

## 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

神戸大学大学院工学研究科 学生会員 ○荒瀬 航  
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 芥川 真一  
 株式会社 レーザック 非会員 畦本 雅宏

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、POFの側面で状態変化(媒質, 光量, 色相)をセンシングする基礎実験を行い、POFを用いた線計測の可能性について検討した。

### 1. 線計測で広がる可能性について

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が行われてきたが、POFの側面で状態変化が計測可能となれば、図1のように広範囲を計測する際に一本のPOFで済みコストカットにつながる。水などの媒質変化を検知可能であればダム等の水位の把握、光の量の変化を検知可能であれば道路の摩耗、盛り土での土砂崩れ、色相の変化が検知可能であれば、錆の検知や構造物のズレ等が分かり、あらゆる方面での活用が期待できる。

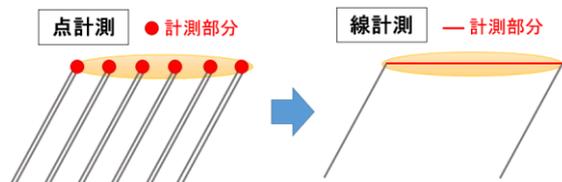


図1 POFセンサーを用いた点計測と線計測の模式図

### 2. センシング方法と本研究で用いるPOFセンサー

LS<sup>3</sup>/digital 光データロガーを用いてPOFセンサーからの光強度を計測し、光強度の変化で状態の変化を捉える。光強度はセンサーがとらえた光の3原色の基本強度をR(Red), G(Green), B(Blue)から、  
 $(\text{光強度}) = \sqrt{R^2 + G^2 + B^2}$  と表せる。

本研究では、コイル状POFセンサー、波線状POFセンサー、側面発光ファイバーを用いてそれぞれ実験を行う。コイル状POFセンサーと波線状POFセンサーはTORAY社製の光ファイバーを変形させたものであり、側面発光ファイバーは、TORAY社製のPS-

キーワード 光強度, 線計測, センシング

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

1000を使用した。一定の方向からの光が入射し、一定の方向に光を放出する特性をもつ。

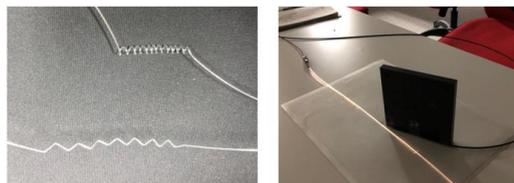


写真1 実際を使用したコイル状POFセンサー(左上) 波線状POFセンサー(左下), 側面発光ファイバー(右)

### 3. 状態変化の基礎実験

状態変化の基礎実験として、媒質変化, 光量変化, 色相変化の3つの実験を行う。

#### ・媒質変化の基礎実験

空気から水への媒質変化を、コイル状POFセンサーと波線状POFセンサーを用いて線計測可能か調べる。計測開始より30秒経過時点でセンサー部を水に浸し、50秒(60秒)経過時点でセンサー部を水からとります。結果は図2, 図3のとおりである。どちらも計測値に変化があり、波線状POFセンサーは光強度の値が小さいが感度良く反応した。

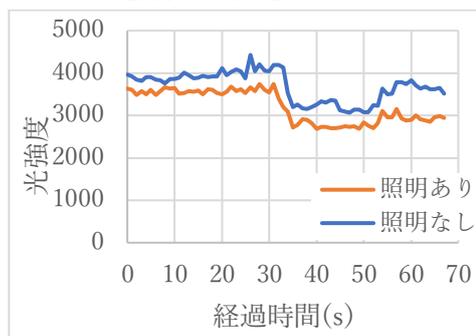


図2 コイル状POFセンサーの実験結果

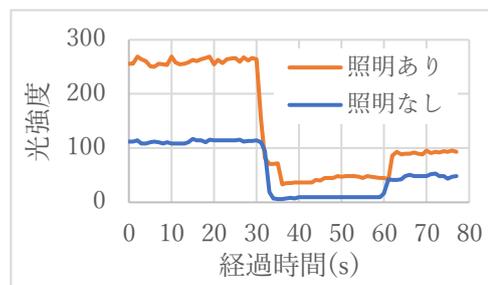


図3 波線状POFセンサーの実験結果

### ・光量変化の基礎実験

日光の良く当たる場所に、側面発光ファイバーと直接日光を計測する通常の光ファイバーを設置し、2020年1月15日10:43:02から15:00:17の約4時間光強度を測定した。図4は実験結果の値であり、直接日光を計測した値を6.84で除すことで側面発光ファイバーと直接日光を測定したファイバーの計測値がほとんど同じ値をとった。片方のみが陰に入ってしまうと計測値が大きく異なる場所もあるので、設置位置に注意が必要である。実験結果から側面発光ファイバーで光強度の変化を計測することが可能である。

