

# 砕石とセメントを用いた高強度・低コスト 地盤改良技術

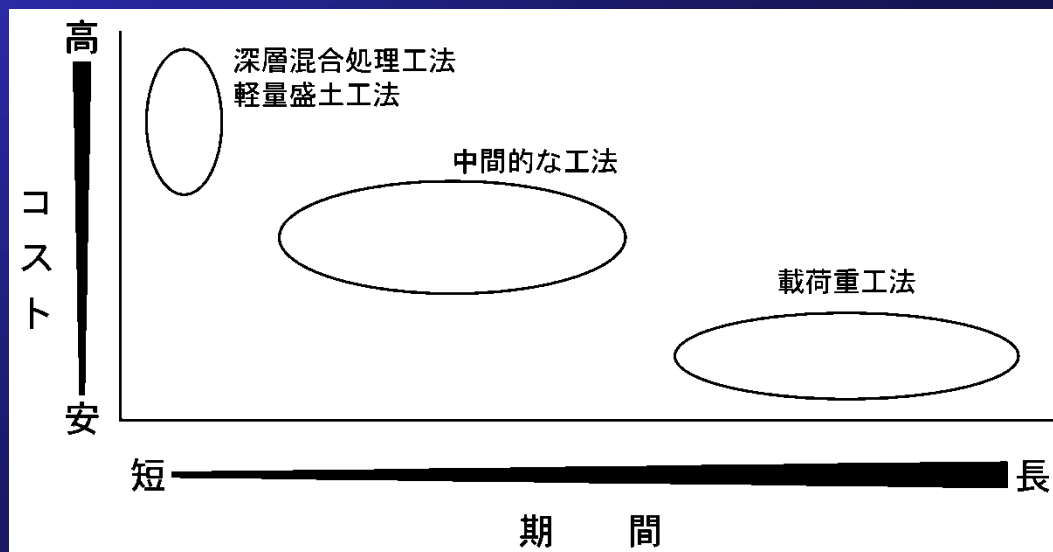
## — グラベルセメントコンパクションパイル（GCCP）工法 —

土木研究所寒地土木研究所 寒地地盤チーム 橋本 聖

1. GCCP工法の概要と開発のねらい
2. 試験施工による改良効果の確認
3. 選定方法（工事）、最近の適用実績

# 工法の概要と開発のねらい

# 軟弱地盤対策工の現状



『軟弱地盤対策のコスト縮減』を目的

➡ 『より早く』、『より経済的』な軟弱地盤対策工法の開発

グラベルセメントコンパクションパイル (GCCP) の開発  
- 寒地土研と (株) 不動テトラとの共同研究 -

# GCCP工法開発の背景

## 深層混合処理の課題

- ・ 他工法と比べてコスト高 → コストアップ
- ・ 強度の設定に限界 → コストアップ  
(一般的： $q_{uck}=200\sim 500\text{kN/m}^2$ )
- ・ 強度のばらつきが大きい → 品質管理が難しい
- ・ 配合試験に1ヶ月必要 → 工期が厳しい

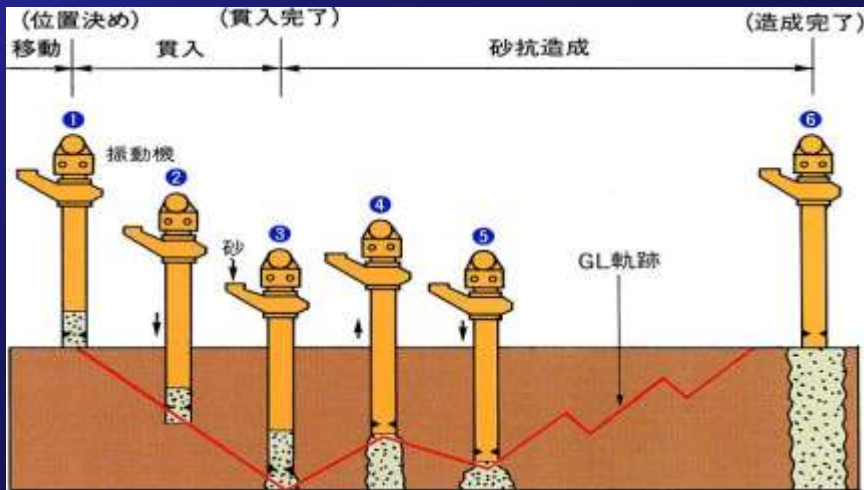


高強度で高品質の固化パイルの研究

# GCCP工法(高強度小径パイル)

サンドコンパクションパイル工法の施工機械を使用し**供給材料のみ**でパイルを造成

- 材料：碎石、高炉セメント
- 出来上り径： $\phi 700$  ( $0.385\text{m}^2$ ) を標準  
※参考 (DJM： $\phi 1000$  ( $0.785\text{m}^2$ ))
- 強度：設計基準強度 $q_{uck} \geq 2\text{MN/m}^2$   
(現場実験結果： $q_{uck}=2 \sim 10\text{MN/m}^2$ )



