

プラスチック光ファイバーとモバイル機器を利用した斜面計測手法の基礎研究

ライト工業(株)	正会員	○杉井	良平
神戸大学	正会員	芥川	真一
神戸大学	正会員	井上	雅之
神戸大学	非会員	佐々木	拓海

1. はじめに

豪雨などに起因する斜面崩壊の危険度とその時間的変化を丁寧に監視するには、斜面の変位や地下水位の変動をモニタリングする必要がある。これらのモニタリングの低コスト化を目的として、プラスチック光ファイバー（以下、POF）とモバイル機器を利用した斜面モニタリング手法の検討¹⁾が行われている。この手法では、計測の対象となっている事象の変化を、光の変化（明度や色合い）として POF で捉え、専用アプリケーションをインストールしたモバイル機器のカメラ機能を利用し、得られた光の変化を画像解析により数値化することを基本概念としている。図-1 に POF を利用した傾斜計の例を示す。この装置では POF 1 の先端に錘を付け、これを下げ振りとし、その上端から一定の光を入射し、傾斜が発生することにより発生する POF 2 が受け取る光の変化を記録する。本稿ではこれらの手法の実現に向け、得られた明度を変位量（傾斜量）に換算することを想定して行った基礎実験の結果および、傾斜センサーの試作型を実際の斜面に設置した状況について報告する。

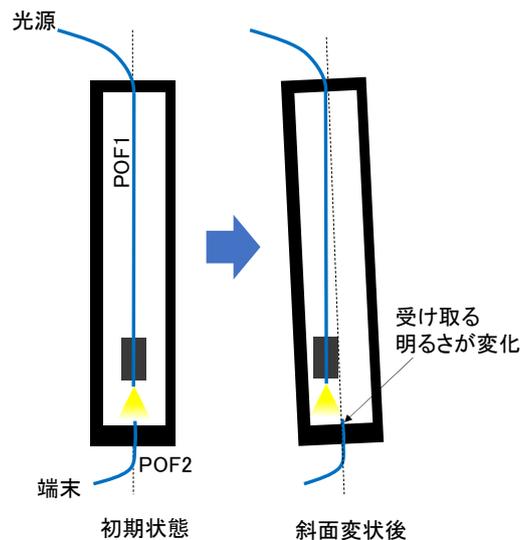


図-1 POF を利用した傾斜計の例

2. 実験方法

実験の概要図を図-2 に示す。一対の POF を用意し、1 本目の POF の片側を光源付近に固定し、2 本目の POF の片側をモバイル機器のカメラ部分に固定する。それぞれの POF のもう一端を 0.01mm 単位で変位を与えることが可能な器具を用い、向き合わせて固定する。2 本の POF が向き合って接している状態を原点とし、この位置関係を変化させた際の明度 ($RGB_{MAX} \div 255 \times 100$) の変化を計測した。図-2 に示す通り、POF 間の距離を X 軸、変位を Y 軸として取り扱った。実験①では $(X, Y) = (0, 0)$ の初期状態で得られる明度を「100」となるよう光源の光強度を調整したうえで、変位 Y を 0.5mm 間隔で明度が「0」となるまで変化させた。これを POF 間の距離 X を 0~60mm の範囲で 5mm ずつ変化させて繰り返した。実験②では POF 間の距離 X に関わらず、変位 $Y = 0$ の初期状態で得られる明度が「50」となるように光源の光強度を調整し、変位 Y を 0.05mm ずつ増加させ、明度が「0」となるまで計測を行った。これを POF 間の距離 X が 0~5mm の範囲で 1mm ずつ変化させて繰り返した。

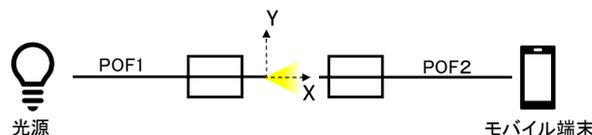
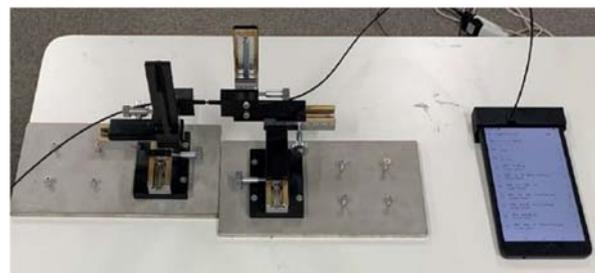


図-2 実験の概要図

キーワード 斜面, モニタリング, プラスチック光ファイバー, モバイル機器

連絡先 〒564-0063 大阪府吹田市江坂町 1-16-8 ライト工業(株)西日本支社 TEL 06-6385-3441

3. 実験結果

実験①で得られた距離 X ・変位 Y ・明度の関係を図-3 に示す. 距離 X と変位 Y の変化に応じて明度が変化していることが確認できる. 実験②で得られた各 POF 間の距離 X における明度と変位 Y の関係を図-4 に示す. 図-4 によると, 各 POF 間の距離 X における明度と変位 Y の関係は正規分布状の形状をとる傾向が認められる. 一般的に光線の強度分布は理想的正規分布に沿った放射強度を持つことが良く知られている²⁾. 実験結果から得られた明度と変位量の関係も正規分布の確率密度関数で近似され, 計測された明度から変位を算出可能であると考えられる.