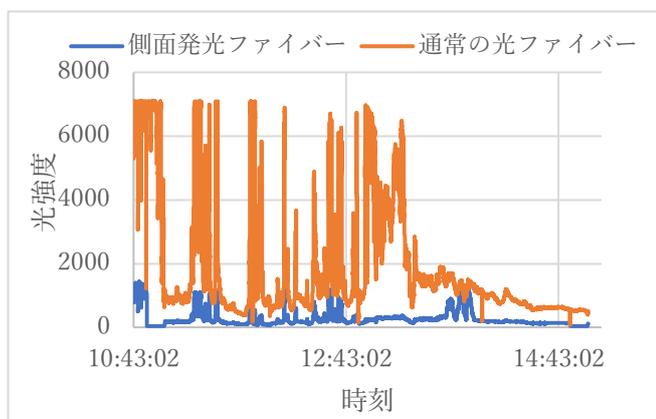


図4 計測結果

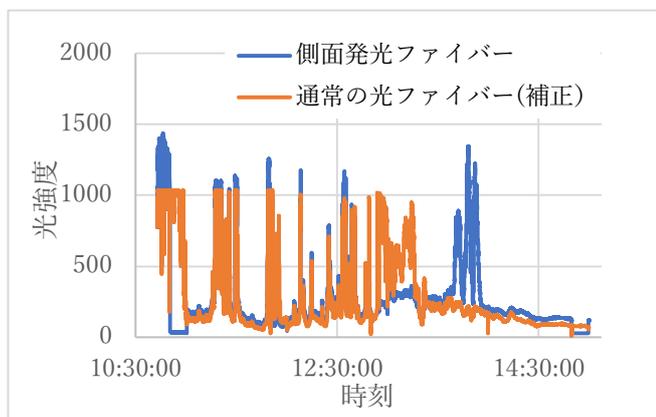


図5 計測値を補正した実験結果

### ・色相の基礎実験

側面発光ファイバーを用いて色相の変化を調べた。色相とは、色の様相の相違のことであり、色の評価方法は図6の色相スケールを用いる。実験は図7のようにカラーシートをずらすことで色相の変化を計測する。

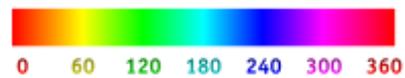


図6 色相スケール

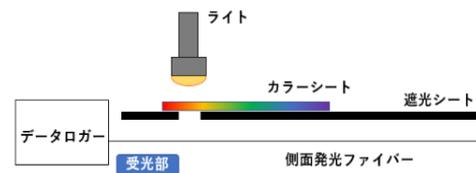


図7 実験の模式図

実験結果は図8のようになった。カラーシートを手動でずらしたので傾きは一定ではないが、計測値が単純増加、単純減少していることより側面発光ファイバーで色相の変化は計測可能である。

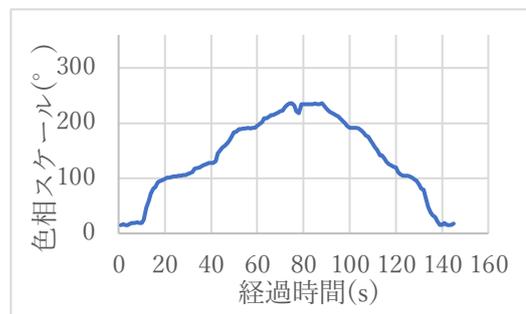


図8 色相の実験結果

### 3. 結論

以上の実験より、コイル状POFセンサーと波線状POFセンサーでは、媒質変化の検知が可能であり、側面発光ファイバーは光量変化と色相変化の検知が可能であった。一本のPOFセンサーで全ての状態変化を検知するのは難しいが、それぞれのPOFセンサーを組み合わせることで様々な環境の変化を線で検知することが可能であることが分かった。

線計測における課題もいくつか見つかった。光強度が一定値をとることがなく、絶えず細かく変化してしまい、微小な変化の検知が難しい。その原因を突き止め補正することでより精度の高い計測が可能となる。また今回用いたPOFセンサーの長さは3mであり、実際に現場で使用することを考えると長さによるセンサーの感度について研究する必要がある。

これらのことを考慮し、今後はモニタリングシステムの完成を現実的なものとしていきたい。

### 参考文献

- 1) 荒瀬 航：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基礎的研究，卒業論文，神戸大学市民工学科，2020