

POF センサーとレーザー光を利用したモニタリングに関する研究

神戸大学大学院工学研究科 学生会員 ○荒瀬 航
 ライト工業㈱ 正会員 杉井 良平
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 芥川 真一

我が国の社会資本は高度経済成長期に集中的に整備され、これから急速に老朽化が進むことが懸念される。その中でいかに効率的に維持管理・更新を行っていくかが問われている。本研究では低コストであるプラスチック光ファイバー(plastic optic fiber, 略称 POF)に注目し、モバイル機器のアプリソフトを用いたモニタリング計測システムについて検討した。

1. 画像処理アプリ導入による、面計測の可能性

今まで POF を用いた計測では、POF の先端でセンシングする点計測、POF の側面でセンシングする線計測¹⁾が光データロガーを用いて行われてきた。画像処理アプリの導入により、費用が抑えられ、多数の点計測が可能となる。多点計測が可能になることで、斜面等の形状変化を面で捉えることができる。また、モバイル機器を用いることにより、現場での計測が容易となる。

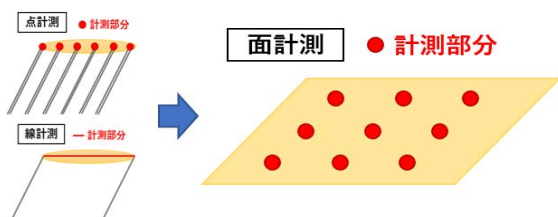


図1 点計測，線計測，面計測の模式図

2. 本研究で用いる画像処理アプリについて

近年のモバイル機器はほとんどの機種で小型カメラが内蔵されている。光情報を持った POF センサーを直接カメラに当てることにより、モバイル装置内のアプリソフト²⁾により分析することが可能となる。

本研究で用いた画像処理ソフトでは、カメラが捉えた画像の中心部分で認識している光成分を平均することで、POF で捉えた光データとして記録する。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。なお(R)、(G)、(B)の値は0~255の値、光強度は0~441.6の値、色相(H)は0~360の値、色相(H)は0~360の値、明度

キーワード 光強度，面計測，モニタリング

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 TEL080-3136-2985

(V)は0~100の値をとる。

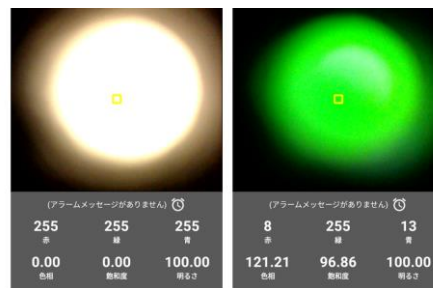


写真1 使用時のデバイス画面

3. レーザー光の光強度の測定

・暗闇条件下でのレーザー光の光強度の計測
 水平ライン照射するグリーンレーザーGLZ-3のレーザー光の光強度を計測した。POFをカメラの中央部に繋ぎ、レーザー光に対し2mmずつ上下方向に動かし、それぞれの変位の緑の光強度(G)の値を計測した。レーザー光源と計測地点との距離10m, 20m, 30m, 40m, 50m, 75m, 100mとし、レーザー光以外の光が影響しない室内、夜間に実験を行った。

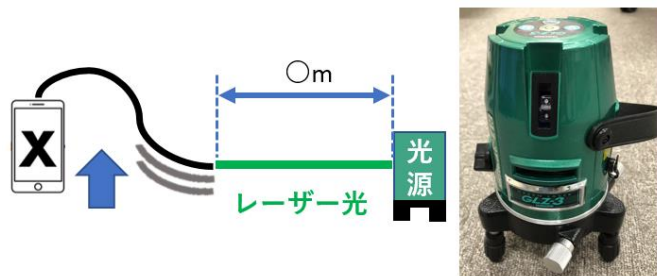


図2 実験の概略図とレーザー光源

実験の結果は以下の図のようになった。どの距離のグラフも左右対称となり中央で最大となっている。

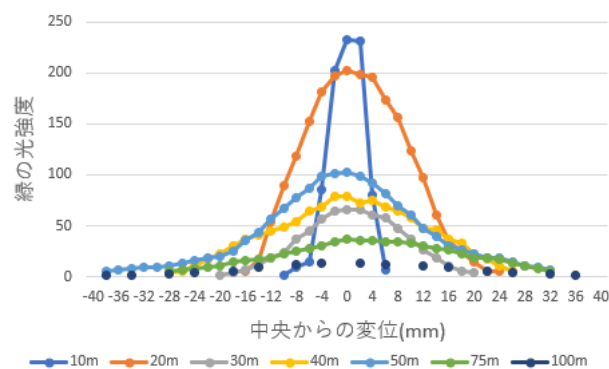


図3 計測結果

図3の計測結果を、光強度最大値、レーザー光の幅と計測距離の関係にまとめたものが下のグラフである。理論値であれば、両グラフ共に一直線のグラフとなるはずである。しかし一直線のグラフにならなかったのは、POFを手動で上下動かしたことで、POFが傾いたことで水平の光を正確に拾わなかったことが原因であると考えられる。