サンドコンパクションパイル工法

- ★GCCP工法の特長★
  - 高強度のパイルの造成
  - 改良率を低減
  - 一般のセメントを利用
  - 配合試験不要

# 標準仕様および配合仕様

## ■適用地盤

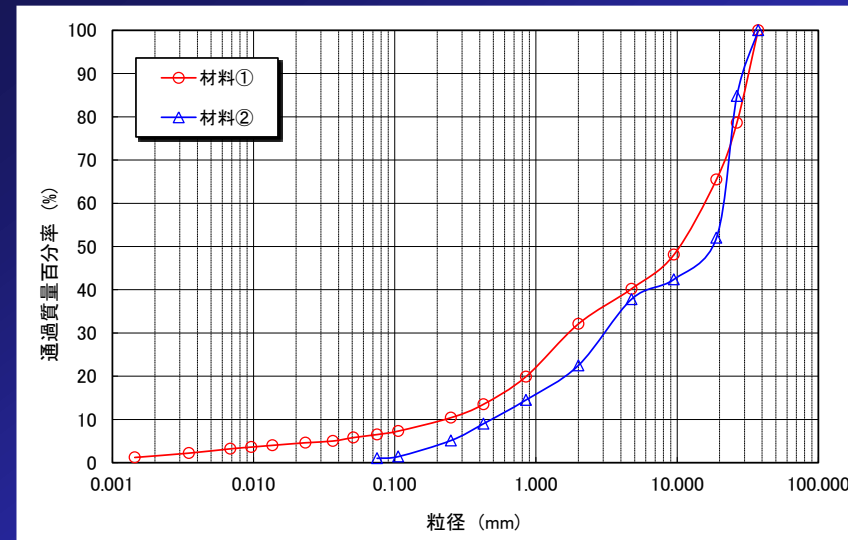
砂地盤、粘性土地盤、有機質土地盤、火山灰質地盤など、  
様々な地盤に適用可能

## ■改良仕様

- ・パイル径 :  $\phi 700\text{mm}$
- ・打設ピッチ :  $1.0\text{m} \sim 2.0\text{m}$  ( $a_p = 10\%$ 以上)
- ・設計基準強度 :  $q_{uck} \geq 2\text{MN/m}^2$

## ■配合仕様

- ・材料 : 砕石(C-40)
- ・セメント種類 : 高炉セメントB種
- ・水セメント比 :  $W/C = 1.0$
- ・セメント添加量 :  $150/\text{kg/m}^3$

