

砕石とセメントを用いた高強度・低コスト 地盤改良技術

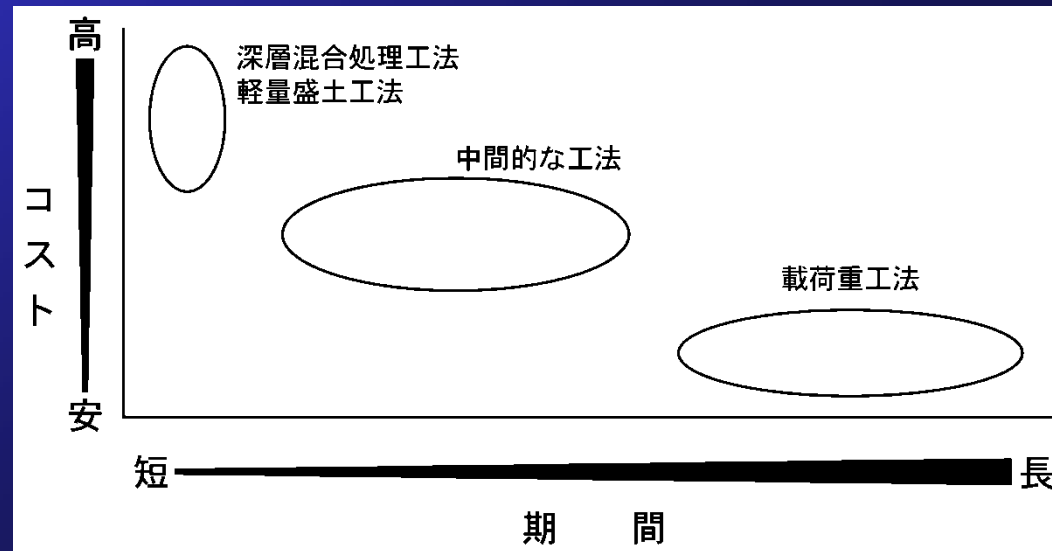
— グラベルセメントコンパクションパイル (GCCP) 工法 —

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. 適用条件と留意事項
選定方法(業務、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

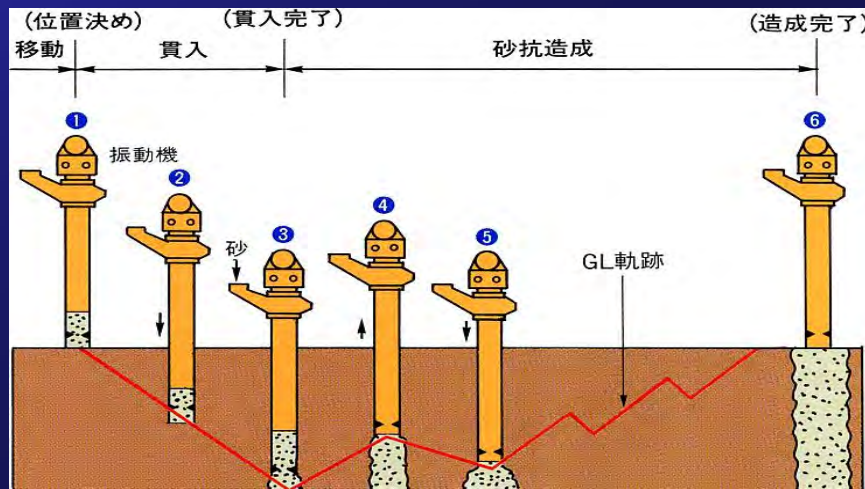


高強度で高品質の固化パイルの研究

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： $\phi 700$ (0.385m^2) を標準
※参考 (DJM： $\phi 1000$ (0.785m^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

