

越水した場合であっても 「粘り強い河川堤防」の 耐浸透性能に関する研究

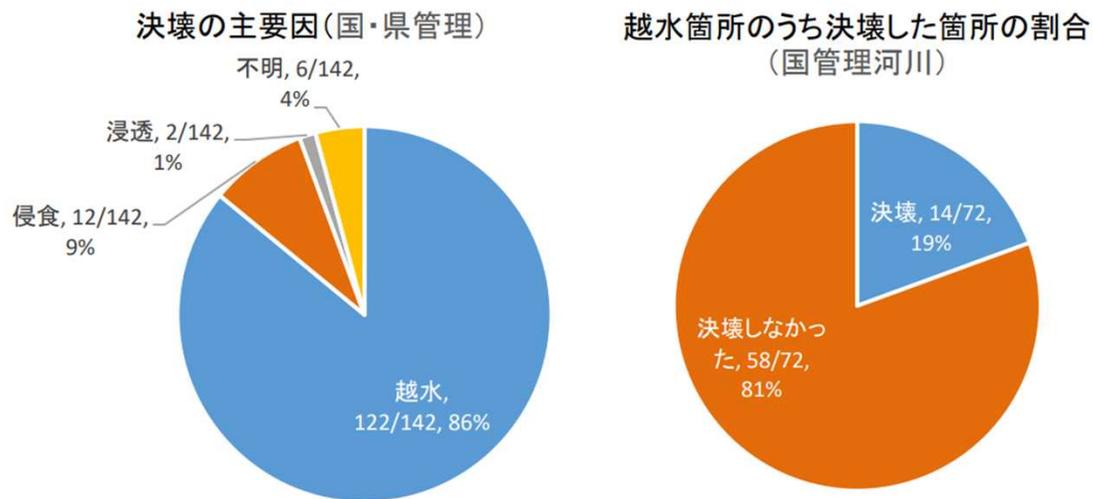
山口大学大学院 創成科学研究科

准教授 森 啓年

1.序論

背景

- 近年，我が国における豪雨の発生件数が増加傾向．それに伴い，河川堤防が被災に至る事例も多く発生．
- 令和元年（2019年）に台風19号が猛威を振るった際には71河川142箇所て堤防が決壊に至ったが，**全体の86%が越水に起因**
- この越水に対して，決壊に至るまでの時間を長くし，被害を最小限に抑えることを目的とした「**粘り強い河川堤防**」の研究開発を実施
- 「粘り強い河川堤防」の構造として表面被覆型と一部自立型が存在



台風19号による被災要因 (国土交通省)



越水による被災例 (国土交通省)

背景・目的

- 「粘り強い河川堤防」は、従来の河川堤防の構造とは大きく異なり、その浸透特性は未だ不明な点が多い。
- 今後の設計の高度化のため、「粘り強い河川堤防」の耐浸透性能を把握することが重要。 → 現地観測と模型実験を実施

