堤防の構造と破堤
～2004年新潟･福島豪雨災害を題材に～

長岡技術科学大学
大塚　悟

堤防の破堤①：刈谷田川中ノ島の破堤

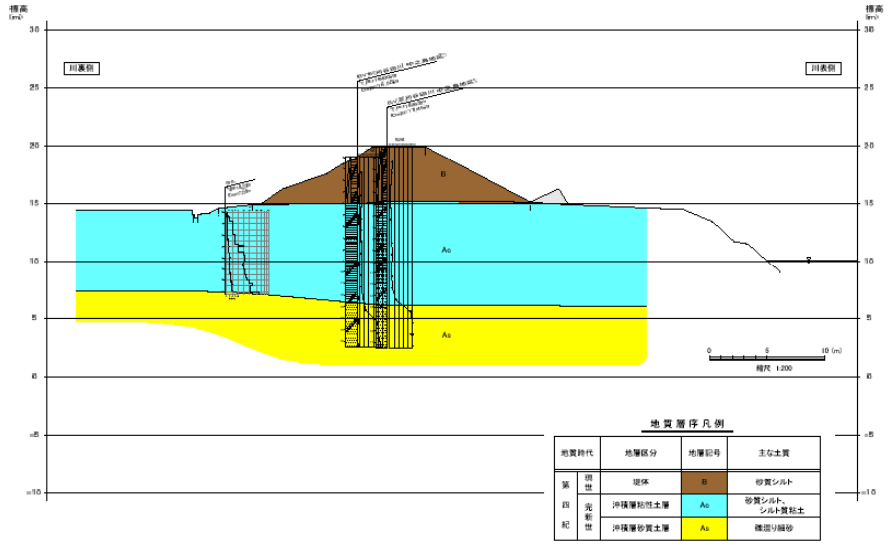
堤防の破堤②：破堤直前の状況

堤防の破堤③：破堤後の状況

堤防の破堤④:破堤箇所の事前状況

破堤点は水衝部であり，また，河川の蛇行により，水流が遅くなるため水位が上昇し易い素因を有する．破堤点は腹付け盛土上流であり，植材が不足しており，且つ堤防が薄い箇所であった．

堤防の破堤⑤:破堤箇所の地質



堤防の破堤⑥:応急対策

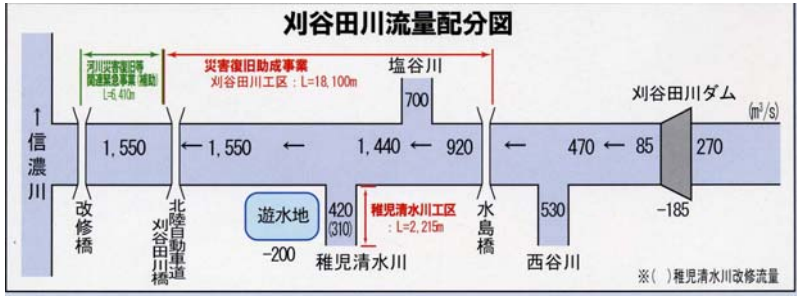
堤防の破堤⑦:災害復旧事業

事業計画概要

事業名		災害復旧助成事業			河川災害復旧等関連緊急事業
工区名		助成全体	刈谷田川工区	稚児清水川工区	刈谷田川(補助工区)
全体事業費		384 億円	370 億円	14 億円	97 億円
復旧延長		20,315m	18,100m	2,215m	6,410m
計画高水流量		―	1,550m³/s	310m³/s	1,550m³/s
超過確率		―	1/100	1/50	1/100
河床勾配		―	1/2,300～1/320	1/430～1/230	1/2,300
川幅		―	70～197m	24～57.9m	89.3～137.1m
工事概要	土工(掘削、築堤)	1 式	―	―	1 式
	護岸工	54万m²	52万m²	2万m²	16万m²
	樋門工	1 基	1 基	―	―
	遊水地	5ヶ所	5ヶ所	―	―
	橋梁架替工	4 橋	3 橋	1 橋	―

