

# 河道・氾濫原一体型の流木挙動シミュレーションの構築

国立高専機構阿南高専 長田健吾, 群馬大学大学院 清水義彦, 京都大学防災研究所 川池健司  
九州工業大学 重枝未玲, 国立高専機構阿南高専 梯 翔伍

## 背景と研究目的

著者らは河道内の流木挙動を再現するための解析モデルの構築を進めてきた。

洪水・氾濫に伴う流木災害を再現・予測可能であり、対策工の計画立案にも有用な解析モデルの構築は河川砂防分野において重要課題と考えている。



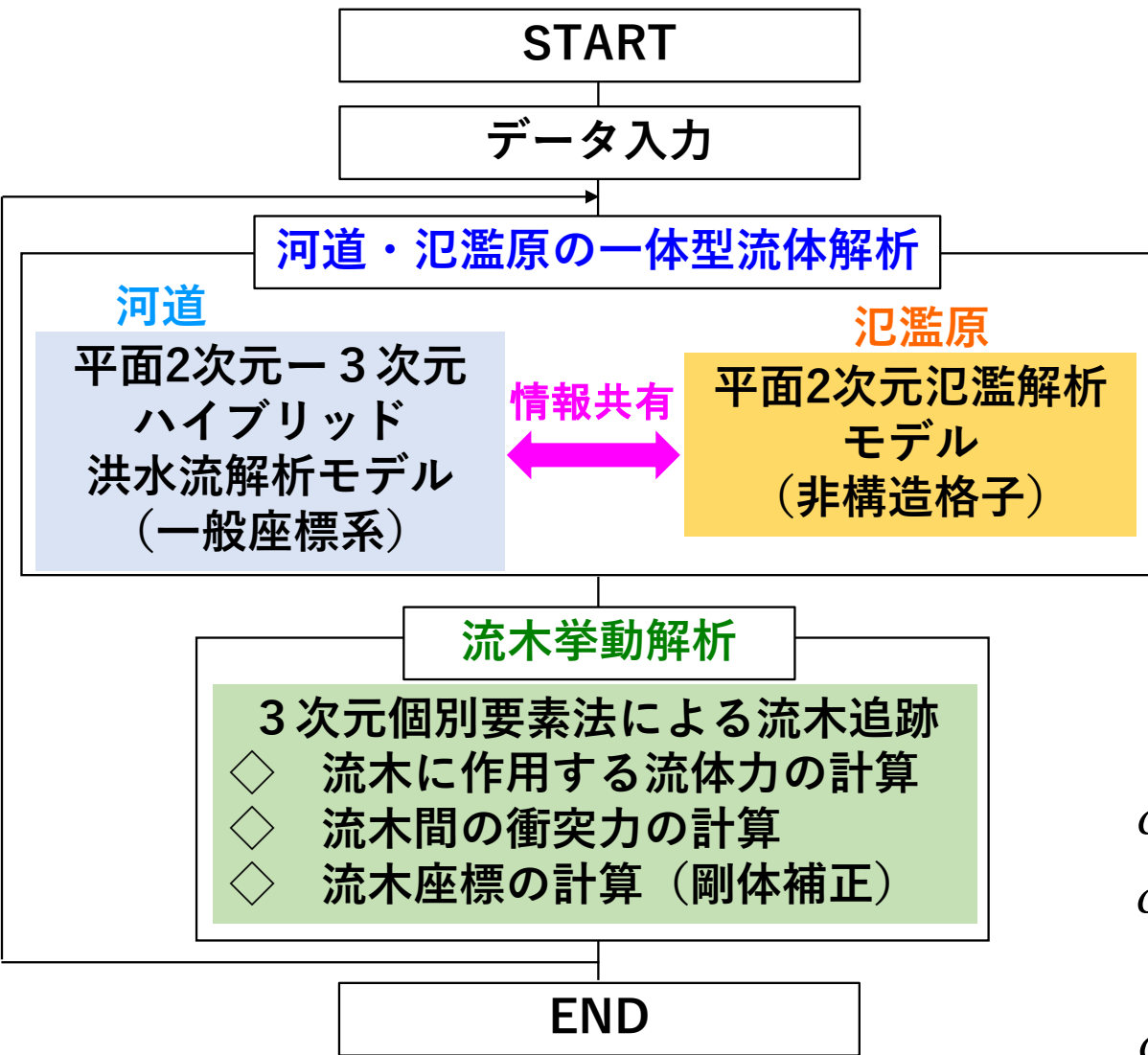
著者らの大きな目標は、流木群の氾濫原への流出や構造物等への堆積による被害の軽減に向けて、流木対策施設の計画・設計や現象予測などに役立つ河道・氾濫原一体型の流木解析モデルを構築すること。

本研究は、流木挙動について河道と氾濫原を一体的に説明できる基本的な解析モデルを構築する。小規模水路を用いた基礎実験を実施し、本データに解析モデルを適用することで、解析モデルの性能と課題を明らかにする。

