

堤防決壊時に行う緊急対策工事の 効率化に向けた検討資料

堤防決壊時に行う緊急対策工事の
効率化に向けた検討資料（案）

平成 30 年 3 月

国土交通省 北海道開発局
国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所

寒地土木研究所寒地河川チームの
HPで公開中



国立開発研究法人 土木研究所
寒地土木研究所 寒地河川チーム
島田友典

使って欲しい方？ 何をする技術？ どう役に立つ？

各河川系事務所の河川管理者の皆さまをはじめ、
建設業・コンサルタント等、**河川に関わる全ての方**

堤防決壊時の緊急対策シミュレーション等※1) を
実施する際の参考資料としてご活用下さい

※1) 堤防決壊時の緊急対策シミュレーションとは

- ・堤防決壊時の災害対応訓練を毎年実施
→堤防が決壊した状況を想定し、
→迅速に堤防を復旧するための方法を検討

また本検討資料は、2018年度より堤防決壊時の緊急対策シミュレーションの参考資料としても採用されています



堤防決壊時の緊急対策シミュレーションの様子
(国土交通省北海道開発局帯広河川事務所より提供)

検討資料の内容は？

どう決壊

2章：堤防決壊メカニズム

どう対応

3章：堤防決壊メカニズムに応じた
災害対応の考え方

工事事例

1章：災害事例から得られた
知見と課題

重機・資材

4章：資機材の検討

効果

5章：実河川の堤防決壊を想定した
ケーススタディ

堤防決壊は河道特性に応じて様々なタイプ

勾配が急な河川の決壊事例 (H28空知川)



H28空知川 (計画高水勾配=1/200)



H27鬼怒川 (計画高水勾配=1/2000)



S56石狩川 (計画高水勾配=1/4000)

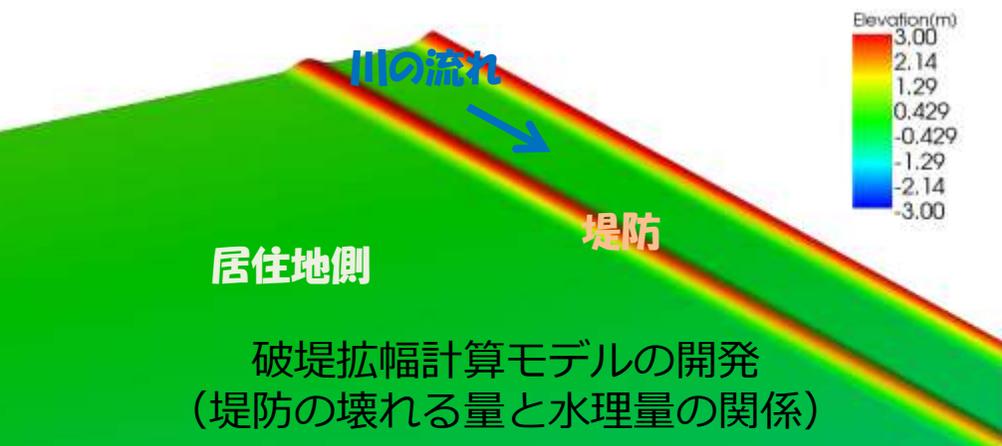


出典：国土交通省北海道開発局HP、
<http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/saigaikanren/saigai.html>
国土地理院HP、
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27.taihuu18gou.html>

石狩川決壊(江別市美原)



実物大規模の堤防決壊実験
(十勝川千代田実験水路：全長1300m)



破堤拡幅計算モデルの開発
(堤防の壊れる量と水理量の関係)



T. Shimada@ceri



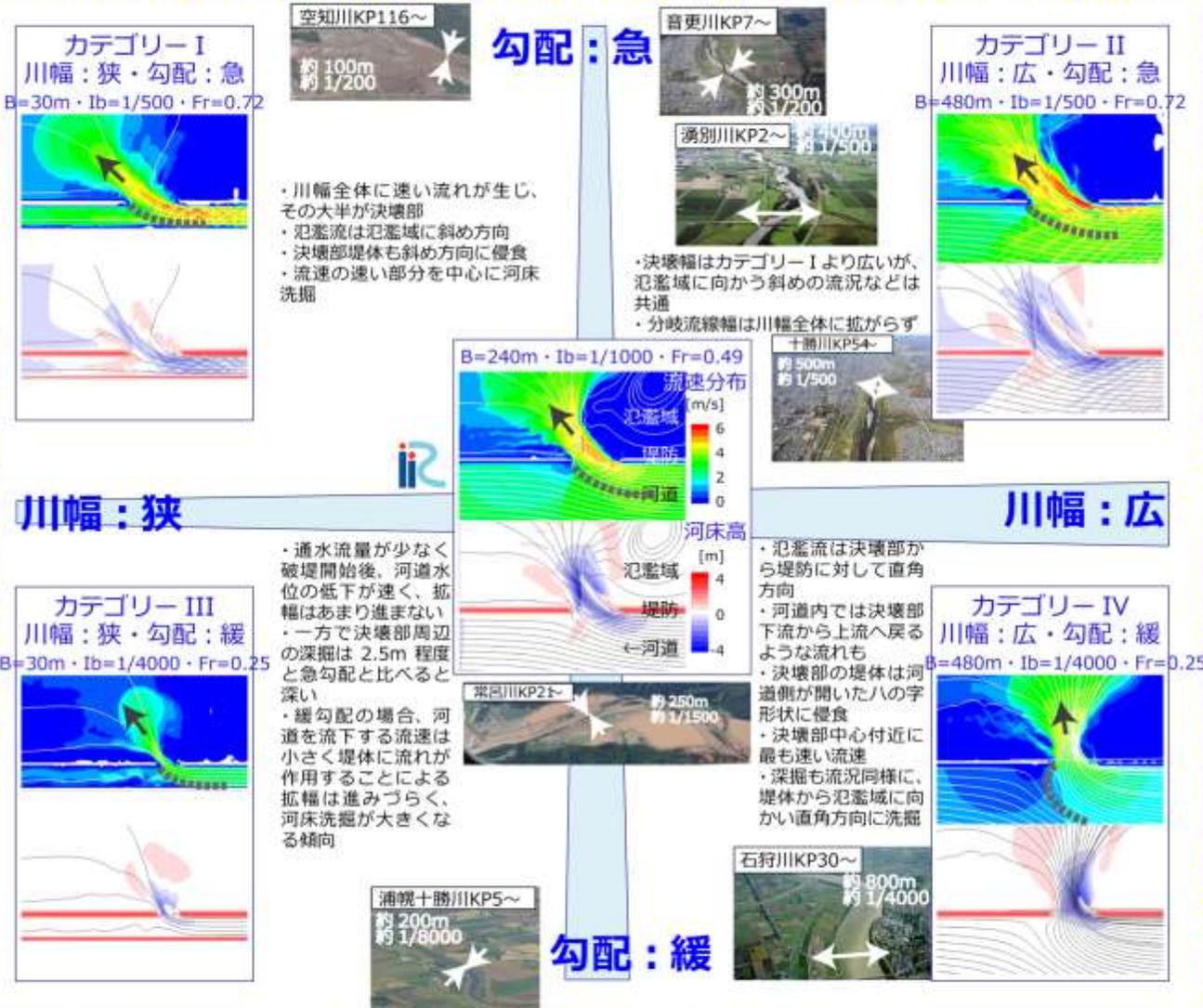
T. Shimada@ceri

河道特性が異なる堤防決壊実験 (模型実験水路)

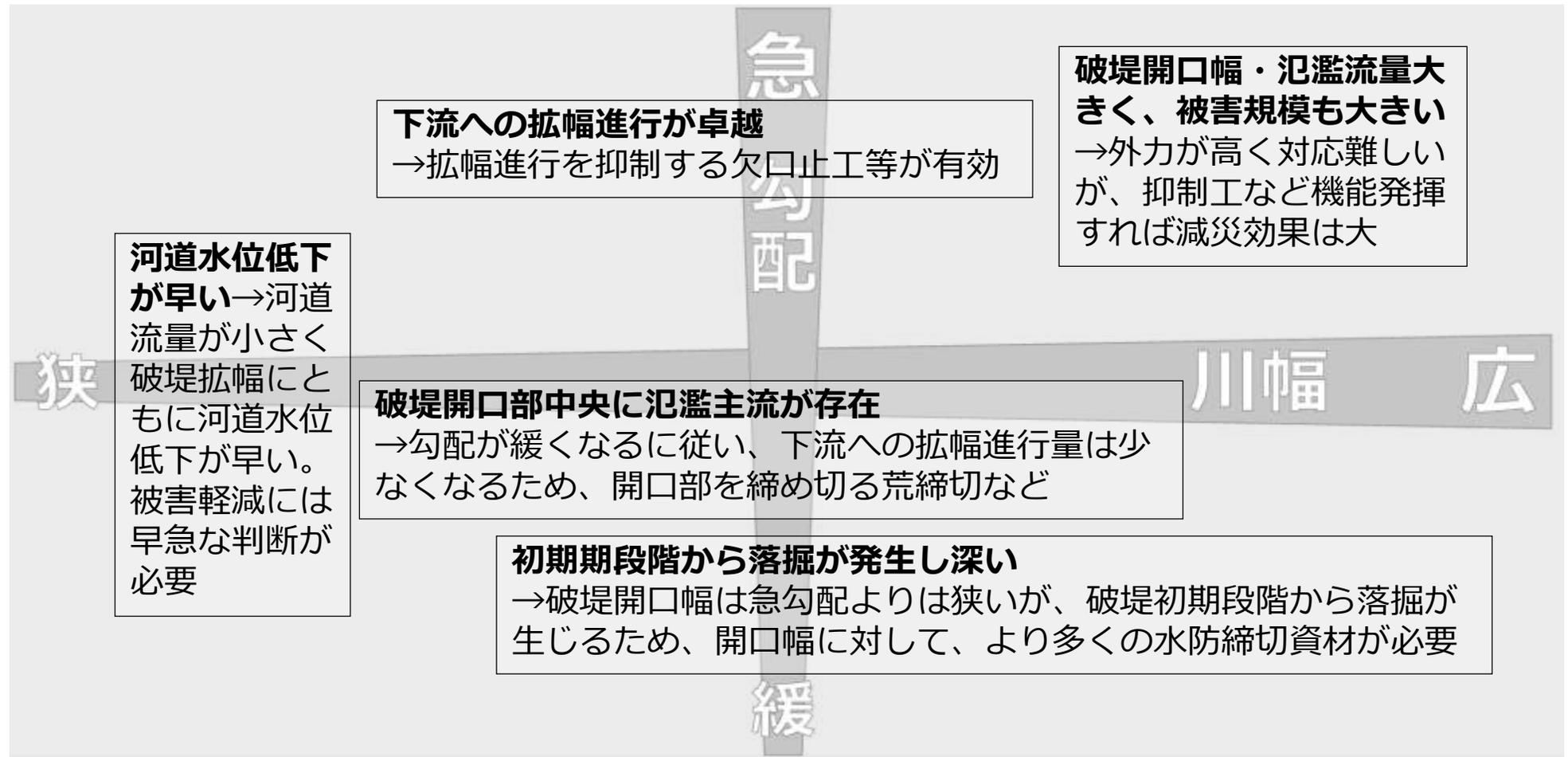
勾配：急 【氾濫流縦断方向卓越→拡幅下流進行、裏法尻先行】
 決壊口下流側の欠口止工が効果的、決壊部の流速が速くブロックが転動しやすい

川幅：狭 【水位低下早い→拡幅しにくい】
 被害軽減には早期の着手が重要

川幅：広 【水位低下遅い→拡幅しやすい】
 決壊拡幅が長時間にわたるため、対策による減災効果が期待できる



勾配：緩 【氾濫流は決壊部中央部分集中→表法の侵食先行、深掘顕著】
 上下流から漸縮工を行うと効果的、河道洗掘に注意



堤防決壊時の緊急対策シミュレーションを行うにあたり、管理する河川の河道特性も念頭に

堤防決壊時における対応事例



バックホウによる早期着手
(決壊発見から3時間後)



決壊開口部深掘の計測



- ・ **クレーン**(約3分/個)：重量のある資材を遠方まで吊作業可能だが、足場造成等の準備作業が必要となり着手に時間を要す
- ・ **バックホウ**(約2分/個)：調達しやすく不整地でも作業ができるため**早期着手が可能**だが、吊上重量や作業半径に制限あり
- ・ **不整地運搬車**(約0.5分/個)：運搬と投入を同一機械で行うため**作業効率良い**が、決壊口に近接する必要、また汎用性も低い



ケース1：クレーンに異形ブロック投入安全装置を取り付け水路内に投入

ケース2：クレーンにオートフックを取り付け、水路内にブロック投入

ケース3：バックホウの玉外しで法先にブロックをおろし、バケットで水路内に押し落とす

ケース4：バックホウにオートフックを取り付け法先にブロックをおろし、バケットで水路内に押し落とす

ケース5：バックホウにオートフックを取り付け、水路内にブロックを直接投入

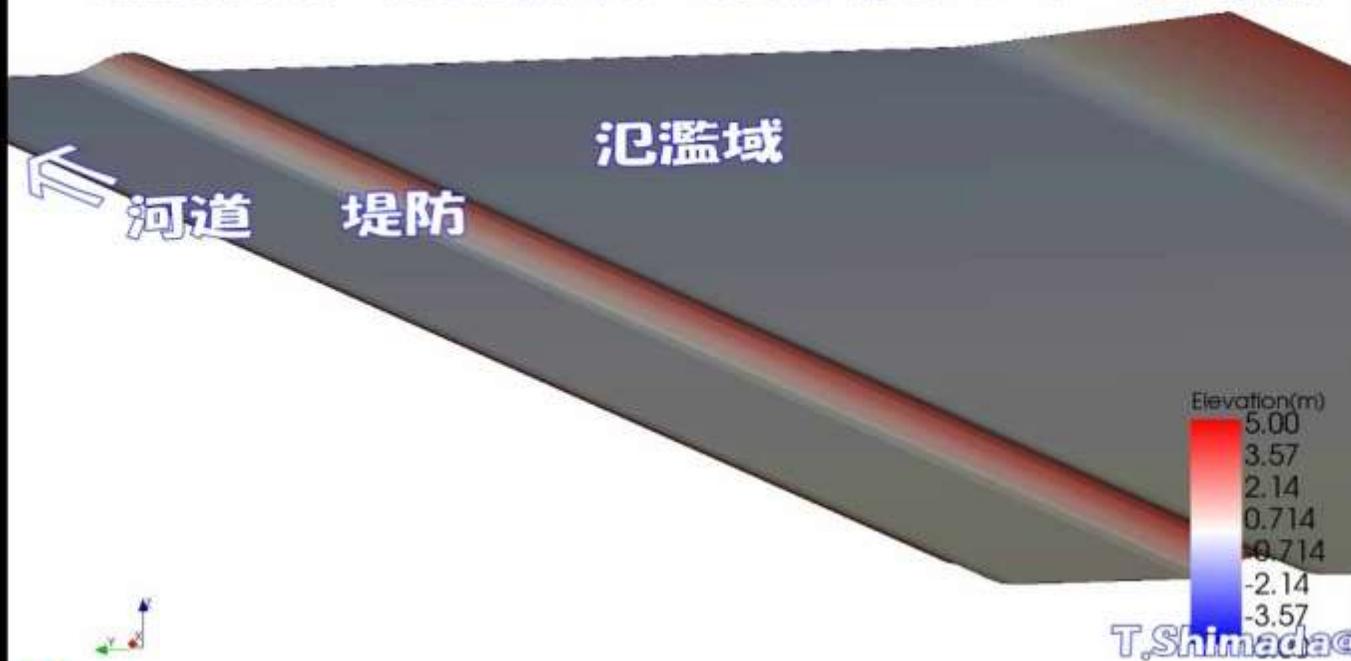
ケース6：不整地運搬車がダンプアップを行い、ブロックを水路内に直接放出



荒締切（模型実験）

荒締切（数値計算）

堤防決壊⇒拡幅抑制⇒荒締切までの一連計算



検討資料の入手方法

ツール

このコンテンツでは、現場で役立つマニュアルやプログラムをダウンロード頂けます。ぜひご利用ください。

寒地土木研究所
寒地河川チームのHPで公開中

技術基準・マニュアル類

- 中小河川を対象とした洪水はん濫計算の手引き(案)
- 結氷河川における流量観測時の留意事項(河川砂防技術基準調査編)
- 大規模出水時調査要領(案)
- 樹林化抑制を考慮した河岸形状設定のガイドライン(案)
- 津波河川遡上予測の手引き(案)
- 河川結氷時の流量推定手法マニュアル(案)
- 結氷河川解析マニュアル(案)
- 岩盤河床における河床低下危険度評価の手引き(案)
- 2wayによる蛇行復元ガイドライン(案)
- 寒冷地河川域の津波痕跡調査マニュアル(案)
- 堤防決壊時に行う緊急対策公示の効率化に向けた検討資料(案)

