

砂防設備等緊急改築事業の概要と 検討事例について

REPORT 技術本部 河川環境部
宮本 大 RCCM(河川、砂防及び海岸・海洋)



宮本 大

概要

北海道の砂防施設は高度経済成長期に整備されたものが多く存在している。土石流に対する設計基準が明らかとなっていなかった昭和52年以前の基準によって設計された砂防施設は、土石流に対する安全性が確保されていないことが懸念されるため、安全性確保のための改築が必要となる。

本稿では、砂防設備等緊急改築事業の概要と弊社で実施した予備設計業務をもとに、検討事例を紹介する。

キーワード ◎砂防設備等緊急改築事業 ◎砂防堰堤 ◎地盤改良 ◎予防保全 ◎長寿命化計画

1. はじめに

北海道における砂防事業は、1950年（昭和25年）に「忠別川清流えん堤」（東川町）の着手に始まっており、道民の生命や財産を土砂災害から守るため、現在までに多くの砂防堰堤等の砂防関係施設が全道各地に整備されてきた。これらの砂防関係施設は高度経済成長期に集中的に整備されたものが多く（図-1）、2037年には砂防堰堤の約6割が施工後50年以上経過する（図-2）。一般的に、インフラ施設の耐用年数は50年とされており、施設の老朽化の加速が大きな問題となっている。

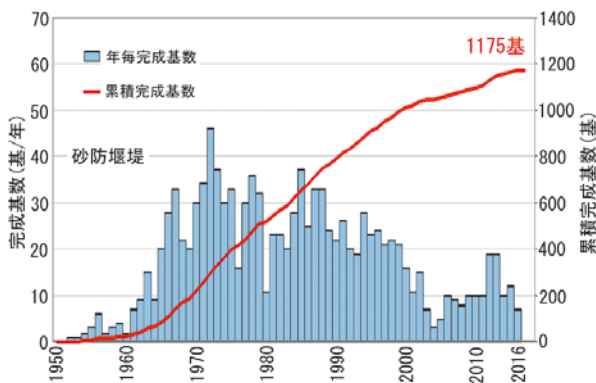


図-1 北海道内における砂防堰堤の建設時期¹⁾

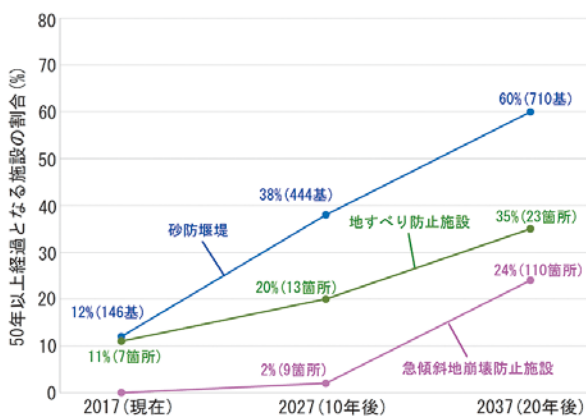


図-2 施工後50年となる砂防施設の施設数・割合¹⁾

このような状況を踏まえ、今後は既存施設の長寿命化を図りながら、早期に損傷を発見し、大規模な修繕に至る前に対策を実施する予防保全の考え方が重要となる。

本稿では、予防保全の考えにより実施されている砂防設備等緊急改築事業の概要と、弊社で実施した検討事例について紹介する。

2. 緊急改築事業の概要

「砂防設備等緊急改築事業」は交付金対象事業である総合流域防災事業による砂防事業のひとつである。なお、令和4年度からは補助事業に移行され、砂防メンテナンス事業となっている。

(1) 事業目的

既設の砂防設備等について、緊急改築を行うことで既存の砂防設備等を有効活用し、地域における安全の向上を図ることを目的に実施するものである。

(2) 要件（抜粋）

事業採択の要件を抜粋し、以下に示す。

- ①原則として、ライフサイクルコスト及びその縮減に関する方針が記載された長寿命化計画が策定され、適正に維持管理されているもの。
- ②昭和52年以前の技術基準により設計されており、土石流に対して構造物の安全性、安定性が確保されていない砂防設備であるもの。
- ③総事業費が1億円以上であるもの（当該工事の実施に必要な調査を含む）。

