8
		17.05	1.569	3533.0	2251.6
		16.82	1.803	3107.5	1723.1
-3.00	251.50	17.12	1.379	4611.6	3343.6
		16.89	1.401	3811.6	2721.0
		16.66	1.567	3376.0	2154.5
		16.43	1.802	2965.6	1645.3
-3.00	251.00	16.74	1.377	4412.9	3203.8
		16.51	1.523	3964.4	2603.0
		16.28	1.566	3220.2	2056.9
		16.05	1.803	2824.7	1566.7
-2.50	258.00	21.80	1.255	6298.1	5018.6
		21.57	1.369	5619.1	4106.0
		21.33	1.523	4973.7	3266.7
		21.10	1.573	3935.4	2502.5
-2.50	257.50	21.41	1.250	6111.6	4889.7
		21.18	1.362	5451.3	4002.1
		20.95	1.514	4824.0	3186.2
		20.72	1.561	3814.7	2443.7
-2.50	257.00	21.03	1.245	5925.6	4759.8
		20.80	1.356	5283.8	3896.8
		20.57	1.506	4674.4	3104.1
		20.34	1.550	3693.8	2383.3

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-2.50	256.50	20.64	1.332	6166.2	4628.9
		20.41	1.350	5116.5	3790.3
		20.18	1.498	4524.8	3020.6
		19.95	1.708	3963.6	2321.1
-2.50	256.00	20.26	1.328	5970.0	4497.1
		20.03	1.344	4949.6	3682.8
		19.80	1.490	4375.4	2935.7
		19.57	1.697	3831.2	2257.4
-2.50	255.50	19.88	1.323	5774.4	4364.5
		19.64	1.338	4783.3	3574.1
		19.41	1.483	4226.3	2849.5
		19.18	1.687	3698.9	2192.1
-2.50	255.00	19.49	1.319	5579.6	4231.2
		19.26	1.445	5007.2	3464.5
		19.03	1.476	4077.7	2762.1
		18.80	1.678	3566.7	2125.5
-2.50	254.50	19.11	1.314	5385.8	4097.4
		18.88	1.440	4830.8	3354.1
		18.65	1.470	3929.5	2673.7
		18.42	1.669	3434.8	2057.5
-2.50	254.00	18.72	1.310	5192.9	3963.0
		18.49	1.436	4655.1	3242.9
		18.26	1.463	3781.8	2584.1
		18.03	1.661	3303.3	1988.2
-2.50	253.50	18.34	1.306	5001.1	3828.1
		18.11	1.431	4480.3	3130.9
		17.88	1.599	3988.0	2493.7
		17.65	1.654	3172.2	1917.8
-2.50	253.00	17.95	1.303	4810.5	3693.0
		17.72	1.427	4306.6	3018.4
		17.49	1.594	3830.4	2402.4
		17.26	1.648	3041.8	1846.3
-2.50	252.50	17.57	1.299	4621.2	3557.6
		17.34	1.423	4133.8	2905.4
		17.11	1.590	3673.7	2310.4
		16.88	1.642	2912.0	1773.7
-2.50	252.00	17.19	1.296	4433.3	3422.1
		16.96	1.419	3962.3	2792.0
		16.73	1.586	3518.0	2217.7
		16.50	1.823	3099.2	1700.3
-2.50	251.50	16.80	1.396	4587.3	3286.5
		16.57	1.416	3792.1	2678.2

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-2.50	251.50	16.34	1.583	3363.3	2124.4
		16.11	1.820	2959.6	1626.0
-2.50	251.00	16.42	1.394	4391.1	3151.0
		16.19	1.413	3623.2	2564.3
		15.96	1.581	3209.8	2030.6
		15.73	1.819	2820.8	1551.0
-2.00	258.00	21.48	1.270	6226.1	4902.4
		21.24	1.387	5555.8	4007.1
		21.01	1.410	4488.8	3183.4
		20.78	1.597	3885.9	2433.2
-2.00	257.50	21.09	1.265	6043.0	4777.6
		20.86	1.380	5391.3	3907.0
		20.63	1.536	4772.2	3106.5
		20.40	1.585	3768.2	2377.9
-2.00	257.00	20.71	1.260	5860.1	4651.6
		20.48	1.373	5226.8	3805.6
		20.25	1.528	4625.5	3028.1
		20.02	1.573	3650.2	2320.8
-2.00	256.50	20.32	1.255	5677.8	4524.7
		20.09	1.367	5062.6	3702.9
		19.86	1.519	4478.9	2948.2
		19.63	1.561	3532.1	2262.1
-2.00	256.00	19.94	1.250	5496.0	4397.0
		19.71	1.361	4898.8	3599.2
		19.48	1.511	4332.5	2866.9
		19.25	1.724	3795.7	2201.7
-2.00	255.50	19.55	1.340	5720.5	4268.5
		19.32	1.355	4735.3	3494.4
		19.09	1.503	4186.2	2784.4
		18.86	1.713	3666.2	2139.9
-2.00	255.00	19.17	1.336	5528.8	4139.3
		18.94	1.349	4572.4	3388.6
		18.71	1.496	4040.3	2700.6
		18.48	1.703	3536.7	2076.7
-2.00	254.50	18.79	1.331	5337.9	4009.5
		18.56	1.344	4410.2	3282.0
		18.33	1.489	3894.8	2615.8
		18.10	1.693	3407.4	2012.1
-2.00	254.00	18.40	1.327	5147.9	3879.1
		18.17	1.455	4618.0	3174.6
		17.94	1.482	3749.8	2529.9
		17.71	1.684	3278.4	1946.3

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-2.00	253.50	18.02	1.323	4959.0	3748.4
		17.79	1.450	4445.9	3066.6
		17.56	1.476	3605.5	2443.1
		17.33	1.676	3149.9	1879.3
-2.00	253.00	17.63	1.319	4771.2	3617.3
		17.40	1.445	4274.8	2957.9
		17.17	1.470	3461.9	2355.5
		16.94	1.668	3021.8	1811.1
-2.00	252.50	17.25	1.315	4584.6	3486.0
		17.02	1.441	4104.7	2848.8
		16.79	1.611	3651.8	2267.1
		16.56	1.661	2894.4	1742.1
-2.00	252.00	16.87	1.311	4399.3	3354.6
		16.64	1.437	3935.7	2739.2
		16.41	1.606	3498.5	2178.0
		16.18	1.655	2767.7	1672.1
-2.00	251.50	16.48	1.308	4215.5	3223.1
		16.25	1.433	3768.0	2629.4
		16.02	1.602	3346.3	2088.4
		15.79	1.650	2641.8	1601.2
-2.00	251.00	16.10	1.412	4364.5	3091.7
		15.87	1.430	3601.5	2519.3
		15.64	1.599	3195.1	1998.3
		15.41	1.839	2812.7	1529.7
-1.50	258.00	21.16	1.286	6149.2	4782.1
		20.92	1.294	5053.1	3904.3
		20.69	1.430	4426.9	3096.5
		20.46	1.623	3832.0	2360.5
-1.50	257.50	20.77	1.281	5969.4	4661.2
		20.54	1.399	5326.4	3807.9
		20.31	1.421	4294.8	3023.1
		20.08	1.610	3717.3	2308.4
-1.50	257.00	20.39	1.276	5789.8	4539.1
		20.16	1.392	5165.1	3710.1
		19.93	1.412	4162.5	2948.1
		19.70	1.598	3602.2	2254.7
-1.50	256.50	20.00	1.270	5610.6	4416.2
		19.77	1.386	5004.0	3611.2
		19.54	1.542	4428.4	2871.7
		19.31	1.586	3486.9	2199.2
-1.50	256.00	19.62	1.266	5431.9	4292.3
		19.39	1.379	4843.2	3511.1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-1.50	256.00	19.16	1.534	4284.9	2793.9
		18.93	1.574	3371.5	2142.2
-1.50	255.50	19.23	1.261	5253.8	4167.7
		19.00	1.373	4682.7	3410.0
		18.77	1.526	4141.5	2714.9
		18.54	1.563	3256.1	2083.6
-1.50	255.00	18.85	1.256	5076.4	4042.4
		18.62	1.367	4522.7	3308.0
		18.39	1.518	3998.4	2634.6
		18.16	1.731	3502.3	2023.7
-1.50	254.50	18.47	1.349	5285.1	3916.5
		18.24	1.361	4363.3	3205.1
		18.01	1.510	3855.7	2553.3
		17.78	1.720	3375.6	1962.4
-1.50	254.00	18.08	1.345	5098.1	3790.1
		17.85	1.356	4204.6	3101.4
		17.62	1.503	3713.4	2470.9
		17.39	1.710	3249.3	1899.8
-1.50	253.50	17.70	1.341	4912.0	3663.3
		17.47	1.350	4046.6	2997.1
		17.24	1.496	3571.7	2387.6
		17.01	1.701	3123.2	1836.1
-1.50	253.00	17.31	1.337	4727.0	3536.2
		17.08	1.466	4238.5	2892.1
		16.85	1.489	3430.6	2303.5
		16.62	1.692	2997.7	1771.3
-1.50	252.50	16.93	1.333	4543.2	3408.8
		16.70	1.461	4071.0	2786.7
		16.47	1.483	3290.3	2218.6
		16.24	1.684	2872.6	1705.5
-1.50	252.00	16.55	1.329	4360.6	3281.3
		16.32	1.456	3904.6	2680.9
		16.09	1.629	3474.6	2133.1
		15.85	1.677	2748.2	1638.8
-1.50	251.50	16.16	1.325	4179.4	3153.9
		15.93	1.452	3739.4	2574.8
		15.70	1.624	3324.8	2047.0
		15.47	1.670	2624.6	1571.3
-1.50	251.00	15.78	1.322	3999.7	3026.4
		15.55	1.448	3575.4	2468.5
		15.32	1.620	3176.0	1960.4
		15.09	1.664	2501.8	1503.0

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
-1.00	258.00	20.84	1.302	6067.3	4658.2
		20.60	1.311	4978.1	3798.1
		20.37	1.450	4360.5	3006.4
		20.14	1.652	3773.8	2284.7
-1.00	257.50	20.45	1.297	5890.9	4541.0
		20.22	1.304	4831.3	3705.2
		19.99	1.441	4231.4	2936.2
		19.76	1.638	3662.1	2235.9
-1.00	257.00	20.07	1.292	5714.6	4422.7
		19.84	1.412	5098.6	3611.0
		19.61	1.432	4102.2	2864.6
		19.38	1.625	3549.9	2185.2
-1.00	256.50	19.68	1.287	5538.7	4303.5
		19.45	1.405	4940.7	3515.5
		19.22	1.423	3972.9	2791.5
		18.99	1.612	3437.5	2132.9
-1.00	256.00	19.30	1.282	5363.1	4183.4
		19.07	1.399	4782.9	3419.0
		18.84	1.415	3843.7	2717.1
		18.61	1.599	3324.9	2079.0
-1.00	255.50	18.91	1.277	5188.1	4062.5
		18.68	1.393	4625.5	3321.5
		18.45	1.549	4092.3	2641.4
		18.22	1.587	3212.2	2023.6
-1.00	255.00	18.53	1.272	5013.8	3941.0
		18.30	1.386	4468.4	3223.0
		18.07	1.541	3952.1	2564.5
		17.84	1.576	3099.5	1966.8
-1.00	254.50	18.15	1.267	4840.1	3818.9
		17.92	1.380	4311.9	3123.7
		17.69	1.533	3812.1	2486.6
		17.46	1.565	2987.0	1908.7
-1.00	254.00	17.76	1.263	4667.3	3696.3
		17.53	1.374	4156.0	3023.6
		17.30	1.525	3672.5	2407.5
		17.07	1.739	3215.8	1849.3
-1.00	253.50	17.38	1.360	4860.3	3573.3
		17.15	1.369	4000.7	2922.8
		16.92	1.518	3533.5	2327.6
		16.69	1.729	3092.4	1788.7
-1.00	253.00	16.99	1.356	4678.1	3450.0
		16.76	1.363	3846.3	2821.5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
X (m)	Y (m)		安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
-1.00	253.00	16.53	1.511	3395.0	2246.9
		16.30	1.719	2969.3	1727.1
-1.00	252.50	16.61	1.352	4497.1	3326.4
		16.38	1.483	4032.7	2719.7
		16.15	1.504	3257.2	2165.4
		15.92	1.710	2846.7	1664.5
		16.23	1.348	4317.3	3202.8
		16.00	1.478	3868.9	2617.5
		15.77	1.498	3120.2	2083.3
		15.53	1.702	2724.7	1600.9
		15.84	1.344	4138.8	3079.1
-1.00	251.50	15.61	1.474	3706.3	2515.0
		15.38	1.492	2984.2	2000.6
		15.15	1.694	2603.3	1536.6
-1.00	251.00	15.46	1.340	3961.6	2955.5
		15.23	1.469	3544.8	2412.3
		15.00	1.644	3152.5	1917.3
		14.77	1.687	2482.8	1471.5

3. 安全率テーブルリスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

Y(m)	X(m)	-8.00	-7.50	-7.00	-6.50	-6.00	-5.50
258.00	安全率	1.293	1.301	1.311	1.321	1.250	1.261
	半径(m)	25.32	25.00	24.68	24.36	24.04	23.72
257.50	安全率	1.291	1.299	1.308	1.318	1.330	1.257
	半径(m)	24.93	24.61	24.29	23.97	23.65	23.33
257.00	安全率	1.290	1.298	1.306	1.316	1.327	1.339
	半径(m)	24.55	24.23	23.91	23.59	23.27	22.95
256.50	安全率	1.290	1.296	1.305	1.314	1.324	1.336
	半径(m)	24.16	23.84	23.52	23.20	22.88	22.56
256.00	安全率	1.375	1.296	1.303	1.312	1.322	1.333
	半径(m)	23.78	23.46	23.14	22.82	22.50	22.18
255.50	安全率	1.376	1.383	1.302	1.310	1.320	1.330
	半径(m)	23.40	23.08	22.76	22.44	22.12	21.80
255.00	安全率	1.378	1.384	1.302	1.309	1.318	1.328
	半径(m)	23.01	22.69	22.37	22.05	21.73	21.41
254.50	安全率	1.381	1.385	1.392	1.308	1.317	1.326
	半径(m)	22.63	22.31	21.99	21.67	21.35	21.03
254.00	安全率	1.384	1.388	1.393	1.308	1.316	1.325
	半径(m)	22.24	21.92	21.60	21.28	20.96	20.64
253.50	安全率	1.388	1.391	1.395	1.402	1.315	1.324
	半径(m)	21.86	21.54	21.22	20.90	20.58	20.26
253.00	安全率	1.393	1.394	1.398	1.403	1.411	1.323
	半径(m)	21.48	21.16	20.84	20.52	20.20	19.88
252.50	安全率	1.399	1.399	1.402	1.406	1.412	1.323
	半径(m)	21.09	20.77	20.45	20.13	19.81	19.49
252.00	安全率	1.406	1.405	1.406	1.409	1.415	1.422
	半径(m)	20.71	20.39	20.07	19.75	19.43	19.11
251.50	安全率	1.415	1.412	1.412	1.414	1.418	1.425
	半径(m)	20.32	20.00	19.68	19.36	19.04	18.72
251.00	安全率	1.534	1.421	1.419	1.419	1.422	1.428
	半径(m)	19.94	19.62	19.30	18.98	18.66	18.34

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

Y(m)	X(m)	-5.00	-4.50	-4.00	-3.50	-3.00	-2.50
258.00	安全率	1.273	1.286	1.299	1.314	1.241	1.255
	半径(m)	23.40	23.08	22.76	22.44	22.12	21.80
257.50	安全率	1.269	1.281	1.295	1.310	1.236	1.250
	半径(m)	23.01	22.69	22.37	22.05	21.73	21.41
257.00	安全率	1.265	1.277	1.291	1.305	1.320	1.245
	半径(m)	22.63	22.31	21.99	21.67	21.35	21.03
256.50	安全率	1.261	1.273	1.286	1.301	1.316	1.332
	半径(m)	22.24	21.92	21.60	21.28	20.96	20.64
256.00	安全率	1.345	1.269	1.282	1.296	1.311	1.328
	半径(m)	21.86	21.54	21.22	20.90	20.58	20.26
255.50	安全率	1.342	1.266	1.278	1.292	1.307	1.323
	半径(m)	21.48	21.16	20.84	20.52	20.20	19.88
255.00	安全率	1.340	1.353	1.275	1.288	1.303	1.319
	半径(m)	21.09	20.77	20.45	20.13	19.81	19.49
254.50	安全率	1.338	1.350	1.364	1.284	1.299	1.314
	半径(m)	20.71	20.39	20.07	19.75	19.43	19.11
254.00	安全率	1.336	1.348	1.361	1.281	1.295	1.310
	半径(m)	20.32	20.00	19.68	19.36	19.04	18.72
253.50	安全率	1.334	1.346	1.359	1.373	1.291	1.306
	半径(m)	19.94	19.62	19.30	18.98	18.66	18.34
253.00	安全率	1.333	1.344	1.356	1.371	1.288	1.303
	半径(m)	19.56	19.24	18.92	18.59	18.27	17.95
252.50	安全率	1.332	1.342	1.355	1.368	1.384	1.299
	半径(m)	19.17	18.85	18.53	18.21	17.89	17.57
252.00	安全率	1.331	1.341	1.353	1.366	1.381	1.296
	半径(m)	18.79	18.47	18.15	17.83	17.51	17.19
251.50	安全率	1.433	1.341	1.352	1.365	1.379	1.396
	半径(m)	18.40	18.08	17.76	17.44	17.12	16.80
251.00	安全率	1.435	1.341	1.351	1.363	1.377	1.394
	半径(m)	18.02	17.70	17.38	17.06	16.74	16.42

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

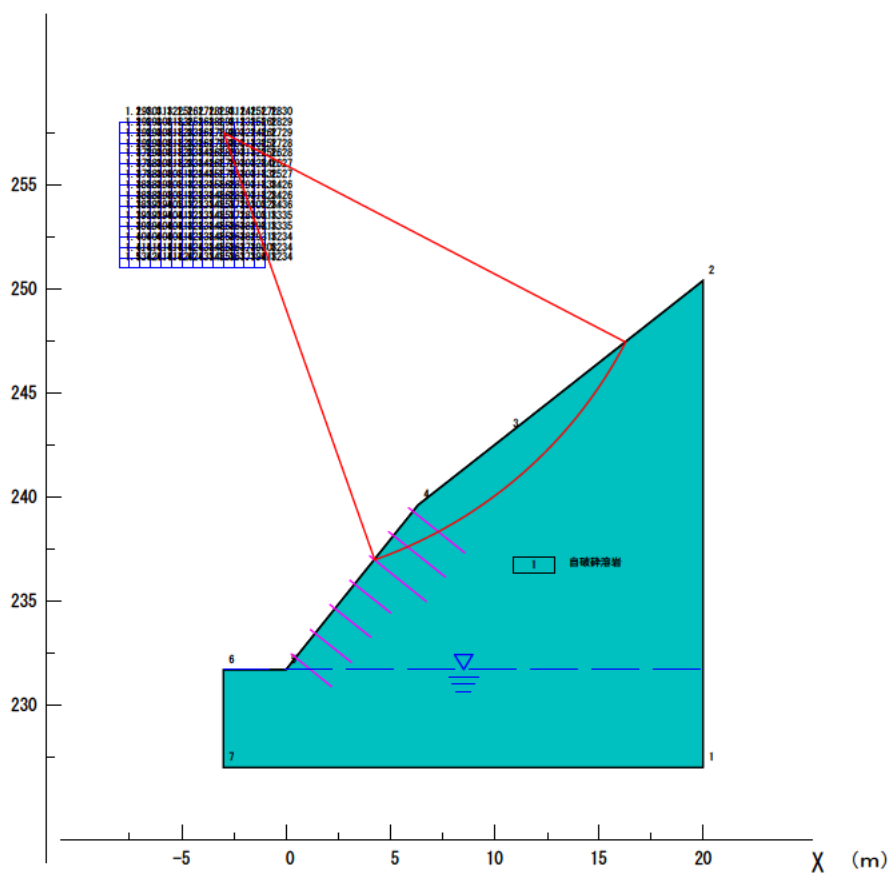
Y(m)	X(m)	-2.00	-1.50	-1.00
258.00	安全率	1.270	1.286	1.302
	半径(m)	21.48	21.16	20.84
257.50	安全率	1.265	1.281	1.297
	半径(m)	21.09	20.77	20.45
257.00	安全率	1.260	1.276	1.292
	半径(m)	20.71	20.39	20.07
256.50	安全率	1.255	1.270	1.287
	半径(m)	20.32	20.00	19.68
256.00	安全率	1.250	1.266	1.282
	半径(m)	19.94	19.62	19.30
255.50	安全率	1.340	1.261	1.277
	半径(m)	19.55	19.23	18.91
255.00	安全率	1.336	1.256	1.272
	半径(m)	19.17	18.85	18.53
254.50	安全率	1.331	1.349	1.267
	半径(m)	18.79	18.47	18.15
254.00	安全率	1.327	1.345	1.263
	半径(m)	18.40	18.08	17.76
253.50	安全率	1.323	1.341	1.360
	半径(m)	18.02	17.70	17.38
253.00	安全率	1.319	1.337	1.356
	半径(m)	17.63	17.31	16.99
252.50	安全率	1.315	1.333	1.352
	半径(m)	17.25	16.93	16.61
252.00	安全率	1.311	1.329	1.348
	半径(m)	16.87	16.55	16.23
251.50	安全率	1.308	1.325	1.344
	半径(m)	16.48	16.16	15.84
251.00	安全率	1.412	1.322	1.340
	半径(m)	16.10	15.78	15.46

4. 最小安全率リスト

最小安全率 (格子のグループ番号 = 1)

常 時 (二次追求の回数 = 0)		
最小安全率	=	1.236
円の中心 X 座標値 (m)	=	-3.00
Y 座標値 (m)	=	257.50
円の半径 R (m)	=	21.73
抵抗モーメント (kNm)	=	6175.3
起動モーメント (kNm)	=	4997.2

// 安全率図 //



WARNING ***1 円弧と地盤の交点が3点以上ある。 COUNT = 1

5. 切土補強土工法

切土補強土工法 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常時

最小安全率を示す円弧 $X (m) = -3.00$ $Y (m) = 257.50$ $R (m) = 21.73$

補強材番号	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 pa (kN)	許容 引抜き力 T 2 pa (kN)	許容 引張力 T s a (kN)	許容 補強材力 T p a (kN)	設計 引張力 T m (kN)	補強材 設置角度 β (°)	T_m *cos β (kN)	T_m *sin β *tan ϕ (kN)	抵抗 モーメント (kN)	起動 モーメント (kN)
1	1.541	1.663	0.0	54.3	34.3	34.3	24.0	66.97	9.4	8.5	388.8	0.0
2	0.833	2.367	0.0	77.3	34.3	34.3	24.0	62.60	11.1	8.2	418.4	0.0
3	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0

第4章 迂回路トンネル終点側坑口部のアンカー付場所打ち法枠

4.1 工法検討

4.1.1 工法選定

1) 安定勾配

当斜面の切土対象となる崖錐堆積物層の安定勾配は 1 : 1.2 とする。

2) 対策工の選定目的

当箇所は斜面は概ね 40° 程度の斜面勾配であり、安定勾配 (1 : 1.2) で切土した場合、長大切土となり現実的に切土工の計画は無理であり、急勾配で切土するための法面工を検討する。

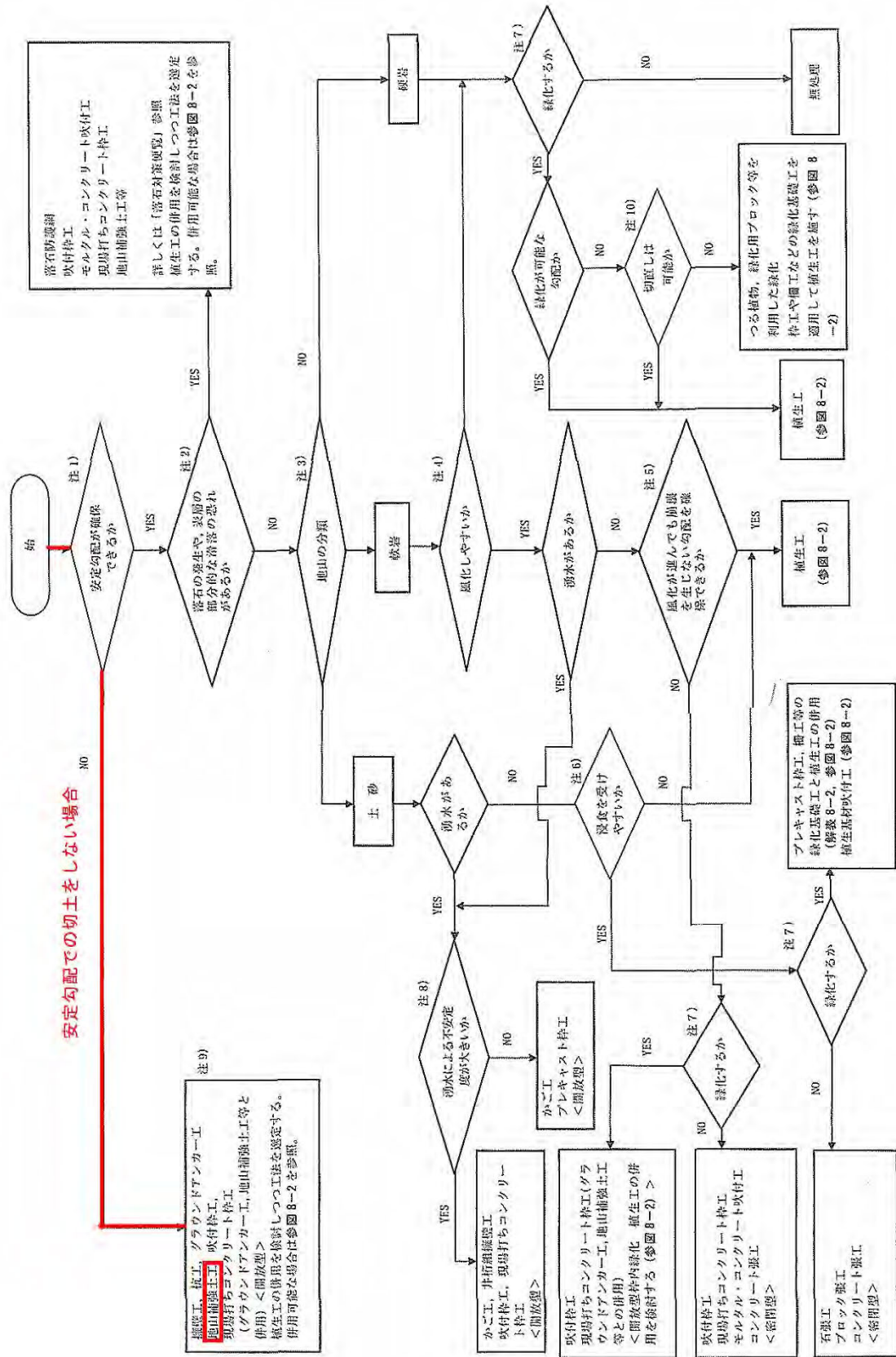
3) 基本工法の選定

対策工は、切土法面における法面保護工の選定フローチャートに基づき選定する。

安定勾配で切土が出来ないため、フローより「地山補強土工」を併用した急勾配切土工を選定する。

その他の工法は、以下のような理由から不相当とする。

- 擁壁工：対象斜面が大きく、擁壁工は適さない。
- 杭工：急斜面で、薄いすべりを抑止する対策であり、杭工は適さない。
- グラウンドアンカー工：大きなすべりが発生する場合有効であるが、当箇所想定されるすべり（崩壊）は規模が小さいため、適さないと考える。
- 吹付枠工：小規模な法面の崩壊抑止には有効であるが、ここでは適さない。



注: のり面緑化工の施工可能範囲をのり面勾配から判断する際には、参表 8-2 や解表 8-4 を参照すること。

4.1.2 比較検討

1) 比較工法

工法選定結果より，急勾配切土工として，切土勾配を変化させて，以下の 2 案について比較検討を行う。

■ 第 1 案：地山補強土工 A

斜面全体を，地山補強土工により急勾配切土法面とする。

切土勾配は，安定勾配より 1 ランク程度急勾配となる 1 : 1.0 とする。

■ 第 2 案：地山補強土工 B

斜面全体を，地山補強土工により急勾配切土法面とする。

切土勾配は，安定勾配より 2 ランク程度急勾配となる 1 : 0.8 とする。

比較検討結果を表-1 に示す。

比較検討の結果，第 2 案（切土勾配を 1 : 0.8）とした場合，切土高が 1 段で収まるのに対し，第 1 案（切土勾配を 1 : 1.0）は，切土高が高くなり，2 段の切土面となることから，施工性・経済性等総合的に優れることから，第 2 案の地山補強土工 B（切土勾配を 1 : 0.8）が最適工法と考える。

協議の結果，以下の工法を採用する。

「第 2 案：地山補強土工 B」（切土勾配 1 : 0.8）

表-1 迂回路トンネル終点側坑口法面工の比較検討表

	第1案：地山補強土工A（切土勾配1：1.0）	第2案：地山補強土工B（切土勾配1：0.8）																																																																																																																																												
概要図																																																																																																																																														
計画の概要	<p>■斜面全体を地山補強土工により急勾配切土法面とする。 切土勾配は、安定勾配より1ランク程度急勾配となる1：1.0とする。 崖錐堆積物層が厚く分布するため、崖錐堆積物層に定着を取るものとする。</p> <p>■諸元 切土法面勾配 1：1.0 地山補強土工 鉄筋挿入工 L=2.5m 吹付法枠工 200×200-1500×1500</p>	<p>■斜面全体を地山補強土工により急勾配切土法面とする。 切土勾配は、安定勾配より2ランク程度急勾配となる1：0.8とする。 崖錐堆積物層が厚く分布するため、崖錐堆積物層に定着を取るものとする。</p> <p>■諸元 切土法面勾配 1：0.8 地山補強土工 鉄筋挿入工 L=4.0m 吹付法枠工 200×200-1500×1500</p>																																																																																																																																												
安定性 景観	<p>■地山補強土工により安定な法面となり、安定性における問題はない。 景観的には、切土高が高く、2段の切土法面となり、坑口部の地形改変が大きい分、第2案より劣る。</p> <p style="text-align: center;">△</p>	<p>■地山補強土工により安定な法面となり、安定性における問題はない。 景観的にも、大きな法面とならないため、特に問題はない。</p> <p style="text-align: center;">○</p>																																																																																																																																												
施工性	<p>■法面が大きくなるため、片切掘削・残土処分・法面工の工事量が多くなり、全体に第2案より劣る。</p> <p style="text-align: center;">△</p>	<p>■切土が1段となるため、切土範囲が狭く、施工性は良い。</p> <p style="text-align: center;">○</p>																																																																																																																																												
その他	<p>■引き抜き試験により鉄筋挿入工の定着長を確認する必要がある。 （定着層：崖錐堆積物層）</p> <p style="text-align: center;">○</p>	<p>■引き抜き試験により鉄筋挿入工の定着長を確認する必要がある。 （定着層：崖錐堆積物層）</p> <p style="text-align: center;">○</p>																																																																																																																																												
10m当り 概算工事費	<table border="0"> <tr> <td>■切土工（片切・土砂）</td> <td>356 m³</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■残土処分</td> <td>356 m³</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■切土法面整形工</td> <td>179 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■吹付法枠工（200×200）</td> <td>269 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■植生基材吹付工（枠内 t=5cm）</td> <td>165 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■鉄筋挿入工</td> <td>200 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■足場仮設工（B=2.0m）</td> <td>297 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>諸経費</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>工事費</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">合計</p> <p style="text-align: right;">比率 1.65</p> <p style="text-align: center;">△</p>	■切土工（片切・土砂）	356 m ³	×	■	■	■	■	■残土処分	356 m ³	×	■	■	■	■	■切土法面整形工	179 m ²	×	■	■	■	■	■吹付法枠工（200×200）	269 m	×	■	■	■	■	■植生基材吹付工（枠内 t=5cm）	165 m ²	×	■	■	■	■	■鉄筋挿入工	200 m	×	■	■	■	■	■足場仮設工（B=2.0m）	297 m	×	■	■	■	■	直接工事費			■	■	■	■	諸経費			■	■	■	■	工事費			■	■	■	■	<table border="0"> <tr> <td>■切土工（オープン・土砂）</td> <td>237 m³</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■残土処分</td> <td>237 m³</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■切土法面整形工</td> <td>87 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■吹付法枠工（200×200）</td> <td>138 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■植生基材吹付工（枠内 t=5cm）</td> <td>59 m²</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■鉄筋挿入工</td> <td>160 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>■足場仮設工（B=2.0m）</td> <td>168 m</td> <td>×</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>諸経費</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> <tr> <td>工事費</td> <td></td> <td></td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> <td>■</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">合計</p> <p style="text-align: right;">比率 1.00</p> <p style="text-align: center;">○</p>	■切土工（オープン・土砂）	237 m ³	×	■	■	■	■	■残土処分	237 m ³	×	■	■	■	■	■切土法面整形工	87 m ²	×	■	■	■	■	■吹付法枠工（200×200）	138 m	×	■	■	■	■	■植生基材吹付工（枠内 t=5cm）	59 m ²	×	■	■	■	■	■鉄筋挿入工	160 m	×	■	■	■	■	■足場仮設工（B=2.0m）	168 m	×	■	■	■	■	直接工事費			■	■	■	■	諸経費			■	■	■	■	工事費			■	■	■	■
■切土工（片切・土砂）	356 m ³	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
■残土処分	356 m ³	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
■切土法面整形工	179 m ²	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
■吹付法枠工（200×200）	269 m	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
■植生基材吹付工（枠内 t=5cm）	165 m ²	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
■鉄筋挿入工	200 m	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
■足場仮設工（B=2.0m）	297 m	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
直接工事費			■	■	■	■																																																																																																																																								
諸経費			■	■	■	■																																																																																																																																								
工事費			■	■	■	■																																																																																																																																								
■切土工（オープン・土砂）	237 m ³	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
■残土処分	237 m ³	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
■切土法面整形工	87 m ²	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
■吹付法枠工（200×200）	138 m	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
■植生基材吹付工（枠内 t=5cm）	59 m ²	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
■鉄筋挿入工	160 m	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
■足場仮設工（B=2.0m）	168 m	×	■	■	■	■																																																																																																																																								
直接工事費			■	■	■	■																																																																																																																																								
諸経費			■	■	■	■																																																																																																																																								
工事費			■	■	■	■																																																																																																																																								
判定	△（1：0.8の場合より総合的に劣る）	◎（施工性・経済性を含め総合的に優れる）																																																																																																																																												

2) 第1案：地山補強土工 A

①工法の概要

図-1 参照

斜面全体を，地山補強土工により急勾配切土法面とする。

崖錐堆積物層の安定勾配は 1 : 1.2 とする。

切土勾配は，安定勾配より 1 ランク程度急勾配となる 1 : 1.0 とする。

崖錐堆積物層が厚く分布するため，鉄筋挿入工は崖錐堆積物層に定着を取るものとする。

地山補強土工の概略諸元は，以下とする。

■鉄筋挿入工

鉄筋長	$L=2.5\text{m}$ (安定勾配線の奥に 1.0m以上の定着を考慮)
ピッチ	1.5m (一般的な最大ピッチ)

■吹付法枠工

法枠断面	200×200 (計画可能な最大断面)
------	---------------------

②概算数量

10m当り数量で比較する。

切土工 (片切)	$V=35.6 \times 10.0 = 356 \text{ m}^3$
残土処分	$V=356 \text{ m}^3$
切土法面整形工	$A=17.9 \times 10.0 = 179 \text{ m}^2$
吹付法枠工	$L=10.0/1.5 \times 17.9 + 15 \times 10.0 = 269 \text{ m}$
植生基材吹付工	$A=179 - 269 \times 0.2 = 165 \text{ m}^2$
鉄筋挿入工	$L=10.0/1.5 \times 30.0 = 200 \text{ m}$
足場仮設工	$V=29.7 \times 10.0 = 297 \text{ 空 m}^3$

第1案：地山補強土工A

(切土勾配 1 : 1.0)

S=1 : 200

工法の概要

斜面全体を地山補強土工により急勾配切土法面とする。

崩積土層の安定勾配は1 : 1.2とする。

切土勾配は、安定勾配より1ランク程度急勾配となる1 : 1.0とする。

崖錐堆積物層が厚く分布するため、鉄筋挿入工は崖錐堆積物層に定着を取るものとする。

地山補強土工の概略諸元は以下とする。

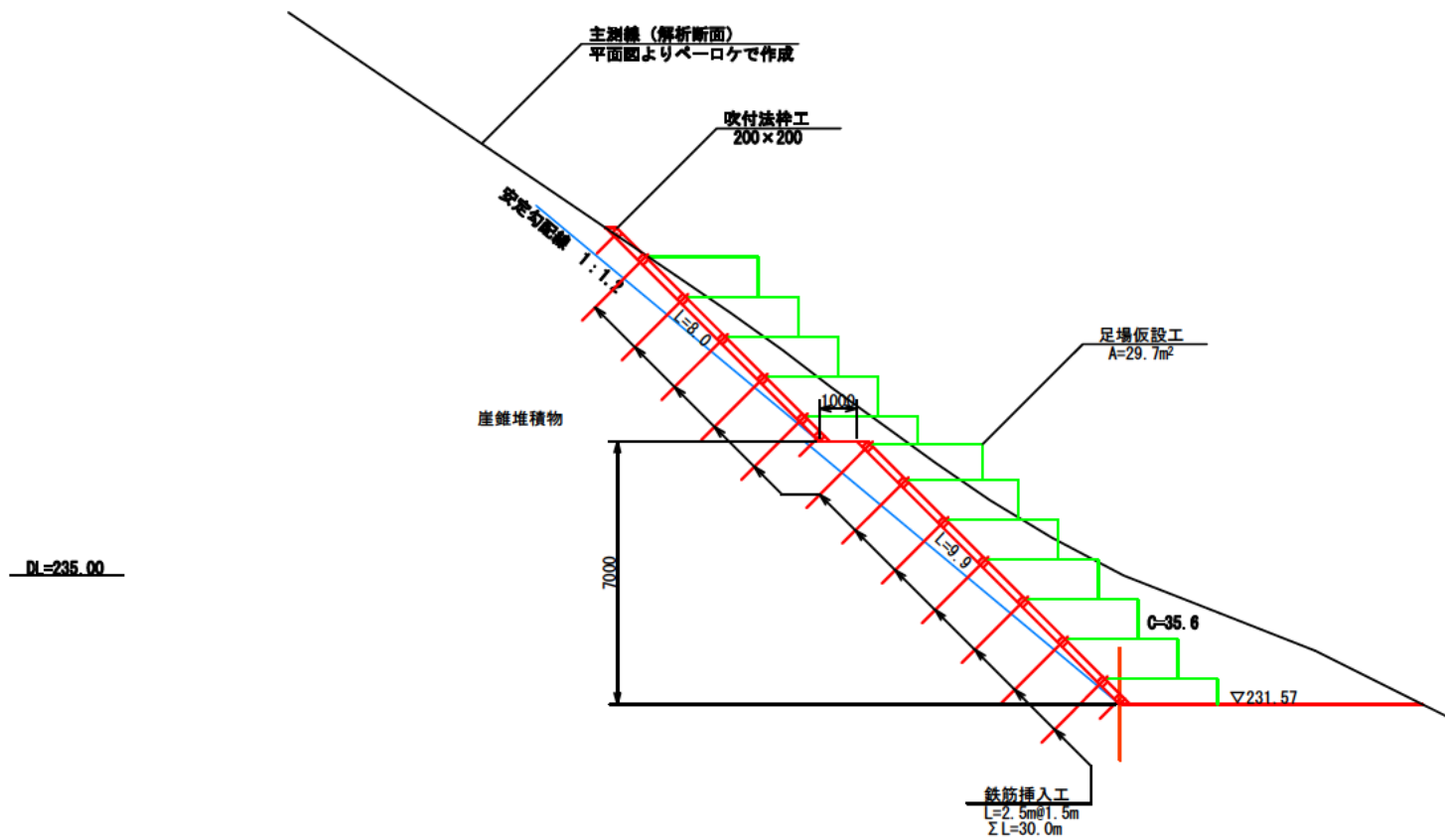
■鉄筋挿入工

鉄筋長：2.5m (安定勾配線の奥に1.0m以上の定着を考慮)

ピッチ：1.5mピッチ (最大ピッチ)

■吹付法砕工

200×200 (計画可能な最小断面)



10m当り数量

切土工 (片切)	$V = 35.6 \times 10.0 = 356\text{m}^3$
切土法面整形工	$A = 17.9 \times 10.0 = 179\text{m}^2$
吹付法砕工	$L = 10.0 / 1.5 \times 17.9 + 15 \times 10.0 = 269\text{m}$
植生基材吹付工	$A = 179 - 269 \times 0.2 = 165\text{m}^2$
鉄筋挿入工	$L = 10.0 / 1.5 \times 30.0 = 200\text{m}$
足場仮設工	$V = 29.7 \times 10.0 = 297\text{空m}^3$

図-1 第1案：地山補強土工A 標準断面図 S=1 : 200

3) 第2案：地山補強土工 B

①工法の概要

図-2 参照

斜面全体を，地山補強土工により急勾配切土法面とする。

崖錐堆積物層の安定勾配は 1 : 1.2 とする。

切土勾配は，安定勾配より 2 ランク程度急勾配となる 1 : 0.8 とする。

鉄筋挿入工による急勾配切土工は，一般的に 1 ランク程度であるが，ここでは 2 ランクでの適用を考える。

崖錐堆積物層が厚く分布するため，鉄筋挿入工は崖錐堆積物層に定着を取るものとする。

地山補強土工の概略諸元は，以下とする。

本案は採用案となることから，必要定着長等は計算により確認している。

■鉄筋挿入工

鉄筋長	L=4.0m (安定勾配線の奥に 2.0m以上の定着を考慮)
ピッチ	1.5m (一般的な最大ピッチ)

■吹付法砕工

法砕断面	200×200 (計画可能な最大断面)
------	---------------------

②概算数量

10m当り数量で比較する。

切土工 (片切)	$V=23.7 \times 10.0=237 \text{ m}^3$
残土処分	$V=237 \text{ m}^3$
切土法面整形工	$A=8.7 \times 10.0=87 \text{ m}^2$
吹付法砕工	$L=10.0/1.5 \times 8.7 + 8 \times 10.0=138 \text{ m}$
植生基材吹付工	$A=87 - 138 \times 0.2=89 \text{ m}^2$
鉄筋挿入工	$L=10.0/1.5 \times 24.0=160 \text{ m}$
足場仮設工	$V=16.8 \times 10.0=168 \text{ 空 m}^3$

第2案：地山補強土工B

(切土勾配 1 : 0.8)

S=1 : 200

工法の概要

斜面全体を地山補強土工により急勾配切土法面とする。

崖錐堆積物層の安定勾配は1 : 1.2とする。

切土勾配は、安定勾配より2ランク程度急勾配となる1 : 0.8とする。

鉄筋挿入工による急勾配切土工は、一般的には1ランク程度であるが、ここでは2ランクでの適用を考える。

崖錐堆積物が厚く分布するため、鉄筋挿入工は崖錐堆積物層に定着を取るものとする。

地山補強土工の概略諸元は以下とする。

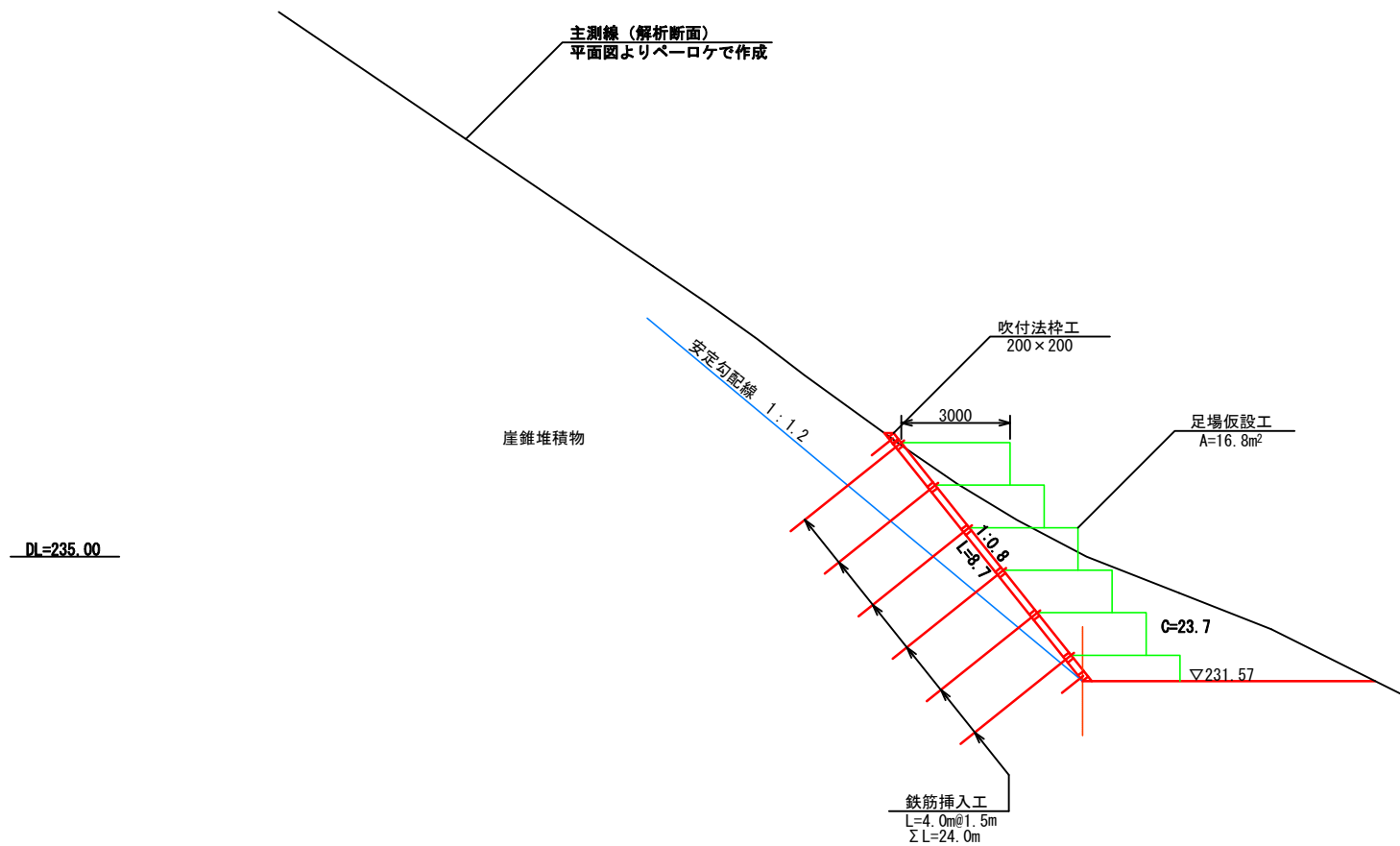
■鉄筋挿入工

鉄筋長：4.0m (安定勾配線の奥に2.0m以上の定着を考慮)

ピッチ：1.5mピッチ (最大ピッチ)

■吹付法砕工

200×200 (計画可能な最小断面)



10m当り数量

切土工 (片切)	$V = 23.7 \times 10.0 = 237\text{m}^3$
切土法面整形工	$A = 8.7 \times 10.0 = 87\text{m}^2$
吹付法砕工	$L = 10.0 / 1.5 \times 8.7 + 8 \times 10.0 = 138\text{m}$
植生基材吹付工	$A = 87 - 138 \times 0.2 = 59\text{m}^2$
鉄筋挿入工	$L = 10.0 / 1.5 \times 24.0 = 160\text{m}$
足場仮設工	$V = 16.8 \times 10.0 = 168\text{空m}^3$

図-2 第2案：地山補強土工B 標準断面図 S=1 : 200

4.2 設計計画

4.2.1 計画の概要

当箇所の法面工の概要は、以下の通りである。(標準断面図参照)

■主工法：地山補強土工（鉄筋挿入工+吹付法砕工）

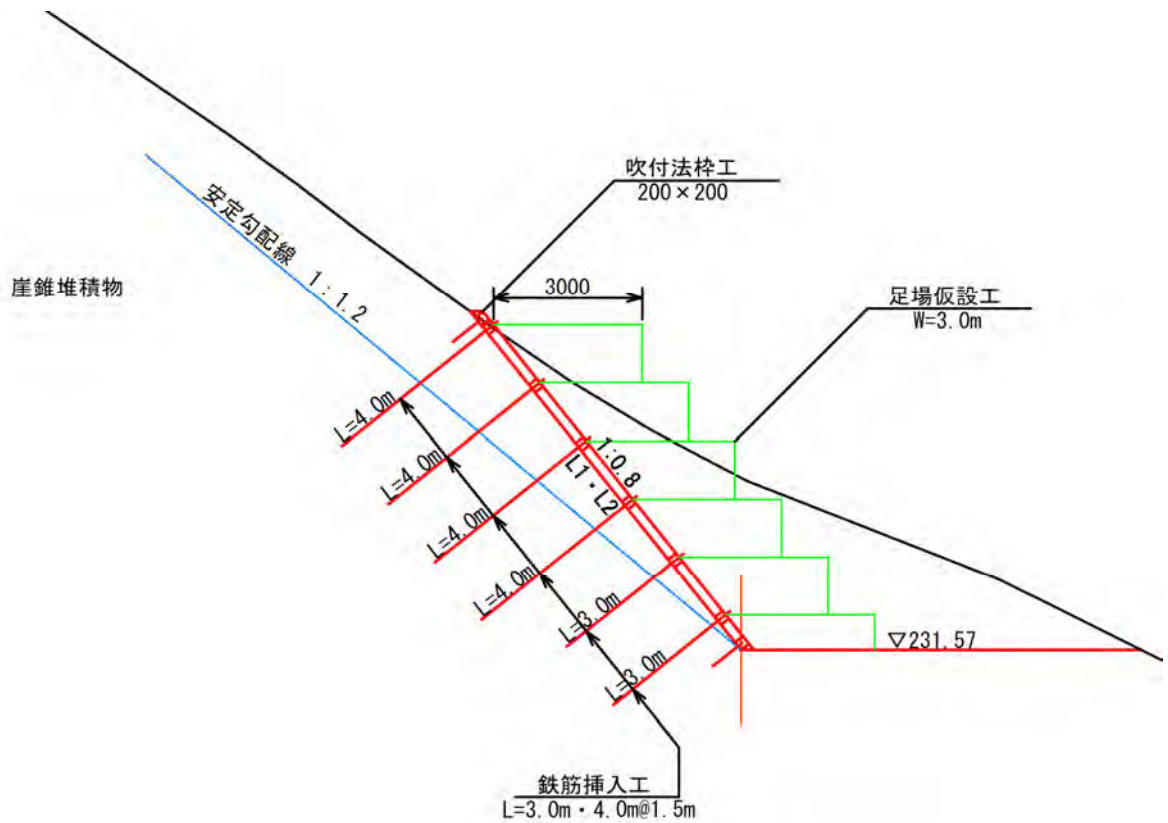
切土勾配 1 : 0.8

鉄筋挿入工 L=3.0m・4.0m

吹付法砕工 200×200-1500×1500

中詰工：植生基材吹付工 t=3cm

以下、それぞれの詳細についての設計計画を示す。



標準断面図

4.2.2 切土工の計画

1) 計画切土勾配

工法検討の結果、法面工を地山補強土工による急勾配切土工とし、計画切土勾配は、1:0.8とする。

2) 切土形状

一般的に切土高 5~10m (7mを標準) 毎に小段を設けられる。

これに対し、当箇所切土高は、概ね最大で 7m超程度であることから、小段を設けず 1段の切土形状とする。

4.2.3 鉄筋挿入工の計画

1) 目的

急勾配切土により、斜面に想定されるすべりを抑止することを目的とする。

鉄筋挿入工の反力体は、安定勾配より急な法面全体を、面的に安定を図るため、吹付法砕工とする。

2) 定着層

安定勾配線より奥を定着層（崖錐堆積物）とする。

崖錐堆積物は調査結果より代表 N 値 6 とされている。

推定値にある N 値 10 より多少小さいが、定着部は地表面から切土した更に奥の地盤が対象であるため、平均的な締まり具合より多少締まっていると考え、設計に際し、下表の「砂礫 (N=10)」の値を考慮する。

$$\tau = 0.08 \text{ N/mm}^2$$

但し、施工に際しては、引き抜き試験により、確認が必要である。

表 4.4.5 極限周面摩擦抵抗の推定値

地盤の種類		極限周面摩擦抵抗 (N/mm ²)	
岩盤	硬岩	1.20	
	軟岩	0.80	
	風化岩	0.48	
	土丹	0.48	
砂礫	N 値	10	0.08
		20	0.14
		30	0.20
		40	0.28
		50	0.36
砂	N 値	10	0.08
		20	0.14
		30	0.18
		40	0.23
		50	0.24
粘性土		0.8 × c	

c : 粘着力

(参考文献：切土補強土工法設計・施工要領 p.33)

3) 安全率

周面摩擦抵抗に対する安全率は、以下とする。

$$F_s = 2.0 \quad (\text{永久構造物})$$

(参考文献：切土補強土工法設計・施工要領 p.31)

4) 鉄筋挿入工の諸元

検討の結果、対策工の諸元は、以下の通りとする。(設計計算参照)

■鉄筋挿入工の諸元

鉄筋長	L=3.0m・4.0m (定着長は2.0m以上) (定着層は崖錐堆積物層を想定)
鉄筋径	D19
設計引張り力	T _m =11.3kN/本
傾角(打設角度)	α=38.7° (法面直角方向)
削孔径	φ=65mm
定着層の周面摩擦抵抗	τ=0.08kN/m ²
反力体	吹付法枠工 200×200-1500×1500
配置	交点配置 (1本/2.25m ²)
施工機械	定置式ドリル (単管足場)

鉄筋長については、コスト削減の観点から、定着長2.0mを確保するための必要最大長さの4.0m一律とせず、1mラウンドで2段階の長さ(3.0m・4.0m)で計画する。

5) 異形鉄筋・注入材

許容応力度は、以下とする。

$$\text{許容引張応力度} \quad \sigma_{sa} = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{許容付着応力度} \quad \tau_{sa} = 1.6 \text{ N/mm}^2$$

注入材(モルタル)の設計基準強度は、24 N/mm²とする。

表 4.4.4 異形鉄筋と注入材の許容付着応力度 (N/mm²)

補強材の種類	24	27	30
許容付着応力度	1.6	1.7	1.8

(出典：切土補強土工法設計・施工指針 p.31)

6) 防食計画

永久法面に対する対策工であり、以下の防食対策を講じる。

①亜鉛メッキ処理による防食

更に、補強材については、1mmの腐食代を考慮

②補強材の地中部に対し、注入材による防食

補強材に対し、10mm以上のかぶりを確保

③補強材の頭部に対し、オイルキャップによる防食

7) 削孔

掘削対象地盤は、崖錐堆積物層であるが、孔壁は自立すると考える。

削孔は、吹付法枠後の作業であり、土足場は困難なことから、施工機械は定置式ドリル(削孔径φ65mm)とする。

足場は、単管足場(W=3.0m)を考慮する。

8) 配置計画

一般に、補強材の打設ピッチは 1.0~1.5m で、1 本/2m² 程度の配置が望ましいとされている。これに対し、経済性を考慮し、最も計画本数が少なくなる 1.5m ピッチでの計画可能なことから 1.5m ピッチとする。(2.25m²/本)

吹付法枠工の枠及び鉄筋挿入工の配置は、以下のように計画する。

■縦枠は鉛直、横枠は水平とする。

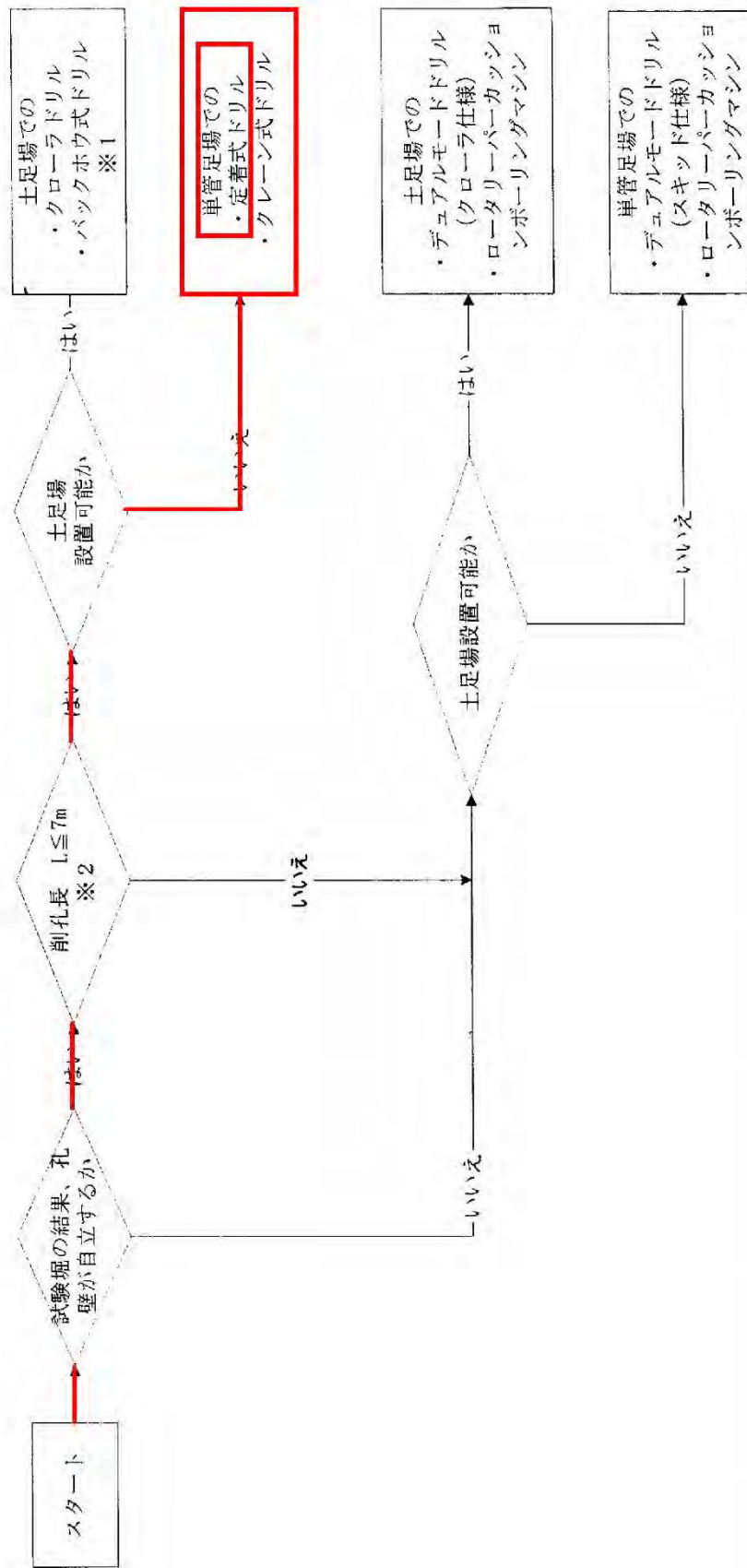
■縦枠は、主側線を基準とし、法尻の切土基準線が曲線部では、最上段の横枠位置で 1.5 m ピッチになるように配置する。

■横枠は、法尻から 0.75m (1/2 スパン) の高さの横枠を基準とし、1.5m ピッチで配置する。

■鉄筋挿入工は、枠の交点に配置する。

但し、1/2 スパン (0.75m) 以下の交点には配置しない。

端部の縦枠長の張り出し長が 1/2 スパン (0.75m) 以上の場合は配置する。



※1 1段のり面での施工本数が500本を超える場合は、オートボルトセッター工法の採用が有効な場合もある。

※2 削孔長が長くなる場合は、施工費が割高になるためグラウンドアンカー工等との比較検討を行い、経済性、施工性の良い工法を採用する必要がある。

図 5.2.6 標準的な施工機械選定フロー (参考)

(出典：切土補強土工法設計・施工要領 p.72)

4.2.4 吹付法枠工の計画

1) 目的

鉄筋挿入工の反力体及び法面を面的に抑えることを目的とする。

2) 構造

資料及び鉄筋挿入工の反力体としての設計計算より、以下のような構造とする。

枠断面	200×200
主鉄筋	D10×2本
アンカーバー	D16 L=0.75m
アンカーピン	D13 L=0.40m
かぶり	45mm (有効高 155mm)
枠ピッチ	縦方向 1.5m 横方向 1.5m

●資料

付録 表 3.1 枠断面の枠スパン、鉄筋および有効高さの標準

寸法単位：mm

枠断面	枠スパン	鉄筋径	鉄筋本数	有効高さ d
150 × 150	1,150 × 1,150	D10	2本	105
200 × 200	1,200 × 1,200	D10 ~ D13	4本	155
300 × 300	2,000 × 2,000	D13 ~ D16	4本	235
400 × 400	2,000 × 2,000	D16 ~ D19	4本または8本	315
400 × 400	2,500 × 2,500	D16 ~ D19	4本または8本	315
500 × 500	3,000 × 3,000	D16 ~ D25	8本	410
600 × 600	3,000 × 3,000	D22 ~ D25	8本	510

付録 表 3.5 アンカーバーおよびアンカーピンの適用例

枠断面	標準アンカーバー規格	標準アンカーピン規格	標準アンカーピン本数
150 × 150	D16 - L = 500	D10 - L = 300	横枠のみ2本
200 × 200	D16 - L = 750	D10 - L = 400	横枠のみ2本
300 × 300	D19 - L = 800	D13 - L = 500	横枠のみ3本
400 × 400	D19 - L = 800	D13 - L = 700	横枠のみ3本~4本
500 × 500	D19 - L = 1,000	D16 - L = 800	横枠のみ4本
600 × 600	D19 - L = 1,000	D16 - L = 800	横枠のみ4本

(出典：のり枠工の設計・施工指針 全国特定法面保護協会 平成 18 年 11 月 p.付 15~16)

3) 中詰工

法枠内は、緑化を図るものとし、中詰工の選定手順（例）により選定する。
検討の結果、以下とする。

「植生基材吹付工 (t=3cm)」

中詰工の選定

■切盛区分 → 切土法面

■湧水の有無 → NO

湧水は、ないものとする。

■緑化が必要か？ → YES

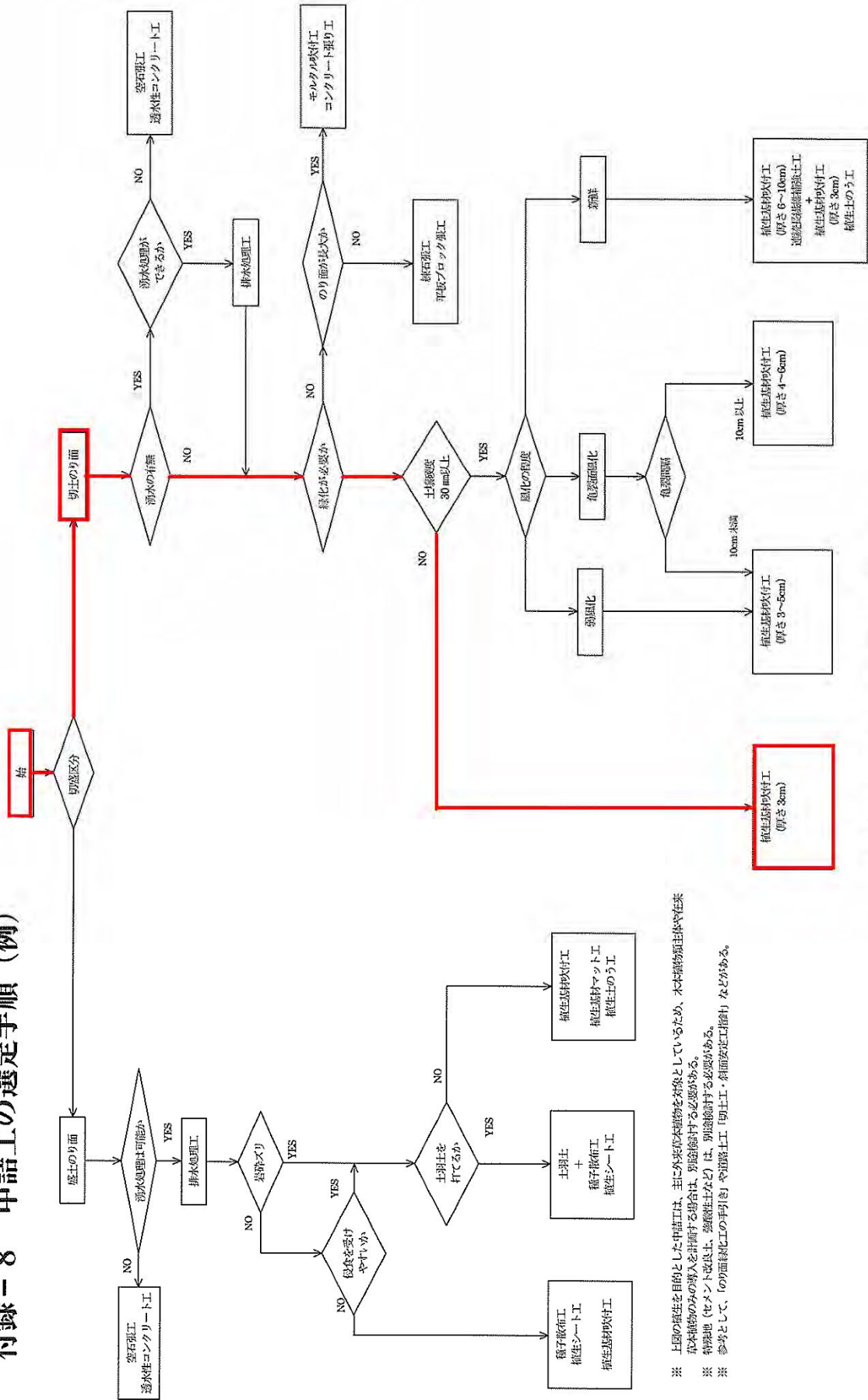
緑化したい。

■土壌硬度 30mm 以上 → NO

崖錐堆積物層であり、土壌硬度が 30mm 以上とは考えられない。

以上より「植生基材吹付工 (厚さ 3cm)」が選定される。

付録-8 中詰工の選定手順 (例)



※ 上記の植生多目的とした中詰工は、主に外來木種物を対象としているため、木本植物種注基や在来
 底木種物のみの導入を計画する場合は、別途検討が必要である。
 ※ 物理地（セメント改良土、強硬性土など）は、別途検討が必要である。
 ※ 参考として、「のり面緑化工の手引書」や道路土工「切土工・斜面安定工指針」などがある。

付図 8.1 中詰工の選定手順 (例)

(出典：のり枠工の設計・施工指針 平成25年10月 (一社)全国特定法面保護協会 p.付44)

4.2.5 施工計画

法面工についての、工種毎の施工上の留意点を示す。

1) 吹付法枠工

切土後、吹付法枠工を行う。

法枠の交点には、鉄筋挿入工のためのボイド管設置が必要である。

枠は、縦枠は鉛直、横枠は水平とする。

対象法面が主に曲面であるため、縦枠は上方向に開く形状となり、縦枠ピッチが上で広く、下で狭くなる。

鉄筋挿入工の最大ピッチが1.5mであるため、縦枠の配置は、最上段の横枠での交点ピッチが1.5mになるように配置するものとする。

中詰工は、対象地盤が崖錐堆積物層で、切土面の状態が不明なことから、硬度が30mm以下として、植生基材吹付工(t=3cm)で計画している。

そのため、施工時には、実際の切土面に対し、硬度試験等により、その計画を再確認する必要がある。

3) 鉄筋挿入工の試験

鉄筋挿入工においては、以下の試験が必要である。

■引き抜き試験

定着層の極限周面摩擦抵抗力(τ)を確認する。

試験時期は、本工事施工の前に実施する必要がある。

基本的に引き抜けるまで載荷する。

本設計で用いた値(τ)は次の通りである。

$$\tau = 0.08 \text{ N/mm}^2$$

定着層は斜面を覆う崖錐堆積物層であるが、ある程度切り込んだ深さの層を対象とする。

試験本数は、最低限3本行う必要がある。

$$N = 3 \text{ 本}$$

■確認試験

施工された補強材の引張り耐力が設計引張り力(T_m)を満足するかどうかを確認する。

設計引張り力(T_m)までの載荷とする。

本設計での設計引張り力(T_m)は、全て以下とする。

$$\text{設計引張り力 } T_m = 11.3 \text{ kN/本}$$

試験本数は、全本数の3%を対象とする。(但し、3本以上)

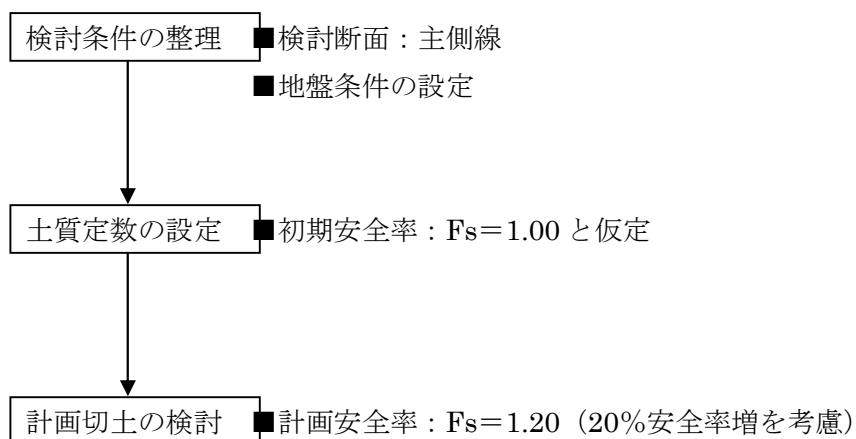
$$N = 80 \times 0.03 = 2.4 \rightarrow 3 \text{ 本}$$

4.3 設計計算

4.3.1 斜面の安定解析

1) 検討手順

斜面の安定解析を、以下の手順で検討する。



2) 検討断面

斜面勾配が最も急となり、切土が大きくなる断面を主側線（代表断面）とする。

断面形状は、平面図からペーロケで作成する。

地層構成は、既往調査結果より想定する。

3) 安全率

対策工は、切土時に想定されるすべり（最小安全率すべり）に対し20%の安全率増を考慮するものとし、想定されるすべりを検討するに際し、その安全率を $F_s=1.00$ とする。

計画安全率は、最小安全率すべりに対し20%の安全率増を考慮するものとし、計画安全率 $F_s=1.20$ として求めるものとする。

4) 計算式

次式により計算する。(道路土工 切土工・斜面安定工指針 p.399)

計算式：簡便法 (Fellenius 法)

$$F_s = \frac{\sum \{c \cdot l + (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

F_s : 安全率

c : すべり面の粘着力

ϕ : すべり面の内部摩擦角

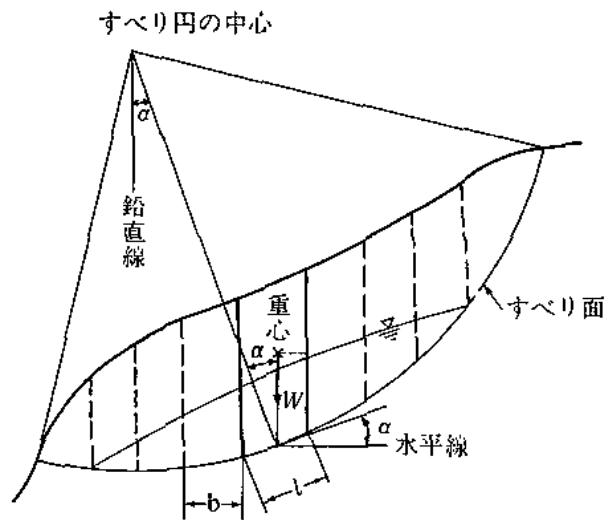
l : 各分割片で切られたすべり面の弧長

u : 間隙水圧

b : 分割片の幅

W : 分割片の重量

α : 分割片で切られたすべり面の中心とすべり面の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角度



解図 11-21 地すべり安定計算に用いるスライス分割の例

5) 土質定数の設定

①土質定数一覧表

斜面を主に構成する崖錐堆積物層の土質定数を、既往調査資料による地盤定数提案値より、以下とする。

土質定数一覧表

	単位体積重量 γt (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
崖錐堆積物層 (dt)	17.0	5.48	25

②崖錐堆積物層 (dt)

■ 単位体積重量

崖錐堆積物の提案値を採用する。

■ 粘着力

初期安全率を $F_s=1.00$ として、逆算により求める。

計算の結果、 $c=5.48\text{kN/m}^2$ とする。

■ 内部摩擦角

崖錐堆積物の提案値を採用する。

表.5 地盤定数一覧表 (迂回路トンネル 終点側)

地質時代	地層名	記号	岩相・土相	代表N値	単位体積重量 ρt (kN/m ³)	粘着力C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)	変形係数E (MN/m ²)
第四紀 完新世	崖錐堆積物	dt	礫混り土砂	6	17 ¹⁾	0 ¹⁾	25 ¹⁾	17 ⁵⁾
新生代 第三紀	火山礫凝灰岩	Lpt	新鮮岩	208 (換算)	18 ²⁾	411 ⁴⁾	21 ⁴⁾	106 ⁶⁾
	軽石凝灰岩	Pmt	新鮮岩	244 (換算)	21 ³⁾	453 ⁴⁾	21 ⁴⁾	118 ⁶⁾

6) 安定計算結果

■切土時最小安全率すべり

切土時（切土勾配1：0.8）の最小安全率すべりが $F_s=1.00$ とし，不安定層（崖錐堆積物層）の土質定数（粘着力）を設定すると共に，想定されるすべり形状を推定する。

不安定層は，安定勾配線より急な部分とする。

試算の結果，粘着力は，以下となる。

図-1 参照（計算書-1）

最小安全率	$F_{smin}=1.00$
粘着力	$c=5.48 \text{ kN/m}^2$

■必要抑止力計算

最も危険なすべり（最小安全率すべり $F_{smin}=1.00$ ）に対し 20%の安全率増とするために必要な抑止力を求める。（計画安全率 $F_s=1.20$ ）

図-2 参照（計算書-2）

必要抑止力	$P=24.6 \text{ kN/m}$
-------	-----------------------

■対策後の安定性の確認

必要抑止力に対し，鉄筋挿入工（地山補強土工）で抑止するものとし，その計画後の安定性を確認する。

検討の結果，対策後のすべりに対する安全率は以下の通りとなり，計画安全率 $F_s=1.20$ を満足する。

対策後の切土時最小安全率すべりに対する安全率

図-3 参照（計算書-3）

$F_s=1.274$	>	1.20	OK
-------------	---	------	----

対策後の最小安全率すべり

図-4 参照（計算書-4）

$F_{smin}=1.206$	>	1.20	OK
------------------	---	------	----

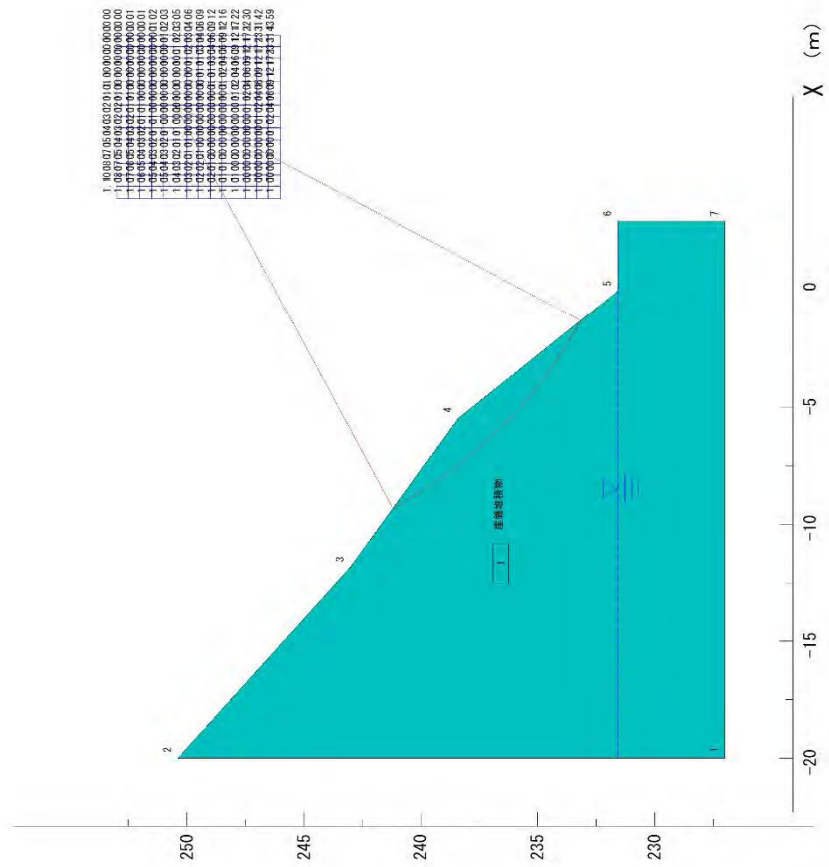
迂回路IN終点側抗口 切土時最小安全率すべり (Fs=1.00)

縮尺 : 1/ 291

最小安全率 F S MIN = 1.000
 円弧の中心 X = 8.00 (m)
 Y = 250.50 (m)
 半径 R = 19.66 (m)
 抵抗モーメント M R = 2432.4 (kN・m)
 起動モーメント M D = 2433.4 (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平震度	鉛直震度
1	17.00	13.00	25.00	5.46	0.30	0.000	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)



安全率図 (常時)

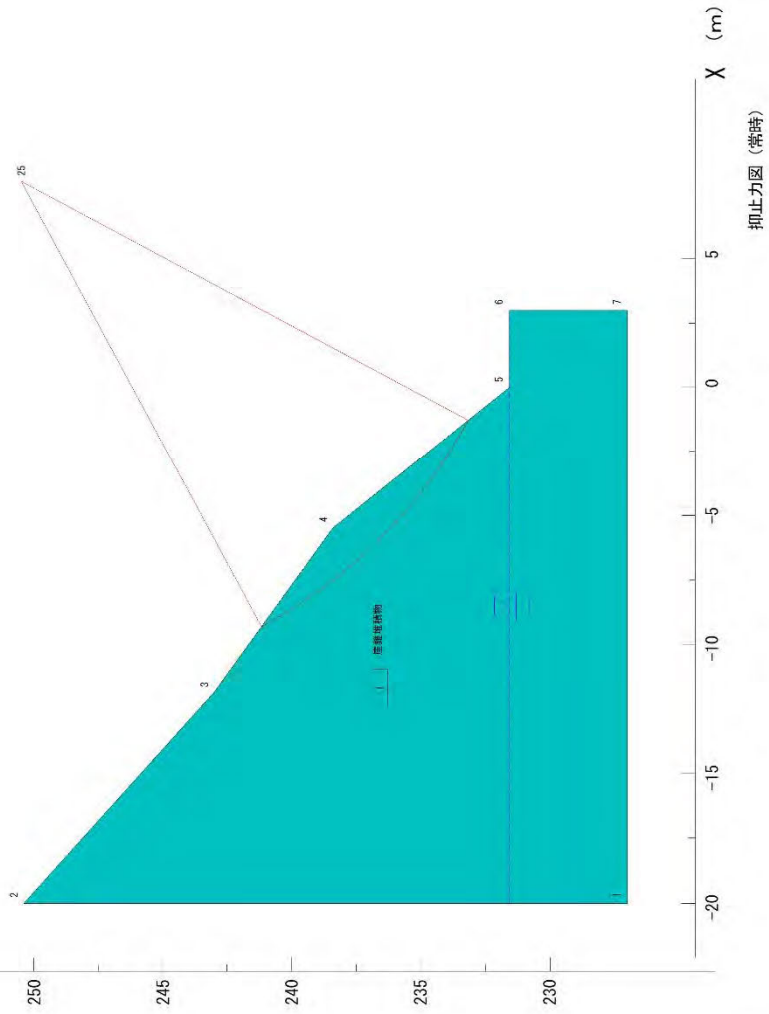
迂回路T1終点側坑口 必要抑止力計算 (Fs=1.20)

縮尺 : 1/ 263

必要安全率 F ST = 1.200 (k N)
 最大抑止力 = 24.6 (k N)
 安全率 F S = 1.001 (m)
 円弧の中心 X = 8.00 (m)
 Y = 250.50 (m)
 半径 R = 19.66 (m)
 抵抗モーメント M R = 2425.8 (k N・m)
 起動モーメント M D = 2424.5 (k N・m)

層番号	飽和重量 (k N/m ³)	湿潤重量 (k N/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (k N/m ²)	粘着力の 一次係数	水平強度	鉛直強度
1	17.00	17.00	28.00	5.48	0.00	0.000	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (k N/m³)



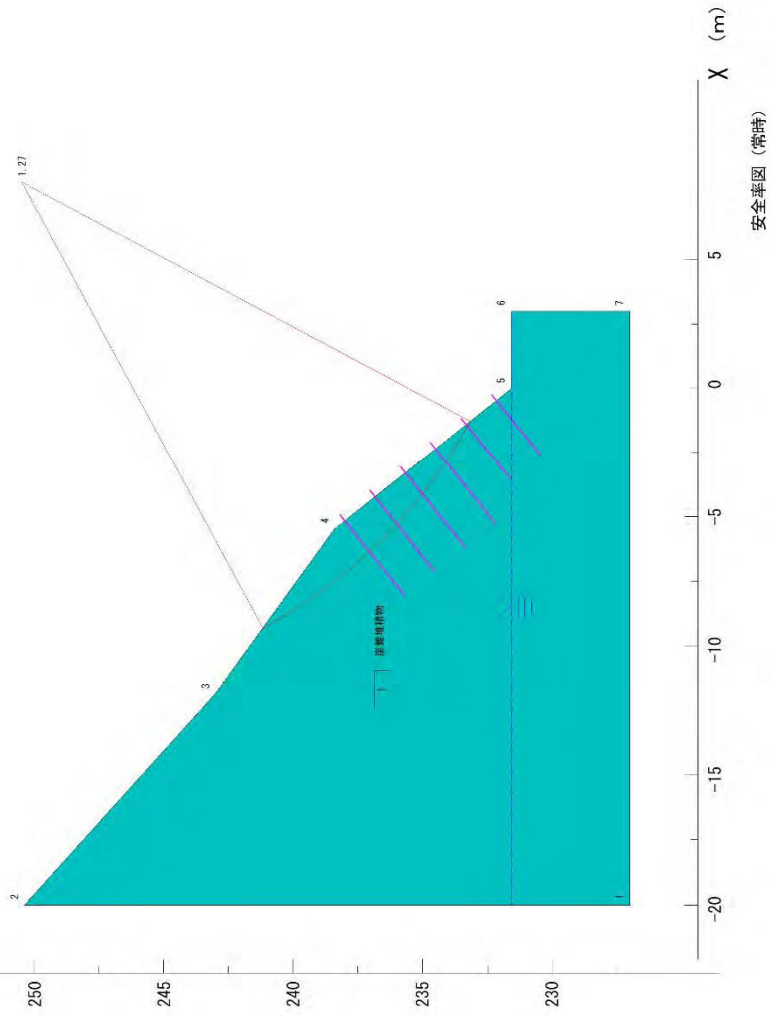
迂回路TM終点側坑口 切土時最小安全率すべり

縮尺 : 1 / 263

最小安全率 F S MIN = 1.274
 円弧の中心 X = 8.00 (m)
 Y = 250.50 (m)
 半径 R = 19.66 (m)
 抵抗モーメント M R = 3089.1 (kN・m)
 起動モーメント M D = 2424.5 (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平震度	鉛直震度
1	13.00	13.00	35.00	5.46	0.04	0.005	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)



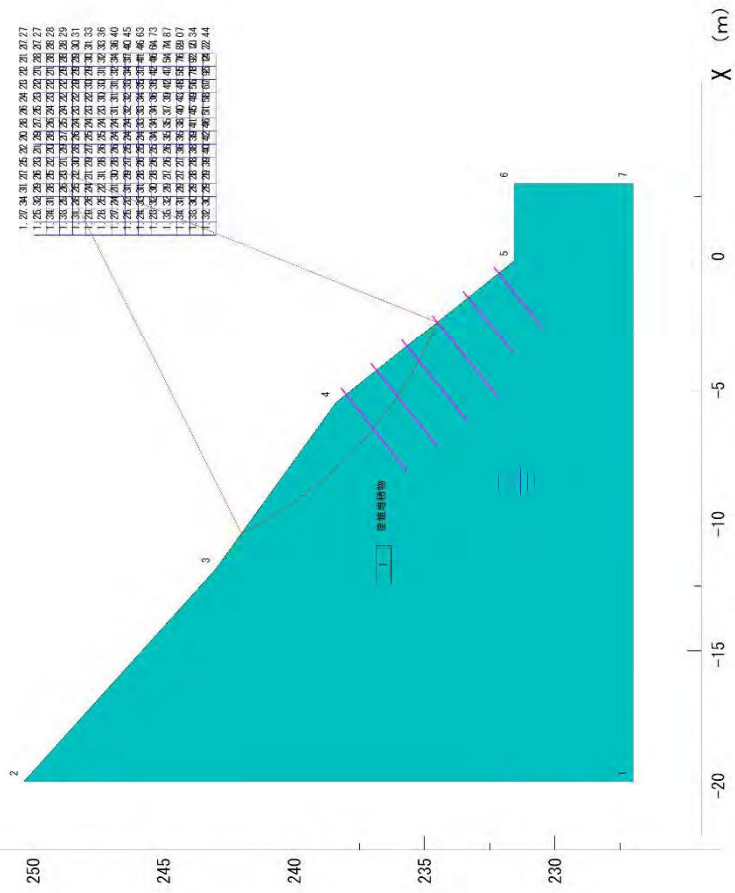
迂回路IN終点削坑口 対策後 最小安全率すべり

縮尺 : 1/ 262

最小安全率 F S MIN = 1.206
 円弧の中心 X = 3.50 (m)
 Y = 249.00 (m)
 半径 R = 15.63 (m)
 抵抗モーメント M R = 2392.6 (kN・m)
 起動モーメント M D = 1983.3 (kN・m)

階番号	飽和重量 (kN/m ³)	浸潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平震度	鉛直震度
1	17.06	11.59	25.00	5.44	0.30	0.005	0.005

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)



4.3.2 鉄筋挿入工の計算

1) 計算条件

- | | |
|-------------------|---|
| a) 計算方法 | 「道路土工 切土工・斜面安定工指針 日本道路協会」
「切土補強土工法設計・施工要領 NEXCO」 に準拠 |
| b) 検討断面 | 主側線 |
| c) 必要抑止力 | $P = 24.6 \text{ kN/m}$ (最小安全率すべりに対する抑止力) |
| d) 配置 | ピッチ : $L = 1.5 \text{ m}$ |
| e) 打設角度 | $\phi = 38.7^\circ$ (法面直角方向) |
| f) 削孔径 | $\phi 65 \text{ mm}$ |
| g) 定着層の極限周面摩擦抵抗 | $\tau_p = 0.08 \text{ N/mm}^2$ ($N \approx 10$ の土砂) |
| h) 極限周面摩擦抵抗の計画安全率 | $F_{sa} = 2.0$ |
| i) 補強材 | 異形棒鋼 |
| j) 補強材の許容引張応力度 | $\sigma_{sa} = 200 \text{ N/mm}^2$ |
| k) 補強材の許容付着応力度 | $\sigma_{sa} = 1.6 \text{ N/mm}^2$ |

3) 計算式

すべりに対する安定計算により行う。

計算式 (道路土工 切土工・斜面安定工指針 p.297 参照)

$$F_{sp} = \frac{\Sigma c \cdot l + \Sigma (W - u \cdot b) \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi + P_r}{\Sigma W \cdot \sin \alpha}$$

F_{sp} : 計画安全率

P_r : 補強材の抑止力 (必要抑止力)

$$P_r = T_m \cdot \cos \beta + T_m \cdot \sin \beta \cdot \tan \phi$$

T_m : 補強材の設計引張り力

$$T_m = \lambda \cdot T_{pa}$$

T_{pa} : 補強材の許容引張り耐力

$$T_{pa} = \min [T_{1pa}, T_{2pa}, T_{sa}]$$

β : 補強材とすべり面とのなす角度

c : すべり面の粘着力

ϕ : すべり面の内部摩擦角

b : 分割片の幅

l : 分割片で切られたすべり面の弧長

W : 分割片の重量

u : 間隙水圧

α : 分割片で切られたすべり面の midpoint とすべり面の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角度

補強材の許容引張り耐力 (T_{pa}) は、次の内の最小値で評価される。

$$T_{pa} = \min [T_{1pa}, T_{2pa}, T_{sa}]$$

① T_{1pa} : 補強材が移動土塊から受ける許容引き抜き抵抗力

当計画のように、頭部を法枠で連結する場合は、特に考慮しない。

② T_{2pa} : 補強材が不動地山から受ける許容引き抜き抵抗力

$$T_{2pa} = \Sigma L_2 \cdot t_a$$

L_2 : 不動地山における定着長

t_a : 許容付着強度 (= $\min [t_{pa}, t_{ca}]$)

t_{pa} : 地山と注入材との許容付着力 (= $\tau_p \cdot \pi \cdot D \cdot F_{sa}$)

t_{ca} : 補強材と注入材との付着力 (= $\tau_c \cdot \pi \cdot d$)

τ_p : 地山と注入材の周面摩擦抵抗

D : 削孔径

F_{sa} : 周面摩擦抵抗の安全率 (本設 : $F_{sa} = 2.0$)

τ_c : 補強材と注入材の許容付着応力

d : 補強材径

③ T_{sa} : 補強材の許容引張り力

4) 鉄筋挿入工 1 本当たりの抑止力 (Pr)

検討断面図に示す配置計画とすると、延長方向に 1.5m ピッチで、最小安全率すべりに対して 5 本の鉄筋挿入工が有効に抵抗するものとする。

1 本の鉄筋挿入工 1 本当たりの抑止力は、以下となる。

$$\begin{aligned}Pr &= P \times 1.5 / 5 \quad (P = 24.6 \text{ kN/m}) \\ &= 7.4 \text{ kN/本}\end{aligned}$$

5) 補強材の設計引張り力の計算

補強材の設計引張り力 (Tm) と抑止力 (Pr) の関係

$$Pr = Tm (\cos \beta + \sin \beta \cdot \tan \phi)$$

より、設計引張り力 (Tm) を求める。

$$\begin{aligned}Pr &= 7.4 \text{ kN/本} \\ \beta &= 38.7 + 39.8 = 78.5^\circ\end{aligned}$$

$$\phi = 25^\circ$$

$$\begin{aligned}Tm &= \frac{Pr}{\cos \beta + \sin \beta \times \tan \phi} \\ &= 11.3 \text{ kN/本}\end{aligned}$$

6) 補強材の許容引張り耐力の計算

補強材の設計引張り力 (Tm) と許容引張り耐力 (Tpa) の関係

$$Tm = \lambda \cdot Tpa$$

λ : 補強材の引張り力の低減係数 $\lambda = 0.7$

より、許容引張り耐力 (Tpa) を求める。

$$\begin{aligned}Tpa &= 11.3 / 0.7 \\ &= 16.1 \text{ kN/本}\end{aligned}$$

7) 鉄筋長の検討

許容引張り耐力に対して必要定着長を求める。

次式によって検討する。

$$L = Tpa \times Fsa / (\pi \times D \times \tau p)$$

Tpa : 許容引張り耐力

Fsa : 安全率 Fsa = 2.0

D : 削孔径 D = 65mm

τp : 周面摩擦抵抗 $\tau p = 0.08 \text{ N/mm}^2 = 80 \text{ kN/m}^2$

故に、

$$\begin{aligned}L &= 16.1 \times 2.0 / (3.14 \times 0.065 \times 80) \\ &= 1.97 \text{ m} \rightarrow 2.0 \text{ m 以上 とする。}\end{aligned}$$

8) 補強材とモルタルとの付着力の検討

次式によって計算する。

$$L_{ab} = T_{pa} / (\pi \times D \times \tau_c)$$

L_{ab} : 付着長

T_{pa} : 許容引張り耐力

D : 補強材径 ($D=19\text{mm}$)

τ_c : 許容付着応力度 $\tau_c=1.6 \text{ N/mm}^2$

故に,

$$\begin{aligned} A_s &= 12.7 / (3.14 \times 19 \times 1.6) \\ &= 0.13 \text{ m} < 1.0 \text{ m} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

9) 鉄筋の断面検討

許容引張り耐力に対し、断面検討を行う。

次式によって検討する。

$$A_s = T_{pa} / \sigma_a$$

T_{pa} : 許容引張り耐力

σ_a : 鉄筋の許容引張り応力度

$$\sigma_a = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$= 20 \text{ kN/cm}^2$$

故に,

$$\begin{aligned} A_s &= 12.7 / 20 \\ &= 0.635 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{D19 (} A=2.573 \text{ cm}^2 \text{) を使用する。} \end{aligned}$$

鉄筋の断面積

鉄筋径	公称径 (mm)	公称断面積 (cm ²)	腐食代考慮断面積 (cm ²)
D19	19.1	2.865	2.573
D22	22.2	3.871	3.530
D25	25.4	5.067	4.676

4.3.3 吹付法枠工の計算

1) 計算方法

基準書：「法枠工の設計・施工指針 平成 18 年 11 月 (社) 全国特定法面保護協会」

計算方法：限界状態設計法

2) 照査項目

力学的性能について照査する。

力学的性能の照査は、「終局限界状態」及び「使用限界状態」に対して行うことが原則とされているが、鉄筋挿入工の場合、供用時において常に大きな外力を受けていないことから、使用限界状態に対する検討は省略する。

故に、「終局限界状態」における「安全性能」について照査を行う。

3) 計算結果

以下に計算結果を示す。

限界状態設計法による吹付法枠工の設計計算

1. 法枠条件

1) 法枠ピッチ

縦枠ピッチ	L1=	1.5 m
横枠ピッチ	L2=	1.5 m

2) 断面諸元

枠幅	b=	200 mm
枠高	h=	200 mm
有効高さ	d=	155 mm
引張鉄筋のかぶり	c =	40.0 mm
引張鉄筋径	ϕ =	10 mm
引張鉄筋量	As=	142.7 mm ² (D10 × 2 本)
スターラップ鉄筋径	ϕ =	- mm
スターラップ鉄筋量	Aw=	- mm ² (- × - 本)
スターラップピッチ	s=	- mm

2. 設計荷重

法枠工の設計断面力の算出に用いる設計荷重は、作用荷重に荷重係数を乗じて求める。

1) 作用荷重

法枠に作用する荷重は、鉄筋挿入工の設計引張り力及びその荷重による地盤反力とする。

設計引張り力 $P = 11.3 \text{ kN/本}$

法枠には、分布荷重として作用すると考える。

地盤反力 $W = P / (L1 + L2 - b)$
 $= 4.0 \text{ kN/m}$

2) 設計荷重

設計荷重は、各々荷重係数を乗じて設定する。

本検討では、終局限界状態の設計荷重を用いる。

設計荷重 = 作用荷重 × 荷重係数

作用荷重の種類と各限界状態に対する設計荷重

作用荷重の種類	使用限界状態の設計荷重	終局限界状態の設計荷重
	(作用荷重 × γf)	(作用荷重 × γf)
計算式 (γf : 荷重係数)	作用荷重 × 1.0	作用荷重 × 1.2
設計アンカー力	Pd = 11.3 kN/本	Pd = 13.6 kN/本
地盤反力	Wd = 4.0 kN/m	Wd = 4.8 kN/m

3. 設計断面力の算定

1) 応力計算

地盤からの反力は、等分布荷重を仮定し、鉄筋挿入工の位置を支点とした以下の梁構造として計算する。

鉄筋挿入工の設計引張り力及びその地盤からの反力は、縦方向・横方向に均等に伝達されるものと仮定して、枠に作用する荷重は2方向梁として算定する。

検討する梁モデルは、以下の2パターンで計算する。

- 単純梁
- 連続梁

梁方向	梁モデル	応力	計算式	単位	使用限界状態	終局限界状態
縦 梁	単純梁	Mmax	$1/8 \times W \times \gamma f \times L1^2$	kN・m	—	1.35
		Vmax	$1/2 \times W \times \gamma f \times L1$	kN	—	3.60
	連続梁	Mmax	$1/9 \times W \times \gamma f \times L1^2$	kN・m	—	1.20
		Vmax	$3/5 \times W \times \gamma f \times L1$	kN	—	4.32
横 梁	単純梁	Mmax	$1/8 \times W \times \gamma f \times L2^2$	kN・m	—	1.35
		Vmax	$1/2 \times W \times \gamma f \times L2$	kN	—	3.60
	連続梁	Mmax	$1/8 \times W \times \gamma f \times L2^2$	kN・m	—	1.20
		Vmax	$1/2 \times W \times \gamma f \times L2$	kN	—	4.32

2) 設計荷重及び設計断面力

各限界状態設計時の設計断面力

使用限界状態の設計荷重				終局限界状態の設計荷重			
設計曲げモーメント	Md	—	kN・m	設計曲げモーメント	Md	1.35	kN・m
設計せん断力	Vd	—	kN	設計せん断力	Vd	4.32	kN

4. 諸条件

1) 部分安全係数

計算に使用する部分安全係数は、「2002年制定土木学会コンクリート標準示方書[構造性能照査編]」を参考とし、法面吹付施工となることを考慮して、以下のような値を用いる。

法枠工の部分安全係数

安全係数 限界状態	材料係数 γ_m		部 材 係 数 γ_b	構造解析係数 γ_a	荷 重 係 数 γ_f	構 造 物 係 数 γ_i
	モルタル γ_c	鋼材 γ_s				
終局限界状態	1.3	1.0	Mud : 曲げ・軸耐力 : 1.15	1.0	1.2	1.2
			Vcd : モルタルが負担するせん断耐力 : 1.30			
			Vsd : せん断補強筋が負担するせん断耐力 : 1.10			
			Vwcd : 斜め圧縮破壊耐力 : 1.30			
使用限界状態	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

2) 材料強度

吹付モルタル及び鉄筋の強度を以下とする。

吹付モルタル圧縮強度の特性値 (設計基準強度)	$f'_{ck} =$	18 N/mm ²
吹付モルタル設計圧縮強度	$f'_{cd} =$	13.85 N/mm ²
鉄筋の降伏強度の特性値	$f'_y =$	345 N/mm ²
鉄筋の設計降伏強度	$f'_{yd} =$	345 N/mm ²
せん断補強筋の設計降伏強度	$f_{wyd} =$	345 N/mm ²

3) 断面諸係数

$$f'_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2 \text{ の場合 } (f'_{ck} = 18 \text{ N/mm}^2)$$

$$\alpha = 0.68$$

$$\epsilon'_{cu} = 0.0035$$

$$f_{yd} = 345 \text{ N/mm}^2$$

$$f'_{cd} = f'_{ck} / \gamma_c = 13.85 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$$

鉄筋比 (p)

$$p = A_s / (b \times d)$$

$$= 0.0046$$

釣合鉄筋比

$$p_b = \alpha \times \epsilon'_{cu} / (\epsilon'_{cu} + f_{yd} / E_s) \times f'_{cd} / f_{yd}$$

$$= 0.01829$$

$$0.75 \times p_b = 0.01371 > p \quad \text{OK}$$

$p < 0.75 \times p_b$ より、鉄筋降伏先行型破壊となる。

5. 安全性能の照査

安全性能の照査は、終局限界状態の曲げとせん断破壊に対して行う。

1) 曲げモーメントに対する照査

a) 設計曲げ耐力の算定

終局曲げ耐力は、次式により算出する。

$$\begin{aligned}M_u &= b \times d^2 \times p \times f'_y \times (1 - k_2 / \beta_1 / k_3 \times p \times f'_y d / f'_c d) \\ &= 7120000 \text{ N}\cdot\text{mm} \\ \beta_1 &= 0.8 \quad (= 0.52 + 80 \times \epsilon'_{cu}) \\ k_2 &= 0.4 \quad (= \beta_1 / 2) \\ k_3 &= 0.85 \\ p &= 0.00460\end{aligned}$$

設計曲げ耐力

$$\begin{aligned}M_{ud} &= M_u / \gamma_b \\ &= 6190000 \text{ N}\cdot\text{mm}\end{aligned}$$

b) 安全性に対する照査

$$\gamma_i \times M_d / M_{ud} = 0.26 \leq 1.0 \quad \text{OK}$$

2) せん断力に対する照査

a) 吹付モルタルが負担する設計せん断耐力 (V_{cd}) の算出

$$\begin{aligned} V_{cd} &= \beta_d \times \beta_p \times \beta_n \times f_{vcd} \times b \times d / \gamma_b \\ &= 14014 \text{ N} \\ \beta_d &= (1000/d)^{1/4} = 1.59 \\ \beta_p &= (100 \times p)^{1/3} = 0.77 \\ \beta_n &= 1.00 \\ f_{vcd} &= 0.20 \times f'_{cd}{}^{1/3} = 0.48 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

b) せん断補強筋が負担する設計せん断耐力 (V_{sd}) の算出

$$\begin{aligned} \text{圧縮応力の合力位置から鉄筋図芯までの距離} \quad z &= d/1.15 = 134.8 \text{ mm} \\ V_{sd} &= (A_w \times f_{wyd}/s) \times z / \gamma_b \\ &= 0 \text{ N} \end{aligned}$$

c) 設計せん断耐力 (V_{yd}) の算出

$$\begin{aligned} V_{yd} &= V_{cd} + V_{sd} \\ &= 14014 \text{ N} \end{aligned}$$

d) 腹部モルタルの設計斜め圧縮破壊耐力 (V_{wcd}) の検討

せん断補強筋が降伏せずに、腹部モルタルの圧縮破壊が先行し、脆性的なせん断破壊に至らないことを確認する。

$$\begin{aligned} f_{wcd} &= 1.25 \times f'_{cd}{}^{1/2} \\ &= 4.65 \text{ N/mm}^2 \leq 7.8 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{wcd} &= f_{wcd} \times b \times d / \gamma_b \\ &= 110885 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{yd} (= 14014 \text{ N}) &\leq V_{wcd} (= 110885 \text{ N}) \\ \text{より、せん断補強筋が先に降伏することになる。} &\quad \text{OK} \end{aligned}$$

e) 安全性に対する照査

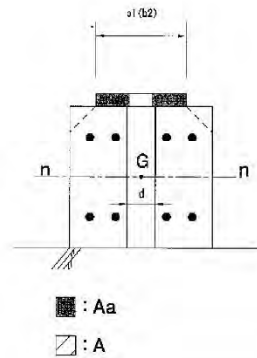
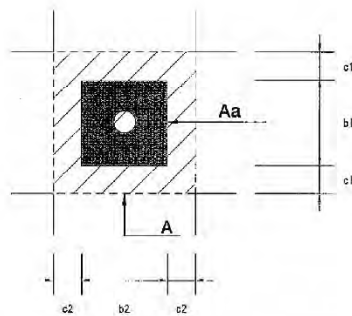
$$\begin{aligned} \gamma_i \times V_{pd} / V_{yd} &= 0.37 \leq 1.0 \quad \text{OK} \\ \gamma_i \times V_{pd} / V_{wcd} &= 0.05 \leq 1.0 \quad \text{OK} \end{aligned}$$

3) 支圧強度に対する照査

a) 吹付モルタルの支圧強度 (f'_{ak}) の算出

支圧形状・寸法

	$b_1 =$	150	mm
	$b_2 =$	150	mm
	$c_1 =$	25	mm
	$c_2 =$	25	mm
箱抜き径	$d =$	25	mm



A : コンクリート面の支圧分布面積

$$A = (b_1 + 2 \times c_1) \times (b_2 + 2 \times c_2)$$

$$= 40000 \text{ mm}^2$$

A_a : 支圧を受ける面積

$$A_a = b_1 \times b_2 - 1/4 \times 3.14 \times d^2$$

$$= 22009 \text{ mm}^2$$

η は次式により求められる。

$$\eta = \sqrt{A/A_a} \quad (\eta \leq 2)$$

$$= 1.35$$

次式により算出する。

$$f'_{ak} = \eta \times f'_{ck}$$

$$= 24.30 \text{ N/mm}^2$$

b) 永久荷重による支圧応力度 (σ_b) の算出

$$\sigma_b = Pd/A_s$$

$$= 0.51 \text{ N/mm}^2$$

c) 安全性の照査

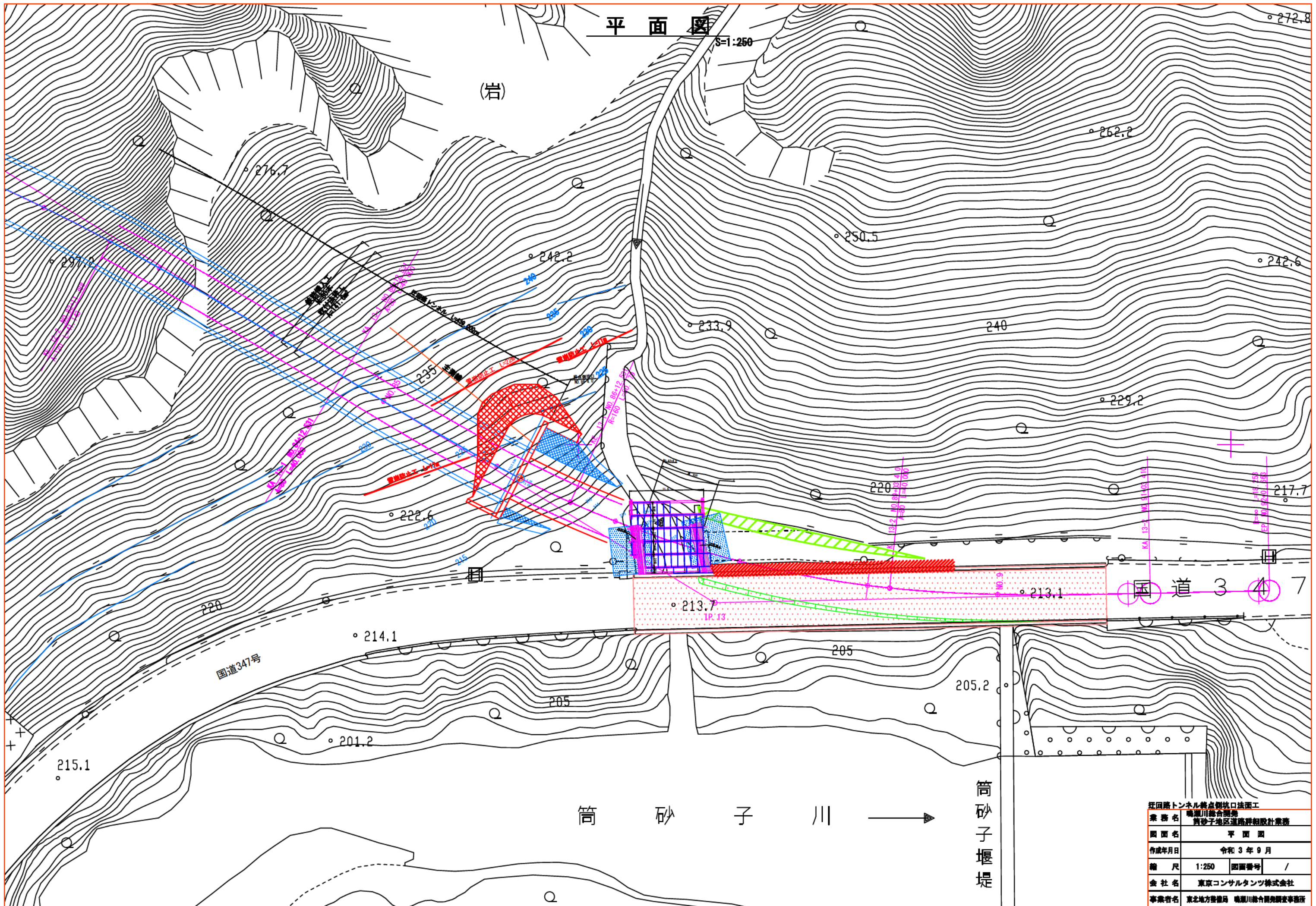
$$\gamma_i \times \sigma_b / f'_{ak} = 0.02 \leq 1.0 \quad \text{OK}$$

4.4 設計図面

- 1/5 平面図
- 2/5 標準断面図
- 3/5 法面工図
- 4/5 吹付法枠工標準図
- 5/5 鉄筋挿入工図

平面图

S=1:250



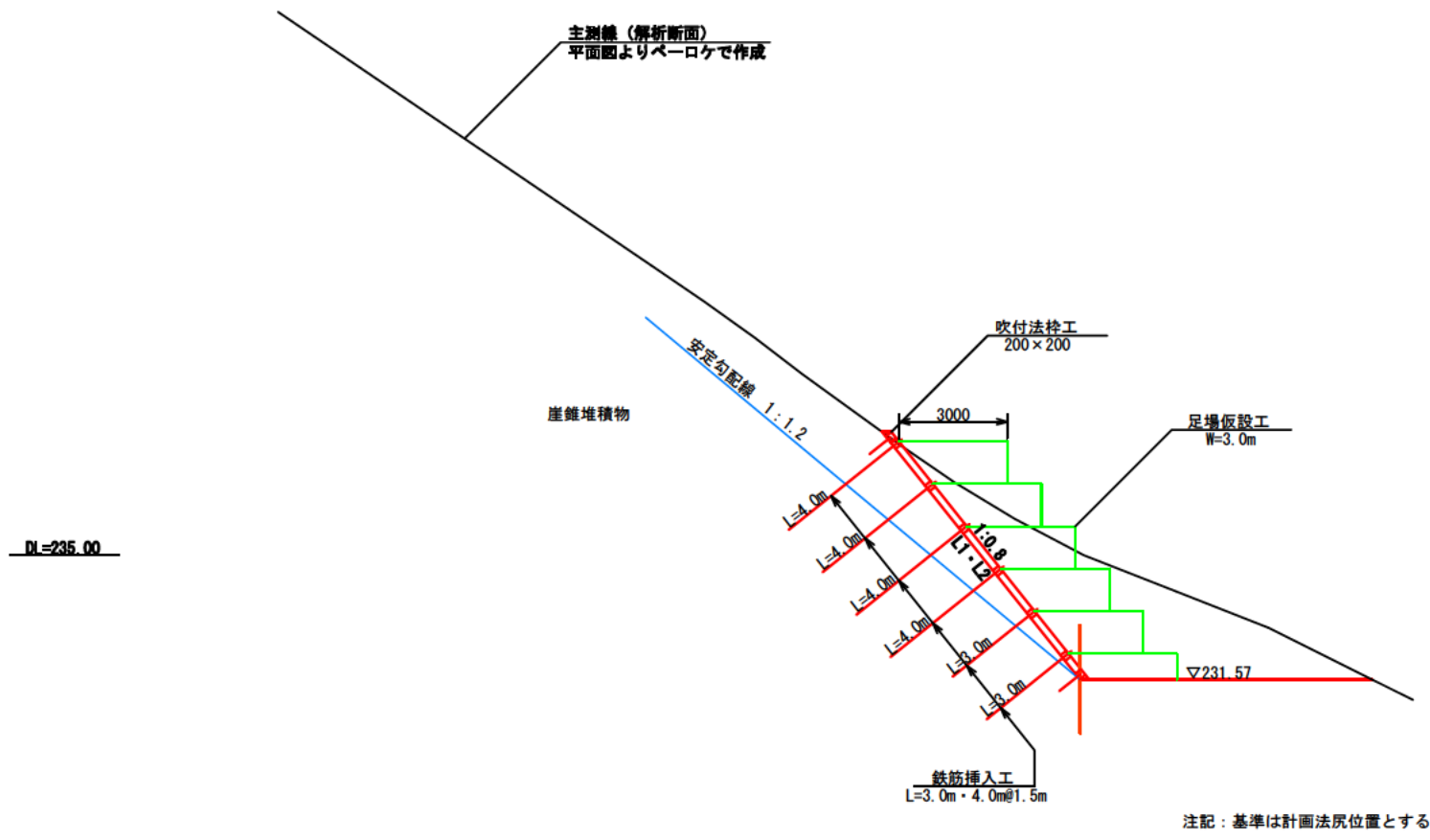
筒砂子川

筒砂子堰堤

工程名	迂回路トンネル終点側坑口法面工		
業務名	鳴瀬川総合開発 筒砂子地区道路詳細設計業務		
図面名	平面图		
作成年月日	令和3年9月		
縮尺	1:250	図面番号	/
会社名	東京コンサルタンツ株式会社		
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発調査事務所		

標準断面図

S=1 : 100



地山補強土工諸元	
鉄筋長	L=3.0m・4.0m (定着長：2.0m以上) ※1
鉄筋径	D19
設計荷重	Tm=11.3kN/本
傾角	$\alpha=38.7^\circ$ (法面直角方向)
削孔径	$\phi 65\text{mm}$ (定置式ドリル)
定着層の周面摩擦抵抗	$\tau p=0.08\text{N/mm}^2$ (N=10程度の砂礫を適用) ※2
反力体	吹付法特工 200×200×1500×1500
配置	交点配置 (1本/2.25 m^2)

※1：定着長は、安定勾配線の奥への長さとする。
 ※2：定着層の周面摩擦抵抗は仮定値であり、引き抜き試験により確認する必要がある。

土工区分	
L1	切土法面整形工 (土砂)
L2	吹付法特工

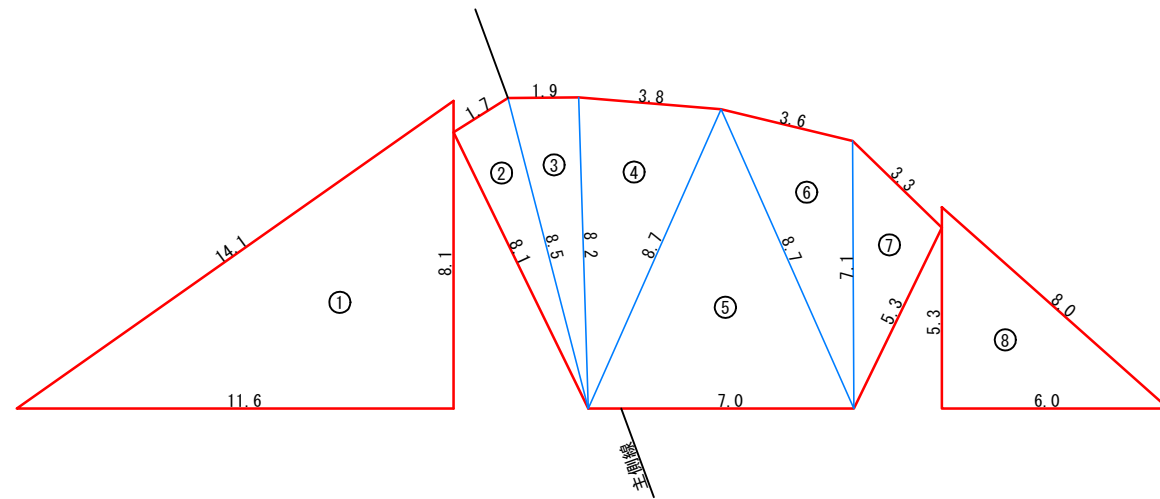
※：切土面は全て土砂として計上する。
 ※：法面工の数量は、別途法面工図より算出する。

迂回路トンネル終点側坑口法面工	
業務名	鳴瀬川総合開発 筒砂子地区道路詳細設計業務
図面名	標準断面図
作成年月日	令和3年9月
縮尺	1:100 図面番号 /
会社名	東京コンサルタンツ株式会社
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発調査事務所

法面工図

S=1 : 100

法面展開図



法面面積計算表

番号	a (m)	b (m)	c (m)	法面積 (m ²)	備考
①	11.6	14.1	8.1	47.0	地山補強土工
②	8.1	1.7	8.5	6.8	
③	8.5	1.9	8.2	7.8	
④	8.2	3.8	8.7	15.5	
⑤	8.7	8.7	7.0	27.9	
⑥	8.7	3.6	7.1	12.4	
⑦	7.1	3.3	5.3	8.3	
⑧	5.3	8.0	6.0	15.9	
合計				141.6	

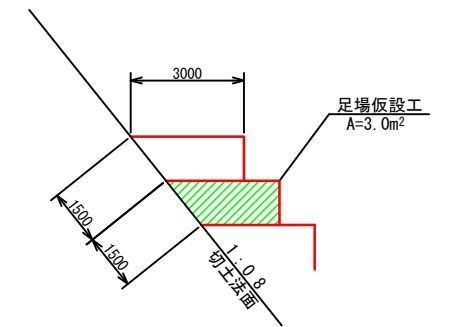
面積計算：ヘロンの公式による。

ヘロンの公式

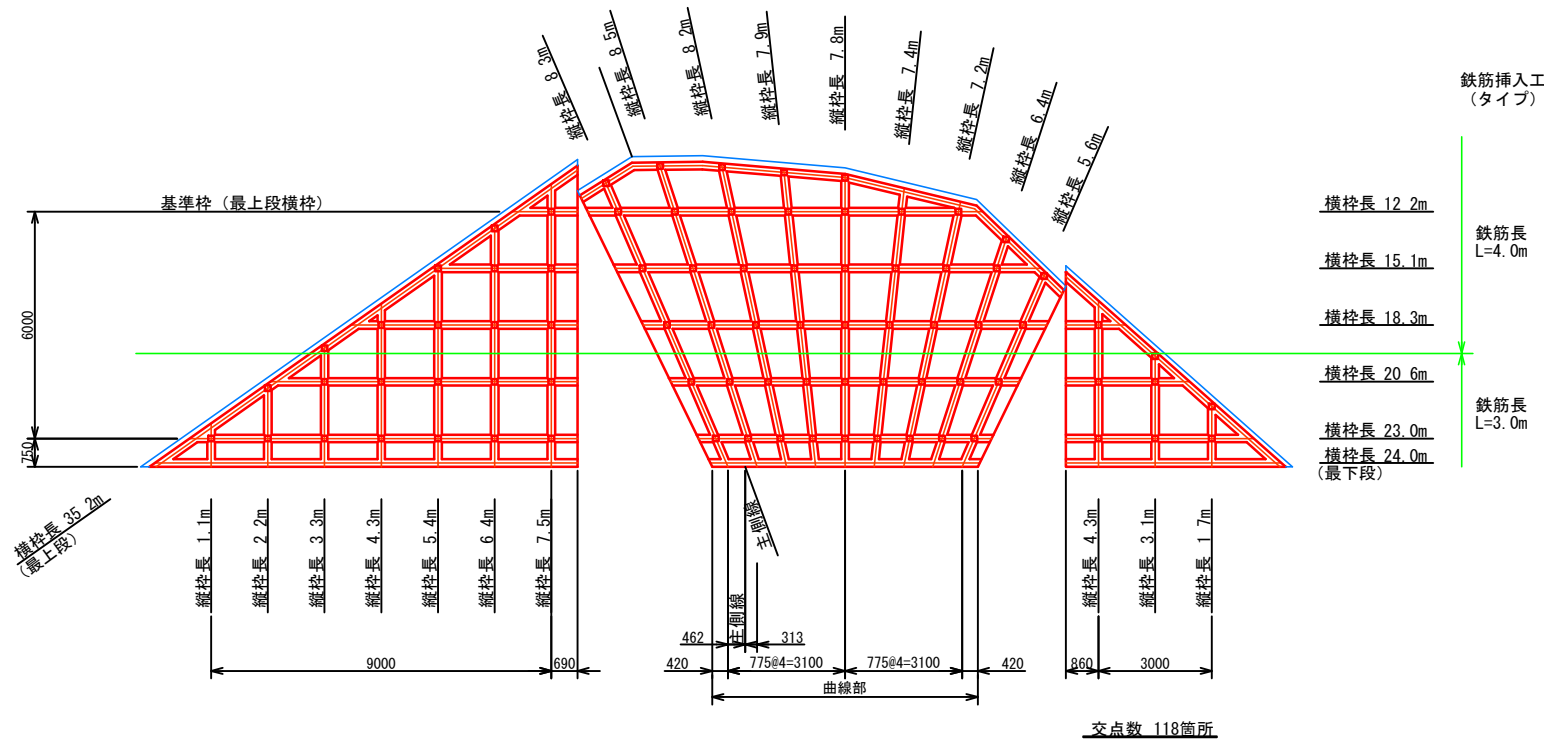
$$A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$s = \frac{a+b+c}{2}$$

標準足場面積 (1 : 0.8)



地山補強土工図



鉄筋挿入工数量表

鉄筋長	数量 (本)
L=3.0m	38
L=4.0m	42
合計	80

吹付法枠工数量表

種別	計算式	単位	数量	
枠長	縦	$L=1.1+2.2+3.3+4.3+5.4+6.4+7.5+8.3+8.5+8.2+7.9+7.8+7.4+7.2+6.4+5.6+4.3+3.1+1.7$	m	106.6
	横	$L=35.2+12.2+15.1+18.3+20.6+23.0+24.0$	"	148.4
	交点	$N=118$	箇所	118
	合計	$L=106.6+148.4-118 \times 0.2$	m	231.4
ラス金網	$A=141.6$	m ²	141.6	
水切りモルタル	$V=(231.4-106.6) \times 1/2 \times 0.20 \times 0.20 \times 0.8$	m ³	2.00	
植生基材吹付工	$A=141.6-231.4 \times 0.2 - (231.4-106.6) \times 0.20 \times 0.8$	m ²	75.4	

枠の配置基準

縦枠：鉛直に配置する。主線線を基準とし、法尻の切土基準線が曲線部では最上段の横枠位置で1.5mピッチになるように配置する。最上段の横枠は、現計画では図に示す位置となるが、施工時の法面形状により確認すること。両サイドの基準線が直線部は、曲線部からの枠ピッチが1.5m以下になるように配置する。

横枠：最下段から1/2スパン (0.75m) の高さの横枠を基準とし、1.5mピッチで配置する。

鉄筋挿入工の配置基準

- 基本的に、吹付法枠工の標準的な交点に配置する。但し、1/2スパン (0.75m) 以下の交点には配置しない。
- 端部の縦枠の張り出し長が1/2スパン (0.75m) 以上の場合に配置する。

迂回路トンネル終点側坑口法面工

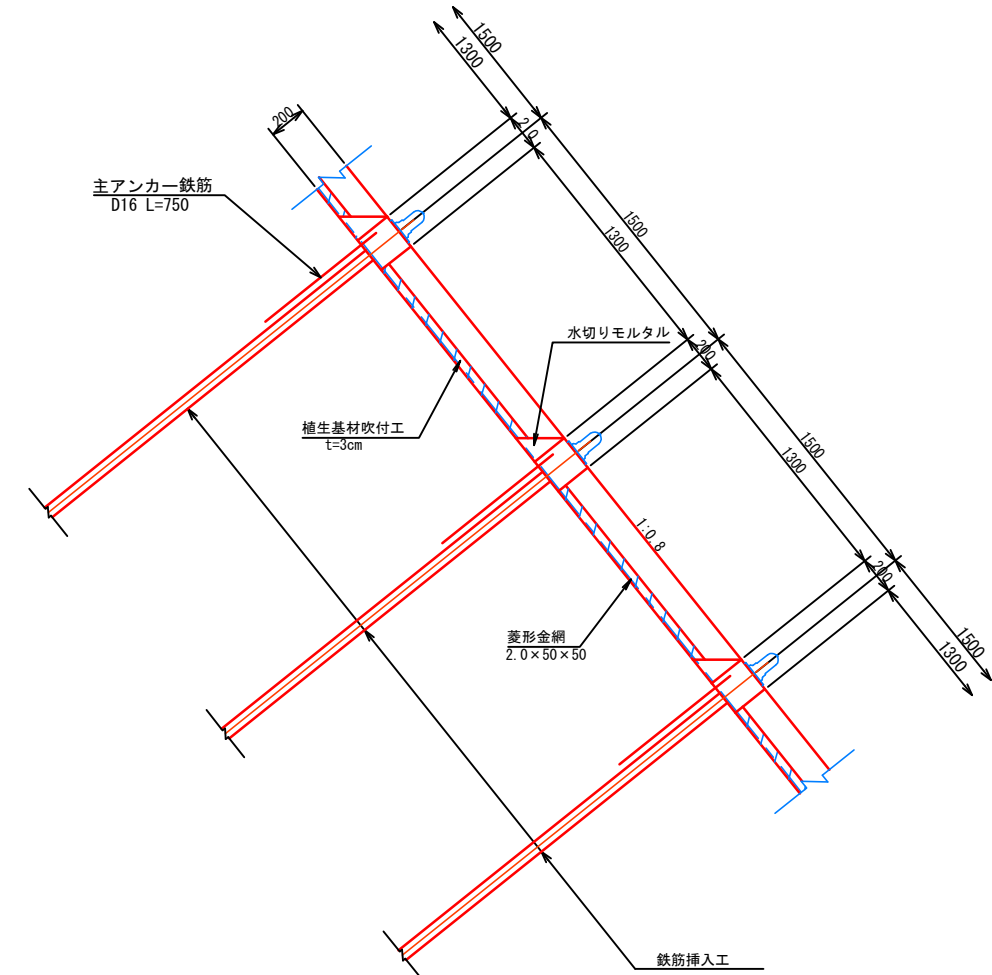
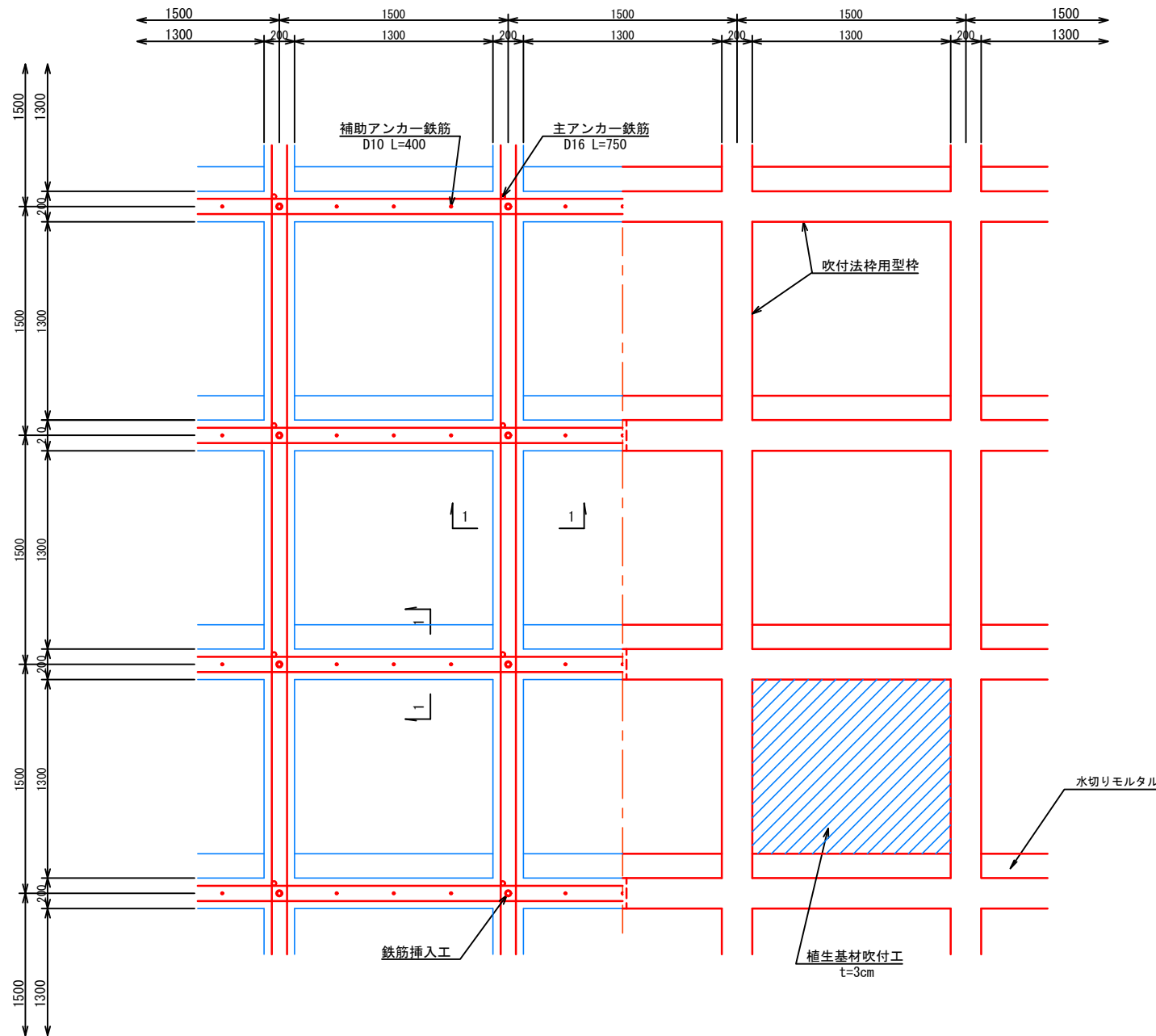
業務名	鳴瀬川総合開発 筒砂子地区道路詳細設計業務		
図面名	法面工図		
作成年月日	令和2年9月		
縮尺	1:100	図面番号	/
会社名	東京コンサルタンツ株式会社		
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発調査事務所		

吹付法枠工標準図

(200×200-縦1500×横1500)

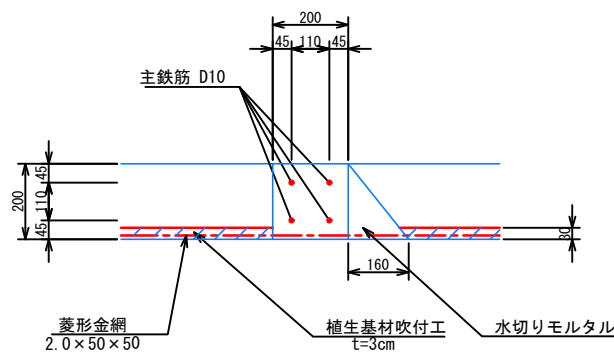
展開図 S=1:20

断面図 S=1:20

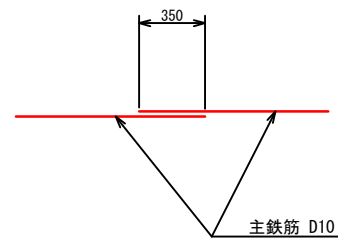


※モルタル吹付の設計基準強度： $\sigma_{ck}=18\text{N/mm}^2$
 ※鉄筋：SD345
 ※中詰工について
 標準として、植生基材吹付工 (t=3cm) を計画する。
 吹付厚については、切土面における地層状況、硬度等を確認の上、発注者と協議のこと。

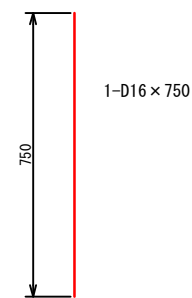
1-1 S=1:10



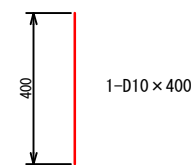
重ね継手詳細図 S=1:20



主アンカー S=1:10



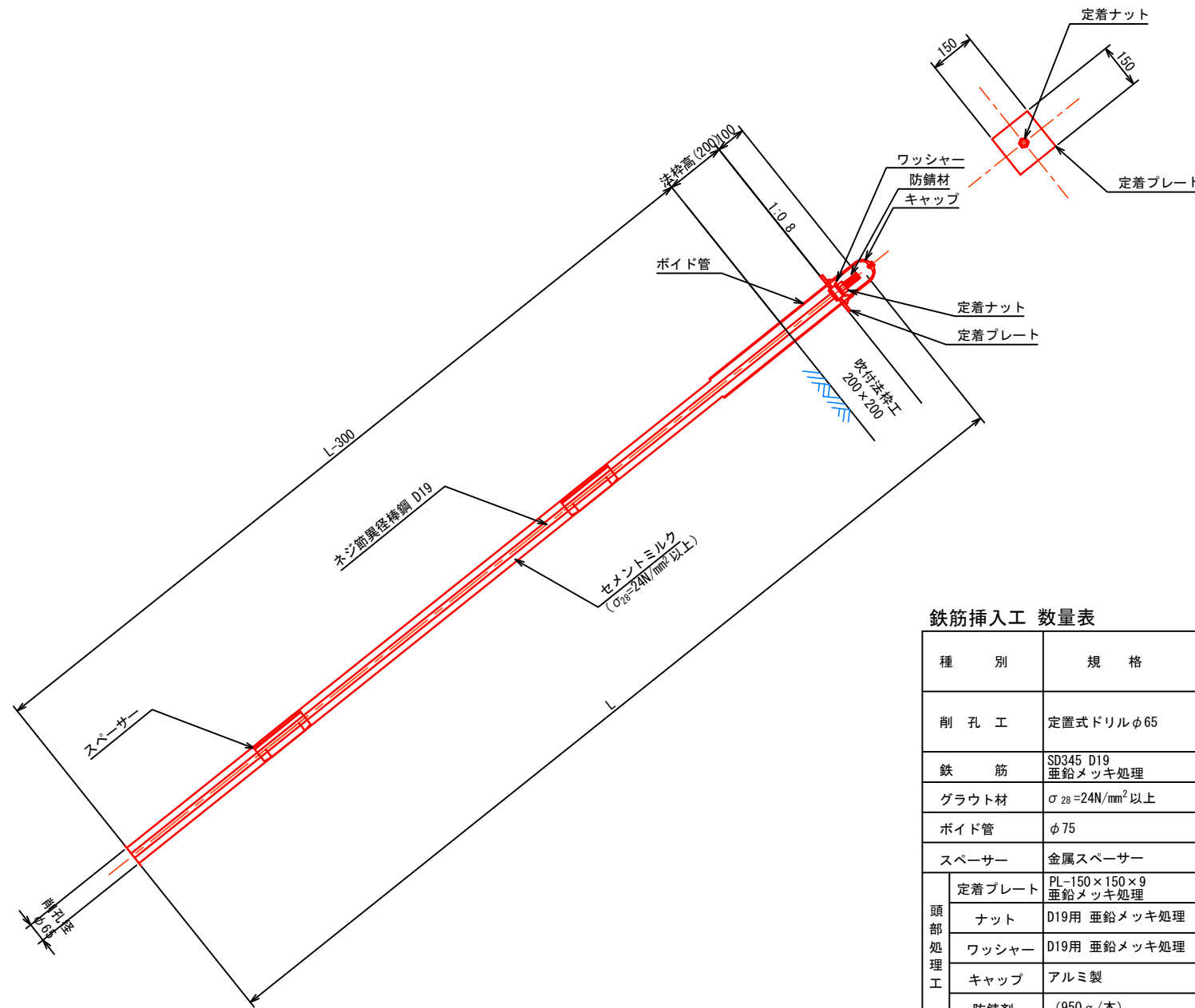
補助アンカー S=1:10



迂回路トンネル終点側坑口法面工			
業務名	鳴瀬川総合開発 筒砂子地区道路詳細設計業務		
図面名	吹付法枠工標準図		
作成年月日	令和3年9月		
縮尺	1:20	図面番号	/
会社名	東京コンサルタンツ株式会社		
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発調査事務所		

鉄筋挿入工標準図

S=1:10



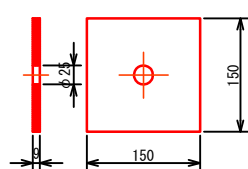
鉄筋挿入工 数量表

10本当り

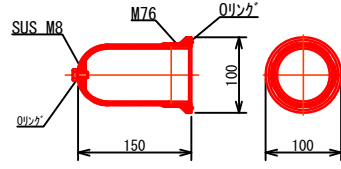
種 別	規 格	計 算 式	単 位	10本当り	
				L=3.0m	L=4.0m
削 孔 工	定置式ドリルφ65	土 砂 L = (L-0.3) × 10本	m	27.0	37.0
鉄 筋	SD345 D19 亜鉛メッキ処理	W=2.25kg/m × L × 10本	kg	67.50	90.00
グラウト材	σ ₂₈ =24N/mm ² 以上	V=1/4 × π × 0.065 ² × (L-0.3) × 1.4 × 10本	m ³	0.125	0.172
ボイド管	φ75	L=0.2 × 10本	m	2.0	2.0
スペーサー	金属スペーサー	N=2ヶ/本以上	ヶ	20	20
頭 部 処 理 工	定着プレート	PL-150 × 150 × 9 亜鉛メッキ処理	枚	10	10
	ナット	D19用 亜鉛メッキ処理	個	10	10
	ワッシャー	D19用 亜鉛メッキ処理	個	10	10
	キャップ	アルミ製	個	10	10
防錆剤	(950g/本)	N=10/2.5 (2.5箇所/1本)	本	4.0	4.0

※1.4はロス分係数

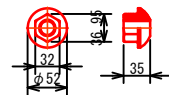
定着プレート S=1:2



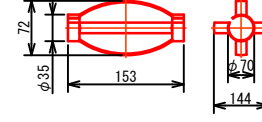
キャップ S=1:2



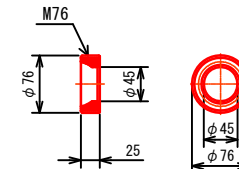
ナット (D19用) S=1:2



金属スペーサー S=1:2



ワッシャー (D19用) S=1:5



迂回路トンネル終点側坑口法面工	
業 務 名	鳴瀬川総合開発簡砂子地区道路詳細設計業務
図 面 名	鉄筋挿入工標準図
作成年月日	令和3年9月
縮 尺	1:10 図面番号 /
会 社 名	東京コンサルタンツ株式会社
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発工事事務所