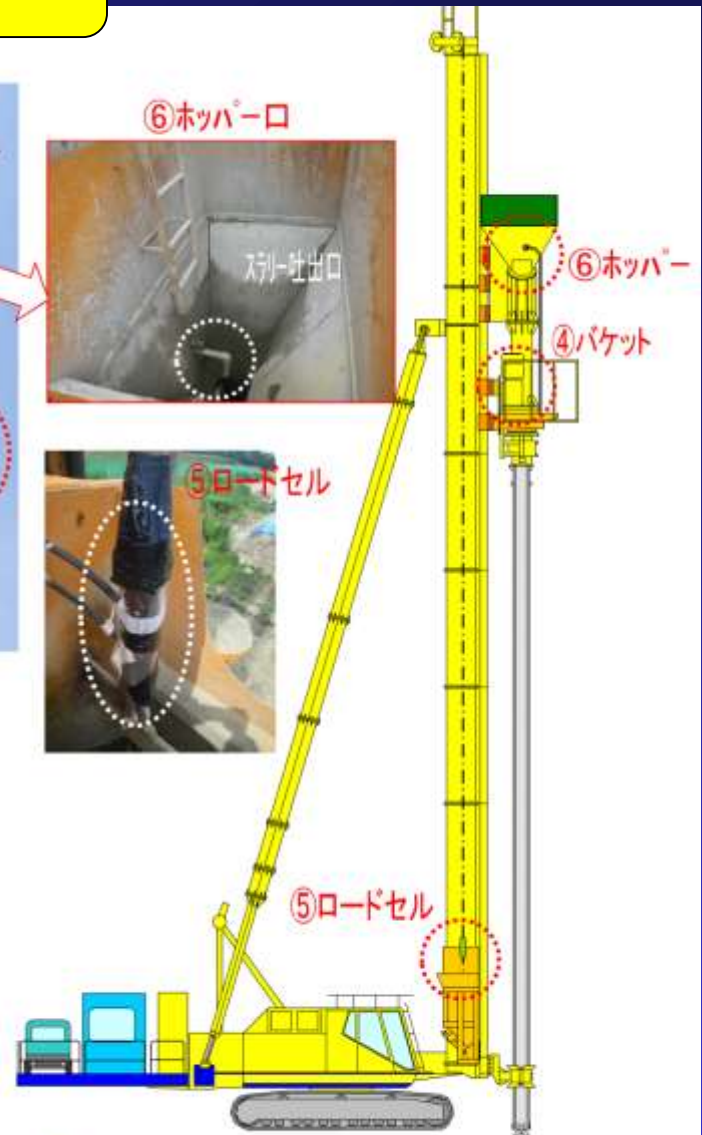


砕石の粒度分布の一例

# 材料の供給フロー

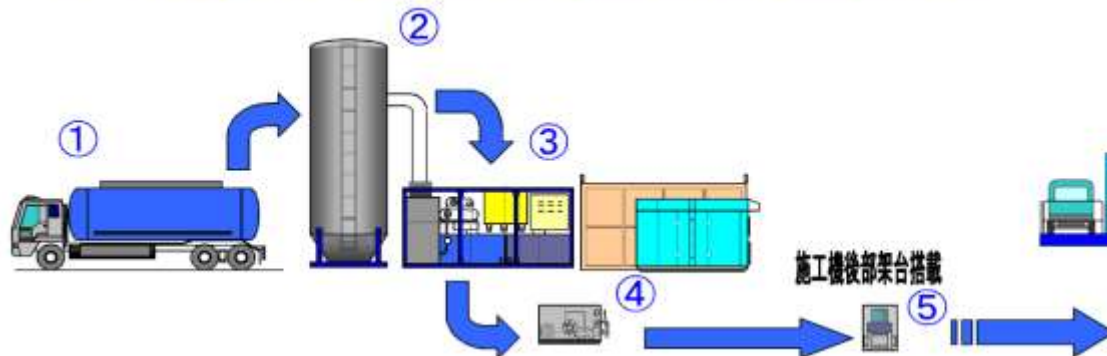
## 砕石

①ダンプトラック → ②仮置き場 → ③タイヤショベル → ④移動バケット

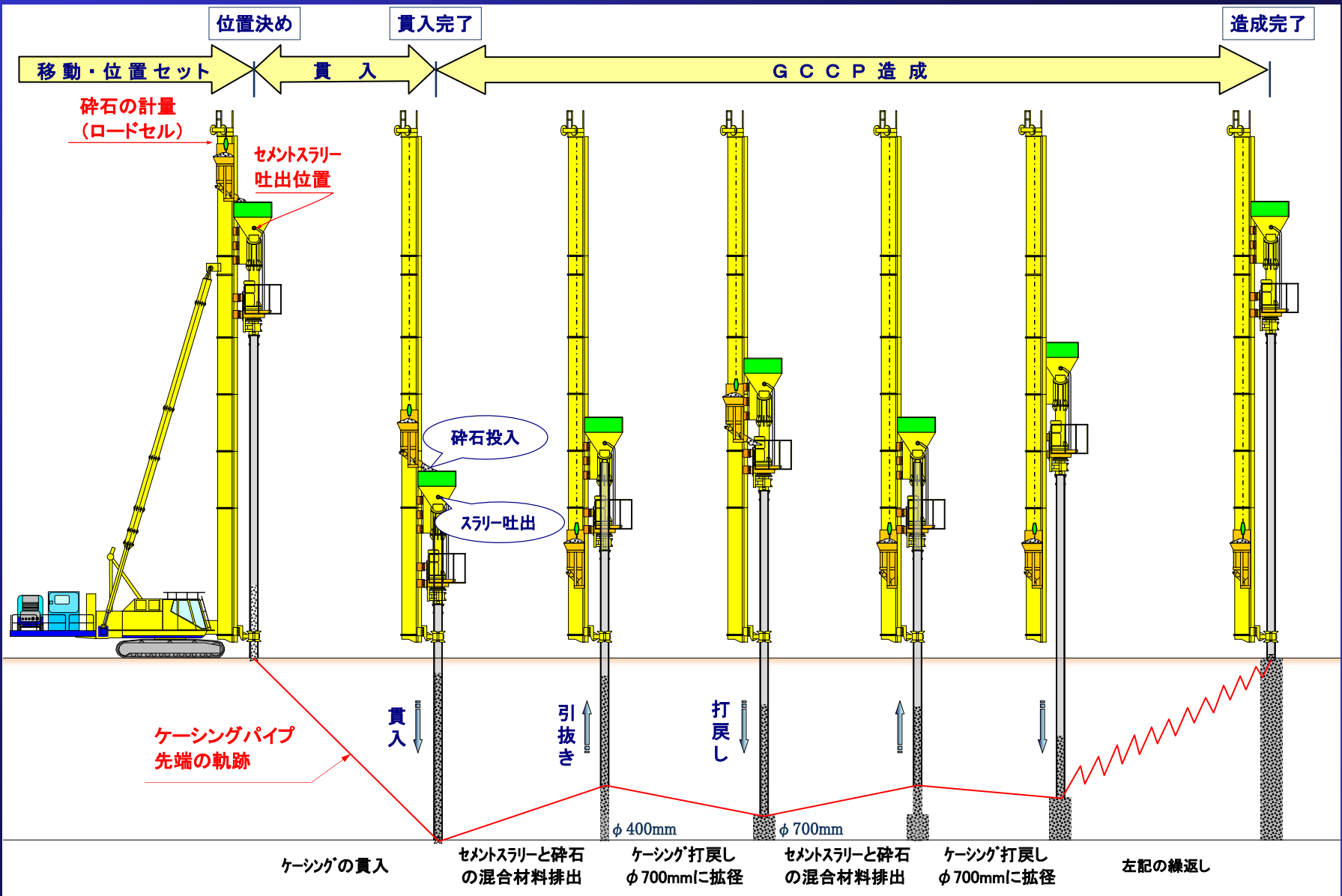


## 固化材 セメント

①ローリー車 → ②サイロ → ③プラント → ④グラウトポンプ → ⑤流量計

