

越美山系における深層崩壊に起因する土砂災害被害想定および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 伊藤誠記, 片桐知治, 山本一兆, 小関輝明
アジア航測株式会社 坂口宏, ○江口友章, 富田康裕, 吉野弘祐, 勝又善明

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。

本検討は、そのような背景のもと越美山系砂防事務所管内を対象に、「深層崩壊対策技術の基本的事項」（国総研資料 807 号）および「深層崩壊に起因する土砂災害被害想定手法（素案）」にもとづき、土石流タイプ・天然ダムタイプ（短期決壊型）を対象とした事前のハード対策を検討した事例である。その検討過程や検討結果について報告する。

2. 蓋然性の高い深層崩壊現象の整理

検討に先立ち、越美山系砂防事務所管内で過去に発生した深層崩壊の実績を整理して、今後発生するおそれのある蓋然性の高い深層崩壊現象を整理した。以下に、その整理事例を示す。

① 深層崩壊跡地の分布密度

深層崩壊跡地の平均分布密度は、管内全体で $0.30 \text{ 個}/\text{km}^2$ であった。とくに根尾白山を中心とする徳山ダム左岸流域 ($1.10 \text{ 個}/\text{km}^2$)、根尾西谷川右岸流域 ($0.85 \text{ 個}/\text{km}^2$) に深層崩壊跡地が集中する傾向が見られた。

② 深層崩壊規模

崩壊規模は、平均で 18 万 m^3 であった。管内の既往最大規模は、昭和 40 年の奥越豪雨で発生した徳山白谷崩壊の 180 万 m^3 であった。

③ 深層崩壊に起因する土石等の流下機構・形態

深層崩壊跡地 (258 箇所) を対象として、深層崩壊発生後の土石流化・天然ダム形成の有無を空中写真・赤色立体地図の判読により調べた。その結果、土石流タイプの発生比率が 49%、天然ダムタイプの発生比率が 51% と同程度であった。領域別に比較しても同様であった。

3. 深層崩壊に起因する土砂災害被害想定

西口ら(2016)¹⁾は、深層崩壊の崩壊規模と被害発生箇所が既往文献で整理されている全国 77 事例をもとに、深層崩壊の面積と深層崩壊跡地の頂部から被害範囲の末端地点までの距離の相関を調べている。この結果から、崩壊地点からの距離と崩壊地面積に応じた到達確率の近似式を得た上で、被害リスクを土石の到達確率と被害の発生確率の積で表す簡易的な被害リスクの評価手法を提案している。

この手法を用いて、管内における深層崩壊現象ごとの被害リスクを算出した。なお、管内では土木研究所資料第 4333 号²⁾にもとづく深層崩壊の発生の恐れのある斜面の抽出が完了していることから、「深層崩壊跡地」に加えて「深層崩壊の発生の恐れのある斜面」も評価対象斜面とした。

評価結果の例を図 1 に示す。この図において円の位置が、深層崩壊跡地または深層崩壊の発生の恐れのある斜面の位置を、円の大きさがその斜面に起因する被害リスクを表している。この結果をもとに、深層崩壊発生時に被害が生じる可能性が高い流域を特定し、事前のハード対策のモデル流域として選定した。

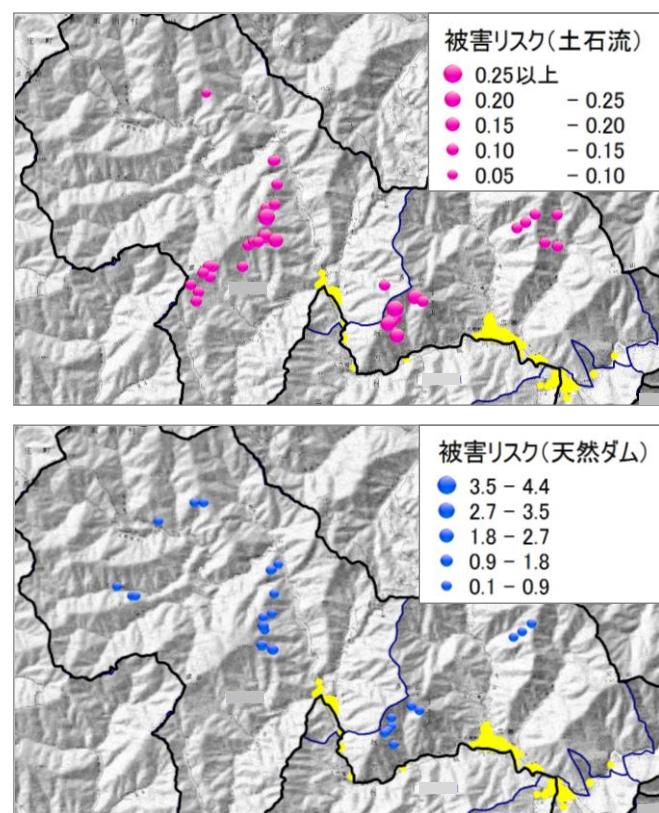


図 1 深層崩壊に対する被害リスク評価結果例

4. 事前のハード対策検討

モデル流域において、図2のフローにしたがい事前のハード対策を検討した。2.に示したとおり、管内では土石流タイプと天然ダムタイプの発生確率が同程度であることから、両現象を対象とした。数値シミュレーションにより求めた改築対象堰堤地点における深層崩壊に伴う外力等を表1に示す。この外力等に対応できる既設砂防堰堤の改築方法を、以下の基本方針にもとづき検討した。

