
令和2年度

鳥海ダム1号トンネル詳細設計業務

施工・仮設備計画書

令和3年3月



中央復建コンサルタンツ株式会社

目 次 (1/2)

§ 1. 概要	1 -	1
1.1 計画概要	1 -	2
1.2 工事用仮設備計画	1 -	3
1.3 適用示方書	1 -	7
§ 2. 施工計画	2 -	1
2.1 掘削計画	2 -	2
2.2 ずり出し計画	2 -	3
2.3 支保工計画	2 -	5
2.4 二次覆工計画	2 -	11
§ 3. 工事工程計画	3 -	1
3.1 適用範囲	3 -	2
3.2 施工概要	3 -	5
3.3 施工計画	3 -	6
3.4 施工歩掛【発破工法】	3 -	14
3.5 覆工施工歩掛	3 -	41
3.6 インバート工施工歩掛	3 -	47
3.7 スライドセントル等損料	3 -	52
3.8 工事用仮設備	3 -	53
3.9 工程計画	3 -	55
§ 4. 仮設備計画	4 -	1
4.1 換気・集じん設備	4 -	2
4.2 換気設備の選定	4 -	13
4.3 集じん機の検討	4 -	23
4.4 換気設備の経済比較	4 -	24
4.5 給水設備	4 -	28
4.6 排水設備	4 -	33
4.7 濁水処理設備	4 -	39
4.8 トンネル工事用機械一覧及び仮設備数量	4 -	59

目 次 (2/2)

§ 5. 仮設電力計画	5 - 1
5.1 二次側電力設備計画	5 - 2
5.2 フリッカ対策の検討	5 - 3 4
§ 6. 参考資料	6 - 1
資料-1 工法、名称別、建物面積算出式総括一覧表	6 - 2
資料-2 土木・建設工事用仮設防音システム	6 - 3
資料-3 換気に関する法令の抜粋	6 - 8
資料-4 湧水・濁水の予測手法	6 - 9
資料-5 濁水処理に関する基準	6 - 1 7

§ 1. 概 要

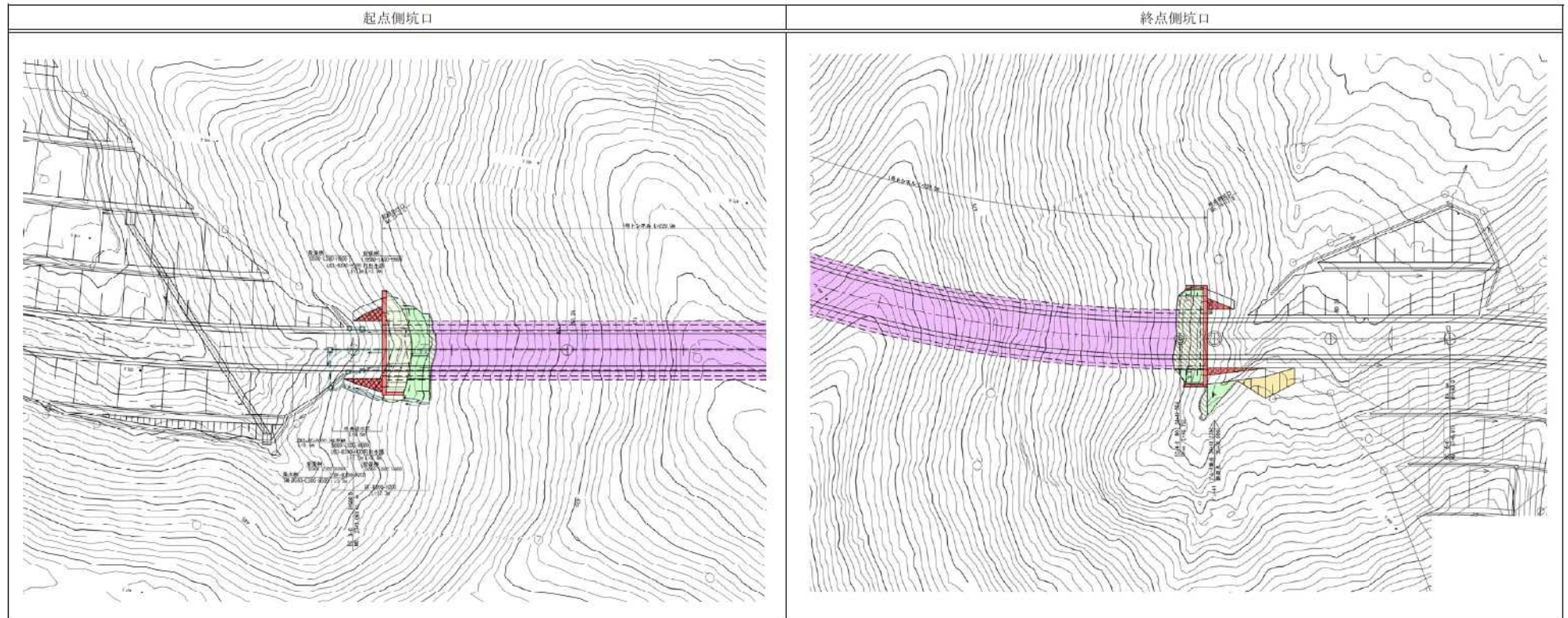
1.1 計画概要

本トンネル施工・仮設備計画報告書は国土交通省土木工事積算基準(R02)に基づき、工事発注の基礎資料として作成したものである。

(1) 基本事項

本トンネルの基本的事項は、以下の通りとする。

- | | |
|-----------|---------|
| a) 掘削工法 | NATM |
| b) 掘削方式 | 機械掘削工法 |
| c) ずり出し方式 | タイヤ方式 |
| d) 工事基地 | 起点側坑口付近 |



1.2 工所用仮設備計画

(1) 仮設建物面積算定

トンネル工所用仮設建物の規模については、平成3年施工中の国内のトンネル(道路、鉄道、水路等)の実態調査結果及び既存資料を基に設備の概要や標準的な設備内容をまとめた「トンネル工事における標準的仮設備(平成6年11月日本トンネル技術協会)」と、「トンネル工所用建物等実施調査報告書(昭和51年12月日本トンネル技術協会)」(§6. 参考資料)を参考にして算出する。

表 1.2.1 仮設建物面積算定表

X = 229,000m

No.	名称	算定値				摘要
		面積算定式	算定値	面積算出式	算出値	
①	受変電室			5.4 m × 4.4 m	24 m ²	受電・変電
②	修理工場			5.4 m × 11.1 m	60 m ²	
③	資材倉庫	Y= 22 + 0.0090 X	25	5.4 m × 4.6 m	25 m ²	
④	休憩所	Y= 19 + 0.0115 X	22	5.4 m × 4.0 m	22 m ²	
⑤	見張所(詰所)	Y= 9 + 0.0022 X	10	5.4 m × 1.8 m	10 m ²	
⑥	ずり仮置場			11.0 m × 22.0 m	242 m ²	
⑦	換気設備			10.0 m × 2.5 m	25 m ²	送風機 1200m ³ /min 55kW×2 風管径 D=1300 集塵機 1200m ³ /min 74kW フィルタ式
⑧	吹付プラント			16.5 m × 7.0 m	116 m ²	セメントサイロ [鋼製溶接構造] 容量30t 骨材ホッパー 15m ³ ×3 コンクリートプラント [パッチ型・定置式] 能力25m ³ /h
⑨	給水槽			2.5 m × 4.0 m	10 m ²	鋼板製簡易水槽 20m ³
⑩	取水ポンプ					φ 50mm×10m×0.8kw
⑪	濁水処理設備			5.4 m × 9.0 m	49 m ²	20m ³ /h
⑫	資材置場			10.0 m × 20.0 m	200 m ²	

(2) 仮設建物配置計画

基本的に、坑口近傍に1500㎡程度の平場が確保できれば、仮設備全般を坑口付近にすべて配置するのが最も理想的な配置計画である。

仮設建物の配置計画は以下の通りである。

名称	留意点	本トンネルの施工ヤード
受・変電所設備	安全性を考慮し、不必要に人や物が近よらない場所を選び、金網等で防護した設備を設けなければならない。 また、コンプレッサーなど大容量の電力を使用する設備の近傍に設置し、経済性に注意を払い、使いやすさ、配電のしやすい経路とする必要がある。	金網等で防護した設備とする。
修理工場	資材置場、倉庫などの近傍で坑内への出入りに便利な位置を選ぶ。	資材置場、倉庫などの近傍に配置した。
吹付プラント	骨材・セメントなどの材料搬入が便利のように搬入路の近傍で、さらに坑内への持込みにも有利な配置とする。 また、設備には洗浄汚水等の排水を処理する必要があり、このための排水処理設備が傍らになければならない。	比較的坑口に近く、材料搬入が便利な位置に配置した。
濁水処理設備	設置の際には次の点に注意しなければならない。 ・処理水を放流出来る河川が近くにあること。 ・泥土が発生するため、これを容易に搬出運搬できること。 ・湧水量の予想が難しいため、実際の湧水量が設備規模を上回っても、これを拡張できるスペースがあること。 ・坑内ー処理設備ー放流河川の順の排水経路が短距離で、なるべく自然流下できるような配置とすること。	吹付プラントからの排水、河川への放流も考慮し配置した。
給水計画	給水槽は坑口付近の河川 及び 沢に設けるものとする。	起点側坑口付近の川から取水とした。

表 1.2.2 トンネルに必要な仮設備一覧表

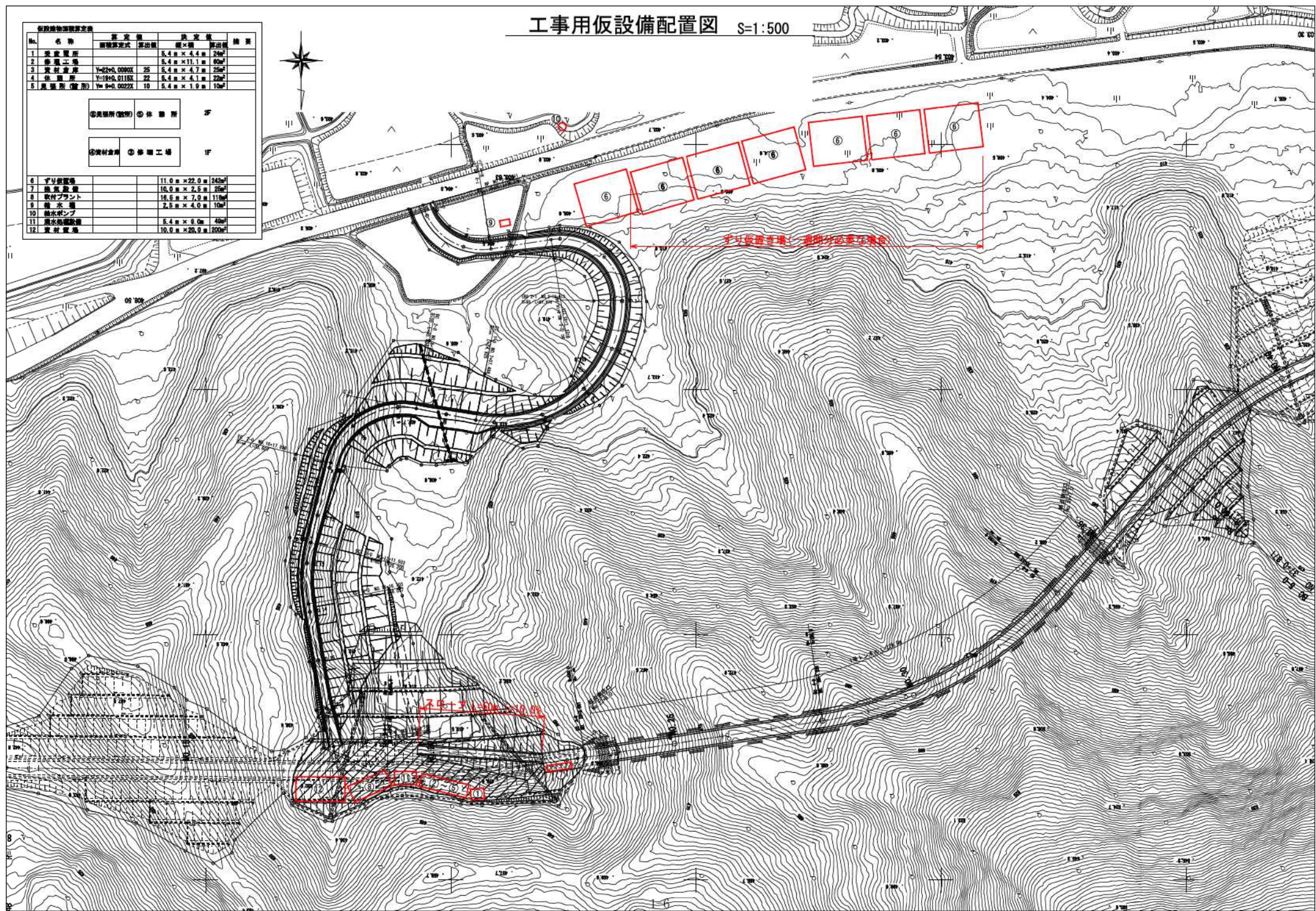
① 受変電所、フリッカ抑制装置		② 修理工場		③ 資材倉庫・④ 休憩所・⑤ 見張所 (詰所)	
<p>必要面積： 受変電所 :24m²(5.4m×4.4m)</p> <p>条件： ・不必要に人や物が近づかない場所。 ・コンプレッサーなどの大容量の電力を使用する機械の近傍に設置。 ・使い易さ、配電のし易い経路を確保できる位置に配置することが望ましい。</p>	 	<p>必要面積:60m²(掘削断面50m²以上)</p> <p>条件： ・重機や車両の修理、設備を行うため、周囲にスペースが確保でき、施工基地内への出入りに便利な位置。</p>		<p>必要面積： ・資材倉庫：25m²(22+0.0009X)以上 ・休憩所：22m²(19+0.0115X)以上 ・見張所：10m²(9+0.0022X)以上 X：トンネル延長(229m)</p> <p>条件： ・坑口からあまり離れない場所。 ・施工ヤードが狭小で、省スペース化とするため、資材倉庫と休憩所は2階建の複合構造とする。 ・材料、トンネルずりなどの現場状況を把握できる場所。</p>	
⑥ ずり仮置場		⑦ 換気設備		⑧ 吹付プラント	
<p>必要面積：242m²(11m×22m)</p> <p>条件： ・1日分の仮置きが可能となる面積を確保することとする。 ・積み上げる高さは、ダンプトラック荷台高さ(H=1.5m)を想定することとする。</p>		<p>必要面積10.0m×2.5m</p> <p>条件： ・坑口より5～10m程度離れた坑外に設置する。 ・なお、坑口前面の法面上に配置する例や車両搭載型の例もある。</p>		<p>必要面積：116m² (16.5m×7m(高さ10.5m))</p> <p>条件： ・搬入路の近傍で、さらに坑内への持ち込みにも有利な配置。 ・排水処理設備が近傍にすることが望ましい。</p>	
⑨ 給水槽、⑩ 給水ポンプ・(取水ポンプ)		⑪ 濁水処理設備		⑫ 資材置場	
<p>必要面積： ・給水槽：10m²(2.5m×4.0m) ・給水ポンプ：-</p> <p>条件： ・取水源より取水ポンプにより取水して、施工基地内の給水槽に圧送する。 ・給水槽及び給水ポンプは水を利用する設備の近傍に設置する計画とする。</p>		<p>必要面積：49m²(5.4m×9.0m)</p> <p>条件： ・処理水を放流できる河川・沢の近く。 ・脱水ケーキの搬出が容易にできる。 ・湧水量の予測が難しいため、実際の湧水量が設備規模を上回った場合、これを拡張できるスペースが確保できる。 ・坑内→処理施設→放流河川の順の排水経路が短距離で、なるべく自然流下できる。</p>		<p>必要面積：200m²(10m×20m)</p> <p>条件： ・資材搬入、及び搬出車両の出入りが容易にできる。 ・管理のし易い場所に設置する。</p>	

工所用仮設備配置図 S=1:500

仮設設備配置基準				
No.	名称	基準式	基準値	単位
1	作業事務所	面積算定式	5.4m × 4.4m	24㎡
2	作業工場	Y=240.0000X	5.4m × 11.1m	60㎡
3	資材倉庫	Y=240.0110X	5.4m × 4.7m	25㎡
4	作業所	Y=240.0110X	5.4m × 4.1m	22㎡
5	風通し(倉庫)	Y=240.0222X	5.4m × 1.9m	10㎡

① 現場所(事務所)	② 事務所	2F
③ 資材倉庫	④ 作業工場	1F

6	ずり捨て場	11.0m × 22.0m	242㎡
7	換気設備	10.0m × 2.5m	25㎡
8	飲料プラント	18.5m × 7.0m	129㎡
9	換気室	2.5m × 4.0m	10㎡
10	換気機	5.4m × 0.9m	4.9㎡
11	排水処理設備	10.0m × 20.0m	200㎡
12	資材置場		



1.3 適用示方書

本道路のトンネル設計にあたっては、下記基準等に準拠するものとする。

(適用法規及び基準類)

- ・ 国土交通省土木工事積算基準 (令和2年度版 建設物価調査会)
※以下、「積算基準書R02」と略記
- ・ 国土交通省土木工事標準積算基準書(河川・道路編) (令和2年度版 建設物価調査会)
- ・ 請負工事機械経費積算要領 (令和2年度版 建設物価調査会)
- ・ 設計施工マニュアル(案) (平成15年4月 国土交通省 東北地方整備局)
- ・ 建設機械等損料表 (令和2年度版 日本建設機械化協会)
- ・ トンネル工事の粉じん発生作業に関する衛生管理マニュアル
(平成13年2月 国土交通省)
- ・ 新版 ずい道等建設工事における換気技術指針(設計及び粉じん等の測定)
(平成24年3月 建設業労働災害防止協会)
※以下、「換気技術指針H24」と略記
- ・ 新・NATMの施工と積算 (平成21年度版 経済調査会)
- ・ トンネル標準示方書 山岳工法・同解説 (平成28年度版 土木学会)
※以下、「トンネル標準示方書(山岳工法編)・同解説/2016」と略記
- ・ 山岳トンネル工事における濁水処理設備計画の手引き
(平成14年度版 日本トンネル技術協会)
※以下、「山岳トンネルにおける濁水処理設備計画の手引き(H14年1月)」と略記
- ・ トンネル工事用建物等実態調査報告書 (昭和51年度版 日本トンネル技術協会)
※以下、「トンネル工事用建物調査報告書(日本トンネル技術協会)」と略記
- ・ トンネル工事の安全 山岳編 (平成56年度版 日本トンネル技術協会)
- ・ トンネル施工に伴う湧水濁水に関する調査研究(その2)報告書
(平成58年度版 日本トンネル技術協会)
- ・ 最近の薬液注入工法 (平成13年度版 総合土木研究所)
※以下、「『最近の薬液注入工法』 総合土木研究所より」と略記
- ・ 土木工事仮設計画ガイドブック(Ⅱ) (平成23年度版 全日本建設技術協会)
※以下、「H23 土木工事仮設計画ガイドブック(Ⅱ)」と略記

§ 2. 施 工 計 画

2.1 掘削計画

2.1.1 掘削方式

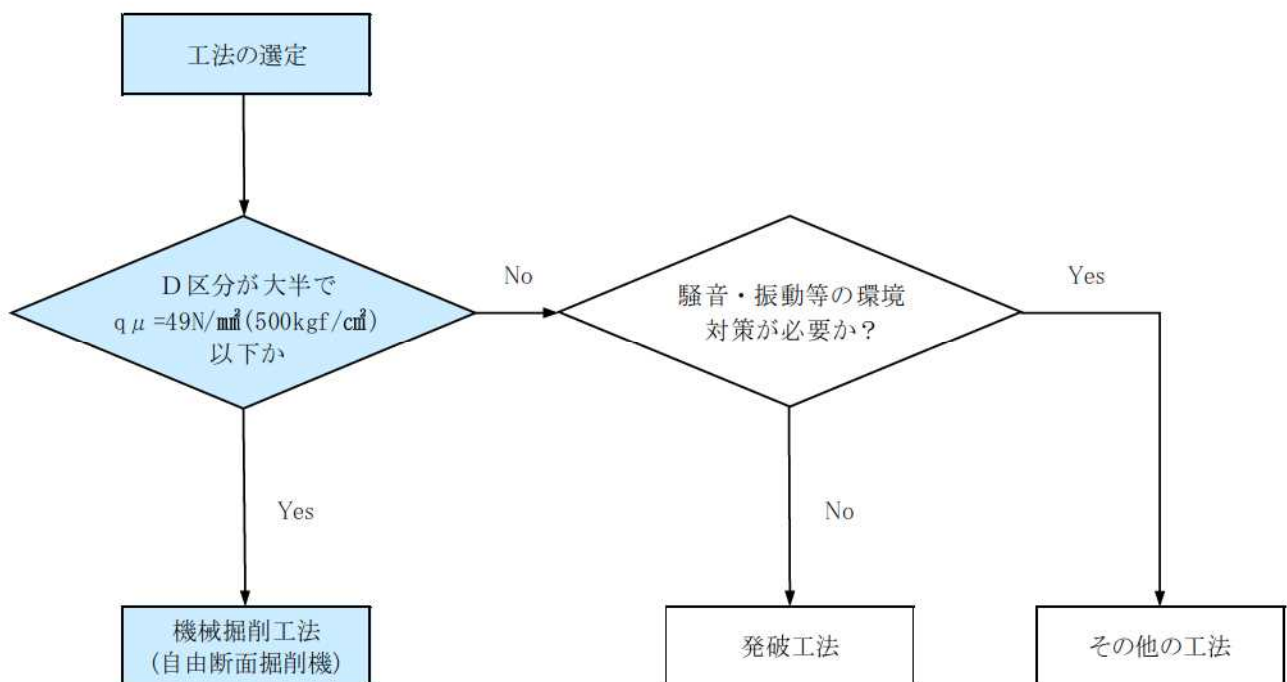
掘削方法には、爆破掘削、機械掘削、人力掘削とがあり、作業能率や施工性の面から、爆破掘削と機械掘削が主体となる。

爆破掘削は爆薬で地山を破碎掘削するもので、硬岩地山から土砂地山まで幅広い地山に適用でき柔軟性に富んでいる。一方、機械掘削は地山が軟岩 ($q_u=49\text{N/mm}^2$ 以下) の場合や騒音振動等の環境対策が必要な場合に採用される。

一軸圧縮強度による発破掘削と機械掘削の選定判断の指標としては、国交省土木工事標準積算基準書に基づき、 49N/mm^2 を目安とする。

本トンネル地山の一軸圧縮強度は最大で $q=16.1\text{N/mm}^2$ (泥岩) を示しており、 $q_u=49\text{N/mm}^2$ 以下となることから、以下のフローより機械掘削工法を採用する。

選定フロー



(注)「大半の区分」とは90%程度を目安とする。
(積算基準書R02 P. IV-5-①-70)

2.1.2 掘削工法

掘削工法は、地山条件、トンネルの断面形状、延長、工期等を考慮して安全で経済的な工法を選定する必要がある。一般には、切羽の自立できる断面の大きさによって決まる事が多い。本トンネルにおいては、それぞれの地質に対応して下表の通りの工法とする。

岩区分、掘削方式及び掘削工法 (機械掘削工法)

岩区分	掘削方式	掘削工法
C、D	上半先進ベンチカット工法 (ショートベンチカット工法)	上下半同時併進工法

積算基準書 R02 (P. IV-5-①-71)

2.2 ずり出し計画

2.2.1 ずりの積込み

ずりの積込みは、一般に機械が用いられる。ずりの積込み方法を機械の形式から分類すると以下の様になる。

(1) 走行方式

① タイヤ式

切羽の前面を自由に走行できるため、機動性に優れている。ただし、湧水の多い場合などには、路面の維持補修に注意が必要。

② クローラ式

タイヤ式と同様に切羽の前面を自由に走行できるので、作業スペースがある場合には有利である。接地圧が小さいので、多少路面状態が悪くても使用可能である。

③ レール式

掘進に伴ってずり積み機用のレールを延伸する必要がある。この場合、ずりの積込み中も随時レールを前送りできるようにしている。

(2) 積込方式

① フロントエンド式

ショベルローダやトラクタショベルのように、バケットを持ち上げて前方にダンプするものである。坑内では運搬車へ積み込むために方向転換をしなければならないので、比較的広いスペースを必要とする。

② サイドダンプ式

バケットが側方にダンプするようになっており、方向転換をしなくてもよいので、フロントエンド式が使えないような場合に用いられる。

③ ショベル式

本来機械掘削の分類に属するショベル系掘削機械のうち、バックハウ仕様やローディング仕様の機械は、下部機体の位置を移動することなく、上部機体を 360° 旋回することができる。また、機械を旋回することなく、ベルトコンベヤなどの補助機械を用いて積み込む方法もある。

④ オーバーヘッド式

バケットが機体本体の上を通過して反転し、ずりを後方に移動させるもので、後部にベルトコンベヤを付けたものと付けないものがある。ずりを後方に放出するため、安全面でレール式が有利である。作業幅の狭い箇所でも用いられる。

⑤ 連続式

フロントハンドやアームでずりをかき集め、本体底部のコンベヤで連続的に搬送して運搬車両に移し換える方法である。

2.2.2 ずり運搬

ずりの運搬方式にはタイヤ方式、レール方式、連続ベルトコンベヤ方式などがある。

(1) タイヤ方式

NATMにおけるずりの運搬作業は、軌条をはじめとする坑内外の仮設備が簡易で、作業能率が高く経済的にも優れるタイヤ方式が標準となっている。

タイヤ方式はレール方式に比べて、一般的にはトンネルの断面が大きく湧水の少ない(走行路盤が比較的堅固な)場合に適しているが、ディーゼルエンジンを搭載した運搬機械を使用することから、その排気ガスを希釈するために多量の換気が必要となる。

(2) レール方式

レール方式は軌道を設け、ずり鋼車やシャトルカーなどの車両を連結し、機関車で牽引して運搬する方法であり、小断面のトンネルで使用されることが多い。

トンネルの規模、地質などの制約は少ないが、勾配上の制約を受ける。労働安全衛生規則では、動力車を使用する軌道の勾配は5.0%以下としなければならないとされている。

(3) コンベヤ方式

コンベヤ方式は、大規模なものは搬送能力も大きいですが、設備費がかかるため、長距離運搬でなければコスト的に成り立たない。また人力掘削をするような土砂地山で断面が小さい場合、簡易コンベヤを使用することがある。さらに、切羽でトレンローダなどの中間搬送用として使用することがある。

コンベヤを用いる場合、その設備が固定されて作業空間を狭隘にするので、各種の機械や資材の通過ならびに安全通路の確保に注意しなければならない。

本トンネルでのずり積込み搬出方式は、積算基準書 R02(P. IV-5-①-86)に標準とされる 2.3m³ホイールローダと 10t ダンプトラックとの組合せ(タイヤ方式)とする。

2.3 支保工計画

NATMにおける1次支保は、地山に密着し、適当な剛性があることを要求され、支保の規模や支保パターンは、安全性・経済性を考慮して、計測を通して制御される。

ここでは、1次支保の概要について述べる。

2.3.1 支保の施工順序と時期

1次支保の施工順序は、対象となる地山の挙動を正確に把握し工事が安全かつ経済的に施工できるように行われる。

切羽の自立性が良好な地山の1次支保は通常、ロックボルトと吹付コンクリートが併用される。この場合、掘削終了後ただちに、吹付コンクリートが施工され、その後にロックボルトが打ち込まれる。

切羽の自立性が悪い地山の1次支保は通常、ロックボルト・吹付コンクリートと鋼製支保工と場合によっては、先受けボルト等が併用される。

2.3.2 吹付コンクリート

吹付コンクリートは、ロックボルトとともにNATMにおける主要なメンバーであり、次のような効果をもつ。

- ①掘削後、速やかに掘削面を被覆する事による初期の緩みの防止。
- ②地山が水や空気にふれる事による風化の防止。
- ③地山の変位を拘束する事によって地山を三軸応力状態にし、強度劣化を防止する。

吹付コンクリートの施工に当たっては、次のような点に留意しなければならない。

- ①吹付面の泥、浮石等は密着性を高める為に清掃すること。
- ②はね返りの減少と吹付コンクリート効果の向上の為、吹付面にできるだけ直角に吹き付ける事が肝要である。
- ③はね返った材料が新たな吹付コンクリートに混入しないよう配慮すること。
- ④吹付コンクリートの施工時に発生する粉じん対策は、次の点に留意すること。
 - ・粉じん発生を出来るだけ少なくする吹付方法及び材料の選定と管理。
 - ・発生した粉じんの処理。(集じん、浄化、換気による拡散希釈)
 - ・保護具の着用。
 - ・安全対策も含めてロボットマシンの採用。

(1)吹付機の方式と適応性

吹付コンクリートは、コンクリートの練混ぜ方式により、乾式と湿式の2つがあり、それぞれに対応した吹付機が使用されている。

①乾式方式

ドライミックスしたコンクリートを圧送し、ノズルの手前で水を加えて吹付ける。

②湿式方式

あらかじめ水を加えて練り上げた硬練りコンクリートを圧送し吹付ける。

乾式方式と湿式方式の概要を示すと以下の通りである。

乾式工法と湿式工法との比較

	乾式工法	湿式工法
コンクリートの品質	ノズルで、水と空練り材料とを混合するので品質は作業員の熟練度能力によって左右される。	水を含め、各材料をあらかじめ正確に計量し、かつ十分に混合できるので品質の管理が容易である。
作業の制約	空練り材料を供給すればよいので供給作業(運搬時間等)の制限はない。	材料の供給に制限を受ける。
圧送距離	比較的長距離の圧送が可能である。	長距離圧送に不適である。
粉じん	多い。	少ない。
はね返り	比較的多い。	少ない。
掃除・保守	小型、保守しやすい。	大型、ホース詰まりの場合の掃除が困難。

積算基準書 R02(P. IV-5-①-99)に定める湿式方式を採用する。

2.3.3 吹付コンクリート配合

吹付コンクリート配合は、次表を標準とするが、地山等の条件でこれにより難しい場合は別途計上する。

吹付コンクリート配合(1m³ 当り)

強度	スランプ	粗骨材最大寸法	セメント	摘要
δ 28=18N/mm ²	10±2cm	15mm	普通ポルトランドセメント	湿式

積算基準書 R02(P. IV-5-①-99)

2.3.4 吹付プラント設備

吹付プラント設備の機種、規格は、次表を標準とする。

機種を選定

機種	規格	単位	数量
セメントサイロ	[鋼製溶接構造] 容量30t 排出能力20t/h	基	1
骨材ホッパ	15m ³ ×3	基	1
コンクリートプラント	[バッチ型・定置式] 能力25m ³ /h	基	1

(注)1. 吹付プラント設備は、坑外に設置する。

2. 現場条件等により適合しない場合は、現場条件に見合った機種・規格を別途考慮する。

3. セメントサイロ、骨材ホッパ、コンクリートプラントは、損料とする。

積算基準書 R02(P. IV-5-①-80)

2.3.5 ロックボルト

ロックボルトの設計にあたっては、掘削後のトンネルの安定を図るように、地山条件、そのトンネルの使用目的、施工性等に加えて、地質構造とロックボルトの機能や効果も考慮し、定着方式、定着材、配置と寸法、材質と形状等の仕様を決定する必要がある。また、ロックボルトの機能を長期にわたり期待する場合には、鋼材の腐食等による耐力の低下について検討が必要である。なお、ロックボルトは、吹付けコンクリートや鋼製支保工等の他の支保部材と併用することが一般的である。

(1) ロックボルトの機能および効果

ロックボルトの機能及び効果は次の通りである。

解説表 3.3.14 ロックボルトの性能および効果の概念(文献¹⁾を加筆修正)

分類		概要
性能	I	ロックボルトの引張抵抗性能 ロックボルト軸方向の引張抵抗によってその方向の地山との相対変位を抑制する。
	II	ロックボルトのせん断抵抗性能 ロックボルト軸直角方向のせん断抵抗によってその方向の地山との相対変位を抑制する。
効果	① 地山の補強効果	a: 吊下げ効果 亀裂の発達した中硬岩、硬岩地山の場合には、亀裂によって区切られた不安定な岩塊を深部の地山と一体化し、そのはく落や抜落ちを抑制する。 c: 地山物性の改良効果 中硬岩、硬岩地山の場合に、亀裂に交差してロックボルトを打設すると、亀裂面のせん断強度が向上し、物性改良効果を期待できる。また、強度の小さい軟岩地山や未固結地山の場合においても、ロックボルトの打設によって地山のせん断抵抗が向上して降伏後の残留強度も向上し、物性改良効果を期待できる。
	② 内圧効果	軟岩地山や未固結地山の場合、ロックボルトに発生する軸力が吹付けコンクリートを介して坑壁に作用することで内圧効果が発揮され、トンネルの周辺地山の塑性化とその拡大の抑制を期待できる。
	③ 吹付け支持効果	ロックボルト打設間隔よりも小さく、地山から分離した岩片は吹付けコンクリートで支持される。吹付けコンクリートは地山との付着によって荷重を支持するが、吹付けコンクリートと地山の付着が損なわれた場合には、ロックボルトが吹付けコンクリートを地山に縫い付けることによって、このような荷重を支持することを期待できる。
性能と効果の概要		

(2) ロックボルトの種類

NATMで採用されているロックボルトの定着方式は、ロックボルト全長を地山に定着させる全面定着方式が基本である。全面定着方式には、ロックボルトの定着方法によって定着材式と摩擦式の2種類があり、それらの構造や定着材の種類等によって下図(図 3.3.5)のように分類される。2種類の定着方式の特徴、適用範囲等を下表(表 3.3.17)に示す。本トンネルではモルタル全面定着型を標準とするが、掘削時の地山の状況に応じて適宜使い分けるものとする。



解説 図 3.3.5 全面定着方式ロックボルトの分類

解説 表 3.3.17 全面定着方式の概要

	定着方法	特徴	適用範囲	概略図
定着材式	定着材を孔に充填し、芯材を挿入して定着させる先充填型と、定着材を封入したカプセルを先に充填するカプセル型、芯材を挿入した後定着材を注入して定着させる後注入型がある。 定着材は、先充填型にはモルタル、カプセル型にはモルタルおよび樹脂、後注入型にはモルタルおよび樹脂がおもに用いられている。	定着材を用いて芯材全長を地山に定着させる。 地山条件(亀裂、湧水の状態)や孔壁の自立性等に応じ、各種のものがある。	硬岩、中硬岩、軟岩、未固結地山をはじめ、膨張性地山も含めて種々の地山に適用可能である。	先充填型
摩擦式	芯材を孔壁面に密着させることにより得られる摩擦力によって定着される。代表的なものとして、鋼管膨張型がある。	鋼管膨張型では、穿孔した孔の中に先端を閉塞した鋼管を挿入した後、高圧水を注入して鋼管を膨張させることにより、瞬時に定着力が得られる。 鋼管表面の腐食や孔壁面に加えられた押付け力低下等の耐久性の低減について十分な検討が必要である。	摩擦式は、湧水の多い地山に適用可能である。鋼管膨張型は穿孔した孔の半径方向に大きな塑性変形が可能なので、孔壁が自立すれば、広い範囲の地山に適用できる。	鋼管膨張型

2.3.6 鋼アーチ支保工及び金網

(1) 鋼アーチ支保工

鋼アーチ支保工の役目効果と必要性は次の通りである。

- ①吹付コンクリートが固まるまでの支保
- ②縫地ロックボルトの反力受け
- ③落盤及び崩壊性地山の安全対策
- ④ロックボルト及び吹付コンクリートとの協調支保

NATMにおける鋼アーチ支保工は、硬岩の場合に省かれる事が多い。現在、鋼アーチ支保工としてH型鋼とU型鋼が用いられているが、H型鋼が標準である。U形鋼は、可縮型支保工（可縮継手を有する）で膨圧トンネル等において採用されるが、変形させる量を管理値で管理しないと崩壊に至る恐れがあり注意を要する。

本トンネルでは、以下のパターンで鋼アーチ支保工としてH型鋼を使用する。

設計パターン	鋼製支保工
CⅡ-b	上半：H-125
DⅠ-b	上下半：H-125
DⅢa	上下半：H-200

(2) 金網の効果と必要性

- ①地盤の粘着力が低い場合の肌落ち防止としての効果
- ②吹付コンクリートの付着性を良くする
- ③一次覆工のせん断強度の補強
- ④吹付コンクリートにクラックが入った場合の剥離防止等

2.4 二次覆工計画

2.4.1 二次覆工の目的

NATMでは、吹付コンクリート、ロックボルト、鋼アーチ支保工等地山と一体となった支保メンバーで支保することが原則となっており、膨張性地山のような特殊な場合を除いて、二次覆工は化粧巻きまたは供用上の目的から施工されることが多い。

以下の理由より、本トンネルでは全区間二次覆工を行う。

供用性について

- ①地下水等の漏水の少ない、水密性のよい構造物にする。
- ②使用中の点検、保守等の作業性を高める。
- ③トンネル内の架線、照明、換気等の施設を保持する。

強度特性について

- ①トンネルの変形が収束しない状態で覆工を施工する場合には、トンネルの安定に必要な拘束力を与える。
- ②覆工を施工した後、水圧、上載荷重等によって外力が発生する場合これを支持する。
- ③地質の不均一性、支保工の品質のばらつき、ロックボルトの腐食等の不確定要素を考慮し、構造物としての安全率を増加させる。
- ④使用開始後の外力の変化や地山・支保工材料の劣化に対し、構造物としての耐久性を向上させる。

2.4.2 二次覆工の巻厚

NATMの二次覆工の巻厚については、標準支保パターンが確立されているが、施工性、品質等の面から考えると、あまり薄い巻厚では型枠のケレン等の問題で仕上がり面が汚くなり、打設方法によっては、品質も低下する可能性もある。また、厚い巻厚では剛性が高くなり、乾燥収縮、クリープ等の影響を受ける為クラックの生じる可能性もある。又、一次支保で安定化を達成してから二次覆工するのが原則である。

本トンネルの覆工厚さ、コンクリート強度は、下表の通りとする。

設計パターン	覆工強度	覆工厚
CⅡ-b	18-15-40BB	30cm
DⅠ-b	18-15-40BB	30cm
DⅢa	18-15-40BB	35cm

2.4.3 二次覆工の施工時期

二次覆工の施工時期は、一次支保の各種計測結果から判断することが原則である。国内、海外の多くの施工事例によると次の様な方式が一般に用いられている。

(1) 変位速度で規定する場合

変位が長期にわたって継続するような地山では、早期に安定を得るため、変位が完全に収束する以前に二次覆工を施工することがある。この場合、二次覆工は変位を停止出来るように剛性を高くすると共に、モーメントに対処出来るように鉄筋や裏込注入等により補強する必要がある。

(2) 変位の収束で規定する場合

掘削後、比較的短時間で変位が完全に停止するような地山では、二次覆工は掘削等の施工状況に応じて別途計画することが出来る。この場合、一般に二次覆工には外力が作用しないと考えられる為、剛性を高くする等の処置は行われていない。

ゆえに、本トンネルではなるべく覆工に負担をかけない上記(2)方法により施工するものとする。

2.4.4 二次覆工用型枠

NATMの二次覆工用型枠は、掘削断面、施工延長及び用途によって限定されるが、特に次の様な点に注意して選択する必要がある。

(1) 打設長

NATMでは、掘削と二次覆工とは分離施工となるのが一般的であるため、一打設長の長いものも施工可能であるが、一般に収縮クラックの発生、型枠自重の増加、ケレンの問題等を考慮して、一打設長 9～12m が我が国では多用されている。

本トンネルでは、一打設長を 10.5m とする。

(2) 打設方法

NATMは特別な場合を除き、二次覆工を全断面で打設できる為、矢板工法に比べて有利である。

コンクリートの打設機械は、空気圧送式とコンクリートポンプに分けられるが、一般に施工性の良いコンクリートポンプが多用されている。打設方式は、従来の流し込み方式に替わって吹上方式が多くなってきており、注入位置を適当に選びピストンで圧送すれば、打設するスピードが早く、ほぼ密着した二次覆工を打設することが出来る。

以上より本トンネルではコンクリートポンプ式で吹上方式とする。

(3) 型枠

二次覆工の工程が別途計画出来るため、スライドセントルが多用されている。

本トンネルでは全区間スライドセントルを使用するものとする。

2.4.5 アイソレーション

NATMで施工する場合の留意点は

- ①設計巻厚が薄い。
- ②大きい断面を全断面で巻立てている。
- ③覆工の施工時期
地山変位が発生する場合は、収束を待つて連続的に打設する。
変位が発生しない場合は従来通りである。
- ④覆工背面の空隙が少ない等である。

これらにより、二次覆工のひび割れが発生することがある。そのひび割れの原因が全て上記のものではないが、防水シートを全面に取付けることで、二次覆工のひび割れ防止に役立っている多くの事例がある。

同様現象に防水シートを取付け、ひび割れ防止の一対策としている。そうして、それらをアイソレーションと呼称している。

本トンネルでは防水シート(t=0.8mm)と透水性緩衝材(t=3mm)を使用する。

2.4.6 インバート

(1) インバートの目的

NATM工法によるインバートの目的は、

- ①トンネルに作用する側圧に対抗し、側圧部分の押し出し転倒を防止する。
- ②地質不良の場合、下盤の地耐圧を補う。
- ③下盤の劣化や盤膨れを防止する。
- ④開通後、保守上墳泥を防止できる。

等が考えられる。

NATMの基本的な考え方は、トンネル掘削後、早期に支保メンバーから成るシェルを地山内に構築し、トンネルの安定を計ることが重要とされている。このシェルは、トンネルが閉合されて初めて働くもので、偏圧のある地山や土砂地山等では、インバートによる閉合が必要である。岩盤強度が高く、トンネル掘削後応力上問題の生じない地質では、特にインバートの必要性は認められない。

(2) インバートの施工法

インバートの施工法は、吹付コンクリートによる場合と普通コンクリートを直接流し込む場合に大別される。これらの工法は、トンネルの断面積、断面形状、地山状況、施工方法に応じ選択されている。

①吹付コンクリートによるインバート閉合

地質が不良で変位が大きく、変位の収束傾向があまり認められず、切羽に接近してトンネル断面を閉合する必要がある場合には、インバート部を吹付コンクリートにより断面閉合する。

②普通コンクリートによるインバート閉合

変位量が少なく、変位の収束が早く、比較的早期に地山が安定するような場合には施工性に応じて、普通コンクリートを直接打設する。

本トンネルでは②普通コンクリートによるインバート閉合とし、インバート施工時に前方切羽を止めることなく施工を行うため、片側交互施工とする。

(3) インバート厚

本トンネルのインバート厚さ、コンクリート強度は、下表の通りとする。

設計パターン	コンクリート強度	インバート厚
C II -b	18-8-40BB	45cm
D I -b	18-8-40BB	45cm
D III a	18-8-40BB	50cm

§ 3. 工事工程計画

3.1 適用範囲

(1) 適用範囲

積算基準書は、トンネル工(NATM)における片押し延長2,500m以下、設計掘削断面積50m²以上130m²以下のトンネルに適用するものとし、適用にあたっては、下記事項に留意し実施するものとする。

- ① 施工歩掛における通常断面と大断面の適用区分については、次表を標準とする。

表 3.1.1 歩掛区分の適用範囲

歩掛区分	適用範囲
通常断面	技術基準における通常断面の支保構造のトンネルの場合
大断面	技術基準における大断面の支保構造のトンネルの場合

(注) 技術基準とは、「道路トンネル技術基準(構造編)・同解説(平成15年11月)」をいう。

- ② 非常駐車帯部及び坑口部にも適用できる。
 ③ 掘削工法は、機械掘削工法(自由断面掘削機)に適用する。
 ④ 機械掘削工法は、岩石の一軸圧縮強度が、49N/mm²(500kgf/cm²)程度以下に適用する。
 ⑤ 隣接トンネルや住居近接トンネルで標準の工法が採用出来ない場合は、別途考慮する。
 ⑥ 片押し延長が2,500mを超えるもの、設計掘削断面積50m²未満又は130m²を超えるものは、別途考慮する。
 ⑦ 坑口部等で積算基準書により難しい場合は、別途考慮する。
 ⑧ ずり搬出方式は、タイヤ方式とする。
 ⑨ 岩区分A、B、CⅡ-a、DⅠ-a、Eについては、別途考慮する。
 ⑩ トンネル形状については、「道路トンネル技術基準(構造編)・同解説(平成15年11月)」等を準拠する。
 ⑪ 標準的な加背割は、下図のとおりとする。

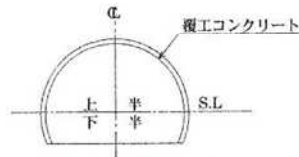


図 3.1.1 加背割図

(積算基準書R02 P.Ⅳ-5-①-69)

- ⑫ 工事工程及び施工歩掛に示す掘削断面積の適用範囲は、下表のとおりとする。

表 3.1.2 掘削断面積の適用範囲【機械掘削工法】

岩区分	設計掘削断面積 (m ²)	適用範囲 (m ²)	備考
CⅠ CⅡ DⅠ DⅡ	40	40.0 ≤ A < 42.5	
	45	42.5 ≤ A < 47.5	
	50~105	上記と同様	
	110	107.5 ≤ A ≤ 110.0	
DⅢ	10	10.0 ≤ A < 12.5	
	15	12.5 ≤ A < 17.5	
	20~45	上記と同様	
	50	47.5 ≤ A ≤ 50.0	

(注) 上表の断面積は設計掘削断面積であり、余掘を含まない。

なお、施工歩掛には、余掘(余巻、余吹)を含んでいる。

(積算基準書R02 P.Ⅳ-5-①-70)

適用範囲

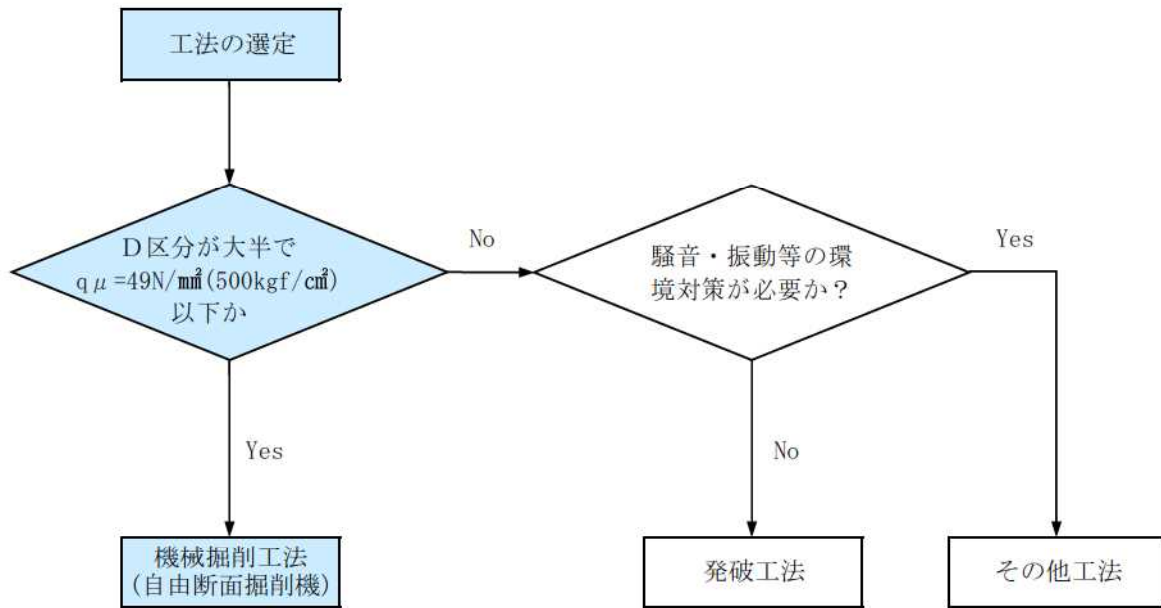
設計パターン	区分	設計掘削 断面積 (m2)	適用範囲 (m2)	適用基準年度	備考
CⅡ-b	全断面				
	上半	41.707	40	R02年度	
	下半	11.318	10	R02年度	
DⅠ-b	全断面				
	上半	42.456	45	R02年度	
	下半	11.504	10	R02年度	
DⅢa	全断面				
	上半	44.840	45	R02年度	
	下半	11.974	10	R02年度	
	全断面				
	上半				
	下半				

(2) 工法の選定フロー(参考)

掘削方法の選定は、下記を標準とするが、適用にあたっては、ボーリング調査等の事前調査により、トンネルの地山条件(一軸圧縮強度、亀裂係数、地質、湧水量等)や環境条件等を総合的に判断し、これにより難しい場合は、別途選定するものとする。

一軸圧縮強度による発破掘削と機械掘削の選定判断の指標としては、国交省土木工事標準積算基準書に基づき、 49N/mm^2 を目安とする。

本トンネル地山の一軸圧縮強度は最大で $q=16.1\text{N/mm}^2$ (泥岩) を示しており、 $q_u=49\text{N/mm}^2$ 以下となることから、以下のフローより**機械掘削工法を採用する。**



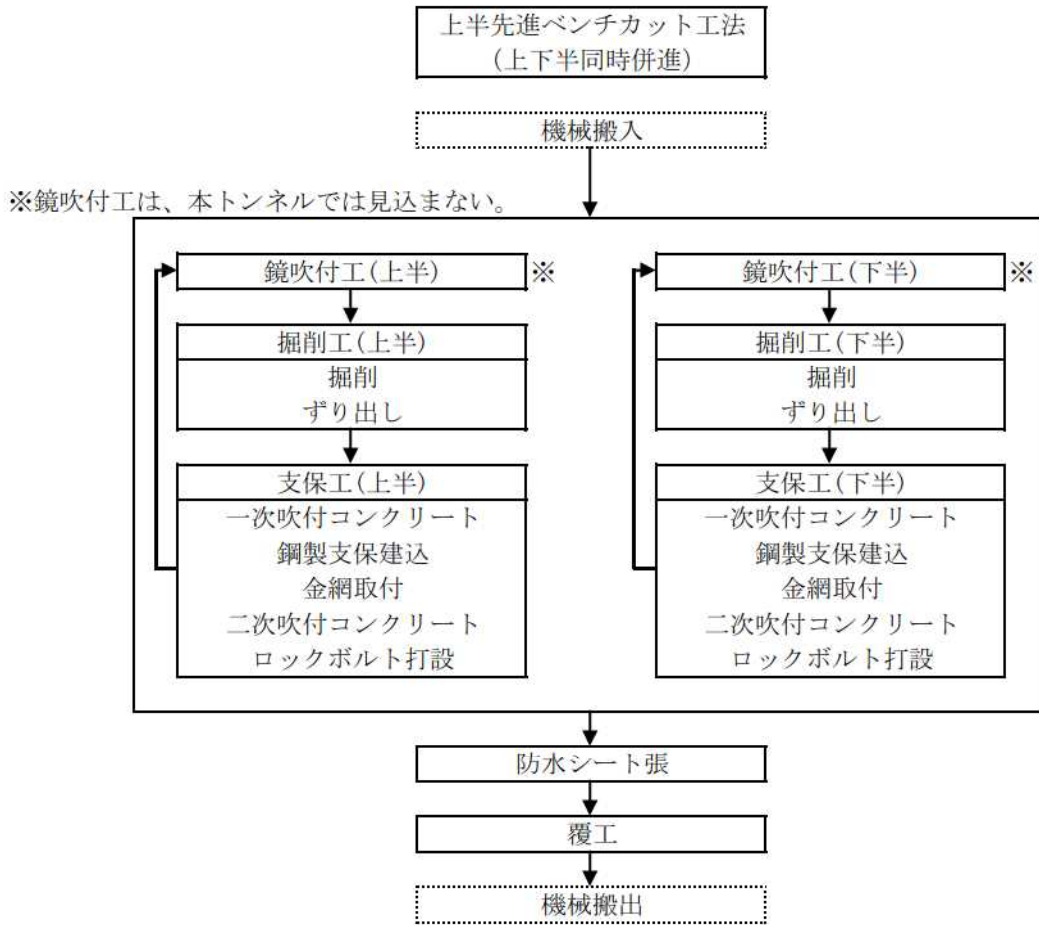
(注) 大半の区分とは90%程度を目安とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-70)

3.2 施工概要

(1) 施工フロー

施工フローは、下記を標準とする。



(注) 積算基準書で対応しているのは実線部分のみである。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-71)

3.3 施工計画

3.3.1 岩区分及び掘削工法

岩区分、掘削方式及び掘削工法は、次表を標準とする。

表 3.3.1 岩区分、掘削方式及び掘削工法

	岩区分	掘削方式	掘削工法
機械掘削工法	C, D	上半先進ベンチカット工法 (ショートベンチカット工法)	上下半同時併進工法

(注) 地山条件等により、切羽の安定性の確立や地上の崩落防止等のために、必要に応じて適切な補助工法を別途考慮する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-71)

3.3.2 工事工程

(1) 工事工程表

工程表の決定にあたっては、トンネル延長、地質、地形、掘削方式及び掘削工法等を考慮して決定する。

【機械掘削工法】

必要工期＝上半掘削期間＋2ヶ月(特別な場合は別)＋排水工等雑工期間＋準備及び後片付け
＋土曜・日曜、祝祭日、夏・冬休み

(2) 時間当り作業量【機械掘削工法】

時間当り掘進長は下表を標準とし、これにより難い場合は、別途考慮する。

なお、下表は1日当りの労働時間を8時間、2方(2交替)・週5日施工を標準としている。

表 3.3.2 時間当り作業量【通常断面】

(掘削工～支保工)(機械掘削工法) ((トンネル延長)m/時間当り)

岩区分		時間当り作業量【通常断面】												摘要			
C I	上半	設計掘削断面積(m2)												必要な断面積を上下半各々に計上する。			
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.345	0.336	0.317	0.305		0.289	0.279	0.261
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	-	-	-	-	-	-				
C II	上半	設計掘削断面積(m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.316	0.304	0.287	0.282		0.272	0.266	0.252
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	-	-	-	-	-	-				
D I	上半	設計掘削断面積(m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.256	0.245	0.235	0.229		0.223	0.214	0.204
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	-	-	-	-	-	-				
D II	上半	設計掘削断面積(m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.251	0.241	0.231	0.222	0.216	0.208	0.196	0.188
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	-	-	-	-	-	-				
D III	上半	設計掘削断面積(m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.221	0.219	0.213	0.213	0.209	0.205	0.199	0.197
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	-	-	-	-	-	-				

(積算基準書R02 P. IV-5-①-75)

今回の採用値

((トンネル延長)m/時間当り)

	対象断面積(m2)			採用値(m/時間)			日進(m/日)			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II -b		40	-		0.316			5.06		通常断面
D I -b		45	-		0.245			3.92		通常断面
D III a		45	-		0.219			3.50		通常断面

※ 例 1日当り掘進長 : C II -b

40 m2の場合 : 0.316 (m/時間) × 8 (時間) × 2 (方) = 5.06 m/日

部は、3.6サイクルタイム【機械掘削工法】より

3.3.3 作業内容

(1) 作業内容

作業内容は、次表とする。

表 3.3.3 作業内容

作業の区分	作業内容	摘 要
坑内	鏡吹付工 掘削作業 支保工作業 ずり運搬 (直送方式)	
	覆工作業	型枠工 コンクリート工
	インバート工 防水工	
坑外	仮設備保守	

(注) 1. 支保工作業とは、吹付け、金網、ロックボルト、鋼製支保工の総称である。

2. 「明り」の作業は、下記のものとする。

- ・地下排水工、路盤工、舗装工、側溝工
- ・坑門工、吹付プラント設備組立・解体、ずり出し(積替方式の場合の坑外運搬)
- ・スライドセントル組立・解体、防水工作業台車組立・解体
- ・ストックヤード設置・撤去、給排水設備設置・撤去
- ・濁水処理設備設置・撤去、坑外電力設備

(積算基準書R02 P. IV-5-①-78)

(2) その他

① 掘削工、インバート工、覆工等の坑内作業分は、トンネル職種の単価とする。

② 地下排水、側溝、舗装等の覆工完了後に施工する作業は、一般明り職種の単価とする。

3.3.4 余掘、余巻及び余吹

トンネル工事では、設計断面どおり掘削することは困難であるため、当初から設計内空半径に覆工及び吹付コンクリート厚に加え、余掘・余巻・余吹コンクリート厚を見込む必要がある。変形余裕量を設計図面に明示した場合の設計掘削断面積は、変形余裕厚さを加算した面積とする。

余掘：設計巻厚を確保するために、設計断面積より大きく掘削すること

余巻：余掘部分を覆工コンクリートで充填すること

余吹：余掘部分を吹付コンクリートで充填すること

支払線(ペイライン)：余掘を考慮した断面積の外周

なお、余掘、余巻及び余吹は、次表を標準とする。

表 3.3.4 余掘、余巻及び余吹厚

(cm)

	岩区分	余掘厚	余巻厚	余吹厚 (N1)
機械掘削工法	C I	13	8	5
	C II	13	8	5
	D I	13	8	5
	D II	13	8	5
	D III	13	8	5

(注) 1. 覆工コンクリート、吹付コンクリート及び設計内空半径に対する割増し厚さである。

2. 非常駐車帯部、坑口部、避難連絡坑部等についても上表を適用する。

3. 変形余裕量を見込む場合は余掘、余巻は上表より 5cm減じ、掘削断面に変形余裕量を加えるものとする。

4. 設計内空半径と支払線の関係は、次図を標準とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-78)

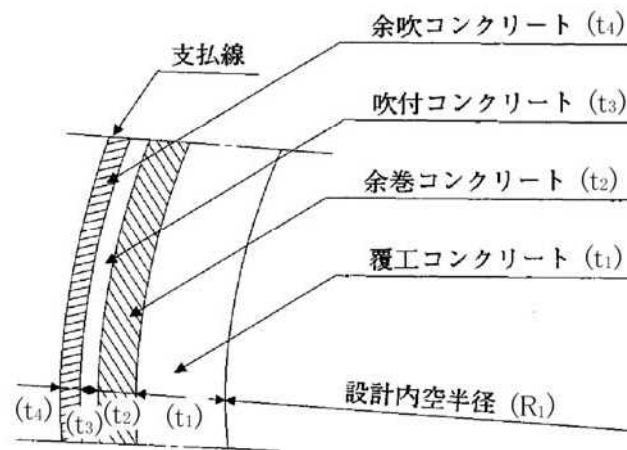


図 3.3.1 変形余裕を見込まない場合

設計掘削半径 = 設計内空半径(R1)+覆工コンクリート厚(t1)+吹付コンクリート厚(t3)
 支払掘削半径 = [設計内空半径(R1)+覆工コンクリート厚(t1)+吹付コンクリート厚(t3)]+余掘
 = 設計掘削半径+余掘
 余掘 = 余巻コンクリート(t2)+余吹コンクリート(t4)

(積算基準書R02 P. IV-5-①-79)

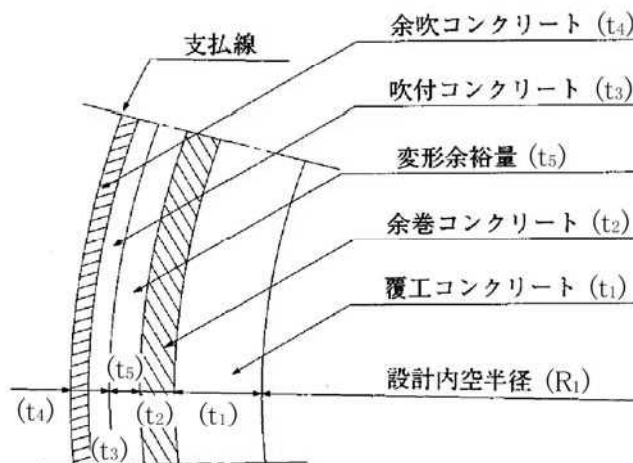


図 3.3.2 変形余裕を見込む場合

設計掘削半径 = 設計内空半径(R1)+覆工コンクリート厚(t1)+吹付コンクリート厚(t3)
 +変形余裕量(t5)
 支払掘削半径 = [設計内空半径(R1)+覆工コンクリート厚(t1)+吹付コンクリート厚(t3)
 +変形余裕量(t5)]+余掘
 = 設計掘削半径+余掘
 余掘 = 余巻コンクリート(t2)+余吹コンクリート(t4)

(積算基準書R02 P. IV-5-①-79)

3.3.5 トンネル工事の機械器具経費積算

(1) トンネル工事の機械器具経費積算

トンネル工事の機械器具損料算定は、「請負工事機械経費積算要領」に基づき行い、内燃機関付機械(ダンプトラック、コンクリートポンプ車、トラックミキサ等)を使用する場合は、黒煙浄化装置付を標準とし、そのうちドリルジャンボ、バックホウ・ホイールローダを使用する場合は、トンネル工事前排出ガス対策型を標準とする。ただし、道路運送車両の保安基準に排出ガス基準が定められている自動車の種別で、有効な自動車検査証の交付を受けているものは除く。

供用日数及び所要台数は、工事工程により算出するが、トンネルの使用機械が工程より上り線又は下り線、施工段階等で転用可能である場合の使用台数は、これを考慮のうえ最小となるよう計画する。また、平均運転時間算定にあたってはこの点注意する。

※ダブルウェイトンネルの場合

ダンプトラックの使用台数は、小数点以下第1位を四捨五入し、整数とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-79)

(2) 機械損料の補正等

トンネル掘削工において、トンネル専用機ではないホイールローダ・バックホウ(大型ブレーカ用ベスマシン含む)、トンネル専用機及び建設専用は除くダンプトラックを使用する場合は機械損料の補正を行うものとし、トンネルの岩区分による補正割増しは、次表を標準とする。

表 3.3.5 機械損料の補正

岩区分	機械損料割増	岩分類
C I・C II	25%	中硬岩
D I	25%	軟岩(Ⅱ)
D II	25%	軟岩(Ⅱ)
	—	軟岩(Ⅰ)
D III	—	

- (注) 1. 土量変化率は「積算基準書 第Ⅱ編第1章①土量変化率等」による。
 2. トンネル内における機械損料の割増しは上表を標準とし、掘削土仮置き以降の機械損料の割増しについては、「積算基準書 第Ⅱ編第1章土工①土量変化率等」による。
 3. 岩区分DⅡの岩分類の判定にあたっては、岩の性状により決定するものとする。
 (積算基準書R02 P. IV-5-①-80)

(3) 機械賃料の補正等

トンネル工事対応の下記機械を使用する場合は、次表に示す数値を乗じて得た額とする。

表 3.3.6 機械賃料の補正

機械名	規格	基礎価格に乗ずる率	摘要
振動ローラ	(トンネル工事対応)搭乗・コンバインド式 ・排出ガス対策型(第2次基準値)・低騒音型 ・運転質量3～4t	1.23	賃料

(積算基準書R02 P. IV-5-①-80)

3.3.6 工所用仮設備

(1) 吹付プラント設備

吹付プラント設備の機種・規格は、次表を標準とする。

表 3.3.7 吹付プラント設備

機種	規格	単位	数量
セメントサイロ	[鋼製溶接構造] 容量30t 排出能力20t/h	基	1
骨材ホッパ	15m3×3	基	1
コンクリートプラント	[バッチ型・定置式] 能力25m3/h	基	1

- (注) 1. 吹付プラント設備は、坑外に設置する。
 2. 現場条件等により適合しない場合は、現場条件に見合った機種・規格を別途考慮する。
 3. セメントサイロ、骨材ホッパ、コンクリートプラントは、損料とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-80)

(2) 電力設備

- ① 施工に必要な負荷設備に対応出来る必要電力を決定する。
- ② 電力会社の供給設備を調査し、負荷設備容量に応じて受電設備を設ける。
- ③ 受電設備、変電設備を経て負荷設備までの線路を決める。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-80)

(3) 照明設備

坑内照明は、40W蛍光灯を5m間隔に片側のみ設置するものを標準とする。また、切羽照明は500W投光器とし、切羽部6個(上半4個、下半2個)、覆工4個を標準とする。
 坑内照明、切羽照明の計上は、日当り17時間を標準とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-80)

(4) 換気設備

① 換気設備の配置

坑内の換気は、掘削断面、長さ、自然条件等を考慮して、自然換気に期待し得る場合でもこれに依存することなく換気設備を設置することを標準とする。工所用換気設備は、切羽が坑口より30m掘進した時より貫通するまでの期間、設置するものとする。

② 軸流ファン

換気に使用する軸流ファンは、反転軸流式ファンを標準とする。
 軸流ファンの日当り運転時間は、17時間を標準とする。

③ 換気方式

掘削断面、掘削延長、現場条件等を考慮し、必要な換気方式及び換気装置を計上するものとする。

④ 所要換気量

所要換気量は、ディーゼル機関から排出される有害ガス、作業者の呼気による炭酸ガス等を考慮し、適切に定めるものとする。

⑤ 風管

風管は、不燃性ビニル風管を標準とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-80～81)

(5) 給排水設備

- ① 給排水設備は、水槽、釜場等の設置・解体及びポンプの運転経費を計上する。ただし、ポンプの運転労務は計上しない。
- ② 給水設備の機種、規格は 4.5 給水設備 を参照とし、設置期間は掘削期間とする。
- ③ 給水設備の日当り運転時間は、17時間を標準とする。
- ④ 排水設備の機種、規格は 4.6 排水設備 を参照とし、縦断勾配が0.3%以下、又は逆勾配の場合等で、ポンプ排水を必要とする場合に設置する。
- ⑤ 排水設備の日当り運転時間は、常時排水を標準とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-81)

(6) 濁水処理設備

坑内及び坑外設備により発生する濁水は、必要に応じ濁水処理を行う。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-81)

(7) ざりストックヤード

ざり出しがタイヤ方式で坑口からざり捨場まで遠距離の場合等、必要に応じてストックヤードを設ける。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-81)

(8) 粉塵発生源に係る措置

下記項目について、必要に応じ設ける。

- ① 土砂及び岩石を湿潤な状態に保つための設備
- ② 建設機械等の走行による二次粉塵発散防止のための簡易舗装や散水等設備
- ③ 粉塵の拡散防止のためのエアカーテン等設備
- ④ 集塵機の日当り運転時間は、17時間を標準とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-81)

3.3.7 工事中仮設備の計上

(1) 設計書において仮設費として計上するもので主なもの。

- ① 電力設備
受電・変電・配電設備等に要する設置・解体、保守並びに損料等。
- ② 吹付プラント設備
組立・解体、運転費及び損料。
- ③ スライドセントル
組立(現地仮組立を含む)・解体。
- ④ スtockヤード
設置・撤去、損料。
- ⑤ 運搬路
工事中道路、仮橋設置・撤去、既設橋の補強。
- ⑥ 照明設備
設置・撤去、機器費(全損)、電気料。
- ⑦ 換気設備
解体、運転費及び損料。
- ⑧ 防水工
防水工作業台車組立、解体及び損料。
- ⑨ 給排水設備
設置・撤去、運転費及び損料。
- ⑩ 坑口処理
捨導坑、捨枠、捨巻等。
- ⑪ 仮設備保守費
- ⑫ 濁水処理設備
設置・撤去、運転費、損料及び維持費。
- ⑬ 粉塵発散防止設備等
- ⑭ その他

(積算基準書R02 P. IV-5-①-81~82)

(2) 設計書において共通仮設費における営繕費として計上するもので主なもの。

- ① 共通仮設費率には、次のものが含まれている。
事務所、倉庫、労働者宿舎、試験室、鍛冶場及び修理工場、製材所、労働者休憩室、その他。
- ② 共通仮設費率に含まれていないもの。
火薬庫類の設備及び監督員詰所等。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-82)

3.3.8 計測工

計測は、計測Aを標準とし共通仮設費率に含まれる。ただし、現地条件によって計測Bが必要な場合は、別途計上する。なお、計測Bは、共通仮設費の技術管理費に計上する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-82)

