

既設砂防堰堤における実効性の高い除石管理計画の検討

国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所 岸本昌之*, 福富章弘

八千代エンジニアリング株式会社 ○佐藤和歌子, 宮田直樹, 長塚結花, 西ヶ谷友美, 小林泰士

※現所属 近畿地方整備局

1. はじめに

除石管理型堰堤は、一定の基準高さを越えて堆積した土砂を定期的に除石することで、必要な施設効果量を維持する必要がある。一方で、除石時の掘削形状について施工性を考慮して検討した事例は少ない。除石方法についても、工事用道路による除石等、施工時と同様の方法とされている事例が多く、用地や地形的制約により速やかな除石の実施に課題のある施設も存在する。そこで本検討では、六甲砂防事務所管内の既設除石管理型堰堤を対象として、管理基準面を設定し、管理用（工事用）道路や索道、モノレール等の多様な搬出方法から、用地制約やサイクルタイム等の観点に基づき、最適な除石方法を検討した。なお、管理基準面は、堆砂がその高さに達した時点で除石を行う基準高を意味する上限値と、除石時の最低掘削高を意味する下限値の2つの基準を設定した。あわせて、検討結果をもとに、平面・縦横断面図や除石方法、用地・法指定状況等を台帳形式に取りまとめた。本発表では、現場状況に即した実現性の高い除石計画の検討事例として、一連の検討結果を報告する。

2. 管理基準面（上限値及び下限値）の設定

2.1 設定の考え方

実現性の高い除石計画を立案するため、除石時の施工性や点検時の作業性を考慮し、管理基準面（上限値及び下限値）を設定した。また、除石頻度の観点から管理高（上限値と下限値の間）をできるだけ大きく確保できるように設定した。

①下限値の縦断勾配の検討：縦断勾配は、現溪床勾配とすることを基本とした。施工性の観点から、重機の登坂能力を考慮して最急勾配を1/3とし、勾配変化点ができる限り少なくなる縦断形状を検討した。

②堆砂敷掘削形状の検討：対象地域の除石実績に基づき、堆積土砂の土質は「砂利または岩塊混じり砂質土（密実でないもの）」程度であると想定し、横断勾配を表-1に示すとおり設定した。また、比高5m毎に1mの水平小段を設けるものとした。横断掘削形状は、設計時の堆砂敷横断面図を基に、元地形に沿った形状とすることを基本として決定した。

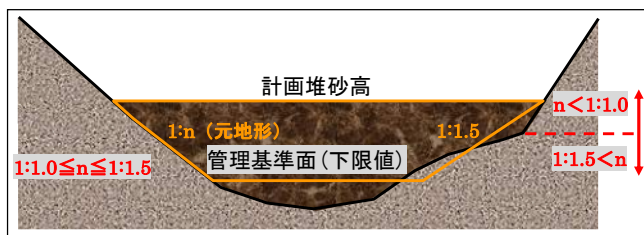


図-1 横断掘削形状

表-1 横断掘削勾配

横断勾配 n	掘削勾配	備考
$n < 1:1.0$	1:1.5	
$1:1.0 \leq n \leq 1:1.5$	n	元地形見合いで掘削を行う
$1:1.5 < n$	1:1.5	

※岩盤及び構造物の場合には元地形見合いで掘削を行う。

③管理基準面（下限値）の高さの検討：最下段の水抜き暗渠下端の高さとすることを基本とし、必要基礎根入れを確保できるように設定した。施工性の観点から、重機の通行が可能となるように、掘削範囲の最下段幅が3m未満となる断面が生じる場合は、各横断面で最下段幅が3m以上となるように下限値の高さを調整した。

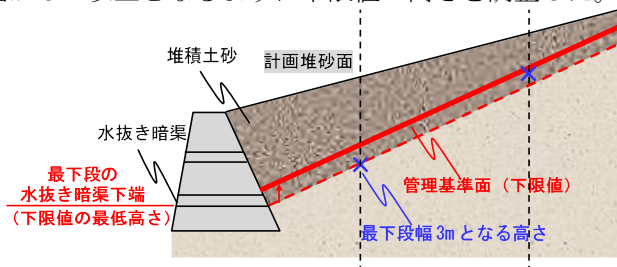


図-2 下限値の高さ

④管理基準面（上限値）の検討：縦断勾配は平常時堆砂勾配とし、必要な計画捕捉容量が確保可能な上限値を検討した。点検時の作業性を考慮し、水通し天端から0.5m単位で設定した。

