

盛土のり面の耐降雨性構造に関する模型実験

土木研究所 正会員 ○加藤 俊二、正会員 川添 英生、正会員 佐々木 哲也

1. はじめに

標準のり面勾配などの安定勾配で設計・施工される堤防等の盛土のり面では、降雨による表層の侵食防止を目的としたのり面保護工として一般に植生工が行われている。植生工は、植物の根系の生育による表層土砂の緊縛効果を期待して侵食防止を図るものである。のり面保護の際に植物の生育基盤として厚さ 30cm 程度の土羽土が施工されることがあるが、砂質土のような侵食しやすい土羽に植生工を施した盛土のり面が、近年の集中豪雨等により施工後さほど経過していないうちに流出する災害も発生している。筆者らは、一般に盛土のり面にもちいられる張芝工に着目した模型実験により、根系の緊縛効果が発揮されるには6か月程度の生育期を経ることが必要であることを確認しており¹⁾、このような施工直後の被害を防止するためには根系の緊縛効果が発揮される前の供用開始時から耐降雨性を有するのり面構造とすることが必要である。

本報は、植生基盤として耐降雨性を有するのり面を構築するための簡易な補助工を提案することを目的とし、土羽の構造を変えた盛土模型を作製し、耐降雨性の比較実験を行った結果を報告するものである。

2. 盛土のり面の耐降雨性模型実験

(1) 実験概要

実験模型は、図1に示すような盛土のり面を模擬したもので、形状は盛土本体の高さ 1m、のり面鉛直方向の土羽厚を 0.3m とし、幅 2m、のり面勾配 1:1.5 である。

実験模型の構造は、基盤層および盛土本体を透水性の低い粘性土（関東ローム：最大乾燥密度 0.818(g/cm³））とし、土羽の構造を①ケース1（比較基準）：降雨により侵食しやすい山砂単体（最大乾燥密度 1.809(g/cm³）、細粒分含有率 30%）、②ケース2：土羽 10 cm を市販の 5号砕石および6号砕石を質量比で 1：1 混合したもの（比重 2.65。以下、砕石と呼ぶ）で排水層としたもの、③ケース3：土羽 10 cm を砕石および山砂を質量比で 1：2 混合したもの（以下、砕石混合土と呼ぶ）、④ケース4：土羽 30cm すべてを砕石混合土としたもの、の4ケースである。

模型の作製方法は、土を最適含水比に調整したうえで、盛土本体を水平方向に層厚 10cm 締固め度 90%で管理して構築し、土羽については土の部分が締固め度 85%で所定の厚さとなるようにのり面鉛直方向に構築した。なお、ケース2の排水層となる砕石については所定の厚さとなるように敷均しを行った。また、降雨による水の変化を把握するため、盛土本体と土羽との境界を基準として上下の締固め層の上面に6箇所3断面に土壌水分計を、のり尻部およびのり面部の土羽境界面上4箇所に間隙水圧計を設置した。さらに、のり面表面は張芝を想定して親水性のある侵食防止シートで保護し、雨滴による侵食が生じないようにした。

降雨実験は、時間雨量 20mm 4時間、50mm 4時間、100mm 4時間を7日間隔で段階的に与えて、のり面の状況（侵食・崩壊等）について観察を行った。

(2) 実験結果および考察

本実験に先立ち予備実験として実験降雨に対して各土羽構造で表層の侵食が生じないことを確認する目的で、盛土本体および基盤層を山砂で構築して基盤層で排水し浸透水による水位上昇が生じにくい条件で上記4ケースと同様の土羽構造で降雨実験を行い、いずれの構造でも変状が生じなかったことを確認している。

写真1に、本実験で各ケースに変状が発生した降雨時ののり面の状況を示す。降雨と変状の推移は以下のとおり。〈ケース1〉時間雨量 20mm で、降雨開始から1時間半でのり尻付近が泥濘化。降雨開始から3時間でのり尻部で崩壊が発生。4時間経過でのり面の約6割が流失した。降雨実験は終了。

