

真空井戸を用いた真空圧密地盤改良 BOLVAC™工法 (Bottom Loaded Vacuum Consolidation)

2021年2月18日

(株)大林組 技術研究所
高橋真一 梅原由貴
山田祐樹 杉江茂彦

1

1. 浚渫土砂を用いた埋立工事に関して

- 【対象】 (1) 空港建設用地利用想定 of 臨海部の埋立工事では、
付近の海底から浚渫された土砂を用いる場合がある。
(2) 埋立土砂は高含水粘性土
- 【課題】 (1) 埋立造成後の地盤の圧密沈下、支持力不足
(2) 代表的な地盤改良として、圧密促進
(3) 埋立終了後に載荷荷重として載荷盛土施工



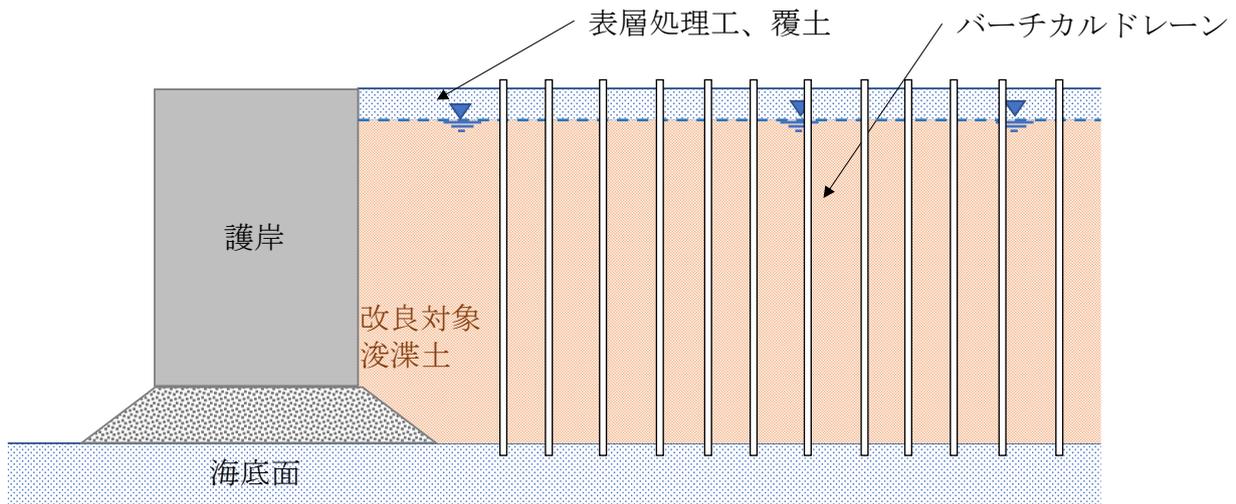
浚渫土砂を用いた
埋立て事例
(φ600mm鋼管から排出
される浚渫粘土)

