

自然斜面発生源崩壊対策に関する実験的考察

○日鉄建材（株） 正会員 岩佐直人
正会員 堀 謙吾
非会員 副田尚輝
非会員 衛藤智徳

1、はじめに

近年、集中豪雨や台風等による土砂災害が多発し多くの被害が発生している。平成30年7月に発生した西日本豪雨災害では多数の土石流とともに流木の影響もあって被害が拡大した。特に広島県呉市を中心にした被害は、斜面源頭部付近(0字谷)の表層崩壊をきっかけとして、土石流発生にいたったものと考えられる。

一方斜面源頭部付近の表層崩壊の発生メカニズムは明確でなく、したがって対策を行うにあたっては適正な対策に関する研究開発が少ないのが実情である。そこで源頭部での斜面崩壊に関する模型実験を行い、その発生メカニズムを明確にするとともに、適正な対策選定に関して検討を行ったので、その結果について報告する。

2、実験概要

斜面源頭部の崩壊は、0字谷に浸透水が浸透し、谷部に堆積している崩積土が浸透水によって崩壊し源頭部崩壊に至ると考えた。実験土槽を図2-1に示す。斜面長1m、幅40cm、斜面勾配30°の木製土槽で、側面はアクリル板になっており地盤内の水位変化・砂柱による地盤移動量を観察できるようになっている。また斜面のり尻は斜面勾配15°の緩傾斜斜路がついており、斜路長さを調整することで、斜面勾配30°部斜面の安定性に影響する構造になっている。

実験では、川砂（φ44.6°、 $c=0\text{kN/m}^2$ 、最大粒径9.5mm、均等係数6.73、平均粒径0.85mm、自然含水比8%）で、密度13.75kN/m³にて厚さ10cmにて斜面を構築した。なお土槽底板表面に接着剤にて砂(粒径0.8mm～2mm)を貼り付けてある。水槽は土槽天端背後に設置し、水位が10cmで一定、径1mmの穴が45個3段ある注水板を通して地盤内に浸透する構造になっており、本実験では平均1.7l/minで注水した。

計測項目は、斜面変位量（天端沈下量・天端水平変位量・斜面中段変位量・斜面下段変位量）、土壌水分量（斜面天端から10cm・50cm・90cm、緩傾斜斜路中央部）及び対策工補強材のひずみ（中央列4本に2箇所×2枚箇所貼り付け）であり、それぞれレーザー変位計（IL-300及びIL-100）、誘電式土壌水分計（EC-5）、ひずみゲージ（FLK-2-17）を用いて計測している。

表1に実験条件を示す。無対策は、緩傾斜斜路長さを変えた条件で行い、本実験で対象とした対策工は地山補強土工法である。補強材は板厚0.5mm・幅5mmりん青銅鋼板に砂を接着剤で貼り付けて摩擦を確保した仕様であり、補強材頭部には板厚5mm・



図 1-1 西日本豪雨における斜面崩壊事例

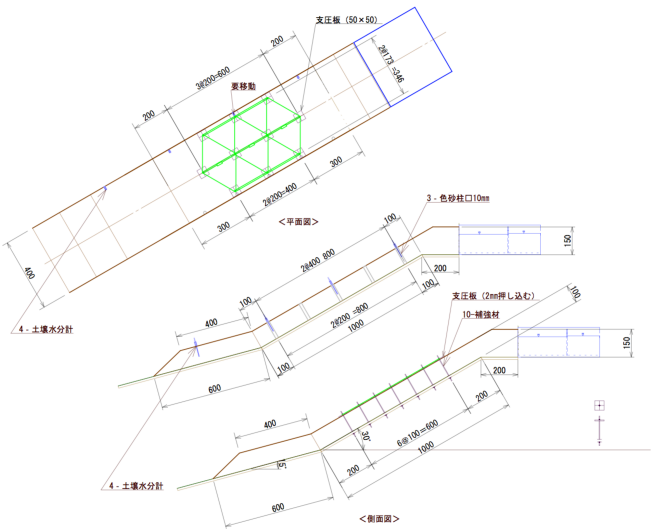


図 2-1 実験土槽概要（対策工ありのケース）

表 1 実験条件

実験ケース	条件	備考
Case1 (NR1)	無対策 緩傾斜斜路長さ80cm	
Case2 (NR2)	無対策 緩傾斜斜路長さ60cm	
Case3 (RS)	対策 地山補強土工法	補強材 PL5-t0.5りん青銅 支圧板5-50×50アルミ製

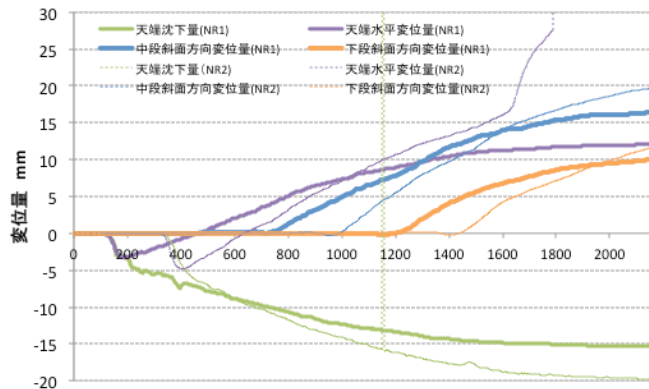


図 3-1 斜面変位量-経過時間関係
(緩傾斜路長さの影響)

