

# 深層混合処理工法の方向制御システムの開発

（その3 実施工への適用結果）

（株）竹中土木 正会員 大西常康 ○  
 （株）竹中土木 正会員 廣渡智晶  
 （株）竹中工務店 山本光起

## 1. はじめに

前報では、油圧ジャッキとワイヤを用い深層混合処理機の鉛直精度の向上を可能としたシステムの概要および性能確認実験結果について報告した。本報では、実施工における適用性および大口径ボーリングによる事後調査結果について述べる。

## 2. 方向制御システムの概要

方向制御システムの全体図を図-1に示す。方向制御は、掘進機構に取付けた6本の油圧ジャッキと引き力を伝えるワイヤで攪拌翼を直接的に制御して行う。攪拌翼の現在位置は、軌跡管理システムにてリアルタイムで検出されており、この計測結果にもとづき各油圧ジャッキを適宜操作する。油圧ジャッキとワイヤの仕様を表-1に示す。

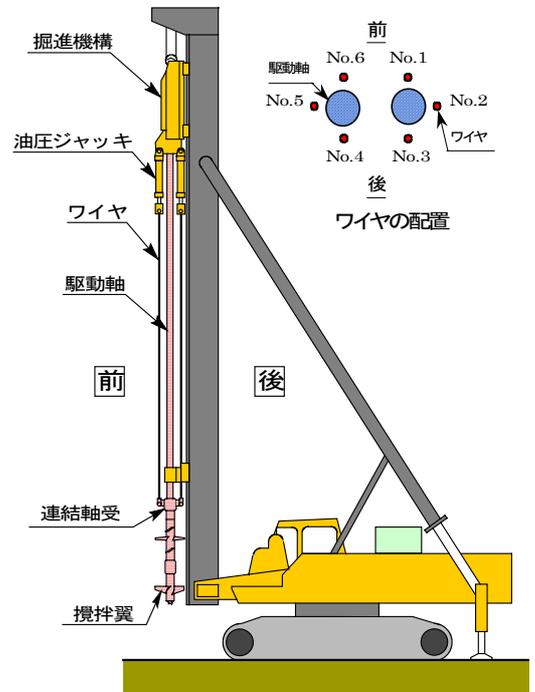


図-1 方向制御システムの概要

## 3. 実施工への適用結果

### 3.1 施工概要

対象工事は、（株）竹中工務店東京本店新社屋建設工事（東京都江東区）の基礎工事である。基礎工事には「TOFT併用パイルド・ラフト基礎」という複合基礎工法が採用されており、方向制御は、同工法を構成する工法の一つである「TO

表-1 油圧ジャッキとワイヤの仕様

油圧ジャッキ	前後方向	本数	前後各2本、計4本
		引き力	Max 200kN
	左右方向	本数	左右各1本、計2本
		引き力	Max 340kN
ワイヤ	前後左右	外径	φ35.6mm

FT工法（耐液状化格子状深層混合処理工法）」に適用した。対象工事の杭配置を図-2に、施工条件を表-2に示す。土質は、約GL-8mまでがN値の小さいシルト（埋土）、それ以深は含水比の高いシルト質細砂である。施工位置は基礎工事の

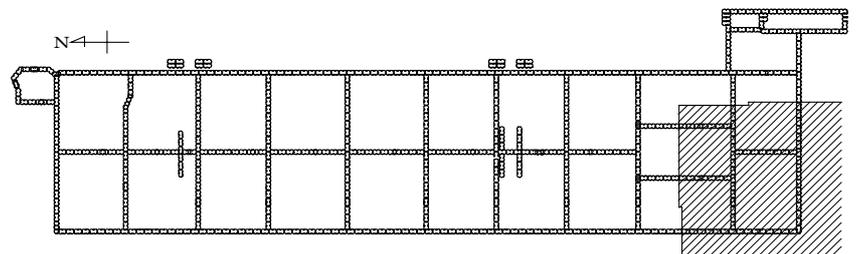


図-2 施工範囲

南西部（網掛部）で、施工総本数は73本である。また、施工完了後に大口径ボーリングを実施するため、セメントに着色材（ベンガラ）を混ぜた杭を1本施工した。

キーワード 地盤改良、深層混合処理工法、方向制御、ワイヤ

〒104-8234 東京都中央区銀座8-21-1 （株）竹中土木 技術本部 技術部

TEL03-3542-6321 FAX03-3248-6545

〒104-8182 東京都中央区銀座8-21-1 （株）竹中工務店 技術ソリューション本部

TEL03-3542-7100 FAX03-3545-9385

### 3.2 鉛直精度

施工後、鉛直精度確認のため大口径ボーリングを行った。ボーリングは、外径220mm（内径195mm）のサンブラを使用した。ボーリング完了後、孔曲がり測定器による鉛直変位の計測およびボアホールカメラによる孔壁の撮影を行った。軌跡管理システムの計測結果と画像より推定した先端軌跡および施工時の油圧ジャッキの操作状況を図-3に示す。図より、先端位置は油圧ジャッキの操作で鉛直を保っているとともに、計測結果と画像より推定した軌跡は±3cm以内で一致しており、施工深度にかかわらず攪拌翼が制御可能であることが判る。

