

研究概要・成果の要旨

研究テーマ：土砂・流木貯留施設の計画立案を支える洪水氾濫・土砂・流木一体解析モデルの構築

研究代表者：氏名（所属） 長田 健吾（国立高専機構阿南高専）

【研究概要】（200文字程度。この部分の記述は、中間評価・事後評価を公表する際に、評価コメントと併せてホームページで公開します）〔1行40文字です。5行程度を目安に記載してください。〕

山地河道で生じる土砂・流木複合災害を再現可能であり土砂・流木対策工の計画立案を支える洪水氾濫・土砂・流木一体解析モデルを構築する。土砂・流木の氾濫・堆積に関する2つの基礎実験を実施し、解析モデルの再現精度を明らかにする。また、乙石川遊砂地について検討された模型実験および赤谷川流木災害への適用を行い、解析モデルが実用面でどの程度の能力を有するか明らかにする。さらに、トラブルスポットの抽出に対して第一段階の危険度判定に役立つ資料として、流木堆積割合分布を提案する。

【研究成果の要旨】

FS 研究

洪水氾濫・土砂・流木を一体的に扱う基本解析モデルを構築した。直線的な河道と氾濫原を有する小規模実験水路を用いた基礎実験を行い、解析モデルの適用と検証を行った。流れの解析として平面2次元-3次元ハイブリッド型洪水流解析モデル（一般座標系）を用いた解析法と、本ハイブリッドモデルと氾濫解析（非構造格子）を組み合わせた解析法の2種を実験データに適用した。各解析モデルは、実験で観測された流木・土砂の基本的な現象を概ね説明できることを示した。

一般研究

1. 上述の解析モデルの適用範囲の拡大のため、蛇行部と支川を有する急勾配水路での基礎実験を行い、解析モデルの検証を行った。解析モデルは、支川合流・氾濫を含む流れや橋梁への流木堆積過程の再現について、実験とは若干異なる点もあったが、複雑な現象を説明する機能を有することが明らかとなった。
2. 土砂・流木貯留施設の施設計画・設計を支える解析モデルとしての性能を確認するために、乙石川遊砂地の模型実験データを用いた検証を実施した。流砂モデルとして、実河川に適用できるように、混合粒径および浮遊砂のモデルを取り入れた。乙石川遊砂地は、横断構造物とその下流の流木捕捉工により流木と土砂を捕捉する対策工である。解析モデルは、実験で見られた流木・土砂の流下・堆積現象と捕捉割合・流出割合について実験値を再現できることを明らかにした。
3. 2017年九州北部豪雨で甚大な被害が生じた赤谷川流木災害のデータに解析モデルを適用し、実災害に対してどの程度の説明能力を有するかについて検証を行った。解析モデルにより、流木群が洪水流に乗って流下する過程、橋梁や建物に衝突し堆積する過程は説明できたが、実際の堆積分布とは異なる結果となった。この要因として、流木の流下過程での分散を再現できていないことが考えられ、実災害を再現する解析モデルとして今後の精度向上に向けての課題を明らかにした。
4. トラブルスポットの抽出に対して第一段階の危険度判定に役立つ資料として、流木堆積割合分布を提案した（図-2）。これまでの流木実験データを用いて径間長 B / 流木長 L とフルード数 F / 流木濃度 C の関係から導いた分布で、危険な橋梁の判断に活用できると考えられる。

河川砂防技術研究開発 【成果概要】

①研究代表者	氏名 （ふりがな）	所属	役職	
	長田 健吾（おさだ けんご）	国立高専機構阿南高専	准教授	
②研究テーマ	名称	FS型（該当を残して、他を削除してください） 【テーマ名】土砂・流木貯留施設の計画立案を支える洪水氾濫・土砂・流木一体解析モデルの構築		
③研究経費 （単位：万円）	令和4年度	令和5年度	令和6年度	総合計
	※端数切り捨て。 293 万円	943 万円	715 万円	1951 万円
④研究者氏名	（研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）			
氏名	所属機関・役職 （※令和4年3月31日現在）			
清水 義彦	群馬大学大学院理工学府・教授			
川池 健司	京都大学防災研究所・教授			
⑤技術研究開発の目的・目標	（様式地砂-1、地砂-2に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。） 【FS型の場合は、FS研究と一般研究を別立てで記入してください】			
FS研究				
山地河道で生じる土砂・流木複合災害を再現・予測可能であり対策工の計画立案に資する洪水氾濫・土砂・流木一体解析モデルの構築に向けて、その基本的な解析モデルの構築を行う。小規模な実験水路を用いた基礎実験を行い、これにより得られたデータに解析モデルを適用することにより、河道・氾濫原の流れの一体解析の検証と、流木挙動・土砂移動の再現性について検討を行い、基本的な性能を有する解析モデルの構築を目指す。				
一般研究				
蛇行部および支川合流を有する急勾配水路を用いた基礎実験を実施し、本実験データを用いた解析モデルの検証を行う。災害現象の再現に向けた解析モデルの高度化（適用範囲の拡大）を図ることが目的で、蛇行部および支川合流を含む複雑な場での現象再現が可能であるかどうかを明らかにする。				
土砂・流木貯留施設の計画・設計を支える解析モデルとしての性能を確認するために、乙石川遊砂地（赤谷川支川）の模型実験データを用いた検証を実施する。本施設は河道内に設置された横断構造物と鋼管パイプにより土砂と流木を捕捉するタイプであり、横断構造物を利用した施設による流木・土砂の捕捉現象を再現できるかについて、実験データとの比較から明らかにする。本模型実験への適用に際し、混合粒径および浮遊砂への対応も必要となり、これらを取り入れた解析モデルの改良を進める。また、2017年に発生した九州北部豪雨、赤谷川流木災害のデータに解析モデルを適用することで、解析モデルが実現象に対してどの程度の再現能力を有するかについても明らかにする。				

⑥研究成果

(具体的にかつ明確に記入下さい。4ページ程度。)