(3) 北海道における砂防設備等緊急改築事業

北海道では、平成31年に「北海道砂防関係施設長寿命化計画」が策定され、予防保全型維持管理を導入し、ライフサイクルコストの縮減を図っている。定期的に点

検調査を実施しながら施設の健全度評価を行い、緊急改築事業により砂防施設の改築を実施している。

また、北海道が管理する砂防堰堤等を対象として、緊急改築事業の性質を踏まえ、土石流に対する構造物の安定性や安全性を確保するための基本的な考え方や技術的な配慮事項等を示した「既設砂防堰堤等緊急改築 調査設計マニュアル」が策定された。同マニュアルでは、緊急改築事業において既設砂防堰堤等の改良設計を行う際に必要な基本事項と技術的配慮事項、北海道における地域特性などを参考に、標準的な調査・設計手法が取りまとめられた。

マニュアルで対象とする既設砂防堰堤等は、昭和52年以前の技術基準で設計された北海道管理の堤高15m未満の重力式コンクリート砂防堰堤とすることを基本としている。また、緊急改築設計方針として、土石流危険渓流では現行基準に準拠した改築を原則とし、土石流危険渓流以外の砂防堰堤等については、緊急改築事業の性質を踏まえ、土石流によって堰堤等が確実な損傷を受けない条件を満足することとされた。

土石流危険渓流と土石流危険渓流以外の設計条件の違いは、洪水時の設計流量の違いである。流域が小さく、土石流ピーク流量が小さくなる渓流の場合、土石流危険渓流では現在の100年確率雨量により水通し断面の再検討が必要となるが、土石流危険渓流以外の渓流では、既設堰堤の設計流量を使用するため、水通し断面を改良する必要がなくなる(表-1)。

表-1 設計条件の違い

項目	土石流危険渓流	土石流危険渓流以外
設計流量	土砂含有を考慮した流量 (計画規模(100年)により算出)	既設堰堤の設計流量
	土石流ピーク流量	土石流ピーク流量
天端幅	3.0m以上	3.0m以上
下流法勾配	最小2分	最小2分
安定計算荷重	洪水時	自重、静水圧
	土石流時	自重、静水圧、堆砂圧、 土石流流体力

