

熊本地震により損傷を受けた自然斜面における降雨時の変形挙動の計測

国土防災技術(株)	○土佐信一, 大類光平
高知大学自然科学系	笹原克夫
埼玉大学	内村太郎
労働安全衛生総合研究所	平岡伸隆
(株)オサシ・テクノス	板山達至
中央開発(株)	王 林
曙ブレーキ工業(株)	西條敦志

1. はじめに

筆者らは、計測に基づく斜面の崩壊予測を目的として、斜面の変状を計測する共同研究を進めている。平成28年(2016年)4月の熊本地震によって損傷を受け、多数の亀裂が生じた熊本県阿蘇市の石地区の自然斜面もその研究フィールドの一つであり、多数の傾斜計・ひずみ棒・土壌水分計を設置し、平成28年9月から計測を行っている¹⁾。本稿では、平成29年5月～12月に得られた計測結果について報告する。

2. 対象斜面と計器配置

対象斜面は阿蘇カルデラ外輪山の北北西部、カルデラ壁上端に位置し、縦断面形は凸形の上昇斜面型、横断面形は谷形の集水斜面型を呈する南向き斜面である。地表は牧草で覆われ、地表から深さ50cm程度までは多くの火山礫を含んだ黒ボク土、その下層は茶褐色の火山灰土となっている。

測線と計器配置を図-1に示す。南向き斜面に多数分布する亀裂を跨ぐようにA～D測線と、北向きで亀裂のない緩傾斜斜面にE測線を設け、亀裂の上下を主体に計器を設置した。傾斜計は分解能0.02度以下のMEMS型の2軸式で、ほぼ地表付近に埋設した後、温度による変動を緩和させるため土のうを被せた。A測線とC測線の一部には土壌水分計(埋設深度10,30,50cm)とひずみ棒、斜面上部には雨量計を設置し、10分間隔で計測を行った。

なお、当地区では毎年2～3月頃に「野焼き」が行われることから、すべての計器は冬期に一時撤去して焼損を防ぎ、野焼き後に再設置して計測を再開している。

3. 計測結果と考察

平成29年5月～12月の再設置から一時撤去までの7ヶ月間の計測結果を図-2に示す。2軸の傾斜計とひずみ棒は、南北方向NS成分はNを正(北に傾倒すると増)、東西方向EW成分はEを正(東に傾倒すると増)で表した時系列図と、その変動方向を方位で示すベクトル図(上が北、緑色)を右端に重ねて記した。

亀裂に近い傾斜計・ひずみ棒・土壌水分計のほとんどにおいて、降雨と連動した動きが観測された。

3.1 A測線

計測結果の代表例として示した図中①土壌水分計AW3と図中②ひずみ棒AH2より、②のせん断変位は、降雨前の体積含水率の減少に伴って増加し、その後の降雨中には戻る交互変動が認められた。この応答は、降雨量が増える6月中旬以降には変動量が小さくなるが継続しており、広島のみさ土斜面で降雨の少ない時期に観測される挙動と類似している²⁾ことから、計器設置直後にしばしば見られる、所謂「なじみ変動」ではないと考えられる。

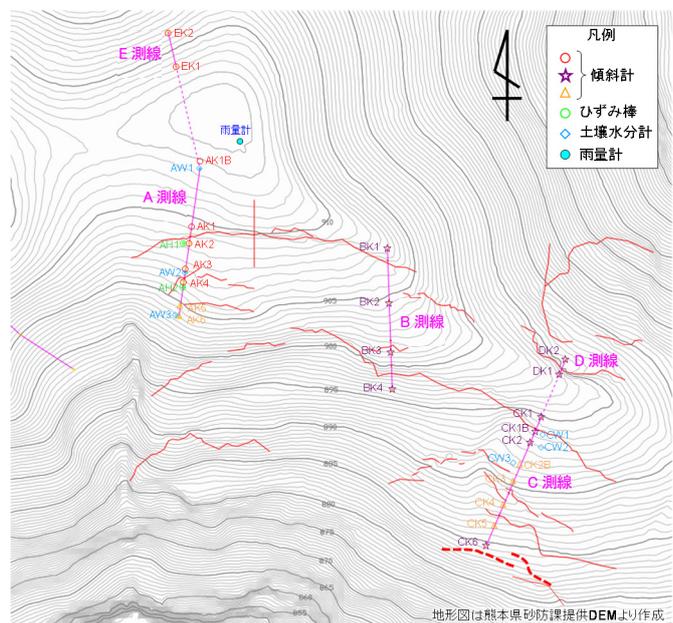


図-1 亀裂の分布状況と測線および計器配置

3.2 B 測線

A 測線に比べて相対的に大きな傾斜変動が認められ、傾斜の方向も前年度と同じ傾向であった。また、斜面上方のBK1・BK2は図中③のBK3と同じ時期に変動したのに対し、より下方の図中④BK4は約1ヶ月遅れて変動しており、上部ブロック土塊に押された動きを捉えた可能性がある。