【FS型の場合は、FS研究と一般研究を別立てで記入してください】

◆ FS研究

1) 河道・氾濫原一体型の流木・土砂解析モデル

図-1に、河道と氾濫原の流木挙動・土砂移動を一体的に扱える数値解析モデルの枠組みを示す。代表者らがこれまでに構築してきた流木解析モデルは、平面2次元-3次元ハイブリッド洪水流解析モデルと流木挙動解析を組み合わせたモデルである^{1),2)}。平面2次元-3次元ハイブリッド洪水流解析モデルは、ベースは平面2次元解析であり、3次元解析を数回～数10回に1度行うことで流れの3次元情報を効率的に得られる手法である。また、3次元解析を行う必要がない区間において平面2次元のみの計算にも容易に切替できる点に大きなメリットがある。ただし、一般座標系で構築しているため、氾濫原の詳細な形状・建物のモデル化が必要なケースへの適用は難しい。本研究では、この解析モデルに新たに非構造格子の氾濫解析モデル³⁾と土砂移動解析を組み合わせたモデルを構築した。

ハイブリッド型洪水流モデルと氾濫解析モデル³⁾を一体化するために、河道と氾濫原の境界部で互いの解析メッシュを重ね、それぞれの流速・水深の情報を共有しながら流れの解析を行うことで一体型流体解析モデルを実現した。流木解析については、流木の3次元的な挙動を計算できるように、3次元個別要素法を用いてモデル化した。流木間の衝突と、流れと流木との相互干渉を考慮し、流木追跡計算を行うモデルとなっている。土砂移動解析モデルについては、氾濫原(固定床)の土砂移動現象を再現できるように、川池³⁾の非平衡流砂モデルを踏襲したモデルの構築を行った。

2) 基礎実験1の実施とそのデータを用いた解析モデルの検証

本解析法について河道・氾濫原での流木挙動と土砂移動の精度検証のため、基礎実験を実施した。実験水路(図-2)は、幅0.2m、勾配1/500の河道(橋脚2本を設置)と、その下流側に長さ2m、幅0.4mの氾濫原を設置した形状とした。氾濫原には、建物を模したブロックを3つ設置した。実験に用いた流木模型は、直径5mm、長さ0.12m、密度540kg/m³のヒノキ材を使用し、流木投入装置により3本ずつ一定間隔で投入した。実験は3ケース実施し、Case 1: 流木を200本投入、Case 2: 土砂のみを投入、Case 3: 流木(100本)と土砂の両方を投入の条件で行った。流木の流下・堆積状況を観測するとともに、水深(水位)および河床形状の測定を行った。

本実験データを用いた解析の検証は、ハイブリッド型洪水流モデルのみを利用した解析モデルと上述の氾濫解析モデルと一体化した解析モデルの両者を適用して実施した。ハイブリッド型モデルは、氾濫原については平面2次元で解析を行い、一体型モデルと比較を行えるようにした。図-3に、Case 1における実験時の流木堆積状況と一体型解析による堆積過程を示す。実験では、上流側から投入した流木は、河道に設置した2本の橋脚に徐々に堆積し、橋脚上流側では水位上昇が生じるとともに流れの主流は氾濫原方向に遷移し、流木もその流れに乗って氾濫原に流入した。解析モデルによる結果は、実験で見られた流木の流下・堆積過程について再現できた。橋脚への流木堆積形状が実験と解析で若干異なり、これが影響して、水位上昇量および流木堆積量は、実験と解

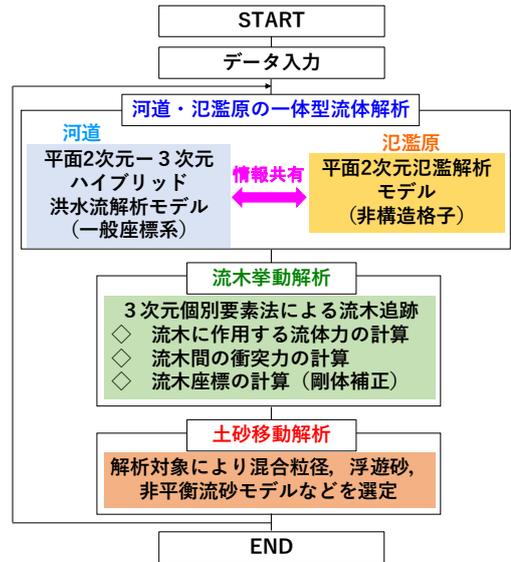


図-1 河道・氾濫原の両者に対応した解析モデルの過程

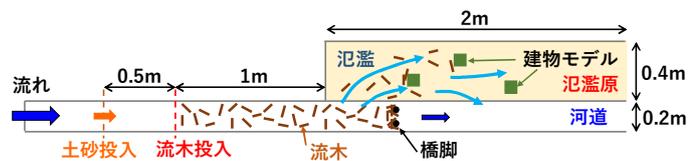


図-2 実験施設の概要 (基礎実験 1)

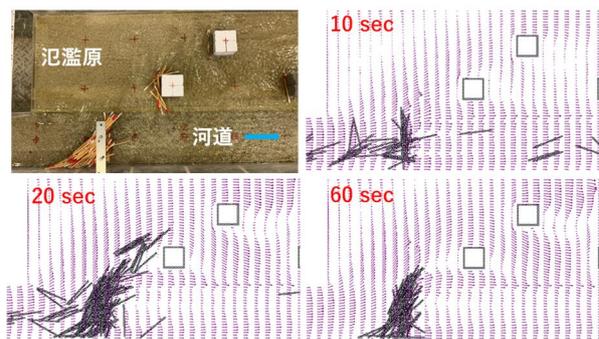


図-3 Case 1 の流木堆積状況と解析結果の比較

析で少し異なる結果となった。

土砂と流木の両者を投入したCase 3のデータに解析モデルを適用した結果を図-4、図-5に示す。橋脚への流木堆積本数は、実験と解析結果でほとんど変わらない結果となった。図-4下の側面図に示すように、橋脚に沿って流木が潜り込む状況について解析でも再現でき、また、橋脚周辺で洗堀が発生する状況も解析により表現できた。図-5に河床変動量の実験値と2つの解析モデルによる結果の比較を示す。実験では橋脚下流の左岸側（氾濫原との境界付近）で河床洗堀が生じたが、解析ではこの現象を捉えられなかった。2つの解析結果を比較すると、両者に大きな差はなく、氾濫場が比較的容易な形状（地形を一般座標系でも表現可能）であれば、どちらの解析手法を用いても問題はないと考えられる。

