

SDS 試験による注入固化地盤の評価

日本基礎技術株式会社

正会員

〇岡田和成

非会員

横井 勉

ジャパンホームシールド株式会社

正会員

辻 浩平

非会員

前田裕介

東京都市大学

正会員

末政直晃

正会員

田中 剛

1. はじめに

薬液注入工法による液状化対策の従来の改良効果確認は、ボーリングコアの力学試験やシリカ含有量試験による力学強度の推定により行われている。礫分の混入等により乱れの少ない試料採取が困難である場合は力学試験が実施出来ないため、薬液成分（SiO₂）の増加分により推定される力学強度が設計強度以上であることを確認する。

しかしながらボーリング調査の実施本数は3箇所程度が一般的であり限られた点の情報であるため、改良範囲全体の評価が出来ないことが課題であった。

近年、比抵抗や弾性波を媒体として三次元的に改良効果を可視化できるジオトモグラフィが実用化されているが、この方法は探査用の観測孔を複数本設置する費用が発生した、解析にも時間を要することから比較的規模の小さい地盤改良工事においては適用が難しい。

そこで筆者らは、簡易にかつ低コストで実施できる SDS 試験¹⁾を用いて注入固化地盤の評価を試みたので報告する。

2. 工事概要

対象工事は、災害時の応急給水場所として埋設された災害用貯水タンクの液状化対策工事である。東日本大震災を受けて貯水タンク周囲の地質調査を実施したところ、液状化対策が必要であることがわかった。そこで貯水タンク周囲地盤を対象として浸透固化工法（超多点注入工法）²⁾による地盤改良をおこなった。図-1に平面断面図および効果確認位置を、表-1に施工仕様を示す。

3. 効果確認方法

改良後にボーリングコアの三軸圧縮試験（UU）およびシリカ含有量試験を実施した。シリカ含有量試験試料の採取は、SD サンプラー³⁾により行った。SDS 試験は既存のボーリング調査に近い位置で改良の前後に実施した。表-2に効果確認試験項目を示す。SDS 試験とは、スウェーデン式サウンディング試験に、①回転トルク、②1回転当りの沈下量の計測を加味したものである。試験結果から、回転エネルギーと荷重エネルギー、およびこれらの合算値である貫入エネルギーを求めることが出来る。さらに統計分類に使用される「マハラノビス距離」¹⁾を用いることにより、土質判別が可能である。写真-1に SDS 試験状況を示す。

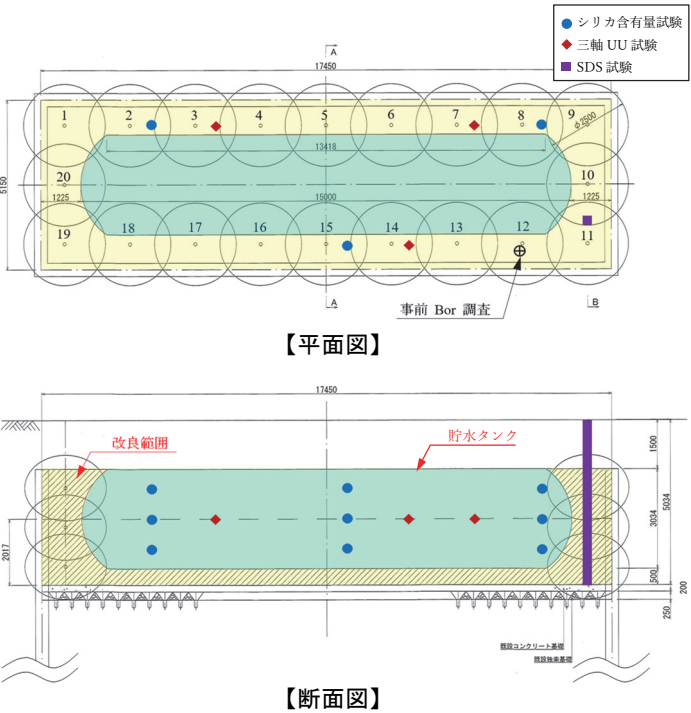


図-1 平面断面図および効果確認位置

表-1 施工仕様

注入工法	浸透固化工法（超多点注入工法）
注入材料	パーマロックASF-II α(4%)
注入率	40.5%
注入速度	3.5L/min
設計基準強度	$q_u=50\text{kN/mm}^2$

表-2 効果確認試験項目

分類		試験名称	仕様・規格
原位置	サンプリング	試料採取	SDサンプラー シンウォールサンプラー
	サウンディング	SDS試験	試験機:ジオカルテ(日東精工社製) スクリーポイント:JIS G 4051に準拠
室内	力学試験	三軸圧縮試験(UU)	JGS 0521
	化学分析	シリカ含有量試験	ICP発光分光分析

注入固化、液状化対策、効果確認、SDS 試験、貫入エネルギー
連絡先 〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷 1-1-12 日本基礎技術株式会社 営業本部 技術営業部 TEL03-5365-2500

4. 試験結果

マハラノビス距離を用いた土質判別（図-2）によると、GL-2.25m を境に上部は粘性土、下部は砂質土に判別される。GL-1.5～2.25m は、改良対象範囲に含まれるが、試験位置においては粘性土が卓越して非液状化層であると考えられる。図-3 に SDS 試験によるトルクと荷重の深度分布を示す。ここでトルクと荷重は、測定値からロッドに作用する成分を補正して先端スクリーポイントに作用する値のみを示している。



写真-1 SDS 試験状況（改良前）

深度 (m)	マハラノビス距離 を用いた判別		事前ボーリング調査に よる土質区分
0.5		粘性土	盛土
1.0			
1.5			
1.5		データ欠損	埋土・ 粘土混じり細砂
2.0		粘性土	
2.5			
3.0			
3.5		砂質土	埋土・ 硬混じり細砂
4.0			
4.5			
5.0			

