

第4編 施工

第1章 施工概要

第1節 定義

1.1 標準断面構成

仙台湾南部海岸堤防における標準断面を図 4.1.1-1に、各部の名称と共通仕様書の対比を表 4.1.1-1に示す。

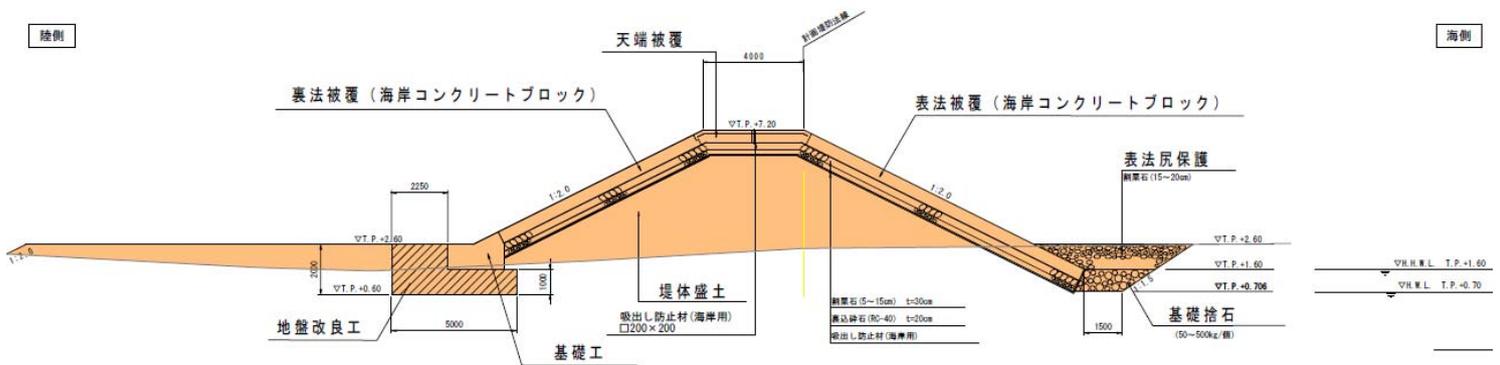


図 4.1.1-1 標準断面図

表 4.1.1-1 各部の名称と共通仕様書の名称との対比

各部の名称	共通仕様書の名称
表法被覆	海岸コンクリートブロック工
裏法被覆	護岸工 海岸コンクリートブロック工
天端被覆	天端被覆工 コンクリート被覆工または、海岸コンクリートブロック工
基礎捨石、表法尻保護	護岸基礎工 捨石工

1.2 各部の機能

堤防各部の機能は以下に示すとおりである。

天端被覆工:越波した海水により堤体を保護する部分をいう。内部の空気を逃がすため空気孔を設けている。また、法肩部が弱点とならないよう天端と法肩を一体構造としている。天端および法肩部の施工は、コンクリートの調達状況を鑑み、それぞれの工事区毎で、コンクリート二次製品、現場打ちコンクリートを採用している。

基礎工:裏法被覆ブロックを積むための基礎部という。越波した海水が法尻にあたるため陸側に(水平方向)流向を変えて堤防本体の洗掘を防ぐ。法部との一体構造としている。

地盤改良工:堤防陸側部分の地盤を改良した部分をいう。津波被害により落掘が堤防に近接して起こさない構造としている。地盤改良工は各種の工法を現地試験の上、品質、施工性を確認し採用している。

第2節 主要施工数量および施工順序

2.1 主要施工数量

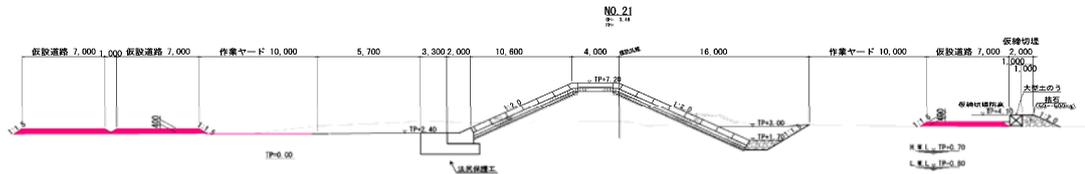
仙台湾南部海岸堤防の本復旧工事における主要数量は表 4.1.2-1、表 4.1.2-2に示すとおりである。

2.2 施工順序

海岸堤防工事の施工順序は以下のとおりである。

①仮設道路の構築

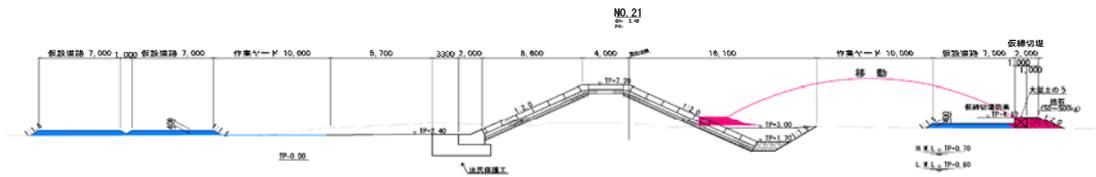
施工ステップ①



②土のう移動

③仮締切堤の構築

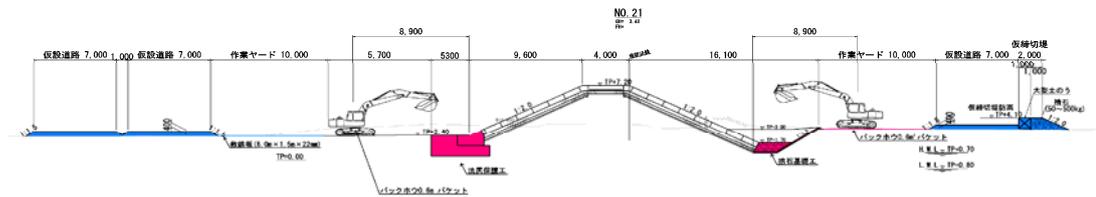
施工ステップ②



④裏法尻保護工及び裏法基礎工の構築

⑤裏法基礎工の構築

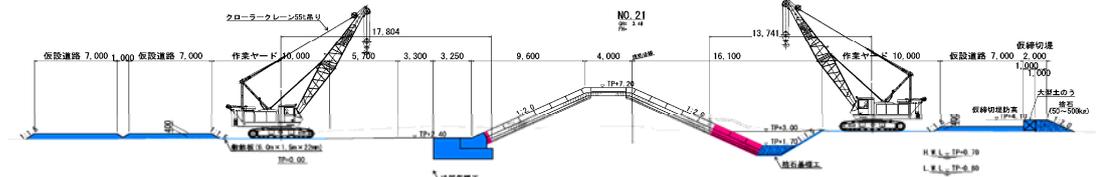
施工ステップ③



⑥表法被覆工設置（一部）

⑦裏法被覆工設置（一部）

施工ステップ④



⑧表法基礎工埋戻し

施工ステップ⑤

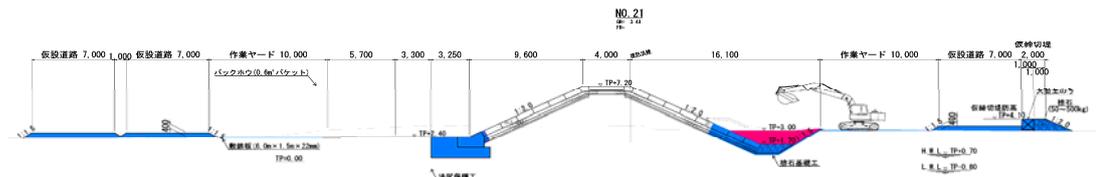


図 4.1.2-1 仙台湾南部海岸本復旧工事の施工順序 (1/2)

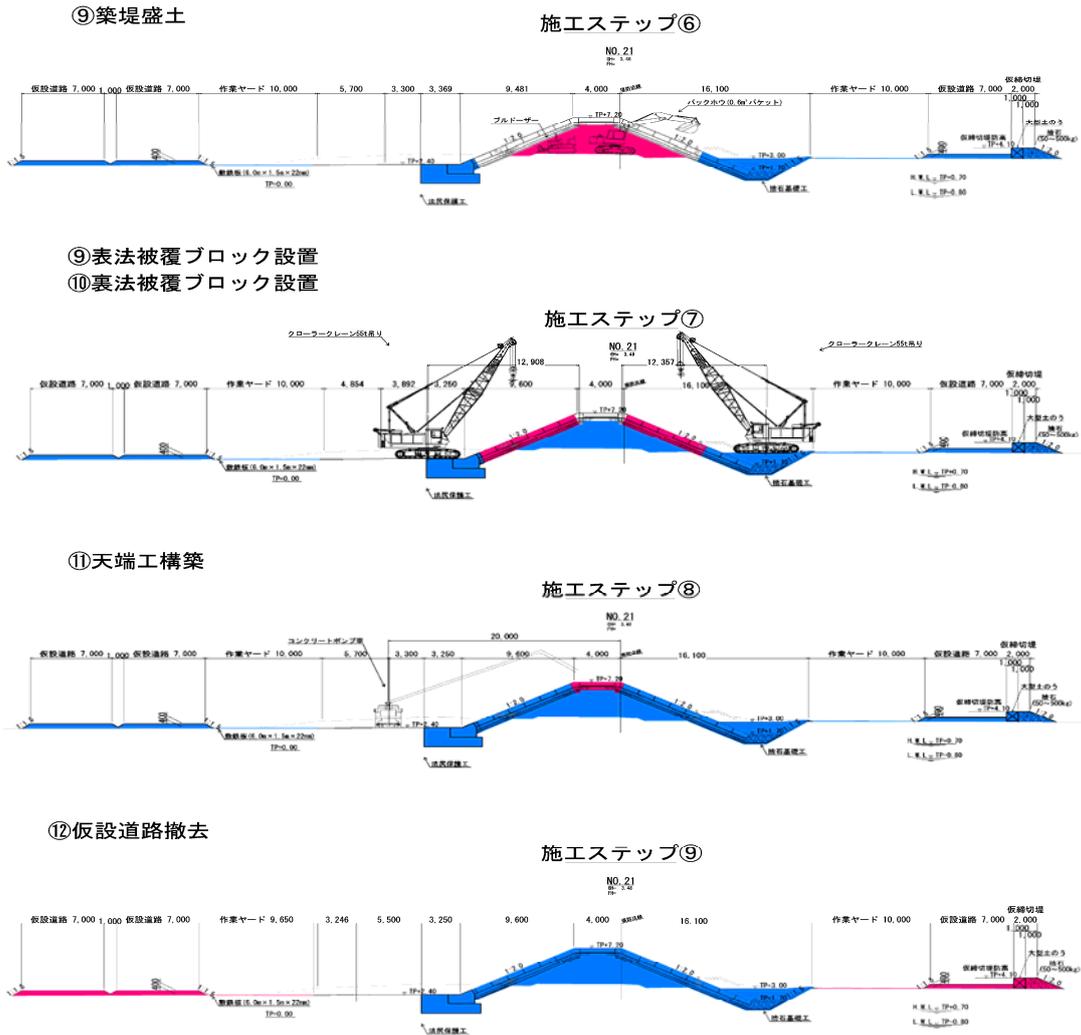


図 4.1.2-2 仙台湾南部海岸本復旧工事の施工順序 (2/2)

表 4.1.2-3 仙台湾南部海岸本復旧工事の施工順序

step	分類	施工内容	施工機械	備考
1	仮設道路設置	陸側仮設道路設置	バックホウ0.6m ³ 、ダンブ10t	
		沖側仮設道路設置		
2	仮堤防移設	仮設堤防移設	バックホウ0.6m ³	
3	基礎工構築	陸側基礎工構築	バックホウ0.6m ³ 、コンクリートポンプ車8t、クローラークレーン55t吊	コンクリートポンプ車は天端工設置における規格により決定
		沖側基礎工構築		
4	一部被覆ブロック設置	陸側基礎工構築	クローラークレーン55t吊	
		沖側基礎工構築		
5	基礎工埋戻し	陸側基礎工埋戻し	バックホウ0.6m ³ 、タイヤローラー8～20t	
		沖側基礎工埋戻し		
6	築堤盛土	盛土+均し転圧	バックホウ0.6m ³ 、ブルドーザー3t、21t、タイヤローラー8～20t	
7	被覆ブロック設置	陸側被覆ブロック設置	クローラークレーン55t吊	
		沖側被覆ブロック設置		
8	天端工設置	天端工設置	コンクリートポンプ車8t	コンクリートポンプ車8tのブーム長:21～26m
9	仮設道路・仮設堤防撤去	仮設堤防撤去	バックホウ0.6m ³	
		仮設道路撤去		

2.3 施工状況

① 施工順序毎の施工状況を以下に示す（深沼北工区）

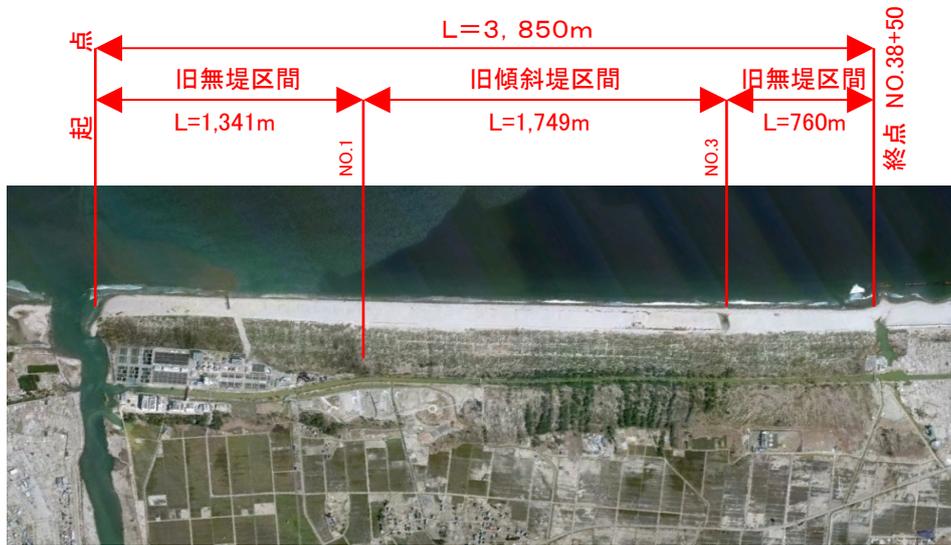


図 4.1.2-3 深沼北工区



写真 4.1.2-1仮設工(工事用設道路工施工状況) 写真 4.1.2-2仮設工(工事用道路工施工状況)



写真 4.1.2-3仮設工(工事用道路工完了状況) 写真 4.1.2-4仮設工(仮堤防工設置完了状況)



写真 4.1.2-5 地盤改良工
(陸側地盤改良 1 層目施工状況)



写真 4.1.2-8 地盤改良工
(陸側地盤改良工 1 層目完了状況)



写真 4.1.2-6 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工施工状況)



写真 4.1.2-9 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工完了状況)



写真 4.1.2-7 地盤改良工
(陸側地盤改良基礎工 2 層目施工状況)



写真 4.1.2-10 地盤改良工・護岸基礎工
(陸側完了状況)



写真 4.1.2-11 護岸基礎工
(海側護岸基礎工施工状況)



写真 4.1.2-14 護岸基礎工
(海側護岸基礎工完了状況)



写真 4.1.2-12 海岸土工
(築堤盛土施工状況)



写真 4.1.2-15 海岸土工
(築堤盛土施工状況)



写真 4.1.2-13 海岸土工
(築堤盛土施工状況)



写真 4.1.2-16 海岸土工
(築堤盛土完了状況)



写真 4.1.2-17 護岸工
(裏法面被覆吸出し防止材状況)



写真 4.1.2-20 護岸工
(表法面被覆吸出し防止材状況)



写真 4.1.2-18 護岸工
(法面被覆裏込砕石 (RC-40) 状況)



写真 4.1.2-21 護岸工
(天端・法面被覆裏込砕石 (RC-40) 状況)



写真 4.1.2-19 護岸工
(裏法面被覆裏込砕石 (RC-40) 状況)



写真 4.1.2-22 護岸工
(表法面被覆裏込砕石 (RC-40) 状況)



写真 4.1.2-23 護岸工
(法面被覆裏込碎石 (割栗石) 状況)



写真 4.1.2-25 護岸工
(天端・法面被覆裏込碎石 (割栗石) 状況)



写真 4.1.2-24 護岸工
(裏法面被覆裏込碎石 (割栗石) 状況)



写真 4.1.2-26 護岸工
(表法面被覆裏込碎石 (割栗石) 状況)



写真 4.1.2-27 護岸工
(裏法面被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-30 護岸工
(表法面被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-28 護岸工
(天端被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-31 護岸工
(天端被覆コンクリートブロック据付完了状況)



写真 4.1.2-29 護岸工
(裏法面被覆コンクリートブロック据付完了状況)



写真 4.1.2-32 護岸工
(表法面被覆コンクリートブロック据付完了状況)



写真 4.1.2-33 護岸工
(天端被覆洗出し処理状況)



写真 4.1.2-36 表法尻保護工
(基礎割栗石敷設状況)



写真 4.1.2-34 付属物設置工
(階段工設置施工状況)



写真 4.1.2-37 付属物設置工
(階段工設置施工状況)



写真 4.1.2-35 付属物設置工
(階段工設置完了状況)



写真 4.1.2-38 付属物設置工
(隔壁工設置完了状況)

② 施工順序毎の施工状況を以下に示す（深沼南工区）

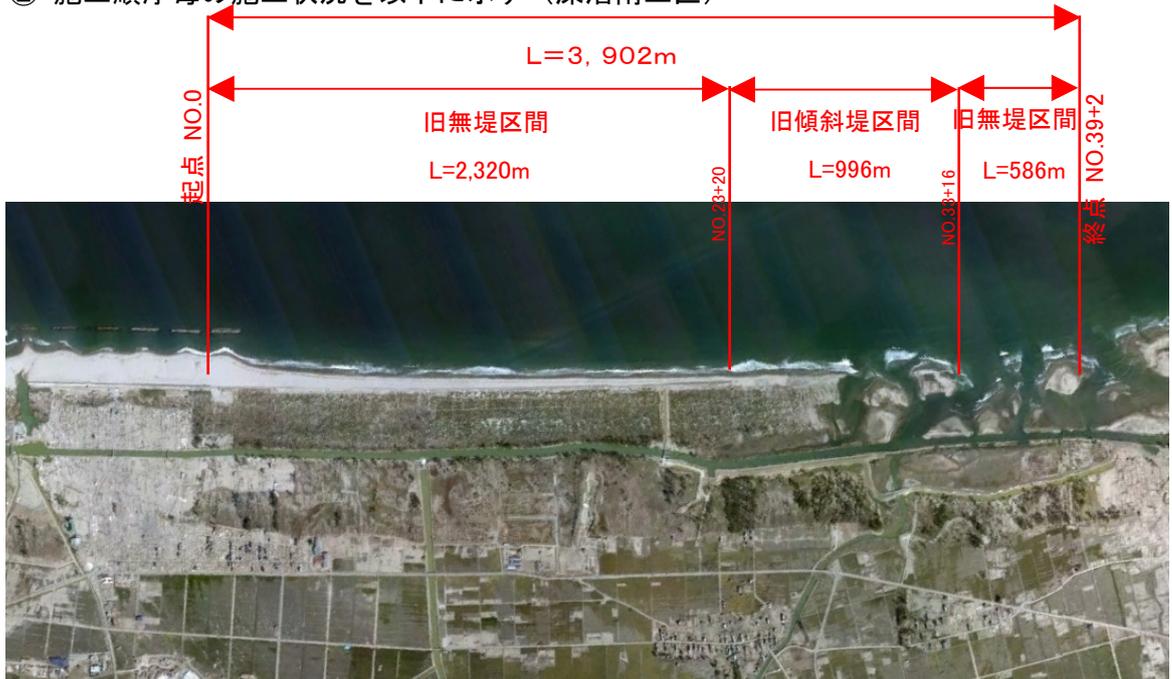


図 4.1.2-4 深沼南工区



写真 4.1.2-39仮設工（作業ヤード施工状況）



写真 4.1.2-40仮設工（仮設道路完了状況）



写真 4.1.2-41 地盤改良工
(陸側地盤改良工 1 層目施工状況)



写真 4.1.2-44 地盤改良工
(陸側地盤改良工 2 層目施工状況)



写真 4.1.2-42 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工施工状況)



写真 4.1.2-45 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工完了)



写真 4.1.2-43 護岸基礎工
(海側護岸基礎工施工状況)



写真 4.1.2-46 護岸基礎工
(海側基礎工状況)



写真 4.1.2-47 海岸土工
(築堤盛土工状況)



写真 4.1.2-50 海岸土工
(築堤盛土工状況)



写真 4.1.2-48 海岸土工
(築堤盛土工完了状況)



写真 4.1.2-51 護岸工
(法面被覆吸出し防止材施工状況)



写真 4.1.2-49 護岸工
(法面被覆吸出し防止材状況)



写真 4.1.2-52 護岸工
(天端被覆吸出し防止材状況)



写真 4.1.2-53 護岸工
 (法面被覆裏込碎石(RC-40)施工状況)



写真 4.1.2-55 護岸工
 (法面被覆裏込碎石 (RC-40) 状況)



写真 4.1.2-56 護岸工
 (法面被覆裏込碎石 (割栗石) 施工状況)



写真 4.1.2-54 護岸工
 (裏法面被覆裏込碎石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-57 護岸工
 (表法面被覆裏込碎石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-58 護岸工
(裏法面被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-61 護岸工
(表法面被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-59 護岸工
(天端被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-62 護岸工
(天端被覆据コンクリートブロック付完了状況)



写真 4.1.2-60 護岸工
(裏法面被覆据コンクリートブロック付完了状況)



写真 4.1.2-63 護岸工
(表法面被覆据コンクリートブロック付完了状況)



写真 4.1.2-64 付属物設置工
(階段工設置施工状況)



写真 4.1.2-67 表法尻保護工
(基礎割栗石敷設状況)
付属物設置工 (階段工設置完了状況)



写真 4.1.2-65 付属物設置工
(隔壁工設置施工状況)



写真 4.1.2-68 付属物設置工
(隔壁工設置施工状況)



写真 4.1.2-66 付属物設置工
(陸側隔壁工設置完了状況)



写真 4.1.2-69 付属物設置工
(海側隔壁工設置完了状況)

③ 施工順序毎の施工状況を以下に示す（深沼北工区）



図 4.1.2-5 関上北釜工区



写真4.1.2-70 仮設工(緊急復旧堤防撤去状況) 写真4.1.2-71 仮設工(緊急復旧堤防撤去状況)



写真 4.1.2-72 仮設工(仮堤防設置状況) 写真 4.1.2-73 仮設工(仮堤防工設置完了状況)



写真 4.1.2-74 地盤改良工
(陸側地盤改良工施工状況)



写真 4.1.2-77 地盤改良工
(陸側地盤改良工完了状況)



写真 4.1.2-75 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工施工状況)



写真 4.1.2-78 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工完了)



写真 4.1.2-76 護岸基礎工
(海側護岸基礎工施工状況)



写真 4.1.2-79 護岸基礎工
(海側基礎工状況)



写真 4.1.2-80 海岸土工
(築堤盛土施工状況)



写真 4.1.2-82 海岸土工
(築堤盛土完了状況)



写真 4.1.2-83 護岸工
(表法面被覆吸出し防止材敷設施工状況)



写真 4.1.2-81 護岸工
(裏法面被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-84 護岸工
(表法面被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-85 護岸工
(裏法面被覆裏込砕石(RC-40)施工状況)



写真 4.1.2-88 護岸工
(表法面被覆裏込砕石(RC-40)施工状況)



写真 4.1.2-86 護岸工
(裏法被覆裏込砕石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-89 護岸工
(表法被覆裏込砕石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-87 護岸工
(法面・天端被覆裏込砕石(割栗石)施工状況)



写真 4.1.2-90 護岸工
(天端被覆裏込砕石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-91 護岸工
(裏法面被覆裏込砕石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-94 護岸工
(表法面被覆裏込砕石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-92 護岸工
(裏法被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-95 護岸工
(表法被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-93 護岸工
(天端被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-96 護岸工
(天端被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-97 護岸工
(裏法面被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-99 護岸工
(表法面被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-98 表法尻保護工
(基礎割栗石敷設状況)



写真 4.1.2-100 表法尻保護工
(基礎割栗石敷設状況)



写真 4.1.2-101 付属物設置工
(階段工設置状況)



写真 4.1.2-104 付属物設置工
(隔壁工設置施工状況)



写真 4.1.2-102 付属物設置工
(階段工(陸側)設置完了状況)



写真 4.1.2-105 付属物設置工
(階段工(海側)設置完了状況)



写真 4.1.2-103 付属物設置工
(隔壁工(陸側)設置完了状況)



写真 4.1.2-106 付属物設置工
(隔壁工(海側)設置完了状況)

④ 施工順序毎の施工状況を以下に示す（二の倉工区）



図 4.1.2-6 二の倉工区



写真 4.1.2-107 仮設工(工事用道路設置状況)



写真 4.1.2-108 仮設工(仮堤防基礎状況)



写真4.1.2-109 仮設工(仮堤防設置状況)



写真4.1.2-110 仮設工(仮堤防工設置完了状況)



写真 4.1.2-111 地盤改良工
(陸側地盤改良工施工状況)



写真 4.1.2-114 地盤改良工
(陸側地盤改良工完了状況)



写真 4.1.2-112 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工施工状況)



写真 4.1.2-115 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工完了)



写真 4.1.2-113 護岸基礎工
(海側護岸基礎工床付け状況)



写真 4.1.2-116 護岸基礎工
(海側基礎工状況)



写真 4.1.2-117 海岸土工
(築堤盛土施工状況)



写真 4.1.2-120 海岸土工
(築堤盛土完了状況)



写真 4.1.2-118 護岸工
(表法面被覆吸出し防止材敷設施工状況)



写真 4.1.2-121 護岸工
(天端被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-119 護岸工
(裏法面被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-122 護岸工
(表法面被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-123 護岸工
(天端被覆裏込碎石(RC-40)施工状況)



写真 4.1.2-126 護岸工
(法面被覆裏込碎石(RC-40)施工状況)



写真 4.1.2-124 護岸工
(裏法被覆裏込碎石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-127 護岸工
(表法被覆裏込碎石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-125 護岸工
(法面被覆裏込碎石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-128 護岸工
(天端被覆裏込碎石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-129 護岸工
(裏法面被覆裏込砕石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-132 護岸工
(表法面被覆裏込砕石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-130 護岸工
(裏法被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-133 護岸工
(表法被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-131 護岸工
(天端被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-134 護岸工
(天端被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-135 護岸工
(裏法面被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-137 護岸工
(表法面被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-136 表法尻保護工
(基礎割栗石敷設状況)



写真 4.1.2-138 表法尻保護工
(基礎割栗石敷設状況)



写真 4.1.2-139 付属物設置工
(階段工設置状況)



写真 4.1.2-141 付属物設置工
(階段工(海側)設置完了状況)



写真 4.1.2-142 付属物設置工
(隔壁工設置状況)



写真 4.1.2-140 付属物設置工
(隔壁工(陸側)設置完了状況)



写真 4.1.2-143 付属物設置工
(隔壁工(海側)設置完了状況)



写真 4.1.2-144 消波ブロック工
(消波ブロック工製作状況)



写真 4.1.2-147 消波ブロック工
(消波ブロック工仮置状況)



写真 4.1.2-145 消波ブロック工
(消波ブロック工運搬状況)



写真 4.1.2-148 消波ブロック工
(消波ブロック工据付状況)



写真 4.1.2-146 消波ブロック工
(消波ブロック工据付状況)



写真 4.1.2-149 消波ブロック工
(消波ブロック工据付完了状況)

