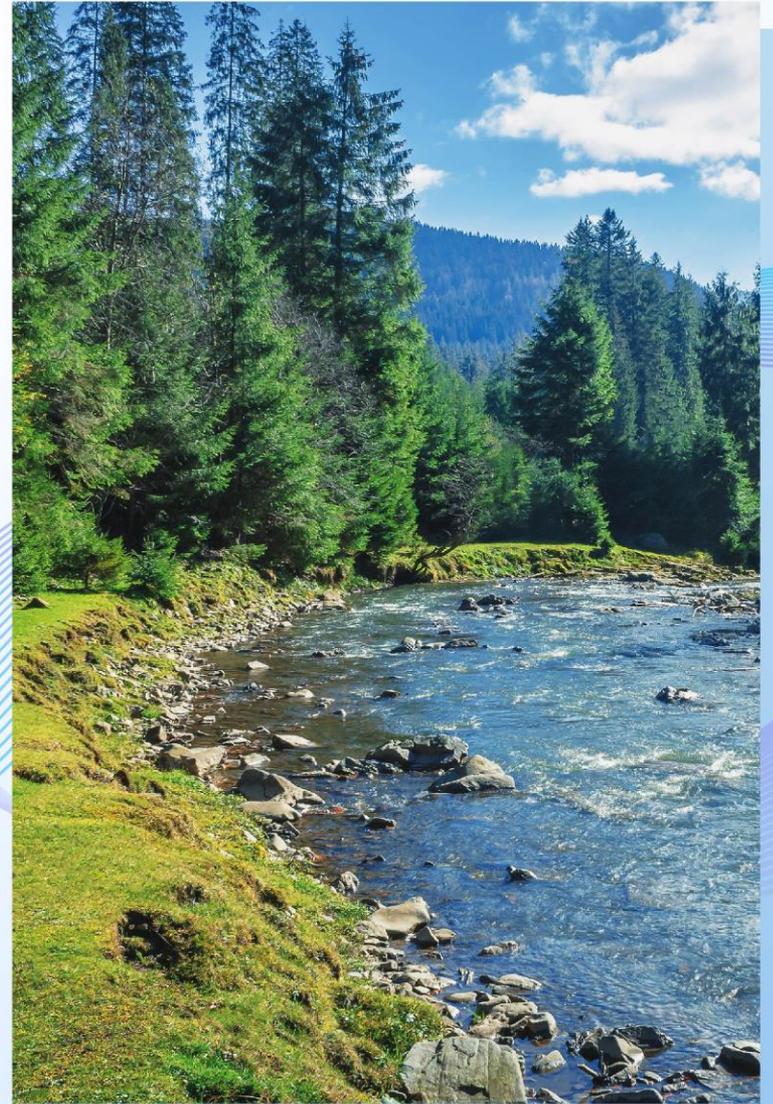




河川・砂防



河川・砂防分野 技術一覧

河川・砂防

河道 1 次元水理解析

- 河道の 1 次元不等流計算
- ダムの背水計算

1 次元河床変動解析

- 河道の 1 次元河床変動計算、ダム堆砂検討
- 砂防の検討(スリットダムの効果検討等)

2 次元流況解析

- 河道湾曲部の 2 次元流況解析
- 分合流区間の 2 次元流況解析
- 非構造格子を用いた構造物周辺の 2 次元流況解析
- 計算結果を用いた橋脚周辺の洗掘深(範囲)の算定

2 次元河床変動解析

- 混合砂多層モデルによる河道の平面 2 次元河床変動解析
- ダム堆砂検討(ダム湖内浚渫考慮)

3 次元流況解析

- 河道、貯水池の 3 次元流況解析
- ダム選択取水・流況解析(フル 3 次元)
- ポンプ施設の水理解析(フル 3 次元)

3 次元河床変動解析

- 橋脚周辺の 3 次元河床変動解析
- 水制工周辺の 3 次元河床変動解析

土石流解析

- 砂防施設の効果検討(1 次元解析)
- 土石流堆積工の効果検討(1 次元・2 次元解析の結合)
- 平面 2 次元氾濫解析(非構造格子)

土砂流出解析

- 流域の水流出、土砂生産、土砂流出の解析

土砂氾濫解析

- 土砂・洪水氾濫対策検討

ダム津波解析

- 岩屑なだれ・山体崩壊・地すべり等が原因によるダム津波(段波)解析

更新：2022.7

1次元不等流計算（河道区間）

適用分野および特徴

- 流速、水位、限界掃流力等の検討が可能
- 河床材料より移動限界粒径の検討が可能

その他

(解析に必要なデータ)

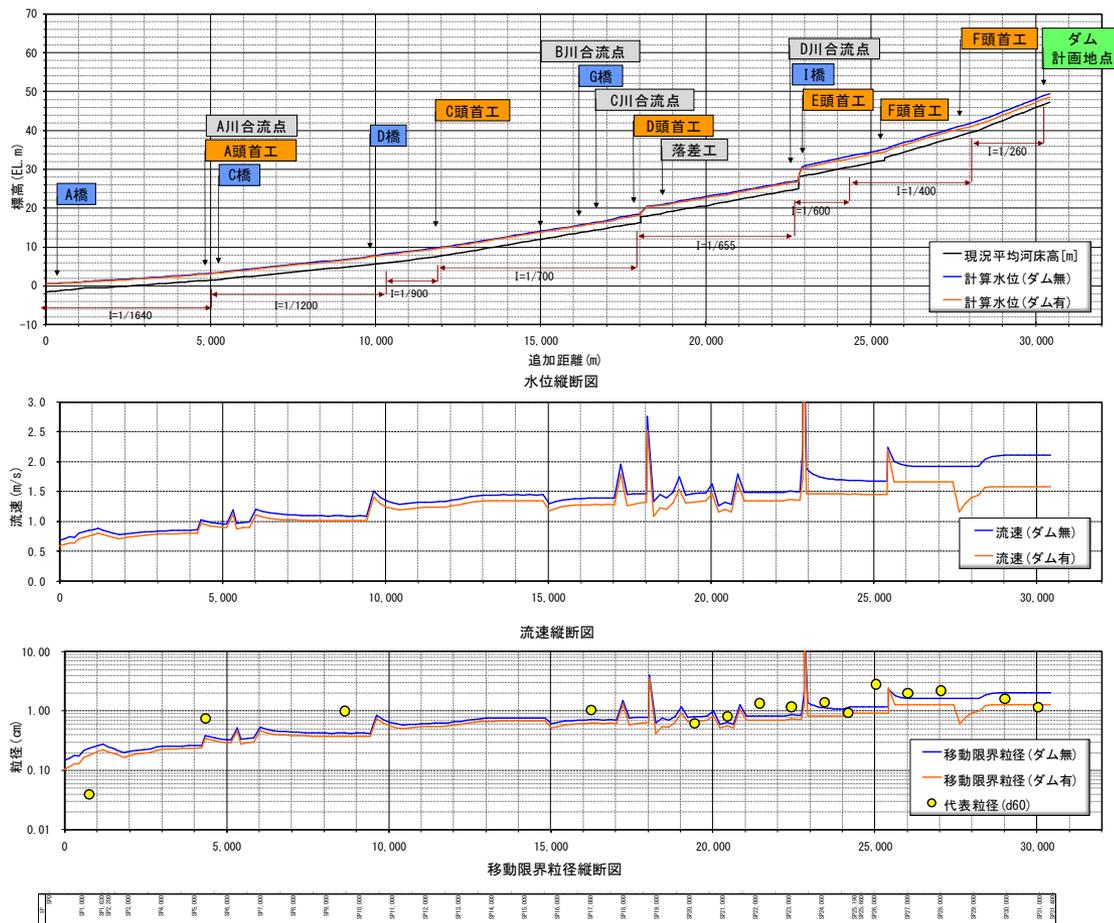
- 地形についてのデータ(平面、縦断、横断)
- 流量・水位についてのデータ(計画流量、実績流量、実績水位)

(関連項目)