FS研究では、基本性能を有する解析モデルを基礎実験との比較から構築を進めた。上述の各検証より、流れ+流木+土砂の複合現象についてそれぞれの基本的な挙動・現象は再現可能なモデルであることが明らかとなった。

◆一般研究

1) 蛇行部および支川を有する基礎実験2の実験とそのデータを用いた解析モデルの性能検証

蛇行部および支川合流を含む急勾配河道へ適用できる解析モデルとして拡張を図るため、支川を有する蛇行水路で基礎実験を行い、解析モデルの適用・検証を実施した。図-6に実験施設の概要を、図-7に実験の状況をそれぞれ示す。実験施設は、川幅0.2m、河道と氾濫原の比高差5cm、勾配1/50の蛇行河道に2つの支川が流入する形状とした。本川には、橋脚（1本）+橋桁の橋梁を2本設置した。流量は、河道満杯（橋桁の数ミリ下）で流れる程度で設定し、本川上流から約3L/s、各支川から約1L/sを与えた。流木模型は、基礎実験1で用いた材料と同じである。流木投入装置を用いて本川から200本、2支川から50本を一定間隔で投入した。土砂は珪砂4号を用い、河道部に1.2cmで均一に敷き均した。土砂供給は、上流端の河床高が変動しないように給砂を行った。河床変動については、変動の速度が早く、また止水のタイミングで河床形状が変動する様子が見られたことから測定することが出来なかった。氾濫原への土砂流出は、本実験ではほとんど確認できなかった。

本実験データを用いた解析の検証は、ハイブリッド型洪水流モデルのみを利用した解析モデルと上述の氾濫解析モデルと一体化した解析モデルの両者を適用して実施し

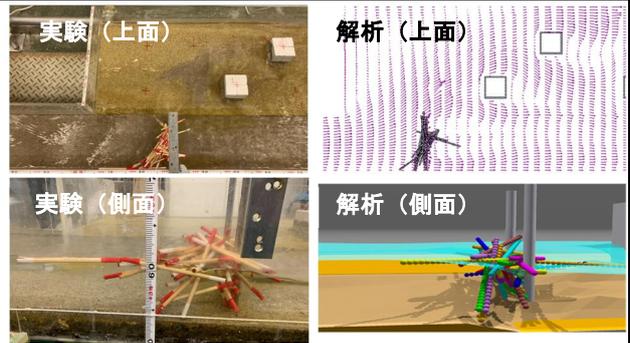


図-4 流木堆積状況の比較 (Case 3)

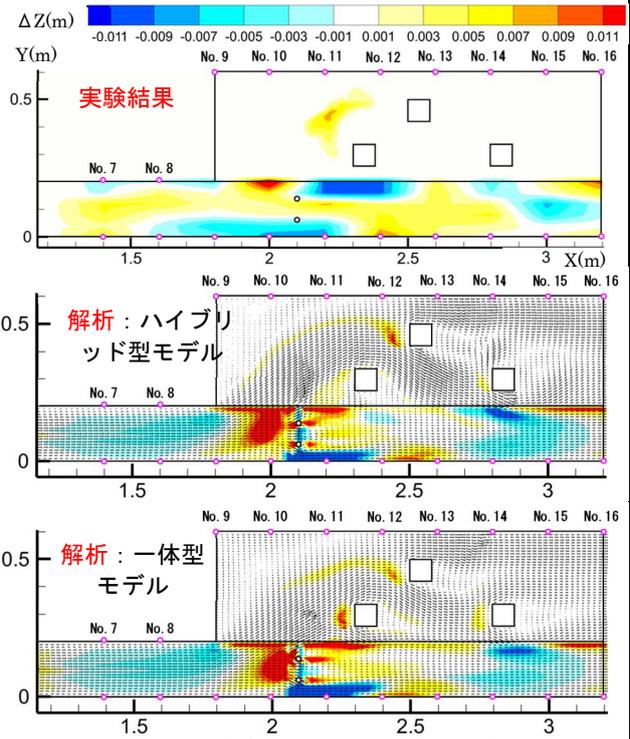


図-5 河床変動量の比較 (Case3)



図-6 実験施設の概要 (基礎実験 2)

