越美山系における深層崩壊に起因する土砂災害に対するハード対策の検討事例

国土交通省 中部地方整備局 越美山系砂防事務所　吉野睦，片桐知治，山本一兆，小関輝明
アジア航測株式会社　○江口友章，坂口宏，冨田康裕，梶原あずさ，勝又善明，吉野弘祐

1. はじめに

深層崩壊に起因する土砂災害のうち，深層崩壊で生じた崩壊土砂が土石流化する「土石流タイプ」や，天然ダムの形成直後に決壊に至る「短期決壊型の天然ダムタイプ」は緊急的な対策が困難であり，事前のハード対策によって被害を減ずることが重要となる。そのような背景のもと，本検討は越美山系砂防事務所管内の根尾西谷川流域を対象に，天然ダムタイプ（短期決壊型）の深層崩壊現象に対する事前のハード対策を検討したものである。その検討過程や検討結果について報告する。

2. 大規模土砂災害被害想定実施箇所の絞り込み

① 深層崩壊規模

想定される最大規模（過去概ね 100 年以内に発生した最大規模）は，根尾西谷川流域における既往最大の崩壊である明治 24 年根尾西谷川の崩壊規模 150 万 m^3 とした。標準規模は，根尾西谷川流域に分布する全深層崩壊跡地の崩壊土量の平均値 13 万 m^3 とした。

② 深層崩壊の発生を想定する斜面

国総研資料 [1]にもとづき，土砂の到達確率 [2]，崩壊規模から定まる斜面比高，地形条件（河床勾配 10° 以下，満水までの猶予時間 48 時間未満）の条件をもとに，深層崩壊の発生想定斜面を 8 箇所に絞り込んだ。

3. 河道閉塞決壊時被災評価ツールによるトライアル計算・被害軽減効果の感度分析

河道閉塞の形成・決壊に伴う湛水範囲・決壊氾濫範囲を短時間（1 ケース 3 分程度）で計算することができる「河道閉塞決壊時被災評価ツール（過年度業務で開発）」を用いて，天然ダム決壊流量を 200m^3/s ずつ段階的にカットした 128 ケースのトライアル計算を行い，天然ダムの決壊流量を低減することによる被害軽減効果を確認した（図 1）。

この結果より，1m^3/s のピークカットごとに決壊時ピーク流量が 1,000～5,000m^3/s 時で 334 万円，5,000～10,000m^3/s 時で 57 万円の被害が軽減される関係が認められた。さらに，この結果をもとに，不透過型と透過型の 2 種の砂防堰堤の配置した場合の被害軽減効果を試算し，B/C が 1.0 を超える可能性が十分にあることを確認した。

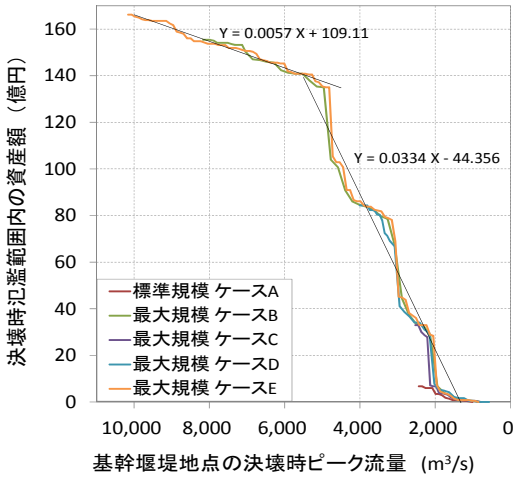

図 1 決壊時ピーク流量と氾濫範囲内の資産額の関係

4. 施設配置計画

天然ダムタイプ（短期決壊型）の深層崩壊現象による被害を低減することを目的に，事前のハード対策（砂防堰堤の新設，既存堰堤の改築）を検討した。改築・新設を計画した砂防堰堤は，図 2 の 9 ケースである。各ケースでどの斜面を対象現象とするかについては，堰堤と斜面の位置関係，ならびに決壊時の被害額・設完成時の被害軽減額を参考に設定した。斜面側からみた場合の検討ケース数は 12 ケースであった。

