

分布型光ファイバを用いた土留め背面の地中変位計測

鹿島建設(株) 正会員 ○植田康平 那須郁香 永谷英基 平石剛紀 平 陽兵 今井道男 川端淳一
東日本高速道路(株) 正会員 林 秀和

1. はじめに

開削工事では掘削時の土留め壁や周辺地盤の挙動を把握し、施工時の SEQDC を向上させることが重要である。土留め壁の変位を直接計測するだけでなく、背面地盤の地中変位を計測することで土留め壁の安全管理を行うことができる。従来、土留め壁に設置される傾斜計では、計測ピッチが最小 50 cm~1 m 間隔であるため変位の最大点を見落とす可能性があった。一方、光ファイバ式変位計測の課題であった計測精度や速度が近年向上してきたことから、筆者らは高速高精度な分布型光ファイバセンサを用いた新しい地中変位計測手法の開発を進めている。今回、開削工事における土留め背面地盤の地中変位計測に、分布型光ファイバセンサを適用したので報告する。

2. 分布型光ファイバセンサ

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中心周波数が変化する。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. 土留め背面への光ファイバ式地中変位計測管の建込

図-1 に地中変位計測用光ファイバ計測管の設置位置を示す。鋼矢板Ⅲ型を用いた土留め壁から背面側に0.5m離れた地点を計測地点とし、地中変位計測管を設置した。計測管の長さは鋼矢板と同等の10mである。

図-2 に光ファイバ計測管を示す。母材の樹脂パイプに対して、光ファイバは計測管断面でX-Y軸の十字方向に4測線設けた。

図-3 に光ファイバ計測管の設置手順を示す。無水打撃式の自走式ボーリングマシンで削孔した後、根固め用セメントミルクを1m、充填用セメントベントナイトを8.8m分充填した後に、光ファイバ計測管を建て込みケーシングを引き抜くことで光ファイバ計測管を設置した。

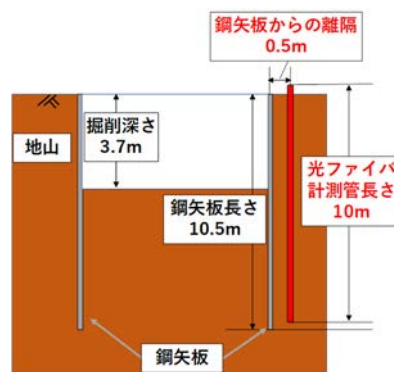


図-1 地中変位計測の設置位置

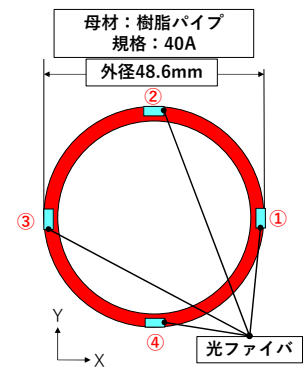


図-2 光ファイバ計測管

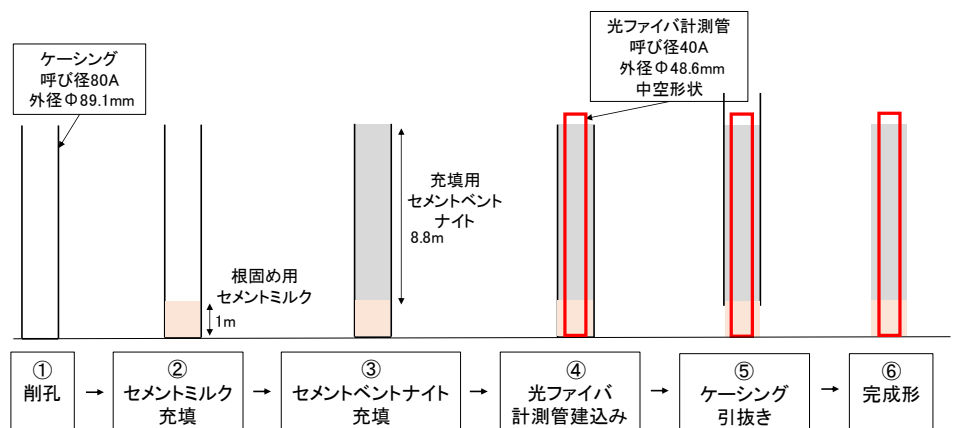


図-3 光ファイバ計測管の設置手順

キーワード 光ファイバ, 地中変位, 開削工事

連絡先 〒330-0844 さいたま市大宮区下町 2-1-1 鹿島建設(株) 関東支店土木部 TEL 048-658-7800

表-1にセメントミルク, セメントベントナイトの配合を示す. 根固め用のセメントミルクは7日強度 $\sigma_7=18.1 \text{ N/mm}^2$, 充填用のセメントベントナイトは7日強度 $\sigma_7=236 \text{ kN/m}^2$ 程度であった. なお, 充填用セメントベントナイトの強度は, 地盤相当以下となるように配合を調整した. 写真-1に掘削後の状況を示す.