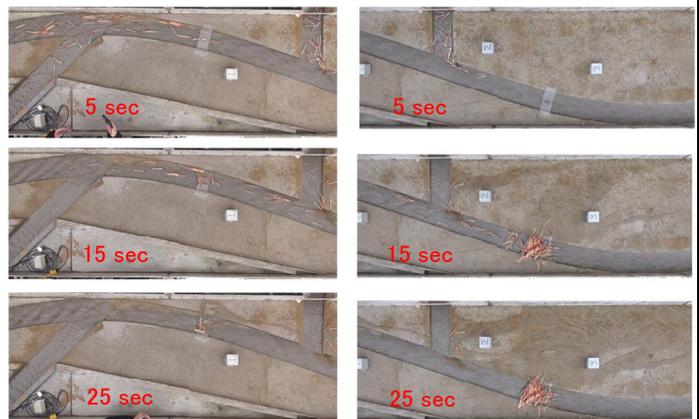
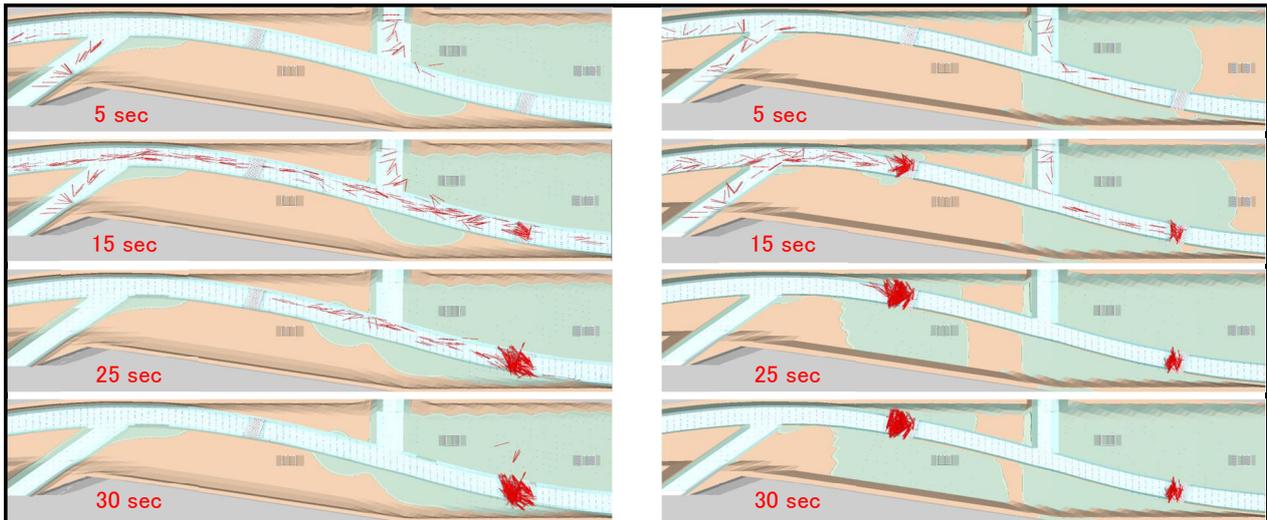


図-7 実験での流木の流下・堆積状況



ハイブリッド型モデルのみ

一体型モデル

図-8 各解析モデルによる解析結果

た. 図-8にそれぞれの解析結果を示す. 実験の状況(図-7)と比較すると, 本検討においては, 流木の流下・堆積の状況について, ハイブリッド型モデルの方が現象の再現性が高くなった. 上述したように, 実験の水位条件は橋桁の数ミリ下で流れるように設定しているため, 少しの流れの違いが流木堆積に影響する状況であった. 一体型モデルでは, 上流側の橋桁に多く捕捉される結果となり, 実験結果と堆積状況が異なる結果となった. 流木が橋梁に堆積した段階で, 氾濫原に水が溢れる状況については, どちらの解析モデルでも再現できた.

2つの解析モデルで若干の差異は見られたが, どちらも支川合流に対応することができ, 蛇行河道・氾濫原を有する急勾配河道にも対応できることが明らかとなった. また, このような条件下において, 流木群の本川・支川からの流下, 橋梁に堆積する過程についても概ね再現できることを示した.

2) 乙石川遊砂地模型実験データを用いた解析モデルの検証

代表者らは, 流木解析モデルの構築の一環として, 河道の外岸側に設置された流木対策施設を対象にいくつかの検証を行ってきた. 本研究では, 乙石川遊砂地(赤谷川支川: 横断構造物により流木群と過剰な土砂を貯留)の設計のために実施された模型実験⁴⁾を対象として, 解析モデルの性能を明らかにする. 図-9に実験模型施設の形状を示す. 横断構造物(本堤)の底に2つのオリフィスが設置され, 平常時の流れと土砂は, オリフィスから流下する構造となっている. 洪水時に流下してくる過剰な土砂は本堤上流で貯留し, 本堤を越流した流木は下流に設置された流木捕捉工により捕捉する設計となっている. 横断構造物を有する土砂・流木対策施設に適用できる解析モデルを構築することができれば, 解析モデルの適用範囲の拡大が期待できる.

解析は, 模型実験スケールで解析メッシュや流量・土砂量を設定した. 流れの解析は, 河道モデルで対応できることから, 図-1の平面2次元-3次元ハイブリッド洪水流解析モデルを用いる. 各構造物(本堤, 副堤, 流木捕捉工(鋼管パイプ))は, 各形状を個別要素法の要素で表現(図-9)することで, 流木との衝突を考慮できるようにした. 土砂移動解析に関しては, 掃流砂は混合粒径に対応した芦田・道上式⁹⁾を用い, 浮遊砂の計算モデル⁶⁾も新たに取り入れた.

図-10は, 流量ピーク付近のオリフィス断面の鉛直流速ベクトルを示す. 図-11は, 流木・土砂の流下・堆積状況について, 解析結果と実験結果を併記した. 図-11の解析結果の描画は, 実験のコンクリート床を白色で表現し, 土砂は薄茶色で描いている. 実験では, 流量ピーク(4hr)あたりから洪水流が本堤を越流し, その後も流木・土砂の堆積が影響し, 越流が継続する. 解

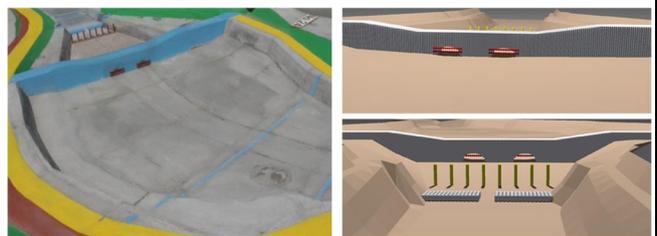


図-9 遊砂地の形状(左)と解析による再現(右)

