

## 河川構造物の維持管理に関する研究動向

国土技術政策総合研究所  
河川研究室長 服部 敦



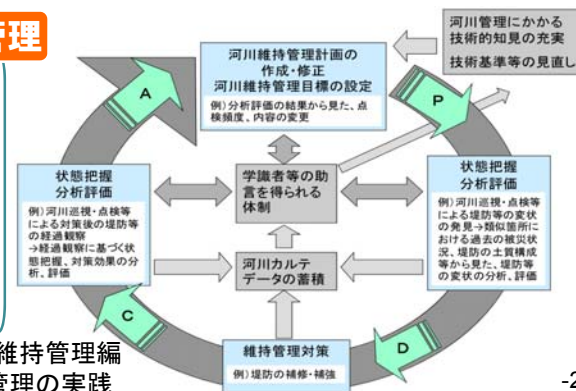
## 管理を取り巻く状況

### ニーズとその背景

- ◆より効果的・効率的な河道管理
  - ・課題: 人員と予算の制約、対して補修・更新が必要となる施設の増加
- ◆河道管理の労力縮減を折り込んだ河道計画の策定
  - ・課題: 流下能力のさらなる向上を目指した河川整備の効率的推進

### PDCAサイクル型管理

計画的な点検の実施  
→評価・対策→その効果確認(点検対象と点検手法そのもの両面で)→必要な手当の実施を繰り返し、向上させていく管理手法

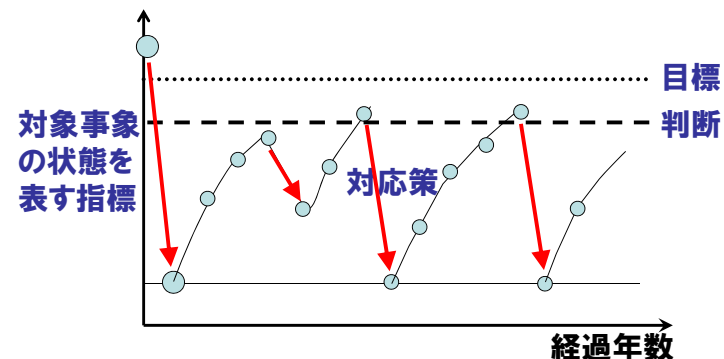


河川砂防技術基準維持管理編  
→サイクル型維持管理の実践

## 河道管理実務の特質

- ①「管理」=「目視点検」+「経験的に培った洞察力」+「技術的な予測」+・・・+「工夫」
- ②種々の工夫を管理技術の改善に役立て、手法化していくのも管理業務の一部
- ③実務で直面する事象は過去の経験や知見の蓄積が十分にあるものばかりではない
- ④技術的な難易度の幅が非常に広いという難しさ
- ⑤多くの管理者が継続して管理技術を進化させていくモチベーションを保てることも重要

## 管理の構成要素



### ●管理の構成要素

- ・管理目標の設定
  - ・点検対象とする事象→指標設定
  - ・判断の仕方(判断基準と変化予測)
  - ・対応策(詳細調査・補修など)
- この2つが治水安全度の評価に該当。これらの「出来具合」により管理の仕方が変わる

