

斜面防災を想定した POF センサーの適応に関する基礎的研究

神戸大学 正会員 芥川 真一
大成建設 正会員 ○井上 雅之

1. はじめに

日本国内では土砂災害が多く発生しており、豪雨などの異常気象などによりその被害は増加傾向にあるといえる。このような状況下において人的被害を最小限に抑えるためには、斜面の危険性を正確に把握できるようなオンサイトでリアルタイムなモニタリングをきめ細かく実施し、そのシステム導入コストを徹底的に抑えることが必要不可欠である。そこで、本論文ではプラスチック製光ファイバー(Plastic Optic Fiber, 通称 POF)を利用することにより、①電気ではなく光でモニタリングとデータ転送を実施する、②画像処理機能を有したアプリソフトを使用することにより、データロガーではなく安価なモバイル機器でデータの記録・分析を実施するという2つの観点から新しいタイプのモニタリング手法について検討した。特に本研究では、豪雨などに起因する土砂災害の危険度とその時間変化を監視するにあたって、地盤の動き(傾斜・2地点間の相対変位)、地下水位の上昇、排水設備などのインフラの動きについて新システムを用いて現場実証実験を実施した。

2. アプリソフトを使用した計測例

本研究では、既往の計測で使用してきた光専用データロガーの部分をモバイル機器のカメラとアプリソフトで代替することにより、高価な計測機材を準備する必要がなくなるためシステム導入コストの圧倒的コストカットが期待できる。この計測手法では、光データを持ち帰った POF をカメラに映し出すことにより、それをモバイル装置内のアプリソフトで分析する。さらに、一定間隔で POF を挿入したプレートを使用することにより、その領域内を指定した数値 N で等間隔のグリッド($N \times N$)に分割して計測することで一度に複数の光を計測することが可能である。

光データの計測に際しては、各グリッド内の平均値を計測値として算出し、記録する光データは赤(R)、緑(G)、青(B)の三原色の成分とそれらの成分から算出される光強度と、色相(S)、明度(V)を加えた6項目が表示される(図-1)。

3. 実験方法

POF を用いたモニタリングでは、計測点ごとに1~2本のケーブルを使用することにより、様々な事象のセンシングが可能である(図-2)。さらに、POF は加工が容易であり多様な治具が作成可能であることや、廉価であるなどのメリットがあり、低コストで提供できるモニタリングシステム実現のためには必要不可欠な技術であると位置付けている。

本研究では現場実証実験として、神戸大学内の危険斜面地においてそれぞれ傾斜計測、変位計測、土中の水分計測、排水関連設備の健全度の計測を目的とした POF センサーを計20測点設置し、上記のアプリソフトによる計測手法を使用し、各 POF センサーから届けられる光データの計測を実施した。特に本稿では、傾斜計測を使用した傾斜計測における計測概要と実験結果を示す。

キーワード 斜面防災 POF センサー アプリソフト

連絡先 〒657-8501 兵庫神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科芥川研究室 TEL078-803-6015



図-1 アプリソフトの使用画面

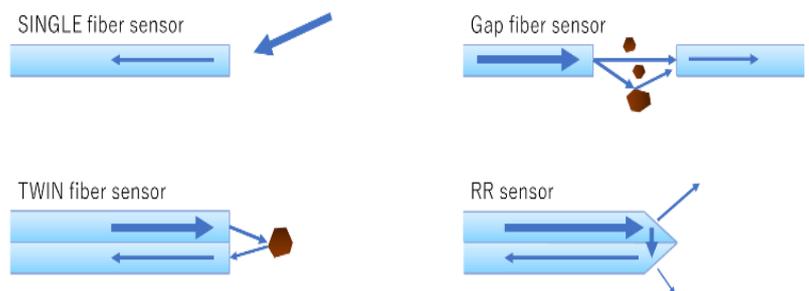


図-2 これまでに開発してきた POF センサー

実験に使用した傾斜計は、天井からワイヤーを吊り下げてその先に樹脂製の錘に繋ぎ、錘の基盤部と向かい合う面に同心円状に5色の色を配置した透過性のカラーフィルターを取りつけた。樹脂製の錘は半透明であり、自然光がカラーフィルターを透過し、基盤中心部に設置した受光用POFが受け取る。これにより、傾斜が発生した場合に受光用POFと錘部分の相対変化が発生し、透過するカラーフィルターの色が変化する仕様とした。計測装置を設置するにあたっては単管を打設し、その単管に4点で傾斜計を固定することができる固定用治具を2つ設置した。この固定用治具を使用し、下げ振り式傾斜計のカラーフィルターの中心部が基盤部の受光用POFと正対するように調整したうえで傾斜計を固定した(図-3)。