⑤ 工順序毎の施工状況を以下に示す（蒲崎工区）

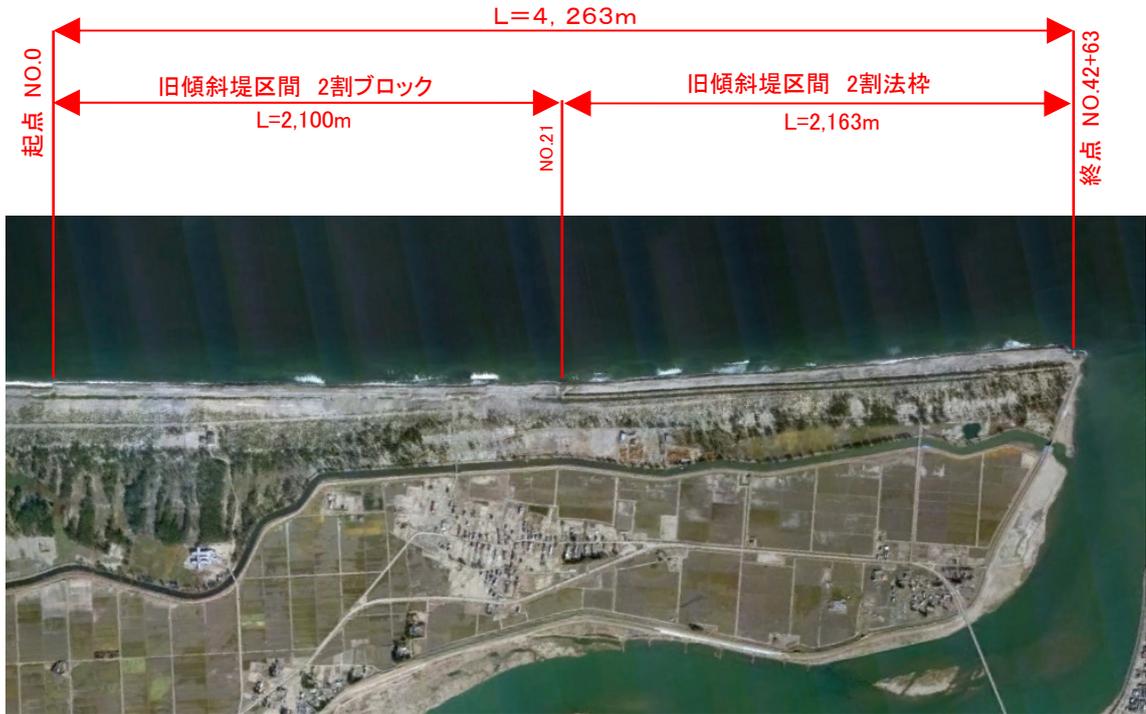


図 4.1.2-7 蒲崎工区



写真 4.1.2-150 仮設工(仮堤防設置状況)



写真 4.1.2-151 仮設工(仮堤防設置完了状況)



写真 4.1.2-152 構造物撤去工(既設堤防撤去状況)



写真 4.1.2-153 構造物撤去工(既設堤防撤去完了状況)



写真 4.1.2-154 地盤改良工
(陸側地盤改良工 1 層目状況)



写真 4.1.2-157 地盤改良工
(陸側地盤改良工 2 層目状況)



写真 4.1.2-155 護岸基礎
(陸側護岸基礎設置)



写真 4.1.2-158 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工完了)



写真 4.1.2-156 護岸基礎工
(海側護岸基礎工施工状況)



写真 4.1.2-159 護岸基礎工
(海側基礎工状況)



写真 4.1.2-160 海岸土工
(築堤盛土施工状況)



写真 4.1.2-163 海岸土工
(築堤盛土完了状況)



写真 4.1.2-161 護岸工
(法面被覆吸出し防止材敷設施工状況)



写真 4.1.2-164 護岸工
(天端被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-162 護岸工
(裏法面被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-165 護岸工
(表法面被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-166 護岸工
(法面被覆裏込碎石(RC-40)施工状況)



写真 4.1.2-169 護岸工
(天端被覆裏込碎石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-167 護岸工
(裏法被覆裏込碎石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-170 護岸工
(表法被覆裏込碎石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-168 護岸工
(法面被覆裏込碎石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-171 護岸工
(天端被覆裏込碎石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-172 護岸工
(裏法面被覆裏込砕石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-175 護岸工
(表法面被覆裏込砕石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-173 護岸工
(裏法被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-176 護岸工
(表法被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-174 護岸工
(天端被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-177 護岸工
(天端被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-178 護岸工
(裏法面被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-180 護岸工
(表法面被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-179 表法尻保護工
(基礎割栗石敷設状況)



写真 4.1.2-181 表法尻保護工
(基礎割栗石敷設状況)



写真 4.1.2-182 付属物設置工
(階段工設置状況)



写真 4.1.2-184 付属物設置工
(階段工(海側)設置完了状況)



写真 4.1.2-185 付属物設置工
(隔壁工設置状況)



写真 4.1.2-183 付属物設置工
(隔壁工(陸側)設置完了状況)



写真 4.1.2-186 付属物設置工
(隔壁工(海側)設置完了状況)

⑥ 施工順序毎の施工状況を以下に示す（笠野工区）

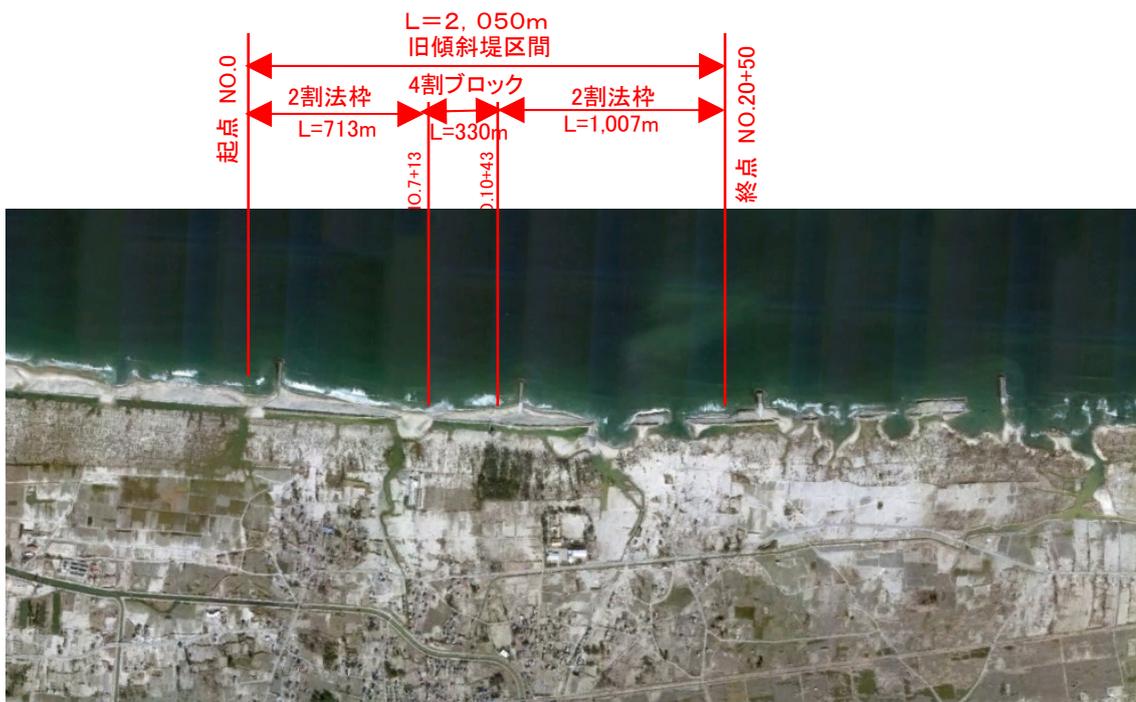


図 4.1.2-8 笠野工区



写真 4.1.2-187 仮設工（仮堤防設置状況）



写真 4.1.2-188 仮設工
（作業ヤード・ストックヤード状況）



写真 4.1.2-189 構造物撤去工
（既設堤防撤去状況）



写真 4.1.2-190 構造物撤去工
（既設堤防撤去完了状況）



写真 4.1.2-191 地盤改良工
(陸側地盤改良工施工状況)



写真 4.1.2-194 地盤改良工
(陸側地盤改良工完了状況)



写真 4.1.2-192 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工施工状況)



写真 4.1.2-195 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工完了)



写真 4.1.2-193 護岸基礎工
(海側護岸基礎工施工状況)



写真 4.1.2-196 護岸基礎工
(海側基礎工状況)



写真 4.1.2-197 海岸土工
(築堤盛土状況)



写真 4.1.2-200 海岸土工
(築堤盛土状況)



写真 4.1.2-198 護岸工
(法面・天端被覆吸出し防止材敷設施工状況)



写真 4.1.2-201 護岸工
(天端被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-199 護岸工
(裏法面被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-202 護岸工
(表法面被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-203 護岸工
(被覆裏込碎石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-206 護岸工
(天端被覆裏込碎石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-204 護岸工
(裏法被覆裏込碎石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-207 護岸工
(表法被覆裏込碎石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-205 護岸工
(法面被覆裏込碎石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-208 護岸工
(天端被覆裏込碎石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-209 護岸工
(裏法面被覆裏込砕石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-212 護岸工
(表法面被覆裏込砕石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-210 護岸工
(裏法被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-213 護岸工
(表法被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-211 護岸工
(天端被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-214 護岸工
(天端被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-215 護岸工
(裏法面被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-217 護岸工
(表法面被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-216 表法尻保護工
(基礎割栗石敷設状況)



写真 4.1.2-218 付属物設置工
(階段工設置状況)



写真 4.1.2-221 付属物設置工
(階段工(海側)設置完了状況)



写真 4.1.2-219 付属物設置工
(隔壁工設置状況)



写真 4.1.2-222 付属物設置工
(隔壁工設置状況)



写真 4.1.2-220 付属物設置工
(隔壁工(陸側)設置完了状況)



写真 4.1.2-223 付属物設置工
(隔壁工(海側)設置完了状況)



写真 4.1.2-224 消波ブロック工
(消波ブロック工製作状況)



写真 4.1.2-227 消波ブロック工
(消波ブロック工製作状況)



写真 4.1.2-225 消波ブロック工
(消波ブロック工積込・運搬状況)



写真 4.1.2-228 消波ブロック工
(消波ブロック工運搬・荷卸状況)



写真 4.1.2-226 消波ブロック工
(消波ブロック工据付状況)



写真 4.1.2-229 消波ブロック工
(消波ブロック工据付完了状況)

⑦ 施工順序毎の施工状況を以下に示す（中浜工区）

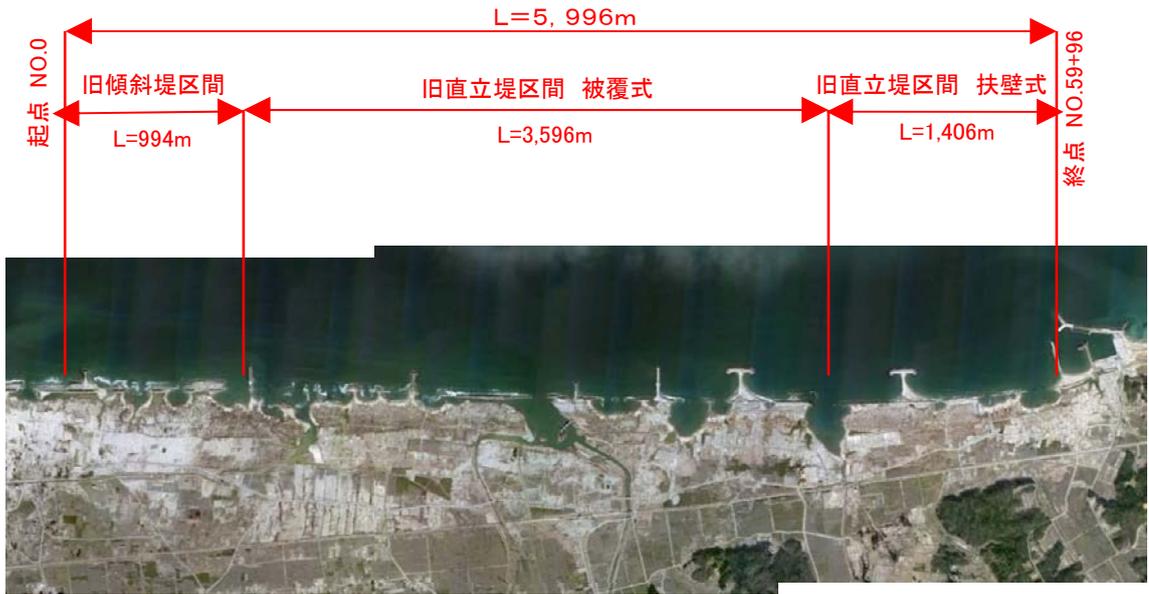


図 4.1.2-9 中浜工区



写真 4.1.2-230 仮設工(仮堤防設置状況) 写真 4.1.2-231 仮設工(仮堤防・工事用道路設置状況)



写真 4.1.2-232 仮設工(陸側工事用道路設置状況) 写真 4.1.2-233 仮設工(陸側工事用道路設置完了状況)



写真 4.1.2-234 地盤改良工
(陸側地盤改良工施工状況)



写真 4.1.2-237 地盤改良工
(陸側地盤改良工状況)



写真 4.1.2-235 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工施工状況)



写真 4.1.2-238 護岸基礎工
(陸側護岸基礎工完了)



写真 4.1.2-236 護岸基礎工
(海側護岸基礎工状況)



写真 4.1.2-239 護岸基礎工
(海側基礎工状況)



写真 4.1.2-240 海岸土工
(築堤盛土施工状況)



写真 4.1.2-243 海岸土工
(築堤盛土施工状況)



写真 4.1.2-241 護岸土工
(築堤盛土完了状況)

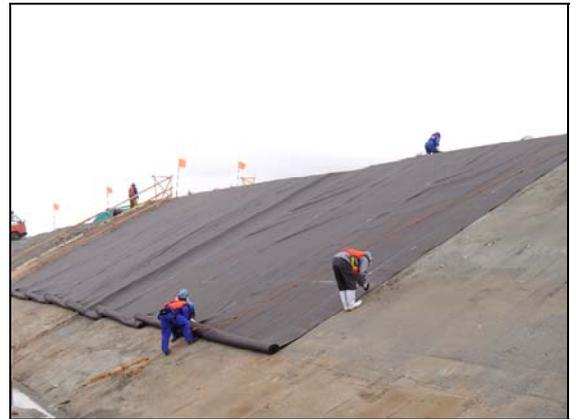


写真 4.1.2-244 護岸工
(法面被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-242 護岸工
(裏法面被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-245 護岸工
(表法面被覆吸出し防止材敷設状況)



写真 4.1.2-246 護岸工
(被覆裏込碎石(RC-40)施工状況)



写真 4.1.2-249 護岸工
(天端被覆裏込碎石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-247 護岸工
(裏法被覆裏込碎石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-250 護岸工
(表法被覆裏込碎石(RC-40)状況)



写真 4.1.2-248 護岸工
(法面被覆裏込碎石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-251 護岸工
(天端被覆裏込碎石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-252 護岸工
(裏法面被覆裏込砕石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-255 護岸工
(表法面被覆裏込砕石(割栗石)状況)



写真 4.1.2-253 護岸工
(裏法被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-256 護岸工
(表法被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-254 護岸工
(天端被覆コンクリートブロック据付状況)



写真 4.1.2-257 護岸工
(天端被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-258 護岸工
(裏法面被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-260 護岸工
(表法面被覆据付完了状況)



写真 4.1.2-259 表法尻保護工
(基礎割栗石敷設状況)



写真 4.1.2-261 表法尻保護工
(基礎割栗石敷設状況)



写真 4.1.2-262 付属物設置工
(階段工設置状況)



写真 4.1.2-264 付属物設置工
(階段工(陸側)設置完了状況)



写真 4.1.2-263 付属物設置工
(隔壁工設置状況)



写真 4.1.2-265 付属物設置工
(隔壁工設置状況)



写真 4.1.2-266 消波ブロック工
(消波ブロック工製作状況)



写真 4.1.2-269 消波ブロック工
(消波ブロック工据付状況)



写真 4.1.2-267 消波ブロック工
(消波ブロック工据付状況)



写真 4.1.2-270 消波ブロック工
(消波ブロック工据付状況)



写真 4.1.2-268 消波ブロック工
(消波ブロック工据付完了状況)



写真 4.1.2-271 消波ブロック工
(消波ブロック工据付完了状況)

第3節 護岸基礎工

3.1 基礎工(陸側基礎)

(1) 基礎工の割付

- ・ 目地材は10mに1箇所設置するものとする。
- ・ プレキャスト基礎と現場打ち基礎が混在する場合には、上記目地材間隔を勘案し割り付けを行うものとする。なお、目地位置は現場打ち基礎の片側のみ設置すること。

(2) プレキャスト基礎施工上の留意点

- ・ 中詰材の有無により施工時の荷重(土圧、被覆ブロック)に対して安定しない製品もあるため、施工段階毎の安定性を確認の上、施工手順を決定しなければならない。
- ・ 据付は、地盤改良体が設計強度以上を発現した後でなければならない。また、地盤改良天端面と基礎下面に隙間が生じる場合には、モルタル、空練モルタルなどにより充填しなければならない。
- ・ 複数のブロックパーツを連結したプレキャスト基礎を使用する場合には、中詰材を投入する前に確実に連結金具を連結して一体化する。ただし目地位置は連結する必要はない。
- ・ 中詰材は上部と下部に分け、上部についてはコンクリートとし、その最低部材厚を被覆ブロックと同程度の厚さを確保するものとし50cm以上とする。
- ・ 生コンクリートの供給が逼迫している場合には、中詰コンクリートの打設にあたり、同程度の厚みによる2層打ちや、中間位置程度に縦留めすることを許容する。なお、前者にあってはレイタンス処理、凝結遅延剤を用いるなどして打継処理を適切に行うものとする。(写真 4.1.3-2参照)
- ・ 単体では不安定な構造である製品の保管にあたっては、転倒など生じないよう十分注意する必要がある。

基礎コンクリート詳細図

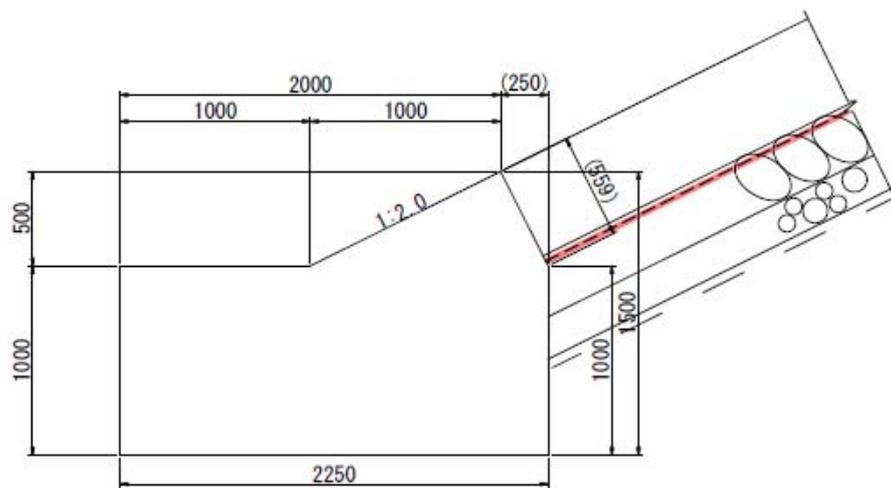


図 4.1.3-1 基礎工詳細図

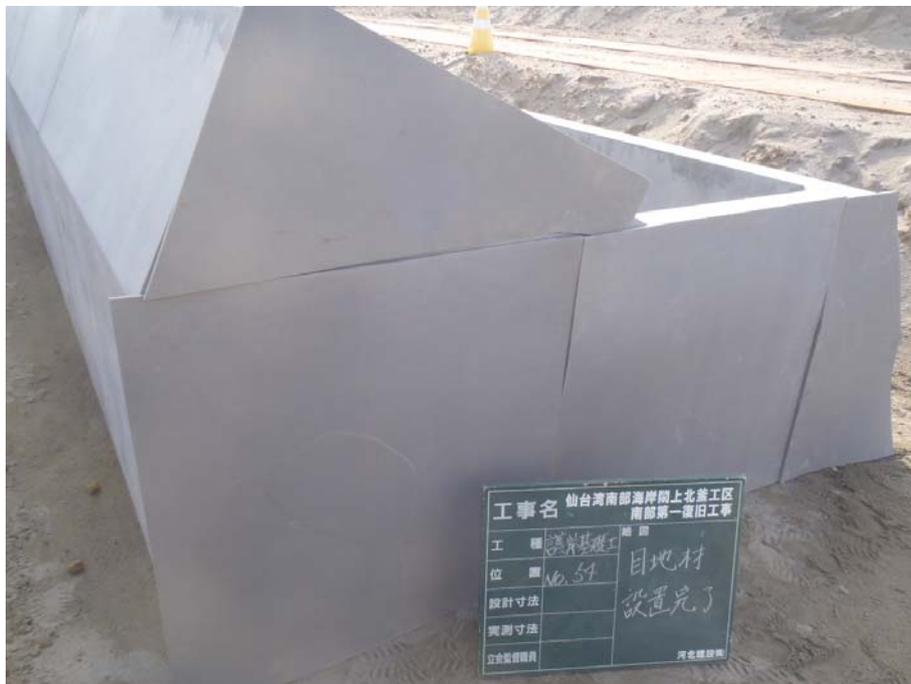


写真 4.1.3-1 目地材の設置例



写真 4.1.3-2 中詰コンクリートの打設処理状況

3.2 基礎捨石

(1) 施工上の留意点

- ・ 捨石の基面幅は、表法被覆ブロック表面法尻より水平方向に 1.5m 離れた幅を必要幅とする。このため、底幅は使用するブロックにより異なるため、監督職員はブロックの形状に応じ適切に法尻位置を判断しなければならない(図 4.1.3-2 参照)。
- ・ 汀線から基礎部までの距離が 30m 以上確保されていないなど波等の影響により基礎部から堤体土の吸出しが懸念される区間(二の倉工区)については、吸い出し防止材を海側法面に設置する。なお、底面に布設すると基礎部に水が溜まってしまうため、底面に布設してはならない。(写真 4.1.3-4 参照)

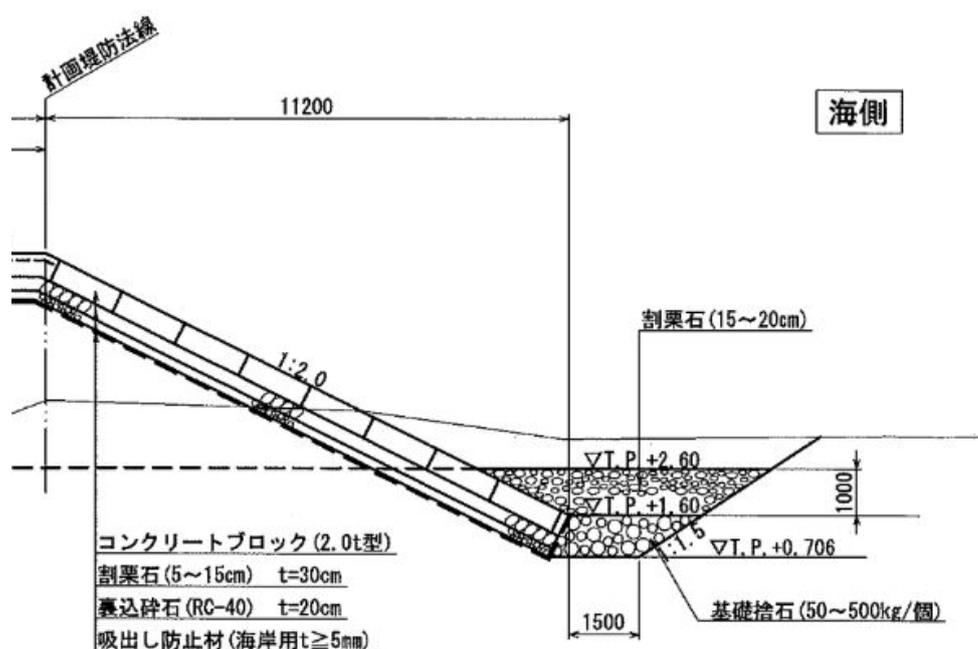


図 4.1.3-2 基礎捨石、表法尻保護詳細図



写真 4.1.3-3 基礎捨石施工例



写真 4.1.3-4 吸出し防止材施工例

3.3 表法尻保護(基礎割栗石)

(1) 施工上の留意点

- ・ 海側に砂浜が広がる区間にあつては、景観・植生域の保全・復元のため、現地砂により表法尻保護を被覆すること。
- ・ 被覆する際には、波浪、降雨等により砂が吸い出され陥没が発生しやすいため、基礎部、法面部の空隙の状況を勘案し、法尻に向かってなだらかに砂を押し上げるようにするか、法尻付近に小山上に砂を盛るかする。(写真 4.1.3-6、写真 4.1.3-7参照)

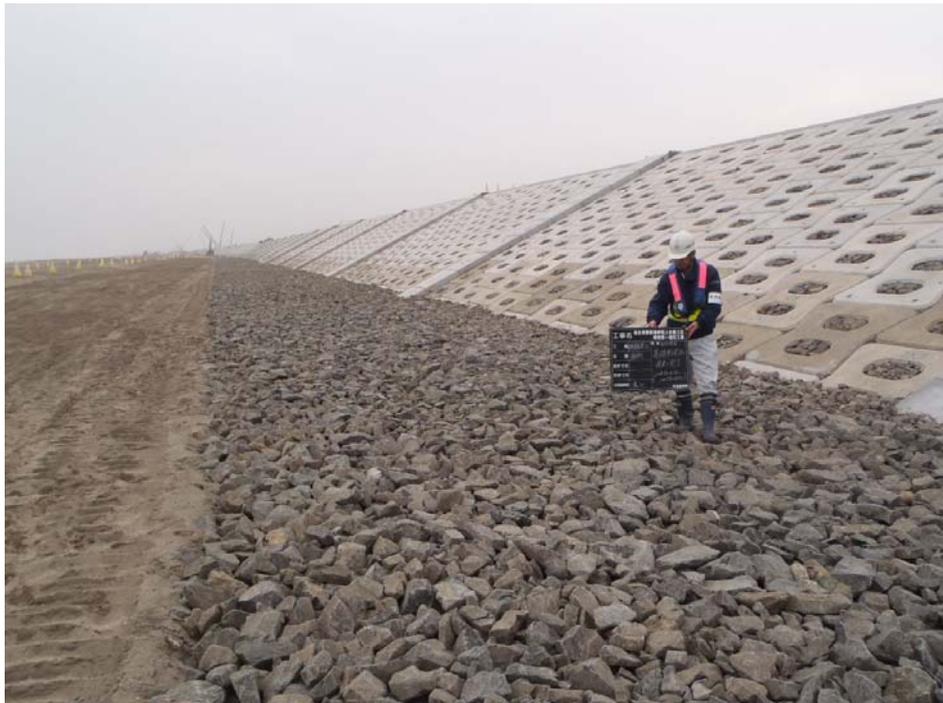


写真 4.1.3-5 法尻保護施工例



写真 4.1.3-6 吸出しによる陥没発生例



写真 4.1.3-7 砂による被覆例

第4節 地盤改良工

4.1 概要

(1) 改良範囲

国総研による水理模型実験結果より、裏側(陸側)基礎工の法尻部において高流速の越流水の流向を変えることによる影響に対して、高さ2.0m×幅5.0m範囲の地盤改良による補強が必要となる。そのため、**図 4.1.4-1**に示すような場所打ちコンクリート基礎と基礎周辺の地盤改良による形式が採用された。

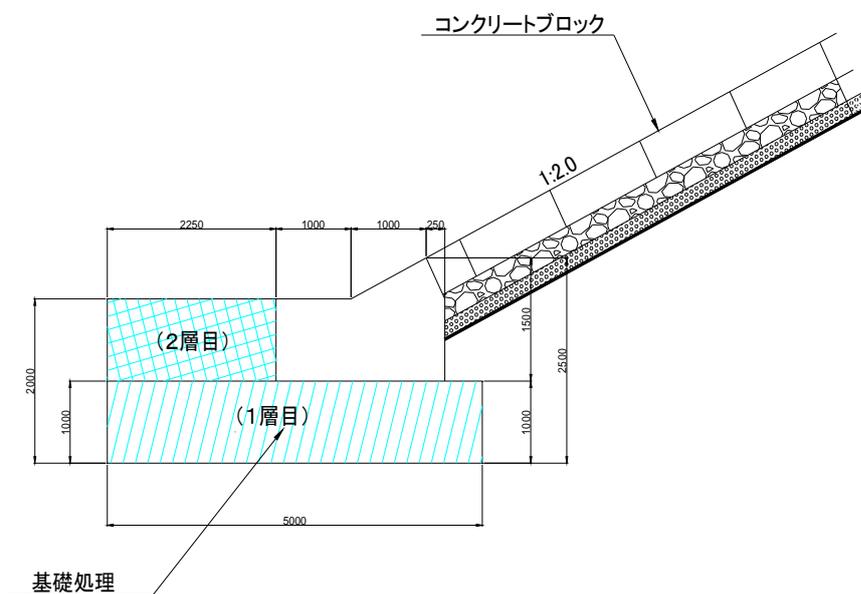


図 4.1.4-1 地盤改良工の形状

(2) 改良強度

地盤改良の強度は、国総研資料(「国総研技術速報 No. 3:粘り強く効果を発揮する海岸堤防の構造検討(第2報)平成24年8月10日」)による実験結果より引張破壊応力 $4\text{N}/\text{cm}^2$ とする。

(参考) 地盤改良の強度

大規模実験での地盤改良体の強度は、実験終了後の改良体からサンプルを採取し、圧縮強度試験を行ったところ、 $0.53\sim 0.91\text{N/mm}^2$ でした。

