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

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，奥山悠木，田所真路，佐野奈津子
国土交通省国土技術政策総合研究所砂防研究室　内田太郎，松本直樹
株式会社建設技術研究所　○速見智，柳崎剛，西島健二，佐伯響一

1. 緒論

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」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。本検討では，流域内に深層崩壊実績を有する地蔵寺川の支流・相川川流域を対象として，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、本検討は手法の検証を目的として試行的に事例検討したものであることに留意が必要である。

2. 流域概要

地蔵寺川は，流域面積約 93km^2，最大流路長 17.6km，平均河床勾配 1/51 の一級河川である。流域内は三波川帯南縁部と秩父帯との境界域であり一部に御荷鉾緑色岩類が分布する。

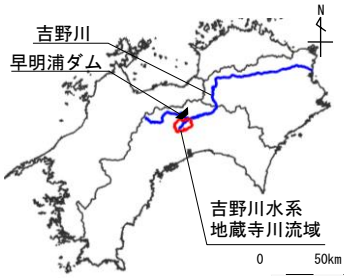

図-１　計画対象位置

3. 大規模土砂災害被害想定検討箇所の絞り込み

「国総研資料第８０７号深層崩壊対策技術に関する基本的事項」[1]「国総研資料第９８３号深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法」[2]に基づき、①蓋然性の観点からの想定する発生場所の絞り込み、②被害発生の可能性の観点からの想定する発生場所の絞り込み、③地形条件の観点からの想定する現象の絞り込み、④過年度における被害想定の検討状況より、蓋然性の高い深層崩壊現象に起因する被害が想定される流域として地蔵寺川流域内で有間川、地蔵寺川上流、相川川流域を選定した。

本検討では深層崩壊起因による天然ダムによって決壊流の氾濫被害が想定される相川川を対象として検討した。対象の流域では既設砂防施設は無く河道沿いに人家が多く存在する。また下流域では地蔵寺川本川と合流する。

4. 蓋然性の高い深層崩壊現象の絞り込み

河床勾配が 10°（1/6）未満の箇所で天然ダムが形成されるとして [1]、100m ピッチごとに深層崩壊土砂量に対する天然ダムの決壊タイプを分類し、短時間決壊型となる天然ダムを被害想定の対象とした。

湛水容量は天然ダムの天端高さで水平に湛水するものとして算定した。天端高さは全崩壊土砂量が天然ダムを形成するものとしてオベリスク式により設定した。決壊タイプは湛水容量と計画ハイドログラフを比較し，洪水中に決壊する場合を「短時間決壊型」，決壊しない場合を「長期間継続型」に分類した。「長期間継続型」の天然ダムは形成後，一定の対策が実施できると考え，「短時間決壊型」を対象に被害想定を優先的に検討するものとした。計画ハイドログラフは，吉野川本川下流池田地点の計画降雨時のハイドログラフを天然ダム形成箇所の流域面積で按分して用いた。

地蔵寺川流域では、既往の検討 [3] より求められた標準規模の崩壊土砂量の天然ダムは、多くが長期間継続型となり一波の洪水中には決壊しないため、より小さい規模である中央値や最小規模における被害想定を主として検討した。決壊タイプの判定を踏まえ、深層崩壊跡地の分布状況や実績、保全対象の分布状況、および砂防施設の位置関係から評価し、被害想定検討箇所の絞り込みを行った。相川川流域においては相川川本川と支川との合流点で、形成される天然ダムで標準規模や中央値の崩壊土砂量では長期間継続型となったが、最小値である 50 千m^3 のときには短時間決壊型となった（表-1）。

表-1　相川川流域上流域における深層崩壊の崩壊土砂量と天然ダム高

規模	崩壊土砂量（千 m^3）	天然ダム高（m）	決壊タイプ
標準値	752	74.1	長期間継続型
中央値	444	61.6	長期間継続型
最小値	50	28.0	短時間決壊型

5. 事前ハード対策の検討

5.1 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」[1]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，相川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，現況施設と具体的な対策案（Case2～Case3）を設定し比較した。対象とする現象は蓋然性の高い深層崩壊現象の絞り込みより相川川上流域に形成される 28.0m の天然ダムとした（図-1）。

Case1：現況施設（施設なし）
Case2：スリット堰堤　２基　有効高 8.0m
Case3：スリット堰堤　２基　有効高 20.0m

堰堤のスリット幅は2基ともに感度分析によって最もピーク流量の抑制効果があった5.0mとした。

5.2 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次元氾濫を解析可能とするため，HyperKANAKO を用いて計算した。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」および氾濫域における「浸水家屋戸数」とした。

6. 結果と考察

表-2 に相川川に施設を配置した場合の被害軽減効果をまとめた。現況施設（無施設）の場合と比較してスリット堰堤 2 基を天然ダム形成地点の下流に設置すると有効高 8.0m では 41 戸、有効高 20.0m の場合では 42 戸の被害戸数の減少が確認できた。施設の高さで比較した場合は、20.0m の場合に 8.0m よりも被害戸数が 1 戸低減した。地蔵寺川との合流地点のピーク流量を比較すると、現況施設では 820.0m^3/s であったが、スリット堰堤 2 基配置・有効高 8.0m は 718.0m^3/s に減少し、2 基配置・有効高 20.0m の場合は 545.0m^3/s に減少することがわかった（図-2）。

