

河川水位の変化に着目した堤防盛土の室内浸透・越流小型模型実験

九州大学大学院 学 ○小井手宏行

正 石藏良平 F 安福規之

正 アデル・アロウイシー 学 後藤広

1. はじめに

近年、豪雨による河川堤防の被害が発生しており、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

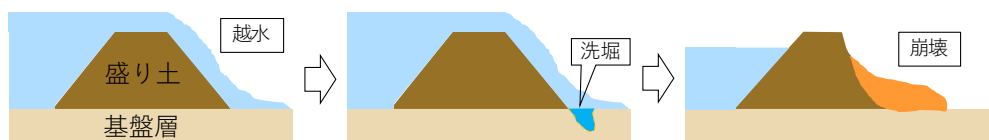


図-1 越流破壊のイメージ図

る。河川堤防は「計画高水位以下の水位に対して流水の通常的作用に対して安全な構造物」とし、この作用として耐浸透性、耐侵食性（堤外地）、耐震性を考慮して設計されている¹⁾。そのため、計画高水位を上回り、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。超過洪水のような想定外規模の水害による人的被害を軽減するには、耐越流侵食性を向上させた河川堤防強化技術の開発が社会的な課題である。本研究の最終の目的は、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。そこで施工する堤体補強

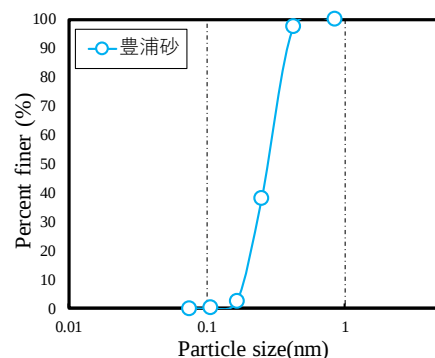


図-2 豊浦砂の粒度分布

の効果を比較するため、基準となる無補強の模型盛土による越流破壊実験を行った。水位上昇の仕方を変えた2ケースを行った。本報告では、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

堤体材料としては豊浦砂を用いた。粒度分布を図2に示す。乾燥密度 1.5 g/cm^3 、初期含水比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

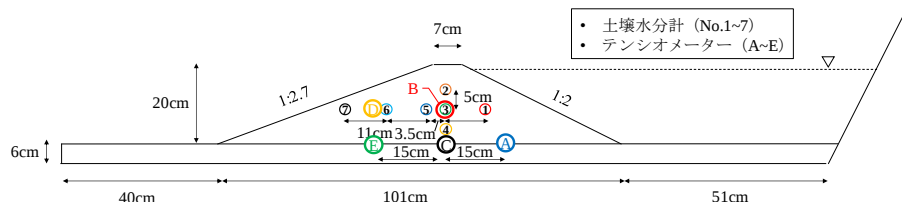


図-3 模型盛土の実験概要図



図-4 計測機器の設置状況（左図；テンシオメーター、右図；土壌水分計）

オメーターの設置位置を図-3に、また設置状況を図-4に示す。奥行は40cmである。以上の実験条件を固定して、ケース1(水位を二段階で上昇させる)とケース2(水位を一度に上昇させる)について実験を行った。実験時における水位の経時変化を図-5に示す。給水開始を0minとして、ケース1では、堤体の高さ5cmまで水位が上昇した10minで給水を一時止め、30minで給水を再開し、越水させた。また、ケース2では、給水開始から一度も給水を止めることなく越水させた。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。

4. 結果の比較と考察

4.1 浸透・侵食過程の比較

撮影した映像を確認すると、ケース 1 では堤体の高さ 5cm で水位を 20 分間保ったことで堤体中央付近まで湿潤面が見られたが、ケース 2 では堤体中央付近まで湿潤面が見られたのは水位上昇から 25 分後、水位が 11cm の時であった。堤内側の堤体法面が湿り始めたのは、ケース 1 では注水開始 1 時間後、水位 17.5cm の時であったが、ケース 2 では注水開始 50 分後、水位が 17.5cm の時であった。ケース 2 の方が堤体の浸透が早いことが確認できた。

図-6 にビデオ撮影により得られたケース 1 の越水時の盛土形状の経時変化を示す。侵食過程として、法肩から侵食され法面、法尻の順であったが、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、破壊が進行していくことが確認された。この盛土形状の侵食過程の経時変化は両ケースとも同様の傾向であった。しかし、ケース 2 は越水前に法面に浸透破壊が見られたため、その部分から侵食された。

