

ロボットによるゲートの水中部点検について

かど や み き
角 谷 実 希*

国土交通省によるダム用ゲートの点検は「ダム用ゲート設備等点検・整備・更新マニュアル（案）（以下、「マニュアル（案）」という）」に基づき実施されているが、丸山ダムでは予備ゲートが角落し形式であることから「マニュアル（案）」に基づく点検実施が困難である。このため、水中ロボットの活用等により「マニュアル（案）」で要求される保守点検レベルを確保する方法を検討した。

1. はじめに

1) 丸山ダムの概要

丸山ダムは木曾川本川河口から約90km上流に位置し、流域面積2,409km²、計画最大放流量4,800m³/sの重力式コンクリートダムで、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）と関西電力株式会社の共同管理施設として昭和31年に完成した。以降、国土交通省と関西電力株式会社により共同管理を行っているが、新丸山ダム建設のため、今後特定多目的ダムとして国土交通省に移管される予定である。

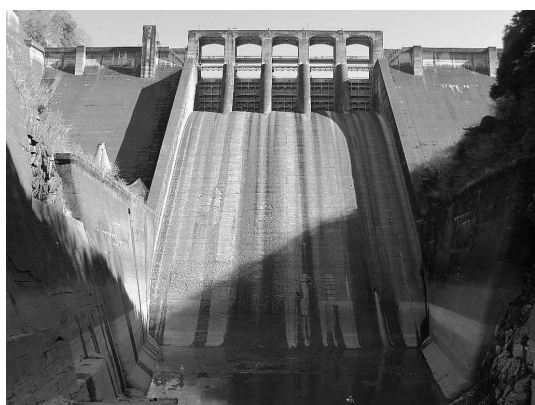


写真-1 丸山ダム

2) 丸山ダムのゲート設備

丸山ダムは放流設備としてクレストゲート^{*}を5門有している。ゲートの設備諸元は以下のとおり。

ゲート形式：プレートガータ構造ローラゲート

純径間：10.0m

扉 高：14.7m

開閉装置：ワイヤロープウィンチ式

設置年：昭和29年

2. ゲート設備の点検

現在、丸山ダムのゲート設備の点検は、関西電力株式会社が自社基準を設け、主として目視確認によるゲート操作を伴わない点検を実施している。

移管後は、ゲート設備の点検を国土交通省が実施するため、国土交通省が基準とする「マニュアル（案）」に基づき実施する。

「マニュアル（案）」に基づく点検では、作動状況確認のための聴診や触診、各種計測による傾向管理を行うこととされており、ゲート操作が前提となっているため、常時接水したゲートの場合、無効放流を防ぐため点検時には予備ゲートを全閉する必要がある。

3. ゲート設備点検の課題

丸山ダムの貯水位は常時満水位近辺に保たれ、クレストゲート上流面は常時接水しているため、点検時は予備ゲートを全閉する必要があるが、丸山ダムの予備ゲートは角落し形式であるため、設置に手間と時間が必要となる。

実際に平成27年度に角落しを設置して点検を实

*国土交通省 中部地方整備局 丸山ダム管理所

0574-43-1108

施した際、以下の問題点が明らかとなった。

- ① 角落しの設置に手間がかかり、非洪水期中に2門しか点検できない
- ② 提頂が狭隘で大型車両が進入できず、角落しを台車により運搬する必要がある。また大型クレーンが進入できないため2台のクレーンで相吊りする必要があり、角落しの設置作業が非常に危険である
- ③ 点検費用が2門で約2千万円と非常に高額である
- ④ 放流機能の喪失期間が長い



写真-2 角落し設置状況

このため、角落しを設置せず「マニュアル（案）」で要求される保守点検レベルを満足することを目標に、水中部の点検方法、実放流時の点検の実施可能性について検討した。

4. 水中部の点検方法の検討

1) 点検方法の検討

角落しを設置しない場合、扉体上流面は常時接水した状態であるため、水中点検が必要となる。水中点検は、従来潜水作業により行われているが、潜水作業は常に労働災害のリスクがあることから、新技術として水中ロボット（ROV）の採用を検討した。

ROVは「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 水中維持管理部門」の「現場検証・評価の結果」から評価の高かった2機種を選定し、丸山ダムの現場条件で適用可能か実際に点検作業を実施し検証した。また、潜水作業と比較し有用性を確認することとした。