また、既往の高流速による粘性土の侵食実験（土研資料第3489号「洪水流を受けた時の多自然型河岸防衛工・粘性土・植生の挙動」）では、侵食限界流速の2乗と引張り破壊応力に比例関係が認められることがわかっています。そこで、実験後の改良体を対象に、図-31のような試験器を用いて引張り破壊応力を計測したところ、その値は 5.9N/cm^2 (600gf/cm^2)でした。今回の大規模実験における改良体部分の実験を実物大の高流速侵食実験とみなして、改良体に作用した流速と改良体の引張り破壊応力を前述の既往の侵食実験結果と比較したものが図-32です。図-32の $70\text{gf/cm}^2 < \sigma_{tb}$ の範囲は既往実験から得られている関係の外挿にはなりますが、現地で生じる流速は図-8~10からわかるとおり、 $8\sim 14\text{m/s}$ であること、さらに裏法尻下流で洗掘が進むとさらに流速が大きくなりうること、越流後の改良体表面で剥がれが生じていること等を考え合わせると、引張り破壊応力としては水理実験の実績のある現地の土丹（約 $30\sim 70\text{gf/cm}^2$ ）よりも1オーダー大きい 4N/cm^2 (408gf/cm^2)以上とするのが現時点で考え得る目安と考えられます。また、引張り破壊応力は、現場で実施可能であり、室内に持ち帰って試験をしなくてもよいので、施工管理の指標の1つとすることは容易と考えられます。

なお、今回の実験にあたって改良体のセメント配合量は、改良後の圧縮強度 5N/mm^2 を目標に、実験スケジュールの中で確保できる養生期間を考慮して、室内での配合試験結果に基づき決定しました。しかし、実際の圧縮強度の試験結果は、前述の通り $0.53\sim 0.91\text{N/mm}^2$ でした。目標との乖離が大きかった要因としては、実験水路内と試験室内とで養生期間中の改良体内の水分量が異なっていた可能性があること等が考えられます。現地で施工する際には、工事に使用する土砂を用いて現地試験を行い、実際の養生期間と条件等を考慮してセメント配合量等を決定する必要があります。

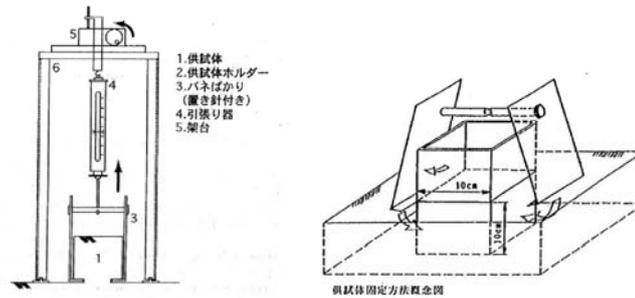


図-31 引張り破壊応力の試験法

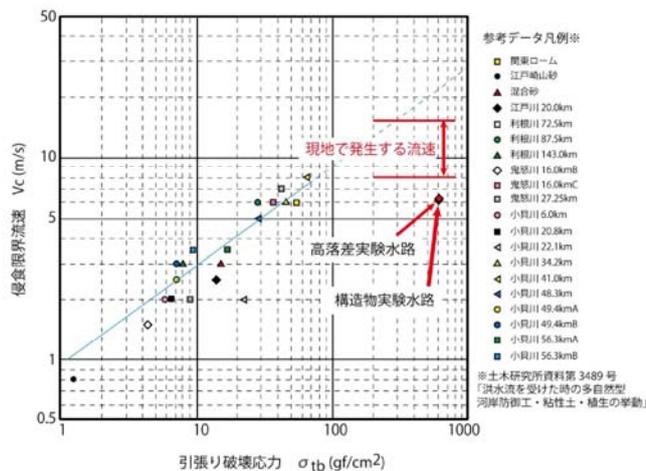


図-32 引張り破壊応力と侵食限界流速との関係 (今回の試験結果を加筆)

図 4.1.4-2 地盤改良強度

出典:国総研技術速報 No. 3:粘り強く効果を発揮する海岸堤防の構造検討(第2報) 平成24年8月10日

(3) 試験施工と工法選定

地盤改良工の工法は、要求される改良強度、現場での適用性、機械手配の可能性等について比較検討し、採用可能と考えられた「ISM工法」、「SCM工法」、「パワーブレンダー工法」、「WILL工法」の4工法について試験施工を実施した。

試験施工は、各工法で各々単位セメント量、水セメント比を変化させ、以下を確認することを目的として実施した。

(試験施工の目的)

- 当該砂地盤の攪拌が可能かどうか。
- 地盤改良体の形状を施工できるか。
- 周辺地山との一体性はどうか。
- 地盤改良体は一様な状況が保てるか。
- 2層に分けて施工する場合、層の継ぎ目に問題はないか。
- 地盤改良体と基礎ブロックとの接触面は一体化していると言える施工が可能か。
- 目標とする強度(引張破壊強度 0.04N/mm^2)が発現できるか。

表 4.1.4-1に地盤改良工法比較表を、表 4.1.4-2～表 4.1.4-4に地盤改良工法の試験施工結果概要表を示す。

試験施工の結果は、いずれの工法も、水セメント比を大きくとり流動性を高めることで、要求性能を十分満足する結果となった。

また、経済性の比較においては、表 4.1.4-1に示すとおりパワーブレンダー工法が有利との結果となった。

以上より、パワーブレンダー工法を標準的な施工法とし、機械の調達状況に応じて、他工法を採用した。

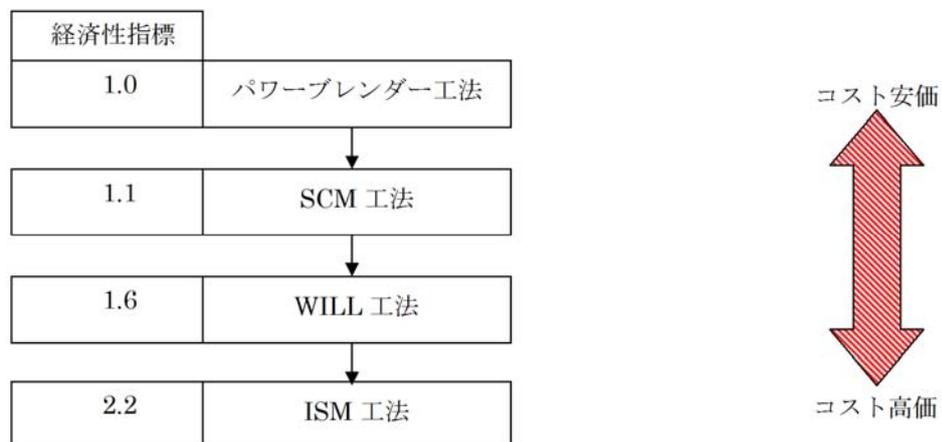


図 4.1.4-3 地盤改良工法の経済性指標

表 4.1.4-1 地盤改良工比較表

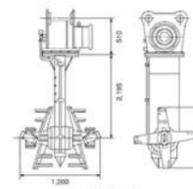
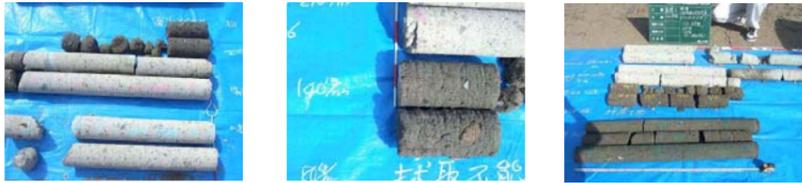
工法区分	砂防ソイルセメント工法		軟弱地盤対策工法				備考		
工法	ISM工法	SCM工法	ツインブレードミキシング工法	パワーレンダ-工法	WILL工法	ロータリースタビ工法			
協会・施工会社等	ISM工法研究会	ライト工業株式会社	小野田ケミコ株式会社	パワーレンダ-工法協会	WILL工法協会	太平洋ソイル株式会社(小野田ケミコ株式会社)			
工法概要	  <p>施工現場において現地発生土砂とセメントミルクをツインヘッドを用いて攪拌混合し、所定の強度を有する改良体を形成する工法。プラントで製造した改良材スラリーをポンプで圧送し、攪拌装置より吐出しながら攪拌土砂材料と均一に攪拌混合する。</p>	  <p>ロータリーレンダ-方式</p>	 <p>深度13m程度までの軟弱地盤を対象とし、バックホウに取り付けた攪拌装置先端部の左右両側の大径攪拌翼によって混合攪拌を行う工法。プラントで製造した改良材スラリーをポンプで圧送し、攪拌装置より吐出しながら貫入・引上げを行い矩形の大断面固化体を作成する。</p>	 <p>セメント、セメント系固化材などの改良材をスラリー状に混練後地中に噴射し、トレンチャーにより原位置の軟弱土と改良材を強制的に攪拌混合し、固化することを目的とした地盤改良工法。</p>	 <p>バックホウタイプベ-スマシンの先端に2タイプのリボンスクリュー攪拌翼とブ-メランプレートを土質により使いわけ軟弱地盤から締まった砂質まで対応する。攪拌翼よりスラリー状の固化材や改良材を吐出し原位置土と混合攪拌する工法。</p>	  <p>バックホウタイプベ-スマシンの先端に2タイプのリボンスクリュー攪拌翼とブ-メランプレートを土質により使いわけ軟弱地盤から締まった砂質まで対応する。攪拌翼よりスラリー状の固化材や改良材を吐出し原位置土と混合攪拌する工法。</p>			
当該現地での標準的な施工方法(案)	ISM工法では、打ち継ぎ目処理を行いながら積層施工が可能であることから以下の手順で行う。 ①地盤改良を行う1層目を残し表面部を掘削する。 ②1層目をISM工法により改良する。 ③改良地盤上(1層目)に基礎コンクリートを施工する。 ④打ち継ぎ目処理を行い(レイタンス処理、モルタル敷き)掘削砂を戻した後、2層目をISM工法により改良する。		軟弱地盤対策工法として実績のある各工法は、5,000KN/m ² に改良された1層目地盤を打ち継ぎ目処理し積層施工することはできないため以下の手順で行う。 ①地盤改良を行う1層目を残し表面部を掘削する。 ②1層目を軟弱地盤工法の各工法により改良する。 ③改良地盤上(1層目)に基礎コンクリートを施工する。 ④打ち継ぎ目処理を行った後(レイタンス処理、モルタル敷き)、2層目は、5,000KN/m ² の貧配合コンクリートを打設する。						
実績による施工仕様	改良径	φ1000	φ1200×1300(φ1500×1500改造有)	φ1500	トレンチャー式	φ1300	φ1200		
	設計強度の実績	qu=1,000~18,000 kN/m ² (巨礫含む砂礫地盤に対して)	qu=100~600 kN/m ² (砂地盤に対して)	qu=100~1,000 kN/m ² (砂地盤に対して)	qu=100~1,000 kN/m ² (砂地盤に対して)	qu=100~1,000 kN/m ² (砂地盤に対して)	qu=100~400 kN/m ² (砂地盤に対して)		
	実績の多い適用地盤	φ300mm程度以下の砂礫地盤	(粘性土) N≤5 (砂質土) N≤10	(粘性土) N≤5 (砂質土) N≤10~15	(粘性土) N≤10 (砂質土) N≤20	(粘性土) N≤10 (砂質土) N≤30	(粘性土) N≤5 (砂質土) N≤10~15		
	施工機械(実績による)	ツインヘッド バックホウ 0.8m ³ クラス プラントヤード 10m×20m=200m ² 程度	施工機 0.8~1.9m ³ クラス バックホウ 0.7m ³ クラス プラントヤード 10m×20m=200m ² 程度	施工機 0.8~1.9m ³ クラス バックホウ 0.7m ³ クラス プラントヤード 10m×20m=200m ² 程度	施工機 0.8~1.4m ³ クラス バックホウ 0.7m ³ クラス プラントヤード 10m×20m=200m ² 程度	施工機 0.8~1.4m ³ クラス バックホウ 0.7m ³ クラス プラントヤード 10m×20m=200m ² 程度	施工機 0.8~1.4m ³ クラス バックホウ 0.7m ³ クラス プラントヤード 10m×20m=200m ² 程度	施工機 0.8~1.4m ³ クラス バックホウ 0.7m ³ クラス プラントヤード 10m×20m=200m ² 程度	
	施工深度	1層 1.0m、(水平打継処理を行いながら積層施工が可能)	最大 10m(5,000KN/m ² による積層施工は不可)	最大 13m(5,000KN/m ² による積層施工は不可)	最大 13m(5,000KN/m ² による積層施工は不可)	最大 8m(5,000KN/m ² による積層施工は不可)	最大 8m(5,000KN/m ² による積層施工は不可)		
施工速度	90~100m ² /日(砂礫地盤等による実績)	100~150m ² /日(軟弱地盤による実績)	90~120m ² /日(軟弱地盤による実績)	100~150m ² /日(軟弱地盤による実績)	80~150m ² /日(軟弱地盤による実績)	80~100m ² /日(軟弱地盤による実績)			
機械保有台数	7台(25台計画あり)	20台	50台	60台	30台	2台	協会等へのヒアリングによる		
当該現地投入可能台数(9月~11月)	7台(25台計画あり)	4台程度	15台	10台	7台	2台	協会等へのヒアリングによる		
当該現地への投入に対する課題	・巨礫交じりの砂礫地盤では、5,000KN/m ² 改良実績は数多くあるが、当該地点のような砂地盤による改良実績はない。 ・施工機械が特殊なため、7台の施工機械しかない。	・軟弱地盤対策を目的に開発・使用されている工法であるため、当該目標強度である5,000KN/m ² を満足する施工仕様を設定するためには室内コンクリート配合試験に加え現地試験施工が必要となる。	・軟弱地盤対策を目的に開発・使用されている工法であるため、当該目標強度である5,000KN/m ² を満足する施工仕様を設定するためには室内コンクリート配合試験に加え現地試験施工が必要となる。 ・攪拌混合抵抗が大きいため、他工法より水セメント比を大きくする必要がありセメント量が他工法より多くなる場合が多い。 ・水セメント比が大きいため、トレンチャー引き上げ時に攪拌装置から泥土が飛散し易い。	・軟弱地盤対策を目的に開発・使用されている工法であるため、当該目標強度である5,000KN/m ² を満足する施工仕様を設定するためには室内コンクリート配合試験に加え現地試験施工が必要となる。 ・攪拌混合抵抗が大きいため、他工法より水セメント比を大きくする必要がありセメント量が他工法より多くなる場合が多い。 ・施工実績は多工法に比べ少ない。	・軟弱地盤対策を目的に開発・使用されている工法であるため、当該目標強度である5,000KN/m ² を満足する施工仕様を設定するためには室内コンクリート配合試験に加え現地試験施工が必要となる。 ・施工実績は多工法に比べ少ない。	・軟弱地盤対策を目的に開発・使用されている工法であるため、当該目標強度である5,000KN/m ² を満足する施工仕様を設定するためには室内コンクリート配合試験に加え現地試験施工が必要となる。 ・施工実績は多工法に比べ少ない。			
概算単価	1, 2層目を地盤改良としたm当り施工単価 ①改良土量単価: 10,500円/m ³ (高炉B、混入量200kg/m ³ と仮定) ②m当り地盤改良7.25m ² (1.2層目)として 10,500円/m ² ×7.25m ² ≒76,125円≒76千円/m(地盤改良m当り) ③地盤改良工m当り 76千円/m	1層目地盤改良、2層目後打ちとしたm当り施工単価 ①改良土量単価: 7,000円/m ³ (高炉B、混入量280kg/m ³ と仮定) ②m当り地盤改良5.00m ² (1層目)として 7,000円/m ² ×5.00m ² ≒35,000円≒35千円/m(地盤改良m当り) ③2層目後打ちコンクリート(5N/mm ²)2.25m ² 12,000円/m ² ×2.25m ² ≒27,000円≒27千円/m ④地盤改良工m当り 35千円/m+27千円/m=62千円/m	1層目地盤改良、2層目後打ちとしたm当り施工単価 ①改良土量単価: 7,100円/m ³ (高炉B、混入量280kg/m ³ と仮定) ②m当り地盤改良5.00m ² (1層目)として 7,100円/m ² ×5.00m ² ≒35,500円≒36千円/m(地盤改良m当り) ③2層目後打ちコンクリート(5N/mm ²)2.25m ² 12,000円/m ² ×2.25m ² ≒27,000円≒27千円/m ④地盤改良工m当り 36千円/m+27千円/m=63千円/m	1層目地盤改良、2層目後打ちとしたm当り施工単価 ①改良土量単価: 8,000円/m ³ (高炉B、混入量400kg/m ³ と仮定) ②m当り地盤改良5.00m ² (1層目)として 8,000円/m ² ×5.00m ² ≒40,000円≒40千円/m(地盤改良m当り) ③2層目後打ちコンクリート(5N/mm ²)2.25m ² 12,000円/m ² ×2.25m ² ≒27,000円≒27千円/m ④地盤改良工m当り 40千円/m+27千円/m=67千円/m	1層目地盤改良、2層目後打ちとしたm当り施工単価 ①改良土量単価: 8,700円/m ³ (高炉B、混入量280kg/m ³ と仮定) ②m当り地盤改良5.00m ² (1層目)として 8,700円/m ² ×5.00m ² ≒43,500円≒44千円/m(地盤改良m当り) ③2層目後打ちコンクリート(5N/mm ²)2.25m ² 12,000円/m ² ×2.25m ² ≒27,000円≒27千円/m ④地盤改良工m当り 44千円/m+27千円/m=71千円/m	1層目地盤改良、2層目後打ちとしたm当り施工単価 ①改良土量単価: 8,600円/m ³ (高炉B、混入量280kg/m ³ と仮定) ②m当り地盤改良5.00m ² (1層目)として 8,600円/m ² ×5.00m ² ≒43,000円≒43千円/m(地盤改良m当り) ③2層目後打ちコンクリート(5N/mm ²)2.25m ² 12,000円/m ² ×2.25m ² ≒27,000円≒27千円/m ④地盤改良工m当り 43千円/m+27千円/m=70千円/m	1層目地盤改良、2層目後打ちとしたm当り施工単価 ①改良土量単価: 8,600円/m ³ (高炉B、混入量280kg/m ³ と仮定) ②m当り地盤改良5.00m ² (1層目)として 8,600円/m ² ×5.00m ² ≒43,000円≒43千円/m(地盤改良m当り) ③2層目後打ちコンクリート(5N/mm ²)2.25m ² 12,000円/m ² ×2.25m ² ≒27,000円≒27千円/m ④地盤改良工m当り 43千円/m+27千円/m=70千円/m	・間接工事費(組立、解体、運搬費等は見込んでいない)。 ・セメント量、施工能力等は配合試験、現地試験により変動する可能性はありますが、単価変動の要素が大きいです。	
評価	試験施工により適用確認を行う	試験施工により適用確認を行う	施工機械の手配が困難である	試験施工により適用確認を行う	試験施工により適用確認を行う	試験施工により適用確認を行う	施工機械の手配が困難である	施工業者へのヒアリングによる	

表 4.1.4-2 地盤改良工法の試験施工結果概要表(1/3)

工法区分	砂防ソイルセメント工法	軟弱地盤対策工法	
工 法	ISM工法	SCM工法	
試験施工区	深沼北北部第4、深沼南北部第4、深沼南北部第6	二の倉北部第一工事	
試験実施日	2012/07/27 (深沼北北部第4)、2012/07/30 (深沼南北部第4)、2012/08/01 (深沼南北部第6)	2012/8/10 (1層目および2m一体改良) 2012/8/11 (2層目改良および一体改良部切り取り)	備考
試験条件等	2012/07/27 セメント添加量 320Kg/m ³ 2012/07/30 セメント添加量 300Kg/m ³ 2012/08/01 セメント添加量 300Kg/m ³	セメント添加量 (260Kg/m ³ (1層目試験) セメント添加量 (360Kg/m ³ (一体改良(試験状況により配合変更)) セメント添加量 (試験開始時260Kg/m ³ 後 (300Kg/m ³ まで追加)	
現地試験状況			①改良マシン全景 ②改良マシン先端 ③改良前半 ④改良後半 ⑤改良後 ⑥仮設備全景
試験特記事項	<p>○当該砂地盤の間隙率が50%近くあり、スラリー量が多くなったことから、水セメント比が110%となり流動化の大きい改良体となった。</p> <p>○ISM工法は攪拌トルクが大きいため、スラリー攪拌は容易に行えると考えていたが、当初予想よりは攪拌抵抗も大きいと感じられた。</p> <p>○仕上りの高さの沈下や隆起は認められなかった。</p> <p>○改良後4時間程度でかなりの硬化が認められた。</p>	<p>○一層目改良では、総スラリー量が少なく改良体全体にスラリーが行き届かない状況であった。</p> <p>○回転翼のトルクが不足しており、2m深の改良はできなかった。</p> <p>○一様な攪拌に非常に時間を要し、効率がかなり落ちるものと考えられる。</p> <p>○総スラリー量を増加すれば解消すると思われるが、今回の試験施工では一様な改良体製造とは行かなかった。(改良体の出来上がりはイメージに近いものであった)</p> <p>○鉛直、水平とも打ち継ぎ面の一体化に不安が残った。</p> <p>○改良範囲内の地山(砂)を持ち上げるため全体的に改良範囲が上昇したように感じられる。</p> <p>○2層目の改良は地盤改良機よりも別途練のコンクリートを打設する方が望ましいと思われる。</p> <p>○一体改良後の切り取りは約19時間後に実施したが切り取り不可であった。改良後より早い段階(4~5時間程度)での切り取りが必要である。</p>	
改良体の状況 (コア抜きによる)			現地採取した代表的なコア写真
試験施工による評価	<p>○当該砂地盤の間隙率が50%近くあり、スラリー量が多くなったことから、水セメント比が110%となり流動化の大きい改良体となった。これは、改良体を一体化できるため有効な改良方法と考えられる。</p> <p>○目標強度の達成は強度試験結果によるが、改良後4時間程度でかなりの硬化が認められ5N/mm²の強度発現は問題ないと考える。(事前の室内配合で十分な強度発現を確認しているので問題ないと考えられる。)</p>	<p>○目標強度の達成は強度試験結果によるが、改良後4時間程度でかなりの硬化が認められ5N/mm²の強度発現は問題ないと考える。(事前の室内配合で十分な強度発現を確認しているので問題ないと考えられる。)</p> <p>○改良体を一体化するには、より流動化の工夫が必要であり、現時点での採用は難しいと言わざるを得ない。</p> <p>注) SCM工法の試験施工は、実施日が8/10であった。そのため国総研技術速報No.3が発表され、目標強度が引張破壊応力4N/cm²(0.04N/mm²)以上とすることが示された。その結果、地盤改良業者、施工業者とも新目標により施工することとしたため、5N/mm²強度目標での本施工方法は採用していない。</p>	

※ 試験施工時の目標強度は、圧縮強度 5N/mm²、あるいは、引張破壊強度 0.04N/mm² (=4N/cm²)としている。

表 4.1.4-3 地盤改良工法の試験施工結果概要表(2/3)

工法区分	軟弱地盤対策工法	軟弱地盤対策工法	備考
工法	パワーブレンダー工法	パワーブレンダー工法(ワイドタイプ)	
試験施工区	蒲崎北部第1	関上北釜南部第3	
試験実施日	2012/09/04、05	2012/09/12、13	
試験条件等	セメント添加量 70Kg/m ³ (水セメント比350%) セメント添加量 140Kg/m ³ (水セメント比190%) セメント添加量 210Kg/m ³ (水セメント比140%) (9/5の2層目は水セメント比120%に修正)	セメント添加量 143Kg/m ³ (水セメント比170%) セメント添加量 190Kg/m ³ (水セメント比140%) セメント添加量 117Kg/m ³ (水セメント比200%) セメント添加量 190Kg/m ³ (水セメント比140%:2層目)	
現地試験状況			①改良マシン全景 ②改良マシン先端 ③改良前半 ④改良後半 ⑤改良後 ⑥仮設備全景
試験特記事項	<p>○当該砂地盤の間隙率が50%近くあることから、地盤への吸水量を考慮し純加水量が各セメント量で一定になるようにした。その結果、各セメント量に対して水セメント比は異なるとともに水セメント比が大きな値での試験となった。</p> <p>○総スラリー量を増やし、水セメント比を大きくしたことで攪拌は容易に行えた。その結果、2mの全体改良(セメント添加量 210Kg/m³(水セメント比140%))も可能であった。また、トレンチャーが正、逆両方向に回転可能であるため砂の確実な練り込みが認められた。</p> <p>○改良体の切り取りは、約19時間後ですべてのケースで可能であった。したがって、2m全体改良の後の切り取りによる施工も可能であると考えられる。</p> <p>○仕上りの高さの沈下が8cm程度認められた。これは、間隙に対する総スラリー量がまだ不足していること、あるいは、水セメント比が大きいことによるブリージングの影響が考えられる。</p> <p>○1層目、2層目の継ぎ目は良好な状態であった。</p> <p>○二次製品と改良体の接触面に5cm程度程度の未改良部分が認められた。これに対しては、補助バックホウ(平ツメ)による二次製品接触面への攪拌が必要であると考えられる。</p>	<p>○当該砂地盤の間隙率が50%近くあることから、地盤への吸水量を考慮し純加水量が各セメント量で一定になるようにした。その結果、各セメント量に対して水セメント比は異なるとともに水セメント比が大きな値での試験となった。</p> <p>○総スラリー量を増やし、水セメント比を大きくしたことで攪拌は容易に行えた。トレンチャー幅が大きく攪拌能力が優れているようであった。</p> <p>○仕上がり高さの沈下が10cm程度(目視による)認められた。これは、間隙に対する総スラリーがまだ不足していること、あるいは、水セメント比が大きいことによるブリージングの影響が考えられる。</p> <p>○施工においては、仕上りが下がることへの対応が重要である。試験施工では、最後に周辺に溢れた改良ムラが認められる材料を表面に敷きならしていたが適切でない。沈下量を想定した改良深さの設定あるいは総スラリー量の更なる増加等の工夫が必要である。</p> <p>○1層目、2層目の継ぎ目は良好な状態であった。</p> <p>○二次製品と改良体の接触面は下部では不十分であった。これにより二の倉工区での試験も、二次製品の突起の原因でなかったと推察できる。したがって、二次製品との密着を確保するため工夫(バックホウによる二次攪拌あるいはパワーブレンダーを二次製品に接触させる等)別途必要である。</p>	
改良体の状況 (コア抜きによる)			現地採取した代表的なコア写真
試験施工による評価	<p>○当該砂地盤の間隙率が50%近くあり、総スラリー量を多くすることで流動化の大きい改良体を目指した。これは、改良体を一体化できるため有効な改良方法と考えられる。</p> <p>○目標強度の達成は強度試験結果(引張破壊強度試験)によるが、目標強度が非常に小さいことからコアの目視観察からは十分な強度発現が期待できると推察する。</p> <p>○二次製品と改良体の接触面に5cm程度程度の未改良部分が認められた。これに対しては、補助バックホウ(平ツメ)による二次製品接触面への攪拌が必要であると考えられる。</p>	<p>○本試験は地盤改良機(パワーブレンダーのワイドタイプ)の適用試験の位置づけで実施した。</p> <p>○評価は、左に同じで、二次製品接触面に対する工夫を行えば十分な適用性があると考えられる。</p>	

※ 試験施工時の目標強度は、圧縮強度 5N/mm²、あるいは、引張破壊強度 0.04N/mm²(=4N/cm²)としている。

表 4.1.4-4 地盤改良工法の試験施工結果概要表(3/3)

工法区分	軟弱地盤対策工法		備考
工 法	W I L L工法		
試験施工区	笠野北部第4		
試験実施日	2012/09/12、13		
試験条件等	<p>改良対象が砂のみの区間と砂と土（路盤）が混合する区間があることからこの両方を対象に試験施工を行った。 （砂100%の場合と砂50%+土（路盤材）50%の範囲を造成し改良条件は同じとした）</p> <p>セメント添加量 70Kg/m³（水セメント比250%） セメント添加量 135Kg/m³（水セメント比190%） セメント添加量 200Kg/m³（水セメント比170%）</p>		
現地試験状況			①改良マシン全景 ②改良マシン先端 ③改良前半 ④改良後半 ⑤改良後 ⑥仮設備全景
試験特記事項	<p>○W I L L工法では2mを一体改良し、その後切り取り成型することを前提に試験を実施した。 ○総スラリー量を増やし、水セメント比を大きくしたことで2m一体改良も問題なく可能であった。 ○砂100%および砂50%+土（路盤材）50%どちらの地盤状態でも2m改良が問題なく可能であった。 ○改良終了時に範囲全体の再攪拌を行うことで改良体の均一性も高められていた。 ○どのケースも仕上がり高さの沈下が認められた。（ケースによって5～10cm程度）これは、間隙に対する総スラリー量がまだ不足していること、あるいは、水セメント比が大きいことによるブリージングの影響が考えられる。 ○施工においては、仕上がり下がることへの対応が重要である。沈下量を想定した改良深さの設定あるいは総スラリー量の更なる増加等の工夫が必要である。 ○切り取り成型については、4時間後、約15時間後、約24時間後、いずれも、バックホウにより成型可能であった。 ○切り取り成型では、砂50%+土（路盤材）50%の地盤は礫により切り取り面が若干乱れるが、二次製品との密着はあらかじめ隙間を作り後打ちコンクリートで埋めることとすれば十分確保できる。</p>		
改良体の状況 （コア抜きによる）			現地採取した代表的なコア写真
試験施工による評価	<p>○W I L L工法では2mを一体改良し、その後切り取り成型することを前提に試験を実施したが、十分な地盤完了が可能であることが確認できた。 ○総スラリー量を増やし、水セメント比を大きくしたことで2m一体改良も問題なく可能であった。 ○砂100%および砂50%+土（路盤材）50%どちらの地盤状態でも2m改良が問題なく可能であった。 ○改良終了時に範囲全体の再攪拌を行うことで改良体の均一性も高められていた。</p>		