堤防の破堤⑧：刈谷田川の復旧事業

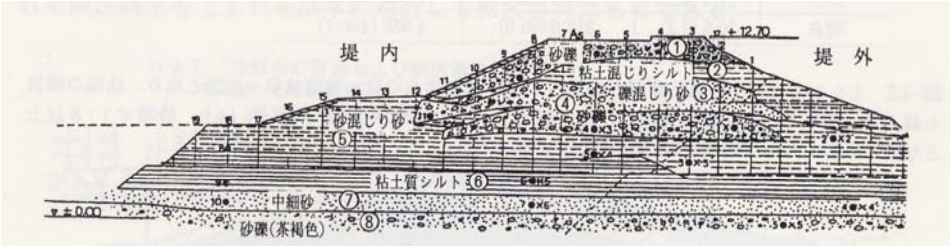
- 遊水地の設定
- 河川の直線化（屈曲部のショートカット）
- 河道掘削（洪水敷の掘削）
- 堤体の強化（堤体の腹付け）



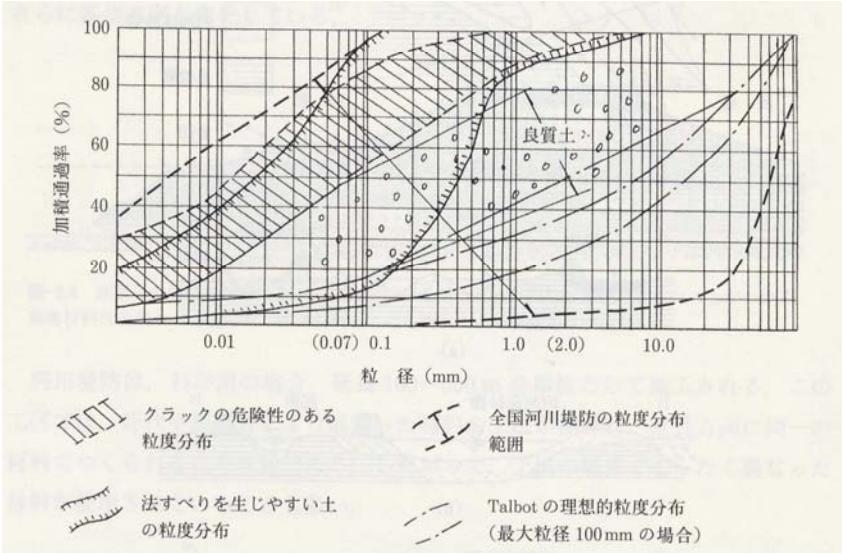
堤防の破堤⑨：まとめ

- 堤体の破壊の90%は越流による侵食である.
- 市街地には土地利用によるカミソリ堤が存在する.
- 破堤後は2次災害を防ぐために，緊急復旧を実施.
- 災害復旧では計画流量を確保するための方策を実施．河道掘削，盛土のかさ上げなど.