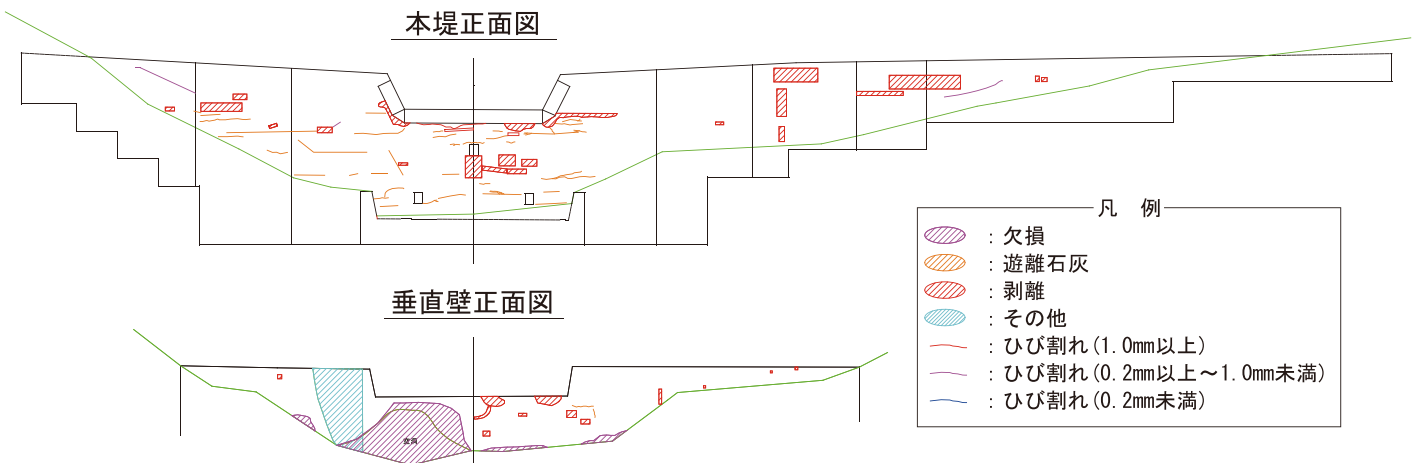


図-3 外観調査結果

3. 検討事例の紹介

砂防設備等緊急改築事業に関する調査・設計について、弊社で検討した事例について紹介する

(1) 対象施設の概要

対象施設は、建設後60年以上経過した砂防堰堤である。施設概要を表-2に示す。昭和52年以前の技術基準により設計されているため、土石流に対して構造物の安全性、安定性が確保されていない。なお、本渓流は土石流危険渓流には指定されていない。

表-2 対象施設の概要

流域面積 (km ²)	0.22	堤長(m)	50	
		堤高(m)	6.97	
比流量 (m ³ /sec/km ²)	21	勾配	裏	1:0.20
			表	1:0.30
貯砂量	26780	水通し幅(m)	5	
勾配(計画)	1/40~1/50	天端幅(m)	1.6	
		根入れ(m)	2	
		袖勾配	1/20	

(2) 検討方針

土石流危険渓流以外の渓流であるため、マニュアルの設計方針に則り、土石流によって砂防堰堤が損傷を受けない条件を満足させることとする。

(3) 緊急改築調査

①外観調査

外観調査の結果、垂直壁に大きな欠損が見られ、死に体と判断された。本堤には構造に影響を与えるような欠損やひび割れは見られなかった(図-3)。

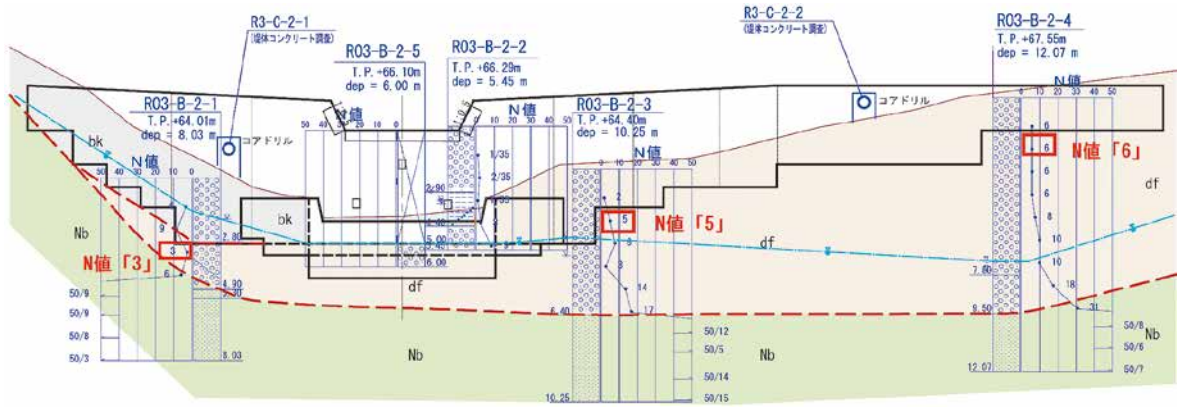


図-4 基礎地盤調査結果

②基礎地盤調査

基礎地盤調査の結果、堰堤直下のN値は3～6であり、既設堰堤に対して明らかに基礎地盤の支持力が不足していることが判明した（図-4）。

③堤体コンクリート調査（圧縮強度試験）

堤体コンクリートの圧縮強度は、既設堰堤の設計当時の設計基準強度15.7N/mm²と比較し、評価した。調査の結果、左岸袖部の堤体コンクリートの圧縮強度が不足していることが判明した（表-3）。

表-3 圧縮強度試験結果

試料番号	位置	コア深度 (m)	圧縮強度 (N/mm ²)
R03-C-2-1	右岸袖部	上(0.10～0.40)	17.5
		中(0.40～0.70)	23.9
		下(0.70～1.00)	31.0
R03-C-2-2	左岸袖部	上(0.10～0.40)	17.0
		中(0.40～0.70)	12.4
		下(0.70～1.00)	13.8
R03-B-2-5	水通し部	上(0.30～0.40)	36.8
		中(2.30～2.40)	24.2
		下(4.80～4.90)	26.4

