

土砂災害対策における減災施設の有用性について

パシフィックコンサルタンツ（株） ○飛岡 啓之、伊藤 力生、澤田 悦史
 JFE 建材株式会社 和田 浩、吉田 一雄
 政策研究大学院大学 水山 高久

1. はじめに

0 次谷等の流域面積の小さい小規模溪流の土砂災害対策を合理的に進めるため、地形モデルを使った 0 次谷の定量抽出手法¹⁾や表層崩壊に起因する土石流発生危険度評価方法（H - SLIDER 法）¹⁾の研究、小規模溪流対応型施設設計の試み²⁾などが国総研を中心に進められている。また、下流に水路が準備できない土石流危険溪流に対する簡易な土石流捕捉工（土石流フェンス）³⁾が水山らによって考案されている。

土石流フェンスは、「土石流の土砂と流木は捕捉するが、泥水は道路上を流れ、ある程度の被害はやむを得ない」とする“減災施設”の概念による施設で、従来の砂防堰堤によるハード対策に対して、事業コストや施工期間の大幅な縮減が図れることで、土石流対策事業展開の飛躍的な向上が期待できる。

このような減災施設は、従来の土石流対策で実施されている設計基準に基づく砂防堰堤にとって代わるものではなく、その適用範囲を限定し使用することが想定される。しかし現状では、その効果や適用範囲などが明確となっていないことから、土石流対策の選択肢として考えられることがほとんどない。

本論では、小規模溪流に適用できる、人命を守ることを目的とした砂防堰堤ではない減災施設について、水理模型実験によりその効果検証を実施し、減災施設の有用性について考察した。

2. 地先土石流対策の現状と課題

0 次谷等の小規模溪流で発生する土石流は、ある地域でみると数十年に 1 回程度発生するが、個々の溪流単位でみると 2～300 年に 1 度程度と発生頻度はきわめて低い場合がほとんどである。その多くが、平常時の流水がなく、水の量、土砂の量は多くないため、流末には明瞭な水路はなく、道路側溝等で雨水が排水されているのが実態である。

一方、谷出口である扇頂部まで宅地化されている場合も多く、ひとたび土石流が発生すると家屋が全壊するなどの被害が発生する。H26 広島災害のように同時多発的に発生した場合、その被害は甚大となる。

地先小規模溪流は、対象とする人家あたりの事業費が高く、費用対効果が低いため、整備優先度が低い。また、対応すべき溪流数が極めて多く、100%整備を目標としている現在の土石流対策事業では、多大な時間とコストを必要している。

このような課題に対応するため、選択肢のひとつとして減災施設を適用することが有効である。

3. 減災施設に要求される性能

減災とは、あらかじめ被害の発生を想定した上で、その被害を低減させていこうとする考え方であり、「少なくとも命を守り、社会経済に対して壊滅的な被害が発生しない」⁴⁾ことが目標とされる。土石流災害では、その多くが石礫や流木を伴う土石流の衝突により家屋が全壊・流出することで人命が失われる場合が多いため、土石流による石礫・流木を確実に捕捉することが減災施設に要求される性能と考える。さらに、前述した課題に対応するため、減災施設の要求性能として以下の考え方を提案する。

- 1 度の土石流により対策施設が倒壊したり著しく不安定な状態にならなければよい。
- 設計外力は、土石流の流体力と礫・流木の衝撃力とし、土石流の規模は、従来の砂防堰堤と同様に 100 年超過確率を想定し、安全率も同様。
- プレキャスト製品とすることで、極力早く施工できる構造。通常の砂防堰堤の施工は、1～3 年程度が一般的であるが、2～3 ヶ月での施工を想定。
- 人家裏の狭隘な場所での資機材運搬や施工を可能とし、安全確保や施工工期の短縮化が図れる。
- 高さも 5m 程度を上限として、上流域にまで乗り

込むような除石管理道路は設定せず下流からの除石管理を基本とする。

- 高さや必要な部材（汎用性のある部材）を標準的な仕様とすることで、完全受注生産ではなく、ロット生産とすることで製品原価を抑える。

このような石礫・流木を捕捉しコスト縮減，工期短縮に優れた人命保護を目的とした施設として，前述の土石流フェンスやネットタイプの柵工⁵⁾などがある。

4. 減災施設の効果検証実験

減災施設として土石流フェンスに着目し，その効果を検証するため，0次谷の小規模溪流における土石流（渓床勾配 1/3、計画流出土砂量 $V_p=1,000\text{m}^3$ ）を想定し，従来型の管理型不透過砂防堰堤（ $H=12.0\text{m}$ ）と土石流フェンス（ $H=6.3\text{m}$ ）による水理模型実験を実施した。（詳細は，本学会別発表「小規模溪流に適用できる減災施設の効果に関する実験的研究」参照）