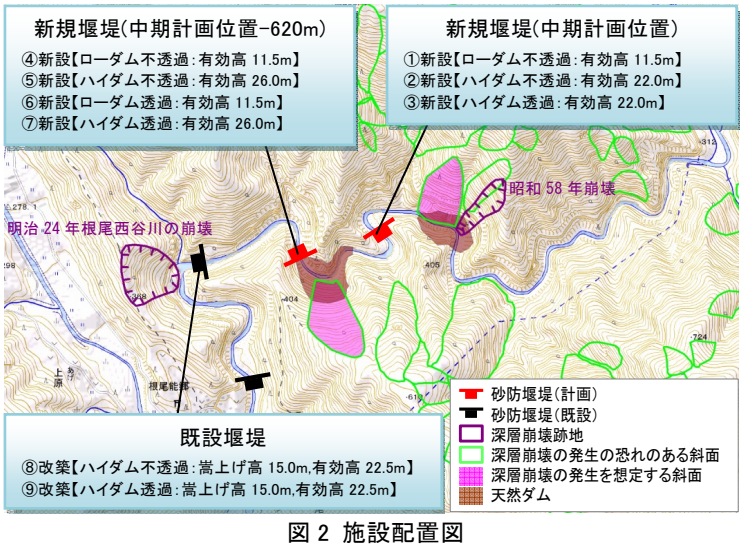

図 2 施設配置図

5. 数値シミュレーションによる被害想定

既存施設の改築・新規施設の設置が完了した段階を想定した数値シミュレーション（一次元，二

次元）を実施し，計画施設完成時の天然ダムに起因する大規模土砂災害の被害想定を行った。用いたシミュレーションモデルは，一次元が LADOF モデル，二次元が J-SAS（泥流モデル）である。不透過型・透過型堰堤の効果は，以下のとおり評価した。

① 不透過型堰堤

天然ダムタイプの深層崩壊現象に対して不透過型堰堤が有する効果[3]を，図 3 のとおりに定量評価した上で，不透過型堰堤完成時の決壊時ハイドログラフ（基幹堰堤地点）を算出した（図 4）。図 4 より，不透過型堰堤を深層崩壊の発生想定斜面の直下流に配置することによりピーク流量が 30～56%低減することが明らかとなった。

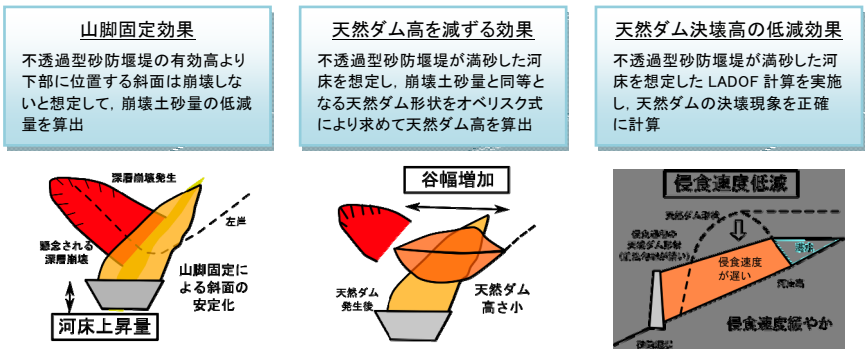

図 3 不透過砂防堰堤の効果 [3]

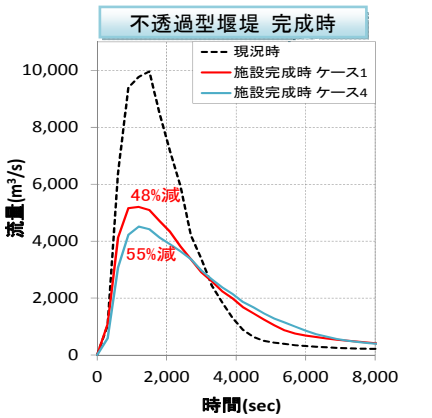

図 4 天然ダム決壊時ハイドログラフ（不透過型）

② 透過型堰堤

スリット堰堤の堰上げによるピークカット効果[3]を大オリフィス式により計算（図 5）して，スリット堰堤完成時の決壊時ハイドログラフ（基幹堰堤地点）を算出した（図 6）。図 6 より，スリット堰堤を深層崩壊の発生想定斜面の下流に配置することによりピーク流量が 4～18%低減することが明らかとなった。つまり，不透過型堰堤よりもスリット堰堤の方が効果が小さい結果であった。

