

### 堤防土質の越流侵食速度の実験的検討

株式会社ニュージェック 正会員 ○與田 敏昭  
 京都大学防災研究所 正会員 中川 一  
 国土交通省近畿地方整備局 瀧澤 洋  
 株式会社ニュージェック 正会員 出口 恭  
 杉浦 英二

#### 1. はじめに

最近の集中豪雨の多発に対し、低平地の災害リスクの低減を図るためにも河川堤防の強化は重要である。特に堤防の越水については過去の破堤原因の多くを占めている<sup>1)</sup>が、堤防越流現象に対して効果的な対策を施すための技術的な知見が不足しているのが現状である<sup>2)</sup>。堤防越流破壊を評価するためには、越流による堤防のり面の侵食量を正しく評価する必要があるが、堤防は築造時に締固めを行っており掃流砂量式等<sup>3)</sup>による評価は困難である。また、堤体浸透を伴うことや、小段や裏のり尻などの形状変化が複雑であることも評価を難しくしている。

著者らは、越流侵食や浸透に対する堤防強化を目的として、小型堤防模型を用いて浸透を考慮した越流破堤に関する実験を行い、越流破堤現象およびその数値モデル化に関する研究を行っている<sup>4)</sup>。本研究では、堤防越流侵食の評価を、堤体土質の侵食速度と底面近傍流速の関係から導くものとした<sup>5)</sup>。本報告では、堤防越流侵食の評価に必要な堤防土質の侵食速度を実験的に検討した結果について報告する。

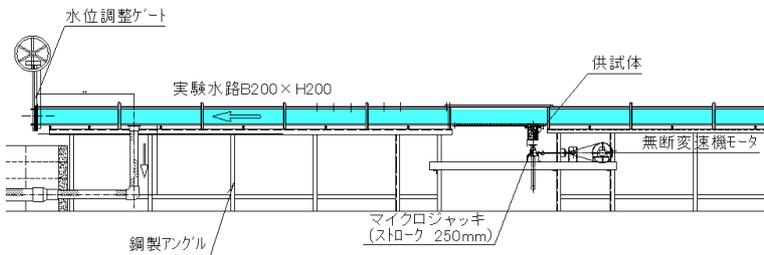
#### 2. 実験方法

堤防土質の侵食速度の検討は、締固め度や湿潤状態を調整した供試体の侵食量を侵食実験により計測した。実験装置を図1に示す。実験水路は、全長11.2m、断面B0.2m×H0.2mであり、水路底面は供試体(土)相当の粗度をつけた板で、その他3面は透明アクリル製とした。最大流量は0.2m<sup>3</sup>/s、最大流速は5.0m/s程度である。侵食実験は、土材料で作成した供試体(φ0.1m、高さ0.2m)を水路底面にセットして通水を行い、供試体の侵食進行に対して、上面が水路底面と一致するようにマイクロジャッキで上昇させて、侵食量と侵食に要する時間を計測した。

供試体は、油圧ジャッキによる静的締固め方法により所定の締固め度(本実験では90%もしくは85%)で同時・同材料のものを2試料作成した。そのうち1試料は侵食実験を行い、もう一方の供試体については、乾燥重量を計測して、含水比、締固め度を算定した。

実験に使用した土は、淀川河川事務所管理区間の堤防強化工事で使用している混合改良土を用いた。実験材料の粒度分布を図2に示す。

【実験水路】



【供試体】

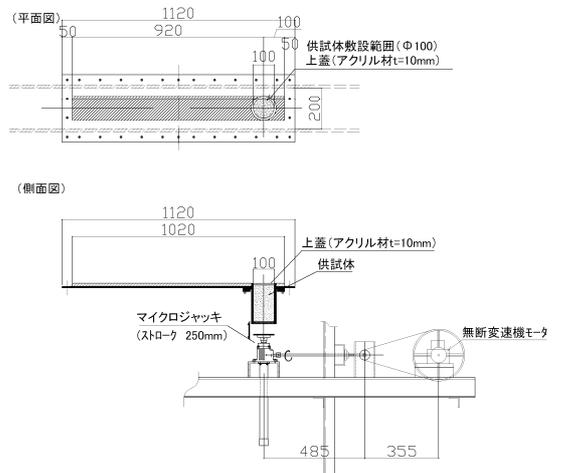


図1 侵食実験装置

キーワード 侵食速度, 水理実験, 土の締固め度, 土の湿潤状態  
 連絡先 〒531-0074 大阪市北区本庄東2-3-20 (株)ニュージェック 河川グループ TEL06-6374-4361

