

実斜面における地中変位計測システムの評価

(財)鉄道総合技術研究所 正 大木 基裕 正 小島 謙一
 同 上 正 村田 修 正 金口 義胤
 三菱重工業株式会社 正 伊藤 裕昌

1. はじめに

筆者らは、模型試験や現地試験を通じて、開発した土中用光ファイバーセンサー部の基本的な性能・用途を確立した^{1),2)}。鉄道構造物の維持管理には多種多様の目的に応じた計測が求められる。本稿は構造形式の異なる光ファイバーセンサーを複合的に組み合わせた斜面崩壊計測管理システムの評価方法について考察し、計測結果を報告する。

2. 現地状況および施工概要

本現場は、地中に浸透した雨水等による地下水頭の上昇で地すべりが発生した箇所である。基盤地質は新鮮部でも軟質、割れ目が発達しやすく非常に脆弱な性質を持つ泥岩層である。対策工として、土中の水を排出する集水井工，横ボーリング工と地すべり箇所への雨水流入防止の表面排水工を，平成14年9月までに施工した。図1は本システムの基本図である。図中A～Dは地中部センサーを，また各地中部センサー間をつ

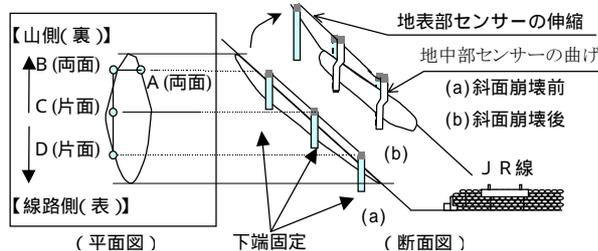


図1 検知システム概念図

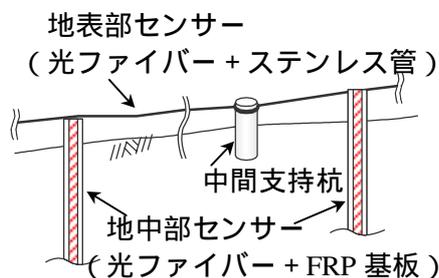


図2 センサーの仕様

なくように地表部センサーを設置した。図2はセンサーの仕様である。地中部センサー下端は支持地盤まで挿入し地中に定着させた。地表部センサーは元来，通信線として利用していた光ファイバーにステンレス管を被覆し，自重・剛性を持たせ光ファイバーに初期ひずみ（張力）を与え地表面の相対変位の推定を行うものとした。地中部センサー及び地表部センサーを1つの光ファイバー網として構成した後，光ファイバーのひずみ量を測定し基準値とした。経時変化はひずみ量の推移（基準値からの差分値）として求めている。

3. 測定結果

(1) 本センサーの評価方法

地中部センサーの下端を固定端として考えるとセンサーの変形モードをある程度特定することができる。開発した地中部センサーの曲げによるひずみの発生値と変位の関係を把握するために気中で曲げ試験を行った³⁾。曲げ試験は鋼板に光ファイバーを設置した供試体をH鋼フレームに設置して行った。図3は模型試験の結果の一例である。この試験より発生した光ファイバーのひずみ量 μ は供試体の曲げを適切に捉えられ，ひずみ量から変位を求められることがわかった。これにより地中部センサーの測定値を換算し，地中の変位を求めることが可能である。

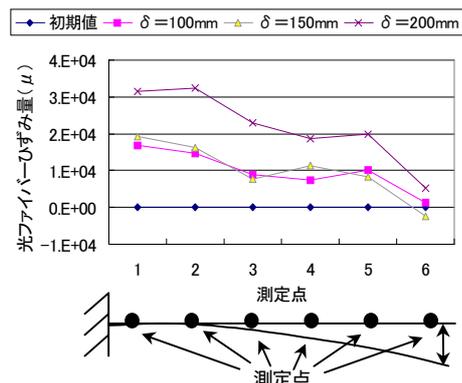


図3 曲げ試験結果の一例

地表部センサーの伸縮は隣接する中間支持杭間や地中部センサーとの相対的な位置を表している。従って，地中部センサーの測定結果から求められる地表面での変位と地表部センサーのひずみ値から中間支持杭の移動量がわかる。例えば図4のように，a) すべり土塊の中に全ての地

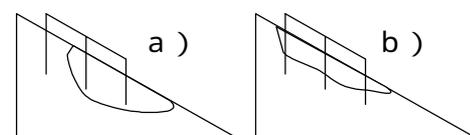


図4 センサーの計測例

キーワード：光ファイバー，斜面崩壊，計測システム

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38・電話 042-573-7261・FAX 042-573-7248

