

3 軸型加速度計と光ファイバを使用した水中・土中における鋼管矢板の傾斜及びたわみ計測

東洋建設 正会員 ○小西 優貴 正会員 河田 晃靖 正会員 山野 貴司
 正会員 鶴ヶ崎 和博 正会員 鷺見 遼太 正会員 宮原 和仁
 正会員 和田 眞郷

1. 目的

建設工事では、鋼矢板、鋼管矢板等の鋼材を水中及び土中へ打設する工事が多く存在する。鋼材の打設は、打設位置や深度、傾斜角度を管理し、鋼材全体の状態を把握しながら施工することが求められる。また、長尺の鋼材を打設する際は、打設する地盤の影響を受け鋼材が変形すること考えられ、その状態を精度良く把握できることが望ましい。鋼材の状態を把握する従来手法として、地上あるいは水面上に露出している部材の側面を測量機器等により計測することで、土中部の傾斜や下端位置を推定するものがあるが、これは鋼材が土中部でたわまない剛体であることを前提としているため、前提が確保されない場合、推定値の信頼性が低下する。特に長尺鋼材はその長さによる自重や、打設中に地盤の影響を受けたわむことが考えられる。これに対し、地上や海面上の計測だけでなく、土中部の鋼材の傾斜やたわみも計測することで、計測結果の信頼性を向上させることができる。そこで本研究では、水中・土中における長尺鋼材（鋼管矢板）の傾斜とたわみを計測し、その適用性を把握することを目的とした。

2. 計測概要

土中部の傾斜角度を計測する計測器として、3 軸型加速度計（以下、加速度計）を使用した。図-1 に加速度計による傾斜計測概念を示す。加速度計は本来、本体が受けた加速度の方向と強さを測定するが、静止状態でも重力加速度に反応し、計測器の向き（傾き）によって値は変化する。この一般的な原理を利用して、鋼材が鉛直の状態から傾斜した時の傾斜角度を算出した。長尺鋼材のたわみの計測は、光ファイバとレーザ、及び情報処理アプリ¹⁾を使用した変位計測システム²⁾を使用し、設置した区間における長尺鋼材のたわみによる物理的な変位を計測した。

本研究では、鋼管矢板（SKY490、φ600×13t、L=19.0m）に対し、鋼管矢板上端・下端に設置した加速度計（図-2 参照）による打設長毎の傾斜計測と、鋼管矢板側面に取付けた延長 4m の光ファイバユニット（図-3 参照）4 基によるリアルタイム計測を実施した（写真-1 参照）。また、打設完了後に従来の変位計測に使用される挿入式傾斜計による変位計測を実施し、各データを比較・評価した。