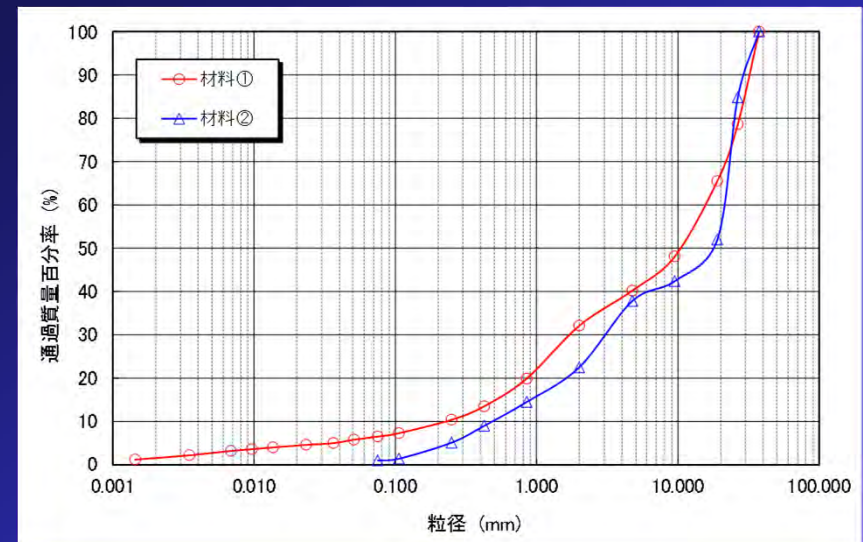
砂地盤、粘性土地盤、有機質土地盤、火山灰質地盤など、
様々な地盤に適用可能

■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 : $150/\text{kg}/\text{m}^3$



砕石の粒度分布の一例

材料の供給フロー

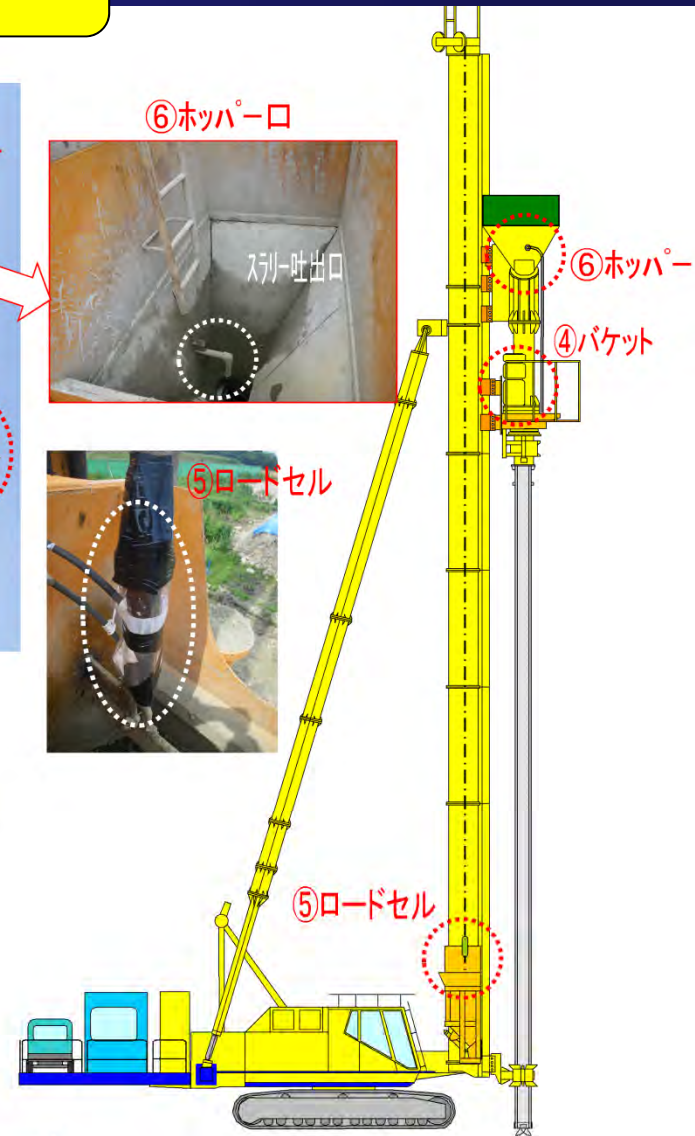
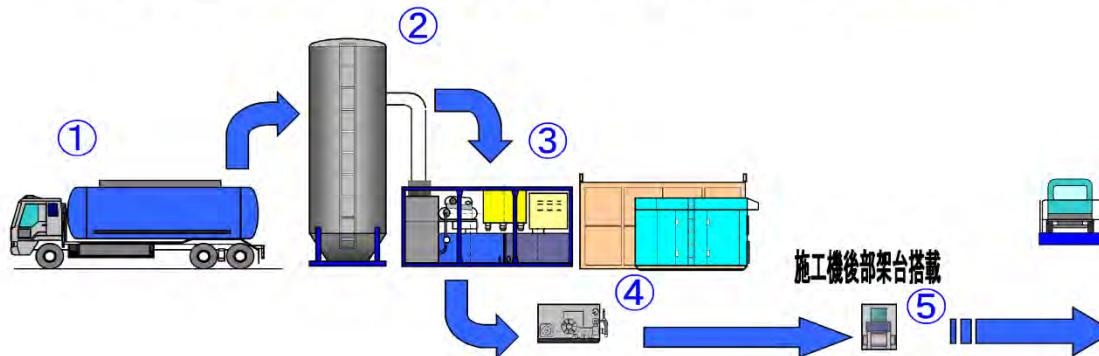
砕石

