

橋梁への流木集積による洪水氾濫特性

パシフィックコンサルタンツ株式会社 ○澤田悦史, 片岡宏介, 鎌田直樹, 花田良太, 蔭山星, 飛岡啓之
京都大学防災研究所流域土砂マネジメント研究領域 (RiSM) 竹林洋史, 桑原正人

1. はじめに

2024年9月21日の豪雨により, 輪島市市街地を流れる塚田川では, 地震後に残存した土砂・流木が洪水とともに流下し, 多くの橋梁部では流木の集積により土砂・洪水氾濫が発生¹⁾した. 橋梁への流木の集積による河道閉塞状況や洪水氾濫特性はそれぞれの橋で異なり, 本研究では, 現地調査及び平面二次元の数値シミュレーションによって橋梁周辺の流木集積と洪水氾濫特性を検討し, 橋梁等の横断耕作物を含む土砂・流木対策の検討に資する基礎的知見を得ることとする.

2. 対象地点の被災状況

対象地点は, 塚田川河口から約0.4kmの輪島市塚田町, および約2kmの池田地区である. 図1に池田地区の橋梁周辺の被災後の様子を示す. 図1に示すように, 橋梁の周辺に多くの流木が集積するとともに, 河道内には多くの土砂が堆積し, 河道が完全に閉塞していることが分かる. 池田地区では氾濫流により, 家屋・倉庫6棟の内, 5棟が流失した. 河道への土砂堆積については, 対象地点が土砂生産域に近いことに加えて, 図1に示す場所に設置されている落差工も影響していると考えられる. 落差工の下流では鉛直渦による流れの剥離が発生するため, 土砂の堆積域となる. そのため, 河積が小さくなり流木が集積しやすい状況が形成されていたと考えられる. このような落差工は橋梁上流に設置されることが多い. これは, 橋梁を設置すると, 河岸に橋台を設置するなどによって河積が減少するため, それを補うように河床を掘削する. 河床を掘削することによって上流の河床位との間に段差ができるので, その部分を固定するために落差工が設置される. これにより, 計画流量以下の水のみであれば河道内を流下させることができるが, 出水中は土砂が河道を流れるため, それらの土砂の堆積によって河積が減少し流木が集積しやすい状況が形成されることになる.

図2(a)に示す塚田町においても橋梁の上及び橋梁上流の両岸に多くの流木が集積している. しかし, 流失した建物は1棟のみであり, 橋梁の上流側で若干の堰上げは発生しているが, 橋梁の下を多くの水が流れており, 河道は閉塞していない状況が確認できる. 図2(b)に減水後の河道内の様子を示すが, 河道内の土砂の堆積は少ない. これは, 対象橋梁からわずか250m上流で塚田川に左岸から善之谷内川が流れ込んでおり, 図2(a)の左上に示される合流点付近に河川域が広い領域がある. 図2(a)でも確認できるように, この領域で上流からの土砂の一部が堆積しており, 橋梁付近にはそれほど多くの土砂が流れ込まなかった可能性がある. また, 流木は水面付近を輸送されてくるが, 橋桁から河床までの距離が短いと集積した流木が河床に到達して河道閉塞を発生させる. しかし, 図2(b)に示すように, 対象橋梁は河床面から高い位置にあるため, 集積した流木が河床に到達しなかったことも河道閉塞しなかった原因の一つと考えられる.

3. 数値シミュレーションによる流況の検討

一般座標系による平面二次元数値シミュレーション²⁾によって, 塚田町で発生した氾濫特性について検討を行った. 解析格子は塚田川の河岸平面線形に沿うとともに, 氾濫原を含む範囲で形成した. 被災前に存在した家屋については, 不透過構造物として考慮している. 上流からの流量は, 合理式により得られた $200\text{m}^3/\text{s}$ を与えた. 解析条件は河道閉塞が発生した状況を想定したCase1と河道閉塞無しの場合のCase2の2種類である.

