

越水に対する堤防強化技術の基礎実験結果報告

株式会社建設技術研究所 東京本社水理センター 正会員 ○伊藤 幸義

株式会社建設技術研究所 東京本社工部 正会員 金目 達弥

共和コンクリート工業株式会社 技術研究所 正会員 近藤 和仁

共和コンクリート工業株式会社 技術研究所 正会員 秋野 淳一

1. 背景と目的

河川堤防の強化に関する技術検討会¹⁾では、粘り強い河川堤防（コンクリートブロック系、かご系）について、表法護岸、天端保護工、法肩保護工、裏法面法覆工、シート、法尻基礎工（以降、基礎工と称する）、ドレーン工からなる構造概念を示しており、それぞれが一体となって耐越水効果を発揮するとしている。現在、国および第三者機関より、越水に対して「粘り強い河川堤防に関する技術」の公募が行われるなど、各業界団体、民間企業、大学等が連携した技術開発への取り組みがなされている。（例えば、参考文献2）、3））

本検討は、この粘り強い河川堤防の基礎工に着目して、堤防裏法面の粘り強い被覆構造物を模型再現して、耐越水強度を調査し、基礎工諸元を設計する上での知見を得ることを目的とする。

2. 堤防越水時に想定される水理現象と課題

堤防を越水した越流水により、想定される基礎工に作用する力を表1、図1に示す。

基礎工天端面で水平に水流が飛散しても、基礎工下流部は徐々に洗掘が進行し、基礎工下流面の支持力が低下していき、最終的には基礎工が転倒して、裏法面保護工が崩壊すると想定される。

表1 堤防越流時に基礎工に作用する力

①法面ブロックにより押される力F _d =法面ブロック突起に作用する抗力+法面方向に分解したブロック重量-法面ブロックとシート面との摩擦力(法面ブロックに揚力や底面から押し上げる水圧が作用すると摩擦力が低下)
②基礎工上流面の土圧(湿潤により土圧増大)F _t
③基礎工下流面の土圧(洗掘により支持力低下)F _b
④基礎工の重量F _w 、⑤基礎工底面土の支持力F _r
⑥基礎工底面の摩擦力F _f

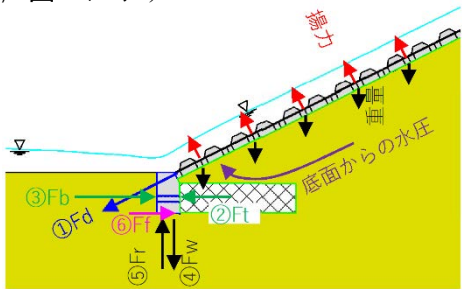


図1 堤防越流時に基礎工に作用する力

すなわち、越流水による基礎工下流の洗掘が進行しにくい十分な支持力がある転倒しない基礎工諸元の設計手法を解明することが重要な検討課題と考える。

3. 実験方法

実験模型は、幅 0.5m、高さ 1.1m の二次元水路内に、縮尺 1/5 で高さ 4.0m（模型 0.8m）の堤防を製作し、裏法面に吸出し防止材、法面ブロック、法尻に基礎工、ドレーン工を配置した模型とした。堤防の表法側半分は固定模型、裏法側半分は移動床模型としている。（図2、写真1参照）法面ブロックは、高水護岸で使用される一般艇なブロックを基本として、側面の突起部を除去して、堤体土砂の吸出しを抑制した形状とした。堤体は、堤体材料として適した粒度分

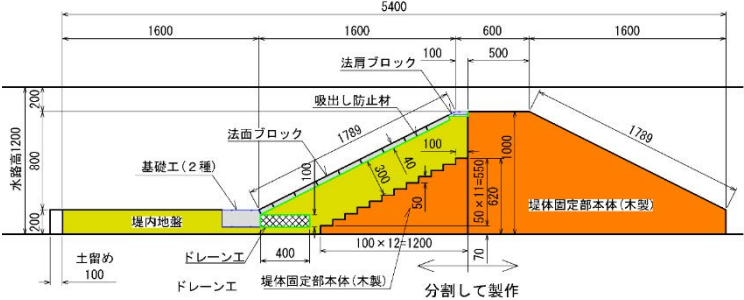


図2 実験模型図

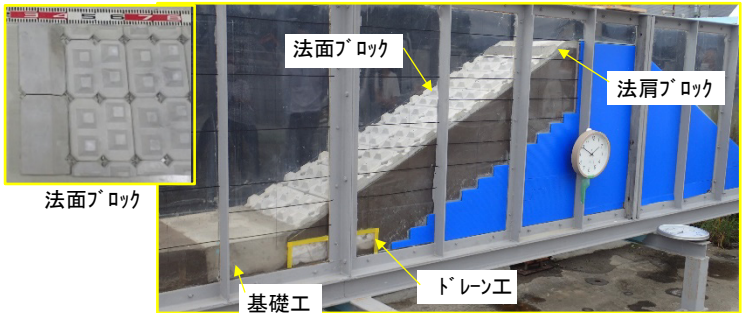


写真1 実験模型（縮尺 1/5）

キーワード 粘り強い河川堤防、耐越水堤防、堤防強化、水理実験、法面ブロック、法尻基礎工

連絡先 〒300-0075 埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷 4-2-20

株式会社 建設技術研究所 東京本社 工部 TEL048-835-3700

布の土砂を縮尺することなく、そのまま利用している。外力条件は越流水深 0.3m、通水時間 3 時間とし、通水による裏法面構造物の変状状況を比較評価することにした。

