

光センシングによる岩盤崩落兆候監視計測の一例

NTT インフラネット(株) 山下 宏幸
 NTT インフラネット(株) 後藤 哲雄
 NTT インフラネット(株) 正会員 ○平山 和幸
 大成基礎設計株式会社 吉田 幸美

1. はじめに

光センシングは、優れた耐候性、無誘導性、長距離信号伝送特性等を特徴とする光ファイバーセンサーを用いた計測技術で、防災監視、構造物の変状計測等土木・建築分野における計測手段の1つとして実用化が進みつつある技術である。岩盤の崩落や落石の危険性の高い地域は一般にアクセスが困難な山岳地に多く、現地での電源確保の困難性や落雷による被害を受けやすいという地域性を考慮した場合、計測手段として光センシングが優位になる可能性がある。

本計測では、光ファイバーセンサーの中でも点における高精度の歪計測が可能なファイバーストラググレーション(FBG)を用いて岩盤崩落の兆候を監視することを目的に岩盤の亀裂幅計測を3年間実施した。ここでは、計測システムと3年間の計測結果について報告する。

2. FBGセンサーの特性

FBGセンサーの基本性能を表1に示す。FBGセンサーは光ファイバーのコアの一部にブラッググレーティング(回折格子)という特殊加工を施したものである。FBGセンサーは特定の波長(Bragg波長)の光のみを反射する特性を持ち、FBGセンサーに歪や温度変化が生じるとBragg波長が微小に変化する。この波長変化量からその点における歪を求める。

表1. FBGセンサーの基本性能

計測限界	~10,000 μ strain
計測精度	4 μ strain
分解能	1 μ strain
計測時間	0.02秒
温度係数	8 μ strain/ $^{\circ}$ C

3. 岩盤崩落兆候の監視計測方法

計測現場は亀裂の発達した岩塊が多数存在する道路直上の急斜面であり、事前調査において岩盤亀裂の規模等を考慮して崩落の危険性・緊急性が高いと判断される岩塊を検討・選出し、その岩塊と基部側の岩との亀裂幅の変化を計測対象とした。このように選出した亀裂3箇所に対し、FBG式の岩盤亀裂計を設置した。岩盤亀裂計は、計測用ロッドを固定する2点の距離変化を検出する変位計でありFBG取付部とロッドとの間に配したバネにより計測範囲を設定している。計器本体・ロッドともに岩塊への固定部は全方向の角度調整が可能な構造を持つ。表2に岩盤亀裂計の計器仕様を、図1に岩盤亀裂計の設置状況を示す。

表2. FBG式岩盤亀裂計の仕様

計測範囲	\pm 10mm
計測精度	0.5%R0
分解能	0.1%R0



図1. FBG式岩盤亀裂計の設置状況

3台のFBG式岩盤亀裂計は、温度補正用のFBG式温度計と併せて1本の光ファイバーケーブルに

キーワード：光センシング、FBG、岩盤崩落、Bragg波長、岩盤亀裂計

連絡先：〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町2-31-1 浜町センタービル12F

NTTインフラネット株式会社 首都圏支店 TEL. 03-5643-8567 FAX. 03-5643-5747

接続し、常時自動遠隔監視を実施した。計器配置を図2に示す。

4. 計測結果

本計測は2001年4月から2004年3月までの3年間実施したが、ここでは1例として岩盤亀裂計Cの計測結果を図3に示す。表示は月初午前0時における歪値を設置時からの相対変位量で示し、温度変化を併記した。この計測結果を年周期で見た場合、春から夏にかけて気温が上昇すると変位量が減少し、秋から冬にかけて気温が下降すると変位量が増加するという気温に応じた変化が顕著に現れている傾向が見られる。つまり3年間を通じて冬季に亀裂幅が広がる傾向が見られている。またその増加のピーク値は年々増加している傾向が見られる。

