

シールド工事における地中変位リアルタイム可視化技術の適用事例 —光ファイバを用いた地中変位計測実績—

鹿島建設(株) 正会員 ○永谷英基 中島拓巳 今井道男 川端淳一 吉迫和生 有賀大峰
ニューブックス(株) 非会員 山内良昭 岸田欣増

1. はじめに

シールド工事において、掘進線形に沿って切羽直上深度で地中変位を計測し、掘進管理にフィードバックできれば、地表面の過大な沈下や陥没事象の発生を確実に防止する安全・安心な施工が可能となる。そこで、「上北沢給水所（仮称）から世田谷区船橋四丁目地先間配水本管（1100mm・1000mm）新設工事（シールド工事）」において、図-1のようにシールド発進立坑から土被り15.5mの深度に高精度な水平ボーリングを行い、サヤ管を敷設¹⁾した上で、筆者らが開発を進めている光ファイバを利用した3次元変位計測センサ（図-2）を当該サヤ管内に挿入した。本報では、シールド掘進時の直上地中変位の計測実績を報告する。

2. 光ファイバ3次元変位計測センサ

今回適用した光ファイバ3次元変位計測センサは、光ファイバ6本を螺旋状に編み込み、これらを同時に計測することで、センサの挿入敷設時に発生する捻じれを補正し、正確な3次元変位を5cmピッチで計測可能なものである。室内試験によって確認された本センサの計測性能の詳細は、別報²⁾にて示す。本センサは、地盤内に水平に挿入敷設される直径23mm、延長28.85mの本体部と、立坑のサヤ管口元からの通信用光ファイバケーブルで構成され、地上の中央制御室に配置されたレイリー計測機に接続することで、リアルタイムに地中変位をモニタリングできる仕様とした。

3. センサの挿入敷設

本センサは、木製ドラムで立坑内に容易に搬入できる。シールドマシン直上1mの深度に設置されたサヤ管口元は、腹起し直下の狭隘部に位置したが、人力で円滑に挿入することができた（図-3,4）。なお、本工事では、計測終了後に地盤内に残置物を残さないようにセンサの回収が可能な構造とし、サヤ管内への充填は行っていない。

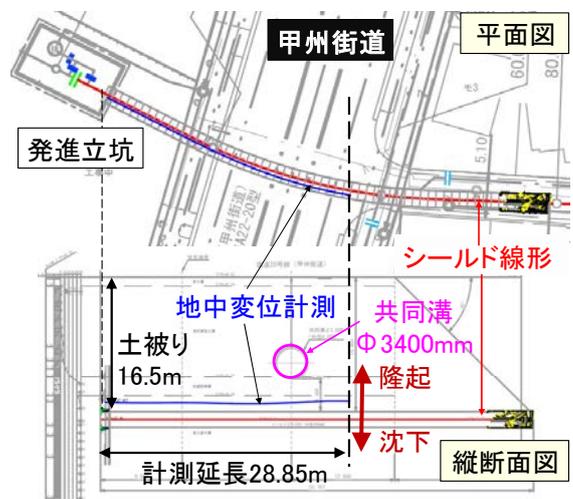


図-1 現場計測配置



図-2 光ファイバ3次元変位計測センサ



図-3 計測深度（1m直上）



図-4 挿入状況（左：坑内全景、右：挿入作業）

キーワード シールド工法, 地中変位, 分布型光ファイバ, レイリー散乱

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6494

4. 計測結果

光ファイバを用いた地中変位計測結果は、中央制御室にてリアルタイムに監視し、掘進管理にフィードバックできるようにした（図-5）。計測掘進開始からの経過時間毎の鉛直方向地中変位分布を図-6に示す。変位演算にあたっては、計測始点は図-4右に示すように土留め芯材に口元が固定されていることから鉛直方向の変位は無い不動点としている。計測区間は、立坑発進直後の初期掘進であり、国道及び共同溝直下を通過することから、推力を立てつつ、土砂を取り込み過ぎないように注意し、裏込め充填を確実に行うことで沈下を防止することを施工管理の方針とし、マシン直上の鉛直地中変位をリアルタイムに監視した。掘進開始後、延長15m付近まで徐々に隆起が前方に向かって進行し、最大7mmを計測した。その後、延長20m地点から共同溝直下を通過することから、推力及び裏込め注入の調整を行い、鉛直変位を極力抑制した結果、3mm程度の隆起で通過し、残留沈下の影響もあり、最終的に1mm程度の隆起で収まる結果となった。シールドマシン通過後、計測区間の地表面や共同溝内を測量した結果、鉛直変位はみられなかった。



