

深層崩壊地上部不安定斜面における加速度センサによる斜面監視の有効性

株式会社エイト日本技術開発 ○藤原康正, 中野英樹, 塩飽悠馬

曙ブレーキ工業株式会社 西條敦志

国土交通省近畿地方整備局紀伊山地砂防事務所 今森直紀, 北垣啓文, 平野 剛

国立研究開発法人土木研究所 西井稜子, 石井靖雄

1. はじめに

加速度センサを用いた地表傾斜計¹⁾(以下 IT 傾斜計と記す)は、これまでに複数の地すべり地において微小な斜面変動の把握を主目的とした実証観測がなされてきた²⁾³⁾。一方で、IT 傾斜計は、1 回の設置で最大±20 度までの傾斜角が観測可能であり、従来の連続観測可能な歪ゲージ式地盤傾斜計の測定レンジ±1 度ないし±5 度に比較して広く、継続的な活動を繰り返す地すべり地でも、長期間の連続観測が可能である。

本研究では、継続的な活動を示す深層崩壊地上部不安定斜面に 4 台の IT 傾斜計を設置し、地盤伸縮計による観測結果との対比から地盤傾斜計観測の有効性について検討した。

2. 調査地の概要と調査方法

2.1 調査地の概要

調査地は和歌山県田辺市熊野(いや)に位置し、平成 23 年の台風 12 号により深層崩壊が発生した箇所である。熊野地区では深層崩壊により 410 万 m³の崩壊土砂が発生⁴⁾したが、崩壊地上部には多数の亀裂の発達した不安定斜面が残存している(写真-1)。この不安定斜面では、5 台の地盤伸縮計による変動監視が実施されている。しかしながら、地盤伸縮計での観測のため変動量は把握されているものの、変動方向は不明であった。

2.2 調査方法

継続的に累積変動量が大きくなる不安定斜面において変動方向の確認及び IT 傾斜計による大きな変動への追従性確認を目的に、地盤伸縮計の近傍に IT 傾斜計 4 台を設置し、連続観測を実施した(図-1)。

3. 観測結果

図-1 に平成 25 年 2 月 4 日の設置から平成 27 年 3 月 4 日までの IT 傾斜計の変動方向を示す。

IT 傾斜計の中では、不安定斜面末端に設置した IT-1 の傾斜変動量が南北方向で 1,124 秒、東西方向で 3,348 秒と最も大きく、概ね西南西の方向に傾斜している。IT-1 の傾斜方向は地表面の最急傾斜方向と異なっている特徴がある。不安定斜面中央付近に設置した IT-2 では傾斜変動量は南北方向で 265 秒、東西方向で 198 秒と小さく、僅かに山側に傾斜する結果となった。頭部に設置した IT-3 では IT-2 に続いて傾斜変動量が小さいが、変動方向は概ね地表面の最急傾斜方向に変動している。また、側部に設置した IT-4 は IT-1 に続いて傾斜変動量が大きく、東南東方向に変動している。

IT 地盤傾斜計の観測結果より、亀裂の発達した不安定斜面は、末端付近で変動量が大きく、上部付近で変動量が小さく、IT-1、IT-4 では地表面の最急傾斜方向と異なる方向へ変動

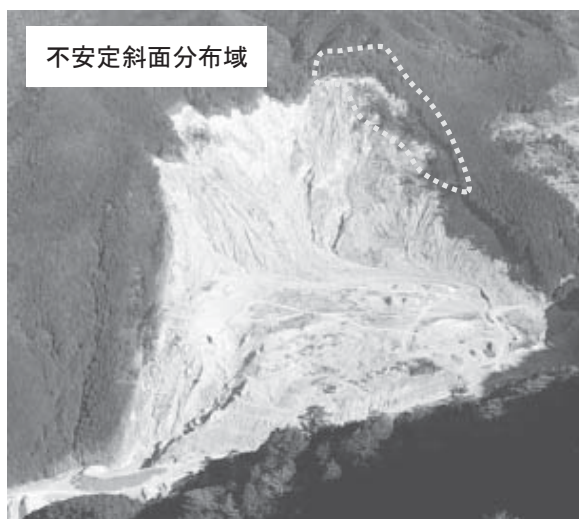


写真-1. 熊野地区全景と不安定斜面分布域

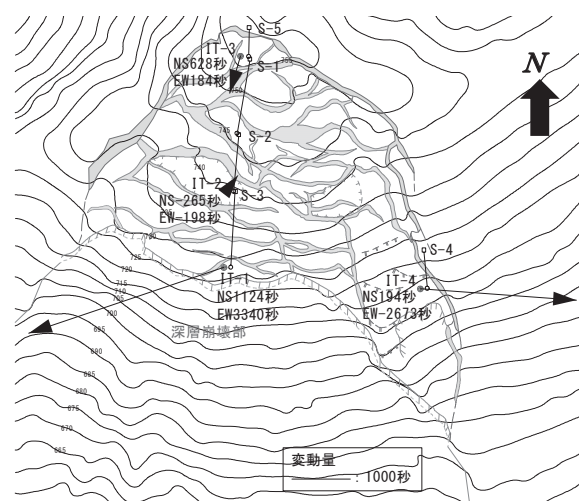


図-1. 観測機器配置図及び IT 地表傾斜計変動方向図
(不安定斜面に発生した亀裂のスケッチを併記)

