

# 深層混合処理工法における鉛直精度リアルタイムモニタリングの試験施工適用 Application of Real-time Vertical Accuracy Monitoring System for Deep Mixing Method in Trial Construction

○小森 寛之<sup>\*1</sup>, 森 守正<sup>\*1</sup>

KOMORI Hiroyuki, MORI Moritada

## 1. はじめに

深層混合処理機により軟弱地盤にスラリー状のセメント系固化剤を添加し、原位置で地盤と混合攪拌する深層混合処理工法は、早期に改良効果が期待でき、低振動・低騒音であることから土木分野で数多くの施工実績のある工法である。深層混合処理工法による地盤改良工事の中でも、特に液状化対策や止水壁の新設を目的とする場合、削孔軌道が正規の位置から外れると変形抑制や遮水といった要求性能を満たせないため、鉛直精度の確保は重要な課題である。しかし、鉛直精度の管理方法は地上部の処理機リーダーの傾斜のみを計測する管理が一般的であり、地中における掘削ロッドの傾斜を考慮しておらず、厳密な掘削先端位置を計測しているわけではない。

そこで筆者らは、地中の先端位置をリアルタイムで計測可能かつ、2軸以上の処理機であれば後付け可能な鉛直精度リアルタイムモニタリングシステムの開発を行っている<sup>1)</sup>。本稿では開発したシステムの概要と、システムの効果の検証を目的とした試験施工を行ったのでその結果について報告する。

## 2. リアルタイムモニタリングシステム概要

写真-1に対象とする深層混合処理機的全景と、図-2に開発したモニタリングシステムの概要を示す。本システムは1. 攪拌翼の位置をリアルタイムに計測するジャイロセンサー、2. ジャイロセンサーと地上部との通信を行う通信専用管、3. 計測したデータを現場内Wi-Fiで共有するためのアクセスポイント、4. 取得したデータを集約し先端位置を算出・表示するための管理PCから構成される。ジャイロセンサーで計測した攪拌翼付近のロッドの傾斜データと、施工機からの施工深度データを管理PCで統合・処理を行うことで変位を算出可能となる。

無線通信を使用する上で、最大施工可能深度を確認するために通信距離の検証実験を実施した。その結果、20mまでの距離では問題なく通信可能であることを確認した。



写真-1 深層混合処理機 全景  
Fig-1 A general view of a deep mixing machine

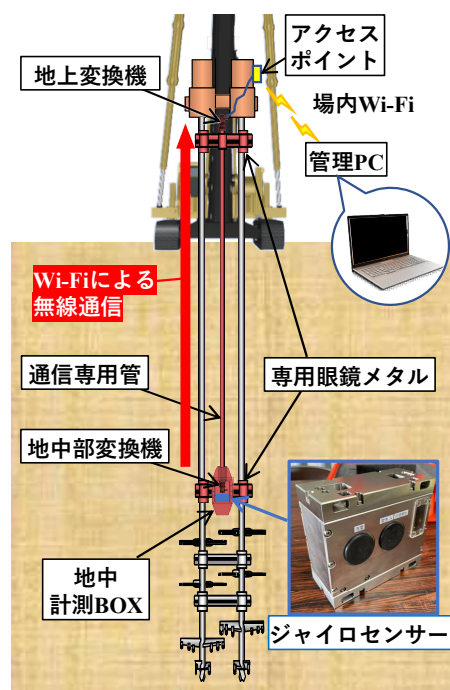


図-2 システム概要  
Fig-2 Monitoring System Overview

\*1 株式会社竹中土木 Takenaka Civil Engineering & Construction Co., Ltd.

