P1-072

既設砂防堰堤の補強工法検討にあたっての留意点と対応

前国土交通省富士川砂防事務所　光永健男　守谷武史
国土交通省富士川砂防事務所　唐木理富
国際航業株式会社　○宇野沢剛　高橋研二　渡辺隆吉　岩波英行

1. はじめに

我が国の砂防堰堤は，竣工後 30 年～50 年以上経過したものが数多く存在しており，老朽化が著しい施設や，現行基準を満足しない施設の機能・安全性を回復・向上させることが重要である．

また，健全性・安定性の不足度合いや施工条件が施設毎に違う中で，施設の補強工法をどう選定するか等の技術力向上が課題である．

本稿では，富士川砂防事務所管内の既設不透過型砂防堰堤 6 基を対象に，堤体補強工法の検討内容を紹介するとともに，それらを踏まえて，既設砂防堰堤の補強工法検討にあたっての留意点と対応方針を提示するものである．

2. 既設砂防堰堤に適用した補強工法

2.1 安全性照査

対象とする不透過型砂防堰堤の安全性を表 1 に示す．いずれも本堰堤の安定性が，現行基準を満足しない．

表 1　対象堰堤の安全性一覧

照査内容		工種・部位		A堰堤 S48竣工 H=24.0m	B堰堤 S8竣工 S31嵩上げ H=17.5m	C堰堤 S45竣工 H=16.0m	D堰堤 S42施工 S52嵩上げ H=15.0m	E堰堤 S54竣工 H=14.0m	F堰堤 S52竣工 H=15.5m
健全性		本堰堤		○	×	○	△	○	×
		副堰堤		○	－	○	○	－	○
		水叩き		－	－	○	×	－	－
現行基準への適合性	安定性	本堰堤		×	×	×	×	×	×
		副堰堤		×	－	×	×	－	×
	構造	本堰堤	天端幅	○	○	×	×	×	×
			水通し断面	×	×	×	×	×	×
		副堰堤	水通し断面	×	－	×	×	－	×
			重複高	○	－	×	×	－	×
			本副間距離	×	－	×	×	－	×
		水叩き	厚さ	－	－	○	×	－	－

注）－（ハイフン）は未設置

2.2 補強工法の内容

本稿では，機能上最も重要度が高い「本堰堤」の安定化対策について示す．

(1) A堰堤

1) 選定工法：下流腹付け（厚さ 1.5m）＋アンカー

2) 選定理由

①経済的優位性；比較案の下流腹付け(厚さ 8.6m)に対して，コスト（工事費＋維持管理費）は 13%減となる．

②施工条件との整合性；地形地質条件より工事用道路の設置が困難であり，施工条件としてコンクリートの運搬・打設には索道を使用する計画とした．その場合の日打設可能量は 22 ㎥と少ない．また，当該地は冬期に積雪が多く通年施工が困難である．よって，コンクリート腹付け立積を低減できるアンカー工法は，当該地の施工条件に適った工法であると考えた．

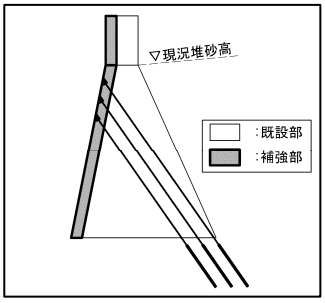

図 1　A堰堤の補強工法断面図

(2) B堰堤

1) 選定工法：下流新規堰堤

2) 選定理由

①対策の確実性；昭和 8 年施工の堤体下部コンクリート内部に空隙が多く漏水がある．既設堰堤を活かすにはグラウト等による改良が必要と判断したが，改良効果をどう評価するかが問題になる．本検討では，既設堤体には手を加えず，下流側に新規堰堤（強制堆砂堰堤 H=14.5m））を設置して，堤体下部コンクリートを埋め殺す工法が最も確実性に優れると考えた．

②経済的優位性；比較案の既設堤体グラウト＋下流腹付け（厚さ 1.5m）＋アンカーに対して，コスト（工事費＋維持管理費）は 22%減となる．

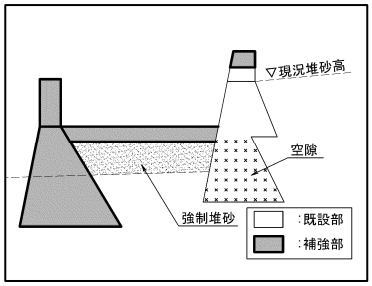

図 2　B堰堤の補強工法断面図

(3) C堰堤

1) 選定工法：堤体切り下げ＋上流新規堰堤

2) 選定理由

①施設規模及び地質条件を考慮した補強設計の合理性；既設堰堤は砂礫地盤上のハイダム（H=16m）で，腹付けやアンカー等の工法では対策規模が大きくなる．当工法は，本堤を 2m 切り下げてローダム化し，設計外力を軽減することで安定性を確保する．また，切り下げ

