

光ファイバセンサによる現地岩盤斜面計測

北海道開発局開発土木研究所 正会員 日下部祐基 池田憲二 中井健司
(株) 構研エンジニアリング 正会員 川瀬良司 塩野康浩

1. まえがき

岩盤斜面崩壊の予知予測は、非常に困難とされているが、防災の観点から効果的な対応が求められている。ここでは、情報伝達に利用されている光ファイバケーブルの連続したひずみ測定技術を用いて、光ファイバケーブルをセンサ（以下、光ファイバセンサ）として現地岩盤斜面に設置して計測を行い、自然条件下での長期観測に対する適応の可能性を検討¹⁾したので報告する。

2. 設置箇所

光ファイバセンサ設置箇所は、一般国道229号廃道の島牧村立岩覆道の山側斜面である。計測対象岩体は、斜面上部からほぼ垂直に幅10cm、長さ5m程度の開口亀裂があり、亀裂部は表面上地山から分離されている。岩体の大きさは、幅約5m、高さ約10m、奥行き約3mである。岩質は、礫が少なく基質が赤紫～淡灰色を呈する水冷破碎岩で構成され、脚部には礫を含む淡黄～黄灰色を呈する火山角礫岩が分布している。

3. 光ファイバセンサ設置方法

光ファイバセンサの設置方法としては、岩盤内部に埋設する方法と岩盤表面に直接貼付する方法の2方法を用いた。計測に用いた光ファイバセンサおよび設置本数は、過去の梁載荷試験²⁾で良好な結果が得られた、テープ心線光ファイバケーブル2本とナイロン心線光ファイバケーブル2本の2種類である。

岩盤内部に設置する方法としては、過去に実施した場所打ちコンクリート杭の杭体に埋設する方法³⁾を用いた。設置方法は、異形鉄筋に光ファイバセンサを貼付して、ボーリング孔(φ66)に挿入後、グラウトにより充填して設置を完了するものである。なお、鉄筋には対比する測定値を得るために、光ファイバセンサ貼付面の裏側にひずみゲージを3点設置した。図-1に岩盤内部に埋設した、光ファイバセンサ貼付鉄筋の詳細を示す。

岩盤表面に設置する方法は、過去の実験で実施した模擬岩盤斜面表面に貼り付ける方法⁴⁾を参考に、ウレタン塗膜材を塗布して設置する方法を用いた。設置位置は、ひずみが大きく出現すると思われる計測対象岩体の亀裂先端付近とし、鉛直方向および水平方向の両方向が計測可能のように十字型に設置した。図-2に設置した光ファイバセンサの配置概略図を示す。

4. 計測結果と考察

計測は、月1回の定期計測を1999年1月～2月、7月～11月の計7回行った。この結果、岩盤内部および岩盤表面ともに、測定開始から11ヶ月後においても破損等による計測不能は生じなかった。計測対象岩体の状況は、計測期間中の岩盤に目視で確認できるような大きな変状が認められていない。

a) 岩盤内部測定

キーワード：岩盤斜面、光ファイバセンサ、岩盤計測

連絡先：(札幌市豊平区平岸1条3丁目 開発土木研究所 TEL 011-841-1111 FAX 011-842-9173)

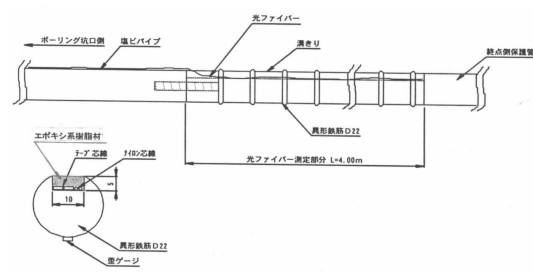


図-1 光ファイバセンサ貼付鉄筋詳細図

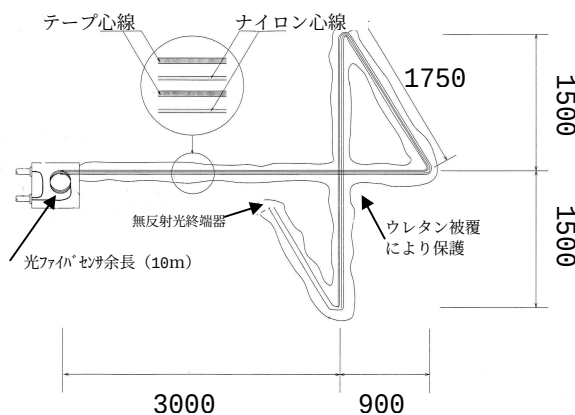


図-2 岩盤表面設置配置図

図-3は、ひずみゲージ測定点におけるひずみゲージおよび各光ファイバセンサのひずみの経時変化を示したものである。ひずみゲージのひずみ曲線は、引張側に1つのピークをもつ形状を示しているのに対して、光ファイバセンサのひずみ曲線は圧縮側に2つのピークをもつ形状を示している。光ファイバセンサでこのような曲線形状になったのは、2つのピークに挟まれた8月の測定値が異常値を示したためと考えられる。この原因については調査中であるが、測定を複数回行うなどして異常値の除去方法を検討する必要がある。

