

根固めブロックによる破堤拡幅の抑制効果に関する検討

土木研究所	寒地土木研究所	正会員	○飛田	大輔
土木研究所	寒地土木研究所	正会員	柿沼	孝治
北海道開発局	札幌開発建設部	正会員	横山	洋
北海道開発局	帯広開発建設部	非会員	島田	友典

1. はじめに

河川整備が進んだ今日でも、豪雨にともなう大規模な水害は各地で頻発し、河川堤防の決壊による水害被害が発生している。これまで、破堤に関する研究は、様々な観点で進められており、実物大実験による破堤拡幅機構解明¹⁾、堤防強化対策や水防林による氾濫流抑制対策に関する研究などが行われてきている。しかし、減災対策工法に関して、とくに破堤拡幅後における新工法の開発は少なく、いまだ十分に確立されていない。そのため、破堤拡幅後の水害被害軽減対策として、実際の根固めブロックを用いた実物大実験により破堤拡幅や氾濫流を抑制する工法（以下、破堤拡幅抑制工）の開発を行っている。実験は、千代田実験水路¹⁾において図-1 上段に示すとおり、あらかじめ切欠部（破堤開始箇所）の下流側 20m の堤体（一部、堤内地）にブロックを配置することで、裏法側の堤体や堤防基盤部の侵食を防止し、破堤拡幅の抑制を図った。

そこで、本研究では、破堤拡幅の抑制対策に有効な手法を検討する一つの指標として、破堤部周辺の土砂流送に着目し、破堤の拡幅時と抑制時の違いについて整理した。

2. 実験概要

実験は、破堤拡幅を抑制するための実験（第1回実験）及びブロックの効果について検証を行うため、破堤抑制後の状態からブロックのみを撤去した再度通水（第2回実験）を含む2ケース実施した。実験水路と堤体形状を図-1 上段に示す。水路幅は8m、水面勾配（目標）は1/500、堤体は高さ3m、天端幅3m、法面勾配2割である。堤体材料は砂礫を多く含む現地材料を用いており、基礎地盤も同様である。ブロックの配置は、予備実験として水理模型実験²⁾により検討

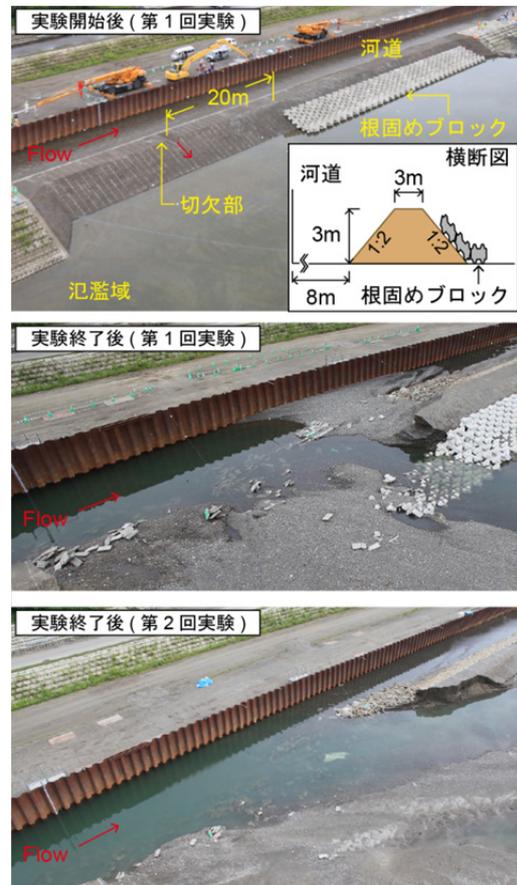


図-1 実験状況

を行い、裏法面2列、裏法尻1列とした。通水は、上流ゲートから流量 $70\text{m}^3/\text{s}$ を目標として通水した。主な観測は、水位や流量・流速、堤体や堤体基盤部に埋設した加速度センサーによる破堤形状計測¹⁾である。

第1回実験では、越水開始後、主に下流側へ拡幅しはじめ、ブロック設置位置まで破堤拡幅した。その後、約30mまで拡幅し、約80分通水したが、それ以上は拡幅せず実験を終了した（図-1 中段）。次に、ブロックを撤去し流量 $70\text{m}^3/\text{s}$ を再通水した第2回実験では、堤体の崩壊が再度進行し、破堤幅が約50mまで拡幅したことから、ブロックによる破堤拡幅の抑制効果を確認した（図-1 下段）。

