

第 部門

光ファイバセンサによる斜面モニタリングシステムの構築

関西大学大学院

学生員 ○牧 祥司

関西大学工学部

フェロー 楠見晴重

環境総合テクノス

正会員 吉浦秀男

関西電力

正会員 坂上 実

1. はじめに

年々増加する災害危険箇所に加え、近年進められている防災対策において、斜面災害に対する高精度なモニタリングの確立が必要となっている。しかし、従来の計測手法では、斜面を一次元的にしか捉えられず、また、斜面全体を把握することが困難である。そのため、本研究では、斜面を高精度かつ面的に計測できる光ファイバセンサ¹⁾に注目し、光ファイバを研究室から遠隔操作して、地すべり斜面の継続的な調査、計測を行うことで、詳細な斜面挙動の把握について検討を行った。

2. 光ファイバ (B-OTDR) の計測手法

光ファイバに光パルスを入射すると、光ファイバ内にブリルアン散乱光が発生する。ブリルアン散乱光は、光ファイバにひずみが生じると、周波数がシフトする特性を持っており、このひずみ依存特性を利用することで、計測器からの距離とひずみを求めることができる。

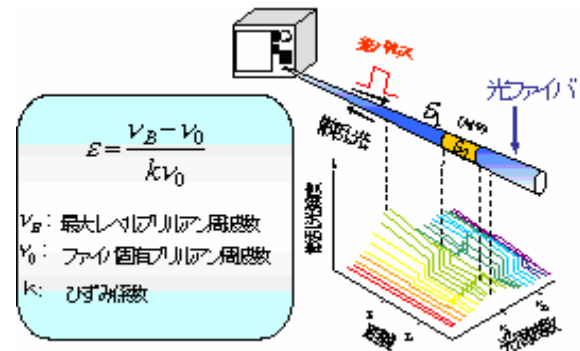


図1 光ファイバ計測手法

3. 計測条件

図2は、光ファイバセンサの敷設状況および推定すべり面を示している。この現場は、推定すべり面を縫うようにして、総延長約1 kmの光ファイバをV字型、直線型を組み合わせ敷設した。固定治具には留め金付きクリ-トを用い、光ファイバセンサの保護剤として合成樹脂製可とう電線管を被せた。また、V字型部分には斜面の走行毎に3箇所の温度補正帯を設け、直線部分には標高差約20m毎に4箇所の温度補正帯を設けている。

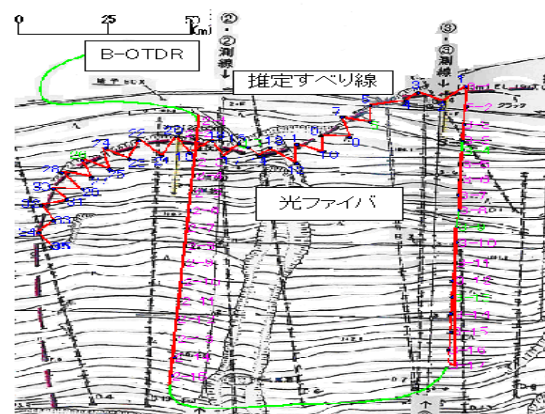


図2 光ファイバ敷設斜面図

計測は、自動遠隔操作システムを導入し、1 時間毎のデータを取り、解析を行っている。

4. 計測結果及び考察

図3は変位量の経時変化と日降雨量の関係を示したものである。降雨量が著しく多くなった時、変位量もそれに伴って急激に伸び、地すべり挙動と降雨量が密接な相関性を示した。これは降雨が土塊内の地下水変化を起こし、すべり面の含水状態の変化によるものと考えられる。いずれも一時的なものであり変位後は土塊の乾燥等により地盤が次第に安定したものと思われる。

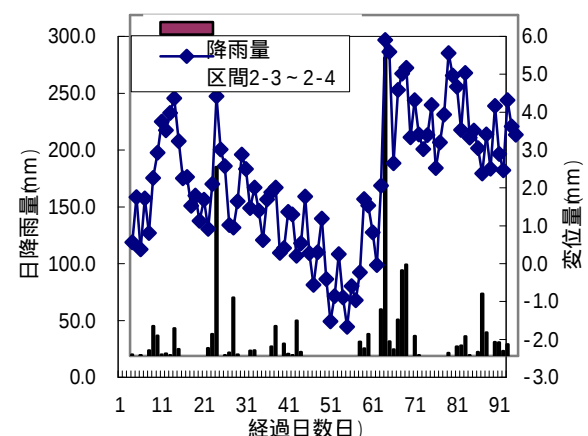


図3 降雨と変位量の関係

図4は測点2-2~2-13区間における各測点の変位量の経時変化を示したものである。この測点区間は土塊を縦断するように光ファイバセンサを敷設することで、

土塊の挙動を計測可能にしている。この図より、測点2-3、2-4は伸びが著しく、これは推定すべり面付近に設置されたものによると考えられる。一方、土塊中部から末端部にかけては全体的に斜面変動が軽微で、圧縮変位を生じている箇所もある。また土塊全体の変動に関しては、6ヶ月間で約35mmの引張変位が生じている。よって、緩慢に運動中であり、今後集中豪雨等で変動を起こす可能性もあるので、引き続き詳細な監視が必要とされる。

