土木学会第60回年次学術講演会(平成17年9月)

光ファイバセンサによる地すべり斜面の動態観測

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

近年、斜面災害における防災対策上、高精度な斜面のモニタリング手法の確立が必要となっている。しかし、 従来の斜面モニタリング手法では、斜面を点的に捉える計測しかできず、また、斜面全体を把握することが困 難である。一方、光ファイバセンサ¹⁾は微小変位を高精度かつ面的に捉えられる等の有用性が、これまでの研 究で確認されてきた。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. 光ファイバセンサ(B-OTDR)の計測原理

光ファイバに光パルスを入射させると、光ファイバ内にブリルアン散乱光が発生する。このブリルアン散 乱光は光ファイバにひずみが生じると、そのひずみに比例して周波数をシフトさせる特性があり、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はその概念を示した ものである。このシフト量をブリルアン周波数シフトと B-OTDR

いい、その関係式を以下に示す。

 $\varepsilon = \frac{(\nu_{\rm B} - \nu_0)}{K \cdot \nu_0} \cdot \cdot \cdot (1)$

ε : ひずみ量(%)

k : ひずみ係数(K = 4.78)

v₀: 光ファイバの固有ブリルアン周波数シフト

V_B: ブリルアンスペクトルの最大レベル時の周波数

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1kmの光ファイバをV字型、直線 型を組み合わせて敷設した。固定治具には留め金付きク リートを用い、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。

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は伸縮計と光ファイバセンサのひずみデータに ついて比較したものである。光ファイバセンサは、土 木分野に用いられるようになってから日が浅いため、 信頼性が低いという欠点があるが、今回の結果より、 従来の計測器と比較しても遜色はなく、その信頼性を

> キーワード:光ファイバセンサ、BOTDR、モニタリング、斜面、伸縮計 連絡先:〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 ThL06-6368-0837





3-429

確認することができた。

図4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たことから、地すべり挙動と降雨量 が密接な相関性が確認された。これは、降雨により地下 の間隙水圧か変化したためであると考えられる。しかし、 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5は土塊を縦断するように敷設した測点2-2~2-13 区間における変位量の経時変化を示したものである。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程度である が、今後集中豪雨等で変動を起こす可能性もあるため、 引き続き詳細な監視が必要とされる。

図6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7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、他計測器と比較 することで、その信頼性が証明された。また、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と考えられる。



図7. 斜面全体の変位量及び変位方向

- 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.