4.5 斜面の安定計算

4.5.1 切土時最小安全率すべり（円弧すべり計算書-1）

4.5.2 必要抑止力計算（円弧すべり計算書-2）

4.5.3 対策後切土時最小安全率すべりに対する安全率（円弧すべり計算書-3）

4.5.4 対策後最小安全率すべり（円弧すべり計算書-4）

4.5.1 切土時最小安全率すべり（円弧すべり計算書-1）

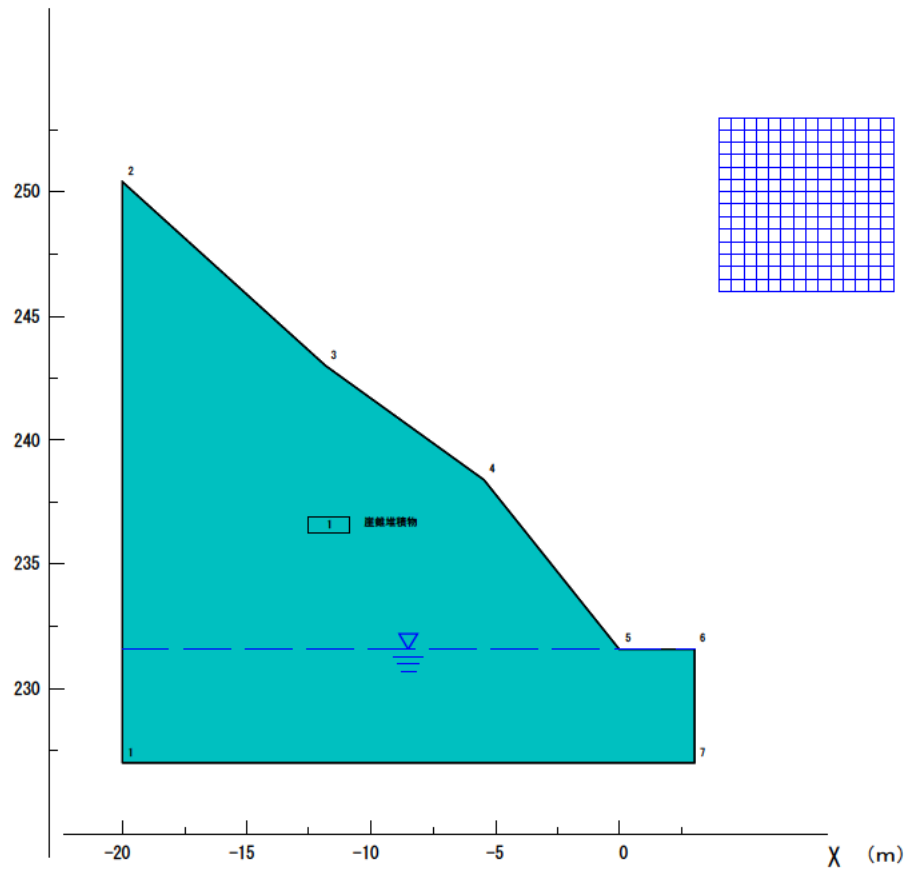
円弧すべり計算

目 次

	ページ
1 . 入力データリスト	1
2 . 半径ごとの安全率リスト	6
3 . 安全率テーブルリスト	2 8
4 . 最小安全率リスト	3 1

1. 入力データリスト

// 設計断面 //



(DATA 01.) // 解析種別 //

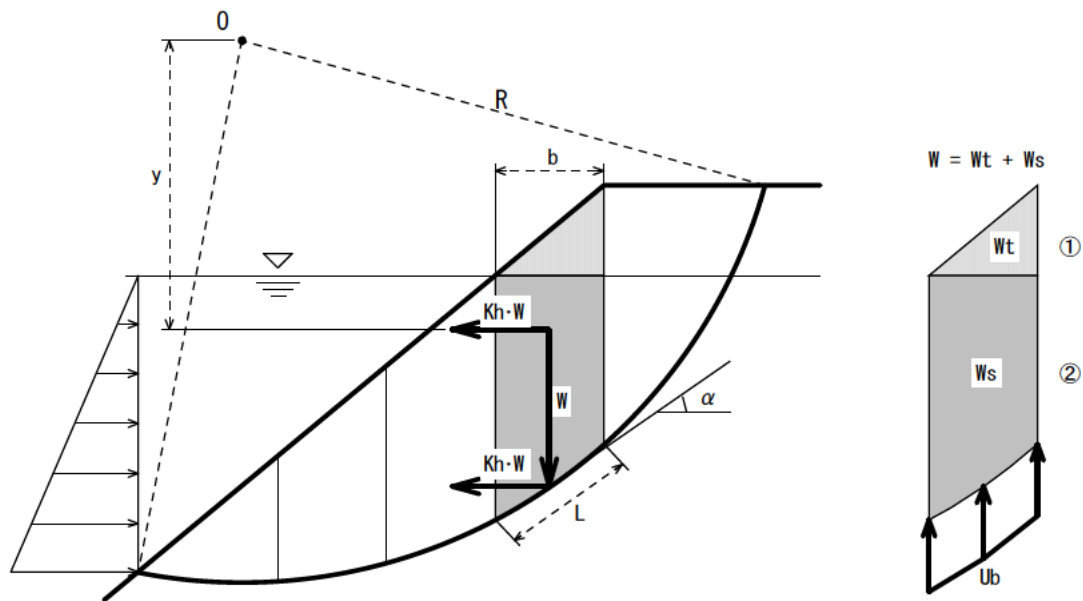
タイトル 迂回路TN終点側坑口 切土時最小安全率すべり (Fs=1.00)
 解析種別 最小安全率計算
 計算方法 道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)(有効応力法)

計算式

$$F_s = \frac{R \Sigma \{ C L + (W \cdot \cos \alpha - U b \cdot \cos \alpha) \tan \phi \}}{R \Sigma W \cdot \sin \alpha}$$

ここに,

F_s : 安全率
 R : すべり円弧の半径 (m)
 C : 粘着力 (kN/m²)
 L : スライス底面の長さ (m)
 W : スライスの全重量 (kN/m)
 α : スライス底面が水平面となす角度 (度)
 U : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m²)
 b : スライスの幅 (m)
 φ : 内部摩擦角 (度)



抵抗力の自重Wの扱い

水位より上 ・・・ 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算 ①

水位より下 ・・・ 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算 ②

起動力の自重Wの扱い

水位より上 ・・・ 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算

水位より下 ・・・ 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算

すべり面に作用する水圧 ・・・ $U_b \cos \alpha$ で考慮 (修正フェレニウス法)

貯水による側方静水圧 ・・・ 考慮する

(DATA 02.) // コントロール //

二次追求の回数	.....	0 (=0 行わない) (>0 行う)
二次追求の指示	.....	0 (=0 常時) (=1 地震時)
実行	.....	0 (=0 入力データチェック及び, 安定計算を行う) (=1 入力データチェックのみ行う)
最小安全率の基準値	.....	0.000

(DATA 06.) // 節点 //

節点 番号	節点の座標値		沈下前の Y座標値(m)
	X (m)	Y (m)	
1	-20.00	227.00	0.00
2	-20.00	250.39	0.00
3	-11.84	243.00	0.00
4	-5.46	238.40	0.00
5	0.00	231.57	0.00
6	3.00	231.57	0.00
7	3.00	227.00	0.00

(DATA 07.) // 水位線 //

水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.00

節点 番号	水位線の節点座標	
	X (m)	Y (m)
1	-20.00	231.57
2	3.00	231.57

(DATA 08.) // 層の形状 //

地層 番号	土の 特性値番号	地層名
1	1	崖錐堆積物

地層 番号	構成 節点数	地層を構成する節点番号	すべり面の 発生有無
1	7	1 7 6 5 4 3 2	発生する

(DATA 09.1) // 土の特性 //

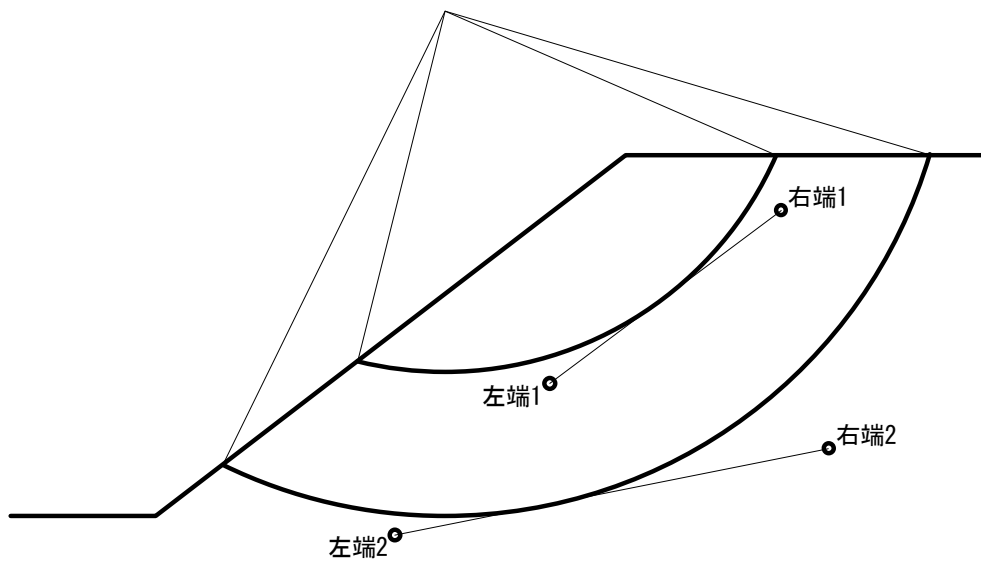
特性 値 番号	飽和単 位体積 重量 (kN/m ³)	湿潤単 位体積 重量 (kN/m ³)	間隙水圧 算定単位 体積重量 (kN/m ³)	係数 α	粘着力 C (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	内部 摩擦角 ϕ (度)	周面摩擦 抵抗 τ (kN/m ²)
1	17.00	17.00	0.00	0.000	5.48	0.00	25.00	0.0

(DATA 11.) // 格子 //

格子 番号	すべり方向	地盤の 二度切り	格子の左上の座標値		格子点数		分割ピッチ		格子の 傾き
			X (m)	Y (m)	X方向	Y方向	X方向(m)	Y方向(m)	
1	右すべり	左側土塊	4.00	253.00	15	15	0.50	0.50	0.000

(DATA 12.) // 半径 // (基線法)

基線番号	左端		右端	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	-20.00	248.24	0.00	231.57
2	-20.00	248.54	0.00	231.87
3	-20.00	248.84	0.00	232.17
4	-20.00	249.14	0.00	232.47



2. 半径ごとの安全率リスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
4.00	253.00	19.02	1.101	2918.7	2651.1
		18.79	1.174	2423.6	2064.6
		18.56	1.278	1980.3	1549.0
		18.33	1.438	1576.7	1096.4
4.00	252.50	18.64	1.089	2804.4	2574.1
		18.41	1.160	2332.9	2011.2
		18.18	1.265	1910.6	1510.8
		17.95	1.420	1520.8	1071.4
4.00	252.00	18.25	1.077	2691.3	2499.1
		18.02	1.149	2247.8	1955.6
		17.79	1.252	1839.8	1469.9
		17.56	1.402	1463.7	1043.7
4.00	251.50	17.87	1.067	2587.5	2424.8
		17.64	1.139	2161.8	1897.5
		17.41	1.240	1768.1	1426.5
		17.18	1.387	1405.4	1013.5
4.00	251.00	17.49	1.059	2486.3	2348.3
		17.26	1.130	2075.3	1837.0
		17.03	1.228	1695.6	1380.6
		16.80	1.373	1346.2	980.8
4.00	250.50	17.10	1.051	2384.8	2269.6
		16.87	1.121	1988.4	1774.2
		16.64	1.218	1622.5	1332.3
		16.41	1.360	1286.1	945.6
4.00	250.00	16.72	1.043	2283.1	2188.8
		16.49	1.112	1901.1	1709.2
		16.26	1.208	1548.9	1281.7
		16.03	1.349	1225.4	908.2
4.00	249.50	16.33	1.036	2181.5	2106.0
		16.10	1.105	1813.7	1642.0
		15.87	1.200	1474.9	1229.0
		15.64	1.341	1164.2	868.5
4.00	249.00	15.95	1.029	2080.1	2021.2
		15.72	1.098	1726.3	1572.9
		15.49	1.193	1400.8	1174.2
		15.26	1.334	1102.7	826.7
4.00	248.50	15.57	1.023	1979.1	1934.7
		15.34	1.091	1639.1	1501.9
		15.11	1.187	1326.8	1117.5
		14.87	1.330	1041.0	782.9
4.00	248.00	15.18	1.017	1878.6	1846.6
		14.95	1.086	1552.3	1429.2

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
4.00	248.00	14.72	1.183	1252.9	1058.9
		14.49	1.328	979.3	737.3
4.00	247.50	14.80	1.012	1778.8	1756.9
		14.57	1.082	1466.0	1354.8
		14.34	1.181	1179.3	998.5
		14.11	1.330	917.7	689.8
4.00	247.00	14.41	1.008	1679.9	1665.8
		14.18	1.079	1380.3	1278.8
		13.95	1.181	1106.2	936.6
		13.72	1.337	856.4	640.6
4.00	246.50	14.03	1.005	1582.0	1573.4
		13.80	1.078	1295.6	1201.4
		13.57	1.184	1033.9	873.1
		13.34	1.349	795.7	589.9
4.00	246.00	13.65	1.004	1485.4	1479.8
		13.42	1.079	1211.9	1122.8
		13.18	1.191	962.4	808.2
		12.95	1.368	735.5	537.6
4.50	253.00	19.34	1.085	2943.9	2712.7
		19.11	1.155	2447.7	2119.1
		18.88	1.259	2005.3	1592.2
		18.65	1.414	1596.5	1129.5
4.50	252.50	18.96	1.073	2827.5	2634.8
		18.73	1.145	2360.4	2061.8
		18.50	1.247	1932.6	1549.9
		18.27	1.397	1537.7	1100.7
4.50	252.00	18.57	1.063	2719.0	2558.1
		18.34	1.135	2272.3	2001.9
		18.11	1.235	1858.9	1505.0
		17.88	1.382	1477.8	1069.2
4.50	251.50	18.19	1.055	2615.2	2479.4
		17.96	1.126	2183.5	1939.5
		17.73	1.224	1784.4	1457.4
		17.50	1.369	1416.8	1035.1
4.50	251.00	17.81	1.047	2511.0	2398.3
		17.58	1.117	2094.3	1874.6
		17.35	1.214	1709.2	1407.4
		17.12	1.357	1355.0	998.5
4.50	250.50	17.42	1.040	2406.7	2315.0
		17.19	1.109	2004.6	1807.4
		16.96	1.206	1633.5	1355.0
		16.73	1.347	1292.5	959.5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
4.50	250.00	17.04	1.033	2302.4	2229.6
		16.81	1.102	1914.8	1738.1
		16.58	1.198	1557.4	1300.3
		16.35	1.339	1229.4	918.2
4.50	249.50	16.65	1.026	2198.2	2142.2
		16.42	1.095	1824.9	1666.5
		16.19	1.191	1481.1	1243.5
		15.96	1.333	1165.9	874.7
4.50	249.00	16.27	1.020	2094.3	2052.8
		16.04	1.089	1735.2	1593.0
		15.81	1.186	1404.8	1184.6
		15.58	1.329	1102.2	829.1
4.50	248.50	15.89	1.015	1990.9	1961.7
		15.66	1.084	1645.7	1517.7
		15.43	1.182	1328.6	1123.7
		15.19	1.329	1038.5	781.5
4.50	248.00	15.50	1.010	1888.2	1868.9
		15.27	1.081	1556.7	1440.5
		15.04	1.181	1252.6	1061.0
		14.81	1.332	974.8	732.0
4.50	247.50	15.12	1.007	1786.2	1774.6
		14.89	1.078	1468.4	1361.7
		14.66	1.181	1177.1	996.5
		14.43	1.339	911.3	680.7
4.50	247.00	14.73	1.004	1685.3	1678.8
		14.50	1.078	1380.9	1281.3
		14.27	1.185	1102.3	930.4
		14.04	1.352	848.3	627.7
4.50	246.50	14.35	1.002	1585.5	1581.7
		14.12	1.079	1294.3	1199.5
		13.89	1.192	1028.2	862.7
		13.66	1.371	785.9	573.2
4.50	246.00	13.97	1.002	1487.1	1483.5
		13.74	1.083	1209.0	1116.4
		13.50	1.203	955.1	793.7
		13.27	1.400	724.2	517.2
5.00	253.00	19.66	1.070	2964.7	2771.6
		19.43	1.141	2473.8	2168.8
		19.20	1.243	2025.8	1630.4
		18.97	1.392	1612.1	1157.9
5.00	252.50	19.28	1.059	2851.2	2692.4
		19.05	1.131	2383.5	2107.0

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
5.00	252.50	18.82	1.231	1950.2	1583.8
		18.59	1.378	1550.5	1125.1
5.00	252.00	18.89	1.051	2744.9	2611.4
		18.66	1.122	2292.5	2042.6
		18.43	1.221	1873.7	1534.7
		18.20	1.365	1487.8	1089.6
5.00	251.50	18.51	1.044	2638.2	2528.0
		18.28	1.114	2200.9	1975.7
		18.05	1.212	1796.5	1482.9
		17.82	1.354	1424.2	1051.6
5.00	251.00	18.13	1.036	2531.2	2442.2
		17.90	1.106	2108.8	1906.3
		17.67	1.203	1718.7	1428.6
		17.44	1.345	1359.8	1011.0
		17.21	1.487	999.9	611.1
5.00	250.50	17.74	1.030	2424.2	2354.1
		17.51	1.099	2016.6	1834.6
		17.28	1.196	1640.5	1371.9
		17.05	1.338	1294.9	968.1
5.00	250.00	17.36	1.024	2317.3	2263.9
		17.13	1.093	1924.2	1760.7
		16.90	1.190	1561.9	1313.0
		16.67	1.332	1229.5	922.8
		16.44	1.474	899.6	522.9
5.00	249.50	16.97	1.018	2210.5	2171.7
		16.74	1.087	1831.9	1684.7
		16.51	1.185	1483.3	1251.9
		16.28	1.330	1163.8	875.3
		16.05	1.472	843.9	475.4
5.00	249.00	16.59	1.013	2104.2	2077.6
		16.36	1.083	1739.9	1606.6
		16.13	1.182	1404.8	1188.7
		15.90	1.330	1098.0	825.8
		15.67	1.472	801.1	425.9
5.00	248.50	16.21	1.009	1998.5	1981.7
		15.98	1.080	1648.3	1526.7
		15.75	1.181	1326.5	1123.6
		15.51	1.333	1032.2	774.2
		15.28	1.483	737.3	374.3
5.00	248.00	15.82	1.005	1893.6	1884.1
		15.59	1.078	1557.2	1445.0
		15.36	1.182	1248.6	1056.6
		15.13	1.341	966.6	720.8
5.00	247.50	15.44	1.003	1789.6	1784.9
		15.21	1.077	1466.9	1361.6
		14.98	1.186	1171.2	987.8
		14.75	1.354	901.3	665.5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
5.00	247.00	15.05	1.001	1686.7	1684.4
		14.82	1.079	1377.5	1276.7
		14.59	1.193	1094.6	917.5
		14.36	1.375	836.6	608.6
5.00	246.50	14.67	1.002	1585.0	1582.5
		14.44	1.083	1289.2	1190.4
		14.21	1.205	1018.9	845.6
		13.98	1.404	772.5	550.2
5.00	246.00	14.29	1.004	1484.9	1479.4
		14.06	1.090	1202.3	1102.7
		13.82	1.223	944.3	772.3
		13.59	1.446	709.3	490.4
5.50	253.00	19.98	1.055	2984.4	2827.7
		19.75	1.128	2495.3	2212.8
		19.52	1.228	2042.0	1663.2
		19.29	1.374	1623.5	1181.2
5.50	252.50	19.60	1.048	2875.5	2744.4
		19.37	1.119	2402.0	2146.3
		19.14	1.218	1963.5	1612.3
		18.91	1.362	1559.1	1144.4
5.50	252.00	19.21	1.041	2766.2	2658.5
		18.98	1.111	2308.1	2077.3
		18.75	1.209	1884.2	1558.7
		18.52	1.352	1493.7	1104.8
5.50	251.50	18.83	1.034	2656.6	2570.1
		18.60	1.104	2213.7	2005.7
		18.37	1.201	1804.3	1502.5
		18.14	1.343	1427.5	1062.6
5.50	251.00	18.45	1.027	2546.9	2479.4
		18.22	1.097	2119.0	1931.7
		17.99	1.194	1723.9	1443.8
		17.76	1.337	1360.6	1018.0
5.50	250.50	18.06	1.021	2437.1	2386.5
		17.83	1.091	2024.2	1855.3
		17.60	1.188	1643.2	1382.8
		17.37	1.332	1293.3	971.0
5.50	250.00	17.68	1.016	2327.6	2291.4
		17.45	1.086	1929.4	1776.7
		17.22	1.184	1562.4	1319.5
		16.99	1.330	1225.6	921.6
5.50	249.50	17.29	1.011	2218.4	2194.2
		17.06	1.082	1834.7	1696.1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
5.50	249.50	16.83	1.181	1481.5	1253.9
		16.60	1.331	1157.7	870.0
5.50	249.00	16.91	1.007	2109.8	2095.2
		16.68	1.079	1740.4	1613.3
		16.45	1.181	1400.8	1186.4
		16.22	1.335	1089.8	816.4
5.50	248.50	16.53	1.004	2001.9	1994.3
		16.30	1.077	1646.7	1528.7
		16.07	1.182	1320.5	1116.8
		15.84	1.343	1022.0	760.8
5.50	248.00	16.14	1.002	1894.8	1891.8
		15.91	1.077	1553.6	1442.4
		15.68	1.187	1240.6	1045.4
		15.45	1.357	954.6	703.3
5.50	247.50	15.76	1.001	1788.7	1787.7
		15.53	1.079	1461.4	1354.3
		15.30	1.194	1161.5	972.3
		15.07	1.378	887.6	644.1
5.50	247.00	15.37	1.001	1684.0	1682.2
		15.14	1.083	1370.2	1264.7
		14.91	1.207	1083.1	897.6
		14.68	1.408	821.1	583.2
5.50	246.50	14.99	1.003	1580.6	1575.3
		14.76	1.091	1280.3	1173.7
		14.53	1.225	1005.8	821.4
		14.30	1.450	755.5	520.9
5.50	246.00	14.61	1.008	1478.8	1467.2
		14.38	1.102	1191.8	1081.4
		14.15	1.250	929.7	743.8
		13.91	1.511	690.8	457.2
6.00	253.00	20.30	1.045	3007.0	2878.1
		20.07	1.116	2512.2	2250.6
		19.84	1.215	2053.7	1690.2
		19.61	1.360	1630.6	1199.2
6.00	252.50	19.92	1.038	2895.0	2789.8
		19.69	1.109	2415.9	2179.4
		19.46	1.207	1972.3	1634.7
		19.23	1.350	1563.4	1158.1
6.00	252.00	19.54	1.031	2782.8	2698.8
		19.30	1.101	2319.2	2105.6
		19.07	1.199	1890.3	1576.6
		18.84	1.342	1495.3	1114.3

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
6.00	251.50	19.15	1.025	2670.3	2605.4
		18.92	1.095	2222.0	2029.2
		18.69	1.193	1807.8	1515.9
		18.46	1.336	1426.6	1067.9
6.00	251.00	18.77	1.019	2557.8	2509.7
		18.54	1.089	2124.7	1950.4
		18.31	1.187	1724.9	1452.7
		18.08	1.332	1357.3	1019.1
6.00	250.50	18.38	1.014	2445.5	2411.6
		18.15	1.085	2027.4	1869.2
		17.92	1.184	1641.8	1387.1
		17.69	1.330	1287.6	967.8
6.00	250.00	18.00	1.010	2333.5	2311.5
		17.77	1.081	1930.2	1785.8
		17.54	1.181	1558.6	1319.3
		17.31	1.332	1217.7	914.3
6.00	249.50	17.61	1.006	2221.9	2209.3
		17.38	1.078	1833.3	1700.3
		17.15	1.181	1475.5	1249.3
		16.92	1.337	1147.7	858.6
6.00	249.00	17.23	1.003	2111.0	2105.1
		17.00	1.077	1736.8	1612.8
		16.77	1.183	1392.8	1177.2
		16.54	1.346	1077.8	800.8
6.00	248.50	16.85	1.001	2000.8	1999.2
		16.62	1.077	1641.0	1523.4
		16.39	1.188	1310.5	1103.2
		16.16	1.360	1008.0	741.0
6.00	248.00	16.46	1.000	1891.7	1891.6
		16.23	1.079	1545.9	1432.2
		16.00	1.196	1228.7	1027.3
		15.77	1.382	938.7	679.4
6.00	247.50	16.08	1.001	1783.7	1782.4
		15.85	1.084	1451.9	1339.3
		15.62	1.209	1147.8	949.7
		15.39	1.412	870.0	616.2
6.00	247.00	15.69	1.003	1677.1	1671.8
		15.46	1.092	1359.0	1244.9
		15.23	1.227	1067.8	870.5
		15.00	1.455	801.9	551.3
6.00	246.50	15.31	1.008	1572.1	1559.8
		15.08	1.103	1267.5	1149.1

***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時				
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)		
6.00	246.50	14.85	1.252	989.0	789.8		
		14.62	1.515	734.7	485.0		
6.00	246.00	14.93	1.015	1468.7	1446.6		
		14.70	1.119	1177.5	1052.0		
		14.47	1.288	911.5	707.9		
		14.23	1.601	668.4	417.4		
		6.50	253.00	20.62	1.035	3024.6	2921.7
		20.39	1.106	2524.3	2281.9		
		20.16	1.204	2060.9	1711.0		
		19.93	1.348	1633.3	1211.4		
		6.50	252.50	20.24	1.029	2909.6	2828.2
		20.01	1.099	2425.2	2205.8		
		19.78	1.197	1976.7	1650.9		
		19.55	1.341	1563.4	1166.0		
6.50	252.00	19.86	1.023	2794.5	2732.1		
		19.62	1.093	2325.6	2127.0		
		19.39	1.191	1892.0	1588.1		
		19.16	1.335	1492.8	1117.9		
		6.50	251.50	19.47	1.017	2679.3	2633.5
		19.24	1.088	2225.8	2045.7		
		19.01	1.187	1806.9	1522.8		
		18.78	1.332	1421.5	1067.2		
		6.50	251.00	19.09	1.012	2564.1	2532.5
		18.86	1.084	2126.0	1962.0		
		18.63	1.183	1721.5	1454.9		
		18.40	1.331	1349.8	1014.0		
6.50	250.50	18.70	1.008	2449.2	2429.3		
		18.47	1.080	2026.2	1875.9		
		18.24	1.182	1636.1	1384.7		
		18.01	1.333	1277.9	958.4		
		6.50	250.00	18.32	1.005	2334.8	2323.9
		18.09	1.078	1926.6	1787.5		
		17.86	1.182	1550.7	1312.2		
		17.63	1.339	1205.7	900.6		
		6.50	249.50	17.93	1.002	2220.8	2216.5
		17.70	1.077	1827.5	1697.1		
		17.47	1.184	1465.5	1237.6		
		17.24	1.349	1133.6	840.6		
6.50	249.00	17.55	1.000	2107.7	2107.1		
		17.32	1.077	1728.9	1604.6		
		17.09	1.189	1380.7	1160.9		
		16.86	1.364	1061.7	778.6		

***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
6.50	248.50	17.17	1.000	1995.5	1996.0	
		16.94	1.080	1631.1	1510.3	
		16.71	1.198	1296.4	1082.3	
		16.48	1.385	990.1	714.7	
6.50	248.00	16.78	1.001	1884.3	1883.1	
		16.55	1.085	1534.2	1414.1	
		16.32	1.211	1212.9	1001.8	
		16.09	1.416	919.0	649.0	
6.50	247.50	16.40	1.003	1774.5	1768.7	***1
		16.17	1.093	1438.3	1316.3	
		15.94	1.229	1130.2	919.6	
		15.71	1.459	848.5	581.6	
6.50	247.00	16.01	1.008	1666.2	1652.8	***1
		15.78	1.104	1343.8	1217.0	
		15.55	1.255	1048.7	835.9	
		15.32	1.519	778.7	512.7	
6.50	246.50	15.63	1.016	1559.5	1535.6	***1
		15.40	1.120	1250.8	1116.3	***1
		15.17	1.290	968.4	750.8	
		14.94	1.604	709.9	442.5	
6.50	246.00	15.25	1.026	1454.7	1417.2	***1
		15.02	1.143	1159.4	1014.3	***1
		14.79	1.339	889.4	664.3	
		14.55	1.730	642.0	371.1	
7.00	253.00	20.94	1.027	3037.2	2958.2	
		20.71	1.098	2531.7	2306.4	
		20.48	1.196	2063.5	1725.4	
		20.25	1.340	1631.7	1217.7	
7.00	252.50	20.56	1.021	2919.4	2859.3	
		20.33	1.092	2429.7	2225.3	
		20.10	1.190	1976.6	1660.5	
		19.87	1.335	1559.1	1167.8	
7.00	252.00	20.18	1.016	2801.4	2757.9	
		19.94	1.087	2327.4	2141.4	
		19.71	1.186	1889.3	1593.0	
		19.48	1.332	1485.9	1115.2	
7.00	251.50	19.79	1.011	2683.5	2653.9	
		19.56	1.083	2225.0	2055.0	
		19.33	1.183	1801.6	1522.8	
		19.10	1.332	1412.2	1060.1	
7.00	251.00	19.41	1.007	2565.7	2547.6	
		19.18	1.080	2122.7	1966.2	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
7.00	251.00	18.95	1.182	1713.8	1450.2
		18.72	1.335	1338.2	1002.5
7.00	250.50	19.02	1.004	2448.3	2439.0
		18.79	1.078	2020.5	1875.0
		18.56	1.182	1626.1	1375.2
		18.33	1.341	1264.0	942.6
7.00	250.00	18.64	1.001	2331.4	2328.3
		18.41	1.077	1918.6	1781.6
		18.18	1.185	1538.5	1298.0
		17.95	1.351	1189.7	880.4
7.00	249.50	18.25	1.000	2215.3	2215.5
		18.02	1.078	1817.3	1686.1
		17.79	1.191	1451.2	1218.6
		17.56	1.367	1115.5	816.1
7.00	249.00	17.87	1.000	2100.0	2100.8
		17.64	1.081	1716.7	1588.5
		17.41	1.200	1364.4	1137.2
		17.18	1.389	1041.6	749.8
7.00	248.50	17.49	1.001	1985.7	1984.3
		17.26	1.086	1616.9	1489.1
		17.03	1.213	1278.3	1053.9
		16.80	1.420	968.2	681.6
7.00	248.00	17.10	1.004	1872.7	1866.1
		16.87	1.094	1518.2	1388.0
		16.64	1.231	1193.0	968.8
		16.41	1.463	895.2	611.7
7.00	247.50	16.72	1.008	1761.1	1746.3
		16.49	1.105	1420.7	1285.2
		16.26	1.257	1108.7	882.0
		16.03	1.523	823.0	540.3
7.00	247.00	16.33	1.016	1651.1	1625.1
		16.10	1.122	1324.6	1180.8
		15.87	1.292	1025.6	793.7
		15.64	1.608	751.5	467.4
7.00	246.50	15.95	1.027	1542.8	1502.5
		15.72	1.144	1230.1	1075.1
		15.49	1.341	943.8	704.0
		15.26	1.732	681.0	393.3
7.00	246.00	15.57	1.042	1436.6	1378.8
		15.34	1.175	1137.4	968.1
		15.11	1.409	863.5	613.0
		14.88	1.922	611.3	318.1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
7.50	253.00	21.26	1.019	3044.9	2987.0
		21.03	1.091	2534.2	2323.7
		20.80	1.190	2061.5	1732.9
		20.57	1.335	1625.6	1217.6
7.50	252.50	20.88	1.014	2924.2	2882.7
		20.65	1.086	2429.5	2237.3
		20.42	1.186	1971.9	1663.2
		20.19	1.333	1550.4	1163.2
7.50	252.00	20.50	1.010	2803.4	2775.8
		20.26	1.082	2324.6	2148.3
		20.03	1.183	1882.0	1590.7
		19.80	1.333	1474.7	1106.1
7.50	251.50	20.11	1.006	2682.8	2666.4
		19.88	1.079	2219.6	2056.7
		19.65	1.182	1791.9	1515.7
		19.42	1.337	1398.6	1046.5
7.50	251.00	19.73	1.003	2562.5	2554.6
		19.50	1.078	2114.8	1962.6
		19.27	1.183	1701.8	1438.3
		19.04	1.343	1322.3	984.4
7.50	250.50	19.34	1.001	2442.7	2440.5
		19.11	1.077	2010.3	1866.3
		18.88	1.186	1611.7	1358.4
		18.65	1.354	1245.8	920.0
7.50	250.00	18.96	1.000	2323.5	2324.3
		18.73	1.078	1906.2	1767.7
		18.50	1.192	1522.0	1276.3
		18.27	1.370	1169.5	853.4
7.50	249.50	18.58	1.000	2205.1	2206.0
		18.34	1.081	1802.8	1667.0
		18.11	1.202	1432.7	1192.2
		17.88	1.393	1093.3	784.7
7.50	249.00	18.19	1.001	2087.7	2085.8
		17.96	1.087	1700.2	1564.3
		17.73	1.215	1344.0	1105.9
		17.50	1.425	1017.4	714.1
7.50	248.50	17.81	1.004	1971.5	1963.8
		17.58	1.095	1598.6	1459.7
		17.35	1.234	1256.0	1017.9
		17.12	1.468	942.1	641.7
7.50	248.00	17.42	1.009	1856.7	1840.1
		17.19	1.107	1498.1	1353.4

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
7.50	248.00	16.96	1.260	1169.0	928.0	
		16.73	1.528	867.3	567.7	
7.50	247.50	17.04	1.017	1743.3	1714.9	***1
		16.81	1.123	1399.0	1245.5	***1
		16.58	1.295	1083.1	836.6	***1
		16.35	1.612	793.3	492.2	
7.50	247.00	16.65	1.027	1631.8	1588.2	***1
		16.42	1.146	1301.4	1136.0	***1
		16.19	1.343	998.5	743.6	***1
		15.96	1.734	720.0	415.3	
7.50	246.50	16.27	1.042	1522.1	1460.1	***1
		16.04	1.176	1205.5	1025.3	***1
		15.81	1.409	915.2	649.3	***1
		15.58	1.919	647.6	337.5	
7.50	246.00	15.89	1.063	1414.5	1330.9	***1
		15.66	1.217	1111.5	913.2	***1
		15.43	1.505	833.6	553.9	***1
		15.20	2.225	575.9	258.8	***1
8.00	253.00	21.58	1.013	3047.5	3008.0	
		21.35	1.085	2531.9	2333.4	
		21.12	1.185	2054.8	1733.4	
		20.89	1.334	1615.1	1211.0	
8.00	252.50	21.20	1.009	2924.0	2898.1	
		20.97	1.082	2424.5	2241.7	
		20.74	1.183	1962.7	1658.6	
		20.51	1.335	1537.3	1151.9	
8.00	252.00	20.82	1.005	2800.5	2785.5	
		20.59	1.079	2317.0	2147.4	
		20.35	1.183	1870.2	1581.2	
		20.12	1.338	1459.2	1090.3	
8.00	251.50	20.43	1.003	2677.3	2670.5	
		20.20	1.078	2209.5	2050.4	
		19.97	1.184	1777.7	1501.2	
		19.74	1.346	1380.7	1026.1	
8.00	251.00	20.05	1.001	2554.6	2553.1	
		19.82	1.078	2102.4	1951.1	
		19.59	1.188	1685.3	1418.8	
		19.36	1.357	1302.1	959.4	
8.00	250.50	19.66	1.000	2432.4	2433.4	***1
		19.43	1.079	1995.6	1849.4	
		19.20	1.194	1593.1	1334.0	
		18.97	1.374	1223.5	890.5	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
8.00	250.00	19.28	1.000	2310.9	2311.5	***1
		19.05	1.082	1889.4	1745.5	
		18.82	1.204	1501.2	1247.0	
		18.59	1.397	1145.0	819.5	
8.00	249.50	18.90	1.001	2190.4	2187.7	***1
		18.66	1.088	1783.9	1639.5	***1
		18.43	1.218	1409.9	1157.9	
		18.20	1.429	1066.8	746.5	
8.00	249.00	18.51	1.004	2071.0	2061.8	***1
		18.28	1.097	1679.4	1531.6	***1
		18.05	1.237	1319.3	1066.8	
		17.82	1.473	989.0	671.6	
8.00	248.50	18.13	1.010	1952.9	1934.2	***1
		17.90	1.108	1575.9	1421.7	***1
		17.67	1.262	1229.6	974.0	***1
		17.44	1.533	911.7	594.9	
8.00	248.00	17.74	1.017	1836.3	1804.9	***1
		17.51	1.125	1473.8	1310.2	***1
		17.28	1.297	1140.9	879.3	***1
		17.05	1.616	835.1	516.8	
8.00	247.50	17.36	1.028	1721.3	1674.1	***1
		17.13	1.147	1373.1	1197.1	***1
		16.90	1.345	1053.4	783.2	***1
		16.67	1.736	759.2	437.3	
8.00	247.00	16.97	1.043	1608.2	1541.8	***1
		16.74	1.177	1274.0	1082.5	***1
		16.51	1.411	967.2	685.6	***1
		16.28	1.917	683.9	356.7	***1
8.00	246.50	16.59	1.063	1497.2	1408.2	***1
		16.36	1.218	1176.8	966.5	***1
		16.13	1.504	882.5	586.8	***1
		15.90	2.213	609.3	275.3	***1
8.00	246.00	16.21	1.090	1388.4	1273.5	***1
		15.98	1.273	1081.6	849.4	***1
		15.75	1.642	799.4	487.0	***1
		15.52	2.766	535.0	193.4	***1
8.50	253.00	21.90	1.008	3045.0	3020.6	
		21.67	1.081	2524.8	2335.3	
		21.44	1.184	2043.5	1726.5	
		21.21	1.336	1600.0	1197.7	
8.50	252.50	21.52	1.005	2918.8	2905.0	
		21.29	1.079	2414.7	2238.1	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
8.50	252.50	21.06	1.183	1948.8	1646.6
		20.83	1.340	1519.8	1133.9
8.50	252.00	21.14	1.002	2792.7	2786.7
		20.91	1.078	2304.7	2138.3
		20.67	1.185	1853.9	1564.1
		20.44	1.348	1439.2	1067.5
8.50	251.50	20.75	1.000	2667.0	2665.9
		20.52	1.078	2194.8	2036.0
		20.29	1.189	1759.0	1479.0
8.50	251.00	20.06	1.360	1358.4	998.7
		20.37	1.000	2541.8	2542.7
		20.14	1.080	2085.3	1931.2
		19.91	1.196	1664.3	1391.5
8.50	250.50	19.68	1.377	1277.5	927.5
		19.98	1.000	2417.3	2417.3
		19.75	1.083	1976.3	1824.1
8.50	250.00	19.52	1.206	1570.0	1301.8
		19.29	1.401	1196.8	854.1
		19.60	1.002	2293.7	2289.7
		19.37	1.089	1868.0	1714.8
8.50	249.50	19.14	1.220	1476.1	1209.8
		18.91	1.434	1116.2	778.6
		19.22	1.005	2171.1	2160.1
		18.98	1.098	1760.6	1603.4
8.50	249.00	18.75	1.239	1382.8	1115.7
		18.52	1.478	1036.0	701.2
		18.83	1.010	2049.8	2028.6
		18.60	1.110	1654.2	1490.1
8.50	248.50	18.37	1.265	1290.4	1019.8
		18.14	1.537	956.2	622.0
		18.45	1.018	1929.9	1895.2
		18.22	1.127	1549.0	1375.0
8.50	248.00	17.99	1.300	1198.9	922.0
		17.76	1.620	877.0	541.2
		18.06	1.029	1811.5	1760.2
		17.83	1.149	1445.2	1258.1
8.50	247.50	17.60	1.348	1108.6	822.7
		17.37	1.739	798.4	459.1
		17.68	1.044	1695.0	1623.7
		17.45	1.178	1343.0	1139.7
		17.22	1.412	1019.4	721.8
		16.99	1.917	720.3	375.8

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
8.50	247.00	17.29	1.064	1580.5	1485.8	***1
		17.06	1.218	1242.5	1019.9	***1
		16.83	1.504	931.7	619.7	***1
		16.60	2.204	642.7	291.7	***1
8.50	246.50	16.91	1.090	1468.1	1346.5	***1
		16.68	1.273	1144.0	898.8	***1
		16.45	1.637	845.5	516.4	***1
		16.22	2.729	565.3	207.1	***1
8.50	246.00	16.53	1.126	1358.2	1206.2	***1
		16.30	1.349	1047.6	776.6	***1
		16.07	1.845	760.8	412.3	***1
		15.84	3.760	467.1	124.2	***1
9.00	253.00	22.22	1.004	3037.5	3024.7	
		21.99	1.079	2512.8	2329.0	
		21.76	1.184	2027.5	1712.0	
		21.53	1.342	1580.4	1177.3	
9.00	252.50	21.84	1.002	2908.5	2903.1	***1
		21.61	1.078	2400.1	2226.2	
		21.38	1.186	1930.2	1626.9	
		21.15	1.351	1497.7	1108.8	
9.00	252.00	21.46	1.000	2779.9	2779.0	***1
		21.23	1.079	2287.6	2120.9	
		20.99	1.191	1832.9	1539.2	
		20.76	1.363	1414.7	1037.7	
9.00	251.50	21.07	1.000	2651.7	2652.3	***1
		20.84	1.081	2175.3	2013.0	***1
		20.61	1.198	1735.8	1449.0	
		20.38	1.381	1331.6	964.2	
9.00	251.00	20.69	1.000	2524.2	2523.3	***1
		20.46	1.085	2063.5	1902.6	***1
		20.23	1.208	1638.9	1356.4	
		20.00	1.405	1248.6	888.4	
9.00	250.50	20.30	1.002	2397.4	2392.0	***1
		20.07	1.091	1952.4	1790.1	***1
		19.84	1.223	1542.4	1261.5	
		19.61	1.438	1165.6	810.5	
9.00	250.00	19.92	1.006	2271.7	2258.5	***1
		19.69	1.100	1842.1	1675.3	***1
		19.46	1.242	1446.5	1164.5	***1
		19.23	1.482	1083.0	730.6	
9.00	249.50	19.54	1.011	2147.2	2123.1	***1
		19.30	1.112	1732.7	1558.5	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
9.00	249.50	19.07	1.268	1351.4	1065.5	***1
		18.84	1.542	1000.7	648.8	
9.00	249.00	19.15	1.019	2024.0	1985.7	***1
		18.92	1.128	1624.6	1439.7	***1
		18.69	1.303	1257.1	964.6	***1
		18.46	1.625	918.9	565.5	***1
9.00	248.50	18.77	1.030	1902.3	1846.6	***1
		18.54	1.150	1517.7	1319.2	***1
		18.31	1.350	1163.9	862.0	***1
		18.08	1.742	837.6	480.7	***1
9.00	248.00	18.38	1.045	1782.4	1705.8	***1
		18.15	1.180	1412.3	1197.0	***1
		17.92	1.414	1071.9	757.9	***1
		17.69	1.917	756.7	394.8	***1
9.00	247.50	18.00	1.065	1664.4	1563.5	***1
		17.77	1.219	1308.6	1073.3	***1
		17.54	1.504	981.1	652.4	***1
		17.31	2.196	676.2	308.0	***1
9.00	247.00	17.62	1.091	1548.5	1419.8	***1
		17.38	1.273	1206.8	948.3	***1
		17.15	1.634	891.8	545.8	***1
		16.92	2.699	595.6	220.7	***1
9.00	246.50	17.23	1.126	1434.9	1274.9	***1
		17.00	1.347	1107.0	822.0	***1
		16.77	1.834	803.8	438.2	***1
		16.54	3.732	500.9	134.2	***1
9.00	246.00	16.85	1.173	1323.9	1128.9	***1
		16.62	1.453	1009.4	694.8	***1
		16.39	2.173	717.3	330.0	***1
		16.16	5.820	364.0	62.5	***1
9.50	253.00	22.54	1.002	3024.9	3019.8	***1
		22.31	1.078	2495.9	2314.2	
		22.08	1.188	2006.7	1689.6	
		21.85	1.353	1556.2	1149.9	
9.50	252.50	22.16	1.000	2893.3	2892.2	***1
		21.93	1.079	2380.6	2205.8	***1
		21.70	1.192	1907.0	1599.2	
		21.47	1.366	1471.1	1076.5	
9.50	252.00	21.78	1.000	2762.1	2762.1	***1
		21.55	1.082	2265.7	2094.8	***1
		21.32	1.200	1807.4	1506.3	
		21.08	1.385	1385.7	1000.7	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
9.50	251.50	21.39	1.001	2631.5	2629.4	***1
		21.16	1.086	2151.1	1981.2	***1
		20.93	1.211	1708.0	1410.9	
		20.70	1.410	1300.4	922.5	
9.50	251.00	21.01	1.003	2501.7	2494.4	***1
		20.78	1.092	2037.2	1865.3	***1
		20.55	1.225	1608.9	1313.1	***1
		20.32	1.443	1215.1	842.2	
9.50	250.50	20.62	1.007	2372.8	2357.1	***1
		20.39	1.101	1924.0	1747.1	***1
		20.16	1.245	1510.4	1213.1	***1
		19.93	1.487	1130.0	759.8	
9.50	250.00	20.24	1.012	2245.1	2217.8	***1
		20.01	1.114	1811.7	1626.8	***1
		19.78	1.271	1412.5	1111.0	***1
		19.55	1.547	1045.2	675.5	***1
9.50	249.50	19.86	1.020	2118.6	2076.4	***1
		19.63	1.130	1700.5	1504.5	***1
		19.39	1.306	1315.5	1007.0	***1
		19.16	1.630	960.8	589.5	***1
9.50	249.00	19.47	1.031	1993.6	1933.1	***1
		19.24	1.152	1590.5	1380.2	***1
		19.01	1.353	1219.4	901.2	***1
		18.78	1.746	876.8	502.1	***1
9.50	248.50	19.09	1.046	1870.3	1788.1	***1
		18.86	1.182	1482.0	1254.3	***1
		18.63	1.416	1124.5	793.9	***1
		18.40	1.918	793.2	413.5	***1
9.50	248.00	18.70	1.065	1748.8	1641.4	***1
		18.47	1.220	1375.1	1126.7	***1
		18.24	1.505	1030.7	685.1	***1
		18.01	2.190	709.7	324.1	***1
9.50	247.50	18.32	1.091	1629.4	1493.3	***1
		18.09	1.273	1270.0	997.7	***1
		17.86	1.631	938.2	575.1	***1
		17.63	2.673	626.0	234.2	***1
9.50	247.00	17.94	1.125	1512.2	1343.8	***1
		17.70	1.345	1166.8	867.4	***1
		17.47	1.825	847.0	464.1	***1
		17.24	3.705	535.7	144.6	***1
9.50	246.50	17.55	1.171	1397.5	1193.1	***1
		17.32	1.448	1065.7	736.1	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
9.50	246.50	17.09	2.148	757.1	352.5	***1
		16.86	5.751	390.9	68.0	***1
9.50	246.00	17.17	1.234	1285.5	1041.4	***1
		16.94	1.601	966.9	603.8	***1
		16.71	2.666	647.1	242.7	***1
		16.48	14.493	223.1	15.4	***1
10.00	253.00	22.86	1.000	3007.1	3005.6	***1
		22.63	1.080	2474.0	2290.7	***1
		22.40	1.194	1981.2	1659.1	***1
		22.17	1.370	1527.4	1115.1	***1
10.00	252.50	22.48	1.000	2872.9	2871.9	***1
		22.25	1.083	2356.3	2176.5	***1
		22.02	1.202	1879.1	1563.4	***1
		21.79	1.389	1439.8	1037.0	***1
10.00	252.00	22.10	1.001	2739.3	2735.7	***1
		21.87	1.087	2239.0	2059.7	***1
		21.64	1.213	1777.1	1465.1	***1
		21.40	1.414	1352.2	956.4	***1
10.00	251.50	21.71	1.004	2606.4	2597.0	***1
		21.48	1.094	2122.2	1940.5	***1
		21.25	1.228	1675.5	1364.5	***1
		21.02	1.447	1264.5	873.6	***1
10.00	251.00	21.33	1.008	2474.4	2455.8	***1
		21.10	1.103	2006.1	1818.9	***1
		20.87	1.248	1574.3	1261.5	***1
		20.64	1.492	1177.0	788.7	***1
10.00	250.50	20.94	1.013	2343.4	2312.5	***1
		20.71	1.116	1890.8	1695.0	***1
		20.48	1.274	1473.8	1156.4	***1
		20.25	1.553	1089.7	701.9	***1
10.00	250.00	20.56	1.022	2213.7	2167.1	***1
		20.33	1.132	1776.6	1569.1	***1
		20.10	1.309	1374.0	1049.3	***1
		19.87	1.635	1002.7	613.3	***1
10.00	249.50	20.18	1.033	2085.4	2019.6	***1
		19.95	1.154	1663.6	1441.2	***1
		19.71	1.356	1275.1	940.3	***1
		19.48	1.750	916.0	523.3	***1
10.00	249.00	19.79	1.047	1958.7	1870.4	***1
		19.56	1.183	1552.0	1311.5	***1
		19.33	1.419	1177.2	829.7	***1
		19.10	1.920	829.6	432.1	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
10.00	248.50	19.41	1.067	1833.8	1719.4	***1
		19.18	1.222	1441.9	1180.1	***1
		18.95	1.506	1080.4	717.6	***1
		18.72	2.185	743.1	340.1	***1
10.00	248.00	19.02	1.092	1710.8	1566.8	***1
		18.79	1.273	1333.5	1047.2	***1
		18.56	1.630	984.8	604.2	***1
		18.33	2.651	656.3	247.6	***1
10.00	247.50	18.64	1.125	1590.0	1412.8	***1
		18.41	1.344	1226.9	912.9	***1
		18.18	1.817	890.4	489.9	***1
		17.95	3.657	568.0	155.3	***1
10.00	247.00	18.26	1.170	1471.6	1257.5	***1
		18.02	1.444	1122.3	777.4	***1
		17.79	2.126	797.1	374.9	***1
		17.56	5.683	418.5	73.6	***1
10.00	246.50	17.87	1.231	1355.8	1101.0	***1
		17.64	1.591	1019.9	641.1	***1
		17.41	2.653	690.8	260.4	***1
		17.18	14.034	241.7	17.2	***1
10.00	246.00	17.49	1.317	1242.8	943.6	***1
		17.26	1.825	919.7	504.0	***1
		17.03	3.443	552.9	160.6	***1
		16.80	2.241	199.7	89.1	***6
10.50	253.00	23.18	1.001	2984.1	2981.9	***1
		22.95	1.084	2447.1	2258.2	***1
		22.72	1.204	1950.9	1620.3	***1
		22.49	1.392	1493.8	1072.9	***1
10.50	252.50	22.80	1.002	2847.4	2842.0	***1
		22.57	1.088	2327.0	2138.1	***1
		22.34	1.215	1846.4	1519.2	***1
		22.11	1.418	1403.9	990.0	***1
10.50	252.00	22.42	1.004	2711.5	2699.5	***1
		22.19	1.095	2207.4	2015.6	***1
		21.96	1.231	1742.2	1415.6	***1
		21.72	1.452	1313.9	904.7	***1
10.50	251.50	22.03	1.009	2576.3	2554.6	***1
		21.80	1.105	2088.4	1890.5	***1
		21.57	1.251	1638.4	1309.7	***1
		21.34	1.497	1223.9	817.3	***1
10.50	251.00	21.65	1.014	2442.1	2407.3	***1
		21.42	1.117	1970.3	1763.2	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
10.50	251.00	21.19	1.278	1535.1	1201.5	***1
		20.96	1.558	1134.1	728.0	***1
10.50	250.50	21.26	1.023	2309.2	2257.8	***1
		21.03	1.134	1853.1	1633.6	***1
		20.80	1.313	1432.5	1091.3	***1
		20.57	1.640	1044.5	636.9	***1
		20.88	1.034	2177.6	2106.3	***1
		20.65	1.156	1737.0	1502.1	***1
		20.42	1.359	1330.8	979.2	***1
		20.19	1.755	955.1	544.3	***1
		20.50	1.049	2047.5	1952.8	***1
10.50	249.50	20.27	1.185	1622.2	1368.6	***1
		20.03	1.421	1230.0	865.3	***1
		19.80	1.922	865.9	450.5	***1
		20.11	1.068	1919.1	1797.4	***1
		19.88	1.223	1508.9	1233.3	***1
		19.65	1.507	1130.2	749.9	***1
		19.42	2.182	776.5	355.9	***1
		19.73	1.093	1792.7	1640.4	***1
10.50	248.50	19.50	1.274	1397.2	1096.5	***1
		19.27	1.629	1031.5	633.3	***1
		19.04	2.632	686.6	260.8	***1
		19.34	1.126	1668.3	1481.9	***1
		19.11	1.343	1287.3	958.2	***1
		18.88	1.811	933.8	515.6	***1
		18.65	3.582	594.9	166.1	***1
		18.96	1.170	1546.2	1321.9	***1
		18.73	1.440	1179.3	818.8	***1
		18.50	2.108	837.2	397.2	***1
		18.27	5.617	447.1	79.6	***1
10.50	247.00	18.58	1.229	1426.7	1160.8	***1
		18.34	1.582	1073.3	678.3	***1
		18.11	2.640	735.6	278.7	***1
		17.88	13.613	261.0	19.2	***1
		18.19	1.312	1309.8	998.6	***1
		17.96	1.805	969.4	537.0	***1
		17.73	3.420	590.1	172.5	***1
		17.50	2.107	215.4	102.2	***6
10.50	246.00	17.81	1.431	1195.7	835.5	***1
		17.58	2.111	842.2	398.9	***1
		17.35	5.040	442.5	87.8	***1
		17.12	1.930	225.0	116.6	***6

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
11.00	253.00	23.50	1.003	2955.9	2948.3	***1
		23.27	1.090	2415.3	2216.4	***1
		23.04	1.218	1915.7	1573.1	***1
		22.81	1.422	1455.5	1023.3	
11.00	252.50	23.12	1.005	2816.9	2802.1	***1
		22.89	1.097	2292.8	2090.5	***1
		22.66	1.233	1808.9	1466.6	***1
		22.43	1.457	1363.1	935.6	***1
11.00	252.00	22.74	1.010	2678.6	2653.3	***1
		22.51	1.106	2171.0	1962.1	***1
		22.28	1.254	1702.5	1357.6	***1
		22.04	1.503	1270.7	845.7	***1
11.00	251.50	22.35	1.016	2541.2	2502.1	***1
		22.12	1.119	2049.9	1831.2	***1
		21.89	1.281	1596.5	1246.4	***1
		21.66	1.563	1178.5	753.9	***1
11.00	251.00	21.97	1.024	2405.0	2348.6	***1
		21.74	1.136	1929.7	1698.1	***1
		21.51	1.316	1491.2	1133.1	***1
		21.28	1.645	1086.3	660.2	***1
11.00	250.50	21.58	1.035	2270.1	2192.9	***1
		21.35	1.159	1810.6	1562.8	***1
		21.12	1.362	1386.6	1017.8	***1
		20.89	1.759	994.2	565.1	***1
11.00	250.00	21.20	1.050	2136.7	2035.1	***1
		20.97	1.187	1692.7	1425.6	***1
		20.74	1.424	1282.8	900.7	***1
		20.51	1.925	902.1	468.7	***1
11.00	249.50	20.82	1.069	2004.9	1875.5	***1
		20.59	1.225	1576.2	1286.5	***1
		20.36	1.509	1180.1	782.1	***1
		20.12	2.180	809.9	371.5	***1
11.00	249.00	20.43	1.094	1874.9	1714.1	***1
		20.20	1.275	1461.2	1145.7	***1
		19.97	1.628	1078.3	662.1	***1
		19.74	2.617	716.8	273.9	***1
11.00	248.50	20.05	1.126	1747.0	1551.0	***1
		19.82	1.343	1348.0	1003.5	***1
		19.59	1.806	977.4	541.1	***1
		19.36	3.519	621.8	176.7	***1
11.00	248.00	19.66	1.169	1621.3	1386.5	***1
		19.43	1.438	1236.5	860.0	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
X (m)	Y (m)		安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
11.00	248.00	19.20	2.092	877.4	419.4	***1
		18.97	5.553	476.5	85.8	***1
11.00	247.50	19.28	1.227	1498.0	1220.7	***1
		19.05	1.575	1126.9	715.5	***1
		18.82	2.615	777.8	297.5	***1
		18.59	13.209	281.1	21.3	***1
11.00	247.00	18.90	1.307	1377.2	1053.7	***1
		18.67	1.788	1019.3	570.1	***1
		18.43	3.397	628.2	184.9	***1
		18.20	1.996	230.9	115.7	***6
11.00	246.50	18.51	1.422	1259.3	885.8	***1
		18.28	2.103	895.6	425.9	***1
		18.05	4.989	472.6	94.7	***1
		17.82	1.840	240.1	130.5	***6
11.00	246.00	18.13	1.594	1143.5	717.2	***1
		17.90	2.517	749.6	297.9	***1
		17.67	10.204	300.3	29.4	***1
		17.44	1.708	247.6	144.9	***6

3. 安全率テーブルリスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

Y(m)	X(m)	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
253.00	安全率	1.101	1.085	1.070	1.055	1.045	1.035
	半径(m)	19.02	19.34	19.66	19.98	20.30	20.62
252.50	安全率	1.089	1.073	1.059	1.048	1.038	1.029
	半径(m)	18.64	18.96	19.28	19.60	19.92	20.24
252.00	安全率	1.077	1.063	1.051	1.041	1.031	1.023
	半径(m)	18.25	18.57	18.89	19.21	19.54	19.86
251.50	安全率	1.067	1.055	1.044	1.034	1.025	1.017
	半径(m)	17.87	18.19	18.51	18.83	19.15	19.47
251.00	安全率	1.059	1.047	1.036	1.027	1.019	1.012
	半径(m)	17.49	17.81	18.13	18.45	18.77	19.09
250.50	安全率	1.051	1.040	1.030	1.021	1.014	1.008
	半径(m)	17.10	17.42	17.74	18.06	18.38	18.70
250.00	安全率	1.043	1.033	1.024	1.016	1.010	1.005
	半径(m)	16.72	17.04	17.36	17.68	18.00	18.32
249.50	安全率	1.036	1.026	1.018	1.011	1.006	1.002
	半径(m)	16.33	16.65	16.97	17.29	17.61	17.93
249.00	安全率	1.029	1.020	1.013	1.007	1.003	1.000
	半径(m)	15.95	16.27	16.59	16.91	17.23	17.55
248.50	安全率	1.023	1.015	1.009	1.004	1.001	1.000
	半径(m)	15.57	15.89	16.21	16.53	16.85	17.17
248.00	安全率	1.017	1.010	1.005	1.002	1.000	1.001
	半径(m)	15.18	15.50	15.82	16.14	16.46	16.78
247.50	安全率	1.012	1.007	1.003	1.001	1.001	1.003
	半径(m)	14.80	15.12	15.44	15.76	16.08	16.40
247.00	安全率	1.008	1.004	1.001	1.001	1.003	1.008
	半径(m)	14.41	14.73	15.05	15.37	15.69	16.01
246.50	安全率	1.005	1.002	1.002	1.003	1.008	1.016
	半径(m)	14.03	14.35	14.67	14.99	15.31	15.63
246.00	安全率	1.004	1.002	1.004	1.008	1.015	1.026
	半径(m)	13.65	13.97	14.29	14.61	14.93	15.25

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

Y(m)	X(m)	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50
253.00	安全率	1.027	1.019	1.013	1.008	1.004	1.002
	半径(m)	20.94	21.26	21.58	21.90	22.22	22.54
252.50	安全率	1.021	1.014	1.009	1.005	1.002	1.000
	半径(m)	20.56	20.88	21.20	21.52	21.84	22.16
252.00	安全率	1.016	1.010	1.005	1.002	1.000	1.000
	半径(m)	20.18	20.50	20.82	21.14	21.46	21.78
251.50	安全率	1.011	1.006	1.003	1.000	1.000	1.001
	半径(m)	19.79	20.11	20.43	20.75	21.07	21.39
251.00	安全率	1.007	1.003	1.001	1.000	1.000	1.003
	半径(m)	19.41	19.73	20.05	20.37	20.69	21.01
250.50	安全率	1.004	1.001	1.000	1.000	1.002	1.007
	半径(m)	19.02	19.34	19.66	19.98	20.30	20.62
250.00	安全率	1.001	1.000	1.000	1.002	1.006	1.012
	半径(m)	18.64	18.96	19.28	19.60	19.92	20.24
249.50	安全率	1.000	1.000	1.001	1.005	1.011	1.020
	半径(m)	18.25	18.58	18.90	19.22	19.54	19.86
249.00	安全率	1.000	1.001	1.004	1.010	1.019	1.031
	半径(m)	17.87	18.19	18.51	18.83	19.15	19.47
248.50	安全率	1.001	1.004	1.010	1.018	1.030	1.046
	半径(m)	17.49	17.81	18.13	18.45	18.77	19.09
248.00	安全率	1.004	1.009	1.017	1.029	1.045	1.065
	半径(m)	17.10	17.42	17.74	18.06	18.38	18.70
247.50	安全率	1.008	1.017	1.028	1.044	1.065	1.091
	半径(m)	16.72	17.04	17.36	17.68	18.00	18.32
247.00	安全率	1.016	1.027	1.043	1.064	1.091	1.125
	半径(m)	16.33	16.65	16.97	17.29	17.62	17.94
246.50	安全率	1.027	1.042	1.063	1.090	1.126	1.171
	半径(m)	15.95	16.27	16.59	16.91	17.23	17.55
246.00	安全率	1.042	1.063	1.090	1.126	1.173	1.234
	半径(m)	15.57	15.89	16.21	16.53	16.85	17.17

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

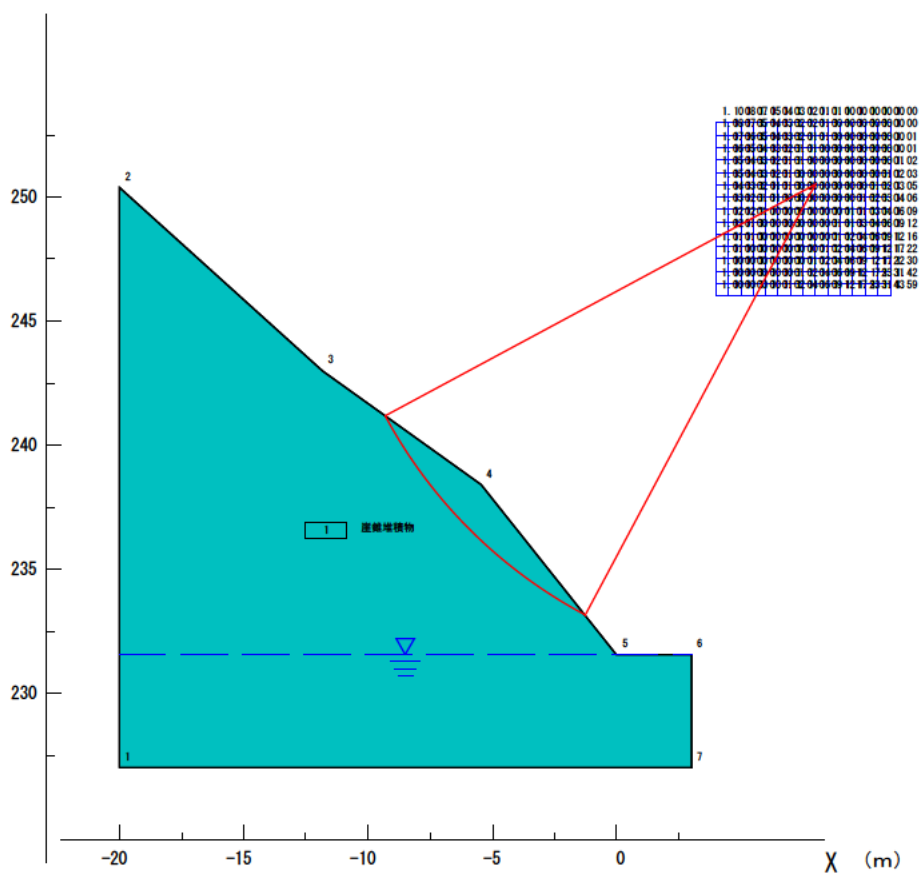
Y(m)	X(m)	10.00	10.50	11.00
253.00	安全率	1.000	1.001	1.003
	半径(m)	22.86	23.18	23.50
252.50	安全率	1.000	1.002	1.005
	半径(m)	22.48	22.80	23.12
252.00	安全率	1.001	1.004	1.010
	半径(m)	22.10	22.42	22.74
251.50	安全率	1.004	1.009	1.016
	半径(m)	21.71	22.03	22.35
251.00	安全率	1.008	1.014	1.024
	半径(m)	21.33	21.65	21.97
250.50	安全率	1.013	1.023	1.035
	半径(m)	20.94	21.26	21.58
250.00	安全率	1.022	1.034	1.050
	半径(m)	20.56	20.88	21.20
249.50	安全率	1.033	1.049	1.069
	半径(m)	20.18	20.50	20.82
249.00	安全率	1.047	1.068	1.094
	半径(m)	19.79	20.11	20.43
248.50	安全率	1.067	1.093	1.126
	半径(m)	19.41	19.73	20.05
248.00	安全率	1.092	1.126	1.169
	半径(m)	19.02	19.34	19.66
247.50	安全率	1.125	1.170	1.227
	半径(m)	18.64	18.96	19.28
247.00	安全率	1.170	1.229	1.307
	半径(m)	18.26	18.58	18.90
246.50	安全率	1.231	1.312	1.422
	半径(m)	17.87	18.19	18.51
246.00	安全率	1.317	1.431	1.594
	半径(m)	17.49	17.81	18.13

4. 最小安全率リスト

最小安全率 (格子のグループ番号 = 1)

常 時 (二次追求の回数 = 0)		
最小安全率	=	1.000
円の中心 X 座標値 (m)	=	8.00
Y 座標値 (m)	=	250.50
円の半径 R (m)	=	19.66
抵抗モーメント (kNm)	=	2432.4
起動モーメント (kNm)	=	2433.4

// 安全率図 //



WARNING ***1 円弧と地盤の交点が3点以上ある。 COUNT =354
WARNING ***6 地盤を円弧が切らない, 又は円弧 COUNT = 6
がモデルの側面を切っている。
(円弧と地表面との交点が1点以下である)

4.5.2 必要抑止力計算（円弧すべり計算書-2）

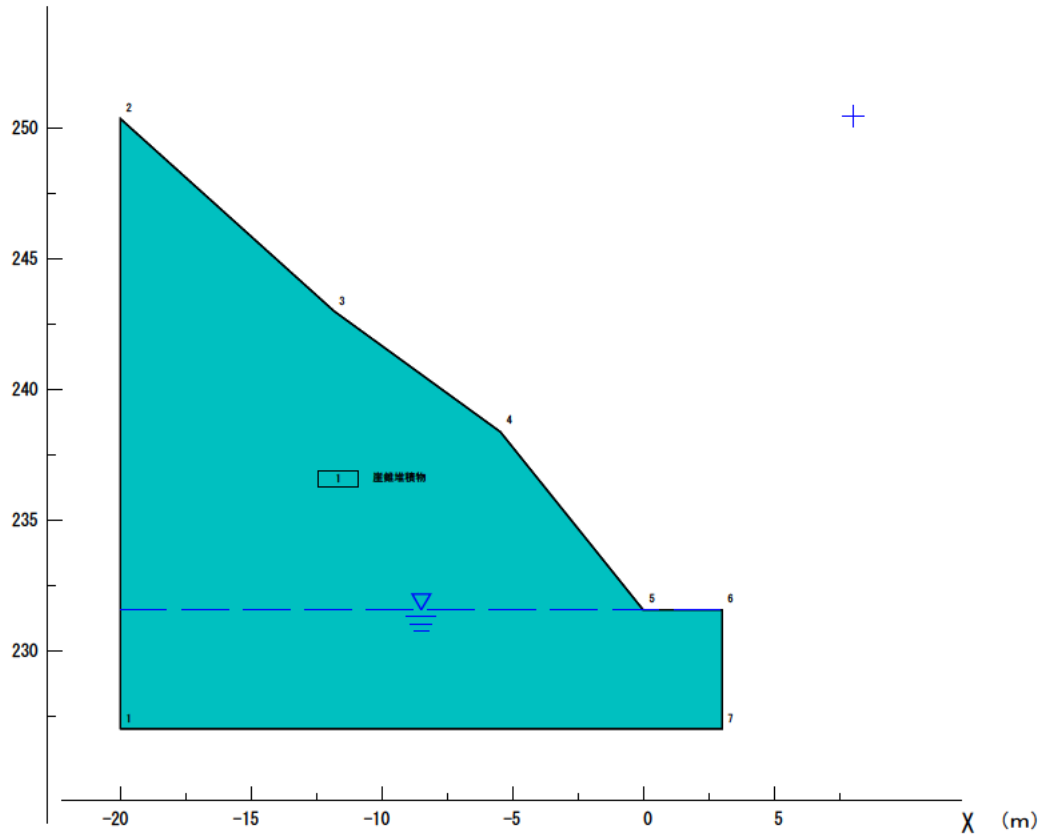
円弧すべり計算

目 次

	ページ
1 . 入力データリスト	1
2 . 半径ごとの抑止力リスト	6
3 . 安全率テーブルリスト	7
4 . 最小安全率リスト	8
5 . 最大抑止力リスト	9

1. 入力データリスト

// 設計断面 //



(DATA 01.) // 解析種別 //

タイトル 迂回路TN終点側坑口 必要抑止力計算 (Fs=1.20)
 解析種別 最大抑止力計算
 計算方法 道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)(有効応力法)

計算式

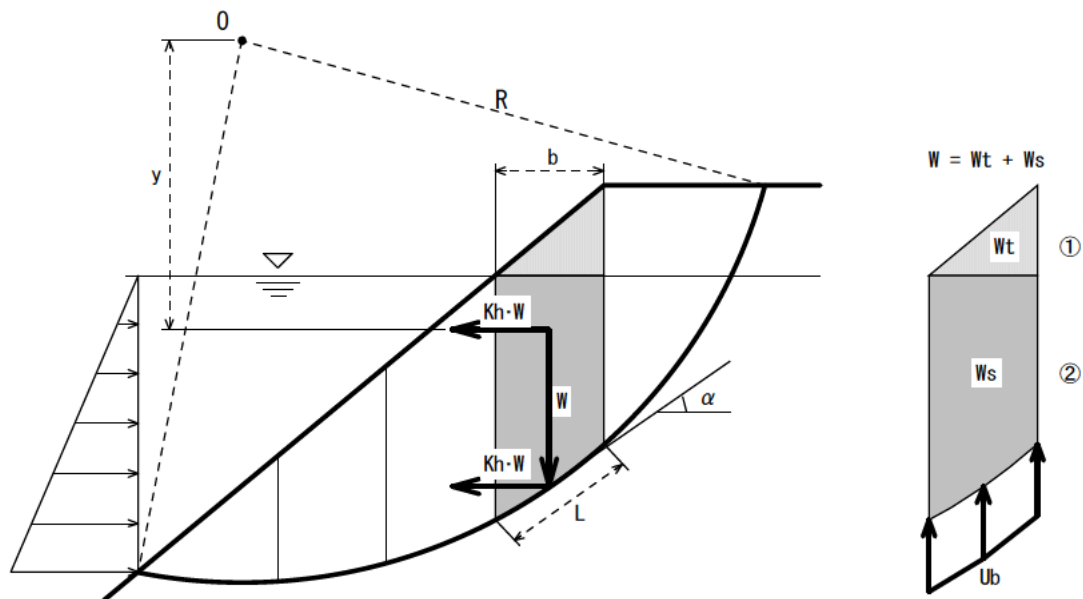
$$F_{sp} = \frac{M_r + \Delta M_r}{M_d} \quad \text{より}$$

$$\frac{\Delta M_r}{R} = \frac{F_{sp} \cdot M_d - M_r}{R}$$

$$F_s = \frac{R \sum \{CL + (W \cdot \cos \alpha - Ub \cdot \cos \alpha) \tan \phi\}}{R \sum W \cdot \sin \alpha}$$

ここに,

- F_{sp} : 必要安全率
 ΔM_r : 必要安全率を満たすために不足している抵抗モーメント (kNm)
 $\Delta M_r / R$: 必要抑止力 (kN)
 M_r : 抵抗モーメント (kNm)
 M_d : 起動モーメント (kNm)
 F_s : 安全率
 R : すべり円弧の半径 (m)
 C : 粘着力 (kN/m²)
 L : スライス底面の長さ (m)
 W : スライスの全重量 (kN/m)
 α : スライス底面が水平面となす角度 (度)
 U : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m²)
 b : スライスの幅 (m)
 ϕ : 内部摩擦角 (度)



抵抗力の自重 W の扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算 ①

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算 ②

起動力の自重 W の扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算

すべり面に作用する水圧 $U_b \cos \alpha$ で考慮 (修正フェレニウス法)

貯水による側方静水圧 考慮する

(DATA 02.) // コントロール //

必要安全率(常時)	.....	1.200
(地震時)	.....	1.200

(DATA 06.) // 節点 //

節点 番号	節点の座標値		沈下前の Y座標値(m)
	X (m)	Y (m)	
1	-20.00	227.00	0.00
2	-20.00	250.39	0.00
3	-11.84	243.00	0.00
4	-5.46	238.40	0.00
5	0.00	231.57	0.00
6	3.00	231.57	0.00
7	3.00	227.00	0.00

(DATA 07.) // 水位線 //

水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.00

節点 番号	水位線の節点座標	
	X (m)	Y (m)
1	-20.00	231.57
2	3.00	231.57

(DATA 08.) // 層の形状 //

地層 番号	土の 特性値番号	地層名
1	1	崖錐堆積物

地層 番号	構成 節点数	地層を構成する節点番号	すべり面の 発生有無
1	7	1 7 6 5 4 3 2	発生する

(DATA 09.1) // 土の特性 //

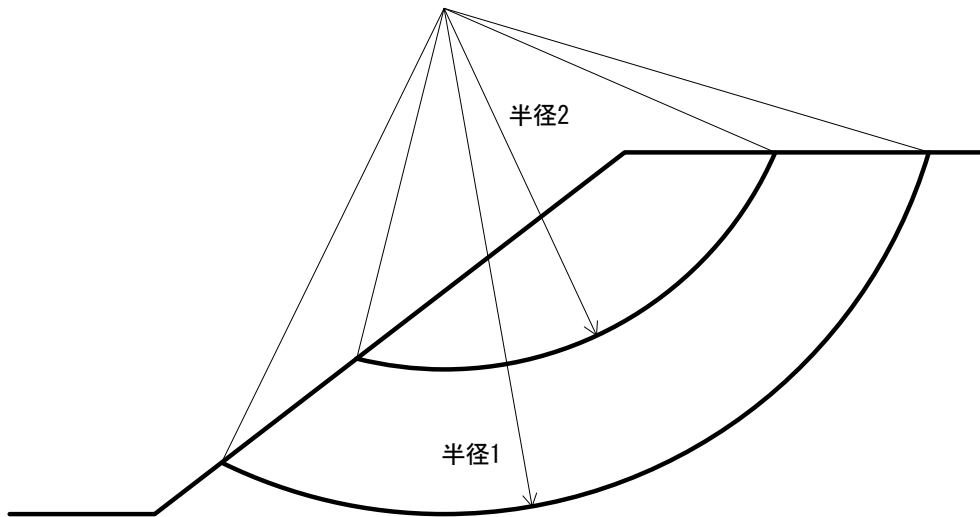
特性 値 番号	飽和単 位体積 重量 (kN/m ³)	湿潤単 位体積 重量 (kN/m ³)	間隙水圧 算定単位 体積重量 (kN/m ³)	係数 α	粘着力 C (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	内部 摩擦角 ϕ (度)	周面摩擦 抵抗 τ (kN/m ²)
1	17.00	17.00	0.00	0.000	5.48	0.00	25.00	0.0

(DATA 11.) // 格子 //

格子 番号	すべり方向	地盤の 二度切り	格子の左上の座標値		格子点数		分割ピッチ		格子の 傾き
			X (m)	Y (m)	X方向	Y方向	X方向(m)	Y方向(m)	
1	右すべり	左側土塊	8.00	250.50	1	1	0.50	0.50	0.000

(DATA 12.) // 半径 // (半径の直接入力)

番号	半径の長さ(m)
1	19.66



2. 半径ごとの抑止力リスト

抑止力 (格子のグループ番号 = 1 ; 必要安全率 = 1.200)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
X (m)	Y (m)		抑止力 (kN)	安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
8.00	250.50	19.66	24.6	1.001	2425.8	2424.5

***1

3. 安全率テーブルリスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

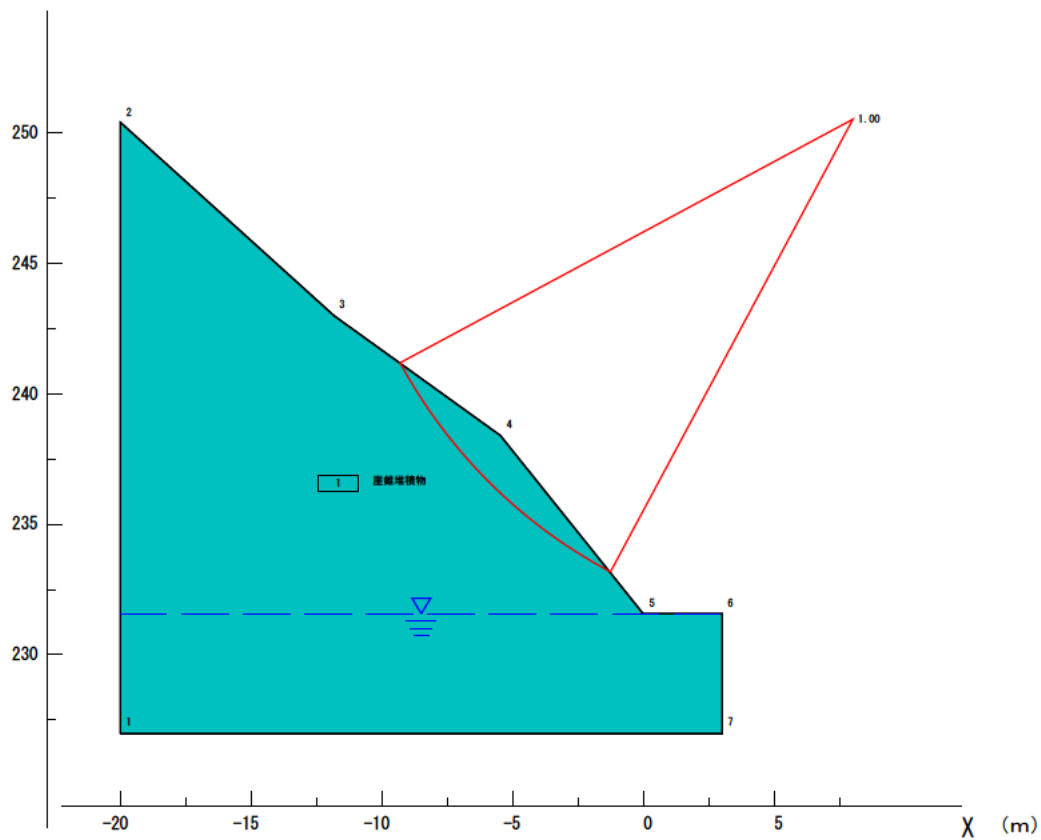
Y(m)	X(m)	8.00
250.50	安全率	1.001
	半径(m)	19.66

4. 最小安全率リスト

最小安全率 (格子のグループ番号 = 1)

常 時 (二次追求の回数 = 0)		
最小安全率	=	1.001
円の中心 X 座標値 (m)	=	8.00
Y 座標値 (m)	=	250.50
円の半径 R (m)	=	19.66
抵抗モーメント (kNm)	=	2425.8
起動モーメント (kNm)	=	2424.5

// 安全率図 //

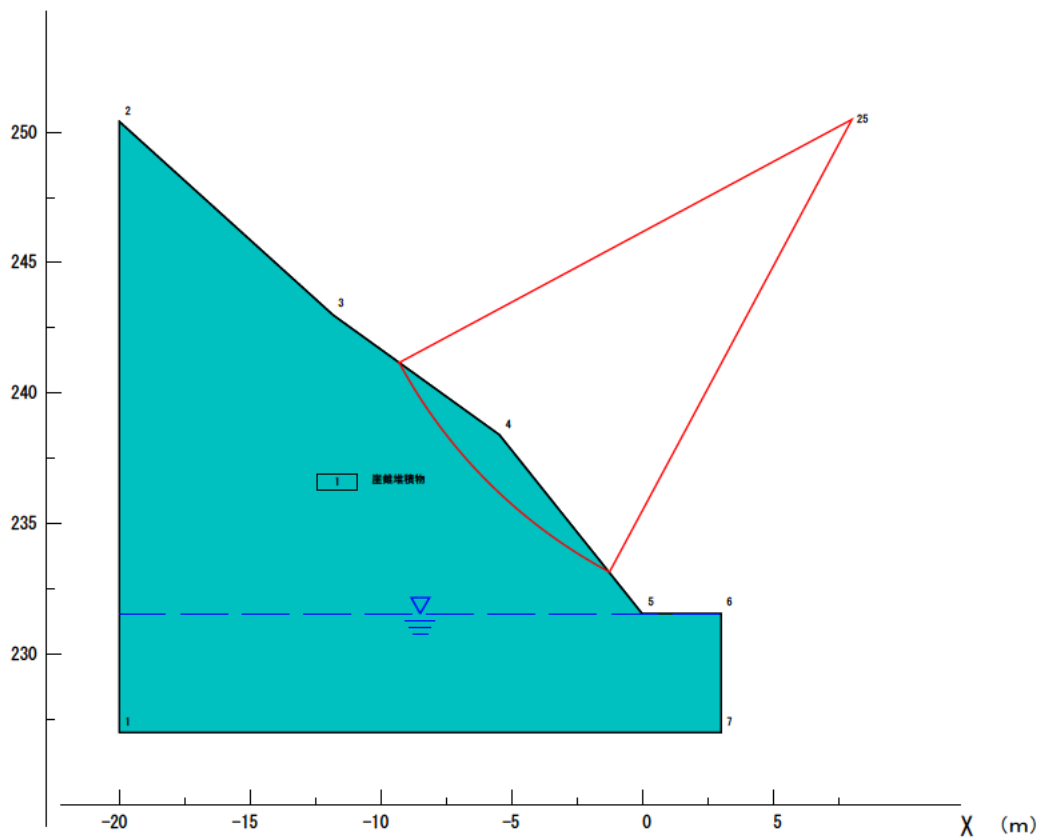


5. 最大抑止力リスト

最大抑止力 (格子のグループ番号 = 1)

常 時		
必要安全率	=	1.200
最大 抑止力 (kN)	=	24.6
安全率	=	1.001
円の中心 X 座標値 (m)	=	8.00
Y 座標値 (m)	=	250.50
円の半径 R (m)	=	19.66
抵抗モーメント (kNm)	=	2425.8
起動モーメント (kNm)	=	2424.5

// 抑止力図 //



WARNING ***1 円弧と地盤の交点が3点以上ある。 COUNT = 1

4.5.3 対策後切土時最小安全率すべりに対する安全率（円弧すべり計算書-3）

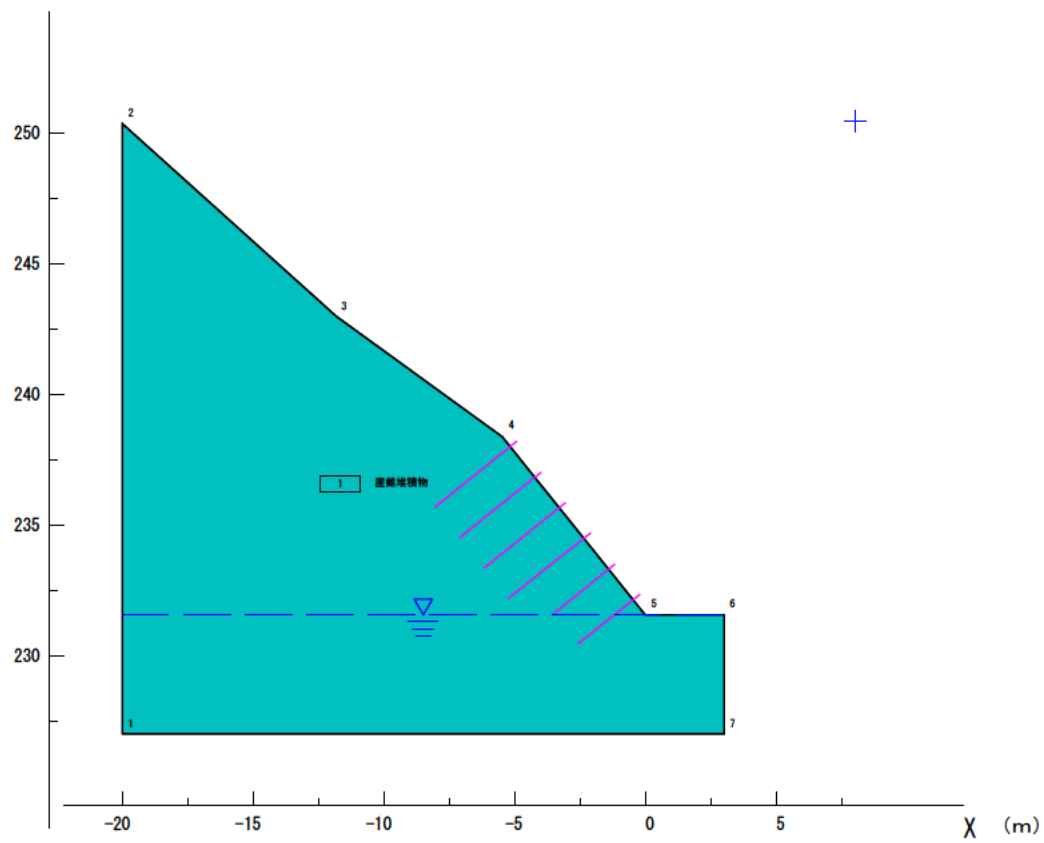
円弧すべり計算

目 次

	ページ
1 . 入力データリスト	1
2 . 半径ごとの安全率リスト	7
3 . 安全率テーブルリスト	8
4 . 最小安全率リスト	9
5 . 切土補強土工法	1 1

1. 入力データリスト

// 設計断面 //



(DATA 01.) // 解析種別 //

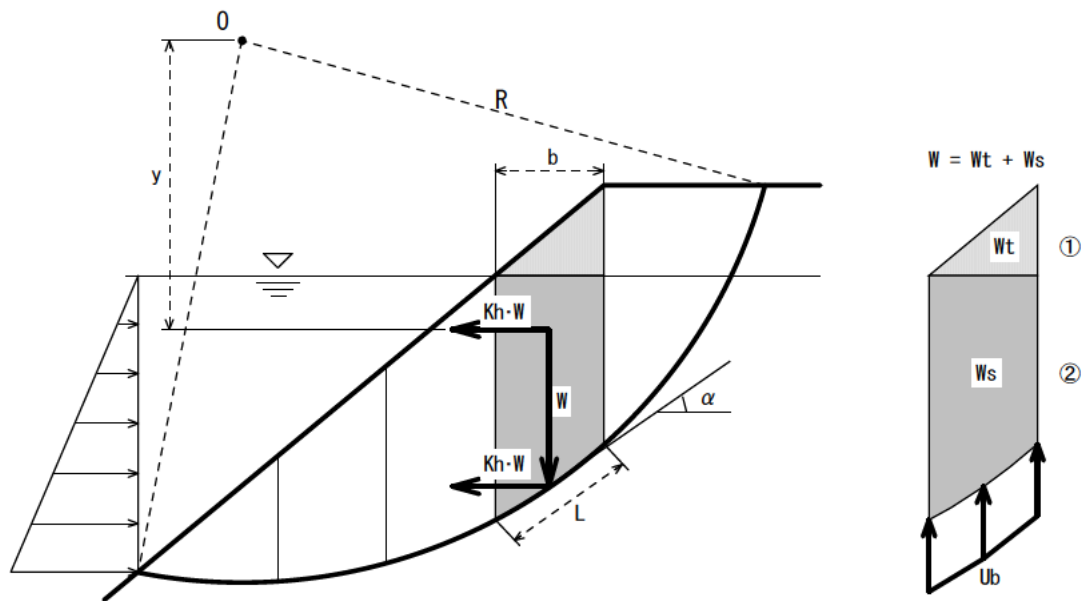
タイトル 迂回路TN終点側坑口 切土時最小安全率すべり
 解析種別 最小安全率計算
 計算方法 道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)(有効応力法)

計算式

$$F_s = \frac{R \Sigma \{ C L + (W \cdot \cos \alpha - U b \cdot \cos \alpha) \tan \phi \}}{R \Sigma W \cdot \sin \alpha}$$

ここに,

F_s : 安全率
 R : すべり円弧の半径 (m)
 C : 粘着力 (kN/m²)
 L : スライス底面の長さ (m)
 W : スライスの全重量 (kN/m)
 α : スライス底面が水平面となす角度 (度)
 U : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m²)
 b : スライスの幅 (m)
 ϕ : 内部摩擦角 (度)



抵抗力の自重Wの扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算 ①

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算 ②

起動力の自重Wの扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算

すべり面に作用する水圧 $U_b \cos \alpha$ で考慮 (修正フェレニウス法)

貯水による側方静水圧 考慮する

(DATA 02.) // コントロール //

二次追求の回数	.....	0 (=0 行わない) (>0 行う)
二次追求の指示	.....	0 (=0 常時) (=1 地震時)
実行	.....	0 (=0 入力データチェック及び, 安定計算を行う) (=1 入力データチェックのみ行う)
最小安全率の基準値	.....	0.000

(DATA 06.) // 節点 //

節点 番号	節点の座標値		沈下前の Y座標値(m)
	X (m)	Y (m)	
1	-20.00	227.00	0.00
2	-20.00	250.39	0.00
3	-11.84	243.00	0.00
4	-5.46	238.40	0.00
5	0.00	231.57	0.00
6	3.00	231.57	0.00
7	3.00	227.00	0.00

(DATA 07.) // 水位線 //

水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.00

節点 番号	水位線の節点座標	
	X (m)	Y (m)
1	-20.00	231.57
2	3.00	231.57

(DATA 08.) // 層の形状 //

地層 番号	土の 特性値番号	地層名
1	1	崖錐堆積物

地層 番号	構成 節点数	地層を構成する節点番号	すべり面の 発生有無
1	7	1 7 6 5 4 3 2	発生する

(DATA 09.1) // 土の特性 //

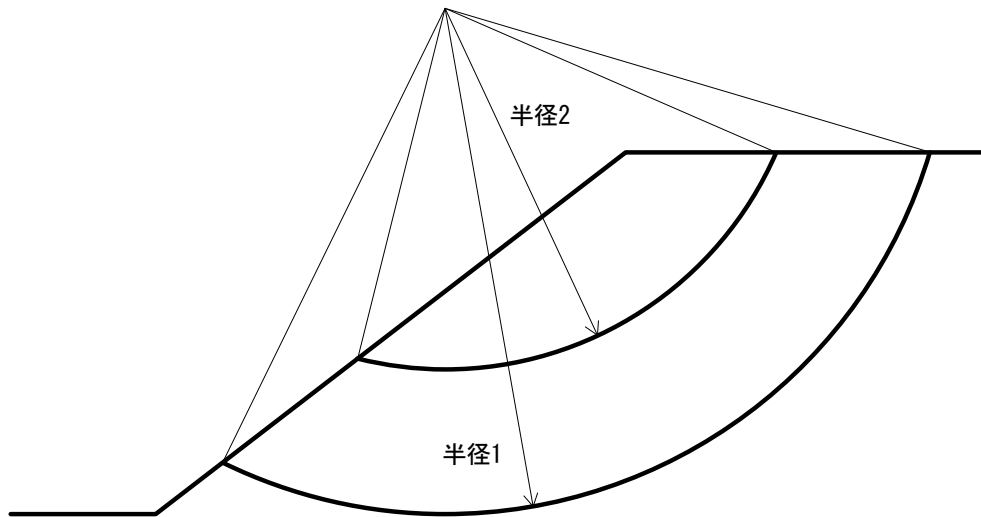
特性 値 番号	飽和単 位体積 重量 (kN/m ³)	湿潤単 位体積 重量 (kN/m ³)	間隙水圧 算定単位 体積重量 (kN/m ³)	係数 α	粘着力 C (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	内部 摩擦角 ϕ (度)	周面摩擦 抵抗 τ (kN/m ²)
1	17.00	17.00	0.00	0.000	5.48	0.00	25.00	80.0

(DATA 11.) // 格子 //

格子 番号	すべり方向	地盤の 二度切り	格子の左上の座標値		格子点数		分割ピッチ		格子の 傾き
			X (m)	Y (m)	X方向	Y方向	X方向(m)	Y方向(m)	
1	右すべり	左側土塊	8.00	250.50	1	1	0.50	0.50	0.000

(DATA 12.) // 半径 // (半径の直接入力)

番号	半径の長さ(m)
1	19.66



(DATA 19.) // 切土補強土工法(ネイリング) //

検討式 $\{MR + R \sum T_m (\cos \beta + \sin \beta * \tan \phi)\} / MD$

許容引抜き力(移動土塊内) T_{1pa} を考慮しない

低減係数 = 0.700

NO	補強材頭部座標値		補強材 打設角 (°)	削孔径 D (m)	補強材長 L (m)	許容付着 応力 τ_c (kN/m ²)	許容引張り力 T_{sa}	
	X (m)	Y (m)					常時 (kN/本)	地震時 (kN/本)
1	-4.92	238.20	141.3	0.0650	4.00	1600.	51.5	77.2
2	-3.98	237.03	141.3	0.0650	4.00	1600.	51.5	77.2
3	-3.05	235.86	141.3	0.0650	4.00	1600.	51.5	77.2
4	-2.11	234.69	141.3	0.0650	4.00	1600.	51.5	77.2
5	-1.17	233.51	141.3	0.0650	3.00	1600.	51.5	77.2
6	-0.23	232.34	141.3	0.0650	3.00	1600.	51.5	77.2

NO	計画安全率		補強材径 d (m)	打設間隔 S_H (m)	のり面工 低減係数 μ
	常時	地震時			
1	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
2	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
3	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
4	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
5	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
6	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000

2. 半径ごとの安全率リスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	安全率	常時	
X (m)	Y (m)			抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
8.00	250.50	19.66	1.274	3089.1	2424.5 ***1

3. 安全率テーブルリスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

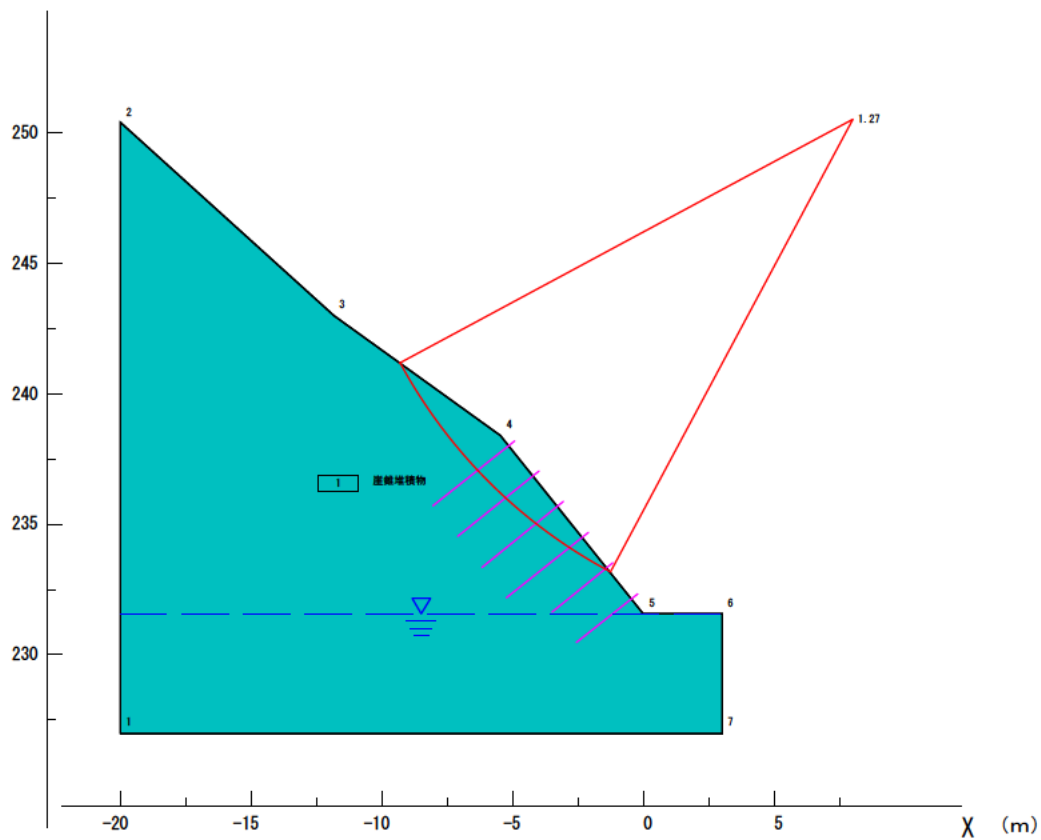
Y(m)	X(m)	8.00
250.50	安全率	1.274
	半径(m)	19.66

4. 最小安全率リスト

最小安全率 (格子のグループ番号 = 1)

常 時 (二次追求の回数 = 0)		
最小安全率	=	1.274
円の中心 X 座標値 (m)	=	8.00
Y 座標値 (m)	=	250.50
円の半径 R (m)	=	19.66
抵抗モーメント (kNm)	=	3089.1
起動モーメント (kNm)	=	2424.5

// 安全率図 //



WARNING ***1 円弧と地盤の交点が3点以上ある。 COUNT = 1

5. 切土補強土工法

切土補強土工法 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常時

最小安全率を示す円弧 $X (m) = 8.00$ $Y (m) = 250.50$ $R (m) = 19.66$

補強材 番号	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 pa (kN)	許容 引抜き力 T 2 pa (kN)	許容 引張力 T s a (kN)	許容 補強材力 T p a (kN)	設計 引張力 T m (kN)	補強材 設置角度 β (°)	T_m *cos β (kN)	T_m *sin β *tan ϕ (kN)	抵抗 モーメント (kN)	起動 モーメント (kN)
1	1.530	2.173	0.0	11.8	34.3	11.8	8.3	85.56	0.6	3.9	88.3	0.0
2	1.354	2.345	0.0	12.8	34.3	12.8	8.9	81.16	1.4	4.1	108.0	0.0
3	1.060	2.643	0.0	14.4	34.3	14.4	10.1	76.72	2.3	4.6	135.4	0.0
4	0.641	3.059	0.0	16.7	34.3	16.7	11.7	72.18	3.6	5.2	171.9	0.0
5	0.085	2.618	0.0	14.3	34.3	14.3	10.0	67.49	3.8	4.3	159.6	0.0
6	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0

4.5.4 対策後最小安全率すべり（円弧すべり計算書-4）

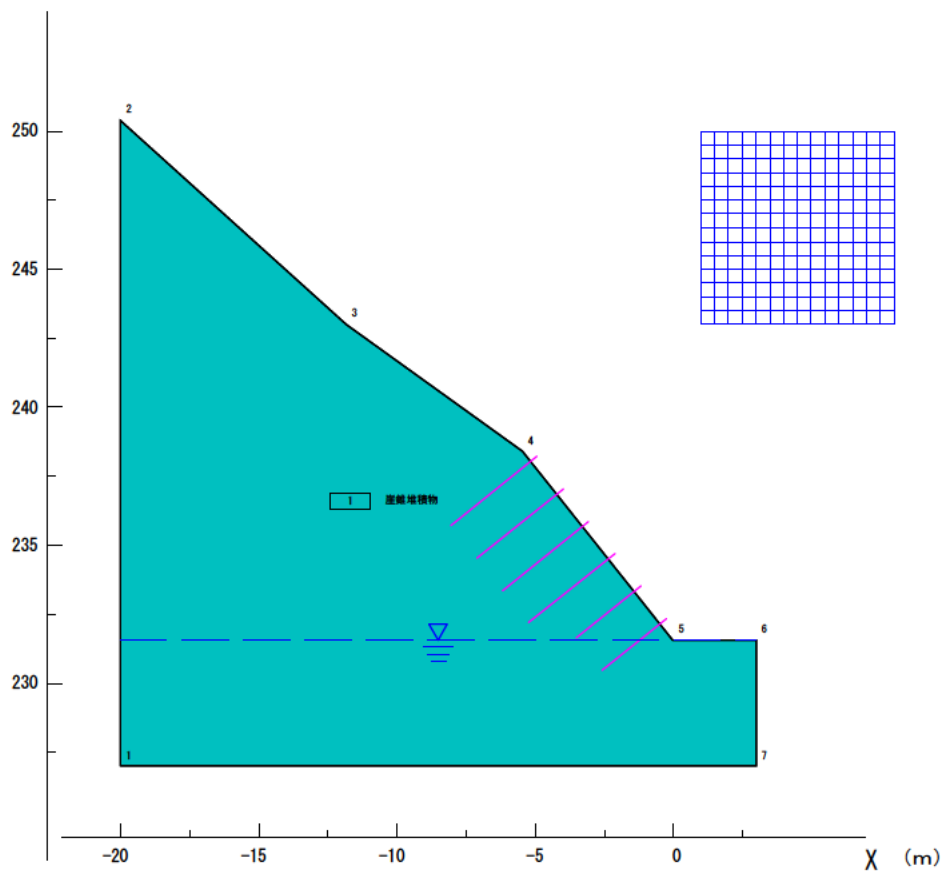
円弧すべり計算

目 次

	ページ
1 . 入力データリスト	1
2 . 半径ごとの安全率リスト	7
3 . 安全率テーブルリスト	2 9
4 . 最小安全率リスト	3 2
5 . 切土補強土工法	3 4

1. 入力データリスト

// 設計断面 //



(DATA 01.) // 解析種別 //

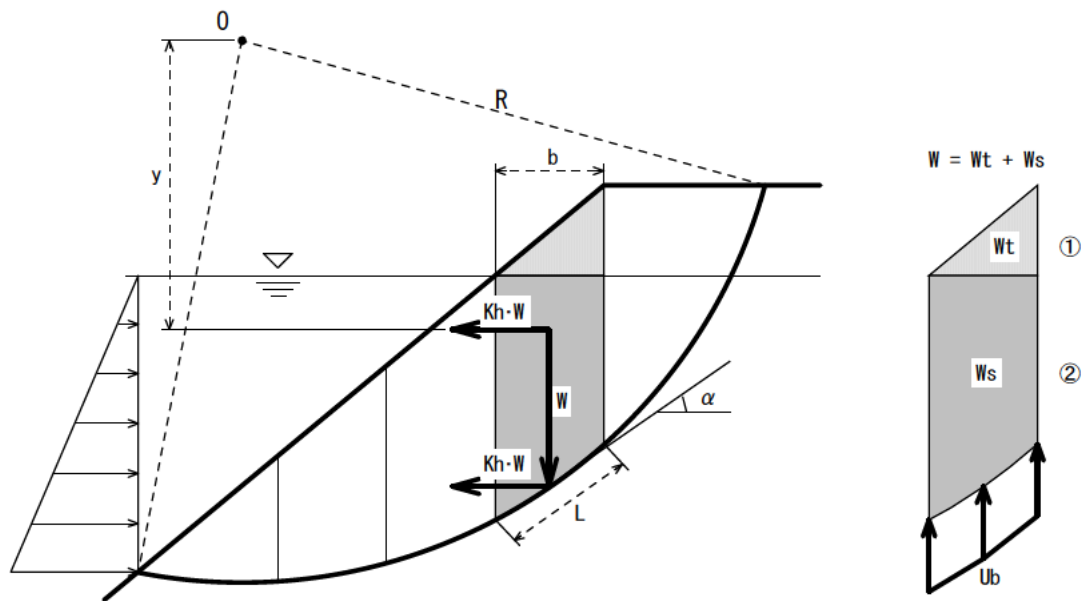
タイトル 迂回路TN終点側坑口 対策後 最小安全率すべり
 解析種別 最小安全率計算
 計算方法 道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)(有効応力法)

計算式

$$F_s = \frac{R \Sigma \{ C L + (W \cdot \cos \alpha - U b \cdot \cos \alpha) \tan \phi \}}{R \Sigma W \cdot \sin \alpha}$$

ここに,

F_s : 安全率
 R : すべり円弧の半径 (m)
 C : 粘着力 (kN/m²)
 L : スライス底面の長さ (m)
 W : スライスの全重量 (kN/m)
 α : スライス底面が水平面となす角度 (度)
 U : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m²)
 b : スライスの幅 (m)
 ϕ : 内部摩擦角 (度)



抵抗力の自重Wの扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算 ①

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算 ②

起動力の自重Wの扱い

水位より上 湿潤重量 γ_t で重量 W_t を計算

水位より下 飽和重量 γ_{sat} で重量 W_s を計算

すべり面に作用する水圧 $U_b \cos \alpha$ で考慮 (修正フェレニウス法)

貯水による側方静水圧 考慮する

(DATA 02.) // コントロール //

二次追求の回数	.....	0 (=0 行わない) (>0 行う)
二次追求の指示	.....	0 (=0 常時) (=1 地震時)
実行	.....	0 (=0 入力データチェック及び, 安定計算を行う) (=1 入力データチェックのみ行う)
最小安全率の基準値	.....	0.000

(DATA 06.) // 節点 //

節点 番号	節点の座標値		沈下前の Y座標値(m)
	X (m)	Y (m)	
1	-20.00	227.00	0.00
2	-20.00	250.39	0.00
3	-11.84	243.00	0.00
4	-5.46	238.40	0.00
5	0.00	231.57	0.00
6	3.00	231.57	0.00
7	3.00	227.00	0.00

(DATA 07.) // 水位線 //

水の単位体積重量 (kN/m³) = 10.00

節点 番号	水位線の節点座標	
	X (m)	Y (m)
1	-20.00	231.57
2	3.00	231.57

(DATA 08.) // 層の形状 //

地層 番号	土の 特性値番号	地層名
1	1	崖錐堆積物

地層 番号	構成 節点数	地層を構成する節点番号	すべり面の 発生有無
1	7	1 7 6 5 4 3 2	発生する

(DATA 09.1) // 土の特性 //

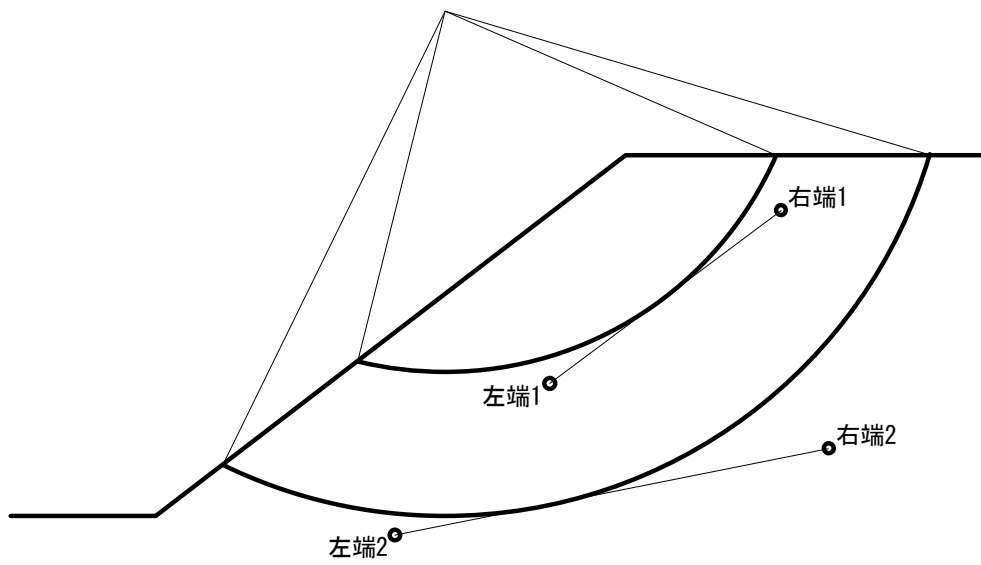
特性 値 番号	飽和単 位体積 重量 (kN/m ³)	湿潤単 位体積 重量 (kN/m ³)	間隙水圧 算定単位 体積重量 (kN/m ³)	係数 α	粘着力 C (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	内部 摩擦角 ϕ (度)	周面摩擦 抵抗 τ (kN/m ²)
1	17.00	17.00	0.00	0.000	5.48	0.00	25.00	80.0

(DATA 11.) // 格子 //

格子 番号	すべり方向	地盤の 二度切り	格子の左上の座標値		格子点数		分割ピッチ		格子の 傾き
			X (m)	Y (m)	X方向	Y方向	X方向(m)	Y方向(m)	
1	右すべり	左側土塊	1.00	250.00	15	15	0.50	0.50	0.000

(DATA 12.) // 半径 // (基線法)

基線番号	左端		右端	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	-20.00	248.24	0.00	231.57
2	-20.00	248.54	0.00	231.87
3	-20.00	248.84	0.00	232.17
4	-20.00	249.14	0.00	232.47



(DATA 19.) // 切土補強土工法(ネイリング) //

検討式 $\{MR + R \sum T_m (\cos \beta + \sin \beta * \tan \phi)\} / MD$

許容引抜き力(移動土塊内) T_{1pa} を考慮しない

低減係数 = 0.700

NO	補強材頭部座標値		補強材 打設角 (°)	削孔径 D (m)	補強材長 L (m)	許容付着 応力 τ_c (kN/m ²)	許容引張り力 T_{sa}	
	X (m)	Y (m)					常時 (kN/本)	地震時 (kN/本)
1	-4.92	238.20	141.3	0.0650	4.00	1600.	51.5	77.2
2	-3.98	237.03	141.3	0.0650	4.00	1600.	51.5	77.2
3	-3.05	235.86	141.3	0.0650	4.00	1600.	51.5	77.2
4	-2.11	234.69	141.3	0.0650	4.00	1600.	51.5	77.2
5	-1.17	233.51	141.3	0.0650	3.00	1600.	51.5	77.2
6	-0.23	232.34	141.3	0.0650	3.00	1600.	51.5	77.2

NO	計画安全率		補強材径 d (m)	打設間隔 S_H (m)	のり面工 低減係数 μ
	常時	地震時			
1	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
2	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
3	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
4	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
5	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000
6	2.000	1.500	0.019	1.50	1.000

2. 半径ごとの安全率リスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
1.00	250.00	14.80	1.275	2339.4	1834.9
		14.57	1.404	2005.9	1428.6
		14.34	1.600	1709.3	1068.0
		14.11	1.671	1256.0	751.8
1.00	249.50	14.41	1.256	2228.6	1773.9
		14.18	1.385	1916.9	1384.4
		13.95	1.574	1632.0	1036.8
		13.72	1.874	1371.8	732.2
1.00	249.00	14.03	1.349	2310.8	1713.5
		13.80	1.366	1828.3	1338.2
		13.57	1.549	1554.9	1003.6
		13.34	1.837	1305.6	710.6
1.00	248.50	13.65	1.331	2198.6	1651.4
		13.41	1.349	1740.1	1290.3
		13.18	1.526	1478.1	968.5
		12.95	1.804	1239.5	687.0
1.00	248.00	13.26	1.315	2087.6	1587.6
		13.03	1.332	1652.5	1240.6
		12.80	1.505	1401.7	931.6
		12.57	1.774	1173.7	661.5
1.00	247.50	12.88	1.299	1978.2	1522.4
		12.65	1.451	1725.7	1189.3
		12.42	1.485	1325.8	893.0
		12.19	1.747	1108.2	634.3
1.00	247.00	12.49	1.285	1870.3	1455.9
		12.26	1.433	1628.7	1136.6
		12.03	1.466	1250.6	852.9
		11.80	1.723	1043.1	605.3
1.00	246.50	12.11	1.271	1764.0	1388.1
		11.88	1.416	1533.3	1082.5
		11.65	1.632	1324.0	811.2
		11.42	1.702	978.7	574.9
1.00	246.00	11.72	1.258	1659.6	1319.3
		11.49	1.401	1439.4	1027.2
		11.26	1.614	1240.0	768.2
		11.03	1.685	914.9	542.9
1.00	245.50	11.34	1.246	1557.0	1249.5
		11.11	1.388	1347.3	970.7
		10.88	1.599	1157.6	723.9
		10.65	1.672	852.0	509.6
1.00	245.00	10.96	1.236	1456.4	1178.8
		10.73	1.376	1256.9	913.3

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時				
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)		
X (m)	Y (m)						
1.00	245.00	10.50	1.587	1076.8	678.5		
		10.27	1.927	915.2	475.0		
1.00	244.50	10.57	1.350	1495.6	1107.5		
		10.34	1.367	1168.4	855.0		
		10.11	1.578	997.6	632.1		
		9.88	1.923	844.7	439.3		
		1.00	244.00	10.19	1.341	1388.7	1035.6
		9.96	1.359	1081.8	796.0		
		9.73	1.573	920.2	584.8		
		9.50	1.927	775.7	402.6		
		1.00	243.50	9.80	1.334	1284.6	963.2
		9.57	1.354	997.3	736.3		
		9.34	1.574	844.6	536.8		
		9.11	1.941	708.4	365.0		
1.00	243.00	9.42	1.329	1183.3	890.6		
		9.19	1.522	1029.3	676.2		
		8.96	1.579	770.9	488.1		
		8.73	1.968	642.8	326.7		
1.50	250.00	15.12	1.347	2563.3	1903.1		
		14.89	1.367	2031.9	1485.9		
		14.66	1.552	1728.7	1113.7		
		14.43	1.844	1451.4	787.3		
1.50	249.50	14.73	1.328	2444.8	1840.6		
		14.50	1.350	1941.3	1438.3		
		14.27	1.529	1650.0	1079.3		
		14.04	1.810	1383.9	764.8		
1.50	249.00	14.35	1.312	2330.5	1776.5		
		14.12	1.333	1851.1	1388.7		
		13.89	1.507	1571.5	1042.9		
		13.66	1.778	1316.5	740.2		
1.50	248.50	13.97	1.296	2217.5	1710.8		
		13.73	1.447	1935.7	1337.3		
		13.50	1.486	1493.4	1004.6		
		13.27	1.750	1249.1	713.6		
1.50	248.00	13.58	1.281	2105.8	1643.4		
		13.35	1.429	1835.4	1284.2		
		13.12	1.468	1415.6	964.5		
		12.89	1.725	1182.1	685.1		
1.50	247.50	13.20	1.267	1995.5	1574.5		
		12.97	1.412	1736.4	1229.5		
		12.74	1.451	1338.5	922.7		
		12.51	1.703	1115.4	654.9		

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
1.50	247.00	12.81	1.254	1886.8	1504.3
		12.58	1.397	1638.9	1173.3
		12.35	1.608	1413.5	879.3
		12.12	1.684	1049.2	622.9
1.50	246.50	12.43	1.242	1779.8	1432.9
		12.20	1.383	1542.8	1115.8
		11.97	1.591	1327.6	834.4
		11.74	1.669	983.7	589.4
1.50	246.00	12.04	1.231	1674.6	1360.3
		11.81	1.370	1448.2	1056.9
		11.58	1.577	1243.1	788.1
		11.35	1.657	918.9	554.4
1.50	245.50	11.66	1.339	1722.9	1286.8
		11.43	1.360	1355.4	997.0
		11.20	1.567	1160.2	740.5
		10.97	1.900	984.6	518.1
1.50	245.00	11.28	1.328	1610.7	1212.4
		11.05	1.351	1264.4	936.0
		10.82	1.559	1078.8	691.8
		10.59	1.898	912.2	480.5
1.50	244.50	10.89	1.320	1501.0	1137.3
		10.66	1.344	1175.2	874.2
		10.43	1.556	999.1	642.1
		10.20	1.904	841.2	441.7
1.50	244.00	10.51	1.313	1394.0	1061.6
		10.28	1.499	1216.3	811.6
		10.05	1.557	921.1	591.5
		9.82	1.920	771.8	402.0
1.50	243.50	10.12	1.309	1289.7	985.5
		9.89	1.498	1121.2	748.4
		9.66	1.564	844.9	540.2
		9.43	1.948	704.0	361.3
1.50	243.00	9.74	1.309	1190.4	909.0
		9.51	1.506	1031.1	684.7
		9.28	1.584	773.3	488.1
		9.05	2.003	640.8	319.9
2.00	250.00	15.44	1.310	2580.5	1969.4
		15.21	1.335	2055.6	1539.6
		14.98	1.510	1746.1	1156.0
		14.75	1.785	1463.0	819.6
2.00	249.50	15.05	1.295	2464.2	1903.4
		14.82	1.446	2152.0	1488.5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
2.00	249.50	14.59	1.490	1665.9	1118.2
		14.36	1.756	1394.1	794.0
2.00	249.00	14.67	1.280	2348.9	1835.5
		14.44	1.427	2048.7	1435.3
		14.21	1.471	1586.0	1078.5
		13.98	1.730	1325.3	766.3
		14.29	1.266	2235.0	1766.0
		14.05	1.410	1946.5	1380.3
		13.82	1.453	1506.4	1036.8
		13.59	1.706	1256.7	736.5
		13.90	1.252	2122.4	1694.8
2.00	248.00	13.67	1.394	1845.5	1323.6
		13.44	1.604	1593.0	993.3
		13.21	1.686	1188.4	704.9
2.00	247.50	13.52	1.240	2011.2	1622.1
		13.29	1.380	1745.7	1265.3
		13.06	1.586	1504.0	948.1
		12.83	1.669	1120.5	671.5
		13.13	1.228	1901.6	1548.0
		12.90	1.367	1647.4	1205.4
		12.67	1.571	1416.2	901.3
		12.44	1.655	1053.1	636.3
		12.75	1.218	1793.7	1472.7
2.00	246.50	12.52	1.355	1550.5	1144.2
		12.29	1.559	1329.7	852.9
		12.06	1.885	1130.3	599.6
2.00	246.00	12.37	1.319	1842.3	1396.3
		12.13	1.345	1455.3	1081.8
		11.90	1.550	1244.6	803.2
		11.67	1.878	1054.7	561.5
		11.98	1.310	1727.4	1318.9
		11.75	1.337	1361.7	1018.1
		11.52	1.543	1161.1	752.2
		11.29	1.878	980.4	521.9
		11.60	1.302	1615.0	1240.6
2.00	245.00	11.37	1.481	1412.4	953.5
		11.14	1.541	1079.0	700.1
		10.91	1.886	907.5	481.1
2.00	244.50	11.21	1.296	1505.1	1161.5
		10.98	1.478	1312.3	888.0
		10.75	1.544	998.6	646.9
		10.52	1.903	836.0	439.2

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
2.00	244.00	10.83	1.292	1397.9	1081.9
		10.60	1.478	1214.5	821.7
		10.37	1.552	920.0	592.9
		10.14	1.933	766.0	396.2
2.00	243.50	10.44	1.292	1294.8	1001.8
		10.21	1.485	1121.0	754.8
		9.98	1.571	845.0	538.0
		9.75	1.986	699.7	352.4
2.00	243.00	10.06	1.298	1196.4	921.4
		9.83	1.502	1032.1	687.4
		9.60	1.834	885.2	482.5
		9.37	2.071	637.4	307.8
2.50	250.00	15.76	1.279	2599.3	2031.8
		15.53	1.427	2268.1	1589.3
		15.30	1.475	1761.2	1194.3
		15.07	1.736	1472.4	848.3
2.50	249.50	15.37	1.265	2481.9	1961.8
		15.14	1.410	2162.9	1534.3
		14.91	1.456	1679.4	1153.1
		14.68	1.711	1402.1	819.3
2.50	249.00	14.99	1.252	2365.6	1890.0
		14.76	1.393	2058.7	1477.4
		14.53	1.602	1778.2	1109.8
		14.30	1.690	1331.9	788.3
2.50	248.50	14.61	1.239	2250.6	1816.4
		14.38	1.379	1955.7	1418.7
		14.14	1.584	1686.3	1064.6
		13.91	1.671	1261.9	755.3
2.50	248.00	14.22	1.227	2137.0	1741.2
		13.99	1.365	1853.8	1358.2
		13.76	1.568	1595.4	1017.5
		13.53	1.655	1192.3	720.3
2.50	247.50	13.84	1.216	2024.9	1664.5
		13.61	1.353	1753.2	1296.1
		13.38	1.554	1505.7	968.8
		13.15	1.643	1123.2	683.6
2.50	247.00	13.45	1.313	2083.2	1586.5
		13.22	1.342	1654.0	1232.5
		12.99	1.543	1417.2	918.4
		12.76	1.865	1202.9	645.2
2.50	246.50	13.07	1.303	1963.3	1507.1
		12.84	1.333	1556.3	1167.5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
2.50	246.50	12.61	1.535	1330.0	866.5
		12.38	1.860	1125.5	605.1
2.50	246.00	12.69	1.294	1845.8	1426.7
		12.45	1.326	1460.2	1101.2
		12.22	1.530	1244.2	813.2
		11.99	1.862	1049.3	563.7
		12.30	1.287	1730.7	1345.2
		12.07	1.463	1512.2	1033.7
		11.84	1.529	1159.9	758.6
		11.61	1.871	974.4	520.8
		11.92	1.281	1618.0	1262.8
2.50	245.00	11.69	1.460	1409.6	965.3
		11.46	1.532	1077.2	702.9
		11.23	1.890	900.8	476.7
		11.53	1.278	1507.7	1179.7
		11.30	1.461	1309.2	895.9
		11.07	1.542	996.0	646.1
		10.84	1.921	828.7	431.4
		11.15	1.278	1401.0	1096.0
2.50	244.00	10.92	1.468	1212.3	825.7
		10.69	1.772	1042.7	588.4
		10.46	1.971	759.3	385.1
		10.76	1.284	1299.4	1011.8
		10.53	1.484	1120.5	754.9
		10.30	1.812	960.1	530.0
		10.07	2.056	694.7	337.9
		10.38	1.295	1200.7	927.2
2.50	243.00	10.15	1.509	1031.5	683.6
		9.92	1.869	880.0	470.9
		9.69	2.179	631.9	290.0
		16.08	1.252	2616.1	2089.4
		15.85	1.394	2278.3	1634.4
		15.62	1.444	1773.7	1228.3
		15.39	1.695	1479.5	872.8
		15.69	1.239	2497.6	2015.3
3.00	249.50	15.46	1.379	2172.1	1575.5
		15.23	1.584	1874.1	1183.4
		15.00	1.675	1407.7	840.4
		15.31	1.227	2380.3	1939.4
		15.08	1.365	2067.0	1514.7
3.00	249.00	14.85	1.567	1780.5	1136.5
		14.62	1.658	1336.1	806.0

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
3.00	248.50	14.93	1.216	2264.2	1861.7
		14.70	1.352	1962.9	1452.0
		14.46	1.552	1687.8	1087.6
		14.23	1.644	1264.7	769.5
3.00	248.00	14.54	1.309	2332.7	1782.3
		14.31	1.340	1860.1	1387.6
		14.08	1.539	1596.1	1036.8
		13.85	1.855	1356.5	731.1
3.00	247.50	14.16	1.298	2208.2	1701.5
		13.93	1.331	1758.6	1321.6
		13.70	1.530	1505.5	984.3
		13.47	1.847	1276.2	690.9
3.00	247.00	13.77	1.288	2085.9	1619.2
		13.54	1.323	1658.5	1254.0
		13.31	1.522	1416.2	930.2
		13.08	1.844	1196.9	649.0
3.00	246.50	13.39	1.280	1965.7	1535.7
		13.16	1.452	1720.5	1185.0
		12.93	1.519	1328.2	874.6
		12.70	1.848	1118.8	605.6
3.00	246.00	13.01	1.273	1847.8	1451.0
		12.77	1.447	1613.2	1114.8
		12.54	1.519	1241.6	817.6
		12.31	1.858	1041.9	560.6
3.00	245.50	12.62	1.269	1732.2	1365.3
		12.39	1.445	1508.1	1043.3
		12.16	1.523	1156.5	759.3
		11.93	1.879	966.2	514.3
3.00	245.00	12.24	1.266	1619.1	1278.7
		12.01	1.447	1405.1	970.9
		11.78	1.533	1072.9	699.8
		11.55	1.911	891.9	466.7
3.00	244.50	11.85	1.266	1508.7	1191.3
		11.62	1.454	1304.8	897.5
		11.39	1.754	1121.1	639.3
		11.16	1.960	819.4	418.0
3.00	244.00	11.47	1.272	1403.9	1103.3
		11.24	1.470	1210.2	823.3
		11.01	1.793	1035.9	577.9
		10.78	2.043	752.5	368.3
3.00	243.50	11.08	1.283	1302.0	1014.9
		10.85	1.494	1118.2	748.5

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
3.00	243.50	10.62	1.849	953.2	515.6
		10.39	2.163	687.3	317.7
3.00	243.00	10.70	1.399	1295.5	926.0
		10.47	1.529	1028.9	673.1
		10.24	1.928	873.0	452.8
		10.01	2.342	623.9	266.4
3.50	250.00	16.40	1.228	2630.9	2141.9
		16.17	1.366	2286.5	1674.5
		15.94	1.567	1970.9	1257.6
		15.71	1.662	1484.0	892.9
3.50	249.50	16.01	1.217	2511.2	2063.5
		15.78	1.352	2179.3	1611.6
		15.55	1.551	1875.4	1208.9
		15.32	1.646	1410.7	857.0
3.50	249.00	15.63	1.206	2392.6	1983.3
		15.40	1.340	2073.1	1546.7
		15.17	1.538	1780.8	1158.1
		14.94	1.633	1337.6	818.9
3.50	248.50	15.25	1.295	2461.5	1901.3
		15.02	1.330	1968.0	1479.9
		14.78	1.526	1687.2	1105.3
		14.55	1.839	1432.0	778.8
3.50	248.00	14.86	1.284	2334.6	1817.6
		14.63	1.321	1864.1	1411.4
		14.40	1.518	1594.6	1050.7
		14.17	1.832	1349.9	736.9
3.50	247.50	14.48	1.276	2209.7	1732.4
		14.25	1.313	1761.6	1341.3
		14.02	1.512	1503.2	994.4
		13.79	1.831	1268.8	693.1
3.50	247.00	14.09	1.268	2086.9	1645.8
		13.86	1.438	1825.1	1269.6
		13.63	1.509	1413.0	936.4
		13.40	1.836	1188.8	647.6
3.50	246.50	13.71	1.262	1966.3	1557.9
		13.48	1.434	1715.3	1196.5
		13.25	1.510	1324.1	876.9
		13.02	1.848	1109.9	600.6
3.50	246.00	13.33	1.258	1847.9	1468.9
		13.09	1.433	1607.7	1122.1
		12.86	1.515	1236.6	816.0
		12.63	1.870	1032.2	552.0

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
3.50	245.50	12.94	1.256	1731.8	1378.8
		12.71	1.435	1502.1	1046.5
		12.48	1.717	1294.4	753.8
		12.25	1.903	955.7	502.2
3.50	245.00	12.56	1.256	1618.1	1287.8
		12.33	1.442	1398.7	969.9
		12.10	1.739	1200.7	690.5
		11.87	1.952	880.6	451.0
3.50	244.50	12.17	1.262	1509.9	1196.0
		11.94	1.458	1301.0	892.4
		11.71	1.777	1112.6	626.1
		11.48	2.033	810.9	398.8
3.50	244.00	11.79	1.366	1507.9	1103.6
		11.56	1.482	1206.2	814.0
		11.33	1.832	1027.4	560.8
		11.10	2.151	743.3	345.6
3.50	243.50	11.41	1.383	1397.7	1010.7
		11.17	1.515	1113.9	735.0
		10.94	1.909	944.5	494.7
		10.71	2.324	677.4	291.5
3.50	243.00	11.02	1.407	1291.0	917.4
		10.79	1.563	1024.5	655.5
		10.56	2.019	864.2	428.0
		10.33	3.042	720.1	236.7
4.00	250.00	16.72	1.208	2643.2	2188.8
		16.49	1.341	2292.5	1709.2
		16.26	1.538	1971.1	1281.7
		16.03	1.636	1485.8	908.2
4.00	249.50	16.33	1.293	2722.8	2106.0
		16.10	1.330	2184.1	1642.0
		15.87	1.525	1874.6	1229.0
		15.64	1.834	1592.6	868.5
4.00	249.00	15.95	1.282	2591.6	2021.2
		15.72	1.320	2076.8	1572.9
		15.49	1.515	1779.0	1174.2
		15.26	1.824	1507.9	826.7
4.00	248.50	15.57	1.273	2462.3	1934.7
		15.34	1.312	1970.6	1501.9
		15.11	1.507	1684.4	1117.5
		14.87	1.819	1424.1	782.9
4.00	248.00	15.18	1.264	2334.9	1846.6
		14.95	1.431	2044.6	1429.2

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
4.00	248.00	14.72	1.502	1590.8	1058.9
		14.49	1.819	1341.2	737.3
4.00	247.50	14.80	1.258	2209.4	1756.9
		14.57	1.425	1930.6	1354.8
		14.34	1.501	1498.4	998.5
		14.11	1.826	1259.2	689.8
4.00	247.00	14.41	1.252	2086.0	1665.8
		14.18	1.422	1818.4	1278.8
		13.95	1.503	1407.3	936.6
		13.72	1.839	1178.3	640.6
4.00	246.50	14.03	1.249	1964.8	1573.4
		13.80	1.422	1708.3	1201.4
		13.57	1.509	1317.4	873.1
		13.34	1.862	1098.5	589.9
4.00	246.00	13.65	1.247	1845.9	1479.8
		13.42	1.425	1600.1	1122.8
		13.18	1.705	1377.6	808.2
		12.95	1.897	1020.0	537.6
4.00	245.50	13.26	1.248	1729.1	1385.2
		13.03	1.433	1494.1	1042.9
		12.80	1.727	1281.4	742.0
		12.57	1.947	942.6	484.1
4.00	245.00	12.88	1.342	1731.1	1289.7
		12.65	1.448	1392.8	962.0
		12.42	1.764	1190.1	674.7
		12.19	2.026	869.7	429.3
4.00	244.50	12.49	1.353	1614.6	1193.3
		12.26	1.471	1295.1	880.2
		12.03	1.818	1102.3	606.3
		11.80	2.141	799.7	373.5
4.00	244.00	12.11	1.369	1501.3	1096.4
		11.88	1.505	1200.0	797.5
		11.65	1.893	1016.7	537.0
		11.42	2.310	731.4	316.7
4.00	243.50	11.73	1.393	1391.3	998.8
		11.49	1.550	1107.4	714.2
		11.26	1.999	933.5	466.9
		11.03	2.998	776.8	259.1
4.00	243.00	11.34	1.429	1287.9	901.0
		11.11	1.765	1112.5	630.4
		10.88	2.162	856.7	396.2
		10.65	3.526	708.2	200.9

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
4.50	250.00	17.04	1.281	2856.5	2229.6
		16.81	1.321	2296.1	1738.1
		16.58	1.514	1969.0	1300.3
		16.35	1.819	1670.7	918.2
4.50	249.50	16.65	1.271	2722.9	2142.2
		16.42	1.312	2186.5	1666.5
		16.19	1.505	1871.4	1243.5
		15.96	1.811	1584.4	874.7
4.50	249.00	16.27	1.262	2591.1	2052.8
		16.04	1.426	2271.5	1593.0
		15.81	1.498	1774.7	1184.6
		15.58	1.808	1498.8	829.1
4.50	248.50	15.89	1.255	2461.1	1961.7
		15.66	1.419	2153.4	1517.7
		15.43	1.494	1679.1	1123.7
		15.19	1.809	1414.0	781.5
4.50	248.00	15.50	1.248	2333.0	1868.9
		15.27	1.414	2037.0	1440.5
		15.04	1.493	1584.5	1061.0
		14.81	1.817	1330.1	732.0
4.50	247.50	15.12	1.244	2207.0	1774.6
		14.89	1.412	1922.4	1361.7
		14.66	1.496	1491.1	996.5
		14.43	1.832	1247.2	680.7
4.50	247.00	14.73	1.241	2082.9	1678.8
		14.50	1.412	1809.8	1281.3
		14.27	1.679	1561.6	930.4
		14.04	1.857	1165.3	627.7
4.50	246.50	14.35	1.240	1961.1	1581.7
		14.12	1.416	1699.0	1199.5
		13.89	1.694	1461.3	862.7
		13.66	1.892	1084.6	573.2
4.50	246.00	13.97	1.241	1841.4	1483.5
		13.74	1.424	1590.3	1116.4
		13.50	1.717	1362.8	793.7
		13.27	1.943	1005.0	517.2
4.50	245.50	13.58	1.331	1842.1	1384.1
		13.35	1.439	1485.6	1032.2
		13.12	1.753	1268.2	723.4
		12.89	2.020	928.9	459.9
4.50	245.00	13.20	1.342	1722.6	1283.9
		12.97	1.463	1385.0	946.8

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
4.50	245.00	12.74	1.807	1177.8	652.0
		12.51	2.134	856.6	401.4
4.50	244.50	12.81	1.358	1606.2	1182.9
		12.58	1.495	1287.0	860.6
		12.35	1.880	1089.6	579.5
		12.12	2.666	911.5	341.9
4.50	244.00	12.43	1.381	1493.0	1081.2
		12.20	1.540	1191.4	773.5
		11.97	1.983	1003.7	506.1
		11.74	2.963	834.2	281.5
4.50	243.50	12.05	1.415	1385.6	978.9
		11.81	1.744	1196.0	685.8
		11.58	2.137	923.2	432.0
		11.35	3.457	761.9	220.4
4.50	243.00	11.66	1.464	1283.0	876.3
		11.43	1.847	1103.3	597.5
		11.20	2.370	846.8	357.3
		10.97	4.366	693.2	158.8
5.00	250.00	17.36	1.261	2855.3	2263.9
		17.13	1.305	2296.9	1760.7
		16.90	1.496	1964.4	1313.0
		16.67	1.800	1661.1	922.8
5.00	249.50	16.97	1.253	2721.0	2171.7
		16.74	1.415	2383.4	1684.7
		16.51	1.490	1865.7	1251.9
		16.28	1.798	1573.7	875.3
5.00	249.00	16.59	1.246	2588.4	2077.6
		16.36	1.409	2263.0	1606.6
		16.13	1.487	1767.9	1188.7
		15.90	1.801	1487.1	825.8
5.00	248.50	16.21	1.240	2457.7	1981.7
		15.98	1.405	2144.3	1526.7
		15.75	1.487	1671.1	1123.6
		15.51	1.810	1401.3	774.2
5.00	248.00	15.82	1.236	2328.9	1884.1
		15.59	1.403	2027.3	1445.0
		15.36	1.491	1575.4	1056.6
		15.13	1.826	1316.4	720.8
5.00	247.50	15.44	1.234	2202.1	1784.9
		15.21	1.404	1912.1	1361.6
		14.98	1.669	1648.3	987.8
		14.75	1.852	1232.5	665.5

***1

***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
5.00	247.00	15.05	1.233	2077.3	1684.4
		14.82	1.409	1798.8	1276.7
		14.59	1.685	1545.7	917.5
		14.36	1.889	1149.6	608.6
5.00	246.50	14.67	1.316	2082.0	1582.5
		14.44	1.418	1687.4	1190.4
		14.21	1.709	1444.8	845.6
		13.98	1.941	1067.8	550.2
5.00	246.00	14.29	1.321	1954.3	1479.4
		14.06	1.432	1579.2	1102.7
		13.82	1.744	1346.9	772.3
		13.59	2.016	988.5	490.4
5.00	245.50	13.90	1.332	1831.8	1375.2
		13.67	1.456	1475.8	1013.9
		13.44	1.797	1254.0	697.8
		13.21	2.128	913.8	429.3
5.00	245.00	13.52	1.348	1712.4	1270.1
		13.29	1.488	1374.8	924.0
		13.06	1.870	1163.2	622.2
		12.83	2.647	971.7	367.1
5.00	244.50	13.13	1.371	1596.0	1164.3
		12.90	1.658	1381.6	833.2
		12.67	1.970	1074.6	545.5
		12.44	2.934	891.9	303.9
5.00	244.00	12.75	1.404	1484.6	1057.7
		12.52	1.727	1280.4	741.6
		12.29	2.116	990.3	468.0
		12.06	3.401	816.0	240.0
5.00	243.50	12.37	1.450	1378.6	950.6
		12.13	1.825	1184.7	649.3
		11.90	2.338	911.1	389.8
		11.67	4.246	744.8	175.4
5.00	243.00	11.98	1.514	1276.3	843.1
		11.75	1.963	1092.4	556.5
		11.52	2.684	834.5	311.0
		11.29	5.097	582.7	114.3
5.50	250.00	17.68	1.245	2851.9	2291.4
		17.45	1.405	2496.0	1776.7
		17.22	1.483	1957.1	1319.5
		16.99	1.789	1649.0	921.6
5.50	249.50	17.29	1.238	2716.7	2194.2
		17.06	1.399	2373.4	1696.1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
5.50	249.50	16.83	1.481	1857.2	1253.9
		16.60	1.794	1560.5	870.0
5.50	249.00	16.91	1.233	2583.4	2095.2
		16.68	1.396	2252.3	1613.3
		16.45	1.482	1758.2	1186.4
		16.22	1.804	1472.8	816.4
5.50	248.50	16.53	1.229	2451.9	1994.3
		16.30	1.395	2132.9	1528.7
		16.07	1.649	1842.1	1116.8
		15.84	1.822	1385.9	760.8
5.50	248.00	16.14	1.228	2322.3	1891.8
		15.91	1.397	2015.2	1442.4
		15.68	1.660	1735.5	1045.4
		15.45	1.848	1299.9	703.3
5.50	247.50	15.76	1.228	2194.6	1787.7
		15.53	1.402	1899.3	1354.3
		15.30	1.677	1630.6	972.3
		15.07	1.886	1214.9	644.1
5.50	247.00	15.37	1.307	2198.9	1682.2
		15.14	1.412	1785.3	1264.7
		14.91	1.702	1527.3	897.6
		14.68	1.939	1130.9	583.2
5.50	246.50	14.99	1.312	2067.5	1575.3
		14.76	1.426	1673.6	1173.7
		14.53	1.736	1426.2	821.4
		14.30	2.013	1048.4	520.9
5.50	246.00	14.61	1.324	1942.1	1467.2
		14.38	1.449	1567.4	1081.4
		14.15	1.789	1330.7	743.8
		13.91	2.124	971.3	457.2
5.50	245.50	14.22	1.340	1819.6	1358.1
		13.99	1.482	1463.5	987.9
		13.76	1.861	1237.3	665.0
		13.53	2.631	1032.3	392.3
5.50	245.00	13.84	1.362	1700.1	1248.0
		13.61	1.646	1470.7	893.3
		13.38	1.959	1146.0	585.0
		13.15	2.911	949.9	326.4
5.50	244.50	13.45	1.394	1584.7	1137.2
		13.22	1.712	1365.7	797.8
		12.99	2.099	1058.1	504.1
		12.76	3.354	870.5	259.6