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

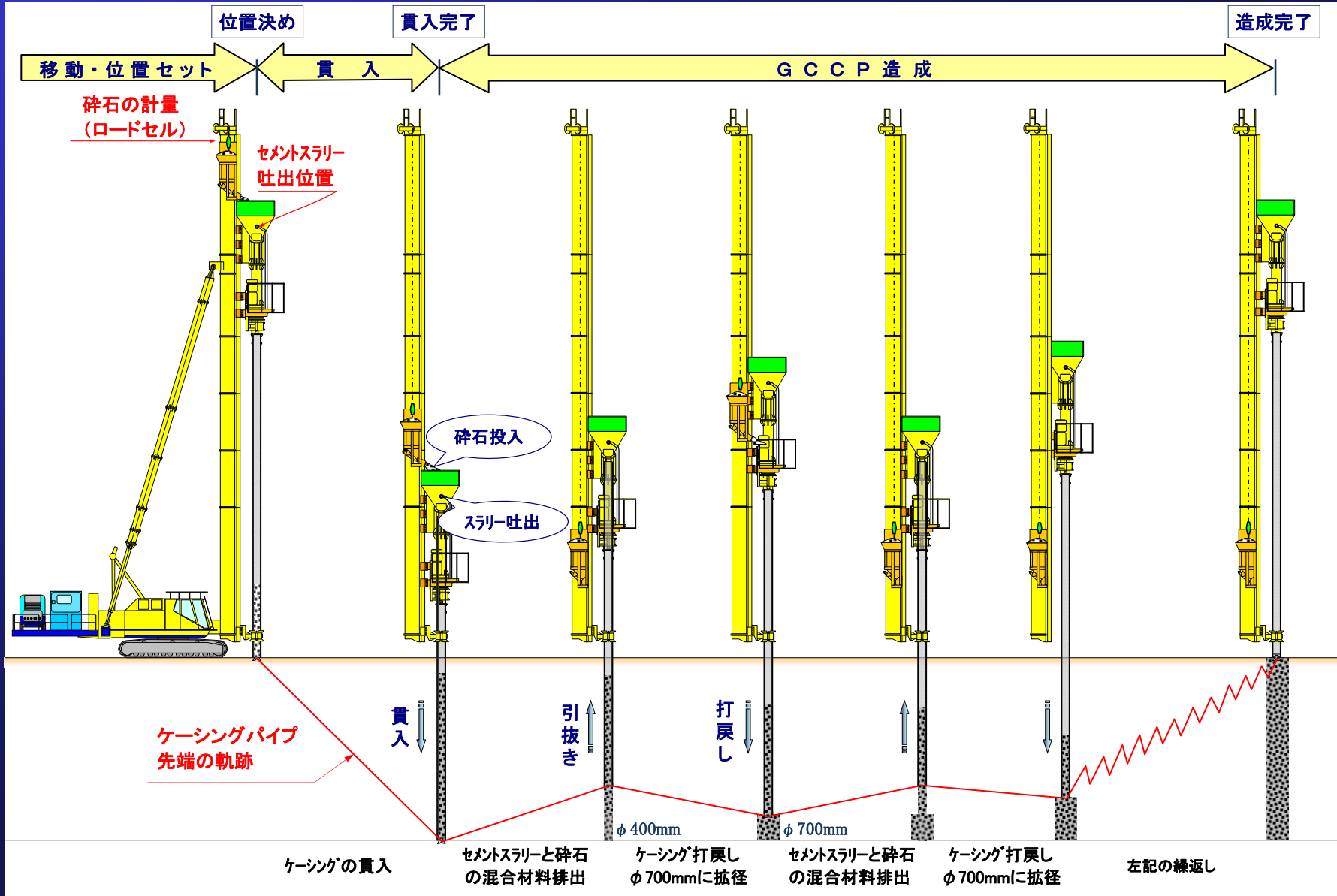


固化材 セメント

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