3.3.9 呼吸用保護具

有効な呼吸用保護具(電動ファン付粉塵用呼吸用保護具等)費用を共通仮設費における安全費として別途計上する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-82)

3.4 施工歩掛【機械掘削工法】

3.4.1 掘削工等

(1) 掘削工等の労務歩掛

掘削作業における労務歩掛は、次表を標準とする。

表 3.4.1 (掘削等)施工歩掛【通常断面】

(人/(トンネル延長)1m当り)

岩区分	職種	(掘削等)施工歩掛【通常断面】												摘要	
C I	上半	職種	設計掘削断面積(m ²)												下半は上半の設計掘削断面積で読み替える。
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		切羽監視責任者	0.40	0.42	0.45	0.47	0.49	0.51	0.54	0.56					
		トンネル世話役	0.40	0.42	0.45	0.47	0.49	0.51	0.54	0.56					
		トンネル特殊工	2.00	2.10	2.25	2.35	2.45	2.55	2.70	2.80					
	トンネル作業員	0.40	0.42	0.45	0.47	0.49	0.51	0.54	0.56						
	下半	職種	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		切羽監視責任者	0.40	0.42	0.45	0.47	0.49	0.51	0.54	0.56					
		トンネル世話役	0.40	0.42	0.45	0.47	0.49	0.51	0.54	0.56					
		トンネル特殊工	2.00	2.10	2.25	2.35	2.45	2.55	2.70	2.80					
	トンネル作業員	0.40	0.42	0.45	0.47	0.49	0.51	0.54	0.56						
C II	上半	職種	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		切羽監視責任者	0.43	0.45	0.48	0.50	0.52	0.54	0.57	0.59					
		トンネル世話役	0.43	0.45	0.48	0.50	0.52	0.54	0.57	0.59					
		トンネル特殊工	2.15	2.25	2.40	2.50	2.60	2.70	2.85	2.95					
	トンネル作業員	0.43	0.45	0.48	0.50	0.52	0.54	0.57	0.59						
	下半	職種	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		切羽監視責任者	0.43	0.45	0.48	0.50	0.52	0.54	0.57	0.59					
		トンネル世話役	0.43	0.45	0.48	0.50	0.52	0.54	0.57	0.59					
		トンネル特殊工	2.15	2.25	2.40	2.50	2.60	2.70	2.85	2.95					
	トンネル作業員	0.43	0.45	0.48	0.50	0.52	0.54	0.57	0.59						
D I	上半	職種	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		切羽監視責任者	0.53	0.55	0.58	0.60	0.62	0.64	0.67	0.69					
		トンネル世話役	0.53	0.55	0.58	0.60	0.62	0.64	0.67	0.69					
		トンネル特殊工	2.65	2.75	2.90	3.00	3.10	3.20	3.35	3.45					
	トンネル作業員	0.53	0.55	0.58	0.60	0.62	0.64	0.67	0.69						
	下半	職種	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		切羽監視責任者	0.53	0.55	0.58	0.60	0.62	0.64	0.67	0.69					
		トンネル世話役	0.53	0.55	0.58	0.60	0.62	0.64	0.67	0.69					
		トンネル特殊工	2.65	2.75	2.90	3.00	3.10	3.20	3.35	3.45					
	トンネル作業員	0.53	0.55	0.58	0.60	0.62	0.64	0.67	0.69						
D II	上半	職種	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		切羽監視責任者	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74					
		トンネル世話役	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74					
		トンネル特殊工	2.90	3.00	3.15	3.25	3.35	3.45	3.60	3.70					
	トンネル作業員	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74						
	下半	職種	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		切羽監視責任者	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74					
		トンネル世話役	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74					
		トンネル特殊工	2.90	3.00	3.15	3.25	3.35	3.45	3.60	3.70					
	トンネル作業員	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74						
D III	上半	職種	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		切羽監視責任者	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74					
		トンネル世話役	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74					
		トンネル特殊工	2.90	3.00	3.15	3.25	3.35	3.45	3.60	3.70					
	トンネル作業員	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74						
	下半	職種	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		切羽監視責任者	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74					
		トンネル世話役	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74					
		トンネル特殊工	2.90	3.00	3.15	3.25	3.35	3.45	3.60	3.70					
	トンネル作業員	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.72	0.74						

- (注) 1. 掘削機械の運転手は、上記歩掛に含まれる。
 2. ずり出しにおいて運搬距離(片押し延長+坑外片道運搬距離)が1.7kmを超える場合は、1.7kmを超える部分に対し上表のトンネル特殊工の施工歩掛を1m当たりとして、1/5の値を追加する(下半は除く)。

歩掛の設定範囲例
50m ² ≤ 設計掘削断面積 = 上半 + 下半 ≤ 95m ²
中間断面(70m ²)の場合 → 67.5m ² 以上72.5m ² 未満
上半の上端(75m ²)の場合 → 72.5m ² 以上75m ² 以下
下半の下端(40m ²)の場合 → 40m ² 以上42.5m ² 未満

(例) 岩区分C I 上半で面積50m²の場合 2.25 → 2.25 + 2.25 × 1/5 = 2.70
 同じくD II 上半で40m²の場合 2.90 → 2.90 + 2.90 × 1/5 = 3.48

3. 掘削作業の編成人員は、次の作業を行うものとする。
 ①切羽の状態監視に伴う作業 ②削岩 ③ずり出し ④吹付け ⑤金網 ⑥ロックボルト ⑦鋼製支保工 ⑧坑内換気設備設置・運転・撤去 ⑨集塵機運転 ⑩坑内送水管設置・撤去 ⑪給排水設備保守 ⑫坑内排水設備設置・運転・撤去 ⑬坑内運搬路等の保守 ⑭掘削の進行に伴う切羽照明・坑内照明の移設及び坑内排水設備・坑内換気設備・集塵機等の設置・撤去及び電気配管、配線
4. 切羽監視責任者は、トンネル世話役とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-83~84)

今回の採用値

(人/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積 (m ²)		採用値					
			切羽監視 責任者	トンネル 世話役	トンネル特殊工		計	トンネル 作業員
					運搬距離			
				1.7km以下	1.7km超え			
C II - b 通常断面	上半	40	0.43	0.43	2.15		2.15	0.43
	下半	40	0.43	0.43	2.15		2.15	0.43
D I - b 通常断面	上半	45	0.55	0.55	2.75		2.75	45.00
	下半	45	0.55	0.55	2.75		2.75	0.55
D III a 通常断面	上半	45	0.60	0.60	3.00		3.00	0.60
	下半	45	0.60	0.60	3.00		3.00	0.60
	上半							
	下半							

(2) 掘削機械の機種を選定

掘削機械の機種、規格は、次表とする。

表 3.4.2 掘削機械の機種、規格

施工区分	加背	機種	規格	単位	数量	摘要
掘削 ずり出し	上半	自由断面 トンネル掘削機	[電動式]カッタヘッド駆動モータ 出力200～240kW 最大高6.0m 掘削幅6.4m	台	1	
		ホイールローダ (トンネル専用機)	[サイドダンプ式・ 排出ガス対策型(第2次基準値)] バケット容量(山積)2.3m ³	台	1	ずり積込
	下半	大型ブレーカ (ベースマシン含む)	[排出ガス対策型(第3次基準値)] 油圧式ブレーカ1,300kg級 ベースマシン20t級	台	1	
		バックホウ (トンネル専用機)	[後方超小旋回型・排出ガス対策型 (第3次基準値)]標準バケット容量 (山積/平積)0.45/0.35m ³	台	1	ずり積込
	上半 下半	ダンプトラック (トンネル工専用)	[オンロード型]10t積	台	3	ずり運搬
吹付	上半 下半	コンクリート吹付機	[湿式吹付・吹付ロボット一体・ エアコンプレッサ搭載・エレクトラ型・ 排出ガス対策型(第3次基準値)] 吐出量6～22m ³ /h級 吹付半径7m級	台	1	
ロックボルト 打設	上半 下半	ドリルジャンボ	[ホイール式・排出ガス対策型 (第1次基準値)] 形式2ブーム・2バスケット ドリフタ質量 150kg超級	台	1	

(注) 1. ダンプトラックの規格及び使用台数は、3.4.2 ずり出し工 による。

2. コンクリート吹付機は、鋼製支保工においても併用使用する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-86)

表 3.4.3 自由断面トンネル掘削機【通常断面】

規格：[電動式]カッタヘッド駆動モータ 出力200～240kW 最大高6.0m 掘削幅6.4m
(週/(トンネル延長)1m当り)

岩区分	自由断面トンネル掘削機【通常断面】												摘要	
C I	設計掘削断面積(m2)													
						40	45	50	55	60	65	70		75
						0.038	0.039	0.041	0.042	0.044	0.045	0.047		0.048
C II	設計掘削断面積(m2)													
						40	45	50	55	60	65	70		75
						0.035	0.036	0.038	0.039	0.041	0.042	0.044		0.045
D I	設計掘削断面積(m2)													
						40	45	50	55	60	65	70		75
						0.048	0.049	0.051	0.052	0.054	0.055	0.057		0.058
D II	設計掘削断面積(m2)													
						40	45	50	55	60	65	70		75
						0.038	0.039	0.041	0.042	0.044	0.045	0.047		0.048
D III	設計掘削断面積(m2)													
						40	45	50	55	60	65	70	75	
						0.039	0.040	0.042	0.043	0.045	0.046	0.048	0.049	

(積算基準書R02 P. IV-5-①-87)

表 3.4.4 大型ブレイカ(ベースマシン含む)【通常断面】

規格：[排出ガス対策型(第3次基準値)]油圧式ブレイカ1,300kg級
ベースマシン20t級
(週/(トンネル延長)1m当り)

岩区分	大型ブレイカ【通常断面】												摘要	
C I	設計掘削断面積(m2)													
								10	15	20	25	30		35
								0.040	0.041	0.043	0.044	0.045		0.047
C II	設計掘削断面積(m2)													
								10	15	20	25	30		35
								0.040	0.041	0.043	0.044	0.045		0.047
D I	設計掘削断面積(m2)													
								10	15	20	25	30		35
								0.044	0.045	0.047	0.048	0.049		0.051
D II	設計掘削断面積(m2)													
								10	15	20	25	30		35
								0.045	0.046	0.048	0.049	0.050		0.052
D III	設計掘削断面積(m2)													
								10	15	20	25	30	35	
								0.032	0.033	0.035	0.036	0.037	0.039	

(積算基準書R02 P. IV-5-①-87)

今回の採用値 (週/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	TN掘削機	大型ブレイカ	全断面	TN掘削機	大型ブレイカ	
		上半	下半		上半	下半	
C II-b		40	10		0.035	0.040	通常断面
D I-b		45	10		0.049	0.044	通常断面
D IIIa		45	10		0.040	0.032	通常断面

(3) 材料費

カッタービットの使用量は、次表を標準とする。

表 3.4.5 カッタービット【通常断面】

(個/(トンネル延長)1m当り)

岩区分	カッタービット【通常断面】												摘要
C I	設計掘削断面積(m2)												
						40	45	50	55	60	65	70	
C II	設計掘削断面積(m2)												
						40	45	50	55	60	65	70	
D I	設計掘削断面積(m2)												
						40	45	50	55	60	65	70	
D II	設計掘削断面積(m2)												
						40	45	50	55	60	65	70	
D III	設計掘削断面積(m2)												
						40	45	50	55	60	65	70	

(積算基準書R02 P. IV-5-①-88)

今回の採用値

(個/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b		40			5.03		通常断面
D I-b		45			3.78		通常断面
D IIIa		45			1.89		通常断面

(4) 諸雑費

① 機械の諸雑費

諸雑費は、ロックボルト打設用のドリルジャンボのビット、ロッド、シャンクスクリュロッド、ジョイントスリーブ、及び掘削用の大型ブレイカのチゼル損耗料等の費用及び、トラック、トラックミキサ及びアジテータトラック、モルタル注入機の損料及び燃料等の費用であり、掘削等作業における機械損料及び運転経費の合計額に下表の率を乗じた金額を上限として計上する。

表 3.4.6 (掘削等) 諸雑費(その他機械) 【通常断面】

(%/ (トンネル延長) 1m 当り)

岩区分		(掘削等) 諸雑費(その他機械) 【通常断面】												摘要			
C I	上半	設計掘削断面積 (m2)												必要な断面積を上下半各々に計上する。			
		40	45	50	55	60	65	70	75	4	4	4	4		4	4	4
	下半	設計掘削断面積 (m2)															
		10	15	20	25	30	35	7	6	5	4	4	4				
C II	上半	設計掘削断面積 (m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	5	5	6	6		5	5	5
	下半	設計掘削断面積 (m2)															
		10	15	20	25	30	35	6	6	4	4	4	4				
D I	上半	設計掘削断面積 (m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	6	6	6	6		6	6	6
	下半	設計掘削断面積 (m2)															
		10	15	20	25	30	35	6	6	6	6	5	4				
D II	上半	設計掘削断面積 (m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	8	8	8	8	8	7	7	
	下半	設計掘削断面積 (m2)															
		10	15	20	25	30	35	7	6	6	5	5	5				
D III	上半	設計掘削断面積 (m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	7	8	9	9	10	10	10	11
	下半	設計掘削断面積 (m2)															
		10	15	20	25	30	35	23	20	19	17	15	12				

(積算基準書R02 P. IV-5-①-89)

今回の採用値

(%/ (トンネル延長) 1m 当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b		40	10		5	6	通常断面
D I-b		45	10		6	6	通常断面
D IIIa		45	10		8	23	通常断面

② 材料の諸雑費

諸雑費は、金網工における金網(JIS-G-3551(溶接金網)150×150φ5、2.13kg/m²)、ラップロス、止め金具等の費用、鋼製支保工におけるH形鋼(R止まり)、継手版・底版、及びボルト・ナット、継材、さや管、加工費(溶接・穴開け)等の費用であり、掘削等作業における材料費の合計額に次表の率を乗じた金額を上限として計上する。

表 3.4.7 (掘削等)諸雑費(その他材料)【通常断面】

(%/ (トンネル延長)1m当り)

岩区分		(掘削等)諸雑費(その他材料)【通常断面】												摘要			
C I	上半	設計掘削断面積(m ²)												必要な断面積を上下半各々に計上する。			
		40	45	50	55	60	65	70	75	2	2	2	2		2	2	2
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	16	16	16	16	16	16				
C II	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	8	8	8	8		8	8	8
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	16	16	16	16	16	16				
D I	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	14	14	14	14		14	14	14
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	6	6	6	6	6	6				
D II	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	16	16	16	16	16	16	16	16
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	9	9	9	9	9	9				
D III	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	7	7	7	7	6	6	6	6
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	17	16	15	14	14	13				

(積算基準書R02 P. IV-5-①-91)

今回の採用値

(%/ (トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b		40	10		8	16	通常断面
D I-b		45	10		14	6	通常断面
D IIIa		45	10		7	17	通常断面

3.4.2 ずり出し工

(1) ずり出し方式

ずり出しは、直送方式を標準とし、積替方式の場合の積替場所から捨場までは、一般の運搬工で積算する。なお、直送方式と積替方式の範囲は、運搬距離(片押し延長+坑外片道運搬距離)が 3.0km程度が標準である。

(2) ずり積込工

ずり積込み用ホイールローダ及びバックホウの歩掛は、次表を標準とする。

表 3.4.8 ホイールローダ【通常断面】

規格：[サイドダンプ式・排出ガス対策型(第2次基準値)]バケット容量(山積)2.3m³

(週/(トンネル延長)1m当り)

岩区分		ホイールローダ【通常断面】											摘要		
C I	上半	設計掘削断面積(m ²)													
							40	45	50	55	60	65		70	75
						0.038	0.039	0.041	0.042	0.044	0.045	0.047		0.048	
設計掘削断面積(m ²)															
C II							40	45	50	55	60	65		70	75
							0.035	0.036	0.038	0.039	0.041	0.042		0.044	0.045
設計掘削断面積(m ²)															
D I							40	45	50	55	60	65		70	75
							0.048	0.049	0.051	0.052	0.054	0.055		0.057	0.058
設計掘削断面積(m ²)															
D II							40	45	50	55	60	65		70	75
							0.038	0.039	0.041	0.042	0.044	0.045		0.047	0.048
設計掘削断面積(m ²)															
D III							40	45	50	55	60	65		70	75
						0.039	0.040	0.042	0.043	0.045	0.046	0.048	0.049		

(積算基準書R02 P. IV-5-①-93)

表 3.4.9 バックホウ【通常断面】

規格：[後方超小旋回型・排出ガス対策型(第3次基準値)]標準バケット容量

(山積/平積)0.45/0.35m³

(週/(トンネル延長)1m当り)

岩区分		バックホウ【通常断面】											摘要
C I	下半	設計掘削断面積(m ²)											
								10	15	20	25	30	
							0.040	0.041	0.043	0.044	0.045	0.047	
C II		設計掘削断面積(m ²)											
								10	15	20	25	30	
							0.040	0.041	0.043	0.044	0.045	0.047	
D I		設計掘削断面積(m ²)											
								10	15	20	25	30	
							0.044	0.045	0.047	0.048	0.049	0.051	
D II		設計掘削断面積(m ²)											
								10	15	20	25	30	
							0.045	0.046	0.048	0.049	0.050	0.052	
D III	設計掘削断面積(m ²)												
							10	15	20	25	30	35	
						0.032	0.033	0.035	0.036	0.037	0.039		

(積算基準書R02 P. IV-5-①-93)

今回の採用値

(週/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	ホイールロータ [°]	バックホウ	全断面	ホイールロータ [°]	バックホウ	
		上半	下半		上半	下半	
C II-b		40	10		0.035	0.040	通常断面
D I-b		45	10		0.049	0.044	通常断面
D IIIa		45	10		0.040	0.032	通常断面

(3) ずり運搬

① ダンプトラックの規格及び使用台数

ダンプトラックの規格及び使用台数は、次表を標準とする。

表 3.4.10 ダンプトラックの規格及び使用台数

機械掘削 上半	ダンプトラック (トンネル工事中) [オンロード型]10t積	$L \leq 0.8\text{km}$	$0.8 < L \leq 1.7\text{km}$	$1.7 < L \leq 2.7\text{km}$	$2.7 < L \leq 3.0\text{km}$	
		2台	3台	3台	4台	
機械掘削 下半	ダンプトラック (トンネル工事中) [オンロード型]10t積	$L \leq 2.3\text{km}$			$2.3 < L \leq 3.0\text{km}$	
		2台			3台	

(注) Lは運搬距離(片押し延長+坑外片道運搬距離)とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-94)

② ダンプトラックの歩掛

ずり運搬用ダンプトラックの歩掛は、次表を標準とする。

表 3.4.11 ダンプトラック運転【通常断面】

規格：(トンネル工事中)[オンロード型]10t積

2台当り
 $L \leq 0.8\text{km}$
(週/(トンネル延長)1m当り)

岩区分	ダンプトラック【通常断面】													摘要	
C I	設計掘削断面積(m ²)														
						40	45	50	55	60	65	70	75		
						0.076	0.078	0.082	0.084	0.088	0.090	0.094	0.096		
C II	設計掘削断面積(m ²)														
						40	45	50	55	60	65	70	75		
						0.070	0.072	0.076	0.078	0.082	0.084	0.088	0.090		
D I	上半	設計掘削断面積(m ²)													
							40	45	50	55	60	65	70		75
							0.096	0.098	0.102	0.104	0.108	0.110	0.114		0.116
D II	上半	設計掘削断面積(m ²)													
							40	45	50	55	60	65	70		75
							0.076	0.078	0.082	0.084	0.088	0.090	0.094		0.096
D III	上半	設計掘削断面積(m ²)													
							40	45	50	55	60	65	70		75
							0.078	0.080	0.084	0.086	0.090	0.092	0.096		0.098

(積算基準書R02 P. IV-5-①-95)

今回の採用値

(週/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b		40			0.070		通常断面
D I-b		45			0.098		通常断面
D IIIa		45			0.080		通常断面

表 3.4.12 ダンプトラック運転【通常断面】

規格：(トンネル工事用)[オンロード型]10t積

3台当り
0.8<L≤1.7km
1.7<L≤2.7km
(週/(トンネル延長)1m当り)

岩区分	ダンプトラック【通常断面】												摘要
C I	設計掘削断面積(m2)												
					40	45	50	55	60	65	70	75	
					0.114	0.117	0.123	0.126	0.132	0.135	0.141	0.144	
C II	設計掘削断面積(m2)												
					40	45	50	55	60	65	70	75	
					0.105	0.108	0.114	0.117	0.123	0.126	0.132	0.135	
D I	設計掘削断面積(m2)												
					40	45	50	55	60	65	70	75	
					0.144	0.147	0.153	0.156	0.162	0.165	0.171	0.174	
D II	設計掘削断面積(m2)												
					40	45	50	55	60	65	70	75	
					0.114	0.117	0.123	0.126	0.132	0.135	0.141	0.144	
D III	設計掘削断面積(m2)												
					40	45	50	55	60	65	70	75	
					0.117	0.120	0.126	0.129	0.135	0.138	0.144	0.147	

(積算基準書R02 P. IV-5-①-95)

今回の採用値

(週/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b							
D I-b		45			0.147		通常断面
D IIIa		45			0.120		通常断面

表 3.4.13 ダンプトラック運転【通常断面】

規格：(トンネル工事用)[オンロード型]10t積

4台当り
2.7<L≤3.0km
(週/(トンネル延長)1m当り)

岩区分	ダンプトラック【通常断面】												摘要
C I	設計掘削断面積(m2)												
					40	45	50	55	60	65	70	75	
					0.152	0.156	0.164	0.168	0.176	0.180	0.188	0.192	
C II	設計掘削断面積(m2)												
					40	45	50	55	60	65	70	75	
					0.140	0.144	0.152	0.156	0.164	0.168	0.176	0.180	
D I	設計掘削断面積(m2)												
					40	45	50	55	60	65	70	75	
					0.192	0.196	0.204	0.208	0.216	0.220	0.228	0.232	
D II	設計掘削断面積(m2)												
					40	45	50	55	60	65	70	75	
					0.152	0.156	0.164	0.168	0.176	0.180	0.188	0.192	
D III	設計掘削断面積(m2)												
					40	45	50	55	60	65	70	75	
					0.156	0.160	0.168	0.172	0.180	0.184	0.192	0.196	

(積算基準書R02 P. IV-5-①-96)

表 3.4.14 ダンプトラック運転【通常断面】
 規格：(トンネル工事中) [オンロード型] 10t積
 (週/(トンネル延長) 1m当り)

2台当り
 $L \leq 2.3\text{km}$

岩区分	ダンプトラック【通常断面】												摘要
C I	設計掘削断面積 (m ²)												
								10	15	20	25	30	
							0.080	0.082	0.086	0.088	0.090	0.094	
C II	設計掘削断面積 (m ²)												
								10	15	20	25	30	
							0.080	0.082	0.086	0.088	0.090	0.094	
D I	設計掘削断面積 (m ²)												
								10	15	20	25	30	
							0.088	0.090	0.094	0.096	0.098	0.102	
D II	設計掘削断面積 (m ²)												
								10	15	20	25	30	
							0.090	0.092	0.096	0.098	0.100	0.104	
D III	設計掘削断面積 (m ²)												
								10	15	20	25	30	35
							0.064	0.066	0.070	0.072	0.074	0.078	

(積算基準書R02 P. IV-5-①-96)

今回の採用値 (週/(トンネル延長) 1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b			10			0.080	通常断面
D I-b			10			0.088	通常断面
D IIIa			10			0.064	通常断面

表 3.4.15 ダンプトラック運転【通常断面】
 規格：(トンネル工事中) [オンロード型] 10t積
 (週/(トンネル延長) 1m当り)

3台当り
 $2.3 < L \leq 3.0\text{km}$

岩区分	ダンプトラック【通常断面】												摘要
C I	設計掘削断面積 (m ²)												
								10	15	20	25	30	
							0.120	0.123	0.129	0.132	0.135	0.141	
C II	設計掘削断面積 (m ²)												
								10	15	20	25	30	
							0.120	0.123	0.129	0.132	0.135	0.141	
D I	設計掘削断面積 (m ²)												
								10	15	20	25	30	
							0.132	0.135	0.141	0.144	0.147	0.153	
D II	設計掘削断面積 (m ²)												
								10	15	20	25	30	
							0.135	0.138	0.144	0.147	0.150	0.156	
D III	設計掘削断面積 (m ²)												
								10	15	20	25	30	35
							0.096	0.099	0.105	0.108	0.111	0.117	

(積算基準書R02 P. IV-5-①-96)

設計パターン	加背	⑦ 区間長 (m)	発破掘削					機械掘削					⑧ Σ⑥	⑨ 坑内平均 片押延長 ⑨=⑧/⑦ (m)	
								上半		下半					
			1 ≦ 0.5km	0.5 < 1 ≦ 1.2km	1.2 < 1.4 ≦ 1.4km	1.4 < 1.4 ≦ 2.2km	2.2 < 1 ≦ 3.0km	1 ≦ 0.8km	0.8km < 1 ≦ 1.7km	1.7km < 1 ≦ 2.7km	2.7km < 1 ≦ 3.0km	1 ≦ 2.3km			2.3km < 1 ≦ 3.0km
3台	4台	4台	5台	6台	2台	3台	3台	4台	2台	3台					
CII-b	全断面														
	上半	40,000					40,000							3600	90
D1-b	全断面										40,000			3600	90
	上半	137,000					72,000	65,000						17068	125
DIII a	全断面										137,000			17068	125
	上半	52,000					28,000	24,000						5600	108
	全断面	52,000									52,000			5600	108
	下半														
	全断面														
	上半														
	全断面														
	下半														
	全断面														
	上半														
	全断面														
	下半														
	全断面														
	上半														
	全断面														
	下半														
	全断面														
	上半														
	全断面														
	下半														
	全断面														
	上半														
	全断面														
	下半														
	全断面														
	上半														
	全断面														
	下半														
	全断面														
	上半														
	全断面														
	下半														

3.4.3 支保工

(1) 吹付工法

吹付工法は、湿式工法を標準とする。

(2) 吹付コンクリート施工機械

吹付コンクリート施工機械配置例を次に示す。

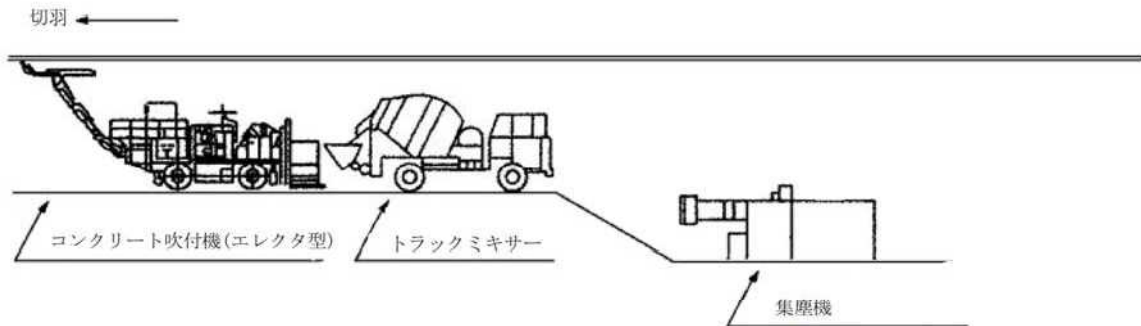


図 3.4.1 吹付コンクリート施工機械配置例(参考図)

(積算基準書R02 P. IV-5-①-99)

(3) 吹付コンクリート仕様

表 3.4.16 吹付けコンクリート仕様

強度	スランプ	粗骨材最大寸法	セメント	摘要
$\sigma 28=18\text{N/mm}^2$	10±2cm	15mm	普通ポルトランドセメント	湿式

(積算基準書R02 P. IV-5-①-99)

(4) 吹付コンクリート量

掘削1m当り吹付コンクリート量(ロスを含む)は、次表を標準とする。

表 3.4.17 吹付コンクリート【通常断面】

(m³/(トンネル延長)1m当り)

岩区分		吹付コンクリート【通常断面】												摘要			
C I	上半	設計掘削断面積(m ²)												必要な断面積を上下半各々に計上する。			
		40	45	50	55	60	65	70	75	3.25	3.44	3.62	3.81		3.99	4.18	4.36
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.39	0.52	0.64	0.77	0.89	1.01				
C II	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	3.25	3.44	3.62	3.81		3.99	4.18	4.36
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.38	0.51	0.63	0.75	0.87	0.99				
D I	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	4.45	4.69	4.94	5.19		5.44	5.69	5.94
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.53	0.69	0.86	1.03	1.19	1.36				
D II	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	5.62	5.93	6.25	6.56	6.88	7.19	7.51	7.82
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.66	0.87	1.08	1.29	1.50	1.71				
D III	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	6.45	6.82	7.19	7.56	7.93	8.30	8.67	9.04
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.77	1.02	1.27	1.52	1.77	2.03				

(積算基準書R02 P. IV-5-①-99)

今回の採用値

(m³/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b		40	10		3.25	0.38	通常断面
D I-b		45	10		4.69	0.53	通常断面
D IIIa		45	10		6.82	0.77	通常断面

(5) 設計吹付厚及びロス率(K)

設計吹付厚及びロス率(K)は、次表を標準とする。

表 3.4.18 設計吹付厚及びロス率(K)【通常断面】

加背名	岩区分	設計吹付厚 (cm)	余吹厚 (cm)	はね返り率	ロス率
上半	C I	10	5	30%	+2.1
	C II	10	5	30%	+2.1
	D I	15	5	30%	+1.9
	D II	20	5	30%	+1.8
	D III	25	5	30%	+1.7
下半	C I	10	5	20%	+1.9
	C II	10	5	20%	+1.9
	D I	15	5	20%	+1.7
	D II	20	5	20%	+1.6
	D III	25	5	20%	+1.5

(注) 1. ロス率には、材料ロス、はね返り損失、余吹等によるロスを含む。

2. 標準と異なる場合のロス率については、次式によるものとする。

$$\text{ロス率(K)} = (\text{設計吹付厚} + \text{余吹厚}) / (\text{設計吹付厚} \times (1 - \text{はね返り率}))$$

(積算基準書R02 P. IV-5-①-101)

今回の採用値

	吹付厚(m)			ロス率			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b		0.10	0.10		2.1	1.9	通常断面
D I-b		0.15	0.15		1.9	1.7	通常断面
D IIIa		0.25	0.25		1.7	1.5	通常断面

(6) コンクリート吹付機の運転時間

掘削1m当りのコンクリート吹付機運転時間は、次表を標準とする。

表 3.4.19 コンクリート吹付機【通常断面】

規格：[湿式吹付・吹付ロボット一体・エアコンプレッサ搭載・エレクトラ型・

排出ガス対策型(第3次基準値)]吐出量6～22m³/h級 吹付半径7m級

(週/(トンネル延長)1m当り)

岩区分		コンクリート吹付機【通常断面】												摘要			
C I	上半	設計掘削断面積(m ²)												必要な断面積を上下半各々に計上する。			
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.038	0.039	0.041	0.042		0.044	0.045	0.047
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.040	0.041	0.043	0.044	0.045	0.047				
C II	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.035	0.036	0.038	0.039		0.041	0.042	0.044
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.040	0.041	0.043	0.044	0.045	0.047				
D I	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.048	0.049	0.051	0.052		0.054	0.055	0.057
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.044	0.045	0.047	0.048	0.049	0.051				
D II	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.038	0.039	0.041	0.042	0.044	0.045	0.047	0.048
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.045	0.046	0.048	0.049	0.050	0.052				
D III	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.039	0.040	0.042	0.043	0.045	0.046	0.048	0.049
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.032	0.033	0.035	0.036	0.037	0.039				

(積算基準書R02 P. IV-5-①-102)

今回の採用値

(週/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b		40	10		0.035	0.040	通常断面
D I-b		45	10		0.049	0.044	通常断面
D III a		45	10		0.040	0.032	通常断面

(7) 吹付プラント設備の運転時間

掘削1m当りの吹付プラント設備運転時間は、次表を標準とする。

表 3.4.20 吹付プラント設備【通常断面】

規格：[バッチ型・定置式]能力25m³/h

(週/(トンネル延長)1m当り)

岩区分		吹付プラント設備【通常断面】												摘要			
C I	上半	設計掘削断面積(m ²)												必要な断面積を上下半各々に計上する。			
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.038	0.039	0.041	0.042		0.044	0.045	0.047
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.040	0.041	0.043	0.044	0.045	0.047				
C II	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.035	0.036	0.038	0.039		0.041	0.042	0.044
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.040	0.041	0.043	0.044	0.045	0.047				
D I	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.048	0.049	0.051	0.052		0.054	0.055	0.057
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.044	0.045	0.047	0.048	0.049	0.051				
D II	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.038	0.039	0.041	0.042	0.044	0.045	0.047	0.048
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.045	0.046	0.048	0.049	0.050	0.052				
D III	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.039	0.040	0.042	0.043	0.045	0.046	0.048	0.049
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.032	0.033	0.035	0.036	0.037	0.039				

(積算基準書R02 P. IV-5-①-104)

今回の採用値

(週/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b		40	10		0.035	0.040	通常断面
D I-b		45	10		0.049	0.044	通常断面
D IIIa		45	10		0.040	0.032	通常断面

(9) 粉塵抑制剤

粉塵抑制剤は必要に応じて、別途計上する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-105)

(10) 集塵機

- ① 吹付時の粉塵対策として、集塵機を使用することを標準とする。
- ② 集塵機の機種を選定 (4.3集じん機の検討 参照)
集塵機は、作業環境を考慮し、必要となる機種・規格を選定する。
- ③ 集塵機の運転時間
掘削1m当りの集塵機運転時間は、次表を標準とする。
- ④ 集塵機は、切羽が坑口より30m掘進した時より貫通するまでの期間、設置するものとする。

表 3.4.21 集塵機運転【通常断面】

規格：フィルタ式 定格風量1200m³/min, 74kW

(週/(トンネル延長)1m当り)

岩区分		集塵機運転【通常断面】												摘要			
C I	上半	設計掘削断面積(m ²)												必要な断面積を上下半各々に計上する。			
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.038	0.039	0.041	0.042		0.044	0.045	0.047
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.040	0.041	0.043	0.044	0.045	0.047				
C II	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.035	0.036	0.038	0.039		0.041	0.042	0.044
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.040	0.041	0.043	0.044	0.045	0.047				
D I	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.048	0.049	0.051	0.052		0.054	0.055	0.057
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.044	0.045	0.047	0.048	0.049	0.051				
D II	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.038	0.039	0.041	0.042	0.044	0.045	0.047	0.048
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.045	0.046	0.048	0.049	0.050	0.052				
D III	上半	設計掘削断面積(m ²)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.039	0.040	0.042	0.043	0.045	0.046	0.048	0.049
	下半	設計掘削断面積(m ²)															
		10	15	20	25	30	35	0.032	0.033	0.035	0.036	0.037	0.039				

(積算基準書R02 P. IV-5-①-105~106)

今回の採用値

(週/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b		40	10		0.035	0.040	通常断面
D I-b		45	10		0.049	0.044	通常断面
D IIIa		45	10		0.040	0.032	通常断面

(11) ロックボルトの使用区分

ロックボルトの使用区分は、次表を標準とする。

表 3.4.22 ロックボルトの使用区分【通常断面】

岩区分	ロックボルトの長さ(m)×周方向間隔(m)×延長方向間隔(m)	材 質
C I	3.0 × 1.5 × 1.5	異形棒鋼と同等以上 耐力117.7kN(12t)以上
C II	3.0 × 1.5 × 1.2	ねじり棒鋼と同等以上 耐力176.5kN(18t)以上
D I	4.0 × 1.2 × 1.0 を超える	ねじり棒鋼と同等以上 耐力176.5kN(18t)以上
D II	4.0 × 1.2 × 1.0 以下	ねじり棒鋼と同等以上 耐力176.5kN(18t)以上
D III	4.0 × 1.2 × 1.0 以下	ねじり棒鋼と同等以上 耐力176.5kN(18t)以上

(注) 1. 上表により難しい場合は、現地条件に適したボルト長を選定する。

2. 先受けボルトの規格は、異形棒鋼(SD345)D25mmを標準とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-107)

(12) ドリルジャンボの運転時間

ドリルジャンボの運転時間は、次表を標準とする。

表 3.4.23 ドリルジャンボ【通常断面】

規格：[ホイール式・排出ガス対策型（第1次基準値）]

形式2ブーム・2バスケット ドリフタ質量 150kg超級

(週/(トンネル延長)1m当り)

岩区分		ドリルジャンボ【通常断面】												摘要			
C I	上半	設計掘削断面積(m2)												必要な断面積を上下半各々に計上する。			
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.038	0.039	0.041	0.042		0.044	0.045	0.047
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	0.040	0.041	0.043	0.044	0.045	0.047				
C II	上半	設計掘削断面積(m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.035	0.036	0.038	0.039		0.041	0.042	0.044
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	0.040	0.041	0.043	0.044	0.045	0.047				
D I	上半	設計掘削断面積(m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.048	0.049	0.051	0.052		0.054	0.055	0.057
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	0.044	0.045	0.047	0.048	0.049	0.051				
D II	上半	設計掘削断面積(m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.038	0.039	0.041	0.042	0.044	0.045	0.047	0.048
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	0.045	0.046	0.048	0.049	0.050	0.052				
D III	上半	設計掘削断面積(m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	0.039	0.040	0.042	0.043	0.045	0.046	0.048	0.049
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	0.032	0.033	0.035	0.036	0.037	0.039				

(注) 「岩区分C I 下半」において、ロックボルトを計上しない場合は、「岩区分C I 下半」のドリルジャンボ運転についても計上しないものとする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-108)

今回の採用値

(週/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b		40	10		0.035	0.040	通常断面
D I-b		45	10		0.049	0.044	通常断面
D III a		45	10		0.040	0.032	通常断面

(13) ロックボルトの使用数量

ロックボルトは、ドライモルタルを含むものとし、その使用量は次表を標準とする。

表 3.4.24 ロックボルト【通常断面】

C I 規格：耐力117.7kN(12t)以上 付属品含む L=3m

C II 規格：耐力176.5kN(18t)以上 付属品含む L=3m

D I, D II, D III 規格：耐力176.5kN(18t)以上 付属品含む L=4m (本/(トンネル延長)1m当り)

岩区分		ロックボルト【通常断面】												摘要			
C I	上半	設計掘削断面積(m2)												必要な断面積を上下半各々に計上する。			
		40	45	50	55	60	65	70	75	7.30	7.30	8.00	8.70		8.70	9.33	9.33
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	1.30	1.30	2.67	2.67	2.67	4.00				
C II	上半	設計掘削断面積(m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	8.33	8.33	9.17	10.00		10.00	11.67	11.67
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	1.67	1.67	1.67	3.33	3.33	3.33				
D I	上半	設計掘削断面積(m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	14.00	14.00	14.00	15.00		15.00	16.00	17.00
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00				
D II	上半	設計掘削断面積(m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	12.00	14.00	14.00	15.00	16.00	16.00	16.00	16.00
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00				
D III	上半	設計掘削断面積(m2)															
		40	45	50	55	60	65	70	75	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	下半	設計掘削断面積(m2)															
		10	15	20	25	30	35	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00				

(注) 支保構造で「岩区分C I 下半」において、ロックボルトを設置しない場合は、上表の「岩区分C I 下半」のロックボルトについて計上しないものとし、ドリルジャンボ運転についても計上しないものとする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-110)

今回の採用値

(本/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b		40	10		8.33	1.67	耐力176.5kN(18t)以上 L=3m
D I-b		45	10		14.00	4.00	耐力176.5kN(18t)以上 L=4m
D IIIa		45	10		4.00	4.00	耐力176.5kN(18t)以上 L=4m

表 3.4.25 先受けボルト【通常断面】

規格：異形棒鋼(SD345)D25mm L=3m

(本/(トンネル延長)1m当り)

岩区分		先受けボルト【通常断面】											摘要		
DIII	上半	設計掘削断面積(m2)													
							40	45	50	55	60	65		70	75
							17.50	19.00	20.50	22.00	23.50	25.00		26.00	28.00

(積算基準書R02 P. IV-5-①-110)

今回の採用値

(本/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II -b							
D I -b							
D III a		45			19.00		異形棒鋼(SD345)D25mm L=3m

(14) ロックボルト工のモルタル材料及び使用量

ロックボルト工のモルタル材料はドライモルタルを標準とし、使用数量は次表を標準とする。

表 3.4.26 ロックボルト工のモルタル材料使用量

(100m当り)

名 称	規 格	単 位	使 用 量	備 考
モルタル	ドライモルタル	m ³	0.22	

(注)ロスを含む。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-112)

(15) 注入急結剤

注入急結剤(無収縮混和剤)の使用は、湧水がある場合、1本/孔を標準とする。

ただし、現場条件によってこれにより難しい場合は、別途考慮する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-112)

(16) 鋼製支保工の使用材料

鋼製支保工の使用材料は、次表を標準とする。

表 3.4.27 鋼製支保工の使用材料【通常断面】

岩区分 名 称	CII	DI	DII	DIII
H形鋼 (上半)	H-125×125×6.5×9 n = 2	H-125×125×6.5×9 n = 2	H-150×150×7×10 n = 2	H-200×200×8×12 n = 2
継手板 (天端)	PL-155×180×9 n = 2	PL-155×180×9 n = 2	PL-180×180×9 n = 2	PL-230×230×16 n = 2
継手板	—	PL-155×180×9 n = 4	PL-180×180×9 n = 4	PL-230×230×16 n = 4
H形鋼 (下半)	—	H-125×125×6.5×9 n = 2	H-150×150×7×10 n = 2	H-200×200×8×12 n = 2
底板	PL-230×180×16 n = 2	PL-230×230×16 n = 2	PL-250×250×16 n = 2	PL-300×300×19 n = 2

(積算基準書R02 P. IV-5-①-112)

(17) 鋼製支保工使用量

鋼製支保工の使数用量は、次表を標準とする。

表 3.4.28 H形鋼支保工【通常断面】

C II, D I 規格：SS-400 H-125

D II 規格：SS-400 H-150

D III 規格：SS-400 H-200

(t/(トンネル延長)1m当り)

岩区分		鋼製支保工【通常断面】												摘要	
C II SS-400 H-125	上半	設計掘削断面積(m2)												必要な断面積を上下半各々に計上する。	
							40	45	50	55	60	65	70		75
					0.307	0.324	0.341	0.358	0.375	0.392	0.409	0.426			
D I SS-400 H-125	上半	設計掘削断面積(m2)													
							40	45	50	55	60	65	70		75
					0.365	0.386	0.406	0.427	0.447	0.468	0.488	0.509			
SS-400 H-125	下半	設計掘削断面積(m2)													
									10	15	20	25	30		35
									0.046	0.061	0.077	0.092	0.108		0.123
D II SS-400 H-150	上半	設計掘削断面積(m2)													
							40	45	50	55	60	65	70	75	
					0.481	0.509	0.537	0.565	0.593	0.621	0.649	0.677			
SS-400 H-150	下半	設計掘削断面積(m2)													
									10	15	20	25	30	35	
									0.081	0.103	0.126	0.148	0.171	0.193	
D III SS-400 H-200	上半	設計掘削断面積(m2)													
							40	45	50	55	60	65	70	75	
					0.759	0.798	0.843	0.888	0.933	0.973	1.018	1.063			
SS-400 H-200	下半	設計掘削断面積(m2)													
									10	15	20	25	30	35	
									0.100	0.135	0.170	0.205	0.235	0.270	

(積算基準書R02 P. IV-5-①-113)

今回の採用値

(t/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値			備考
	全断面	上半	下半	全断面	上半	下半	
C II-b		40	10		0.307		SS-400 H-125
D I-b		45	10		0.386	0.046	SS-400 H-125
D III a		45	10		0.798	0.100	SS-400 H-200

(18) 鏡吹付工施工費率 ※鏡吹付工は、本トンネルでは見込まないものとする。

切羽の肌落ち災害防止対策として施工する鏡吹付工の施工費率は、次表を標準とする。

鏡吹付施工労務費率は、鏡吹付施工に要する労務等の費用であり、掘削等作業における労務費（切羽監視責任者除く）の合計額に次表の率を乗じた金額を上限として計上する。（）内の数値は、ずり出しにおいて運搬距離（片押し延長+坑外運搬距離）が1.7kmを超える場合は、ずり運搬距離が1.7kmを超える部分に対して適用する。

鏡吹付施工機械費率は、鏡吹付用のコンクリート吹付機、トラックミキサ及びアジテータトラック、吹付プラント設備、集塵機の損料及び燃料等の費用であり、掘削等作業における機械損料及び運転経費の合計額に次表の率を乗じた金額を上限として計上する。

鏡吹付材料費率は、鏡吹付用の吹付コンクリート等の費用であり、掘削等作業における材料費の合計額に次表の率を乗じた金額を上限として計上する。

岩区分CⅠ・CⅡについて、下半も鏡吹付工を施工する場合は、別途計上すること。

表 3.4.29 鏡吹付工施工費率【通常断面】

(%/（トンネル延長）1m当り)

岩区分	名称	鏡吹付工施工費率【通常断面】												摘要	
CⅠ	上半	名称	設計掘削断面積(m ²)												下半は上半の掘削断面積で読み替える。
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		鏡吹付施工労務費率	4	5	5	5	5	5	6	6					
			(4)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(6)	(6)					
		鏡吹付施工機械費率	7	7	8	8	9	9	10	10					
		16	17	17	17	18	18	19	19						
CⅡ	上半	名称	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		鏡吹付施工労務費率	6	6	6	7	7	7	8	8					
			(5)	(5)	(6)	(6)	(6)	(6)	(7)	(7)					
		鏡吹付施工機械費率	9	10	11	11	12	12	13	13					
		17	18	18	19	19	20	20	21						
DⅠ	上半	名称	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		鏡吹付施工労務費率	8	8	9	9	10	10	11	11					
			(7)	(7)	(8)	(8)	(9)	(9)	(9)	(10)					
			12	13	14	15	16	17	18	19					
			27	29	30	31	33	34	34	35					
	下半	名称	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
鏡吹付施工労務費率		2	2	2	2	2	2	2	2						
		4	4	4	4	4	4	4	4						
		34	34	34	34	34	34	34	34						
DⅡ	上半	名称	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		鏡吹付施工労務費率	7	8	8	9	9	10	10	10					
			(6)	(7)	(7)	(7)	(8)	(8)	(9)	(9)					
			15	17	18	19	20	21	22	23					
			25	26	28	29	30	31	32	34					
	下半	名称	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
鏡吹付施工労務費率		2	2	2	2	2	2	2	2						
		4	4	4	4	4	4	4	4						
		28	28	28	28	28	28	28	28						
DⅢ	上半	名称	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
		鏡吹付施工労務費率	7	8	8	9	9	10	10	10					
			(6)	(7)	(7)	(8)	(8)	(8)	(9)	(9)					
			15	16	17	19	19	21	21	22					
			22	23	24	25	26	27	28	29					
	下半	名称	設計掘削断面積(m ²)												
			40	45	50	55	60	65	70	75					
鏡吹付施工労務費率		2	2	2	2	2	2	2	2						
		6	6	6	6	6	6	6	6						
		24	24	24	24	24	24	24	24						

3.5 覆工施工歩掛

3.5.1 覆土工

(1) 防水工施工歩掛

防水工の施工歩掛は、次表とする。

表 3.5.1 防水工施工歩掛

(10m²当り)

名称	単位	数量	備考
トンネル世話役	人	0.08	
トンネル特殊工	人	0.15	
トンネル作業員	人	0.08	

(注) 上表は、裏面排水設置労務を含む。ただし、裏面排水材料は別途計上とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-116)

(2) 型枠工歩掛

① スライドセントル(本坑用)型枠の移動・据付け・脱型作業の施工歩掛は、次表を標準とする。

表 3.5.2 型枠の移動・据付け・脱型作業 施工歩掛

((トンネル延長)1m当り)

名称	単位	数量	備考
トンネル世話役	人	0.16	
トンネル特殊工	人	0.63	
トンネル作業員	人	0.16	

(注) 1. 移動用レール及び鋼矢板の移動、据付けも含む。

2. 移動用レール及び鋼矢板の損料は、スライドセントル損料に含まれている。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-116)

(3) 覆工コンクリート打設歩掛

① 覆工コンクリート打設時の施工歩掛は、次表を標準とする。

表 3.5.3 覆工コンクリート打設作業 施工歩掛

((トンネル延長)1m当り)

名称	単位	数量	備考
トンネル世話役	人	0.15	
トンネル特殊工	人	0.61	
トンネル作業員	人	0.15	

(積算基準書R02 P. IV-5-①-116)

② 覆工コンクリートの配合

覆工コンクリートの配合は、現場で試験施工を行って現場配合を決定する。

- (4) 覆工、防水機械の機種を選定及び機械歩掛
 覆工、防水機械の機種・規格は、次表を標準とする。

表 3.5.4 覆工、防水機械の機種・規格

名称	規格	単位	数量
防水工作業台車	L = 6.0m	台	1
スライドセントル (本坑用)	L = 10.5m	基	1
コンクリートポンプ車	[トラック架装・配管式] 圧送能力55m ³ /h	台	1

(注) 1. スライドセントルは、線形及び現場条件等により標準外になる場合は、別途考慮するものとする。

2. コンクリートポンプ車の作業能力は、以下の式により算出した数値を標準とする。

$$\text{作業能力(m}^3/\text{h)} = 0.1253 \times A + 5.8046 \quad A: \text{掘削断面積(m}^2\text{)}$$

3. コンクリートポンプ車から作業範囲30m以内の圧送管組立・撤去労務を含む。作業範囲30mを超える場合は、別途考慮する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-117)

表 3.5.5 コンクリートポンプ車【通常断面】

規格：[トラック架装・配管式]圧送能力55m³/h (週/(トンネル延長)10m当り)

岩区分	設計掘削断面積(m ²)											概要		
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
C I	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02				機械掘削 工法
C II	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02				
D I	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02				
D II	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02				
D III	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02				

(積算基準書R02 P. IV-5-①-117)

今回の採用値 (週/(トンネル延長)10m当り)

	対象断面積			採用値		備考
	上下半			上下半	作業能力	
C II-b	55			0.02	13	通常断面：機械掘削
D I-b	55			0.02	13	通常断面：機械掘削
D IIIa	55			0.02	13	通常断面：機械掘削

表 3.5.6 スライドセントル【通常断面】

規格：L = 10.5m

(m/(トンネル延長)1m当り)

岩区分	設計掘削断面積(m ²)											摘要
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		
C I	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
C II	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
D I	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
D II	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
D III	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		

(積算基準書R02 P. IV-5-①-118)

今回の採用値

(m/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値		備考
	上下半			上下半		
C II-b	55			1.0		通常断面：機械掘削
D I-b	55			1.0		通常断面：機械掘削
D IIIa	55			1.0		通常断面：機械掘削

表 3.5.7 防水作業台車【通常断面】

規格：L = 6.0m

(m/(トンネル延長)1m当り)

岩区分	設計掘削断面積(m ²)											摘要
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		
C I	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
C II	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
D I	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
D II	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
D III	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		

(積算基準書R02 P. IV-5-①-118)

今回の採用値

(m/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値		備考
	上下半			上下半		
C II-b	55			1.0		通常断面：機械掘削
D I-b	55			1.0		通常断面：機械掘削
D IIIa	55			1.0		通常断面：機械掘削

(5) 材料費

① 防水シート

防水シートの使用数量は、次表を標準とする。

表 3.5.8 防水シート【通常断面】

(m²/(トンネル延長)1m当り)

岩区分	設計掘削断面積(m ²)											摘要	
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95			
C I	18.01	18.80	19.59	20.38	21.17	21.95	22.74	23.53	24.32	25.11			機械掘削 工法
C II	18.01	18.80	19.59	20.38	21.17	21.95	22.74	23.53	24.32	25.11			
D I	18.11	18.83	19.56	20.29	21.02	21.75	22.48	23.21	23.94	24.67			
D II	18.22	18.98	19.74	20.49	21.25	22.01	22.77	23.53	24.29	25.04			
D III	17.70	18.40	19.10	19.80	20.50	21.20	21.90	22.60	23.30	24.00			

(注) 上表には、防水シートのロス率+0.16を含まない。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-119)

今回の採用値

(m²/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値		備考
	上下半			上下半		
C II-b	55			18.80		通常断面：機械掘削
D I-b	55			18.83		通常断面：機械掘削
D IIIa	55			18.40		通常断面：機械掘削

② 覆工コンクリート

覆工コンクリートの使用数量(ロスを含む)は、次表を標準とする。

表 3.5.9 生コンクリート(余巻を含む)【通常断面】

(m³/(トンネル延長)1m当り)

岩区分	設計掘削断面積(m ²)											摘要	
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95			
C I	6.71	7.00	7.30	7.59	7.89	8.18	8.47	8.77	9.06	9.35			機械掘削 工法
C II	6.71	7.00	7.30	7.59	7.89	8.18	8.47	8.77	9.06	9.35			
D I	6.75	7.02	7.29	7.56	7.83	8.10	8.38	8.65	8.92	9.19			
D II	6.79	7.07	7.35	7.63	7.92	8.20	8.48	8.77	9.05	9.33			
D III	7.61	7.91	8.21	8.51	8.82	9.12	9.42	9.72	10.02	10.32			

(積算基準書R02 P. IV-5-①-119)

今回の採用値

(m³/(トンネル延長)1m当り)

	対象断面積	採用値			備考
	上下半	上下半	規格	厚さ	
C II-b	55	7.00	18-15-40BB	30	通常断面：機械掘削
D I-b	55	7.02	18-15-40BB	30	通常断面：機械掘削
D IIIa	55	7.91	18-15-40BB	35	通常断面：機械掘削

(6) 諸雑費

① 機械の諸雑費

諸雑費は、コンクリートパイプレータの損料等の費用であり、機械損料及び運転経費の合計額に次表の率を乗じた金額を上限として計上する。

表 3.5.10 (覆工+防水)諸雑費(その他機械)【通常断面】

(%/ (トンネル延長)1m当り)

岩区分	設計掘削断面積 (m ²)											摘要
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		
C I	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
C II	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
D I	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
D II	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
D III	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		

(積算基準書R02 P. IV-5-①-120)

今回の採用値

(%/ (トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値		備考
	上下半			上下半		
C II -b	55			5		通常断面：機械掘削
D I -b	55			5		通常断面：機械掘削
D III a	55			5		通常断面：機械掘削

② 材料の諸雑費

諸雑費は、防水シート設置器具の損料及び妻板、土台、はく離剤等の費用であり、材料費の合計額に次表の率を乗じた金額を上限として計上する。

表 3.5.11 (覆工+防水)諸雑費(その他材料)【通常断面】

(%/トンネル延長)1m当り)

岩区分	設計掘削断面積(m2)											摘要		
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95				
C I	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				機械掘削 工法
C II	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
D I	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
D II	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
D III	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				

(積算基準書R02 P. IV-5-①-120)

今回の採用値

(%/トンネル延長)1m当り)

	対象断面積			採用値		備考
	上下半			上下半		
C II-b	55			2		通常断面：機械掘削
D I-b	55			2		通常断面：機械掘削
D IIIa	55			1		通常断面：機械掘削

(7) コンクリートの打設

型枠工及びコンクリート工における1打設長は、スライドセントルの延長を標準とする。また、1打設長の所要日数は、2日を標準とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-121)

3.6 インバート工施工歩掛

3.6.1 インバート工

(1) 適用範囲

NATM【発破工法・機械掘削工法】によって施工する本インバート工の掘削工、ずり出し工、鉄筋工(加工・組立)、型枠工(製作・設置・撤去)、コンクリート工(打設・養生)、埋戻工(敷均し・締固め)に適用する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-49)

(2) 機械器具損料

機械器具損料の算定は、「請負工事機械経費積算要領」に基づき行い、坑内で内燃機関付機械(ダンプトラック、コンクリートポンプ車等)を使用する場合は、黒煙浄化装置付排出ガス対策型及び黒煙浄化装置付を標準とし、そのうちドリルジャンボ、バックホウ、ホイールローダを使用する場合は、トンネル工専用排出ガス対策型を標準とする。ただし、道路運送車両の保安基準に排出ガス基準が定められている自動車の種別で、有効な自動車検査証の交付を受けているものは除く。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-49)

(3) 余堀及び余巻コンクリート

トンネル工事では、設計断面どおり掘削することは困難であるため、当初から設計内空半径に覆工及び吹付コンクリート厚に加え、余堀・余巻・余吹コンクリート厚を見込む必要がある。変形余裕を設計図面に明示した場合の設計掘削断面積は、変形余裕厚さを加算した面積とする。

余堀：設計巻厚を確保するために、設計断面積より大きく掘削すること

余巻：余掘部分を覆工コンクリートで充填すること

余吹：余掘部分を吹付コンクリートで充填すること

支払線(ペイライン)：余掘を考慮した断面積の外周

なお、インバート施工において設計厚に対する余堀・余巻コンクリート厚は5cmを標準とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-49)

(4) 施工概要

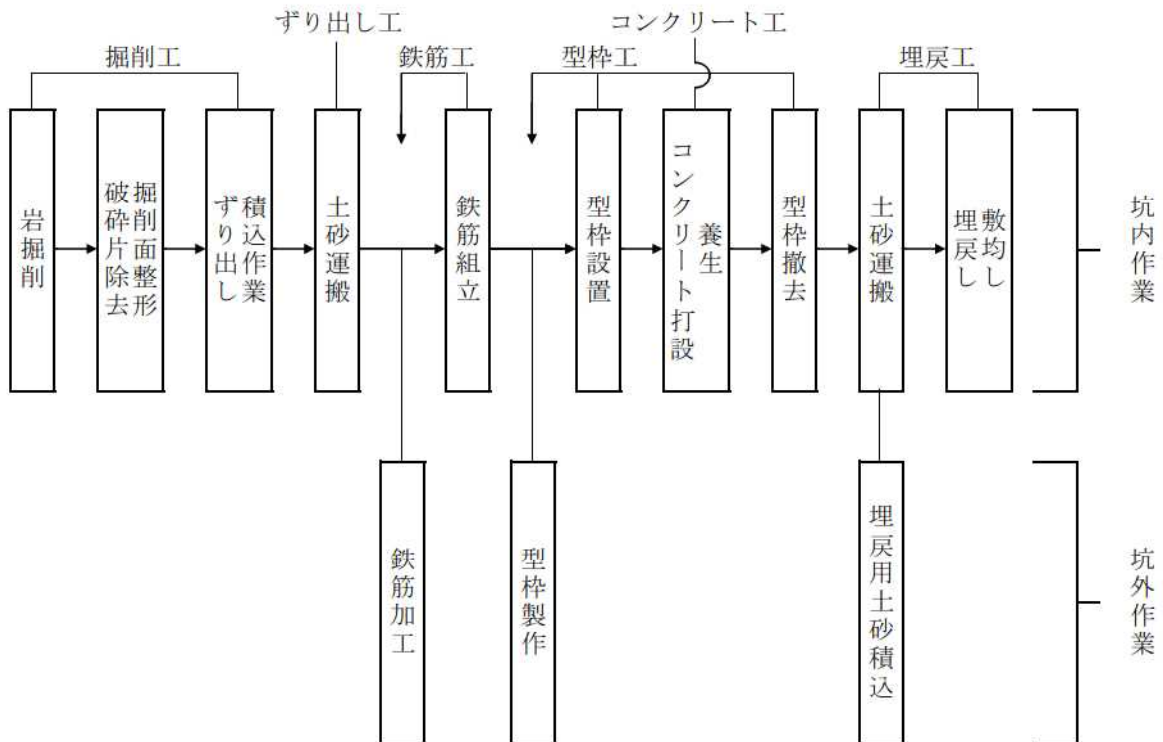


図 3.6.1 インバート施工標準作業フロー

(積算基準書R02 P. IV-5-①-49)

(5) インバート掘削工

インバート掘削工の施工歩掛は、次表とする。

表 3.6.1 インバート掘削工施工歩掛

(10m³当り)

名称	規格	単位	数量
トンネル世話役		人	0.15
トンネル特殊工		人	0.44
トンネル作業員		人	0.15
大型ブレーカ運転 (ベースマシン含む)	トンネル工事用[排出ガス対策型(第3次基準値)] 油圧式1,300kg級 ベースマシン20t級	日	0.15
バックホウ (トンネル専用機)運転	[後方超小旋回型・排出ガス対策型(第3次基準値)] 標準バケット容量 山積0.45m ³ (平積0.35m ³)	h	0.94
チゼル損耗費	1,300kg級用	本	0.01

(注) 1. 機械の運転労務は、上表労務人員で行う。

2. 上表には、破砕片除去、掘削面整形及びずり積込作業が含まれる。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-50)

(6) インバートずり出し工

1) インバートずり出し運搬作業歩掛

① ずり出し方式

直送方式の場合はすべて坑内作業とし、積替方式の場合は一次運搬(坑内～積替場所)は直送方式に準じ、二次運搬(積替場所～捨場等)は一般運搬工で積算する。なお、直送方式と積替方式の範囲は、片道2.5km程度(運搬距離)が標準である。

② ずり出し工の施工歩掛は、次表とする。

表 3.6.2 ずり出し工施工歩掛

(10m³当り)

名 称	規 格	単 位	数 量
トンネル特殊工		人	0.10
ダンプトラック運転	トンネル工事用オンロード型10t積	h	0.83

(注) 機械の運転労務は、上表労務人員で行う。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-50)

(7) インバート鉄筋工(加工・組立)

鉄筋の加工・組立については、「積算基準書R02 第IV編第2章①鉄筋工」による。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-50)

(8) インバート型枠工(製作・設置・撤去)

① 型枠製作歩掛は、次表とする。

表 3.6.3 型枠製作歩掛

(100m²当り)

名称	規格	単位	数量
土木一般世話役		人	1.5
型わく工		人	5.9
普通作業員		人	1.5
諸雑費率		%	16

(注) 諸雑費は、型枠合板、さん木、洋釘等の材料及び電気ドリル、電気鋸、電力に関する経費等の費用であり、上表の労務費の合計額に上表の率を乗じた金額を上限として計上する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-50)

② 型枠設置及び撤去歩掛は、次表とする。

表 3.6.4 型枠設置・撤去歩掛

(100m²当り)

名称	規格	単位	数量
トンネル世話役		人	4.0
トンネル特殊工		人	16.1
トンネル作業員		人	4.0
諸雑費率		%	14

(注) 1. 型枠設置・撤去歩掛には、はく離剤塗布、ケレン作業を含む。

2. 諸雑費は、合板、組立支持材、はく離剤等の費用であり、労務費の合計額に上表の率を乗じた金額を上限として計上する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-51)

(9) インバートコンクリート工(打設・養生)

インバートコンクリート工(打設・養生)歩掛は、次表とする。

表 3.6.5 インバートコンクリート工(打設・養生)歩掛

(10m3当り)

名称	規格	単位	数量
トンネル世話役		人	0.12
トンネル特殊工		人	0.62
トンネル作業員		人	0.12
コンクリートポンプ車運転	[トラック架装・ブーム式]圧送能力90~110m3/h	h	0.80
諸雑費率		%	1

(注) 1. 打設歩掛には、打設に先立ち掘削面の清掃、排水、ポンプ車の移動、据付打設後の打設用パイプ清掃等の労務も含む。

2. 養生歩掛は、散水養生程度とする。

3. 機械運転労務は、上表の労務人員で行う。

4. コンクリートのロス率は、0.04を標準とする。

5. 諸雑費は、コンクリートパイプレータ、養生用散水ポンプ賃料、養生用シート等の費用であり、労務費の合計額に上表の率を乗じた金額を上限として計上する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-51)

今回の採用値

	採用値					備考
	規格	厚さ(cm)				
CⅡ-b	18-8-40BB	45				通常断面：機械掘削
DⅠ-b	18-8-40BB	45				通常断面：機械掘削
DⅢa	18-8-40BB	50				通常断面：機械掘削

(10) インバート埋戻工(敷均し・締固め)

① インバート敷均し・締固め工歩掛は、次表とする。

表 3.6.6 インバート敷均し・締固め工歩掛

(10m3当り)

名称	規格	単位	数量
トンネル世話役		人	0.07
トンネル特殊工		人	0.15
トンネル作業員		人	0.07
バックホウ (トンネル専用機)運転	[後方超小旋回型・排出ガス対策型(第3次基準値)] 標準バケット容量 山積0.45m3(平積0.35m3)	h	0.45
振動ローラ運転	(トンネル工事対応) 搭乗・コンパインド式・排出ガス対策型 (第2次基準値)・低騒音型・運転質量3~4t	日	0.07

- (注) 1. 上表は、バックホウによる敷均し、振動ローラによる転圧作業である。
2. 機械の運転労務は、上表労務人員で行う。
3. 振動ローラは、賃料とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-51)

② 埋戻材の積込作業時間は、次表とする。

表 3.6.7 埋戻し材の積込作業時間

(10m3当り)

名称	規格	単位	数量
バックホウ運転	[標準型・超低騒音型・排出ガス対策型 (第3次基準値)]山積0.8m3(平積0.6m3)	h	0.48

- (注) 1. 上表は、埋戻し材に掘削ずりを利用する場合の積込作業の時間である。
2. 埋戻材の積込作業は、図 3.6.1 インバート施工標準作業フロー のとおり坑外作業である。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-51)

③ 埋戻し材運搬ダンプトラックの作業能力

埋戻し材に掘削ずりを使用する場合のダンプトラックの作業能力は「(6) インバートずり出し工
1) インバートずり出し運搬作業歩掛」による。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-52)

3.7 スライドセントル等損料

(1) スライドセントル(本坑用)損料

スライドセントル(本坑用)は、スチールフォーム[五心円(上半三心)]のL=10.5m を標準とし、損料は以下の式により算出する。スライドセントル(本坑用)損料対象長(m)で除して、m当り単価を計上する。

$$P1 = 3,676,000 \times A + 32,522,000$$

ただし、P1：スライドセントル(本坑用 L=10.5m) 損料(円/基)

A：上半周長 (m)

なお、スライドセントル(本坑用)は、以下の装備を標準とする。機関出力は16.8kW程度とする。
 [鋼材費(ボルト・雑費含む)、工場加工費、消耗費、塗装費(錆止め塗装)、工場仮組立調整費、電源システム(受電盤、配電盤、制御盤等)、ジャーナルジャッキ、ターンバックル、チェーンブロック、自走装置(自走用制御盤含む)、従動台車(車輪等)、打設口、検査窓加工費、妻板止金具、ラップアングル、打継構成目地材(妻側・ラップ側)、検測ピン、逸走防止材、土台用レール及び鋼矢板、横送り装置(電動又は油圧)、配管切替装置(機内配管含む)、自動ケレン装置]

(積算基準書R02 P. IV-5-①-121)

(2) 防水作業台車損料

防水作業台車は、延長L=6.0mを標準とし、損料は以下の式により算出する。防水作業台車損料対象長(m)で除して、m当り単価を計上する。

$$P3 = 577,000 \times A + 1,835,000$$

ただし、P3：防水作業台車(本坑及び非常駐車帯兼用 L=6.0m) 損料(円/基)

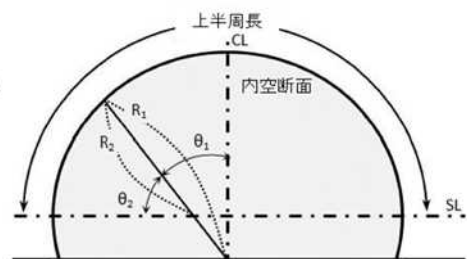
A：上半周長 (m)

なお、防水作業台車の機関出力は 4.0kW程度とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-122)

