

光ファイバで地盤材料に生じる変状をセンシングする際に用いる 光ファイバの連結・分岐方法の検討

神戸大学 学生会員 ○深田 哲平
神戸大学 学生会員 西尾 彰宣
神戸大学 正会員 芥川 真一

1. はじめに

日本では、気候的特徴などから土砂災害が非常に多く、毎年経済的被害や人的被害も大きい。さらに、近年ではインフラが老朽化し、それに伴う事故が懸念されている。これらのことから地盤の変状などをセンシングすることが重要であることがいえる。計測技術では光ファイバにより光の状態をセンシングするシステムが開発され実用化に向けて検討が進められている^{1),2)}。

そこで、地盤の変状などをセンシングする手法として光ファイバによるセンシング技術に着目し、観測点の増加などのセンシングを効率化するために光ファイバを連結・分岐させる方法について検討した。

2. センサの概要

図-1にプラスチック製光ファイバセンサによる計測の概要を示す。センサは2芯の光ファイバで構成され、物体表面で反射する光の強さを測定することでセンシング部の状態変化を確認する技術である。

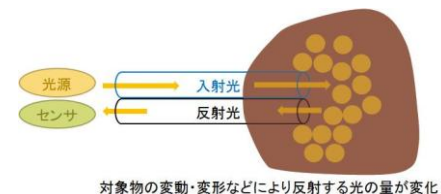


図-1 光ファイバによる計測の概要

計測方法は照射用の光ファイバに光を与えることで先端から放射される光が周辺の物体表面で反射し、受光用の光ファイバを通して光の情報（光強度の変化）を読み取ることで状態の変化を検知する。

3. 連結・分岐方法の検討

1) 連結・分岐の概要

光ファイバ（直径 1mm）の連結のイメージは図-2に示す。素線を剥き出しにした2本の光ファイバを内径 2mm のパイプに途中まで挿入し、その反対側から素線先端を溶かし、直径約 2mm に加工した光ファイバを挿入し接着させる。連結部は外光を遮断する為に黒いパイプで覆った。

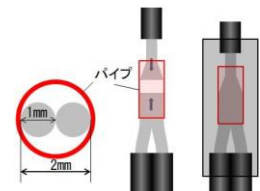


図-2 連結・分岐のイメージ

2) 連結による光の損失

光ファイバの連結部では多くの光の損失が予想される。そのため、損失量を調べたところ1回連結する度に約 65%の光を損失する事が分かった。光ファイバを用いたセンシングでは光の強度の変化を読み取るため、あまり多く連結・分岐させることはできないという事が考えられる。

4. 連結・分岐させた光ファイバを用いた実験

1) 実験概要

実験にはセンサを8個用いるため、3回連結・分岐させた光ファイバを合計8セット用意した。1つのセンサあたり8つの観測点であり、合計64観測点をセンシングする。実際に用いた光ファイバのイメージを図-3に示す。

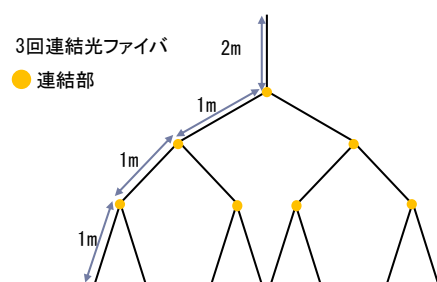


図-3 実験に用いた光ファイバネットワーク

キーワード 光ファイバ、光ファイバの連結・分岐、センシング

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学 TEL:078-803-6015 FAX:078-803-6069

斜面に図-4 に示したように土を盛り、その盛土および基礎地盤をブロック分けし、①のところにセンサ 1 につないだ連結・分岐光ファイバを 1 セット設置し、同様に②、③というように光ファイバを設置した。なお、④と⑦の間にホースを挿入した。

連結・分岐光ファイバを設置した盛土に様々な変状を与え、光強度の変化と実際の変状を比較しながら相関がとれているかなどを調べ、連結・分岐光ファイバが実用可能であることを検証した。