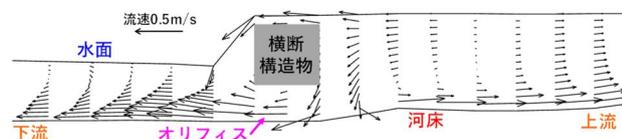


図-10 オリフィス断面の鉛直流速ベクトル

析においても、ピーク付近で越流が始まり、その後も越流が継続する。流木は、オリフィスを通して本堤下流へ抜けるものも見られるが、大半は本堤を越流することで下流へ流下する。本堤を越流した流木の多くは、実験と同様に本堤下流に設置された流木捕捉工で捕捉される。図-12に、流木の堆積・流出の各割合について実験値と解析結果を比較したものを示す。解析結果は実験による流木堆積・流出割合の傾向を説明できた。下流端からの土砂流出量に関しては、実験が10.2%に対して解析は9.3%となり、遊砂地による土砂捕捉量に関しても概ね再現できた。乙石川遊砂地の模型実験データを用いた解析モデルの検証結果から、横断構造物および流木捕捉工により流木と土砂を捕捉する過程について、本解析モデルで説明できることが明らかとなった。

3) 赤谷川流木災害データを用いた解析モデルの検証

2017年九州北部豪雨で甚大な被害が発生した筑後川水系赤谷川流域を対象に流木解析モデルを適用し、実災害に対してどの程度の説明能力を持つのかについて検証を行った。解析対象区間は赤谷川下流端(筑後川合流部)から上流約4kmの範囲とした。赤谷川では狭い河道で洪水流を受けきれず、谷底地形を広く洪水流が流下する形となった。谷底を川の状態で流下したことから、流体モデルとして河道モデル(平面2次元-3次元ハイブリッド型洪水流解析)で解析可能と判断した。支川である乙石川および小河内川を含めた解析メッシュを作成し、支川からの流入が本流に及ぼす影響を適切に評価できるようにした。標高値は、国土地理院の5mメッシュ数値標高から取得した。流木堆積に影響する橋梁や建物などの構造物は、個別要素法の円柱・球形粒子でその形状を解析に取り込んだ。ただし、本洪水で流出した橋梁については流出時刻が不明であるため、解析には反映していない。洪水波形は、既往の研究を参考に流量ハイドロの長さを5時間として設定した(図-13)。流木は幹部(棒状)を想定し、平均的な形状として長さ6m、直径0.25を与え、密度は杉や檜の湿潤値として 600kg/m^3 として計算した。流木の投入量については、各支川の流出量データに基づいて決定した。流出量には広葉樹なども含まれるため、これらの割合は投入量から減じた。また、太い幹部を対象に解析を行うことから枝・葉・根の分も除外した。計算上多くの不明点を有するが、その一つとして流木が洪水波形の中のどのタイミングで流出したかが挙げられる。解析では3つのケースを設定し、それぞれの条件は、Case1:流木の流入量のピークがピーク流量よりも早い場合、Case2:流木流入量のピークがピーク流量と同時である場合、Case3:流木流入量のピークがピーク流量よりも遅い場合(図-13)とした。流木の流入タイミングの影響を検討するために、まずは土砂移動を無しとして検討を行った。

図-14に、災害時の状況と解析結果(紙面の関係上Case3のみ)の比較を示す。2hrが流量、流木量ともにピーク付近となり、5hrが解析終了時の結果となる。水色が水面を表し、赤色で示すものが流木である。流木の投入タイミングの違いにより、流木堆積箇所など、解析結果に違いが見られた。流木量は多くを削減して解析を行っているため、実際の状況(写真)と比較すると堆積量は少なく見える。

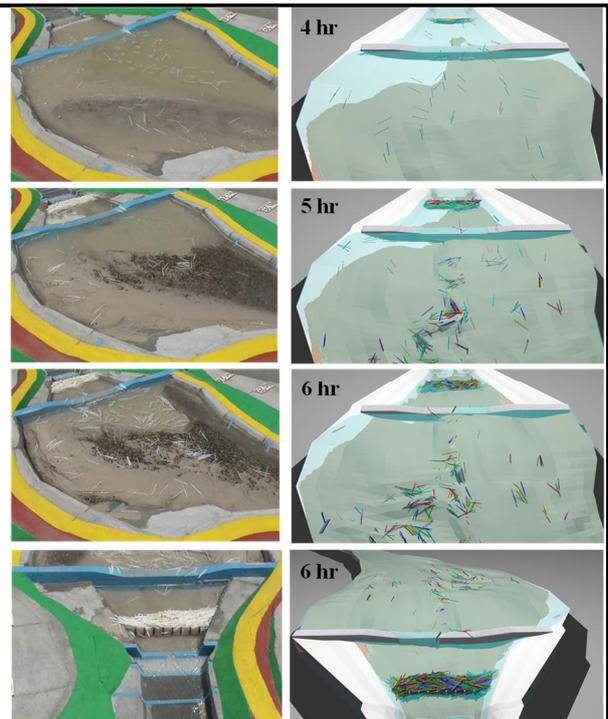


図-11 流木・土砂の流下・堆積状況

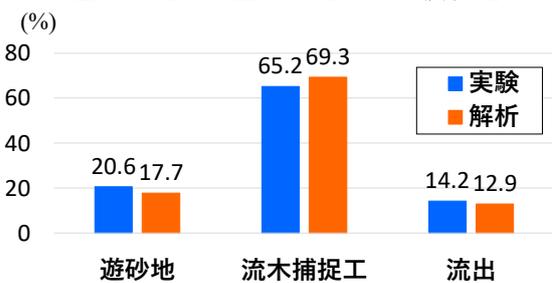


図-12 流木の捕捉・流出割合の実験値と解析値の比較

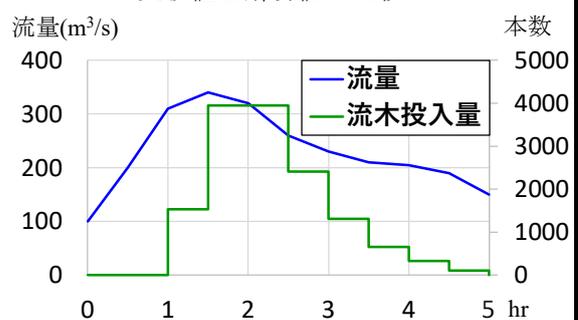


図-13 流量波形と流木投入本数 (Case 3)