2

2. 一般的な地盤改良（圧密沈下促進）

- (1) 表層処理、覆土
- (2) 圧密促進（バーチカルドレーン）
- (3) 載荷荷重（載荷盛土）

場合によれば、載荷荷重として地表面から真空圧密

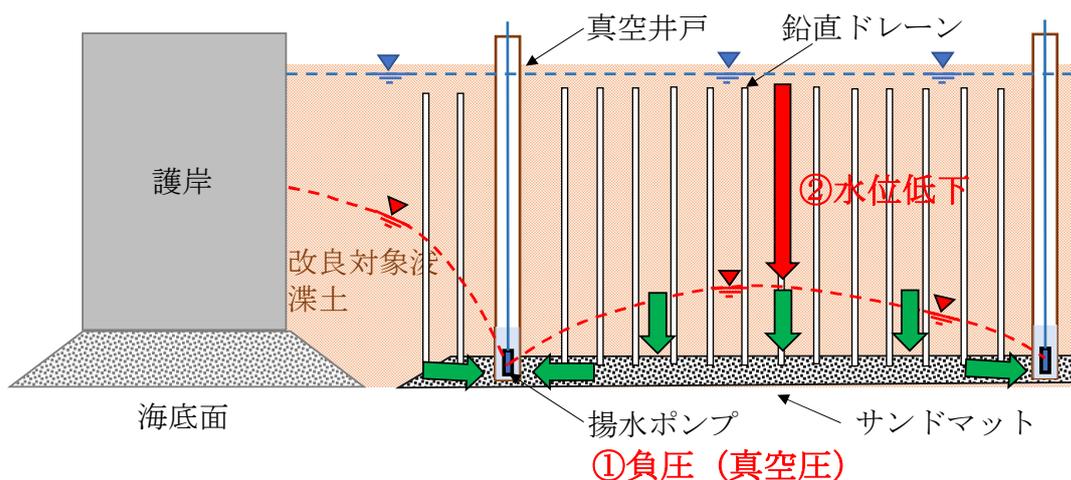


3

3. BOLVAC™工法

■粘性土底面から真空井戸 + 真空圧密の効果で圧密沈下促進

- (1) 「負圧」と「水位低下」 2つの圧密効果
- (2) 下面透水層とドレーンの利用によって広範囲を改良
- (3) 埋立期間中から圧密促進が開始でき、地盤改良工期を短縮
- (4) 埋立土(浚渫粘性土)減容化により土砂処分場を延命化

