

地中拡翼型の地盤攪拌改良工法の開発 ～斜め方向改良体の造成～

日特建設(株) 正会員 ○ 佐藤 潤 菅 浩一 三上 登
大成建設(株) 正会員 石井 裕泰 藤原 齊郁 小林 真貴子
青木 智幸 立石 洋二

1. はじめに

著者らは、新たな機械攪拌方式の原位置攪拌改良工法として、地中拡翼型の攪拌装置を用いた工法（WinBLADE工法）の開発にあたっている¹⁾。

本報では、「浚渫土層、沖積砂層での造成²⁾」と並び、実際に液状化を生じた浚渫地盤にて行った、斜め方向改良体の造成実験の内容を報告する。

2. 施工の概要

図-1 に対象地盤の地層構成と造成位置を示す。造成体は2m単位×3リフト＝6mの長さを、30°の角度で計画した。改良深度部分は砂質土層のFs1、Fs2（細粒分含有率30%程度）に、粘土層のFc1、Fc2が互層に存在する浚渫地盤である。東日本大震災の際の噴砂跡が残っており、これらの砂質土層が液状化したことが確認されている。

施工は別報²⁾と同様の手順による（写真-1 参照）。ただし計画施工仕様に関しては、各リフトの一回目の引き上げ時（1パス目）は回転速度20rpm、フィード速度0.25m/minで、その後の押し下げ、引き上げ時（2、3パス目）に対して半減した施工速度とした。これは、一般的な機械攪拌工法が大型のベースマシンを用いるのに対して、本工法はクローラー削孔機に攪拌装置を搭載し機動性を高める反面、地盤の抵抗を受けて攪拌翼の回転、引き上げ・押し下げの動作が地盤の反力により変動しやすい点を考慮している。施工速度の半減は効率低下につながるものの、別報²⁾における鉛直方向改良での結果を見て判断した。造成作業にあたっては、モニタリング・制御システム³⁾を併用し、造成体の延長あたりのセメントミルク供給量のばらつきを低減させるよう、セメントミルク吐出量が実際の引き上げ・押し下げ速度に比例するよう連動させた。

3. 施工状況

図-2 に3リフト目のモニタリング・制御結果を示す。ここで、左軸の移動距離は3リフト部分先端位置を0として、2mの引き上げ、押し下げの動きを示し、その際のフィード速度は絶対値で示している。1パス目と2、3パス目で異なる制御が行えるとともに、セメントミルクの供給量はフィード速度と連動がとれ、制御システムが良好に機能していることが確認できる。図-3 に造成体直上地表面の縦断方向、それに直交する横断方向で測定した隆起量の分布を示す。測定にあたっては地表面に設置したターゲットを、造成作業の進展に合わせて3次元測量した。全6mのうち残り1mとなる5mの造成完了までは地表面は3mm程度の隆起に収まっていたが、最後の1mの造成で15mmほどの隆起が生じた。このように縦断方向に隆起量の分布が生じたのは、斜め方向の配置により土被り厚さ

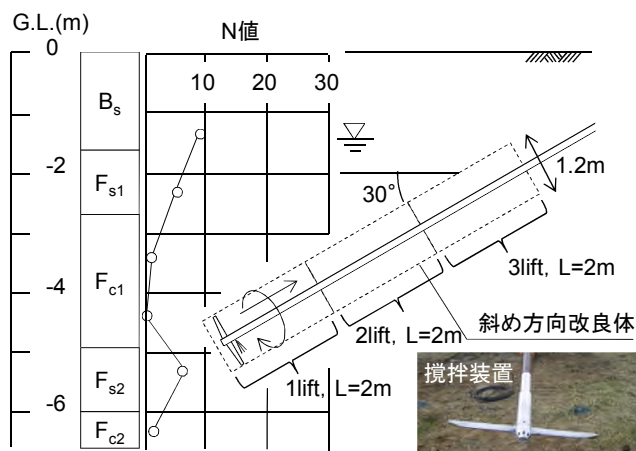


図-1 地層構成と造成位置



写真-1 施工状況

キーワード 地盤改良，液状化対策，セメント，機械攪拌

連絡先 日特建設(株)技術本部 (〒104-0044 東京都中央区明石町 13-18 TEL03-3542-9110)

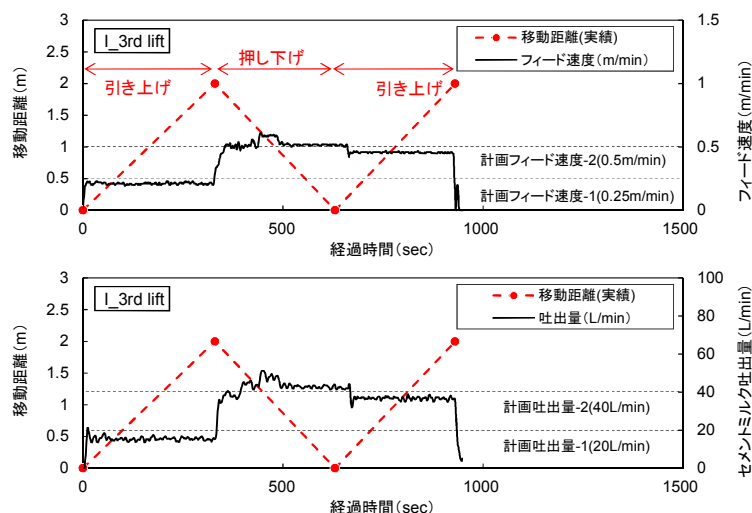


図-2 モニタリング結果 (3 リフト目)