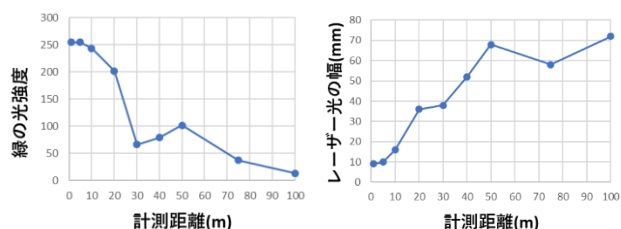


図4 光強度最大値と計測距離の関係(左)

レーザー光の幅と計測距離の関係(右)

・日中でのレーザー光の光強度の計測

続いてレーザー光の計測を、日中行うことができるか以下の実験で確かめた。日向/日陰のもとで、POFをモバイル機器に繋ぎ、一定の間隔(10秒)でレーザー光源部分に遮光し計測を行った。

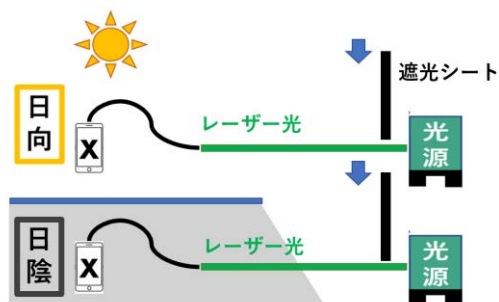


図5 実験の概略図

図6は、日向のもと、計測距離1mで計測した結果である。光強度の値は、レーザー光の遮光の有無に関わらず一定値255をとっており、上限値を超えていることが分かる。図7は、日陰のもと、計測距離1m/20mで計測した結果である。計測距離1mでは、レーザー光源との距離が近く、レーザー光の影響を強く受けている。しかし、計測距離が20mとなると光強度の変化量が減少した。日中でのレーザー

光の計測では、光強度の変化量が微小であり、光強度の値から変位を読み取ることは厳しい。

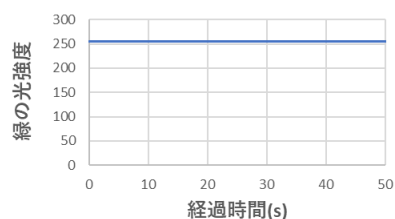


図6 計測結果(計測距離1m/日向)

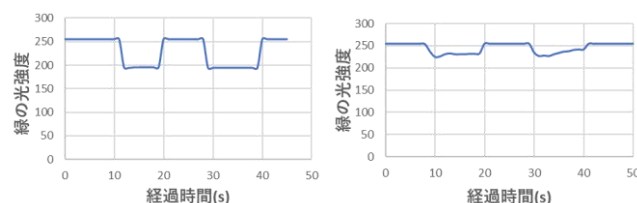


図7 計測結果(計測距離1m/日陰)(左)

計測結果(計測距離20m/日向)(右)

3. 結論

以上の実験より、暗闇条件下であれば、光強度の値で微小なズレを検知することが可能であることが分かった。しかし、図4のとおり正確なデータとは言えず、現場での使用を考えると、距離と中央部からの変位と光強度の関係式を正確に導出する必要がある。正確なデータを取ることができなかつたのは、手動でmm単位を動かしていたのが原因であると考えられる。したがって、手動部分を機械のモーターを使用することにより解決を試みている。現在、0.1mm/sの速度で計測部分が上下に移動する装置の製作に取り掛かっている。装置により試行回数を増やすことができ、より正確なデータの取得が可能となる。

地形の変状を確認したい場所に、光源とレーザー光の光強度を計測するPOFを設置することで、mm単位のズレの検知が期待される。既存の変位計測システムに比べコストが抑えられ、幅広い現場の利用につながる。現場での実験を重ねることで、これらのモニタリングシステムの完成を現実的なものにしていきたい。

参考文献

- 1) 荒瀬航, 芥川真一, 畦本雅宏: プラスチック製光ファイバーを用いた線計測の可能性に関する研究, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会, 2020.9.
- 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, 2020.