

表面被覆補強した既設河川堤防の侵食防止効果に関する実験的検討

九州大学大学院 学 ○小井手 宏行 正 石藏 良平 F 安福 規之

1. はじめに

近年、豪雨による河川堤防の決壊が発生しており、今後、豪雨の発生頻度が増加するにつれ、被害が増加していく可能性が考えられる。河川堤防

の決壊は越流決壊が原因の多くを占めている。越流決壊のイメージ図を図-1 に示す。河川堤防は計画高水位以下の水位の流水の通常的作用による侵食や浸透に対して安全な機能を有するものである。そのため、長時間越水するような超過洪水に耐えること

を前提として堤防は設計されていないため、耐越流侵食性を向上させた河川堤防補強技術の開発が必要である。本研究の最終目的は、耐越流侵食性を向上させ、既設の河川堤防に対する粘り強く壊れにくい河川堤防補強技術を開発することである。そこで施工する盛土補強の効果を検証するため、小型模型

盛土による越流破堤実験を行った。盛土の補強は盛土表面の被覆条件を変えた2 ケースを実施した。表-1 に実験ケースを示す。本研究では、越流による侵食過程を確認するとともに、模型盛土内部の飽和度・間隙水圧の経時変化を測定し、実験結果の比較検討を行った。

2 実験概要

盛土材料としては豊浦砂を用いた。乾燥密度 $\rho_d=1.5\text{ g/cm}^3$ 、初期含水比 $w=5\%$ で豊浦砂を5層に分け締固め、基礎地盤・模型盛土を作製した。また、模型盛土の寸法と土壌水分計・テンシオメーターの設置位置を図-2 に示す。奥行は40cmである。以上の実験条件を固定して、補強効果

の基準となる Case0(無補強)と Case1(越流水を遮水することで侵食を抑制する目的で厚さ約0.2mmの塩化ビニル製の遮水シートでの表面被覆をした場合)、Case2(越流水の勢いを緩和することで侵食を抑制する目的で厚さ約0.4mm、目合い約2.1mmの垂鉛引織網の網目状シートでの表面被覆をした場合)について実験を行った。シートでの補強は天端・裏法面・裏法尻にかけて施工した。施工範囲は図-2 に示す。実験時の水位上昇を合わせるように流量を調節したが、完全には一致しなかった(図-3)。併せて、堤体縦断方向からビデオカメラによる撮影も行った。

3. 結果の比較と考察

3.1 間隙水圧・飽和度の比較

図-4 に盛土内の実験における飽和度・間隙水圧の経時変化の比較を示す。図-4 の間隙水圧に関して、各 Case とともに5箇所グラフの上昇し始める順番は全て一致しており、撮影より得られた動画から確認できる盛土内の浸透状況と対応していた。また、越水後は一時的に間隙水圧が上昇し、盛土の侵食とともに減少することが確認できた。

キーワード 河川堤防 越流破壊 表面被覆 耐侵食性

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 番地 WEST2 号館 1108-2 TEL092-802-3378

