

ダム減勢工健全化調査について

下村卓¹・大畑隆史²・奥澤翔太³

1,2,3丸山ダム管理所（〒505-0301 岐阜県加茂郡八百津町鶴の巣1422-5）

ダムの減勢工は、河川の流速を弱め、健全な河川環境を維持する上で重要な施設であり、常に良好な状態を確保する必要がある。

平成26年4月に策定された「河川砂防技術基準 維持管理編(ダム編)」を受け、減勢工の良好な状態を確保し、効率的な維持及び修繕を行うために減勢工の健全化調査を行う必要がある。

本報告は、丸山ダムにおいて減勢工の健全化調査をするために実施した取り組みについて紹介するものである。

キーワード：ダム，減勢工，健全化調査，長寿命化計画

1. はじめに

(1) 丸山ダムの概要

木曾川は、木曾三川の一番東側に位置し、流域面積5,275km²、流路延長227kmの一級河川である。丸山ダムは木曾川本川河口から90km上流に位置し（図-1-1参照）、流域面積2,409km²（図-1-2参照）、計画最大放流量4,800m³/sの重力式コンクリートダム（図-1-3参照）で、目的は洪水調節及び発電である。

丸山ダムは、建設省（現国土交通省）と関西電力（株）の共同管理施設として昭和31年に完成した。以降、現在に至るまで、国土交通省と関西電力（株）により共同管理を行っている。



図-1-2 流域面積

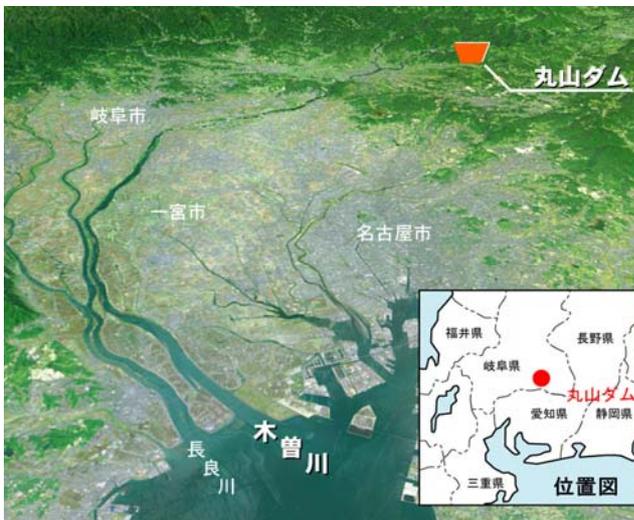


図-1-1 丸山ダム位置図



図-1-3 丸山ダム

(2) 丸山ダムの減勢工

丸山ダムの減勢工は、ダムの下流部にダムとほぼ直角な水叩きを設けることでその境界に渦ができ、水深が深くなる代わりに流速が遅くなる「跳水」と呼ばれる現象を発生させ、水の勢いを弱める働きがある。もし減勢工が無ければ、ダムから流下する勢いで速度を増した流水が下流の堤外地へ進入するだろう。丸山ダムでは昭和31年に竣工し、61年が経過している。また、高さ15mの副ダム（図-1-4参照）により水が堰き止められ、常に水没している箇所を、「減勢池」（図-1-5参照）という。



図-1-4 副ダム



図-1-5 減勢池

2. 減勢工健全化調査

(1) 減勢工健全化調査とは

これまで建設されてきたダムの多くは、建設後30年から40年を経過しつつあり、老朽化への対応が必要となるものが年々増加している。これに伴い、施設の維持管理に要する費用も増加していくことになる。そのため、社会資本整備重点計画（平成24年8月策定）において、施設の適切な維持管理・更新について、計画的に施設の長寿命化や更新を図っていくこととあわせて、長寿命化に関する計画を策定し、適切な維持管理を行うこととされた。これを受け、国土交通省では、長期的視点を踏まえたダムの維持管理及び設備の更新等について、より効果

的・効率的に推進していくために、ダムを構成する設備毎の維持管理に係る中長期的な維持管理方針を定める「ダムの長寿命化計画」について平成25年10月に策定、平成27年6月に改訂の通知をした。

「ダムの長寿命化計画」とは、ダムを構成する土木構造物、機械設備、電気通信設備について、点検の結果や健全度評価等を踏まえ、ダムの維持管理、設備の更新等に係る中長期的な計画をいう。このうち、土木構造物において、平成26年4月に策定された「河川砂防技術基準維持管理編（ダム編）」（以下「砂防技術基準」という。）に基づき、減勢工の良好な状態を確保し、効率的な維持及び修繕を行うべく、減勢工健全化調査を行うこととなった。（図-2-1参照）

