

降雨に起因する土砂災害を想定した包括的モニタリングシステムに関する検討

神戸大学大学院工学研究科 正会員 ○芥川 真一

神戸大学大学院工学研究科 学生会員 中村 文哉

現在、豪雨や地震の際に地すべりや土砂崩れなどの災害を起こしかねない危険斜面が全国で数十万か所存在している。このような状況は以前から指摘されているにもかかわらず、費用不足などの問題により、リスクを低減する対策が十分になされているとは言えない。

本研究では、低コストで斜面のモニタリングを行うことを目的とし、プラスチック光ファイバー (Plastic Optic Fiber, 略称 POF) を用いて雨量計、変位計、傾斜計を作成し室内実験を行った¹⁾。

1. POF について

本研究では POF で製作したセンサが捉えた光の強さを表現するために光強度 L という値を用いる。この値は 0~255 までの値をとる赤 L_R 、青 L_B 、緑 L_G それぞれの光強度から計算される値であり、

$$L = \sqrt{L_R^2 + L_B^2 + L_G^2} \quad \text{と表され、0~422 の値をとる。}$$

また、モバイル機器のカメラを使用して、POF センサが捉えた光の変化を検出して記録する X1 というアプリを用いて実験を行った²⁾。

2. 雨量計の概要

雨量計で使用する 2 種類のセンサーについて説明する。



図.1 三角棒センサー模式図

三角棒センサーは 2 本の POF の先端にアクリル三角棒を接着した物で、接着部分での水の検知が可

能である。本実験では雨量計内の水位を計測することを目的に、光強度の初期値を 110~150 に設定し、水を検知した際は光強度が初期値から 40%程度低下する仕様とした。

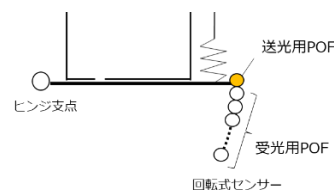


図.2 回転式センサーのイメージ図

回転式センサーは容器内の水の重量を求めることを目的に作成した。降雨により容器の重量が増加すると、ヒンジ支点を中心に板が回転するようになっていく。板の右側の先端に送光用 POF を設置し、板の回転先にあらかじめ受光用 POF を設置しておくことで板の回転と共に光が受光用 POF の 1 本目、2 本目...と順番に入っていく。受光用 POF の何本目に光が入っているかを計測することで、容器の重量を求めることができる。約 650g 重くなると、板が受光用 POF 1 本分回転する仕様とした。雨量計本体について説明する。

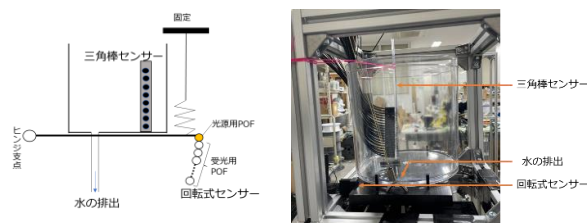


図.3 雨量計のイメージ図と実際の写真

雨量計には、三角棒センサーを容器内(内径 20cm, 高さ 20 cm)の高さ方向に 5mm 間隔で 20 本、回転式センサーとして光源用 POF を 1 本、受光用 POF を 8 本使用した。また、水の排出には市販の点滴チューブを使用し、常に排出量が 150ml/h となる様に調整

キーワード モニタリング 雨量計

連絡先 〒657-8501 兵庫県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

TEL 080-3136-2985

している。これは時間 5mm 雨量に相当する。

3. 実験内容

斜面災害が起こりうる降雨量として、60 分間積算雨量 100mm を設定する。実験方法として、60 分間積算雨量が 90mm, 100mm, 110mm の三種類の実験を行い、実験結果を比較することで 60 分間積算雨量 100mm を雨量計で測定可能であることを示す。