# 河川管理のタイプ区分

		点検対象とする事象が <b>絞り込まれている</b> 。 AND 対策実施の <b>判断基準が明確</b>	点検対象とする事象が <b>わかっていない</b> 。絞り込まれていない。 OR 対策実施の <b>判断基準がない</b> または <b>不十分</b>
事象の進展がある必要の確度で見通せる	変化の機構に基づいて <b>将来予測</b> が行える	<b>AA型管理</b> : 整備と連携した管理状況 →河道設計の段階で <b>管理の負担軽減</b> を図っていく <b>戦略的な管理</b>	<b>B型管理</b> : 当座選定した事象を軸にその他関連しうる事象も幅広く調査し、判断を行う状況 →事象の <b>観測・解釈を工夫し、逐次判断</b> に取り込む <b>改善が重要な管理</b>
	変化の <b>トレンド</b> に基づいて <b>近い将来</b> が見通せる	<b>A型管理</b> : 変化を見越して先手を打つ判断ができる状況 →各河川で <b>共通してルーチン</b> で実践する管理	
事象の進展がある必要の確度では <b>見通せない</b> (挙動を掴みかねる)		<b>C型管理</b> : 変状発生・進展を捉える状態監視のもと <b>随時判断</b> を行う状況 →個々の管理者の熟練、補修など <b>実施判断事例の蓄積</b> に依拠する部分の <b>大きい管理</b>	<b>D型管理</b> : 有効な手法のない <b>試行錯誤</b> の状況 →種々の調査データの <b>一括分析</b> から危険を嗅ぎ取る(気づき)優れた <b>洞察力を必要とする管理</b>

# 「管理の合理化」と一口に言っても管理タイプで糸口が違いうるのでは？

◆下記はごく単純化しているが、関連はありそう

- 個別要素技術の開発→B型??
  - 点検: 種々の測定機器の導入(物理探査: 空洞、レーザプロファイラ: 表面の変形...)
  - 判断: 河床高・流速など外力、構造物の耐力の推定技術
- 変化していく状況、変化のパターンに応じた要素技術の使いこなし→C型??
  - 個別手段の使い分け(調査段階: 概査~照査)
  - 実施頻度・範囲
  - 各段階での判断の仕方
- 整備と点検の兼ね合い→A型, AA型??
  - 取り得る管理戦略: 十分な補強をして点検を簡易にするか? または補強は必要最低限で通常管理とするか?
  - 突き詰めていくと、河道設計の段階から整備・管理の全体を俯瞰して負担軽減を図っていくという考え方に行き着く

# 各管理タイプの実施例

**AA型管理**: 戦略的管理  
○改修後に必要となる**維持管理**を見込んだ河道設計

**A型管理**: **トレンドの読み方**、判断のための実践的ツール  
●河道**管理基本シート**の提案  
▲堤防**点検データ**分析

**C型管理**: 予兆を見逃さない**状態監視**  
▲堤防**管理**



**B型管理**: 事象の**観測・解釈**を工夫し、逐次判断に取り込む**改善**  
●護岸**管理**(河床の洗掘に対して)



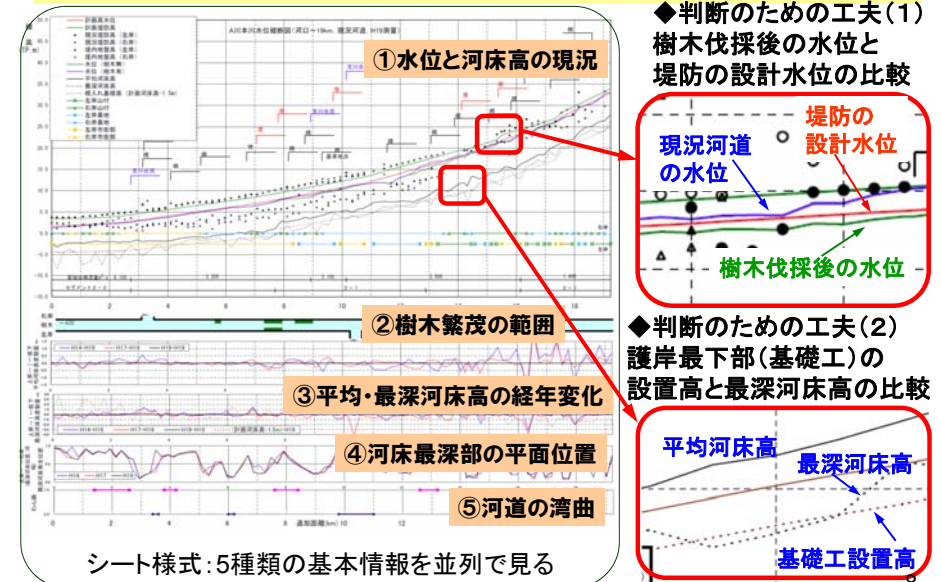
**D型管理**: 気づきの引き出しを多くし、洞察力を高める**経験知の共有**  
●▲被災**事例**分析