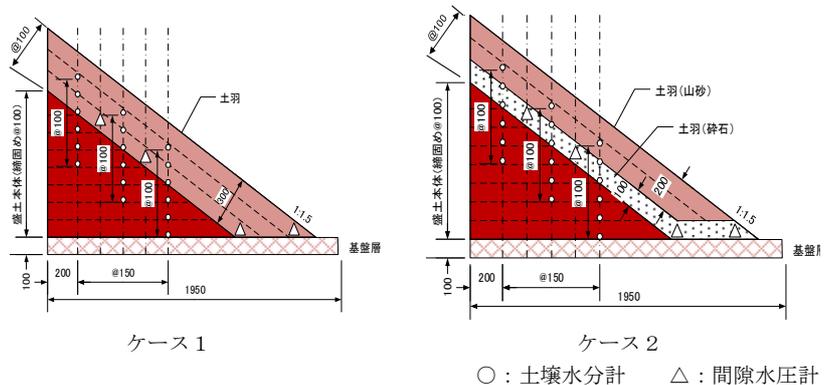


図1 実験模型図例（ケース1、ケース2）

キーワード 盛土のり面、耐降雨性、植生基盤、補助工

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研) 土木研究所 土質・振動チーム TEL029-879-6771・FAX029-879-6735

〈ケース 2〉時間雨量 20mm、50mm では変化なし。100mm で 30 分経過時にのり面中腹付近で侵食が発生。同位置で徐々に排水層付近までえぐられるように侵食域は拡大するが崩壊は生じず、範囲は限定的であった。

〈ケース 3〉時間雨量 20mm、50mm では変化なし。100mm で 20 分経過時に碎石混合土上部の山砂が泥濘化・はらみ出し、30 分でのり尻部分が碎石混合土上部で崩壊。4 時間でのり面の 7 割が流失したが、碎石混合層は残存していた。

〈ケース 4〉時間雨量 20mm、50mm では変化なし。100mm で 2 時間経過時点で表面の一部で侵食が発生したが、4 時間経過時でも限定的な範囲で深さも 2~3 cm 程度であった。

図 2 に、変状が見られた降雨での各ケースの水位変化の例として盛土本体のり尻付近での状況を示す。崩壊が生じたケース 1、ケース 3 の水位状況を見ると崩壊開始時の水位が 10 cm 程度（計測位置盛土高さの約 1/3）であり、この値が排水層の厚さの一つの目安と考えられる。

ケース 2 の変状状況を見ると碎石の排水層の効果は大きくすべり的な崩壊は抑制されているが、山砂のような侵食しやすい材料では施工上生じるムラや上方からの表流水などの影響による表面侵食への対応が必要と考えられる。

図 3 に、例としてケース 1 および 4 の土羽部ののり尻の飽和度の変化状況（土羽境界、上 10 cm 位置、上 20cm 位置）を示す。ケース 1 の飽和度の変化を見ると、2 時間経過頃から急激に土羽との境界位置の飽和度が上昇し崩壊前には土羽全体の飽和度が 80% となっており、水位上昇の傾向と一致している。一方、ケース 4 を見るとほとんど飽和度の変化が見られない。なお、ケース 3 ではケース 1 でみられた崩壊時の急激な飽和度の上昇が碎石混合土上面で発生し、土羽と盛土本体との境界では飽和度の大きな変化は見られなかった。このことは、透水性に大きな差がある境界面が水位形成の要因となっていることを表しているものと考えられる。

これらの結果を踏まえると、ケース 4 は碎石を混合することで碎石のマルチング効果により、のり面からの浸透が抑制されるとともに、のり表面の耐侵食性も向上したものと考ええる。ただし、のり尻付近でより水位上昇が生じた場合に崩壊性の変状が発生する可能性もあることから、ケース 2 のようにのり尻付近の排水対策を行うことが望ましいと考ええる。

今回の実験の範囲からは、張芝施工直後から根系の生育期間までの耐降雨性を確保するためののり面構造としては、ケース 2 とケース 4 との複合型としてのり尻部分に排水層を設けた全面碎石混合土で植生基盤を構築することで、耐降雨性が高くなるものと考ええる。