キーワード 破堤, 根固めブロック, 氾濫流, 十勝川千代田実験水路

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 TEL011-841-1639

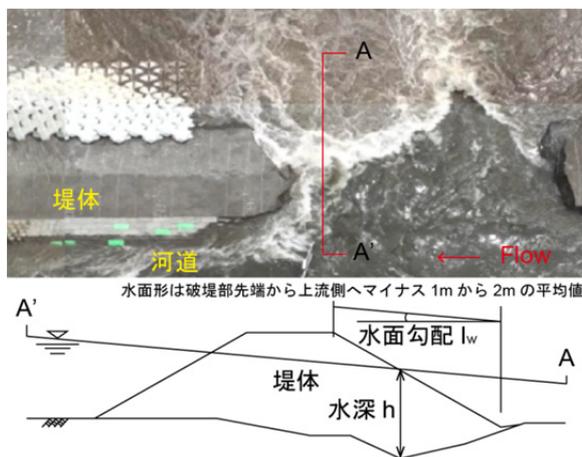


図-2 水理量の設定箇所

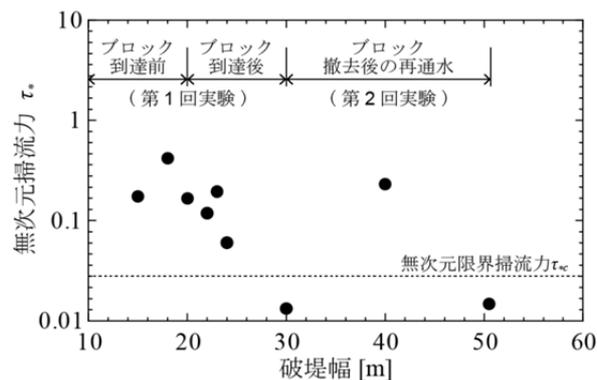


図-3 破堤部周辺の掃流力

3. 破堤拡幅の抑制効果に関する評価

前述のとおり、裏法側にブロックがあることで破堤拡幅を抑制できていることが分かった。これは、裏法側の堤体侵食が先行する段階¹⁾では、ブロックがあることで、堤体と堤体基盤部の侵食が防止される。また、裏法側の水深は小さくなり、ブロックで水位が堰上がり、河道から裏法側にかけての水面勾配も小さくなるのが実験結果から分かっている。したがって、破堤拡幅は、とくに裏法側の土砂流送が支配的であると考え、一つの指標として整理する。ここでは、ブロック到達前後とブロック撤去後の掃流力の比較する。

図-2 に破堤開口部周辺の水理量の設定状況を示す。既往の実物大破堤実験¹⁾では、堤体基盤を含む崩壊土量が氾濫流の主流部周辺の掃流力によって流送されるものとして整理している³⁾。そこで、破堤部周辺における無次元掃流力は、以下の式を用いる。

$$\tau_* = \frac{u_*^2}{sgd} = \frac{hi_w}{sd}$$

ここで、h:水深、 i_w :水面勾配(画像解析より求めた裏法面の水面勾配)、s:砂の水中比重(1.69)、g:重力加速度、d:堤体粒径 d_{50} (0.004m) である。水深は、画像解析より求めた裏法面中央の水位と加速度センサーの流出結果から求めた河床高の差分とした。第2回実験の破堤拡幅停止時はセンサー未設置のため、実験終了後の河床高より求めた。

図-3 に破堤幅毎の無次元掃流力を示す。図中には岩垣の式より求めた無次元限界掃流力を同時に示す。ブロック到達後の無次元掃流力は、ブロック到達前に比べ、低下傾向にある。しかし、ブロック撤去後の再通水では、再度、無次元掃流力が増加した。前述のとお

り、裏法側にブロックがあることで裏法側の水面形が緩和されるとともに、水深が小さくなったためである。これまで、破堤拡幅速度を減じることに関し、藤田⁴⁾は裏法先の堤体材料を工夫し土砂移動を小さくすることで、辻本ら⁵⁾は落掘を防止することで、その可能性を示している。

このように、堤体を流水の侵食から直接保護するとともに、破堤部周辺の土砂流送を小さくすることが破堤拡幅の抑制に有効であり、裏法側の土砂流送が抑制効果を評価するための一つの指標として考えられる。

謝辞

十勝川実験水路アドバイザー委員会と同実験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) 河川堤防の越水破堤現象のうち破堤拡幅機構に関する実験報告書：国土交通省北海道開発局，土木研究所寒地土木研究所，平成24年10月。
- 2) 飛田大輔，渡邊康玄，泉典洋，武田淳史，伊藤幸義，横山洋，根固ブロックによる破堤抑制効果の検討，河川技術論文集，第19巻，2013。
- 3) 飛田大輔，柿沼孝治，横山洋，武田淳史：千代田実験水路破堤拡幅実験に基づく堤体崩壊量の定量化，土木学会論文集 B1(水工学)Vol.69, No.4, I_1225-I_1230, 2013。
- 4) 藤田裕一郎：破堤部の拡大過程とその防止軽減に関する研究，洪水時における河川堤防の安全性と水防技術の評価に関する研究，pp.107-125, 1986。
- 5) 辻本哲郎，北村忠紀，岸本雅彦：砂質堤防の破堤口拡大過程のシミュレーションと破堤水理，土木学会河川技術論文集，第8巻，pp.31-36, 2002。