

滝沢ダム放流設備遠隔操作の試行について

大崎 愛¹・栗秋 顕二郎¹・佐々木 勝人¹

¹独立行政法人水資源機構 荒川ダム総合管理所 滝沢ダム管理所（〒369-1901 埼玉県秩父市大滝3021）

滝沢ダムでは令和4年度にダム管理用制御処理設備（以下、「ダムコン」という）の更新に伴い、常用洪水吐きゲートに新たに遠隔操作機能を実装した。これにより、市街地から離れた滝沢ダム管理所（以下、「管理所」という）への通勤ルートが土砂災害等で遮断されるような場合に、荒川ダム総合管理所（以下、「総管」という）からの遠隔操作が可能となった。

今回、常用洪水吐きゲートの遠隔操作の機能確認と、職員が“慣れる”事を目的とし、常用洪水吐きゲート及び利水放流主管主ゲートの遠隔操作を訓練として実施した。本稿では、訓練に向けた計画・準備、訓練結果、今後の課題と取組について報告する。

キーワード 遠隔操作、試行、訓練、常用洪水吐きゲート、利水放流主管主ゲート

1. はじめに

滝沢ダムでは、これまで利水放流設備（利水放流主管主ゲート、利水放流分岐管主ゲート）を対象に、総管からの遠隔操作を実施してきた。今回、管理開始以来初のダムコンの更新に伴い、常用洪水吐きゲートも遠隔操作可能となるよう、機能が付加された。その機能を実際に確認する他、職員が遠隔操作に慣れておく必要がある事等から、非洪水期から洪水期に移行するに際し、水位を制限水位へ低下させる操作（以下、「ドローダウン」という）時において、常用洪水吐きゲートの遠隔操作の試行を初めて行った。

本稿は、遠隔操作の試行に向けての準備や結果、今後の課題等についてとりまとめたものである。

2. 遠隔操作とその必要性

(1) 遠隔操作とは

遠隔操作とは、開閉装置室にて手動で行う機側操作及び、管理所の操作室で複数の施設を集中的に操作する遠

方操作以外のもので、遠隔地から操作するものをいう。本稿での遠隔操作は、総管からの操作をいう。

(2) 遠隔操作の必要性

滝沢ダムは、管理所職員の宿舎や寮がある秩父市街地から車で約50分、総管から約40分の移動時間を要する。

秩父市防災ハザードマップ¹⁾によると、滝沢ダムまでの通勤ルート上は「土砂災害特別警戒区域等」が広く分布し、万一の際に、滝沢ダムに到達できない可能性がある。その場合、管理所には職員が不在でかつ移動手段が無いというリスクが発生しうる。そのようなリスクに備え、滝沢ダムの遠隔操作は必要と考えられる。

(3) 遠隔操作の対象者

出水に伴うゲート操作が必要、かつ土砂災害に伴い管理所へ移動できないときに、管理所に職員が不在の場合が想定される。この場合、管理所職員は、総管から遠隔操作を行う者と、時間を要してでも迂回して管理所へ向かう者に大別されるものと想定される。