(3) スライドセントル等損料

$$\begin{aligned} \text{上半周長} &= 2 \times \left\{ \left(\frac{2 \times \pi \times R1 \times \theta1}{360} \right) + \left(\frac{2 \times \pi \times R2 \times \theta2}{360} \right) \right\} \\ A &= 2 \times \left\{ \left(\frac{2 \times \pi \times 5.900 \times 10.000}{360} \right) + \left(\frac{2 \times \pi \times 4.150 \times 80.000}{360} \right) \right\} \\ &= 13.648 \text{ m (本坑用)} \end{aligned}$$



$$P1 = 3,676,000 \times 13.648 + 32,522,000 = 82,692,048 \text{ (円/基)}$$

$$P3 = 577,000 \times 13.648 + 1,835,000 = 9,709,896 \text{ (円/基)}$$

3.8 工事用仮設備

(1) 吹付プラント設備組立・解体

吹付プラント設備組立・解体歩掛は、次表とする。

表 3.8.1 吹付プラント設備組立・解体歩掛

(1基当り)

名称	規格	単位	組立	解体
土木一般世話役		人	9.0	5.0
特殊作業員		人	9.5	3.0
普通作業員		人	8.0	2.0
設備機械工		人	6.5	2.5
とび工		人	20.5	14.5
溶接工		人	3.5	1.5
電工		人	5.5	2.5
ラフテレーンクレーン運転	油圧伸縮ジブ型・排出ガス対策型 (第2次基準値)・低騒音型 25 t 吊	日	4.0	3.5

(注) 1. 基礎コンクリートは、別途計上する。
2. ラフテレーンクレーンは、賃料とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-58)

(2) スライドセントル組立・解体

スライドセントル組立・解体歩掛は、次表とする。

表 3.8.2 スライドセントル組立・解体歩掛

(1基当り)

名称	規格	単位	組立	解体
土木一般世話役		人	8.5	6.0
普通作業員		人	7.0	2.0
設備機械工		人	7.0	5.0
とび工		人	17.5	13.5
特殊作業員		人	40.5	20.0
電工		人	5.0	1.5
ラフテレーンクレーン運転	油圧伸縮ジブ型・排出ガス対策型 (第2次基準値)・低騒音型 25 t 吊	日	7.0	5.5

(注) 1. 移動用レール及び鋼矢板の設置・撤去を含む。
2. ラフテレーンクレーンは、賃料とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-59)

(3) 防水作業台車組立・解体

防水作業台車組立・解体歩掛は、次表とする。

表 3.8.3 防水作業台車組立・解体歩掛

(1基当り)

名称	規格	単位	組立	解体
土木一般世話役		人	2.4	1.4
普通作業員		人	1.4	1.0
設備機械工		人	1.9	0.5
とび工		人	2.4	1.9
特殊作業員		人	10.0	4.3
電工		人	1.4	-
ラフテレーンクレーン運転	油圧伸縮ジブ型・排出ガス対策型 (第2次基準値)・低騒音型 25 t 吊	日	1.5	1.0

(注) 1. 移動用レール及び鋼矢板の設置・撤去は、スライドセントルの組立・解体歩掛に含む。

2. ラフテレーンクレーンは、賃料とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-59)

(4) 工事用換気設備

- ① 換気装置の坑内配置で、切羽の掘進に伴い、軸流ファンを増設する場合の軸流ファン間隔は100m以上を標準とする。
- ② 切羽からの控え長さは、40mを標準とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-59)

(5) 仮設備保守

仮設備保守は、次の坑外設備の保守管理を行うものとし、歩掛は次表を標準とする。

- ①電力設備 ②吹付プラント設備 ③換気設備 ④給排水設備等(濁水処理設備を除く)

表 3.8.4 仮設備保守歩掛

(1箇月当り)

職種	単位	数量	摘要
普通作業員	人	40.8	
設備機械工	人	40.8	
電工	人	40.8	

(注) 1. 坑内作業において、掘削作業～支保工作業は2方、支保作業後は1方を標準とする。

2. 支保工作業後は、上表の数量の1/2とする。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-59)

3.9 工程計画

3.9.1 工程計画の条件

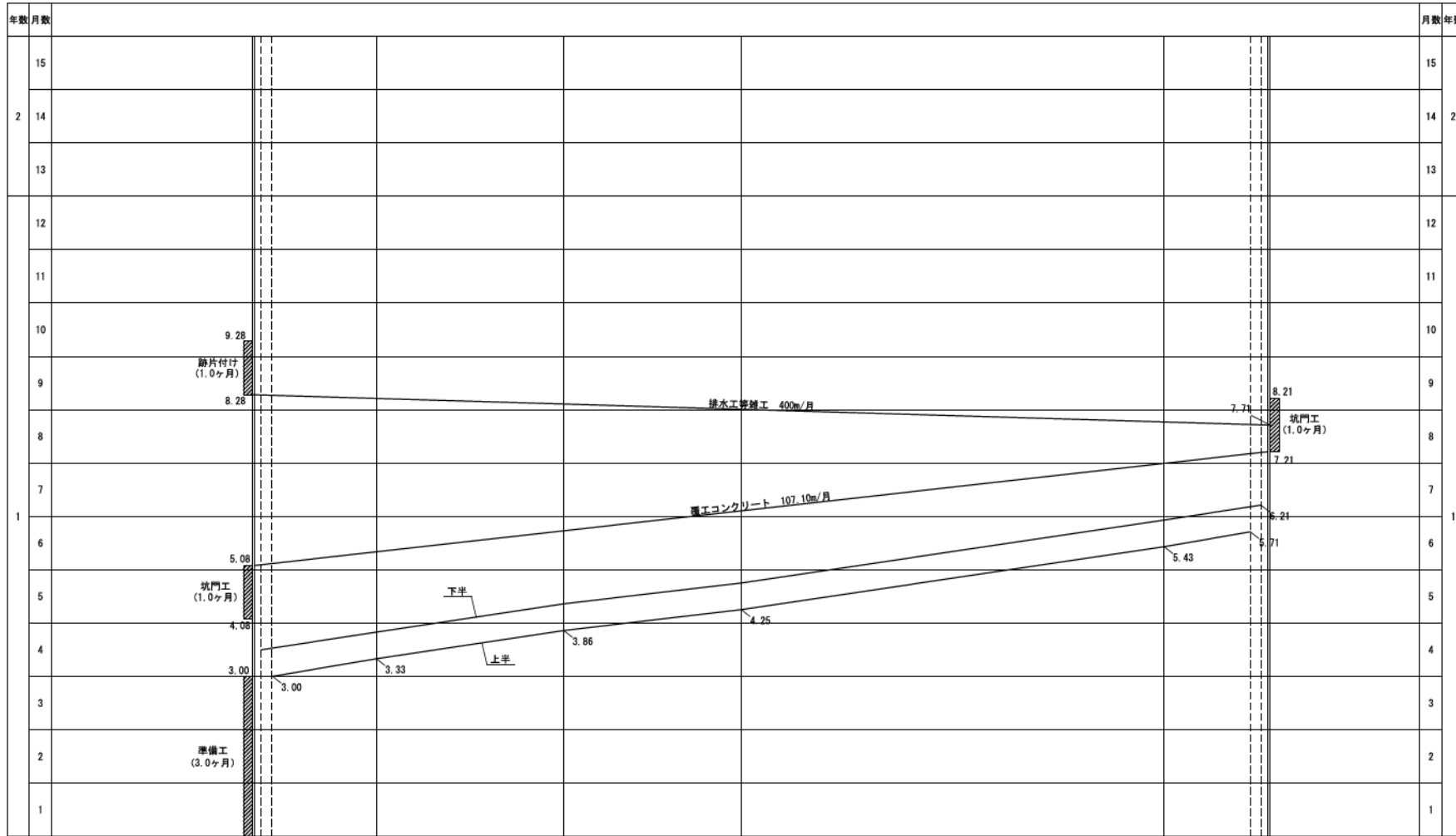
(1) 準備工	<u>3.0 箇月</u>
(2) トンネル本体工（掘削工、支保工）	<u>227.6 m</u>
(3) 覆工 一方施工（2日に1回打設） セントルフォーム L = 10.5 m 月進 = $10.5 \text{ m} \times 20.4 \text{ 日} \times 1/2 = 107.10$	<u>107.10 m/月</u>
(4) 掘削工と覆工の間隔	<u>1.0 箇月</u>
(5) 排水工等雑工 ※月進はNEXCO土木設計数量算出要領より	<u>400 m/月</u>
(6) 後片付け	<u>1.0 箇月</u>

表 3.9.1 工事工程表

工種	パターン	ベンチ	掘削延長 (m) ①	日当り 掘進長 (m/日) ②	日 数 (日) ③=①/②	月 数 (ヶ月) ④=③/20.4	累加月数 (ヶ月) Σ⑤	累加距離 (m)
準備工	開始						0.000	
	完了					3.000	3.000	0.000
機械掘削	起点側坑口付	上半	3.814					3.814
		下半	1.425					1.425
	DⅢa	上半	23.686	3.50	6.77	0.332	3.332	27.500
		下半	26.075					27.500
	DⅠ-b	上半	42.000	3.92	10.71	0.525	3.857	69.500
		下半	42.000					69.500
	CⅡ-b	上半	40.000	5.06	7.91	0.388	4.245	109.500
		下半	40.000					109.500
	DⅠ-b	上半	95.000	3.92	24.23	1.188	5.433	204.500
		下半	95.000					204.500
	DⅢa	上半	19.486	3.50	5.57	0.273	5.706	223.986
		下半	21.875			0.500	6.206	226.375
	終点側坑口付	上半	3.814					227.800
		下半	1.425					227.800
掘削工	掘削開始						3.000	
	掘削完了					3.206	6.206	
覆工	開始		227.800	5.25	43.39	2.127	5.079	107.10m/月
	完了					1.000	7.206	
排水工等雑工	開始					0.500	7.706	400.00m/月
	完了		229.000	19.61	11.68	0.573	8.279	
後片付け	開始						8.279	
	完了					1.000	9.279	

工事工程表

1号トンネル
全工期 9.28ヶ月 トンネル延長 L=229.0m



・計画月進表

工種		計画日進	
準備工	準備工 (3ヶ月)	3ヶ月	
掘削工・支保工・他			日当り掘進長適用欄
CI-b-1	上半	5.06m/日	
	下半	5.06m/日	
DI-b	上半	3.92m/日	
	下半	3.92m/日	
DIIa	上半	3.50m/日	
	下半	3.50m/日	
坑門工	1ヶ月/1箇所		
覆工コンクリート	107.10m/月		
排水工等雑工	400m/月		
跡片付け	1ヶ月		

測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点
	NO.22	NO.23	NO.24	NO.25	NO.26	NO.27	NO.28	NO.29	NO.30	NO.31	NO.32	NO.33	NO.34	NO.35	NO.36			
支保パターン		坑門工	DIIa	DI-b	CI-b-1					DI-b			DIIa	坑門工		支保パターン		
日進 (m/日)			3.50	3.92	5.06	5.06	3.92	3.92		3.92			3.50			上半	日進 (m/日)	
			3.50	3.92	5.06	5.06	3.92	3.92		3.92			3.50			下半	日進 (m/日)	
区間距離 (m)		0.5	23.814	42.0	42.0	40.0	95.0	95.0		95.0			19.486	0.7	0.7	上半	区間距離 (m)	
		0.5	26.075	42.0	42.0	40.0	95.0	95.0		95.0			21.875	0.7	0.7	下半	区間距離 (m)	
工法	機械掘削方式 上半先遣ベンチカット工法 (上下半同時併進工法)																	

工事名	鳥海ダム1号トンネル詳細設計業務		
図面名	工事工程表		
作成年月日	令和3年3月		
縮尺	-	図面番号	/
会社名	中央復讐コンサルタンツ株式会社		
事業者名	東北地方整備局 鳥海ダム工事事務所		

§ 4. 仮設備計画

4.1 換気・集じん設備

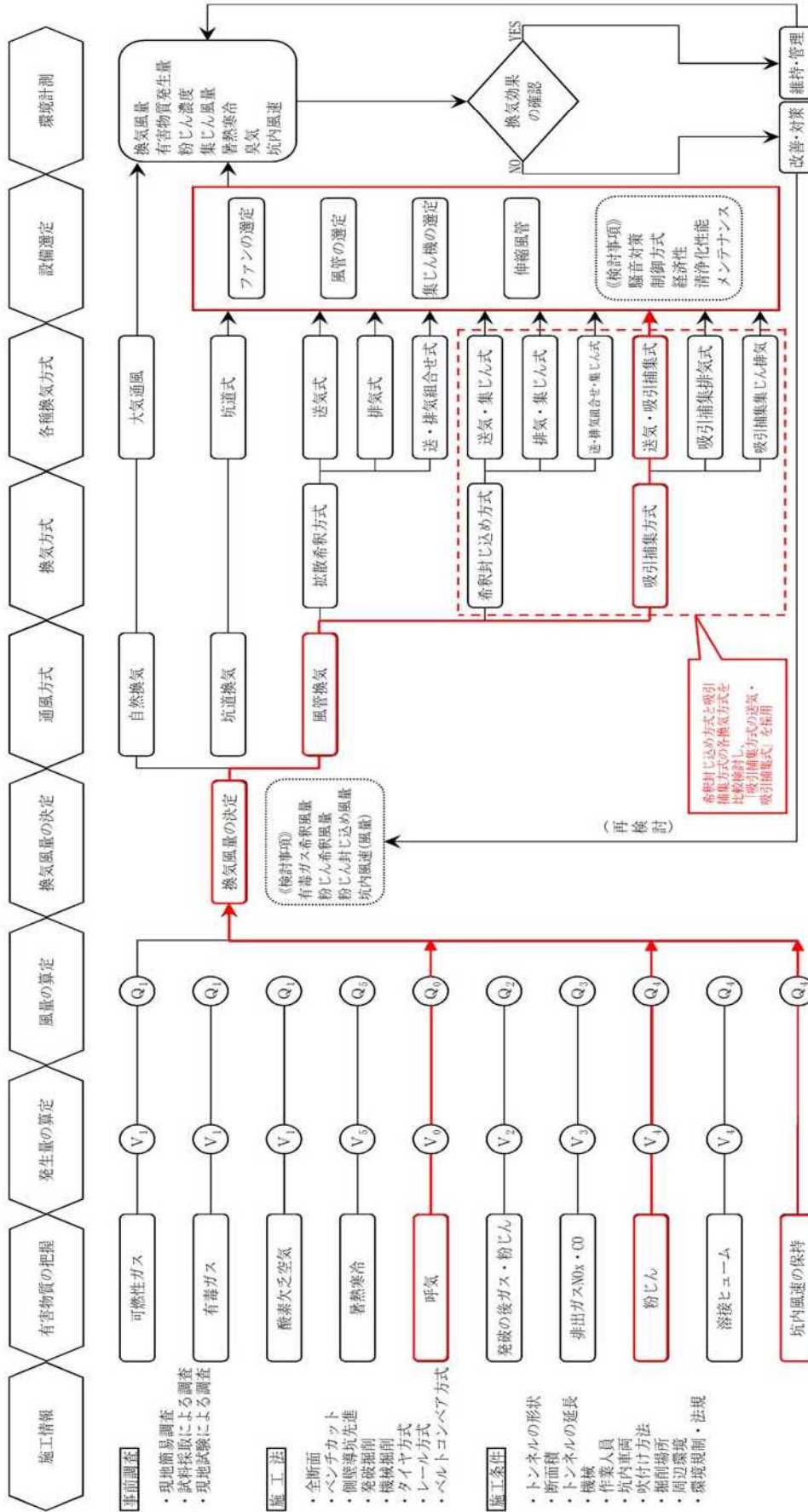
「新版 ずい道等建設工事における換気技術指針〈換気技術の設計及び粉じん等の測定〉(H24.3 建設業労働災害防止協会)」(以降 換気技術指針)に準拠し、換気及び集じん設備の検討を行った。

4.4 換気設備の経済比較 より、吸引捕集方式,送気式[フィルター式集じん]を選定する。

4.1.1 所要換気量の算定

次頁 図 4.1.1 換気の計画・施工までのフローチャート により換気装置に対する所要換気量及び集じん装置に対する所要換気量を算出するものとする。

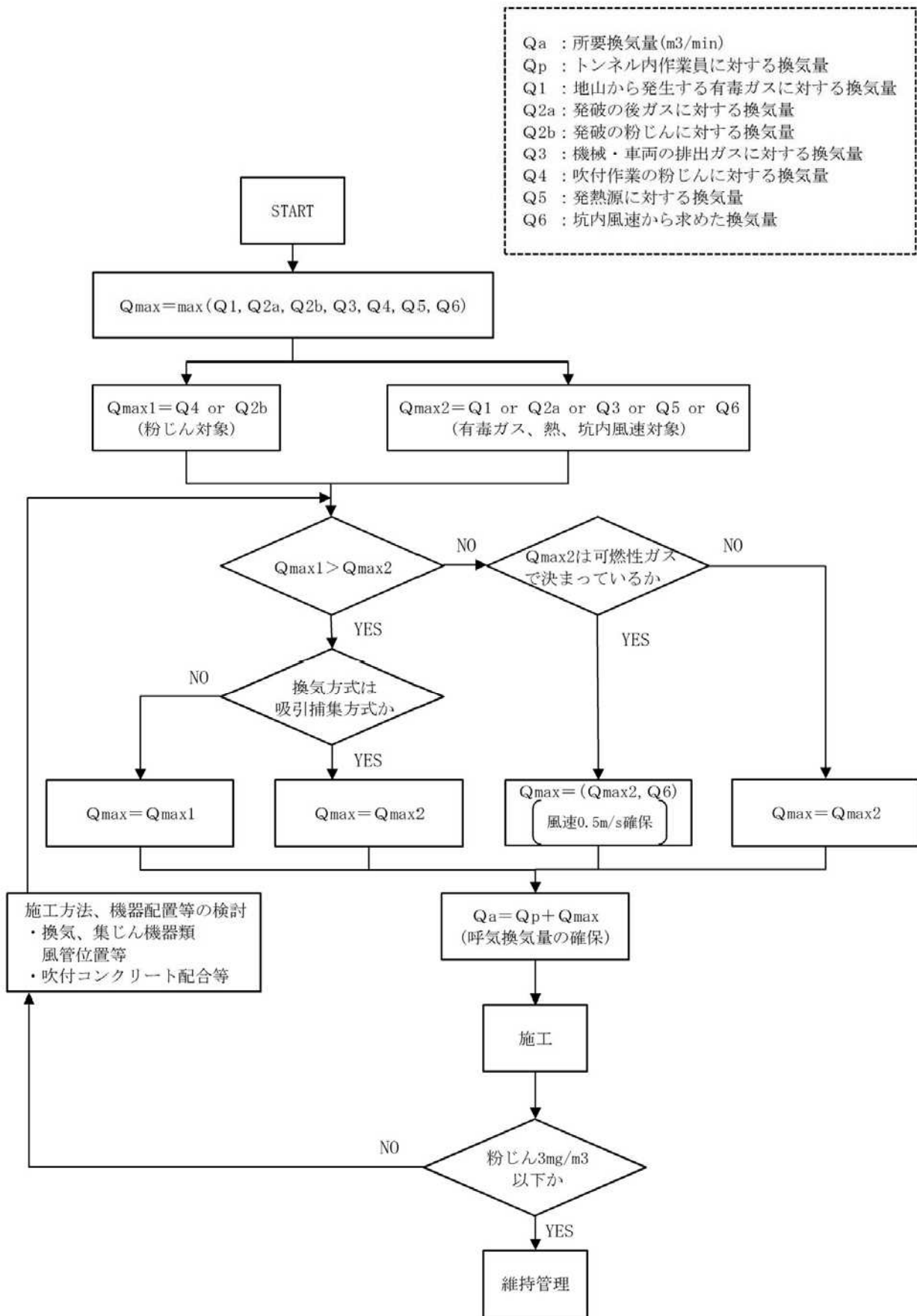
換気技術指針 P.15より



(換気技術指針H24 P.15 ※正誤表有り)



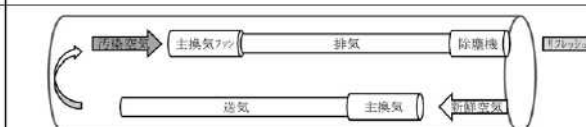
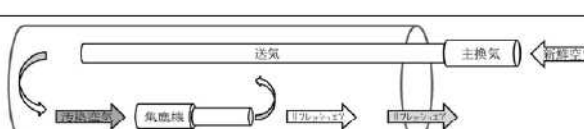
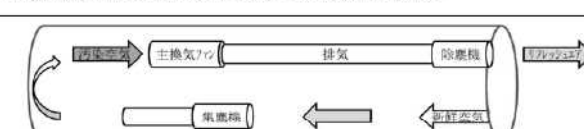



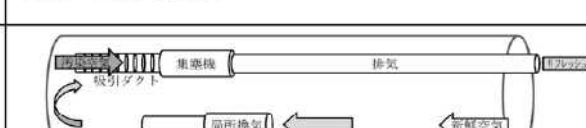
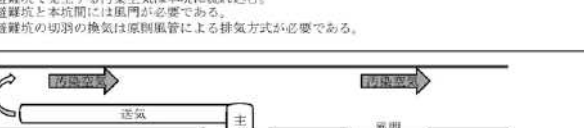
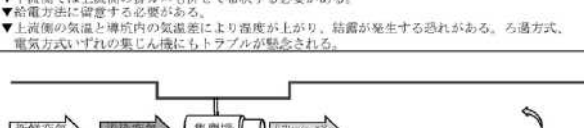
(換気技術指針H24 P.15)

図 4.1.1 換気の計画・施工までのフローチャート



(換気技術指針H24 P.142)

図 4.1.2 所要換気量の設定フロー

拡散希釈方式				
送気式	排気式	送・排気組合せ式		
<p>トンネル全体に必要な換気容量のファンを坑外に設置し、風管の吹き出し口を切羽付近に設け、坑口から新鮮な空気を風管を通して切羽部に送気し、希釈された汚染空気がトンネルを通して排出する。</p> <p>◎新鮮空気を切羽に送り込むため、切羽の作業環境は良い。 ◎風管は軟管が使用できるので、伸縮が容易である。 ◎掘削初期または短いトンネルに適用しやすい。 ▼粉じんの希釈・拡散のため、大風量が必要となる。 ▼汚染空気が坑道を流れるため、途中の作業環境は悪い。 ▽汚染空気を再度吸い込まないようファンをできるだけ坑口より離す。 ▽坑道周辺の騒音対策としてファンの防音設備が必要な場合がある。</p> 	<p>トンネル内に主換気ファンを設置し、切羽の進捗に応じてファンを移動していく方法で主換気ファンの風管には軟管が使用できる。</p> <p>◎切羽で発生する発破後ガスや粉じんは直接排気されるので、トンネル全体に拡散しない。 ◎風管は軟管を使用できる。 ◎坑外の騒音対策は必要ない。 ▼坑内ファンの騒音が作業の障害となる。 ▼主換気ファンの移動、風管の延申に手間がかかる。 ▽漏風が汚染の原因となるため漏風管理が必要となる。 ▽坑外への粉じん汚染防止のため、除塵機の設置が必要となる場合がある。</p> 	<p>送気ファンを中間部に、排気ファンを切羽付近に設置し、坑内の空気を切羽に送気する。希釈された汚染空気がトンネルを通して排出する。汚染空気を排気ファンで坑外に排出する。風管は両系統とも軟管が使用可能となる。</p> <p>◎1000m以上のトンネルでも、切羽において所要換気量を十分確保できる。 ◎風管は送排気とも軟管の使用でき延申が容易である。 ▼切羽後方の風速が速く坑道がよどむことがある。 ▼切羽の湿度が高くなる。 ▽送気、排気ファンの風量バランスの制御が必要である。 ▽排気用風管の漏風は坑口側の汚染につながる。特に漏風防止に留意する。</p> 		
希釈封じ込め方式				
送気・集じん式	排気・集じん式	送・排気組合せ・集じん式		
<p>坑外に設置された主換気ファンにより切羽に新鮮な空気を送気し、汚染された空気が切羽後方に設置された集じん機により除じんする。除じんされたリフレッシュエアにより汚染空気を切羽付近に封じ込める方式である。</p> <p>◎切羽の環境改善とともに集じん機風量と主換気量とのバランスにより風管のワッパ部にモアカーゲン効果が発生し、汚染空気を封じ込め後方への拡散を防止する。 ◎集じん機により除じんされ、リフレッシュエアで希釈される。 ◎風管は軟管の使用が可能である。 ▽主換気ファンと集じん機の風量バランス制御が必要である。</p> 	<p>坑道途中で汚染された空気を集じん機で浄化し切羽へ送風するとともに切羽に汚染空気を封じ込め、主換気ファンで汚染された空気を坑外に排出する。</p> <p>◎リフレッシュエアを送るための環境は良い。 ▼坑内全区間の熱が切羽に集中するため、切羽部の温度が高くなる。 ▼送風機の移動が手間取る。 ▼大型の集じん機が必要となる。 ▽主換気ファンと集じん機の風量バランス制御が必要となる。 ▽排気用風管の漏風は坑口側の汚染につながる。特に漏風防止に留意する。</p> 	<p>送・排気組合せ式に集じん機を設置する方式である。</p> <p>◎切羽の環境は良好となる。 ▼断面内に風管が2系統あるため各種作業に邪魔になる。 ▼風管が2系統必要となり、さらに集じん機も併用するため費用がかかる。 ▼送・排気方式に集じん機を併用するため、集じん機の効果が少ない。</p> 		
吸引捕集方式				
送気・吸引捕集式	吸引捕集排気式	吸引捕集集じん排気式		
<p>主換気ファンを坑外に設置し新鮮な空気を送気し、切羽付近には伸縮可能な吸引ダクトを装備した集じん機を設置する。吸引ダクトにより汚染源より直接汚染空気を捕集し除じんする方式である。</p> <p>◎新鮮な空気を切羽に送り込むため、切羽の作業環境の早期改善がなされ環境も良い。 ◎風管は軟管が使用できるので、伸縮が容易である。 ◎粉じんを発生源付近で捕集するため、拡散幅が狭く汚染部が最小となる。 ◎汚染空気を直接捕集し拡散させないため、主換気ファンの風量を抑えられコスト低減できる。 ▼吸引ダクトの設備が高価となる。</p> 	<p>トンネル内に伸縮可能な吸引ダクトを設置した主換気ファンを設置し、切羽作業に応じてダクトを延伸し、粉じん発生源より直接吸引坑外へ排出する方式である。切羽の汚染空気を吸い込み口に誘導するため集じん機を設置する。</p> <p>◎切羽付近に主換気ファンを設置するため吸い込み効率が高い。 ◎風管は軟管を使用する。 ◎汚染空気を直接捕集し拡散させないため、主換気ファンの風量を抑えられコストの低減が図れる。 ▼主換気ファンの移動、風管の延申に手間がかかる。 ▼吸引ダクトの設備が高価となる。 ▽漏風が汚染の原因となるため漏風管理が必要となる。</p> 	<p>集じん機と一体となった吸引ダクトにより捕集した粉じんを坑外に排出する。吸引効率を向上させるため、扇形ファンを併用する。</p> <p>◎汚染空気を拡散させず切羽近くで吸引捕集するため換気量を小さくできる。 ◎坑外への排気空気を除じんされたリフレッシュエアのため、坑口周辺の環境は良好となる。 ◎漏風はリフレッシュエアのため、後方の坑道を汚染しない。 ◎坑内全区間の熱が切羽に集中するため、切羽部の温度が高くなる。 ▼吸引ダクトの設備が高価となる。</p> 		
坑道換気法				
坑道式				
<p>長大トンネルで避難坑やTBM導坑を併設して建設する場合に採用される方式で、避難坑を主風管代わりにして新鮮な空気を送り込む方法である。</p> <p>◎大風量を送ることができ、坑内での滞流がない。 ◎風管が少なく割安である。 ◎通風断面が大きく風管が少ないため電力費が少ない。 ◎漏風がないため効率の良い運転が可能である。 ▼避難坑で発生する汚染空気は本坑に流れ込む。 ▽避難坑と本坑間には風門が必要である。 ▽避難坑の切羽の換気は原則風管による排気方式が必要である。</p> 			<p>風門に集じん機を組み合わせて、粉じん等を浄化しリフレッシュエアで下流側を坑道換気する。</p> <p>◎導坑貫通部に集じん機を設置するため、上流側の気流は10%が集じん機に捕集され、集じん効率は高くなる。 ◎上流側で発生した粉じんが集じん機で浄化され、このリフレッシュエアは下流側の粉じん希釈に寄与する。 ▼下流側では上流側の排気ガスも併せて希釈する必要がある。 ▼給電方式に留意する必要がある。 ▼上流側の気温と導坑内の気温差により湿度が上がり、結露が発生する恐れがある。ろ過方式、電気方式いずれの集じん機にもトラブルが懸念される。</p> 	

4.1.2 自然発生ガス・酸素欠乏空気のある場合

可燃性ガス、有害ガスの発生量を事前調査から予測し、発生ガスの空气中濃度が速やかに管理目標濃度以下になるように、希釈・拡散ができる所要換気量を算定するものとする。

トンネル工事で自然発生ガス・酸素欠乏空気のある場合の換気量の算定は、ディーゼル機関の排出ガス、発破の後ガス等に関する要因の換気量の方が大きい場合が多い。

しかし、事前調査からの予測はきわめて難しく、自然発生ガス・酸素欠乏空気の発生が予想される工事では安全側に計画し、設備する必要がある。

また、常時監視体制を整えて異常時の対応を周知徹底させなければならない。

(1) 自然発生ガスの場合

$$\frac{Em}{100} = \frac{VG}{Q1a+VG} \quad Q1a \gg VG \text{ より} \quad Q1a = \frac{VG}{Em} \cdot 100$$

Q1a : 所要換気量 (m³/min)
VG : 可燃性ガスの湧出量 (m³/min)
Em : 管理目標濃度 (%)

(参考計算例)

$$Q1a = \frac{VG}{Em} \cdot 100 = \frac{0.500 \times 100}{0.250} = 200 \text{ m}^3/\text{min}$$

Q1a : 所要換気量 200 (m³/min)
VG : 可燃性ガスの湧出量 0.500 (m³/min)
Em : 管理目標濃度 0.250 (%)

本トンネルでは、自然発生ガスの発生は無いものとし、考慮しないものとする。

(換気技術指針H24 P.101~102)

(2) 酸素欠乏空気のある場合

$$Q_{1c} = \frac{C \cdot V_{sa}}{C_a - C}$$

- Q_{1c} : 所要換気量 (m³/min)
V_{sa} : 酸素欠乏空気の湧出量 (m³/min)
C : トンネル内で酸素濃度が一定となった時の濃度 (%)
(トンネル内の酸素濃度を18%以上に保たなければならない)
C_a : 新鮮空気の酸素濃度 (21%)

(参考計算例)

$$Q_{1c} = \frac{C \cdot V_{sa}}{C_a - C} = \frac{20 \times 7}{21 - 20} = 140 \text{ m}^3/\text{min}$$

- Q_{1c} : 所要換気量 140 (m³/min)
V_{sa} : 酸素欠乏空気の湧出量 7 (m³/min)
C : トンネル内で酸素濃度が一定となった時の濃度 20 (%)
(18%以上に保たなければならないので安全サイドで20%とする)
C_a : 新鮮空気の酸素濃度 21 (%)

無圧工法のトンネル工事で、酸素欠乏空気が予想される場合の作業員1人当たりの換気量

N ≥ 5人の場合

$$Q_{1c} = 10 N \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

N < 5人の場合

$$Q_{1c} = 50 \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

N : 作業員 (人)

本トンネルでは、酸素欠乏空気の発生は無いものとし、考慮しないものとする。

(換気技術指針H24 P. 103~104)

※自然発生ガスの湧出が確認された場合、湧出量を把握の上、所要換気量を算定し、必要に応じて換気設備計画を見直すこと。

4.1.3 ディーゼル機関を使用する場合

(1) ディーゼル機関に対する場合

$$Q3 = (HS \cdot qS \cdot \alpha S) + (HD \cdot qD \cdot \alpha D) + (HE \cdot qE \cdot \alpha E)$$

- Q3 : 所要換気量 (m3/min)
 HS : ショベル系の使用機械の総出力 (kW)
 HD : ダンプ系の使用機械の総出力 (kW)
 HE : その他の使用機械の総出力 (kW)
 qS : ショベル系の実出力当たり換気量 (m3/min・kW)
 qD : ダンプ系の実出力当たり換気量 (m3/min・kW)
 qE : その他機械の実出力当たり換気量 (m3/min・kW)
 αS : ショベル系の負荷率
 αD : ダンプ系の負荷率
 αE : その他機械の負荷率

実出力当たりの換気量 q (m3/min・kW)						負荷率
排出ガス規制 出力区分 : P (kW)	①排出ガス対策型建設機械 ②道路運送車両法(ディーゼル特殊自動車)排出ガス規制適合車 ③オフロード法排出ガス規制適合車					
	①第1次基準	①第2次基準	①第3次基準	① -		
ディーゼル機関 搭載機械の種別	30 ≤ P < 272	75 ≤ P < 560	75 ≤ P < 560	75 ≤ P < 130	130 ≤ P < 560	
ショベル系	4.9	3.2	1.9	1.8	1.1	0.5
ダンプ系(坑内用)	4.9	3.2	1.9	1.8	1.1	0.25
排出ガス規制 ディーゼル機関 搭載機械の種別	道路運送車両法(ディーゼル重量車)排出ガス規制適合車					負荷率
	H9年規制	H15年規制	H17年規制	H21年規制		
ダンプ系(普通)	2.5t < GVW		3.5t < GVW			0.2
その他機械	2.4	1.8	1.1	0.6		0.2

① 使用機械組み合わせ

工種	機種	① 出力 kW	② 負荷率 α	③ 実出力当 り換気量 m3/min・kW	④ ①×②×③ 所要換気量 m3/min	掘削		ずり出し		吹付		支保工	
						台	m3/min	台	m3/min	台	m3/min	台	m3/min
削岩	自由断面TN掘削機 ショベル系	310	0.5	4.9	760	1	760						
ずり出し	ホイールローダー ショベル系	140	0.5	3.2	224			1	224				
	ダンプトラック ダンプ系	246	0.2	1.1	54			2	108				
	バックホウ ショベル系	104	0.5	1.9	99								
吹付コンクリート	吹付機 ショベル系	170	0.5	1.9	162					1	162		
	トラックミキサ その他	213	0.2	1.1	47					1	47		
ロックホルト等	ドリルジャンボ ショベル系	110	0.5	4.9	270							1	270
	資材用トラック その他	132	0.2	1.1	29							1	29
覆工コンクリート	コンクリートポンプ車 その他	141	0.2	1.1	31	1	31	1	31	1	31	1	31
	トラックミキサ その他	213	0.2	1.1	47	1	47	1	47	1	47	1	47
所要換気量の合計								838	410	287		377	

$$\begin{aligned}
 Q3 &= \left(\frac{310 \cdot 4.9 \cdot 0.5}{\text{ショベル系}} \right) + \left(\frac{0 \cdot 0 \cdot 0}{\text{ダンプ系(普通)}} \right) + \left(\frac{354 \cdot 1.1 \cdot 0.2}{\text{その他機械}} \right) \\
 &= 837 \text{ m3/min}
 \end{aligned}$$

(換気技術指針H24 P.110~112)

4.1.4 吹付コンクリート施工の場合

トンネル内でコンクリート吹付作業時に発生する粉じんの場合は、発生量そのものを減少させる発生源対策を優先する。発生した粉じんの換気・集じん対策は、現場条件や粉じん発生量、及び有毒ガス希釈風量との比較等により換気方法を検討する。

換気方式では、拡散希釈方式や希釈封じ込め方式と吸引捕集方式を比較検討し、坑内環境等総合的に有利な方式を選定する。

(1) 吹付コンクリート施工の場合

① 吹付コンクリート作業時の粉じん発生量

$$F_o = 360 \cdot P_o \cdot \alpha \quad \text{又は、} \quad F_o = 600 \cdot P_r \cdot \alpha$$

F_o : 吹付コンクリート作業時の粉じん発生量	5940 (mg/min)
360 : 定数	360 (定格吐出量の場合)
600 : 定数	600 (実吐出量の場合)
P_o : 吹付け機定格吐出量	22 (m ³ /h)
P_r : 吹付け機実吐出量	(m ³ /h)
α : 粉じん発生量低減対策による低減効果係数	0.75 (吸引捕集式)

$$\begin{aligned} F_o &= 360 \times 22 \times 0.75 \\ &= 5940 \quad (\text{mg/min}) \quad (\text{吸引捕集式}) \end{aligned}$$

② 吹付コンクリート作業時の粉じんに対する所要換気量

(a) 吸引捕集方式の場合

$$QD \geq At \cdot v \cdot 60$$

QD : 吸引風量	1076 (m ³ /min)
At : トンネル掘削断面積 (DIIIa 断面)	44.840 (m ²)
v : 制御風速	0.400 (m/sec)

$$QD = 44.840 \times 0.400 \times 60 = 1076 \text{ m}^3/\text{min}$$

(換気技術指針H24 P.118)

4.1.5 トンネル内風速に対する所要換気量の場合

(1) トンネル内風速に対する所要換気量の決定

トンネル内の風速は、ディーゼル機関の排出ガス、粉じん、発破の後ガス、自然発生の有毒ガス等を安全な濃度に希釈するのに必要な換気量によって決まる。作業環境ではこれらの他に、臭気、湿度、温度等の要素もあり、一定の風速の保持が必要である。

国際トンネル協会(ITA)の施工安全指針では、0.17~0.75m/sの風速を保持する必要があるとしており、海外諸国の基準は下表のように、0.2~0.3m/sとしている。

表 4.1.1 海外諸国の施工安全指針値

フランス	イギリス	アメリカ	スイス	オーストリア	ドイツ	国際トンネル協会 (ITA)
0.3m/s	0.216m/s	0.3m/s	0.3m/s	0.3m/s	0.2m/s	0.17~0.75m/s

施工安全指針とは、粉じんや有毒ガスが想定されていない場合でも保持すべき風速を示しており指針では、望ましいトンネル風速として、0.17~0.30m/sを示す。

粉じんや有毒ガスの発生のおそれがないシールドトンネルでは、0.17m/s で設定することが一般的である。山岳トンネルでは、覆工コンクリートやインバート打設工事、ずり出し走行時の巻き上げ粉じん、センタードレン溝掘削工事等、粉じんの発生量や有毒ガス発生量の定量化が困難な場合が多く換気設計が困難なことから、切羽粉じん対策やディーゼル排出ガス対策が十分行われた場合でも坑内風速0.3m/sを保持する換気を実施することが望ましい。

また、可燃性ガス等、爆発する雰囲気が生じられる危険が予想される場合は、少なくともメタンの逆流防止をはかるための風速として0.5m/s以上とする必要がある。指針では、メタンが定期的に湧出している場合は、メタンレアを消散させるための風速として1.0m/s以上とすることを推奨する。

風速と体感温度の関係は、周囲温度、湿度、肌の露出、発汗等の条件で異なるが、例えば30℃・80%RHのとき、0.5m/sで3~4℃、1.0m/sで7~8℃の低減効果がある。

(トンネル内風速に対する所要換気量)

$$Q_6 \geq A_t \cdot v \cdot 60$$

Q_6 : トンネル内風速に対する所要換気量 938 (m³/min)
 A_t : 吹付施工後の断面積 (DIIIa 断面) 52.097 (m²) ※1
 v : 坑内風速 0.300 (m/sec)

※1.表 4.1.2 吹付施工後の断面積計算書 より

$Q_6 = 52.097 \times 0.300 \times 60$ $= 938 \text{ m}^3/\text{min}$
--

(参考：可燃性ガス逆流防止)

$$Q_6 \geq A_t \cdot v \cdot 60$$

Q_6 : トンネル内風速に対する所要換気量 1563 (m³/min)
 A_t : 吹付施工後の断面積 (DIIIa 断面) 52.097 (m²) ※1
 v : 坑内風速 0.500 (m/sec)

$$Q_6 = 52.097 \times 0.500 \times 60 = 1563 \text{ m}^3/\text{min}$$

(参考：可燃性ガスの消散)

$$Q_6 \geq A_t \cdot v \cdot 60$$

Q_6 : トンネル内風速に対する所要換気量 3126 (m³/min)
 A_t : 吹付施工後の断面積 (DIIIa 断面) 52.097 (m²) ※1
 v : 坑内風速 1.000 (m/sec)

$$Q_6 = 52.097 \times 1.000 \times 60 = 3126 \text{ m}^3/\text{min}$$

(換気技術指針H24 P. 59~60, 126~127)

表 4.1.2 吹付施工後の断面積計算書

諸元・算式	単位	DIIIa		
R1 = 上半アーチ部半径	m	6.250		
R2 = 上半側壁半径	m	4.500		
R3 = 下半側壁半径	m	8.650		
H = 側壁高	m	1.850		
$\alpha 1$ = 上半アーチ部角度	°	10.000000		
$\alpha 2$ = 上半側壁部角度	°	80.000000		
L1 = R1-R2 ※上半三心円の場合 (上半三心円の場合のR1とR2の中心差)		1.750000		
L2 = L1×Sin $\alpha 1$ (トンネル中心とR2の中心までの距離)		0.303884		
h1 = L1×Cos $\alpha 1$ (トンネル中心とR2の中心までの高低差)		1.723414		
A1 = $\pi \times R1^2 \times \alpha 1 / 360^\circ - 1/2 \times L2 \times h1$ (上半アーチ部面積)		3.146987		
A2 = $\pi \times R2^2 \times \alpha 2 / 360^\circ$ (上半側壁部面積)		14.137167		
Va = (A1+A2) × 2 (上半吹付面積)		34.568308		
$\alpha 3$ = Sin ⁻¹ (H/R3) (下半側壁部角度)		12.3494070		
A3 = $\pi \times R3^2 \times \alpha 3 / 360^\circ$ (下半側壁部面積の一部)		8.063539		
L3 = R3×Cos($\alpha 3$) (R3の中心と下端とR3の交点との距離)		8.449852		
A4 = 1/2×L3×H (下半側壁部面積の一部)		7.816113		
A5 = L2×H ※R3=R2の場合 (下半側壁部面積の一部)		0.000000		
A6 = -(R3-R2-L2)×H (下半側壁部の控除面積)		-7.115315		
Vb = (A3+A4+A5+A6) × 2 (下半吹付面積)		17.528674		
		6.936991		
上半内空断面積 Va	m ²	41.505		
下半内空断面積 Vb	m ²	10.592		
上下半内空断面積	m ²	52.097		

4.1.6 作業員の呼気の場合

作業員の呼気による汚染の対象ガスは二酸化炭素(CO₂)である。呼気による二酸化炭素の発生は、発破の後ガス及びディーゼル機関の排出ガス等による場合と比較して、きわめて少ない発生量であるが、長時間のうちには二酸化炭素濃度が増加する。特に、多人数による作業では作業員の呼気による汚染を無視することができない。

作業員の呼気による二酸化炭素(CO₂)のみを対象とした場合の最小空気量 q_a は、1人当たり約0.3m³/minとなる。この程度の小風量では作業員の立入る作業空間を有効に換気することは一般的に困難である。また、環境悪化の原因には、発汗による湿度増加、気温の上昇及び体臭の充満等がある。換気技術指針では適度の気流(ドラフト)を必要とすることと、上記の諸要因を考慮して作業員1人当りの所要換気量 q を最低3m³/minとしている。

(1) 作業員の呼気の場合

① 作業員の呼気に対する所要換気量

$$Q_p = n \times q_a$$

Q_p : 所要換気量		60 (m ³ /min)
q_a : 作業員 1 人当りの所要換気量		3 (m ³ /min・man)
n : 作業員の人数		20 (人)
・ 掘削作業	= 7	}
・ 覆工作業	= 9	
・ 運転手→ポンプ車	= 1	
・ →生コン車	= 1	
・ 施工管理要員	= 2	

※掘削作業及び覆工作業については積算基準を基本とし、運転手及びその他についてを捕捉した人数とする。

$Q_p = 20 \times 3$
$= 60 \quad (\text{m}^3/\text{min})$

(換気技術指針H24 P.130)

4.1.7 所要換気量の決定

(1) 所要換気量の決定

【吸引捕集式】

発破の粉じん	Q2b(QD)	=	0 m3/min	} — Qmax1 = 1076 m3/min	(粉じん対象)
吹付粉じん	Q4a(QD)	=	1076 m3/min		
自然発生ガス(参考)	Q1a	=	200 m3/min	} — Qmax2 = 938 m3/min	(有毒ガス、熱、坑内風速対象)
酸素欠乏空気(参考)	Q1C	=	140 m3/min		
発破の後ガス	Q2a	=	0 m3/min		
ディーゼル機関	Q3	=	837 m3/min		
発熱源対策	Q5	=	— m3/min		
トンネル内風速	Q6	=	938 m3/min		
作業員の呼気	Qp	=	60 m3/min		

吸引捕集方式の換気対象は[有毒ガス、熱、坑内風速]であることから $Q_{max2}+Q_p$ となる。

$Q = 938 (Q_{max2}) + 60 (Q_p)$ $= 998 \text{ m3/min}$
--

4.2 換気設備の選定

換気方式は、トンネル内で発生する有毒ガス、粉じんなどの空気汚染物質を合理的に排気するか、新鮮空気を送気して希釈させるために行うものである。よってトンネルの形態・規模・施工方法などを考慮した上で、強制換気の風管換気法や坑道換気法のうちから最も適合した換気方式を選定する必要がある。また、自然換気については、安易に採用せず十分に検討した上で、有効性を確認してから採用しなければならない。

4.4 換気設備の経済比較により 吸引捕集方式 送気・吸引捕集式 を選定した。

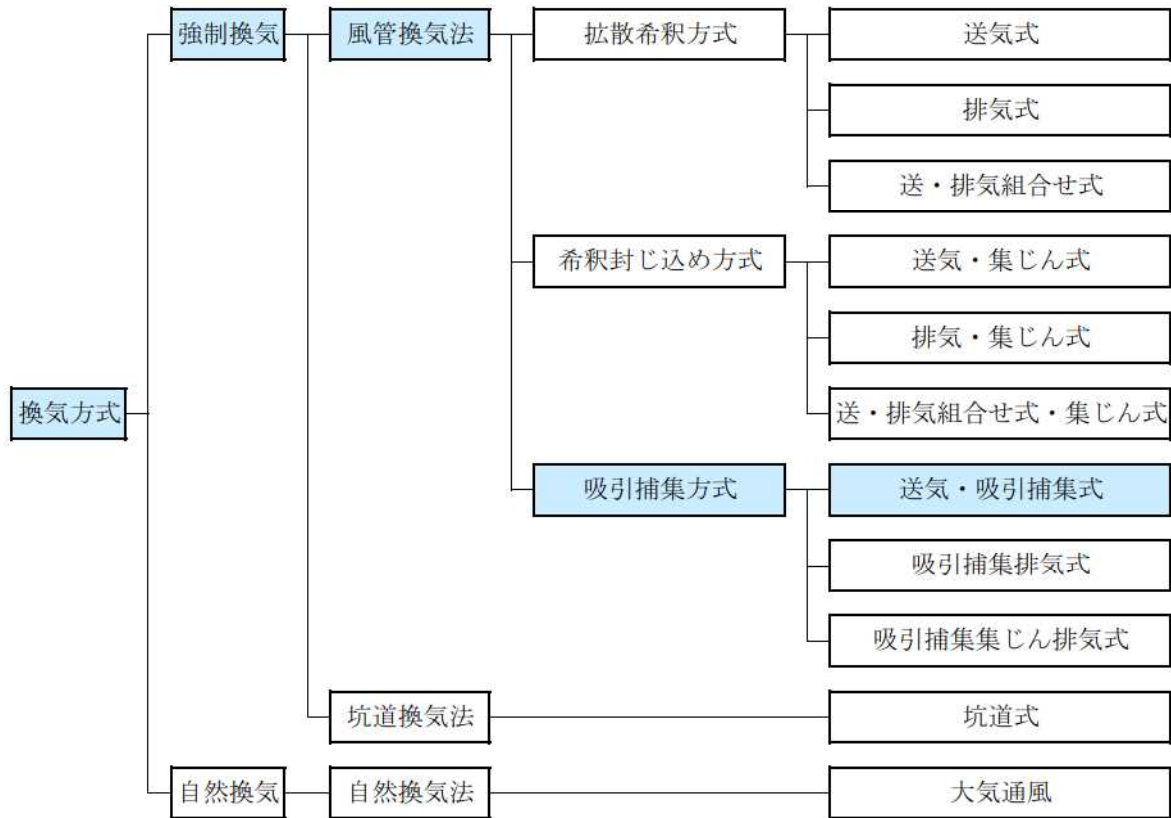


図 4.2.1 換気方式の全体概念

(換気技術指針H24 P.64)

4.2.1 換気ファンの検討

吸引捕集方式 送気・吸引捕集式 の換気設備の検討を行う。

(1) 風管の選定

表 4.2.1 風管の種類と特徴比較

	軟 管			硬 管			
	樹脂加工布風管			スパイラル風管		アルミニウム加工風管	FRV風管
継 手	ファスナ	防水ファスナ	オスメス差込	ソケット	オスメス差込		
継 手 処 理	スカート	ドーナツシール	円形パッキンレバーバンド	ビス止め	円形パッキンレバーバンド		
漏 風	大	小	小	中	小	中	中
摩 擦 損 失	中	中	中	中	中	小	小
損 傷 し 易 さ	大			小		中	中
重 量	小			大		中	中
施 工 性	良い			中程度	良い	中程度	中程度
耐 火 性	防火加工可	防火加工		不燃		難燃	防火加工
耐 電 生	大			小		小	大
価 格	安価	中程度	中程度	中程度	中程度	高価	高価
口 径 (mm)	200~2,000	200~2,000	200~2,000	75~1,800	200~900	400~1,300	600~1,000
標 準 板 厚 (mm)	0.3~0.7			0.5~1.2	1.0, 1.2	2.0~3.0	1.0~3.0
長 さ (m)	10 (3.5~300)			4	5	2.44	5

※ハッチング箇所は本トンネルの計画を示す。
(換気技術指針H24 P. 157)

(1) 風管全体の圧力損失

① 風管末端の平均速度 (換気技術指針H24 P. 143, 158)

$$V = \frac{Qa}{15\pi \cdot Dd^2}$$

V : 風管末端の平均速度 12.532 (m/s)
 Qa : 所要換気量 998 (m³/min)
 Dd : 風管の直径 1.300 (m)

$$V = \frac{Qa}{15\pi \cdot Dd^2} = \frac{998}{15 \times \pi \times 1.300^2} = 12.532 \text{ m/s}$$

※送気10~15m/s、排気15~20m/sが望ましい。
(換気技術指針H24 P. 166)

② 風管の延長

$$Ld = La - Lb + Lc$$

Ld : 風管の長さ 204.0 (m)
 La : トンネル延長 229.000 (m)
 Lb : 切羽からの控え長 40.000 (m)
 Lc : 坑外延長 15.000 (m)

	坑内(m)		坑外(m)		管長(m)	備考
	坑内	控除	坑外	控除		
吸引捕集式	229.0	40.0	15.0		204.0	

③ 直管の圧力損失

$$h = \lambda \cdot \frac{\rho}{2} \cdot \frac{Ld}{Dd} \cdot v^2 \cdot 10^{-3} \quad (\text{換気技術指針H24 P. 143, 158})$$

h	: 直管の圧力損失	0.370 (kPa)
λ	: 直管部の圧力損失係数	0.025
Ld	: 風管の長さ	204.0 (m)
Dd	: 風管の直径	1.300 (m)
V	: 風管内の平均速度	12.532 (m/s)
ρ	: 空気の密度	1.200 (kg/m ³)

表 4.2.2 風管の圧力損失係数 (λ)

風管の種類	風管径 (単位: mm)				
	500未満	500以上 750未満	750以上 1,000未満	1,000以上 1,500未満	1,500以上
硬管	0.050	0.035	0.030	0.025	0.020
軟管(リング付)	0.050	0.040	0.035	0.030	0.030
軟管(リング無)	0.040	0.030	0.025	0.025	0.020

硬管: スパイラル風管(薄肉管)、アルミニウム加工風管、FRV管

軟管(リング付): 樹脂加工布風管(リング付)、樹脂加工布風管(スパイラル式)

軟管(リング無): 樹脂加工布風管(ファスナ式)

(換気技術指針H24 P. 160)

※ハッチング箇所は本トンネルの採用値を示す。

$$h = 0.025 \times \frac{1.200}{2} \times \frac{204.0}{1.300} \times 12.532^2 \times 10^{-3} = 0.370 \text{ kPa}$$

④ 風管各部の圧力損失

$$hb = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot 10^{-3} \quad (\text{換気技術指針H24 P. 158})$$

hb	: 入口部、出口部、曲部などの圧力損失	0.141 (kPa)
ζ	: 入口部、出口部、曲部などの圧力損失係数	1.500 (kPa)
	・ 吹出口	1.00 × 1 = 1.000
	・ 急な吸込口	0.50 × 1 = 0.500
V	: 風管末端の平均速度	12.532 (m/s)
ρ	: 空気の密度	1.200 (kg/m ³)

$$hb = 1.500 \times \frac{1.200}{2} \times 12.532^2 \times 10^{-3} = 0.141 \text{ kPa}$$

⑤ 風管全体の圧力損失

$$hT = h + hb \quad (\text{換気技術指針H24 P. 158})$$

hT	: 全体の圧力損失	0.511 (kPa)
h	: 直管の圧力損失	0.370 (kPa)
hb	: 入口部、出口部、曲部などの圧力損失	0.141 (kPa)

$$hT = 0.370 + 0.141 = 0.511 \text{ kPa}$$

⑥ 風管の漏風量

$$q = \alpha \cdot hT \cdot 10^{-2} \cdot \pi \cdot Dd \cdot \frac{Ld}{a} \quad (\text{換気技術指針H24 P. 159})$$

q	: 風管の漏風量	9 (m ³ /min)
α	: 風管の種類による係数	20
	・ 硬管の場合	= 4 (3~5 : 標準4)
	・ 軟管の場合	= 20 (18~22 : 標準20)
a	: 風管の継ぎ手間隔	10.000 (m)
hT	: 全体の圧力損失	0.511 (kPa)
Dd	: 風管の直径	1.300 (m)
Ld	: 風管の長さ	204.0 (m)

$$q = 20 \times 0.511 \times 10^{-2} \times \pi \times 1.300 \times \frac{204.0}{10.000} = 9 \text{ m}^3/\text{min}$$

⑦ 風管全長における漏風率

$$m = \beta \cdot \frac{Ld}{100} \quad (0 < m < 0.5) \quad (\text{換気技術指針H24 P. 158})$$

m	: 風管全長における漏風率	0.031
β	: 風管100m当りの漏風率	0.015
Ld	: 風管の長さ	204.0 (m)

表 4.2.3 風管の100m当りの漏風率 (β)

風管径(単位: mm)		風管径 (単位: mm)			
		750以上 1,000未満	1,000以上 1,500未満	1,500以上	
風管の種類	硬管(スパイラル風管)	定尺長 4 m	0.018	0.013	0.008
	軟管(樹脂加工布風管) ファスナ式	定尺長 10 m	0.020	0.015	0.010
		定尺長 100 m	0.005	0.003	0.002

(換気技術指針H24 P. 163)

※ハッチング箇所は本トンネルの採用値を示す。

$$m = 0.015 \times \frac{204.0}{100} = 0.031$$

⑧ 坑内風速照査

国際トンネル協会の施工安全指針の0.17~0.75m/sに収まっていることを確認する。

$$V = \frac{Qf}{60A}$$

V	: 管内風速	0.302 (m/s)
Qf	: 換気ファンの送風量	1030 (m ³ /min)
A	: 坑内断面積	56.814 (m ²) (DIIIa 断面)

$$V = \frac{Qf}{60A} = \frac{1030}{60 \times 56.814} = 0.302 \text{ m/s}$$

(2) 換気ファンの所要容量

① 換気ファンの風量

$$Q_{f1} = \frac{Q_a}{1 - m} \dots\dots\dots \text{式1} \quad (\text{換気技術指針H24 P. 158})$$

$$Q_{f2} = Q_a + q \dots\dots\dots \text{式2} \quad (\text{換気技術指針H24 P. 159})$$

Q_f : 換気ファンの送風量	1030 (m ³ /min)
Q_a : 所要換気量	998 (m ³ /min)
m : 風管全長における漏風率	0.031
q : 風管の漏風量	9 (m ³ /min)

$$Q_{f1} = \frac{998}{1 - 0.031} = 1030 \text{ m}^3/\text{min} \dots\dots\dots \text{式1}$$

$$Q_{f2} = 998 + 9 = 1007 \text{ m}^3/\text{min} \dots\dots\dots \text{式2}$$

$$Q_f = 1030 \text{ m}^3/\text{min} \quad \text{風管全体の圧力損失}(h_T=0.511) \text{ が } 5.0\text{kPa} \text{ 以下の為、式1を採用。}$$

② 換気ファンの圧力

$$h_{f1} = \frac{h_T}{1 - m} \dots\dots\dots \text{式1} \quad (\text{換気技術指針H24 P. 158})$$

$$h_{f2} = \frac{Q_f}{Q_a} \cdot h_T \dots\dots\dots \text{式2} \quad (\text{換気技術指針H24 P. 159})$$

h_f : 換気ファンの圧力	0.527 (kPa)
h_T : 全体の圧力損失	0.511 (kPa)
Q_f : 換気ファンの送風量	1030 (m ³ /min)
Q_a : 所要換気量	998 (m ³ /min)
m : 風管全長における漏風率	0.031

$$h_{f1} = \frac{0.511}{1 - 0.031} = 0.527 \text{ kPa} \dots\dots\dots \text{式1}$$

$$h_{f2} = \frac{1030}{998} \times 0.511 = 0.527 \text{ kPa} \dots\dots\dots \text{式2}$$

$$h_f = 0.527 \text{ kPa} \quad \text{風管全体の圧力損失}(h_T=0.511) \text{ が } 5.0\text{kPa} \text{ 以下の為、式1を採用。}$$

③ 換気ファンの理論動力

$$N = \frac{Q_f \cdot h_f}{60 \cdot \eta_f \cdot \eta_e} \quad (\text{換気技術指針H24 P.143})$$

N : 換気ファンの理論動力 15 kW
 hf : 換気ファンの圧力 0.527 (kPa)
 Qf : 換気ファンの送風量 1030 (m³/min)
 ηf : ファン効率 0.70
 ηe : 電動機効率 0.85

$$N = \frac{1030 \times 0.527}{60 \times 0.70 \times 0.85} = 15 \text{ kW}$$

④ 換気ファンの決定

以下の通り、必要容量を満足する機種を損料算定表 P.12-5~6より選定するものとする。

風量 (m ³ /min)	風圧 (kPa)	機関出力 (kW)	損料 (円/運転日)	風量 (m ³ /min)	風圧 (kPa)	機関出力 (kW)	損料 (円/運転日)
[反転軸流式・可変風量型]				[反転軸流式・可変風量型(サイレンサ型)]			
500	4.9	30 × 2	6,260	500	4.9	30 × 2	7,770
750	3.4	37 × 2	10,500	750	3.4	37 × 2	13,000
1000	2.9	37 × 2	13,500	1000	2.9	37 × 2	17,000
1500	4.9	80 × 2	23,900	1200	3.9	55 × 2	20,400
2000	4.9	110 × 2	31,300	1500	4.9	80 × 2	33,700
				1800	1.9	55 × 2	35,000
				2000	4.9	110 × 2	38,800
				3000	4.9	160 × 2	59,900

換気ファンの選定機種

粉じん低減対策	必要容量			選定機種				備考
	算定容量 (m ³ /min)	風圧 (kPa)	理論動力 (kW)	風量 (m ³ /min)	風圧 (kPa)	出力 (kW)	台数 (台)	
吸引捕集式	1030	0.527	15	1200	3.9	55 × 2	1	サイレンサ型

※旧換気技術指針(「ずい道等建設工事における換気技術指針(H17.6 建設業労働災害防止協会)」)に記載のあった、いわゆる単段運転、2段運転の検討は行わない。
 近年の換気ファンは可変風量型(インバータ制御型・可変翼型)が一般に流通しており、単段・2段という考え方は、現場の実情にそぐわない状況となっている背景から、現行の換気技術指針(H24.3)では、記載が削除されている。
 本トンネルの計画においては、現行の換気技術指針に準拠し、単段運転の検討は行わない。

(3) 送風機設置期間

① 運転日数

切羽が坑口より30m掘進した時より開始とし、貫通するまでの期間、設置するものとする。

表 4.2.4 送風機設置期間

区分	日数	算式
供用日数	71日	172 (5.706 ヶ月 TN貫通) - 101 (3.363 ヶ月 TN掘進30m)
運転日数	48日	117 (5.706 ヶ月 TN貫通) - 69 (3.363 ヶ月 TN掘進30m)

※設置期間は 表 4.2.5 切羽掘進30m工期算定表 及び 表 4.2.6 トンネル貫通工期算定表 より

表 4.2.5 切羽掘進30m工期算定表

工種	パターン	ベンチ	掘削延長 (m) ①	日当り 掘進長 (m/日) ②	日 数 (日) ③=①/②	月 数 (ヶ月) ④=③/20.4	累加月数 (ヶ月) Σ⑤	累加距離 (m)
準備工	開始						0.000	
	完了					3.000	3.000	0.000
機械掘削 ↓	起点側坑口付	上半	3.814					3.814
		下半	1.425					1.425
	DⅢa	上半	23.686	3.50	6.77	0.332	3.332	27.500
		下半	26.075					27.500
	DⅠ-b	上半	2.500	3.92	0.64	0.031	3.363	30.000
		下半						27.500
掘削工	掘削開始						3.000	
	掘削完了					0.363	3.363	

表 4.2.6 トンネル貫通工期算定表

工種	パターン	ベンチ	掘削延長 (m) ①	日当り 掘進長 (m/日) ②	日数 (日) ③=①/②	月数 (ヶ月) ④=③/20.4	累加月数 (ヶ月) Σ⑤	累加距離 (m)
準備工	開始						0.000	
	完了					3.000	3.000	0.000
機械掘削	起点側坑口付	上半	3.814					3.814
		下半	1.425					1.425
	DⅢa	上半	23.686	3.50	6.77	0.332	3.332	27.500
		下半	26.075					27.500
	DⅠ-b	上半	42.000	3.92	10.71	0.525	3.857	69.500
		下半	42.000					69.500
	CⅡ-b	上半	40.000	5.06	7.91	0.388	4.245	109.500
		下半	40.000					109.500
	DⅠ-b	上半	95.000	3.92	24.23	1.188	5.433	204.500
		下半	95.000					204.500
DⅢa	上半	19.486	3.50	5.57	0.273	5.706	223.986	
	下半						204.500	
掘削工	掘削開始						3.000	
	掘削完了					2.706	5.706	

4.3 集じん機の検討

4.3.1 集じん機の選定

(1) 集じん機の選定

① 送気・吸引捕集方式による容量算定式（フィルタ式集塵）

$$Q_s \geq A_t \cdot V_c \cdot 60 / \eta_D \quad (\text{換気技術指針H24 P.175})$$

$$\ast Q_s \geq Q_a$$

Q_s : 集じん装置の容量	1133 (m ³ /min)
Q_a : 所要換気量	998 (m ³ /min)
A_t : トンネル掘削断面積 (DIIIa 断面)	44.840 (m ²)
V_c : 制御風速	0.400 (m/s)
TBM等隔壁がある場合	(0.25~0.3m/s)
自由断面で拡散しやすい場合	(0.4m/s以上)
η_D : 集じん効率	0.950 (メーカーヒアリング最小値)

$$Q_s \geq 44.840 \times 0.400 \times 60 / 0.950 = 1133 \text{ m}^3/\text{min}$$

② 集じん機の決定

必要容量を満足する機種を損料算定表P.06-13~16より選定した。

定格風量 (m ³ /min)	機関出力 (kW)	基礎価格 (千円)	損料 (円/運転日)	定格風量 (m ³ /min)	機関出力 (kW)	基礎価格 (千円)	損料 (円/運転日)
[フィルタ式集塵機]				[電気式集塵機]			
500	37	■	■	2000	42	■	■
600	45			2400	64		
800	60			2700	61		
1200	74						
1800	110						
2400	160						
3000	150						

集じん機の選定機種

粉じん低減対策	除じん方式	算定容量 (m ³ /min)	風量 (m ³ /min)	出力 (kW)	損料 (円/運転日)	台数 (台)
吸引捕集方式	フィルタ式	1133	1200	74	■	1

(2) 集じん機設置期間

① 運転日数

切羽が坑口より30m掘進した時より開始とし、貫通するまでの期間、設置するものとする。

表 4.3.1 集じん機設置期間

区分	日数	算式
供用日数	71日	172 (5.706 ヶ月 TN貫通) - 101 (3.363 ヶ月 TN掘進30m)
運転日数	48日	117 (5.706 ヶ月 TN貫通) - 69 (3.363 ヶ月 TN掘進30m)

※設置期間は 表 4.2.5 切羽掘進30m工期算定表 及び 表 4.2.6 トンネル貫通工期算定表 より

4.4 換気設備の経済比較

【換気設備経済比較】

換気方式及び集じん方式の選定の結果は、下表より以下の通りとなった。
吸引捕集方式, 送気式[フィルター式集じん] を選定する。

粉じん低減対策			送気式					
			希釈封じ込め方式			吸引捕集方式		
			対策無し	粉じん低減材	液体急結剤	吸引捕集		
フィルター式集じん	送風機容量	m3/min	3000	3000	1200	1200		
	送風機台数	台	1	1	1	1		
	集じん機容量	m3/min	1800	3000	1800	1200		
	集じん機台数	台	2	1	1	1		
	金額	千円	XXXXXXXXXX					
	判定					○		
電気式集じん	送風機容量	m3/min	3000	3000	1200	1200		
	送風機台数	台	1	1	1	1		
	集じん機容量	m3/min	2000	2000	2000	2000		
	集じん機台数	台	2	2	1	1		
	金額	千円	XXXXXXXXXX					
	判定							

粉じん低減対策			排気式					
			希釈封じ込め方式			吸引捕集方式		
			対策無し	粉じん低減材	液体急結剤	吸引捕集		
フィルター式集じん	送風機容量	m3/min	1800	3000	1500	1200		
	送風機台数	台	2	1	1	1		
	集じん機容量	m3/min	2400	3000	1800	1200		
	集じん機台数	台	2	1	1	1		
	金額	千円	XXXXXXXXXX					
	判定							
電気式集じん	送風機容量	m3/min	1800	3000	1500	1200		
	送風機台数	台	2	1	1	1		
	集じん機容量	m3/min	2000	2000	2000	2000		
	集じん機台数	台	2	2	1	1		
	金額	千円	XXXXXXXXXX					
	判定							

【吹付コンクリート粉じん抑制剤費用算定】

種別		粉じん低減材なし		粉じん低減材		液体急結剤		備考
低減係数		1.00		0.75		0.40		
単位		kg/m3	円/m3	kg/m3	円/m3	kg/m3	円/m3	
W/C		56%		56%		50%		
水	5.0円/kg	202		202		200		
セメント	15.0円/kg	360		360		400		
砂	3.2円/kg	1,086		1,086		1,095		
碎石	3.4円/kg	675		675		596		
低減材	4000円/kg			0.36				セメント×0.1%
減水剤	350円/kg					4.80		セメント×1.2%
急結剤	350円/kg	32.4		32.4				セメント×9%
	350円/kg					32.0		セメント×8%
粉体助剤	300円/kg					16.0		セメント×4%
石炭灰	1.7円/kg							
1m3単価								
差額								

