

## 堤防の横越水破壊に関する実験的検討

徳島大学 学生会員 ○青山大輝  
 徳島大学 正会員 武藤裕則  
 徳島大学 正会員 田村隆雄

### 1. 研究背景と目的

近年、全国各地で台風などによる集中豪雨が発生し、河川の氾濫による大規模な水害が多発すると共に堤防の決壊事例も見られるようになってきている。堤防破壊による被害は甚大なものであり、その8割以上が越水に起因するものであるとされている<sup>1)</sup>。しかし堤防の越水破壊メカニズムはよく分かっておらず、今後懸念される水害被害を軽減するためにもそのメカニズムを解明することは重要な課題である。そこで本研究は小規模模型を用いた堤防の破壊実験、その中でも切欠の長さを変え横越水による越水範囲が異なる場合における堤防破壊実験を行い堤防破壊の初期段階における越流水が堤防破壊に及ぼす影響についての考察、越水開始から堤防崩壊までの崩壊過程や特徴を時系列で把握し考察すること、堤内地と堤体の基礎地盤が固定床(板)、移動床(土)の場合での堤防の崩壊形状、崩壊過程を把握し考察することを目的とする。

### 2. 実験設備及び方法

実験水路は水路長 4m、水路幅 80cm の長方形断面の直線水路である(図-1 参照)。堤体は、高さ 10cm、天端幅 10cm、法勾配 1:2 のものを、堤外地(通水路)幅 10cm、堤内地(氾濫域)幅 20cm となるように設置した。破堤部の堤体材質は真砂土と DL クレー(非塑性シルト)を 7:3 の割合で混合したものを使用し、含水値の調整を行い、堤体を締め固め作成した。なお、破堤箇所をある程度固定化するために破堤部の天端に切欠を設けた。また、破堤部および堤内地側に固定床(板)、移動床(土)による基礎地盤を設けた。堤体越水時の流況と堤体の崩壊状況の把握するために模型直上と模型真横(堤内地側)に設置した 2 台のビデオカメラで撮影した。図-2 に使用した材料の締め固め曲線を示す。表-1 に本研究で行う実験条件を示す。

### 3. 堤内地盤の違いによる影響

図-3 に越水開始から裏法部崩壊開始時間および越水開始から堤体崩壊までの時間を示す。表-1 で示したように切欠長さ 15cm を Case1、切欠長さ 75cm を Case2 とする。堤内地盤が固定床と移動床の場合に裏法部崩壊開始時間に大きな差はなかった。しかし堤体崩壊までの時間は堤内地盤が移動床の場合固定床の場合の約 3 倍以上も長い結果となった。また、固定床の場合崩壊は裏法部、裏法面から始まるが、裏法部の崩壊が裏法面よりも先行し、裏法部部分から天端方向に徐々に崩壊が進んだ。一方移動床の場合には裏法部、裏法面の崩壊がほぼ同時に開始し、その後裏法部付近では越流水により基礎地盤の鉛直下向きへの