管理所職員は現状 5 名（所長、所長代理、土木職 2 名、機械職 1 名）である。人数が少なく、万一の際、

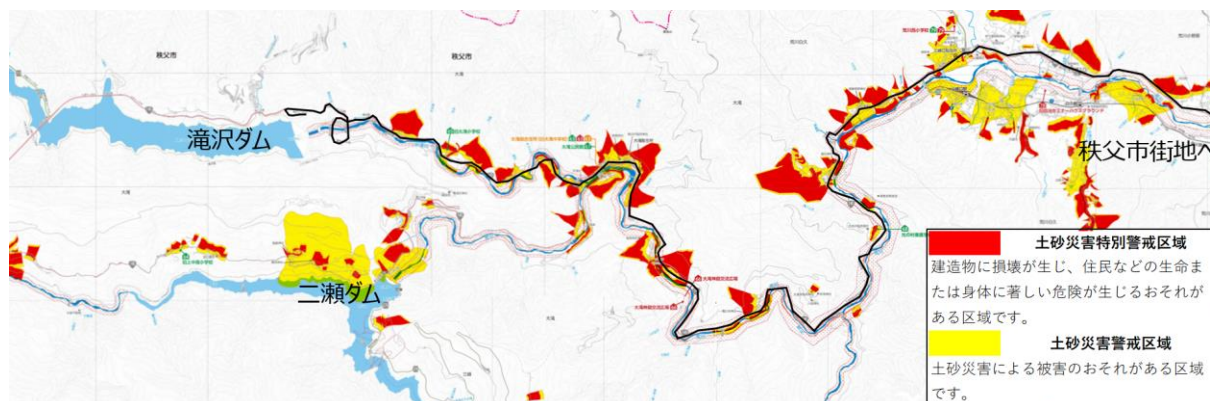


図-1 滝沢ダム通勤ルート沿いの土砂災害特別警戒区域等

管理所職員は極力管理所へ向かうと想定されるため、管理所職員のみならず、総管職員も遠隔操作ができるようにしておく必要がある。

以上より、滝沢ダムの遠隔操作の対象者は管理所及び総管に所属する技術系職員全員とする。

3. 遠隔操作の試行における対象設備の諸元

遠隔操作の試行では、常用洪水吐きゲート及び利水放流主管主ゲートとした。以下に各設備諸元と設備構成を示す。



写真-1 滝沢ダム放流設備の構成

4. 遠隔操作試行に向けた準備

(1) 常用洪水吐きゲートが使用可能である事の確認

従来、ドローダウンは、発電放流及び利水放流設備を使用していたが、今回、ドローダウン時に常用洪水吐きゲートを用いた遠隔操作に当たり、滝沢ダムに関する施設管理規程（以下、「規程」という）と同細則（以下、「細則」という）における規定内容を確認した。

細則第17条（常用洪水吐きゲートの操作）の第6号に「規程第24条第1項の規定によりダムから放流するとき。」を除き、常用洪水吐きは常に全閉しておくものとする、とある。つまり、この規定によりダムから放流する場合は、常用洪水吐きを開ける事が可能である。

また、規程第24条第1項第1号に「非洪水期から洪水期に移行するに際し、水位を制限水位に低下させるとき。」の記載があるため、ドローダウン時に常用洪水吐きゲートから放流できる事を確認した。

(2) 常用洪水吐きゲート遠隔操作試行の意義

滝沢ダムは管理開始以降、15年間で17回の洪水調節を行っており、その頻度は概ね1年に1回である。洪水調節の発生要因は台風がほとんどである。多い時は年に

3回、少ない時は年に1回もないという状況である。

滝沢ダムでは概ねの目安として、放流量が40m³/s以上となる場合に常用洪水吐きゲートを開けているが、年によっては点検を除き、防災操作が無いために実放流で1回も開けない事がある。近年では、令和3年と令和5年は実放流で常用洪水吐きゲートを開ける機会が無かった。そのため、管理所に配属になっても、常用洪水吐きゲートの操作を経験しないまま転出する職員もいる。

このような状況では、出水対応における確実な操作の障害となる可能性があるため、遠隔操作の試行は、洪水期を迎える前の訓練も兼ねるものとして訓練計画を立てた。

この訓練の対象者は、2. (3)に記載のとおりである。

(3) 遠隔操作訓練内容の検討・整理

訓練の目的や訓練内容、スケジュール等を検討し、訓練計画として整理した。

a) 目的

遠隔操作の機能確認に加え、職員が遠隔操作に慣れる必要があることを踏まえて、操作訓練を行う。

b) 遠隔制御システム

ダムコン更新後は、手動操作及び開度設定操作が遠方・遠隔ともに可能となった。また、常用洪水吐き設備の電源の入・切も遠隔から可能となった。遠隔操作に使用するモニター及び操作卓を写真-2～写真-3に示す。

c) 操作訓練概要

ドローダウンは、流入量に上乗せした量の放流を行い、1日当たり1mを目標に水位低下をさせる。従来は発電放流と利水放流主管主ゲートで行っているが、今回の訓練では、これらに常用洪水吐きゲートを加え、実施する計画とした。また、この訓練中の発電放流量は滝沢ダム貯水位に対応した一定量とした。

以下の操作を遠隔操作で行う。

なお、本訓練での遠隔操作とは、総管のダムコン操作卓での操作、及び監視制御端末上での操作である。

○利水放流主管主ゲートから常用洪水吐きゲートへの切替操作

○上記切替操作後、常用洪水吐きゲートの操作

○常用洪水吐きゲートから利水放流主管主ゲートへの切替操作



写真-2 ダムコン更新後のモニター外観(総管)



写真-3 ダムコン更新後の操作卓外観(総管)

d) 操作訓練計画の作成

遠隔操作訓練実施前の設備運用状態は、ドローダウン中であるため、発電放流 3~4m³/s に加え、利水放流主管主ゲートにて概ね 10m³/s 程度の放流をしている状況である。貯水位は EL. 540m 前後を想定した。

