

白山砂防におけるリスクマネジメントを用いた砂防設備の長寿命化計画

株式会社ニュージェック：○山本健，栗田昌博，尾関信夫，牧野裕至
元 国土交通省 北陸地方整備局 金沢河川国道事務所 流域対策課：高橋至，千財利治，柴田恵子

1. はじめに

白山は標高 2,700mの独立火山峰で、日本海に面していることから厳しい風雪雨の環境下にあり、日本の代表的な重荒廃地となっている。

砂防着手は石川県の手によって明治 43 年から行われ、昭和 2 年以降は国により現在まで約 150 基の砂防堰堤が設置され、登録文化財の石積み堰堤も含まれている。

地すべり対策は昭和 37 年より実施されている。昭和 33 年の地すべり等防止法制定後間もない事業着手であり、国の地すべり対策の先駆的役割をなしてきた。

こうした自然と歴史の中で培われてきた白山砂防において、先人の努力が次世代に引き継がれるよう、H28 年度白山砂防設備長寿命化計画検討業務を実施した。

2. 白山砂防での長寿命化の取り組み

平成 26 年 6 月国土交通省砂防部より「砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン（案）」が発出されている。一方で、前述の様に厳しい自然観環境下にある白山の砂防設備の長寿命化計画を策定するには、白山砂防が 90 年にわたって培ってきた各種技術をその計画に組み込むことが重要である。

このため、リスクマネジメント手法により白山の砂防等設備にかかるリスクを解析し、リスク対策を立案した上で、砂防設備の機能と性能評価による健全度評価を加味し、対策に要する事業費や工期を算定し、その計画が事務所の予算や人員等に照らし合理的であるかを判断し、見直しを行った上で白山砂防の長寿命化計画とした。

3. 白山砂防におけるリスクマネジメントの導入

3.1 リスク把握

白山砂防の長寿命化に対するリスクとして、過去の被災事例、現地踏査、弾性波探査、UAV 調査等の結果に基づいて表-1 のように整理した。

表-1 白山砂防における当初想定リスク一覧

リスクの項目	リスクの内容
斜面崩壊・落石・雪崩	斜面崩壊や雪崩による砂防設備の破壊 斜面崩壊の土石流化による設備破壊
土石流	土石流による砂防設備の破壊
洪水	洪水流による砂防堰堤の損傷・摩耗
通常流水	通常の流砂による砂防堰堤の摩耗
凍結融解	凍結融解作用による砂防堰堤の劣化
地すべり	現状規模の地すべりによる破壊・損壊
地すべりの活発化	潜在的地すべりの活発化による破壊

3.2 リスク評価

図-1 は、被害の大小を横軸、発生確率の大小を縦軸とし、リスク管理曲線を描いたものである。

ここで、リスク低減領域をできるだけ拡大しようとする作業が長寿命化計画であり、長寿命化計画によりリスク管理曲線は現状の曲線から長寿命化の曲線に移行しリスク低減領域が拡大するものと考えられる。