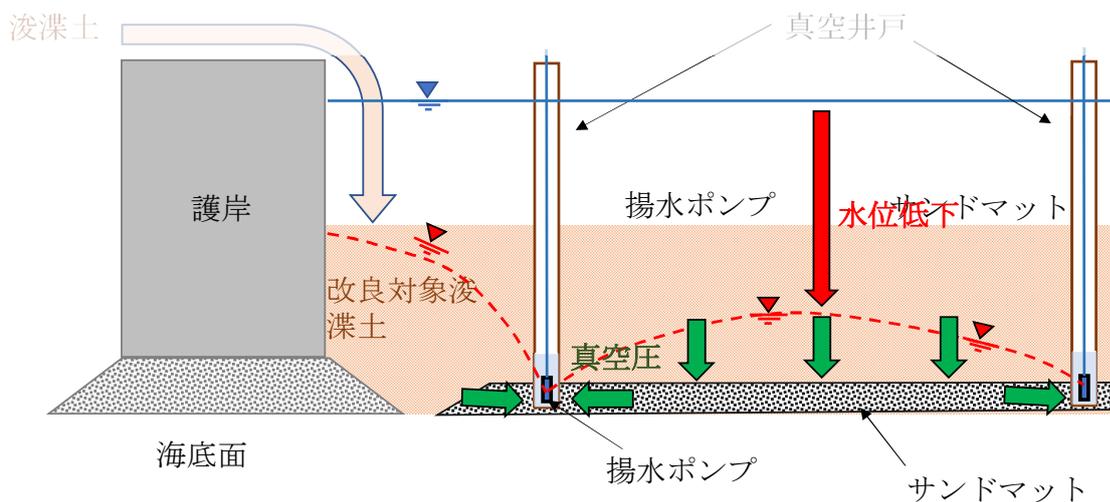


4

4. BOLVAC™工法による埋立中の「減容化」

■浚渫埋立て中の「減容化」

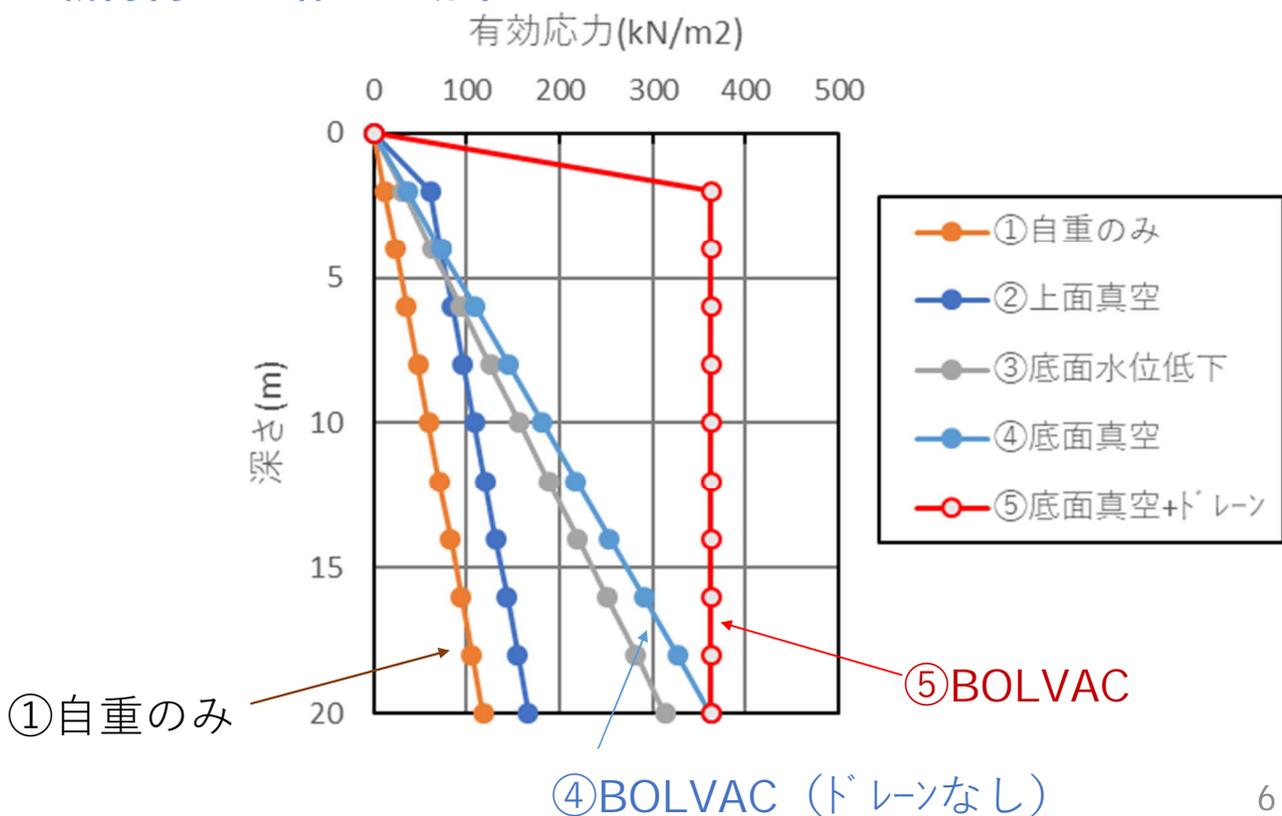
- (1) 埋立て途中での浚渫土砂の圧密促進
- (2) 埋立て途中での「減容化」で浚渫粘土処分場の「延命化」



5

5. 圧密荷重と沈下の試算例(荷重)

