

数値解析・観測情報の不確実性を考慮した護岸被災の危険度評価に関する研究

- 水害の激化 → 洪水前に治水上の弱点箇所の特定が必須 → 護岸被災の危険度評価方法の構築が急務
- 洗掘による河床低下が護岸被災の主要因と考えられる → 河床変動量を指標に
- 解析条件や既設構造物のデータなどの入力条件の「不確実性」によって生じる出力結果の差を「予測幅」として危険度評価方法を構築・実行する

数値解析

数値解析ソフト:iRIC Nays2DH
解析対象河川:三峰川(1.0km~7.0km)
小鴨川(4.0km~15.0km)

(解析条件の一例)

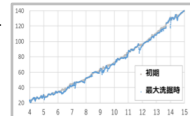
入力地形データ	定期更新位置 (200m等)	河床材料	粒径: 3000
メッシュサイズ	5m × 5m	粗度係数	0.04
採砂の種類	採砂砂のみ	河床材料	均一粒徑
採砂方式	両田・道立式		

数値解析によって

- 深掘箇所が護岸前面に移動し、護岸損傷に至る河床高の時空間変化の再現が可能に
- 河床変動は必ずしも流量ピーク時に深掘が起こるわけではないことから、洪水で全時間中の護岸沿いの最大洗掘深を求めることが有効
- 外力が大きなくても河床低下自体が起きる可能性があることが分かった

護岸沿いの抽出

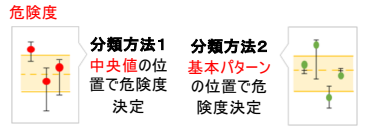
航空写真や測量データを参考にし、ArcGISProを用いて護岸沿いのデータを抽出する



危険度評価方法の検討

基礎高補間方法1
そのまま該当箇所の基礎高データを使用
閾値に上下±1mの幅

基礎高補間方法2
各断面の初期地形の最深河床高の1m下方に基礎があると仮定
閾値に上下±1mの幅



危険度評価方法の試行

評価の妥当性
前後は危険度低だが局所的に高い区間は優先的に調査修繕

まとめ

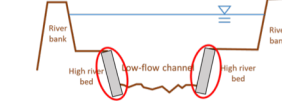
- 護岸被災危険度評価には河床高の時空間変化の把握と洪水を含めた護岸基礎沿いの最大洗掘深を求めることが有効的
- 不確実性を予測幅として扱い危険度評価を行ったところ一定の妥当性がある評価方法を構築できた
- 前後は危険度が低く判定されているが局所的に危険度が高く判定された箇所で、護岸被災が起きやすい傾向があることを示し、優先的に調査すべきと提案した

低水路断面形状に着目した低水護岸被災リスク評価に関する研究

- 日本では、国土の50%・資産の75%が河川の洪水氾濫区域に集中
- 気候変動による台風や豪雨の強度・頻度の増加

低水護岸の被災が毎年のように発生し、洪水被害発生リスクが高くなっている。
私たちの社会を守るために、効率的な低水護岸の被災リスク評価方法が必要

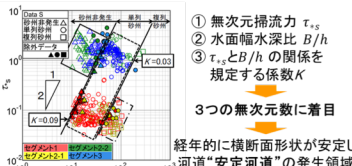
本研究のアプローチ



- 評価対象: 低水護岸 (左図赤丸箇所)
- 低水路の断面形状からリスク評価 (護岸の構造力学の観点からではなく)

【既往研究】

①秋山ら(2018)『河道の安定性と河床変動解析に基づく整備計画河道横断形の設定法』

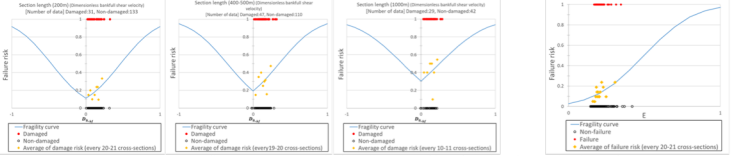


②Chuan Li et al. (2015) "Variable Shields number model for river bankfull geometry: bankfull shear velocity is viscosity-dependent but grain size-independent"

自然河道から得られた230のデータからバンクフル状態における諸量の関係性を研究
これらの関係性は河床材料の大きさに依存しない
グラフ中の実線の値は、経年的な土砂移動によって形成された横断面形状における値を示している