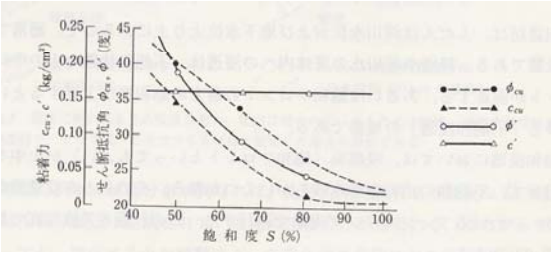
堤防の構造①：堤体の内部構造

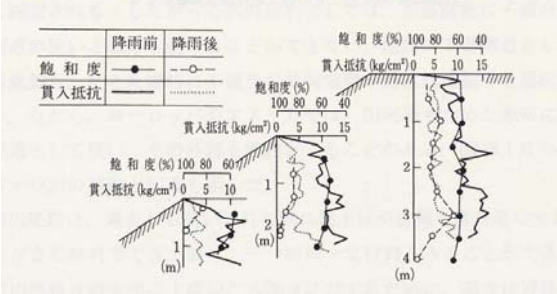


堤防の構造②:堤体材料

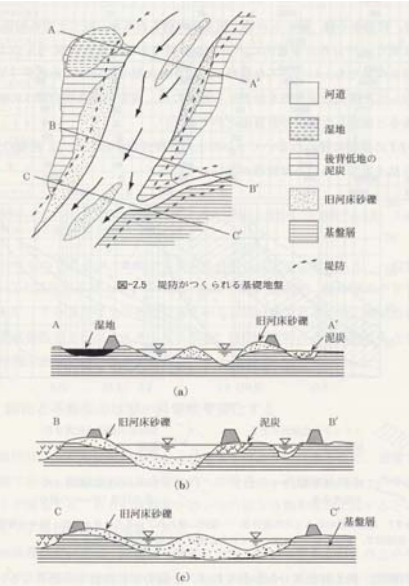


堤防の構造③:堤体の強度特性

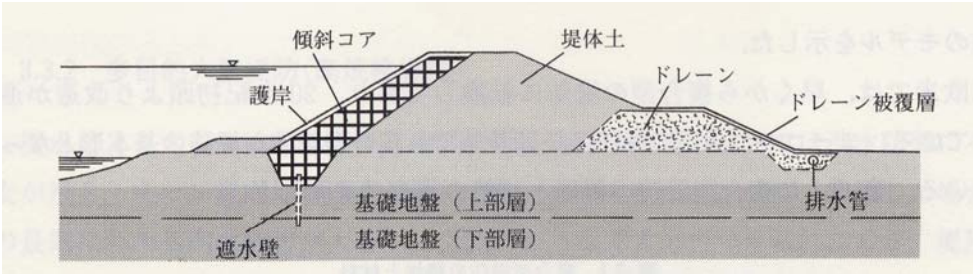




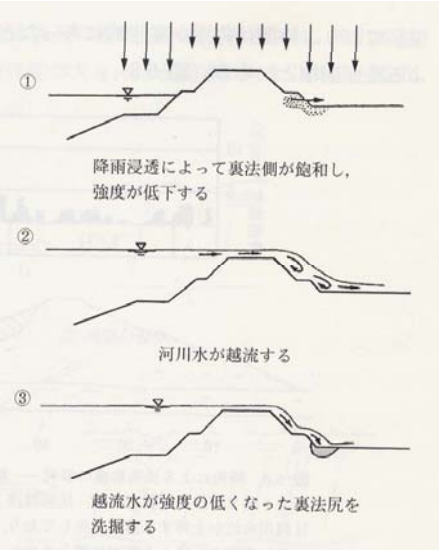
堤防の構造④:堤体の基礎地盤

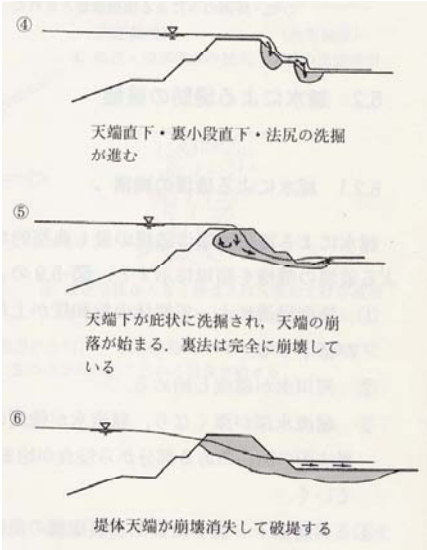


堤防の構造⑤:堤体の補強



堤防の構造⑥:堤体の越流侵食破壊





堤体の構造⑦:堤体構造の特徴

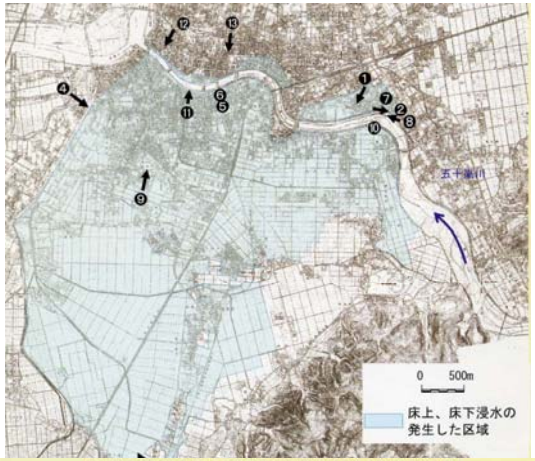
- 堤体は過去から営々と建造される歴史構造物が多い。そのため設計図など存在しない。
- 現地から土砂を調達するため，良質土で建造されている訳ではない。
- 堤体支持地盤は河川の堆積物によって様々である。そのために構造的に弱い箇所が存在する。
- 堤体支持地盤が軟弱であると，堤体構築後の沈下により堤体高さが低くなる。
- 堤体からの水漏れや地盤からの噴水は危険のサインであるが，越流の方が怖い。