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
5.50	244.00	13.07	1.439	1475.4	1025.6	***1
		12.84	1.806	1267.0	701.6	***1
		12.61	2.310	976.0	422.4	
		12.38	4.146	796.5	192.1	
5.50	243.50	12.69	1.499	1369.6	913.5	***1
		12.46	1.937	1171.5	604.7	***1
		12.22	2.636	896.4	340.0	***1
		11.99	5.604	708.3	126.4	
5.50	243.00	12.30	1.582	1267.4	801.0	***1
		12.07	2.128	1079.4	507.3	***1
		11.84	3.159	813.6	257.6	***1
		11.61	7.370	533.1	72.3	
6.00	250.00	18.00	1.231	2846.0	2311.5	
		17.77	1.391	2484.4	1785.8	
		17.54	1.476	1946.9	1319.3	
		17.31	1.787	1634.2	914.3	
6.00	249.50	17.61	1.227	2710.0	2209.3	
		17.38	1.389	2361.0	1700.3	
		17.15	1.477	1845.7	1249.3	
		16.92	1.799	1544.6	858.6	
6.00	249.00	17.23	1.224	2575.7	2105.1	
		17.00	1.388	2239.1	1612.8	
		16.77	1.641	1932.0	1177.2	
		16.54	1.818	1455.6	800.8	
6.00	248.50	16.85	1.222	2443.3	1999.2	
		16.62	1.391	2119.0	1523.4	
		16.39	1.653	1823.2	1103.2	
		16.16	1.846	1367.6	741.0	
6.00	248.00	16.46	1.297	2453.7	1891.6	
		16.23	1.397	2000.5	1432.2	
		16.00	1.670	1716.0	1027.3	
		15.77	1.884	1280.4	679.4	
6.00	247.50	16.08	1.300	2316.7	1782.4	
		15.85	1.407	1883.8	1339.3	
		15.62	1.696	1610.3	949.7	
		15.39	1.938	1194.2	616.2	
6.00	247.00	15.69	1.305	2182.2	1671.8	
		15.46	1.421	1769.1	1244.9	
		15.23	1.730	1506.4	870.5	
		15.00	2.012	1109.0	551.3	
6.00	246.50	15.31	1.316	2053.4	1559.8	***1
		15.08	1.444	1659.7	1149.1	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
6.00	246.50	14.85	1.783	1407.9	789.8	
		14.62	2.432	1179.6	485.0	
6.00	246.00	14.93	1.333	1927.8	1446.6	***1
		14.70	1.590	1672.3	1052.0	
		14.47	1.853	1311.9	707.9	
6.00	245.50	14.23	2.618	1093.1	417.4	
		14.54	1.355	1805.2	1332.4	***1
		14.31	1.636	1560.6	953.7	***1
6.00	245.00	14.08	1.950	1217.9	624.7	
		13.85	2.891	1008.2	348.7	
		14.16	1.385	1685.8	1217.2	***1
		13.93	1.699	1451.8	854.4	***1
6.00	244.50	13.70	2.084	1126.3	540.4	
		13.47	3.314	925.2	279.1	
		13.77	1.429	1573.2	1101.2	***1
		13.54	1.790	1350.1	754.1	***1
6.00	244.00	13.31	2.288	1041.3	455.2	***1
		13.08	4.063	848.5	208.8	
		13.39	1.487	1464.1	984.6	***1
		13.16	1.916	1251.5	653.1	***1
6.00	243.50	12.93	2.596	958.8	369.3	***1
		12.70	5.483	762.1	139.0	
		13.01	1.566	1358.4	867.4	***1
		12.78	2.096	1156.1	551.5	***1
6.00	243.00	12.54	999.999	328.7	-0.0	***1
		12.31	7.201	576.4	80.0	***1
		12.62	1.677	1257.3	749.8	***1
		12.39	2.370	1065.2	449.5	***1
6.50	250.00	12.16	3.451	699.2	202.6	***1
		11.93	13.421	472.2	35.2	***1
		18.32	1.221	2837.4	2323.9	
		18.09	1.382	2470.3	1787.5	
6.50	249.50	17.86	1.627	2134.7	1312.2	
		17.63	1.795	1616.5	900.6	
		17.93	1.218	2700.4	2216.5	
		17.70	1.382	2346.1	1697.1	
6.50	249.00	17.47	1.634	2022.3	1237.6	
		17.24	1.815	1525.6	840.6	
		17.55	1.217	2565.2	2107.1	
		17.32	1.386	2223.4	1604.6	
		17.09	1.646	1911.3	1160.9	
		16.86	1.844	1435.5	778.6	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時		
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)
X (m)	Y (m)				
6.50	248.50	17.17	1.290	2575.2	1996.0
		16.94	1.392	2102.3	1510.3
		16.71	1.665	1801.8	1082.3
		16.48	1.884	1346.1	714.7
6.50	248.00	16.78	1.293	2435.4	1883.1
		16.55	1.402	1983.0	1414.1
		16.32	1.691	1693.8	1001.8
		16.09	1.938	1257.7	649.0
6.50	247.50	16.40	1.299	2298.0	1768.7
		16.17	1.417	1865.5	1316.3
		15.94	1.726	1587.4	919.6
		15.71	2.012	1170.3	581.6
6.50	247.00	16.01	1.310	2165.6	1652.8
		15.78	1.440	1752.6	1217.0
		15.55	1.777	1485.6	835.9
		15.32	2.424	1243.0	512.7
6.50	246.50	15.63	1.327	2037.0	1535.6
		15.40	1.582	1765.7	1116.3
		15.17	1.847	1386.9	750.8
		14.94	2.608	1154.1	442.5
6.50	246.00	15.25	1.349	1911.3	1417.2
		15.02	1.628	1651.1	1014.3
		14.79	1.942	1290.3	664.3
		14.55	2.875	1066.7	371.1
6.50	245.50	14.86	1.378	1788.5	1297.8
		14.63	1.689	1539.2	911.1
		14.40	2.073	1195.7	576.7
		14.17	3.284	980.9	298.7
6.50	245.00	14.48	1.420	1672.0	1177.4
		14.25	1.777	1433.9	807.0
		14.02	2.268	1107.1	488.1
		13.79	3.993	900.6	225.5
6.50	244.50	14.09	1.477	1559.5	1056.2
		13.86	1.898	1332.1	701.9
		13.63	2.563	1021.7	398.6
		13.40	5.370	817.1	152.2
6.50	244.00	13.71	1.552	1450.4	934.3
		13.48	2.069	1233.6	596.1
		13.25	3.042	938.6	308.6
		13.02	7.044	620.7	88.1
6.50	243.50	13.33	1.787	1451.0	811.9
		13.10	2.324	1138.5	489.8

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
6.50	243.50	12.86	3.398	754.7	222.1	***1
		12.63	12.988	508.5	39.2	***1
6.50	243.00	12.94	1.954	1346.7	689.1	***1
		12.71	2.699	1039.1	384.9	***1
		12.48	4.409	655.9	148.8	***1
		12.25	29.284	207.3	7.1	***1
7.00	250.00	18.64	1.214	2825.9	2328.3	
		18.41	1.377	2453.5	1781.6	
		18.18	1.628	2113.0	1298.0	
		17.95	1.813	1595.8	880.4	
7.00	249.50	18.25	1.283	2842.4	2215.5	
		18.02	1.381	2328.4	1686.1	
		17.79	1.641	1999.8	1218.6	
		17.56	1.842	1503.5	816.1	
7.00	249.00	17.87	1.284	2697.5	2100.8	
		17.64	1.388	2204.7	1588.5	
		17.41	1.660	1888.0	1137.2	
		17.18	1.883	1412.1	749.8	
7.00	248.50	17.49	1.288	2555.0	1984.3	***1
		17.26	1.399	2082.8	1489.1	
		17.03	1.687	1777.6	1053.9	
		16.80	1.939	1321.5	681.6	
7.00	248.00	17.10	1.294	2414.7	1866.1	***1
		16.87	1.414	1962.6	1388.0	
		16.64	1.723	1668.8	968.8	
		16.41	2.013	1231.7	611.7	
7.00	247.50	16.72	1.305	2278.7	1746.3	***1
		16.49	1.540	1979.7	1285.2	***1
		16.26	1.773	1563.6	882.0	
		16.03	2.418	1306.6	540.3	
7.00	247.00	16.33	1.321	2147.1	1625.1	***1
		16.10	1.575	1859.7	1180.8	***1
		15.87	1.843	1462.4	793.7	
		15.64	2.600	1215.3	467.4	
7.00	246.50	15.95	1.343	2018.2	1502.5	***1
		15.72	1.621	1742.3	1075.1	***1
		15.49	1.936	1363.0	704.0	***1
		15.26	2.862	1125.4	393.3	
7.00	246.00	15.57	1.372	1892.2	1378.8	***1
		15.34	1.681	1627.5	968.1	***1
		15.11	2.065	1265.7	613.0	***1
		14.88	3.260	1037.0	318.1	

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
7.00	245.50	15.18	1.413	1771.7	1254.0	***1
		14.95	1.765	1518.3	860.0	***1
		14.72	2.252	1173.4	521.0	***1
		14.49	3.935	953.0	242.2	
7.00	245.00	14.80	1.468	1655.8	1128.2	***1
		14.57	1.882	1413.5	750.9	***1
		14.34	2.534	1084.9	428.1	***1
		14.11	5.258	871.9	165.8	***1
7.00	244.50	14.41	1.541	1543.3	1001.7	***1
		14.18	2.046	1311.8	641.0	***1
		13.95	2.986	998.8	334.4	***1
		13.72	6.896	666.0	96.6	***1
7.00	244.00	14.03	1.765	1543.8	874.5	***1
		13.80	2.287	1213.3	530.4	***1
		13.57	3.709	899.1	242.4	***1
		13.34	12.608	546.6	43.4	***1
7.00	243.50	13.65	1.922	1435.2	746.9	***1
		13.42	2.657	1115.3	419.8	***1
		13.19	4.334	706.3	163.0	***1
		12.95	27.611	226.0	8.2	***1
7.00	243.00	13.26	2.148	1329.3	618.9	***1
		13.03	2.882	919.7	319.1	***1
		12.80	6.183	604.7	97.8	***1
		12.57	4.371	103.2	23.6	***6
7.50	250.00	18.96	1.277	2968.3	2324.3	
		18.73	1.377	2433.8	1767.7	
		18.50	1.636	2088.6	1276.3	
		18.27	1.842	1571.7	853.4	
7.50	249.50	18.58	1.279	2820.7	2206.0	***1
		18.34	1.384	2307.7	1667.0	
		18.11	1.656	1974.5	1192.2	
		17.88	1.884	1478.1	784.7	
7.50	249.00	18.19	1.283	2675.3	2085.8	***1
		17.96	1.396	2183.1	1564.3	
		17.73	1.683	1861.8	1105.9	
		17.50	1.940	1385.3	714.1	
7.50	248.50	17.81	1.289	2532.2	1963.8	***1
		17.58	1.411	2060.2	1459.7	***1
		17.35	1.720	1750.5	1017.9	
		17.12	2.288	1468.5	641.7	
7.50	248.00	17.42	1.300	2392.5	1840.1	***1
		17.19	1.535	2077.0	1353.4	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
7.50	248.00	16.96	1.769	1642.0	928.0	
		16.73	2.414	1370.3	567.7	
7.50	247.50	17.04	1.317	2257.9	1714.9	***1
		16.81	1.569	1954.3	1245.5	***1
		16.58	1.839	1538.1	836.6	***1
		16.35	2.594	1276.6	492.2	
7.50	247.00	16.65	1.339	2125.9	1588.2	***1
		16.42	1.614	1834.1	1136.0	***1
		16.19	1.931	1436.1	743.6	***1
		15.96	2.851	1184.3	415.3	
7.50	246.50	16.27	1.368	1996.7	1460.1	***1
		16.04	1.674	1716.4	1025.3	***1
		15.81	2.058	1336.0	649.3	***1
		15.58	3.239	1093.2	337.5	
7.50	246.00	15.89	1.407	1872.2	1330.9	***1
		15.66	1.756	1603.3	913.2	***1
		15.43	2.238	1240.0	553.9	***1
		15.20	3.885	1005.5	258.8	***1
7.50	245.50	15.50	1.460	1753.0	1200.7	***1
		15.27	1.869	1495.4	800.1	***1
		15.04	2.510	1148.6	457.5	***1
		14.81	5.129	921.5	179.7	***1
7.50	245.00	15.12	1.643	1757.3	1069.5	***1
		14.89	2.027	1390.6	686.1	***1
		14.66	2.940	1059.3	360.4	***1
		14.43	6.758	712.3	105.4	***1
7.50	244.50	14.73	1.747	1637.7	937.6	***1
		14.50	2.256	1288.8	571.3	***1
		14.27	3.653	962.3	263.4	***1
		14.04	12.256	585.7	47.8	***1
7.50	244.00	14.35	1.894	1524.7	805.1	***1
		14.12	2.617	1193.1	455.9	***1
		13.89	4.264	758.0	177.8	***1
		13.66	26.131	245.3	9.4	***1
7.50	243.50	13.97	2.109	1417.5	672.1	***1
		13.74	2.841	987.4	347.5	***1
		13.51	6.060	649.8	107.2	***1
		13.27	3.683	119.8	32.5	***6
7.50	243.00	13.58	2.225	1209.5	543.7	***1
		13.35	3.453	875.5	253.5	***1
		13.12	8.716	454.2	52.1	***1
		12.89	3.115	132.1	42.4	***6

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
			安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
X (m)	Y (m)					
8.00	250.00	19.28	1.274	2944.5	2311.5	***1
		19.05	1.381	2411.1	1745.5	
		18.82	1.653	2061.3	1247.0	
		18.59	1.884	1544.3	819.5	
8.00	249.50	18.90	1.278	2796.3	2187.7	***1
		18.66	1.393	2283.9	1639.5	***1
		18.43	1.681	1946.2	1157.9	
		18.20	1.942	1449.3	746.5	
8.00	249.00	18.51	1.285	2650.4	2061.8	***1
		18.28	1.506	2306.1	1531.6	***1
		18.05	1.718	1832.5	1066.8	
		17.82	2.287	1535.6	671.6	
8.00	248.50	18.13	1.296	2507.1	1934.2	***1
		17.90	1.530	2174.8	1421.7	***1
		17.67	1.767	1720.6	974.0	***1
		17.44	2.411	1434.2	594.9	
8.00	248.00	17.74	1.313	2369.4	1804.9	***1
		17.51	1.564	2049.4	1310.2	***1
		17.28	1.836	1614.2	879.3	***1
		17.05	2.589	1338.1	516.8	
8.00	247.50	17.36	1.335	2234.4	1674.1	***1
		17.13	1.609	1926.3	1197.1	***1
		16.90	1.927	1509.5	783.2	***1
		16.67	2.843	1243.2	437.3	
8.00	247.00	16.97	1.363	2102.0	1541.8	***1
		16.74	1.668	1805.8	1082.5	***1
		16.51	2.052	1406.7	685.6	***1
		16.28	3.223	1149.6	356.7	***1
8.00	246.50	16.59	1.401	1973.5	1408.2	***1
		16.36	1.747	1688.9	966.5	***1
		16.13	2.227	1306.9	586.8	***1
		15.90	3.844	1058.2	275.3	***1
8.00	246.00	16.21	1.453	1850.9	1273.5	***1
		15.98	1.858	1577.9	849.4	***1
		15.75	2.490	1212.5	487.0	***1
		15.52	5.021	971.2	193.4	***1
8.00	245.50	15.82	1.631	1855.3	1137.7	***1
		15.59	2.010	1469.9	731.3	***1
		15.36	2.900	1120.2	386.3	***1
		15.13	6.628	759.7	114.6	***1
8.00	245.00	15.44	1.730	1732.3	1001.1	***1
		15.21	2.229	1364.8	612.3	***1

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

円の中心の座標値		半径 (m)	常時			
X (m)	Y (m)		安全率	抵抗 モーメント (kNm)	起動 モーメント (kNm)	
8.00	245.00	14.98	3.601	1026.8	285.2	***1
		14.75	11.925	625.6	52.5	***1
8.00	244.50	15.05	1.870	1614.9	863.7	***1
		14.82	2.567	1264.8	492.7	***1
		14.59	4.198	810.8	193.1	***1
		14.36	24.775	265.4	10.7	***1
8.00	244.00	14.67	2.073	1504.2	725.8	***1
		14.44	2.803	1056.6	376.9	***1
		14.21	5.944	695.9	117.1	***1
		13.98	3.211	136.1	42.4	***6
8.00	243.50	14.29	2.347	1383.6	589.6	***1
		14.06	3.402	938.2	275.8	***1
		13.83	8.524	489.0	57.4	***1
		13.59	2.775	147.9	53.3	***6
8.00	243.00	13.90	2.500	1167.0	466.8	***1
		13.67	3.892	737.3	189.4	***1
		13.44	17.513	273.5	15.6	***1
		13.21	2.442	157.7	64.6	***6

3. 安全率テーブルリスト

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

Y(m)	X(m)	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
250.00	安全率	1.275	1.347	1.310	1.279	1.252	1.228
	半径(m)	14.80	15.12	15.44	15.76	16.08	16.40
249.50	安全率	1.256	1.328	1.295	1.265	1.239	1.217
	半径(m)	14.41	14.73	15.05	15.37	15.69	16.01
249.00	安全率	1.349	1.312	1.280	1.252	1.227	1.206
	半径(m)	14.03	14.35	14.67	14.99	15.31	15.63
248.50	安全率	1.331	1.296	1.266	1.239	1.216	1.295
	半径(m)	13.65	13.97	14.29	14.61	14.93	15.25
248.00	安全率	1.315	1.281	1.252	1.227	1.309	1.284
	半径(m)	13.26	13.58	13.90	14.22	14.54	14.86
247.50	安全率	1.299	1.267	1.240	1.216	1.298	1.276
	半径(m)	12.88	13.20	13.52	13.84	14.16	14.48
247.00	安全率	1.285	1.254	1.228	1.313	1.288	1.268
	半径(m)	12.49	12.81	13.13	13.45	13.77	14.09
246.50	安全率	1.271	1.242	1.218	1.303	1.280	1.262
	半径(m)	12.11	12.43	12.75	13.07	13.39	13.71
246.00	安全率	1.258	1.231	1.319	1.294	1.273	1.258
	半径(m)	11.72	12.04	12.37	12.69	13.01	13.33
245.50	安全率	1.246	1.339	1.310	1.287	1.269	1.256
	半径(m)	11.34	11.66	11.98	12.30	12.62	12.94
245.00	安全率	1.236	1.328	1.302	1.281	1.266	1.256
	半径(m)	10.96	11.28	11.60	11.92	12.24	12.56
244.50	安全率	1.350	1.320	1.296	1.278	1.266	1.262
	半径(m)	10.57	10.89	11.21	11.53	11.85	12.17
244.00	安全率	1.341	1.313	1.292	1.278	1.272	1.366
	半径(m)	10.19	10.51	10.83	11.15	11.47	11.79
243.50	安全率	1.334	1.309	1.292	1.284	1.283	1.383
	半径(m)	9.80	10.12	10.44	10.76	11.08	11.41
243.00	安全率	1.329	1.309	1.298	1.295	1.399	1.407
	半径(m)	9.42	9.74	10.06	10.38	10.70	11.02

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

Y(m)	X(m)	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
250.00	安全率	1.208	1.281	1.261	1.245	1.231	1.221
	半径(m)	16.72	17.04	17.36	17.68	18.00	18.32
249.50	安全率	1.293	1.271	1.253	1.238	1.227	1.218
	半径(m)	16.33	16.65	16.97	17.29	17.61	17.93
249.00	安全率	1.282	1.262	1.246	1.233	1.224	1.217
	半径(m)	15.95	16.27	16.59	16.91	17.23	17.55
248.50	安全率	1.273	1.255	1.240	1.229	1.222	1.290
	半径(m)	15.57	15.89	16.21	16.53	16.85	17.17
248.00	安全率	1.264	1.248	1.236	1.228	1.297	1.293
	半径(m)	15.18	15.50	15.82	16.14	16.46	16.78
247.50	安全率	1.258	1.244	1.234	1.228	1.300	1.299
	半径(m)	14.80	15.12	15.44	15.76	16.08	16.40
247.00	安全率	1.252	1.241	1.233	1.307	1.305	1.310
	半径(m)	14.41	14.73	15.05	15.37	15.69	16.01
246.50	安全率	1.249	1.240	1.316	1.312	1.316	1.327
	半径(m)	14.03	14.35	14.67	14.99	15.31	15.63
246.00	安全率	1.247	1.241	1.321	1.324	1.333	1.349
	半径(m)	13.65	13.97	14.29	14.61	14.93	15.25
245.50	安全率	1.248	1.331	1.332	1.340	1.355	1.378
	半径(m)	13.26	13.58	13.90	14.22	14.54	14.86
245.00	安全率	1.342	1.342	1.348	1.362	1.385	1.420
	半径(m)	12.88	13.20	13.52	13.84	14.16	14.48
244.50	安全率	1.353	1.358	1.371	1.394	1.429	1.477
	半径(m)	12.49	12.81	13.13	13.45	13.77	14.09
244.00	安全率	1.369	1.381	1.404	1.439	1.487	1.552
	半径(m)	12.11	12.43	12.75	13.07	13.39	13.71
243.50	安全率	1.393	1.415	1.450	1.499	1.566	1.787
	半径(m)	11.73	12.05	12.37	12.69	13.01	13.33
243.00	安全率	1.429	1.464	1.514	1.582	1.677	1.954
	半径(m)	11.34	11.66	11.98	12.30	12.62	12.94

安全率 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常 時

円の中心座標 X(m), Y(m)

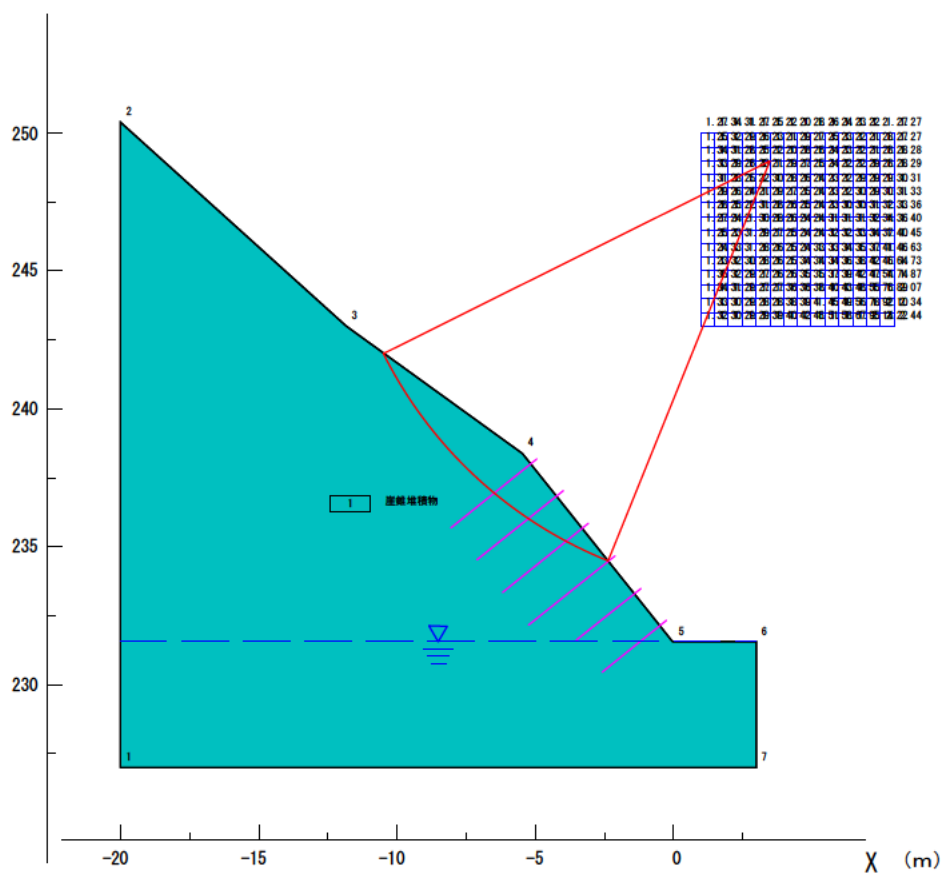
Y(m)	X(m)	7.00	7.50	8.00
250.00	安全率	1.214	1.277	1.274
	半径(m)	18.64	18.96	19.28
249.50	安全率	1.283	1.279	1.278
	半径(m)	18.25	18.58	18.90
249.00	安全率	1.284	1.283	1.285
	半径(m)	17.87	18.19	18.51
248.50	安全率	1.288	1.289	1.296
	半径(m)	17.49	17.81	18.13
248.00	安全率	1.294	1.300	1.313
	半径(m)	17.10	17.42	17.74
247.50	安全率	1.305	1.317	1.335
	半径(m)	16.72	17.04	17.36
247.00	安全率	1.321	1.339	1.363
	半径(m)	16.33	16.65	16.97
246.50	安全率	1.343	1.368	1.401
	半径(m)	15.95	16.27	16.59
246.00	安全率	1.372	1.407	1.453
	半径(m)	15.57	15.89	16.21
245.50	安全率	1.413	1.460	1.631
	半径(m)	15.18	15.50	15.82
245.00	安全率	1.468	1.643	1.730
	半径(m)	14.80	15.12	15.44
244.50	安全率	1.541	1.747	1.870
	半径(m)	14.41	14.73	15.05
244.00	安全率	1.765	1.894	2.073
	半径(m)	14.03	14.35	14.67
243.50	安全率	1.922	2.109	2.347
	半径(m)	13.65	13.97	14.29
243.00	安全率	2.148	2.225	2.442
	半径(m)	13.26	13.58	13.21

4. 最小安全率リスト

最小安全率 (格子のグループ番号 = 1)

常 時 (二次追求の回数 = 0)		
最小安全率	=	1.206
円の中心 X 座標値 (m)	=	3.50
Y 座標値 (m)	=	249.00
円の半径 R (m)	=	15.63
抵抗モーメント (kNm)	=	2392.6
起動モーメント (kNm)	=	1983.3

// 安全率図 //



WARNING ***1 円弧と地盤の交点が3点以上ある。 COUNT =190
WARNING ***6 地盤を円弧が切らない, 又は円弧 COUNT = 6
がモデルの側面を切っている。
(円弧と地表面との交点が1点以下である)

5. 切土補強土工法

切土補強土工法 (格子のグループ番号 = 1 ; 二次追求の回数 = 0)

・常時

最小安全率を示す円弧 $X (m) = 3.50$ $Y (m) = 249.00$ $R (m) = 15.63$

補強材 番号	移動土塊 定着長 L 1 (m)	不動地山 定着長 L 2 (m)	許容 引抜き力 T 1 pa (kN)	許容 引抜き力 T 2 pa (kN)	許容 引張力 T s a (kN)	許容 補強材力 T p a (kN)	設計 引張力 T m (kN)	補強材 設置角度 β ($^{\circ}$)	T_m *cos β (kN)	T_m *sin β *tan ϕ (kN)	抵抗 モーメント (kN)	起動 モーメント (kN)
1	1.685	2.018	0.0	11.0	34.3	11.0	7.7	78.32	1.6	3.5	79.2	0.0
2	1.295	2.404	0.0	13.1	34.3	13.1	9.2	72.63	2.7	4.1	106.5	0.0
3	0.741	2.963	0.0	16.1	34.3	16.1	11.3	66.79	4.5	4.8	145.2	0.0
4	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.000	0.000	0.0	0.0	34.3	0.0	0.0	999.99	0.0	0.0	0.0	0.0

第5章 坑口部擁壁工

5.1 概要

5.1.1 設計概要

(1) 設計対象

付替国道トンネル終点側坑口部および迂回路トンネル起点側・終点側坑口部における明り部切土擁壁工の設計を行う。付替国道トンネル終点側坑口の斜面は 1.6m 程度の崖錐堆積物が分布し、また迂回路トンネル起点側坑口の斜面は 0.5m 程度の崖錐堆積物が薄く分布、終点側坑口の斜面は 8.0m 程度の崖錐堆積物が厚く分布している状況において、擁壁工について検討する。

付替国道トンネル終点側坑口部の設計は、平成 31 年度 鳴瀬川総合開発筒砂子地区道路詳細設計 第 11 編 トンネル概略検討の中で、坑口位置は決定されている。しかし、擁壁工設計は実施されておらず、本業務において設計を実施する。また、同様に、迂回路トンネル起点側・終点側坑口部擁壁工も実施する。

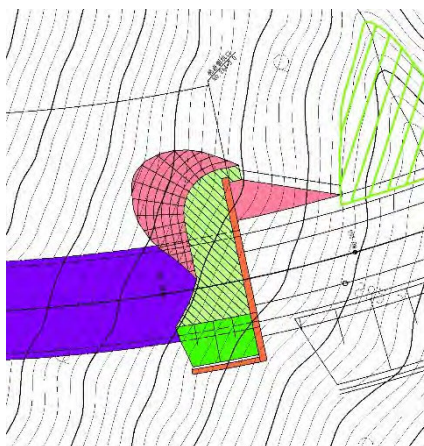


図 5.1.1 付替国道トンネル終点側坑口部

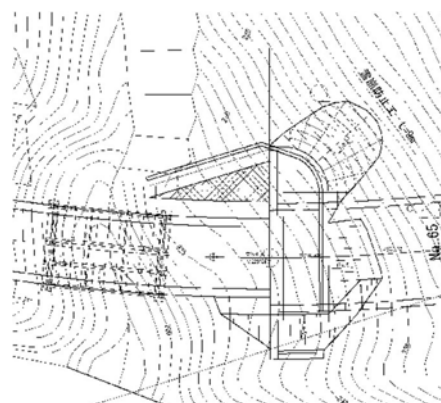


図 5.1.2 迂回路トンネル側坑口部

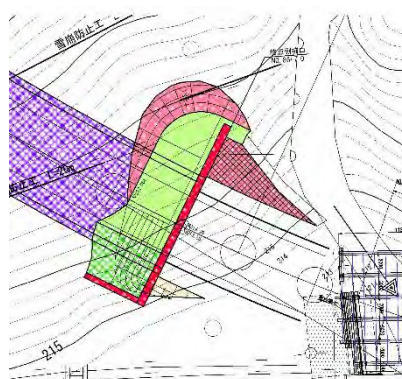


図 5.1.3 迂回路トンネル終点側坑口部

5.2 現況調査

5.2.1 地質状況の整理

(1) 地層構成

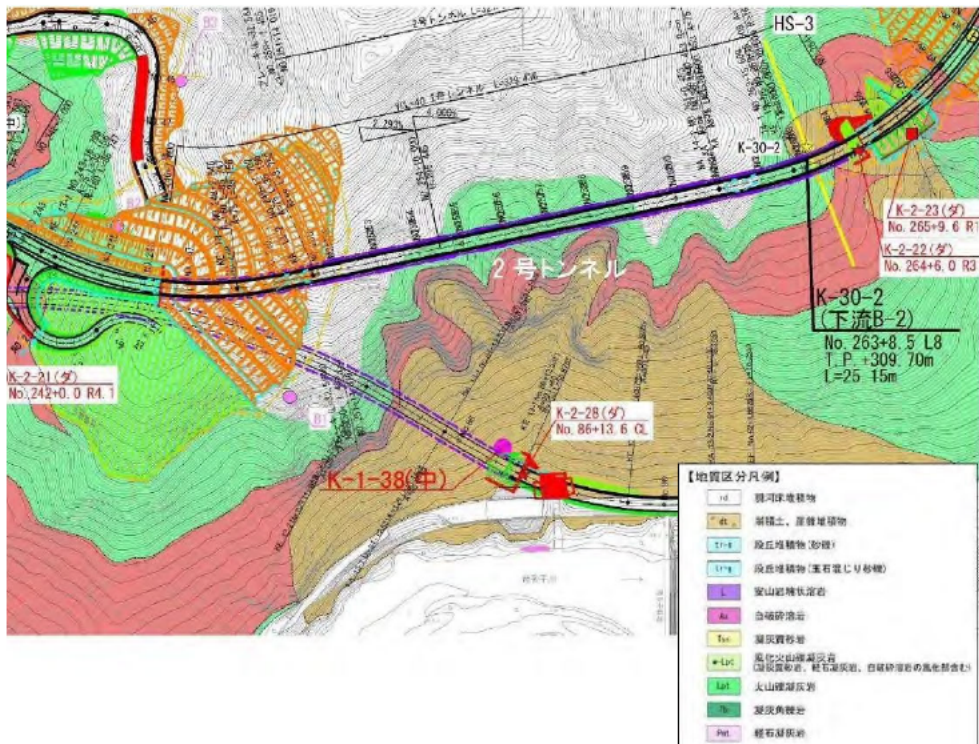


図 5.2.1 付替国道トンネル地質図

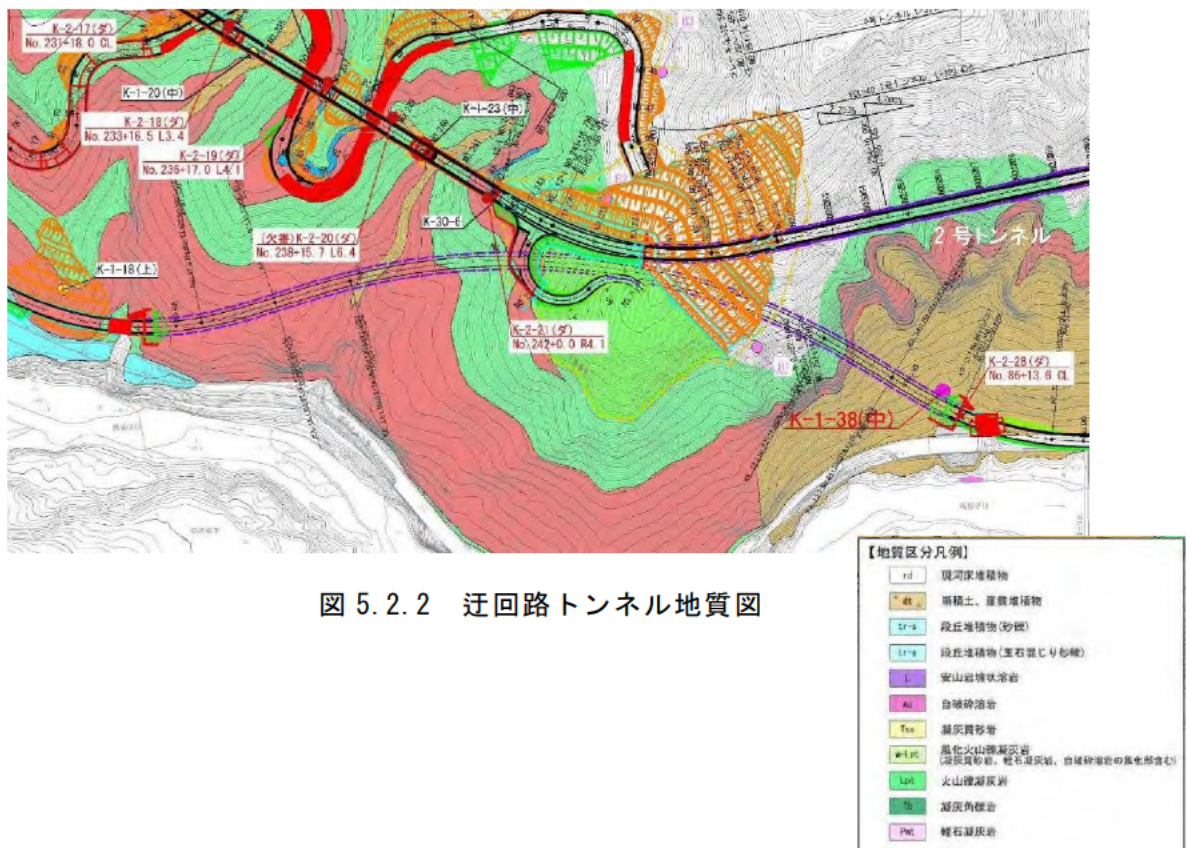


図 5.2.2 迂回路トンネル地質図

(2) 地盤定数

表 5.2.1 地盤定数一覧表（付替国道トンネル終点側）

地質時代		地層名	記号	岩相・土相	代表N値	単位体積重量 $\rho t(\text{kN}/\text{m}^3)$	粘着力C (kN/m^2)	内部摩擦角 ϕ (度)	変形係数E (MN/m^2)
第四紀	完新世	崖錐堆積物	dt	礫混り土砂	8	19 ¹⁾	0 ¹⁾	35 ¹⁾	22 ⁴⁾
新生代	第三紀	自破碎溶岩	Au	新鮮岩	192 (換算)	20 ²⁾	392 ³⁾	21 ³⁾	100 ⁵⁾
		火山礫凝灰岩	w-Lpt	風化岩	32	17 ²⁾	132 ³⁾	21 ³⁾	29 ⁵⁾
			Lpt	新鮮岩	164 (換算)	20 ²⁾	356 ³⁾	21 ³⁾	90 ⁵⁾

<単位体積重量・せん断強度>

1) 表 3.6.11 「土質定数：自然地盤：砂質土：密実でないもの」（平成 28 年 8 月 設計要領第一集：NEXCO P1-52）から提案。

2) 図 3.6.1 「岩盤の単位体積重量の測定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集 橋梁建設編：NEXCO P4-7）から提案。

3) 表 3.6.12 「換算N値による推定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集 橋梁建設編：NEXCO P4-10）から C、 ϕ を提案。

<変形係数>

4) 表 3.6.13 「変形係数 E0 と地盤反力係数の換算係数 α 」（平成 29 年 11 月 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 日本道路協会：P188）

から提案。

5) 図 3.6.2 「岩の変形係数の測定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集：NEXCO P4-13）の関係式より提案。

※対象孔：K-30-2（2号トンネル終点側坑口部調査孔/H30 調査）

表 5.2.2 地盤定数一覧表（迂回路トンネル起点側）

地質時代		地層名	記号	岩相・土相	代表N値	単位体積重量 $\rho t(\text{kN}/\text{m}^3)$	粘着力C (kN/m^2)	内部摩擦角 ϕ (度)	変形係数E (MN/m^2)
新生代	第三紀	自破碎溶岩	Au	新鮮岩	277 (換算)	20 ¹⁾	489 ³⁾	21 ³⁾	129 ⁴⁾
		火山礫凝灰岩	Lpt	新鮮岩	300 (換算)	21 ²⁾	514 ³⁾	21 ³⁾	136 ⁴⁾

<単位体積重量・せん断強度>

1) 室内岩石試験結果の平均値を提案。

2) 図 3.6.1 「岩盤の単位体積重量の測定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集 橋梁建設編：NEXCO P4-7）から提案。

3) 表 3.6.12 「換算N値による推定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集 橋梁建設編：NEXCO P4-10）から C、 ϕ を提案。

<変形係数>

4) 図 3.6.2 「岩の変形係数の測定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集：NEXCO P4-13）の関係式より提案。

※対象孔：K-1-76（迂回路トンネル起点側坑口上方切土部調査孔/今年度調査）、K-1-77（迂回路トンネル起点側坑口部調査孔/H30 調査）

表 5.2.3 地盤定数一覧表（迂回路トンネル終点側）

地質時代		地層名	記号	岩相・土相	代表N値	単位体積重量 $\rho_t(\text{kN/m}^3)$	粘着力C (kN/m^2)	内部摩擦角 ϕ (度)	変形係数E (MN/m^2)
第四紀	完新世	崖錐堆積物	dt	礫混り土砂	6	17 ¹⁾	0 ¹⁾	25 ¹⁾	17 ⁵⁾
新生代	第三紀	火山礫凝灰岩	Lpt	新鮮岩	208 (換算)	18 ²⁾	411 ⁴⁾	21 ⁴⁾	106 ⁶⁾
		軽石凝灰岩	Pmt	新鮮岩	244 (換算)	21 ³⁾	453 ⁴⁾	21 ⁴⁾	118 ⁶⁾

<単位体積重量・せん断強度>

- 1) 表 3.6.11 「土質定数：自然地盤：砂質土：密実でないもの」（平成 28 年 8 月 設計要領第一集：NEXCO P1-52）から提案
- 2) 室内岩石試験結果の平均値を提案
- 3) 図 3.6.1. 「岩盤の単位体積重量の測定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集 橋梁建設編：NEXCO P4-7）から提案
- 4) 表 3.6.12 「換算N値による推定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集 橋梁建設編：NEXCO P4-10）から C、 ϕ を提案

<変形係数>

- 5) 表 3.6.13. 「変形係数 E0 と地盤反力係数の換算係数 α 」（平成 29 年 11 月 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編 日本道路協会：P188）から提案
- 6) 図 3.6.2. 「岩の変形係数の測定例」（平成 28 年 8 月 設計要領第二集：NEXCO P4-13）の関係式より提案

※対象孔：K-1-38（迂回路トンネル終点側坑口部調査孔/今年度調査）

(3) 既往資料・地質調査業務

表 2.1.2 既往資料・地質調査業務

番号	業務名（会社名）	年度	備考
①	H30 鳴瀬川総合開発付替道路下流部地質調査業務 (基礎地盤コンサルタント株式会社)	平成 30 年度 (H30.7~H31.2)	
②	R1 鳴瀬川総合開発付替国道ダムサイト周辺部 地質調査業務（日本工営株式会社）	令和元年度 (H31.4~R2.2)	
③	R1 鳴瀬川総合開発ダムサイト地質解析業務 (日本工営株式会社)	平成 31 年度 (R1.7~R2.3)	
④	R2 鳴瀬川総合開発付替国道ダムサイト周辺部 地質調査業務（基礎地盤コンサルタント株式会社）	令和 2 年度 (R2.~R3.)	

高密度弾性波探査

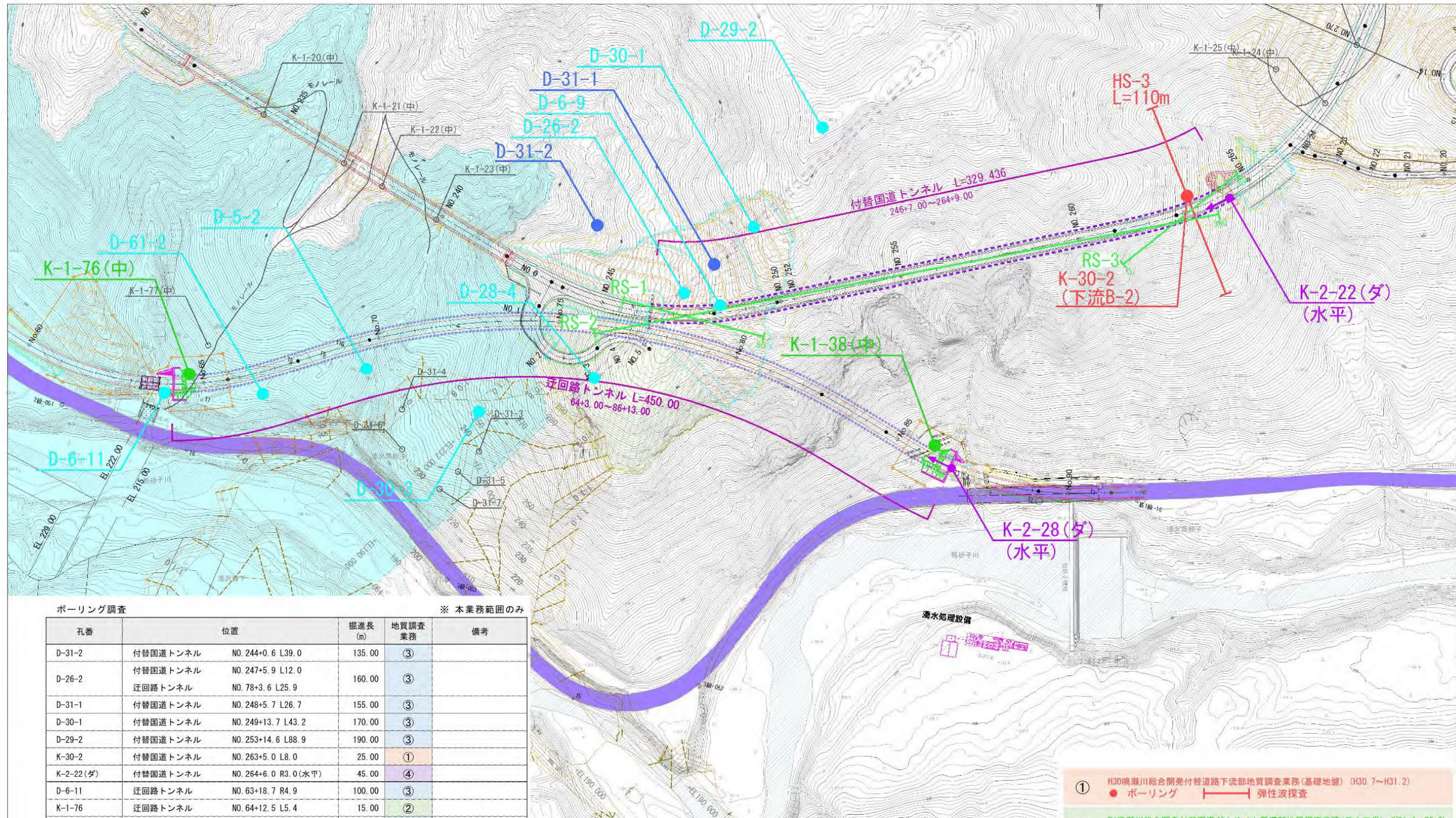
※ 本業務範囲のみ

測線名	位置	延長(m)	地質調査 業務	備考
RS-1	付替国道トンネル起点側坑口部	80.00	②	
RS-2	付替国道トンネル	360.00	②	
RS-3	付替国道トンネル終点側坑口部	80.00	②	
HS-3	付替国道トンネル終点側坑口部	110.00	①	

ボーリング調査

※ 本業務範囲のみ

孔番	位置	掘進長 (m)	地質調査 業務	備考
D-31-2	付替国道トンネル NO. 244+0.6 L39.0	135.00	③	
D-26-2	付替国道トンネル 迂回路トンネル NO. 247+5.9 L12.0 NO. 78+3.6 L25.9	160.00	③	
D-31-1	付替国道トンネル NO. 248+5.7 L26.7	155.00	③	
D-30-1	付替国道トンネル NO. 249+13.7 L43.2	170.00	③	
D-29-2	付替国道トンネル NO. 253+14.6 L88.9	190.00	③	
K-30-2	付替国道トンネル NO. 263+5.0 L8.0	25.00	①	
K-2-22(ダ)	付替国道トンネル NO. 264+6.0 R3.0 (水平)	45.00	④	
D-6-11	迂回路トンネル NO. 63+18.7 R4.9	100.00	③	
K-1-76	迂回路トンネル NO. 64+12.5 L5.4	15.00	②	
D-61-2	迂回路トンネル NO. 65+10.1 R12.0	90.00	③	
D-5-2	迂回路トンネル NO. 69+8.8 R14.9	60.00	③	
D-30-3	迂回路トンネル NO. 72+11.6 R49.2	110.00	③	
D-28-4	迂回路トンネル NO. 76+2.8 R29.2	120.00	③	
D-6-9	迂回路トンネル NO. 79+3.1 L24.5	155.00	③	
K-1-38	迂回路トンネル NO. 85+19.5 L7.2	16.00	②	
K-2-28(ダ)	迂回路トンネル NO. 86+13.6 CL (水平)	45.00	④	



ボーリング調査 ※ 本業務範囲のみ

孔番	位置	掘進長 (m)	地質調査業務	備考
D-31-2	付替国道トンネル NO. 244+0.6 L39.0	135.00	③	
D-26-2	付替国道トンネル NO. 247+5.9 L12.0 迂回路トンネル NO. 78+3.6 L25.9	160.00	③	
D-31-1	付替国道トンネル NO. 248+5.7 L26.7	155.00	③	
D-30-1	付替国道トンネル NO. 249+13.7 L43.2	170.00	③	
D-29-2	付替国道トンネル NO. 253+14.6 L88.9	190.00	③	
K-30-2	付替国道トンネル NO. 263+5.0 L8.0	25.00	①	
K-2-22(ダ)	付替国道トンネル NO. 264+6.0 R3.0(水平)	45.00	④	
D-6-11	迂回路トンネル NO. 63+18.7 R4.9	100.00	③	
K-1-76	迂回路トンネル NO. 64+12.5 L5.4	15.00	②	
D-61-2	迂回路トンネル NO. 65+10.1 R12.0	90.00	③	
D-5-2	迂回路トンネル NO. 69+8.8 R14.9	60.00	③	
D-30-3	迂回路トンネル NO. 72+11.6 R49.2	110.00	③	
D-28-4	迂回路トンネル NO. 76+2.8 R29.2	120.00	③	
D-6-9	迂回路トンネル NO. 79+3.1 L24.5	155.00	③	
K-1-38	迂回路トンネル NO. 85+19.5 L7.2	16.00	②	
K-2-28(ダ)	迂回路トンネル NO. 86+13.6 CL(水平)	45.00	④	

高密度弾性波探査 ※ 本業務範囲のみ

測線名	位置	延長 (m)	地質調査業務	備考
RS-1	付替国道トンネル起点側坑口部	80.00	②	
RS-2	付替国道トンネル	360.00	②	
RS-3	付替国道トンネル終点側坑口部	80.00	②	
HS-3	付替国道トンネル終点側坑口部	110.00	①	

- ① H30鳴瀬川総合開発付替道路下流部地質調査業務(基礎地盤) (H30.7~H31.2)
● ボーリング ——— 弾性波探査
- ② R1鳴瀬川総合開発付替国道ダムサイト周辺部地質調査業務(日本工営) (H31.4~R2.2)
● ボーリング ——— 弾性波探査
- ③ R1鳴瀬川総合開発ダムサイト地質解析業務(日本工営) (R1.7~R2.3)
● ボーリング
ダムサイト気性成集
● ボーリング
- ④ R2鳴瀬川総合開発付替国道ダムサイト周辺部地質調査業務(基礎地盤)
● ボーリング

(4) 設定地盤定数

地質	記号	物性値	N値	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	変形係数 E (MN/m ²)	一軸圧縮強度 q_u (MN/m ²)	超音波伝播速度 v_p (km/s)
崖 錘堆積物	dt	岩石試験	4	-	-	-	-	-	-
		参考資料① 参考資料②		19 (礫混じり砂 密実でないもの)	0 (礫混じり砂密実でないもの)	35 (礫混じり砂密実でないもの)	-	-	-
		換算値		-	-	24.4	12.0	-	-
		既往調査(ダム)		-	-	35.0	-	-	-
		採用値		19.0	0.0	35.0	12.0	-	-
				実測値、換算値がないため参考値を採用			参考資料②の値を採用	N値換算値を丸めて採用	
火山 礫凝灰岩	Lpt	岩石試験	103	18.40	-	-	1,176.0	3.01	1.92
		参考資料① 参考資料②		-	1000~2000	15-38	500以下	-	-
		換算値		19.4	268.2	21.1	61.9	-	-
		既往調査(ダム)		19.0	-	-	-	5.00	1.86
		採用値		18.4	260	21	1,170	3.01	1.92
				岩石試験平均値を採用			N値換算値を丸めて採用	N値換算値を丸めて採用	岩石試験結果を丸めて採用	岩石試験平均値を採用	岩石試験平均値を採用
自 破 砕 溶 岩	Au	岩石試験	123	19.86	-	-	3,100.0	4.91	2.45
		参考資料① 参考資料②		-	1000~2000	15-38	500以下	-	-
		換算値		19.7	126.2	35.8	73.5	-	-
		既往調査(ダム)		19.0	-	-	-	6.0	2.4
		採用値		19.9	120	35	3,100	4.91	2.45
				岩石試験平均値を採用			N値換算値を丸めて採用	N値換算値を丸めて採用	岩石試験結果を丸めて採用	岩石試験平均値を採用	岩石試験平均値を採用
安 山 岩 塊 状 溶 岩	L	岩石試験	-	-	-	-	-	-	-
		参考資料① 参考資料②		-	1000~2000	30-45	2,000-500	-	-
		換算値		-	-	-	-	-	-
		既往調査(ダム)		26.0	-	-	-	87.0	-
		採用値		26.0	1,500	37.5	3,100	87.00	3.48
				岩石試験データがないため、既往調査結果を採用			参考資料②の中間値を採用	参考資料②の中間値を採用	自破砕溶岩の値を採用	既往調査結果を採用	既往調査結果を採用

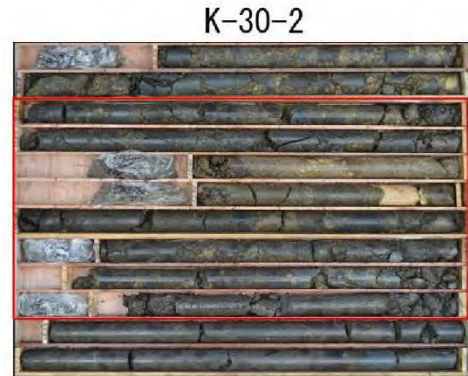
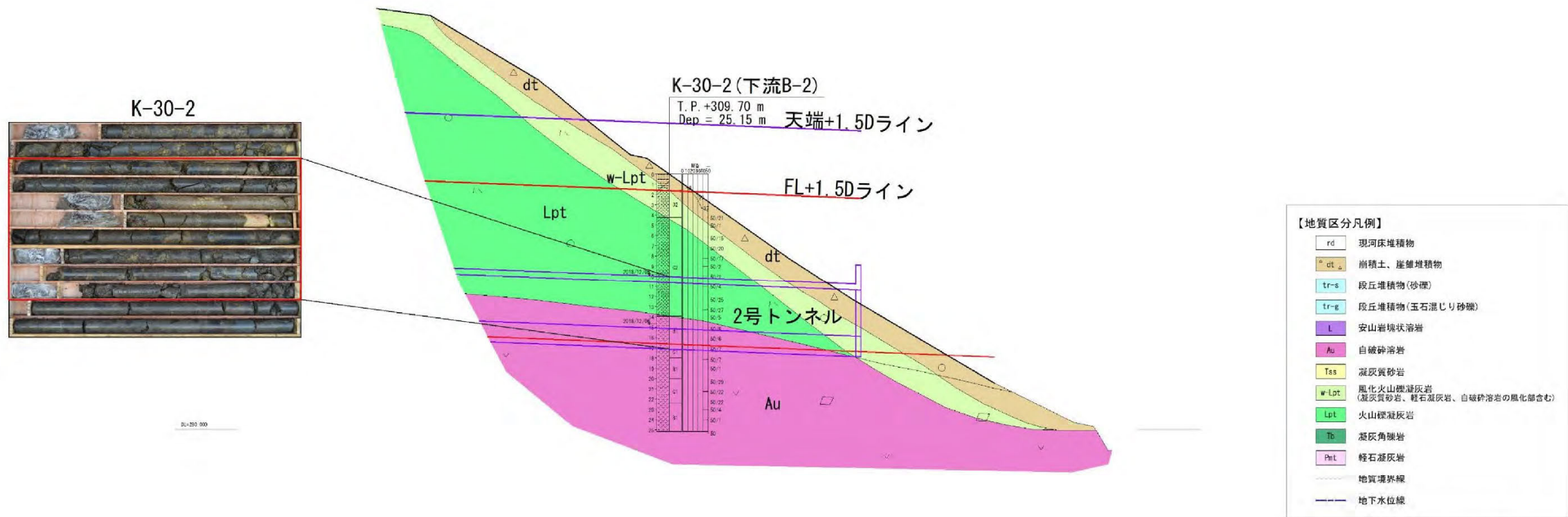
2号トンネル終点側坑口部地質断面図 S=1:200

調査位置平面図 1/100



終点側坑口部地質状況

- 切土部には、崖錐堆積物 dt、火山礫凝灰岩 Lpt、自破砕溶岩 Au が分布する。
- 崖錐堆積物 dt は、層厚 1.0~2.0m 程度が想定される。
- 既往孔の K-30-2 より、火山礫凝灰岩 Lpt の風化部（平均N値 32）が 2.0~3.0m 程度分布すると考えられる。
- 岩盤の新鮮部は固結度が高く、火山礫凝灰岩 Lpt で換算平均N値 164、自破砕溶岩 Au で換算平均N値 192を示す。
- トンネル天端には崖錐堆積物（土砂に相当）、火山礫凝灰岩（軟岩相当）が分布。大部分が火山礫凝灰岩であること、弾性波速度が軟岩相当の速度を示していることから 1.5D（軟岩相当）を坑口範囲と設定。



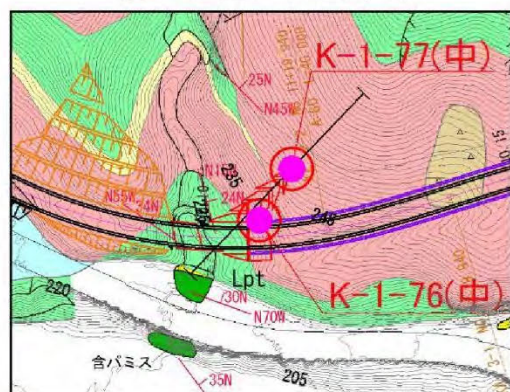
【地質区分凡例】

rd	現河床堆積物
dt	崩積土、崖錐堆積物
tr-s	段丘堆積物(砂礫)
tr-g	段丘堆積物(玉石混じり砂礫)
L	安山岩塊状溶岩
Au	自破砕溶岩
Tss	凝灰質砂岩
w-Lpt	風化火山礫凝灰岩 (凝灰質砂岩、軽石凝灰岩、自破砕溶岩の風化部を含む)
Lpt	火山礫凝灰岩
Tb	凝灰角礫岩
Pnt	軽石凝灰岩
---	地質境界線
---	地下水位線

工事名	碓氷川総合開発事業ダムサイト周辺地質調査		
図面名	2号トンネル終点側坑口部地質断面図		
作成年月日	令和2年 2月		
縮尺	1/200	図面番号	B / 24
会社名	日本工業株式会社		
事業者名	東北地方整備局 碓氷川総合開発工事事務所		

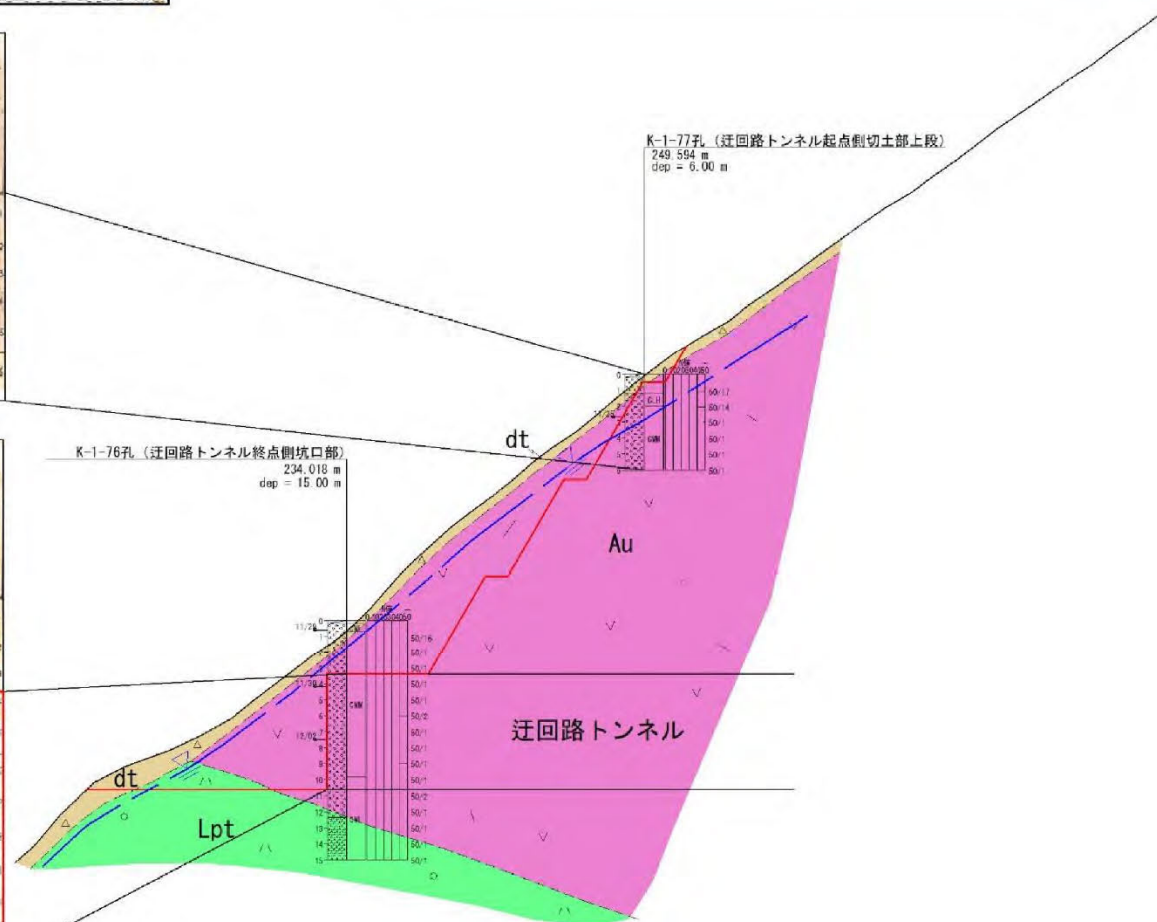
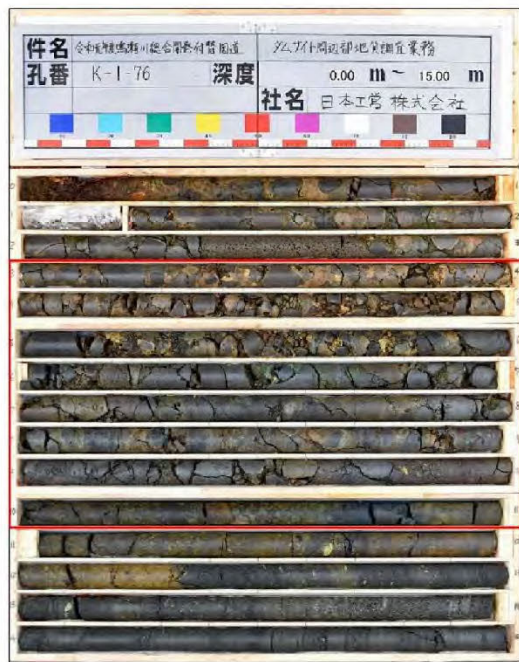
迂回路トンネル起点側坑口部斜面地質断面図 S=1:200

調査位置平面図 1/100



起点側坑口部地質状況

- 切土部には、崖錐堆積物 dt、火山礫凝灰岩 Lpt、自破碎溶岩 Au が分布する。
- 崖錐堆積物 dt は、概ね層厚 0.50m 以下と薄い。
- 切土箇所の自破碎溶岩 Au には、風化部は認められず、表層より新鮮岩盤（平均換算 N 値 277）が分布する。
- 起点側坑口部付近で火山礫凝灰岩 Lpt と自破碎溶岩の地質境界が下流傾斜で認められる。
- トンネル天端には自破碎溶岩（軟岩相当）が分布。弾性波速度も軟岩相当の速度を示していることから 1.5D（軟岩相当）を坑口範囲と設定。



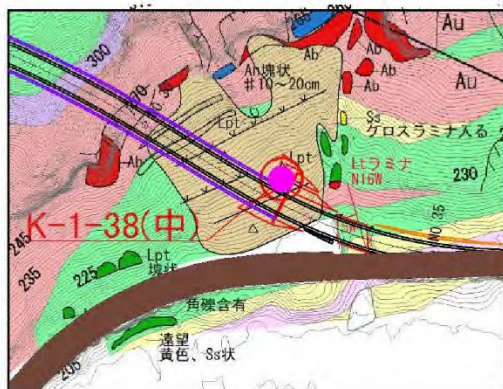
【地質区分凡例】

rd	現河床堆積物
dt	崩積土、崖錐堆積物
tr-s	段丘堆積物(砂礫)
tr-g	段丘堆積物(玉石混じり砂礫)
L	安山岩塊状溶岩
Au	自破碎溶岩
Tss	凝灰質砂岩
w-Lpt	風化火山礫凝灰岩 (凝灰質砂岩、軽石凝灰岩、自破碎溶岩の風化部含む)
Lpt	火山礫凝灰岩
Tb	凝灰角礫岩
Pat	軽石凝灰岩
---	地質境界線
---	地下水位線

工事名	秋田川総合開発付帯調査サイト周辺地質調査業務		
図面名	迂回路トンネル起点側坑口部斜面地質断面図		
作成年月日	令和2年 2月		
縮尺	1/200	図番番号	11 / 25
会社名	日本工業株式会社		
事業者名	東北地方整備局 鳴瀬川総合開発工事事務所		

迂回路トンネル終点側坑口部斜面地質断面図 S=1:200

調査位置平面図 1/100

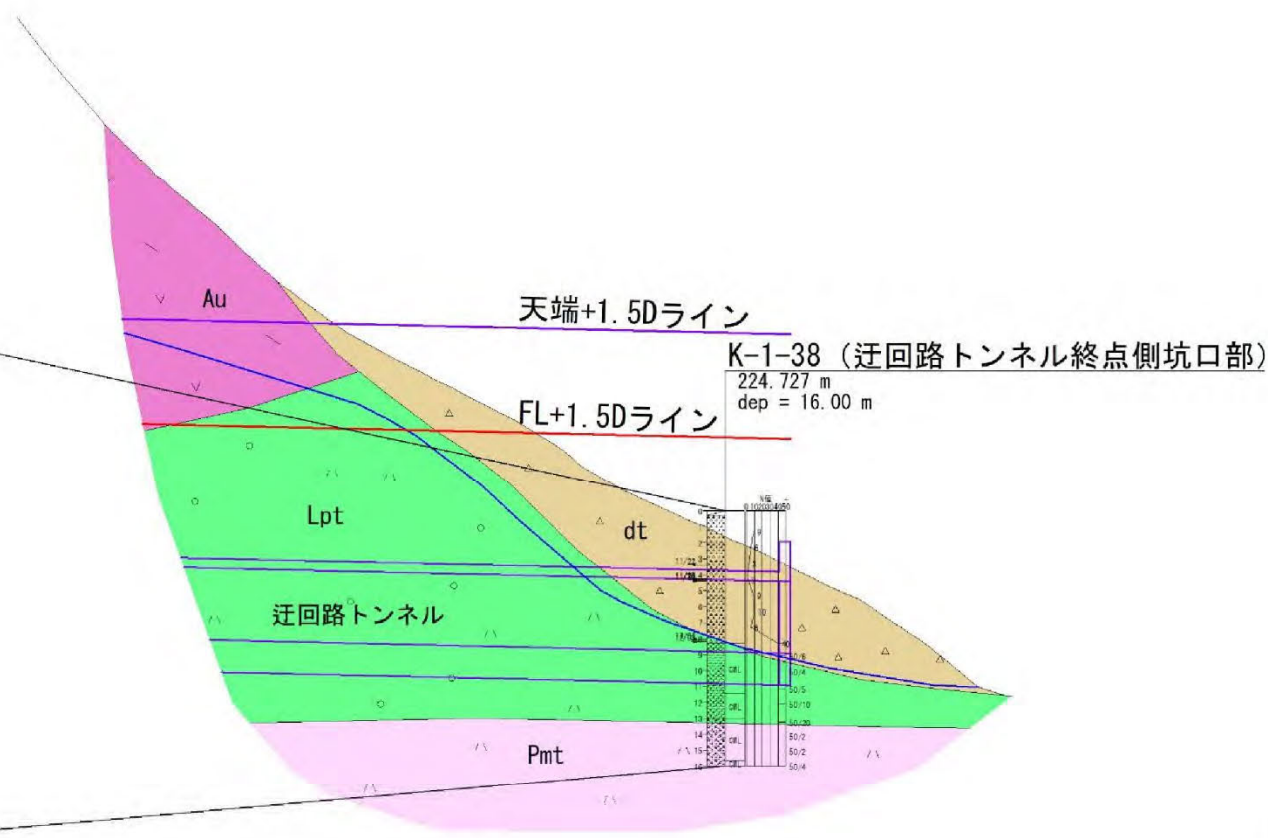


終点側坑口部地質状況

- 終点側坑口部には、崖錐堆積物 dt、火山礫凝灰岩 Lpt、軽石凝灰岩 Pmt が分布する。
- 崖錐堆積物 dt の層厚は、K-1-38 孔実施地点で約 8.0m と厚く分布する。層相は礫混じり土砂を主体とし、平均N値 6 程度を示す。
- 着岩後、岩芯新鮮で固結度の高い火山礫凝灰岩 Lpt (換算平均N値 208) および軽石凝灰岩 (換算平均N値 244) が認められる。
- トンネル天端には崖錐堆積物(土砂に相当)、火山礫凝灰岩(軟岩相当)が分布。延長で 40m 程度未固結の崖錐堆積物が分布するが、坑奥は火山礫凝灰岩となることから 1.5D(軟岩相当)を坑口範囲と設定。



S=1:200



【地質区分凡例】

rd	現河床堆積物
dt	崩積土、崖錐堆積物
tr-s	段丘堆積物(砂礫)
tr-g	段丘堆積物(玉石混じり砂礫)
L	安山岩塊状溶岩
Au	自破砕溶岩
Tss	凝灰質砂岩
w-Lpt	風化火山礫凝灰岩 (凝灰質砂岩、軽石凝灰岩、自破砕溶岩の風化部含む)
Lpt	火山礫凝灰岩
Tb	凝灰角礫岩
Pmt	軽石凝灰岩
---	地質境界線
---	地下水位線

工事名	高槻川総合付替道路ダムサイト周辺地質調査業務		
図面名	迂回路トンネル終点側坑口部斜面地質断面図		
作成年月日	令和2年 2月		
縮尺	1/200	図面番号	12 / 25
会社名	日本工業株式会社		
事業名	東北地方整備局 鴨瀬川総合開発工事事務所		

5.3 設計方針

5.3.1 設計方針

各坑口部において、擁壁工検討においては考えられる工法について整理・検討するが、大型ブロック積擁壁工により概略検討した結果、下記のとおりとなった。

- ① 付替国道トンネル終点側坑口部：控幅 $W=1.0\text{m}$ （崖錐堆積物 $D=1.6\text{m}$ 程度）
- ② 迂回路トンネル起点側坑口部：控幅 $W=0.6\text{m}$ （崖錐堆積物 $D=0.5\text{m}$ 程度）
- ③ 迂回路トンネル終点側坑口部：控幅 $W=5.1\text{m}$ （崖錐堆積物 $D=8.0\text{m}$ 程度）

特に、迂回路トンネル終点側坑口部の大型ブロック積擁壁工の控幅が 5.1m となり、現実的ではない。したがって、地山補強土工法等を含め現実的な擁壁工を検討する。

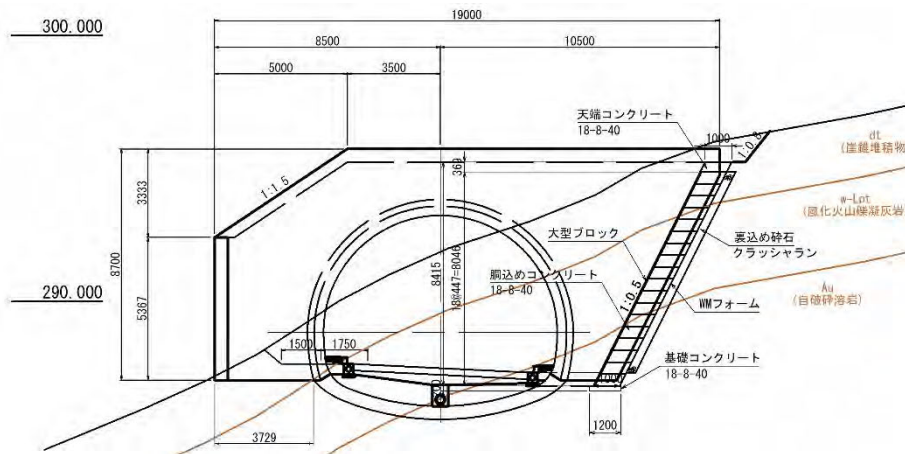


図 5.3.1 付替国道トンネル終点側坑口部大型ブロック積擁壁工図

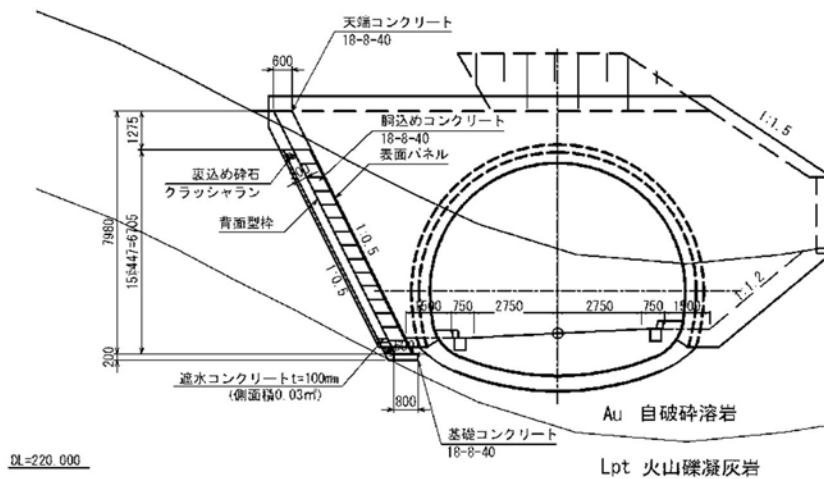


図 5.3.2 迂回路トンネル起点側坑口部大型ブロック積擁壁工図

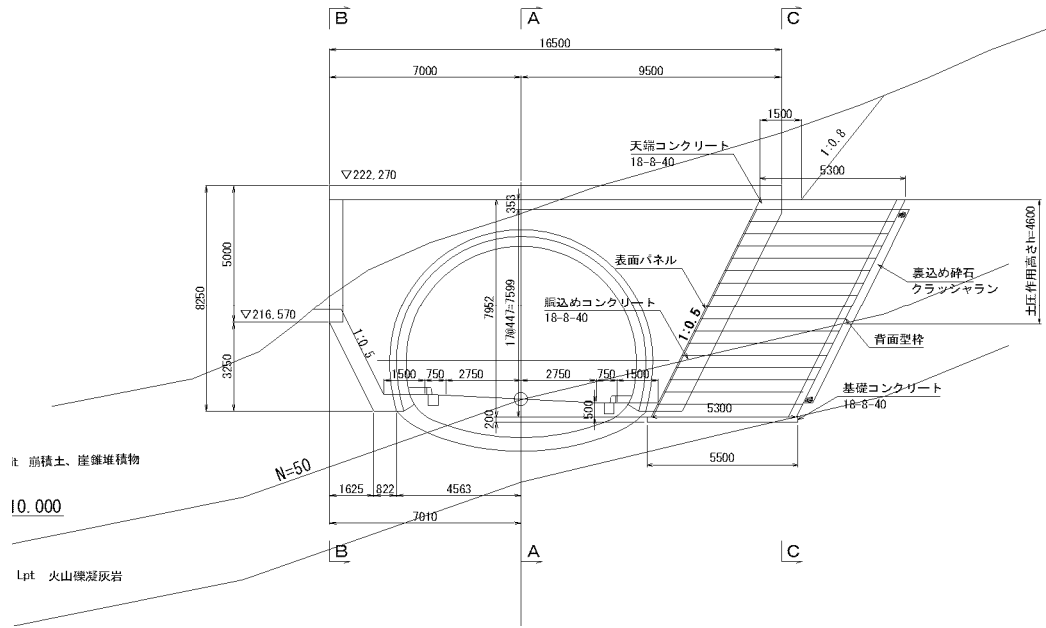


図 5.3.3 迂回路トンネル終点側坑口部大型ブロック積擁壁工図

5.3.2 設計条件

(1) 設計条件

1) 擁壁形式		大型ブロック積擁壁
2) 基礎形式		直接基礎
3) 擁壁高さ		$H = 8.470$ (m)
4) 土 圧		試行くさび法による土圧
5) 設計水平震度		$K_h = c_z \cdot k_{ho} = 0.16$
	地域別補正係数	$c_z = 1.00$
	設計水平震度の標準値	
	レベル2地震動	I種地盤
		$k_{ho} = 0.16$
6) 単位体積重量	コンクリート	$\gamma_C = 23.00$ (kN/m ³)

(2) 土質条件

1) 擁壁背面の裏込め土		
	せん断抵抗角	$\phi = 25.00$ (°)
	単位体積重量	$\gamma_S = 17.00$ (kN/m ³)
2) 支持地盤		
	擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数	$\mu = 0.700$
	〃 の粘着力	$C = 0.0$ (kN/m ²)
	許容地盤反力度	$q_a = 266.99$ (kN/m ²) 以上必要

(3) 安定条件

1) 滑動に対する検討	滑動安全率	$F_s \geq 1.50$ (1.20)
2) 転倒に対する検討	合力の作用位置	$d > 1/2 B$ (1/3)
		※ ()は地震時

(4) 材料強度及び許容応力度

	(N/m ²)	常 時	地震時
1) コンクリート			
	設計基準強度	σ_{ck}	18
	許容圧縮応力度	σ_{ca}	4.50
	許容曲げ引張応力度	σ_{ta}	0.35
	許容せん断応力度	τ_a	0.33

(5) 参考文献

一、道路土工 擁壁工指針（平成24年度版） (社) 日本道路協会





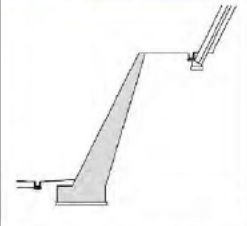

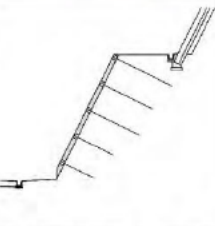
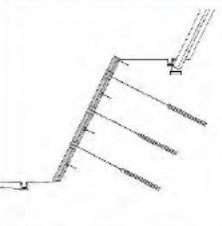
第6章 付け替え国道トンネル終点側坑口部大型ブロック積擁壁工

6.1 概要

6.1.1 概要

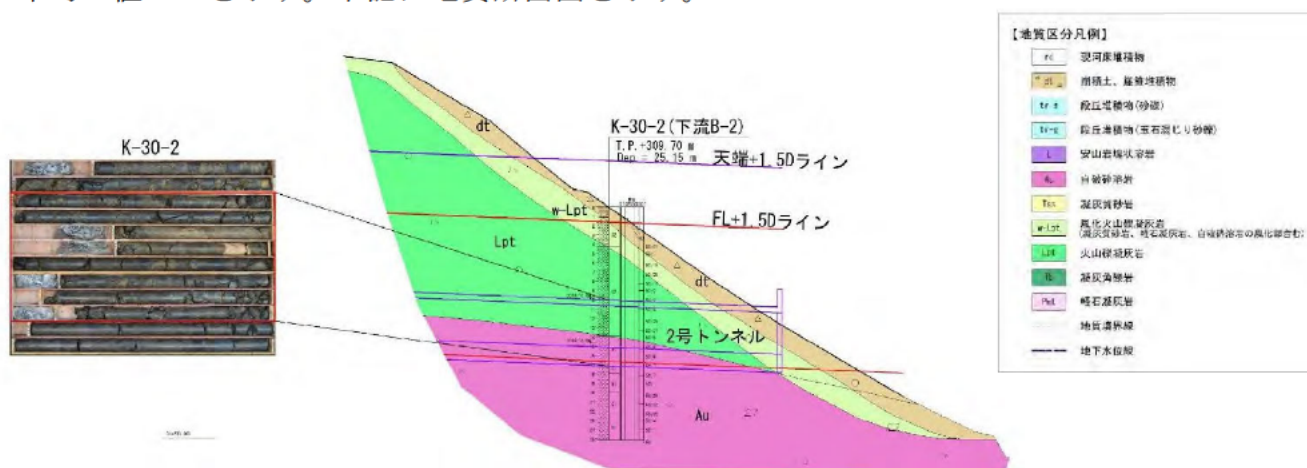
切土部の擁壁工としては、一般に下記の4工法が考えられる。地質状況を踏まえ、擁壁工を選定する。

- ・第1案 もたれ式擁壁、・第2案 大型ブロック積擁壁、・第3案 鉄筋挿入工、・第4案 アンカー工

項目	第1案	第2案	第3案	第4案
形式	もたれ式擁壁	大型ブロック積擁壁	鉄筋挿入工	アンカー工
イメージ				
断面図				
工法概要	法面へもたれかけたコンクリート重量にて土圧に抵抗する構造である。	もたれ擁壁同様にブロックの自重にて土圧に抵抗する構造である。	法面に枠部材、鉄筋を配し、交点に施工アンカーを打ち、コンクリートを打設して枠と地盤を一体化する構造である。	地中深部にアンカーを打設し、引張鋼材を介してコンクリート壁に固定する構造である。土圧への抵抗方法は、摩擦・支圧、摩擦・支圧の3種に大別される。
特徴	実績の多い工法であるが、現場作業が中心となるため、施工性が他案に比べ劣る可能性がある。	工場で製作したブロックを現場にて積み上げる工法である。ブロック納入に問題なければ施工速度が速いため工期短縮が図れる。	背面の土質によってはロックボルト長を短くでき、他案に比べ経済性で有利となる可能性がある。	背面の土質によっては引張鋼材長を短くでき、他案に比べ経済性で有利となる可能性がある。

6.1.2 地質状況

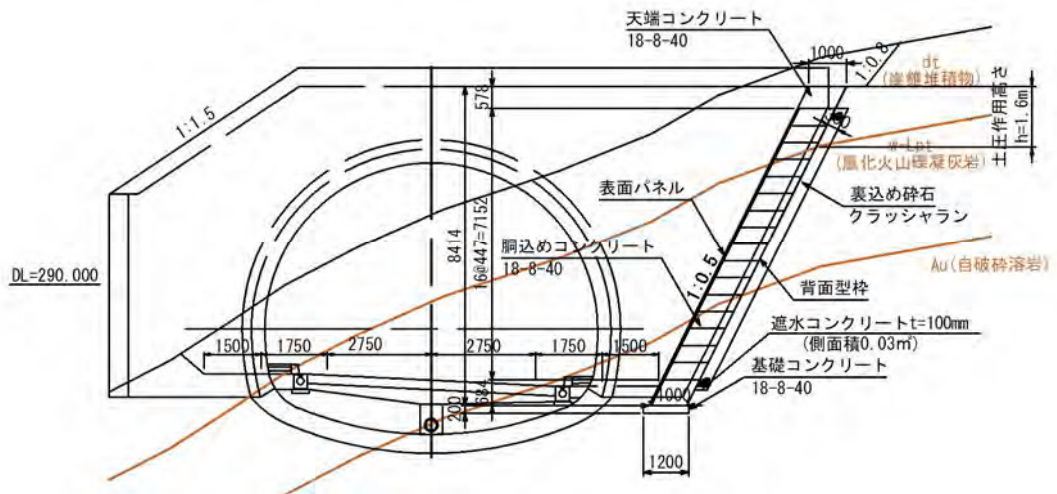
付替国道トンネル終点側坑口の斜面は1.6m程度の崖錐堆積物が分布するが、その下位には火山礫凝灰岩 Lpt の風化部（平均 N 値 32）が 2.0~3.0m 程度分布する。岩盤の新鮮部は固結度が高く、火山礫凝灰岩 Lpt で換算平均 N 値 164、自破砕溶岩 Au で換算平均 N 値 192 を示す。下記に地質断面図を示す。



6.1.3 工法抽出

6.1.2の坑口部の地質状況を踏まえ、第5章の坑口擁壁工において概略検討の結果、大型ブロック積擁壁工の控えが1.0m程度となったことから、施工性のよく工期短縮が図れる「大型ブロック積擁壁工」を抽出する。

今回の検討結果は、以下に示す。

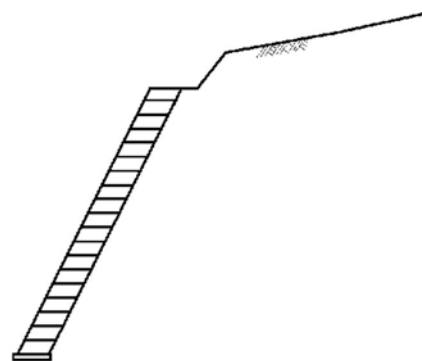


6.2 設計計算

本擁壁は、もたれ式擁壁に準じた構造の擁壁として、以下の方法で設計を行った。基本的な考えは「道路土工 擁壁工指針」に準拠した。

(1) 設計断面

- 1) 擁壁形式 大型ブロック積擁壁
- 2) 基礎形式 直接基礎
- 3) 擁壁寸法 擁壁高さ $H = 8.620$ (m)
底版幅 $B = 1.200$ (m)
勾配 $1 : 0.500$



(2) 荷重の組合せ

以下の組合せについて設計を行った。

- | | |
|-----|--------------------------|
| 常時 | 自重+土圧 |
| 地震時 | 自重+地震の影響（自重による慣性力、地震時土圧） |

(3) 設計荷重

設計は、以下の荷重を考慮して行った。

1) 自重

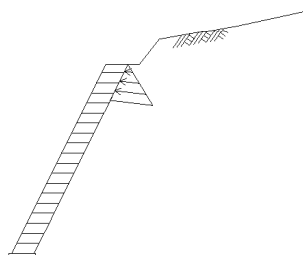
製品本体、基礎コンクリート、天端コンクリートを自重として考慮した。

$$\text{自重} : W_c = 199.16 \text{ (kN)}$$

2) 土圧

計算は、試行くさび法により行った。また、土圧は下図のように三角形分布するものとして計算を行った。

内部摩擦角 : $\phi = 30.00$ (°)
単位体積重量 : $\gamma_s = 19.00$ (kN/m³)

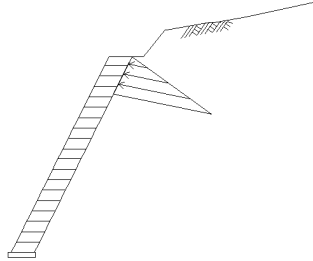


$$\begin{aligned} \text{土圧作用高さ} : h &= 1.600 \text{ (m)} \\ \text{土圧} : P_a &= 6.75 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

3) 地震の影響

地震の影響として、躯体の自重に起因する慣性力を考慮した。また、土圧についても土塊に対して水平方向に慣性力を作用させ、地震時土圧を求めた。

設計水平震度： $K_h = 0.16$



慣性力： $H = 31.78 \text{ (kN)}$
土圧： $Pa = 15.11 \text{ (kN)}$

(4) ブロック各段における安定計算

ブロック各段の安定に対して、以下の検討を行った。

1) 滑 動

ブロック最下段(1段目)において滑動安全率による検討を行った。

製品間の摩擦係数： 0.600

<18段目の結果>

常 時： $F_s = 17.25 \geq 1.50$

地 震 時： $F_s = 2.50 \geq 1.20$

2) 転 倒

ブロック最下段(1段目)において合力の作用位置による検討を行った。

<18段目の結果>

常 時： $d = 2.341 > 0.500$

地 震 時： $d = 1.319 \geq 0.333$

(5) 擁壁全体の安定計算

擁壁全体の安定に対して、以下の検討を行った。

1) 転 倒

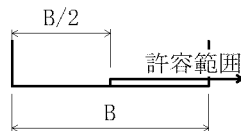
基礎底板位置での合力の作用位置による検討を行った。

常 時： $d = 2.432 > 0.600$

地 震 時： $d = 1.397 \geq 0.400$

(単位：m)

※ ここで、安定条件として合力の作用位置の許容範囲は、下図の通り合力の作用位置が山側に位置している場合は、条件を満足しているものとした。



2) 滑 動

滑動安全率による検討を行った。

摩擦係数： 0.700

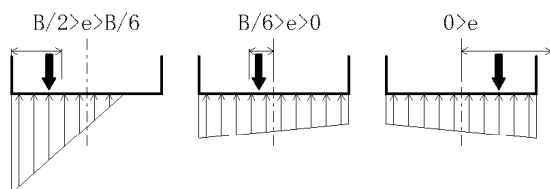
常 時： $F_s = 20.70 \geq 1.50$

地 震 時： $F_s = 2.95 \geq 1.20$

3) 支持力

支持力の検討は、擁壁底面に作用する最大地盤反力において照査を行った。

常時: $q = 212.60$ 以上の支持力が必要です。
地震時: $q = 212.82$ 以上の支持力が必要です。
(単位: kN/m^2)



(6) 壁体の断面計算

ブロック各段における検討を行った。

1) 壁体の断面計算結果

ブロック各段において、曲げ応力度及び、せん断応力度の検討を行った。

<16段目の結果>

常時: $\sigma_c = 0.23 \leq 4.50$
 $\tau = 0.05 \leq 0.33$
地震時: $\sigma_c = 0.19 \leq 6.75$
 $\tau = 0.06 \leq 0.33$

<17段目の結果>

常時: $\sigma_c = 0.17 \leq 4.50$
 $\tau = 0.05 \leq 0.33$
地震時: $\sigma_c = 0.21 \leq 6.75$
 $\tau = 0.06 \leq 0.33$

(単位: N/mm^2)

6.2.1 設計条件

1.1 設計条件

- | | | |
|------------|------------|---|
| (1) 擁壁形式 | | 大型ブロック積擁壁 |
| (2) 基礎形式 | | 直接基礎 |
| (3) 擁壁高さ | | $H = 8.620$ (m) |
| (4) 土 圧 | | 試行くさび法による土圧 |
| (5) 設計水平震度 | | $K_h = c_z \cdot k_{h0} = 0.16$ |
| | 地域別補正係数 | $c_z = 1.00$ |
| | 設計水平震度の標準値 | |
| | レベル2地震動 | 1種地盤 |
| | | $k_{h0} = 0.16$ |
| (6) 単位体積重量 | コンクリート | $\gamma_c = 23.00$ (kN/m ³) |

1.2 土質条件

- | | | |
|---------------|------------------|--|
| (1) 擁壁背面の裏込め土 | | |
| | せん断抵抗角 | $\phi = 30.00$ (°) |
| | 単位体積重量 | $\gamma_s = 19.00$ (kN/m ³) |
| (2) 支持地盤 | | |
| | 擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数 | $\mu = 0.700$ |
| | ” の粘着力 | $C = 0.0$ (kN/m ²) |
| | 許容地盤反力度 | $q_a = 212.60$ (kN/m ²) 以上必要 |

1.3 安定条件

- | | | |
|--------------|---------|------------------------|
| (1) 滑動に対する検討 | 滑動安全率 | $F_s \geq 1.50$ (1.20) |
| (2) 転倒に対する検討 | 合力の作用位置 | $d > 1/2 B$ (1/3) |
- ※ ()は地震時

1.4 材料強度及び許容応力度

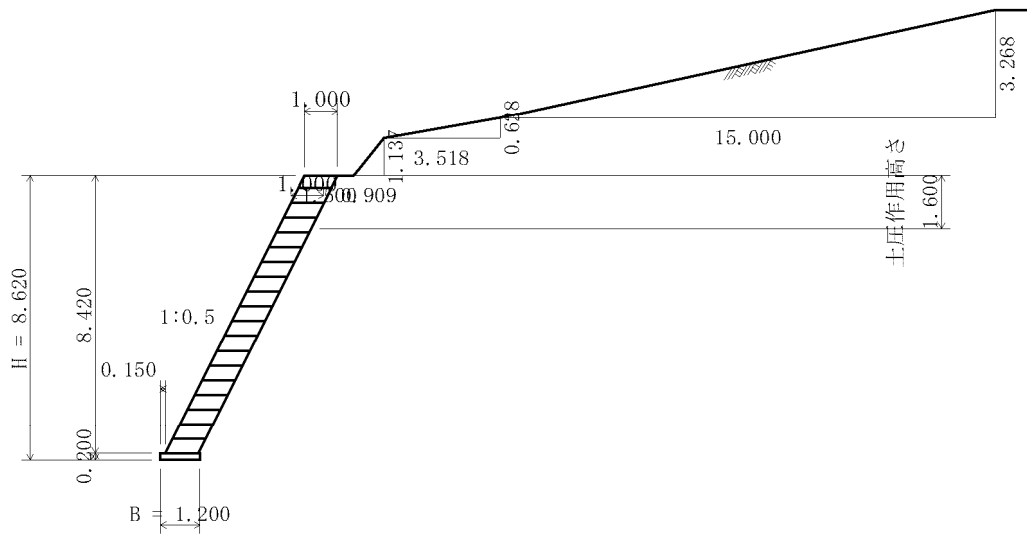
	(N/mm ²)	常 時	地 震 時
(1) コンクリート			
設計基準強度	σ_{ck}	18	
許容圧縮応力度	σ_{ca}	4.50	6.75
許容曲げ引張応力度	σ_{ta}	0.23	0.35
許容せん断応力度	τ_a	0.33	0.33

1.5 参考文献

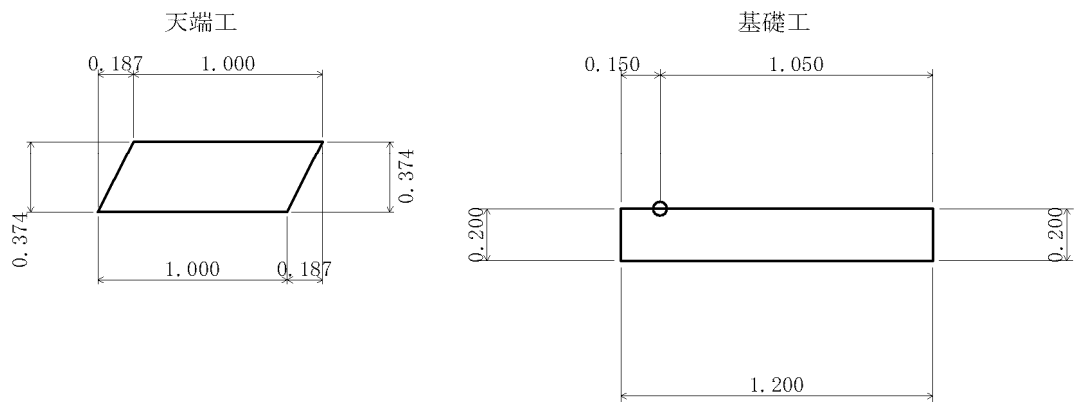
- 一、道路土工 擁壁工指針 (平成24年度版) (社)日本道路協会

6.2.2 一般形状寸法図

2.1 一般図



2.2 詳細図



6.2.3 設計計算（一式）

3.1 安定計算結果

安定計算は、滑動・転倒・支持の安定に対して検討を行った。

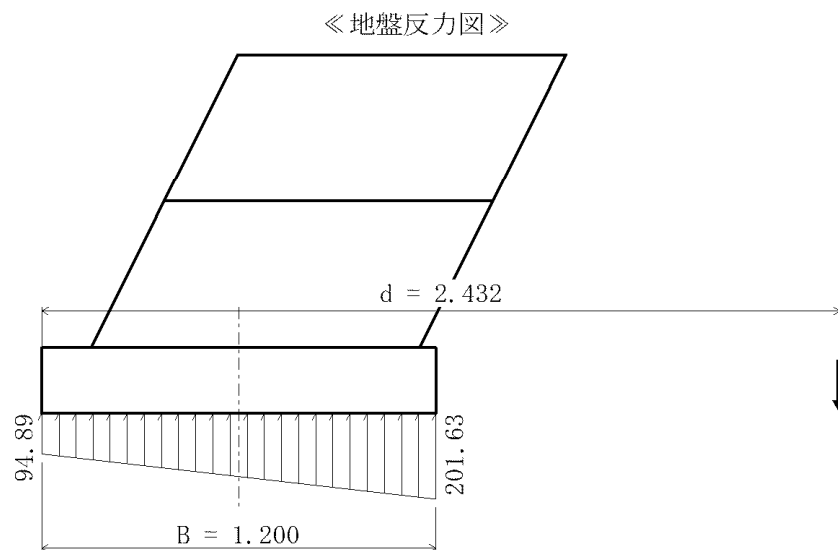
3.1.1 常 時

(1) ブロック各段の安定計算結果

	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	滑 動 1.50	合力位置 (m) 1/2 B	判定
18段目	192.87	6.71	17.25	2.341 (0.500)	O. K.

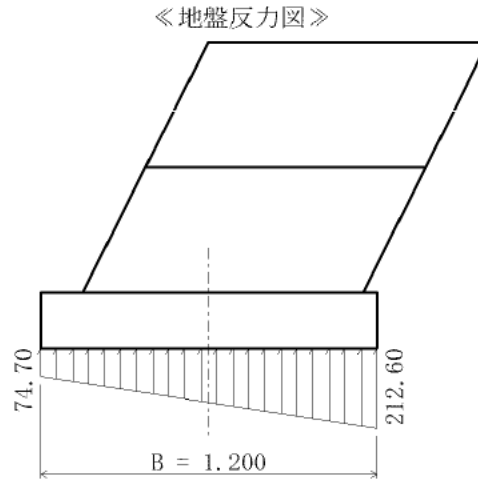
(2) 全体の安定計算結果

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 Fs	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)	判定
198.39	6.71	2.432	20.70	94.89 201.63	O. K.
許 容 値		0.600	1.50		



主働土圧状態が生起しない場合

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	地盤反力度		判定
		q_1	q_2	
199.16	0.00	74.70	212.60	O. K.
許 容 値				



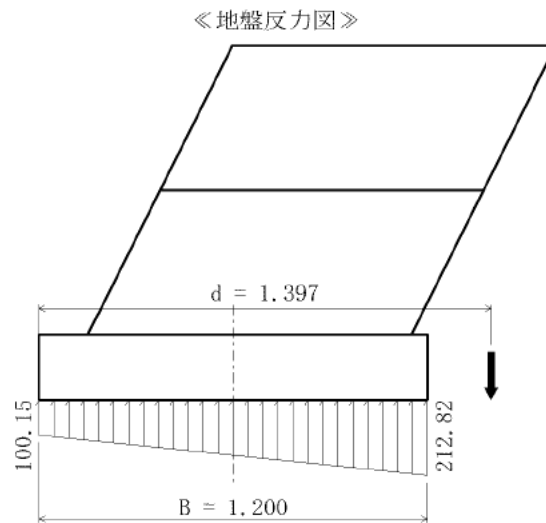
3.1.2 地震時

(1) ブロック各段の安定計算結果

	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	滑 動	合力位置 (m)	判定
			1.20	1/3 B	
18段目	190.61	45.70	2.50	1.319 (0.333)	O. K.

(2) 全体の安定計算結果

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 F_s	地盤反力度		判定
				q_1	q_2	
196.13	46.58	1.397	2.95	100.15	212.82	O. K.
許 容 値		0.400	1.20			



3.2 断面計算結果

3.2.1 ブロック各段の断面計算

部 材	項 目		常 時	地 震 時
1段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	4.79×10^6	2.22×10^6
		軸 力 N (N)	13.48×10^3	15.96×10^3
		せん断力 S (N)	12.16×10^3	11.15×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.04	0.03
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.02	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.01
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
2段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	9.41×10^6	5.72×10^6
		軸 力 N (N)	20.96×10^3	24.12×10^3
		せん断力 S (N)	19.63×10^3	20.24×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.08	0.06
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.04	0.01
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.02
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
3段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	15.66×10^6	11.80×10^6
		軸 力 N (N)	28.68×10^3	32.34×10^3
		せん断力 S (N)	26.69×10^3	29.24×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.12	0.10
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.07	0.04
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
4段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	22.21×10^6	17.76×10^6
		軸 力 N (N)	36.90×10^3	41.78×10^3
		せん断力 S (N)	30.81×10^3	32.55×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.17	0.15
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.10	0.06
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
5段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	28.52×10^6	22.99×10^6
		軸 力 N (N)	45.34×10^3	51.32×10^3
		せん断力 S (N)	34.48×10^3	35.69×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.22	0.19
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.13	0.09
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
6段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	34.40×10^6	27.36×10^6
		軸 力 N (N)	54.01×10^3	60.94×10^3
		せん断力 S (N)	37.70×10^3	38.64×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.26	0.23
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.15	0.10
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
7段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	39.51×10^6	30.81×10^6
		軸 力 N (N)	62.91×10^3	70.66×10^3
		せん断力 S (N)	40.47×10^3	41.41×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.30	0.26
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.17	0.11
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
8段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	43.58×10^6	33.31×10^6
		軸 力 N (N)	72.03×10^3	80.46×10^3
		せん断力 S (N)	42.79×10^3	44.00×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.33	0.28
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.19	0.12
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
9段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	46.54×10^6	34.61×10^6
		軸 力 N (N)	81.37×10^3	90.36×10^3
		せん断力 S (N)	44.66×10^3	46.40×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.36	0.30
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.20	0.12
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
10段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	47.93×10^6	34.72×10^6
		軸 力 N (N)	90.94×10^3	100.35×10^3
		せん断力 S (N)	46.08×10^3	48.62×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.38	0.31
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.20	0.11
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
11段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	47.65×10^6	33.46×10^6
		軸 力 N (N)	100.74×10^3	110.43×10^3
		せん断力 S (N)	47.06×10^3	50.65×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.39	0.31
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.19	0.09
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
12段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	45.30×10^6	30.76×10^6
		軸 力 N (N)	110.75×10^3	120.61×10^3
		せん断力 S (N)	47.59×10^3	52.51×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.38	0.31
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.16	0.06
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
13段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	40.65×10^6	26.44×10^6
		軸 力 N (N)	120.98×10^3	130.87×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	54.18×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.36	0.29
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.12	0.03
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
14段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	33.87×10^6	20.61×10^6
		軸 力 N (N)	131.26×10^3	141.15×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	55.82×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.33	0.26
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.07	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
15段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	24.63 × 10 ⁶	13.17 × 10 ⁶
		軸 力 N (N)	141.54 × 10 ³	151.43 × 10 ³
		せん断力 S (N)	47.68 × 10 ³	57.46 × 10 ³
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ c	0.29	0.23
		σ ca	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ t	0.01	————
		σ ta	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ ca	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
16段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	13.21 × 10 ⁶	4.20 × 10 ⁶
		軸 力 N (N)	151.82 × 10 ³	161.71 × 10 ³
		せん断力 S (N)	47.68 × 10 ³	59.10 × 10 ³
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ c	0.23	0.19
		σ ca	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ t	————	————
		σ ta	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ ca	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
17段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-0.65×10^6	-6.19×10^6
		軸 力 N (N)	162.10×10^3	171.99×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	60.74×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.17	0.21
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

付替国道 終点側 No.264+9.0 M1構造計算書

2021 年 9 月

KGC BLOCK

目 次

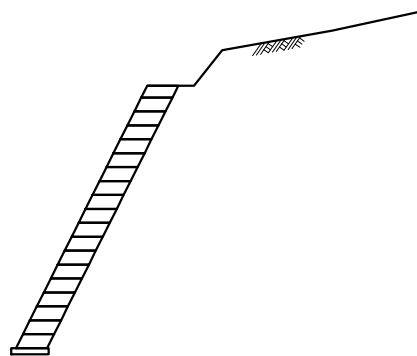
設計概説	1
§1 設計条件	5
§2 一般形状寸法図	6
§3 計算結果	7
§4 設計荷重	20
§5 安定計算	33
§6 天端工	41
§7 ブロック各段の部材断面設計	43

設計概説

本擁壁は、もたれ式擁壁に準じた構造の擁壁として、以下の方法で設計を行った。基本的な考えは『道路土工 擁壁工指針』に準拠した。

(1) 設計断面

- | | |
|---------|--------------------|
| 1) 擁壁形式 | 大型ブロック積擁壁 |
| 2) 基礎形式 | 直接基礎 |
| 3) 擁壁寸法 | 擁壁高さ H = 8.620 (m) |
| | 底版幅 B = 1.200 (m) |
| | 勾配 1 : 0.500 |



[設計方針・方法]

[計算結果]

(2) 荷重の組合せ

以下の組合せについて設計を行った。

- | | |
|-----|---------------------------|
| 常時 | 自重+土圧 |
| 地震時 | 自重+地震の影響 (自重による慣性力、地震時土圧) |

(3) 設計荷重

設計は、以下の荷重を考慮して行った。

1) 自重

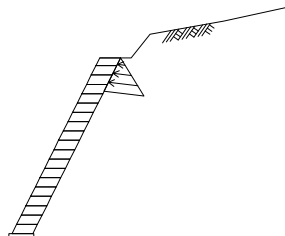
製品本体、基礎コンクリート、天端コンクリートを自重として考慮した。

自重 : $W_c = 199.16 \text{ (kN)}$

2) 土 圧

計算は、試行くさび法により行った。また、土圧は下図のように三角形分布するものとして計算を行った。

内部摩擦角： $\phi = 30.00(^{\circ})$
 単位体積重量： $\gamma_s = 19.00 (\text{kN/m}^3)$

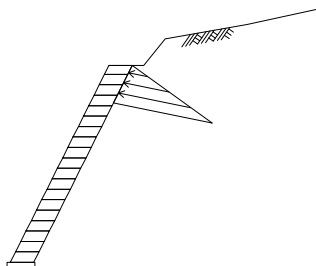


土圧作用高さ： $h = 1.600 (\text{m})$
 土圧： $P_a = 6.75 (\text{kN})$

3) 地震の影響

地震の影響として、躯体の自重に起因する慣性力を考慮した。また、土圧についても土塊に対して水平方向に慣性力を作用させ、地震時土圧を求めた。

設計水平震度： $K_h = 0.16$



慣性力： $H = 31.78 (\text{kN})$
 土圧： $P_a = 15.11 (\text{kN})$

(4) ブロック各段における安定計算

ブロック各段の安定に対して、以下の検討を行った。

1) 滑 動

ブロック最下段(1段目)において滑動安全率による検討を行った。

製品間の摩擦係数： 0.600

<18段目の結果>

常 時： $F_s = 17.25 \geq 1.50$

地 震 時： $F_s = 2.50 \geq 1.20$

2) 転 倒

ブロック最下段(1段目)において合力の作用位置による検討を行った。

<18段目の結果>

常 時： $d = 2.341 > 0.500$

地 震 時： $d = 1.319 \geq 0.333$

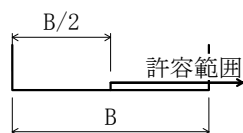
(5) 擁壁全体の安定計算

擁壁全体の安定に対して、以下の検討を行った。

1) 転 倒

基礎底版位置での合力の作用位置による検討を行った。

※ ここで、安定条件として合力の作用位置の許容範囲は、下図の通り合力の作用位置が山側に位置している場合は、条件を満足しているものとした。



常 時: $d = 2.432 > 0.600$

地震時: $d = 1.397 \geq 0.400$

(単位: m)

2) 滑 動

滑動安全率による検討を行った。

摩擦係数 : 0.700

常 時: $F_s = 20.70 \geq 1.50$

地震時: $F_s = 2.95 \geq 1.20$

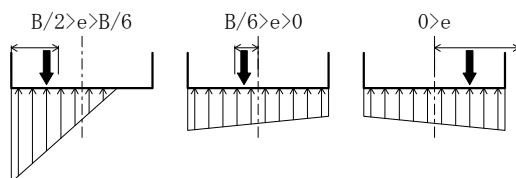
3) 支 持 力

支持力の検討は、擁壁底面に作用する最大地盤反力において照査を行った。

常 時: $q = 212.60$ 以上の支持力が必要です。

地震時: $q = 212.82$ 以上の支持力が必要です。

(単位: kN/m^2)



(6) 天端工の計算

天端工に対して、以下の検討を行った。

1) 滑 動

摩擦係数 : 0.600

常 時: $F_s = 27.09 \geq 1.50$

地震時: $F_s = 1.28 \geq 1.20$

2) 転 倒

常 時: $e = -0.091 \leq 0.167$

地震時: $e = 0.004 \leq 0.333$

(単位: m)

(7) 壁体の断面計算

ブロック各段における検討を行った。

1) 壁体の断面計算結果

ブロック各段において、曲げ応力度及び、せん断応力度の検討を行った。

〈天端部の結果〉

常時時: $\sigma_c = 0.02 \leq 4.50$

$\sigma_t = 0.00 \leq 0.23$

$\tau = 0.01 \leq 0.33$

地震時: $\sigma_c = 0.01 \leq 6.75$

$\sigma_t = 0.00 \leq 0.35$

$\tau = 0.01 \leq 0.33$

〈16段目の結果〉

常時時: $\sigma_c = 0.23 \leq 4.50$

$\tau = 0.05 \leq 0.33$

地震時: $\sigma_c = 0.19 \leq 6.75$

$\tau = 0.06 \leq 0.33$

〈17段目の結果〉

常時時: $\sigma_c = 0.17 \leq 4.50$

$\tau = 0.05 \leq 0.33$

地震時: $\sigma_c = 0.21 \leq 6.75$

$\tau = 0.06 \leq 0.33$

(単位 : N/mm^2)

§1 設計条件

1.1 設計条件

- | | | |
|------------|------------|--|
| (1) 擁壁形式 | | 大型ブロック積擁壁 |
| (2) 基礎形式 | | 直接基礎 |
| (3) 擁壁高さ | | H = 8.620 (m) |
| (4) 土 圧 | | 試行くさび法による土圧 |
| (5) 設計水平震度 | | $K_h = c_z \cdot k_{h0} = 0.16$ |
| | 地域別補正係数 | $c_z = 1.00$ |
| | 設計水平震度の標準値 | |
| | レベル2地震動 | I種地盤 |
| | | $k_{h0} = 0.16$ |
| (6) 単位体積重量 | コンクリート | $\gamma_c = 23.00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ |

1.2 土質条件

- | | | |
|---------------|------------------|---|
| (1) 擁壁背面の裏込め土 | | |
| | せん断抵抗角 | $\phi = 30.00 \text{ (}^\circ\text{)}$ |
| | 単位体積重量 | $\gamma_s = 19.00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ |
| (2) 支持地盤 | | |
| | 擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数 | $\mu = 0.700$ |
| | ” の粘着力 | $C = 0.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ |
| | 許容地盤反力度 | $q_a = 212.60 \text{ (kN/m}^2\text{)} \text{ 以上必要}$ |

1.3 安定条件

- | | | |
|--------------|---------|--------------------------------|
| (1) 滑動に対する検討 | 滑動安全率 | $F_s \geq 1.50 \text{ (1.20)}$ |
| (2) 転倒に対する検討 | 合力の作用位置 | $d > 1/2 B \text{ (1/3)}$ |
- ※ ()は地震時

1.4 材料強度及び許容応力度

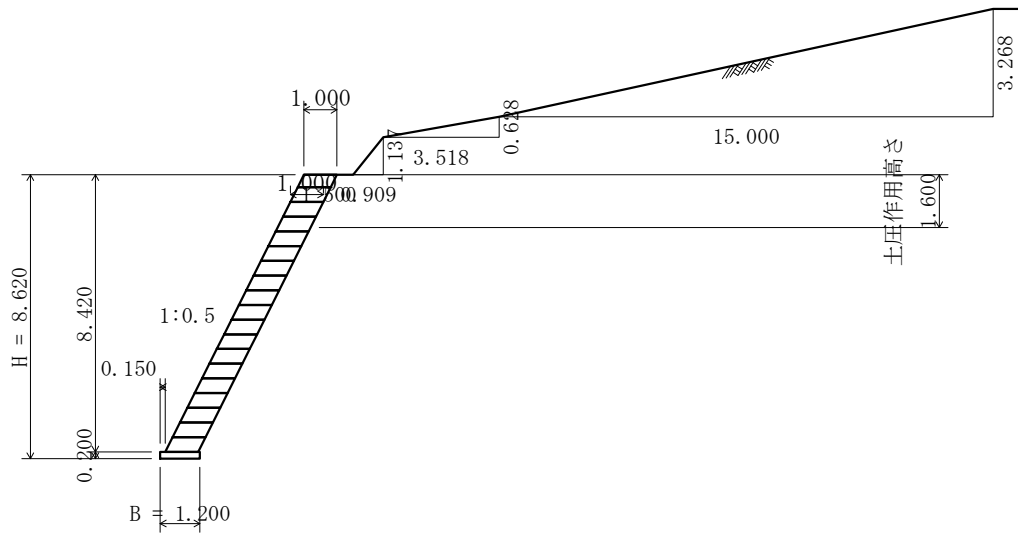
- | | (N/mm ²) | 常 時 | 地 震 時 |
|------------|----------------------|------|-------|
| (1) コンクリート | | | |
| 設計基準強度 | σ_{ck} | 18 | |
| 許容圧縮応力度 | σ_{ca} | 4.50 | 6.75 |
| 許容曲げ引張応力度 | σ_{ta} | 0.23 | 0.35 |
| 許容せん断応力度 | τ_a | 0.33 | 0.33 |

1.5 参考文献

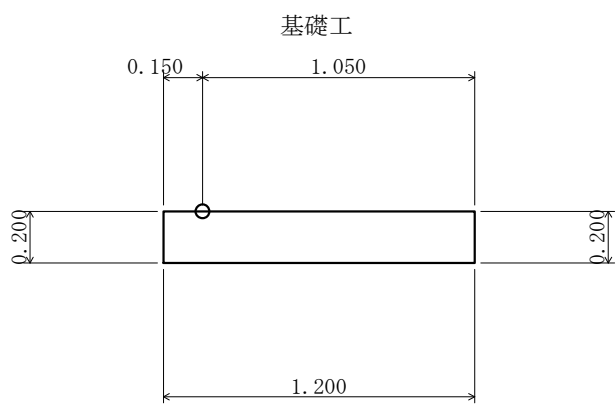
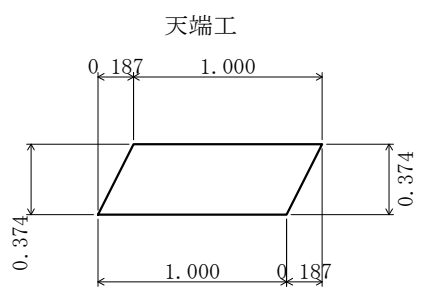
- | | |
|------------------------|-----------|
| 一、道路土工 擁壁工指針 (平成24年度版) | (社)日本道路協会 |
|------------------------|-----------|

§ 2 一般形状寸法図

2.1 一般図



2.2 詳細図



§3 計算結果

3.1 安定計算結果

安定計算は、滑動・転倒・支持の安定に対して検討を行った。

3.1.1 常 時

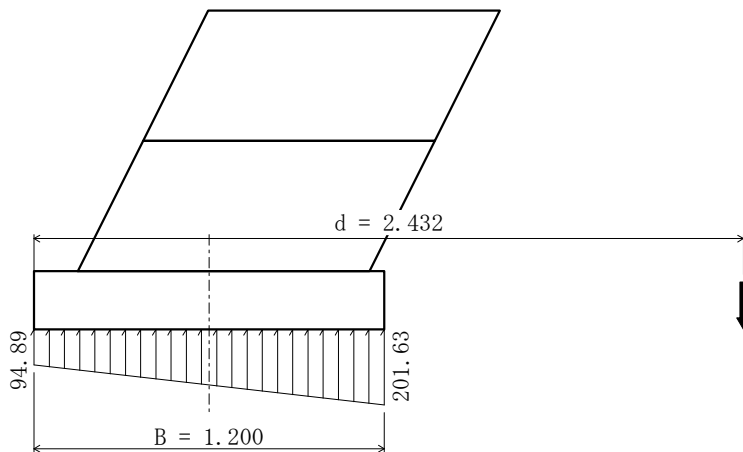
(1) ブロック各段の安定計算結果

	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	滑 動 1.50	合力位置 (m) 1/2 B	判定
18段目	192.87	6.71	17.25	2.341 (0.500)	0. K.

(2) 全体の安定計算結果

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 F_s	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)		判定
198.39	6.71	2.432	20.70	94.89	201.63	0. K.
許 容 値		0.600	1.50			

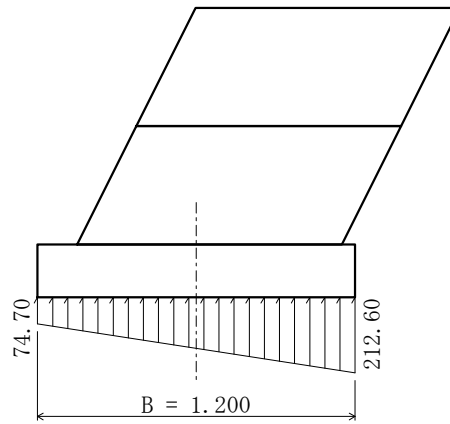
《地盤反力図》



主働土圧状態が生起しない場合

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	地盤反力度		判定
		q_1	q_2	
199.16	0.00	74.70	212.60	0. K.
許 容 値				

《地盤反力図》



3.1.2 地震時

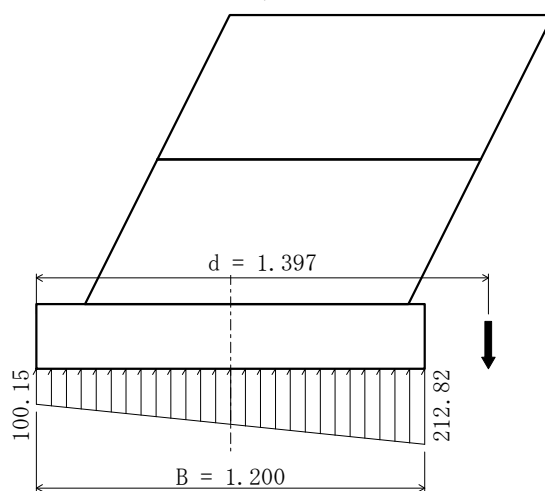
(1) ブロック各段の安定計算結果

	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	滑 動 1.20	合力位置 (m) 1/3 B	判定
18段目	190.61	45.70	2.50	1.319 (0.333)	0. K.

(2) 全体の安定計算結果

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 F_s	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)		判定
196.13	46.58	1.397	2.95	100.15	212.82	0. K.
許 容 値		0.400	1.20			

《地盤反力図》



3.2 天端工の計算結果

天端工は、滑動・転倒の安定に対して照査を行った。

3.2.1 常 時

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	偏心距離 e (m)	滑 動 安全率 Fs	判定
8.58	0.19	-0.091	27.09	0. K.
許 容 値		0.167	1.50	

3.2.2 地 震 時

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	偏心距離 e (m)	滑 動 安全率 Fs	判定
8.10	3.80	0.004	1.28	0. K.
許 容 値		0.333	1.20	

3.3 断面計算結果

3.3.1 ブロック各段の断面計算

部 材	項 目		常 時	地 震 時
天端部	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	1.61×10^6	1.00×10^6
		軸 力 N (N)	6.12×10^3	7.10×10^3
		せん断力 S (N)	5.11×10^3	5.80×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.02	0.01
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.01
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
1段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	4.79×10^6	2.23×10^6
		軸 力 N (N)	13.48×10^3	15.96×10^3
		せん断力 S (N)	12.16×10^3	11.15×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.04	0.03
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.02	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.01
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
2段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	9.43×10^6	5.74×10^6
		軸 力 N (N)	20.96×10^3	24.12×10^3
		せん断力 S (N)	19.63×10^3	20.24×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.08	0.06
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.04	0.01
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.02
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
3段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	15.66×10^6	11.80×10^6
		軸 力 N (N)	28.68×10^3	32.34×10^3
		せん断力 S (N)	26.69×10^3	29.24×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.12	0.10
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.07	0.04
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
4段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	22.21×10^6	17.76×10^6
		軸 力 N (N)	36.90×10^3	41.78×10^3
		せん断力 S (N)	30.81×10^3	32.55×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.17	0.15
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.10	0.06
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
5段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	28.56×10^6	22.99×10^6
		軸 力 N (N)	45.34×10^3	51.32×10^3
		せん断力 S (N)	34.48×10^3	35.69×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.22	0.19
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.13	0.09
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
6段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	34.40×10^6	27.36×10^6
		軸 力 N (N)	54.01×10^3	60.94×10^3
		せん断力 S (N)	37.70×10^3	38.64×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.26	0.23
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.15	0.10
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
7段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	39.51×10^6	30.88×10^6
		軸 力 N (N)	62.91×10^3	70.66×10^3
		せん断力 S (N)	40.47×10^3	41.41×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.30	0.26
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.17	0.11
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
8段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	43.65×10^6	33.31×10^6
		軸 力 N (N)	72.03×10^3	80.46×10^3
		せん断力 S (N)	42.79×10^3	44.00×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.33	0.28
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.19	0.12
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
9段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	46.54×10^6	34.61×10^6
		軸 力 N (N)	81.37×10^3	90.36×10^3
		せん断力 S (N)	44.66×10^3	46.40×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.36	0.30
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.20	0.12
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
10段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	47.93×10^6	34.72×10^6
		軸 力 N (N)	90.94×10^3	100.35×10^3
		せん断力 S (N)	46.08×10^3	48.62×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.38	0.31
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.20	0.11
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
11段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	47.65×10^6	33.46×10^6
		軸 力 N (N)	100.74×10^3	110.43×10^3
		せん断力 S (N)	47.06×10^3	50.65×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.39	0.31
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.19	0.09
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
12段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	45.30×10^6	30.76×10^6
		軸 力 N (N)	110.75×10^3	120.61×10^3
		せん断力 S (N)	47.59×10^3	52.51×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.38	0.31
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.16	0.06
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
13段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	40.77×10^6	26.44×10^6
		軸 力 N (N)	120.98×10^3	130.87×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	54.18×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.37	0.29
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.12	0.03
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
14段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	33.87×10^6	20.61×10^6
		軸 力 N (N)	131.26×10^3	141.15×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	55.82×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.33	0.26
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.07	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
15段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	24.63×10^6	13.17×10^6
		軸 力 N (N)	141.54×10^3	151.43×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	57.46×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.29	0.23
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.01	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
16段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	13.21×10^6	4.37×10^6
		軸 力 N (N)	151.82×10^3	161.71×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	59.10×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.23	0.19
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
17段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-0.65×10^6	-6.19×10^6
		軸 力 N (N)	162.10×10^3	171.99×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	60.74×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.17	0.21
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

§4 設計荷重

擁壁に作用する荷重は、以下の荷重を考える。

- ・自重
- ・土圧
- ・地震の影響（自重による慣性力、地震時土圧）

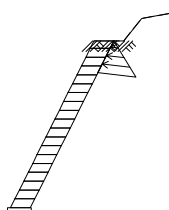
4.1 荷重の組合せ

以下の組合せについて設計を行う。

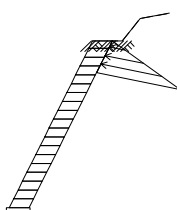
常時	自重＋土圧
地震時	自重＋地震の影響

4.1.1 荷重の組合せ一覧

1) 常時

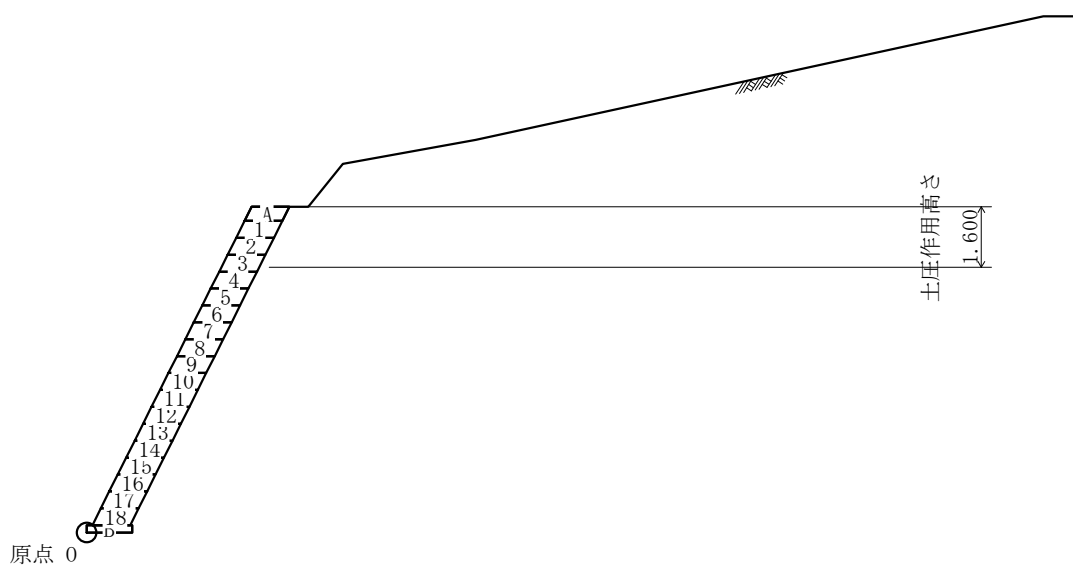


2) 地震時



4.2 荷重の計算

擁壁に作用する荷重と、つま先を原点0とする作用位置の計算を行う。
荷重の計算は、擁壁の延長 1.000 m あたりで行う。



4.2.1 自重

1) ブロック (1段目 ~ 18段目)

勾配 1 : 0.500
 高さ 0.447 (m)
 控え長 1.000 (m)

体積

$$V_o = 1.000 \times 0.447 \times 1.000 = 0.447 \text{ (m}^3\text{)}$$

作用位置

$$x = \frac{0.447}{2} \times 0.500 + \frac{1.000}{2} = 0.612 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{0.447}{2} = 0.224 \text{ (m)}$$

2) 天端コンクリート(A)

記号	幅 (m)	高さ (m)	面積 A (m ²)	重心位置		断面一次モーメント	
				x (m)	y (m)	A・x (m ³)	A・y (m ³)
	1.187	0.374	0.444	0.594	0.187	0.2637	0.0830
a	-1/2 × 0.187	0.374	-0.035	0.062	0.249	-0.0022	-0.0087
b	-1/2 × 0.187	0.374	-0.035	1.125	0.125	-0.0394	-0.0044
合計			0.374			0.2221	0.0699

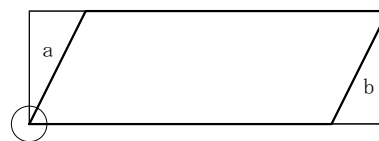
体積

$$V_o = \Sigma A \cdot L = 0.374 \times 1.000 = 0.374 \text{ (m}^3\text{)}$$

作用位置

$$x = \frac{\Sigma A \cdot x}{\Sigma A} = \frac{0.2221}{0.374} = 0.594 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{\Sigma A \cdot y}{\Sigma A} = \frac{0.0699}{0.374} = 0.187 \text{ (m)}$$



3) 基礎コンクリート(B)

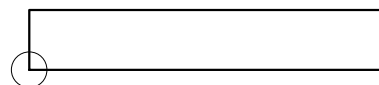
体積

$$V_o = b \cdot h \cdot L = 1.200 \times 0.200 \times 1.000 = 0.240 \text{ (m}^3\text{)}$$

作用位置

$$x = \frac{b}{2} = \frac{1.200}{2} = 0.600 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{h}{2} = \frac{0.200}{2} = 0.100 \text{ (m)}$$



4) 自重の集計

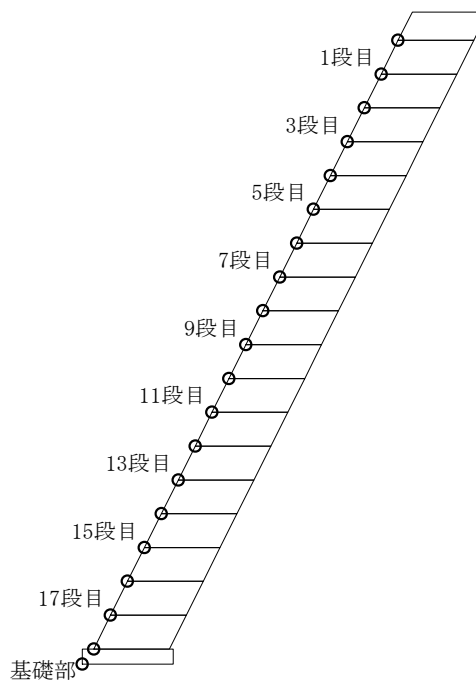
各段毎に自重の集計を行う。

		体積	単位重量	鉛直荷重	慣性力	重心位置	
		V_o (m ³)	γ (kN/m ³)	V (kN)	H (kN)	x_g (m)	y_g (m)
天端部	天端コンクリート	0.374×23.00		8.60	1.38	0.594	0.187
1段目~18段目	ブロック	0.447×23.00		10.28	1.64	0.612	0.224
基礎部	基礎コンクリート	0.240×23.00		5.52	0.88	0.600	0.100

5) 荷重の作用位置

以下に各段における基準点(x_N , y_N)を示す。

	番号 N	基準点	
		x_N (m)	y_N (m)
天端部	20	4.173	8.246
1段目	19	3.950	7.799
2段目	18	3.726	7.352
3段目	17	3.503	6.905
4段目	16	3.279	6.458
5段目	15	3.056	6.011
6段目	14	2.832	5.564
7段目	13	2.609	5.117
8段目	12	2.385	4.670
9段目	11	2.162	4.223
10段目	10	1.938	3.776
11段目	9	1.715	3.329
12段目	8	1.491	2.882
13段目	7	1.268	2.435
14段目	6	1.044	1.988
15段目	5	0.821	1.541
16段目	4	0.597	1.094
17段目	3	0.374	0.647
18段目	2	0.150	0.200
基礎部	1	0.000	0.000



「荷重の総括」で用いる荷重の作用位置は、算出した重心位置(x_g , y_g)と、上の基準点(x_N , y_N)を用いて、次式により算出する。

$$x = x_g + (x_k - x_m)$$

$$y = y_g + (y_k - y_m)$$

ここに、

(x_k , y_k) : 荷重が属する段の基準点座標 (N=k)

(x_m , y_m) : 荷重を集計する段の原点座標 (N=m)

基礎部の荷重集計(m=1)で用いる、18段目の自重(k=2)の作用位置は

$$x = 0.612 + (0.150 - 0.000) = 0.762 \text{ (m)}$$

$$y = 0.224 + (0.200 - 0.000) = 0.424 \text{ (m) となる。}$$

4.2.2 土圧

土圧の計算は、試行くさび法により行う。また、土圧は三角形分布するものとする。

主働土圧合力

常 時

$$Pa = \frac{W \cdot \sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \delta - \alpha)}$$

地 震 時

$$We = \frac{W}{\cos \theta}$$

$$Pa = \frac{We \cdot \sin(\omega - \phi + \theta)}{\cos(\omega - \phi - \delta - \alpha)}$$

主働土圧係数

任意位置の土圧強度を求めるため、算出した土圧力 (Pa) が高さ (h) に三角形分布するものとして、主働土圧係数を逆算する。

$$Ka = \frac{2 \cdot Pa}{\gamma s \cdot h^2}$$

任意位置に作用する土圧強度および土圧合力

$$pa_i = Ka \cdot \gamma s \cdot h_i$$

$$Pa = \frac{(pa_1 + pa_2) \cdot (h_2 - h_1)}{2}$$

鉛直荷重・水平荷重

$$V = Pa \cdot \sin(\delta + \alpha) \cdot L$$

$$H = Pa \cdot \cos(\delta + \alpha) \cdot L$$

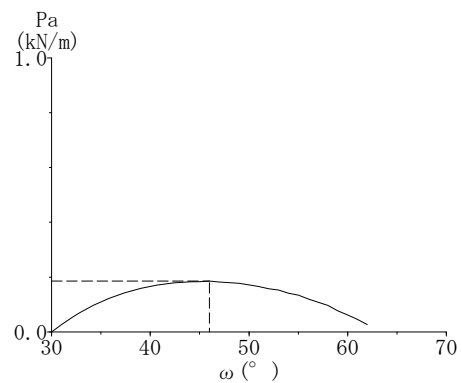
ここに、

- Pa : 主働土圧合力 (kN/m)
- W : 土くさびの重量 (kN/m)
- We : 土くさびの重量とそれに起因する慣性力との合力 (kN/m)
- ω : すべり角 (°)
- ϕ : 裏込め土のせん断抵抗角 $\phi = 30.00$ (°)
- δ : 壁面摩擦角 (°)
- α : 土圧作用面と鉛直面のなす角 $\alpha = -26.57$ (°)
- θ : 地震時合成角 $\theta = \tan^{-1} kh = \tan^{-1} 0.16 = 9.09$ (°)
- Ka : 主働土圧係数
- γs : 裏込め土の単位体積重量 $\gamma s = 19.00$ (kN/m³)
- h : 土圧の作用高さ (m)
- pa_i : 各高さにおける土圧強度 (kN/m²)
- h_i : 土圧強度算出位置からの地表面までの高さ (m)
- h₁, h₂ : 上, 下部位置 (m)
- pa₁, pa₂ : 上, 下部位置の土圧強度 (kN/m²)
- V, H : 鉛直荷重, 水平荷重 (kN)
- L : 擁壁の奥行き (計算幅) L = 1.000 (m)

(1) 常 時

1) 天端部 (天端工下面の検討時)

$$\begin{aligned}
 h &= 0.374 \text{ (m)} \\
 \alpha &= -26.57 \text{ (}^\circ\text{)} \\
 W &= 0.66 \text{ (kN/m)} \\
 \omega &= 45.20 \text{ (}^\circ\text{)} \\
 \delta &= 20.00 \text{ (}^\circ\text{)} \\
 \phi &= 30.00 \text{ (}^\circ\text{)}
 \end{aligned}$$

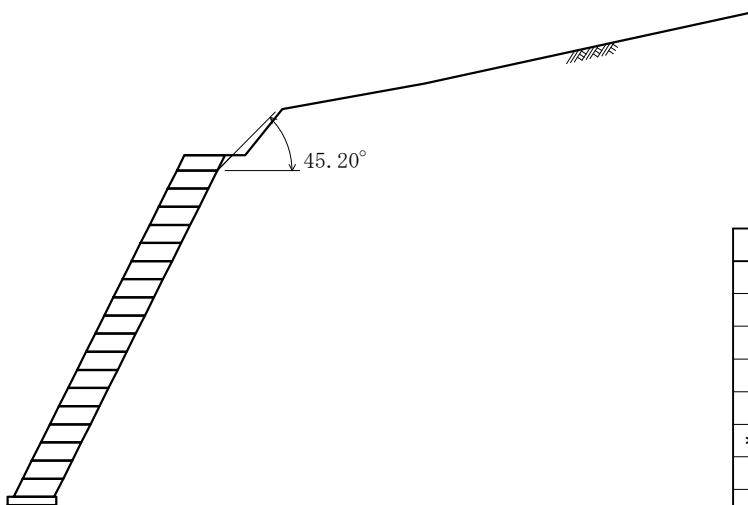


最大主働土圧合力

$$\begin{aligned}
 Pa &= \frac{0.66 \times \sin(45.20 - 30.00)}{\cos(45.20 - 30.00 - 20.00 + 26.57)} \\
 &= 0.19 \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

主働土圧係数

$$\begin{aligned}
 Ka &= \frac{2 \times 0.19}{19.00 \times 0.374^2} \\
 &= 0.143
 \end{aligned}$$



ω	Pa	W
50.00	0.172	0.45
49.00	0.177	0.49
48.00	0.180	0.53
47.00	0.182	0.57
46.00	0.185	0.62
* 45.20	0.186	0.66
45.00	0.184	0.66
44.00	0.183	0.71
43.00	0.181	0.76
42.00	0.178	0.81
41.00	0.172	0.86

鉛直荷重

$$V = 0.19 \times \sin(20.00 - 26.57) \times 1.000 = -0.02 \text{ (kN)}$$

水平荷重

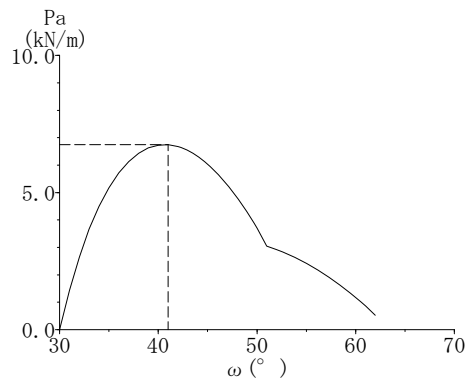
$$H = 0.19 \times \cos(20.00 - 26.57) \times 1.000 = 0.19 \text{ (kN)}$$

作用位置

$$\begin{aligned}
 x &= 1.062 \text{ (m)} \\
 y &= \frac{0.374}{3} = 0.125 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

2) 基礎部

- h = 1.600 (m)
- α = -26.57 (°)
- W = 34.70 (kN/m)
- ω = 40.70 (°)
- δ = 20.00 (°)
- φ = 30.00 (°)

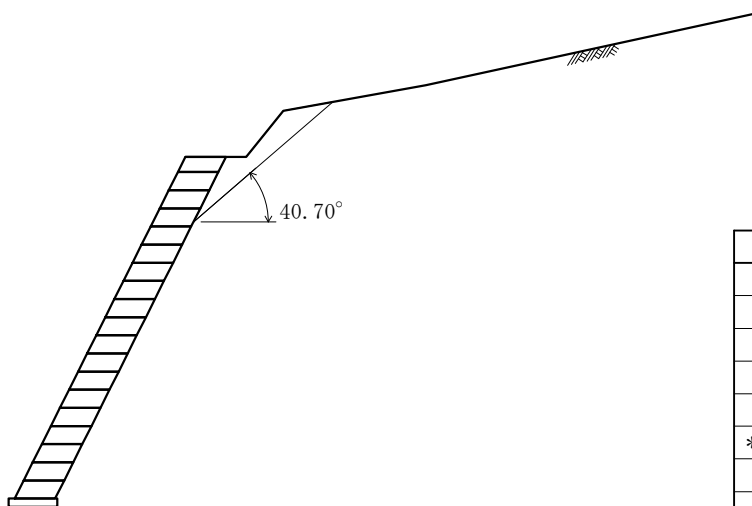


最大主働土圧合力

$$Pa = \frac{34.70 \times \sin(40.70 - 30.00)}{\cos(40.70 - 30.00 - 20.00 + 26.57)} = 6.75 \text{ (kN/m)}$$

主働土圧係数

$$Ka = \frac{2 \times 6.75}{19.00 \times 1.600^2} = 0.278$$



ω	Pa	W
45.00	6.034	21.68
44.00	6.318	24.45
43.00	6.532	27.36
42.00	6.676	30.44
41.00	6.743	33.69
* 40.70	6.747	34.70
40.00	6.729	37.14
39.00	6.626	40.80
38.00	6.429	44.71
37.00	6.128	48.88
36.00	5.714	53.35

3) 各高さにおける土圧合力と作用位置

	高さ h ₁ , h ₂ (m)	作用高さ h ₂ - h ₁ (m)	土圧合力 Pa (kN/m)	作用位置 y _o (m)
18段目	0.000 1.600	1.600	6.75	0.533

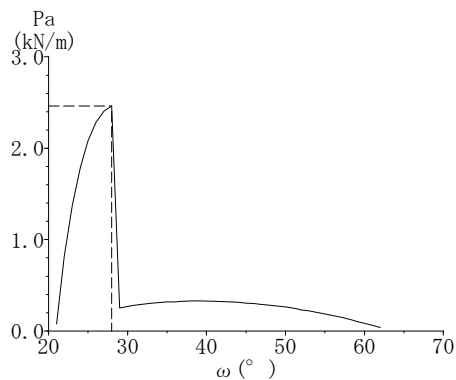
4) 各ブロックに作用する土圧の鉛直荷重・水平荷重

	土圧合力 Pa (kN/m)	摩擦角 δ (°)	傾斜角 α (°)	荷 重		作用位置	
				鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)
18段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	4.677	7.353
基礎部	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	4.827	7.553

(2) 地震時

1) 天端部 (天端工下面の検討時)

- h = 0.374 (m)
- α = -26.57 (°)
- W = 18.18 (kN/m)
- ω = 28.50 (°)
- δ = 15.00 (°)
- φ = 30.00 (°)
- θ = 9.09 (°)



最大主働土圧合力

$$W_e = \frac{18.18}{\cos 9.09} = 18.41 \text{ (kN/m)}$$

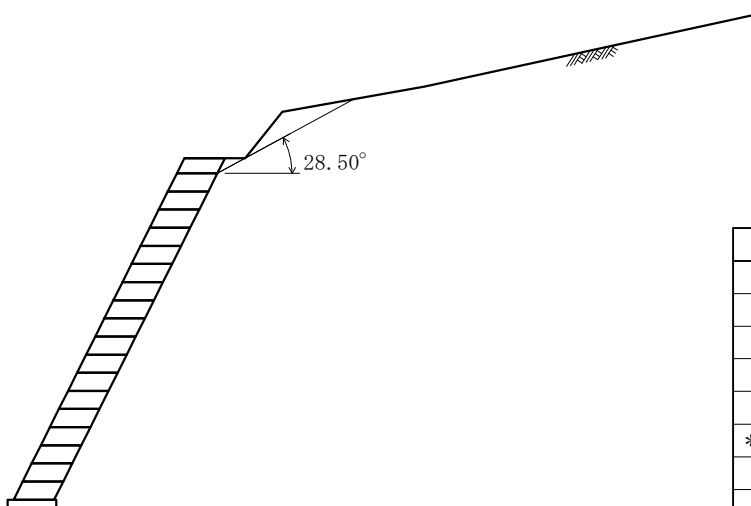
$$Pa = \frac{18.41 \times \sin(28.50 - 30.00 + 9.09)}{\cos (28.50 - 30.00 - 15.00 + 26.57)}$$

$$= 2.47 \text{ (kN/m)}$$

主働土圧係数

$$K_a = \frac{2 \times 2.47}{19.00 \times 0.374^2}$$

$$= 1.859$$



ω	Pa	W
33.00	0.303	1.38
32.00	0.293	1.46
31.00	0.282	1.55
30.00	0.268	1.64
29.00	0.251	1.73
* 28.50	2.470	18.18
28.00	2.463	19.43
27.00	2.405	22.14
26.00	2.282	25.18
25.00	2.081	28.62
24.00	1.785	32.54

鉛直荷重

$$V = 2.47 \times \sin(15.00 - 26.57) \times 1.000 = -0.50 \text{ (kN)}$$

水平荷重

$$H = 2.47 \times \cos(15.00 - 26.57) \times 1.000 = 2.42 \text{ (kN)}$$

作用位置

$$x = 1.062 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{0.374}{3} = 0.125 \text{ (m)}$$

2) 基礎部

$$h = 1.600 \text{ (m)}$$

$$\alpha = -26.57 \text{ (}^\circ\text{)}$$

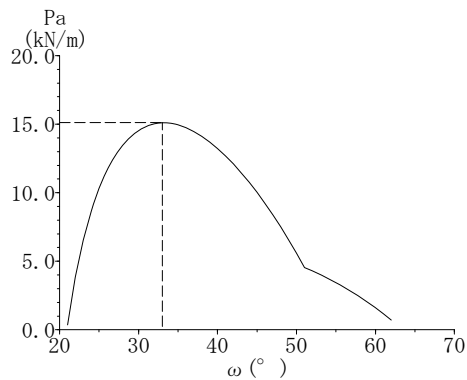
$$W = 66.64 \text{ (kN/m)}$$

$$\omega = 33.40 \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$\delta = 15.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$\phi = 30.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$\theta = 9.09 \text{ (}^\circ\text{)}$$



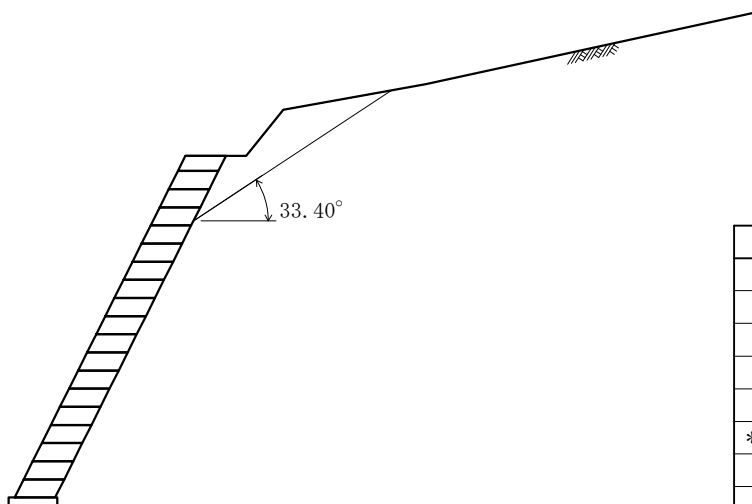
最大主働土圧合力

$$We = \frac{66.64}{\cos 9.09} = 67.49 \text{ (kN/m)}$$

$$Pa = \frac{67.49 \times \sin(33.40 - 30.00 + 9.09)}{\cos(33.40 - 30.00 - 15.00 + 26.57)} = 15.11 \text{ (kN/m)}$$

主働土圧係数

$$Ka = \frac{2 \times 15.11}{19.00 \times 1.600^2} = 0.621$$



ω	Pa	W
38.00	14.122	44.71
37.00	14.472	48.88
36.00	14.754	53.35
35.00	14.958	58.15
34.00	15.080	63.33
* 33.40	15.109	66.64
33.00	15.107	68.93
32.00	15.033	75.02
31.00	14.844	81.66
30.00	14.525	88.94
29.00	14.071	97.06

3) 各高さにおける土圧合力と作用位置

	高さ h_1, h_2 (m)	作用高さ $h_2 - h_1$ (m)	土圧合力 Pa (kN/m)	作用位置 y_0 (m)
18段目	0.000 1.600	1.600	15.11	0.533

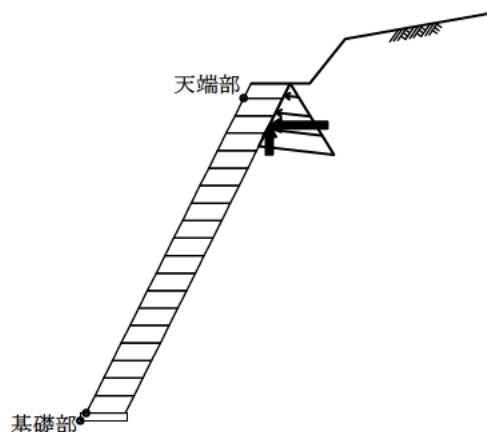
4) 各ブロックに作用する土圧の鉛直荷重・水平荷重

	土圧合力 Pa (kN/m)	摩擦角 δ (°)	傾斜角 α (°)	荷 重		作用位置	
				鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)
18段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	4.677	7.353
基礎部	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	4.827	7.553

4.3 荷重の総括

4.3.1 荷重の集計方法

ブロック各段前面下端を原点として荷重を集計する。



4.3.2 荷重の集計

算出された荷重を各荷重ケース毎、また、各段毎に集計する。

(1) 常時

		荷重		作用位置		モーメント		
		鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)	抵抗 V・x (kN・m)	転倒 H・y (kN・m)	
天端工下面の検討								
天端部	自重	天端部	8.60		0.594	0.187	5.11	
	土圧		-0.02	0.19	1.062	0.125	-0.02	0.02
合計 Σ			8.58	0.19			5.09	0.02
各段および全体の安定計算								
18段目	自重	天端部	8.60		4.617	8.233	39.71	
		1段目	10.28		4.412	7.823	45.36	
		2段目	10.28		4.188	7.376	43.05	
		3段目	10.28		3.965	6.929	40.76	
		4段目	10.28		3.741	6.482	38.46	
		5段目	10.28		3.518	6.035	36.17	
		6段目	10.28		3.294	5.588	33.86	
		7段目	10.28		3.071	5.141	31.57	
		8段目	10.28		2.847	4.694	29.27	
		9段目	10.28		2.624	4.247	26.97	
		10段目	10.28		2.400	3.800	24.67	
		11段目	10.28		2.177	3.353	22.38	
		12段目	10.28		1.953	2.906	20.08	
		13段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		14段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		15段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		16段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
	17段目	10.28		0.836	0.671	8.59		
18段目	10.28		0.612	0.224	6.29			
	土圧		-0.77	6.71	4.677	7.353	-3.60	49.34
合計 Σ			192.87	6.71			500.93	49.34

			荷 重		作用位置		モーメント	
			鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)	抵抗 V・x (kN・m)	転倒 H・y (kN・m)
基礎部	自重	天端部	8.60		4.767	8.433	41.00	
		1段目	10.28		4.562	8.023	46.90	
		2段目	10.28		4.338	7.576	44.59	
		3段目	10.28		4.115	7.129	42.30	
		4段目	10.28		3.891	6.682	40.00	
		5段目	10.28		3.668	6.235	37.71	
		6段目	10.28		3.444	5.788	35.40	
		7段目	10.28		3.221	5.341	33.11	
		8段目	10.28		2.997	4.894	30.81	
		9段目	10.28		2.774	4.447	28.52	
		10段目	10.28		2.550	4.000	26.21	
		11段目	10.28		2.327	3.553	23.92	
		12段目	10.28		2.103	3.106	21.62	
		13段目	10.28		1.880	2.659	19.33	
		14段目	10.28		1.656	2.212	17.02	
		15段目	10.28		1.433	1.765	14.73	
		16段目	10.28		1.209	1.318	12.43	
		17段目	10.28		0.986	0.871	10.14	
		18段目	10.28		0.762	0.424	7.83	
			基礎部	5.52		0.600	0.100	3.31
	土圧		-0.77	6.71	4.827	7.553	-3.72	50.68
合 計 Σ			198.39	6.71			533.16	50.68
自重のみの合計 Σ			199.16	0.00			536.88	0.00

(2) 地震時

			荷 重		作用位置		モーメント	
			鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)	抵抗 V・x (kN・m)	転倒 H・y (kN・m)
天端工下面の検討								
天端部	自重	天端部	8.60	1.38	0.594	0.187	5.11	0.26
	土圧		-0.50	2.42	1.062	0.125	-0.53	0.30
合 計 Σ			8.10	3.80			4.58	0.56
各段および全体の安定計算								
18段目	自重	天端部	8.60	1.38	4.617	8.233	39.71	11.36
		1段目	10.28	1.64	4.412	7.823	45.36	12.83
		2段目	10.28	1.64	4.188	7.376	43.05	12.10
		3段目	10.28	1.64	3.965	6.929	40.76	11.36
		4段目	10.28	1.64	3.741	6.482	38.46	10.63
		5段目	10.28	1.64	3.518	6.035	36.17	9.90
		6段目	10.28	1.64	3.294	5.588	33.86	9.16
		7段目	10.28	1.64	3.071	5.141	31.57	8.43
		8段目	10.28	1.64	2.847	4.694	29.27	7.70
		9段目	10.28	1.64	2.624	4.247	26.97	6.97
		10段目	10.28	1.64	2.400	3.800	24.67	6.23
		11段目	10.28	1.64	2.177	3.353	22.38	5.50
		12段目	10.28	1.64	1.953	2.906	20.08	4.77
		13段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		14段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		15段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		16段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
		17段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
	18段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37	
	土圧		-3.03	14.80	4.677	7.353	-14.17	108.82
合 計 Σ			190.61	45.70			490.36	238.96

			荷 重		作用位置		モーメント	
			鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)	抵抗 V・x (kN・m)	転倒 H・y (kN・m)
基礎部	自重	天端部	8.60	1.38	4.767	8.433	41.00	11.64
		1段目	10.28	1.64	4.562	8.023	46.90	13.16
		2段目	10.28	1.64	4.338	7.576	44.59	12.42
		3段目	10.28	1.64	4.115	7.129	42.30	11.69
		4段目	10.28	1.64	3.891	6.682	40.00	10.96
		5段目	10.28	1.64	3.668	6.235	37.71	10.23
		6段目	10.28	1.64	3.444	5.788	35.40	9.49
		7段目	10.28	1.64	3.221	5.341	33.11	8.76
		8段目	10.28	1.64	2.997	4.894	30.81	8.03
		9段目	10.28	1.64	2.774	4.447	28.52	7.29
		10段目	10.28	1.64	2.550	4.000	26.21	6.56
		11段目	10.28	1.64	2.327	3.553	23.92	5.83
		12段目	10.28	1.64	2.103	3.106	21.62	5.09
		13段目	10.28	1.64	1.880	2.659	19.33	4.36
		14段目	10.28	1.64	1.656	2.212	17.02	3.63
		15段目	10.28	1.64	1.433	1.765	14.73	2.89
		16段目	10.28	1.64	1.209	1.318	12.43	2.16
		17段目	10.28	1.64	0.986	0.871	10.14	1.43
		18段目	10.28	1.64	0.762	0.424	7.83	0.70
			基礎部	5.52	0.88	0.600	0.100	3.31	0.09
	土圧		-3.03	14.80	4.827	7.553	-14.63	111.78
合 計 Σ			196.13	46.58			522.25	248.19

2) 滑動に対する検討

滑動に対する安全率は次式により照査を行う。

$$F_s = \frac{\text{滑動に対する抵抗力}}{\text{滑動力}} = \frac{\Sigma V \cdot \mu + C \cdot B_e \cdot L}{\Sigma H} \geq F_{sa}$$

ここに、

F_s : 滑動安全率

F_{sa} : 滑動安全率の許容値 常 時 $F_{sa} = 1.50$
地 震 時 $F_{sa} = 1.20$

ΣV : 底版下面における全鉛直荷重 (kN)

ΣH : 水平荷重 (kN)

μ : 擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数

$$\mu = 0.700$$

C : 擁壁底面と基礎地盤の間の付着力 $C = 0.0$ (kN/m²)

B : 擁壁の底版幅 $B = 1.200$ (m)

e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離 (m)

B_e : 有効載荷幅 $B_e = B - 2 \cdot e$ (m)

ただし、有効載荷幅は底版幅を超えないものとする

L : 擁壁の奥行 (計算幅) $L = 1.000$ (m)

3) 支持に対する検討

地盤反力度は次式により求める。

$B / 6 \geq e \geq 0$ のとき

$$\left. \begin{matrix} q_1 \\ q_2 \end{matrix} \right\} = \frac{\Sigma V}{B \cdot L} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$e > B / 6$ のとき

$$q_1 = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3 \cdot d \cdot L}$$

ここに、

q_1, q_2 : 地盤反力度 (kN/m²)

ΣV : 鉛直荷重 (kN)

B : 擁壁の底版幅 $B = 1.200$ (m)

L : 擁壁の奥行き (計算幅) $L = 1.000$ (m)

e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離 (m)

d : つま先から合力の作用点までの距離 (m)

$e < 0$ のとき

擁壁底面の鉛直地盤反力度は、底面地盤と背面地盤に支持された構造体として、擁壁本体を剛体と仮定し、底面の地盤バネと背面の地盤バネを考慮した弾性バネ上のはりモデル「地盤バネモデルによる計算法」に基づく「簡便法」を用いて求める。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3} \right)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta, \quad Q_H = \Sigma H + Q_t \cdot \cos \theta$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L}, \quad q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L}$$

ここに、

l : 擁壁壁面長 (m)

θ : 擁壁壁面傾斜角 $\theta = 26.57$ (°)

ΣM : 擁壁底面つま先回りのモーメント (kN・m)

Q_v : 擁壁底面に発生する鉛直地盤反力 (kN)

Q_H : 擁壁底面に発生する水平地盤反力 (kN)

Q_t : 擁壁背面に発生する壁面地盤反力 (kN) $d \leq \kappa_d \cdot B$ の時は $Q_t = 0$ とする

q_1 : 擁壁底面の前方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m²)

q_2 : 擁壁底面の後方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m²)

κ_1 : 壁面地盤反力度が発生する区間長 l_2 と擁壁壁面長 l との比 ($\kappa_1 = l_2 / l$)

κ_d : つま先からの鉛直地盤反力の作用位置 d_1 と擁壁底面幅 B との比 ($\kappa_d = d_1 / B$)

κ_1 、 κ_d は下表による。

荷重状態	自重みの場合	荷重の組合せに土圧や地震時慣性力などを考慮する場合		
背面勾配	—	1:0.3	1:0.4	1:0.5
κ_1	1.00	0.50	0.60	0.70
κ_d	0.58	0.56		

背面勾配 1:0.5 より、荷重の組合せに土圧や地震時慣性力などを考慮する場合は $\kappa_1 = 0.70$ を用いる。

5.2 計算結果

5.2.1 常時

(1) ブロック各段の検討

1) 滑動の検討

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu}{\sum H} \geq F_{sa}$$

	摩擦係数 μ	鉛直荷重 V (kN)	水平荷重 H (kN)	安全率 Fs 1.50	判定
18段目	0.600	192.87	6.71	17.25	O. K.