なお、ROVは機種ごとに仕様異なるため、仕様により点検に支障がないか確認した。

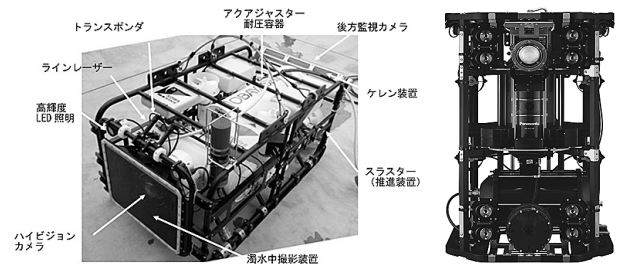


写真-3 ROV 外観

(1) 画像処理方法

画像処理はリアルタイムで行われるもの、後処理で画像解析するものがある。点検作業では現地で撮影箇所の指示を行うことが想定されるため、リアルタイム画像の視認性を主に確認する。

(2) 画像の通信方法

画像の通信は、有線接続と無線接続がある。特に無線接続について、画像の乱れや切断が作業の支障とならないか確認する。

2) 水中点検の概要

検証のための水中点検は以下の要領で実施した。

- ① ROVの2機種と潜水作業でそれぞれ2門ずつ点検を実施した。
- ② 作業性を比較するため、点検動線を設定し全てのゲートを同じ手順で実施した。
- ③ 水中部の点検項目は、ゲート点検整備要領（案）の点検整備表から抽出した。
- ④ 丸山ダムは、網場がなくゲート設備周辺に浮遊流木及び塵芥が集積しているため、船舶により流木及び塵芥を移動させるとともに簡易網場を設置した。なお、ROVによる点検では簡易網場を設置せず流木及び塵芥の移動のみで作業が可能か検証した。

3) 検証結果

(1) 画像の視認性

ROVの画像は潜水作業と比較して視野が広く、また画像が鮮明で視認性が良かった。後処理で画像解析するROVについても、操作のため現地で確認する画像で充分視認性が確保できた。

(2) 施工性

潜水作業では簡易網場を設置し流木の集積を防ぐ必要があるが、ROVでは簡易網場を設置せず



写真－4 視認性比較

とも大きな支障はなく、施工性はROVが優れる。

(3) 安全性

ROVの操作は作業船上から行うため、潜水作業と比較し安全である。また、機材の搬出入時の安全性はROVと潜水作業で同程度と言える。

(4) 点検所用時間、費用

ROV点検の所要時間は機種に限らず1門あたり1.5時間であり、潜水作業と比較して同程度で、費用についても同程度であった。

また、角落しを設置し点検を行う場合と比較し、点検期間、費用とも大幅な縮減となった。

(5) 点検担当職員等の評価

ROVによる点検時に点検実務担当の職員を対象とした見学会を実施し、アンケート調査を行った。アンケートの結果、「充分活用できる」との意見が多かった。

以上より、丸山ダムのゲート水中部の点検方法としてROVによる点検が優位と評価した。

5. 放流時の点検の実施可能性

「マニュアル（案）」による点検項目を満足するためには、各種運転データの計測や、振動や異状音などの動作確認が必要となるが、点検時にゲート操作を行わないことから、これらの点検を年5回程度想定される実放流のゲート操作時に合わせ実施するこ

とで、「マニュアル（案）」による点検項目を満足させられるか検討した。

1) 点検体制

点検を行うためには、放流に合わせ専門業者を配置する必要がある。専門業者は、放流開始の概ね2時間前に指示すれば点検の体制を整えられるため、流入量予測等により体制の構築は可能と判断した。

2) 点検項目

運転データの計測は、通常の点検では全閉から全開まで連続運転し計測するが、実放流では放流量に応じてゲート開度が定められ断続的な運転となるため、特に軸受の温度上昇の確認が課題となる。

丸山ダムでは過年度に角落しを設置し点検した際に連続運転した運転データを計測しており、この結果をベンチマークとすることで、連続運転した場合の温度上昇の傾向を推定し、点検項目を満足できるものとした。

6. おわりに

今回検討した点検方法を採用した場合、点検期間の短縮とコスト縮減が可能である。ただし、実放流時の騒音や振動が運転データの計測及び動作確認に影響すると思われるため、点検結果を蓄積し有効性を検証する。

【用語解説】

※クレストゲート……ダムの堤頂部に設置されるゲートで、クレストとはダムの堤頂部のこと。一般に異常洪水時にダム天端からの越流を防ぐための非常用ゲートとして使用される。