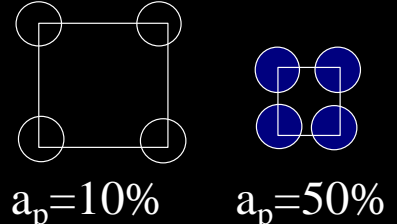


# 施工方法





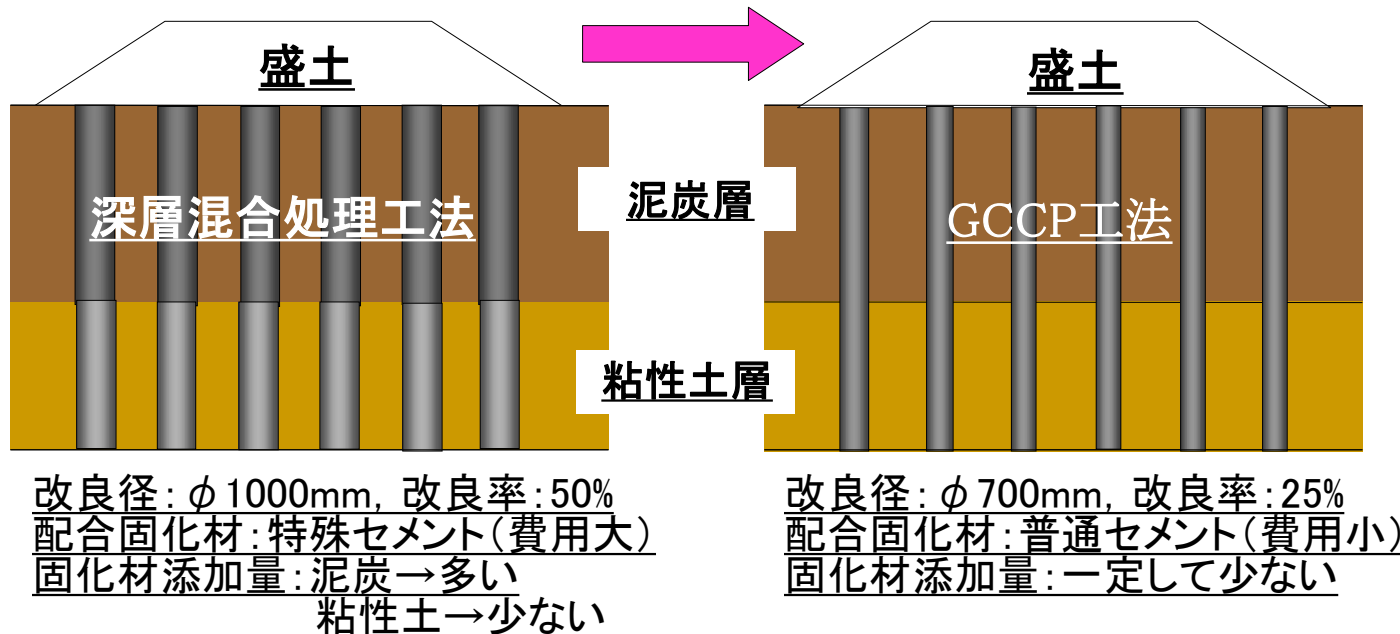
# 改良効果



GCCPの出来上り径は $\phi 700\text{mm}$ ( $0.385\text{m}^2$ )を標準とするため通常の深層混合処理パイプ $\phi 1000\text{mm}$ ( $0.785\text{m}^2$ )の半分の断面積となる。

