

光ファイバセンシング（B-OTDR）技術を用いたパイプひずみ計の性能実証実験

NTT インフラネット（正会員）奥村 一郎（正会員）一久保 和幸
同上比佐 努
アールック技建永井 英二 佐々木 進
独立行政法人土木研究所恒岡 伸幸 加藤 俊二

1. まえがき

現在、斜面崩壊モニタリングについては、孔内傾斜計や地表面伸縮計などの計測機器によりモニタリングを実施しているが、厳しい自然環境下での計測となりさまざまな問題（落雷・腐食等）および、ポイント的な計測しかできず、斜面の変状を捉えにくい。

これらを踏まえ、光ファイバセンサのメリットを最大限に生かし、新たな斜面崩壊モニタリングシステムの開発が急務となっている。

本報では、光ファイバセンサ（B-OTDR 方式）を利用した、地中のすべり面の特定を目的として、開発した地中パイプひずみ計の基本性能実験および、実験フィールドへの設置について、報告するものである。

2. 基本性能実験概要

本実験では、新たに開発した光パイプひずみ計に対し、表－1 に示す項目について検証実験を行った。

- ①曲げ変形に対するひずみ値の追従性
- ②せん断変形に対するひずみ値の追従性
- ③発生荷重に対する光パイプひずみ計測定の可否
- ④測定限界値に対する光パイプひずみ計測定の可否

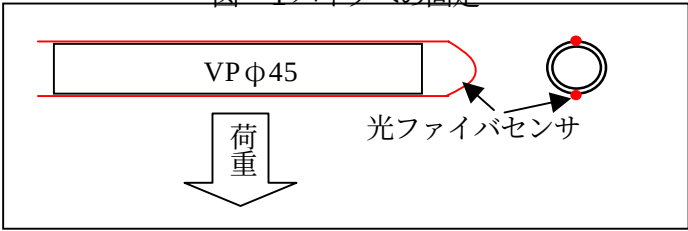
表－1 実験項目

	項 目
①	曲げ変形に対するひずみ値の追従性
②	せん断変形に対するひずみ値の追従性
③	発生荷重に対する光パイプひずみ計測定の可否
④	測定限界値に対する光パイプひずみ計測定の可否
⑤	ひずみ増加に対する光センサ接着方法の信頼性
⑥	現場設置の施工性

○ 実験内容

供試体には一般的な VP φ 45 を用いパイプの表面の上下に光ファイバセンサ固定し供試体の中心部に荷重を段階的に掛け荷重に対するセンサの追従性を検証した。

図－1パイプへの固定



○ 実験結果

- ・ 引張りについては、パイプの白化（塑性変形限界）まで測定が可能（5000 μ）
- ・ 圧縮については、－2100 μ 未満まで測定が可能
- ・ せん断については、せん断個所の特定は可能と思われる。
- ・ 本実験方法では、発生応力の極性が局所的に急変するため、測定誤差が生じた。

⑤ひずみ増加に対する光センサ接着方法の信頼性

パイプへの接着は瞬間接着剤により行い、接着間隔は 15cm とし、瞬間接着剤塗布部についてはエポキシ系接着剤を上塗りし 2 次接着した。さらに、光ファイバ全面接着および、保護用コーティングを兼ね、シリコン系接着剤により全体を覆った。

○ 実験結果

接着剤の剥離等は確認できなかった事により、概ね今回の接着方法で良いと思われる。

3. 実験フィールドへの設置

○ 実験フィールド概要

計測対象となった斜面の概要は、崖錐表土による含水量が多く、平均勾配が $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$ の斜面。
また、トンネル坑口付近の擁壁にも、変状がみられる。

○ 施工状況

当該斜面に、ボーリング（ $\phi 116 \cdot GL20 \sim 25m$ ）後、ケーシングパイプに光ファイバセンサを固定（接着剤により）し、ボーリング孔内へ設置。
ケーシングパイプと、ボーリング孔の隙間は、グラウトにより充填。
今回、ケーシングパイプを採用したのは、挿入式孔内傾斜計による計測を行い、光ファイバセンサによる計測値との検証を行うため。

○ 現場設置の施工性

今回の実験フィールドに、1本のパイプひずみ計を設置するのに、約1日程度要した。
パイプの改良（光ファイバセンサ固定用）などを、今後、行えば施工時間は短縮されると思われる。

4. 結果

基本性能実験により、地中におけるひずみの測定は可能と思われる。また、地すべり箇所の特定期間、土質柱状図との、比較によりある程度特定でき可能性があることが判明した。
今後、実験フィールド斜面での継続監視・観測により、何らかの変状が発生すれば、光パイプひずみ計の優位性が証明できると思われる。

5. まとめ

- (1) 光パイプひずみ計の基本性能実証実験を、紹介した。
- (2) 光パイプひずみ計のフィールドによる実験が開始したことを、紹介した。
- (3) 実験フィールドには、他に表-2に示す光ファイバセンサを設置している。

今後は、監視・観測を継続し各センサの性能、耐久性、設置方法等について、検証を行い、それらの結果を踏まえ、改善し、斜面モニタリングシステムの研究、開発を行う予定である。

なお、本実験は独立行政法人土木研究所と共同研究「光ファイバセンサを活用した道路斜面モニタリングに関する研究」の一環で行っているものである。

表-2 光ファイバセンサ

	センサ	対象
1	光斜面変位センサ	斜面地表面の変位
2	光擁壁変状センサ A	斜面土圧による擁壁変状
3	光擁壁変状センサ B	擁壁開口クラックの監視
4	光地中水位センサ	降雨等による地下水位変化