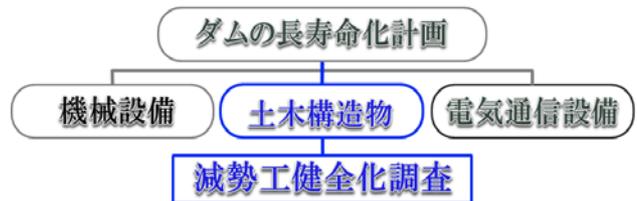


図-2-1 ダムの長寿命化計画の構成

減勢工健全化調査とは、減勢工の各施設が劣化や損傷により機能が低下していないかを調べることである。丸山ダムの減勢池は、排水を実施して内部の状況を確認した記録が無いため、平成27年度に減勢池の排水作業を実施し、減勢工健全化調査を行う。

(2) 減勢工健全化調査の調査手順

排水作業の検討を行い、ポンプの大きさ、台数、据付位置を決定する。

次に、排水作業を行い、減勢池内が進入可能となったら、目視調査及び現地試験を行う。

その後、調査結果から健全度評価を行い、ダム総合点検の結果と併せて維持管理方針を決定する。

具体的には、フロー（図-2-2参照）のとおりである。

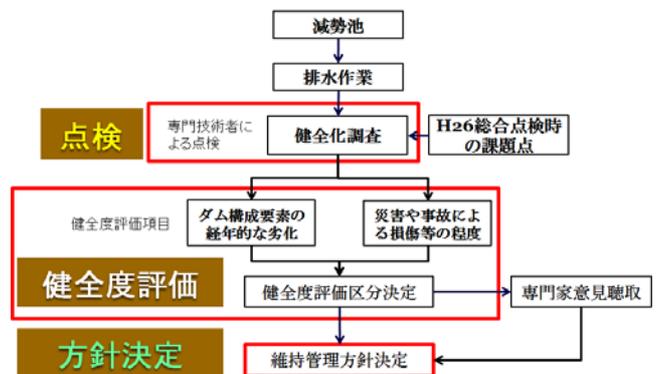


図-2-2 維持管理方針決定フロー

ここで健全度とは、経年に伴い発生する物理的劣化、災害や事故による損傷等、正常な状態と比較した現在の状

態を表すものであり、健全度評価を行うことで、減勢工を構成する要素の状態を適切に把握することができる。

また、健全度評価を行った後、その結果から必要ならば今後の方針について専門家へ意見聴取を行い、決定していく。

3. 丸山ダムにおける減勢工健全化調査

(1) 平成26年度 ダム総合点検からの課題

a) ダム総合点検とは

ダム総合点検とは、ダムの長寿命化、ダムの安全性及び機能の長期的な保持を目的とするものであり、日常点検や定期検査で実施しない規模の調査・点検を行う。この点検結果から、維持管理方針として適切な時期の補修やその後の各検査へ反映させていく。

b) ダム総合点検時の課題

平成26年度に実施されたダム総合点検より、丸山ダムの減勢池は水深が深く、底面まで光も透過しないため、水叩き部の確認ができなかった。また、丸山ダムの減勢池は竣工後、一度も水抜きを行っていないことから、損傷状況も不明なため、排水作業を実施して減勢工健全化調査を行い、長寿命化計画を作成する必要があると判断した。

4. 減勢工排水作業

(1) 排水計画

減勢工排水作業を行うにあたり、排水計画を次の通り作成した。

a) 排水規模

減勢池の水面高さ (EL.99.0m)、幅員 (40.0m～20.0m) を推定し、丸山ダム竣工図面から水深約8m、全揚程約13m、貯水量約34,000m³を排水規模とした。

b) ポンプの選定

作業時、ポンプの規格に過不足が無いように選定を行う。ポンプ選定図 (図-4-1参照) より、全揚程 (13m) で最も吐出量が大きい規格から、8インチポンプを採用した。

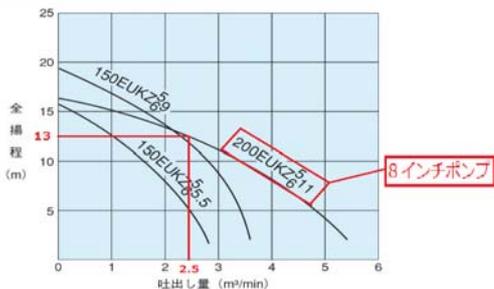


図-4-1 ポンプ選定図

c) 排水時間・数量

ゲート放流リスクの少ない冬期非洪水期の開始とするが、それでも排水期間を長くするとゲート放流リスクがあり、好ましくない。そのため、ポンプを増やし、できる限り排水期間を早めなければならない。1日で行うなら、9台のポンプを使用すればよい。しかし、8インチポンプはポンプの中で最大級の大きさ (高さ：約85cm、幅：約55cm) と重量 (約200kg) があるため、設置スペースや費用等を考えると、実際に揃えられない可能性がある。そのため、適切な排水時間と作業性の両方を考慮した計画を立て、8インチポンプ4台で2～3日の完了予定とした。