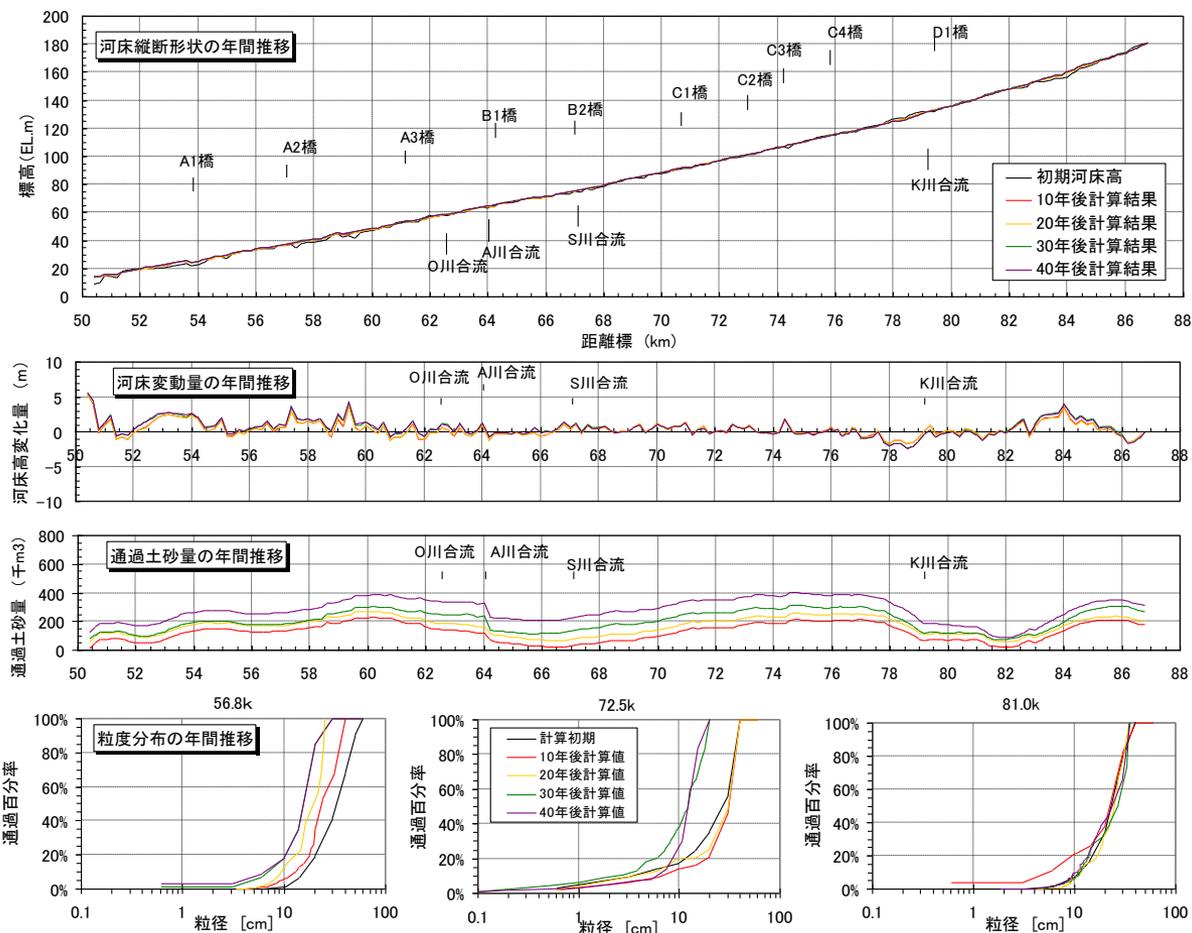
- ダムの背水計算
- ため池豪雨耐性(※)

備考

※ 農林水産省 農村振興局
「土地改良事業設計指針「ため池整備」(案)」
平成27年2月



1次元河床変動計算（河道区間）



適用分野および特徴

- 河床高・堆積量・通過土砂量等の出力
- 横断構造物・急勾配部の検討も可能
- 河床材料の交換による粒度分布変化検討
- 非平衡流砂量式により浮遊砂も考慮
- 国総研資料(2015、2018)に対応する河床変動、土砂氾濫解析(※)

その他

(解析に必要なデータ)

- 地形についてのデータ(平面、縦断、横断)
- 流量・水位についてのデータ(計画流量、実績流量、実績水位)
- 河床材料、山腹材料についてのデータ(粒度分布)

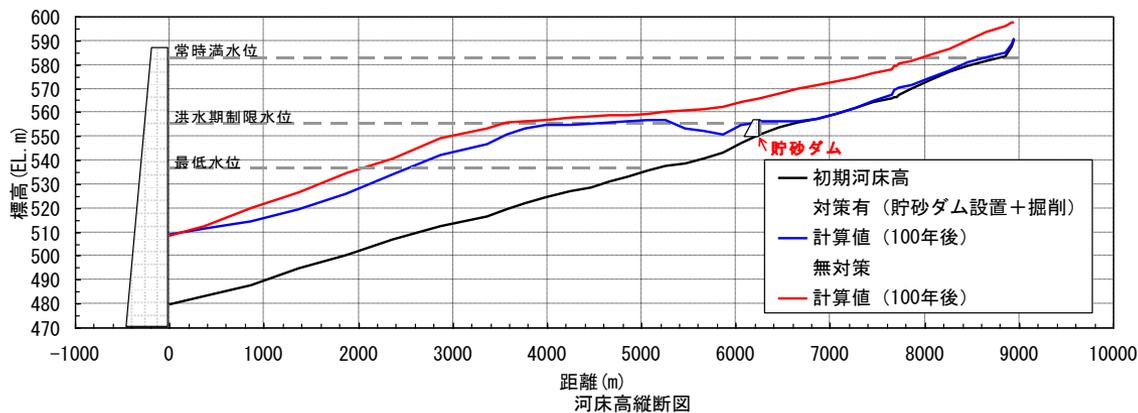
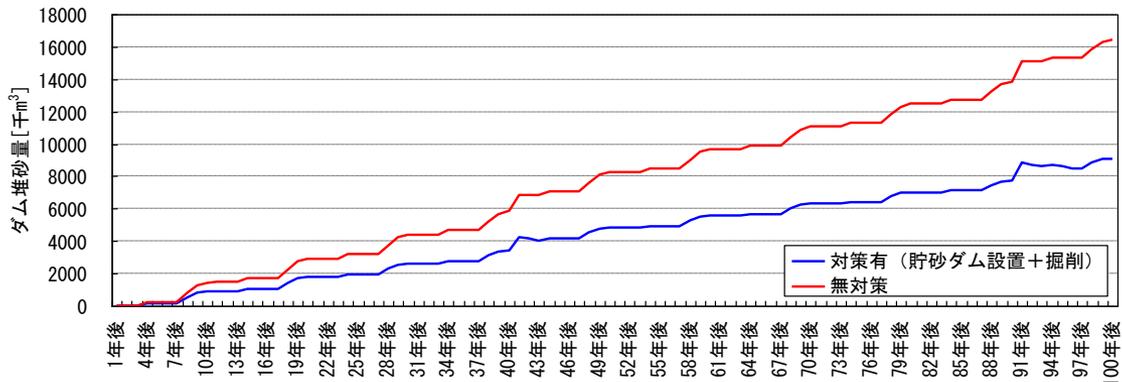
(関連項目)

- ダムの堆砂予測と堆砂対策の検討
- スリットダム・穴あきダムの効果検討
- 床固工群の効果検討
- 置土流下の検討
- 一流域の土砂動態の検討

備考

※ 国総研資料 第874号、第1048号

1次元河床変動計算（ダム堆砂検討）



堆砂対策（貯砂ダム＋掘削処理）の有無による予測解析結果の比較

- 貯砂ダムを設置し、年度末毎に貯砂ダム天端以上の土砂を掘削。
- 捕捉土砂の掘削処理により、河床高の上昇が低減。

適用分野および特徴

- ダム湖内の流況、堆砂、濁度変化を計算可能
- 流入・放流土砂量の検討が可能
- 河床材料の粒度変化の検討が可能
- 浚渫、フラッシング、スルーシング、貯砂ダム、排砂バイパス、置き土、湖内移送、埋立等の種々の堆砂処理を考慮可能

その他

- 掃流砂、浮遊砂、ウォッシュロードの3つの移動形態を考慮可能。
- 交換層、遷移層、堆積層の概念を導入した多層モデルにより、河床材料の鉛直変化を計算。
- 貯水容量の変化についても計算結果より算出可能。

(関連項目)

- ダム堆積土砂管理（※）

備考

※ 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課「ダム貯水池土砂管理の手引き（案）」平成30年3月

1次元河床変動計算（スリットダム、穴あきダム等の効果検討）

適用分野および特徴

- スリットダム、穴あきダム、床固工群等が存在する区間での河床変動計算
- スリットダム、穴あきダム等の土砂調節効果(ダム上流区間での土砂捕捉効果)の検討
- 床固工群の洗掘防止効果の検討

