

## 深層崩壊に起因する土砂災害対策及び施設効果の検討

国土交通省四国地方整備局四国山地砂防事務所 伊藤誠記, 平澤良輔<sup>※1</sup>, 田所真路, 村上睦実<sup>※2</sup>

国土交通省国土技術政策総合研究所砂防研究室 桜井 亘<sup>※3</sup>, 内田太郎  
株式会社建設技術研究所 柳崎 剛, 向井信之, 福島和彦, 佐伯響一, ○和田孝志

※1 現所属：国土交通省四国地方整備局河川部河川計画課

※2 現所属：国土交通省四国地方整備局建設部都市・住宅整備課

※3 現所属：国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部

### 1. はじめに

深層崩壊に起因して発生する土石流、崩壊発生後の同一降雨期間中に決壊する「短時間決壊型」<sup>1)</sup>の天然ダムは、応急対応が困難であるため、事前ハード対策により被害を減ずることが重要となる。本稿では、流域内に深層崩壊実績を有する祖谷川の支流域・落合谷川流域(図-1)を対象として、深層崩壊起因の土石流および「短時間決壊型」天然ダムが発生した場合にこれらの被害を低減させる事前ハード対策を検討し、その効果を検証した。なお、効果検証の対象となる災害シナリオは、別発表『柳崎ら：深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法の適用と課題』における蓋然性の高い深層崩壊(標準規模)による災害シナリオ検討結果(図-2)をもとに設定した。

### 2. 検討方針

#### 2.1 事前ハード対策の検討方針

本検討では、「深層崩壊対策技術に関する基本的事項」<sup>1)</sup>に示される「短時間決壊型」天然ダムに対する対策(施設)の考え方を参考に、落合谷川における災害シナリオと改良可能な砂防堰堤との位置関係を勘案し、以下に示す具体的な対策案(Case1～Case3, Case0は現行施設時)を設定した。

Case1：深層崩壊が生じた場合に天然ダムの高さを減ずる施設(川幅拡幅による天然ダム高減少)  
⇒想定箇所下流の既設堰堤の嵩上げ<sup>※1</sup>(満砂を想定した不透過型堰堤)

Case2：天然ダム決壊により土石流・洪水流が生じた場合に土砂・泥水を捕捉する施設  
⇒想定箇所下流の既設堰堤の嵩上げ<sup>※1</sup>(下流での捕捉を想定した空き容量を有する堰堤)

Case3：天然ダム決壊により土石流・洪水流が生じた場合に土砂・泥水の流出を制御する施設  
⇒想定箇所下流の既設堰堤の嵩上げ<sup>※1</sup>・スリット化<sup>※2</sup>・除石(コンクリートスリット堰堤)

※1：構造形式の見直し等を考慮し、鋼製スリットタイプの施工実績<sup>2)</sup>を踏まえ22m(有効高20m)とした。

※2：スリット高は全有効高とし、スリット高が堆砂肩高(水山<sup>3)</sup>)を超えないようスリット幅を設定した。

#### 2.2 対策効果の評価方法

事前ハード対策の効果は、対策有無における被害を数値シミュレーションにより算定し、それらの差分により評価した。数値シミュレーションでは、深層崩壊に起因する土石流の1次元流動～2次元氾濫、天然ダムの越流決壊・決壊後の流動(1次元)～2

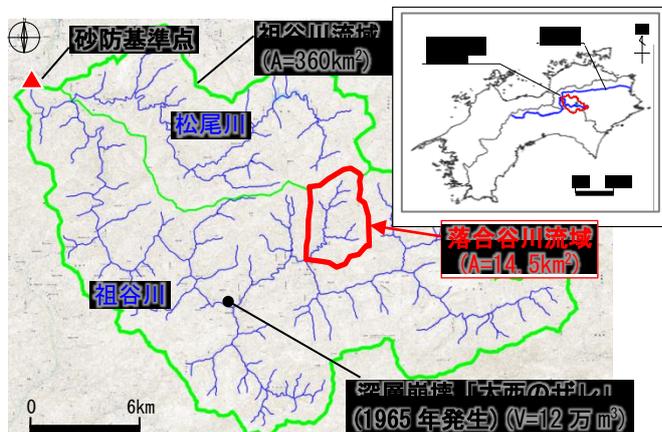


図-1 検討対象流域(落合谷川流域)