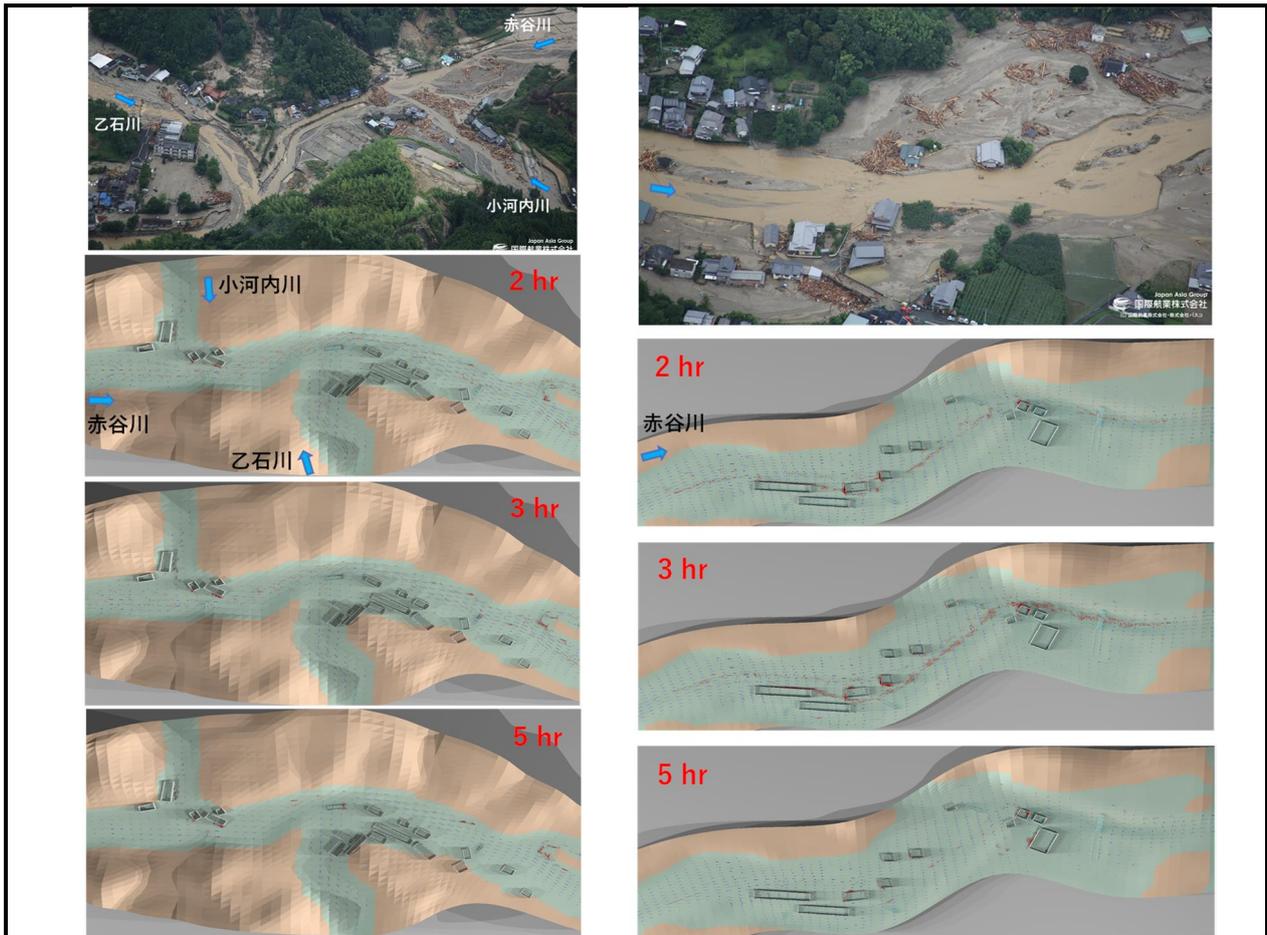


図-14 3河川合流付近と赤谷川下流部（筑後川合流部付近）の災害時写真と解析結果の比較

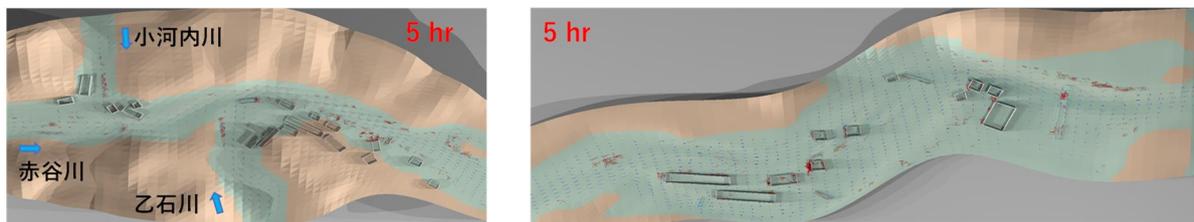


図-15 土砂移動を含む解析結果

解析を実施した3ケースの中では、Case2もしくはCase3の結果が実際の堆積状況と近い状況となった。しかし、流木堆積分布の再現性は高いとは言えず、いくつかの箇所偏って堆積する傾向が見られた。その最大の要因として、流木の拡散現象を解析で十分に再現できていない可能性が考えられる。例えば、図-14（右）の2hr、3hrの流木挙動に着目すると、流木群の多くが主流に乗って素直に流下している状況が見て取れる。図-15に土砂移動を考慮した解析結果を示す。土砂移動を伴うことで多少の分散は生じるが、大きな改善には繋がらなかった。要因として流木の形状と密度の均一性が考えられ、本解析では形状・密度ともに一定値を与えたが、実際には様々な形状・密度の流木が流下することで、流木の拡散が生じる可能性が考えられる。これまで解析法の構築過程において検証に用いてきた各実験は、均一な形状・密度で行われ、解析法もこれに対応するモデルを作成してきた。実災害への適用により、形状・密度の不均一を取り扱うことの重要性が明らかとなり、今後、モデル拡張の課題として検討を進めたいと考えている。

