

千代田実験水路における破堤実験 1/2

1. はじめに

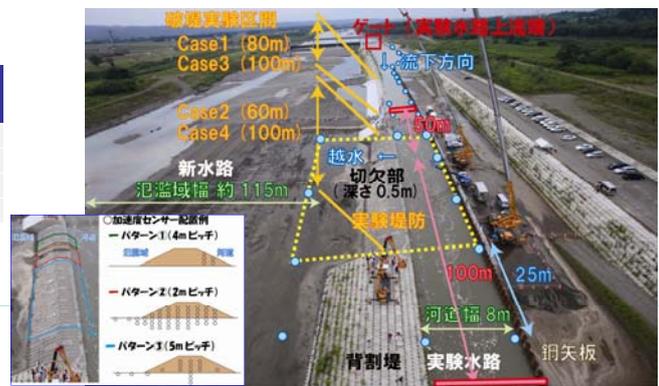
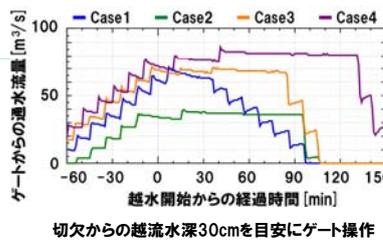
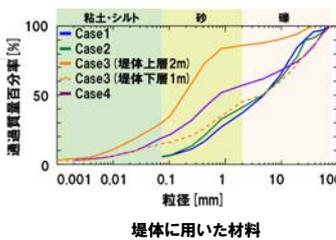
- 近年の局所的集中豪雨等により破堤事例が増加
 - 堤防の強化方法の具体的検討が求められている
- 既往検討のうち実験では縮尺模型や実物大の正面越流2次元実験が主流
 - 河川流も考慮した実物大規模での3次元的な破堤拡幅機構は不明点が多い
- 実物大規模の十勝川千代田実験水路を用いて破堤実験を実施
 - 破堤拡幅機構の解明により防災・減災対策に寄与することを期待



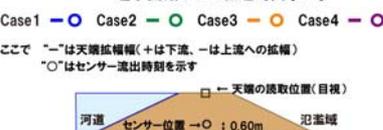
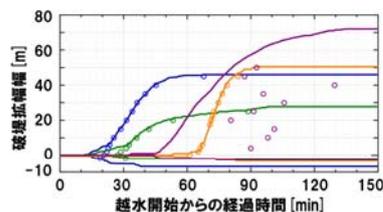
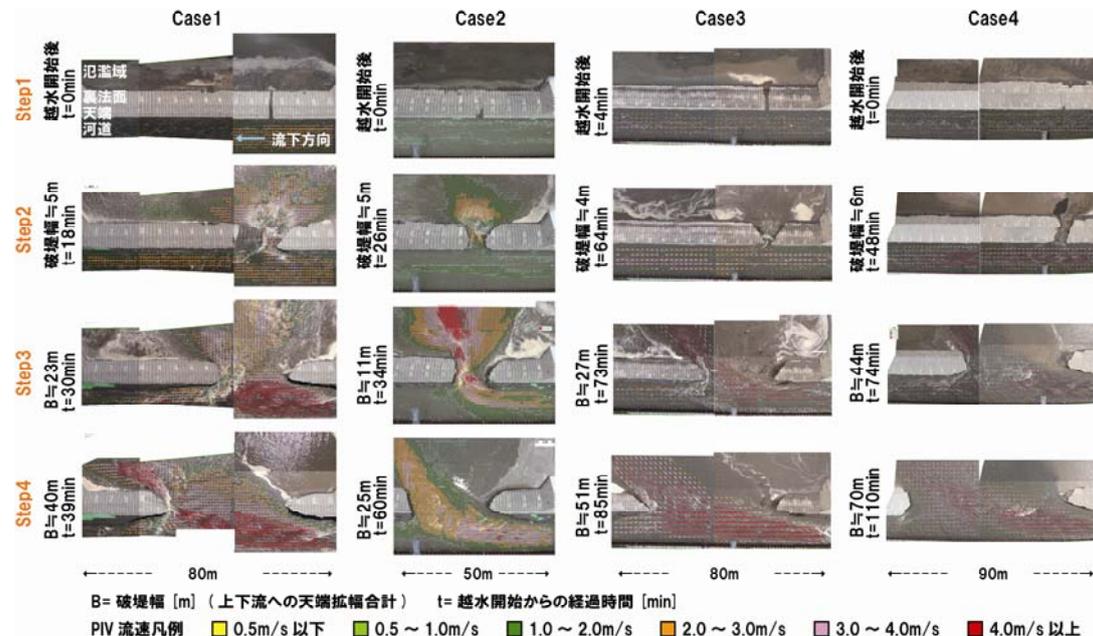
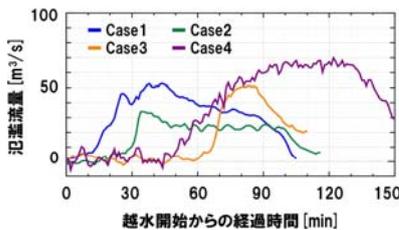
2. 実験の概要