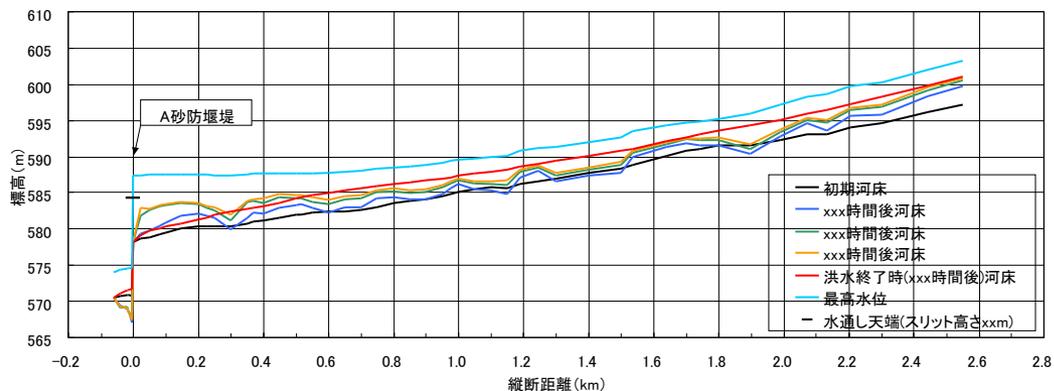
その他

(主な結果図)

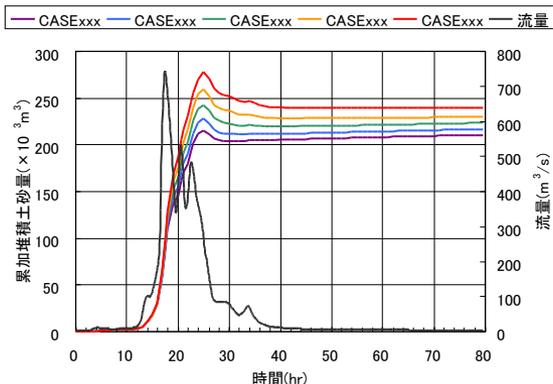
- 河床縦断形状の変化(左図)
- 調節量(左図)
- 代表地点の通過土砂量時間変化
- 土砂収支図

備考

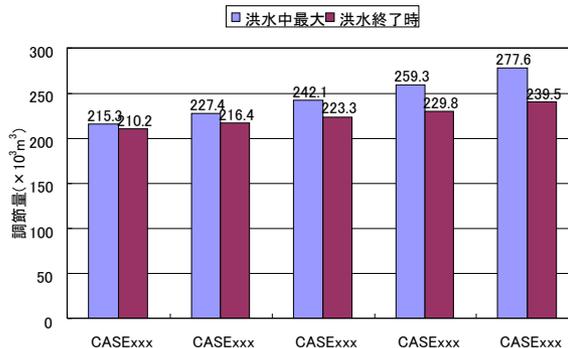
スリットダム効果検討の解析例



河床縦断形状の変化



調節量(時間変化)の比較

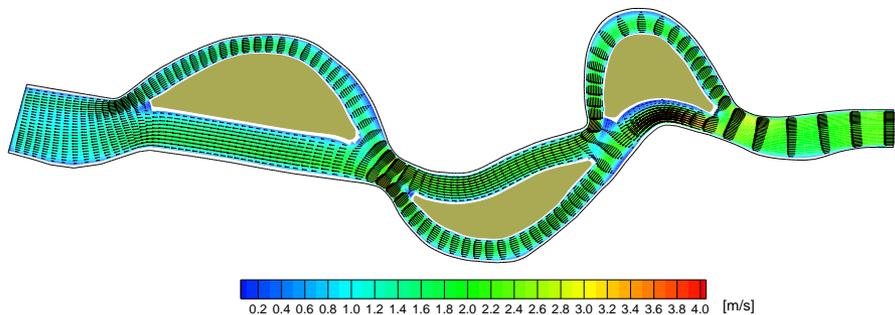


調節量(最大・洪水終了時)の比較

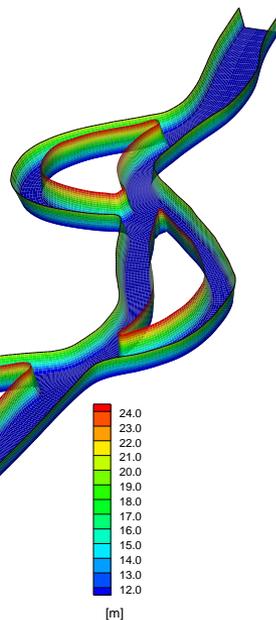
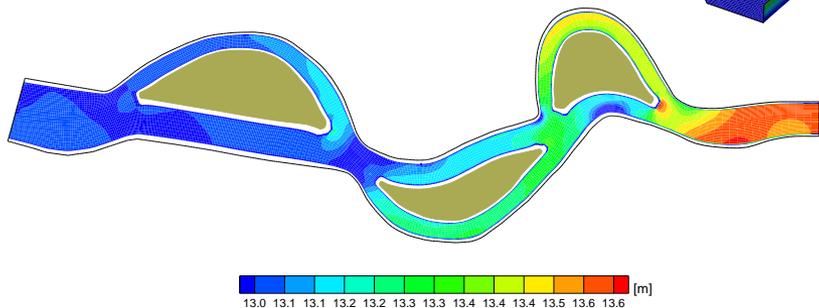
2次元流況解析

【解析例】

流速ベクトル・流速コンター図



水位コンター図



その他結果図
• 摩擦速度コンター図
• 縦断、横断結果図

➤ 適用分野および特徴

- 平面2次元流れ解析
- 横断形状を考慮した計算メッシュ作成
- 定常、非定常場の解析
- 橋脚・植生の抵抗を考慮可能
- 支川流入

➤ その他

平面2次元流れ解析モデルを用いたシミュレーションによって、平面的な水理情報（流速、水位、水深、摩擦速度等）を得ることが可能である。

計算結果を用いた多自然川づくりに関連する4項目（護岸設置の要否、移動限界粒径、陸生植物の破壊・生育の有無、魚種生息場）の評価も可能である（※）。

➤ 備考

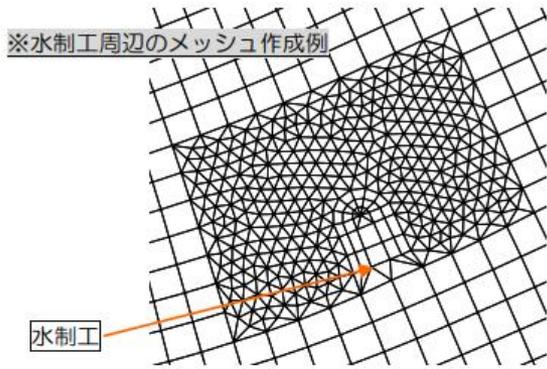
（解析に必要なデータ）

- 平面図
- 横断測量データ
- 計算流量
- 粗度係数等
- 下流端水位

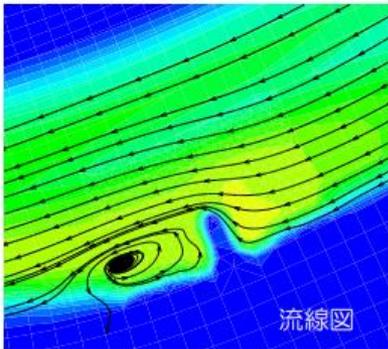
※ iRIC・多自然川づくり支援ツール：RiTER Xsec、EvaTRiP

2次元流況解析（非構造格子を用いた解析、構造物周辺）

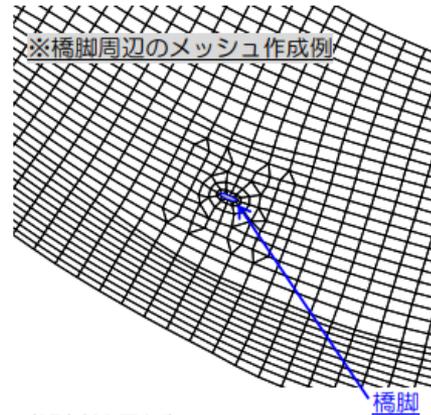
【水制工周辺の解析例】



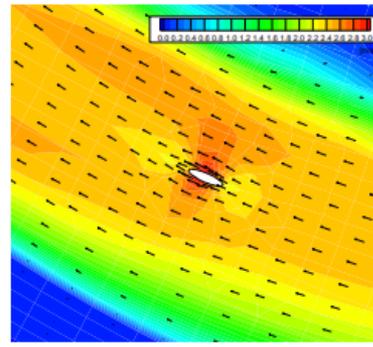
（解析結果例）



【橋脚周辺の解析例】



（解析結果例）



➤ 適用分野および特徴

- 非構造格子を用いた平面2次元流れ解析
- 橋脚、水制等の構造物形状や複雑な河道形状を考慮した計算メッシュ作成
- 定常、非定常場の解析
- 支川流入
- 非構造格子を用いた平面2次元流れ解析