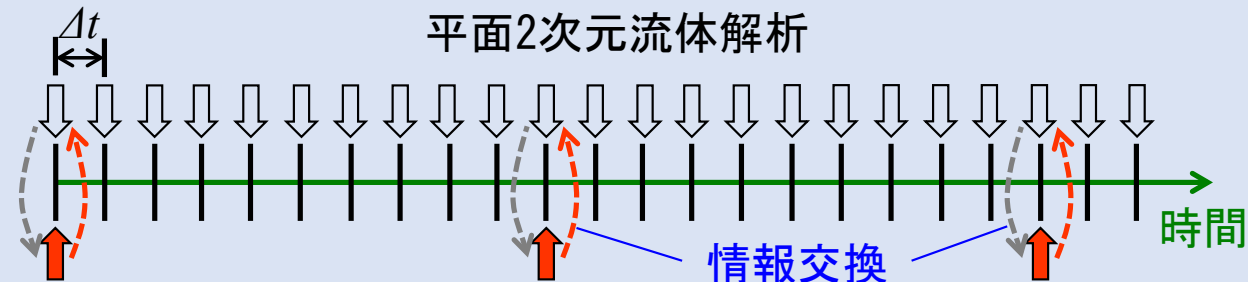


2011(平成23)年9月4日紀伊半島大水害

# 解析モデルの概要



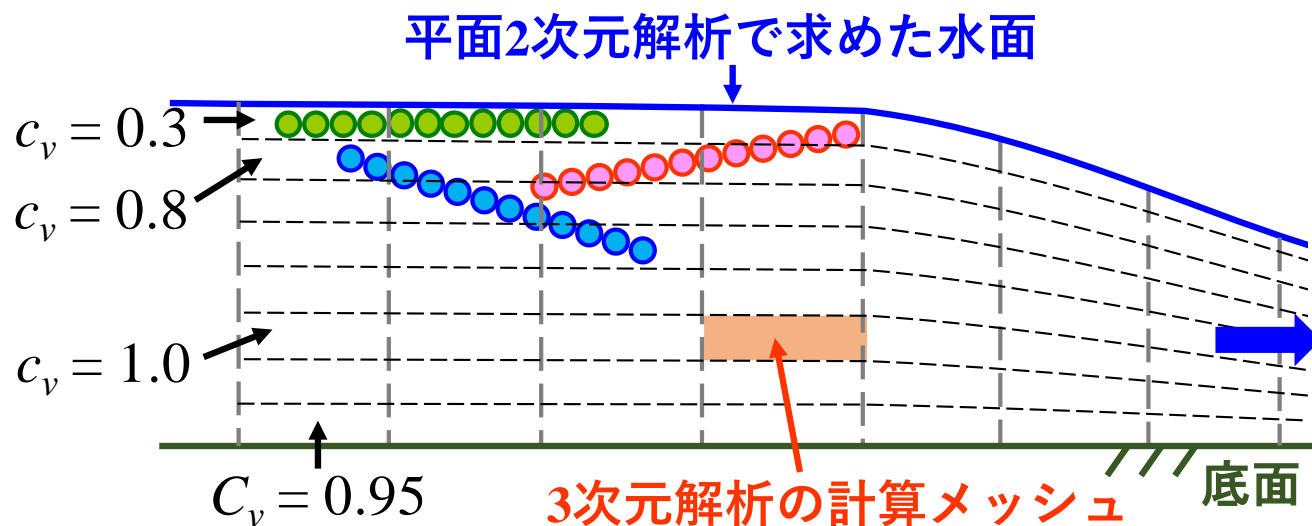
## 平面2次元-3次元ハイブリッド洪水流解析モデル



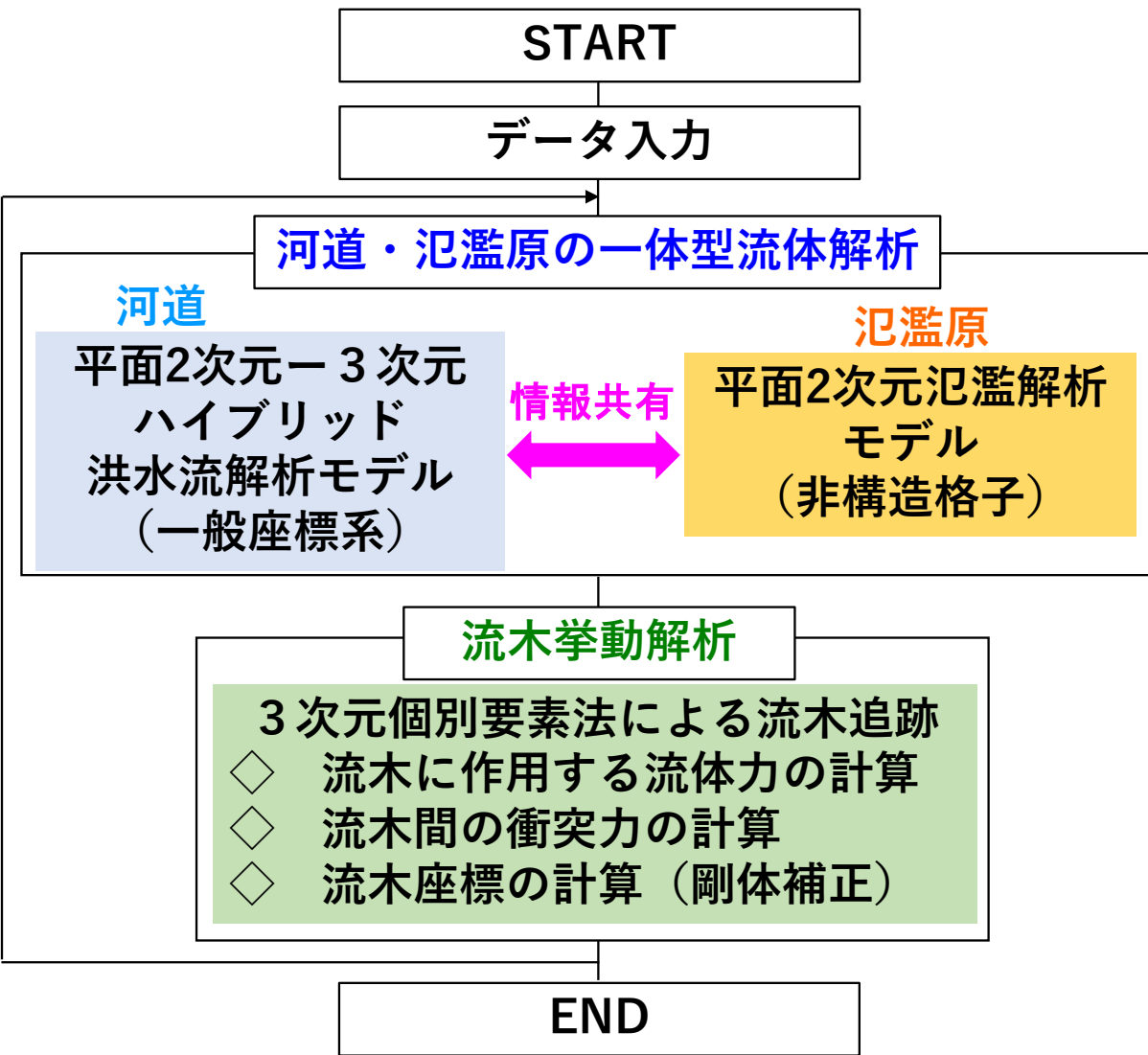
3次元解析：平面2次元解析の数回から数10回に一度実施

一般的な3次元流体解析に比べ計算時間が早く、効率的に3次元流体場の情報を得られる  
→流木解析に有用

流木等の存在割合を考慮するためにFAVOR法を組み込み

