

泥上・水上・閉水域でも適用可能な圧密促進工法

ピーディーエフ

PDF工法

(フLOAT式プラスチックボードドレーン工法)
Plastic-board Drain by Floating System



不動テトラ

株式会社不動テトラ
中部支店 地盤研究室
尾形 太



§1. PDF工法とは 開発の背景・工法の特長

§2. PDF工法の主な適用目的 減容化・沈下安定対策・圧密促進

§3. PDF工法の施工方法 作業船のタイプと施工方法

§4. 適用実績と施工事例

§1.PDF工法とは



PDF工法はプラスチックボードを排水材とした圧密促進工法の一つで、今まで施工が困難とされていた超軟弱地盤である泥上や大型船舶の入域が困難な浅水域・閉水域でも適用可能な工法です。

泥上・水上・閉水域でも適用可能な圧密促進工法
PDF（ピーディーエフ）工法

PDF : *Plastic-board Drain by Floating System*

PDF工法研究会
株式会社不動テトラ・錦城護謨株式会社
太平商工株式会社・株式会社ソイルテクニカ

◆開発の背景

■ 浚渫土砂処分場など埋め立て直後の状態は、陸上施工機のトラフィカビリティーが確保できない、また水深がほとんど無いため海上作業船の入域も困難、このような条件でも施工可能な圧密促進工法のニーズが高まる。



浚渫土砂処分場



陸上施工機は
トラフィカビリティー
確保できない×

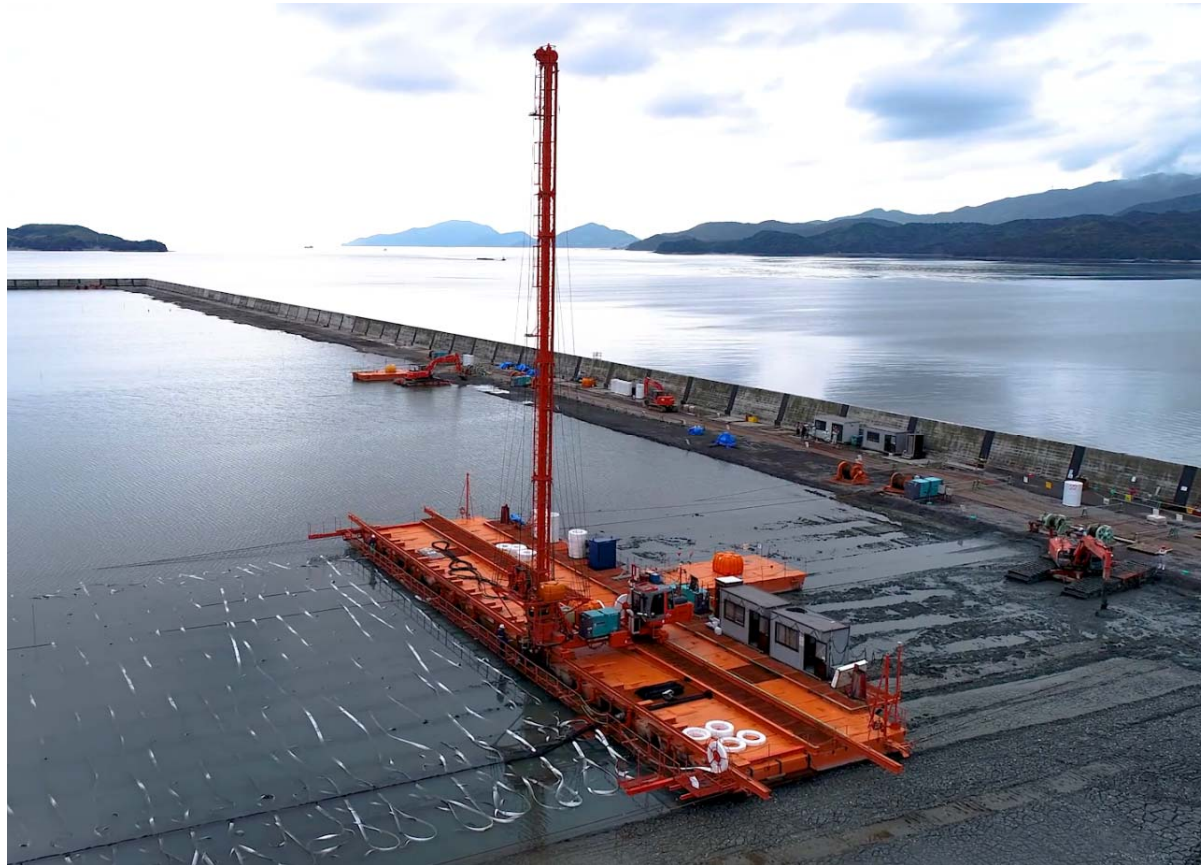


海上作業船は
水深が浅いため×

閉水域では
入域も困難×

◆開発の背景

■ 水上でも陸上でもない泥上の状態で地盤改良の施工が可能な工法として、PDF工法を開発。



連結フロート式PDF工法の施工状況

◆PDF工法の特長



■施工性

泥上・水上・閉水域などあらゆる条件で施工が可能

■経済性

軽量の人工材料ドレーンのため、材料が安価
サンドマットの代わりに水平ドレーンの併用も可能

■高能率

作業船の位置決め後はレーン上の移動で施工が可能

■適用性

施工条件に合わせた作業船を艀装して施工が可能

■環境性

振動機を用いない無振動・低騒音工法

◆PDF工法の特長



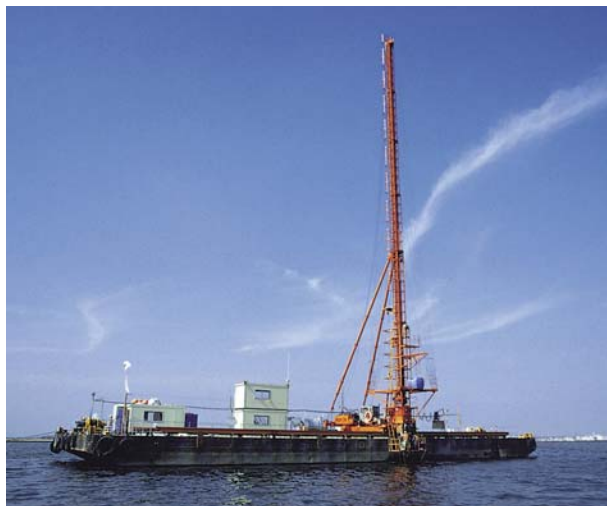
■施工性

泥上・水上・閉水域などあらゆる条件で施工が可能

泥上・超浅水域施工
(連結フロート式)



水上施工
(台船式)



閉水域施工
(組立台船式)