堤防の破堤①:五十嵐川諏訪新田

計画降水量: 340mm/2days
中越豪雨: 400mm/2day

三条市諏訪新田
破堤長さ: 117m
堤防高さ: 5m
堤防断面: 5m (top)
20m (base)
破堤時間: 13:00
(13 July)

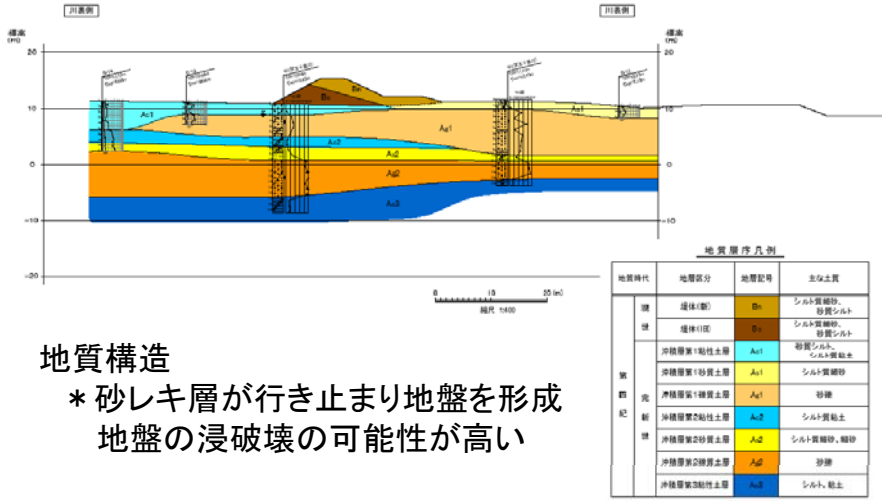
堤防の破堤②:浸水地域



● 7・13新潟豪雨による五十嵐川下流域浸水被害状況 ●

被災市町村名	浸水面積（ha）			住家（戸）			事業所・工場（棟）			公共施設（棟）		
	宅地	農地	計	床上	床下	計	床上	床下	計	床上	床下	計
三条市、栄町	490	830	1,320	6,151	689	6,840	609	28	637	79	25	104

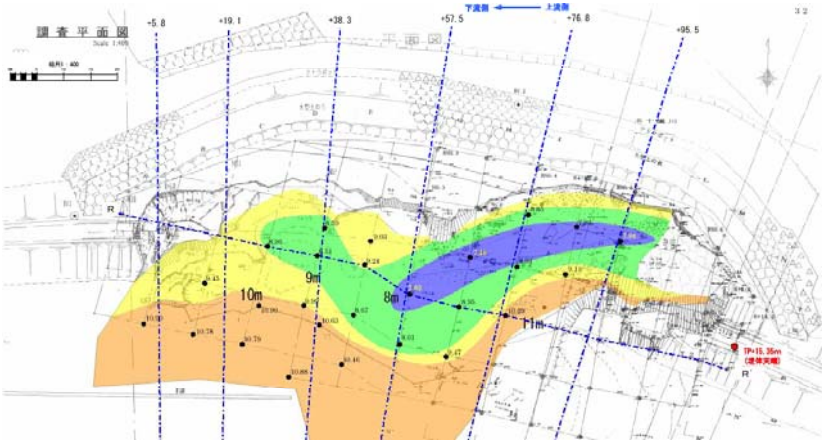
堤防の破堤③:破堤箇所の地質



地質構造

＊砂レキ層が行き止まり地盤を形成
地盤の浸破壊の可能性が高い

堤防の破堤④:落ち掘りの形成



堤防の破堤⑤：落ち掘りと堤体材料

堤体には安定確保のための矢板工が打設され，落掘の排水が行われている。下部に河川水位に規定される水溜りがある。堤体は様々な土質からなり，過去の堤体の構築履歴を反映する。

