

流木による橋梁閉塞を防止する構造体に関する研究

信州大学大学院 ○三橋和紗, 堤大三, 福山泰治郎

1. はじめに

近年は豪雨の増加に伴い土砂災害の発生件数も増加傾向にある（国土交通省，2023）。流木災害には流木が橋梁で閉塞して洪水・氾濫が発生する，あるいは荷重がかかることで橋梁が破壊されるという事例が存在する。令和6年9月の奥能登豪雨では，石川県輪島市の鈴屋川に架かる五里分新橋が流木により閉塞して洪水氾濫が発生した。流木対策は砂防堰堤や流木捕捉工が一般的であるが，立地条件の制約でそれらが設置できない場所では別の対策を講じる必要がある。

橋梁の流木閉塞に対する研究は多く行われているが，先述の五里分新橋のような橋脚をもたない橋梁を対象とした研究はほとんど例がなく，流木対策に関する検討もこれまでに報告されていない。そこで，本研究では橋梁に取り付ける新たな流木対策構造を提案し，五里分新橋をモデルとして水理模型実験を行いその効果を検証した。

2. 実験方法

図-1 に実験水路の概略図を示す。水路は全長 1.2 m，幅 18.5 cm，傾斜 0.5° の直線矩形断面水路で，五里分新橋の 1/100 スケールである。水路にはポンプを使って水を供給している。流木モデルは直線型の均一形状で，直径 1.8 mm，長さ 7 cm の竹製である。水理条件は粗度係数 0.04，電動ポンプによる供給流量 1.96 L/s，平均流速 0.24 m/s，フルード数 $Fr = 0.35$ で，常流条件である。橋梁モデルは流木対策を有さない現在の橋梁（以下，無対策橋梁）と，上流側に湾曲形状のステンレス板を取り付けた橋梁（以下，対策橋梁，図-2）の 2 種類で，河床から橋梁底面が 4 cm になるように固定した。橋梁モデルは幅 18.5 cm，奥行き 15 cm，高さ 2 cm の木製である。

実験条件を表-1 に示す。一回あたりの流木投入本数 n を変え，合計 400 本になるまで N 回に分けて投入した。流木投入本数がそれぞれの条件において，各ケース 3 回ずつ実施した。流木閉塞は流木捕捉率と水深上昇量を計測することで判断し，さらに流木の閉塞メカニズムを観察して，流木対策の構造が流木の挙動にどのような影響を与えるかを検証した。



図-2 対策橋梁モデル

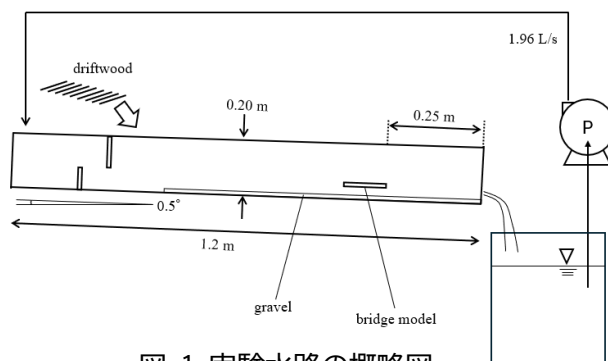


図-1 実験水路の概略図

表-1 実験条件

No.	流木対策	Q [cm ³ /s]	U [m/s]	Fr	H [cm]	h_c [cm]	n [本/回]	N [回]	n_t [本]		
1-3	無	1,960	0.24	0.35	4.5	0	1	400	400		
4-6							10	40			
7-9							20	20			
10-12							40	10			
13-15							50	8			
16-18							80	5			
19-21	100	4									
22-24	有	1,960	0.24	0.35	4.5	0	1	400	400		
25-27							10	40			
28-30							20	20			
31-33							40	10			
34-36							50	8			
37-39							80	5			
40-42							100	4			

Q : 流量, U : 平均流速, Fr : フルード数, H : 水深, h_c : クリアランス, n : 一回あたりの流木投入本数, N : 流木投入回数, n_t : 合計投入本数

3. 結果と考察

無対策橋梁では一回あたりの流木投入本数が40本以上のケースにおいて流木閉塞が発生した。図-3に $n=100$ のケースで発生した流木閉塞の様子を連続写真で表す。実験時の流木の挙動を観察した結果、流木が流下して橋梁上流側側面に衝突し、水深方向に回転することで橋梁側面と河床をまたぐように引っかかる現象が確認された。この流木を起点に次々と後続流木が堆積し、閉塞が発生した。また、流木閉塞に伴い上流側の水位が上昇する様子も確認された。

