

## 平成 26 年台風 11 号時に奈良県十津川村栗平地区で発生した 河道閉塞越流侵食過程の数値シミュレーション

アジア航測株式会社 ○山本 歩・江口 友章・太井 正史・吉野 弘祐  
大規模土砂災害対策技術センター 竹下 航・岸本 優輝・小林 正直・高原 晃宙

### 1. はじめに

豪雨や地震によって形成される河道閉塞は、上流にたまった水が越流すると急激に侵食が進行し、下流に甚大な被害を及ぼすことがある。そのため、河道閉塞の越流侵食時の侵食過程ならびに流量変化を予測することは重要である。

河道閉塞の越流侵食に関する数値シミュレーションモデルとしては、LADOF モデル (里深ら, 2007a) や、HyperKANAKO (柳崎ら, 2014) が挙げられる。LADOF モデルは、実際の事例に多く適用されており、再現性が確認されている (例えば里深ら, 2007b, 田村ら, 2010)。

一方、HyperKANAKO は、河道閉塞の越流に伴うみず道の拡大と決壊に伴う縦侵食を追跡する機能を実装しているものの、HyperKANAKO を用いて実現現象を再現計算した研究事例は管見の限り見つけられなかった。

そこで、本研究では平成 26 年台風第 11 号時に奈良県十津川村栗平地区で発生した河道閉塞越流侵食過程を対象に、HyperKANAKO を用いて、適用性について検証した。

### 2. 対象現象

平成 23 年 9 月台風第 12 号により、栗平地区では大規模な河道閉塞が生じた (図 1)。そのため、直轄砂防事業による河道閉塞の対策が実施されてきた。

平成 26 年 8 月の台風第 11 号では、湛水池からの流水による大規模な越流侵食が生じ、越流標高が 15m 低下するとともに、湛水池からの急激な水の流出や、約 160 万 m<sup>3</sup> という大量の土砂流出が生じた。そのため、平成 23 年以降整備した対策施設が被災するなど、対策にも大きな影響が生じた (桜井ら, 2016)。

### 3. 計算条件

計算における地形条件は、台風第 11 号前の直近である平成 25 年 9 月の航空レーザー計測による結果を用いた (図 2)。湛水池は、H-V 曲線に基づき、満水時の湛水量の総量が合うように設定した。具体的には、実際の湛水池は複雑な形状であるため、まず台形形状を想定し、その台形の断面積から矩形近似した川幅で設定した。初期の水みち幅は、トライアル計算により、天端幅を 20m とする条件とした。設定結果を図 3 に示す。

台風第 11 号では、縦侵食防止のための仮排水路工が流失したため、仮排水路工の流失前後で侵食状況が異なると想定される。この現象を再現するため、仮排水路工の流失前後で条件を変更し、2 段階の計算を実施した。

