

第44回新技術・新工法説明会

スマートコラム工法

NETIS : KKK-180001-A

2025年7月18日



開発の背景

スマートコラム工法
NETIS : KKK-180001-A

地盤改良工法の種類

軟弱粘土の支持力増加と沈下抑制

砂地盤の液状化対策

原理	代表的な対策工法	トライアル・ライティの確保	効果						
			沈下	安定	変形	液状化			
圧密・排水	①表層排水工法 ②サンドマット工法 ③盛土載荷重工法 ④バーチカルドレーン工法 ⑤地下水低下工法	○ ○ ○ ○ ○							
締固め	⑥サンドコンパクションパイル工法		○	○	○	○		○	
固結	⑦表層混合処理工法 ⑧深層混合処理工法（機械搅拌工法） ⑨高圧噴射搅拌工法 ⑩薬液注入工法	○	○	○	○	○	○	○	○

従来の固化工法

①表層(中層)混合処理工法



深度は最大13m程度

②深層混合処理工法 (機械攪拌工法)



施工機械が巨大

③深層混合処理工法 (高圧噴射攪拌工法)



コストが機械攪拌より大



- ・従来の工法では狭い堤防頂部や既存宅地から15m以上の地盤改良ができる工法が存在しない。



- ・スマートコラム工法を開発
- ・海岸堤防や宅地の液状化対策で実績

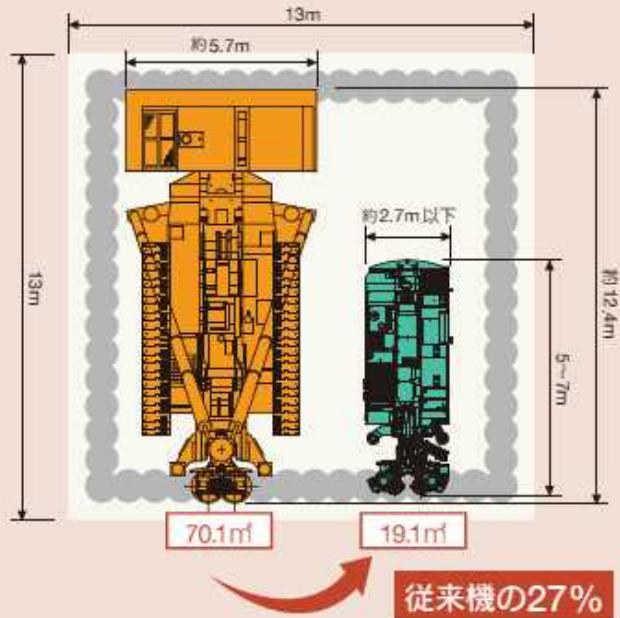
工法の特徴

スマートコラム工法
NETIS : KKK-180001-A

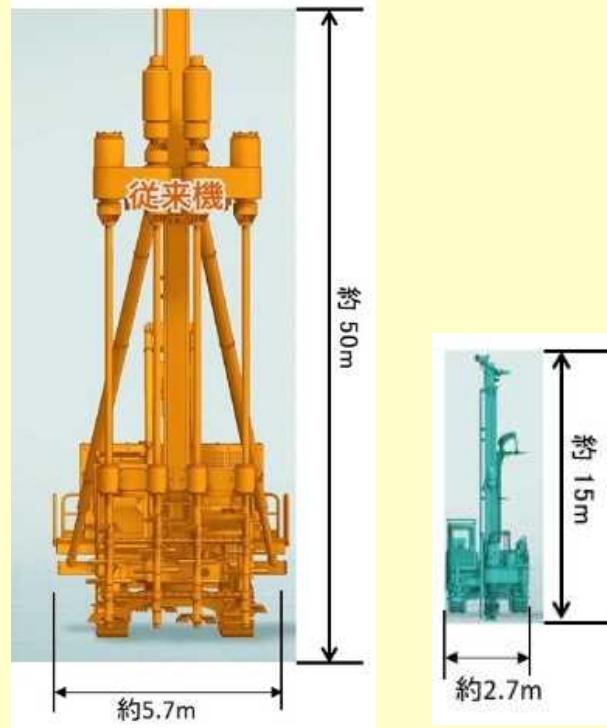
スマートコラム工法の特徴(小型軽量)

× 従来機の27%の占有面積を実現

従来の大型機のような大掛かりな機械組み立て用地や、数多くの機材運搬車両は不要です。



★ 高さは1/3以下 幅1/2以下



海岸堤防 での施工



既存宅地の 液状化対策



スマートコラム工法の特徴(小型機械で組み立て・搬入容易)

現場での組み立てほぼ不要

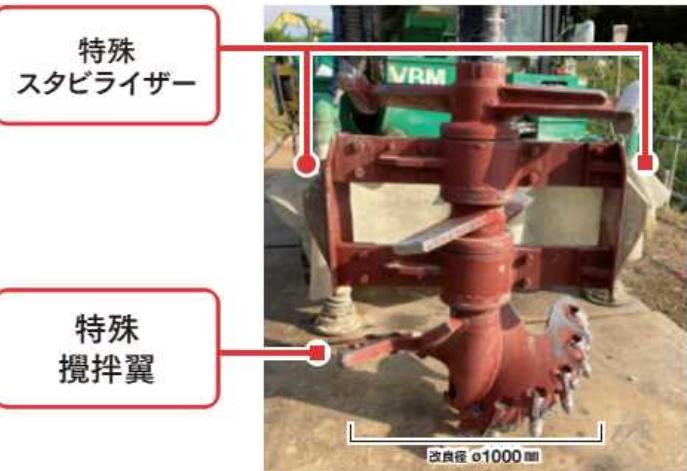


自走可能で移動が容易



スマートコラム工法の特徴(高い鉛直精度でラップ施工)

特殊攪拌翼により盛土構造物にも対応



● 大型機と同等の鉛直精度と改良品質

- ・共回り防止翼に特殊スタビライザーを追加することで掘削時の孔壁未改良地盤から受ける抵抗を鉛直変位抑制力に変え、改良体鉛直精度を向上
- ・共回り防止翼を2段とすることで、高い攪拌性能を確保