**D→C・B→A→AA型へ**と**管理の仕方**を**進化・高度化**も**管理業務**としての重要な**取り組み**であることに留意

# A型管理: 予兆を見逃さない状態監視「河道管理基本シート」の提案

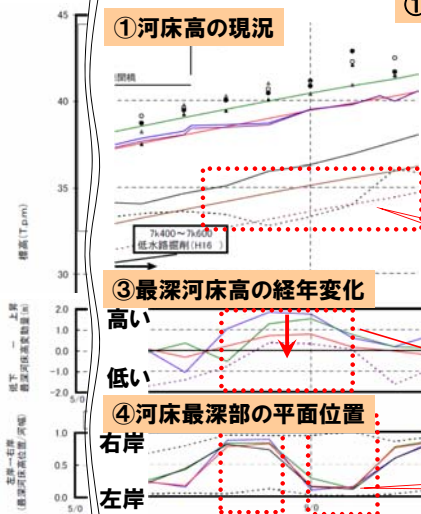
変化トレンドの読み方と補修など**実施判断**を補助する**実践的ツール**



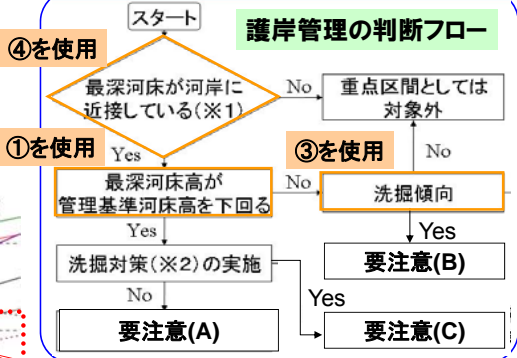


どの図を使って何を読み取るかを判断フローとして提示

点検(現状の見方)



判断(詳細調査・補修の必要性)

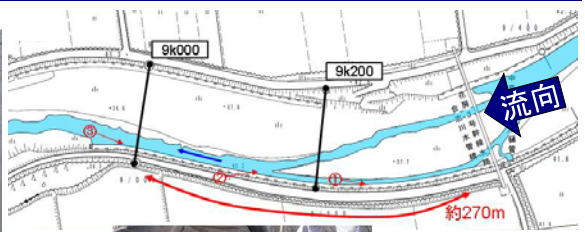


最深河床高が管理基準河高(基礎工の標高)より低い

最深河床高が近年下降傾向

河床最深部が堤防に隣接

A型管理:護岸管理の実践例(菊池川水系合志川)