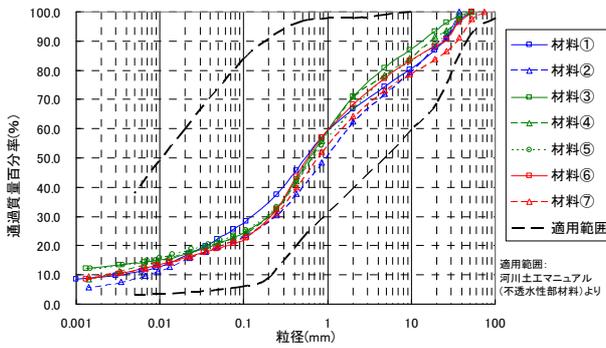


図 2 実験に使用した土の粒度分布

表 2 実験ケース

湿潤状態	締固め度	流速	実施回数
飽和	90%	1.5m/s(侵食限界)	各流速 5 回
	85%	2.0m/s	
不飽和	90%	3.0m/s	〃
		4.0m/s	〃
	85%	5.0m/s	〃

実験は、堤防越流侵食時の堤体の状況をモデル化に反映させるために、供試体の湿潤状態の違い（飽和状態，不飽和状態）と締固め状態の違いについて検討を行うものとした。実験ケースを表 2 に示す。各実験条件について、結果のバラツキを考慮して、同一条件で 5 回実施した。

### 3. 実験結果

侵食実験での侵食量（高さ）と時間の関係から、供試体の全厚を侵食するのに要した時間より侵食速度を算出した。締固め度および湿潤状態の違いによる平均流速と侵食速度の関係を図 2 に示す。これより、実験に使用した土では、締固め度が緩いほど侵食速度が大きく、不飽和状態より飽和状態のほうが侵食速度が大きいことが明らかとなった。また、実験結果のバラツキについて、平均侵食速度： $\mu$  (mm/s) と標準偏差： $\sigma$  (mm) から実験結果の信頼区間： $\mu \pm \sigma$  (mm) を算出した。[締固め度 90%，不飽和状態]の結果を図 3 に示す。これより、平均流速が大きくなるほどバラツキ（標準偏差）は大きくなる傾向が見られるが、全体的にバラツキは小さく、本実験方法により精度の高い実験計測が行われたものと見ることができる。

### 4. まとめ

堤防土質の侵食速度を計測する実験装置および実験方法を検討した。この方法により、堤体材料に使

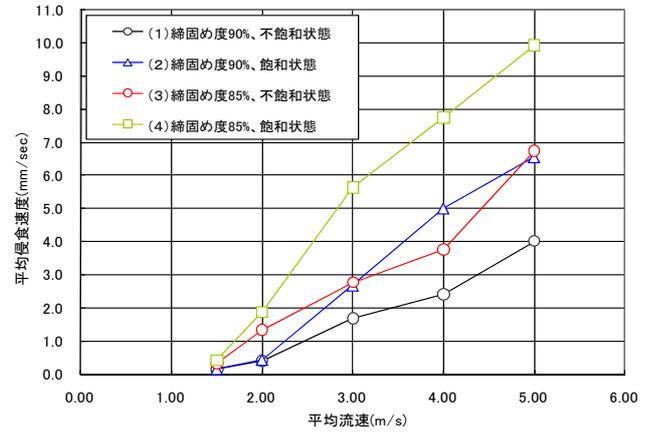


図 2 平均流速と平均侵食速度の関係

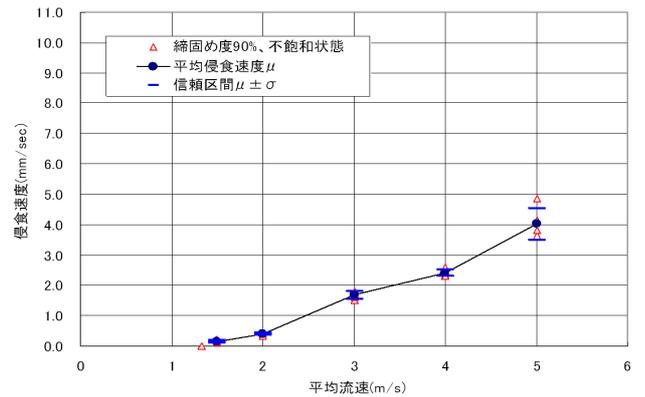


図 3 実験結果の信頼区間の評価 (締め固め度 90%，不飽和状態)

用している土の侵食速度を計測した結果、侵食速度と流速の関係を得た。また、同一の土質であっても、締固め度や湿潤状態により侵食速度は異なることが明らかとなった。

### 参考文献

- 1) 財団法人国土技術研究センター：河川堤防の構造検討の手引き，2002。
- 2) 社団法人土木学会：「耐越水堤防整備の技術的な実現性の見解」について，耐越水堤防整備の技術的な実現性検討委員会報告書，2009。
- 3) 例えば，社団法人土木学会：水理公式集 平成 11 年度版，pp.162-166，1999。
- 4) 與田敏昭，中川一，関口秀雄，岡二三生，後藤仁志，小俣篤：越流侵食・浸透のメカニズムを把握するための小型堤防による越流侵食実験，2010 年度河川技術に関するシンポジウム(投稿中)
- 5) 後藤仁志・五十里洋行・谷岡弘邦・山本和久：粒子法による河川堤防裏法侵食の数値シミュレーション，水工学論文集，第 52 巻，pp.979-984，2008。