➤ その他

平面2次元流れ解析モデルを用いたシミュレーションによって、平面的な水理情報（流速、水位、水深、摩擦速度等）を得ることが可能である。

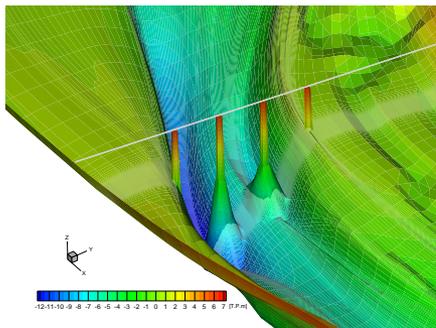
➤ 備考

（解析に必要なデータ）

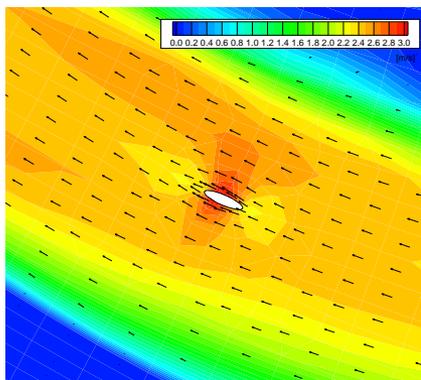
- 平面図
- 横断測量データ
- 橋脚、横断構造物等の図面
- 計算流量
- 粗度係数等
- 下流端水位

2次元流況解析

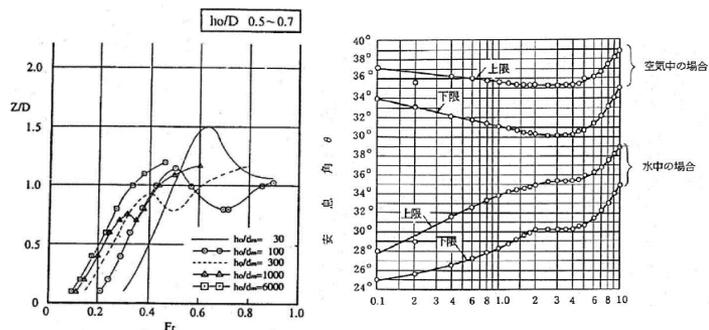
— 計算結果を用いた橋脚周辺の洗掘深（範囲）の算定 —



橋脚周辺地形



橋脚周辺の流速



Fr~Z/D と h_o/d_m の関係
($h_o/D=0.5\sim 0.7$)

図-1
洗掘深推定図

図-2
安息角 θ と平均粒径の関係

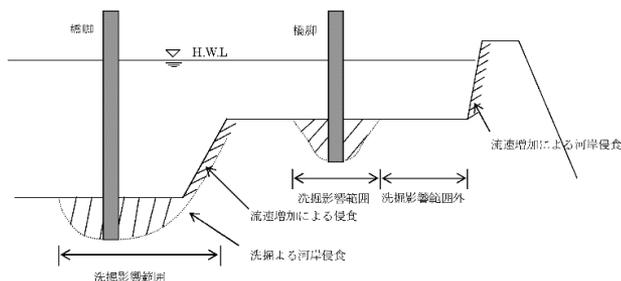


図-3 橋脚周辺の洗掘現象イメージ図

適用分野および特徴

- 構造格子、非構造格子を用いた平面2次元流れ解析
- 橋脚や横断構造物形状を考慮した計算メッシュ作成
- 定常、非定常場の解析、支川流入
- 「河川を横過する橋梁に関する計画の手引き（案）」に基づいて洗掘深、洗掘範囲を推定

その他

平面2次元流れ解析モデルを用いたシミュレーションによって得られた平面的な水理情報（流速、水深等）を用いて、洗掘深、洗掘範囲を推定する。

（洗掘深）

既往の約300に及ぶ事例を基に作成された洗掘深推定図（図-1）を用いて、水深 h_o 、橋脚幅 D 、河床材料平均粒径 d_m 、フルード数 Fr により評価する。

（洗掘範囲）

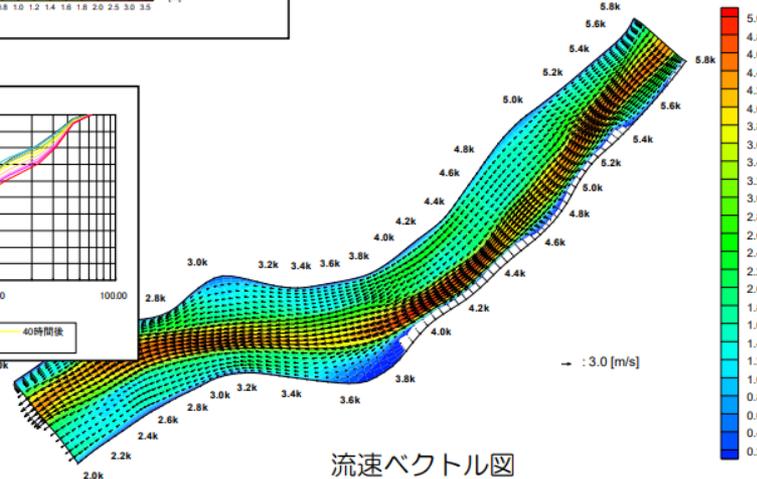
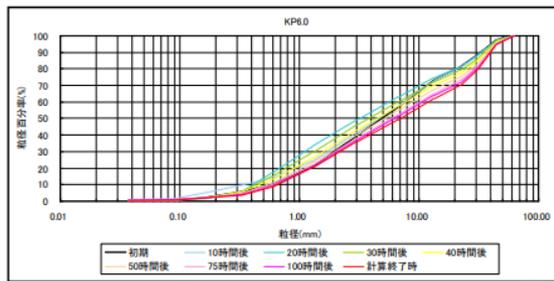
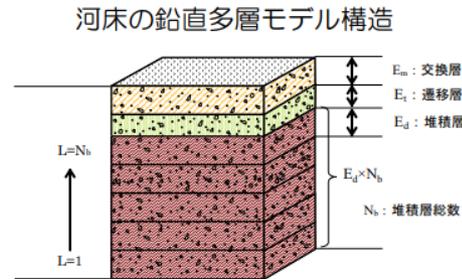
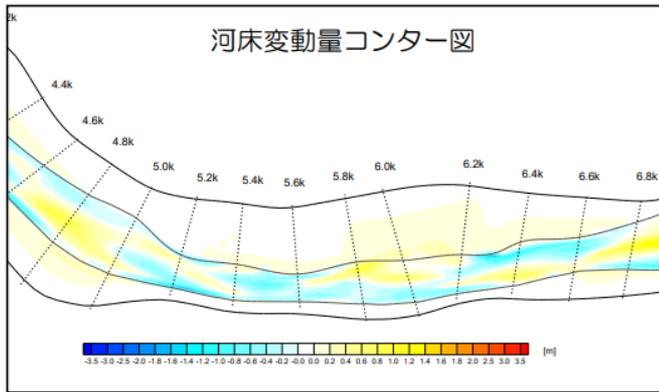
図-2より平均粒径から安息角を読み取り、式から洗掘範囲を算定する。

備考

（財）国土技術研究センター

「河川を横過する橋梁に関する計画の手引き（案）」平成21年7月

2次元河床変動解析（河道区間）



適用分野および特徴

- 直交曲線座標系を用いた河床変動モデル
- 掃流砂、浮遊砂、ウォッシュロードの3つの土砂移動形態を考慮可能
- 混合砂礫モデル（※一様砂礫計算も可能）
- 交換層、遷移層、堆積層の概念を導入した多層モデル（粒度分布の鉛直方向変化を数値解析的に求めることが可能）

