

堤体材料の混合比率が破堤過程に与える影響について

京都大学大学院 学生員 ○金井 稔

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 学生員 清水 皓一

東北大学大学院 正会員 大竹 雄

1. 研究の背景

日本では局地的集中豪雨や大型台風によって甚大な被害が発生し、河川の氾濫、堤防が決壊することも珍しくない。そこで堤防決壊への対応策を検討するには、破堤メカニズムに関する知見を得ることが重要である。本研究では、河川土工マニュアル¹⁾に示された堤防に適した粒度分布の範囲内で材料の混合比率を変化させ、越流破堤に関する水理模型実験を行い、粒度分布に差異があった際に破堤過程においてどのような違いが生じるかを比較することで、混合比率の影響について考察した。

2. 実験

(1) 実験方法

水平直線水路に堤体模型を設置し、上流から水を流して正面越流での破堤実験を行う。水路の側面、底面はアクリルでできており、各実験の様子を水路の側面からビデオカメラで撮影した。その映像から堤体及び基礎地盤の形状の時間変化をグラフ化し、各実験の結果を比較することで混合比率の破堤過程への影響について考察した。実験水路の概要図を図-1に示す。

堤体材料を表-1に示す。本実験では珪砂1号、珪砂5号、笠岡粘土を3:4:3の重量割合で均一になるように混合した材料A、珪砂1号、珪砂3号、珪砂5号、珪砂7号、笠岡粘土を1:1:1:1:1の重量割合で均一になるように混合した材料Bを用いており、清水ら²⁾が用いた珪砂7号と笠岡粘土を7:3で混合した材料Cも比較のためにあげている。実験条件を表-2に示す。Case1は材料A、Case2は材料B、Case3は材料Cでの破堤実験である。含水比はそれぞれの材料で締固め試験をして得られた最適含水比になるよ

うに調整した。

(2) 実験結果

Case1~Case3の粒径加積曲線を図-2に示す。黒色の点線は河川土工マニュアルに示された粒度分布の適用範囲を表している。Case1、Case2の堤体形状の様子を写真-1、写真-2に、Case1~Case3の堤体形状の時間変化をグラフ化したものを図-3、図-4、図-5に示した。またCase1とCase2については越流から6時間経過した後でも堤体がある程度維持されたので堤体裏法表面の含水比を計測した。

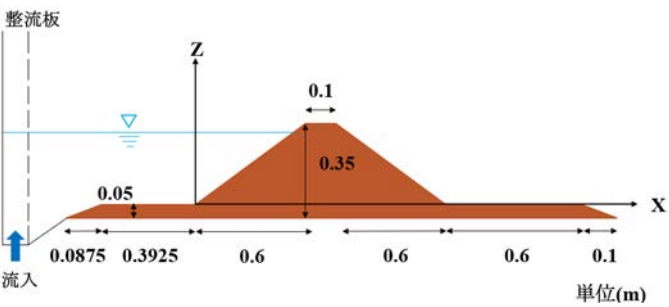


図-1 実験の概要図

表-1 堤体材料

	A	B	C
珪砂1号 (%)	30	20	-
珪砂3号 (%)	-	20	-
珪砂5号 (%)	40	20	-
珪砂7号 (%)	-	20	70
笠岡粘土 (%)	30	20	30

表-2 実験条件

	Case1	Case2	Case3
材料	A	B	C
実験前含水比 (%)	10.55	10.74	15.59
流量 (l/s)	3.3		
密度 (g/cm ³)	2.16	2.28	1.87
実験後含水比 (%)	11.12	10.97	-

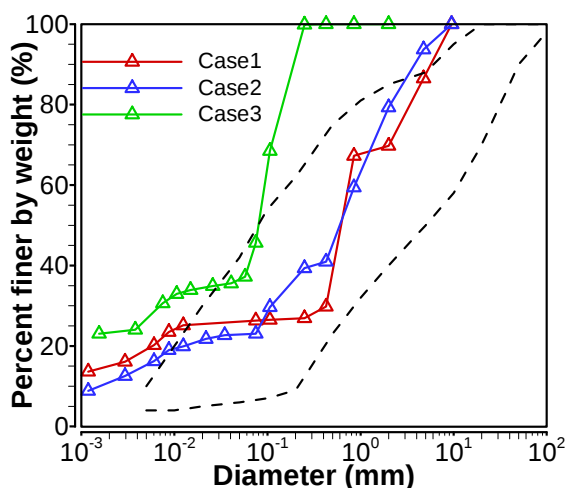


図-2 粒度分布



写真-1 Case1 における堤体側面の様子 (t = 6 (h))