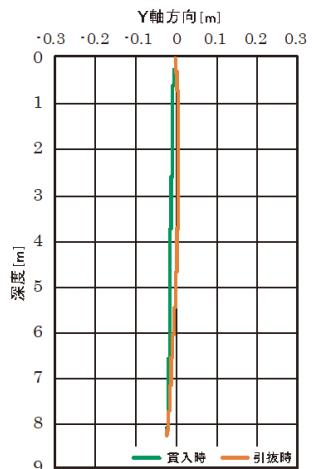
● 硬質地盤からなる 盛土構造物にも対応可能

攪拌翼の形状を切り欠きのある円錐型とすることで、軟弱地盤のみならず、堤防など転石等の混入が懸念される硬質地盤から成る盛土構造物でも掘削攪拌が可能



高い鉛直精度(1/200)でコラムをラップし壁を構築

高い鉛直精度



耐液状化対策TOFT工法における格子状改良壁

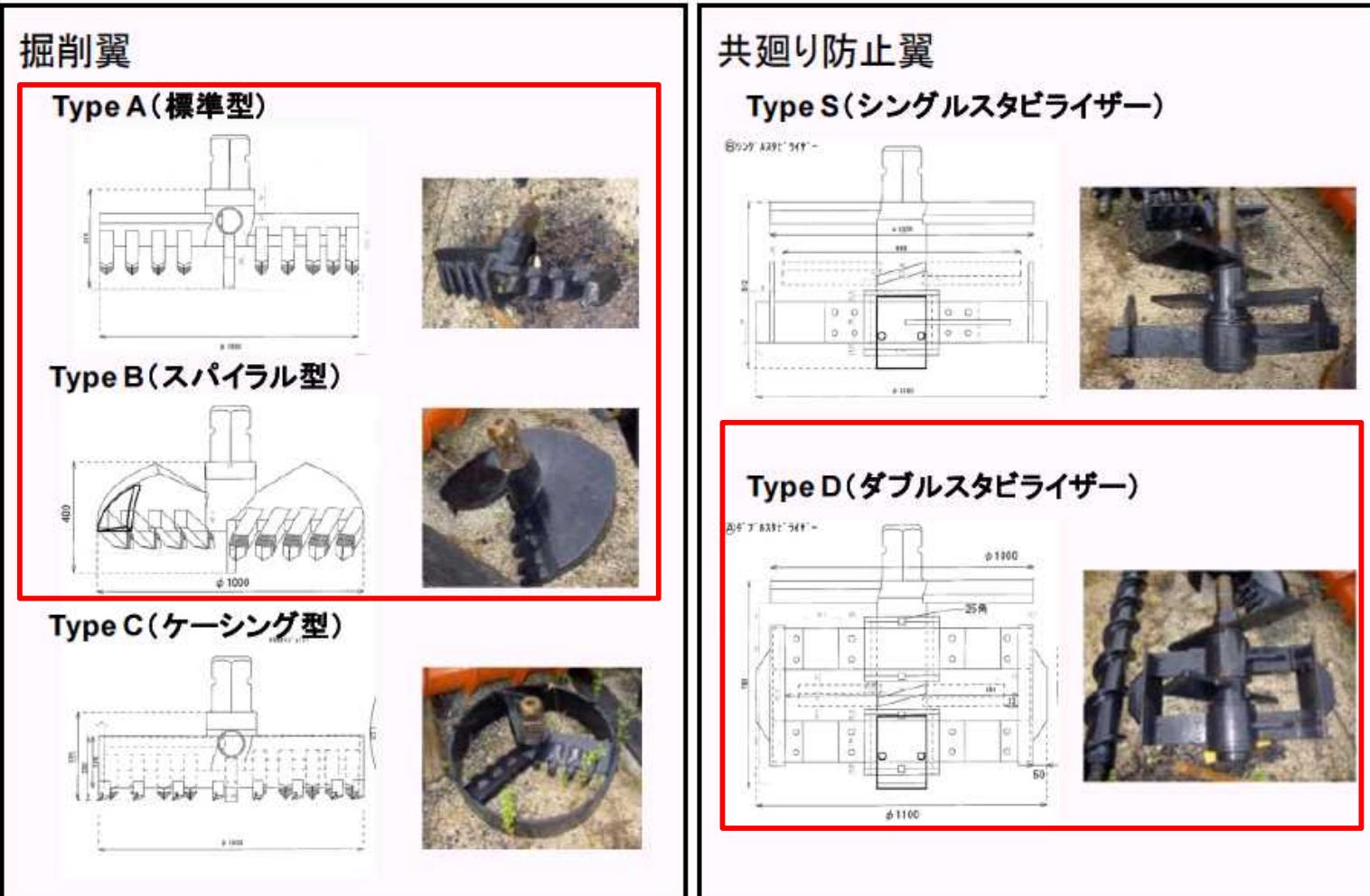


堤防補強への適用

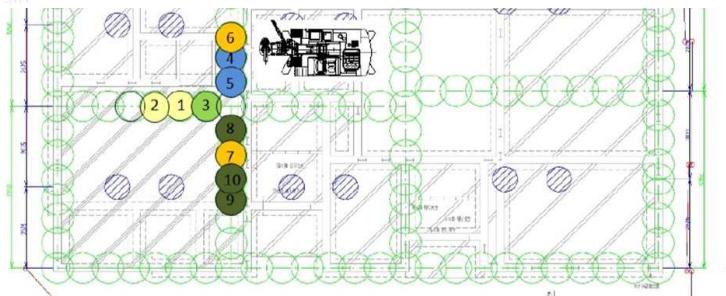


鉛直精度を確保できる攪拌翼の開発 ①

確実なラップ施工による地盤改良壁の構築を可能とする掘削翼と共回り防止翼組み合わせ決定



試験施工によるラップ精度や
強度の確認

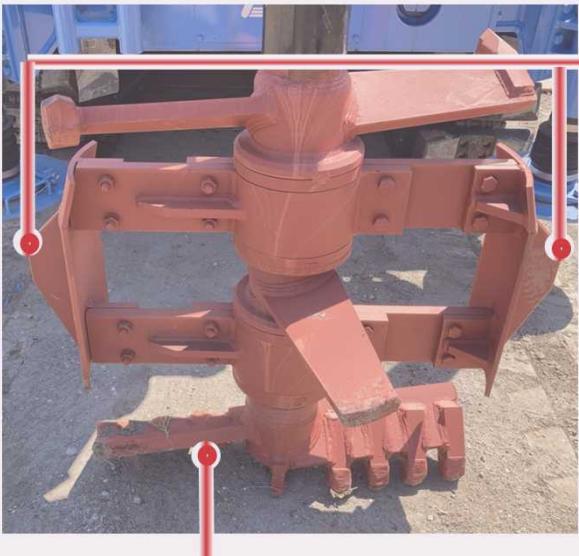


- 標準-S
- スパ-S
- ケイ-S
- 標準-D
- スパ-D

鉛直精度を確保できる攪拌翼の開発 ②

硬質地盤からなる盛土構造物にも対応可能

標準翼(普通土用)

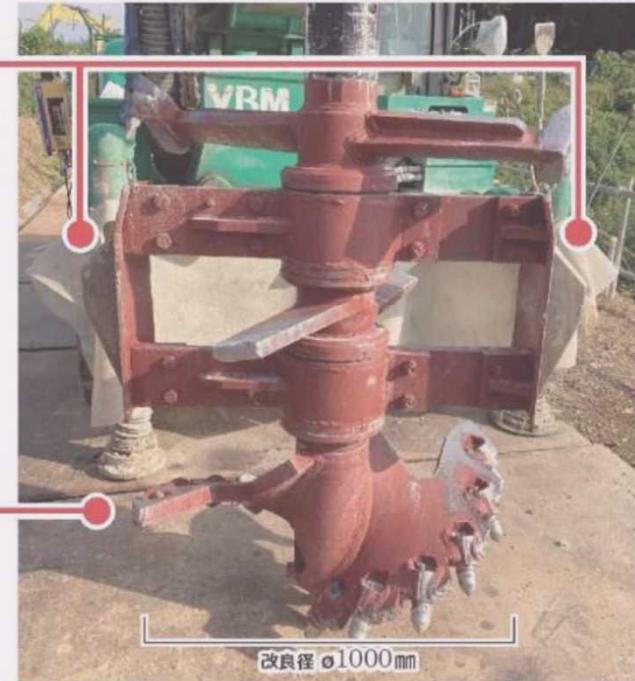


特殊
スタビライザー

特殊
攪拌翼

標準翼

特殊攪拌翼(硬質地盤用)