※ 試験施工時の目標強度は、圧縮強度 5N/mm²、あるいは、引張破壊強度 0.04N/mm² (=4N/cm²)としている。

(4) 配合

1) 単位セメント量

試験施工において、目標強度として定めた引張破壊強度を確保できる単位セメント量を検討した。

図 4.1.4-4に試験施工における引張破壊強度と単位セメント量の関係図を示す。なお、引張破壊強度は、改良体は発現強度が非常に小さいため、直接引張破壊試験では、現地、室内とも困難であることから、割裂試験により把握することとした。

試験によると、一般的な浅層混合処理工法の最低セメント添加量である 70kg/m^3 で目標の引張破壊強度 0.04N/mm^2 を満足している。しかしながら実施工の配合は、施工時のばらつき等やセメントの変動等を考慮する必要がある。そこで、単位セメント量は、設計強度(引張破壊強度 0.04N/mm^2)に現場施工における変動係数を考慮した強度を満足できるセメント量で評価した。

現場施工における変動係数は、今回採用する工法の一つである WILL 工法で示されている 21%~32%およびスラリー系の深層混合処理工法(CDM 協会資料)で示されている 30%~50%を参考に、当該砂地盤のような極めて低含水比状態の地盤に 200%程度の高水セメント比でのスラリー施工の実績がどの工法も殆ど実績がないことから、40%とした。

以上より、以下の式による目標強度を満足できる単位セメント量は 0.056N/mm^2 で評価することとした。

$$Se = (1 + Cv) \times Qt$$

Se: 単位セメント量を考える目標引張破壊強度 (N/mm^2)

Cv: 現場施工における変動係数 (40%)

Qt: 目標引張破壊強度 (0.04N/mm^2)

$$\therefore Se = 0.04 \times 1.4 = 0.056 \text{ N/mm}^2$$

図 4.1.4-4によれば、単位セメント量が 90kg/m^3 程度以上であれば目標引張破壊強度以上を確保できるものと整理できる。従って、当現場における地盤改良工では単位セメント量 90kg/m^3 を標準とする。

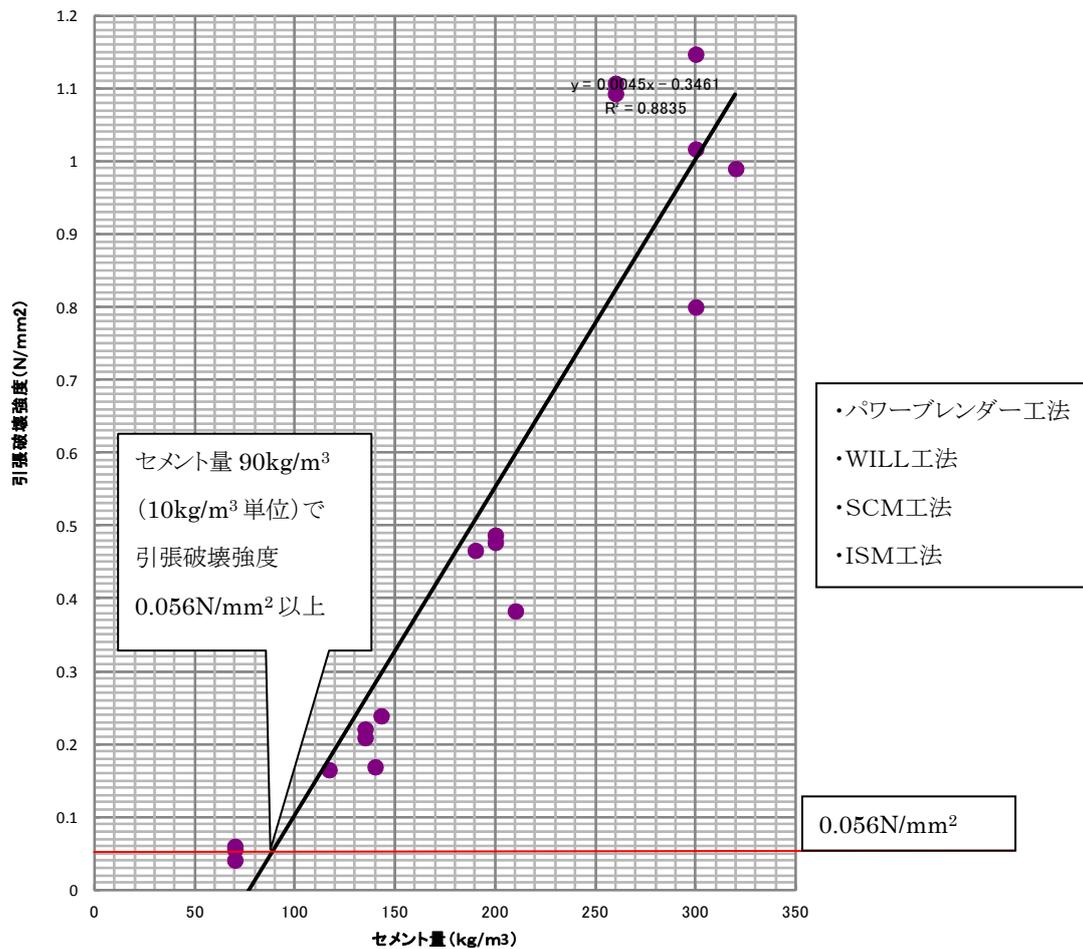


図 4.1.4-4 試験施工における引張破壊強度と単位セメント量の関係図

2) 水セメント比

試験施工では、改良体の高い流動性を持たせることで、一様な改良、層継ぎ目の確実な密着、基礎ブロックとの密着が確保できることを確認した。

その結果、一般的な地盤改良とは異なり非常に大きな水セメント比を採用しており、概ね $W/C = 200 \sim 300\%$ での試験施工であった。実施工では砂地盤の状況、地下水位の状況等を勘案して水セメント比を設定することが望ましい。

4.2 地盤改良工の実績と評価

実施工における地盤改良工の状況を整理した。下の評価結果を述べる。

(1) 全体の傾向分析

図 4.1.4-5は単位セメント量と引張破壊強度の関係を示し、図 4.1.4-6はセメント水比と引張破壊強度の関係を示す。これらの関係から地盤改良について以下の考察を行った。

- いずれの工法、いずれのセメント量およびセメント水比であっても品質目標(引張破壊強度 0.04N/mm^2)を満足している。
- 今回採用した地盤改良工法では、現地試験を行わない場合、設計強度に余裕率を 2 倍程度見込んで配合設計を行うのが一般的である。しかしながら、今回は現地試験を行い現地の変動係数を 40%見込み最低配合量を 90kg/m^3 とした。その結果、設計強度の 2 倍となる 0.08N/mm^2 以下の引張強度を示すデータも多く見られ、試験施工を実施したことで適切な配合設計となったと評価できる。
- 単位セメント量が多くなるほど強度にばらつきが出ているのは、攪拌ムラが発生しセメント量の多い部分の改良体は強度が大きくなっているのが原因と考えられる。
- セメント水比も大きくなるほど強度にばらつきが出ているが、これは、スラリーの流動性低下により攪拌ムラが発生するのが原因と考えられる。今回の結果からは、セメント水比が 0.45 程度以下であると強度のばらつきが小さくなっている。
- 今回の地盤改良は、単位セメント量は $90\sim 220\text{kg/m}^3$ の範囲で実施されている。これら配合による強度試験の結果をみると、単位セメント量が増えても強度の最低値が大きくなっていく傾向は無い。これは、攪拌ムラによりセメント分の少ない箇所の強度が表現されているものと考えられる。したがって、単位セメント量は 90 kg/m^3 で十分であると考えられる。
- 単位セメント量の更なる縮減に関しては、今回のデータによる評価は難しいと考える。というのは、試験結果のばらつきが大きく、単位セメント量を減じると強度のばらつきは小さくなるものの設計強度を満足できないデータやそもそも試験用コアの採取が出来ないという状況が発生する懸念があるためである。一方、発注時の配合量である 90 kg/m^3 は、設計強度 0.04N/mm^2 付近のデータもあり、また、試験用のコア採取も弱材令では採取出来ない程であったことから、決して過大な配合量ではないと考える。

(2) 施工区分（1層目、2層目）による分析

地盤改良工について施工区分(1層目、2層目)による分析を行った。

実施工では、WILL工法を除いたISM工法、SCM工法、パワーブレンダー工法は基本的に2層に分けて施工している。

2層目は、二次製品との接触を考慮しつつ狭小の施工が求められることからそれぞれの強度結果を分析する。

全体の傾向としては、1層目、2層目施工時で大きな差異は認められない。またセメント水比が大きくなると全体の攪拌ムラにより部分的に強度の大きな部分が出る傾向も同様である。SCM工法で2層目のばらつきが小さくなっているのは、SCM工法では、2層目をミキシングバケットにより入念な攪拌施工を行ったためと考えられる。

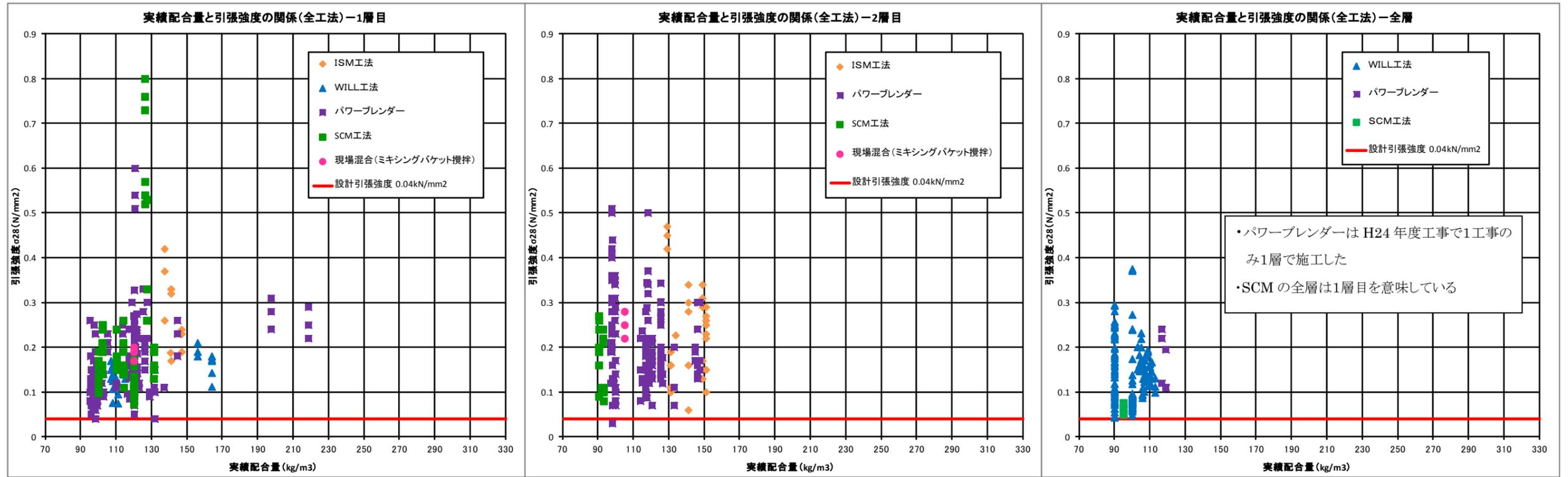


図 4.1.4-5 実績配合量と引張破壊強度関係図

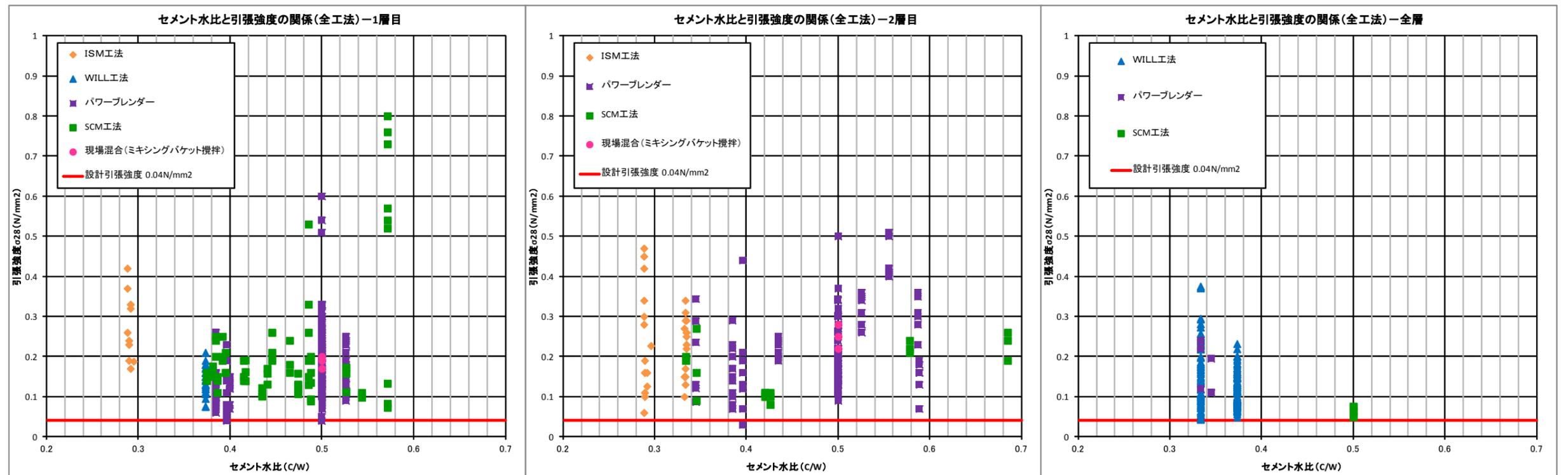


図 4.1.4-6 セメント水比と引張破壊強度関係図

(3) 施工時期による分析

実施工では、冬季の施工時にスラリーが凍結(シャーベット状)したような状態となり、攪拌不足による施工ムラが出来ることが懸念されていた。これらのことから、施工時期(気温)による分析を行った。

分類は、施工日気温4° C を目安にしたが、これはコンクリート打ち込み制限気温を考慮して分類した。

単位セメント量が少なく、セメント水比が小さい領域では、冬季施工の方がばらつきが少ないように見受けられる。

これについては、強度発現に時間を要するために28日では最終強度とならずにばらつきが少ないのではないかと推定される。

また、今回の分析により冬季のシャーベット状態であっても入念に攪拌を行えば一様な改良となることも確認できた。

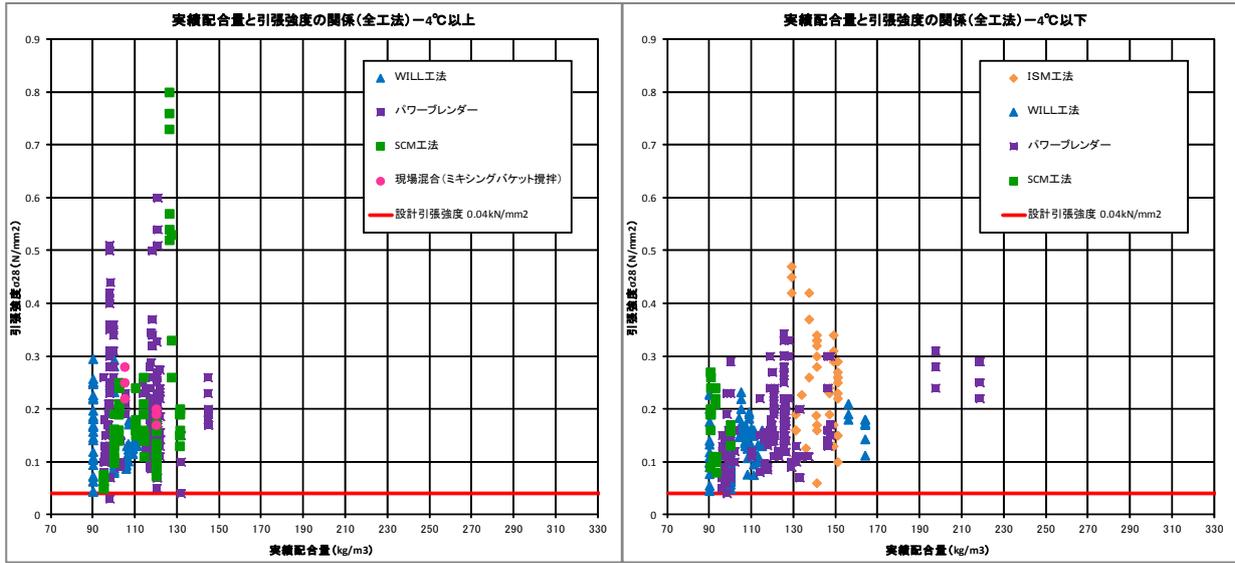


図 4.1.4-7 実績配合量と引張破壊強度の関係(施工日温度 4°Cによる分類)

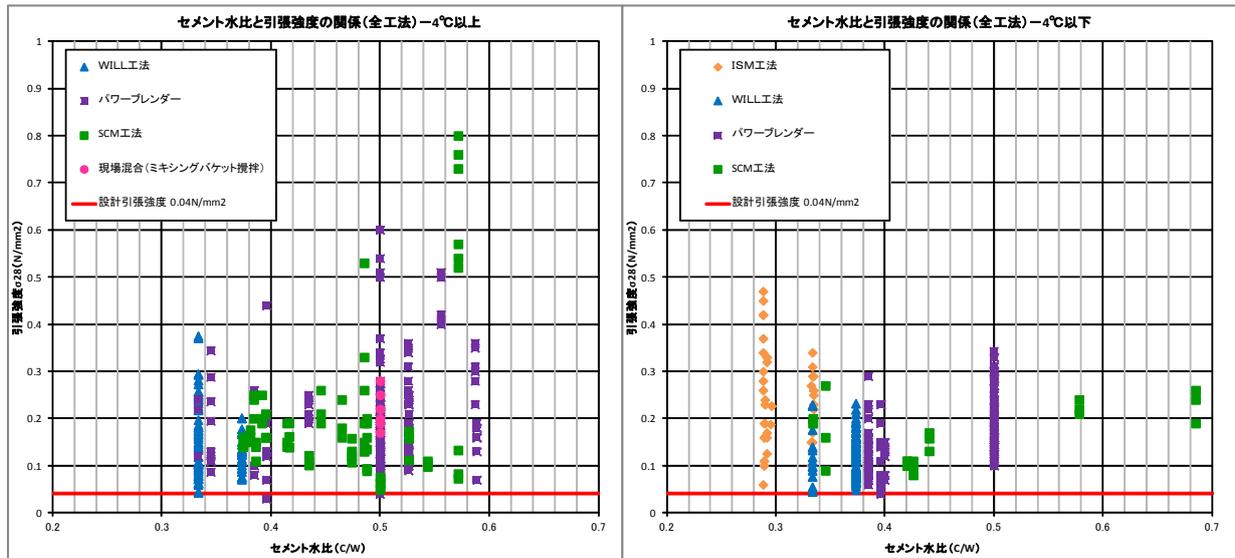


図 4.1.4-8 セメント水比と引張破壊強度の関係(施工日温度 4°Cによる分類)

(4) 試験施工実施工区の施工実績

今回の地盤改良では、各 4 工法について試験施工を実施している。そこで、試験施工を実施した工区の施工実績の分析を試みた。

SCM 工法および WILL 工法では、試験施工を実施した工区の実施工状況はばらつきの小さい結果となっている。これは、工法による特徴という観点からすれば、SCM 工法、WILL 工法は回転翼による攪拌であることが共通している。しかしながら、ISM 工法も同様な回転翼形式であるが同様な傾向が認められない。以上より、両工法は、採用工区が少ないため、実際に試験施工を行った地盤改良担当者が実施工にも携わっていたためと考えられる。

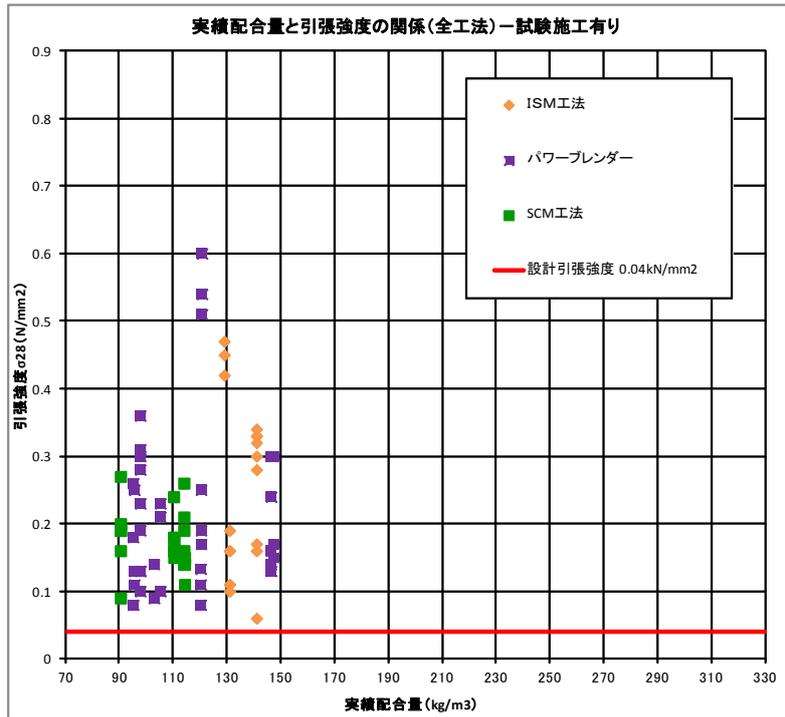


図 4.1.4-9 実績配合量と引張破壊強度の関係(試験施工を実施した工事の抽出)

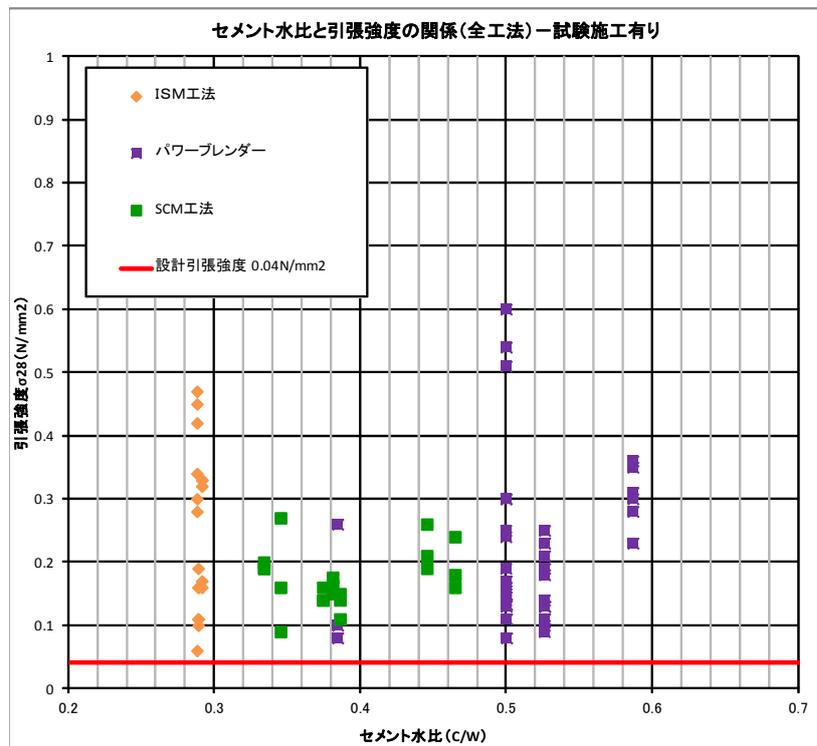


図 4.1.4-10 セメント水比と引張破壊強度の関係(試験施工を実施した工事の抽出)

(5) 変動率の算定

当現場における地盤改良工は単位セメント量 90kg/m³を標準としている。これは、単位セメント量を変化させて実施した現地試験施工の引張破壊強度に現場での変動係数を 40%見込んで設定したものである。ここで、変動係数とは、現場の状況や施工状態による改良土のばらつきであり、CDM 研究会資料では陸上施工では 40%を標準値としている。

① 改良土のばらつき
改良土のばらつきは変動係数 (V) で表します。

$$\text{変動係数 (\%)} = \frac{\text{標準偏差 } \sigma \text{ (kN/m}^2\text{)}}{\text{一軸圧縮強さの平均値 (kN/m}^2\text{)}} \times 100$$

この変動係数は、改良体を構造物として評価する場合の品質の指標となります。変動係数の目安を表-2に示します。

表-2 変動係数の目安

目	改良形式	変動係数 (%)	
		範囲	標準値
陸上施工	ブロック式 壁格子式	30~50	40
海上施工	ブロック式 壁格子式	20~50	33

CDM 研究会による変動係数

表 4.1.4-5に地盤改良体の引張破壊強度の変動係数を示す。これによれば、全工法、全単位セメント量を対象(データ数 681)とした変動係数は 55%となった。また、設計単位セメント量である 90 kg/m³を対象(データ数 63)とした変動係数は 48%である。この結果から、配合設計時に設定した 40%は過大なものではなかったと言える。

変動係数を工法別にみると、データ数の多いパワーブレンダーで 48%(データ数 342)、WILL 工法(データ数 198)で 44%とデータ母数が多いほど変動係数も 40~50%に収束するように思われる。なお、SCM 工法の変動係数が大きいのは、セメント水比 0.57 の流動性が悪く、部分的に大きな強度が発現したためと考えられる。

表 4.1.4-5 地盤改良体の変動係数(ばらつき)

	全工法	実績配合量 (90以上100未満)	実績配合量 (100以上110未満)	実績配合量 (110以上120未満)	実績配合量 (120以上130未満)
データ数	681	171	147	117	156
標準偏差	0.10	0.09	0.07	0.07	0.13
平均値	0.17	0.16	0.14	0.17	0.21
変動係数	55%	58%	48%	38%	62%
	実績配合量 (130以上140未満)	実績配合量 (140以上150未満)	実績配合量 (150以上160未満)	実績配合量 (160以上170未満)	実績配合量 (170以上180未満)
データ数	29	37	12	6	0
標準偏差	0.08	0.07	0.05	0.02	
平均値	0.16	0.22	0.22	0.16	
変動係数	51%	33%	24%	15%	
	実績配合量 (180以上190未満)	実績配合量 (190以上200未満)	実績配合量 (200以上210未満)	実績配合量 (210以上220未満)	実績配合量 (90)
データ数	0	3	0	3	63
標準偏差		0.03		0.03	0.07
平均値		0.28		0.25	0.15
変動係数		10%		11%	48%
	実績配合量 (95)	実績配合量 (100)	実績配合量 (117)	実績配合量 (125)	実績配合量 (135)
データ数	9	81	27	21	0
標準偏差	0.06	0.08	0.05	0.07	
平均値	0.09	0.13	0.18	0.22	
変動係数	68%	63%	26%	32%	
工法毎					
	ISM	パワーブレンダー	WILL	SCM	現地攪拌
データ数	42	342	198	93	6
標準偏差	0.10	0.09	0.06	0.14	0.04
平均値	0.24	0.18	0.13	0.19	0.22
変動係数	42%	48%	44%	74%	17%

第5節 築堤盛土工

5.1 堤体盛土(購入土)

(1) 材料

堤体材料は、土場からの購入土を原則とする。

購入土の品質(物理性状、力学性状)は土場毎で実施されている材料試験の結果に基づいて評価することを原則とする。

1) 粒度

堤体材料の粒度は、図 4.1.5-1に示す堤体材料として望ましい粒度範囲内であることが望ましい。なお、図 4.1.5-1は河川土工マニュアルに示されている文言を図化したものである。

