

## 拡縮方式を用いた低排土型地盤改良工法の開発(その2 大口径コラムの実証試験)

(株)松村組土木本部\* 正会員 ○堤 則男  
 (株)松村組土木本部\* 正会員 大岩 忠男  
 (株)松村組土木本部\* 正会員 土井 敏正  
 麻生フォームクリート(株)技術開発部\*\* 荒井 英光

### 1. はじめに

近年、軟弱地盤対策においては、メンテナンスの費用も含めたトータルコストの縮減や周辺環境への配慮、さらには産業廃棄物の処分場不足に起因するゼロエミッションの考え方が従来にも増して求められている。このような背景のなか、深層混合処理工法は数多くの地盤改良工法の中でも重要な位置を占めその優位性も認められているが、空掘部を有する深層改良の場合、①空掘部の掘削攪拌時間、②空掘部の排土量、③空掘部の余分な固化材、④施工後の構造物掘削（時間、騒音・振動）などの非効率的要因が存在していることも知られている。特に、空掘部が深くなればなるほど、これらの要因が顕著になり、不経済になる場合がある。筆者らは、空掘部の無駄が少なく、より高品質でより効率性の高い工法を目指し、拡縮機構と正逆同時回転機構に特徴のある深層混合処理工法を開発した。今回は、ローム層において大口径コラムの実証試験を実施したので、その概要について報告する。

### 2. 拡縮機能の概要

攪拌機能を有する掘削攪拌部は図-1に示すように掘削ヘッドと攪拌翼からなり、内管ロッドに掘削ヘッド、外管ロッドに攪拌翼が直結している。各々の拡縮原理とその確認方法について以下に述べる。また、外管ロッドと内管ロッドを逆回転させることにより、掘削ヘッドと攪拌翼を同時に正逆回転できる。

#### (1) 掘削ヘッドの拡縮原理及び確認方法

掘削ヘッドの構造は、内管ロッドに上下動可能なスライドブロックを設置し、上端は外管ロッドと正逆回転可能な状態で連結、下端は掘削ヘッドと連結している。掘削ヘッドは、強制的に駆動部の油圧シリンダーを伸ばすことにより、外管ロッドを押し下げ、スライドブロックを下に移動させて拡大する。逆に、油圧シリンダーを縮めることにより縮小する。したがって、掘削ヘッドの拡縮状況は、図-2に示すように油圧シリンダーの伸縮長を計測することで確認できる。

#### (2) 攪拌翼の拡縮原理及び確認方法

攪拌翼は、外管ロッドの回転方向により攪拌土の抵抗を受けて拡大・縮小を行う。また、攪拌翼の拡縮状況の確認方法としては、図-3に示すように各々の攪拌翼の可動部分に近接スイッチを設け、すべての攪拌翼が完全に拡大するとスイッチが入り、地上の回転灯が点灯する。

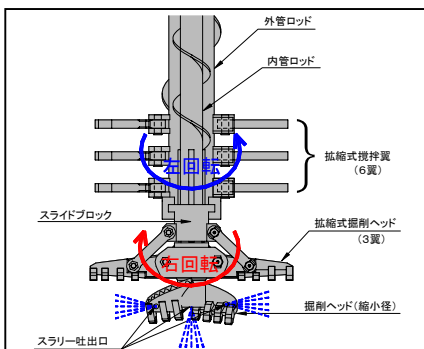


図-1 掘削攪拌部

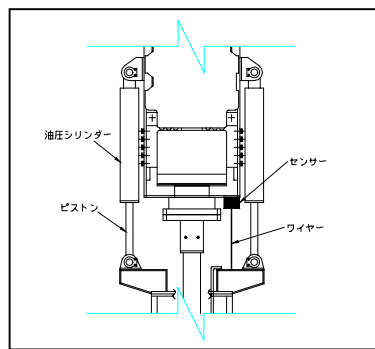


図-2 シリンダー伸縮長の計測

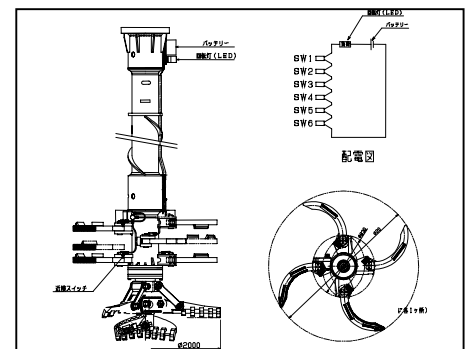


図-3 攪拌翼の拡縮確認方法

キーワード：地盤改良、深層混合処理工法、技術開発、拡縮方式、低排土、大口径コラム

連絡先：\* 〒530-8588 大阪市北区東天満 1-10-20 TEL 06-6354-8820 FAX 06-6354-1875

\*\* 〒211-0022 神奈川県川崎市中原区荏荷 287 TEL 044-422-2061 FAX 044-411-9927

### 3. 実証試験

本工法で築造したコラムを掘り出してその出来形及び状態を確認するとともに、正逆同時回転で築造した拡縮コラムと一方向回転（従来工法を想定）で築造したコラムを比較して、その性能の違いを調べた。

- ①試験場所及び土質：試験場所は千葉県成田市内、土質はローム層である。柱状図を図-4に示す。
- ②試験ケース：試験ケースを表-1に示す。以下、No.1とNo.2を拡縮コラム、No.3を従来コラムと呼ぶ。
- ③調査項目：調査項目を表-2に、調査断面の位置を図-5に、コア採取位置を図-6に示す。