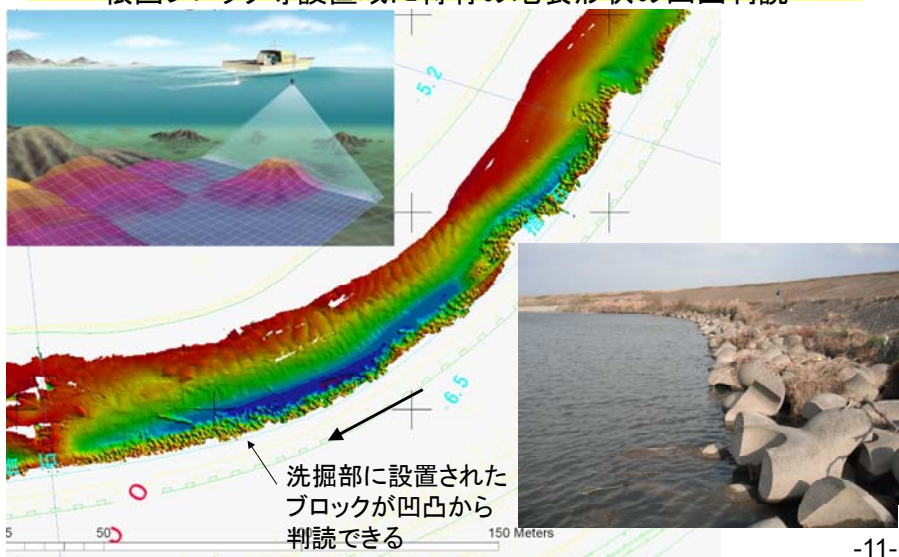


現地調査の実施



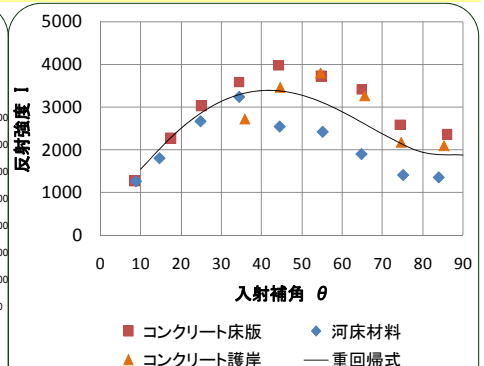
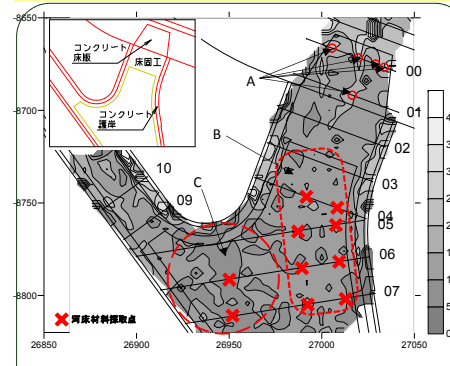
B型管理:音響測深器を用いた護岸基礎部の点検

護岸近傍の測量事例(筑後川水系宝満川)  
根固ブロック等設置域に特有の地表形状の凹凸判読



B型管理:音響測深器を用いた護岸基礎部の点検

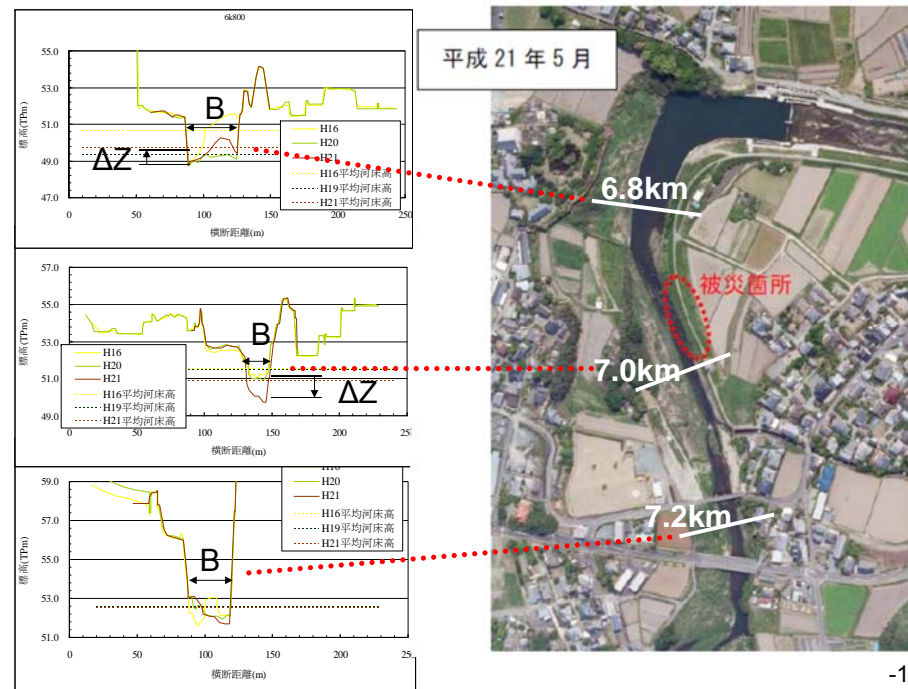
反射強度の差違から、水面下の目視困難な洗掘最深部まで護岸で保護されているか判定する手法の開発