その他

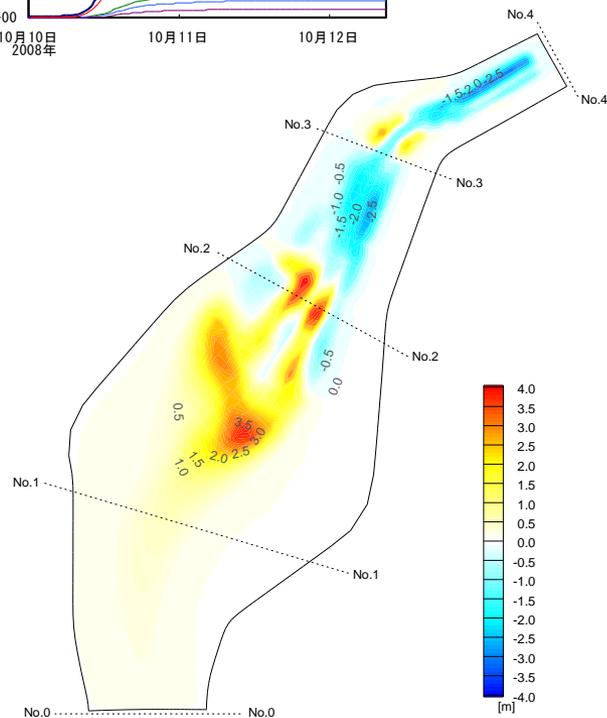
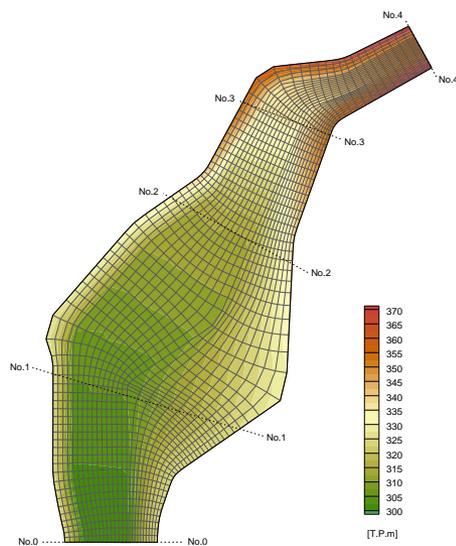
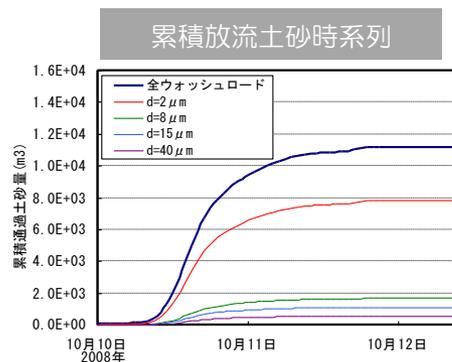
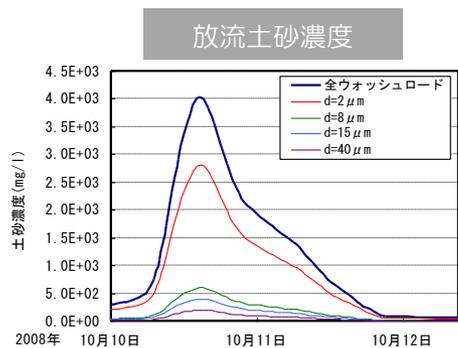
平面2次元河床変動モデルを用いたシミュレーションによって、平面的な土砂水理情報を得ることが可能である。

具体的には、洪水時の局所的な洗掘および堆積箇所の特定や、瀬や淵の粒度分布等を評価することができる。

これにより、治水（護岸の根入れ、堤防の高さ）、河川利用（取水施設等の河川工作物）、および環境（生物の生息環境の変化）の影響評価等へ結果を利用することができる。

備考

2次元河床変動解析（ダム堆砂検討）



適用分野および特徴

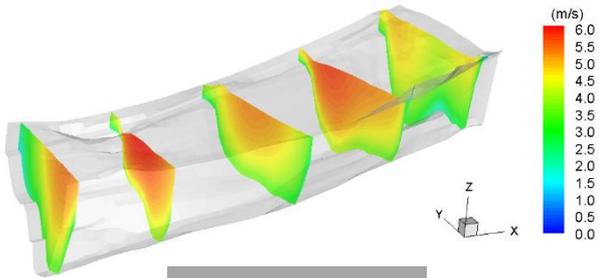
- ダム湖内の流況、堆砂、濁度変化を計算可能
- 流入・放流土砂量の検討が可能
- 河床材料の粒度変化の検討が可能
- ダム湖内の浚渫、埋め立て等を考慮可能

その他

- 座標系：直交曲線座標系。
- 掃流砂、浮遊砂、ウォッシュロードの3つの土砂移動形態を考慮可能。
- 交換層、遷移層、堆積層の概念を導入した多層モデルにより、河床材料の鉛直変化を計算。

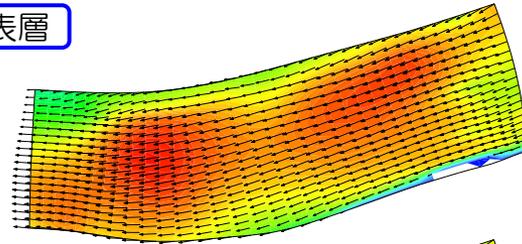
3次元流況解析（河川の流況）

流速分布

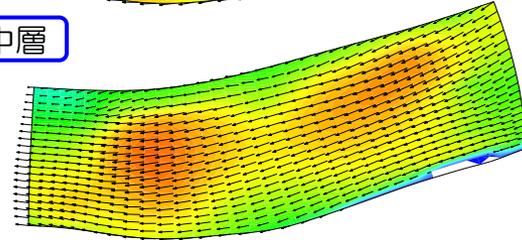


3次元鳥瞰図

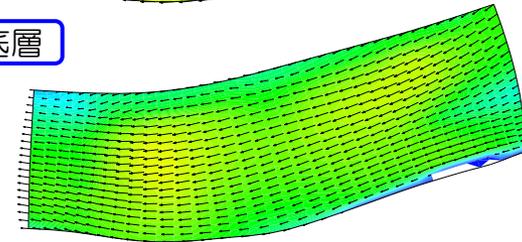
表層



中層



底層



平面図

横断面図

適用分野および特徴

- 水平面：デカルト座標または直交曲線座標
- 鉛直面：デカルト座標または σ 座標
- 静水圧モデル、非静水圧モデル
- 橋脚、堰、水制、植生等を考慮可能

その他

(主な結果図)

- 表層、中層、底層の流速分布
- 横断面・縦断面における水平流速の分布
- 横断面・縦断面における鉛直流速の分布

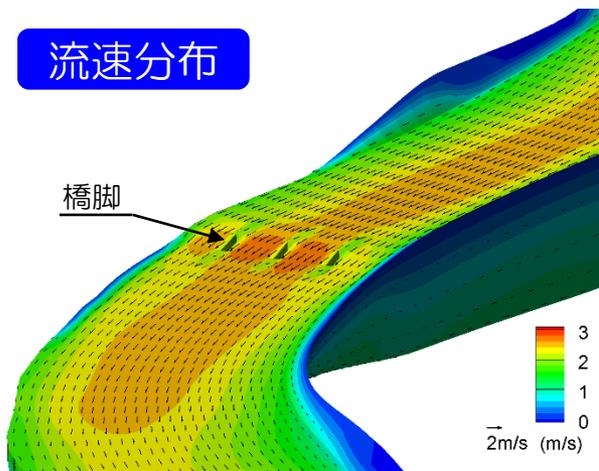
備考

(解析に必要なデータ)

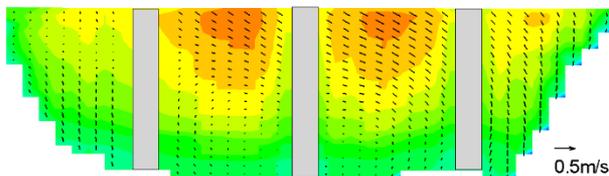
- 平面図
 - 横断測量データ
 - 計算流量
 - 粗度係数
 - 下流端水位
- 等

