

## 土砂による橋梁部の河道閉塞と氾濫についての研究

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<sup>1)</sup>。一方、橋梁上流部の土砂の堆積にともなう河道閉塞による橋梁周辺の地形変動特性及び氾濫特性については定量的な検討が少なく、土砂・洪水氾濫対策を考える上で知見のさらなる集積が必要である。このような現状から本研究では、掃流砂・浮遊砂を考慮した数値解析によって、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検討する。

## 2. 2020年7月九州豪雨による川内川流域の災害

球磨川流域では、2020年7月3日から4日にかけて線状降水帯による豪雨が発生し、各地で甚大な被害が生じた。球磨川水系に属する川内川流域では1日最大雨量が471mmの降雨が発生した。これは過去に観測された降水量から80年に一度の規模である大規模な降雨であった。災害後の調査結果から、川内川流域では複数箇所斜面崩壊が発生し、中・下流域においては支川から供給された土砂による被害が発生した。図1に中流域の丸岩橋周辺の災害前後の様子を示す。上流から流れてきた土砂が橋梁上流部に堆積したことで左岸の橋梁下流域で氾濫が発生し、氾濫流によって家屋が流出したと考えられる。また、土砂の堆積には右岸側からの小規模な土石流や左岸側からの大規模な土石流の影響を受けた可能性がある。

## 3. 解析条件

丸岩橋周辺で発生した災害に対して解析を行った。非定常平面2次元流れと河床変動計算の解析にはMorpho2DHを用いた<sup>2)</sup>。

境界条件として、7月3日18:00~4日14:00に観測された雨量から降雨流出解析によって算出した流量ハ



(a) 被災後の全体の様子



(b) 被災前の左岸側の様子



(c) 被災後の左岸側の様子

図1 丸岩橋周辺の被災前後の様子

イドログラフを上流端に与え、流量に応じた等流水深となるときの水位を下流端に与えた。また、上流端から平衡流砂量を供給した。初期河床材料は、現地調査から求めた河床材料の粒径分布を6つの粒径階に分割して与えた。

右岸側の山地斜面と道路は災害後の様子から浸食された痕跡が見られなかったため、非浸食領域として扱った。また、左岸側の多くの家屋は氾濫流により流出していたことから、災害後も残っていた家屋のみを非浸食領域として扱った。橋梁と右岸側から発生した土石流による土砂流出が土砂の堆積に与える影響を考察す

るために、表1に示す4ケースの条件で解析を行った。

土石流による土砂流出の影響については、計算初期の河床高を1~3m程度上昇させることで考慮した。また、橋梁の影響については、橋脚を非浸食領域として扱い、橋桁や流木・ゴミなどによる遮蔽を水流に対する抗力として運動方程式の中で扱うことで考慮した。

#### 4. 解析結果

図2に各解析ケースのピーク流量時の水深の平面分布を示す。Case1から橋梁や右岸側からの土石流による土砂流出を考慮しない場合では氾濫が発生していないことがわかる。一方、Case2から橋梁による影響は非常に大きく、迂回流が発生して橋梁の下流部で大きな範囲にわたって氾濫が発生しているのがわかる。また、Case4の解析区間の下流部に着目すると、土石流により流出した土砂が流れを左岸側に逸れさせることで氾濫を助長させている様子が確認できる。

図3にCase4の河床変動量の平面分布を示す。13.5時間後の河床変動量から左岸側の家屋があった範囲で10m程度の浸食が発生していることが確認できる。実際の災害後の様子について、図1(c)は被災後に整地された後であるため河床低下は確認できないが、多くの家屋が流出しており、出水中に浸食現象が発生した可能性は高いと考えられる。また、計算開始から3時間後の時点では、橋梁上流部で土砂が堆積しているが、計算終了時点では堆積していない。これは堆積していた土砂が迂回流によって徐々に下流へと流出したことや右岸側に堆積したためである。

#### 5. まとめ

本研究では2020年7月に発生した川内川の災害事例を対象とし、土砂による橋梁部の河道閉塞による氾濫現象について数値解析を用いて検討した。解析結果から橋梁や右岸側で発生した土石流の影響がない場合は氾濫が発生しなかった可能性が高く、特に橋梁部の流下能力の低下は氾濫を引き起こす危険性を大きく高めると考えられる。また、迂回流によって河岸や氾濫原が大きく浸食される可能性があることが示された。橋梁上流部に堆積していた土砂は迂回流による河岸浸食の発生とともに、下流へと流出する可能性があることが示唆された。

表1 各解析ケースの条件

	橋梁の影響	右岸側からの土石流による土砂流出の影響
Case1	×	×
Case2	○	×
Case3	×	○
Case4	○	○

○考慮する ×考慮しない

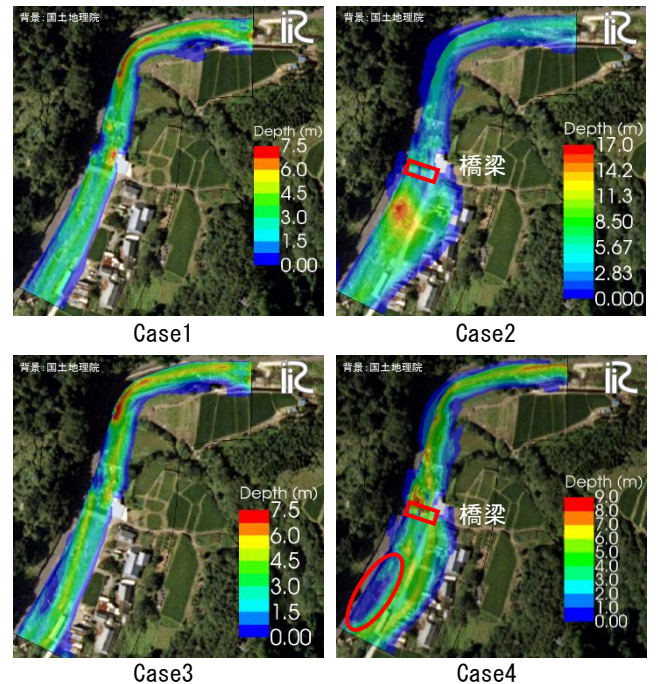


図2 ピーク流量時の水深の平面分布(単位:m)

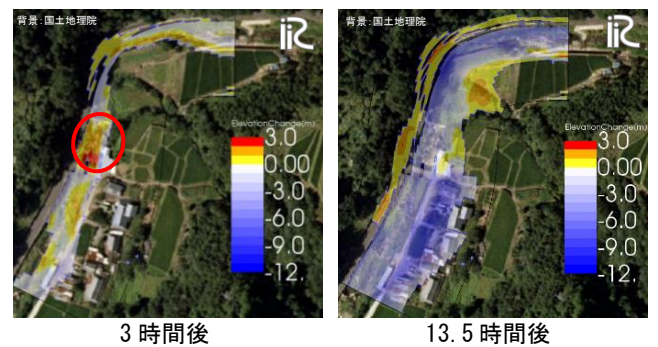


図3 Case4の河床変動量の平面分布(単位:m)

#### 参考文献

- 1) Okamoto, T., Takebayashi, H., Sanjou M., Suzuki, R. and Toda, K. Log jam formation at bridges and the effect on floodplain flow: A flume experiment, *J Flood Risk Management*, 2020
- 2) Takebayashi, H Modelling braided channels under unsteady flow and the effect of spatiotemporal change of vegetation on bed and channel geometry, *GBR*, Vol.8, pp.671-702, 2017