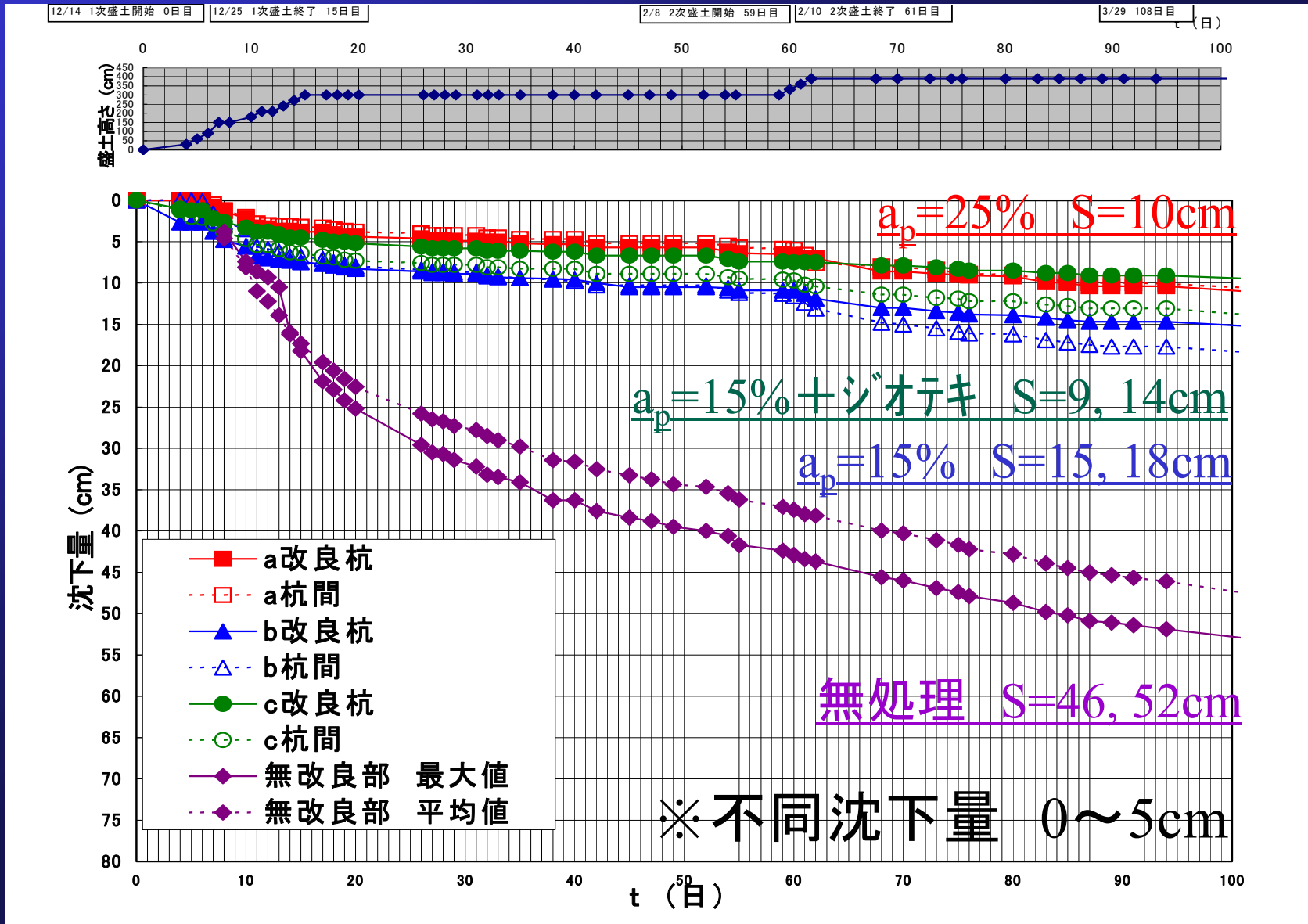
施工方法



試験施工による改良効果の確認

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 ($qu_{ck}=0.45\text{MN/m}^2$)	高強度 ($qu_{ck}=2\text{MN/m}^2$)