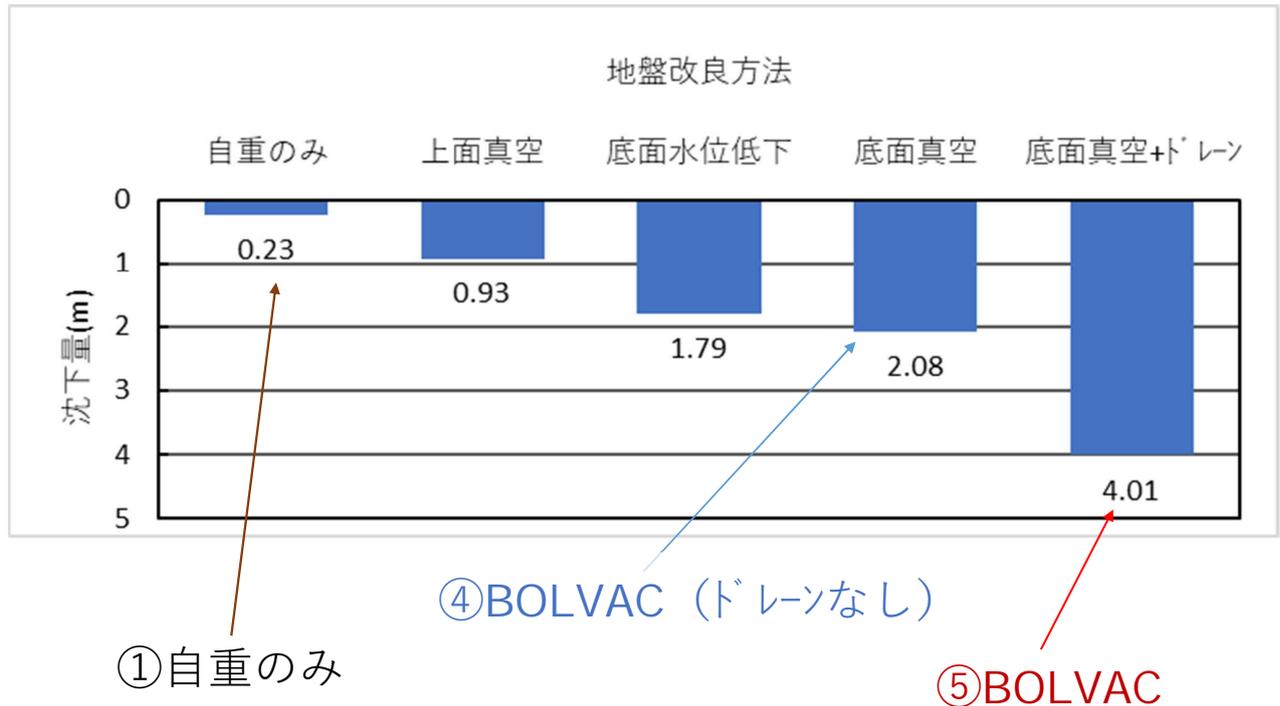
■載荷荷重の増加の効果



6

6. 圧密荷重と沈下の試算例(沈下量)

■最終沈下量増加の効果



7

7. 検証実験 (屋外大規模実験)

■実験概要

大型ベントナイト液槽 (28m³、7.5m×1.6m×H2.4m(高さ))
超軟弱な高含水粘土を投入し、井戸、水位低下、真空圧密

■実験目的

(1) BOLVAC工法効果確認

圧密沈下の面的な分布 (不同沈下発生状況)

