

粘着性を有する堤防の侵食挙動に関する実験的研究

京都大学大学院 学生員 ○清水 皓一
 京都大学大学院 正会員 音田 慎一郎
 京都大学大学院 正会員 肥後 陽介
 京都大学大学院 フェロー 細田 尚

1. はじめに

局所的集中豪雨の発生が増加しているのに伴い、河川堤防が決壊する事例が報告されており、越流による堤体の侵食挙動について知見を得ることは河川工学的に重要である。これまで越流破堤に関する実験的研究が数多く行われてきた^{例えば 1)}が、未だに十分な知見が得られているとは言い難い。本研究では、水平直線水路に基礎地盤及び堤体を設置し、粒径・粘着性の有無を変えて破堤に関する水理模型実験を行い、それぞれの結果を比較することで破堤過程における粒径・粘着性による影響を考察した。

2. 水理模型実験の概要

横断堤を用いて正面越流破堤実験を行った。実験水路の概略図を図-1に示す。水路幅が0.2(m)の水平直線水路に長さが2.48(m)、高さ0.05(m)の基礎地盤をしき、その上に高さが0.3(m)、天端幅が0.1(m)、法面勾配が1:2の堤体を設置した。本実験では堤防模型及び基礎地盤の試料に珪砂5号、珪砂7号と笠岡粘土を7:3の割合で均一になるように混ぜた粘性土の2種類を用いており、それぞれおよそ最適含水比になるように加水した上で試料を均一に混合した。実験条件を表-1に示す。Case1は堤体、基礎地盤とも5号砂での模型実験、Case2は粘性土での模型実験である。また、Case1とCase2の粒径加積曲線を図-2に示す。堤体の作製では基礎地盤、堤体下部0.1(m)、堤体中部0.1(m)、堤体上部0.1(m)というように基礎地盤を含めて堤体を垂直方向に4分割し、各層に必要な重量の砂を水路に積み、木材を用いて十分に締め固めた後、成形した。各実験の様子を水路側面からビデオカメラで撮影し、その映像から堤体及び基礎地盤の形状、水面の高さや堤体への越流水の浸透の様子を時間変化をグラフ化した。

表-1 実験条件

Case	堤体・基礎地盤材料	含水比 (%)	流量 (l/s)
1	5号砂	5.21	3.3
2	粘性土	15.59	

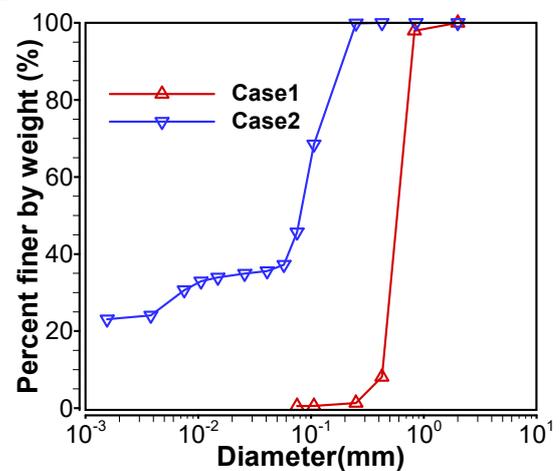


図-2 粒径加積曲線

3. 実験結果と考察

実験中のCase1, Case2での堤体の時間変化を写真-1, 写真-2に示す。また、Case1の実験映像から読み取った堤体形状の時間変化を図-3に示す。ここで越流開始時を $t=0(s)$ とする。侵食は越流開始と同時に裏法肩から始まり、その後、法肩から始まった侵食が堤体の上流方向へ進むとともに、天端の侵食が進み、堤体全体の高さが低くなっていく。天端や裏法面で侵食された砂は下流側へ運搬され、法尻付近で堆積していく。最終的には侵食によって高さを失った法肩と堆積によって高さを得た法尻でなだらかな堤体形状となった。また、裏法面での侵食の様子に注目すると、越流水が浸透した表層土がすぐに侵食を受けて下流に流れていくのを繰り返しているのが確認できた。

キーワード 破堤, 侵食, 水理模型実験

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-3 河川流域マネジメント工学講座 TEL075-383-3269