堤防決壊時に行う緊急対策工事の
効率化に向けた検討資料（案）

ソフトウェア系

- 破堤計算ソフト (Nays2D Breach)
- 合成合理式による流出計算プログラム
- 汎用一次元不定流計算ソフト
- 汎用二次元氾濫計算ソフト

破堤計算ソフト (Nays2D Breach)

成果報告書・参考資料・その他のツール

- アイスジャムに関するパンフレット
- 千代田実験水路における河床変動特性の検証実験報告書
- 河川堤防の越水破堤現象のうち破堤拡幅機構に関する実験報告書
- 新現場のための水理学

河川堤防の越水破堤現象のうち
破堤拡幅機構に関する実験報告書

さいごに

本検討資料は、万が一、堤防が決壊した場合に少しでも有効な方法を選択し、現場ごとの減災につながることを期待して、現時点で可能な方法について検討して取りまとめたものです。ぜひ皆さんに活用して頂き、ご意見頂ければ幸いです。

【河川技術】

14:00 ~ 14:20	ダム <small>の</small> 排砂技術	水理チーム 主任研究員 宮川 仁
14:20 ~ 14:40	軟岩浸食に対するネットによる浸食抑制工法	寒地河川チーム 主任研究員 井上 卓也
14:40 ~ 15:00	破堤幅の推定手法	寒地河川チーム 研究員 島田 友典

展示ブース前
15:45~

【技術相談タイム】 15:00 ~ 16:00 プレゼンテーション技術は裏面参照

【中部地方整備局の講演】

16:00 ~ 16:30	中部地震津波対策技術センターの取り組み	中部地方整備局 中部技術事務所長 川俣 裕行
---------------	---------------------	------------------------

【防災技術、コンクリート技術】

16:30 ~ 16:50	市町村災害情報共有システム	ICHARM 研究員 諸岡 良優
16:50 ~ 17:10	コンクリート用の透明な表面被覆と視認性評価方法	iMaRRC 主任研究員 佐々木 厳

展示ブース前
17:15~17:30

17:10 ~ 17:15	閉会挨拶	一般社団法人 建設コンサルタンツ協会 中部支部長 上田 直和
---------------	------	--------------------------------

【技術相談タイム】 17:15 ~ 17:30

破堤被害が頻発

2019年～令和元年台風19号

堤防決壊箇所一覧（2019年12月3日16:00時点）

国管理河川 7河川 12箇所

都道府県管理河川 67河川128箇所

出典：国土交通省令和元年台風19号による被害状況等について、
http://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_191012.html

2018年～西日本豪雨

2017年～九州北部豪雨

2016年～北海道豪雨

2015年～関東・東北豪雨

もし皆さんが管理している河川で堤防が破堤したら？

2016/08/31 空知川での堤防決壊

空知川破堤状況
(南富良野町)

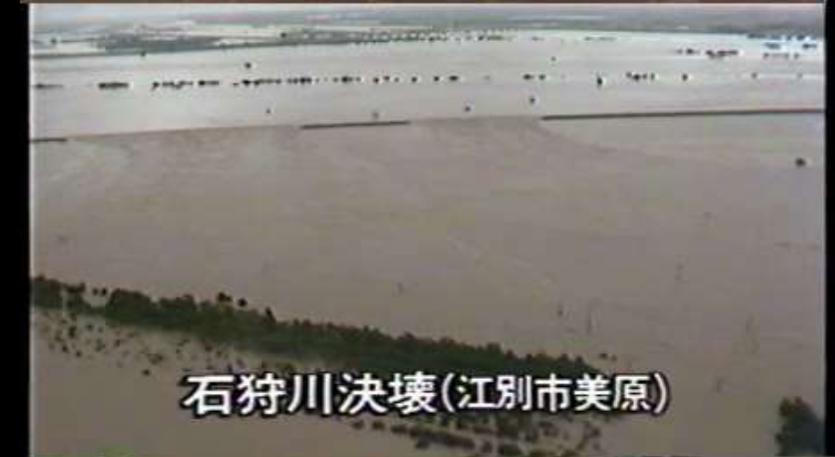


出典：国土交通省北海道開発局HP、
<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/saigai/ud49g70c00007big.html>

2015/09/10 鬼怒川での堤防決壊

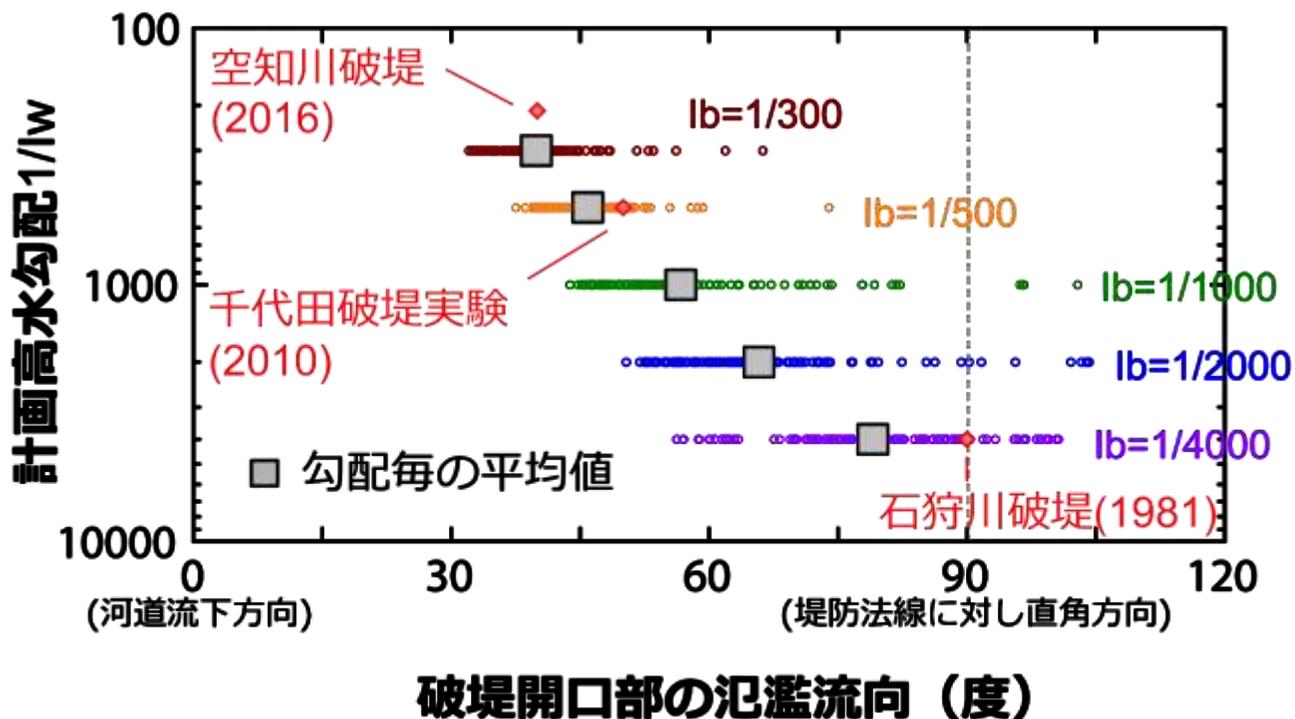
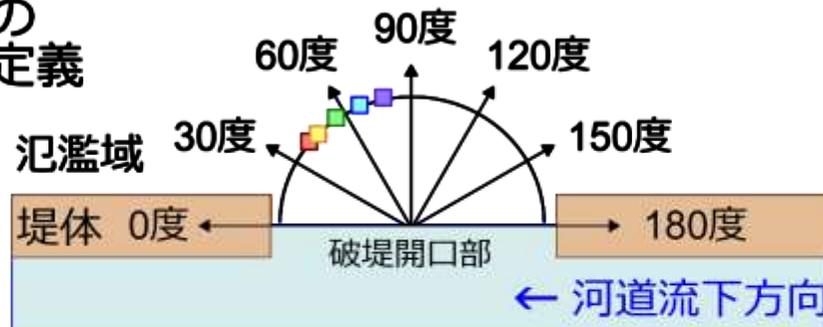


出典：国土地理院ウェブサイト、
http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27_taihuu18gou.html



石狩川決壊(江別市美原)

破堤開口部の
氾濫流向の定義



越水時の水面勾配
にほぼ等しいと考
えられる**計画高水
勾配**より氾濫流向
を推定

破堤拡幅形態を
事前に想定

だ。ただ、ここに来て越水に対する堤防研究も急速に進みつつある。

きっかけの一つは、15年の関東・東北豪雨による堤防決壊の決壊だ。国研研は、越水に対する粘り強さを研

究して、土層をアスファルト舗装で保護し、越水による深層れを防ぐために川底の法尻をブロックで補強すれば効果があるという知見をまとめた。現在、国交省は「危機管理型

ハード対策」として整備を急ぐ。

越水破壊後の被害軽減策についても、知見が積み上げられている。北海道開発局と土木研究所の筑波土木研究所が07年度から「千代田実験水路」で進めている破壊実験だ。実際大スケールで現象を捉えられるほか、越水位ではなく実際の川の流れの影響を基盤に反映できる点が大きな特徴だ(写真4)。

12年度には越水破壊の進行過程を報告書にまとめた。水流の影響を受けて、下流側に向かって破綻が進行することが明らかになった(図2)。

「研究当初は、越水後にどのように破壊が進行するのかが理解されていなかった」。昨年度まで東北土研

で越水破壊の研究に携わってきた北海道開発局事業部河川の荒野の岡部博一防災企画官はこう振り返る。

破壊の仕方は何とて違う

ただし、千代田水路での実験結果は、急勾配で川幅が狭い川の破壊現象を再現できたにすぎない。緩勾配で川幅が広い場合は、別の破壊率動を示す可能性がある。

そこで昨年度には、破壊実験による知見を生かして、河道形状に応じた破壊計算モデル案を提示。(図3)。今年度中に現場への還元を目指す。

「自分が管理している河川が越水破壊する場合、どのような壊れ方をするのか。その傾向を把握できれば、事前に被害軽減策を検討できる」(岡部防災企画官)。下流側に破壊が劣化するカテゴリーの川ならば、資材を上流側から用意するといった対策に結び付けられる。

実は被害軽減策の研究成果は、発注者だけでなく緊急復旧で活躍が期待される地方の建設会社にとっても重要な知見となる。

どの手段で復旧の切りをすれば破壊損傷を軽減できるのか、どんな形状のブロックが流水下で敷りにくいのか、災害時の堤防天端を歩行できそうなバックホウでブロックを効果的に投入するにはどうすべきか――。那土土研は、こういった施工に反映するための研究にも取り組む。

全国で破壊による被害が毎年のように生じるなか、千代田実験水路の研究への期待は高まるばかり。明日工法への一歩も早い実装が望まれる。



写真4 実験と運用に併走した千代田実験水路。水路幅300m、水深1.50m、全長11.2kmの室内長尺実験水路(写真)と河川現場(写真)を併走させて実験を実施している。

図2 越水破壊の進行過程

(1) 初期状態



洪水発生後、越水時の流速場・水位場が変化し、初期は越水箇所から下流側に向かって徐々に浸食が進む。浸食は越水箇所から下流側に向かって徐々に浸食が進む。(浸食は越水箇所から下流側に向かって徐々に浸食が進む。)

(2) 破壊開始状態



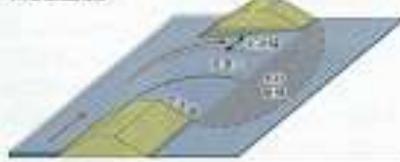
浸食箇所まで浸食が到達すると、急激に浸食が深まり、破壊開始が上下流方向に徐々に進行する。浸食速度が増加し始める。

(3) 浸食進展状態



浸食箇所の上流側が浸食されると、浸食範囲が急激に進行し、浸食箇所下流側の浸食が速くなる。浸食箇所下流側の浸食が速くなる。浸食箇所下流側の浸食が速くなる。

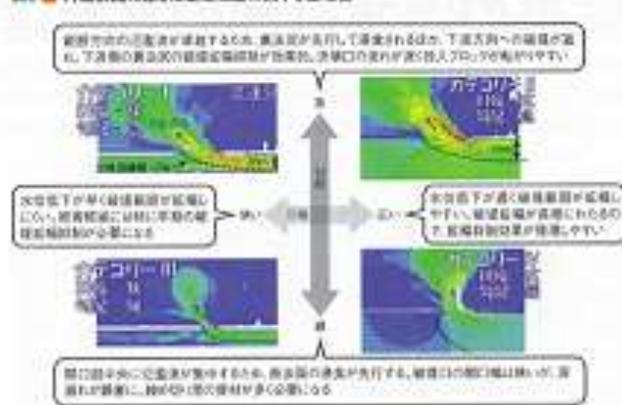
(4) 最終破壊状態



下流方向への侵食速度と浸食箇所上流側の侵食速度が速くなる。浸食箇所上流側の侵食速度が速くなる。浸食箇所上流側の侵食速度が速くなる。

(資料: 河川法改正20年目の挑戦、筑波土木研究所)

図3 河道形状に応じた破壊現象に関する整理案



2017.6.12

日経 ニュース

CONSTRUCTION

特集
**河川法改正
20年目の挑戦**
業務と工事を変える環境・治水の5大トピック

■ 経済産業省が「CIM導入ガイドライン」を提示
モデル作り込みの詳細度を示す

■ トピックス
技術士第三次試験一試の合格率

■ トピックス
ニューヨークのストリートを大改造

堤防決壊現象に応じた対応方針

現在の堤防決壊現象の考え方は、

- ・ 決壊幅は川幅より推定 ・ 拡幅は1時間で停止 ・ 決壊敷高は堤内地盤か高水敷高の高い方

急：決壊口下流側の欠口止、上流側から漸縮、ブロック転動しやすい

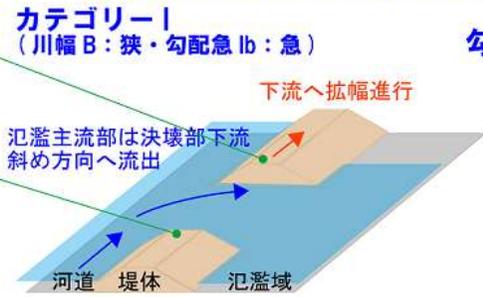
勾配：急 【氾濫流縦断方向卓越→拡幅下流進行、裏法尻先行】

決壊口下流側の欠口止工が効果的、決壊部の流速が速くブロックが転動しやすい

【決壊部下流】
・ 下流への拡幅進行抑制のため、欠口止工や拡幅抑制工が効果的

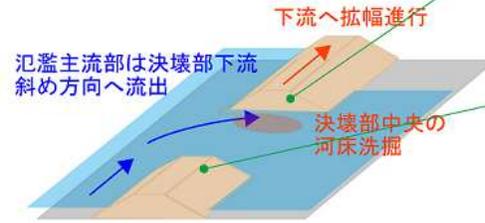
【決壊部上流】
・ 主流部が決壊部下流のため、上流からの漸縮工が安全

【その他】
・ 洪水時の水位上昇から低下まで時間が短いため早期着手が重要



勾配：急

カテゴリーⅡ
(川幅 B: 広・勾配急 lb: 急)