表面被覆型（大型コンクリートブロック）

- 越水による裏のりの侵食防止
- ブロックと土堤の境界部の維持管理課題
- 裏法ブロックによる行き止まり構造であり、耐浸透性能課題



被覆型粘り強い河川堤防（佐波川）

今年度の検討対象

一部自立型（鋼矢板やコンクリート擁壁）

- 裏法侵食時も堤防高さを保持，決壊防止
- 自立部と土堤の境界部の維持管理課題
- 自立部による堤体の遮水構造であり、耐浸透性能課題



自立型粘り強い河川堤防（鋼管杭・鋼矢板技術協会）

2. 現地観測

佐波川における越水に対して「粘り強い河川堤防」

- 表面被覆型の粘り強い河川堤防の現場での台風接近時の耐浸透性能に関する現地観測



山陽新幹線・山陽自動車道・国道2号



佐波川堤防観測箇所



観測井・水位計

粘り強い河川堤防と観測位置（平面）

粘り強い河川堤防整備区間（一部予定）

起点：
防府総合用水堰

終点：
9k100



光ファイバ測定小屋

山陽道自動車道
防府大橋

国道2

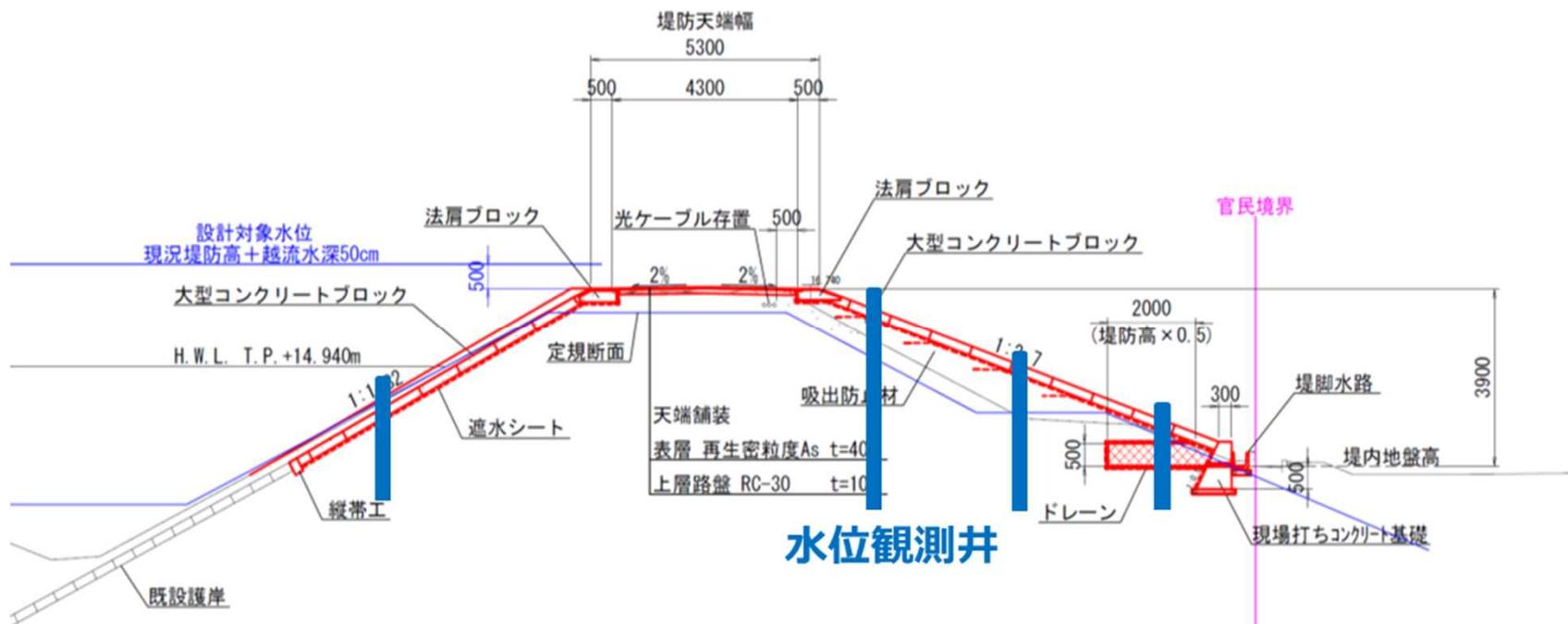


地理院地図

粘り強い河川堤防と観測位置（横断）

川表

川裏



水位観測井



絶対圧式水位計



水位観測井

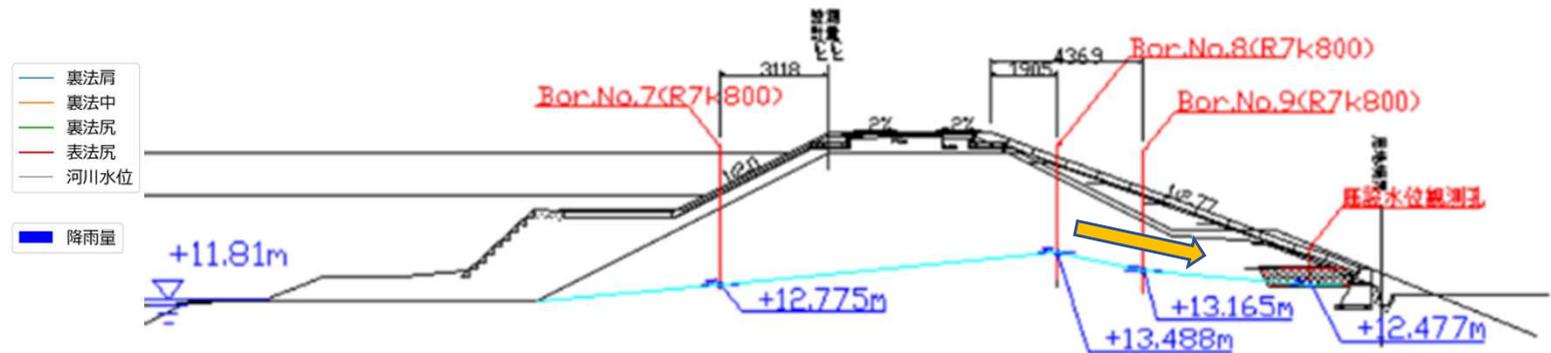
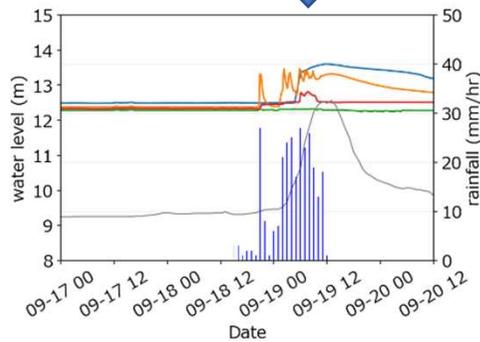
観測結果

- 主に降雨により発達した堤体内水位は法肩，法中でやや高くなる
- 法尻の堤体内水位はドレーンの排水効果により低く抑えられており，堤防の安定性に関して問題なし

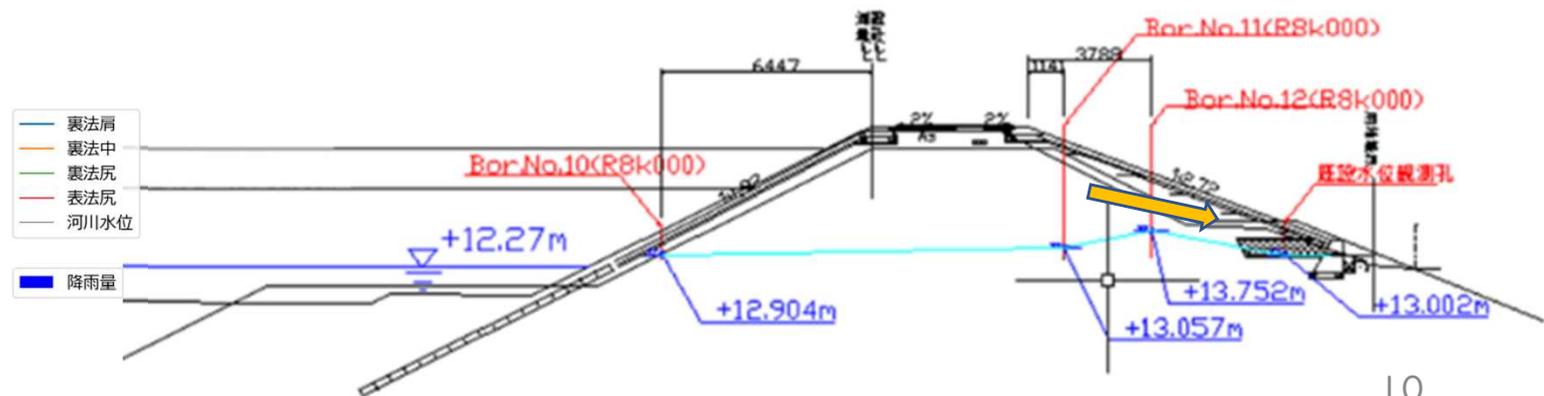
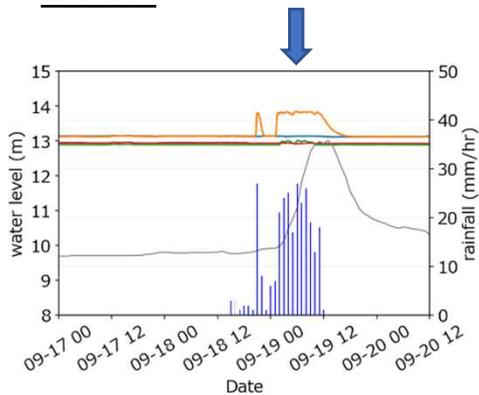