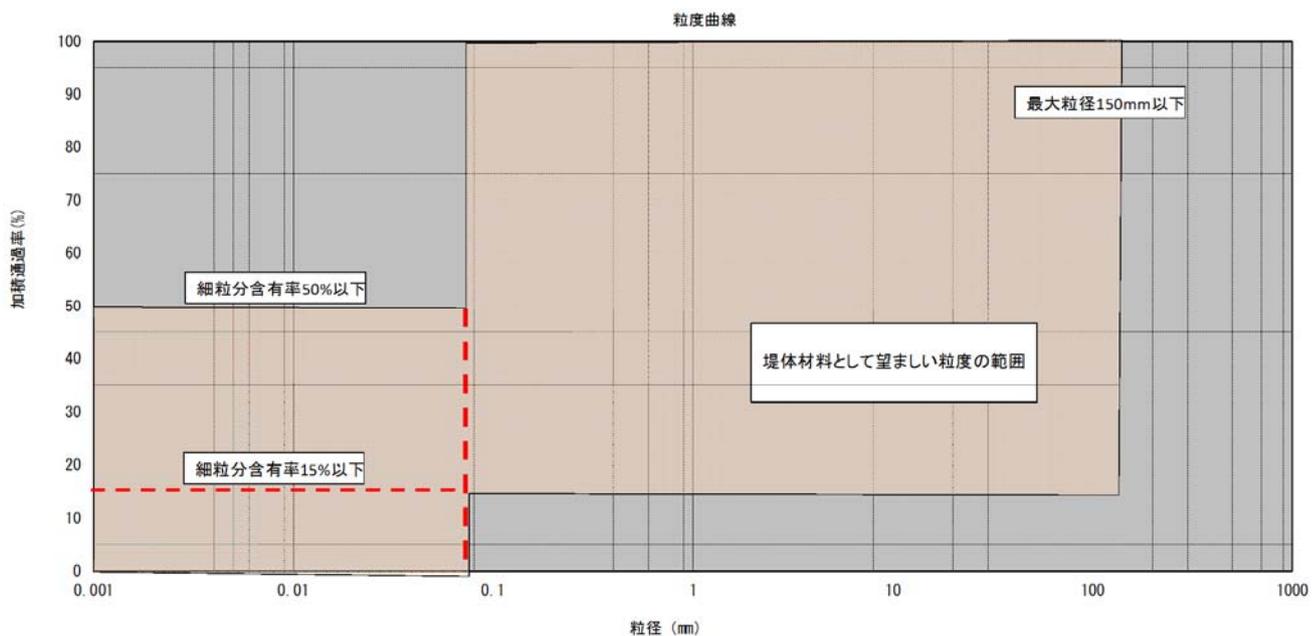


図 4.1.5-1 堤体材料として望ましい粒度

2) 強度定数

堤体材料の強度定数は、図 4.1.5-2に示す計画安全率を満足する粘着力 C (kN/m^2)と内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)の組合せとする。ここでの強度は、三軸圧縮試験によるCU強度である。また、図 4.1.5-2は堤高 $H=6.2\text{m}$ における逆解析結果であるので、これにより難しい場合は別途逆解析を実施するものとする。

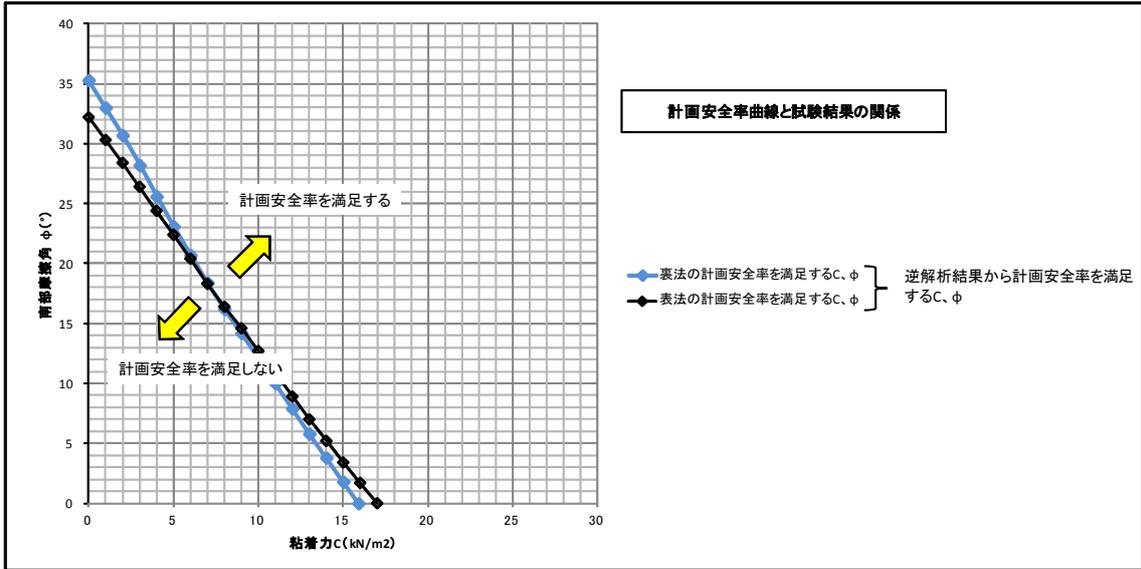


図 4.1.5-2 計画安全率を満足する強度の組合

(2) 盛土工

1) 施工計画

盛立は、実際に使用する材料を用いた盛立試験により、施工機械、転圧回数、品質管理方法等を定め、盛立管理を行う。

なお、盛立材料に大きな変化があったと認められる場合は、その都度盛立試験を実施し仕様を変更しなければならない。

図 4.1.5-3に施工フローを示す。

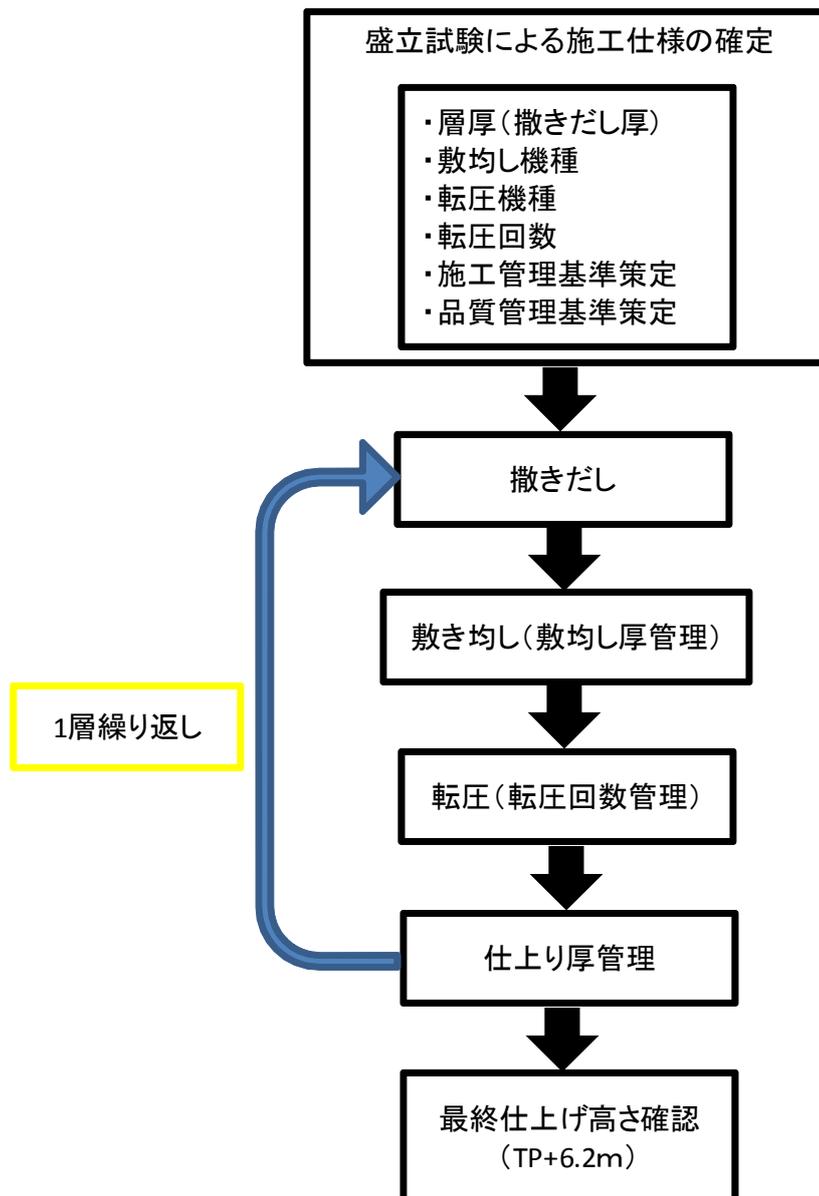


図 4.1.5-3 堤体盛土工施工フロー

2) 品質管理基準及び規格値

堤体盛土工の品質管理基準及び規格値は表 4.1.5-1に示すとおりである。

表 4.1.5-1 品質管理基準及び規格値

試験項目	試験方法	規格値
現場密度の測定 ※右記試験方法 (3種類)のうち いずれかを実施する。	最大粒径 $\leq 53\text{mm}$: JIS A 1214 JIS A 1210 A・B 法 最大粒径 $> 53\text{mm}$: 舗装調査・試験法便覧 [4]-185	最大乾燥密度の85%以上。又は、設計図書に示された数値。 ※海岸工事では、RI管理と同様の90%以上を目標値とする。(土質的にも可能値のため)
	「RI 計器を用いた盛土の締め固め管理要領(案)」による。	1管理単位の現場乾燥密度の平均値が最大乾燥密度の90%以上。又は、設計図書による。
	「TS・GNSSを用いた盛土の締め固め情報化施工管理要領(案)」「TS編・GNSS編」による。	施工範囲を小分割した管理ブロックの全てが規定回数だけ締め固められたことを確認する。

3) 施工上の留意点

購入土による盛土工を行う上での留意点を以下に記す。

- 購入土について搬入時期により著しく粒度変化が認められるような場合には、別途材料試験を実施して、粒度確認を行うことが望ましい。
- 法面の整形は削り取りによる整形を原則とし、張付けによる整形は行わない。
- 基礎ブロック設置標高付近において、やむを得ず、一時的に法勾配を設計勾配(1:2.0)より急な勾配で盛立てなければならない場合は、極力基礎ブロック標高上端までに留めることとする。
- 端部等の盛立において、試験施工により定めた機械の組合せと異なる盛立を行った箇所は、確実に品質管理基準を満足していることを確認する必要がある。

5.2 堤体盛土(震災がれき活用土)

(1) 材料

仙台湾南部海岸堤防の復旧事業では、盛土材が約 130 万 m^3 が必要でありその調達方法が課題の一つであった。他方、仙台湾南部海岸沿岸市町(3市2町)における大津波による浸水面積は約 170 km^2 におよび、沿岸域は壊滅的な被害を受けた。このため沿岸市町では大量のがれき、津波がもたらした堆積物といった災害廃棄物が発生し、その処理を迅速に進めることが被災地の復旧・復興の上で極めて重要であった。これら処理は仙台市にあっては仙台市が、その他市町にあっては被災市町から受託した宮城県が処理を進め、2014年3月に処理を完了させている。

以上の背景の下、海岸堤防復旧事業において、震災がれき(津波堆積土やコンクリート殻)は積極的に堤防の堤体材料として活用することとした。このことにより、盛土材を安定的に調達し運搬車両縮減による交通混雑抑制を図るとともに、被災自治体の震災がれき処理推進と処分量縮減に貢献することを期待したものである。

震災がれきを堤体材料として活用する場合は、基本的に津波堆積土とコンクリートガラとの混合土となるが、混合率の設定にあたっては、試験施工を実施したうえで決定する。

なお、震災がれきの活用方法については、**図 4.1.5-4**に示す5箇所の材料を用いて調査した。調査結果の概要は、**表 4.1.5-2**、**図 4.1.5-5**～**図 4.1.5-13**に示すとおりである。

1) 強度定数

震災がれき活用土(混合土)に求められる強度定数は、購入土と同様に、計画安全率を満足する粘着力 C (kN/m^2)と内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)の組合せとする(**図 4.1.5-2**)。

2) 含水比

震災がれき活用土(混合土)の含水比は、所定の締固度を満足させる範囲であることその他、トラフィカビリティ(コーン指数 800 以上)を確保することとする。

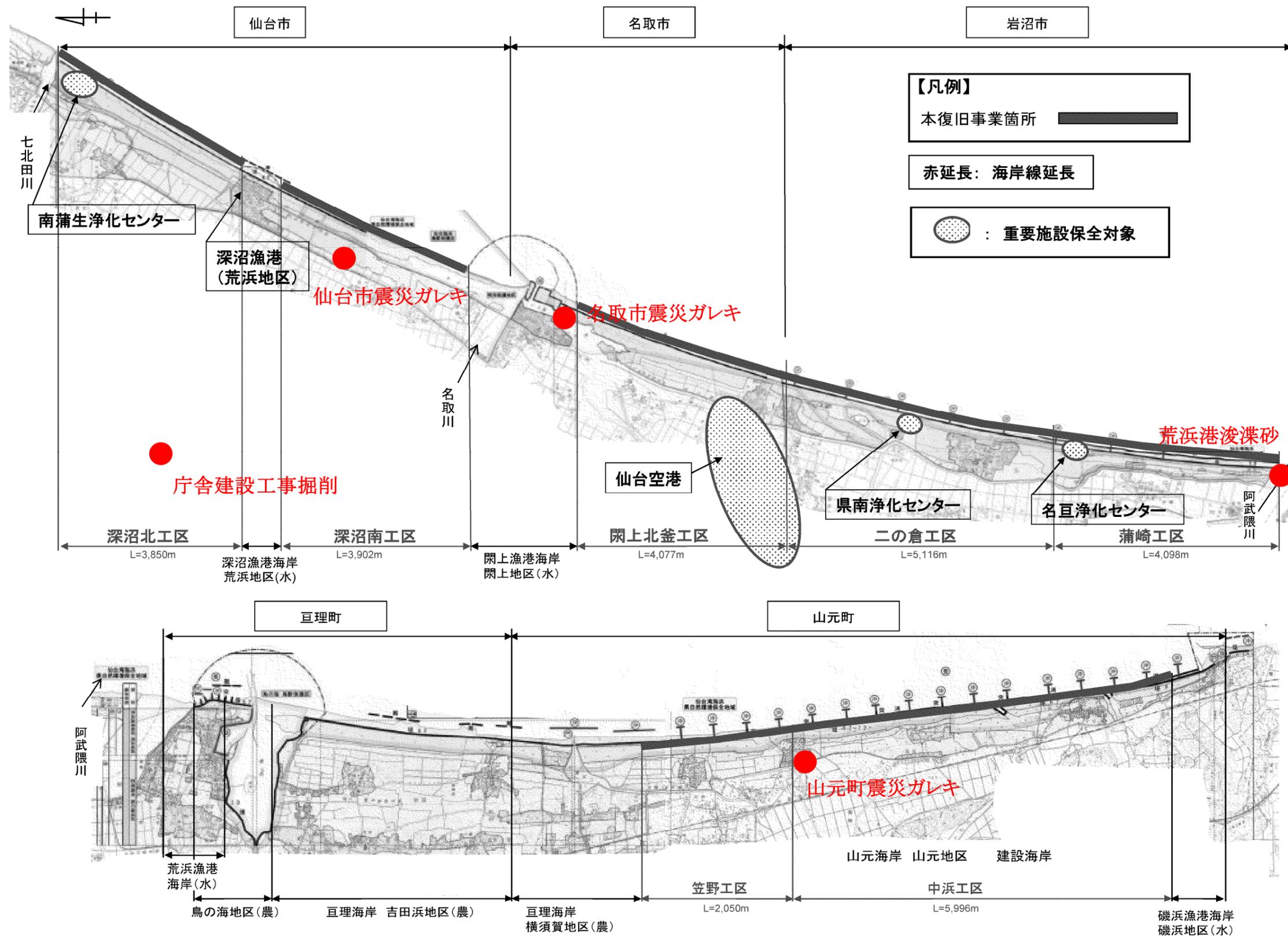


図 4.1.5-4 震災がれき活用土に関する調査位置図

表 4.1.5-2 震災がれき活用に関する調査結果概要一覧表

調査工区	深沼南～北工区		関上北釜工区	荒浜工区	笠野・中浜工区																									
調査検討対象	仙台市震災ガレキ		庁舎建設掘削土	名取市震災ガレキ	荒浜港浚渫土	山元町震災ガレキ																								
土質試験	<ul style="list-style-type: none"> 仙台市が仮置きした津波堆積土 6 試料、および仙台市仮置き後のコンクリート殻 (Dmax300mm)をカラハコスで Dmax75mm に破碎した 1 試料を採取。 採取した 7 試料と 3 種の混合比試料について土質試験を実施。 		<ul style="list-style-type: none"> 1 か所のピット掘削と 4 か所のトレンチ掘削による土質調査を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 適否判定のため津波堆積土 3 試料とコンクリート殻 1 試料の単独材試験を実施。 混合転圧試験に用いた試料の単独、混合試料の物理・締固・三軸強度試験を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 70kg の試料採取、溶出試験 25 項目、含有量 9 項目試験、放射能濃度試験を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 物理試験のみを実施。 																								
試験施工	施工業者が実施した下記試験 <ul style="list-style-type: none"> 混合・転圧試験 土量変化率試験 		-	施工業者が実施した下記試験に <ul style="list-style-type: none"> 混合・転圧試験 土量変化率試験 	-	-																								
評価	○室内土質試験および混合・転圧試験、土量変化率試験の結果を取りまとめ下記を確認、提案 <ul style="list-style-type: none"> -混合比 施工性より津:コン殻=70:30 -転圧仕様 管理基準密度:設計強度を確保できる密度より締固め度 90% 転圧回数:標準転圧機タイヤローラ(水バラスト有)で盛土の沈下収束する 6 回転圧以上 -品質管理 ・施工時:混合土製造者と盛土業者ごとの管理項目・目安値を提案し、特に施工性を左右する含水比を重点的に管理した。 ・施工後:点検孔設置による有機分分解による沈下管理を提案 -各施工段階の変化率(密度) <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">盛土を 1 とした変化率</th> <th rowspan="2">重量管理された土砂の体積換算に使用する密度(t/m³)</th> </tr> <tr> <th>搬入土(ルース)</th> <th>コンガラ 堆積土</th> <th>0.36 0.89</th> <th>合成 1.25</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">混合仮置土(ルース)</td> <td colspan="2">1.22</td> <td>1.634</td> </tr> <tr> <td colspan="2">混合重機上載仮置土</td> <td colspan="2">1.07</td> <td>1.860</td> </tr> <tr> <td colspan="2">転圧後盛土</td> <td colspan="2">1.00</td> <td>2.000</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ○空間線量 震災ガレキ施工前の 2 か所、施工中の 1 か所で空間線量を測定。バックグラウンド(初期値)と施工中の線量が高くないことを確認。 				盛土を 1 とした変化率		重量管理された土砂の体積換算に使用する密度(t/m ³)	搬入土(ルース)	コンガラ 堆積土	0.36 0.89	合成 1.25	混合仮置土(ルース)		1.22		1.634	混合重機上載仮置土		1.07		1.860	転圧後盛土		1.00		2.000	○ピット掘削とトレンチ調査を取りまとめ下記を確認、提案。 <ul style="list-style-type: none"> -搬出時材料確認:事前 4 か所のトレンチで深度面的なコン指数が $qc \geq 800kN/m^2$ を確認し、搬出 -管理基準密度:設計強度を確保できる密度より締固め度 92% -施工含水比:施工性を確保のため $Wopt-1 \sim qc \geq 800kN/m^2$ の範囲とした。 	○室内土質試験、混合・転圧試験、土量変化率試験を取りまとめ下記を確認、提案 <ul style="list-style-type: none"> -混合比:強熱減量比の軽減、震災ガレキ処理量と受入れ可能量の面から津:コン殻:購入土=30:10:60 に決定。 -混合方法:積層のみと積層+スタビ混合で比較し堆積土のムラがない後者に決定。 -転圧仕様:転圧による盛土の沈下が収束する 6 回転圧を提案。 -管理基準密度:設計強度を確保できる締固め度 90%以上を提案 -各施工段階の変化率:砂質土や礫の土量変化率と大差ない結果であったことから、積算資料の標準値を採用。 	○浚渫砂特定有害物質、放射能濃度ともに基準値以下であることを確認できた。	○石灰改良土であったことから含水比が低く施工性は良いが、pH≒12 強アルカリのため植生や漁業への影響が懸念される。既往資料では放射能濃度も高く環境面の配慮が必要な材料であることを確認。
		盛土を 1 とした変化率		重量管理された土砂の体積換算に使用する密度(t/m ³)																										
搬入土(ルース)	コンガラ 堆積土	0.36 0.89	合成 1.25																											
混合仮置土(ルース)		1.22		1.634																										
混合重機上載仮置土		1.07		1.860																										
転圧後盛土		1.00		2.000																										

震災がれき処理

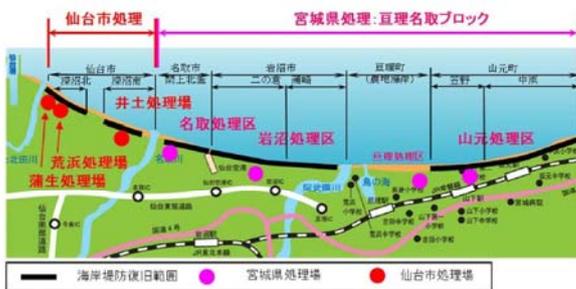
- 大津波により住まいや農地などが壊滅的な被害を受け、大量のがれき、津波堆積土が発生
- 震災廃棄物の処理を迅速に進めることが被災地の復旧復興の上で極めて重要

↓
 仙台市域：仙台市、その他市町：宮城県が平成26年3月迄に処理を完了。

【関係沿岸市町被害状況（2014年9月10日現在）】

市町名	住家被害				非住家被害 棟
	全壊 (床上浸水舎) 棟	半壊 (床上浸水舎) 棟	一部損壊 棟	床下浸水 棟	
仙台市	30,034	109,609	116,046	調査中	調査中
名取市	2,801	1,129	10,061	1,179	2,805
岩沼市	736	1,606	3,086	114	3,126
亶理町	2,389	1,150	2,048	274	3,020
山元町	2,217	1,085	1,138	31	339
3市2町計	38,177	114,579	132,379	調査中	調査中

【沿岸市町での震災がれき処理場（二次仮置場）位置図】



【震災がれき処理場の例（仙台市）】



「東日本大震災からの復旧復興のための公共工事における災害廃棄物由来の再生資材の活用について」(H24.5.26付環産対発第120525001号・環産発第120525001号廃棄物行政主管部(局)長あて産業廃棄物課長通知)による助言を受け、発生自治体が以下の要件を満足することを確認し活用。

- ①災害廃棄物を分別し又は中間処理したものであること。
- ②他の再生資材と同様に、有害物質を含まないものであること。
 土壤汚染対策施行規則別表第三及び第四に掲げる特定有害物質の種類に応じた要件を満たすこと
- ③他の再生資材と同様に、生活環境保全上の支障を生じるおそれがないこと。
 飛散流出・水質汚濁・ガスの発生などを生じるおそれがないこと
- ④復旧復興のための公共工事において再生資材として確実に活用されること。
- ⑤④の公共工事を行うものが定める構造・耐力上の安全性等の構造物が求める品質を満たしていること。
- ⑥④の公共工事を行う者によって、災害廃棄物由来の再生資材の種類・用途・活用場所等が記録・保存されること。

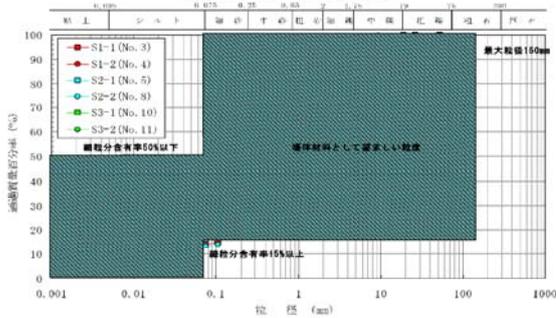
図 4.1.5-5 震災がれき活用計画の概要(1/9)

仙台市:深沼工区

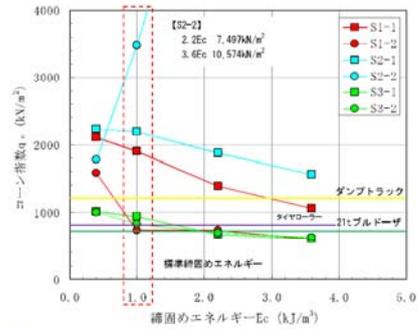
【津波堆積土室内試験結果】

締固めエネルギーが高くなるとコーン指数は低下する傾向にあり、敷均し・転圧時のトラフィカビリティ確保のためには、粗粒材の混合・施工時含水比の管理等の対応が必要。

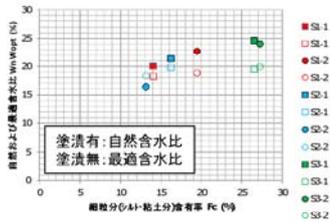
【津波堆積土粒度分布】



【コーン指数と締固めエネルギーの関係】



【自然及び最適含水比と細粒分含有率の関係】



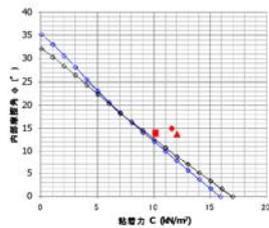
【土質性状】

- 所要の品質（強度）は締固め度90%以上で確保
- 細粒分を含む砂質土であり、粒度や含水比にばらつき。最適含水比が $w_{opt}=18\sim 20\%$ で自然含水比は3%以上湿潤側
- 強熱減量は $Li=5\sim 6\%$ であり関東ロームの値に近く利用可能
- 締固めエネルギーの増加に伴いコーン指数が低下する傾向があり、過転圧やダンブトラックの過走行による強度低下、こね返しに留意が必要。

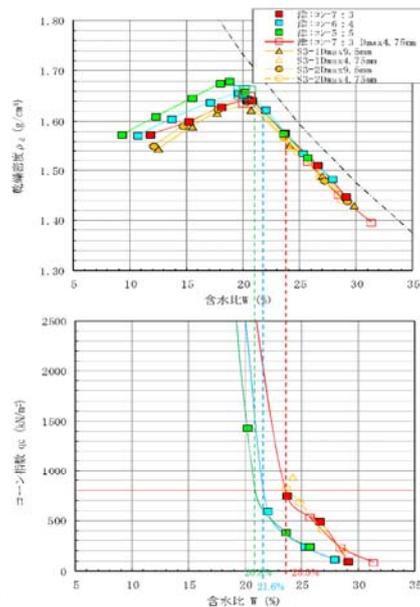
【室内混合試料の室内試験結果】

- 震災がれきをできるだけ活用するため、混合比率を7：3、6：4、5：5と設定。
- コーン指数 $q_c=800\text{kN/m}^2$ を満足する含水比は、混合割合の増加に伴い最適含水比側に。

【計画安全率を満足するためのせん断強度】



【含水比と締固め密度およびコーン指数の関係】



【室内混合土の粒度分布】

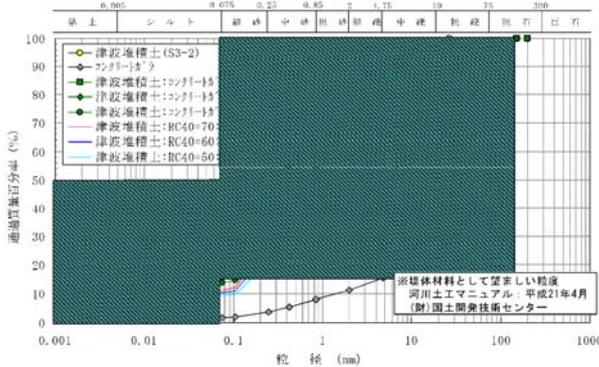
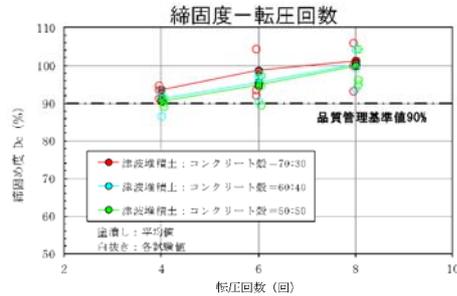
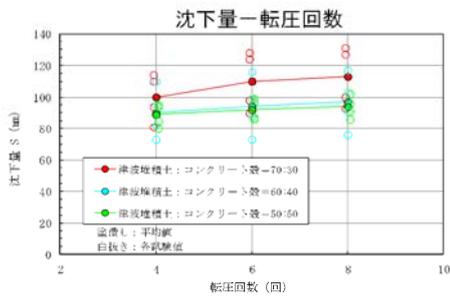


図 4.1.5-7 震災がれき活用計画の概要(3/9)