2) 転倒の検討

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V}$$

	モーメント		鉛直荷重 V (kN)	底版幅 B (m)	作用位置(許容値)		判定
	抵抗 Mr (kN・m)	転倒 Mo (kN・m)			d (m)	1/2 B (m)	
18段目	500.93	49.34	192.87	1.000	2.341	0.500	O. K.

(2) 基礎部の検討

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\sum V = 198.39 \quad (\text{kN})$$

$$\sum H = 6.71 \quad (\text{kN})$$

$$\sum Mr = 533.16 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\sum Mo = 50.68 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

1) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V} = \frac{533.16 - 50.68}{198.39} = 2.432 \quad (\text{m})$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{1.200}{2} - 2.432 = -1.832 \quad (\text{m})$$

$$d = 2.432 \quad (\text{m}) > 1/2 B = 0.600 \quad (\text{m})$$

よって、合力位置は安定条件を満足している。

2) 滑動に対する安定

$$B_e = B - 2 \cdot e = 1.200 - 2 \times -1.832 = 4.864 \quad (\text{m}) > B = 1.200 \quad \text{より } B_e = 1.200 \quad (\text{m})$$

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu + c \cdot B_e \cdot L}{\sum H} = \frac{198.39 \times 0.700 + 0.0 \times 1.200 \times 1.000}{6.71}$$

$$= 20.70 \geq F_{sa} = 1.50$$

よって、滑動安全率は安定条件を満足している。

3) 支持に対する安定

最大地盤反力度

$e = -1.832 < 0.000$ (m) より、「簡便法」にて計算を行った。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)}$$

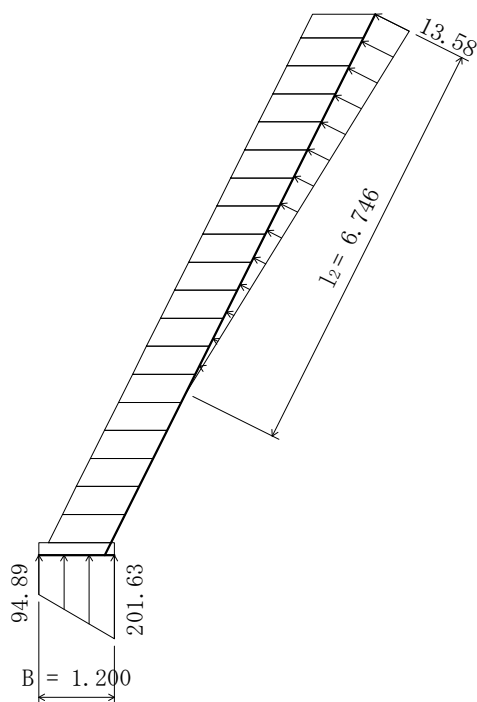
$$= \frac{482.48 - 0.56 \times 1.200 \times 198.39}{1.200 \times \sin 26.57 \times (1 - 0.56) + 9.637 \times \left(1 - \frac{0.70}{3}\right)} = 45.79 \text{ (kN)}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot 1} = \frac{2 \times 45.79}{0.70 \times 9.637} = 13.58 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 198.39 - 45.79 \times \sin 26.57 = 177.91 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 177.91 \times (2 - 3 \times 0.56)}{1.200 \times 1.000} = 94.89 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 177.91 \times (3 \times 0.56 - 1)}{1.200 \times 1.000} = 201.63 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



よって、上記の値以上の支持力が必要である。

4) 主働土圧が作用しない状態の照査

主働土圧が作用しない状態の支持の検討を行う。

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\begin{aligned}\Sigma V &= 199.16 && (\text{kN}) \\ \Sigma H &= 0.00 && (\text{kN}) \\ \Sigma Mr &= 536.88 && (\text{kN} \cdot \text{m}) \\ \Sigma Mo &= 0.00 && (\text{kN} \cdot \text{m})\end{aligned}$$

最大地盤反力度

「簡便法」にて計算を行った。

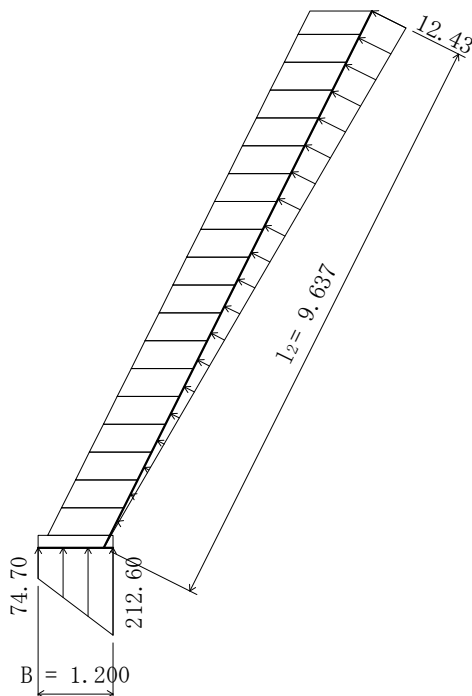
$$\begin{aligned}Q_t &= \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)} \\ &= \frac{536.88 - 0.58 \times 1.200 \times 199.16}{1.200 \times \sin 26.57 \times (1 - 0.58) + 9.637 \times \left(1 - \frac{1.00}{3}\right)} = 59.89 \text{ (kN)}\end{aligned}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot l} = \frac{2 \times 59.89}{1.00 \times 9.637} = 12.43 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 199.16 - 59.89 \times \sin 26.57 = 172.38 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 172.38 \times (2 - 3 \times 0.58)}{1.200 \times 1.000} = 74.70 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 172.38 \times (3 \times 0.58 - 1)}{1.200 \times 1.000} = 212.60 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



よって、上記の値以上の支持力が必要である。

5.2.2 地震時

(1) ブロック各段の検討

1) 滑動の検討

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu}{\sum H} \geq F_{sa}$$

	摩擦係数 μ	鉛直荷重 V (kN)	水平荷重 H (kN)	安全率 F _s 1.20	判定
18段目	0.600	190.61	45.70	2.50	O.K.

2) 転倒の検討

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V}$$

	モーメント		鉛直荷重 V (kN)	底版幅 B (m)	作用位置(許容値)		判定
	抵抗 Mr (kN・m)	転倒 Mo (kN・m)			d (m)	1/3 B (m)	
18段目	490.36	238.96	190.61	1.000	1.319	0.333	O.K.

(2) 基礎部の検討

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\sum V = 196.13 \quad (\text{kN})$$

$$\sum H = 46.58 \quad (\text{kN})$$

$$\sum Mr = 522.25 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\sum Mo = 248.19 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

1) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V} = \frac{522.25 - 248.19}{196.13} = 1.397 \quad (\text{m})$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{1.200}{2} - 1.397 = -0.797 \quad (\text{m})$$

$$d = 1.397 \quad (\text{m}) \geq 1/3 B = 0.400 \quad (\text{m})$$

よって、合力位置は安定条件を満足している。

2) 滑動に対する安定

$$Be = B - 2 \cdot e = 1.200 - 2 \times -0.797 = 2.794 \quad (\text{m}) > B = 1.200 \quad \text{より} \quad Be = 1.200 \quad (\text{m})$$

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu + c \cdot Be \cdot L}{\sum H} = \frac{196.13 \times 0.700 + 0.0 \times 1.200 \times 1.000}{46.58}$$

$$= 2.95 \geq F_{sa} = 1.20$$

よって、滑動安全率は安定条件を満足している。

3) 支持に対する安定

最大地盤反力度

$e = -0.797 < 0.000$ (m) より、「簡便法」にて計算を行った。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)}$$

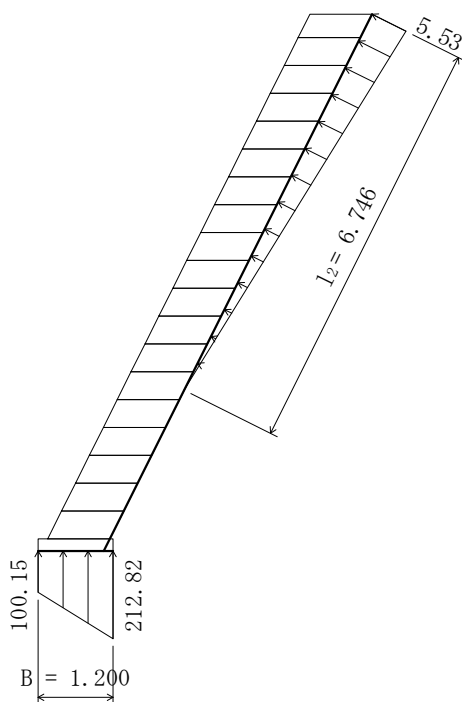
$$= \frac{274.06 - 0.56 \times 1.200 \times 196.13}{1.200 \times \sin 26.57 \times (1 - 0.56) + 9.637 \times \left(1 - \frac{0.70}{3}\right)} = 18.66 \text{ (kN)}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot l} = \frac{2 \times 18.66}{0.70 \times 9.637} = 5.53 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 196.13 - 18.66 \times \sin 26.57 = 187.78 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 187.78 \times (2 - 3 \times 0.56)}{1.200 \times 1.000} = 100.15 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 187.78 \times (3 \times 0.56 - 1)}{1.200 \times 1.000} = 212.82 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



よって、上記の値以上の支持力が必要である。

§6 天端工

集計した荷重を用いて、天端工の検討を行う。

6.1 常 時

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\begin{aligned}\Sigma V &= 8.58 && (\text{kN}) \\ \Sigma H &= 0.19 && (\text{kN}) \\ \Sigma Mr &= 5.09 && (\text{kN} \cdot \text{m}) \\ \Sigma Mo &= 0.02 && (\text{kN} \cdot \text{m})\end{aligned}$$

1) 滑動に対する安定

$$\begin{aligned}F_s &= \frac{\Sigma V \cdot \mu}{\Sigma H} = \frac{8.58 \times 0.600}{0.19} \\ &= 27.09 \geq F_{sa} = 1.50\end{aligned}$$

よって、滑動安全率は安定条件を満足している。

2) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V} = \frac{5.09 - 0.02}{8.58} = 0.591 \text{ (m)}$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{1.000}{2} - 0.591 = -0.091 \text{ (m)}$$

$$e = -0.091 \text{ (m)} \leq \frac{1}{6} \cdot B = 0.167 \text{ (m)}$$

よって、偏心距離は安定条件を満足している。

6.2 地震時

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\Sigma V = 8.10 \quad (\text{kN})$$

$$\Sigma H = 3.80 \quad (\text{kN})$$

$$\Sigma Mr = 4.58 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\Sigma Mo = 0.56 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

1) 滑動に対する安定

$$F_s = \frac{\Sigma V \cdot \mu}{\Sigma H} = \frac{8.10 \times 0.600}{3.80}$$

$$= 1.28 \geq F_{sa} = 1.20$$

よって、滑動安全率は安定条件を満足している。

2) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V} = \frac{4.58 - 0.56}{8.10} = 0.496 \quad (\text{m})$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{1.000}{2} - 0.496 = 0.004 \quad (\text{m})$$

$$e = 0.004 \quad (\text{m}) \leq \frac{1}{3} \cdot B = 0.333 \quad (\text{m})$$

よって、偏心距離は安定条件を満足している。

§7 ブロック各段の部材断面設計

7.1 荷重の計算

たて壁に作用する荷重は、以下の荷重を考慮する。

7.1.1 土圧

『設計荷重』の土圧にて算出した土圧係数より土圧力を求める。
任意位置に作用する土圧強度および土圧合力

$$p_{ai} = K_a \cdot \gamma_s \cdot h_i$$

$$P_a = \frac{(p_{a1} + p_{a2}) \cdot (h_2 - h_1)}{2}$$

鉛直荷重・水平荷重

$$V = P_a \cdot \sin(\delta + \alpha) \cdot L$$

$$H = P_a \cdot \cos(\delta + \alpha) \cdot L$$

ここに、

- p_{ai} : 各高さにおける土圧強度 (kN/m²)
- K_a : 土圧係数
- γ_s : 裏込め土の単位体積重量 $\gamma_s = 19.00$ (kN/m³)
- h_i : 土圧強度算出位置からの地表面までの高さ (m)
- P_a : 主働土圧合力 (kN/m)
- h_1, h_2 : 上, 下部位置 (m)
- p_{a1}, p_{a2} : 上, 下部位置の土圧強度 (kN/m²)
- V, H : 鉛直荷重, 水平荷重 (kN)
- δ : 壁面摩擦角 (°)
- α : 土圧作用面と鉛直面のなす角 $\alpha = -26.57$ (°)
- L : 擁壁の奥行き (計算幅) $L = 1.000$ (m)

(1) 常 時

1) 各高さにおける土圧強度と土圧合力

	高さ h_1, h_2 (m)	土圧係数 Ka	土圧強度 pa_1, pa_2 (kN/m ²)	作用高さ $h_2 - h_1$ (m)	土圧合力 Pa (kN/m)
天端部	0.000 0.374			0.374	0.19
1段目	0.000 0.821	0.278	0.000 4.337	0.821	1.78
2段目	0.000 1.268	0.278	0.000 6.698	1.268	4.25
3段目	0.000 1.600			1.600	6.75

2) 各ブロックに作用する土圧の鉛直荷重・水平荷重

	土圧合力 Pa (kN/m)	摩擦角 δ (°)	傾斜角 α (°)	荷 重		作用位置	
				鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)
天端部	0.19	20.00	-26.57	-0.02	0.19	1.062	0.125
1段目	1.78	20.00	-26.57	-0.20	1.77	1.137	0.274
2段目	4.25	20.00	-26.57	-0.49	4.22	1.211	0.423
3段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	1.325	0.648
4段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	1.548	1.095
5段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	1.772	1.542
6段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	1.995	1.989
7段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	2.219	2.436
8段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	2.442	2.883
9段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	2.666	3.330
10段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	2.889	3.777
11段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	3.113	4.224
12段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	3.336	4.671
13段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	3.560	5.118
14段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	3.783	5.565
15段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	4.007	6.012
16段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	4.230	6.459
17段目	6.75	20.00	-26.57	-0.77	6.71	4.454	6.906

(2) 地震時

1) 各高さにおける土圧強度と土圧合力

	高さ h_1, h_2 (m)	土圧係数 Ka	土圧強度 pa_1, pa_2 (kN/m ²)	作用高さ $h_2 - h_1$ (m)	土圧合力 Pa (kN/m)
天端部	0.000 0.374			0.374	2.47
1段目	0.000 0.821	0.621	0.000 9.687	0.821	3.98
2段目	0.000 1.268	0.621	0.000 14.961	1.268	9.49
3段目	0.000 1.600			1.600	15.11

2) 各ブロックに作用する土圧の鉛直荷重・水平荷重

	土圧合力 Pa (kN/m)	摩擦角 δ ($^{\circ}$)	傾斜角 α ($^{\circ}$)	荷 重		作用位置	
				鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)
天端部	2.47	15.00	-26.57	-0.50	2.42	1.062	0.125
1段目	3.98	15.00	-26.57	-0.80	3.90	1.137	0.274
2段目	9.49	15.00	-26.57	-1.90	9.30	1.211	0.423
3段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	1.325	0.648
4段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	1.548	1.095
5段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	1.772	1.542
6段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	1.995	1.989
7段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	2.219	2.436
8段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	2.442	2.883
9段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	2.666	3.330
10段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	2.889	3.777
11段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	3.113	4.224
12段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	3.336	4.671
13段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	3.560	5.118
14段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	3.783	5.565
15段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	4.007	6.012
16段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	4.230	6.459
17段目	15.11	15.00	-26.57	-3.03	14.80	4.454	6.906

7.1.2 壁背面の地盤反力

壁背面に作用する地盤反力を考慮した。「安定計算」より、各段に作用する地盤反力は以下の通りとなる。

壁背面地盤反力は次式より求められる。

$$Q_{tz} = \frac{2 \cdot l_2 - z'}{l_2^2} \cdot Q_t \cdot z'$$

鉛直水平荷重は次式より求められる。

$$H = Q_{tz} \cdot \cos \theta$$

$$V = -Q_{tz} \cdot \sin \theta$$

ここに、

z : 擁壁天端から照査断面位置又は反力分布下端までの長さ (m)

Q_{tz} : 高さ z の位置における壁面地盤反力 (kN)

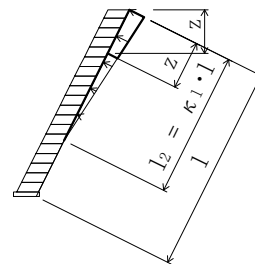
Q_t : 擁壁背面に発生する壁面地盤反力 (kN)

l_2 : 壁面地盤反力度が発生する区間長 $l_2 = 6.746$ (m)

z' : 高さ z の位置における壁面長 $z' = z / \cos \theta$ (m)

V, H : 壁面地盤反力の鉛直、水平成分 (kN)

θ : 壁背面傾斜角 $\theta = 26.57$ (°)



(1) 常 時

$$Q_t = 45.79 \text{ (kN)}$$

	z (m)	z' (m)	Q_{tz} (kN)	荷 重		作用位置	
				V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)
天端部	0.374	0.418	5.50	-2.46	4.92	1.094	0.189
1段目	0.821	0.918	11.62	-5.20	10.39	1.211	0.420
2段目	1.268	1.418	17.23	-7.71	15.41	1.329	0.659
3段目	1.715	1.917	22.34	-9.99	19.98	1.453	0.905
4段目	2.162	2.417	26.94	-12.05	24.10	1.580	1.160
5段目	2.609	2.917	31.05	-13.89	27.77	1.713	1.424
6段目	3.056	3.417	34.65	-15.50	30.99	1.850	1.701
7段目	3.503	3.916	37.75	-16.88	33.76	1.996	1.990
8段目	3.950	4.416	40.34	-18.04	36.08	2.148	2.295
9段目	4.397	4.916	42.43	-18.98	37.95	2.310	2.619
10段目	4.844	5.416	44.02	-19.69	39.37	2.482	2.963
11段目	5.291	5.916	45.11	-20.17	40.35	2.668	3.334
12段目	5.738	6.415	45.70	-20.44	40.88	2.868	3.736
13段目	6.034	6.746	45.81	-20.49	40.97	3.087	4.174
14段目	6.034	6.746	45.81	-20.49	40.97	3.310	4.621
15段目	6.034	6.746	45.81	-20.49	40.97	3.534	5.068
16段目	6.034	6.746	45.81	-20.49	40.97	3.757	5.515
17段目	6.034	6.746	45.81	-20.49	40.97	3.981	5.962

(2) 地震時

$$Q_t = 18.66 \text{ (kN)}$$

	z (m)	z' (m)	Q _{tz} (kN)	荷重		作用位置	
				V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)
天端部	0.374	0.418	2.24	-1.00	2.00	1.094	0.189
1段目	0.821	0.918	4.73	-2.12	4.23	1.211	0.420
2段目	1.268	1.418	7.02	-3.14	6.28	1.329	0.659
3段目	1.715	1.917	9.10	-4.07	8.14	1.453	0.905
4段目	2.162	2.417	10.97	-4.91	9.81	1.580	1.160
5段目	2.609	2.917	12.64	-5.65	11.31	1.713	1.424
6段目	3.056	3.417	14.11	-6.31	12.62	1.850	1.701
7段目	3.503	3.916	15.37	-6.87	13.75	1.996	1.990
8段目	3.950	4.416	16.43	-7.35	14.70	2.148	2.295
9段目	4.397	4.916	17.28	-7.73	15.46	2.310	2.619
10段目	4.844	5.416	17.93	-8.02	16.04	2.482	2.963
11段目	5.291	5.916	18.37	-8.22	16.43	2.668	3.334
12段目	5.738	6.415	18.61	-8.32	16.65	2.868	3.736
13段目	6.034	6.746	18.65	-8.34	16.68	3.087	4.174
14段目	6.034	6.746	18.65	-8.34	16.68	3.310	4.621
15段目	6.034	6.746	18.65	-8.34	16.68	3.534	5.068
16段目	6.034	6.746	18.65	-8.34	16.68	3.757	5.515
17段目	6.034	6.746	18.65	-8.34	16.68	3.981	5.962

7.2 設計荷重の集計

原点0における荷重の集計を行う。

(1) 常 時

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
天端部	自重	天端部	8.60		0.594	0.187	5.11	
	土圧		-0.02	0.19	1.062	0.125	-0.02	0.02
	地盤反力		-2.46	4.92	1.094	0.189	-2.69	0.93
合 計 Σ			6.12	5.11			2.40	0.95
1段目	自重	天端部	8.60		0.818	0.634	7.03	
		1段目	10.28		0.612	0.224	6.29	
		2段目	10.28		0.612	0.224	6.29	
	土圧		-0.20	1.77	1.137	0.274	-0.23	0.48
地盤反力		-5.20	10.39	1.211	0.420	-6.30	4.36	
合 計 Σ			13.48	12.16			6.79	4.84
2段目	自重	天端部	8.60		1.041	1.081	8.95	
		1段目	10.28		0.836	0.671	8.59	
		2段目	10.28		0.612	0.224	6.29	
		3段目	10.28		0.612	0.224	6.29	
	土圧		-0.49	4.22	1.211	0.423	-0.59	1.79
地盤反力		-7.71	15.41	1.329	0.659	-10.25	10.16	
合 計 Σ			20.96	19.63			12.99	11.95
3段目	自重	天端部	8.60		1.265	1.528	10.88	
		1段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
		2段目	10.28		0.836	0.671	8.59	
		3段目	10.28		0.612	0.224	6.29	
	土圧		-0.77	6.71	1.325	0.648	-1.02	4.35
地盤反力		-9.99	19.98	1.453	0.905	-14.52	18.08	
合 計 Σ			28.68	26.69			21.11	22.43
4段目	自重	天端部	8.60		1.488	1.975	12.80	
		1段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		2段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
		3段目	10.28		0.836	0.671	8.59	
		4段目	10.28		0.612	0.224	6.29	
	土圧		-0.77	6.71	1.548	1.095	-1.19	7.35
地盤反力		-12.05	24.10	1.580	1.160	-19.04	27.96	
合 計 Σ			36.90	30.81			31.53	35.31
5段目	自重	天端部	8.60		1.712	2.422	14.72	
		1段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		2段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		3段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
		4段目	10.28		0.836	0.671	8.59	
		5段目	10.28		0.612	0.224	6.29	
	土圧		-0.77	6.71	1.772	1.542	-1.36	10.35
地盤反力		-13.89	27.77	1.713	1.424	-23.79	39.54	
合 計 Σ			45.34	34.48			44.01	49.89

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
6段目	自重	天端部	8.60		1.935	2.869	16.64	
		1段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		2段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		3段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		4段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
		5段目	10.28		0.836	0.671	8.59	
		6段目	10.28		0.612	0.224	6.29	
	土圧		-0.77	6.71	1.995	1.989	-1.54	13.35
	地盤反力		-15.50	30.99	1.850	1.701	-28.68	52.71
合 計 Σ			54.01	37.70			58.64	66.06
7段目	自重	天端部	8.60		2.159	3.316	18.57	
		1段目	10.28		1.953	2.906	20.08	
		2段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		3段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		4段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		5段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
		6段目	10.28		0.836	0.671	8.59	
	7段目	10.28		0.612	0.224	6.29		
	土圧		-0.77	6.71	2.219	2.436	-1.71	16.35
地盤反力		-16.88	33.76	1.996	1.990	-33.69	67.18	
合 計 Σ			62.91	40.47			75.47	83.53
8段目	自重	天端部	8.60		2.382	3.763	20.49	
		1段目	10.28		2.177	3.353	22.38	
		2段目	10.28		1.953	2.906	20.08	
		3段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		4段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		5段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		6段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
	7段目	10.28		0.836	0.671	8.59		
	8段目	10.28		0.612	0.224	6.29		
土圧		-0.77	6.71	2.442	2.883	-1.88	19.34	
地盤反力		-18.04	36.08	2.148	2.295	-38.75	82.80	
合 計 Σ			72.03	42.79			94.54	102.14
9段目	自重	天端部	8.60		2.606	4.210	22.41	
		1段目	10.28		2.400	3.800	24.67	
		2段目	10.28		2.177	3.353	22.38	
		3段目	10.28		1.953	2.906	20.08	
		4段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		5段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		6段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
	7段目	10.28		1.059	1.118	10.89		
	8段目	10.28		0.836	0.671	8.59		
9段目	10.28		0.612	0.224	6.29			
土圧		-0.77	6.71	2.666	3.330	-2.05	22.34	
地盤反力		-18.98	37.95	2.310	2.619	-43.84	99.39	
合 計 Σ			81.37	44.66			115.87	121.73

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
10段目	自重	天端部	8.60		2.829	4.657	24.33	
		1段目	10.28		2.624	4.247	26.97	
		2段目	10.28		2.400	3.800	24.67	
		3段目	10.28		2.177	3.353	22.38	
		4段目	10.28		1.953	2.906	20.08	
		5段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		6段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		7段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		8段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
		9段目	10.28		0.836	0.671	8.59	
	10段目	10.28		0.612	0.224	6.29		
	土圧		-0.77	6.71	2.889	3.777	-2.22	25.34
	地盤反力		-19.69	39.37	2.482	2.963	-48.87	116.65
合 計 Σ			90.94	46.08			139.56	141.99
11段目	自重	天端部	8.60		3.053	5.104	26.26	
		1段目	10.28		2.847	4.694	29.27	
		2段目	10.28		2.624	4.247	26.97	
		3段目	10.28		2.400	3.800	24.67	
		4段目	10.28		2.177	3.353	22.38	
		5段目	10.28		1.953	2.906	20.08	
		6段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		7段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		8段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		9段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
	10段目	10.28		0.836	0.671	8.59		
	11段目	10.28		0.612	0.224	6.29		
	土圧		-0.77	6.71	3.113	4.224	-2.40	28.34
地盤反力		-20.17	40.35	2.668	3.334	-53.81	134.53	
合 計 Σ			100.74	47.06			165.64	162.87
12段目	自重	天端部	8.60		3.276	5.551	28.17	
		1段目	10.28		3.071	5.141	31.57	
		2段目	10.28		2.847	4.694	29.27	
		3段目	10.28		2.624	4.247	26.97	
		4段目	10.28		2.400	3.800	24.67	
		5段目	10.28		2.177	3.353	22.38	
		6段目	10.28		1.953	2.906	20.08	
		7段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		8段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		9段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
	10段目	10.28		1.059	1.118	10.89		
	11段目	10.28		0.836	0.671	8.59		
	12段目	10.28		0.612	0.224	6.29		
土圧		-0.77	6.71	3.336	4.671	-2.57	31.34	
地盤反力		-20.44	40.88	2.868	3.736	-58.62	152.73	
合 計 Σ			110.75	47.59			194.14	184.07

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
13段目	自重	天端部	8.60		3.500	5.998	30.10	
		1段目	10.28		3.294	5.588	33.86	
		2段目	10.28		3.071	5.141	31.57	
		3段目	10.28		2.847	4.694	29.27	
		4段目	10.28		2.624	4.247	26.97	
		5段目	10.28		2.400	3.800	24.67	
		6段目	10.28		2.177	3.353	22.38	
		7段目	10.28		1.953	2.906	20.08	
		8段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		9段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		10段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		11段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
		12段目	10.28		0.836	0.671	8.59	
		13段目	10.28		0.612	0.224	6.29	
		土圧		-0.77	6.71	3.560	5.118	-2.74	34.34
	地盤反力		-20.49	40.97	3.087	4.174	-63.25	171.01
合 計 Σ			120.98	47.68			225.13	205.35
14段目	自重	天端部	8.60		3.723	6.445	32.02	
		1段目	10.28		3.518	6.035	36.17	
		2段目	10.28		3.294	5.588	33.86	
		3段目	10.28		3.071	5.141	31.57	
		4段目	10.28		2.847	4.694	29.27	
		5段目	10.28		2.624	4.247	26.97	
		6段目	10.28		2.400	3.800	24.67	
		7段目	10.28		2.177	3.353	22.38	
		8段目	10.28		1.953	2.906	20.08	
		9段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		10段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		11段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		12段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
		13段目	10.28		0.836	0.671	8.59	
	14段目	10.28		0.612	0.224	6.29		
	土圧		-0.77	6.71	3.783	5.565	-2.91	37.34
	地盤反力		-20.49	40.97	3.310	4.621	-67.82	189.32
合 計 Σ			131.26	47.68			258.48	226.66

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
15段目	自重	天端部	8.60		3.947	6.892	33.94	
		1段目	10.28		3.741	6.482	38.46	
		2段目	10.28		3.518	6.035	36.17	
		3段目	10.28		3.294	5.588	33.86	
		4段目	10.28		3.071	5.141	31.57	
		5段目	10.28		2.847	4.694	29.27	
		6段目	10.28		2.624	4.247	26.97	
		7段目	10.28		2.400	3.800	24.67	
		8段目	10.28		2.177	3.353	22.38	
		9段目	10.28		1.953	2.906	20.08	
		10段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		11段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		12段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		13段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
		14段目	10.28		0.836	0.671	8.59	
	15段目	10.28		0.612	0.224	6.29		
		土圧		-0.77	6.71	4.007	6.012	-3.09	40.34
	地盤反力		-20.49	40.97	3.534	5.068	-72.41	207.64
合 計 Σ			141.54	47.68			294.09	247.98
16段目	自重	天端部	8.60		4.170	7.339	35.86	
		1段目	10.28		3.965	6.929	40.76	
		2段目	10.28		3.741	6.482	38.46	
		3段目	10.28		3.518	6.035	36.17	
		4段目	10.28		3.294	5.588	33.86	
		5段目	10.28		3.071	5.141	31.57	
		6段目	10.28		2.847	4.694	29.27	
		7段目	10.28		2.624	4.247	26.97	
		8段目	10.28		2.400	3.800	24.67	
		9段目	10.28		2.177	3.353	22.38	
		10段目	10.28		1.953	2.906	20.08	
		11段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		12段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		13段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		14段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
	15段目	10.28		0.836	0.671	8.59		
	16段目	10.28		0.612	0.224	6.29		
	土圧		-0.77	6.71	4.230	6.459	-3.26	43.34
	地盤反力		-20.49	40.97	3.757	5.515	-76.98	225.95
合 計 Σ			151.82	47.68			332.03	269.29

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
17段目	自重	天端部	8.60		4.394	7.786	37.79	
		1段目	10.28		4.188	7.376	43.05	
		2段目	10.28		3.965	6.929	40.76	
		3段目	10.28		3.741	6.482	38.46	
		4段目	10.28		3.518	6.035	36.17	
		5段目	10.28		3.294	5.588	33.86	
		6段目	10.28		3.071	5.141	31.57	
		7段目	10.28		2.847	4.694	29.27	
		8段目	10.28		2.624	4.247	26.97	
		9段目	10.28		2.400	3.800	24.67	
		10段目	10.28		2.177	3.353	22.38	
		11段目	10.28		1.953	2.906	20.08	
		12段目	10.28		1.730	2.459	17.78	
		13段目	10.28		1.506	2.012	15.48	
		14段目	10.28		1.283	1.565	13.19	
		15段目	10.28		1.059	1.118	10.89	
		16段目	10.28		0.836	0.671	8.59	
		17段目	10.28		0.612	0.224	6.29	
		土圧		-0.77	6.71	4.454	6.906	-3.43	46.34
	地盤反力		-20.49	40.97	3.981	5.962	-81.57	244.26
合 計 Σ			162.10	47.68			372.25	290.60

(2) 地震時

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
天端部	自重	天端部	8.60	1.38	0.594	0.187	5.11	0.26
	土圧		-0.50	2.42	1.062	0.125	-0.53	0.30
	地盤反力		-1.00	2.00	1.094	0.189	-1.09	0.38
合 計 Σ			7.10	5.80			3.49	0.94
1段目	自重	天端部	8.60	1.38	0.818	0.634	7.03	0.87
		1段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37
	土圧		-0.80	3.90	1.137	0.274	-0.91	1.07
	地盤反力		-2.12	4.23	1.211	0.420	-2.57	1.78
合 計 Σ			15.96	11.15			9.84	4.09
2段目	自重	天端部	8.60	1.38	1.041	1.081	8.95	1.49
		1段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
		2段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37
	土圧		-1.90	9.30	1.211	0.423	-2.30	3.93
	地盤反力		-3.14	6.28	1.329	0.659	-4.17	4.14
合 計 Σ			24.12	20.24			17.36	11.03
3段目	自重	天端部	8.60	1.38	1.265	1.528	10.88	2.11
		1段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
		2段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
		3段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37
	土圧		-3.03	14.80	1.325	0.648	-4.01	9.59
	地盤反力		-4.07	8.14	1.453	0.905	-5.91	7.37
合 計 Σ			32.34	29.24			26.73	22.37
4段目	自重	天端部	8.60	1.38	1.488	1.975	12.80	2.73
		1段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		2段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
		3段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
		4段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37
	土圧		-3.03	14.80	1.548	1.095	-4.69	16.21
	地盤反力		-4.91	9.81	1.580	1.160	-7.76	11.38
合 計 Σ			41.78	32.55			39.31	36.19
5段目	自重	天端部	8.60	1.38	1.712	2.422	14.72	3.34
		1段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		2段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		3段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
		4段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
		5段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37
	土圧		-3.03	14.80	1.772	1.542	-5.37	22.82
	地盤反力		-5.65	11.31	1.713	1.424	-9.68	16.11
合 計 Σ			51.32	35.69			54.11	51.44

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
6段目	自重	天端部	8.60	1.38	1.935	2.869	16.64	3.96
		1段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		2段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		3段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		4段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
		5段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
		6段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37
	土圧		-3.03	14.80	1.995	1.989	-6.04	29.44
	地盤反力		-6.31	12.62	1.850	1.701	-11.67	21.47
	合 計 Σ			60.94	38.64			71.15	68.07
7段目	自重	天端部	8.60	1.38	2.159	3.316	18.57	4.58
		1段目	10.28	1.64	1.953	2.906	20.08	4.77
		2段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		3段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		4段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		5段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
		6段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
	7段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37	
	土圧		-3.03	14.80	2.219	2.436	-6.72	36.05
	地盤反力		-6.87	13.75	1.996	1.990	-13.71	27.36
合 計 Σ			70.66	41.41			90.44	85.96
8段目	自重	天端部	8.60	1.38	2.382	3.763	20.49	5.19
		1段目	10.28	1.64	2.177	3.353	22.38	5.50
		2段目	10.28	1.64	1.953	2.906	20.08	4.77
		3段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		4段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		5段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		6段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
	7段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10	
	8段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37	
	土圧		-3.03	14.80	2.442	2.883	-7.40	42.67
地盤反力		-7.35	14.70	2.148	2.295	-15.79	33.74	
合 計 Σ			80.46	44.00			111.98	105.07
9段目	自重	天端部	8.60	1.38	2.606	4.210	22.41	5.81
		1段目	10.28	1.64	2.400	3.800	24.67	6.23
		2段目	10.28	1.64	2.177	3.353	22.38	5.50
		3段目	10.28	1.64	1.953	2.906	20.08	4.77
		4段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		5段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		6段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
	7段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83	
	8段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10	
	9段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37	
土圧		-3.03	14.80	2.666	3.330	-8.08	49.28	
地盤反力		-7.73	15.46	2.310	2.619	-17.86	40.49	
合 計 Σ			90.36	46.40			135.82	125.28

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
10段目	自重	天端部	8.60	1.38	2.829	4.657	24.33	6.43
		1段目	10.28	1.64	2.624	4.247	26.97	6.97
		2段目	10.28	1.64	2.400	3.800	24.67	6.23
		3段目	10.28	1.64	2.177	3.353	22.38	5.50
		4段目	10.28	1.64	1.953	2.906	20.08	4.77
		5段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		6段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		7段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		8段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
		9段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
	10段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37	
		土圧		-3.03	14.80	2.889	3.777	-8.75	55.90
	地盤反力		-8.02	16.04	2.482	2.963	-19.91	47.53
合 計 Σ			100.35	48.62			161.99	146.53
11段目	自重	天端部	8.60	1.38	3.053	5.104	26.26	7.04
		1段目	10.28	1.64	2.847	4.694	29.27	7.70
		2段目	10.28	1.64	2.624	4.247	26.97	6.97
		3段目	10.28	1.64	2.400	3.800	24.67	6.23
		4段目	10.28	1.64	2.177	3.353	22.38	5.50
		5段目	10.28	1.64	1.953	2.906	20.08	4.77
		6段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		7段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		8段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		9段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
	10段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10	
	11段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37	
	土圧		-3.03	14.80	3.113	4.224	-9.43	62.52
	地盤反力		-8.22	16.43	2.668	3.334	-21.93	54.78
合 計 Σ			110.43	50.65			190.49	168.71
12段目	自重	天端部	8.60	1.38	3.276	5.551	28.17	7.66
		1段目	10.28	1.64	3.071	5.141	31.57	8.43
		2段目	10.28	1.64	2.847	4.694	29.27	7.70
		3段目	10.28	1.64	2.624	4.247	26.97	6.97
		4段目	10.28	1.64	2.400	3.800	24.67	6.23
		5段目	10.28	1.64	2.177	3.353	22.38	5.50
		6段目	10.28	1.64	1.953	2.906	20.08	4.77
		7段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		8段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		9段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
	10段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83	
	11段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10	
12段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37		
	土圧		-3.03	14.80	3.336	4.671	-10.11	69.13
	地盤反力		-8.32	16.65	2.868	3.736	-23.86	62.20
合 計 Σ			120.61	52.51			221.36	191.79

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
13段目	自重	天端部	8.60	1.38	3.500	5.998	30.10	8.28
		1段目	10.28	1.64	3.294	5.588	33.86	9.16
		2段目	10.28	1.64	3.071	5.141	31.57	8.43
		3段目	10.28	1.64	2.847	4.694	29.27	7.70
		4段目	10.28	1.64	2.624	4.247	26.97	6.97
		5段目	10.28	1.64	2.400	3.800	24.67	6.23
		6段目	10.28	1.64	2.177	3.353	22.38	5.50
		7段目	10.28	1.64	1.953	2.906	20.08	4.77
		8段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		9段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		10段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		11段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
		12段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
		13段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37
			土圧		-3.03	14.80	3.560	5.118	-10.79	75.75
	地盤反力		-8.34	16.68	3.087	4.174	-25.75	69.62
合 計 Σ			130.87	54.18			254.58	215.61
14段目	自重	天端部	8.60	1.38	3.723	6.445	32.02	8.89
		1段目	10.28	1.64	3.518	6.035	36.17	9.90
		2段目	10.28	1.64	3.294	5.588	33.86	9.16
		3段目	10.28	1.64	3.071	5.141	31.57	8.43
		4段目	10.28	1.64	2.847	4.694	29.27	7.70
		5段目	10.28	1.64	2.624	4.247	26.97	6.97
		6段目	10.28	1.64	2.400	3.800	24.67	6.23
		7段目	10.28	1.64	2.177	3.353	22.38	5.50
		8段目	10.28	1.64	1.953	2.906	20.08	4.77
		9段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		10段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		11段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		12段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
		13段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
		14段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37
	土圧		-3.03	14.80	3.783	5.565	-11.46	82.36
	地盤反力		-8.34	16.68	3.310	4.621	-27.61	77.08
合 計 Σ			141.15	55.82			290.14	240.19

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
15段目	自重	天端部	8.60	1.38	3.947	6.892	33.94	9.51
		1段目	10.28	1.64	3.741	6.482	38.46	10.63
		2段目	10.28	1.64	3.518	6.035	36.17	9.90
		3段目	10.28	1.64	3.294	5.588	33.86	9.16
		4段目	10.28	1.64	3.071	5.141	31.57	8.43
		5段目	10.28	1.64	2.847	4.694	29.27	7.70
		6段目	10.28	1.64	2.624	4.247	26.97	6.97
		7段目	10.28	1.64	2.400	3.800	24.67	6.23
		8段目	10.28	1.64	2.177	3.353	22.38	5.50
		9段目	10.28	1.64	1.953	2.906	20.08	4.77
		10段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		11段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		12段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		13段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
		14段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
		15段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37
			土圧		-3.03	14.80	4.007	6.012	-12.14	88.98
	地盤反力		-8.34	16.68	3.534	5.068	-29.47	84.53
合 計 Σ			151.43	57.46			327.98	265.51
16段目	自重	天端部	8.60	1.38	4.170	7.339	35.86	10.13
		1段目	10.28	1.64	3.965	6.929	40.76	11.36
		2段目	10.28	1.64	3.741	6.482	38.46	10.63
		3段目	10.28	1.64	3.518	6.035	36.17	9.90
		4段目	10.28	1.64	3.294	5.588	33.86	9.16
		5段目	10.28	1.64	3.071	5.141	31.57	8.43
		6段目	10.28	1.64	2.847	4.694	29.27	7.70
		7段目	10.28	1.64	2.624	4.247	26.97	6.97
		8段目	10.28	1.64	2.400	3.800	24.67	6.23
		9段目	10.28	1.64	2.177	3.353	22.38	5.50
		10段目	10.28	1.64	1.953	2.906	20.08	4.77
		11段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		12段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		13段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		14段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
		15段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
		16段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37
	土圧		-3.03	14.80	4.230	6.459	-12.82	95.59
	地盤反力		-8.34	16.68	3.757	5.515	-31.33	91.99
合 計 Σ			161.71	59.10			368.12	291.56

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
17段目	自重	天端部	8.60	1.38	4.394	7.786	37.79	10.74
		1段目	10.28	1.64	4.188	7.376	43.05	12.10
		2段目	10.28	1.64	3.965	6.929	40.76	11.36
		3段目	10.28	1.64	3.741	6.482	38.46	10.63
		4段目	10.28	1.64	3.518	6.035	36.17	9.90
		5段目	10.28	1.64	3.294	5.588	33.86	9.16
		6段目	10.28	1.64	3.071	5.141	31.57	8.43
		7段目	10.28	1.64	2.847	4.694	29.27	7.70
		8段目	10.28	1.64	2.624	4.247	26.97	6.97
		9段目	10.28	1.64	2.400	3.800	24.67	6.23
		10段目	10.28	1.64	2.177	3.353	22.38	5.50
		11段目	10.28	1.64	1.953	2.906	20.08	4.77
		12段目	10.28	1.64	1.730	2.459	17.78	4.03
		13段目	10.28	1.64	1.506	2.012	15.48	3.30
		14段目	10.28	1.64	1.283	1.565	13.19	2.57
		15段目	10.28	1.64	1.059	1.118	10.89	1.83
		16段目	10.28	1.64	0.836	0.671	8.59	1.10
		17段目	10.28	1.64	0.612	0.224	6.29	0.37
		土圧		-3.03	14.80	4.454	6.906	-13.50	102.21
	地盤反力		-8.34	16.68	3.981	5.962	-33.20	99.45
合 計 Σ			171.99	60.74			410.55	318.35

7.3 設計断面力一覧

原点0における設計荷重の集計から、設計断面力を求める。

軸力

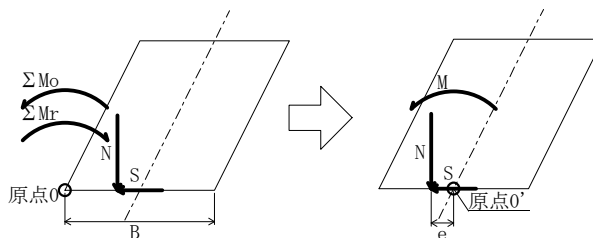
$$N = \Sigma V \text{ (kN)}$$

せん断力

$$S = \Sigma H \text{ (kN)}$$

偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{N} \text{ (m)}$$



曲げモーメント

$$M = N \cdot e \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

(1) 常時

	底面幅 B (m)	軸力 N (kN)	せん断力 S (kN)	原点0における モーメント		偏 心 距 離 e (m)	曲 げ モーメント M (kN・m)
				ΣMr (kN・m)	ΣMo (kN・m)		
天端部	1.000	6.12	5.11	2.40	0.95	0.263	1.61
1段目	1.000	13.48	12.16	6.79	4.84	0.355	4.79
2段目	1.000	20.96	19.63	12.99	11.95	0.450	9.43
3段目	1.000	28.68	26.69	21.11	22.43	0.546	15.66
4段目	1.000	36.90	30.81	31.53	35.31	0.602	22.21
5段目	1.000	45.34	34.48	44.01	49.89	0.630	28.56
6段目	1.000	54.01	37.70	58.64	66.06	0.637	34.40
7段目	1.000	62.91	40.47	75.47	83.53	0.628	39.51
8段目	1.000	72.03	42.79	94.54	102.14	0.606	43.65
9段目	1.000	81.37	44.66	115.87	121.73	0.572	46.54
10段目	1.000	90.94	46.08	139.56	141.99	0.527	47.93
11段目	1.000	100.74	47.06	165.64	162.87	0.473	47.65
12段目	1.000	110.75	47.59	194.14	184.07	0.409	45.30
13段目	1.000	120.98	47.68	225.13	205.35	0.337	40.77
14段目	1.000	131.26	47.68	258.48	226.66	0.258	33.87
15段目	1.000	141.54	47.68	294.09	247.98	0.174	24.63
16段目	1.000	151.82	47.68	332.03	269.29	0.087	13.21
17段目	1.000	162.10	47.68	372.25	290.60	-0.004	-0.65

(2) 地震時

	底面幅 B (m)	軸力 N (kN)	せん断力 S (kN)	原点0における モーメント		偏心 距離 e (m)	曲げ モーメント M (kN・m)
				ΣMr (kN・m)	ΣMo (kN・m)		
天端部	1.000	7.10	5.80	3.49	0.94	0.141	1.00
1段目	1.000	15.96	11.15	9.84	4.09	0.140	2.23
2段目	1.000	24.12	20.24	17.36	11.03	0.238	5.74
3段目	1.000	32.34	29.24	26.73	22.37	0.365	11.80
4段目	1.000	41.78	32.55	39.31	36.19	0.425	17.76
5段目	1.000	51.32	35.69	54.11	51.44	0.448	22.99
6段目	1.000	60.94	38.64	71.15	68.07	0.449	27.36
7段目	1.000	70.66	41.41	90.44	85.96	0.437	30.88
8段目	1.000	80.46	44.00	111.98	105.07	0.414	33.31
9段目	1.000	90.36	46.40	135.82	125.28	0.383	34.61
10段目	1.000	100.35	48.62	161.99	146.53	0.346	34.72
11段目	1.000	110.43	50.65	190.49	168.71	0.303	33.46
12段目	1.000	120.61	52.51	221.36	191.79	0.255	30.76
13段目	1.000	130.87	54.18	254.58	215.61	0.202	26.44
14段目	1.000	141.15	55.82	290.14	240.19	0.146	20.61
15段目	1.000	151.43	57.46	327.98	265.51	0.087	13.17
16段目	1.000	161.71	59.10	368.12	291.56	0.027	4.37
17段目	1.000	171.99	60.74	410.55	318.35	-0.036	-6.19

7.4 実応力度の計算

7.4.1 無筋コンクリート長方形断面の応力度

無筋コンクリート長方形断面の応力度は以下の式で算出する。

縁応力度

$$\sigma_1 = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

せん断応力度

$$\tau = \frac{S}{b \cdot h}$$

ここに、

N : 断面に作用する軸力 (N)

M : 断面に作用する曲げモーメント (N・mm)

A : 断面積 (mm²) A = b・h

Z : 断面係数 (mm³) $Z = \frac{b \cdot h^2}{6}$

h : 部材厚 (mm)

b : 有効計算幅 (mm)

σ_1 : 前面側縁応力度 (N/mm²)

σ_2 : 背面側縁応力度 (N/mm²)

τ : せん断応力度 (N/mm²)

7.4.2 計算結果

部 材	項 目		常 時	地 震 時
天端部	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	1.61 × 10 ⁶	1.00 × 10 ⁶
		軸 力 N (N)	6.12 × 10 ³	7.10 × 10 ³
		せん断力 S (N)	5.11 × 10 ³	5.80 × 10 ³
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.02	0.01
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.01
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
1段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	4.79×10^6	2.23×10^6
		軸 力 N (N)	13.48×10^3	15.96×10^3
		せん断力 S (N)	12.16×10^3	11.15×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.04	0.03
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.02	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.01
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
2段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	9.43×10^6	5.74×10^6
		軸 力 N (N)	20.96×10^3	24.12×10^3
		せん断力 S (N)	19.63×10^3	20.24×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.08	0.06
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.04	0.01
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.02
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
3段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	15.66×10^6	11.80×10^6
		軸 力 N (N)	28.68×10^3	32.34×10^3
		せん断力 S (N)	26.69×10^3	29.24×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.12	0.10
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.07	0.04
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
4段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	22.21×10^6	17.76×10^6
		軸 力 N (N)	36.90×10^3	41.78×10^3
		せん断力 S (N)	30.81×10^3	32.55×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.17	0.15
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.10	0.06
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
5段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	28.56×10^6	22.99×10^6
		軸 力 N (N)	45.34×10^3	51.32×10^3
		せん断力 S (N)	34.48×10^3	35.69×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.22	0.19
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.13	0.09
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
6段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	34.40×10^6	27.36×10^6
		軸 力 N (N)	54.01×10^3	60.94×10^3
		せん断力 S (N)	37.70×10^3	38.64×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.26	0.23
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.15	0.10
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
7段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	39.51×10^6	30.88×10^6
		軸 力 N (N)	62.91×10^3	70.66×10^3
		せん断力 S (N)	40.47×10^3	41.41×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.30	0.26
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.17	0.11
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
8段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	43.65×10^6	33.31×10^6
		軸 力 N (N)	72.03×10^3	80.46×10^3
		せん断力 S (N)	42.79×10^3	44.00×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.33	0.28
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.19	0.12
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
9段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	46.54×10^6	34.61×10^6
		軸 力 N (N)	81.37×10^3	90.36×10^3
		せん断力 S (N)	44.66×10^3	46.40×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.36	0.30
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.20	0.12
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
10段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	47.93×10^6	34.72×10^6
		軸 力 N (N)	90.94×10^3	100.35×10^3
		せん断力 S (N)	46.08×10^3	48.62×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.38	0.31
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.20	0.11
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
11段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	47.65×10^6	33.46×10^6
		軸 力 N (N)	100.74×10^3	110.43×10^3
		せん断力 S (N)	47.06×10^3	50.65×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.39	0.31
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.19	0.09
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
12段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	45.30×10^6	30.76×10^6
		軸 力 N (N)	110.75×10^3	120.61×10^3
		せん断力 S (N)	47.59×10^3	52.51×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.38	0.31
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.16	0.06
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
13段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	40.77×10^6	26.44×10^6
		軸 力 N (N)	120.98×10^3	130.87×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	54.18×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.37	0.29
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.12	0.03
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
14段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	33.87×10^6	20.61×10^6
		軸 力 N (N)	131.26×10^3	141.15×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	55.82×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.33	0.26
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.07	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
15段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	24.63×10^6	13.17×10^6
		軸 力 N (N)	141.54×10^3	151.43×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	57.46×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.29	0.23
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.01	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
16段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	13.21×10^6	4.37×10^6
		軸 力 N (N)	151.82×10^3	161.71×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	59.10×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.23	0.19
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
17段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1000	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-0.65×10^6	-6.19×10^6
		軸 力 N (N)	162.10×10^3	171.99×10^3
		せん断力 S (N)	47.68×10^3	60.74×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.17	0.21
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33





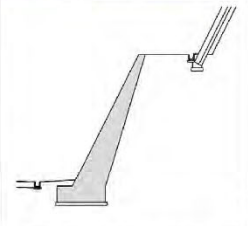
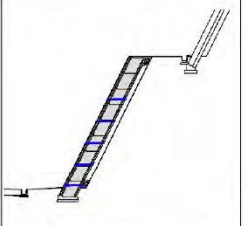
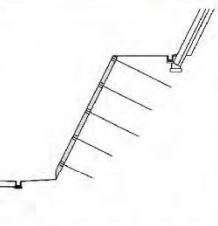
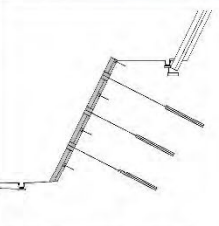
第7章 迂回路トンネル起点側坑口部ブロック積擁壁工

7.1 概要

7.1.1 概要

切土部の擁壁工としては、一般に下記の4工法が考えられる。地質状況を踏まえ、擁壁工を選定する。

- ・第1案 もたれ式擁壁、
- ・第2案 大型ブロック積擁壁、
- ・第3案 鉄筋挿入工、
- ・第4案 アンカー工

項目	第1案	第2案	第3案	第4案
形式	もたれ式擁壁	大型ブロック積擁壁	鉄筋挿入工	アンカー工
イメージ				
断面図				
工法概要	法面へもたれかけたコンクリート重量にて土圧に抵抗する構造である。	もたれ擁壁同様にブロックの自重にて土圧に抵抗する構造である。	法面に枠部材、鉄筋を配し、交点に施工アンカーを打ち、コンクリートを打設して枠と地盤を一体化する構造である。	地中深部にアンカーを打設し、引張鋼材を介してコンクリート壁に固定する構造である。土圧への抵抗方法は、摩擦、支圧、摩擦・支圧の3種に大別される。
特徴	実績の多い工法であるが、現場作業が中心となるため、施工性が他案に比べ劣る可能性がある。	工場で製作したブロックを現場にて積み上げる工法である。ブロック納入に問題なければ施工速度が速いため工期短縮が図れる。	背面の土質によってはロックボルト長を短くでき、他案に比べ経済性で有利となる可能性がある。	背面の土質によっては引張鋼材長を短くでき、他案に比べ経済性で有利となる可能性がある。

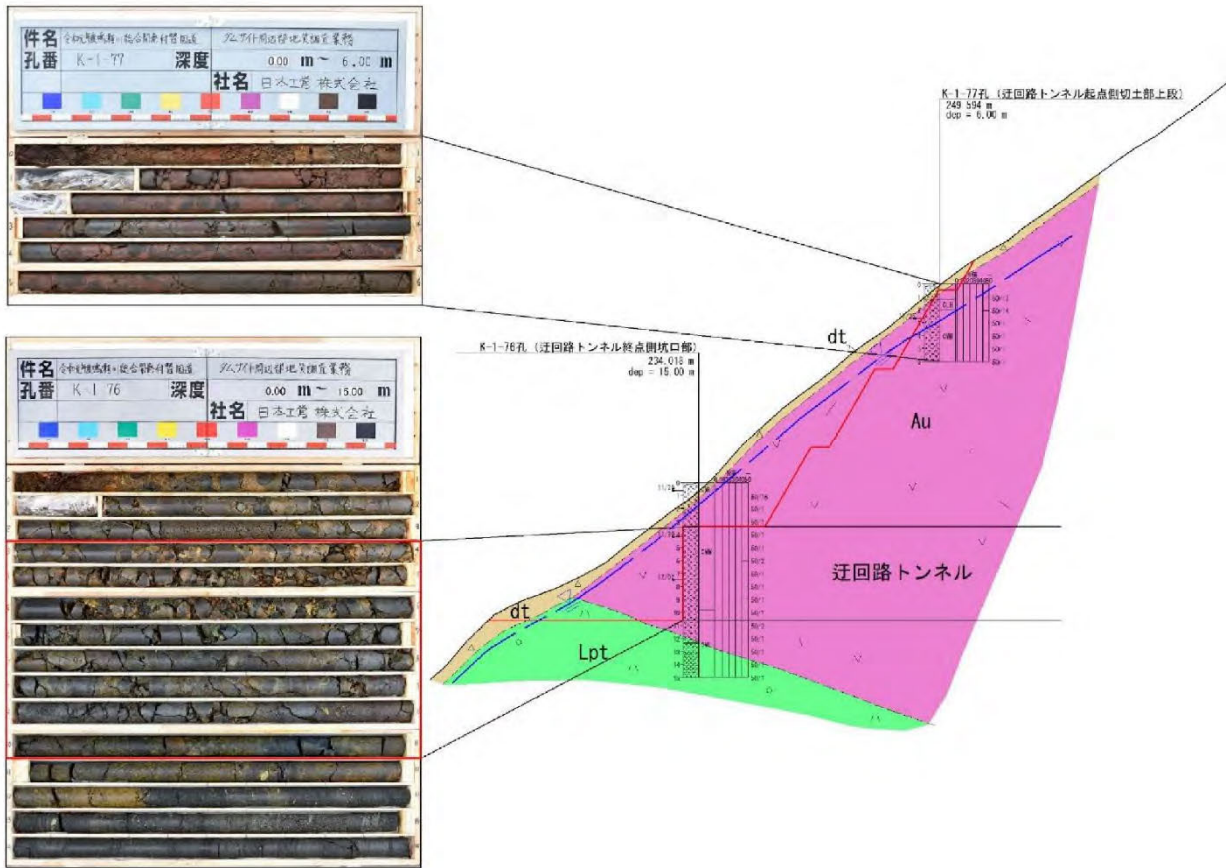
7.1.2 地質状況

迂回路トンネル起点側坑口の切土斜面は0.5m程度の崖錐堆積物が分布するが、その下位には自破碎溶岩の新鮮岩盤（平均N値277）が分布する。

下記に地質断面図を示す。

【地質区分凡例】

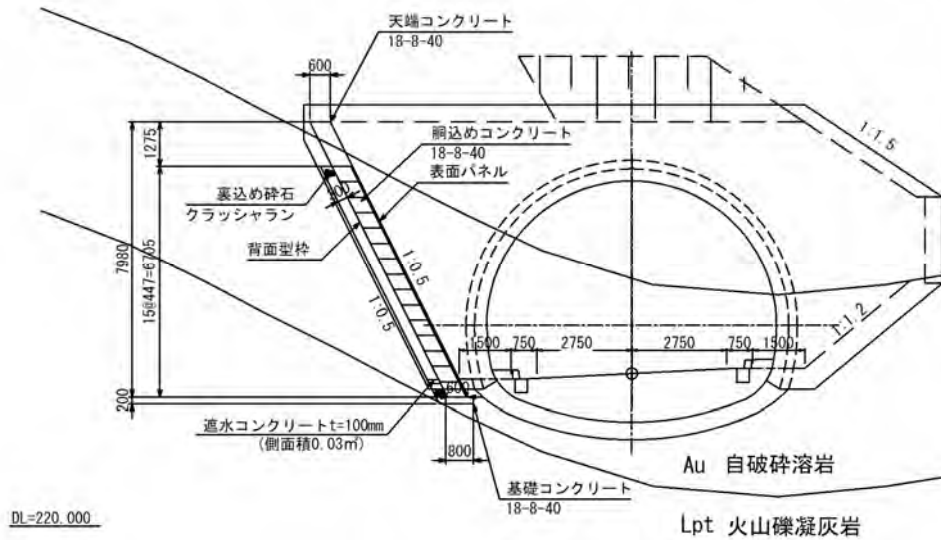
rc	現河床堆積物
st	崩積土、崖錐堆積物
tr-s	段丘堆積物(砂礫)
tr-g	段丘堆積物(玉石混じり砂礫)
L	安山岩塊状岩
sl	自破碎溶岩
Tes	凝灰質砂岩
w-Lot	風化火山標凝灰岩 (凝灰質砂岩、珪石凝灰岩、自破碎溶岩の風化部含む)
LDT	火山標凝灰岩
Tt	凝灰角礫岩
PhL	珪石凝灰岩
---	地質境界線
---	地下水位線



7.1.3 工法抽出

の坑口部の地質状況を踏まえ、第5章の坑口擁壁工において概略検討の結果、大型ブロック積擁壁工の控えが0.5m程度となったことから、施工性のよく工期短縮が図れる「大型ブロック積擁壁工」を抽出する。

今回の検討結果は、以下に示すとおりである。

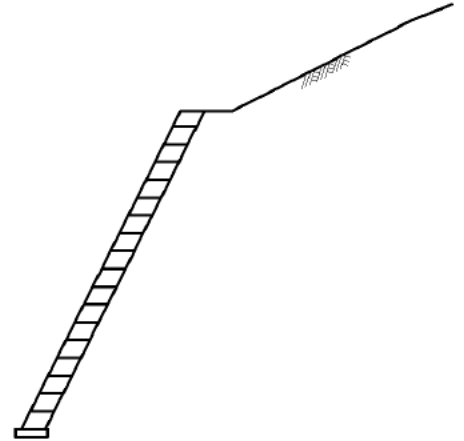


7.2 設計計算

本擁壁は、もたれ式擁壁に準じた構造の擁壁として、以下の方法で設計を行った。基本的な考えは「道路土工 擁壁工指針」に準拠した。

(1) 設計断面

- 1) 擁壁形式 大型ブロック積擁壁
- 2) 基礎形式 直接基礎
- 3) 擁壁寸法 擁壁高さ $H = 8.180$ (m)
底版幅 $B = 0.800$ (m)
勾配 $1 : 0.500$



(2) 荷重の組合せ

以下の組合せについて設計を行った。

- | | |
|-----|--------------------------|
| 常時 | 自重＋土圧 |
| 地震時 | 自重＋地震の影響（自重による慣性力、地震時土圧） |

(3) 設計荷重

設計は、以下の荷重を考慮して行った。

1) 自重

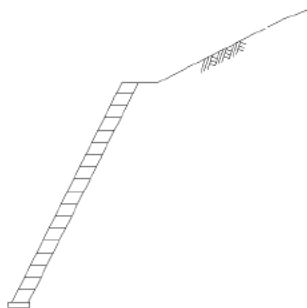
製品本体、基礎コンクリート、天端コンクリートを自重として考慮した。

$$\text{自重} : W_c = 113.67 \text{ (kN)}$$

2) 土圧

計算は、試行くさび法により行った。また、土圧は下図のように三角形分布するものとして計算を行った。

- 内部摩擦角 : $\phi = 21.00$ (°)
粘着力 : $c = 489.0$ (kN/m²)
単位体積重量 : $\gamma_s = 20.00$ (kN/m³)



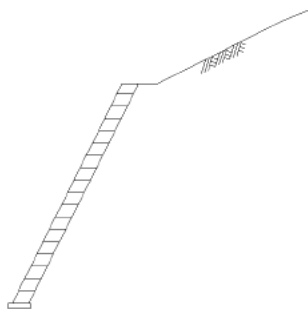
粘着力が大きいため、土圧は作用しない。

3) 地震の影響

地震の影響として、躯体の自重に起因する慣性力を考慮した。また、土圧についても土塊に対して水平方向に慣性力を作用させ、地震時土圧を求めた。

設計水平震度： $K_h = 0.16$
 粘着力： $c = 489.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

慣性力： $H = 18.26 \text{ (kN)}$



(4) ブロック各段における安定計算

ブロック各段の安定に対して、以下の検討を行った。

1) 滑動

ブロック最下段(1段目)において滑動安全率による検討を行った。

製品間の摩擦係数： 0.600

<17段目の結果>

常時： 滑動力 = 0.00 kN
 地震時： $F_s = 3.73 \geq 1.20$

2) 転倒

ブロック最下段(1段目)において合力の作用位置による検討を行った。

<17段目の結果>

常時： $d = 2.296 > 0.300$
 地震時： $d = 1.655 \geq 0.200$

(5) 擁壁全体の安定計算

擁壁全体の安定に対して、以下の検討を行った。

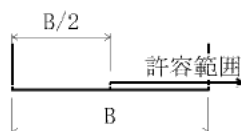
1) 転倒

基礎底板位置での合力の作用位置による検討を行った。

常時： $d = 2.380 > 0.400$
 地震時： $d = 1.728 \geq 0.267$

※ ここで、安定条件として合力の作用位置の許容範囲は、下図の通り合力の作用位置が山側に位置している場合は、条件を満足しているものとした。

(単位：m)



2) 滑動

滑動安全率による検討を行った。

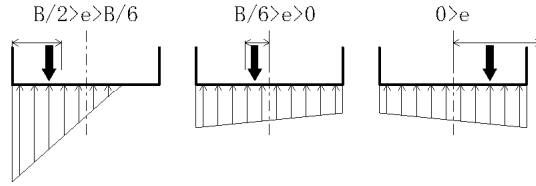
摩擦係数： 0.700

常時： 滑動力 = 0.00 kN
 地震時： $F_s = 4.36 \geq 1.20$

3) 支持力

支持力の検討は、擁壁底面に作用する最大地盤反力において照査を行った。

常時: $q = 181.45$ 以上の支持力が必要です。
地震時: $q = 177.82$ 以上の支持力が必要です。
(単位: kN/m^2)



(6) 天端工の計算

天端工に対して、以下の検討を行った。

1) 滑動

摩擦係数: 0.600

常時: 滑動力 = 0.00 kN
前方へは滑動しない
地震時: $F_s = 3.76 \geq 1.20$

2) 転倒

常時: $e = -0.097 \leq 0.100$
地震時: $e = -0.066 \leq 0.200$
(単位: m)

(7) 壁体の断面計算

ブロック各段における検討を行った。

1) 壁体の断面計算結果

ブロック各段において、曲げ応力度及び、せん断応力度の検討を行った。

<15段目の結果>

常時: $\sigma_c = 0.16 \leq 4.50$
 $\tau = 0.05 \leq 0.33$
地震時: $\sigma_c = 0.19 \leq 6.75$
 $\tau = 0.06 \leq 0.33$

<16段目の結果>

常時: $\sigma_c = 0.21 \leq 4.50$
 $\tau = 0.05 \leq 0.33$
地震時: $\sigma_c = 0.20 \leq 6.75$
 $\tau = 0.06 \leq 0.33$

(単位: N/mm^2)

7.2.1 設計条件

1.1 設計条件

(1) 擁壁形式		大型ブロック積擁壁
(2) 基礎形式		直接基礎
(3) 擁壁高さ		$H = 8.180 \text{ (m)}$
(4) 土 圧		試行くさび法による土圧
(5) 設計水平震度		$K_h = c_z \cdot k_{h0} = 0.16$
	地域別補正係数	$c_z = 1.00$
	設計水平震度の標準値	
	レベル2地震動	1種地盤
		$k_{h0} = 0.16$
(6) 単位体積重量	コンクリート	$\gamma_c = 23.00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

1.2 土質条件

(1) 擁壁背面の裏込め土

せん断抵抗角		$\phi = 21.00 \text{ (}^\circ\text{)}$
粘着力	常 時	$C = 489.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
	地 震 時	$C = 489.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
単位体積重量		$\gamma_s = 20.00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

(2) 支持地盤

擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数	$\mu = 0.700$
〃 の粘着力	$C = 0.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
許容地盤反力度	$q_a = 181.45 \text{ (kN/m}^2\text{)} \text{ 以上必要}$

1.3 安定条件

(1) 滑動に対する検討	滑動安全率	$F_s \geq 1.50 \text{ (1.20)}$
(2) 転倒に対する検討	合力の作用位置	$d > 1/2 B \text{ (1/3)}$
		※ ()は地震時

1.4 材料強度及び許容応力度

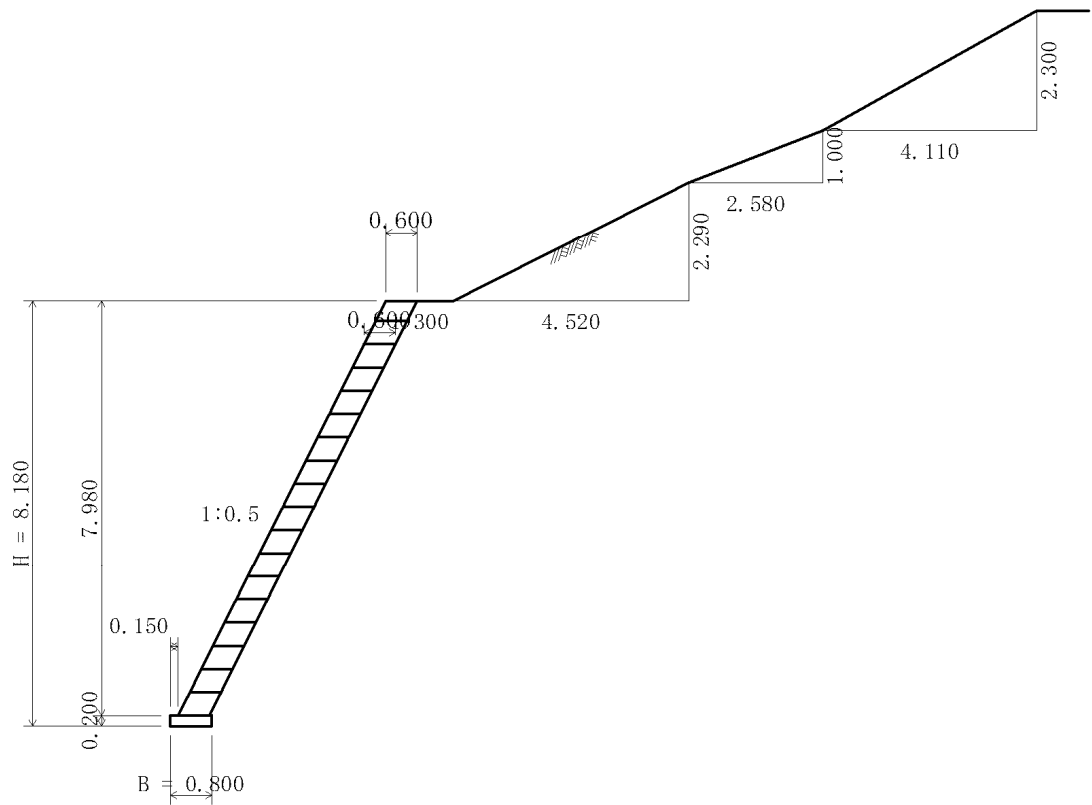
	(N/mm ²)	常 時	地 震 時
(1) コンクリート			
設計基準強度	σ_{ck}	18	
許容圧縮応力度	σ_{ca}	4.50	6.75
許容曲げ引張応力度	σ_{ta}	0.23	0.35
許容せん断応力度	τ_a	0.33	0.33

1.5 参考文献

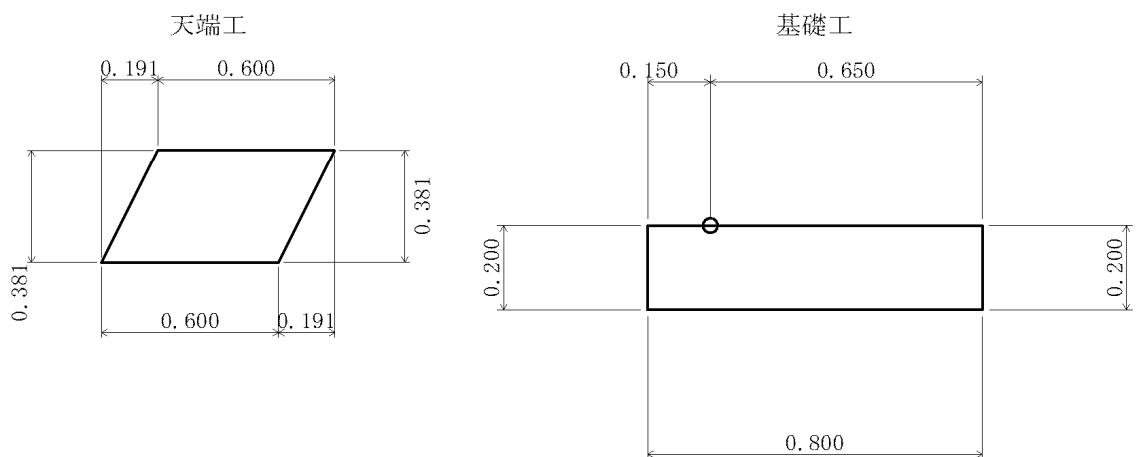
- 一、道路土工 擁壁工指針 (平成24年度版) (社)日本道路協会

7.2.2 一般形状寸法図

2.1 一般図



2.2 詳細図



7.2.3 設計計算（一式）

3.1 安定計算結果

安定計算は、滑動・転倒・支持の安定に対して検討を行った。

3.1.1 常 時

(1) ブロック各段の安定計算結果

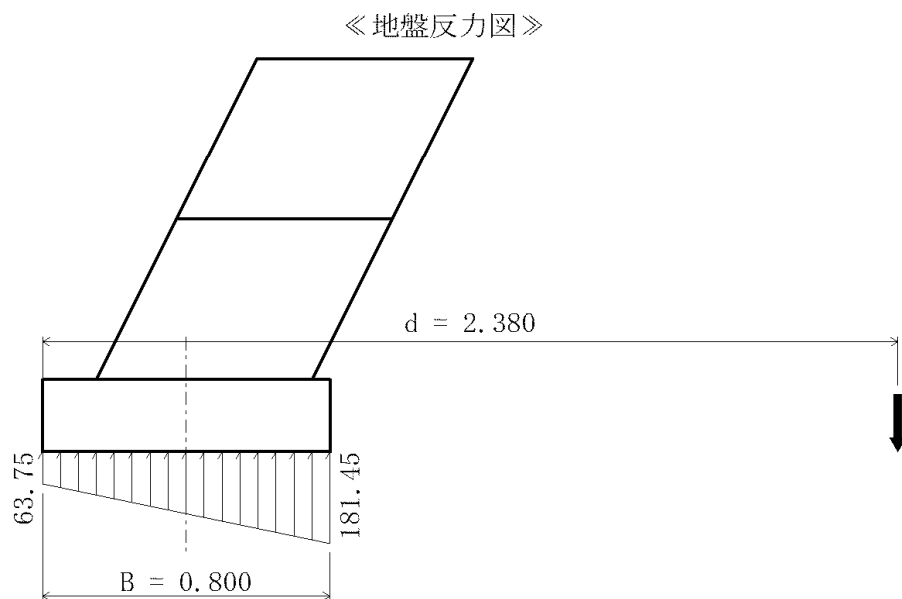
	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	滑 動 1.50	合力位置 (m) 1/2 B	判定
17段目	109.99	0.00	——	2.296 (0.300)	0. K.

※ 滑動に関して——の部分は、滑動力が前方向へ作用していない。

(2) 全体の安定計算結果

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 Fs	地盤反力度 q ₁ q ₂ (kN/m ²)	判定
113.67	0.00	2.380	——	63.75 181.45	0. K.
許 容 値		0.400	1.50		

※ 滑動に関して——の部分は、滑動力が前方向へ作用していない。



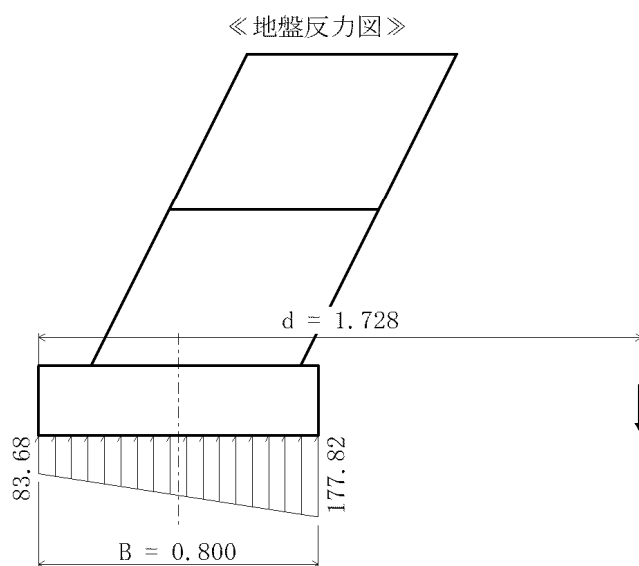
3.1.2 地震時

(1) ブロック各段の安定計算結果

	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	滑 動 1.20	合力位置 (m) 1/3 B	判定
17段目	109.99	17.67	3.73	1.655 (0.200)	O. K.

(2) 全体の安定計算結果

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 F_s	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)	判定
113.67	18.26	1.728	4.36	83.68 177.82	O. K.
許 容 値		0.267	1.20		



3.2 天端工の計算結果

天端工は、滑動・転倒の安定に対して照査を行った。

3.2.1 常 時

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	偏心距離 e (m)	滑 動 安全率 F_s	判定
5.27	0.00	-0.097	——	O. K.
許 容 値		0.100	1.50	

※ 滑動に関して——の部分、滑動力が前方向へ作用していない。

3.2.2 地震時

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	偏心距離 e (m)	滑 動 安全率 F_s	判定
5.27	0.84	-0.066	3.76	O. K.
許 容 値		0.200	1.20	

3.3 断面計算結果

3.3.1 ブロック各段の断面計算

部 材	項 目		常 時	地 震 時
1段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	1.67×10^6	1.69×10^6
		軸 力 N (N)	8.43×10^3	9.00×10^3
		せん断力 S (N)	5.99×10^3	6.70×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.04	0.04
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.01	0.01
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.01
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
2段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	3.07×10^6	3.21×10^6
		軸 力 N (N)	13.11×10^3	14.00×10^3
		せん断力 S (N)	8.96×10^3	10.00×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.07	0.08
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.03	0.03
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.02
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
3段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	4.65×10^6	5.01×10^6
		軸 力 N (N)	17.88×10^3	19.11×10^3
		せん断力 S (N)	11.74×10^3	13.09×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.11	0.12
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.05	0.05
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.02
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
4段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	6.34×10^6	6.91×10^6
		軸 力 N (N)	22.74×10^3	24.34×10^3
		せん断力 S (N)	14.34×10^3	15.94×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.14	0.16
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.07	0.07
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
5段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	8.01×10^6	8.87×10^6
		軸 力 N (N)	27.70×10^3	29.67×10^3
		せん断力 S (N)	16.74×10^3	18.59×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.18	0.20
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.09	0.10
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
6段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	9.59×10^6	10.68×10^6
		軸 力 N (N)	32.74×10^3	35.12×10^3
		せん断力 S (N)	18.97×10^3	21.00×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.21	0.24
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.11	0.12
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
7段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	10.95×10^6	12.29×10^6
		軸 力 N (N)	37.88×10^3	40.68×10^3
		せん断力 S (N)	21.01×10^3	23.20×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.25	0.27
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.12	0.14
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
8段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	11.99×10^6	13.53×10^6
		軸 力 N (N)	43.12×10^3	46.34×10^3
		せん断力 S (N)	22.86×10^3	25.18×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.27	0.30
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.13	0.15
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
9段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	12.60×10^6	14.28×10^6
		軸 力 N (N)	48.45×10^3	52.12×10^3
		せん断力 S (N)	24.53×10^3	26.93×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.29	0.32
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.13	0.15
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
10段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	12.66×10^6	14.44×10^6
		軸 力 N (N)	53.87×10^3	58.01×10^3
		せん断力 S (N)	26.00×10^3	28.47×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.30	0.34
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.12	0.14
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
11段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	12.17 × 10 ⁶	13.89 × 10 ⁶
		軸 力 N (N)	59.38 × 10 ³	64.01 × 10 ³
		せん断力 S (N)	27.30 × 10 ³	29.78 × 10 ³
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ c	0.30	0.34
		σ ca	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ t	0.10	0.12
		σ ta	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ ca	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
12段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	10.85 × 10 ⁶	12.48 × 10 ⁶
		軸 力 N (N)	64.99 × 10 ³	70.12 × 10 ³
		せん断力 S (N)	28.41 × 10 ³	30.87 × 10 ³
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ c	0.29	0.32
		σ ca	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ t	0.07	0.09
		σ ta	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ ca	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
13段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	8.69×10^6	10.15×10^6
		軸 力 N (N)	70.69×10^3	76.28×10^3
		せん断力 S (N)	29.33×10^3	31.86×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.26	0.30
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.03	0.04
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
14段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	5.66×10^6	6.84×10^6
		軸 力 N (N)	76.48×10^3	82.44×10^3
		せん断力 S (N)	30.06×10^3	32.85×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.22	0.25
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
15段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	1.57×10^6	2.66×10^6
		軸 力 N (N)	82.37×10^3	88.60×10^3
		せん断力 S (N)	30.61×10^3	33.84×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.16	0.19
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
16段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-3.71×10^6	-2.46×10^6
		軸 力 N (N)	88.34×10^3	94.76×10^3
		せん断力 S (N)	30.97×10^3	34.83×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.21	0.20
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

迂回路TN 起点側 No. 64+5.0 M1構造計算書

2021 年 9 月

KGC BLOCK

目 次

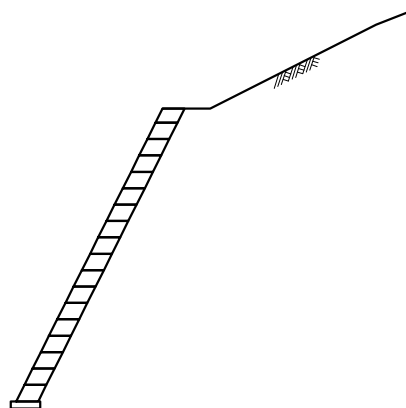
設計概説	1
§1 設計条件	5
§2 一般形状寸法図	6
§3 計算結果	7
§4 設計荷重	18
§5 安定計算	26
§6 天端工	33
§7 ブロック各段の部材断面設計	35

設計概説

本擁壁は、もたれ式擁壁に準じた構造の擁壁として、以下の方法で設計を行った。基本的な考えは『道路土工 擁壁工指針』に準拠した。

(1) 設計断面

- | | |
|---------|--------------------|
| 1) 擁壁形式 | 大型ブロック積擁壁 |
| 2) 基礎形式 | 直接基礎 |
| 3) 擁壁寸法 | 擁壁高さ H = 8.180 (m) |
| | 底版幅 B = 0.800 (m) |
| | 勾配 1 : 0.500 |



[設計方針・方法]

[計算結果]

(2) 荷重の組合せ

以下の組合せについて設計を行った。

- | | |
|-----|---------------------------|
| 常時 | 自重+土圧 |
| 地震時 | 自重+地震の影響 (自重による慣性力、地震時土圧) |

(3) 設計荷重

設計は、以下の荷重を考慮して行った。

1) 自重

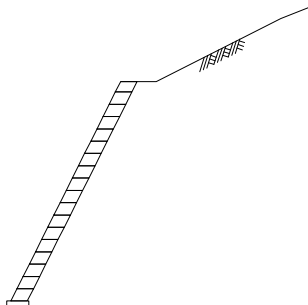
製品本体、基礎コンクリート、天端コンクリートを自重として考慮した。

自重 : $W_c = 113.67 \text{ (kN)}$

2) 土 圧

計算は、試行くさび法により行った。また、土圧は下図のように三角形分布するものとして計算を行った。

内部摩擦角： $\phi = 21.00(^{\circ})$
 粘着力： $c = 489.0(\text{kN}/\text{m}^2)$
 単位体積重量： $\gamma_s = 20.00(\text{kN}/\text{m}^3)$



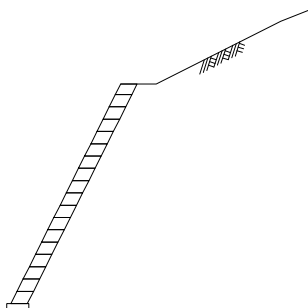
粘着力が大きいため、土圧は作用しない。

3) 地震の影響

地震の影響として、躯体の自重に起因する慣性力を考慮した。また、土圧についても土塊に対して水平方向に慣性力を作用させ、地震時土圧を求めた。

設計水平震度： $K_h = 0.16$
 粘着力： $c = 489.0(\text{kN}/\text{m}^2)$

慣性力： $H = 18.26(\text{kN})$



(4) ブロック各段における安定計算

ブロック各段の安定に対して、以下の検討を行った。

1) 滑 動

ブロック最下段(1段目)において滑動安全率による検討を行った。

製品間の摩擦係数： 0.600

<17段目の結果>

常 時： 滑動力 = 0.00 kN

地 震 時： $F_s = 3.73 \geq 1.20$

2) 転倒

ブロック最下段(1段目)において合力の作用位置による検討を行った。

<17段目の結果>

常時: $d = 2.296 > 0.300$

地震時: $d = 1.655 \geq 0.200$

(5) 擁壁全体の安定計算

擁壁全体の安定に対して、以下の検討を行った。

1) 転倒

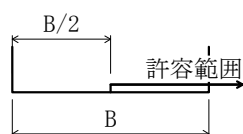
基礎底板位置での合力の作用位置による検討を行った。

常時: $d = 2.380 > 0.400$

地震時: $d = 1.728 \geq 0.267$

※ ここで、安定条件として合力の作用位置の許容範囲は、下図の通り合力の作用位置が山側に位置している場合は、条件を満足しているものとした。

(単位: m)



2) 滑動

滑動安全率による検討を行った。

常時: 滑動力 = 0.00 kN

地震時: $F_s = 4.36 \geq 1.20$

摩擦係数 : 0.700

3) 支持力

支持力の検討は、擁壁底面に作用する最大地盤反力において照査を行った。

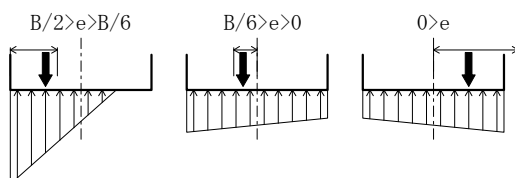
常時: $q = 181.45$ 以上

の支持力が必要です。

地震時: $q = 177.82$ 以上

の支持力が必要です。

(単位: kN/m^2)



(6) 天端工の計算

天端工に対して、以下の検討を行った。

1) 滑動

摩擦係数 : 0.600

常時: 滑動力 = 0.00 kN

前方へは滑動しない

地震時: $F_s = 3.76 \geq 1.20$

2) 転倒

常時: $e = -0.097 \leq 0.100$

地震時: $e = -0.066 \leq 0.200$

(単位: m)

(7) 壁体の断面計算

ブロック各段における検討を行った。

1) 壁体の断面計算結果

ブロック各段において、曲げ応力度及び、せん断応力度の検討を行った。

<15段目の結果>

常時: $\sigma_c = 0.16 \leq 4.50$

$\tau = 0.05 \leq 0.33$

地震時: $\sigma_c = 0.19 \leq 6.75$

$\tau = 0.06 \leq 0.33$

<16段目の結果>

常時: $\sigma_c = 0.21 \leq 4.50$

$\tau = 0.05 \leq 0.33$

地震時: $\sigma_c = 0.20 \leq 6.75$

$\tau = 0.06 \leq 0.33$

(単位: N/mm^2)

§1 設計条件

1.1 設計条件

(1) 擁壁形式	大型ブロック積擁壁
(2) 基礎形式	直接基礎
(3) 擁壁高さ	H = 8.180 (m)
(4) 土 圧	試行くさび法による土圧
(5) 設計水平震度	$K_h = c_z \cdot k_{h0} = 0.16$
地域別補正係数	$c_z = 1.00$
設計水平震度の標準値	
レベル2地震動	I種地盤
	$k_{h0} = 0.16$
(6) 単位体積重量	コンクリート
	$\gamma_c = 23.00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

1.2 土質条件

(1) 擁壁背面の裏込め土

せん断抵抗角		$\phi = 21.00 \text{ (}^\circ\text{)}$
粘着力	常 時	$C = 489.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
	地 震 時	$C = 489.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
単位体積重量		$\gamma_s = 20.00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

(2) 支持地盤

擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数	$\mu = 0.700$
” の粘着力	$C = 0.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
許容地盤反力度	$q_a = 181.45 \text{ (kN/m}^2\text{)} \text{ 以上必要}$

1.3 安定条件

(1) 滑動に対する検討	滑動安全率	$F_s \geq 1.50 \text{ (1.20)}$
(2) 転倒に対する検討	合力の作用位置	$d > 1/2 B \text{ (1/3)}$

※ ()は地震時

1.4 材料強度及び許容応力度

	(N/mm ²)	常 時	地 震 時
(1) コンクリート			
設計基準強度	σ_{ck}	18	
許容圧縮応力度	σ_{ca}	4.50	6.75
許容曲げ引張応力度	σ_{ta}	0.23	0.35
許容せん断応力度	τ_a	0.33	0.33

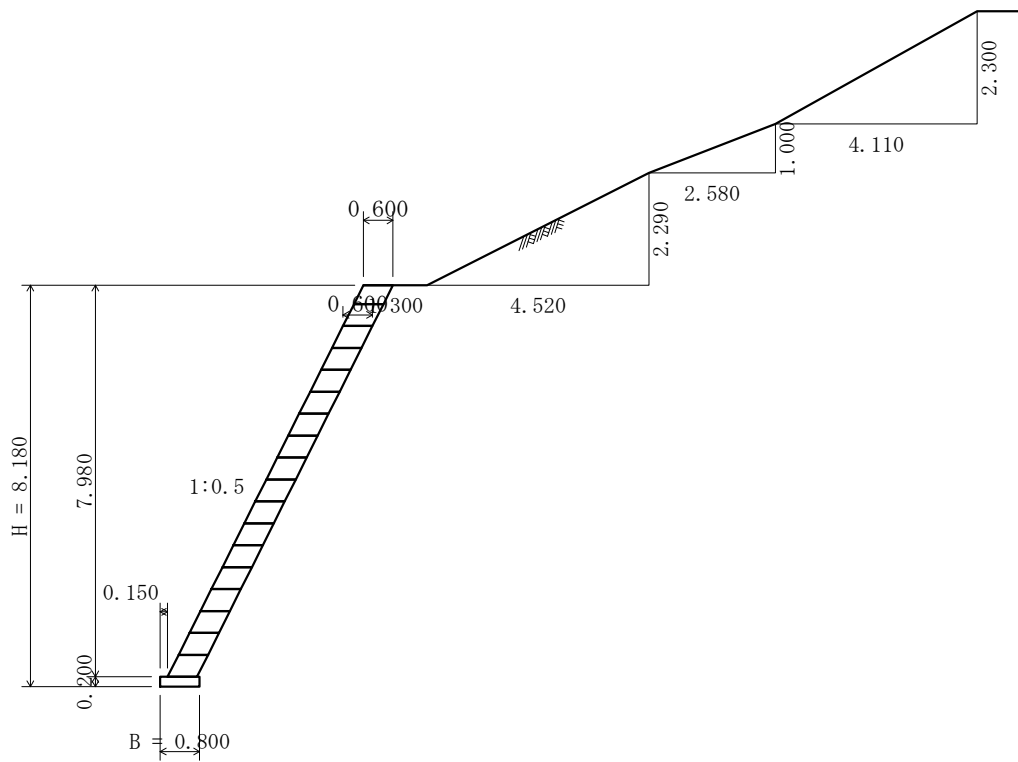
1.5 参考文献

一、道路土工 擁壁工指針 (平成24年度版)

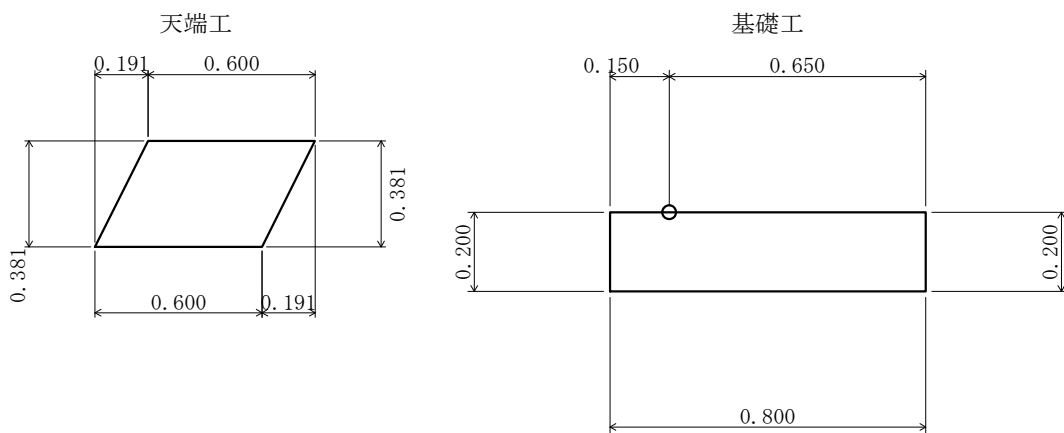
(社)日本道路協会

§ 2 一般形状寸法図

2.1 一般図



2.2 詳細図



§3 計算結果

3.1 安定計算結果

安定計算は、滑動・転倒・支持の安定に対して検討を行った。

3.1.1 常 時

(1) ブロック各段の安定計算結果

	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	滑 動 1.50	合力位置 (m) 1/2 B	判定
17段目	109.99	0.00	——	2.296 (0.300)	0. K.

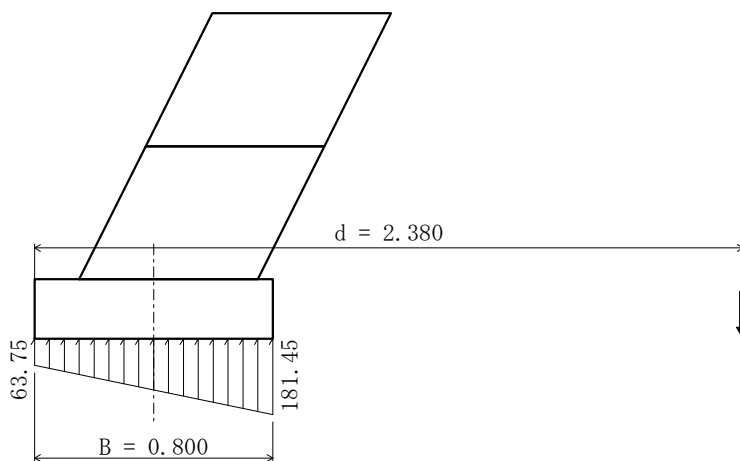
※ 滑動に関して——の部分は、滑動力が前方向へ作用していない。

(2) 全体の安定計算結果

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 F_s	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)	判定
113.67	0.00	2.380	——	63.75 181.45	0. K.
許 容 値		0.400	1.50		

※ 滑動に関して——の部分は、滑動力が前方向へ作用していない。

《地盤反力図》



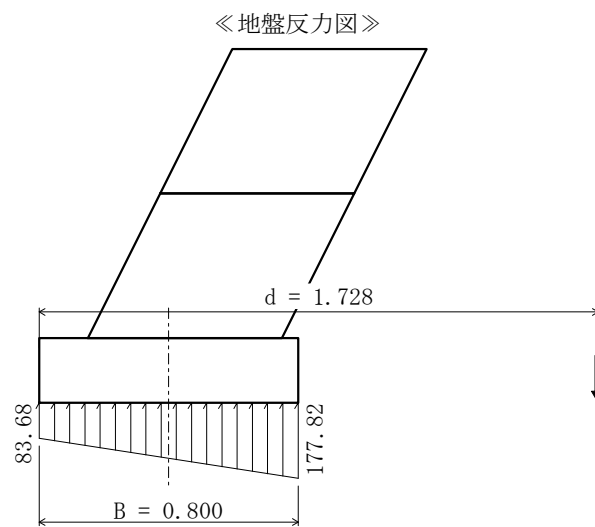
3.1.2 地震時

(1) ブロック各段の安定計算結果

	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	滑動 1.20	合力位置 (m) 1/3 B	判定
17段目	109.99	17.67	3.73	1.655 (0.200)	0. K.

(2) 全体の安定計算結果

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑動 安全率 F_s	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)		判定
113.67	18.26	1.728	4.36	83.68	177.82	0. K.
許 容 値		0.267	1.20			



3.2 天端工の計算結果

天端工は、滑動・転倒の安定に対して照査を行った。

3.2.1 常 時

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	偏心距離 e (m)	滑 動 安全率 Fs	判定
5.27	0.00	-0.097	——	0. K.
許 容 値		0.100	1.50	

※ 滑動に関して——の部分は、滑動力が前方向へ作用していない。

3.2.2 地 震 時

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	偏心距離 e (m)	滑 動 安全率 Fs	判定
5.27	0.84	-0.066	3.76	0. K.
許 容 値		0.200	1.20	

3.3 断面計算結果

3.3.1 ブロック各段の断面計算

部 材	項 目		常 時	地 震 時
1段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	1.67 × 10 ⁶	1.69 × 10 ⁶
		軸 力 N (N)	8.43 × 10 ³	9.00 × 10 ³
		せん断力 S (N)	5.99 × 10 ³	6.70 × 10 ³
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ _c	0.04	0.04
		σ _{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ _t	0.01	0.01
		σ _{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.01
		τ _{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
2段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	3.07 × 10 ⁶	3.21 × 10 ⁶
		軸 力 N (N)	13.11 × 10 ³	14.00 × 10 ³
		せん断力 S (N)	8.96 × 10 ³	10.00 × 10 ³
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ _c	0.07	0.08
		σ _{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ _t	0.03	0.03
		σ _{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.02
		τ _{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
3段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	4.65×10^6	5.01×10^6
		軸 力 N (N)	17.88×10^3	19.11×10^3
		せん断力 S (N)	11.74×10^3	13.09×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.11	0.12
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.05	0.05
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.02
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
4段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	6.34×10^6	6.91×10^6
		軸 力 N (N)	22.74×10^3	24.34×10^3
		せん断力 S (N)	14.34×10^3	15.94×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.14	0.16
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.07	0.07
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
5段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	8.01×10^6	8.87×10^6
		軸 力 N (N)	27.70×10^3	29.67×10^3
		せん断力 S (N)	16.74×10^3	18.59×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.18	0.20
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.09	0.10
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
6段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	9.59×10^6	10.68×10^6
		軸 力 N (N)	32.74×10^3	35.12×10^3
		せん断力 S (N)	18.97×10^3	21.00×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.21	0.24
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.11	0.12
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
7段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	10.95×10^6	12.29×10^6
		軸 力 N (N)	37.88×10^3	40.68×10^3
		せん断力 S (N)	21.01×10^3	23.20×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.25	0.27
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.12	0.14
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
8段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	11.99×10^6	13.53×10^6
		軸 力 N (N)	43.12×10^3	46.34×10^3
		せん断力 S (N)	22.86×10^3	25.18×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.27	0.30
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.13	0.15
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
9段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	12.60×10^6	14.28×10^6
		軸 力 N (N)	48.45×10^3	52.12×10^3
		せん断力 S (N)	24.53×10^3	26.93×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.29	0.32
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.13	0.15
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
10段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	12.66×10^6	14.44×10^6
		軸 力 N (N)	53.87×10^3	58.01×10^3
		せん断力 S (N)	26.00×10^3	28.47×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.30	0.34
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.12	0.14
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
11段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	12.17×10^6	13.89×10^6
		軸 力 N (N)	59.38×10^3	64.01×10^3
		せん断力 S (N)	27.30×10^3	29.78×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.30	0.34
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.10	0.12
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
12段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	10.85×10^6	12.48×10^6
		軸 力 N (N)	64.99×10^3	70.12×10^3
		せん断力 S (N)	28.41×10^3	30.87×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.29	0.32
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.07	0.09
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
13段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	8.69×10^6	10.15×10^6
		軸 力 N (N)	70.69×10^3	76.28×10^3
		せん断力 S (N)	29.33×10^3	31.86×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.26	0.30
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.03	0.04
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
14段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	5.66×10^6	6.84×10^6
		軸 力 N (N)	76.48×10^3	82.44×10^3
		せん断力 S (N)	30.06×10^3	32.85×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.22	0.25
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
15段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	1.57×10^6	2.66×10^6
		軸 力 N (N)	82.37×10^3	88.60×10^3
		せん断力 S (N)	30.61×10^3	33.84×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.16	0.19
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
16段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-3.71×10^6	-2.46×10^6
		軸 力 N (N)	88.34×10^3	94.76×10^3
		せん断力 S (N)	30.97×10^3	34.83×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.21	0.20
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

§4 設計荷重

擁壁に作用する荷重は、以下の荷重を考える。

- ・自重
- ・土圧
- ・地震の影響（自重による慣性力、地震時土圧）

4.1 荷重の組合せ

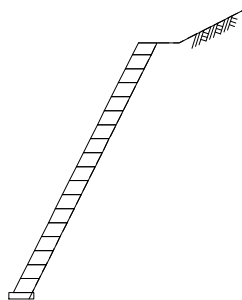
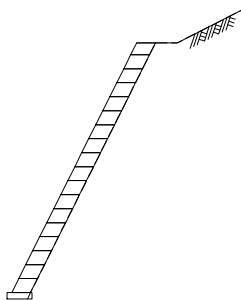
以下の組合せについて設計を行う。

常時	自重+土圧
地震時	自重+地震の影響

4.1.1 荷重の組合せ一覧

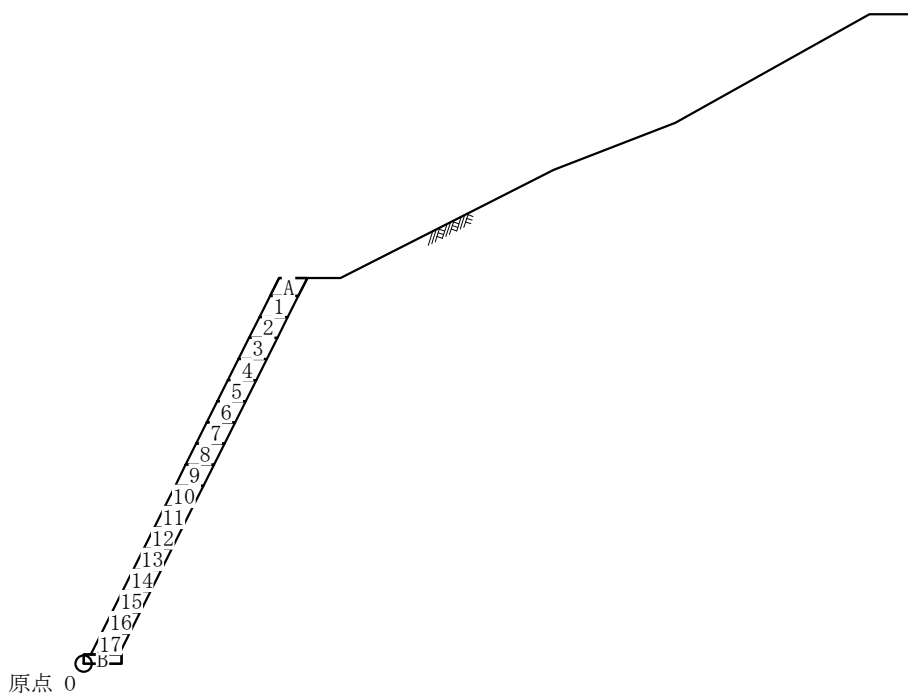
1) 常時

2) 地震時



4.2 荷重の計算

擁壁に作用する荷重と、つま先を原点0とする作用位置の計算を行う。
荷重の計算は、擁壁の延長 1.000 m あたりで行う。



4.2.1 自重

1) ブロック (1段目 ~ 17段目)

勾配 1 : 0.500
 高さ 0.447 (m)
 控え長 0.600 (m)

体積

$$V_o = 0.600 \times 0.447 \times 1.000 = 0.268 \text{ (m}^3\text{)}$$

作用位置

$$x = \frac{0.447}{2} \times 0.500 + \frac{0.600}{2} = 0.412 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{0.447}{2} = 0.224 \text{ (m)}$$

2) 天端コンクリート(A)

記号	幅 (m)	高さ (m)	面積 A (m ²)	重心位置		断面一次モーメント	
				x (m)	y (m)	A・x (m ³)	A・y (m ³)
	0.791	0.381	0.301	0.396	0.191	0.1192	0.0575
a	-1/2 × 0.191	0.381	-0.036	0.064	0.254	-0.0023	-0.0091
b	-1/2 × 0.191	0.381	-0.036	0.727	0.127	-0.0262	-0.0046
合計			0.229			0.0907	0.0438

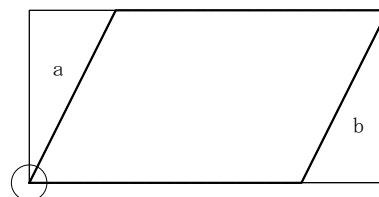
体積

$$V_o = \Sigma A \cdot L = 0.229 \times 1.000 = 0.229 \text{ (m}^3\text{)}$$

作用位置

$$x = \frac{\Sigma A \cdot x}{\Sigma A} = \frac{0.0907}{0.229} = 0.396 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{\Sigma A \cdot y}{\Sigma A} = \frac{0.0438}{0.229} = 0.191 \text{ (m)}$$



3) 基礎コンクリート(B)

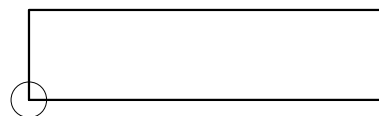
体積

$$V_o = b \cdot h \cdot L = 0.800 \times 0.200 \times 1.000 = 0.160 \text{ (m}^3\text{)}$$

作用位置

$$x = \frac{b}{2} = \frac{0.800}{2} = 0.400 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{h}{2} = \frac{0.200}{2} = 0.100 \text{ (m)}$$



4) 自重の集計

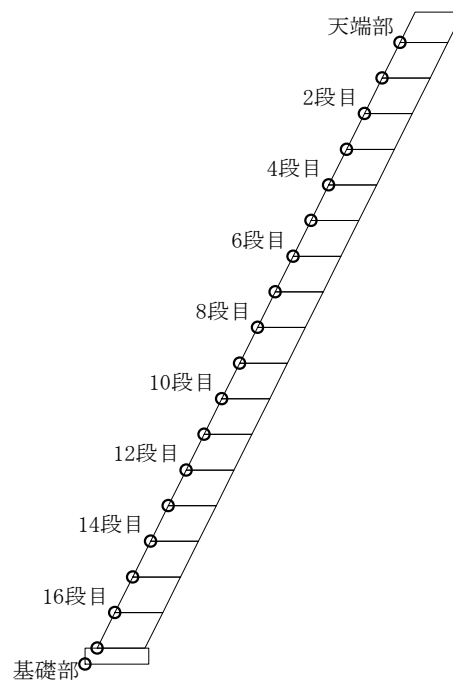
各段毎に自重の集計を行う。

		体積	単位重量	鉛直荷重	慣性力	重心位置	
		V_o (m ³)	γ (kN/m ³)	V (kN)	H (kN)	x_g (m)	y_g (m)
天端部	天端コンクリート	0.229 × 23.00		5.27	0.84	0.396	0.191
1段目~17段目	ブロック	0.268 × 23.00		6.16	0.99	0.412	0.224
基礎部	基礎コンクリート	0.160 × 23.00		3.68	0.59	0.400	0.100

5) 荷重の作用位置

以下に各段における基準点(x_N , y_N)を示す。

	番号 N	基準点	
		x_N (m)	y_N (m)
天端部	19	3.950	7.799
1段目	18	3.726	7.352
2段目	17	3.503	6.905
3段目	16	3.279	6.458
4段目	15	3.056	6.011
5段目	14	2.832	5.564
6段目	13	2.609	5.117
7段目	12	2.385	4.670
8段目	11	2.162	4.223
9段目	10	1.938	3.776
10段目	9	1.715	3.329
11段目	8	1.491	2.882
12段目	7	1.268	2.435
13段目	6	1.044	1.988
14段目	5	0.821	1.541
15段目	4	0.597	1.094
16段目	3	0.374	0.647
17段目	2	0.150	0.200
基礎部	1	0.000	0.000



「荷重の総括」で用いる荷重の作用位置は、算出した重心位置(x_g , y_g)と、上の基準点(x_N , y_N)を用いて、次式により算出する。

$$x = x_g + (x_k - x_m)$$

$$y = y_g + (y_k - y_m)$$

ここに、

(x_k , y_k) : 荷重が属する段の基準点座標 (N=k)

(x_m , y_m) : 荷重を集計する段の原点座標 (N=m)

基礎部の荷重集計(m=1)で用いる、17段目の自重(k=2)の作用位置は

$$x = 0.412 + (0.150 - 0.000) = 0.562 \text{ (m)}$$

$$y = 0.224 + (0.200 - 0.000) = 0.424 \text{ (m) となる。}$$

4.2.2 土圧

土圧の計算は、試行くさび法により行う。また、土圧は三角形分布するものとする。

主働土圧合力

常 時

$$Pa = \frac{W \cdot \sin(\omega - \phi) - C \cdot Lc \cdot \cos \phi}{\cos(\omega - \phi - \delta - \alpha)}$$

地 震 時

$$We = \frac{W}{\cos \theta}$$

$$Pa = \frac{We \cdot \sin(\omega - \phi + \theta) - C \cdot Lc \cdot \cos \phi}{\cos(\omega - \phi - \delta - \alpha)}$$

主働土圧係数

$$Ka = \frac{2 \cdot Pa}{\gamma_s \cdot h^2}$$

鉛直荷重・水平荷重

$$V = Pa \cdot \sin(\delta + \alpha) \cdot L$$

$$H = Pa \cdot \cos(\delta + \alpha) \cdot L$$

ここに、

Pa : 主働土圧合力 (kN/m)

W : 土くさびの重量 (kN/m)

We : 土くさびの重量とそれに起因する慣性力との合力 (kN/m)

ω : すべり角 (°)

ϕ : 裏込め土のせん断抵抗角 $\phi = 21.00$ (°)

δ : 壁面摩擦角 (°)

α : 土圧作用面と鉛直面のなす角 $\alpha = -26.57$ (°)

θ : 地震時合成角 $\theta = \tan^{-1} kh = \tan^{-1} 0.16 = 9.09$ (°)

C : 裏込め土の粘着力 (kN/m²)

Lc : すべり線の長さ (m)

Ka : 主働土圧係数

γ_s : 裏込め土の単位体積重量 $\gamma_s = 20.00$ (kN/m³)

h : 土圧の作用高さ (m)

V, H : 鉛直荷重, 水平荷重 (kN)

L : 擁壁の奥行 (計算幅) $L = 1.000$ (m)

(1) 常 時

粘着高さ

$$\begin{aligned} hc &= \frac{2 \cdot C}{\gamma s} \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) = \frac{2 \times 489.0}{20.00} \times \tan\left(45^\circ + \frac{21.00}{2}\right) \\ &= 71.150 \text{ (m)} \end{aligned}$$

粘着高さが土圧の作用高さ(8.180 (m))よりも高いため土圧がかからない。

(2) 地震時

粘着高さ

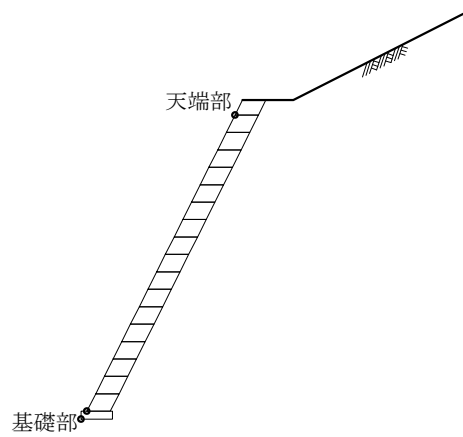
$$\begin{aligned} hc &= \frac{2 \cdot C}{\gamma s} \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) = \frac{2 \times 489.0}{20.00} \times \tan\left(45^\circ + \frac{21.00}{2}\right) \\ &= 71.150 \text{ (m)} \end{aligned}$$

粘着高さが土圧の作用高さ(8.180 (m))よりも高いため土圧がかからない。

4.3 荷重の総括

4.3.1 荷重の集計方法

ブロック各段前面下端を原点として荷重を集計する。



4.3.2 荷重の集計

算出された荷重を各荷重ケース毎、また、各段毎に集計する。

(1) 常 時

		荷 重		作用位置		モーメント	
		鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)	抵抗 V・x (kN・m)	転倒 H・y (kN・m)
天端工下面の検討							
天端部	自重	天端部	5.27		0.396	0.191	2.09
		合 計 Σ	5.27	0.00			2.09
各段および全体の安定計算							
17段目	自重	天端部	5.27		4.196	7.790	22.11
		1段目	6.16		3.988	7.376	24.57
		2段目	6.16		3.765	6.929	23.19
		3段目	6.16		3.541	6.482	21.81
		4段目	6.16		3.318	6.035	20.44
		5段目	6.16		3.094	5.588	19.06
		6段目	6.16		2.871	5.141	17.69
		7段目	6.16		2.647	4.694	16.31
		8段目	6.16		2.424	4.247	14.93
		9段目	6.16		2.200	3.800	13.55
		10段目	6.16		1.977	3.353	12.18
		11段目	6.16		1.753	2.906	10.80
		12段目	6.16		1.530	2.459	9.42
		13段目	6.16		1.306	2.012	8.04
		14段目	6.16		1.083	1.565	6.67
		15段目	6.16		0.859	1.118	5.29
		16段目	6.16		0.636	0.671	3.92
		17段目	6.16		0.412	0.224	2.54
		合 計 Σ	109.99	0.00			252.52
基礎部	自重	天端部	5.27		4.346	7.990	22.90
		1段目	6.16		4.138	7.576	25.49
		2段目	6.16		3.915	7.129	24.12
		3段目	6.16		3.691	6.682	22.74
		4段目	6.16		3.468	6.235	21.36
		5段目	6.16		3.244	5.788	19.98
		6段目	6.16		3.021	5.341	18.61
		7段目	6.16		2.797	4.894	17.23
		8段目	6.16		2.574	4.447	15.86
		9段目	6.16		2.350	4.000	14.48
		10段目	6.16		2.127	3.553	13.10
		11段目	6.16		1.903	3.106	11.72
		12段目	6.16		1.680	2.659	10.35
		13段目	6.16		1.456	2.212	8.97
		14段目	6.16		1.233	1.765	7.60
		15段目	6.16		1.009	1.318	6.22
		16段目	6.16		0.786	0.871	4.84
		17段目	6.16		0.562	0.424	3.46
		基礎部	3.68		0.400	0.100	1.47
		合 計 Σ	113.67	0.00			270.50
		自重のみの合計 Σ	113.67	0.00			270.50

(2) 地震時

			荷 重		作用位置		モーメント	
			鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)	抵抗 V・x (kN・m)	転倒 H・y (kN・m)
天端工下面の検討								
天端部	自重	天端部	5.27	0.84	0.396	0.191	2.09	0.16
合 計 Σ			5.27	0.84			2.09	0.16
各段および全体の安定計算								
17段目	自重	天端部	5.27	0.84	4.196	7.790	22.11	6.54
		1段目	6.16	0.99	3.988	7.376	24.57	7.30
		2段目	6.16	0.99	3.765	6.929	23.19	6.86
		3段目	6.16	0.99	3.541	6.482	21.81	6.42
		4段目	6.16	0.99	3.318	6.035	20.44	5.97
		5段目	6.16	0.99	3.094	5.588	19.06	5.53
		6段目	6.16	0.99	2.871	5.141	17.69	5.09
		7段目	6.16	0.99	2.647	4.694	16.31	4.65
		8段目	6.16	0.99	2.424	4.247	14.93	4.20
		9段目	6.16	0.99	2.200	3.800	13.55	3.76
		10段目	6.16	0.99	1.977	3.353	12.18	3.32
		11段目	6.16	0.99	1.753	2.906	10.80	2.88
		12段目	6.16	0.99	1.530	2.459	9.42	2.43
		13段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		14段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		15段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
		16段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
		17段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22
合 計 Σ			109.99	17.67			252.52	70.48
基礎部	自重	天端部	5.27	0.84	4.346	7.990	22.90	6.71
		1段目	6.16	0.99	4.138	7.576	25.49	7.50
		2段目	6.16	0.99	3.915	7.129	24.12	7.06
		3段目	6.16	0.99	3.691	6.682	22.74	6.62
		4段目	6.16	0.99	3.468	6.235	21.36	6.17
		5段目	6.16	0.99	3.244	5.788	19.98	5.73
		6段目	6.16	0.99	3.021	5.341	18.61	5.29
		7段目	6.16	0.99	2.797	4.894	17.23	4.85
		8段目	6.16	0.99	2.574	4.447	15.86	4.40
		9段目	6.16	0.99	2.350	4.000	14.48	3.96
		10段目	6.16	0.99	2.127	3.553	13.10	3.52
		11段目	6.16	0.99	1.903	3.106	11.72	3.07
		12段目	6.16	0.99	1.680	2.659	10.35	2.63
		13段目	6.16	0.99	1.456	2.212	8.97	2.19
		14段目	6.16	0.99	1.233	1.765	7.60	1.75
		15段目	6.16	0.99	1.009	1.318	6.22	1.30
		16段目	6.16	0.99	0.786	0.871	4.84	0.86
		17段目	6.16	0.99	0.562	0.424	3.46	0.42
		基礎部	3.68	0.59	0.400	0.100	1.47	0.06
合 計 Σ			113.67	18.26			270.50	74.09

§5 安定計算

集計した荷重を用いて、安定の検討を行う。

- ・ 滑動に対する検討
- ・ 転倒に対する検討
- ・ 支持に対する検討

5.1 計算方法

(1) ブロック各段の検討

1) 滑動に対する検討

滑動に対する安全率は次式により照査を行う。

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu}{\sum H} \geq F_{sa}$$

ここに、

F_s : 滑動安全率

F_{sa} : 滑動安全率の許容値 常 時 $F_{sa} = 1.50$

地 震 時 $F_{sa} = 1.20$

$\sum V$: 鉛直荷重 (kN)

$\sum H$: 水平荷重 (kN)

μ : 摩擦係数

2) 転倒に対する検討

「基礎の転倒に対する検討」と同様の検討を行う。

(2) 基礎の検討

1) 転倒に対する検討

つま先から合力の作用点までの距離および、合力の作用点の底版中央からの偏心距離は次式により求める。

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V}$$

$$e = \frac{B}{2} - d$$

ここに、

d : つま先から合力の作用点までの距離 (m)

e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離 (m)

$\sum V$: 底版下面における全鉛直荷重 (kN)

$\sum Mr$: つま先まわりの抵抗モーメント (kN・m)

$\sum Mo$: つま先まわりの転倒モーメント (kN・m)

B : 擁壁の底版幅 $B = 0.800$ (m)

転倒に対する安定条件として、合力の作用点までの距離 d は次式を満足するものとする。

$$\text{常 時 } d > \frac{1}{2} B \quad \text{地 震 時 } d \geq \frac{1}{3} B$$

2) 滑動に対する検討

滑動に対する安全率は次式により照査を行う。

$$F_s = \frac{\text{滑動に対する抵抗力}}{\text{滑動力}} = \frac{\Sigma V \cdot \mu + C \cdot B_e \cdot L}{\Sigma H} \geq F_{sa}$$

ここに、

F_s : 滑動安全率

F_{sa} : 滑動安全率の許容値 常 時 $F_{sa} = 1.50$
地 震 時 $F_{sa} = 1.20$

ΣV : 底版下面における全鉛直荷重 (kN)

ΣH : 水平荷重 (kN)

μ : 擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数

$$\mu = 0.700$$

C : 擁壁底面と基礎地盤の間の付着力 $C = 0.0$ (kN/m²)

B : 擁壁の底版幅 $B = 0.800$ (m)

e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離 (m)

B_e : 有効載荷幅 $B_e = B - 2 \cdot e$ (m)

ただし、有効載荷幅は底版幅を超えないものとする

L : 擁壁の奥行き(計算幅) $L = 1.000$ (m)

3) 支持に対する検討

地盤反力度は次式により求める。

$B / 6 \geq e \geq 0$ のとき

$$\left. \begin{matrix} q_1 \\ q_2 \end{matrix} \right\} = \frac{\Sigma V}{B \cdot L} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$e > B / 6$ のとき

$$q_1 = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3 \cdot d \cdot L}$$

ここに、

- q_1, q_2 : 地盤反力度 (kN/m²)
- ΣV : 鉛直荷重 (kN)
- B : 擁壁の底版幅 $B = 0.800$ (m)
- L : 擁壁の奥行き (計算幅) $L = 1.000$ (m)
- e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離 (m)
- d : つま先から合力の作用点までの距離 (m)

$e < 0$ のとき

擁壁底面の鉛直地盤反力度は、底面地盤と背面地盤に支持された構造体として、擁壁本体を剛体と仮定し、底面の地盤バネと背面の地盤バネを考慮した弾性バネ上のはりモデル「地盤バネモデルによる計算法」に基づく「簡便法」を用いて求める。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3} \right)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta, \quad Q_H = \Sigma H + Q_t \cdot \cos \theta$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L}, \quad q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L}$$

ここに、

- l : 擁壁壁面長 (m)
- θ : 擁壁壁面傾斜角 $\theta = 26.57$ (°)
- ΣM : 擁壁底面つま先回りのモーメント (kN・m)
- Q_v : 擁壁底面に発生する鉛直地盤反力 (kN)
- Q_H : 擁壁底面に発生する水平地盤反力 (kN)
- Q_t : 擁壁背面に発生する壁面地盤反力 (kN) $d \leq \kappa_d \cdot B$ の時は $Q_t = 0$ とする
- q_1 : 擁壁底面の前方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m²)
- q_2 : 擁壁底面の後方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m²)
- κ_1 : 壁面地盤反力度が発生する区間長 l_2 と擁壁壁面長 l との比 ($\kappa_1 = l_2 / l$)
- κ_d : つま先からの鉛直地盤反力の作用位置 d_1 と擁壁底面幅 B との比 ($\kappa_d = d_1 / B$)
- κ_1, κ_d は下表による。

荷重状態	自重みの場合	荷重の組合せに土圧や地震時慣性力などを考慮する場合		
背面勾配	—	1:0.3	1:0.4	1:0.5
κ_1	1.00	0.50	0.60	0.70
κ_d	0.58	0.56		

背面勾配 1:0.5 より、荷重の組合せに土圧や地震時慣性力などを考慮する場合は $\kappa_1 = 0.70$ を用いる。

5.2 計算結果

5.2.1 常時

(1) ブロック各段の検討

1) 滑動の検討

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu}{\sum H} \geq F_{sa}$$

	摩擦係数 μ	鉛直荷重 V (kN)	水平荷重 H (kN)	安全率 Fs 1.50	判定
17段目	0.600	109.99	0.00	—	O. K.