台風14号 降雨・河川水位・堤体内水位高 9/19 8:00

7.8k



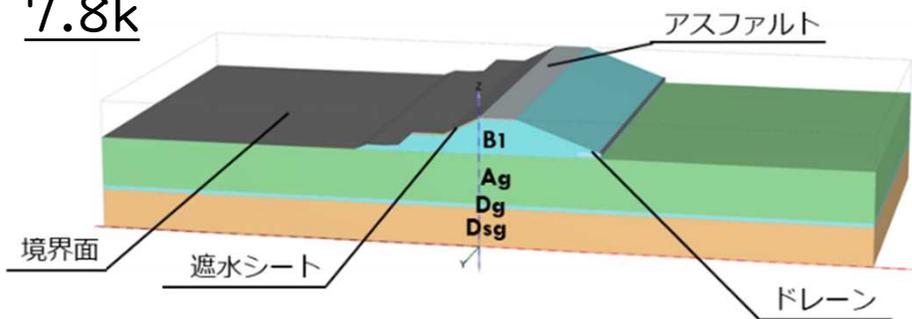
8.0k



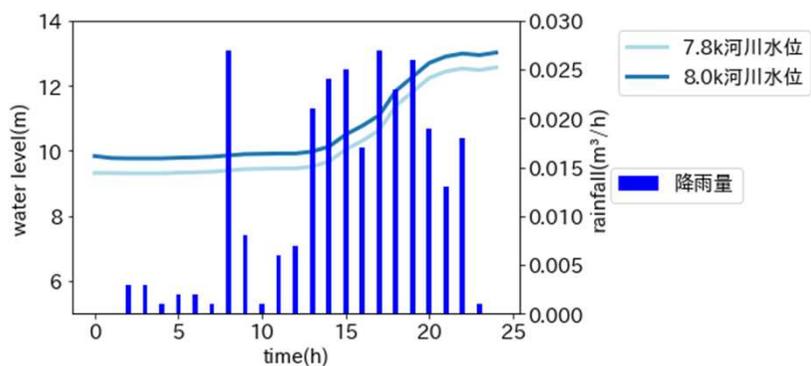
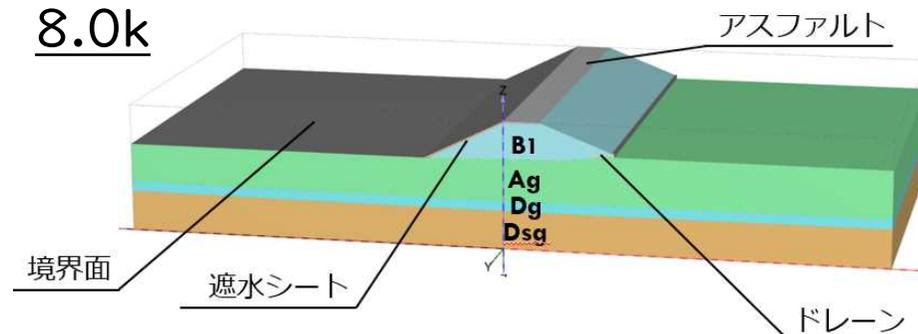
解析結果

- 降雨による堤体内水位の発達とドレーンによる法尻の水位低下をよく再現
- 表面被覆工は降雨浸透するとして評価が必要

7.8k

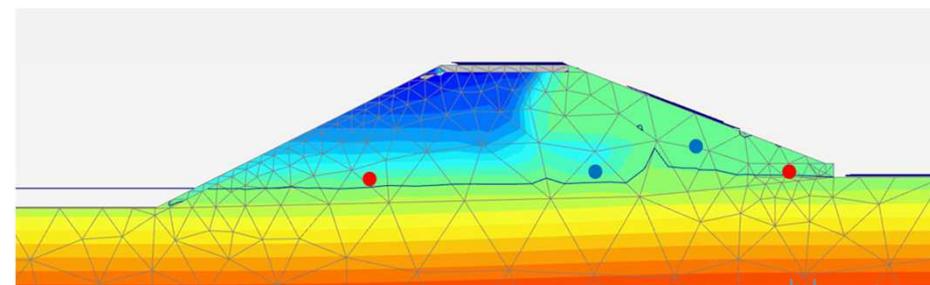
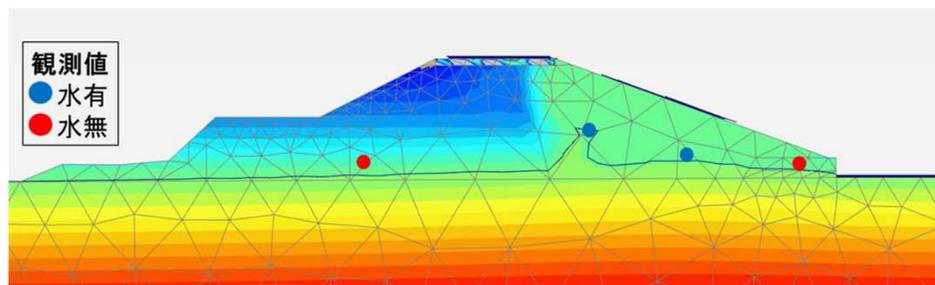