※単価はメーカーヒアリング

種別	区間長	1サイクル当り 進行長	吹付面積	1サイクル当り 吹付面積	吹付設計厚	吹付ロス率		1サイクル当り吹付量		吹付コンクリート		粉じん 低減材	液体 急結剤	
						標準	液体急結剤	標準	液体急結剤	標準	液体急結剤	円/m3	円/m3	
						L	B	l	M=B×l	N	K1	K2	V1=M×N×K1	V2=M×N×K2
単位		m	m	m2	m2	m			m3	m3	m3	m3	千円	千円
CII-b	上半	40.0	1.2	14.591	17.5	0.10	2.1	1.8	3.675	3.150	123	105		
	下半			3.730	4.5	0.10	1.9	1.7	0.855	0.765	29	26		
DII-b	上半	137.0	1.0	14.591	14.6	0.15	1.9	1.6	4.161	3.504	570	480		
	下半			3.730	3.7	0.15	1.7	1.5	0.944	0.833	129	114		
DIIIa	上半	52.0	1.0	14.748	14.7	0.25	1.7	1.4	6.248	5.145	325	268		
	下半			3.728	3.7	0.25	1.5	1.3	1.388	1.203	72	63		
費用														

4.5 給水設備

(1) 使用水量の算定

工事中の使用水は、削岩機及び雑用水(コンプレッサーの冷却水、坑内洗浄水、プラントその他)である。主な機械及び設備における使用水量の例は、下表の通りであり、実際にはこれら全てが同時に使用されることはないため、計画使用水量としては全水量の60%程度の用水量が目安とされている。尚、給水設備の設置期間は掘削期間とする。

表 4.5.1 使用水量の一例

機械名	使用水量	
油圧削岩機ドリフター	60 ~ 120 $\frac{\text{リットル}}{\text{分}}$	※循環式
コンプレッサー	200 $\frac{\text{リットル}}{\text{分}}$	
洗浄水	100 $\frac{\text{リットル}}{\text{分}}$	
バッチャープラント (コンクリート練混ぜ水)	160 kg/m^3	

H23 土木工事仮設計画ガイドブック(Ⅱ) P.291より

①削岩機の使用水量

$$q_1 = \frac{90 \frac{\text{リットル}}{\text{分}}/\text{台} \times 2 \text{台}}{(60+120)/2} = 180 \frac{\text{リットル}}{\text{分}}$$

②コンプレッサー

$$q_2 = \text{循環式として考慮しない}$$

③洗浄水

$$q_3 = 100 \frac{\text{リットル}}{\text{分}}$$

④バッチャープラントの使用水

$$q_3 = 160 \text{ kg/m}^3 \times 0.42 \text{ m}^3/\text{分} = 67.2 \text{ kg/min} = 67.2 \frac{\text{リットル}}{\text{分}} \approx 70 \frac{\text{リットル}}{\text{分}}$$

※バッチャープラントの設備能力・・・25 $\text{m}^3/\text{h} = 0.42 \text{ m}^3/\text{分}$

⑤使用水量の算定

$$\Sigma q = (180 + 100 + 70) \times 60\% = 210 \frac{\text{リットル}}{\text{分}}$$

(2) 水槽容量の算定

水槽の容量は、20 m^3 程度の鋼板製簡易水槽とする。

(3) 取水ポンプ・取水管の選定

取水ポンプ (水源～給水槽)

ポンプの揚程は実際の揚程+損失水頭で求められる。

【ポンプ実揚程の算定】

$$H_a = 404.5 - 403.5 = 1.0 \text{ m}$$

【送水管長の算定】

$$L = \text{坑外} : 65.0 \text{ m}, \text{坑内} : 0.0 \text{ m} = 65.0 \text{ m}$$

【管内流速の算定】

$$\begin{aligned} V &= 4 \times Q / (60 \times \pi \times D^2) \\ &= 4 \times 0.210 / (60 \times \pi \times 0.050^2) = 1.783 \text{ m/s} \end{aligned}$$

【損失係数の算定】

$$\begin{aligned} f_1 &= 0.02 + 0.0005 / D \\ &= 0.02 + 0.0005 / 0.050 = 0.030 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_2 &= \text{曲部4箇所(推定)} \\ &= 0.30 \times 4 = 1.200 \end{aligned}$$

【損失水頭の算定】

$$\begin{aligned} HL_1 &= (f_1 \times L / D) \times (V^2 / 2g) \\ &= (0.030 \times 65.0 / 0.050) \times (1.783^2 / 2 \times 9.8) = 6.326 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} HL_2 &= f_2 \times (V^2 / 2g) \\ &= 1.200 \times (1.783^2 / 2 \times 9.8) = 0.195 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} HL &= HL_1 + HL_2 \\ &= 6.326 + 0.195 = 6.521 \text{ m} \end{aligned}$$

【全揚程の算出】

$$\begin{aligned} H &= H_a + HL \\ &= 1.0 + 6.521 = 7.521 \text{ m} \end{aligned}$$

ここに、	H	:	ポンプ全揚程	=	7.5 m
	H _a	:	ポンプ実揚程	=	1.0 m
	Q	:	必要取水量	=	0.210 m ³ /min
	HL	:	損失水頭	=	6.521 m
	f ₁	:	摩擦損失係数	=	0.030
	f ₂	:	曲がり損失係数	=	1.200
	L	:	送水管長	=	65.0 m
	D	:	管径	=	50 mm
	V	:	管内流速 (管径φ 50 mm)	=	1.783 m/s
	g	:	重力加速度	=	9.8 m/s ²

以上よりポンプの仕様は、

型式	:	工事用水中モータポンプ
台数	:	1 台
口径	:	φ 50 mm
機関出力	:	0.8 kw
全揚程	:	10.0 m × 1 = 10.0 m > 7.5 m
基礎価格	:	■■■■■
燃料消費量	:	0.47 kWh/h
管長	:	65.0 m (坑外 = 65.0 m, 坑内 = 0.0 m)

(機種を選定は損料表P.13-7~8より選択)
坑外 : SGP管(黒ねじ無し)

(4) 給水ポンプ・給水管の選定

給水ポンプ (給水槽～切羽)

ポンプの揚程は実際の揚程+損失水頭で求められる。

【ポンプ実揚程の算定】

$$H_a = 445.0 - 404.5 = 40.5 \text{ m}$$

【送水管長の算定】

$$L = \text{坑外} : 450.0 \text{ m}, \text{坑内} : 229.0 \text{ m} = 679.0 \text{ m}$$

【管内流速の算定】

$$V = 4 \times Q / (60 \times \pi \times D^2) \\ = 4 \times 0.210 / (60 \times \pi \times 0.065^2) = 1.055 \text{ m/s}$$

【損失係数の算定】

$$f_1 = 0.02 + 0.0005 / D \\ = 0.02 + 0.0005 / 0.065 = 0.028$$

$$f_2 = \text{曲部4箇所(推定)} \\ = 0.30 \times 4 = 1.200$$

【損失水頭の算定】

$$HL_1 = (f_1 \times L / D) \times (V^2 / 2g) \\ = (0.028 \times 679.0 / 0.065) \times (1.055^2 / 2 \times 9.8) = 16.610 \text{ m}$$

$$HL_2 = f_2 \times (V^2 / 2g) \\ = 1.200 \times (1.055^2 / 2 \times 9.8) = 0.068 \text{ m}$$

$$HL = HL_1 + HL_2 \\ = 16.610 + 0.068 = 16.678 \text{ m}$$

【全揚程の算出】

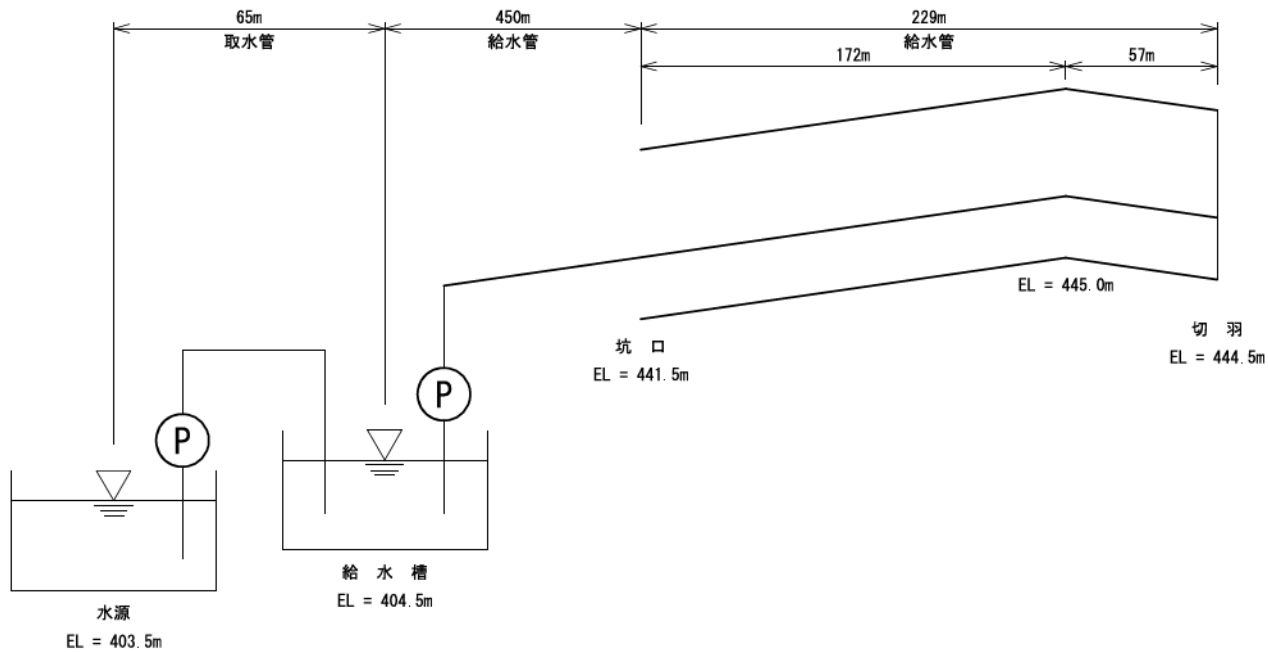
$$H = H_a + HL \\ = 40.5 + 16.678 = 57.178 \text{ m}$$

ここに、	H	:	ポンプ全揚程	=	57.2 m
	H _a	:	ポンプ実揚程	=	40.5 m
	Q	:	必要給水量	=	0.210 m ³ /min
	HL	:	損失水頭	=	16.678 m
	f ₁	:	摩擦損失係数	=	0.028
	f ₂	:	曲がり損失係数	=	1.200
	L	:	送水管長	=	679.0 m
	D	:	管径	=	65 mm
	V	:	管内流速 (管径φ 65 mm)	=	1.055 m/s
	g	:	重力加速度	=	9.8 m/s ²

以上よりポンプの仕様は、

型式	:	小型多段遠心ポンプ
台数	:	1 台
口径	:	φ 65 mm
機関出力	:	7.5 kw
全揚程	:	60.0 m × 1 = 60.0 m > 57.2 m
基礎価格	:	■■■■■
燃料消費量	:	6.80 kWh/h
管長	:	679.0 m (坑外 = 450.0 m, 坑内 = 229.0 m)
		(機種を選定は損料表P.13-3~6より選択)
		坑内 : SGP管(黒ねじ無し)
		坑外 : SGP管(黒ねじ無し)

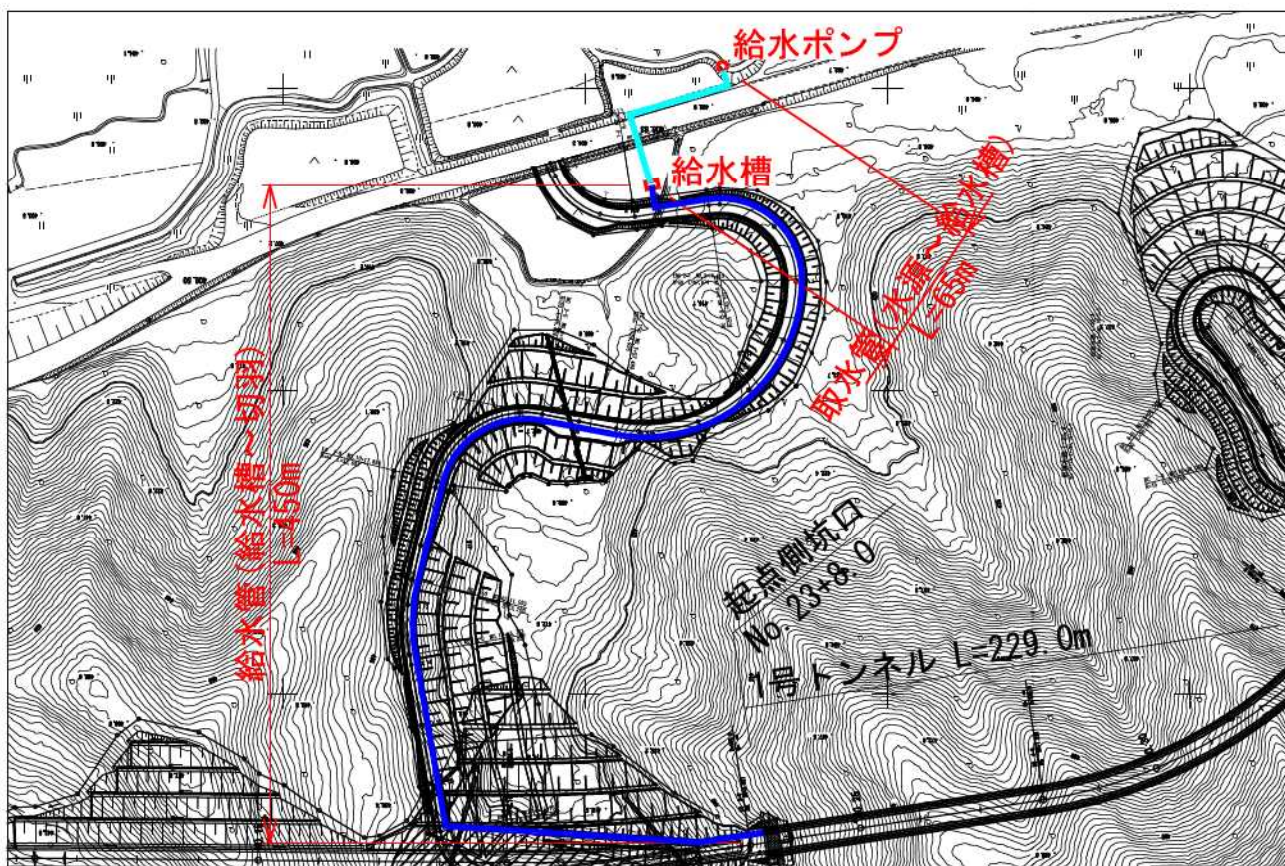
給水経路概要図



・ 水源～給水槽の静水頭 $h \approx 1.0\text{m}$

・ 給水槽～切羽の静水頭 $h \approx 40.0\text{m}$

工事前仮設備配置図 S=1:2500



(5) 給水設備運転日数

表 4.5.2 給水設備運転期間

掘削開始～掘削終了

位置		供用日数	算式
取水	供用日数	97日	187 (6.206 ヶ月 掘削終了) - 90 (3.000 ヶ月 掘削開始)
	運転日数	65日	127 (6.206 ヶ月 掘削終了) - 62 (3.000 ヶ月 掘削開始)

※期間は工程表より

掘削開始～掘削終了

位置		供用日数	算式
給水	供用日数	97日	187 (6.206 ヶ月 掘削終了) - 90 (3.000 ヶ月 掘削開始)
	運転日数	65日	127 (6.206 ヶ月 掘削終了) - 62 (3.000 ヶ月 掘削開始)

※期間は工程表より

(6) 給水設備

- ①給排水設備は、水槽、釜場等の設置・解体及びポンプの運転経費を計上する。ただし、ポンプの運転労務は計上しない。
- ②給水設備の機種、規格は次表を標準とし、設置期間は掘削期間とする。
- ③給水設備の日当り運転時間は、17時間を標準とする。

表 4.5.3 給水設備の機種、規格の選定

機種	規格	単位	数量	備考
取水ポンプ 工事用水中モータポンプ	普通型(潜水ポンプ) φ 50mm×10m×0.8kw	台	1	水源～給水槽
給水ポンプ 小型多段遠心ポンプ	片吸込・モータ駆動型 φ 65mm×60m×7.5kw	台	1	給水槽～切羽
水槽(一般工事用)	鋼板製簡易水槽 20m3	台	1	

4.6 排水設備

(1) 湧水量

トンネル掘削に伴う湧水は、地形、地質、断層、土被り等により大きく異なるため、その湧水量を推定することは非常に困難である。トンネルの湧水量を推定する方法として以下の3項目がある。

- a) 地質調査をもとにして推定する。
- b) 過去の工事施工例から推定する。
- c) 地表面の状況を調査し、水理、水質学的に推定する。

本トンネルにおいては、上記の「a)地質調査をもとにして推定する。」によるものとし、湧水状況の詳細な調査は行っていないものの、地質別に見たトンネル湧水量より以下の値を使用する。

当該トンネルの湧水量は、以下の値とする。

地質区分		比湧水量の範囲 m ³ /min/km	平均比湧水量 m ³ /min/km
火山岩		0.85 ~ 10	3.71
火山砕屑岩		0.035 ~ 0.9	0.30
深成岩類		0.17 ~ 3.8	1.38
含片麻岩類		0.018 ~ 0.84	0.20
古生層		0.10 ~ 4.5	0.79
中生層		0.00 ~ 0.95	0.17
第三紀～洪積世	砂礫層	0.02 ~ 3.6	0.84
	砂岩、頁岩、凝灰岩	0.014 ~ 0.95	0.25
	泥岩	0.00 ~ 0.26	0.07

*1 「トンネル工事に伴う湧水濁水に関する調査研究(その2)報告書
日本道路公団委託 (社)日本トンネル技術協会 昭和58年2月」

出典：山岳トンネル工事における濁水処理設備計画の手引き
平成14年1月 社団法人日本トンネル技術協会 P.38

$$Q = 0.070 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km} \times 0.229 \text{ km} = 0.016 \text{ m}^3/\text{min} \approx 16\%/\text{min} \quad [\text{トンネル全体}]$$

$$Q = 0.070 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km} \times 0.057 \text{ km} = 0.004 \text{ m}^3/\text{min} \approx 4\%/\text{min} \quad [\text{No. 32+No. 34+17}]$$

(2) 排水量

トンネル内工事用水として、削岩機及び坑内洗浄水に水を使用するが、このうち最大は削岩機使用水 $Q=180\%/\text{min}$ である。よって坑内からの排水量は

$$Q = 16\%/\text{min} + 180\%/\text{min} = 196\%/\text{min} \approx 0.196 \text{ m}^3/\text{min} \quad [\text{トンネル全体}]$$

$$Q = 4\%/\text{min} + 180\%/\text{min} = 184\%/\text{min} \approx 0.184 \text{ m}^3/\text{min} \quad [\text{No. 32+No. 34+17}]$$

本トンネルは、掘進側(起点側)から2.404%の上り勾配、No. 32から2.000%の下り勾配となっており、起点側坑口[No. 23+8]からNo. 32までは自然排水、No. 32から終点側坑口[No. 34+17]は強制排水とする。また、起点側坑口より濁水処理場までは排水管を敷設する。

(3) 排水ポンプの選定

排水ポンプ① (No. 32+0～No. 34+17)

ポンプの揚程は実際の揚程+損失水頭で求められる。

【ポンプ実揚程の算定】

$$H_a = 445.0 - 444.5 = 0.5 \text{ m}$$

【送水管長の算定】

$$L = \text{坑外} : 0.0 \text{ m}, \text{坑内} : 57.0 \text{ m} = 57.0 \text{ m}$$

【管内流速の算定】

$$\begin{aligned} V &= 4 \times Q / (60 \times \pi \times D^2) \\ &= 4 \times 0.184 / (60 \times \pi \times 0.050^2) = 1.562 \text{ m/s} \end{aligned}$$

【損失係数の算定】

$$\begin{aligned} f_1 &= 0.02 + 0.0005 / D \\ &= 0.02 + 0.0005 / 0.050 = 0.030 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_2 &= \text{曲部4箇所(推定)} \\ &= 0.30 \times 4 = 1.200 \end{aligned}$$

【損失水頭の算定】

$$\begin{aligned} HL_1 &= (f_1 \times L / D) \times (V^2 / 2g) \\ &= (0.030 \times 57.0 / 0.050) \times (1.562^2 / 2 \times 9.8) = 4.257 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} HL_2 &= f_2 \times (V^2 / 2g) \\ &= 1.200 \times (1.562^2 / 2 \times 9.8) = 0.149 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} HL &= HL_1 + HL_2 \\ &= 4.257 + 0.149 = 4.406 \text{ m} \end{aligned}$$

【全揚程の算出】

$$\begin{aligned} H &= H_a + HL \\ &= 0.5 + 4.406 = 4.906 \text{ m} \end{aligned}$$

ここに、	H	:	ポンプ全揚程	=	4.9 m
	H _a	:	ポンプ実揚程	=	0.5 m
	Q	:	必要排水量	=	0.184 m ³ /min
	HL	:	損失水頭	=	4.406 m
	f ₁	:	摩擦損失係数	=	0.030
	f ₂	:	曲がり損失係数	=	1.200
	L	:	送水管長	=	57.0 m
	D	:	管径	=	50 mm
	V	:	管内流速 (管径φ 50 mm)	=	1.562 m/s
	g	:	重力加速度	=	9.8 m/s ²

以上よりポンプの仕様は、

型式	:	工事用水中モータポンプ
台数	:	1 台
口径	:	φ 50 mm
機関出力	:	0.4 kw
全揚程	:	5.0 m × 1 = 5.0 m > 4.9 m
基礎価格	:	■■■■■
燃料消費量	:	0.23 kWh/h
管長	:	57.0 m (坑外 = 0.0 m, 坑内 = 57.0 m)
		(機種を選定は損料表P. 13-7～8より選択)
		坑内 : SGP管(黒ねじ無し)
		坑外 : SGP管(黒ねじ無し)

(4) 排水管路損失照査 (起点側坑口～濁水設備)

起点側坑口～濁水設備間の管路損失等の照査

$$\begin{aligned} H &= h_e + (V^2 / 2g) \\ &= 0.68 + 0.650^2 / (2 \times 9.8) &= 0.70 \text{ m} \\ h_e &= (\lambda \times L / D + fd) \times (V^2 / 2g) \\ &= (0.026 \times 95.0 / 0.080 + 0.5) \times 0.650^2 / (2 \times 9.8) &= 0.68 \text{ m} \\ V &= 4 \cdot Q / (60 \cdot \pi \cdot D^2) \\ &= 4 \times 0.196 / (60 + \pi \times 0.080^2) &= 0.650 \text{ m/s} \end{aligned}$$

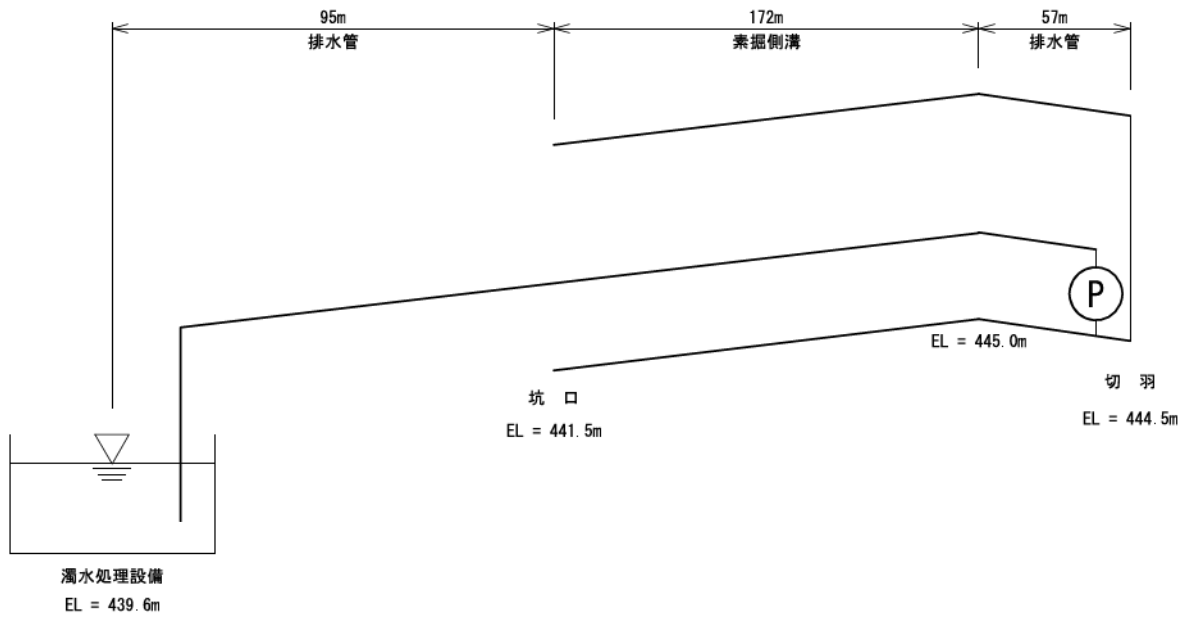
ここに、	H	: 必要水頭	= 0.70 m
	Ha	: 許容水頭 (441.5 m - 439.6 m)	= 1.90 m
	Q	: 必要排水量	= 0.196 m ³ /min
	he	: 損失水頭	= 0.68 m
	λ	: 摩擦損失係数 (0.02 + 1 / (2 × D))	= 0.026
	L	: 送水管長 (坑外 = 95.0 m, 坑内 = 0.0 m)	= 95.0 m
	D	: 管径	= 80 mm
	fd	: 曲がり損失係数	= 0.5
	V	: 管内平均流速	= 0.650 m/s
	g	: 重力加速度	= 9.8 m/s ²

以上より照査結果は、

$$H = 0.70 \text{ m} < Ha = 1.90 \text{ m} \quad \dots \quad \text{OK}$$

排水管 : SGP管(黒ねじ無し)
口径 : φ 80 mm
管長 : 95.0 m (坑外 = 95.0 m, 坑内 = 0.0 m)

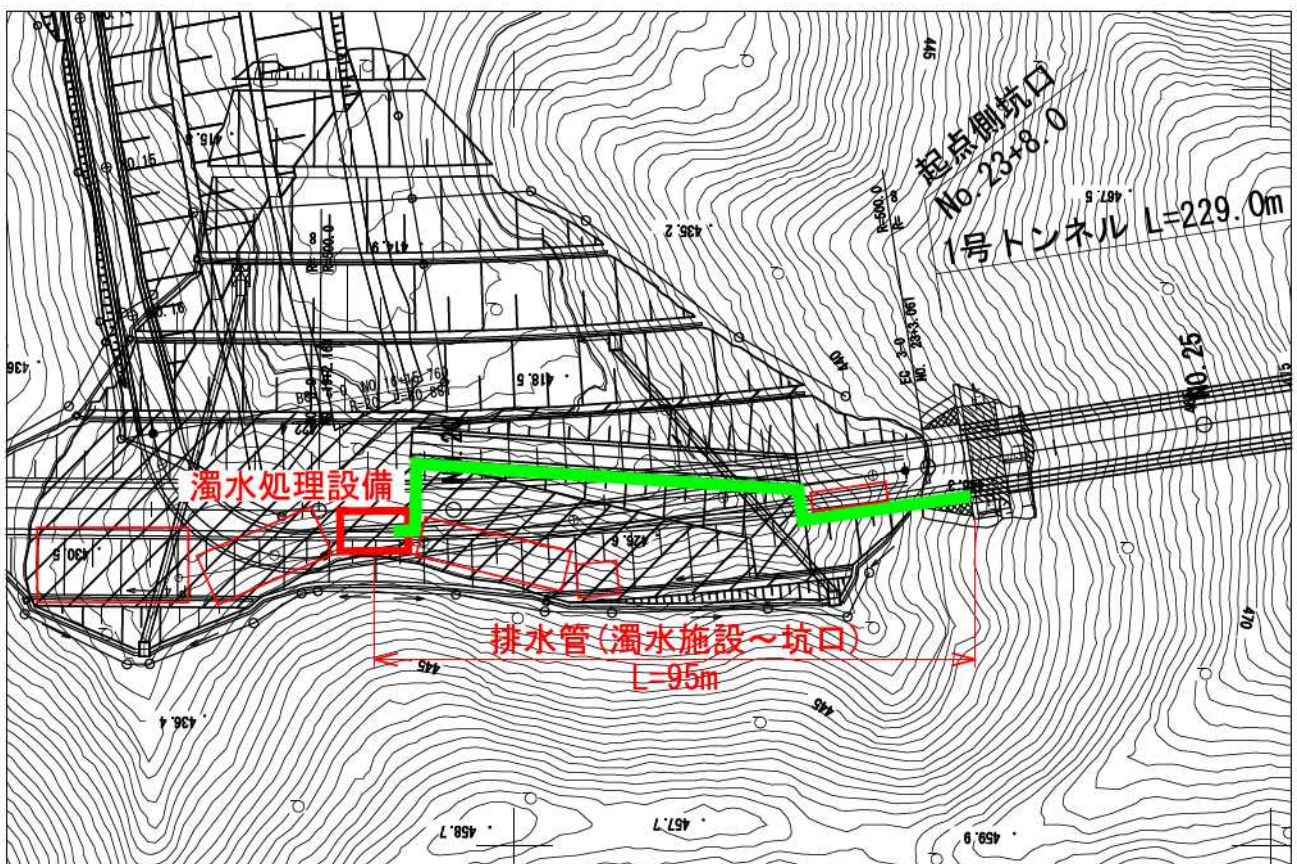
排水経路概要図



・ 坑口～濁水処理設備の静水頭 $h \approx 1.9\text{m}$

・ 切羽～クレストの静水頭 $h \approx 0.5\text{m}$

工事前仮設備配置図 S=1:1000



(5) 排水設備運転日数

表 4.6.1 排水ポンプ運転期間

No. 32～覆工終了

位置	供用日数	算式
①	供用日数	66日 217 (7.206 ヶ月 覆工終了) - 151 (5.020 ヶ月 No.32)
	運転日数	45日 148 (7.206 ヶ月 覆工終了) - 103 (5.020 ヶ月 No.32)

※期間は次頁、運転開始日算出表より

(6) 排水設備

- ①排水設備の機種、規格は次表を標準とし、設置期間は覆工期間とする。
- ②排水設備の日当り運転時間は、常時排水を標準とする。

表 4.6.2 排水設備の機種、規格の選定

機種	規格	単位	数量	備考
排水ポンプ① 工事用水中モータポンプ	普通型(潜水ポンプ) φ50mm×5m×0.4kw	台	1	No. 32+0～No. 34+17

運転開始日算出表 (No. 32)

工種	パターン	ベンチ	掘削延長 (m) ①	日当り 掘進長 (m/日) ②	日 数 (日) ③=①/②	月 数 (ヶ月) ④=③/20.4	累加月数 (ヶ月) Σ⑤	累加距離 (m)
準備工	開始						0.000	
	完了					3.000	3.000	0.000
機械掘削 ↓ ↓ ↓	起点側坑口付	上半	4.314					4.314
		下半	1.925					1.925
	DⅢa	上半	23.686	3.50	6.77	0.332	3.332	28.000
		下半	26.075					28.000
	DⅠ-b	上半	42.000	3.92	10.71	0.525	3.857	70.000
		下半	42.000					70.000
	CⅡ-b	上半	40.000	5.06	7.91	0.388	4.245	110.000
		下半	40.000					110.000
	DⅠ-b	上半	62.000	3.92	15.82	0.775	5.020	172.000
		下半						110.000
掘削工	掘削開始						3.000	
	No. 32到達工期					2.020	5.020	

4.7 濁水処理設備

4.7.1 概説

トンネル工事に伴い、発生する濁水の性状は、工事の種類、規模等、各種の条件により異なり、工事期間も数カ月にわたるので、濁水を直接河川等に放流した場合には、水質を汚濁して上水、水産業、農業などに悪影響を与える。

このため、濁水の発生量の低減、再利用に努めるとともに濁水処理対策を適切に行う必要がある。

また、法的にも濁水により水質汚濁を防止することに規制されており必要な措置を講じなければならないとされている。

(1) 濁水処理に関する法令

建設工事に伴い発生する濁水や汚泥は公害対策基本法を頂点とし、水質汚濁防止法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律等さまざまな法令によって規制されている。(資料-5に各種の基準を示す)

(2) 濁水処理

濁水とは、工事に付随して発生する汚濁水で水中に不均一に分散している不溶性の物質。すなわち懸濁物質を含むものをいう。

但し、建設工事に伴い排出される濁水は、土粒子などの懸濁物質のほか、アルカリ、塩酸などの汚濁因子によって汚染されていることが多いのでこれ等により汚染されたものを含めた濁水ということとする。

一般に、濁水の汚濁原因となる因子はSS、pH、油分などであるが、有機物、鉄分などが処理の対象となる。

(a) 濁水の発生源

トンネル工事に伴う濁水発生源は以下の通りである。

① 削岩に伴うもの

削岩に伴って発生する粉塵、地山の中の微細土粒子、ずり搬出機による細粒化土によるもの等。

② コンクリート工に伴うもの

コンクリートの打設、洗浄水、養生水、グラウト注入及び廃棄によるもの。

③ 機械の油によるもの

トンネル掘削に用いられた機械の油分によるもの。

④ その他

上記の①～④に示す濁水の原因物質が、トンネル内に発生する湧水及び削孔のための使用水等の中に混入して濁水となり、トンネル外に排水される。しかし、その濁水の性状は、トンネル内の作業形態によって大きな影響を受けると言われている。

トンネル工事における濁水としては、SS、pH、油分が主たるものであり、土質によっては、水温及び重金属が関係することがある。

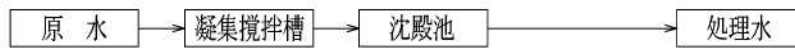
(b) 濁水処理方式

濁水処理方式は、以下の4方式に大別される。

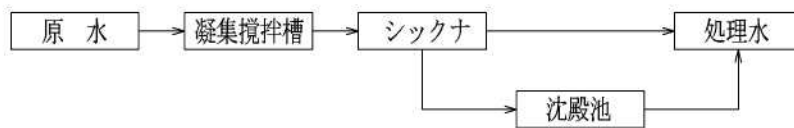
(イ) 自然沈殿方式



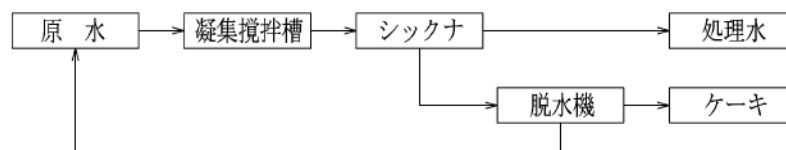
(ロ) 凝集沈殿方式



(ハ) 機械処理沈殿方式

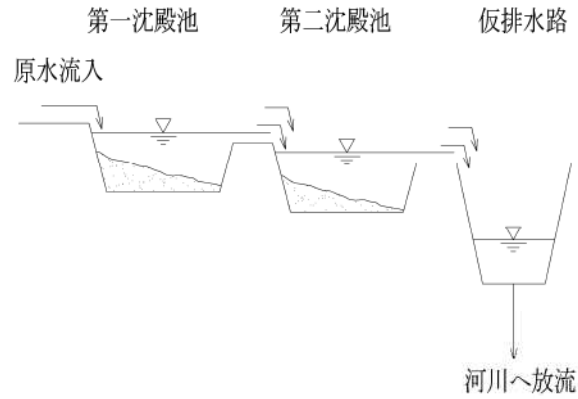


(ニ) 機械処理脱水方式



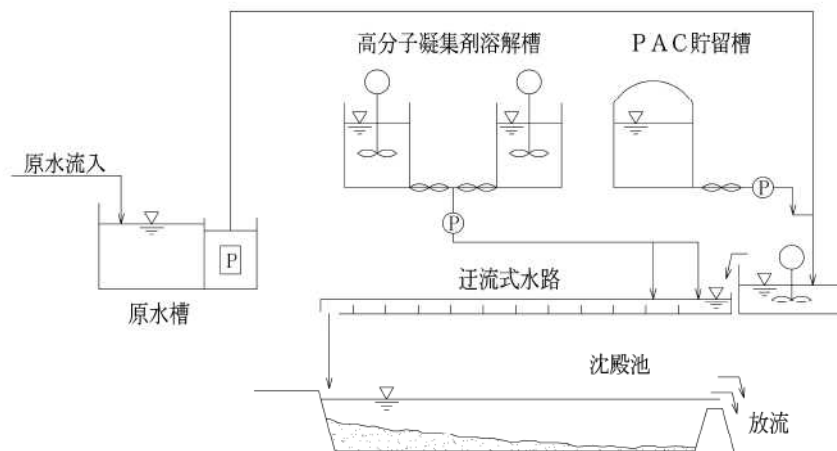
①自然沈殿方式

濁水中のSSを薬品を使用せず自由沈降させ上水を放流する最も簡単な濁水処理方法であるが、処理水のSSは100～200ppm程度までであり、この方式の場合は下流の状況を十分考慮して計画する必要がある。



②凝集沈殿方式

自然沈殿方式に薬品を添加してSSを凝集沈殿させる方式である。沈殿池は、自然沈殿方式に比べて小規模なものとなるが、薬品添加用の薬品槽、薬品注入ポンプ等の装置が必要となる。

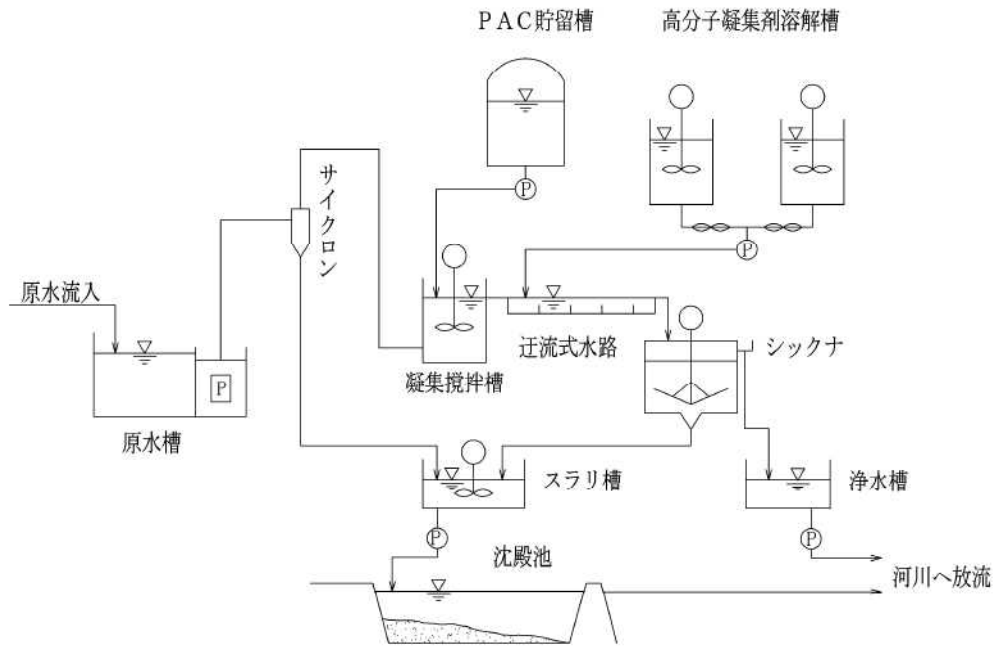


③機械処理沈殿方式

この方式は、薬品添加後シクナにより凝集沈殿させ、処理水は放流し、凝集沈殿汚泥(スラリ)を沈殿池で処理するものである。

シクナの形状は、円形、角形、かき上げ式等がある。

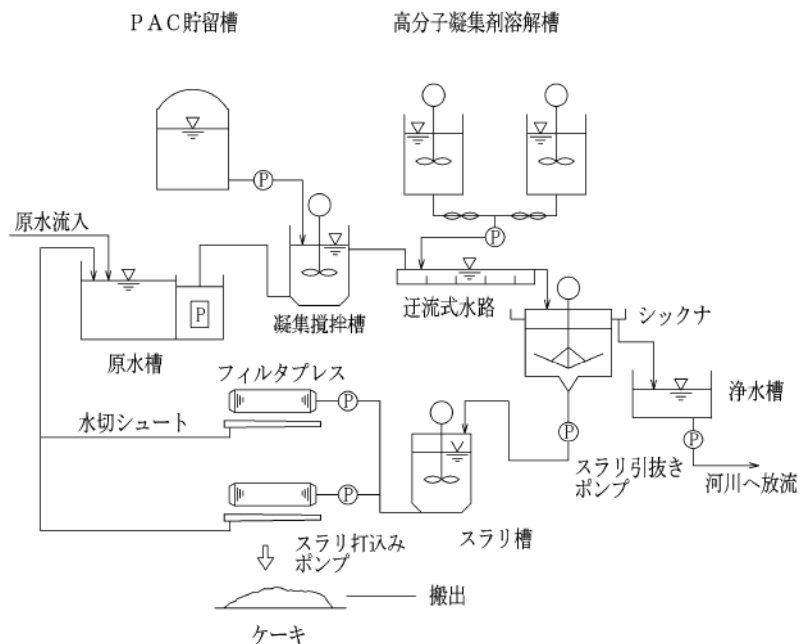
沈殿池については構造的には自然沈殿方式のものと同じであるが、汚泥も300%程度の含水比でありスラッジ総容量とさらに清澄層の取れる余裕も考慮して、沈殿池容量を決定する必要がある。



④機械処理脱水方式

この方式は一般に沈殿池がほとんど取れない現場や大量の汚濁水が発生する場合で、シクナで凝集沈殿させたスラリを脱水機により脱水し、ケーキ状にしたものを運搬排土する方式である。

脱水機については、実績から見るとフィルタプレスが主流である。



(3) 濁水処理設備の維持管理

(a) 管理項目

濁水処理設備の運転状態を把握するためには、原水の推量と水質処理水の水質を測定すると共に、薬品の使用量ならびに各機器の点検管理をする必要がある。

4.7.2 濁水処理計画

(1) 濁水処理設備

濁水処理設備は、機械処理脱水方式とし、濁水処理設備能力30・60m³/hに適用する。

なお、濁水処理設備能力30・60m³/h以外を使用する場合は、別途考慮する。

本トンネルでは、20m³/hの規格の選定を検討するなど、設計濁水量に応じた適切な処理能力を有する規格を選定することとする。また、当初から最大となる設計濁水量に基づく規格を選定するのではなく現場条件等も踏まえ、濁水量の増加に応じて、設備の増設や入れ替えを検討する。

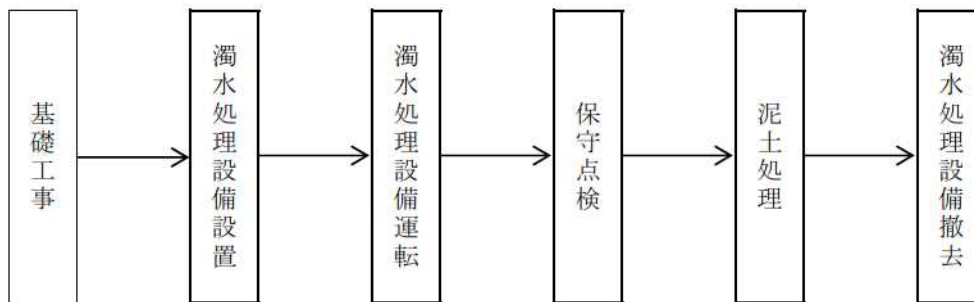
(2) 使用薬剤

使用薬剤は、無機凝集剤、高分子凝集剤、炭酸ガスの3種類使用を標準とする。

なお、使用量については、4.7.4 濁水処理計算 (3)濁水処理設計 を参照。

(3) 施工概要

施工フローは、下記を標準とする。



(注) 1. 積算基準書で対応しているのは、実線部分のみである。

2. 泥土処理は、脱水施設から発生する脱水ケーキの処理である。

3. 濁水処理設備の運転時間は、運転日当り24時間を標準とする。

また、加圧脱水機(フィルタプレス式)の運転時間は、濁水処理設備の運転時間に含まれる。

なお、坑内排水にポンプが必要な場合は、4.6 排水設備 により別途計上する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-144)

(4) 処理目標の設定

トンネル工事排水を直接規制する法律はないが、公共事業であり周辺に対して配慮する必要がある。本トンネルの環境基準は、「総理府令排水基準」に記載される以下の値とする。

①浮遊物質(SS) 日間平均 150 mg/l以下

②水素イオン濃度(pH) 5.8 ~ 8.6

(5) 原水の子測

①SSの子測

原水SSは湧水量や掘削、ずり出し工法が設定されても子測できるというものではなく、その他多くの要因によって左右されるものと考えられる。

実態調査から原水量と原水SSの関係は、

レール方式の場合 900～2500ppm 又は mg/l

タイヤ方式の場合 300～50000ppm 又は mg/l

の範囲に広く分布して子測は非常に困難である。これはずり出し工法、地質分類では捉えにくい要因が別にあると考えられる。

よって、本トンネルでは、NATM工法でずり出しがタイヤ方式であることから、過去のトンネルの施工実績を参考にし「山岳トンネルにおける濁水処理設備計画の手引き(H14年1月)」よりSS=3000 (ppm又はmg/l) として設計する。

②pHの子測

原水pHは、コンクリート工事があれば、アルカリ性を呈すると考えてよい。

特に吹付コンクリートプラントからの排水pHは、10～12の強アルカリ性を示すことから、本トンネルではpH=11として設計する。

「山岳トンネルにおける濁水処理設備計画の手引き(H14年1月)」より

4.7.3 施工歩掛

(1) 濁水処理設備設置・撤去

濁水処理設備設置・撤去歩掛は、次表を標準とする。

表 4.7.1 濁水処理設備設置・撤去歩掛

(1箇所当たり)

名称	規格	単位	組立	解体
土木一般世話役		人	4	3
電工		人	4	1
設備機械工		人	9	4
普通作業員		人	5	3
ラフテレーンクレーン運転	油圧伸縮ジブ型・排出ガス対策型 (第2次基準値)25 t 吊	日	2	1

(注) 1. 上屋の設置・撤去及び設備の基礎については、上記歩掛に含まない。

2. 上記歩掛には、設備の調整に要する費用を含む。

3. ラフテレーンクレーンは、賃料とする。

4. 上屋が必要な場合は、3.3.7 工事用仮設備の計上 により別途計上する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-144)

(2) 濁水処理設備運転

濁水処理設備は、損料とする。

(3) 濁水処理設備の保守点検

濁水処理設備の保守点検は、次表を標準とする。

表 4.7.2 濁水処理設備保守点検歩掛

(1回当たり)

名称	規格	単位	数量
設備機械工		人	0.2
普通作業員		人	0.5
諸雑費		%	7.0

(注) 1. 濁水処理設備の保守点検は、濁水処理設備運転日に1回実施を標準とする。

2. 保守点検は、濁水処理設備の日常の運転にかかわる全ての保守・点検を含む。

3. 諸雑費は、泥土(脱水ケーキ)の積込み機械及び大型土のうの材料に要する費用であり、労務費の合計額に上表の率を乗じた金額を上限として計上する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-145)

(4) 泥土運搬

泥土(脱水ケーキ)運搬の歩掛は、次表を標準とする。

表 4.7.3 泥土運搬歩掛

(1回当たり)

運搬機種・規格	ダンプトラック オンロード・ディーゼル 4t積級				
D I D区間：無し					
運搬距離(km)	6.0以下	13以下	19以下	35以下	60以下
運搬日数(日)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06
D I D区間：有り					
運搬距離(km)	5.5以下	12以下	17以下	27以下	60以下
運搬日数(日)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06

(注) 1. 泥土運搬は、濁水処理設備運転日に1回実施を標準とする。

2. 運搬距離が60kmを超える場合は、別途考慮する。

(運搬距離は片道であり、往路と復路が異なる場合には平均値とする。)

3. 本歩掛は、泥土の残土受け入れ地等までの運搬のみであり、残土受け入れ地等での処理及び廃棄料等が必要な場合は、別途計上する。

(積算基準書R02 P. IV-5-①-145)

4.7.4 濁水処理計算

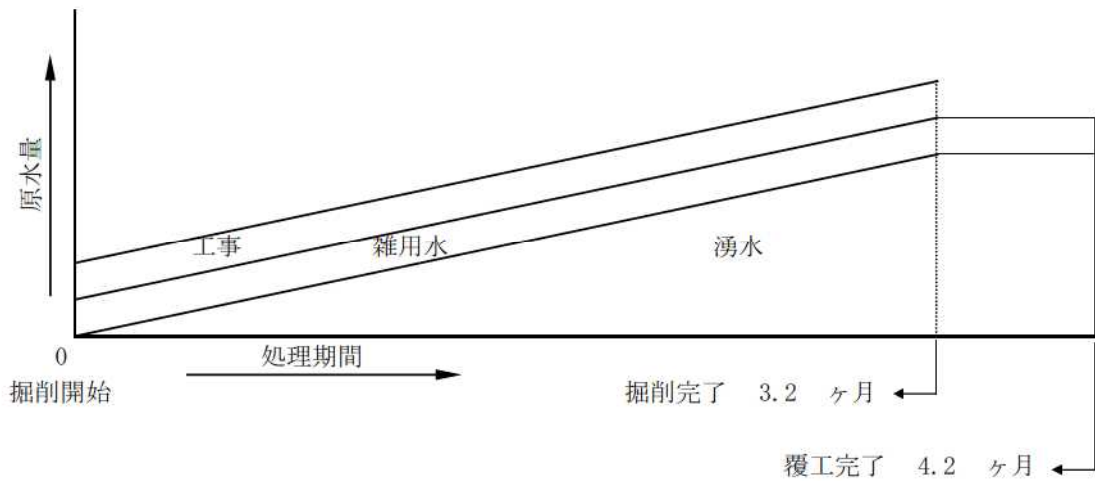
(1) 原水量の想定

次頁より湧水量は0.960m³/h、工事用水6.480m³/h、雑用水3.600m³/h、濁水量は11.040m³/hとなる。

(2) 全濁水量

濁水処理期間 = 4.2 ヶ月
掘削開始から掘削完了までの期間 = 3.2 ヶ月

湧水量 $q_0 = 0.960 \text{ m}^3/\text{h} \times (1/2 \times 3.2 \text{ ヶ月} + (4.2 \text{ ヶ月} - 3.2 \text{ ヶ月})) \times 24 \text{ h} \times 30 \text{ 日}$
 $= 1797 \text{ m}^3$
 工事用水 $q_2 = 6.480 \text{ m}^3/\text{h} \times 3.2 \text{ ヶ月} \times 17 \text{ h} \times 20.4 \text{ 日}$
 $= 7191 \text{ m}^3$
 雑用水 $q_4 = 3.600 \text{ m}^3/\text{h} \times 4.2 \text{ ヶ月} \times 17 \text{ h} \times 20.4 \text{ 日}$
 $= 5244 \text{ m}^3$
 合計 $\Sigma q = 14232 \text{ m}^3 \approx 14200 \text{ m}^3$



濁水処理設備経済比較

以下の経済比較から、20m3/hを採用とした。

項目	単位	濁水処理量								適用
湧水量	比湧水量 ①	m3/min/km	0.070							4.6 排水設備 (1)湧水量 より ①×②/1000m ③×60min
	延長 ②	m	229.0							
	湧水量 ③	m3/min	0.016							
	④	m3/h	0.960							
工事用水	削岩機 ⑤	m3/min	0.180							4.5 給水設備 (1)使用水量の算定 より ⑤×60%(H23 土木工事仮設計画が'ド'ブック(II) P.291より) ⑥×60min
	工事用水 ⑥	m3/min	0.108							
	⑦	m3/h	6.480							
雑用水	洗浄水等 ⑧	m3/min	0.100							4.5 給水設備 (1)使用水量の算定 より ⑧×60%(H23 土木工事仮設計画が'ド'ブック(II) P.291より) ⑨×60min
	雑用水 ⑨	m3/min	0.060							
	⑩	m3/h	3.600							
濁水量	⑪	m3/h	11.040							④+⑦+⑩
運転日数	開始 ⑫	ヶ月	3.000							
	終了 ⑬	ヶ月	7.206							
	供用期間 ⑭	ヶ月	4.2							⑬-⑫
	運転日数	日	86							

濁水処理設備設置・撤去1箇所当り単価表

名称	規格	単位	設置			撤去		
			数量	単価(円)	金額(円)	数量	単価(円)	金額(円)
土木一般世話役		人	4			3		
電工		人	4			1		
設備機械工		人	9			4		
普通作業員		人	5			3		
ラテレンクルン	油圧伸縮ジブ型・25t吊	日	2			1		
小計								
合計								

濁水処理設備運転1日当り単価表

名称	規格	単位	濁水処理設備運転			電力料		
			数量	単価(円)	金額(円)	数量(kW/日)	単価(円)	金額(円)
濁水処理設備	処理能力 20 m3/h	日	1					
	処理能力 30 m3/h	日	1					
	処理能力 60 m3/h	日	1					
電力料	処理能力 20 m3/h	kW/日	12	kW/h × 24 h = 288	288			
	処理能力 30 m3/h	kW/日	13	kW/h × 24 h = 312	312			
	処理能力 60 m3/h	kW/日	21	kW/h × 24 h = 504	504			
合計	処理能力 20 m3/h	円		72,456 円	73,000			
	処理能力 30 m3/h	円		86,744 円	87,000			
	処理能力 60 m3/h	円		127,048 円	128,000			

経済比較を行った結果、20m3/hを採用する。

項目	経済性				採用
	濁水処理1基目	濁水処理2基目	設置・撤去費	経済性	
20m3/h	円) × 86 (日)			= 円)	○
30m3/h	円) × 86 (日)			= 円)	
60m3/h	円) × 86 (日)			= 円)	

(3) 濁水処理設計

出典：山岳トンネル工事における濁水処理設備計画の手引き
(平成14年1月 社団法人日本トンネル技術協会)

a) 物質収支(想定される11.040m³/h)

1) 原水SSの乾燥重量：S_d 及び 原水の水分量：W

$$\begin{aligned} S_d &= Q \times SS \times T_p \\ &= 11.040 \text{ m}^3/\text{h} \times 3000 \text{ mg/l} \\ &= 0.033 \text{ t/h} \\ &= 0.012 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} = 0.033 \text{ t/h} \times 24 \text{ h} \\ = 0.792 \text{ t/日} \end{array} \right)$$

$$\begin{aligned} W &= Q - S_d / \rho \\ &= 11.040 \text{ m}^3/\text{h} - 0.033 \text{ t/h} / 2.65 \\ &= 11.028 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} = 11.028 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} \\ = 264.672 \text{ m}^3/\text{日} \end{array} \right)$$

2) 沈砂槽の沈砂量：V_t

沈砂槽で粒径75μm以上の粒度比率20%を沈砂除去する。その乾燥重量S_tは、

$$\begin{aligned} S_t &= S_d \times 0.2 \\ &= 0.033 \text{ t/h} \times 0.2 \\ &= 0.007 \text{ t/h} \\ &= 0.003 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} = 0.007 \text{ t/h} \times 24 \text{ h} \\ = 0.168 \text{ t/日} \end{array} \right)$$

沈砂槽でのスラリの水分量は、含水率を70%として、

$$\begin{aligned} W_{w1} &= S_t \times 70 / (100 - 70) \\ &= 0.007 \text{ t/h} \times 70 / (100 - 70) \\ &= 0.016 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} = 0.016 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} \\ = 0.384 \text{ m}^3/\text{日} \end{array} \right)$$

※但しこのW_{w1}は、沈砂槽の排砂時以外は、原水槽に送られる。

その容積は、同じく含水率を70%、土粒子の真比重を2.65として、

$$\begin{aligned} V_t &= S_t \times (70 / (100 - 70) + 1 / 2.65) \\ &= 0.007 \text{ t/h} \times (70 / (100 - 70) + 1 / 2.65) \\ &= 0.019 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} = 0.019 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} \\ = 0.456 \text{ m}^3/\text{日} \end{array} \right)$$

3) シックナでの沈砂量：V_s

沈砂槽にて乾燥重量でS_tだけ除去された後、シックナに送られ沈砂するスラリの乾燥重量S_sは、

$$\begin{aligned} S_s &= S_d - S_t \\ &= 0.03 \text{ t/h} - 0.007 \text{ t/h} \\ &= 0.026 \text{ t/h} \\ &= 0.010 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} = 0.026 \text{ t/h} \times 24 \text{ h} \\ = 0.624 \text{ t/日} \\ = 0.235 \text{ m}^3/\text{日} \end{array} \right)$$

沈砂したスラリの水分量W_{w2}は、含水率を85%として、

$$\begin{aligned} W_{w2} &= S_s \times 85 / (100 - 85) \\ &= 0.026 \text{ t/h} \times 85 / (100 - 85) \\ &= 0.147 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} = 0.147 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} \\ = 3.528 \text{ m}^3/\text{日} \end{array} \right)$$

沈砂したスラリの容積V_sは、同じく含水率を85%、土粒子の真比重を2.65として、

$$\begin{aligned} V_s &= S_s \times (85 / (100 - 85) + 1 / 2.65) \\ &= 0.026 \text{ t/h} \times (85 / (100 - 85) + 1 / 2.65) \\ &= 0.157 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} = 0.157 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} \\ = 3.768 \text{ m}^3/\text{日} \end{array} \right)$$

4) 脱水ケーキの体積：V_k 及びろ過水量：W_w

シクナでの沈砂スラリをフィルタプレスにより脱水する。
脱水ケーキ中の水分量は、ケーキの含水率を40%とすると、

$$\begin{aligned} W_{w3} &= S_s \times 40 / (100 - 40) \\ &= 0.026 \text{ t/h} \times 40 / (100 - 40) \\ &= 0.017 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} = 0.017 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} \\ = 0.408 \text{ m}^3/\text{日} \end{array} \right)$$

但し条件によりプレス設備稼働時間は、8hであるため、

$$\begin{aligned} W_{w3} &= 0.408 \text{ m}^3/\text{日} / 8 \text{ h} \\ &= 0.051 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

脱水ケーキの体積V_kは、ケーキの含水率40%、土粒子の真比重を2.65とすると、

$$\begin{aligned} V_k &= S_s \times (40 / (100 - 40) + 1 / 2.65) \\ &= 0.026 \text{ t/h} \times (40 / (100 - 40) + 1 / 2.65) \\ &= 0.027 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} = 0.027 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} \\ = 0.648 \text{ m}^3/\text{日} \end{array} \right)$$

$$\begin{aligned} V_k &= 0.648 \text{ m}^3/\text{日} / 8 \text{ h} \\ &= 0.081 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

ろ過水量：W_w(原水槽へリターンされる量)は、

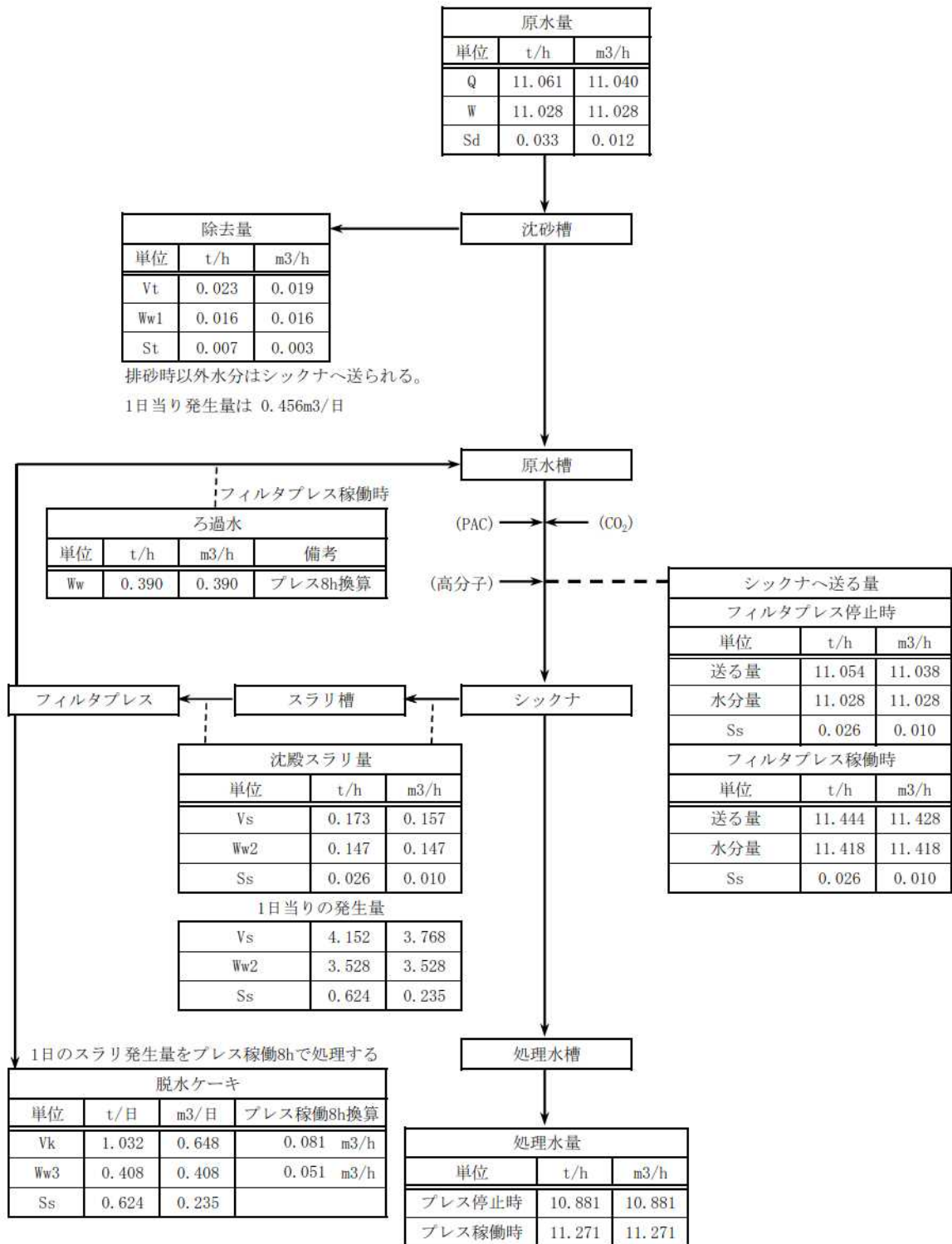
$$\begin{aligned} W_w &= V_s - V_k \\ &= 0.157 \text{ m}^3/\text{h} - 0.027 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 0.130 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} = 0.130 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} \\ = 3.120 \text{ m}^3/\text{日} \end{array} \right)$$

$$\begin{aligned} W_w &= 3.120 \text{ m}^3/\text{日} / 8 \text{ h} \\ &= 0.390 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

5) 物質収支フロー

シクナ24時間、フィルタプレス8時間運転の物質収支フローを示す。



b) 主要設備の設計計算

1) 原水SSの乾燥重量：Sd

沈砂槽では、処理施設の負荷軽減の目的で粒径の大きい浮遊物質を除去する。

本設計では、粒径75 μ m(0.075mm)以上の浮遊物質を除去することで計算する。粒径75 μ mの土粒子の沈砂速度vは、およそ4.0mm/s(4.0 \times 10⁻³m/sec)である。

また原水流入に際しての乱流や偏流等を考慮した係数 α を2とすると、沈砂槽の有効表面積はAは、

$$\begin{aligned} A &= \alpha \times Q / v \\ &= 2 \times \frac{3.067 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}}{11.040 \text{ m}^3/\text{h}} / 4.0 \times 10^{-3} \text{ m/sec} \\ &= 1.5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

沈砂槽の形状は、長さ L (長)と幅 W (幅)の比を $L/W=2$ とし、 $A=L \times W$ より、

$$\begin{aligned} L &= (2 \times A)^{1/2} \\ &= (2 \times 1.5)^{1/2} \\ &= 1.732 \text{ m} \\ &\simeq 2.0 \text{ m となる。} \end{aligned}$$

以上より沈砂槽の形状は、

$$\begin{aligned} \text{長さ} &= 2.0 \text{ m} \\ \text{幅} &= 1.0 \text{ m} \\ \text{面積} &\simeq 1.5 \text{ m}^2 \text{ となる。} \end{aligned}$$

また、1日の堆積厚 $h_{\text{日}}$ は、

$$\begin{aligned} h_{\text{日}} &= V_t / A' \\ &= 0.456 \text{ m}^3/\text{日} / 1.5 \\ &= 0.30 \text{ m/日} \end{aligned}$$

排砂間隔を4日に1度とし、沈砂槽の排砂を計画する。有効水深 h は50cm以上として実水深 H と有効水深 h を求める。

$$\begin{aligned} h' &= 0.5 \text{ m} \\ H &= h' + h_{\text{日}} \times 4 \text{ 日} \\ &= 0.5 + 0.30 \text{ m/日} \times 4 \text{ 日} \\ &= 1.70 \text{ m} \\ &\simeq 2.0 \text{ m} \\ h &= H - h_{\text{日}} \times 4 \text{ 日} \\ &= 2.0 \text{ m} - 0.30 \text{ m/日} \times 4 \text{ 日} \\ &= 0.80 \text{ m} \end{aligned}$$

2) 原水槽

フィルタプレス稼働時、原水槽にはフィルタプレスからのろ過水 W_w が流入する。
原水槽への流入量を Q' とすると物資収支フローより11.428m³/hとなる。
原水貯留時間 t を3分とすると

$$\begin{aligned} V &= Q' \times t / 60 \\ &= 11.428 \text{ m}^3/\text{h} \times 3 \text{ min} / 60 \text{ min} \\ &= 0.57 \text{ m}^3 \text{ 以上の容積を要する。} \end{aligned}$$

3) 原水ポンプ

原水ポンプの種類は水中サンドポンプとし予備を含めて2台とする。

$$\begin{aligned} Q' &= 11.428 \text{ m}^3/\text{h} \\ &\simeq 0.19 \text{ m}^3/\text{min} \text{ 以上の能力を要する。} \end{aligned}$$

4) pH中和処理装置

取扱いの安全性および過剰注入時のpH異常低下がない等を考慮して、炭酸ガス中和方式を採用する。

・炭酸ガス消費量

トンネル工事の濁水がアルカリ性を示すのは、主にセメント成分に含まれる水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ によるものである。

理論必要量 X は、

$$\text{pH} = 11$$

$$\begin{aligned} X &= Q' \times 2 \times 22 \times 10^{-(14-11)} \\ &= 11.428 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \times 22 \times 10^{-(14-11)} \text{ g/100g} \\ &= 0.50 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

SS成分を見込み、実際の使用量は、理論必要量の2倍とする。

$$\begin{aligned} X' &= X \times 2 \\ &= 0.50 \text{ kg/h} \times 2 \\ &= 1.00 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} = 1.00 \text{ kg/h} \times 24 \text{ h} \\ = 24 \text{ kg/日} \end{array} \right)$$

$$\left(\begin{array}{l} = 24 \text{ kg/日} \times 126 \text{ 日} \\ = 3024 \text{ kg} \end{array} \right)$$

30kgポンベ1日当たり使用本数は、

$$\begin{aligned} n &= X' / 30 \text{ kg/本} \\ &= 24 \text{ kg/日} / 30 \text{ kg/本} \\ &= 1 \text{ 本/日} \end{aligned}$$

5) PAC槽および注入ポンプ

添加量を100ppmとし、比重が1.2であるのでPAC日使用量Y、及び注入量Y'は、

$$\begin{aligned} Y &= Q' \times 100 \text{ ppm} \times 10^{-3} \times 24 \text{ h} / 1.2 \\ &= 11.428 \text{ m}^3/\text{h} \times 100 \text{ ppm} \times 10^{-3} \times 24 \text{ h} / 1.2 \\ &= 22.86 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{日}} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{aligned} &= 14200 \text{ m}^3 \times 100 \text{ ppm} \times 10^{-3} / 1.2 \\ &= 1183 \text{ kg} \end{aligned} \right)$$

$$\begin{aligned} Y' &= Y / 24 \text{ h} / 60 \text{ min} \times 10^3 \\ &= 22.86 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{日}} / 24 \text{ h} / 60 \text{ min} \times 10^3 \\ &= 15.88 \text{ cc/min} \end{aligned}$$

PAC槽は1.2m³を使用するものとして、使用日数は、

$$\begin{aligned} \text{日数} &= 1200 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{日}} / Y \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{日}} \\ &= 1200 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{日}} / 22.86 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{日}} \\ &= 52.49 \text{ 日} \\ &\approx 53 \text{ 日} \end{aligned}$$

