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の合理的挿入型装置の開発

神戸大学　学生会員　折原　竜太
正会員　西尾　彰宣
正会員　芥川　真一

1.はじめに

既存の計測装置の一つである LS^3/digital とは, 光ファイバを用いて観測点の変状をリアルタイムにモニタリング出来る. [1)、2)]

これまでの成果として低コストで広範囲な計測装置として相対変位, 物質の有無, 浸透水の移動などが測定可能であることが分かっている。しかし既往の設置方法においては, 現状, 測定部の光ファイバを直接埋める, または水中などであればそのまま挿入する等であり, 埋めることが困難な場所や埋める為に穴を掘ることで周囲の土の状況が変化してしまうといった問題点もある.

そこでパイプの中に光ファイバを入れ, セメントで固定, 保護する方法について検討する。これを用いて新しい設置方法である挿入式設置方法で地盤の浸透や地下水の有無などを観測出来るようになることを目指す. これにより時間や労力の削減, さまざまな場所での適用することが可能になり, モニタリングの効率化が考えられる.

2.センサの概要

図-1 に光ファイバセンサによる概要を示す。センサは2芯のプラスチック製光ファイバ(直径 1mm、コーティングを含めば全体で幅 4mm 程度)で構成され, 物体の表面における反射による光の強さを測定することでセンシング部の状態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, 受光用のファイバを通して光の情報(光強度の変化)を光センサで読み取ることで状態の変化(土粒子、地下水の動きなど)を検知する。

３．パイプを用いた挿入による斜面実験

1)実験概要

実験に用いた挿入を容易にするための装置を図-2 に示す。ここでは長さ 1m のパイプ（外径 19㎜、内径 17㎜）の側面に 8 箇所の穴をあけ、それぞれの穴に光ファイバの先端がくるようにしている。写真-2 のようにもとの斜面にある程度の高さまで土を盛る. その状態においてパイプを挿入により設置する. 図-3 の実験の概要図のように測定部の下から 3 箇所目がギリギリ埋まるぐらいまで挿入した. その後ホースの先端約 10cm 程度を盛った土の中央に設置した. 図-3 の概要図には高さと縦幅しか示していないが, 横幅は 120cm, 斜面の長さは 100cm である. その後ホースから水の注入を行う. その間鉄パイプの方にある測定部

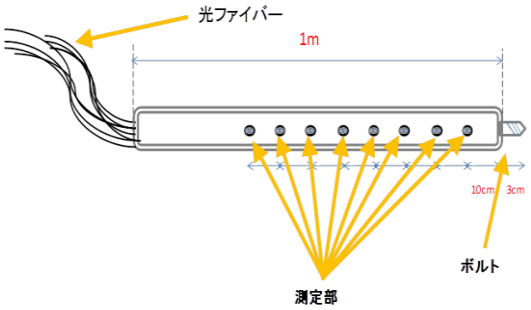

図-2 装置概要

写真-1 光ファイバ付きパイプ（測定部 8 箇所）

CH2~CH4 は測定し続けている. 実験中の細かい事象やアクションなどは計測結果の図に記載する.

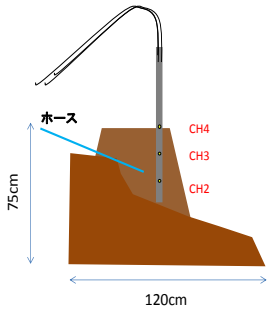

図-3 概要図

写真-2 斜面の様子

2) 実験結果

崩壊までの斜面中の CH2~CH4 のモニタリングの結果を図-4, 図-5 に示す. 最初の強度の乱れはパイプの設置によるものである. 6 回に分けてホースから水を注入して崩壊までの反応を見る. 最初の 3 回の注入ではあまり変化は見られないが, 4 回目, 5 回目の注入時においてホースの設置場所に近い CH2 が反応を示した. さらに 6 回目の注入時では CH2~CH4 すべてが反応を示し, その後崩壊に達した.

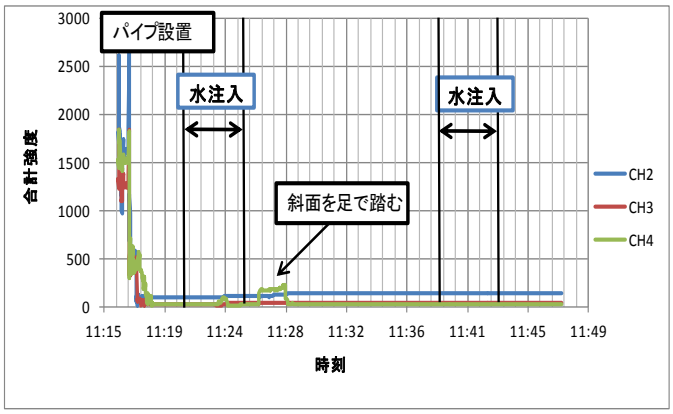

図-4 No.1 計測結果

4. まとめ

パイプによる挿入式設置においてもセンサの有用性を確認できた. 今後比較的堅い地盤におけるパイプの設置方法の考案とその場合においても測定部である光ファイバ先端が損傷せず土粒子の変状や浸透水の到達を捉える事が出来るような方法を考える必要がある.

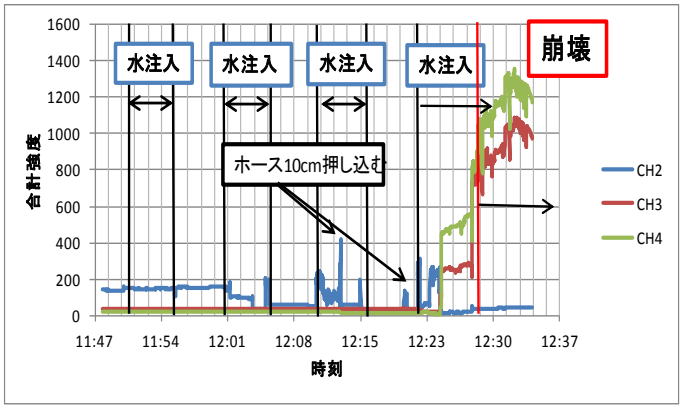

図-5 No.2 計測結果

参考文献

1) 松本優平, 西尾彰宣, 町島祐一, 高橋厚志, 芥川真一：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, 2012

2) 特許出願 PCT/JP2012/000971：自然および人工構造物変状検知装置