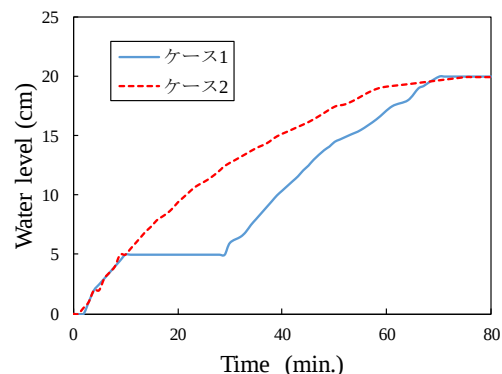


図-5 各ケースの水位

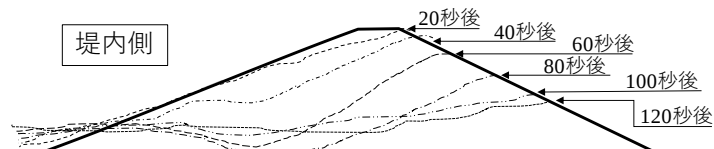


図-6 越流に伴う模型盛土の侵食過程の経時変化(ケース 1)

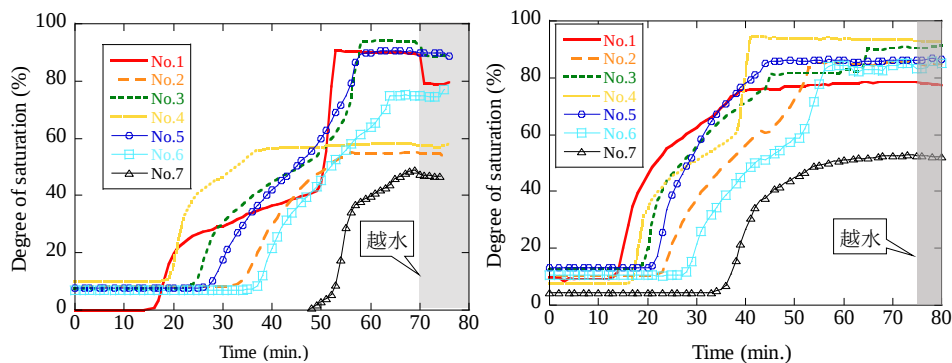


図-7 飽和度の経時変化の比較 (左図；ケース 1、右図；ケース 2)

4.2 間隙水圧・飽和度の比較

図-7 に飽和度、図-8 に間隙水圧の結果の比較を示す。それぞれ、左図はケース 1(水位維持あり)、右図はケース 2(水位維持なし)である。図-7 において、両ケースとも 7 箇所の飽和度が上昇し始める順番はほとんど一致したが、No.7 の上昇開始時間はケース 2 の方が早かった。

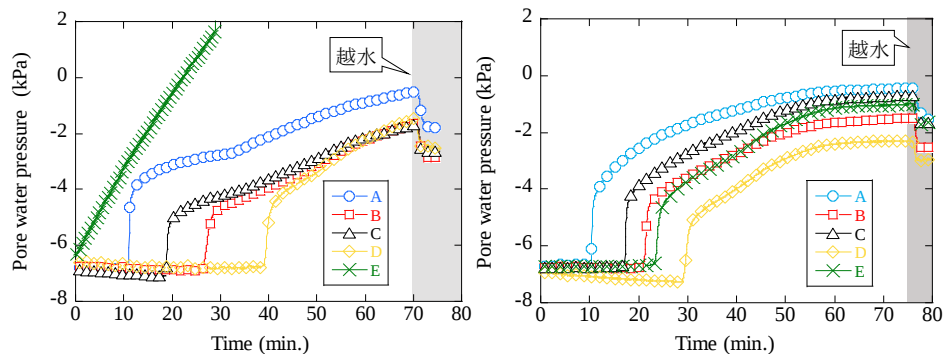


図-8 間隙水圧の経時変化の比較 (左図；ケース 1、右図；ケース 2)

図-8 において、間隙水圧に関しても両ケースとも 5 箇所のグラフの上昇し始める順番が、ケース 1 の計測地点 E を除いては一致している。また、計測地点 A・E を除く 3 か所では上昇開始時間がケース 2 の方が早かった。実験結果の飽和度・間隙水圧にばらつきがあるが、その原因として、模型盛土作製時の締固めが均一でなく、初期間隙比、飽和透水係数の値にばらつきが生じたためだと考えられる。

5. まとめ

小型堤防を用いた越流模型実験を実施し、堤体内の飽和度・間隙水圧の経時変化と侵食過程を計測した。水位上昇の違いによる浸透・侵食過程の進行速度は一度に水位を上昇させるケースの方が早いことを定性的に確認した。今後は、模型実験により越流に対する効果的な補強対策について検討を行う予定である。

【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) (社)日本河川協会編：改訂新版建設省河川砂防技術基準 (案)同解説 設計編[I], pp.3-30, 1997