【事前のハード対策の基本方針】

- ✓ 施設改良の最低目標は、天然ダムタイプ（短期決壊型）、土石流タイプのいずれの深層崩壊現象が発生しても、既存砂防施設の安定性を損なわないこととする。その上で、副次的に深層崩壊に対する効果を期待できる場合には、その効果を検討する。
- ✓ 深層崩壊対策のみではなく、水系対策として計画対象現象や通常規模の出水に対しても適切な効果を発揮できる対策とする。
- ✓ 下流に位置する多目的ダムへの流入土砂が増加しないよう留意する。
- ✓ 改築設計の基準は、既存の設計指針に準拠する。



図2 事前のハード対策の検討フロー

検討の末、以下に示す3段階の段階施工で既設砂防堰堤を改築する計画とした（図3,4）。

第1段階	腹付け補強<天然ダムタイプ（短期決壊型）に対する安全性確保>
第2段階	腹付け補強<土石流タイプに対する安全性確保>
第3段階	嵩上げ（スリット）による機能向上<天然ダム決壊時のピークカット>

腹付け厚は、第1段階が3.0m、第2段階が6.0mとした。第3段階では、水系砂防計画の計画流量および天然ダム決壊時の流量（斜面番号B・C）に対して適切な嵩上げ現象を起こす透過部断面とした。

表1 改築対象堰堤地点における深層崩壊に伴う外力等

対象現象	天然ダムタイプ			土石流タイプ		
	斜面A	斜面B	斜面C	斜面D	斜面E	斜面F
崩壊土砂量(万m ³)	27	10	16	70	70	70
崩壊斜面からの距離(m)	170	1,170	1,470	910	1,540	1,270
最大流量(m ³ /s)	5,023	1,067	1,907	10,280	131	0
最大水深(m)	4.8	1.2	2.1	23.2	0.8	0.0
最大流速(m/s)	—	—	—	15.6	4.3	0.0

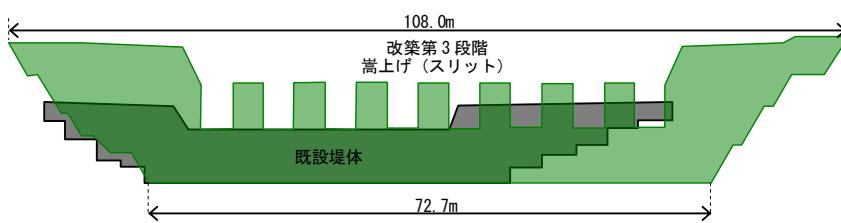


図3 改築計画正面図

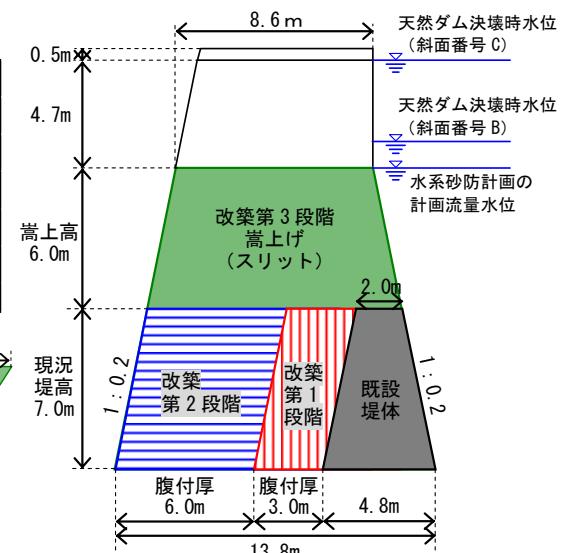


図4 改築計画側面図

5. おわりに

改築前後の被害額の差を数値シミュレーションにより確認した結果、下流の保全対象への被害を十分に低減するには更なる機能向上が必要であることが確認された。今後、天然ダム決壊時の洪水流量に対する嵩上げ効果が最大となるスリット高・幅等の最適条件を精査することや、複数の堰堤（堰堤工群）で対処する全体計画の検討が必要である。

参考文献

- 1) 西口幸希、内田太郎、田中健貴、蒲原潤一、奥山達佑、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
- 2) 土木研究所資料 第4333号：深層崩壊の発生する恐れのある斜面抽出技術手法及びリスク評価手法に関する研究,平成28年3月, 国立研究開発法人土木研究所 土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム