

光ファイバセンサ（FBG）による法面監視システム

NTT アドバンステクノロジ（株）* 正会員 ○菅井栄一 吉田幸司
 （株）東京測器研究所** 青木 徹 正会員 山賀一徳
 （株）東亜測器** 正会員 遠藤太嘉志 正会員 西村好恵

1．はじめに

防災対策上、監視が必要な地すべり・岩盤などの斜面の危険性が高い場合、その発生箇所と規模を早期に検知することは、斜面の致命的な崩壊による災害を未然に防ぐことへとつながる。近年こうした監視に光ファイバセンサが注目されている。光ファイバセンサは光ファイバが低損失であるため数十 km におよぶ長距離監視性に優れ、無誘導（電磁ノイズの影響なし）、電気的絶縁不良がない、長期安定性が望める等が特長である。このなかでファイバブラッググレーティング（Fiber Bragg Grating、以下 FBG）¹⁾は、1本の光ファイバに複数点のセンサを設けることが可能であり、感度もひずみゲージと同等（1 μ ひずみ）に²⁾検出可能である。

ここでは光ファイバセンサとして FBG を活用した土木変換器を開発し、これを国道 49 号（福島県いわき市三和町）の法面監視地域に適用し実験を行った。本稿では試作した土木変換器、計測の概要について報告する。

2．FBG を活用した土木変換器

今回 FBG を活用し開発した土木変換器を表 1 に示す。FBG 伸縮計（図 1）はいわゆる変位計で、バネを利用して変位量を力に変換し FBG に張力を与えるもので、ここでは FBG 自体が有する温度依存性を打ち消すよう工夫が施されている。FBG 伸縮計は地表にポールを立て、その間にインバー線を介して設置することで地表変位を測ることができる。FBG パイプひずみ計は従来のひずみゲージを用いたものと同様にアルミパイプの表面の両側に FBG を貼りつけた簡単な構造で、これは地中変位を計測する。FBG 水位計は水位の変化に伴う水压変化によって受圧部の動きが FBG の伸縮に変換されるしくみであり、地下水位を計測する。また FBG 温度計は FBG の温度依存性を利用した温度計であり現場の気温を計測する。FBG 雨量計は転倒ます型の雨量計で 0.5mm の降雨によって内部の転倒ますが倒れ、パルス出力が出力されるしくみとなっており、現場の降水量を計測し基礎データとする。以上の土木変換器は延長用の光ファイバケーブルと光コネクタあるいは光ファイバ融着接続が可能で、直列で接続されている。



図 1 (上)FBG 伸縮計,(下)FBG 水位計

表 1 FBG を用いた土木変換器

変換器名称	適用	容量	感度	備考
FBG 伸縮計	地すべり変位	300mm	0.1mm	温度補償機能付含
FBG パイプひずみ計	地中ひずみ（変位）	2000 μ ひずみ	1 μ ひずみ	
FBG 水位計	水位（地下水位）	10m	2.5mm	温度補償機能付
FBG 温度計	温度（気温）	-40 ~ +80	0.1	
FBG 雨量計	雨量	-	0.5mm	転倒ます型

キーワード：光ファイバ、FBG、土木変換器、法面監視、地すべり

連絡先 *〒181-0013 東京都三鷹市下連雀 3-35-1 ネオシティ三鷹ビル 14F

**〒140-8560 東京都品川区南大井 6-8-2

***〒220-0051 横浜市西区中央 1-27-13 吉村ビル

TEL0422-47-7701 FAX0422-47-7703

TEL03-3763-5611 FAX 03-3763-5708

TEL045-321-1653 FAX045-321-1652

3．FBG 土木変換器による監視システム

前記 FBG 土木変換器を用いた監視システムを図 2 示す。FBG 伸縮計、FBG パイプひずみ計、FBG 水位計、FBG 温度計および FBG 雨量計は 4 ～ 6 点直列に接続し、現場から現地測定小屋まで光ファイバケーブルで接続した。測定小屋には測定器機器として FBG からの光信号(反射波長)を読みとる光ファイバひずみ測定システム(FBG-IS)、ラインの切り替えを行う光スイッチ、長距離監視用に光信号を増幅させるための高出力光源を設置した。データは計測パソコンに記録され、一般回線を用いて管理事務所へと転送され遠隔で計測が行われるしくみとなっている。