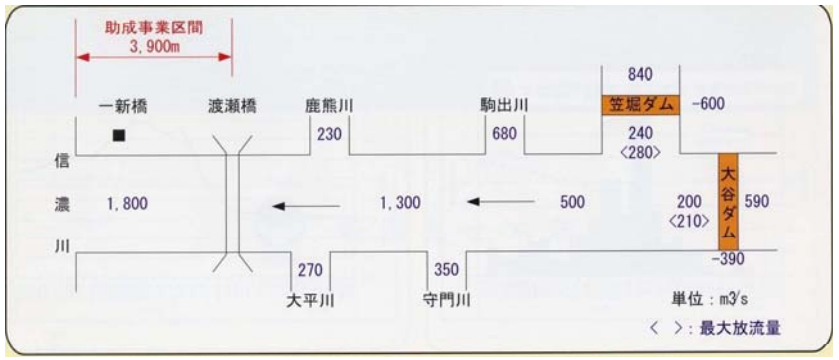
堤防の破堤⑥：洪水による堆砂

堤内地には洪水による堆砂が確認される。流路に沿って広範囲に土が堆積している。

堤防の破堤⑦：破堤地点の状況

堤体には越流による侵食跡が見られ，破堤の危険性があったことが分かる。近くには過去の水害を祭ったと思われる碑があった。災害が同地点で繰り返えすことが推察される。

復旧工事①：五十嵐川の計画流量



復旧工事②:破堤箇所の流量の検証

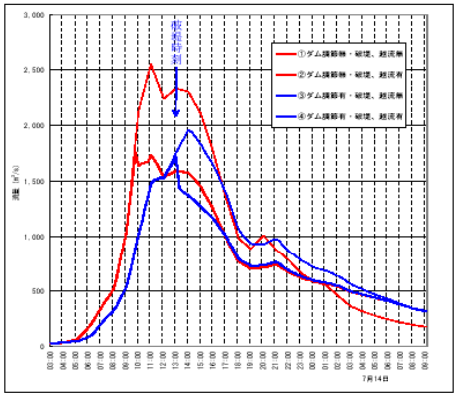


図 2-8　破堤地点（諏訪地区）における推定流量

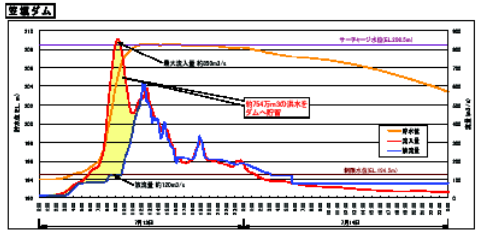


図 2-9　笠堀ダムにおけるダム流入・放流量

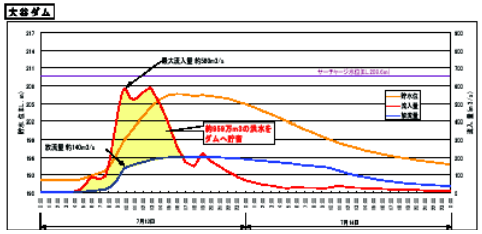