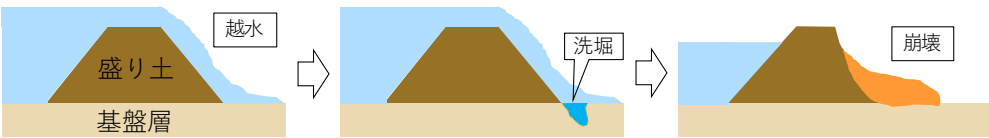


図-1 越流決壊のイメージ図

表-1 実験ケース

実験ケース	被覆の有無	補強方法
Case0	無し	無し
Case1	有り	遮水シート
Case2	有り	網目状シート

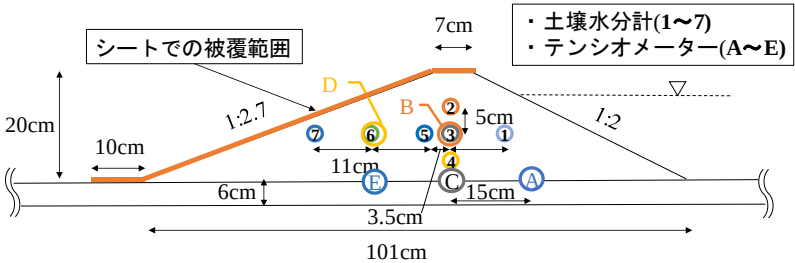


図-2 模型盛土の実験概要図

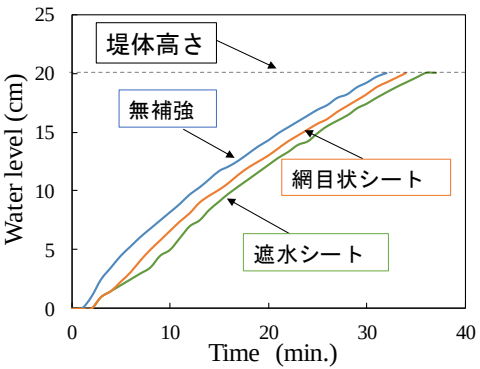


図-3 各実験ケースの水位の経時変化

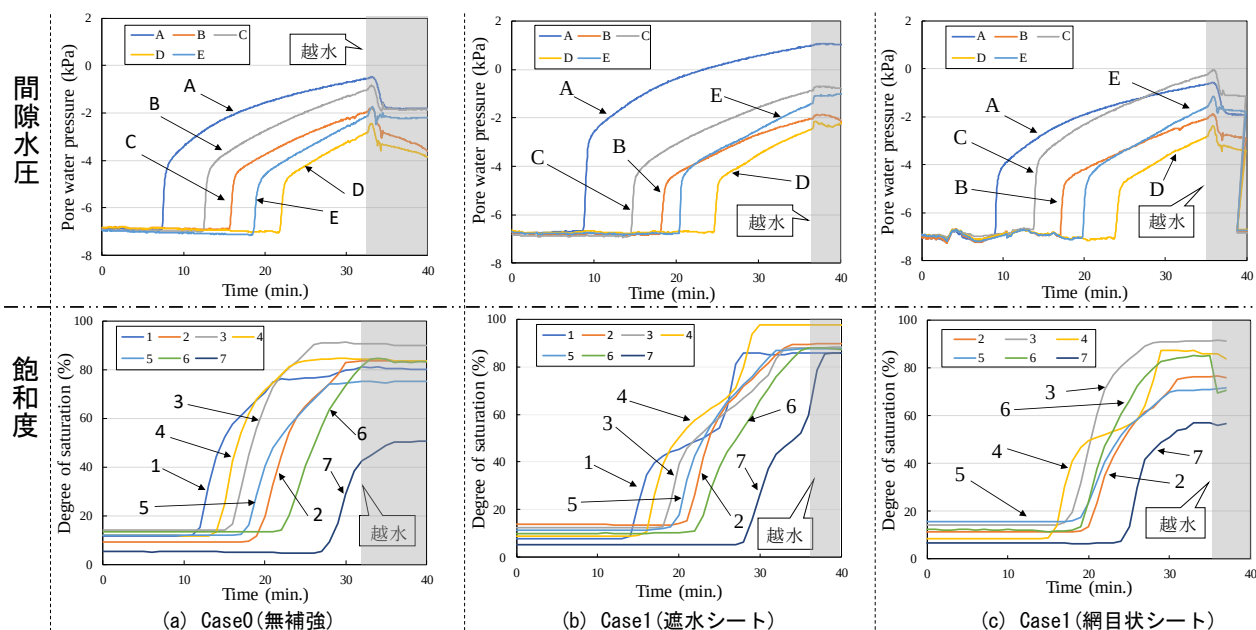


図-4 Case0(無補強)、Case1(遮水シート)、Case2(網目状シート)の間隙水圧・飽和度の経時変化の比較

図-4の飽和度に関して、各Caseとも7箇所の飽和度が上昇し始める順番はほぼ一致しており、間隙水圧と同様に盛土内の浸透状況と対応していた。Case1の計測点7に注目すると、他のCaseと比べて大きく上昇しており、これは遮水シートで被覆したことで表面が行き止まりとなり、盛土内に水分が留まった事が起因すると考えられる。