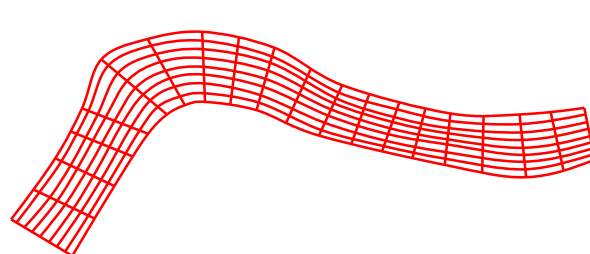


# 解析モデルの概要

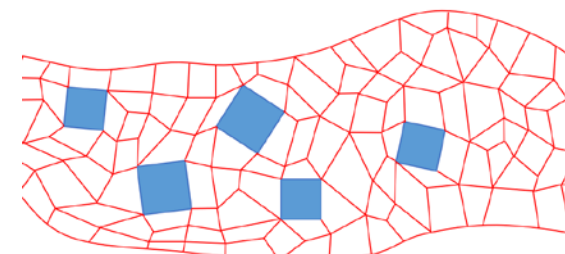


## 河道・氾濫原の流体解析の一体化

一般座標系を用いた洪水流解析では、建物や道路等の構造物を有する氾濫流の解析は難しい。氾濫解析モデルとして、非構造格子による、川池のモデルを採用する。



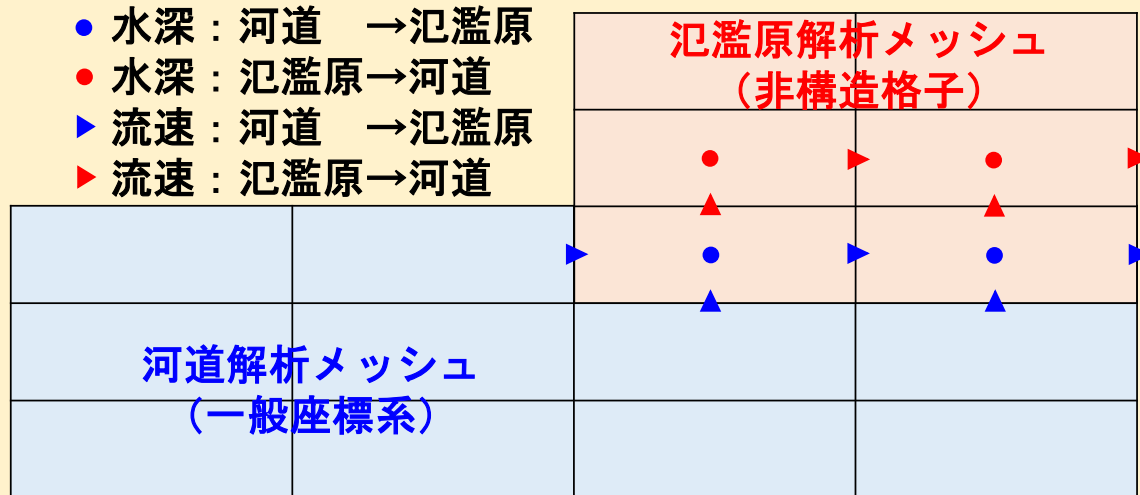
河道：一般座標系メッシュ



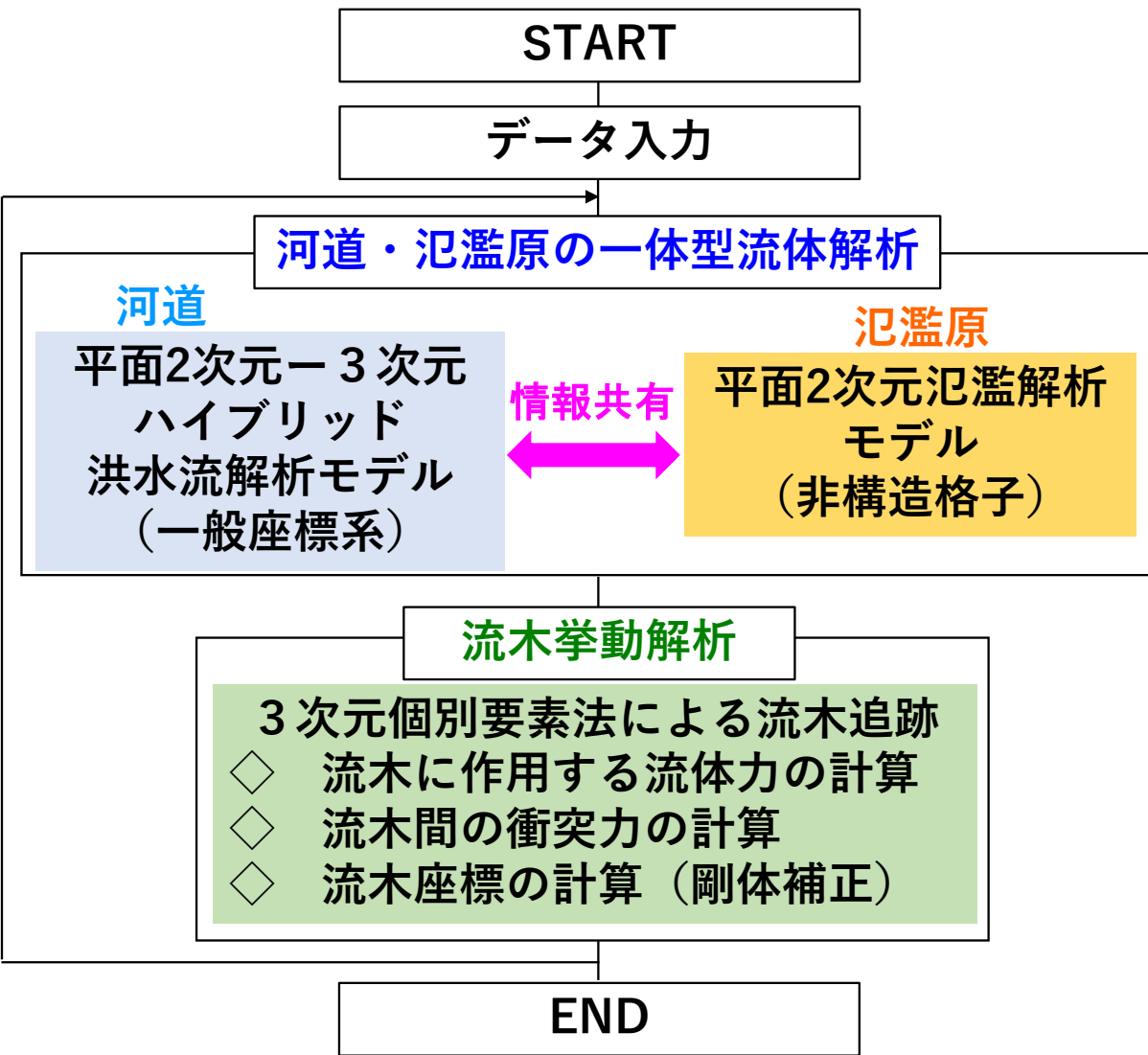