図 2-10　大谷ダムにおけるダム流入・放流量

復旧工事③:対策工事の方針

整備の方針

●河積の拡大

洪水の流下する断面を確保するため、築堤、河道拡幅、河床掘削、橋梁の架替を行います。

●流路の是正

下流の河道蛇行区間においては、洪水がスムーズに流下できるように屈曲部の解消を図ります。

●河岸侵食の防止

堤防を保護するため、護岸を設置します。

●堤防強化対策

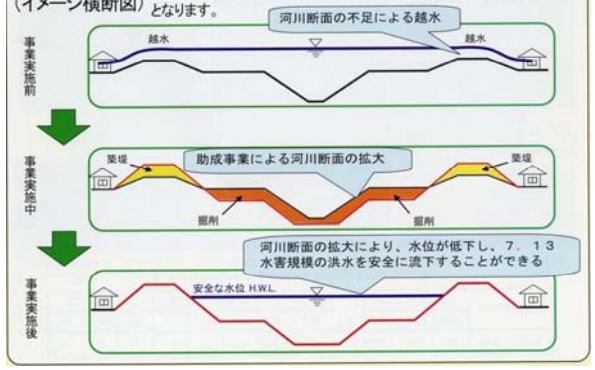
漏水のおそれがある箇所には漏水対策等を実施します。

事業効果

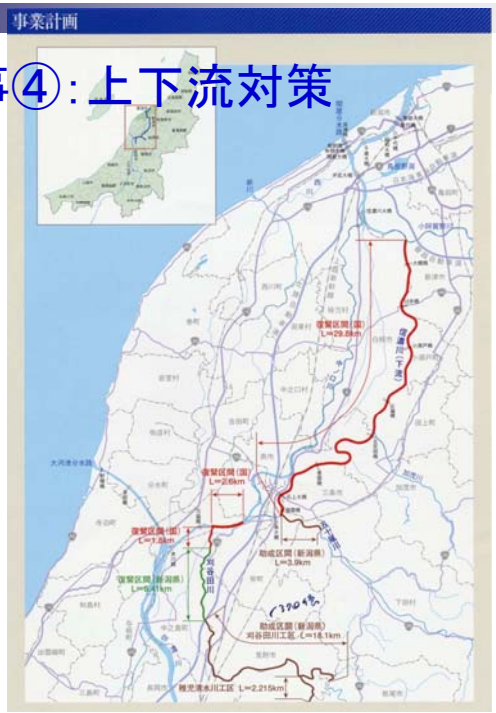
（イメージ横断図）

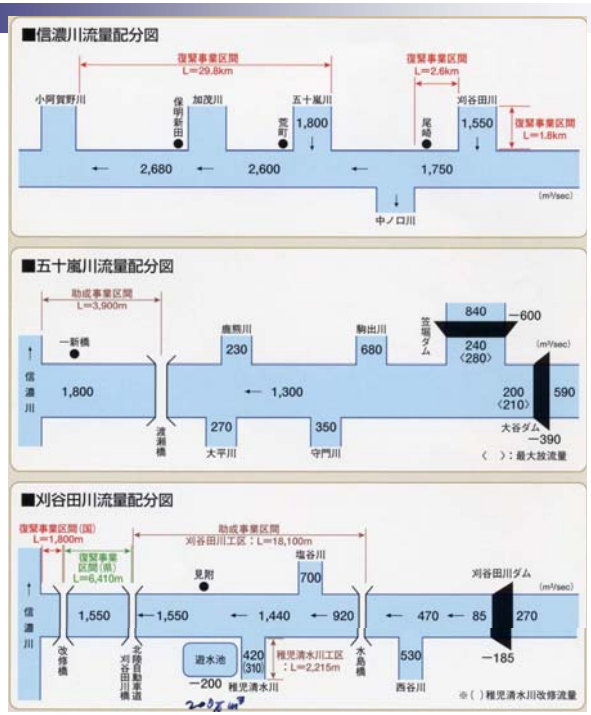
河川の断面を拡げることにより、再び7．13水害規模の洪水がきたとしても、安全に流すことが可能となります。