【現地混合土転圧試験】

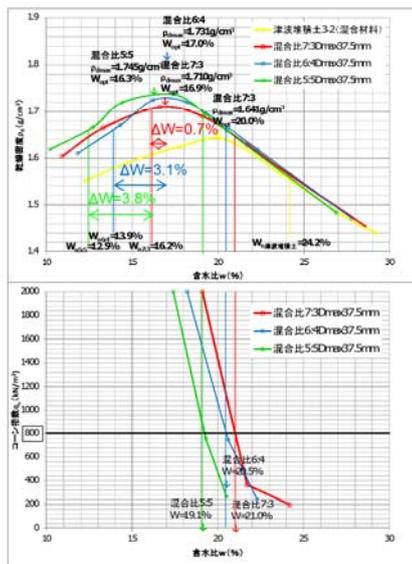
- 沈下量は、70：30では6回転圧程度で沈下量が収束し、混合比率が大きいほど小さい。
- 平均締固め度は全混合比とも4回転圧で90%以上であるが、礫の混入状況等でばらつき、4回転圧では混合比60：40や50：50の個々の試験点において90%以下のものもある。
- タイヤローラの必要転圧回数は、沈下量の収束状況と締固め度の結果から6回転圧以上が妥当。



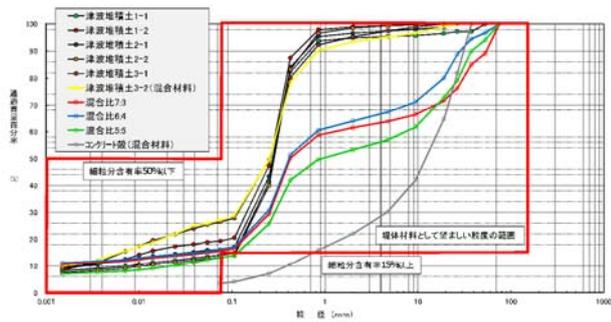
【現地混合試料の室内試験結果】

- 全ての混合比ともせん断強度は満足し、粒度も良好。
- 殻混入量が増加するほど、最適含水比より乾燥側に乖離。

【含水比と締固め密度およびコーン指数の関係】



【現場混合土の粒度分布】



【混合比の設定】

材料の均質性の確保が比較的良くあり含水量の管理・調整が最も優位であることから、

津波堆積土 (70%) : コンクリート殻 (30%)
と決定。

図 4.1.5-8 震災がれき活用計画の概要(4/9)

購入土敷均し

リサイクル土敷均し

津波堆積土敷均

混合前

津波堆積土 30cm
リサイクル土 10cm
購入土 60cm

閑上北釜工区混合方法

スタビライザーによる混合

体積管理による3種混合を行うため、巻きだし厚管理によるスタビライザー混合を実施。

スタビライザーで攪拌混合

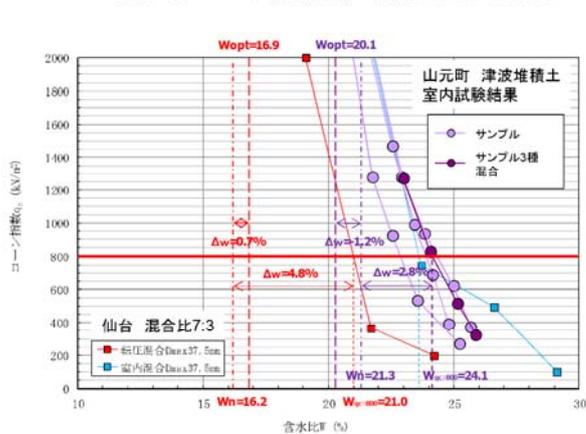
混合後

山元町：中浜工区

- 津波堆積土は石灰混合処理がなされている。
- 単独材による室内試験結果で、所定の品質基準を満足することを確認した上で現地試験を実施し、所定の締固め度の確保、トラフィカビリティの確保を確認。
- 湿潤側になると泥濘化し急激に施工性が劣るため、適切な含水比管理の単独材で活用を行う。



【含水比-コーン指数曲線：深沼工区との対比】



【締固め曲線】

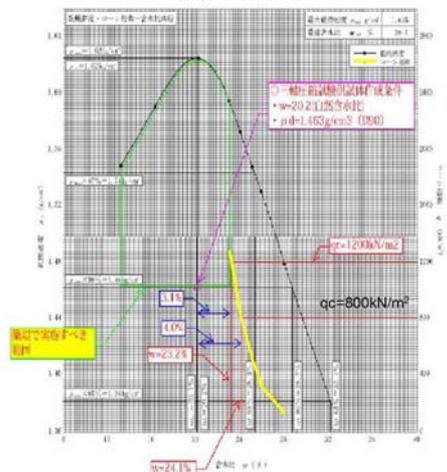


図 4.1.5-10 震災がれき活用計画の概要 (6/9)

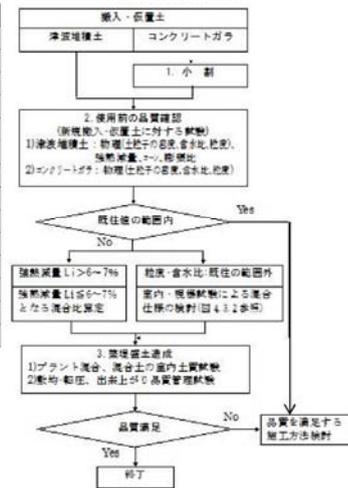
品質管理

扱う材料は不均質であることが懸念され、土質性状が既往検討の範囲にない場合には、施工性の悪化、出来上がり品質の不足に至ることが考えられる。
 そこで、日々の含水比管理に加え、適宜材料特性把握試験を実施し、既往検討と異なる場合には、都度新たな品質管理値を設定し、管理することとした。

【品質管理項目】

材料種別	試験(測定)項目	試験(測定)方法	品質管理(管理)値	試験(測定)頻度	備考
津波堆積土	土の粒径試験	・JS A 1204	既往検討範囲から大きく異なること	毎回	使用材料の性状は既往検討範囲にない
	飽和含水試験	・JS A 1226	1.14~1.78	毎回	土質性状は既往検討範囲にない
	液状限度試験	・JS A 1211	52%	毎回	土質性状は既往検討範囲にない
	PI試験	・JIS 0211		毎回	土質性状は既往検討範囲にない
混合土	含水比試験	・JS A 1203	Wp1: 9.9~14% Wp2: 9.9~12% (200kN/m ²)	毎日	既往検討範囲にない
	土粒子の粒度試験	・JS A 1202		毎日	既往検討範囲にない
	土の締めの試験	・JS A 1210		毎日	既往検討範囲にない
	コーン指数試験	・JS A 1228	0.65~0.90kN/cm ²	毎日	既往検討範囲にない
コンクリート	石分を含む地盤材料の粒度試験	・JIS 0132	既往検討範囲から大きく異なること	毎日	土質性状は既往検討範囲にない
	三相圧縮試験	・JIS 0533	既往検討範囲にない	毎日	土質性状は既往検討範囲にない
	土粒子の粒度試験	・JS A 1202		毎日	土質性状は既往検討範囲にない
	含水比試験	・JS A 1203		毎日	土質性状は既往検討範囲にない
コンクリート	骨の比量・骨水比試験	・JIS 0108	既往検討範囲にない	毎日	土質性状は既往検討範囲にない
	石分を含む地盤材料の粒度試験	・JIS 0132	既往検討範囲から大きく異なること	毎日	土質性状は既往検討範囲にない

【品質確認手順】



【日管理】

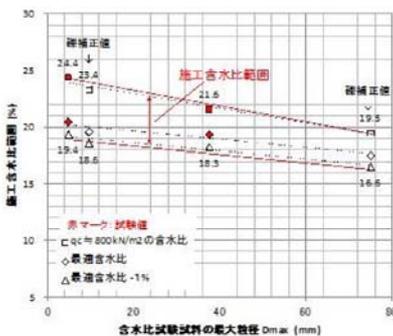
含水比は、 $W_{opt}-1\% \sim q_c \geq 800kN/m^2$ となる含水比の範囲として管理。

【月管理】

既往の物性範囲にあるか、品質管理項目の土質試験を実施。
 既往の物性範囲と異なる場合には、品質管理手順に従い、管理値あるいは対策を検討。

【品質管理基準の提示 2013/3：深沼工区の場合】

1. 混合土盛土時の施工含水比



$q_c = 800kN/m^2$ の含水比、最適含水比：3月の混合土盛土工事による施工管理試験データによる。

図-1 含水比試験試料の最大粒径と施工含水比範囲の関係

2. 混合土盛土時の管理基準密度

締固め後の基準密度は、最大粒径[Dmax]37.5mmで実施した締固め試験の最大乾燥密度 ρ_{max} 37.5mm以上の標準をもとにWalker-Hitsの方法で締固めした際の90%密度として管理する。3月の締固め試験による管理基準密度は、Dmax37.5mm以上の標準により下記の範囲が算出となる。

Dmax37.5mm以上の標準 15.5% : $\rho_{max1} 1.72 \times 90\% = 1.550g/cm^3$
 Dmax37.5mm以上の標準 0.0% : $\rho_{max1} 0.74 \times 90\% = 0.670g/cm^3$
 R I 試験に用いるφ75mm以下混合土の合成比量 : 2.477g/cm³ (R1)

表1 締固め、合成比量計算に用いる標準、含水比

粒径	密度(g/cm ³)	含水率(%)
0.5mmφ以下	2.624 ^{R2}	8.1
0.5~37.5mm	2.004 ^{R3}	8.1
37.5~75mm	2.14 ^{R4}	8.2

R1: 下記の2種類の割合で37.5mm以上: 15.5%, 0.5mm以下: 70.0%を締固めした際の90%密度
 R2: 標準密度
 R3: 標準密度
 R4: 標準密度

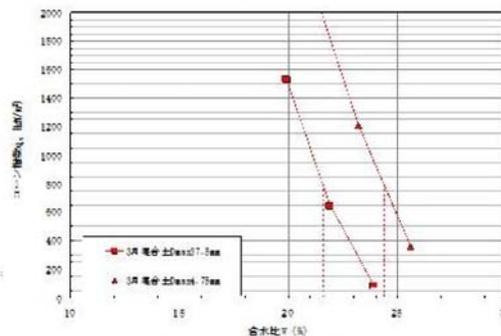
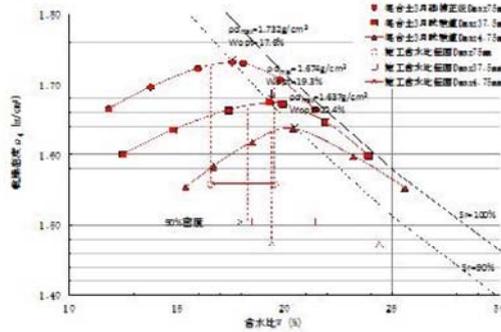


図-2 締固めおよびコーン貫入試験結果

図 4.1.5-11 震災がれき活用計画の概要 (7/9)

震災がれきの活用量 (予定含む)

【海岸堤防への活用量】
 ○国交省で復旧する海岸堤防約30kmのうち、**約8.4km**で、震災がれきを盛土材に活用。
 ○活用量は必要量約130万m³に対し、**約26万m³**（締固め土量）を活用



【震災がれき処理軽減効果】
 盛土材などに約54.5万tを活用したことにより、関係自治体の震災がれき処分量の**約1割**の軽減に寄与。
 ※県外処分量除く

	全発生量に占める比率		
	発生量 (万t)	本事業での活用量 (万t)	活用比率 (%)
仙台市	272	33.3	12.2
名取処理区	77.1	8.8	11.4
山元処理区	168.9	12.4	7.3
小計	518	54.5	10.5

図 4.1.5-12 震災がれき活用計画の概要 (8/9)

震災がれき活用にあたっての課題

津波堆積土は分別しきれない有機物を含むため、有機物が分解されること等で盛土が減容し構造物の性能が低下することが懸念される。

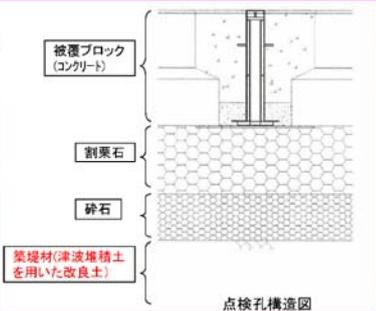
変状などを継続的に監視していくことが必要。
本事業では、沈下量を計測するための計測孔を設置し、継続的にモニタリングを実施している。

【津波堆積土ガス発生状況】



【沈下量計測】

設置後半年間は2回/月、以降は1回/月
2年目は4回/年 計測を実施。



【深沼工区 沈下計測結果】

計測結果(深沼工区を例に)

際立った差異は見られず、体積変化は生じていないものと推察。

※1年後の計測結果にはほとんど変化は見られない。
※完成後1~1.5ヶ月にみられる沈下量としては、構造物のなじみ、計測者の差による誤差が考えられる。

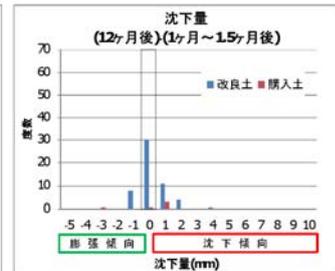
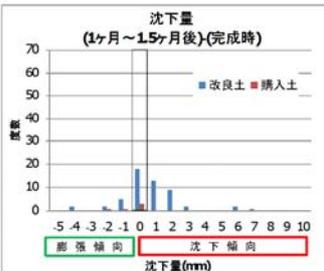


図 4.1.5-13 震災がれき活用計画の概要(9/9)

(2) 活用量

海岸堤防盛土材に活用した震災がれき(津波堆積土、コンクリート殻)の量は表 4.1.5-3 に示すとおりである。

表 4.1.5-3 震災がれき活用量

(単位:万m³)

	H25迄(実績)			H26(実績)			H27			合計		
	津波堆積物等	コンクリート殻	小計	津波堆積物等	コンクリート殻	小計	津波堆積物等	コンクリート殻	小計	津波堆積物等	コンクリート殻	小計
仙台市	6.0	3.0	9.0	3.0	1.3	4.3	3.0	1.3	4.3	12.0	5.6	17.6
名取市	2.1	2.8	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.8	4.9
山元町	6.4	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	6.4
合計	14.5	5.8	20.3	3.0	1.3	4.3	3.0	1.3	4.3	20.5	8.4	28.9

(3) 経過観測 (震災がれきを活用した区間のモニタリング)

1) モニタリング計画

海岸堤防盛土材に活用した震災がれき(津波堆積土)には多数の有機物が混入しており、フルイ等除去後にあってもなお含有している。

盛土中の有機物が分解されること等で盛土が減容し構造物の性能が低下すること、有機物の分解に伴うガスの発生による海岸環境への影響が懸念されることから、津波堆積土を活用した区間について注視する必要がある。

このため、異常の早期発見、津波堆積土の活用の信頼性に資するデータの蓄積を図ることも含め、継続的なモニタリングを実施した。

以降に、震災がれきを活用した盛土施工個所のモニタリング計画を示す。



【盛立面全景】



木片、木根などが確認された

【盛立面近景】

写真 4.1.5-1 津波堆積土を活用した盛土の状況(2013/5/30 深沼南工区)

震災ガレキを活用した盛土施工箇所のモニタリング計画

【モニタリングの必要性】

海岸堤防盛土材に活用した津波堆積土には多数の有機物が混入しており、フルイ等除去後にあってもなお含有している。盛土中の有機物が分解されること等で盛土が減容し構造物の性能が低下すること、有機物の分解に伴うガスの発生による海岸環境への影響が懸念されることから、津波堆積土を活用した区間について注視する必要がある。このため、異常の早期発見、津波堆積土の活用の信頼性に資するデータの蓄積を図ることも含め、継続的な調査を実施するものである。



【モニタリング実施項目】

モニタリングの必要性より、有機物の分解作用が生じているかを把握するために、次の計測を実施・記録し、モニタリングを行うものとする。

- I. 堤体の体積変化量の計測 (以下「減容計測」という。)
- II. 堤体から発生するガス量の計測 (以下「ガス計測」という。)

I. 減容計測

堤体はコンクリートブロックにより被覆された構造となっている。このため、堤体の容積変化を把握するために、点検孔を備え、変化を直接計測するものとする。なお、この方法では基準となる高さに対する相対的な数値の把握のみとなるため、適宜水準測量を実施し、基準高に換算する。

II. ガス計測

発生ガスの計測は、堤体より発生するガスを採取し、分析機関で厳密に計測を行うことが基本となる。ただし、コストの観点を考慮し、ガス発生条件が最も高い時期に実施する。



震災ガレキを活用した盛土施工箇所のモニタリング計画 減容計測①

I. 減容計測の方法

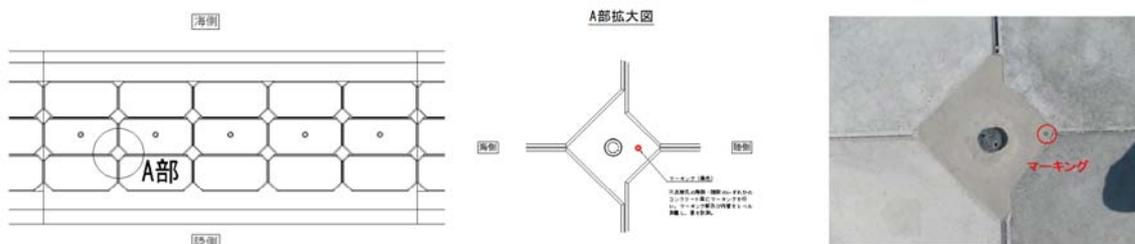
減容計測は、以下の2つの方法により実施する。

- ①水準測量 : 堤防の沈下量を把握するもの
- ②点検孔を用いた計測 : 堤体(盛土部分)の沈下量を把握するもの

①水準測量

震災ガレキを盛土に活用した区間には、点検孔(後述)を設置するとともに、脇に高さ管理用のマーキングを行い、工事完成時に標高を計測している。この計測値を初期値として、適宜同位置での水準測量を行い、堤防の沈下量の把握、津波堆積土の減容のモニタリングを実施する。

平面図



【水準測量実施頻度・時期】

水準測量は、津波堆積土中の有機物分解が活発となる時期を考慮して次のとおり実施とする。ただし、②点検孔を用いた計測により異常な低下等が確認されたとき、海岸巡視等で堤防の変状が確認された場合にはその都度実施する。

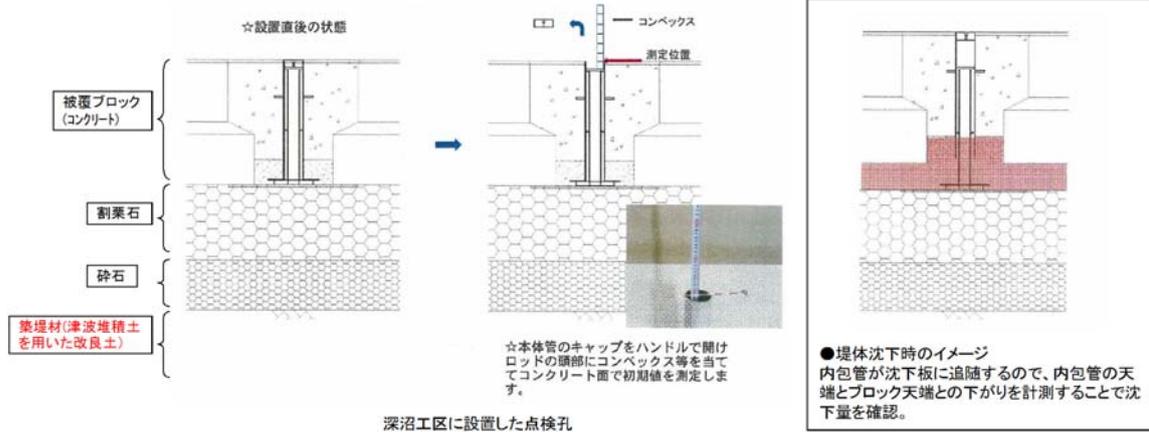
- 実施頻度 2回/年 (ただし、工事完成時の測量時期が以下の実施時期に近い場合には行わない。)
- 実施時期 6月、10月

※実施時期は有機物分解が活発となり始めると推測される梅雨期、気温が低下し当該年の変状が収まると思われる10月としたもの。

震災ガレキを活用した盛土施工箇所のモニタリング計画 減容計測②

②点検孔計測

震災ガレキを盛土に活用した区間には、沈下板を内包した点検孔を設置し、工事完成時に沈下板と天端ブロック上端との差を計測している。この計測値を初期値として、適宜同様な下がりの値の計測を行い、堤防の沈下量の把握、津波堆積土の減容のモニタリングを実施する。また、この他に購入土により盛土を実施した施工範囲にも1箇所設置しており、津波堆積土との比較を行うこととする。



【点検孔計測実施頻度・時期】

点検孔計測の実施期間は最大3年間とし、工事完成からの経年により計測頻度を変化させ実施するものとする。

設置時	設置後～6ヶ月	設置後7～12ヶ月	設置後2年目～
初期点計測	2回/月	1回/月	1～4回/年

※年4回の計測時期は、4月、6月、8月、10月とする。

なお、計測値が盛土材の減容によるものか、外的要因によるものか把握するため、以下の事象が生じた際には別途計測を実施する。

- 震度5弱以上の地震が生じたとき、又は津波が発生し堤体へその影響が達したとき
- 高潮・波浪警報が発表され、堤体にそれらの影響が達したとき

震災ガレキを活用した盛土施工箇所のモニタリング計画 ガス計測①

II. ガス計測の方法

ガス計測は、以下の2つの方法により実施する。

- ①臭いの嗅ぎ取り：点検孔内等の空気を直接嗅ぎ取り、臭気の有無・その強さを確認するもの。
- ②ガス計測：ガス採取孔（以下「採取孔」という。）から空気を採取し試験機関にてガス発生の有無を数値にて把握するもの。

①臭いの嗅ぎ取り

点検孔計測時に下表に示すとおり、臭いの種類・臭いの強さについて直接嗅ぎ取り記録を行う。なお、強い臭いを感じる事があれば、②の計測を適宜実施する。

※個人差が生じないよう、計測者は同一人物とする。

※主なガスの種類である二酸化炭素、メタンは無臭のため感知できないが、他の臭気の有無で有機物の分解が活発か否かの目安となる。

※点検孔内体積はごくわずかであるため、風の影響を強く受ける。このため、蓋の開閉後すぐに実施し、点検孔に鼻を近づけ計測する。

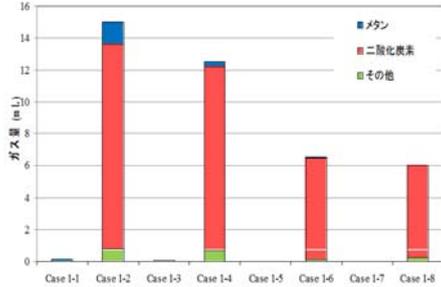
改良土臭気判定表		6段階臭気強度表示法						※該当箇所に印を記入する。							
		段階		0	1	2	3	4	5						
				無臭	やっと感知できるにおい	何のにおいかわかる弱いにおい	察に感知できるにおい	強いにおい	強烈なにおい						
特定悪臭物質	物質名	におい													
	1 アセトニア	し尿のようなにおい													
	2 メチルメルカプタン	腐った玉ねぎのようなにおい													
	3 硫化水素	腐った卵のようなにおい													
	4 硫化メチル	腐ったキャベツのようなにおい													
	5 二硫化メチル	腐ったキャベツのようなにおい													
	6 トリメチルアミン	腐った魚のようなにおい													
	7 アセトアルデヒド	刺鼻的な青くさいにおい													
	8 プロピオンアルデヒド	刺鼻的な甘酸っぱい臭いにおい													
	9 ノルマルブチルアルデヒド	刺鼻的な甘酸っぱい臭いにおい													
	10 イソブチルアルデヒド	刺鼻的な甘酸っぱい臭いにおい													
	11 ノルマルペンチルアルデヒド	むせるような甘酸っぱい臭いにおい													
	12 イソペンチルアルデヒド	むせるような甘酸っぱい臭いにおい													
	13 イソブタノール	刺鼻的な臭気におい													
	14 酢酸エチル	刺鼻的なシンナーのようなにおい													
	15 メチルイソブチルケトン	刺鼻的なシンナーのようなにおい													
	16 トルエン	ガソリンのようなにおい													
	17 スチレン	都市ガスのようなにおい													
	18 キシレン	ガソリンのようなにおい													
	19 プロピオン酸	刺鼻的な酸っぱいにおい													
	20 ノルマル酪酸	汗くさいにおい													
	21 ノルマル酪酸	むれた土のようなにおい													
	22 イソ酪酸	むれた土のようなにおい													

特定悪臭物質と6段階臭気強度の組み合わせによる判定表

震災ガレキを活用した盛土施工箇所のモニタリング計画 ガス計測②

②ガス計測

採取孔及び混合改良した仮置土に設置した調査孔(次頁参)より、ガス採取器により空気を取り、分析機関により二酸化炭素、メタンの含有量を分析する。ここで、分析するガスを前述の2種としたのは、従前の試験結果を参考にしたものである。



津波堆積土検出ガスの種類
「不安定な有機物を含んだガレキ泥の再資源化手法の確立」
(広島大学大学院 准教授 日比野 忠史)より



ガス採取器(1L、500mL)
参考)ガステック社HPより転載

宮城県内の登録分析機関

財団法人宮城県公害衛生検査センター
財団法人 宮城県公衆衛生協会
エヌエス環境株式会社 東北支店

気象庁 名取 気象統計データ(2008-2012)

月	月降水量 (mm)	日平均気温(°C)	日平均最高(°C)	計測期間
網掛基準	100mm以上	20°C以上	25°C以上	
1	18.6	1.32	11.9	
2	28	1.78	14.48	
3	50.4	4.5	18.3	
4	99	9.56	21.56	
5	141.6	14.8	26.58	
6	109.8	18.74	29.66	
7	99.2	23.08	32.5	
8	137.8	24.4	33.34	◎
9	172.2	21.36	31.24	○
10	118.2	15.74	26.4	
11	58.8	9.6	22	
12	60.2	4.24	16.32	

【実施頻度・時期】

ガス計測の実施頻度は年1回とし、その実施時期は、気象庁名取観測点の気象統計より、8月又は9月中で、降雨のあった日から連続して3日以上平均気温が25°Cを超えた日に行うものとする。

【計測箇所】

平成25年度以降に設置した採取孔(概ね1箇所/500m)より採取する。この他、仮置土の存置期間内に限り調査孔に対し行う。

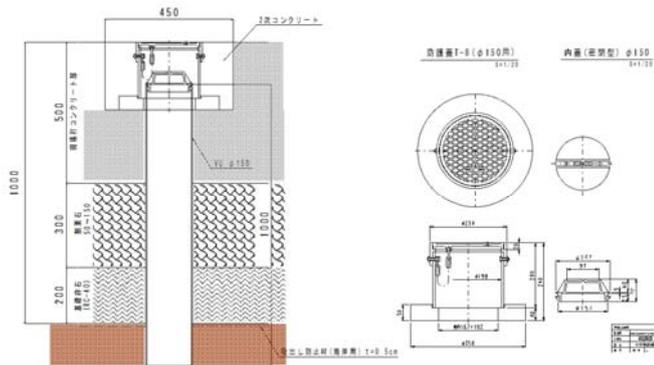
※関上北釜工区にあっては、購入土の比率が大きいため、定期的なガス採取は行わない。

【ガス採取上の留意】

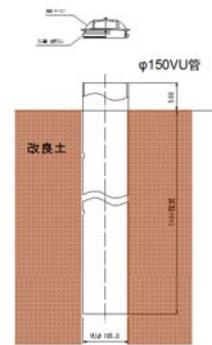
採取にあたっては、採取孔をビニールで覆いガスを一定期間捕捉し採取する。

震災ガレキを活用した盛土施工箇所のモニタリング計画 ガス計測③

【採取孔詳細図】



【調査孔詳細図】



採取孔設置状況



採取孔内の状況



調査孔ガス採取時の状況

2) モニタリング結果

海岸堤防の盛土材に震災がれき(津波堆積土)を活用した区間では、盛土中の有機物が分解されることによる盛土の減容化が懸念されたため、下記のモニタリングを実施した。

①沈下計測:堤体天端の点検孔による沈下量計測(スケーリング)

②ガス計測:堤体から発生するガスを採取し、CO₂ とメタン濃度を計測

モニタリング結果は以下のとおりである。

①沈下計測結果

- ・ 盛立て完了から約2年程度経した時点での沈下計測結果は最大8mmの沈下量と微少であり、また半数近くの地点では、隆起を示す計測値となっている。
- ・ 何れの地点においても、沈下が継続的に進行している傾向は認められない。また、今後、今まで以上に盛土中の有機物の分解が進み、減容化が進行するとは考え難い。
- ・ 沈下計測値には、点検孔のなじみや計測者が異なることによる誤差を含んでいると思われ、実質、盛土の沈下は殆ど発生していない。