・入射角が40度を上回る場合、コンクリートと河床材料の反射強度に有意な差違が認められた。  
⇒根固めブロックや護岸等コンクリート構造物と露出範囲を捉えることに活用  
・ただし、土砂に覆われた箇所は、コンクリートと判別できない課題あり

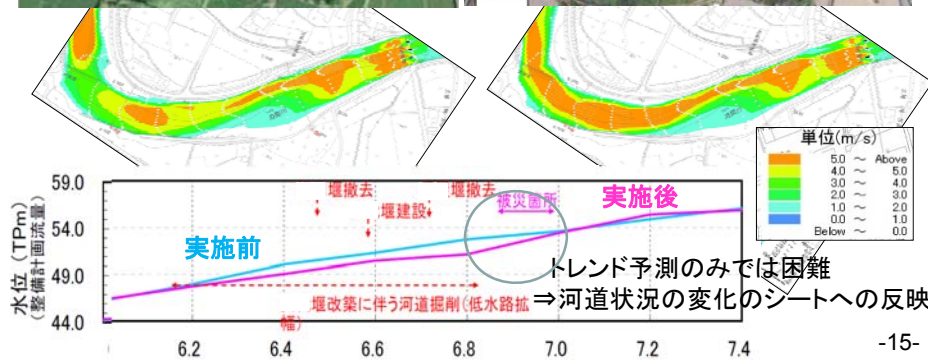


# 河床低下・洗掘による護岸被災事例



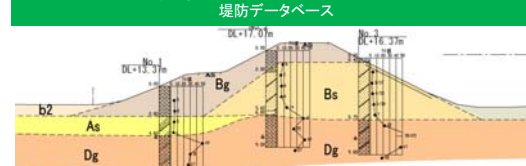
# 堰改築・河道掘削前後の水位・流速

(最大流量時)



# 堤防の基礎データ

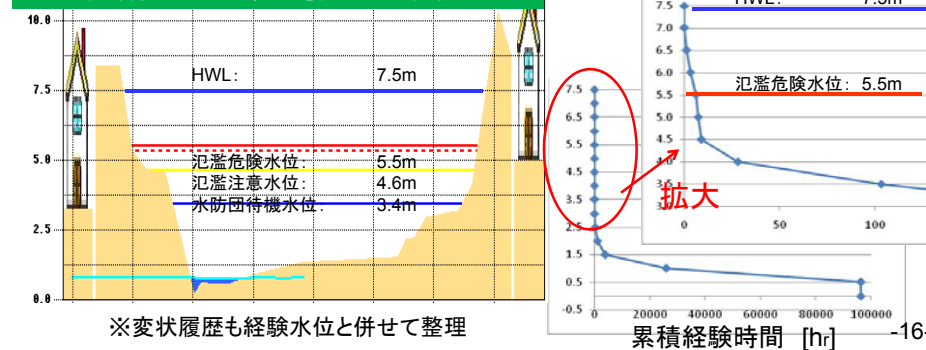
## 堤防の形状・土質



湿潤重量  $\gamma_t$ 、飽和重量  $\gamma_s$   
 摩擦角度  $\phi$   
 粘着力  $C$   
 透水係数  $k$  など