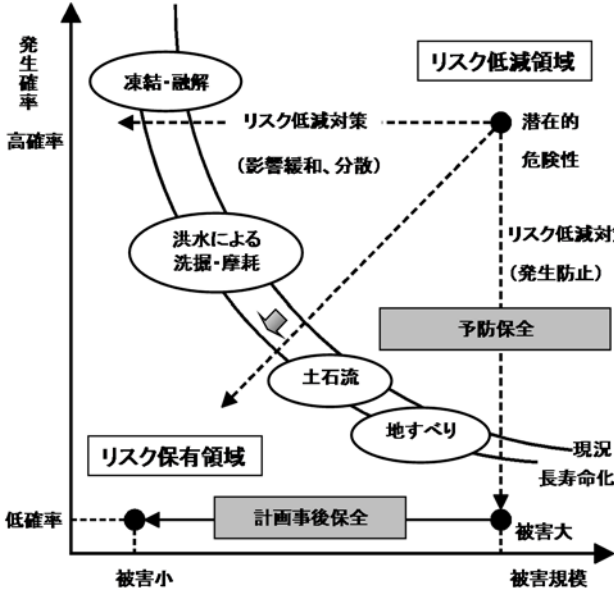


図-1 リスク管理図

白山砂防設備に対する、リスクの発生頻度と被害の大きさから見たリスク評価結果は、図-2 のとおりである。

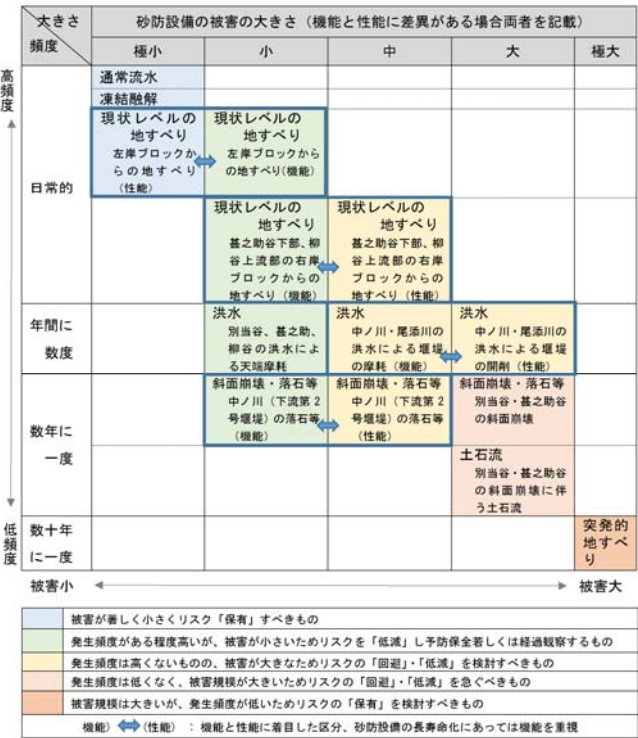


図-2 白山砂防設備のリスク評価結果

3.3 砂防設備のリスクマネジメント

これまでの観点から、リスクアセスメントにより白山砂防の砂防設備に対して、幅広くかつ合理的にリスクを抽出し、その解析・評価・リスク対策を策定した全体像が、表-2 に示すものである。

表-2 リスクマネジメントの全体像

リスク 項目 現状のリスク	リスク対応方針 【90 年におよぶ白山砂防の歴史を踏まえたリスク対応】		
	リスクアセスメント		リスク対策
	リスク解析	リスク評価	
(斜面崩壊・落石・雪崩) 別当谷	斜面崩壊が土石流化して砂防堰堤を破壊	回避：法面対策（低減）：— 保有：計画事後保全	山腹工 — 現状では機能が保持されているため経緯観察であるが、性能が不足により山腹工完成後に砂防堰堤の修繕災害復旧
甚之助谷上流砂防堰堤群	斜面崩壊が土石流化して砂防堰堤を破壊	回避：法面対策（低減）：改築・更新 保有：計画事後保全	山腹工 山腹工施工後に施工災害復旧
柳谷12・13号堰堤左岸	—	—	(山腹工実施済み)
中ノ川下流第2堰堤	落石・雪崩の直撃による砂防堰堤の破壊	回避：— (低減)：(予防保全) 保有：計画事後保全	砂防堰堤の改築・更新 災害復旧
(土石流) 別当谷	土石流による砂防堰堤の破壊	回避：法面対策（低減）：— 保有：計画事後保全	山腹工 現状では機能が保持されているため経緯観察であるが、性能が不足により山腹工完成後に砂防堰堤の修繕災害復旧
甚之助谷上流砂防堰堤群	同上	回避：法面対策（低減）：(予防保全) 保有：計画事後保全	山腹工 山腹工等施工(リスク回避)後、施工災害復旧
甚之助谷砂防堰堤群	—	—	(甚之助谷砂防堰堤群は土石流が流下した痕跡(堰堤の破断なし)
中ノ川・尾添川	—	—	(溪床勾配、砂礫の状況から土石流の流下なし)
(洪水) 別当谷 甚之助谷 柳谷	送流土砂による天端の摩耗、天端の石の剥離	回避：— (低減)：(予防保全) 保有：計画事後保全	— 砂防堰堤の維持・修繕、改築、災害復旧
中ノ川・尾添川	送流土砂による砂防堰堤の大きな摩耗	回避：— (低減)：(予防保全) 保有：計画事後保全	— 砂防堰堤の維持・修繕、改築災害復旧
(通常流水)	—	—	(通常流水では被害発生なし)
(凍結融解)	—	—	(凍結融解で砂防堰堤の被災なし)
(地すべり) 現状レベルの地すべり	地すべりによる砂防堰堤の隆起とクラック発生	回避：— (現在の対策) (低減)：(予防保全) 保有：計画事後保全	— (施工中の排水トンネル) 砂防堰堤の維持・修繕、改築災害復旧
活発化する恐れのある地すべり	地すべりによる砂防堰堤の破壊	回避：地すべり対策（低減）：— 保有：計画事後保全	排水トンネル(左岸ブロック) — 災害復旧
将来のリスク 斜面崩壊 柳谷砂防堰堤群左岸	斜面崩壊が砂防堰堤を直撃	回避：法面対策 低減：経過観察 保有：計画事後保全	落石防護(落石させない工法) ドローン等による監視 災害復旧