攪拌翼の形状を切り欠きのある円錐型とすることで、軟弱地盤のみならず、堤防など転石等の混入が懸念される硬質地盤から成る盛土構造物でも掘削攪拌が可能

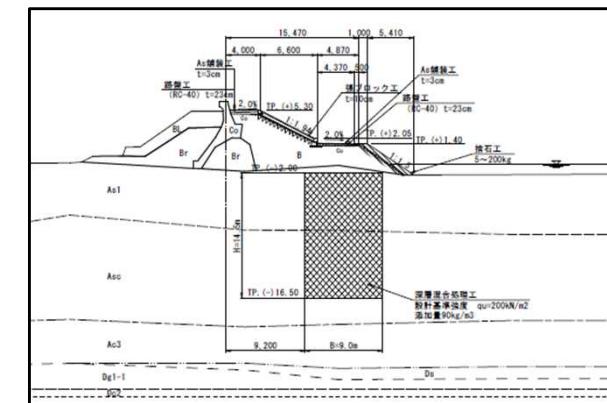
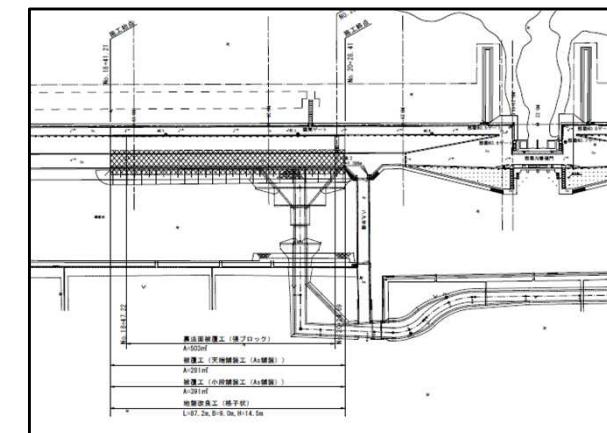
適用事例

スマートコラム工法
NETIS : KKK-180001-A

直轄海岸保全施設整備事業「八代地区」のうち群築工区の工事例

工事概要

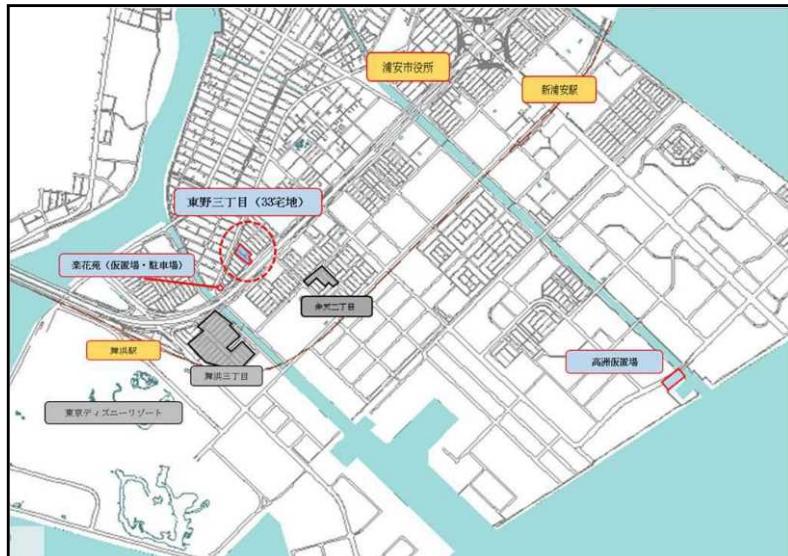
- 1) 工事件名 : 令和5年度八代海岸保全事業群築工区堤防補強その2工事
- 2) 工事場所 : 熊本県八代市群築八番町地内
- 3) 発注者 : 九州農政局
- 4) 受注者 : アイサワ工業株式会社
- 5) 工事概要 : 八代海岸保全事業の一環として陸側の堤防補強工事を実施するもの。
- 6) 工期 : 令和6年8月 ~ 令和7年3月10日
- 7) 工事内容 : 格子状地盤改良工: 569本
地盤改良深度 H=17.6m(改良長:14.5m)
土工・構造物撤去工・法面被覆工・仮設工他: 一式



浦安市市街地液状化対策事業のうち東野地区の工事例

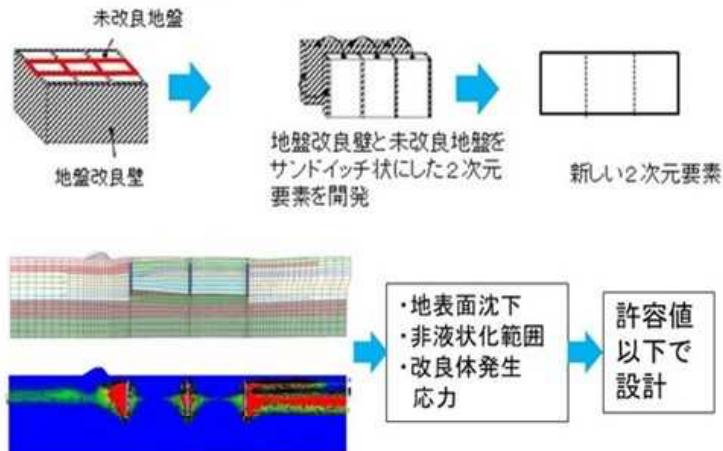
工事概要

- 1) 工事件名 : 東野三丁目地区市街地液状化対策工事
- 2) 工事場所 : 千葉県浦安市東野三丁目30・31番地先(対象宅地数:33宅地)
- 3) 発注者 : 浦安市
監督部署 : 浦安市都市整備部 復興事業課
- 4) 施工監理 : 株式会社URリンクージ
- 5) 受注者 : 株式会社竹中土木・前田建設工業株式会社
市街地液状化対策事業特定設計施工共同企業体(請負比率 60:40)
- 6) 工事概要 : 本工事は、東野三丁目30・31街区(33宅地)を対象に、国の復興交付金を活用し、格子状地盤改良工法を用いて道路と宅地の一体的な液状化対策を実施するもの。
- 7) 工期 : 当初 平成28年12月17日 ~ 平成30年2月28日
変更 平成28年12月17日 ~ 平成31年3月31日
- 8) 工事内容 : 工事対象宅地数:33宅地(2街区)
道路部 格子状地盤改良工:439本(機械攪拌工:96本 高圧噴射攪拌工:343本)
宅地部 格子状地盤改良工:395本(高圧噴射攪拌工:395本)
地盤改良深度 GL-1.5m~ -9.0m(改良長:7.5m)
仮設・準備・付帯工: 一式

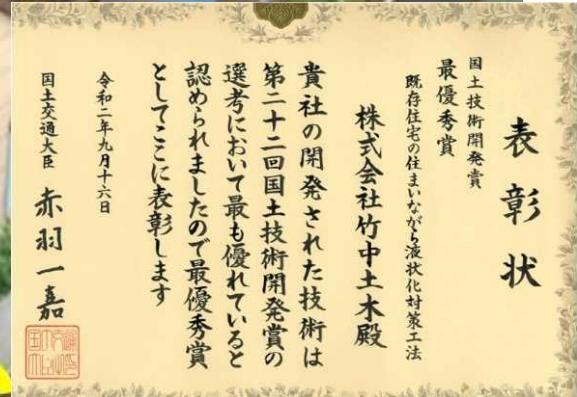


～住みながら宅地境界を地盤改良壁で囲む液状化対策工法～
既存住宅の住まいながら液状化対策工法

設計評価手法(疑似3次元解析法)



小型機械攪拌(スマートコラム工法)



超小型高圧噴射攪拌
(エコタイト工法)



適用の拡大について

スマートコラム工法
NETIS : KKK-180001-A

スマートコラム工法

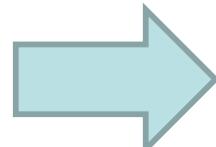
狭く地耐力の無いため池堤防や護岸



都市や街の狭隘地



従来の大型機施工が困難



小型機械で大型機と同等の鉛直精度を有した
地盤改良(深層混合処理)



