

# 底部取水設備点検及び今後の設備運用方針について

吉川 祥太<sup>1</sup>・齊藤 光悦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>水資源機構 香川用水管理所 (〒766-0004香川県仲多度郡琴平町榎井891-2)

<sup>2</sup>水資源機構 一庫ダム管理所 (〒666-0153兵庫県川西市一庫唐松4-1) .

一庫ダムは、最低水位未満から取水可能な補助取水ゲート（底部取水設備）を保有している。当該ゲートは、平常時最高貯水位時で水深57mの位置に設置されており、点検が困難なゲートである。昨年度マルチビームソナーを用い、3次元データを作成しゲート周辺の状況調査及び点検を実施した。調査及び点検の結果、ゲート周辺には堆積物がなく止水確認ができ、設備の積極的な運用が可能であることがわかった。本稿では、これまでの点検実施状況及び今後の底部取水設備運用方針について報告・提案するものである。

キーワード 補助取水ゲート，マルチビーム

## 1. はじめに

一庫ダムは、淀川水系猪名川の支川一庫大路次川に位置するダムで、兵庫県と大阪府の県境を流れる猪名川流域唯一の水道水源として、流域のライフラインを支えている。都市近郊のダムである。一庫ダムには、最低水位未満から取水可能な補助取水ゲートが建設当時より設置されており、異常渇水時においても取水が可能となっている。近年の異常気象では、異常降雨のみならず、異常小雨による渇水のリスクも高まっており、当該設備の確実な動作が求められる。2018年度には、7月豪雨や台風の影響により、一庫ダムでは4回の洪水調節及び管理開始以降初となる異常洪水時防災操作を実施しており、例年の約2倍の総流入量を記録した。これに伴い、上流から土砂や流木等が多く流入している恐れがあったため、マルチビームソナーや水中ROVを用いて補助取水ゲート扉体周辺の堆砂状況等の確認を実施した。

## 2. 補助取水ゲートの運用状況

### (1) ゲートの諸元等

補助取水ゲートは、異常渇水時以外の平常時は取水塔最下部にて全閉状態で待機している。ダム建設当時は油圧シリンダ式開閉装置を異常渇水時にゲート付近まで運搬し、取り付けた後、操作を行う想定で据え付けられていた。しかし、補助取水ゲートの使用が求められる緊急時において、開閉装置の運搬・取付が必要な構造では、操作可能となるまでに時間を要し、早急な対応とならないことから、2005年度に当時の管理所職員が操作性向上を目的に開閉方式の変更（油圧シリンダ式開閉装置からワイヤロープウィンチ式開閉装置）及び扉体の材質変更（SS400からSUS304）とし、現在では、常に操作可能な状態となっている。

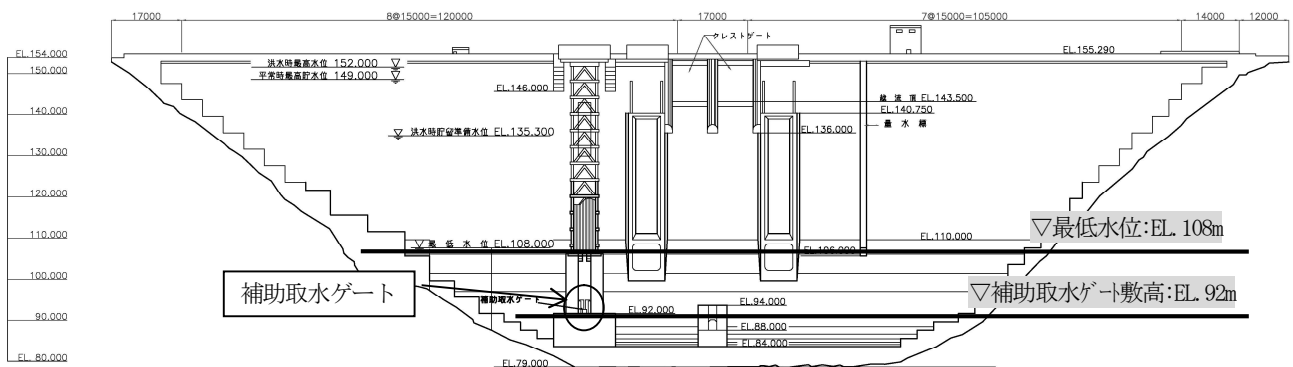


図-1 一庫ダム上流面図

表-1 補助取水ゲート諸元

名称	補助取水ゲート
形式	鋼製スライドゲート
純径間×有効高	1.90m×1.31m
開閉方式	ワイヤロープウィンチ式(手動)