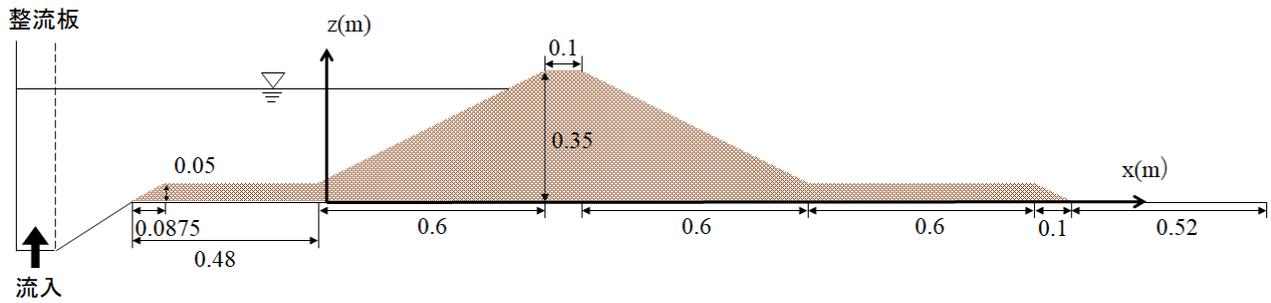


図-1 実験水路及び堤体の模式図

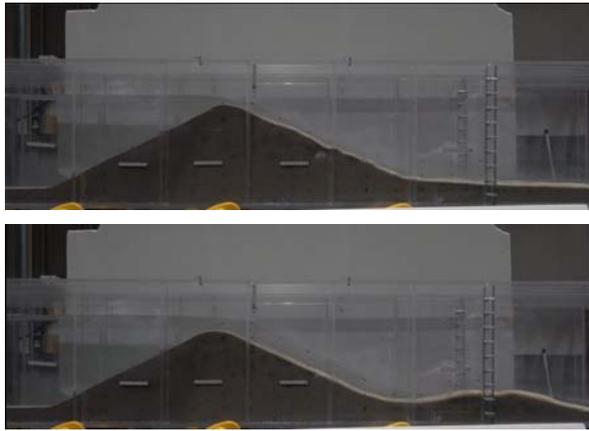


写真-1 Case1 の堤体の様子
(上 : $t = 5(s)$, 下 : $t = 15(s)$)

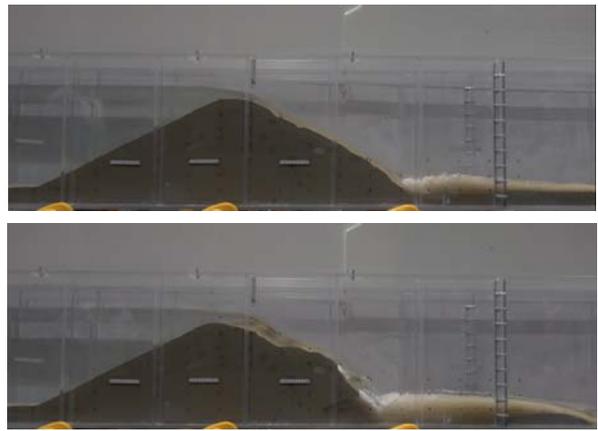


写真-2 Case2 の堤体の様子
(上 : $t = 60(s)$, 下 : $t = 300(s)$)

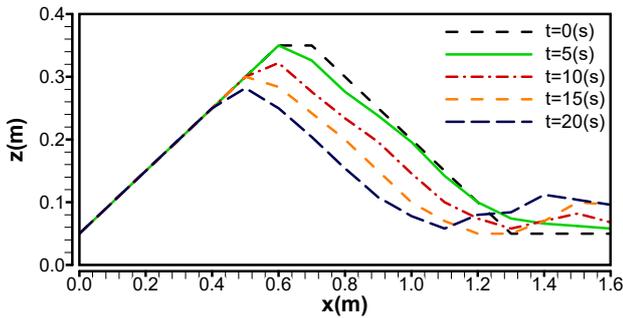


図-3 Case1 での堤体形状の時間変化

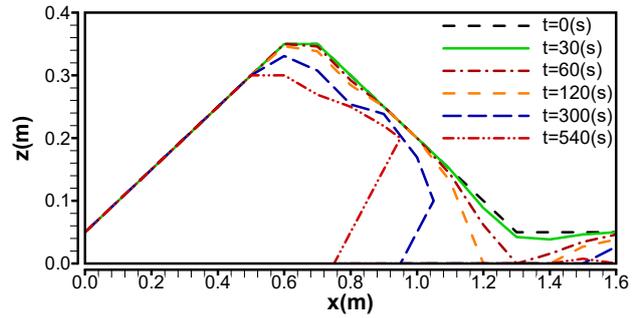


図-4 Case2 での堤体形状の時間変化

次に、粘性土を用いて行った Case2 の実験映像より読み取った堤体形状の時間変化を図-4 に示す。越流開始直後から裏法肩の侵食に比べて裏法尻の侵食が早く、法尻から始まった侵食はその後、基礎地盤をも大きく削っていく。天端や裏法尻で侵食された土砂は粒径が小さいため堆積することなく下流へと流されていく。裏法肩があまり侵食を受けずに高さを保つのにに対し、法尻ではさらに侵食が進み、越流開始から 420(s)ほど経過すると、裏法面は崖状になり、最終的には $x = 0.95(m)$ 付近からオーバーハングする形を示した。また、Case2 では堤体への越流水の浸透はほとんど見られなかった。

4. おわりに

本研究では、正面越流破堤に関する模型実験を行い、堤体材料の粒径・粘着性による破堤挙動への影響について考察した。その結果、粘着性の有無によって侵食が進行する場所が異なることを示した。今後、今回得られた知見をもとに、数値モデルを構築し、モデルの適用性について検討したい。

謝辞：模型実験を行うにあたり、多大なご助力を頂いた小森直人氏、山内敏貴氏に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 藤澤和謙, 村上章, 西村伸一: 砂・粘土混合材料の侵食速度測定と室内越流破堤実験, 農業農村工学会論文集, No.273, pp.45-55, 2011.