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%

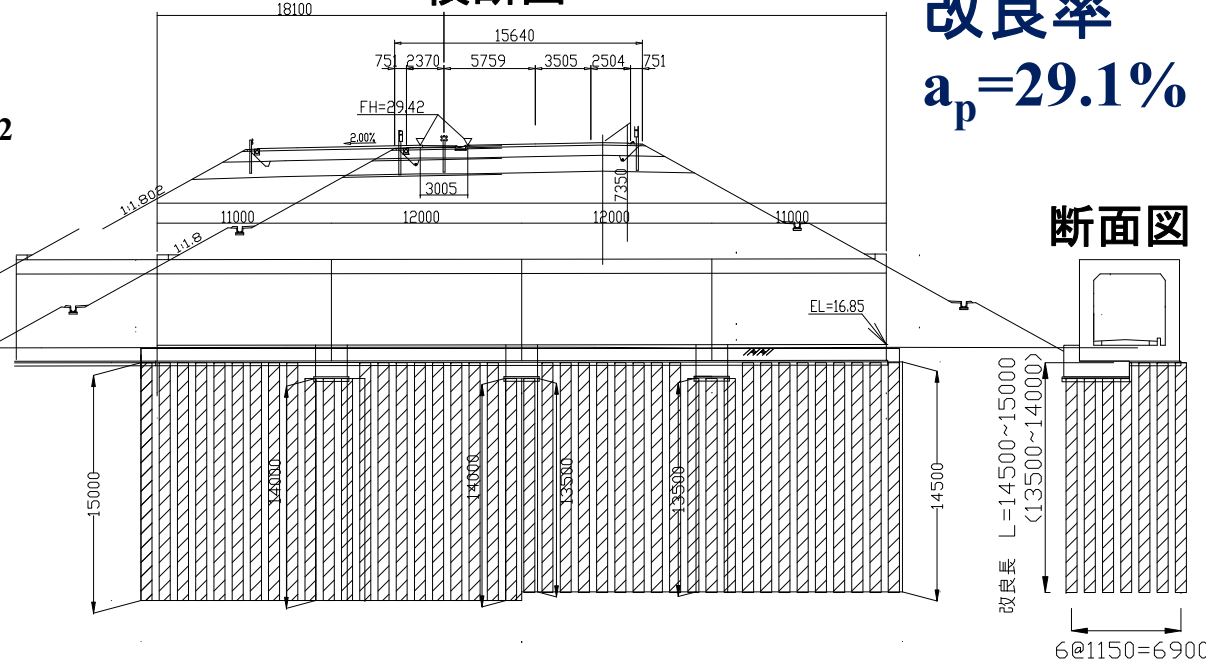
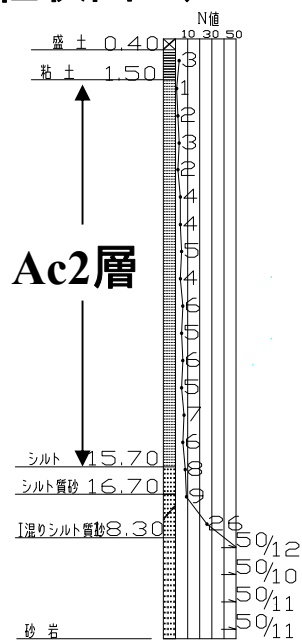
qu: 47.7~51.8kN/m²