スマートコラム工法を用いた堤体の強靭化技術の開発

地震による堤防の被災



地震動によって堤体が大きく沈下する
被害が発生してきた。

津波の越流による堤防の被災



越流によって堤体が裏法面から崩壊する
被害が発生してきた。



堤体全体の補強や 強固な堤体の再構築は、
多大な費用が必要であり、現実的でない。

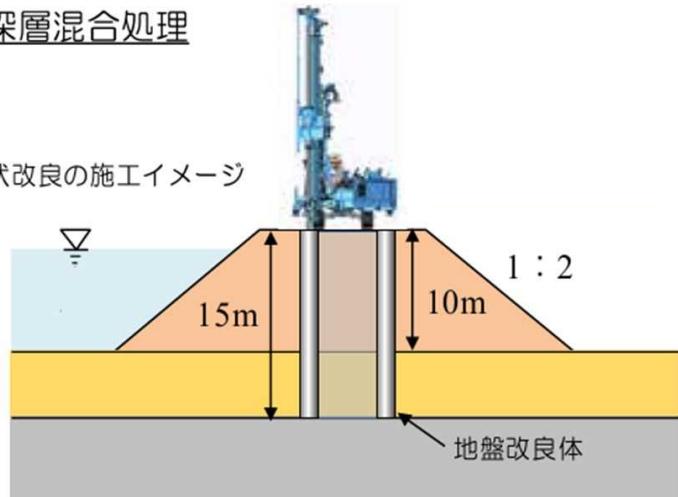
スマートコラム工法を用いた堤体の強靭化技術の開発

◆対策の提案

狭い堤体の頂部から施工可能なスマートコラム施工機械

深層混合処理

格子状改良の施工イメージ

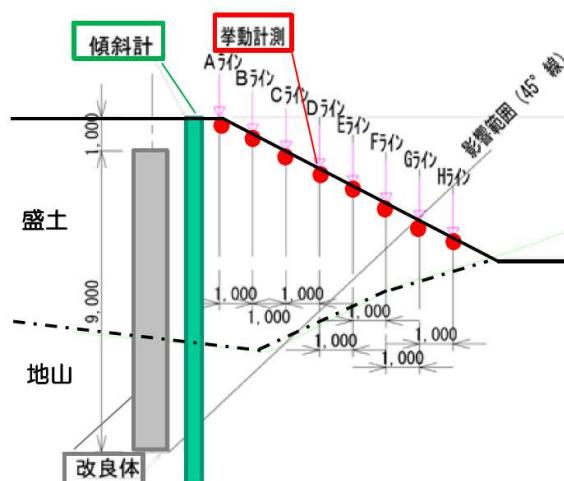


小規模堤体頂部から地盤改良壁の造成により**耐震化**と**越流耐久性**の向上を図る