d) 作業方法

今回は8インチポンプにサクションホースと専用ジョイントを繋げ、排水計画図 (図-4-2参照) の通りクレーンで設置を行うものとする。作業半径は40m程度で、総重量は約300kgのため25tのラフタークレーンでは対応できない。よって、作業半径約40m (アウトリガー最大) で約500kgの吊荷が可能な70tのラフタークレーンを採用した。



図-4-2 排水計画図

(2) 減勢工排水作業

減勢工排水作業について、排水計画より次の通り実施した。

a) 排水作業実績

排水計画にて決定した作業内容は、予定通り非洪水期の中でも特に出水の少ない1月に開始となった。

ポンプ位置の不具合や天候により、2回の中止と変更があったが、無事排水作業を完了した。作業過程は排水作業経過記録 (図-4-3) の通りである。また、施工過程の詳細については次項で説明する。

月/日	イベント	発生事象	概要
15	第1回水抜き開始	・順調に水位低下	70tクレーン、8のり水中ポンプ4台等設置
16		・ポンプが高い位置(副ダム側)に設置されており、水叩きまで水位低下できないことが判明。 ・1/18～1/19 調査中止を協議	・ポンプ移設用クレーンは撤去しており、即時の移設対応は不可。
17			
18	当初調査予定日	・調査中止	
19	当初調査予定日	・調査中止	
20			
29	第2回水抜き開始	・岐阜地方降水	70tクレーンによる8のり水中ポンプ4台移設
30		・ゲート放流開始(29日深夜～30日未明) ・2/1～2/2の調査中止を協議	
31			
1	変更調査予定日	・調査中止 ・水抜きを再開(内2台は十分に機能していない)	
2	変更調査予定日	・調査中止	
3	調査実施	・水位がほぼ低下し、水叩きが出現 ・午前9時より調査開始	
4	調査実施	・正午頃全ポンプ撤去 ・午後3時頃全調査終了	

図-4-3 排水作業経過記録

b) 第1回排水作業

平成28年1月15日、副ダム直上流に8インチポンプ4台を設置し、排水を開始した。開始後、水位は順調に低下していたが、ポンプの設置位置が副ダムのフーチング上になっており、水叩きまで水位が低下できないことが判明した。(図-4-4参照)

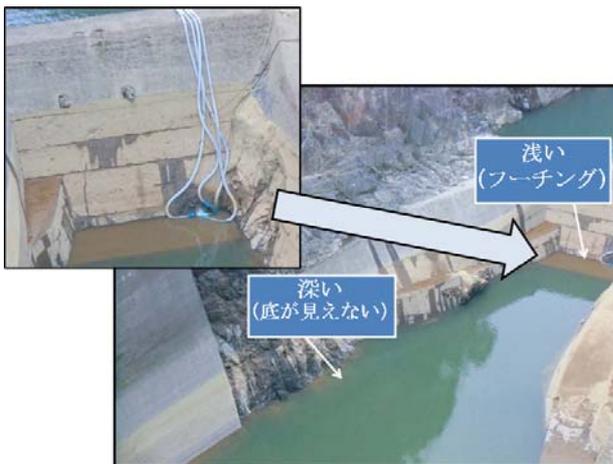


図-4-4 第1回排水作業 (水抜き中止状況)

ポンプの据付に用いる70t級ラフタークレーンは、ポンプ据付後に撤去していたため、1月18～19日に予定していた調査は中止し、後日改めてポンプの据付及び排水を実施することとした。

c) 第2回・第3回排水作業

平成28年1月29日、70t級ラフタークレーンを再度配置し、ポンプを上流へ据直し、第2回排水作業を開始した(図-4-5参照)。しかし、同日に雨が降り始め、1月30日にゲート放流を余儀なくされた。これにより、2台のポンプが十分に機能しなくなり、2月1日より実質2台で第3回排水作業を開始した。その後、2月3日に減勢池の水位が低下し、水叩きの調査が可能な状態となった。(図-4-6参照)