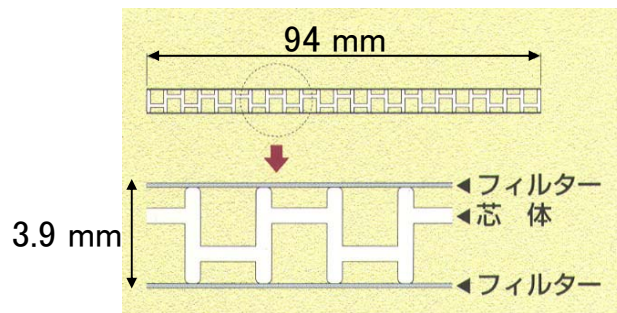
◆PDF工法の特長



■経済性

軽量の人工材料ドレーンのため、材料が安価
サンドマットの代わりに水平ドレーンの併用も可能

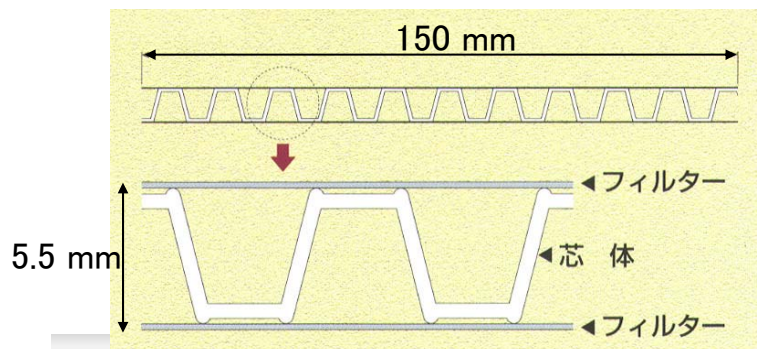
鉛直ドレーン材断面



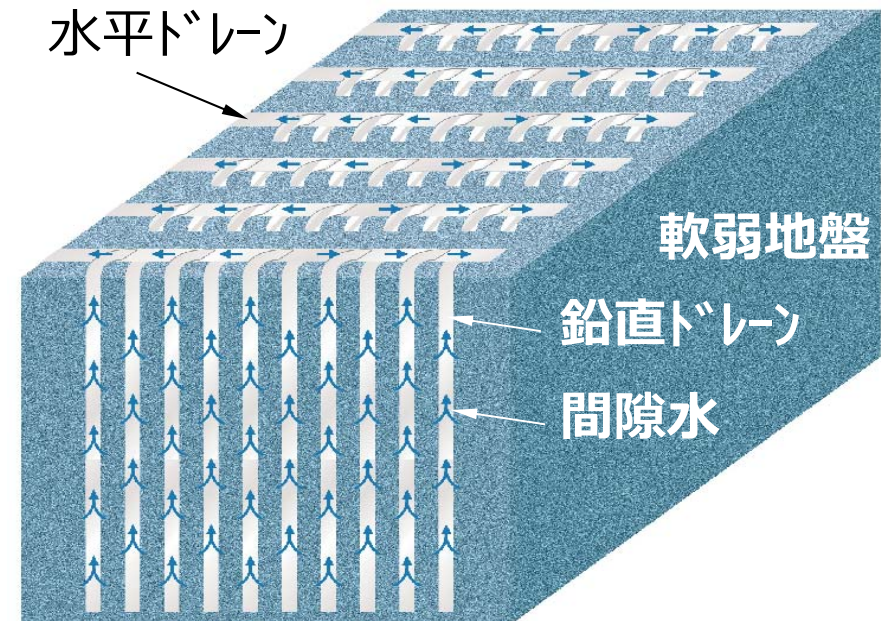
芯体・・・ポリオレフィン系樹脂

フィルター・・・ポリエステル系不織布

水平ドレーン材断面



水平ドレーン

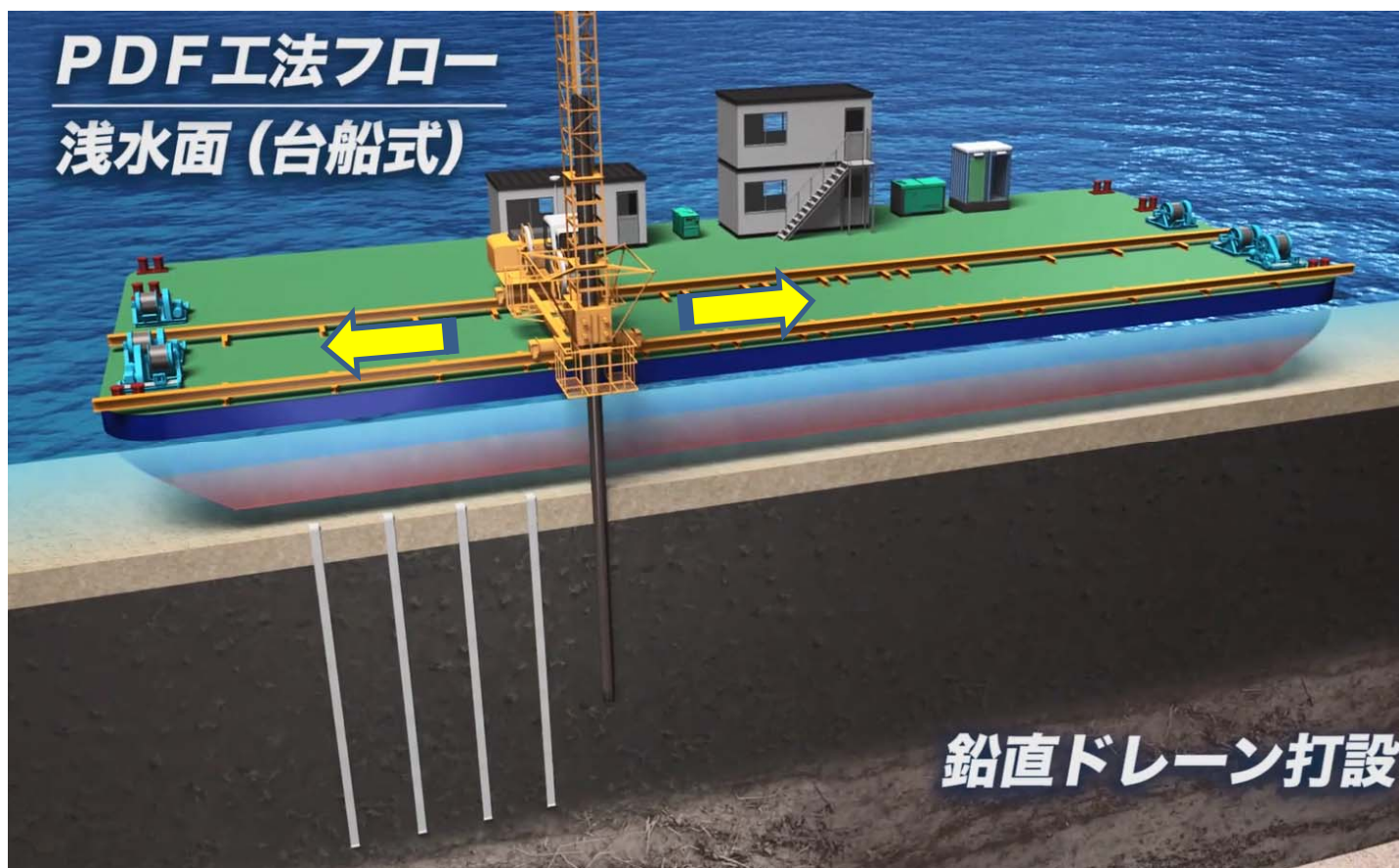


◆PDF工法の特長



■ 高能率

作業船の位置決め後はレーン上の移動で施工が可能



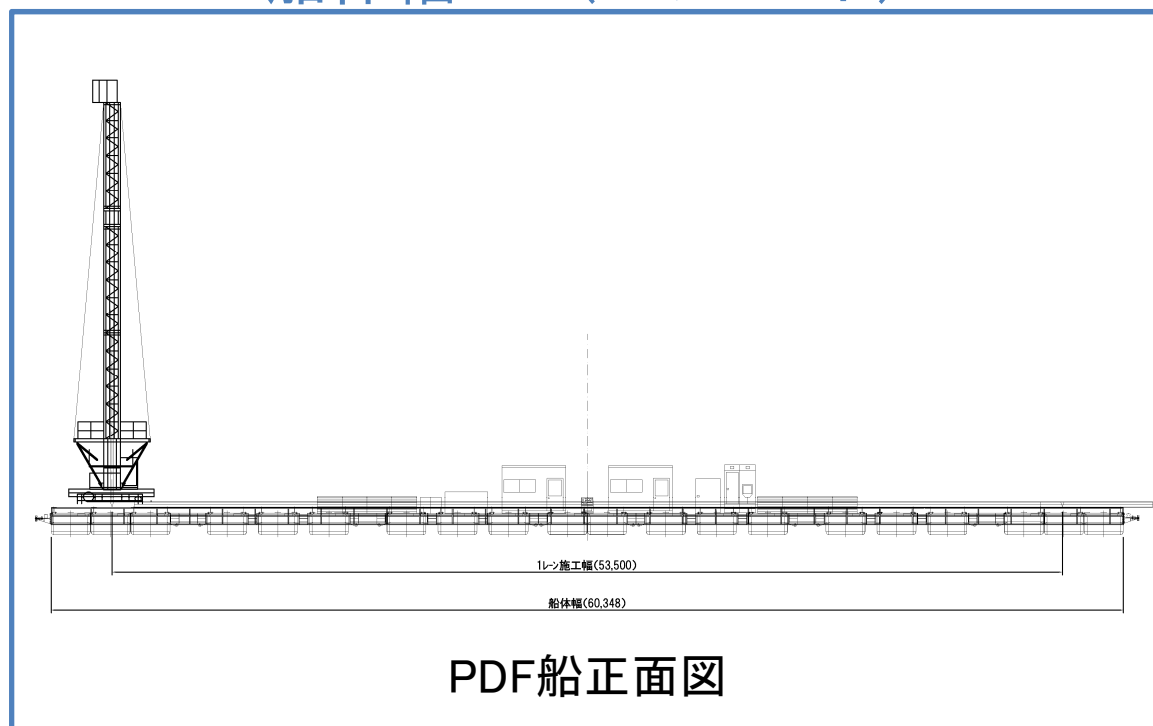
◆PDF工法の特長



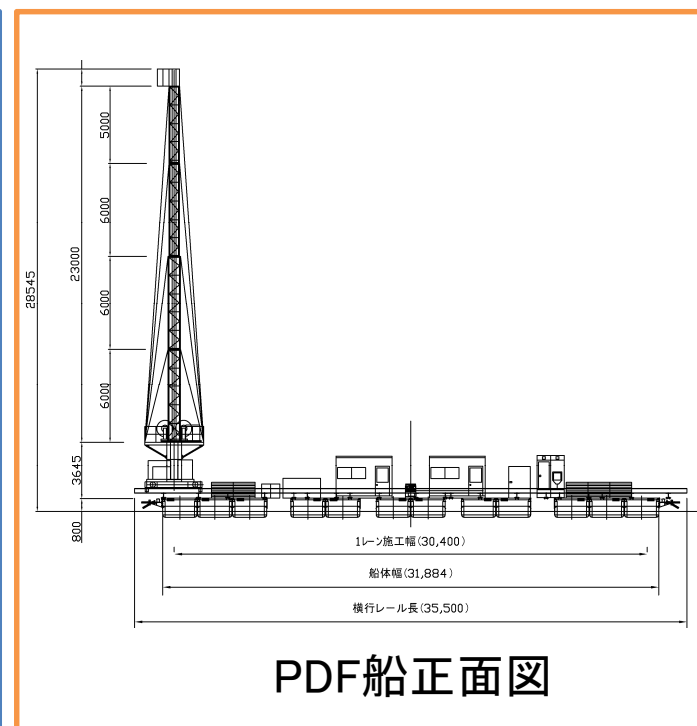
■適用性

施工条件に合わせた作業船を艀装して施工が可能

船体幅60m(20フロート)



船体幅32m(12フロート)

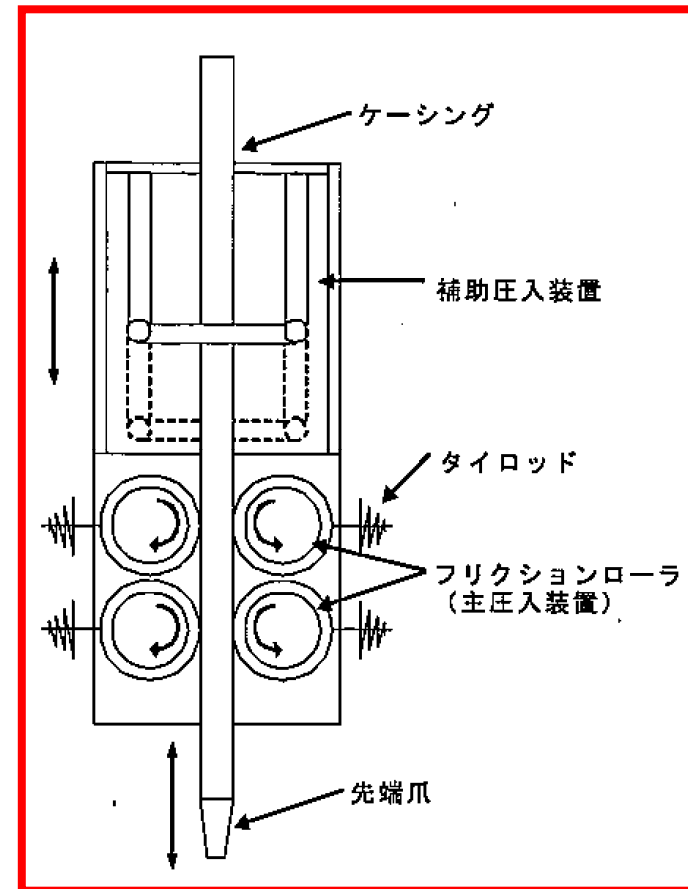
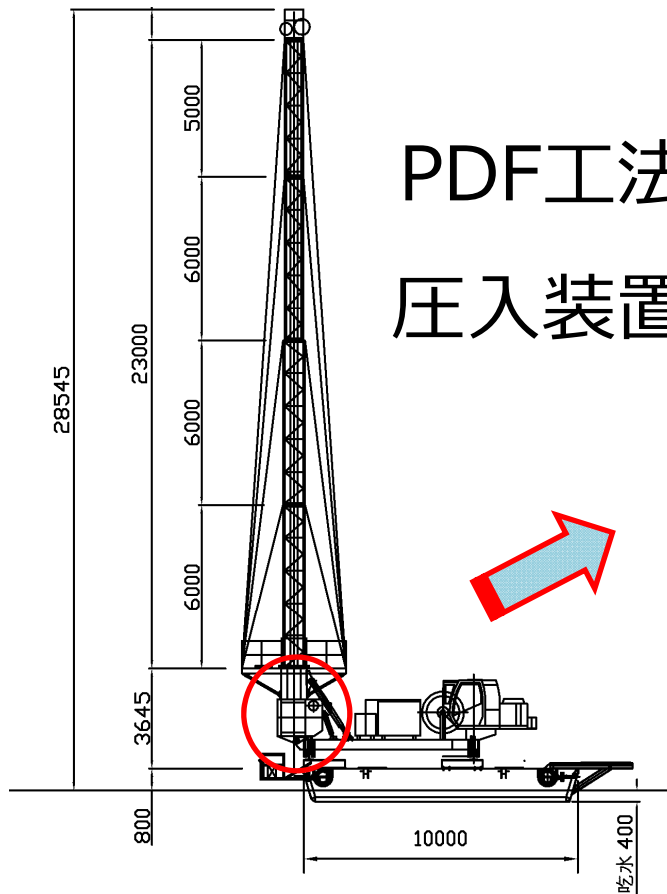