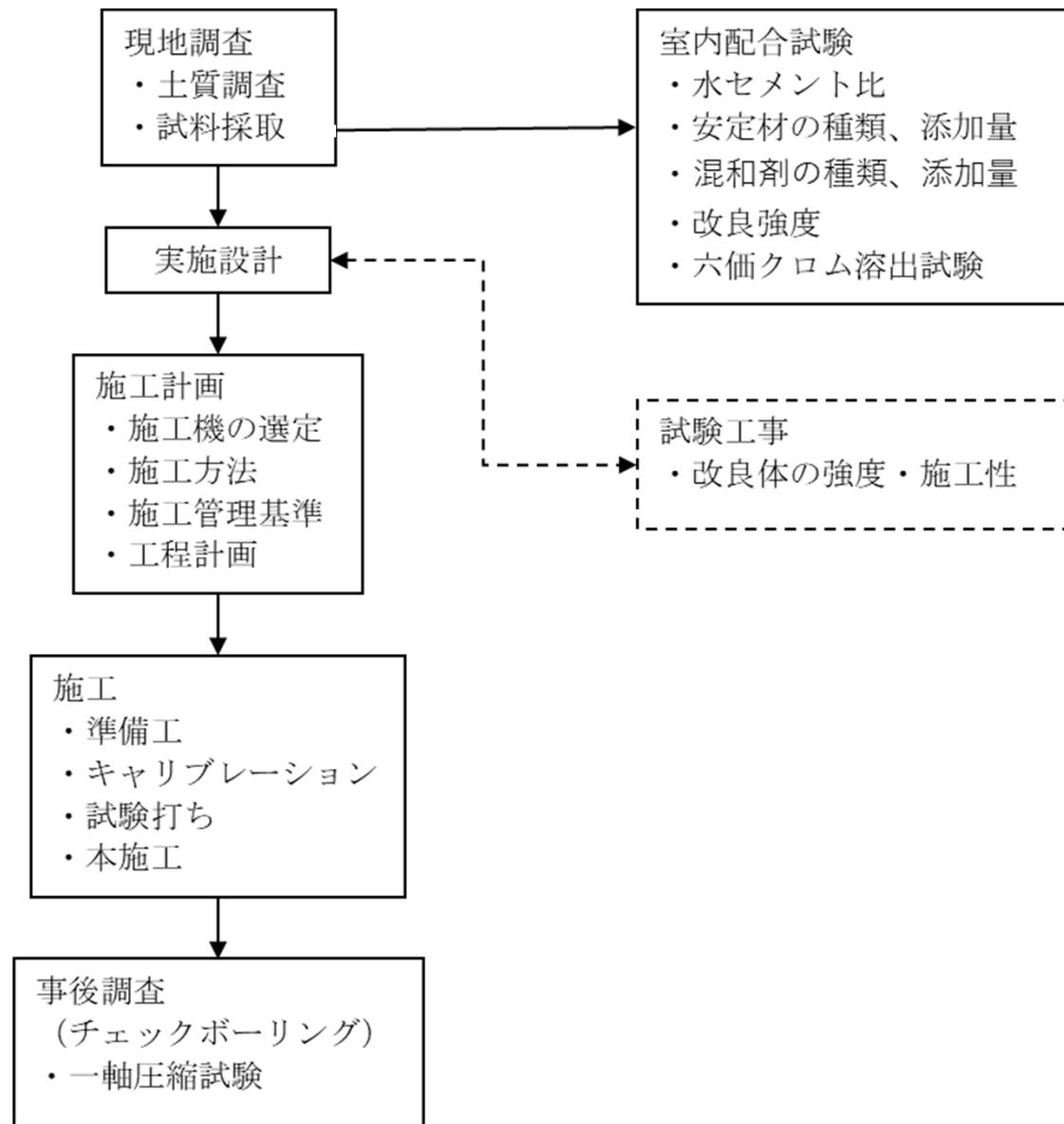
実大規模実験による堤体への施工影響確認

法面変位は0~1mm程度
最大でも2mm以下を確認



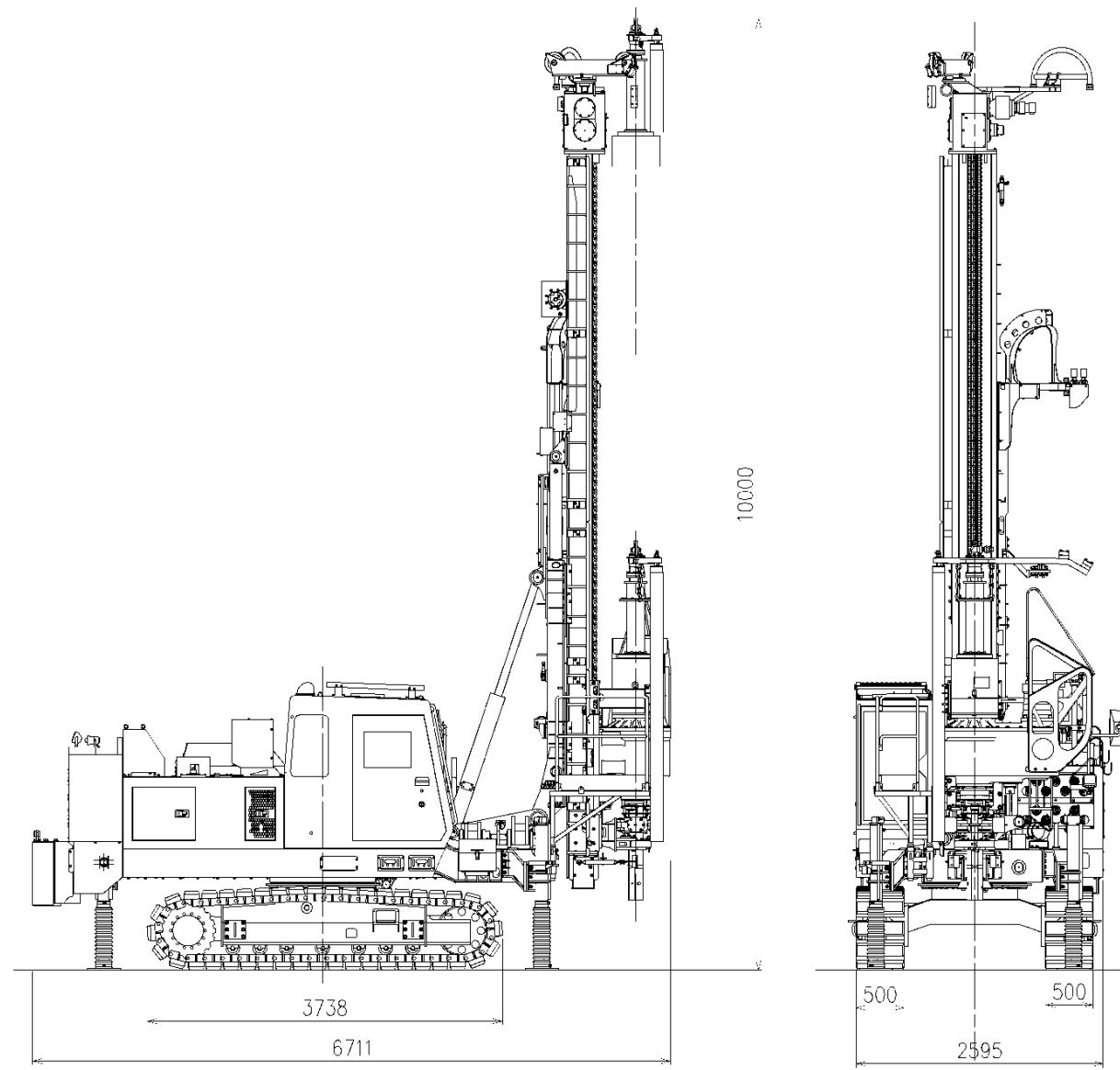
◆工法概要

現地調査から事後調査までの流れ



◆工法概要

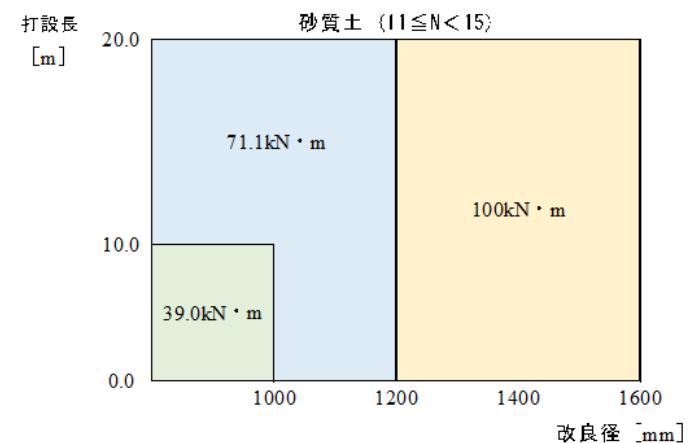
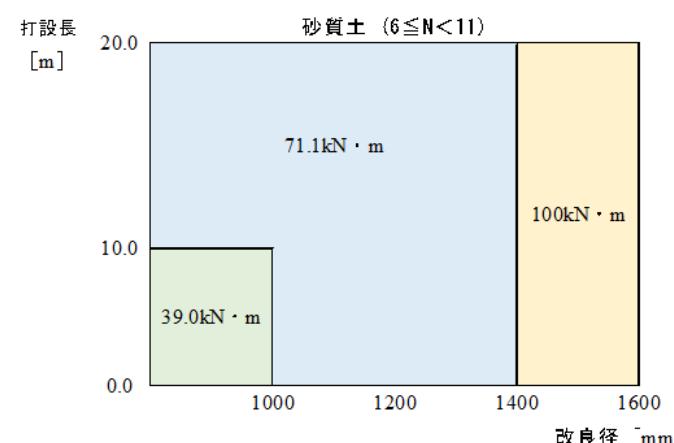
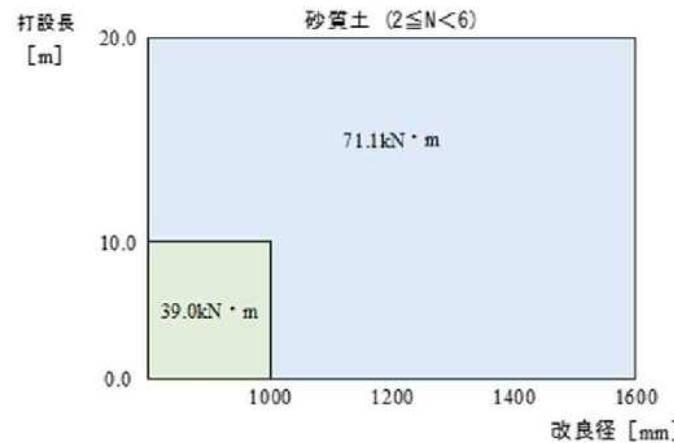
施工機械の例(GI-130)



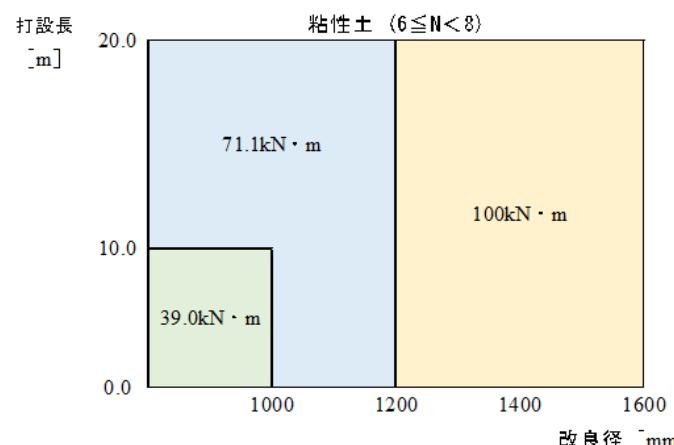
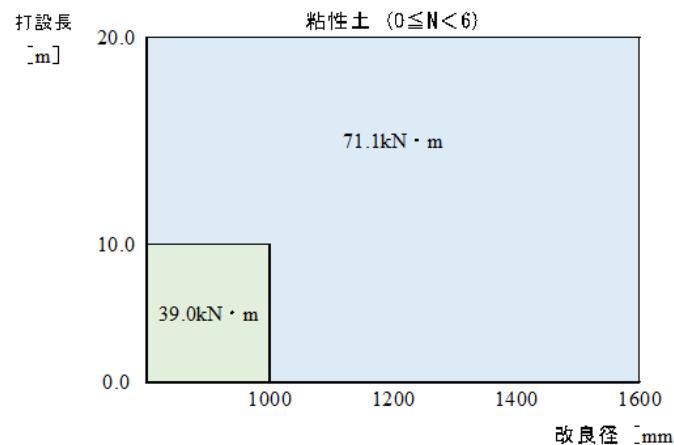
◆工法概要