光ファイバ計測は図-2の断面の①-③, ②-④で生じたひずみの差分から曲げひずみ, さらに曲率を算出し, 根固め部分を固定端として下端から曲率を2回積分することで地中変位を算出した. なお, ひずみデータは5cmの分解能で取得した.

4. 計測結果

図-4に地中変位の計測結果を示す. 掘削が進むにつれて土留め背面地盤の地中変位が掘削側に増加していることが分かる. 掘削完了後の最大変位はG.L.-2.3m地点で約3.5mmとなり, 腹起しと掘削底面のほぼ中間地点で発生した.

図-5に鋼矢板の変形計測結果との比較を示す. 鋼矢板に対しても光ファイバを貼り付け, 地中変位計測と同様に5cm間隔でデータを取得した. 計測結果より, 掘削が進むにつれて鋼矢板, 地中変位計ともに同様な変形モードを示した. 掘削完了後では, 両者の掘削底面以深の水平変位分布はほぼ等しくなった. 一方で, 掘削底面以浅ではG.L.-2.3m付近で両者とも最大変位量を示したが, 鋼矢板に比べて地中変位計の方が約1mm大きくなった. これは, 工事進捗の関係で二次掘削の途中から掘削完了まで約1か月の休止期間があったため, 外部の温度変化の影響が一因と考えられる. 特に地中変位計については地中温度一定として計測したので, 光ファイバに生じたひずみに温度ひずみによる変化量が含まれた状態で変位を算出し, 掘削底面以浅の変位量がやや過剰に算出された可能性がある.

5. おわりに

開削工事における土留め壁の背面地盤に光ファイバ計測管を設置したところ, 鋼矢板の変形に追従していると考えられる地中変位を検知することができた. 本変位計は簡易な構造で1mmの精度で計測が可能であり, 今後開削工事の情報化施工に有効活用することが可能であると考えている.

参考文献:1) 平石剛紀ほか: 分布型光ファイバセンサによる鋼矢板土留めの変形計測, 土木学会第76回年次学術講演会, (投稿中)

表-1 セメントミルク, セメントベントナイト配合

	m3 配合 (kg)			備考
	セメント	ベントナイト	水	
根固め用セメントミルク	1090	0	654	w/c=60%
充填用セメントベントナイト	242	387	774	C:B=250:400 (質量比)



写真-1 掘削後の状況

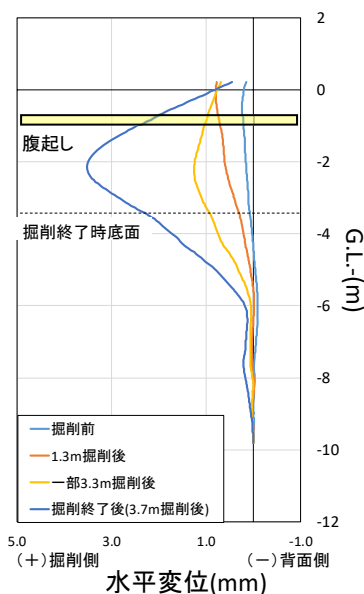


図-4 地中変位計測結果

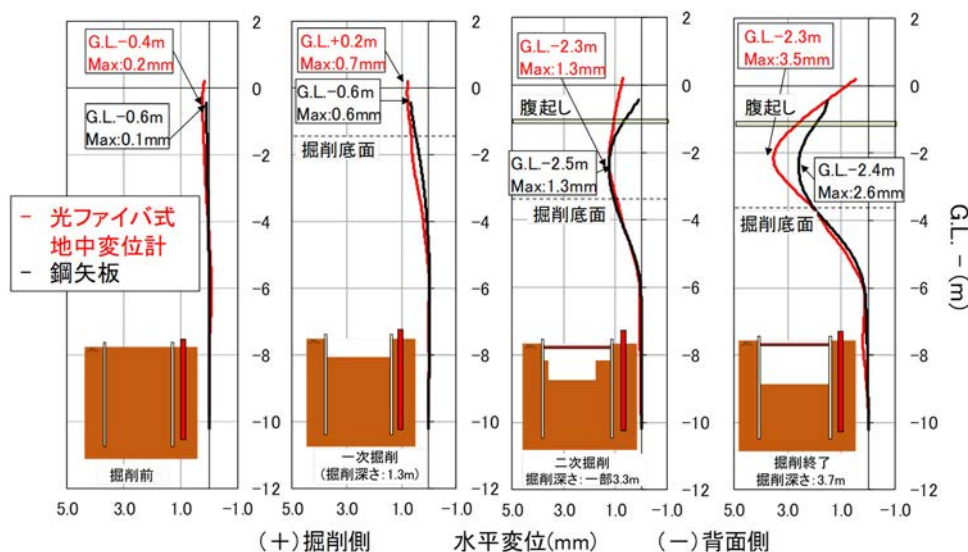


図-5 鋼矢板変形計測結果との比較