写真-1 補助取水ゲート更新状況

## (2) 現在までの点検状況

補助取水ゲートは、前述のとおり最低水位以下である堆砂容量内にゲートが設置されており、平常時最高貯水位時(EL149.00m)においては、水深 57m の位置となる。当該ゲートは、平常時に開操作した場合、夏季にあつては低層部における低温且つ貧酸素の水が取水される可能性があるため、操作を実施する場合は、低層部における水質状況の調査や関係機関への調整が必要となる。このため、全閉状態による水中での点検を実施することが好ましいが、高深度での潜水は、潜水士の安全性や最深部での作業時間に制約があることから、日常的に実施することは困難である。

従って、一庫ダムでは、低層部の水質状況が改善されたことを確認した後、ゲートの動作状況について点検し、設備の保守・保全を実施してきた。これまでの点検手法では、扉体周辺の状況について確認できておらず、異常漏水時のリスクが残るため、扉体周辺が健全であることを確認し、異常漏水時のリスクを軽減することとした。

## 3. マルチビームソナー等を用いた設備点検

### (1) 点検概要

2018 年度の出水に伴い、堆積物が多大に流入している恐れがあったため、水中 ROV 及びマルチビームソナーを用いて補助取水ゲート扉体周辺の堆砂状況を確認した。

扉体周辺は補助取水ゲート用スクリーンや堆砂壁等の

障害物をはじめ、堆積物があることを想定し、自走可能な水中 ROV を選定した。また、河床の堆砂形状を把握するマルチビームソナーについては、ゲート周辺の壁面等の検出に優れたものを選定した。使用した機器は米 Blue Robotics 社製 Blue ROV2 (水中 ROV) 及び NORBIT 社製 iWBMS (マルチビームソナー) とした。

今回使用したマルチビームソナーは、一般的に堆砂測量等で使用されるマルチビームソナーと異なり、ソナーを受信する受波アレイが湾曲しており、側面からの反射音もアレイの正面で受けるので正確に壁面等を検出することが可能な仕様となっている。



写真-2 水中 ROV



写真-3 マルチビームソナー

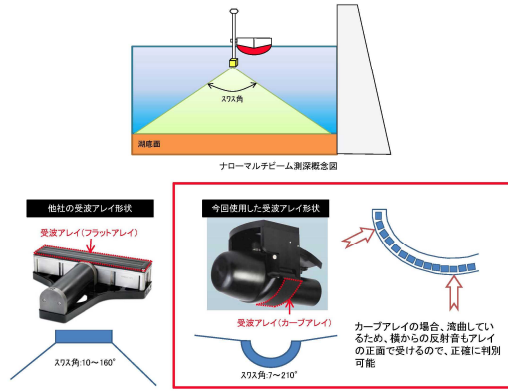


図-2 マルチビームソナーイメージ図

(2) 点検結果

調査の結果、水中ROVによる視認確認では、湖底部に着底するとシルト系の微粒子が巻き上がり視界を確認できず、遠方からの撮影が困難で部分的な映像となり、扉体の確認は出来なかったが、扉体前面のスクリーン周辺に堆積物は見られなかった。



写真-4 水中ROVによる扉体周辺状況

マルチビームソナーで測定したデータは、専用ソフトにて測定点の分布をモデル化することにより、扉体周辺の堆砂状況について確認を行った。以下のモデルより、補助取水ゲート敷高である、EL92.00mを超える堆砂はなく、扉体周辺の環境が健全であることがわかる。

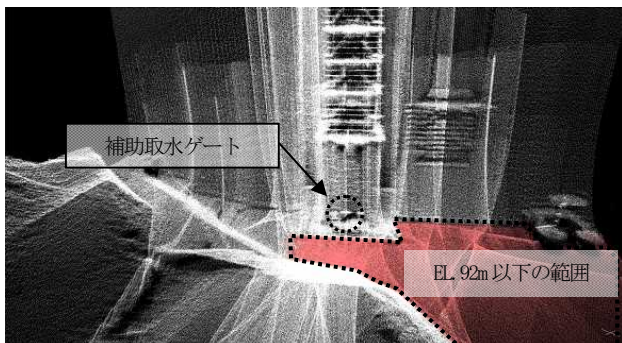


写真-5 マルチビーム測定結果 (モデル①)

