

洪水規模の増大に対応するためのダム施設の新たな局部改良手法に関する調査報告

(株) 建設技術研究所 正会員 小島裕之 永谷 言 尾寄佳史 ○谷脇佑一
 (株) 建設技研インターナショナル 正会員 高田 諭
 国土技術政策総合研究所 正会員 佐藤弘行

1. はじめに

近年、気候変動の影響が顕在化しつつあり、水災害の発生を着実に防止するため、外力条件の変化も考慮した順応的な治水施設の整備や維持管理が求められている。

このような中、米国等の諸外国においては、現在の計画規模を超える洪水を想定し、ダムの嵩上げ等の大規模な施設改造が困難な場合にも対応可能なダム施設の局部改良（以下、局部改良と表記）の実施例が認められる。

本稿では、国内では技術的知見の蓄積が少ない局部改良について、文献調査、米国政府機関等へのヒアリング及び現地調査を実施し米国における局部改良の実態調査を行ったことから、その成果の一部を報告する。

2. 調査概要

調査概要を表-1に示す。米国当局へのヒアリングについては、調査前後にメールによる補足調査も実施した。本稿では、文献調査結果、米国内務省開拓局に対するヒアリング結果についての報告を行い、その他の調査結果については、今後改めて報告を行う。

表-1 調査概要

調査種別	調査先	調査方法
文献調査	・ Technical Manual: Overtopping Protection for Dams, FEMA, 2014. ・ Applications of Roller-Compacted Concrete in Rehabilitation and Replacement of Hydraulic Structures, US Army Corps of Engineers, 1997.	左記資料等の記述内容から100事例程度を整理
ヒアリング*	・ 米国内務省開拓局 ・ コロラド州立大学 ・ ロサンゼルス市公共事業部	各2時間程度のヒアリング（メールによる補足調査も実施）
現地調査*	・ Leyden dam(フィルダム堤体の越流保護実施) ・ Left hand valley reservoir(同上) ・ Coolidge dam(アバット部の越流保護実施) ・ Big Tujunga dam(天端端部の嵩上げ実施) ・ Folsom dam(ダム脇の地山に洪水吐き新設)	各2時間程度の目視調査、周辺環境調査

*ヒアリング及び現地調査実施日：2019/12/2～6(現地時間)

3. 調査成果

(1) 局部改良の定義について

国内では局部改良の概念がないものと考えられるため、文献調査結果やヒアリング結果を踏まえ、その定義について検討を行った。定義に際しては、「局部改良」の類似手法である「再開発」との対比を行った(表-2)。両者の大きな違いとして、「再開発」がダム現有機能の増強を目的とする一方で、「局部改良」はダム施設の安全性確保を目的とする点が挙げられる。

(2) 局部改良の特徴について

諸外国で実施例のある主な局部改良を整理分類すると、表-3、写真-1のとおりであり、堤体越流を許容する構造であることが技術的特徴の一つである。写真-1(⑥)のダム(堤高9m)では、過去12年間で1800回以上の越流を経験しているが、

表-2 局部改良の定義

定義の視点	局部改良	再開発
実施目的の観点	ダム施設の安全性確保のため、流下能力を増やすことが目的である。	ダムの貯水容量を増やすなど、ダムの治水・利水機能を増強することが目的である。
施工内容の観点	ダムの端部嵩上げやアバット部の補強等の比較的小規模な工事となる。	ダムの嵩上げや放流管の増設を伴う大規模な工事となる。
設計対象流量の観点	ダム設計洪水流量を上回る流量も想定した対応策である(ダム設計洪水流量までに対しては現行の設計体系での対応を前提とする)。	ダム設計洪水流量が設計対象流量となる。
設計思想の観点	洪水吐き表面等における軽微な損傷は許容する。	ダムの損傷は基本的に許容しない。

表-3 局部改良の分類

実施箇所		概要	目的
ダム堤体	コンクリートダム	アバット部の補強	堤体越流が発生した場合の越流水による岩盤の洗掘防止
		アバット部における導流壁の設置	
	天端端部の嵩上げ	堤体越流が発生した場合の越流水の流れの局所化	
フィルダム	耐浸食性材料*による堤体上への越流部設置	堤体越流が発生した場合の越流水による堤体の洗掘防止	
共通	既設洪水吐きの規模拡張	放流能力の増強	
ダム堤体以外	減勢工	減勢工部の補強	堤体越流が発生した場合の越流水による減勢工部の洗掘防止
	管理設備 機械設備	管理所やクロスギャラリーの扉の耐水化、ゲート巻き上げ装置の耐水化等	堤体越流が発生した場合の越流水による浸水被害防止

*RCC等によるコンクリート被覆、コンクリートブロック設置、植生工等

キーワード コンクリートダム、フィルダム、気候変動、局部改良、再開発、調査報告

連絡先 〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町1-6-7 株式会社建設技術研究所 ダム部 TEL06-6206-5611

損傷はほとんど発生していないことが確認されている。表-3 の局部改良手法は適宜組み合わせで用いられ、ダム再開発時や新設時に実施される場合もある。

(3) 米国における局部改良の実態について

米国での局部改良実施例をダム型式別に整理すると図-1(1)に示すとおりであり、コンクリートダムに比べ、フィルダムでの実施例が多い。この理由の一つとして、当該型式の小規模ダム（日本ではため池に相当）が多数存在することが考えられる。局部改良実施年については図-1(2)に示すとおりであり、実施年が明らかなものについては1990年代以降における実施数が相対的に多い傾向が認められる。以上は、今回の文献調査で得た情報により整理した結果であり、米国における局部改良の確定値ではないことに留意されたい。