中部センサーが設置されていない場合、すべり土塊の外の移動しない地中部センサーを基準に地上部センサーのひずみ量を計測することができる。b) すべり線がセンサーを横断している場合、地中部センサーですべり面を推定し、すべり量の概略を把握することができる。また中間支持杭だけが移動した場合、隣接する地上部センサーの測定値を比較することによって発生状況を把握することは可能である。以上より本計測システムは広範囲で多様な斜面崩壊の形態に対応できる。

(2) 地中部センサーの測定結果

図5は地中部センサーBとセンサーに添付したひずみゲージの計測結果である。図中、裏は図1における山側に、表は線路側に面している。事前調査時の推定すべり深度4m付近にて負のひずみが両面で発生しており、ひずみゲージと地中部センサーの計測値の傾向はほぼ一致している。また、表裏ともに同様な変形モードを示しているが、ひずみゲージの値から曲げの成分（表と裏のひずみ量の差分値）が混在していることも考えられる。現在の測定結果から圧縮の傾向はあるが明確な地中の動きを捉えるまでには至らなかった。

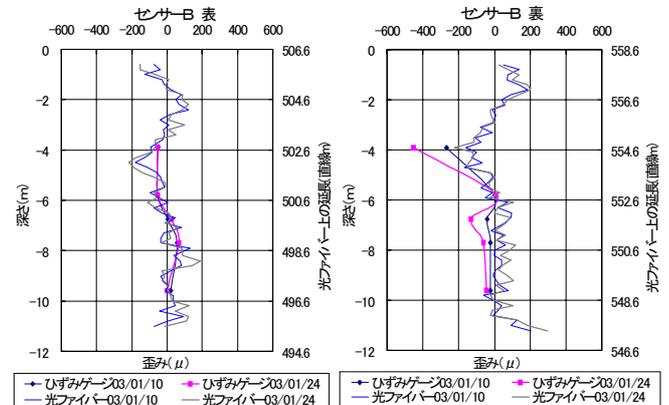


図5 地中部センサーBの測定結果

(3) 地表面センサーの測定結果

図6は地表面(C～B間)計測結果である。地上部センサーは地中部センサーに比べ外気温の影響を受けやすく、その影響も無視できない。主要因はステンレス管の熱膨張による物理的要因と、後方散乱光の光学的要因によるもので30μ/の補正を行っている。図中のひずみ差分値がパルス的に増大している箇所は中間支持杭の定着部であり、センサーとして機能していない。この区間を除くと計測値は100μ以下のばらつきであり、明確な地表面の動きは認められない。

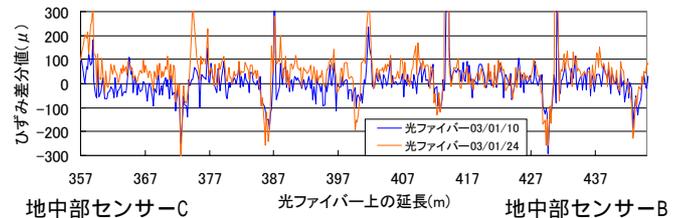


図6 地表面センサーC～B間の測定結果

(4) 本センサーによる総合評価

地中部センサーBから圧縮傾向はあるものの土塊の移動と認められるほどの変化はないこと、地表面センサーでは初期ひずみから変化がないことから、測定期間内にC～B間において土塊の動きは認められないと判断できる。これは既設の伸縮計の計測結果と比較しても整合している。

4. まとめ

地中部センサーの測定値から地中の変位を求めることができ、この結果と地表面センサーの測定値から地表面での変位を測定することが可能な、斜面崩壊計測管理システムを構築することができた。本システムは広範囲の斜面崩壊を検出することができ、斜面崩壊の形態を類推することが可能である。

また、実斜面における現在までの計測結果からは土塊の動きは認められなかった。これは既存の計測器との結果とも整合している。今後も継続して変位を計測し、本システムの精度について検証する予定である。

- 謝辞 -

多大なご協力を賜りました、JR東海静岡支社、静岡土木技術センターの皆様にご感謝の意を表します。

【参考文献】1)大木, 小島, 村田, 金口, 伊藤, 山浦, 加藤, 梅田: 土中型光ファイバーセンサーを用いた地滑り計測システムの検討, 第38回地盤工学研究発表, 2003. 2)金口, 小島, 村田, 伊藤, 山浦, 馬場: 光ファイバーセンサーの地中ひずみ計測への適応性に関する検討, 第4回地盤計測技術に関するシンポジウム, pp67-70, 2002. 3)金口, 小島, 村田, 大木: 光ファイバーを用いた地中センサーの変位計測手法の検討, 第58回年次学術講演会 2003 (投稿中).