【決壊部下流】
・ 下流への拡幅進行抑制のため、欠口止工や拡幅抑制工が効果的
・ 拡幅抑制が出来た場合も、常に早い流れが作用するため、周辺の河床低下等にも注意が必要

【決壊部上流】
・ 主流部が決壊部下流のため、上流からの漸縮工が安全

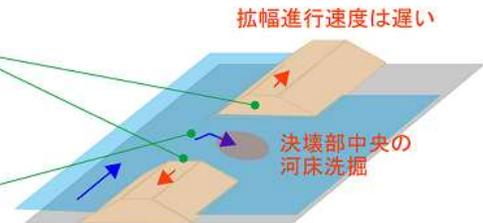
【全体】
・ 氾濫流の流速が速いため、投入資材の流出防止等の工夫が必要

川幅：狭

川幅：広

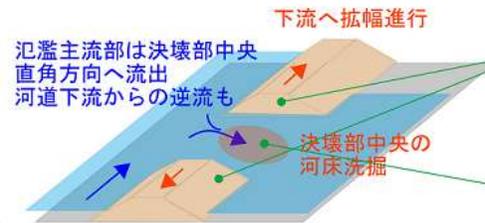
【決壊部上下流】
・ 拡幅進行速度が遅いため、決壊部上下流からの漸縮工が有効

【決壊部中央】
・ 河床深掘が生じるため、最後の締切時に作業速度の低下、より多くの資材が必要となる



勾配：緩

カテゴリーⅣ
(川幅 B: 広・勾配急 lb: 緩)



【決壊部上下流】
・ 主流部が決壊部中央であるため、決壊部上下流からの漸縮工が有効

【決壊部中央】
・ 大きな河床深掘が生じるため、最後の締切時に作業速度の低下、より多くの資材が必要となる

堤防決壊現象
流況
対策工法の提案

勾配：緩 【氾濫流は決壊部中央部分集中→表法の侵食先行、深掘顕著】
上下流から漸縮工を行うと効果的、河床洗掘に注意

緩：上下流から漸縮工、開口部河床洗掘に注意

川幅：狭 【水位低下早い→拡幅しにくい】
被害軽減には特に早期の着手が重要

川幅：広 【水位低下遅い→拡幅しやすい】
決壊拡幅が長時間にわたるため、対策による減災効果が期待できる

2016年8月



流路切替のため締切作業

足場の状況からバックホウを多用

主にH28北海道災害時に対応を行った業者の方への聞き取り

【重機】

- ・バックホウ・・・迅速な調達可能、使い勝手が良い
- ・クレーン・・・初動には条件あるが、資材移動や重量大に
- ・不整地運搬車・・・足場悪い場所での早期着手可

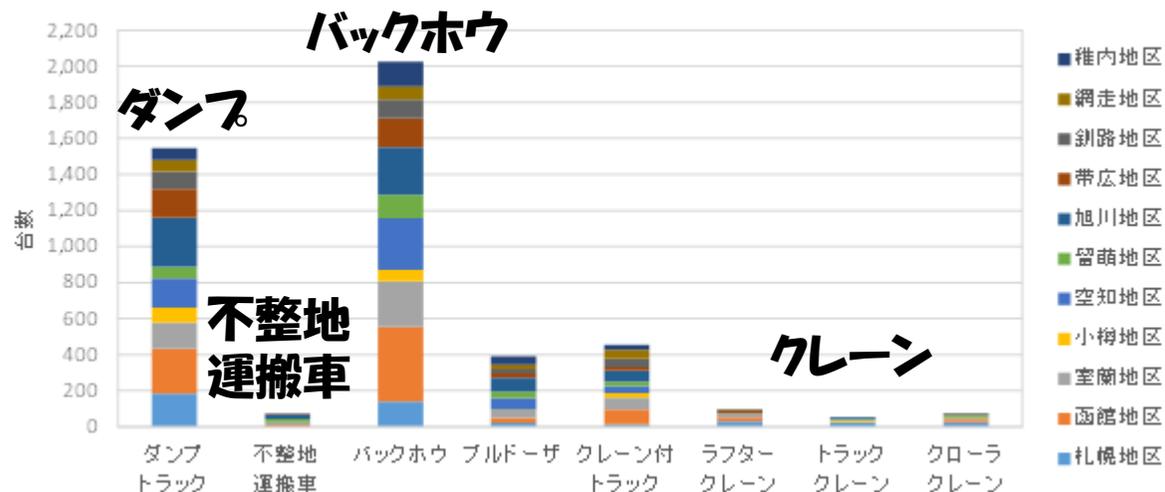
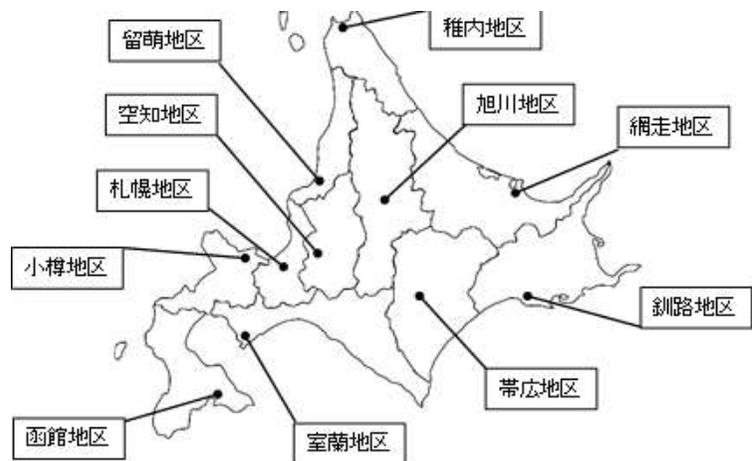
【資材】

- ・締切最終段階など高流速には資材工夫
- ・投入方法の検討で現場作業の選択肢が増える

【締切手順】

- ・堤防決壊特性を理解した上での対応手順検討

重機台数(北海道建協)

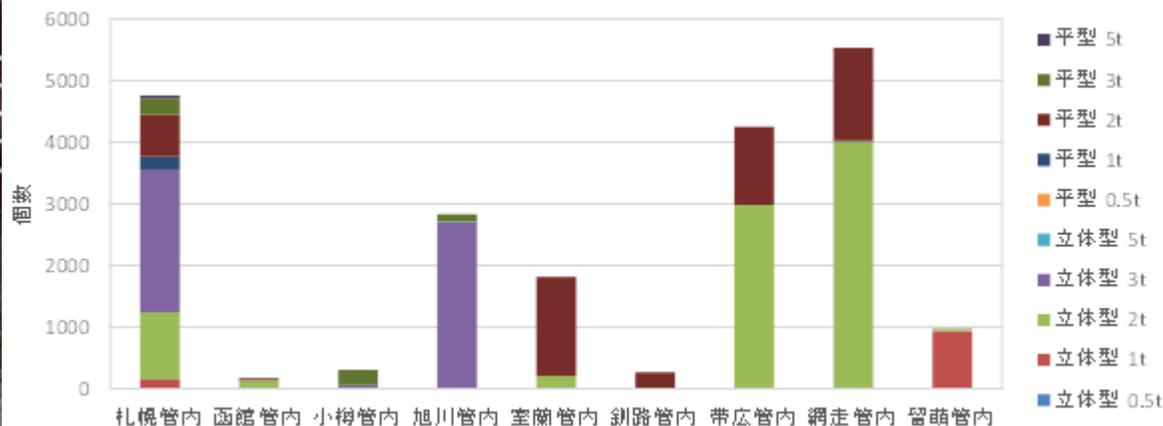


立体ブロック2+

立体ブロック3+



保有ブロック(北海道開発局)



堤防決壊時に行う緊急対策工事の 効率化に向けた検討資料



出典：国土地理院ウェブサイト、
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27.taihuu18gou.html>

堤防決壊時に行う緊急対策工事の 効率化に向けた検討資料

堤防決壊時の緊急対策シミュレーション等
を実施する際の参考資料として

堤防決壊時に行う緊急対策工事の 効率化に向けた検討資料

堤防決壊時の緊急対策シミュレーション等を実
施する際の参考資料としてご活用下さい



堤防が決壊した状況を想定 迅速に堤防を復旧するための方法を検討 災害対応訓練を毎年実施

【参考】最終堤防決壊開口幅は下記のように設定

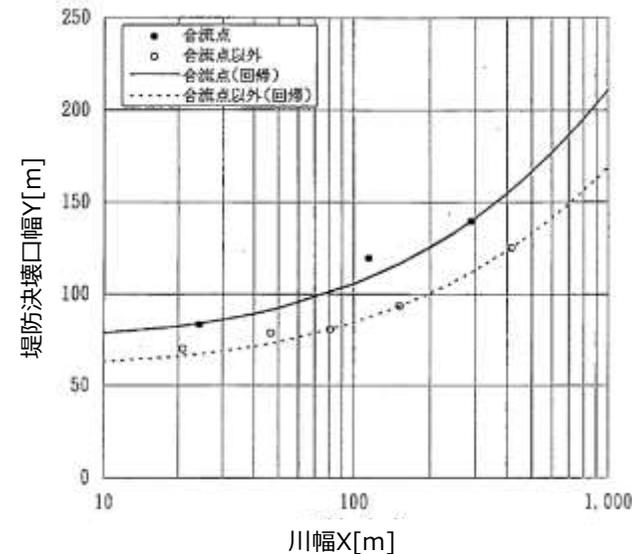
$$\text{最終決壊開口幅[m]} = 1.6 \times (\log_{10} \text{川幅[m]})^{3.8} + 62$$

～合流点付近以外の場合

越水直後に上記の半分が一気に破堤する
残りの半分は1時間かけて最終決壊口幅まで進行

～浸水想定区域図マニュアル、国土交通省、平成17年6月

堤防決壊幅は川幅で決めている
決壊拡幅進行が止まるまで1時間
河床勾配や川幅、洪水継続時間によらない



この式の根拠となる堤防決壊口幅と川幅の関係図
氾濫シミュレーション・マニュアル(案)-シミュレーションの手引き及び新モデルの検証-

土木研究所資料第3400号, 平成8年2月

堤防決壊は河道特性に応じて様々なタイプ



千代田実験
水路幅 $B=8\text{m}$
河床勾配 $lb=1/500$

H28空知川
 $B\approx 70\text{m}$ 、 $lb\approx 1/200$



S56産化美唄川
 $B\approx 100\text{m}$ 、 $lw\approx \text{レベル}$



H28柴山沢川
 $B\approx 10\text{m}$
水面勾配 $lw\approx \text{レベル}$

RICより提供

出典：国土交通省北海道開発局HPより、
<http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/saigaikanren/saigai.html>

急勾配河川の決壊事例（H28空知川）

川幅≒70m、河床勾配≒1/200

下流への拡幅が卓越



緩勾配河川の決壊事例（S56石狩川）

川幅≒1000m、水面勾配≒1/4152

上下流から開口部に流れ、開口部中央に速い流れ



H28空知川



H27鬼怒川



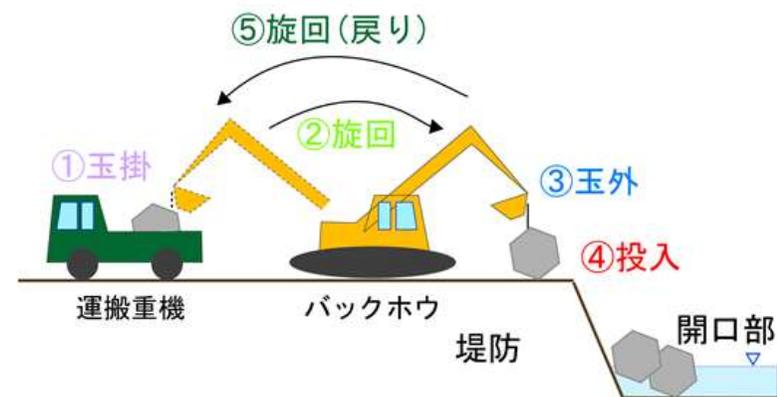
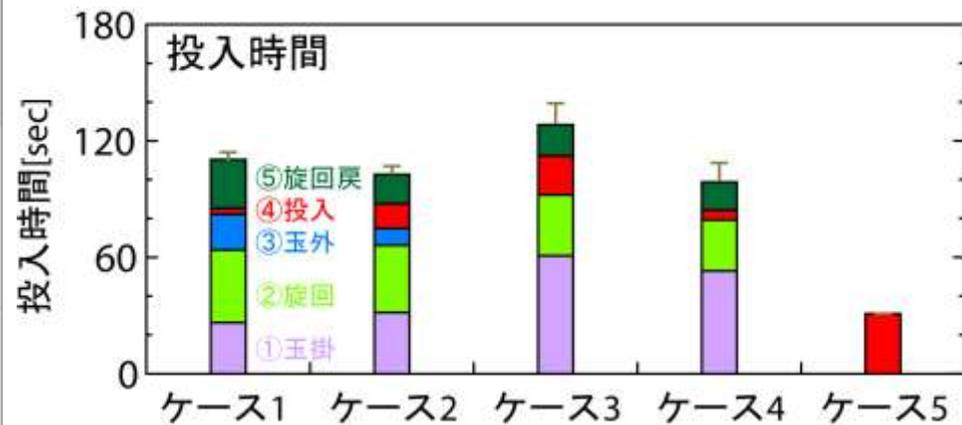
S56石狩川



出典：国土交通省北海道開発局HP、
<http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/saigaikanren/saigai.html>
国土地理院HP、
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27.taihuu18gou.html>

ブロック投入現地実験

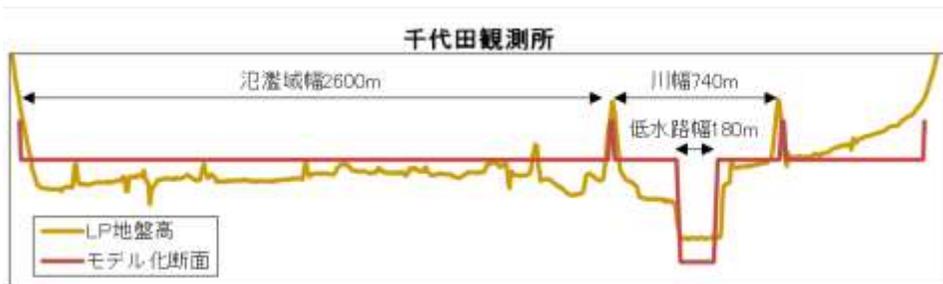
	ケース1 (全6投)	ケース2 (全10投)	ケース3 (全6投)	ケース4 (全6投)	ケース5 (全2投)
①玉掛	 ワイヤーロープ ワイヤーロープによる玉掛け	 オートフックを用いた玉掛け	 オートフック		
②旋回					該当作業なし
③玉外	 ワイヤーと バケットの 取付部 破埋開口部 破埋開口部付近で 人手による玉外し	 着床後自動で玉外し			該当作業なし
④投入	 ワイヤー 外した時 1投づつ押出	 2投目 3投連続押出	 オートフック 外さず	 開口部付近は 着床させ フックを外れると 同時に投入 天橋部 製薬部	 荷台から直接投入
⑤旋回 (戻)	 旋回中に ワイヤー取付	 旋回中の ワイヤー取付			該当作業なし



