

除石管理計画ワーキンググループによる効果的・効率的な除石計画の検討

いであ株式会社 ○熊谷 憲一，木村 啓祐，荒谷 昌志，諸原 亮平

岡本 佳音，鳥居 義仁，上葛 健太，森 克味

国土交通省 中国地方整備局 広島西部山系砂防事務所 河村 昭

砂防エンジニアリング株式会社 平田 靖紀

1 はじめに

中国地方整備局広島西部山系砂防事務所は平成11年6月の土砂災害を契機に、平成13年度から広島西部山系直轄砂防事業に着手し、砂防堰堤の整備を進めている。広島西部山系は主な地質が花崗岩であり、浸食に対して脆弱で、大雨が降れば山腹崩壊や土石流など土砂災害を起こしやすい土壌である。加えて、宅地開発が山裾まで進展しているため、近年でも平成26年8月豪雨災害や平成30年7月豪雨災害等、土石流による被害が発生した。

一方で、令和3年8月の大雨では整備した砂防堰堤4基が土石流を捕捉し、下流の住宅地への被害を防止した。捕捉した土砂は約3か月間で全ての砂防施設で撤去を完了した。各砂防施設においては除石用の管理用道路が整備されていたが、当初想定した除石方法で土砂撤去ができない等の課題が発生した。（写真-1，2）

このため、広島西部山系砂防事務所、施工業者及び建設コンサルタントの三者で「除石管理計画ワーキンググループ」を立ち上げ、課題・問題点の整理や除石計画に関する『広島西部山系砂防施設設計要領（案）』（以下、『設計要領案』と云う。）の見直しを検討した。

2 「除石管理計画ワーキンググループ」の概要

「除石管理計画ワーキンググループ」は広島西部山系砂防事務所が主催し、令和3年8月の大雨による流出土砂の除石を実施した施工業者3社、詳細設計業務を実施している建設コンサルタント4社が参加した。ミーティングは計4回実施した。（表-1）

ミーティングでは、除石工事の際に発生した課題を施工業者からヒアリングし、設計時や施工時に対応する事項を区分し、除石管理計画の条件整理を実施した。設計時の参考資料として使用している『設計要領案』の見直し案を作成した。

3 除石工事における課題・問題点

除石計画は詳細設計時に進入路や除石に必要な重機を選定し、除石方法等を検討している。しかし、令和3年8月の大雨による流出土砂の除石では、除石対象土砂の性状等から当初計画していた施工重機や運搬経路では除石ができない事例があったため、除石計画の考え方について改善を図る必要があった。

【令和3年8月の大雨による流出土砂の除石における課題・問題点】

- ・土石流発生直後の土砂は含水比が高く、管理用道路の縦断勾配が30%程度の箇所では、キャリアダンプに積み込んだ土砂が荷台から土砂が流出し、コンクリート舗装をしてもキャリアダンプが滑って安全に通行できなかった。
- ・従来の除石計画では、除石の時期について考慮されていなかったが、緊急除石工事は翌年の次期出水期までに完了する必要があることから、それを踏まえた除石方法を検討する必要がある。
- ・管理用道路の曲線部に拡幅が考慮されていないことや車道内側の縦断勾配が16%以上であったことから、車両の転落の危険性が高まるため、オペレーターが恐怖を感じて慎重に通行することから作業に支障が出た。
- ・管理用道路は砂防堰堤下流までしか無く、クレーンを利用して掘削重機の搬入や土砂の搬出を行う必要があったが、クレーンの設置に必要なヤードが確保されておらず、仮設構台等によりヤードを施工したため時間を要した。
- ・砂防堰堤下流にクレーンヤードが整備されていたが、搬入・搬出の配置や動線が考慮されておらず、転回ヤードを別途整備する必要があった。

4 効果的・効率的な除石計画の検討

前述の除石工事における課題・問題点を踏まえ、『設計要領案』の見直しを検討した。主な内容を以降に示す。

4.1 除石量に応じた除石方法の選定

緊急除石は、土石流捕捉後に想定外の土石流等から保全対象を守るため、次期出水期までに土砂を撤去する必要



写真-1 土砂捕捉直後（鳥越1号砂防堰堤）



写真-2 土砂撤去後（鳥越1号砂防堰堤）

表-1 ミーティング実施概要

回数	形式	内容
第1回	対面	除石作業における課題の抽出
第2回	対面	課題に対する解決方法の提案
第3回	Web 併用	除石管理計画の条件整理 『設計要領案』見直し案の提案
第4回	対面	『設計要領案』修正案の確定



写真-3 ミーティング実施状況

がある。しかし、出水期(4月～10月)は土石流が発生する可能性が高いため、非出水期(11月～3月)に全ての土砂を撤去する必要がある。

除石方法は、(1)小型バックホウをクレーンで堆砂域内に吊り込み、クレーンで土砂を搬出する方法、(2)堆砂域内にバックホウが進入し、ダンプやクレーンで土砂を搬出する方法等がある。(表-2)

