

流木集積による橋梁部の河道閉塞と流砂特性に関する実験的研究

京都大学大学院工学研究科 ○伊東直哉
京都大学防災研究所 竹林洋史・藤田正治

1. はじめに

近年、台風や局所的豪雨による土砂災害が頻発しており、とりわけ橋梁部周辺の地域では橋梁部の河道閉塞によって土砂・洪水氾濫が発生し、多大な被害を与えている。流木の集積による橋梁部の河道閉塞については水路実験や数値解析を通して多くの検討が行われている。流木が橋梁部に補足されるまでの過程について、岡本らは固定床での水理実験を行い、流木比重が橋梁部の河道閉塞に及ぼすことや流速が大きい場合は流木が河床へと沈下することについて指摘した¹⁾。また、橋梁部で河道が閉塞された後の氾濫流について、和田らは固定床での水理実験と数値解析を通して迂回流の浸食特性を検討した²⁾。一方、既往の研究では洪水時の流砂特性が河道閉塞に与える影響についてはあまり検討されておらず、土砂・洪水氾濫対策を考える上でさらなる知見が必要である。このような現状から、本研究では橋梁模型と流木模型を用いた水路実験を固定床・移動床の条件でそれぞれ行い、結果を比較することで土砂が橋梁部の河道閉塞や閉塞後に発生する氾濫に与える影響について考察した。

2. 実験概要

図1に実験の概要図を示す。実験には長さ7m、幅50cmの直線矩形断面水路を使用し、水路内には橋梁模型と兩岸に氾濫原を設置した。また、流木模型は長さ10cm、直径3mm、密度約0.85のものを使用した。上流端から水を定常的に供給し、流木模型を橋梁上流端から5m上

流の地点から約1秒間で投入した。投入本数は25, 50, 75, 100, 125, 150本の6パターンで行い、投入時の不均一性を考慮するためにそれぞれ9~12回実施した。流木を投入後、先頭の流木が橋梁上流端に到達してから1分経過後、橋梁上流端から上流5cm地点の水位と橋梁部に補足されている流木の数を測定した。また、橋梁部の上空から流木の挙動を撮影し、投入後から橋梁部に達するまでの流木の挙動を確認した。流砂特性による流木補足の変化を考察するために、同様の実験を固定床と移動床とでそれぞれ行った。固定床での実験では水路底面に人工芝を貼付し、移動床での実験では水路に平均粒径0.58mmの珪砂を堆積層6.5cmとして水路底面に敷き詰めて実験を行った。

3. 実験結果・考察

図2に流木の補足形態の概略図を示す。固定床と移動床での実験を通して流木の補足形態は、流木が河床に対して平行に補足される場合（平行補足）と河床と角度をつけて補足される場合（垂直補足）の少なくとも2種類存在した。固定床で実験を行った場合は補足形態の違いによる橋梁部で集積した流木塊の挙動について大きな差異はなかった。しかし、移動床で実験を行った場合は補足形態によって流木補足後の河床面や流木塊の挙動に違いが生じた。比較的平行補足が多く見られた場合は、河床付近まで沈下していた流木が上流からの流砂によって河床に埋まり、橋脚周辺で低下してい