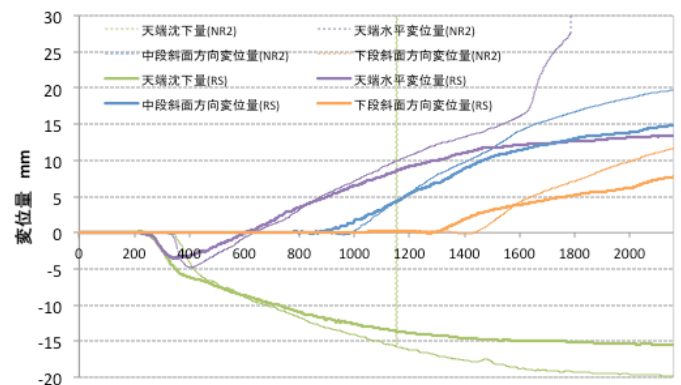


図 3-2 斜面変位量-経過時間関係
(対策工の影響：緩傾斜路長さ 60cm)

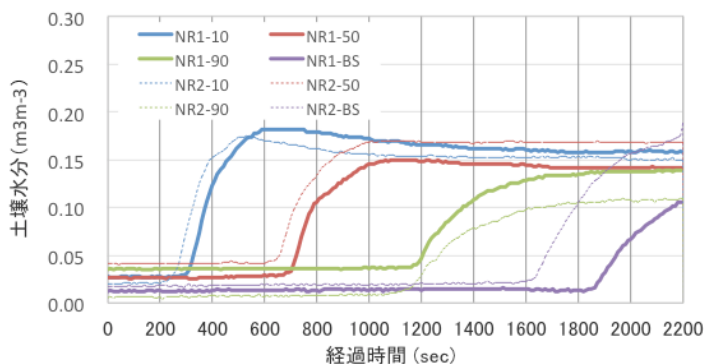


図 3-3 土壌水分量-経過時間関係
(緩傾斜路長さの影響)

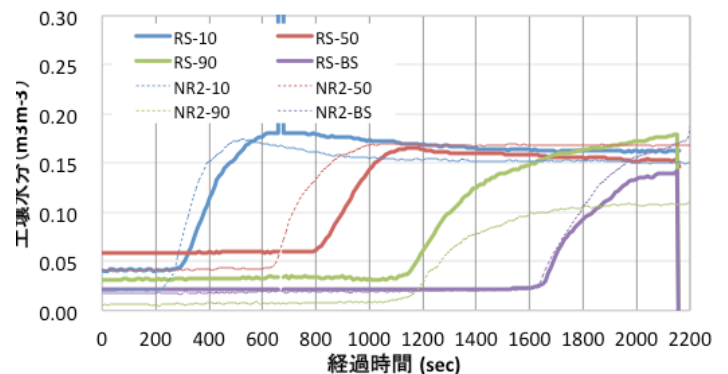


図 3-4 土壌水分量-経過時間関係
(対策工の影響：緩傾斜路長さ 40cm)

50mm 四方のアルミ製支圧板を取り付け、径 0.85mm のワイヤで各補強材頭部を連結している。なお補強材下端は土槽底板に固定している。

3、実験結果

図 3-1 に緩傾斜路長さ別の斜面変位量と注水を開始してからの経過時間との関係を、図 3-2 に緩傾斜路長さ 60cm 時の無対策と対策工ありのケースにおける同様の関係を示す。緩傾斜路長さ 60cm と 80cm を比較すると、80cm の場合の変位量が小さくなるが、これは緩傾斜路部の土塊が抑え盛土効果を発揮したためと考える。この場合緩傾斜路中央部付近が上部からの土砂移動の影響で圧縮されて膨張状況が確認されたが、斜面崩壊にはいたらなかった。60cm の場合は緩傾斜路のり尻部が崩壊すると緩傾斜路部が崩壊し、その後上部斜面が流動化状態で崩壊した。緩傾斜路長さ 60cm 時の対策工がある場合、斜面変位量が小さいことがわかる。しかし緩傾斜路部のり尻が崩壊すると前述と同様に対策工を含めた斜面が流動化状態で崩壊した。

図 3-3 緩傾斜路長さ別の土壌水分量と注水を開始してからの経過時間との関係を、図 3-2 に緩傾斜路長さ 60cm 時の無対策と対策工ありのケースにおける同様の関係を示す。いずれも斜面上部・中段での土壌水分量変化に大きな差が見られないが、斜面下段では、無対策の緩傾斜路長さが 80cm の場合・対策工を施した場合が早い段階で土壌水分が増加している一方、緩傾斜路土塊内では長さが 80cm の場合の土壌水分増加する時間が遅くなり、対策工を施した場合無対策より土壌水分増加量が小さい。

以上より、斜面源頭部付近の表層崩壊の発生は源頭部下端に堆積している崩積土塊の影響が関係することが予想されることが、対策工を施すことにより変位量が小さくなることが明らかになった、しかし斜面土塊が流動化すると摩擦に依存する地山補強土工法ではその効果が低下することから、排水工等との併用が示唆される結果を得た。

4、まとめ

斜面源頭部付近の表層崩壊の発生メカニズムを明確にするとともに、適正な対策選定に関して検討を行うために、模型土槽を用いた斜面崩壊実験を行った。その結果 (1) 堆積している崩積土塊の影響があること、(2) 地山補強土工によって変位量が小さくなることが明らかになった。今後排水工や対策工設置範囲に関する検討を行い、斜面源頭部付近の表層崩壊対策に有効な対策工を提案する予定である。