

平成 28 年熊本地震により発生した阿蘇北外輪山 西小園地区のキレツの特徴と IT 傾斜計観測による変動特性について

株式会社エイト日本技術開発 ○藤原康正, 吉岡正治, 久保陽
曙ブレーキ工業株式会社 西條敦志

1. はじめに

平成 28 年熊本地震では、立野地区をはじめ多くの土砂災害が発生した。阿蘇北外輪山でも多くのキレツが発生し、その後の降雨等によるキレツの拡大が懸念されていた。阿蘇北外輪山に発生したキレツは、斜面等高線に沿った馬蹄形のキレツのほか、通常の降雨により発生したキレツと異なり、尾根線に沿って発生したものや尾根部を切るように発生したものなど特徴的なキレツが確認された。これらの特徴的なキレツの変動状況を確認することを目的に、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）による観測を実施した。

2. 調査地の概要と調査方法

2.1 調査地の概要

調査地は熊本県阿蘇市西小園に位置し、周辺の外輪山の平坦面に比較して、やや南側に突出した地形を呈する箇所である（図-1）。この西小園地区に発生したキレツには、以下の 3 タイプの形態が確認された（写真-1）。

- ① キレツ A：遷急線に沿った崩壊地頭部の馬蹄形のキレツ（写真-1①）。
- ② キレツ B：尾根地形に沿ったキレツ（写真-1②）。
- ③ キレツ C：尾根地形を切るように発生したキレツ（写真-1③）。

地質は、表層 0.5～1.5m 程度に黒ボク土が分布し、その下位には層厚 10～15m 程度の半固結した火砕流堆積物が分布する。さらに火砕流堆積物の下位には硬質な安山岩溶岩が分布している。

2.2 調査方法

西小園地区に発生した各タイプのキレツ近傍に IT 傾斜計を 10 台設置し（図-1）、変動方向や変動量について連続観測を実施した。キレツのタイプと IT 傾斜計の関係を表-1 に示す。

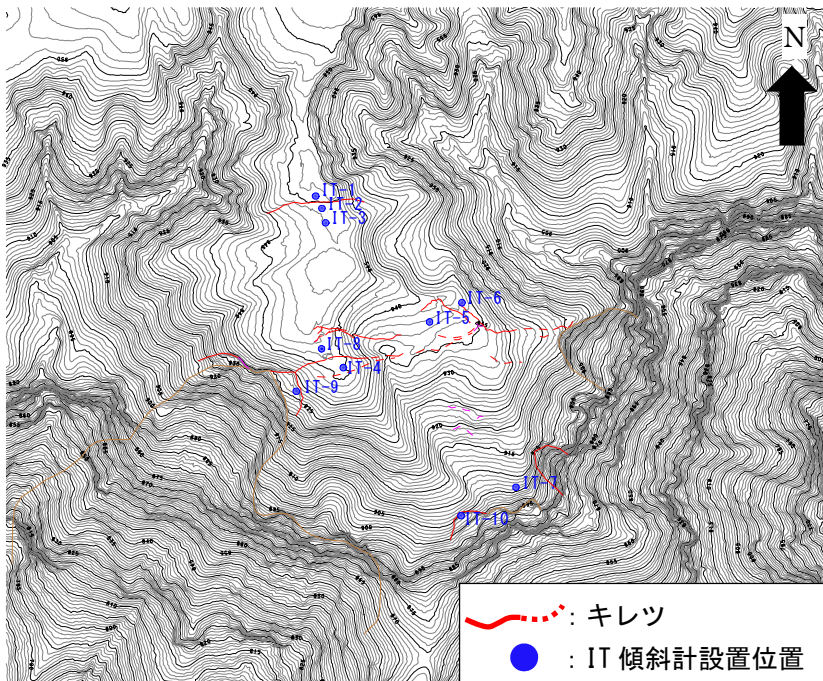


図-1. 西小園地区の地形とキレツ発生位置および IT 傾斜計設置位置

表-1. キレツタイプと IT 傾斜計番号の関係

キレツタイプ	IT 傾斜計番号
A（遷急線）	IT-6, IT-7, IT-9, IT-10
B（尾根沿い）	IT-5,
C（尾根切）	IT-2, IT-3, IT-4, IT-8

IT-1 は不動域に設置観測



① 遷急線に沿った馬蹄形キレツ



② 尾根地形に沿ったキレツ



③ 尾根地形を切るキレツ

写真-1. 西小園地区のキレツ

3. 観測結果

図-2に最も累積変動量の大きいIT-9の観測結果を示す。7月から10月中旬にかけて明瞭な変動を示すが、その後は緩慢な変動にとどまっている。この傾向は他のIT傾斜計でも同様であった。平成28年8月19日には阿蘇地方を震源とするM4.4の地震があったが、この際の変動も他の観測期間の変動と大きな違いはなく、余震による顕著な変動量の増大は認められなかった。また、観測期間の最大日雨量は101mmと比較的少なかったためか降雨による顕著な変動も認められていない。図-3には平成28年7月の設置から平成29年3月までのIT傾斜計の変動方向を示す。