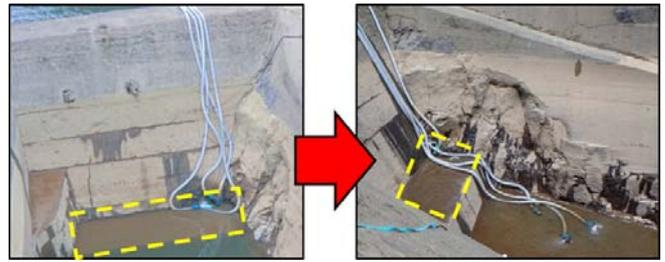


図-4-5 第2回排水作業 (黄枠は前ポンプ位置)



図-4-6 排水完了後の減勢池

5. 減勢工水叩き部の健全化調査

(1) 調査内容

a) 調査範囲

ダム総合点検時に確認ができなかった水叩き部の他、減勢池の水位以下(EL.100.0m以下)の壁面、下流面の調査を行う。

b) 調査項目

今回の調査では、目視調査による調査範囲内の劣化状況の確認や、現地試験としてシュミットハンマーによる衝撃の反射を測定する表面強度試験、ドリル法による中性化深さを測定する中性化試験を行った。

(2) 減勢工健全化調査結果

a) 目視調査結果

長い年月が経過していることもあり、表面剥離や洗掘と考えられる部分は多いが、かぶり部までの浅い損傷で、減勢工の性能に直結するような表面剥離や洗掘は見られなかった。

b) 現地試験結果

表面強度では25～45N/mm²、中性化試験では最大4.0mmという値が確認できた。

c) 総括

ダム総合点検の結果は、損傷や劣化などの確認した結果を総合的に判断し、処置の緊急度及び必要性から健全度を評価するものである。健全度の評価基準は、次の5項目で区分される。

a1: 機能低下により、緊急の処置が必要な状態。

a2: 劣化・損傷により機能への影響が見られ、何らかの対処が必要な状態。

- b1 : 劣化・損傷が認められ、機能に影響を及ぼしている可能性がある状態。
- b2 : 現状では機能が維持されているが、劣化・損傷が認められ、将来的には機能に影響を及ぼすことが予見される状態。
- c : 軽微な劣化・損傷が認められるが、機能に支障がなく、将来的にも影響を及ぼす恐れがない状態。
全く劣化・損傷が認められない状態。
今回の減勢工健全化調査の結果は、全て「c」評価であり、健全な状態だった。

(3) 今後の調査における課題

丸山ダムの減勢池内の排水作業を伴う調査について、次のような課題点が見つかった。

- a) 出水対策
機材の損失を防止するため、非洪水期の時期に行う。また、天気予報に注意し、緊急時の臨機応変な対応が可能な体制にする。
- b) 排水作業
第1回排水作業では、副ダムのフーチングにより水叩きまで排水ができなかった。これは、丸山ダムの竣工図面に減勢池底部の詳細が記載されていなかったことが原因である。そのため、平成29年3月に作成された「平成27年度 長寿命化資料作成業務」にて減勢池底部の形状を記載した。
第3回排水作業にて水叩き部は露出したものの、下流側は10cm程度を残し、排水できなくなった。これは、ポンプの排水機能と湧水の流入が平衡状態となったことが原因と考えられる。これを解消するためには、今回の調査時に確認した「釜場跡」（図-5-1参照）を本来の釜場として活用することが有効と考えられる。



図-5-1 釜場及びフーチング

なお、釜場の位置は今回使用したクレーンの作業半径を超えるため、次回の調査時にはポンプが釜場まで届くようにクレーンの規格を変更する。

- c) 排水ポンプ規模
今回の排水作業では、8インチポンプを4台の計

画だったが、実質2台で行い、2日で作業を完了した。そのため、以降も8インチポンプ4台の計画規模で行うことが妥当と考えられる。

- d) 排水に伴う費用
この排水作業の費用は、排水期間の延長に伴う増分も含み約500万円である。今後は水中ロボットの活用など、より効率的な調査方法を検討していく必要がある。

6. おわりに

今回の調査では、機能に支障をきたす様な損傷は見られなかったが、丸山ダムは完成後60年以上が経過しており、施設の老朽化により、機能に不具合が発生してくることが想定される。そのため、今後も砂防技術基準や維持管理方針に従い、排水作業が伴う点検を代替可能な点検方法に変更してコスト縮減を行いつつ、定期的な調査や監視の下、施設の状態を適切に管理していく必要がある。

このように適切な維持管理を行うことがダム管理者の使命であり、国民の生命・財産を守ることに繋がるものとする。

参考文献

- 1) 国土交通省：河川砂防技術基準 維持管理編（ダム編）,平成26年4月
- 2) 国土交通省：ダム総合点検実施要領・同解説,平成25年10月
- 3) 丸山ダム管理所：平成27年度 長寿命化資料作成業務,平成29年3月