

## 1 ピア橋梁での流木集積と河道閉塞率の定量評価に関する実験的研究 Experimental study on Log jam formation at one-pier bridge and Quantitative evaluation of Blockage ratio

○岡本隆明・染谷智紘・田中健太・山上路生・松本知将

○Takaaki OKAMOTO, Tomohiro SOMEYA, Kenta TANAKA, Michio SANJOU, Kazumasa MATSUMOTO

Driftwood in rivers seriously increases the destructive power of flood flow. Large driftwood accumulates at a bridge and blocks a river, which leads to increased water levels. In Shiso city in July 2018, the detour flood-flow occurred around the bridge. However, there is almost no detailed information about the porosity of driftwood blocking. In this study, two kinds of flume experiments were performed. We conducted the driftwood accumulation tests at the bridge with one-pier to investigate the formation and the growth of the driftwood accumulation and change of backwater rise.

### 1. はじめに

地球規模の気候変動の影響により、台風の規模が大きくなり各地で集中豪雨による水害が頻発している。豪雨時には流木をはじめとした漂流物が河川に流出し、橋脚に引っかかることで河道を閉塞させて水位上昇を招き、洪水被害を大きくすることが知られている(図-1 2018年宍粟市高野川, 岡本ら(2019, 自然災害科学)).

流木に関する研究は多くみられるが、橋脚が1本の橋梁で径間長より短い流木で河道閉塞するメカニズムや流木閉塞が発生する限界条件については未解明点が多い。著者らの知見ではこれまで氾濫解析では流木による河道閉塞率は100%とされることが多く、流木閉塞率を定量評価した例はあまりみられない。そこで本研究では流木集積実験を行い、橋梁前面での流木塊の成長過程を水路側方のビデオカメラで観察し、せき上げ水深と同時計測することで流木沈下過程と河道閉塞率の変化について調べた。また流木長、初期水深(橋桁下のクリアランス)を変化させて流木閉塞が発生する限界条件を明らかにした。次に流木沈下に与える表面流況の影響について考察するために、橋梁前面の流れをPIV計測した。

### 2. 実験装置

本研究では、河道閉塞率を評価する流木集積実験を行った。図-2のように実験には長さ10m、幅40cm、高さ50cmの可変勾配水路を用いた。 $x$ ,  $y$  および  $z$  はそれぞれ流下方向、鉛直方向および横



図-1 橋梁での流木閉塞と迂回氾濫流の発生  
(2018年7月宍粟市高野川)

断方向である。 $x=0$ は河道閉塞部(橋梁の上流端位置に対応)の流下方向位置、鉛直方向原点 $y=0$ は氾濫原底面、横断方向原点 $z=0$ は右岸側の水路壁とした。 $U$ ,  $V$  および  $W$  は各方向における時間平均流速を示す。

水路側方から橋梁前面に形成される流木塊を観察できるようにするために氾濫原模型(塩ビ製)を水路片側に設置した。低水路幅は $B_m=20\text{cm}$ 、氾濫原幅は $B_f=20\text{cm}$ である。氾濫原高さは $D=10\text{cm}$ で流下方向に一様とした。1ピア橋梁模型(1/60スケール)は水路上流端から4.0mの位置に設置した。橋長20cm、幅員5cm、床板厚1cm、高さ10cmで、高さ9cm、幅2cmの橋脚部を1本有しており、橋脚間距離は9cmである。