(4) 緊急改築設計

改築設計の検討上の課題は、「基礎地盤の支持力不足解消」および「左岸袖部のコンクリート強度不足解消」である。

この課題を踏まえて比較検討を行い、改築方針を決定した。なお、垂直壁は損傷が酷く死に体であると判断し、取壊し・新設する計画とした。

①基礎地盤の支持力不足への対応方針

(ア) 地盤改良

既設堰堤が活用可能な場合、既設堰堤下部の地盤改良を実施し、適切な地盤支持力を確保した上で既設堰堤の改築を行う。

既設堰堤が活用困難な場合、既設堰堤を取り壊した上で地盤改良を行い、堰堤工を新設する。

(イ) 堤高増工（新設）

既設堰堤を取り壊し、根入れを確保した堰堤工を新設する。

②左岸袖部のコンクリート強度不足への対応方針

コンクリート強度が不足しており、土石流に対する安全性が確保できないため、コンクリート強度が不足する部分を取壊し・新設する方針とした。

③改築検討

改築方針は、下記4案の比較検討により決定した。なお、既設堰堤の改築にあたっては、堰堤下部の地盤改良、および左岸袖部の取り壊しが必要となることから、工事費が高額となることが予想される。そのため、既設堰堤を改築する案の他に、既設堰堤を全て取り壊して新設する案、および既設堰堤は存置し、直下流に代替施設を新設する案についても検討し、比較検討を実施した。

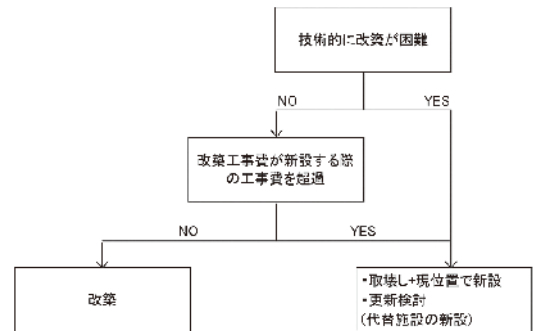


図-5 既設堰堤の取壊し等選定フロー²⁾

第1案 部分改築案(地盤改良・腹付けコンクリートによる補強)

直接工事費：101,765千円

既設堰堤を最大限活用することが可能となるが、既設堰堤の下部を地盤改良する必要があるため、施工費が高額となる。

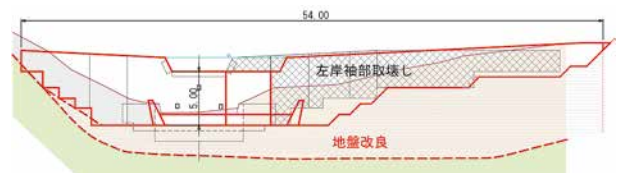


図-6 第1案 正面図

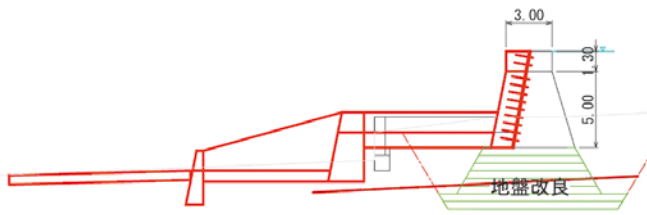


図-7 第1案 側面図

第2案 既設堰堤取り壊し・原位置新設案(地盤改良)

直接工事費：81,189千円

左岸袖部を取り壊すことや、既設堰堤下部の地盤改良費が高額となることから、既設堰堤を取り壊し、地盤改良を実施した上で堤高を変えずに堰堤を新設する。

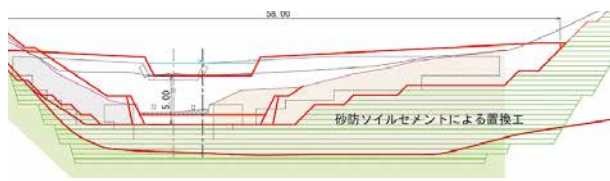


図-8 第2案 正面図

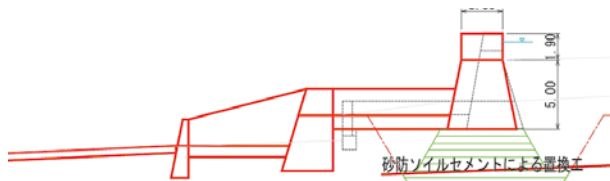


図-9 第2案 側面図

第3案 既設堰堤取り壊し・原位置新設案(堤高増工)

