

分布型光ファイバセンサによる ECW 工法土留め壁の変位計測

鹿島建設(株) 正会員 ○那須郁香 永谷英基 西嶋 徹 有賀大峰 川端淳一

1. はじめに

開削工事において、掘削時の土留め壁や周辺地盤の変形挙動を把握することは、安全な施工管理と現場の生産性向上を実現する上で重要である。筆者らは、短時間計測が可能、かつ cm レベルの空間分解能を有する高精度なレイリー方式による分布型光ファイバセンサ計測技術を、ひずみ計測のみならず地中変位計に展開している。光ファイバを計測対象物に設置する場合、光ファイバと対象物の密着性を高め、長期計測に耐え得るように下地処理が重要とされているが、使用する樹脂の硬化時間やケレン作業などの時間を要することも設置の簡易性の観点ではデメリットの1つであった。本報文では、より簡易的な方法で土留め壁の変位を計測することを目的とし、両面テープを用いた簡易的な貼付け方法を採用して ECW 工法で構築した土留め壁の変位計測を実施したので、その結果を報告する。

2. 分布型光ファイバセンサの概要

光ファイバセンサに光が入射すると、与えられる温度やひずみの変化に伴い散乱光の周波数が変化する。特にレイリー散乱光は、光の波長よりも小さい粒子によって発生するため、ひずみの変化に対して高精度に応答する特徴がある。筆者らはこのレイリー散乱光を用いたレイリー方式による地中変位計測を実験的に検証しており、従来技術である傾斜計と同程度の変位計測精度を有することを確認してきた¹⁾。

3. 芯材への光ファイバの設置

図-1、図-2 に通常実施する光ファイバの貼付け方法を示す。通常は、ケレン後に光ファイバを仮止めし、その上から樹脂を塗布したガラスクロスなどで養生して鋼材と光ファイバを一体化させてきた。図-3 に両面テープを使用した光ファイバの貼り付け状況を示す。使用した両面テープは、室内実験で鋼材に貼り付けた際の追随性が良好であることを確認している。芯材に両面テープ、光ファイバの順で貼り付け、芯材の下端約 5m の範囲はさらにアルミテープで養生した。芯材下端より約 5m 以浅は、アルミテープの養生なしとし、芯材周りのソイルモルタルからの圧力で H 鋼と光ファイバは一体化すると想定した。光ファイバは、図-4 に示すとおり、芯材の下端で U 字を描くように、フランジの掘削側と背面側に両面テープで貼り付けた。掘削側と背面側の 2 本の光ファイバで計測したひずみから曲率を求め、下端を固定とした条件で 2 回積分することで、全長にわたる水平変位を 5cm 間隔で計測した。また、図-4 右に示すように従来計測技術である挿入式傾斜計のガイド管を同じ芯材に設置した。



図-1 ケレン作業



図-2 樹脂による貼付け

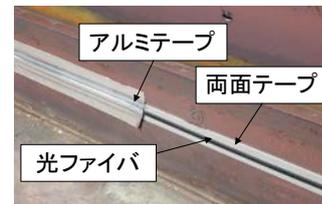


図-3 光ファイバ貼付け状況

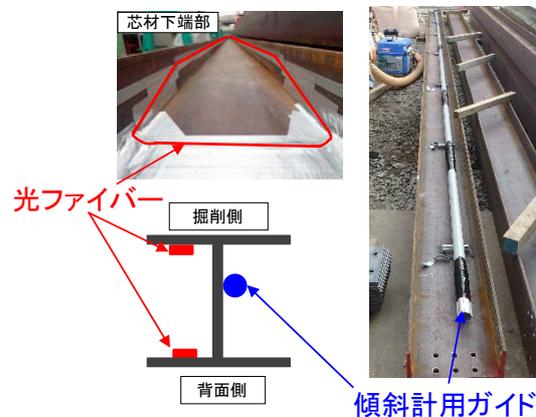


図-4 光ファイバおよび挿入式傾斜計の設置位置

キーワード 光ファイバ, ECW, 変位計測

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 042-489-6465

4. 掘削に伴う ECW 土留め壁の変位計測結果

今回、ECW 工法で構築したシールド発進立坑における、長さ 24.0m の芯材の水平変位計測に光ファイバ計測技術を適用した。図-5 に掘削に伴う土留め壁の水平変位分布を示す。掘削の進捗に伴い光ファイバ、挿入式傾斜計ともに掘削側に変位が増加し、その値はほぼ同等のものとなった。これより、両面テープで簡易的に貼り付けた光ファイバでも土留めの変形追従性が良好であることが示された。