横断面図

改良率
 $a_p = 29.1\%$

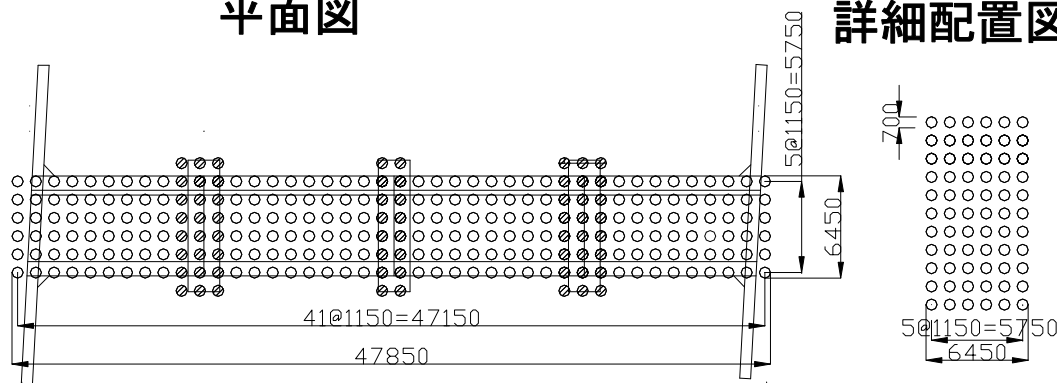
断面図

柱状図 (H12-10)



平面図

詳細配置図



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 ³)	△	高炉セメントB種(C=150kg/m ³) 砕石(0~40)	○
強度		中~低強度(quack=0.45MN/m ²)	○	高強度(quack=2MN/m ²)	○
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=100,150kg/m³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）