効率的な資材投入により、

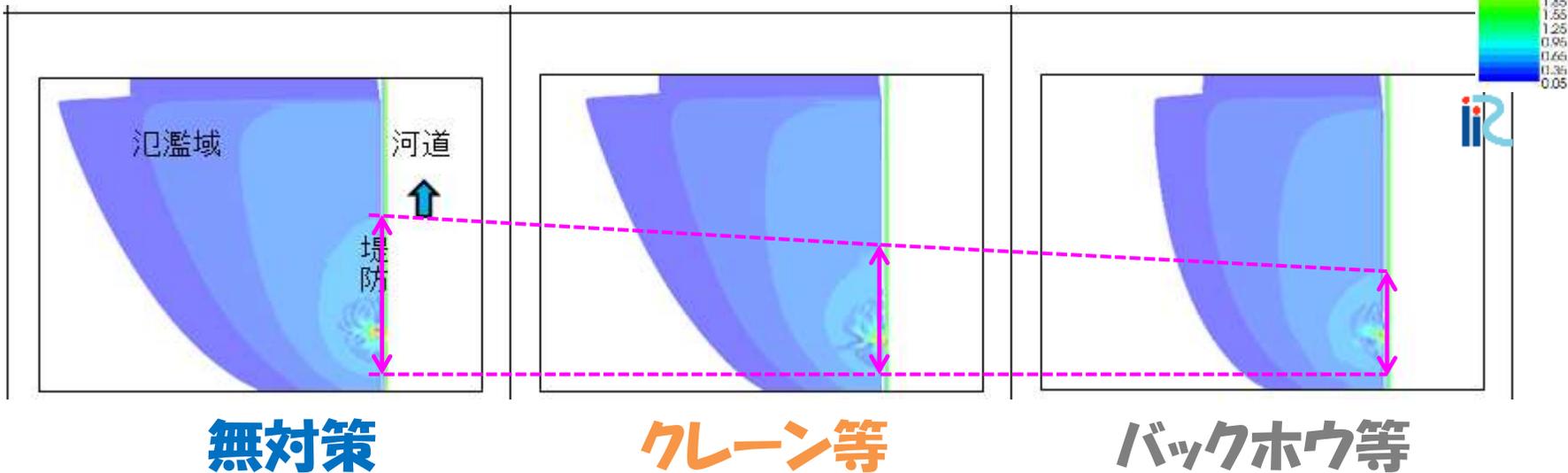
- ・早期の着手が可能
- ・資材投入もサイクルタイムも短縮

Nays2D Breachも活用した試算

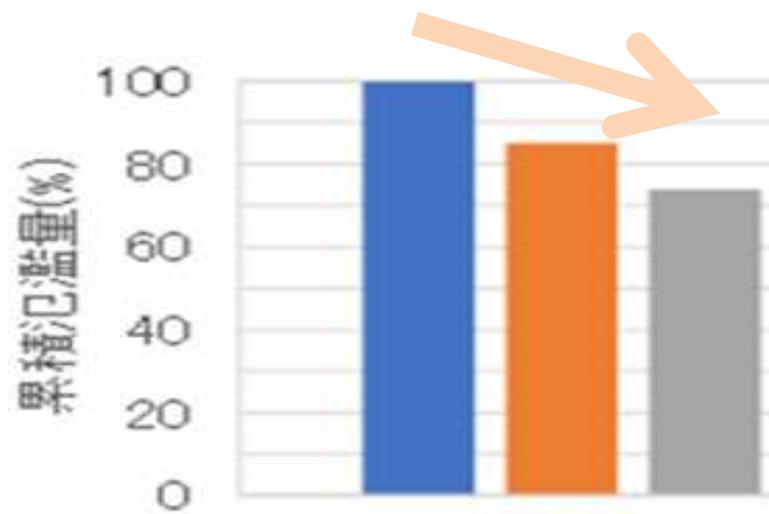


	資材投入に主にクレーンを使用	資材投入に主にバックホウを使用
堤防決壊地点	十勝川水系の水位流量観測所付近の堤防2地点 ・千代田観測所 ・音更観測所	同左
数値計算方法	「Nays2d Breach」を使用	同左
計算に用いるハイドロ	各観測所で H28.8 に観測された実績ハイドロ	同左
着工までに要する時間	堤防決壊から4時間後 ・堤防決壊確認～連絡 : 60分 ・資機材準備、運搬 : 60分 ・資材仮置きヤード整備 : 60分 ・資材投入準備 : 60分	堤防決壊から3時間後 ・堤防決壊確認～連絡 : 60分 ・資機材準備、運搬 : 60分 ・資材仮置きヤード整備 : 60分
荒締切の構造	締切天端幅 : 6m 構成資材 : コンクリートブロック、碎石、敷鉄板	締切天端幅 : 4m 構成資材 : コンクリートブロック、碎石、敷鉄板
使用機械	ブロック投入 : クレーン 碎石投入 : バックホウ 敷鉄板敷設 : クレーン付トラック	ブロック投入 : バックホウ 碎石投入 : バックホウ 敷鉄板敷設 : クレーン付トラック
施工速度	ブロック投入 : 3分/個 碎石投入 : 0.6m ³ /分 敷鉄板敷設 : 4分/枚	ブロック投入 : 2分/個 碎石投入 : 0.6m ³ /分 敷鉄板敷設 : 4分/枚

浸水範囲の低減(C観測所)



累積氾濫流量の低減



もし皆さんが管理している河川で堤防が決壊したら？

破堤幅は川幅で決まる(としている)

破堤拡幅進行が止まるまで1時間(としている)

⇒ **河床勾配とか違ってても？**

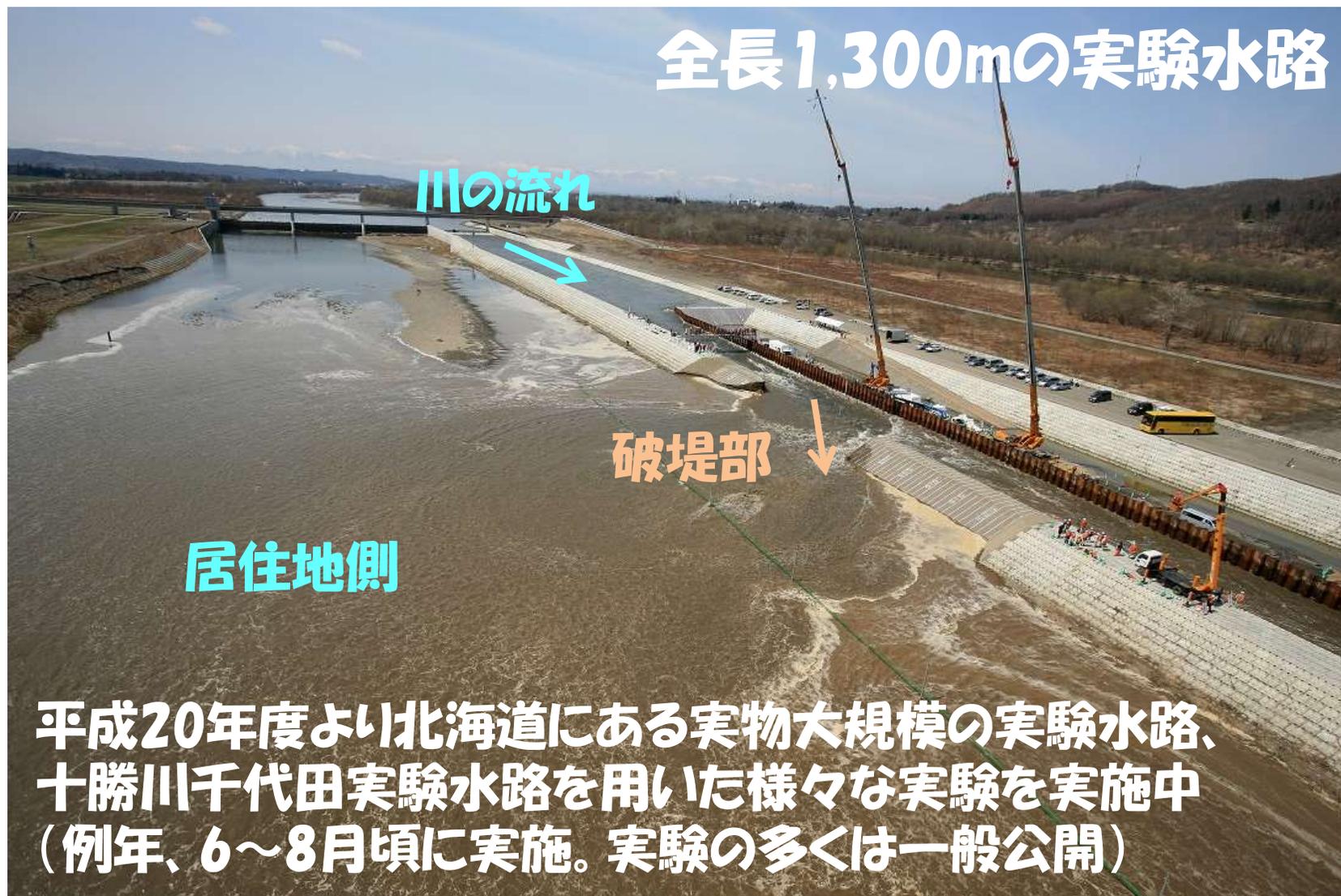
⇒ **洪水の継続時間が違ってても？**

時々刻々と変化する堤防にかかる力で評価できないか？

⇒ **堤防決壊災害時に堤防に作用する水理量計測は困難**

破堤メカニズム解明のための破堤実験

実物大規模の模型実験水路を使った破堤実験



破堤実験の様子

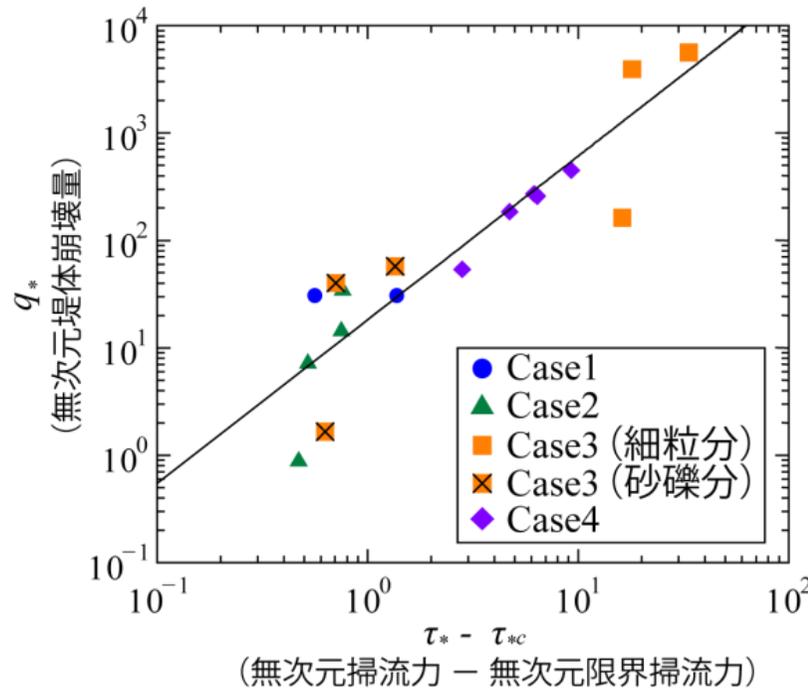


2010_Case1(×40) T.Shimada@CERI,PWRI

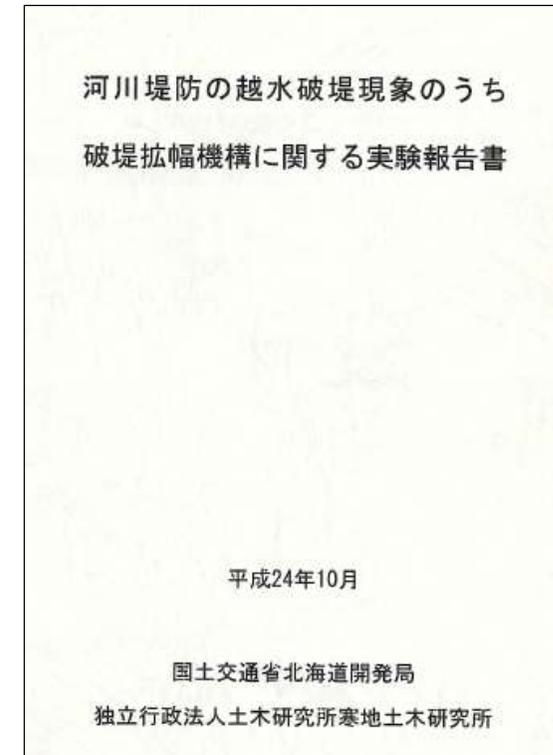
水理量と堤体崩壊量の関係式

実験結果より以下の式を導出(堤体崩壊量 と 堤体に作用する水理量)
これを用いて、破堤拡幅計算ができるようにモデル化を行った

$$q_* = \frac{dV}{dt} \frac{1}{(\sqrt{sgd_{50}^3 \cdot B_m})} (1 - \lambda) = \alpha_* (\tau_* - \tau_{*c})^{\beta_*}$$



ここで、 q_* :無次元堤体崩壊量、 V :堤体崩壊量、 t :時間、 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、 τ_* :無次元掃流力、 τ_{*c} :無次元限界掃流力、 $\alpha_* \cdot \beta_*$:係数



これらの研究成果は国土交通省北海道開発局と、土木研究所寒地土木研究所が共同で取りまとめてHP上で公開中

<http://river.ceri.go.jp/contents/tool/chiyoda.html>

ここから計算ソフトの使い方と事例紹介です

破堤計算ソフトの名前



ナイス ツーデー ブリーチ
Nays 2D Breach

Nays2D Breachを使うには

iRICという、ソフトウェア上で計算を行う

iRICとは？

だれでも無料で利用できる、
高性能な河川の流れなどが計算できるソフトウェア

イメージ



Nays 2D Breach は iRICというソフトウェア上で計算



iRICとは？

だれでも無料で利用できる、高性能な河川の流れなどが計算できるソフトウェア



- HOME
- iRIC
- Gallery
- Columns
- Events
- Blog
- Contact
- Facebook

Login
English

Download

- Version3.X
- Tips&Tools
- Nays2DH
- Nays2DFlood
- NaysCUBE
- FaSTMECH
- CERI1D
- Mflow_02
- SRM
- NaysEddy
- ELIMO
- Nays1D+
- Morpho2DH
- EvaTRIP
- DHABSIM
- River2D
- SToRM
- Morpho2D(Nays2DHの旧ver)

世界中の河川を解析できる。
河川流れ・河床変動計算、3D計算が実用化。
わかる！できる！見える！

Get Started!

iRIC利用規約
成果物利用への
お願い

多数機関が連携協力して開発

iRIC Partners

一般社団法人 北海道河川財団 RIVER CENTER AT HOKKAIDO	北海道大学 水工水文学研究室 河川流域工学研究室	USGS - U.S. Geological Survey Geomorphology and Sediment Transport Laboratory	University of Alberta River2D	（新）理生インテリジェントテクノロジー	山口大学 工学部社会環境工学専攻 河川研究室
東北土木研究所 東北河川チーム 水環境保全チーム	みずほ情報総研	株式会社 RiverLink	株式会社 ドーコン	株式会社 理研工業社	株式会社 水工技研
独立行政法人 土木研究所 自然共生研究センター	Seoul National University Department of Civil Engineering	deltares Deltis3D Open Source Community	北見工業大学 社会環境工学科	国立研究所 河川・既設 科学技術研究所	日本工務株式会社 中央研究所
			三井物産ITコンサルティング株式会社	Japan International Cooperation Agency	

様々なソルバーが用意

川の流れや河床変動計算
(1次元や平面2次元)

津波の計算 など

まずソフトウェアであるiRICをダウンロードして、パソコンにインストール



約 985,000 件 (0.48 秒)

iRIC

i-ric.org/ja/ ▼

http://ws3-er.eng.hokudai.ac.jp/yasu/iric/odagawa.mp4 東京理科大の二瓶先生による小田川氾濫シミュレーション動画を提供頂きました。以下、二瓶先生からのコメントです。【平成30年西日本豪雨時の小田川の氾濫シミュレーションです。Nays2DFloodを...