◆PDF工法の特長



■環境性

振動機を用いない無振動・低騒音工法



§ 2. PDF工法の適用目的



- ◆土砂処分場の減容化
- ◆護岸の沈下・安定対策
- ◆海上空港等の人工島用地
圧密促進対策

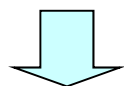
◆土砂処分場の減容化



(A) 鉛直と水平ドレーンで圧密させる方法

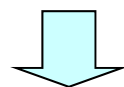
①埋め立て完了

更なる土砂処分が必要



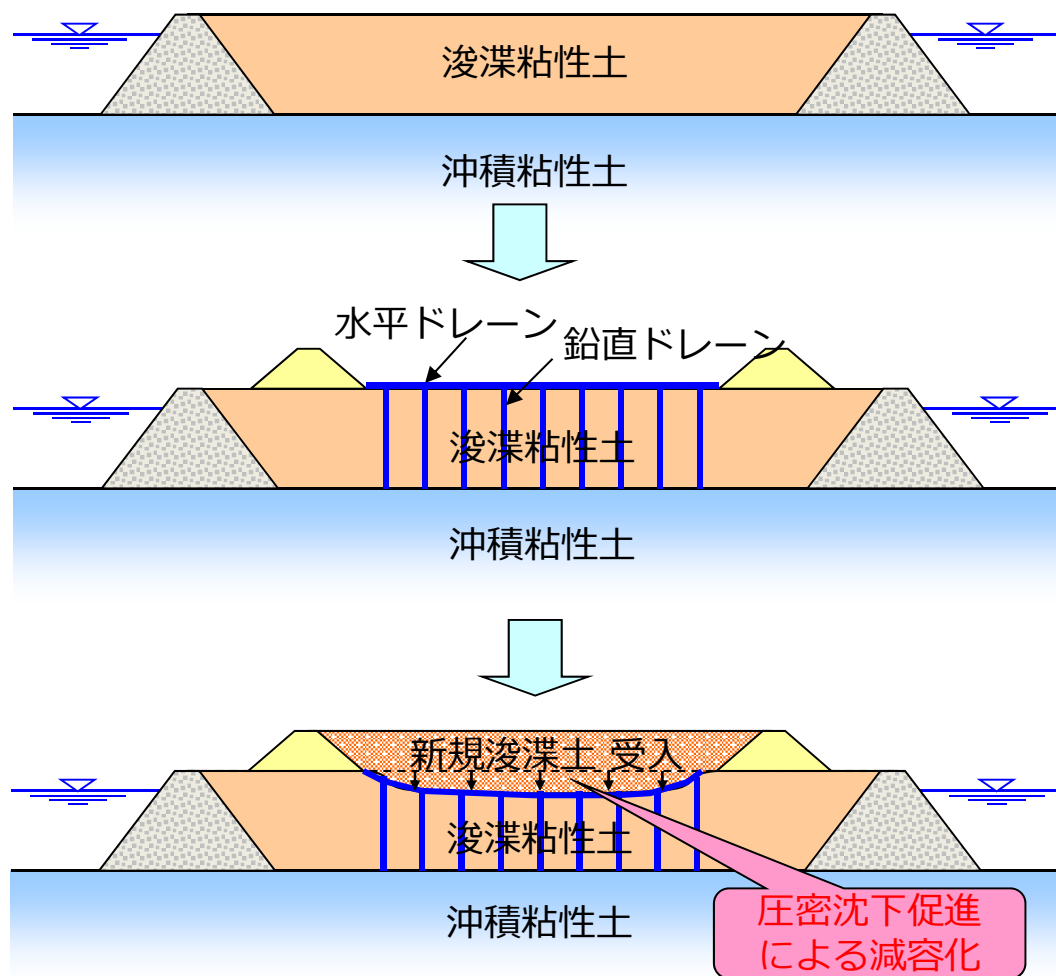
②嵩上げ築堤の構築

対策工（ドレーン工）
実施



③新規浚渫土受入れ

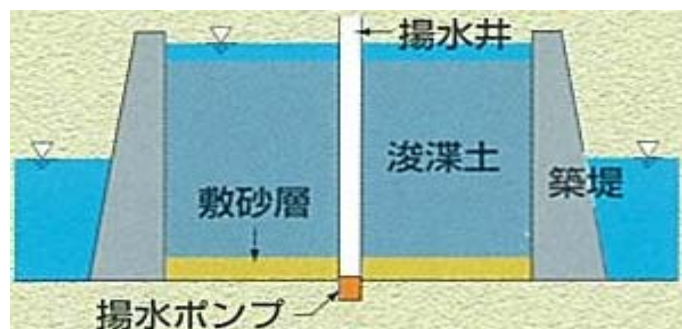
圧密沈下促進により
受け入れ容量が増大



◆土砂処分場の減容化

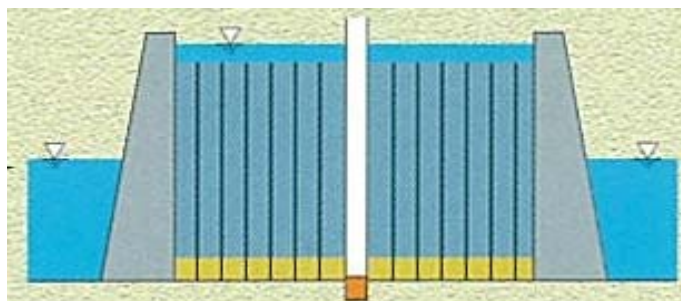
(B) 下部敷砂層・揚水井と鉛直ドレーンで圧密させる方法

①処分場建設時



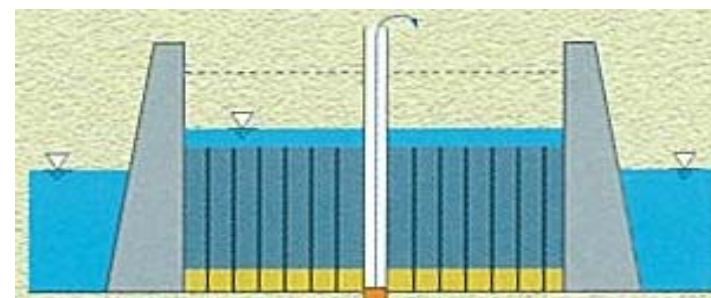
敷砂・揚水ポンプを設置

②浚渫土投入完了前後



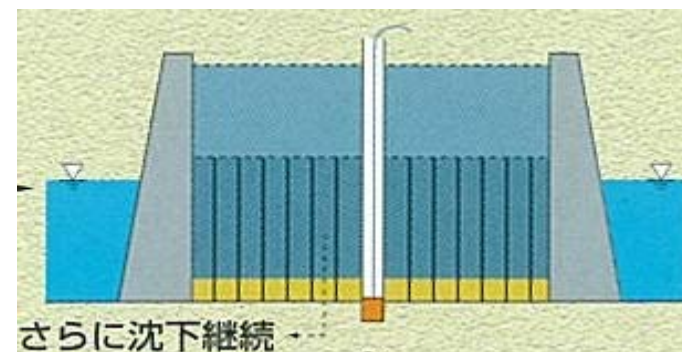
ドレーン工打設

③ドレーン打設後



揚水ポンプ作動により沈下促進

④沈下分の浚渫土を追加受入れ

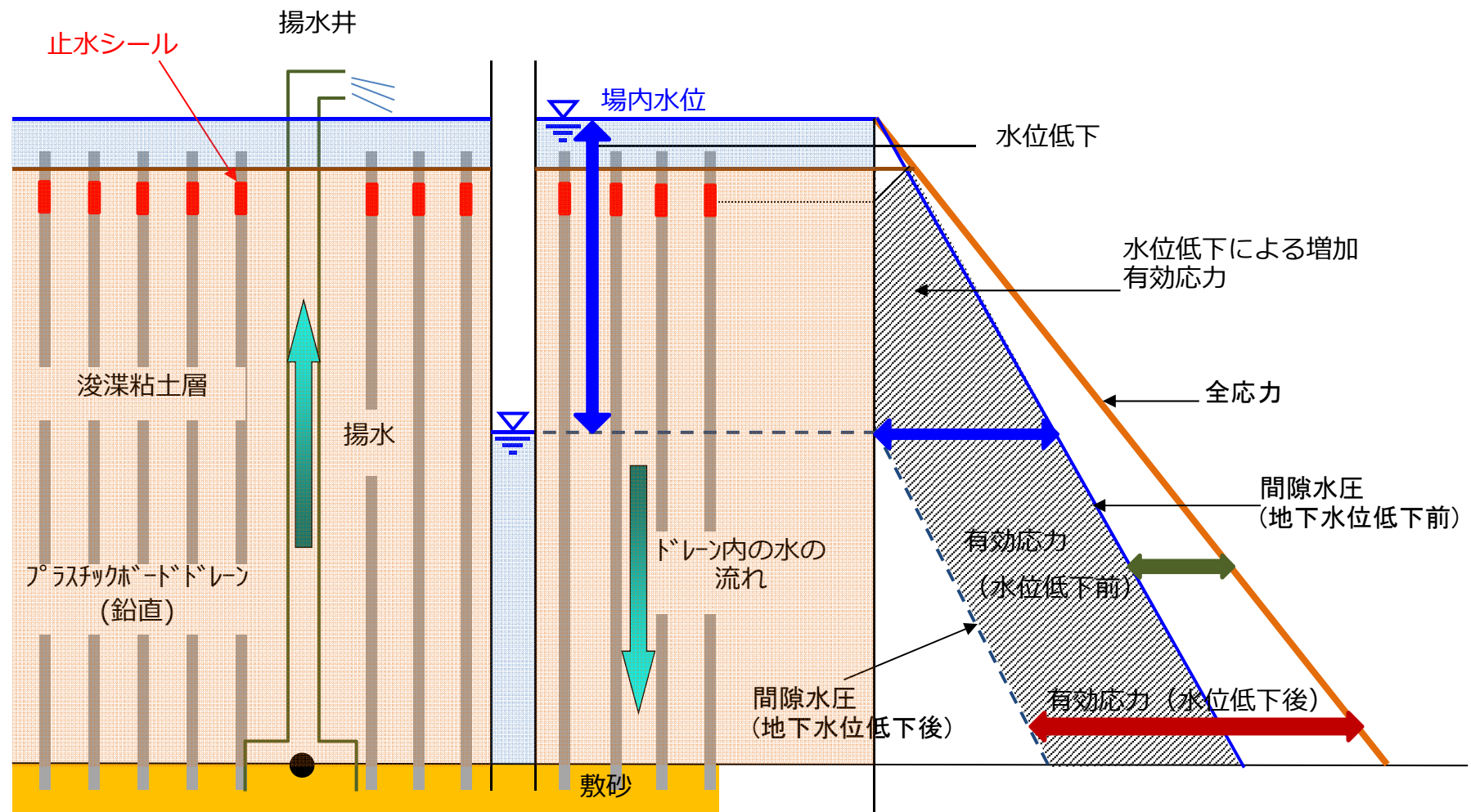


さらに沈下継続