8.0k



	土層	単位体積重量 (kN/m³)	透水係数 (m/s)
堤体	B ₁	17	4.1×10^{-4}
	ドレーン	17	1.0×10^{-2}
	アスファルト	17	1.0×10^{-7}
	遮水シート	17	2.5×10^{-3}
基礎地盤	A _g	21	6.2×10^{-5}
	D _g	21	3.5×10^{-5}
	D _{sg}	20	2.5×10^{-7}

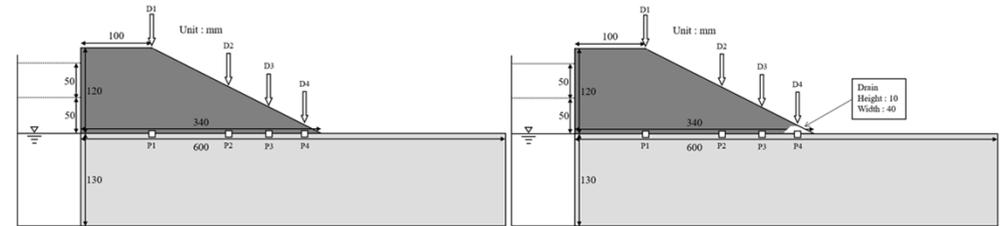
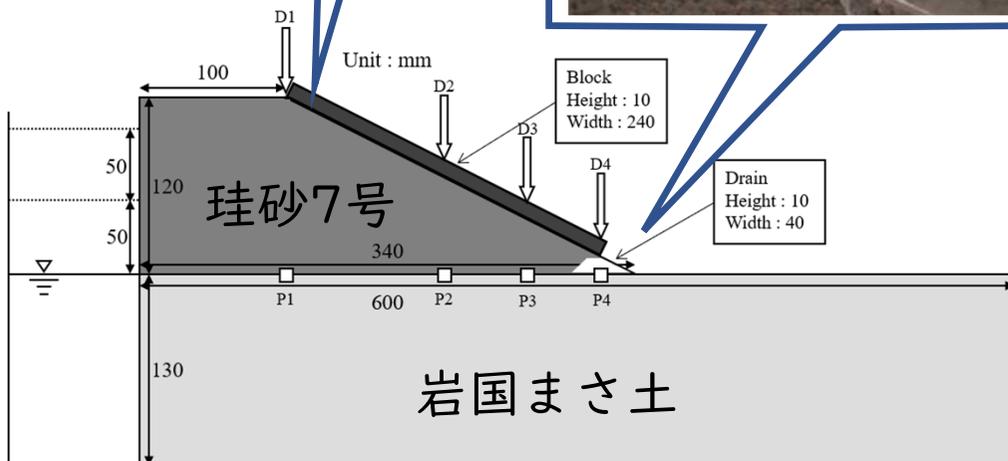
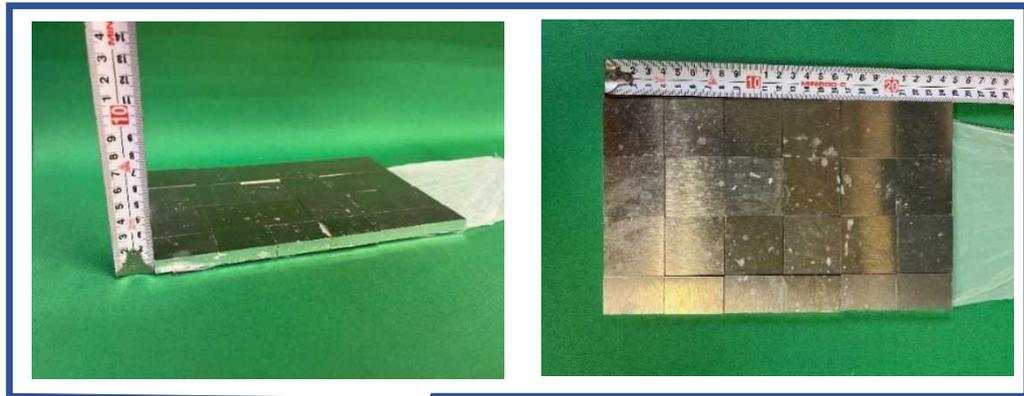
台風14号 降雨・河川水位・堤体内水位高 9/19 8:00



