

越流対策型布製型枠工法による「粘り強い河川堤防」の越水実験（2）

法面保護 法面侵食 粘り強い堤防

太陽工業株式会社 正会員 ○横山 美憲 正会員 川岸 靖 加藤 雅大
旭化成アドバンス株式会社 正会員 石井 大悟 鍋嶋 靖浩
大嘉産業株式会社 津川 欽矢 梶澤 竜生
岡三リビック株式会社 国際会員 小浪 岳治 関山 徹
山口大学 国際会員 森 啓年

1. はじめに

近年の気候変動による降雨の激甚化・集中化により、全国の河川で治水施設の能力を超える洪水が多発しており、令和元年台風19号による洪水では、全国の堤防決壊142箇所のうち越水が主要因となるものは86%を占めた。令和4年、堤防の越水に対する「粘り強い河川堤防」に関する技術検討が行われ、越水に対する性能評価の目安となる外力は、「越流水深30cmに対して、越流時間3時間」と設定された¹⁾。

本論文では、裏法面の表面被覆として越流対策型布製型枠（植生被覆タイプ）を設置した大型模型堤防による越流実験の結果を報告する。

2. 実験概要

本実験では、国土技術政策総合研究所の大規模堤防模型実験水路を使用した。堤体模型は、天端幅3.0m、堤防高2.5m、基礎地盤高1.0m、表・裏法面勾配1:2.0、ドレーン工高さ0.5mである（図-1）。堤体模型に使用した堤体材料の粒径分布を図-2、締固め曲線を図-3に示す。使用した土砂は、細粒分含有率 $F_c=20.4\%$ の砂質土である。締固めについては、最適含水比 $w_{opt}=22.5\%$ （若干湿潤側）に調整し、締固め度 $D_c \geq 90\%$ 程度で管理した。

堤体の保護工は、天端（アスファルト舗装（アスファルト表層5cm、砕石路盤層15cm））、法肩（法肩ブロック）、裏法（透気防水シート+越流対策型布製型枠）、法尻（越流対策型布製型枠）で構成された表面被覆型とした。

越流対策型布製型枠工法（植生被覆タイプ）（図-4）は、法面部は植生が可能な空隙を有したメッシュ型、法尻部（ドレーン工部）は排水機能のあるフィルター型となっており、注入材にはモルタルを使用した。越流対策型布製型枠の厚さは平均厚みで100mmである。法面部の越水対策型布製型枠（メッシュ型）の空隙からの吸出しと堤体への浸水を防止するために越水対策型布製型枠の背面には透気防水シートを敷設した。透気防水シートは、透気性と防水性を有する透気防水性シートとその両面を保護する保護マットで構成される三層一体型のシートである（図-5）。越流対策型布製型枠工は抵抗力にならないように水路側壁と離して設置し、透気防水シートは端部を水路側壁に立ち上げて仮固定した。

また、接合部の評価を行うため、越水対策型布製型枠は、接合部（突合せ）を水路中央部に設けた。透気防水シートについては、越水対策型布製型枠の接合部と重ならない位

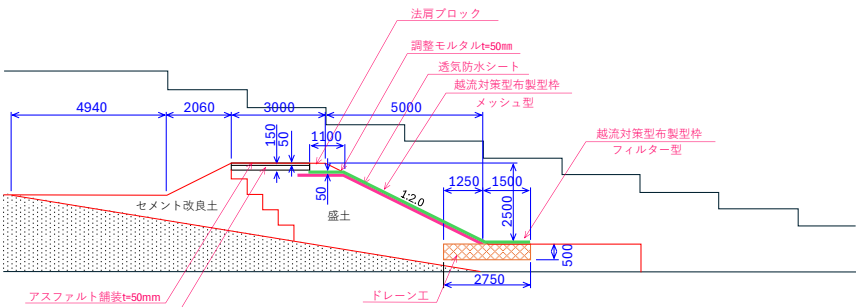


図-1 実験断面図

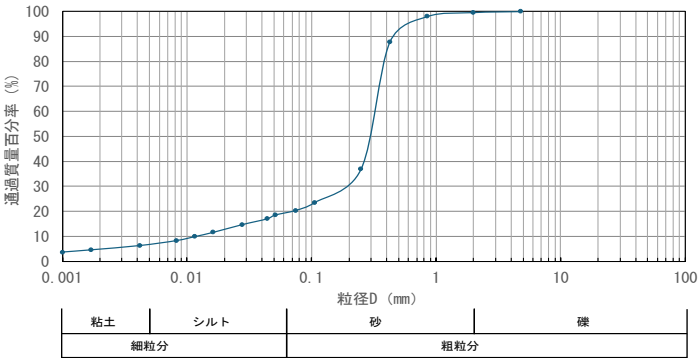


図-2 堤体土の粒度分布

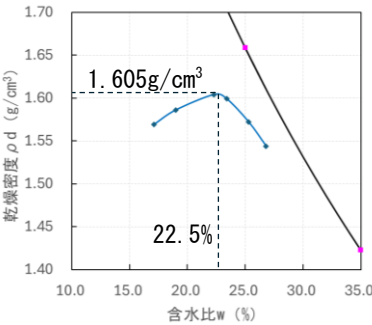


図-3 堤体土の締固め曲線

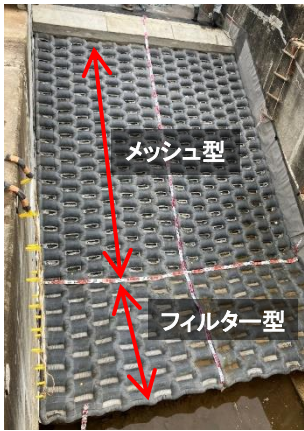


図-4 越流対策型布製型枠

Experiments of “River Levees with Endurance Against Overtopping” using Fabric Formwork Method (2)