キーワード：深層混合処理、鉛直精度管理、リアルタイムモニタリング

### 3. 試験施工

リアルタイムモニタリングシステムを用いた施工中リアルタイムでのデータ取得・変位の算出を検証するため、2軸の深層混合処理機(φ1000mm×2軸)による試験施工を実施した。施工箇所の土質柱状図を図-3に示す。対象地盤は粘性土と砂質土の互層地盤となっており、N値は10~20程度である。施工条件はGL-10mまでを改良範囲とし、L=9.0mの改良体を構築した。配合条件は高炉B種セメントを使用し、W/C=100%、セメント添加量200kg/m<sup>3</sup>とした。

ジャイロセンサーによる先端位置の計算結果と比較するため、施工中着底時に孔曲がり計測による先端位置の実測を実施した。計測時の状況を写真-4に示す。孔曲がり計測は中空となっている通信専用管に測定用ロッドを挿入し、先端のジャイロセンサーまでの位置を測定した。

ジャイロセンサーによる先端位置の計算結果と、孔曲がり計測による先端位置の実測値を図-5に示す。ジャイロセンサーによる測定を行うことで、施工中の先端位置をリアルタイムに取得することが可能であることを確認した。また、着底時の穴曲がり計測の結果が左右方向3.93cm、前後方向4.68cmであるのに対し、モニタリングシステムによる計算結果は左右方向2.89cm、前後方向3.50cmと両者の誤差は1cm程度であることを確認した。

### 4. まとめ

2軸以上の大型地盤改良機に搭載可能なリアルタイムモニタリングシステムを開発し、試験施工に適用した。その結果、施工中リアルタイムに先端位置のデータを取得することが可能であることを確認した。また、着底後に実施した孔曲がり計測による先端位置の実測値と比較において、測定誤差は1cm程度となっており、実際の施工管理で使用する場合でも問題ない程度に収まっていることを確認した。

今後はシステムによる計測の実績を増やしていくと共に、システムの適用範囲を拡大するために2軸の中型機や単軸機への適用の検討を進めていく予定である。

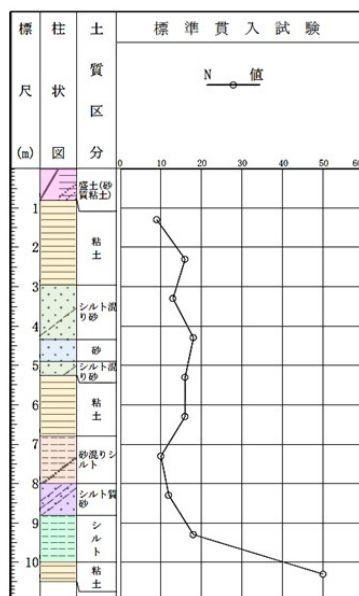


図-3 土質柱状図  
Fig-3 Soil Boring log



写真-4 孔曲がり計測状況  
Fig-4 Borehole Deviation  
Measurement in Progress

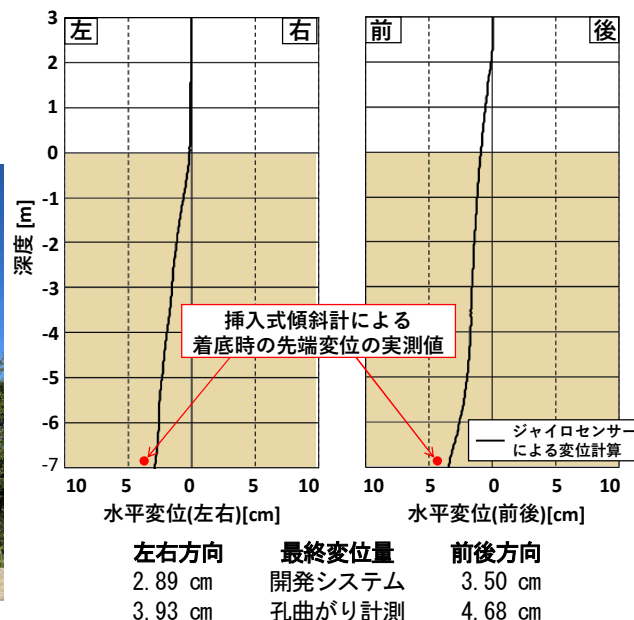


図-5 施工中の変位計算結果  
Fig-5 Displacement calculation results

参考文献：1) 深層混合処理工法における鉛直精度リアルタイムモニタリングシステムの開発

第16回地盤改良シンポジウム論文集(2024年10月 p. 457-461)