適用範囲

砂質土

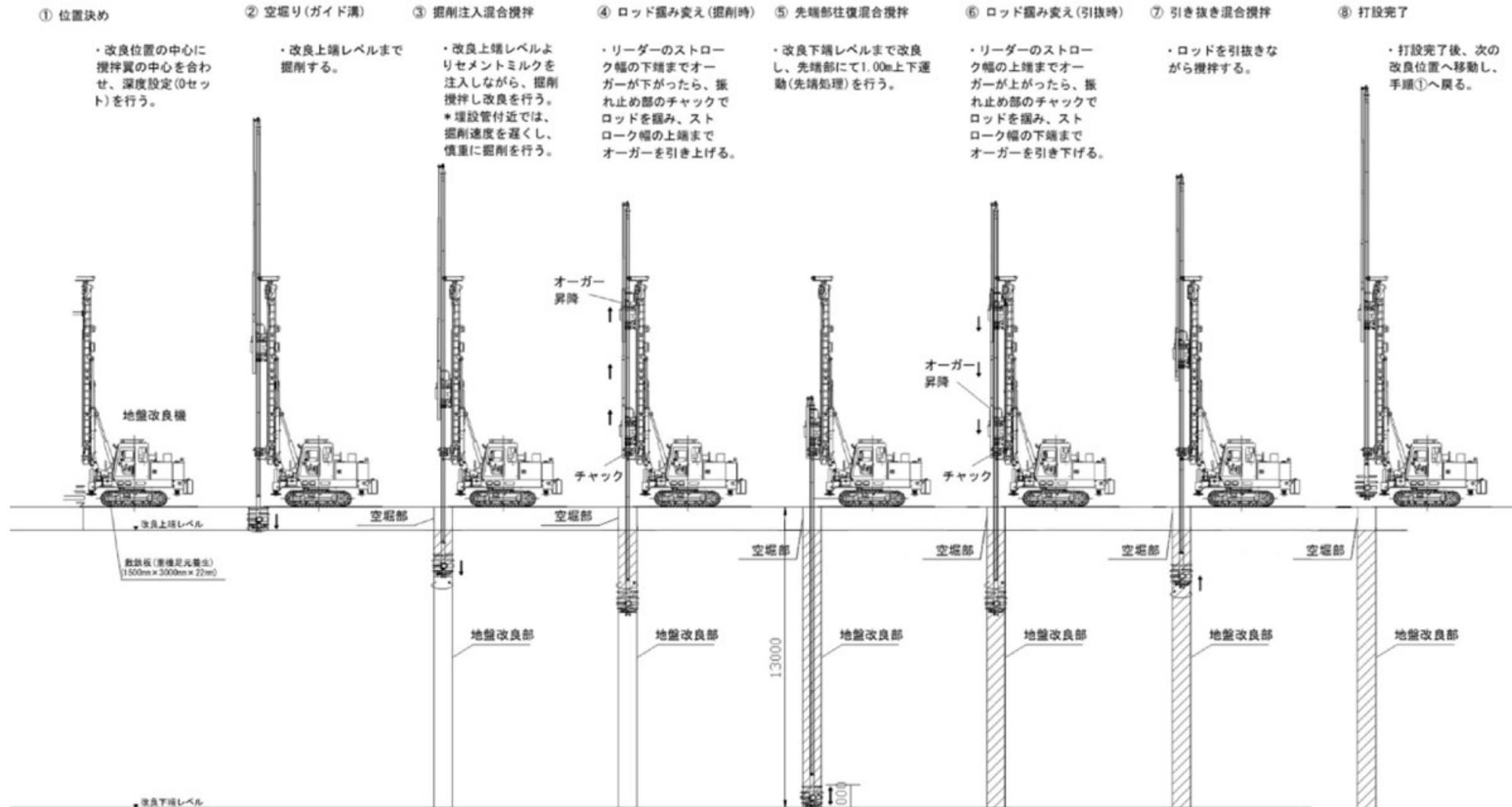


粘性土



◆工法概要

施工フロー



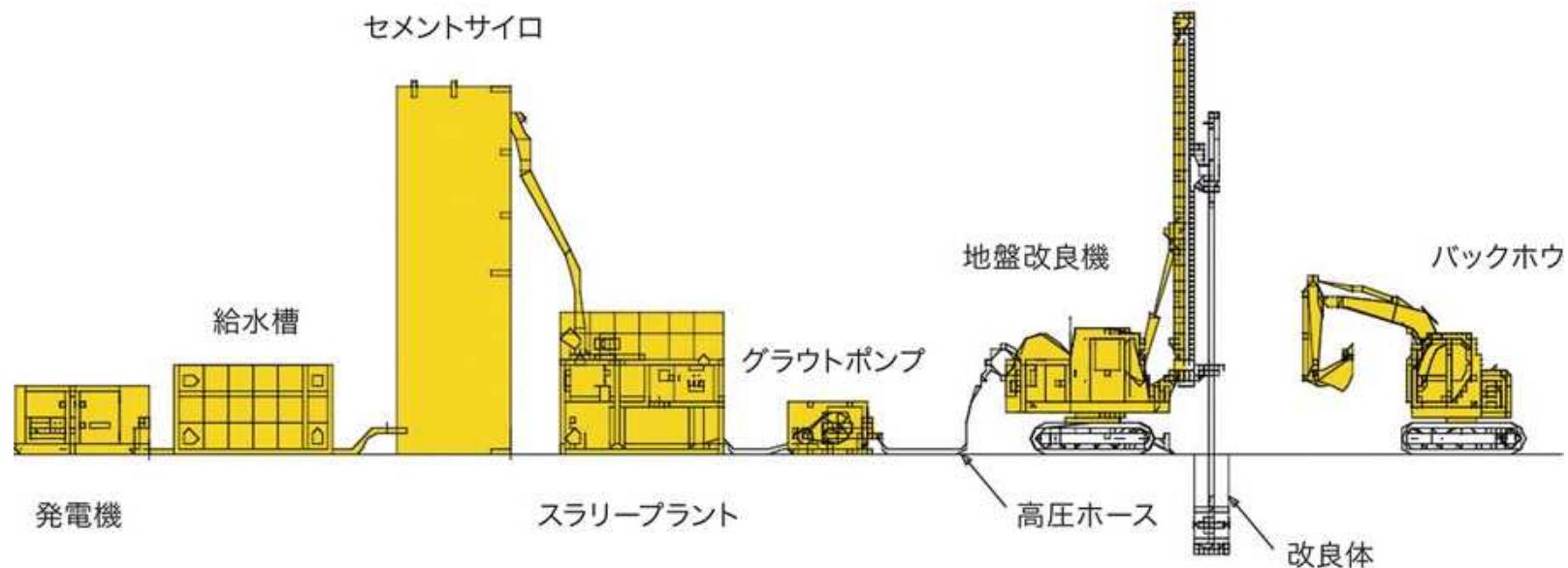
◆工法概要

施工管理項目と管理基準

管理項目	管理内容	規格値	測定単位	測定頻度	管理方法		備考
					管理手段	記録様式	
施工前管理	搅拌翼形状検査	設計値以上	1 cm	施工前	テーピング	構造検査 データシート	
	計量器キャリブレーション	既知重量±2kg	2 kg		20 kg分銅	〃	
	深度計キャリブレーション	±10 cm	1 cm		テーピング	〃	
	速度計キャリブレーション	±0.05 m/分	0.01 m/分		ストップウォッチ、 目視	〃	
	回転計キャリブレーション	±2 rpm	1 rpm		〃	〃	
	スラリー流量	±2 L/分	1 L/分		容量を計量 できる容器	〃	スラリー系の場合
打設位置	基本測量、杭芯位置	設計値 ±2 cm	1 cm	改良ピッチ毎	トランシット、 テーピング カラーリボン付き目杭	改良ピッチ毎	
	杭芯セット	目視	—		目視	目視	
	鉛直度管理	リーダの鉛直性	0度 ±0.1度		傾斜計(管理計器)	〃	
	着底層の管理	処理機の着底管理	現場の着底基準		トルク計、速度計	杭打設結果	
	貫入長、 改良長の管理	改良体の貫入長、 改良長の管理	設計値以上		深度計	〃	
改良材使用量	改良材の使用量	設計使用量以上	5 kg	全数	スラリー流量計	〃	スラリー系の場合
					改良材供給ロードセル	〃	紛体の場合
	開削調査、杭径	設計値以上	1 cm	1ヶ所 / 100本 (最低2ヶ所) 1ヶ所あたり 4本程度	テーピング レベル測量	写真、調査報告書	
	杭ピッチ	設計値 ±D/4	1 cm				
	基準高	設計値 -5 cm	1 cm		深度計	杭打設結果	
	改良長	設計値以上	10 cm				
搅拌混合の管理	羽根切り回数	管理値(回/m)	1回	〃	速度計、回転計	〃	スラリー系の場合
	改良材吐出量	設計値以上	1 L(1kg)		管理計器(流量計)	〃	
材料品質管理	セメントの品質	JIS規格	—	1回/月	—	試験成績表	
	スラリー比重	設計値 ±2%	0.01	1回/日以上	比重計	試験報告書	
改良体品質	改良土の一軸圧縮試験	設計強度	1 kN/m ²	チェック ボーリング本数	一軸圧縮試験	〃	
材料使用量管理	搬入量と使用量	—	1 kg	毎日	納品伝票	伝票台帳、 受け払い表	
写真管理	施工前キャリブレーション	—	—	施工前	各管理計器、 テーピング	キャリブレーション 報告書	
	施工中	—	—	施工中随時	〃	工事報告書	
工程管理	施工中の工程管理	—	—	毎日	打設日報・集計表	出来高管理図	