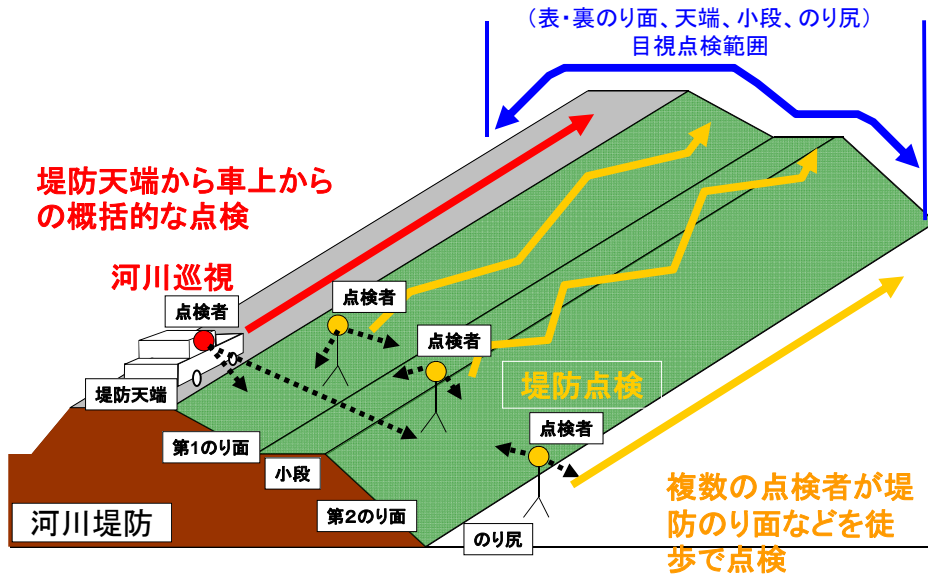
## 堤防の「経験水位」

※水文水質データベース登録データを活用して2002年以降のみ





# 河川堤防の目視点検



# 巡視・点検台帳→基礎データと合わせて、 情報を読み取り、予兆をとらえる

**読み取り方**  
→堤防管理情報  
基盤図？作成  
の試み

川表・裏で湿潤化、  
しぼり水を確認

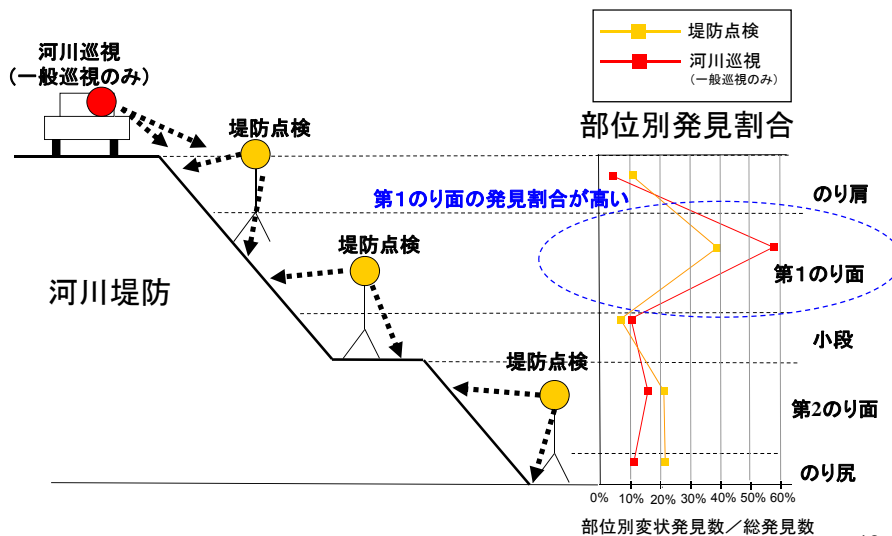
構造物周辺に  
変状が集中

この区間に天端  
亀裂が点在

◆変状の集中  
・一連区間に集中的に  
変状が発生される  
・毎年同じ区間内で変  
状が発見される

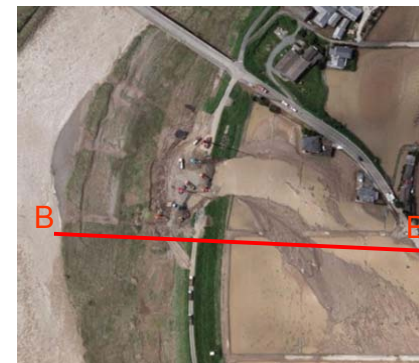
# 発見した変状分布

◆各点検の変状が発見された部位別の割合を算定



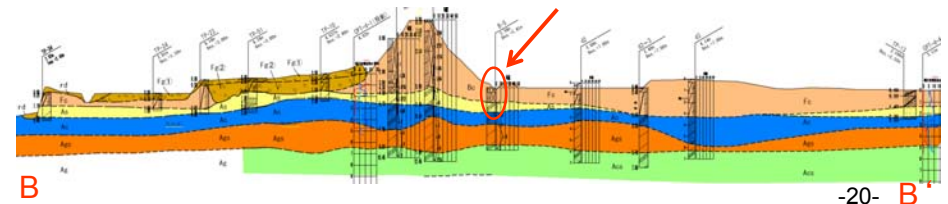
# 矢部川の破堤事例

第3回矢部川堤防調査委員会 資料2より引用  
(九州地方整備局筑後川河川事務所)

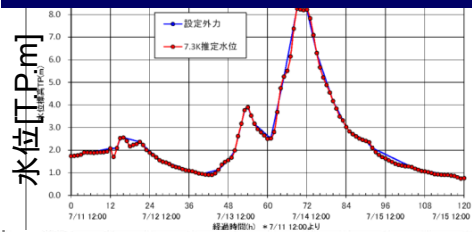