3. 模型実験

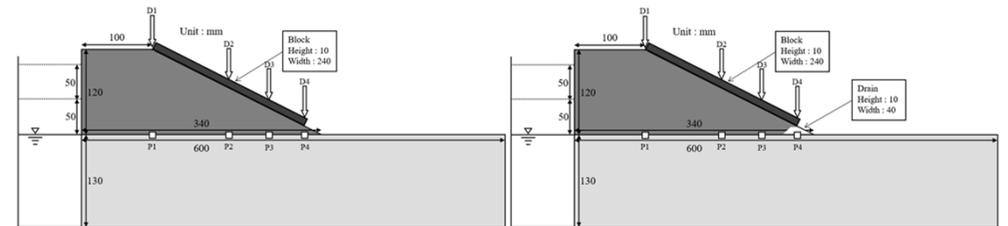
実験模型・ケース

- 表面被覆型の「粘り強い河川堤防」の洪水時の耐浸透性能に関する模型実験



Case1

Case2



Case3

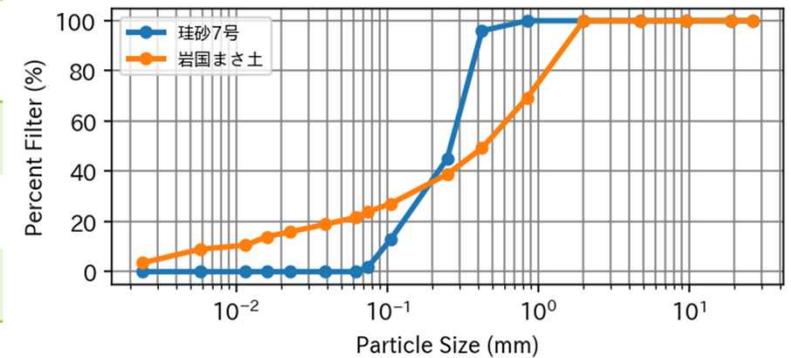
Case4

実験ケース

ケース	ドレーン工	表面被覆工
Case1	-	-
Case2	○	-
Case3	-	○
Case4	○	○

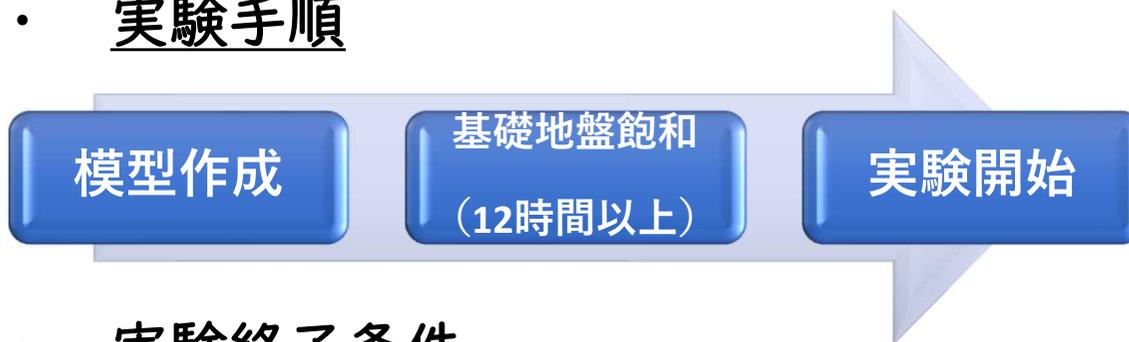
土質条件

使用土質	含水比 (%)	透水係数 (m/s)	最大乾燥密度 (g/cm ³)	施工時乾燥密度 (g/cm ³)	締固め度 (%)
珪砂7号	10	2.39×10^{-4}	1.44	1.29	90
岩国まさ土	10	3.58×10^{-5}	1.71	1.54	90
珪砂1号	0	-	1.50	1.47	-



実験方法

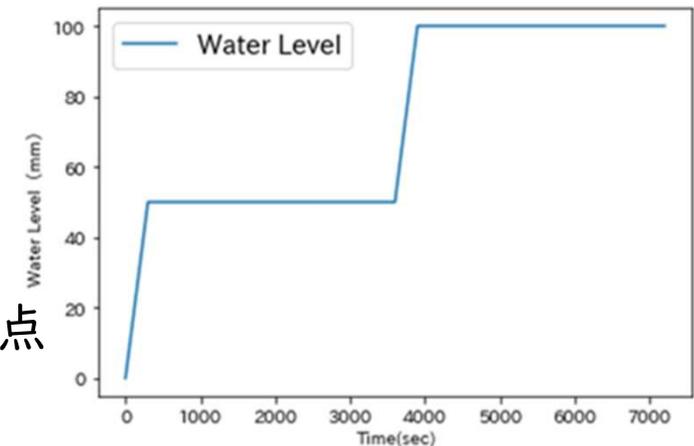
実験手順



実験終了条件

堤体が決壊した場合 or 7200s経過した時点

水位上昇



計測機器

- ・ **間隙水圧計**
基礎地盤と堤体の境界部に設置
- ・ **レーザー変位計**
堤体の上空部に設置



間隙水圧計



レーザー変位計



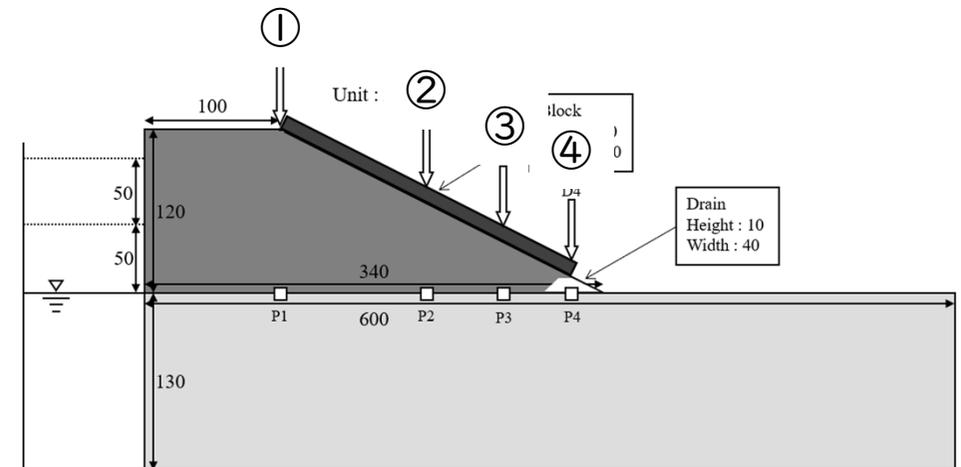
- ・ 実験開始時に**ゼロリセット**

計測位置

間隙水圧計, 変位計

設置位置
(模型左端からの距離)

