千代田実験水路における細粒分を多く含む堤体材料を用いた横断堤越水破堤実験

島田友典(寒地土木研究所),神原柚乃,前田俊一,堀田伸之, 三浦剛志, 亀井尚: 土木学会河川技術論文集, 第 31 巻, 2025。

1. はじめに

筆者らは、最終破堤口幅の推定式の更新を念頭に 破堤口幅に影響を与える支配的な指標を明らかに することを目的として、事例収集・整理を進めて いる。その中で河道内水理量に加え、堤体材料の 細粒分含有率も破堤口幅に影響を及ぼす可能性を 指摘している※1)。

また「令和元年台風第19号の被災を踏まえた技術 検討会」でも、破堤現象の理解には洪水外力だけ でなく、堤体材料の状態分析が重要とされている。

本報告では、堤体材料の構成が破堤現象に与える 影響を明らかにすることを目的に、千代田実験水 路で細粒分を多く含む材料を用いた越水破堤実験 を行い、拡幅口拡幅初期までの過程を整理した。

※1) 島田友典ほか:越水破堤事例からみる河道特性等が破堤 口幅に及ぼす影響, 土木学会河川技術論文集, 第30巻, pp.173-178, 2024.

2. 実験の概要

ゲートからの通水は、堤防天端から 0.5m 下がり の高さ 2.0m まで湛水後、約5分間通水を停止し て水面を安定させた。その後、切欠部での越流水 深が約30cm となるように4m3/sを通水。

当初はこの条件で破堤に至るまで実験を行う計画 であったが、越水から3時間経過しても破堤に至 らなかったため、通水を停止して堤体形状を測量。

その後、再通水し破堤に至るまで流量を段階的に 増加させ、破堤口拡幅が落ち着いた時点で終了。

(1) 越水破堤進行過程の概略 3. 実験結果 ВC 越流水深 30cm・3 時間 通水停止 再通水開始、最大越流水深 58cm 破堤口拡幅 80 60 - ゲート流量 - 越流水深 - 氾濫流量 一 破堤口幅 40 よび 20 花账 -60 60 120 180 240 300 360 420 越水開始からの経過時間(min) 時系列変化(ゲート流量、越流水深、氾濫流量、破堤口幅) 氾濫域側 目視でも裏法面の 以降、裏法面の侵食は 目視では確認されず 侵食が確認される (時刻 A)t=-45min、h=0cm (B)t=0min、h=0cm (C)t=8min, h=17cm (D)t=60min, h=31.8cm加速度センサーの結果(右 越水開始から 3 時間経過 通水を停止し堤体形状計測 基盤洗掘がさらに進行 裏法面は階段状に侵食 より、基盤洗掘が確認された 加速度センサーの結果より 基盤からの洗掘は 1,7m i (E)t=180min, h=26.3cm (F)t=239min, h=6.0cm (G)t=345min, h=49.6cm $1\sim3$ m の塊となって間欠的に 崩壊しながら破堤口が拡幅 切欠部の天端崩壊が始ま 堤体が切り立っている状 (右の破堤口幅時系列グラフよ) (I)t=369min, h=58.1cm (J)t=371min (K)t=372min(L)t=375min

破堤進行状況

千代田実験水路平面図(上流区間) (P760-810) (P500-744) 横断測線 実大住宅試験体 (P480)測点 P はゲートからの距離 (m) 横断測線図 縦断測線図(実験水路センター) 端部処理 かさ上げ高 0.3m 表法面 1:2 2.5m 左岸 切欠幅 5m (切欠深 0.1m) 主な観測項目 ▲ 水位計 ○ 加速度センサー 12m 実験状況記録(ビデオ撮影)

実験水路・堤体形状・観測概要

100 堤体材料 50 河床材料 堤体材料 (既往砂礫) 0.001 0.01 0.1 1 10 100 1000 粒径(mm) 堤体材料 堤体材料 河床材料 既往砂礫実験 粘土シルト分(%) 49.6 2.6 土粒子密度(g/cm3) 2.370 2.692 透水係数(m/s) 4.68F-08 5.01E-05 7.47E-03 液性限界(%) 89.7 塑性限界(%) 55.7 塑性指数(%) 34.0 締固め度(%) 91.3 堤体および基盤材料の土質試験結果

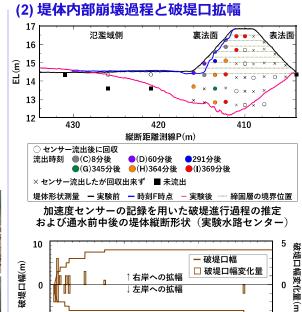
4. まとめ

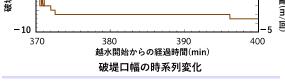
細粒分を多く含む堤体材料を用いた堤体で は、越流水深 30cm で 3 時間経過しても 裏法面の侵食は見られたが破堤には至ら ず、一定の耐力を示した。

その後、越流水深を大きくすると、堤防は

切り立つように侵食し、さらに天端からの落下する流れで基盤の洗掘が生じた後、急速に現象が進行し破堤に **至った**。これは従来、浸透や基盤漏水による破堤において基盤の状態が大きく影響するとされてきたが、越水 破堤においても基盤条件を考慮することが重要であることを示唆するものである。

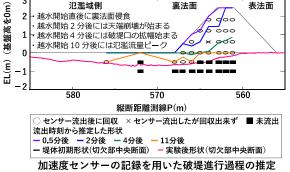
今後は細粒分を多く含む堤体材料を用いて、河道流れを考慮した横越流による破堤口拡幅実験を計画している。 謝辞:本研究を行うにあたり、土勝川千代田実験水路アドバイザー委員会と同検討会より多くの助言を頂いた。 ここに記して謝意を表します。





↓左岸への拡幅

(参考) 既往の砂礫材料を用いた実験



および通水前後の堤体縦断形状(実験水路センター)