

機械攪拌系地盤改良工法における施工形態拡張の取組み

大成建設(株) 正 ○藤原 斉郁 正 石井 裕泰 正 小林 真貴子
日特建設(株) 正 三上 登 正 佐藤 潤

1. はじめに

我が国の社会インフラ整備は成熟期を迎え、新設工事に代わり維持・改修の比率が高まる状況にあり、地盤改良工事においても既存施設の維持・改修に伴う補強や強化に対応した工法が求められている。筆者らはこれまで、既設構造物への対応として地中拡翼型の機械攪拌系地盤改良工法を開発し¹⁾、障害物回避や斜め施工を行ってきた。本稿では、直近の成果を中心に、本工法における施工形態拡張の取組みについて述べる。

2. 工法の概要

図-1 に地中拡翼型の機械攪拌系地盤改良工法の標準施工機、及び最大の特徴である地中で開閉可能な小型の攪拌翼を示す。本工法は、表層舗装や配管類などの障害物を避けながら閉じた状態の攪拌翼を地中に挿入し、地中で攪拌翼を開き改良体を造成できるものである。また、施工用ロッドの先端に取り付ける攪拌翼は軽量・小型であることから、施工効率や改良位置精度を大きく損なうほどたわまないため、斜め方向の施工も可能である。開発検討と施工実績に基づき定めた、造成可能な円柱状の改良径は最大1,200 mmである。

表-1 に本工法の施工機械の仕様一覧を示す。a) 標準施工機は汎用のパーカッションドリルマシンであり、特徴として斜め施工に関して機械制御上の制約がなく、既設盛土ののり面に沿った改良体造成の実績を有する²⁾。また、b) 小型施工機は建物内での施工を想定し、油圧源など付帯装置の分割や移動装置の簡素化などにより小型化したものである。本機の実績としては、既設建物の増築に伴う荷重増加に対応するため、床スラブを撤去することなくφ200 mmの小孔を介した直下地盤での改良体造成により支持力向上を図った施工がある³⁾。図-2 はこの時の建物内での造成施工の様子を示している。c) 汎用地盤改良機は、今回、本工法における施工形態拡張の取組みとして新たに加えたものであり、鉛直施工に限定されるものの、施工効率が高い特徴を有する。以降、本稿ではこの施工形態に関して記述する。

表-1 に本工法の施工機械の仕様一覧を示す。a) 標準施工機は汎用のパーカッションドリルマシンであり、特徴として斜め施工に関して機械制御上の制約がなく、既設盛土ののり面に沿った改良体造成の実績を有する²⁾。また、b) 小型施工機は建物内での施工を想定し、油圧源など付帯装置の分割や移動装置の簡素化などにより小型化したものである。本機の実績としては、既設建物の増築に伴う荷重増加に対応するため、床スラブを撤去することなくφ200 mmの小孔を介した直下地盤での改良体造成により支持力向上を図った施工がある³⁾。図-2 はこの時の建物内での造成施工の様子を示している。c) 汎用地盤改良機は、今回、本工法における施工形態拡張の取組みとして新たに加えたものであり、鉛直施工に限定されるものの、施工効率が高い特徴を有する。以降、本稿ではこの施工形態に関して記述する。

3. 汎用地盤改良機による施工

図-3 に汎用地盤改良機の外観を示す。本機は一般的な固定式攪拌翼を有する機械攪拌系の地盤改良機である。今回、地中拡翼型の攪拌翼を装着するため、主に攪拌翼の着脱に関わる箇所を改造を行うと共に、本工法の一つの特徴である施工時におけるモニタリング制御システム⁴⁾を移植した。本システムは、簡素な構造である小型の攪拌翼による改良体造成において、強度のバラつき低減な

キーワード 地盤改良, 機械攪拌, 障害物回避, 斜め施工, 液状化対策

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター TEL045-814-7221



図-1 標準施工機及び攪拌翼

表-1 施工機械の仕様一覧

施工機	a) 標準施工機	b) 小型施工機	c) 汎用地盤改良機
機種	RPD-150C (銘研工業)	TNW-15 (東亜利根ホーリング)	GI-130C (YBM)
本体の占有寸法*	幅2,500mm 長さ7,600mm 高さ8,000mm	幅1,900mm 長さ4,900mm 高さ4,500mm	幅2,600mm 長さ6,800mm 高さ9,700mm
回転・推進機構	トップドライブ方式	センターホールタイプ・スピンドル方式	センターホールタイプ・スピンドル方式
自走機構	クローラ	スライド移動	クローラ
内管・外管セット作業	造成作業中 1.5m単位	造成前に必要長さ分 2.0m単位	造成前に必要長さ分 (仕様上、最大18m)
主たる利用形態	斜め施工	建物内	鉛直・屋外