写真-2 Case2 における堤体側面の様子 (t = 6 (h))

3. 実験結果

Case1 の結果である図-3 をみると、越流から 2 時間程で法尻での侵食が水路底面まで進行し、6 時間経過すると天端の高さは 0.07 m 失われたが、崩落しなかった。実験前後の含水比を比較すると 10.55 % から 11.12 % であり、浸透がほとんど起こっていないことがわかる。

Case2 の結果である図-4 をみると、越流から 6 時間経過した後でも形状にほとんど変化が生じなかった。実験前後の含水比を比較すると 10.74 % から 10.97 % であり、浸透に伴う含水比の増加が Case1 よりさらに起こっていない。Case1 に比べて堤体密度が高く、かみ合わせが良くなったため、侵食が進まなかったと考えられる。

Case3 の結果²⁾である図-5 をみると、越流から 1 分程で法尻での侵食が水路底面まで進行し、14 分程で天端の高さが 0.07 m 失われた。礫を含む Case1, Case2 に比べて侵食速度がかなり速い。

4. 結論

本研究では、堤体材料を変化させて越流破堤実験

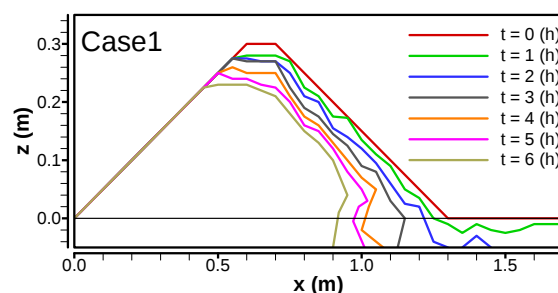


図-3 Case1 での堤体形状の時間変化

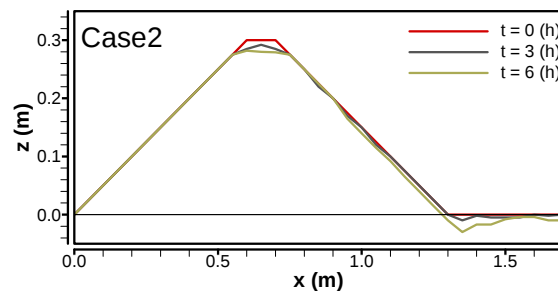
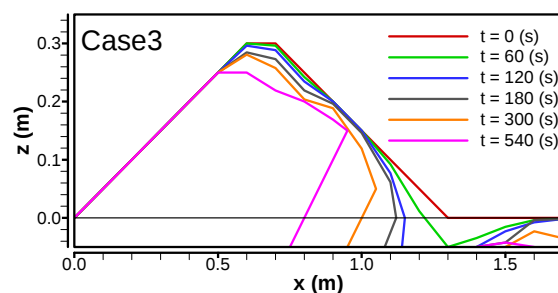


図-4 Case2 での堤体形状の時間変化

図-5 Case3 での堤体形状の時間変化²⁾

を行い、粘土、礫、粒度分布が破堤過程に与える影響について考察した。

- 様々な粒径が含まれる粒度分布の材料を用いると、間隙に粒子が入り込んでギャップが少なくなり、かみ合わせが良くなる。また、堤体材料に粘土が含まれることで粘着力が高まり、結果として耐侵食性が向上したと考えられる。

参考文献

- 1) 国土技術研究センター:河川土工マニュアル平成 21 年 4 月改訂版, 第 3 章 河川土工の設計, pp62-66, 2009.
- 2) 清水皓一ら:粘着性を有する堤防の侵食挙動に関する実験的研究, 第 74 回年次学術講演会講演概要集, II-216, 2019.