図-6 に光ファイバにより計測した 5 次掘削深さである G.L.-13.0m 地点における曲げひずみの経時変化を示す。掘削にともなって背面側が圧縮となる曲げひずみが増加したのち、5 次掘削完了後から掘削地盤の土圧解放により掘削側が圧縮となる曲げが進展したことや、5 次掘削完了後から 6 次掘削開始にかけて背面側から掘削側側に曲げが転じたことなどの土留め壁の詳細な変形挙動を、リアルタイムに精度よく把握することができた。

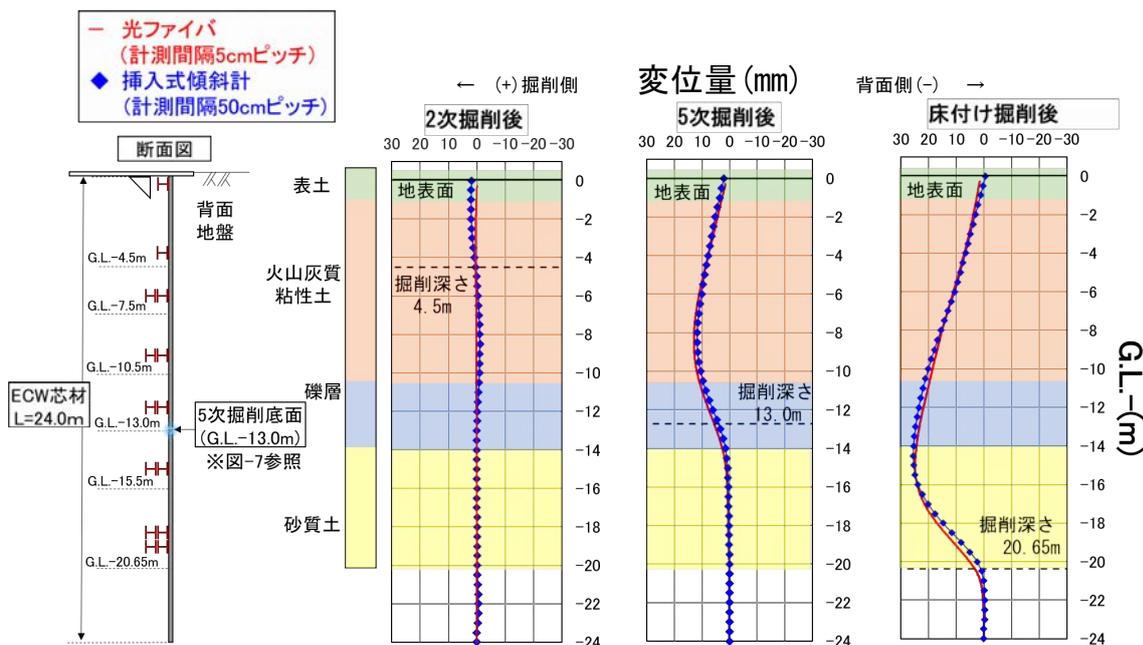


図-5 ECW 土留め壁の水平変位分布

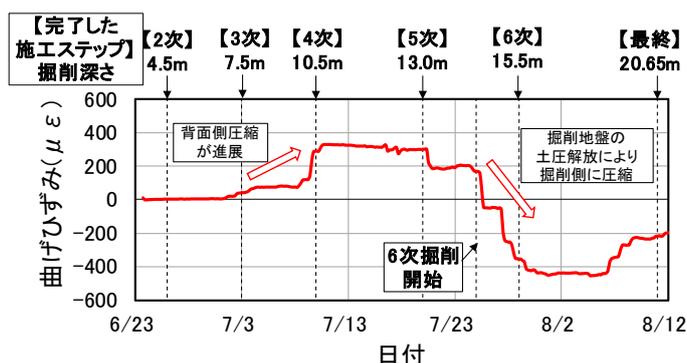


図-6 5 次掘削底面(G.L.-13.0 m 地点)における曲げひずみの経時変化

5. おわりに

ECW 工法で構築した土留め壁において、芯材に光ファイバを両面テープで貼り付ける簡易な方法を試行した結果、掘削に伴う土留め壁の変位を高精度に測定することができた。仮設構造物を対象にする場合などの短期計測に対しては、今回試行した方法で十分と考えられ、この方法を用いれば多くの芯材に光ファイバを設置することも簡単になり、今後現場状況に応じた高精度な土留めモニタリングシステムを確立していく。

参考文献: 1) 今井道男ほか：高精度光ファイバセンサを用いたひずみ・変位計測の検証実験，土木学会第 75 回年次学術講演会，CS9-28，2020