Download

Download. iRICソフトウェア本体のダウンロードにはログインが...

河川の流れ・河床変動解析...

...してきたRIC-Naysの機能を統合した河川の流れ・河床変動解析ソフト...

2 Downloadをクリック

Nays2DH

河川シミュレーションソフトiRIC. ... Nays2DHは、従来iRICに搭載...

Columns

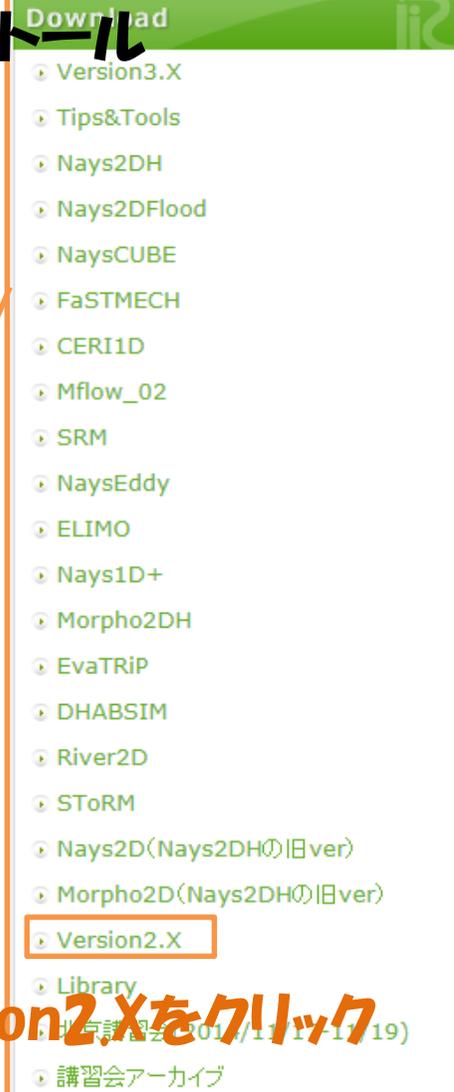
現場の為の水理学」は1988年1月、北海道開発局土木試験所河川研...

Gallery

河川シミュレーションソフトiRIC.

Blog

河川シミュレーションソフトiRIC.



Version2.X	説明	配布形式	サイズ	ダウンロード
iRIC version2.3 (32 bit) (2017.04.25 up)	iRIC version2.3 (32bit)	exe	90706KB	ダウンロード
iRIC version2.3 (64 bit) (2017.04.25 up)	iRIC version2.3 (64bit)	exe	119361KB	ダウンロード
ユーザーマニュアル (2015.07.13 up)	iRICv2.X 基本操作の説明書です。	pdf	10431KB	ダウンロード
開発者向けマニュアル (2015.07.13 up)	iRICv2.Xに独自の解析プログラムを組み込むために必要。ソルバ定義ファイルライブラリの使用方法に関する説明書です。>2015.04.09更新	pdf	3212KB	ダウンロード

3 Version2.Xをクリック

※重要！

最近、Ver3.Xが公開されましたが、破堤計算モデルが対応しているのはVer2.Xです

次にNays 2D Breachを寒地土木研究所 寒地河川チームのHPからダウンロード



① 「寒地河川チーム ツール」と検索

破堤計算ソフト (Nays2D Breach)

破堤計算ソフト (Nays2D Breach) は、北海道大学の清水康行教授らが開発した2次元河床変動計算ソフトウェアNays2Dに破堤モデルを組み込み、寒地土木研究所寒地河川チームと北海道大学清水教授とが共同開発したソフトです。

破堤モデルとは"[河川堤防の越水破堤現象のうち破堤拡幅機構に関する実験報告書 \(平成24年10月\)](#)"で得られた知見を組み込みました。

- ・ 平面2次元での洪水流れ
 - ・ 破堤拡幅現象
 - ・ 氾濫流量算出
- などの計算が可能となっています。

iRICソルバー (nays2d_breach_v1)、マニュアル、事例集は下記をクリックしてダウンロードをお願い致します。

- 破堤計算ソフトNays2D Breach本体
 - [32bit版](#) (zipファイル: 7.05MB)
 - [64bit版](#) (zipファイル: 7.08MB)
- [ソルバーマニュアル](#) (1.38MB)
- [事例集](#) (7.23MB)
- [サンプルデータ](#) (6.44MB)

③ ダウンロード

ツール

このコンテンツでは、現場で役立つマニュアルやプログラムをダウンロード頂けます。ぜひご利用ください。

3Dハザードマップ

札幌市及び近郊における3D浸水ハザードマップ

技術基準・マニュアル類

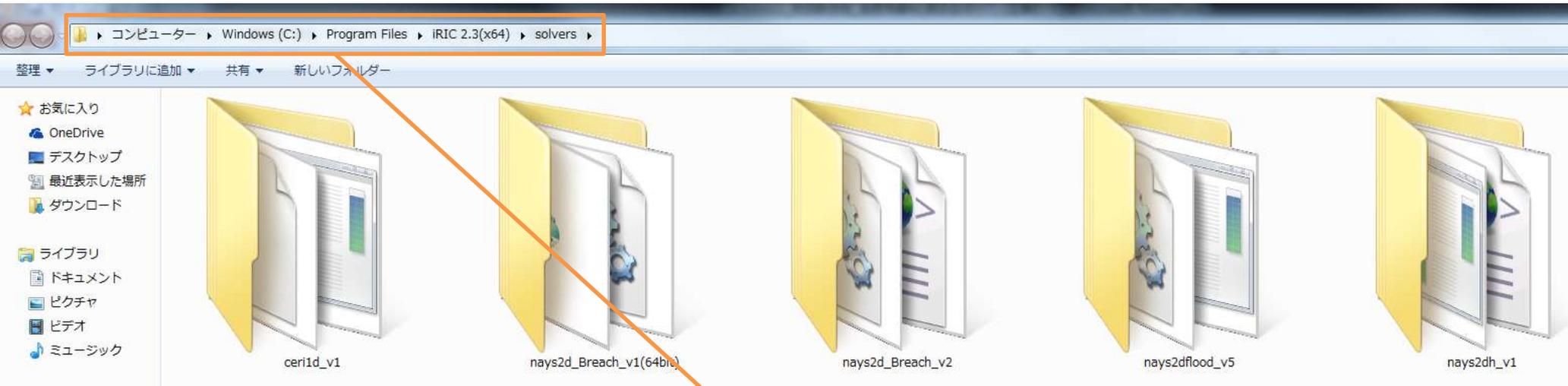
- 中小河川を対象とした洪水はん濫計算の手引き(案)
- 結氷河川における流量観測時の留意事項(河川砂防技術基準調査編)
- 大規模出水時調査要領(案)
- 樹林化抑制を考慮した河岸形状設定のガイドライン(案)
- 津波河川遡上予測の手引き(案)
- 河川結氷時の流量推定手法マニュアル(案)
- 結氷河川解析マニュアル(案)
- 岩盤河床における河床低下危険度評価の手引き(案)
- 2wayによる蛇行復元ガイドライン(案)
- 寒冷地河川域の津波痕跡調査マニュアル(案)
- 堤防決壊時に行う緊急対策公示の効率化に向けた検討資料(案)

ソフトウェア系

② こちらをクリック

破堤計算ソフト (Nays2D Breach)

④ ダウンロードしたソルバーをiRICのフォルダに入れる



コンピューター > Windows (C:) > Program Files > iRIC 2.3(x64) > solvers

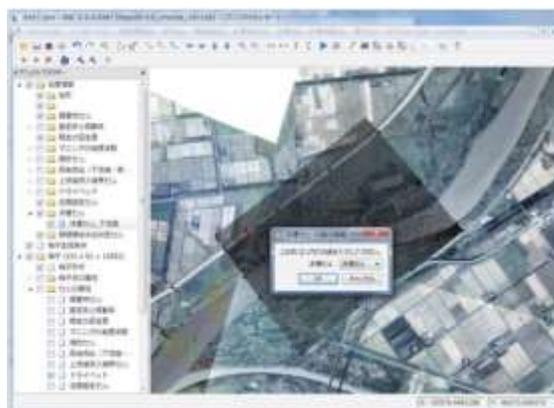
なおiRIC、Nays 2D Breachともに、全て無料で利用が可能です

計算の手順

プログラムの作成などは不要、画面の指示に従って操作
(発表では実際にソフトを用いて一連の流れを説明します)



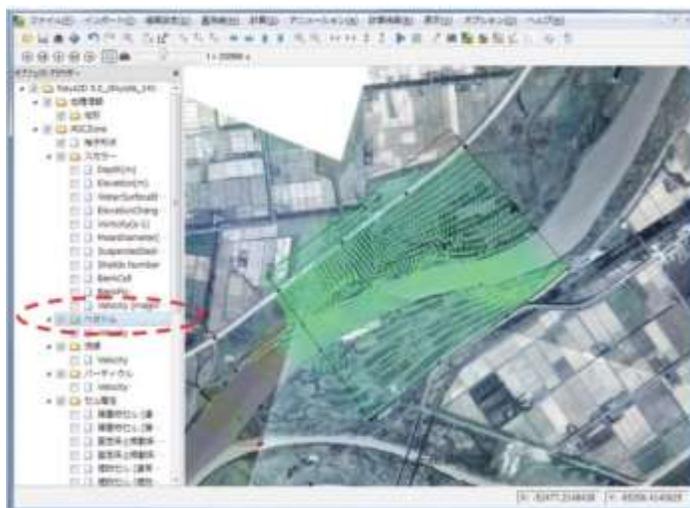
① ソフトを立ち上げて



② データ入力や計算条件の設定をして



③ 計算を実行



④ 計算結果の可視化も可



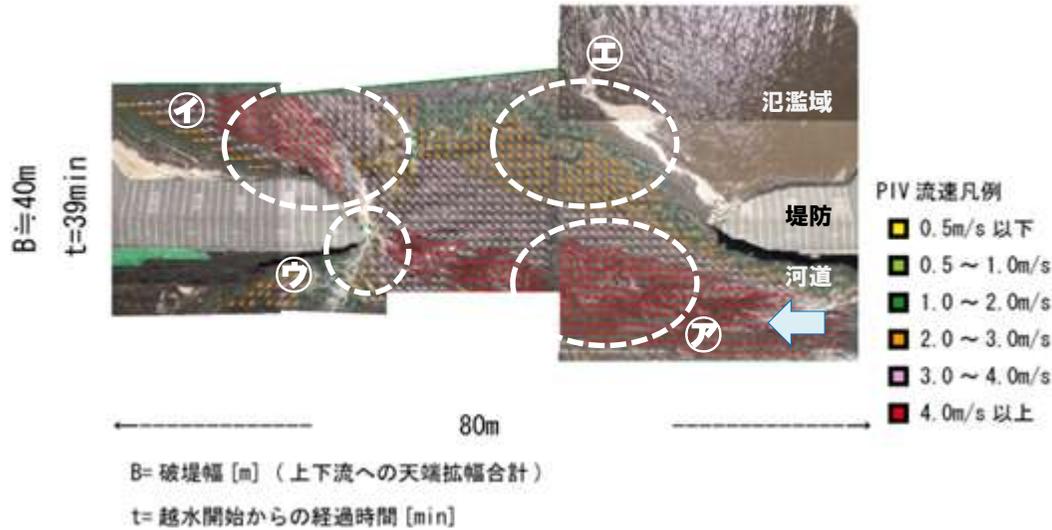
河川チームのHPにはマニュアルや事例集
もあるので、詳細はこれらをご覧ください



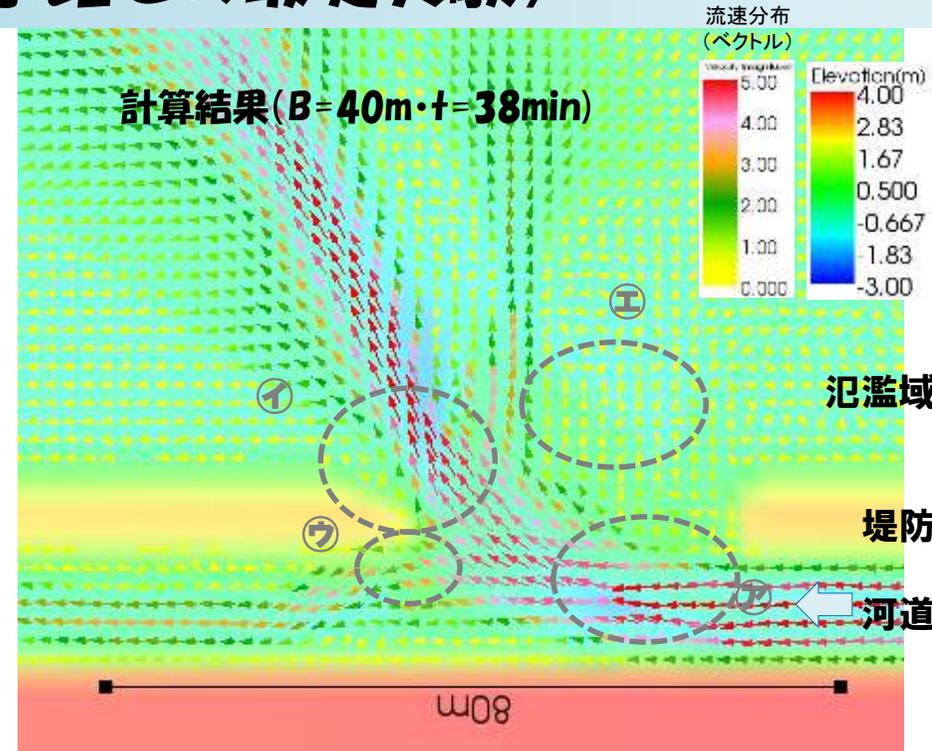
(参考)北海道開発局では毎年、
IRIC講習会を実施していて、職員自
らの手で平面2次元河床変動計算
等も出来るようになっていきます(写
真はiRICのHPより)

計算事例①(千代田実験水路での破堤実験)

実験結果(PIV観測)



計算結果(B=40m・t=38min)