P1, D1	100 mm (法肩)
P2, D2	220 mm (法中)
P3, D3	280 mm (ドレーンエ手前)
P4, D4	320 mm (法尻)



計測位置

実験状況（ケース3：表面被覆工あり，ドレーン工なし）

映像です

法尻部の堤体土が
泥濁化し流出



実験状況

表面被覆工 無
ドレーン工 無

表面被覆工 無
ドレーン工 有

表面被覆工 有
ドレーン工 無

表面被覆工 有
ドレーン工 有

<Case1>

2度目の水位上昇時
からすべりが進展し、
4080sで実験終了

<Case2>

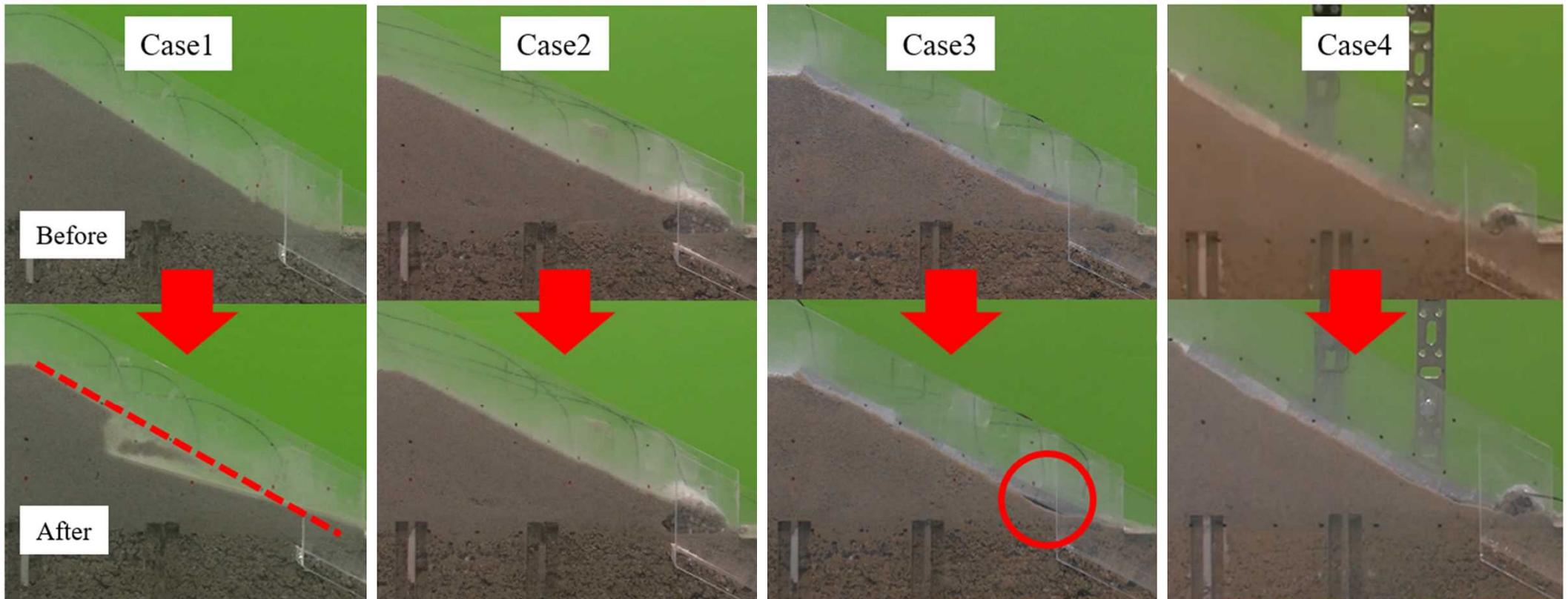
特に変化なし

<Case3>