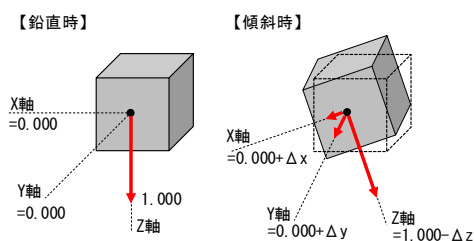


図-1 加速度計計測概念図

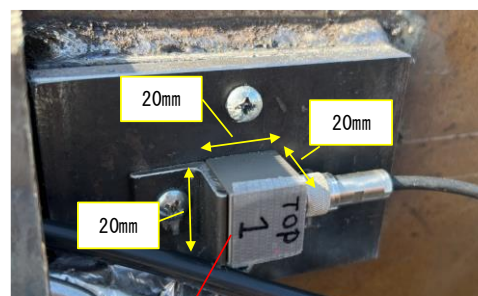


図-2 加速度計設置状況

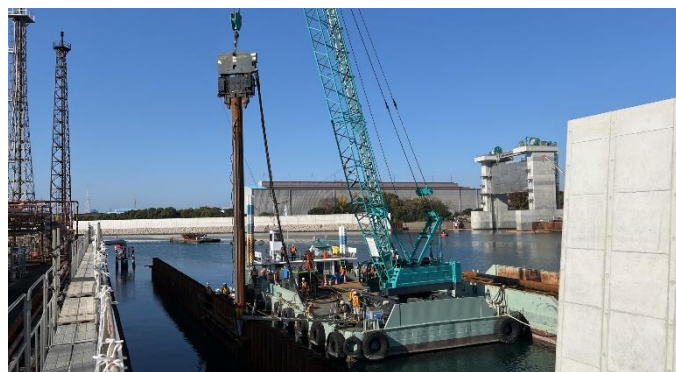


写真-1 鋼管矢板打設状況

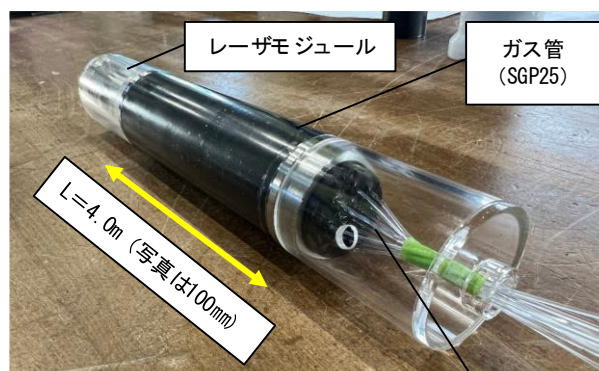


図-3 光ファイバユニット

キーワード 3 軸型加速度計, 光ファイバ, 鋼管矢板, 傾斜計測, たわみ計測, 水中・土中計測

連絡先 〒541-0043 大阪市中央区高麗橋 4 丁目 1 番 1 号（興銀ビル 7 階） 東洋建設(株)大阪本店 TEL 06-6209-8775

3. 計測結果

鋼管矢板打設完了時に、各計測が算出する鋼管矢板の変位及びたわみ量を図-4に示す。鋼管矢板打設完了時に加速度計が示す傾斜角度から算出した鋼管矢板の変位は、挿入式傾斜計データと同じ傾向を示した。光ファイバによる計測は、鋼管矢板下部に取付けた2基の光ファイバユニットで欠測が見られたが、上部2基の光ファイバユニットはリアルタイムに鋼管矢板のたわみを計測した。加速度計は計測時に打設を一時停止する必要があるが、打設長毎の傾斜角度(図-5参照)を計測した。Xk軸の傾斜角度は打設が進む毎に大きくなり、上端に比べ下端の傾斜角度が大きくなる傾向を示したが、最終打設時にはどちらも同じ傾向となった。Yk軸は打設開始から完了時まで一定の傾斜角度を計測した。鋼管矢板の打設順序はY軸+方向であり、加速度計と挿入式傾斜計から算出される鋼管矢板下端位置は同じ傾向を示した(図-6参照)。