ア 河道から開口部への流れ

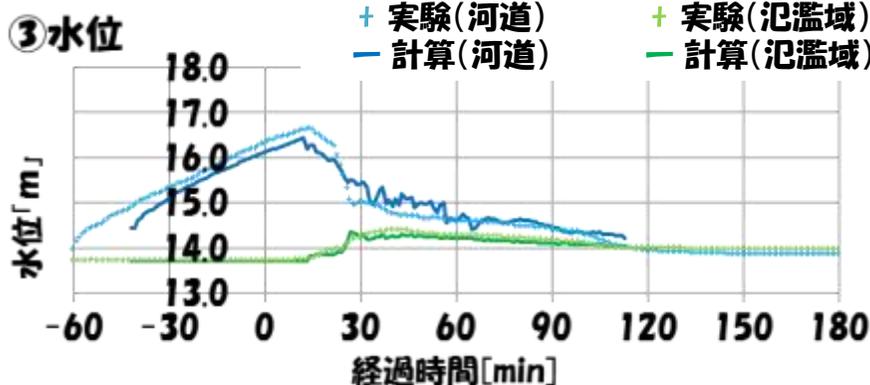
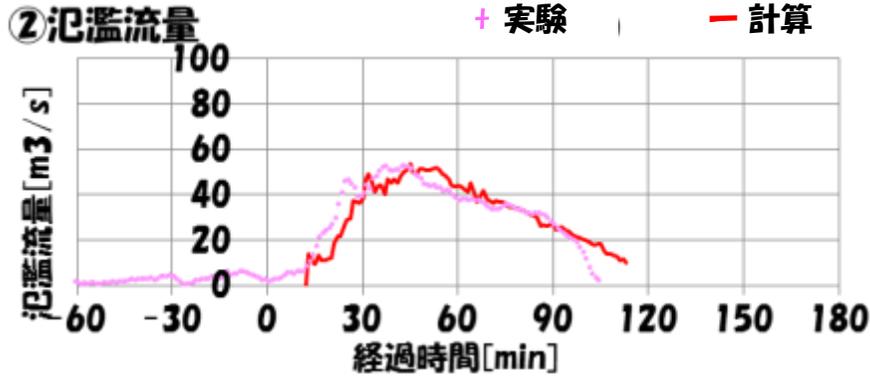
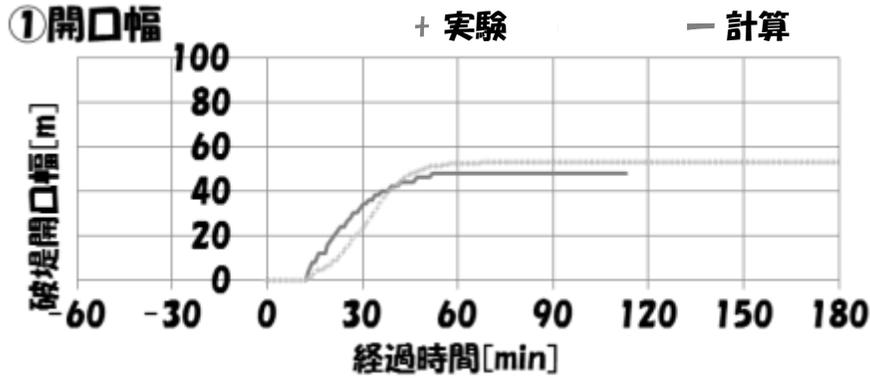
イ 開口部から氾濫域への高流速
また堤体裏法尻部は斜めに侵食

ウ 一方で表法部にぶつかった流れは河道へ

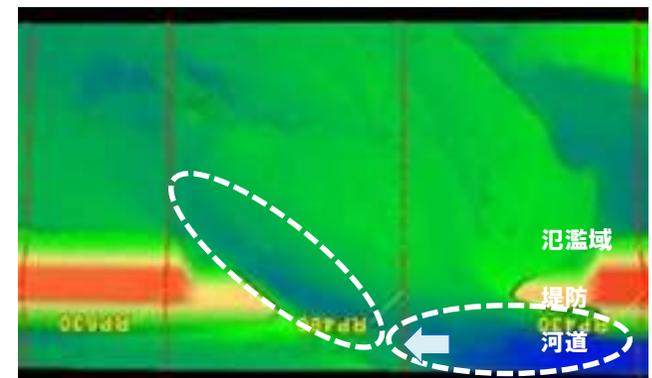
エ 開口部上流などは低流速であり、イのような主流の存在

⇒ 破堤開口部周辺の流況、堤体侵食過程を再現できている

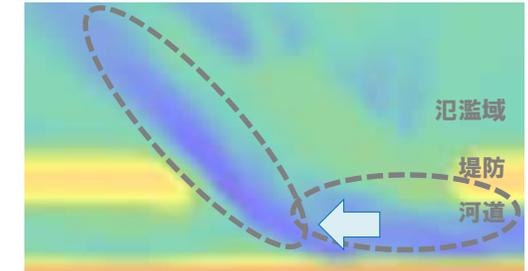
千代田実験水路での破堤実験のうち、破堤開口幅などの比較



実験結果(レーザー測量)～最終形状



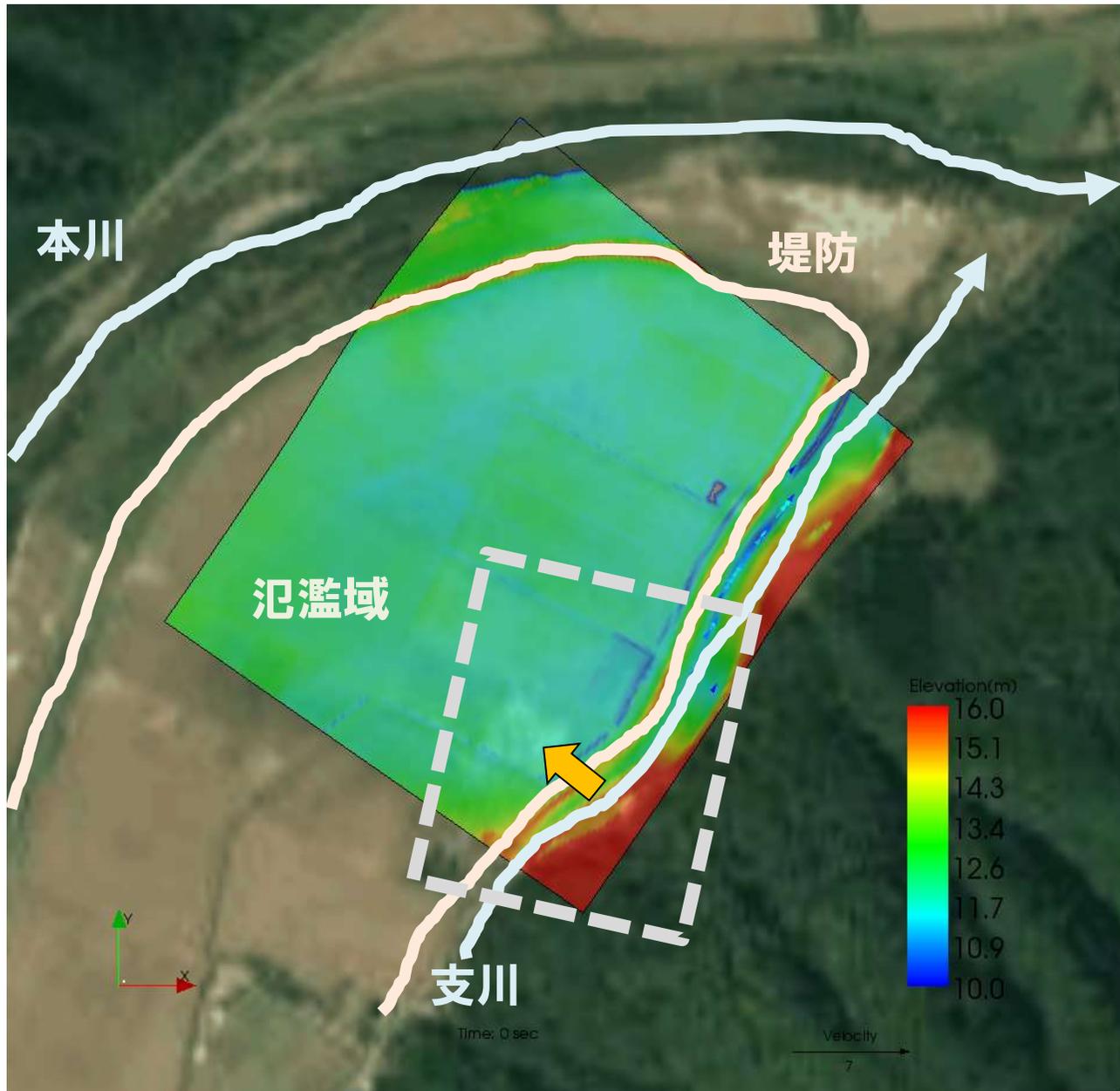
計算結果



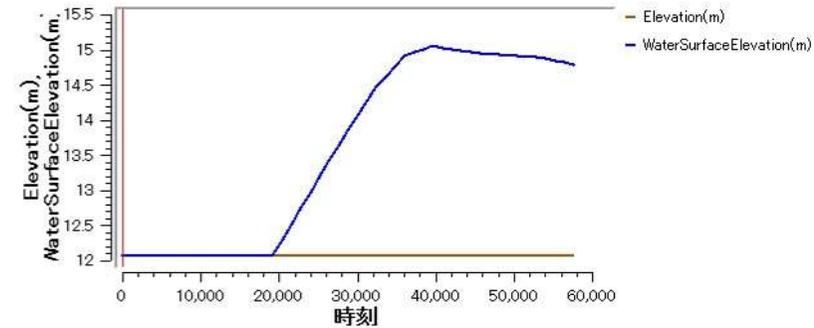
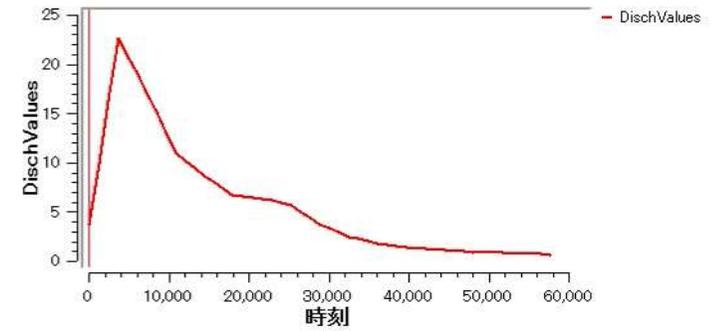
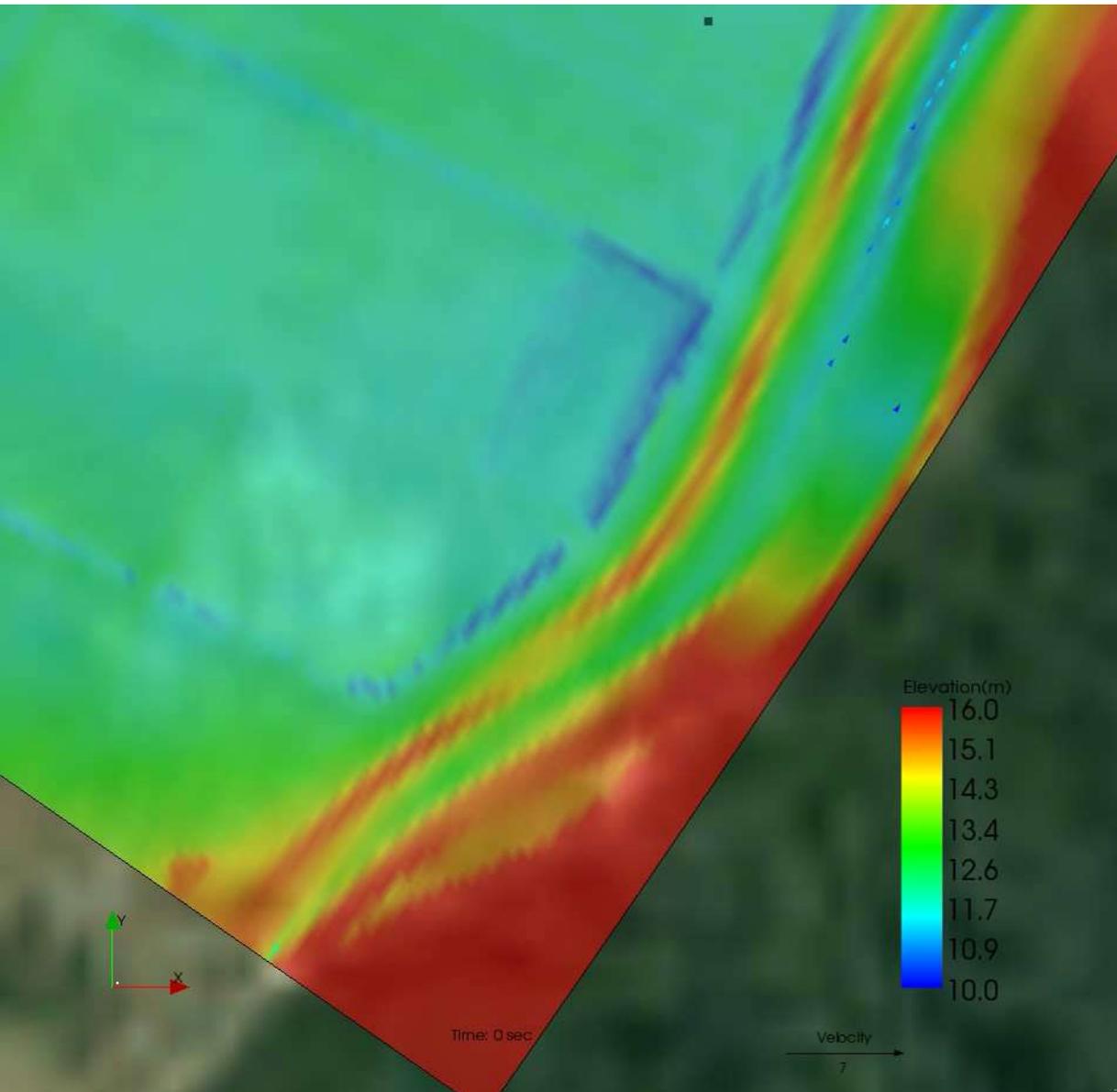
iRIC Software
Changing River Science

時系列での変化、流況、最終形状など、良好に再現

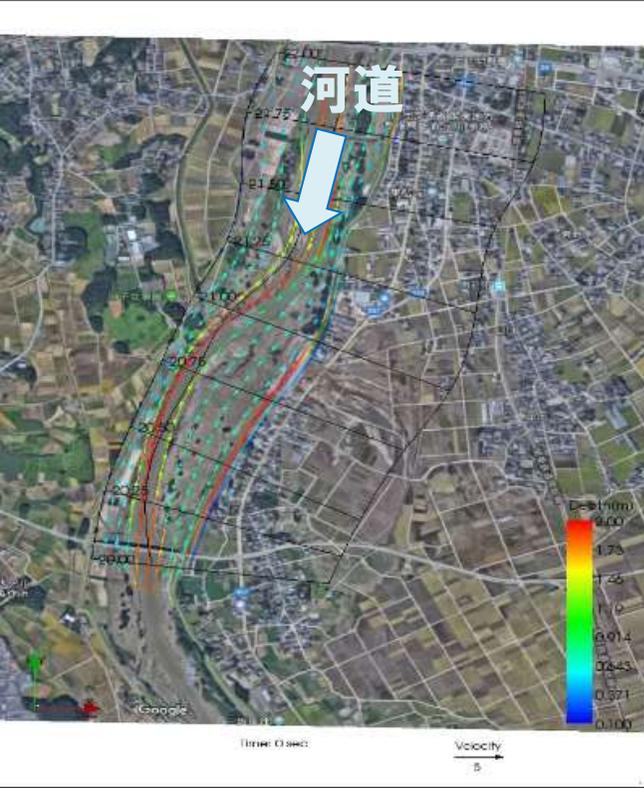
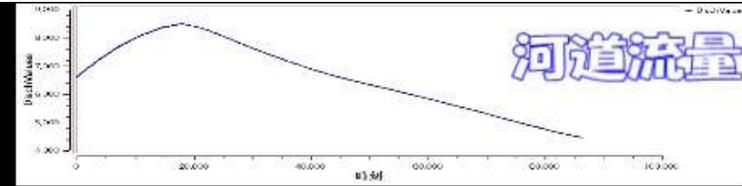
計算事例②(実河川への適用～S川)



