

数値シミュレーションを活用した天然ダム決壊に伴う砂防堰堤等の施設効果分析の一考察

国土交通省中部地方整備局 天竜川上流河川事務所 中谷洋明、後藤 明※、今村俊裕
一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構 ○佐光洋一
日本工営株式会社 萩原陽一郎 池島 剛 星田康臣 流川遥平
※現国土交通省中部地方整備局多治見砂防国道事務所

1. はじめに

天竜川水系の上流部（図 1）は中央アルプスや南アルプスに代表される急峻な地形、中央構造線をはじめとする多数の断層、脆弱な地質の影響から、仙丈ヶ岳や百聞ナギ等の大規模崩壊地が多数存在することが示すように、深層崩壊やそれに伴う河道閉塞が発生する危険性が高い地域である。

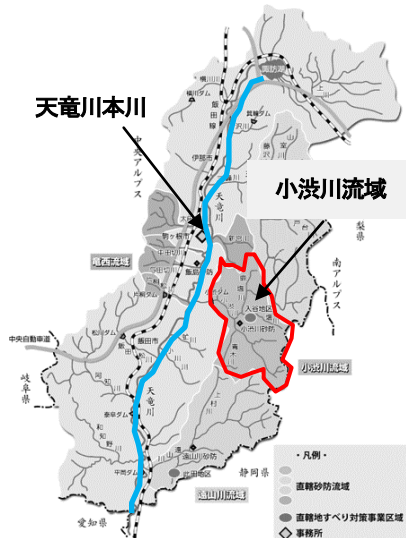


図 1 小渋川流域の位置図

本発表は天竜川の支川小渋川流域において、深層崩壊渓流レベル評価マップを参考に、LP データによる地形判読と現地確認を通して、河道閉塞発生の危険性が高い斜面（塩川流域：図 3）を抽出し、深層崩壊発生時に想定される土砂災害の被害規模の把握、既存施設の改良等による被害の軽減効果について感度分析を行った。

2. 分析対象箇所概要

想定崩壊箇所は小渋川流域鹿塩川の左支川、塩河流域内の、深層崩壊渓流レベル評価マップで「不安定な地すべり」とされているブロックの一部とした。崩壊箇所の幅は 200m、長さは 300m である。計算範囲は、想定崩壊箇所から、最下流の保全対象である小渋川本川との合流点である落合地区までとした。計算範囲内には砂防堰堤が 5 基設置されており、そのうち 4 基が満砂である（図 3）。

また、想定した閉塞箇所付近の河床勾配は約 1/15、河道幅は約 10～20m、塩河地区（鹿塩川合流点付近）で約 1/20、河道幅は約 30m である

3. 河道閉塞形状の設定

想定崩壊箇所について、文献¹⁾²⁾や現地状況をもとに河道閉塞の形状を設定した。閉塞箇所の諸元や縦横断面図を図 2 に示す。検討した形状については、既往の実績¹⁾と照らし合わせ、堰止め土量に対しての堰止め高、堰止め長の関係が、実績の範囲内に収まっている事を確認した。

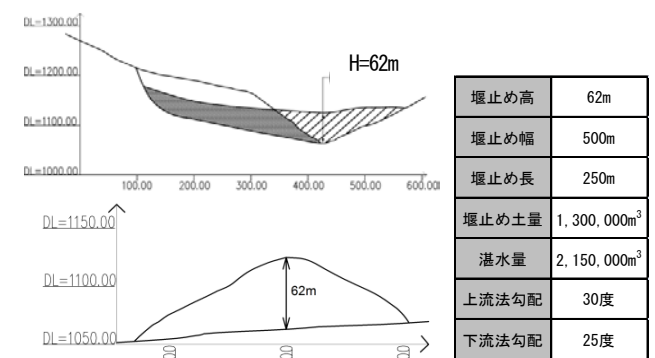


図 3 河道閉塞の形状（上：横断面 下：縦断面）

4. 感度分析の計算ケース設定

まず、現況の施設配置における計算結果と無施設の場合の計算結果を比較して、現況施設効果を確認した。その後、堰堤のかさ上げ、除石の 2 つの対応策について、それぞれを単体で実施した場合と、併用した場合の計算を実施し、より被害を軽減できる対策について検討した。あわせて、砂防施設等の効果が予想以上に少なかったため、河道閉塞



図 2 塩川流域平面図と堰堤諸元（地理院地図 <http://maps.gsi.go.jp/> に加筆）

天端を 10m 切り下げる対策についても検討した。よって、計算ケースは、表 2 に示す全 11 ケースを実施した。

表 1 計算ケース一覧

堰止め高	ケース	地形条件
62m	①	現況
	②	砂防堰堤を地形から除去
	③	道路の付けかえなくかさ上げ可能な、2堰堤をかさ上げ
	④	未満砂、地すべりブロック末端部以外の堰堤を除石
	⑤	ケース③+④
	⑥	ケース⑤+最上流の堰堤を堰高35.5m
52m (閉塞天端を 10m切り下げ)	⑦	現況
	⑧	掘削+ケース③
	⑨	掘削+ケース④
	⑩	ケース⑧+⑨
	⑪	ケース⑩+最上流の堰堤を堰高35.5m

5. 決壊予測シミュレーション

LADOF モデルを用いて河道閉塞決壊予測シミュレーションを行った結果、決壊後の地形変動が 0 となる地点（氾濫計算開始点：塩川第一堰堤の約 400m 上流）でのピーク流量は、約 5,600m³/sec となった（図 4）。また、河道閉塞の応急対策工事（河道閉塞天端 10m 切り下げ）を実施した場合のピーク流量は、約 3,300m³/sec であった。