これにより、7．13水害規模の洪水から三条市街地を守ることが可能となります。

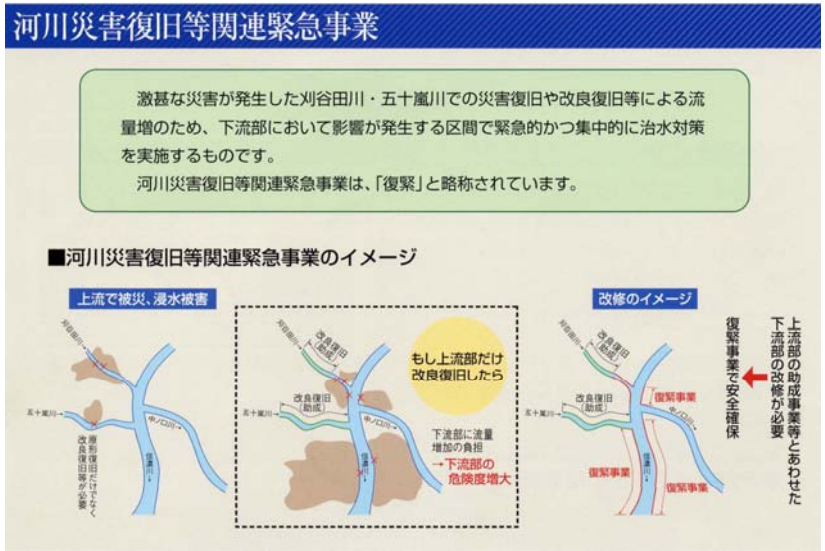


復旧工事④:上下流対策





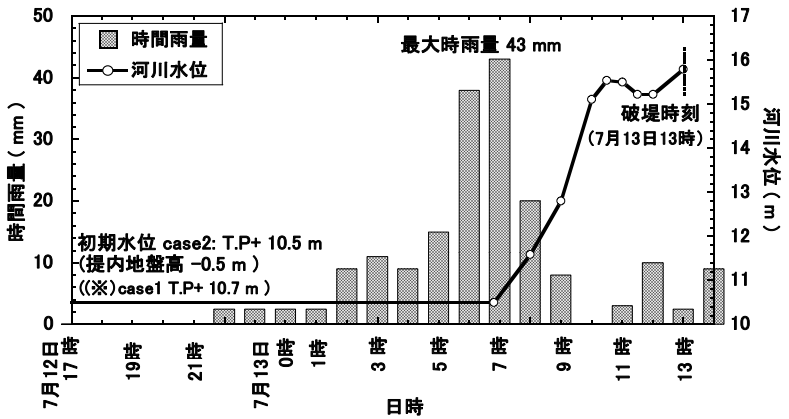
復旧工事⑤:災害復旧支援事業



復旧工事⑥:まとめと課題

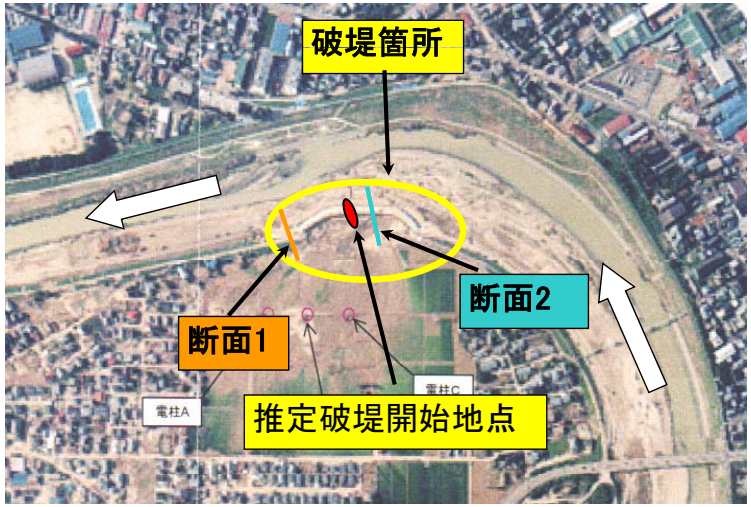
- 堤体は歴史構造物であり，堤体および基礎地盤の情報が少ない．国交省では堤体・地盤のDBを作成して浸透破壊（大河川特有）の危険度評価．
- 地形情報（高密度レーザー測量）は精密化しており，流量は予測可能．雨量予測は未だ難しい．
- 河川は線構造物のために，堤内地の重要度に応じた堤体強化が課題．
- 近年の集中豪雨の多発から，越水しても破堤し難い堤体構造の開発が必要．