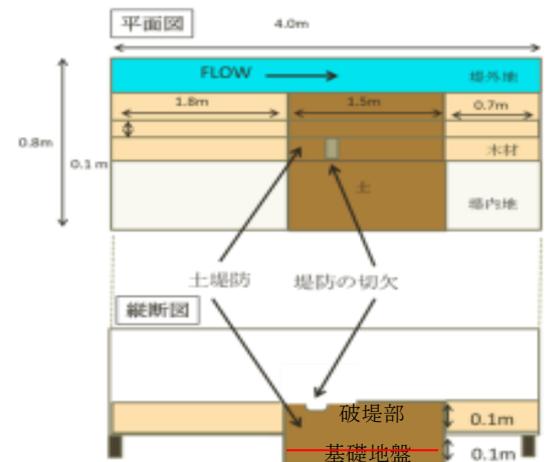


図-1 実験水路概要

表-1 実験条件

流量 (ℓ/s)	2.34
河床勾配	1/1000
越流水深 (cm)	1

	切欠の長さ (cm)
Case1	15
Case2	75

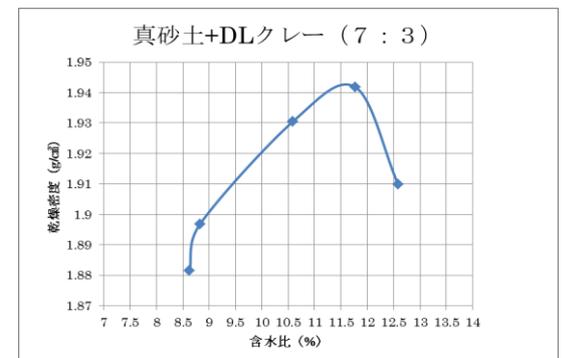


図-2 堤体材料の締め固め曲線

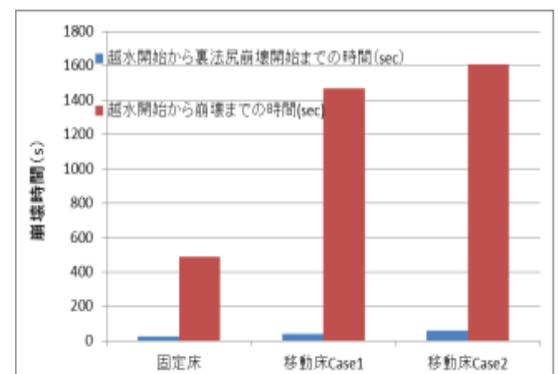


図-3 堤防の崩壊時間

破壊が起きた。

#### 4. PIV 解析による堤体表面の流速測定結果

PIV 解析は越水開始から堤体崩壊過程でも初期段階である裏法部が斜面に沿って面的に破壊されるまでを対象とした。切欠長さ 15 cm の Case1 (図-4, 図-5, 図-6) からわかるように越流水が河道に対して直角方向に越水している。越水開始から裏法部崩壊までの流況このような流れであった。これは切欠長さが短いことにより越流水の流れを制限したことによりこのような越水になったと考えられる。切欠長さ 75 cm の Case2 (図-7, 図-8, 図-9) においては河道の上流側から下流側方向を見ると河道を流れる水が堤体に向かって斜めに越流している。天端付近を斜めに越水し、そのまま裏法部に侵入すると越流水の流水方向は斜面を下るにつれ河道に対して直角方向へ近づいて行った。越水範囲が異なれば越水時の流況が異なることが分かった。

#### 5. 堤体の崩壊過程と崩壊形状

図-10 は Case1 の崩壊の様子である。裏法尻から破壊が先行し裏法部を斜面にそって、面上に破壊され、鉛直下向きへの破壊になる。その際、裏法尻付近が洗掘され落掘りの形成が開始した。鉛直下向きの破壊はそのまま裏法面、裏法肩、天端へ進み堤体が崩壊した。その際、崩壊形状は河道に対してほぼ直角で左右対称である。図-11 は Case2 の崩壊の様子である。裏法面中央付近から斜面に沿って面上に破壊が開始され、鉛直下向きの破壊へ移る。裏法尻付近の破壊は Case1 に比べ進行が遅い。その後崩壊箇所が 1 箇所に集中し、裏法尻部の破壊が進行、鉛直下向きの破壊が進み裏法面、裏法肩、天端の順に破壊され崩壊に至った。崩壊形状は左右非対称である。Case1, Case2 の裏法尻部の破壊過程の差は越流水が破壊箇所に集中する時間の差があることが関わっていると考えられる。また 4 で述べたように流況が異なることで崩壊状況の違いが生じたと考えられる。