- |     |              |     |        |
|-----|--------------|-----|--------|
| Bk  | 堤体盛土(礫質土)    | As  | 砂質土    |
| Bc  | 堤体盛土(粘性土)    | Ac  | 粘土質シルト |
| rd  | 現河床堆積物(砂主体)  | Ar  | 礫混じり砂  |
| Fs1 | 盛土(円礫を含む砂礫状) | Acs | シルト質砂  |
| Fs2 | 盛土(角礫混じり土砂状) |     |        |
| Fc  | 盛土(粘性土)      |     |        |

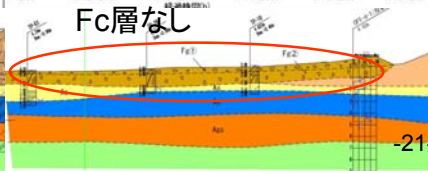
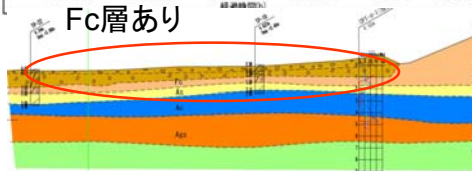
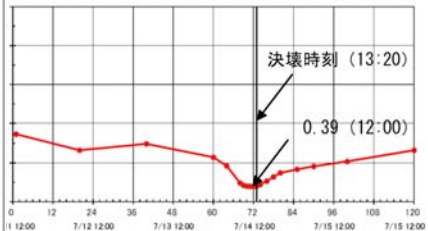
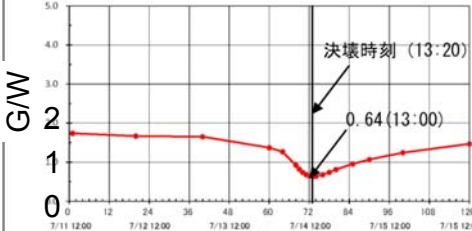
砂層(As)内の浸透圧が粘土層(Fs)の重量を上回り(G/W<1)、  
押し上げて破壊→パイピング発生