以上より、震災がれき(津波堆積土)を活用した区間では、盛土の減容化を示唆するような沈下は発生していないと判断する。

なお、本調査にあたっては、極力計測誤差を排除するような正確な計測手法を用いるべきとの考えもあるが、震災復旧工事におけるスピード性や計測に要する労力とコスト、延長約8.1kmにおよぶ調査規模等を勘案して、比較的簡易的なコンベックスによる計測(スケーリング)とした経緯がある。

仮に盛土が減容化した場合には明確な沈下が発生すると思われるが、本調査では、ある程度の計測誤差を含んだうえで±1センチ以内の微少な沈下量であり、沈下の進行傾向も認められないことから、実質、沈下は殆ど発生していないと判断した。

②ガス計測結果

- ・ 調査したどの地点においても、ガスの臭気は認められない。
- ・ 深沼北工区の No.36 と No.58 及び中浜工区の No.90+34 では、一般的な大気濃度より高いメタン濃度や二酸化炭素濃度検出された。しかし、前述のように、沈下計測結果では、盛土の減容化を示唆するような沈下は発生していない。

(図 4.1.5-14 ガス計測を実施した地点の沈下傾向 参照)。

以上より、当現場においては、ガス濃度と盛土減容化に関連性を見出すことはできない又は関連付ける程のガス濃度ではないと思われる。

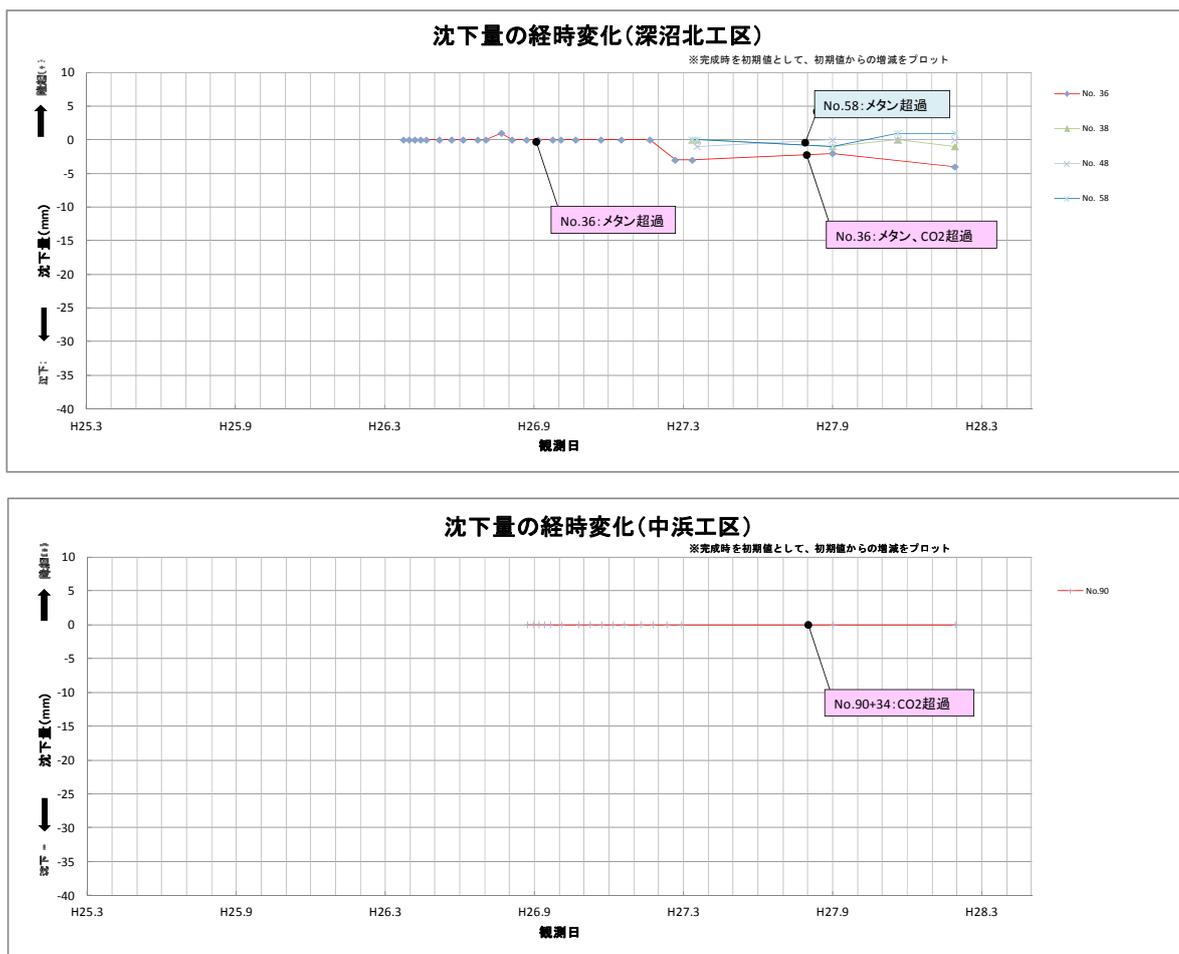


図 4.1.5-14 ガス計測を実施した地点の沈下傾向

なお、一般的な大気濃度を超過して検出されたメタンと二酸化炭素について、その濃度に関する評価は以下のとおりである。

- メタン自体は、通常人体に有害ではない。また、濃度によっては引火の危険性があるが、その濃度までには十分余裕があり、引火の危険性はない。
- 二酸化炭素は、有毒性が問題となることはないが、濃度が高くなると人体に影響を及ぼす場合がある。深沼南改良土仮置場では許容値(1日8時間労働の屋内作業)より高い濃度が検出されたが、野外であるため作業に問題とはならないと思われる。少なくとも、堤体盛土部では危険な濃度は検出されていない。

以上より、検出されたガス濃度については、現場作業の危険性や海岸環境へ影響はないと評価した。

第6節 護岸工・付属物設置工

6.1 吸出し防止材

(1) 施工上の留意点

- ・ 縦断方向の重ね合わせ方向は、卓越波の方向より南側を上とする。
- ・ 横断方向は同一法面で寸断しないことを基本とし、重ね合わせは天端中央部において海側を上とする(図 4.1.6-1参照)。
- ・ 盛土を段階施工するなどし同一法面で1枚物を使用することにより材料を損傷させてしまう可能性がある場合には、段階施工毎に寸断してもよい。この時の重ね合わせは、波浪の影響(流れ下る方向)を考慮して、海側にあつては下側が上になるように、陸側にあつては下側が下になるように重ね合わせるものとする。
- ・ 天端のみ別途施工を行う場合には、上記同様、海側は天端部からの垂れが下になるよう、陸側は天端部からの垂れが上になるよう重ね合わせるものとする。

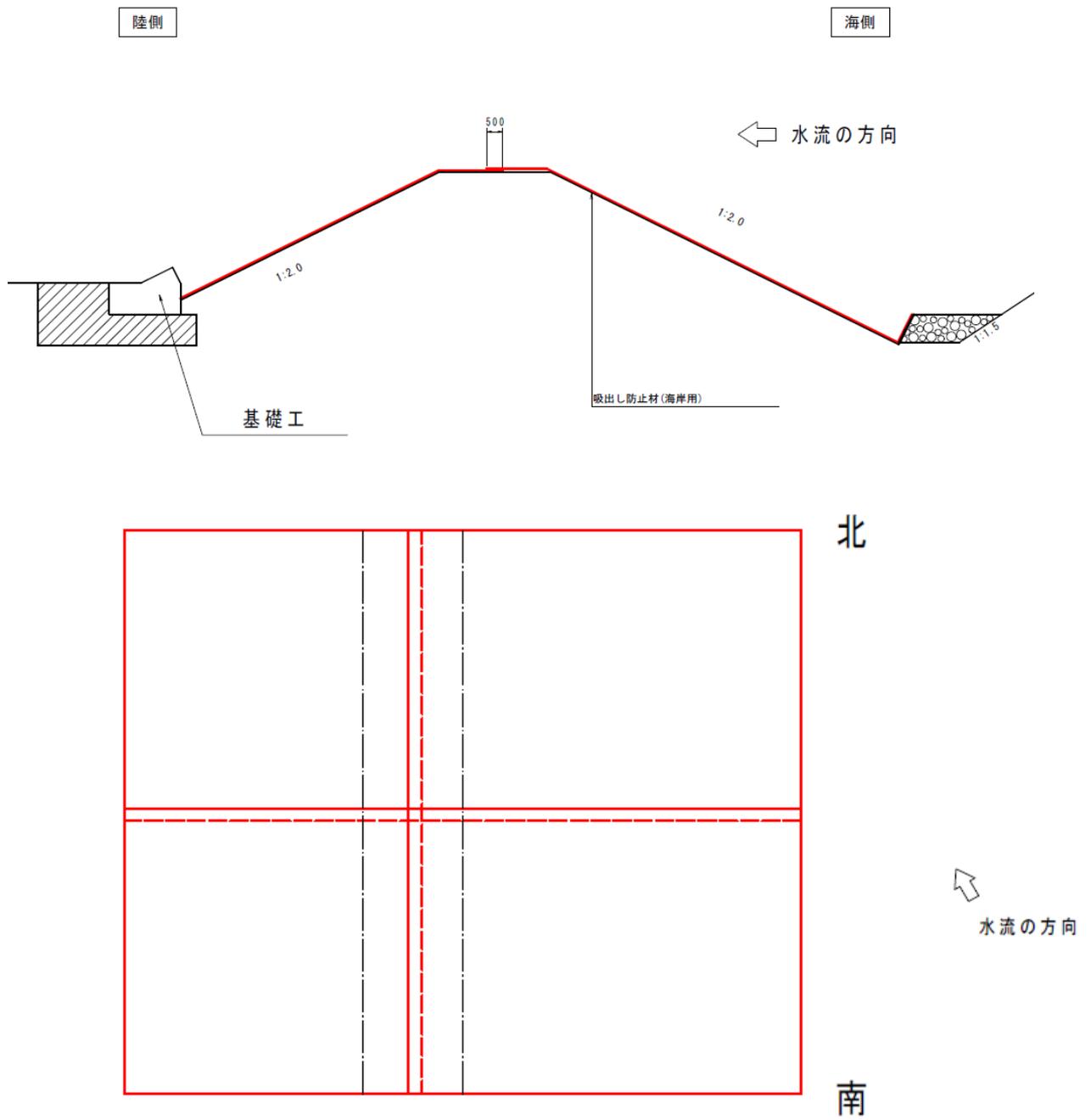


図 4.1.6-1 吸出し防止材の重ね合わせ方法(1枚物使用)

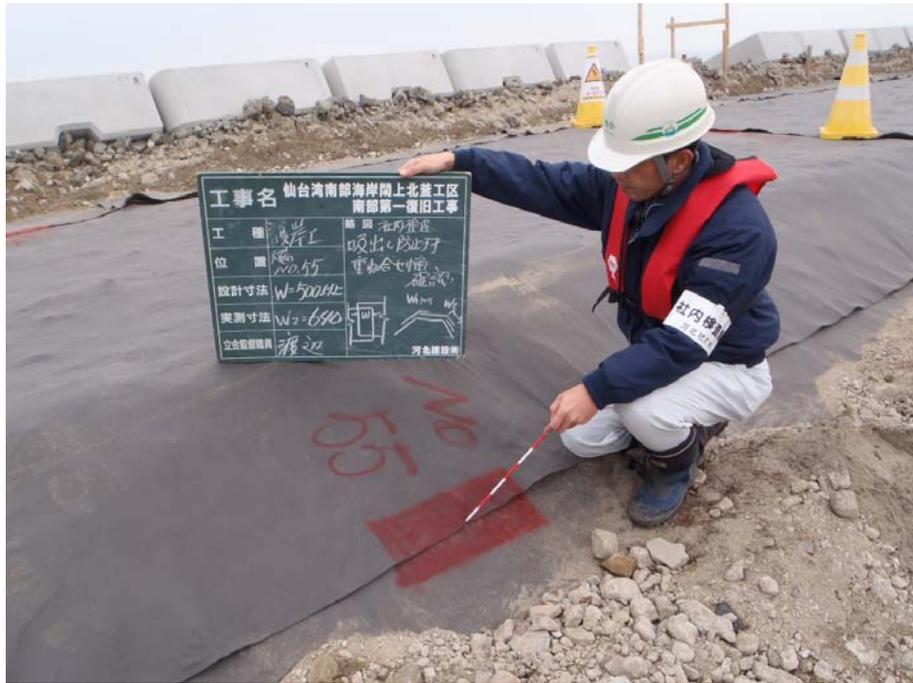


写真 4.1.6-1 吸出し防止材の重ね合わせ例(陸側より望む)

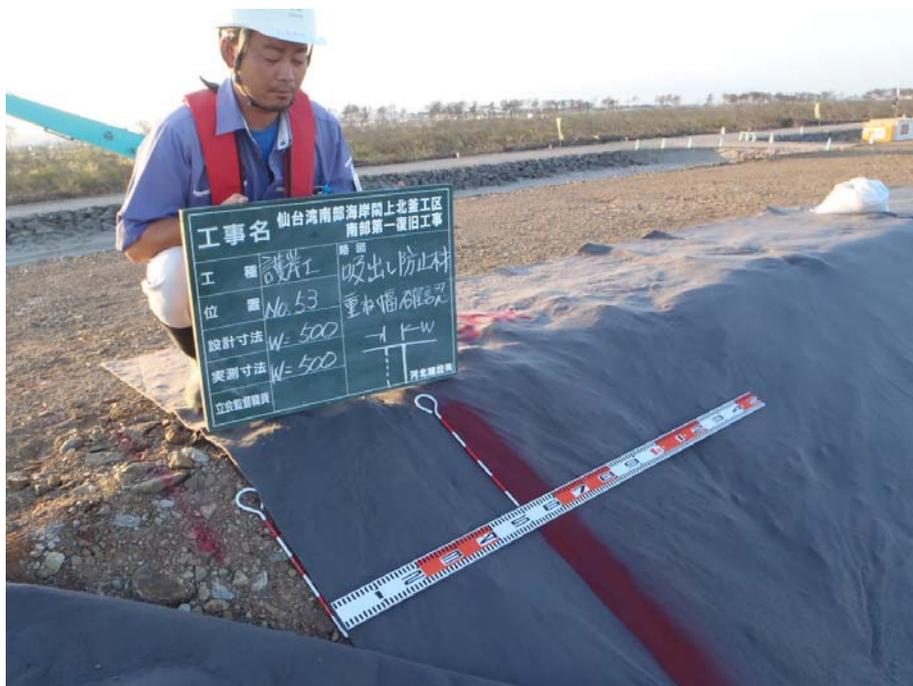


写真 4.1.6-2 吸出し防止材の重ね合わせ例(海側より望む)

6.2 裏込碎石

(1) 施工上の留意点

- ・ 碎石に現地発生材を用いる場合には、粒度の不均一に十分留意し施工を行うこと。
- ・ 割栗石の敷設にあっても、粒度の不均一が生じないように十分留意すること。特に、5cm～30cm の規格のものを用いる場合には、空隙が生じないように十分な配慮が必要である。



写真4.1.6-3 裏込碎石施工例

6.3 表法被覆(海岸コンクリートブロック)

(1) 施工上の留意点

- ・ 法長によりコンクリートブロックで設置できない部分が生じる場合においては、ブロック下部に端部コンクリートを施工することを原則とする。ただし、ブロック形状を変更して役物(半割物、規格外寸法品)を使用する場合はこの限りではない。また、ブロック下部の端部コンクリートボリュームが大きいなどの理由で生コンクリートの供給が逼迫しているような場合にあっては、天端部に分離し施工を行うことができるものとする。
- ・ 端部処理(端部コンクリート等)については、5-4. 端部処理(端部コンクリート等)による。
- ・ ブロック孔あるいはブロック間に生じる隙間には割栗石あるいは砕石により間詰めする。間詰めしなければならない隙間としては、5cm 以上の場合とする。
- ・ 護岸付属物工との間に隙間が生じ、最小間隔が 10cm 未満の場合は護岸付属物工の設置間隔を見直すか、止むお徳ない場合には割栗石を間詰めする。



写真 4.1.6-4 海側被覆ブロック施工例(下段調整コンクリート)

6.4 裏法被覆(海岸コンクリートブロック)

(1) 施工上の留意点

- ・ 法長によりコンクリートブロックで設置できない部分が生じる場合においては、ブロック下部に端部コンクリートを施工することを原則とする。ただし、ブロック形状を変更して役物(半割物、規格外寸法品)を使用する場合はこの限りではない。

また、ブロック下部の端部コンクリートボリュームが大きいなどの理由で生コンクリートの供給が逼迫しているような場合にあっては、天端部に分離し施工を行うことができるものとする。

- ・ 端部処理(端部コンクリート等)は、5-4. 端部処理(端部コンクリート等)による。
- ・ 据え付け間隔はブロックメーカーで指定している割付間隔とせず、15mm 以下の間隔となるよう努めること。これは、安全管理上子供の指程度が入らないようするためである。ただし、ブロック間の接合が凹凸形状であるなどし、安全管理上の不具合が生じないものと判断される場合には、この限りでない。※割付間隔を大きく変化させて隔壁、調整コンクリート、階段などに擦り付けを行わないこと。
- ・ ブロック形状により、ブロック間隔が5cm以上となる場合は吸出し防止ネットを設置(幅1.0m以上)し、且つ隙間には割栗石にて間詰めを行うこと。(写真 4.1.6-5～写真 4.1.6-8参照)

※吸出し防止ネットは引き延ばして1.0m幅となる製品もあるが、敷設時に確実に1.0m以上を確保できるものを選定すること。

- ・ 吸出し防止ネットがブロック下から容易に外れてしまわないよう確実にネットに接したブロックで堤体に押さえつけること。また、ブロック本体に隙間がある場合は全面張りについても検討すること。



写真 4.1.6-5 陸側被覆ブロック施工例(割付間隔 10mm 以下)



写真 4.1.6-6 吸出し防止ネット施工例(5cm 以上開口部処理)



写真 4.1.6-7 吸出し防止ネット施工例(5cm 以上開口部処理)



写真 4.1.6-8 割栗石充填例(5cm 以上開口部処理)

6.5 コンクリート二次製品

(1) 概要

仙台湾南部海岸復旧工事では生コンの供給不足を原因として各部材（被覆ブロック・基礎工・隔壁工・調整コンクリート工・天端工・階段工）では様々な種類の2次製品が採用されている。

2次製品を採用した場合、生コンの必要量の削減および施工性の向上というメリットがあるが、工事費がより高価となるデメリットがある。また、各製品には必要となる間詰めコンクリート量や型枠・補強鉄筋の有無と言った相違があり、生コンの必要量・施工性や経済性も様々である。

以上のことから、工事で採用した2次製品の実績を整理し評価を行う。

(2) 評価項目

評価は以下の着目点により行い、工事に採用した二次製品個々の評価および、コンクリート現場打ちとの対比を整理する。

【評価における着目点】

- ・ 各部材、各製品毎の経済性・施工性
- ・ 二次製品化による工事全体への影響（経済性、工程短縮、生コン供給量の削減）

なお、二次製品導入と現場打ちとの比較においては、表 4.1.6-1に示す理由により被覆ブロック陸側は二次製品購入を前提、海側は現場にてブロック製作、他部材は場所打ちコンクリート対応とした。

表 4.1.6-1 二次製品と現場打ちの比較方法

被覆ブロック陸側	特殊な構造(かみ合わせ構造)であり、型枠個数が少なく現場への貸出が困難であるため、現場製作が難しい。
被覆ブロック海側	施工ヤードが確保できれば、型枠保有数とは問題なく現場製作が可能である。
基礎ブロック、隔壁、調整コン、階段工	当初設計を踏襲する。 現場で製作するメリットはなく、場所打ちコンクリートにより直接構造物を施工できる。
天端ブロック (参考)	当現場で使用されているブロックは各ブロックを連結し一体化させる特殊な構造である。連結方法はブロック四隅にインサートを設け連結金具を設置し間詰めコンクリート打設を行う方法である。このインサート部の構造は金具を取り付ける等が必要となり、現場製作とした場合は非常に手間がかかり施工精度が必要となるため困難である。また被覆ブロックと同じく特殊な構造であるため、型枠個数が少なく現場への貸出が困難である問題があるため、現場製作が難しい。

(3) 評価の整理

工事に導入した二次製品を箇所別・製品別に評価するとともに、現場打ちとの比較を整理し、表 4.1.6-2に示す。

これによれば、二次製品の導入は工事費を押し上げることは否定できない。また、同じ箇所に採用した製品であっても、単価差が大きいものもあるが、これは概して二次製品に使用するコンクリート量によるものである。(使用するコンクリート量が多い二次製品は単価が高い)。

採用箇所別にみると、隔壁工、調整コンクリート、階段工は、現場打ちとの単価差も小さく、コンクリート供給状況に影響を受けず工程管理が行えることを考慮すれば、二次製品化のメリットは大きいものであった。

被覆ブロック海側は、二次製品化による費用が嵩む結果であり、コンクリート調達状況がひっ迫していなければ、現場製作とすることが望ましい。

基礎ブロック、天端被覆工については、施工時期が集中するため、短時間で多量のコンクリートが必要になる。したがって、現状では、二次製品化することが妥当であったと考えるが、工事数とコンクリートの供給状況に応じて現場打ちの採用も可能である。

表 4.1.6-2 二次製品導入に関する評価表

・基本諸言

	被覆ブロック(陸側)	被覆ブロック(海側)	基礎工	隔壁工					調整コンクリート工				天端工	階段工	
				隔壁ブロック	隔壁型枠ブロック	プレキャスト隔壁工	門型カルバート	プレキャスト隔壁ブロック	調整コンクリートブロック	型枠ブロック	門型カルバート	プレキャスト調整ブロック		階段ブロック	階段ステップブロック
概要図															
設置延長(縦断方向)	隔壁・階段工を除く法面	隔壁・調整コンクリート工、階段工を除く法面	陸側のみ設置全体	W=1.5m @60m (@240mに隔壁工)					海側のみ設置、W=1.5m @20m (@60mに隔壁工)				全体	階段W=2.0m 隔壁W=0.5m×2 @240m	
240m当り数量	2300m ² (232.5m×10.0m)	3000m ² (220.5m×13.5m)	240m	海側 3ヶ所、1ヶ所当り約13.5m 陸側 3ヶ所、1ヶ所当り約10.0m					海側 8ヶ所 1ヶ所当り約13.5m				240m	海側 1ヶ所、1ヶ所当り約13.5m 陸側 1ヶ所、1ヶ所当り約10.0m	

・二次製品とした場合

	被覆ブロック(陸側)	被覆ブロック(海側)	基礎工	隔壁工					調整コンクリート工				天端工	階段工	
				隔壁ブロック	隔壁型枠ブロック	プレキャスト隔壁工	門型カルバート	プレキャスト隔壁ブロック	調整コンクリートブロック	型枠ブロック	門型カルバート	プレキャスト調整ブロック		階段ブロック	階段ステップブロック
概要	2t以上のブロックを敷設する。上下ブロックでかみ合わせ構造とする必要がある。製品によっては間隙を砕石で充填させる必要がある。	2t以上のブロックを敷設する。製品によっては間隙を砕石で充填させる必要がある。	陸側被覆ブロックの基礎工である。外枠のみの製品であり、内空部上部50cmは間詰めコンクリート、下部は砕石等で埋戻す。	上面およびブロック間に間詰めコンが必要となる。間詰めコン数量は中程度である。	型枠替わりにU型水路を使用する案である。内空はコンクリートで充填する。間詰めコン数量は門型カルバートとともに最も大きい。	天端・側壁*2に分けた3分割の製品を門型形状に設置し、内空はコンクリートで充填する。間詰めコン数量は中程度である。	型枠替わりに門型カルバートを使用する案である。内空はコンクリートで充填する。間詰めコン数量は門型カルバートとともに最も大きい。	隔壁をコンクリートブロックとする案である。間詰めコンを必要としない。	上面およびブロック間に間詰めコンが必要となる。間詰めコン数量は中程度である。	型枠替わりにU型水路を使用する案である。内空はコンクリートで充填する。間詰めコン数量は門型カルバートとともに最も大きい。	型枠替わりに門型カルバートを使用する案である。内空はコンクリートで充填する。間詰めコン数量は門型カルバートとともに最も大きい。	コンクリートブロックを敷設する。間詰めコンを必要としない。	法肩部を含めブロックを敷設する。ブロック間に間詰めコンクリート、水抜き孔部に砕石を充填させる必要がある。	階段コンクリートブロックを敷設する案である。間詰めコンは必要としないが、高さ不足分の台座コンクリートは別途必要となる。	階段ステップ部を二次製品とし、型枠が不要となる案である。間詰めコンは下部ステップ部の間詰めコン、下部の台座コンクリートが現場打ちとなり必要量は大きい。
延長方向単位当り単価	21千円～30千円/m ² 平均値25千円/m ²	19千円～25千円/m ² 平均値22千円/m ²	83千円～116千円/m 平均値101千円/m	82千円～88千円/m 平均値85千円/m	65千円～69千円/m 平均値66千円/m	113千円/m 平均値113千円	77千円～84千円/m 平均値80千円	122千円/m 平均値122千円	46千円～52千円/m 平均値49千円/m	47千円～49千円/m 平均値48千円/m	53千円/m 平均値53千円/m	66千円～71千円/m 平均値68千円/m	112千円～122千円/m 平均値117千円/m	175千円/m 平均値175千円/m	135千円/m 平均値135千円/m
240m当りの経済性(千円/240m)	57,500	66,000	24,240	11,985	9,306	15,933	11,280	17,202	5,292	5,184	5,724	7,344	28,080	4,113	3,173
①縦断1m当りの経済性(千円/m)	240	275	101	50	39	66	47	72	22	22	24	31	117	17	13
①の平均値(千円/m)	240	275	101	54.8					24.75				117	15	
比率	16	18.3	6.73	3.65					1.65				7.80	1.00	

・現場打ちとした場合(被覆ブロックについては現場製作とした場合)

	被覆ブロック(陸側) ※特殊ブロックにより現場製作が困難である	被覆ブロック(海側)	基礎工	隔壁工					調整コンクリート工				天端工	階段工	
				隔壁ブロック	隔壁型枠ブロック	プレキャスト隔壁工	門型カルバート	プレキャスト隔壁ブロック	調整コンクリートブロック	型枠ブロック	門型カルバート	プレキャスト調整ブロック		階段ブロック	階段ステップブロック
延長方向単位当り単価	—	12千円/m ²	48千円/m	46千円/m					28千円/m				37千円/m	74千円/m	
240m当りの経済性(千円/240m)	—	36,000	11,520	6,486					3,024				8,880	1,739	
②縦断1m当りの経済性(千円/m)	—	150	48	27					13				37	7	
比率	—	21.43	6.86	3.86					1.86				5.29	1.00	

・二次製品と現場打ちの差額=各部材を現場打ち(被覆ブロックは現場製作)とした場合の削減額

	被覆ブロック(陸側)	被覆ブロック(海側)	基礎工	隔壁工					調整コンクリート工				天端工	階段工	
				隔壁ブロック	隔壁型枠ブロック	プレキャスト隔壁工	門型カルバート	プレキャスト隔壁ブロック	調整コンクリートブロック	型枠ブロック	門型カルバート	プレキャスト調整ブロック		階段ブロック	階段ステップブロック
縦断方向1m当りの差額①-②(千円/m)	—	125	53	23	12	39	20	45	9	9	11	18	80	10	13
評価	構造が特殊で現場製作は困難である。	二次製品を導入したことによる工事費増加の影響が最も大きい。現場製作のため、製作ヤードが必要となるが、施工性は良くコンクリートが確保可能であれば現場製作が望ましい。	二次製品を導入したことによる工事費増加の影響が大きい。現場打ちよりも全体工程への影響が少ないので二次製品化のメリットが大きい。	・12～45千円/m 二次製品を導入したことによる工事費増加の影響はさほど大きくない。現場打ちによる法面での施工性、他工程への影響を考えると、二次製品化のメリットは大きい。					・9～18千円/m 二次製品を導入したことによる工事費増加の影響はさほど大きくない。現場打ちによる法面での施工性、他工程への影響を考えると、二次製品化のメリットは大きい。				二次製品を導入したことによる工事費増加の影響が大きい。現場打ちではポンプ又はバケットで打設する必要があり、施工性は被覆ブロック・基礎工と比較すると悪い。また、海風が強くなる問題がある。経済性の観点からは、コンクリートが確保可能であれば現場打ちが望ましい。	・10～13千円/m 二次製品を導入したことによる工事費増加の影響は大きくない。現場打ちによる法面での施工性、他工程への影響を考えると、二次製品化のメリットは大きい。	