結果

既往研究から得られた安定河道のとおり得る値と、対象河川における値の差に着目しフラジリティカーブを作成した。



- 区間長平均の無次元指標を用いることで、全データ数に対する被災データ数の割合を増やすことができた。
- 出力される被災確率の偏りを軽減することができた。河川整備が必要な区間は長くなるため、今後の検討が必要。
- 統合リスク評価指標を用いたフラジリティカーブでは、統合前のフラジリティカーブとの大きな違いは見られなかった。
- 他のリスク評価指標の組み合わせの検討が必要。

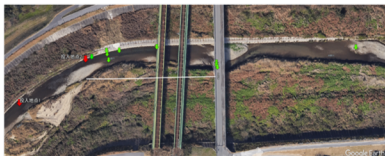
数値解析で生成したデータベースによる河川流下物質の発生源推定手法に関する基礎的研究

研究背景

工業化に伴う水質汚染や、治水・利水のために建設されたダムが下流の河川に与える影響は大きく、河川環境の保全は注目を集めている。中でも環境DNAによる希少種の発見、汚染源の発見など、河川流下物質の発生源を推定することが必要である

研究手法

実河川での物質の流下をコンピュータでシミュレーション
現地実際に物質を投入しその流下を計測
実験結果をシミュレーションと照会することで発生源を推定



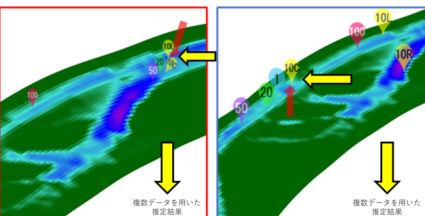
$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial uh}{\partial t} + \frac{\partial(u^2h)}{\partial x} + \frac{\partial(uvh)}{\partial y} = -gh \frac{\partial z_b}{\partial x} - gh \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} + \left(\frac{\partial(-u^2h)}{\partial x} + \frac{\partial(-uv^2h)}{\partial y} \right)$$

$$h \left(\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} \right) = h D_h \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) - K$$

研究結果

流心に設置した計測点から発生源推定を行うと、多くのケースで比較的精度の高い(誤差10m以内)の発生源推定を行うことができた。しかし計測点と発生源の距離が大きくなるほど推定誤差も増大していくことが確認された。その結果を利用して推定誤差とログから予測した発生源までの位置を関数で表し、その誤差を表す関数を予測誤差とログからの距離のプロットに対してフィッティングし、発生源推定を行うことで、発生源推定の精度が大幅に向上した。



粗度表面の圧力変動と乱流に関する研究

- 土砂移動量の算定: 治水上重要
- 密接な関係を持つ河床近傍の乱流・底面せん断応力: 実測が困難
- 圧力変動の計測: 比較の実測が容易 → 間接的な評価
- 実験水路を対象とした、数値解析 & 室内実験
- 圧力変動・乱流についての関係把握

数値解析 & 室内実験

対象とする実験水路

粒径150mmを超えるような大礫+圧力変動計測を行う礫センサを設置 → 通水しながら粒径12mm前後の掃流砂+2mmの浮遊砂を充填 → より現地に近い、複雑な河床状況を開水路で再現

圧力変動の計測

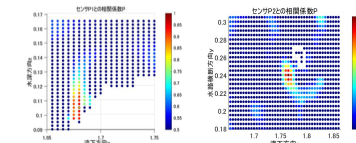
P1: 礫の前方 P2: 礫の頂上 P3: 礫の後方の3か所の圧力センサを持つ礫センサで計測

流速の計測

圧力センサ近傍の流れをハイスピードカメラで撮影 → PIV解析によって流速を算定

(1) 圧力変動の空間スケール

各センサと、その周辺の圧力変動との相関係数 → 圧力変動の空間スケールの把握



(3) 粗度の前方

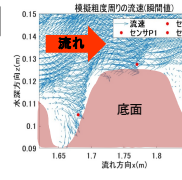
礫の前方を向いたセンサの圧力変動が高い時、低い時と比べて渦の強度が発達

(4) 粗度の背面

礫の後方を向いたセンサの圧力変動が高い時、センサ後方の窪みの中へめぐりこむ流れが発達し、圧力変動が低い時には窪みの中の流れは停滞していた

(2) センサ周りの流れ

礫の前方では渦が発生
礫の後方: 少し離れた所に礫があり礫前方と同じように窪みがあるが後方では渦は発生無し
→ 礫間の距離によって渦発生の有無が決まる



まとめ

- 礫周辺の圧力変動: 流れに対する圧力センサの配置(礫の前面や背面など)に関わらず2~4cmの空間スケールを持つ
- 数値解析・実験の両方で礫間の窪みにおける渦の発生有無: 礫間の距離に依存する
- 礫前面: 圧力が高い時に渦が発達することが分かった