実験状況及び実験結果は，図-1，表-1の通りであり，以下の事項が判明した。

- ① 土砂，巨礫，流木の捕捉率は表-1のとおりであり，いずれも土石流フェンスが捕捉効果が高い。（特に，土石流フェンスは巨礫，流木の捕捉効果率が 100%であり減災効果が高い）
- ② 一方，土石流フェンスは水通し部がないことから，下流の氾濫範囲は，従来型の砂防堰堤のそれより広がった。
- ③ 従来型の砂防堰堤と土石流フェンスで同じ捕捉量を確保しようとする場合，後者は前庭保護工を設置しないことから，設置位置を下流側にできるため，施設高が 1/2 程度で済み，これにより大幅なコスト縮減や工期短縮が見込める。

表-1 実験結果（管理不透過型堰堤と減災施設比較）

項目		管理型 不透過堰堤	減災施設 (土石流フェンス)
捕捉率	土砂	87.9%	88.7%
	巨礫	94.0%	100.0%
	流木	60.5%	100.0%
泥水氾濫面積※		100	169

※不透過型堰堤を 100 とした場合の比

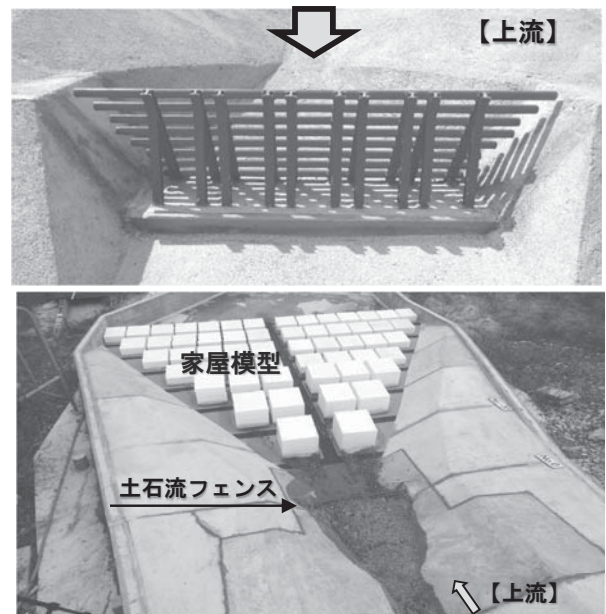


図-1 土石流フェンスの模型（上）と実験状況（下）

5. おわりに

土石流フェンスは，下流の流末が確保できない 1,000 m^3 程度の土石流が想定される小規模溪流対策として減災効果が高く，コスト・施工面にも優位である。また，砂防事業に限らず，道路や鉄道等の土石流対策として，通行の早期復旧・再開を容易にすることに繋がる施設としても有用である。

現在の土石流対策は，関連指針に従い砂防堰堤の設計が行われているが，水系砂防の延長線上で考えられてきたため，天端幅，水通し形状，基礎根入れ，前庭保護工，地山貫入など，常時流水がない小規模溪流に当てはめると，合理的でない場合が多い。従来型の砂防堰堤による土石流対策と減災施設の要求性能の違い，それを適用できる領域（溪流条件等）を明確にしたうえで，両対策の有り方を引き続き検討していく必要がある。

減災施設の要求性能により，砂防堰堤ではない新たな発想にたった施設・構造等の研究開発が進められ，広く実用化されていくことを期待する

【参考文献】

- 1) 土砂災害対策の強化に向けた検討会 ハード対策分科会 討議資料，平成 26 年 3 月 26 日
- 2) 川邊ら：広島西部山系（大町地区）における小規模溪流対応型施設検討について，砂防学会誌，Vo1.67, No2, P42-46
- 3) 水山ら：下流に流路が準備できないゼロ次谷等の土石流対策－土石流フェンスの提案－，砂防学会誌，Vo1.62, No1, P74-76
- 4) 新たなステージに対応した防災・減災のあり方，H27 年 1 月，国土交通省，P5
- 5) 柔構造物工学研究会：<http://www.japan-ring.net/>