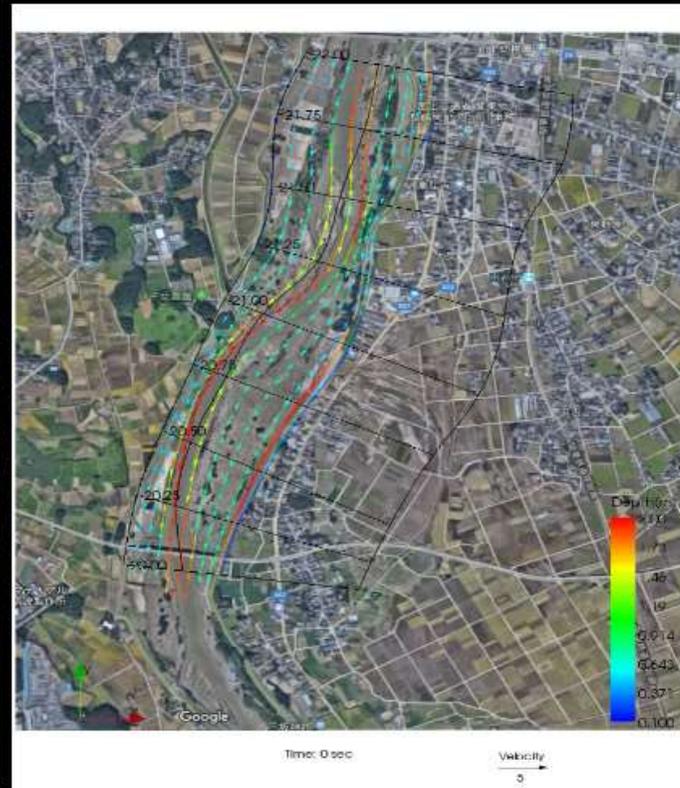
計算事例②(実河川への適用～S川)



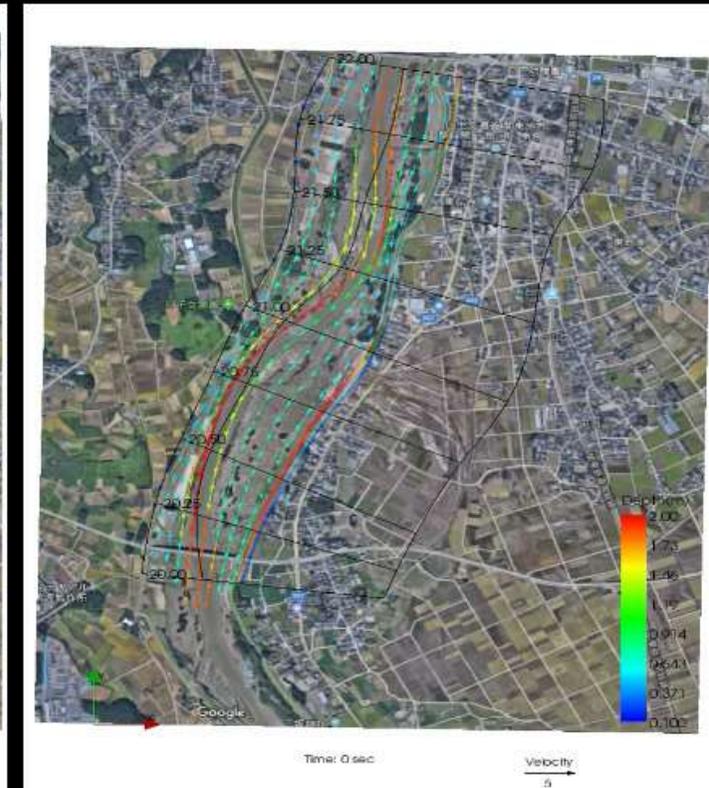
計算事例③(実河川への適用~K川 フラスα)



再現



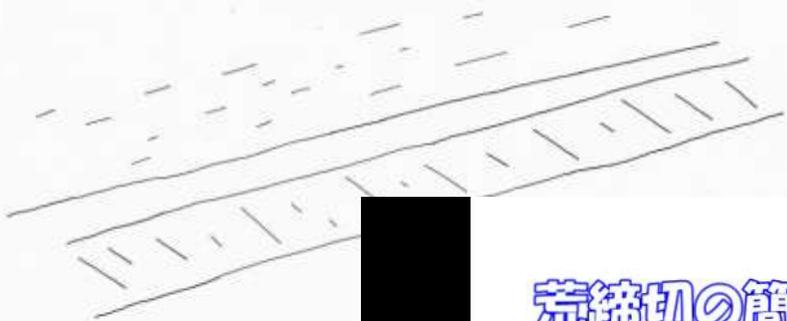
抑制半分



抑制ゼロ

T.Shimada@ceri

計算事例④(堤防決壊部の荒締切工法)



荒締切の簡易計算
つくば実験をイメージ(1時間に8mづつ下流から締切)

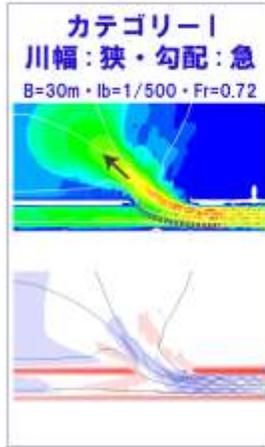


計算事例⑤(河道形状に応じた破堤特性の分類)

急勾配 【氾濫流縦断方向卓越→破堤拡幅下流進行、裏法尻先行】

下流側裏法尻の破堤拡幅抑制工が効果的、決壊口流速が速く投入ブロック転動しやすい

川幅狭 【水位低下早い→破堤拡幅しにくい】
被害軽減には特に早期の破堤拡幅抑制が必要



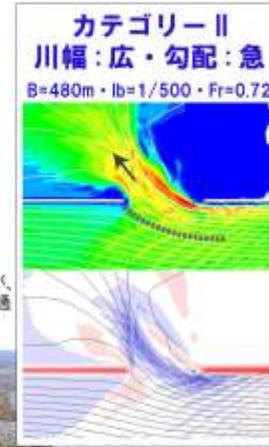
- ・川幅全体に速い流れが生じ、その大半が開口部
- ・氾濫流は氾濫域に斜め方向
- ・開口部堤体も斜め方向に侵食
- ・流速の速い部分を中心に河床洗掘



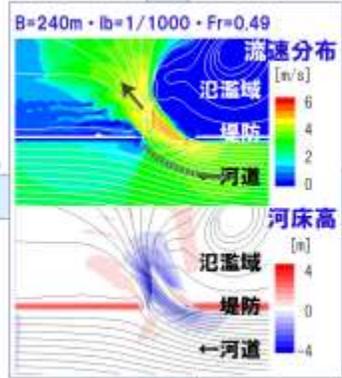
勾配：急



- ・開口幅はカテゴリⅠより広いが、氾濫域に向かう斜めの流況などは共通
- ・分岐流線は川幅全体に拡がらず



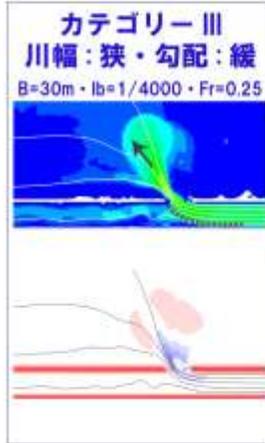
川幅：狭



川幅：広



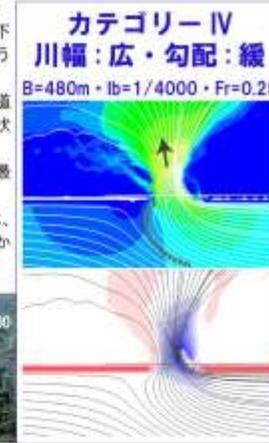
- ・氾濫流は開口部から堤防に対して直角方向
- ・河道内では開口部下流から上流へ戻るような流れも
- ・開口部の堤体は河道側が開いたハの字形状に侵食
- ・開口部中心付近に最も速い流速
- ・深掘も流況同様に、堤体から氾濫域に向かい直角方向に洗掘



- ・通水流量が少なく破堤開始後、河道水位の低下が速く、破堤拡幅はあまり進まない
- ・一方で開口部周辺の深掘は2.5m程度と急勾配と比べると深い
- ・緩勾配の場合、河道を流下する流速は小さく堤体に流れが作用することによる破堤拡幅は進みづらく、河床洗掘が大きくなる傾向



勾配：緩



川幅広 【水位低下遅い→破堤拡幅しやすい】
破堤拡幅が長時間にわたり、破堤拡幅抑制効果が発現しやすい

緩勾配 【氾濫流は開口部中央部分集中→表法の侵食先行、破堤形状、深掘顕著】

破堤開口幅は狭いが深掘により締切資材量が多く必要

計算事例⑤(河道形状に応じた破堤特性の分類)

特集▶河川法改正20年目の挑戦

だ。ただ、ここに来て越水に対する堤防研究も急速に進みつつある。

きっかけの1つは、15年の関東・東北豪雨による鬼怒川の決壊だ。国経研は、越水に対する粘り強さを研

究して、天端をアスファルト舗装で保護し、越水による深掘れを防ぐために川底の法尻をブロックで補強すれば効果があるという知見をまとめた。現在、国交省は「危機管理型

ハード対策」として展開を急ぐ。

越水破堤後の被害軽減策についても、知見が積み上げられている。北海道開発局や土木研究所の寒地土木研究所が07年度から「十勝川千代田実験水路」で進めている破堤実験だ。実物大スケールで現象を捉えられるほか、静水位ではなく実際の川の流れの影響を堤防に反映できる点が大きな特徴だ(写真4)。

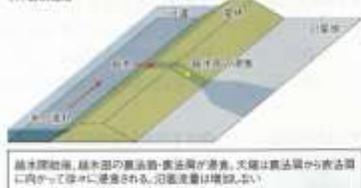
12年度には越水破堤の進行過程を報告書にまとめた。水流の影響を受けて、下流側に向かって破堤が進行することが明らかになった(図2)。「研究当初は、越水後にどのように破堤が進行するのかも理解されていなかった」。昨年度まで寒地上研



写真4 堤防と堤防に接した部分の千代田千代田実験水路。水深30m、水深幅500分の1、全長1013mの国内最大規模の河川実験施設。写真:北海道開発局寒地土木研究所

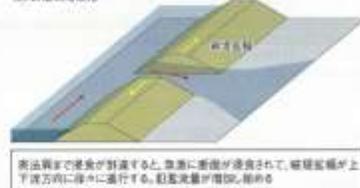
図2 越水破堤の進行過程

(1) 初期破堤



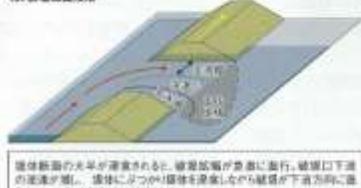
堤防天端が浸食され、浸食が急激に進行し、堤防の天端が崩壊する。浸食が急激に進行し、堤防の天端が崩壊する。浸食が急激に進行し、堤防の天端が崩壊する。

(2) 堤防後縁破堤



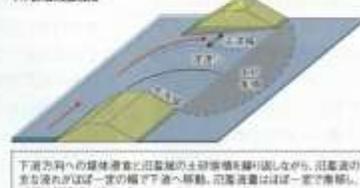
堤防天端が浸食され、浸食が急激に進行し、堤防の天端が崩壊する。浸食が急激に進行し、堤防の天端が崩壊する。浸食が急激に進行し、堤防の天端が崩壊する。

(3) 堤防天端破堤



堤防天端が浸食され、浸食が急激に進行し、堤防の天端が崩壊する。浸食が急激に進行し、堤防の天端が崩壊する。浸食が急激に進行し、堤防の天端が崩壊する。

(4) 堤防天端破堤



堤防天端が浸食され、浸食が急激に進行し、堤防の天端が崩壊する。浸食が急激に進行し、堤防の天端が崩壊する。浸食が急激に進行し、堤防の天端が崩壊する。

(資料:河川法改正20年目の挑戦、寒地土木研究所)

で越水破堤の研究に携わってきた北海道開発局事業振興部防災課の岡部博一防災企画官はこう振り返る。

破堤の仕方は川ごとで違う

ただし、千代田水路での実験結果は、急勾配で川幅が狭い川の破堤現象を再現できたにすぎない。緩勾配で川幅が広い場合は、別の建設挙動を示す可能性もある。

そこで昨年度には、破堤実験による知見を生かして、河道形状に応じた破堤計算モデル案を提示。(図3)。今年度中に現場への還元を目指す。

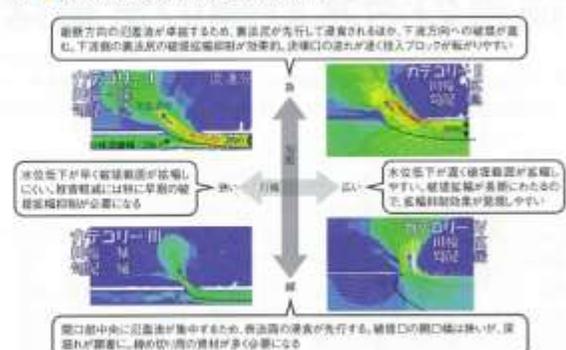
「自分が管理している河川が越水破堤する場合、どのような壊れ方をするのか。その傾向を把握できれば、事前に被害軽減策を検討できる」(岡部防災企画官)。下流側に破堤が進展するカテゴリーの川ならば、資材を上流側から用意するといった対策に結び付けられる。

実は被害軽減策の研究成果は、発注者だけでなく緊急復旧で活躍が期待される地方の建設会社にとっても重要な知見となる。

どの手順で仮設切りをすれば破堤幅を軽減できるのか、どんな形状のブロックが流水下で転がりにくいのか、災害時の堤防天端を走行できそうなバックホーでブロックを効率的に投入するにはどうすべきか――。寒地土研は、こういった施工に反映するための研究にも取り組む。

全国で破堤による被害が毎年のように生じるなか、千代田実験水路の研究への期待は高まるばかり。復旧工法への一歩も早い実装が望まれる。

図3 河道状況に応じた破堤現象に関する整理案



2017.6.12

日経 CONSTRUCTION

特集 河川法改正 20年目の挑戦

業界と工事を支える環境 治水の5大トピック

CIM導入ガイドライン

ニューワークのストリートスマート大会

堤防決壊時に行う緊急対策工事の効率化に向けた検討資料(案)

堤防決壊時に行う緊急対策工事の 効率化に向けた検討資料 (案)

平成 30 年 3 月

国土交通省 北海道開発局

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所

堤防決壊時に行う緊急対策工事の効率化に向けた検討アプローチ

近年の堤防決壊現場では、どのような対策工事が行われていたのか

1. 災害事例から得られた知見と課題

- ・ 堤防決壊時の対応工事事例をレビュー ⇒ 「1.1 堤防決壊時における災害対応事例」
- ・ 以降の検討につながるポイントを整理 ⇒ 「1.2 事例から得られた知見と課題」



堤防が決壊すると、どのように壊れるのか

2. 堤防決壊メカニズム

- ・ 堤防決壊事例の分類 ⇒ 「2.1 堤防決壊事例」
- ・ 十勝川千代田実験水路などを用いた堤防決壊現象の理解 ⇒ 「2.2 堤防決壊実験」
- ・ 数値計算で河道条件による決壊現象を分類 ⇒ 「2.3 河道特性に応じた堤防決壊現象の分類」



堤防決壊時には、どう対策すれば良いのか

3. 堤防決壊メカニズムに応じた災害対応の考え方

- ・ 堤防決壊現象の分類に応じた対応策を提案 ⇒ 「3.1 堤防決壊現象の分類に応じた対応方針」
- ・ 堤防決壊口の拡幅を抑える工法の実験結果を紹介 ⇒ 「3.2 破堤拡幅抑制工」
- ・ 実験で判明した荒締切の効果と留意点を説明 ⇒ 「3.3 荒締切工」



緊急対策工事では、重機と資材は何を使うと良いのか

4. 資機材の検討

- ・ ブロック投入実験のサイクルタイム計測結果を紹介、重機の特徴を整理 ⇒ 「4.1 重機」
- ・ 実験結果を交えてブロックの特徴を整理、転動流出を防止する方法を提案 ⇒ 「4.2 資材」



