

深層混合処理工法の方向制御システムの開発

（その2 実用機の検討と性能確認実験）

（株）竹中土木 正会員 廣渡智晶 ○
 （株）竹中土木 太田恵智
 （株）竹中工務店 藤井卓美

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制御手法確認実験の結果について述べた。本報では、実験の結果判明した試作機の問題点と新たに設計した実用機の概要、実用機を用いた性能確認実験の結果および大口径ボーリングで行った事後調査結果について述べる。

2. 実用機の概要

前年の制御手法確認実験の結果、前後方向は攪拌翼先端の方向制御が可能であることを確認したが、左右方向については制御の効果が不明確であった。また、油圧ジャッキの操作性や土砂の付着による引抜き抵抗の増大などの問題が判明した。以下に、各項目に対する対策を示す。

1) 左右方向の制御効果の向上対策

左右方向の制御効果が不明確な原因は、処理機が2軸のため前後方向に比較して左右方向の剛性が高いことが理由と考えられた。そこで、実用機は左右方向の剛性を低下する対策を施した。

- ① ベアリング式連結軸受けの軸間部は、固定されていたために左右方向の剛性が高くなる要因となっている。よって、軸間部をピン構造にして左右方向の剛性を低下した。
- ② 変位は、ジャッキ操作により軸継手があそび分だけずれることから生じる。よって、変位を起こしやすくするために、短い駆動軸（L=1m）を接続して継手の数を増やした。
- ③ 左右方向の油圧ジャッキの引き力を前後方向より大きくした。

軸間部をピン構造にしたベアリング式連結軸受けを写真-1に示す。



写真-1 ピン式ベアリング連結軸受け

2) 操作性の改善対策

前回の実験で、油圧ジャッキを操作して引き力を与えたとき、操作した反対側のジャッキに、ワイヤを介して引き力が生じ、結果として制御の抵抗となる現象が確認された。実用機では、油圧回路を高圧（25MPa）と低圧（7MPa）の2系統とし、制御に使用しないジャッキは、ワイヤを介して生じる引き力に対してロッドが自動的に伸びて引き力を打ち消す機構とした。

3) 引抜き抵抗の低減対策

試作機では、ワイヤの下端部の構造が複雑であったため土砂の付着による引抜き抵抗の増大が認められた。そこで、ワイヤ端部の処理形状をスリム化して、土砂の付着を押さえた。

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 環境・エネルギー本部 TEL03-3542-7100 FAX03-3545-9385

3. 性能確認実験

性能確認実験は、2001年12月に千葉県内で実施した。実験場所の土質は、GL-7mまでがN値1～3の粘土、それ以深はN値10～50の細砂層である。土質より、改良目標深度は、N値50以上となるGL-19mとした。また、実験後に杭形状を確認するため、一部の杭をベンガラで赤く着色した。杭配置を図-1に示す。

実験結果の一例として、方向制御の効果を顕在化させるため、貫入途中で制御方向を逆転させて、『くの字』を描くように制御したC-No.5杭左軸の例を図-2に示す。ラップ条件は、当日施工の前側ラップである。図よりGL-3～5mの間で後ジャッキ（No.4）を操作して先端軌跡を後方向に変位させた後、GL-6～13mの間では反対に前ジャッキ（No.6）を操作して先端軌跡を前方向に約8cmほど変位させている。GL-14m以深では、再度後ジャッキを操作して修正を行い、最終深度のGL-19m付近では変位がほぼゼロに押さえられており、狙い通りの方向制御が可能であることが判る。一方、左右方向についてもラップ条件を変えて実験を行った結果（C-No.1杭、C-No.3杭）、前後方向とほぼ同程度の制御効果であることを確認した。

4. 大口径ボーリングによる事後調査

実験終了後、実際の杭形状を確認するためにφ200mmの大口径ボーリング調査とボアホールカメラによる撮影を実施した。大口径ボーリング結果の一例として、C-No.5杭において『くの字』施工を行った箇所のボーリングコアの状況を写真-2に示す。写真より、ベンガラで着色した部分が深度とともに徐々に変化しているのが判る。また、その変化量は、軌跡管理システムによる演算結果とよく一致した。

5. まとめ

今回、開発したシステムにより、施工深度にかかわらずに攪拌翼の先端を3～5cmの範囲に制御できた。制御効果は、地盤やラップ条件に影響を受けると考えられるので、今後は実施工のデータを蓄積し制御手法の確立を図るとともに、将来的には装置の自動化を図り、作業の省力化、品質の安定を図っていききたい。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。

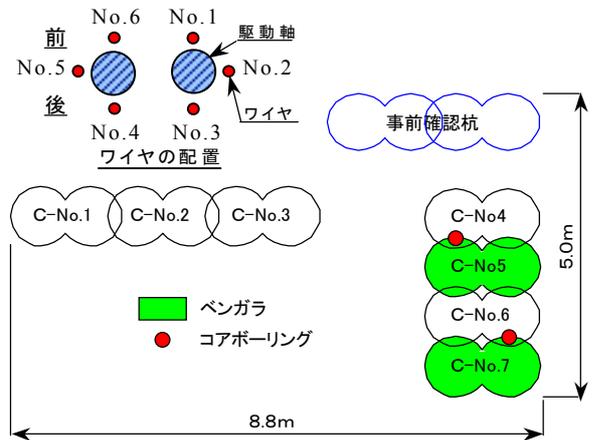


図-1 実験時の杭配置

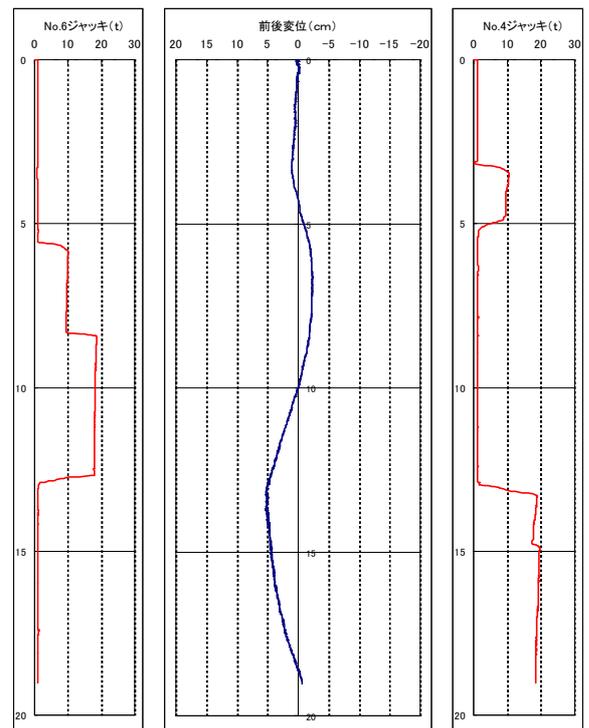


図-2 C-No.5杭の制御結果



写真-2 C-No.5杭のコア