研究紹介①:五十嵐川諏訪新田の水位



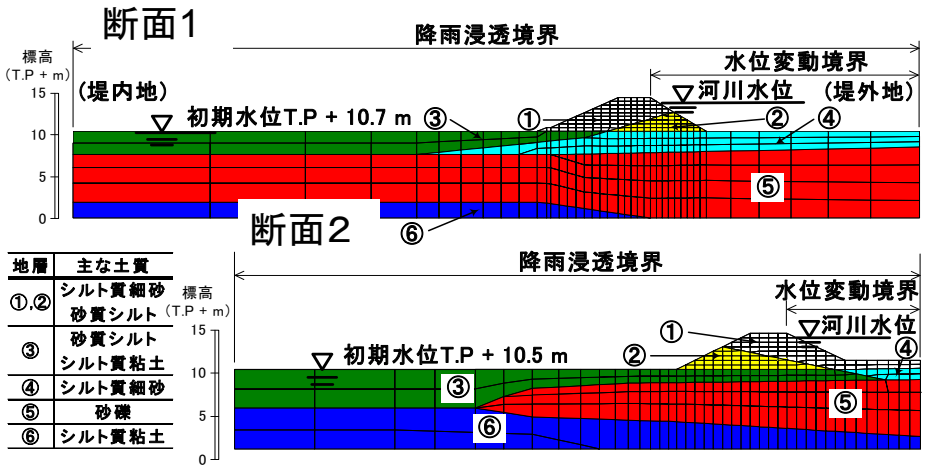
降雨量（三条観測所）と河川水位

研究紹介②:五十嵐川諏訪新田の状況



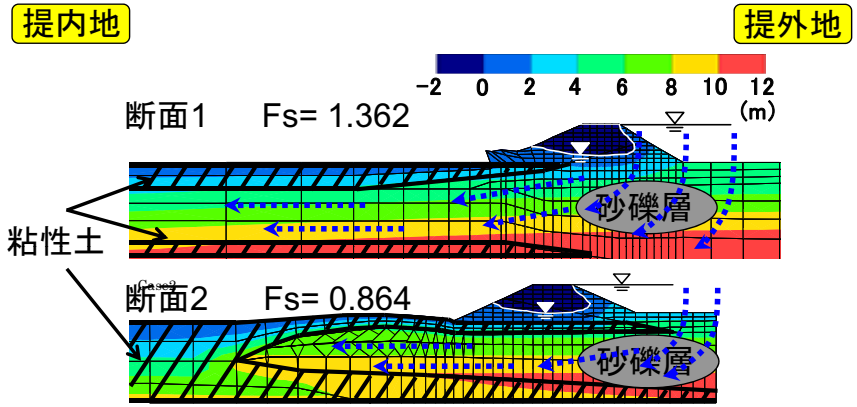
（7.13新潟豪雨洪水災害調査委員会報告書に加筆）

研究紹介③:代表断面の状況



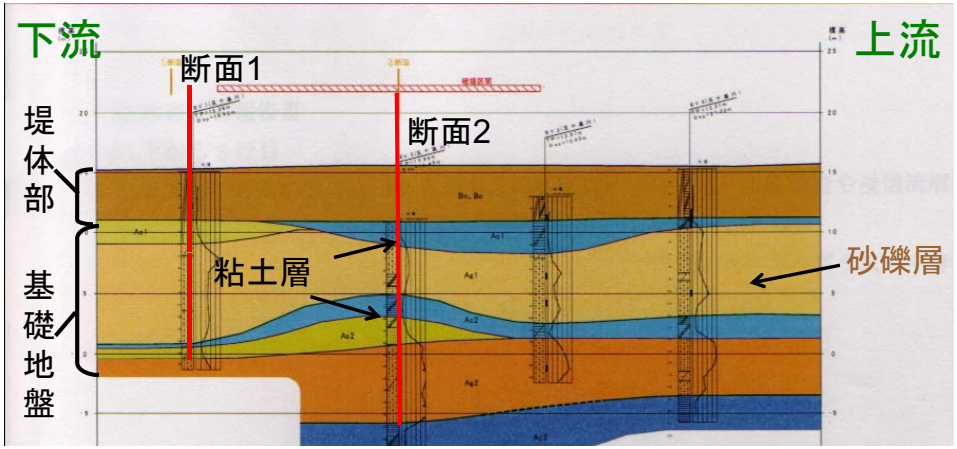
地層	主な土質
①,②	シルト質細砂 砂質シルト
③	砂質シルト シルト質粘土
④	シルト質細砂
⑤	砂礫
⑥	シルト質粘土

研究紹介④:安定性評価例(環境防災研)



圧力水頭分布と崩壊形態図(破堤時刻7月13日 13時)

研究紹介⑤:堤体基礎地盤の変化



(7.13新潟豪雨洪水災害調査委員会報告書に加筆)

研究紹介⑥:越流侵食実験(環境防災研)

堤体に河川水が浸透した条件で越流水による侵食破壊を調査