◆土砂処分場の減容化

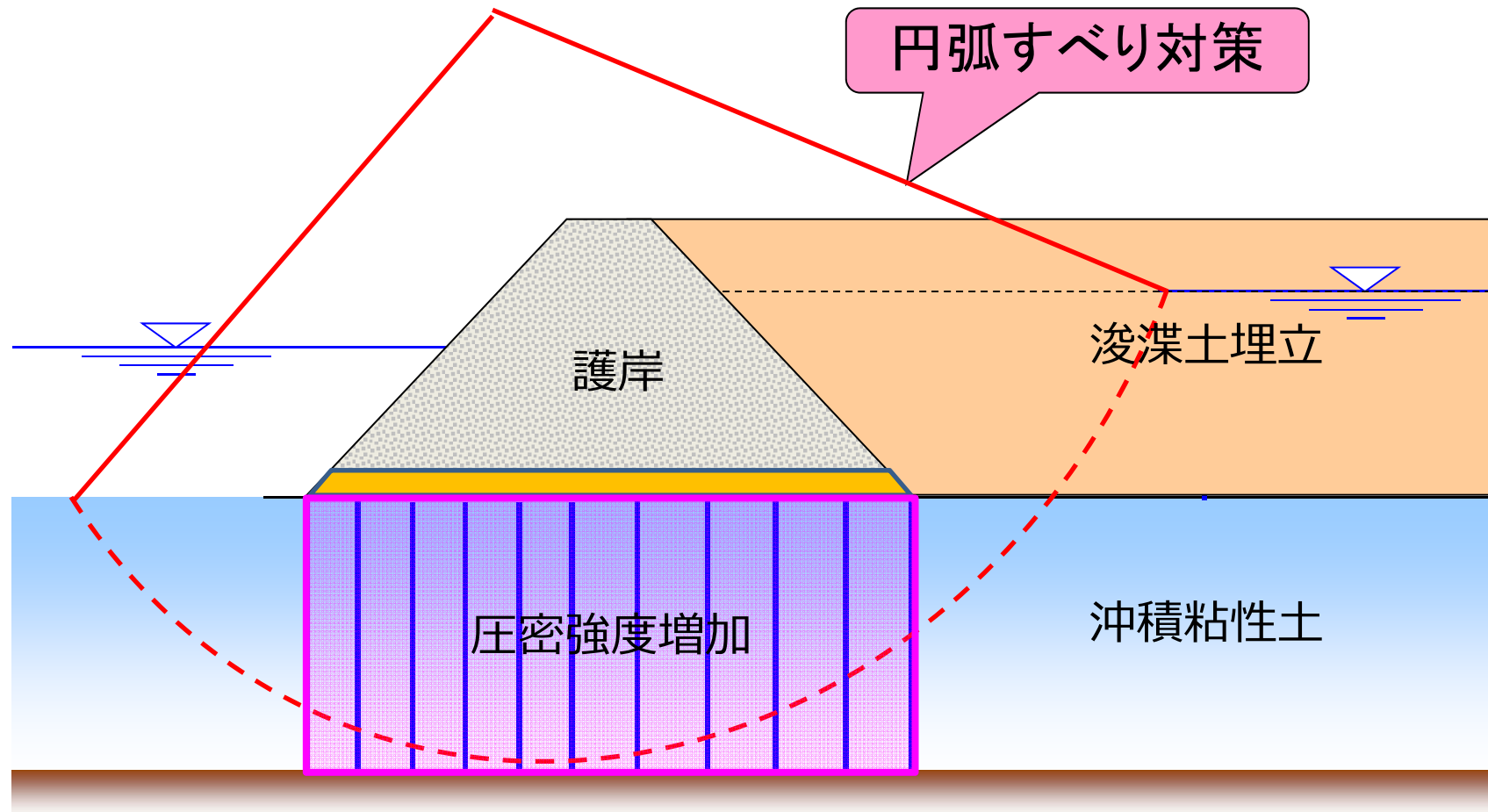
(B) 下部敷砂層・揚水井と鉛直ドレーンで圧密させる方法

PDF工法と地下水位低下工法を併用した減容化技術



■ 護岸の沈下・安定対策

◆ 護岸・防波堤等への適用

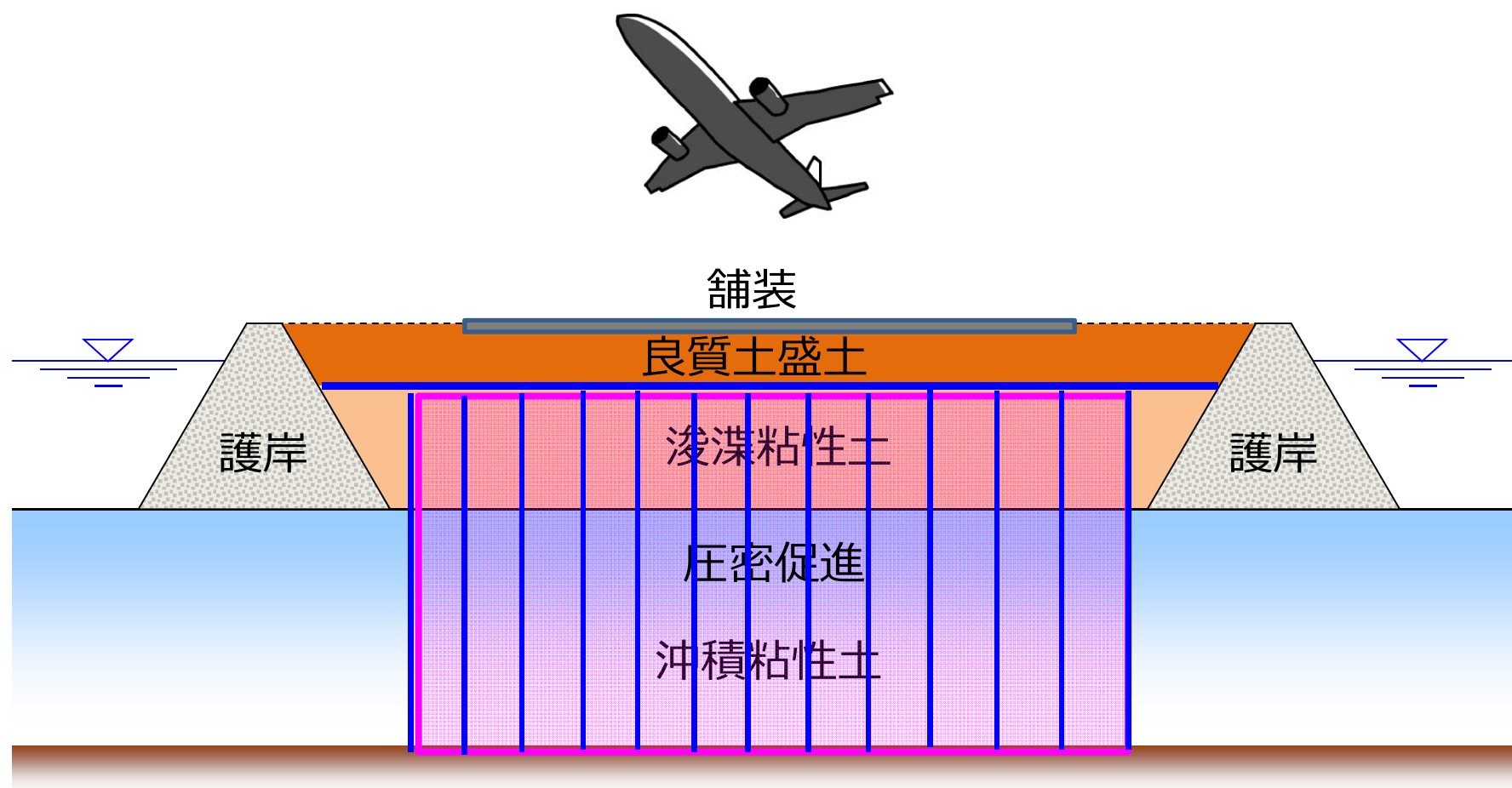


※粘性土の圧密強度増加による沈下・安定対策

■人工島用地の圧密促進対策



◆人工島・埋立地等への適用



※粘性土の圧密沈下促進による造成用地の沈下防止

§ 3. PDF工法の施工方法



アンカーリングとGPSによる船体の位置決め

操船（アンカーリング）



打設機がレーン上を移動
(打設機セット)



先端アンカー取り付け



鉛直ドレーン打設
(ケーシング貫入・引抜き、ドレーン切断)

繰り返し



内は船体の移動が不要

次レーンへ船体を移動

操船

§ 3. PDF工法の施工方法



PDF船のタイプ

連結フロート式

自船式

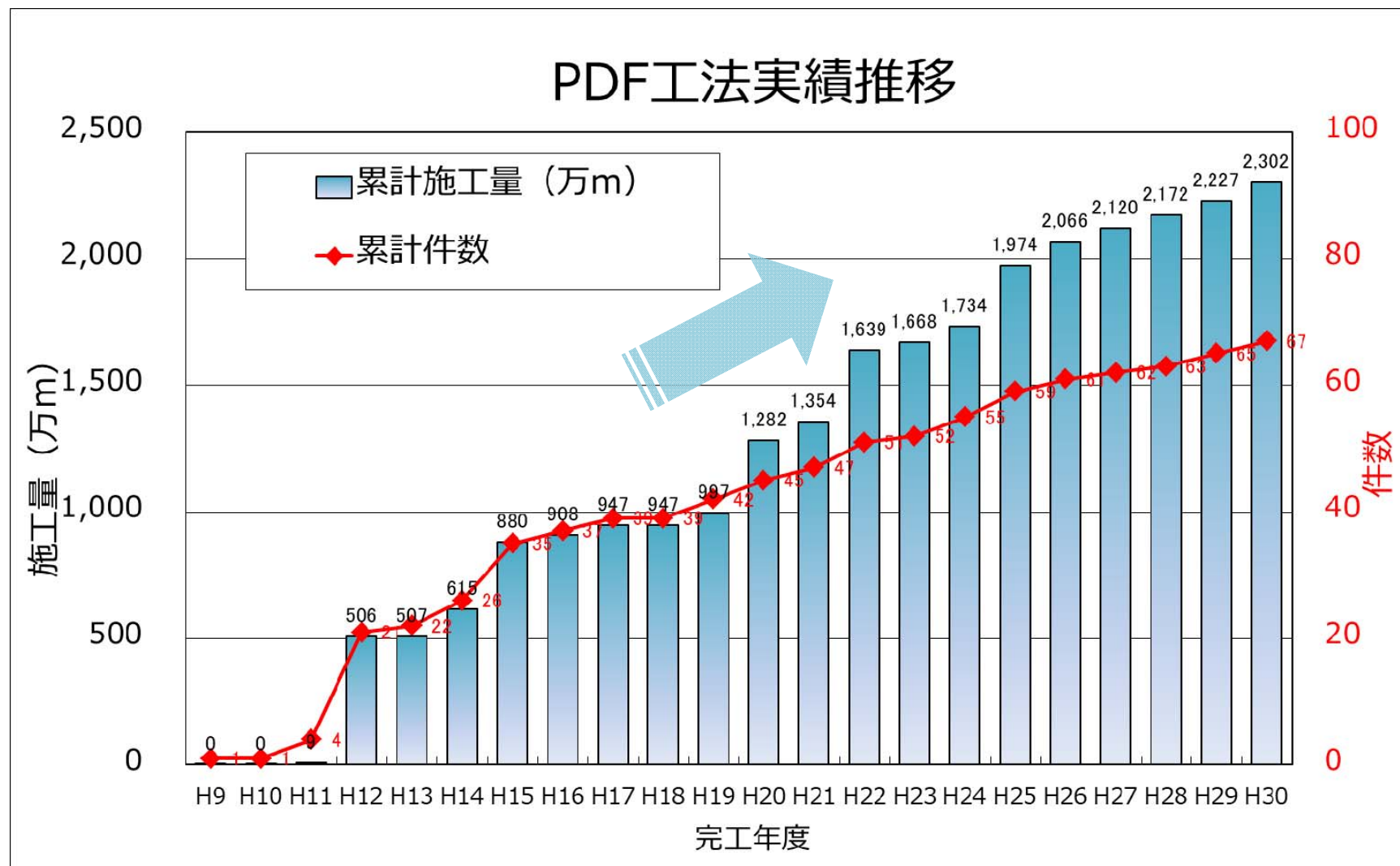
泥上 超浅水面

浅水面

§ 4. 適用実績と施工事例



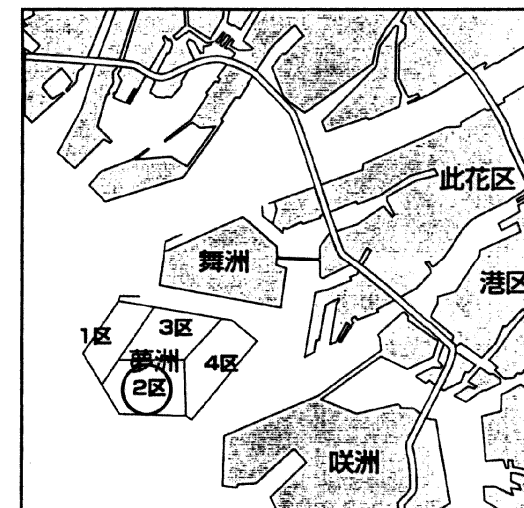
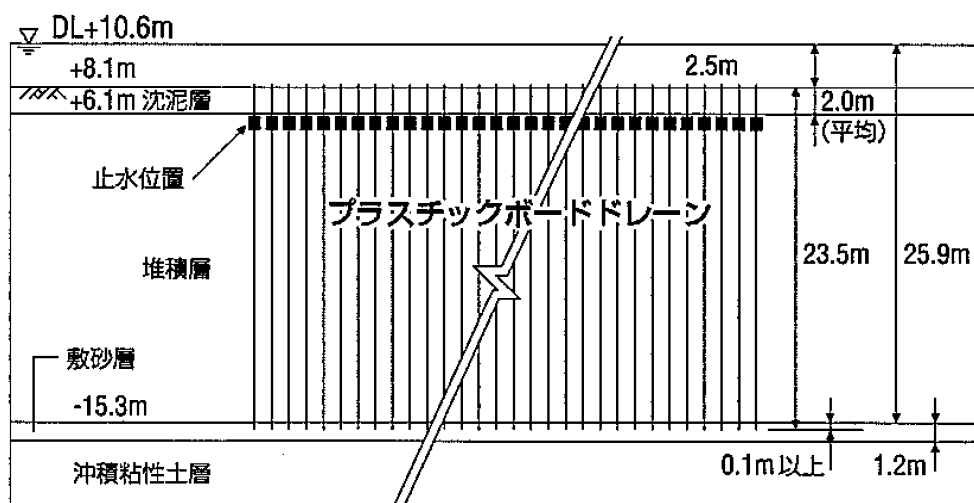
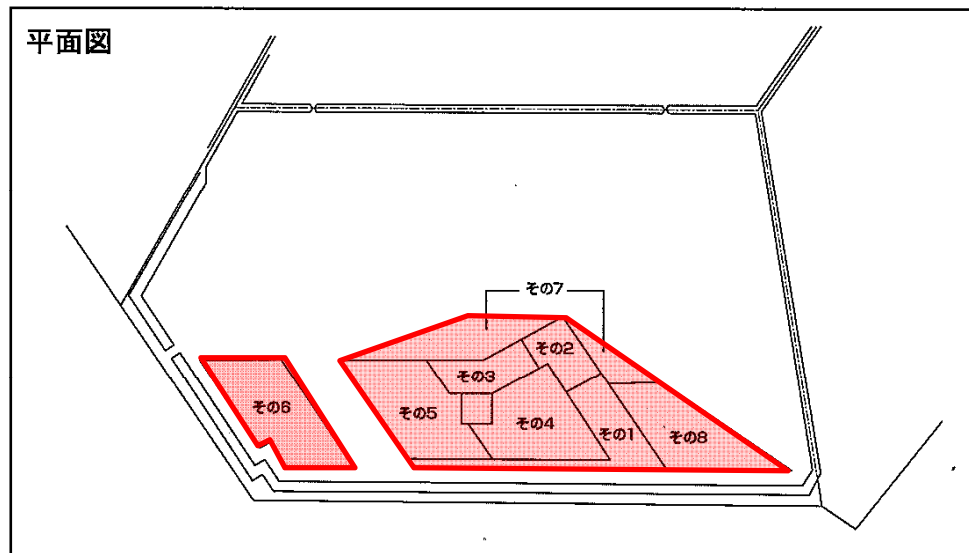
■ 適用実績67件 累計施工量23百万m (2018年度末現在)