図4は本計測システムにおける3年間の不適合結果をまとめたものである。設置当初ソフトハードの不備によるシステムの不具合が多く発生したが、ソフトとネットワークの不整合性の改善を目的とし、ソフトウェアの改良、データ伝送用通信機器の変更等を重ね初年度計35件あった不適合件数が3年目である平成15年度には年間2件にまで減少した。

5. 監視結果の評価

設置当初はシステムの不具合が多く生じたが、ソフト面において改善を施した結果、結果的には3年間を通じ、システム的に大きな故障が無かった。よって変位差、温度差ともにほぼ継続的に計測データを得ることができた。また、変位量と温度差についてある程度規則性のある計測結果が得られた。

6. まとめ

岩盤亀裂幅の変化として、季節変化による規則性のあるデータが得られたが、この変位量自体は1日における温度変化の激しい本現場特有のものであると考えられる。今後、本現場のみならず多くの現場で同様の計測結果を蓄積できれば、岩塊の変動についての一般的な変動特性を検討できる可能性があると考えられる。

本計測結果より現段階では季節変化と岩盤崩落兆候の明確な分離は困難であるが、今後他現場においても同様の計測を実施し、岩盤崩落兆候に結びつく変位と定常的な再現性のある変位を分離できるようデータ検証を進めていきたい。

【参考文献】

・日本材料科学会 編、

光エレクトロニクス、裳華房、2000年3月31日発行

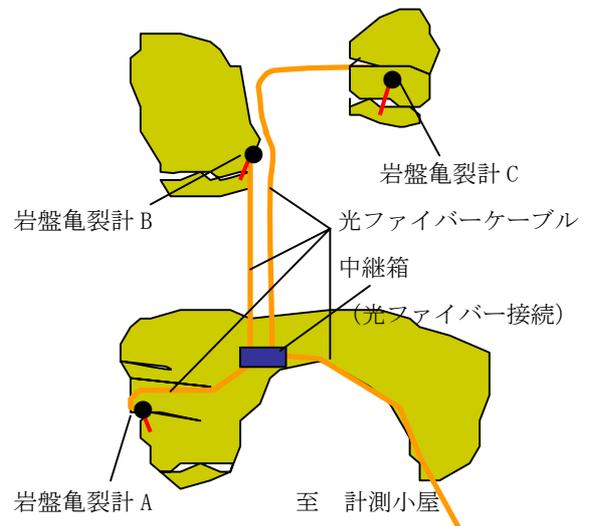


図2. F B G式岩盤亀裂計の配置状況

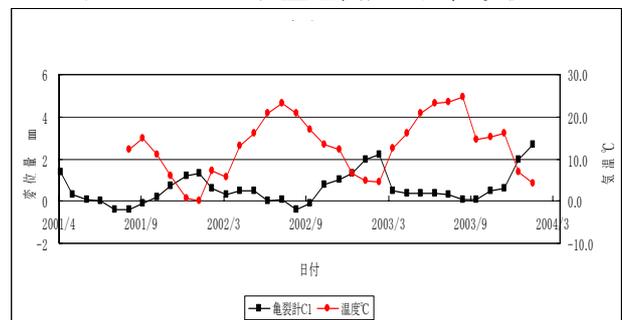


図3. F B G式岩盤亀裂計Cの計測結果

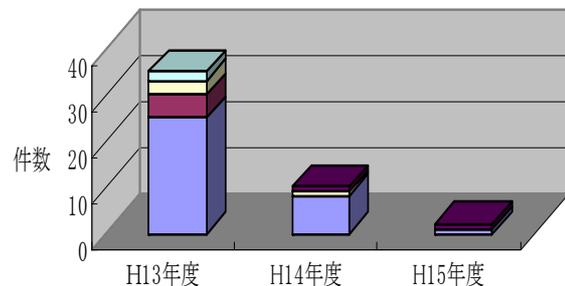


図4. 本計測システムにおける不適合件数の推移