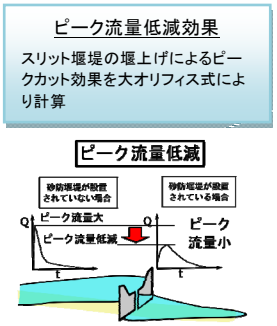

図 5 透過砂防堰堤の効果 [3]

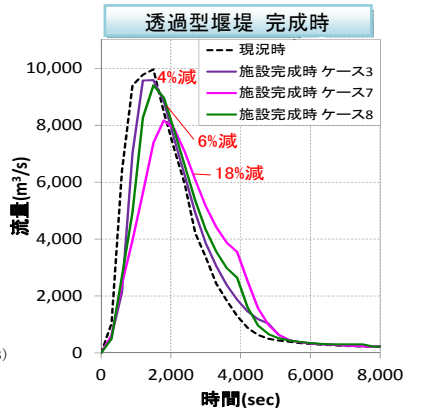

図 6 天然ダム決壊時ハイドログラフ（透過型）

6. 費用対効果の算出

「砂防事業の費用便益分析マニュアル（案）」等にもとづき，各ケースの費用対効果の分析を行った（図 7）。この結果より，B/C が 1.0 を超える 4 ケースすべてが不透過型堰堤の新設計画であることが分かった。この結果と，施工性，水系砂防計画としての施設効果量，現行計画と比べて著しく規模が大きくならないこと等を考慮し「①新規堰堤（中期計画位置，不透過型ローダム）の設置」を事前のハード対策案として採用した。

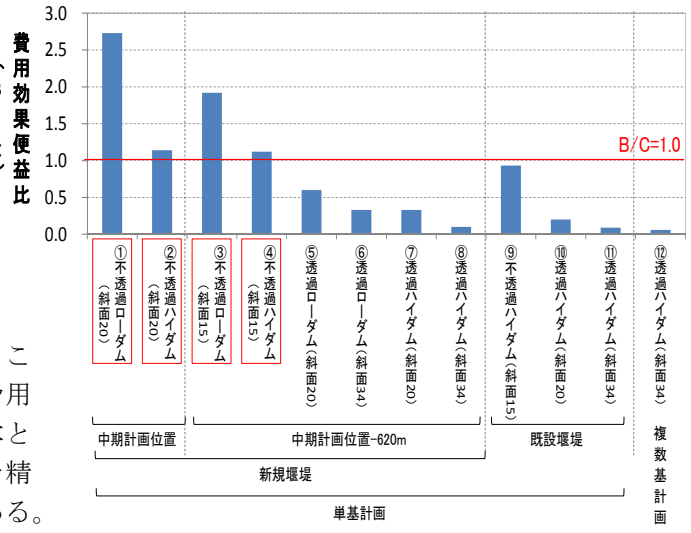

図 7 費用対効果分析結果

7. おわりに

根尾西谷川に不透過型堰堤(ローダム)を 1 基新設することで天然ダムに起因する被害を大幅に低減でき，かつ費用対効果も高いことが明らかとなった。この採用案を基本として，数値シミュレーション等により最適なダム位置を精査しながら堰堤設計を行っていくことが今後の課題である。

参考文献

1) 国総研資料第 983 号 深層崩壊に起因する土砂災害被害想定手法（案）平成 29 年 8 月

2) 西口幸希，内田太郎，田中健貴，蒲原潤一，奥山遼佑，日名純也，松原智生，桜井亘：深層崩壊の発生に伴う土砂移動現象と被害発生位置の実態,砂防学会誌,Vol.68,No.6,p.31-41,2016

3) 長井義樹，桜井亘，内田太郎，田中健貴，田村圭司，丹羽諭，大野亮一，小林浩，寺田秀樹：短期決壊型の天然ダム事前対策計画立案手法の検討,平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集,p.B-266-267