★土砂処分場の減容化

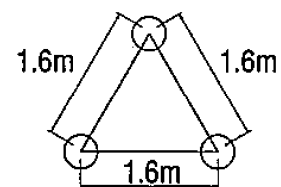


夢洲2区地盤改良工事（その1～8）

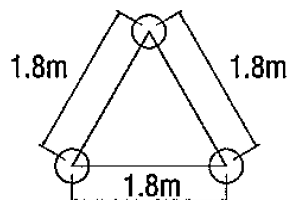


施工位置

その1～6

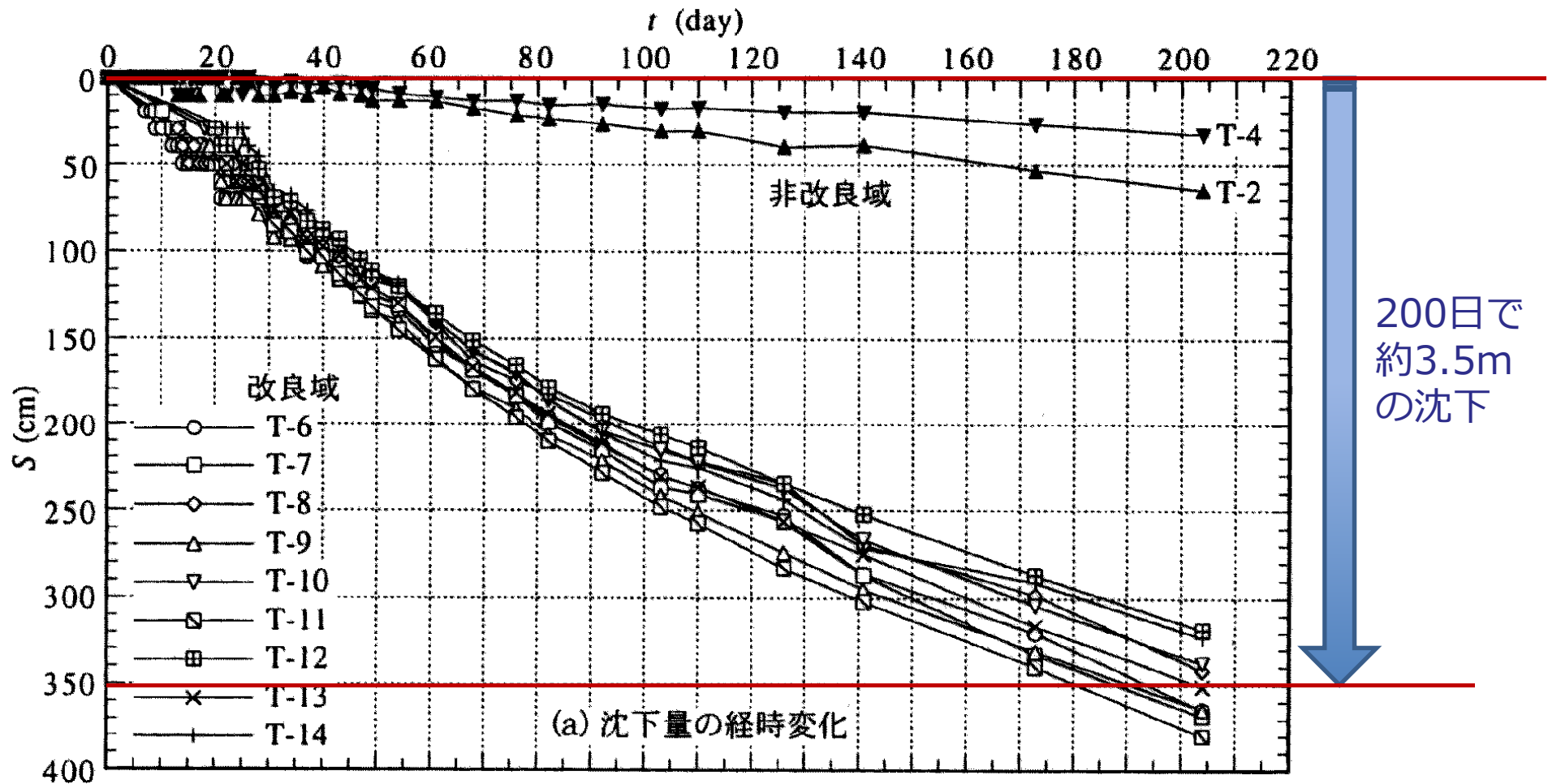


その7～8



★土砂処分場の減容化

夢洲2区地盤改良工事（その1～8）

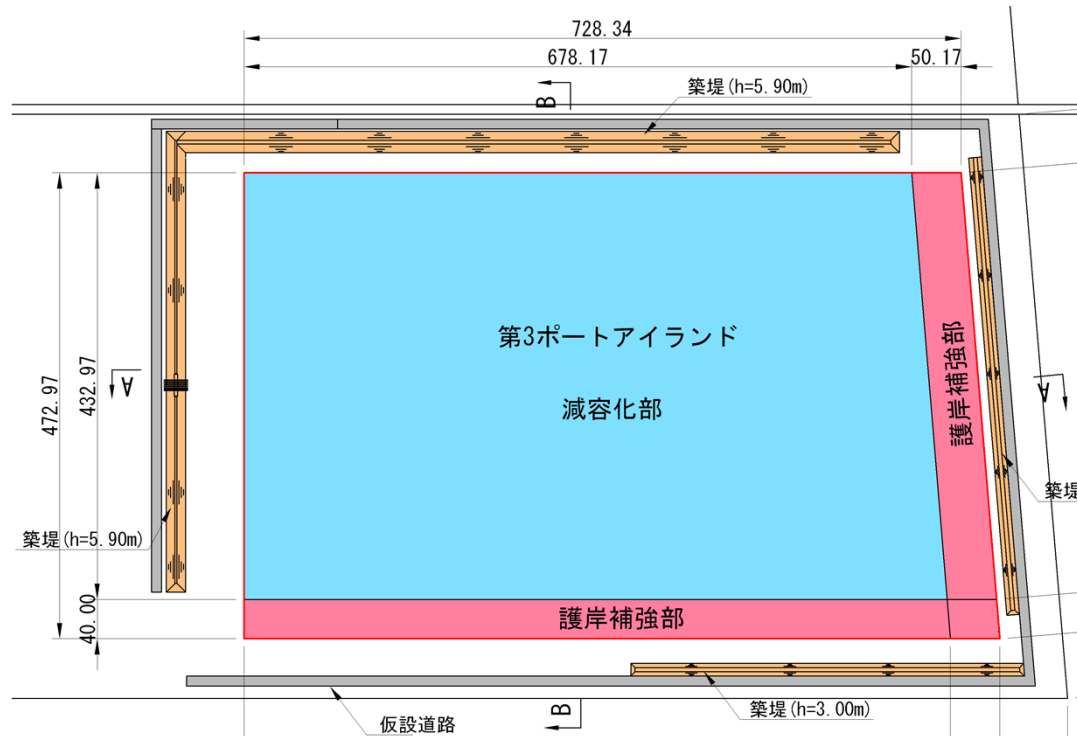


(a) 沈下量の経時変化
実験施工での沈下量の経時変化

★土砂処分場の減容化



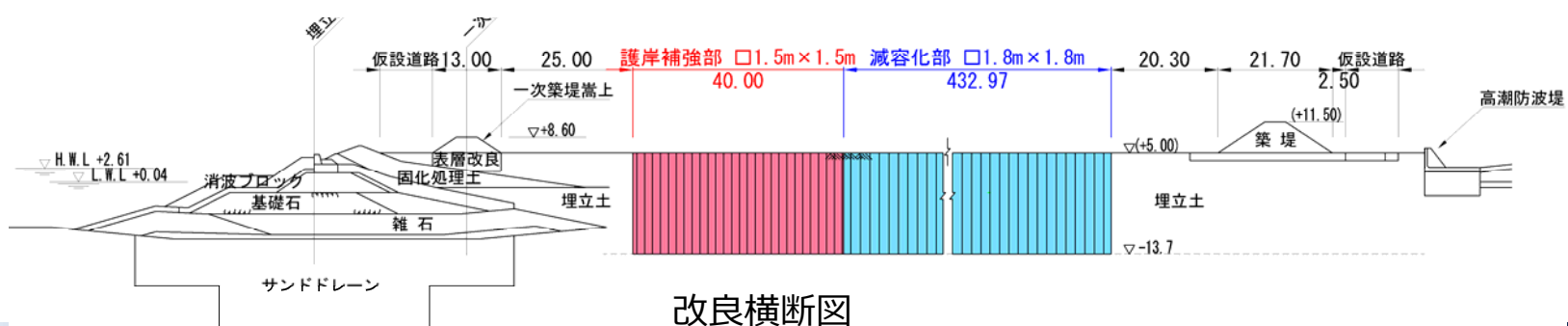
名古屋港第3ポートアイランド護岸補強及び減容化工事



平面図



施工位置写真



改良横断図

★土砂処分場の減容化



名古屋港第3ポートアイランド護岸補強及び減容化工事

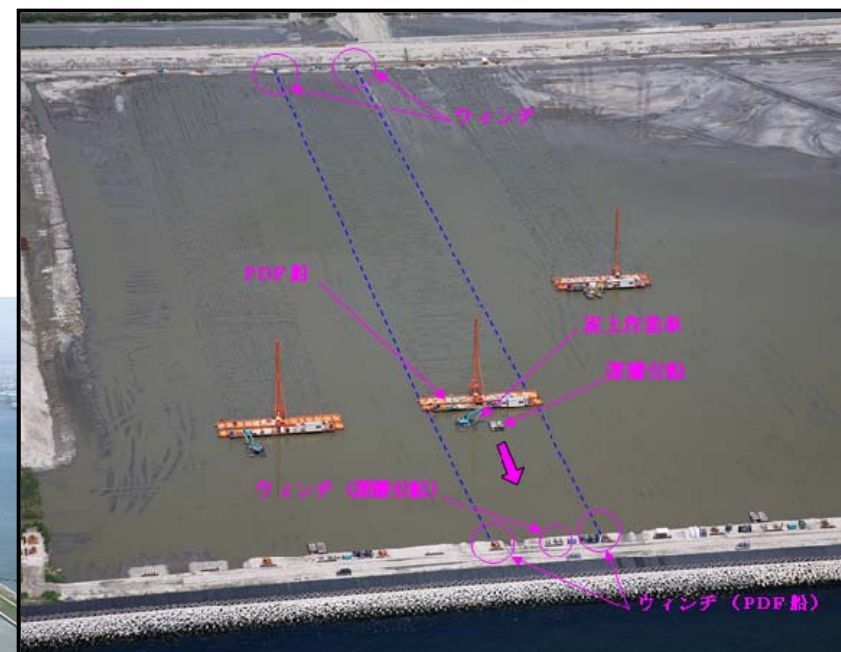
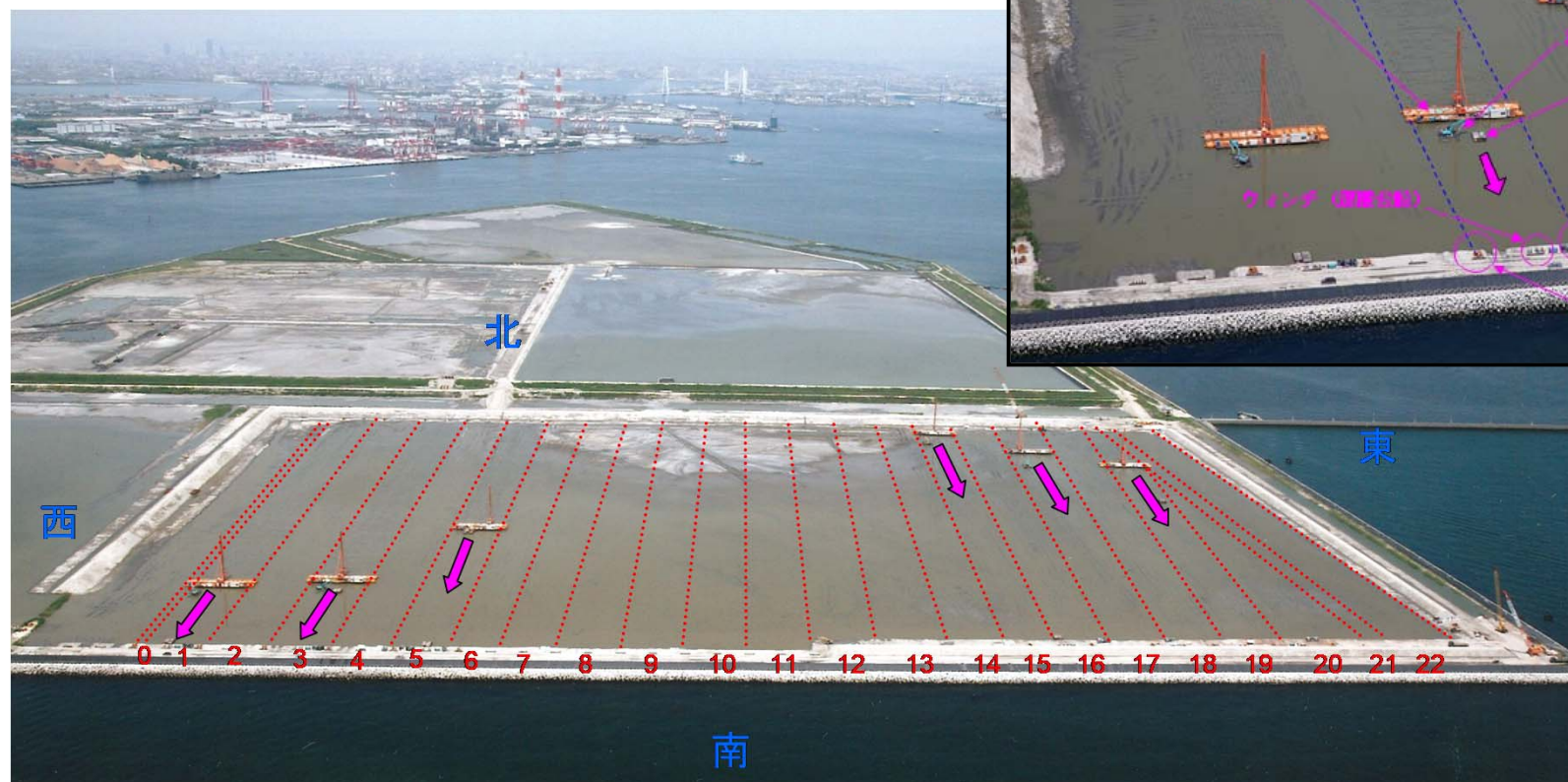
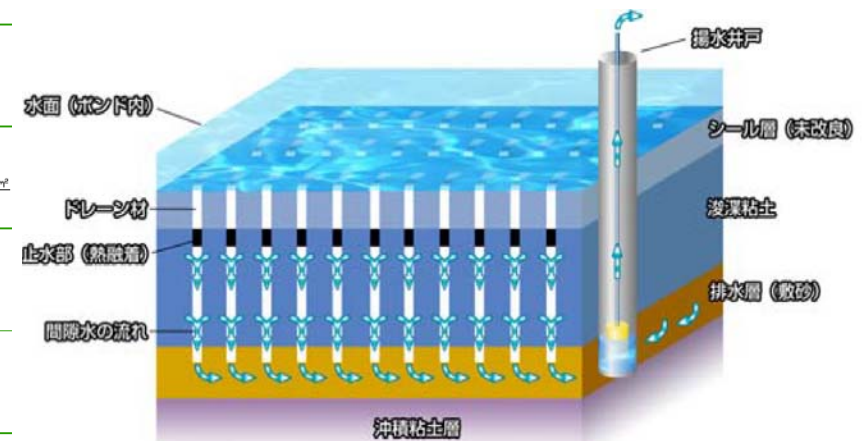
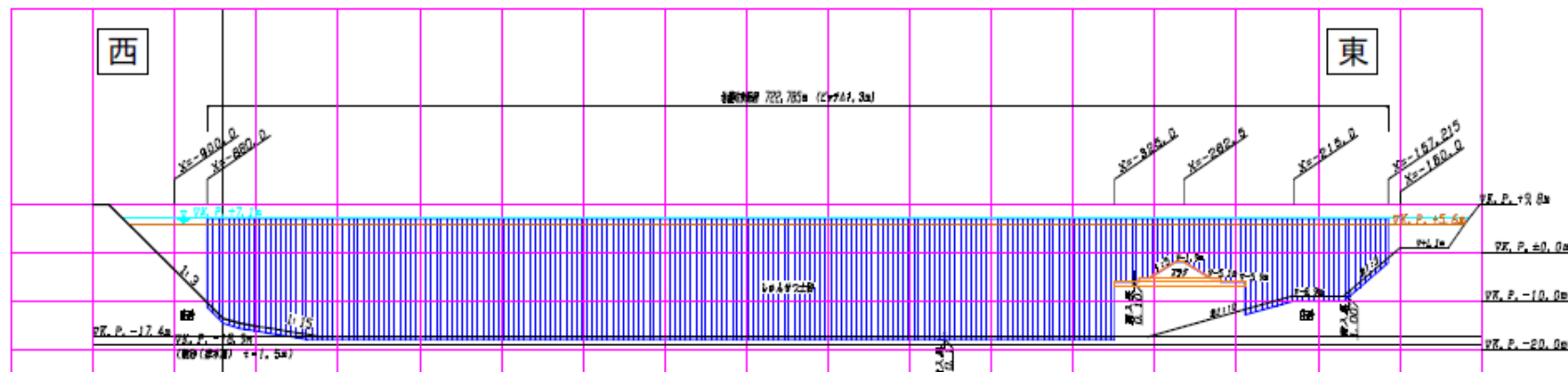


Figure 1: Detailed layout of PDF drainage system. The main diagram shows a plan view of a site with various drainage areas (PDF I(1) to PDF I(7)) and a central drainage channel. A north arrow is in the top left. A scale bar indicates 0 to 100m. A legend at the bottom left defines the symbols for PDF drainage areas and the central drainage channel. A table at the bottom right provides the number of drainage points and the improved area for each PDF area.

打込本数: 158,700本	改良範囲: 231,432m ²
----------------	-----------------------------



PDF工法概念図(浚渫粘土減容化工法)