Y.YOKOYAMA, Y.KAWAGISHI, M.KATO(Taiyo Kogyo), D.ISHII,Y.NABESHIMA, (Asahi Kasei Advance), K.TSUGAWA, R.KABASAWA(Daika Industries), T.KONAMI, T.SEKIYAMA (Okasan Iivc), H.MORI (Yamaguchi University)

置に2ヶ所の接合部（接着幅 10cm）を設けた。

ドレーン工は、再生高強力ポリエステル繊維を芯材とし、耐久性を向上させるためにポリエチレンにて被覆した線材を使用したかごに割栗石（粒径 150～230mm）を充填した。充填後、吸出し防止シート（長繊維不織布 $t=3\text{mm}$ ）により被覆した。

越水実験は、越流水深 30cm まで一定速度で水位を上昇させた後に水深を一定に保ち、1 時間以上経過ごとに一旦越水を中止し、天端中央、法肩ブロック、裏法中央、裏法法尻、裏法水平部、基礎地盤の各部位のレベル計測をおこなった。同条件で 3 回繰り返して合計越流時間 3 時間以上経過後の耐侵食性能について評価した。越水実験中は、レベル計測位置と同様に各部位の流速、水深を測定した。流速は電磁流速計を用いて測定した。

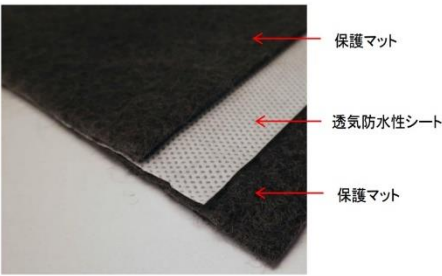


図-5 透気防止シート



図-6 越水実験状況（越水前）



図-7 越水実験状況（試験中）



図-8 越水実験後状況（越水後）

3. 実験結果

越水実験状況を図-6～8、越水 1 時間ごとの各部位のレベル計測結果を図-9 に示す。縦軸がレベル、横軸は天端中央からの水平距離である。レベル計測結果より、被覆工より下流の基礎地盤部においては、越流時間経過に伴い、洗堀が進行する過程が確認されたが、それ以外の各部位の越水実験前後での変位はほとんど確認されず、堤防天端高さを維持している状態であった。

次に越水実験中の各部位で計測した流速をまとめたものを表-1 に示す。天端中央部では約 1.5m/sec だった流速が、1:2.0 の法面勾配を流下することにより最大 4.2m/sec の流速を計測した。

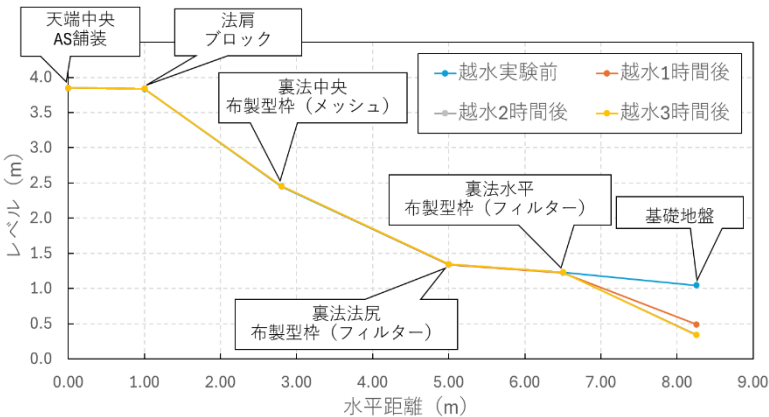


図-9 越水実験前後の各部位変位

表-1 越水実験中の各部位流速

NO.	計測位置	流速 (m/s)			
		越水 1 回目	越水 2 回目	越水 3 回目	平均
①	天端中央	1.465	1.552	1.469	1.495
②	裏法法肩	1.961	1.834	1.824	1.873
③	裏法中央	4.208	3.686	3.069	3.654
④	裏法法尻	3.247	3.247	4.180	3.618
⑤	基礎水平部 上流側	2.809	2.809	2.467	2.590

4. まとめ

越流水深 30cm 以上で越流時間 3 時間経過後における各測定結果より、天端保護工（アスファルト舗装、法肩ブロック）、裏法保護工（越流対策布製型枠工メッシュ部）、裏法尻保護工（ドレーン工、越流対策布製型枠工フィルター部）において変位なく形状を維持していることを確認した。

以上より、表面被覆型の「越流対策布製型枠工法（植生被覆タイプ）」は、性能評価の目安である外力「越流水深 30cm、越流時間 3 時間」に対する性能を有する構造であることが確認できた。

参考文献

1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室 国立研究開発法人 土木研究所 地質・地盤研究グループ（土質・振動）：粘り強い河川堤防の構造検討に係る 技術資料（案）令和 5 年 3 月

2) 石井ら：越流対策型布製型枠工法による「粘り強い河川堤防」の越水実験（1）地盤工学会 第 59 回地盤工学研究発表会，2024