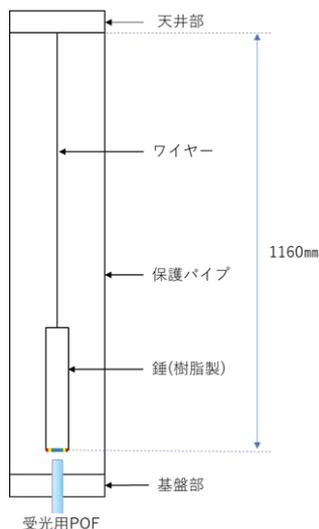


図-3 傾斜計の模式図と設置状況

本実験では2021年1月20日11時40分から同月22日17時40の間、60秒間のデータサンプリングで計測を実施した。なお、実験期間において計測装置周辺の環境を操作することにより人為的に変状を発生させている(図-4)。

| 操作名 | 時刻 | 内容 |
|-----|------------|-------------------|
| 操作① | 1/21 13:17 | 初期状態から1/300の傾斜を発生 |
| 操作② | 1/21 17:12 | 初期状態から1/150の傾斜を発生 |

図-4 実施した操作の時刻と内容

4.実験結果

計測期間における8時から17時の計測結果を図-5に示す。計測値は小刻みな変動や一日の気象変動を通じた変化はみられるものの計測開始からは一定の計測値をとった。21日13時17分と17時12分に操作を実施し、人為的に傾斜を発生させるにしたがって、計測値に変化が生じていることが確認できる。また、既往の研究から計測値の変化は、傾斜により生じる受光用POFとカラーフィルターの相対変位の理想値と概ね一致した。

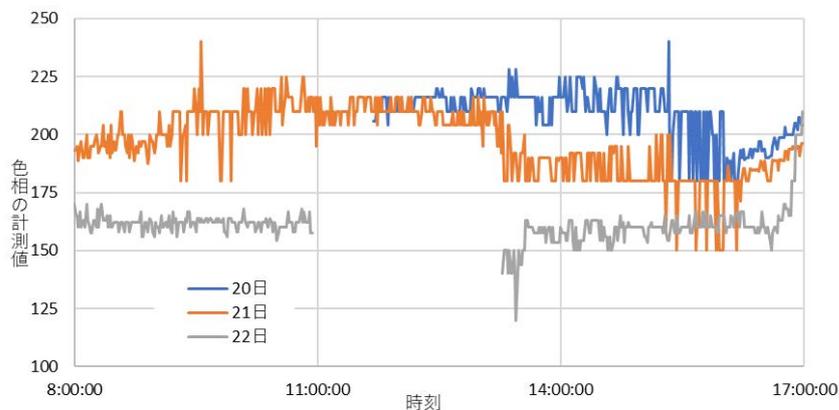


図-5 実験結果

実験期間における時刻ごとの色相の計測結果

5.おわりに

本研究では斜面防災を想定したPOFセンサーの適用の有用性について検討してきた。現場実証実験を通じてPOFセンサーを使用した計測装置とアプリソフトを導入したデバイスを使用した計測例を示した。さらに、我々を取り巻く技術環境は急速に変化しておりデバイスを用いた光データの計測における実用化やコストカットにおいて大きく進展がみられている。本研究の結果を踏まえ、実用化に向けてさらなる研究を進める予定である。

参考文献

- 1) 井上雅之：斜面防災を想定したPOFセンサーの適応に関する基礎的研究，修士論文，神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻，2021
- 2) 芥川真一・林稔・松村匡樹・土本真史：特願2020-065363，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，2020.3.