氾濫原：非構造格子メッシュ

洪水流モデルと氾濫解析モデルの組み合わせは、接続部で解析メッシュを重ね、水深・流速の情報を共有する

- 水深：河道 → 氾濫原
- 水深：氾濫原 → 河道
- ▶ 流速：河道 → 氾濫原
- ▶ 流速：氾濫原 → 河道

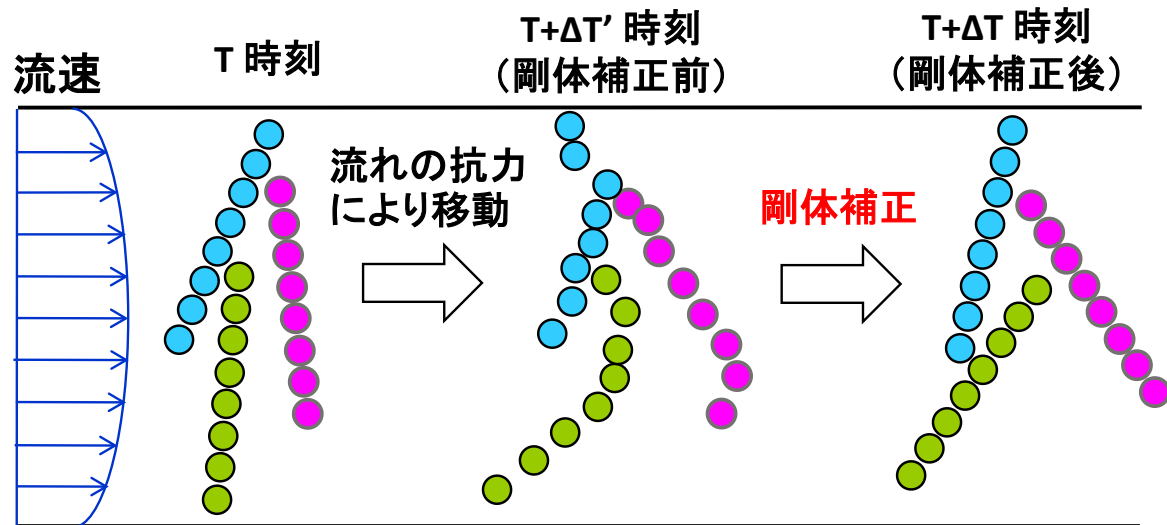


# 解析モデルの概要



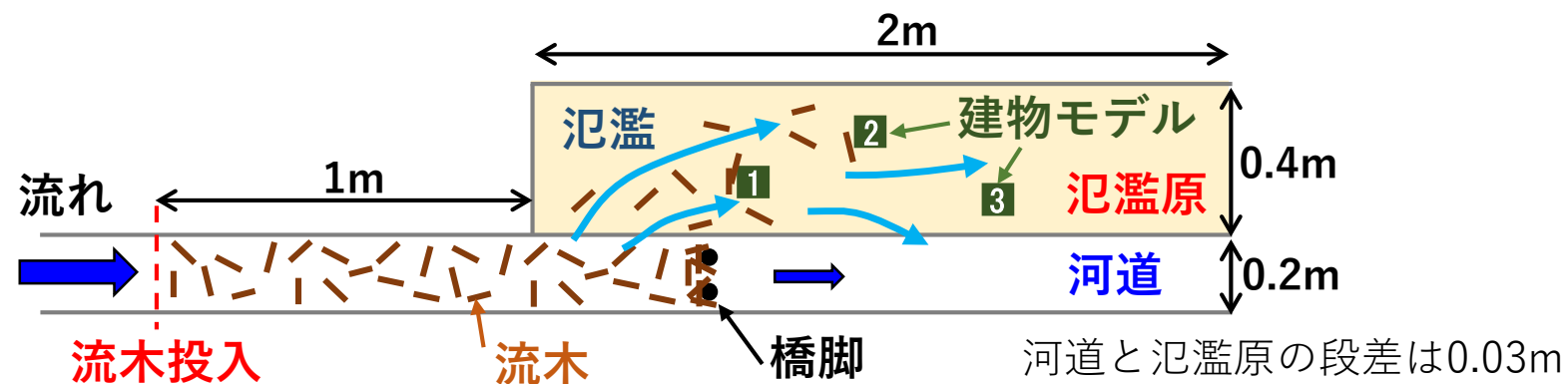
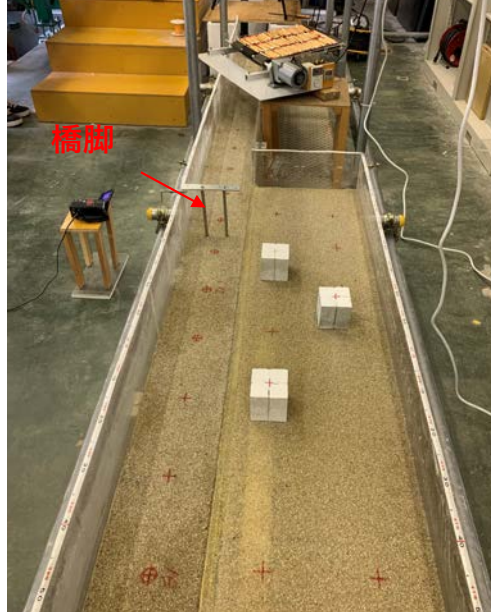
## 流木挙動解析