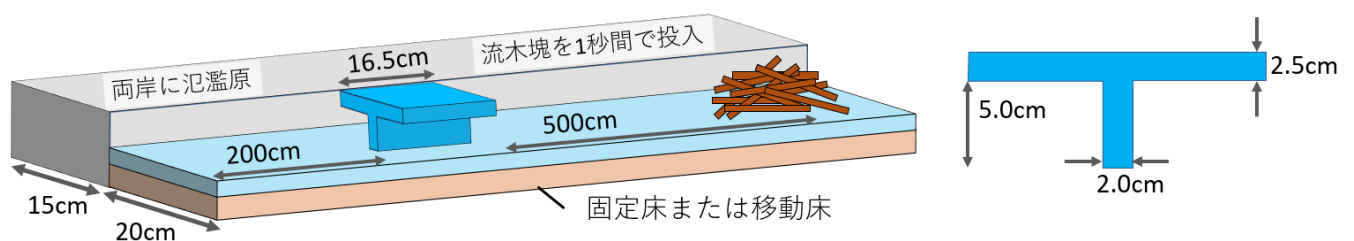


図1 実験の概要図

た河床が再び上昇して初期河床位付近まで到達した。これにより、橋梁上流端から 5cm 上流地点で測定した水深は垂直補足が見られた場合と比較して深くなった。一方、比較的垂直補足が多く見られた場合、流木が河道断面を遮蔽したことで河積が阻害され、橋梁上流部の河床が低下し、集積した流木が橋桁の下をくぐるようにして下流へと抜けやすくなった。これにより、橋梁上流端 5cm 上流地点で測定した水深は垂直補足が見られた場合と比較して浅くなった。図 3 に垂直補足が多く見られた場合の実験の様子を示す。150 本の流木を上流から与えると、始めは橋梁上流部に流木塊が形成された。しかし、徐々に河床が低下して橋桁下面と河床面との空間が広がり、流木塊形成から 18 秒経過した時点で流木塊が橋桁下面を通過して下流へと流下していった。

また、今回の実験では兩岸に 15cm ずつ氾濫原を設け、洪水や流木の氾濫に着目して実験を行った。図 4 に移動床での実験における流木が氾濫原に流出した様子を示す。固定床・移動床ともに流木の投下本数が 125 本以上のケースにおいては、橋梁部で流木塊が河道を閉塞し、後続の流木が氾濫流に運ばれるような形で氾濫原へと流出する様子が確認された。このような現象は固定床での実験の方が移動床での実験よりも多く見られた。これは移動床では垂直補足が多く見られた場合はとくに河床が低下する傾向にあるため、兩岸へ流木が流出しにくくなったことが要因だと考えられる。なお、今回の橋梁模型には欄干を設置しなかったが、欄干によって水流はさらに兩岸の氾濫原へと流れやすくなるため、実際の橋梁ではより流木の兩岸の氾濫原への流出は発生しやすくなると考えられる。

4. おわりに

本研究では、橋梁部の流木補足について固定床と移動床での実験から検討を行った。流木の補足形態には平行補足と垂直補足の少なくとも 2 種類が存在し、平行補足は沈下した流木が流砂によって埋没することで橋梁上流部の河床を上昇させる傾向にあり、垂直補足は河積の縮小により河床を低下させる傾向にあることがわかった。また、流木が氾濫原に流出する現象が観察され、橋梁部周辺に流出した流木が被害を及ぼす危険性があることからさらなる検討が必要である。

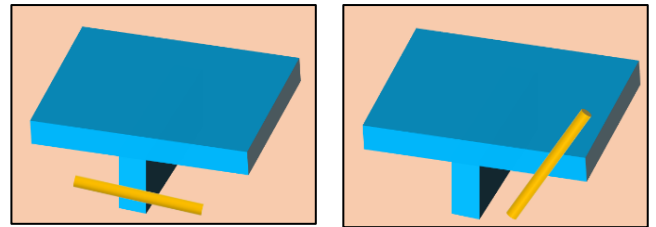


図 2 流木の補足形態の概略図

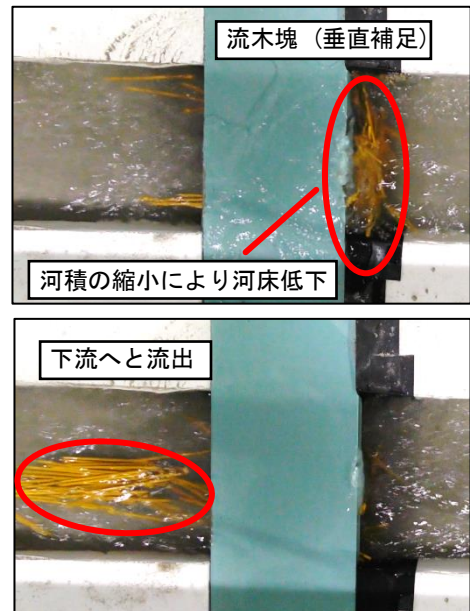


図 3 流木塊（流木塊）が下流へと流出する様子



図 4 流木が氾濫原に流出する様子

参考文献

- 1) 岡本隆明・染谷智紘・松本知将・山上路生・田中健太：橋梁部での流木沈下過程と全面閉塞に関する実験的研究, 自然災害科学 J.JSND 39 -4 423 -437, 2021.
- 2) 和田高宏・竹林洋史・久加朋子・眞間修一・藤田正治・岡本隆明・戸田圭一：橋梁周辺に発生する迂回流の流れと河岸浸食特性, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol71, No.4, I_895-I_900, 2015.