※ —の部分は、滑動力が前方向へ作用していない。

2) 転倒の検討

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V}$$

	モーメント		鉛直荷重 V (kN)	底版幅 B (m)	作用位置(許容値)		判定
	抵抗 Mr (kN・m)	転倒 Mo (kN・m)			d (m)	1/2 B (m)	
17段目	252.52	0.00	109.99	0.600	2.296	0.300	O. K.

(2) 基礎部の検討

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\sum V = 113.67 \quad (\text{kN})$$

$$\sum H = 0.00 \quad (\text{kN})$$

$$\sum Mr = 270.50 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\sum Mo = 0.00 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

1) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V} = \frac{270.50 - 0.00}{113.67} = 2.380 \quad (\text{m})$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{0.800}{2} - 2.380 = -1.980 \quad (\text{m})$$

$$d = 2.380 \quad (\text{m}) > 1/2 B = 0.400 \quad (\text{m})$$

よって、合力位置は安定条件を満足している。

2) 滑動に対する安定

$$\text{滑動力} = 0.00 \quad (\text{kN})$$

※ 滑動力が前方向へ作用していません。

3) 支持に対する安定

最大地盤反力度

$e = -1.980 < 0.000$ (m) より、「簡便法」にて計算を行った。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)}$$

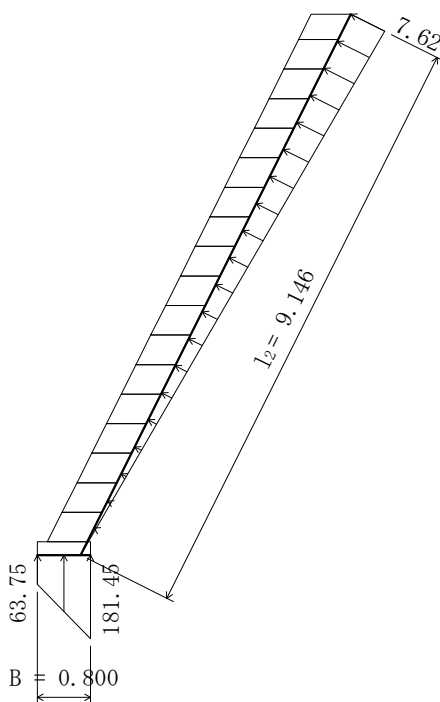
$$= \frac{270.50 - 0.58 \times 0.800 \times 113.67}{0.800 \times \sin 26.57 \times (1 - 0.58) + 9.146 \times \left(1 - \frac{1.00}{3}\right)} = 34.86 \text{ (kN)}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot l} = \frac{2 \times 34.86}{1.00 \times 9.146} = 7.62 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 113.67 - 34.86 \times \sin 26.57 = 98.08 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 98.08 \times (2 - 3 \times 0.58)}{0.800 \times 1.000} = 63.75 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 98.08 \times (3 \times 0.58 - 1)}{0.800 \times 1.000} = 181.45 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



よって、上記の値以上の支持力が必要である。

5.2.2 地震時

(1) ブロック各段の検討

1) 滑動の検討

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu}{\sum H} \geq F_{sa}$$

	摩擦係数 μ	鉛直荷重 V (kN)	水平荷重 H (kN)	安全率 F _s 1.20	判定
17段目	0.600	109.99	17.67	3.73	O.K.

2) 転倒の検討

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V}$$

	モーメント		鉛直荷重 V (kN)	底版幅 B (m)	作用位置(許容値)		判定
	抵抗 Mr (kN・m)	転倒 Mo (kN・m)			d (m)	1/3 B (m)	
17段目	252.52	70.48	109.99	0.600	1.655	0.200	O.K.

(2) 基礎部の検討

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\sum V = 113.67 \quad (\text{kN})$$

$$\sum H = 18.26 \quad (\text{kN})$$

$$\sum Mr = 270.50 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\sum Mo = 74.09 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

1) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V} = \frac{270.50 - 74.09}{113.67} = 1.728 \quad (\text{m})$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{0.800}{2} - 1.728 = -1.328 \quad (\text{m})$$

$$d = 1.728 \quad (\text{m}) \geq 1/3 B = 0.267 \quad (\text{m})$$

よって、合力位置は安定条件を満足している。

2) 滑動に対する安定

$$B_e = B - 2 \cdot e = 0.800 - 2 \times -1.328 = 3.456 \quad (\text{m}) > B = 0.800 \quad \text{より} \quad B_e = 0.800 \quad (\text{m})$$

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu + c \cdot B_e \cdot L}{\sum H} = \frac{113.67 \times 0.700 + 0.0 \times 0.800 \times 1.000}{18.26}$$

$$= 4.36 \geq F_{sa} = 1.20$$

よって、滑動安全率は安定条件を満足している。

3) 支持に対する安定

最大地盤反力度

$e = -1.328 < 0.000$ (m) より、「簡便法」にて計算を行った。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)}$$

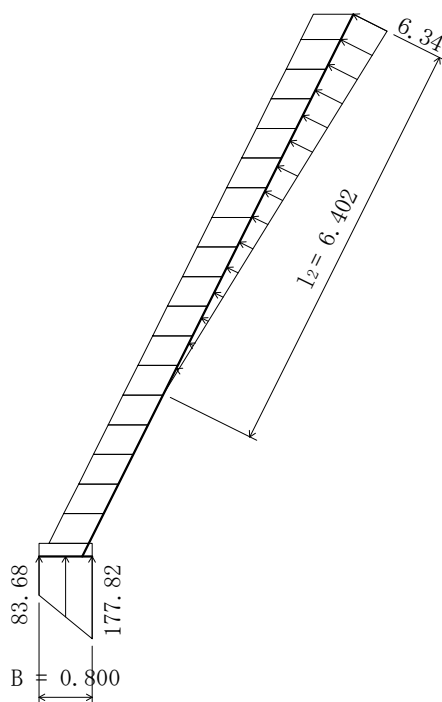
$$= \frac{196.41 - 0.56 \times 0.800 \times 113.67}{0.800 \times \sin 26.57 \times (1 - 0.56) + 9.146 \times \left(1 - \frac{0.70}{3}\right)} = 20.29 \text{ (kN)}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot l} = \frac{2 \times 20.29}{0.70 \times 9.146} = 6.34 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 113.67 - 20.29 \times \sin 26.57 = 104.60 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 104.60 \times (2 - 3 \times 0.56)}{0.800 \times 1.000} = 83.68 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 104.60 \times (3 \times 0.56 - 1)}{0.800 \times 1.000} = 177.82 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



よって、上記の値以上の支持力が必要である。

§6 天端工

集計した荷重を用いて、天端工の検討を行う。

6.1 常 時

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\begin{aligned}\Sigma V &= 5.27 \quad (\text{kN}) \\ \Sigma H &= 0.00 \quad (\text{kN}) \\ \Sigma Mr &= 2.09 \quad (\text{kN} \cdot \text{m}) \\ \Sigma Mo &= 0.00 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})\end{aligned}$$

1) 滑動に対する安定

$$\text{滑動力} = 0.00 \quad (\text{kN})$$

※ 滑動力が前方向へ作用していません。

2) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V} = \frac{2.09 - 0.00}{5.27} = 0.397 \quad (\text{m})$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{0.600}{2} - 0.397 = -0.097 \quad (\text{m})$$

$$e = -0.097 \quad (\text{m}) \leq \frac{1}{6} \cdot B = 0.100 \quad (\text{m})$$

よって、偏心距離は安定条件を満足している。

6.2 地震時

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\begin{aligned}\Sigma V &= 5.27 \quad (\text{kN}) \\ \Sigma H &= 0.84 \quad (\text{kN}) \\ \Sigma Mr &= 2.09 \quad (\text{kN} \cdot \text{m}) \\ \Sigma Mo &= 0.16 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})\end{aligned}$$

1) 滑動に対する安定

$$\begin{aligned}F_s &= \frac{\Sigma V \cdot \mu}{\Sigma H} = \frac{5.27 \times 0.600}{0.84} \\ &= 3.76 \geq F_{sa} = 1.20\end{aligned}$$

よって、滑動安全率は安定条件を満足している。

2) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V} = \frac{2.09 - 0.16}{5.27} = 0.366 \quad (\text{m})$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{0.600}{2} - 0.366 = -0.066 \quad (\text{m})$$

$$e = -0.066 \quad (\text{m}) \leq \frac{1}{3} \cdot B = 0.200 \quad (\text{m})$$

よって、偏心距離は安定条件を満足している。

§7 ブロック各段の部材断面設計

7.1 荷重の計算

たて壁に作用する荷重は、以下の荷重を考慮する。

7.1.1 土圧

『設計荷重』の土圧にて算出した土圧力より求める。

鉛直荷重・水平荷重

$$V = Pa \cdot \sin(\delta + \alpha) \cdot L$$

$$H = Pa \cdot \cos(\delta + \alpha) \cdot L$$

ここに、

Pa : 主働土圧合力 (kN)

V, H : 鉛直荷重, 水平荷重 (kN)

δ : 壁面摩擦角 (°)

α : 土圧作用面と鉛直面のなす角 $\alpha = -26.57(^{\circ})$

L : 擁壁の奥行き (計算幅) $L = 1.000$ (m)

(1) 常 時

(2) 地震時

7.1.2 壁背面の地盤反力

壁背面に作用する地盤反力を考慮した。「安定計算」より、各段に作用する地盤反力は以下の通りとなる。

壁背面地盤反力は次式より求められる。

$$Q_{tz} = \frac{2 \cdot l_2 - z'}{l_2^2} \cdot Q_t \cdot z'$$

鉛直水平荷重は次式より求められる。

$$H = Q_{tz} \cdot \cos \theta$$

$$V = -Q_{tz} \cdot \sin \theta$$

ここに、

z : 擁壁天端から照査断面位置又は反力分布下端までの長さ (m)

Q_{tz} : 高さ z の位置における壁面地盤反力 (kN)

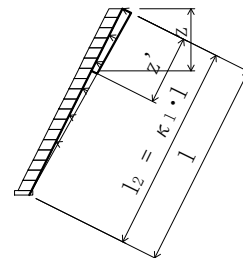
Q_t : 擁壁背面に発生する壁面地盤反力 (kN)

l_2 : 壁面地盤反力度が発生する区間長 (m)

z' : 高さ z の位置における壁面長 $z' = z / \cos \theta$ (m)

V, H : 壁面地盤反力の鉛直、水平成分 (kN)

θ : 壁背面傾斜角 $\theta = 26.57$ (°)



(1) 常 時

$$l_2 = 9.146 \text{ (m)}$$

$$Q_t = 34.86 \text{ (kN)}$$

	z (m)	z' (m)	Q _{tz} (kN)	荷 重		作用位置	
				V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)
1段目	0.828	0.926	6.70	-3.00	5.99	0.811	0.421
2段目	1.275	1.425	10.02	-4.48	8.96	0.928	0.655
3段目	1.722	1.925	13.13	-5.87	11.74	1.047	0.895
4段目	2.169	2.425	16.03	-7.17	14.34	1.170	1.140
5段目	2.616	2.925	18.72	-8.37	16.74	1.295	1.391
6段目	3.063	3.425	21.21	-9.49	18.97	1.425	1.649
7段目	3.510	3.924	23.49	-10.51	21.01	1.557	1.915
8段目	3.957	4.424	25.56	-11.43	22.86	1.695	2.189
9段目	4.404	4.924	27.42	-12.26	24.53	1.836	2.472
10段目	4.851	5.424	29.07	-13.00	26.00	1.984	2.766
11段目	5.298	5.923	30.52	-13.65	27.30	2.136	3.072
12段目	5.745	6.423	31.76	-14.20	28.41	2.296	3.391
13段目	6.192	6.923	32.79	-14.66	29.33	2.462	3.724
14段目	6.639	7.423	33.61	-15.03	30.06	2.638	4.075
15段目	7.086	7.922	34.22	-15.30	30.61	2.823	4.445
16段目	7.533	8.422	34.63	-15.49	30.97	3.019	4.838

(2) 地震時

$$l_2 = 6.402 \text{ (m)}$$

$$Q_2 = 20.29 \text{ (kN)}$$

	z (m)	z' (m)	Q _{tz} (kN)	荷 重		作用位置	
				V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)
1段目	0.828	0.926	5.44	-2.43	4.87	0.812	0.425
2段目	1.275	1.425	8.03	-3.59	7.18	0.933	0.664
3段目	1.722	1.925	10.37	-4.64	9.28	1.056	0.912
4段目	2.169	2.425	12.46	-5.57	11.14	1.185	1.169
5段目	2.616	2.925	14.31	-6.40	12.80	1.319	1.437
6段目	3.063	3.425	15.90	-7.11	14.22	1.459	1.718
7段目	3.510	3.924	17.25	-7.71	15.43	1.607	2.014
8段目	3.957	4.424	18.36	-8.21	16.42	1.764	2.327
9段目	4.404	4.924	19.21	-8.59	17.18	1.930	2.661
10段目	4.851	5.424	19.82	-8.86	17.73	2.110	3.020
11段目	5.298	5.923	20.18	-9.02	18.05	2.305	3.409
12段目	5.726	6.402	20.29	-9.07	18.15	2.519	3.836
13段目	5.726	6.402	20.29	-9.07	18.15	2.742	4.283
14段目	5.726	6.402	20.29	-9.07	18.15	2.966	4.730
15段目	5.726	6.402	20.29	-9.07	18.15	3.189	5.177
16段目	5.726	6.402	20.29	-9.07	18.15	3.413	5.624

7.2 設計荷重の集計

原点0における荷重の集計を行う。

(1) 常 時

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
1段目	自重	天端部	5.27		0.620	0.638	3.27	
		1段目	6.16		0.412	0.224	2.54	
	地盤反力		-3.00	5.99	0.811	0.421	-2.43	2.52
合 計 Σ			8.43	5.99			3.38	2.52
2段目	自重	天端部	5.27		0.843	1.085	4.44	
		1段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
		2段目	6.16		0.412	0.224	2.54	
	地盤反力		-4.48	8.96	0.928	0.655	-4.16	5.87
合 計 Σ			13.11	8.96			6.74	5.87
3段目	自重	天端部	5.27		1.067	1.532	5.62	
		1段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
		2段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
		3段目	6.16		0.412	0.224	2.54	
	地盤反力		-5.87	11.74	1.047	0.895	-6.15	10.51
合 計 Σ			17.88	11.74			11.22	10.51
4段目	自重	天端部	5.27		1.290	1.979	6.80	
		1段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
		2段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
		3段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
	4段目	6.16		0.412	0.224	2.54		
地盤反力		-7.17	14.34	1.170	1.140	-8.39	16.35	
合 計 Σ			22.74	14.34			16.83	16.35
5段目	自重	天端部	5.27		1.514	2.426	7.98	
		1段目	6.16		1.306	2.012	8.04	
		2段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
		3段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
		4段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
	5段目	6.16		0.412	0.224	2.54		
地盤反力		-8.37	16.74	1.295	1.391	-10.84	23.29	
合 計 Σ			27.70	16.74			23.60	23.29
6段目	自重	天端部	5.27		1.737	2.873	9.15	
		1段目	6.16		1.530	2.459	9.42	
		2段目	6.16		1.306	2.012	8.04	
		3段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
		4段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
		5段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
	6段目	6.16		0.412	0.224	2.54		
地盤反力		-9.49	18.97	1.425	1.649	-13.52	31.28	
合 計 Σ			32.74	18.97			31.51	31.28

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
7段目	自重	天端部	5.27		1.961	3.320	10.33	
		1段目	6.16		1.753	2.906	10.80	
		2段目	6.16		1.530	2.459	9.42	
		3段目	6.16		1.306	2.012	8.04	
		4段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
		5段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
		6段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
		7段目	6.16		0.412	0.224	2.54	
		地盤反力		-10.51	21.01	1.557	1.915	-16.36	40.23
合 計 Σ			37.88	21.01			40.65	40.23
8段目	自重	天端部	5.27		2.184	3.767	11.51	
		1段目	6.16		1.977	3.353	12.18	
		2段目	6.16		1.753	2.906	10.80	
		3段目	6.16		1.530	2.459	9.42	
		4段目	6.16		1.306	2.012	8.04	
		5段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
		6段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
		7段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
	8段目	6.16		0.412	0.224	2.54		
	地盤反力		-11.43	22.86	1.695	2.189	-19.37	50.04
合 計 Σ			43.12	22.86			51.00	50.04
9段目	自重	天端部	5.27		2.408	4.214	12.69	
		1段目	6.16		2.200	3.800	13.55	
		2段目	6.16		1.977	3.353	12.18	
		3段目	6.16		1.753	2.906	10.80	
		4段目	6.16		1.530	2.459	9.42	
		5段目	6.16		1.306	2.012	8.04	
		6段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
		7段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
	8段目	6.16		0.636	0.671	3.92		
9段目	6.16		0.412	0.224	2.54			
	地盤反力		-12.26	24.53	1.836	2.472	-22.51	60.64
合 計 Σ			48.45	24.53			62.59	60.64
10段目	自重	天端部	5.27		2.631	4.661	13.87	
		1段目	6.16		2.424	4.247	14.93	
		2段目	6.16		2.200	3.800	13.55	
		3段目	6.16		1.977	3.353	12.18	
		4段目	6.16		1.753	2.906	10.80	
		5段目	6.16		1.530	2.459	9.42	
		6段目	6.16		1.306	2.012	8.04	
		7段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
	8段目	6.16		0.859	1.118	5.29		
9段目	6.16		0.636	0.671	3.92			
10段目	6.16		0.412	0.224	2.54			
	地盤反力		-13.00	26.00	1.984	2.766	-25.79	71.92
合 計 Σ			53.87	26.00			75.42	71.92

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
11段目	自重	天端部	5.27		2.855	5.108	15.05	
		1段目	6.16		2.647	4.694	16.31	
		2段目	6.16		2.424	4.247	14.93	
		3段目	6.16		2.200	3.800	13.55	
		4段目	6.16		1.977	3.353	12.18	
		5段目	6.16		1.753	2.906	10.80	
		6段目	6.16		1.530	2.459	9.42	
		7段目	6.16		1.306	2.012	8.04	
		8段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
		9段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
		10段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
	11段目	6.16		0.412	0.224	2.54		
	地盤反力		-13.65	27.30	2.136	3.072	-29.16	83.87
合 計 Σ			59.38	27.30			89.54	83.87
12段目	自重	天端部	5.27		3.078	5.555	16.22	
		1段目	6.16		2.871	5.141	17.69	
		2段目	6.16		2.647	4.694	16.31	
		3段目	6.16		2.424	4.247	14.93	
		4段目	6.16		2.200	3.800	13.55	
		5段目	6.16		1.977	3.353	12.18	
		6段目	6.16		1.753	2.906	10.80	
		7段目	6.16		1.530	2.459	9.42	
		8段目	6.16		1.306	2.012	8.04	
		9段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
		10段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
		11段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
	12段目	6.16		0.412	0.224	2.54		
	地盤反力		-14.20	28.41	2.296	3.391	-32.60	96.34
合 計 Σ			64.99	28.41			104.96	96.34
13段目	自重	天端部	5.27		3.302	6.002	17.40	
		1段目	6.16		3.094	5.588	19.06	
		2段目	6.16		2.871	5.141	17.69	
		3段目	6.16		2.647	4.694	16.31	
		4段目	6.16		2.424	4.247	14.93	
		5段目	6.16		2.200	3.800	13.55	
		6段目	6.16		1.977	3.353	12.18	
		7段目	6.16		1.753	2.906	10.80	
		8段目	6.16		1.530	2.459	9.42	
		9段目	6.16		1.306	2.012	8.04	
		10段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
		11段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
		12段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
	13段目	6.16		0.412	0.224	2.54		
	地盤反力		-14.66	29.33	2.462	3.724	-36.09	109.22
合 計 Σ			70.69	29.33			121.71	109.22

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
14段目	自重	天端部	5.27		3.525	6.449	18.58	
		1段目	6.16		3.318	6.035	20.44	
		2段目	6.16		3.094	5.588	19.06	
		3段目	6.16		2.871	5.141	17.69	
		4段目	6.16		2.647	4.694	16.31	
		5段目	6.16		2.424	4.247	14.93	
		6段目	6.16		2.200	3.800	13.55	
		7段目	6.16		1.977	3.353	12.18	
		8段目	6.16		1.753	2.906	10.80	
		9段目	6.16		1.530	2.459	9.42	
		10段目	6.16		1.306	2.012	8.04	
		11段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
		12段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
		13段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
		14段目	6.16		0.412	0.224	2.54	
	地盤反力		-15.03	30.06	2.638	4.075	-39.65	122.49
合 計 Σ			76.48	30.06			139.77	122.49
15段目	自重	天端部	5.27		3.749	6.896	19.76	
		1段目	6.16		3.541	6.482	21.81	
		2段目	6.16		3.318	6.035	20.44	
		3段目	6.16		3.094	5.588	19.06	
		4段目	6.16		2.871	5.141	17.69	
		5段目	6.16		2.647	4.694	16.31	
		6段目	6.16		2.424	4.247	14.93	
		7段目	6.16		2.200	3.800	13.55	
		8段目	6.16		1.977	3.353	12.18	
		9段目	6.16		1.753	2.906	10.80	
		10段目	6.16		1.530	2.459	9.42	
		11段目	6.16		1.306	2.012	8.04	
		12段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
		13段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
		14段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
		15段目	6.16		0.412	0.224	2.54	
	地盤反力		-15.30	30.61	2.823	4.445	-43.19	136.06
合 計 Σ			82.37	30.61			159.22	136.06

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
16段目	自重	天端部	5.27		3.972	7.343	20.93	
		1段目	6.16		3.765	6.929	23.19	
		2段目	6.16		3.541	6.482	21.81	
		3段目	6.16		3.318	6.035	20.44	
		4段目	6.16		3.094	5.588	19.06	
		5段目	6.16		2.871	5.141	17.69	
		6段目	6.16		2.647	4.694	16.31	
		7段目	6.16		2.424	4.247	14.93	
		8段目	6.16		2.200	3.800	13.55	
		9段目	6.16		1.977	3.353	12.18	
		10段目	6.16		1.753	2.906	10.80	
		11段目	6.16		1.530	2.459	9.42	
		12段目	6.16		1.306	2.012	8.04	
		13段目	6.16		1.083	1.565	6.67	
		14段目	6.16		0.859	1.118	5.29	
		15段目	6.16		0.636	0.671	3.92	
		16段目	6.16		0.412	0.224	2.54	
	地盤反力		-15.49	30.97	3.019	4.838	-46.76	149.83
合 計 Σ			88.34	30.97			180.01	149.83

(2) 地震時

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
1段目	自重	天端部	5.27	0.84	0.620	0.638	3.27	0.54
		1段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22
	地盤反力		-2.43	4.87	0.812	0.425	-1.97	2.07
合 計 Σ			9.00	6.70			3.84	2.83
2段目	自重	天端部	5.27	0.84	0.843	1.085	4.44	0.91
		1段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
		2段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22
	地盤反力		-3.59	7.18	0.933	0.664	-3.35	4.77
合 計 Σ			14.00	10.00			7.55	6.56
3段目	自重	天端部	5.27	0.84	1.067	1.532	5.62	1.29
		1段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
		2段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
		3段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22
	地盤反力		-4.64	9.28	1.056	0.912	-4.90	8.46
合 計 Σ			19.11	13.09			12.47	11.74
4段目	自重	天端部	5.27	0.84	1.290	1.979	6.80	1.66
		1段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		2段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
		3段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
		4段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22
	地盤反力		-5.57	11.14	1.185	1.169	-6.60	13.02
合 計 Σ			24.34	15.94			18.62	18.22
5段目	自重	天端部	5.27	0.84	1.514	2.426	7.98	2.04
		1段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		2段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		3段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
		4段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
	5段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22	
地盤反力		-6.40	12.80	1.319	1.437	-8.44	18.39	
合 計 Σ			29.67	18.59			26.00	25.96
6段目	自重	天端部	5.27	0.84	1.737	2.873	9.15	2.41
		1段目	6.16	0.99	1.530	2.459	9.42	2.43
		2段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		3段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		4段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
		5段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
	6段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22	
地盤反力		-7.11	14.22	1.459	1.718	-10.37	24.43	
合 計 Σ			35.12	21.00			34.66	34.80

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
7段目	自重	天端部	5.27	0.84	1.961	3.320	10.33	2.79
		1段目	6.16	0.99	1.753	2.906	10.80	2.88
		2段目	6.16	0.99	1.530	2.459	9.42	2.43
		3段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		4段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		5段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
		6段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
		7段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22
		地盤反力		-7.71	15.43	1.607	2.014	-12.39	31.08
合 計 Σ			40.68	23.20			44.62	44.71
8段目	自重	天端部	5.27	0.84	2.184	3.767	11.51	3.16
		1段目	6.16	0.99	1.977	3.353	12.18	3.32
		2段目	6.16	0.99	1.753	2.906	10.80	2.88
		3段目	6.16	0.99	1.530	2.459	9.42	2.43
		4段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		5段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		6段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
		7段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
	8段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22	
	地盤反力		-8.21	16.42	1.764	2.327	-14.48	38.21
合 計 Σ			46.34	25.18			55.89	55.53
9段目	自重	天端部	5.27	0.84	2.408	4.214	12.69	3.54
		1段目	6.16	0.99	2.200	3.800	13.55	3.76
		2段目	6.16	0.99	1.977	3.353	12.18	3.32
		3段目	6.16	0.99	1.753	2.906	10.80	2.88
		4段目	6.16	0.99	1.530	2.459	9.42	2.43
		5段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		6段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		7段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
	8段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66	
9段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22		
	地盤反力		-8.59	17.18	1.930	2.661	-16.58	45.72
合 計 Σ			52.12	26.93			68.52	67.18
10段目	自重	天端部	5.27	0.84	2.631	4.661	13.87	3.92
		1段目	6.16	0.99	2.424	4.247	14.93	4.20
		2段目	6.16	0.99	2.200	3.800	13.55	3.76
		3段目	6.16	0.99	1.977	3.353	12.18	3.32
		4段目	6.16	0.99	1.753	2.906	10.80	2.88
		5段目	6.16	0.99	1.530	2.459	9.42	2.43
		6段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		7段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		8段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
		9段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
	10段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22	
	地盤反力		-8.86	17.73	2.110	3.020	-18.69	53.54
合 計 Σ			58.01	28.47			82.52	79.58

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
11段目	自重	天端部	5.27	0.84	2.855	5.108	15.05	4.29
		1段目	6.16	0.99	2.647	4.694	16.31	4.65
		2段目	6.16	0.99	2.424	4.247	14.93	4.20
		3段目	6.16	0.99	2.200	3.800	13.55	3.76
		4段目	6.16	0.99	1.977	3.353	12.18	3.32
		5段目	6.16	0.99	1.753	2.906	10.80	2.88
		6段目	6.16	0.99	1.530	2.459	9.42	2.43
		7段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		8段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		9段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
		10段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
	11段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22	
	地盤反力		-9.02	18.05	2.305	3.409	-20.79	61.53
合 計 Σ			64.01	29.78			97.91	92.59
12段目	自重	天端部	5.27	0.84	3.078	5.555	16.22	4.67
		1段目	6.16	0.99	2.871	5.141	17.69	5.09
		2段目	6.16	0.99	2.647	4.694	16.31	4.65
		3段目	6.16	0.99	2.424	4.247	14.93	4.20
		4段目	6.16	0.99	2.200	3.800	13.55	3.76
		5段目	6.16	0.99	1.977	3.353	12.18	3.32
		6段目	6.16	0.99	1.753	2.906	10.80	2.88
		7段目	6.16	0.99	1.530	2.459	9.42	2.43
		8段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		9段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		10段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
	11段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66	
12段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22		
	地盤反力		-9.07	18.15	2.519	3.836	-22.85	69.62
合 計 Σ			70.12	30.87			114.71	106.15
13段目	自重	天端部	5.27	0.84	3.302	6.002	17.40	5.04
		1段目	6.16	0.99	3.094	5.588	19.06	5.53
		2段目	6.16	0.99	2.871	5.141	17.69	5.09
		3段目	6.16	0.99	2.647	4.694	16.31	4.65
		4段目	6.16	0.99	2.424	4.247	14.93	4.20
		5段目	6.16	0.99	2.200	3.800	13.55	3.76
		6段目	6.16	0.99	1.977	3.353	12.18	3.32
		7段目	6.16	0.99	1.753	2.906	10.80	2.88
		8段目	6.16	0.99	1.530	2.459	9.42	2.43
		9段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		10段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		11段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
	12段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66	
13段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22		
	地盤反力		-9.07	18.15	2.742	4.283	-24.87	77.74
合 計 Σ			76.28	31.86			132.93	120.17

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
14段目	自重	天端部	5.27	0.84	3.525	6.449	18.58	5.42
		1段目	6.16	0.99	3.318	6.035	20.44	5.97
		2段目	6.16	0.99	3.094	5.588	19.06	5.53
		3段目	6.16	0.99	2.871	5.141	17.69	5.09
		4段目	6.16	0.99	2.647	4.694	16.31	4.65
		5段目	6.16	0.99	2.424	4.247	14.93	4.20
		6段目	6.16	0.99	2.200	3.800	13.55	3.76
		7段目	6.16	0.99	1.977	3.353	12.18	3.32
		8段目	6.16	0.99	1.753	2.906	10.80	2.88
		9段目	6.16	0.99	1.530	2.459	9.42	2.43
		10段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		11段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		12段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
		13段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
		14段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22
	地盤反力		-9.07	18.15	2.966	4.730	-26.90	85.85
合 計 Σ			82.44	32.85			152.52	134.63
15段目	自重	天端部	5.27	0.84	3.749	6.896	19.76	5.79
		1段目	6.16	0.99	3.541	6.482	21.81	6.42
		2段目	6.16	0.99	3.318	6.035	20.44	5.97
		3段目	6.16	0.99	3.094	5.588	19.06	5.53
		4段目	6.16	0.99	2.871	5.141	17.69	5.09
		5段目	6.16	0.99	2.647	4.694	16.31	4.65
		6段目	6.16	0.99	2.424	4.247	14.93	4.20
		7段目	6.16	0.99	2.200	3.800	13.55	3.76
		8段目	6.16	0.99	1.977	3.353	12.18	3.32
		9段目	6.16	0.99	1.753	2.906	10.80	2.88
		10段目	6.16	0.99	1.530	2.459	9.42	2.43
		11段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		12段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		13段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
		14段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
		15段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22
	地盤反力		-9.07	18.15	3.189	5.177	-28.92	93.96
合 計 Σ			88.60	33.84			173.49	149.53

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
16段目	自重	天端部	5.27	0.84	3.972	7.343	20.93	6.17
		1段目	6.16	0.99	3.765	6.929	23.19	6.86
		2段目	6.16	0.99	3.541	6.482	21.81	6.42
		3段目	6.16	0.99	3.318	6.035	20.44	5.97
		4段目	6.16	0.99	3.094	5.588	19.06	5.53
		5段目	6.16	0.99	2.871	5.141	17.69	5.09
		6段目	6.16	0.99	2.647	4.694	16.31	4.65
		7段目	6.16	0.99	2.424	4.247	14.93	4.20
		8段目	6.16	0.99	2.200	3.800	13.55	3.76
		9段目	6.16	0.99	1.977	3.353	12.18	3.32
		10段目	6.16	0.99	1.753	2.906	10.80	2.88
		11段目	6.16	0.99	1.530	2.459	9.42	2.43
		12段目	6.16	0.99	1.306	2.012	8.04	1.99
		13段目	6.16	0.99	1.083	1.565	6.67	1.55
		14段目	6.16	0.99	0.859	1.118	5.29	1.11
		15段目	6.16	0.99	0.636	0.671	3.92	0.66
		16段目	6.16	0.99	0.412	0.224	2.54	0.22
	地盤反力		-9.07	18.15	3.413	5.624	-30.96	102.08
合 計 Σ			94.76	34.83			195.81	164.89

7.3 設計断面力一覧

原点0における設計荷重の集計から、設計断面力を求める。

軸力

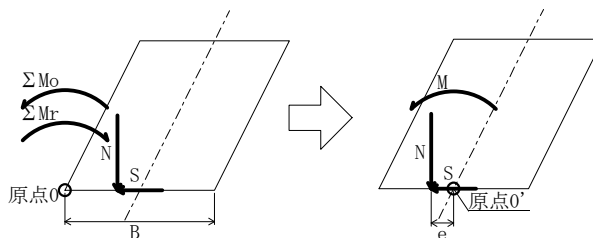
$$N = \Sigma V \text{ (kN)}$$

せん断力

$$S = \Sigma H \text{ (kN)}$$

偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{N} \text{ (m)}$$



曲げモーメント

$$M = N \cdot e \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

(1) 常時

	底面幅 B (m)	軸力 N (kN)	せん断力 S (kN)	原点0における モーメント		偏 心 距 離 e (m)	曲 げ モーメント M (kN・m)
				ΣMr (kN・m)	ΣMo (kN・m)		
1段目	0.600	8.43	5.99	3.38	2.52	0.198	1.67
2段目	0.600	13.11	8.96	6.74	5.87	0.234	3.07
3段目	0.600	17.88	11.74	11.22	10.51	0.260	4.65
4段目	0.600	22.74	14.34	16.83	16.35	0.279	6.34
5段目	0.600	27.70	16.74	23.60	23.29	0.289	8.01
6段目	0.600	32.74	18.97	31.51	31.28	0.293	9.59
7段目	0.600	37.88	21.01	40.65	40.23	0.289	10.95
8段目	0.600	43.12	22.86	51.00	50.04	0.278	11.99
9段目	0.600	48.45	24.53	62.59	60.64	0.260	12.60
10段目	0.600	53.87	26.00	75.42	71.92	0.235	12.66
11段目	0.600	59.38	27.30	89.54	83.87	0.205	12.17
12段目	0.600	64.99	28.41	104.96	96.34	0.167	10.85
13段目	0.600	70.69	29.33	121.71	109.22	0.123	8.69
14段目	0.600	76.48	30.06	139.77	122.49	0.074	5.66
15段目	0.600	82.37	30.61	159.22	136.06	0.019	1.57
16段目	0.600	88.34	30.97	180.01	149.83	-0.042	-3.71

(2) 地震時

	底面幅 B (m)	軸力 N (kN)	せん断力 S (kN)	原点0における モーメント		偏心 距離 e (m)	曲げ モーメント M (kN・m)
				ΣMr (kN・m)	ΣMo (kN・m)		
1段目	0.600	9.00	6.70	3.84	2.83	0.188	1.69
2段目	0.600	14.00	10.00	7.55	6.56	0.229	3.21
3段目	0.600	19.11	13.09	12.47	11.74	0.262	5.01
4段目	0.600	24.34	15.94	18.62	18.22	0.284	6.91
5段目	0.600	29.67	18.59	26.00	25.96	0.299	8.87
6段目	0.600	35.12	21.00	34.66	34.80	0.304	10.68
7段目	0.600	40.68	23.20	44.62	44.71	0.302	12.29
8段目	0.600	46.34	25.18	55.89	55.53	0.292	13.53
9段目	0.600	52.12	26.93	68.52	67.18	0.274	14.28
10段目	0.600	58.01	28.47	82.52	79.58	0.249	14.44
11段目	0.600	64.01	29.78	97.91	92.59	0.217	13.89
12段目	0.600	70.12	30.87	114.71	106.15	0.178	12.48
13段目	0.600	76.28	31.86	132.93	120.17	0.133	10.15
14段目	0.600	82.44	32.85	152.52	134.63	0.083	6.84
15段目	0.600	88.60	33.84	173.49	149.53	0.030	2.66
16段目	0.600	94.76	34.83	195.81	164.89	-0.026	-2.46

7.4 実応力度の計算

7.4.1 無筋コンクリート長方形断面の応力度

無筋コンクリート長方形断面の応力度は以下の式で算出する。

縁応力度

$$\sigma_1 = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

せん断応力度

$$\tau = \frac{S}{b \cdot h}$$

ここに、

- N : 断面に作用する軸力 (N)
M : 断面に作用する曲げモーメント (N・mm)
A : 断面積 (mm²) A = b・h
Z : 断面係数 (mm³) $Z = \frac{b \cdot h^2}{6}$
h : 部材厚 (mm)
b : 有効計算幅 (mm)
 σ_1 : 前面側縁応力度 (N/mm²)
 σ_2 : 背面側縁応力度 (N/mm²)
 τ : せん断応力度 (N/mm²)

7.4.2 計算結果

部 材	項 目		常 時	地 震 時
1段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	1.67 × 10 ⁶	1.69 × 10 ⁶
		軸 力 N (N)	8.43 × 10 ³	9.00 × 10 ³
		せん断力 S (N)	5.99 × 10 ³	6.70 × 10 ³
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.04	0.04
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.01	0.01
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.01
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
2段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	3.07×10^6	3.21×10^6
		軸 力 N (N)	13.11×10^3	14.00×10^3
		せん断力 S (N)	8.96×10^3	10.00×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.07	0.08
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.03	0.03
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.02
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
3段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	4.65×10^6	5.01×10^6
		軸 力 N (N)	17.88×10^3	19.11×10^3
		せん断力 S (N)	11.74×10^3	13.09×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.11	0.12
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.05	0.05
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.02
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
4段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	6.34×10^6	6.91×10^6
		軸 力 N (N)	22.74×10^3	24.34×10^3
		せん断力 S (N)	14.34×10^3	15.94×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.14	0.16
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.07	0.07
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
5段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	8.01×10^6	8.87×10^6
		軸 力 N (N)	27.70×10^3	29.67×10^3
		せん断力 S (N)	16.74×10^3	18.59×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.18	0.20
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.09	0.10
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
6段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	9.59×10^6	10.68×10^6
		軸 力 N (N)	32.74×10^3	35.12×10^3
		せん断力 S (N)	18.97×10^3	21.00×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.21	0.24
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.11	0.12
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
7段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	10.95×10^6	12.29×10^6
		軸 力 N (N)	37.88×10^3	40.68×10^3
		せん断力 S (N)	21.01×10^3	23.20×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.25	0.27
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.12	0.14
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
8段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	11.99×10^6	13.53×10^6
		軸 力 N (N)	43.12×10^3	46.34×10^3
		せん断力 S (N)	22.86×10^3	25.18×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.27	0.30
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.13	0.15
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
9段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	12.60×10^6	14.28×10^6
		軸 力 N (N)	48.45×10^3	52.12×10^3
		せん断力 S (N)	24.53×10^3	26.93×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.29	0.32
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.13	0.15
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
10段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	12.66×10^6	14.44×10^6
		軸 力 N (N)	53.87×10^3	58.01×10^3
		せん断力 S (N)	26.00×10^3	28.47×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.30	0.34
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.12	0.14
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
11段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	12.17×10^6	13.89×10^6
		軸 力 N (N)	59.38×10^3	64.01×10^3
		せん断力 S (N)	27.30×10^3	29.78×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.30	0.34
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.10	0.12
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
12段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	10.85×10^6	12.48×10^6
		軸 力 N (N)	64.99×10^3	70.12×10^3
		せん断力 S (N)	28.41×10^3	30.87×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.29	0.32
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.07	0.09
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
13段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	8.69×10^6	10.15×10^6
		軸 力 N (N)	70.69×10^3	76.28×10^3
		せん断力 S (N)	29.33×10^3	31.86×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.26	0.30
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	0.03	0.04
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
14段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	5.66×10^6	6.84×10^6
		軸 力 N (N)	76.48×10^3	82.44×10^3
		せん断力 S (N)	30.06×10^3	32.85×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.22	0.25
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
15段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	1.57×10^6	2.66×10^6
		軸 力 N (N)	82.37×10^3	88.60×10^3
		せん断力 S (N)	30.61×10^3	33.84×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.16	0.19
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
16段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	600	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-3.71×10^6	-2.46×10^6
		軸 力 N (N)	88.34×10^3	94.76×10^3
		せん断力 S (N)	30.97×10^3	34.83×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.21	0.20
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33






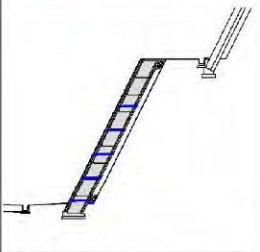
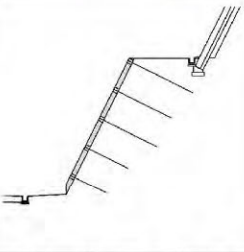
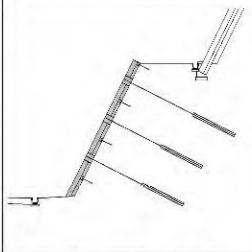
第8章 迂回路トンネル終点側坑口部張コンクリート積擁壁工

8.1 概要

8.1.1 概要

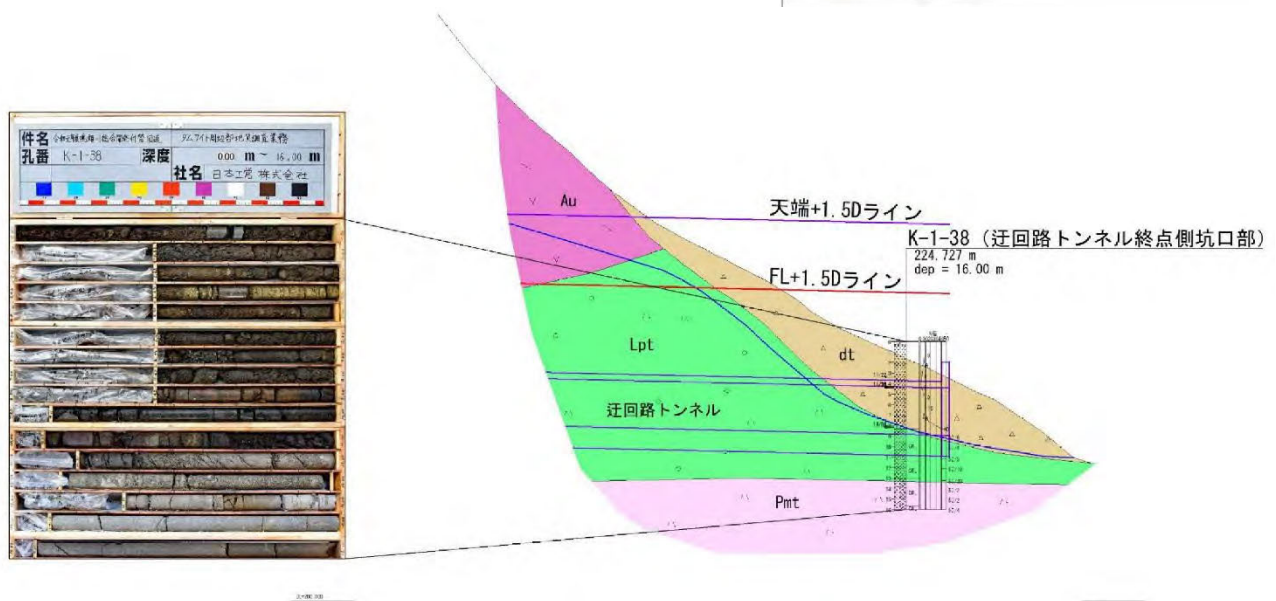
切土部の擁壁工としては、一般に下記の4工法が考えられる。地質状況を踏まえ、擁壁工を選定する。

- ・第1案 もたれ式擁壁、・第2案 大型ブロック積擁壁、・第3案 鉄筋挿入工、・第4案 アンカー工

項目	第1案	第2案	第3案	第4案
形式	もたれ式擁壁	大型ブロック積擁壁	鉄筋挿入工	アンカー工
イメージ				
断面図				
工法概要	法面へもたれかけたコンクリート重量にて土圧に抵抗する構造である。	もたれ擁壁同様にブロックの自重にて土圧に抵抗する構造である。	法面に枠部材、鉄筋を配し、交点に施工アンカーを打ち、コンクリートを打設して枠と地盤を一体化する構造である。	地中深部にアンカーを打設し、引張鋼材を介してコンクリート壁に固定する構造である。土圧への抵抗方法は、摩擦、支圧、摩擦・支圧の3種に大別される。
特徴	実績の多い工法であるが、現場作業が中心となるため、施工性が他案に比べ劣る可能性がある。	工場で製作したブロックを現場にて積み上げる工法である。ブロック納入に問題なければ施工速度が速いため工期短縮が図れる。	背面の土質によってはロックボルト長を短くでき、他案に比べ経済性で有利となる可能性がある。	背面の土質によっては引張鋼材長を短くでき、他案に比べ経済性で有利となる可能性がある。

8.1.2 地質状況

迂回路トンネル終点側坑口の斜面は8.0m程度の崖錐堆積物が厚く分布する。層相は礫混じり土砂を主体とし、平均N値6程度を示す。岩着後、岩芯新鮮で固結度の高い火山礫凝灰岩 Lpt（平均N値208）及び軽石凝灰岩（換算平均N値244）を示す。下記に地質断面図を示す。



8.2 比較検討

8.2.1 一次選定

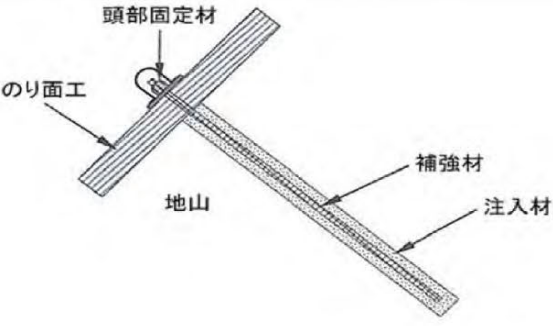
迂回路トンネル終点側坑口の斜面は8.0m程度の崖錐堆積物が厚く分布する。このような地質状況を踏まえ大型ブロック積擁壁工を検討すると控えが5.0m程度となり、またもたれ式擁壁を検討するとコンクリート厚が5.1m程度（天端幅4.3m～底版幅5.89m）となり、現実的な構造でない。

ここで、崖錐堆積物厚く分布することから、地山の補強工として一次選定は以下の補強土工について比較検討する。

- (1) 鉄筋挿入工（二重管方式）
- (2) 鉄筋挿入工（同時削孔注入方式）
- (3) グラウンドアンカー工

比較検討結果から、斜面崩壊規模が表層崩壊を対象とする「鉄筋挿入工(二重管方式)」と表層崩壊が中規模な地すべりを対象とする「鉄筋挿入工(同時削孔注入方式)」を選定する。

表 8.2.1 迂回路トンネル終点側坑口部補強土工比較表

比較項目	鉄筋挿入工(二重管方式)	鉄筋挿入工(同時削孔注入方式)	グラウンドアンカー工
構造概要図			
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> ・地山にプレストレスを与えない補強材を配置し、地盤の変形に伴って受動的に補強材抵抗力を発揮させて地盤の変形を拘束することで、斜面安定や支持力の増加などの地山の安定性を向上させる工法。 ・補強材の配置により地山の安定が得られるため、剛性の高い法面は必要なく、法面保護工的な簡易な構造物で対処できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・基盤に形成したアンカー一体に引張り荷重をかけることにより、のり枠などの反力板を地盤に押し付けて土塊の移動を抑止し、斜面安定を図る工法。アンカー一体は硬質な地盤に定着させなければならない。 ・アンカー単独では抑止効果が発揮されないため、のり枠工など反力板となる剛性の高い構造物が必要となる。
施工概要	<ul style="list-style-type: none"> ・切土→のり面仮設防護→補強材打設を1サイクルとして、施工段数分の繰り返し作業を行い、最終的にのり面保護工の施工を行う。 ・施工本数が多く、段取り替えを頻繁に行わなければならない。 ・切土勾配は長期構造物の場合3～5分勾配が多い。 ・逆巻き施工に加えて、補強材が挿入された時点から抑止効果を発揮できるので、切土時の安定性は高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・切土→のり面の仮設防護→補強材打設を1サイクルとして、施工段数分の繰り返し作業を行い、反力板の完成後に緊張をかける。 ・施工本数は少なく済むが、一本当たりの施工能率はやや低下する。 ・緊張力導入までの間に表層崩壊を起こすおそれがあるため、短期的に斜面が安定する6～8分での施工が多い。 ・逆巻き施工ではあるが、緊張力をかけるまでの間は抑止効果がないので、急勾配施工では表層崩壊発生の危険性を持つ。
工法特性	<ul style="list-style-type: none"> ・表層崩壊を対象とする。 ・プレストレス(緊張)をかけないため、維持管理や点検が原則不要であり、変状等が生じた場合においても、打ち増しなどで対応が可能である。 ・補強材長は2.0m～7.0m程度である。 <p>【施工工程】二重管方式</p> <ol style="list-style-type: none"> ①削孔 ②インナーロッド引抜 ③グラウト注入 ④芯材挿入 ⑤アウターロッド引抜 ⑥エア加压 ⑦二次注入 ⑧アウターロッド引抜 	<ul style="list-style-type: none"> ・表層崩壊から中規模な地すべりを対象とする。 ・プレストレス(緊張)をかけないため、維持管理や点検が原則不要であり、変状等が生じた場合においても、打ち増しなどで対応が可能である。 ・補強材長は15mまで可能であり、技術審査証明を取得している。 <p>【施工工程】同時削孔注入方式</p> <ol style="list-style-type: none"> ①削孔 <ul style="list-style-type: none"> インナーロッド引抜 →不要 ②グラウト注入 →削孔と同時 ③芯材挿入 →削孔と同時 ④アウターロッド引抜 →不要 ⑤エア加压 →削孔と同時 ⑥二次注入 →不要 ⑦アウターロッド引抜 →不要 <ul style="list-style-type: none"> ・削孔に際してパイプを掘進させながら、パイプよりセメントミルクを送流。水、エアによるスライム除去を行わず掘進した空隙は注入材より充填される同時削孔乳方式である。 ・同時削孔注入方式により削孔から築造までを1工程で行うことができ、工期短縮が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・中規模な地すべりから深層崩壊を対象とする。 ・プレストレス(緊張)を導入するため、定期的な点検や維持管理が必要となる。 ・アンカー材は硬質な地盤に定着させなければならない。
評価	<p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">表層崩壊を対象とした工法である。</p>	<p style="text-align: center;">◎</p> <p style="text-align: center;">中規模な崩壊を対象とした工法である。</p>	<p style="text-align: center;">△</p> <p style="text-align: center;">深層崩壊を対象とした工法である。</p>

8.2.2 二次選定における工法抽出

8.1.2の坑口部の地質状況を踏まえ、第5章の坑口擁壁工において概略検討の結果、大型ブロック積擁壁工の控えが5.0m程度となり現実的な構造でない。また、もたれ式擁壁について検討すると、コンクリート厚が5.1m程度（天端幅4.3m～底版幅5.89m）となり、現実的な構造でない。また、概算工事費も13,651千円/10mとなり、4案中最も高価であることから、切土部の擁壁工として工法選定の対象外とする。

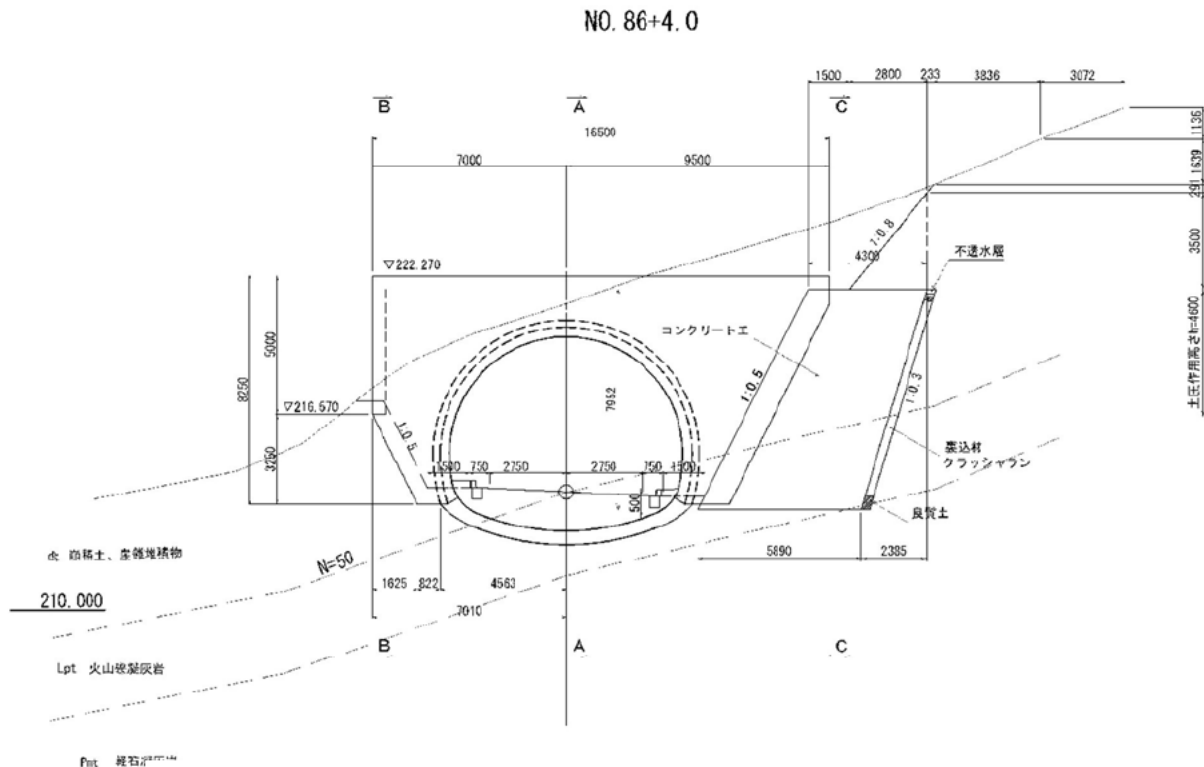


図 8.2.1 迂回路トンネル終点側坑口部もたれ式擁壁工図

二次選定の工法選定は、大型ブロック積擁壁工も含め下記の3案を比較検討対象に抽出する。

- ・第1案 大型ブロック積擁壁
- ・第2案 切土補強土工(同時削孔注入方式)+張コンクリート擁壁
- ・第3案 切土補強土工(二重管方式)+吹付法枠

8.2.3 二次選定

下記の3案について、構造的、景観的、施工性、維持管理、経済性について比較検討した結果は、施工性及び経済性に優れる第2案の切土補強土工(同時削孔注入方式)+張コンクリート擁壁を推奨する。

- (1) 第1案 大型ブロック積擁壁
各ブロックの接合部に胴込めにコンクリートを打設することでロックボルトが一体化され、より強固な擁壁が構築される
- (2) 第2案 切土補強土工(同時削孔注入方式)+張コンクリート擁壁
地山に補強材を打設し、補強材と土に発生する摩擦力により地山を一体させ、表面工に張コンクリートを使用する構造
- (3) 第3案 切土補強土工(二重管方式)+吹付法枠
地山に補強材を打設し、補強材と土に発生する摩擦力により地山を一体させ、表面工に吹付法枠を使用する構造

表 8.2.2 迂回路トンネル終点側坑口部擁壁工比較表

工法名称	第1案：大型ブロック積擁壁	第2案：切土補強土工(同時削孔注入方式)+張コンクリート擁壁	第3案：切土補強土工+吹付法枠
断面図			
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> 表面・背面型枠を現場で組み立てる組立式大型ブロック積擁壁で、胴込にコンクリートを打設する練積み構造。 	<ul style="list-style-type: none"> 地山補強土工法の進化版工法。 補強材は削孔ロッド、注入ホース、補強芯材の3役兼ね備え、削孔と同時に注入しながら掘進することによりケーシングを用いずに孔壁を安定させながら補強材の構築が可能（技術審査証明、NETISCB-100028-V）。 	<ul style="list-style-type: none"> 地山補強土工法の従来工法。 孔壁崩壊をケーシングにより防止しながら補強材を築造する方法。二重管による削孔を標準とする。注入、芯材挿入を行った後にケーシングを引き抜く。
構造的	<ul style="list-style-type: none"> 各ブロックの接合部に同込めコンクリートと打設することでブロックが一体化され、より強固な擁壁が構築できる。 大型ブロック積擁壁の控え5.3m程度あり、切土掘削が大規模となり背面切土斜面への影響が大である。 	<ul style="list-style-type: none"> 地山に補強材を打設し、補強材と土に発生する摩擦力により地山を一体化させ、のり面工に張コンクリート（のり面工低減係数$\mu=1.0$）を使用。 	<ul style="list-style-type: none"> 地山に補強材を打設し、補強材と土に発生する摩擦力により地山を一体化させ、のり面工に吹付法枠（のり面工低減係数$\mu=0.7\sim 1.0$）を使用。
圧迫感(景観性)	<ul style="list-style-type: none"> ブロック表面には、各種模様入りが可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 張コンクリートには、化粧型枠で模様入りが可能である。 コンクリートの平らな一面形状であり圧迫感がある。 	<ul style="list-style-type: none"> のり枠が格子状で凹凸があり、変化に富んでいる。 土のうまたは植生基材吹付けで緑化が可能。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 掘削土量が多いため、施工日数を要する。 表面・背面型枠は二次製品あるため、施工性は良い。 	<ul style="list-style-type: none"> 逆巻施工での施工となるため、足場工の組立て、撤去が必要ない。 補強材はロータリーパーカッションで行うため、搬入時、施工時、搬出時にも大型重機の設置は不要である。 同時削孔注入方式であるため、従来工法に比べ工期短縮が可能である。 張コンクリートの養生が必要である。 同時削孔方式での削孔長は2.0~15.0mであり、厚さ8mの崖錐堆積物への対応が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 逆巻施工での施工となるため、足場工の組立て、撤去が必要ない。 補強材はロータリーパーカッションで行うため、搬入時、施工時、搬出時にも大型重機の設置は不要である。 吹付法枠の養生が必要である。 二重管方式での削孔長は2.0~7.0m程度であり、厚さ8mの崖錐堆積物を対象とするにはやや難がある。
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な管理は必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な管理は必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 定期的な管理は必要である。 緑化した場合は別途維持管理が必要となる。
概算工事費	10.0当り概算工事費 XXXXXXXXXX △	10.0当り概算工事費 XXXXXXXXXX ◎	10.0当り概算工事費 XXXXXXXXXX ○
評価	背面切土斜面への影響が大きく施工性及び経済性に劣る。 △	施工性、経済性に優れる。 ◎	経済性に劣る。 ○

8.3 設計条件

(1) 設計手順

引張補強とは、周面摩擦抵抗を発揮する補強材を、土の内部で生じる最小ひずみ方向に配置することにより、伸びひずみを抑えて地山の変形破壊を抑制しようとする方法である。一般的な引張補強の設計の流れを図-1に示す。

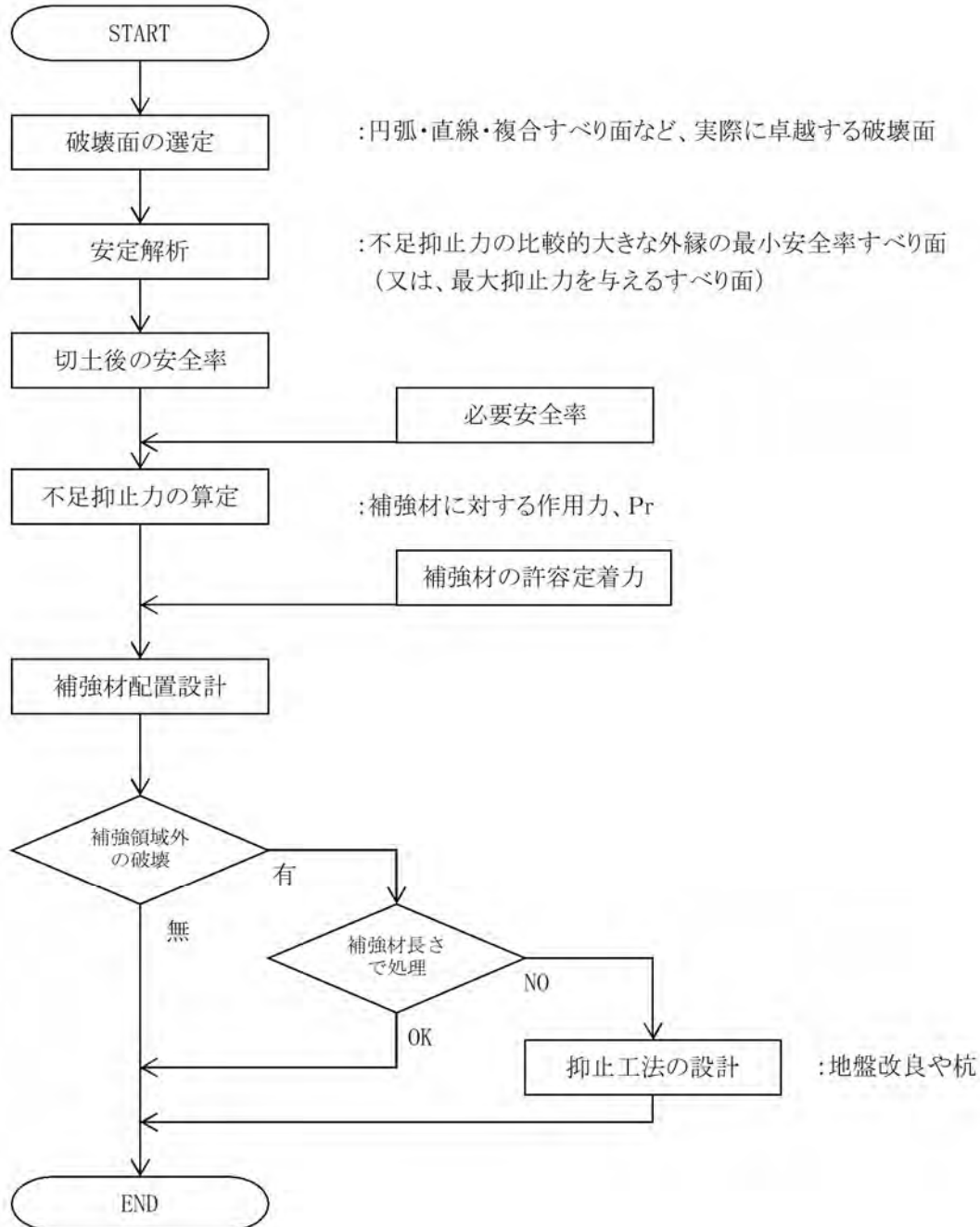


図 8.3.1 設計の流れ

(2) 使用材料

補強材の形状及び性状

表-1 補強材の形状

芯材	部材	パイプ形状 転造ネジ加工
	材質	SBPR930/1080相当
	口径	25.9mm
	内径	12.5mm
	肉厚	13.4mm
皮膜部	部材	硬化膨張性セメントミルク
	直径	60mm
	周長	188mm

「地山補強土工法 スーパーダグシムシステム」建設技術審査証明報告書P.13,58,60より

許容耐力

表-2 許容耐力

	記号	永久	仮設時
芯材の許容引張力	T_a	261kN	283kN
芯材の許容引張応力度	σ_{sa}	645.0N/mm ²	700.3N/mm ²
ミルクの設計基準強度	σ_{ck}	24.0N/mm ²	
ミルクの許容曲げ圧縮応力度	σ_{ca}	9.0N/mm ²	13.5N/mm ²
ミルクの許容付着応力度	τ_{oa}	1.6N/mm ²	2.4N/mm ²

芯材最大引張力: $T_u=436kN$ 以上

許容引張力 永久: $0.60T_u=261kN$,仮設: $0.65T_u=283kN$ (アンカー tendon の考え方に準拠)

「地山補強土工法 スーパーダグシムシステム」建設技術審査証明報告書P.13,60より

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.31より

当工法に使用する補強材は、芯材となるダグシムパイプS型と芯材を被覆する膨張性モルタルにて形成される。

パイプは当工法専用開発されたものであり、パイプ外径25.9mm、肉厚13.4mmの中空段面形状をもち、芯材が注入ロッドの役割を果たす。

注入材は先端ビットより充填され、削孔と同時に補強材の築造が完了できる。

芯材長は、1.5mと1.0mの2種類の組み合わせにより、50cmピッチの長さで計画できる。

補強材の低減係数

$$\lambda = 0.70$$

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.41より

(3) 配置間隔

補強土工における崩壊防止の基本原理は、「掘削や载荷により地盤内応力が変化し、地山にわずかな緩みが生じると、配置された補強材に引張力やせん断力が作用する。この時、補強材周面の摩擦力による引張抵抗力(引き留め効果)や補強材断面が有するせん断抵抗力が発揮され地山の安定が図られる。また、引張抵抗力が発現するとき、すべり面に対する垂直力が増加し地山のせん断応力が増大することにより、地山の安定の向上に寄与する(締め付け効果)。」ところによる。

よって、高い強度を有する補強材を少ない本数で施工する方が経済的ではあるが、補強材間隔が大きいと、中抜け等の問題を生ずることもある。

「切土補強土工法設計・施工要領」NEXCO P.35 では一般的に1.0m～1.5m(1本/2m²)程度の間隔とするが、地山やのり面の状況に応じて設定するとしている。

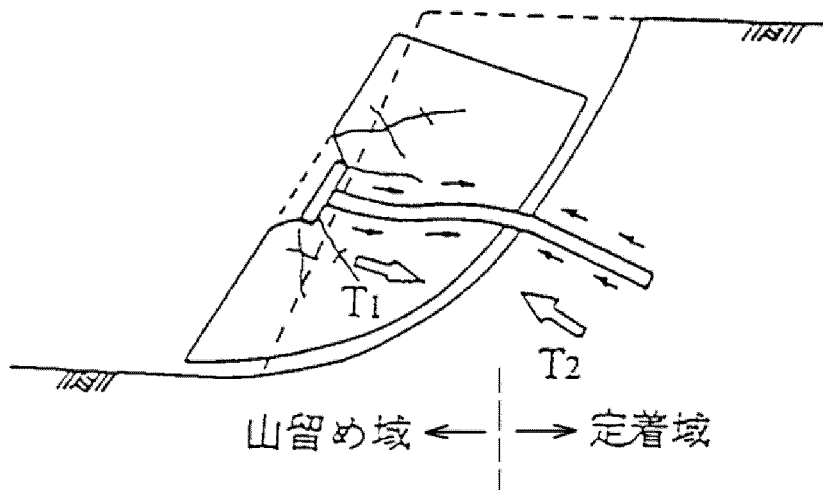


図-2 補強材の機能

当計画においては、補強対象土、切土勾配及び表面工を勘案し下記に示すピッチにて計画する。

$$\text{斜方向} \times \text{水平方向} = 1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$$

(4) 配置角度

補強材の打設角度は、安定計算結果のみにとらわれることなく、地山の性質、すべり線およびのり面の角度、施工性などを検討して適切な角度にしなければならない。補強材の打設角度は一般に、のり面勾配が急な場合は、概ねのり面に対して直角方向でよい。ただし、のり面勾配が緩い場合や粘性土地盤の場合は、十分な補強効果を得るために打設角度を小さくとる方がよい。

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.36より

当計画においては、補強材の打設角度はのり面直角を基本とする。

(5) 補強材周面摩擦力

補強材と地盤との間の周面摩擦力は、地盤の種類や土性などを勘案して決定するが、一般的には、標準貫入試験値(N値)を指標として、アンカーや杭の周面摩擦抵抗の考え方に準拠した手法により推定する。

(a) アンカーの周面摩擦抵抗より推定する場合

地盤と補強材周面との間の周面摩擦力は、地盤工学会「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」平成24年度版 P.78、解説表-6.6を参考にして推定する。

解説表-6.5 アンカーの極限周面摩擦抵抗

地盤の種類			摩擦抵抗 (N/mm ²)			
岩盤	硬岩		1.5	～	2.5	○最小値
	軟岩		1.0	～	1.5	
	風化岩		0.6	～	1.0	
	土丹		0.6	～	1.2	
砂礫	N 値	10	0.1	～	0.2	○最小値
		20	0.17	～	0.25	
		30	0.25	～	0.35	
		40	0.35	～	0.45	
		50	0.45	～	0.7	
砂	N 値	10	0.1	～	0.14	
		20	0.18	～	0.22	
		30	0.23	～	0.27	
		40	0.29	～	0.35	
		50	0.3	～	0.4	
粘性土			1.0C (Cは粘着力)			

「地山補強土工法 スーパーダグシステム」建設技術審査証明報告書P.61より

本設計では、以下の値とする。

$$\begin{aligned}
 dt \quad N=4 \quad \tau &= 0.1 \times 4 / 10 = 0.04 / \text{mm}^2 \\
 Lpt \quad \tau &= 0.6 / \text{mm}^2 \\
 &\text{(安全性を考慮し最小値を採用、按分で算出)}
 \end{aligned}$$

(b) 周面摩擦力に対する安全率

$$\begin{aligned}
 \text{長期} \quad F_{sa} &= 2.0 \\
 \text{短期} \quad F_{sa} &= 1.5
 \end{aligned}$$

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.31より

(6) のり面工

のり面工はコンクリート張工とする。

のり面工低減係数 μ は、「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.50～51より、以下の通り決定する。

コンクリート張工	$\mu =$	1.0 (常時)
グリーンパネル工	$\mu =$	1.0 (仮設時)

表 4.10.1 のり面工タイプと低減係数 μ の目安

のり面保護工タイプ	μ	備考
植生工のり面	0	
コンクリート吹付工	0.2～0.6	
のり砕工	0.7～1.0	
擁壁類	1.0	連続した板タイプのり面工

(7) 土質定数の設定

地質	N値	単位重量 γ (kN/m ³)	内部摩擦角 ϕ (°)	粘着力 C (kN/m ²)	備考
dt	4	19	35	0	
Lpt	-	18	21	260	

(8) 安定解析手法

安全率を与える関係式は、「道路土工 切土工・斜面安定工指針」日本道路協会 P.399に記載されているものを用いる。

$$F_s = \frac{\sum \{C + (W - U \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

ここに、

F_s : 安全率

C: 粘着力(kN/m²)

ϕ : 内部摩擦角(°)

l: 各分割片で切られたすべり面の弧長(m)

u: 間隙水圧(kN/m²)

b: 分割片の幅(m)

W: 分割片の重量(kN/m)

α : 分割片で切られたすべり作用方向と水平とのなす角度(°)

(9) 補強斜面の計画安全率

補強斜面の計画安全率は、永久と仮設に分けて考え、それぞれ次を基本とする。

$$\begin{array}{ll} \text{永久(長期)} & F_{sp}^{※1)} \geq 1.20 \\ \text{仮設(短期)} & F_{sp}^{※2)} \geq 1.05, 1.10 \end{array}$$

※1) 永久の計画安全率 $F_{sp} \geq 1.20$ は、本線等の永久のり面、埋戻し後地表に残る永久のり面、存置期間が2年以上の仮設のり面などに適用する。

※2) 仮設の計画安全率は、①掘削開始から最下段の補強材設置前までの施工時の計画安全率を $F_{sp} \geq 1.05$ とし、②最下段の補強材設置後から埋戻し前までの存置期間の計画安全率を $F_{sp} \geq 1.10$ とする。

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.31より

(10) 設計荷重

$$\text{雪荷重} \quad q = 7.3 \text{ kN/m}^2$$

(11) 耐震設計

耐震設計については、基本的に行わないものとする。これは、本工法を採用した場合での地震被害がほとんどないか非常に軽微であったことによる。したがって、常時において所定の安全率を満足するように設計を行えば、基本的に地震時の検討は行わなくてもよいものとした。

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.26より

(12) 設計計算箇所

設計計算断面は1断面選定する。

NO.86+4.0断面

(13) 適用基準書

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO

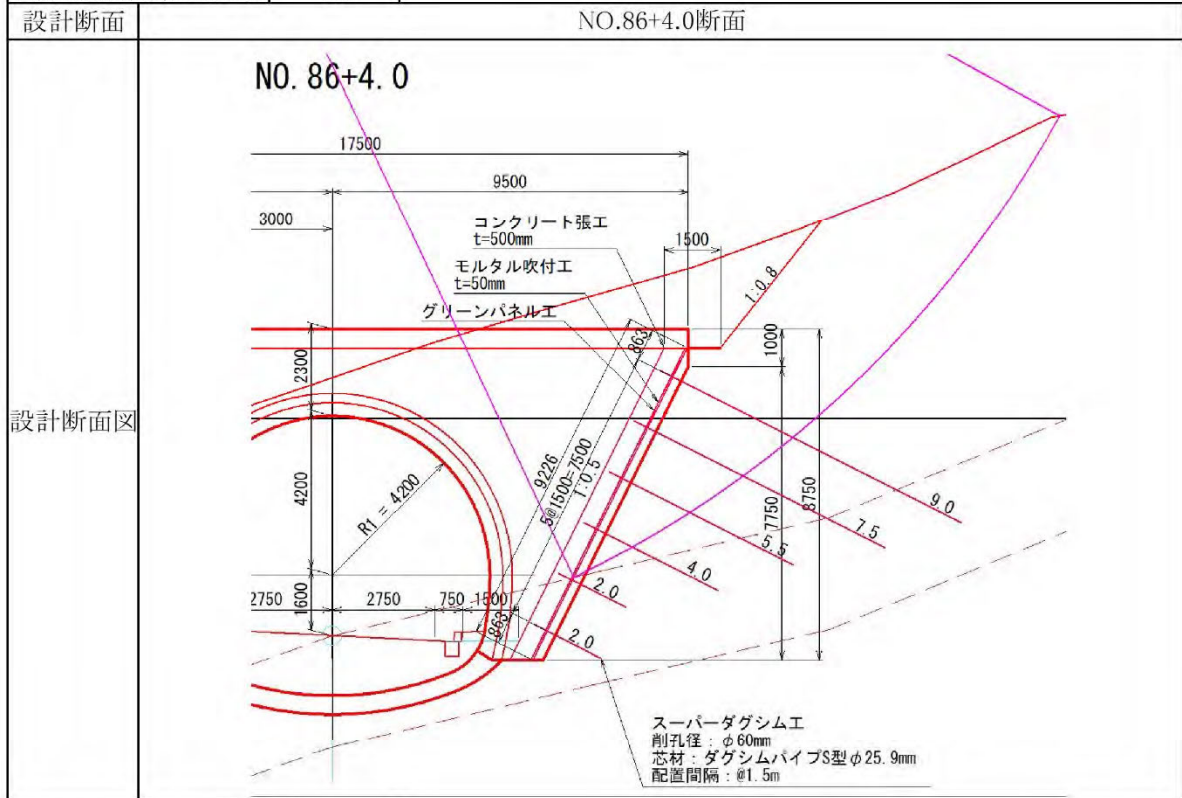
「道路土工 切土工・斜面安定工指針」平成21年6月 日本道路協会

「地山補強土工法 スーパーダグシムシステム」建設技術審査証明報告書

平成15年6月 (財)土木研究センター

8.4 計算結果一覧表

補強材	スーパーダグシム工	地質	N値	単位重量 γ (kN/m^3)	内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)	粘着力 C (kN/m^2)
削孔径	$\phi 60\text{mm}$					
芯材	ダグシムパイプS型 $\phi 25.9\text{mm}$					
水平間隔	@1.5m	dt	4	19	35	0
表面工	コンクリート張工	Lpt	-	18	21	260
補強材低減係数 λ	0.7					
法面工低減係数 μ (常時)	1.0					
法面工低減係数 μ (仮設時)	1.0					



スーパーダグシム工	抑止力	221.4kN/m
	補強前安全率	0.813
	計画安全率	1.200
	補強後安全率	1.201
	補強材引張力	84.4kN
	仮設時補強前安全率	0.815
	仮設時計画安全率	1.100
	仮設時補強後安全率	1.395
コンクリート張工	主鉄筋	D13@250
グリーンパネル工	規格	967×967×40
	法面工引張力	112.5kN
	許容設計荷重	123.0kN

8.5 切土補強土工（同時削孔注入方式）＋張コンクリート擁壁設計計算

8.5.1 概要

二次選定の結果、推奨されることとなった「切土補強土工(同時削孔注入方式)＋張コンクリート擁壁」について、8.5.2に概算工事費を、8.5.3に構造計算を示す。

8.5.2 概算工事費

概算工事費計算書

現場名： 鳴瀬川筒砂子地区
 区 間： N0.86+4.0
 工 法 名： スーパーダグシム工
 施工規模： 施工延長 L= 10.00m
 総削孔長 ΣL= 210.00m

工 種	細 目	形状寸法	単位	数 量	単 価	金 額	摘 要
鉄筋挿入工 (削孔同時注入方式)							
	直接工事費	φ 60mm	式	1.00		■■■■■	明細No.1参照
	仮設備		式	1.00		■■■■■	明細No.1参照
	小計					■■■■■	
法面工							
	直接工事費	コンクリート張工 t=500mm	式	1.00		■■■■■	明細No.3参照
工事費計						■■■■■	
施工延長 1m当たり工事費						■■■■■	

スーパーダグシム工 工事費内訳書

明細-1

総削孔長=210.00m 本数=42本

工 種	細 別	形 状 寸 法	単 位	数 量	単 価	金 額	摘 要
直接工事費	芯材材料	φ 60mm用	m	226.80	■	■	明細No.2参照
	補強材築造工 φ 60mm	砂質土・粘性土・礫質土	m	130.87	■	■	単価表-1参照
	補強材築造工 φ 60mm	風化岩・軟岩	m	79.13	■	■	単価表-2参照
	注入材料費	σ ck=24N/mm ²	m ³	2.50	■	■	単価表-7参照
	小計					■	
						■	(千円止め)
工事費計	直接工事費+仮設費					■	

芯 材 材 料 費

明細-2

芯材総延長 ΣLs=226.80m

工 種	細 別	形 状 寸 法	単 位	数 量	単 価	金 額	摘 要
芯材材料	ダグシムパイプS型	L=1.00m	本	42.00	■	■	亜鉛メッキ
	ダグシムパイプS型	L=1.25m	本	42.00	■	■	亜鉛メッキ
	ダグシムパイプS型	L=1.50m	本	84.00	■	■	亜鉛メッキ
	ダグシムカップラーS型		個	126.00	■	■	亜鉛メッキ
	つば材S型		個	420.00	■	■	
	ダグシムビットS2型		個	42.00	■	■	
	頭部プレート		枚	84.00	■	■	亜鉛メッキ
	頭部ナット		個	126.00	■	■	亜鉛メッキ
	計					■	(円/式)
						■	(円/m)

表面工

明細-3

施工延長 L= 10.00 m

工 種	細 別	形 状 寸 法	単 位	数 量	単 価	金 額	摘 要
受圧板設置工	FRP製格子状受圧板	967×967×40	枚	42.00	■	■	
張コンクリート	鉄筋構造物	t=500mm	m ²	92.30	■	■	
吹付工	モルタル吹付	t=50mm	m ²	92.30	■	■	
	計					■	(円/式)
						■	(千円止め)

鳴瀬川筒砂子地区
スーパーダグシム工設計計算書

2021年9月

— 目 次 —

	頁
1. 設計条件	-----
2. 計算結果一覽	-----
3. NO.86+4.0断面設計計算	-----

1. 設計条件

1.1.設計手順

引張補強とは、周面摩擦抵抗を発揮する補強材を、土の内部で生じる最小ひずみ方向に配置することにより、伸びひずみを抑えて地山の変形破壊を抑制しようとする方法である。一般的な引張補強の設計の流れを図-1に示す。

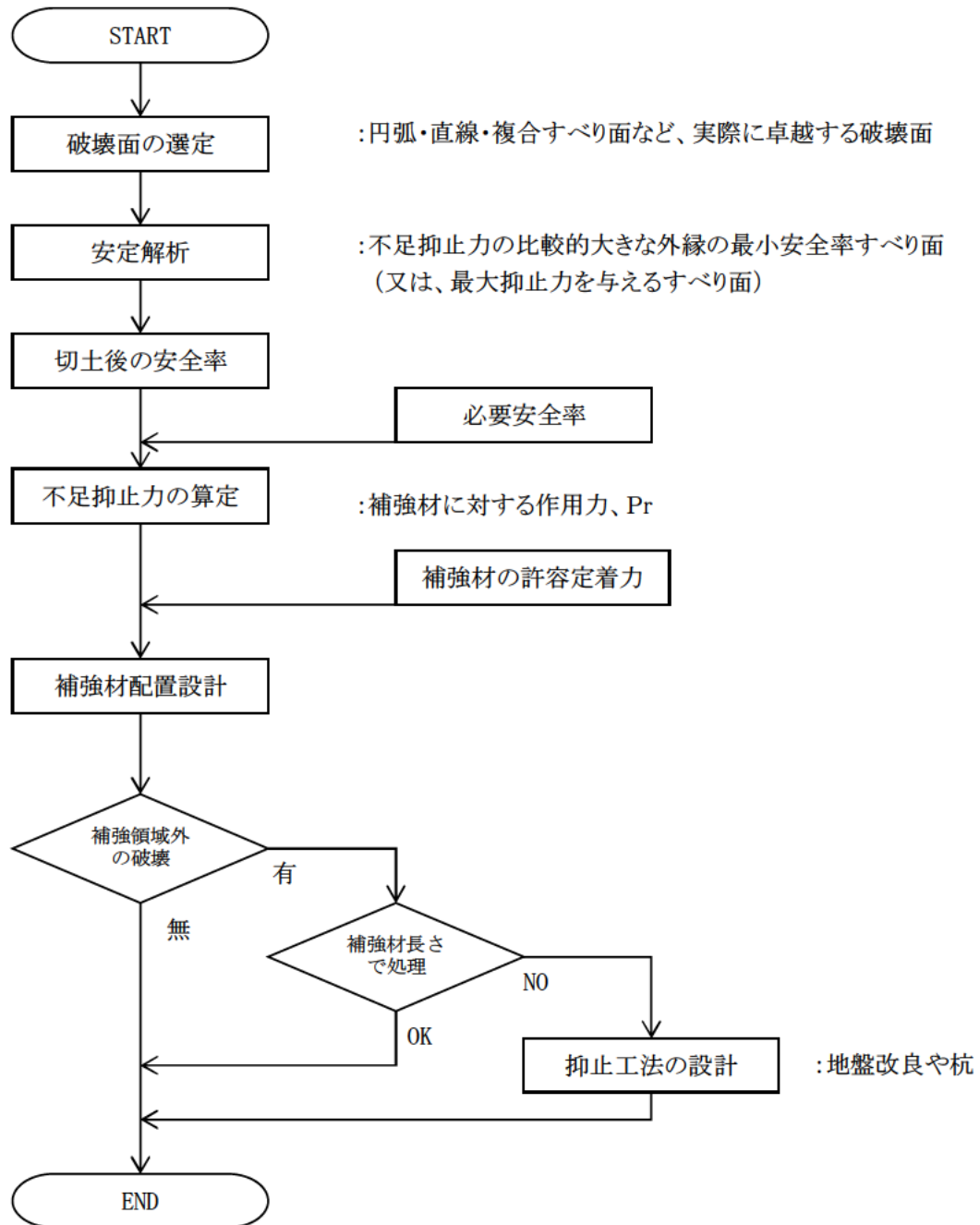


図-1 設計の流れ

1.2.使用材料

補強材の形状及び性状

表-1 補強材の形状

芯材	部材	パイプ形状 転造ネジ加工
	材質	SBPR930/1080相当
	口径	25.9mm
	内径	12.5mm
	肉厚	13.4mm
皮膜部	部材	硬化膨張性セメントミルク
	直径	60mm
	周長	188mm

「地山補強土工法 スーパーダグシムシステム」建設技術審査証明報告書P.13,58,60より

許容耐力

表-2 許容耐力

	記号	永久	仮設時
芯材の許容引張力	T_a	261kN	283kN
芯材の許容引張応力度	σ_{sa}	645.0N/mm ²	700.3N/mm ²
ミルクの設計基準強度	σ_{ck}	24.0N/mm ²	
ミルクの許容曲げ圧縮応力度	σ_{ca}	9.0N/mm ²	13.5N/mm ²
ミルクの許容付着応力度	τ_{oa}	1.6N/mm ²	2.4N/mm ²

芯材最大引張力： $T_u=436\text{kN}$ 以上

許容引張力 永久： $0.60T_u=261\text{kN}$ ，仮設： $0.65T_u=283\text{kN}$ （アンカーテンドンの考え方に準拠）

「地山補強土工法 スーパーダグシムシステム」建設技術審査証明報告書P.13,60より

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.31より

当工法に使用する補強材は、芯材となるダグシムパイプS型と芯材を被覆する膨張性モルタルにて形成される。

パイプは当工法専用に開発されたものであり、パイプ外径25.9mm、肉厚13.4mmの中空段面形状をもち、芯材が注入ロッドの役割を果たす。

注入材は先端ビットより充填され、削孔と同時に補強材の築造が完了できる。

芯材長は、1.5mと1.0mの2種類の組み合わせにより、50cmピッチの長さで計画できる。

補強材の低減係数

$$\lambda = 0.70$$

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.41より

1.3.配置間隔

補強土工における崩壊防止の基本原理は、「掘削や载荷により地盤内応力が変化し、地山にわずかな緩みが生じると、配置された補強材に引張力やせん断力が作用する。この時、補強材周面の摩擦力による引張抵抗力(引き留め効果)や補強材断面が有するせん断抵抗力が発揮され地山の安定が図られる。また、引張抵抗力が発現するとき、すべり面に対する垂直力が増加し地山のせん断応力が増大することにより、地山の安定の向上に寄与する(締め付け効果)。」ところによる。

よって、高い強度を有する補強材を少ない本数で施工する方が経済的ではあるが、補強材間隔が大きいと、中抜け等の問題を生ずることもある。

「切土補強土工法設計・施工要領」NEXCO P.35 では一般的に1.0m～1.5m(1本/2m²)程度の間隔とするが、地山やのり面の状況に応じて設定するとしている。

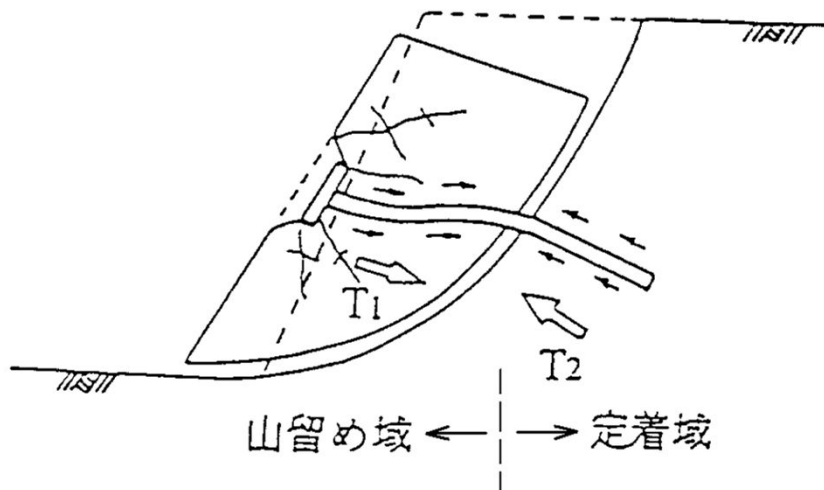


図-2 補強材の機能

当計画においては、補強対象土、切土勾配及び表面工を勘案し下記に示すピッチにて計画する。

$$\text{斜方向} \times \text{水平方向} = 1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$$

1.4配置角度

補強材の打設角度は、安定計算結果のみにとらわれることなく、地山の性質、すべり線およびのり面の角度、施工性などを検討して適切な角度にしなければならない。補強材の打設角度は一般に、のり面勾配が急な場合は、概ねのり面に対して直角方向でよい。ただし、のり面勾配が緩い場合や粘性土地盤の場合は、十分な補強効果を得るために打設角度を小さくの方がよい。

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.36より

当計画においては、補強材の打設角度はのり面直角を基本とする。

1.5.補強材周面摩擦力

補強材と地盤との間の周面摩擦力は、地盤の種類や土性などを勘案して決定するが、一般的には、標準貫入試験値(N値)を指標として、アンカーや杭の周面摩擦抵抗の考え方に準拠した手法により推定する。

(a) アンカーの周面摩擦抵抗より推定する場合

地盤と補強材周面との間の周面摩擦力は、地盤工学会「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」平成24年度版 P.78、解説表-6.6を参考にして推定する。

解説表-6.5 アンカーの極限周面摩擦抵抗

地盤の種類		摩擦抵抗 (N/mm ²)	
岩盤	硬岩	1.5	～ 2.5
	軟岩	1.0	～ 1.5
	風化岩	0.6	～ 1.0
	土丹	0.6	～ 1.2
砂礫	N 値	10	0.1 ～ 0.2
		20	0.17 ～ 0.25
		30	0.25 ～ 0.35
		40	0.35 ～ 0.45
		50	0.45 ～ 0.7
砂	N 値	10	0.1 ～ 0.14
		20	0.18 ～ 0.22
		30	0.23 ～ 0.27
		40	0.29 ～ 0.35
		50	0.3 ～ 0.4
粘性土		1.0C (Cは粘着力)	

○最小値

○最小値

「地山補強土工法 スーパーダグシステム」建設技術審査証明報告書P.61より

本設計では、以下の値とする。

$$dt \quad N=4 \quad \tau = 0.1 \times 4 / 10 = 0.04 / \text{mm}^2$$

$$L_{pt} \quad \tau = 0.6 / \text{mm}^2$$

(安全性を考慮し最小値を採用、按分で算出)

(b) 周面摩擦力に対する安全率

$$\text{長期} \quad F_{sa} = 2.0$$

$$\text{短期} \quad F_{sa} = 1.5$$

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.31より

1.6.のり面工

のり面工はコンクリート張工とする。

のり面工低減係数 μ は、「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.50～51より、以下の通り決定する。

コンクリート張工	$\mu =$	1.0 (常時)
グリーンパネル工	$\mu =$	1.0 (仮設時)

表 4.10.1 のり面工タイプと低減係数 μ の目安

のり面保護工タイプ	μ	備考
植生工のり面	0	
コンクリート吹付工	0.2～0.6	
のり枠工	0.7～1.0	
擁壁類	1.0	連続した板タイプのり面工

1.7.土質定数の設定

地質	N値	単位重量 γ (kN/m ³)	内部摩擦角 ϕ (°)	粘着力 C (kN/m ²)	備考
dt	4	19	35	0	
Lpt	-	18	21	260	

1.8.安定解析手法

安全率を与える関係式は、「道路土工 切土工・斜面安定工指針」日本道路協会 P.399に記載されているものを用いる。

$$F_s = \frac{\sum \{C \cdot l + (W - U \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

ここに、

Fs: 安全率

C: 粘着力(kN/m²)

ϕ : 内部摩擦角(°)

l: 各分割片で切られたすべり面の弧長(m)

u: 間隙水圧(kN/m²)

b: 分割片の幅(m)

W: 分割片の重量(kN/m)

α : 分割片で切られたすべり作用方向と水平とのなす角度(°)

1.9.補強斜面の計画安全率

補強斜面の計画安全率は、永久と仮設に分けて考え、それぞれ次を基本とする。

$$\begin{array}{ll} \text{永久(長期)} & F_{sp}^{※1} \geq 1.20 \\ \text{仮設(短期)} & F_{sp}^{※2} \geq 1.05、1.10 \end{array}$$

※1) 永久の計画安全率 $F_{sp} \geq 1.20$ は、本線等の永久のり面、埋戻し後地表に残る永久のり面、存置期間が2年以上の仮設のり面などに適用する。

※2) 仮設の計画安全率は、①掘削開始から最下段の補強材設置前までの施工時の計画安全率を $F_{sp} \geq 1.05$ とし、②最下段の補強材設置後から埋戻し前までの存置期間の計画安全率を $F_{sp} \geq 1.10$ とする。

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.31より

1.10.設計荷重

$$\text{雪荷重} \quad q = \quad 7.3 \text{ kN/m}^2$$

1.11.耐震設計

耐震設計については、基本的に行わないものとする。これは、本工法を採用した場合での地震被害がほとんどないか非常に軽微であったことによる。したがって、常時において所定の安全率を満足するように設計を行えば、基本的に地震時の検討は行わなくてもよいものとした。

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO P.26より

1.11.設計計算箇所

設計計算断面は1断面選定する。

NO.86+4.0断面

1.12.適用基準書

「切土補強土工法設計・施工要領」平成19年1月 NEXCO

「道路土工 切土工・斜面安定工指針」平成21年6月 日本道路協会

「地山補強土工法 スーパーダグシムシステム」建設技術審査証明報告書

平成15年6月 (財)土木研究センター

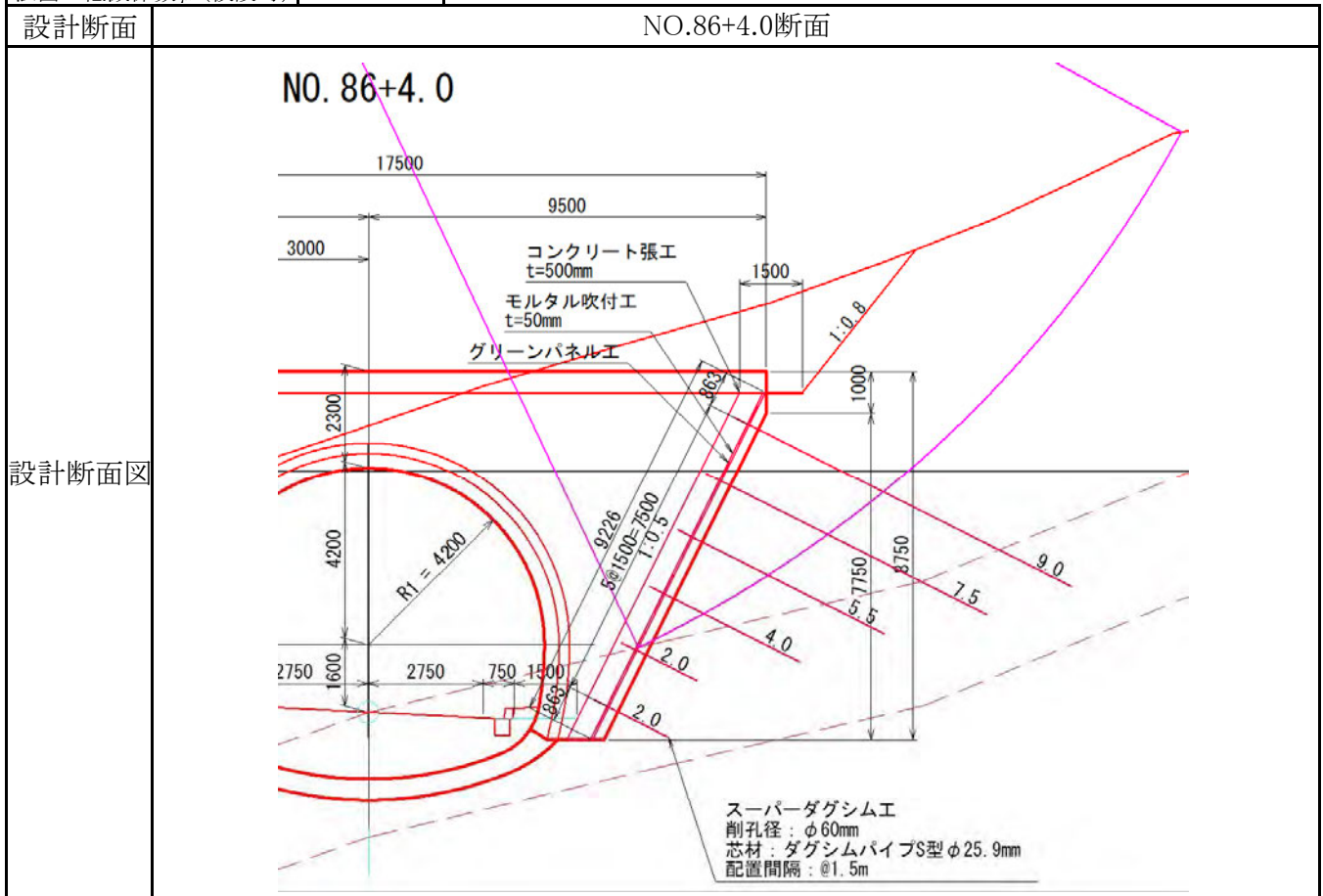
1.13.使用プログラム名

補強土 Ver13.03

株式会社 五大開発

2. 計算結果一覧表

補強材	スーパーダグシム工	地質	N値	単位重量 γ (kN/m^3)	内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)	粘着力 C (kN/m^2)
削孔径	$\phi 60\text{mm}$					
芯材	ダグシムパイプS型 $\phi 25.9\text{mm}$					
水平間隔	@1.5m	dt	4	19	35	0
表面工	コンクリート張工	Lpt	-	18	21	260
補強材低減係数 λ	0.7					
法面工低減係数 μ (常時)	1.0					
法面工低減係数 μ (仮設時)	1.0					



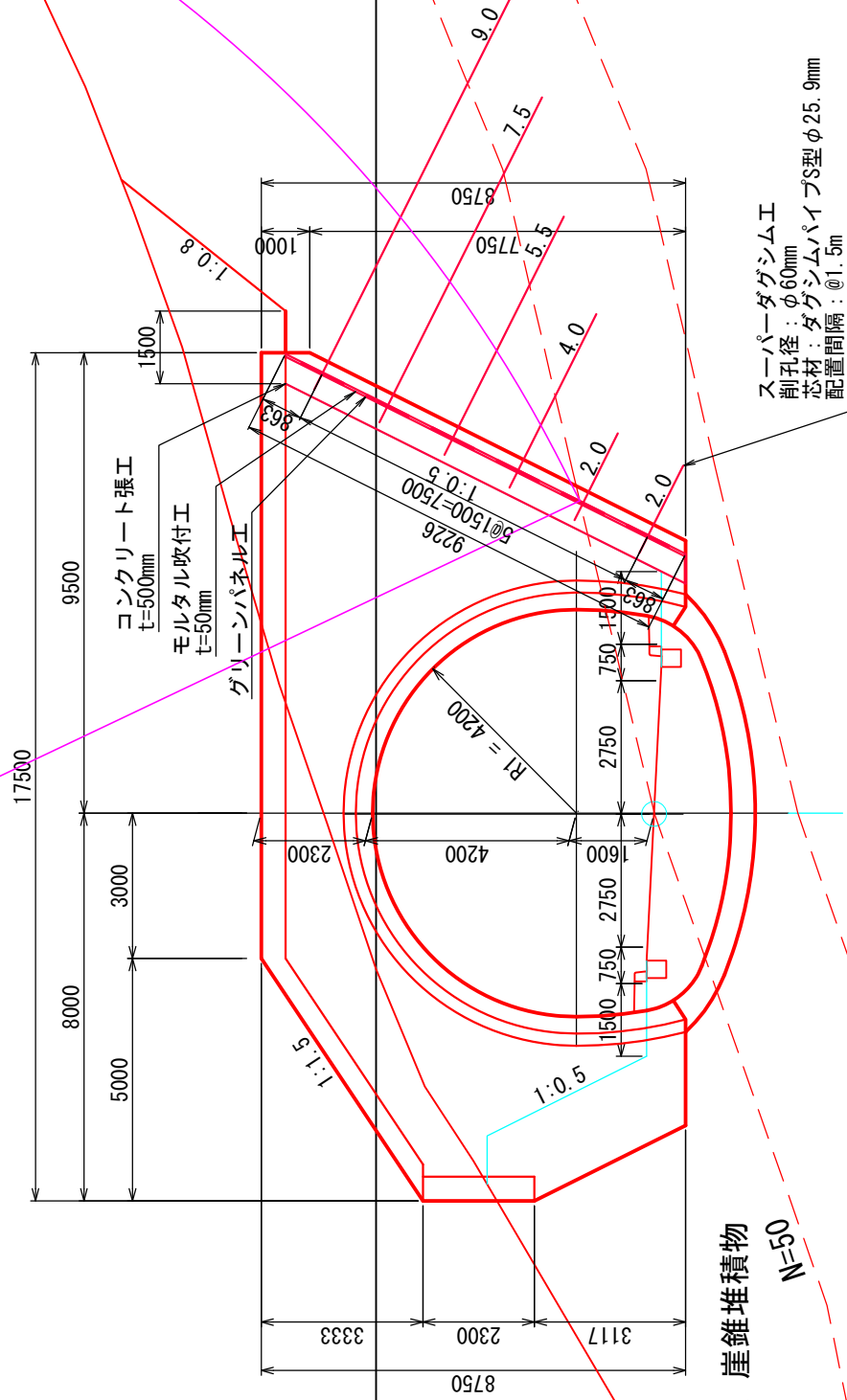
スーパーダグシム工	抑止力	221.4kN/m
	補強前安全率	0.813
	計画安全率	1.200
	補強後安全率	1.201
	補強材引張力	84.4kN
	仮設時補強前安全率	0.815
	仮設時計画安全率	1.100
	仮設時補強後安全率	1.395
コンクリート張工	主鉄筋	D13@250
グリーンパネル工	規格	967×967×40
	法面工引張力	112.5kN
	許容設計荷重	123.0kN

3. NO.86+4.0断面設計計算

設計断面図

230.000

NO. 86+4.0



220.000

210.000

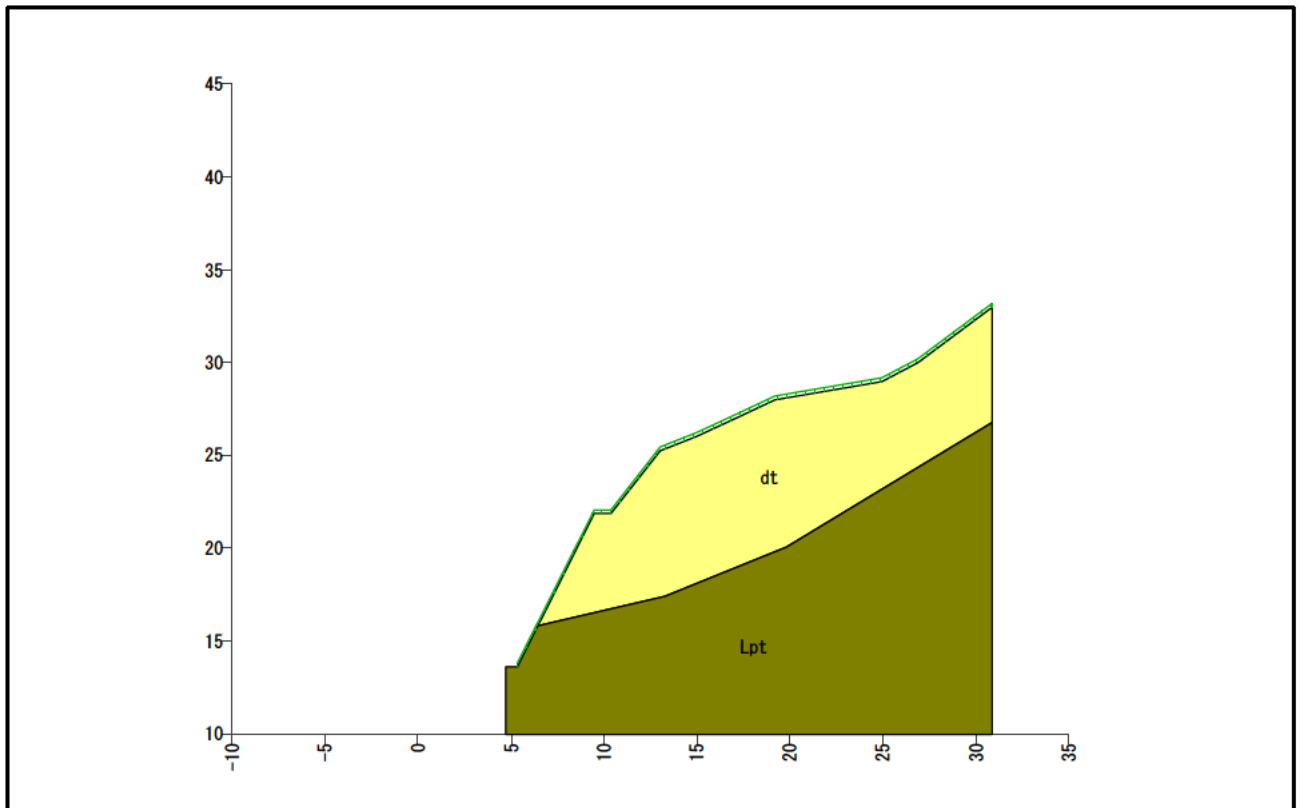
安定解析

常時

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 常時



土質定数

No	地層名	土質名	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角		N値
						ϕ (°)	$\tan \phi$	
1	dt	dt	19.00	20.00	0.00	35.0000	0.700208	4
2	Lpt	Lpt	18.40	19.40	260.00	21.0000	0.383864	

※水の単位体積重量 $\gamma_w = 10.00$ (kN/m³)

座標の入力データ

No.	距離 X (m)	原地形 標高Y _G (m)	計画地形 標高Y(m)	水位 標高Y _w (m)	すべり面			ハタ上げ
					標高Y _s (m)	形状	強度	
1	4.730		13.620					
2	5.350		13.620					
3	9.470		21.870					
4	10.360		21.870					
5	13.070		25.250					
6	14.990		26.000					
7	17.130		27.000					
8	19.190		28.000					
9	24.980		29.000					
10	26.870		30.000					
11	30.880		33.000					

原：原地形のハタ上げ、 計：計画地形のハタ上げ

地層境界線の座標

No.	1	
	距離X(m)	標高Y(m)
1	6.440	15.800
2	7.080	15.960
3	13.280	17.390
4	19.820	20.070
5	31.040	26.840

分布荷重データ（常時）

荷重名	作用範囲(m)		分布荷重(kN/m ²)		滑動力 加算	抵抗力 加算
	左側 X1	右側 X2	左側 q1	右側 q2		
雪荷重	5.350	30.880	7.30	7.30	○	○

1. 設計条件

(1) 補強斜面の計画安全率

本現場は永久として考え、計画安全率を設定する。

切土補強土工法設計・施工要領では下表のように示されている。

補強斜面の計画安全率

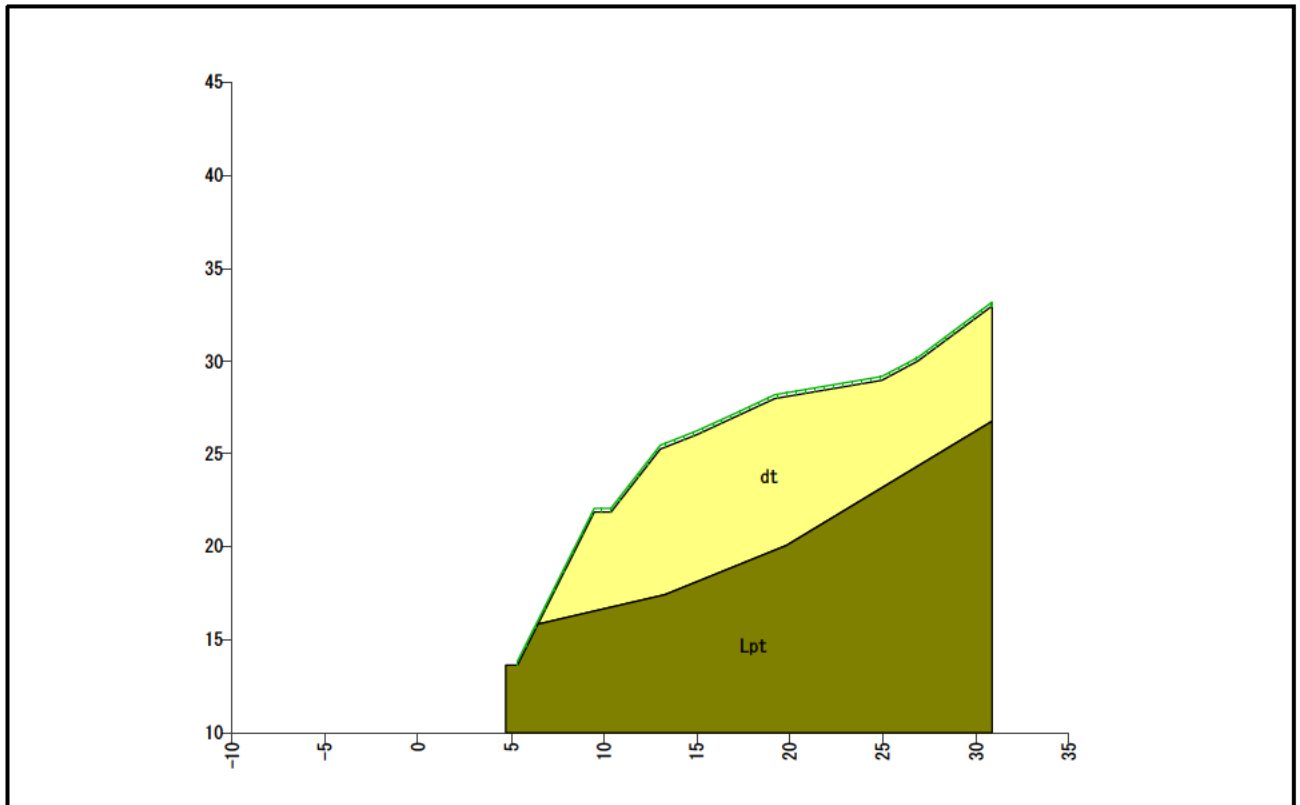
項目	計画安全率
永久(長期)	$F_{sp} \geq 1.20$
仮設(短期)	$F_{sp} \geq 1.05, 1.10$

【切土補強土工法設計・施工要領 P.31】

計画安全率は、当該斜面の重要性を考慮して $F_{sp} = 1.200$ とする。

(2) 土質条件

当該斜面の地形、土質の構成と定数は以下の通りである。



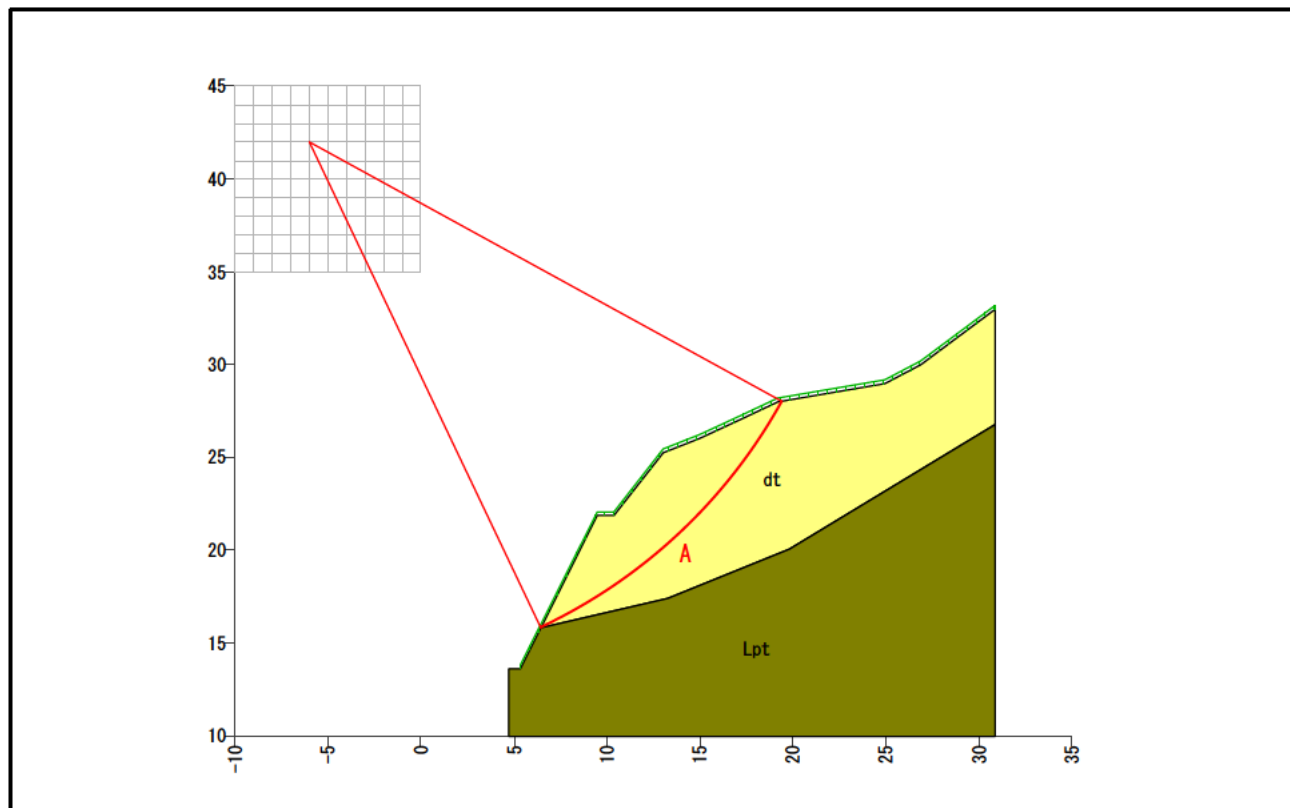
土質定数								
No	地層名	土質名	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角		N値
						ϕ (°)	$\tan \phi$	
1	dt	dt	19.00	20.00	0.00	35.0000	0.700208	4
2	Lpt	Lpt	18.40	19.40	260.00	21.0000	0.383864	

※水の単位体積重量 $\gamma_w = 10.00$ (kN/m³)

2. 繰り返し円弧計算

斜面の安定性は繰り返し円弧すべりで検討した結果、以下のすべり面が最も危険と判断できる。

<円弧A>



安定計算結果				
項目		記号	単位	常時
計算結果	安全率	Fs	—	0.813
	計画安全率	Fsp	—	1.200
	必要抑止力	Pr	kN/m	221.4
円弧	中心座標	X	m	-6.000
		Y	m	42.000
	半径	r	m	29.000
計算要素	すべり抵抗	S	kN/m	465.55
	滑動力	T	kN/m	572.39
	法線力	N	kN/m	664.87
	間隙水圧	U	kN/m	0.00
	すべり面長	l	m	18.131
	面積	A	m ²	41.63

(1) 安定計算式

安定計算は、修正Fellenius法を用いて行う。

基本的に極限つり合い法を用いることとし、所要の計画安全率を確保するものとする。

$$\text{安全率}(F_s) = \frac{\text{すべり抵抗力}(\Sigma S)}{\text{滑動力}(\Sigma T)}$$

計算手法は、「スライス分割法」に基づいて、すべり土塊の断面をいくつかのスライスに分割し、各スライス（分割片）について力のつり合いを考えるものとする。

<常時>

$$F_s = \frac{\Sigma \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \Sigma (C \cdot l)}{\Sigma T}$$

$$Pr = F_{sp} \cdot \Sigma T - [\Sigma \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \Sigma (C \cdot l)]$$

ここで、

F_s	: 安全率	
F_{sp}	: 計画安全率	
Pr	: 必要抑止力	(kN/m)
N	: スライスの重力による法線力 ($N=W \cdot \cos \theta + Q_N$)	(kN/m)
U	: スライスに働く間隙水圧 ($U=u \cdot b \cdot \cos \theta$)	(kN/m)
T	: スライスの重力による接線力 ($T=W \cdot \sin \theta + Q_T$)	(kN/m)
l	: スライスのすべり面長	(m)
b	: スライス幅	(m)
ϕ	: すべり面の内部摩擦角	(°)
C	: すべり面の粘着力	(kN/m ²)
W	: スライス重量	(kN/m)
θ	: すべり面傾斜角	(°)
u	: 単位間隙水圧	(kN/m ²)
Q_N	: 上載荷重分力(法線方向)	(kN/m)
Q_T	: 上載荷重分力(接線方向)	(kN/m)

(2) 安定性の評価

<円弧A>

スライス要素の集計表		粘着力 C(kN/m ²)	すべり面長 l(m)	法線力 N(kN/m)	間隙水圧 U(kN/m)	滑動力 T(kN/m)	すべり抵抗力 S(kN/m)
内部摩擦角 φ(°)	tan φ						
35.0000	0.700208	0.00	18.131	664.87	0.00	572.39	465.55

常時の安全率は次式を用いて計算する。

$$\begin{aligned}
 F_s &= \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \sum (C \cdot l)}{\sum T} \\
 &= \frac{(664.87 - 0.00) \times 0.700208 + 0.00 \times 18.131}{572.39} \\
 &= 0.813
 \end{aligned}$$

ここで、

- F_s : 安全率
- N : スライスの重力による法線力 (N=W・cos θ + Q_N) (kN/m)
- U : スライスに働く間隙水圧 (U=u・b・cos θ) (kN/m)
- T : スライスの重力による接線力 (T=W・sin θ + Q_T) (kN/m)
- l : スライスのすべり面長 (m)
- b : スライス幅 (m)
- φ : すべり面の内部摩擦角 (°)
- C : すべり面の粘着力 (kN/m²)
- W : スライス重量 (kN/m)
- θ : すべり面傾斜角 (°)
- u : 単位間隙水圧 (kN/m²)
- Q_N : 上載荷重分力(法線方向) (kN/m)
- Q_T : 上載荷重分力(接線方向) (kN/m)

(3) 必要抑止力の計算

計画安全率 $F_{sp} = 1.200$ を満足する必要抑止力を計算する。

<円弧A>

$$\begin{aligned} Pr &= F_{sp} \cdot \Sigma T - [\Sigma \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \Sigma (C \cdot l)] \\ &= 1.200 \times 572.39 - \{(664.87 - 0.00) \times 0.700208 + 0.00 \times 18.131\} \\ &= 221.4 \text{ (kN/m)} \end{aligned}$$

ここで、

F_{sp}	: 計画安全率	
Pr	: 必要抑止力	(kN/m)
N	: スライスの重力による法線力 ($N=W \cdot \cos \theta + Q_N$)	(kN/m)
U	: スライスに働く間隙水圧 ($U=u \cdot b \cdot \cos \theta$)	(kN/m)
T	: スライスの重力による接線力 ($T=W \cdot \sin \theta + Q_T$)	(kN/m)
l	: スライスのすべり面長	(m)
b	: スライス幅	(m)
ϕ	: すべり面の内部摩擦角	(°)
C	: すべり面の粘着力	(kN/m ²)
W	: スライス重量	(kN/m)
θ	: すべり面傾斜角	(°)
u	: 単位間隙水圧	(kN/m ²)
Q_N	: 上載荷重分力(法線方向)	(kN/m)
Q_T	: 上載荷重分力(接線方向)	(kN/m)

繰り返し円弧計算条件

1. 円弧条件

中心の変化範囲

X座標 : -10.000 ~ 0.000(m) ピッチ : 1.000(m)

Y座標 : 35.000 ~ 45.000(m) ピッチ : 1.000(m)

2次追跡 : なし

円弧半径の範囲

半径 : 0.000 ~ 100.000(m) ピッチ : 1.000(m)

2. 不通過層名

Lpt

3. 計算条件

計画安全率(常時) $F_{sp} = 1.200$

計算式 修正Fellenius法

すべり面強度 地層値

4. 出力条件

安全率 F_s … 全て出力

抑止力 Pr (kN/m) … 150.0 以上

滑動力 T (kN/m) … 全て出力

深度 (m) … 全て出力

繰り返し円弧計算結果一覧（常時）

No.	円弧条件					すべり 抵抗力 S (kN/m)	滑動力 T (kN/m)	安全率 Fs	抑止力 Pr (kN/m)
	登録	中心座標		半径 r (m)	最大深度 (m)				
		X (m)	Y (m)						
1	A	-6.000	42.000	29.000	3.618	465.55	572.39	0.813	※ 221.4
2		-9.000	45.000	33.000	3.400	429.20	539.26	0.795	218.0
3		-3.000	39.000	25.000	3.850	499.04	596.53	0.836	216.8
4		-6.000	41.000	28.000	3.398	405.79	514.95	0.788	212.2
5		-3.000	38.000	24.000	3.612	437.22	540.26	0.809	211.1
6		-8.000	41.000	29.000	3.093	326.92	445.94	0.733	208.3
7		-7.000	45.000	32.000	3.842	506.61	595.43	0.850	208.0
8		-9.000	44.000	32.000	3.175	371.72	481.13	0.772	205.7
9		-7.000	44.000	31.000	3.534	448.63	543.24	0.825	203.3
10		-3.000	37.000	23.000	3.393	377.81	484.11	0.780	203.2
11		-5.000	37.000	24.000	3.064	299.72	417.88	0.717	201.8
12		-4.000	42.000	28.000	4.085	543.25	620.41	0.875	201.3
13		0.000	36.000	21.000	4.077	527.74	607.03	0.869	200.7
14		-4.000	41.000	27.000	3.774	483.62	570.17	0.848	200.6
15		-6.000	40.000	27.000	3.167	348.36	457.31	0.761	200.5
16		0.000	35.000	20.000	3.811	464.58	553.29	0.839	199.4
17		-4.000	43.000	29.000	4.374	603.62	668.66	0.902	198.8
18		0.000	37.000	22.000	4.425	591.95	658.01	0.899	197.7
19		-4.000	40.000	26.000	3.440	425.34	517.54	0.821	195.8
20		-7.000	43.000	30.000	3.209	391.47	488.38	0.801	194.6
21		-4.000	44.000	30.000	4.644	664.28	714.35	0.929	193.0
22		-3.000	36.000	22.000	3.154	320.74	427.33	0.750	192.1
23		-9.000	43.000	31.000	2.935	316.30	422.70	0.748	191.0
24		0.000	38.000	23.000	4.741	656.51	705.93	0.929	190.7
25		-10.000	41.000	30.000	2.705	249.85	366.74	0.681	190.3
26		-8.000	40.000	28.000	2.823	271.97	385.20	0.706	190.3
27		-1.000	38.000	23.000	4.012	515.76	587.02	0.878	188.7
28		-4.000	39.000	25.000	3.208	367.92	463.11	0.794	187.9
29		-1.000	37.000	22.000	3.669	455.22	535.61	0.849	187.6
30		-6.000	39.000	26.000	2.918	293.33	399.54	0.734	186.2
31		-1.000	39.000	24.000	4.327	576.41	634.80	0.908	185.4
32		-4.000	45.000	31.000	4.895	725.30	758.53	0.956	185.0
33		-5.000	44.000	30.000	3.960	522.19	588.97	0.886	184.6
34		-5.000	43.000	29.000	3.670	465.33	541.14	0.859	184.1
35		-7.000	37.000	25.000	2.635	223.25	339.20	0.658	183.8
36		-1.000	36.000	21.000	3.414	396.21	483.33	0.819	183.8

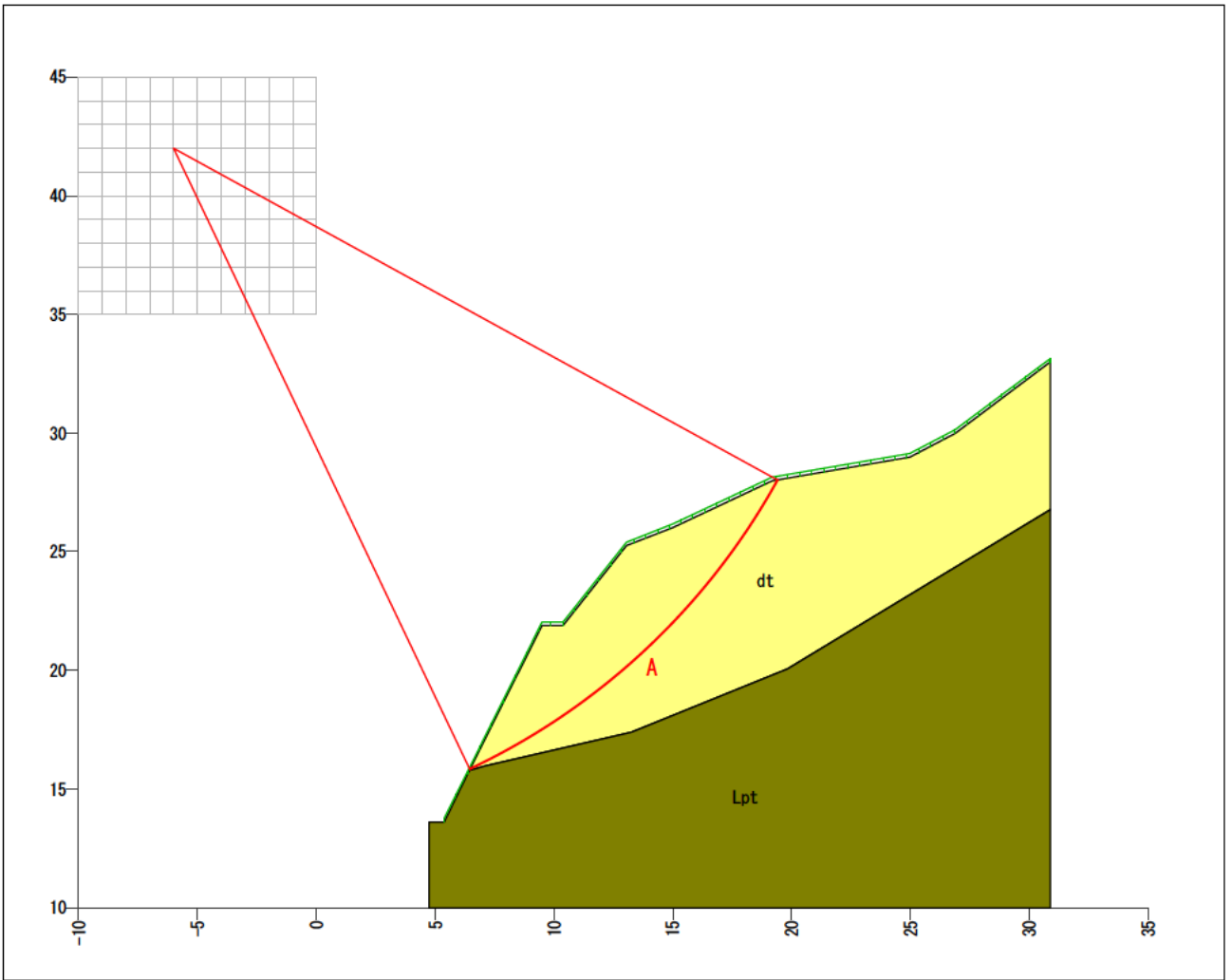
※は最小安全率、最大抑止力を表す。

No.	円弧条件					すべり 抵抗力 S (kN/m)	滑動力 T (kN/m)	安全率 Fs	抑止力 Pr (kN/m)
	登録	中心座標		半径 r (m)	最大深度 (m)				
		X (m)	Y (m)						
37		-5.000	36.000	23.000	2.775	244.79	357.11	0.685	183.8
38		-7.000	42.000	29.000	2.991	336.42	433.27	0.776	183.6
39		-5.000	45.000	31.000	4.231	579.61	634.60	0.913	182.0
40		0.000	39.000	24.000	5.029	721.42	751.35	0.960	180.2
41		-5.000	42.000	28.000	3.361	409.55	491.02	0.834	179.7
42		-9.000	38.000	27.000	2.478	200.94	316.78	0.634	179.2
43		-3.000	35.000	21.000	2.892	265.72	370.46	0.717	178.9
44		-1.000	40.000	25.000	4.616	637.97	679.94	0.938	178.0
45		-4.000	38.000	24.000	2.985	313.38	409.30	0.765	177.8
46		-8.000	45.000	32.000	3.121	374.78	460.00	0.814	177.3
47		-1.000	35.000	20.000	3.207	339.73	430.81	0.788	177.3
48		-2.000	40.000	25.000	3.913	499.12	561.53	0.888	174.8
49		-2.000	39.000	24.000	3.600	442.32	514.17	0.860	174.7
50		-9.000	42.000	30.000	2.680	263.85	365.07	0.722	174.3
51		-10.000	45.000	33.000	2.766	303.50	397.76	0.763	173.9
52		-5.000	41.000	27.000	3.029	355.13	439.32	0.808	172.1
53		-2.000	41.000	26.000	4.202	557.10	607.04	0.917	171.4
54		-2.000	38.000	23.000	3.260	385.77	463.49	0.832	170.5
55		-7.000	41.000	28.000	2.757	284.05	378.66	0.750	170.4
56		-8.000	39.000	27.000	2.533	220.08	325.02	0.677	170.0
57		-6.000	38.000	25.000	2.651	241.29	342.68	0.704	170.0
58		-1.000	41.000	26.000	4.881	699.22	722.76	0.967	168.1
59		-6.000	45.000	31.000	3.546	444.71	509.92	0.872	167.2
60		-8.000	44.000	31.000	2.805	322.20	407.51	0.790	166.9
61		0.000	40.000	25.000	5.292	786.05	793.89	0.990	166.7
62		-10.000	40.000	29.000	2.396	198.74	304.12	0.653	166.3
63		-4.000	37.000	23.000	2.743	261.24	355.30	0.735	165.2
64		-2.000	42.000	27.000	4.469	615.40	650.06	0.946	164.7
65		-2.000	37.000	22.000	3.014	331.32	412.93	0.802	164.2
66		-6.000	44.000	30.000	3.256	391.47	462.32	0.846	163.4
67		-5.000	40.000	26.000	2.803	302.69	387.42	0.781	162.3
68		-5.000	35.000	22.000	2.461	193.38	296.32	0.652	162.3
69		-3.000	42.000	27.000	3.788	479.42	532.89	0.899	160.1
70		-3.000	41.000	26.000	3.499	425.05	487.53	0.871	160.0
71		-10.000	44.000	32.000	2.524	253.24	342.82	0.738	158.2
72		-7.000	36.000	24.000	2.299	172.46	275.14	0.626	157.8
73		-8.000	35.000	24.000	2.146	148.23	254.31	※ 0.582	157.0
74		-3.000	43.000	28.000	4.056	534.39	575.93	0.927	156.8

※は最小安全率、最大抑止力を表す。

No.	円弧条件					すべり 抵抗力 S (kN/m)	滑動力 T (kN/m)	安全率 Fs	抑止力 Pr (kN/m)
	登 録	中心座標		半径 r (m)	最大深度 (m)				
		X (m)	Y (m)						
75		-3.000	40.000	25.000	3.187	371.55	439.81	0.844	156.3
76		-6.000	43.000	29.000	2.948	339.37	412.89	0.821	156.1
77		-1.000	42.000	27.000	5.125	761.07	763.91	0.996	155.7
78		-2.000	43.000	28.000	4.716	673.98	691.29	0.974	155.6
79		-2.000	36.000	21.000	2.801	279.70	362.67	0.771	155.6
80		-9.000	41.000	29.000	2.409	214.14	308.01	0.695	155.5
81		-7.000	40.000	27.000	2.506	234.09	324.27	0.721	155.1
82		-8.000	43.000	30.000	2.583	272.05	355.23	0.765	154.3
83		-3.000	44.000	29.000	4.306	589.80	617.08	0.955	150.7
84		0.000	41.000	26.000	5.533	851.31	834.85	1.019	150.6
85		-5.000	39.000	25.000	2.576	252.91	336.20	0.752	150.6
86		-6.000	37.000	24.000	2.361	191.70	284.96	0.672	150.3
87		-3.000	39.000	24.000	2.850	319.77	391.58	0.816	150.2
88		-4.000	36.000	22.000	2.478	211.36	301.09	0.701	150.0

※は最小安全率、最大抑止力を表す。



解析断面図(常時)

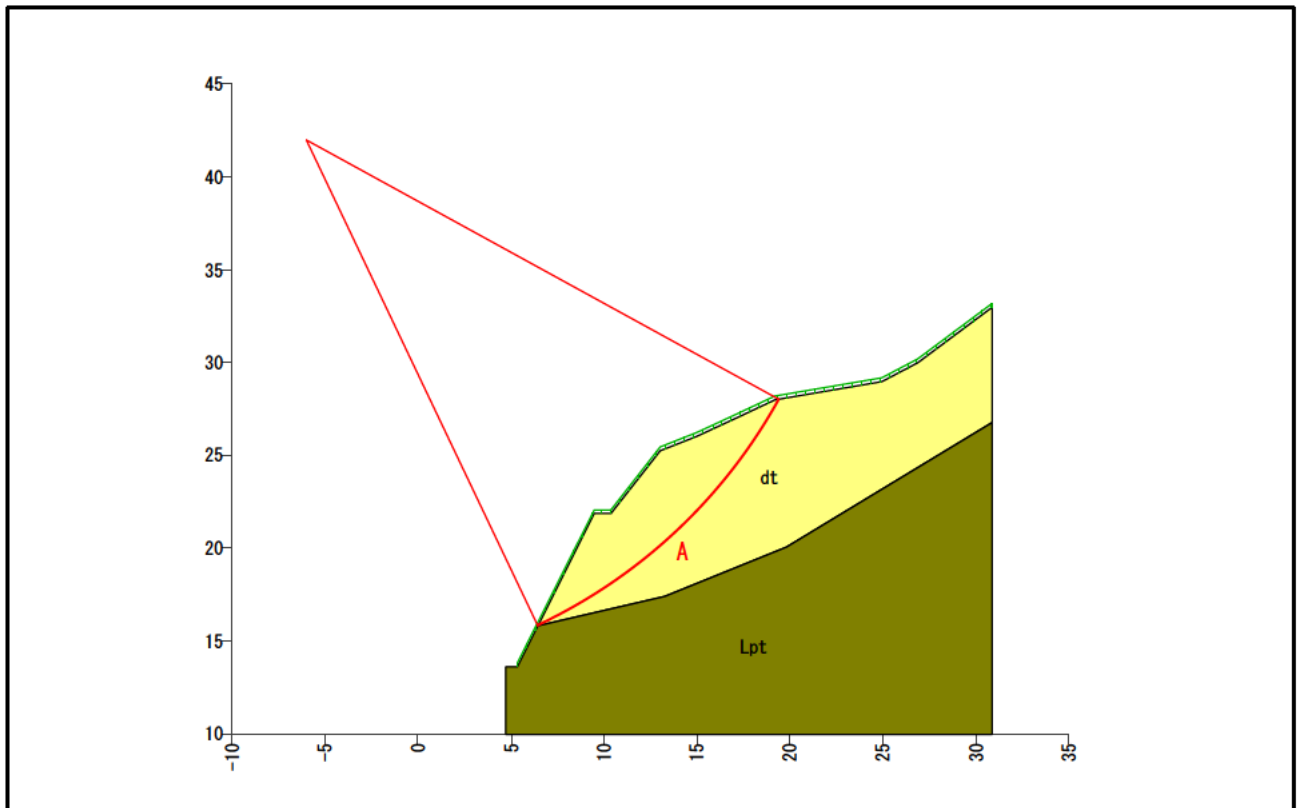
補強材の配置

常時

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 常時



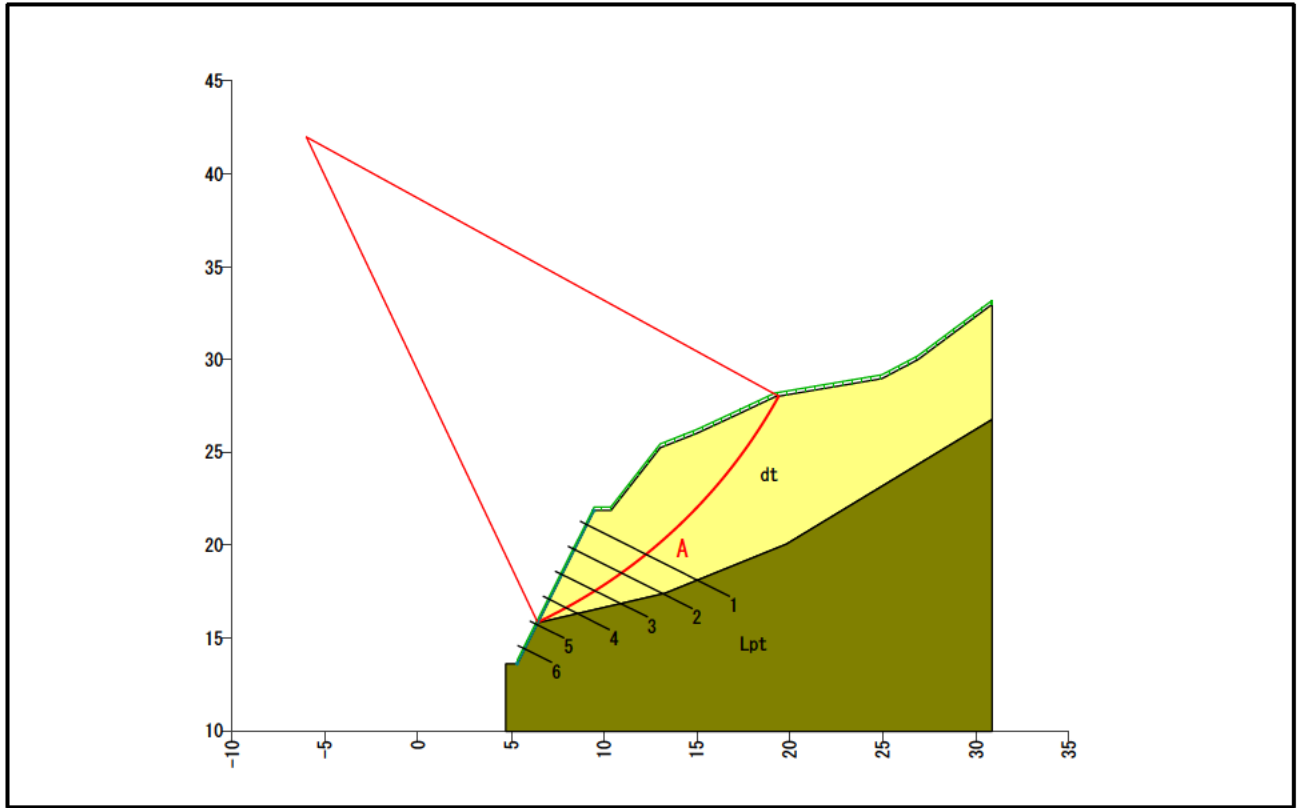
安定計算結果

項目	記号	単位	数 値(常時)	
			円弧A	
計算結果	安全率	Fs	—	0.813
	計画安全率	Fsp	—	1.200
	必要抑止力	Pr	kN/m	221.4
円弧	中心座標	X	m	-6.000
		Y	m	42.000
	半径	r	m	29.000
計算要素	すべり抵抗力	S	kN/m	465.55
	滑動力	T	kN/m	572.39
	法線力	N	kN/m	664.87
	間隙水圧	U	kN/m	0.00
	すべり面長	l	m	18.131
	面積	A	m ²	41.63

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 常時



補強材の規格

番号	材料名	呼び径	単位重量 W(kg/m)	補強材径 d(mm)	断面積 As(cm ²)	腐食代
材-1	スーパーダグシム	D26	3.20	24.9	3.642	考慮する

補強材の配置結果

補強材 No.	規格 番号	削孔径 D(mm)	配置座標		水平間隔 SH(m)	縦間隔 SV(m)	打設角度 α (°)	全長 L(m)	挿入長 L _B (m)	配置 のり面
			X(m)	Y(m)						
[1]	材-1	60.0	9.085	21.100	1.50	—	26.54	9.000	8.600	範囲 1
[2]	材-1	60.0	8.415	19.758	1.50	1.50	26.54	7.500	7.100	範囲 1
[3]	材-1	60.0	7.745	18.416	1.50	1.50	26.54	5.500	5.100	範囲 1
[4]	材-1	60.0	7.075	17.074	1.50	1.50	26.54	4.000	3.600	範囲 1
[5]	材-1	60.0	6.405	15.732	1.50	1.50	26.54	2.000	1.600	範囲 1
[6]	材-1	60.0	5.735	14.390	1.50	1.50	26.54	2.000	1.600	範囲 1

