

破堤しにくい堤防構造に関する一考察

日本工営株式会社 総合技術開発部

正会員 ○小川和彦

国土交通省国土技術政策総合研究所 河川研究室

正会員 坂野章

国土交通省霞ヶ浦導水工事事務所 調査設計課

正会員 二村貴幸

1. はじめに

堤防の越水は浸透・侵食とともに破堤の主要な原因であり、減災システムに資する河川整備の一環として、越水開始からある程度の時間まで破堤を遅らせるための堤防強化工法（難破堤堤防）を開発することが重要である。その1例として裏のり保護工に吸出し防止シートを用いた工法が提案¹⁾されているが、この効果をさらに高める手段として、吸出し防止シート下の堤体材料の品質・施工管理を確実にを行うことや、吸出し防止シートをのり尻工として用いることの有効性に着目し、その効果を実物大水力実験により検討した。実験では、裸地堤体の湿潤度の違いによる越水破壊状況の比較と、のり尻工に吸出し防止シートを用いた場合の洗掘防止機能を比較した。

2. 実験施設

使用水路は図-1に示す水路幅4.8mの大型水路である。裸地堤体の耐越水能力検討では既存河川堤防を再現するものとして、のり面勾配1:2.0高さ2.0mの堤体を築堤した。一方、難破堤堤防ののり尻工検討では今後の堤防改築に配慮してのり面勾配を1:3.0とした。堤体材料は、「河川土工マニュアル」において望ましく、既設堤体での利用頻度が大きいシルト質砂{SF}を選定した。図-2に土木研究所で実施された既往裸地堤体実験²⁾との堤体材料の比較を示す。本検討の堤体材料は、既往実験No.11とNo.31の中間に位置付けられる。既往実験においては、築堤時の十分な締固め管理を行わなかったが、本検討では、実際の河川堤防工事と同様に撒き出し厚を30cmとして十分な転圧を行い、現地におけるRI試験により90%以上の締固め度を確保するよう施工管理を行った。

3. 裸地堤体耐越水能力検討

裸地堤体の浸潤度の違いによる耐越水能力を比較するため、表-1に示すように堤体上流に湛水を行わない状態と12日間の湛水を行った状態について、各々越流水深20cmで45分および越流水深40cmで15分間の通水を行った。地形変化状況は図-3に示すとおりであり、これより次のことが確認できる。①両ケース共に1時間の通水で壊滅的な破堤は起こらない。②裏のり面は階段状に侵食される。階段のステップは、施工時の締固め層厚に一致する。③湛水を行わないケースではのり尻部に比べ天端～法肩近傍の侵食が卓越する。一方、湛水を行ったケースではのり尻部の侵食が卓越する。

侵食量としては、湛水しない方が若干多いが、これについては、十分な施工管理の下においても施工時の締固め

キーワード 越水、破堤、難破堤堤防、裏のり保護工、のり尻工、実物大実験

連絡先 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 国土技術政策総合研究所河川研究室 029-864-2211

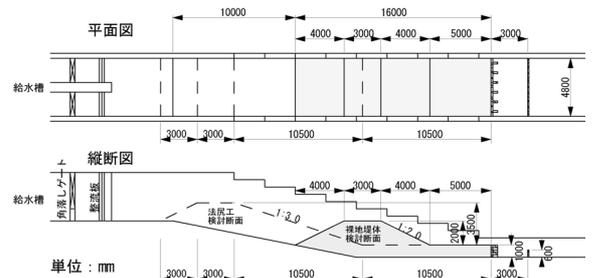


図-1 水力実験施設模式図

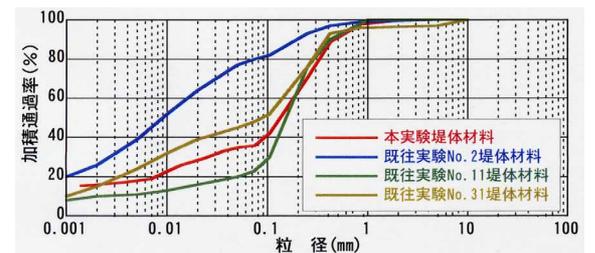


図-2 堤体材料粒度分布

表-1 裸地堤体耐越水能力検討ケース

ケース	事前湛水	越流水深	通水時間
1	なし	20cm	45分
		40cm	15分(H=20cmケースに継続)
2	12日間	20cm	45分
		40cm	15分(H=20cmケースに継続)

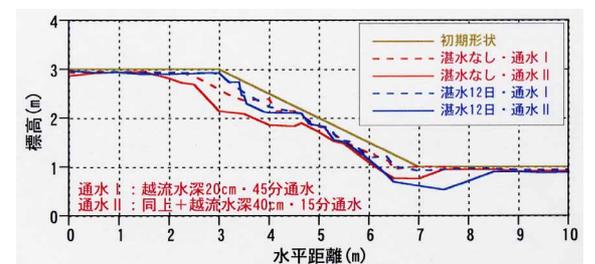


図-3 通水後平均断面形状

め度に若干の差異が発生することや、湛水期間中の時間経過や降雨などにより堤体が適度に締まることなどが考えられ、要因特定は困難である。以上のことから、本検討のようにシルト質砂のような築堤に好ましい材料を用いた場合には、堤体の浸潤度の相違による耐越水性の変化は小さいものと判断できる。