実験条件～Case1を基本とし、Case2は流況、Case3は堤体土質、Case4は堤体形状を変えて実施

	堤体・水路形状				目標水理量		実験実施日	
	土質	高さ	天端幅	法面勾配	水路幅	水面勾配		通水流量
Case1	砂礫	3m	3m	1:2	8m	1/500	70m³/s	2010年4月
Case2						1/3500	35m³/s	2010年6月
Case3	細粒分	3m	6m	1:2	8m	1/500	70m³/s	2011年4月
Case4	砂礫							2011年6月

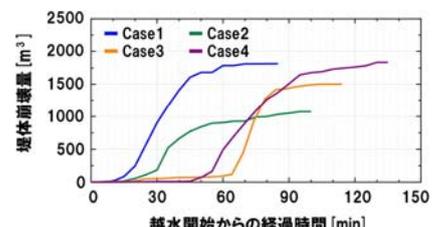


3. 実験の状況



③ 堤体崩壊量

- ・②より堤体上部・下部で崩壊過程の相違が確認出来たため、加速度センサー結果より堤体崩壊量を算出し、崩壊過程を評価



千代田実験水路における破堤実験 2/2

4. 破堤拡幅進行に関する検討

(1) 破堤進行過程概略

Step1 [初期破堤段階]



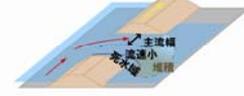
- ・越水開始後、越水部の裏法面・裏法面が侵食
- ・天端は裏法面から表法面に向かって徐々に侵食
- ・氾濫流量は増加しない

Step2 [拡幅開始段階]



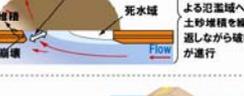
- ・越水部の表法面まで侵食が到達すると、急激に前面が侵食され、破堤拡幅が上下流方向に徐々に進行
- ・氾濫流量が増加し始める

Step3 [拡幅加速段階]



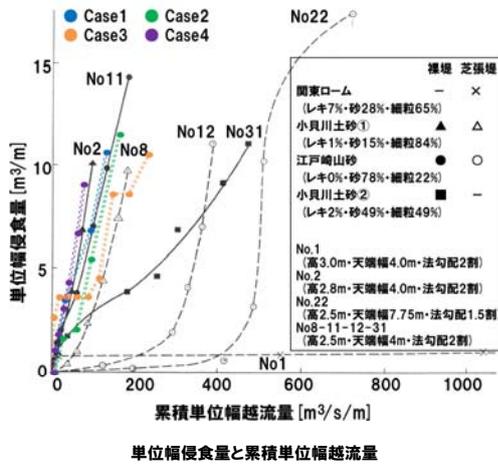
- ・堤体断面の大半が侵食されると、破堤拡幅が急激に進行し進行方向は主に下流側となる
- ・破堤口下流側の流速が平くなり、この流れが堤体につっかり堤体を侵食しながら破堤が下流方向に進行
- ・氾濫流量がピークを迎える

