

千代田実験水路を用いた堤体材料の一部を粘性土とした越水破堤実験

土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○島田友典・横山洋 北海道開発局帯広開発建設部 米元光明

1. はじめに

2016年8月北海道豪雨において常呂川直轄区間では堤防からの越水は7箇所確認されたが、決壊に至ったのは1箇所であった。越水したにもかかわらず決壊に至らなかった要因を明らかにすることは、堤防決壊時における緊急対策工事等の対策を検討する上でも重要な知見となる。これについて常呂川堤防調査委員会¹⁾では複数の要因があると考察しているが、そのうちの一つに堤体材料の相違(砂質土か粘性土)があるとしている。本研究では堤体材料が異なる場合の堤防決壊現象の理解を目的に、十勝川千代田実験水路²⁾を用いた越水破堤実験を実施し、越水から堤防決壊、破堤拡幅までの進行過程の整理を行った。

2. 実験概要

図-1に実験概要を示す。河道水路幅は8m、堤体は高さ3m・天端幅3m・法勾配2割とし、越水堤防決壊のきっかけとして切欠(深さ0.5m・下幅1m・上幅3m)を設けた。通水はこの切欠からの越流水深が概ね30cmになるように70m³/s程度を一定流量として通水し、実験区間の大半が破堤拡幅した時点で供給流量を減少させ実験終了とした。

ケースAは堤体材料を全て砂礫土としたが、ケースBは堤体全てを粘性土での施工が困難であったこと、また特に越水から堤防決壊初期の現象相違に着目していることから、堤体表面0.5mのみを粘性土とし、堤体内部はケースAと同様に砂礫土とした。用いた堤体材料は図-2に示す通りであり、ケースA及びケースBの堤体内部の砂礫は概ね一致している。また堤体基礎地盤は両ケースともに砂礫土である。なおケースAは既往実験(ケース1)²⁾であり、また観測機器・手法についても既往実験で確立したものと同様である²⁾。

3. 実験結果

図-3に代表的な時間の実験状況を、図-4に堤防天端中央の決壊拡幅幅および氾濫流量の時系列変化を、図-5に加速度センサーの記録を用いて推定した切欠部横断面における越水から堤防決壊に至るまでの崩壊履歴を示す。両ケースとも越水開始から4つのStepを経て堤防決壊が進行していることから²⁾、以下ではStep毎に特徴を示す。

キーワード 砂礫土堤防, 粘性土堤防, 堤防決壊実験, 千代田実験水路

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目 土木研究所寒地土木研究所 TEL 011-841-1639

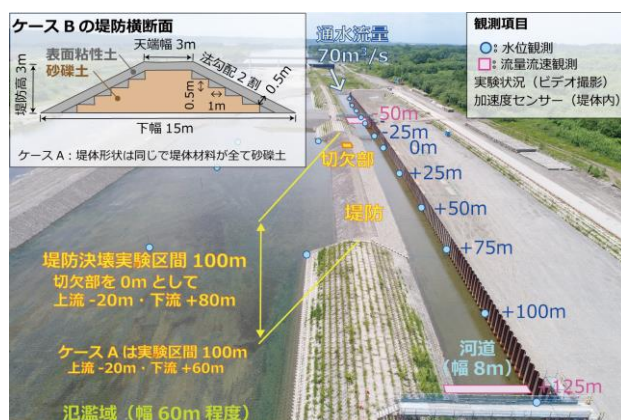


図-1 実験概要 (ケース B)

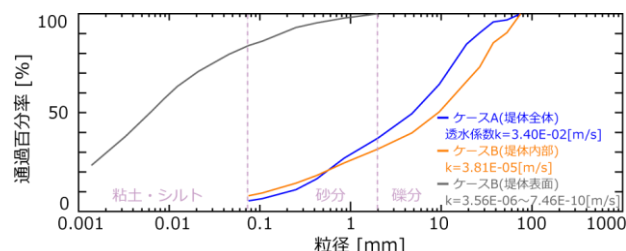


図-2 堤体材料の土質試験結果

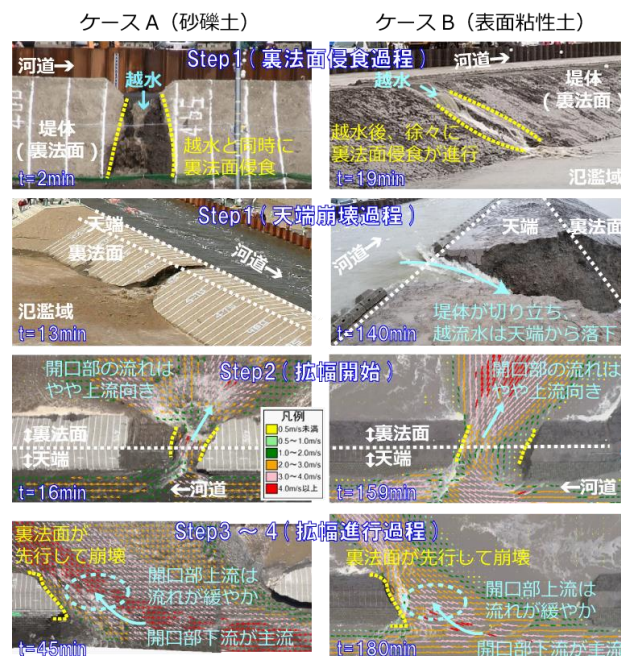


図-3 堤防決壊進行過程 (越水～決壊～拡幅)