6) 高分子凝集剤溶解貯槽および注入ポンプ

高分子凝集剤の添加量を3ppm(粉体)とすると、日使用量Zは、

$$\begin{aligned} Z &= Q' \times 3 \text{ ppm} \times 10^{-3} \times 24 \text{ h} \\ &= 11.428 \text{ m}^3/\text{h} \times 3 \text{ ppm} \times 10^{-3} \times 24 \text{ h} \\ &= 0.82 \text{ kg/日} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{aligned} &= 14200 \text{ m}^3 \times 3 \text{ ppm} \times 10^{-3} \\ &= 43 \text{ kg} \end{aligned} \right)$$

濃度を0.1%に溶解して使用すると、1日当りの注入量Z'は、

$$\begin{aligned} Z' &= Z / 0.1 \% \\ &= 0.82 \text{ kg/日} / 0.1 \% \\ &= 820 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{日}} \end{aligned}$$

$$\left(\begin{aligned} &= 820 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{日}} / 24 \text{ h} / 60 \text{ min} \\ &= 0.6 \text{ } \frac{\text{kg}}{\text{min}} \end{aligned} \right)$$

7) 凝集反応槽

凝集反応時間 t を1分とすると、

原水貯留時間tを3分とすると

$$\begin{aligned} \text{容量} &= Q' \times t / 60 \\ &= 11.428 \text{ m}^3/\text{h} \times 1 \text{ min} / 60 \text{ min} \\ &= 0.19 \text{ m}^3 \text{以上} \quad 2 \text{ 槽} \quad (\text{十分に攪拌するため2槽とする}) \end{aligned}$$

8) シックナ

生成フロックの沈殿速度 v は、2~5m/hの範囲で設定していることが多い。ここでは $v=3.5\text{m/h}$ として有効表面積 A_s を求める。

$$\begin{aligned} A_s &= Q' / v \\ &= 11.428 \text{ m}^3/\text{h} / 3.5 \text{ m/h} \\ &= 3.3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

シックナ内での滞留時間を1時間とし、シックナ容量 V は、

$$\begin{aligned} V &= Q' \times 1 \text{ h} \\ &= 11.428 \text{ m}^3/\text{h} \times 1 \text{ h} \\ &= 11.428 \text{ m}^3\text{以上} \end{aligned}$$

9) スラリ槽

沈砂スラリ量は物資収支フローより $0.157\text{m}^3/\text{h}$ となる。
プレス稼働時間外 ($24\text{h}-8\text{h}=16\text{h}$) の16時間分を貯留可能な容量とする。

$$\begin{aligned} \text{容量} &= V_s \times 16 \text{ h} \\ &= 0.157 \text{ m}^3/\text{h} \times 16 \text{ h} \\ &= 2.51 \text{ m}^3\text{以上} \end{aligned}$$

10) フィルタプレス

脱水ケーキ量は物資収支フローより $0.648\text{m}^3/\text{日}$ となる。
プレス稼働時間 $TF=8\text{h}/\text{日}$ 、プレスサイクルタイム $Cm=80\text{min}$ の条件より、必要なプレスのろ室内容積 V は、

$$\begin{aligned} \text{容積} &= V_k / 8 \text{ h/日} \times 80 \text{ min} / 60 \text{ min} \\ &= 0.648 \text{ m}^3/\text{日} / 8 \text{ h/日} \times 80 \text{ min} / 60 \text{ min} \\ &= 0.11 \text{ m}^3\text{以上} \end{aligned}$$

11) 処理汚泥量

$$\begin{aligned} W &= (S_s + W_w3) \times \frac{126 \text{ 日}}{4.2\text{ヶ月} \times 30\text{日}} \times \frac{4.696}{14,200\text{m}^3/126\text{日}/24\text{h}} / 11.040 \\ &= (0.624 \text{ t/日} + 0.408 \text{ t/日}) \times 126 \text{ 日} \times 4.696 / 11.040 \\ &= 55.31 \text{ t} \end{aligned}$$

c) 機械処理沈殿方式濁水処理材集計表

設 備	仕 様	必要量	備 考
脱水ケーキ発生量		0.648 m ³ /日	
フィルタプレス必要量		0.110 m ³ /1方	
スラリー発生量		0.157 m ³ /h	
PAC使用量		1183 kg	
高分子凝集剤使用量	0.1%濃度液	43 kg	
炭酸ガス使用量		3024 kg	
処理汚泥量	土粒子重量	55 t	

※ a) 物質収支(想定される11.040m³/h) より

4.8 トンネル工事用機械一覧及び仮設備数量

(1) トンネル工事用機械一覧表

坑内工事機械一覧表

(トンネル1本施工時)

種 別	機 械 名	規 格	台 数	備 考	
掘削工 (機械掘削)	掘削、ずり出し	自由断面トンネル掘削機	[電動式]カッタヘッド駆動モータ出力200～240kW 最大高6.0m 掘削幅6.4m	1	
		大型ブレーカ (ベースマシン含む)	[排出ガス対策型(第3次基準値)]油圧式ブレーカ1,300kg級ベースマシン20t級	1	
	ずり出し	ホイールローダ	[排出ガス対策型(第3次基準値)]排出ガス対策型(第2次基準値)]バケット容量(山積)2.3m ³	1	ずり積込
		バックホウ (クローラ型)	[後方超小旋回型・排出ガス対策型(第3次基準値)]標準バケット容量(山積/平積)0.45/0.35m ³	1	ずり積込
		ダンプトラック	[オンロード型]10t積	3	ずり運搬
吹付工	コンクリート吹付	コンクリート吹付機	トンネル工事用[湿式吹付・吹付ロボット一体・エアコンプレッサ搭載・エレクトラ型・排出ガス対策型(第3次基準値)]吐出力6～22m ³ /h級 吹付半径7m級	1	
		集塵機	1200m ³ /min×74kW	1	フィルタ式
ロックボルト工	ロックボルト	ドリルジャンボ	[ホイール式・排出ガス対策型(第1次基準値)]形式2ブーム・2バスケットドリフト質量150kg超級	1	
		モルタル注入機	吐出力 950 ℓ/h	1	
		トラック	トンネル工事用 2t積	1	モルタル注入機用台車
			トンネル工事用クレーン装置付 4t積、2.9t吊り	1	ロックボルト運搬用
鋼製支保工	建 込	コンクリート吹付機	トンネル工事用[湿式吹付・吹付ロボット一体・エアコンプレッサ搭載・エレクトラ型・排出ガス対策型(第3次基準値)]吐出力6～22m ³ /h級 吹付半径7m級	1	吹付工と併用
	運 搬	トラック	トンネル工事用クレーン装置付 4t積、2.9t吊	1	支保工運搬用
覆工	防水工	防水工作業台車	L = 6.0m	1	
	型枠工	スライドセントル	L = 10.5m	1	
	コンクリート工	コンクリートポンプ車	[トラック架装・配管式]圧送能力55m ³ /h	1	
		パイプレータ	棒状電気式 60mm	5	モータ付

坑内工事機械一覧表

(トンネル1本施工時)

種 別	機 械 名	規 格	台 数	備 考	
イン バ ー ト 工	掘削	大型ブレーカ (ベースマシン含む)	トンネル工事用[排出ガス対策型(第3次基準 値)]油圧式1,300kg級 ベースマシン20t級	1	
	ざり出し	ダンプトラック	トンネル工事用オンロード型10t積	1	ざり運搬
		バックホウ	[後方超小旋回型・排出ガス対策型(第3次基 準値)]標準バケット容量 山積0.45m ³ (平積 0.35m ³)	1	積込補助
	コンクリート工	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	
	敷ならし	バックホウ	[後方超小旋回型・排出ガス対策型(第3次基 準値)]標準バケット容量 山積0.45m ³ (平積 0.35m ³)	1	
	締固め	振動ローラ	(トンネル工事対応)搭乗・コンバインド式・ 排出ガス対策型(第2次基準値)・低騒音型・ 運転質量3～4t	1	
	埋戻し材の積込	バックホウ	[標準型・超低騒音型・排出ガス対策型(第3 次基準値)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)	1	

坑外工事機械一覧表

(トンネル1本施工時)

種 別	機 械 名	規 格	台 数	備 考
換気設備	送風機(送気式)	1200m ³ /min 55kW×2サイレンサ型	1	反転軸流式ファン D=1300
	吸引ダクト設備	φ1500 L=100m	1	
吹付プラント設備	セメントサイロ	[鋼製溶接構造] 容量30t 排出能力20t/h	1	
	骨材ホッパ	15m ³ ×3	1	
	コンクリートプラント	[バッチ型・定置式] 能力25m ³ /h	1	
排水設備	排水ポンプ	工事用水中モータポンプ φ50mm×5m×0.4kw	1	No.32+0～No.34+17
給水設備	取水ポンプ	工事用水中モータポンプ φ50mm×10m×0.8kw	1	水源～給水槽
	給水ポンプ	小型多段遠心ポンプ φ65mm×60m×7.5kw	1	給水槽～切羽
	水槽	鋼板製簡易水槽 20m ³	1	
濁水処理設備	濁水処理設備	20m ³ /h級(ボークラ)型・機械処理沈殿方式・脱水機付)	1	
その他設備	修理工場		1	

(2) 仮設備数量集計表

工種	規格	数量	適用
換気設備	不燃性ビニール風管 φ1300	204.0 m	軟管(リング無)
取水設備	SGP管(黒ねじ無し) φ50	65.0 m	水源～給水槽
給水設備	SGP管(黒ねじ無し) φ65	679.0 m	給水槽～切羽
排水設備	SGP管(黒ねじ無し) φ50	57.0 m	No. 32+0～No. 34+17
	SGP管(黒ねじ無し) φ80	95.0 m	起点側坑口～濁水設備
	素掘り側溝	172.0 m	坑内

仮設備数量

(1) 換気設備

不燃性ビニール風管 ϕ 1300
坑内 坑外
 $L = 189.0 + 15.0 = 204.0 \text{ m}$

(2) 取水設備

SGP管(黒ねじ無し) ϕ 50
坑内 坑外
 $L = 0.0 + 65.0 = 65.0 \text{ m}$ (水源～給水槽)

(3) 給水設備

SGP管(黒ねじ無し) ϕ 65
坑内 坑外
 $L = 229.0 + 450.0 = 679.0 \text{ m}$ (給水槽～切羽)

(4) 排水設備

SGP管(黒ねじ無し) ϕ 50
坑内 坑外
 $L = 57.0 + 0.0 = 57.0 \text{ m}$ (No. 32+0～No. 34+17)

SGP管(黒ねじ無し) ϕ 80
坑内 坑外
 $L = 0.0 + 95.0 = 95.0 \text{ m}$ (起点側坑口～濁水設備)

素掘り側溝

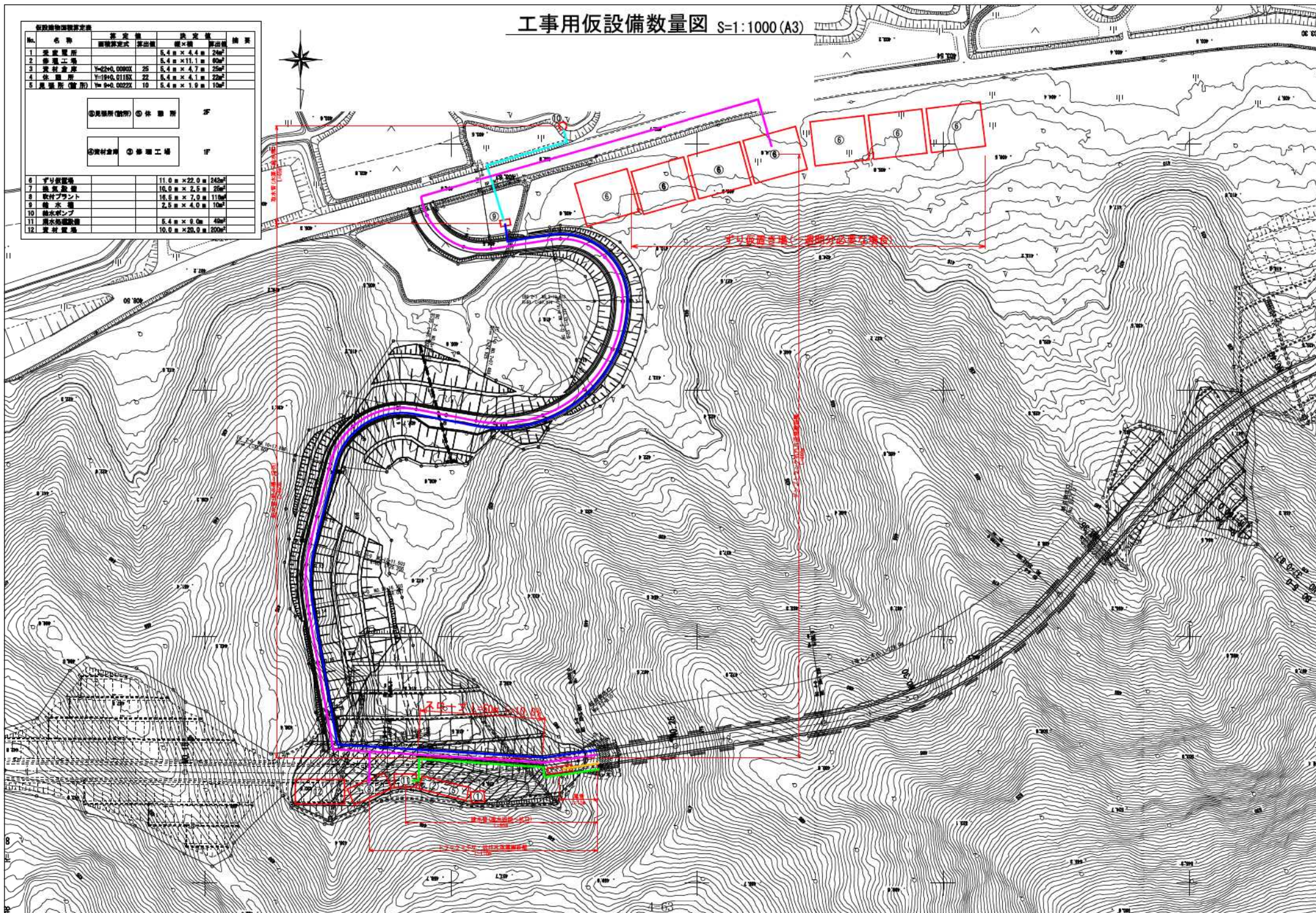
$L = 172.0 = 172.0 \text{ m}$ (坑内)

工事用仮設備数量図 S=1:1000 (A3)

仮設設備標準仕様表				
No.	名称	標準仕様	標準面積	備注
1	仮設事務所		5.4m × 4.4m	24㎡
2	仮設工場		5.4m × 11.1m	60㎡
3	資材倉庫	Y=0.0000	5.4m × 4.7m	25㎡
4	作業所	Y=0.0110	5.4m × 4.1m	22㎡
5	風通し(倉庫)	Y=0.0022	5.4m × 1.0m	5㎡

① 現場所(事務所)	② 林業所	③
④ 資材倉庫	⑤ 仮設工場	⑥

No.	名称	標準仕様	標準面積
6	ゴミ貯留場	11.0m × 22.0m	242㎡
7	換気設備	10.0m × 2.5m	25㎡
8	飲料プラント	18.5m × 7.0m	130㎡
9	換気設備	2.5m × 4.0m	10㎡
10	換気設備	5.4m × 0.0m	40㎡
11	換気設備	10.0m × 20.0m	200㎡
12	資材倉庫		



§ 5. 仮設電力計画

5.1 二次側電力設備計画

5.1.1 適用基準

適用基準は、国土交通省土木工事標準積算基準書(共通編) 令和2年度版

のうち、⑱仮設電力設備工を適用する。(以降、【積算基準】と示す。)

5.1.2 仮設電力設備

別表二次側電力負荷容量表(表5.1.3)に基づいて、設備容量及び契約電力を算定する。

高压電力受電点は、工事用道路の始点付近とする。高压電力は、コンクリート柱に

高压気中開閉器(PAS)を設置し、架空にて受電する。

受変電設備は坑外及び坑内(移動式)に設置し、各機械及び照明に電力供給する。

5.1.3 変圧器容量の算出

変圧器容量(kVA) > 出力容量 × (需要率/100) / 力率

但し、変圧器容量は、直近上位を選択するが、変圧器は1割以下の過負荷に対応する

ことから、その範囲内の容量とし、下記の標準変圧器容量表から選定する。

表5.1.1 需要率表

出力容量	需要率
100kW以下	75%
200kW以下	70%
300kW以下	65%
500kW以下	60%
700kW以下	55%

単独機器及び複数機器を同時使用する場合は、需要率100%とする。

力率=0.8 (※1)

表5.1.2 標準変圧器容量 (※2)

单相	5	7.5	10	15	20	30	50	75	100	150	200	300	500	kVA
三相	5	7.5	10	15	20	30	50	75	100	150	200	300	500	kVA

注釈

※1 【積算基準 P.4】では、力率改善後の0.95とされているが、実情として、力率改善に用いられる高压コンデンサは、坑外受変電設備に設置され、二次側は力率改善されないため、本検討に用いる力率値は、**改善前の0.8**とする。

※2 【積算基準P.5】に示される上表の標準変圧器容量のうち、取り消し線で示す小容量変圧器は、JIS-C4304及びC4306(何れも最終改訂2013年)において規格外であるため、**当該容量の変圧器は選定しない**。

【 工 事 用 仮 設 電 力 計 画 】

表5.1.3

工 種			月 数	月数細別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
作業工程	準備工	3.00ヶ月	開始 終了 0.0 3.0	■																									
	掘削工	3.20ヶ月	開始 終了 3.0 6.2				■																						
	覆工コンクリート	107.10 m/月	開始 終了 5.1 7.2							■																			
	排水工等雑工	400.00 m/月	開始 終了 7.7 8.3										■																
	跡片付け	1.00ヶ月	開始 終了 8.3 9.3											■															
切羽到達延長 (m)							85.39	170.67	229.00	229.00																			
	機械名	電圧 (V)	出力 (kw)	台数 (台)	計 (kw)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
坑内動力	自由断面トンネル掘削機	420	310.00	1	310.00				310.00	310.00	310.00	310.00																	
	ドリルジャンボ2ブーム	420	55×2	1	110.00				110.00	110.00	110.00	110.00																	
	コンクリート吹付機	420	186.00	1	186.00				186.00	186.00	186.00	186.00																	
	モルタル混合注入装置	210	6.00	1	6.00				6.00	6.00	6.00	6.00																	
	集塵機 フィルタ式 1200 m3/min	420	74.00	1	74.00				74.00	74.00	74.00																		
	全断面スライドセントラル	210	16.80	1	16.80							16.80	16.80	16.80															
	パイプレータ	210	0.70	5	3.50							3.50	3.50	3.50															
	防水作業台車	210	4.00	1	4.00							4.00	4.00	4.00															
	排水ポンプ φ50×5m	210	0.40	1	0.40							0.40	0.40	0.40															
	小計								686.00	686.00	710.70	636.70	24.70																
坑外動力	主送風機(送気) 1200 m3/min	420	85×2	1	110.00				110.00	110.00	110.00																		
	吹付プラント(フラット+付+骨材初ハ)	210	53.20	1	53.20				53.20	53.20	53.20	53.20																	
	取水ポンプ φ50×10m	210	0.80	1	0.80				0.80	0.80	0.80	0.80																	
	給水ポンプ φ65×60m	210	7.50	1	7.50				7.50	7.50	7.50	7.50																	
	濁水処理設備 20m3/min級	210	22.00	1	22.00				22.00	22.00	22.00	22.00	22.00																
	修理工場	210	140.00	1																									
小計								193.50	193.50	193.50	83.50	22.00																	
照明設備	坑内照明 蛍光灯	210	0.04	46	1.84				0.72	1.40	1.84	1.84	1.84	1.84															
	切羽照明 投光器	210	0.50	6	3.00				3.00	3.00	3.00	3.00																	
	覆工照明 投光器	210	0.50	4	2.00						2.00	2.00	2.00																
	坑外照明 投光器等	210	0.50	4	2.00				2.00	2.00	2.00	2.00																	
	小計								5.72	6.40	8.84	8.84	3.84	1.84															
負荷合計	坑内動力+坑外動力 動力							879.50	879.50	904.20	720.20	46.70																	
	照明設備 電力							5.72	6.40	8.84	8.84	3.84	1.84																
計 (kW)								885.22	885.90	913.04	729.04	50.54	1.84																
負荷最大値					913.04						最大値																		

変圧器容量の算出

1) 坑外受変電設備

a) 【坑外】低圧動力(三相6.6kV/420V)

機器名	出力(kW)	台数	容量(kW)	備考
主送風機	110.0	1	110.0	
合計			110.0	

需要率	100	
変圧器容量(kVA)	137.5	←Cos θ =0.80
使用変圧器(kVA)	150	

b) 【坑外】低圧動力(三相6.6kV/210V)

機器名	出力(kW)	台数	容量(kW)	備考
吹付プラント	53.2	1	53.2	
取水ポンプ	0.8	1	0.80	
給水ポンプ	7.5	1	7.5	
濁水処理設備	22.0	1	22.0	
修理工場	40.0	1	40.0	
合計			123.5	

需要率	70	
変圧器容量(kVA)	108.1	←Cos θ =0.80
使用変圧器(kVA)	100	100kVAの10%割増以下のため、変圧器容量は100kVAを選定

c) 【坑外】低圧電灯(単相6.6kV/210V)

機器名	出力(kW)	台数	容量(kW)	備考
坑内照明	0.04	46	1.8	
坑外照明	0.50	4	2.0	
合計			3.8	

需要率(%)	100	
変圧器容量(kVA)	4.8	←Cos θ =0.80
使用変圧器(kVA)	10	

2) 坑内受変電設備

a) 【坑内】低圧動力(三相6.6kV/420V)

機器名	出力(kW)	台数	容量(kW)	備考
自由断面トンネル掘削機	310.0	1	310.0	
ドリルジャンボ2ブーム	110.0	1	110.0	
コンクリート吹付機	186.0	1	186.0	
集塵機	74.0	1	74.0	
合計			680.0	

需要率	55	←Cos θ = 0.80
変圧器容量(kVA)	467.5	
使用変圧器(kVA)	500	

b) 【坑内】低圧動力(三相6.6kV/210V)

機器名	出力(kW)	台数	容量(kW)	備考
モルタル混合注入装置	6.0	1	6.0	
全断面スライドセントル	16.8	1	16.8	覆工機器
パイプレータ	0.70	5	3.5	覆工機器
防水作業台車	4.0	1	4.0	覆工機器
排水ポンプ	0.4	1	0.4	覆工機器
覆工照明	0.50	4	2.0	覆工機器
合計			32.7	

(覆工機器計) 26.7

需要率	75	←Cos θ = 0.80
変圧器容量(kVA)	30.7	
使用変圧器(kVA)	30	

30kVAの10%割増以下のため、変圧器容量は30kVAを選定

c) 【坑内】低圧電灯(単相6.6kV/210V)

機器名	出力(kW)	台数	容量(kW)	備考
切羽照明	0.50	6	3.0	
合計			3.0	

需要率(%)	100	←Cos θ = 0.80
変圧器容量(kVA)	3.8	
使用変圧器(kVA)	10	

コンデンサー容量の算出

コンデンサー容量は以下により算出し、下表のコンデンサ定格容量より直近上位となる組み合わせを選定する。

コンデンサ定格容量

三相	以下省略	53.2	79.8	106	160	213	266	kvar
----	------	------	------	-----	-----	-----	-----	------

$$P_1 = P \times \tan \theta_1 = P \times \tan(\cos^{-1} \theta_1)$$

$$P_2 = P \times \tan \theta_2 = P \times \tan(\cos^{-1} \theta_2)$$

$$P_3 = P \times (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) = P_1 - P_2$$

ただし P_1 : 力率改善前の無効電力 (kVar1)
 P_2 : 力率改善前の無効電力 (kVar2)
 P_3 : 力率改善に要する無効電力 (kVar)
 (必要なコンデンサー容量, kVA)
 P : 負荷容量
 θ_1 : 改善前の力率 (0.80)
 θ_2 : 改善後の力率 (0.95)

変圧器	容量(kVA)	台数	容量(kW)	容量(kW) 需要率考慮	備考
【坑外】低圧動力(三相6.6kV/420V)	150	1	150	138	
【坑外】低圧動力(三相6.6kV/210V)	100	1	100	108	
【坑外】低圧電灯(単相6.6kV/210V)	10	1	10	5	
【坑内】低圧動力(三相6.6kV/420V)	500	1	500	468	
【坑内】低圧動力(三相6.6kV/210V)	30	1	30	31	
【坑内】低圧電灯(単相6.6kV/210V)	10	1	10	4	
合計(P)			800	753	

上記の坑内照明台数は、坑内照明変圧器から給電する台数を対象としている。

改善前の力率(%)	80	$P \times \tan(\arccos 0.80) =$	565.1
改善後の力率(%)	95	$P \times \tan(\arccos 0.95) =$	247.7
コンデンサー容量(kVar)	318	$P_{80} - P_{95} =$	317.4

以上よりコンデンサー容量は、力率95%になるよう次の容量を設置する。

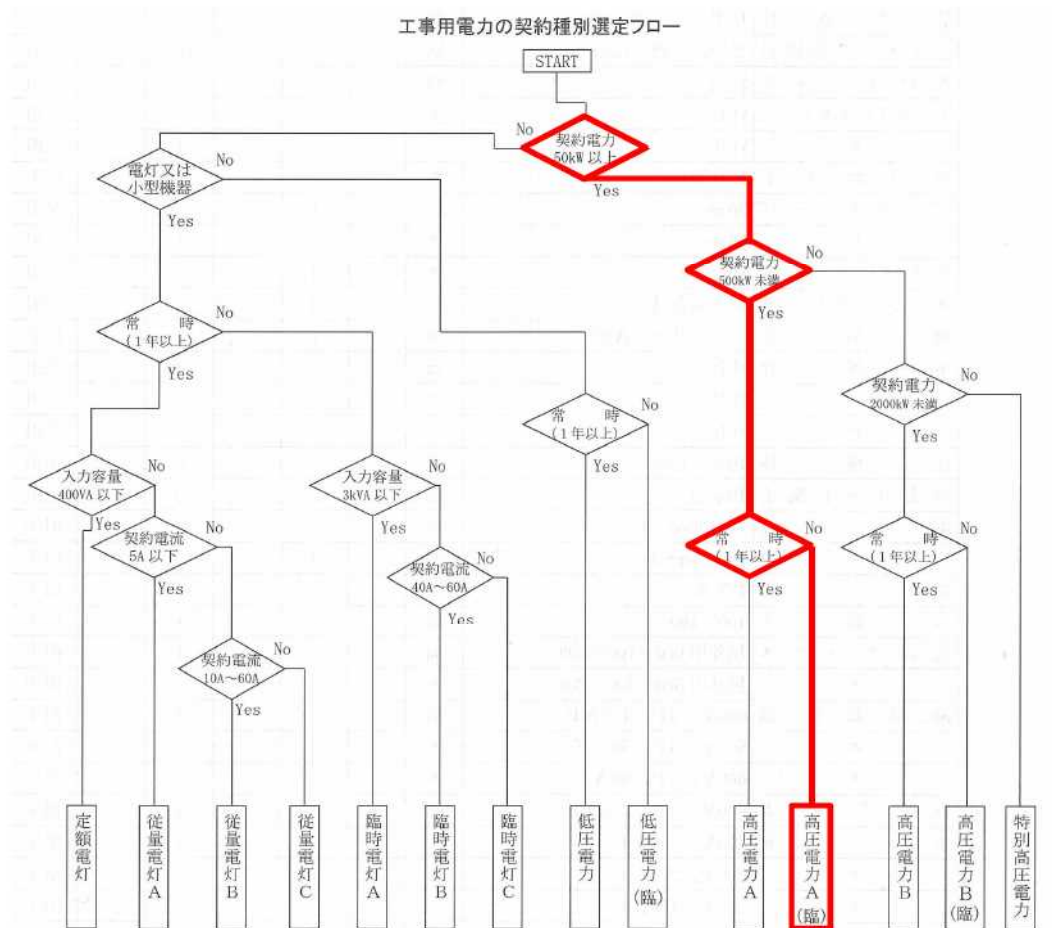
106kVar×3台の計318kVarとする。

コンデンサーの設置場所は、坑外受変電用キュービクルに併設する。

5.1.4 契約電力

(1) 契約種別

本トンネル工事の電力需要期間は別紙電力工程表のとおり、3月～8.3月の5.3カ月間の1年未満であることと、後述の契約電力に基づき、「**高圧電力A(臨)**」となる。



【積算基準】P.9に加筆

(2) 契約電力

契約電力は、【積算基準P.4】に基づき契約負荷設備と契約受電設備容量の2通り計算し、小さい方の値とする。

1) 契約電力の計算

a) 契約負荷設備による算出

契約負荷設備の各入力について、それぞれ次の(イ)の係数を乗じてえた値の合計に(ロ)の係数を乗じて得た値とする。

入力換算係数

高压動力	1.176	(今回適用無し)
低压動力	1.250	

(イ) 圧縮係数

最大のものから最初の2台	1.00
次の2台	0.95
その他	0.90

ただし、照明負荷は全体で1負荷とする。

(ロ) 圧縮容量係数

圧縮容量	係数(%)
最初の6kW	100
次の14kW	90
次の30kW	80
次の100kW	70
次の150kW	60
次の200kW	50
500kW超過	30

b) 契約受電設備容量による算出

契約電力は、契約受電設備総容量に次の(ハ)の係数を乗じた値とする。(1VA=1W)

(ハ) 圧縮容量係数

圧縮容量	係数(%)
最初の50kW	80
次の50kW	70
次の200kW	60
次の300kW	50
600kW超過	40

※修理工場の負荷容量について、修理工場は切羽での作業中はほぼ稼働しないことから次項の負荷容量算定には含まないものとする。ただし、当該場所における坑内配電線路の敷設及び変圧器の設置については、考慮する。

2) 契約電力

a) 契約負荷設備

負荷名称	負荷容量 (kW)	入力換算 係 数	入力容量 (kVA)	圧縮係数 係 数	圧縮容量 (kW)
自由断面トンネル掘削機	310.0	1.25	387.50	1.0	387.50
コンクリート吹付機	186.0	1.25	232.50	1.0	232.50
主送風機	110.0	1.25	137.50	0.95	130.63
ドリルジャンボ2ブーム	110.0	1.25	137.50	0.95	130.63
集塵機	74.0	1.25	92.50	0.9	83.25
吹付プラント	53.2	1.25	66.50	0.9	59.85
その他動力(420V)	0.0	1.25	0.00	0.9	0.00
その他動力(210V)	61.0	1.25	76.25	0.9	68.63
照明設備	8.8	1.25	11.05	0.9	9.95
計	913.0		1,141.30		1,102.92

最初の	6 kWにつき	100 %	6.0 kW
次の	14 kWにつき	90 %	12.6 kW
次の	30 kWにつき	80 %	24.0 kW
次の	100 kWにつき	70 %	70.0 kW
次の	150 kWにつき	60 %	90.0 kW
次の	200 kWにつき	50 %	100.0 kW
500kWを超える	602.92 kWにつき	30 %	180.9 kW
			483.5 kW
			契約電力 483 kW

b) 契約受電設備容量

変 圧 器	容量(kVA)	台 数	容量(kVA)
【坑外】低圧動力(三相6.6kV/420V)	150	1	150
【坑外】低圧動力(三相6.6kV/210V)	100	1	100
【坑外】低圧電灯(单相6.6kV/210V)	10	1	10
【坑内】低圧動力(三相6.6kV/420V)	500	1	500
【坑内】低圧動力(三相6.6kV/210V)	30	1	30
【坑内】低圧電灯(单相6.6kV/210V)	10	1	10
合 計			800

最初の	50 kWにつき	80 %	40.0 kW
次の	50 kWにつき	70 %	35.0 kW
次の	200 kWにつき	60 %	120.0 kW
次の	300 kWにつき	50 %	150.0 kW
600kWを超える	200 kWにつき	40 %	80.0 kW
			425.0 kW
			契約電力 425 kW

c) 契約電力

a)とb)の計算結果から小さい方の値、**425** kWとする。

5.1.5 配線設計

(1) 設計基準

1) 配電電圧

高圧	三相三線 6.6kV、3.3kV
動力	三相三線 420V、210V
電灯	単相2線 210V

2) 電線路

a) 配電線の種別

高圧配電線路	6.6kV、3.3kV CVケーブル、OE電線
低圧配電線路	600V VVRケーブル、OW電線

b) 最小ケーブルサイズ

ケーブルサイズは個々の負荷容量と配線距離に応じて計算し、必要最小サイズを選定する。
但し、本検討における最小サイズは、【積算基準】に示されるケーブルサイズの最小サイズとする。

高圧ケーブル	14mm ² 、5.0mm
低圧ケーブル	5.5mm ² 、2.6mm

c) 坑外低圧配電線路

坑外の低圧配電線路は、電柱による架線方式をとし、使用電線サイズは、負荷容量と距離に応じて下表より選定し、下表の範囲外となる場合は個別に電圧降下計算により設定する。

表5.1.5

負荷/距離	50m	100m	150m	200m	250m	300m	350m	400m	450m	500m
10kW以下	2.6	3.2	14	22	22	22	38	38	38	38
20kW以下	3.2	22	22	38	38	60	60	60	100	100
30kW以下	14	22	38	60	60	100	100	100	100	
40kW以下	22	38	60	60	100	100				
50kW以下	22	38	60	100	100					
60kW以下	22	60	100	100						

(注) 電線規格は、3.2までは直径(mm)を、14以上は断面積(mm²)

3) 電圧降下計算式

三相三線式	$e = 30.8 \times L \times I \times I / 1000 \times A$
単相二線式	$e = 35.6 \times L \times I \times I / 1000 \times A$
	e : 電圧降下(V) L : 電線亘長(m) I : 負荷電流(A) A : 電線断面積(mm ²)

4) 効率、力率

効率	87.5%
力率	80.0%

5) 許容電圧降下

許容電圧降下は受電設備配電盤から負荷の末端まで7%とする。

ただし、電線の許容電流を超えてはならない。

6) 高圧ケーブルのサイズ

引込部は積算基準Ⅱ-5-18-13に基づき、6kV OE 22sqとし、坑内受電設備用ケーブルは、

基準における最小サイズである6kV CV 14sq-3Cを基本として後述の配線計算により

適用サイズを選定する。

7) 許容電流

表5.1.7 6.6kV 架橋ポリエチレン絶縁ケーブル(気中及び暗渠布設)

(単位:A)

公称断面積 mm ²	6.6kV CV 3C	6.6kV CVT トリプレックス		
14	83			
22	105	120		
38	145	170		
60	195	225		
100	265	310		

表5.1.8 600V ビニル絶縁ビニルシースケーブル(気中及び暗渠布設)

(単位:A)

公称断面積 mm ²	VV	VV	VV	備考
	1C	2C	3C	
5.5	37	33	28	
8	47	42	36	
14	66	59	50	
22	88	78	66	
38	120	110	93	
60	165	145	120	
100	230	200	165	
150	295	255	220	※
200	350	310	260	※
250	400	355	300	※
325	470	420	355	※

※【積算基準】に記載される
最大ケーブルサイズは100sq
につき、150sq以上は使用せず
2条以上の敷設として計画する。

表5.1.9 屋外用絶縁電線

(単位:A)

直径・ 公称断面積	高圧架空電線 OE	低圧架空電線 OW		
2.6mm		35		
3.2mm		45		
14mm ²		60		
22mm ²	120	78		
38mm ²	165	100		
60mm ²	220	130		
100mm ²	300	175		

8) 低圧電動機設備

機械台数により下表から適切な回路数の仮設ボックスを選定する。

表5.1.10

接続する機械台数	仮設ボックス回路数	仮設ボックス規格
3台以下	3回路	屋外用400×300×200
5台以下	5回路	屋外用500×400×200
7台以下	7回路	屋外用600×700×200
10台以下	10回路	屋外用700×1200×200

9) 坑内照明

坑内照明は、40W蛍光灯を片側5m間隔に設置し、ケーブルサイズの標準は、下表によるが、受電設備から坑口までの配線距離を考慮し、配線サイズを計算する。

表5.1.11

トンネル長	320m	430m	590m	700m	890m	1150m	1500m
ケーブルサイズ	5.5	8	14	22	38	60	100

(注) ケーブルサイズは、断面積(mm²)である。

10) 配線路

坑内照明及び坑内受電設備(SS-1～SS-2)は、【積算基準】では、坑内配電線路が標準とされているが、受電施設(SS-1)～仮設ボックス(M-1)区間は工事車両の往来が想定されるため、仮設電柱を用いた架空配電線路として計画している。また、当該区間の配線サイズは、坑内配電線路と同等以上の配線サイズとしており、許容電圧降下および許容電流において、電気的な問題がないことを確認している。

11) 絶縁変圧器の要否について

需要家側の高圧ケーブル長に応じて絶縁変圧器が必要となる場合があるため、本計画では絶縁変圧器を見込んだ回路構成としている。絶縁変圧器の要否は、施工時点で電力会社に確認のうえ、決定する必要がある。

12) 絶縁変圧器容量の算定

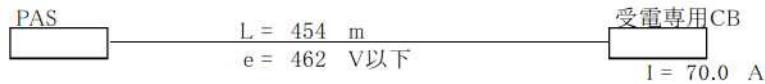
絶縁変圧器容量の算定方法は、【積算基準】に規定がないため、本書の算定では、高圧受変電設備SS-2から末端設備の総負荷を合計し、それらに表5.1.1記載の需要率を考慮した。

本検討に用いる変圧器容量は、あくまでも参考概略値であり、施工の際は、実際に用いる施工機械の電気容量等に応じて見直しを行う必要がある。

本施工箇所の絶縁変圧器容量は上記より、500kVAとなる。(後述の単線結線図参照)

配線サイズ計算書

- 1) 高压引込 電圧 6600 V 容量 800 kVA 許容電圧降下 7.0 %
PAS～SS1

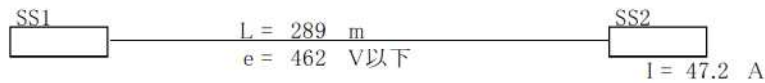


$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 2.1 \text{ mm}^2 \quad \text{設計条件より } S = 22 \text{ mm}^2 \quad 6.6\text{kV OE } 22\text{sq} \times 3(120\text{A})$$

$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 44.5 \text{ V} = 0.67 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

許容電流判定 OK

- 2) 高压配線 電圧 6600 V 容量 540 kVA 許容電圧降下 7.0 %
SS1～SS2



$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 0.9 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブル最少サイズから } S = 14 \text{ mm}^2 \quad 6.6\text{kV CV } 14\text{sq}(83\text{A})$$

$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 30 \text{ V} = 0.45 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

許容電流判定 OK

- 3) 坑外低圧動力 電圧 420 V 容量 110.0 kW 許容電圧降下 7.0 %
(M-1 主送風機) 容量 137.5 kVA ←力率考慮(80%)

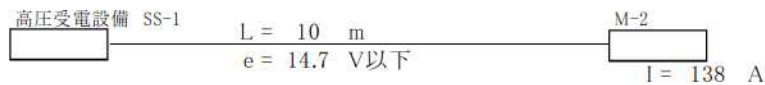


$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 7.5 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの許容電流から } S = 76 \text{ mm}^2 \quad 600\text{V OW } 38\text{sq} \times 3(100\text{A}) \times 2\text{条}$$

$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 2.9 \text{ V} = 0.69 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

※100sq-3C×1条では許容電流を満足しないため2条敷設とする。
許容電流判定 OK

- 4) 坑外低圧動力 電圧 210 V 容量 40.0 kW 許容電圧降下 7.0 %
(M-2 修理工場) 容量 50.0 kVA ←力率考慮(80%)

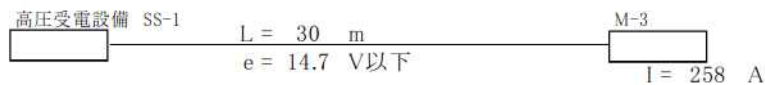


$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 2.9 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの許容電流から } S = 100 \text{ mm}^2 \quad 600\text{V OW } 100\text{sq} \times 3(175\text{A}) \times 1\text{条}$$

$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 0.4 \text{ V} = 0.20 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

許容電流判定 OK

- 5) 坑外低圧動力 電圧 210 V 容量 75.2 kW 許容電圧降下 7.0 %
(M-3 吹付プラント、濁水処理設備) 容量 94.0 kVA ←力率考慮(80%)



$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 16.2 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの許容電流から } S = 120 \text{ mm}^2 \quad 600\text{V OW } 60\text{sq} \times 3(130\text{A}) \times 2\text{条}$$

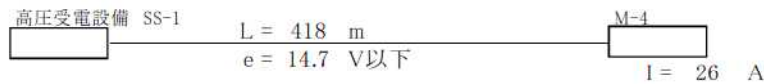
$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 2.0 \text{ V} = 0.95 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

※100sq-3C×1条では許容電流を満足しないため2条敷設とする。
許容電流判定 OK

配線サイズ計算書

6) 坑外低圧動力 電圧 210 V 容量 7.5 kW 許容電圧降下 7.0 %

(M-4 給水ポンプ) 容量 9.4 kVA ←力率考慮(80%)



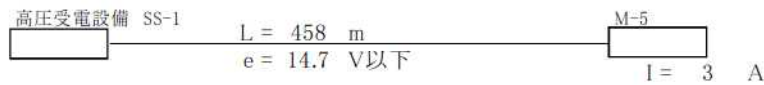
$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 22.6 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの許容電流から } S = 38 \text{ mm}^2 \quad \begin{matrix} 600\text{V OW } 38\text{sq} \times 3(100\text{A}) \\ \times 1\text{条} \end{matrix}$$

$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 8.7 \text{ V} = 4.16 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

許容電流判定 OK

7) 坑外低圧動力 電圧 210 V 容量 0.8 kW 許容電圧降下 7.0 %

(M-5 取水ポンプ) 容量 1.0 kVA ←力率考慮(80%)



$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 2.6 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの許容電流から } S = 2.6 \text{ mm}^2 \quad \begin{matrix} 600\text{V OW } 2.6\text{sq} \times 3(35\text{A}) \\ \times 1\text{条} \end{matrix}$$

$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 14.6 \text{ V} = 6.98 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

許容電流判定 OK

8) 坑内低圧電灯 電圧 210 V 容量 1.8 kW 許容電圧降下 7.0 %

(L-1 坑内照明) 容量 2.3 kVA ←力率考慮(80%)



$$S = 35.6 \times L \times I / 1000 \times e = 4.7 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの電圧降下から } S = 5.5 \text{ mm}^2 \quad \begin{matrix} 600\text{V VVR-2C } 5.5\text{sq-} \\ 2\text{C}(33\text{A}) \end{matrix}$$

$$e = 35.6 \times L \times I / 1000 \times S = 12.5 \text{ V} = 5.93 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

※距離は、受電設備SS1～坑口間60m+坑内照明負荷中心距離(229m÷2=115m)を加算

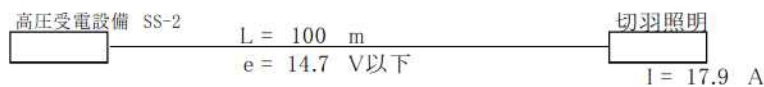
許容電流判定 OK

9) 坑外低圧電灯

別途計算書参照とする。

10) 坑内低圧電灯 電圧 210 V 容量 3.0 kW 許容電圧降下 7.0 %

(L-3 切羽照明) 容量 3.8 kVA ←力率考慮(80%)



$$S = 35.6 \times L \times I / 1000 \times e = 4.3 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの電圧降下から } S = 5.5 \text{ mm}^2 \quad \begin{matrix} 600\text{V VVR-2C } 5.5\text{sq-} \\ 2\text{C}(33\text{A}) \end{matrix}$$

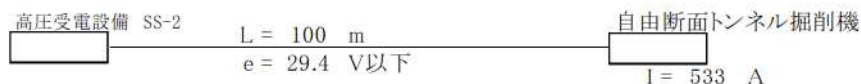
$$e = 35.6 \times L \times I / 1000 \times S = 11.6 \text{ V} = 5.52 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

許容電流判定 OK

配線サイズ計算書

11) 坑内低圧動力 電圧 420 V 容量 310.0 kW 許容電圧降下 7.0 %

(M-6 自由断面トンネル掘削機) 容量 387.5 kVA ←力率考慮(80%)



$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 55.8 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの許容電流から } S = 400 \text{ mm}^2 \quad \begin{matrix} 600\text{V VVR-3C } 100\text{sq-} \\ 3\text{C}(165\text{A}) \times 4\text{条} \end{matrix}$$

$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 4.1 \text{ V} = 0.98 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

※100sq-3C×1条では許容電流を満足しないため4条敷設とする。

許容電流判定 OK

12) 坑内低圧動力 電圧 420 V 容量 110.0 kW 許容電圧降下 7.0 %

(M-7 ドリルジャンボ2ブーム) 容量 137.5 kVA ←力率考慮(80%)



$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 19.8 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの許容電流から } S = 120 \text{ mm}^2 \quad \begin{matrix} 600\text{V VVR-3C } 60\text{sq-} \\ 3\text{C}(120\text{A}) \times 2\text{条} \end{matrix}$$

$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 4.9 \text{ V} = 1.16 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

※100sq-3C×1条では許容電流を満足しないため2条敷設とする。

許容電流判定 OK

13) 坑内低圧動力 電圧 420 V 容量 186.0 kW 許容電圧降下 7.0 %

(M-8 コンクリート吹付機) 容量 232.5 kVA ←力率考慮(80%)



$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 33.5 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの許容電流から } S = 200 \text{ mm}^2 \quad \begin{matrix} 600\text{V VVR-3C } 100\text{sq-} \\ 3\text{C}(165\text{A}) \times 2\text{条} \end{matrix}$$

$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 4.9 \text{ V} = 1.17 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

※100sq-3C×1条では許容電流を満足しないため2条敷設とする。

許容電流判定 OK

14) 坑内低圧動力 電圧 210 V 容量 6.0 kW 許容電圧降下 7.0 %

(M-9 モルタル混合注入装置) 容量 7.5 kVA ←力率考慮(80%)



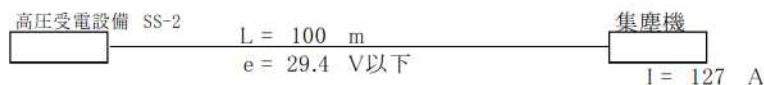
$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 4.3 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの許容電流から } S = 5.5 \text{ mm}^2 \quad \begin{matrix} 600\text{V VVR-3C } 5.5\text{sq-} \\ 3\text{C}(28\text{A}) \times 1\text{条} \end{matrix}$$

$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 11.5 \text{ V} = 5.49 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

許容電流判定 OK

15) 坑内低圧動力 電圧 420 V 容量 74.0 kW 許容電圧降下 7.0 %

(M-10 集塵機) 容量 92.5 kVA ←力率考慮(80%)



$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 13.3 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの許容電流から } S = 100 \text{ mm}^2 \quad \begin{matrix} 600\text{V VVR-3C } 100\text{sq-} \\ 3\text{C}(165\text{A}) \end{matrix}$$

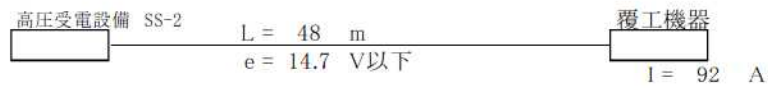
$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 3.9 \text{ V} = 0.93 \% < 7.0 \% \rightarrow \text{電圧降下判定 OK}$$

許容電流判定 OK

配線サイズ計算書

16) 坑外低圧動力 電圧 210 V 容量 26.7 kW 許容電圧降下 7.0 %

(M-11 覆工機器) 容量 33.4 kVA ←力率考慮(80%)



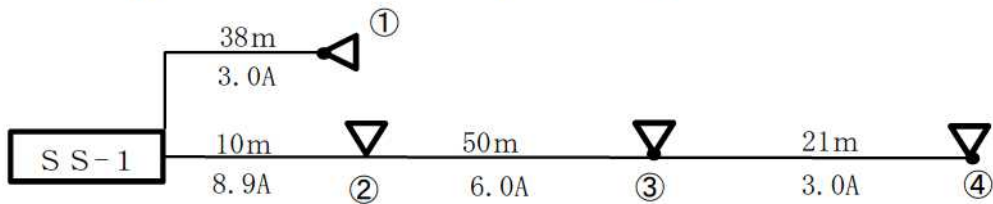
$$S = 30.8 \times L \times I / 1000 \times e = 9.2 \text{ mm}^2 \quad \text{ケーブルの電圧降下から } S = 38 \text{ mm}^2 \quad \text{600V VVR-3C 38sq-3C(93A)}$$

$$e = 30.8 \times L \times I / 1000 \times S = 3.6 \text{ V} = 1.70 \% < 7.0 \% \quad \rightarrow \quad \text{電圧降下判定} \quad \text{OK}$$

許容電流判定 OK

9) 坑外低圧電灯

本照明の配置は以下の通りとする。【電圧 210V】



各電線の使用サイズは、積算基準に定められるサイズである0W2.6mm(5.31mm²)とし、電圧降下判定と許容電流判定を行う。

各照明の容量は500W÷力率80%=625VAより各電線の電流は上図となる。

以下に計算過程を示す。

$$\textcircled{1} \quad e = \frac{35.6 \times L \times I}{1000 \times 5.31} = 0.76V = 0.36\%$$

$$\textcircled{2} \quad e = \frac{35.6 \times L \times I}{1000 \times 5.31} = 0.60V = 0.29\%$$

$$\textcircled{3} \quad e = \frac{35.6 \times L \times I}{1000 \times 5.31} = 2.01V = 0.96\%$$

$$\textcircled{4} \quad e = \frac{35.6 \times L \times I}{1000 \times 5.31} = 0.42V = 0.20\%$$

許容電圧降下電圧は210V×7%=14.7Vであるため、

①=0.76V<14.7VよりOK

②+③+④=3.03V<14.7VよりOK

0W2.6の許容電流は、表5.1.9より35Aである。

坑外低圧電灯の最大負荷電流は8.9Aであり、電線の許容電流値以下となるため差支えない。

(3) 低圧電動機設備

名称	規格	開閉器容量	電圧(V)	容量(kW)	負荷名称	設置場所
M-1	仮設ボックス 3回路	ELB 3P 225AF	420	110.0	主送風機	坑外
M-2	仮設ボックス 3回路	ELB 3P 225AF	210	40.0	修理工場	坑外
M-3	仮設ボックス 3回路	ELB 3P 225AF	210	53.2	吹付プラント	坑外
		ELB 3P 100AF	210	22.0	濁水処理設備	坑外
M-4	仮設ボックス 3回路	ELB 3P 30AF	210	7.5	給水ポンプ	坑外
M-5	仮設ボックス 3回路	ELB 3P 30AF	210	0.8	取水ポンプ	坑外
M-6	仮設ボックス 3回路	ELB 3P 600AF	420	310.0	自由断面トンネル掘削機	坑内
M-7	仮設ボックス 3回路	ELB 3P 225AF	420	110.0	ドリルジャンボ2ブーム	坑内
M-8	仮設ボックス 3回路	ELB 3P 400AF	420	186.0	コンクリート吹付機	坑内
M-9	仮設ボックス 3回路	ELB 3P 30AF	210	6.0	モルタル混合注入装置	坑内
M-10	仮設ボックス 3回路	ELB 3P 225AF	420	74.0	集塵機	坑内
M-11	仮設ボックス 5回路				覆工機器	
		ELB 3P 60AF	210	16.8	全断面スライドセントル	坑内
		ELB 3P 30AF	210	3.5	パイプレータ(0.7kW×5)	坑内
		ELB 3P 30AF	210	4.0	防水工作業台車	坑内
		ELB 3P 30AF	210	0.4	排水ポンプ	坑内
		ELB 3P 30AF	210	2.0	覆工照明	坑内

5.1.6 電気設備数量

(1) 高圧受電設備:SS-1

設置期間(掘削開始～雑工完了) 3.0ヶ月～8.3ヶ月

【5.3ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
高圧キュービクル	6.6kVA,500kVA,CB形	日	161	損料:30日×5.3ヶ月+2日
高圧気中開閉器	7.2kV 300A 無方向性	日	161	損料:30日×5.3ヶ月+2日
コンクリート柱	10m×19cm-350kg	本	1	損率:6カ月未満
腕金	1.8m	本	2	損率:6カ月未満
腕金	0.9m	本	1	損率:6カ月未満
アームタイ	2.3×25×945	本	3	損率:6カ月未満
装柱金具	Uボルト 13×220	個	3	損率:6カ月未満
高圧耐張碼子	普通形	個	3	損率:6カ月未満
引留クランプ	38mm ²	個	3	損率:6カ月未満
蓋力形コネクタ	38mm ²	個	12	損率:6カ月未満
避雷器	8.4kV 一般形	個	3	損率:6カ月未満
玉碼子	100×100	個	1	損率:6カ月未満
高圧ピン碼子	普通形	個	3	損率:6カ月未満
垂鉛メッキ銅撚線	2種 A級 22mm ²	kg	1.7	全損
巻付グリップ	22mm ²	個	4	全損
根枷	コンクリートA形 1000×170×140	個	1	損率:6カ月未満
足場ボルト	CP用	本	13	損率:6カ月未満
電線管	GP70	m	10	全損
電線管	GP28	m	10	全損
ステンレスベルト	SFTB-10	m	5.6	全損
ステンレスベルト	同上締金具	個	7	全損
ケーブル	6.6kV CV 38mm ² -3C	m	10	損率:6カ月未満
電線	PDC 6.6kV 38mm ²	m	5	損率:6カ月未満
電線	IV 38mm ²	m	10	損率:6カ月未満
接地棒	10φ×1500	本	5	全損
同上リード端子	10φ用	個	5	全損
接地銅板	900×900×1.5t	枚	1	全損
水切りカバー	100A	個	3	全損
分岐カバー	T1 2個用	個	12	全損
ステーブロック	NO.1 ロット付	個	1	全損
端末処理材	屋外 6.6kV 38mm ² -3C	個	1	全損
端末処理材	屋内 6.6kV 38mm ² -3C	個	1	全損
技術者	(設置+撤去)	人	1.05	
電工	(設置+撤去)	人	26.00	
普通作業員	(設置+撤去)	人	12.00	
諸雑費		式	1	

(2) 高圧受電設備:SS-2

設置期間(掘削開始～雑工完了) 3.0ヶ月～8.3ヶ月

【5.3ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
高圧キュービクル	6.6kVA,540kVA,CB型	日	161	損料:30日×5.3ヶ月+2日
電線	IV 38mm ²	m	10	損率:6ヵ月未満
接地棒	10φ×1500	本	5	全損
同上リード端子	10φ用	個	5	全損
接地銅板	900×900×1.5t	枚	1	全損
端末処理材	屋内 6.6kV 38mm ² -3C	個	2	全損
技術者	(設置+撤去)	人	1.05	
電工	(設置+撤去)	人	26.00	
普通作業員	(設置+撤去)	人	12.00	
諸雑費		式	1	

(3) 高圧配電線路:高圧引込電路 引込柱～SS-1 L=454m

設置期間(掘削開始～雑工完了) 3.0ヶ月～8.3ヶ月

【5.3ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
コンクリート柱	10m-19cm 3400[N] (350kgf)	本	17	(1)で1本計上より 損率:6ヵ月未満
高圧ピン碼子	普通形, 大	個	24	21×454÷400 損率:6ヵ月未満
高圧耐張碼子	普通形	個	21	18×454÷400 損率:6ヵ月未満
腕金	1.5m	本	12	10×454÷400 損率:6ヵ月未満
腕金	1.8m	本	2	1×454÷400 損率:6ヵ月未満
装柱金具	Uボルト13-220	個	13	11×454÷400 損率:6ヵ月未満
足場ボルト	CP用	本	148	130×454÷400 損率:6ヵ月未満
アームタイ	2.3-25-945	個	13	11×454÷400 損率:6ヵ月未満
電線	6.6kV, OE, 22sq	m	1,374	1210×454÷400 損率:6ヵ月未満
電線	PDC, 6kV, 22sq	m	6	5×454÷400 損率:6ヵ月未満
根かせ	コンクリートA形, 1000-170-140	個	12	10×454÷400 損率:6ヵ月未満
亜鉛メッキ鋼撚線	2種, A級, 22sq	kg	7.8	6.8×454÷400 全損
巻付グリップ	22sq	個	19	16×454÷400 全損
ステーブロック	NO.1, ロット付	個	5	4×454÷400 全損
玉碼子	100×100	個	5	4×454÷400 損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	47	41×454÷400
普通作業員	(設置+撤去)	人	75	66×454÷400
諸雑費		式	1	

(4) 高圧配電線路:高圧引込電路 SS-1~SS-2 L=38m 設置期間(掘削開始~雑工完了) 3.0ヶ月~8.3ヶ月 【5.3ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
コンクリート柱	10m-19cm 3400[N] (350kgf)	本	2	(1)で1本計上より 損率:6ヵ月未満
高圧ビン碼子	普通形, 大	個	2	21×38÷400 損率:6ヵ月未満
高圧耐張碼子	普通形	〃	2	18×38÷400 損率:6ヵ月未満
腕金	1.5m	本	1	10×38÷400 損率:6ヵ月未満
腕金	1.8m	〃	1	1×38÷400 損率:6ヵ月未満
装柱金具	Uボルト13-220	個	2	11×38÷400 損率:6ヵ月未満
足場ボルト	CP用	本	13	130×38÷400 損率:6ヵ月未満
アームタイ	2.3-25-945	〃	2	11×38÷400 損率:6ヵ月未満
電線	6.6kV, OE, 22sq	m	115	1210×38÷400 損率:6ヵ月未満
電線	PDC, 6kV, 22sq	〃	1	5×38÷400 損率:6ヵ月未満
根かせ	コンクリートA形, 1000-170-140	個	1	10×38÷400 損率:6ヵ月未満
亜鉛メッキ鋼燃線	2種, A級, 22sq	kg	0.7	6.8×38÷400 全損
巻付グリップ	22sq	個	2	16×38÷400 全損
ステーブロック	NO.1, ロット付	〃	1	4×38÷400 全損
玉碼子	100×100	〃	1	4×38÷400 損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	4	41×38÷400
普通作業員	(設置+撤去)	〃	7	66×38÷400
諸雑費		式	1	

(5) 坑内配電線路:(SS-1~SS-2坑内高圧)L=251m 設置期間(掘削開始~雑工完了) 3.0ヶ月~8.3ヶ月 【5.3ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
ケーブル	6.6kV CV14mm ² -3C	m	251	損率:6ヵ月未満
一般支持金具	TA85	個	126	50×251/100 全損
一般用受皿	15R ポリエチレン	個	126	50×251/100 全損
アンカーボルト	M10	個	251	100×251/100 全損
電工	(設置+撤去)	人	60.2	18×251/100
諸雑費		式	1	

(6) 低圧配電線路:SS-1~(M-1~M-5)区間の電柱 設置期間(掘削開始~覆工完了) 3.0ヶ月~7.2ヶ月 【4.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
コンクリート柱	7m-19cm 4200[N] (430kgf)	本	3	平面図より 損率:6ヵ月未満
低圧碼子		個	—	以降の個別項目で計上
低圧ラック		〃	—	以降の個別項目で計上
足場ボルト	CP用	本	24	80×3÷10 損率:6ヵ月未満
電線	各種	m	—	以降の個別項目で計上
根かせ	コンクリートA形, 1000×170×140	個	3	10×3÷10 損率:6ヵ月未満
亜鉛メッキ鋼燃線	2種, A級, 22sq	kg	1.4	4.8×3÷10 全損
巻付グリップ	22sq	個	5	16×3÷10 全損
ステーブロック	NO.1, ロット付	〃	2	4×3÷10 全損
玉碼子	100×100	〃	2	4×3÷10 損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	4.55	15.18×3÷10
普通作業員	(設置+撤去)	〃	7.40	24.68×3÷10
諸雑費		式	1	

(7) 低圧配電線路:SS-1~M-1主送風機 L=38m 設置期間(掘削開始~掘削完了) 3.0ヶ月~6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
低圧碼子		個	24	6個/径間×2径間×2条 損率:6ヵ月未満
低圧ラック		＃	24	6個/径間×2径間×2条 損率:6ヵ月未満
電線	OW38sq	m	228	38×3本×2条 損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	2.12	11.25×228÷1210
普通作業員	(設置+撤去)	＃	3.39	18×228÷1210
諸雑費		式	1	

(8) 低圧配電線路:SS-1~M-2修理工場 L=10m 設置期間(掘削開始~掘削完了) 3.0ヶ月~6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
低圧碼子		個	0	配線距離極小のため未計上 損率:6ヵ月未満
低圧ラック		＃	0	配線距離極小のため未計上 損率:6ヵ月未満
電線	OW100sq	m	30	10×3本×1条 損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	0.56	22.5×30÷1210
普通作業員	(設置+撤去)	＃	0.84	33.75×30÷1210
諸雑費		式	1	

(9) 低圧配電線路:SS-1~M-3吹付プラント、濁水処理設備 L=30m 設置期間(掘削開始~覆工完了) 3.0ヶ月~7.2ヶ月 【4.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
低圧碼子		個	12	6個/径間×1径間×2条 損率:6ヵ月未満
低圧ラック		＃	12	6個/径間×1径間×2条 損率:6ヵ月未満
電線	OW60sq	m	180	30×3本×2条 損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	2.01	13.5×180÷1210
普通作業員	(設置+撤去)	＃	3.35	22.5×180÷1210
諸雑費		式	1	

(10) 低圧配電線路:SS-1~M-4給水ポンプ L=418m 設置期間(掘削開始~掘削完了) 3.0ヶ月~6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
低圧碼子		個	90	6個/径間×15径間×1条 損率:6ヵ月未満
低圧ラック		＃	90	6個/径間×15径間×1条 損率:6ヵ月未満
電線	OW38sq	m	1,254	418×3本×1条 損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	11.66	11.25×1254÷1210
普通作業員	(設置+撤去)	＃	18.65	18×1254÷1210
諸雑費		式	1	

(11) 低圧配電線路:SS-1~M-5取水ポンプ L=458m 設置期間(掘削開始~掘削完了) 3.0ヶ月~6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
低圧碼子		個	102	6個/径間×17径間×1条 損率:6ヵ月未満
低圧ラック		＃	102	6個/径間×17径間×1条 損率:6ヵ月未満
電線	OW2.6mm	m	1,374	458×3本×1条 損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	5.11	4.5×1374÷1210
普通作業員	(設置+撤去)	＃	7.66	6.75×1374÷1210
諸雑費		式	1	

(12) 低圧配電線路:SS-1～坑内照明 L=38m 設置期間(掘削開始～雑工完了) 3.0ヶ月～8.3ヶ月 【5.3ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
低圧碼子		個	12	6個/径間×2径間×1条 損率:6ヵ月未満
低圧ラック		#	12	6個/径間×2径間×1条 損率:6ヵ月未満
電線	OW14sq	m	76	38×2本×1条 損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	0.42	6.75×76÷1210
普通作業員	(設置+撤去)	#	0.71	11.25×76÷1210
諸雑費		式	1	

(13) 低圧配電線路:SS-1～L-2工事用照明 L=119m 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
低圧碼子		個	24	6個/径間×4径間×1条 損率:6ヵ月未満
低圧ラック		#	24	6個/径間×4径間×1条 損率:6ヵ月未満
電線	OW2.6mm	m	238	119×2本×1条 損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	0.89	4.5×238÷1210
普通作業員	(設置+撤去)	#	1.33	6.75×238÷1210
諸雑費		式	1	

(14) 坑内配電線路:(SS-2～M-6自由断面トンネル掘削機)延長100m×4 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
ケーブル	VVR 100sq-3C	m	400	100m×4 損率:6ヵ月未満
一般支持金具	TA85	個	200	50×4 全損
一般用受皿	25R ポリエチレン	個	200	50×4 全損
アンカーボルト	M10	個	100	100×400/100 全損
電工	(設置+撤去)	人	156.00	39×4
諸雑費		式	1	

(15) 坑内配電線路:(SS-2～M-7ドリルジャンボ2ブーム)延長100m×2 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
ケーブル	VVR 60sq-3C	m	200	100m×2 損率:6ヵ月未満
一般支持金具	TA85	個	100	50×2 全損
一般用受皿	25R ポリエチレン	個	100	50×2 全損
アンカーボルト	M10	個	100	100×200/100 全損
電工	(設置+撤去)	人	48.00	24×2
諸雑費		式	1	

(16) 坑内配電線路:(SS-2～M-8コンクリート吹付機)延長100m×2 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
ケーブル	VVR 100sq-3C	m	100	100m×2 損率:6ヵ月未満
一般支持金具	TA85	個	100	50×2 全損
一般用受皿	25R ポリエチレン	個	100	50×2 全損
アンカーボルト	M10	個	100	100×100/100 全損
電工	(設置+撤去)	人	78.00	39×2
諸雑費		式	1	

(17) 坑内配電線路: (SS-2～M-9モルタル混合注入装置)延長100m×1 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
ケーブル	VVR 5.5sq-3C	m	100	100m×1 損率:6ヵ月未満
一般支持金具	TA85	個	50	50×1 全損
一般用受皿	15R ポリエチレン	個	50	50×1 全損
アンカーボルト	M10	個	100	100×100/100 全損
電工	(設置+撤去)	人	10.05	10.05×1
諸雑費		式	1	

(18) 坑内配電線路: (SS-2～M-10集塵機)延長100m 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
ケーブル	VVR 100sq-3C	m	100	100m×1 損率:6ヵ月未満
一般支持金具	TA85	個	50	50×1 全損
一般用受皿	25R ポリエチレン	個	50	50×1 全損
アンカーボルト	M10	個	100	100×100/100 全損
電工	(設置+撤去)	人	39.00	39×1
諸雑費		式	1	

(19) 坑内配電線路: (SS-2～M-11覆工機器)延長48m 設置期間(覆工開始～覆工完了) 5.0ヶ月～7.2ヶ月 【2.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
ケーブル	VVR 38sq-3C	m	48	48m×1 損率:3ヵ月未満
一般支持金具	TA85	個	24	50×48/100 全損
一般用受皿	15R ポリエチレン	個	24	50×48/100 全損
アンカーボルト	M10	個	48	100×48/100 全損
電工	(設置+撤去)	人	18.00	18×1
諸雑費		式	1	

(20) 低圧電動機設備:M-1 主送風機 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
仮設ボックス(3回路用)	屋外用 400×300×200	面	1	損率:6ヵ月未満
漏電ブレーカー	600V 3P 225AF	個	1	損率:6ヵ月未満
接地棒	10φ×1000	本	1	全損
同上用リード端子	10φ用	個	1	全損
ケーブル	VVR 38mm ² -3C	m	10	損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	3.39	1.44+1.95
諸雑費		式	1	

(21) 低圧電動機設備:M-2 修理工場 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
仮設ボックス(3回路用)	屋外用 400×300×200	面	1	損率:6ヵ月未満
漏電ブレーカー	600V 3P 225AF	個	1	損率:6ヵ月未満
接地棒	10φ×1000	本	1	全損
同上用リード端子	10φ用	個	1	全損
ケーブル	VVR 38mm ² -3C	m	10	損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	3.39	1.44+1.95
諸雑費		式	1	

(22) 低圧電動機設備:M-3 吹付プラント、濁水処理設備 設置期間(掘削開始～覆工完了) 3.0ヶ月～7.2ヶ月 【4.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
仮設ボックス(3回路用)	屋外用 400×300×200	面	1	損率:6ヵ月未満
漏電ブレーカー	600V 3P 225AF	個	1	損率:6ヵ月未満
	600V 3P 100AF	個	1	損率:6ヵ月未満
接地棒	10φ×1000	本	1	全損
同上用リード端子	10φ用	個	1	全損
ケーブル	VVR 38mm ² -3C	m	10	損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	3.39	1.44+1.95
諸雑費		式	1	