また、測定データをモデル化したものがどの程度正確

に表示されているか確認するため、建設当時の扉体周辺写真と比較した。建設当時の写真と、同様の角度でモデル化したデータを以下に示す。

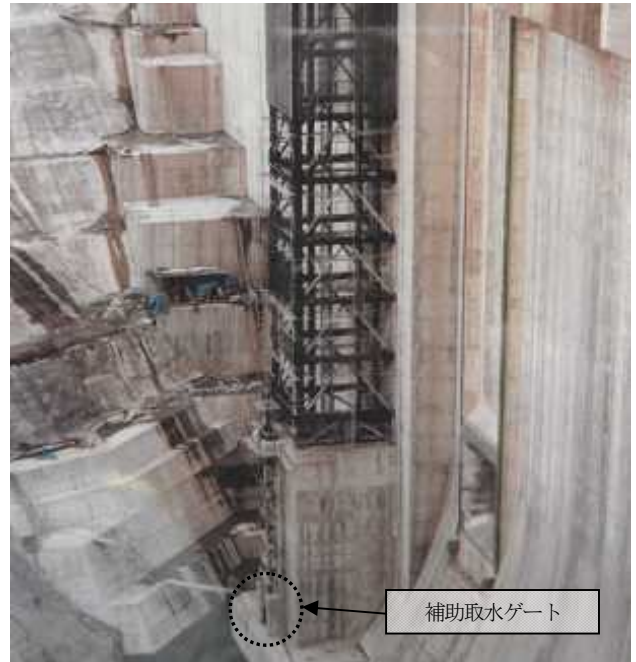


写真-6 建設当時の取水塔外観

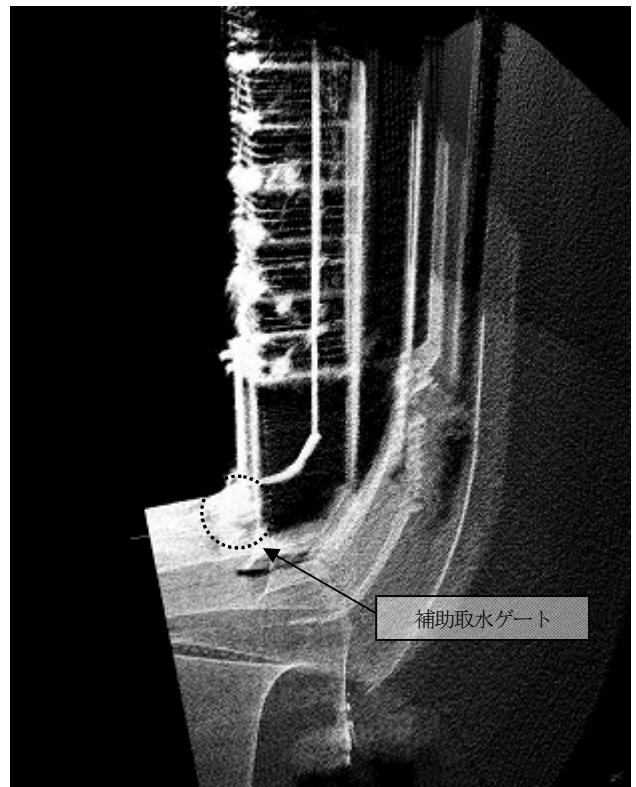


写真-7 マルチビーム測定結果 (モデル②)

モデルと建設当時の写真では、構造物等の見え方がほとんど変わらず、扉体周辺の状況について十分な視認化が行えることが分かる。また、マルチビームソナーは目的物までの距離を計測するものであることから、写真-5



のように指定された標高より低いものだけを着色し、目的物周辺の堆砂状況を明確に表すことが可能である。

水中 ROV 及びマルチビームソナーによる調査の結果、扉体周辺には大型の堆積物はなく、堆砂の進行も見られなかったため、従来通りゲートの動作試験を行い、点検を実施した。補助取水ゲートは水中部に設置されており、着床状態を確認することが出来ないため、開閉装置付き開度計及びワイヤロープの状態で全閉確認し、併せてダム下流地点における濁度及び水温について点検前の状態と比較し、同程度であったことから、ゲートは全閉状態で止水していると判断し、設備の健全性が確認された。