本実験結果と既往実験結果について、累積越流量と侵食量の関係を図-4に示す。既往実験の侵食量は本実験結果より極めて大きかったことが判る。既往実験では築堤時締固め管理がされておらず均一な締固めが得られていなかったものと予想されることから、十分な堤体の締固め管理が堤体の耐越水性の向上に非常に大きく関与するものと考えられる。

4. のり尻工検討結果

那珂川、新川、加古川、北川等で施工実績のある難破堤堤防ののり尻工は全てかご工を用いた構造であるが、のり尻工がある程度被災しても破堤に至るような壊滅的な状況にならなければ良いと考え、より安価な工法の1つとして裏のり保護工の吸出し防止シートを堤内地側へ延長した条件について実験した。実験は表-2に示すように吸出し防止シートを堤内地に被覆したのり尻工と、かご工によるのり尻工について比較検討した。

通水後の地形変化状況を図-5に示す。また、2ケースについて単位幅あたりの侵食量変化を図-6に示す。かご工によるのり尻工の場合、のり尻工下流側が一様に深掘れしたのに対し、吸出し防止シートを延長した工法の場合には堤内地の深掘れは確認されなかった。3時間45分通水後の堤内地状況は、吸出し防止シートで被覆した場合最大22cmの洗掘であったのに対し、かご工によるのり尻工の場合最大67cmの洗掘が発生した。堤内地の侵食量に関しても、吸出し防止シートで被覆した場合は、かご工によるのり尻工の45%程度の侵食量であった。堤内地土質状況あるいは締固め状況が良好な場合には、吸出し防止シートを延長したのり尻工は、十分な洗掘防止機能を有すると判断できる。

5. まとめ

難破堤堤防は、耐越水機能を高めるために裏のり面を中心として人工的な材料で覆うことを基本としているが、堤体部に越流水の一部が浸入しないような遮水機能を有する材料で覆った場合には堤体と遮水材料間の排気施設が必要であり、さらに裏のり尻付近にドレーン工やのり尻工設置の必要性が高い。堤防は線的な構造物であることから、その強度を高めるためには可能な限り経済的な工法を選択することが重要である。裏のり面に吸出し防止シートを採用した条件で破堤に至るような壊滅的な状況にならなければ、排気施設等の必要がなくなり、経済的かつ合理的となる。このような考えの基に実施された本検討によって、シート下の流速に対して堤体土が十分な耐侵食性を有するような材料管理・施工管理を行えば、所期の成果を上げることが十分に可能であることが判った。今後は、現地施工に資するために、堤体材料や堤体施工法の相違による耐越水機能を検討する予定である。

- 参考文献 1) 藤田光一・末次忠司・諏訪義雄他：透水性(排気性)材料を用いた堤防裏のり越水強化工法の水理的評価と技術的位置づけについて、河川技術論文集, 第7巻, 土木学会, 2001年。
2) 須賀堯三・橋本宏・石川忠晴他：越水堤防調査最終報告書一解説編一, 土木研究所資料, 第2074号, 1984年。

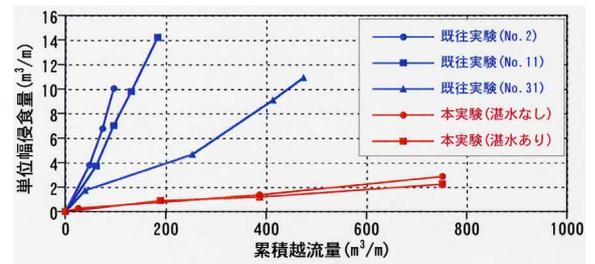


図-4 累積越流量と侵食量

表-2 のり尻工検討ケース

ケース	のり尻工	越流水深	通水時間
1	吸出し防止シート被覆	30cm	180分
		45cm	45分(H=30cm ケースに継続)
2	かご工 + 吸出し防止シート	30cm	180分
		45cm	45分(H=30cm ケースに継続)

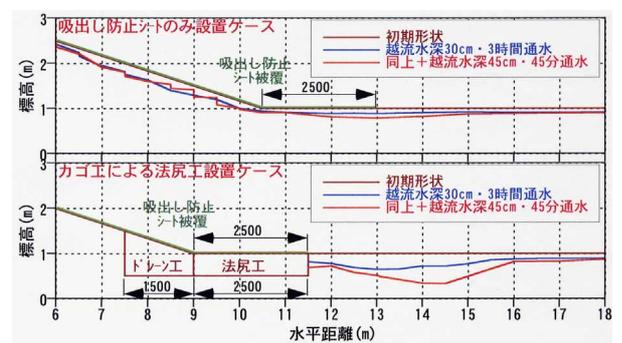


図-5 のり尻工下流側侵食状況

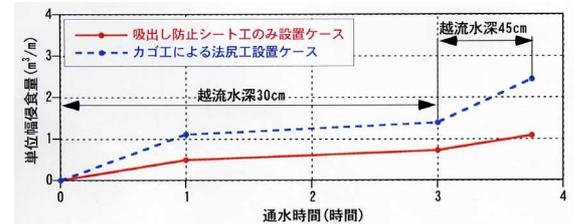


図-6 のり尻工下流側侵食量変化