4. 実際の斜面での傾斜センサーの設置例

前述した POF を利用した傾斜センサーを工事中の実際の斜面に設置した事例を示す (図-5). 設置した傾斜センサーは単管パイプを利用して作成し, 計 3 基を法肩部に打設したアンカーピンに固定している. データの記録はモバイル機器を常駐させる方法も考えられるが, 100V の電源が確保不可能な場合を想定し, 乾電池で動作可能なタイムラプスカメラにより, 集約した POF 断面を撮影し, その画像を後日, モバイル機器で読み取る方式とし現在観測中である.

5. おわりに

POF とモバイル機器を利用した斜面モニタリングを想定した基礎実験の結果と傾斜センサーの試作型を実際の斜面に設置した状況について報告した. 今後, 他のタイプのセンサーも含め, 現場での計測実験の事例を蓄積し, 提案する手法の実務性を改善していく予定である.

参考文献

- 1) 芥川真一・井上雅之・林稔・松村匡樹・土本真史: プラスチック製光ファイバーセンサーとスマートフォンアプリを用いた斜面防災モニタリングの低コスト化の実現に向けた研究, Kansai Geo-Symposium2020, 2020. 9.
- 2) A. Siegman: Lasers (Sausalito, CA: University Science Books, 1986).

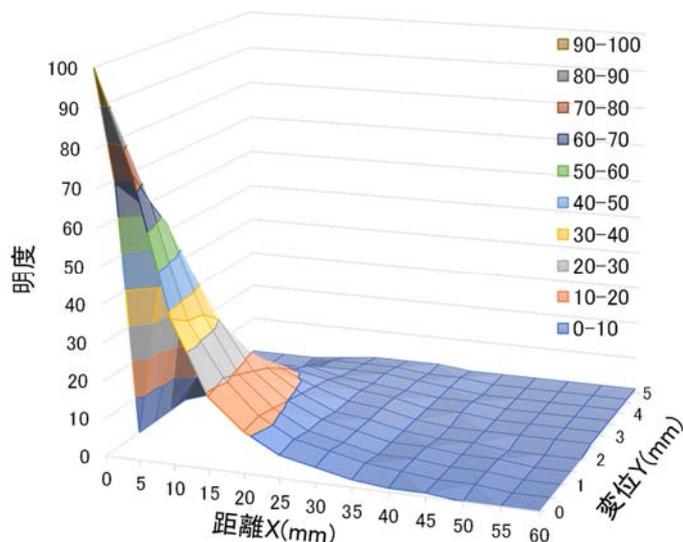


図-3 実験①の結果. 距離 X と変位 Y と明度の関係.

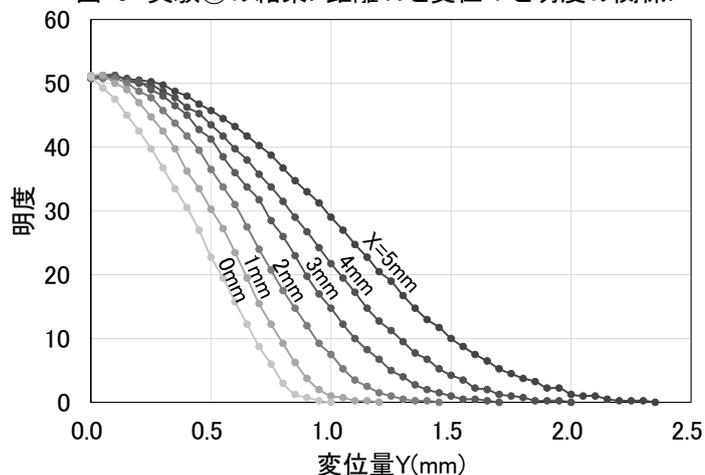


図-4 実験②の結果.

各距離 X における変位 Y と明度の関係.

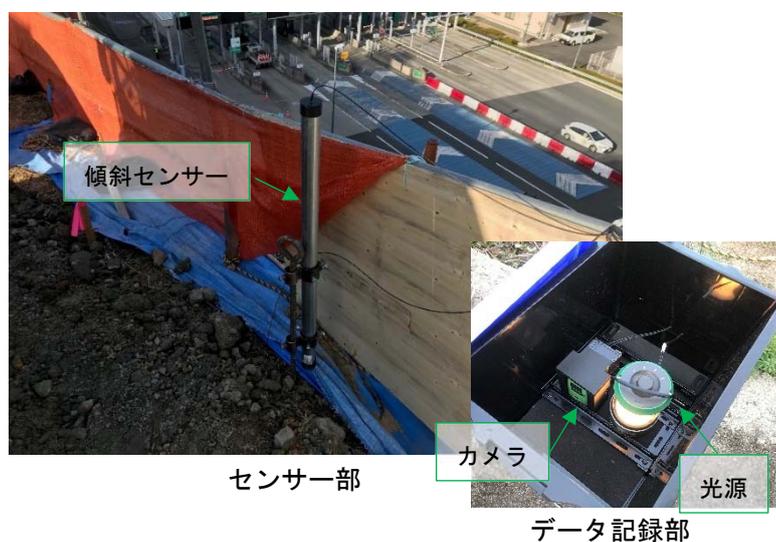


図-5 POF を利用した傾斜センサーの設置状況