米国での局部改良の実態を表-4に示すが、ダムの局部改良は、大規模改造が地形・地質、経済性等の理由から実施困難な場合の代替手法として認識されている。ただし、堤高の高いフィルダムについては、局部改良により越流によるリスクが増大することから、局部改良は推奨されていない。なお、ダムの局部改良においても、設計基準については、新設ダムと同じ基準が適用される。米国におけるダムの局部改良の実施の背景としては、米国ではダムのリスク分析¹⁾が実施され、一定の安全基準を満足しないダムに対して貯水位低下などの運用制限が設けられることが挙げられる。

4. おわりに

米国では、大規模出水によるダムの損傷を防ぐ手段として、ダムの大規模改造の実施が困難な場合に、局部改良が選択される場合がある。今後、国内において局部改良の要請が生じる場合への対応として、諸外国における①局部改良の制度体系・実施フローに関する詳細情報の把握、②局部改良の設計手法、細部技術の把握を行っていくことが求められる。

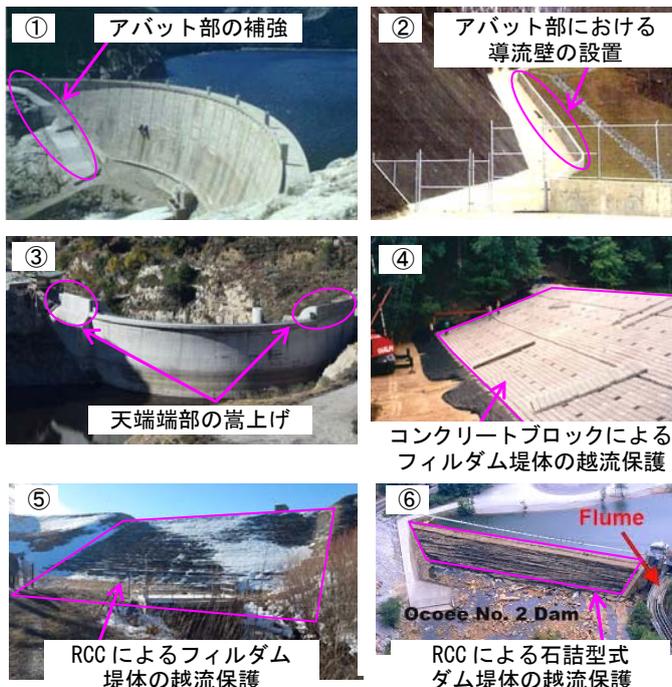


写真-1 局部改良の概要

- 【ダム名】① : Gibson dam, ② : Tygart dam, ③ : Big Tujunga dam
 ④ : Strahl Lake Dam, ⑤ : Left Hand Valley reservoir
 ⑥ : Ocoee No. 2 Dam
 【出典】①, ②, ④ : Overtopping Protection for Dams, FEMA, 2014.
 ⑥ : BREAKING: Rock slide damages wooden water flume at 23-MW Ocoee No. 2 hydropower project in Tennessee.
 ③, ⑤ : 筆者ら撮影

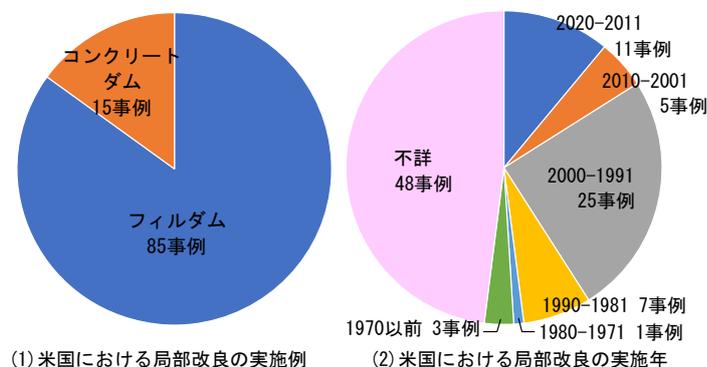


図-1 米国における局部改良実施例及び実施年

注1) 堤高5m以上を対象として集計
 注2) ダム再開発時やダム新設時の実施例も含む
 注3) 1ダムで複数回局部改良を実施している場合はのべ数として集計

表-4 米国における局部改良の実態^{※1}

ヒアリング項目	ヒアリング結果
局部改良の実施背景	・既設ダムのリスク評価 ^{※2} を行い、可能な限り嵩上げや洪水吐増設などの再開発が実施可能か検討を行う。 ・しかし、堤高が低い、ダム下流に人口が少ない、嵩上げ等の再開発ではコストが高いなどの場合には、越流によるリスクを低減するために局部改良を選定する場合がある。
局部改良への評価	・開拓局ではフィルダムの局部改良を基本的には推奨していない。 ・また州によってはフィルダムの局部改良を禁止している州もある。 ・一方、米国農務省では都市部に立地するかなりの数のフィルダム（堤高10~30m程度）でRCCによる局部改良を実施している。 ・コンクリートダムであっても、地質条件が良好でない場合には局部改良を選定しない場合もある。
局部改良の設計基準	・局部改良に関する基準はあまりない。 ・局部改良を実施する際の設計手法（耐震性や放流能力等に関わる評価）は、通常のダムと同じ基準で検討が行われる場合が多い。

※1 上表は、米国内務省開拓局へのヒアリング結果に基づき作成。
 ※2 開拓局では、ダム毎に設定されるPMF（想定最大洪水）を8年サイクルで見直している。

【参考文献】

1) Guidelines for Estimating Life Loss for Dam Safety Risk Analysis, U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, 2015.