補強材の引張り耐力の算出条件

項 目			数 値 (常時)	備 考
補強材の許容引張り応力度	σ_{sa}	N/mm ²	645.0	スーパーダグシム D26
補強材と注入材の許容付着応力	τ_c	N/mm ²	1.6	$\sigma_{ck} = 24$ (N/mm ²)
周面摩擦抵抗の安全率	Fsa	—	2.00	
のり面工の低減係数	μ	—	1.00	
補強材の引張り力の低減係数	λ	—	0.7	
地山と注入材の周面摩擦抵抗	τ_p	N/mm ²	0.040	dt
			0.600	Lpt

補強材の抵抗力の算出方法

(1) 許容付着力の算出

許容付着力の算出式を以下に示す。

許容付着力 t_a (kN/m)は、 t_{pa} と t_{ca} の最も小さい値のものとする。

ただし、地山と注入材の許容付着力 t_{pa} 及び、補強材と注入材の許容付着力 t_{ca} は、以下の式による。

$$t_{pa} = \frac{\tau_p \cdot \pi \cdot D}{F_{sa}}$$

t_{pa} : 地山と注入材の許容付着力 (kN/m)
 τ_p : 地山と注入材の周面摩擦抵抗 (kN/m²)
 D : 削孔径 (m)
 F_{sa} : 周面摩擦抵抗の安全率

$$t_{ca} = \tau_c \cdot \pi \cdot d$$

t_{ca} : 補強材と注入材の許容付着力 (kN/m)
 τ_c : 補強材と注入材の許容付着力 (kN/m²)
 d : 補強材径 (m)

(2) 補強材の許容補強材力の算出

補強材の許容補強材力の算出方法、並びに算出式を以下に示す。

許容補強材力 T_{pa} (kN/本)は、 T_{1pa} 、 T_{2pa} 、 T_{sa} の最も小さい値のものとする。

前項で算出された t_a より、「移動土塊から受ける引抜き抵抗力(T_{1pa})」、「不動地山から受ける引抜き抵抗力(T_{2pa})」、補強材の材料による「補強材の許容引張り(T_{sa})」は以下の式で求められる。

$$T_{1pa} = \frac{1}{1 - \mu} \cdot L_1 \cdot t_a$$

T_{1pa} : 移動土塊から受ける引抜き抵抗力 (kN/本)
 μ : のり面工の低減係数
 L_1 : 移動土塊の有効定着長 (m)

$$T_{2pa} = L_2 \cdot t_a$$

T_{2pa} : 不動地山から受ける引抜き抵抗力 (kN/本)
 L_2 : 不動地山の有効定着長 (m)

$$T_{sa} = \sigma_{sa} \cdot A_s$$

T_{sa} : 補強材の許容引張り力 (kN/本)
 σ_{sa} : 補強材の許容引張り応力度 (kN/m²)
 A_s : 補強材の断面積 (m²)

以上の結果より、補強後の安定計算式を以下に示す。

$$F_s = \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi + C \cdot l\} + Sh + Ss}{\sum T}$$

- F_s : 安全率
 N : スライスの重力による法線力 ($N=W \cdot \cos \theta + Q_N$) (kN/m)
 U : スライスに働く間隙水圧 ($U=u \cdot b \cdot \cos \theta$) (kN/m)
 T : スライスの重力による接線力 ($T=W \cdot \sin \theta + Q_T$) (kN/m)
 l : スライスのすべり面長 (m)
 b : スライス幅 (m)
 ϕ : すべり面の内部摩擦角 ($^{\circ}$)
 C : すべり面の粘着力 (kN/m²)
 W : スライス重量 (kN/m)
 θ : すべり面傾斜角 ($^{\circ}$)
 u : 単位間隙水圧 (kN/m²)
 Q_N : 上載荷重分力(法線方向) (kN/m)
 Q_T : 上載荷重分力(接線方向) (kN/m)
 Sh : 補強材による引き止め力 ($Sh=T_m \cdot \cos \beta$) (kN/m)
 Ss : 補強材による締め付け力 ($Ss=T_m \cdot \sin \beta \cdot \tan \phi$) (kN/m)
 T_m : 補強材の設計引張力 (kN/m)
 β : 補強材設置角度 (すべり面と補強材とのなす角度) ($^{\circ}$)

補強材による抵抗力の算出 (円弧A-常時)

ここでは、前項の条件、数値、および数式を用いて補強材の抵抗力を求めるものとする。

< 補強材 No.1 >

(1) 補強材の許容補強材力の算出 Tpa

$$T_{1pa} = \frac{1}{1 - \mu} \cdot \min(\Sigma(L1 \times t_{pa}), \Sigma(L1 \times t_{ca}))$$

ここで、 $\mu = 1.00$ より T_{1pa} は計算しない。

$$\begin{aligned} T_{2pa} &= \min(\Sigma(L2 \times t_{pa}), \Sigma(L2 \times t_{ca})) \\ &= 120.555 \quad (\text{kN}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{sa} &= \sigma_{sa} \cdot A_s = 645.0 \times 10^3 \times 3.642 \times 10^{-4} \\ &= 234.909 \quad (\text{kN}) \end{aligned}$$

- μ : のり面工の低減係数
- $L1$: 移動土塊の有効定着長 (m)
- $L2$: 不動地山の有効定着長 (m)
- σ_{sa} : 補強材の許容引張り応力度 (kN/m²)
- A_s : 補強材の断面積 (m²)

よって T_{pa} は、 $T_{2pa} < T_{sa}$ より T_{2pa} とする。

(2) 補強材による抵抗力の算出

前項で算出された T_{pa} より、補強材による引き止め力 Sh 、および補強材による締め付け力 Ss を求める。ただし、引き止め力 Sh がマイナスの場合は 0.0 として計算する。

$$T_d = \lambda \cdot T_{pa} = 0.7 \times 120.555 = 84.389 \quad (\text{kN/本})$$

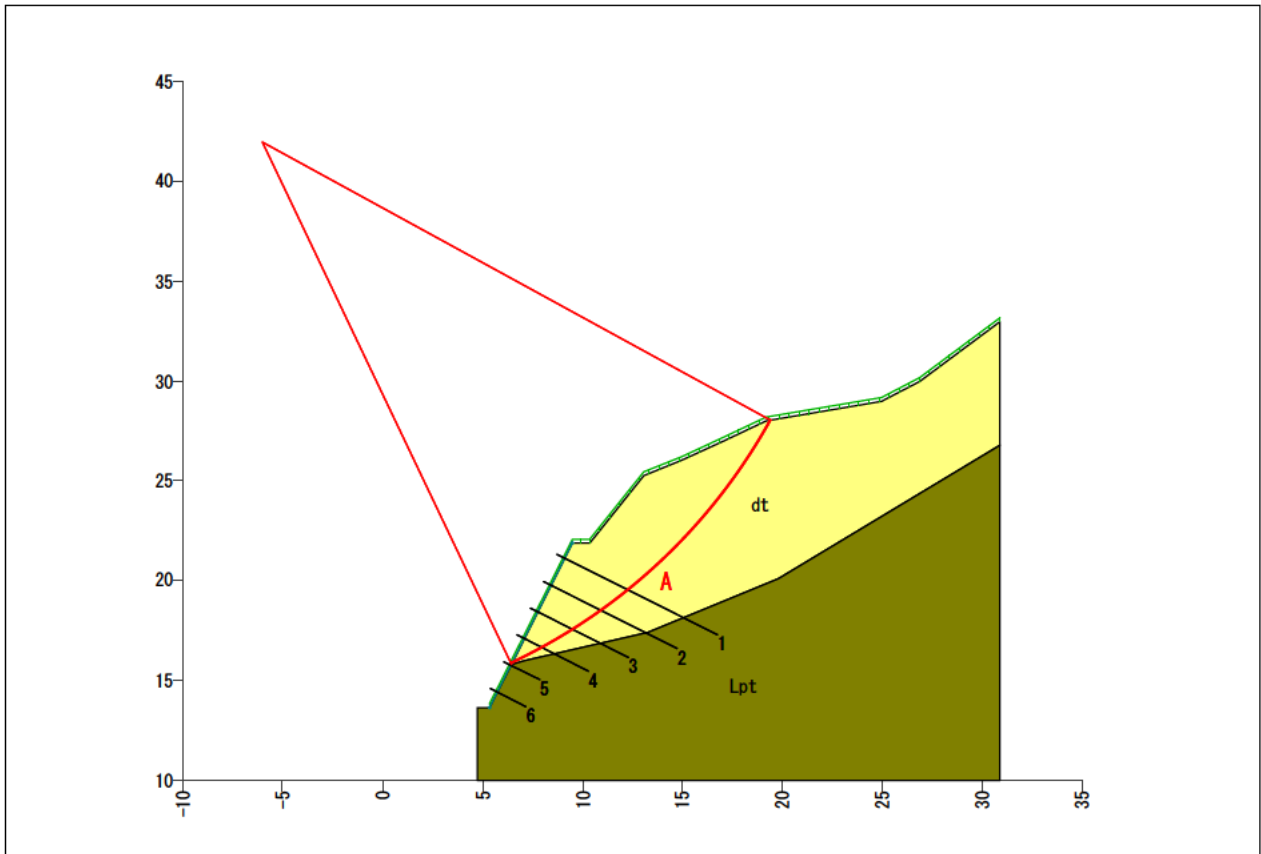
$$T_m = \frac{T_d}{SH} = \frac{84.389}{1.50} = 56.259 \quad (\text{kN/m})$$

$$\begin{aligned} Sh &= T_m \cdot \cos \beta_i = 56.259 \times \cos(65.65) \\ &= 23.196 \quad (\text{kN/m}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ss &= T_m \cdot \sin \beta_i \cdot \tan \phi_i = 56.259 \times \sin(65.65) \times 0.700208 \\ &= 35.889 \quad (\text{kN/m}) \end{aligned}$$

- T_m : 補強材の設計引張り力 (kN/m)
- λ : 補強材の引張り力の低減係数
- T_{pa} : 補強材の許容補強材力 (kN/本)
- β_i : 補強材とすべり面とのなす角度 (°)
- ϕ_i : 内部摩擦角 (°)
- T_d : 1本当りの設計引張り力 (kN/本)
- SH : 水平間隔 (m)

各補強材による抵抗力一覧表 (円弧A-常時)



各補強材による抵抗力一覧表

補強材 No.	β (°)	T1pa (kN/本)	T2pa (kN/本)	Tsa (kN/本)	Tpa (kN/本)	Td (kN/本)	Tm (kN/m)	Sh (kN/m)	Ss (kN/m)
[1]	65.65		120.555	234.909	120.555	84.389	56.259	23.196	35.889
[2]	62.35		108.741	234.909	108.741	76.119	50.746	23.550	31.475
[3]	58.95		94.777	234.909	94.777	66.344	44.229	22.813	26.532
[4]	55.42		109.550	234.909	109.550	76.685	51.123	29.015	29.473
[5]		—	90.478	234.909					
[6]		—	90.478	234.909					
計								98.574	123.369

※T1pa、T2pa、Tsaの囲みはTpaとして用いる値を示す。

各補強材における層ごとの挿入長（円弧A－常時）

項 目			数 値	備 考
周面摩擦抵抗の安全率	Fsa	—	2.00	
補強材と注入材の許容付着応力	τc	N/mm ²	1.6	

補強材 No.1 削孔径 D = 60.0 (mm) 補強材径 d = 24.9 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	6.674	3.586	3.088	40	3.770	125.161	13.519	448.827	11.642	386.497
Lpt	1.926	0.000	1.926	600	56.549	125.161	0.000	0.000	108.913	241.060
合 計	8.600	3.586	5.014				13.519	448.827	120.555	627.557

補強材 No.2 削孔径 D = 60.0 (mm) 補強材径 d = 24.9 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	5.343	2.854	2.489	40	3.770	125.161	10.760	357.209	9.384	311.526
Lpt	1.757	0.000	1.757	600	56.549	125.161	0.000	0.000	99.357	219.908
合 計	7.100	2.854	4.246				10.760	357.209	108.741	531.434

補強材 No.3 削孔径 D = 60.0 (mm) 補強材径 d = 24.9 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	3.526	2.011	1.515	40	3.770	125.161	7.581	251.699	5.712	189.619
Lpt	1.575	0.000	1.575	600	56.549	125.161	0.000	0.000	89.065	197.129
合 計	5.100	2.011	3.089				7.581	251.699	94.777	386.748

補強材 No.4 削孔径 D = 60.0 (mm) 補強材径 d = 24.9 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	1.707	1.043	0.664	40	3.770	125.161	3.932	130.543	2.503	83.107
Lpt	1.893	0.000	1.893	600	56.549	125.161	0.000	0.000	107.047	236.930
合 計	3.600	1.043	2.557				3.932	130.543	109.550	320.037

補強材 No.5 削孔径 D = 60.0 (mm) 補強材径 d = 24.9 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
Lpt	1.600	0.000	1.600	600	56.549	125.161	0.000	0.000	90.478	200.258
合 計	1.600	0.000	1.600				0.000	0.000	90.478	200.258

補強材 No. 6 削孔径 D = 60.0 (mm) 補強材径 d = 24.9 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
Lpt	1.600	0.000	1.600	600	56.549	125.161	0.000	0.000	90.478	200.258
合計	1.600	0.000	1.600				0.000	0.000	90.478	200.258

LB : 地山の挿入長 (削孔長) (m)

L1 : 移動土塊の有効定着長 (m)

L2 : 不動地山の有効定着長 (m)

τp : 地山と注入材の周面摩擦抵抗 (kN/m²)

tpa : 地山と注入材の許容付着力 (kN/m)

$$tpa = \frac{\tau p \cdot \pi \cdot D}{Fsa}$$

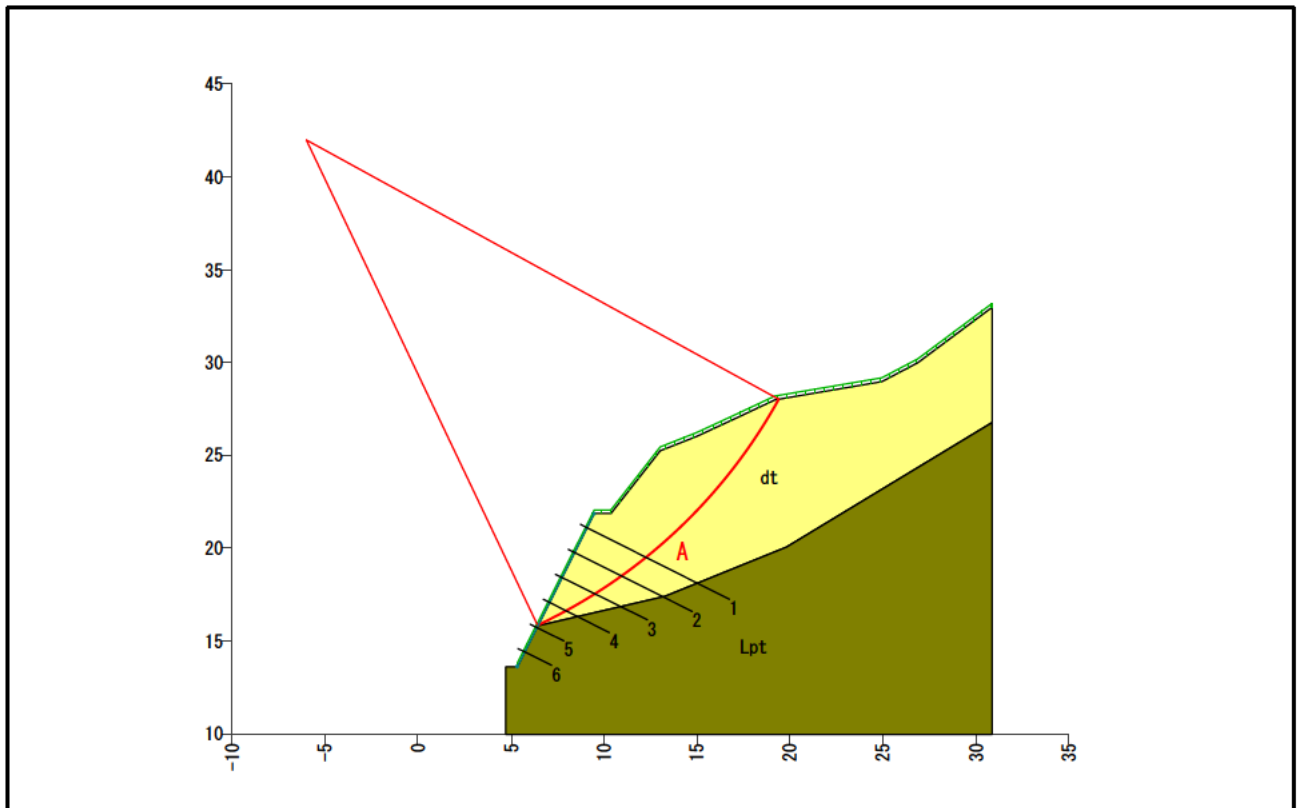
tca : 補強材と注入材の許容付着力 (kN/m)

$$tca = \tau c \cdot \pi \cdot d$$

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 常時



補強材配置後の安全率結果				
項目		記号	単位	数 値 (常時)
				円弧A
計算結果	補強前安全率	Fs	—	0.813
	計画安全率	Fsp	—	1.200
	補強後安全率	Fs	—	1.201
円弧	中心座標	X	m	-6.000
		Y	m	42.000
	半径	r	m	29.000
計算要素	引き止め力	Sh	kN/m	98.574
	締め付け力	Ss	kN/m	123.369

施工段数： 6 段

補強後安全率の算出 (円弧A)

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi + C \cdot l\} + Sh + Ss}{\sum T} \\ &= \frac{465.55 + 98.574 + 123.369}{572.39} \\ &= 1.201 \end{aligned}$$

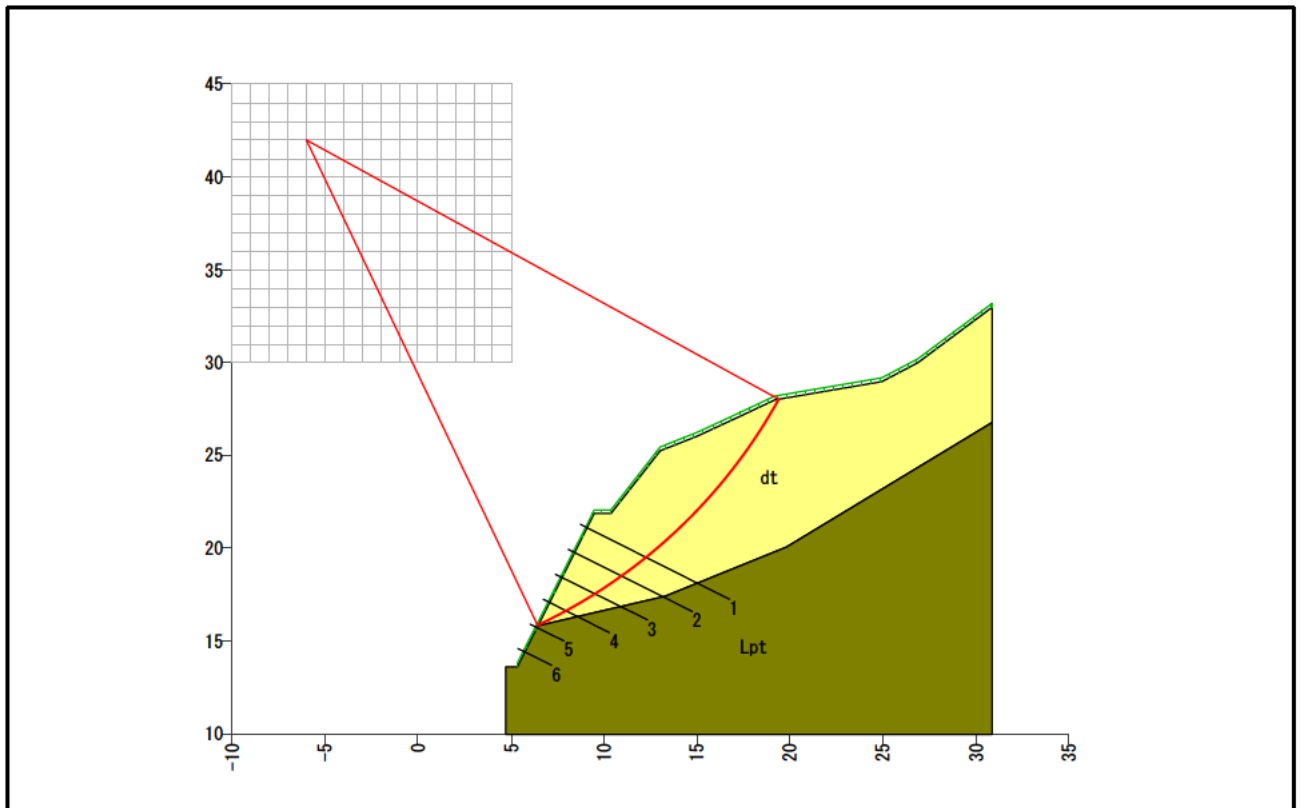
補強後の安全率照査

常時

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 常時



照査結果					
項目		記号	単位	数値(常時)	
				補強前	補強後
計算結果	安全率	Fs	—	0.813	1.201
	計画安全率	Fsp	—	1.200	
円弧	中心座標	X	m	-6.000	
		Y	m	42.000	
	半径	r	m	29.000	
計算要素	すべり抵抗力	S	kN/m	465.55	
	滑動力	T	kN/m	572.39	
	補強材抵抗力	Sr	kN/m	—	221.943

補強後安全率の算出

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi + C \cdot l\} + Sh + Ss}{\sum T} \\ &= \frac{465.55 + 98.574 + 123.369}{572.39} \\ &= 1.201 \end{aligned}$$

補強後の安全率照査条件

1. 円弧条件

中心の変化範囲

X座標 : -10.000 ~ 5.000(m) ピッチ : 1.000(m)

Y座標 : 30.000 ~ 45.000(m) ピッチ : 1.000(m)

2次追跡 : なし

円弧半径の範囲

半径 : 0.000 ~ 100.000(m) ピッチ : 1.000(m)

2. 不通過層名

Lpt

3. 計算条件

計画安全率(常時) $F_{sp} = 1.200$

計算式 修正Fellenius法

すべり面強度 地層値

4. 出力条件

補強前安全率 F_s … 全て出力

補強後安全率 F_s … 1.300 以下

滑動力 T (kN/m) … 100.00 以上

深度 (m) … 3.000 以上

5. 補強材条件

材料名 : スーパーダグシム

呼び径 : D26

段数 : 6 (段)

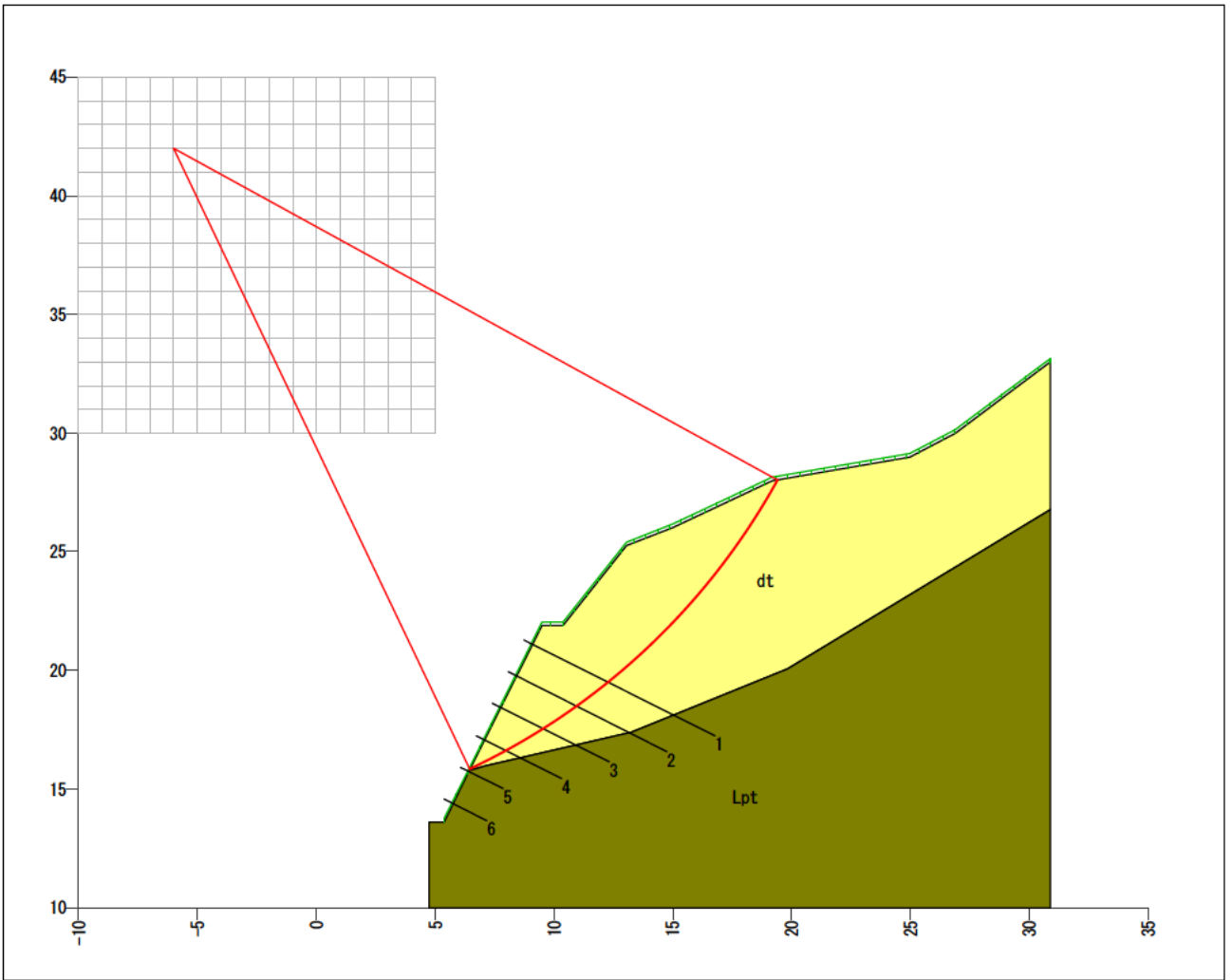
補強後の安全率照査結果一覧（常時）

No.	登録	円弧条件				すべり 抵抗力 S (kN/m)	滑動力 T (kN/m)	補強材 抵抗力 Sr (kN/m)	安全率		設計 引張り力 Td (kN/本)
		中心座標		半径 r (m)	深度 (m)				補強前	補強後	
		X (m)	Y (m)								
1	○	-6.000	42.000	29.000	3.618	465.55	572.39	221.943	0.813	※ 1.201	84.389
2		-9.000	45.000	33.000	3.400	429.20	539.26	221.170	0.795	1.206	85.033
3		-3.000	39.000	25.000	3.850	499.04	596.53	223.442	0.836	1.211	83.758
4		-6.000	41.000	28.000	3.398	405.79	514.95	221.651	0.788	1.218	85.054
5		-8.000	41.000	29.000	3.093	326.92	445.94	217.005	0.733	1.219	85.982
6		-3.000	38.000	24.000	3.612	437.22	540.26	222.964	0.809	1.221	84.402
7		1.000	33.000	18.000	4.014	469.32	564.70	221.322	0.831	1.223	83.248
8		-2.000	34.000	20.000	3.306	324.10	441.25	216.802	0.734	1.225	85.399
9		-7.000	45.000	32.000	3.842	506.61	595.43	225.412	0.850	1.229	84.325
10		1.000	32.000	17.000	3.796	405.73	508.26	220.010	0.798	1.231	83.958
11		-9.000	44.000	32.000	3.175	371.72	481.13	221.053	0.772	1.232	85.711
12		-5.000	37.000	24.000	3.064	299.72	417.88	216.312	0.717	1.234	86.078
13		-3.000	40.000	25.000	3.187	371.55	439.81	173.075	0.844	1.238	86.101
14		-3.000	37.000	23.000	3.393	377.81	484.11	222.297	0.780	1.239	85.082
15		-7.000	44.000	31.000	3.534	448.63	543.24	225.374	0.825	1.240	84.932
16		0.000	36.000	21.000	4.077	527.74	607.03	226.041	0.869	1.241	83.145
17		-4.000	42.000	28.000	4.085	543.25	620.41	227.112	0.875	1.241	83.739
18		-4.000	43.000	29.000	4.374	603.62	668.66	227.189	0.902	1.242	83.180
19		0.000	37.000	22.000	4.425	591.95	658.01	226.528	0.899	1.243	82.562
20		-6.000	40.000	27.000	3.167	348.36	457.31	221.209	0.761	1.245	85.745
21		0.000	35.000	20.000	3.811	464.58	553.29	225.361	0.839	1.246	83.763
22		-4.000	41.000	27.000	3.774	483.62	570.17	226.936	0.848	1.246	84.325
23		1.000	31.000	16.000	3.546	343.43	450.47	218.282	0.762	1.246	84.724
24		-4.000	44.000	30.000	4.644	664.28	714.35	227.182	0.929	1.247	82.647
25		0.000	38.000	23.000	4.741	656.51	705.93	226.864	0.929	1.251	82.011
26		1.000	33.000	17.000	3.014	302.13	377.53	170.740	0.800	1.252	86.130
27		0.000	38.000	22.000	3.741	455.38	502.52	175.587	0.906	1.255	85.040
28		-4.000	45.000	31.000	4.895	725.30	758.53	227.098	0.956	1.255	82.132
29		0.000	34.000	19.000	3.611	403.11	498.73	224.443	0.808	1.258	84.423
30		-4.000	40.000	26.000	3.440	425.34	517.54	226.638	0.821	1.259	84.937
31		0.000	39.000	23.000	4.029	510.81	545.28	175.849	0.936	1.259	84.554
32		0.000	37.000	21.000	3.425	400.56	456.96	175.217	0.876	1.260	85.558
33		-4.000	44.000	29.000	3.644	456.94	501.81	175.923	0.910	1.261	85.684
34		0.000	39.000	24.000	5.029	721.42	751.35	227.068	0.960	1.262	81.488
35		-4.000	45.000	30.000	3.895	509.02	542.66	175.936	0.938	1.262	85.198

※は最小安全率、最大設計引張り力を表す。

No.	円弧条件				すべり 抵抗力 S (kN/m)	滑動力 T (kN/m)	補強材 抵抗力 Sr (kN/m)	安全率		設計 引張り力 Td (kN/本)	
	登 録	中心座標		半径 r (m)				深度 (m)	補強前		補強後
		X (m)	Y (m)								
36		-7.000	43.000	30.000	3.209	391.47	488.38	225.226	0.801	1.262	85.568
37		-2.000	33.000	19.000	3.018	266.69	381.36	215.193	※ 0.699	1.263	86.217
38		-4.000	43.000	28.000	3.374	405.50	458.85	175.848	0.883	1.266	86.193
39		-3.000	36.000	22.000	3.154	320.74	427.33	221.415	0.750	1.268	85.798
40		-1.000	38.000	23.000	4.012	515.76	587.02	229.522	0.878	1.269	83.742
41		-1.000	39.000	24.000	4.327	576.41	634.80	229.824	0.908	1.270	83.187
42		0.000	36.000	20.000	3.077	347.11	410.44	174.699	0.845	1.271	86.104
43		-1.000	40.000	25.000	4.616	637.97	679.94	230.018	0.938	1.276	82.665
44		-5.000	45.000	31.000	4.231	579.61	634.60	230.297	0.913	1.276	83.824
45		0.000	40.000	25.000	5.292	786.05	793.89	227.180	0.990	1.276	80.995
46		1.000	30.000	15.000	3.260	283.38	391.36	216.026	0.724	1.276	85.552
47		-5.000	44.000	30.000	3.960	522.19	588.97	230.321	0.886	1.277	84.359
48		-1.000	37.000	22.000	3.669	455.22	535.61	229.068	0.849	1.277	84.325
49		0.000	33.000	18.000	3.386	344.01	443.60	223.228	0.775	1.278	85.127
50		-4.000	42.000	27.000	3.085	354.56	413.66	175.696	0.857	1.281	※ 86.724
51		-4.000	39.000	25.000	3.208	367.92	463.11	226.200	0.794	1.282	85.579
52		-1.000	41.000	26.000	4.881	699.22	722.76	230.105	0.967	1.285	82.166
53		-5.000	43.000	29.000	3.670	465.33	541.14	230.268	0.859	1.285	84.921
54		-1.000	40.000	24.000	3.616	437.23	477.41	178.040	0.915	1.288	85.723
55		-1.000	41.000	25.000	3.881	489.90	517.93	178.194	0.945	1.289	85.259
56		0.000	41.000	26.000	5.533	851.31	834.85	227.197	1.019	1.291	80.522
57		-1.000	36.000	21.000	3.414	396.21	483.33	228.443	0.819	1.292	84.942
58		-1.000	39.000	23.000	3.327	385.65	434.71	177.806	0.887	1.296	86.215
59		-1.000	42.000	26.000	4.125	542.82	556.27	178.269	0.975	1.296	84.816
60		-1.000	42.000	27.000	5.125	761.07	763.91	230.113	0.996	1.297	81.691
61		4.000	33.000	16.000	4.070	489.63	512.21	176.746	0.955	1.300	83.910
62		5.000	30.000	13.000	3.733	432.15	465.48	173.263	0.928	1.300	83.747
63		4.000	32.000	15.000	3.701	430.58	466.44	176.105	0.923	1.300	84.399

※は最小安全率、最大設計引張り力を表す。



解析断面図(常時)

コンクリート張工設計

・設計条件

コンクリート張工の設計は「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例・参考編」
 全国治水砂防協会P.137～142を参考に、2方向スラブ、4辺単純支承と考え、
 鉄筋量などを計算する。

設計ケース

(1.常時 2.地震時)

1

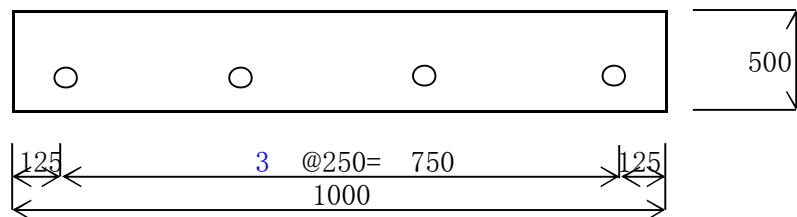
補強材に作用する引張力 $T_d = 84.4$ kN/本

コンクリート張工の形状寸法

高さ	$h = 500$ mm
補強材ピッチ	$l_x = 1.50$ m
	$l_y = 1.50$ m
鉄筋の材質	SD345
鉄筋のサイズ	D13
鉄筋の断面積	126.7 mm ²
鉄筋の周長	40 mm
鉄筋のピッチ	250 mm
鉄筋の本数	$n = 4$ 本
かぶり	100 mm

コンクリートの設計基準強度	$\sigma_{ck} = 24$ N/mm ²
コンクリートの許容圧縮応力度	$\sigma_{ca} = 8.0$ N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	$\tau_a = 0.23$ N/mm ²
鉄筋とコンクリートの付着応力度	$\tau_{oa} = 1.60$ N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	$\sigma_{sa} = 180$ N/mm ²

検討断面



・計算結果

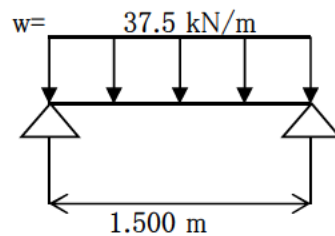
コンクリート張工耐力の照査

	材質 断面	記号	単位	応力度	許容 応力度	判定
鉄筋の 引張応力度	SD345	σ_s	N/mm ²	55.10	180	O.K.
コンクリート張工の 曲げ応力度	$\sigma_{ck=24}$	σ_c	N/mm ²	0.80	8.0	O.K.
コンクリート張工の せん断応力度	$\sigma_{ck=24}$	τ	N/mm ²	0.07	0.23	O.K.
鉄筋とコンクリートの 付着応力度	$\sigma_{ck=24}$	τ_o	N/mm ²	0.47	1.60	O.K.

・コンクリート張工に作用する荷重

$$w = Td/lx \cdot ly = 84.4 / 1.500 \cdot 1.500 = 37.5 \text{ kN/m}$$

・断面力の算定



最大曲げモーメントMmaxの算定

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 1/8 \cdot w \cdot l^2 \\ &= 1/8 \times 37.5 \times 1.500^2 \\ &= 10.5 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

最大せん断力Smaxの算定

$$\begin{aligned} S_{\max} &= 1/2 \cdot w \cdot l \\ &= 1/2 \times 37.5 \times 1.500 \\ &= 28.1 \text{ kN} \end{aligned}$$

・応力度照査

コンクリート断面			
梁高	h=	500	mm
梁幅	b=	1000	mm
有効高	d=	400	mm
断面積	b・h=	500000	mm ²
有効断面積	b・d=	400000	mm ²
鉄筋			
鉄筋径		D13	
本数		4本	
鉄筋断面	As=	506.8	mm ²
周長	U=	160	mm

必要鉄筋量As'の算定

$$As' = \frac{M_{max}}{\sigma_{sa} \cdot 7/8 \cdot d}$$

$$= 10500000 / 180 \quad \times 7/8 \quad \times 400$$

$$= 166.7 \text{ mm}^2 < As = 506.8 \text{ mm}^2 \quad \text{O.K.}$$

鉄筋比pの算定

$$p = \frac{As}{b \cdot d}$$

$$= 506.8 / 400000 = 0.0013$$

これより係数は (n=15)

$$j = 0.940 \quad k = 0.179 \quad m = 68.85$$

鉄筋の引張応力度

$$\sigma_s = \frac{M}{As \cdot j \cdot d}$$

$$= 10500000 / (506.8 \times 0.940 \times 400)$$

$$= 55.10 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sa} = 180 \text{ N/mm}^2 \quad \text{O.K.}$$

コンクリートの圧縮応力度

$$\begin{aligned}\sigma_c &= \frac{\sigma_s}{m} \\ &= 55.10 / 68.85 \\ &= 0.80 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2 \quad \text{O.K.}\end{aligned}$$

せん断応力度の検討

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{S}{b \cdot j \cdot d} \\ &= 28100 / (1000 \times 0.940 \times 400) \\ &= 0.07 \text{ N/mm}^2 < \tau_a = 0.23 \text{ N/mm}^2 \quad \text{O.K.}\end{aligned}$$

鉄筋とコンクリートの付着応力度

$$\begin{aligned}\tau_o &= \frac{S}{U \cdot d \cdot j} \\ &= 28100 / (160 \times 400 \times 0.940) \\ &= 0.47 \text{ N/mm}^2 < \tau_{oa} = 1.60 \text{ N/mm}^2 \quad \text{O.K.}\end{aligned}$$

・連結部の設計

①設計条件

法面工の設計基準強度 $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

法面工の許容支圧応力度 $\sigma_{ba} = 12.0 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{ba} = (0.25 + 0.05 \cdot A_c / A_b) \sigma_{ck} \leq 0.5 \sigma_{ck}$$

ここに、

A_c : コンクリート面の全面積

補強材ピッチ $1500 \times 1500 = 2250000 \text{ mm}^2$

A_b : 支圧を受ける面積

頭部プレート $150 \times 150 = 22500 \text{ mm}^2$

$$\sigma_{ba} = (0.25 + 0.05 \times 2250000 / 22500) \times 24$$

$$= 126 \text{ N/mm}^2 \geq 12.0 \text{ N/mm}^2$$

法面工の許容押抜きせん断応力度 $\tau_{ca} = 0.90 \text{ N/mm}^2$

頭部プレートの許容せん断応力度 $\tau_{sa} = 80.0 \text{ N/mm}^2$

②法面工への作用力の算定

$$T_o = \mu \cdot T_d$$

ここに、

T_o : 法面工に作用する引張力

μ : 法面工低減係数

1.0

T_d : 設計引張力

84400 N/本

$$T_o = 1.0 \times 84400 = 84400 \text{ N/本}$$

③法面工と頭部プレートとの支圧応力に対して

$$\sigma_b = \frac{T_o}{a^2} \leq \sigma_{ba}$$

ここに、
 σ_b : 法面工にかかる支圧応力度 (N/mm²)
 T_o : 法面工に作用する引張力 84400 N/本
 a : 頭部プレートの辺長 150 mm
 σ_{ba} : 法面工の許容支圧応力度 12.0 N/mm²

$$\sigma_t = 84400 / 22500 = 3.8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t \leq \sigma_{ta} = 12.0 \text{ N/mm}^2 \quad \text{O.K.}$$

④頭部プレートの押抜きせん断応力に対して

$$\tau_c = \frac{T_o}{(\pi d + 4a) \cdot d} \leq \tau_{ca}$$

ここに、
 τ_c : 法面工にかかる押抜きせん断応力度 (N/mm²)
 T_o : 法面工に作用する引張力 84400 N/本
 a : 頭部プレートの辺長 150 mm
 d : 頭部プレートの埋め込み長 250 mm
 τ_{ca} : 法面工の許容押抜きせん断応力度 0.90 N/mm²

$$\tau_c = 84400 / 346350 = 0.24 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_c \leq \tau_{ca} = 0.90 \text{ N/mm}^2 \quad \text{O.K.}$$

⑤頭部プレートの必要厚さ

$$t = \frac{T_o}{L \phi \cdot \tau_{sa}}$$

ここに、
 t : 頭部プレートの必要厚さ (mm)
 T_o : 法面工に作用する引張力 84400 N/本
 $L \phi$: ロックナットの辺長和 159 mm
 τ_{sa} : 頭部プレートの許容せん断応力度 80.0 N/mm²

$$t = 84400 / 12720 = 6.6 \text{ mm} \quad \rightarrow 9\text{mmとする。}$$

表1. 異形棒鋼の重量、断面積および周長

呼び名	重量 (kg/m)	公称直径 (mm)	公称断面積 (cm ²)	公称周長 (cm)
D6	0.249	6.35	0.3167	2.0
D10	0.560	9.53	0.7133	3.0
D13	0.995	12.7	1.267	4.0
D16	1.56	15.9	1.986	5.0
D19	2.25	19.1	2.865	6.0
D22	3.04	22.2	3.871	7.0
D25	3.98	25.4	5.067	8.0
D29	5.04	28.6	6.424	9.0
D32	6.23	31.8	7.942	10.0
D35	7.51	34.9	9.566	11.0
D38	8.95	38.1	11.40	12.0
D41	10.5	41.3	13.40	13.0

表2. 単鉄筋長方形ばりのp, k, j(n=15のとき)

p	k	j	p	k	j	p	k	j
0.0010	0.159	0.947	0.0077	0.379	0.874	0.0144	0.476	0.841
0.0011	0.166	0.945	0.0078	0.381	0.873	0.0145	0.477	0.841
0.0012	0.173	0.943	0.0079	0.383	0.873	0.0146	0.478	0.841
0.0013	0.179	0.940	0.0080	0.384	0.872	0.0147	0.479	0.840
0.0014	0.185	0.938	0.0081	0.386	0.871	0.0148	0.480	0.840
0.0015	0.191	0.936	0.0082	0.388	0.871	0.0149	0.481	0.840
0.0016	0.196	0.935	0.0083	0.390	0.870	0.0150	0.483	0.839
0.0017	0.202	0.933	0.0084	0.392	0.870	0.0151	0.484	0.839
0.0018	0.207	0.931	0.0085	0.393	0.869	0.0152	0.485	0.838
0.0019	0.211	0.929	0.0086	0.395	0.868	0.0153	0.486	0.838
0.0020	0.217	0.928	0.0087	0.397	0.868	0.0154	0.487	0.838
0.0021	0.222	0.926	0.0088	0.399	0.867	0.0155	0.488	0.837
0.0022	0.226	0.925	0.0089	0.400	0.867	0.0156	0.489	0.837
0.0023	0.230	0.923	0.0090	0.402	0.866	0.0157	0.490	0.837
0.0024	0.235	0.922	0.0091	0.404	0.866	0.0158	0.491	0.836
0.0025	0.239	0.920	0.0092	0.405	0.865	0.0159	0.492	0.836
0.0026	0.240	0.919	0.0093	0.407	0.864	0.0160	0.493	0.836
0.0027	0.247	0.918	0.0094	0.408	0.864	0.0161	0.494	0.835
0.0028	0.251	0.916	0.0095	0.410	0.863	0.0162	0.495	0.835
0.0029	0.252	0.915	0.0096	0.412	0.863	0.0163	0.496	0.835
0.0030	0.258	0.914	0.0097	0.413	0.862	0.0164	0.497	0.834
0.0031	0.262	0.913	0.0098	0.415	0.862	0.0165	0.498	0.834
0.0032	0.266	0.912	0.0099	0.416	0.861	0.0166	0.499	0.834
0.0033	0.269	0.910	0.0100	0.418	0.861	0.0167	0.500	0.833
0.0034	0.272	0.909	0.0101	0.419	0.860	0.0168	0.501	0.833
0.0035	0.276	0.908	0.0102	0.421	0.860	0.0169	0.502	0.833
0.0036	0.279	0.907	0.0103	0.423	0.859	0.0170	0.503	0.832
0.0037	0.282	0.906	0.0104	0.424	0.859	0.0171	0.504	0.832
0.0038	0.285	0.905	0.0105	0.425	0.858	0.0172	0.505	0.832
0.0039	0.289	0.904	0.0106	0.427	0.858	0.0173	0.506	0.831
0.0040	0.292	0.903	0.0107	0.428	0.857	0.0174	0.507	0.831
0.0041	0.295	0.902	0.0108	0.430	0.857	0.0175	0.508	0.831
0.0042	0.298	0.901	0.0109	0.431	0.856	0.0176	0.509	0.830
0.0043	0.300	0.900	0.0110	0.433	0.856	0.0177	0.510	0.830
0.0044	0.303	0.899	0.0111	0.434	0.855	0.0178	0.511	0.830
0.0045	0.306	0.898	0.0112	0.436	0.855	0.0179	0.512	0.829
0.0046	0.309	0.897	0.0113	0.437	0.854	0.0180	0.513	0.829
0.0047	0.312	0.896	0.0114	0.438	0.854	0.0181	0.514	0.829
0.0048	0.314	0.895	0.0115	0.440	0.853	0.0182	0.515	0.828
0.0049	0.317	0.894	0.0116	0.441	0.853	0.0183	0.516	0.828
0.0050	0.320	0.894	0.0117	0.442	0.852	0.0184	0.517	0.828
0.0051	0.322	0.893	0.0118	0.444	0.852	0.0185	0.518	0.828
0.0052	0.325	0.892	0.0119	0.445	0.852	0.0186	0.518	0.827
0.0053	0.327	0.891	0.0120	0.446	0.851	0.0187	0.519	0.827
0.0054	0.330	0.890	0.0121	0.447	0.851	0.0188	0.520	0.827
0.0055	0.332	0.889	0.0122	0.449	0.850	0.0189	0.521	0.826
0.0056	0.334	0.889	0.0123	0.450	0.850	0.0190	0.522	0.826
0.0057	0.337	0.888	0.0124	0.452	0.849	0.0191	0.523	0.826
0.0058	0.339	0.887	0.0125	0.453	0.849	0.0192	0.524	0.825
0.0059	0.341	0.886	0.0126	0.454	0.849	0.0193	0.525	0.825
0.0060	0.344	0.885	0.0127	0.455	0.848	0.0194	0.526	0.825
0.0061	0.346	0.885	0.0128	0.457	0.848	0.0195	0.526	0.825
0.0062	0.348	0.884	0.0129	0.458	0.847	0.0196	0.527	0.824
0.0063	0.350	0.883	0.0130	0.459	0.847	0.0197	0.528	0.824
0.0064	0.353	0.883	0.0131	0.461	0.847	0.0198	0.529	0.824
0.0065	0.355	0.882	0.0132	0.462	0.846	0.0199	0.530	0.823
0.0066	0.357	0.881	0.0133	0.463	0.846	0.0200	0.531	0.823
0.0067	0.359	0.880	0.0134	0.464	0.845	0.0201	0.532	0.823
0.0068	0.361	0.880	0.0135	0.465	0.845	0.0202	0.532	0.823
0.0069	0.363	0.879	0.0136	0.467	0.845	0.0203	0.533	0.822
0.0070	0.365	0.878	0.0137	0.468	0.844	0.0204	0.534	0.822
0.0071	0.367	0.878	0.0138	0.469	0.844	0.0205	0.535	0.822
0.0072	0.369	0.877	0.0139	0.470	0.843	0.0206	0.536	0.821
0.0073	0.371	0.876	0.0140	0.471	0.843	0.0207	0.537	0.821
0.0074	0.373	0.876	0.0141	0.472	0.843	0.0208	0.537	0.821
0.0075	0.375	0.875	0.0142	0.474	0.842	0.0209	0.538	0.821
0.0076	0.377	0.874	0.0143	0.475	0.842			

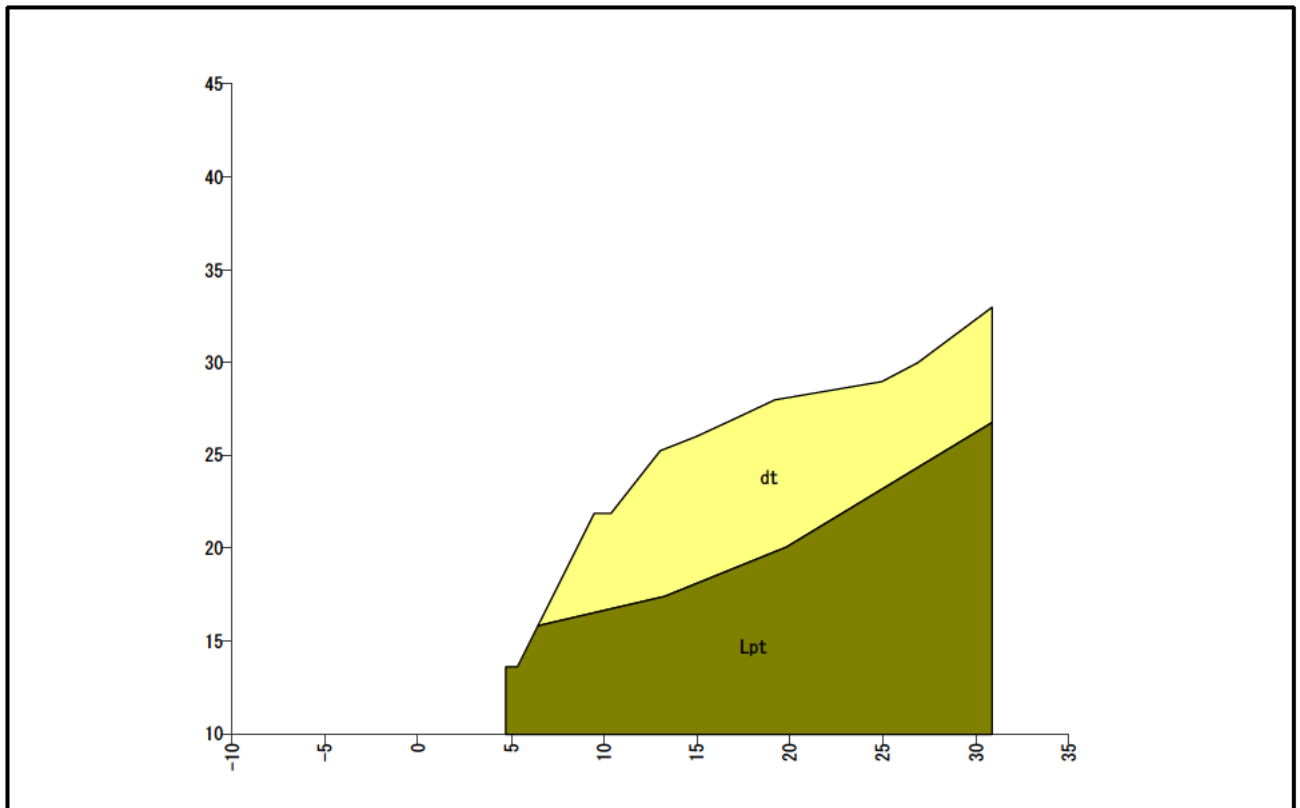
安定解析

仮設時

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 仮設時



土質定数

No	地層名	土質名	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角		N値
						ϕ (°)	$\tan \phi$	
1	dt	dt	19.00	20.00	0.00	35.0000	0.700208	4
2	Lpt	Lpt	18.40	19.40	260.00	21.0000	0.383864	

※水の単位体積重量 $\gamma_w = 10.00$ (kN/m³)

座標の入力データ

No.	距離 X (m)	原地形 標高 Y _G (m)	計画地形 標高 Y (m)	水位 標高 Y _w (m)	すべり面			ハタ上げ
					標高 Y _s (m)	形状	強度	
1	4.730		13.620					
2	5.350		13.620					
3	9.470		21.870					
4	10.360		21.870					
5	13.070		25.250					
6	14.990		26.000					
7	17.130		27.000					
8	19.190		28.000					
9	24.980		29.000					
10	26.870		30.000					
11	30.880		33.000					

原：原地形のハタ上げ、 計：計画地形のハタ上げ

地層境界線の座標

No.	1	
	距離 X (m)	標高 Y (m)
1	6.440	15.800
2	7.080	15.960
3	13.280	17.390
4	19.820	20.070
5	31.040	26.840

1. 設計条件

(1) 補強斜面の計画安全率

本現場は仮設として考え、計画安全率を設定する。

切土補強土工法設計・施工要領では下表のように示されている。

補強斜面の計画安全率

項目	計画安全率
永久(長期)	$F_{sp} \geq 1.20$
仮設(短期)	$F_{sp} \geq 1.05, 1.10$

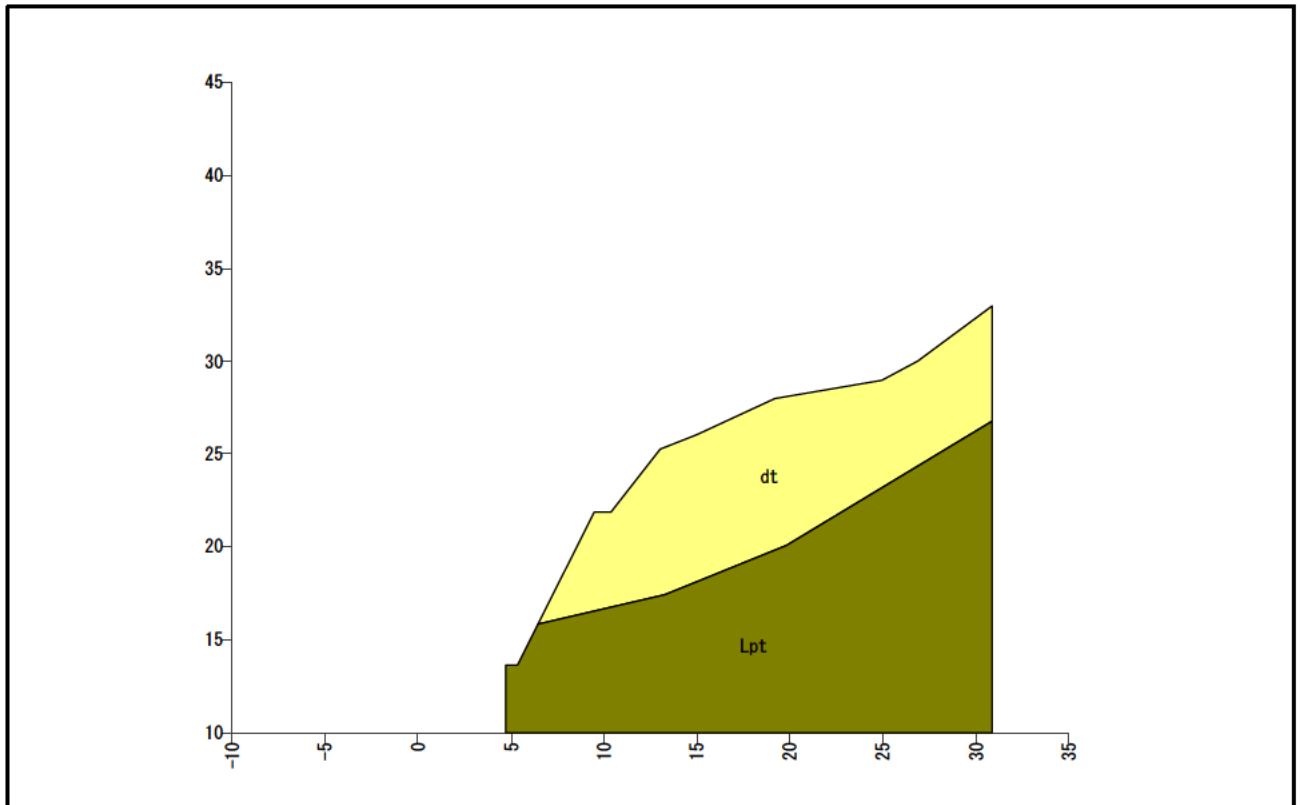
【切土補強土工法設計・施工要領 P.31】

ここで、永久とは本線などの永久のり面とされており、この記載は高速道路本線を対象としている。

今回の計画安全率は、当該斜面の重要性を考慮して $F_{sp} = 1.100$ とする。

(2) 土質条件

当該斜面の地形、土質の構成と定数は以下の通りである。



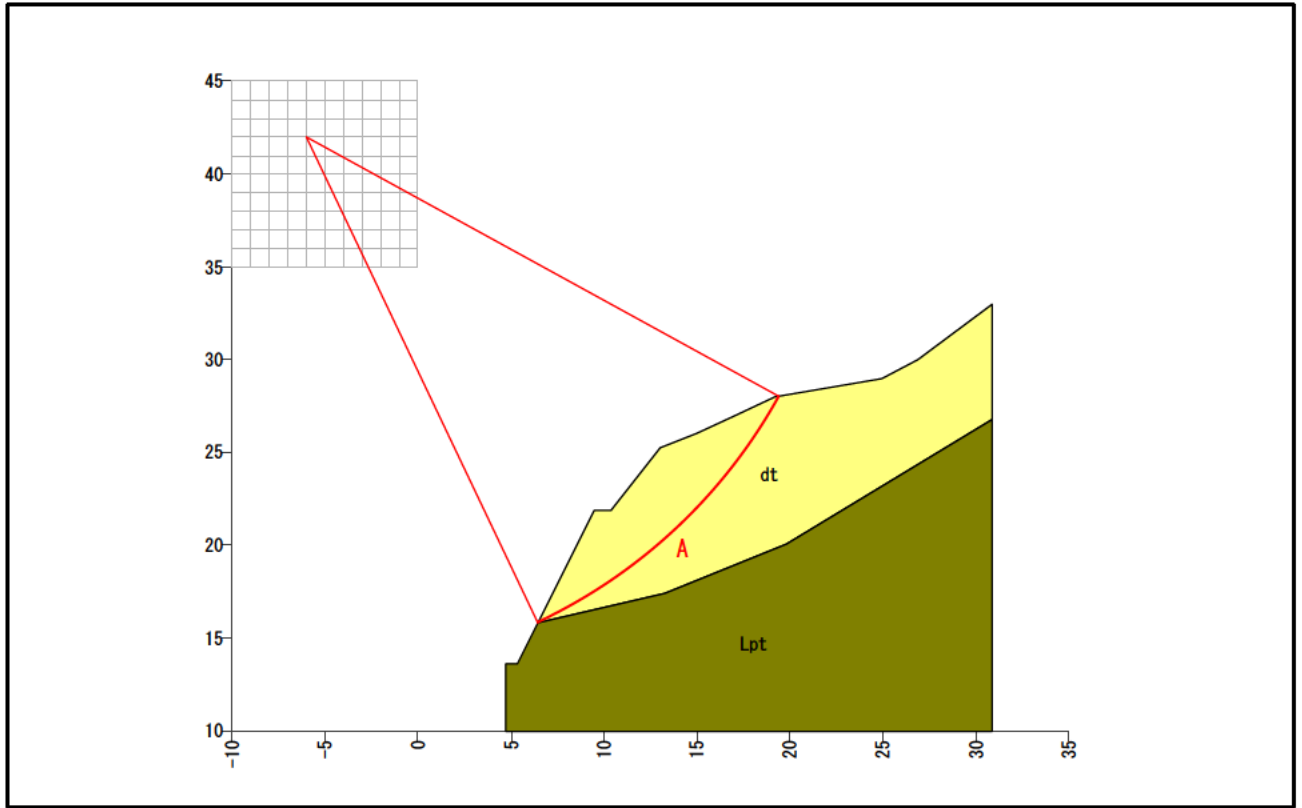
土質定数								
No	地層名	土質名	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角		N値
						ϕ (°)	$\tan \phi$	
1	dt	dt	19.00	20.00	0.00	35.0000	0.700208	4
2	Lpt	Lpt	18.40	19.40	260.00	21.0000	0.383864	

※水の単位体積重量 $\gamma_w = 10.00$ (kN/m³)

2. 繰り返し円弧計算

斜面の安定性は繰り返し円弧すべりで検討した結果、以下のすべり面が最も危険と判断できる。

<円弧A>



安定計算結果				
項目		記号	単位	仮設
計算結果	安全率	Fs	—	0.815
	計画安全率	Fsp	—	1.100
	必要抑止力	Pr	kN/m	145.0
円弧	中心座標	X	m	-6.000
		Y	m	42.000
	半径	r	m	29.000
計算要素	すべり抵抗力	S	kN/m	416.56
	滑動力	T	kN/m	510.50
	法線力	N	kN/m	594.90
	間隙水圧	U	kN/m	0.00
	すべり面長	l	m	18.131
	面積	A	m ²	41.63

(1) 安定計算式

安定計算は、修正Fellenius法を用いて行う。

基本的に極限つり合い法を用いることとし、所要の計画安全率を確保するものとする。

$$\text{安全率}(F_s) = \frac{\text{すべり抵抗力}(\Sigma S)}{\text{滑動力}(\Sigma T)}$$

計算手法は、「スライス分割法」に基づいて、すべり土塊の断面をいくつかのスライスに分割し、各スライス（分割片）について力のつり合いを考えるものとする。

<仮設>

$$F_s = \frac{\Sigma \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \Sigma (C \cdot l)}{\Sigma T}$$

$$Pr = F_{sp} \cdot \Sigma T - [\Sigma \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \Sigma (C \cdot l)]$$

ここで、

F_s	: 安全率	
F_{sp}	: 計画安全率	
Pr	: 必要抑止力	(kN/m)
N	: スライスの重力による法線力 ($N=W \cdot \cos \theta + Q_N$)	(kN/m)
U	: スライスに働く間隙水圧 ($U=u \cdot b \cdot \cos \theta$)	(kN/m)
T	: スライスの重力による接線力 ($T=W \cdot \sin \theta + Q_T$)	(kN/m)
l	: スライスのすべり面長	(m)
b	: スライス幅	(m)
ϕ	: すべり面の内部摩擦角	(°)
C	: すべり面の粘着力	(kN/m ²)
W	: スライス重量	(kN/m)
θ	: すべり面傾斜角	(°)
u	: 単位間隙水圧	(kN/m ²)
Q_N	: 上載荷重分力(法線方向)	(kN/m)
Q_T	: 上載荷重分力(接線方向)	(kN/m)

(2) 安定性の評価

<円弧A>

スライス要素の集計表		粘着力 C(kN/m ²)	すべり面長 l(m)	法線力 N(kN/m)	間隙水圧 U(kN/m)	滑動力 T(kN/m)	すべり抵抗力 S(kN/m)
内部摩擦角 φ(°)	tan φ						
35.0000	0.700208	0.00	18.131	594.90	0.00	510.50	416.56

仮設時の安全率は次式を用いて計算する。

$$\begin{aligned}
 F_s &= \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \sum (C \cdot l)}{\sum T} \\
 &= \frac{(594.90 - 0.00) \times 0.700208 + 0.00 \times 18.131}{510.50} \\
 &= 0.815
 \end{aligned}$$

ここで、

- F_s : 安全率
- N : スライスの重力による法線力 (N=W・cos θ + Q_N) (kN/m)
- U : スライスに働く間隙水圧 (U=u・b・cos θ) (kN/m)
- T : スライスの重力による接線力 (T=W・sin θ + Q_T) (kN/m)
- l : スライスのすべり面長 (m)
- b : スライス幅 (m)
- φ : すべり面の内部摩擦角 (°)
- C : すべり面の粘着力 (kN/m²)
- W : スライス重量 (kN/m)
- θ : すべり面傾斜角 (°)
- u : 単位間隙水圧 (kN/m²)
- Q_N : 上載荷重分力(法線方向) (kN/m)
- Q_T : 上載荷重分力(接線方向) (kN/m)

(3) 必要抑止力の計算

計画安全率 $F_{sp} = 1.100$ を満足する必要抑止力を計算する。

<円弧A>

$$\begin{aligned} Pr &= F_{sp} \cdot \Sigma T - [\Sigma \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \Sigma (C \cdot l)] \\ &= 1.100 \times 510.50 - \{(594.90 - 0.00) \times 0.700208 + 0.00 \times 18.131\} \\ &= 145.0 \text{ (kN/m)} \end{aligned}$$

ここで、

F_{sp}	: 計画安全率	
Pr	: 必要抑止力	(kN/m)
N	: スライスの重力による法線力 ($N=W \cdot \cos \theta + Q_N$)	(kN/m)
U	: スライスに働く間隙水圧 ($U=u \cdot b \cdot \cos \theta$)	(kN/m)
T	: スライスの重力による接線力 ($T=W \cdot \sin \theta + Q_T$)	(kN/m)
l	: スライスのすべり面長	(m)
b	: スライス幅	(m)
ϕ	: すべり面の内部摩擦角	(°)
C	: すべり面の粘着力	(kN/m ²)
W	: スライス重量	(kN/m)
θ	: すべり面傾斜角	(°)
u	: 単位間隙水圧	(kN/m ²)
Q_N	: 上載荷重分力(法線方向)	(kN/m)
Q_T	: 上載荷重分力(接線方向)	(kN/m)

繰り返し円弧計算条件

1. 円弧条件

中心の変化範囲

X座標 : -10.000 ~ 0.000(m) ピッチ : 1.000(m)

Y座標 : 35.000 ~ 45.000(m) ピッチ : 1.000(m)

2次追跡 : なし

円弧半径の範囲

半径 : 0.000 ~ 100.000(m) ピッチ : 1.000(m)

2. 不通過層名

Lpt

3. 計算条件

計画安全率(仮設) $F_{sp} = 1.100$

計算式 修正Fellenius法

すべり面強度 地層値

4. 出力条件

安全率 F_s … 全て出力

抑止力 Pr (kN/m) … 100.0 以上

滑動力 T (kN/m) … 全て出力

深度 (m) … 全て出力

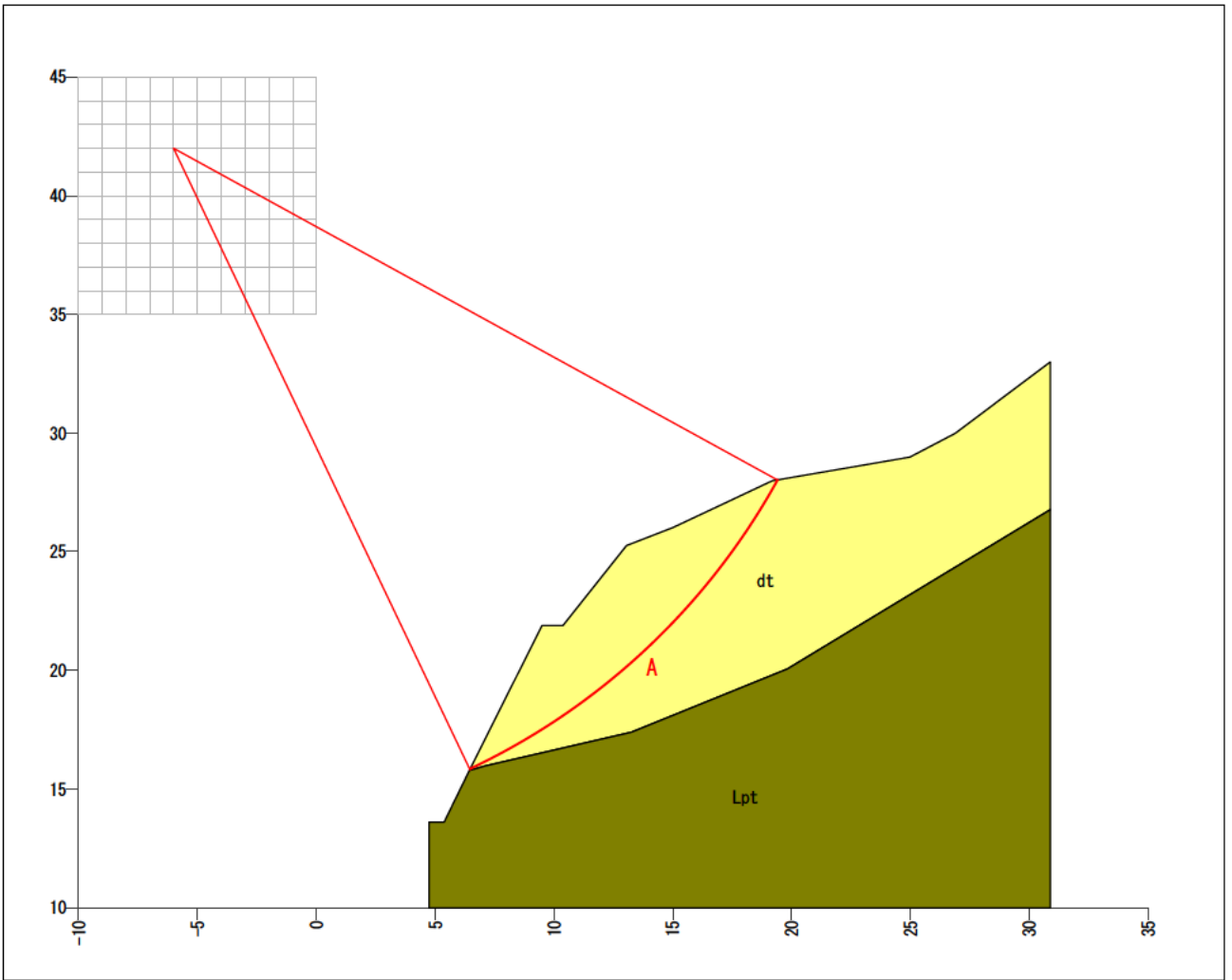
繰り返し円弧計算結果一覧 (仮設)

No.	円弧条件					すべり 抵抗力 S (kN/m)	滑動力 T (kN/m)	安全率 Fs	抑止力 Pr (kN/m)
	登録	中心座標		半径 r (m)	最大深度 (m)				
		X (m)	Y (m)						
1	A	-6.000	42.000	29.000	3.618	416.56	510.50	0.815	※ 145.0
2		-9.000	45.000	33.000	3.400	381.03	477.15	0.798	143.9
3		-8.000	41.000	29.000	3.093	286.96	390.47	0.734	142.6
4		-6.000	41.000	28.000	3.398	360.48	456.04	0.790	141.2
5		-3.000	39.000	25.000	3.850	449.59	535.83	0.839	139.9
6		-5.000	37.000	24.000	3.064	263.02	366.17	0.718	139.8
7		-3.000	38.000	24.000	3.612	391.46	482.35	0.811	139.2
8		-9.000	44.000	32.000	3.175	327.35	422.29	0.775	137.2
9		-3.000	37.000	23.000	3.393	335.96	429.37	0.782	136.4
10		-6.000	40.000	27.000	3.167	306.95	401.77	0.763	135.0
11		-10.000	41.000	30.000	2.705	215.37	315.53	0.682	131.8
12		-7.000	45.000	32.000	3.842	453.88	531.76	0.853	131.1
13		-8.000	40.000	28.000	2.823	235.88	333.46	0.707	131.0
14		-3.000	36.000	22.000	3.154	282.68	376.03	0.751	131.0
15		-7.000	44.000	31.000	3.534	399.22	481.73	0.828	130.7
16		0.000	35.000	20.000	3.811	418.92	497.81	0.841	128.7
17		-7.000	37.000	25.000	2.635	192.00	291.37	0.658	128.6
18		-9.000	43.000	31.000	2.935	275.80	367.45	0.750	128.4
19		-5.000	36.000	23.000	2.775	212.10	308.98	0.686	127.8
20		-7.000	43.000	30.000	3.209	345.53	429.55	0.804	127.0
21		-4.000	41.000	27.000	3.774	433.44	509.32	0.851	126.9
22		-6.000	39.000	26.000	2.918	255.71	347.62	0.735	126.7
23		-4.000	40.000	26.000	3.440	378.62	459.16	0.824	126.5
24		-9.000	38.000	27.000	2.478	171.18	269.62	0.634	125.5
25		0.000	36.000	21.000	4.077	478.29	548.79	0.871	125.4
26		-4.000	42.000	28.000	4.085	489.68	557.54	0.878	123.7
27		-4.000	39.000	25.000	3.208	325.10	407.89	0.797	123.6
28		-3.000	35.000	21.000	2.892	231.64	322.51	0.718	123.2
29		-7.000	42.000	29.000	2.991	294.43	377.84	0.779	121.2
30		-1.000	36.000	21.000	3.414	353.12	429.58	0.822	119.5
31		-4.000	38.000	24.000	2.985	274.38	357.44	0.767	118.9
32		-1.000	37.000	22.000	3.669	408.18	478.89	0.852	118.6
33		0.000	37.000	22.000	4.425	538.92	597.65	0.901	118.5
34		-9.000	42.000	30.000	2.680	227.15	313.60	0.724	117.9
35		-1.000	35.000	20.000	3.207	300.47	380.26	0.790	117.9
36		-4.000	43.000	29.000	4.374	546.65	603.90	0.905	117.7

※は最小安全率、最大抑止力を表す。

No.	円弧条件					すべり 抵抗力 S (kN/m)	滑動力 T (kN/m)	安全率 Fs	抑止力 Pr (kN/m)
	登 録	中心座標		半径 r (m)	最大深度 (m)				
		X (m)	Y (m)						
37		-8.000	39.000	27.000	2.533	187.97	277.09	0.678	116.9
38		-6.000	38.000	25.000	2.651	207.65	294.31	0.705	116.1
39		-1.000	38.000	23.000	4.012	465.23	527.97	0.881	115.6
40		-10.000	45.000	33.000	2.766	262.64	343.04	0.765	114.8
41		-10.000	40.000	29.000	2.396	168.21	256.97	0.654	114.5
42		-5.000	43.000	29.000	3.670	414.70	480.57	0.862	114.0
43		-5.000	42.000	28.000	3.361	362.24	432.64	0.837	113.7
44		-7.000	41.000	28.000	2.757	245.84	326.80	0.752	113.7
45		-8.000	45.000	32.000	3.121	328.45	401.62	0.817	113.4
46		-5.000	35.000	22.000	2.461	164.60	252.09	0.652	112.7
47		-4.000	37.000	23.000	2.743	226.10	306.90	0.736	111.5
48		-5.000	44.000	30.000	3.960	468.25	526.45	0.889	110.9
49		-5.000	41.000	27.000	3.029	311.60	384.03	0.811	110.9
50		-7.000	36.000	24.000	2.299	145.12	231.39	0.627	109.5
51		-8.000	35.000	24.000	2.146	123.58	211.69	※ 0.583	109.3
52		-1.000	39.000	24.000	4.327	522.39	573.77	0.910	108.8
53		-4.000	44.000	30.000	4.644	604.02	647.72	0.932	108.5
54		-2.000	38.000	23.000	3.260	341.60	409.01	0.835	108.4
55		-2.000	39.000	24.000	3.600	394.39	456.87	0.863	108.2
56		0.000	38.000	23.000	4.741	599.91	643.64	0.932	108.1
57		-8.000	44.000	31.000	2.805	279.75	352.49	0.793	108.0
58		-2.000	37.000	22.000	3.014	291.01	361.58	0.804	106.8
59		-5.000	40.000	26.000	2.803	263.00	335.50	0.783	106.1
60		-5.000	45.000	31.000	4.231	522.33	570.22	0.916	105.0
61		-9.000	41.000	29.000	2.409	181.41	260.33	0.696	105.0
62		-10.000	44.000	32.000	2.524	216.19	291.90	0.740	104.9
63		-2.000	40.000	25.000	3.913	447.80	502.17	0.891	104.6
64		-7.000	40.000	27.000	2.506	199.73	276.04	0.723	104.0
65		-2.000	36.000	21.000	2.801	243.14	314.67	0.772	103.0
66		-9.000	37.000	26.000	2.124	125.47	207.53	0.604	102.9
67		-6.000	37.000	24.000	2.361	161.99	240.41	0.673	102.5
68		-4.000	36.000	22.000	2.478	180.17	256.22	0.703	101.7
69		-6.000	45.000	31.000	3.546	393.84	449.94	0.875	101.1
70		-6.000	44.000	30.000	3.256	343.86	404.44	0.850	101.1
71		-8.000	43.000	30.000	2.583	233.44	303.79	0.768	100.8
72		-8.000	38.000	26.000	2.222	143.48	221.47	0.647	100.2

※は最小安全率、最大抑止力を表す。



解析断面図(仮設)

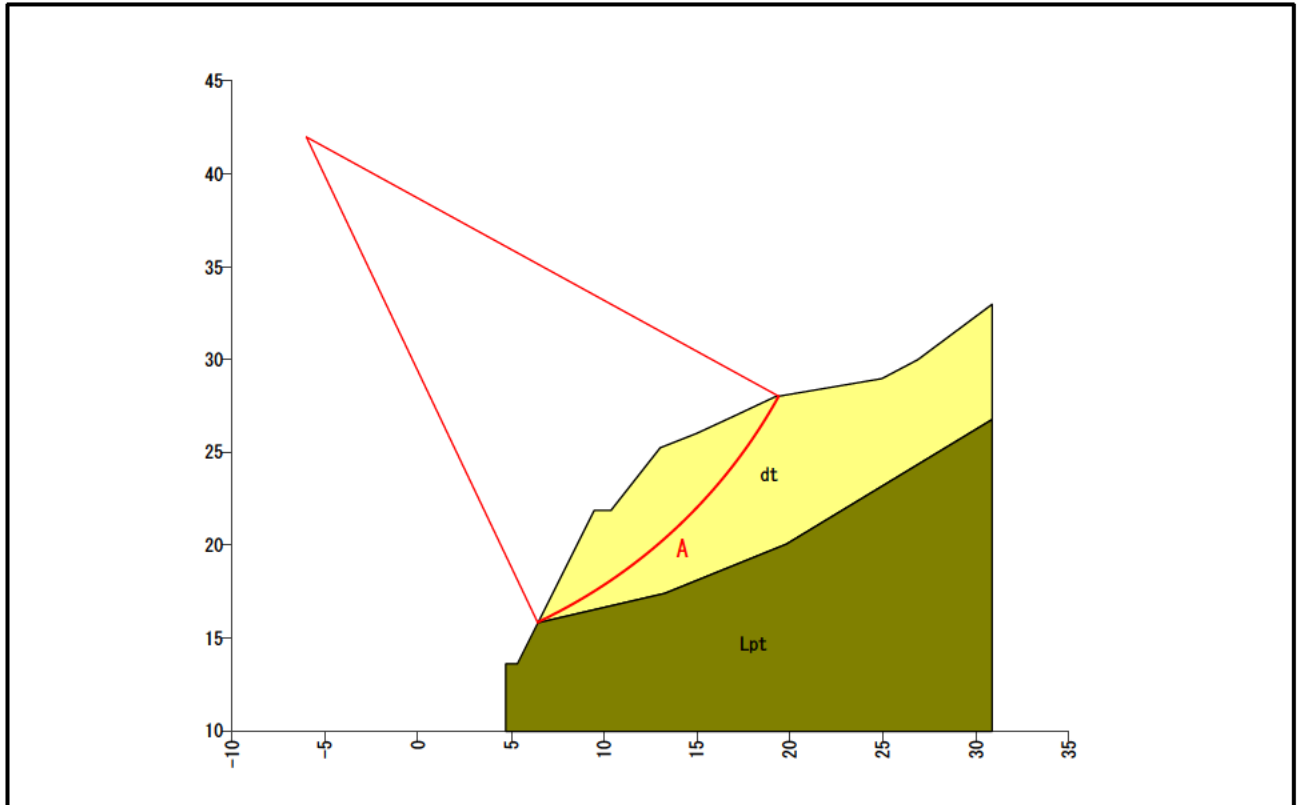
補強材の配置

仮設時

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 仮設時



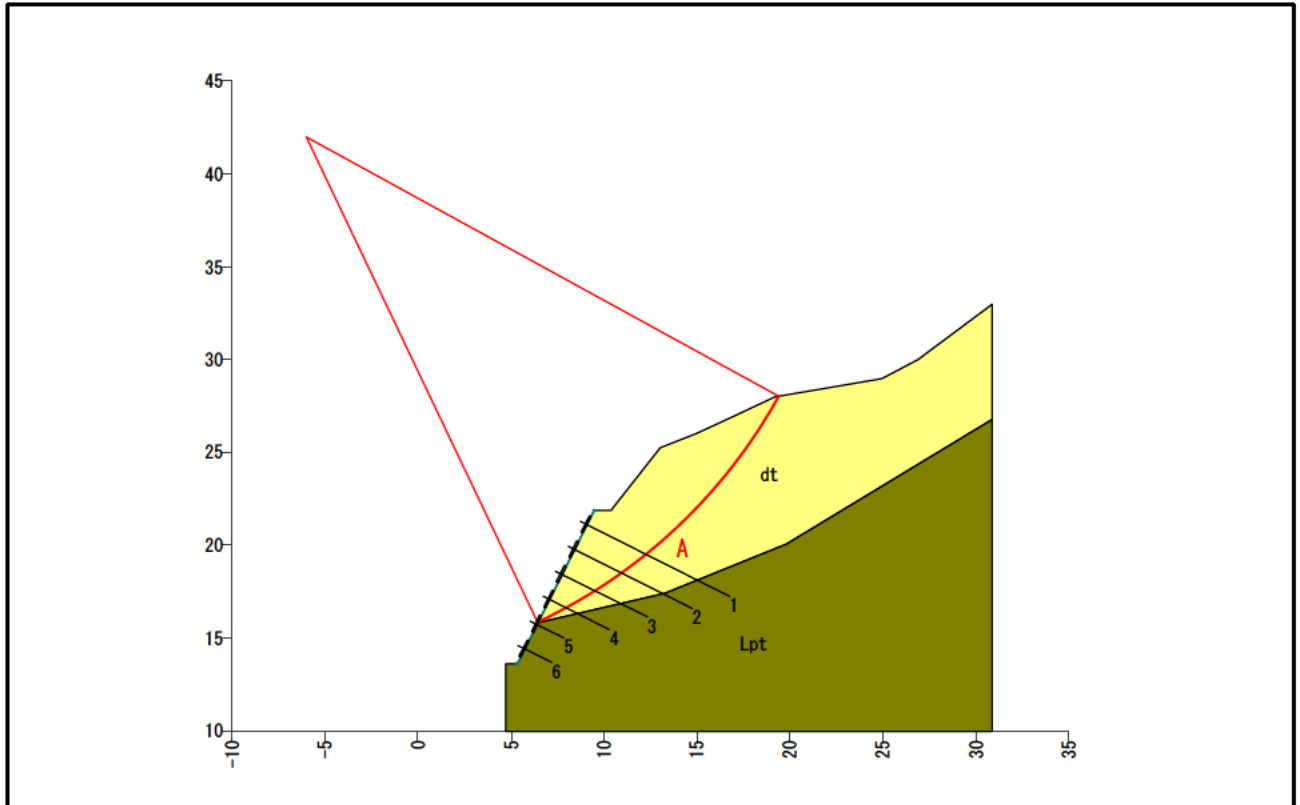
安定計算結果

項目	記号	単位	数 値(仮設)	
			円弧A	
計算結果	安全率	Fs	—	0.815
	計画安全率	Fsp	—	1.100
	必要抑止力	Pr	kN/m	145.0
円弧	中心座標	X	m	-6.000
		Y	m	42.000
	半径	r	m	29.000
計算要素	すべり抵抗力	S	kN/m	416.56
	滑動力	T	kN/m	510.50
	法線力	N	kN/m	594.90
	間隙水圧	U	kN/m	0.00
	すべり面長	l	m	18.131
	面積	A	m ²	41.63

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 仮設時



補強材の規格

番号	材料名	呼び径	単位重量 W(kg/m)	補強材径 d(mm)	断面積 As(cm ²)	腐食代
材-1	スーパーダグシム	D26	3.20	24.9	3.642	考慮する

補強材の配置結果

補強材 No.	規格 番号	削孔径 D(mm)	配置座標		水平間隔 SH(m)	縦間隔 SV(m)	打設角度 α (°)	全長 L(m)	挿入長 L _B (m)	配置 のり面
			X (m)	Y (m)						
[1]	材-1	60.0	9.085	21.100	1.50	—	26.54	9.000	8.600	範囲 1
[2]	材-1	60.0	8.415	19.758	1.50	1.50	26.54	7.500	7.100	範囲 1
[3]	材-1	60.0	7.745	18.416	1.50	1.50	26.54	5.500	5.100	範囲 1
[4]	材-1	60.0	7.075	17.074	1.50	1.50	26.54	4.000	3.600	範囲 1
[5]	材-1	60.0	6.405	15.732	1.50	1.50	26.54	2.000	1.600	範囲 1
[6]	材-1	60.0	5.735	14.390	1.50	1.50	26.54	2.000	1.600	範囲 1

補強材の引張り耐力の算出条件

項 目			数 値 (仮設)	備 考
補強材の許容引張り応力度	σ_{sa}	N/mm ²	700.3	スーパーダグシム D26
補強材と注入材の許容付着応力	τ_c	N/mm ²	2.4	$\sigma_{ck} = 24$ (N/mm ²)
周面摩擦抵抗の安全率	Fsa	—	1.50	
のり面工の低減係数	μ	—	1.00	
補強材の引張り力の低減係数	λ	—	0.7	
地山と注入材の周面摩擦抵抗	τ_p	N/mm ²	0.040	dt
			0.600	Lpt

補強材の抵抗力の算出方法

(1) 許容付着力の算出

許容付着力の算出式を以下に示す。

許容付着力 t_a (kN/m) は、 t_{pa} と t_{ca} の最も小さい値のものとする。

ただし、地山と注入材の許容付着力 t_{pa} 及び、補強材と注入材の許容付着力 t_{ca} は、以下の式による。

$$t_{pa} = \frac{\tau_p \cdot \pi \cdot D}{F_{sa}}$$

t_{pa} : 地山と注入材の許容付着力 (kN/m)
 τ_p : 地山と注入材の周面摩擦抵抗 (kN/m²)
 D : 削孔径 (m)
 F_{sa} : 周面摩擦抵抗の安全率

$$t_{ca} = \tau_c \cdot \pi \cdot d$$

t_{ca} : 補強材と注入材の許容付着力 (kN/m)
 τ_c : 補強材と注入材の許容付着力 (kN/m²)
 d : 補強材径 (m)

(2) 補強材の許容補強材力の算出

補強材の許容補強材力の算出方法、並びに算出式を以下に示す。

許容補強材力 T_{pa} (kN/本) は、 T_{1pa} 、 T_{2pa} 、 T_{sa} の最も小さい値のものとする。

前項で算出された t_a より、「移動土塊から受ける引抜き抵抗力 (T_{1pa})」、「不動地山から受ける引抜き抵抗力 (T_{2pa})」、補強材の材料による「補強材の許容引張り (T_{sa})」は以下の式で求められる。

$$T_{1pa} = \frac{1}{1 - \mu} \cdot L_1 \cdot t_a$$

T_{1pa} : 移動土塊から受ける引抜き抵抗力 (kN/本)
 μ : のり面工の低減係数
 L_1 : 移動土塊の有効定着長 (m)

$$T_{2pa} = L_2 \cdot t_a$$

T_{2pa} : 不動地山から受ける引抜き抵抗力 (kN/本)
 L_2 : 不動地山の有効定着長 (m)

$$T_{sa} = \sigma_{sa} \cdot A_s$$

T_{sa} : 補強材の許容引張り力 (kN/本)
 σ_{sa} : 補強材の許容引張り応力度 (kN/m²)
 A_s : 補強材の断面積 (m²)

以上の結果より、補強後の安定計算式を以下に示す。

$$F_s = \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi + C \cdot l\} + Sh + Ss}{\sum T}$$

- F_s : 安全率
 N : スライスの重力による法線力 ($N=W \cdot \cos \theta + Q_N$) (kN/m)
 U : スライスに働く間隙水圧 ($U=u \cdot b \cdot \cos \theta$) (kN/m)
 T : スライスの重力による接線力 ($T=W \cdot \sin \theta + Q_T$) (kN/m)
 l : スライスのすべり面長 (m)
 b : スライス幅 (m)
 ϕ : すべり面の内部摩擦角 ($^{\circ}$)
 C : すべり面の粘着力 (kN/m²)
 W : スライス重量 (kN/m)
 θ : すべり面傾斜角 ($^{\circ}$)
 u : 単位間隙水圧 (kN/m²)
 Q_N : 上載荷重分力(法線方向) (kN/m)
 Q_T : 上載荷重分力(接線方向) (kN/m)
 Sh : 補強材による引き止め力 ($Sh=T_m \cdot \cos \beta$) (kN/m)
 Ss : 補強材による締め付け力 ($Ss=T_m \cdot \sin \beta \cdot \tan \phi$) (kN/m)
 T_m : 補強材の設計引張力 (kN/m)
 β : 補強材設置角度 (すべり面と補強材とのなす角度) ($^{\circ}$)

補強材による抵抗力の算出 (円弧A-仮設)

ここでは、前項の条件、数値、および数式を用いて補強材の抵抗力を求めるものとする。

< 補強材 No.1 >

(1) 補強材の許容補強材力の算出 Tpa

$$T_{1pa} = \frac{1}{1 - \mu} \cdot \min(\Sigma(L1 \times tpa), \Sigma(L1 \times tca))$$

ここで、 $\mu = 1.00$ より T_{1pa} は計算しない。

$$\begin{aligned} T_{2pa} &= \min(\Sigma(L2 \times tpa), \Sigma(L2 \times tca)) \\ &= 160.740 \quad (\text{kN}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{sa} &= \sigma_{sa} \cdot A_s = 700.3 \times 10^3 \times 3.642 \times 10^{-4} \\ &= 255.049 \quad (\text{kN}) \end{aligned}$$

- μ : のり面工の低減係数
- $L1$: 移動土塊の有効定着長 (m)
- $L2$: 不動地山の有効定着長 (m)
- σ_{sa} : 補強材の許容引張り応力度 (kN/m²)
- A_s : 補強材の断面積 (m²)

よって T_{pa} は、 $T_{2pa} < T_{sa}$ より T_{2pa} とする。

(2) 補強材による抵抗力の算出

前項で算出された T_{pa} より、補強材による引き止め力 Sh 、および補強材による締め付け力 Ss を求める。ただし、引き止め力 Sh がマイナスの場合は 0.0 として計算する。

$$T_d = \lambda \cdot T_{pa} = 0.7 \times 160.740 = 112.518 \quad (\text{kN/本})$$

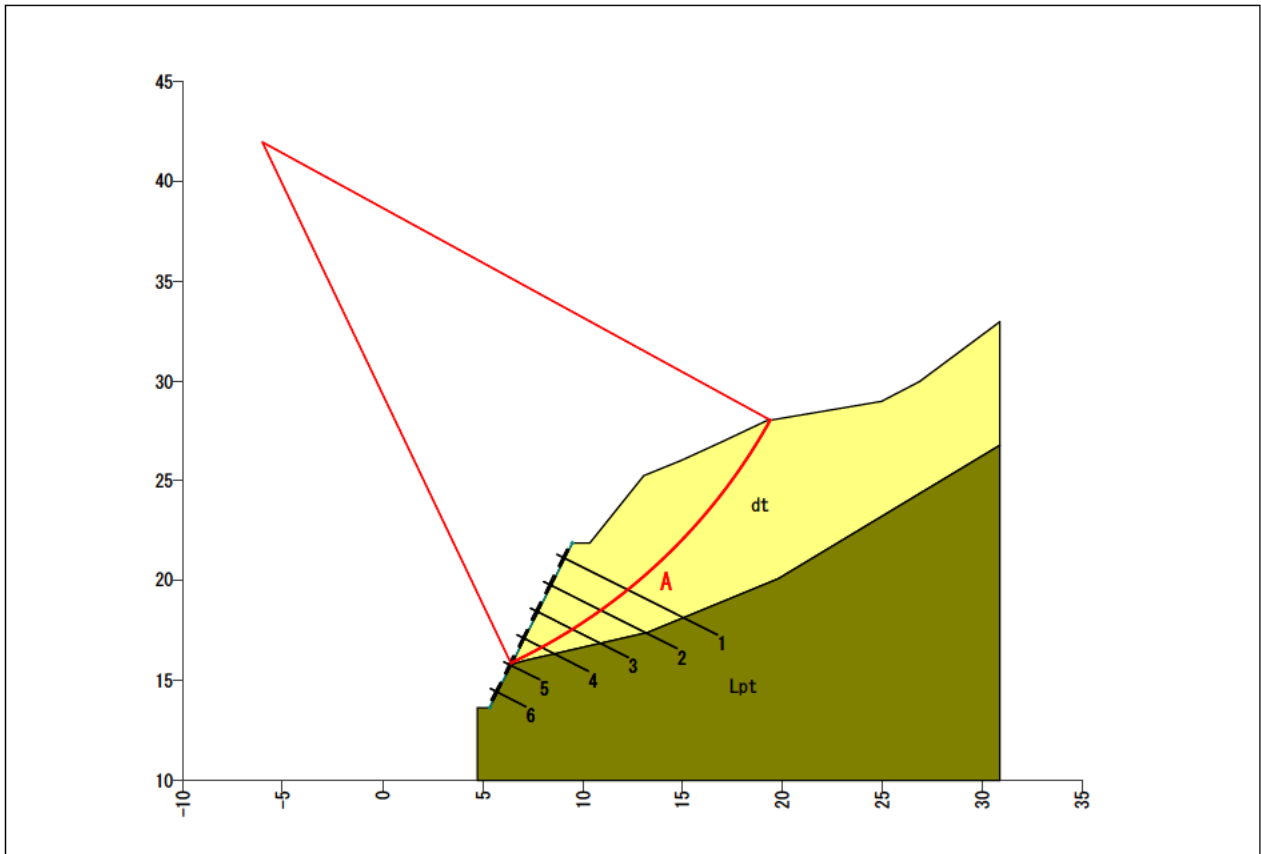
$$T_m = \frac{T_d}{SH} = \frac{112.518}{1.50} = 75.012 \quad (\text{kN/m})$$

$$\begin{aligned} Sh &= T_m \cdot \cos \beta_i = 75.012 \times \cos(65.65) \\ &= 30.928 \quad (\text{kN/m}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ss &= T_m \cdot \sin \beta_i \cdot \tan \phi_i = 75.012 \times \sin(65.65) \times 0.700208 \\ &= 47.852 \quad (\text{kN/m}) \end{aligned}$$

- T_m : 補強材の設計引張り力 (kN/m)
- λ : 補強材の引張り力の低減係数
- T_{pa} : 補強材の許容補強材力 (kN/本)
- β_i : 補強材とすべり面とのなす角度 (°)
- ϕ_i : 内部摩擦角 (°)
- T_d : 1本当りの設計引張り力 (kN/本)
- SH : 水平間隔 (m)

各補強材による抵抗力一覧表 (円弧A-仮設)



各補強材による抵抗力一覧表

補強材 No.	β (°)	T1pa (kN/本)	T2pa (kN/本)	Tsa (kN/本)	Tpa (kN/本)	Td (kN/本)	Tm (kN/m)	Sh (kN/m)	Ss (kN/m)
[1]	65.65		160.740	255.049	160.740	112.518	75.012	30.928	47.852
[2]	62.35		144.986	255.049	144.986	101.490	67.660	31.399	41.966
[3]	58.95		126.368	255.049	126.368	88.458	58.972	30.417	35.376
[4]	55.42		146.066	255.049	146.066	102.246	68.164	38.687	39.297
[5]		—	120.637	255.049					
[6]		—	120.637	255.049					
計								131.431	164.491

※T1pa、T2pa、Tsaの囲みはTpaとして用いる値を示す。

各補強材における層ごとの挿入長（円弧A－仮設）

項 目			数 値	備 考
周面摩擦抵抗の安全率	Fsa	—	1.50	
補強材と注入材の許容付着応力	τc	N/mm ²	2.4	

補強材 No. 1 削孔径 D = 60.0 (mm) 補強材径 d = 24.9 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	6.674	3.586	3.088	40	5.027	187.742	18.027	673.243	15.523	579.747
Lpt	1.926	0.000	1.926	600	75.398	187.742	0.000	0.000	145.217	361.591
合 計	8.600	3.586	5.014				18.027	673.243	160.740	941.338

補強材 No. 2 削孔径 D = 60.0 (mm) 補強材径 d = 24.9 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	5.343	2.854	2.489	40	5.027	187.742	14.347	535.816	12.512	467.290
Lpt	1.757	0.000	1.757	600	75.398	187.742	0.000	0.000	132.474	329.863
合 計	7.100	2.854	4.246				14.347	535.816	144.986	797.153

補強材 No. 3 削孔径 D = 60.0 (mm) 補強材径 d = 24.9 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	3.526	2.011	1.515	40	5.027	187.742	10.109	377.549	7.616	284.429
Lpt	1.575	0.000	1.575	600	75.398	187.742	0.000	0.000	118.752	295.694
合 計	5.100	2.011	3.089				10.109	377.549	126.368	580.123

補強材 No. 4 削孔径 D = 60.0 (mm) 補強材径 d = 24.9 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	1.707	1.043	0.664	40	5.027	187.742	5.243	195.815	3.338	124.661
Lpt	1.893	0.000	1.893	600	75.398	187.742	0.000	0.000	142.728	355.396
合 計	3.600	1.043	2.557				5.243	195.815	146.066	480.057

補強材 No. 5 削孔径 D = 60.0 (mm) 補強材径 d = 24.9 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
Lpt	1.600	0.000	1.600	600	75.398	187.742	0.000	0.000	120.637	300.387
合 計	1.600	0.000	1.600				0.000	0.000	120.637	300.387

補強材 No. 6 削孔径 D = 60.0 (mm) 補強材径 d = 24.9 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
Lpt	1.600	0.000	1.600	600	75.398	187.742	0.000	0.000	120.637	300.387
合計	1.600	0.000	1.600				0.000	0.000	120.637	300.387

LB : 地山の挿入長 (削孔長) (m)

L1 : 移動土塊の有効定着長 (m)

L2 : 不動地山の有効定着長 (m)

τp : 地山と注入材の周面摩擦抵抗 (kN/m²)

tpa : 地山と注入材の許容付着力 (kN/m)

$$tpa = \frac{\tau p \cdot \pi \cdot D}{Fsa}$$

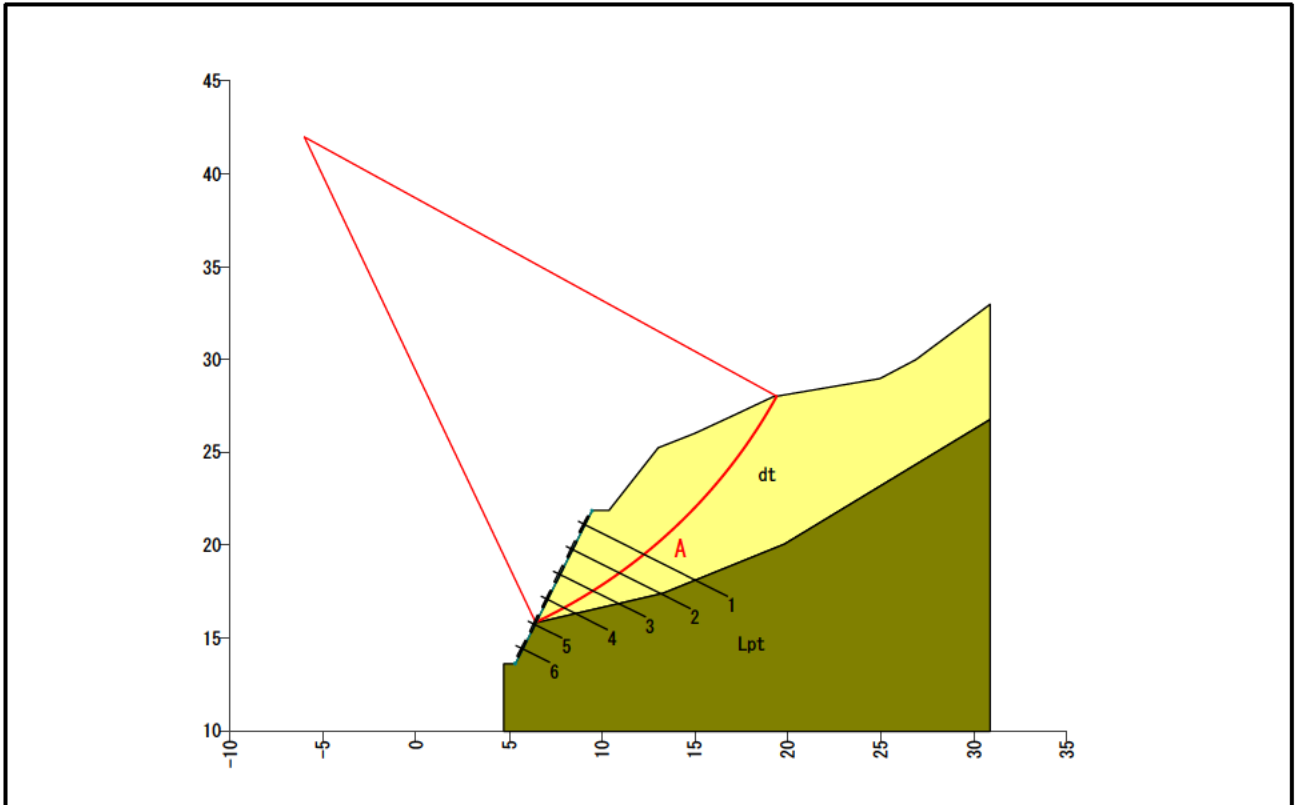
tca : 補強材と注入材の許容付着力 (kN/m)

$$tca = \tau c \cdot \pi \cdot d$$

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 仮設時



補強材配置後の安全率結果				
項目		記号	単位	数値(仮設)
				円弧A
計算結果	補強前安全率	Fs	—	0.815
	計画安全率	Fsp	—	1.100
	補強後安全率	Fs	—	1.395
円弧	中心座標	X	m	-6.000
		Y	m	42.000
	半径	r	m	29.000
計算要素	引き止め力	Sh	kN/m	131.431
	締め付け力	Ss	kN/m	164.491

施工段数： 6段

補強後安全率の算出 (円弧A)

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi + C \cdot l\} + Sh + Ss}{\sum T} \\ &= \frac{416.56 + 131.431 + 164.491}{510.50} \\ &= 1.395 \end{aligned}$$

のり面工設計計算報告書
(グリーンパネル)

現 場 名	鳴瀬川筒砂子地区
ケ ー ス 名	NO.86+4.0
備 考	仮設時

計 算 条 件

項 目	記 号	単 位	数 値
設計引張り力	T_d	kN/本	112.518
のり面工の低減係数	μ	—	1.00
のり面工に作用する補強材引張り力	T_o	kN/本	112.518

のり面工の諸元

項 目	記 号	単 位	数 値
規格	—	—	レギュラーサイズ
許容設計荷重	T_A	kN	123.0
受圧面積	A	m ²	0.930
製品重量	W	kg	17.5
寸法 (縦×横×厚さ)	—	mm	967×967×40

のり面工に作用する補強材引張り力の照査

設計引張り力 T_d は、最大値 [補強材 No.1] 112.518 (kN/本) を使用する。

のり面工に作用する補強材引張り力 T_o を照査する。

$$\begin{aligned}
 T_o &= \mu \cdot T_d = 1.00 \times 112.518 \\
 &= 112.518 \text{ (kN/本)} \leq T_A = 123.0 \text{ (kN/本)} \dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

したがって、グリーンパネル レギュラーサイズ を採用する。

施工中の安定解析

施工時の安定計算 (簡易照査)

施工時における各段掘削時の計画斜面の安定を検討する

1. 照査条件

施工時の計画安全率	$F_{sp} = 1.05$
注入材の設計基準強度	$\sigma_{ck} = 24 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
補強材と注入材の許容付着応力	$\tau_c = 2.4 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ (仮設)
周面摩擦抵抗の安全率	$F_{sa} = 1.50$ (仮設)
のり面工の低減係数	$\mu = 1.00$
補強材の引張り力の低減係数	$\lambda = 0.7$

2. 照査結果

補強材頭部から比高 0.50m までの範囲を検討範囲とし、各段ごとに繰り返し円弧計算を行い、施工時の安定度を照査する。

照査結果一覧									
施工 ステップ	掘削段階	掘削標高 (m)	中心座標 (m)		半径 r (m)	最小安全率 Fs	判定	補強材 No.	配置 段数
			距離 X	標高 Y					
1	1段目掘削	20.600	—	—	—	—	—	～	—
2	1段目掘削	20.600	4.000	41.000	21.000	1.582	OK	1 ～ 1	1
3	2段目掘削	19.258	1.000	40.000	22.000	1.321	OK	1 ～ 1	1
4	2段目掘削	19.258	3.000	38.000	19.000	1.427	OK	1 ～ 2	2
5	3段目掘削	17.916	-2.000	41.000	25.000	1.372	OK	1 ～ 2	2
6	3段目掘削	17.916	3.000	38.000	19.000	1.427	OK	1 ～ 3	3
7	4段目掘削	16.574	-5.000	43.000	29.000	1.333	OK	1 ～ 3	3
8	4段目掘削	16.574	0.000	39.000	23.000	1.420	OK	1 ～ 4	4
9	5段目掘削	15.232	-3.000	39.000	25.000	1.395	OK	1 ～ 4	4
10	5段目掘削	15.232	-3.000	39.000	25.000	1.395	OK	1 ～ 5	5
11	6段目掘削	13.890	-3.000	39.000	25.000	1.395	OK	1 ～ 5	5
12	6段目掘削	13.890	-3.000	39.000	25.000	1.395	OK	1 ～ 6	6

8.6 もたれ式擁壁設計計算

8.6.1 概要

一次選定の対象となった「もたれ式擁壁」について、8.6.2に概算工事費を、8.6.3に構造計算を示す。

8.6.2 概算工事費

もたれ式擁壁概算工事費計算書

2021年11月19日

ヒロセ補強土株式会社

もたれ式擁壁概算工事費

積算地区：宮城県(2021.04)

項目	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
場所打擁壁工(1) もたれ式擁壁		m ³	405.2	■	■	単価表1参照
積算条件： 擁壁平均高さ 3.0m以上8.0m以下 生コンクリート 18-8-40 基礎砕石 無し 均しコンクリート 無し 養生工 一般養生 圧送管延長 無し						
裏込砕石工	クラッシュヤラン	m ³	22.9	■	■	単価表2参照
天端コンクリート工		m ³	0.5	■	■	単価表3参照
積算条件： 小型構造物 打設地上高さ2m超28m以下、水平距離30m以下 生コンクリート 18-8-40 養生工 一般養生						
				合計	■	円 (延長10m当り)
				m当り	■	円/m

もたれ式擁壁概算工事費

積算地区：宮城県(2021.04)

項目	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
場所打擁壁工(1) もたれ式擁壁		m ³	405.2	■	■	単価表1参照
積算条件： 擁壁平均高さ 3.0m以上8.0m以下 生コンクリート 18-8-40 基礎砕石 無し 均しコンクリート 無し 養生工 一般養生 圧送管延長 無し						
裏込砕石工	クラッシュラン	m ³	22.9	■	■	単価表2参照
天端コンクリート工		m ³	0.5	■	■	単価表3参照
積算条件： 小型構造物 打設地上高さ2m超28m以下、水平距離30m以下 生コンクリート 18-8-40 養生工 一般養生						
				合計	■	円 (延長10m当り)
				m当り	■	円/m

施工パッケージ名称	場所打擁壁工(1) もたれ式擁壁
条件区分	基礎碎石 無し、均しコンクリート 無し、養生工 一般養生、圧送管延長 無し

積算地区 : 宮城県(2021.04)

標準単価 P

積算単価 P' : [円/m³]

	名称・規格	構成比 (%)	標準単価	
			東京(2020.04)	宮城県(2021.04)
K		2.37		
K1	コンクリートポンプ車[トラック架装・ブーム式] 圧送能力90~110m ³ /h	1.83		
K2				
K3				
R		54.86		
R1	普通作業員	21.26		
R2	型枠工	10.55		
R3	土木一般世話役	5.01		
R4	とび工	3.16		
Z		42.77		
Z1	生コンクリート 18-8-40	42.37		
Z2	軽油 1.2号 パトロール給油	0.31		
Z3				
Z4				
S				
S1				

○積算単価 P' の算出補正式

施工パッケージ型積算方式の概要 標準単価から積算単価への補正式

施工パッケージ型積算方式で用いる、標準単価(P)から積算単価(P')への補正式は以下の通り。

$$\begin{aligned}
 \ll \text{補正式} \gg \quad P' = P \times & \left\{ \left(\frac{K1r}{100} \times \frac{K1t}{K1t} + \dots + \frac{K3r}{100} \times \frac{K3t}{K3t} \right) \times \frac{Kr}{K1r + \dots + K3r} \right. \\
 & + \left(\frac{R1r}{100} \times \frac{R1t}{R1t} + \dots + \frac{R4r}{100} \times \frac{R4t}{R4t} \right) \times \frac{Rr}{R1r + \dots + R4r} \\
 & + \left(\frac{Z1r}{100} \times \frac{Z1t}{Z1t} + \dots + \frac{Z4r}{100} \times \frac{Z4t}{Z4t} \right) \times \frac{Zr}{Z1r + \dots + Z4r} \\
 & \left. + \frac{100 - Kr - Rr - Zr - Sr}{100} \right\} \times \frac{Sr}{100} \times \frac{St}{St}
 \end{aligned}$$

材料:4規格 (Z1t~Z4t)
機械:3機種 (K1r~K3r)
労務:4職種 (R1r~R4r)
市場単価:1規格 (S)

- P' : 積算単価(積算地区、積算年月)
- P : 標準単価(東京17区、基準年月)
- Kr : 標準単価における全機械(K1~K3他)の構成比合計
- K1r~K3r : 標準単価における代表機械規格K1~3の構成比
- K1t~K3t : 代表機械規格K1~3の単価(東京17区、基準年月)
- K1t'~K3t' : 代表機械規格K1~3の単価(積算地区、積算年月)
- Rr : 標準単価における全労務(R1~R4他)の構成比合計
- R1r~R4r : 標準単価における代表労務規格R1~4の構成比
- R1t~R4t : 代表労務規格R1~4の単価(東京17区、基準年月)
- R1t'~R4t' : 代表労務規格R1~4の単価(積算地区、積算年月)
- Zr : 標準単価における全材料(Z1~Z4他)の構成比合計
- Z1r~Z4r : 標準単価における代表材料規格Z1~4の構成比
- Z1t~Z4t : 代表材料規格Z1~4の単価(東京17区、基準年月)
- Z1t'~Z4t' : 代表材料規格Z1~4の単価(積算地区、積算年月)
- Sr : 標準単価における市場単価Sの構成比
- St : 市場単価Sの所与条件における単価(東京17区、基準年月)
- St' : 市場単価Sの所与条件における単価(積算地区、積算年月)

施工パッケージ名称	裏込砕石工
条件区分	クラッシュラン C-40

積算地区 : 宮城県(2021.04)

標準単価 P

積算単価 P' : [円/m³]

	名称・規格	構成比 (%)	基準単価	使用単価
			東京(2020.04)	宮城県(2021.04)
K		4.76		
K1	バックホウ(クロー型)[標準型・排出ガス対策型(第2次基準値)] 山積0.8m ³ (平積0.6m ³) 資料(長期割引)	4.74		
K2				
K3				
R		65.89		
R1	普通作業員	32.22		
R2	特殊作業員	14.49		
R3	運転手(特殊)	10.96		
R4	土木一般世話役	7.83		
Z		29.35		
Z1	クラッシュラン C-40	24.81		
Z2	軽油 1.2号 パトロール給油	4.52		
Z3				
Z4				
S				
S1				

○積算単価 P' の算出補正式

施工パッケージ型積算方式の概要 標準単価から積算単価への補正式

施工パッケージ型積算方式で用いる、標準単価(P)から積算単価(P')への補正式は以下の通り。

$$\begin{aligned}
 \ll \text{補正式} \gg \quad P' = P \times & \left\{ \left(\frac{K1r}{100} \times \frac{K1t}{K1t} + \dots + \frac{K3r}{100} \times \frac{K3t}{K3t} \right) \times \frac{Kr}{K1r + \dots + K3r} \right. \\
 & + \left(\frac{R1r}{100} \times \frac{R1t}{R1t} + \dots + \frac{R4r}{100} \times \frac{R4t}{R4t} \right) \times \frac{Rr}{R1r + \dots + R4r} \\
 & + \left(\frac{Z1r}{100} \times \frac{Z1t}{Z1t} + \dots + \frac{Z4r}{100} \times \frac{Z4t}{Z4t} \right) \times \frac{Zr}{Z1r + \dots + Z4r} \\
 & \left. + \frac{100 - Kr - Rr - Zr - Sr}{100} \right\} \times \frac{Sr}{100} \times \frac{St'}{St}
 \end{aligned}$$

材料:4規格 (Z1t~Z4t)
機械:3機種 (K1r~K3r)
労務:4職種 (R1r~R4r)
市場単価:1規格 (S)

- P': 積算単価(積算地区、積算年月)
- P: 標準単価(東京17区、基準年月)
- Kr: 標準単価における全機械(K1~K3他)の構成比合計
- K1r~K3r: 標準単価における代表機械規格K1~3の構成比
- K1t~K3t: 代表機械規格K1~3の単価(東京17区、基準年月)
- K1t'~K3t': 代表機械規格K1~3の単価(積算地区、積算年月)
- Rr: 標準単価における全労務(R1~R4他)の構成比合計
- R1r~R4r: 標準単価における代表労務規格R1~4の構成比
- R1t~R4t: 代表労務規格R1~4の単価(東京17区、基準年月)
- R1t'~R4t': 代表労務規格R1~4の単価(積算地区、積算年月)
- Zr: 標準単価における全材料(Z1~Z4他)の構成比合計
- Z1r~Z4r: 標準単価における代表材料規格Z1~4の構成比
- Z1t~Z4t: 代表材料規格Z1~4の単価(東京17区、基準年月)
- Z1t'~Z4t': 代表材料規格Z1~4の単価(積算地区、積算年月)
- Sr: 標準単価における市場単価Sの構成比
- St: 市場単価Sの所与条件における単価(東京17区、基準年月)
- St': 市場単価Sの所与条件における単価(積算地区、積算年月)

施工パッケージ名称	コンクリート工
条件区分	小型構造物、一般養生、打設高さ約17m以下・水平距離約17m以下

積算地区 : 宮城県(2021.04)

標準単価 P

積算単価 P' : [円/m³]

	名称・規格	構成比 (%)	標準単価	
			東京(2020.04)	宮城県(2021.04)
K		6.78		
K1	ラフテレーンクレーン[油圧伸縮ジブ型・排出ガス対策型(第1次基準値)] 16t吊 賃料(長期割引)	6.52		
K2				
K3				
R		43.84		
R1	普通作業員	26.83		
R2	特殊作業員	7.79		
R3	土木一般世話役	7.04		
R4				
Z		49.38		
Z1	生コンクリート 18-8-40	49.38		
Z2				
Z3				
Z4				
S				
S1				

○積算単価 P' の算出補正式

施工パッケージ型積算方式の概要 標準単価から積算単価への補正式

施工パッケージ型積算方式で用いる、標準単価(P)から積算単価(P')への補正式は以下の通り。

$$\begin{aligned}
 \ll \text{補正式} \gg \quad P' = P \times & \left\{ \frac{K1r}{100} \times \frac{K1t}{K1t} + \dots + \frac{K3r}{100} \times \frac{K3t}{K3t} \right\} \times \frac{Kr}{K1r + \dots + K3r} && \text{機械: 3機種} \\
 & + \left\{ \frac{R1r}{100} \times \frac{R1t}{R1t} + \dots + \frac{R4r}{100} \times \frac{R4t}{R4t} \right\} \times \frac{Rr}{R1r + \dots + R4r} && \text{労務: 4職種} \\
 & + \left\{ \frac{Z1r}{100} \times \frac{Z1t}{Z1t} + \dots + \frac{Z4r}{100} \times \frac{Z4t}{Z4t} \right\} \times \frac{Zr}{Z1r + \dots + Z4r} + \frac{Sr}{100} \times \frac{St}{St} && \text{材料: 4規格} \\
 & + \frac{100 - Kr - Rr - Zr - Sr}{100} && \text{市場単価: 1規格}
 \end{aligned}$$

- P': 積算単価(積算地区、積算年月)
- P: 標準単価(東京17区、基準年月)
- Kr: 標準単価における全機械(K1~K3,他)の構成比合計
- K1r~K3r: 標準単価における代表機械規格K1~3の構成比
- K1t~K3t: 代表機械規格K1~3の単価(東京17区、基準年月)
- K1t'~K3t': 代表機械規格K1~3の単価(積算地区、積算年月)
- Rr: 標準単価における全労務(R1~R4,他)の構成比合計
- R1r~R4r: 標準単価における代表労務規格R1~4の構成比
- R1t~R4t: 代表労務規格R1~4の単価(東京17区、基準年月)
- R1t'~R4t': 代表労務規格R1~4の単価(積算地区、積算年月)
- Zr: 標準単価における全材料(Z1~Z4,他)の構成比合計
- Z1r~Z4r: 標準単価における代表材料規格Z1~4の構成比
- Z1t~Z4t: 代表材料規格Z1~4の単価(東京17区、基準年月)
- Z1t'~Z4t': 代表材料規格Z1~4の単価(積算地区、積算年月)
- Sr: 標準単価における市場単価Sの構成比
- St: 市場単価Sの所与条件における単価(東京17区、基準年月)
- St': 市場単価Sの所与条件における単価(積算地区、積算年月)

もたれ式擁壁計算書

2021 年 11 月

KGC RWALL

目 次

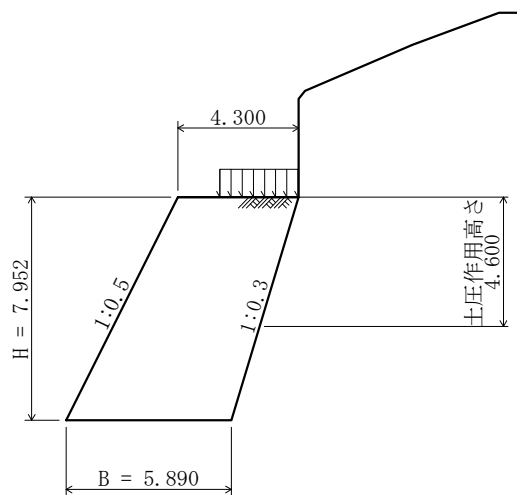
設計概説	1
§ 1 設計条件	3
§ 2 一般形状寸法図	4
§ 3 計算結果	5
§ 4 設計荷重	7
§ 5 安定計算	12

設計概説

本擁壁は以下の方法で設計を行った。基本的な考えは『道路土工 擁壁工指針』に準拠した。

(1) 設計断面

- 1) 擁壁形式 もたれ式擁壁
- 2) 基礎形式 直接基礎
- 3) 擁壁寸法 擁壁高さ $H = 7.952$ (m)
底版幅 $B = 5.890$ (m)
勾配 $1 : 0.500$



[設計方針・方法]

[計算結果]

(2) 荷重の組合せ

以下の組合せについて設計を行った。

- | | |
|-----|-------------------------------|
| 常時 | 自重+載荷重+土圧 |
| 地震時 | 自重+載荷重+地震の影響 (自重による慣性力、地震時土圧) |

(3) 設計荷重

設計は、以下の荷重を考慮して行った。

1) 自重

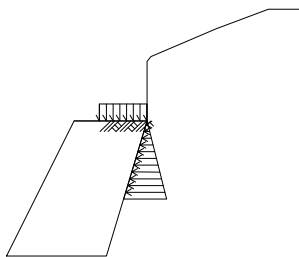
躯体を自重として考慮した。

$$\text{自重} : W_c = 931.85 \text{ (kN)}$$

2) 土圧

計算は、試行くさび法により行った。また、土圧は下図のように三角形分布するものとして計算を行った。

$$\begin{aligned} \text{内部摩擦角} : \phi &= 25.00^\circ \\ \text{単位体積重量} : \gamma_s &= 17.00 \text{ (kN/m}^3\text{)} \end{aligned}$$

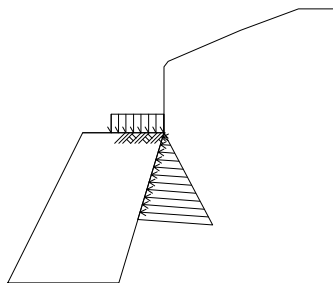


$$\begin{aligned} \text{土圧作用高さ} : h &= 4.600 \text{ (m)} \\ \text{土圧} : P_a &= 248.75 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

3) 地震の影響

地震の影響として、躯体の自重に起因する慣性力を考慮した。また、土圧についても土塊に対して水平方向に慣性力を作用させ、地震時土圧を求めた。

設計水平震度： $K_h = 0.16$



慣性力： $H = 149.10 \text{ (kN)}$

土圧： $P_a = 390.92 \text{ (kN)}$

(4) 安定計算

擁壁全体の安定に対して、以下の検討を行った。

1) 転倒

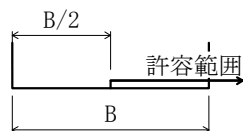
基礎底板位置での合力の作用位置による検討を行った。

※ ここで、安定条件として合力の作用位置の許容範囲は、下図の通り合力の作用位置が山側に位置している場合は、条件を満足しているものとした。

常時： $d = 3.485 > 2.945$

地震時： $d = 2.117 \geq 1.963$

(単位：m)



2) 滑動

滑動安全率による検討を行った。

摩擦係数： 0.700

常時： $F_s = 2.88 \geq 1.50$

地震時： $F_s = 1.29 \geq 1.20$

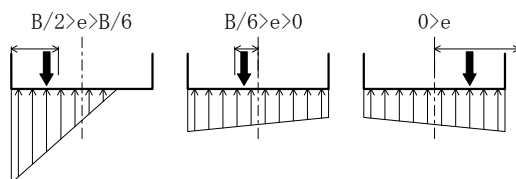
3) 支持力

支持力の検討は、擁壁底面に作用する最大地盤反力において照査を行った。

常時： $q = 242.50$ 以上の支持力が必要です。

地震時： $q = 311.61$ 以上の支持力が必要です。

(単位： kN/m^2)



§1 設計条件

1.1 設計条件

- | | | |
|-------------------|--------------|--|
| (1) 擁壁形式 | | もたれ式擁壁 |
| (2) 基礎形式 | | 直接基礎 |
| (3) 擁壁高さ | | $H = 7.952 \text{ (m)}$ |
| (4) 土 圧 | | 試行くさび法による土圧 |
| (5) 地表面載荷重 上載荷重 | | $q = 33.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ |
| (6) 設計水平震度 | | $K_h = c_z \cdot k_{h0} = 0.16$ |
| | 地域別補正係数 | $c_z = 1.00$ |
| | 設計水平震度の標準値 | |
| | レベル2地震動 I種地盤 | $k_{h0} = 0.16$ |
| (7) 単位体積重量 コンクリート | | $\gamma_c = 23.00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ |

1.2 土質条件

- | | | |
|---------------|------------------|---|
| (1) 擁壁背面の裏込め土 | | |
| | せん断抵抗角 | $\phi = 25.00 \text{ (}^\circ\text{)}$ |
| | 単位体積重量 | $\gamma_s = 17.00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ |
| (2) 支持地盤 | | |
| | 擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数 | $\mu = 0.700$ |
| | ” の粘着力 | $C = 0.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ |
| | 許容地盤反力度 | $q_a = 242.50 \text{ (kN/m}^2\text{)} \text{ 以上必要}$ |

1.3 安定条件

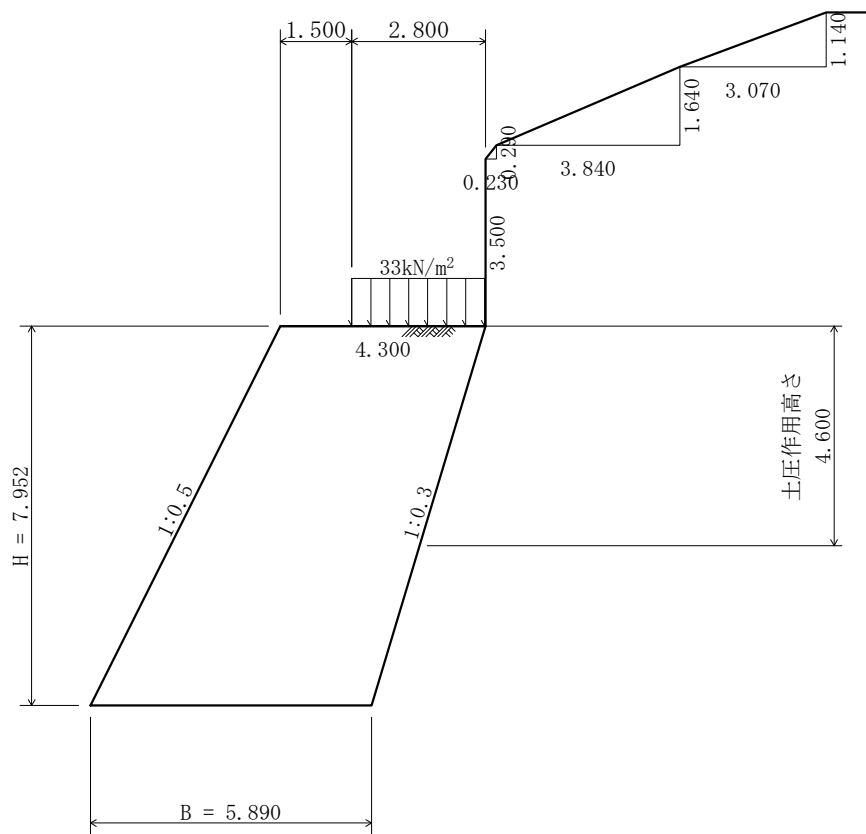
- | | | |
|--------------|---------|--------------------------------|
| (1) 滑動に対する検討 | 滑動安全率 | $F_s \geq 1.50 \text{ (1.20)}$ |
| (2) 転倒に対する検討 | 合力の作用位置 | $d > 1/2 B \text{ (1/3)}$ |
- ※ ()は地震時

1.4 参考文献

- 一、道路土工 擁壁工指針 (平成24年度版) (社)日本道路協会

§ 2 一般形状寸法図

2.1 一般図



§3 計算結果

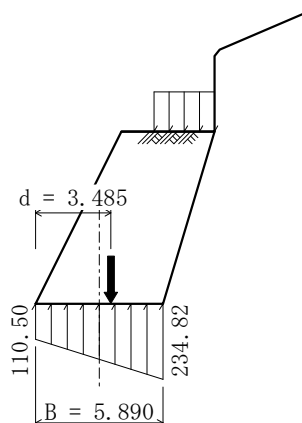
3.1 安定計算結果

安定計算は、滑動・転倒・支持の安定に対して検討を行った。

3.1.1 常 時

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 Fs	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)		判定
				110.50	234.82	
1024.12	248.75	3.485	2.88			0. K.
許 容 値		2.945	1.50			

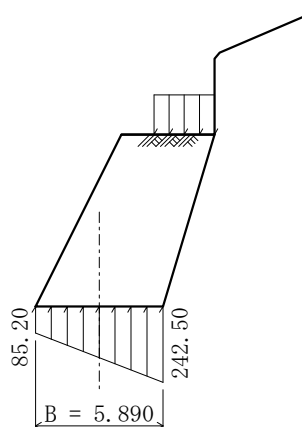
《地盤反力図》



主働土圧状態が生起しない場合

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)		判定
		85.20	242.50	
1024.25	0.00			0. K.
許 容 値				

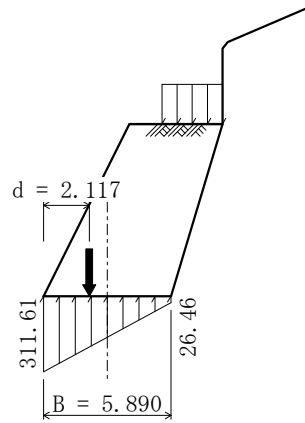
《地盤反力図》



3.1.2 地震時

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 F_s	地盤反力度 (kN/m ²)		判定
				q_1	q_2	
995.62	538.97	2.117	1.29	311.61	26.46	0. K.
許 容 値		1.963	1.20			

《地盤反力図》



§4 設計荷重

擁壁に作用する荷重は、以下の荷重を考える。

- ・自重
- ・載荷重
- ・土圧
- ・地震の影響（自重による慣性力、地震時土圧）

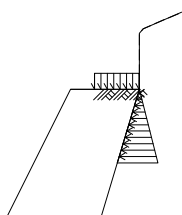
4.1 荷重の組合せ

以下の組合せについて設計を行う。

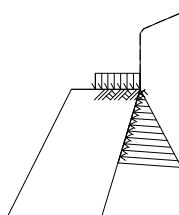
常時	自重+載荷重+土圧
地震時	自重+載荷重+地震の影響

4.1.1 荷重の組合せ一覧

1) 常時

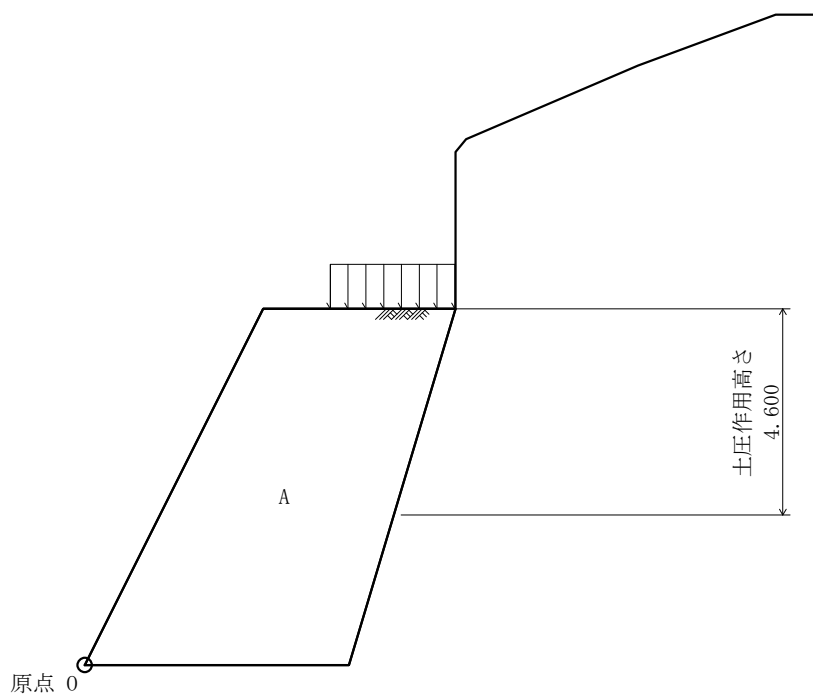


2) 地震時



4.2 荷重の計算

擁壁に作用する荷重と、つま先を原点0とする作用位置の計算を行う。
荷重の計算は、擁壁の延長 1.000 m あたりで行う。



4.2.1 自重

1) 躯体(A)

記号	幅 (m)	高さ (m)	面積 A (m ²)	重心位置		断面一次モーメント	
				x (m)	y (m)	A・x (m ³)	A・y (m ³)
	8.276	7.952	65.811	4.138	3.976	272.3259	261.6645
a	-1/2 × 3.976	7.952	-15.809	1.325	5.301	-20.9469	-83.8035
b	-1/2 × 2.386	7.952	-9.487	7.481	2.651	-70.9722	-25.1500
合計			40.515			180.4068	152.7110

体積

$$V_0 = \Sigma A \cdot L = 40.515 \times 1.000 = 40.515 \text{ (m}^3\text{)}$$

荷重

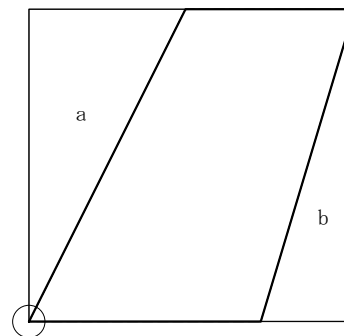
$$V = V_0 \cdot \gamma_c = 40.515 \times 23.00 = 931.85 \text{ (kN)}$$

$$H = V \cdot K_h = 931.85 \times 0.16 = 149.10 \text{ (kN)}$$

作用位置

$$x = \frac{\Sigma A \cdot x}{\Sigma A} = \frac{180.4068}{40.515} = 4.453 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{\Sigma A \cdot y}{\Sigma A} = \frac{152.7110}{40.515} = 3.769 \text{ (m)}$$



4.2.2 載荷重

地表面載荷重のうち擁壁上に載荷するものを鉛直荷重として考慮する。

(1) 死荷重(常時、地震時)

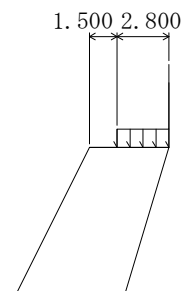
1) 上載荷重

荷重

$$V = q \cdot b \cdot L = 33.00 \times 2.800 \times 1.000 = 92.40 \text{ (kN)}$$

作用位置

$$x = 6.876 \text{ (m)}$$



4.2.3 土圧

土圧の計算は、試行くさび法により行う。また、土圧は三角形分布するものとする。

主働土圧合力

常 時

$$Pa = \frac{W \cdot \sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \delta - \alpha)}$$

地 震 時

$$We = \frac{W}{\cos \theta}$$

$$Pa = \frac{We \cdot \sin(\omega - \phi + \theta)}{\cos(\omega - \phi - \delta - \alpha)}$$

主働土圧係数

$$Ka = \frac{2 \cdot Pa}{\gamma_s \cdot h^2}$$

鉛直荷重・水平荷重

$$V = Pa \cdot \sin(\delta + \alpha) \cdot L$$

$$H = Pa \cdot \cos(\delta + \alpha) \cdot L$$

ここに、

Pa : 主働土圧合力 (kN/m)

W : 土くさびの重量 (kN/m)

We : 土くさびの重量とそれに起因する慣性力との合力 (kN/m)

ω : すべり角 (°)

ϕ : 裏込め土のせん断抵抗角 $\phi = 25.00$ (°)

δ : 壁面摩擦角 (°)

α : 土圧作用面と鉛直面のなす角 $\alpha = -16.70$ (°)

θ : 地震時合成角 $\theta = \tan^{-1} kh = \tan^{-1} 0.16 = 9.09$ (°)

Ka : 主働土圧係数

γ_s : 裏込め土の単位体積重量 $\gamma_s = 17.00$ (kN/m³)

h : 土圧の作用高さ (m)

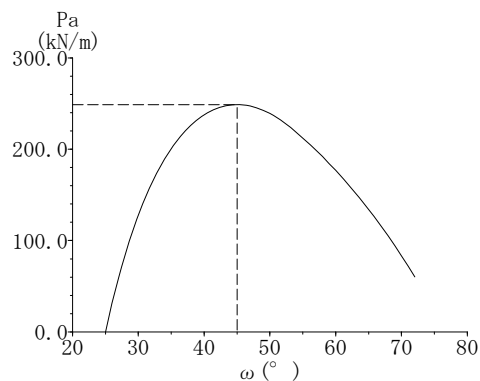
V, H : 鉛直荷重, 水平荷重 (kN)

L : 擁壁の奥行き (計算幅) $L = 1.000$ (m)

(1) 常 時

1) 擁壁全体(土圧が作用しない高さを考慮)

- h = 4.600 (m)
- α = -16.70 (°)
- W = 683.31 (kN/m)
- ω = 45.00 (°)
- δ = 16.67 (°)
- φ = 25.00 (°)

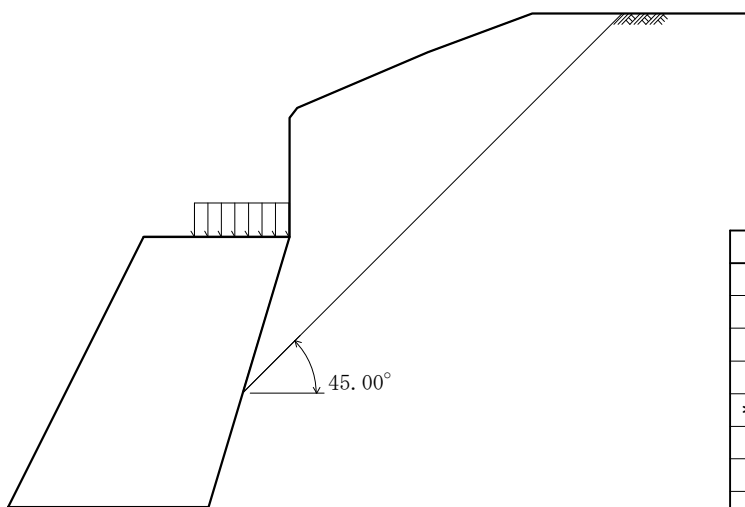


最大主働土圧合力

$$Pa = \frac{683.31 \times \sin(45.00 - 25.00)}{\cos(45.00 - 25.00 - 16.67 + 16.70)} = 248.75 \text{ (kN/m)}$$

主働土圧係数

$$Ka = \frac{2 \times 248.75}{17.00 \times 4.600^2} = 1.383$$



ω	Pa	W
49.00	242.564	544.68
48.00	245.266	577.68
47.00	247.210	611.74
46.00	248.379	646.92
* 45.00	248.751	683.31
44.00	248.301	720.99
43.00	246.999	760.06
42.00	244.812	800.62
41.00	241.699	842.78