3.2 侵食過程の比較

図-5にビデオ撮影により得られた各Caseの越水時の盛土形状の経時変化を示す。Case0の侵食過程は、法肩から始まり、盛土の傾きに沿って法面から法尻まで侵食され破堤した。Case1をCase0と比較すると、破堤に至るまでの時間は約2倍かかり、天端が侵食されるに至るまでに約120秒を要した。侵食過程は裏法面の中ほどから洗堀され、徐々に天端が侵食されていき破堤に至った。Case1は盛土表面を遮水することで侵食を遅らせる効果を確認できた。

Case2をCase0と比較すると、越水開始時から20秒間は法面をゆっくりと水が流れていき、途中から波打つようになり、法肩が顕著に侵食され、法面から法尻へと侵食され破堤した。また、Case2では網目状シートによる凹凸の差で最初は越流水の勢いを弱めることができたが、徐々に水が波打つようになり、盛土が侵食されていった。どのCaseも一度越流により水みちが形成され侵食が始まると、侵食された経路を優先的に水が流れ、天端まで侵食が進むと一気に破堤に至ることが確認された。Case1、Case2共にシートと土槽側面のつなぎ目からの侵食が著しく見られた。

4. まとめ

小型堤防を用いた越流模型実験を実施し、盛土表面を被覆した際の盛土内の飽和度・間隙水圧の経時変化と侵食過程を計測した。飽和度・間隙水圧といった盛土内の浸透を計測したが、盛土の表面被覆をしてもあまり差は生じなかった。耐越流侵食性の面において、網目状シートでの被覆は越流水の勢いを越水直後は弱める事が出来たが、侵食過程は無補強時と大差なく、効果は低かった。遮水シートでの被覆は天端付近に水みちが形成されるまでは盛土表面の侵食を遅らせることができ、効果的であることを確認した。

【謝辞】本研究の一部は、気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)の支援を得て実施した。

【参考文献】1) 河川砂防技術基準 設計編 技術資料 第1章 河川構造物の設計 第2節 堤防 p2 令和元年7月版

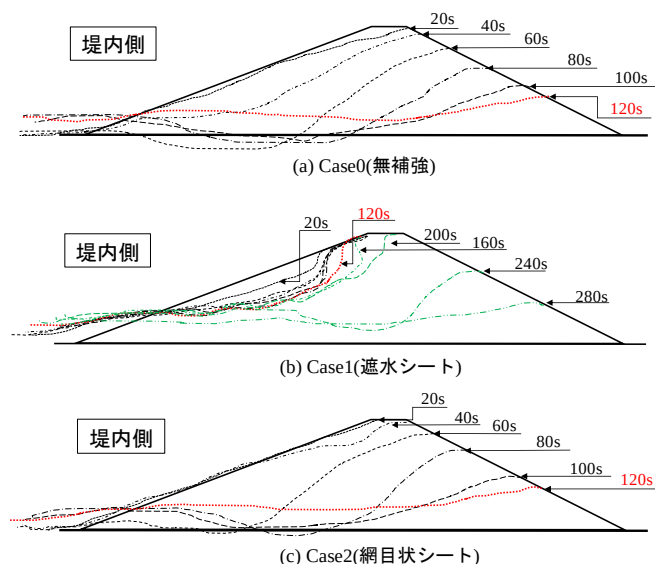


図-5 越流に伴う模型盛土の侵食過程の経時変化