1 段階目の仮排水路工流失前の計算では、侵食が生じるのは仮排水路工より下流と想定し、仮排水路工より下流を計算区間とした (図 4 上図)。

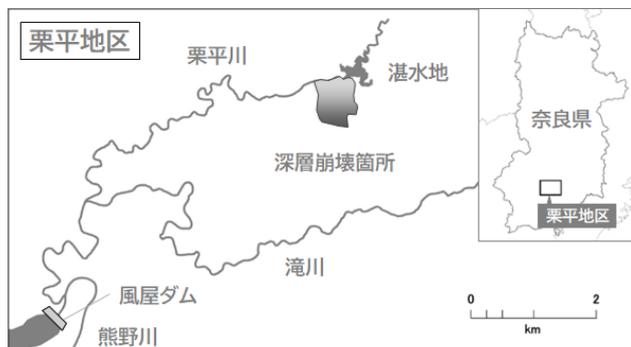


図 1 栗平地区 位置図

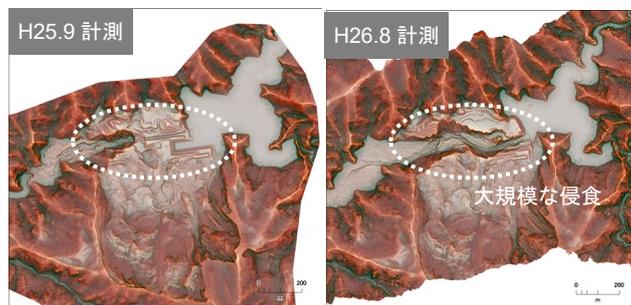


図 2 平成 26 年台風第 11 号前後の平面図

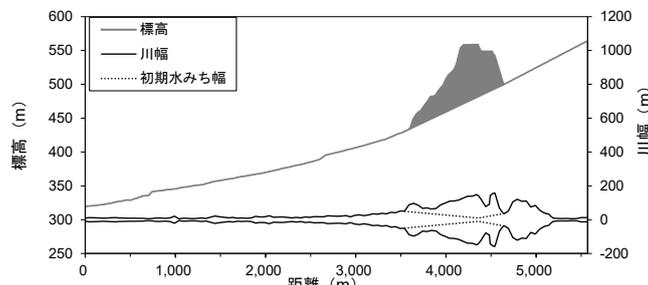


図 3 縦横断形状の設定結果

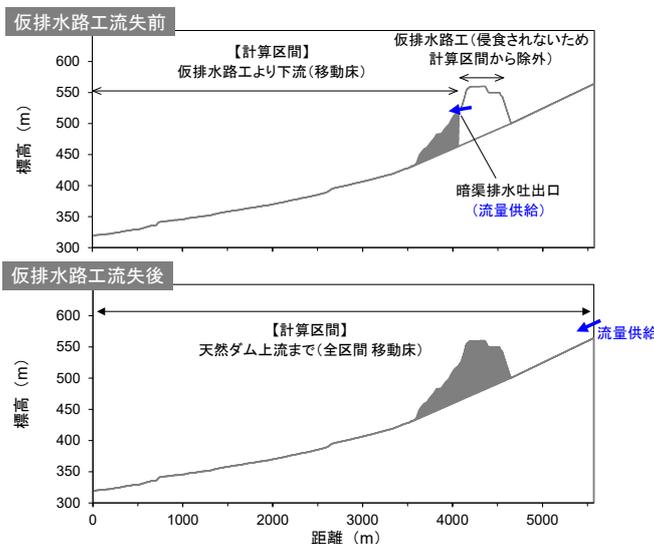


図 4 仮排水路工流失前後の計算条件

2段階目の仮排水路工流失後の計算では、全区間で侵食が生じると想定し、湛水池の上流までを計算区間とした。また、全区間移動床とした(図4 下図)。

流量条件は、現地での観測結果をもとに設定した(図5)。1段階目の計算では、仮排水路工の下流に位置する暗渠排水吐出口から暗渠排水量を供給し、2段階目の計算では、上流端からダム流入量を供給した。なお、1段階目と2段階目の計算の切り替えタイミングは、仮排水路工の侵食開始時刻が不明であるため、切り替えタイミングを変化させたトライアル計算を行い、越流開始から11h後に切り替えることとした。

その他の計算条件は、表1に示す。

#### 4. 計算結果

計算結果の最終河床高を図6に示す。航空レーザー計測による結果から求めた実績も併せて示した。

いずれも河道閉塞部が侵食され、天端付近で約40m河床が低下している。また、侵食された土砂は3,000m~3,800mの区間に多く堆積した。実績では最大で約30m堆積しているのに対して、計算では最大で約20m堆積している。このように、若干堆積の傾向は小さいものの、縦断形状は概ね実績と一致した。よって、河道閉塞の堤体が侵食され、その直下に土砂が堆積する傾向を良好に再現できていると考えられる。

河道閉塞直下におけるハイドログラフの計算結果を図7に示す。また、天端付近で計測された実績の流量も併せて示した。計算の結果、ピーク流量は実績では約770m³/sであったのに対して、計算では約1,600m³/sと、計算値は実績よりも過大となった。一方、洪水波形をみると、両者ともピーク到達までの時間が約25分、ピークが急激に減衰する時間も約40分と概ね一致した。

#### 5. おわりに

本研究では、HyperKANAKOを用いて、数値シミュレーションを実施し、平成26年台風第11号により栗平地区で発生した河道閉塞の越流侵食現象の再現を試みた。本検討で実績と比較した結果、侵食された土砂がその直下に堆積している傾向ならびに洪水波形において、実績を良好に再現できた。

一方、ピーク流量の再現は実績より過大となっており、再現性に課題が残る。加えて、実地形を想定した場合のパラメータや計算条件の設定に関する知見が十分ではないため、より精度良く計算できる方法や留意点が存在する可能性がある。今後、より多くの実際の事例に適用し、知見を収集することで、さらなる精度向上に努めていきたい。