鉛直荷重

$$V = 248.75 \times \sin(16.67 - 16.70) \times 1.000 = -0.13 \text{ (kN)}$$

水平荷重

$$H = 248.75 \times \cos(16.67 - 16.70) \times 1.000 = 248.75 \text{ (kN)}$$

作用位置

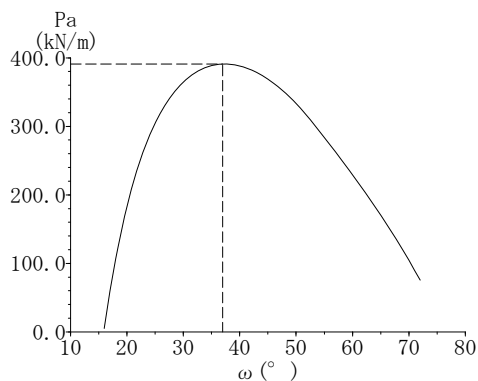
$$x = 7.356 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{4.600}{3} + 3.352 = 4.885 \text{ (m)}$$

(2) 地震時

1) 擁壁全体(土圧が作用しない高さを考慮)

- h = 4.600 (m)
- α = -16.70 (°)
- W = 1030.15 (kN/m)
- ω = 37.00 (°)
- δ = 12.50 (°)
- φ = 25.00 (°)
- θ = 9.09 (°)



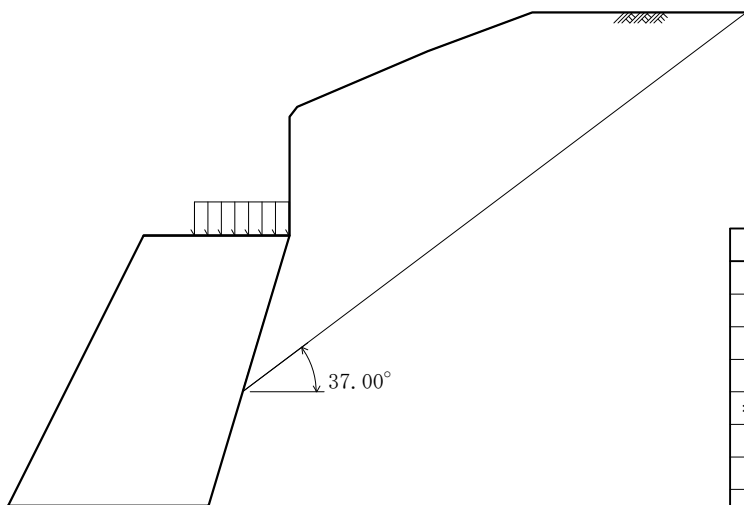
最大主働土圧合力

$$We = \frac{1030.15}{\cos 9.09} = 1043.25 \text{ (kN/m)}$$

$$Pa = \frac{1043.25 \times \sin(37.00 - 25.00 + 9.09)}{\cos(37.00 - 25.00 - 12.50 + 16.70)} = 390.92 \text{ (kN/m)}$$

主働土圧係数

$$Ka = \frac{2 \times 390.92}{17.00 \times 4.600^2} = 2.173$$



ω	Pa	W
41.00	385.637	842.78
40.00	388.103	886.67
39.00	389.828	932.42
38.00	390.779	980.20
* 37.00	390.919	1030.15
36.00	390.205	1082.47
35.00	388.585	1137.37
34.00	386.003	1195.08
33.00	382.392	1255.85

鉛直荷重

$$V = 390.92 \times \sin(12.50 - 16.70) \times 1.000 = -28.63 \text{ (kN)}$$

水平荷重

$$H = 390.92 \times \cos(12.50 - 16.70) \times 1.000 = 389.87 \text{ (kN)}$$

作用位置

$$x = 7.356 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{4.600}{3} + 3.352 = 4.885 \text{ (m)}$$

§5 安定計算

算出した荷重を集計して、以下の安定の検討を行う。

- ・ 滑動に対する検討
- ・ 転倒に対する検討
- ・ 支持に対する検討

5.1 計算方法

1) 転倒に対する検討

つま先から合力の作用点までの距離および、合力の作用点の底版中央からの偏心距離は次式により求める。

$$d = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V}$$

$$e = \frac{B}{2} - d$$

ここに、

- d : つま先から合力の作用点までの距離 (m)
- e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離 (m)
- ΣV : 底版下面における全鉛直荷重 (kN)
- ΣMr : つま先まわりの抵抗モーメント (kN・m)
- ΣMo : つま先まわりの転倒モーメント (kN・m)
- B : 擁壁の底版幅 B = 5.890 (m)

転倒に対する安定条件として、合力の作用点までの距離 d は次式を満足するものとする。

$$\text{常 時 } d > \frac{1}{2} B \quad \text{地 震 時 } d \geq \frac{1}{3} B$$

2) 滑動に対する検討

滑動に対する安全率は次式により照査を行う。

$$F_s = \frac{\text{滑動に対する抵抗力}}{\text{滑動力}} = \frac{\Sigma V \cdot \mu + C \cdot Be \cdot L}{\Sigma H} \geq F_{sa}$$

ここに、

- Fs : 滑動安全率
- Fsa : 滑動安全率の許容値

常 時	Fsa = 1.50
地 震 時	Fsa = 1.20
- ΣV : 底版下面における全鉛直荷重 (kN)
- ΣH : 水平荷重 (kN)
- μ : 擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数

$\mu = 0.700$

- C : 擁壁底面と基礎地盤の間の付着力 C = 0.0 (kN/m²)
- B : 擁壁の底版幅 B = 5.890 (m)
- e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離 (m)
- Be : 有効載荷幅 Be = B - 2・e (m)
ただし、有効載荷幅は底版幅を超えないものとする
- L : 擁壁の奥行き(計算幅) L = 1.000 (m)

3) 支持に対する検討

地盤反力度は次式により求める。

$B / 6 \geq e \geq 0$ のとき

$$\left. \begin{matrix} q_1 \\ q_2 \end{matrix} \right\} = \frac{\Sigma V}{B \cdot L} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$e > B / 6$ のとき

$$q_1 = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3 \cdot d \cdot L}$$

ここに、

q_1, q_2 : 地盤反力度 (kN/m²)

ΣV : 鉛直荷重 (kN)

B : 擁壁の底版幅 $B = 5.890$ (m)

L : 擁壁の奥行き (計算幅) $L = 1.000$ (m)

e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離 (m)

d : つま先から合力の作用点までの距離 (m)

$e < 0$ のとき

擁壁底面の鉛直地盤反力度は、底面地盤と背面地盤に支持された構造体として、擁壁本体を剛体と仮定し、底面の地盤バネと背面の地盤バネを考慮した弾性バネ上のはりモデル「地盤バネモデルによる計算法」に基づく「簡便法」を用いて求める。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3} \right)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta, \quad Q_H = \Sigma H + Q_t \cdot \cos \theta$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L}, \quad q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L}$$

ここに、

l : 擁壁壁面長 (m)

θ : 擁壁壁面傾斜角 $\theta = 16.70$ (°)

ΣM : 擁壁底面つま先回りのモーメント (kN・m)

Q_v : 擁壁底面に発生する鉛直地盤反力 (kN)

Q_H : 擁壁底面に発生する水平地盤反力 (kN)

Q_t : 擁壁背面に発生する壁面地盤反力 (kN) $d \leq \kappa_d \cdot B$ の時は $Q_t = 0$ とする

q_1 : 擁壁底面の前方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m²)

q_2 : 擁壁底面の後方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m²)

κ_1 : 壁面地盤反力度が発生する区間長 l_2 と擁壁壁面長 l との比 ($\kappa_1 = l_2 / l$)

κ_d : つま先からの鉛直地盤反力の作用位置 d_1 と擁壁底面幅 B との比 ($\kappa_d = d_1 / B$)

κ_1 、 κ_d は下表による。

荷重状態	自重みの場合	荷重の組合せに土圧や地震時慣性力などを考慮する場合		
背面勾配	—	1:0.3	1:0.4	1:0.5
κ_1	1.00	0.50	0.60	0.70
κ_d	0.58	0.56		

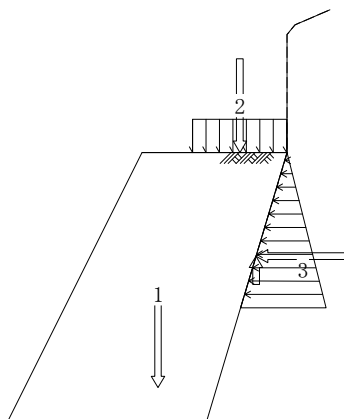
背面勾配 1:0.3 より、荷重の組合せに土圧や地震時慣性力などを考慮する場合は $\kappa_1 = 0.50$ を用いる。

5.2 計算結果

5.2.1 常 時

No	荷 重 名	荷 重		作用位置		モーメント	
		鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)	Mr=V・x (kN・m)	Mo=H・y (kN・m)
1	自重	931.85		4.453	3.769	4149.53	
2	載荷重	92.40		6.876	7.952	635.34	
3	土圧	-0.13	248.75	7.356	4.885	-0.96	1215.14
合 計 Σ		1024.12	248.75			4783.91	1215.14
自重のみの合計 Σ		1024.25	0.00			4784.87	0.00

《荷重作用図》



1) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V} = \frac{4783.91 - 1215.14}{1024.12} = 3.485 \text{ (m)}$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{5.890}{2} - 3.485 = -0.540 \text{ (m)}$$

$$d = 3.485 \text{ (m)} > 1/2 B = 2.945 \text{ (m)}$$

よって、合力位置は安定条件を満足している。

2) 滑動に対する安定

$$Be = B - 2 \cdot e = 5.890 - 2 \times -0.540 = 6.970 \text{ (m)} > B = 5.890 \text{ より } Be = 5.890 \text{ (m)}$$

$$F_s = \frac{\Sigma V \cdot \mu + c \cdot Be \cdot L}{\Sigma H} = \frac{1024.12 \times 0.700 + 0.0 \times 5.890 \times 1.000}{248.75}$$

$$= 2.88 \geq F_{sa} = 1.50$$

よって、滑動安全率は安定条件を満足している。

3) 支持に対する安定

最大地盤反力度

$e = -0.540 < 0.000$ (m) より、「簡便法」にて計算を行った。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)}$$

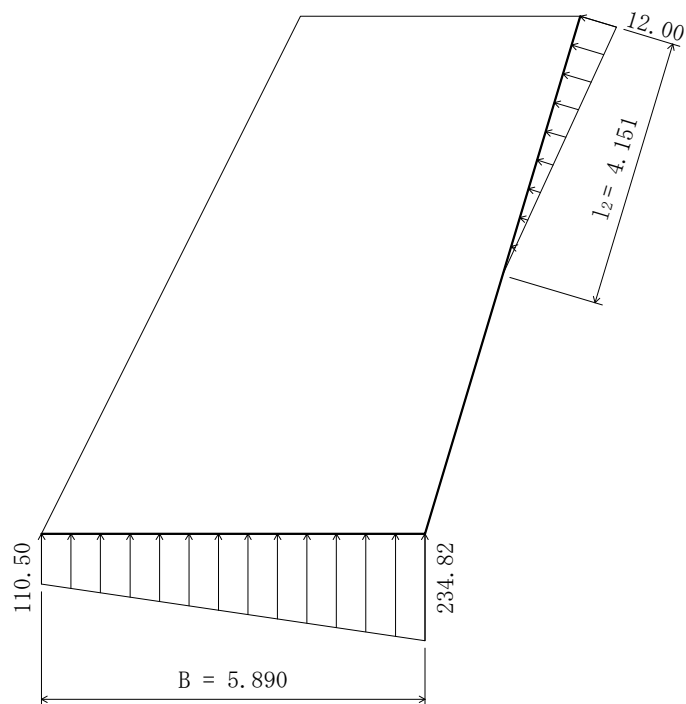
$$= \frac{3568.77 - 0.56 \times 5.890 \times 1024.12}{5.890 \times \sin 16.70 \times (1 - 0.56) + 8.302 \times \left(1 - \frac{0.50}{3}\right)} = 24.90 \text{ (kN)}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot l} = \frac{2 \times 24.90}{0.50 \times 8.302} = 12.00 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 1024.12 - 24.90 \times \sin 16.70 = 1016.97 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 1016.97 \times (2 - 3 \times 0.56)}{5.890 \times 1.000} = 110.50 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 1016.97 \times (3 \times 0.56 - 1)}{5.890 \times 1.000} = 234.82 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



よって、上記の値以上の支持力が必要である。

4) 主働土圧が作用しない状態の照査

主働土圧が作用しない状態の支持の検討を行う。

最大地盤反力度

「簡便法」にて計算を行った。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)}$$

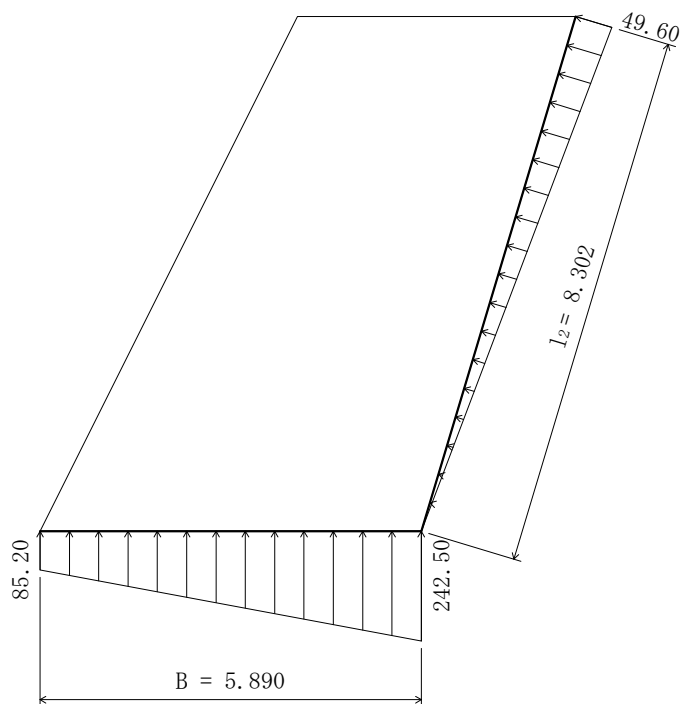
$$= \frac{4784.87 - 0.58 \times 5.890 \times 1024.25}{5.890 \times \sin 16.70 \times (1 - 0.58) + 8.302 \times \left(1 - \frac{1.00}{3}\right)} = 205.88 \text{ (kN)}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot l} = \frac{2 \times 205.88}{1.00 \times 8.302} = 49.60 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 1024.25 - 205.88 \times \sin 16.70 = 965.09 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 965.09 \times (2 - 3 \times 0.58)}{5.890 \times 1.000} = 85.20 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 965.09 \times (3 \times 0.58 - 1)}{5.890 \times 1.000} = 242.50 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

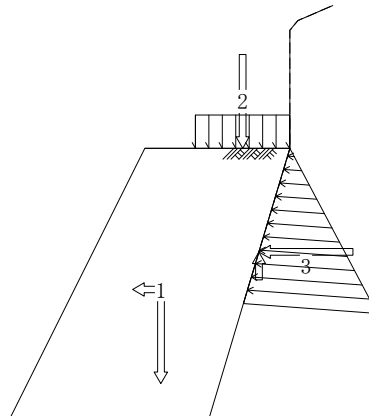


よって、上記の値以上の支持力が必要である。

5.2.2 地震時

No	荷 重 名	荷 重		作用位置		モーメント	
		鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)	Mr=V・x (kN・m)	Mo=H・y (kN・m)
1	自重	931.85	149.10	4.453	3.769	4149.53	561.96
2	載荷重	92.40		6.876	7.952	635.34	
3	土圧	-28.63	389.87	7.356	4.885	-210.60	1904.51
合 計 Σ		995.62	538.97			4574.27	2466.47

《荷重作用図》



1) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V} = \frac{4574.27 - 2466.47}{995.62} = 2.117 \text{ (m)}$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{5.890}{2} - 2.117 = 0.828 \text{ (m)}$$

$$d = 2.117 \text{ (m)} \geq 1/3 B = 1.963 \text{ (m)}$$

よって、合力位置は安定条件を満足している。

2) 滑動に対する安定

$$Be = B - 2 \cdot e = 5.890 - 2 \times 0.828 = 4.234 \text{ (m)}$$

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu + c \cdot Be \cdot L}{\sum H} = \frac{995.62 \times 0.700 + 0.0 \times 4.234 \times 1.000}{538.97}$$

$$= 1.29 \geq F_{sa} = 1.20$$

よって、滑動安全率は安定条件を満足している。

3) 支持に対する安定

最大地盤反力度

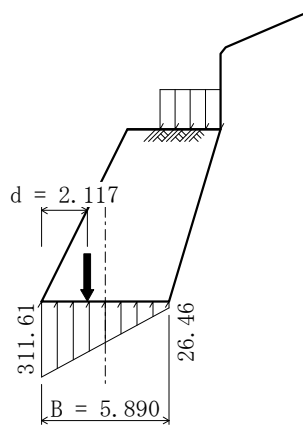
$$|e| = 0.828 \leq \frac{B}{6} = 0.982 \text{ (m) より}$$

$$q_1 = \frac{\Sigma V}{B \cdot L} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right) = \frac{995.62}{5.890 \times 1.000} \times \left(1 \pm \frac{6 \times 0.828}{5.890} \right)$$

$$= \begin{cases} 311.61 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ 26.46 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{cases}$$

よって、上記の値以上の支持力が必要である。

《地盤反力図》



8.7 大型ブロック積擁壁設計計算

8.7.1 概要

二次選定の対象となった「大型ブロック積擁壁」について、8.7.2 に概算工事費を、8.7.3 に構造計算を示す。

8.7.2 概算工事費

M1ウォール工法					概算直接工事費 (参考) FBタイプ-W3			地区
								宮城県-仙台
壁高(基礎含まず)H=	7.952	表面パネルSL=	8.50	天端コンH=	0.353	表面勾配/斜率	0.50	1.118
パネル段数	17	背面パネルSL=	8.50	計画延長L=	10.0	背面勾配/斜率	0.50	1.118
パネル直高	0.447	最下段控寸法=	5.30	基礎コン幅B=	5.50	防護柵天端幅		
表面パネル全高H=	7.599	平均控寸法=	5.30	基礎コン高H=	0.2	防護柵高		
裏込除高(基礎含)H=	0.000	基礎砕石 有:1,無:0	0					
名称	規格	単位	数量	単価	金額			
パネル組立擁壁工	表面パネル	S2005	枚	85			積り	
		S1505	枚	0			積り	
		S1005	枚	0			積り	
	背面パネル	WM2050	枚	85			積り	表面パネル枚数*1枚
		つなぎ材D6	本	425			積り	表面パネル枚数*5本
		透水防砂材2*660*L	m	179			積り	表面パネル枚数*2.1m
	鉄筋	フラットバー1000	Kg	456			設物価	パネル1枚当りの重量:5.36*85
		連結鉄筋 D13	Kg	8			設物価	パネル1枚当りの重量:1.69*5
		Vアンカー筋 D13	Kg	7			設物価	パネル1枚当りの重量:1.48*5
		差筋 D13	Kg	3			設物価	パネル1枚当りの重量:0.60*5
		D10アンカー筋	Kg	107			設物価	パネル1枚当りの重量:1.258*85
	くさび	個	714			積り	パネル1枚当りの個数:8.4*85	
	加工、組立・設置工	直線部	m2	85			価表1-1	
	胴込めコンクリート工	18-8-40	m3	398.5			価表2-1	(平均控寸法*表面パネルH-表面PSL*0.05)*L
裏込め砕石工	クラッシュラン	m3	26.2			価表3	0.3*(裏込め設置高SL-控除SL)*L	
計								
基礎工	基礎コンクリート工	18-8-40	m3	11.0			価表4	基礎コン幅B*基礎コン厚(200mm)*L
	基礎型枠工		m2	4.0			価表5	基礎コン厚(200mm)*2*L
	基礎砕石工	クラッシュラン	m2	0.0			価表6	基礎砕石幅B*L
計								
天端工	天端工	18-8-40	m3	18.7			価表7-1	天端コンH*(控寸法)*L
	天端足場工		m	10.0			価表7-3	
	天端鉄筋	D13	Kg				設物価	
	天端鉄筋工		Kg				場単価	
計								
合 計							(延長10.0m当り)	
							/m (m当り)	

(パネルの加工、組立・設置)

単価表 1-1	パネル組立・設置工(直線部)100m ² 当たり単価表					宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	1.92			
特殊作業員		人	1.92			
普通作業員		人	3.85			
型枠工		人	1.92			
ラフテレーンクレーン運転	油圧伸縮ジブ型4.9t吊	日	0.96			長期割引20%
諸雑費率		%	20			労務費計x20%
計						
1m ² 当たり						

(パネルの加工、組立・設置)

単価表 1-2	パネル組立・設置工(調整部)100m ² 当たり単価表					宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	5.26			
特殊作業員		人	5.26			
普通作業員		人	10.53			
型枠工		人	5.26			
ラフテレーンクレーン運転	油圧伸縮ジブ型4.9t吊	日	2.63			長期割引20%
諸雑費率		%	15			労務費計x15%
計						
1m ² 当たり						

(擁壁エコンクリート打設)

単価表 2-1		胴込めコンクリート工10m ³ 当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	0.15			
特殊作業員		人	0.23			
普通作業員		人	0.53			
コンクリート	18-8-40	m ³	10.4			10*1.04
コンクリートポンプ車運転	ブーム式90~110m ³ /h	日	0.12			
諸雑費率		%	2			(労務費計+機械損料)x2%
計						
1m ³ 当たり						

(擁壁エコンクリート打設)

単価表 2-2		胴込めコンクリート工10m ³ 当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	0.15			
特殊作業員		人	0.23			
普通作業員		人	0.53			
コンクリート	24-8-40	m ³	10.4			10*1.04
コンクリートポンプ車運転	ブーム式90~110m ³ /h	日	0.12			単価表11
諸雑費率		%	2			労務費計x2%
計						
1m ³ 当たり						

(裏込砕石工)

単価表 3		裏込砕石工10m ³ 当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	0.18			
特殊作業員		人	0.34			
普通作業員		人	0.87			
砕石	クラッシュラン	m ³	12			10*1.2
バックホウ運転	排出ガス対策型・クローラー型山積0.8m	日	0.26			単価表12
諸雑費率		%	0.7			労務費計x0.7%
計						
1m ³ 当たり						

(無筋・鉄筋構造物、人力打設、)

単価表 4		基礎コンクリート工10m ³ 当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	0.57			
特殊作業員		人	0.79			
普通作業員		人	1.25			
コンクリート	18-8-40	m ³	10.4			10*1.04
諸雑費率		%	7			労務費計x7%
計						
1m ³ 当たり						

(均し基礎コンクリート型枠)

単価表 5		基礎型枠工10m ² 当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	0.1			
型枠工		人	1.0			
普通作業員		人	0.4			
諸雑費率		%	18			労務費計x18%
計						
1m ² 当たり						

(基礎砕石工)

単価表 6		基礎砕石工100m ² 当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	0.39			
特殊作業員		人	0.71			
普通作業員		人	1.87			
砕石	クラッシュラン	m ³	24			100*0.20*1.2
バックホウ運転	排出ガス対策型・クローラー型山積0.8m ³	日	0.65			単価表13
諸雑費率		%	0.7			労務費計x0.7%
計						
1m ² 当たり						

(現場打天端コンクリート打設工・クレーン車打設)

単価表 7-1		天端コンクリート工10m ³ 当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	1.4			
特殊作業員		人	1.9			
型枠工		人	2.6			
普通作業員		人	4.8			
コンクリート	18-8-40	m ³	10.6			10*1.06
ラフテレーンクレーン運転	油圧伸縮ジブ型25t吊	日	0.5			長期割引20%
諸雑費率		%	10			労務費計x10%
計						
1m ³ 当たり						

(現場打天端コンクリート打設工・クレーン車打設)

単価表 7-2		天端コンクリート工10m ³ 当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	1.4			
特殊作業員		人	1.9			
型枠工		人	2.6			
普通作業員		人	4.8			
コンクリート	24-8-40	m ³	10.6			10*1.06
ラフテレーンクレーン運転	油圧伸縮ジブ型25t吊	日	0.5			長期割引20%
諸雑費率		%	10			労務費計x10%
計						
1m ³ 当たり						

(足場設置及び撤去)

単価表 7-3		天端コンクリート足場工10m当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	0.1			
とび工		人	0.4			
普通作業員		人	0.4			
諸雑費率		%	27			労務費計x27%
計						
1m当たり						

(小型構造物、クレーン車打設、)

単価表 8		防護柵基礎・小口止めコンクリート工10m ³ 当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	0.90			
特殊作業員		人	1.02			
普通作業員		人	3.25			
コンクリート	18-8-40	m ³	10.6			10*1.06
ラフテレーンクレーン運転	油圧伸縮ジブ型16t吊	日	0.56			長期割引20%
諸雑費率		%	4			労務費計x4%
計						
1m ³ 当たり						

(小型構造物)

単価表 9		防護柵基礎・小口止めコンクリート型枠工100m ² 当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	3.5			
型枠工		人	13.5			
普通作業員		人	11.1			
諸雑費率		%	15			労務費計x15%
計						
1m ² 当たり						

(単管傾斜足場)

単価表 10		小口止めコンクリート足場工100掛m ³ 当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	1.4			
とび工		人	3.8			
普通作業員		人	2.9			
ラフテレーンクレーン運転	油圧伸縮ジブ型25t吊	日	0.7			長期割引20%
諸雑費率		%	24			労務費計x24%
計						
1m ³ 当たり						

単価表 11		コンクリートポンプ車運転単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
運転手(特殊)		人	1.00			
燃料費		L	77			軽油
コンクリートポンプ車	ブーム式90~110m ³ /h	日	1.02			
諸雑費率		式	1			
計						
1日当たり						

単価表 12		バックホウ運転単価表(裏込砕石工)				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
運転手(特殊)		人	0.90			
燃料費		L	65			軽油
バックホウ	排出ガス対策型・クローラー型山積0.8m ³	日	1.00			
諸雑費率		式	1			
計						
1日当たり						

単価表 13		バックホウ運転単価表(基礎砕石工)				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
運転手(特殊)		人	0.58			
燃料費		L	41			軽油
バックホウ	排出ガス対策型・クローラー型山積0.8m ³	日	0.79			
諸雑費率		式	1			
計						
1日当たり						

単価表 14		胴込コンクリート型枠工100m ² 当たり単価表				宮城県-仙台
名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
土木一般世話役		人	3.10			
型枠工		人	15.70			軽油
普通作業員		人	10.00			
諸雑費率		%	23			
計						
1m ² 当たり						

迂回路TN 終点側 No. 86+4.0 M1構造計算書

2021 年 9 月

KGC BLOCK

目 次

設計概説	1
§1 設計条件	4
§2 一般形状寸法図	5
§3 計算結果	6
§4 設計荷重	16
§5 安定計算	27
§6 ブロック各段の部材断面設計	35

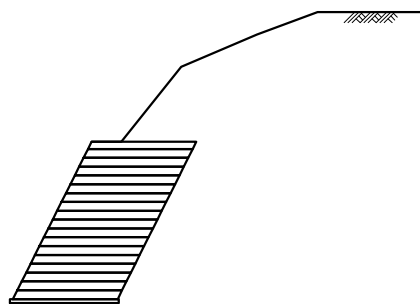
設計概説

本擁壁は、もたれ式擁壁に準じた構造の擁壁として、以下の方法で設計を行った。基本的な考えは『道路土工 擁壁工指針』に準拠した。

(1) 設計断面

- 1) 擁壁形式 大型ブロック積擁壁
- 2) 基礎形式 直接基礎
- 3) 擁壁寸法

擁壁高さ	H = 8.160 (m)
底版幅	B = 5.500 (m)
勾配	1 : 0.500



[設計方針・方法]

[計算結果]

(2) 荷重の組合せ

以下の組合せについて設計を行った。

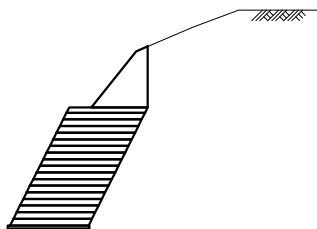
- | | |
|-----|---------------------------|
| 常時 | 自重+土圧 |
| 地震時 | 自重+地震の影響 (自重による慣性力、地震時土圧) |

(3) 設計荷重

設計は、以下の荷重を考慮して行った。

1) 自重

製品本体、基礎コンクリート、天端コンクリートおよび、製品上の土砂を自重として考慮した。

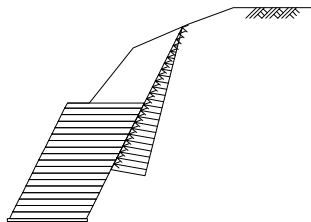


躯体 : $W_c = 995.63 \text{ (kN)}$
 裏込土 : $W_s = 149.36 \text{ (kN)}$

2) 土 圧

計算は、試行くさび法により行った。また、土圧は下図のように三角形分布するものとして計算を行った。

内部摩擦角： $\phi = 25.00(^{\circ})$
 単位体積重量： $\gamma_s = 17.00 (\text{kN/m}^3)$



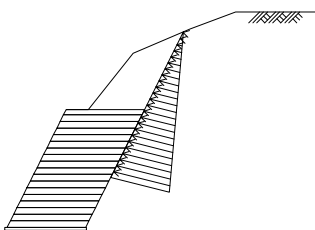
土圧作用高さ： $h = 4.600 (\text{m})$

土圧： $P_a = 201.94 (\text{kN})$

3) 地震の影響

地震の影響として、躯体の自重に起因する慣性力を考慮した。また、土圧についても土塊に対して水平方向に慣性力を作用させ、地震時土圧を求めた。

設計水平震度： $K_h = 0.16$



慣性力： $H = 183.23 (\text{kN})$

土圧： $P_a = 345.62 (\text{kN})$

(4) ブロック各段における安定計算

ブロック各段の安定に対して、以下の検討を行った。

1) 滑 動

ブロック最下段(1段目)において滑動安全率による検討を行った。

製品間の摩擦係数： 0.600

<17段目の結果>

常 時： $F_s = 3.27 \geq 1.50$

地 震 時： $F_s = 1.21 \geq 1.20$

2) 転 倒

ブロック最下段(1段目)において合力の作用位置による検討を行った。

<17段目の結果>

常 時： $d = 3.756 > 2.650$

地 震 時： $d = 1.836 \geq 1.767$

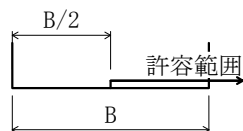
(5) 擁壁全体の安定計算

擁壁全体の安定に対して、以下の検討を行った。

1) 転 倒

基礎底版位置での合力の作用位置による検討を行った。

※ ここで、安定条件として合力の作用位置の許容範囲は、下図の通り合力の作用位置が山側に位置している場合は、条件を満足しているものとした。



常 時: $d = 3.844 > 2.750$

地震時: $d = 1.906 \geq 1.833$

(単位: m)

2) 滑 動

滑動安全率による検討を行った。

摩擦係数 : 0.700

常 時: $F_s = 3.91 \geq 1.50$

地震時: $F_s = 1.43 \geq 1.20$

3) 支 持 力

支持力の検討は、擁壁底面に作用する最大地盤反力において照査を行った。

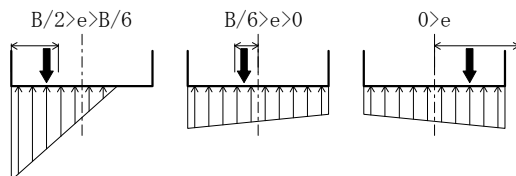
常 時: $q = 269.53$ 以上

の支持力が必要です。

地震時: $q = 370.52$ 以上

の支持力が必要です。

(単位: kN/m²)



(6) 壁体の断面計算

ブロック各段における検討を行った。

1) 壁体の断面計算結果

ブロック各段において、曲げ応力度及び、せん断応力度の検討を行った。

<15段目の結果>

常 時: $\sigma_c = 0.22 \leq 4.50$

$\tau = 0.06 \leq 0.33$

地震時: $\sigma_c = 0.35 \leq 6.75$

$\sigma_t = 0.00 \leq 0.35$

$\tau = 0.09 \leq 0.33$

<16段目の結果>

常 時: $\sigma_c = 0.24 \leq 4.50$

$\tau = 0.06 \leq 0.33$

地震時: $\sigma_c = 0.36 \leq 6.75$

$\tau = 0.10 \leq 0.33$

(単位: N/mm²)

§1 設計条件

1.1 設計条件

- | | | |
|------------|------------|--|
| (1) 擁壁形式 | | 大型ブロック積擁壁 |
| (2) 基礎形式 | | 直接基礎 |
| (3) 擁壁高さ | | H = 8.160 (m) |
| (4) 土 圧 | | 試行くさび法による土圧 |
| (5) 設計水平震度 | | $K_h = c_z \cdot k_{h0} = 0.16$ |
| | 地域別補正係数 | $c_z = 1.00$ |
| | 設計水平震度の標準値 | |
| | レベル2地震動 | I種地盤 |
| | | $k_{h0} = 0.16$ |
| (6) 単位体積重量 | コンクリート | $\gamma_c = 23.00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ |

1.2 土質条件

- | | | |
|---------------|------------------|---|
| (1) 擁壁背面の裏込め土 | | |
| | せん断抵抗角 | $\phi = 25.00 \text{ (}^\circ\text{)}$ |
| | 単位体積重量 | $\gamma_s = 17.00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ |
| (2) 支持地盤 | | |
| | 擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数 | $\mu = 0.700$ |
| | ” の粘着力 | $C = 0.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ |
| | 許容地盤反力度 | $q_a = 269.53 \text{ (kN/m}^2\text{)} \text{ 以上必要}$ |

1.3 安定条件

- | | | |
|--------------|---------|--------------------------------|
| (1) 滑動に対する検討 | 滑動安全率 | $F_s \geq 1.50 \text{ (1.20)}$ |
| (2) 転倒に対する検討 | 合力の作用位置 | $d > 1/2 B \text{ (1/3)}$ |
- ※ ()は地震時

1.4 材料強度及び許容応力度

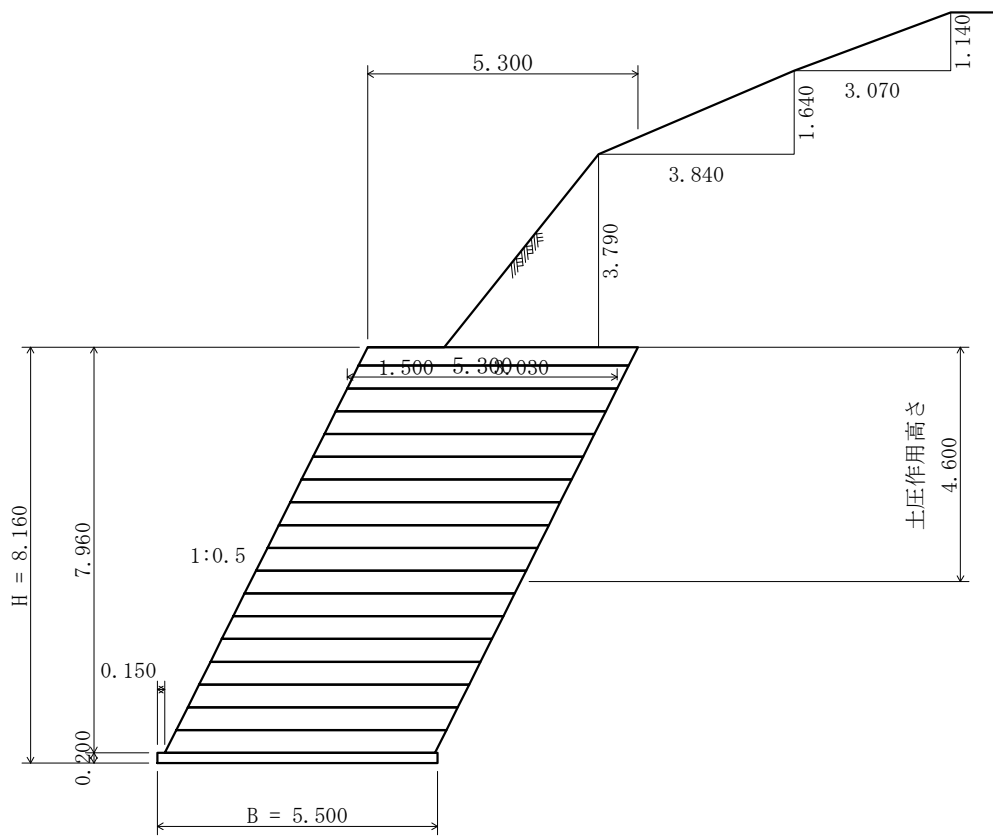
- | | (N/mm ²) | 常 時 | 地 震 時 |
|------------|----------------------|------|-------|
| (1) コンクリート | | | |
| 設計基準強度 | σ_{ck} | 18 | |
| 許容圧縮応力度 | σ_{ca} | 4.50 | 6.75 |
| 許容曲げ引張応力度 | σ_{ta} | 0.23 | 0.35 |
| 許容せん断応力度 | τ_a | 0.33 | 0.33 |

1.5 参考文献

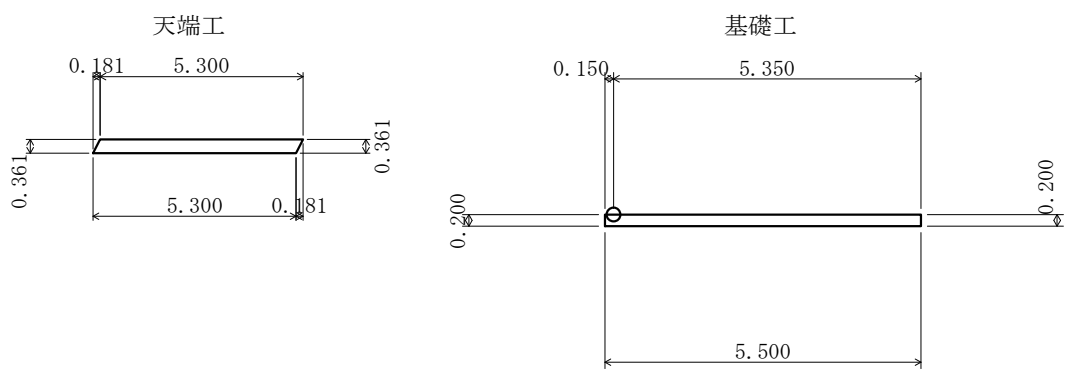
- 一、道路土工 擁壁工指針 (平成24年度版) (社)日本道路協会

§ 2 一般形状寸法図

2.1 一般図



2.2 詳細図



§3 計算結果

3.1 安定計算結果

安定計算は、滑動・転倒・支持の安定に対して検討を行った。

3.1.1 常 時

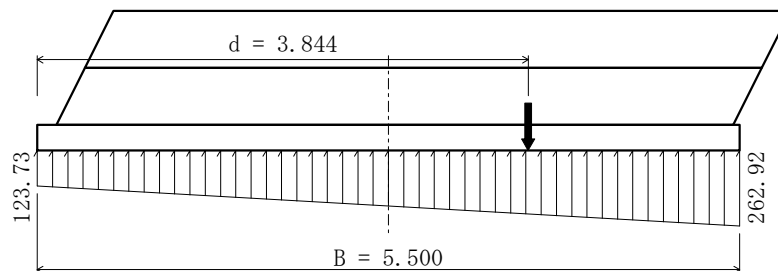
(1) ブロック各段の安定計算結果

	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	滑 動 1.50	合力位置 (m) 1/2 B	判定
17段目	1084.97	198.93	3.27	3.756 (2.650)	0. K.

(2) 全体の安定計算結果

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 F_s	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)		判定
1110.27	198.93	3.844	3.91	123.73	262.92	0. K.
許 容 値		2.750	1.50			

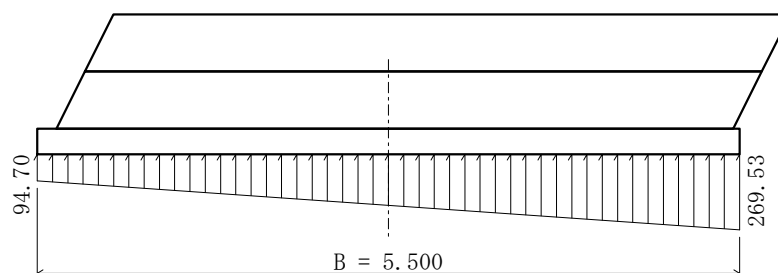
《地盤反力図》



主働土圧状態が生起しない場合

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)		判定
1144.99	0.00	94.70	269.53	0. K.
許 容 値				

《地盤反力図》



3.1.2 地震時

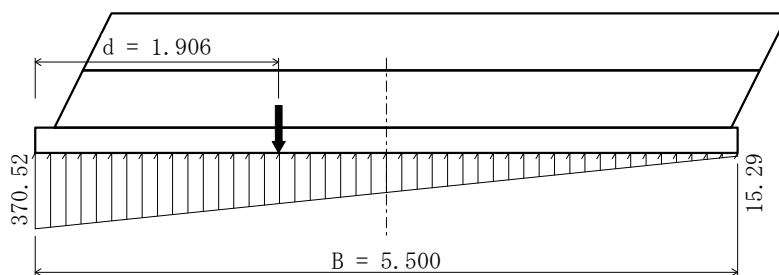
(1) ブロック各段の安定計算結果

	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	滑 動 1.20	合力位置 (m) 1/3 B	判定
17段目	1035.67	514.43	1.21	1.836 (1.767)	0. K.

(2) 全体の安定計算結果

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 F_s	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)		判定
1060.97	518.48	1.906	1.43	370.52	15.29	0. K.
許 容 値		1.833	1.20			

《地盤反力図》



3.2 断面計算結果

3.2.1 ブロック各段の断面計算

部 材	項 目		常 時	地 震 時
1段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-37.36×10^6	150.00×10^6
		軸 力 N (N)	222.36×10^3	216.14×10^3
		せん断力 S (N)	99.97×10^3	166.20×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.05	0.07
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
2段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-21.24×10^6	189.49×10^6
		軸 力 N (N)	268.81×10^3	265.76×10^3
		せん断力 S (N)	123.57×10^3	194.33×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.06	0.09
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
3段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-5.68×10^6	231.87×10^6
		軸 力 N (N)	315.69×10^3	315.04×10^3
		せん断力 S (N)	146.84×10^3	223.83×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.06	0.11
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
4段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	7.99×10^6	277.71×10^6
		軸 力 N (N)	363.01×10^3	363.97×10^3
		せん断力 S (N)	169.77×10^3	254.73×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.07	0.13
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
5段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	20.54×10^6	327.57×10^6
		軸 力 N (N)	410.75×10^3	412.56×10^3
		せん断力 S (N)	192.39×10^3	287.01×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.08	0.15
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
6段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	30.75×10^6	382.00×10^6
		軸 力 N (N)	458.92×10^3	460.80×10^3
		せん断力 S (N)	214.68×10^3	320.67×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.09	0.17
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
7段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	39.59×10^6	442.56×10^6
		軸 力 N (N)	507.54×10^3	508.69×10^3
		せん断力 S (N)	236.62×10^3	355.71×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.10	0.19
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.07
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
8段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	45.64×10^6	508.96×10^6
		軸 力 N (N)	556.57×10^3	556.24×10^3
		せん断力 S (N)	258.25×10^3	392.15×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.11	0.21
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.07
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
9段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	49.09×10^6	582.32×10^6
		軸 力 N (N)	606.05×10^3	603.44×10^3
		せん断力 S (N)	279.55×10^3	429.96×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.12	0.24
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	0.01
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.08
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
10段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	42.75×10^6	651.62×10^6
		軸 力 N (N)	657.68×10^3	654.24×10^3
		せん断力 S (N)	290.65×10^3	453.39×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.13	0.26
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	0.02
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.09
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
11段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	22.05×10^6	703.77×10^6
		軸 力 N (N)	711.32×10^3	708.73×10^3
		せん断力 S (N)	292.34×10^3	462.11×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.14	0.28
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	0.02
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.09
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
12段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-11.48×10^6	747.96×10^6
		軸 力 N (N)	765.54×10^3	763.22×10^3
		せん断力 S (N)	292.89×10^3	470.83×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.15	0.30
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	0.02
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.09
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
13段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-57.40×10^6	783.37×10^6
		軸 力 N (N)	820.03×10^3	817.71×10^3
		せん断力 S (N)	292.89×10^3	479.55×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.17	0.32
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	0.01
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.09
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
14段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-116.31×10^6	811.15×10^6
		軸 力 N (N)	874.52×10^3	872.20×10^3
		せん断力 S (N)	292.89×10^3	488.27×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.19	0.34
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	0.01
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.09
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
15段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-186.73×10^6	830.31×10^6
		軸 力 N (N)	929.01×10^3	926.69×10^3
		せん断力 S (N)	292.89×10^3	496.99×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.22	0.35
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.09
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
16段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-269.48×10^6	840.87×10^6
		軸 力 N (N)	983.50×10^3	981.18×10^3
		せん断力 S (N)	292.89×10^3	505.71×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.24	0.36
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.10
		τ_{ca}	0.33	0.33

§4 設計荷重

擁壁に作用する荷重は、以下の荷重を考える。

- ・自重
- ・土圧
- ・地震の影響（自重による慣性力、地震時土圧）

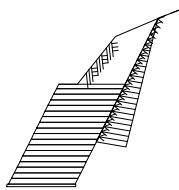
4.1 荷重の組合せ

以下の組合せについて設計を行う。

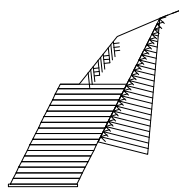
常時	自重＋土圧
地震時	自重＋地震の影響

4.1.1 荷重の組合せ一覧

1) 常時

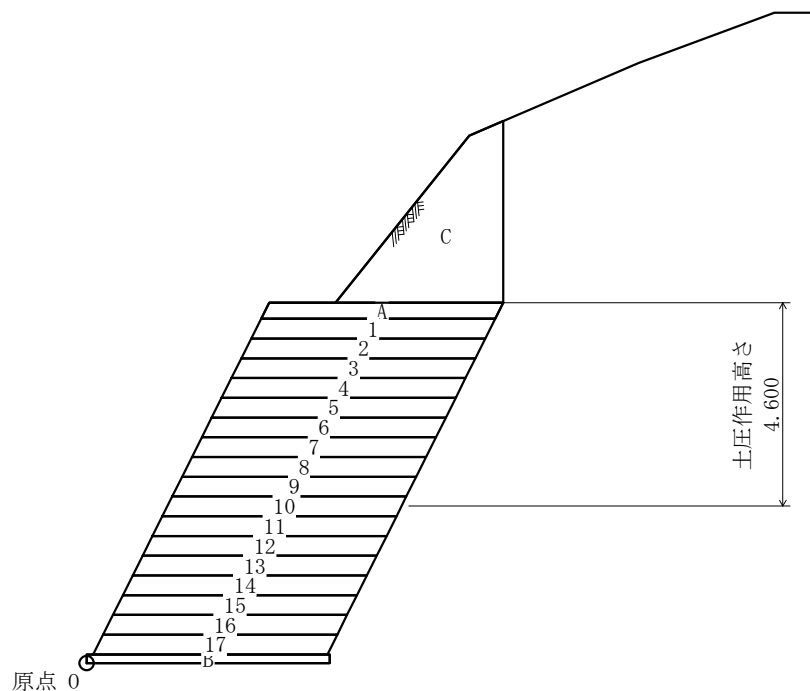


2) 地震時



4.2 荷重の計算

擁壁に作用する荷重と、つま先を原点0とする作用位置の計算を行う。
荷重の計算は、擁壁の延長 1.000 m あたりで行う。



4.2.1 自重

1) ブロック (1段目 ~ 17段目)

勾配 1 : 0.500
 高さ 0.447 (m)
 控え長 5.300 (m)

体積

$$V_o = 5.300 \times 0.447 \times 1.000 = 2.369 \text{ (m}^3\text{)}$$

作用位置

$$x = \frac{0.447}{2} \times 0.500 + \frac{5.300}{2} = 2.762 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{0.447}{2} = 0.224 \text{ (m)}$$

2) 天端コンクリート(A)

記号	幅 (m)	高さ (m)	面積 A (m ²)	重心位置		断面一次モーメント	
				x (m)	y (m)	A・x (m ³)	A・y (m ³)
	5.481	0.361	1.979	2.965	0.628	5.8677	1.2428
a	-1/2 × 0.181	0.361	-0.033	0.284	0.688	-0.0094	-0.0227
b	-1/2 × 0.181	0.361	-0.033	5.645	0.567	-0.1863	-0.0187
合計			1.913			5.6720	1.2014

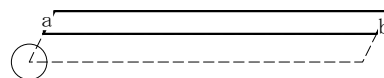
体積

$$V_o = \Sigma A \cdot L = 1.913 \times 1.000 = 1.913 \text{ (m}^3\text{)}$$

作用位置

$$x = \frac{\Sigma A \cdot x}{\Sigma A} = \frac{5.6720}{1.913} = 2.965 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{\Sigma A \cdot y}{\Sigma A} = \frac{1.2014}{1.913} = 0.628 \text{ (m)}$$



3) 基礎コンクリート(B)

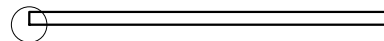
体積

$$V_o = b \cdot h \cdot L = 5.500 \times 0.200 \times 1.000 = 1.100 \text{ (m}^3\text{)}$$

作用位置

$$x = \frac{b}{2} = \frac{5.500}{2} = 2.750 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{h}{2} = \frac{0.200}{2} = 0.100 \text{ (m)}$$



4) 自重の集計

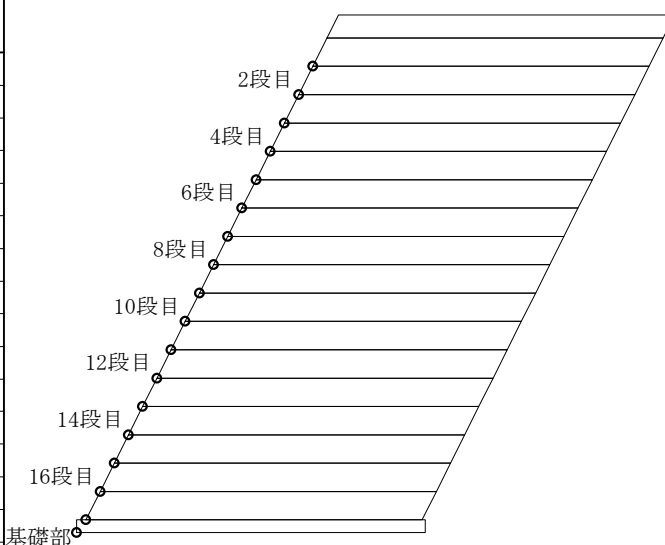
各段毎に自重の集計を行う。

		体積 Vo (m ³)	単位重量 γ (kN/m ³)	鉛直荷重 V (kN)	慣性力 H (kN)	重心位置	
						x _g (m)	y _g (m)
1段目	天端コンクリート	1.913	23.00	44.00		2.965	0.628
	ブロック	2.369	23.00	54.49		2.762	0.224
	合計 Σ			98.49	15.76	2.853	0.404
2段目～17段目	ブロック	2.369	23.00	54.49	8.72	2.762	0.224
基礎部	基礎コンクリート	1.100	23.00	25.30	4.05	2.750	0.100

5) 荷重の作用位置

以下に各段における基準点(x_N, y_N)を示す。

	番号 N	基準点	
		x _N (m)	y _N (m)
1段目	18	3.726	7.352
2段目	17	3.503	6.905
3段目	16	3.279	6.458
4段目	15	3.056	6.011
5段目	14	2.832	5.564
6段目	13	2.609	5.117
7段目	12	2.385	4.670
8段目	11	2.162	4.223
9段目	10	1.938	3.776
10段目	9	1.715	3.329
11段目	8	1.491	2.882
12段目	7	1.268	2.435
13段目	6	1.044	1.988
14段目	5	0.821	1.541
15段目	4	0.597	1.094
16段目	3	0.374	0.647
17段目	2	0.150	0.200
基礎部	1	0.000	0.000



「荷重の総括」で用いる荷重の作用位置は、算出した重心位置(x_g, y_g)と、上の基準点(x_N, y_N)を用いて、次式により算出する。

$$x = x_g + (x_k - x_m)$$

$$y = y_g + (y_k - y_m)$$

ここに、

- (x_k, y_k) : 荷重が属する段の基準点座標 (N=k)
- (x_m, y_m) : 荷重を集計する段の原点座標 (N=m)

基礎部の荷重集計(m=1)で用いる、17段目の自重(k=2)の作用位置は

$$x = 2.762 + (0.150 - 0.000) = 2.912 \text{ (m)}$$

$$y = 0.224 + (0.200 - 0.000) = 0.424 \text{ (m) となる。}$$

6) 天端部上の土砂(C)

記号	幅 (m)	高さ (m)	面積 A (m ²)	重心位置		断面一次モーメント	
				x (m)	y (m)	A・x (m ³)	A・y (m ³)
	3.800	4.119	15.652	3.804	2.868	59.5402	44.8899
a	-1/2 × 3.030	3.790	-5.742	2.914	3.335	-16.7322	-19.1496
b	-	3.030 × 0.329	-0.997	3.419	4.763	-3.4087	-4.7487
c	-1/2 × 0.770	0.329	-0.127	5.191	4.817	-0.6593	-0.6118
合計			8.786			38.7400	20.3798

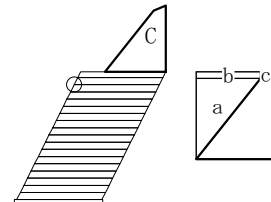
体積

$$V_0 = \Sigma A \cdot L = 8.786 \times 1.000 = 8.786 \text{ (m}^3\text{)}$$

荷重

$$V = V_0 \cdot \gamma = 8.786 \times 17.00 = 149.36 \text{ (kN)}$$

$$H = V \cdot Kh = 149.36 \times 0.16 = 23.90 \text{ (kN)}$$



作用位置

$$x = \frac{\Sigma A \cdot x}{\Sigma A} = \frac{38.7400}{8.786} = 4.409 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{\Sigma A \cdot y}{\Sigma A} = \frac{20.3798}{8.786} = 2.320 \text{ (m)}$$

4.2.2 土圧

土圧の計算は、試行くさび法により行う。また、土圧は三角形分布するものとする。

主働土圧合力

常 時

$$Pa = \frac{W \cdot \sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \delta - \alpha)}$$

地 震 時

$$We = \frac{W}{\cos \theta}$$

$$Pa = \frac{We \cdot \sin(\omega - \phi + \theta)}{\cos(\omega - \phi - \delta - \alpha)}$$

主働土圧係数

任意位置の土圧強度を求めるため、算出した土圧力 (Pa) が高さ (h) に三角形分布するものとして、主働土圧係数を逆算する。

$$Ka = \frac{2 \cdot Pa}{\gamma s \cdot h^2}$$

任意位置に作用する土圧強度および土圧合力

$$pa_i = Ka \cdot \gamma s \cdot h_i$$

$$Pa = \frac{(pa_1 + pa_2) \cdot (h_2 - h_1)}{2}$$

鉛直荷重・水平荷重

$$V = Pa \cdot \sin(\delta + \alpha) \cdot L$$

$$H = Pa \cdot \cos(\delta + \alpha) \cdot L$$

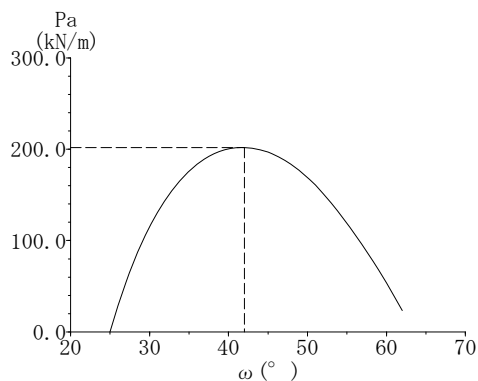
ここに、

- Pa : 主働土圧合力 (kN/m)
- W : 土くさびの重量 (kN/m)
- We : 土くさびの重量とそれに起因する慣性力との合力 (kN/m)
- ω : すべり角 (°)
- ϕ : 裏込め土のせん断抵抗角 $\phi = 25.00$ (°)
- δ : 壁面摩擦角 (°)
- α : 土圧作用面と鉛直面のなす角 $\alpha = -26.57$ (°)
- θ : 地震時合成角 $\theta = \tan^{-1} kh = \tan^{-1} 0.16 = 9.09$ (°)
- Ka : 主働土圧係数
- γs : 裏込め土の単位体積重量 $\gamma s = 17.00$ (kN/m³)
- h : 土圧の作用高さ (m)
- pa_i : 各高さにおける土圧強度 (kN/m²)
- h_i : 土圧強度算出位置からの地表面までの高さ (m)
- h₁, h₂ : 上, 下部位置 (m)
- pa₁, pa₂ : 上, 下部位置の土圧強度 (kN/m²)
- V, H : 鉛直荷重, 水平荷重 (kN)
- L : 擁壁の奥行き (計算幅) L = 1.000 (m)

(1) 常 時

1) 擁壁全体(土圧が作用しない高さを考慮)

- h = 9.837 (m)
- α = -26.57 (°)
- W = 624.19 (kN/m)
- ω = 41.80 (°)
- δ = 16.67 (°)
- φ = 25.00 (°)

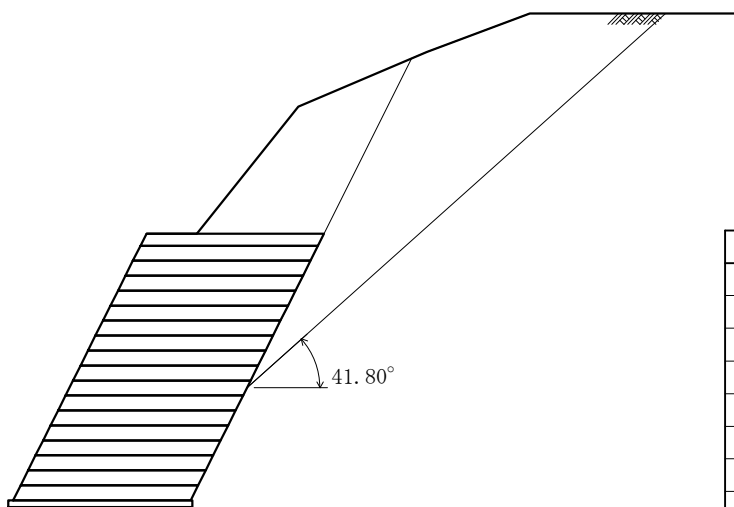


最大主働土圧合力

$$Pa = \frac{624.19 \times \sin(41.80 - 25.00)}{\cos(41.80 - 25.00 - 16.67 + 26.57)} = 201.94 \text{ (kN/m)}$$

主働土圧係数

$$Ka = \frac{2 \times 201.94}{17.00 \times 9.837^2} = 0.246$$



ω	Pa	W
46.00	193.032	462.19
45.00	196.707	498.58
44.00	199.425	536.26
43.00	201.170	575.33
42.00	201.917	615.89
* 41.80	201.944	624.19
41.00	201.636	658.05
40.00	200.294	701.94
39.00	197.850	747.70
38.00	194.252	795.47
37.00	189.444	845.42

2) 各高さにおける土圧合力と作用位置

作用位置

$$y_o = \frac{h_2 - h_1}{3} \cdot \frac{2 \cdot h_1 + h_2}{h_1 + h_2}$$

	高さ h ₁ , h ₂ (m)	作用高さ h ₂ - h ₁ (m)	土圧合力 Pa (kN/m)	作用位置 y _o (m)
17段目	0.000 9.837	9.837	201.94	3.279

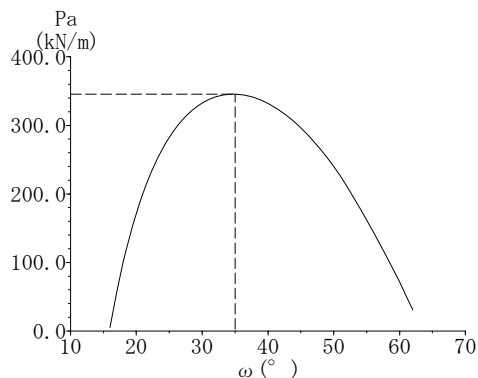
3) 各ブロックに作用する土圧の鉛直荷重・水平荷重

	土圧合力 Pa (kN/m)	摩擦角 δ (°)	傾斜角 α (°)	荷 重		作用位置	
				鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)
17段目	201.94	16.67	-26.57	-34.72	198.93	8.620	6.639
基礎部	201.94	16.67	-26.57	-34.72	198.93	8.770	6.839

(2) 地震時

1) 擁壁全体(土圧が作用しない高さを考慮)

- h = 9.837 (m)
- α = -26.57 (°)
- W = 963.96 (kN/m)
- ω = 34.80 (°)
- δ = 12.50 (°)
- φ = 25.00 (°)
- θ = 9.09 (°)



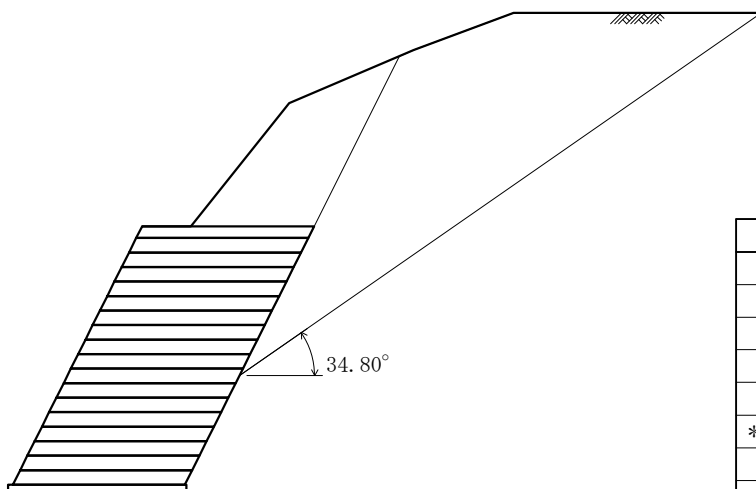
最大主働土圧合力

$$W_e = \frac{963.96}{\cos 9.09} = 976.22 \text{ (kN/m)}$$

$$P_a = \frac{976.22 \times \sin(34.80 - 25.00 + 9.09)}{\cos (34.80 - 25.00 - 12.50 + 26.57)} = 345.62 \text{ (kN/m)}$$

主働土圧係数

$$K_a = \frac{2 \times 345.62}{17.00 \times 9.837^2} = 0.420$$



ω	Pa	W
39.00	336.547	747.70
38.00	340.223	795.47
37.00	342.974	845.42
36.00	344.777	897.75
35.00	345.580	952.65
* 34.80	345.615	963.96
34.00	345.332	1010.35
33.00	343.985	1071.13
32.00	341.466	1135.26
31.00	337.692	1203.07
30.00	332.582	1274.95

2) 各高さにおける土圧合力と作用位置

作用位置

$$y_o = \frac{h_2 - h_1}{3} \cdot \frac{2 \cdot h_1 + h_2}{h_1 + h_2}$$

	高さ h ₁ , h ₂ (m)	作用高さ h ₂ - h ₁ (m)	土圧合力 Pa (kN/m)	作用位置 y _o (m)
17段目	0.000 9.837	9.837	345.62	3.279

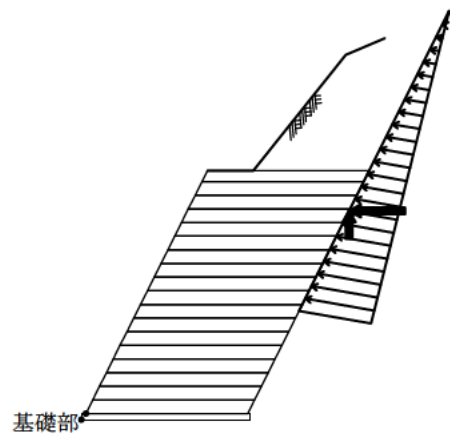
3) 各ブロックに作用する土圧の鉛直荷重・水平荷重

	土圧合力 Pa (kN/m)	摩擦角 δ (°)	傾斜角 α (°)	荷 重		作用位置	
				鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)
17段目	345.62	12.50	-26.57	-84.02	335.25	8.620	6.639
基礎部	345.62	12.50	-26.57	-84.02	335.25	8.770	6.839

4.3 荷重の総括

4.3.1 荷重の集計方法

ブロック各段前面下端を原点として荷重を集計する。



4.3.2 荷重の集計

算出された荷重を各荷重ケース毎、また、各段毎に集計する。

(1) 常 時

			荷 重		作用位置		モーメント	
			鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)	抵抗 V・x (kN・m)	転倒 H・y (kN・m)
17段目	自重	1段目	98.49		6.429	7.556	633.19	
		2段目	54.49		6.115	6.929	333.21	
		3段目	54.49		5.891	6.482	321.00	
		4段目	54.49		5.668	6.035	308.85	
		5段目	54.49		5.444	5.588	296.64	
		6段目	54.49		5.221	5.141	284.49	
		7段目	54.49		4.997	4.694	272.29	
		8段目	54.49		4.774	4.247	260.14	
		9段目	54.49		4.550	3.800	247.93	
		10段目	54.49		4.327	3.353	235.78	
		11段目	54.49		4.103	2.906	223.57	
		12段目	54.49		3.880	2.459	211.42	
		13段目	54.49		3.656	2.012	199.22	
		14段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		15段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
		16段目	54.49		2.986	0.671	162.71	
		17段目	54.49		2.762	0.224	150.50	
	製品上の土砂		149.36		7.985	9.472	1192.64	
	土圧		-34.72	198.93	8.620	6.639	-299.29	1320.70
合 計 Σ			1084.97	198.93			5396.21	1320.70
基礎部	自重	1段目	98.49		6.579	7.756	647.97	
		2段目	54.49		6.265	7.129	341.38	
		3段目	54.49		6.041	6.682	329.17	
		4段目	54.49		5.818	6.235	317.02	
		5段目	54.49		5.594	5.788	304.82	
		6段目	54.49		5.371	5.341	292.67	
		7段目	54.49		5.147	4.894	280.46	
		8段目	54.49		4.924	4.447	268.31	
		9段目	54.49		4.700	4.000	256.10	
		10段目	54.49		4.477	3.553	243.95	
		11段目	54.49		4.253	3.106	231.75	
		12段目	54.49		4.030	2.659	219.59	
		13段目	54.49		3.806	2.212	207.39	
		14段目	54.49		3.583	1.765	195.24	
		15段目	54.49		3.359	1.318	183.03	
		16段目	54.49		3.136	0.871	170.88	
		17段目	54.49		2.912	0.424	158.67	
	基礎部		25.30		2.750	0.100	69.58	
	製品上の土砂		149.36		8.135	9.672	1215.04	
	土圧		-34.72	198.93	8.770	6.839	-304.49	1360.48
合 計 Σ			1110.27	198.93			5628.53	1360.48
自重のみの合計 Σ			1144.99	0.00			5933.02	0.00

(2) 地震時

			荷 重		作用位置		モーメント			
			鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)	抵抗 V・x (kN・m)	転倒 H・y (kN・m)		
17段目	自重	1段目	98.49	15.76	6.429	7.556	633.19	119.08		
		2段目	54.49	8.72	6.115	6.929	333.21	60.42		
		3段目	54.49	8.72	5.891	6.482	321.00	56.52		
		4段目	54.49	8.72	5.668	6.035	308.85	52.63		
		5段目	54.49	8.72	5.444	5.588	296.64	48.73		
		6段目	54.49	8.72	5.221	5.141	284.49	44.83		
		7段目	54.49	8.72	4.997	4.694	272.29	40.93		
		8段目	54.49	8.72	4.774	4.247	260.14	37.03		
		9段目	54.49	8.72	4.550	3.800	247.93	33.14		
		10段目	54.49	8.72	4.327	3.353	235.78	29.24		
		11段目	54.49	8.72	4.103	2.906	223.57	25.34		
		12段目	54.49	8.72	3.880	2.459	211.42	21.44		
		13段目	54.49	8.72	3.656	2.012	199.22	17.54		
		14段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65		
		15段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75		
		16段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85		
		17段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95		
			製品上の土砂		149.36	23.90	7.985	9.472	1192.64	226.38
			土圧		-84.02	335.25	8.620	6.639	-724.25	2225.72
合 計 Σ			1035.67	514.43			4971.25	3070.17		
基礎部	自重	1段目	98.49	15.76	6.579	7.756	647.97	122.23		
		2段目	54.49	8.72	6.265	7.129	341.38	62.16		
		3段目	54.49	8.72	6.041	6.682	329.17	58.27		
		4段目	54.49	8.72	5.818	6.235	317.02	54.37		
		5段目	54.49	8.72	5.594	5.788	304.82	50.47		
		6段目	54.49	8.72	5.371	5.341	292.67	46.57		
		7段目	54.49	8.72	5.147	4.894	280.46	42.68		
		8段目	54.49	8.72	4.924	4.447	268.31	38.78		
		9段目	54.49	8.72	4.700	4.000	256.10	34.88		
		10段目	54.49	8.72	4.477	3.553	243.95	30.98		
		11段目	54.49	8.72	4.253	3.106	231.75	27.08		
		12段目	54.49	8.72	4.030	2.659	219.59	23.19		
		13段目	54.49	8.72	3.806	2.212	207.39	19.29		
		14段目	54.49	8.72	3.583	1.765	195.24	15.39		
		15段目	54.49	8.72	3.359	1.318	183.03	11.49		
		16段目	54.49	8.72	3.136	0.871	170.88	7.60		
		17段目	54.49	8.72	2.912	0.424	158.67	3.70		
			基礎部		25.30	4.05	2.750	0.100	69.58	0.41
			製品上の土砂		149.36	23.90	8.135	9.672	1215.04	231.16
	土圧		-84.02	335.25	8.770	6.839	-736.86	2292.77		
合 計 Σ			1060.97	518.48			5196.16	3173.47		

2) 滑動に対する検討

滑動に対する安全率は次式により照査を行う。

$$F_s = \frac{\text{滑動に対する抵抗力}}{\text{滑動力}} = \frac{\Sigma V \cdot \mu + C \cdot B_e \cdot L}{\Sigma H} \geq F_{sa}$$

ここに、

F_s : 滑動安全率

F_{sa} : 滑動安全率の許容値 常 時 $F_{sa} = 1.50$
地 震 時 $F_{sa} = 1.20$

ΣV : 底版下面における全鉛直荷重 (kN)

ΣH : 水平荷重 (kN)

μ : 擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数

$$\mu = 0.700$$

C : 擁壁底面と基礎地盤の間の付着力 $C = 0.0$ (kN/m²)

B : 擁壁の底版幅 $B = 5.500$ (m)

e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離 (m)

B_e : 有効載荷幅 $B_e = B - 2 \cdot e$ (m)

ただし、有効載荷幅は底版幅を超えないものとする

L : 擁壁の奥行き(計算幅) $L = 1.000$ (m)

3) 支持に対する検討

地盤反力度は次式により求める。

$B / 6 \geq e \geq 0$ のとき

$$\left. \begin{matrix} q_1 \\ q_2 \end{matrix} \right\} = \frac{\Sigma V}{B \cdot L} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$e > B / 6$ のとき

$$q_1 = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3 \cdot d \cdot L}$$

ここに、

- q_1, q_2 : 地盤反力度 (kN/m²)
- ΣV : 鉛直荷重 (kN)
- B : 擁壁の底版幅 $B = 5.500$ (m)
- L : 擁壁の奥行き (計算幅) $L = 1.000$ (m)
- e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離 (m)
- d : つま先から合力の作用点までの距離 (m)

$e < 0$ のとき

擁壁底面の鉛直地盤反力度は、底面地盤と背面地盤に支持された構造体として、擁壁本体を剛体と仮定し、底面の地盤バネと背面の地盤バネを考慮した弾性バネ上のはりモデル「地盤バネモデルによる計算法」に基づく「簡便法」を用いて求める。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3} \right)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta, \quad Q_h = \Sigma H + Q_t \cdot \cos \theta$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L}, \quad q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L}$$

ここに、

- l : 擁壁壁面長 (m)
- θ : 擁壁壁面傾斜角 $\theta = 26.57$ (°)
- ΣM : 擁壁底面つま先回りのモーメント (kN・m)
- Q_v : 擁壁底面に発生する鉛直地盤反力 (kN)
- Q_h : 擁壁底面に発生する水平地盤反力 (kN)
- Q_t : 擁壁背面に発生する壁面地盤反力 (kN) $d \leq \kappa_d \cdot B$ の時は $Q_t = 0$ とする
- q_1 : 擁壁底面の前方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m²)
- q_2 : 擁壁底面の後方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m²)
- κ_1 : 壁面地盤反力度が発生する区間長 l_2 と擁壁壁面長 l との比 ($\kappa_1 = l_2 / l$)
- κ_d : つま先からの鉛直地盤反力の作用位置 d_1 と擁壁底面幅 B との比 ($\kappa_d = d_1 / B$)
- κ_1, κ_d は下表による。

荷重状態	自重みの場合	荷重の組合せに土圧や地震時慣性力などを考慮する場合		
背面勾配	—	1:0.3	1:0.4	1:0.5
κ_1	1.00	0.50	0.60	0.70
κ_d	0.58	0.56		

背面勾配 1:0.5 より、荷重の組合せに土圧や地震時慣性力などを考慮する場合は $\kappa_1 = 0.70$ を用いる。

5.2 計算結果

5.2.1 常時

(1) ブロック各段の検討

1) 滑動の検討

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu}{\sum H} \geq F_{sa}$$

	摩擦係数 μ	鉛直荷重 V (kN)	水平荷重 H (kN)	安全率 Fs 1.50	判定
17段目	0.600	1084.97	198.93	3.27	O. K.

2) 転倒の検討

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V}$$

	モーメント		鉛直荷重 V (kN)	底版幅 B (m)	作用位置(許容値)		判定
	抵抗 Mr (kN・m)	転倒 Mo (kN・m)			d (m)	1/2 B (m)	
17段目	5396.21	1320.70	1084.97	5.300	3.756	2.650	O. K.

(2) 基礎部の検討

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\sum V = 1110.27 \quad (\text{kN})$$

$$\sum H = 198.93 \quad (\text{kN})$$

$$\sum Mr = 5628.53 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\sum Mo = 1360.48 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

1) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V} = \frac{5628.53 - 1360.48}{1110.27} = 3.844 \quad (\text{m})$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{5.500}{2} - 3.844 = -1.094 \quad (\text{m})$$

$$d = 3.844 \quad (\text{m}) > 1/2 B = 2.750 \quad (\text{m})$$

よって、合力位置は安定条件を満足している。

2) 滑動に対する安定

$$B_e = B - 2 \cdot e = 5.500 - 2 \times -1.094 = 7.688 \quad (\text{m}) > B = 5.500 \quad \text{より} \quad B_e = 5.500 \quad (\text{m})$$

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu + c \cdot B_e \cdot L}{\sum H} = \frac{1110.27 \times 0.700 + 0.0 \times 5.500 \times 1.000}{198.93}$$

$$= 3.91 \geq F_{sa} = 1.50$$

よって、滑動安全率は安定条件を満足している。

3) 支持に対する安定

最大地盤反力度

$e = -1.094 < 0.000$ (m) より、「簡便法」にて計算を行った。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)}$$

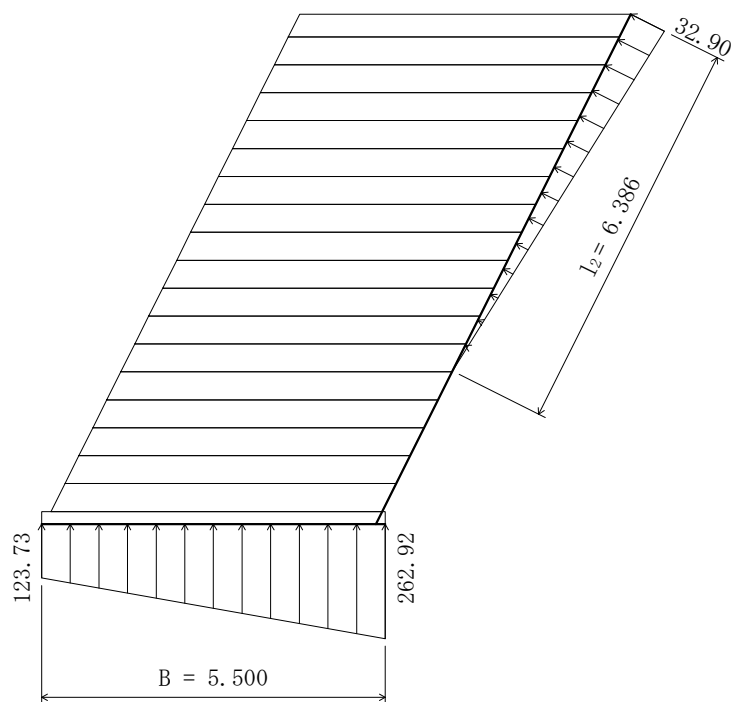
$$= \frac{4268.05 - 0.56 \times 5.500 \times 1110.27}{5.500 \times \sin 26.57 \times (1 - 0.56) + 9.123 \times \left(1 - \frac{0.70}{3}\right)} = 105.05 \text{ (kN)}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot l} = \frac{2 \times 105.05}{0.70 \times 9.123} = 32.90 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 1110.27 - 105.05 \times \sin 26.57 = 1063.29 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 1063.29 \times (2 - 3 \times 0.56)}{5.500 \times 1.000} = 123.73 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 1063.29 \times (3 \times 0.56 - 1)}{5.500 \times 1.000} = 262.92 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



よって、上記の値以上の支持力が必要である。

4) 主働土圧が作用しない状態の照査

主働土圧が作用しない状態の支持の検討を行う。

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\begin{aligned}\Sigma V &= 1144.99 && (\text{kN}) \\ \Sigma H &= 0.00 && (\text{kN}) \\ \Sigma Mr &= 5933.02 && (\text{kN} \cdot \text{m}) \\ \Sigma Mo &= 0.00 && (\text{kN} \cdot \text{m})\end{aligned}$$

最大地盤反力度

「簡便法」にて計算を行った。

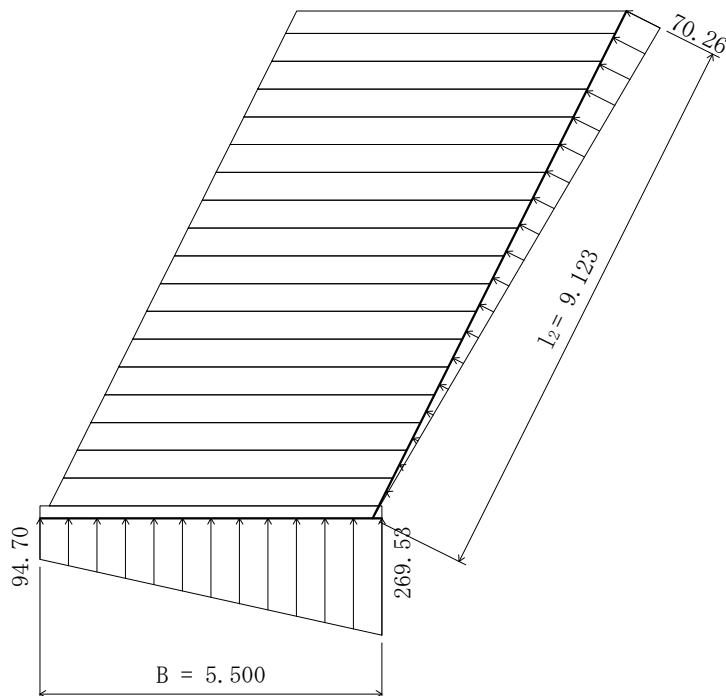
$$\begin{aligned}Q_t &= \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)} \\ &= \frac{5933.02 - 0.58 \times 5.500 \times 1144.99}{5.500 \times \sin 26.57 \times (1 - 0.58) + 9.123 \times \left(1 - \frac{1.00}{3}\right)} = 320.51 \text{ (kN)}\end{aligned}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot l} = \frac{2 \times 320.51}{1.00 \times 9.123} = 70.26 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 1144.99 - 320.51 \times \sin 26.57 = 1001.65 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 1001.65 \times (2 - 3 \times 0.58)}{5.500 \times 1.000} = 94.70 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 1001.65 \times (3 \times 0.58 - 1)}{5.500 \times 1.000} = 269.53 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



よって、上記の値以上の支持力が必要である。

5.2.2 地震時

(1) ブロック各段の検討

1) 滑動の検討

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu}{\sum H} \geq F_{sa}$$

	摩擦係数 μ	鉛直荷重 V (kN)	水平荷重 H (kN)	安全率 F _s 1.20	判定
17段目	0.600	1035.67	514.43	1.21	O.K.

2) 転倒の検討

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V}$$

	モーメント		鉛直荷重 V (kN)	底版幅 B (m)	作用位置(許容値)		判定
	抵抗 Mr (kN・m)	転倒 Mo (kN・m)			d (m)	1/3 B (m)	
17段目	4971.25	3070.17	1035.67	5.300	1.836	1.767	O.K.

(2) 基礎部の検討

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\sum V = 1060.97 \quad (\text{kN})$$

$$\sum H = 518.48 \quad (\text{kN})$$

$$\sum Mr = 5196.16 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\sum Mo = 3173.47 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

1) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V} = \frac{5196.16 - 3173.47}{1060.97} = 1.906 \quad (\text{m})$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{5.500}{2} - 1.906 = 0.844 \quad (\text{m})$$

$$d = 1.906 \quad (\text{m}) \geq 1/3 B = 1.833 \quad (\text{m})$$

よって、合力位置は安定条件を満足している。

2) 滑動に対する安定

$$B_e = B - 2 \cdot e = 5.500 - 2 \times 0.844 = 3.812 \quad (\text{m})$$

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu + c \cdot B_e \cdot L}{\sum H} = \frac{1060.97 \times 0.700 + 0.0 \times 3.812 \times 1.000}{518.48}$$

$$= 1.43 \geq F_{sa} = 1.20$$

よって、滑動安全率は安定条件を満足している。

3) 支持に対する安定

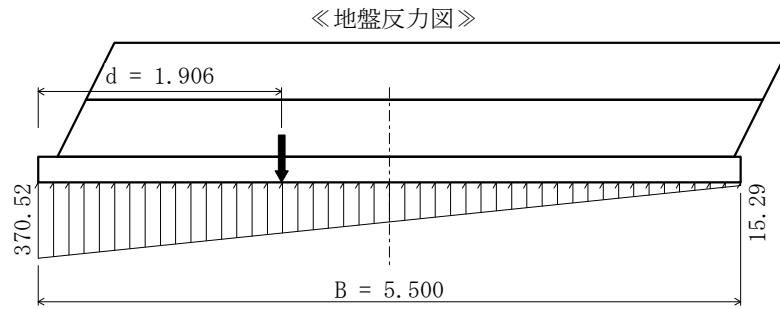
最大地盤反力度

$$|e| = 0.844 \leq \frac{B}{6} = 0.917 \text{ (m) より}$$

$$q_1 = \frac{\Sigma V}{B \cdot L} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right) = \frac{1060.97}{5.500 \times 1.000} \times \left(1 \pm \frac{6 \times 0.844}{5.500} \right)$$

$$= \begin{cases} 370.52 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ 15.29 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{cases}$$

よって、上記の値以上の支持力が必要である。



§6 ブロック各段の部材断面設計

6.1 荷重の計算

たて壁に作用する荷重は、以下の荷重を考慮する。

6.1.1 土圧

『設計荷重』の土圧にて算出した土圧係数より土圧力を求める。
任意位置に作用する土圧強度および土圧合力

$$p_{ai} = K_a \cdot \gamma_s \cdot h_i$$

$$P_a = \frac{(p_{a1} + p_{a2}) \cdot (h_2 - h_1)}{2}$$

鉛直荷重・水平荷重

$$V = P_a \cdot \sin(\delta + \alpha) \cdot L$$

$$H = P_a \cdot \cos(\delta + \alpha) \cdot L$$

ここに、

- p_{ai} : 各高さにおける土圧強度 (kN/m²)
- K_a : 土圧係数
- γ_s : 裏込め土の単位体積重量 $\gamma_s = 17.00$ (kN/m³)
- h_i : 土圧強度算出位置からの地表面までの高さ (m)
- P_a : 主働土圧合力 (kN/m)
- h_1, h_2 : 上, 下部位置 (m)
- p_{a1}, p_{a2} : 上, 下部位置の土圧強度 (kN/m²)
- V, H : 鉛直荷重, 水平荷重 (kN)
- δ : 壁面摩擦角 (°)
- α : 土圧作用面と鉛直面のなす角 $\alpha = -26.57$ (°)
- L : 擁壁の奥行き (計算幅) $L = 1.000$ (m)

(1) 常 時

1) 各高さにおける土圧強度と土圧合力

	高さ h_1, h_2 (m)	土圧係数 Ka	土圧強度 pa_1, pa_2 (kN/m ²)	作用高さ $h_2 - h_1$ (m)	土圧合力 Pa (kN/m)
1段目	0.000 6.045	0.246	0.000 25.280	6.045	76.41
2段目	0.000 6.492	0.246	0.000 27.150	6.492	88.13
3段目	0.000 6.939	0.246	0.000 29.019	6.939	100.68
4段目	0.000 7.386	0.246	0.000 30.888	7.386	114.07
5段目	0.000 7.833	0.246	0.000 32.758	7.833	128.30
6段目	0.000 8.280	0.246	0.000 34.627	8.280	143.36
7段目	0.000 8.727	0.246	0.000 36.496	8.727	159.25
8段目	0.000 9.174	0.246	0.000 38.366	9.174	175.98
9段目	0.000 9.621	0.246	0.000 40.235	9.621	193.55
10段目	0.000 9.837			9.837	201.94

2) 各ブロックに作用する土圧の鉛直荷重・水平荷重

	土圧合力 Pa (kN/m)	摩擦角 δ (°)	傾斜角 α (°)	荷 重		作用位置	
				鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)
1段目	76.41	16.67	-26.57	-13.14	75.27	6.308	2.015
2段目	88.13	16.67	-26.57	-15.15	86.82	6.383	2.164
3段目	100.68	16.67	-26.57	-17.31	99.18	6.457	2.313
4段目	114.07	16.67	-26.57	-19.61	112.37	6.532	2.462
5段目	128.30	16.67	-26.57	-22.06	126.39	6.606	2.611
6段目	143.36	16.67	-26.57	-24.65	141.23	6.681	2.760
7段目	159.25	16.67	-26.57	-27.38	156.88	6.755	2.909
8段目	175.98	16.67	-26.57	-30.26	173.36	6.830	3.058
9段目	193.55	16.67	-26.57	-33.28	190.67	6.904	3.207
10段目	201.94	16.67	-26.57	-34.72	198.93	7.056	3.510
11段目	201.94	16.67	-26.57	-34.72	198.93	7.279	3.957
12段目	201.94	16.67	-26.57	-34.72	198.93	7.503	4.404
13段目	201.94	16.67	-26.57	-34.72	198.93	7.726	4.851
14段目	201.94	16.67	-26.57	-34.72	198.93	7.950	5.298
15段目	201.94	16.67	-26.57	-34.72	198.93	8.173	5.745
16段目	201.94	16.67	-26.57	-34.72	198.93	8.397	6.192

(2) 地震時

1) 各高さにおける土圧強度と土圧合力

	高さ h_1, h_2 (m)	土圧係数 Ka	土圧強度 pa_1, pa_2 (kN/m ²)	作用高さ $h_2 - h_1$ (m)	土圧合力 Pa (kN/m)
1段目	0.000 6.045	0.420	0.000 43.161	6.045	130.45
2段目	0.000 6.492	0.420	0.000 46.353	6.492	150.46
3段目	0.000 6.939	0.420	0.000 49.544	6.939	171.89
4段目	0.000 7.386	0.420	0.000 52.736	7.386	194.75
5段目	0.000 7.833	0.420	0.000 55.928	7.833	219.04
6段目	0.000 8.280	0.420	0.000 59.119	8.280	244.75
7段目	0.000 8.727	0.420	0.000 62.311	8.727	271.89
8段目	0.000 9.174	0.420	0.000 65.502	9.174	300.46
9段目	0.000 9.621	0.420	0.000 68.694	9.621	330.45
10段目	0.000 9.837			9.837	345.62

2) 各ブロックに作用する土圧の鉛直荷重・水平荷重

	土圧合力 Pa (kN/m)	摩擦角 δ (°)	傾斜角 α (°)	荷 重		作用位置	
				鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)
1段目	130.45	12.50	-26.57	-31.71	126.54	6.308	2.015
2段目	150.46	12.50	-26.57	-36.58	145.95	6.383	2.164
3段目	171.89	12.50	-26.57	-41.79	166.73	6.457	2.313
4段目	194.75	12.50	-26.57	-47.35	188.91	6.532	2.462
5段目	219.04	12.50	-26.57	-53.25	212.47	6.606	2.611
6段目	244.75	12.50	-26.57	-59.50	237.41	6.681	2.760
7段目	271.89	12.50	-26.57	-66.10	263.73	6.755	2.909
8段目	300.46	12.50	-26.57	-73.04	291.45	6.830	3.058
9段目	330.45	12.50	-26.57	-80.33	320.54	6.904	3.207
10段目	345.62	12.50	-26.57	-84.02	335.25	7.056	3.510
11段目	345.62	12.50	-26.57	-84.02	335.25	7.279	3.957
12段目	345.62	12.50	-26.57	-84.02	335.25	7.503	4.404
13段目	345.62	12.50	-26.57	-84.02	335.25	7.726	4.851
14段目	345.62	12.50	-26.57	-84.02	335.25	7.950	5.298
15段目	345.62	12.50	-26.57	-84.02	335.25	8.173	5.745
16段目	345.62	12.50	-26.57	-84.02	335.25	8.397	6.192

6.1.2 壁背面の地盤反力

壁背面に作用する地盤反力を考慮した。「安定計算」より、各段に作用する地盤反力は以下の通りとなる。

壁背面地盤反力は次式より求められる。

$$Q_{tz} = \frac{2 \cdot l_2 - z'}{l_2^2} \cdot Q_t \cdot z'$$

鉛直水平荷重は次式より求められる。

$$H = Q_{tz} \cdot \cos \theta$$

$$V = -Q_{tz} \cdot \sin \theta$$

ここに、

z : 擁壁天端から照査断面位置又は反力分布下端までの長さ (m)

Q_{tz} : 高さ z の位置における壁面地盤反力 (kN)

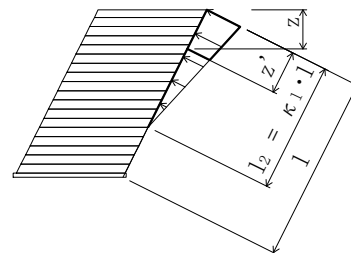
Q_t : 擁壁背面に発生する壁面地盤反力 (kN)

l_2 : 壁面地盤反力度が発生する区間長 $l_2 = 6.386$ (m)

z' : 高さ z の位置における壁面長 $z' = z / \cos \theta$ (m)

V, H : 壁面地盤反力の鉛直、水平成分 (kN)

θ : 壁背面傾斜角 $\theta = 26.57$ (°)



(1) 常時

$$Q_t = 105.05 \text{ (kN)}$$

	z (m)	z' (m)	Q_{tz} (kN)	荷重		作用位置	
				V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)
1段目	0.808	0.903	27.62	-12.35	24.70	5.507	0.414
2段目	1.255	1.403	41.09	-18.38	36.75	5.627	0.653
3段目	1.702	1.903	53.28	-23.83	47.66	5.750	0.901
4段目	2.149	2.403	64.18	-28.70	57.40	5.879	1.157
5段目	2.596	2.902	73.79	-33.00	66.00	6.013	1.425
6段目	3.043	3.402	82.12	-36.73	73.45	6.153	1.706
7段目	3.490	3.902	89.15	-39.87	79.74	6.300	2.001
8段目	3.937	4.402	94.91	-42.45	84.89	6.457	2.314
9段目	4.384	4.901	99.37	-44.44	88.88	6.624	2.647
10段目	4.831	5.401	102.55	-45.86	91.72	6.803	3.006
11段目	5.278	5.901	104.44	-46.71	93.41	6.997	3.394
12段目	5.712	6.386	105.05	-46.98	93.96	7.211	3.821
13段目	5.712	6.386	105.05	-46.98	93.96	7.434	4.268
14段目	5.712	6.386	105.05	-46.98	93.96	7.658	4.715
15段目	5.712	6.386	105.05	-46.98	93.96	7.881	5.162
16段目	5.712	6.386	105.05	-46.98	93.96	8.105	5.609

6.2 設計荷重の集計

原点0における荷重の集計を行う。

(1) 常 時

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
1段目	自重	1段目	98.49		2.853	0.404	280.99	
	製品上の土砂		149.36		4.409	2.320	658.53	
	土圧		-13.14	75.27	6.308	2.015	-82.89	151.67
	地盤反力		-12.35	24.70	5.507	0.414	-68.01	10.23
合 計 Σ			222.36	99.97			788.62	161.90
2段目	自重	1段目	98.49		3.077	0.851	303.05	
		2段目	54.49		2.762	0.224	150.50	
	製品上の土砂		149.36		4.633	2.767	691.98	
	土圧		-15.15	86.82	6.383	2.164	-96.70	187.88
	地盤反力		-18.38	36.75	5.627	0.653	-103.42	24.00
合 計 Σ			268.81	123.57			945.41	211.88
3段目	自重	1段目	98.49		3.300	1.298	325.02	
		2段目	54.49		2.986	0.671	162.71	
		3段目	54.49		2.762	0.224	150.50	
	製品上の土砂		149.36		4.856	3.214	725.29	
	土圧		-17.31	99.18	6.457	2.313	-111.77	229.40
	地盤反力		-23.83	47.66	5.750	0.901	-137.02	42.94
合 計 Σ			315.69	146.84			1114.73	272.34
4段目	自重	1段目	98.49		3.524	1.745	347.08	
		2段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
		3段目	54.49		2.986	0.671	162.71	
		4段目	54.49		2.762	0.224	150.50	
	製品上の土砂		149.36		5.080	3.661	758.75	
	土圧		-19.61	112.37	6.532	2.462	-128.09	276.65
	地盤反力		-28.70	57.40	5.879	1.157	-168.73	66.41
合 計 Σ			363.01	169.77			1297.08	343.06
5段目	自重	1段目	98.49		3.747	2.192	369.04	
		2段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		3段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
		4段目	54.49		2.986	0.671	162.71	
	5段目	54.49		2.762	0.224	150.50		
	製品上の土砂		149.36		5.303	4.108	792.06	
	土圧		-22.06	126.39	6.606	2.611	-145.73	330.00
	地盤反力		-33.00	66.00	6.013	1.425	-198.43	94.05
合 計 Σ			410.75	192.39			1492.07	424.05
6段目	自重	1段目	98.49		3.971	2.639	391.10	
		2段目	54.49		3.656	2.012	199.22	
		3段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		4段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
	5段目	54.49		2.986	0.671	162.71		
	6段目	54.49		2.762	0.224	150.50		
	製品上の土砂		149.36		5.527	4.555	825.51	
	土圧		-24.65	141.23	6.681	2.760	-164.69	389.79
	地盤反力		-36.73	73.45	6.153	1.706	-226.00	125.31
合 計 Σ			458.92	214.68			1700.27	515.10

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
7段目	自重	1段目	98.49		4.194	3.086	413.07	
		2段目	54.49		3.880	2.459	211.42	
		3段目	54.49		3.656	2.012	199.22	
		4段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		5段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
		6段目	54.49		2.986	0.671	162.71	
		7段目	54.49		2.762	0.224	150.50	
	製品上の土砂		149.36		5.750	5.002	858.82	
	土圧		-27.38	156.88	6.755	2.909	-184.95	456.36
	地盤反力		-39.87	79.74	6.300	2.001	-251.18	159.56
合 計 Σ			507.54	236.62			1921.53	615.92
8段目	自重	1段目	98.49		4.418	3.533	435.13	
		2段目	54.49		4.103	2.906	223.57	
		3段目	54.49		3.880	2.459	211.42	
		4段目	54.49		3.656	2.012	199.22	
		5段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		6段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
		7段目	54.49		2.986	0.671	162.71	
	製品上の土砂		149.36		5.974	5.449	892.28	
	土圧		-30.26	173.36	6.830	3.058	-206.68	530.13
	地盤反力		-42.45	84.89	6.457	2.314	-274.10	196.44
合 計 Σ			556.57	258.25			2155.97	726.57
9段目	自重	1段目	98.49		4.641	3.980	457.09	
		2段目	54.49		4.327	3.353	235.78	
		3段目	54.49		4.103	2.906	223.57	
		4段目	54.49		3.880	2.459	211.42	
		5段目	54.49		3.656	2.012	199.22	
		6段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		7段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
	製品上の土砂		149.36		6.197	5.896	925.58	
	土圧		-33.28	190.67	6.904	3.207	-229.77	611.48
	地盤反力		-44.44	88.88	6.624	2.647	-294.37	235.27
合 計 Σ			606.05	279.55			2403.65	846.75

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
10段目	自重	1段目	98.49		4.865	4.427	479.15	
		2段目	54.49		4.550	3.800	247.93	
		3段目	54.49		4.327	3.353	235.78	
		4段目	54.49		4.103	2.906	223.57	
		5段目	54.49		3.880	2.459	211.42	
		6段目	54.49		3.656	2.012	199.22	
		7段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		8段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
		9段目	54.49		2.986	0.671	162.71	
		10段目	54.49		2.762	0.224	150.50	
	製品上の土砂		149.36		6.421	6.343	959.04	
	土圧		-34.72	198.93	7.056	3.510	-244.98	698.24
	地盤反力		-45.86	91.72	6.803	3.006	-311.99	275.71
合 計 Σ			657.68	290.65			2674.27	973.95
11段目	自重	1段目	98.49		5.088	4.874	501.12	
		2段目	54.49		4.774	4.247	260.14	
		3段目	54.49		4.550	3.800	247.93	
		4段目	54.49		4.327	3.353	235.78	
		5段目	54.49		4.103	2.906	223.57	
		6段目	54.49		3.880	2.459	211.42	
		7段目	54.49		3.656	2.012	199.22	
		8段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		9段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
		10段目	54.49		2.986	0.671	162.71	
	製品上の土砂		149.36		6.644	6.790	992.35	
	土圧		-34.72	198.93	7.279	3.957	-252.73	787.17
	地盤反力		-46.71	93.41	6.997	3.394	-326.83	317.03
合 計 Σ			711.32	292.34			2967.10	1104.20
12段目	自重	1段目	98.49		5.312	5.321	523.18	
		2段目	54.49		4.997	4.694	272.29	
		3段目	54.49		4.774	4.247	260.14	
		4段目	54.49		4.550	3.800	247.93	
		5段目	54.49		4.327	3.353	235.78	
		6段目	54.49		4.103	2.906	223.57	
		7段目	54.49		3.880	2.459	211.42	
		8段目	54.49		3.656	2.012	199.22	
		9段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		10段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
	製品上の土砂		149.36		6.868	7.237	1025.80	
	土圧		-34.72	198.93	7.503	4.404	-260.50	876.09
	地盤反力		-46.98	93.96	7.211	3.821	-338.77	359.02
合 計 Σ			765.54	292.89			3275.19	1235.11

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
13段目	自重	1段目	98.49		5.535	5.768	545.14	
		2段目	54.49		5.221	5.141	284.49	
		3段目	54.49		4.997	4.694	272.29	
		4段目	54.49		4.774	4.247	260.14	
		5段目	54.49		4.550	3.800	247.93	
		6段目	54.49		4.327	3.353	235.78	
		7段目	54.49		4.103	2.906	223.57	
		8段目	54.49		3.880	2.459	211.42	
		9段目	54.49		3.656	2.012	199.22	
		10段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		11段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
		12段目	54.49		2.986	0.671	162.71	
		13段目	54.49		2.762	0.224	150.50	
			製品上の土砂		149.36		7.091	7.684	1059.11
	土圧		-34.72	198.93	7.726	4.851	-268.25	965.01
	地盤反力		-46.98	93.96	7.434	4.268	-349.25	401.02
合 計 Σ			820.03	292.89			3596.72	1366.03
14段目	自重	1段目	98.49		5.759	6.215	567.20	
		2段目	54.49		5.444	5.588	296.64	
		3段目	54.49		5.221	5.141	284.49	
		4段目	54.49		4.997	4.694	272.29	
		5段目	54.49		4.774	4.247	260.14	
		6段目	54.49		4.550	3.800	247.93	
		7段目	54.49		4.327	3.353	235.78	
		8段目	54.49		4.103	2.906	223.57	
		9段目	54.49		3.880	2.459	211.42	
		10段目	54.49		3.656	2.012	199.22	
		11段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		12段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
		13段目	54.49		2.986	0.671	162.71	
		14段目	54.49		2.762	0.224	150.50	
	製品上の土砂		149.36		7.315	8.131	1092.57	
	土圧		-34.72	198.93	7.950	5.298	-276.02	1053.93
	地盤反力		-46.98	93.96	7.658	4.715	-359.77	443.02
合 計 Σ			874.52	292.89			3930.59	1496.95

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
15段目	自重	1段目	98.49		5.982	6.662	589.17	
		2段目	54.49		5.668	6.035	308.85	
		3段目	54.49		5.444	5.588	296.64	
		4段目	54.49		5.221	5.141	284.49	
		5段目	54.49		4.997	4.694	272.29	
		6段目	54.49		4.774	4.247	260.14	
		7段目	54.49		4.550	3.800	247.93	
		8段目	54.49		4.327	3.353	235.78	
		9段目	54.49		4.103	2.906	223.57	
		10段目	54.49		3.880	2.459	211.42	
		11段目	54.49		3.656	2.012	199.22	
		12段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		13段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
		14段目	54.49		2.986	0.671	162.71	
		15段目	54.49		2.762	0.224	150.50	
	製品上の土砂		149.36		7.538	8.578	1125.88	
	土圧		-34.72	198.93	8.173	5.745	-283.77	1142.85
	地盤反力		-46.98	93.96	7.881	5.162	-370.25	485.02
合 計 Σ			929.01	292.89			4276.49	1627.87
16段目	自重	1段目	98.49		6.206	7.109	611.23	
		2段目	54.49		5.891	6.482	321.00	
		3段目	54.49		5.668	6.035	308.85	
		4段目	54.49		5.444	5.588	296.64	
		5段目	54.49		5.221	5.141	284.49	
		6段目	54.49		4.997	4.694	272.29	
		7段目	54.49		4.774	4.247	260.14	
		8段目	54.49		4.550	3.800	247.93	
		9段目	54.49		4.327	3.353	235.78	
		10段目	54.49		4.103	2.906	223.57	
		11段目	54.49		3.880	2.459	211.42	
		12段目	54.49		3.656	2.012	199.22	
		13段目	54.49		3.433	1.565	187.06	
		14段目	54.49		3.209	1.118	174.86	
		15段目	54.49		2.986	0.671	162.71	
16段目	54.49		2.762	0.224	150.50			
	製品上の土砂		149.36		7.762	9.025	1159.33	
	土圧		-34.72	198.93	8.397	6.192	-291.54	1231.77
	地盤反力		-46.98	93.96	8.105	5.609	-380.77	527.02
合 計 Σ			983.50	292.89			4634.71	1758.79

(2) 地震時

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
1段目	自重	1段目	98.49	15.76	2.853	0.404	280.99	6.37
	製品上の土砂		149.36	23.90	4.409	2.320	658.53	55.45
	土圧		-31.71	126.54	6.308	2.015	-200.03	254.98
合 計 Σ			216.14	166.20			739.49	316.80
2段目	自重	1段目	98.49	15.76	3.077	0.851	303.05	13.41
		2段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95
	製品上の土砂		149.36	23.90	4.633	2.767	691.98	66.13
	土圧		-36.58	145.95	6.383	2.164	-233.49	315.84
合 計 Σ			265.76	194.33			912.04	397.33
3段目	自重	1段目	98.49	15.76	3.300	1.298	325.02	20.46
		2段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85
		3段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95
	製品上の土砂		149.36	23.90	4.856	3.214	725.29	76.81
	土圧		-41.79	166.73	6.457	2.313	-269.84	385.65
合 計 Σ			315.04	223.83			1093.68	490.72
4段目	自重	1段目	98.49	15.76	3.524	1.745	347.08	27.50
		2段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75
		3段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85
		4段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95
	製品上の土砂		149.36	23.90	5.080	3.661	758.75	87.50
	土圧		-47.35	188.91	6.532	2.462	-309.29	465.10
合 計 Σ			363.97	254.73			1284.61	597.65
5段目	自重	1段目	98.49	15.76	3.747	2.192	369.04	34.55
		2段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65
		3段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75
		4段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85
		5段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95
	製品上の土砂		149.36	23.90	5.303	4.108	792.06	98.18
	土圧		-53.25	212.47	6.606	2.611	-351.77	554.76
合 計 Σ			412.56	287.01			1484.46	718.69
6段目	自重	1段目	98.49	15.76	3.971	2.639	391.10	41.59
		2段目	54.49	8.72	3.656	2.012	199.22	17.54
		3段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65
		4段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75
		5段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85
		6段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95
	製品上の土砂		149.36	23.90	5.527	4.555	825.51	108.86
	土圧		-59.50	237.41	6.681	2.760	-397.52	655.25
合 計 Σ			460.80	320.67			1693.44	854.44

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
7段目	自重	1段目	98.49	15.76	4.194	3.086	413.07	48.64
		2段目	54.49	8.72	3.880	2.459	211.42	21.44
		3段目	54.49	8.72	3.656	2.012	199.22	17.54
		4段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65
		5段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75
		6段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85
		7段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95
	製品上の土砂		149.36	23.90	5.750	5.002	858.82	119.55
	土圧		-66.10	263.73	6.755	2.909	-446.51	767.19
合 計 Σ			508.69	355.71			1911.15	1005.56
8段目	自重	1段目	98.49	15.76	4.418	3.533	435.13	55.68
		2段目	54.49	8.72	4.103	2.906	223.57	25.34
		3段目	54.49	8.72	3.880	2.459	211.42	21.44
		4段目	54.49	8.72	3.656	2.012	199.22	17.54
		5段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65
		6段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75
		7段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85
	8段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95	
	製品上の土砂		149.36	23.90	5.974	5.449	892.28	130.23
土圧		-73.04	291.45	6.830	3.058	-498.86	891.25	
合 計 Σ			556.24	392.15			2137.89	1172.68
9段目	自重	1段目	98.49	15.76	4.641	3.980	457.09	62.72
		2段目	54.49	8.72	4.327	3.353	235.78	29.24
		3段目	54.49	8.72	4.103	2.906	223.57	25.34
		4段目	54.49	8.72	3.880	2.459	211.42	21.44
		5段目	54.49	8.72	3.656	2.012	199.22	17.54
		6段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65
		7段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75
	8段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85	
	9段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95	
製品上の土砂		149.36	23.90	6.197	5.896	925.58	140.91	
土圧		-80.33	320.54	6.904	3.207	-554.60	1027.97	
合 計 Σ			603.44	429.96			2373.19	1356.36
10段目	自重	1段目	98.49	15.76	4.865	4.427	479.15	69.77
		2段目	54.49	8.72	4.550	3.800	247.93	33.14
		3段目	54.49	8.72	4.327	3.353	235.78	29.24
		4段目	54.49	8.72	4.103	2.906	223.57	25.34
		5段目	54.49	8.72	3.880	2.459	211.42	21.44
		6段目	54.49	8.72	3.656	2.012	199.22	17.54
		7段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65
	8段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75	
	9段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85	
10段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95		
製品上の土砂		149.36	23.90	6.421	6.343	959.04	151.60	
土圧		-84.02	335.25	7.056	3.510	-592.85	1176.73	
合 計 Σ			654.24	453.39			2638.39	1556.00

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
11段目	自重	1段目	98.49	15.76	5.088	4.874	501.12	76.81
		2段目	54.49	8.72	4.774	4.247	260.14	37.03
		3段目	54.49	8.72	4.550	3.800	247.93	33.14
		4段目	54.49	8.72	4.327	3.353	235.78	29.24
		5段目	54.49	8.72	4.103	2.906	223.57	25.34
		6段目	54.49	8.72	3.880	2.459	211.42	21.44
		7段目	54.49	8.72	3.656	2.012	199.22	17.54
		8段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65
		9段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75
		10段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85
		11段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95
		製品上の土砂		149.36	23.90	6.644	6.790	992.35	162.28
	土圧		-84.02	335.25	7.279	3.957	-611.58	1326.58
合 計 Σ			708.73	462.11			2935.08	1760.60
12段目	自重	1段目	98.49	15.76	5.312	5.321	523.18	83.86
		2段目	54.49	8.72	4.997	4.694	272.29	40.93
		3段目	54.49	8.72	4.774	4.247	260.14	37.03
		4段目	54.49	8.72	4.550	3.800	247.93	33.14
		5段目	54.49	8.72	4.327	3.353	235.78	29.24
		6段目	54.49	8.72	4.103	2.906	223.57	25.34
		7段目	54.49	8.72	3.880	2.459	211.42	21.44
		8段目	54.49	8.72	3.656	2.012	199.22	17.54
		9段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65
		10段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75
		11段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85
	12段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95	
	製品上の土砂		149.36	23.90	6.868	7.237	1025.80	172.96
	土圧		-84.02	335.25	7.503	4.404	-630.40	1476.44
合 計 Σ			763.22	470.83			3244.06	1969.12
13段目	自重	1段目	98.49	15.76	5.535	5.768	545.14	90.90
		2段目	54.49	8.72	5.221	5.141	284.49	44.83
		3段目	54.49	8.72	4.997	4.694	272.29	40.93
		4段目	54.49	8.72	4.774	4.247	260.14	37.03
		5段目	54.49	8.72	4.550	3.800	247.93	33.14
		6段目	54.49	8.72	4.327	3.353	235.78	29.24
		7段目	54.49	8.72	4.103	2.906	223.57	25.34
		8段目	54.49	8.72	3.880	2.459	211.42	21.44
		9段目	54.49	8.72	3.656	2.012	199.22	17.54
		10段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65
		11段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75
	12段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85	
13段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95		
	製品上の土砂		149.36	23.90	7.091	7.684	1059.11	183.65
	土圧		-84.02	335.25	7.726	4.851	-649.14	1626.30
合 計 Σ			817.71	479.55			3565.08	2181.54

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
14段目	自重	1段目	98.49	15.76	5.759	6.215	567.20	97.95
		2段目	54.49	8.72	5.444	5.588	296.64	48.73
		3段目	54.49	8.72	5.221	5.141	284.49	44.83
		4段目	54.49	8.72	4.997	4.694	272.29	40.93
		5段目	54.49	8.72	4.774	4.247	260.14	37.03
		6段目	54.49	8.72	4.550	3.800	247.93	33.14
		7段目	54.49	8.72	4.327	3.353	235.78	29.24
		8段目	54.49	8.72	4.103	2.906	223.57	25.34
		9段目	54.49	8.72	3.880	2.459	211.42	21.44
		10段目	54.49	8.72	3.656	2.012	199.22	17.54
		11段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65
		12段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75
		13段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85
		14段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95
			製品上の土砂		149.36	23.90	7.315	8.131	1092.57	194.33
	土圧		-84.02	335.25	7.950	5.298	-667.96	1776.15
合 計 Σ			872.20	488.27			3898.42	2397.85
15段目	自重	1段目	98.49	15.76	5.982	6.662	589.17	104.99
		2段目	54.49	8.72	5.668	6.035	308.85	52.63
		3段目	54.49	8.72	5.444	5.588	296.64	48.73
		4段目	54.49	8.72	5.221	5.141	284.49	44.83
		5段目	54.49	8.72	4.997	4.694	272.29	40.93
		6段目	54.49	8.72	4.774	4.247	260.14	37.03
		7段目	54.49	8.72	4.550	3.800	247.93	33.14
		8段目	54.49	8.72	4.327	3.353	235.78	29.24
		9段目	54.49	8.72	4.103	2.906	223.57	25.34
		10段目	54.49	8.72	3.880	2.459	211.42	21.44
		11段目	54.49	8.72	3.656	2.012	199.22	17.54
		12段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65
		13段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75
		14段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85
		15段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95
	製品上の土砂		149.36	23.90	7.538	8.578	1125.88	205.01
	土圧		-84.02	335.25	8.173	5.745	-686.70	1926.01
合 計 Σ			926.69	496.99			4243.81	2618.06

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
16段目	自重	1段目	98.49	15.76	6.206	7.109	611.23	112.04
		2段目	54.49	8.72	5.891	6.482	321.00	56.52
		3段目	54.49	8.72	5.668	6.035	308.85	52.63
		4段目	54.49	8.72	5.444	5.588	296.64	48.73
		5段目	54.49	8.72	5.221	5.141	284.49	44.83
		6段目	54.49	8.72	4.997	4.694	272.29	40.93
		7段目	54.49	8.72	4.774	4.247	260.14	37.03
		8段目	54.49	8.72	4.550	3.800	247.93	33.14
		9段目	54.49	8.72	4.327	3.353	235.78	29.24
		10段目	54.49	8.72	4.103	2.906	223.57	25.34
		11段目	54.49	8.72	3.880	2.459	211.42	21.44
		12段目	54.49	8.72	3.656	2.012	199.22	17.54
		13段目	54.49	8.72	3.433	1.565	187.06	13.65
		14段目	54.49	8.72	3.209	1.118	174.86	9.75
		15段目	54.49	8.72	2.986	0.671	162.71	5.85
		16段目	54.49	8.72	2.762	0.224	150.50	1.95
			製品上の土砂		149.36	23.90	7.762	9.025	1159.33	215.70
	土圧		-84.02	335.25	8.397	6.192	-705.52	2075.87
合 計 Σ			981.18	505.71			4601.50	2842.18

6.3 設計断面力一覧

原点0における設計荷重の集計から、設計断面力を求める。

軸力

$$N = \Sigma V \text{ (kN)}$$

せん断力

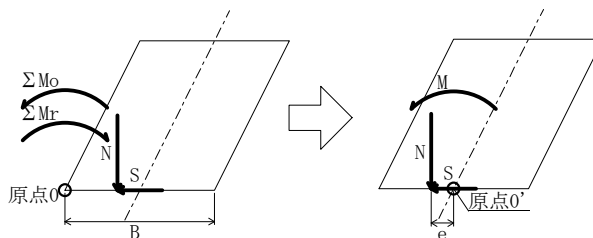
$$S = \Sigma H \text{ (kN)}$$

偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{N} \text{ (m)}$$

曲げモーメント

$$M = N \cdot e \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$



(1) 常時

	底面幅 B (m)	軸力 N (kN)	せん断力 S (kN)	原点0における モーメント		偏 心 距 離 e (m)	曲 げ モーメント M (kN・m)
				ΣMr (kN・m)	ΣMo (kN・m)		
1段目	5.300	222.36	99.97	788.62	161.90	-0.168	-37.36
2段目	5.300	268.81	123.57	945.41	211.88	-0.079	-21.24
3段目	5.300	315.69	146.84	1114.73	272.34	-0.018	-5.68
4段目	5.300	363.01	169.77	1297.08	343.06	0.022	7.99
5段目	5.300	410.75	192.39	1492.07	424.05	0.050	20.54
6段目	5.300	458.92	214.68	1700.27	515.10	0.067	30.75
7段目	5.300	507.54	236.62	1921.53	615.92	0.078	39.59
8段目	5.300	556.57	258.25	2155.97	726.57	0.082	45.64
9段目	5.300	606.05	279.55	2403.65	846.75	0.081	49.09
10段目	5.300	657.68	290.65	2674.27	973.95	0.065	42.75
11段目	5.300	711.32	292.34	2967.10	1104.20	0.031	22.05
12段目	5.300	765.54	292.89	3275.19	1235.11	-0.015	-11.48
13段目	5.300	820.03	292.89	3596.72	1366.03	-0.070	-57.40
14段目	5.300	874.52	292.89	3930.59	1496.95	-0.133	-116.31
15段目	5.300	929.01	292.89	4276.49	1627.87	-0.201	-186.73
16段目	5.300	983.50	292.89	4634.71	1758.79	-0.274	-269.48

(2) 地震時

	底面幅 B (m)	軸力 N (kN)	せん断力 S (kN)	原点0における モーメント		偏心 距離 e (m)	曲げ モーメント M (kN・m)
				ΣMr (kN・m)	ΣMo (kN・m)		
1段目	5.300	216.14	166.20	739.49	316.80	0.694	150.00
2段目	5.300	265.76	194.33	912.04	397.33	0.713	189.49
3段目	5.300	315.04	223.83	1093.68	490.72	0.736	231.87
4段目	5.300	363.97	254.73	1284.61	597.65	0.763	277.71
5段目	5.300	412.56	287.01	1484.46	718.69	0.794	327.57
6段目	5.300	460.80	320.67	1693.44	854.44	0.829	382.00
7段目	5.300	508.69	355.71	1911.15	1005.56	0.870	442.56
8段目	5.300	556.24	392.15	2137.89	1172.68	0.915	508.96
9段目	5.300	603.44	429.96	2373.19	1356.36	0.965	582.32
10段目	5.300	654.24	453.39	2638.39	1556.00	0.996	651.62
11段目	5.300	708.73	462.11	2935.08	1760.60	0.993	703.77
12段目	5.300	763.22	470.83	3244.06	1969.12	0.980	747.96
13段目	5.300	817.71	479.55	3565.08	2181.54	0.958	783.37
14段目	5.300	872.20	488.27	3898.42	2397.85	0.930	811.15
15段目	5.300	926.69	496.99	4243.81	2618.06	0.896	830.31
16段目	5.300	981.18	505.71	4601.50	2842.18	0.857	840.87

6.4 実応力度の計算

6.4.1 無筋コンクリート長方形断面の応力度

無筋コンクリート長方形断面の応力度は以下の式で算出する。

縁応力度

$$\sigma_1 = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

せん断応力度

$$\tau = \frac{S}{b \cdot h}$$

ここに、

N : 断面に作用する軸力 (N)

M : 断面に作用する曲げモーメント (N・mm)

A : 断面積 (mm²) A = b・h

Z : 断面係数 (mm³) $Z = \frac{b \cdot h^2}{6}$

h : 部材厚 (mm)

b : 有効計算幅 (mm)

σ_1 : 前面側縁応力度 (N/mm²)

σ_2 : 背面側縁応力度 (N/mm²)

τ : せん断応力度 (N/mm²)

6.4.2 計算結果

部 材	項 目		常 時	地 震 時
1段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	軸力 N (N)	-37.36 × 10 ⁶	150.00 × 10 ⁶
		せん断力 S (N)	222.36 × 10 ³	216.14 × 10 ³
		せん断力 S (N)	99.97 × 10 ³	166.20 × 10 ³
コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.05	0.07	
	σ_{ca}	4.50	6.75	
コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—	
	σ_{ta}	0.23	0.35	
コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.03	
	τ_{ca}	0.33	0.33	

部 材	項 目		常 時	地 震 時
2段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-21.24×10^6	189.49×10^6
		軸 力 N (N)	268.81×10^3	265.76×10^3
		せん断力 S (N)	123.57×10^3	194.33×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.06	0.09
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
3段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-5.68×10^6	231.87×10^6
		軸 力 N (N)	315.69×10^3	315.04×10^3
		せん断力 S (N)	146.84×10^3	223.83×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.06	0.11
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
4段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	7.99×10^6	277.71×10^6
		軸 力 N (N)	363.01×10^3	363.97×10^3
		せん断力 S (N)	169.77×10^3	254.73×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.07	0.13
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
5段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	20.54×10^6	327.57×10^6
		軸 力 N (N)	410.75×10^3	412.56×10^3
		せん断力 S (N)	192.39×10^3	287.01×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.08	0.15
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
6段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	30.75×10^6	382.00×10^6
		軸 力 N (N)	458.92×10^3	460.80×10^3
		せん断力 S (N)	214.68×10^3	320.67×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.09	0.17
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
7段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	39.59×10^6	442.56×10^6
		軸 力 N (N)	507.54×10^3	508.69×10^3
		せん断力 S (N)	236.62×10^3	355.71×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.10	0.19
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.07
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
8段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	45.64×10^6	508.96×10^6
		軸 力 N (N)	556.57×10^3	556.24×10^3
		せん断力 S (N)	258.25×10^3	392.15×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.11	0.21
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.07
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
9段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	49.09×10^6	582.32×10^6
		軸 力 N (N)	606.05×10^3	603.44×10^3
		せん断力 S (N)	279.55×10^3	429.96×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.12	0.24
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	0.01
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.08
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
10段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	42.75×10^6	651.62×10^6
		軸 力 N (N)	657.68×10^3	654.24×10^3
		せん断力 S (N)	290.65×10^3	453.39×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.13	0.26
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	0.02
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.09
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
11段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	22.05×10^6	703.77×10^6
		軸 力 N (N)	711.32×10^3	708.73×10^3
		せん断力 S (N)	292.34×10^3	462.11×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.14	0.28
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	0.02
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.09
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
12段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-11.48×10^6	747.96×10^6
		軸 力 N (N)	765.54×10^3	763.22×10^3
		せん断力 S (N)	292.89×10^3	470.83×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.15	0.30
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	0.02
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.09
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
13段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-57.40×10^6	783.37×10^6
		軸 力 N (N)	820.03×10^3	817.71×10^3
		せん断力 S (N)	292.89×10^3	479.55×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.17	0.32
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	0.01
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.09
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
14段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-116.31×10^6	811.15×10^6
		軸 力 N (N)	874.52×10^3	872.20×10^3
		せん断力 S (N)	292.89×10^3	488.27×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.19	0.34
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	0.01
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.09
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
15段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-186.73×10^6	830.31×10^6
		軸 力 N (N)	929.01×10^3	926.69×10^3
		せん断力 S (N)	292.89×10^3	496.99×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.22	0.35
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.09
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		常 時	地 震 時
16段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	5300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-269.48×10^6	840.87×10^6
		軸 力 N (N)	983.50×10^3	981.18×10^3
		せん断力 S (N)	292.89×10^3	505.71×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.24	0.36
		σ_{ca}	4.50	6.75
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	—	—
		σ_{ta}	0.23	0.35
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.10
		τ_{ca}	0.33	0.33

8.8 切土補強土工+吹付法枠設計計算

8.8.1 概要

二次選定の対象となった「切土補強土工+吹付法枠」について、8.7.2に概算工事費を、8.7.3に構造計算を示す。

8.8.2 概算工事費

概算工事費計算書

現場名：鳴瀬川漆沢TN
 区間：NO.86+4.0
 工法名：鉄筋挿入工（二重管）
 施工規模：施工延長 L= 10.00m
 総削孔長 ΣL= 216.30m

工種	細目	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
鉄筋挿入工							
	直接工事費	φ90mm	式	1.00			訳-1参照
	小計						
法面工							
	直接工事費		式	1.00			訳-3参照
工事費計							
				施工延長 1m当たり工事費			
				削孔長 1m当たり単価			

鉄筋挿入工(二重管) 工事費内訳書

内訳-1

総削孔長=216.30m

本数=42本

工 種	細 別	形 状 寸 法	単 位	数 量	単 価	金 額	摘 要		
直接工事費	芯材材料	D29mm	m	220.5			訳-2参照		
	削孔工 φ90mm	礫質土	m	162.6			価表-1参照		
	削孔工 φ90mm	軟岩	m	53.6			価表-2参照		
	芯材挿入工	L ≤ 2.0m	本	14.0			価表-3参照		
	芯材挿入工	4.0m < L ≤ 8.0m	本	28.0			価表-4参照		
	注入打設工		m ³	6.2			価表-5参照		
	注入材料費	σ ck=24N/mm ²	m ³	6.2			価表-6参照		
	頭部締付工		本	42.0			価表-7参照		
	頭部処理工		本	42.0			価表-8参照		
	小計								
									千円止め)
工事費計	直接工事費+仮設費								

芯 材 材 料 費

内訳-2

芯材総延長 ΣLs=220.50m

工 種	細 別	形 状 寸 法	単 位	数 量	単 価	金 額	摘 要	
芯材材料	異形棒鋼ロックボルト	29用	m	220.50			鉛メッキ	
	カップラー	29用	組	28.00			鉛メッキ	
	スペーサー		個	189.00			鉛メッキ	
	各座金	PL-9×150×150	個	42.00			鉛メッキ	
	ワッシャー	29用	枚	42.00			鉛メッキ	
	ナット	29用	個	42.00			鉛メッキ	
	頭部キャップ		個	42.00			鉛メッキ	
	シース	29用	個	42.00				
	先端キャップ	29用	個	42.00				
	計							
							円/m)	

表面工

内訳-3

施工延長 L= 10.00 m

工 種	細 別	形 状 寸 法	単 位	数 量	単 価	金 額	摘 要	
吹付工	モルタル吹付	t=50mm	m ²	92.24			表-9参照	
吹付枠工	コンクリート吹付	300×300mm	m ²	92.20			表-10参照	
	計							／式)
								円止め)

数 量 表

< 鉄筋挿入工 >

削孔長

造成径 (mm)	削孔長 (m)	数 式 等	本 数 (本)	削孔長 (m)
φ 90mm				
	1.90	2 本 × 7 列	14	26.60
	5.40	1 本 × 7 列	7	37.80
	6.40	1 本 × 7 列	7	44.80
	7.40	1 本 × 7 列	7	51.80
	7.90	1 本 × 7 列	7	55.30
合計			42	216.30

長さ区分別本数

削孔区分	本数 (本)
$L \leq 2.0\text{m}$	14
$4.0\text{m} < L \leq 7.0\text{m}$	14
$7.0\text{m} < L$	14
合計	42

削孔区分, 注入材

削孔区分	割合 (%)	削孔長 (m)	体積 (m^3)	注入率	注入量 (m^3)
礫質土	75.2%	162.66	1.03	5.0	5.2
軟岩	24.8%	53.64	0.34	3.0	1.0
計	100.0%	216.30			6.2

作業構台工

測点	区間距離 (m)	断面積 (m^2)	平均面積 (m^2)	立積 (空m^3)
計				

移設回数

回

芯材材料 異形鉄筋ロックボルト

29用		頭出し長: 0.10 m
Ls=	220.50 m	
W=	220.50 m × 5.04 kg/m = 1,112.0 (kg)	

削孔長 (m)	本数 (本)	芯材長 (m)	総芯材長 (m)	芯材組合せ(本)							カップラー (個)	スペーサー (個)	
				2.00m	2.50m	3.00m	3.50m	4.00m	4.50m	5.00m			
1.90	14	2.00	28.00	14									28
5.40	7	5.50	38.50		7	7						7	35
6.40	7	6.50	45.50			7	7					7	35
7.40	7	7.50	52.50			7			7			7	42
7.90	7	8.00	56.00			7				7		7	49
合計	42		220.50	14	7	28	7		7	7		28	189

芯材長区分別本数

芯材挿入長区分	本数 (本)
L ≤ 2.0m	14
4.0m < L ≤ 8.0m	28

芯材材料 異形ロックボルト(長さ別)

長さ (m)	本数 (本)	延長 (m)	重量 (kg)
L= 2.00	14	28.00	141.12
L= 2.50	7	17.50	88.20
L= 3.00	28	84.00	423.36
L= 3.50	7	24.50	123.48
L= 4.50	7	31.50	158.76
L= 5.00	7	35.00	176.40
合計	70	220.50	1111.32

芯材材料 取付け部材

異形棒鋼ロックボルト	29用	28 組
カップラー	29用	28 個
スペーサー		189 個
各座金	PL-9×150×150	42 枚
ワッシャー	29用	42 個
ナット	29用	42 枚
頭部キャップ		42 個
シース	29用	42 個
先端キャップ	29用	42 個

単価表-1 削孔工 二重管 土質(礫質土) L= 7.0m 100本当り
削孔径= φ90mm (ΣL= 700.0 m当り)

工種	細別	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
削孔工	土木一般世話役		人	29.500			
	特殊作業員		人	29.500			
	普通作業員		人	59.000			
	ボーリングマシン損料	スキッド型	日	29.500			建設機械等損料表
	シャンクロッド	φ90mm用	個	2.800			ΣL×0.004
	クリーニングアダプタ	φ90mm用	個	2.100			ΣL×0.003
	エクステンションロッド	φ90mm用	個	2.800			ΣL×0.004
	ドリルパイプ	φ90mm用	本	14.000			ΣL×0.020
	インナーロッド	φ90mm用	本	15.400			ΣL×0.022
	リングビット	φ90mm用	個	14.000			ΣL×0.020
	インナービット	φ90mm用	個	11.200			ΣL×0.016
	ウォータースイベル	φ90mm用	個	14.000			ΣL×0.020
	諸雑費		式	1.000			
	(注) 総削孔長500m以上のため、標準歩掛を適用する。						
	削孔に関する諸雑費は労務費及びボーリングマシン損料の19%とする。						
	計						
							(円/m)

単価表-2 削孔工 二重管 土質(軟岩) L= 7.0m 100本当り
削孔径= φ90mm (ΣL= 700.0 m当り)

工種	細別	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
削孔工	土木一般世話役		人	29.500			
	特殊作業員		人	29.500			
	普通作業員		人	59.000			
	ボーリングマシン損料	スキッド型	日	29.500			建設機械等損料表
	シャンクロッド	φ90mm用	個	3.500			ΣL×0.005
	クリーニングアダプタ	φ90mm用	個	2.800			ΣL×0.004
	エクステンションロッド	φ90mm用	個	3.500			ΣL×0.005
	ドリルパイプ	φ90mm用	本	20.300			ΣL×0.029
	インナーロッド	φ90mm用	本	23.800			ΣL×0.034
	リングビット	φ90mm用	個	16.800			ΣL×0.024
	インナービット	φ90mm用	個	11.200			ΣL×0.016
	ウォータースイベル	φ90mm用	個	1.400			ΣL×0.002
	諸雑費		式	1.000			
	(注) 総削孔長500m以上のため、標準歩掛を適用する。						
	削孔に関する諸雑費は労務費及びボーリングマシン損料の19%とする。						
	計						
							(円/m)

単価表-3 芯材挿入工

L≤2.0m

100 本当り

工種	細別	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
芯材組立工	土木一般世話役		人	0.700			
	特殊作業員		人	0.700			
	普通作業員		人	1.400			
	計						
							円/本)

単価表-4 芯材挿入工

4.0m<L≤8.0m

100 本当り

工種	細別	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
芯材挿入工	土木一般世話役		人	2.50			
	特殊作業員		人	2.50			
	普通作業員		人	5.00			
	計						
							円/本)

単価表-5 注入打設工

1 m³当り

工種	細別	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
注入打設工	土木一般世話役		人	1.000			
	特殊作業員		人	2.000			
	普通作業員		人	1.000			
	グラウトミキサー損料	上下2層式,2kW,200l×2	日	1.000			
	グラウトポンプ損料	横型単筒,30~70l/min,0.8kW	日	1.000			
	水中モーターポンプ損料	口径50mm,揚程10m,0.8kW	日	1.000			
	発動発電機運転	ディーゼルエンジン,10.5/13kVA,13kW	日	1.000			
	水槽損料	5m ³	日	1.000			
	諸雑費		式	1.000			労務費計の3%
	計						
							円/m ³)

単価表-6 注入材料費

1 m³当り

工種	細別	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
注入打設工	セメント	早強セメント 袋入	kg	1230.00			設物価版参照
	混和材	マスターボンプス No.8	kg	49.20			設物価版参照
	水		kg	550.00			給願います。
	計						
							/m ³)

単価表-7 頭部締付工

100 本当り

工 種	細 別	形 状 寸 法	単 位	数 量	単 価	金 額	摘 要	
頭部締付工	土木一般世話役		人	2.00	[Redacted]	[Redacted]		
	普通作業員		人	6.00				
	諸雑費		式	1.00			務費計の2.5%	
	計							
								(円/本)

単価表-8 頭部処理工

100 本当り

工 種	細 別	形 状 寸 法	単 位	数 量	単 価	金 額	摘 要	
頭部処理工	土木一般世話役		人	2.000	[Redacted]	[Redacted]		
	普通作業員		人	6.000				
	諸雑費		式	1.000			労務費計の3%	
	計							
								(円/本)

単価表-9 吹付工(モルタル)

施工規模:500m²未満

100 m²当たり

工 種	細 別	形 状 寸 法	単 位	数 量	単 価	金 額	摘 要
吹付工	モルタル吹付	t=50mm	m ²	100.00			木コスト情報
		加算率 15%	m ²	15.00			
	計						

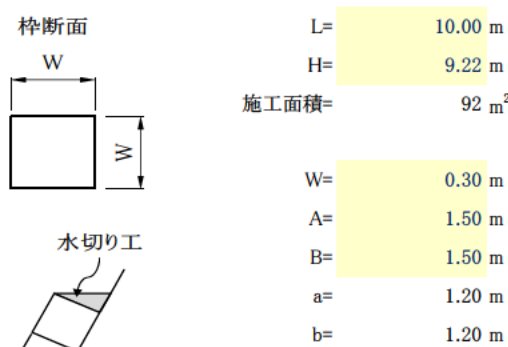
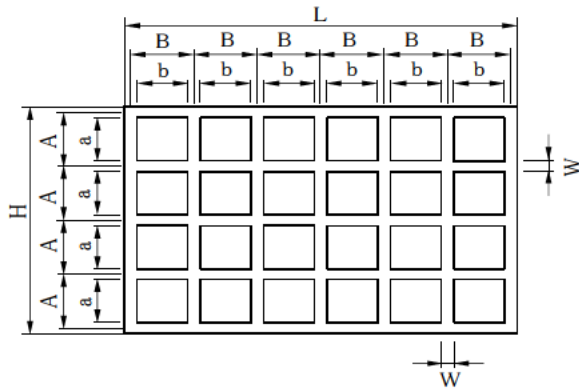
単価表-10 吹付砕工

枠断面:300mm,スパン:縦×横=1.5m×1.5m

92.2 m²当たり

工種	細別	形状寸法	単位	数量	単価	金額	摘要
吹付砕工	コンクリート吹付	300×300mm	m	122.70			土木コスト情報
		加算率	m	24.54			20%
	水切り工		m ³	0.62			
	表面コテ仕上げ		m ²	0.00			
	枠内工	厚層基材吹付 t=50mm	m ²	47.30			
	計						
							円/m ²)

数量計算



L= 10.00 m
 H= 9.22 m
 施工面積= 92 m²
 W= 0.30 m
 A= 1.50 m
 B= 1.50 m
 a= 1.20 m
 b= 1.20 m

法勾配 n= 1: 0.50
 水切り工 有
 コテ仕上げ 0 面

計算方法

縦枠・・・H×{(L-W)÷B+1}
 横枠・・・b×{(L-W)÷B}×{(H-W)÷A+1}

施工規模による加算率	500m以上	0%
	250m以上 500m未満	10%
	250m未満	20%

縦枠 L= 9.22 × {(10.00 - 0.30) / 1.50 + 1 } = 68.8

横枠 L= 1.20 × {(10.00 - 0.30) / 1.50 } × {(9.22 - 0.30) / 1.50 + 1 } = 53.9

法枠長さ= 68.8 + 53.9 = 122.7 m

水切りコンクリート

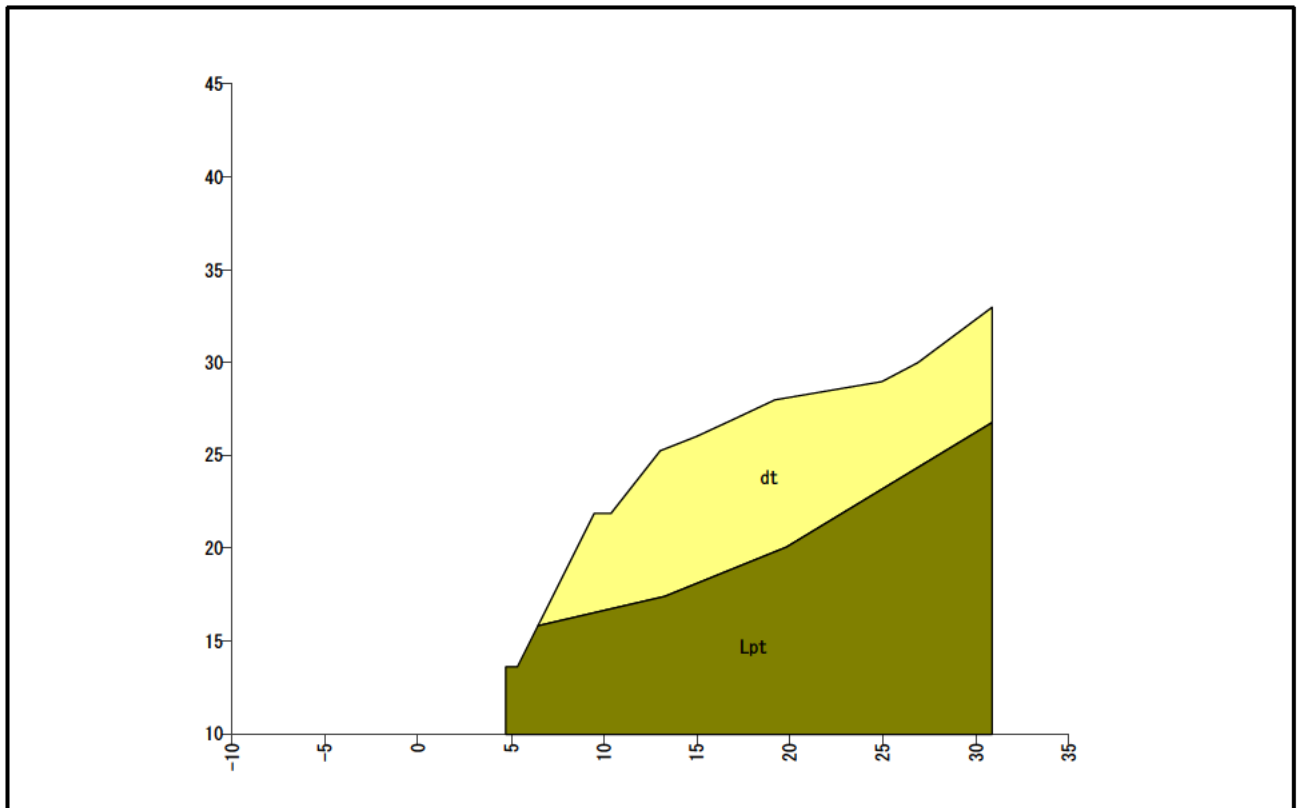
面積=W×(W×n)÷2= 0.30 × 0.15 / 2 = 0.023 m²
 V= 0.023 × 53.90 = .62 m³
 コテ仕上げ面積 A= 0 × 0.30 = 0.0 m²
 枠内面積 A= 92.2 - 122.7 × 0.30 - 53.9 × 0.15 = 47.3 m²

安定解析

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 仮設時



土質定数

No	地層名	土質名	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角		N値
						ϕ (°)	$\tan \phi$	
1	dt	dt	19.00	20.00	0.00	35.0000	0.700208	4
2	Lpt	Lpt	18.40	19.40	260.00	21.0000	0.383864	

※水の単位体積重量 $\gamma_w = 10.00$ (kN/m³)