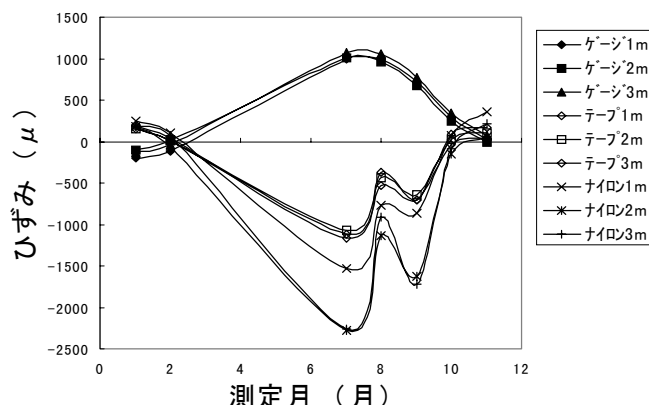


図-3 ひずみゲージ測定点のひずみ経時変化

次に、光ファイバセンサとひずみゲージのひずみ分布経時変化をみると、光ファイバセンサのひずみが冬季から夏季（7月がピーク）に向かいマイナス側に変化するのに対して、光ファイバセンサ貼付鉄筋の裏側に貼付したひずみゲージのひずみは、夏季に向かいプラス側に変化している。岩盤内部に設置した鉄筋は、光ファイバセンサが上面に、ひずみゲージが下面になるように埋設されている。図-4は、ひずみゲージ測定点3点のひずみを多項式回帰してひずみ分布を推定し、テープ心線光ファイバセンサのひずみ分布との関係から曲げモーメントを求め、その経時変化を示したものである。各月の曲げモーメントは、亀裂先端付近の測定長2.0mを頂点とする凹型の曲線形状を示していることが分かる。

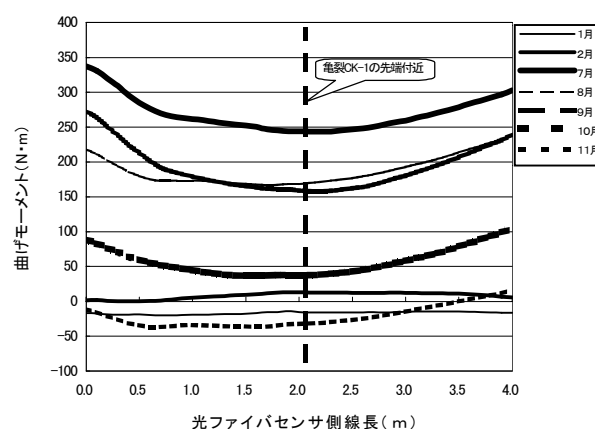


図-4 曲げモーメントの経時変化

b) 岩盤表面測定

図-5は、岩盤表面に設置した光ファイバセンサの、各測定方向中心付近のひずみ経時変化を示したものである。各曲線は、ピークが複数ある形状を示していることから、岩盤内部の測定結果から得られたような冬季から夏季に向かったの季節的な変化は認められない。この原因としては、測定日の気象条件が影響したことが考えられる。今後、温度変化の影響を受けにくい光ファイバセンサの設置方法、あるいは温度補正の方法等を検討する必要がある。

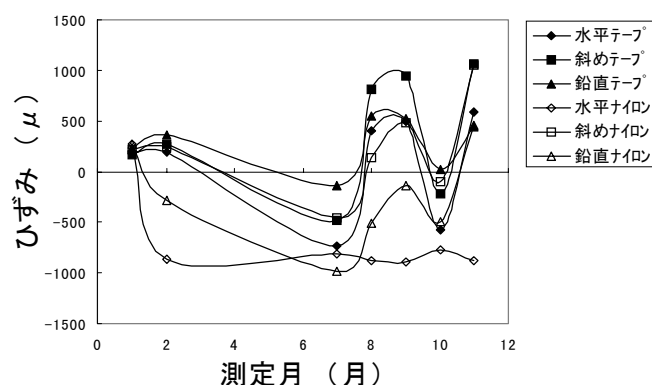


図-5 測定方向別の中心付近ひずみ経時変化

5. まとめと今後の課題

今回の試験結果から、通常の光ファイバケーブルでも長期間（現状では約1年）に破損することなく計測可能であることや、岩盤内部に設置することにより、岩盤の季節的なひずみ変化を捉えられることが分かった。岩盤表面の測定では、今後の課題として温度補正の方法等を検討する必要があることが推察された。

参考文献

- 1) 日下部祐基, 池田憲二, 中井健司, 川瀬良司: 光ファイバセンサによる現地岩盤斜面計測結果とその考察, 土木学会北海道支部論文報告集第56号, 2000.2
- 2) 須田修司, 後藤雪夫, 倉嶋利雄, 中井健司, 日下部祐基: コンクリート構造物を用いたOTDRによる歪み測定に関する基礎実験, 土木学会北海道支部論文報告集第54号, 1998.2
- 3) 日下部祐基, 佐藤昌志, 倉嶋利雄, 野引敦, 高見和弘: 光ファイバセンサによる杭の軸力測定, 地盤工学会北海道支部技術報告集第38号, pp271~274, 1998.2
- 4) 中井健司, 日下部祐基, 小林将, 佐藤昌志: 模擬斜面での岩盤変状とOTDRによる変状測定, 土木学会第54回年次学術講演会講演概要集VII, pp558~559, 1999.9