

透明な板を有効利用した流体検知に関する基礎的研究

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 ○千葉 敬太

近年、公共事業やその他の土木工事における品質確保の必要性が高まりつつある。その中で、トンネル施工や構造物建設の際にコンクリートの充填不足からなる強度低下により、後の老朽化・事故に直結するおそれがある。それゆえ不可視領域に関しては工事中の随時モニタリングを行うことにより、後の不良事故が発生しないようにすることが必要である。

本研究ではプラスチック光ファイバー(Plastic Optic Fiber, 略称 POF)を用いた低コストセンサと透明な板を有効利用した流体検知について、基礎実験を行ったのでその概要を報告する¹⁾。

1. POF について

本研究では Light Intensity : L という値を用いて POF センサーが捉えた光データを分析する。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 Light Intensity から計算される値であり、 $L = \sqrt{L_R^2 + L_B^2 + L_G^2}$ と表され、0~441 の値をとる。また、モバイル機器のカメラを使用して、光ファイバー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. 使用した POF センサーの概要と結果

以前までは RR センサー (POF の先端を 45 度に加工し背中合わせに 2 本を接着したもので、水の検知を可能とするもの) を直接水に触れさせることで水の検知を行ってきた。今回の実験では、その RR センサーを応用した RR/V センサーと RR/cp センサーを用いて、アクリル板の内側から間接的に水分の検知が可能かを確認する。

① RR センサー

光源側 POF と受光側 POF を先端が 45°に切られ

ているプラスチック製のキャップに挿し込み作成する。このセンサーの先端に水が付着すると Light Intensity が低下するという特徴から水の検知に用いることができるものである。

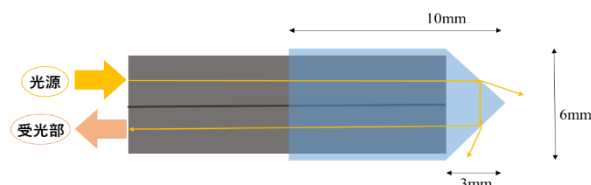


図1 RR センサー模式図

② RR/V センサー

2本のPOFを90°の角度に設置してその前にアクリル板を置く。送光用POFから出た光はアクリル板に入る際にその境界で屈折を起こす。その後アクリル板に入った光は外部との境界で反射光と透過光に分かれ、その部分に水が来た場合に屈折率の関係から反射光が少なくなり、Light Intensity が低下するという仕組みである。

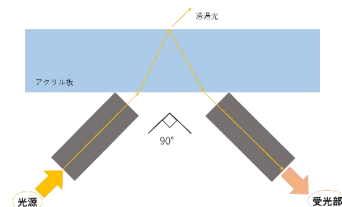


図2 RR/V センサー模式図

Auto CAD を用いて、POF とアクリル板の隙間に接着剤を充填させた場合の受光部に最も多くの光が届く距離を計算したところ、POF の中心間距離が 11.5mm という結果が出た。

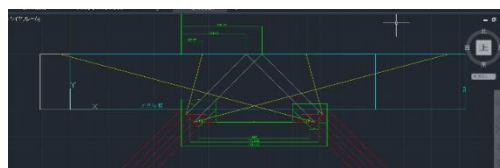


図3 POF の中心間距離を求めた様子

キーワード 流体検知 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

・実験概要と結果

1 回目は初期位置から 46~64(mm)の 18mm の範囲で水に反応し、2 回目は 44~66(mm)の 22mm の範囲で反応し、間接的に水分の検知が可能であることを確認した(図 5)。

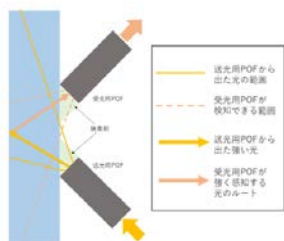


図4 実験の様子

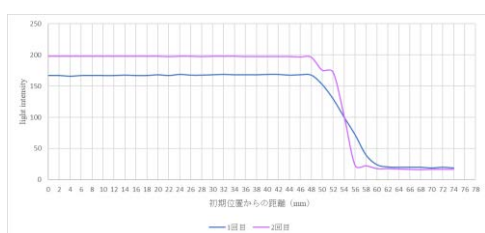


図5 初期位置からの距離と Light Intensity

③ RR/cp (carved plate の意味) センサー

アクリル板の表面を 90°の角度で削り溝を 2 本平行に作り、反対面に POF を 2 つ接着することで RR センサー同様の役割を果たすかどうかを確認する。

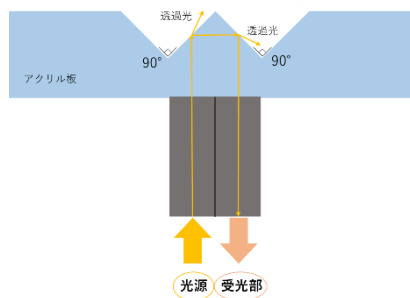


図6 RR/cp センサー模式図

以下に実験の様子断面模式図（図 7）とその結果（図 8）を示す。

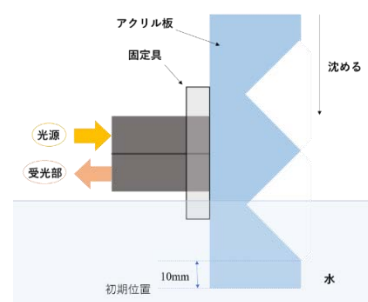


図7 RR/cp センサーを水に沈める様子
断面模式図

1 回目と 2 回目で反応範囲に差はあるものも、両方とも POF を固定した高さのセンシング部分に水が触れた際に Light Intensity が低下していることが確認できる。

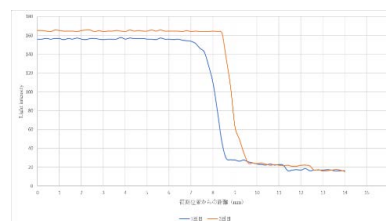


図8 初期位置からの距離と Light Intensity

3. 結論

今回行った実験により、RR/V センサーと RR/cp センサーが水の検知に有効であると判明した。これまでは水を検知する際、POF センサーの端部を直接水に接触させる必要があったが、アクリル板の内側に POF を設置することで外側から間接的に水の検知が可能であることを確認することができ、センサー設置部に強い外力がかかることが想定されるような場面においては、センサー部を保護する意味からメリットがあることが確認できた。

参考文献

- 1) 杉山紗也乃：地盤改良工事の品質管理を目的としたモニタリング技術に関する基礎的研究，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