3次元流況解析（橋脚を考慮した河川の流況）

流速分布

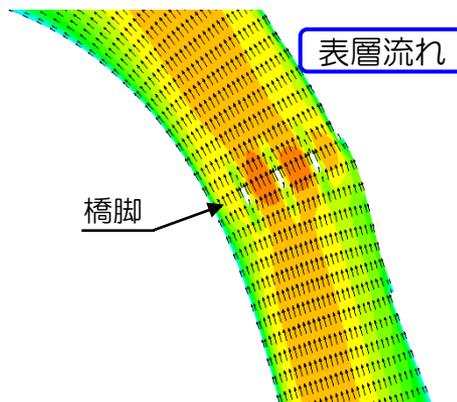


3次元鳥瞰図

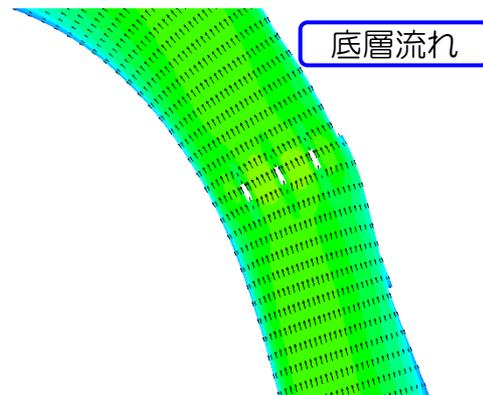


横断面図（橋脚断面）

表層流れ



底層流れ



平面図

適用分野および特徴

- 水平面：デカルト座標または直交曲線座標
- 鉛直面：デカルト座標または σ 座標
- 静水圧モデル、非静水圧モデル
- 橋脚、堰、水制、植生等を考慮可能

その他

（主な結果図）

- 表層、底層の流速分布。
- 鉛直断面内の水平流速の分布
- 鉛直断面内の鉛直流速の分布

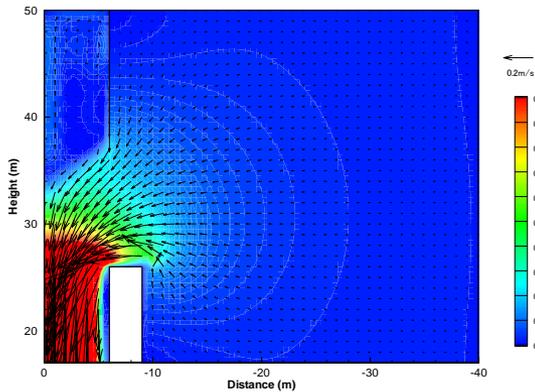
備考

（解析に必要なデータ）

- 平面図
 - 計算流量
 - 下流端水位
 - 横断測量データ
 - 粗度係数
- 等

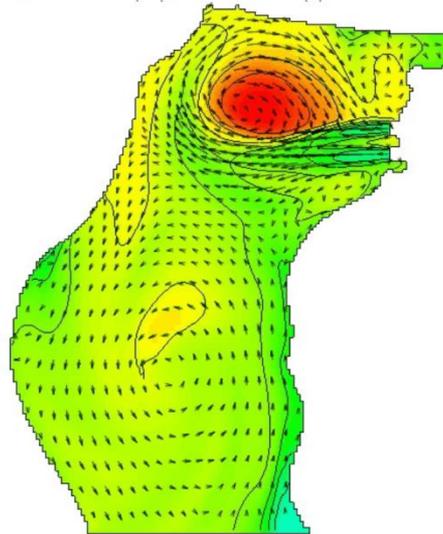
ダム選択取水・流況解析 【フル3次元】

取水塔周辺の流れ



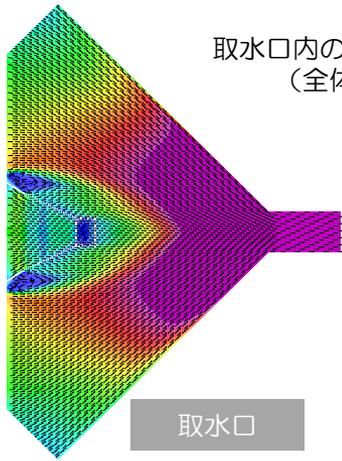
取水塔周辺流速コンター図

貯水池内の流れ



貯水池内の流況および濁度分布
3次元計算結果※

取水口内の3次元計算結果
(全体平面図)



取水口



➤ 適用分野および特徴

- フル3次元解析
- 河川・ダム・貯水池における取水口やポンプ施設周辺の流況解析
- 水平・鉛直方向の密度変化を考慮
- 水面の取り扱いにVOF法を採用
- 円筒座標系も対応
- 取水口内の3次元流況解析（透過性施設設置）

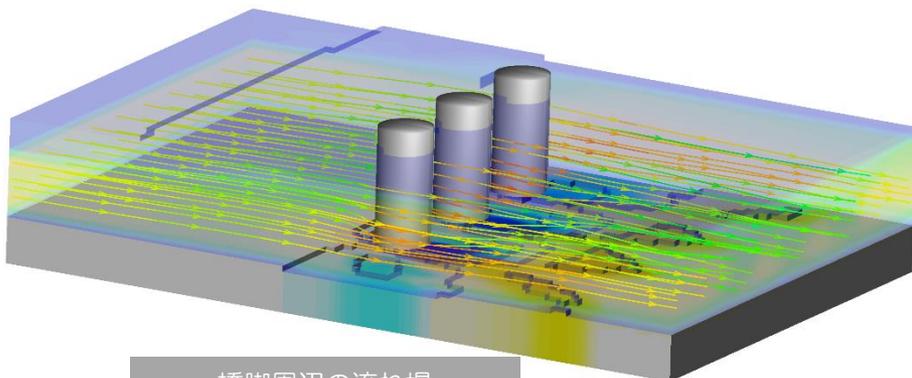
➤ その他

鉛直方向流速は、動水圧近似および鉛直方向運動方程式により直接解析。

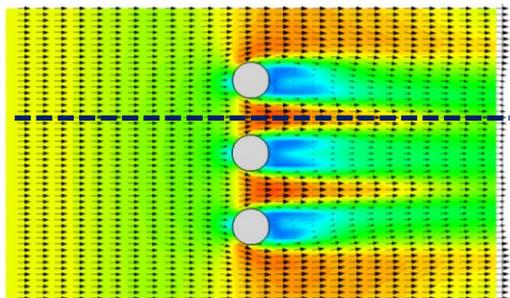
➤ 備考

※資料提供
京都大学 防災研究所 米山 望 准教授
<http://taisui5.dpri.kyoto-u.ac.jp/yoneyama/>

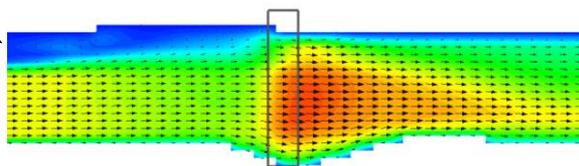
3次元河床変動解析（橋脚周辺）



橋脚周辺の流れ場



平面図(中層流れ)



縦断面図

➤ 適用分野および特徴

- 水平面：デカルト座標
- 鉛直面：デカルト座標
- 非静水圧モデル
- 橋脚、堰、水制周辺の河床変動解析

➤ その他

(主な結果図)

- 表層、底層の流速分布
- 鉛直断面内の水平流速の分布
- 鉛直断面内の鉛直流速の分布
- 河床変動、粒度分布の平面分布

➤ 備考

(解析に必要なデータ)

- 平面図
- 計算流量
- 下流端水位
- 横断測量データ
- 粗度係数
- 河床材料の粒度分布等

土石流解析（1次元解析、砂防施設の効果検討）

図-1から図-4は、幅50m、勾配1/5の水路における計算結果です。下流より100mの地点に、15mの高さのダムを設置しています。

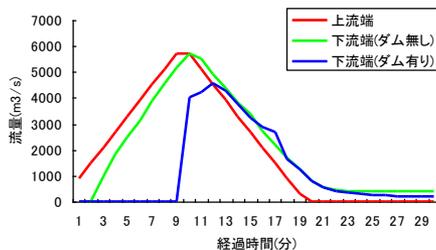


図-1 上・下流端における流量

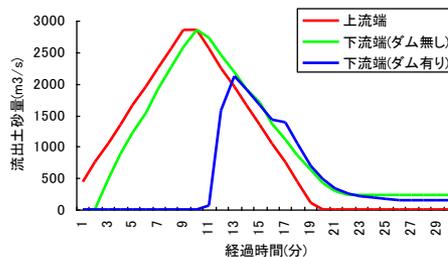


図-2 上・下流端における土砂量

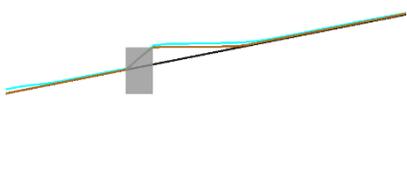


図-3 ピーク時の縦断面図

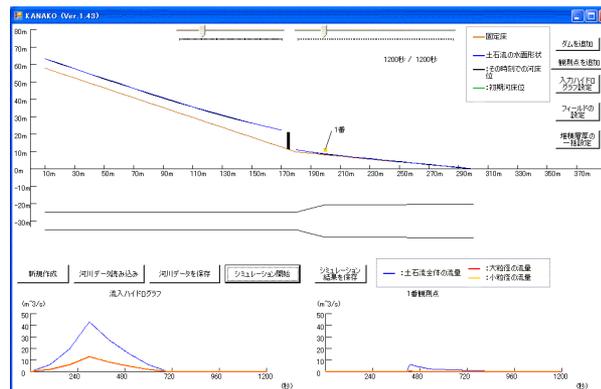


図-4 1次元土石流解析モデルを用いた解析（Kanako）事例

適用分野および特徴

- 土石流-掃流状集合流動-掃流砂一体型
- 砂防施設での堆砂の考慮

その他

- 解析に用いるデータ
 - 地盤高、河道測量データ
 - 粒度分布、粗度、流量データ
- 主な結果出力
 - 任意横断面の流量の時系列変化
 - 任意区間の堆砂量
 - 縦断面図、横断面図