の違いがあったことが主要因と考えられる。一方、隆起量を低減させるためには、造成長 1m あたりのセメントミルク供給体積を低減させること、および制御システムの精度を確保し施工中の余剰供給を抑制することが有効であり、対象地盤性状の影響も含めてデータ収集と分析にあたっていきたい。

4. 品質・出来形確認

事後調査として、図-4 の通り、上部については掘り起して目視確認にあたり、深い部分については、延長軸上 4 点でボーリングコアを採取し、いずれにおいても造成径 1.2m に傾斜角度 30° を補正した 1.4m の固結長さを確認できた。これらについてコア採取率（コア断面で 50%以上が固結したとみなせる部分の長さの割合⁴⁾）を確認したところ、1 本で 85% となったが他が 40%程度となり、地盤改良の指針⁴⁾で示された判定目安の 90%に対しては不十分な結果となった。今回の施工計画では、計画羽根切り回数が 480 回/m であり従来の機械攪拌工法での必要回数目安である 350 回/m は満たしている。しかしながら、拡翼機能を有する反面、攪拌翼の形状自体はシンプルになっており、特に今回のような細粒分に富んだ浚渫地盤を対象にした場合は、羽根切り回数の割増等の対応が必要であることが示された。

5. まとめ

浚渫地盤を対象とした斜め方向の造成を実際に行い、事後調査を通して計画通りの出来形を確認する一方、砂層、粘土層が互層で存在する浚渫土を対象とした今回の結果では、造成体品質確保のため攪拌回数の割増等、改善の必要性が認め

られた。引き続き、原地盤の特性に見合った施工方法を確立するようデータの収集と検証を進めていきたい。なお、本報の内容は、国土交通省の助成事業「平成 23 年度震災対応型液状化対策技術の開発」、「浦安市が管理する施設を利用した液状化対策工法の実証実験」で得られた成果の一部である。関係各位のご協力に感謝申し上げます。

【参考文献】1)石井ほか：地中拡翼型の地盤攪拌改良工法の開発 ～その 1 拡翼型改良装置の概要と性能試験～、第 67 回土木学会年次学術講演会, pp.605-606, 2012. 2) 石井ほか：地中拡翼型の地盤攪拌改良工法の開発 ～浚渫土層、沖積砂層での造成～、第 67 回土木学会年次学術講演会, 2013(投稿中). 3) 小林ほか：地中拡翼型の地盤攪拌改良工法における施工管理システムの開発と効果、第 48 地盤工学研究発表会, 2012(投稿中). 4) 建築のための改良地盤の設計及び品質管理指針、日本建築センター, 2022.

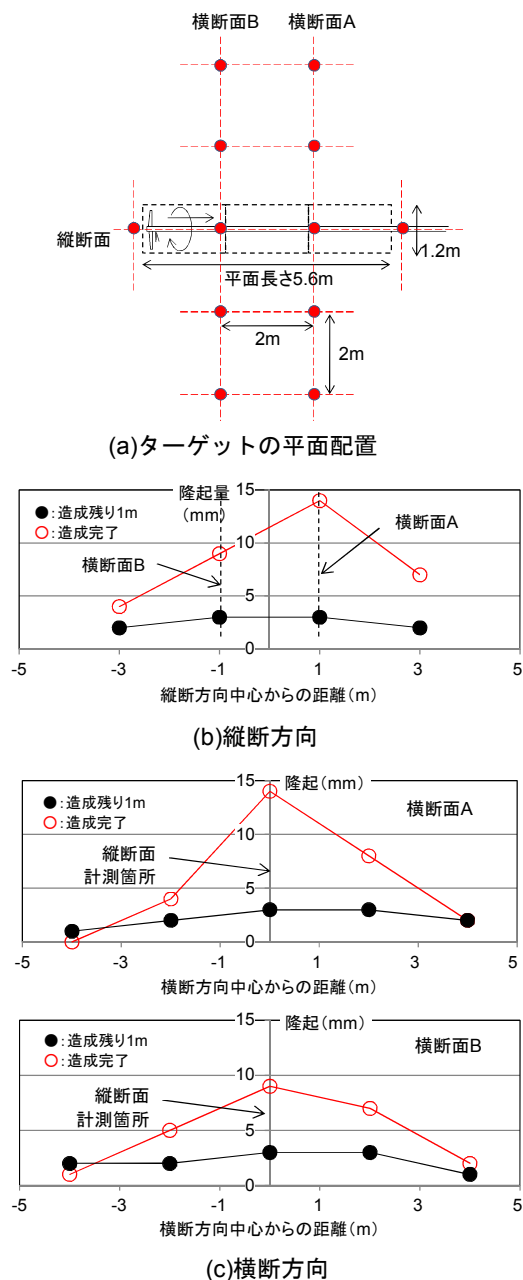


図-3 地表面隆起分布

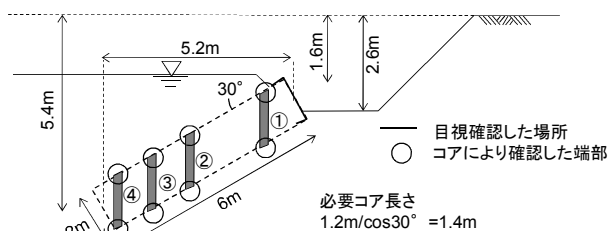


図-4 造成形状の確認断面