(23) 低圧電動機設備:M-4 給水ポンプ 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
仮設ボックス(3回路用)	屋外用 400×300×200	面	1	損率:6ヵ月未満
漏電ブレーカー	600V 3P 30AF	個	1	損率:6ヵ月未満
接地棒	10φ×1000	本	1	全損
同上用リード端子	10φ用	個	1	全損
ケーブル	VVR 38mm ² -3C	m	10	損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	3.39	1.44+1.95
諸雑費		式	1	

(24) 低圧電動機設備:M-5 取水ポンプ 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
仮設ボックス(3回路用)	屋外用 400×300×200	面	1	損率:6ヵ月未満
漏電ブレーカー	600V 3P 30AF	個	1	損率:6ヵ月未満
接地棒	10φ×1000	本	1	全損
同上用リード端子	10φ用	個	1	全損
ケーブル	VVR 38mm ² -3C	m	10	損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	3.39	1.44+1.95
諸雑費		式	1	

(25) 低圧電動機設備:M-6 自由断面トンネル掘削機 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
仮設ボックス(3回路用)	屋外用 400×300×200	面	1	損率:6ヵ月未満
漏電ブレーカー	600V 3P 600AF	個	1	損率:6ヵ月未満
接地棒	10φ×1000	本	1	全損
同上用リード端子	10φ用	個	1	全損
ケーブル	VVR 38mm ² -3C	m	10	損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	3.39	1.44+1.95
諸雑費		式	1	

(26) 低圧電動機設備:M-7 トリルジャンボ2ブーム 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
仮設ボックス(3回路用)	屋外用 400×300×200	面	1	損率:6ヵ月未満
漏電ブレーカー	600V 3P 225AF	個	1	損率:6ヵ月未満
接地棒	10φ×1000	本	1	全損
同上用リード端子	10φ用	個	1	全損
ケーブル	VVR 38mm ² -3C	m	10	損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	3.39	1.44+1.95
諸雑費		式	1	

(27) 低圧電動機設備:M-8 コンクリート吹付機 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
仮設ボックス(3回路用)	屋外用 400×300×200	面	1	損率:6ヵ月未満
漏電ブレーカー	600V 3P 400AF	個	1	損率:6ヵ月未満
接地棒	10φ×1000	本	1	全損
同上用リード端子	10φ用	個	1	全損
ケーブル	VVR 38mm ² -3C	m	10	損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	3.39	1.44+1.95
諸雑費		式	1	

(28) 低圧電動機設備:M-9 モルタル混合注入装置 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
仮設ボックス(3回路用)	屋外用 400×300×200	面	1	損率:6ヵ月未満
漏電ブレーカー	600V 3P 30AF	個	1	損率:6ヵ月未満
接地棒	10φ×1000	本	1	全損
同上用リード端子	10φ用	個	1	全損
ケーブル	VVR 38mm ² -3C	m	10	損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	3.39	1.44+1.95
諸雑費		式	1	

(29) 低圧電動機設備:M-10 集塵機 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
仮設ボックス(3回路用)	屋外用 400×300×200	面	1	損率:6ヵ月未満
漏電ブレーカー	600V 3P 225AF	個	1	損率:6ヵ月未満
接地棒	10φ×1000	本	1	全損
同上用リード端子	10φ用	個	1	全損
ケーブル	VVR 38mm ² -3C	m	10	損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	3.39	1.44+1.95
諸雑費		式	1	

(30) 低圧電動機設備:M-11 覆工機器 設置期間(覆工開始～覆工完了) 5.0ヶ月～7.2ヶ月 【2.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
仮設ボックス(5回路用)	屋外用 500×400×200	面	1	損率:3ヵ月未満
漏電ブレーカー	600V 3P 30AF	個	4	損率:3ヵ月未満
	600V 3P 60AF	個	1	損率:3ヵ月未満
接地棒	10φ×1000	本	1	全損
同上用リード端子	10φ用	個	1	全損
ケーブル	VVR 38mm ² -3C	m	10	損率:3ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	3.39	1.44+1.95
諸雑費		式	1	

(31) 工事用照明:(投光器4個) 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
ランプ	白熱灯 500W	個	4	当初4灯 全損
照明器具	リフレクタ投光器	個	4	損率:6ヵ月未満
ケーブル	VVR 5.5mm ² -2C	m	40	100×4/10 損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	1.56	3.9×4/10
諸雑費		式	1	

(32) 坑内照明:(蛍光灯46台)延長L=251m 設置期間(掘削開始～雑工完了) (3.0ヶ月～8.3ヶ月)/2 【2.7ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
ランプ	蛍光灯 40W直管	個	46	全損
照明器具	蛍光灯 40W 防湿型	個	46	損率:3ヵ月未満
ケーブル	VVR 5.5mm ² -2C	m	251	損率:3ヵ月未満
一般支持金具	TA85	個	126	251×50/100 全損
一般用受皿	15R ポリエチレン	個	126	251×50/100 全損
アンカーボルト	M10	個	251	全損
アンカーボルト	M8	個	100	251×40/100 全損
電工	(設置+撤去)	人	67.77	9×251/100+18×251/100
諸雑費		式	1	

(33) 切羽照明:(投光器6個)延長100m 設置期間(掘削開始～掘削完了) 3.0ヶ月～6.2ヶ月 【3.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
ランプ	白熱灯 500W	個	6	当初6灯 全損
照明器具	リフレクタ投光器	個	6	損率:6ヵ月未満
ケーブル	VVR 3.5mm ² -2C	m	100	損率:6ヵ月未満
一般支持金具	TA85	個	50	100×50/100 全損
一般用受皿	15R ポリエチレン	個	50	100×50/100 全損
ケーブル	2PNCT 3.5mm ² -2C	m	60	損率:6ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	12.39	10.05×100/100+3.9×6/10
諸雑費		式	1	

(34) 覆工照明:(投光器4個)延長48m 設置期間(覆工開始～覆工完了) 5.0ヶ月～7.2ヶ月 【2.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
ランプ	白熱灯 500W	個	4	当初4灯 全損
照明器具	リフレクタ投光器	個	4	損率:3ヵ月未満
ケーブル	VVR 5.5sq-2C	m	40	100×4÷10 損率:3ヵ月未満
電工	(設置+撤去)	人	1.56	3.9×4/10
諸雑費		式	1	

(35)絶縁変圧器

設置期間(掘削開始～覆工完了) 3.0ヶ月～7.2ヶ月

【4.2ヵ月】

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
絶縁変圧器	アクティブフィルタ500kVA	台	1	損率:6ヵ月未満
技術者	(設置+撤去)	人	1.80	【積算基準Ⅷ-3-2,3-5適用】
電工	(設置+撤去)	人	6.30	【積算基準Ⅷ-3-2,3-5適用】
普通作業員	(設置+撤去)	人	1.95	【積算基準Ⅷ-3-2,3-5適用】
諸雑費		式	1	

5.1.7 照明設備

(1) 照明用ランプ交換個数

1) 坑内照明(通路)

① 蛍光灯 40w、5m間隔 設置個数

区分	延長(m)	設置間隔(m)	設置個数	摘要
1号トンネル	229.0	5.0	46	
計	229.0		46	

② ランプ交換個数

ランプ平均寿命時間 = 12,000 h(蛍光灯)

区分	開始	完了	期間	1日点灯時間	総点灯時間	交換個数	摘要
掘削	3.00	6.20	3.20	17	25,024		1/2*(完了-開始)
覆工、その他	5.10	8.30	3.20	17	50,048		
計					75,072	0	

注1: 総点灯時間算出時のランプ個数は46個

2) 切羽照明

① 投光器 500w、設置個数 6 個

② ランプ交換個数

ランプ平均寿命時間 = 2,000 h(白熱灯)

区分	開始	完了	期間	1日点灯時間	総点灯時間	交換個数	摘要
掘削	3.00	6.20	3.20	17	6,528		掘削完了-掘削開始
計					6,528	0	

注1: 総点灯時間算出時のランプ個数は6個

3) 覆工照明

① 投光器 500w、設置個数 4 個

② ランプ交換個数

ランプ平均寿命時間 = 2,000 h(白熱灯)

区分	開始	完了	期間	1日点灯時間	総点灯時間	交換個数	摘要
覆工	5.10	7.20	2.10	17	2,856		
計					2,856	0	

注1: 総点灯時間算出時のランプ個数は4個

4) 工事中照明(坑外照明)

① 投光器 500w、設置個数 4 個

② ランプ交換個数

ランプ平均寿命時間 = 2,000 h(白熱灯)

区分	開始	完了	期間	1日点灯時間	総点灯時間	交換個数	摘要
掘削	3.00	6.20	3.20	9	2,304		掘削完了-掘削開始
計					2,304	0	

交換回数 = 総点灯時間 / (ランプ平均寿命時間 × 設置個数) - 1

(2)照明用電力量

区分	総点灯時間(h) ①	電灯・照明(kw) ②	電力量(kwh) ③=①*②	摘要
坑内照明	75,072	0.040	3,003	
切羽照明	6,528	0.500	3,264	
覆工照明	2,856	0.500	1,428	
坑外照明	2,304	0.500	1,152	
合計			8,847	

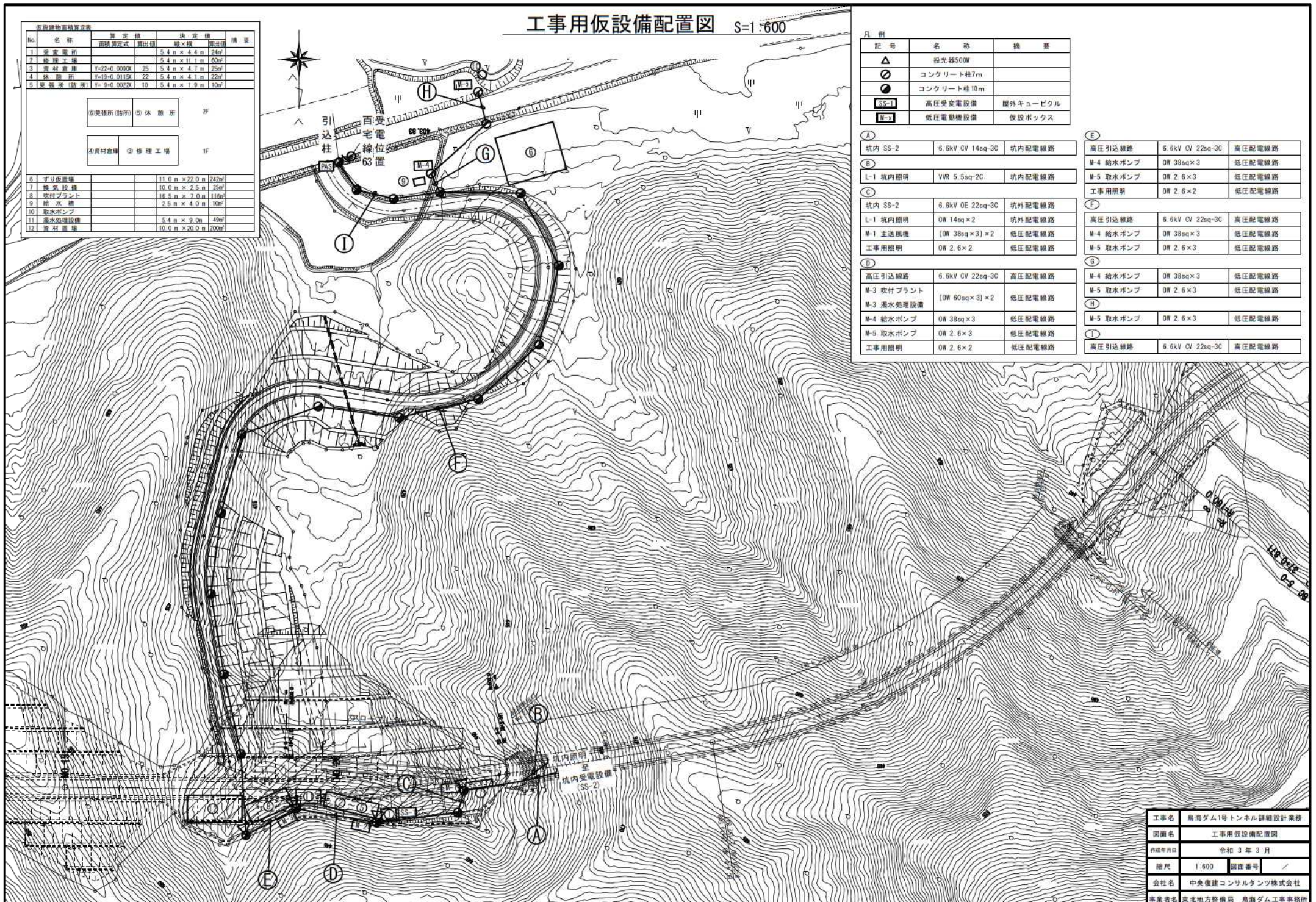
①:照明用ランプ交換個数の算出結果より

工所用仮設備配置図 S=1:600

仮設設備面積算定表				
No.	名称	算定値	決定値	概要
1	受電室	面積算定式	5.4m×4.4m	24㎡
2	修理工場	面積算定式	5.4m×11.1m	60㎡
3	資材倉庫	Y=22+0.0020K	5.4m×4.7m	25㎡
4	休憩所	Y=19+0.0115K	5.4m×4.1m	22㎡
5	変換所(詰所)	Y=9+0.0022K	5.4m×1.9m	10㎡

④変換所(詰所)	⑤休憩所	2F
④資材倉庫	③修理工場	1F

6	ずり仮置場	11.0m×22.0m	242㎡
7	換気設備	10.0m×2.5m	25㎡
8	吹付プラント	16.5m×7.0m	116㎡
9	給水槽	2.5m×4.0m	10㎡
10	取水ポンプ		
11	湧水処理設備	5.4m×9.0m	49㎡
12	資材置場	10.0m×20.0m	200㎡



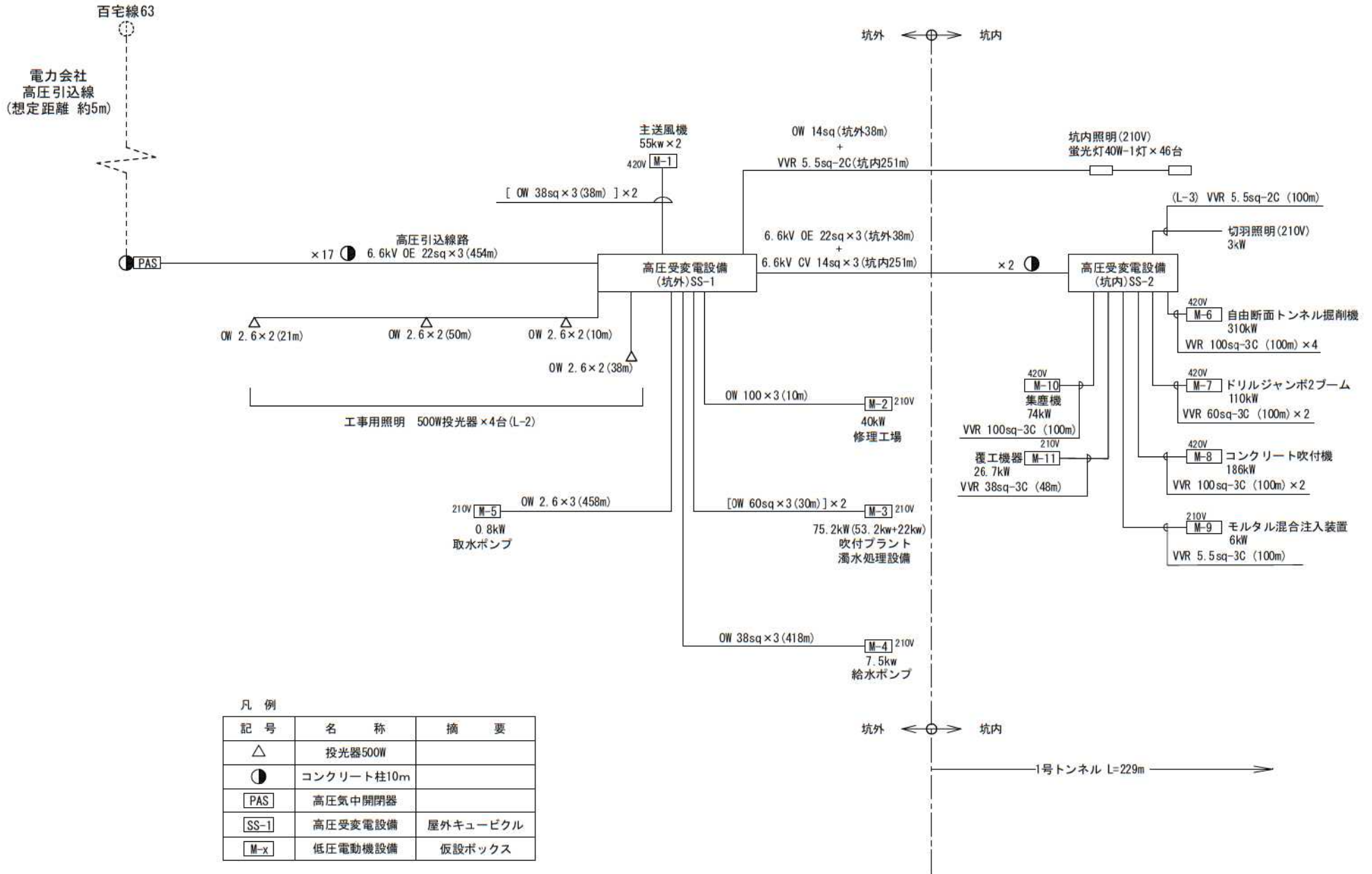
凡例	記号	名称	概要
	△	投光器500W	
	○	コンクリート柱7m	
	●	コンクリート柱10m	
	SS-1	高圧受電設備	屋外キュービクル
	SS-2	低圧電動機設備	仮設ボックス

(A)	坑内 SS-2	6.6kV CV 14sq-3C	坑内配電線路
(B)	L-1 坑内照明	YVR 5.5sq-2C	坑内配電線路
(C)	坑内 SS-2	6.6kV OE 22sq-3C	坑外配電線路
	L-1 坑内照明	OW 14sq×2	坑外配電線路
	M-1 主送風機	[OW 38sq×3]×2	低圧配電線路
	工事用照明	OW 2.6×2	低圧配電線路
(D)	高圧引込線路	6.6kV CV 22sq-3C	高圧配電線路
	M-3 吹付プラント	[OW 60sq×3]×2	低圧配電線路
	M-3 湧水処理設備		
	M-4 給水ポンプ	OW 38sq×3	低圧配電線路
	M-5 取水ポンプ	OW 2.6×3	低圧配電線路
	工事用照明	OW 2.6×2	低圧配電線路

(E)	高圧引込線路	6.6kV CV 22sq-3C	高圧配電線路
	M-4 給水ポンプ	OW 38sq×3	低圧配電線路
	M-5 取水ポンプ	OW 2.6×3	低圧配電線路
	工事用照明	OW 2.6×2	低圧配電線路
(F)	高圧引込線路	6.6kV CV 22sq-3C	高圧配電線路
	M-4 給水ポンプ	OW 38sq×3	低圧配電線路
	M-5 取水ポンプ	OW 2.6×3	低圧配電線路
(G)	M-4 給水ポンプ	OW 38sq×3	低圧配電線路
	M-5 取水ポンプ	OW 2.6×3	低圧配電線路
(H)	M-5 取水ポンプ	OW 2.6×3	低圧配電線路
(I)	高圧引込線路	6.6kV CV 22sq-3C	高圧配電線路

工事名	島海ダム1号トンネル詳細設計業務
図面名	工所用仮設備配置図
作成年月日	令和3年3月
縮尺	1:600 図面番号 /
会社名	中央復讐コンサルティング株式会社
事業者名	東北地方整備局 島海ダム工事事務所

1号トンネル 配線系統図

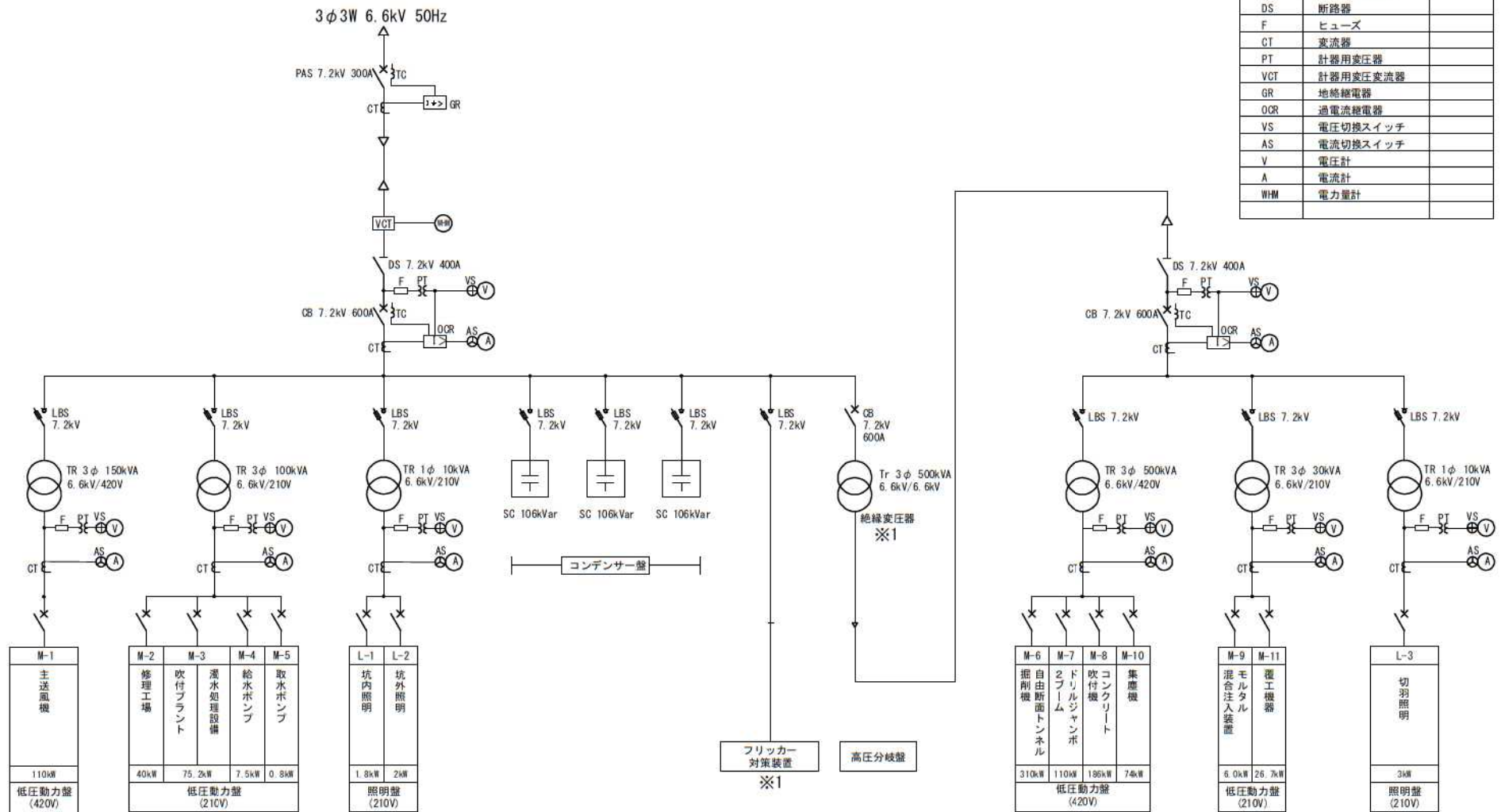


凡例

記号	名称	摘要
△	投光器500W	
●	コンクリート柱10m	
PAS	高压気中開閉器	
SS-1	高压受変電設備	屋外キュービクル
M-x	低压電動機設備	仮設ボックス

1号トンネル 受変電設備単線結線図

記号	名称	備考
TR	変圧器	
SC	高圧進相コンデンサー	
PAS	高圧気中開閉器	
CB	高圧遮断器	
LBS	高圧負荷開閉器	
DS	断路器	
F	ヒューズ	
CT	変流器	
PT	計器用変圧器	
VCT	計器用変圧変流器	
GR	地絡継電器	
OCR	過電流継電器	
VS	電圧切換スイッチ	
AS	電流切換スイッチ	
V	電圧計	
A	電流計	
WHM	電力量計	



高圧変電設備 (SS-1) 坑外

高圧変電設備 (SS-2) 坑内

注記

※1 フリッカー対策および絶縁変圧器の要否は、受電本申込時に電力会社協議により決定すること。

5.2 フリッカ対策検討

5.2.1 概要

本トンネル工事におけるフリッカ対策要否の検討を行ったものである。配電線インピーダンス等の情報は、東北電力㈱に照会し、フリッカ対策要否検討を行った。

フリッカ検討の結果、当現場においては、規制値を大幅に超過していることから、フリッカ抑制装置のみによる対応は困難である(メーカーヒアリング)。これより、当現場における対応方法としては、以下2案が考えられる。

【対策第1案】規制値の軽減(電力会社協議)によりフリッカ抑制装置で対応

- ・ ΔV_{10} の規制値を0.4から0.6に引き上げることで、フリッカ抑制装置で対応可能となる(メーカーヒアリング)。

【対策第2案】発動発電機で対応

- ・発動発電機で給電する。

表 5.2.1 フリッカ対策検討結果

項目	検討結果	備考
電圧変動率 ΔV (電力会社規制値 なし)	—	
フリッカ値 ΔV_{10} (電力会社規制値 0.4)	1.839 > 0.4 NG	本章 5.2.2 参照
対策要否	必要	同上
対策方法	【対策第1案】 電力会社と協議し、規制値を引き上げる(ΔV_{10} : 0.4→0.6) ことによりフリッカ抑制装置で対応	本章 5.2.3 参照 フリッカ抑制装置 (1000Kva)
	【対策第2案】 発動発電機で対応	本章 5.2.4 参照 400kVA 級×4台(内1台は予備) 300kVA 級×2台(内1台は予備)

条件：配電線インピーダンス %R:95.3Ω %X:99.3Ω

但し、当該現場は、ダム本体工事等、事業全体の工事電力使用状況によっては、商用電力による電力供給が困難となる可能性がある。今後、併行する他工事の使用電力量を詳細把握の上、電力の供給方法を選定する必要がある。


本項では、以下の内容を整理した。今後、併行する他工事の使用電力量、及び東北電力㈱との協議結果を踏まえ、受電方法を選出する必要がある。

- ・ 5.2.2 フリッカ対策検討書(東北電力提示の規制値を用いた場合)
- ・ 5.2.3 フリッカ対策検討書(対策第1案：規制値 ΔV_{10} を見直した場合)
- ・ 5.2.4 対策第2案：発動発電機容量検討書
- ・ 5.2.5 対策案における概算増工費

2020年12月22日

中央復権コンサルタンツ株式会社
総合技術本部 トンネルグループ



東北電力ネットワーク株式会社
本荘電力センターお客さまサービス課
課長 

供給地点におけるインピーダンスならびにフリッカ規制値について

記

1. 供給地点住所 由利本荘市鳥海町百宅地内
2. 電柱番号 百宅線 63
3. 供給変電所 鳥海川第一変電所 直根フィーダ
4. インピーダンス 10MVA 基準
%R 95.3%
%X 99.3%(変電所バンクインピーダンス含む)
5. フリッカ規制値 $\Delta V_{10} \leq 0.4V$

上記数値は 令和2年12月17日現在

以上

5.2.2 フリッカ対策検討書（東北電力提示の規制値を用いた場合）

フリッカ対策検討を実施した結果、当現場においては、規制値（ $\Delta V_{10}=0.4$ ：東北電力(株)提示）に対して大幅に超過していることから、フリッカ抑制装置のみによる対応は困難である（メーカーヒアリング）。

次頁以降に、フリッカ対策検討書を添付する。

表 5.2.2 フリッカ対策検討結果

項 目	検 討 結 果	備 考
電圧変動率 ΔV (電力会社規制値 なし)	—	
フリッカ値 ΔV_{10} (電力会社規制値 0.4)	1.839 > 0.4 NG	
対策要否	必要 (規制値を大幅に超過していることか ら、フリッカ抑制装置のみによる対応 は困難)	

条件：配電線インピーダンス %R:95.3Ω %X:99.3Ω

1. 概要

1) フリッカ抑制対策の必要性

フリッカとは、電源電圧の変動により照明のちらつきや機器の誤作動が発生するという現象です。フリッカが発生する恐れがある場合は、事前にフリッカの検討を行い、その結果が電力会社から提示される規制値を超過する場合は、需要家にて何らかのフリッカ抑制対策を行う必要があります。

2) フリッカの発生源

フリッカの発生源としては、下記のもの挙げられます。

(1) 大容量負荷設備の始動

大きな始動電流が流れることで、大きな電圧降下が起こる。

→ 電圧変動率(ΔV)を計算する。

(ΔV : ある基準電圧に対して何%の電圧変動が生じるかを表すもの) . . . P. 12参

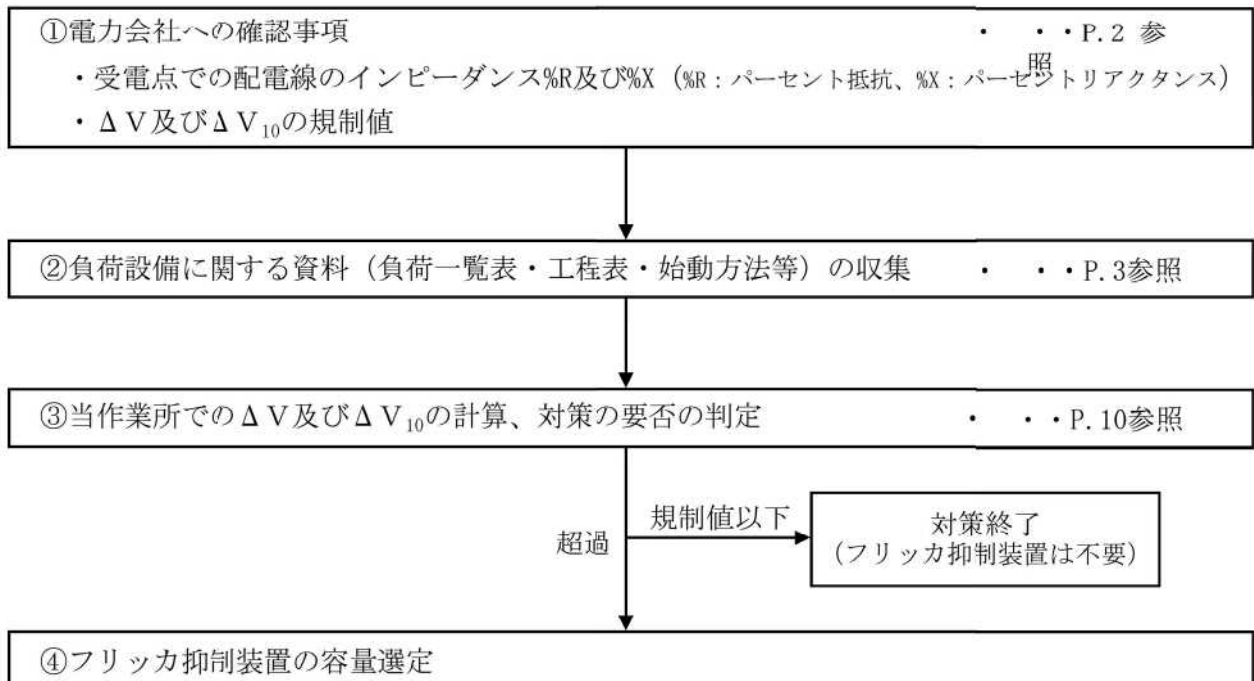
(2) 大容量負荷設備の負荷変動

運転中の大容量負荷設備の負荷変動により負荷電流が変動し、大きな電圧変動が断続的に起こる。

→ フリッカ値(ΔV_{10})を計算する。

(ΔV_{10} : 電圧変動によるちらつきを数値化したもの) . . . P. 11参照

3) フリッカ抑制装置の選定フロー



2. 要約

1) 電力会社からの提供値

(1) 配電線のインピーダンス (東北電力株式会社より提供)

当作業所での受電点における配電線のインピーダンス(10MVAベース)は下記のとおりです。

項目	配電線のインピーダンス
%R	95.3
%X	99.3

(2) ΔV 及び ΔV_{10} の規制値 (東北電力株式会社より提供)

ΔV 、 ΔV_{10} の規制値は以下の値が設けられています。

検討項目	規制値
ΔV	規制値なし
ΔV_{10}	0.4

規制値について

…添付資料P.12参照

2) 当作業所での ΔV 及び ΔV_{10}

当作業所では、下表のとおり、フリッカ現象を発生させる運転状況が考えらる。

項目	負荷名称(検討条件)	ΔV [%]	ΔV_{10}	
			始動時	運転時
3-2)-(2)	ドリルジャンボの順次始動	7.42	0.692	—
3-2)-(3)	自由断面掘削機(切削)の順次始動	6.14	0.569	—
3-2)-(3)	自由断面掘削機(切削)の運転	—	—	1.839
3-2)-(4)	吹付機(油圧)の順次始動	6.82	0.566	—
	最大値	7.42	1.839	

フリッカとは

…添付資料P.11参照

ΔV の考え方

…添付資料P.12参照

3) 対策の要否

当作業所での ΔV 及び ΔV_{10} について、対策の要否は下表のとおり。

検討項目	規制値	当作業所での最大値	対策の要否
ΔV	規制値なし	7.42%	否
ΔV_{10}	0.4	1.839	要

よって、当作業所では **フリッカ抑制対策を行う必要がある。**

ただし、当現場においては、規制値に対して大幅に超過していることから、フリッカ抑制装置のみによる対応は困難である。

以上より、当現場における対応方法としては、以下2案が考えられる。

【対策第1案】規制値の軽減(電力会社協議)によりフリッカ抑制装置で対応

- ・ ΔV_{10} の規制値を0.4から0.6に引き上げることで、フリッカ抑制装置で対応可能となる(メーカーヒアリング)。

【対策第2案】発動発電機で対応

- ・ 商用電力を用いず、発動発電機で対応する。

3. 詳細検討

1) 対象負荷

No.	負荷名称	電圧 [V]	容量 [kW]	台数 [台]	合計 容量 [kW]	定格 電流 [A]/1台	始動 電流 [A]/1台	力率		効率 [%]	始動 方法	視感度係数		始動時 ΔV [%]/1台	始動時 ΔV ₁₀ /1台	運転時 ΔV ₁₀ /1台
								定格	始動			始動時	運転時			
1	ドリルジヤンボ	420	55	2	110	101.6	711.3	80	50	93.0	直入れ	0.1	-	6.92	0.692	-
2	自由断面掘削機(切削)	420	240	1	240	392.9	652.0	90.3	25	93.0	Y-Δ	0.1	0.5	5.69	0.569	1.839
3	自由断面掘削機(油圧)	420	55	1	55	93.3	650.0	87.1	38	93.0	直入れ	0.1	-	6.06	0.606	-
4	自由断面掘削機(散水)	420	15	1	15	25.5	160.0	87	45	93.0	直入れ	0.1	-	1.53	0.153	-
5	吹付機(油圧)	420	45	1	45	83.1	582.0	80	50	93.0	直入れ	0.1	-	5.66	0.566	-
6	吹付機(コンプレッサ①)	420	90	1	90	166.3	388.0	80	30	93.0	Y-Δ	0.1	-	3.48	0.348	-
7	吹付機(コンプレッサ②)	420	37	1	37	68.4	478.5	80	50	93.0	直入れ	0.1	-	4.65	0.465	-
8	集塵機	420	74	1	74	136.7	319.0	80	30	93.0	Y-Δ	0.1	-	2.86	0.286	-
9	送風機	420	55	2	110	101.6	237.1	80	50	93.0	Y-Δ	0.1	-	2.31	0.231	-
10	濁水処理設備	210	22	1	22	81.3	-	80	-	93.0	-	-	-	-	-	-
11	吹付プラント	210	53.2	1	53.2	196.6	-	80	-	93.0	-	-	-	-	-	-
12	その他雑設備	210	39	1	39	144.1	-	80	-	93.0	-	-	-	-	-	-

$$\text{※定格電流} = \frac{\text{容量}}{\text{定格力率} \times \text{効率} \times \text{電圧} \times \sqrt{3}}$$

$$\text{※始動電流} = \text{定格電流} \times \text{始動倍率}$$

(始動電流については、実測値が機器仕様よりわかるものはその値を使用する)

※力率について、定格力率は80[%]、始動力率は55kW以下について50%、

55kW超について30%としています。(参考資料：三菱誘導電動機<技術資料>)

(定格力率および始動力率については、実測値が機器仕様よりわかるものはその値を使用する)

※ドリルジヤンボの台数については、ブームの数量を表わしています。

$$\text{※始動容量(皮相電力)} = \text{定格電圧} \times \text{始動電流} \times \sqrt{3}$$

$$\text{※始動時有効電力} = \text{始動容量} \times \text{始動力率}$$

$$\text{※始動時無効電力} = \text{始動容量} \times \sqrt{1 - (\text{始動力率})^2}$$

$$\text{※定格容量(皮相電力)} = \text{定格電圧} \times \text{定格電流} \times \sqrt{3}$$

$$\text{※定格時有効電力} = \text{定格容量} \times \text{定格力率}$$

$$\text{※定格時無効電力} = \text{定格容量} \times \sqrt{1 - (\text{定格力率})^2}$$

※始動頻度および変動回数は、一般的な運転パターンの値とします。

(始動頻度および変動回数は、実際の運転パターンがわかるものはその値とします)

※負荷の始動頻度は1回/分とし、視感度係数 $k \cdot \alpha = 0.1$ とします。

※自由断面掘削機(切削)の運転時の変動頻度は3回/秒とし、視感度係数 $k \cdot \alpha = 0.5$ とします。

始動倍率

直入れ…7

Y-Δ…7÷3

(クローズドY-Δにて切替時間

10sec以上の場合)

リアクトル…4.55

コンドルファ…2.96

インバータ…1.5

P.6ページからの検討に使用

添付資料P.11参照

※ ΔV 、 ΔV_{10} の算出について

$$\Delta V = P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-4} \quad [\%]$$

P_s : 皮相電力[kVA] $\%R$, $\%X$: 配電線のインピーダンス (10MVAベース)

$\cos \theta$: 力率 $\sin \theta$: $\sqrt{1 - \cos^2 \theta}$

$$\Delta V_{10} = \Delta V \times k \cdot \alpha$$

$$\Sigma \Delta V_{10} = \sqrt{\Delta V_{10_1}^2 + \dots + \Delta V_{10_n}^2}$$

$k \cdot \alpha$: 視感度係数

社団法人 日本電気協会
「系統連系規定」
(JEAC 9701-2012) 準用

2) ΔV 、 ΔV_{10} の詳細検討

(1) 各工程における検討条件

詳細検討条件として、掘削、吹付け、ロックボルト工の各工程が重ならないとし、
下表の運転状態時の各負荷の電圧変動率・フリッカ値を検討します。

※検討条件：1分以内に連続して起動する負荷を対象とする

No.	負荷名称	容量 [kW]	台数 [台]	運転状態	(2)～(5)項の検討条件				
					(2)	(3)-1	(3)-2	(4)	(5)
1	ドリルジャンボ	55	1	起動	○				
				定常					
1	ドリルジャンボ	55	1	起動					
				定常	○				
2	自由断面掘削機(切削)	240	1	起動		○			
				定常					
3	自由断面掘削機(油圧)	55	1	起動					
				定常		○			
2	自由断面掘削機(切削)	240	1	起動					
				定常			○		
5	吹付機(油圧)	45	1	起動				○	
				定常					
6	吹付機(コンプレッサ①)	90	1	起動					
				定常				○	
7	吹付機(コンプレッサ②)	37	1	起動					
				定常				○	
8	集塵機	74	1	起動					○
				定常					

(2) トリルジヤボの順次始動

トリルジヤボの順次始動について検討します。起動完了後
(トリルジヤボ×1台)の負荷率は50[%]とします。

	No.	負荷名称	容量 [kW]	台数 [台]	合計容量 [kW]	負荷率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]	ΔV_{10}
始動	1	トリルジヤボ	55	1	55	-	517	259	448	0.692
定常	1	トリルジヤボ	55	1	55	50	37	30	22	-
合計							552	288	470	

この場合の力率 $\cos \theta$ 、 $\sin \theta$ は、

上記の皮相電力、有効電力、無効電力の合計より下記のようになります。

$$\text{皮相電力} = \sqrt{\text{有効電力}^2 + \text{無効電力}^2} = \sqrt{288^2 + 470^2} = 552$$

$$\cos \theta = \text{有効電力} / \text{皮相電力} = 288 / 552 = 0.523$$

$$\sin \theta = \text{無効電力} / \text{皮相電力} = 470 / 552 = 0.853$$

電圧変動率 ΔV [%]、フリッカ値 ΔV_{10} は、下記のようになります。

$$\Delta V = P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-4}$$

P_s : 皮相電力[kVA] $\%R, \%X$: 配電線のインピーダンス (10MVAベース)

$\cos \theta$: 力率 $\sin \theta$: $\sqrt{1 - \cos^2 \theta}$

$$= 552 (95.30 \times 0.523 + 99.30 \times 0.853) \times 10^{-4}$$

$$= 7.42 \text{ [%]}$$

$$\Delta V_{10} = \Delta V \times k \cdot \alpha \quad k \cdot \alpha : \text{視感度係数}$$

$$= 6.92^* \times 0.10 = 0.692 > 0.4 \text{ (規制値)}$$

※始動時 ΔV_{10} は単体始動時 ΔV より計算します。

・・・P.3 1)表 参照

社団法人 日本電気協会
「系統連系規定」
(JEAC 9701-2012) 準用

(3)-1 自由断面掘削機(切削)の順次始動

自由断面掘削機(切削)の順次始動について検討します。起動完了後
(自由断面掘削機(油圧)×1台)の負荷率は50[%]とします。

No.	負荷名称	容量 [kW]	台数 [台]	合計容量 [kW]	負荷率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]	ΔV_{10}	
始動	2	自由断面掘削機(切削)	240	1	240	-	474	119	459	0.569
定常	3	自由断面掘削機(油圧)	55	1	55	50	34	30	17	-
合計						498	148	476		

この場合の力率 $\cos \theta$ 、 $\sin \theta$ は、

上記の皮相電力、有効電力、無効電力の合計より下記のようになります。

$$\text{皮相電力} = \sqrt{\text{有効電力}^2 + \text{無効電力}^2} = \sqrt{148^2 + 476^2} = 498$$

$$\cos \theta = \text{有効電力} / \text{皮相電力} = 148 / 498 = 0.297$$

$$\sin \theta = \text{無効電力} / \text{皮相電力} = 476 / 498 = 0.955$$

電圧変動率 ΔV [%]、フリッカ値 ΔV_{10} は、下記のようになります。

$$\Delta V = P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-4}$$

P_s : 皮相電力[kVA] $\%R, \%X$: 配電線のインピーダンス (10MVAベース)

$\cos \theta$: 力率 $\sin \theta$: $\sqrt{1 - \cos^2 \theta}$

$$= 498 (95.30 \times 0.297 + 99.30 \times 0.955) \times 10^{-4}$$

$$= 6.14 \text{ [%]}$$

$$\Delta V_{10} = \Delta V \times k \cdot \alpha \quad k \cdot \alpha : \text{視感度係数}$$

$$= 5.69^{\ast} \times 0.10 = 0.569 > 0.4 \text{ (規制値)}$$

※始動時 ΔV_{10} は単体始動時 ΔV より計算します。

・・・P.3 1)表 参照

社団法人 日本電気協会

「系統連系規定」

(JEAC 9701-2012) 準用

(3)-2 自由断面掘削機(切削)の運転

自由断面掘削機(切削)運転時の ΔV_{10} は、下表のように重負荷時(負荷率150%)と軽負荷時(負荷率50%)の負荷変動を繰返すものとし、さらにその頻度を3回/秒とし、視感度係数を $k \cdot \alpha = 0.5$ とすれば、下記のようになります。

①自由断面掘削機(切削) (240kW) 単独のフリッカ値

$$\Delta V_{10} = (5.518 - 1.839) \times 0.5 = 3.679 \times 0.500 = 1.839 > 0.4 \text{ (規制値)}$$

① 自由断面掘削機(切削) (240kW) 運転時の負荷と電流											
軽負荷時 (負荷率=50%)						重負荷時 (負荷率=150%)					
電流 [A]	力率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]	ΔV [%]	電流 [A]	力率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]	ΔV [%]
196	90.3	143	129	61	1.839	589	90.3	429	387	184	5.518

(4) 吹付機(油圧)の順次始動

吹付機(油圧)の順次始動について検討します。起動完了後
(吹付機(コンプレッサ①)等)の負荷率は50[%]とします。

No.	負荷名称	容量 [kW]	台数 [台]	合計容量 [kW]	負荷率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]	ΔV_{10}	
始動	5	吹付機(油圧)	45	1	45	-	423	212	367	0.566
定常	6	吹付機(コンプレッサ①)	90	1	90	50	60	48	36	-
定常	7	吹付機(コンプレッサ②)	37	1	37	50	25	20	15	-
合計						503	280	418		

この場合の力率 $\cos \theta$ 、 $\sin \theta$ は、

上記の皮相電力、有効電力、無効電力の合計より下記のようになります。

$$\text{皮相電力} = \sqrt{\text{有効電力}^2 + \text{無効電力}^2} = \sqrt{280^2 + 418^2} = 503$$

$$\cos \theta = \text{有効電力} / \text{皮相電力} = 280 / 503 = 0.557$$

$$\sin \theta = \text{無効電力} / \text{皮相電力} = 418 / 503 = 0.831$$

電圧変動率 ΔV [%]、フリッカ値 ΔV_{10} は、下記のようになります。

$$\begin{aligned} \Delta V &= P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-4} \\ P_s &: \text{皮相電力 [kVA]} \quad \%R, \%X : \text{配電線のインピーダンス (10MVAベース)} \\ \cos \theta &: \text{力率} \quad \sin \theta : \sqrt{1 - \cos^2 \theta} \\ &= 503 (95.30 \times 0.557 + 99.30 \times 0.831) \times 10^{-4} \\ &= 6.82 \text{ [%]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta V_{10} &= \Delta V \times k \cdot \alpha \quad k \cdot \alpha : \text{視感度係数} \\ &= 5.66^{\ast} \times 0.10 = 0.566 > 0.4 \text{ (規制値)} \end{aligned}$$

※始動時 ΔV_{10} は単体始動時 ΔV より計算します。

・・・P.3 1)表 参照

社団法人 日本電気協会
「系統連系規定」
(JEAC 9701-2012) 準用

(5) 集塵機の単体始動

集塵機の始動時について検討します。

No.	負荷名称	容量 [kW]	台数 [台]	合計容量 [kW]	負荷率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]	ΔV_{10}	
始動	8	集塵機	74	1	74	-	232	70	221	0.286
合計						232	70	221		

この場合の力率 $\cos \theta$ 、 $\sin \theta$ は、

上記の皮相電力、有効電力、無効電力の合計より下記のようになります。

$$\text{皮相電力} = \sqrt{\text{有効電力}^2 + \text{無効電力}^2} = \sqrt{70^2 + 221^2} = 232$$

$$\cos \theta = \text{有効電力} / \text{皮相電力} = 70 / 232 = 0.300$$

$$\sin \theta = \text{無効電力} / \text{皮相電力} = 221 / 232 = 0.954$$

電圧変動率 ΔV [%]、フリッカ値 ΔV_{10} は、下記のようになります。

$$\begin{aligned} \Delta V &= P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-4} \\ P_s &: \text{皮相電力[kVA]} \quad \%R, \%X : \text{配電線のインピーダンス (10MVAベース)} \\ \cos \theta &: \text{力率} \quad \sin \theta : \sqrt{1 - \cos^2 \theta} \\ &= 232 (95.30 \times 0.300 + 99.30 \times 0.954) \times 10^{-4} \\ &= 2.86 \text{ [%]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta V_{10} &= \Delta V \times k \cdot \alpha \quad k \cdot \alpha : \text{視感度係数} \\ &= 2.86^{\ast} \times 0.10 = 0.286 < 0.4 \text{ (規制値)} \end{aligned}$$

※始動時 ΔV_{10} は単体始動時 ΔV より計算します。

・・・P.3 1)表 参照

社団法人 日本電気協会
「系統連系規定」
(JEAC 9701-2012) 準用

3) 対策の要否

ΔV_{10} の許容値は下記のようになります。

$$\Delta V_{10} < 0.4$$

前項までの検討について、対策の要否の判定をします。

3-2)-(2)項ドリルジヤホの順次始動の場合

$$\Delta V_{10} = 0.692 > 0.4 \quad \dots \text{対策要}$$

3-2)-(3)項自由断面掘削機(切削)の順次始動の場合

$$\text{始動時 } \Delta V_{10} = 0.569 > 0.4 \quad \dots \text{対策要}$$

$$\text{運転時 } \Delta V_{10} = 1.839 > 0.4 \quad \dots \text{対策要}$$

3-2)-(4)項吹付機(油圧)の順次始動の場合

$$\Delta V_{10} = 0.566 > 0.4 \quad \dots \text{対策要}$$

3-2)-(5)項集塵機の単体始動の場合

$$\Delta V_{10} = 0.286 < 0.4 \quad \dots \text{対策不要}$$

上記のように許容値を超えるため、何らかのフリッカ抑制対策が必要です。

ただし、当現場においては、規制値に対して大幅に超過していることから、フリッカ抑制装置のみによる対応は困難である。

以上より、当現場における対応方法としては、以下2案が考えられる。

【対策第1案】規制値の軽減（電力会社協議）によりフリッカ抑制装置で対応

- ・ ΔV_{10} の規制値を0.4から0.6に引き上げることで、フリッカ抑制装置で対応可能となる(メーカーヒアリング)。

【対策再2案】発動発電機で対応

- ・ 商用電力を用いず、発動発電機で対応する。

(添付資料)

1. フリッカとは

フリッカとは、電源電圧の変動により照明のちらつきや機器の誤作動が発生するという現象です。電圧降下との違いは、電圧降下は定常的な負荷電流により電圧が低下するのに対し、フリッカは急峻な負荷電流の変化によって電圧が変動する現象を指し、電力会社の定める値以上のフリッカが発生した場合は需要家で対策する必要があるものです。

フリッカを表わす数値として電圧変動率 ΔV [%] とフリッカ値 ΔV_{10} があり、それぞれ次のように求めることができます。

$$\Delta V = P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-1} \quad [\%]$$

P_s : 入力容量 [kVA]

$\%R$: 配電線のインピーダンス (10MVAベース)

$\%X$: 配電線のインピーダンス (10MVAベース)

$\cos \theta$: 力率

$$\sin \theta : \sqrt{1 - \cos^2 \theta}$$

$$\Delta V_{10} = \Delta V \times k \cdot \alpha$$

$$\Sigma \Delta V_{10} = \sqrt{\Delta V_{10,1}^2 + \dots + \Delta V_{10,n}^2}$$

$k \cdot \alpha$: 視感度係数

※ 社団法人 日本電気協会

「系統連系規定」

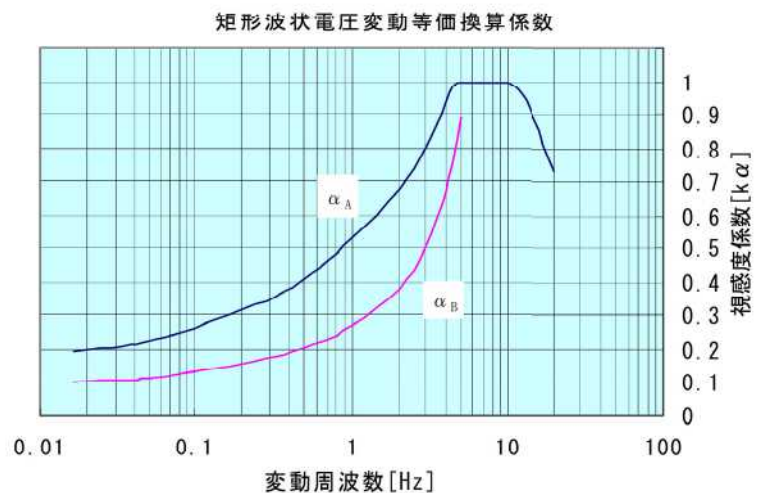
(JEAC 9701-2012) 準用

視感度係数とは

フリッカ値 ΔV_{10} は、電圧変動によるちらつきを数値化したものです。人の目は電圧変動の度合い、変動の周期によりちらつきの感じ方が異なります。 ΔV_{10} は電圧変動によるちらつきを、10Hzの周期のちらつきに換算すると、いくら電圧変動に相当するかを表すものです。

視感度係数とは、電圧変動によるちらつきを、10Hzの周期のちらつきに換算するための係数です。

変動周波数 [Hz]	視感度係数	
	α_A	α_B
20回/秒	0.73	-
15回/秒	0.89	-
10回/秒	1.00	-
5回/秒	1.00	0.89
3回/秒	0.80	0.50
2回/秒	0.67	0.38
1回/秒	0.53	0.27
40回/分	0.46	0.23
30回/分	0.41	0.20
20回/分	0.36	0.18
10回/分	0.30	0.15
5回/分	0.25	0.13
3回/分	0.23	0.11
2回/分	0.21	0.11
1回/分	0.19	0.10



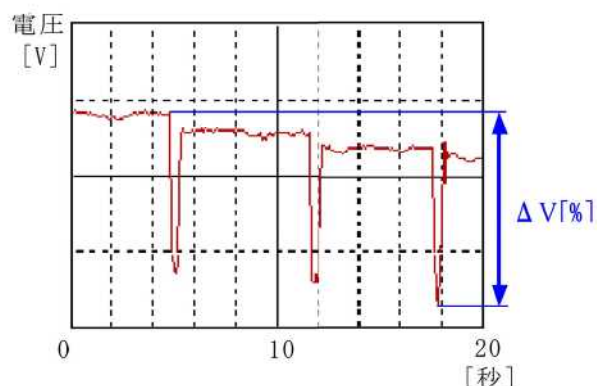
視感度係数と視感度曲線

2. 電圧変動率 ΔV [%] の考え方

ΔV [%] は、ある基準電圧に対して何%の電圧変動が生じるかを表わすものです。そこで、重要になるのは基準電圧をどこに置くかということです。

基本的には定常負荷による電圧降下は、電力会社の設備により各需要家の受電点での供給電圧の調整が行われます。ですから、問題となるのは急峻な負荷変動による電圧降下ということになります。

よって、数分以内に関連をもって起動する負荷群の順次起動や、運転時の負荷変動による電圧変動の発生が考えられる負荷を検討対象とすることが適当です。



3. 規制値について

各電力会社の供給約款の「電気使用にともなうお客様の協力」のなかで、次のように定められています。

お客様の電気の使用が、次の原因で他のお客様の電気の使用を妨害し、もしくは妨害するおそれがある場合、または当社もしくは他の電気事業者の電気工作物に支障を及ぼし、もしくは支障を及ぼすおそれがある場合（この場合の判定は、その原因となる現象が最も著しいと認められる地点で行ないます。）には、お客様の負担で、必要な調整装置を需要場所に施設していただくものとし、とくに必要がある場合には、供給設備を変更し、または専用供給設備を施設して、これにより電気を使用していただきます。

- イ、負荷の特性によって各相間の負荷が著しく平衡を欠く場合
- ロ、負荷の特性によって電圧または周波数が著しく変動する場合
- ハ、負荷の特性によって波形に著しいひずみを生ずる場合
- ニ、著しい高周波または高調波を発生する場合
- ホ、その他、イ、ロ、ハまたはニに準ずる場合

上記項目 ロ項に従い電力会社より規制値の設定を受け、その設定値を上回る ΔV 、 ΔV_{10} の発生が予測される場合は、フリッカ抑制装置を施設する必要があります。

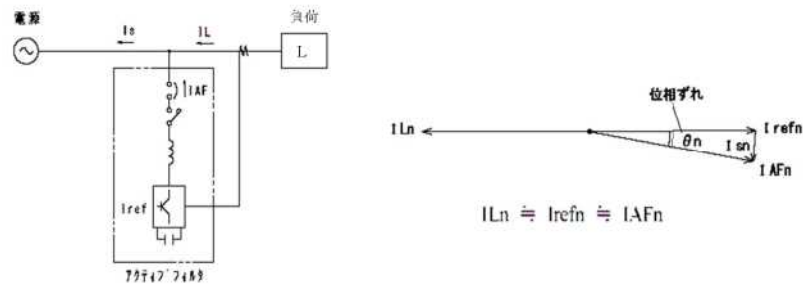
この規制値は配電システムのインピーダンス等の状況、他需要家の状況をもとに、各電力会社により決定され、当作業所では下記数値となっております。

※東北電力株式会社より提供

ΔV	規制値なし
ΔV_{10}	0.4

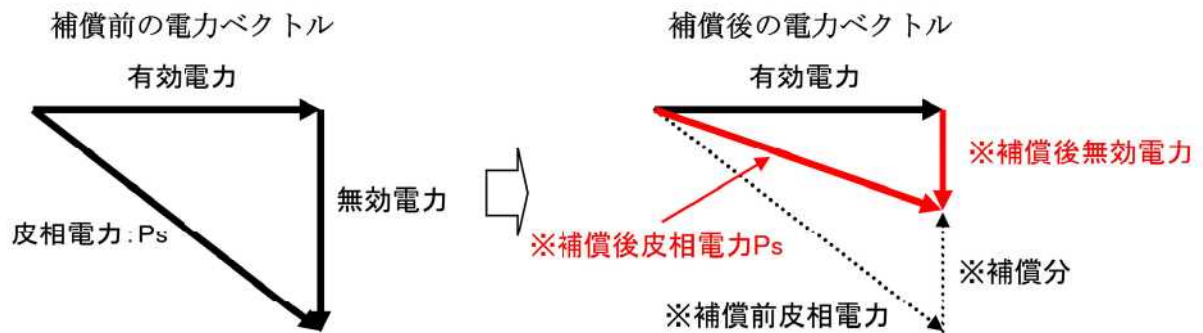
4. 補償率・安全率について

補償率 0.85 … 一般的にアクティブフィルタは負荷電流を検出してから補償電流を出力するために、必ずタイムラグが生じます。そのタイムラグにより、補償すべきベクトル I_{ref} と補償電流のベクトル I_{af} の間に位相差が生じるため、補償率が100%になることはありません。その為、社内試験により得た実測値をもとに補償率を 0.85として考慮する必要があります。



安全率 1.2 … 設計段階のある一定条件のもとに検討を行ない対策容量を算出していますが、実際には負荷状況や工事工程、電源系統などの変動に対しても影響を受けます。抑制装置の容量が不足してしまうと、十分なフリッカ抑制効果が得られないため、安全率を1.2として対策容量を検討する必要があります。

5. 無効電力補償について



補償後の電力ベクトルより、上図のように無効電力を補償すれば、皮相電力 $[P_s]$ が小さくなる為、下式より電圧降下 $\Delta V[\%]$ が抑制されます。

$$\Delta V = P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-4} \quad [\%]$$

P_s : 入力容量 [kVA]

5.2.3 フリッカ対策検討書（対策第1案：規制値 ΔV_{10} を見直した場合）

当現場においては、規制値（ $\Delta V_{10}=0.4$ ：東北電力(株)提示）では、フリッカ抑制装置のみによる対応は困難であること受け、以下の対策が考えられる。

- ・東北電力(株)と協議を行い、規制値 $\Delta V_{10}=0.4 \rightarrow 0.6$ の引き上げ

規制値 $\Delta V_{10} \geq 0.6$ にてフリッカ検討を実施した結果、以下のとおりフリッカ抑制装置(1000kVA)を追加することで対策可能である。次頁以降に、フリッカ対策検討書を添付する。

表 5.2.3 フリッカ対策検討結果

項目	検討結果	備考
電圧変動率 ΔV (電力会社規制値 なし)	—	
フリッカ値 ΔV_{10} (規制値 0.6)	1.839 > 0.6 NG	規制値を引き上げ (電力会社と要協議)
対策要否	必要 フリッカ抑制装置 (1000kVA)	

条件：配電線インピーダンス %R:95.3Ω %X:99.3Ω

但し、当該設計は、標準の施工機械を用いて算定したものであるため、施工者が使用する機械を確定後、必要に応じてフリッカ対策検討を見直した上で、事前に東北電力(株)と協議を行う必要がある。

1. 概要

1) フリッカ抑制対策の必要性

フリッカとは、電源電圧の変動により照明のちらつきや機器の誤作動が発生するという現象です。フリッカが発生する恐れがある場合は、事前にフリッカの検討を行い、その結果が電力会社から提示される規制値を超過する場合は、需要家にて何らかのフリッカ抑制対策を行う必要があります。

2) フリッカの発生源

フリッカの発生源としては、下記のもものが挙げられます。

(1) 大容量負荷設備の始動

大きな始動電流が流れることで、大きな電圧降下が起こる。

→ 電圧変動率(ΔV)を計算する。

(ΔV ：ある基準電圧に対して何%の電圧変動が生じるかを表すもの)・・・P.16 参照

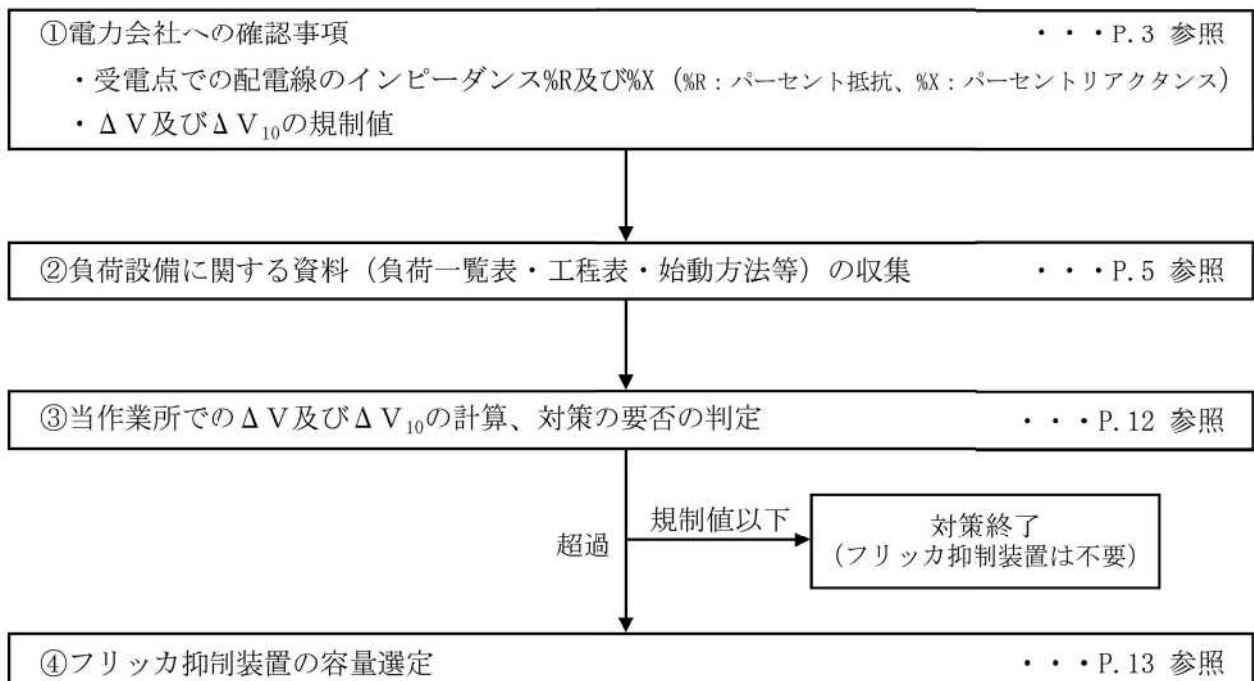
(2) 大容量負荷設備の負荷変動

運転中の大容量負荷設備の負荷変動により負荷電流が変動し、大きな電圧変動が断続的に起こる。

→ フリッカ値(ΔV_{10})を計算する。

(ΔV_{10} ：電圧変動によるちらつきを数値化したもの)・・・P.15 参照

3) フリッカ抑制装置の選定フロー



2. 要約

1) 電力会社からの提供値

(1) 配電線のインピーダンス (東北電力株式会社より提供)

当作業所での受電点における配電線のインピーダンス(10MVAベース)は下記のとおりです。

項目	配電線のインピーダンス
%R	95.3
%X	99.3

(2) ΔV 及び ΔV_{10} の規制値 (東北電力株式会社より提供)

ΔV 、 ΔV_{10} の規制値は以下の値が設けられています。

検討項目	規制値
ΔV	規制値なし
ΔV_{10}	0.6

規制値について

…添付資料P.16参照

2) 当作業所での ΔV 及び ΔV_{10}

当作業所では、下表のとおり、フリッカ現象を発生させる運転状況が考えられます。

項目	負荷名称(検討条件)	ΔV [%]	ΔV_{10}	
			始動時	運転時
3-2)-(2)	ドリルジャンボの順次始動	7.42	0.692	—
3-2)-(3)	自由断面掘削機(切削)の順次始動	6.14	0.569	—
3-2)-(3)	自由断面掘削機(切削)の運転	—	—	1.839
3-2)-(4)	吹付機(油圧)の順次始動	6.82	0.566	—
	最大値	7.42	1.839	

フリッカとは

…添付資料P.15参照

ΔV の考え方

…添付資料P.16参照

3) 対策の要否

当作業所での ΔV 及び ΔV_{10} について、対策の要否は下表のとおりです。

検討項目	規制値	当作業所での最大値	対策の要否
ΔV	規制値なし	7.42%	否
ΔV_{10}	0.6	1.839	要

よって、当作業所では **フリッカ抑制対策を行う必要があります。**

4) フリッカ抑制装置の容量選定

当作業所でのフリッカ抑制装置は次のようになります。

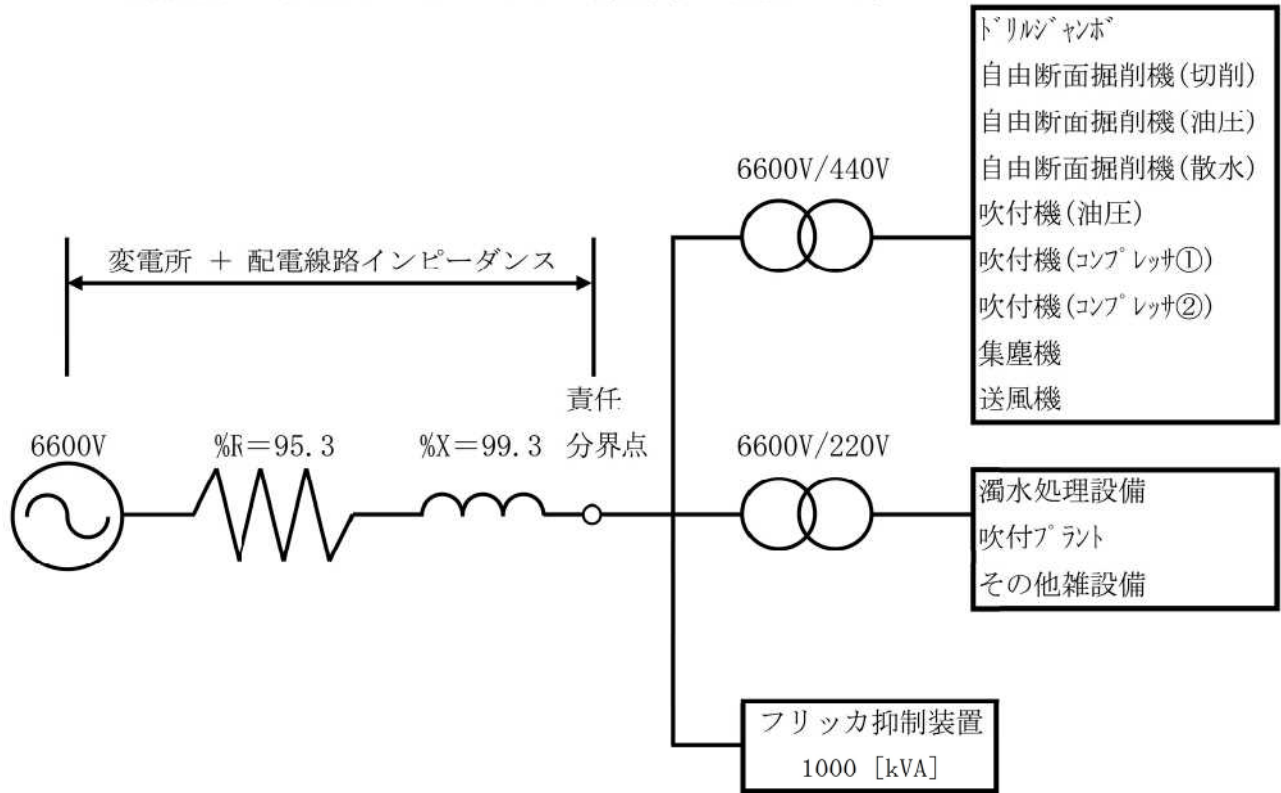
必要対策容量	フリッカ抑制装置1000[kVA] 方式:アクティブフィルタ
--------	-----------------------------------