直接工事費：72,472千円

第2案と同様に、左岸袖部を取壊すことや、既設堰堤下部が支持力不足であり、既設堰堤下部の地盤改良費が高額、既設堰堤を取り壊し、支持地盤まで根入れを増工させ、堰堤を新設する。

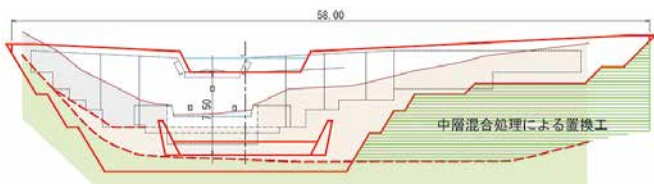


図-10 第3案 正面図

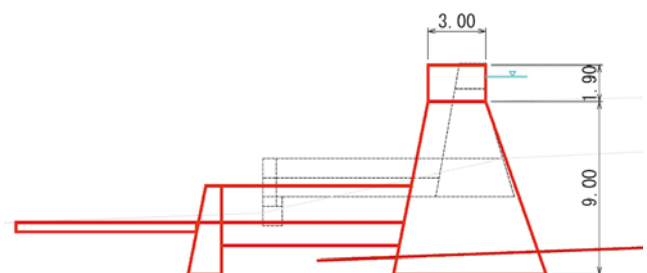


図-11 第3案 側面図

第4案 下流新設案

直接工事費：55,375千円

既設堰堤の改築費が高額なことから、既設堰堤の下流に堰堤を新設する案を検討し、既設堰堤を取壊し・新設する案と比較検討を行う。設置位置は既設垂直壁に工事の影響がない位置とし、水通し部の天端を計画堆砂高に設定した。

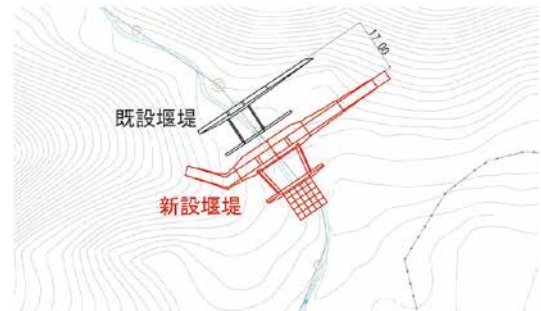


図-12 第4案 平面図

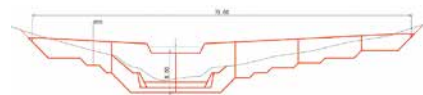


図-13 第4案 正面図

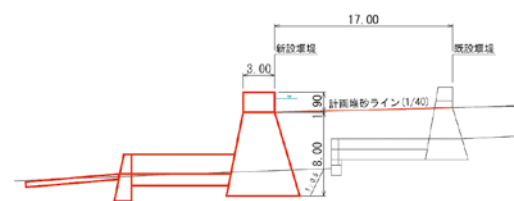


図-14 第4案 側面図

④比較検討

第1案は地盤改良の際に既設堤体を削孔することや、左岸袖部の取り壊しの際にワイヤーソーを使用する必要がある等、施工性に劣ることや、地盤改良費が高額になることから他3案と比較して工事費が大幅に高額となる。そのため、堰堤を新設する3案から施工性、経済性等の比較検討により第4案を最適案として採用した。

4. 今後の課題

既設垂直壁の直下流に2m程度の河床低下がみられるため、支持地盤までの深さが浅いと判断している。下流新設位置での地質調査を実施し、支持地盤を確認した上で改めて比較検討する必要がある。

〈参考文献〉

- 1) 北海道砂防関係施設長寿命化計画，北海道建設部土木局河川砂防課，pp.1～8，平成31年3月
- 2) 既設砂防堰堤等緊急改築 調査設計マニュアル，北海道建設部土木局河川砂防課，pp.55，令和3年5月