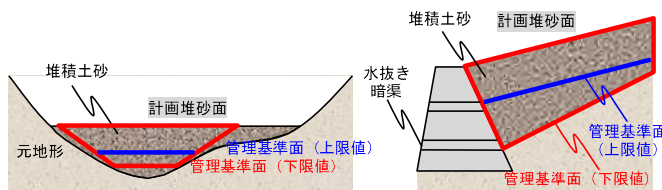


図-3 上限値の検討

2.2 設定事例

管理基準面の設定事例として、A堰堤における検討結果を図-4に示す。A堰堤においては、下限値の縦断勾配は現溪床勾配とし、No.1地点を境に下流側は1/7.6、上流側は1/3.8とした。下限値の高さは、全ての断面で掘削範囲の最下段幅が3m以上となる高さを検討し、下限値の始点を水通し天端-4.0mとした。上限値の縦断勾配は平常時堆砂勾配1/7.6とし、計画流出土砂量を整備可能な高さを求め、水通し天端-1.0mとした。

なお、下限値を水抜き暗渠より上に設定する場合、湛水することが懸念される。A堰堤においては、堤体上流面に排水装置が設置されている。現地踏査において、水抜き暗渠より上に堆砂している堰堤で、排水装置が機能しており湛水が確認されなかったことから、A堰堤においても湛水の可能性は低いものと判断した。

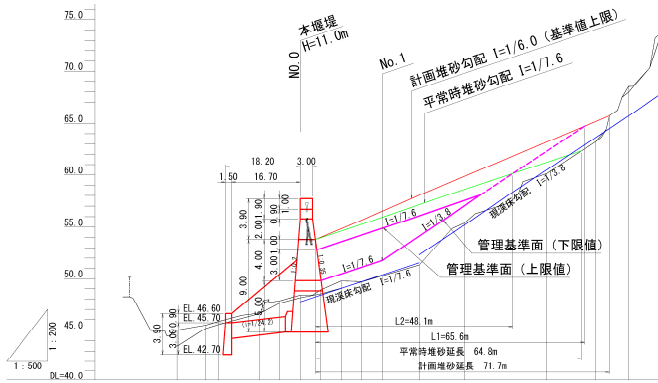


図-4 管理基準面の設定事例 (A堰堤)

3. 除石方法の検討

3.1 検討フロー

除石管理型堰堤の除石にあたっては、除石を非出水期内に完了させる必要があることから、重機の搬入や掘削土砂の搬出が比較的容易な管理用道路(林道規定2級相当)の敷設が望ましい。しかし、対象堰堤は、急峻な地形や用地上の制約から、道路(林道規定2級相当)で堆砂敷までアクセスすることが困難な場合が多い。そのため、不整地運搬車やラフタークレーン、索道、モノレール等の代替手段も含めて検討する必要がある。本検討では、図-5に示す選定フローに従って、サイクルタイム、周辺への影響等を総合的に判断した上で、最適な除石方法の検討を行った。