図5は一カ月おきの変位方向を示したものである。変位方向は、光ファイバをV時型に敷設し、ヘロンの公式を用いて算出した。この図より、測点の変位方向はいずれも一定方向に変位せず、地すべり斜面の複雑な挙動を二次元的に把握することができたと考えられる。

図6は地すべり斜面全体の変位量及び変位方向²⁾を示したものである。変位量は滑り面上が大きく、その変位方向は、斜面の傾斜方向よりやや土塊中央方向を向いていることがわかった。

これらのことより、この地すべり斜面は推定されたすべり範囲内で起こっており、その全体の挙動を捉えられることが確認できた。

5. まとめ

変位量や変位方向など、光ファイバセンサの多点、面的計測の有用性を再確認するとともに、

リアルタイム計測が可能になったことで、より詳細な斜面の挙動を把握することができ、光ファイバセンサにおける高度な斜面モニタリングシステムが確立できた。

参考文献

- 1) 楠見晴重、成田一真、前田稔、川端裕子、小熊一郎：光ひずみセンサのV字型敷設による岩盤斜面のモニタリング手法、第11回岩の力学国内シンポジウム講演論文集、岩の力学連合会、2002.1.
- 2) 楠見晴重、成田一真、長谷川靖明、片山辰雄：光ファイバセンサによる岩盤斜面のモニタリング手法に関する研究、土木学会論文集、No.742/VI-60、pp17-26、2003.

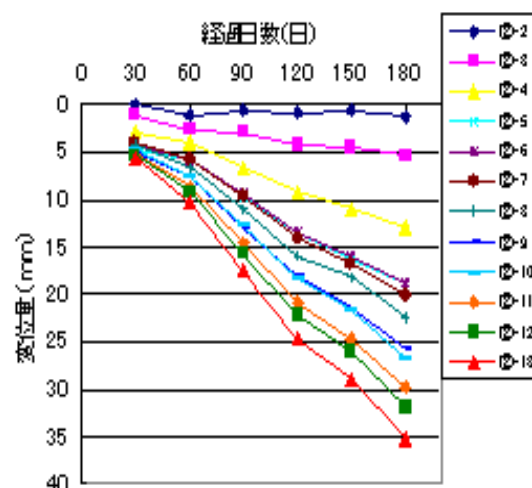


図4 ひずみの経時変化

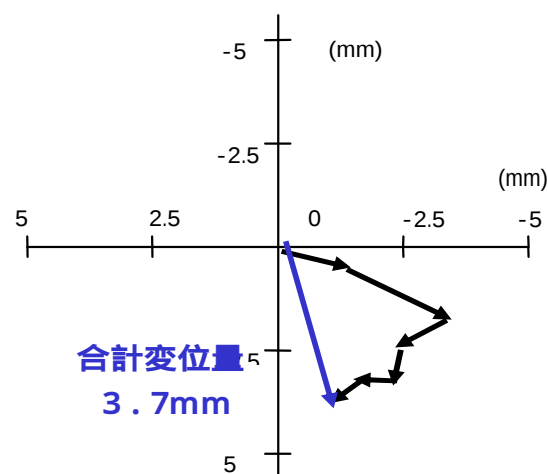


図5 一カ月毎の変位方向

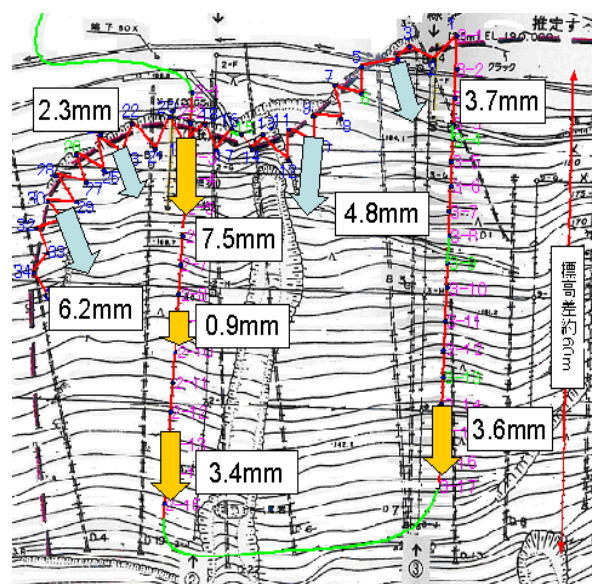


図6 変位量及び変位方向