#### 4. 今後の設備運用の検討

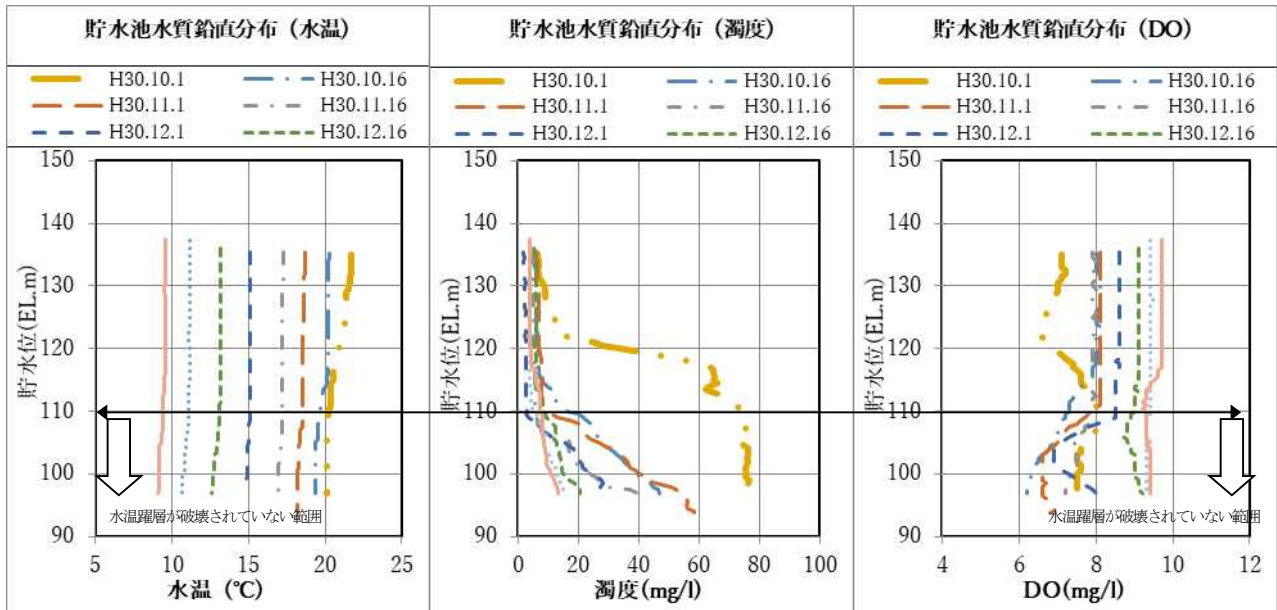
今回の調査で補助取水ゲート周辺は健全な状態であることがわかった。今後も健全な状態を維持するうえで、扉体周辺の堆砂進行を抑制することは非常に重要である。従って、定期的に補助取水ゲートからの取水を継続的に実施する必要がある。設備の健全性を維持するため、定期的な取水を行うと、ダム貯水池内の水質環境の改善効果も期待できる。

図-3 は一庫ダム貯水池の水質鉛直分布をグラフ化し

たものである。ダム貯水池では、一般的に冬期から春先にかけて、水温躍層が破壊され全層循環となる。しかし、一庫ダムでは、約 EL110.00m 以深にて、表層部と低層部で約 1℃ の水温差が循環期に入っても残り続ける。この微小な水温差によって、低層部の濁度が表層部に比べ高く、DO は低層が低い状態が冬期においても継続する傾向にある。

循環期である冬期に、補助取水ゲートから取水することにより、低層が表層と同様の水質に入れ替わると考えられる。水温差が解消され、水温躍層が破壊されれば、低層における濁度の低下や DO の上昇効果が期待できる。濁度の低下は、扉体周辺の堆砂の進行を抑制することにつながると考えられる。また、DO が上昇すれば、春先から夏期に発生する低層部の DO の低下時期を延伸（嫌気化リスクの軽減）する効果が期待できる。一庫ダムでは、低層部の嫌気化対策として深層曝気装置が設置されているが、低層部の DO 低下時期を延伸できれば、深層曝気装置の稼働期間を短縮でき、管理費軽減につながる。

以上の効果が期待できるため、今後は一定期間の取水を行う運用を行い、設備の健全性を維持するものとする。また、水質に対する影響についても調査を実施することとしたい。



#### 5. まとめ

本点検における事前調査では、壁面等の検出に優れたマルチビームを活用することにより、水中部における堆砂状況を可視化することができ、その成果は施設監視において重要な役割を担う結果となった。

今回の点検により、設備の健全性が確認された。今

後は、設備の健全性や水質を考慮した効率的な運用を実施し、常に設備が使用可能な状態を維持していくこととする。

**謝辞:** 終わりに事前調査においてご協力を賜りました近畿実測株式会社 (現: 太洋エンジニアリング株式会社) に対し本誌を借り改めてお礼を申し上げます。