

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)

粘り強い河川堤防 越水 越流対策型布製型枠工法 旭化成アドバンス株式会社 正会員 ○石井 大悟 鍋嶋 靖浩
太陽工業株式会社 正会員 川岸 靖 正会員 横山 美憲 加藤雅大 大嘉産業株式会社 津川 欽也 梶澤 竜生
岡三リビック株式会社 正会員 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り洪水被害が頻発化・激甚化しており、それに対し被害を防止・軽減することが求められている。また令和元年台風第 19 号による洪水では、全国で 142 箇所の河川堤防が決壊し、そのうち 122 箇所は越水が決壊の主要因であるとされている。このような背景から、越水した場合であっても「粘り強い河川堤防」に求められる性能について技術検討が行われ、越水に対する性能の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」とされた¹⁾。

本研究では、表面被覆型である越流対策型布製型枠(モルタル被覆タイプ)を模型堤防の法面に被覆し、越水実験を行った結果を報告する。

2. 実験概要

2.1 堤体構造

実験は国土技術政策総合研究所(茨城県つくば市)の大規模模型実験水路(中)実験施設にて行った。実験断面を図-1 に示す。実験断面は堤防高さ 2.5m、天端幅 3.0m、表・裏法面 1:2.0 勾配、基礎地盤高さ 1.0m、ドレーン工厚み 0.5m の模型堤防を構築した。堤体および基礎地盤の土質は、表-1 に示す細粒分含有率 $F_c=35\%$ 以下の砂質土とし、締固め度は 90%以上、越水実験前に用いた土質の粒度試験および築堤堤体の引張破壊応力を確認した。締固めに際しては最適含水比 w_{opt} (若干湿潤側)に調整し、撒き出し厚 10~30cm 程度毎に締固めを行い、締固め度 $D_c \geq 90\%$ 程度で管理した。盛土材の締固め曲線を図-2、盛土材の粒径加積曲線を図-3 に示す。表法面側の盛土材料は表法面側の堤体内への浸透の影響は考慮しないことよりセメント改良土を利用することとし、表法面側に遮水シートを敷設した。セメント改良土の配合は、普通ポルトランドセメントを用い、セメント配合量 150kg/m^3 程度で改良を行った。裏法面の法尻部にドレーン工を設置し、中詰材として割栗石(粒径 150~230mm)を用いた。ドレーン工の外周には吸出し防止材として長繊維不織布($t=3\text{mm}$)を敷設した。天端保護工の仕様は、アスファルト表層 5cm 厚、砕石路盤層 15cm 厚とした。被覆工は越流対策布製型枠(モルタル被覆タイプ、平均厚み 10cm)を敷設し、ポンプ車にてモルタルを布製型枠へ圧入した。なお布製型枠は法面部を版構造、法尻部をドレーンからの浸透水を排水するためフィルター構造とした。越水実験前の状況を写真-1 に示す。

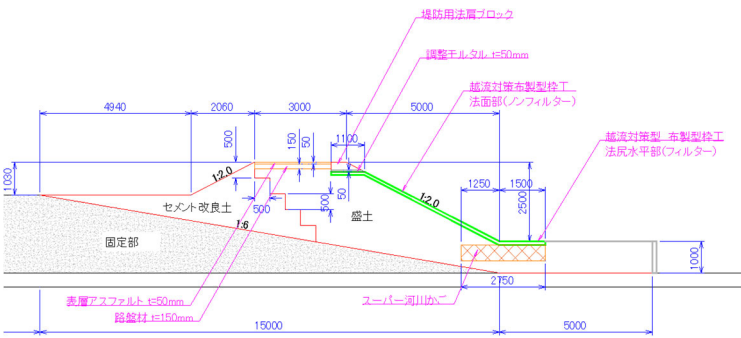


図-1 実験断面図

表-1 堤体盛土材の物性値

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.834
礫分 (%)	0.4
砂分 (%)	79.2
細粒分 (%)	20.4
最大粒径 (mm)	4.75
D50 (mm)	0.297
均等係数 U_c	27.50
曲率係数 U_c'	9.31
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.605
最適含水比 w_{opt} (%)	22.5