1) 吉川勝秀：河川堤防学，技法堂出版，p88，2008。

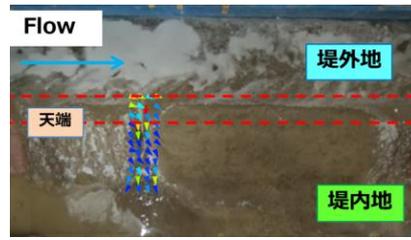


図-4 Case1 堤体上部からの流況

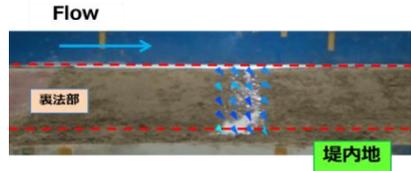


図-5 Case1 堤内地側からの流況

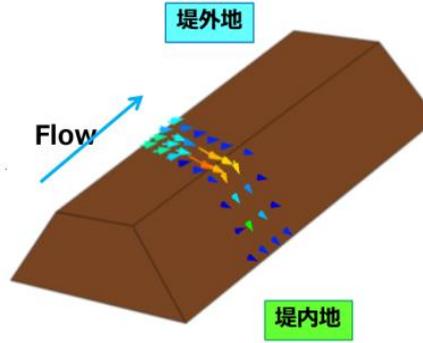


図-6 Case1 における流況

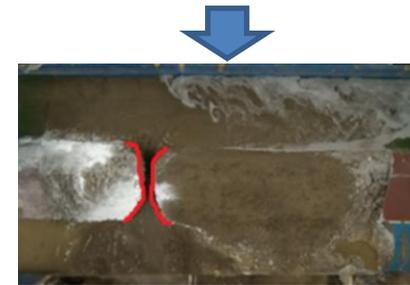
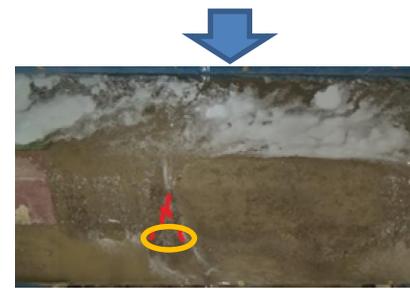
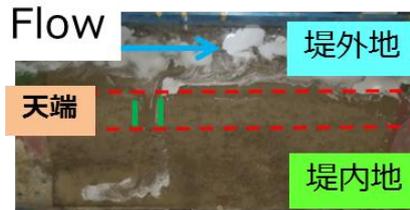


図-10 Case1 の崩壊状況

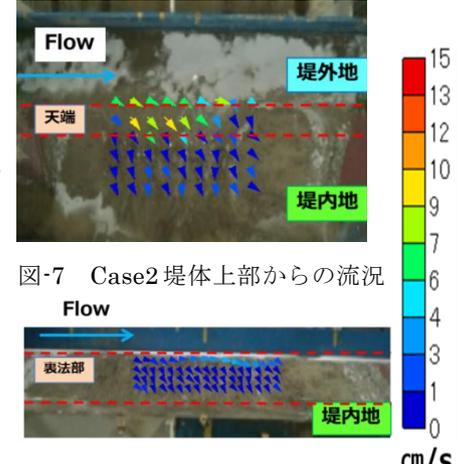


図-7 Case2 堤体上部からの流況

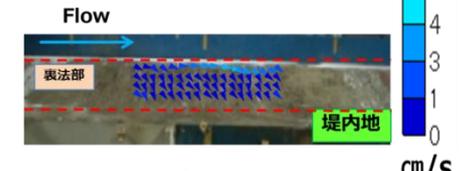


図-8 Case2 堤内地側からの流況

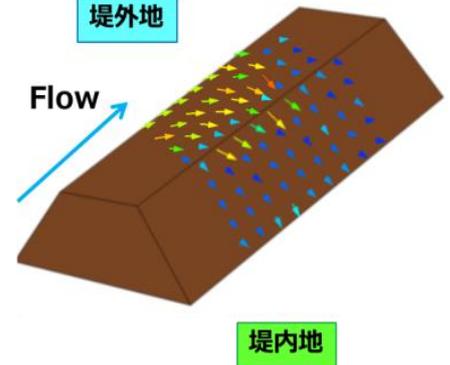


図-9 Case2 における流況

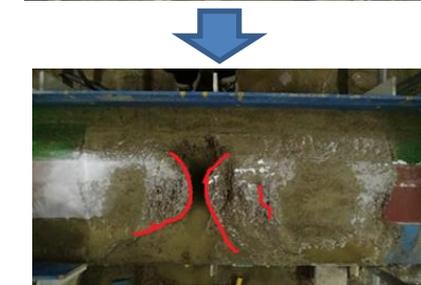


図-11 Case2 の崩壊状況