備考

Kanako1D：
京都大学、砂防・地すべり技術センターから公開されている土石流解析モデル

土石流解析（1次元解析、砂防施設の効果検討）

図-1から図-3は、土石流対策検討例における計算結果です。図から土石流堆積工の氾濫範囲を確認できます。

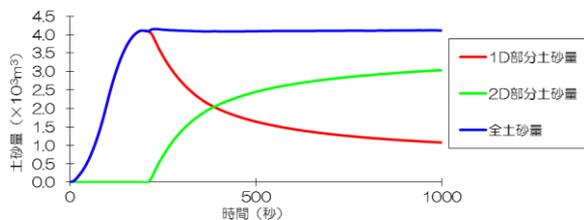


図-1 1次元部分・2次元部分土砂量時系列図

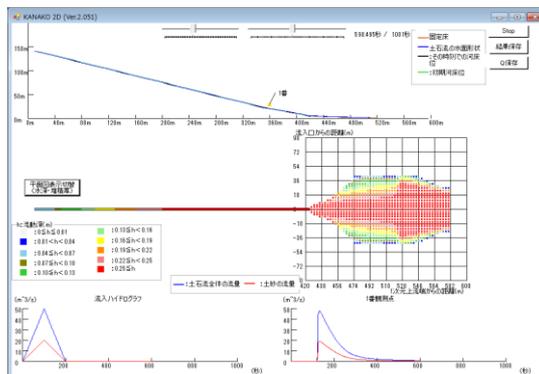


図-3 1次元・2次元の結合モデルを用いた土石流解析事例 (Kanako2D)

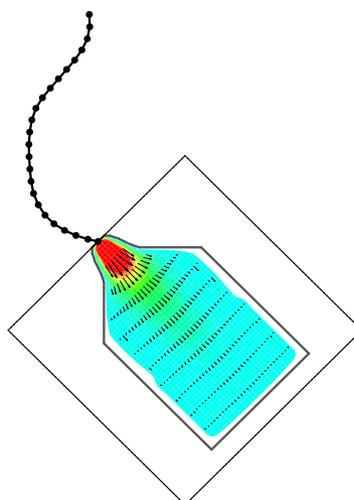
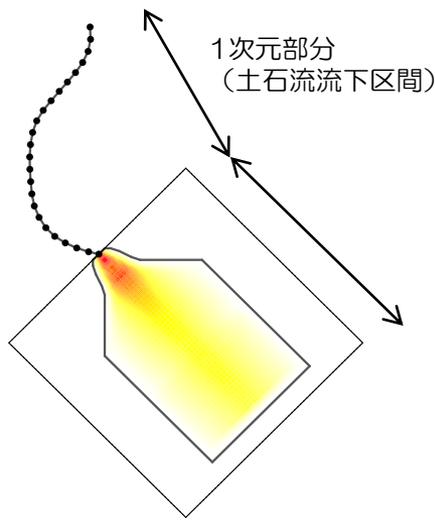


図-2 解析終了時堆積厚・最大流体力&最大流速ベクトル分布図

適用分野および特徴

- 土石流-掃流状集合流動-掃流砂一体型
- 砂防施設での堆砂の考慮
- 1次元解析と2次元解析の結合

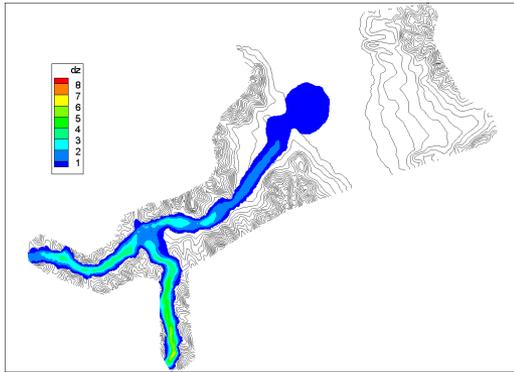
その他

- 解析に用いるデータ
 - 地盤高、河道測量データ
 - 粒度分布、粗度、流量データ
- 主な結果出力
 - 任意横断面の流量の時系列変化
 - 任意区間の堆砂量
 - 縦断面図、横断面図

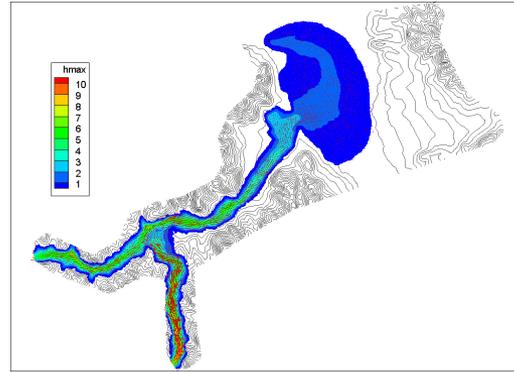
備考

Kanako1D :
京都大学、砂防・地すべり技術センターから公開されている土石流解析モデル

土石流解析（平面2次元汜濫解析／直交および非構造格子）



侵食-堆積深分布図



流動深-速度ベクトル分布図



Google Earthなどを利用した動画作成

適用分野および特徴

- 非構造格子を採用（地形や施設形状の表現が精細）
- 土石流-掃流状集合流動-掃流砂一体型
- 複数流入口の合流計算も可能
- 国総研資料(2015、2018)に対応する河床変動、土砂汜濫解析（※）

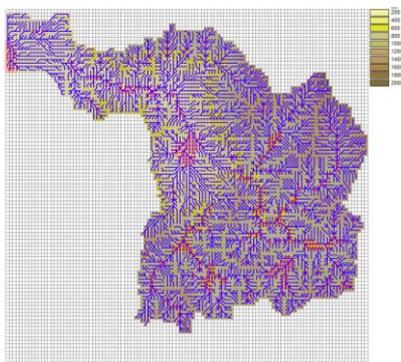
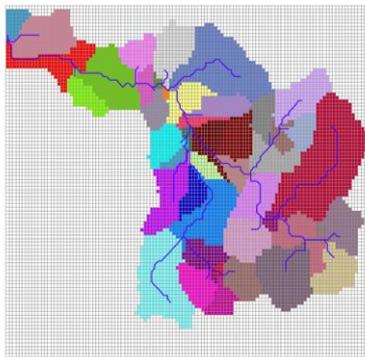
その他

- 解析に用いるデータ
地盤高、粗度、占有率など
粒度分布、流量データ
- 主な結果出力
堆積深、流動深、速度などの分布図
縦断面図、横断面図
- GISを用いて計算結果をオーバーレイすることにより、保全対象への被害検討が可能。
- Google Earthを用いた動画により、保全対象への到達時間を視覚的にプレゼンテーションすることも可能。

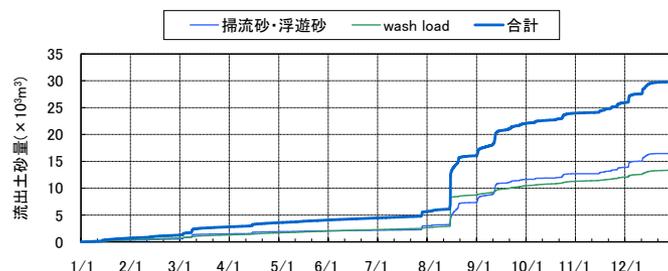
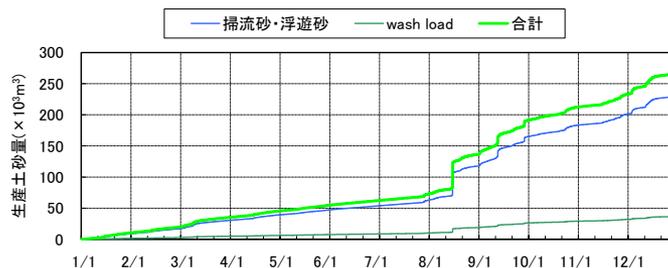
備考

※ 国総研資料 第874号、第1048号

土砂流出解析



分布型流出モデルの流域設定



生産土砂量(上)と流出土砂量(下)

