

表層傾斜計の開発と現場での適用性

応用地質株式会社 ○今野 信一、八木 雅

1. はじめに

近年の豪雨災害および土砂災害は、激甚化・頻発化・広域化が顕在化している。一方で、「労働人口の減少」「働き方改革関連法」への対応にともない、現場技術者が担ってきた点検作業の効率化、斜面監視手法の革新が求められている。このような動向は、国が注力しているDX推進施策に通じるものである。

このような社会的課題を解決するためには、管理対象斜面にモニタリング機器を多点配置し、斜面の動態を常時監視することで、崩壊に至る前兆現象をとらえ、ハード・ソフト対策を講じていくことが有効である。

本稿では、斜面監視手法の革新に資するモニタリング機器の開発と現場での適用性について、検討結果を報告する。

2. 既存の斜面モニタリングの問題点

地表面の変状を観測する計測機器として、地表面伸縮計、地盤傾斜計などが使用されているが、以下の問題点がある。

- ①設置に熟練技術や多くの時間、資材を要し、全体のコストが高額になるため地表面伸縮計の多数設置は困難
- ②従来の地盤傾斜計では温度変化の影響により温度補正が必要で安定した精度の高いデータの取得が困難
- ③長期観測では、太陽光パネルの設置もしくはある頻度でのバッテリー交換や機能追加・更新等の現地作業が必要

3. 表層傾斜計の開発

既存モニタリング機器の問題点を解決すべく、設置が容易でかつ温度など環境ノイズの影響を低減した表層傾斜計（以下、クリノポールと表記）を開発した^{1), 2)}

(図-1)。

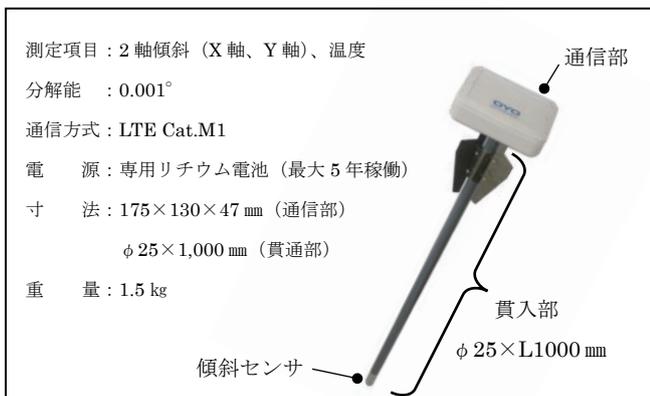


図-1 仕様と概形

本機の主な特長を以下に述べる。

(1) 設置が容易

設置方法は孔を掘り、本機を差し込むのみのと、非常に簡便である（図-2）。熟練した技術も不要で、1日に10台以上設置することも可能である。



図-2 設置イメージ

(2) 温度変化による影響低減

地表面は温度変化の影響が大きくなることから、傾斜センサを地中に埋設することを考えた。

傾斜センサを深度1mに設置する構造とすることで温度変化を低減し、高精度な傾斜角データを安定的に得ることができた。図-3に検証結果を示す。

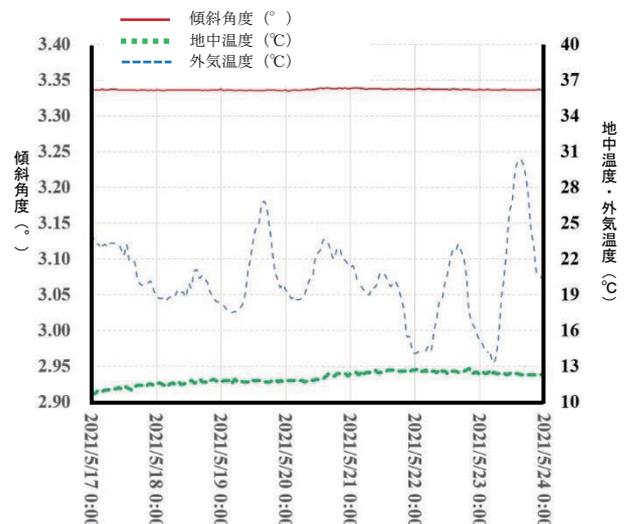


図-3 実験サイト測定データ

(3) 最大5年間メンテナンスフリー

角速度量に応じて送信回数を調整できるような機能を設けることで省電力化を図り、最大5年間稼働可能とした。さらに、サーバから本機に対し、設定の変更指示や遠隔操作によるファームウェアアップデートを実施できるようにし、現地でのメンテナンスを省力化した。

4. 現場での適用例

(1) 測定結果例

地すべりブロック内に設置した本機において、降雨と連動した斜面変位を確認した(図-4、図-5)これは、変位速度一定の2次クリーブをとらえたものであり、このことは早期の避難判断に有効であると考えている。



図-4 地すべりブロックに設置された計器

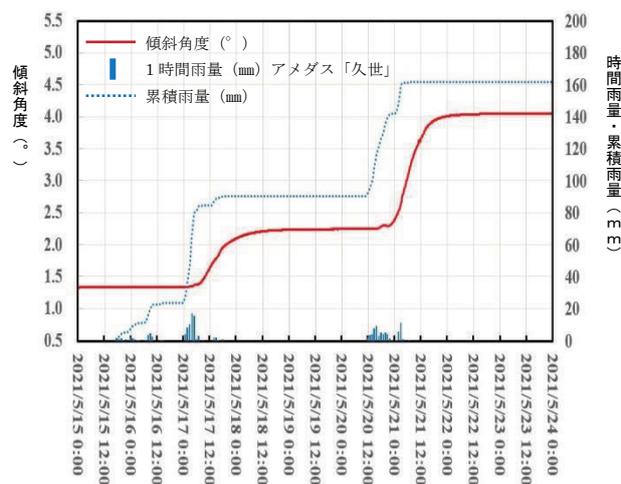


図-5 雨量と傾斜値の関係

(2) 岩盤への適用例

岩盤の削孔は人力では困難なため削岩機を用いた。岩盤に設置する場合、孔壁と本機とにある程度クリアランスがないと本機を挿入することは難しい。しかし、クリアランスを確保しすぎると本機が孔壁としっかりと固着されず、データが不安定になることが確認された。そこで、グラウト材をあらかじめ孔内に充填し、本機を挿入・設置し固着させることで本問題を解決した。図-6、図-7に本機を岩盤へ設置した際の状況を示す。



図-6 削岩機による削孔



図-7 設置完了図

削岩機を使用するには、一般的に油圧または空圧コンプレッサーが必要である。ただし、コンプレッサーは大きく重量もあるため可搬性に劣り、狭所や山間部での使用は困難である。今後、コンプレッサーが不要な削岩機の選定を進める必要がある。

(3) 多点設置の適用例

図-8は長大のり面において、本機を多数設置した例である。長大のり面全体の動態把握に通常実施される光波測量と比較し、天候に左右されず高い精度で詳細に斜面の動きを把握することができた。また、測定データ送信や設定変更等が個々に、かつ一括して遠隔から実施可能で、測定地点ごとの現場作業が不要となり、安全面、コスト面ともに改善を図ることができた。



図-8 長大のり面における計器設置例

5. おわりに

今回、クリノポールの開発により、モニタリング機器の多数配置が実現し、高精度で詳細な斜面監視を遠隔・自動で行うことが可能となった。この技術は、斜面管理手法を大きく前進させる可能性を秘めており、DX 推進の一助となすものである。

今後は観測データを蓄積し AI 解析を用いて崩壊予測をするとともに、崩壊前の前兆現象を早期に捉え適切な対策を講じることで被害低減を図っていきたい。

《引用・参考文献》

- 1) JACIC 情報123号, Vol.35, No.2, pp.114-119, 2021.
- 2) 計測技術2021年6月号, Vol.49, No.7, pp.21-24, 2021.