(1) 越水による堤体侵食(Step1)

ケース A は越水と同時に裏法面の侵食が始まり裏法面～裏法肩～天端と侵食が進行している。Step2 への移行までは越水から 14 分程度と進行速度は速く、図-3 からは堤体下刻は大きくなくまた基盤も洗掘も生じていない。

ケース B は越水後、裏法面粘性土の不陸やひび割れ箇所をきっかけとして徐々に侵食している。裏法面粘性土が侵食し内部砂礫が現れた後、堤体が切り立った形状で徐々に天端が河道側へ後退している。図-3 からも後退量は間欠的であり、また堤体が切り立つことで越流水が天端から落下するように流れ、基盤も大きく侵食されている様子が確認出来る。なお Step2 への移行はケース A に比べると 2 時間程度、長くなっている。

(2) 堤防決壊から破堤拡幅開始(Step2)

Step1 で表法肩まで堤体が侵食した後、河道から開口部に向かう流れが生じ、この流れが開口部下流に集中することで下流への拡幅が始まるとともに、氾濫域に向かいやや上流に向かって流れることで開口部上流側の堤体も侵食が確認出来る。氾濫流量が増加を始めるのは Step2 からである。また両ケースとも現象に明瞭な差は見られない。

(3) 破堤拡幅以降(Step3～)

Step3 以降、堤防決壊拡幅速度が速くなり、また氾濫流量も急激に増加する。拡幅段階では下流への拡幅進行、開口部下流側に主流が存在すること、破堤拡幅速度や氾濫流量の増加量の傾向など両ケースともに現象の大きな相違は見られないが、これはケース B の開口部断面の多くが砂礫であるためと考えられる、

4. まとめ

堤体材料の異なる条件（砂礫土、堤体表面粘性土）の堤防決壊現象の理解を目的に、十勝川千代田実験水路を用いて実物大規模の堤防決壊実験を行った。越水初期段階においては砂礫土の場合は越流水による裏法面侵食が顕著であるが、粘性土の場合は侵食されづらく天端崩壊過程に移行するまでの時間が長くなる。また天端崩壊過程において、粘性土では天端が河道側に向かって切り立った形状で後退、天端から落下する越流水で基盤も侵食しながら崩壊が進行し、表法肩に到達すると堤防決壊拡幅過程へと移行する。一方で拡幅段階に移行すると拡幅速度や氾濫流量の増加傾向については大きな差は見られない。

謝辞：十勝川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。

参考文献

- 1) 常呂川堤防調査委員会, <https://www.hkd.mlit.go.jp/ab/tisui/v6dkjr00000006el.html>
- 2) 島田友典ほか：千代田実験水路における氾濫域を含む越水破堤実験，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.67，No.4，I_847-848，2011.

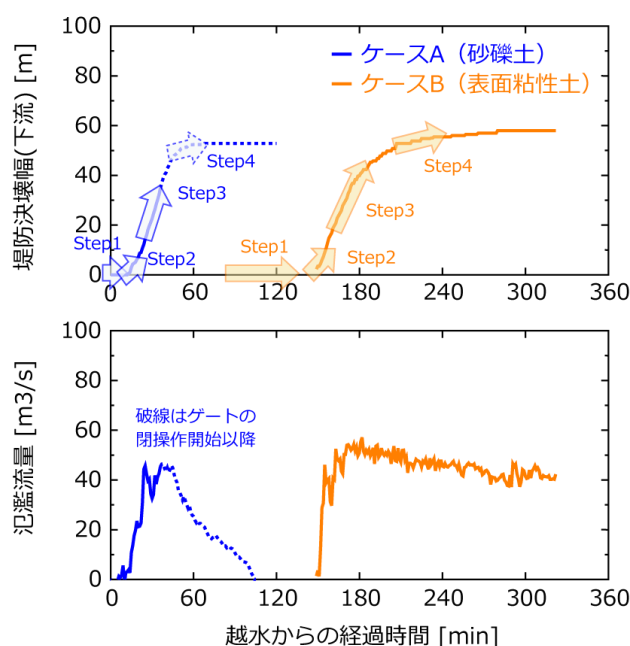


図-4 堤防決壊口幅・氾濫流量時系列

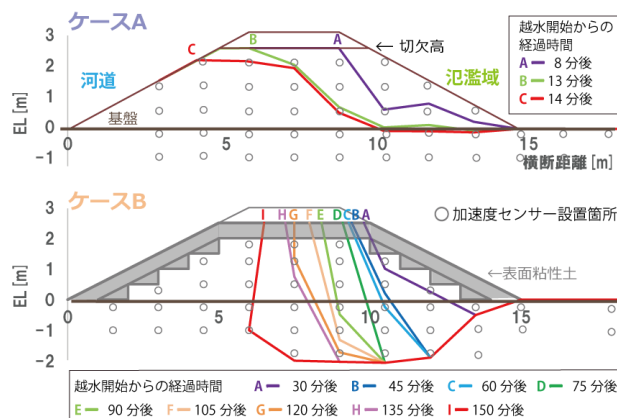


図-5 切欠断面の崩壊履歴