圧密沈下の深度方向の分布

ドレン材の有無による沈下促進効果への影響

真空圧の地中への伝播状況

(2) FEMによる再現解析を行う際の検討材料

■実験工程

2019年9月～2020年4月

8

8 (1) 大型水槽を用いた粘性土真空圧密実験

■ 施工状況

- (1) 土槽設置
- (2) 足場・安全設備整備



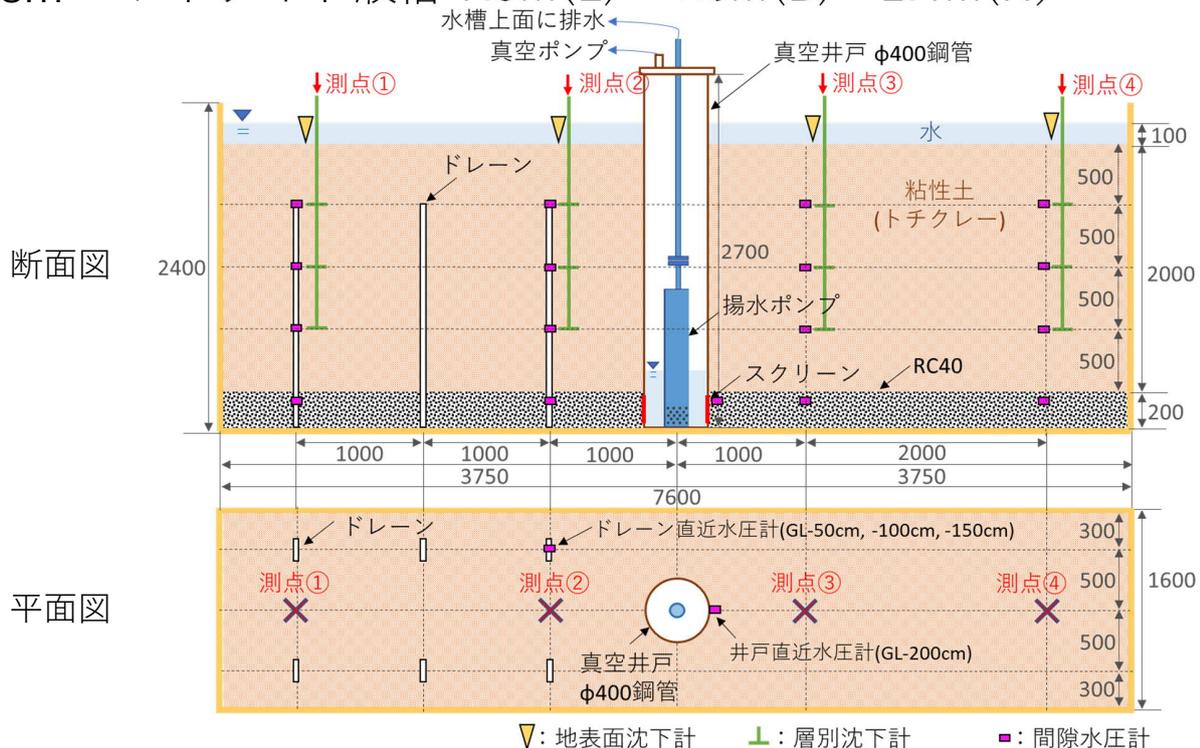
実験場所：大林組 東日本ロボティクスセンター敷地内

9

8 (2) 大型水槽を用いた粘性土真空圧密実験

■ 実験土槽・計測計器詳細

28m³ベントナイト液槽 7.5m(L) × 1.6m(B) × 2.4m(H)



10

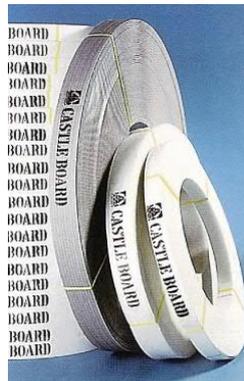
8 (3) 大型水槽を用いた粘性土真空圧密実験

■施工状況

(3) ドレーン設置、サンドマット敷設



ドレーン設置状況



ドレーン材：
キャッスルボードドレーン
幅94mm, 厚さ3.6mm

項目		単位	CB-M
材質	芯体	-	ポリオレフィン系樹脂
	フィルター	-	ポリエステル系合成繊維
形状寸法	厚さ	mm	3.6±0.5
	幅	mm	94±2
透水係数	面内	m/sec	1.0×10 ⁻² 以上
	フィルター	m/sec	1.0×10 ⁻⁴ 以上
引張強度		kN/製品幅	2.5 以上

11

8 (4) 大型水槽を用いた粘性土真空圧密実験

■施工状況

(4) 間隙水圧計設置



水圧計設置状況



間隙水圧計

12

8 (5) 大型水槽を用いた粘性土真空圧密実験

■施工状況

(5)沈下計、
真空圧密設備設置



(6)真空载荷開始
-70kPa

(放置期間約3か月)