図-5 中央制御室モニタリング状況

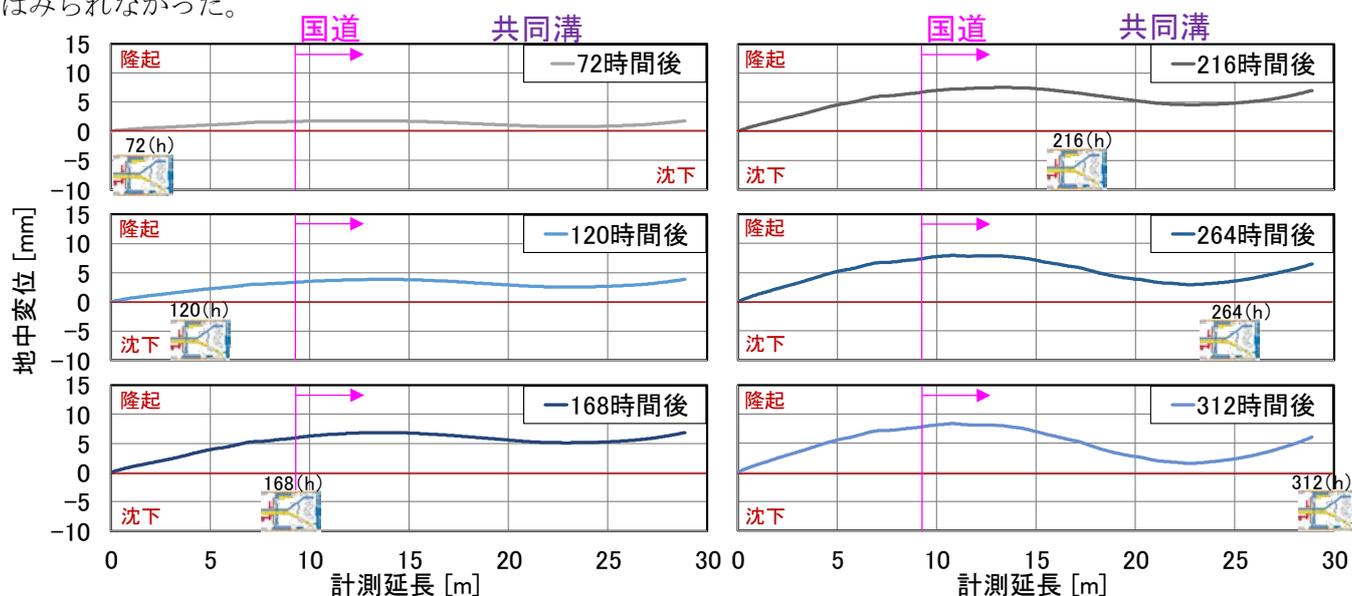


図-6 鉛直方向地中変位分布計測結果

5. おわりに

本工事では立坑発進直後に国道や共同溝の直下を掘進したが、マシン直上での地中変位分布をリアルタイムに可視化して掘進管理にフィードバックした。シールドの掘進に伴う影響や、マシン通過後の裏込め注入の影響を監視しながらの施工が可能となったことで、地表面の沈下や共同溝に影響を全く与えることなく掘進することができた。高土被り・高水圧で曲率を有する線形という計測条件で、水平ボーリング削孔と光ファイバセンサの敷設、連続かつ安定した計測を実現できたことから、本光ファイバ計測技術を活用することで、シールド工事のみならず様々な工事や工種でも安全・安心な施工管理手法を構築展開していく所存である。

参考文献

- 1) 吉迫和生, 岩端一也, 西嶋徹, 永谷英基, 釘本幹生, 小池遼太郎: シールド工事における地中変位リアルタイム可視化技術の適用事例-水平ボーリング削孔の施工実績-, 土木学会全国大会第76回年次学術講演会, 2021.9 (投稿中)
- 2) 中島拓巳, 永谷英基, 今井道男, 川端淳一, 山内良昭, 岸田欣増: 光ファイバを用いた3D地中変位計測技術の開発, 土木学会全国大会第76回年次学術講演会, 2021.9 (投稿中)