2023/6/27 9:00観測 観測開始時貯水位 EL. 539.76 m
濁度最大値 11.7 度

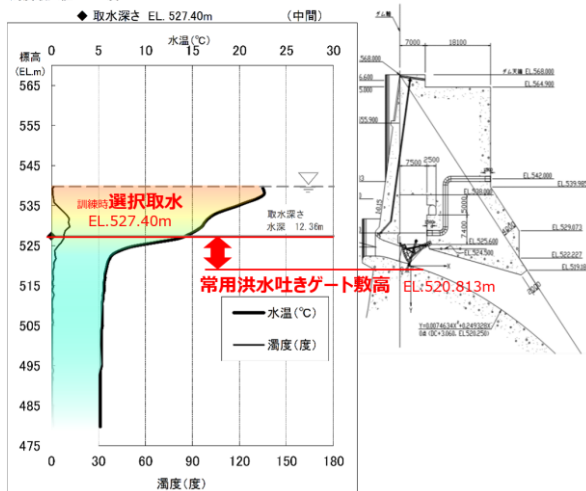


図-3 常用洪水吐きゲート敷高と取水深さの位置の違い²⁾

常用洪水吐きゲートの最小開度は 5cm であり、想定水位では約 3.5m³/s/門である。2 門で放流しても 7m³/s 程度となるため、遠隔操作では 2 門使用する事とした。

また、この時期の水温鉛直分布は表層と中層で大きく変化し、発電や利水放流は選択取水設備を介して放流し流入水温にほぼ等しい水温で放流できるが、常用洪水吐きゲートは、低い標高に位置していることから、放流水温が低くなる事が想定されたため、放流水温に留意する事とした。

その他、遠隔操作の試行状況をドローンで撮影する等、映像、画像で記録する事とした。

以上の内容を遠隔操作訓練(案)として取りまとめ、令和 5 年 6 月 22 日(木)に総管内で操作訓練説明会を実施した。

また、具体的な操作フローは図-4 のとおりである。計画書作成にあたっては、遠隔操作対象設備毎に開度 0.01[m] 変化にかかる操作所用時間が異なる点にも留意した。(常用洪水吐きゲート：約 2 秒、利水放流主管主ゲート：約 6 秒)

5. 遠隔操作試行訓練結果

遠隔操作の試行訓練は、令和 5 年 6 月 27 日(火)に行った。設備別の放流量と貯水位、放流水温の経時変化を図-5 に示す。また、状況写真も写真-4 に示す。

滝沢ダム管理所 ドローダウン時における操作訓練(案)								
6. 作業手順②~④ 操作フロー ステップイメージ(※当日の貯水位により変化)						操作時の貯水位 : 539.68[m]		
▼ 日中の時間(11:00~12:00)帯で下記の作業を行う。						操作時の発電水量 : 3.95[m ³ /S]		
ステップ	主管主G開度 [m]	主管主G放流量 [m ³ /S]	常用1号G開度 [m]	常用1号G放流量 [m ³ /S]	常用2号G開度 [m]	常用2号G放流量 [m ³ /S]	発電放流量 [m ³ /S]	全放流量 [m ³ /S]
操作権を(荒川総管)にとる。								
操作は2名で行う (利水放流設備主管主G操作者 1 名 + 常用洪水吐き設備操作者 1 名)								
①	0.40[m] ↓	11.18	0.00[m] ↓	0	0.00[m]	0	3.95	15.13
②	0.28[m] ↓	6.68	0.07[m] ↓	4.31	0.00[m] ↓	0	3.95	14.94
③	0.10[m] ↓	1.68	0.07[m] ↓	4.31	0.08[m] ↓	4.90	3.95	14.84
(切替完了)	0.00[m]	0	0.09[m] ↓	5.49	0.08[m]	4.90	3.95	14.34
操作権は(荒川総管)のままとし、2 門の常用洪水吐きゲートを閉操作・開操作する。								
例その 1 : 常用 1 号(0.09m⇒0.06m)の操作と同時に、常用 2 号(0.08m⇒0.11m)の操作								
例その 2 : 常用 1 号(0.06m⇒0.09m)の操作と同時に、常用 2 号(0.11m⇒0.08m)の操作								
※上記操作を荒川総管にて、参加者数名で順番に行う。								
ステップ③の状態に戻したことを確認後、操作権が(荒川総管)であることを確認する。								
④	0.00[m] ↓	0	0.09[m] ↓	5.49	0.08[m]	4.90	3.95	14.34
⑤	0.10[m] ↓	1.68	0.07[m] ↓	4.31	0.08[m] ↓	4.90	3.95	14.84
⑥	0.28[m] ↓	6.68	0.07[m] ↓	4.31	0.00[m] ↓	0	3.95	14.94
(復旧完了)	0.40[m]	11.18	0.00[m]	0	0.00[m]	0	3.95	15.13
ステップ①~④ : 赤枠内の操作から行う。一定時間後、青枠内の操作を行う。								
ステップ①~② : 上記同様に主管主Gの開操作から行う。一定時間後、緑枠内の操作を行う。								
ステップ②~③ : 上記同様に主管主Gの開操作から行う。一定時間後、黄色枠内の操作を行う。								
ステップ③~④ : 青枠内の操作から行う。一定時間後、赤枠内の操作を行う。								
ステップ④~⑤ : 緑枠内の操作から行う。一定時間後、主管主Gの開操作を行う。								
ステップ⑤~⑥ : 黄色枠内から行う。一定時間後、主管主Gの開操作を行う。								