除石方法の選定は、堰堤周辺に配置可能な重機の日当たり施工量を踏まえ、堰堤規模(捕捉土砂量)や地形条件を考慮した「緊急除石方法選定フロー」を作成した。(図-1)なお、日当たり除石量は令和3年8月の大雨による流出土砂の除石での実績を踏まえ設定した。

表-2 除石方法一覧表

除石方法		概要
除石方法1	Type1	クレーンで重機搬入・土砂搬出(ヤード常設)
	Type2	クレーンで重機搬入・土砂搬出(ヤード仮設)
	Type3	クレーンで重機搬入・土砂搬出(搬出別ルート)
除石方法2		管理用道路を構築し、自走で重機搬入・土砂搬出
除石方法3	Type1	坂路を構築し、自走で重機搬入・自走で土砂搬出
	Type2	坂路を構築し、自走で重機搬入・受け渡しで土砂搬出
除石方法4	Type1	モノレールで重機搬入・土砂搬出
	Type2	索道(ケーブルクレーン)で重機搬入・土砂搬出

4.2 進入する重機を考慮した管理用道路規格の設定

管理用道路は、『林道規格-運用と解説-』に準拠し、平面計画や横断計画を検討した。特に縦断勾配や曲線部の拡幅量は、車両の通行を考慮し、円滑な除石工事が実施可能な道路規格とした。

- ・設計車両に応じた縦断勾配の上限値(ダンプ16%, クレーン25%, バックホウ35%)を設定した。
- ・『道路構造令の解説と運用』に準拠し、10t ダンプトラックや25t クレーンに対応した必要拡幅量を設定した。
- ・曲線部は車道内側の縦断勾配が車道中心に比べて急勾配になるため、道路縦断勾配の最急勾配は、拡幅後の車道内側が、設計車両に応じた縦断勾配の上限値以下となるよう設定した。

4.3 現地条件を整理した除石計画概要書の作成

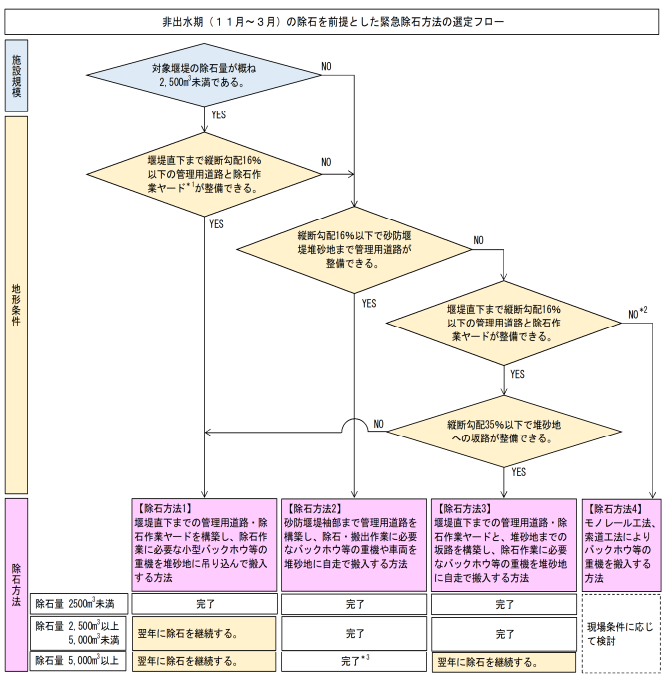
土石流捕捉後の除石は緊急的に行う必要があり、除石までの時間を極力短くするため、現場への進入経路や除石方法及び支障物等の留意点を記載した「除石計画概要書」を詳細設計時や砂防堰堤施工完了時など、段階的に作成することとした。(図-2)

5 今後の展望

「除石管理計画ワーキンググループ」で検討したことで各々の課題・問題点が共有でき、効果的・効率的な緊急除石計画の立案が可能となった。

一方で管理用道路の勾配上限値を厳しくしたことで管理用道路整備における工事費増加や地形改変の増大等の問題点もある。今後は見直した『設計要領案』を基本に、現地条件を十分踏まえ、経済的で周辺影響が少なく、効果的・効率的に除石作業が実施可能となる管理用道路の計画が望まれる。

また、除石作業の実例や検討結果を参考に、他地整等においても本検討結果を除石管理計画の妥当性を検証し、効率的な除石方法を議論することで、今後の土砂流出後の迅速な対応につながることを期待する。



- *1 除石作業ヤード：クレーン作業ヤードであり、事前整備と仮設整備がある。
- *2 堰堤直下まで縦断勾配25%以下の管理用道路と除石作業ヤードが整備でき、クレーンの作業半径内にダンプトラックが進入できる場合は、除石方法1が採用できる。
- *3 堆砂地に10tダンプトラックが進入できる場合、除石可能な量は、搬出車両の数に制約される。
- *4 現場条件等から本検討条件に該当しない場合は、管理用道路の整備方針をあわせて除石方法を別途検討するものとする。

図-1 緊急除石方法の選定フロー



図-2 除石計画概要書【詳細設計時】(例)