地盤完成
配線・配管完了

井戸内圧力計
-70kPa

13

8 (6) 大型水槽を用いた粘性土真空圧密実験

■実験後の原位置調査状況

(7)実験後地盤調査

- ・コーン貫入試験
- ・一軸圧縮試験
- ・ベーンせん断試験
- ・圧密試験
- ・含水比試験
- ・三軸圧縮試験



コーン貫入試験状況

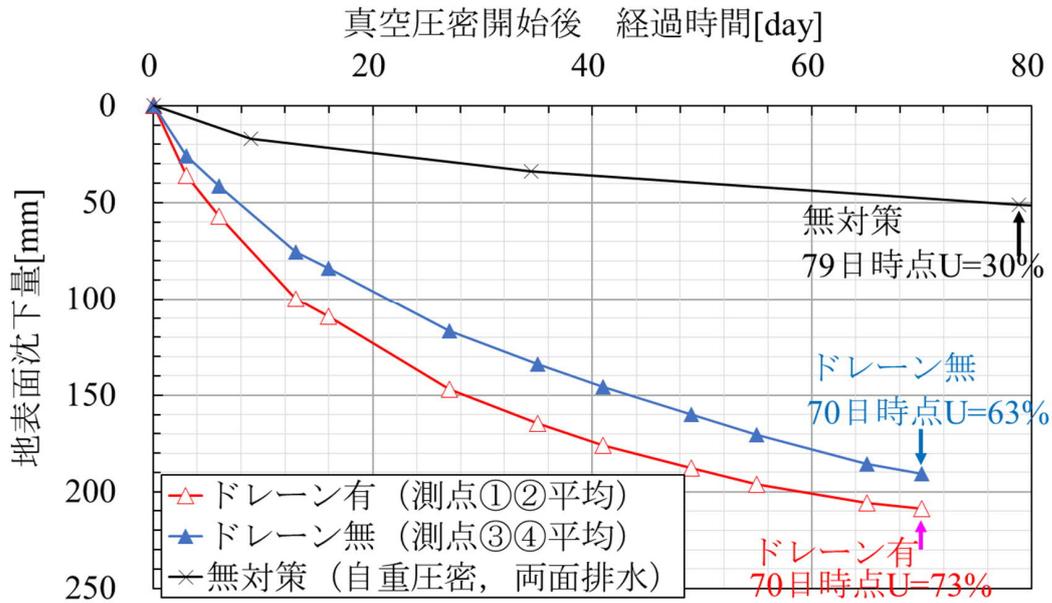


サンプリング状況

14

8 (7) 大型水槽を用いた粘性土真空圧密実験

■計測結果 - 地表面沈下

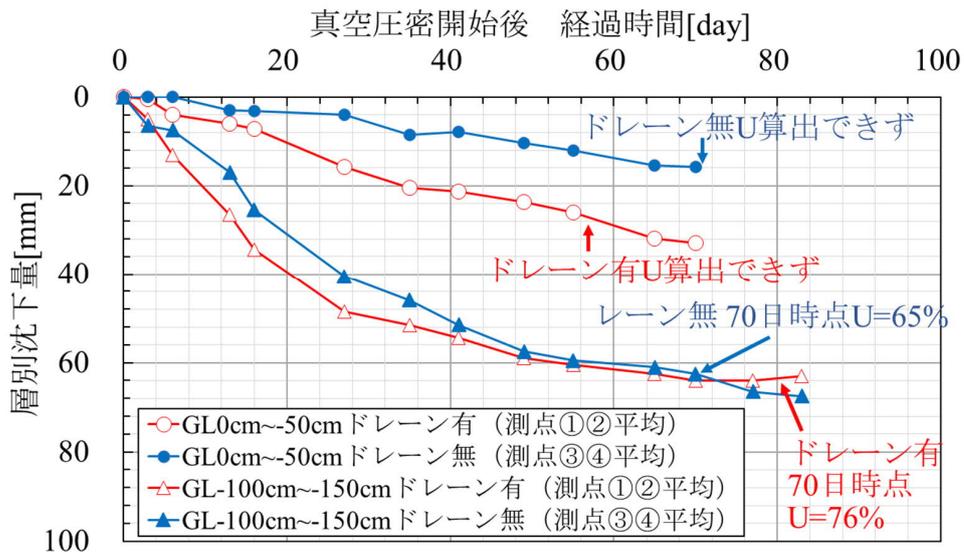


- ✓ 工法による沈下促進効果を確認
- ✓ 負圧-70kPaをかけたとき体積10~15%程度減

