

水理模型実験及び数値シミュレーション

中谷加奈*

1. 研究の目的

近年の土砂災害では土砂流出だけでなく流木による被害が拡大傾向にあるため、国土交通省砂防部は流木対策の強化を図り、既設不透過型砂防堰堤への流木捕捉効果を追加させるよう通達が出されている。新たな手法として、堰堤上流側の堆砂敷を活用した流木対策が挙げられるが、堆砂敷は元河床に比べて地耐力が小さく、洗掘されやすい不安定なサイトとなる。また、不透過型砂防堰堤を対象とした既往検討では、空き容量が十分にある空の状態を対象にして、無施設の状態と比較してその機能を検討する事例が多く、堆砂条件や堆砂敷を考慮した検討は少ない。筆者らは、不透過型砂防堰堤の堆砂条件を変えた水理実験を行って、堰堤上流側に堆砂敷として土砂が堆積した条件でも土砂捕捉やピーク抑制の効果は見られることを確認した¹⁾。一方で、空き容量が大きい方が効果は高いことや、土石流後の後続流による再侵食が堰堤下流への土砂流出を顕著に起こす点に留意する必要があることを示している。更に、堰堤上流側の堆砂敷が安定した後までを考慮した長期的な河床変動やその影響に着目した検討は砂防分野においては殆どない。

本研究では、堰堤の堆砂敷に構造物が設置されていた事例を対象として河床変動に関する検討を行い、砂防堰堤の堆砂敷に構造物を設置する際の留意事項をとりまとめ、新たな対策工の提案に繋げることを目的とした。なお、本稿は数値シミュレーションの結果を示すものである。

2. 研究の方法

本研究では、平成30年7月豪雨によりA川に設置されていたL型スリットが転倒した事例を検討対象とした。1998年の計画では、A川のB堰堤（不透過型砂防堰堤）の上流左岸側の山腹崩壊箇所からの河道への流入土砂を応急的に捕捉する目的で、L型スリットがB堰堤の堆砂敷に設置された。その後、山腹崩壊箇所の恒久対策が完了し、河道への土砂流入が抑えられ、堆砂敷の安定化が図られた。2002年にB堰堤をスリット化した時期には、河床は安定していたと推測される。一方、平成30年7月6日に対象地域の雨量観測所（県）では、24時間雨量497mm/24h、時間雨量58mm/h、総雨量847mm（期間：7/1～7/7）を記録して、降雨イベントにより堆砂敷の河床が著しく変動したことでL型が転倒し、右岸側に設置されたL型は数m下流に移動したことが確認されている。



図1：A川の計算範囲（背景図は災害前オルソ）

A川に設置されたL型スリット周辺を対象として、土石流ならびに河床変動シミュレーションシステムHyper KANAKO²⁾を用いて検討した。本システムでは、山地河川における土石流、土砂流、掃流砂までを連続的に扱う高橋モデル³⁾を採用している。当該地域を管轄する国土交通省の砂防事務所から災害前後に取得された解像度1mメッシュのDigital Elevation Model (DEM)の提供を受けた。DEMでは、堰堤の詳細な形状や水通し部も表現されることを確認した。解析には、災害前DEMを

*京都大学・助教

用いて、L型が設置された位置から下流のB堰堤までの280 m×165 mを含むよう計算範囲を図1の様に設定した。計算メッシュは1mとして、上流からピーク流量50m³/s、継続時間2400秒で水のみを供給する矩形ハイドログラフを設定した。災害後や現地調査時の河床状況から、代表粒径0.02m、計算領域としたA川の河道部には侵食可能土砂を厚さ5m一律で設定した。その他の計算パラメータは既往検討³⁾を参考に設定した。

3. 得られた成果

計算終了時の最大水位（流動深+堆積厚の最大値）、河床変動、流体力（最大）の分布を、災害後オルソと合わせて図2に示す。計算結果から、最大水位はL型位置を示す範囲の直上流で500cm以上の周囲と比較して大きな値が局所的に示されている。河床変動は、L型の直上流までに侵食深300cm以上を示すエリアが見られる。また、L型の下流から堰堤までの堆積した範囲は、災害後オルソから確認できる堆積範囲と比較的対応している。計算中に示された最大の流体力からも、L型の直上流では20~50kN/mの周囲と比較して大きな値が示され、局所的には50~100kN/mを示す範囲も見られる。このように、堰堤の堆砂数において周辺と比較して局所的に大きな最大水位、侵食深、流体力が発生するような場所に設置されていたため、対象事例のような現象が発生したことが推測される。

今後は、より詳細な河床状況や土砂の粒度分布を考慮するとともに、西日本豪雨を対象とした長時間のハイドログラフを流出解析等から算出して、解析を実施する。また、堰堤の堆砂数における河床変動を詳細に把握するための水理実験による検討を予定している。

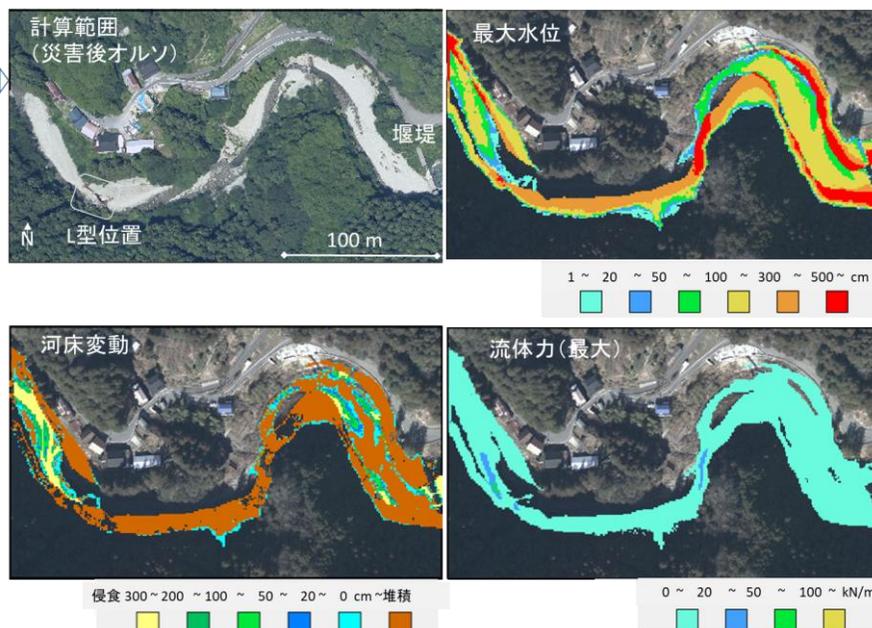


図2：災害後オルソ（左上）並びに計算終了時の結果（右上：最大水位，左下：河床変動，右下：流体力の最大値）

参考文献

- 1) 麻野佑介，中谷加奈，小杉賢一朗，長谷川祐治，里深好文：砂防堰堤の初期堆砂が土砂捕捉に及ぼす影響，2019年度（公社）砂防学会研究発表会概要集 pp.657 -658, 2019
- 2) 堀内成郎，岩浪英二，中谷加奈，里深好文，水山高久：LP データを活用した土石流シミュレーションシステム「Hyper KANAKO」の開発，砂防学会誌，64(6), p.25 -31, 2012
- 3) 高橋保：土石流の機構と対策，近未来社，432pp., 2014