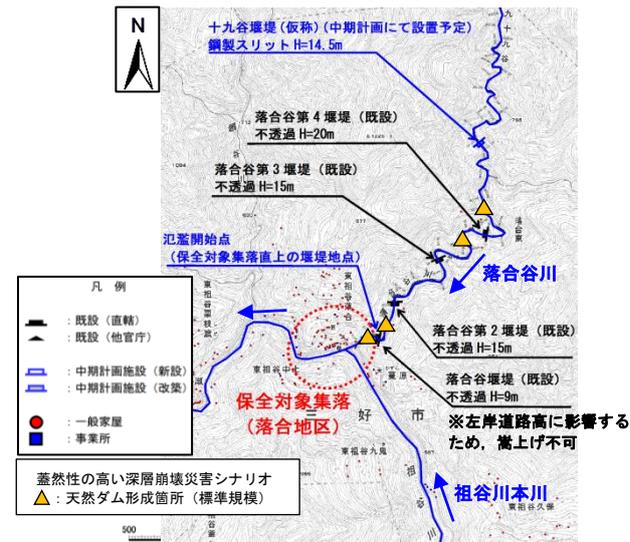


図-2 蓋然性の高い深層崩壊による災害シナリオ(落合谷川)

次元氾濫を解析可能とするため、「Kanakano-LS」および「HyperKANAKO」を組み合わせることで実行した。本検討における被害指標は、氾濫開始点(保全対象直上流地点)の「通過ピーク流量」および「総流出土砂量」、氾濫域における「浸水家屋戸数」とする。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 災害シナリオ別被害算定結果

表-1に、落合谷川における蓋然性の高い深層崩壊による災害シナリオ別の被害算定結果を示す。

天然ダムタイプでは、天然ダム形成地点と保全対象との距離が小さい場合、総流出土砂量が大きくなることで浸水被害が発生し、保全対象との距離が大きい場合、総流出土砂量は比較的小さいものの、ピーク流量が維持されるため浸水被害が発生することを確認した。

表-1 蓋然性の高い深層崩壊による災害シナリオ別の被害算定結果 (落合谷川・標準規模)

NO.	災害タイプ	崩壊規模 (崩壊土量)	抽出条件	ダム高 (m)	被害想定位置 (本川合流点からの縦断距離)	湛水容量 (簡便式により算出) (m³)	被害算定結果		
							氾濫開始点	通過ピーク流量 (m³/s)	総流出土砂量 (m³)
1	天然ダム	標準的な規模 ※1 15.1 万 m³	保全対象との距離最短	29.5	200m 地点	576,023	6,941	80,819	19 戸
2			湛水量最大	33.1	400m 地点	619,916	4,409	70,383	18 戸
3			保全対象との距離平均	36.9	1,800m 地点	570,934	8,542	141	16 戸
4			湛水量平均	33.0	2,500m 地点	423,420	6,708	81	15 戸

※1: 祖谷川流域における蓋然性の高い深層崩壊の整理結果<sup>4)</sup>より、落合谷川が含まれる区間 C-1 (三波川帯 泥質片岩) の標準的な深層崩壊規模を採用

※2: 赤枠は対策案 Case1~Case3 の施設効果比較 (表-2) における災害シナリオ

### 3.2 対策案別の施設効果比較

表-2 に、本川合流点より 1,800m 上流地点で標準的な規模 (V=15.1 万 m³) の天然ダムが決壊する場合 (表-1 の NO.3) を対象とした時の Case1~Case3 対策別の施設効果を示す。なお、本比較では、更なる施設効果向上を図るため、Case3 の追加ケースとして、天然ダム形成地点下流の全施設でスリット化・除石を実施した場合 (Case3-1) の施設効果も合わせて算定している。

Case1~Case3-1 対策の中で浸水家屋数の低減が最も大きいのは、Case3 または Case3-1 であった。これは、図-3 に示すように、天然ダム決壊により下流に流出する洪水流のピークカット効果が大きく寄与したと考えられる。なお、Case3-1 では総流出土砂量が Case0 現行施設時の 4,000% 以上となったが、これは全基スリット化したことに加え、全基除石を行ったことで落合谷川全体の溪床勾配が大きくなったことから、洪水低減期にスリット部からの土砂流出が発生したことが原因と考えられる。

### 3.3 移動平均時間間隔別の通過ピーク流量

数値計算に基づいた深層崩壊対策施設の設計流量設定手法を検討するため、対策施設地点の通過ピーク流量を数値計算結果より抽出した。抽出におい

表-2 深層崩壊対策案別の施設効果 (落合谷川)