※：占有寸法「高さ」は、ブームを鉛直に立ち上げた際の概略高さ



図-2 小型施工機による施工

ど品質を確保する上で重要な役割を担うものである。本機の導入にあたり、動作確認及び品質確認を目的として施工試験を行った。

試験では、自然地盤を掘削後に遮水シートを敷設し、シート内を山砂により埋め戻し・水飽和させた地盤を造成した。この地盤に対し、図-4 に示すように同一の地盤改良機にて従来の固定式攪拌翼と拡翼型攪拌翼に切替え、それぞれで改良体造成を行った。造成はいずれも GL. -0.5~ -2.5m 間で実施し、地表面から GL. -0.5m までの間は固定式では未改良、拡翼型では未改良で攪拌翼を閉じた状態とした。図-5 に事後調査による改良体の状況と一軸圧縮強さの一例を示す。この結果より、施工性を含め両攪拌翼による差異は特になく、問題なく切替え施工可能であることを確認した。

4. 想定する施工形態

国土強靱化など沿岸部の既存産業施設の補強として液状化対策工事を行う場合、周辺に地盤改良施工に障害となる施設や設備のない「一般部」と、表層舗装や配管など障害物を回避する必要がある「特殊部」の施工が必要となる。この場合の施工形態を表-2 に示すが、従来の「① 2 工種対応」では、「一般部」については固定式攪拌翼による施工、「特殊部」は高圧噴射攪拌工法など別工種による施工が行われていた。高圧噴射攪拌工法は、施工時の排土が多く、出来形が地盤性状に依存する傾向があるものの、小型機械と細径ロッドにより障害物回避の施工が可能で、代替工法が無いことから広く採用されていた。一方、表中「② 2 施工機対応」では、これまでも拡翼型工法による障害物回避施工は可能であったものの、汎用機とは別に特殊部用の施工機が必要なためコスト高となり採用には至っていなかった。これに対し、新たに加えた「③ 1 施工機対応」では、汎用機による施工効率向上に加え、同一施工機による攪拌翼の切替えのみで「一般部」と「特殊部」施工が可能となり、①及び②の従来法に対しコストダウンを図ることができた。また、別工種の対応ではセメントミルク供給プラントを工種毎に準備する必要があったが、共通利用が可能な点もコストダウンに寄与することとなった。

5. おわりに

本稿では、地中拡翼型工法に対応可能な新たな施工機ラインナップを加え、想定する施工形態について述べた。今回の取組みは機械攪拌系工法の適用範囲の可能性を拡げるものであり、今後も積極展開を図りたいと考えている。

参考文献

- 1) 石井他：地中拡翼型の地盤改良工法の開発，大成建設技術センター報第 45 号，2012.
- 2) 三上他：拡翼型機械攪拌工法による地盤改良-WinBLADE 工法-，基礎工，pp. 32-35，2014.
- 3) 藤原他：機械攪拌系工法による既設スラブ直下地盤での改良体造成，第 53 回地盤工学研究発表会，pp. 849-850，2018.
- 4) 小林他：地中拡翼型の地盤攪拌改良工法の開発-監視・自動制御システムの開発および施工実験に基づく検証-，大成建設技術センター報第 46 号，2013.



図-3 汎用地盤改良機及び攪拌翼の切替え



(a) 固定式攪拌翼 (b) 拡翼型攪拌翼

図-4 施工試験状況

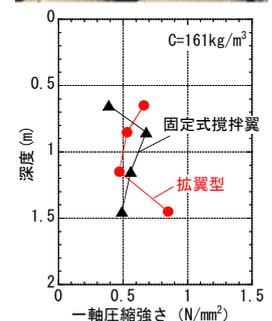


図-5 施工試験結果

表-2 施工形態 (液状化対策工事を想定)

施工形態	一般部 (特殊部以外)	特殊部 (障害物回避)	備考
① 2 工種対応 (従来)	固定式*	高圧噴射攪拌工法	工種毎にセメントミルクプラントが必要
② 2 施工機対応 (従来)	固定式*	拡翼型 (WinBLADE)	汎用地盤改良機+標準施工機もしくは小型施工機
③ 1 施工機対応 (新たな方法)	固定式*, 拡翼型 (WinBLADE) を使い分け		セメントミルクプラントなどの共通利用が可能

*固定式攪拌翼による機械攪拌工法