◆工法概要

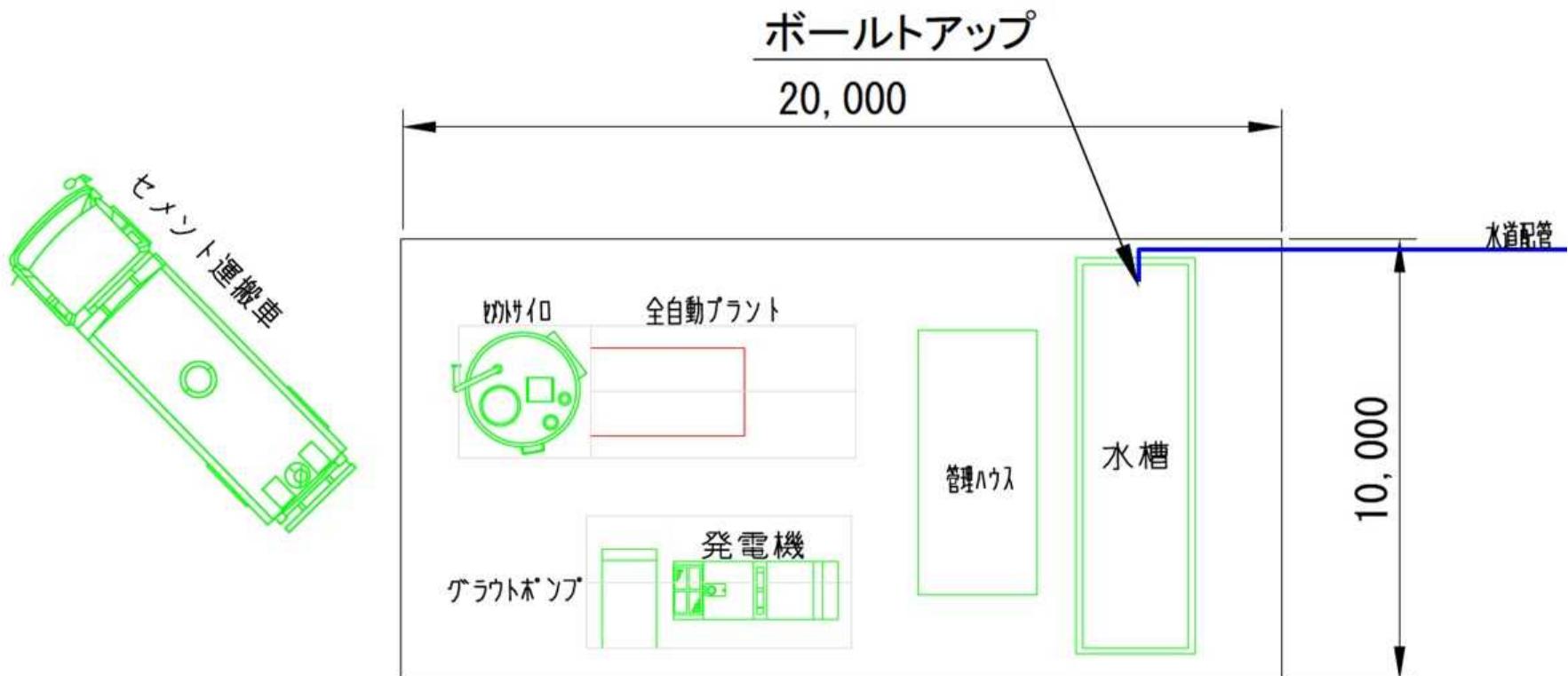
施工機材の概要



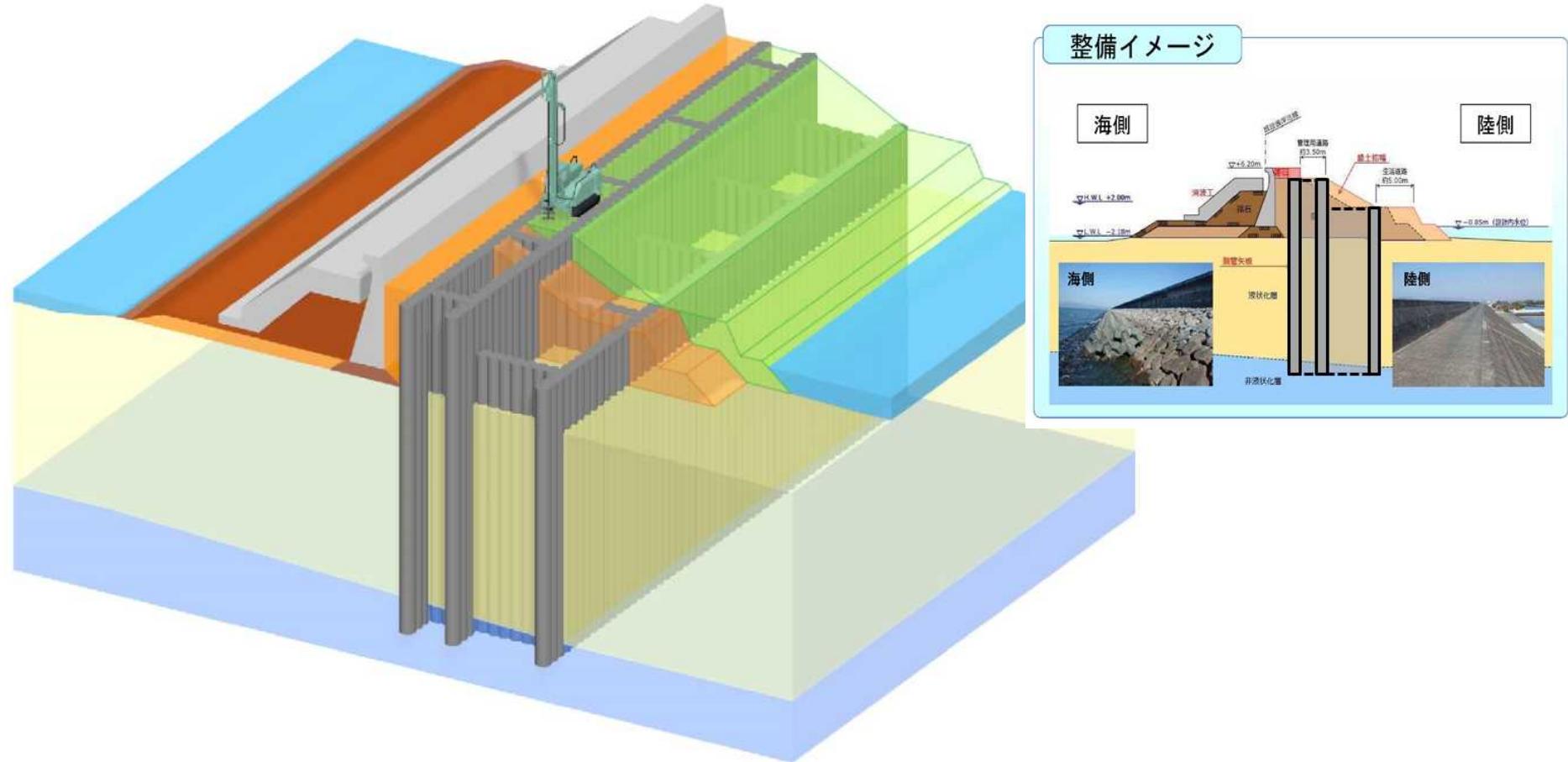
機種	39.0kN・m級	71.1kN・m級	100kN・m級
スピンドルトルク	39.0kN・m	71.1kN・m	100kN・m
貫入深度	~15m	~20m	~20m
バックホウ	クローラ式 0.4m ³	クローラ式 0.4m ³	クローラ式 0.4m ³
セメントスラリープラント	10m ³	20m ³	20m ³
セメントサイロ	30t	30t	30t
水槽	10m ³	20m ³	20m ³
水中ポンプ	100mm×1台	100mm×1台	100mm×2台
グラウトポンプ	200~300ℓ/min	200~300ℓ/min	200~300ℓ/min
発動発電機(プラント用)	100kVA	150kVA	150kVA
プラント必要面積	200m ² 以上		

◆工法概要

プラント関連



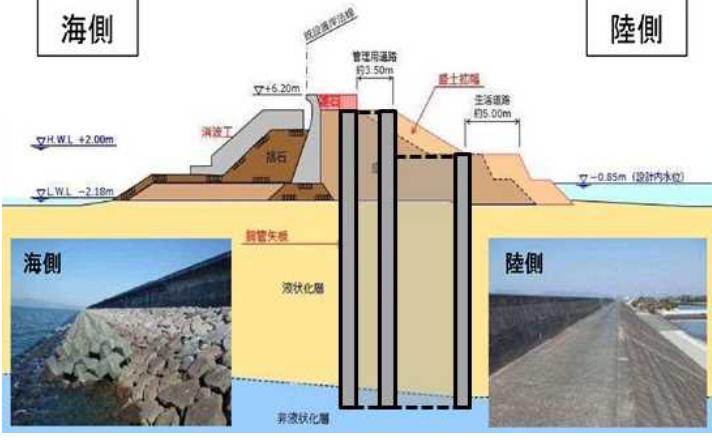
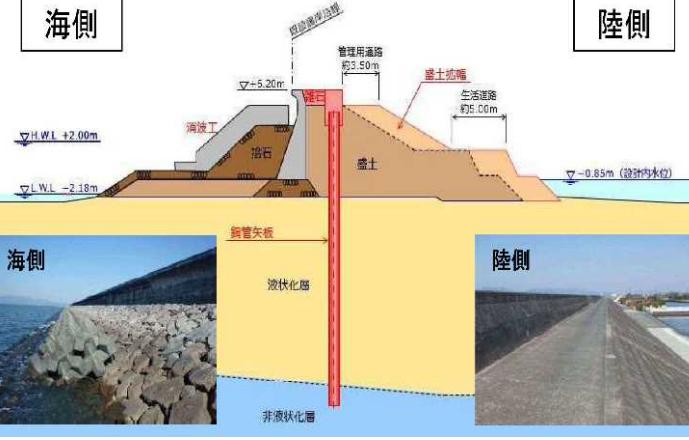
◆検討事例 海岸堤防適用イメージ



- ・小型地盤改良機「スマートコラム」工法で既存堤防への影響を最小限とする
- ・地盤改良壁は自立するので、擁壁のように地盤の崩壊を防止し天端高さを維持する
- ・地盤改良壁を格子式に配置することで、内部の地盤の液状化を防止できる

◆検討事例

工法比較(堤体主要部補強)

		地盤改良工法（スマートコラム工法）	鋼管杭回転圧入切削工法