効率的な荒締切を実施した場合の減災効果はどれくらいなのか

5. 実河川の堤防決壊を想定したケーススタディ

- ・ 本資料で提案した効率的な荒締切を実施した場合の減災効果をシミュレーション

本日紹介した検討資料

ツール

このコンテンツでは、現場で役立つマニュアルやプログラムをダウンロード頂けます。ぜひご利用ください。

技術基準・マニュアル類

中小河川を対象とした洪水はん濇計算の手引き(案)

結氷河川における流量観測時の留意事項(河川砂防技術基準調査編)

大規模出水時調査要領(案)

樹林化抑制を考慮した河岸形状設定のガイドライン(案)

津波河川遡上予測の手引き(案)

河川結氷時の流量推定手法マニュアル(案)

結氷河川解析マニュアル(案)

岩盤河床における河床低下危険度評価の手引き(案)

2wayによる蛇行復元ガイドライン(案)

寒冷地河川域の津波痕跡調査マニュアル(案)

堤防決壊時に行う緊急対策公示の効率化に向けた検討資料(案)

ソフトウェア系

破堤計算ソフト (Nays2D Breach)

合成合理式による流出計算プログラム

汎用一次元不定流計算ソフト

汎用二次元氾濇計算ソフト

成果報告書・参考資料・その他のツール

アイスジャムに関するパンフレット

千代田実験水路における河床変動特性の検証実験報告書

河川堤防の越水破堤現象のうち破堤拡幅機構に関する実験報告書

新現場のための水理学

寒地土木研究所
寒地河川チームのHPで公開中
<http://river.ceri.go.jp/>

堤防決壊時に行う緊急対策工事の
効率化に向けた検討資料 (案)

破堤計算ソフト (Nays2D Breach)

河川堤防の越水破堤現象のうち
破堤拡幅機構に関する実験報告書

問い合わせ先

- ・ 推進室サポートダイヤル

寒地技術推進室 TEL : 011-590-4050

MAIL : gijutusoudan@ceri.go.jp

- ・ 研究チーム直通



国立研究開発法人 土木研究所
寒地土木研究所
寒地水圏研究グループ 寒地河川チーム

研究員 島田友典

〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号
TEL:011-841-1639 FAX:011-820-4246
E-mail:shimada-t22ad@ceri.go.jp

寒地河川チームHPからNays 2D Breachをダウンロードすると、計算済みの事例も入っています
まずはお試しで計算してみてください！

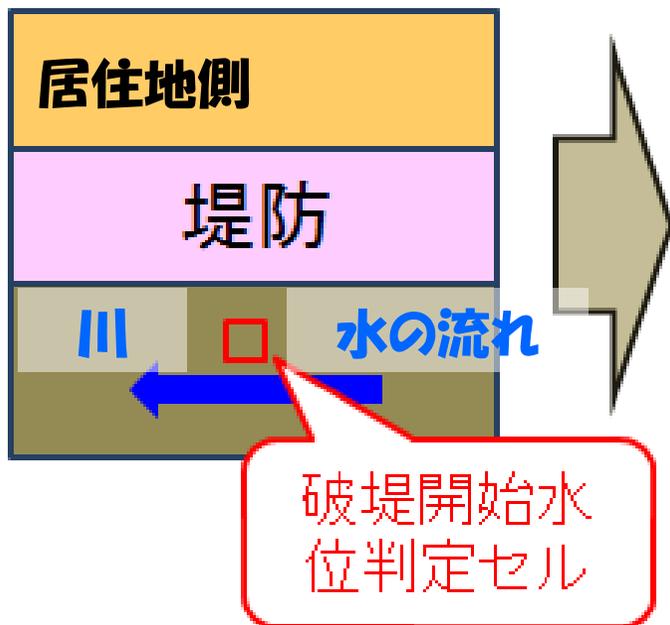
島田友典

基本データを編集

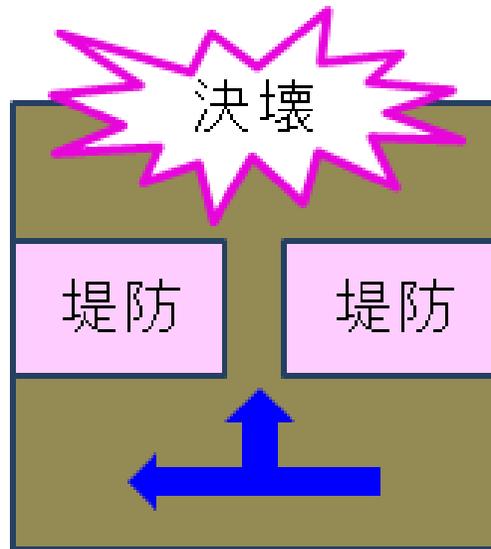
アクティビティログを見る

タイムライン 基本データ 友達 88 写真 その他

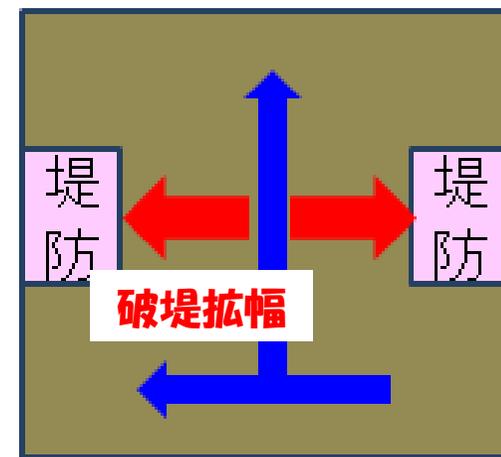
破堤開始水位判定セルの水位が、



破堤開始水位に到達すると



上下流方向に破堤拡幅



堤防セルの設定(ピンク)

…このセルでは破堤モデルで計算

通常セル(河道の茶色や氾濫域のオレンジ)

…2次元河床変動計算

Nays2D Breachを使うには

iRICという、ソフトウェア上で計算を行う

iRICとは？

だれでも無料で利用できる、
高性能な河川の流れなどが計算できるソフトウェア

イメージ

iRIC

Nays2D Breach



行政での活用事例等

行政職員の方も自らの手で計算可能



全国の河川系事務所が毎年実施している “堤防決壊時の緊急対策シミュレーション” などでも使用可

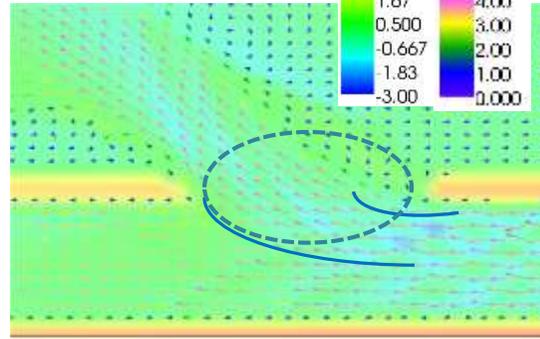
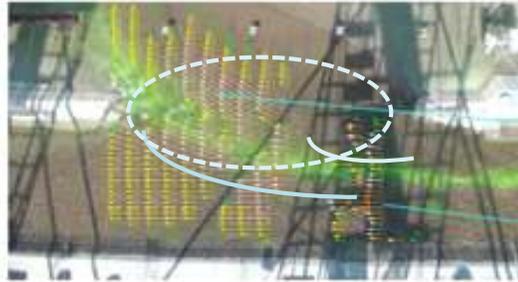


堤防決壊時の緊急対策シミュレーション勉強会の様子
国土交通省北海道開発局帯広河川事務所より写真提供

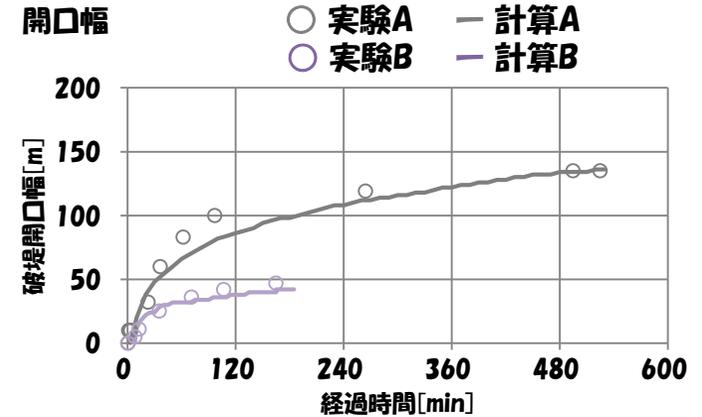
- 堤防決壊時の緊急対策シミュレーションとは・・・
- 破堤箇所の位置や規模、運搬路等の諸条件を設定
- 被災から緊急復旧までの一連行動を議論
- 問題点の抽出、改善策の検討など
- 本手法により出水規模に応じた破堤拡幅、氾濫流量が推定できるため、より実際に近い状態でのシミュレーションが実施可能

計算事例②(その他の破堤実験)

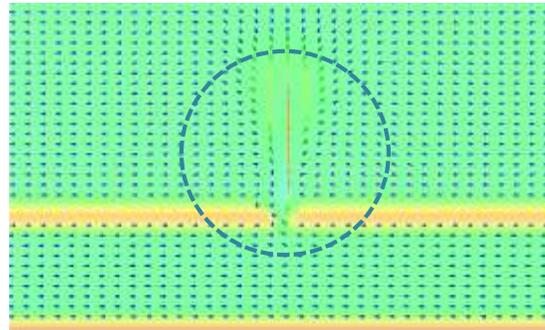
A: 縮尺模型実験(河道幅を広げた場合)



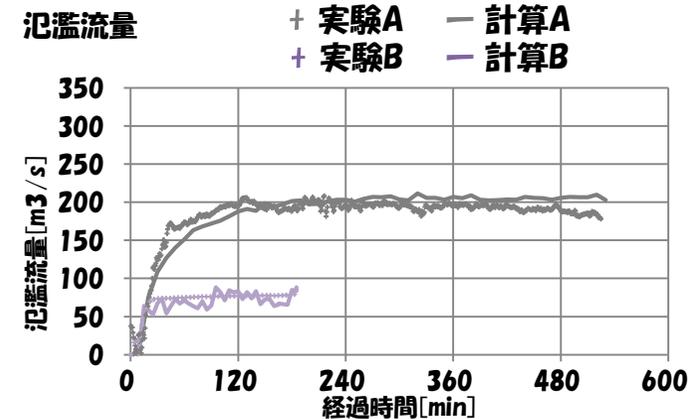
iRIC Software
Changing River Science



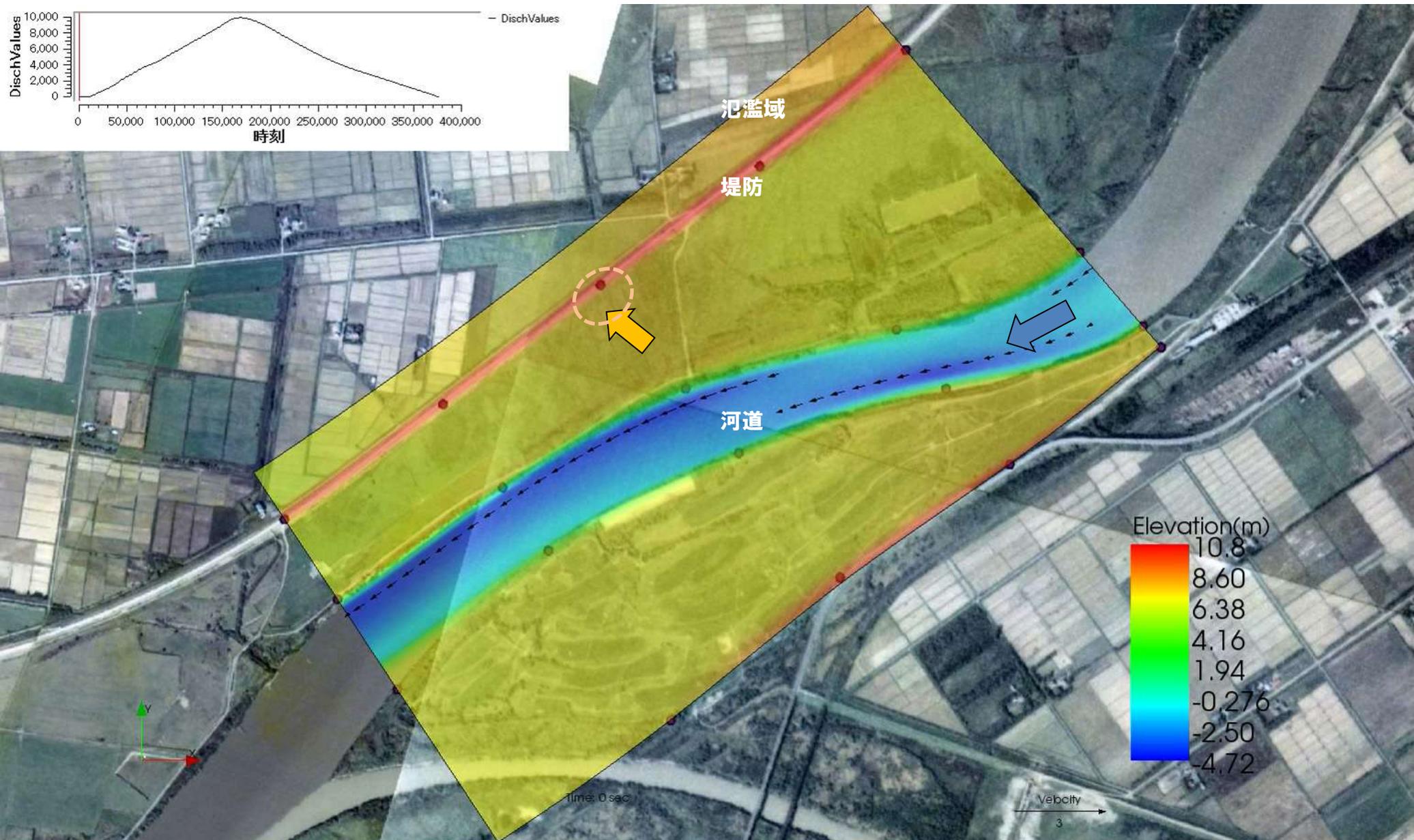
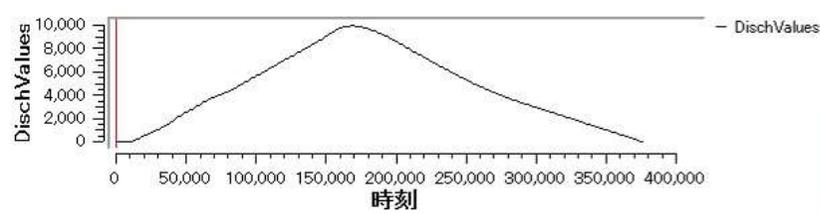
B: 縮尺模型実験(河床勾配を緩くした場合)



iRIC Software
Changing River Science



計算事例③(実河川への適用)



堤防決壊が頻発(鬼怒川・空知川・小田川)

2015/09/10 鬼怒川での堤防決壊



出典：国土地理院ウェブサイト、
http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27_taihuu18gou.html

2016/08/31 空知川での堤防決壊



出典：国土交通省北海道開発局HP、
<http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/saigaikanren/saigai.html>

8月31日 6:00頃 撮影

2018/07 小田川での堤防決壊等



<小田川の被災状況>

浸水面積 : 約1,200ha (7/7AM)

浸水戸数 : 約4,100棟 (7/16 14時現在)

堤防の決壊 : 2箇所(国管理)
6箇所(県管理)

堤防法崩れ : 6箇所(国管理)
1箇所(県管理)

越水 : 3箇所(国管理)

出典：平成30年7月豪雨による中国地方整備局管内
 【第3報】7月16日(月)

<http://www.cgr.mlit.go.jp/emergency/in>

*平成30年7月豪雨による中国地方整備局管内の出水概況【第3報】7月16日(月)20時現在に追加
<http://www.cgr.mlit.go.jp/emergency/index9.htm>