詳細計算について

…P.5参照

5) フリッカ抑制装置の接続例

当作業所では、下図のようにフリッカ抑制装置を接続します。



3. 詳細検討

1) 対象負荷

No.	負荷名称	電圧 [V]	容量 [kW]	台数 [台]	合計 容量 [kW]	定格 電流 [A]/1台	始動 電流 [A]/1台	力率		効率 [%]	始動 方法	視感度係数		始動時 ΔV [%]/1台	始動時 ΔV ₁₀ /1台	運転時 ΔV ₁₀ /1台
								定格	始動			始動時	運転時			
1	ドリルジヤンボ	420	55	2	110	101.6	711.3	80	50	93.0	直入れ	0.1	-	6.92	0.692	-
2	自由断面掘削機(切削)	420	240	1	240	392.9	652.0	90.3	25	93.0	Y-Δ	0.1	0.5	5.69	0.569	1.839
3	自由断面掘削機(油圧)	420	55	1	55	93.3	650.0	87.1	38	93.0	直入れ	0.1	-	6.06	0.606	-
4	自由断面掘削機(散水)	420	15	1	15	25.5	160.0	87	45	93.0	直入れ	0.1	-	1.53	0.153	-
5	吹付機(油圧)	420	45	1	45	83.1	582.0	80	50	93.0	直入れ	0.1	-	5.66	0.566	-
6	吹付機(コンプレッサ①)	420	90	1	90	166.3	388.0	80	30	93.0	Y-Δ	0.1	-	3.48	0.348	-
7	吹付機(コンプレッサ②)	420	37	1	37	68.4	478.5	80	50	93.0	直入れ	0.1	-	4.65	0.465	-
8	集塵機	420	74	1	74	136.7	319.0	80	30	93.0	Y-Δ	0.1	-	2.86	0.286	-
9	送風機	420	55	2	110	101.6	237.1	80	50	93.0	Y-Δ	0.1	-	2.31	0.231	-
10	濁水処理設備	210	22	1	22	81.3	-	80	-	93.0	-	-	-	-	-	-
11	吹付プラント	210	53.2	1	53.2	196.6	-	80	-	93.0	-	-	-	-	-	-
12	その他雑設備	210	39	1	39	144.1	-	80	-	93.0	-	-	-	-	-	-

$$\text{※定格電流} = \frac{\text{容量}}{\text{定格力率} \times \text{効率} \times \text{電圧} \times \sqrt{3}}$$

$$\text{※始動電流} = \text{定格電流} \times \text{始動倍率}$$

(始動電流については、実測値が機器仕様よりわかるものはその値を使用する)

※力率について、定格力率は80[%]、始動力率は55kW以下について50%、

55kW超について30%としています。(参考資料：三菱誘導電動機<技術資料>)

(定格力率および始動力率については、実測値が機器仕様よりわかるものはその値を使用する)

※ドリルジヤンボの台数については、ブームの数量を表わしています。

$$\text{※始動容量(皮相電力)} = \text{定格電圧} \times \text{始動電流} \times \sqrt{3}$$

$$\text{※始動時有効電力} = \text{始動容量} \times \text{始動力率}$$

$$\text{※始動時無効電力} = \text{始動容量} \times \sqrt{1 - (\text{始動力率})^2}$$

$$\text{※定格容量(皮相電力)} = \text{定格電圧} \times \text{定格電流} \times \sqrt{3}$$

$$\text{※定格時有効電力} = \text{定格容量} \times \text{定格力率}$$

$$\text{※定格時無効電力} = \text{定格容量} \times \sqrt{1 - (\text{定格力率})^2}$$

※始動頻度および変動回数は、一般的な運転パターンの値とします。

(始動頻度および変動回数は、実際の運転パターンがわかるものはその値とします)

※負荷の始動頻度は1回/分とし、視感度係数 $k \cdot \alpha = 0.1$ とします。

※自由断面掘削機(切削)の運転時の変動頻度は3回/秒とし、視感度係数 $k \cdot \alpha = 0.5$ とします。

始動倍率

直入れ…7

Y-Δ…7÷3

(クローズドY-Δにて切替時間

10sec以上の場合)

リアクトル…4.55

コンドルファ…2.96

インバータ…1.5

P.8ページからの検討に使用

添付資料P.15参照

※ ΔV 、 ΔV_{10} の算出について

$$\Delta V = P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-4} \quad [\%]$$

P_s : 皮相電力[kVA] $\%R$, $\%X$: 配電線のインピーダンス (10MVAベース)

$\cos \theta$: 力率 $\sin \theta$: $\sqrt{1 - \cos^2 \theta}$

$$\Delta V_{10} = \Delta V \times k \cdot \alpha$$

$$\Sigma \Delta V_{10} = \sqrt{\Delta V_{10_1}^2 + \dots + \Delta V_{10_n}^2}$$

$k \cdot \alpha$: 視感度係数

社団法人 日本電気協会

「系統連系規定」

(JEAC 9701-2012) 準用

2) ΔV 、 ΔV_{10} の詳細検討

(1) 各工程における検討条件

詳細検討条件として、掘削、吹付け、ロックボルト工の各工程が重ならないとし、
下表の運転状態時の各負荷の電圧変動率・フリッカ値を検討します。

※検討条件：1分以内に連続して起動する負荷を対象とする

No.	負荷名称	容量 [kW]	台数 [台]	運転状態	(2)～(5)項の検討条件				
					(2)	(3)-1	(3)-2	(4)	(5)
1	ドリルジャンボ	55	1	起動	○				
				定常					
1	ドリルジャンボ	55	1	起動					
				定常	○				
2	自由断面掘削機(切削)	240	1	起動		○			
				定常					
3	自由断面掘削機(油圧)	55	1	起動					
				定常		○			
2	自由断面掘削機(切削)	240	1	起動					
				定常			○		
5	吹付機(油圧)	45	1	起動				○	
				定常					
6	吹付機(コンプレッサ①)	90	1	起動					
				定常				○	
7	吹付機(コンプレッサ②)	37	1	起動					
				定常				○	
8	集塵機	74	1	起動					○
				定常					

(2) トリルジヤボの順次始動

トリルジヤボの順次始動について検討します。起動完了後
(トリルジヤボ×1台)の負荷率は50[%]とします。

	No.	負荷名称	容量 [kW]	台数 [台]	合計容量 [kW]	負荷率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]	ΔV_{10}
始動	1	トリルジヤボ	55	1	55	-	517	259	448	0.692
定常	1	トリルジヤボ	55	1	55	50	37	30	22	-
合計							552	288	470	

この場合の力率 $\cos \theta$ 、 $\sin \theta$ は、

上記の皮相電力、有効電力、無効電力の合計より下記のようになります。

$$\text{皮相電力} = \sqrt{\text{有効電力}^2 + \text{無効電力}^2} = \sqrt{288^2 + 470^2} = 552$$

$$\cos \theta = \text{有効電力} / \text{皮相電力} = 288 / 552 = 0.523$$

$$\sin \theta = \text{無効電力} / \text{皮相電力} = 470 / 552 = 0.853$$

電圧変動率 ΔV [%]、フリッカ値 ΔV_{10} は、下記のようになります。

$$\Delta V = P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-4}$$

P_s : 皮相電力[kVA] $\%R, \%X$: 配電線のインピーダンス (10MVAベース)

$\cos \theta$: 力率 $\sin \theta$: $\sqrt{1 - \cos^2 \theta}$

$$= 552 (95.30 \times 0.523 + 99.30 \times 0.853) \times 10^{-4}$$

$$= 7.42 \text{ [%]}$$

$$\Delta V_{10} = \Delta V \times k \cdot \alpha \quad k \cdot \alpha : \text{視感度係数}$$

$$= 6.92^* \times 0.10 = 0.692 > 0.6 \text{ (規制値)}$$

※始動時 ΔV_{10} は単体始動時 ΔV より計算します。

・・・P.5 1)表 参照

社団法人 日本電気協会
「系統連系規定」
(JEAC 9701-2012) 準用

(3)-1 自由断面掘削機(切削)の順次始動

自由断面掘削機(切削)の順次始動について検討します。起動完了後
(自由断面掘削機(油圧)×1台)の負荷率は50[%]とします。

No.	負荷名称	容量 [kW]	台数 [台]	合計容量 [kW]	負荷率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]	ΔV_{10}	
始動	2	自由断面掘削機(切削)	240	1	240	-	474	119	459	0.569
定常	3	自由断面掘削機(油圧)	55	1	55	50	34	30	17	-
合計						498	148	476		

この場合の力率 $\cos \theta$ 、 $\sin \theta$ は、

上記の皮相電力、有効電力、無効電力の合計より下記のようになります。

$$\text{皮相電力} = \sqrt{\text{有効電力}^2 + \text{無効電力}^2} = \sqrt{148^2 + 476^2} = 498$$

$$\cos \theta = \text{有効電力} / \text{皮相電力} = 148 / 498 = 0.297$$

$$\sin \theta = \text{無効電力} / \text{皮相電力} = 476 / 498 = 0.955$$

電圧変動率 ΔV [%]、フリッカ値 ΔV_{10} は、下記のようになります。

$$\Delta V = P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-4}$$

P_s : 皮相電力[kVA] $\%R, \%X$: 配電線のインピーダンス (10MVAベース)

$\cos \theta$: 力率 $\sin \theta$: $\sqrt{1 - \cos^2 \theta}$

$$= 498 (95.30 \times 0.297 + 99.30 \times 0.955) \times 10^{-4}$$

$$= 6.14 \text{ [%]}$$

$$\Delta V_{10} = \Delta V \times k \cdot \alpha \quad k \cdot \alpha : \text{視感度係数}$$

$$= 5.69^{\ast} \times 0.10 = 0.569 < 0.6 \text{ (規制値)}$$

※始動時 ΔV_{10} は単体始動時 ΔV より計算します。

・・・P.5 1)表 参照

社団法人 日本電気協会

「系統連系規定」

(JEAC 9701-2012) 準用

(3)-2 自由断面掘削機(切削)の運転

自由断面掘削機(切削)運転時の ΔV_{10} は、下表のように重負荷時(負荷率150%)と軽負荷時(負荷率50%)の負荷変動を繰返すものとし、さらにその頻度を3回/秒とし、視感度係数を $k \cdot \alpha = 0.5$ とすれば、下記のようになります。

①自由断面掘削機(切削) (240kW) 単独のフリッカ値

$$\Delta V_{10} = (5.518 - 1.839) \times 0.5 = 3.679 \times 0.500 = 1.839 > 0.6 \text{ (規制値)}$$

① 自由断面掘削機(切削) (240kW) 運転時の負荷と電流											
軽負荷時 (負荷率=50%)						重負荷時 (負荷率=150%)					
電流 [A]	力率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]	ΔV [%]	電流 [A]	力率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]	ΔV [%]
196	90.3	143	129	61	1.839	589	90.3	429	387	184	5.518

(4) 吹付機(油圧)の順次始動

吹付機(油圧)の順次始動について検討します。起動完了後
(吹付機(コンプレッサ①)等)の負荷率は50[%]とします。

No.	負荷名称	容量 [kW]	台数 [台]	合計容量 [kW]	負荷率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]	ΔV_{10}	
始動	5	吹付機(油圧)	45	1	45	-	423	212	367	0.566
定常	6	吹付機(コンプレッサ①)	90	1	90	50	60	48	36	-
定常	7	吹付機(コンプレッサ②)	37	1	37	50	25	20	15	-
合計						503	280	418		

この場合の力率 $\cos \theta$ 、 $\sin \theta$ は、

上記の皮相電力、有効電力、無効電力の合計より下記のようになります。

$$\text{皮相電力} = \sqrt{\text{有効電力}^2 + \text{無効電力}^2} = \sqrt{280^2 + 418^2} = 503$$

$$\cos \theta = \text{有効電力} / \text{皮相電力} = 280 / 503 = 0.557$$

$$\sin \theta = \text{無効電力} / \text{皮相電力} = 418 / 503 = 0.831$$

電圧変動率 ΔV [%]、フリッカ値 ΔV_{10} は、下記のようになります。

$$\begin{aligned} \Delta V &= P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-4} \\ P_s &: \text{皮相電力 [kVA]} \quad \%R, \%X : \text{配電線のインピーダンス (10MVAベース)} \\ \cos \theta &: \text{力率} \quad \sin \theta : \sqrt{1 - \cos^2 \theta} \\ &= 503 (95.30 \times 0.557 + 99.30 \times 0.831) \times 10^{-4} \\ &= 6.82 \text{ [%]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta V_{10} &= \Delta V \times k \cdot \alpha \quad k \cdot \alpha : \text{視感度係数} \\ &= 5.66^{\ast} \times 0.10 = 0.566 < 0.6 \text{ (規制値)} \end{aligned}$$

※始動時 ΔV_{10} は単体始動時 ΔV より計算します。

・・・P.5 表 参照

社団法人 日本電気協会
「系統連系規定」
(JEAC 9701-2012) 準用

(5) 集塵機の単体始動

集塵機の始動時について検討します。

	No.	負荷名称	容量 [kW]	台数 [台]	合計容量 [kW]	負荷率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]	ΔV_{10}
始動	8	集塵機	74	1	74	-	232	70	221	0.286
合計							232	70	221	

この場合の力率 $\cos \theta$ 、 $\sin \theta$ は、

上記の皮相電力、有効電力、無効電力の合計より下記のようになります。

$$\text{皮相電力} = \sqrt{\text{有効電力}^2 + \text{無効電力}^2} = \sqrt{70^2 + 221^2} = 232$$

$$\cos \theta = \text{有効電力} / \text{皮相電力} = 70 / 232 = 0.300$$

$$\sin \theta = \text{無効電力} / \text{皮相電力} = 221 / 232 = 0.954$$

電圧変動率 ΔV [%]、フリッカ値 ΔV_{10} は、下記のようになります。

$$\begin{aligned} \Delta V &= P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-4} \\ &\quad P_s : \text{皮相電力[kVA]} \quad \%R, \%X : \text{配電線のインピーダンス (10MVAベース)} \\ &\quad \cos \theta : \text{力率} \quad \sin \theta : \sqrt{1 - \cos^2 \theta} \\ &= 232 (95.30 \times 0.300 + 99.30 \times 0.954) \times 10^{-4} \\ &= 2.86 \text{ [%]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta V_{10} &= \Delta V \times k \cdot \alpha \quad k \cdot \alpha : \text{視感度係数} \\ &= 2.86^* \times 0.10 = 0.286 < 0.6 \text{ (規制値)} \end{aligned}$$

※始動時 ΔV_{10} は単体始動時 ΔV より計算します。

・・・P.5 1)表 参照

社団法人 日本電気協会
「系統連系規定」
(JEAC 9701-2012) 準用

3) 対策の要否

ΔV_{10} の許容値は下記のようになります。

$$\Delta V_{10} < 0.6$$

前項までの検討について、対策の要否の判定をします。

3-2)-(2)項ドリルジヤホの順次始動の場合

$$\Delta V_{10} = 0.692 > 0.6 \quad \dots \text{対策要}$$

3-2)-(3)項自由断面掘削機(切削)の順次始動の場合

$$\text{始動時 } \Delta V_{10} = 0.569 < 0.6 \quad \dots \text{対策不要}$$

$$\text{運転時 } \Delta V_{10} = 1.839 > 0.6 \quad \dots \text{対策要}$$

3-2)-(4)項吹付機(油圧)の順次始動の場合

$$\Delta V_{10} = 0.566 < 0.6 \quad \dots \text{対策不要}$$

3-2)-(5)項集塵機の単体始動の場合

$$\Delta V_{10} = 0.286 < 0.6 \quad \dots \text{対策不要}$$

上記のように許容値を超えるため、何らかのフリッカ抑制対策が必要です。

4) フリッカ抑制装置の容量選定

作業所内に点在するフリッカ対象負荷に対して、受電所付近にて一括でフリッカの抑制を行うための対策容量を選定します。

選定にあたっては、 ΔV_{10} で最大のを抑制できる容量とします。

各負荷の同時起動等が無いものとして、フリッカ抑制装置の容量を選定します。

【 ΔV_{10} の補償の場合】 3-2)-(3)項自由断面掘削機(切削)始動時についてフリッカ対策容量を検討します。

フリッカ補償容量

$$= \text{定常負荷の無効電力} + (\Delta V_{10} \text{最大値} - \Delta V_{10} \text{規制値}) \div \text{視感度係数} \div \%X \times 10^4 \div \text{補償率} \times \text{安全率}$$

$$= 644 + (1.839 - 0.6) \div 0.5 \div 99.30 \times 10^4 \div 0.85 \times 1.2$$

$$= 996 \quad [\text{kVA}]$$

フリッカ抑制装置の補償率を0.85、安全率を1.2としています。(※P.17 添付資料4章参照)

定常負荷の無効電力は、掘削、吹付け、コックボルト工の各工程が重ならないとし、自由断面掘削機(切削)運転時に自由断面掘削機(油圧)等が運転中であり、稼働率を80%とし、さらに、自由断面掘削機(切削)の軽負荷時の無効電力を考慮します。

自由断面掘削機(切削)を運転する場合の定常負荷の無効電力は、下表のとおりです。

No.	負荷名称	容量 [kW]	台数 [台]	力率	稼働率 [%]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [kW]	無効電力 [kvar]
2	自由断面掘削機(切削)	240	1	90.3	50	143	129	61
3	自由断面掘削機(油圧)	55	1	87.1	80	54	47	27
4	自由断面掘削機(散水)	15	1	87	80	15	13	7
8	集塵機	74	1	80	80	80	64	48
9	送風機	55	2	80	80	118	95	71
10	濁水処理設備	22	1	80	80	24	19	14
11	吹付プラント	53.2	1	80	80	57	46	34
12	その他雑設備	39	1	80	80	42	34	25
					合計	530	446	287

また、当作業所では、配電線のインピーダンスが大きいこと、負荷機器の容量が大きいことなどから、有効電力による電圧降下分を補償する必要があります。
 定常負荷の有効電力から線路抵抗補償時に必要な無効電力を換算計算すると、自由断面掘削機(切削)を運転する場合の定常負荷の無効電力(有効電力換算)は、下表のとおりです。

No.	負荷名称	容量 [kW]	台数 [台]	効率	係数	稼働率 [%]	無効電力 [kvar]
2	自由断面掘削機(切削)	240	1	93	0.8	50	103
3	自由断面掘削機(油圧)	55	1	93	0.8	80	38
4	自由断面掘削機(散水)	15	1	93	0.8	80	10
8	集塵機	74	1	93	0.8	80	51
9	送風機	55	2	93	0.8	80	76
10	濁水処理設備	22	1	93	0.8	80	15
11	吹付プラント	53.2	1	93	0.8	80	37
12	その他雑設備	39	1	93	0.8	80	27
						合計	357

※定常負荷の無効電力(有効電力換算) = 容量 × 台数 ÷ 効率 × 係数 × 稼働率

よって 1000 [kVA] 以上のフリッカ抑制装置が必要となります。

フリッカ抑制装置としては、下記のもので適当です。

フリッカ抑制装置 1000 [kVA]

型式: AFH-1064C

方式: アクティブフィルタ

(添付資料)

1. フリッカとは

フリッカとは、電源電圧の変動により照明のちらつきや機器の誤作動が発生するという現象です。電圧降下との違いは、電圧降下は定常的な負荷電流により電圧が低下するのに対し、フリッカは急峻な負荷電流の変化によって電圧が変動する現象を指し、電力会社の定める値以上のフリッカが発生した場合は需要家で対策する必要があるものです。

フリッカを表わす数値として電圧変動率 ΔV [%] とフリッカ値 ΔV_{10} があり、それぞれ次のように求めることができます。

$$\Delta V = P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-1} \quad [\%]$$

P_s : 入力容量 [kVA]

$\%R$: 配電線のインピーダンス (10MVAベース)

$\%X$: 配電線のインピーダンス (10MVAベース)

$\cos \theta$: 力率

$$\sin \theta : \sqrt{1 - \cos^2 \theta}$$

$$\Delta V_{10} = \Delta V \times k \cdot \alpha$$

$$\Sigma \Delta V_{10} = \sqrt{\Delta V_{10,1}^2 + \dots + \Delta V_{10,n}^2}$$

$k \cdot \alpha$: 視感度係数

※ 社団法人 日本電気協会

「系統連系規定」

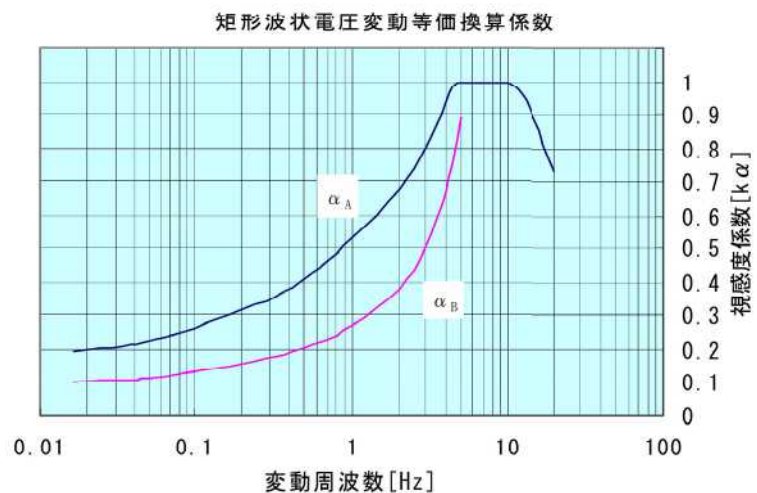
(JEAC 9701-2012) 準用

視感度係数とは

フリッカ値 ΔV_{10} は、電圧変動によるちらつきを数値化したものです。人の目は電圧変動の度合い、変動の周期によりちらつきの感じ方が異なります。 ΔV_{10} は電圧変動によるちらつきを、10Hzの周期のちらつきに換算すると、いくら電圧変動に相当するかを表すものです。

視感度係数とは、電圧変動によるちらつきを、10Hzの周期のちらつきに換算するための係数です。

変動周波数 [Hz]	視感度係数	
	α_A	α_B
20回/秒	0.73	-
15回/秒	0.89	-
10回/秒	1.00	-
5回/秒	1.00	0.89
3回/秒	0.80	0.50
2回/秒	0.67	0.38
1回/秒	0.53	0.27
40回/分	0.46	0.23
30回/分	0.41	0.20
20回/分	0.36	0.18
10回/分	0.30	0.15
5回/分	0.25	0.13
3回/分	0.23	0.11
2回/分	0.21	0.11
1回/分	0.19	0.10



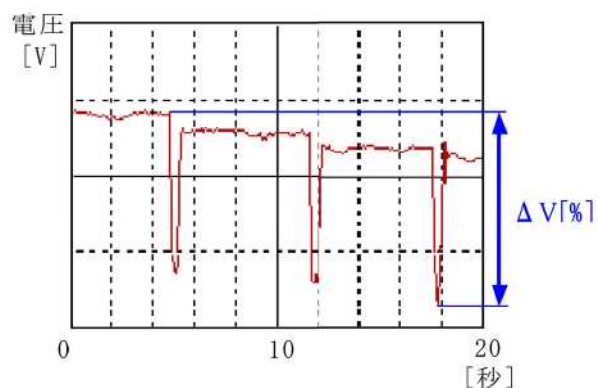
視感度係数と視感度曲線

2. 電圧変動率 ΔV [%] の考え方

ΔV [%] は、ある基準電圧に対して何%の電圧変動が生じるかを表わすものです。そこで、重要になるのは基準電圧をどこに置くかということです。

基本的には定常負荷による電圧降下は、電力会社の設備により各需要家の受電点での供給電圧の調整が行われます。ですから、問題となるのは急峻な負荷変動による電圧降下ということになります。

よって、数分以内に関連をもって起動する負荷群の順次起動や、運転時の負荷変動による電圧変動の発生が考えられる負荷を検討対象とすることが適当です。



3. 規制値について

各電力会社の供給約款の「電気使用にともなうお客様の協力」のなかで、次のように定められています。

お客様の電気の使用が、次の原因で他のお客様の電気の使用を妨害し、もしくは妨害するおそれがある場合、または当社もしくは他の電気事業者の電気工作物に支障を及ぼし、もしくは支障を及ぼすおそれがある場合（この場合の判定は、その原因となる現象が最も著しいと認められる地点で行ないます。）には、お客様の負担で、必要な調整装置を需要場所に施設していただくものとし、とくに必要がある場合には、供給設備を変更し、または専用供給設備を施設して、これにより電気を使用していただきます。

- イ、負荷の特性によって各相間の負荷が著しく平衡を欠く場合
- ロ、負荷の特性によって電圧または周波数が著しく変動する場合
- ハ、負荷の特性によって波形に著しいひずみを生ずる場合
- ニ、著しい高周波または高調波を発生する場合
- ホ、その他、イ、ロ、ハまたはニに準ずる場合

上記項目 ロ項に従い電力会社より規制値の設定を受け、その設定値を上回る ΔV 、 ΔV_{10} の発生が予測される場合は、フリッカ抑制装置を施設する必要があります。

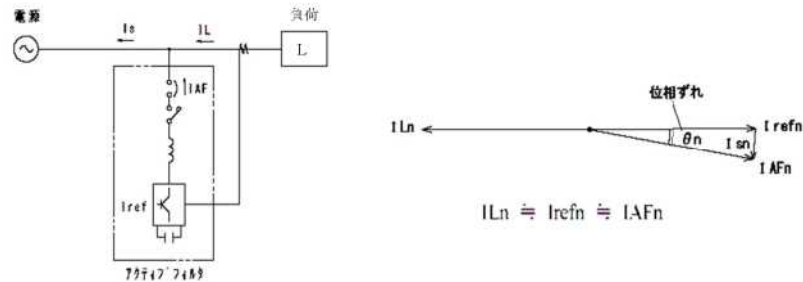
この規制値は配電システムのインピーダンス等の状況、他需要家の状況をもとに、各電力会社により決定され、当作業所では下記数値となっております。

※東北電力株式会社より提供

ΔV	規制値なし
ΔV_{10}	0.6

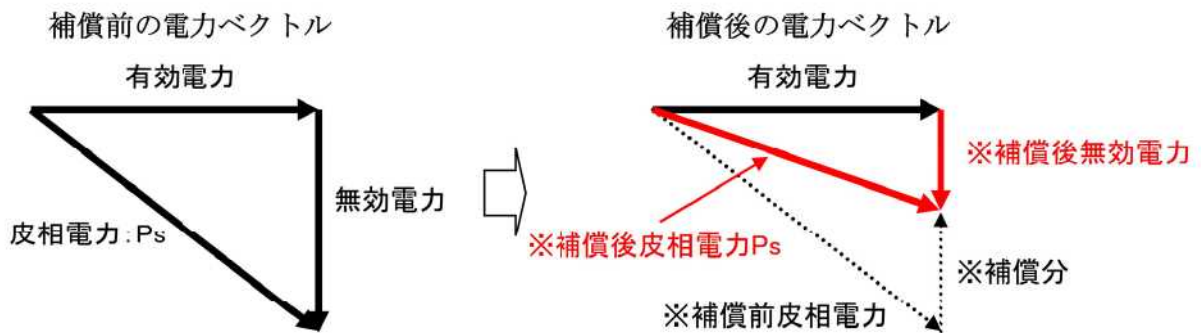
4. 補償率・安全率について

補償率 0.85 … 一般的にアクティブフィルタは負荷電流を検出してから補償電流を出力するために、必ずタイムラグが生じます。そのタイムラグにより、補償すべきベクトル I_{ref} と補償電流のベクトル I_{af} の間に位相差が生じるため、補償率が100%になることはありません。その為、社内試験により得た実測値をもとに補償率を 0.85として考慮する必要があります。



安全率 1.2 … 設計段階のある一定条件のもとに検討を行ない対策容量を算出していますが、実際には負荷状況や工事工程、電源系統などの変動に対しても影響を受けます。抑制装置の容量が不足してしまうと、十分なフリッカ抑制効果が得られないため、安全率を1.2として対策容量を検討する必要があります。

5. 無効電力補償について



補償後の電力ベクトルより、上図のように無効電力を補償すれば、皮相電力 $[P_s]$ が小さくなる為、下式より電圧降下 $\Delta V[\%]$ が抑制されます。

$$\Delta V = P_s (\%R \times \cos \theta + \%X \times \sin \theta) \times 10^{-4} \quad [\%]$$

P_s : 入力容量 [kVA]

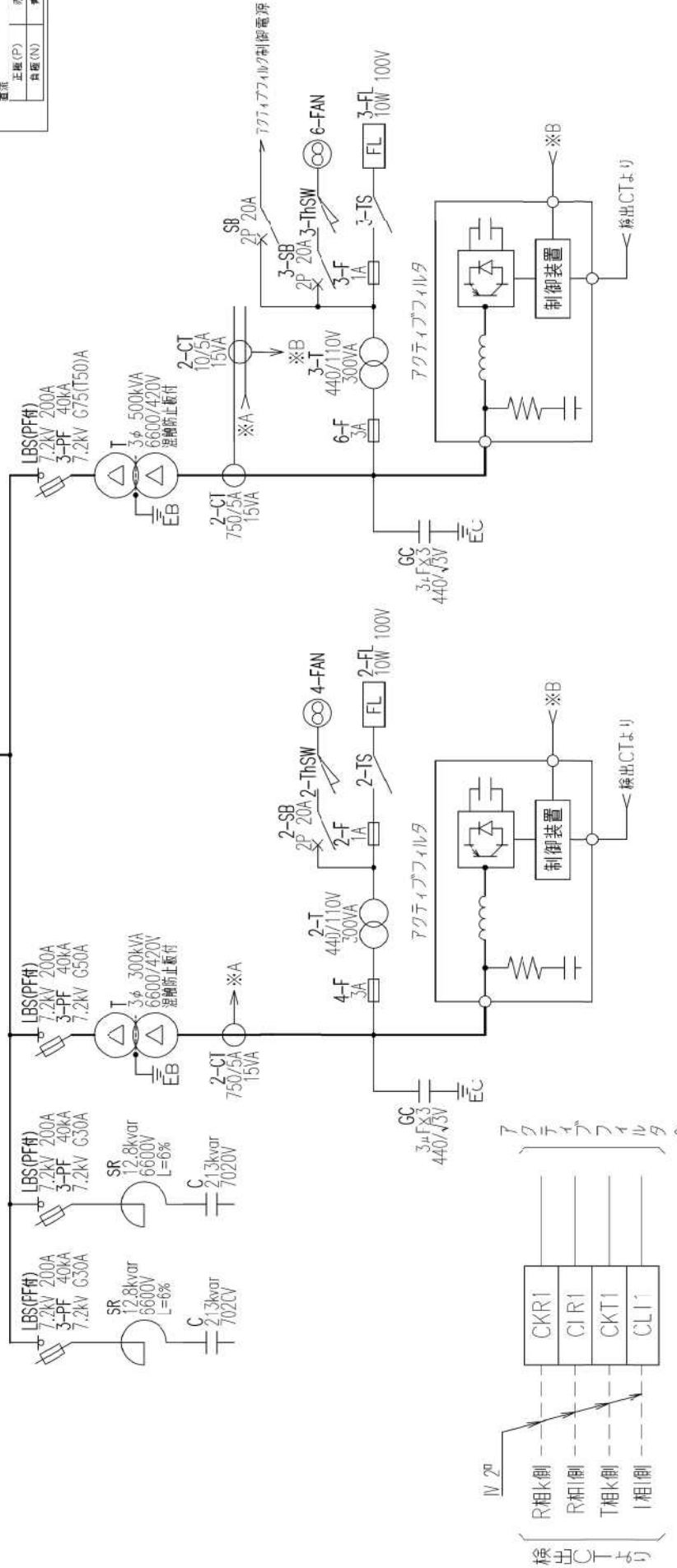
※参考図

フリッカ抑制装置 1000kVA
アクティブフィルタ方式

3φ 3W 6600V 50/60Hz

CVT 38^φ-60^φ

CH



検出CTより

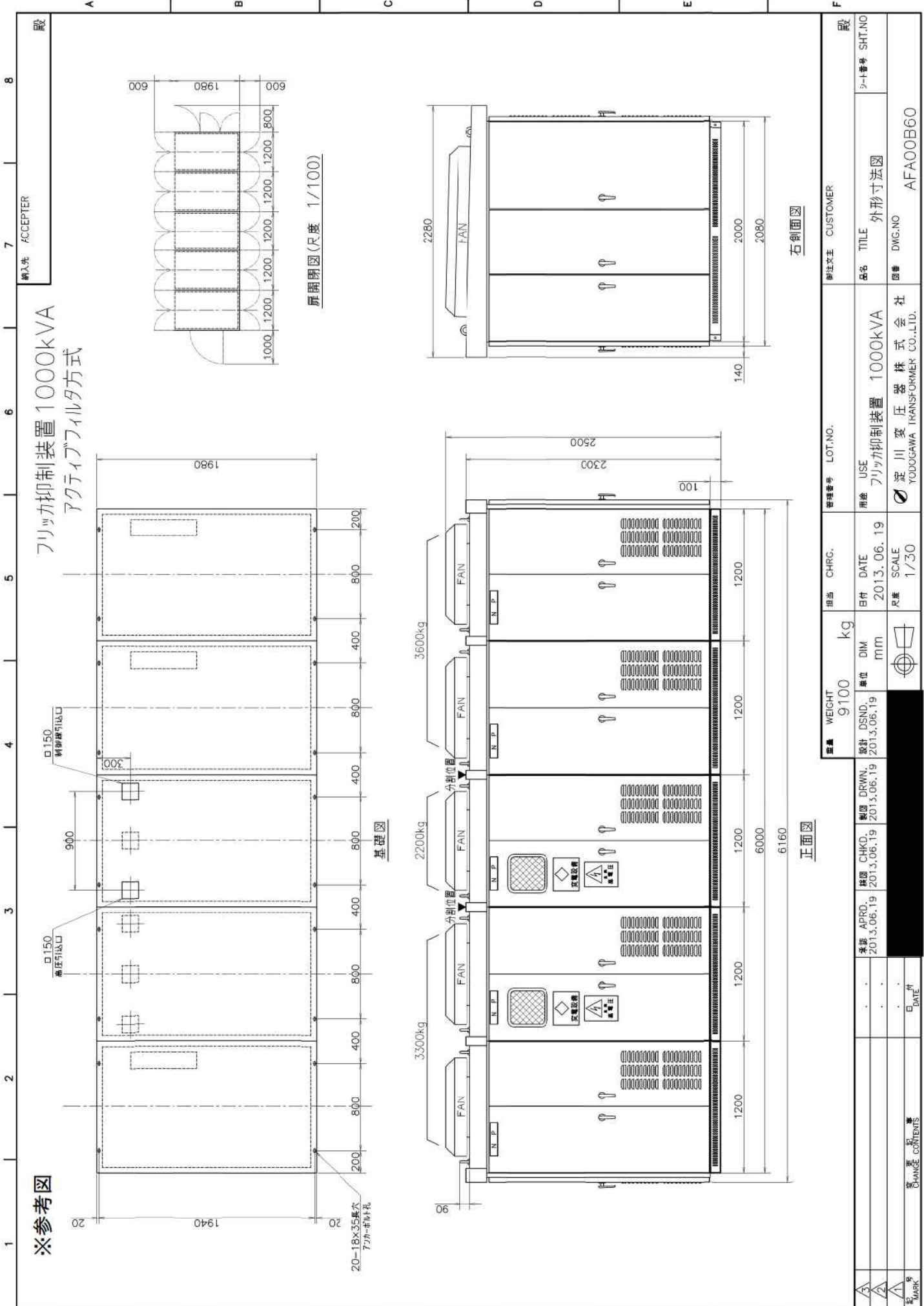
アクティブフィルタへ

(注記) 金属ケース等のA種、C、D種及びその他の接点工事は、標記を省略致しております。

相による色別 (JEM1134準拠)

三相回路	
第1相	赤
第2相	白
第3相	青
零相及び中性相	黒
星形回路	
第1相	赤
中性相	黒
第2相	青
電流	
正電 (P)	赤
負電 (N)	青

納入先	ACCEPTER	納入先	ACCEPTER
相当	CHRG.	管理番号	LOT.NO.
日付	DATE	用途	USE
2013.06.19	2013.06.19	フリッカ抑制装置	1000kVA
尺度	SCALE	図番	DWG.NO
×	×	淀川変圧器株式会社	AFA00A60
設計	DSND.	設計	DATE
2013.06.19	2013.06.19	2013.06.19	2013.06.19
検出	CHKD.	検出	DATE
2013.06.19	2013.06.19	2013.06.19	2013.06.19
承認	APRD.	承認	DATE
2013.06.19	2013.06.19	2013.06.19	2013.06.19
変更	CONTENTS	変更	DATE
2013.06.19	2013.06.19	2013.06.19	2013.06.19
品名	TITLE	シート番号	SHT.NO
フリッカ抑制装置	1000kVA	単線結線図	
会社名	CUSTOMER		
YODOGAWA TRANSFORMER CO.,LTD.			



※参考図

フリック抑制装置 1000kVA
アクティブフィルタ方式

納入先 ACCEPTER 殿

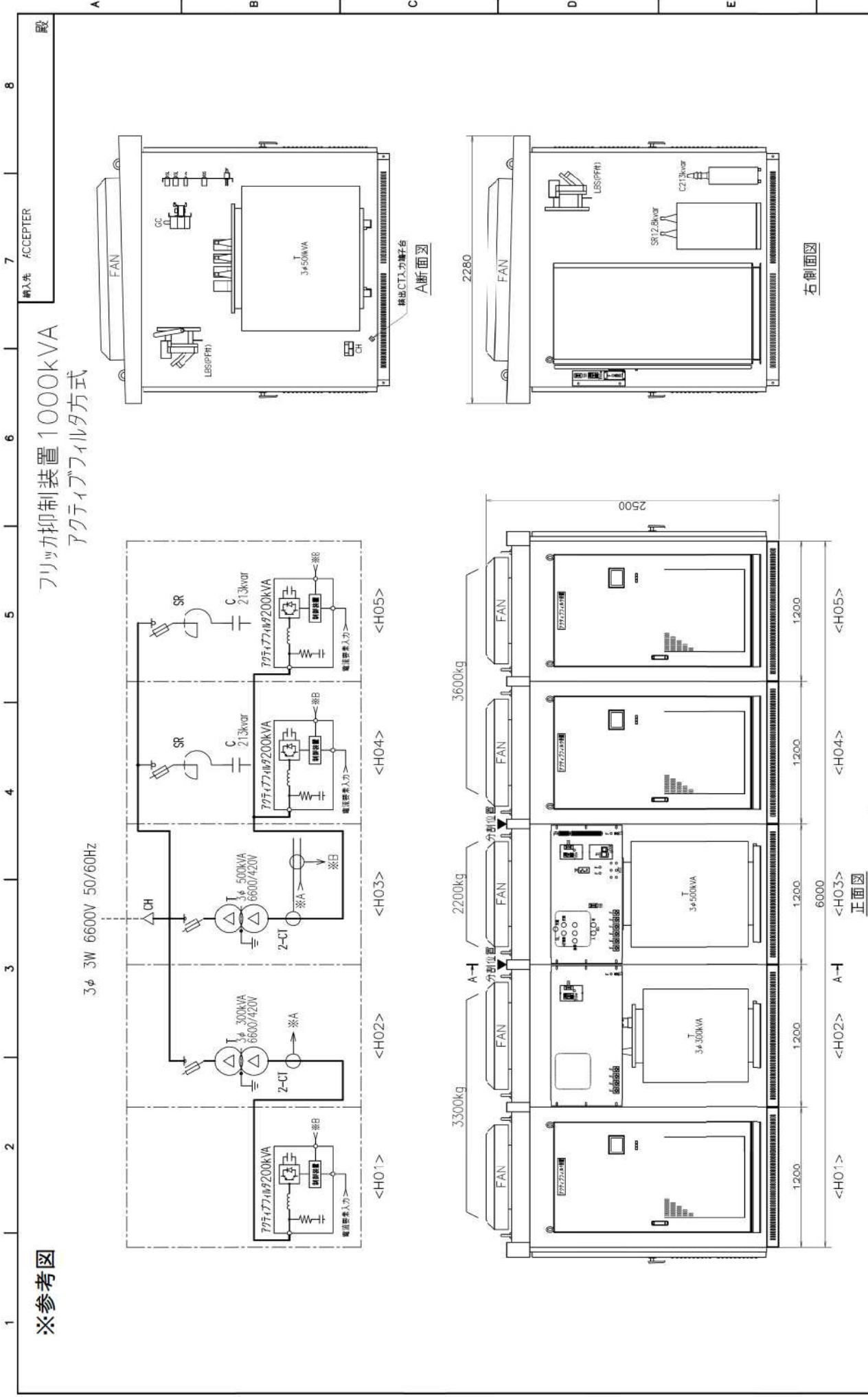
正面図

右側面図

扉閉閉図(尺度 1/100)

基礎図

3	変更	内容	DATE																												
2	訂正	内容	DATE																												
1	発行	内容	DATE																												
<table border="1"> <tr> <td>原簿</td> <td>WEIGHT</td> <td>9100</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>担当</td> <td>CHRG.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>管理番号</td> <td>LOT.NO.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>日付</td> <td>DATE</td> <td>2013.06.19</td> <td></td> </tr> <tr> <td>用途</td> <td>USE</td> <td>フリック抑制装置 1000kVA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>品名</td> <td>TITLE</td> <td>フリック抑制装置 1000kVA</td> <td>シート番号 SHT.NO</td> </tr> <tr> <td>図番</td> <td>DWG.NO</td> <td>AFA00B60</td> <td></td> </tr> </table>				原簿	WEIGHT	9100	kg	担当	CHRG.			管理番号	LOT.NO.			日付	DATE	2013.06.19		用途	USE	フリック抑制装置 1000kVA		品名	TITLE	フリック抑制装置 1000kVA	シート番号 SHT.NO	図番	DWG.NO	AFA00B60	
原簿	WEIGHT	9100	kg																												
担当	CHRG.																														
管理番号	LOT.NO.																														
日付	DATE	2013.06.19																													
用途	USE	フリック抑制装置 1000kVA																													
品名	TITLE	フリック抑制装置 1000kVA	シート番号 SHT.NO																												
図番	DWG.NO	AFA00B60																													
<table border="1"> <tr> <td>会社名</td> <td>CUSTOMER</td> <td>伊達電機 伊達電機</td> </tr> <tr> <td>設計</td> <td>DSND.</td> <td>2013.06.19</td> </tr> <tr> <td>製図</td> <td>CHKD.</td> <td>2013.06.19</td> </tr> <tr> <td>承認</td> <td>APRD.</td> <td>2013.06.19</td> </tr> <tr> <td>尺規</td> <td>SCALE</td> <td>1/30</td> </tr> <tr> <td>単位</td> <td>DIM</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>重量</td> <td>WEIGHT</td> <td>9100 kg</td> </tr> </table>				会社名	CUSTOMER	伊達電機 伊達電機	設計	DSND.	2013.06.19	製図	CHKD.	2013.06.19	承認	APRD.	2013.06.19	尺規	SCALE	1/30	単位	DIM	mm	重量	WEIGHT	9100 kg							
会社名	CUSTOMER	伊達電機 伊達電機																													
設計	DSND.	2013.06.19																													
製図	CHKD.	2013.06.19																													
承認	APRD.	2013.06.19																													
尺規	SCALE	1/30																													
単位	DIM	mm																													
重量	WEIGHT	9100 kg																													
<table border="1"> <tr> <td>製造</td> <td>YODOGAWA TRANSFORMER CO.,LTD.</td> </tr> <tr> <td>会社名</td> <td>淀川変圧器株式会社</td> </tr> </table>				製造	YODOGAWA TRANSFORMER CO.,LTD.	会社名	淀川変圧器株式会社																								
製造	YODOGAWA TRANSFORMER CO.,LTD.																														
会社名	淀川変圧器株式会社																														



F		仕様書主	CUSTOMER		F		
E		管理番号 LOT.NO.				シート番号 SHT.NO	
D		用途	フリッカ抑制装置 1000kVA			機器配置図	
C		日付	2013.06.19		図番		
B		尺規	SCALE 1/30		DWG.NO		
A		製造	9100 kg		AF A00C60		
1		設計	DSND. 2013.06.19		社名		
2		承認	APRD. 2013.06.19		YODOGAWA TRANSFORMER CO.,LTD.		
3		検図	CHKD. 2013.06.19		会社		
4		製図	DRWN. 2013.06.19		YODOGAWA TRANSFORMER CO.,LTD.		
5		相当	CHRG.		会社		
6		重量	9100 kg		フリッカ抑制装置 1000kVA		
7		単位	mm		YODOGAWA TRANSFORMER CO.,LTD.		
8		寸法	SCALE 1/30		AF A00C60		
9		変更	CONTENTS		フリッカ抑制装置 1000kVA		

正面図

右側面図

5.2.4 対策第2案：発動発電機容量検討書

当現場においては、規制値（ $\angle V10=0.4$ ：東北電力^(株)提示）では、フリッカ抑制装置のみによる対応は困難であること受け、以下の対策が考えられる。

- ・発動発電機により給電する

発動発電機の容量算定にあたっては、以下のとおり各使用電圧で必要となる発電機の仕様及び台数を算定した。結果、下表のとおりであり、燃料の補充やメンテナンス時の稼働を考慮し、予備機を1台準備する。

- ・400V系施工機械：ドリルジャンボ、自由断面掘削機、吹付機、集塵機、送風機
- ・200V系施工機械：スライドセントル、バイブレーター、防水作業台車、吹付プラント、濁水処理施設、ポンプ、照明等

表 5.2.4 発動発電機における仕様と必要発電機容量

項目	型式・出力 電流	台数	総出力 (総電流)	必要発電機容量※		
				PG1	PG2	PG3
400V系用 発電機	型式：400kVA 出力：350 kVA 電流：505 A (400V時)	3台 (予備1台) 並列	1050kVA (1515A)	726.47kVA	540.29kVA	952.4kVA
				>最大値：952.4kVA (798.93A)		
200V系用 発電機	型式：300kVA 出力：270kVA 電流：779 A (200V時)	1台 (予備1台)	270kVA (779A)	180.94kVA	73.92kVA	227.8kVA
				>最大値：227.8kVA (397.98A)		

※必要発電機容量は以下3つの発電機容量の最大値を満足する必要がある。

PG1: 定格運転状態における負荷設備に給電するのに必要な発電機容量

PG2: 負荷の内、最も大きい始動kVAを有する電動機を始動するときの許容電圧降下を考慮した場合の発電機容量

PG3: 負荷の中で[始動kW-入力kW]が最大となる電動機または電動機群を最後に始動するときの発電機容量

■対策第2案：発動発電機容量検討書

1. 発電機の容量算定

(1) 坑内外400V系用発電機

1) 算定条件

以下の負荷設備を使用するときの必要発電機の容量を算定する。

No	負荷名称	仕様及び型式	電圧 (V)	数量 (台)	電動機出力 (kW)	始動方法 係数入力	容量計 (kw)	参考 電流値 (A)	無効電力値 (Kvar)	備 考
1	ドリルジャンボ	2ﾌｰﾑ	420	2	(55.0)	直入れ	(110.0)	(177.90)	(82.50)	
2	自由断面掘削機(切削)			1	240.0	Y-Δ	240.0	388.15	180.00	同時稼働
3	自由断面掘削機(油圧)			1	55.0	直入れ	55.0	88.95	41.25	同時稼働
4	自由断面掘削機(散水)			1	15.0	直入れ	15.0	24.26	11.25	同時稼働
5	吹付機(油圧)			1	(45.0)	直入れ	(45.0)	(72.78)	(33.75)	
6	吹付機(コンプレッサ①)			1	(90.0)	Y-Δ	(90.0)	(145.55)	(67.50)	
7	吹付機(コンプレッサ②)			1	(37.0)	直入れ	(37.0)	(59.84)	(27.75)	
8	集塵機	ﾌﾙﾀｰ 1200m3/min		1	74.0	Y-Δ	74.0	119.68	55.50	同時稼働
9	送風機	1200m3/min		2	55.0	Y-Δ	110.0	177.90	82.50	同時稼働
420 V 計					439.0		494.0	798.93	370.5	

2) 容量算定

発電機の容量を算定する場合は、次の各項について計算し、そのうちで最大となる値以上の発電機容量のものを選定する。

$$\textcircled{1} \quad PG1 = \frac{PL}{\eta L \times PFL} \times \alpha \quad [kVA]$$

PG1 : 定格運転状態における負荷設備に給電するのに必要な発電機容量... [kVA]

PI : 負荷の出力合計... [kW] (494.0)

ηL : 負荷の総合効率... (定数: 0.85)

PFL : 負荷の総合力率... (定数: 0.80)

α : 負荷率、需要率などを考慮した係数... (定数: 1.00)

$$PG1 = \frac{494.0}{0.85 \times 0.80} \times 1.00 = 726.47 [kVA]$$

$$\textcircled{2} \quad PG2 = P_m \times \beta \times C \times X_d \times \frac{100 - \Delta V}{\Delta V} \quad [kVA]$$

PG2 : 負荷のうちで最も大きい始動kVAを有する電動機を始動するときの許容電圧降下を考慮した場合の発電機容量... [kVA]

P_m : 負荷電動機または電動機群の始動kVA(出力kVA $\times \beta \times C$)のなかで最大始動kVAを有する電動機出力... [kW]

負荷名	出力	
	(kW)	P_m
自由断面掘削機(切削)	240.0	240.0

β : 電動機の出力1kW当たりの始動kVA... [kVA] (定数: 7.2)

C : 始動方式による係数

始動方法	係数	備考
直入始動	1.00	
Y-Δ始動	0.67	
インバーター始動	0.55	

X_d : 発電機定数... (定数: 0.2)

ΔV : P_m [kW]の電動機を投入したときの許容電圧降下率... [%] (通常: 30)

$$PG2 = 240.0 \times 7.20 \times 0.67 \times 0.20 \times \frac{100 - 30}{30} = 540.29 [kVA]$$

$$\textcircled{3} \quad \text{PG3} = \left(\frac{\text{PL} - \text{Pn}}{\eta\text{L}} \right) + \text{Pn} \times \beta \times \text{C} \times \text{PFs} \times \frac{1}{\text{COS}\Phi} \quad [\text{kVA}]$$

- PG3 : 負荷の中で[始動kW-入力kW]の値が最大となる電動機または電動機群を最後に始動するときの発電機容量… [kVA]
 PL : 負荷の出力合計… [kW] (494.0)
 Pn : [始動kW-入力kW]の値が最大となる電動機または電動機群の出力… [kW] (240.0)
 ηL : 負荷の総合効率… (定数: 0.85)
 β : 電動機の出力1kW当たりの始動kVA… [kVA] (定数: 7.20)
 PFs : Pn [kW]の電動機の始動時力率… (定数: 0.4)
 COS Φ : 発電機定格時力率… (定数: 0.80)

$$\begin{aligned} \text{PG3} &= \left(\frac{494.0 - 240.0}{0.85} \right) + 240.0 \times 7.20 \times 0.67 \times 0.4 \times \frac{1}{0.8} \\ &= \underline{952.4} \quad [\text{kVA}] \end{aligned}$$

3)容量算定

上記、算定式によりPG3 > PG1 > PG2となり 952.4 [kVA]以上の発電機容量が必要となる。

4)推奨発電機

推奨発電機は、400[KVA]級とする。

型式	:	400KVA型	
周波数	:	50 [Hz]	
出力	:	350 [KVA]	
電流	:	505 [A] [400V時]	
台数	:	3 [台]	
運転方法	:	並列運転	
総出力	:	1,050 [KVA]	> 952.4 [KVA]
総電流	:	1,515 [A]	> 798.93 [A]

発電機は、連続運転となるため、メンテナンス等を考慮した予備機(1台)が望ましい事から

推奨台数 : 4 [台]

推奨燃料タンク(本体)

型式 : 990L型
 台数 : 4 [台]

推奨燃料タンク(上屋)

型式 : 990L型用(防油堤付き)
 台数 : 4 [台]

(2) 坑内外200V系用発電機

1) 算定条件

以下の負荷設備を使用するときの必要発電機の容量を算定する。

No	負荷名称	仕様及び型式	電圧 (V)	数量 (台)	電動機出力 (kW)	始動方法 係数入力	容量計 (kw)	参考 電流値(A)	無効電力値 (Kvar)	備考
1	モルタル混合注入装置		210	1	6.0	直入れ	6.0	19.41	4.50	
2	全断面スライドセトル			1	16.8	直入れ	16.8	54.34	12.60	
3	パイプレーター			5	0.7	直入れ	3.5	11.32	2.63	
4	防水工作業台車			1	4.00	直入れ	4.0	12.94	3.00	
5	排水ポンプ	Φ50×5m		1	0.4	直入れ	0.4	1.29	0.30	
6	吹付プラント①	ミキサー		1	22.0	直入れ	22.0	71.16	16.50	
7	吹付プラント②	プラント・サイド・骨材ホッパー		1	31.2	直入れ	31.2	100.92	23.40	
8	取水ポンプ	Φ50×10m		1	0.8	直入れ	0.8	2.59	0.60	
9	給水ポンプ	Φ65×60m		1	7.5	直入れ	7.5	24.26	5.63	
10	濁水処理設備	20m ³ /min級		1	22.0	直入れ	22.0	71.16	16.50	
11	修理工場			0	(40.0)	直入れ	0.0	0.00	0.00	
12	坑内照明	蛍光灯		46	0.04	直入れ	1.84	5.95	1.38	
13	切り羽照明	投光器等		6	0.50	直入れ	3.0	9.70	2.25	
14	覆工照明	投光器		4	0.50	直入れ	2.0	6.47	1.50	
15	坑外照明	投光器		4	0.50	直入れ	2.0	6.47	1.50	
210 V 計					152.9		123.0	397.98	92.3	

2) 容量算定

発電機の容量を算定する場合は、次の各項について計算し、そのうちで最大となる値以上の発電機容量のものを選定する。

$$\textcircled{1} \quad PG1 = \frac{PL}{\eta L \times PFL} \times \alpha \quad [\text{kVA}]$$

PG1 : 定格運転状態における負荷設備に給電するのに必要な発電機容量・・・ [kVA]
 PL : 負荷の出力合計・・・ [kW] (123.0)
 ηL : 負荷の総合効率・・・ (定数: 0.85)
 PFL : 負荷の総合力率・・・ (定数: 0.80)
 α : 負荷率、需要率などを考慮した係数・・・ (定数: 1.00)

$$PG1 = \frac{123.0}{0.85 \times 0.80} \times 1.00 = 180.94 \quad [\text{kVA}]$$

$$\textcircled{2} \quad PG2 = P_m \times \beta \times C \times X_d \times \frac{100 - \Delta V}{\Delta V} \quad [\text{kVA}]$$

PG2 : 負荷のうちで最も大きい始動kVAを有する電動機を始動するときの許容電圧降下を考慮した場合の発電機容量・・・ [kVA]

P_m : 負荷電動機または電動機群の始動kVA(出力kVA×β×C)のなかで最大始動kVAを有する電動機出力・・・ [kW]

負荷名	出力	
	(kW)	P _m
吹付プラント①	22.0	22.0

β : 電動機の出力1kW当たりの始動kVA・・・ [kVA] (定数: 7.2)

C : 始動方式による係数

始動方法	係数	備考
直入始動	1.00	
Y-Δ始動	0.67	
インバーター始動	0.55	

Xd : 発電機定数… (定数: 0.2)
 ΔV : Pm [kW]の電動機を投入したときの許容電圧降下率… [%] (通常: 30)

$$\begin{aligned} \text{PG2} &= 22.0 \times 7.20 \times 1.00 \times 0.20 \times \frac{100 - 30}{30} \\ &= 73.92 \quad [\text{kVA}] \end{aligned}$$

$$\textcircled{3} \quad \text{PG3} = \left(\frac{\text{PL} - \text{Pn}}{\eta \text{L}} \right) + \text{Pn} \times \beta \times \text{C} \times \text{PFs} \times \frac{1}{\text{COS}\Phi} \quad [\text{kVA}]$$

PG3 : 負荷の中で[始動kW-入力kW]の値が最大となる電動機または電動機群を最後に始動するときの発電機容量… [kVA]

PL : 負荷の出力合計… [kW] (123.0)

Pn : [始動kW-入力kW]の値が最大となる電動機または電動機群の出力… [kW] (22.0)

ηL : 負荷の総合効率… (定数: 0.85)

β : 電動機の出力1kW当たりの始動kVA… [kVA] (定数: 7.20)

PFs : Pn [kW]の電動機の始動時力率… (定数: 0.4)

COS Φ : 発電機定格時力率… (定数: 0.80)

$$\begin{aligned} \text{PG3} &= \left(\frac{123.0 - 22.0}{0.85} \right) + 22.0 \times 7.20 \times 1.00 \times 0.4 \times \frac{1}{0.8} \\ &= 227.8 \quad [\text{kVA}] \end{aligned}$$

3) 容量算定

上記、算定式によりPG3 > PG1 > PG2となり 227.8 [kVA]以上の発電機容量が必要となる。

4) 推奨発電機

推奨発電機は、300[KVA]級とする。

型式	:	300KVA型	
周波数	:	50 [Hz]	
出力	:	270 [KVA]	
電流	:	779 [A] [200V時]	
台数	:	1 [台]	
運転方法	:	単独運転	
総出力	:	270 [KVA]	> 227.8 [KVA]
総電流	:	779 [A]	> 397.98 [A]

発電機は、連続運転となるため、メンテナンス等を考慮した予備機(1台)が望ましい事から

推奨台数 : 2 [台]

推奨燃料タンク(本体)

型式 : 990L型
 台数 : 2 [台]

推奨燃料タンク(上屋)

型式 : 990L型用(防油堤付き)
 台数 : 2 [台]

工事中仮設備配置図 S=1:1000 (A3)

【起点側】

発電機発電を用いた場合

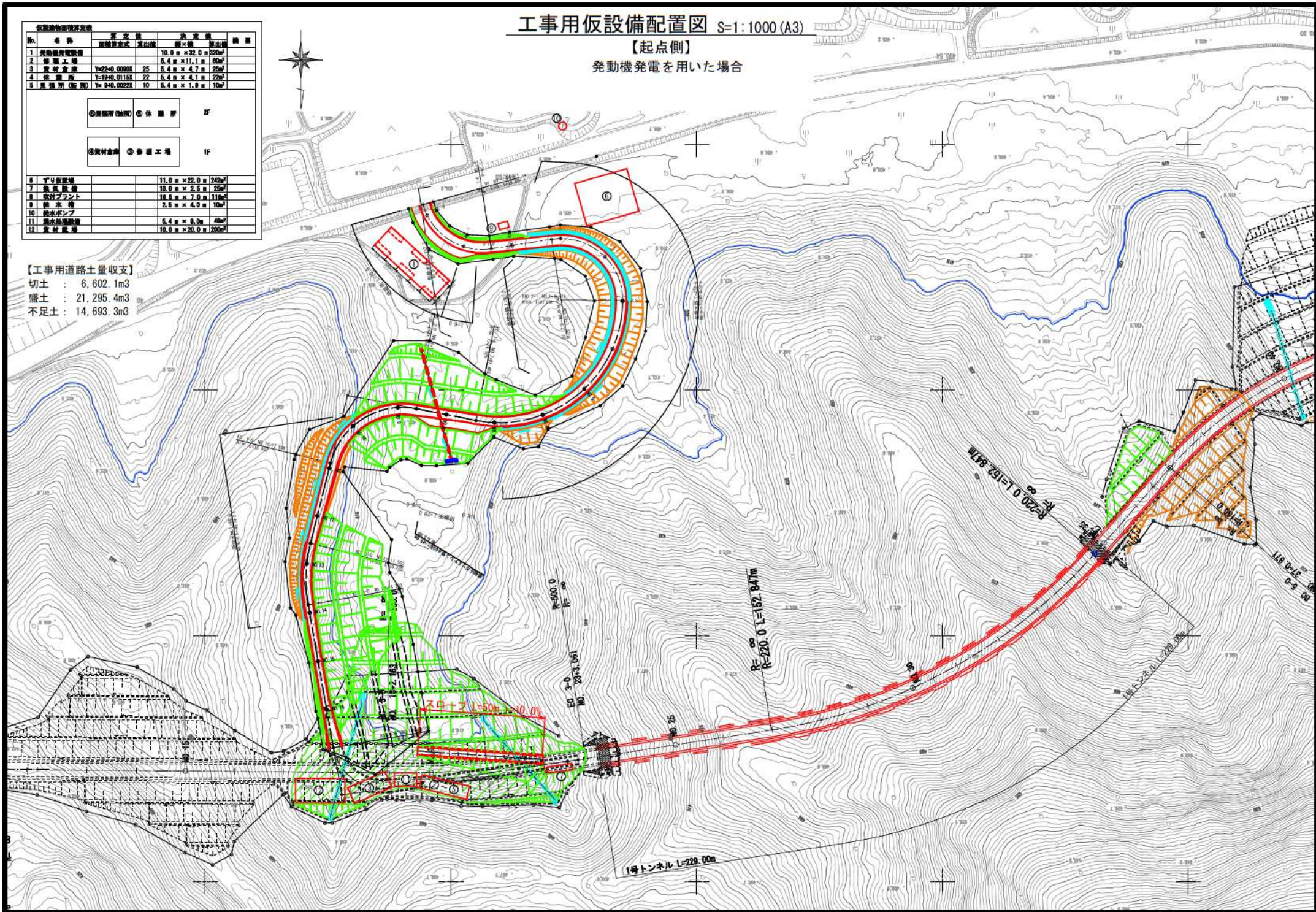
仮設設備面積算定書					
No.	名称	算定式	算出値	備考	
1	発電機発電機		10.0 m × 22.0 m	220㎡	
2	養生工場		5.4 m × 11.1 m	60㎡	
3	資材倉庫	Y=23+0.0040K	25	5.4 m × 4.7 m	25㎡
4	作業所	Y=18+0.0115K	22	5.4 m × 4.1 m	22㎡
5	風通所(貯用)	Y=8+0.0022K	10	5.4 m × 1.8 m	10㎡
①風通所(貯用) ②休息所				2F	
③資材倉庫 ④養生工場				1F	
6	ずり貯置場		11.0 m × 22.0 m	242㎡	
7	換気設備		10.0 m × 2.5 m	25㎡	
8	仮付プラント		18.5 m × 7.0 m	130㎡	
9	給水ポンプ		2.5 m × 4.0 m	10㎡	
10	排水ポンプ				
11	換気設備		5.4 m × 0.8m	4㎡	
12	資材倉庫		10.0 m × 20.0 m	200㎡	

【工事中道路土量収支】

切土 : 6,602.1m³

盛土 : 21,295.4m³

不足土 : 14,693.3m³



5.2.5 対策案における概算増工費（参考）

前述の対策案のうち、対策第1案、対策第2案における概略増工費を算定した。各々の対策案の主要な設備（フリッカ抑制装置、発動発電機）に加え、使用電力料金、燃料料金を計上した。

表 5.2.5 各対策案の概略増工費

比較案			対策第1案		対策第2案	
			商用電力(フリッカ抑制装置)		発動発電機	
電力使用期間(ヶ月)			5.2		5.2	
契約電力(kW)			425		0	
項目	単位	単価(円)	数量	金額	数量	金額
基本電力料金 ※1	kW月		2,210		—	—
使用電力量料金 ※2	kWh		359,357		—	—
フリッカ抑制装置設置費	式	※3	1		—	—
発動発電機設置費	式	※4	—	—	1	
使用燃料料金	ℓ	※5	—	—	286,734	
合計						
差額						
備考						
※1：単価「電気供給実施要綱」（東北電力（株））より、数量(=電力使用期間×契約電力)						
※2：単価「電気供給実施要綱」（東北電力（株））より、数量(参考表1より)						
※3：代価表(1)参照						
※4：代価表(2)参照						
※5：単価、数量(参考表2より)						

次頁以降に、上記金額の根拠を示す。

代価表(1)フリッカ抑制装置費

名 称	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	適 用
フリッカ抑制設備	1000kVA	基	1			見積もりによる
フリッカ設置・撤去						
フリッカ抑制設備	1000kVA	基	1			
土木一般世話役		人	2.0			物P880
普通作業員		人	3.25			物P880
設備機械工		人	2.5			物P880
とび工		人	0.75			物P880
特殊作業員		人	1.0			物P880
電工		人	1.5			物P880
ラフテレンクレーン運転	油圧伸縮ジブ型25t吊り	日	1.25			物P809
計						

※物:建設物価(2021.3)

代価表(2)発動発電機費

名 称	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	適 用
発動発電機(440kVA用)	400kVA×4台(内1台予備)	式	1			見積もりによる
発動発電機(220kVA用)	300kVA×2台(内1台予備)	式	1			同上
発動発電機設置・撤去		基	6			
土木一般世話役		人	12.0			物P880
普通作業員		人	19.50			物P880
設備機械工		人	15.0			物P880
とび工		人	4.50			物P880
特殊作業員		人	6.0			物P880
電工		人	9.0			物P880
ラフテレンクレーン運転	油圧伸縮ジブ型25t吊り	日	7.50			物P809
計						

※物:建設物価(2021.3)

御見積書

見積No. P032113_1

2021年 3月 12日

中央復建コンサルタント株式会社 御中

引渡場所	車上渡し
引渡期限(御注文後)	3ヶ月
支払条件	御打ち合せ
見積有効期限	2021年4月11日

淀川変圧器株式会社

〒550-0005

大阪市西区西本町1-4-1

オリックス本町ビル

TEL:06 6578-1850 FAX:06-6578-1858

合計(税抜)	消費税	合計(税込)

--	--	--

項	品目仕様	数量	期間	単価	金額
	【物件名：秋田県由利本荘市トンネル】				
1	フリッカ抑制装置1000kVA(AFH-1064C) 外形寸法：W7000×D2000×H2500 [mm] 参考重量：10000kg	1 基	5.2 ヶ月		(損料)
2	現地調整試運転費(平日・昼間)	1 式			
3	現地効果測定費(平日・昼間)	1 式			
4	運送費(納入ー引取) 増t低床車 秋田県由利本荘市内 車上渡し(平日・昼間) ※午前納入、午後引取の場合の価格となります。 上記時間外で指定がある場合は割増運賃となるため別途御見積致します。	1 車	2 回		

特記事項

1. レンタル期間の最短期間は1ヶ月です。(1ヶ月未満のご返却の場合でも、1ヶ月分の料金を頂きます。)
2. 単価は期間保障の価格となります。早期返却の場合でも、上記期間分のレンタル料を申し受けます。
3. 月額単価の場合、上記期間を超過した場合は、1ヶ月を30日として日割精算致します。
4. 現地荷降し・荷積み作業、据付・撤去作業、配線作業、現地試験、メンテナンス等の費用は含まれておりません。
5. 記載のない項目につきましては別途御見積致します。
6. 本御見積は単価御見積(税抜)で算出しています。ご契約の際は、御契約日時点の消費税率で算出した金額となりますのでご了承下さい。
7. お取引に関する契約条項は、当社ホームページ(<https://www.yodohen.co.jp/agreement/>)にてご確認下さい。別段の定めがない限り、当社のレンタル約款を適用させていただきます。

御見積書

見積No. P032116_1

2021年 3月 23日

中央復建コンサルタンツ株式会社 御中

引渡場所	車上渡し
引渡期限(御注文後)	3ヶ月
支払条件	御打ち合せ
見積有効期限	2021年4月22日

淀川変圧器株式会社

〒550-0005
大阪市西区西本町1-4-1
オリックス本町ビル
TEL:06-6578-1850 FAX:06-6578-1858

合計(税抜)	消費税	合計(税込)

--	--	--

項	品目仕様	数量	期間	単価	金額
	【物件名：秋田県由利本荘市トンネル(400V)】				
1	発電設備	1 式	4 ヶ月		
	＜構成＞				
	①ディーゼルエンジン発電機 270kVA	4 台			
	3φ3W 420V 50Hz				
	参考寸法:W4000×D1470×H1800 [mm]				
	参考重量:5200kg				
	燃料消費量:39.0L/h(75%負荷時)				
	燃料タンク容量:490L				
	※防油堤含む				
	②並列制御用ケーブル	1 式			
	※発電機間(10m)				
	③外部燃料タンク(950L)	4 基			
	※防油堤を含む。				
	※燃料を含みません。(現地で給油願います。)				
	※配管・ホースおよび接続材はご用意願います。				
2	屋外用キュービクル1連	1 基	4 ヶ月		
	相線式:3φ3W 420V 50Hz				
	参考寸法:W1000×D2000×H2350 [mm]				
	＜主内蔵機器＞				
	VCB 7.2kV 600A 12.5kA(Auto.V)	1			
	OCR	1			
	DGR, ZCT, ZPD	1 式			
	次頁へ続く				

項	品目仕様	数量	期間	単価	金額
	前頁の続き				
3	油入自冷式変圧器(ダクト付) 3φ 1000kVA 50Hz PV : F6750-R6600-F6450-F6300-6150V (Δ) SV : 420V (Y) 参考寸法 : W1570×D1100×H1550 [mm] 参考重量 : 3140kg 出荷時タップ : 420/6600V	1 台	4 ヶ月		
4	運送費(納入-引取) 10t平車 秋田県由利本荘市内 車上渡し(平日・昼間) ※午前納入、午後引取の場合の価格となります。 上記時間外で指定がある場合は割増運賃となるため別途御見積致します。	5 車	2 回		
	以上				

特記事項

1. レンタル期間の最短期間は1ヶ月です。(1ヶ月未満のご返却の場合でも、1ヶ月分の料金を頂きます。)
2. 単価は期間保障の価格となります。早期返却の場合でも、上記期間分のレンタル料を申し受けます。
3. 月額単価の場合、上記期間を超過した場合は、1ヶ月を30日として日割精算致します。
4. 現地荷降し・荷積み作業、据付・撤去作業、配線作業、現地試験、メンテナンス等の費用は含まれておりません。
5. 記載のない項目につきましては別途御見積致します。
6. 消費税額は本見積書発行時の税率で算出しています。消費税率が変更になった際には、変更後の税率で算出した金額となりますのでご了承下さい。
7. お取引に関する契約条項は、当社ホームページ(<https://www.yodohen.co.jp/agreement/>)にてご確認下さい。別段の定めがない限り、当社のレンタル約款を適用させていただきます。

御見積書

見積No. P032115_1

2021年 3月 23日

中央復建コンサルタンツ株式会社 御中

引渡場所	車上渡し
引渡期限(御注文後)	3ヶ月
支払条件	御打ち合せ
見積有効期限	2021年4月22日

淀川変圧器株式会社

〒550-0005
大阪市西区西本町1-4-1
オリックス本町ビル
TEL:06-6578-1850 FAX:06-6578-1858

合計(税抜)	消費税	合計(税込)

--	--	--

項	品目仕様	数量	期間	単価	金額
	【物件名：秋田県由利本荘市トンネル(200V)】				
1	発電設備	1 式	5 ヶ月		
	<構成>				
	①ディーゼルエンジン発電機 270kVA	2 台			
	3φ3W 420V 60Hz				
	参考寸法:W4000×D1470×H1800 [mm]				
	参考重量:5200kg				
	燃料消費量:47.0L/h(75%負荷時)				
	燃料タンク容量:490L				
	※防油堤含む				
	②並列制御用ケーブル	1 式			
	※発電機間(10m)				
	③外部燃料タンク(950L)	2 基			
	※防油堤を含む。				
	※燃料を含みません。(現地で給油願います。)				
	※配管・ホースおよび接続材はご用意願います。				
2	屋外用キュービクル2連	1 基	5 ヶ月		
	相線式:3φ3W 420V 50Hz				
	参考寸法:W2000×D2000×H2350 [mm]				
	<主内蔵機器>				
	TR(油入)3φ300kVA 420/6600V	1			
	VCB 7.2kV 600A 12.5kA(電動引出)	1			
	OCR	1			
	DGR, ZCT, ZPD	1 式			
	次頁へ続く				

項	品目仕様	数量	期間	単価	金額
	前頁の続き				
3	運送費(納入-引取) 10t平車	3車	2回		
	秋田県由利本荘市内 車上渡し(平日・昼間)				
	※午前納入、午後引取の場合の価格となります。				
	上記時間外で指定がある場合は割増運賃となるため別途御見積致します。				
	以上				

特記事項

1. レンタル期間の最短期間は1ヶ月です。(1ヶ月未満のご返却の場合でも、1ヶ月分の料金を頂きます。)
2. 単価は期間保障の価格となります。早期返却の場合でも、上記期間分のレンタル料を申し受けます。
3. 月額単価の場合、上記期間を超過した場合は、1ヶ月を30日として日割精算致します。
4. 現地荷降し・荷積み作業、据付・撤去作業、配線作業、現地試験、メンテナンス等の費用は含まれておりません。
5. 記載のない項目につきましては別途御見積致します。
6. 消費税額は本見積書発行時の税率で算出しています。消費税率が変更になった際には、変更後の税率で算出した金額となりますのでご了承下さい。
7. お取引に関する契約条項は、当社ホームページ(<https://www.yodohen.co.jp/agreement/>)にてご確認ください。別段の定めがない限り、当社のレンタル約款を適用させていただきます。

令和3年3月1日発行 (毎月1回1日発行) 第1256号
市場実態調査情報 ▶ 建設資材価格・工事費・労務費 ◀

建設物価

2021

3

「建設業での女性活躍を支援するプロジェクト」VOL.57

令和3年度国土交通省関係予算の概要
造園工事業の現状と展望

 Web建設物価
<https://www.web-ken.jp/>



1. 公共工事設計労務単価(左欄)は、公共工事の工事種の範囲に用いるためのものである。

- 2. 本単価は、所定労働時間内8時間当たりの単価である。
3. 時間外、休日及び深夜の労働については別項を定める。
4. 公共工事設計労務単価は、労働者に支払われる賃金を示するものであり、現地管理費(事業主負担分)、研修訓練等に要する費用等(及び一般管理費等)の諸経費は含まれていない。
5. 法定福利費(事業主負担分)、研修訓練等に要する費用等は、概用上、現地管理費等に含まれている。
6. 建設労働者の雇用に関する必要となる、法定福利費(事業主負担分)、労務管理費、安全管理費、労務管理費等、公共工事設計労務単価に加算した金額(参考値)を、右欄に示している。
7. この表は、「令和2年3月から適用する公共工事設計労務単価」に追加した金額(参考値)を示している。

[左：公共工事設計労務単価(右)：公共工事設計労務単価(事業主負担分)、労務管理費、安全管理費等(参考値)]

Table with 5 columns: 職種, 単価, 01北海道, 02青森県, 03岩手県, 04宮城県, 05秋田県, 06山形県. The table lists various job types and their corresponding rates across these regions.