図-4 訓練時の操作手順

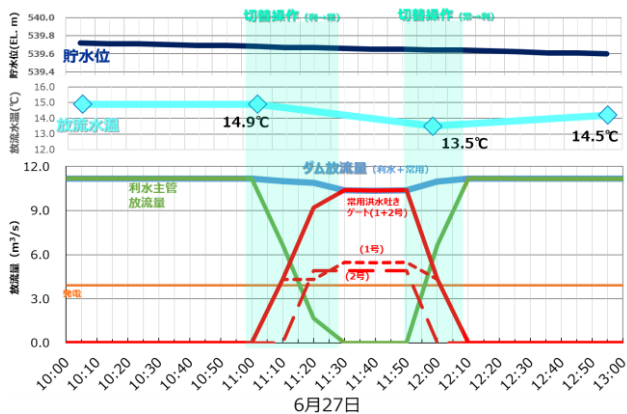


図-5 遠隔操作試行時における各設備の放流量と貯水位、放流水温の経時変化



写真-4 遠隔操作試行状況

遠隔操作の試行訓練では、利水放流主管主ゲートから常用洪水吐きゲートへの切替、並びにその逆の操作において、操作1回あたりの動作制限内での操作であったため、特に問題なく実施できた。その理由は、今回は少ない放流量のため、操作量も少なかったためと考えている。

ただ、実際の洪水調節にかかわる操作時に利水放流主管主ゲートから常用洪水吐きゲートに切替操作する際(放流量 $40\text{m}^3/\text{s}$)、切替における放流量の増減が少ないように配慮する必要があることがわかった。

また、遠隔操作での操作権の切替(管理所⇄総管)や常用洪水吐きゲート油圧ポンプ電動機電源の入・切、操作卓上での手動操作及び監視制御端末上での開度1回限り操作パターンを実施し、操作対象設備稼働までの一連の流れを訓練参加者全員(9名)が経験する事ができた。訓練中の放流水温は、 14.9°C から 13.5°C まで 1.4°C 低下した。これは利水放流主管主ゲートでの取水位置(操作訓練時の取水位置: EL. 527.40m)に比べて、常用洪水吐きゲートの設置標高(ゲート敷高: EL. 520.813m)が低い事が一因である。

なお、訓練終了の約1時間後には、 14.5°C まで回復した。



写真-5 遠隔操作訓練状況

6. 今後の取組

遠隔操作の試行は特に問題なく実施できたが、総管での操作を容易にするために、以下の取組が必要である。

○遠隔操作をより円滑に行うための設備整備

訓練中での意見として総管には、滝沢ダム遠隔操作作用のモニターが1つしかないため、利水放流主管主ゲートと常用洪水吐きゲートの操作状態画面を切り替えながら確認しなければならないという不便さがある事が分かった。なお、不便さ解消のため、令和6年1月にモニターを増設した。

○下流巡視・放流前点検の代替案の検討

洪水調節時に遠隔操作を行うにあたり、下流巡視ができないことを想定し、巡視の省力化も視野に入れ、巡視区域をCCTVカメラ等の設備整備により代替することを検討中である。また、放流前点検についてもゲート室へカメラを整備する等の代替を検討する。

○ドローダウン時における遠隔操作訓練のルーチン化

今回の訓練を基に、今後もドローダウン時における遠隔操作訓練を毎年行い、職員の操作経験値を高める。

なお、今回の遠隔操作訓練において常用洪水吐きゲートからの放流時間は約1時間を要した。放流水温への影響を少なくするため、今後、ドローダウン時に遠隔操作訓練を行う際は、放流設備切替操作の間隔を短くする事で、全体で10分～15分程度の放流時間短縮につながるように訓練計画を見直していく。

○洪水調節後の後期放流における遠隔操作試行実績や、今回のような遠隔操作訓練実績の積上を踏まえた、「滝沢ダム常用洪水吐き設備遠隔操作要領(案)」の作成

参考文献

- 1) 秩父市役所HP:「秩父市防災ハザードマップ」
- 2) 滝沢ダム管理用制御処理設備工事 完成図書
- 3) 国土交通省:ダム・堰施設技術基準(案)平成28年3月改正