

# 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 ～

大成建設(株) 正会員 ○石井 裕泰 青木 智幸 藤原 斉郁  
 小林 真貴子 松井 秀岳 立石 洋二  
 日特建設(株) 正会員 窪塚 大輔  
 非会員 菅 浩一 三上 登 佐藤 潤

## 1. はじめに

地盤を原位置で固化材と攪拌混合する改良方式として、これまでに攪拌機構や固化材供給方法が異なる数多くの工法が開発・実用化されている。一方、近年の巨大地震の頻発を受けては、既存施設周辺や下部の地盤に対して、液状化対策をはじめとした地盤改良の必要性が高まっている。そのため、敷地利用など新設工事では見られなかった施工制約下で適用可能な工法の開発が求められてきていると考えられる。また、先の震災を受けては、既存の住宅地で大きな液状化被害が発生した。比較的規模の大きなインフラ施設等とは異なる視点で工法開発にあたる重要性も、強く認識される契機になったと言える<sup>1)</sup>。このような背景のもと、著者らは「地中拡翼型の地盤攪拌改良工法」の開発にあっている。本報では、拡翼型攪拌装置の概要と特徴を、既存技術との比較を通して説明するとともに、試作装置を用いて確認した拡翼に関する基本性能を提示する。なお、別報<sup>2) 3)</sup>にて、本開発工法を用いた複数の施工実験の概要、およびそれらを通じて確認した改良体の強度特性をまとめている。併せて参照されたい。

## 2. 工法の概要

地中拡翼型の攪拌装置と施工手順の概要を図-1に示す。本攪拌装置は、直径100mm程度の一般的なロッドの先端部に取り付けるもので、内部に装備されたピストンを加圧流体で押し出すことにより、攪拌翼を開くことができる。研究開発を通して製作した装置では、130mm程度のケーシングを通して地中に挿入することが可能で、攪拌翼の直径は1,200mmに拡げることができる。一方、本装置を取り付けるロッドは二重管構造になっており、上記の加圧流体とは別にセメントスラリーの供給経路が設けられている。攪拌翼が開くと、その根本付近でロッドに対して垂直にセメントスラリーが噴出する構造になっている。このような固化材噴出位置と方向は、ロッドを引き上げながら施工する際に、噴出された固化材が効率よく地盤と攪拌されるよう配慮されたものとなっている。

施工手順は、装置を地中に挿入(図-1a)後、地中で攪拌翼を開き(同図b)、固化材を噴出しながら攪拌翼を回転させながらロッドを一定速度で移動させる。埋設管等の障害物がある場合、ロッド自体が交錯しない限りその下層地盤での施工が可能になる。また、障害物付近はいったん攪拌翼を閉じ、上層に移動した上で攪拌改良を再開することも可能となる(同図c)。さらに、一般的な機械攪拌系の深層混合処理工法では、リーダーの据え付け方向

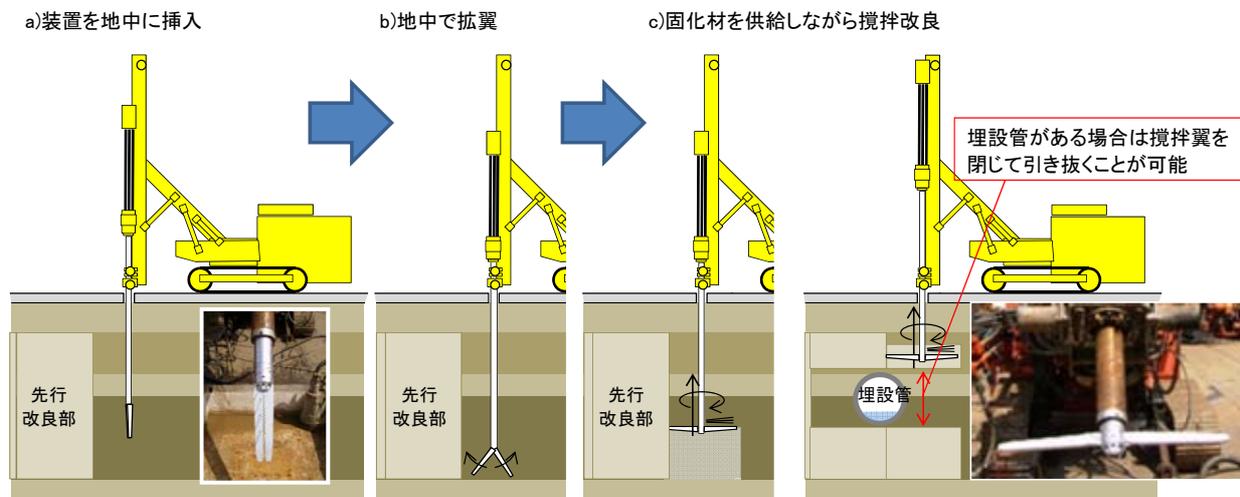


図-1 地中拡翼型の攪拌装置の概要と施工手順

キーワード 地盤改良, 液状化対策, 深層混合処理

連絡先 大成建設(株)技術センター (〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL045-814-7217)