3. おわりに

本実験により、植生基盤としての土羽を構築する際、碎石排水層および碎石混合土を用いる簡便な補助工で、集中豪雨に対する耐降雨性が得られることが確認できた。今後は、大型盛土での実験検証を行う予定である。

参考文献

- 1) 加藤俊二, 川添英生, 佐々木哲也, 小栗ひとみ: 張芝の根系発達による土砂保持効果に関する模型実験, 土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, 2017.9

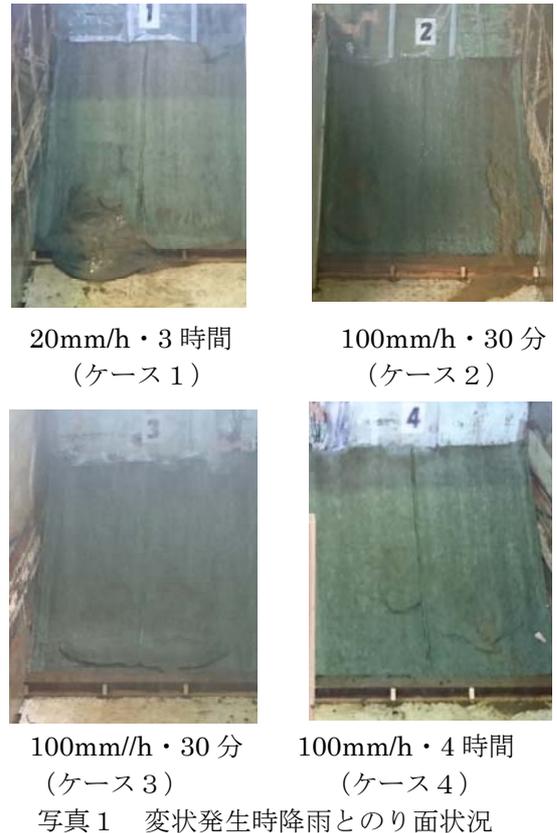


写真 1 変状発生時降雨とのり面状況

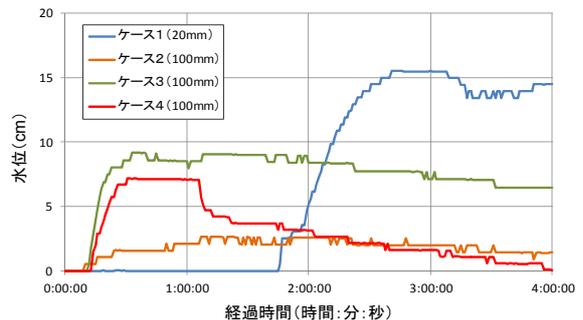
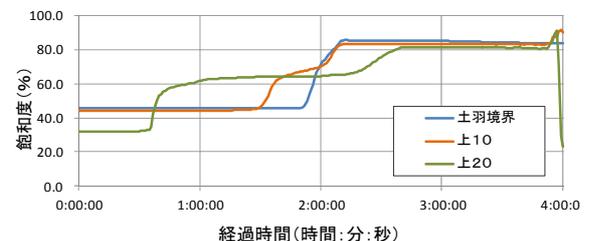
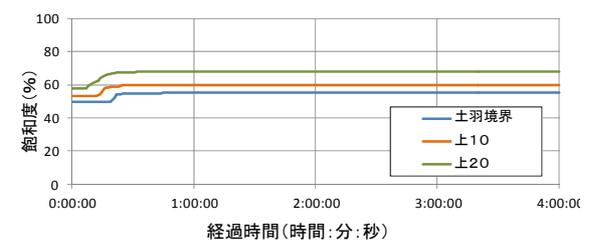


図 2 のり尻付近の水位変化状況



(ケース 1 : 20mm/h)



(ケース 4 : 100mm/h)

図 3 土羽部 (のり尻側) の飽和度の変化状況