

## 深層崩壊による土石流のピーク流量の縦断変化

国土交通省 北陸地方整備局 松本砂防事務所 石田 孝司\*、森本 勇太  
 株式会社パスコ ○坂田 剛, 野田 敦夫, 川上 誠博, 鈴木 清敬, 坂本 良祐  
 \*現 国立研究開発法人土木研究所

### 1. はじめに

松本砂防事務所では、深層崩壊に起因する土石流等が発生した際の被害想定及びハード対策の可能性を検討するために、国総研資料第 983 号<sup>1)</sup>に基づき管内の複数箇所において土石流等の流下・氾濫数値計算を実施している。数値計算では現況時・中期計画完了時の 2 時点を実施・比較しているが、一部の流域では中期計画施設の配置によって、土石流のピーク流量が低減する傾向が確認されている。

本稿では、上述の深層崩壊に起因する土石流を想定した一次元河床変動計算の結果から、ピーク流量に着目した中期計画施設の効果や、現象規模との関係を検討した一例を報告する。

### 2. 計算方法

#### 1) 数値計算箇所

対象流域は、施設数や被害額等の観点から、被害が最も大きいと想定された姫川流域の松川(湯ノ入沢)を対象とした。

計算区間は、国総研資料第 983 号<sup>1)</sup>に基づき標準的な被害を想定し、湯ノ入沢最上流～松川本川合流部(谷出口)を計算対象とした。当該区間には、既存施設 10 基(透過型 1 基、不透過型 9 基)、中期計画施設が 4 基(新設不透過型 2 基、既設堰堤のスリット化 2 基)配置・計画されている。

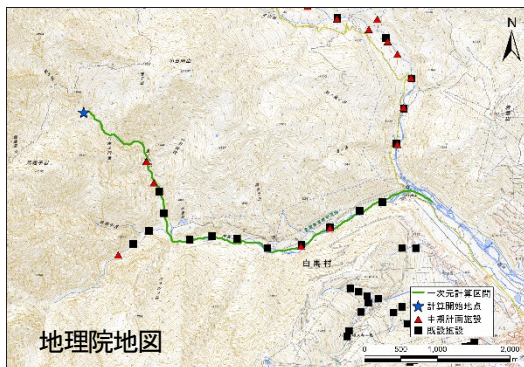


図 1 計算区間と施設配置 ※背景に地理院地図を使用<sup>2)</sup>

#### 2) 計算条件

対象現象は、深層崩壊に起因する土石流を対象とし、土木研究所資料第 4240 号<sup>3)</sup>に準拠した手法により、崩壊土砂が

土石流化したのちの流下・堆積過程を一次元数値シミュレーションにより想定した。

深層崩壊規模は、国総研資料第 983 号<sup>1)</sup>に基づく検討結果より、深層崩壊実績に基づき設定した標準規模(300,000 m<sup>3</sup>)を基本ケースとした。

また、基本ケースの計算結果では、ピーク流量が極めて大きかったため、砂防施設の安定性等の観点等を踏まえ、現在の砂防施設で対応可能な崩壊規模を確認する目的で、崩壊規模を下げた複数ケースを実施した(表 1 参照)。複数ケースの設定時には、基本ケースの崩壊土砂量と国総研第 983 号<sup>1)</sup>に基づく深層崩壊の崩壊土砂量の下限值(100,000 m<sup>3</sup>)を考慮した。

計算時点は、現況時と中期計画完了時の 2 時点とした。計算に使用した地形モデルは、平成 26 年度の航空レーザ計測成果を使用し、一次元断面を作成した。

計算モデルは、土石流シミュレーションソフト HyperKANAKO を使用した。

投入ハイドログラフは、土木研究所資料第 4240 号<sup>3)</sup>の手法に基づき三角ハイドログラフとし、崩壊土砂量を 3 パターン設定(表 1)することにより図 2 のように作成した。

その他の計算パラメータは、表 2 のように設定した。

表 1 崩壊規模の設定ケース

	現況時	中期計画完了時
崩壊土砂量	300,000m <sup>3</sup> (基本ケース)	
	200,000m <sup>3</sup> (ケース①, ②)	
	150,000m <sup>3</sup> (ケース③, ④)	
	100,000m <sup>3</sup> (ケース⑤, ⑥)	

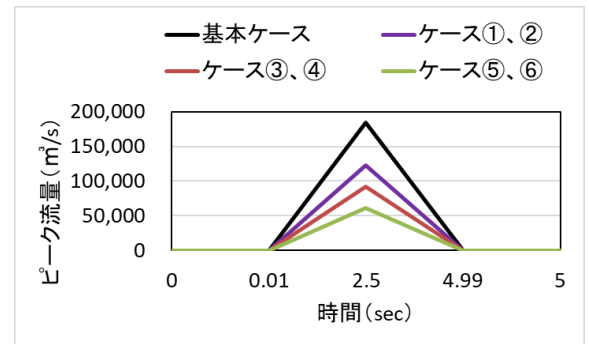


図 2 投入ハイドログラフ

表 2 計算条件の設定

項目	単位	松川			備考
		計算ケース①、②	計算ケース③、④	計算ケース⑤、⑥	
崩壊土砂量	m <sup>3</sup>	200,000	150,000	100,000	真の土砂量
土砂の密度	kg/m <sup>3</sup>	2650			一般的な値を使用
水の密度	kg/m <sup>3</sup>	1000			一般値
水の動粘性係数	-	0.01			一般値
無次元遷移係数	-	0.05			一般値
粗度係数	-	0.04			山地道路の平均値
浸透速度係数	-	0.0007			一般値
堆積速度係数	-	0.05			一般値
細粒分土砂比率	-	0.45			0~0.4程度
細粒分平均粒径	m	0.055			粒度分布図より
数値計算の計算時間	s	7200			
土石流の流速	m/s	48			自由落下速度を上回らない
ピーク時間	s	5			
ピーク流量	m <sup>3</sup> /s	123,077	92,308	61,538	