15

8 (8) 大型水槽を用いた粘性土真空圧密実験

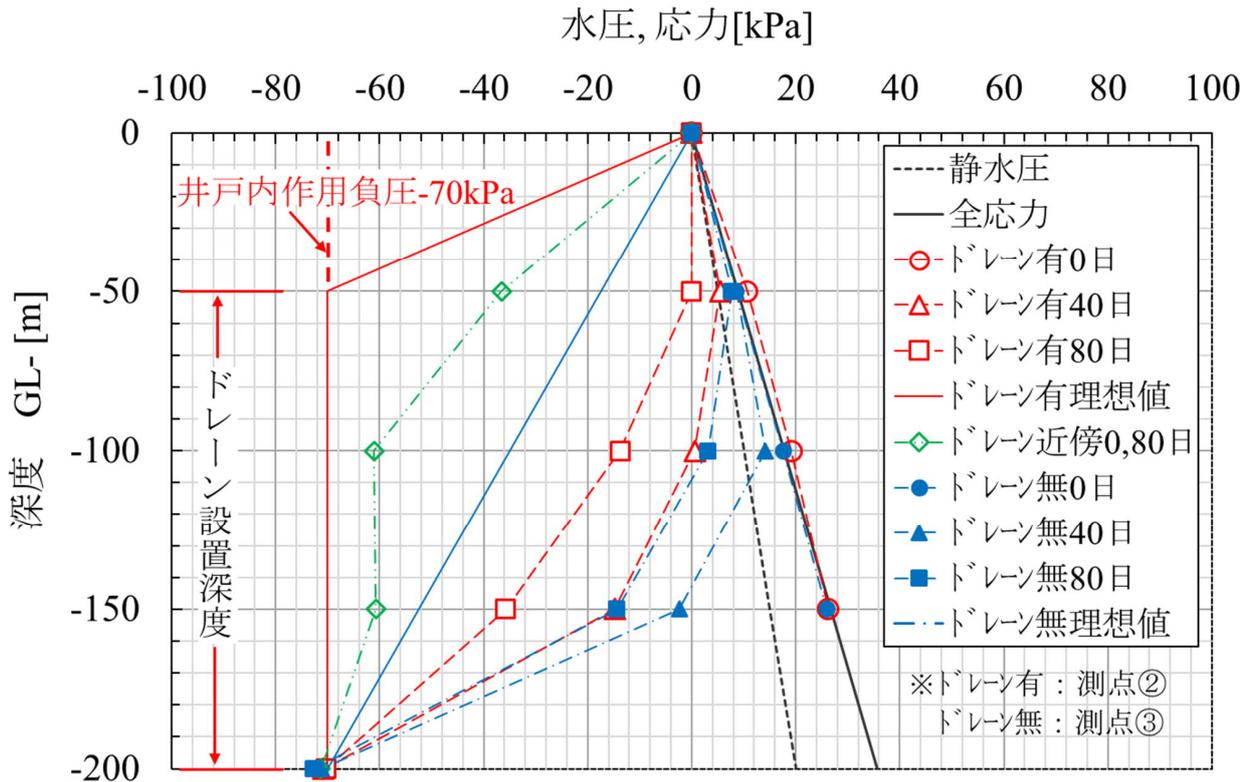
■計測結果 - 層別沈下



- ドレーンがあると上層部でも圧密が促進される
→ドレーン効果確認

16

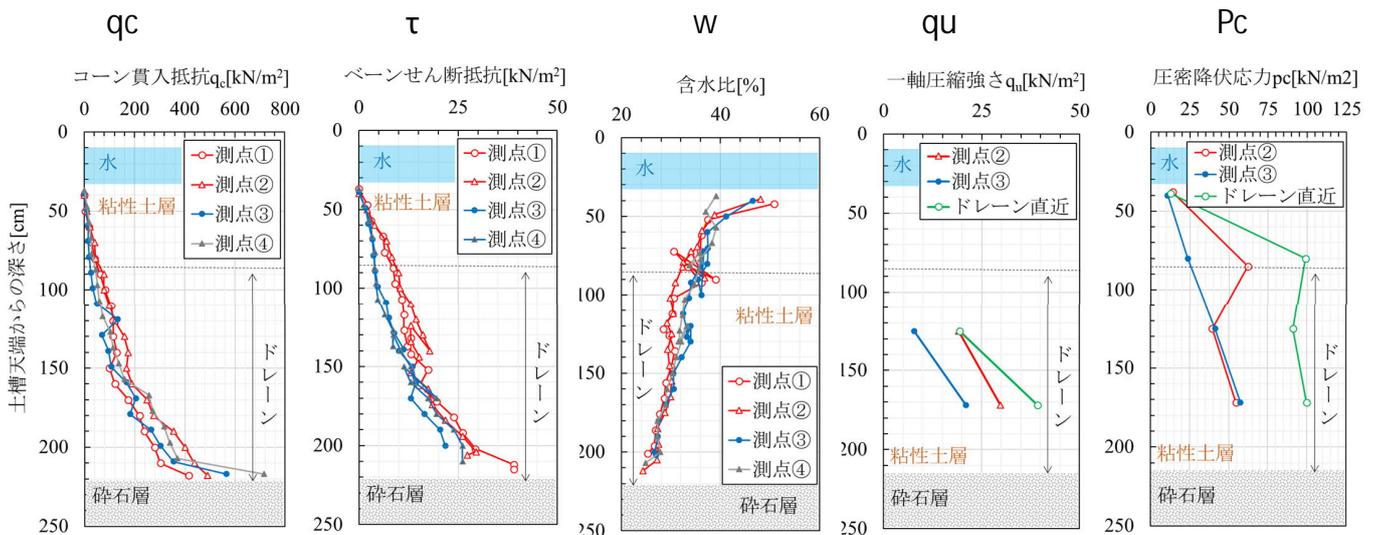
8 (9) 大型水槽を用いた粘性土真空圧密実験



17

8 (10) 大型水槽を用いた粘性土真空圧密実験

■ 計測結果 – 原位置試験・室内土質試験



- ✓ 深度が深いほど強度は大きい (qc、τ、qu)
- ✓ // 圧密降伏応力は大きい (Pc)
- ✓ // 含水比は小さい (w)
- ✓ ドレーンがあると上層部のベーンせん断抵抗が大。含水比小

9. まとめ

- (1) 井戸・透水層・ドレーンを組み合わせた真空圧密工法
BOLVAC™の効果検証のため28m³ベントナイト液槽
7.5m(L)×1.6m(B)×H2.4m(H) に軟弱状態の粘土を投入し、
真空圧密実験を実施
- (2) 工法により圧密沈下が促進 **→工法の圧密促進効果を確認**
- (3) 透水層中で負圧が水平方向へ時差なく伝達
→透水層導入効果を確認
- (4) ドレーン設置により上層部への負圧伝達が可能
上層部の圧密沈下が促進され含水比・ベーンせん断抵抗増加
→ドレーン導入効果を確認
- (5) 引き続き、FEMシミュレーション解析、設計・施工検討

19

ご清聴ありがとうございました

20