#### 参考文献

里深好文・吉野弘祐・小川紀一郎・水山高久(2007a):天然ダムの決壊時のピーク流量推定に関する一考察, 砂防学会誌, Vol.59, No.6, p.55-59  
 柳崎剛・岩浪英二・堀内成郎・里深好文・中谷加奈・水山高久(2014):天然ダム決壊解析機能を実装した土石流シミュレーションシステムの開発, 平成26年度砂防学会研究発表会概要集, p.B220-B221  
 里深好文・吉野弘祐・水山高久・小川紀一郎・内川龍男・森俊勇(2007b):天然ダムの決壊に伴う洪水流出の予測手法に関する研究, 水工学論文集, Vol.51, p.901-906

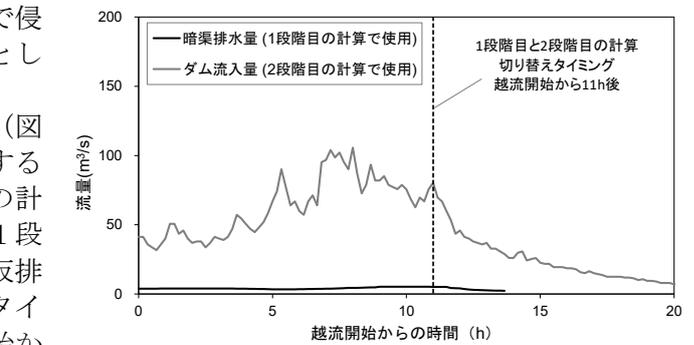


図5 計算条件 (流量)

表1 その他計算条件

パラメータ	設定値
$\rho$	間隙流体の密度 1,000kg/m <sup>3</sup>
$\sigma$	砂礫の密度 2,650kg/m <sup>3</sup>
$\phi$	内部摩擦角 35°
$c_*$	堆積層濃度 0.6
$d$	代表粒径 4.0cm
$\alpha$	側岸侵食速度係数 1.0
$n$	マンニングの粗度係数 0.04m <sup>-1/3</sup> s

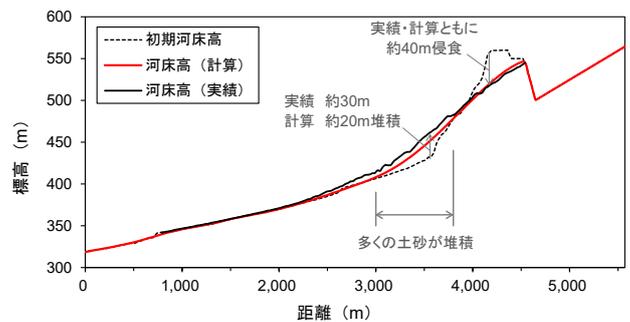


図6 計算結果 最終河床高

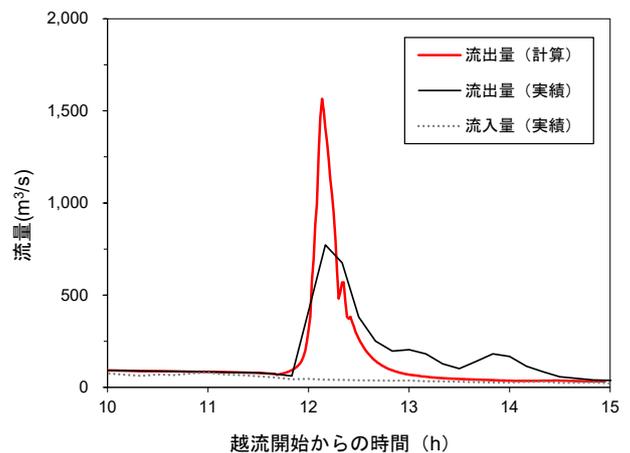


図7 計算結果 ハイドログラフ

田村圭司・内田太郎・吉野弘祐・森俊勇・里深好文(2010):岩手宮城内陸地震で発生した天然ダムの越流侵食状況の数値シミュレーション土木技術資料, 第52巻, 第2号, p.6-9  
 桜井亘・酒井良・奥山悠木・水山高久・池田暁彦・海原荘一・只熊典子・柏原佳明・吉野弘祐・小川内良人・龍見栄臣・島田徹(2016):2014年8月台風11号時に河道閉塞で生じた侵食・土砂流出と対策への影響, 砂防学会誌, Vol.68, No.6, p.4-13