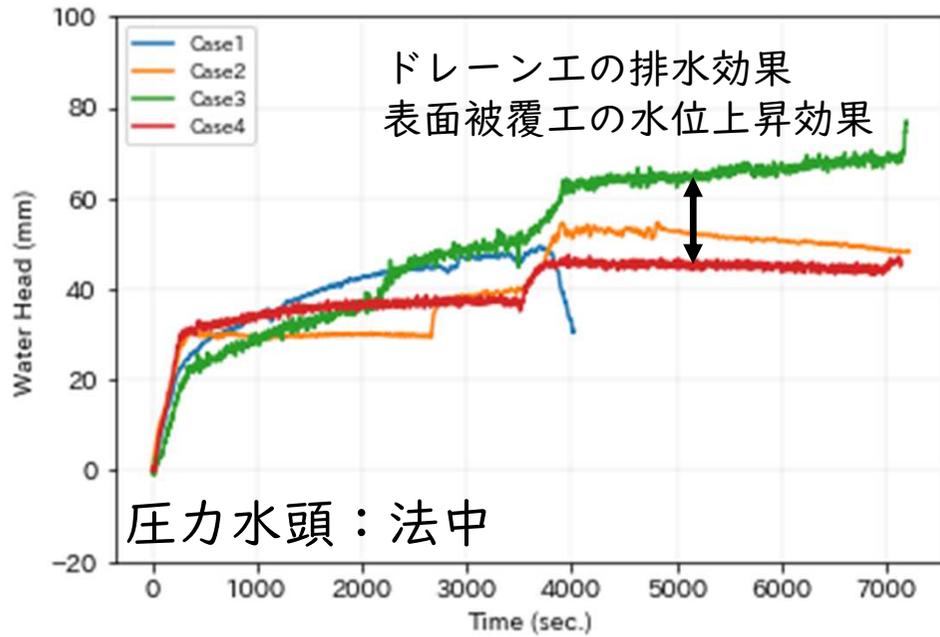
法尻部の堤体土が
泥濁化し流出

<Case4>

特に変化なし

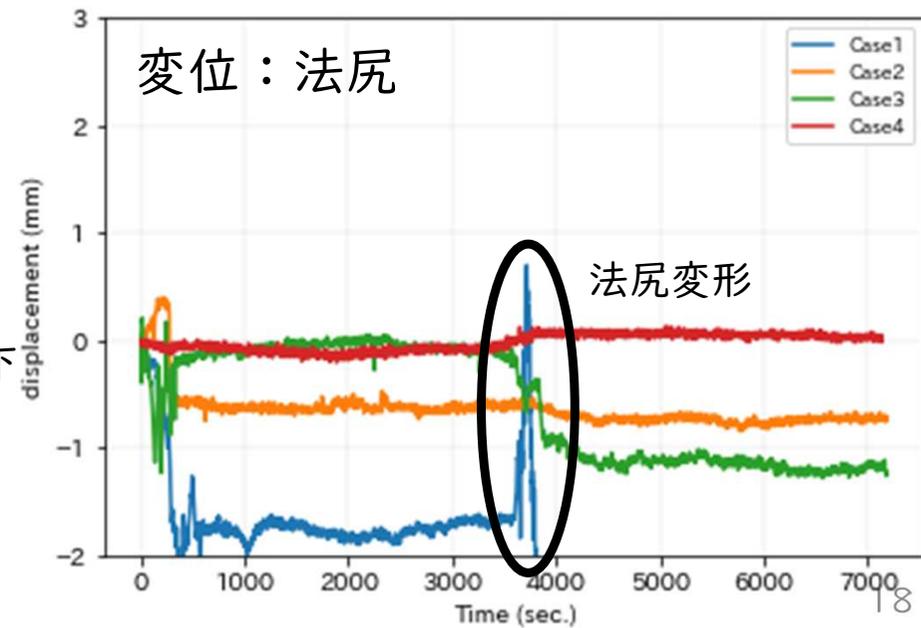
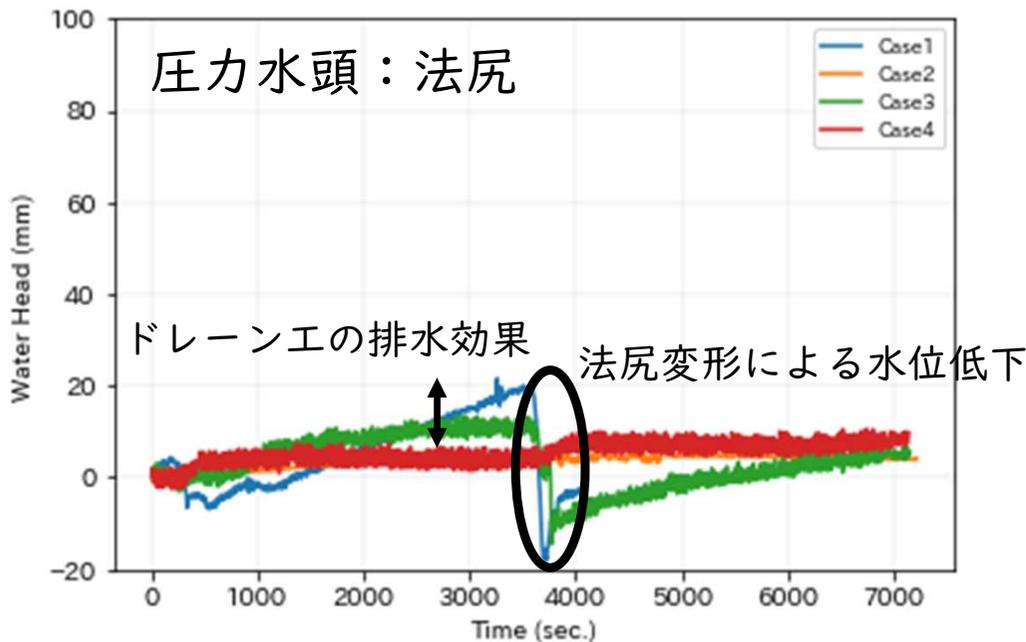


計測結果



- 法尻の堤体内水位はドレーン工の排水効果により低く抑えられ，変形が抑制される
- 表面被覆工の存在により法中の水位が上昇する傾向がある

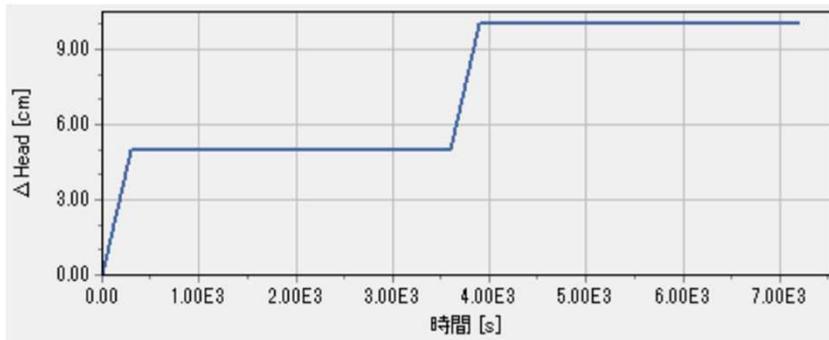
ケース	ドレーン工	表面被覆工
Case1	-	-
Case2	○	-
Case3	-	○
Case4	○	○