4) トラブルスポットの抽出に向けた流木堆積割合分布の提案

トラブルスポットの抽出に対して第一段階の危険度判定に役立つ資料として、流木堆積割合分布を提案する。長田らは、これまで本研究での実施分を含め多くの流木実験（例えば参考文献1,2,及び上述の実験）を実施してきた。これら実験データがトラブルスポットの抽出に役立つのではと考えた。

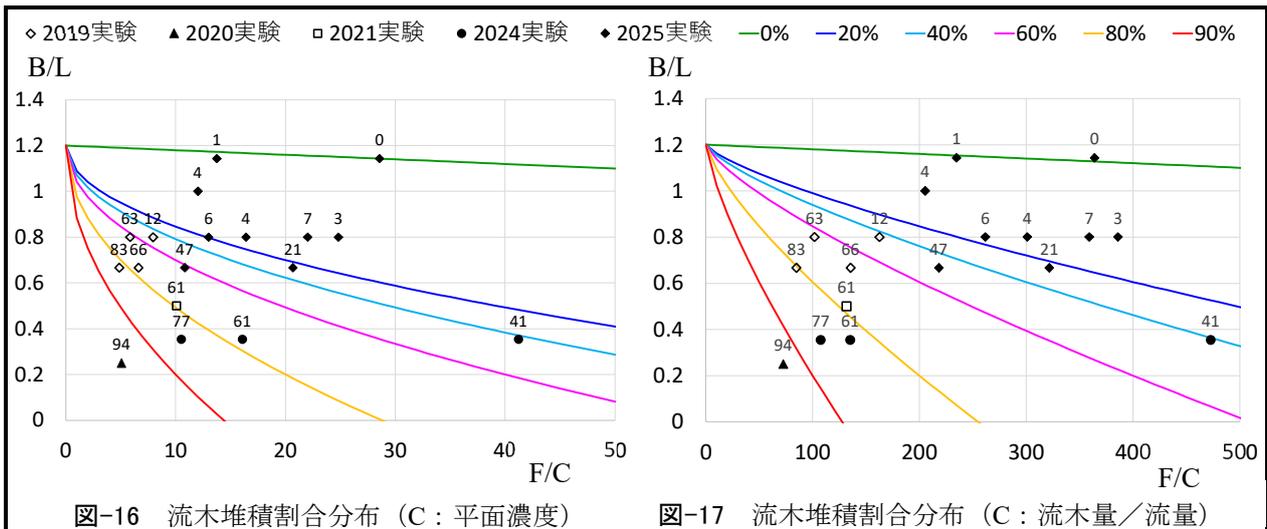


図-16 流木堆積割合分布 (C: 平面濃度)

図-17 流木堆積割合分布 (C: 流木量/流量)

Osadaら⁹⁾は、アイスジャムが発生する条件を見出すために、簡易に判断可能な領域図を提示した。川幅 B の河川において、アイスジャムが発生する際の指標になるものとして、アイスブロックの大きさ L 、その流下濃度 C (川に占める平面割合)、および流れの指標となるフルード数 F を選定した。 B/L と F/C を組み合わせとして選定し、縦軸に B/L 、横軸に F/C として領域図を提示した。流木堆積においても、 B/L と F/C の組み合わせが利用できると考えられ、流木堆積を扱う上で B は橋脚の径間幅、 L は流木長として整理すれば良いと考えた。 C については、アイスブロックと同じく平面濃度と、実務的な活用の観点から流木量と流量の比 (流木量/流量) の2種類について検討を行った。

図-16、図-17は、 $F/C-B/L$ の関係に、これまで実施してきた各流木実験のデータと、追加実験 (2025実験と表記) で得られたデータをプロットしたものである。各プロットの上に記載した数値は堆積割合 (流下した流木群の中で橋脚上流に留まった割合) を表す。これらプロットの堆積割合をもとに、領域の境界となりそうな箇所にラインを示した。図の傾向として、 F/C および B/L ともに値が小さくなれば堆積割合は増加する傾向となり、流木堆積の可能性が高いことを示す。実河川に適用しようとする場合、1秒当たり横断面を通過する流木量を見積もることが難しいと考えられる。流木量の総量から1秒当たりの通過流木量の見積もりをする場合、できれば短時間に流木が流下することを想定し (最悪のケースを想定)、推定することが必要と考えられる。1秒当たりの流木量が増せば、流木濃度 C が大きくなり、横軸 F/C の数値が小さくなるからである。これにより、より危険側で判断することができ、対応すべき橋梁を抽出できると考えられる。

提案した図は実験値が十分ではない箇所 (空白) も多く、実験実施による補間を今後も進め、それに応じて堆積割合分布の更新を進める必要がある。また、本分布作成に用いた実験は、橋脚のみ、直線部、均一の流木形状で検討したものがほとんどであり、橋桁が影響するケース、直線・蛇行といった河道形状の違い、枝・根・密度の違いなどは、ほとんど検討できていない。これらについても今後検討を進め、流木堆積割合分布に反映する必要があると考えている。

1) Kengo Osada, Yoshihiko Shimizu et al.: The proceedings of 10th Conference on Fluvial Hydraulics, River Flow 2020, 2020.

2) 長田健吾, 清水義彦ら: 土木学会論文集B1 (水工学), 2021.

3) 川池健司: 京都大学博士論文, 2001.

4) 国土交通省九州地方整備局: 乙石川遊砂地工構造検討及び維持管理計画等検討業務

5) 芦田和男, 道上正規: 移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究, 土木学会論文報告集, 1971.