流木模型として木製円柱(直径 $d=6.0\text{mm}$ 、長さ

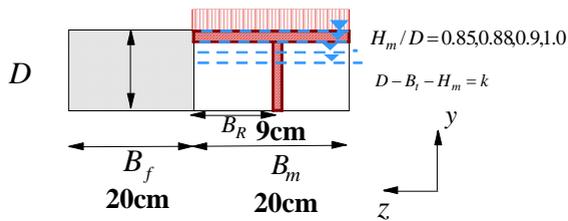


図-2 1 ピア橋梁模型と初期水深

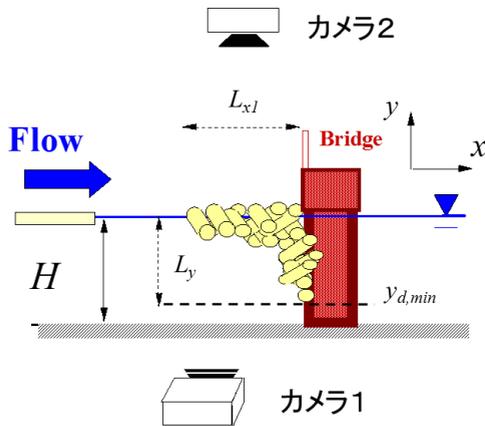


図-3 流木集積によるせき上げ水深と流木塊の形成過程の計測

$l=7.5, 9, 12\text{cm}$ )を用いた。10本ずつ流木を投入しているが、捕捉された流木は除去せず投入を繰り返した。流木は堰上げ水深が増加しなくなるまで投入を続け、供給した流木量は各ケース最大2000本とした。図-3のように流木塊の形成過程について調べるために、水路上方と側方にそれぞれビデオカメラを設置し、流木塊の流下方向長さ $L_x$ 、鉛直方向長さ $L_y$ の時間変化を計測した。流木集積時のせき上げ水深 $H$ の時間変化も計測している。

また流木捕捉時の橋梁部での河道閉塞率について調べるために、流木除去後に橋梁の前面に既知の遮蔽面積のアルミ製ポラス板( $20\text{cm} \times 15\text{cm}$ , パンチ径  $3.0\text{mm}$ )で穴の配置は均等、著者ら(2018))を設置して橋梁の上流側の水深を計測した。流木閉塞時の水深と比較することで河道閉塞率 $A_b/A$ を評価した。

流木集積過程への表面流況の影響について調べるためにPIV法による流速計測を行った。流木集積時には水面は流木塊で覆われるため水路上方からレーザー光を照射することは不可能なので、水路下方から $3.0\text{W}$ のアルゴンイオンレーザー(LLS)

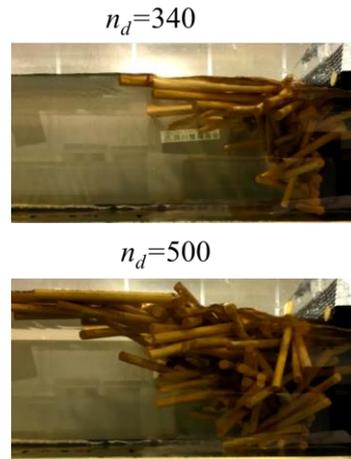


図-4 1 ピア橋梁模型と初期水深

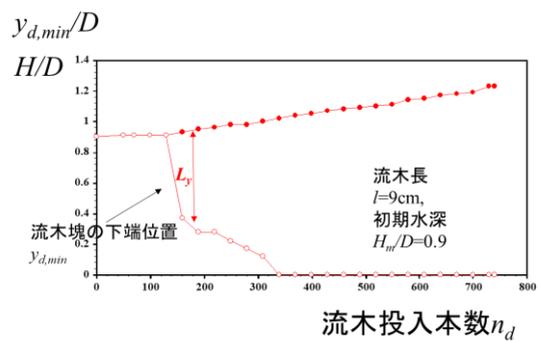


図-5 流木集積による堰上げ水深と流木沈下の時間変化

を照射した。水路側方に設置した高速度カメラ( $1024 \times 1024\text{pixel}$ )で撮影した。外部トリガからのダブルパルス信号を用いてフレームレート  $500\text{Hz}$ 、サンプリングレート  $30\text{Hz}$  で  $60$  秒間撮影した。

### 3. 実験結果

図-4 に1ピア橋梁での流木集積のスナップショット、図-5 に流木集積による堰上げ水深と流木沈下の時間変化を示す。流木集積の初期過程では鉛直高さ $L_y$ が増加しており、先に橋脚で捕捉された流木が浮力に逆らって水面下に沈下するのが観察された。流木が沈下すると流木塊による遮蔽面積が大きくなって、せき上げ水深が増加している。投入本数が300本を超えると流木塊の鉛直方向長さ $L_y$ と水深 $H_{max}$ が一致しており( $L_y=H_{max}$ )、これは水面から底面まで流木で閉塞している。