6.6 護岸付属物工 階段工

(1) 施工上の留意点

- ・ 階段工部分は、吸出し防止材は不要であるが、生コンクリートの供給が困難である場合には、一部を裏込め砕石に置き換えることで吸出し防止材を設置することができる。
- ・ ブロック製品施工は、生コンクリートの供給が逼迫している場合あるいは承諾による場合に使用することが出来る。
- ・ ステップ部を設ける範囲は、将来的な地盤面を十分考慮の上決定すること。



写真 4.1.6-9 ステップ部を含め2.0t以上の階段ブロック例



写真 4.1.6-10 ステップと背面が分離している階段ブロック例



写真 4.1.6-11 ステップと背面が分離している階段ブロック例(ステップ接合部)

6.7 護岸付属物工 隔壁工、調整コンクリート工

(1) 施工上の留意点について

- ・ ブロック製品施工は、生コンクリートの供給が逼迫している場合あるいは承諾による場合に使用することが出来る。
- ・ 隔壁工部には、吸出し防止材は不要である。
- ・ 調整コンクリート工部は、護岸工部と同様、吸出し防止材、裏込材を布設するものとする。
- ・ 隔壁、調整コンクリート工においてブロック製品を使用し、法長により現場打ち施工が発生する場合には、中間部に場所打ちコンクリート部を設けブロック製品と差筋、金具で連結するものとする。
- ・ 現場打ち部分においては、短尺の場合には配筋(用心鉄筋)は不要とすることができる場合もあるが、構造を十分勘案し決定する。
- ・ 隔壁工(陸側)の下部については、基礎工より張り出す構造となるため面取りすることが望ましい。
- ・ 隔壁、調整コンクリート工において、ブロック製品を使用する場合には中詰めコンクリート部分にゴミ等が強風によって混入しないようコンクリート打設前は開口部を塞いでおくなどの工夫をする。やむを得ず打ち継ぎを行う場合には、極力法面に対して垂直となるよう努めること。



写真 4.1.6-12 隔壁工(陸側)の設置状況



写真 4.1.6-13 調整コンクリート施工の例



写真 4.1.6-14 隔壁工(海側)施工の例

6.8 隔壁工・調整コンクリート

(1) 配置にあたっての留意事項

- ・「基本事項」にある設置間隔を基本とし、工事の発注ロット、選定したブロック寸法に基づく護岸付属物との隙間の程度を勘案し、最適な設置間隔となるようにする。
- ・このため、一工事中に若干の間隔の差異が生じてもよい。
- ・また、IP点を有する場合には、IP点到護岸付属物が位置しないよう配慮し割り付けを行う必要がある。

6.9 端部処理

(1) 端部コンクリート処理（横断方向）施工上の留意点

【海側】

- ・コンクリートブロック上部にやむを得ず端部コンクリートを設ける場合は、10m／1箇所目地を設置し、厚さは被覆ブロックと同様に50cm、単体で2.0t以上確保することを基本とする。

【陸側】

- ・コンクリートブロック上部にやむを得ず端部コンクリートを設ける場合は、1箇所／10m目地を設置し、単体で2.0t以上確保するとともに、かみ合わせ構造であるため、被覆ブロックと端部コンクリートを差筋アンカーと接着剤により連結し一体化させる。
- ・上記処置のため、端部コンクリートの調整幅は施工が可能なよう10cm以上確保しなければならない。
- ・端部コンクリートの調整幅が5cm～10cmの場合には、天端法肩部をコンクリート現場打ち施工とするものとして、端部コンクリート部も一体化して打設施工する。
- ・ただし、コンクリートの供給が逼迫している場合にあつては、やむを得ずモルタルにより充填することができる。この時、被覆ブロックと一体化することがないよう土木シートで縁切りした上で、法肩ブロック面に接着剤を塗布し無収縮モルタルを充填するか、ポリマーセメントモルタルにて充填し、法肩ブロックと一体化を図るものとする。

(2) 法面横断方向施工上の留意点

- ・単体で2.0t以上確保しなければならない。
- ・端部コンクリートについては、他のブロック等と連結を行わないこと。また、設置ブロック隔壁、調整コンクリート側と被覆ブロック側に目地を設置すること(IP点がある箇所等は必ず発生する)。
- ・20cm以上の隙間が発生する場合には、現場打ちコンクリートによりコンクリートブロックと同様の50cm厚で打設処理すること(単体2.0tを確保のこと)。

(3) 間詰め材施工上の留意点

- ・ 間詰め材は、徒歩中に落下することや足をとられて転落することのないように投入する。
- ・ 標準部(ブロック本体中央部)においては割栗石を投入する。
- ・ 端部(法面横断方向)については、他工事との接続点や隔壁、調整コンクリートの接触部が想定される。20cm以上の隙間が発生する場合には、端部コンクリートの施工を行うものとする。
- ・ 20cm未満の場合は割栗石を投入すること。ただし、5cm未満の場合には割栗石の投入が困難となるため、間詰めの必要性などについて別途検討すること。
- ・ 間詰め材はブロック表面程度で投入するものとし、粒径の大きい割栗石を投入して危険な突起とならないように注意する。粒径の大きい割栗石を投入する場合には、噛み合わせにより容易に脱落しないよう充填すること。



写真 4.1.6-15 陸側端部調整コンクリート設置例



写真 4.1.6-16 陸側端部調整コンクリート部差筋設置例



写真 4.1.6-17 陸側端部調整コンクリート施工状況



写真 4.1.6-18 陸側端部モルタル設置例



写真 4.1.6-19 間詰め施工例



写真 4.1.6-20 間詰め施工例(粒径が大きい場合)

第7節 天端被覆工

7.1 天端被覆コンクリート

- ・ 天端被覆工は、現場打ちコンクリートによる施工を標準とするが、生コンクリートの供給が逼迫し安定的に調達することが困難である場合には二次製品を使用できる。

(1) 現場打ち施工上の留意点

- ・ 天端被覆工は、天端部と法肩部を一体施工するものとする。
- ・ 空気抜きとして、φ100を2.0mピッチに配置する。
- ・ 目地は10mに1箇所を標準とし、階段、隔壁、調整コンクリートと接する面に目地を入れるものとする。
- ・ 鉄筋金網を表面のひび割れ防止のために設置するものとする。
- ・

(2) 二次製品施工上の留意点

- ・ ブロック施工は、生コンクリートの供給が逼迫し、安定的に調達することが困難である場合に使用することができる。
- ・ 天端コンクリートブロックは、単体で2.0t以上の重量を確保すること。ただし、2.0t未満のものは連結を行う。
- ・ 法肩部が階段、隔壁、調整コンクリートと接する場合は階段、隔壁、調整コンクリートと接する部分にのみ目地を入れるものとする。天端コンクリートブロックと接する部分は差筋により一体化する。
 - ※差筋は、二次製品の場合は削孔し金属製アンカー施工(承諾で樹脂アンカー施工)を実施した例があるが、ブロック製作時にインサートアンカーを事前設置するなど工夫すること。
- ・ IP点で階段、隔壁、調整コンクリートと接する場合は階段、隔壁、調整コンクリート、天端ブロックと接する部分に目地を入れるものとする。

(3) 標準断面図

天端被覆コンクリートと法肩部の組合せ(現場打ち、二次製品)により、各標準断面は以下のとおりなる。

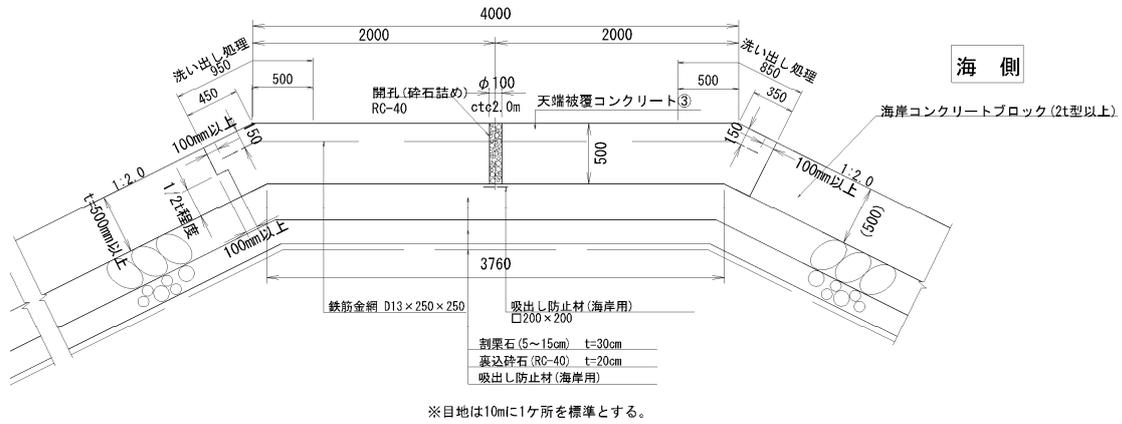


図 4.1.7-1 天端被覆コンクリート標準断面 (法肩部含め現場打ち)

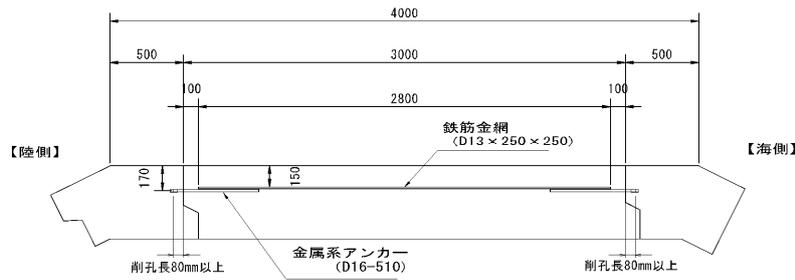


図 4.1.7-2 天端被覆コンクリート標準断面 (法肩部二次製品・天端現場打ち)

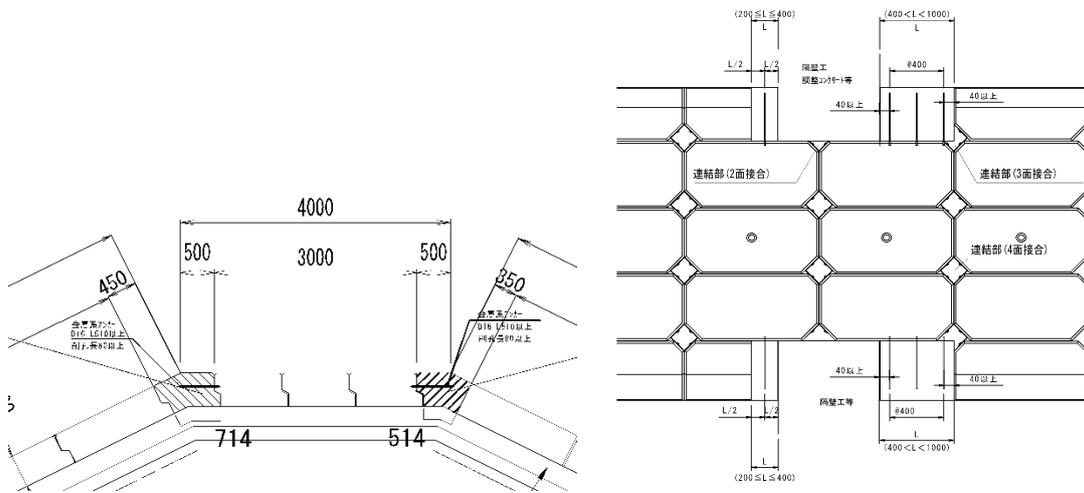


図 4.1.7-3 天端被覆コンクリート標準断面 (天端二次製品)

(4) 天端施工要領

法肩部が二次製品で天端被覆コンクリートが現場打ちの場合には、確実な一体化が必要であるため、天端コンクリートブロックと接する部分は差筋により一体化する。

差筋の施工要領は以下のとおりとする。

天端コンクリート施工方法 差し筋配置	平成26年5月12日 仙台河川国道事務所
<ul style="list-style-type: none"> ・天端コンクリートと法肩部二次製品との一体化に係る差し筋設置間隔は、天端コンクリートの変形(移動)に伴うせん断力より製品1基(2m)当たりD16-510×3本とし、アンカーの必要離隔を考慮し、概ね均等割り付けを行うよう端部は離隔を400mmとする。 ・1mもの製品を用いる場合には、回転を抑制するため、端部離隔を確保しD16-510×2本設置するものとする。 ・現場打ち部を設ける場合には、メッシュ筋が最低1スパン配置さて、且つかぶり厚10cm以上を確保可能な長さ以上とする。 ・横断上の配置は、メッシュ筋配置位置より天端から170mmとする。 	

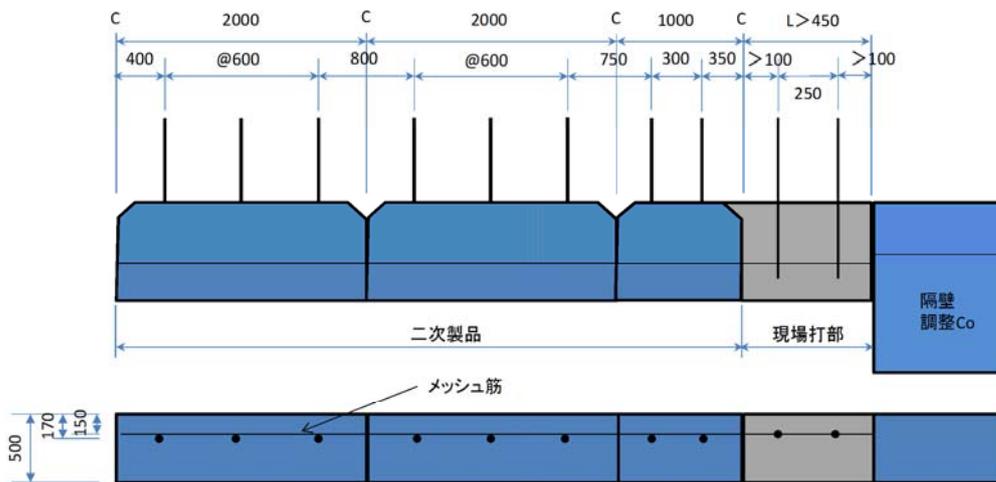


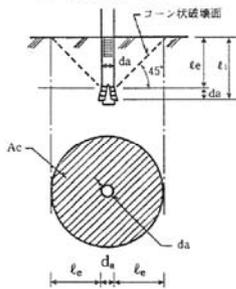
図 4.1.7-4 天端被覆コンクリート差し筋施工要領
(法肩部二次製品・天端現場打ち) (1/2)

天端コンクリート施工方法 差し筋配置(詳細説明)

端部からの離隔・設置間隔

金属系アンカー、樹脂系アンカーの必要離隔から、端部からの離隔を140mm以上、差し筋相互の間隔を280mm以上とする。

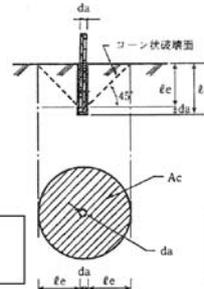
【金属系アンカー】



d_a : 埋込み深さ
 Le : 有効埋込み深さ ($= d_a - d_a$)
 d : アンカー本体の外径

d_a : 16mm, Le : $5 \times d_a = 5 \times 16 = 80$ のため、
 鉄筋中心からの必要離隔は、
 $d_a/2 + 80 = 88\text{mm}$ → 90mm以上確保

【樹脂系アンカー】

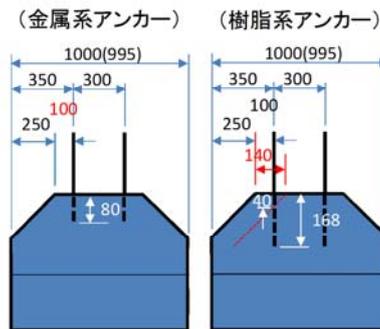


d_a : 埋込み深さ
 Le : 有効埋込み深さ
 d : アンカー径の外径

d_a : 16mm, Le : $8 \times d_a = 8 \times 16 = 128$ のため、
 鉄筋中心からの必要離隔は、
 $d_a/2 + 128 = 136\text{mm}$ → 140mm以上確保

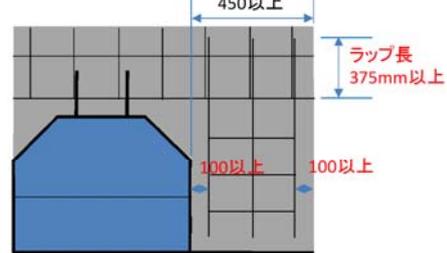
1m製品差し筋配置詳細

差し筋相互の間隔を300mm (280mmに施工誤差を考慮) とし差し筋を配置する。このとき、端部にハンチを有する製品にあっては、金属系アンカーであれば離隔を確保できるが、樹脂系アンカーを用いる場合には必要離隔を確保できない。このため、ハンチ部端部より必要離隔を確保できるよう、差し筋長を168mm以上確保するものとする。



現場打ち部配置詳細

現場打ち部はメッシュ筋を最低1スパン配置させ、且つかぶりを100mm以上とするため、450mm以上とする。メッシュ筋とのラップ長は1節半以上とする。



天端コンクリート施工方法 差し筋配置(詳細説明)

1m製品差し筋配置詳細

差し筋の横断上の配置は、曲げ変形を考慮しなくてよいよう、1製品当たり最低2本配置しているため、施工性のみを考慮し、メッシュ筋のかぶりを確保できるよう、天端より170mmの位置に配置する。これは、必要かぶり及び接着系アンカーの必要離隔を満足している。現場打ち部については、メッシュ筋の配置位置と同一となることに注意。



参考) 天端コンクリートに一部二次製品を用いる場合

差し筋長が510mmであるため、天端を3分割した場合に真ん中1列に二次製品を用いた場合には差し筋位置が競合する。このためラップ部にコンクリートを充填させるため、差し筋位置をずらす必要がある。左図はハンチを有するブロックの場合を例示しているが、アンカーの必要離隔、鉄筋相互間隔(祖骨材最大寸法 $\times 1.25$)の鉄筋間離隔を確保するよう差し筋を配置すること。

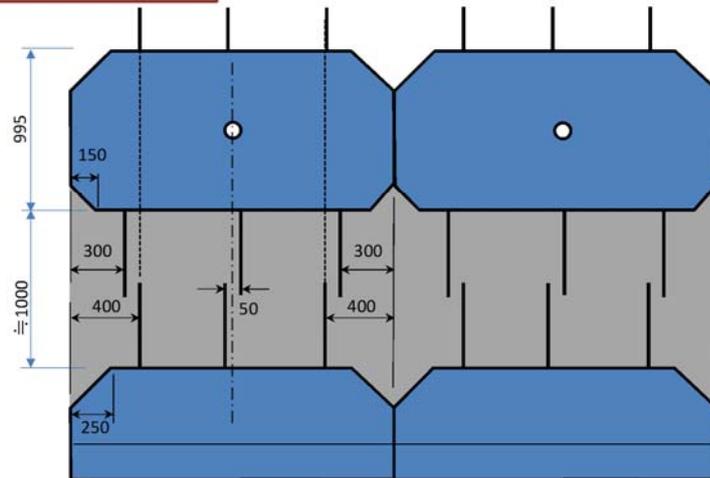


図 4.1.7-5 天端被覆コンクリート差し筋施工要領 (法肩部二次製品・天端現場打ち) (2/2)

7.2 法肩部洗い出し

(1) 洗い出し

- ・「仙台湾南部海岸災害復旧における景観配慮の方針」に基づき、天端法肩部において、海側 850mm(法部 350mm)、陸側 950mm(法部 450mm)部分のコンクリート面を洗い出しを行う。
- ・施工にあたり、簡易施工実態調査を実施するものとする。
- ・天端被覆コンクリートをブロック製品施工として実施する場合には、上記の範囲に連結部が発生し後打ちコンクリート部分となっていれば必ず洗い出し施工を実施すること。
- ・ブロック製品施工を行う区間で、現場打ち部が生じる場合には、ブロック製品と同様の骨材により表面に化粧を行うのがよい。
- ・洗い出しの程度については次ページを参照のこと。

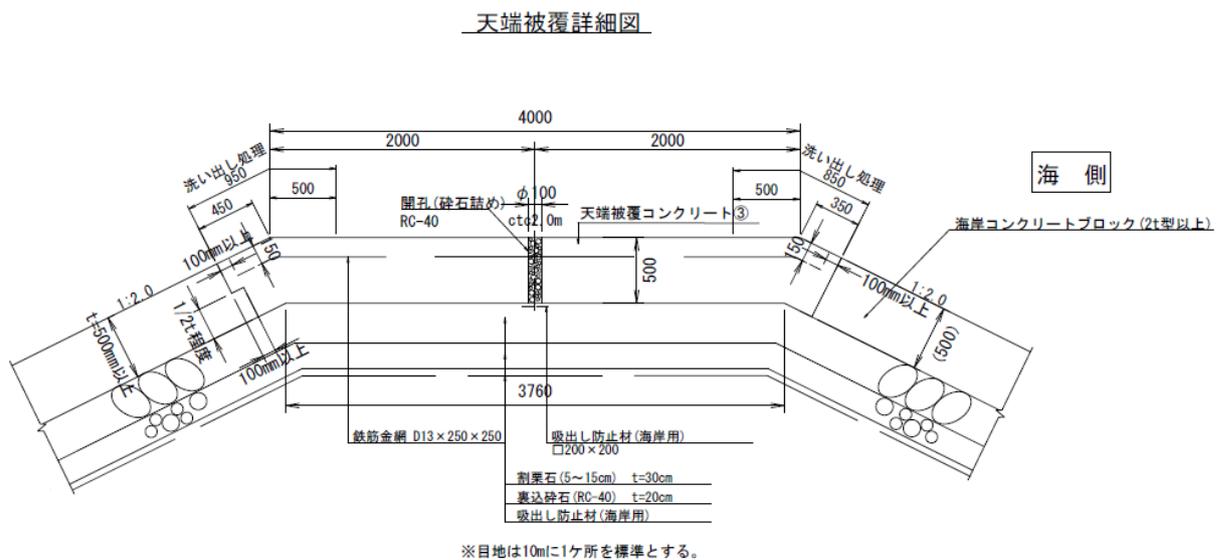


図 4.1.7-6 天端被覆詳細図



写真 4.1.7-1 後施工の例(ブラスト施工)

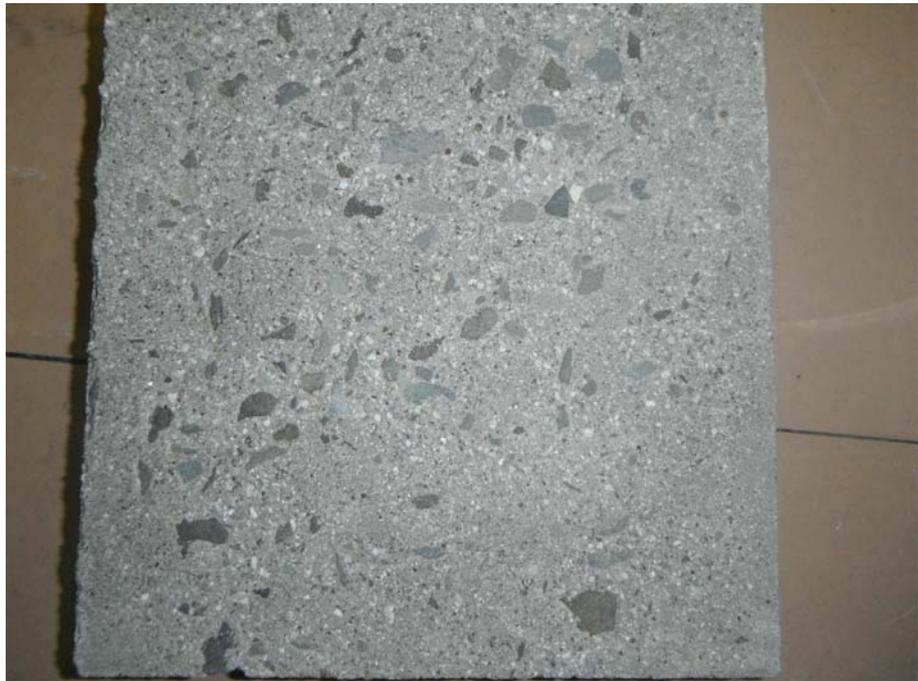


写真 4.1.7-2 後施工の例(ブラスト施工)



写真 4.1.7-3 二次製品の例(工場施工)



写真 4.1.7-4 二次製品の例(工場施工)



写真 4.1.7-5 法肩部現場打ち施工の例①



写真 4.1.7-6 法肩部現場打ち施工の例②

第8節 坂路工、境界杭設置工、銘板工

8.1 境界杭設置工

境界杭については、現在(H27.3)、二の倉工区(代行区間)の一部に設置しているが、他の工区は直轄区間も含めて一連の堤体工事が完了したのち、設置を進める。

下記に二の倉工区での設置例を示す。

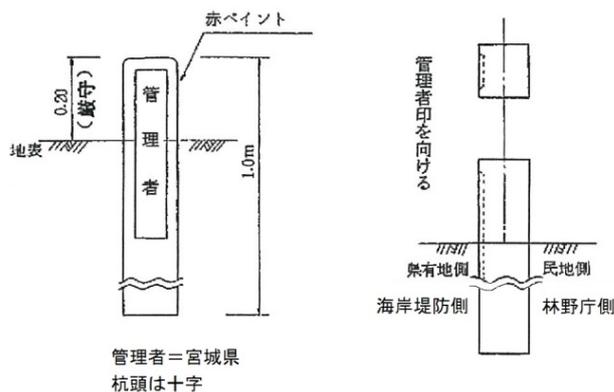


図 4.1.8-1 境界杭



写真 4.1.8-1 境界杭

8.2 銘板工

銘板(表示板)は各工区において、原則として、起点(北端)側の隔壁の南側に隣接する天端の海側に設置した。

材質は青銅鑄物とし、寸法は、縦 200mm、横 300mm、厚さ 13mm。字体は明朝体とし、表示項目は、

- ・工事名
- ・完成年月(西暦表示)
- ・「東北地方整備局」を表示
- ・延長(m 単位で表示)及び面積(法長寸法×施工延長で10の単位で四捨五入)
- ・設計業者名及び管理技術者名
- ・施工業者名及び監理技術者名とした。



写真 4.1.8-2 銘板施工例:二の倉工区第2復旧工事

第9節 仮施工・構造物取り壊し工

9.1 仮設工

(1) 工事用道路

緊急復旧工事を施工した区域は、本復旧工事を施工した区域の一部のみであり、また、緊急復旧工事の施工範囲も、緊急に施工する範囲にとどめていたため、各本復旧工事区域には、既設堤体の残骸、後背地の保安林などからの流木や家屋等のガレキが散乱し、さらに津波による土砂の流出や堆積によって、地盤は低い箇所、高い箇所が混在し、車輛の通行自体が困難な箇所が多く残っていた。

このため、初めに、障害物を撤去しては工事用道路を伸ばして行き、これを繰り返して工事用道路を設置し、工事車両の通行が可能な区域を広げていった。

地盤が低く、地表面に水面が現れている箇所では、下部に捨石をするなどして地盤の高さを確保したうえで工事用道路を設置し、原則として幅員7m、厚さ40cm以上の路面を岩ズリで確保した。

堤体の復旧工事が完了した工区では、逐次、工事用道路を撤去し、発生した岩ズリや捨石を、未整備区域での流用材などとして活用した。



写真 4.1.9-1 工事用道路の築造状況

(2) 場内ルート設定

場内では、築堤材料・裏込材・被覆ブロックなどの仮置場、消波ブロックの製作ヤード・仮置場などのスペースや、工事用施工機械の作業場所・移動のための通路が必要であった。このため、これらを確保できるよう考慮して場内の工事用道路のルートを設定した。

9.2 構造物取り壊し工

被災により機能を失い、取り壊しを決定したコンクリート構造物は、大型ブレーカ(ジャイアントブレーカ)やコンクリート圧砕器(ニブラ)などで取り壊して大割した後、不整地運搬車(キャリアダンプ・クローラダンプ)やダンプトラックで運搬・集積した。

大割りして概ね 30cm 以下となったコンクリート殻は、一部は捨石の代替品として流用し、多くは自走式破碎機を使用して破碎したうえで、RC-40 材とした。この材料は骨材としての規定を満たしていることを確認した上で、本堤の裏込工などに有効活用した。



写真 4.1.9-2 大型ブレーカでの取り壊し



写真 4.1.9-3 不整地運搬車での運搬



写真 4.1.9-4 自走式破碎機の稼働状況

第2章 環境への配慮

仙台湾南部海岸の堤防復旧事業では、海岸堤防の施工にあたり以下のとおり環境への配慮を行っている。

① 工事用道路の調整

当初の施工計画では、新設する海岸堤防の海側と陸側の両方から施工する計画としていたが、海浜の保全を考慮し陸側のみからの施工に変更した。

② 種子・地下茎が含まれる砂の活用

海浜植物の種子や地下茎が含まれる現地から採取した砂を取り置き、移植や種まきにより法尻部の植生回復を促進した。