6) 辻本哲郎, 北村忠紀: 植生周辺での洪水時の浮遊砂堆積と植生域の拡大過程, 水工学論文集, 1996.

7) 原田大輔, 江頭進治: 土木学会論文集B1 (水工学), 2018.

8) 国土交通省: 筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会資料, 2017.

9) Kengo Osada, Robert Ettema, Yoshihiko Shimizu, Akihiko Wakai, Journal of Cold Regions Engineering, ASCE, Vol. 34(1), 2020.

⑦研究成果の発表状況・予定

(本技術研究開発の成果について、論文や学会への投稿等又はその予定があれば記入して下さい。)(以下記入例)

- ・ これまでに発表した代表的な論文
- ・ 著書(教科書、学会妙録、講演要旨は除く)
- ・ 国際会議、学会等における発表状況
- ・ 主要雑誌・新聞等への研究成果発表
- ・ 学術誌へ投稿中の論文(掲載が決定しているものに限る)
- ・ 研究成果としての事業化、製品化などの普及状況
- ・ 企業とのタイアップ状況
- ・ 特許など、知的財産権の取得状況
- ・ 研究成果による受賞、表彰等

2023年度

- ・ 河川技術論文集 第29巻(土木学会水工学委員会河川部会発行)へ投稿. 河川技術シンポジウムにて発表
- ・ 2023 Hydraulic Measurements & Experimental Methods Conference(アメリカ土木学会)で発表
- ・ 40th IAHR World Congress(国際水理学会)に投稿・発表

2024年度

- ・ 10th International Symposium on Hydraulic Structures 2024(国際水理学会)に投稿・発表
- ・ River Flow 2024(国際水理学会)に投稿・発表

2025年度

- ・ 土木学会論文集(水工学)特集号に投稿・水工学講演会にて発表予定
- ・ 砂防学会誌に投稿予定

⑧研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

該当ありません。

⑨表彰、受賞歴

(単なる研究成果発表は⑦⑧に記載して下さい。大臣賞、学会等の技術開発賞、優秀賞等を記入下さい。)
該当ありません

⑩技術研究開発の今後の課題・展望等

(研究目的の進捗状況・達成状況や得られた研究成果を踏まえ、技術研究開発の更なる発展や砂防政策の質の向上への貢献等に向けた、研技術研究開発の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

2つの基礎実験データに流れのモデルが異なる2つの流木解析モデルを適用した。解析モデルは、直線・蛇行および支川を有する河道での流れ・流木・土砂が互いに干渉する現象について解析可能であることが示された。ハイブリッド型洪水流モデルのみ、および一体型モデルを用いた各流木解析モデルについて、今後も実験や現地への適用を通じて精度向上を進める予定である。

乙石川遊砂地の模型実験データを用いた検証を実施した。横断構造物（オリフィス有）と流木捕捉工を連続させた新たなタイプの土砂・流速捕捉施設であり、提案した解析モデルは、模型実験で見られた流木と土砂の流下・堆積過程を説明することができた。今後も、流木・土砂対策工に関するいくつかの実験・現地に適用し精度アップを図ることで、計画・設計を支えるツールとしての機能拡張を行いたいと考えている。

赤谷川の災害事例に解析モデルを適用した結果、多くの課題を見出すことができた。特に、流木の拡散現象を捉えることの大事さに気付くことができた。実災害の再現と予測を担うツールとして確立するために、今後取り組むべき重要な課題であると考えている。

当初の研究予定には無かったが、トラブルスポットの第一段階抽出に役立つと考え、流木堆積割合分布を提案した。今回作成した分布は、橋脚のみ、直線部、均一の流木形状で検討した実験データがほとんどであり、橋桁を有するケース、直線・蛇行といった河道形状の違い、枝・根・密度の違いなど、検討が必要なケースは他にも多くある。これらについても今後検討を進め、流木堆積割合分布に反映する必要があると考えている。

⑪研究成果の河川砂防行政への反映

(本技術研究開発で得られた研究成果の実務への反映等、砂防政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

土砂・流木を伴う洪水・氾濫流の挙動をそれぞれの相互干渉を考慮した上で一体的に取り扱うことが出来る数値解析モデルは、現象の複雑さからこれまで構築されていない。本研究で構築した解析モデルは、今後も色々なケースでの検証を進めながら精度向上を図る必要があるものの、土砂・流木貯留施設の計画策定の効率化に加え、複合災害の予測・被害想定にも活用が期待でき、河川・砂防施策の質の向上に資するツールとして活用できると考えている。

現状、土砂・流木捕捉施設に関する施設計画・設計の多くは模型実験で行われている。模型実験は、精度は高いと考えられ今後も有用な手段として利用されると考えられるが、実験には多大な時間・費用・労力を要することが課題となっている。上述の数値解析モデルは、実験実施前、もしくは実験と並行して活用することができ、対策工の計画・設計に対して有用な情報を与えられ、作業の効率化と施設設計の高度化が期待できる。また、解析モデルの更なるバージョンアップを図ることで、土砂・流木複合災害の予測にも役立つと考えられ、流域の中で対策が必要な箇所の選定など、より広い視点での対策の立案にも有用なツールになると考えられる。

橋梁等へ流木が堆積することによる災害の軽減に向けて、トラブルスポット（流木閉塞の可能性が高い箇所）の選定手段の構築は不可欠な課題となっている。トラブルスポットの抽出に対して第一段階の危険度判定に少しでも役立てばと思い、長田らのアイスジャムの発生領域の考えを流木に援用し、流木堆積割合分布を提案した。上述のように、実河川では濃度Cの推定が少し難しい可能性があるものの、その他の諸量は橋脚の径間幅、流木長、フルード数といった簡易なもので作成している。全国に数多くある橋梁の堆積危険度を判断する指標として、本分布は有益な情報を与えると考えられ、砂防行政に活用いただければ幸いである。