3) 計算結果の整理

一次元河床変動計算結果より、現況時・中期計画完了時のピーク流量の縦断変化を比較した。数値計算によるピーク流量の多寡を評価する目安として、砂防施設の設計洪水流量との比較を行った。

3. 計算結果

1) ピーク流量の縦断変化

累加距離とピーク流量の縦断変化を図3に示す。図3の左側が上流側（計算開始地点）であり、▲は現況施設、▲は中期計画施設の位置を示している。

深層崩壊直下では、ピーク流量が極めて大きく、下流側に流下するにつれて、ピーク流量は減勢していく傾向がある。現況時と中期計画完了時のピーク流量を比較すると、対策施設の無い上流区間では大きな差異はないが、中期計画施設の効果により下流域では低減する傾向がある。ただし、中期計画完了時の土石流ピーク流量が逆に増大する区間もある計算結果となった。

2) 崩壊規模とピーク流量の関係

図4には、計算地点最下流の二股砂防堰堤におけるピーク流量の変化状況を示す。基本ケースにおける土石流ピーク流量は、設計洪水流量より2オーダー程度大きくなっている。崩壊規模が小さくなると土石流ピーク流量も小さくなる傾向が見られる。崩壊規模20万m<sup>3</sup>における土石流ピーク流量は、設計洪水流量よりも大きい。崩壊規模15万m<sup>3</sup>および崩壊規模10万m<sup>3</sup>における土石流ピーク流量は設計洪水流量を下回る結果となった。

4. 考察

本検討では、土石流ピーク流量が下流域に向けて減勢する傾向、および中期計画施設の効果による土石流ピーク流量の低減効果が確認できた。

また、崩壊規模によっては、深層崩壊に起因する土石流のピーク流量を現況・中期計画施設の効果によって設計洪水流量程度の規模に抑えられ、現実的に対策が可能な深層崩壊規模を模索できる可能性が考えられる。

今後は、各流域の計算結果・被害の多寡を踏まえた深層崩壊対策箇所の絞り込みやハード対策の計画対象規模設定、効果的な施設配置・構造等について検討を進める必要がある。

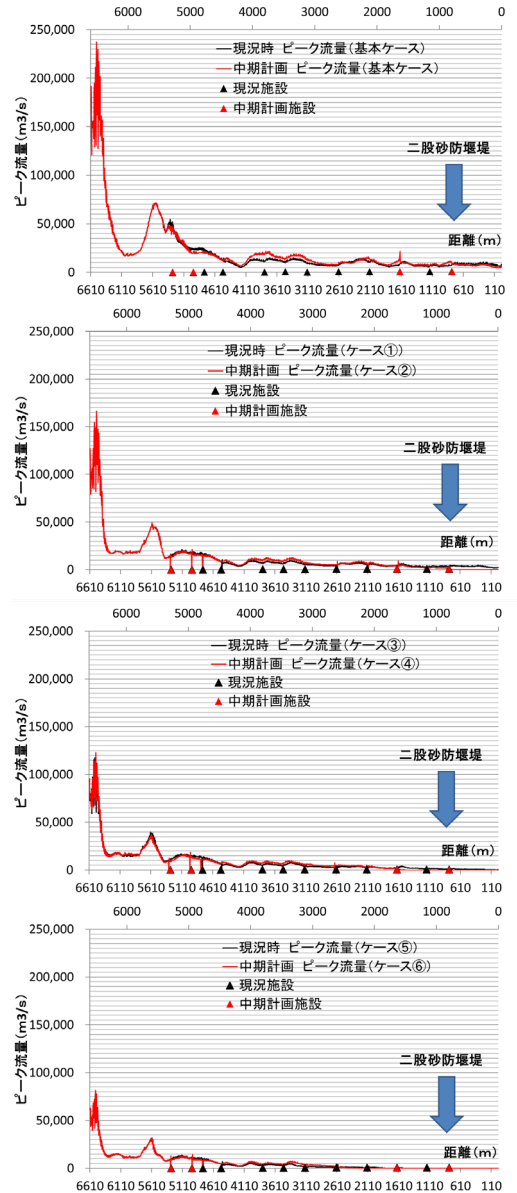


図3 ピーク流量の縦断変化

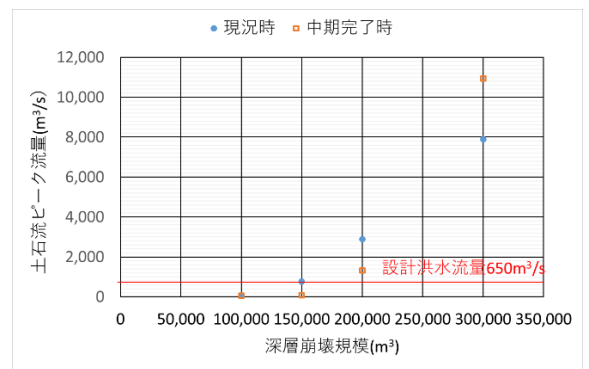


図4 二股砂防堰堤における深層崩壊規模とピーク流量

参考文献

- 1) 内田ほか(2017)：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法, 国総研資料第983号
- 2) 国土院：地理院地図 <https://maps.gsi.go.jp/#5/36.104611/140.084556/&base=std&l=std&disp=1&vs=c1j0h0k010u0t0z0r0s0m0f1>
- 3) 石塚ほか(2012)：深層崩壊に起因する土石流の流下・氾濫計算マニュアル(案), 土木研究所資料第4240号