3.3 C 測線

斜面上方の傾斜計 CK1B・CK2 (図中⑤⑥) と下方のCK3・CK4 (同⑦⑧) は共に明瞭な傾斜変動が認められたが、その変動の方向は各々異なり、亀裂を挟んだ別ブロックの動きを捉えた可能性がある。

傾斜変動の発現時期は、CK1B・CK2では5~6月が主なものに対し、CK3・CK4ではそれ以後も累積的に増加しており、それぞれ異なっている。

一方、笹原ら³⁾が報告したように、熊本地震直後に撮影された空中写真と、平成29年12月にUAVで空撮した写真の対比によって、C測線の下方には新たに大きな亀裂(図-1右下の赤破線)が生じていることが判明した。この亀裂に近い位置にあるCK3・CK4の傾斜変動の累積的増加は、亀裂の拡大と関連している可能性がある。

4. おわりに

今後は、亀裂が拡大しているC測線下方への地盤伸縮計の追加や、なじみ変動の検証のため野焼き前後に撤去しない常設型の傾斜計の追加などを含め、計測を継続して、亀裂や周辺斜面の状況、降雨と各計測データとの関係を追及する予定である。

謝辞： 的石原野管理組合には現地立入と現場計測の承諾、熊本県砂防課には航空LPデータの提供をいただいた。記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 笹原ら：熊本地震で多数の亀裂が生じた斜面における傾斜変動，第56回地すべり学会研究発表会講演集，2017。
- 2) 中井ら：降雨時のまさ土斜面表層部におけるせん断変形挙動と土壌水分の関係，地盤工学ジャーナル，Vol.11, No.2, 2016。
- 3) 笹原ら：熊本地震により損傷を受けた自然斜面における亀裂の拡大—阿蘇市の石地区の事例—，平成30年度砂防学会研究発表会概要集

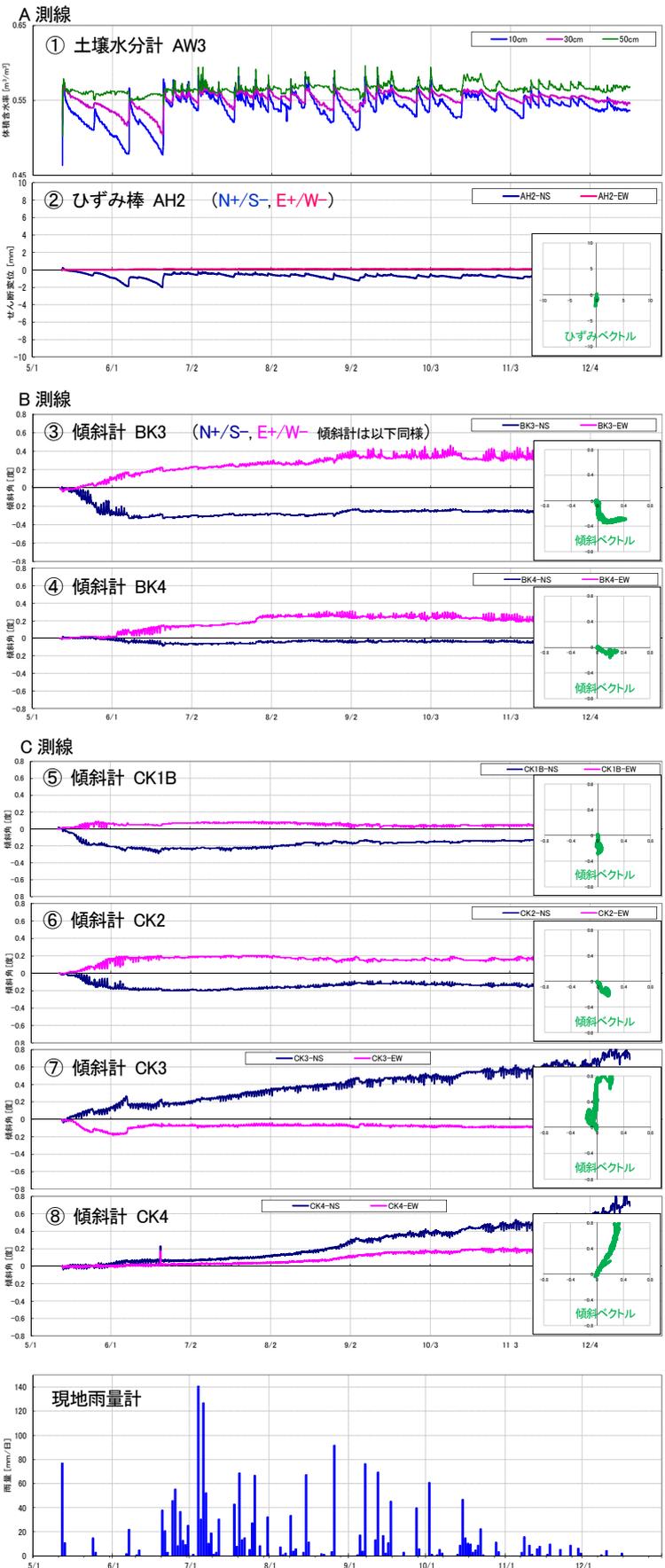


図-2 計測結果