工法イメージ		 <p>横断面図で、堤体の海側と陸側を示す。堤体は斜面で構成され、堤頂には管理用通路（約3.50m）と盛土堤幅（約5.00m）がある。堤体内部には、液状化層（黄色）と非液状化層（青）が示されている。地盤改良工法として、スマートコラム（黒い柱）が液状化層に設置されている。水位はH.W.L. +2.00m、L.W.L. -2.18m、設計内水位 -0.85mである。</p>	 <p>横断面図で、堤体の海側と陸側を示す。堤体は斜面で構成され、堤頂には管理用通路（約3.50m）と盛土堤幅（約5.00m）がある。堤体内部には、液状化層（黄色）と非液状化層（青）が示されている。鋼管杭回転圧入切削工法として、鋼管（赤い柱）が液状化層に設置されている。水位はH.W.L. +2.00m、L.W.L. -2.18m、設計内水位 -0.85mである。</p>
補強効果	越流時の残留変位	格子による剛性で変形微小	残留変位が発生する
	液状化防止効果	堤体の主要部を確実に液状化防止	地下水位により液状化範囲が広がる
	評価	◎	△
環境影響	騒音・振動	少ない（超小型機械のため）	少ない（打設鋼管を反力とするため）
	盛土の変状などの影響	無（施工試験で確認済）	無
	評価	○	○
経済性	コスト(100m当たり 直工)	¥166,290,000	¥301,182,000
	鋼管打設に対する比率	55%	100%
	評価	○	×
工期	工期	77日	45日
	評価	△	○
総合評価		○	△

お問い合わせ先

株式会社 竹中土木
技術・生産本部 担当: 中澤 慎近

〒136-0075
東京都江東区新砂1-3-3

TEL: (03)6810-6214
FAX: (03)6660-6304

E-mail: nakazawa-n@takenaka-doboku.co.jp

ご清聴ありがとうございました

スマートコラム工法
NETIS : KKK-180001-A