Step4 [拡幅減速段階]



- ・下流方向への堤体侵食と氾濫域の土砂堆積を繰り返しながら、氾濫流の主流部がほぼ一定の幅で下流へ移動
- ・氾濫流はほぼ一定で推移し、破堤拡幅速度は遅くなる
- ・破堤口の主流部は、氾濫域側に傾斜に斜め形状となって破堤が進行

(2) 破堤拡幅開始以前



初期破堤段階は、既往の正面越流と共通する現象が多い〔補足1〕

既往の整理方法と同様に、堤体侵食量として単位幅侵食量、水理量として累積単位幅越流量を用いて比較

土質や堤体条件は異なるが、裸堤であるNo2・No11と傾向が概ね一致

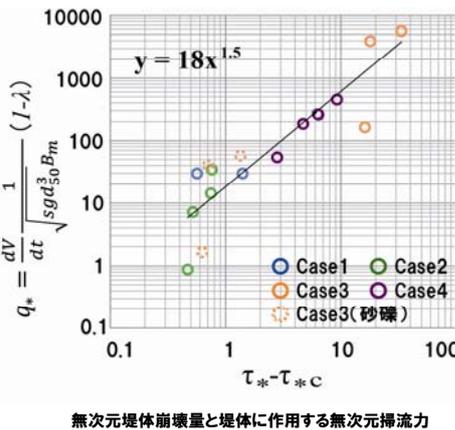
〔補足1〕

既往の破堤拡幅を伴わない正面越流破堤実験の様子
建設省土木研究所(現(独)土木研究所つくば中央研究所)が実施



右写真はNo.11の実験状況

(3) 破堤拡幅開始以降



堤体崩壊は氾濫流による堤体土塊の掃流現象として捉えられ、

- ・無次元堤体崩壊量〔補足2〕
- ・破堤開口部周辺の無次元掃流力〔補足3〕

の関係が既往掃流砂量の式形に近い、次式で表すことが出来た

$$q_* = 18(\tau_* - \tau_{*c})^{1.5}$$

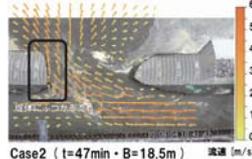
ここで、 τ_* :堤体開口部に作用する無次元掃流力、 τ_{*c} :無次元限界掃流力、 q_* :無次元堤体崩壊量、 V :堤体崩壊量、 s :砂粒の水中比重、 g :重力加速度、 d_{50} :砂粒の50%通過粒径、 B_m :堤体下幅、 λ :空隙率を表す。

〔補足2〕

堤体崩壊量は前述の"3. 実験の状況 ③堤体崩壊量"を用いて算出

〔補足3〕

開口部周辺の無次元掃流力は、PIVによる流速観測結果、3D解析による水面形状観測結果を用いて算出
右図はPIV観測結果のうち、堤体開口部周辺を拡大した一例



これは今後、破堤拡幅現象のモデル化や将来的な減災対策の技術開発の基礎となることが期待できる

5. まとめ

○破堤拡幅進行について4つの段階(Step)に分類できることが明らかとなった

→ Step1(初期破堤段階)~Step2(拡幅開始段階)~Step3(拡幅加速段階)~Step4(拡幅減速段階)

○破堤進行過程と水理量の関係性について明らかとなった

→ 破堤初期段階においては、今回のような横越流の破堤実験においても、堤体侵食量と越流流量の関係が、既往の正面越流実験結果と概ね同様の結果となった

→ 破堤拡幅過程においては、堤体崩壊は氾濫流による堤体土塊の掃流現象として捉えられ、無次元堤体崩壊量と破堤開口部周辺の無次元掃流力の関係が、掃流砂量式に近い形で表された

○現在は上記で得た知見を活用し、破堤拡幅開始以降の被害軽減に効果的な対策工法を検討予定