(注) 岩手県、宮城県、福島県における水字単価は、入札不開の発生状況等に応じた単価を採用している。

[左：公共工事設計労務単価(右)：公共工事設計労務単価(事業主負担分)、労務管理費、安全管理費等(参考値)]

Table with 5 columns: 職種, 単価, 07福島県, 08茨城県, 09栃木県, 10群馬県, 11埼玉県, 12千葉県. The table lists various job types and their corresponding rates across these regions.

(注) 岩手県、宮城県、福島県における水字単価は、入札不開の発生状況等に応じた単価を採用している。

令和2年度版

建設機械等損料表

一般社団法人 日本建設機械施工協会

分類コード 機械名称	規格		換算値										備考 燃料の種類と 燃料消費率 (ℓ/kWh) (t/h)															
	諸元	機械出力 (kW)	機械 質量 (t)	(1) 基準価格 (千円)	(2) 標準 使用年数 (年)	(3) 標準 運転時間 (時間)	(4) 標準 運転日数 (日)	(5) 標準 修理 費率 (%)	(7) 年間 管理 費率 (%)		(8) 運転1時間 当たり 損料率 ($\times 10^{-6}$)			(9) 供用1日 当たり 損料率 ($\times 10^{-6}$)		(10) 運転1時間 当たり 損料率 ($\times 10^{-6}$)		(11) 供用1日 当たり 損料率 ($\times 10^{-6}$)		(12) 燃料 損料率 ($\times 10^{-6}$)	(13) 燃料 損料率 ($\times 10^{-6}$)	(14) 燃料 損料率 ($\times 10^{-6}$)	(15) 燃料 損料率 ($\times 10^{-6}$)					
									(16) 燃料消費率 (ℓ/kWh)	(17) 燃料消費率 (t/h)	(18) 燃料消費率 (ℓ/kWh)	(19) 燃料消費率 (t/h)		(20) 燃料消費率 (ℓ/kWh)	(21) 燃料消費率 (t/h)	(22) 燃料消費率 (ℓ/kWh)	(23) 燃料消費率 (t/h)	(24) 燃料消費率 (ℓ/kWh)	(25) 燃料消費率 (t/h)					(26) 燃料消費率 (ℓ/kWh)	(27) 燃料消費率 (t/h)			
001-020	定格容量(50/60Hz)17/20kVA	19	0.54	1,440	10.0	-	100	1.90	30	8	760	1,090	1,050	1,510	2,910	1,683	2,420	0.145	2.8	0.145	3.3	0.145	6.1	0.145	8.3	0.145	10	
001-025	30/25	23	0.73	1,470	10.0	-	100	1.20	30	8	760	1,120	1,050	1,540	2,970	1,683	2,470	0.145	3.3	0.145	6.1	0.145	8.3	0.145	10			
001-045	37/45	42	1.2	1,860	10.0	-	100	1.20	30	8	760	1,410	1,050	1,950	3,760	1,683	3,130	0.145	8.3	0.145	10	0.145	17	0.145	19	0.145	36	
001-060	50/60	57	1.5	2,150	10.0	-	100	1.20	30	8	760	1,630	1,050	2,260	4,340	1,683	3,620	0.145	10	0.145	17	0.145	19	0.145	36			
001-075	65/75	69	1.7	2,840	10.0	-	100	1.20	30	8	760	2,160	1,050	2,980	5,710	1,683	4,780	0.145	10	0.145	17	0.145	19	0.145	36			
010-012	100/125	117	2.1	3,310	10.0	-	100	1.20	30	8	760	2,520	1,050	3,480	6,690	1,683	5,570	0.145	10	0.145	17	0.145	19	0.145	36			
010-015	125/150	134	2.9	4,350	10.0	-	100	1.20	30	8	760	3,310	1,050	4,570	8,790	1,683	7,320	0.145	10	0.145	17	0.145	19	0.145	36			
010-030	270/300	248	4.4	9,500	10.0	-	100	1.20	30	8	760	7,220	1,050	9,980	19,200	1,683	16,000	0.145	10	0.145	17	0.145	19	0.145	36			
023 [ディーゼルエンジン駆動・排出ガス対策型 (第2次基準値)]																												
010-030	定格容量(50/60Hz)270/300kVA	248	4.4	12,600	10.0	-	100	1.20	30	8	760	9,580	1,050	13,200	25,300	1,683	21,200	0.145	36	0.145	52	0.145	62	0.145	62	0.145	62	
010-040	350/400	357	5.5	13,900	10.0	-	100	1.20	30	8	760	10,600	1,050	14,600	28,100	1,683	23,400	0.145	52	0.145	62	0.145	62	0.145	62	0.145	62	
010-050	450/500	427	7.2	24,900	10.0	-	100	1.20	30	8	760	18,900	1,050	26,100	50,300	1,683	41,900	0.145	62	0.145	62	0.145	62	0.145	62	0.145	62	
024 [ディーゼルエンジン駆動・排出ガス対策型 (第3次基準値)]																												
010-030	定格容量(50/60Hz)270/300kVA	248	4.8	14,600	10.0	-	100	1.20	30	8	760	11,100	1,050	15,300	29,500	1,683	24,600	0.145	36	0.145	52	0.145	62	0.145	62	0.145	62	
010-040	350/400	357	6.0	17,400	10.0	-	100	1.20	30	8	760	13,200	1,050	18,300	35,100	1,683	29,300	0.145	52	0.145	62	0.145	62	0.145	62	0.145	62	
031 [ディーゼルエンジン駆動 (超低騒音型)]																												
001-003	定格容量(50/60Hz)2.7/3kVA	3.4	0.10	342	10.0	-	100	1.20	30	8	760	260	1,050	359	691	1,683	576	0.145	0.49	0.145	0.99	0.145	0.99	0.145	0.99	0.145	0.99	
001-005	4.5/5	6.8	0.24	449	10.0	-	100	1.20	30	8	760	341	1,050	471	907	1,683	756	0.145	0.99	0.145	0.99	0.145	0.99	0.145	0.99	0.145	0.99	
032 [ディーゼルエンジン駆動 (超低騒音型)・排出ガス対策型 (第1次基準値)]																												
001-015	定格容量(50/60Hz)13/15kVA	14	0.50	1,210	10.0	-	100	1.20	30	8	760	920	1,050	1,270	2,020	1,683	2,040	0.145	2.0	0.145	2.8	0.145	2.8	0.145	2.8	0.145	2.8	
001-020	17/20	19	0.54	1,560	10.0	-	100	1.20	30	8	760	1,190	1,050	1,640	2,020	1,683	2,630	0.145	2.8	0.145	3.3	0.145	3.3	0.145	3.3	0.145	3.3	
001-025	20/25	23	0.73	1,800	10.0	-	100	1.20	30	8	760	1,370	1,050	1,890	2,020	1,683	3,030	0.145	3.3	0.145	4.8	0.145	4.8	0.145	4.8	0.145	4.8	
001-035	30/35	33	0.99	1,890	10.0	-	100	1.20	30	8	760	1,440	1,050	1,980	2,020	1,683	3,180	0.145	4.8	0.145	6.1	0.145	6.1	0.145	6.1	0.145	6.1	
001-045	37/45	42	1.2	1,960	10.0	-	100	1.20	30	8	760	1,490	1,050	2,060	2,020	1,683	3,300	0.145	6.1	0.145	8.3	0.145	8.3	0.145	8.3	0.145	8.3	
001-060	50/60	57	1.5	2,450	10.0	-	100	1.20	30	8	760	1,860	1,050	2,570	2,020	1,683	4,120	0.145	8.3	0.145	10	0.145	10	0.145	10	0.145	10	
001-075	65/75	69	1.7	2,900	10.0	-	100	1.20	30	8	760	2,200	1,050	3,050	2,020	1,683	4,880	0.145	10	0.145	13	0.145	13	0.145	13	0.145	13	
010-010	80/100	92	1.9	3,160	10.0	-	100	1.20	30	8	760	2,400	1,050	3,320	2,020	1,683	5,320	0.145	13	0.145	17	0.145	17	0.145	17	0.145	17	
010-012	100/125	117	2.1	4,340	10.0	-	100	1.20	30	8	760	3,300	1,050	4,560	2,020	1,683	7,300	0.145	17	0.145	19	0.145	19	0.145	19	0.145	19	
010-015	125/150	134	2.9	5,060	10.0	-	100	1.20	30	8	760	3,850	1,050	5,310	2,020	1,683	8,520	0.145	19	0.145	29	0.145	29	0.145	29	0.145	29	
010-022	200/220	201	3.6	7,310	10.0	-	100	1.20	30	8	760	5,560	1,050	7,680	2,020	1,683	12,300	0.145	29	0.145	36	0.145	36	0.145	36	0.145	36	
010-030	270/300	248	4.4	10,000	10.0	-	100	1.20	30	8	760	7,600	1,050	10,500	20,200	1,683	16,800	0.145	36	0.145	48	0.145	48	0.145	48	0.145	48	
033 [ディーゼルエンジン駆動 (超低騒音型)・排出ガス対策型 (第2次基準値)]																												
001-010	定格容量(50/60Hz)10.5/13kVA	13	0.45	1,150	10.0	-	100	1.20	30	8	760	874	1,050	1,210	2,020	1,683	1,940	0.145	1.9	0.145	2.8	0.145	2.8	0.145	2.8	0.145	2.8	

§ 6. 参 考 资 料

資料-1 工法、名称別、建物面積算出式総括一覧表

出典：トンネル工事用建物調査報告書
(日本トンネル技術協会)

単位 m²

掘削工法別 建物種別	U 14~17	F I 1~10	B II 1~18	U II 1~13	B III 1~44	U III 1~34	S III 1~32
仮設建物							
事務所	Y= 51+0.0120X	Y= 80+0.0158X	Y= 68+0.0315X	Y= 52+0.0320X	Y= 68+0.0315X	Y= 81+0.0320X	Y= 96+0.0180X
下請事務所	Y= 21+0.0040X	Y= 16+0.0085X	Y= 30+0.0161X	Y= 8+0.0260X	Y= 46+0.0140X	Y= 20+0.0285X	Y= 44+0.0065X
社員宿舍	Y= 83+0.0150X	Y= 50+0.0460X	Y= 98+0.0270X	Y=112+0.0119X	Y=156+0.0265X	Y=127+0.0119X	Y=150+0.0345X
作業員宿舍(単)	Y=140+0.0950X	Y=155+0.0450X	Y=239+0.1005X	Y= 94+0.2200X	Y=420+0.0450X	Y=135+0.2200X	Y=280+0.1800X
作業員宿舍(世)	Y= 70+0.0375X	Y= 25+0.0775X	Y= 75+0.0775X	Y= 75+0.0775X	Y= 95+0.0776X	Y= 90+0.0850X	Y= 25+0.1500X
倉庫(物品)	Y= 17+0.0090X	Y= 12+0.0090X	Y= 15+0.0107X	Y= 30+0.0090X	Y= 22+0.0148X	Y= 46+0.0090X	Y= 31+0.0090X
食堂・火事場	Y= 56+0.0030X	Y= 58+0.0080X	Y=100+0.0031X	Y= 66+0.0030X	Y=130+0.0030X	Y=118+0.0030X	Y=107+0.0143X
車庫	Y= 21+0.0050X	Y= 21+0.0050X	Y= 27+0.0050X	Y= 28+0.0050X	Y= 35+0.0050X	Y= 31+0.0050X	Y= 44+0.0033X
浴場	Y= 15+0.0093X	Y= 17+0.0122X	Y= 24+0.0105X	Y= 22+0.0149X	Y= 35+0.0122X	Y= 28+0.0180X	Y= 50+0.0093X
その他	Y= 18+0.0018X	Y= 18+0.0018X	Y= 33+0.0018X	Y= 22+0.0018X	Y= 58+0.0018X	Y= 41+0.0018X	Y= 74+0.0104X
小計	Y=402+0.1916X	Y=461+0.2288X	Y=700+0.2837X	Y=509+0.4011X	Y=1065+0.2314X	Y=717+0.4142X	Y=911+0.4353X
現場建物							
現場見張所	Y= 9+0.0022X	Y= 7+0.0022X	Y= 18+0.0022X	Y= 9+0.0022X	Y= 32+0.0022X	Y= 18+0.0022X	Y= 27+0.0033X
休憩所	Y= 8+0.0083X	Y= 6+0.0115X	Y= 17+0.0115X	Y= 19+0.0115X	Y= 20+0.0115X	Y= 20+0.0110X	Y= 20+0.0110X
資材倉庫	Y= 19+0.0080X	Y= 7+0.0044X	Y= 27+0.0090X	Y= 22+0.0099X	Y= 28+0.0090X	Y= 27+0.0090X	Y= 27+0.0105X
修理工場	Y= 16+0.0090X	Y= 16+0.0090X	Y= 16+0.0090X	Y= 16+0.0090X	Y= 21+0.0100X	Y= 12+0.0213X	Y= 12+0.0213X
変電所	Y= 12+0.0073X	Y= 11+0.0050X	Y= 13+0.0073X	Y= 12+0.0073X	Y= 33+0.0073X	Y= 13+0.0073X	Y= 33+0.0090X
充電所	Y= 16+0.0135X	Y= 20+0.0155X	Y= 48+0.0135X	Y= 75+0.0135X	Y= 75+0.0135X	Y= 81+0.0095X	Y= 84+0.0135X
動力所	Y= 34+0.0050X	Y= 45+0.0083X	Y= 44+0.0095X	Y= 36+0.0070X	Y= 81+0.0095X	Y= 54+0.0070X	Y= 55+0.0130X
セメント倉庫					Y= 13+0.0105X		
コンクリートプラント					Y= 46+0.0111X	Y=135+0.0261X	Y= 26+0.0031X
その他	Y= 7+0.0095X			Y= 11+0.0095X		Y= 31+0.0155X	Y= 46+0.0060X
小計	Y=121+0.0628X	Y=112+0.0559X	Y=183+0.0620X	Y=125+0.0555X	Y=349+0.0846X	Y=310+0.0999X	Y=356+0.0904X
火薬庫関係建物							
火薬庫	Y= 3.7+0.0017X	Y= 1.4+0.0023X	Y= 48+0.0017X	Y= 4+0.0017X	Y= 6+0.0017X	Y= 8+0.0027X	Y= 6.0+0.0017X
加工取扱所坑内					Y= 3.9+0.0007X		Y= 1.7+0.0020X
加工所坑内					Y= 5.5		Y= 8.2
加工取扱所坑外	Y= 3+0.0004X	Y= 2.8+0.0002X	Y=3.2+0.0002X	Y= 3+0.0004X	Y= 2.3+0.0009X	Y= 3.2+0.0004X	Y=2.6+0.0009X
加工所坑外	Y= 3.2+0.0004X	Y= 3.4	Y=3.2+0.0001X	Y= 3.2+0.0001X	Y= 3.6+0.0001X	Y= 3.4+0.0004X	Y=2.6+0.0009X
加工品庫	Y= 1.7+0.0014X	Y= 2.9+0.0008X	Y=2.4+0.0015X	Y= 2.4+0.0015X	Y= 2.4+0.0015X	Y= 4.2+0.0014X	Y= 6+0.0010X
小計	Y=11.6+0.0036X	Y=10.5+0.0033X	Y=13.6+0.0035X	Y=12.6+0.0037X	Y=23.7+0.0049X	Y=18.8+0.0049X	Y=27.1+0.0065X
合計	Y=624.6+0.2580X	Y=583.5+0.2880X	Y=905.6+0.3492X	Y=646.6+0.4603X	Y=1437.7+0.3209X	Y=1045.8+0.5190X	Y=1294.1+0.5322X

- U I 4~17 上部半断面先進工法 (レール及びショートベンチ方式を含む) 単線型
- F I 1~10 全断面工法 単線型 (20~25m²程度)
- B II 1~18 底設導坑先進上部半断面工法 複線型 (50~55m²程度)
- U II 1~13 上部半断面先進工法 (タイヤ方式) 複線型
- B III 1~44 底設導坑先進上部半断面工法 新幹線型 (60~65m²程度)
- U III 1~34 上部半断面先進工法 (タイヤ方式) 新幹線型
- S III 1~32 側壁導坑先進上部半断面工法 新幹線型

資料－２ 土木・建設工事用仮設防音システム

明日への環境を創造する

ISO 9001 取得 (防音設備の設計、製造、施工、リース)

ヒューズ工業株式会社

FUSE INDUSTRIES CO.,LTD.

6-35-5 Hirai Edogawa-ku Tokyo Japan

THE WORLD'S LEADING
MANUFACTURER OF ENVIRONMENTAL EQUIPMENT
FOR TUNNELLING

全天候型防音パネル



トンネル坑口用防音シェルター 遮音効果25dB(A)~40dB(A)

■ 意匠登録No. 登録第1061394号



I・II型防音ハウス 遮音効果25dB(A)~40dB(A)



Ⅲ・Ⅳ・Ⅴ型防音ハウス 遮音効果25dB(A)～40dB(A)



防音壁 遮音効果12dB(A)～18dB(A)



特長

- あらゆる防音対策(防音シェルター、防音ハウス、防音壁)に共用可能な防音パネル
- 美しい外観でイメージアップ
- 耐水・耐候・耐久性に優れ堅固な強度
- ユニットパネルとしての軽量化と優れた施工性※Dタイプ、Hタイプ

防音パネル性能

- 各種防音対策に応じたタイプの全天候型防音パネルを、適切に選択し使用します。

トンネル坑口用防音扉



防音扉

HFS型マークⅡ（在来タイプ）

■ 意匠登録No. 登録第1064234号

HFS型新マークⅡc（低周波強化型・コンクリート充填タイプ）

トンネル工事の発破騒音レベルは、約110～130dB(A)、低周波音圧レベルは約140～155dBになり、周辺環境に対し様々な問題を起こしています
ヒューズ工業の防音扉は低周波音の減音効果を重視した設計になっています

特長

- パネル厚150mmで低周波音対策を重視した4重構造です※1
- 低周波遮音性能を向上させるためコンクリート（厚100mm）注入可能です※2（コンクリート注入時パネル厚250mm）
※1 HFS型マークⅡ ※2 HFS型新マークⅡc
- パネルユニット方式で組立、解体、移設が極めて容易です
- 回転式換気パネル、風管用遮音ダンパーをオプション装備
- 爆風圧に耐える堅固な強度です

遮音性能

HFS型新マークⅡc

- 一重設置方式 騒音レベル18～19dB(A)
低周波音圧レベル15～20dB
- 二重設置方式 騒音レベル26～29dB(A)
低周波音圧レベル23～33dB

換気関連製品



FLEXADUXサイレンサー

標準300～2000φ鋼製 重量170kg

特長

- 消音材は縦長、ロール状の特殊な材料で、サイレンサーの内周に隙間なく配列されています。配列された各々の消音材は手で回す事が出来ます。長期間の使用等により消音材が換気により汚染され、消音効果が低下した時は回転して新しい面を空気の流れに向けます。この方法により消音効果の低下を防ぎ、サイレンサーの寿命及び有効期限を延ばす事が出来ます。

(1) 事故防止のための措置

1. 坑内の作業においては、衛生上必要な分量の空気を坑内に送給するために、通気設備を設けなければならない。ただし、自然換気により衛生上必要な分量の空気が送給される坑内の作業場については、このかぎりでない。(安衛則 602条)
2. 坑内における気温を37度以下としなければならない。ただし、高温による健康障害を防止するため必要な措置を講じて人命救助又は危害防止に関する作業をさせるときは、この限りでない。(安衛則 611条)
3. 坑内の作業場における炭酸ガス濃度を1.5%以下としなければならない。ただし、空気呼吸器、酸素呼吸器又はホースマスクを使用して、人命救助又は危害防止に関する作業をさせるときは、この限りでない。(安衛則 583条)
4. たて坑の内部で明かり掘削の作業を行い。堀下げの深さが20mをこえるときは、送気のための設備を設け、これにより必要な量の空気を送給しなければならない。(安衛則 377条)
5. 設備が故障しているときは、掘削の作業を行ってはならない。(安衛則 378条)

山岳トンネルにおける換気は安全な作業環境を確保するための重要な要因となるので、その設備は掘削方式、爆薬の種類及び量、重機械類の数量、規模等を十分に考慮し、適切な方式及び設備を選定しなければならない。また、事前調査において有害ガス、可燃性ガス等の発生するおそれがある場合はその対策を十分検討し、余裕のある換気能力をもたせるよう計画しなければならない。

(2) 作業環境測定

1. 有害な行目を行う屋内作業場その他の作業場で、政令で定めるものについて、労働省令でさだめるところにより、必要な作業環境測定を行い、及びその結果を記録して於かなければならない。(安衛法 65条)
2. 法第65条の政令で定める作業は、次のとおりとする。(安衛令 21条)
 - ④ 坑内作業場で、労働省令で定めるもの
3. 令第21条4の労働省令で定める坑内の作業場は、次のとおりとする。
 - ① 炭酸ガスが停滞し、又は停滞するおそれがある坑内の作業場
 - ② 気温が28度をこえ、又はこえるおそれのある坑内の作業場
 - ③ 通気設備が設けられている坑内の作業場
4. 第589条1の坑内の作業場について、1月以内ごとに1回、定期的に、炭酸ガス濃度を測定しなければならない。(安衛則 592条)
5. 第589条2の坑内の作業場について、1月以内ごとに1回、定期的に、当該作業場における気温を測定しなければならない。(安衛則 612条)
6. 第589条3の坑内の作業場について、1月以内ごとに1回、定期的に、当該作業場における気温を測定しなければならない。(安衛則 592条)
7. 前3項の規定による測定を行ったときは、そのつど次の事項を記録して、これを3年間保存しなければならない。
 - ① 測定日時
 - ② 測定方法
 - ③ 測定箇所
 - ④ 測定条件
 - ⑤ 測定結果
 - ⑥ 測定を実施した者の氏名
 - ⑦ 測定結果に基づいて改善措置を講じたときは、当該措置の概要

(安衛則 591条)

資料－４ 湧水・湧水の予測手法

出典：トンネル施工に伴う湧水・湧水に関する報告書（日本トンネル技術協会）

概 要

トンネル湧水・湧水調査は、2.2, 2.3で述べられているとおり、単独の調査ですむものでなく、水文地質、水収支、水文環境に大別される多くの調査手法を広域に、長期にわたって実施し、それを総合する作業から構成されている。これらの諸調査は、特別な場合を除き、①トンネル湧水量と集水範囲、②トンネル掘削による利水への影響、という2点の予測に絞って実施されるものであり、このことを常に念頭において各々の調査を進めるべきである。

トンネル湧水に関する予測は、(a)湧水の位置、(b)湧水の量(集中湧水、恒常湧水)、(c)切羽の自立性、(d)水圧、(e)水質、等の細分されるが、湧水量の予測を主に述べることにする。トンネル湧水の集水範囲に関する予測は、(a)地下水の低下範囲と量、(b)地表水の減少範囲と量に細分される。利水への影響に関する予測は、(a)範囲、(b)量、(c)水質、(d)水温、等に細分されるが、ここでは量に対する影響を主に述べることにする。

予測は施工前であれば、予測結果をもとにルートや施工法が検討されることになる。施工中における予測であれば、事前の予測と実測と実際の状況とを比較しながら、切羽前方の湧水や濁水等を予測したり、湧水現象がみられた場合のトンネル工事の寄与度、あるいは因果関係を判断するということになる。竣工後における調査の場合は、施工前・中の予測の変遷をまとめるとともに、最終的狀態に対する関係式を明らかにするという作業になる。

予測の手法にはいろいろあるが、ここでは①統計的予測手法、②従来の予測手法、③水収支シュミレーション手法に3大別して述べることにする。

統計的予測手法とは、類似トンネルの過去の工事記録をもとに統計的に推定しようとするものである。すべての条件がぴったりというトンネルはなかなかないので、全ての項目について予測することは困難であるが、路線選定段階、設計・施工計画段階の調査手法として大局を誤まらない有力な手法といえよう。

従来の予測手法とは、該当するトンネル周辺に対する水文調査等の実測結果をもとに水理公式に基づき、湧水量や集水範囲等を予測しようとするものである。この方法は予測手法の基本となるものであり、いずれの調査段階でも適用される方法である。ただ、精度を要求すればするほど、多くの調査、長期の観測を必要とすることになる。

水収支シュミレーション手法とは、トンネル周辺の水文地質をモデル化し、このモデルをもとに地下水の運動を工事計画に基づき机上で模擬実験してみる方法である。トンネル湧水湧水問題は、水循環計の中で捉えなければならないものであり、この点からすればこの予測手法によるのが最適と思われるがすべてのトンネルに適用するのも不経済であり、現状では難工事が予測されるようなトンネルにおいて事前調査の一つとして検討されるべき有力な手法といえよう。

統計的予測手法

(1)トンネル湧水量

トンネル湧水量の予測については、施工中の湧水と竣工後の恒常湧水に2分して述べることにする。

(a) 施工中のトンネル湧水量

前年度調査のアンケート結果によれば、①岩質と坑口最大湧水量、②岩質と貫通時比湧水量の関係が図2.4.1～2、表2.4.1のようになり、それぞれについて次のような解説を加えている。

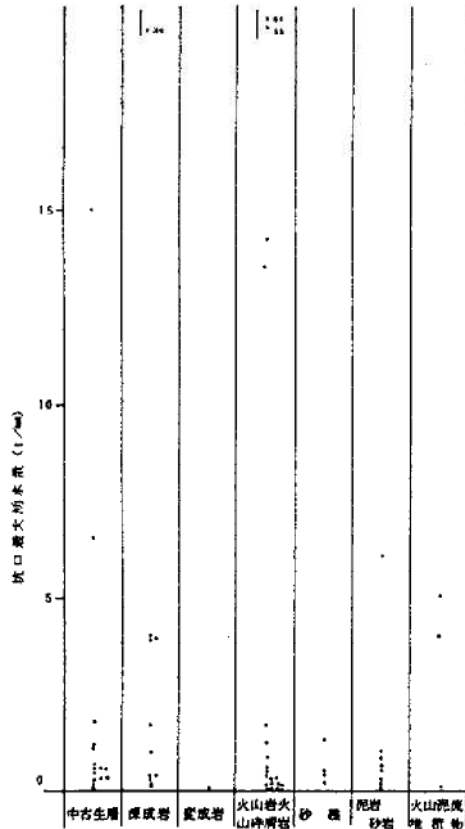


図2.4.1 岩質－坑口最大湧水量

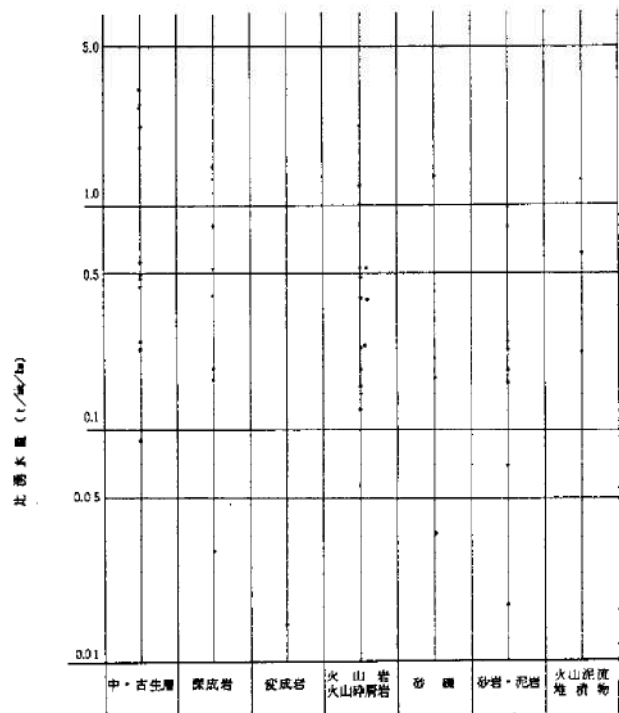


図2.4.2 岩質－貫通時比湧水（貫通時湧水量トンネル延長）

表 2.4.1

（岩質と坑口最大湧水量との関係）

岩質と湧水量の関係は図2.4.1の通りである。岩質と坑口最大湧水量の関係は一般的に多いとされている岩質順序と同様に、火山岩・火山碎層岩で最大64m³/min、深成岩同30m³/min、中古生層、同7.5m³/min、火山泥流堆積物同6m³/minを記録しているようにこの種の岩質におけるトンネル湧水量は極端に大量にであるものと思われる。

	坑口最大湧水量の平均 (m ³ /min)	貫通時比湧水量 (m ³ /min/km)
火山岩, 火山碎層岩	9.0	1.7
深成岩	4.1	1.5
火山泥流堆積物	3.0	1.3
中・古生層	2.0	3.2
泥岩, 砂岩	1.1	1.0
砂礫	0.6	1.4
変成岩	0.1	0.01

一般に少ないといわれている泥岩のトンネルで最大 $6 \text{ m}^3/\text{min}$ を記録している例があるがこれは、地質が第三紀～第四紀の泥岩・砂岩互層であることと、トンネル長が 1800m で比較的長く、そして双設トンネルであることにもよると思われる。

各岩質毎の坑口最大湧水量の平均値は火山岩・火山砕屑岩 $9.0 \text{ m}^3/\text{min}$ 、深成岩 $4.1 \text{ m}^3/\text{min}$ 、火山泥流堆積物 $3.0 \text{ m}^3/\text{min}$ 、中古生層 $2.0 \text{ m}^3/\text{min}$ 、泥岩・砂岩 $1.1 \text{ m}^3/\text{min}$ 、砂礫 $0.6 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ 、変成岩 $0.1 \text{ m}^3/\text{min}$ の順になっている。

(岩質と貫通時比湧水量との関係)

岩質と貫通時比湧水量の関係は図-2.4.2に示す通りであるが、バラツキが大きいため顕著な傾向は見られない。

中古生層において $3.2 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ が最大になっており、次いで火山岩・火山砕屑岩 $1.7 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ 、深成岩 $1.5 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ 、砂礫 $1.4 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ 、火山泥流堆積物 $1.3 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ 、泥岩・砂岩 $1.0 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ 、変成岩 $0.1 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ となっている。

また平均値は、中・古生層 $1.2 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ が最大でつづいて火山泥流堆積物 $0.7 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ 、深成岩 $0.6 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ 、火山帯・火山砕屑岩 $0.58 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ 、砂礫 $0.4 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ 、泥岩・砂岩 $0.3 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ 、変成岩 $0.04 \text{ m}^3/\text{min}/\text{km}$ となっている。

これらの分析結果は、施工中の湧水量を推定する上で、一つの目安となり得るかもしれないが、湧水量を決定する大きな要因となる土被り等の地形的要素が考慮されていない点で実用性に欠ける。

ここで、1つの試みとして、前年の報告書に収録されているアンケートの中から、坑口最大湧水量と竣工時湧水量の両方に解答のあるものを37個選び、相関図(図-2.4.3)を描き、相関係数と相関式を求めてみたところ次の結果が得られた。

相関係数 0.94

相関式 $Q_x = 1.450y - 0.268$

データ数が37個と少なく、これからの検討を必要とするが、相関係数は大きいことから、施工中の坑口最大湧水量 (Q_x) は竣工時湧水量 (Q_y) の約1.5倍程度を見込んでおればよいことがわかる。ただし上式はむしろ Q_x を知って $Q_y = 0.686Q_x + 0.184$ により Q_y を推定するのに用いる方が実用的だといえる。

(b) 竣工後のトンネル湧水量

竣工後のトンネル湧水量については、①加納・桑原、②石井政次、③前年度報告のなかで考慮したのものがある。各々について以下に簡単に要約してみる。

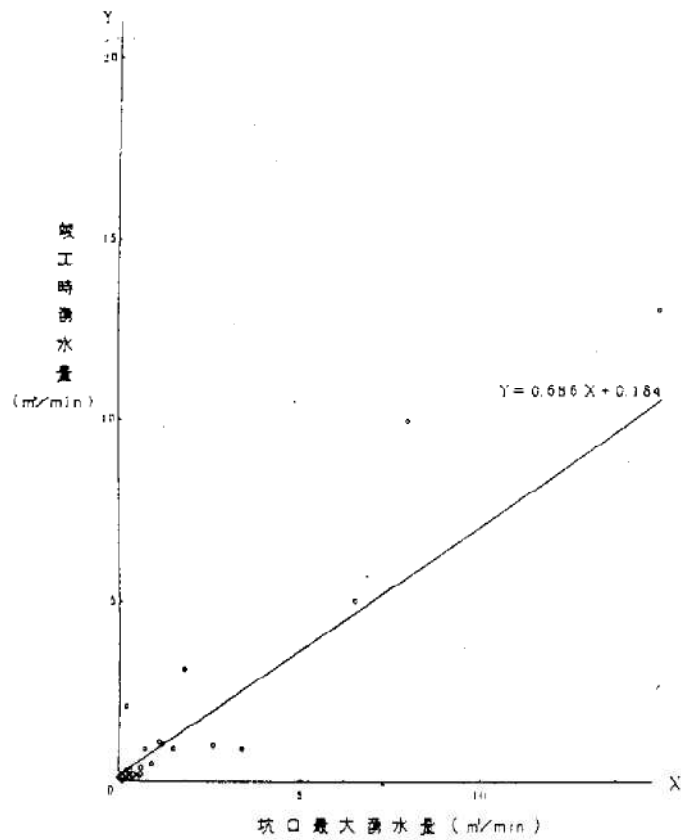
(加納・桑原の「トンネル施工法」における記述)

P65に「昔からトンネルを掘る場合は 1 km に 1 個 ($=1/36 \text{ m}^3/\text{s}$, 約 $30\text{t}/\text{s} \approx 1.7\text{m}/\text{min}$) の湧水を予想せよといわれているのは、1つの目安であろう……」という記述がある。

(石井の研究における記述)

表-2.4.2にかかげる273の鉄道トンネルの各種データを収集し、それらをもとに以下の検討を行っている。

図-2.4.4はトンネル湧水量とトンネル延長との関係を知るため、横軸に延長、縦軸に湧水量をとって両対数目盛りで表示したものである。



坑口最大湧水量 (m³/min)

図 2.4.3 竣工時湧水量と坑口最大湧水量との相関

表 2.4.3 切羽集中湧水の大きなトンネルの例

	トンネル名	延長	平均土被り (m)	地 質	切 羽 最 大 (m³/min)
完 成	丹 那	7,804	220	安山岩・集塊岩・火山砂	134.5
	福 岡	8,488	250	古生層・緑色片岩	20.0
	北 陸	13,870	150	古生層	14.0
	安 芸	13,030	180	花崗岩	10.0
	清 水	9,702	600	花崗閃緑岩	6.0
	南 郡 山	5,170	100	安山岩・凝灰岩	6.0
	新 清 水	13,500	550	花崗岩	5.8
	積 迎	4,379	340	安山岩・凝灰岩	5.0
掘 さ く 中	六 甲	16,200	300	花崗岩	4.0
	長 崎	6,170	70	安山岩・凝灰岩	3.5
	立 杭	深度150付近		安山岩・火山砂	5.0
	中 山	14,350	160	安山岩・軽石流	4.0~5.0連続する
	榛 嶺	6,000	150	安山岩・火山砕層岩	6.0~10.0
塩 蔵	11,175	280	安山岩・熔岩・集塊岩	4.5	

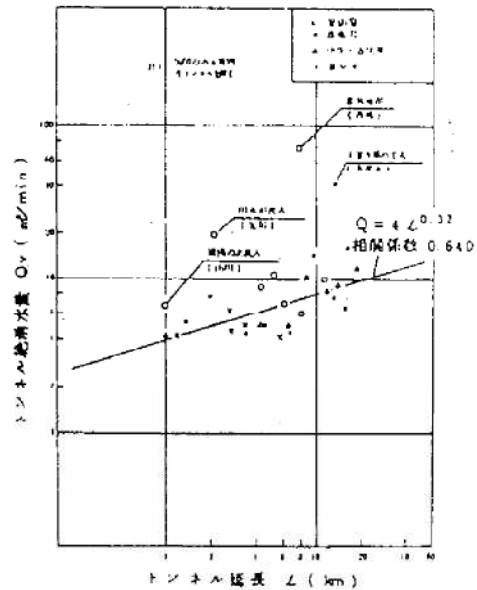
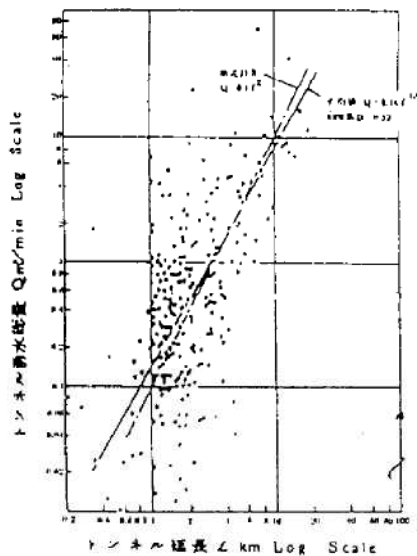


図2.4.4トンネル湧水量の分布 (Q-l) の関係 図2.4.5 大湧水トンネルのQ_v-l 関係図
この分布図から恒常湧水量Q (m³/min) とトンネル延長 l (km) との相関関係を求めると

$$Q = 0.14l^{1.8}$$

となり、相関係数は0.53である。

ここで、上式の略式計算として大ざっぱには、次式で推定してよいとしている。

$$Q = 0.1l^2$$

図2.4.5は、大湧水トンネル30例 (表2.4.3) について総湧水量とトンネル延長との関係を示したもので、このような特例の場合の計算式として

$$Q = 4l^{0.32}$$

を提案している。

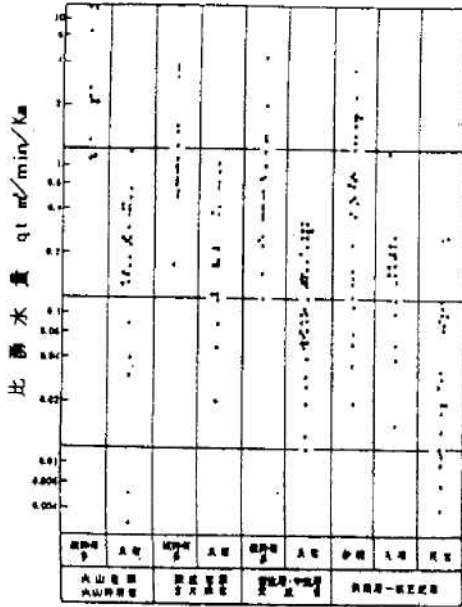
また、トンネル湧水量をトンネル延長で割って比湧水量の換算したものを縦軸にとり、横軸に地質を示してあらわしたのが図2.4.6である。この図より地質別にみた比湧水量というものを表2.4.4で提案している。

(前年度報告のアンケート結果の分析における記述)

表2.4.5は、比湧水量を9階級に区分し、岩質別にそれぞれの階級での出現数、出現頻度を求めたものである。表の最後に示されたものは、全トンネル数に対する出現率 (64%) である。

全岩質を対象とした場合、比湧水量が250 l /分/km以下のトンネルは、53%を示しており、500 l /分/km以下なら、73%を示している。従って、500 l /分/kmのトンネルは、27% (約1/4) である。0.5~1.0 m³/分/kmのトンネルは、9.3%、1~1.5 m³/分/kmは、9.3%であり、約2割のトンネルは0.5~1.5 m³/分/kmの湧水トンネルである。

表2.4.4地質別にみたトンネル湧水量



地質分類	比湧水量の範囲	平均比湧水量
	m³/min/km	m³/min/km
火山岩	0.85~10	3.71
火山砕屑岩	0.035~0.9	0.30
深成岩類	0.17~3.8	1.38
含片麻岩	0.018~0.84	0.20
古生層	0.10~4.5	0.79
中生層	0.0~0.95	0.17
第三紀-洪積層		
砂礫層	0.02~3.6	0.84
砂岩	0.014~0.95	0.25
凝灰岩		
泥岩	0.0~0.26	0.07

図2.4.6 地質別比湧水量

表2.4.5 岩種別、比湧水量別出現数、出現度

階級	比湧水量 m³/分/km	(1) 中古生層		(2) 深成岩		(3) 変成岩		(4) 火山岩・火山砕屑岩		(5) 砂れき		(6) 泥岩・砂岩		(7) 火山泥流		全体	
		1	0~0.25	7	0.437	4	0.363	1	1.00	6	0.375	3	0.750	12	0.923	1	0.333
2	~0.50	5	0.312	4	0.363	0		3	0.187	0		0	0	1	0.333	13	0.203
3	~1.00	1	0.0625	1	0.090	0		3	0.187	0		1	0.077	0	0	6	0.093
4	~1.50	1	0	2	0.181	0		1	0.062	1	0.250	0		1	0.333	6	0.093
5	~2.00	0	0.125	0		0		0	0	0		0		0		0	0
6	~2.50	2	0	0		0		0	0	0		0		0		2	0.031
7	~3.00	0	0	0		0		1	0.062	0		0		0		1	0.015
8	~4.00	0	0	0		0		1	0.062	0		0		0		1	0.015
9	4.00以上	0		0		0		1	0.062	0		0		0		1	0.015
	対象トンネル数	16		11		1		16		4		13		3		64	
	全トンネル数	30		11		1		28		6		19		4		99	

また、0~1.0m³/分/kmのトンネルは全体の82%を占め、0~1.5m³/分/kmのものなら91%を占める。このことからトンネル湧水は、殆どが1.5m³/分/km以内にあると考えられる。1m³/分/km以上の湧水トンネルは、約2割(18%)であるが、2m³/分/km以上は、8%、3m³/分/km以上3%、と極めて小さくなっている。最大は、15.6m³/分/kmであるが、これは特殊なものであろう。

岩種別に調べてみると、各区岩質毎に十分なデータがあるとは云えないが概ね10以上のデータがある。中古生層砂岩①、深成岩②、火山岩・火山砂層岩④、泥岩・砂岩⑥について良い特徴がでていいると思われる。

- ① 中古生層、トンネル30本に対し、16本が数値扱いが可能であった。250ℓ/分/km以下は、全体の44%、0~0.5m³/分/kmは、全体の75%を示す。この地質で特徴的なのは、1~2.5m³/分/kmが、約2割を占めることである。
- ② 深成岩は、11本のトンネル全部が数値扱いが可能であった。250ℓ/分/km以下は、35%、0~0.5m³/分/kmは全体の73%を占めることから、0.25~0.5m³/分/kmのものが中古生層(31%)に対し、36%とやや多い。1~1.5m³/分/kmのものは18%を占め、著しく大きなものはない。
- ④ 火山岩・火山砕屑岩は、250ℓ/分以下は37%と深成岩とほぼ同じ値である。しかし、0~0.5m³/分/kmのものは56%であり、中古生層(75%)、深成岩(72%)と比較して小さい。反面、1m³/分/km以上のものは25%を占め、深成岩の値(18%)に対してもかなり大きい。1.5m³/分/km以上でも、深成岩(0%)に対し火山岩は19%を占める。このように、火山岩・火山砕屑岩のトンネル湧水は、小さいものから非常に大きいものまであり、湧水・濁水予測のむずかしいトンネル地質であると伝える。
- ⑥ 泥岩・砂岩は、19本のトンネルのうち13本が数値扱いができた。この岩質の比湧水量は、他と比較して0~0.25m³/分/kmが92%も占め、殆ど水の無いトンネル地質であることを示している。しかし、砂岩層(恐らく第三紀)を狭在する割合や中新世よりも古い亀裂のものが、約8%を占めるものは無い。
- その他の岩質(変成岩、砂礫、火山泥流)についてはそれぞれ1本、4本、3本と、データが少なく十分な分析は困難と考えられる。
- 変成岩1本のトンネルは0.25m³/分/kmが、4本のうち3本(75%)、1~1.5m³/分/kmが1本(25%)である。
- 火山泥流は、4本のトンネルのうち3本数値扱いができて、0~0.25m³/分/km 1本、0.25~0.5m³/分/km 1本、1~1.5m³/分/km 1本を示した。
- 土被りと比湧水量の関係は、土被りが水頭即ち水圧として大きく作用するので同一の地質条件なら相関が得られて良いはずである。
- このような考え方から各岩質ごとに作成された相関図を図2.4.7に示す。

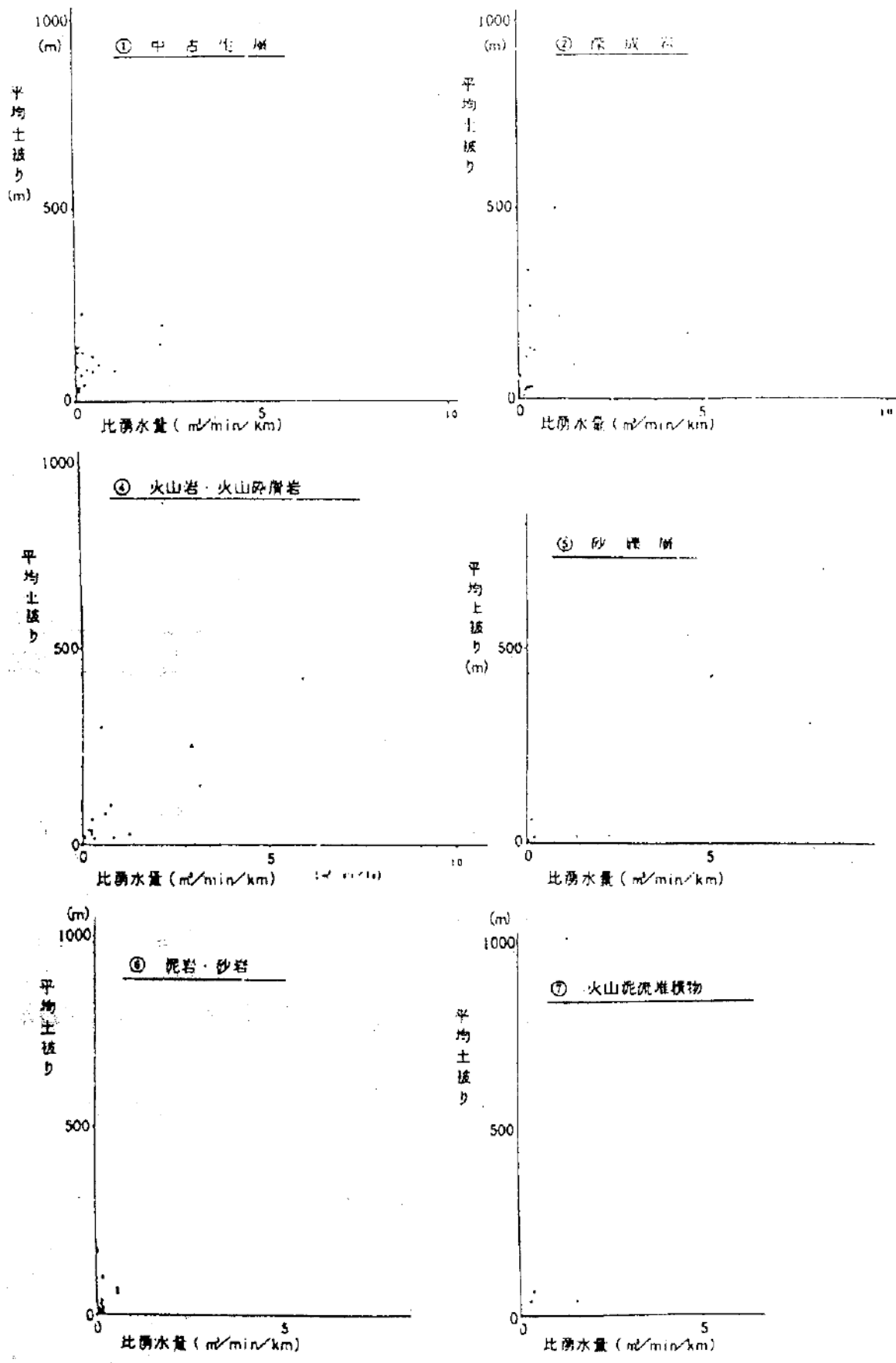


図 2.4.7 岩質別比湧水量と平均土核り

資料－5 濁水処理に関する基準

(a)環境基準

環境基準は、大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染及び騒音に係わる環境上の条件について、それぞれ人の健康を保護し、生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準として定められるもので、行政上の政策目標である。

水質汚濁に関する環境基準には、人の健康に関するものと、生活環境に関するものがある。

人の健康に関する項目は、全国一律に全て公共用水域に適用されるものであり、生活環境にかんする項目は、水域ごとにその利用目的、環境水質等を勘案して類型指定を行い、その環境基準が基本的に示されている。

人の健康の保護に関する環境基準

項目	カドミウム	シアン	有機燐	鉛	クロム(6価)	ヒ素	総水銀	アルキル水銀	PCB
基準値	0.01 mg/t 以下	検出されないこと。	検出されないこと。	0.1 mg/t 以下	0.05 mg/t 以下	0.05 mg/t 以下	0.0005 mg/t 以下	検出されないこと。	検出されないこと。
	日本工業規格k0102(以下「規格」という。55.2に掲げる方法	規格38.1.2及び38.2に定める方法又は規格38.1.2及び38.3に定める方法	環境庁告知第59号付表1に掲げる方法、又はパラチオン、メルパラチオン若しくは、EPNにあつては、規格31.1に定める方法(ガスクロマトグラフ法を除く。)、メルジメソにあつては、付表2に掲げる方法	規格54.2に定める方法	規格65.2に定める方法	規格61に定める方法	環境庁告示第59号付表3に掲げる方法	環境庁告示第59号付表4に及び第2に掲げる方法	環境庁告示第59号付表5に掲げる方法

備考1. 基準値は最高値とする。ただし、総水銀に係る基準値については、年間平均値とする。(以下省略)

生活環境に関わる環境基準（生活環境項目）

水域	項目		基準値								
	類型	利用目的の 適応性	水素イ ン濃度 (pH)	生物化学 的酸素要 求量 (BOD)	化学的 酸素要 求量 (COD)	浮遊物 質量 (SS)	溶存酸 素量 (DO)	大腸菌 群数	n-ヘキサ ン抽出物 質(油 分等)	全窒素 (T-N)	全リン (T-P)
河 川	AA	水道1級 自然環境 保全及び A以下の欄 に掲げる もの	6.5 以上 8.5 以下	1mg/ℓ 以下	—	25 mg/ℓ 以下	7.5 mg/ℓ 以上	50MPN/ 100mℓ 以下	—	—	—
	A	水道2級 水産1級 水浴及び B以下の欄 に掲げる もの	6.5 以上 8.5 以下	2mg/ℓ 以下	—	25 mg/ℓ 以下	7.5 mg/ℓ 以上	1000 MPN/ 100mℓ 以下	—	—	—
	B	水道3級 水産2級 及びC以下 の欄に掲 げるもの	6.5 以上 8.5 以下	3mg/ℓ 以下	—	25 mg/ℓ 以下	5mg/ℓ 以上	5000 MPN/ 100mℓ 以下	—	—	—
	C	水産3級 工業用水1 級及びD以 下の欄に 掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	5mg/ℓ 以下	—	50mg/ℓ 以下	5mg/ℓ 以上	—	—	—	—
	D	水産3級 農業用水 及びEの欄 に掲げる もの	6.0 以上 8.5 以下	8mg/ℓ 以下	—	100 mg/ℓ 以下	2mg/ℓ 以上	—	—	—	—
	E	工業用水 3級 環境保全	6.0 以上 8.5 以下	10 mg/ℓ 以下	—	ごみ等 の浮遊め られな	2mg/ℓ 以上	—	—	—	—
湖 沼 （ 立天 方然 メ湖 沼 ト及 ルび 貯 上水 の量 人 造 湖 〇 〇 万	AA	水道1級 水産1級 自然環境 保全及びA 以下の欄 に掲げる もの	6.5 以上 8.5 以下	—	1mg/ℓ 以下	1mg/ℓ 以下	7.5 mg/ℓ 以上	50MPN/ 100mℓ 以下	—	—	—
	A	水道2、3級 水産2級、 水浴及び B以下の欄 に掲げる もの	6.5 以上 8.5 以下	—	3mg/ℓ 以下	5mg/ℓ 以下	7.5 mg/ℓ 以上	1000 MPN/ 100mℓ 以下	—	—	—
	B	水産3級、 工業用水1 級、農業用 水及びB以 下の欄に 掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	—	5mg/ℓ 以下	15mg/ℓ 以下	5mg/ℓ 以上	—	—	—	—
	C	工業用水 2級 環境保全	6.5 以上 8.5 以下	—	5mg/ℓ 以下	ごみ等 の浮遊め られな こと	5mg/ℓ 以上	—	—	—	—
	I	自然環境 保全及び II以下の欄 に掲げる もの	—	—	—	—	—	—	—	0.1 mg/ℓ 以下	0.005 mg/ℓ 以下

(b)排水基準

排水基準は、特定事業場からの排水の規制を行うに当たって、排水の汚染状態について項目ごとに定められた許容限度であり、全ての公共用水域を対象とし、国が総理府令で定め一律に適用される基準（一律排水基準）と都道府県が適用する水域を指定して条例で定める上乘せ排水基準がある。

一律排水基準（総理府令）

	水質項目	許容限度	測定方法
有害物質	カドミウム及びその化合物	0.1mg/ℓ	日本工業規格K0120(以下「規格」という)55.2に定める方法
	シアン化合物	1.0mg/ℓ	規格38.1.2及び38.2に定める方法又は規格38.1.2及び38.3に定める方法
	有機リン化合物(ハチオン、メルハチオン、メチルメトン及びEPNに限る。)	1.0mg/ℓ	環告59付表1に掲げる方法又ハチオンメルハチオン若しくはEPNにあっては規格31.1に定める方法
	鉛及びその化合物	1.0mg/ℓ	規格54.2に定める方法
	六価クロム化合物	0.5mg/ℓ	規格65.2.1に定める方法
	ヒ素及びその化合物	0.5mg/ℓ	規格61に定める方法
	水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	0.005mg/ℓ	環告59に付表3に掲げる方法
	アルキル水銀化合物	検出されないこと	環告59に付表4の第1及び第2に掲げる方法
	P C B	0.003mg/ℓ	環告9に付表5に掲げる方法又は、日本工業規格K0093に定める方法
一般項目	水素イオン濃度	5.8～8.6 (但し海域は5.0～9.0)	規格12.1に定める方法
	生物化学的酸素要求量	160mg/ℓ (日間平均120mg/ℓ)	規格21に定める方法
	化学的酸素要求量	160mg/ℓ (日間平均120mg/ℓ)	規格17に定める方法
	浮遊物質	200mg/ℓ (日間平均150mg/ℓ)	環告59付表6に掲げる方法
	n-ヘキサン抽出物質 (鉱油類)	5mg/ℓ	環告64付表に掲げる方法
	n-ヘキサン抽出物質 (動植物油脂類)	30mg/ℓ	
	フェノール類	5mg/ℓ	規格28.1に定める方法
	銅	3mg/ℓ	規格52.2に定める方法
	亜鉛	5mg/ℓ	規格53.2に定める方法
	溶解性銀	10mg/ℓ	日本工業規格M0202の3.1.4の(2)及び規格57.2に定める方法
	溶解性マンガン	10mg/ℓ	日本工業規格M0202の3.1.4の(2)及び規格5.2に定める方法
	クロム	2mg/ℓ	規格65.1に定める方法
	フッ素	15mg/ℓ	規格34に定める方法
	大腸菌群数	日間平均3,000個/cm ³	下水の水質の検定方法に関する省令(昭和37年(厚生省建設省令第1号))に規定する方法

(c)利水上の基準

利水目的上の望ましい基準として、水産環境水質基準、農業用水基準等があり、利水が行われている水域においては、これらへの配慮が必要となる。

水産環境水質基準値

項 目	河 川		湖 沼		海 域
	一 般	サケ・マス・アユ	一 般	サケ・マス・アユ	
BOD (mg/l)	3以下	2以下	—	—	—
COD (mg/l)	—	—	4以下		—
T-P (mg/l)	0.1以下		コイ・フナ 0.1以下	ワカサギ 0.05以下	—
無機窒素 (mg/l)	—	—	—	—	—
無機磷 (mg/l)	—	—	—	—	—
DO (mg/l)	6以下	7以上	6以上	7以上	—
pH	6.7～7.5		6.7～7.5		7.8～8.4
SS (mg/l)	25以下 (人為的に加えられる もの5以下)		3.0以下	1.4以下	2以下
水 色	—	—	12以下	7以下	—
透 明 度 (m)	—	—	1.0以上	4.5以上	5以上(年間 平均) 2.5(最低値)
大腸菌(MPN/100ml)	1,000以下(生食用カキ70以下)				
鉍 油 類	鉍油類が含まれないこと、油膜がみとめられないこと				
有 毒 物 質	有害な程度に含まれないこと				

農業(水稻)用水基準

項 目	基 準 値	項 目	基 準 値	
pH	6.5～7.5	電 気 伝 導 度	300 μS/cm以下	
CDO	6mg/l以下	重 金 属 類	A _s	0.05mg/l以下
SS	100mg/l以下		Z _n	0.5mg/l以下
DO	5mg/l以上		C _u	0.02mg/l以下
T-N	1mg/l以下			

(d) 汚泥に関する規則

建設工事に伴って各種の廃棄物が排出されるが、これ等は、廃棄物の処置及び清掃に関する法律「廃棄物処理法」の規定に基づき適正に処理されなければならない。

建設工事に伴って排出される汚泥の処理に関しては、

- ① 汚泥の脱水施設（ 10m^3 /日以上のも（スラリ状態））
- ② 汚泥の乾燥施設（ 10m^3 /日以上のも、天日乾燥施設にあっては、 100m^3 /日以上のも）
- ③ 汚泥の焼却施設（ 5m^3 /日以上のも）
- ④ 最終処分場（面積 1000m^2 以上のも（管理型））

が届出を要する施設に該当する。

(e) 濁水処理運転管理に必要な資格

装置名	資格名	関係法令	備考
凝集沈殿装置	一般の場合	水質汚濁防止法	通常建設工事における処理施設（パッチャープラントは除く）は特定施設とならないが、行政指導される場合がある。
	特定施設の場合	水質汚濁防止法(法第2条、令第1条別表第1)(注3) 特定工場における公害防止組織の整備に関する法律(法第1条)(注4)	パッチャープラントの排水処理施設が、これにあたる。特定施設を設置するときは都道府県知事に届出なければならないが、建設業の場合は工場ではないので、公害防止管理者は不要である。
汚泥の間処理装置	処理量10m ³ /日(脱水機100m ³ /日(天日乾燥)以上の場合	廃棄物の処理及び清掃に関する法律	
	処理量10m ³ /日(脱水機100m ³ /日(天日乾燥)以上の場合	廃棄物の処理及び清掃に関する法律(法律第21条、令第7条、規第17条)(注5)	技術管理者は、一定の学歴と経験が必要である。資格試験はない。
中和処理装置	硫酸・塩酸使用の場合(注9)	労働安全衛生法(法第14条、令第6条の18、別表第3、規第16条、別表第1)(注6)	作業主任者は、技能講習の終了者でなければならない。
	炭酸ガス使用の場合(注2)	高圧ガス取締法(第5条の1)	(保安監督者)は、一定の学歴と経験が必要である。資格試験はない。(保安監督者)は、保安監督する者の意味で法律用語ではない。
pH中和処理装置	処理量30N ^m /日以上の場合	高圧ガス取締法(第27条の2)一般高圧ガス保安規則(第20条)(注7)	
	労働安全衛生法にいう第1種圧力容器を使用する場合	労働安全衛生法(法第14条、令第6条の17、規第16条、別表第1)(注6)ボイラー及び圧力容器安全規則(第62条第125条)(注8)	作業主任者は、技能講習の終了者、又は、特定第1種圧力容器取扱作業主任者免許を受けた者でなければならない。ボンベ類は、労働安全衛生法にいう第1種圧力容器には該当しない。