4. 実験結果

最初に、三角棒センサーの実験結果を示す。

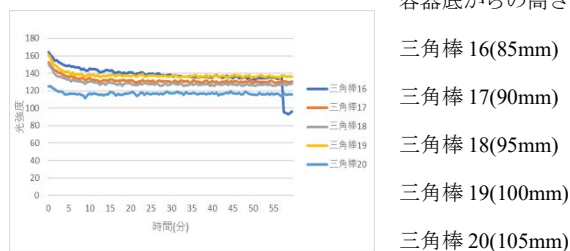


図.4 積算雨量 90mm 三角棒センサー光強度変化

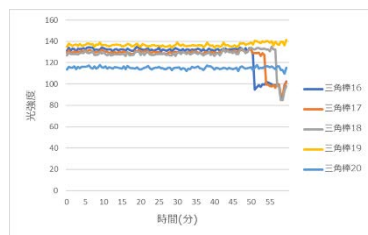


図.5 積算雨量 100mm 三角棒センサー光強度変化

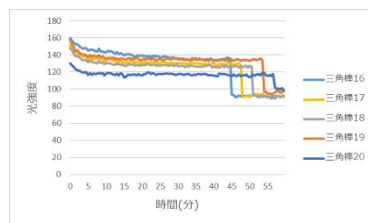


図.6 積算雨量 110mm 三角棒センサー光強度変化

各グラフにおいて、三角棒 1～15 の結果を省いて記したが 15 本全て光強度の低下を確認している。実験結果として、積算雨量 100mm の場合は三角棒センサーの 18 本目が反応済み、19 本目以降が未反応であることから、容器内の水位が 95 mm～100mm の間であると判断できる。また、3 つの実験結果を比較して積算雨量 10mm の差を正確に測定できて

いることが確認できた。

次に回転式センサーの実験結果を以下に示す。

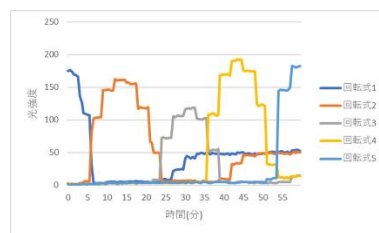


図.7 積算雨量 90mm 回転式センサー光強度変化

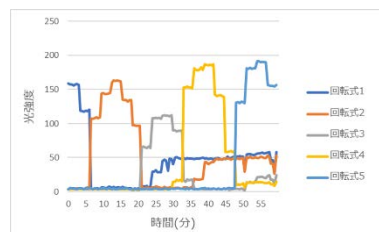


図.8 積算雨量 100mm 回転式センサー光強度変化

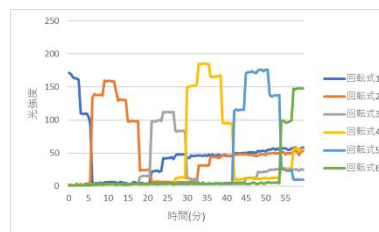


図.9 積算雨量 110mm 回転式センサー光強度変化

実験結果は、積算雨量 100mm の場合は回転式センサーの 5 本目がほとんど反応し終わっていたことから、容器内に 2900g 程度の水が入っていると判断できる。また、3 つの実験結果を比較して積算雨量 10mm の差を正確に測定できていることが確認できた。

5. 結論

雨量計に関しては、斜面災害を想定した積算雨量 100mm の雨が測定可能であると分かった。変位計と傾斜計に関しては、説明を文字数の都合上省略したが、室内実験の結果から、作成したこれらの装置が斜面のモニタリングに有効であることが分かった。今後は実運用を想定して、太陽光や風などの影響を最小限に抑えるため、装置の改良に取り組んでいきたいと考えている。

参考文献

- 1) 中村文哉：降雨に起因する土砂災害を想定した包括的モニタリングシステムに関する検討，卒業論文，神戸大学市民工学科，2023
- 2) 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-Symposium，地盤工学会関西支部，vol.8, pp.209-214, 2020.11