図3に水深と流速ベクトルの平面分布を示す. 河道閉塞が発生した状況を想定したCase1では, 橋梁周辺の水深が深くなっており, 橋梁直下流の左岸側の建物(図3の家屋A)周辺の水深は3.96mとなっている. 河道閉塞すると橋梁下流の両岸上の流れは強くなり, 家屋Aのような場所の建物は大きく損傷することが多い. しかし, 図4に示すように, 建物は構造的には破壊されていない. また, 壁面の痕跡水位から浸水深は約2mであり, 河道閉塞が発生した状況を想定したCase1とは大きく異なっている. 一方, 河道閉塞無しとしたCase2については, 河道閉塞が無くとも氾濫は発生している. 家屋A周辺の水深は1.47mとなっており, 痕跡による水深の2mに近い値となっている. つまり, 解析においても対象橋梁は閉塞に至っていない可能性が高い. ただし, 水深差は50cm程度となっており, 橋梁及び流木の影響を解析で一部考慮する必要があると考えられる.

4. おわりに

本研究では, 現地調査及び平面二次元数値シミュレーションによって2024年9月21日に輪島市塚田町と池田地区で発生した流木集積による河道閉塞状況と洪水氾濫特性について明らかにした. こうした知見は, 提言³⁾で示された土砂・流木の流出による被害が発生しやすい箇所の抽出に向け, 橋梁等の横断耕作物周辺の評価に資する基礎的な情報を示すものである.



図1 輪島市池田地区の橋梁周辺の被災後の様子

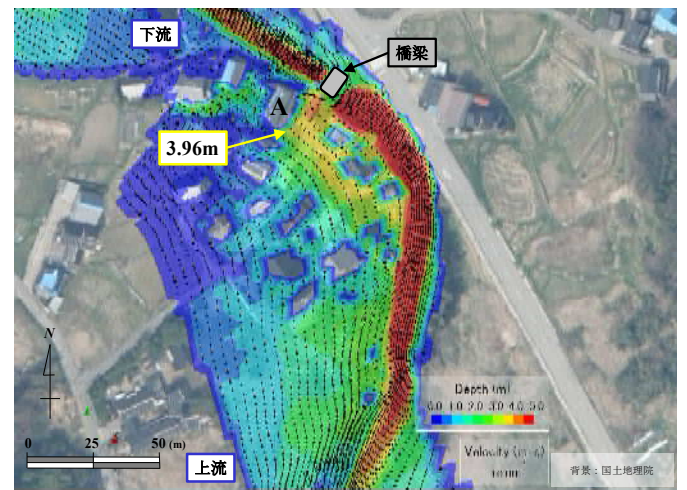


図3 (a) Case1 (河道閉塞が発生した状況を想定)



図2 (a) 輪島市塚田町の橋梁周辺の被災後の様子¹⁾

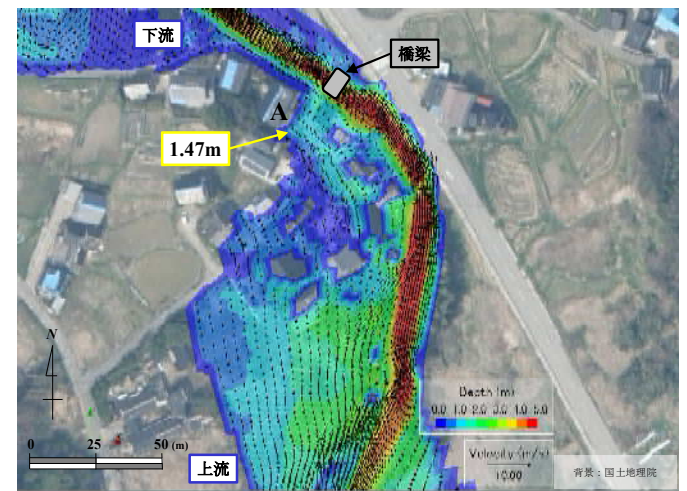


図3 (b) Case2 (河道閉塞を無視)



図2 (b) 塚田町内塚田川の減水後の様子



図4 橋梁直下流の左岸側の家屋

参考文献

- 1) 国土交通省：能登半島での地震・大雨による被害とこれまでの対応，p.55，2025.
- 2) Hiroshi Takebayashi: Modelling braided channels under unsteady flow and the effect of spatiotemporal change of vegetation on bed and channel geometry, Gravel-Bed Rivers: Process and Disasters, 671-702, 2017.
- 3) 国土交通省：能登半島での地震・大雨を踏まえた水害・土砂災害対策のあり方について 提言，p.12，令和7年6月.