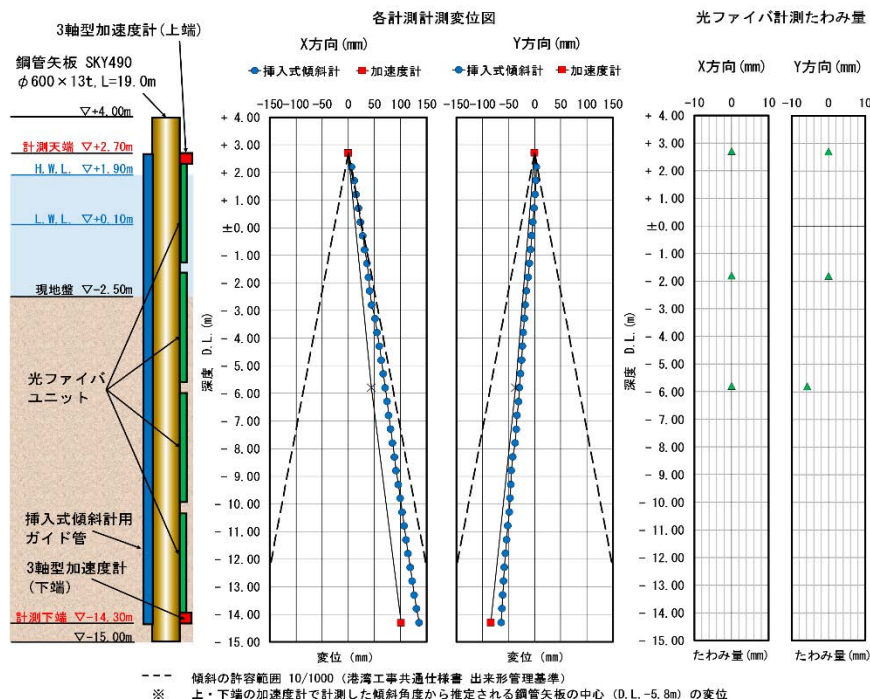


図-4 打設完了時の各計測による鋼管矢板の変位とたわみ量

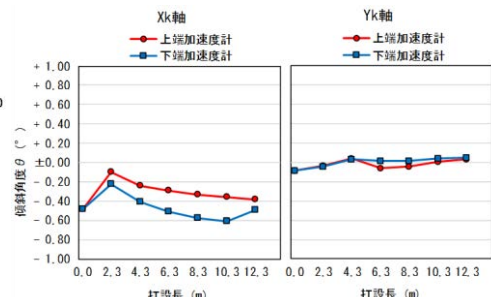


図-5 打設長毎の加速度計傾斜角度

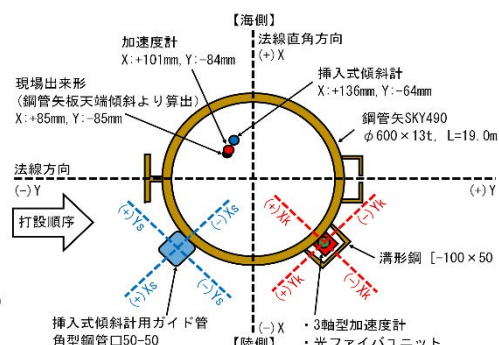


図-6 各計測による鋼管矢板下端位置

4. 考察と課題

加速度計が示した傾斜角度がYk軸に比べXk軸が大きくなったのは、打設した鋼管矢板が隣接した鋼管矢板の傾斜に追従したものと考えられる。また、最終打設時にXk軸下端の傾斜角度が小さくなった原因は不明である。今回のデータ整理では、加速度計の初期値設定において隣接した鋼管矢板の傾斜角度を反映した。今後は、初期値設定時における鋼管矢板の傾斜角度を正確に把握することが課題である。光ファイバは、図-4に示すように地中部のユニットでたわみが観測され、地盤中の鋼管矢板にたわみが生じたことをうかがわせる結果となった。下部の光ファイバ2基の欠測は、振動によるレーザの外れ等が考えられるため、今後の耐振動性向上が課題である。

5. まとめ

今回の計測により得られた課題の解決に向け、今後更なる精度の検証、計測器の改良や現場計測実績を積むことで、水中・土中における鋼管矢板のたわみ及び傾斜を精度良く、確実に把握できると考えられる。

謝辞

本計測にあたり、国土交通省 近畿地方整備局 和歌山港湾事務所の関係各位、神戸大学 大学院 工学研究科 芥川 真一 教授へ謝意を表します。

参考文献

- 1) 芥川真一, 林稔, 松村匡樹, 土本真史: 状態変状検知装置、状態変状検知方法および状態変状検知プログラム, 特開 2021-162595, 2021.10.
- 2) 山野貴司, 河田晃靖, 小西優貴, 鶴ヶ崎和博, 芥川真一: 光ファイバを用いた鋼管矢板打設時のリアルタイムたわみ計測. 令和5年度土木学会年次学術講演会講演概要集, 2023