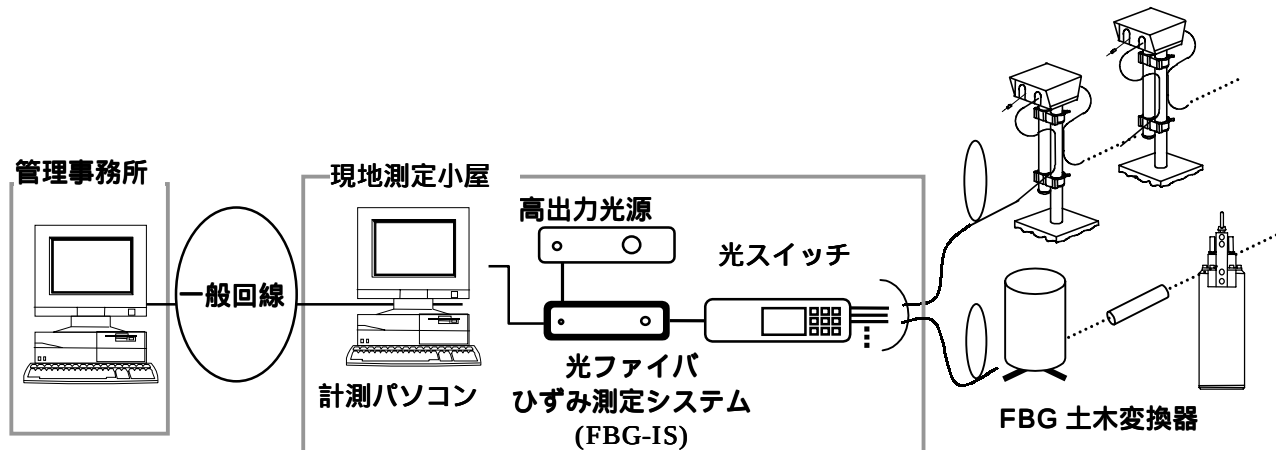


図 2 FBG 土木変換器を用いた監視システム

4．現場計測の概要

今回、法面の監視のために試験導入したのは福島県いわき市三和町の国道 49 号上である。当地区は南西向きの斜面で、対象斜面の大部分は急崖斜面となっており各所に地すべりが起きた兆候がある。前記の FBG 土木変換器を電気的な従来の土木変換器と同様の施工方法で設置を行い計測を行った。計測開始した当時のデータを図 3 に示す。図には地表面変位、地下水位、気温および雨量データを掲載した。計測開始直後であるため大きな値の変動はないが、いずれのデータも安定した計測が可能であることがわかった。

5．まとめ

以上から、FBG を活用した多種の土木変換器を用いて光ファイバ法面監視システムを確立できたことを示した。

今後は、電気的な従来型土木変換器との比較検証を行い、また長期安定性を確認し実用化を図る予定である。

6. 謝辞

日頃ご指導いただく独立行政法人 土木研究所 材料地盤研究グループの皆様に感謝致します。

参考文献) 1. 菅井、渡部、藤田他 第 55 回土木学会全国大会 VI-169,2000
2. 鈴木、菅井他：電子情報通信学会、C-3-91、1999

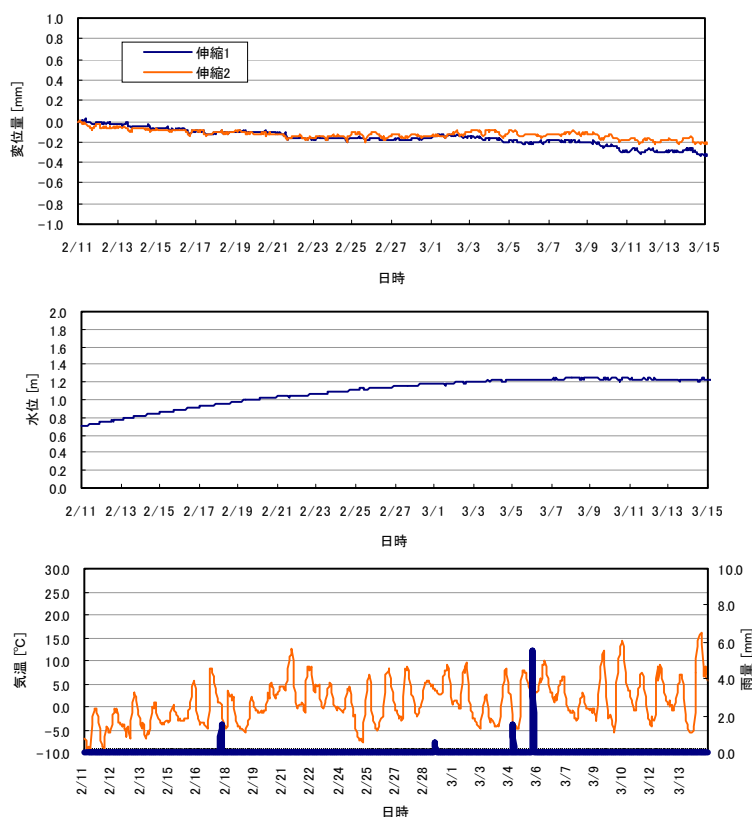


図 3 現場計測データ