したがって、深層混合処理と同じ配置(同本数)とした場合パイプピッチを広げる事無く改良率を1/2にできる。

## コスト縮減、工期短縮



# 試験施工による改良効果の確認

# 試験施工の概要



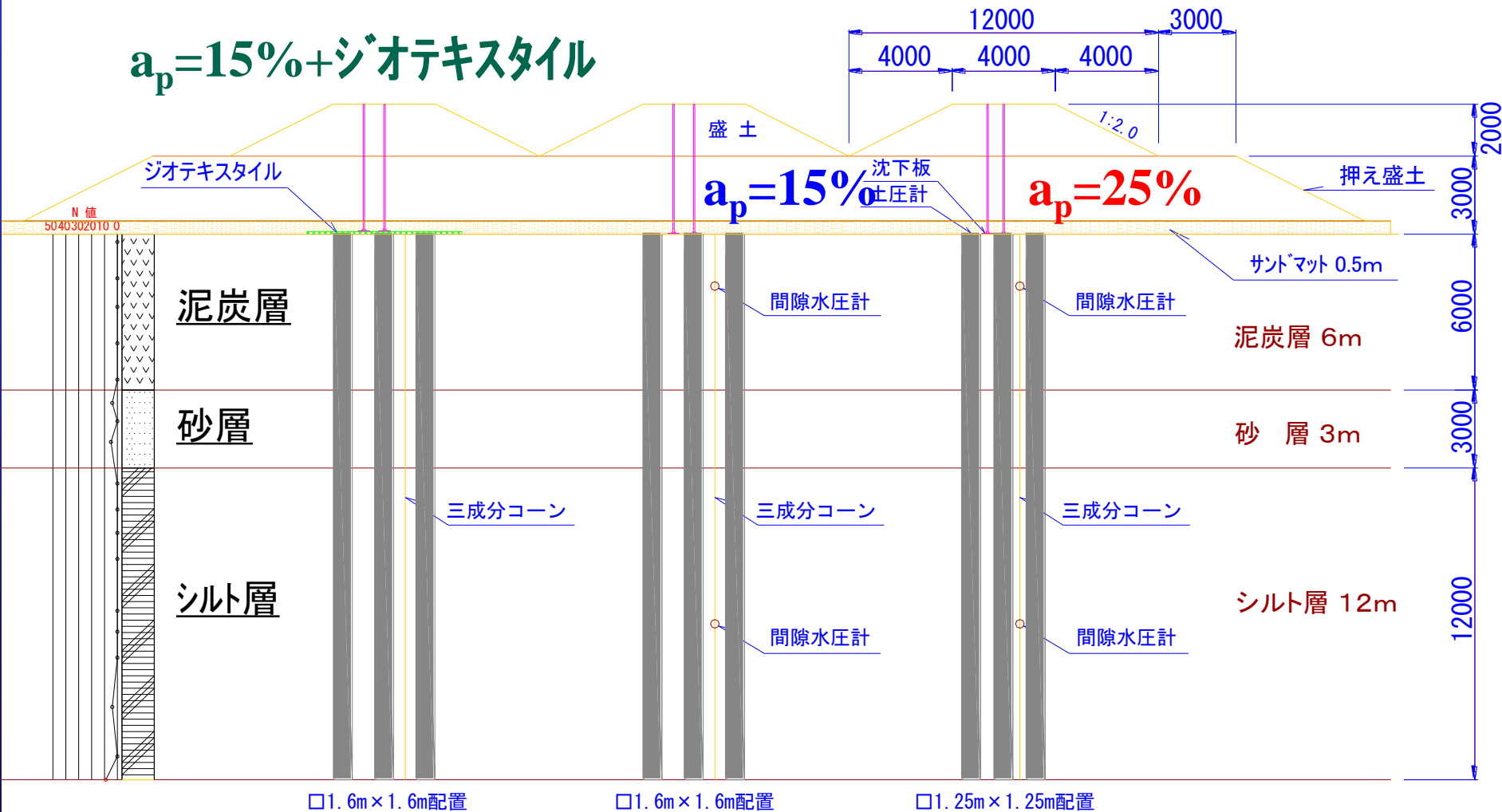
植物遺体から構成される  
特殊な土

- 地域高規格道路(札幌市郊外)
  - 盛土の安定対策
- 深川留萌自動車道(国交省北海道開発局)
  - ボックスカルバートの支持力対策

# ①盛土の安定対策

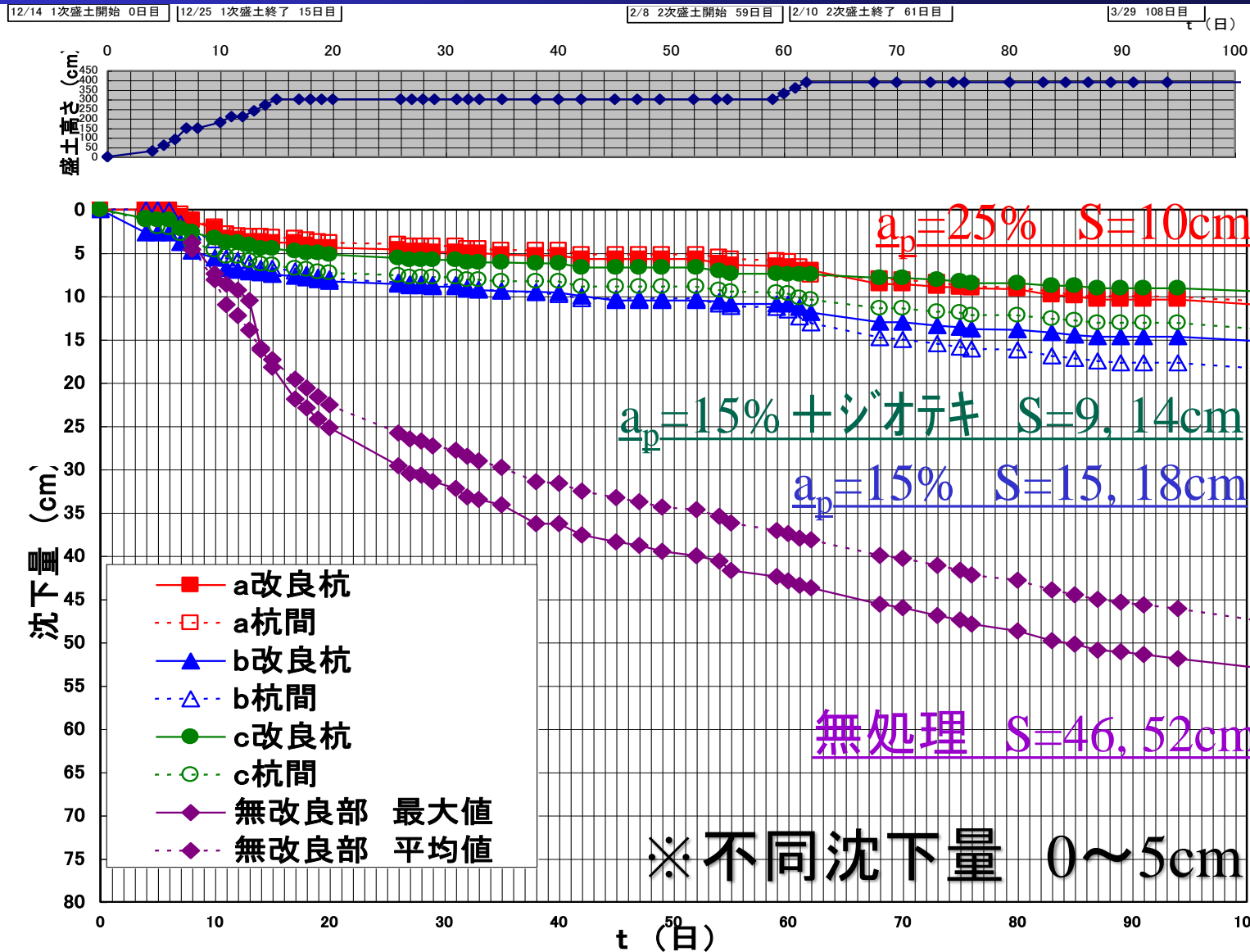
## 試験施工盛土の断面図

$a_p=15\%+$ ジオテキスタイル

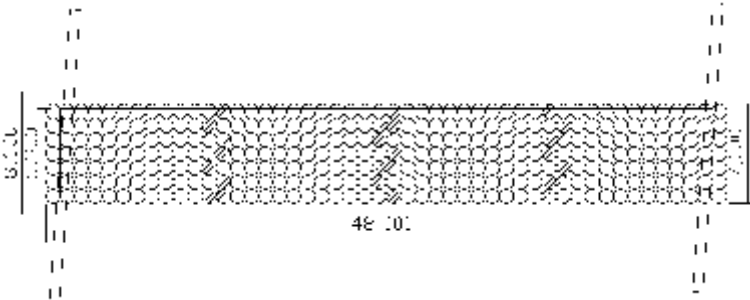
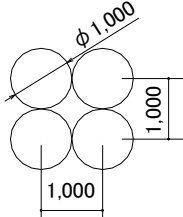
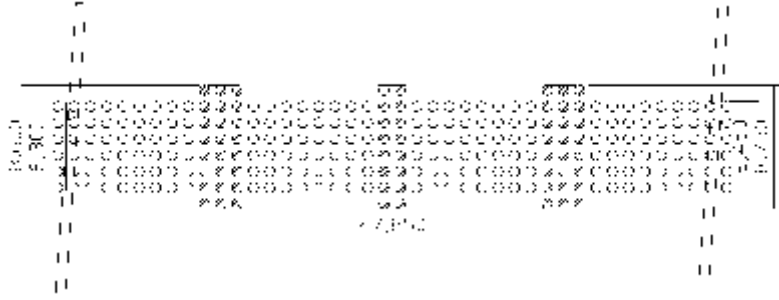
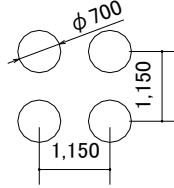


# 沈下観測データ

盛土(H=4m)後, 1か月後



## ②ボックスカルバートの支持力対策

	DJM工法 (粉体噴射型攪拌工法)	GCCP工法 (グラベルコンパクションパイル)
平面図	 <p>ピッチ □1.00m × 1.00m</p> <p>本数 : 348本 改良長 : 5079m</p> 	 <p>ピッチ □1.15m × 1.15m</p> <p>本数 : 268本 改良長 : 4194m</p> 
強度	中～低強度 ( $qu_{ck}=0.45\text{MN}/\text{m}^2$ )	高強度 ( $qu_{ck}=2\text{MN}/\text{m}^2$ )
改良率	高改良率 ( $a_p=78.5\%$ )	低改良率 ( $a_p=29.1\%$ )