### 3.3 施工効率

方向制御を実施した73本のうち、連続施工したのは72本、施工期間は7日間であった（1本は載荷試験用）。1日当たりの施工本数は、平均で10.3本/日、最大で13本/日であった（空掘り施工は含まない）。施工時間は、平均で約29分/本で、方向制御を行っても標準施工の28分/本（貫入12分、先端処理4分、引抜き12分）と同等であることを確認した。また、オペレータより、ワイヤ操作が貫入時の処理機運転・操作に影響しないことを確認した。

### 3.4 施工品質

計画ラップ幅が200mmの杭における、GL-11mでの計算ラップ幅の度数分布（標本数N=50）を図-4に示す。GL-11mにおける平均ラップ幅は200mm、標準偏差は23mm、変動係数2.4%である。また、ボーリングコアの一軸圧縮強度は、約3,000kN/m<sup>2</sup>であった。このことから、ワイヤ等の追加装備が杭の施工品質に影響しない判断した。着色杭のラップ状況（GL-10m付近のコアサンプル）を写真-1に示す。

## 5. まとめ

開発したシステムを初めて実施工に適用し、攪拌翼の先端変位を5cm以内で制御できることを実証できた。今回は改良長が比較的短いケースであったが、現状の適用可能深度は、継杭施工に未対応であることから最大GL-25m程度と考えている。本システムの適用により、鉛直精度の向上、ラップ幅低減による産業廃棄物の排出量抑制およびコスト低減が期待できる。一方、方向制御の効果は、地盤条件や施工条件に影響を受けると考えられる。今後、実施工データの蓄積と制御の自動化を進めることで作業の省人化、施工品質の安定を図って行きたい。また、汚染土壌の封じ込め対策や止水性の高い土留め壁など、新しい分野への適用も今後は視野に入れていきたい。

最後に、本システムの開発にご協力をいただいた関係各位に感謝の意を表します。

表-2 施工条件

改良長	L=11.2m
設計基準強度	1,800kN/m <sup>2</sup>
セメントの種類	高炉セメントB種
セメント添加量	175kg/m <sup>3</sup>
水セメント比	80%

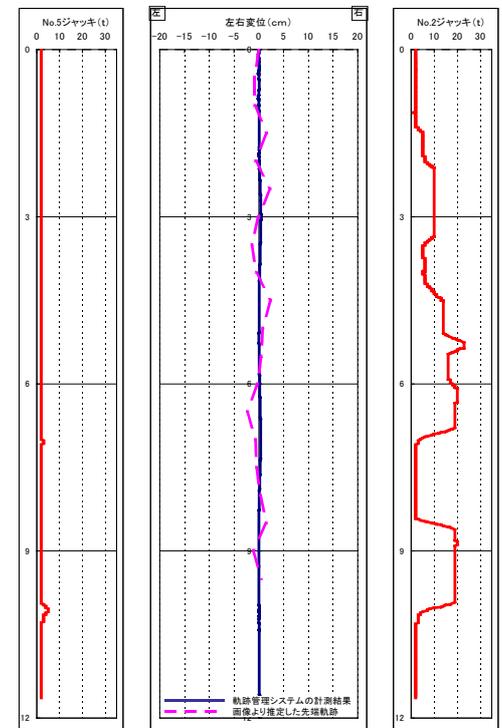


図-3 先端軌跡の比較

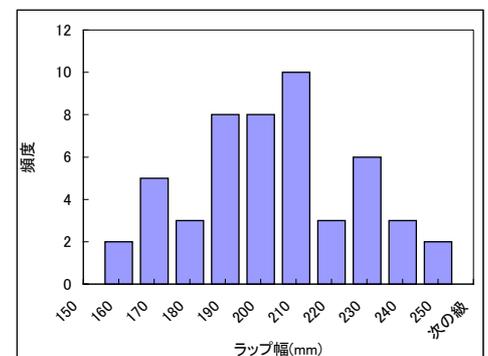


図-4 ラップ幅の度数分布



写真-1 コアサンプル