一方対策橋梁では、無対策橋梁で閉塞が発生したときと同様の条件でも大半の流木が流下して閉塞が発生しなかった。そのため、上流側の水位上昇も発生しなかった。図-4に流木が流下する様子を連続写真で示す。流木が流下するメカニズムは明らかではないが、対策構造が流木を直接流下方向へ誘導すること、また対策構造によって下降流が生じ、流木がその流れに追従することが要因であると考えられる。

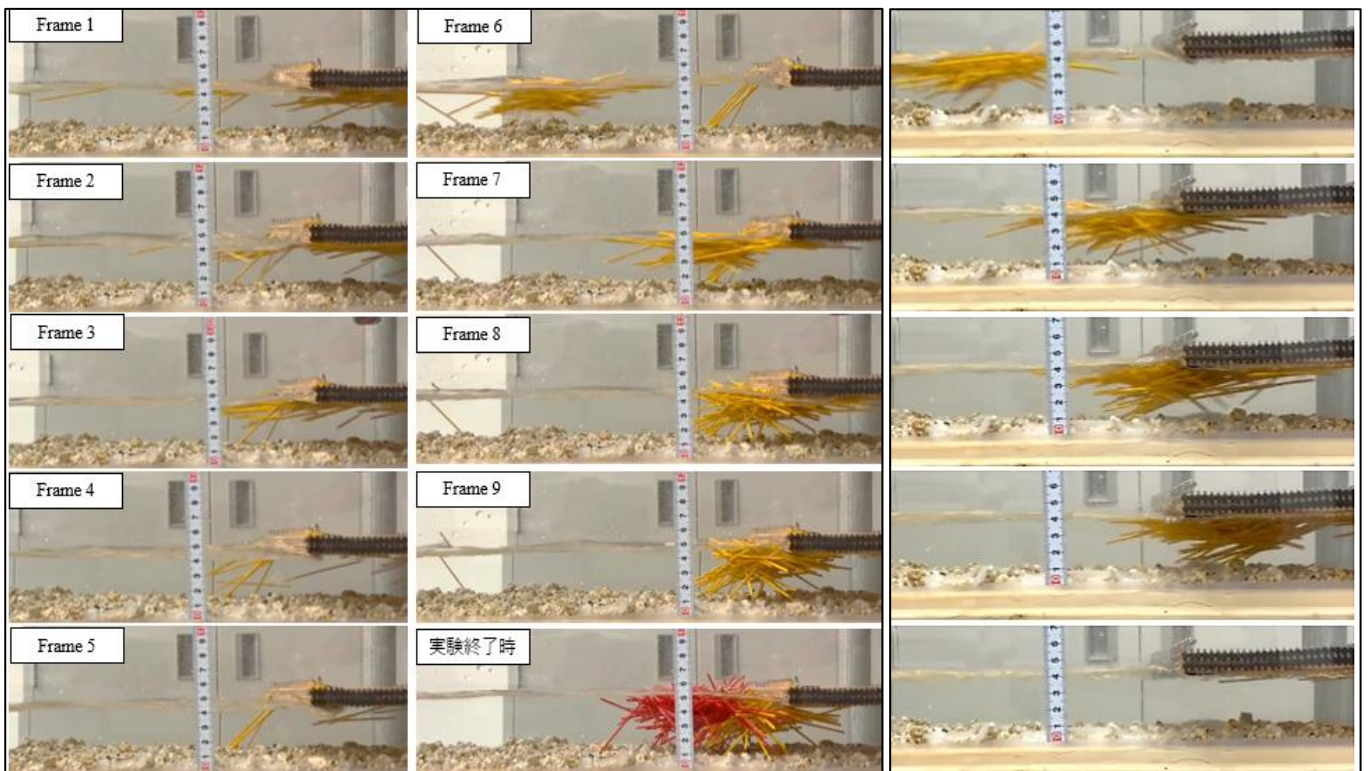


図-3 無対策橋梁の流木閉塞の様子

図-4 対策橋梁で流木が通過する様子

4. おわりに

本実験により、橋梁上流側面に湾曲形状の構造を付加することで流木を流下させる効果が得られ、橋梁における流木閉塞に対する有効な対策となり得ることが示された。ただし、本研究は均一流木を用いた実験に限定されているため、今後は流木形状や橋梁形状などを変更した追加実験を行い、流木閉塞発生の可能性および対策構造の効果を検証していく必要がある。

参考文献

国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 (2020) : 近年の土砂災害実績を踏まえた課題-気候変動を踏まえた土砂災害対策に関する検討会 (第1回) 資料2

https://www.mlit.go.jp/river/sabo/committee_kikohendo/200521/02shiryo.pdf