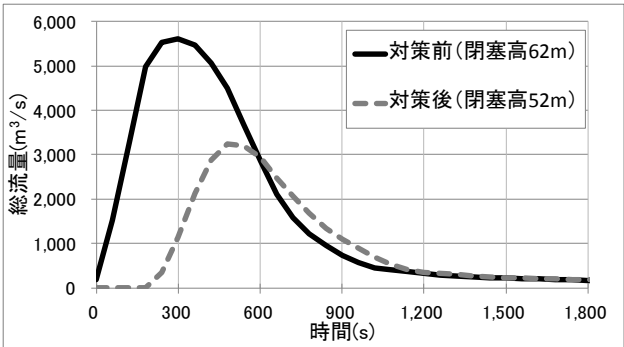


図 4 河道閉塞の決壊ハイドログラフ

6. 被害想定 of 感度分析 (氾濫シミュレーション)

J-SAS (泥流モデル) を使用し、水及び土砂の氾濫範囲推定を行った。計算結果は氾濫面積、最大流動深、到達時間を評価した。

(1) 氾濫面積

計算ケース毎の差異を定量的に把握するため、最大流動深の計算結果から保全対象の分布域のみを抽出し範囲を設定した。その範囲内での流動深毎の氾濫面積を、治水経済調査マニュアル³⁾ 閾値を参考に集計し、評価を行った。対策による面積の変化が大きく認められたケース⑥、⑦、⑪と現況のケース①（表 1 参照）の氾濫水深の割合を図 5 に示す。

現況と無施設を比較したところ、ピーク流量が極端に大きく、総流量も非常に多いため、現況の砂防施設の効果はほぼ無かった。現況施設のかさ上げ、除石を実施した場合（ケース③～⑥）でも、氾濫面積の減少は最大 1% 程度であった。また、面積を減少させる最も効果的な対策は、河道閉塞天端の掘削（切り下げ）であることが示された。今回のケースでは、氾濫面積が現況と比較して 1 割程度減少したが、全てのケースにおいて氾濫被害は完全には解消されなかった。

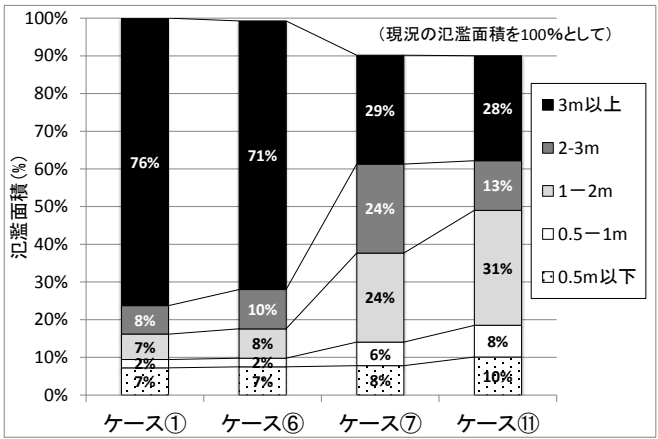


図 5 氾濫面積の集計結果 (保全対象範囲)

対策による氾濫面積全体の変化は、最大でも 1 割程度の減少であった。また、ケース①、⑥では、氾濫域に占める水深 3m 以上（家屋がほぼ全壊）の割合が 6 割を超えている。一方、ケース⑦、⑪は 3 割程度まで減少した。

(2) 氾濫の到達時間

氾濫の到達時間（決壊開始時間を 0 として、それぞれの地点に最初に洪水が到達する時間）を表 2 に示す。氾濫面積と同様に、無施設の場合は現況と到達時間の差はなく、砂防施設の効果は発揮されていない。また、河道閉塞箇所の掘削が最も効果的であり、掘削のみを行った場合（ケース⑦）は、現況と比較しておよそ 4 分、除石、かさ上げ等の全ての対策を併用した場合は 5～6 分到達時間が遅くなる結果となっている。

表 2 氾濫到達時間 () 内は現況との差

ケース	鹿塩温泉	塩河 (鹿塩川合流点)	落合 (小渋川合流点)
① 現況	9分20秒	11分20秒	16分0秒
② 無施設	9分20秒 (0秒)	11分20秒 (0秒)	16分0秒 (0秒)
⑥ 塩川35.5m +かさ上げ+除石	10分10秒 (50秒)	12分10秒 (50秒)	16分50秒 (50秒)
⑦ 掘削	13分10秒 (3分50秒)	15分25秒 (4分5秒)	21分00秒 (4分)
⑪ 掘削+塩川35.5m +かさ上げ+除石	14分30秒 (5分10秒)	16分40秒 (5分20秒)	22分20秒 (6分20秒)

7. おわりに

小渋川流域塩川での河道閉塞の決壊を想定した被害軽減の視点で感度分析を行った結果、河道閉塞下流の既設砂防堰堤のかさ上げ・除石による被害軽減効果は、非常に限定的であることが示された。また、河道閉塞天端の掘削（切り下げ）が最も効果的な対策であることが示された。掘削は、河道閉塞の形成後、満水・決壊までの時間で実施するため、施工量が限られ、今回のケースでは被害を完全に解消することは出来なかった。

この結果を踏まえ、今後は、本決壊予測方法を活用した効率的かつ効果的な河道閉塞本体等の対策計画の立案方法について、検討を行っていきたいと考えている。あわせて、決壊から短時間で洪水が保全対象に到達することより、対策工による被害軽減と警戒避難対応の併用が重要であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 田畑茂清, 水山高久, 井上公夫 (2002) 天然ダムと災害
- 2) 全国治水砂防協会 (1999) 地すべり対策事業の手引き
- 3) 国土交通省 (2005) 治水経済調査マニュアル