# BOXカルバート基礎の支持力増加 ～横断面図、平面図～

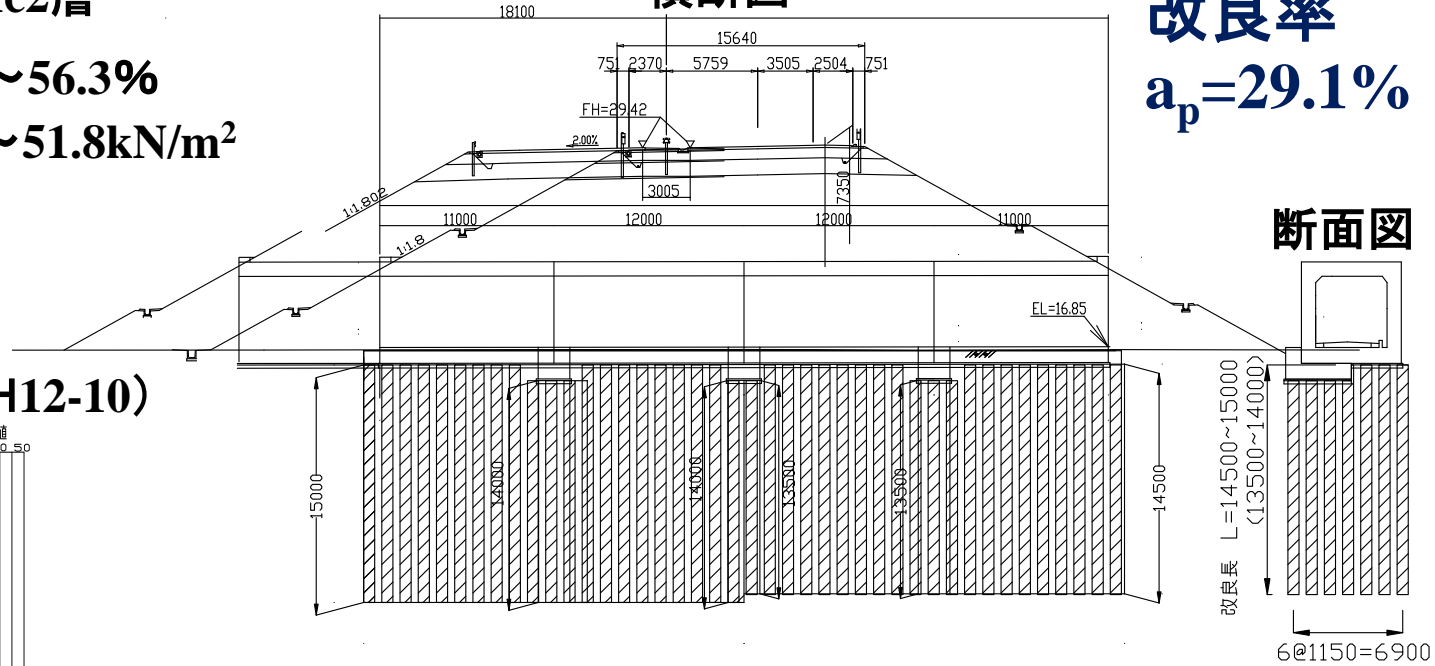
対象層: Ac2層

Wn: 35.0~56.3%

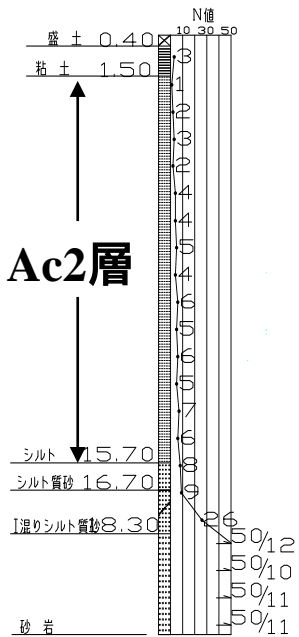
qu: 47.7~51.8kN/m<sup>2</sup>

改良率  
 $a_p = 29.1\%$

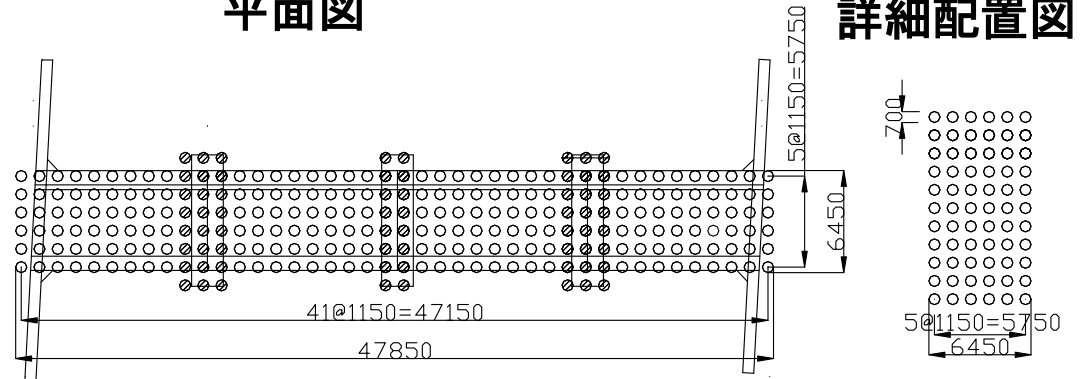
横断面図



柱状図 (H12-10)



平面図



# GCCPとDJMの比較表

サイレンサーで対応

		DJM工法 (粉体噴射型攪拌工法)		GCCP工法 (グラベルセメントコンパクションパイル)	
材料		高炉セメントB種(C=350kg/m <sup>3</sup> )	△	高炉セメントB種(C=150kg/m <sup>3</sup> ) 砕石(0~40)	○
強度		中~低強度(quack=0.45MN/m <sup>2</sup> )	○	高強度(quack=2MN/m <sup>2</sup> )	○
改良率		高改良率(ap=78.5%)	○	低改良率(ap=29.1%)	○
設計	沈下量	9.92cm < 10cm	○	9.54cm < 10cm	○
	内部応力	1.29 < 1.2	○	2.13 < 1.2	○
品質		ばらつきは多い (羽根切り回数で品質を確保)	○	高品質 (現地土が混ざらない改良体)	○
施工能力		硬質地盤への貫入が難しい。 (砂質土:N≤12、粘性土:N≤4)	×	硬質地盤への貫入が可能 (砂質土:N≤30)	○
振動・騒音		無振動・低騒音工法	○	振動・騒音の問題(バイブロ)	△
変位		施工時、変位の発生はある 影響範囲15m程度	△	施工時、変位の発生はある 影響範囲15m程度	△
コスト		100	△	87	○



# 品質（一軸圧縮試験）

GCCPのばらつき：変動係数 $C_v=20\sim 30\%$ （DJM  $C_v=20\sim 50\%$ ）

配合： $C=100,150\text{kg}/\text{m}^3$ では強度差は2.5倍あるが、

変動係数には差が無く、 $C_v=25\%$ 程度（ばらつきは少ない）

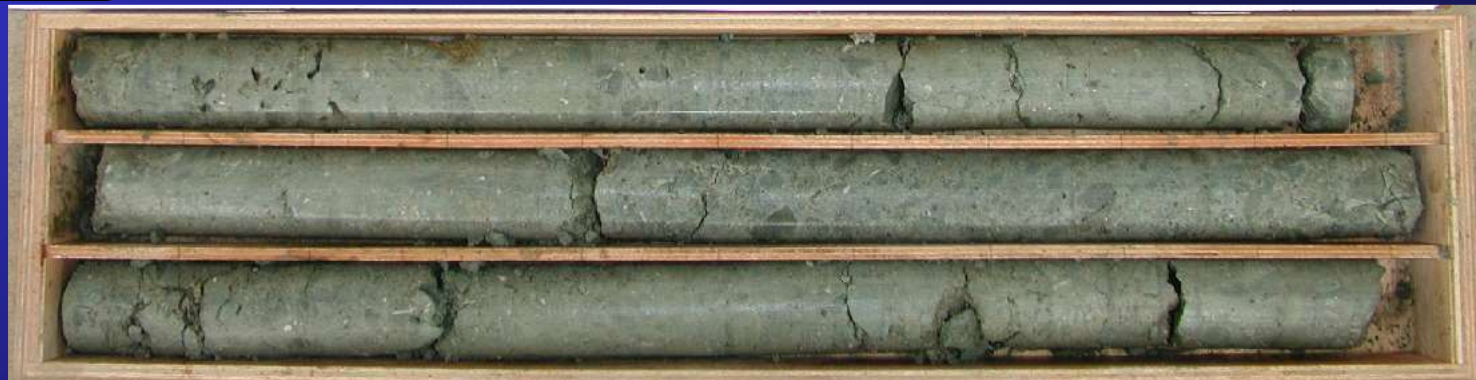
杭番	個数	配合量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	水セメント 比	径 (mm)	平均強度 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )	標準偏差 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )	変動係数 (%)	最大 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )	最小 ( $\text{kN}/\text{m}^2$ )
D-3	17	150	1.0	86	6143	1852	30	9083	2258
D-36	15	150	1.0	116	5967	1254	21	7311	3480
C-22	9	150	1.0	116	5685	1485	26	7365	3021
平均	41	150	1.0	86,116	5978	1485	25	9083	2258
I-42	9	100	1.5	86	2324	562	24	3096	1447

# パイルの掘起し調査

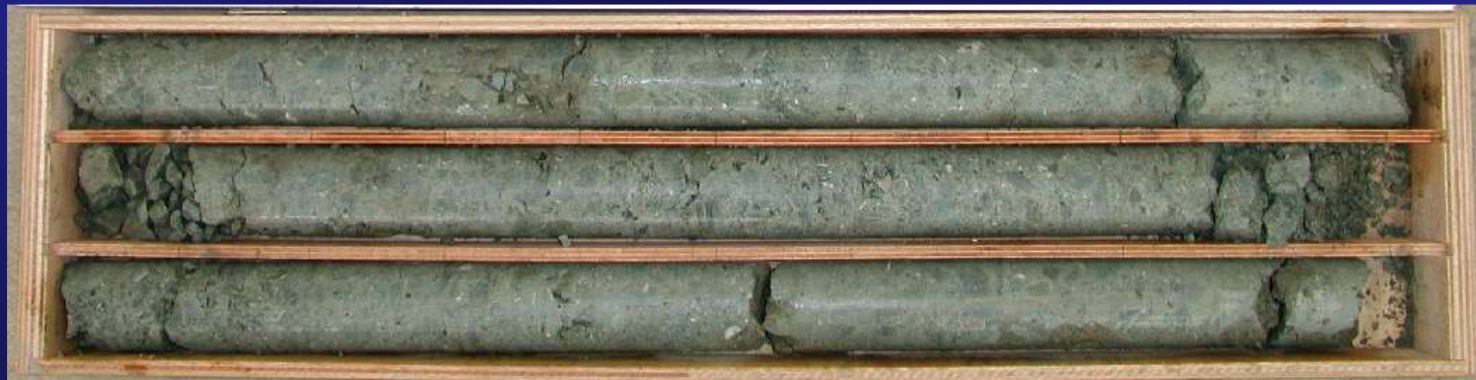


# コア状況D-3

0~3m



3~6m



6~9m



# 選定方法(工事) 最近の適用実績

# どうすれば使うことができるのか ~工事編~

- ・ 工事発注前に、発注者がGCCCP工法の見積もりを入手
- ・ 受注者が応札(通常、入札方式)

第2条 この設計書に記載されている歩掛等は、標準的な施工方法を参考明示したものであり、設計図書に特別の定めのある場合を除き、指定するものではない。

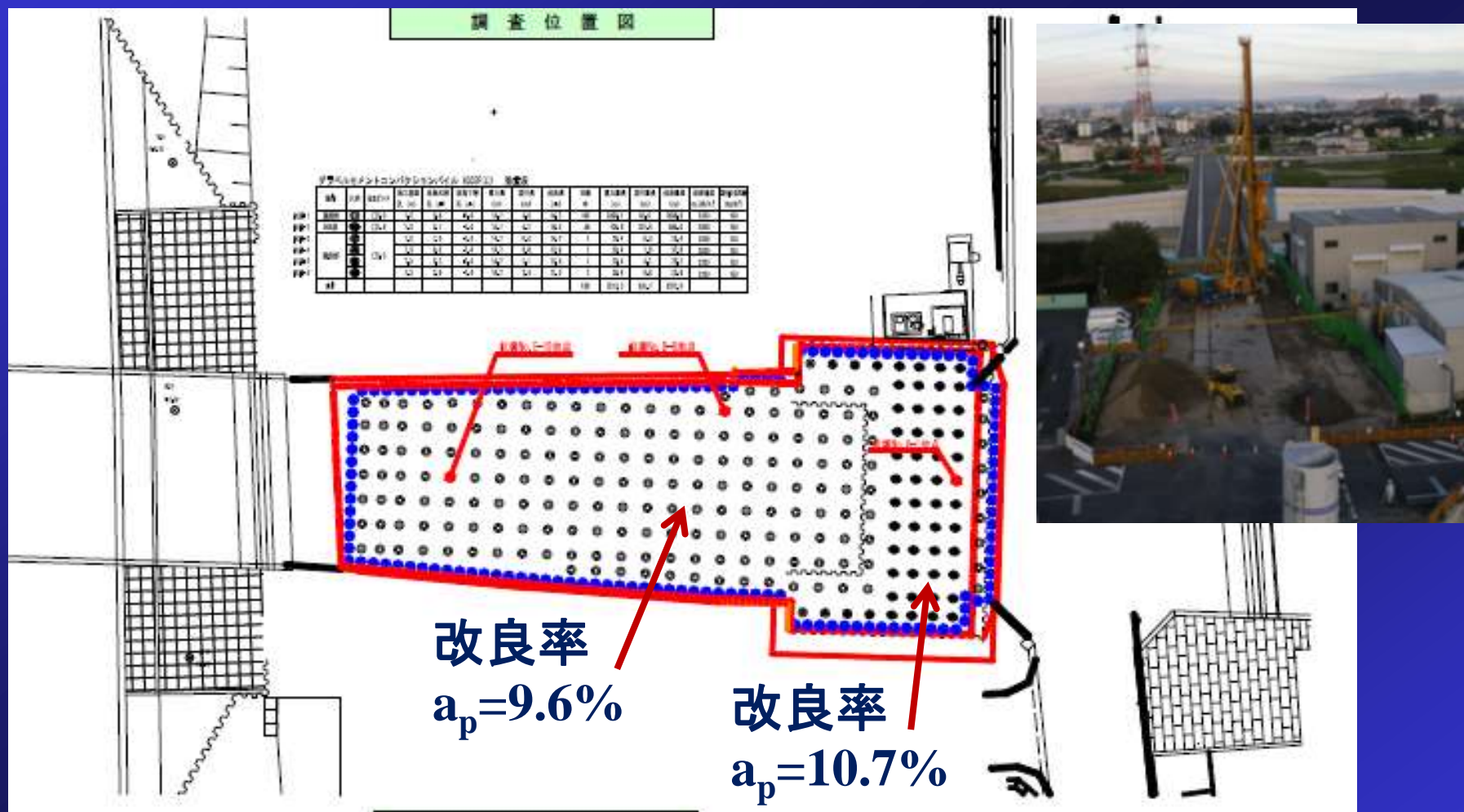
(施工条件の明示)

第3条 下記項目のうち適用項目○印該当欄は、当該工事に関する施工条件であり、特記仕様書として明示する。なお、参考明示○印該当欄は、積算上の条件明示であり、指定するものではない。

大項目	中項目	適用項目	小項目	明示事項	内容	参考明示			
I	工法関係	①	工事施工関係	○	1	工法指定	指定工種及び工法(1)	低改良率セメントコラム工法(GCCCP工法)	
							工法指定する理由(1)	軟弱地盤の改良及び周辺地盤への影響	
							指定工種及び工法(2)	変位緩衝孔	
							工法指定する理由(2)	沿線の工場に供する家屋等への影響防止	
							指定工種及び工法(3)	GCCCP工施工後、一軸圧縮試験にて強度を確認	
							工法指定する理由(3)	一軸圧縮試験	

工事発注時：特記仕様書にGCCCP工法を明記

# 道路盛土の沈下低減 & BOXカルバートの支持力増加



発注: 愛知県

地盤: 廃棄物埋立て

改良率: 道路盛土部  $a_p=9.6\%$ , BOXカルバート  $a_p=10.7\%$

さいごに・・・



あなたは **07962** 番目の訪問者です。



## ■ 泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル(編著:寒地土木研究所)

- ・泥炭性軟弱地盤の調査・設計・施工・維持管理の標準的な考え方  
(GCCPに関する記述)
- ・北海道開発局の技術基準に指定

【PDF版】 寒地土研のWebサイトから無償ダウンロード

# GCCP工法

～『より早く・より経済的な』  
軟弱地盤対策工法～

■お問い合わせ■

寒地土木研究所 寒地地盤チーム 橋本

TEL: 011-841-1709, FAX: 011-841-7333

E-mail: qiaoben@ceri.go.jp