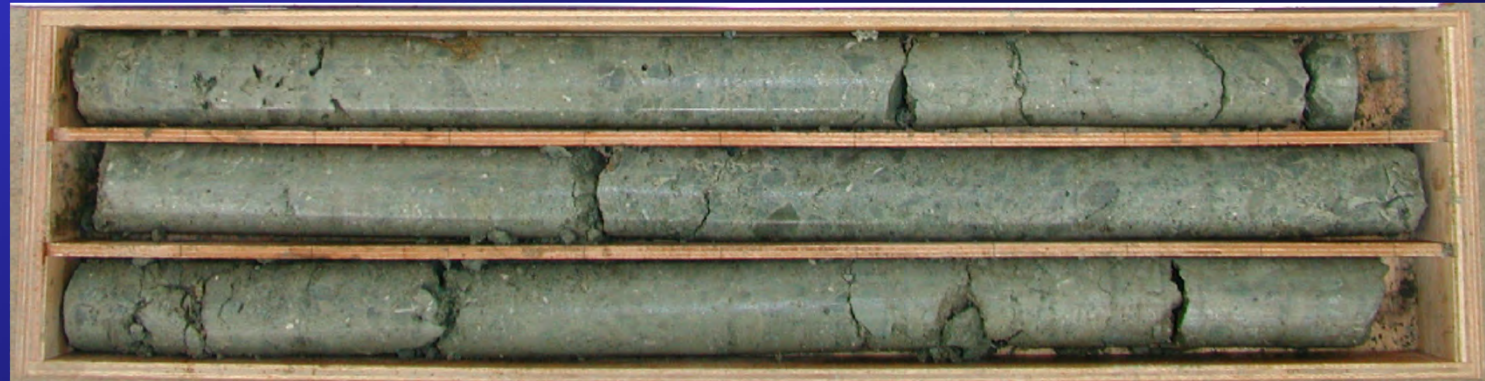
杭番	個数	配合量 (kg/m ³)	水セメント 比	径 (mm)	平均強度 (kN/m ²)	標準偏差 (kN/m ²)	変動係数 (%)	最大 (kN/m ²)	最小 (kN/m ²)
D-3	17	150	1.0	86	6143	1852	30	9083	2258
D-36	15	150	1.0	116	5967	1254	21	7311	3480
C-22	9	150	1.0	116	5685	1485	26	7365	3021
平均	41	150	1.0	86,116	5978	1485	25	9083	2258
I-42	9	100	1.5	86	2324	562	24	3096	1447

パイルの掘起し調査



コア状況D-3

0~3m



3~6m



6~9m



適用条件と留意事項

選定方法(業務、工事)

GCCP工法の適用実績

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GCCP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(GCCP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)	GCCP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GCCP工法を明記

さいごに・・・

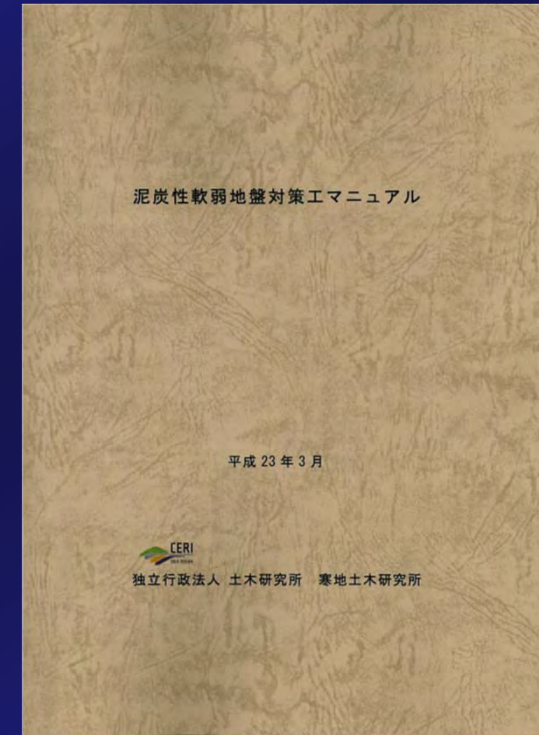
CERI 独立行政法人 土木研究所
寒地土木研究所
寒地基礎技術研究グループ
COLD REGION

寒地地盤チーム

Geotechnical Research Team

あなたは **07962** 番目の訪問者です。

泥炭性軟弱地盤 対策マニュアル	北海道における 複合地盤杭基礎の設計施工法 に関するガイドライン
北海道における 不良土対策マニュアル	積雪寒冷地における 冬期土工の手引き



■ 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