適用分野および特徴

- 流域の水流出、土砂生産、土砂流出の解析
- 水流出：分布型モデル
- 土砂生産：既往検討を参考にモデル化
- 土砂流出：1次元河床変動モデル

その他

- 分布型流出モデルを用いることにより、流域の地形・地質条件を高精度に反映できる。
- 河床変動やダム堆砂の解析に広く実績のある1次元河床変動モデルを用いることにより、砂防堰堤、床固、貯水池等を考慮できる。

備考

- 江頭モデル(※1)、SERMOW(※2)等の既往の土砂流出モデルも適用可

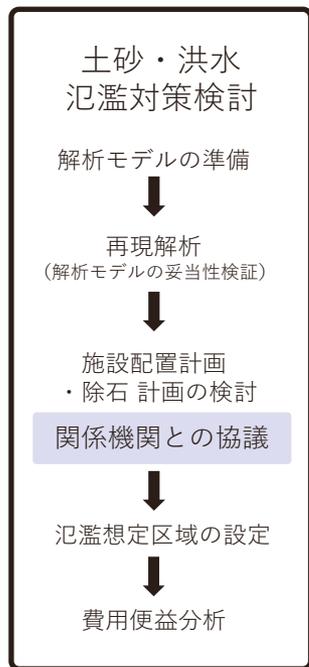
※1

江頭・松木：河道貯留土砂を対象とした流出土砂の予測法，水工学論文集，第44巻，pp.735-740，2000.

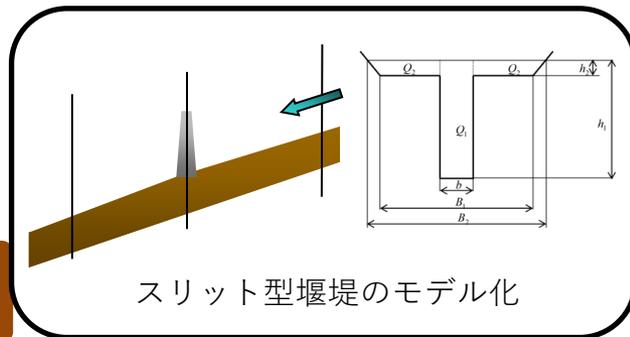
※2

高橋・井上・中川・里深：山岳流域における土砂流出の予測，水工学論文集，第44巻，pp.717-722，2000.

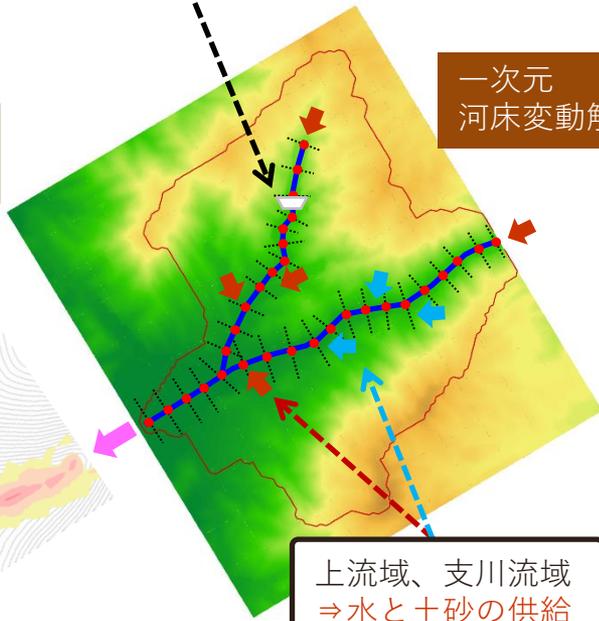
土砂・洪水氾濫対策検討



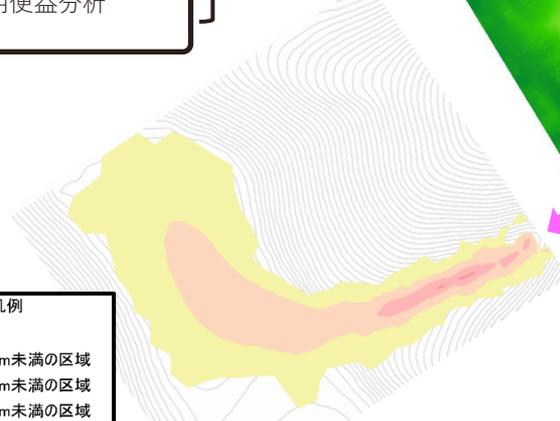
一次元
河床変動解析



一次元
河床変動解析



二次元
土砂・洪水
氾濫解析



二次元
土砂・洪水氾濫解析

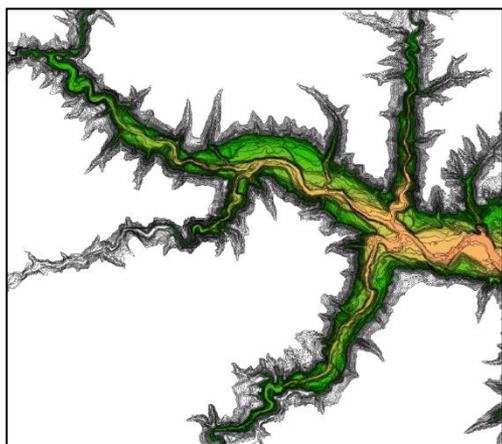
適用分野および特徴

- 国総研資料第874号,1048号の考え方を基本とした河床変動、土砂氾濫解析
- 被災時の痕跡水位や堆積状況等の実績データを基に再現解析を実施可能
- 柔軟な土砂供給設定（平衡給砂、生産土砂量、崩壊土砂量等の反映）が可能
- 下記の各種対策検討を考慮可能
 - ・ 砂防堰堤（透過型・不透過型）の設置
 - ・ スリット型堰堤の設置
 - ・ 遊砂地の設置（施設効果量の反映）
 - ・ 既設堰堤の除石による貯砂機能の回復
- 確率規模別検討の実施、無害流量の推定
- 一次元の河床変動解析結果に基づく二次元の土砂・洪水氾濫解析の実施
- 二次元氾濫解析結果の浸水深、土砂堆積深より、被害額算定、費用便益分析が可能

その他

- (解析に必要なデータ)
- 地形に関するデータ（平面、縦断、横断）
（LP測量成果より弊社で作成可能）
 - 流量・水位についてのデータ
（計画流量、実績流量、実績水位）
 - 計画流出土砂量、生産土砂量のデータ
 - 既設堰堤、計画堰堤等の情報
（諸元、施設効果量等）
 - 河床材料（渓床、山腹、崩壊地等）
についてのデータ(粒度分布)

ダム津波解析

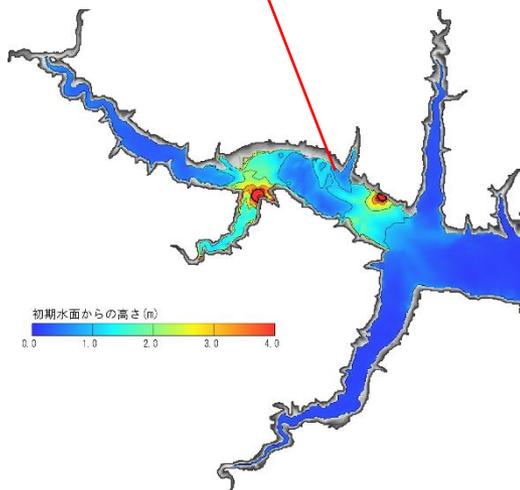
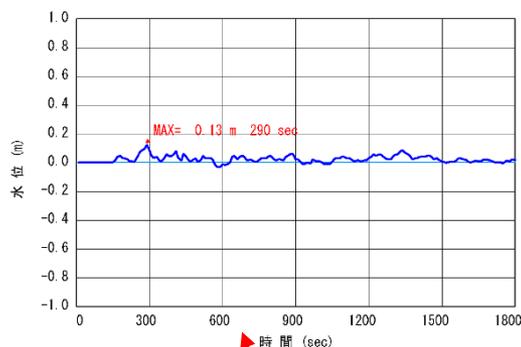


解析地形の平面図

波の伝播状況図



モニター地点水位時間



最大水位平面分布図

適用分野および特徴

- 岩屑(がんせつ)なだれ・山体崩壊・地すべり等が原因によるダム津波(段波)解析
- 鉛直積分した連続式・運動方程式
- 陸上への遡上計算も可能

その他

(主な結果図)

- 最大水位平面分布図
- モニター地点水位時間変化図
- 最大流速分布図

備考

(解析地形作成に必要なデータ)

※以下のいずれかのデータが必要になります。

- 航空機測量データ(レーザプロファイラ等)
- CADデータ(DM等)
- 横断測量データから解析地形データの作成