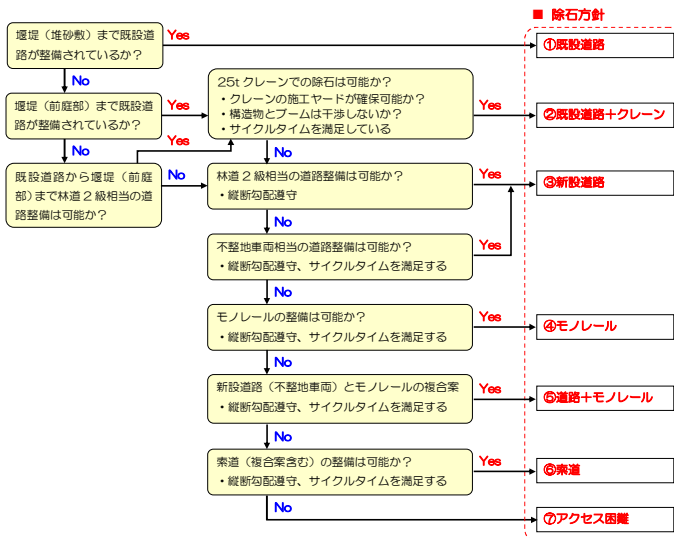


図-5 除石方法の選定フロー

3.2 検討事例

除石方法の検討事例として、B堰堤における検討結果を図-6に示す。B堰堤は、垂直壁の約20m下流まで私道が整備されているが、B堰堤と私道の比高差が大きい。また、左右岸ともに切り立った地形であるため、私道から堆砂敷や前庭部まで道路を敷設することは、縦断勾配が急勾配となるため困難である。よって、私道から堆砂敷までモノレールを敷設し、バックホウの搬入及び土砂の搬出を行う計画とした。除石時にボトルネックとなるモノレールによる運搬・荷台積込に要する時間より、除石にかかるサイクルタイムを算定

し、計画堆砂高まで堆砂した場合を想定した最大除石量を一非出水期内で除石可能であることを確認した。

除石方法 (B堰堤)

- ① 施工ヤードを構築、モノレールを敷設する。
- ② モノレールにより分解組立式バックホウ(0.45m³)を堆砂敷に設置する。
- ③ 分解組立式バックホウ(0.45m³)により堆砂敷掘削を実施する。
- ④ モノレールにより土砂を10tダンプに積込む。
- ⑤ 10tダンプにより場外へ搬出する。

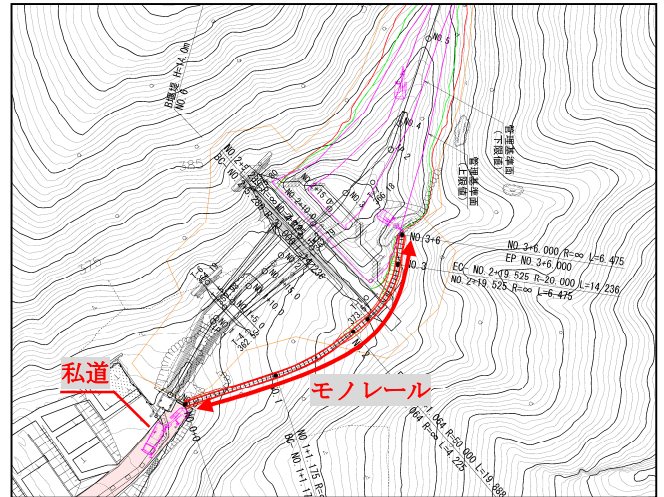


図-6 モノレールによる除石 (B堰堤)

4. 除石計画書の作成

検討対象とした全ての既設除石管理型堰堤の除石計画書を台帳形式で取りまとめた。施設諸元や管理基準面、除石量、除石方法、除石実績、除石を実施する上での留意点(堆砂地に隣接する施設等の除石範囲を決定する上で影響を及ぼす内容)等を示した総括表と、除石範囲や管理用道路等を示した平面図、除石管理高や掘削形状を示した縦断図・横断図から構成するものとした。

5. おわりに

本検討では、既設除石管理型堰堤に対して、管理基準面(上限値及び下限値)を設定するとともに、最適な除石方法を検討し、除石計画書として取りまとめた。なお、本検討の対象堰堤の多くは、完成からの年数と現在の堆砂状況を考慮すると、除石頻度が非常に低くなることが推定される。よって、管理基準面(上限値及び下限値)や除石方法は、除石実績や土地利用の変化、土砂流出形態の変化等に応じて、適宜見直し、更新することが求められる。本検討において除石後の掘削断面形状をもとに、施設効果量を算定した結果、特に左右岸が急勾配で谷幅が狭い堰堤において、元地形を基に算定した施設効果量と差異が生じた。このことから、除石管理型堰堤の設計時には、除石掘削形状を踏まえて検討することで、より実効性の高い管理計画を策定することが可能であると考える。