# 矢部川の破堤箇所での浸透流解析



第3回矢部川堤防調査委員会 資料2より引用  
(九州地方整備局筑後川河川事務所)



# 河川砂防技術基準調査編 第4章 河道特性調査 改訂のポイント

- ・ 調査の全体構成・他調査との関連性 (第1節)
- ・ 3つの基本事項 (第2節)
  - 河道の階層構造と類型区分
  - 土砂動態の捉え方
  - 河道構成材料 (代表粒径、混合粒径河床材料の捉え方)
- ・ 5つの調査 (第3～7節)
  - 各時点の河道状況
  - 経年変化・洪水による変化
  - 洪水の作用 (基本水理量：河道の変化・形成営力)
  - 土砂流送特性 (流送形態・流送量・土砂収支)
  - 河道を取り巻く諸状況 (流域の地形・地質、水文特性、施設整備等)
- ・ とりまとめ・包括分析 (第8節)

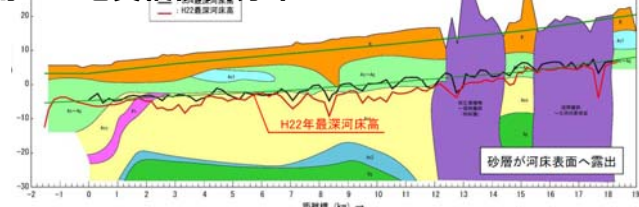
## 5つの調査

### ①各時点の河道状況

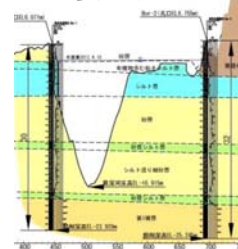
- ・ 河道状況の調査(6項目)
  - 河道・河口の地形測量  
(定期横断・写真測量 + **新** 航空レーザ・サイドスキャンソナー)
  - 構造物の設置状況
  - 河床形態 (中規模[砂州]・小規模)
    - ・ 砂州の形態変化、下流への移動 (河岸侵食・洗掘)、流量変化への応答
  - 局所洗掘
  - 表面・表層の状態
- 新**
  - ・ 河床材料調査・河岸高水敷の構成材料調査
  - ・ 岩盤、軟岩など固結物・半固結物の調査 (露出範囲の把握)
  - ・ 粘着性を有する材料の調査 (耐侵食性)
    - ・ 河口の河床材料調査
    - ・ 植物繁茂状況の調査 (植生図：第11章河川環境調査第7節)
    - ・ その他堆積部等の調査 (デブリ・固結有機物・表面細粒土層等)
- 平常時の水理環境 (位況・流速・波浪など)

## 3.4.4 岩盤、軟岩など固結物・半固結物の調査 7.2.4 河道表層下の土層構造調査

### ●河川堤防の基礎地盤ボーリング調査結果など既存資料を活用した地質縦横断分布



### ●必要に応じて、ボーリングや露出箇所による調査を追加



河道形状を「線」で表すだけでなく、構成している土砂別の「色分け」も付加することをより積極的に行うべき

## まとめに換えて「今後の方向性」

- 整備後は「モニタリング」という文切りでは思考停止に陥りがち
  - モニタリング(すなわち点検)を含めた管理の全体像を明確にイメージし、点検の手法・判断基準を設定する一手段としての簡便な予測計算の導入の意義
- 情報が十分に揃っていない状況下においても管理行為として判断できる事項はなにか？
  - そのための判断の拠り所とする情報として当初あてにした資料以外に別途活用できる知見を探求し活用する工夫を行うことの重要性
- 改修後に起こりうる変化を予見し、それを点検のスキームに当てはめてみて評価することの習慣化の重要性
  - より一般化して言い換えると、改修から管理への受け渡し、または改修サイドと管理サイドの双方向の情報交換をより緊密にすることも河川管理の重要な一部との認識の醸成と徹底。