実験で行った簡単なフローを図-5 に示す。

2) 実験結果

水注入後の結果を図-6 に示す。水注入前でほとんどのセンサが安定した光強度を示していないことがわかり、水注入後の変動が水によるものかが非常に判断しづらくなっている。水増加後は全体的に変動が激しくなっており、土全体に水が浸透したということが考えられる。実験後約 2100 秒後に水

の浸透による盛土の破壊が見られ(写真-1)、その際に破壊箇所付近に設置したサンプル(No.8)に変化が見られ、相関がとれていることが確認できた。



写真-1 水による破壊

盛土破壊から実験終了までの結果を図-7 に示す。右半分を破壊した時と左半分を破壊した時で上部に設置したサンプル(No.7、No.8)が大きく変動しており、相関していることがわかる。破壊後には水の通り道が変わっていることが確認できた(写真-2)。そして破壊後に No.4 の光強度のみ大きく上昇していることから、水は No.4 のブロックを通過していたということが考えられる。



写真-2 破壊後の水

5. まとめ

連結・分岐させた光ファイバを用いた実験では、破壊と光強度の変動が相関していることから、光ファイバを連結・分岐させることは不可能ではないということ、空間的により広い領域でセンシングすることが可能であると考えられる。今回の連結・分岐の方法では光の損失率 65%と大きい値であり、実用化するには他に精度のよい連結・分岐方法の開発が必要である。

【参考文献】

- 1) 松本他:粒状体に生じる諸変状を光の強度変化としてモニタリングするための基礎的実験、地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム 2012 論文集、平成 24 年 11 月
- 2) 特許出願 PCT/JP2012/000971:自然および人工構造物変状検知装置



図-4 実験の盛土

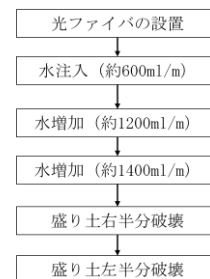


図-5 実験のフロー

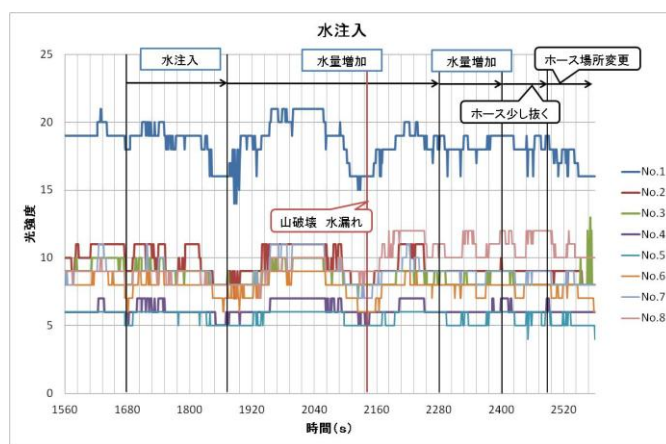


図-6 水注入後の結果

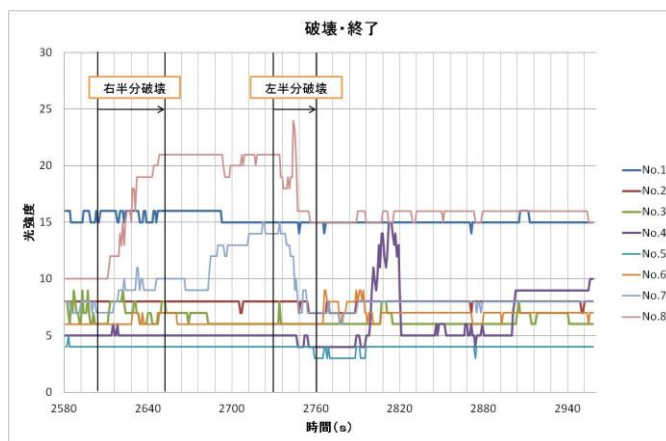


図-7 破壊から終了までの結果