項目		Case0 現行施設 (表-2 の NO.3 再掲)	Case1 川幅拡幅による天然ダム高減少	Case2 土砂・泥水の捕捉	Case3 土砂・泥水の流出の制御	Case3-1 土砂・泥水の流出の制御
施設対策 (天然ダム下流)	落合谷 堰堤	現況	現況	現況	現況	スリット化・除石
	落合谷 第2堰堤	現況	現況	嵩上げ	嵩上げ・スリット化・除石	嵩上げ・スリット化・除石
	落合谷 第3堰堤	現況	嵩上げ (満砂)	嵩上げ	現況	嵩上げ・スリット化・除石
天然ダム高		36.9m	32.3m (Case0の88%)	36.9m (変化なし)	36.9m (変化なし)	36.9m (変化なし)
天然ダム湛水容量		570,934m³	508,055m³ (Case0の89%)	570,934m³ (変化なし)	570,934m³ (変化なし)	570,934m³ (変化なし)
①ピーク流量		8,542m³/s	6,677m³/s (Case0の78%)	8,505m³/s (Case0の99.6%)	4,485m³/s (Case0の53%)	2,135m³/s (Case0の25%)
②総流出土砂量		141m³	337m³ (Case0の239%)	82m³ (Case0の58%)	0m³ (Case0の0%)	6,049m³ (Case0の4,290%)
③浸水家屋数		16戸	15戸 (Case0の94%)	16戸 (変化なし)	13戸 (Case0の81%)	13戸 (Case0の81%)

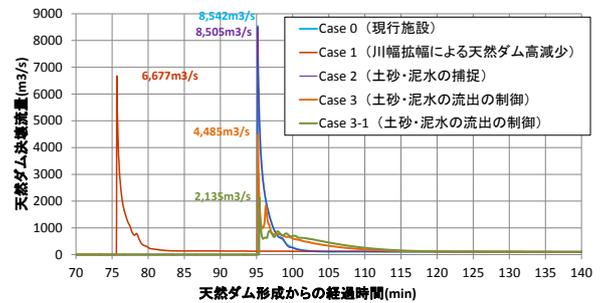


図-3 対策案別の保全対象直上地点通過ハイドログラフ

では、ピーク発生時刻付近の計算ハイドログラフより、一定時間間隔の移動平均をとることにより算定した。

図-4 に、落合谷第2堰堤地点における移動平均時間間隔別のピーク流量抽出結果を示す。この表より、ピーク流量抽出値は現行設計流量の3倍以上となることがわかる。ただし、ピーク流量抽出値は移動平均時間間隔 10~60 秒において低減が顕著であり、天然ダム決壊流のピーク形成時間は概ね 60 秒未満と短時間であることがわかる。

### 4. 今後の課題・展望

本稿の結果より、深層崩壊対策として既設堰堤のスリット化が最も被害低減が期待できることを確認した。ただし、本検討の結果だけでは一般的な結論とは言い難く、今後多くの流域で深層崩壊対策案の効果比較を行う必要がある。また、全基スリット化とすると土砂の流出を助長する恐れがあるため、スリット・不透過型 (除石管理) 等の複合配置について検討する必要がある。

天然ダム決壊流のピーク継続時間は概ね 60 秒未満と短時間であることを確認した。天然ダム決壊流はピーク流量が非常に大きい継続時間が短いため、下流河床の低下や側岸への影響は限定的である可能性が考えられる。瞬間的なピーク流量に対し水通し形状や前庭保護工等の設計を行うと、施設規模が過大となる可能性が考えられる。以上より、数値計算結果を用いて、安定性の評価、水通し・前庭保護工のそれぞれの対象とする設計流量を設定する手法を検討する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 蒲原ら (2014), 国総研資料第 807 号
- 2) 多田ら (2017), 平成 29 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 176-177
- 3) 水山ら (1989), 砂防学会誌 (新砂防), Vol. 42, No. 4, pp. 28-30
- 4) 林ら (2017), 平成 29 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 550-551

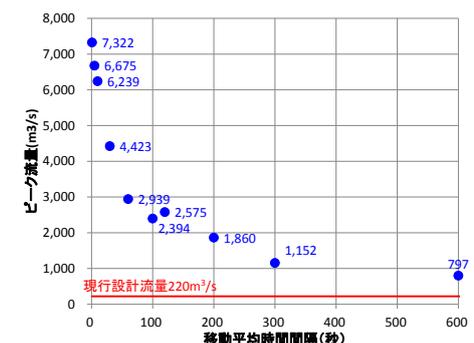


図-4 移動平均時間間隔別のピーク流量 (落合谷第2堰堤地点)