解析結果

実験結果と同様に

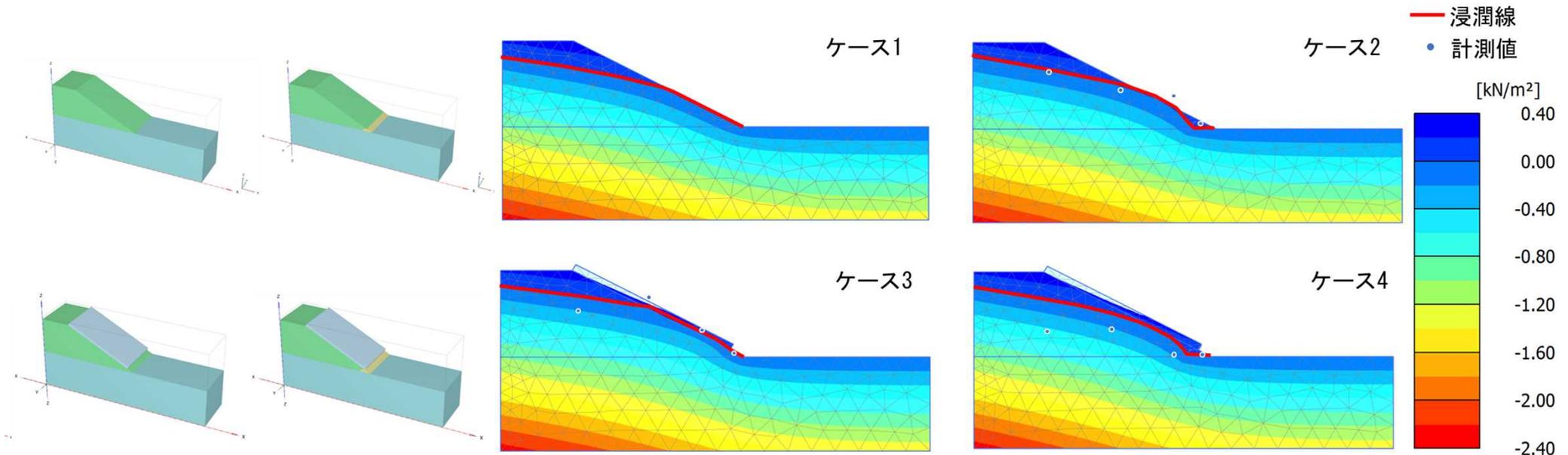
- 法尻の堤体内水位はドレーン工の排水効果により低く抑え，変形を抑制することから，**ドレーン工の設置が必須**
- 表面被覆工の存在により法中の堤体内水位が上昇する傾向があることから，**表面被覆工は難透水として評価が必要**



外力

土質定数

	土層	単位体積重量 (kN/m ³)	透水係数 (m/s)
堤体	珪砂7号	17	2.4×10^{-4}
	ドレーン	17	1.0×10^{-2}
	被覆工	17	1.0×10^{-9}
基礎地盤	岩国まさ土	17	3.6×10^{-5}



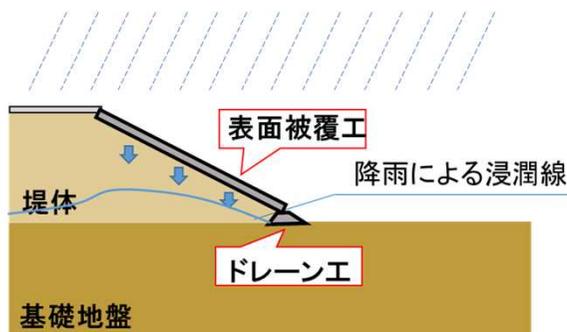
4.結論

結論

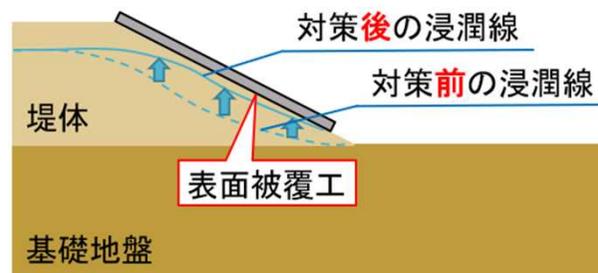
表面被覆型の「粘り強い河川堤防」は

- ① 主に降雨により発達した堤体内水位は法肩，法中でやや高くなることから，**設計においては表面被覆工は降雨浸透するとして評価が必要**
- ② 一方，洪水時に表面被覆工の存在により法中の堤体内水位が上昇する傾向があることから，**設計においては表面被覆工は難透水として評価が必要**
- ③ 法尻の堤体内水位はドレーン工の排水効果により低く抑え，変形を抑制することから，**ドレーン工の設置が必須**

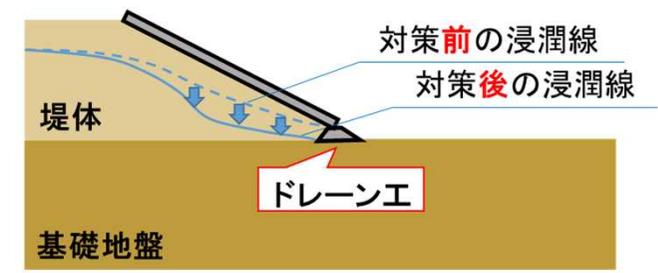
①表面被覆工の影響（降雨）



②表面被覆工の影響（堤体内水位）



③ドレーン工の効果



今年度は下記の検討を実施予定

- ① 表面被覆型：現地観測の継続，降雨の影響に関する模型実験
- ② 一部自立型（鋼矢板，逆T擁壁）：洪水の影響に関する模型実験

御礼：

中国地方整備局河川部
山口河川国道事務所

研究にご支援頂きました国土
技術研究センターに厚く御礼
申し上げます



ご質問等は

mori@yamaguchi-u.ac.jp