に合わせて原則鉛直方向で改良体を造成することになるが、本工法では比較的容易に斜め、水平方向の施工も可能となる。

3. 既存技術との比較

表-1には、機械攪拌方式での分類・比較をまとめた。前述した特徴と合わせて、本表に示した範囲では、回転軸方向、攪拌位置・機構に関して特徴が見出される。一方、地中拡翼型の攪拌装置の利用により、小口径ロッドを用いた地盤改良工法の比較として、表-2のような整理が可能になる。各々の改良方式に関しては、細粒土混じりの程度や、施工に伴う地表面変状レベルの観点で、適用性の判断が異なることとなる。地中拡翼型の地盤攪拌改良工法については、固化材との強制的な攪拌混合により改良体品質の一様性を確保しやすい点、地中への高圧流体の供給や圧入工程がないため、地表面の変状を生じさせにくいといった点が特徴として挙げられる。

4. 拡翼力の測定

拡翼型の攪拌装置の基本性能として、攪拌翼が広がろうとする際に攪拌翼先端部で外向きに作用する“拡翼力”を、図-2のようにロードセルを用いて測定した。ピストンに作用する圧力を変化させた結果、最大 5kN 程度の拡翼力を確認した。なお、現段階では、特定の地盤性状に対する十分な拡翼力の水準は定かでない。今後、拡翼に要するピストン流体圧と対象土の基本性状を知見として収集し、工法の適用範囲の設定等に反映させたいと考える。

5. まとめ

新たな地盤攪拌改良工法として、「地中拡翼型の地盤攪拌改良工法」を開発し、本報にて概要をまとめた。既存技術と比較した特徴ある利用を図りながら、改良体強度や適用地盤条件等に関する知見を蓄積し、本格的な実用化につなげていきたいと考える。

表-1 機械攪拌方式での分類・比較 (文献 4)を参照)

回転軸方向	攪拌方式	攪拌位置・機構	代表的な工法
鉛直	機械攪拌	回転ロッド先端の攪拌翼	CDM 工法
鉛直	機械/噴射攪拌の併用	回転ロッド先端の攪拌翼	SWING 工法
鉛直	オーガー	回転ロッドに沿ったオーガー	SMW 工法
水平	カッターミキサ	カッターミキサ部	CSM 工法
—	チェーンソー・トレンチャー	攪拌部全体	パワーブレンダー工法
鉛直・水平・斜め	機械攪拌	回転ロッド先端の攪拌翼(地中拡翼型)	<b>本開発工法</b>

表-2 小口径ロッドを用いた工法での分類・比較

	浸透注入	噴射攪拌	静的圧入 締固め	機械攪拌 (本開発工法)
概念図				
概要	薬液を地盤の間隙に浸透させる。	セメントミルクを高圧で噴射し、地盤を切削しながら固化材で置き換える。	低流動のモルタル等を圧入し、周辺地盤を締固める。	拡翼型の攪拌装置を用いて、セメントミルクと地山を機械的に攪拌する。
原理	固結改良 (薬液系)	固結改良 (セメント系)	密度増大	固結改良 (セメント系)

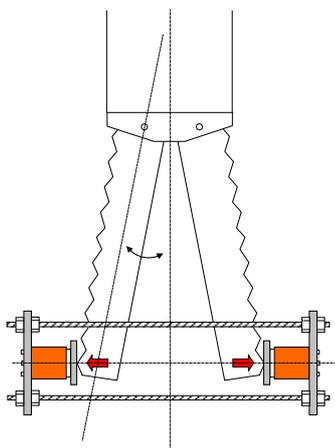


図-2 拡翼力の測定

【参考文献】

1) 浦安市液状化対策検討委員会資料, <http://www.city.urayasu.chiba.jp/menu11324.html>, 2011. 2) 窪塚ほか: 地中拡翼型の地盤攪拌改良工法の開発 ~その2 施工実験の概要~, 第 67 回土木学会年次学術講演会, 2012 (投稿中), 3) 小林ほか: 地中拡翼型の地盤攪拌改良工法の開発 ~その3 固結改良体の発現強度~, 第 67 回土木学会年次学術講演会, 2012 (投稿中), 4) M. Terashi and M. Kitazume: “Keynote Lecture: Current Practice and Future Perspective of QA/QC for Deep-Mixed Ground”, *Proc. of International Symposium on Deep Mixing and Admixture Stabilization*, pp.66-99, 2009.