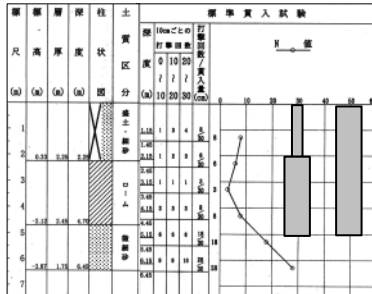


図-4 ポーリング柱状図

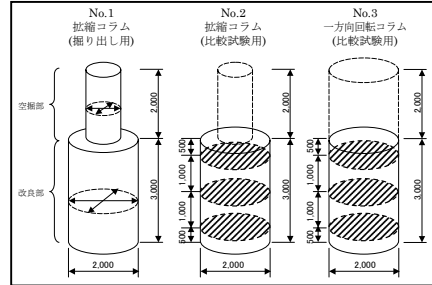


図-5 調査断面の位置

コラム番号	区分	形状	撈拌方式	深度
No. 1	掘り出し用	拡縮型コラム (φ850⇔φ2,000)	正逆同時回転	縮小部h=2.0m 拡大部h=3.0m
No. 2	比較試験用	拡縮型コラム (φ850⇔φ2,000)	正逆同時回転	縮小部h=2.0m 拡大部h=3.0m
No. 3	比較試験用	ストレート型コラム (φ2,000)	一方向回転	空掘部h=2.0m 改良部h=3.0m

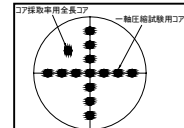


図-6 コア採取位置

調査項目	内容
施工記録	撈拌率、深度、速度、流量、回転数、電流値
コア採取率（1本）	①採取したコアの写真 ②スケッチ
断面調査（3断面）	①寸法 ②断面写真 ③フェノール反応
一軸圧縮試験 （1面当たり13ヶ）	①採取後の断面写真 ②試験結果

主な試験結果をまとめて表-3に示す。

表-3 主な試験結果

調査項目	結果概要	図・表・写真				
掘り出し調査	掘り出し調査は、2本のコラムを施工し、1本はそのままの形状で掘り出し、もう1本は改良部（拡大径）の断面を切り出した。粘土塊による未固結部分もなく、円柱状にしっかり固結していることを目視で確認した。コラム形状は、拡大径で約2100mm、縮小径で約880mmとなっており、それぞれ目標値を十分満足していた。この結果から、確実に拡縮機能が作動していることがわかる。					
断面調査	拡縮コラムと従来コラムの固結状態を比較するため、上段（GL-2.5m）、中段（GL-3.5m）、下段（GL-4.5m）の3断面で目視及びハンマー等によって調査した。拡縮コラムはフェノール反応で断面内が平均的に赤褐色に変色しており、粘土塊もなくセメントスラリーが均一に撈拌混合されていることが分かる。これに対し、従来コラムの断面内には、粘土塊の介在が多く見られ、セメントスラリーと撈拌土が十分に撈拌混合されているとはいえない状況であった。	<table border="1"> <tr> <td>拡縮コラム（正逆同時回転）</td> <td>従来コラム（一方向回転）</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	拡縮コラム（正逆同時回転）	従来コラム（一方向回転）		
拡縮コラム（正逆同時回転）	従来コラム（一方向回転）					
コアの一軸圧縮強さ（材令28日）	一軸圧縮強さの変動係数は、拡縮コラムが23.5%と従来コラムの49.5%に対して1/2以下と小さく、拡縮コラムはバラツキの少ない均質な改良体であることが分かる。また、従来コラムでは、採取したコアの中にローム土塊を多く含む固結していないものがあったので、これらの未固結のコアを除外して一軸圧縮試験を実施した。拡縮コラムでは、採取したコアは全て健全な状態であったのに対し、従来コラムでは約50%が未固結状態の不良コアであった。	<table border="1"> <tr> <td>拡縮コラム（正逆同時回転） No.2コラム（全体）</td> <td>従来コラム（一方向回転） No.3コラム（全体）</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	拡縮コラム（正逆同時回転） No.2コラム（全体）	従来コラム（一方向回転） No.3コラム（全体）		
拡縮コラム（正逆同時回転） No.2コラム（全体）	従来コラム（一方向回転） No.3コラム（全体）					

### 4. おわりに

以上、拡縮方式を用いた地盤改良工法の大口径コラムによる実証試験について述べた。試験の結果、本工法は優れた撈拌混合性能を有し、拡縮機構により掘削中にコラム径を自由に変化できることが実証できた。これによって、空掘部の排土量低減や改良部の撈拌性能向上など、環境に優しくかつ品質の安定した改良コラムを低コストで築造できると考えている。今後、工法普及に努め、より経済的で完成度の高い工法を目指し、さらなる技術改良を進めていく予定である。なお、本実証試験は、(社)日本建設機械化協会の建設技術審査証明委員会（委員長：太田秀樹 東京工業大学教授）の立会いのもと、(株)松村組及び麻生フオームクリート(株)において実施されたものであり、関係各位に深く感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 土井敏正・堤 則男・大岩忠男・樋口雅博: 拡縮方式を用いた低排土型地盤改良工法の開発、土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集 CD-ROM 版、VI-1、2003.9
- 2) 「拡縮コラム工法 建設技術審査証明報告書」、(社)日本建設機械化協会、2004.10