★土砂処分場の減容化



神戸空港島地盤改良工事



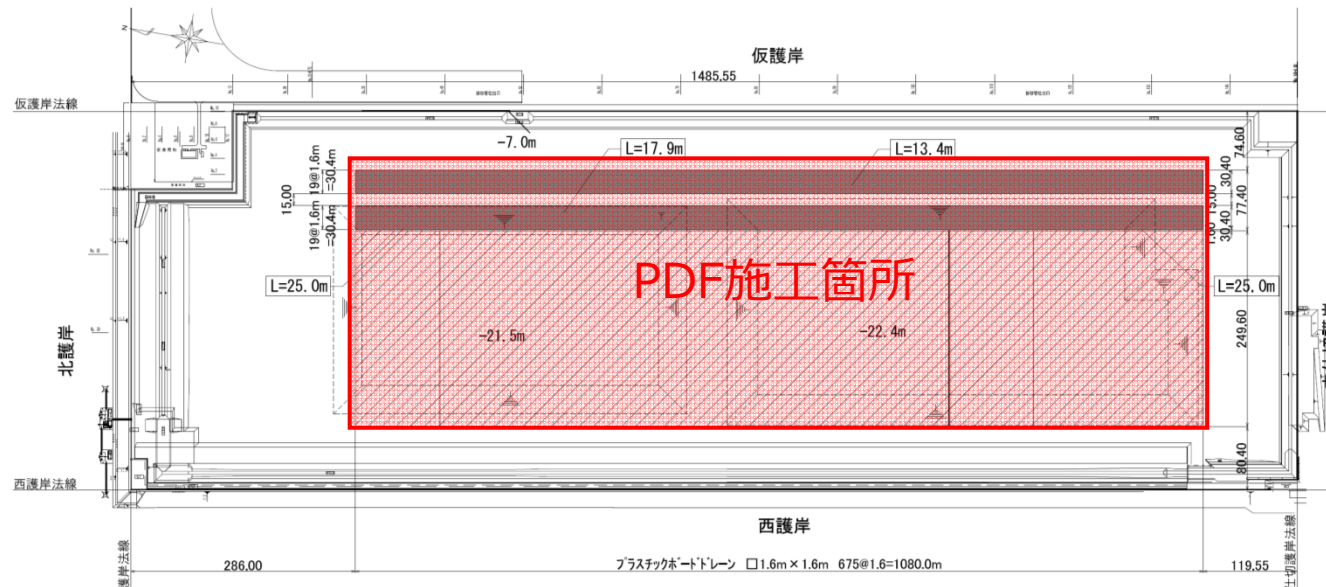
神戸空港

PDF
施工箇所

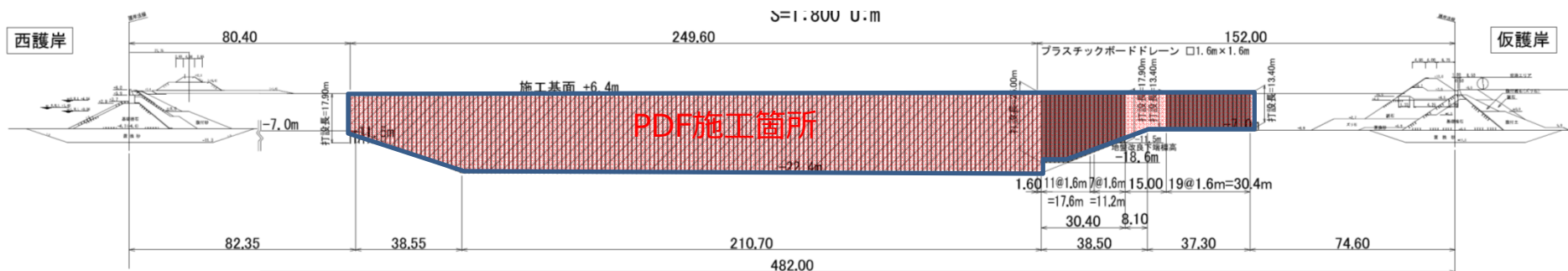
★土砂処分場の減容化



新門司沖土砂処分場3工区



施工位置図



★土砂処分場の減容化

南



新門司沖土砂処分場3工区

新北九州空港

PDF施工箇所

★土砂処分場の減容化

新門司沖土砂処分場3工区

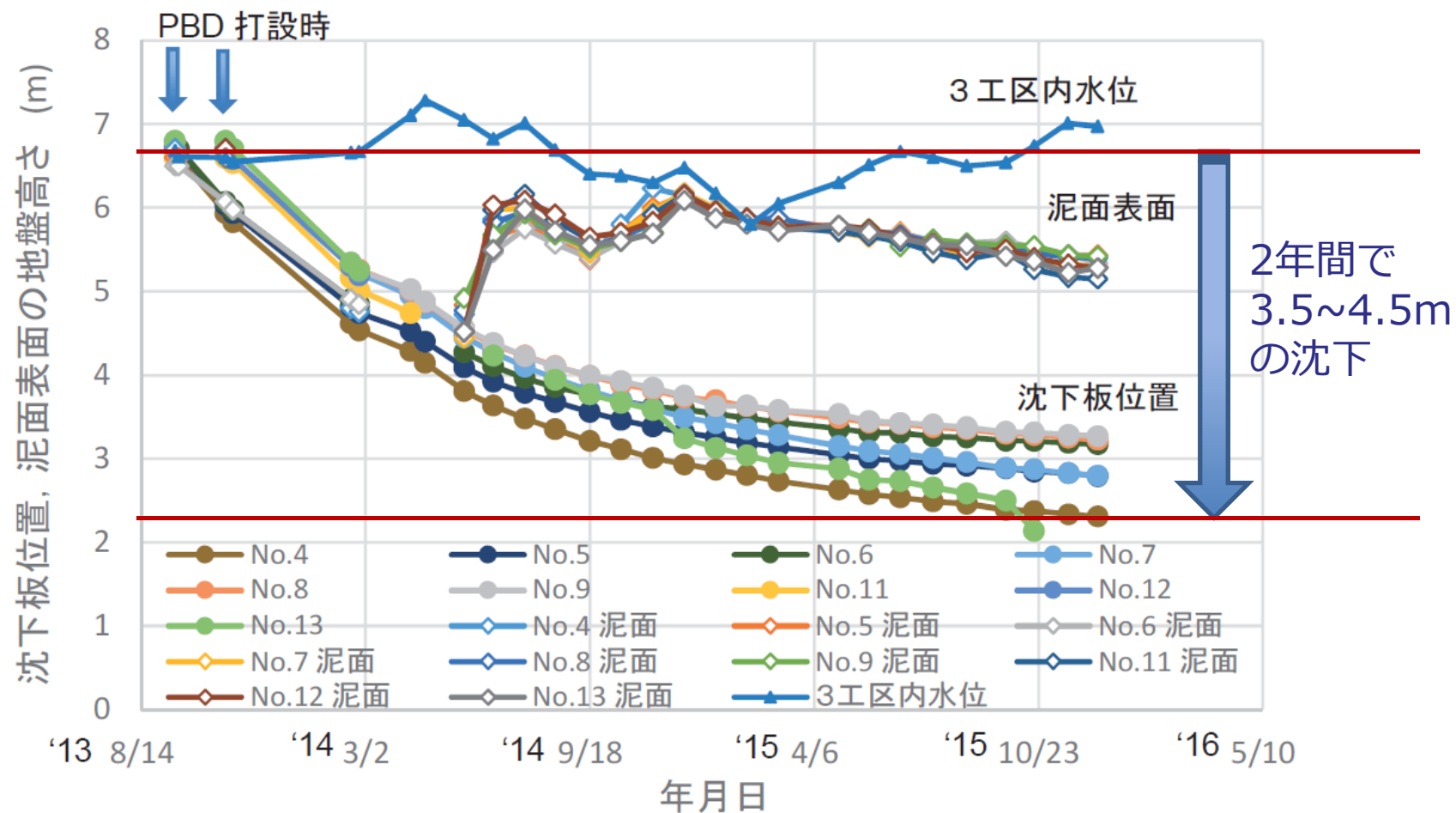


図-15 モニタリングエリアの沈下板, 泥面高さの経時変化

※『浚渫粘土処分場の受入容量拡大方策としてのVD工法の適用』

第12回地盤改良シンポジウム論文集(2016年10月)片桐ら より抜粋

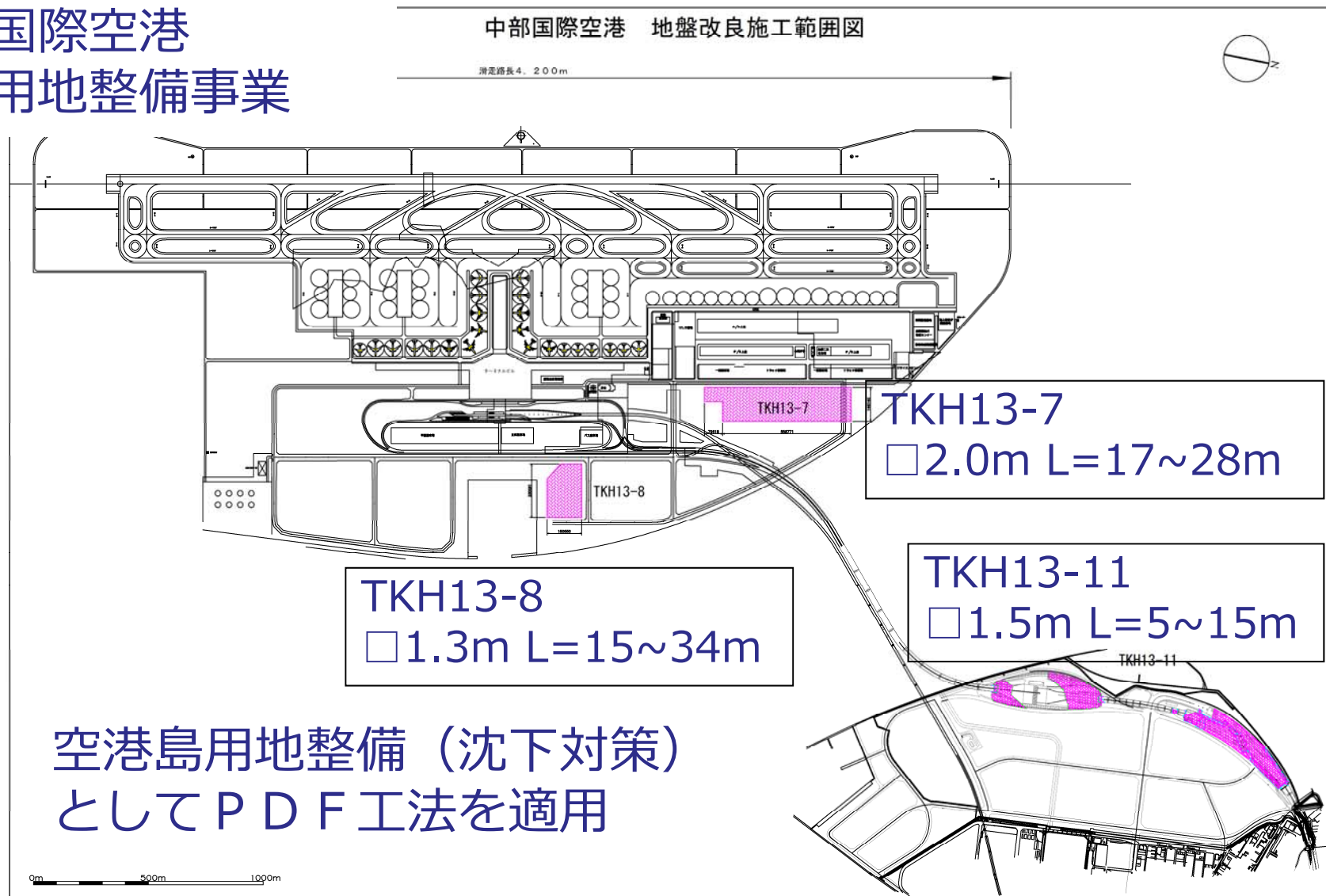
標準断面図 $S=1:200$
(代表断面: 測点 No. 7)



★人工島用地の圧密促進対策



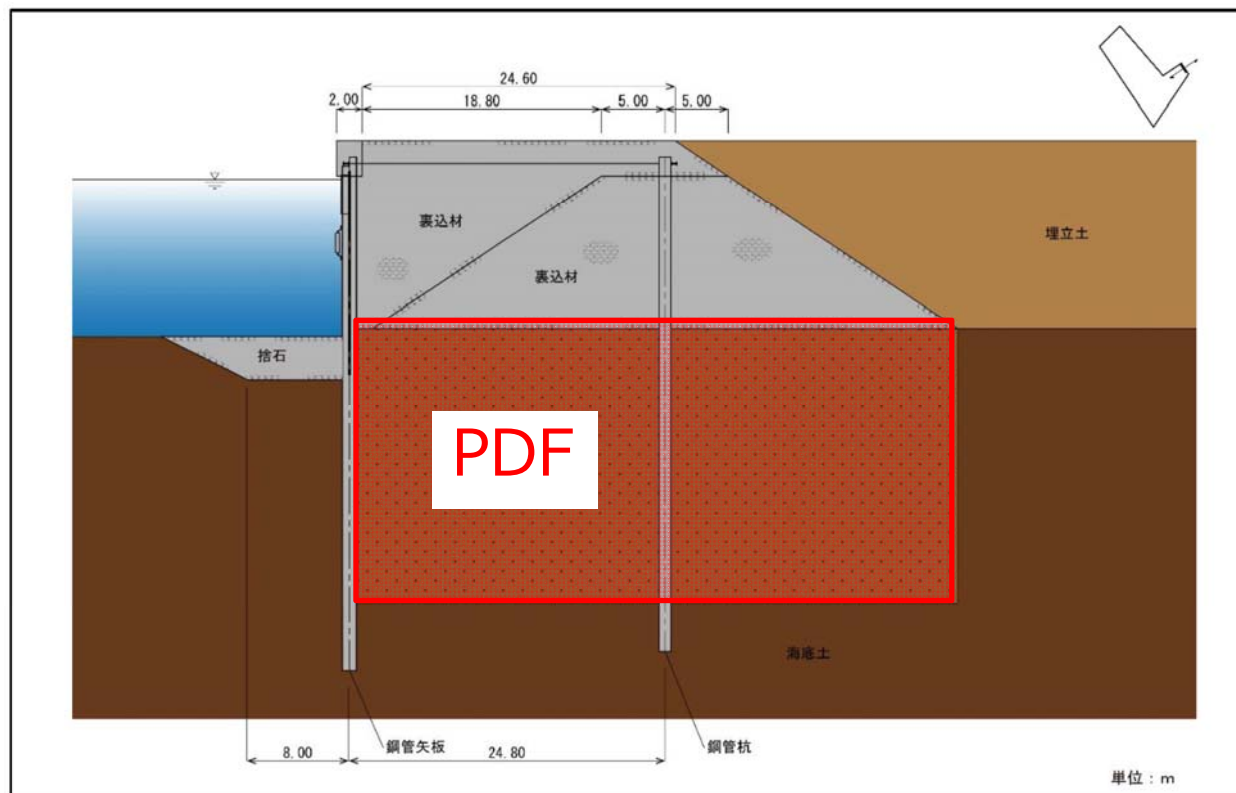
中部国際空港 臨海用地整備事業



★護岸の沈下対策



金城ふ頭護岸築造工事



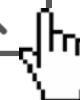
護岸完成後
エプロン部の
沈下対策として
PDF工法を適用

※12月から工事予定

御清聴ありがとうございました



不動産テトラ



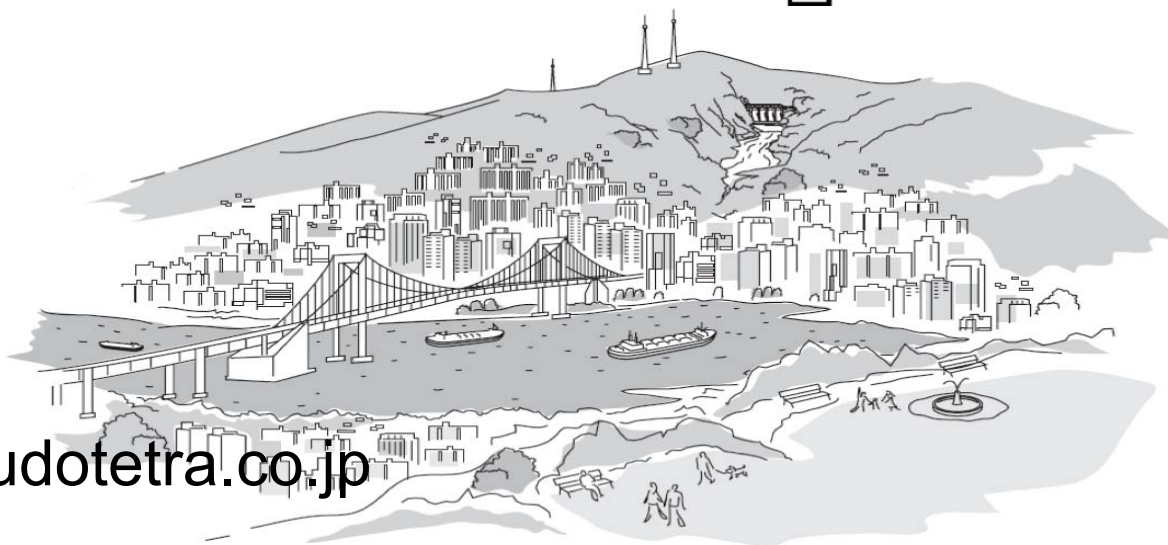
(お問合せ先)