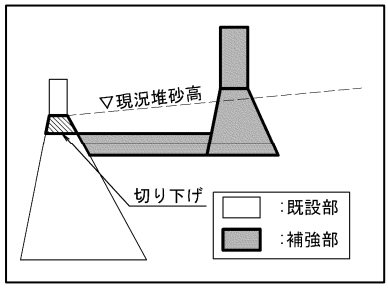

図 3　C堰堤の補強工法断面図

による堆砂量減少を補うため，堆砂敷に新規堰堤を配置する．対策規模は他工法より小さく，結果的に経済性（②参照）・施工性が向上した．

②経済的優位性；比較案の下流腹付け（厚さ 3.0m）＋アンカーに対して，コスト（工事費＋維持管理費）は 23%減となる．

(4) D堰堤

1)選定工法：下流腹付け（厚さ 3.6m）

2)選定理由

①健全性回復との整合性；既設堰堤の下流法面に亀裂があり，健全性回復にも効果的な工法として下流腹付けを採用した．

②経済的優位性；比較すべき対案は無く，他案との対比は行っていない．

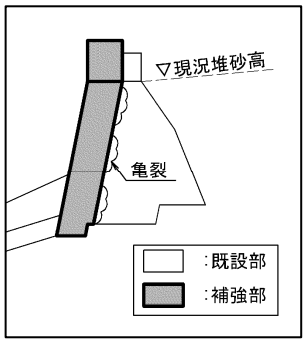

図 4　D堰堤の補強工法断面図

(5) E堰堤

1)選定工法：水通し拡幅＋天端幅増厚

2)選定理由

①安定性の不足度を考慮した補強設計の合理性；当該堰堤における安定上の問題は，洪水時に約 8KN/㎡の引張応力が作用することであり，多少の静水圧軽減により安定性を確保することが可能であった．当工法は，既設堰堤の水通しを 4m 拡幅して越流水深を 1.2m まで低下させ，静水圧軽減により洪水時の引張応力の発生を解消する．対策規模は他工法より小さく，結果的に経済性（②参照）・施工性が向上した．

②経済的優位性；比較案の下流腹付け（厚さ 1.5m）に対して，コスト（工事費）は 60%減となる．

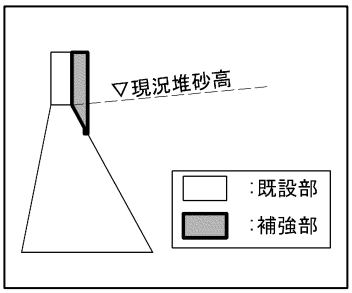

図 5　E堰堤の補強工法断面図

(6) F堰堤

1)選定工法：下流腹付け（厚さ 4.2m）

2)選定理由

①健全性回復との整合性；当該堰堤は平成 23 年 9 月に発生した土石流によって袖が破壊を受けた．袖破壊の再発防止には，袖天端幅を厚くすることが有効である．厚さ 4.2m の腹付けによって，本体はもとより袖の安全性（土石流流体力，礫の衝撃力に対する安定性）を強化できる点が有利と考えた．

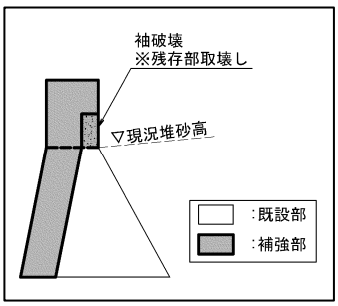

図 6　F堰堤の補強工法断面図

写真 1　F堰堤の袖破壊状況

②経済的優位性；比較案の下流腹付け（厚さ 1.5m）＋アンカーに対して，コスト（工事費＋維持管理費）は 8%減となる．

3. 既設砂防堰堤の補強工法検討にあたっての留意点と対応方針(案)

上記の設計例より，既設砂防堰堤の補強工法を検討するにあたり，特に留意すべき点と対応方針(案)を示す．

表 2　補強工法検討上の留意点と対応方針（案）

留意点	対応方針（案）
施工条件（資材運搬方法や気象条件等）が補強工法の選定に影響を与えること．**【A堰堤が該当】**	左記の施工条件を見通したうえで，施工性を重視した補強工法を検討すること．
堤体内部が劣化した既設堰堤を活用する際，堤体自体の強化が必要な場合があること．**【B堰堤が該当】**	堤体ボーリングおよび現場透水試験等から得られた堤体コンクリートの工学的評価を早期におこなって，補強工法検討へ適切に反映させること．
設計外力の低減により堤体の安定化が図られる場合があること．**【C堰堤，E堰堤が該当】**	直接的な補強に拠らず，左記のような対応方法もあることを念頭に置いた検討をおこなうこと．
堤体外部の劣化･損傷への対応が必要な場合，堤体の安定化対策との整合性に注意すること．**【D堰堤，F堰堤が該当】**	健全性回復のための「補修」と，安定性確保のための「補強」を一括りに捉えた検討をおこなうこと．

4. おわりに

本稿では，健全性・安定性の不足度合いや施工条件が異なる既設砂防堰堤において，様々な補強工法が選定された設計事例の技術的内容を紹介した．また，得られた知見をもとに，補強工法検討上の留意すべき点と対応方針（案）を示した．

今後は，このような設計実績の整理を更に進めて，既設砂防堰堤の補強工法検討に役立つ資料（事例集等）として取りまとめたい．また，今回取り扱わなかった水通しや前庭保護工の改築等についても，設計実績をもとに，適用した工法の分類および根拠を整理していきたい．