4. 実験結果

実験は、ケース 1：転倒しにくい基礎工（現地値高さ 0.7×天端幅 1.5×長さ 2.0m）、ケース 2：従来規模の基礎工（同 0.65×0.3×2.0m）の 2 ケース実施した。ケース 1 は、3 時間通水しても法面ブロックは全く変状しなかったが、ケース 2 は、通水後わずか 6 分弱で基礎工から法面ブロック全体が崩壊に至った。（写真 2 参照）

ケース 1 は、基礎工 1 個の重量が現地値約 5 t と大きく、基礎工の水平天端幅が 1.5m と長いため、越流水は基礎工部で水平に飛散し、基礎工直下の洗掘が抑制される（図 3①参照）のに対し、ケース 2 は、基礎工重量が小さく、基礎工天端幅が 0.3m と短いのに加え、越流水の基礎工天端部での飛散角度が水平ではないため、基礎工直下の洗掘が進行し、基礎工の支持力がなくなるためと考察する。（図 3②参照）

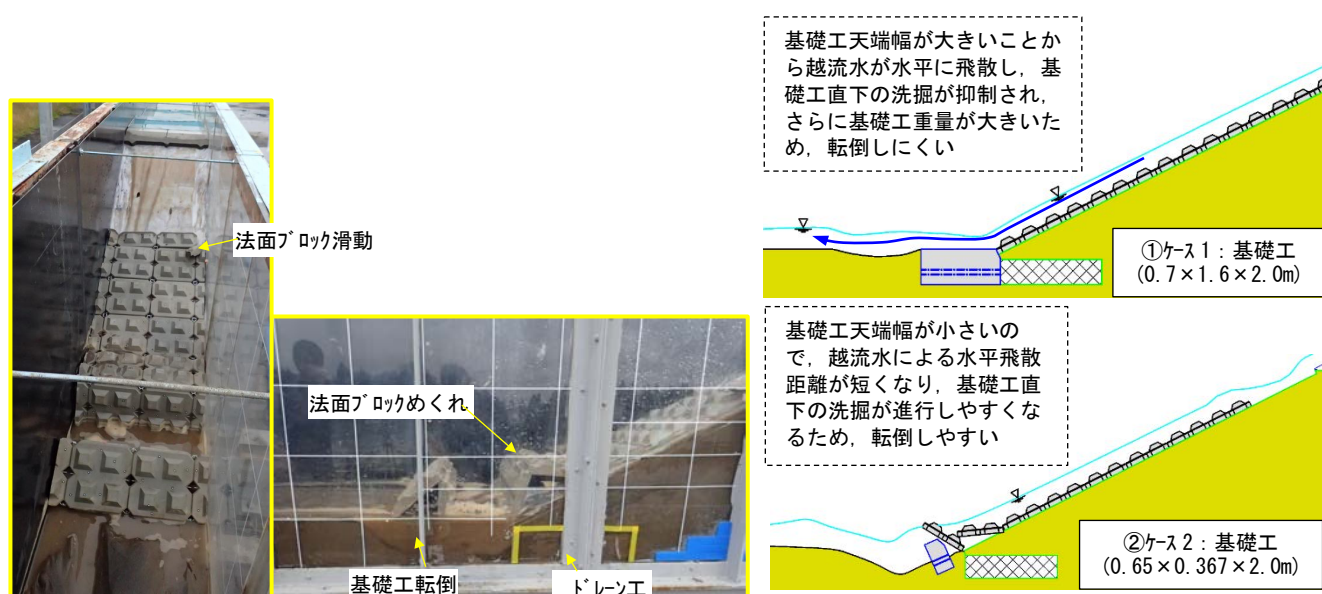


写真 2 ケース 2 の通水後崩壊状況

図 3 基礎工周辺の流況

5. まとめと今後の課題

以上の実験の結果、越水に対する粘り強い堤防として、越流水深 0.3m、堤防高 4.0m に対して、天端幅 1.5m 程度の基礎工であれば、3 時間以上崩壊を遅らせることができることがわかった。この規模の基礎工は従来の諸元に比べて 5 倍近く大きいため、費用が増大し、設置にラフタクレーンを必要とするため、施工可能箇所が限定される。また、H27 年度以降発生した越水事例 44 事例より、越流水深が 0.3m を超えた事例は 31 例¹⁾に達することから、「粘り強い堤防」の設計において、安全率をどこまで拡大するかも議論が必要である。これらを踏まえて、最適な基礎工諸元を設計するには、さらなる基礎工に関する実験を伴う研究が必要と考える。

また法面ブロックについても、基礎工と同様に、滑動やめくれに対し強い形状や配置方法の検討が必要と考え、引き続き実験および検討を継続する予定である。

参考文献

- 1) 第 1 回河川堤防の強化に関する技術検討会 配布資料 2：越水に対して「粘り強い河川堤防」の検討について P44, P21 国土交通省 水管理・国土保全局 治水課 2022.
- 2) 服部 敦・森 啓年・笹岡 信吾；越水による決壊までの時間を少しでも引き延ばす河川堤防天端・のり尻の構造上の工夫に関する検討 国土技術政策総合研究所資料 No.911 2016.
- 3) 西嶋 貴彦・三好 朋宏・福島 雅紀；河川堤防の裏法面を被覆したブロックに越水時に作用する流体力の計測結果 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.78 2022.