

Ⅲ－16 光ファイバ歪センサによる岩手県津谷川地すべりの地中変位計測実験

○株式会社 一測設計 正員 小野寺賢一 NTT 情報流通基盤総合研究所 正員 倉嶋 利雄
 斜面保全協同組合 村上 功 岩手大学工学部 正員 大河原正文

1. はじめに

地すべり調査においてすべり面を把握することは、安定解析を実施する上で最も重要な要件である。これまでのすべり面判定は、主として地すべり地より採取されたコアの性状から判定する方法と、パイプ歪計や孔内傾斜計などを孔内に埋設してすべり面の変位をとらえることにより判定する方法の2つの方法がなされている。本研究では、従来の判定方法のさらなる精度と作業性の向上を目的に、次世代の歪計測機器としてNTTにより開発されている光ファイバ歪センサ(B-OTDR)を用いて実際の地すべり地での地中変位計測実施したので報告する。

2. 実験方法

2.1 室内歪計測実験

光ファイバを地すべり観測用の塩ビ管に敷設したときの歪の検出を確認するために室内実験を行った。実験は、長さ2m、口径50mmの硬質塩ビ管の外周に一定の張力を与えた状態で光ファイバ心線を直接接着し、この塩ビ管を曲げたときの歪をB-OTDRで計測した。パイプ頭部における変位量は、外力を与えない状態を0mmとし、5mm、10mm、20mmとした(図1)。なお、本研究で用いた歪計測器と光ファイバの種類は次のとおりである。

計測装置：光ファイバ歪センサ（歪測定精度： $\epsilon = \pm 1 \times 10^{-4}$ ）1台

光ファイバ：4心テープ心線(片端FCコネクタ)

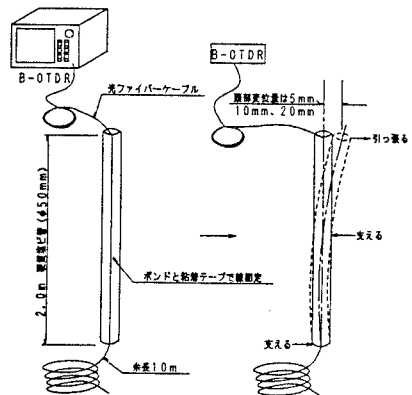


図1 光ファイバ室内実験概要図

2.2 地すべり現場実験

地すべり活動が認められる岩手県南部に位置する津谷川地すべり地に光ファイバを埋設して現場計測実験を行った。光ファイバの埋設は、地すべり地内に掘削されたボーリング孔に光ファイバ心線を接着したアルミケーシングパイプ(口径 50mm)に挿入することで行った。埋設深度は 13m である。アルミケーシングへの光ファイバの接着は、一定の張力を与えた状態で粘着テープと瞬間接着剤を用いて行い、パイプと孔壁の隙間には、地山との密着性を高める目的でセメントミルクを注入した。なお、光ファイバの検出値との比較のために、孔内傾斜計のデータも得た。

3. 実験結果と考察

3.1 室内実験結果

塩ビ管を曲げたときの歪測定結果を図2に示す。光ファイバケーブルの歪は、硬質塩ビ管の曲げに比例して大きくなるのがわかる。また、図2の歪－距離曲線の連続性から、歪測定区間すべてが受感部になっていることがわかる。表2にB-OTDRで求められた歪の実測値を示すが硬質塩ビ管に変位を与えない状況から頭部で 20mm の変位を与えて湾曲させたときの歪の範囲は $8.1 \times 10^{-4} \sim 10.0 \times 10^{-4}$ であり概ね歪測定区間で比例するように歪が大きくなる。

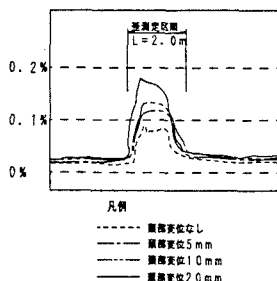


図2 硬質塩ビ管の歪曲線

表1 硬質塩ビ管の歪量

塩ビ管頭部 からの距離(m)	塩ビ管頭部の変位(mm)と歪(%)			
	0mm	5mm	10mm	20mm
0.4m	0.084%	0.106%	0.131%	0.182%
0.8m	0.075%	0.113%	0.133%	0.168%
1.2m	0.080%	0.114%	0.129%	0.162%
1.6m	0.041%	0.102%	0.104%	0.122%

3.2 地すべり現場実験

室内実験からB-OTDRによる歪の検出が可能であることが明らかであることから、津谷川地すべり現場ですべり面の検出を目的に現場実験を行った。津谷川地すべりは、平成10年8月末の記録的な集中豪雨から活動が認められた幅約50m×長さ約100mの崩積土地すべりである。その地すべりのすべり面は、コア観察と孔内傾斜計測から深度7.0m付近であることが明らかになっている。

B-OTDRによる歪の測定は、平成11年10月26日、同年11月18日、同年12月24日の計3回実施した。また、同時に孔内傾斜計測を実施してB-OTDRで観測された歪との対比を行った。測定期間内の地すべり移動量は、孔内傾斜計測結果から累積変動量約6mmである。図3は、孔内傾斜計測結果とB-OTDRの歪一距離曲線を対比した結果である。この結果から、B-OTDRの歪曲線は全計測区間で歪の累積が認められるが、とくに深度約2mから7mの区間で歪が大きい。すべり面深度が約7mであることからこの歪の確認された区間は、すべり面の上部すなわち地すべり土塊が分布する範囲である。すべり面の検出は、図3に示すように推定されるすべり面付近での顕著な歪の累積が確認されないことから不可能であった。この結果について、敷設時の歪一深度曲線が波形を呈し、アルミケーシングに光ファイバを接着するときの張力が一定でなかったことが原因と考えられる。

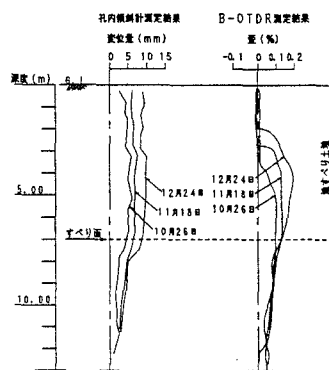


図3 B-OTDRと坑内傾斜計測の結果の対比

4. まとめ

- (1)口径50mmの硬質塩ビ管に全線接着方式で張り付けた光ファイバの歪測定実験より、管をわずかに湾曲させたときでもB-OTDRによって明瞭な歪が全区間から検出された。
- (2)すべり面検出を目的とした地すべり現場実験では、地すべり土塊内でとくに大きな歪の累積が認められた。この区間では孔内傾斜計の計測結果でも変位が確認されていることから地すべり滑動に伴う歪の累積と推定される。

今後の課題

本研究の目的はB-OTDRによって地すべりのすべり面を検出ことであったが、現場実験ではすべり面の検出までには至らなかった。その原因として、線接着方式で接着した光ファイバケーブルに、敷設の際に一定の張力を与えていないことが考えられる。本研究では、歪測定区間13mの光ファイバの接着作業に現場で5時間程度を要したが、費やした時間の割には作業の精度に問題があった。今後は、アルミケーシングパイプへの光ファイバの接着は室内で事前に行うなどして、現場作業の効率化と歪計測の精度の向上を計りたい。