不動産テトラ 中部支店

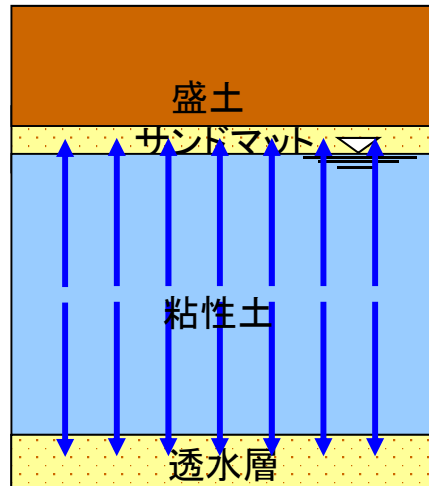
地盤研究室 尾形 太

TEL: 052-385-0803

MAIL: futoshi.ogata@fudotetra.co.jp



バーチカルドレーン工法の改良原理



無改良

圧密時間は、排水距離
H(D)の2乗に比例する。

$$t = \frac{(H_0/2)^2}{C_{v0}} \times T_v = \frac{D^2}{C_{v0}} \times T_v$$

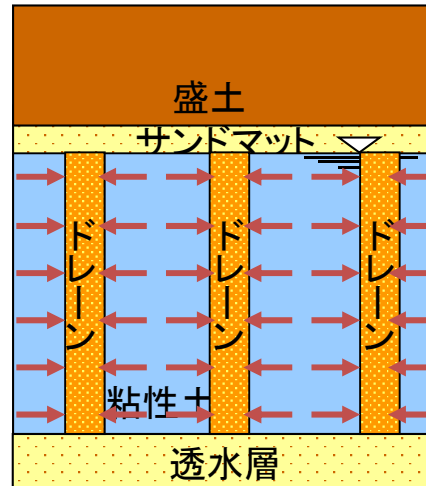
t: 時間

H: 層厚

D: 排水距離

Tv: 時間係数

cv0: 圧密係数

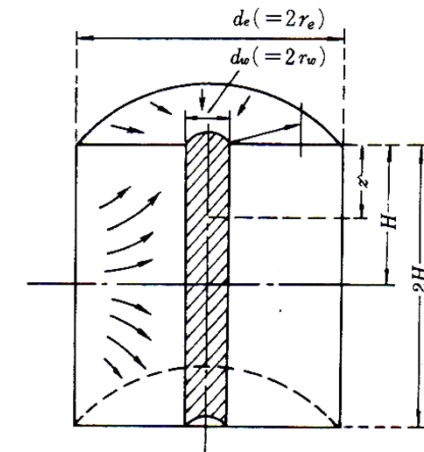


バーチカルドレーン改良

バーチカルドレーン工法により排水距離を短縮(de)。

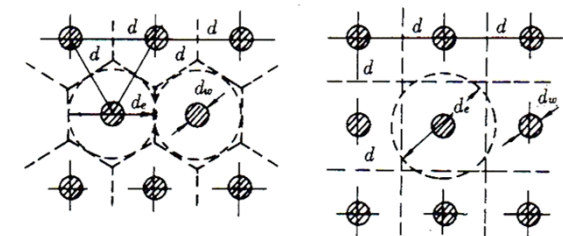
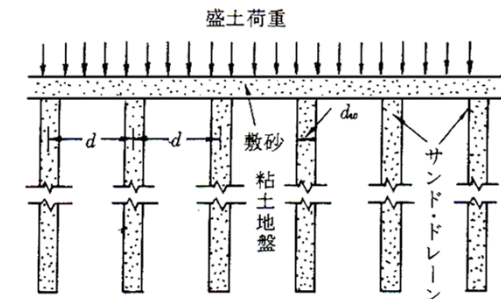
⇒圧密時間の大幅短縮

$$t = \frac{de^2}{C_h} \times T_h$$



$de = 1.13d$ (正方形配置)

$de = 1.05d$ (千鳥形配置)



(a) 千鳥形配置

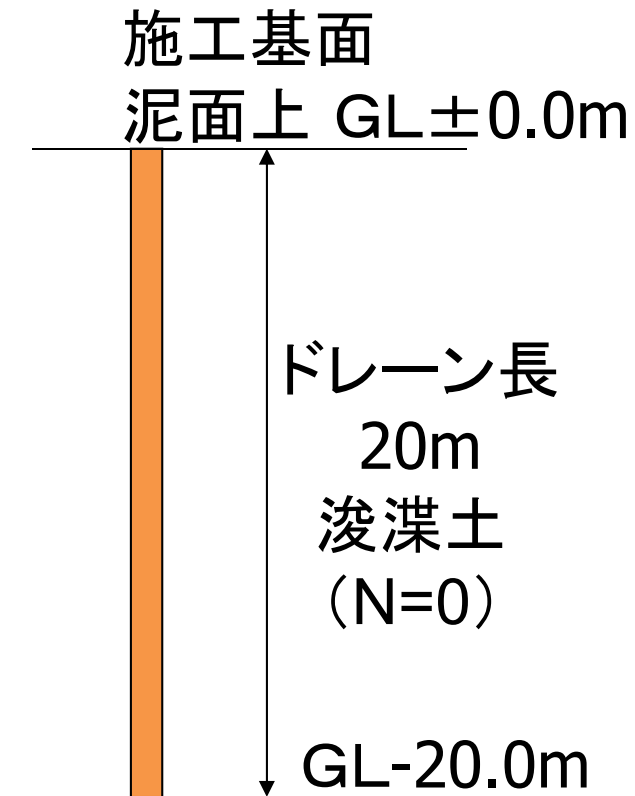
(b) 正方形配置

海上バーチカルドレーン工法 比較

	海上サンドドレーン (12連装)	海上サンドドレーン (6連装)	PDF工法 (台船式)
			
喫水	2.3m	2.0～2.5m	0.5m程度
コスト	3,000円/m	2,500円/m	800円/m
能率	3,500m/日	1,800m/日	2,500m/日
留意点	国内に1隻のみ	SCP船からの艀装が必要	工事毎に艀装

PDF工法 コスト試算

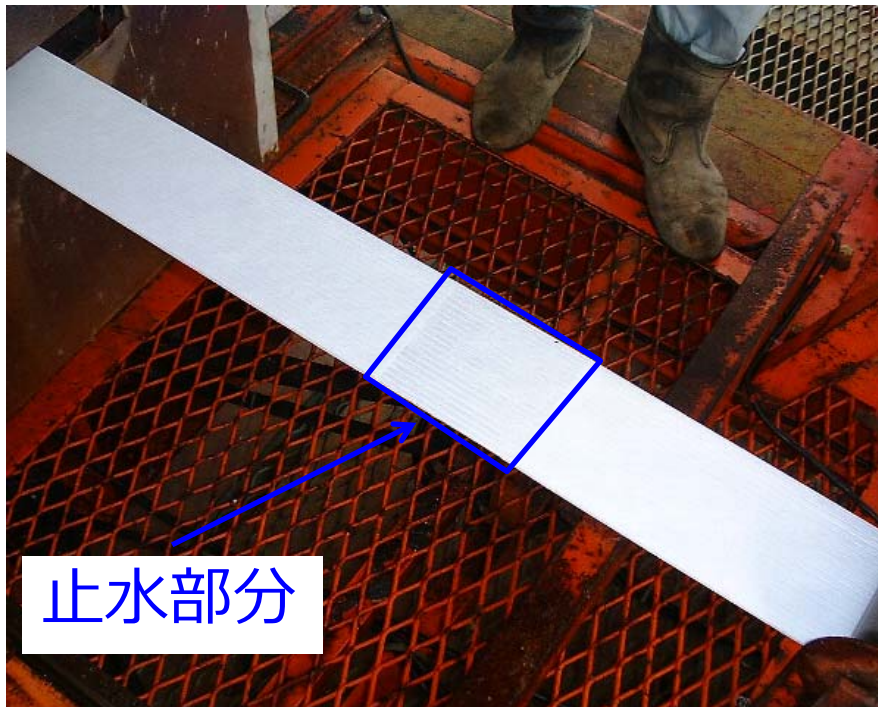
コスト試算の検討条件



	PDF工法 (連結フロート式)
面積	10,000m ² (1ha当り)
軟弱層深さ	20m
ピッチ	□1.8m×1.8m
本数	3,086本
単価 (直工)	16,000円/本 (@800円/m)
工事費 (直工)	49,400,000円 (@4,940円/m ²)

※仮設費・艀装費は含まない

止水シールの方法



止水シール後のドレーン材

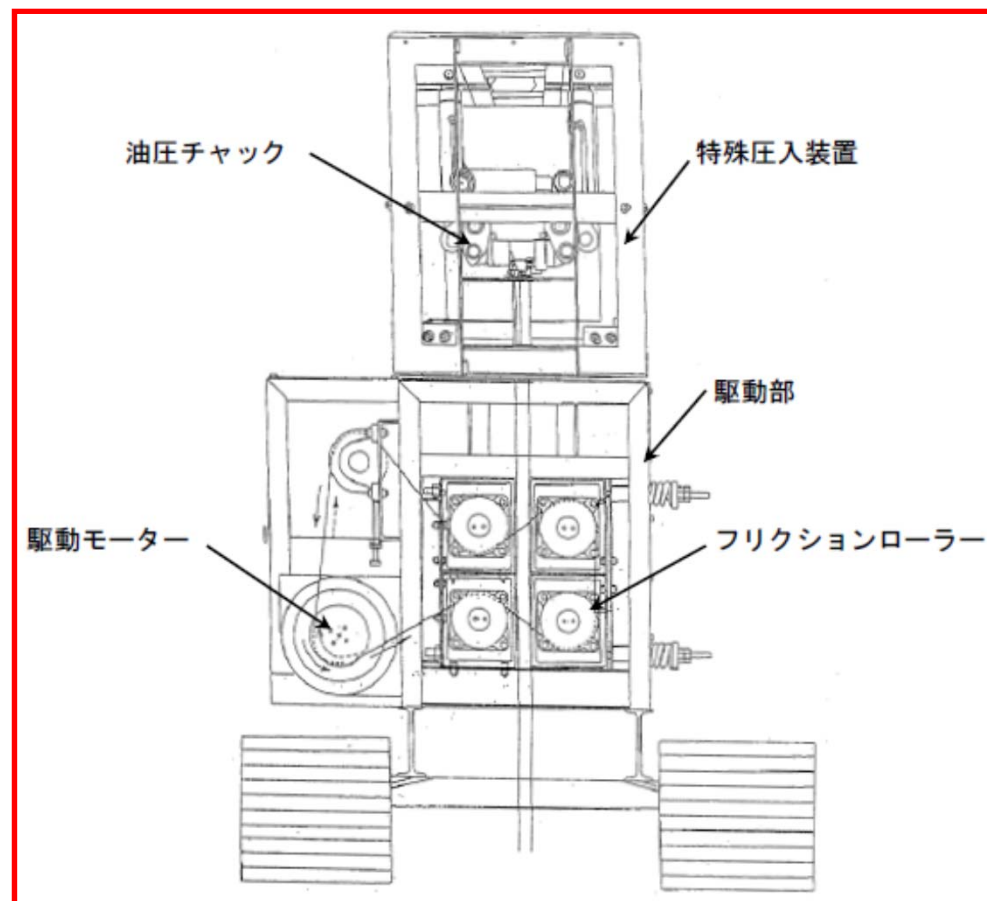


止水装置

圧入装置



圧入装置写真



圧入装置説明図