図-2 マハラノビス距離を用いた土質判別

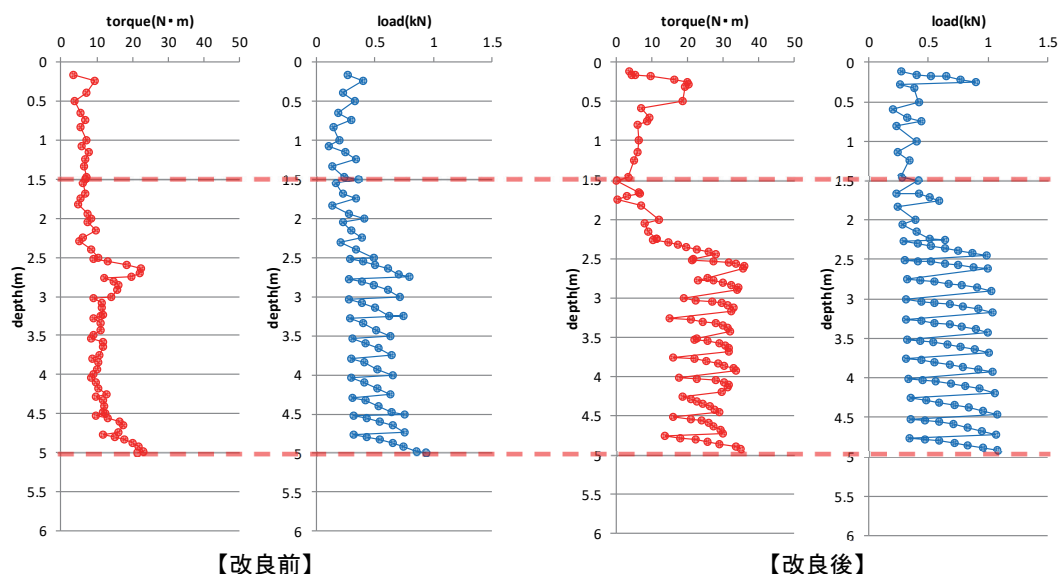


図-3 SDS 試験によるトルクと荷重の深度分布

SDS 試験結果から、25cm 毎の測定区間で貫入エネルギー $E_{0.25}^{1)}$ を求めた。図-4 に $E_{0.25}$ 、 SiO_2 増加分、換算 q_u の深度分布を示す。換算 q_u は三軸圧縮試験の c 、 ϕ から求めた。 $E_{0.25}$ は、GL-2.25m 以深の砂質土において改良前に比べて改良後は 0.5～1.7kNm 程度増加しており、 SiO_2 含有量および換算 q_u の増加と対応している。

5. まとめ

注入固化地盤の評価に SDS 試験を適用した結果、改良前後で貫入エネルギー $E_{0.25}$ の増加が

確認できた。このことから、従来の効果確認試験に加えて SDS 試験を併用することにより、改良効果の定性的な評価や不良箇所の抽出が可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 一般財団法人ベターリビング：SDS 試験による地盤調査結果の活用技術，建設技術審査証明事業(住宅等関連技術)報告書，2013.12
- 2) 地盤注入開発機構 恒久グラウト・本設注入協会：恒久グラウト注入工法技術マニュアル，2017.9
- 3) 末政直晃・田中剛・菅野安男：液状化調査手法としてのサウンディング技術 3.回転貫入試験，地盤工学会誌 2019 年 2 月号，pp42-49，2019.2

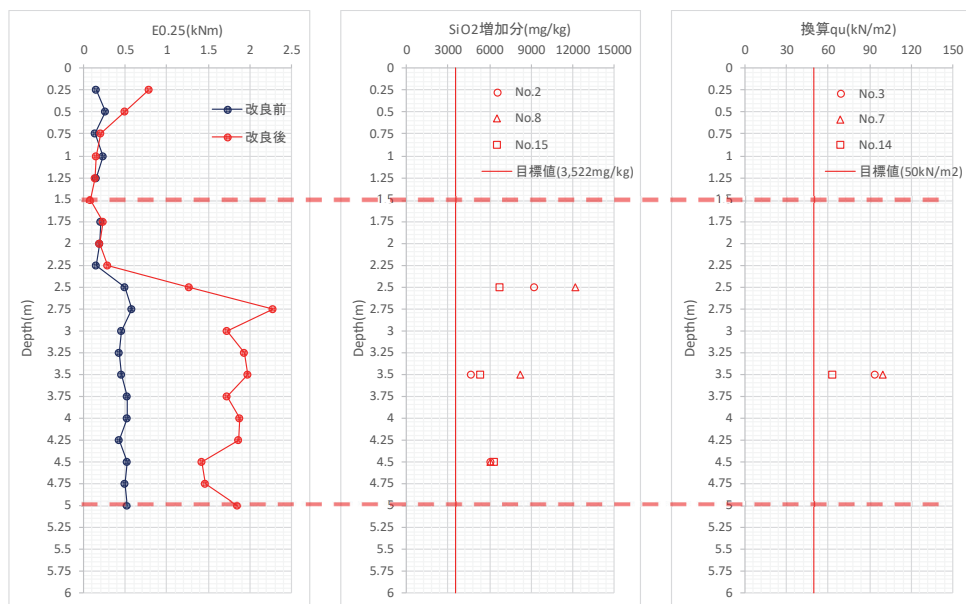


図-4 $E_{0.25}$ 、 SiO_2 増加分、換算 q_u の深度分布