凡例：() はガイドラインに示されたリスク

4. 白山砂防設備の長寿命化計画

4.1 従来の補強対策と長寿命化計画の関係

従来の砂防堰堤の補強対策は、大規模な河道閉塞等に対応できる様に砂防堰堤の嵩上とスリット化を行うと共に、裏法勾配を緩くする対策等を行ってきた。

これは、洪水時の土砂流出を調整し下流にも必要な土砂を供給する考え方や、土砂災害防止法の改正に伴うものである。このような対策は、保全対象に近く堆砂容量が大きな砂防堰堤に有効な対策であると考えられる。

一方、長寿命化計画では、甚之助谷上流砂防堰堤群や別当谷、中ノ川に見られるように、砂防堰堤の損壊が大きい一方で山脚固定機能を保持している施設、石積み堰堤のように歴史的価値が高い施設等が多いことに着目し、既存施設の復旧と改築を主体とした対策を計画した。

4.2 砂防設備の補強対策と経過観察

【補強対策計画】

甚之助谷上流砂防堰堤群は仮設が重要な要素であり、工事安全と環境に配慮した上で、石積み堰堤は石積みでの補強計画とした。また、甚之助谷では最上流の甚之助谷上流第17号堰堤等が土石流や土砂を含んだ流水で破壊され、中ノ川堰堤群にあっては掃流土砂量が多く、摩耗によって堰堤が破壊されている。これらの補強対策の全体事業費を算定し概ね10年で対応する計画とした。



写-1 甚之助谷上流第17号砂防堰堤 破損状況



写-2 中ノ川下流砂防堰堤 破損状況

【経過観察手法】

リスクマネジメントの観点から予防保全で対処する砂防設備は少なく、多くの砂防設備はリスクの回避もしくは保有（計画事後保全）で対処する項目が多い。このため、経過観察を行うものは「リスクの保有」を基礎とした上で「計画事後保全も前提とした経過観察」を行う計画とした。

点検方法として、①目視、②計測、③UAV 測量、④シュミットハンマー調査、⑤弾性波探査を予定した。

5. 今後の課題と方向性

平成28年12月に国土交通省から「インフラ長寿命化計画（行動計画）のフォローアップ」が公表され、これを受ける形で、「効率的な維持管理等に資する新技術の実証（トータルコストの低減等）」と「砂防設備の点検合理化のための研究開発を推進」との方針が打ち出されている。

今後、白山砂防の長寿命化計画は、こうした流れを踏まえつつ実施に移すと共に、白山砂防の一世紀の歴史を次世代に繋いで行くことが必要である。

参考文献

- 1) 砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案) (2014)：国土交通省、水管理・国土保全局砂防部保全課