していることが判明した。

図-2には、平成26年2月の観測開始から平成28年3月の約1年間のIT-1とその近傍に設置されている地盤伸縮計S-3の観測結果を示す。IT-1では東西方向で3,348秒(約1度)の累積傾斜変動量となっており、この間の地盤伸縮計S-3の累積変動量は約140mmであった。地盤伸縮計とIT傾斜計の顕著な変動発生時期は一致している。また、地盤伸縮計にみられる継続的な変動がIT傾斜計においても捉えられている。

4. 考察

今回のIT傾斜計の観測により深層崩壊地上部不安定斜面は、斜面末端付近ほど傾斜変動量が大きいことが把握できた。このことから斜面全体が同一速度で滑動しているのではなく、斜面末端から徐々に滑動・崩壊が進行していると推定される。また、IT-1の変動方向は、すべり面が西側に傾斜していることを示していると考えられる。



写真-2. 不安定斜面下方斜面の露岩傾斜方向

5. まとめ

亀裂が発達した不安定斜面でIT傾斜計による観測を実施した。この結果、変動方向は必ずしも地表面の最急傾斜方向ではなく、複雑な変動方向を示すことが把握できた。また、これまで微小な傾斜変動把握を主な目的として実証観測されてきたIT傾斜計は、累積変動量が大きな場合でも地盤伸縮計と同様の変動特性を捉えることが可能であった。特に歪ゲージ式地盤傾斜計では再調整が必要となる年間変動量が1度と比較的大きな変動量を示す場合にはIT傾斜計による連続観測が可能であることが確認できた。

今後はさらにIT傾斜計のデータを蓄積し、さらに累積変動量が大きくなった場合の挙動や複数の位置での変動発生時刻差等について検討を加えていく予定である。

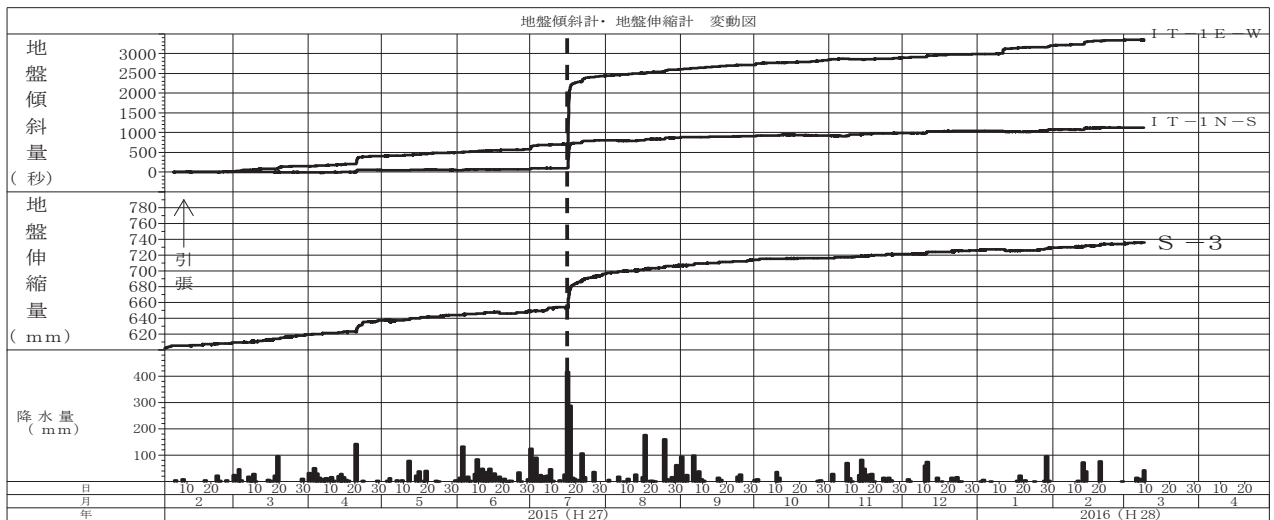


図-2. IT地盤傾斜計IT-1と地盤伸縮計S-3の変動特性の比較

参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所他；厳しい条件下での使用に耐える地すべり観測装置の開発：独立行政法人土木研究所 共同研究報告書第393号：2009.6
- 2) 三輪他；加速度センサを用いた地盤傾斜計による地すべり観測の適用性について：第53回日本地すべり学会研究発表会講演集，2-10：2014
- 3) 武田他；紀伊半島西原における微小な斜面変動観測—加速度センサを用いた地盤傾斜計・伸縮計・孔内傾斜計データの比較—：第64回砂防学会研究発表会概要集，A-204：2015
- 4) 紀伊山地砂防事務所；事業概要パンフレット：2013.10