座標の入力データ

No.	距離 X (m)	原地形 標高Y _G (m)	計画地形 標高Y(m)	水位 標高Y _w (m)	すべり面			ハタ上げ
					標高Y _s (m)	形状	強度	
1	4.730		13.620					
2	5.350		13.620					
3	9.470		21.870					
4	10.360		21.870					
5	13.070		25.250					
6	14.990		26.000					
7	17.130		27.000					
8	19.190		28.000					
9	24.980		29.000					
10	26.870		30.000					
11	30.880		33.000					

原：原地形のハタ上げ、 計：計画地形のハタ上げ

地層境界線の座標

No.	1	
	距離X(m)	標高Y(m)
1	6.440	15.800
2	7.080	15.960
3	13.280	17.390
4	19.820	20.070
5	31.040	26.840

1. 設計条件

(1) 補強斜面の計画安全率

本現場は仮設として考え、計画安全率を設定する。

切土補強土工法設計・施工要領では下表のように示されている。

補強斜面の計画安全率

項目	計画安全率
永久(長期)	$F_{sp} \geq 1.20$
仮設(短期)	$F_{sp} \geq 1.05, 1.10$

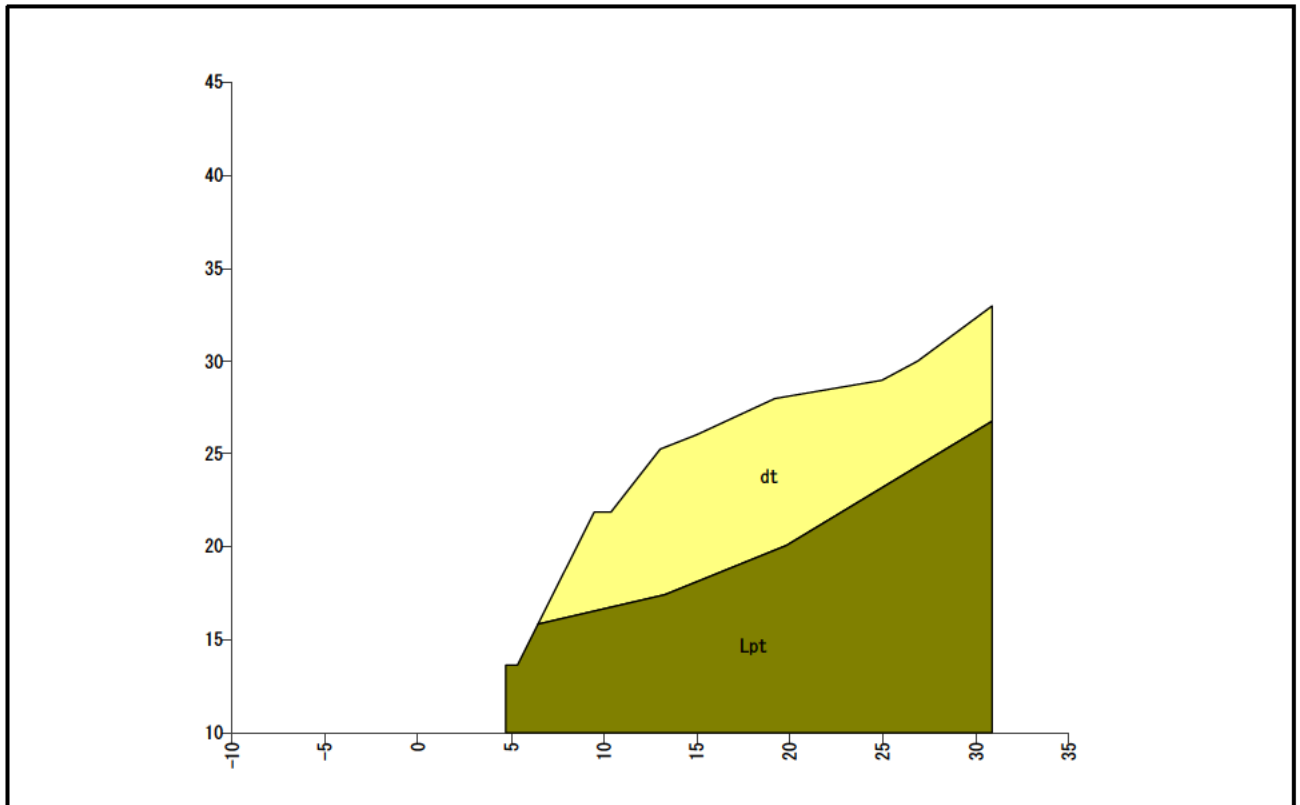
【切土補強土工法設計・施工要領 P.31】

ここで、永久とは本線などの永久のり面とされており、この記載は高速道路本線を対象としている。

今回の計画安全率は、当該斜面の重要性を考慮して $F_{sp} = 1.100$ とする。

(2) 土質条件

当該斜面の地形、土質の構成と定数は以下の通りである。



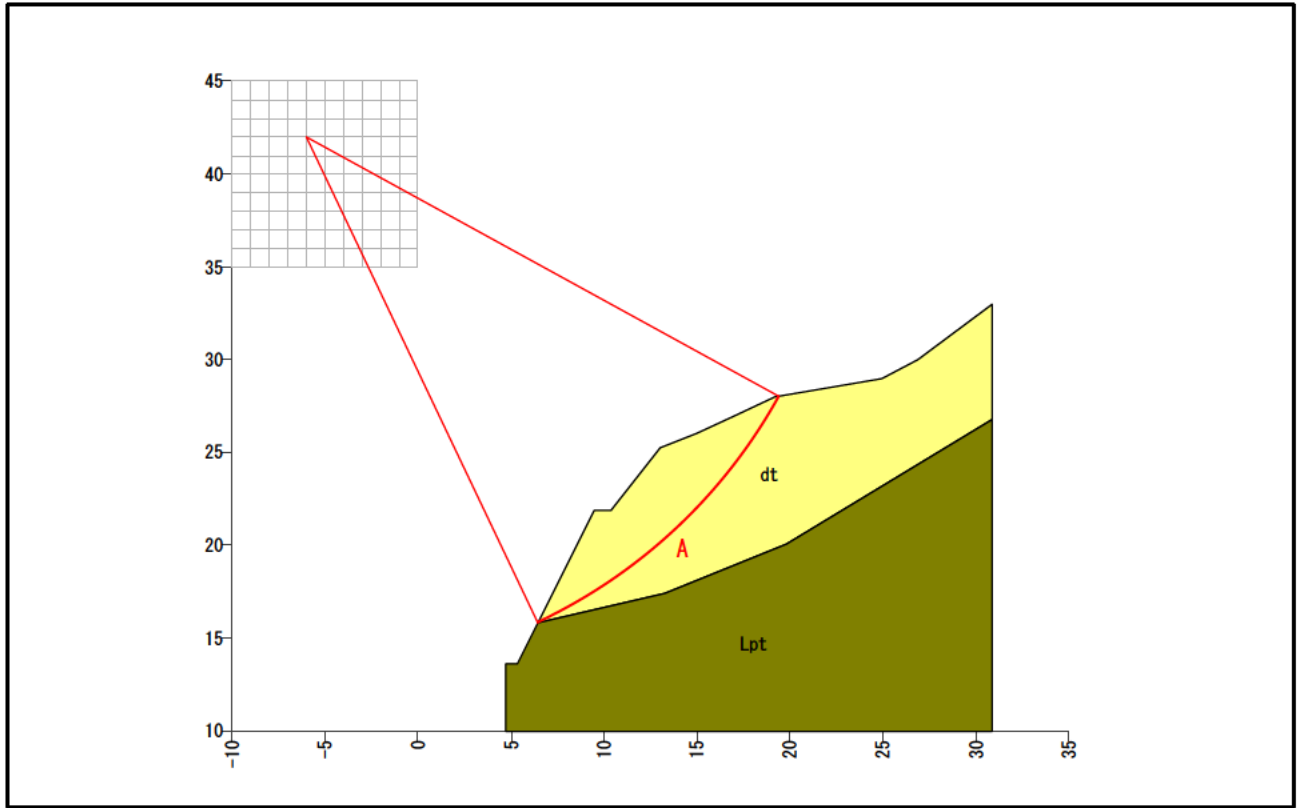
土質定数								
No	地層名	土質名	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角		N値
						ϕ (°)	$\tan \phi$	
1	dt	dt	19.00	20.00	0.00	35.0000	0.700208	4
2	Lpt	Lpt	18.40	19.40	260.00	21.0000	0.383864	

※水の単位体積重量 $\gamma_w = 10.00$ (kN/m³)

2. 繰り返し円弧計算

斜面の安定性は繰り返し円弧すべりで検討した結果、以下のすべり面が最も危険と判断できる。

<円弧A>



安定計算結果				
項目		記号	単位	仮設
計算結果	安全率	Fs	—	0.815
	計画安全率	Fsp	—	1.100
	必要抑止力	Pr	kN/m	145.0
円弧	中心座標	X	m	-6.000
		Y	m	42.000
	半径	r	m	29.000
計算要素	すべり抵抗力	S	kN/m	416.56
	滑動力	T	kN/m	510.50
	法線力	N	kN/m	594.90
	間隙水圧	U	kN/m	0.00
	すべり面長	l	m	18.131
	面積	A	m ²	41.63

(1) 安定計算式

安定計算は、修正Fellenius法を用いて行う。

基本的に極限つり合い法を用いることとし、所要の計画安全率を確保するものとする。

$$\text{安全率}(F_s) = \frac{\text{すべり抵抗力}(\Sigma S)}{\text{滑動力}(\Sigma T)}$$

計算手法は、「スライス分割法」に基づいて、すべり土塊の断面をいくつかのスライスに分割し、各スライス（分割片）について力のつり合いを考えるものとする。

<仮設>

$$F_s = \frac{\Sigma \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \Sigma (C \cdot l)}{\Sigma T}$$

$$Pr = F_{sp} \cdot \Sigma T - [\Sigma \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \Sigma (C \cdot l)]$$

ここで、

F_s	: 安全率	
F_{sp}	: 計画安全率	
Pr	: 必要抑止力	(kN/m)
N	: スライスの重力による法線力 ($N=W \cdot \cos \theta + Q_N$)	(kN/m)
U	: スライスに働く間隙水圧 ($U=u \cdot b \cdot \cos \theta$)	(kN/m)
T	: スライスの重力による接線力 ($T=W \cdot \sin \theta + Q_T$)	(kN/m)
l	: スライスのすべり面長	(m)
b	: スライス幅	(m)
ϕ	: すべり面の内部摩擦角	(°)
C	: すべり面の粘着力	(kN/m ²)
W	: スライス重量	(kN/m)
θ	: すべり面傾斜角	(°)
u	: 単位間隙水圧	(kN/m ²)
Q_N	: 上載荷重分力(法線方向)	(kN/m)
Q_T	: 上載荷重分力(接線方向)	(kN/m)

(2) 安定性の評価

<円弧A>

スライス要素の集計表		粘着力 C(kN/m ²)	すべり面長 l(m)	法線力 N(kN/m)	間隙水圧 U(kN/m)	滑動力 T(kN/m)	すべり抵抗力 S(kN/m)
内部摩擦角 φ(°)	tan φ						
35.0000	0.700208	0.00	18.131	594.90	0.00	510.50	416.56

仮設時の安全率は次式を用いて計算する。

$$\begin{aligned}
 F_s &= \frac{\sum \{ (N-U) \cdot \tan \phi \} + \sum (C \cdot l)}{\sum T} \\
 &= \frac{(594.90 - 0.00) \times 0.700208 + 0.00 \times 18.131}{510.50} \\
 &= 0.815
 \end{aligned}$$

ここで、

- F_s : 安全率
- N : スライスの重力による法線力 (N=W・cos θ + Q_N) (kN/m)
- U : スライスに働く間隙水圧 (U=u・b・cos θ) (kN/m)
- T : スライスの重力による接線力 (T=W・sin θ + Q_T) (kN/m)
- l : スライスのすべり面長 (m)
- b : スライス幅 (m)
- φ : すべり面の内部摩擦角 (°)
- C : すべり面の粘着力 (kN/m²)
- W : スライス重量 (kN/m)
- θ : すべり面傾斜角 (°)
- u : 単位間隙水圧 (kN/m²)
- Q_N : 上載荷重分力(法線方向) (kN/m)
- Q_T : 上載荷重分力(接線方向) (kN/m)

(3) 必要抑止力の計算

計画安全率 $F_{sp} = 1.100$ を満足する必要抑止力を計算する。

<円弧A>

$$\begin{aligned} Pr &= F_{sp} \cdot \Sigma T - [\Sigma \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \Sigma (C \cdot l)] \\ &= 1.100 \times 510.50 - \{(594.90 - 0.00) \times 0.700208 + 0.00 \times 18.131\} \\ &= 145.0 \text{ (kN/m)} \end{aligned}$$

ここで、

F_{sp}	: 計画安全率	
Pr	: 必要抑止力	(kN/m)
N	: スライスの重力による法線力 ($N=W \cdot \cos \theta + Q_N$)	(kN/m)
U	: スライスに働く間隙水圧 ($U=u \cdot b \cdot \cos \theta$)	(kN/m)
T	: スライスの重力による接線力 ($T=W \cdot \sin \theta + Q_T$)	(kN/m)
l	: スライスのすべり面長	(m)
b	: スライス幅	(m)
ϕ	: すべり面の内部摩擦角	(°)
C	: すべり面の粘着力	(kN/m ²)
W	: スライス重量	(kN/m)
θ	: すべり面傾斜角	(°)
u	: 単位間隙水圧	(kN/m ²)
Q_N	: 上載荷重分力(法線方向)	(kN/m)
Q_T	: 上載荷重分力(接線方向)	(kN/m)

繰り返し円弧計算条件

1. 円弧条件

中心の変化範囲

X座標 : -10.000 ~ 0.000(m) ピッチ : 1.000(m)

Y座標 : 35.000 ~ 45.000(m) ピッチ : 1.000(m)

2次追跡 : なし

円弧半径の範囲

半径 : 0.000 ~ 100.000(m) ピッチ : 1.000(m)

2. 不通過層名

Lpt

3. 計算条件

計画安全率(仮設) $F_{sp} = 1.100$

計算式 修正Fellenius法

すべり面強度 地層値

4. 出力条件

安全率 F_s … 全て出力

抑止力 Pr (kN/m) … 100.0 以上

滑動力 T (kN/m) … 全て出力

深度 (m) … 全て出力

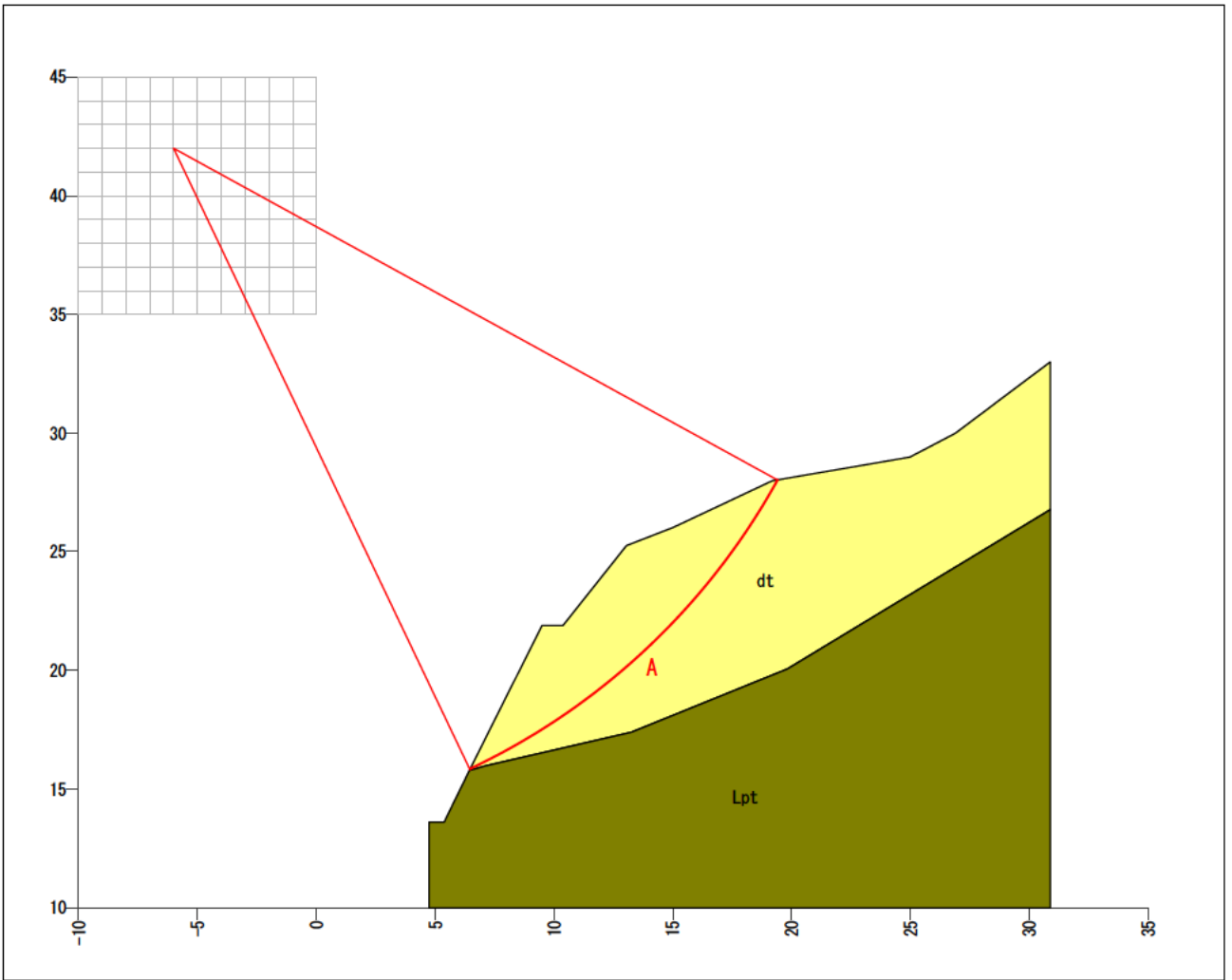
繰り返し円弧計算結果一覧（仮設）

No.	円弧条件					すべり 抵抗力 S (kN/m)	滑動力 T (kN/m)	安全率 Fs	抑止力 Pr (kN/m)
	登録	中心座標		半径 r (m)	最大深度 (m)				
		X (m)	Y (m)						
1	A	-6.000	42.000	29.000	3.618	416.56	510.50	0.815	※ 145.0
2		-9.000	45.000	33.000	3.400	381.03	477.15	0.798	143.9
3		-8.000	41.000	29.000	3.093	286.96	390.47	0.734	142.6
4		-6.000	41.000	28.000	3.398	360.48	456.04	0.790	141.2
5		-3.000	39.000	25.000	3.850	449.59	535.83	0.839	139.9
6		-5.000	37.000	24.000	3.064	263.02	366.17	0.718	139.8
7		-3.000	38.000	24.000	3.612	391.46	482.35	0.811	139.2
8		-9.000	44.000	32.000	3.175	327.35	422.29	0.775	137.2
9		-3.000	37.000	23.000	3.393	335.96	429.37	0.782	136.4
10		-6.000	40.000	27.000	3.167	306.95	401.77	0.763	135.0
11		-10.000	41.000	30.000	2.705	215.37	315.53	0.682	131.8
12		-7.000	45.000	32.000	3.842	453.88	531.76	0.853	131.1
13		-8.000	40.000	28.000	2.823	235.88	333.46	0.707	131.0
14		-3.000	36.000	22.000	3.154	282.68	376.03	0.751	131.0
15		-7.000	44.000	31.000	3.534	399.22	481.73	0.828	130.7
16		0.000	35.000	20.000	3.811	418.92	497.81	0.841	128.7
17		-7.000	37.000	25.000	2.635	192.00	291.37	0.658	128.6
18		-9.000	43.000	31.000	2.935	275.80	367.45	0.750	128.4
19		-5.000	36.000	23.000	2.775	212.10	308.98	0.686	127.8
20		-7.000	43.000	30.000	3.209	345.53	429.55	0.804	127.0
21		-4.000	41.000	27.000	3.774	433.44	509.32	0.851	126.9
22		-6.000	39.000	26.000	2.918	255.71	347.62	0.735	126.7
23		-4.000	40.000	26.000	3.440	378.62	459.16	0.824	126.5
24		-9.000	38.000	27.000	2.478	171.18	269.62	0.634	125.5
25		0.000	36.000	21.000	4.077	478.29	548.79	0.871	125.4
26		-4.000	42.000	28.000	4.085	489.68	557.54	0.878	123.7
27		-4.000	39.000	25.000	3.208	325.10	407.89	0.797	123.6
28		-3.000	35.000	21.000	2.892	231.64	322.51	0.718	123.2
29		-7.000	42.000	29.000	2.991	294.43	377.84	0.779	121.2
30		-1.000	36.000	21.000	3.414	353.12	429.58	0.822	119.5
31		-4.000	38.000	24.000	2.985	274.38	357.44	0.767	118.9
32		-1.000	37.000	22.000	3.669	408.18	478.89	0.852	118.6
33		0.000	37.000	22.000	4.425	538.92	597.65	0.901	118.5
34		-9.000	42.000	30.000	2.680	227.15	313.60	0.724	117.9
35		-1.000	35.000	20.000	3.207	300.47	380.26	0.790	117.9
36		-4.000	43.000	29.000	4.374	546.65	603.90	0.905	117.7

※は最小安全率、最大抑止力を表す。

No.	円弧条件					すべり 抵抗力 S (kN/m)	滑動力 T (kN/m)	安全率 Fs	抑止力 Pr (kN/m)
	登 録	中心座標		半径 r (m)	最大深度 (m)				
		X (m)	Y (m)						
37		-8.000	39.000	27.000	2.533	187.97	277.09	0.678	116.9
38		-6.000	38.000	25.000	2.651	207.65	294.31	0.705	116.1
39		-1.000	38.000	23.000	4.012	465.23	527.97	0.881	115.6
40		-10.000	45.000	33.000	2.766	262.64	343.04	0.765	114.8
41		-10.000	40.000	29.000	2.396	168.21	256.97	0.654	114.5
42		-5.000	43.000	29.000	3.670	414.70	480.57	0.862	114.0
43		-5.000	42.000	28.000	3.361	362.24	432.64	0.837	113.7
44		-7.000	41.000	28.000	2.757	245.84	326.80	0.752	113.7
45		-8.000	45.000	32.000	3.121	328.45	401.62	0.817	113.4
46		-5.000	35.000	22.000	2.461	164.60	252.09	0.652	112.7
47		-4.000	37.000	23.000	2.743	226.10	306.90	0.736	111.5
48		-5.000	44.000	30.000	3.960	468.25	526.45	0.889	110.9
49		-5.000	41.000	27.000	3.029	311.60	384.03	0.811	110.9
50		-7.000	36.000	24.000	2.299	145.12	231.39	0.627	109.5
51		-8.000	35.000	24.000	2.146	123.58	211.69	※ 0.583	109.3
52		-1.000	39.000	24.000	4.327	522.39	573.77	0.910	108.8
53		-4.000	44.000	30.000	4.644	604.02	647.72	0.932	108.5
54		-2.000	38.000	23.000	3.260	341.60	409.01	0.835	108.4
55		-2.000	39.000	24.000	3.600	394.39	456.87	0.863	108.2
56		0.000	38.000	23.000	4.741	599.91	643.64	0.932	108.1
57		-8.000	44.000	31.000	2.805	279.75	352.49	0.793	108.0
58		-2.000	37.000	22.000	3.014	291.01	361.58	0.804	106.8
59		-5.000	40.000	26.000	2.803	263.00	335.50	0.783	106.1
60		-5.000	45.000	31.000	4.231	522.33	570.22	0.916	105.0
61		-9.000	41.000	29.000	2.409	181.41	260.33	0.696	105.0
62		-10.000	44.000	32.000	2.524	216.19	291.90	0.740	104.9
63		-2.000	40.000	25.000	3.913	447.80	502.17	0.891	104.6
64		-7.000	40.000	27.000	2.506	199.73	276.04	0.723	104.0
65		-2.000	36.000	21.000	2.801	243.14	314.67	0.772	103.0
66		-9.000	37.000	26.000	2.124	125.47	207.53	0.604	102.9
67		-6.000	37.000	24.000	2.361	161.99	240.41	0.673	102.5
68		-4.000	36.000	22.000	2.478	180.17	256.22	0.703	101.7
69		-6.000	45.000	31.000	3.546	393.84	449.94	0.875	101.1
70		-6.000	44.000	30.000	3.256	343.86	404.44	0.850	101.1
71		-8.000	43.000	30.000	2.583	233.44	303.79	0.768	100.8
72		-8.000	38.000	26.000	2.222	143.48	221.47	0.647	100.2

※は最小安全率、最大抑止力を表す。



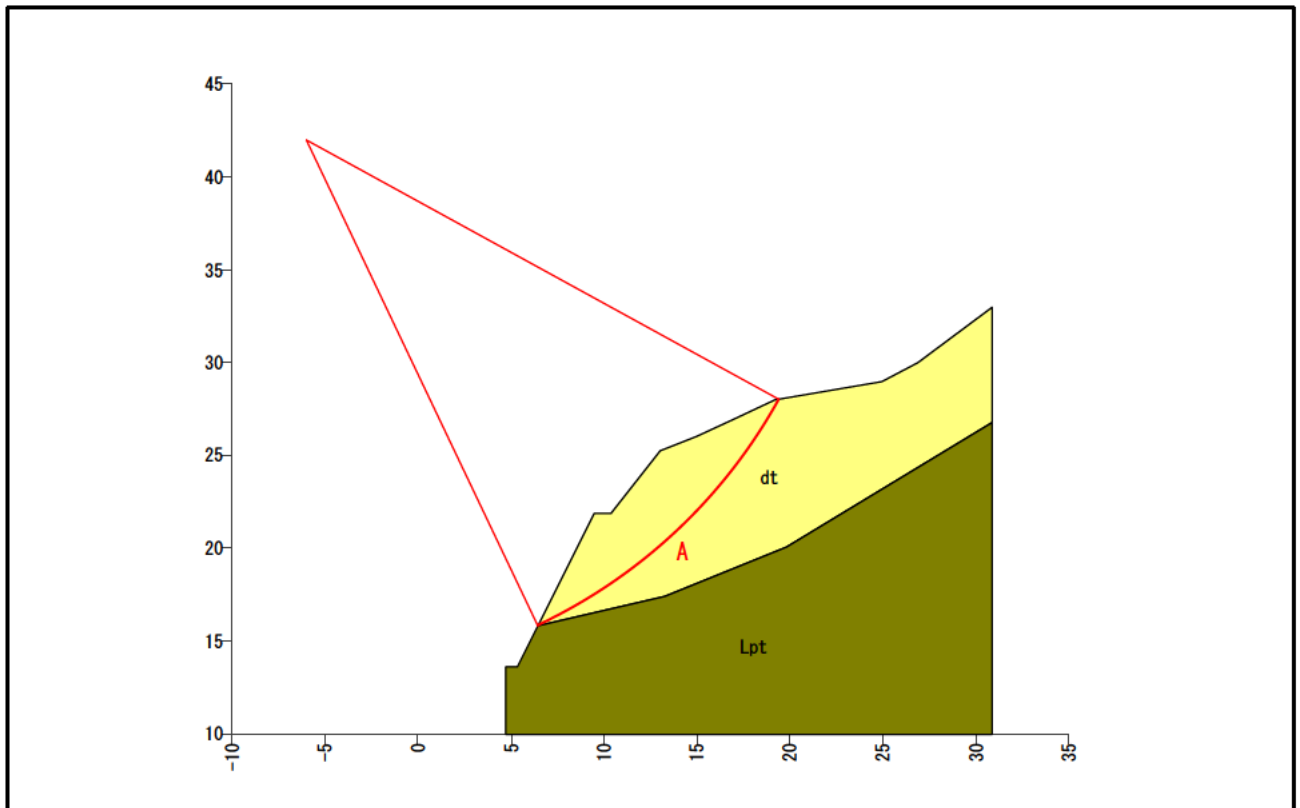
解析断面図(仮設)

補強材の配置

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 仮設時



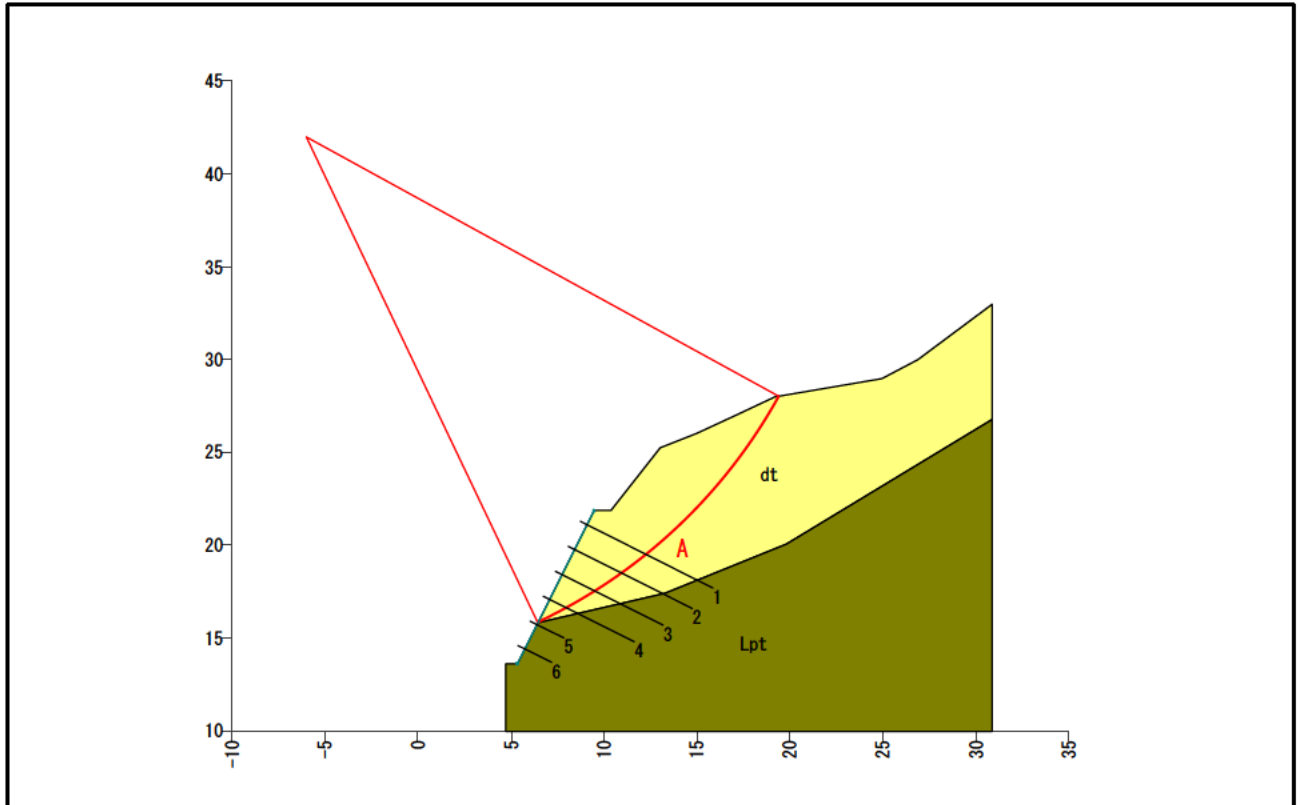
安定計算結果

項目	記号	単位	数 値(仮設)	
			円弧A	
計算結果	安全率	Fs	—	0.815
	計画安全率	Fsp	—	1.100
	必要抑止力	Pr	kN/m	145.0
円弧	中心座標	X	m	-6.000
		Y	m	42.000
	半径	r	m	29.000
計算要素	すべり抵抗力	S	kN/m	416.56
	滑動力	T	kN/m	510.50
	法線力	N	kN/m	594.90
	間隙水圧	U	kN/m	0.00
	すべり面長	l	m	18.131
	面積	A	m ²	41.63

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 仮設時



補強材の規格

番号	材料名	呼び径	単位重量 W(kg/m)	補強材径 d(mm)	断面積 As(cm ²)	腐食代
材-1	ネジ節棒鋼 (SD345)	D29	5.04	27.6	5.983	考慮する

補強材の配置結果

補強材 No.	規格 番号	削孔径 D(mm)	配置座標		水平間隔 SH(m)	縦間隔 SV(m)	打設角度 α (°)	全長 L(m)	挿入長 L _B (m)	配置 のり面
			X (m)	Y (m)						
[1]	材-1	90.0	9.085	21.100	1.50	—	26.54	8.000	7.600	範囲 1
[2]	材-1	90.0	8.415	19.758	1.50	1.50	26.54	7.500	7.100	範囲 1
[3]	材-1	90.0	7.745	18.416	1.50	1.50	26.54	6.500	6.100	範囲 1
[4]	材-1	90.0	7.075	17.074	1.50	1.50	26.54	5.500	5.100	範囲 1
[5]	材-1	90.0	6.405	15.732	1.50	1.50	26.54	2.000	1.600	範囲 1
[6]	材-1	90.0	5.735	14.390	1.50	1.50	26.54	2.000	1.600	範囲 1

補強材の引張り耐力の算出条件

項 目			数 値 (仮設)	備 考
補強材の許容引張り応力度	σ_{sa}	N/mm ²	300.0	ネジ節棒鋼 (SD345) D29
補強材と注入材の許容付着応力	τ_c	N/mm ²	2.4	$\sigma_{ck} = 24$ (N/mm ²)
周面摩擦抵抗の安全率	Fsa	—	1.50	
のり面工の低減係数	μ	—	1.00	
補強材の引張り力の低減係数	λ	—	0.7	
地山と注入材の周面摩擦抵抗	τ_p	N/mm ²	0.032	dt
			0.480	Lpt

補強材の抵抗力の算出方法

(1) 許容付着力の算出

許容付着力の算出式を以下に示す。

許容付着力 t_a (kN/m) は、 t_{pa} と t_{ca} の最も小さい値のものとする。

ただし、地山と注入材の許容付着力 t_{pa} 及び、補強材と注入材の許容付着力 t_{ca} は、以下の式による。

$$t_{pa} = \frac{\tau_p \cdot \pi \cdot D}{F_{sa}}$$

t_{pa} : 地山と注入材の許容付着力 (kN/m)
 τ_p : 地山と注入材の周面摩擦抵抗 (kN/m²)
 D : 削孔径 (m)
 F_{sa} : 周面摩擦抵抗の安全率

$$t_{ca} = \tau_c \cdot \pi \cdot d$$

t_{ca} : 補強材と注入材の許容付着力 (kN/m)
 τ_c : 補強材と注入材の許容付着力 (kN/m²)
 d : 補強材径 (m)

(2) 補強材の許容補強材力の算出

補強材の許容補強材力の算出方法、並びに算出式を以下に示す。

許容補強材力 T_{pa} (kN/本) は、 T_{1pa} 、 T_{2pa} 、 T_{sa} の最も小さい値のものとする。

前項で算出された t_a より、「移動土塊から受ける引抜き抵抗力 (T_{1pa})」、「不動地山から受ける引抜き抵抗力 (T_{2pa})」、補強材の材料による「補強材の許容引張り (T_{sa})」は以下の式で求められる。

$$T_{1pa} = \frac{1}{1 - \mu} \cdot L_1 \cdot t_a$$

T_{1pa} : 移動土塊から受ける引抜き抵抗力 (kN/本)
 μ : のり面工の低減係数
 L_1 : 移動土塊の有効定着長 (m)

$$T_{2pa} = L_2 \cdot t_a$$

T_{2pa} : 不動地山から受ける引抜き抵抗力 (kN/本)
 L_2 : 不動地山の有効定着長 (m)

$$T_{sa} = \sigma_{sa} \cdot A_s$$

T_{sa} : 補強材の許容引張り力 (kN/本)
 σ_{sa} : 補強材の許容引張り応力度 (kN/m²)
 A_s : 補強材の断面積 (m²)

以上の結果より、補強後の安定計算式を以下に示す。

$$F_s = \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi + C \cdot l\} + Sh + Ss}{\sum T}$$

- F_s : 安全率
 N : スライスの重力による法線力 ($N=W \cdot \cos \theta + Q_N$) (kN/m)
 U : スライスに働く間隙水圧 ($U=u \cdot b \cdot \cos \theta$) (kN/m)
 T : スライスの重力による接線力 ($T=W \cdot \sin \theta + Q_T$) (kN/m)
 l : スライスのすべり面長 (m)
 b : スライス幅 (m)
 ϕ : すべり面の内部摩擦角 ($^{\circ}$)
 C : すべり面の粘着力 (kN/m²)
 W : スライス重量 (kN/m)
 θ : すべり面傾斜角 ($^{\circ}$)
 u : 単位間隙水圧 (kN/m²)
 Q_N : 上載荷重分力(法線方向) (kN/m)
 Q_T : 上載荷重分力(接線方向) (kN/m)
 Sh : 補強材による引き止め力 ($Sh=T_m \cdot \cos \beta$) (kN/m)
 Ss : 補強材による締め付け力 ($Ss=T_m \cdot \sin \beta \cdot \tan \phi$) (kN/m)
 T_m : 補強材の設計引張力 (kN/m)
 β : 補強材設置角度 (すべり面と補強材とのなす角度) ($^{\circ}$)

補強材による抵抗力の算出 (円弧A—仮設)

ここでは、前項の条件、数値、および数式を用いて補強材の抵抗力を求めるものとする。

< 補強材 No.1 >

(1) 補強材の許容補強材力の算出 T_{pa}

$$T_{1pa} = \frac{1}{1 - \mu} \cdot \min(\Sigma(L1 \times t_{pa}), \Sigma(L1 \times t_{ca}))$$

ここで、 $\mu=1.00$ より T_{1pa} は計算しない。

$$\begin{aligned} T_{2pa} &= \min(\Sigma(L2 \times t_{pa}), \Sigma(L2 \times t_{ca})) \\ &= 102.410 \quad (\text{kN}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{sa} &= \sigma_{sa} \cdot A_s = 300.0 \times 10^3 \times 5.983 \times 10^{-4} \\ &= 179.490 \quad (\text{kN}) \end{aligned}$$

μ	: のり面工の低減係数	
$L1$	: 移動土塊の有効定着長	(m)
$L2$	: 不動地山の有効定着長	(m)
σ_{sa}	: 補強材の許容引張り応力度	(kN/m ²)
A_s	: 補強材の断面積	(m ²)

よって T_{pa} は、 $T_{2pa} < T_{sa}$ より T_{2pa} とする。

(2) 補強材による抵抗力の算出

前項で算出された T_{pa} より、補強材による引き止め力 Sh 、および補強材による締め付け力 S_s を求める。ただし、引き止め力 Sh がマイナスの場合は0.0として計算する。

$$T_d = \lambda \cdot T_{pa} = 0.7 \times 102.410 = 71.687 \quad (\text{kN/本})$$

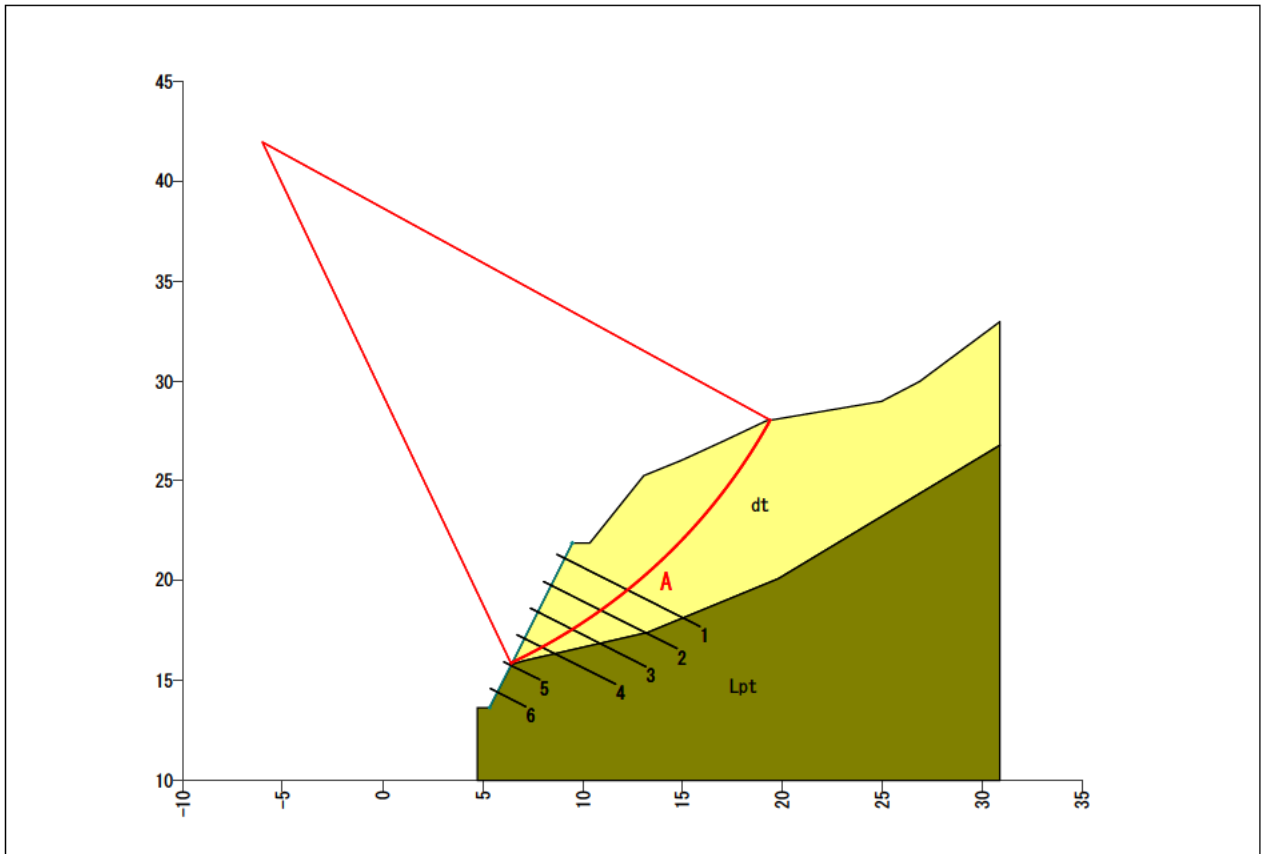
$$T_m = \frac{T_d}{SH} = \frac{71.687}{1.50} = 47.791 \quad (\text{kN/m})$$

$$\begin{aligned} Sh &= T_m \cdot \cos \beta_i = 47.791 \times \cos(65.65) \\ &= 19.705 \quad (\text{kN/m}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_s &= T_m \cdot \sin \beta_i \cdot \tan \phi_i = 47.791 \times \sin(65.65) \times 0.700208 \\ &= 30.487 \quad (\text{kN/m}) \end{aligned}$$

T_m	: 補強材の設計引張り力	(kN/m)
λ	: 補強材の引張り力の低減係数	
T_{pa}	: 補強材の許容補強材力	(kN/本)
β_i	: 補強材とすべり面とのなす角度	(°)
ϕ_i	: 内部摩擦角	(°)
T_d	: 1本当りの設計引張り力	(kN/本)
SH	: 水平間隔	(m)

各補強材による抵抗力一覧表 (円弧A-仮設)



各補強材による抵抗力一覧表

補強材 No.	β (°)	T1pa (kN/本)	T2pa (kN/本)	Tsa (kN/本)	Tpa (kN/本)	Td (kN/本)	Tm (kN/m)	Sh (kN/m)	Ss (kN/m)
[1]	65.65		102.410	179.490	102.410	71.687	47.791	19.705	30.487
[2]	62.35		173.984	179.490	173.984	121.789	81.193	37.679	50.359
[3]	58.95		242.119	179.490	179.490	125.643	83.762	43.203	50.247
[4]	55.42		310.997	179.490	179.490	125.643	83.762	47.540	48.289
[5]		—	144.765	179.490					
[6]		—	144.765	179.490					
計								148.127	179.382

※T1pa、T2pa、Tsaの囲みはTpaとして用いる値を示す。

各補強材における層ごとの挿入長（円弧A－仮設）

項 目	数 値	備 考
周面摩擦抵抗の安全率	Fsa —	1.50
補強材と注入材の許容付着応力	τc N/mm ²	2.4

補強材 No. 1 削孔径 D = 90.0 (mm) 補強材径 d = 27.6 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	6.674	3.586	3.088	32	6.032	208.099	21.631	746.243	18.627	642.610
Lpt	0.926	0.000	0.926	480	90.478	208.099	0.000	0.000	83.783	192.700
合 計	7.600	3.586	4.014				21.631	746.243	102.410	835.310

補強材 No. 2 削孔径 D = 90.0 (mm) 補強材径 d = 27.6 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	5.343	2.854	2.489	32	6.032	208.099	17.215	593.915	15.014	517.958
Lpt	1.757	0.000	1.757	480	90.478	208.099	0.000	0.000	158.970	365.630
合 計	7.100	2.854	4.246				17.215	593.915	173.984	883.588

補強材 No. 3 削孔径 D = 90.0 (mm) 補強材径 d = 27.6 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	3.526	2.011	1.515	32	6.032	208.099	12.130	418.487	9.138	315.270
Lpt	2.575	0.000	2.575	480	90.478	208.099	0.000	0.000	232.981	535.855
合 計	6.100	2.011	4.089				12.130	418.487	242.119	851.125

補強材 No. 4 削孔径 D = 90.0 (mm) 補強材径 d = 27.6 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	1.707	1.043	0.664	32	6.032	208.099	6.291	217.047	4.005	138.178
Lpt	3.393	0.000	3.393	480	90.478	208.099	0.000	0.000	306.992	706.080
合 計	5.100	1.043	4.057				6.291	217.047	310.997	844.258

補強材 No. 5 削孔径 D = 90.0 (mm) 補強材径 d = 27.6 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
Lpt	1.600	0.000	1.600	480	90.478	208.099	0.000	0.000	144.765	332.958
合 計	1.600	0.000	1.600				0.000	0.000	144.765	332.958

補強材 No.6 削孔径 D = 90.0 (mm) 補強材径 d = 27.6 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
Lpt	1.600	0.000	1.600	480	90.478	208.099	0.000	0.000	144.765	332.958
合計	1.600	0.000	1.600				0.000	0.000	144.765	332.958

LB : 地山の挿入長 (削孔長) (m)

L1 : 移動土塊の有効定着長 (m)

L2 : 不動地山の有効定着長 (m)

τp : 地山と注入材の周面摩擦抵抗 (kN/m²)

tpa : 地山と注入材の許容付着力 (kN/m)

$$tpa = \frac{\tau p \cdot \pi \cdot D}{Fsa}$$

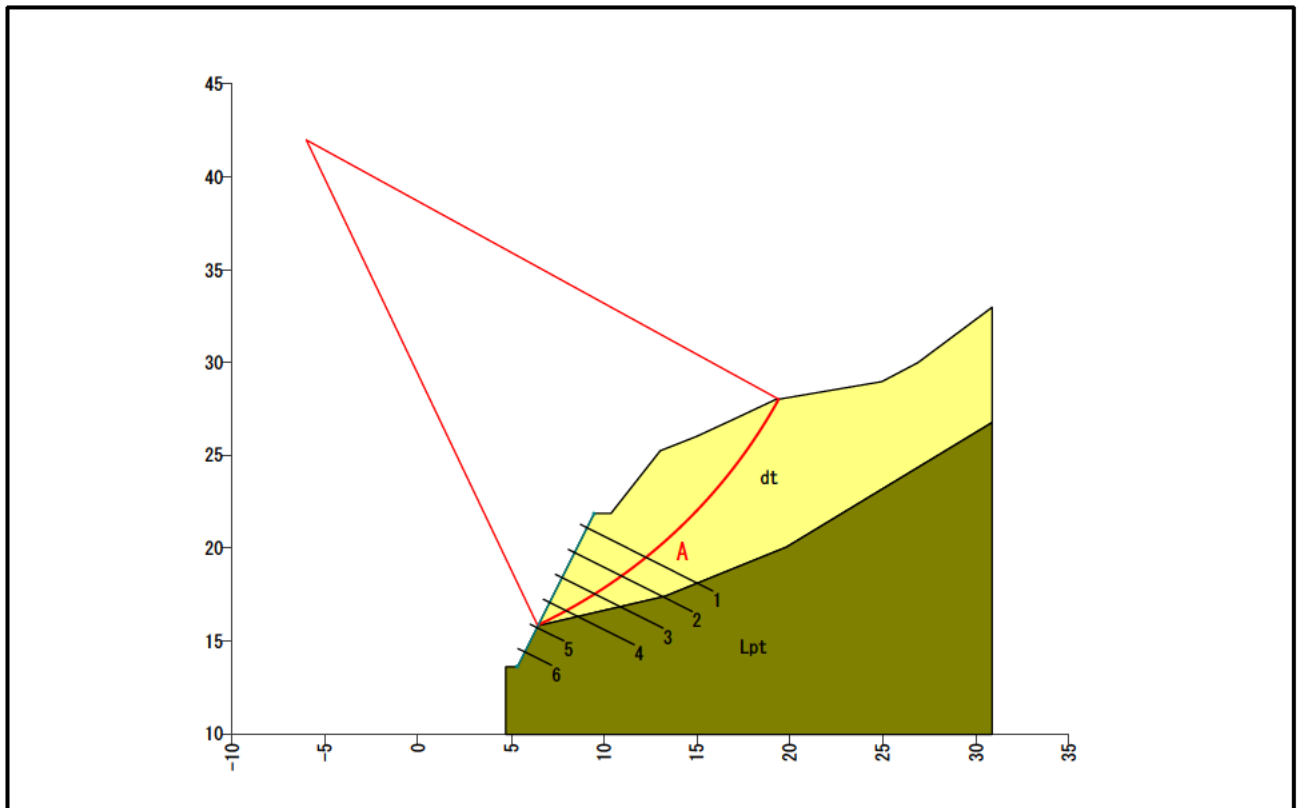
tca : 補強材と注入材の許容付着力 (kN/m)

$$tca = \tau c \cdot \pi \cdot d$$

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 仮設時



補強材配置後の安全率結果				
項目		記号	単位	数値(仮設)
				円弧A
計算結果	補強前安全率	Fs	—	0.815
	計画安全率	Fsp	—	1.100
	補強後安全率	Fs	—	1.457
円弧	中心座標	X	m	-6.000
		Y	m	42.000
	半径	r	m	29.000
計算要素	引き止め力	Sh	kN/m	148.127
	締め付け力	Ss	kN/m	179.382

施工段数： 6段

補強後安全率の算出 (円弧A)

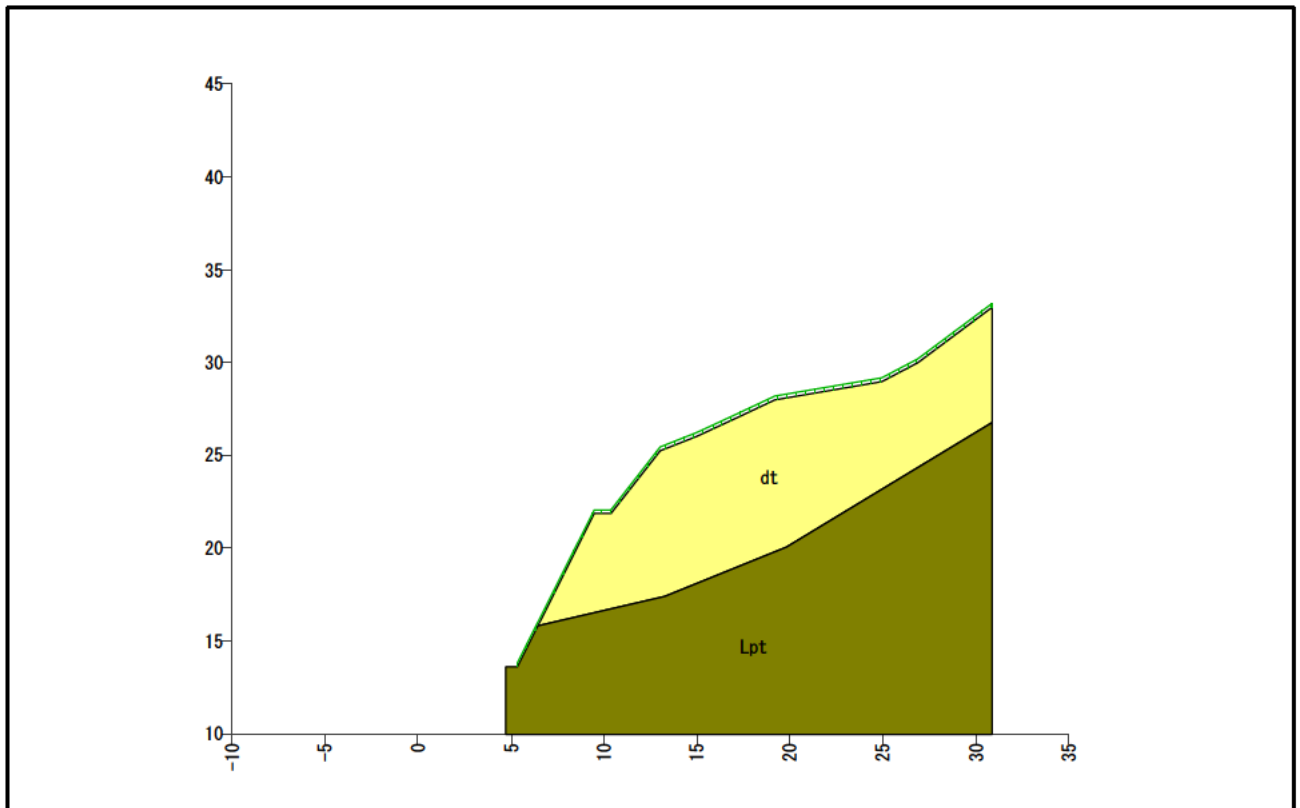
$$\begin{aligned} F_s &= \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi + C \cdot l\} + Sh + Ss}{\sum T} \\ &= \frac{416.56 + 148.127 + 179.382}{510.50} \\ &= 1.457 \end{aligned}$$

安定解析

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 常時



土質定数

No	地層名	土質名	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角		N値
						ϕ (°)	$\tan \phi$	
1	dt	dt	19.00	20.00	0.00	35.0000	0.700208	4
2	Lpt	Lpt	18.40	19.40	260.00	21.0000	0.383864	

※水の単位体積重量 $\gamma_w = 10.00$ (kN/m³)

座標の入力データ

No.	距離 X (m)	原地形 標高Y _G (m)	計画地形 標高Y(m)	水位 標高Y _w (m)	すべり面			ハタ上げ
					標高Y _s (m)	形状	強度	
1	4.730		13.620					
2	5.350		13.620					
3	9.470		21.870					
4	10.360		21.870					
5	13.070		25.250					
6	14.990		26.000					
7	17.130		27.000					
8	19.190		28.000					
9	24.980		29.000					
10	26.870		30.000					
11	30.880		33.000					

原：原地形のハタ上げ、 計：計画地形のハタ上げ

地層境界線の座標

No.	1	
	距離X(m)	標高Y(m)
1	6.440	15.800
2	7.080	15.960
3	13.280	17.390
4	19.820	20.070
5	31.040	26.840

分布荷重データ（常時）

荷重名	作用範囲(m)		分布荷重(kN/m ²)		滑動力 加算	抵抗力 加算
	左側 X1	右側 X2	左側 q1	右側 q2		
雪荷重	5.350	30.880	7.30	7.30	○	○

1. 設計条件

(1) 補強斜面の計画安全率

本現場は永久として考え、計画安全率を設定する。

切土補強土工法設計・施工要領では下表のように示されている。

補強斜面の計画安全率

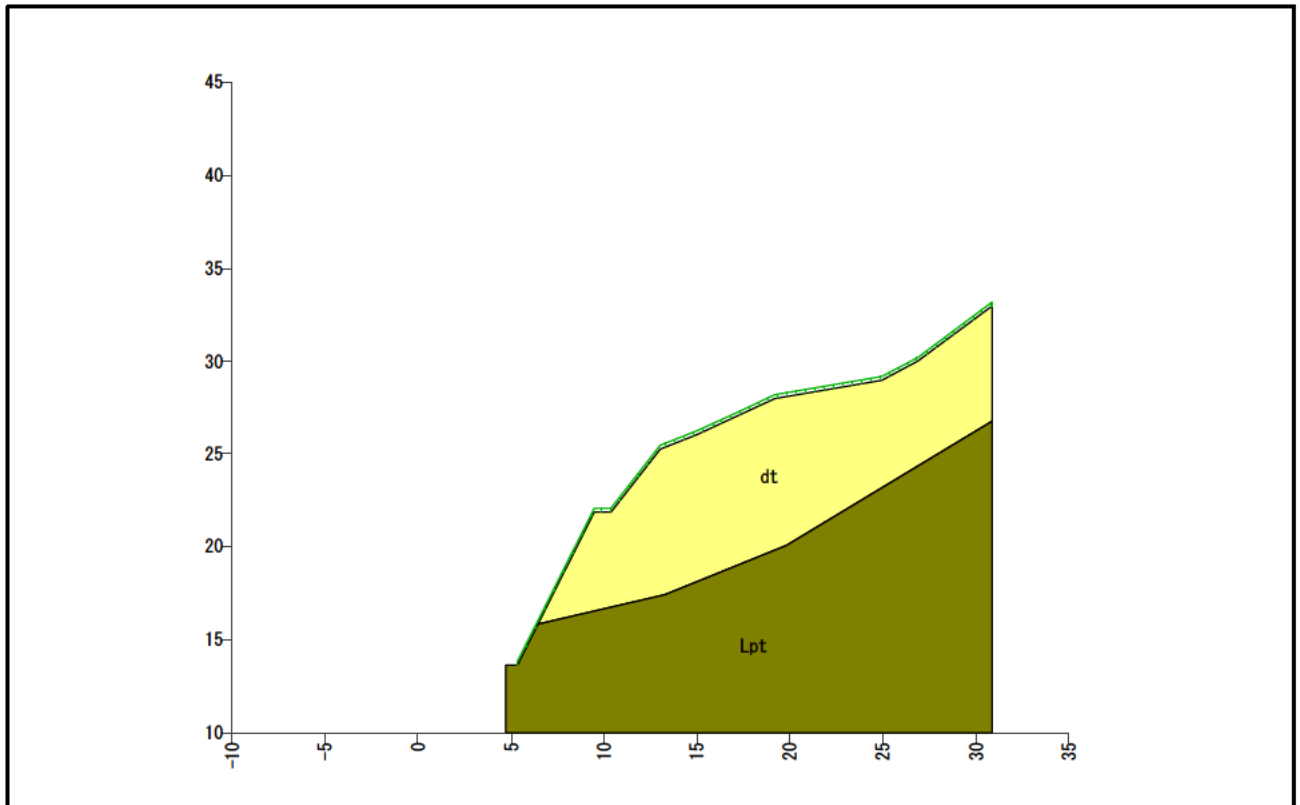
項目	計画安全率
永久(長期)	$F_{sp} \geq 1.20$
仮設(短期)	$F_{sp} \geq 1.05, 1.10$

【切土補強土工法設計・施工要領 P.31】

計画安全率は、当該斜面の重要性を考慮して $F_{sp} = 1.200$ とする。

(2) 土質条件

当該斜面の地形、土質の構成と定数は以下の通りである。



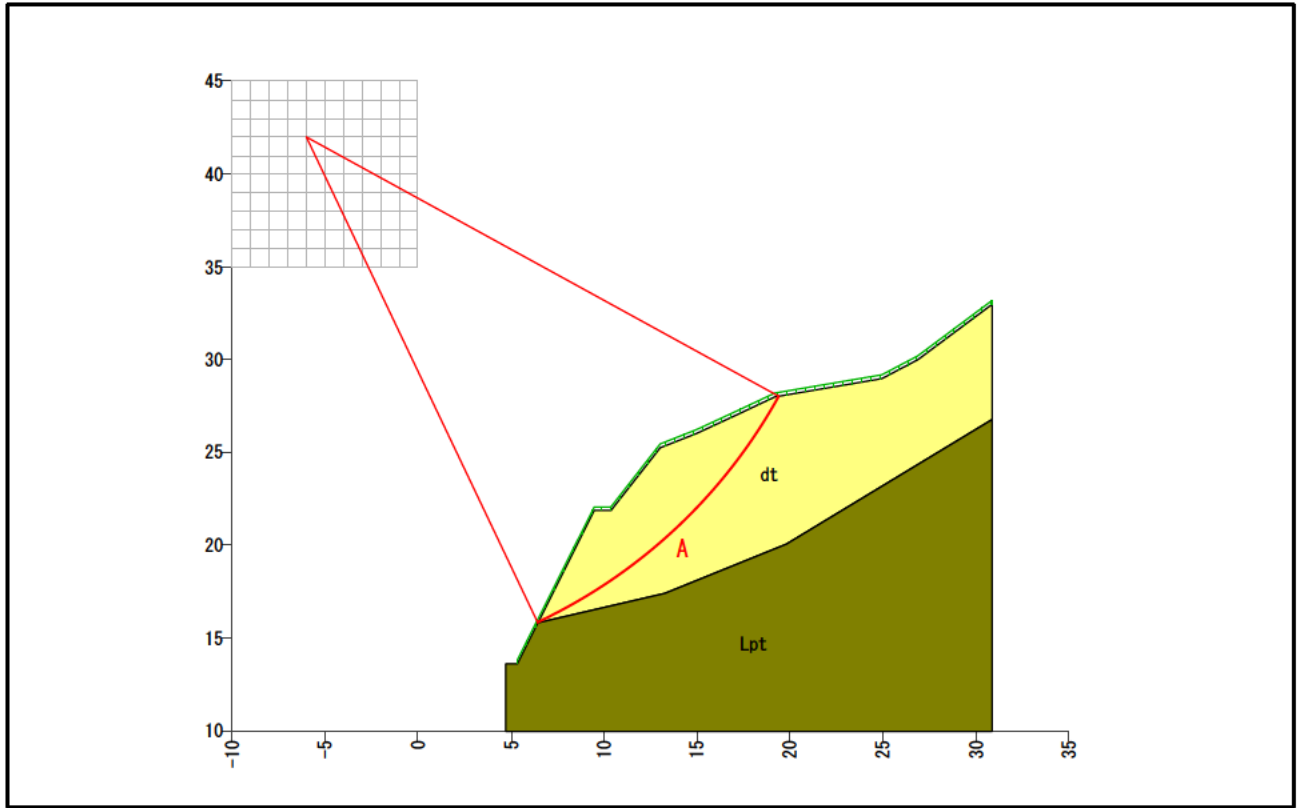
土質定数								
No	地層名	土質名	湿潤重量 γ_t (kN/m ³)	飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角		N値
						ϕ (°)	$\tan \phi$	
1	dt	dt	19.00	20.00	0.00	35.0000	0.700208	4
2	Lpt	Lpt	18.40	19.40	260.00	21.0000	0.383864	

※水の単位体積重量 $\gamma_w = 10.00$ (kN/m³)

2. 繰り返し円弧計算

斜面の安定性は繰り返し円弧すべりで検討した結果、以下のすべり面が最も危険と判断できる。

<円弧A>



安定計算結果				
項目		記号	単位	常時
計算結果	安全率	Fs	—	0.813
	計画安全率	Fsp	—	1.200
	必要抑止力	Pr	kN/m	221.4
円弧	中心座標	X	m	-6.000
		Y	m	42.000
	半径	r	m	29.000
計算要素	すべり抵抗力	S	kN/m	465.55
	滑動力	T	kN/m	572.39
	法線力	N	kN/m	664.87
	間隙水圧	U	kN/m	0.00
	すべり面長	l	m	18.131
	面積	A	m ²	41.63

(1) 安定計算式

安定計算は、修正Fellenius法を用いて行う。

基本的に極限つり合い法を用いることとし、所要の計画安全率を確保するものとする。

$$\text{安全率}(F_s) = \frac{\text{すべり抵抗力}(\Sigma S)}{\text{滑動力}(\Sigma T)}$$

計算手法は、「スライス分割法」に基づいて、すべり土塊の断面をいくつかのスライスに分割し、各スライス（分割片）について力のつり合いを考えるものとする。

<常時>

$$F_s = \frac{\Sigma \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \Sigma (C \cdot l)}{\Sigma T}$$

$$Pr = F_{sp} \cdot \Sigma T - [\Sigma \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \Sigma (C \cdot l)]$$

ここで、

F_s	: 安全率	
F_{sp}	: 計画安全率	
Pr	: 必要抑止力	(kN/m)
N	: スライスの重力による法線力 ($N=W \cdot \cos \theta + Q_N$)	(kN/m)
U	: スライスに働く間隙水圧 ($U=u \cdot b \cdot \cos \theta$)	(kN/m)
T	: スライスの重力による接線力 ($T=W \cdot \sin \theta + Q_T$)	(kN/m)
l	: スライスのすべり面長	(m)
b	: スライス幅	(m)
ϕ	: すべり面の内部摩擦角	(°)
C	: すべり面の粘着力	(kN/m ²)
W	: スライス重量	(kN/m)
θ	: すべり面傾斜角	(°)
u	: 単位間隙水圧	(kN/m ²)
Q_N	: 上載荷重分力(法線方向)	(kN/m)
Q_T	: 上載荷重分力(接線方向)	(kN/m)

(2) 安定性の評価

<円弧A>

スライス要素の集計表		粘着力 C(kN/m ²)	すべり面長 l(m)	法線力 N(kN/m)	間隙水圧 U(kN/m)	滑動力 T(kN/m)	すべり抵抗力 S(kN/m)
内部摩擦角 φ(°)	tan φ						
35.0000	0.700208	0.00	18.131	664.87	0.00	572.39	465.55

常時の安全率は次式を用いて計算する。

$$\begin{aligned}
 F_s &= \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \sum (C \cdot l)}{\sum T} \\
 &= \frac{(664.87 - 0.00) \times 0.700208 + 0.00 \times 18.131}{572.39} \\
 &= 0.813
 \end{aligned}$$

ここで、

- F_s : 安全率
- N : スライスの重力による法線力 (N=W・cos θ + Q_N) (kN/m)
- U : スライスに働く間隙水圧 (U=u・b・cos θ) (kN/m)
- T : スライスの重力による接線力 (T=W・sin θ + Q_T) (kN/m)
- l : スライスのすべり面長 (m)
- b : スライス幅 (m)
- φ : すべり面の内部摩擦角 (°)
- C : すべり面の粘着力 (kN/m²)
- W : スライス重量 (kN/m)
- θ : すべり面傾斜角 (°)
- u : 単位間隙水圧 (kN/m²)
- Q_N : 上載荷重分力(法線方向) (kN/m)
- Q_T : 上載荷重分力(接線方向) (kN/m)

(3) 必要抑止力の計算

計画安全率 $F_{sp} = 1.200$ を満足する必要抑止力を計算する。

<円弧A>

$$\begin{aligned} Pr &= F_{sp} \cdot \Sigma T - [\Sigma \{(N-U) \cdot \tan \phi\} + \Sigma (C \cdot l)] \\ &= 1.200 \times 572.39 - \{(664.87 - 0.00) \times 0.700208 + 0.00 \times 18.131\} \\ &= 221.4 \text{ (kN/m)} \end{aligned}$$

ここで、

F_{sp}	: 計画安全率	
Pr	: 必要抑止力	(kN/m)
N	: スライスの重力による法線力 ($N=W \cdot \cos \theta + Q_N$)	(kN/m)
U	: スライスに働く間隙水圧 ($U=u \cdot b \cdot \cos \theta$)	(kN/m)
T	: スライスの重力による接線力 ($T=W \cdot \sin \theta + Q_T$)	(kN/m)
l	: スライスのすべり面長	(m)
b	: スライス幅	(m)
ϕ	: すべり面の内部摩擦角	(°)
C	: すべり面の粘着力	(kN/m ²)
W	: スライス重量	(kN/m)
θ	: すべり面傾斜角	(°)
u	: 単位間隙水圧	(kN/m ²)
Q_N	: 上載荷重分力(法線方向)	(kN/m)
Q_T	: 上載荷重分力(接線方向)	(kN/m)

繰り返し円弧計算条件

1. 円弧条件

中心の変化範囲

X座標 : -10.000 ~ 0.000(m) ピッチ : 1.000(m)

Y座標 : 35.000 ~ 45.000(m) ピッチ : 1.000(m)

2次追跡 : なし

円弧半径の範囲

半径 : 0.000 ~ 100.000(m) ピッチ : 1.000(m)

2. 不通過層名

Lpt

3. 計算条件

計画安全率(常時) $F_{sp} = 1.200$

計算式 修正Fellenius法

すべり面強度 地層値

4. 出力条件

安全率 F_s … 全て出力

抑止力 Pr (kN/m) … 150.0 以上

滑動力 T (kN/m) … 全て出力

深度 (m) … 全て出力

繰り返し円弧計算結果一覧（常時）

No.	円弧条件					すべり 抵抗力 S (kN/m)	滑動力 T (kN/m)	安全率 Fs	抑止力 Pr (kN/m)
	登 録	中心座標		半径 r (m)	最大深度 (m)				
		X (m)	Y (m)						
1	A	-6.000	42.000	29.000	3.618	465.55	572.39	0.813	※ 221.4
2		-9.000	45.000	33.000	3.400	429.20	539.26	0.795	218.0
3		-3.000	39.000	25.000	3.850	499.04	596.53	0.836	216.8
4		-6.000	41.000	28.000	3.398	405.79	514.95	0.788	212.2
5		-3.000	38.000	24.000	3.612	437.22	540.26	0.809	211.1
6		-8.000	41.000	29.000	3.093	326.92	445.94	0.733	208.3
7		-7.000	45.000	32.000	3.842	506.61	595.43	0.850	208.0
8		-9.000	44.000	32.000	3.175	371.72	481.13	0.772	205.7
9		-7.000	44.000	31.000	3.534	448.63	543.24	0.825	203.3
10		-3.000	37.000	23.000	3.393	377.81	484.11	0.780	203.2
11		-5.000	37.000	24.000	3.064	299.72	417.88	0.717	201.8
12		-4.000	42.000	28.000	4.085	543.25	620.41	0.875	201.3
13		0.000	36.000	21.000	4.077	527.74	607.03	0.869	200.7
14		-4.000	41.000	27.000	3.774	483.62	570.17	0.848	200.6
15		-6.000	40.000	27.000	3.167	348.36	457.31	0.761	200.5
16		0.000	35.000	20.000	3.811	464.58	553.29	0.839	199.4
17		-4.000	43.000	29.000	4.374	603.62	668.66	0.902	198.8
18		0.000	37.000	22.000	4.425	591.95	658.01	0.899	197.7
19		-4.000	40.000	26.000	3.440	425.34	517.54	0.821	195.8
20		-7.000	43.000	30.000	3.209	391.47	488.38	0.801	194.6
21		-4.000	44.000	30.000	4.644	664.28	714.35	0.929	193.0
22		-3.000	36.000	22.000	3.154	320.74	427.33	0.750	192.1
23		-9.000	43.000	31.000	2.935	316.30	422.70	0.748	191.0
24		0.000	38.000	23.000	4.741	656.51	705.93	0.929	190.7
25		-10.000	41.000	30.000	2.705	249.85	366.74	0.681	190.3
26		-8.000	40.000	28.000	2.823	271.97	385.20	0.706	190.3
27		-1.000	38.000	23.000	4.012	515.76	587.02	0.878	188.7
28		-4.000	39.000	25.000	3.208	367.92	463.11	0.794	187.9
29		-1.000	37.000	22.000	3.669	455.22	535.61	0.849	187.6
30		-6.000	39.000	26.000	2.918	293.33	399.54	0.734	186.2
31		-1.000	39.000	24.000	4.327	576.41	634.80	0.908	185.4
32		-4.000	45.000	31.000	4.895	725.30	758.53	0.956	185.0
33		-5.000	44.000	30.000	3.960	522.19	588.97	0.886	184.6
34		-5.000	43.000	29.000	3.670	465.33	541.14	0.859	184.1
35		-7.000	37.000	25.000	2.635	223.25	339.20	0.658	183.8
36		-1.000	36.000	21.000	3.414	396.21	483.33	0.819	183.8

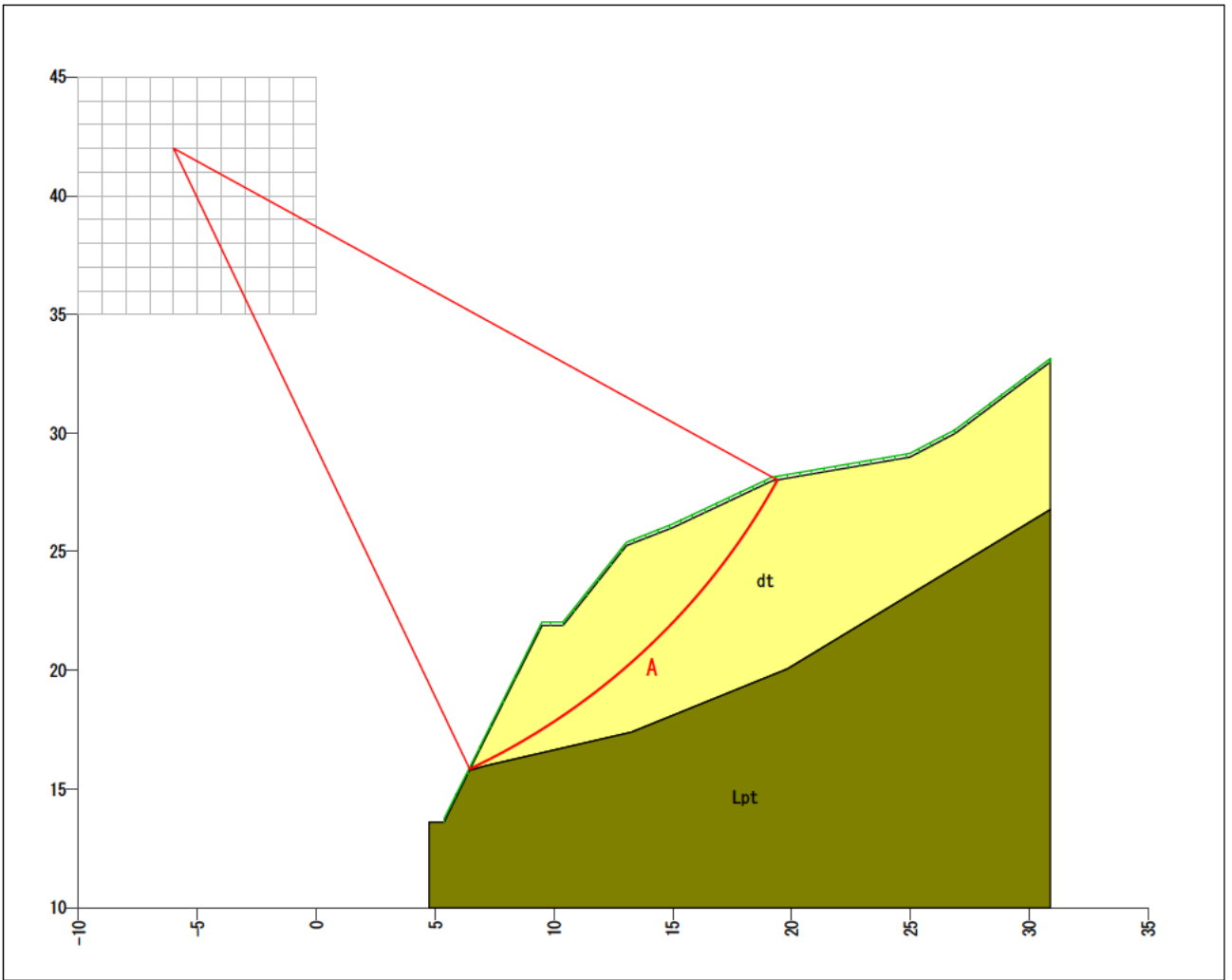
※は最小安全率、最大抑止力を表す。

No.	円弧条件					すべり 抵抗力 S (kN/m)	滑動力 T (kN/m)	安全率 Fs	抑止力 Pr (kN/m)
	登録	中心座標		半径 r (m)	最大深度 (m)				
		X (m)	Y (m)						
37		-5.000	36.000	23.000	2.775	244.79	357.11	0.685	183.8
38		-7.000	42.000	29.000	2.991	336.42	433.27	0.776	183.6
39		-5.000	45.000	31.000	4.231	579.61	634.60	0.913	182.0
40		0.000	39.000	24.000	5.029	721.42	751.35	0.960	180.2
41		-5.000	42.000	28.000	3.361	409.55	491.02	0.834	179.7
42		-9.000	38.000	27.000	2.478	200.94	316.78	0.634	179.2
43		-3.000	35.000	21.000	2.892	265.72	370.46	0.717	178.9
44		-1.000	40.000	25.000	4.616	637.97	679.94	0.938	178.0
45		-4.000	38.000	24.000	2.985	313.38	409.30	0.765	177.8
46		-8.000	45.000	32.000	3.121	374.78	460.00	0.814	177.3
47		-1.000	35.000	20.000	3.207	339.73	430.81	0.788	177.3
48		-2.000	40.000	25.000	3.913	499.12	561.53	0.888	174.8
49		-2.000	39.000	24.000	3.600	442.32	514.17	0.860	174.7
50		-9.000	42.000	30.000	2.680	263.85	365.07	0.722	174.3
51		-10.000	45.000	33.000	2.766	303.50	397.76	0.763	173.9
52		-5.000	41.000	27.000	3.029	355.13	439.32	0.808	172.1
53		-2.000	41.000	26.000	4.202	557.10	607.04	0.917	171.4
54		-2.000	38.000	23.000	3.260	385.77	463.49	0.832	170.5
55		-7.000	41.000	28.000	2.757	284.05	378.66	0.750	170.4
56		-8.000	39.000	27.000	2.533	220.08	325.02	0.677	170.0
57		-6.000	38.000	25.000	2.651	241.29	342.68	0.704	170.0
58		-1.000	41.000	26.000	4.881	699.22	722.76	0.967	168.1
59		-6.000	45.000	31.000	3.546	444.71	509.92	0.872	167.2
60		-8.000	44.000	31.000	2.805	322.20	407.51	0.790	166.9
61		0.000	40.000	25.000	5.292	786.05	793.89	0.990	166.7
62		-10.000	40.000	29.000	2.396	198.74	304.12	0.653	166.3
63		-4.000	37.000	23.000	2.743	261.24	355.30	0.735	165.2
64		-2.000	42.000	27.000	4.469	615.40	650.06	0.946	164.7
65		-2.000	37.000	22.000	3.014	331.32	412.93	0.802	164.2
66		-6.000	44.000	30.000	3.256	391.47	462.32	0.846	163.4
67		-5.000	40.000	26.000	2.803	302.69	387.42	0.781	162.3
68		-5.000	35.000	22.000	2.461	193.38	296.32	0.652	162.3
69		-3.000	42.000	27.000	3.788	479.42	532.89	0.899	160.1
70		-3.000	41.000	26.000	3.499	425.05	487.53	0.871	160.0
71		-10.000	44.000	32.000	2.524	253.24	342.82	0.738	158.2
72		-7.000	36.000	24.000	2.299	172.46	275.14	0.626	157.8
73		-8.000	35.000	24.000	2.146	148.23	254.31	※ 0.582	157.0
74		-3.000	43.000	28.000	4.056	534.39	575.93	0.927	156.8

※は最小安全率、最大抑止力を表す。

No.	円弧条件					すべり 抵抗力 S (kN/m)	滑動力 T (kN/m)	安全率 Fs	抑止力 Pr (kN/m)
	登 録	中心座標		半径 r (m)	最大深度 (m)				
		X (m)	Y (m)						
75		-3.000	40.000	25.000	3.187	371.55	439.81	0.844	156.3
76		-6.000	43.000	29.000	2.948	339.37	412.89	0.821	156.1
77		-1.000	42.000	27.000	5.125	761.07	763.91	0.996	155.7
78		-2.000	43.000	28.000	4.716	673.98	691.29	0.974	155.6
79		-2.000	36.000	21.000	2.801	279.70	362.67	0.771	155.6
80		-9.000	41.000	29.000	2.409	214.14	308.01	0.695	155.5
81		-7.000	40.000	27.000	2.506	234.09	324.27	0.721	155.1
82		-8.000	43.000	30.000	2.583	272.05	355.23	0.765	154.3
83		-3.000	44.000	29.000	4.306	589.80	617.08	0.955	150.7
84		0.000	41.000	26.000	5.533	851.31	834.85	1.019	150.6
85		-5.000	39.000	25.000	2.576	252.91	336.20	0.752	150.6
86		-6.000	37.000	24.000	2.361	191.70	284.96	0.672	150.3
87		-3.000	39.000	24.000	2.850	319.77	391.58	0.816	150.2
88		-4.000	36.000	22.000	2.478	211.36	301.09	0.701	150.0

※は最小安全率、最大抑止力を表す。



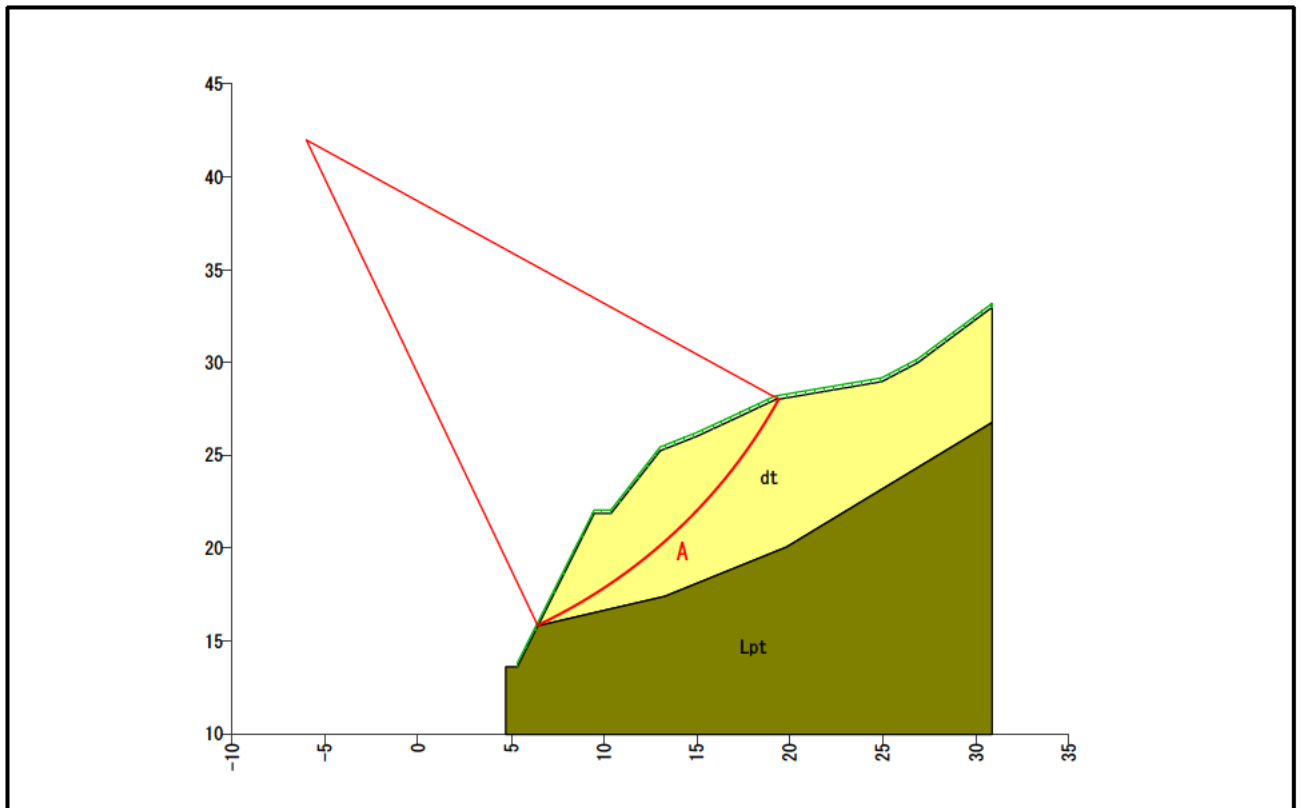
解析断面図(常時)

補強材の配置

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 常時



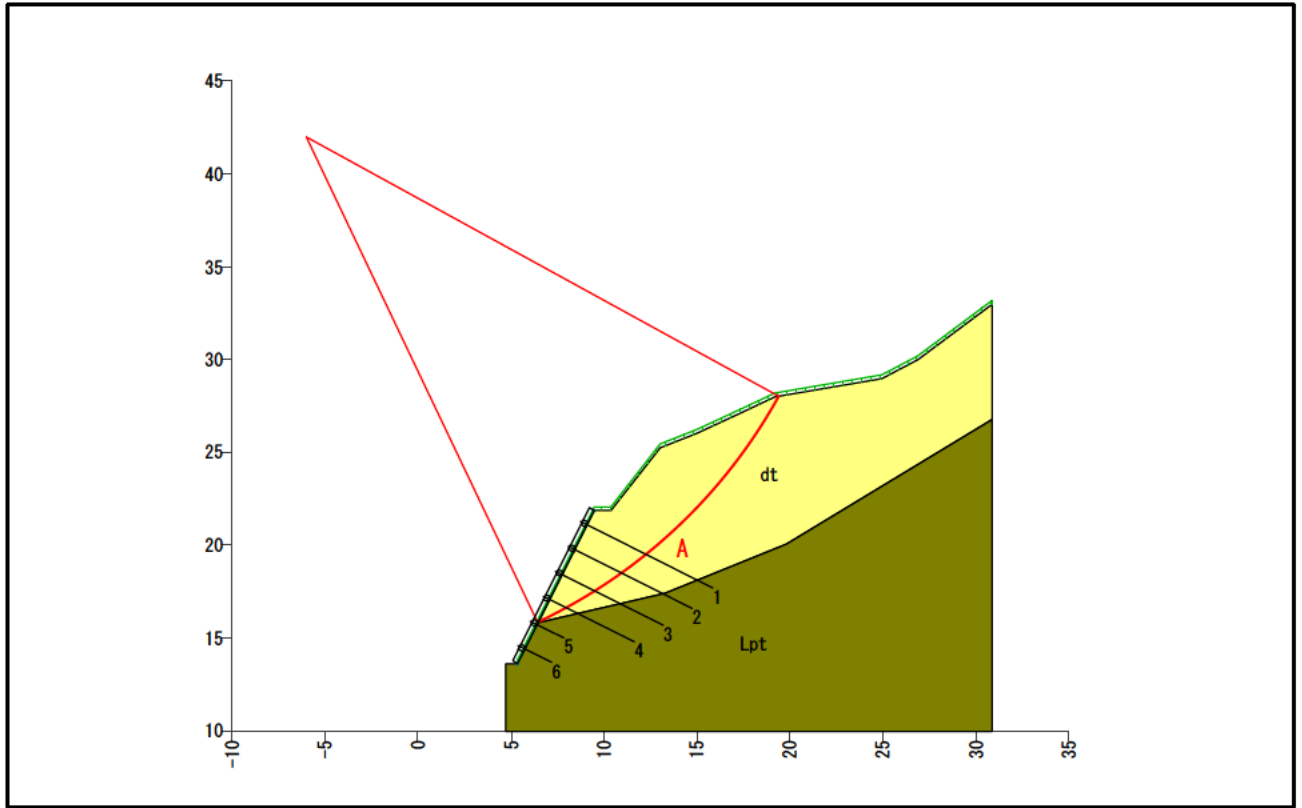
安定計算結果

項目	記号	単位	数 値(常時)	
			円弧A	
計算結果	安全率	Fs	—	0.813
	計画安全率	Fsp	—	1.200
	必要抑止力	Pr	kN/m	221.4
円弧	中心座標	X	m	-6.000
		Y	m	42.000
	半径	r	m	29.000
計算要素	すべり抵抗力	S	kN/m	465.55
	滑動力	T	kN/m	572.39
	法線力	N	kN/m	664.87
	間隙水圧	U	kN/m	0.00
	すべり面長	l	m	18.131
	面積	A	m ²	41.63

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 常時



補強材の規格

番号	材料名	呼び径	単位重量 W(kg/m)	補強材径 d(mm)	断面積 As(cm ²)	腐食代
材-1	ネジ節棒鋼 (SD345)	D29	5.04	27.6	5.983	考慮する

補強材の配置結果

補強材 No.	規格 番号	削孔径 D(mm)	配置座標		水平間隔 SH(m)	縦間隔 SV(m)	打設角度 α (°)	全長 L(m)	挿入長 L _B (m)	配置 のり面
			X (m)	Y (m)						
[1]	材-1	90.0	9.085	21.100	1.50	—	26.54	8.000	7.600	範囲 1
[2]	材-1	90.0	8.415	19.758	1.50	1.50	26.54	7.500	7.100	範囲 1
[3]	材-1	90.0	7.745	18.416	1.50	1.50	26.54	6.500	6.100	範囲 1
[4]	材-1	90.0	7.075	17.074	1.50	1.50	26.54	5.500	5.100	範囲 1
[5]	材-1	90.0	6.405	15.732	1.50	1.50	26.54	2.000	1.600	範囲 1
[6]	材-1	90.0	5.735	14.390	1.50	1.50	26.54	2.000	1.600	範囲 1

補強材の引張り耐力の算出条件

項 目			数 値 (常時)	備 考
補強材の許容引張り応力度	σ_{sa}	N/mm ²	200.0	ネジ節棒鋼 (SD345) D29
補強材と注入材の許容付着応力	τ_c	N/mm ²	1.6	$\sigma_{ck} = 24$ (N/mm ²)
周面摩擦抵抗の安全率	Fsa	—	2.00	
のり面工の低減係数	μ	—	1.00	
補強材の引張り力の低減係数	λ	—	0.7	
地山と注入材の周面摩擦抵抗	τ_p	N/mm ²	0.032	dt
			0.480	Lpt

補強材の抵抗力の算出方法

(1) 許容付着力の算出

許容付着力の算出式を以下に示す。

許容付着力 t_a (kN/m) は、 t_{pa} と t_{ca} の最も小さい値のものとする。

ただし、地山と注入材の許容付着力 t_{pa} 及び、補強材と注入材の許容付着力 t_{ca} は、以下の式による。

$$t_{pa} = \frac{\tau_p \cdot \pi \cdot D}{F_{sa}}$$

t_{pa} : 地山と注入材の許容付着力 (kN/m)
 τ_p : 地山と注入材の周面摩擦抵抗 (kN/m²)
 D : 削孔径 (m)
 F_{sa} : 周面摩擦抵抗の安全率

$$t_{ca} = \tau_c \cdot \pi \cdot d$$

t_{ca} : 補強材と注入材の許容付着力 (kN/m)
 τ_c : 補強材と注入材の許容付着力 (kN/m²)
 d : 補強材径 (m)

(2) 補強材の許容補強材力の算出

補強材の許容補強材力の算出方法、並びに算出式を以下に示す。

許容補強材力 T_{pa} (kN/本) は、 T_{1pa} 、 T_{2pa} 、 T_{sa} の最も小さい値のものとする。

前項で算出された t_a より、「移動土塊から受ける引抜き抵抗力 (T_{1pa})」、「不動地山から受ける引抜き抵抗力 (T_{2pa})」、補強材の材料による「補強材の許容引張り (T_{sa})」は以下の式で求められる。

$$T_{1pa} = \frac{1}{1 - \mu} \cdot L_1 \cdot t_a$$

T_{1pa} : 移動土塊から受ける引抜き抵抗力 (kN/本)
 μ : のり面工の低減係数
 L_1 : 移動土塊の有効定着長 (m)

$$T_{2pa} = L_2 \cdot t_a$$

T_{2pa} : 不動地山から受ける引抜き抵抗力 (kN/本)
 L_2 : 不動地山の有効定着長 (m)

$$T_{sa} = \sigma_{sa} \cdot A_s$$

T_{sa} : 補強材の許容引張り力 (kN/本)
 σ_{sa} : 補強材の許容引張り応力度 (kN/m²)
 A_s : 補強材の断面積 (m²)

以上の結果より、補強後の安定計算式を以下に示す。

$$F_s = \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi + C \cdot l\} + Sh + Ss}{\sum T}$$

F_s	:	安全率	
N	:	スライスの重力による法線力 ($N=W \cdot \cos \theta + Q_N$)	(kN/m)
U	:	スライスに働く間隙水圧 ($U=u \cdot b \cdot \cos \theta$)	(kN/m)
T	:	スライスの重力による接線力 ($T=W \cdot \sin \theta + Q_T$)	(kN/m)
l	:	スライスのすべり面長	(m)
b	:	スライス幅	(m)
ϕ	:	すべり面の内部摩擦角	(°)
C	:	すべり面の粘着力	(kN/m ²)
W	:	スライス重量	(kN/m)
θ	:	すべり面傾斜角	(°)
u	:	単位間隙水圧	(kN/m ²)
Q_N	:	上載荷重分力(法線方向)	(kN/m)
Q_T	:	上載荷重分力(接線方向)	(kN/m)
Sh	:	補強材による引き止め力 ($Sh=T_m \cdot \cos \beta$)	(kN/m)
Ss	:	補強材による締め付け力 ($Ss=T_m \cdot \sin \beta \cdot \tan \phi$)	(kN/m)
T_m	:	補強材の設計引張力	(kN/m)
β	:	補強材設置角度 (すべり面と補強材とのなす角度)	(°)

補強材による抵抗力の算出 (円弧A-常時)

ここでは、前項の条件、数値、および数式を用いて補強材の抵抗力を求めるものとする。

< 補強材 No.1 >

(1) 補強材の許容補強材力の算出 Tpa

$$T_{1pa} = \frac{1}{1 - \mu} \cdot \min(\Sigma(L1 \times t_{pa}), \Sigma(L1 \times t_{ca}))$$

ここで、 $\mu = 1.00$ より T_{1pa} は計算しない。

$$\begin{aligned} T_{2pa} &= \min(\Sigma(L2 \times t_{pa}), \Sigma(L2 \times t_{ca})) \\ &= 76.807 \quad (\text{kN}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{sa} &= \sigma_{sa} \cdot A_s = 200.0 \times 10^3 \times 5.983 \times 10^{-4} \\ &= 119.660 \quad (\text{kN}) \end{aligned}$$

- μ : のり面工の低減係数
- $L1$: 移動土塊の有効定着長 (m)
- $L2$: 不動地山の有効定着長 (m)
- σ_{sa} : 補強材の許容引張り応力度 (kN/m²)
- A_s : 補強材の断面積 (m²)

よって T_{pa} は、 $T_{2pa} < T_{sa}$ より T_{2pa} とする。

(2) 補強材による抵抗力の算出

前項で算出された T_{pa} より、補強材による引き止め力 Sh 、および補強材による締め付け力 Ss を求める。ただし、引き止め力 Sh がマイナスの場合は 0.0 として計算する。

$$T_d = \lambda \cdot T_{pa} = 0.7 \times 76.807 = 53.765 \quad (\text{kN/本})$$

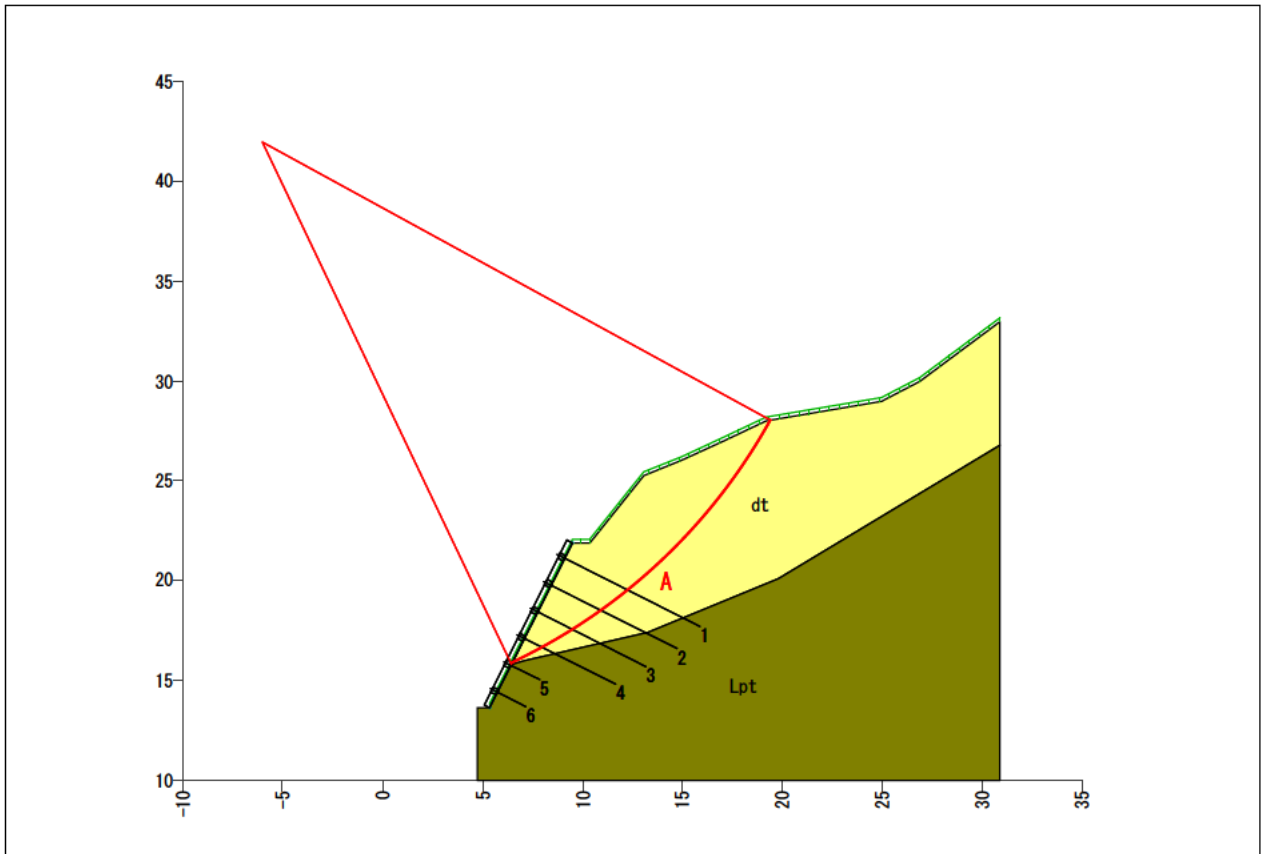
$$T_m = \frac{T_d}{SH} = \frac{53.765}{1.50} = 35.843 \quad (\text{kN/m})$$

$$\begin{aligned} Sh &= T_m \cdot \cos \beta_i = 35.843 \times \cos(65.65) \\ &= 14.778 \quad (\text{kN/m}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ss &= T_m \cdot \sin \beta_i \cdot \tan \phi_i = 35.843 \times \sin(65.65) \times 0.700208 \\ &= 22.865 \quad (\text{kN/m}) \end{aligned}$$

- T_m : 補強材の設計引張り力 (kN/m)
- λ : 補強材の引張り力の低減係数
- T_{pa} : 補強材の許容補強材力 (kN/本)
- β_i : 補強材とすべり面とのなす角度 (°)
- ϕ_i : 内部摩擦角 (°)
- T_d : 1本当りの設計引張り力 (kN/本)
- SH : 水平間隔 (m)

各補強材による抵抗力一覧表 (円弧A-常時)



各補強材による抵抗力一覧表

補強材 No.	β (°)	T1pa (kN/本)	T2pa (kN/本)	Tsa (kN/本)	Tpa (kN/本)	Td (kN/本)	Tm (kN/m)	Sh (kN/m)	Ss (kN/m)
[1]	65.65		76.807	119.660	76.807	53.765	35.843	14.778	22.865
[2]	62.35		130.487	119.660	119.660	83.762	55.841	25.914	34.635
[3]	58.95		181.588	119.660	119.660	83.762	55.841	28.802	33.498
[4]	55.42		233.246	119.660	119.660	83.762	55.841	31.693	32.193
[5]		—	108.573	119.660					
[6]		—	108.573	119.660					
計								101.187	123.191

※T1pa、T2pa、Tsaの囲みはTpaとして用いる値を示す。

各補強材における層ごとの挿入長（円弧A－常時）

項 目			数 値	備 考
周面摩擦抵抗の安全率	Fsa	—	2.00	
補強材と注入材の許容付着応力	τc	N/mm ²	1.6	

補強材 No. 1 削孔径 D = 90.0 (mm) 補強材径 d = 27.6 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	6.674	3.586	3.088	32	4.524	138.733	16.223	497.497	13.970	428.408
Lpt	0.926	0.000	0.926	480	67.858	138.733	0.000	0.000	62.837	128.467
合 計	7.600	3.586	4.014				16.223	497.497	76.807	556.875

補強材 No. 2 削孔径 D = 90.0 (mm) 補強材径 d = 27.6 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	5.343	2.854	2.489	32	4.524	138.733	12.911	395.944	11.260	345.306
Lpt	1.757	0.000	1.757	480	67.858	138.733	0.000	0.000	119.227	243.754
合 計	7.100	2.854	4.246				12.911	395.944	130.487	589.060

補強材 No. 3 削孔径 D = 90.0 (mm) 補強材径 d = 27.6 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	3.526	2.011	1.515	32	4.524	138.733	9.098	278.992	6.854	210.180
Lpt	2.575	0.000	2.575	480	67.858	138.733	0.000	0.000	174.734	357.237
合 計	6.100	2.011	4.089				9.098	278.992	181.588	567.417

補強材 No. 4 削孔径 D = 90.0 (mm) 補強材径 d = 27.6 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
dt	1.707	1.043	0.664	32	4.524	138.733	4.719	144.699	3.004	92.119
Lpt	3.393	0.000	3.393	480	67.858	138.733	0.000	0.000	230.242	470.721
合 計	5.100	1.043	4.057				4.719	144.699	233.246	562.840

補強材 No. 5 削孔径 D = 90.0 (mm) 補強材径 d = 27.6 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
Lpt	1.600	0.000	1.600	480	67.858	138.733	0.000	0.000	108.573	221.973
合 計	1.600	0.000	1.600				0.000	0.000	108.573	221.973

補強材 No.6 削孔径 D = 90.0 (mm) 補強材径 d = 27.6 (mm)

層	LB	L1 (n)	L2 (n)	τp	tpa	tca	L1・tpa	L1・tca	L2・tpa	L2・tca
Lpt	1.600	0.000	1.600	480	67.858	138.733	0.000	0.000	108.573	221.973
合計	1.600	0.000	1.600				0.000	0.000	108.573	221.973

LB : 地山の挿入長 (削孔長) (m)

L1 : 移動土塊の有効定着長 (m)

L2 : 不動地山の有効定着長 (m)

τp : 地山と注入材の周面摩擦抵抗 (kN/m²)

tpa : 地山と注入材の許容付着力 (kN/m)

$$tpa = \frac{\tau p \cdot \pi \cdot D}{Fsa}$$

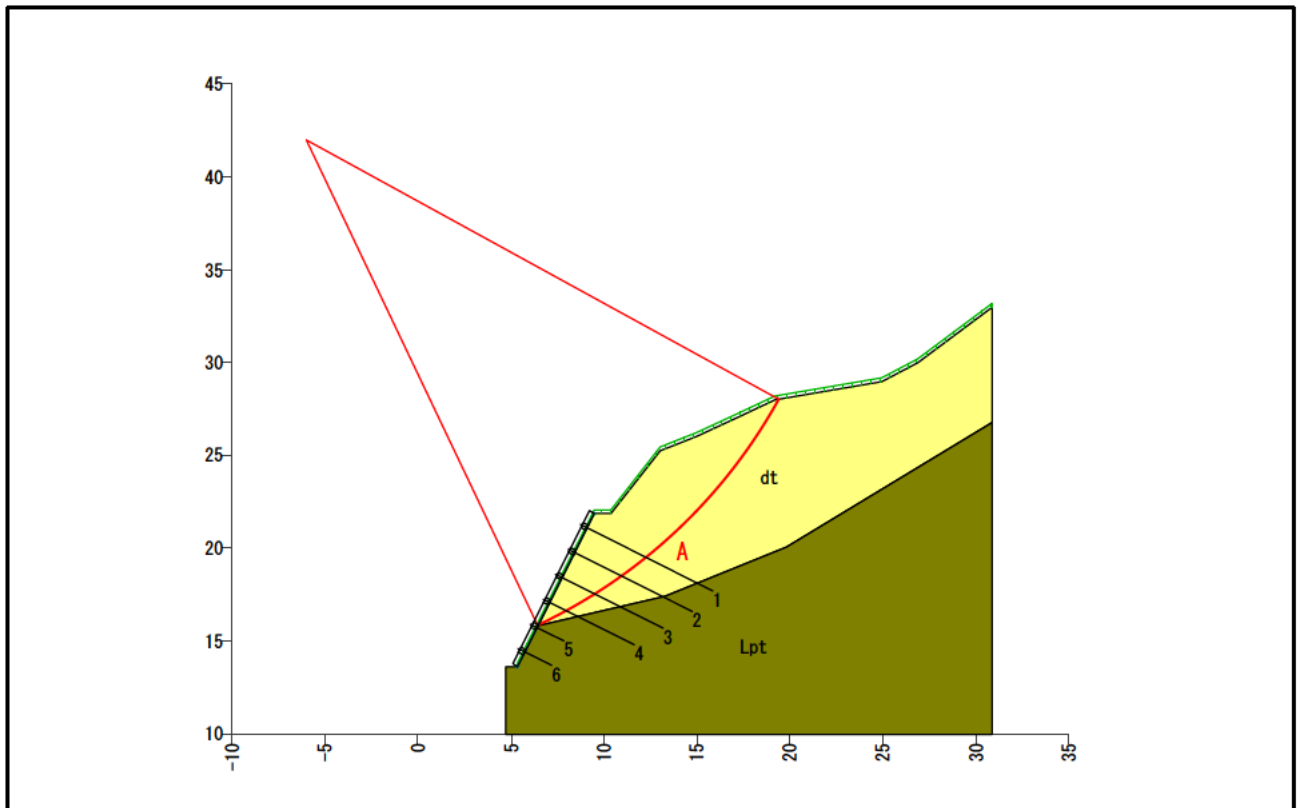
tca : 補強材と注入材の許容付着力 (kN/m)

$$tca = \tau c \cdot \pi \cdot d$$

現場名 鳴瀬川筒砂子地区

ケース名 NO.86+4.0

備考 常時



補強材配置後の安全率結果				
項目		記号	単位	数 値 (常 時)
				円弧A
計算結果	補強前安全率	Fs	—	0.813
	計画安全率	Fsp	—	1.200
	補強後安全率	Fs	—	1.205
円弧	中心座標	X	m	-6.000
		Y	m	42.000
	半径	r	m	29.000
計算要素	引き止め力	Sh	kN/m	101.187
	締め付け力	Ss	kN/m	123.191

施工段数： 6 段

補強後安全率の算出 (円弧A)

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{\sum \{(N-U) \cdot \tan \phi + C \cdot l\} + Sh + Ss}{\sum T} \\ &= \frac{465.55 + 101.187 + 123.191}{572.39} \\ &= 1.205 \end{aligned}$$

のり枠工の設計計算報告書

現場名 鳴瀬川筒砂子地区	
ケース名 NO.86+4.0	
備考 常時	

計算条件

項目				記号	単位	数値		
外力	設計引張り力			T_d	kN/本	83.762		
	のり面工の低減係数			μ	—	1.00		
	のり面工に作用する補強材引張り力			T_o	kN/本	83.762		
のり枠工外形	縦枠	スパン数		n_1	スパン	5		
		スパン長		l_1	m	1.500		
		張出し長	上	下	l_{1a}	l_{1b}	m	0.000 | 0.000
	横枠	スパン数		n_2	スパン	4		
		スパン長		l_2	m	1.500		
		張出し長	左	右	l_{2a}	l_{2b}	m	0.000 | 0.000
枠断面	枠高×枠幅			$h \times b$	mm	300 × 300		
	有効高			d	mm	235		
部材強度	コンクリートの設計基準強度			f'_{ck}	N/mm ²	18		
	鉄筋の引張降伏強度の特性値			f_{yk}	N/mm ²	345		
	せん断補強筋の引張降伏強度の特性値			f_{wyk}	N/mm ²	345		
部分安全係数	材料係数		部材係数			構造解析係数	荷重係数	構造物係数
	コンクリート	鋼材							$\gamma_b$	$\gamma_a$	$\gamma_f$	$\gamma_i$
終局限界状態	1.30	1.00	曲げ・軸耐力		1.15	1.00	1.20	1.20
			コンクリートが負担するせん断耐力		1.30			
			せん断補強筋が負担するせん断耐力		1.10			
			斜め圧縮破壊耐力		1.30			

計算結果

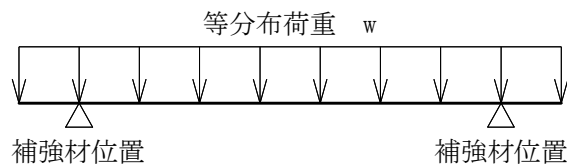
項目				記号	単位	数値	
終局限界状態	設計曲げモーメント			M_d	kN・m	8.98	
	設計せん断力			V_d	kN	33.90	

主鉄筋		スターラップ		終局限界状態				判定
呼び径	本数 (片側)	呼び径	間隔 (mm)	曲げモーメントの照査		せん断力の照査		
				鉄筋比	安全性	斜め圧縮破壊	安全性	
D13	2	D10	250	0.00359	0.64	63.18	0.65	OK
判定条件				≤ 0.01372	≤ 1.00	≤ 252.17	≤ 1.00	/

1. 設計方針

1.1 構造モデル

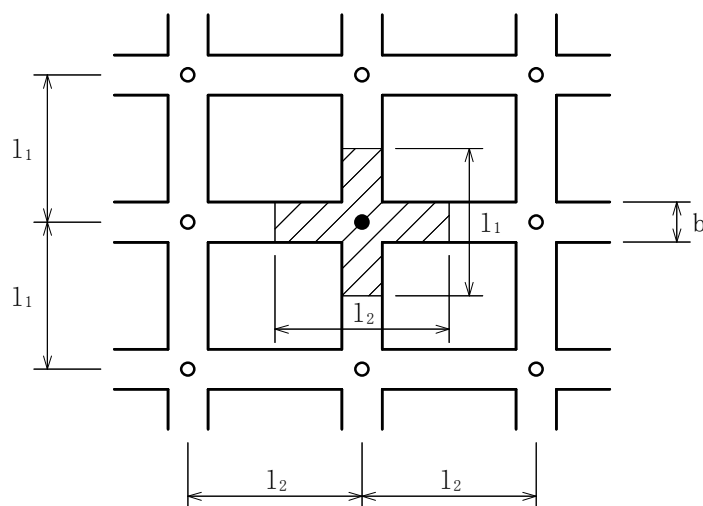
設計引張り力によって生ずる地盤反力が、のり枠工に等分布荷重として作用するものとし、補強材打設位置を支点とする梁のモデルとする。



1.2 荷重の負担

のり枠にかかる荷重は、補強材の引張り荷重によって、縦枠・横枠に等分布荷重として作用するものとし、等分布荷重の算出は、補強材1本あたりの荷重をのり枠長で配分するものとする。

この時、交点部ののり枠幅を考慮する。



1.3 安全性の照査

限界状態設計法（性能照査型）にて、のり枠の安全性を検討する。

のり枠が供用期間中に限界状態に至らないことを照査する。限界状態は、終局限界状態、使用限界状態、疲労限界状態に区分する。

終局限界状態は、供用期間中に想定される最大荷重に対する限界状態である。鉄筋挿入工の場合、地山の変形等により補強材に引張り力が発生し、のり枠構造には地盤反力が荷重として作用する。これを最大荷重として安全性を照査する。

使用限界状態は、通常の使用性や機能確保、耐久性に関する限界状態である。鉄筋挿入工の場合、施工時には補強材に引張り力を与えないので地盤反力がのり枠に作用することはない。よって、一般に供用時には荷重が作用しないと考えられるので、使用限界状態の照査は省略する。

疲労限界状態は、繰り返し荷重や変動荷重による疲労破壊の限界状態である。のり枠構造にはこれの影響がほとんどないと考えられることから、疲労限界状態の照査は省略する。

2. 設計条件

2.1 のり面工に作用する補強材引張り力の算定

設計引張り力 T_d は、最大値 [補強材 No.2] 83.762 kN/本 を使用する。

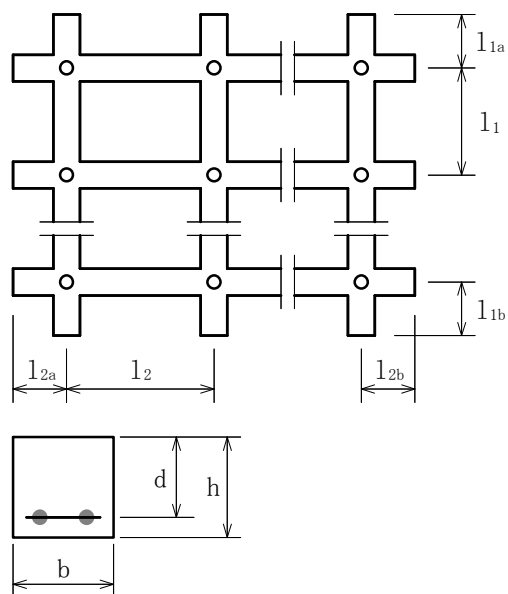
のり面工に作用する補強材引張り力 T_o は、以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} T_o &= \mu \cdot T_d = 1.00 \times 83.762 \\ &= 83.762 \text{ (kN/本)} \end{aligned}$$

ここで、 μ : のり面工の低減係数

2.2 のり枠の形状寸法

縦枠のSPAN数	n_1	=	5
SPAN長	l_1	=	1.500 (m)
上張出し長	l_{1a}	=	0.000 (m)
下張出し長	l_{1b}	=	0.000 (m)
横枠のSPAN数	n_2	=	4
SPAN長	l_2	=	1.500 (m)
左張出し長	l_{2a}	=	0.000 (m)
右張出し長	l_{2b}	=	0.000 (m)
枠断面	枠幅	b	= 300 (mm)
	枠高	h	= 300 (mm)
	有効高	d	= 235 (mm)



3. 最大曲げモーメント・最大せん断力の算出

3.1 作用荷重

のり枠に作用する等分布荷重 w_1 、 w_2 は、以下のように計算できる。

補強材1本あたりの荷重を負担する縦枠長さ

$$l_h = l_1 = 1.500 \text{ (m)}$$

補強材1本あたりの荷重を負担する横枠長さ

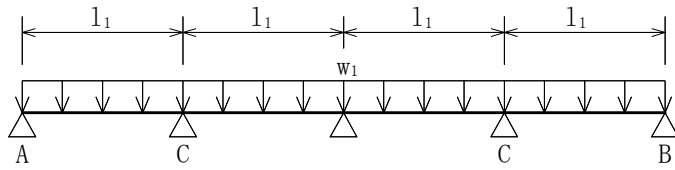
$$l_w = l_2 = 1.500 \text{ (m)}$$

よって、

$$\begin{aligned} w_1 = w_2 &= \frac{T_o}{l_h + l_w - b} = \frac{83.762}{1.500 + 1.500 - 0.300} \\ &= 31.02 \text{ (kN/m)} \end{aligned}$$

3.2 縦枠に発生する最大曲げモーメント・最大せん断力

4スパン以上の場合は、連続梁として計算する。このとき、張出し部は考慮しない。



・第一内部支点(C)に発生する最大曲げモーメント

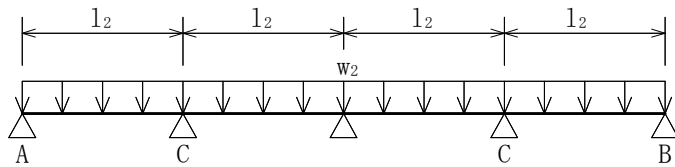
$$\begin{aligned} M_{\max c} &= \frac{3}{28} \cdot w_1 \cdot l_1^2 \\ &= \frac{3}{28} \times 31.02 \times 1.500^2 \\ &= 7.48 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

・第一内部支点(C)の外側に発生する最大せん断力

$$\begin{aligned} S_{\max c} &= \frac{17}{28} \cdot w_1 \cdot l_1 \\ &= \frac{17}{28} \times 31.02 \times 1.500 \\ &= 28.25 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

3.3 横枠に発生する最大曲げモーメント・最大せん断力

4スパン以上の場合は、連続梁として計算する。このとき、張出し部は考慮しない。



・第一内部支点(C)に発生する最大曲げモーメント

$$\begin{aligned} M_{\max c} &= \frac{3}{28} \cdot w_2 \cdot l_2^2 \\ &= \frac{3}{28} \times 31.02 \times 1.500^2 \\ &= 7.48 \text{ (kN} \cdot \text{m)} \end{aligned}$$

・第一内部支点(C)の外側に発生する最大せん断力

$$\begin{aligned} S_{\max c} &= \frac{17}{28} \cdot w_2 \cdot l_2 \\ &= \frac{17}{28} \times 31.02 \times 1.500 \\ &= 28.25 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

3.4 最大応力の決定

縦枠・横枠に作用する応力を以下の一覧表にまとめる。

検討位置		曲げモーメント (kN・m)	せん断力 (kN)
縦 枠	第一内部支点	7.48	28.25
	張出し部	—	—
横 枠	第一内部支点	7.48	28.25
	張出し部	—	—

したがって、縦枠・横枠に発生する最大応力を比較して

$$\text{最大曲げモーメント } M_{\max} = 7.48 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

$$\text{最大せん断力 } S_{\max} = 28.25 \text{ (kN)}$$

となる。

4. 限界状態の照査

4.1 材料および断面緒元

(1) のり枠部分

枠幅	$b = 300$ (mm)
枠高	$h = 300$ (mm)
有効高	$d = 235$ (mm)
箱抜き径 (外径)	$D = 48$ (mm)
コンクリートの設計基準強度 (圧縮強度の特性値)	$f'_{ck} = 18$ (N/mm ²)

(2) 主鉄筋 (引張鉄筋)

種類	SD345 D13
鉄筋径	$\phi = 13$ (mm)
本数 (片側)	$n = 2$ (本)
引張鉄筋量	$A_s = 253.4$ (mm ²)
鉄筋の引張降伏強度の特性値	$f_{yk} = 345$ (N/mm ²)
鉄筋のヤング係数	$E_s = 200$ (kN/mm ²)

(3) せん断補強筋

せん断補強筋として、スターラップを配置する。

種類	SD345 D10
スターラップ径	$\phi_w = 10$ (mm)
本数	$n_w = 2$ (本)
スターラップの配置間隔	$s = 250$ (mm)
区間 s におけるスターラップの総断面積	$A_w = 142.7$ (mm ²)
せん断補強筋の引張降伏強度の特性値	$f_{wyk} = 345$ (N/mm ²)

(4) 配置

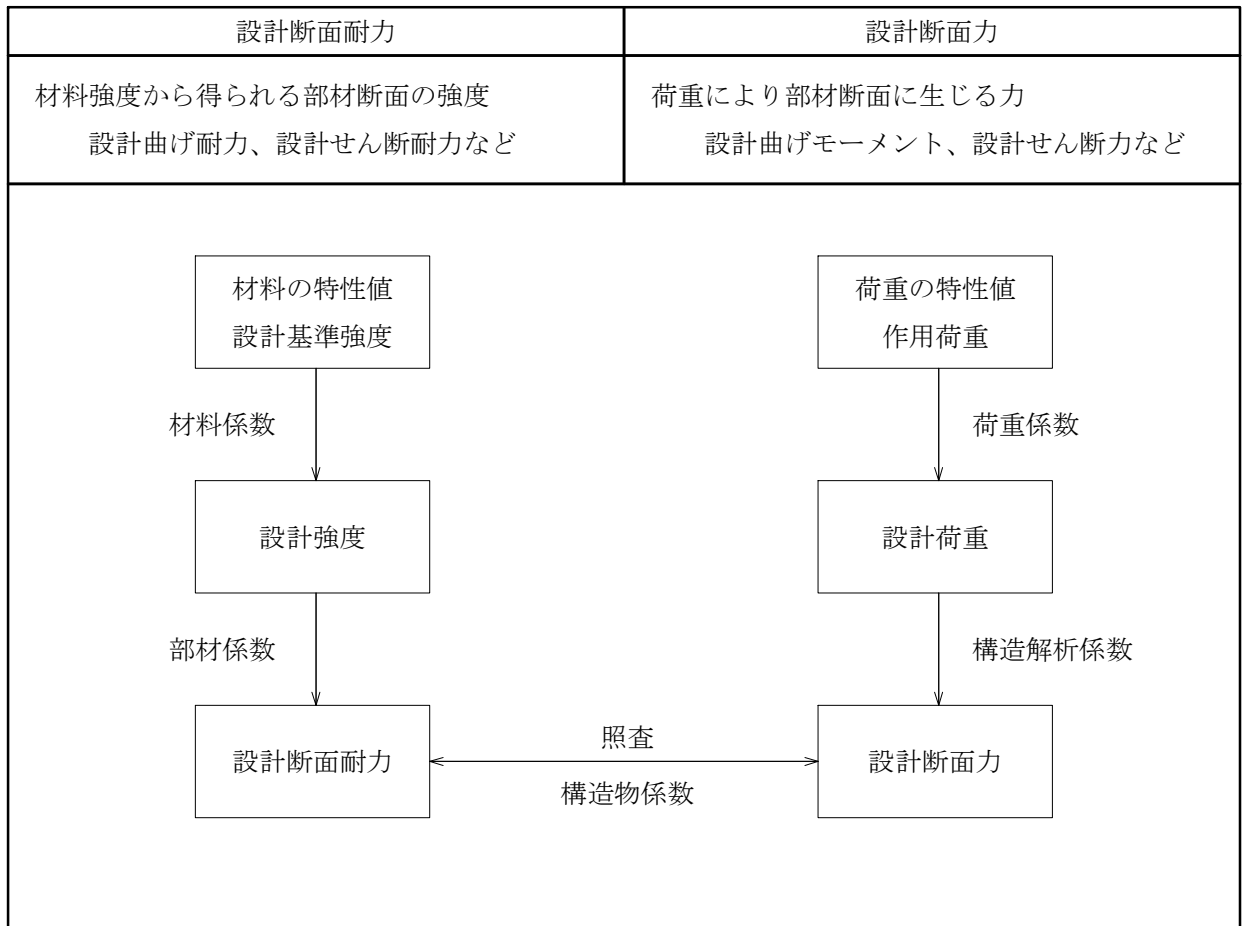
鉄筋の配置長	$l = 186$ (mm)
引張鉄筋のかぶり	$c = h - (d + \frac{\phi}{2}) = 59$ (mm)
鉄筋の中心間隔 (鉄筋が配置される区間に、鉄筋を均等に配置したときの値)	$c_s = \frac{l - \phi}{n - 1} = 173$ (mm)
鉄筋のあき (鉄筋が配置される区間に、鉄筋を均等に配置したときの値)	$a = c_s - \phi = 160$ (mm)

4.2 部分安全係数

部分安全係数は、材料強度や部材寸法のばらつき、構造物や部材の重要度、構造解析の不確実性を考慮して、以下のように定める。

部分安全係数	材料係数		部材係数 γ_b	構造解析係数 γ_a	荷重係数 γ_f	構造物係数 γ_i	
	コンクリート γ_c	鋼材 γ_s					
終局限界状態	1.30	1.00	曲げ・軸耐力	1.15	1.00	1.20	1.20
			コンクリートが負担するせん断耐力	1.30			
			せん断補強筋が負担するせん断耐力	1.10			
			斜め圧縮破壊耐力	1.30			

部分安全係数は、設計断面耐力および設計断面力の計算過程の中で用いる。



4.3 設計荷重および設計断面力

のり枠工の設計断面力の算出に用いる設計荷重は、作用荷重に荷重係数を乗じて求める。よって、先に求めた最大曲げモーメントおよび最大せん断力に荷重係数を乗じることにより、設計荷重を考慮した断面力を求めることができる。

限界状態	設計荷重 (作用荷重× γ_f)	設計荷重を考慮した断面力	
終局限界状態	作用荷重×1.20	最大曲げモーメント M'	8.98 (kN・m)
		最大せん断力 V'	33.90 (kN)

設計断面力は、設計荷重を考慮した断面力に対して、構造解析係数を乗じて求める。

限界状態	構造解析係数 γ_a	設計断面力	
終局限界状態	1.00	設計曲げモーメント M_d	8.98 (kN・m)
		設計せん断力 V_d	33.90 (kN)

4.4 安全性能の照査

のり枠の安全性能の照査は、曲げモーメントおよびせん断力が作用することによって、断面破壊の終局限界状態に至らないことを確認する。

4.4.1 曲げモーメントに対する照査

(1) 引張鉄筋量の検討

軸方向引張鉄筋量が多すぎると、断面破壊時にコンクリートの圧縮破壊が先行し、ぜい性的な破壊を生じる場合がある。そこで、引張鉄筋量の最大値を釣合鉄筋比の75%とし、引張鉄筋比がこれ以下となることを確認する。

$$\begin{aligned} \text{釣合鉄筋比に関する係数} \quad \alpha &= 0.88 - 0.004 \cdot f'_{ck} = 0.88 - 0.004 \times 18 \\ &= 0.81 \quad (\alpha \leq 0.68) \quad \therefore \alpha = 0.68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{コンクリートの終局ひずみ} \quad \varepsilon'_{cu} &= \frac{155 - f'_{ck}}{30000} = \frac{155 - 18}{30000} \\ &= 0.0046 \quad (0.0025 \leq \varepsilon'_{cu} \leq 0.0035) \quad \therefore \varepsilon'_{cu} = 0.0035 \end{aligned}$$

$$\text{コンクリートの設計圧縮強度} \quad f'_{cd} = \frac{f'_{ck}}{\gamma_c} = \frac{18}{1.30} = 13.85 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\text{鉄筋の設計引張降伏強度} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{345}{1.00} = 345 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

鉄筋比 p は、以下のように計算できる。

$$\begin{aligned} p &= \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{253.4}{300 \times 235} \\ &= 0.00359 \end{aligned}$$

釣合鉄筋比 p_b は、以下のように計算できる。

$$\begin{aligned} p_b &= \alpha \cdot \frac{\varepsilon'_{cu}}{\varepsilon'_{cu} + \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot \frac{f'_{cd}}{f_{yd}} = 0.68 \times \frac{0.0035}{0.0035 + \frac{345}{200 \times 10^3}} \times \frac{13.85}{345} \\ &= 0.01829 \end{aligned}$$

よって、 $p = 0.00359 \leq 0.75 \cdot p_b = 0.01372$ となり、

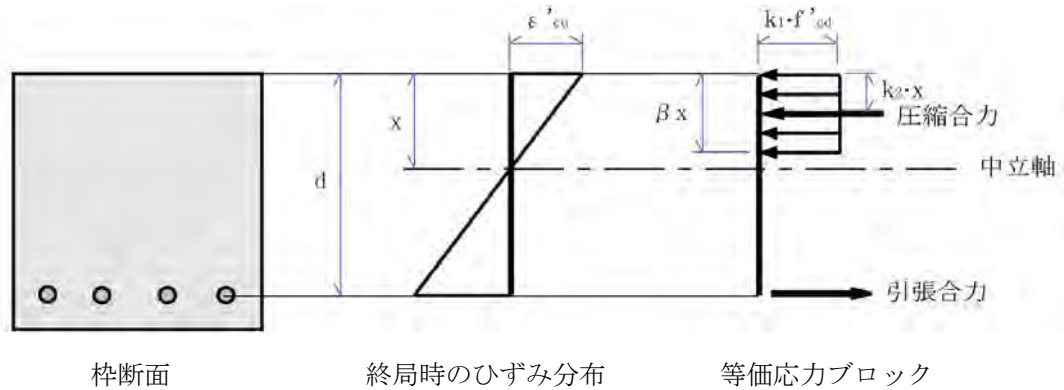
引張鉄筋が先に降伏することになる。・・・ OK

(2) 設計曲げ耐力

曲げモーメントを受けるのり枠の設計断面耐力は、以下の仮定に基づいて計算する。

- ・ 維ひずみは、断面の中立軸からの距離に比例する。
- ・ コンクリートの引張応力は無視する。
- ・ コンクリートおよび鉄筋の応力-ひずみ曲線は、非線形のモデルを用いる。

また、断面のひずみがすべて圧縮とはならないものとし、コンクリートの圧縮応力度分布を等価応力ブロックとして考えて計算する。



曲げ耐力の等価応力ブロックに関する係数 $\beta = 0.52 + 80 \cdot \varepsilon'_{cu} = 0.52 + 80 \times 0.0035 = 0.8$

強度の低減係数 $k_1 = 1 - 0.003 \cdot f'_{ck} = 1 - 0.003 \times 18 = 0.95 \quad (k_1 \leq 0.85) \quad \therefore k_1 = 0.85$

圧縮縁から中立軸までの距離 x に対する圧縮合力までの距離の比 $k_2 = \frac{\beta}{2} = \frac{0.8}{2} = 0.4$

終局曲げ耐力 M_u は以下のように計算できる。

$$\begin{aligned}
 M_u &= b \cdot d^2 \cdot p \cdot f_{yd} \cdot \left(1 - \frac{k_2}{\beta \cdot k_1} \cdot \frac{p \cdot f_{yd}}{f'_{cd}}\right) \\
 &= 300 \times 235^2 \times 0.00359 \times 345 \times \left(1 - \frac{0.4}{0.8 \times 0.85} \times \frac{0.00359 \times 345}{13.85}\right) \\
 &= 19.44 \times 10^6 \text{ (N} \cdot \text{mm)} = 19.44 \text{ (kN} \cdot \text{m)}
 \end{aligned}$$

設計曲げ耐力 M_{ud} は以下のように計算できる。

$$\begin{aligned}
 M_{ud} &= \frac{M_u}{\gamma_b} = \frac{19.44}{1.15} \\
 &= 16.90 \text{ (kN} \cdot \text{m)}
 \end{aligned}$$

(3) 安全性の照査

$$\gamma_i \cdot \frac{M_d}{M_{ud}} = 1.20 \times \frac{8.98}{16.90} = 0.64 \leq 1.00 \dots \text{OK}$$

4.4.2 せん断力に対する照査

(1) コンクリートが負担する設計せん断耐力

$$\begin{aligned} \text{コンクリートのせん断強度} \quad f_{vcd} &= 0.20 \cdot \sqrt[3]{f'_{cd}} = 0.20 \times \sqrt[3]{13.85} \\ &= 0.48 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (f_{vcd} \leq 0.72) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{せん断耐力の有効高に関する係数} \quad \beta_d &= \sqrt[4]{1000/d} = \sqrt[4]{1000/235} \\ &= 1.44 \quad (\beta_d \leq 1.5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{せん断耐力の軸方向鉄筋比に関する係数} \quad \beta_p &= \sqrt[3]{100 \cdot p} = \sqrt[3]{100 \times 0.00359} \\ &= 0.71 \quad (\beta_p \leq 1.5) \end{aligned}$$

$$\text{せん断耐力の軸方向力に関する係数} \quad \beta_n = 1.00 \quad (\text{のり枠では軸方向力は作用しない})$$

コンクリートが負担する設計せん断耐力 V_{cd} は、以下のように計算できる。

$$\begin{aligned} V_{cd} &= \frac{\beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot f_{vcd} \cdot b \cdot d}{\gamma_b} = \frac{1.44 \times 0.71 \times 1.00 \times 0.48 \times 300 \times 235}{1.30} \\ &= 26.61 \times 10^3 \text{ (N)} = 26.61 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

(2) せん断補強筋が負担する設計せん断耐力

$$\text{せん断補強鉄筋の設計引張降伏強度} \quad f_{wyd} = \frac{f_{wyk}}{\gamma_s} = \frac{345}{1.00} = 345 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\begin{aligned} \text{圧縮応力の合力作用位置から引張鉄筋} \\ \text{図芯までの距離} \quad z &= \frac{d}{1.15} = \frac{235}{1.15} = 204.3 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

せん断補強筋が負担する設計せん断耐力 V_{sd} は、以下のように計算できる。

$$\begin{aligned} V_{sd} &= \frac{A_w \cdot f_{wyd}}{s} \cdot \frac{z}{\gamma_b} = \frac{142.7 \times 345}{250} \times \frac{204.3}{1.10} \\ &= 36.57 \times 10^3 \text{ (N)} = 36.57 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

(3) 設計せん断耐力

設計せん断耐力 V_{yd} は、コンクリートが負担する設計せん断耐力に、せん断補強筋が負担する設計せん断耐力を合わせたものであるから、以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} V_{yd} &= V_{cd} + V_{sd} = 26.61 + 36.57 \\ &= 63.18 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

(4) コンクリート腹部の設計斜め圧縮破壊耐力の検討

せん断補強筋が多量に配置されている場合には、せん断補強筋が降伏せずに、コンクリート腹部の圧縮破壊によって、ぜい性的な破壊に至る場合がある。そこで、この破壊をさけるために、設計せん断耐力が、コンクリート腹部の設計斜め圧縮破壊耐力以下となることを確認する。

$$\begin{aligned} \text{コンクリート腹部の設計斜め圧縮強度} \quad f_{wcd} &= 1.25 \cdot \sqrt{f'_{cd}} = 1.25 \times \sqrt{13.85} \\ &= 4.65 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (f_{wcd} \leq 9.8) \end{aligned}$$

コンクリート腹部の設計斜め圧縮破壊耐力 V_{wcd} は、以下のように計算できる。

$$\begin{aligned} V_{wcd} &= \frac{f_{wcd} \cdot b \cdot d}{\gamma_b} = \frac{4.65 \times 300 \times 235}{1.30} \\ &= 252.17 \times 10^3 \text{ (N)} = 252.17 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

よって、 $V_{yd} = 63.18 \text{ (kN)} \leq V_{wcd} = 252.17 \text{ (kN)}$ となり、

せん断補強筋が先に降伏することになる。・・・OK

(5) 安全性の照査

$$\gamma_i \cdot \frac{V_d}{V_{yd}} = 1.20 \times \frac{33.90}{63.18} = 0.65 \leq 1.00 \quad \dots \text{OK}$$

5. 鉄筋の重ね継手

鉄筋の重ね継手長は、基本定着長以上とする。

主鉄筋	D13 - 2本 (φ = 13 (mm))
引張鉄筋のかぶり	c = 59 (mm)
鉄筋のあき (鉄筋が配置される区間に、 鉄筋を均等に配置したときの値)	a = 160 (mm)
鉄筋の設計引張降伏強度	f _{yd} = 345 (N/mm ²)
コンクリートの設計基準強度	f' _{ck} = 18 (N/mm ²)
コンクリートの材料係数	γ _c = 1.30
コンクリートの設計付着強度	f _{bod} = $\frac{0.28 \cdot f'_{ck}{}^{2/3}}{\gamma_c} = \frac{0.28 \times 18^{2/3}}{1.30}$ = 1.479 (N/mm ²) (f _{bod} ≤ 3.2)
スターラップ	D10 - 2本
割裂破壊断面に垂直なスターラップの断面積	A _t = 71.33 × 2 = 142.7 (mm ²)
スターラップの中心間隔	s = 250 (mm)

ここで、計算で用いる c は、引張鉄筋のかぶりと定着する鉄筋のあきの半分の値の小さい方なので

$$c = \min\left(59, \frac{160}{2}\right) = 59 \text{ (mm)}$$

基本定着長に関する係数 k_c および α は、以下の通りとなる。

$$k_c = \frac{c}{\phi} + \frac{15 \cdot A_t}{s \cdot \phi} = \frac{59}{13} + \frac{15 \times 142.7}{250 \times 13}$$

$$= 5.197$$

k _c ≤ 1.0の場合	α = 1.0
1.0 < k _c ≤ 1.5の場合	α = 0.9
1.5 < k _c ≤ 2.0の場合	α = 0.8
2.0 < k _c ≤ 2.5の場合	α = 0.7
2.5 < k _c の場合	α = 0.6

$$k_c = 5.197 \text{ より、 } \alpha = 0.6$$

基本定着長 l_d は、以下のように計算できる。

$$l_d = \frac{\alpha \cdot f_{yd} \cdot \phi}{4 \cdot f_{bod}} = \frac{0.6 \times 345 \times 13}{4 \times 1.479}$$

$$= 455 \text{ (mm)}$$

よって、鉄筋の重ね継手長は 455 (mm) 以上必要である。

のり枠工の設計計算報告書

現 場 名 鳴瀬川筒砂子地区	
ケ ー ス 名 NO.86+4.0	
備 考 常時	

計 算 条 件

項 目				記 号	単 位	数 値			
外 力	設計引張り力			T_d	kN/本	83.762			
	のり面工の低減係数			μ	—	1.00			
	のり面工に作用する補強材引張り力			T_o	kN/本	83.762			
のり 枠 工 外 形	縦 枠	スパン数		n_1	スパン	5			
		スパン長		l_1	m	1.500			
		張出し長	上	下	l_{1a}	l_{1b}	m	0.000 | 0.000	
	横 枠	スパン数		n_2	スパン	4			
		スパン長		l_2	m	1.500			
		張出し長	左	右	l_{2a}	l_{2b}	m	0.000 | 0.000	
枠 断 面	枠高×枠幅			$h \times b$	mm	300 × 300			
	有効高			d	mm	235			
部 材 強 度	コンクリートの設計基準強度			f'_{ck}	N/mm ²	18			
	鉄筋の引張降伏強度の特性値			f_{yk}	N/mm ²	345			
	せん断補強筋の引張降伏強度の特性値			f_{wyk}	N/mm ²	345			
部分安全係数	材料係数		部材係数			構造解析係数	荷重係数	構造物係数	
	コンクリート	鋼材							γ_c	$\gamma_s$	$\gamma_b$	$\gamma_a$	$\gamma_f$	$\gamma_i$
終 局 限 界 状 態	1.30	1.00	曲げ・軸耐力			1.15	1.00	1.20	1.20
			コンクリートが負担するせん断耐力			1.30			
			せん断補強筋が負担するせん断耐力			1.10			
			斜め圧縮破壊耐力			1.30			

計 算 結 果

項 目				記 号	単 位	数 値	
終 局 限 界 状 態	設計曲げモーメント			M_d	kN・m	8.98	
	設計せん断力			V_d	kN	33.90	

主鉄筋		スターラップ		終局限界状態				判定
呼び径	本数 (片側)	呼び径	間隔 (mm)	曲げモーメントの照査		せん断力の照査		
				鉄筋比	安全性	斜め圧縮破壊	安全性	
D13	2	D10	250	0.00359	0.64	63.18	0.65	OK
D16	2	D10	250	0.00563	0.42	67.68	0.61	OK
判 定 条 件				≤ 0.01372	≤ 1.00	≤ 252.17	≤ 1.00	/