相川川流域にスリット堰堤を複数基新規で配置することで浸水被害戸数を減少させ、地蔵寺川本川に流入する決壊流のピーク流量を減少させることができることがわかった。

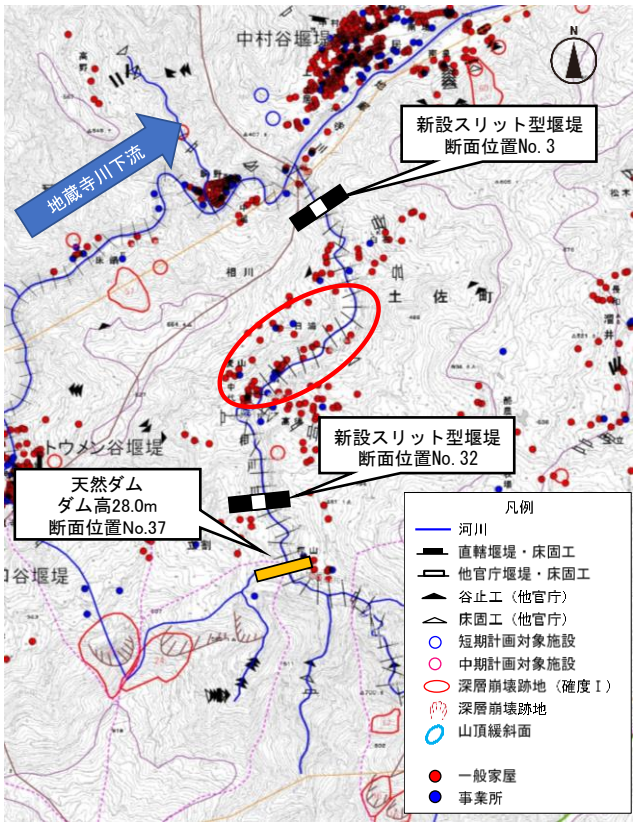

図-1　相川川流域の対策施設配置

表-2 相川川流域における対策施設の被害軽減効果

項目		現況施設	スリット型堰堤 有効高8.0m 2基配置	スリット型堰堤 有効高20.0m 2基配置
ケースNo.		Case1	Case2	Case3
被害戸数	家屋	81	44	43
	事業所	18	14	14
	合計	99	58	57
	現況施設からの被害戸数の減少数	–	41	42
洪水流量	天然ダム下流(No.30)のピーク流量(m3/s)	3421.0	2358.0	1635.0
	現況施設ピーク流量からの低減率(%)	–	31.1	52.2
	相川地区付近(No.18)のピーク流量(m^3/s)	1429.0	968.0	529.0
	現況施設ピーク流量からの低減率(%)	–	32.3	63.0
	合流前(No.1)のピーク流量(m^3/s)	524.0	424.0	261.0
	現況施設ピーク流量からの低減率(%)	–	19.1	50.2
	合流後のピーク流量(m^3/s)	821.0	718.0	545.0
	現況施設ピーク流量からの低減率(%)	–	12.5	33.6

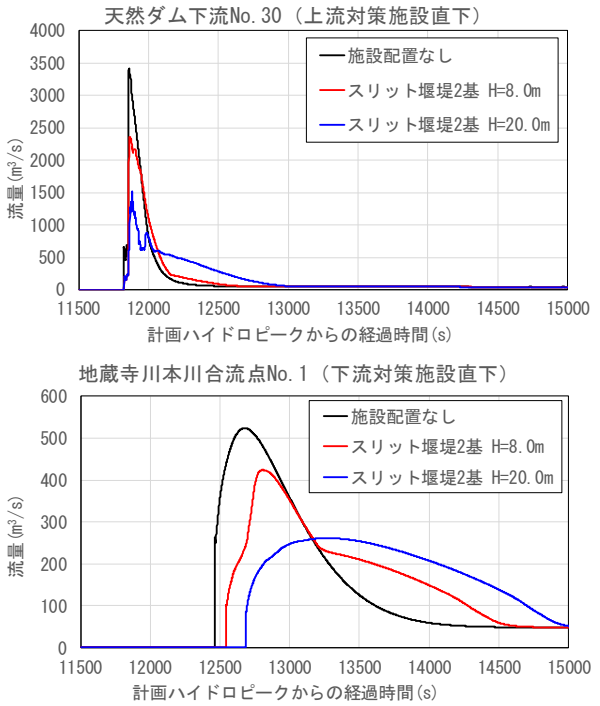

図-2　検討ケースごとのピーク流量の比較

7. 結論

地蔵寺川の支流域・相川川流域を対象として，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。その結果、天然ダム形成地点の下流にコンクリートスリット堰堤を複合的に配置することによって、決壊流のピーク流量の抑制ができ、浸水被害戸数の減少につながることが確認できた。

参考文献

1) 内田太郎, 桜井亘, 鈴木清敬, 萬徳昌昭（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，ISSN1346-7328
2) 蒲原潤一, 内田太郎（2014）：深層崩壊対策技術に関する基本的事項，国総研資料第 807 号，ISSN1346-7328
3) 児玉龍朋，伊藤誠記ら(2018)：地蔵寺川流域における深層崩壊に起因する土砂災害の被害想定手法について，平成 30 年度砂防学会研究発表会概要集