- 流木の3次元挙動を表現できるように、3次元個別要素法を適用
- 流木は、いくつかの球体粒子をつなぎ合わせることで1本の流木を表現
- 流体と流木の相互干渉を考慮
- 流木形状を保つために剛体補正を実施

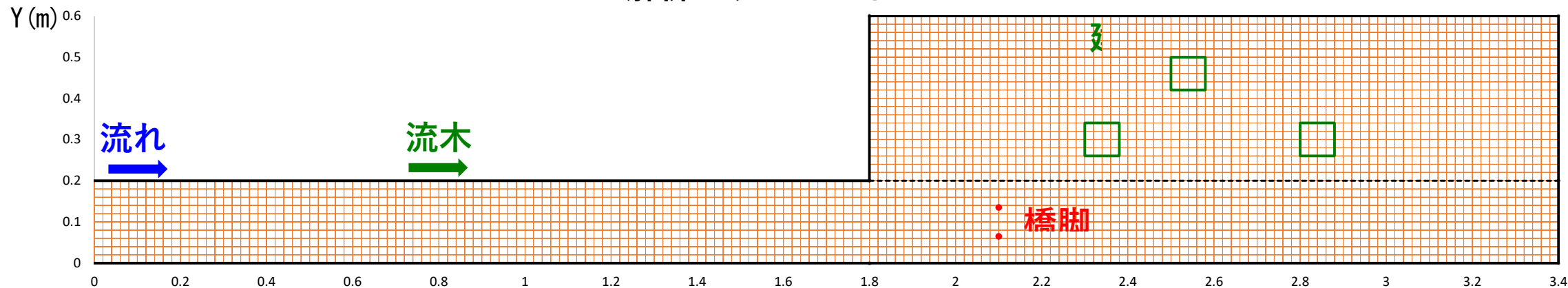




# 解析の概要



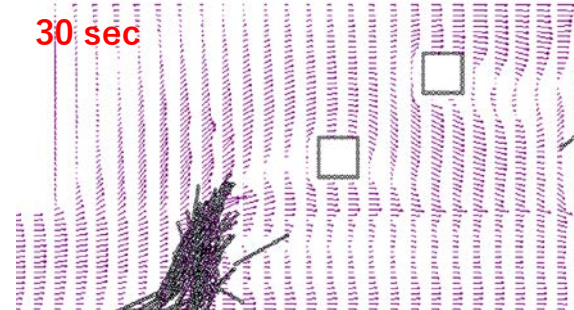
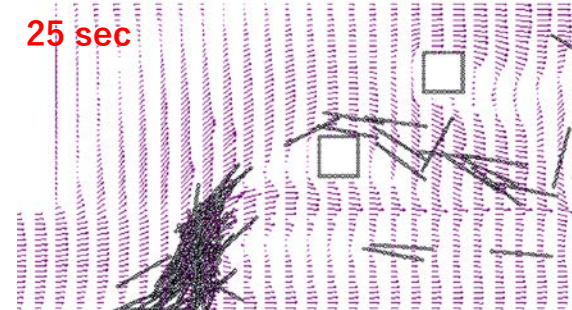
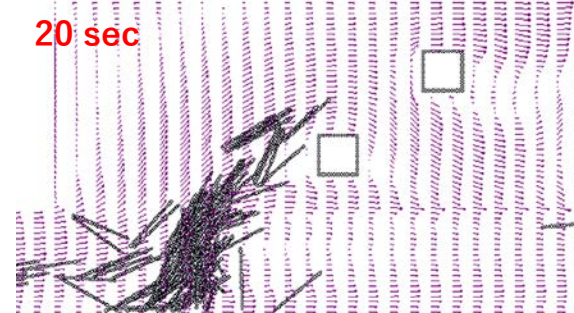
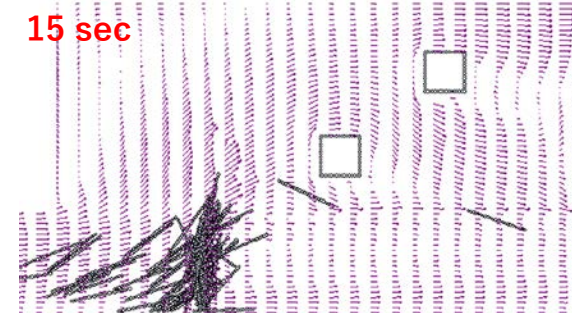
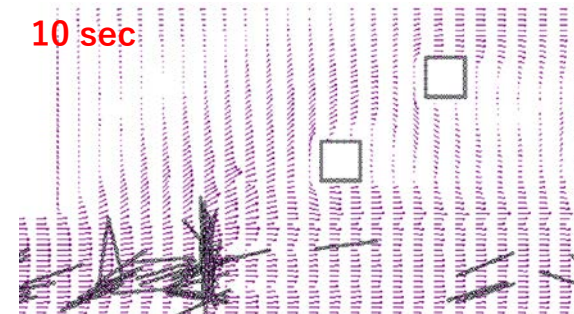
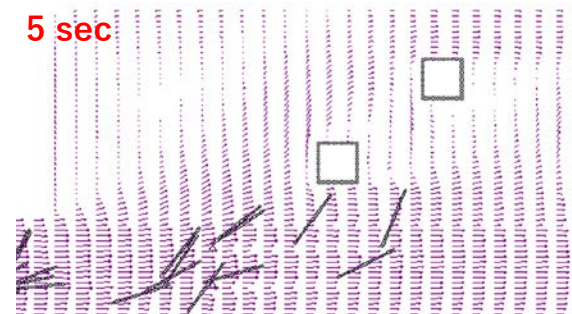
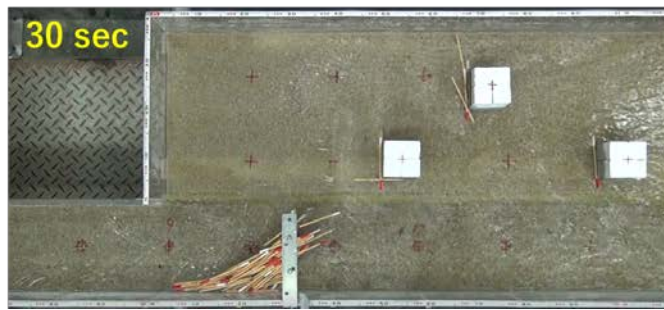
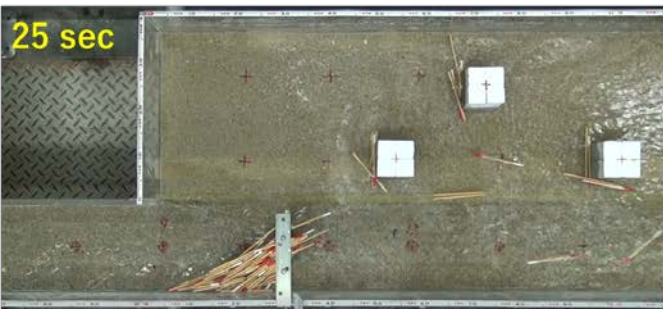
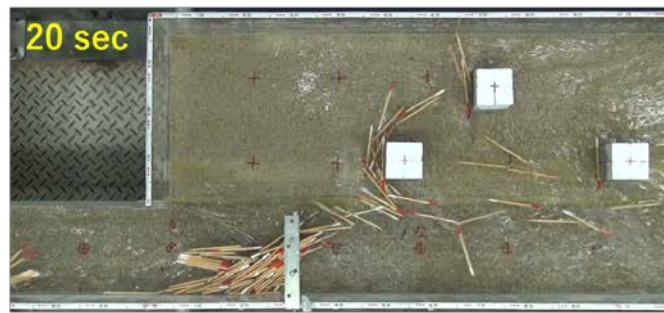
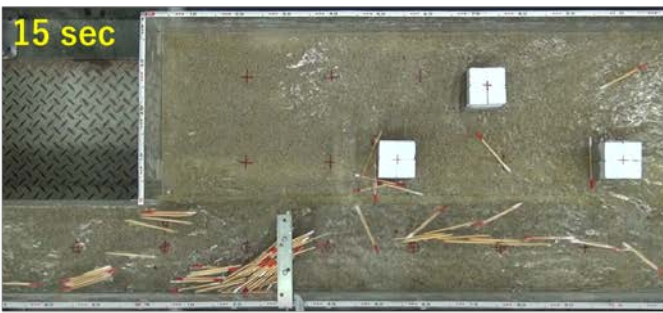
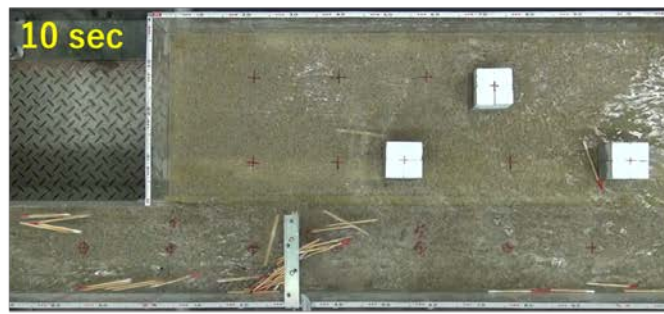
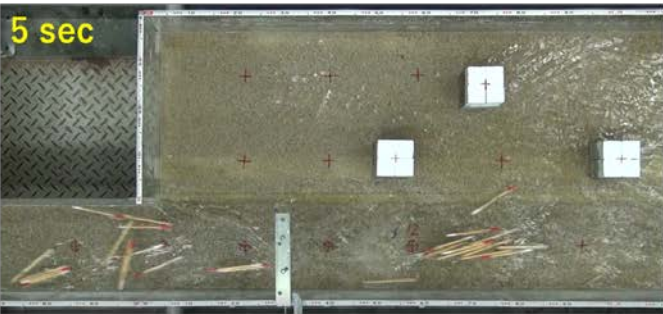
## 解析メッシュのイメージ



- ✓ 解析メッシュは、河道、氾濫原ともに流下方向0.02m×横断方向0.01mで作成
- ✓ 上流端境界条件として流量，下流端境界条件として水位を与えた
- ✓ 流木は実験に合わせて，200本を約11本/secで投入
- ✓ 解析も実験に合わせて20回実施（流木の投入位置を微小に変化）

# 実験データを用いた解析モデルの検証

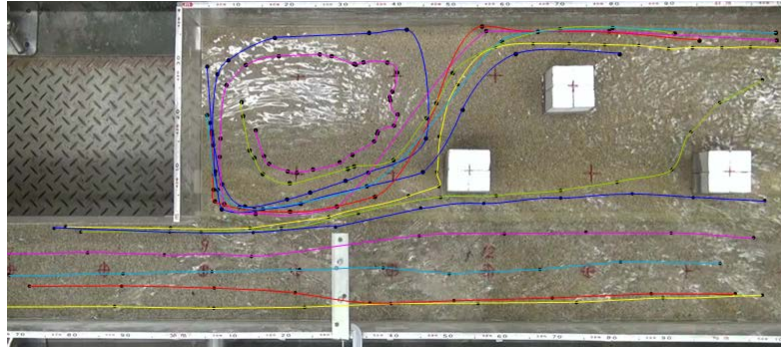
解析モデルは、実験における流木の一連の挙動（流下、橋脚への堆積と氾濫原への流出）を表現できる



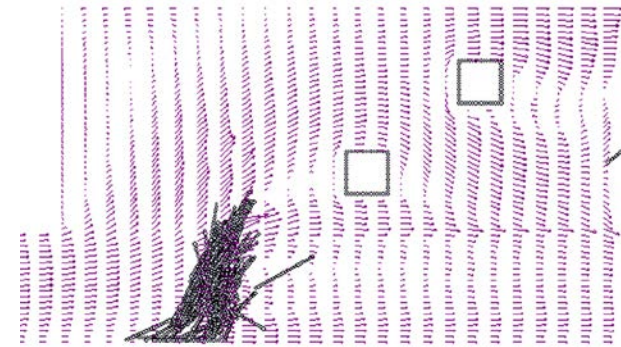
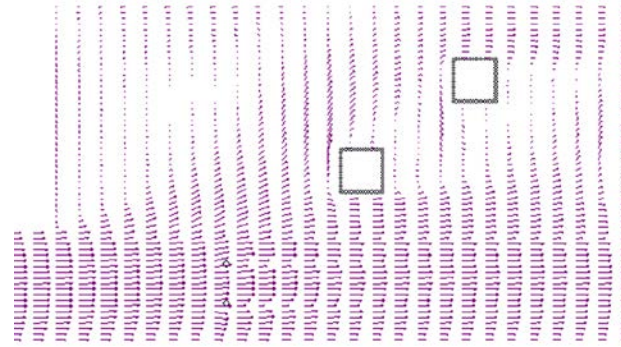
# 実験データを用いた解析モデルの検証

## 流木堆積前後の平面流況の比較

氾濫原に流入する流量が少なく、大きな渦がゆっくりと回転する大きな渦を形成。

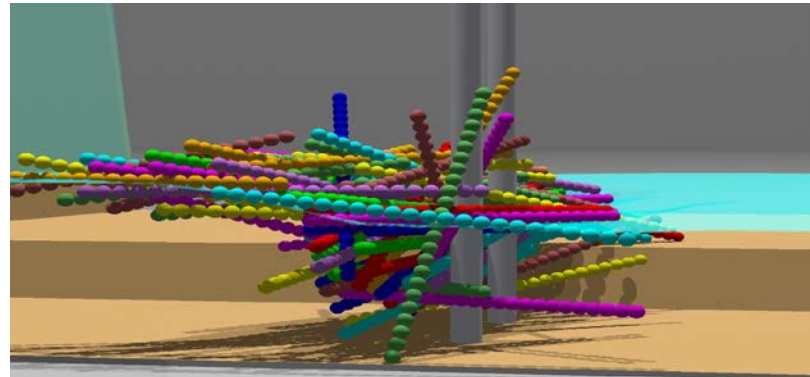


流木堆積により氾濫原への流入量が増加。その影響を受けて渦領域は初期に比べると小さい。



解析は、流木堆積前後の渦領域の変化を捉えられている

## 側面から見た流木堆積状況の比較

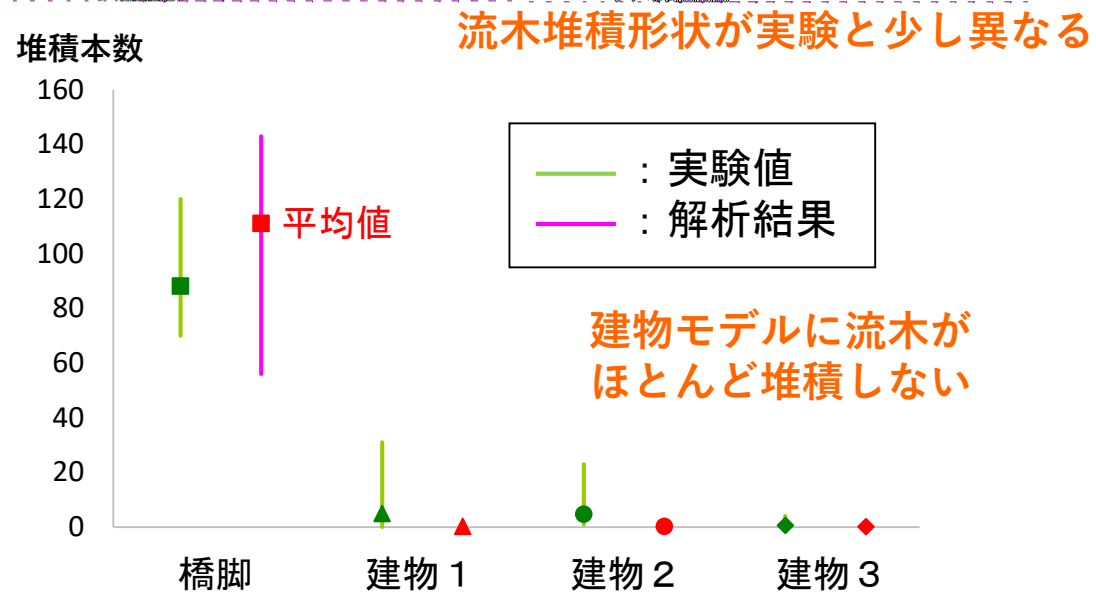
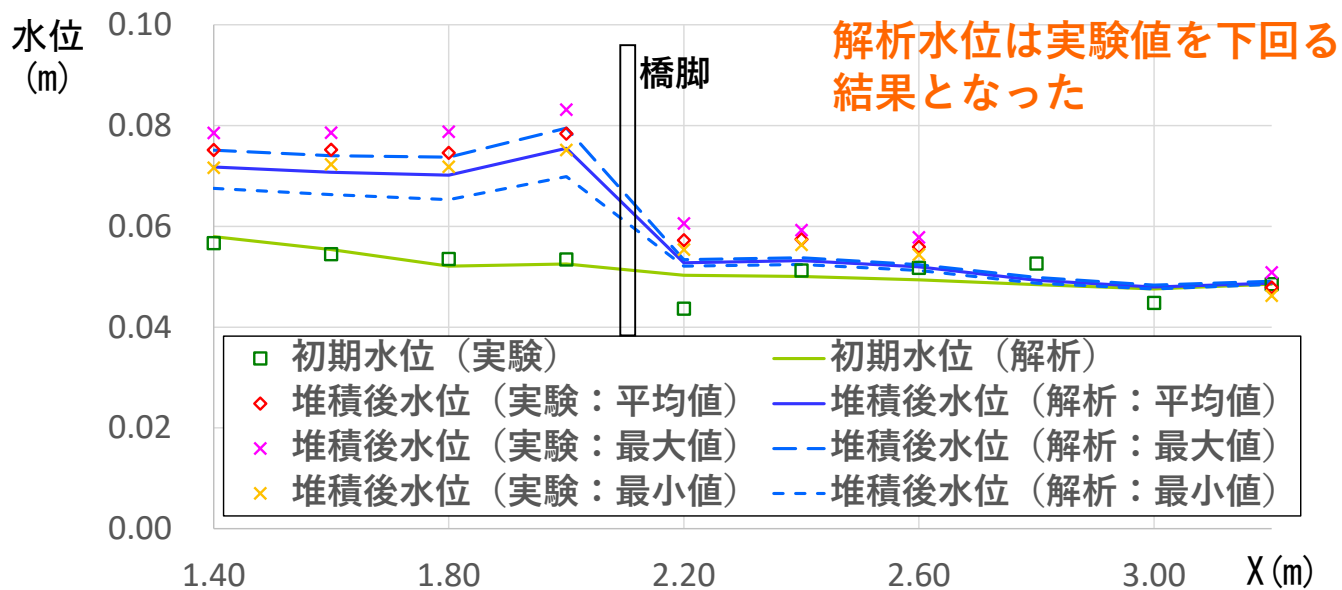
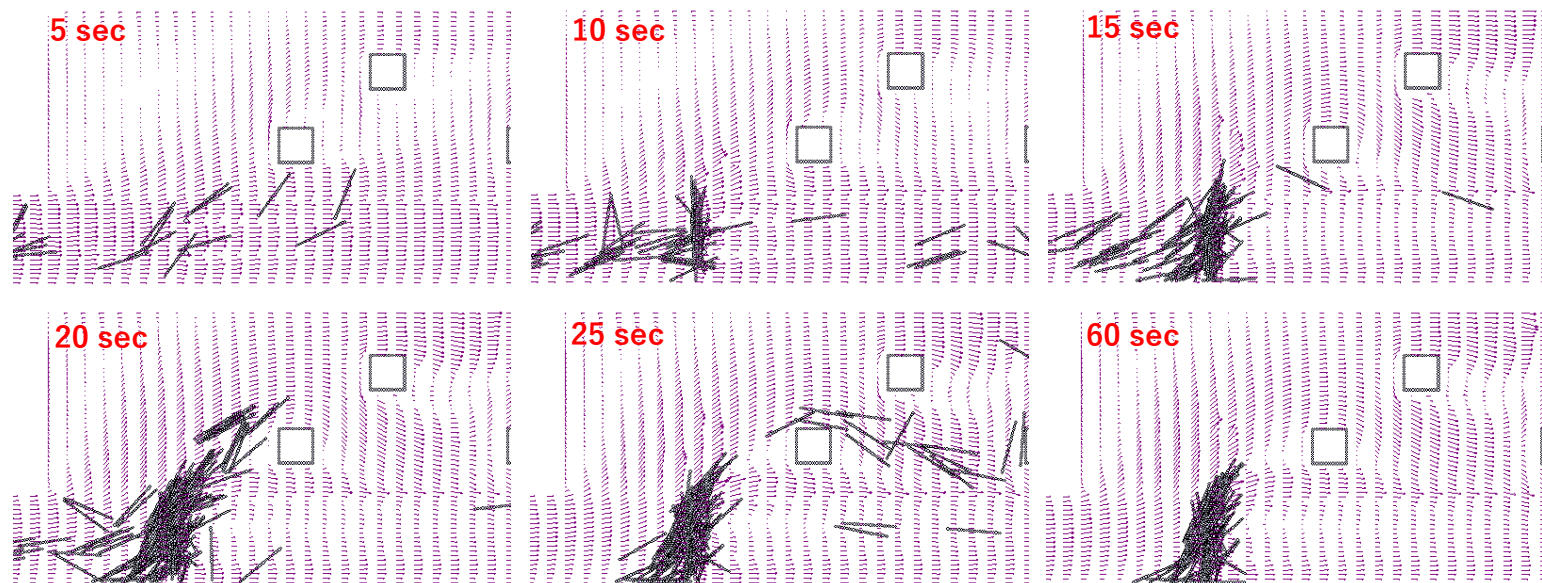
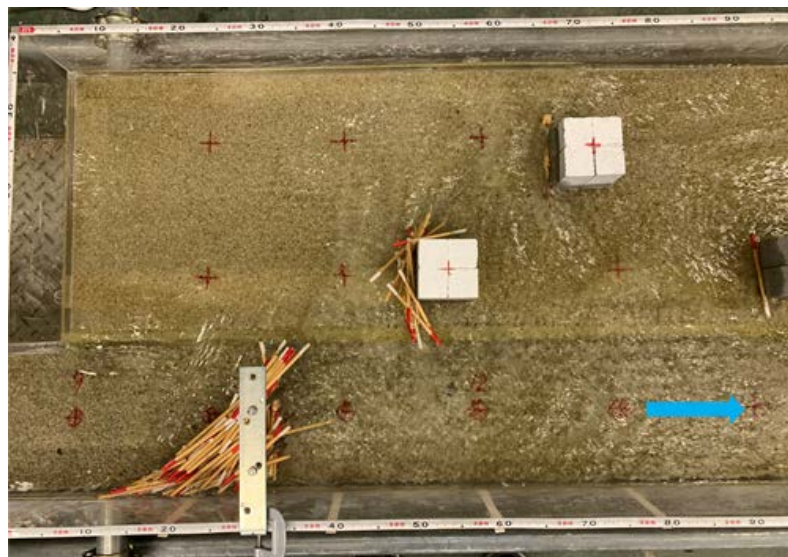


実験では流木が橋脚上流で沈み込むことで河道を閉塞し、水位上昇が生じている。

解析においても流木が沈み込むことで河道を閉塞する状況について表現できている。



# 実験データを用いた解析モデルの検証



橋脚への流木堆積形状の違いが、結果として水位上昇および堆積本数の違いに影響したと考えられる

## 結論と今後の検討課題

- 本研究では、河道・氾濫原を一体的に扱える流木挙動解析の基本モデルの構築を行った。河道と氾濫原を一体的に扱えるように、河道への適用を想定した3次元流木解析モデルに非構造格子による氾濫解析モデルを組み合わせた新たな解析モデルを構築した。解析法の検証のために基礎実験を実施し、本データを用いた解析モデルの検証を行った。
- 構築した解析モデルは、橋脚への堆積とそれによる水位上昇、氾濫原への流木の流出といった一連の過程を表現することができた。しかし、実験値を十分に説明できていない点もあり、これらは今後の課題として改善を進める予定である。
- 今後、赤谷川災害など現地適用を念頭に一般河道を有する実験を行い、現場適用できるモデルとして改善と拡張を進める。さらに、土砂を含めた検討、急勾配河道への適用性などについても今後検討を行う予定である。