

深層混合処理工法における大深度先端位置計測システムの開発

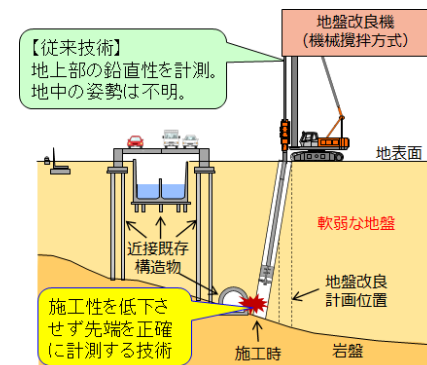
Development of real-time measuring system of tip position with deep mixing methods



グエン ホン ソン Hong-Son NGUYEN^{*1}・足立 有史 Yuji ADACHI^{*1}・山田 実 Minoru YAMADA^{*2}
高植 俊彰 Toshiaki TAKAUE^{*3}・高田 守康 Moriyasu TAKADA^{*4}・稲積 真哉 Shinya INAZUMI^{*5}

研究の目的

大深度先端位置計測システム（以下、本システムと記す）は、機械攪拌方式による地盤改良工事において地中の攪拌翼先端位置を高精度で計測、可視化できる業界初の技術である。地盤改良は、軟弱な地盤にセメントなどの固化材を混合し、土を固めたり、地下水を通しにくくするために実施される。施工はロッド先端の攪拌翼を回転・貫入させながらセメントスラリー（セメントと水の混合液）を吐出し地盤を混合攪拌して改良する。機械攪拌方式の地盤改良は施工深さが30m程度以下の場合、経済性、施工性に優れ採用頻度も高い。一方、改良深さが30mを超える大深度施工では、孔曲りのリスクが高いため、地表面は計画位置であっても地中部で左右にズレを生じて既設構造物に接触したり、隣接する改良体に隙間が生じて遮水機能を確保できない恐れがある。孔曲りの主要因として施工誤差やロッドジョイント部の遊びによるガタツキが考えられる。これらのリスクに対応するため、やや離れた箇所からセメントスラリーを高圧で噴射させて改良体を造成でき、既設構造物への影響が少ない高圧噴射攪拌工法を用いることが多かった。しかし、この工法は機械攪拌式に比べ7～10倍の工事費であり、30mを超える大深度施工でも経済性に優れた機械攪拌方式を適用できるよう先端位置を高精度で計測、管理できる技術が求められている（図－1）。



図－1 大深度地盤改良の技術開発ニーズ

研究の概要

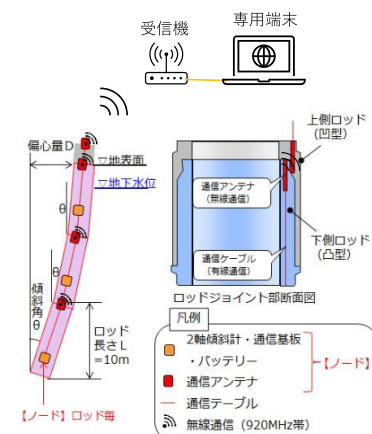
この課題に対応するため本システムでは、各ケーシングロッドに高精度2軸傾斜計と水中・地中無線機能を搭載し、貫入深さと傾斜角から算出したロッドごとの水平変位量を累積することにより、施工性を低下させることなく先端変位量を高精度かつリアルタイムに計測できるものとした（図－2、3）。施工中常にオペレータはこまめに掘進軌道を修正することで孔曲りを防止できる。また、位置や電流値などの施工情報はリアルタイムにオペレータと工事関係者が共有でき、品質、出来形などの施工上のリスク低減や施工管理の効率化に大きく貢献できる技術である。

結 論

水中・地中無線およびマルチホップ通信は業界初の試みであり、これまで通信が困難であった地中や水中での建設工事における情報通信の高度化を図った。また、高精度傾斜計を搭載した大深度先端計測システムを開発し、大深度地盤改良施工に適用した。施工中の攪拌翼先端の位置を高精度で確認でき、実際の掘削の最大深度43.7mにおける施工位置と設計位置とのずれや既設構造物との離隔をリアルタイムに管理することで水路トンネルに影響を及ぼすことなく安全に施工を完了した。今後、経験豊富な技術者や熟練したオペレータが減少する中においても、より安全、安心な施工管理技術の構築が期待される。



図－2 施工機全景



図－3 傾斜計・アンテナ等の構成と配置