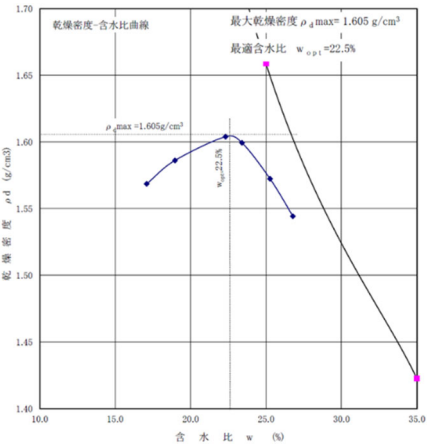


図-2 盛土材の締固め曲線

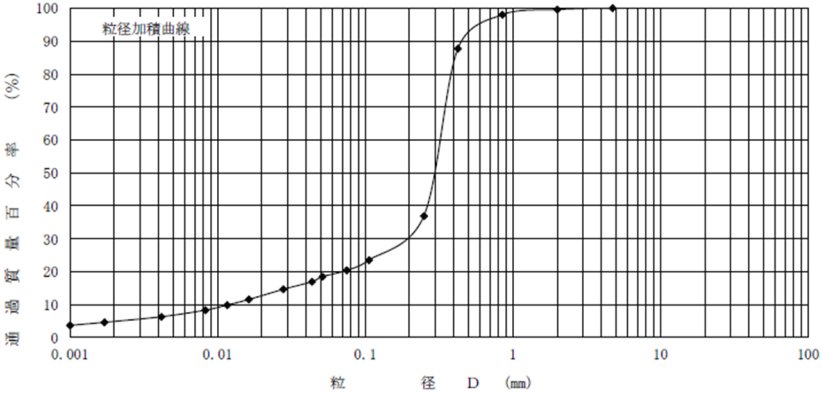


図-3 堤体盛土材の粒径加積曲線

Experiments of “River Levees with Endurance Against Overtopping” using Fabric Formwork Method(1) Daigo Ishii, Yasuhiro Nabeshima (Asahi Kasei Advance), Yasushi Kawagishi, Yoshinori Yokoyama, Masao Kato (Taiyo Kogyo), Kinya Tsugawa, Ryusei Kabasawa (Daika Sangyo), Takeharu Konami, Toru Sekiyama (Okasan Livic), Hirotooshi Mori (Yamaguchi University)

2. 2 実験手順

堤体模型を構築後、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 時間以上経過するまで越流させ、越水実験前後で天端保護工、法肩ブロック、裏法保護工、裏法尻保護工、ドレーン工、基礎地盤の各部位の変位についてレベル測量を行った。また、流速および水深を各部位で計測を行った。この手順を3 回繰り返し、累計3 時間以上の越水実験を実施した。越流実験の状況を写真-2 に示す。

3. 実験結果

越水実験前および 1 時間毎の各部位における変位計測結果を図-4 に示す。図-4 は縦軸に標高、横軸に水平距離を示し、実験断面の越流時間毎に変位が確認できるように整理した。写真-3 に越流実験後の状況写真を示す。図-2、写真-3 から判るように、天端高さは越流時間 3 時間経過後も変わらず維持されており、前述の評価の目安となる外力に対して越水に対する性能を維持している状態であったことがいえる。また、法肩ブロックから被覆工を含む法尻水平部まで変位は生じず、越流水深 30cm および越流時間 3 時間の外力が作用しても健全な状態であった。一方、被覆工がなく裸地である土羽で仕上げた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出来た。越流実験後の基礎地盤部における最大洗堀深は 43.6cm であった。

表-2 は越水実験中の各部位で計測した流速をまとめたものである。流速は電磁流速計を用い、計測器を水中に浸漬させて直接的に計測を行った。天端水平部では約 1.4m/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約 3.8m/sec の流速を計測した。

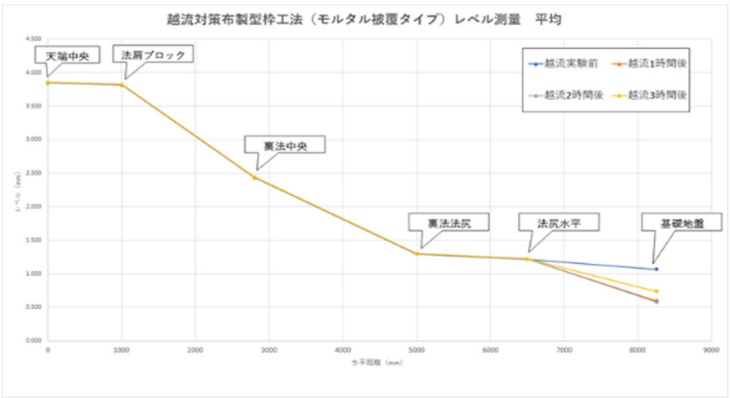


図-4 越水実験前後の各部位変位



写真-1 越水実験前状況



写真-2 越水実験状況



写真-3 越水実験後状況

4. まとめ

実験結果より、越流対策型布製型枠(モルタル被覆タイプ)は、越水に対する性能の評価の目安となる外力「越流水深 30cm に対して、越流時間 3 時間」に対して、越水に対する性能を維持していることを確認した。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 国立研究開発法人土木研究所: 粘り強い河川堤防の構造検討に係る技術資料 (案) Ver1.1, 令和 5 年 3 月

表-2 越水実験中の各部位流速

NO	計測位置		流速 (m/sec)			
			越水1回目	越水2回目	越水3回目	平均
①	天端中央		1.378	1.485	1.465	1.443
②	裏法法肩		1.716	1.731	1.831	1.759
③	裏法中央		2.596	3.459	3.830	3.295
④	裏法法尻		3.510	3.571	3.307	3.463
⑤	基礎 水平部	上流側	—	3.673	—	3.673
		下流側	—	1.398	—	1.498