キレツのタイプと変動方向の関係は以下のような特徴がある。

キレツ A：斜面最急方向へのすべりないしは山側への回転運動を示す。

キレツ B：変動量は小さく、概ねキレツに平行した変動を示す。

キレツ C：変動量は小さく、概ねキレツに直交したキレツを示す。

キレツ Aについては、崩壊箇所の変動方向を示していると考えられる。一方キレツ Bやキレツ Cについては、観測期間の約8ヶ月間で累積変動量が100秒以下と小さいことから、地表面付近の局部的変動の可能性が考えられる。

4. 考察

西小園地区に発生したキレツを3つのタイプに区分し、IT傾斜計による地盤変動を観測した。この結果、遷急線縁部に発生した崩壊部のキレツ A では斜面最急方向や斜面上部方向への回転運動等斜面自体の変動を示唆する観測結果が確認された。一方、キレツ Bやキレツ Cでは、キレツ A ほどの顕著な変動は見られなかった。キレツ Bやキレツ Cについては地震動により表層部に発生した、いわゆる「地割れ」のようなキレツであり、斜面の不安定化により発生したものではないことが考えられる。今回の観測結果からは、地震により斜面上に多くのキレツが発生した場合でも斜面変動によるものと地震動自体によるものに区分する必要があると考えられる。

なお、図-2に示すようにやや回帰的な動きが観測されており、黒ボク土のような含水比の変化による強度の変化が大きい箇所では傾斜計の設置方法に工夫が必要な可能性を示している。

5. おわりに

今後はさらに観測データを蓄積するとともに、降雨時の変動特性や設置方法の再検討を行っていく予定である。謝辞：当研究に際して、地元原野組合、熊本県土木部河川港湾局砂防課および阿蘇地域振興局には、観測フィールドとしての利用を快諾いただいた。また、熊本県土木部河川港湾局砂防課からは地震後に取得されたレーザープロファイラーデータを貸与いただいた。ここに深く感謝申し上げます。

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う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

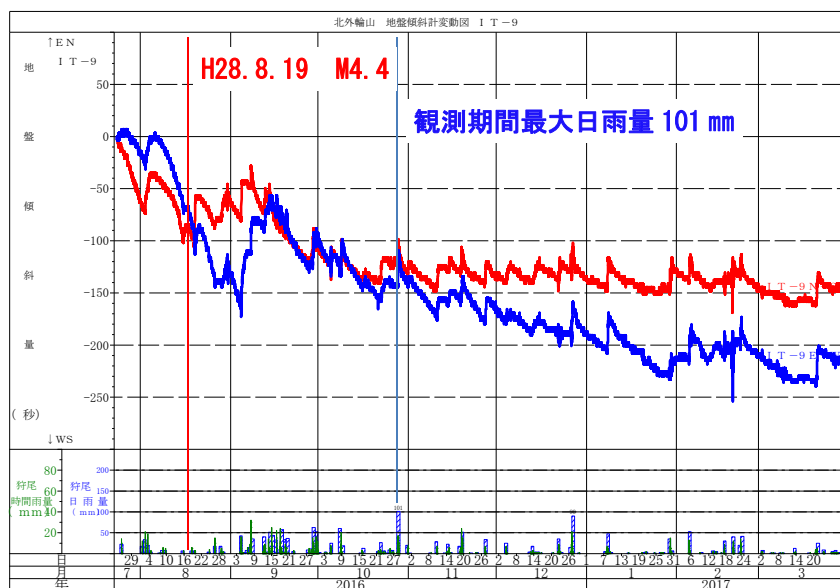


図-2. IT-9の観測結果

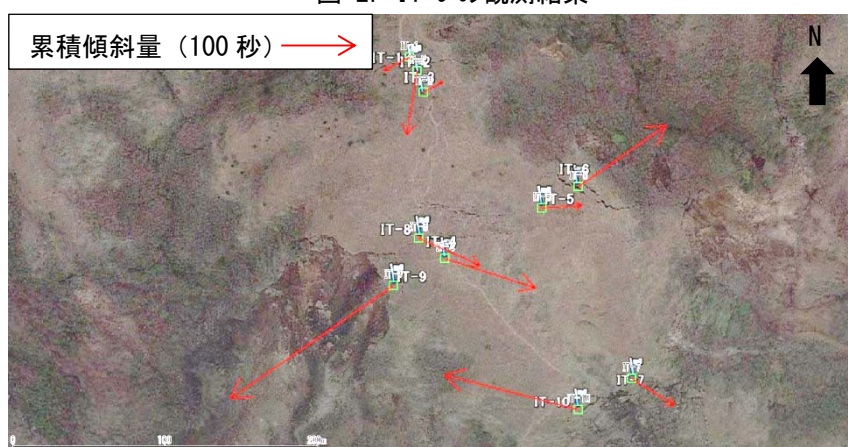


図-3. IT地盤傾斜計の変動方向図
(グーグルアースに変動方向をプロット)