

# 瀬田川洗堰管理制御処理設備の更新について

竹内 誠道<sup>1</sup>・木下 浩一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所 管理課 (〒520-2279 滋賀県大津市黒津4-5-1)

<sup>2</sup>近畿地方整備局 兵庫国道事務所 防災情報課 (〒650-0042 神戸市中央区波止場町3-11)

琵琶湖河川事務所が所管する瀬田川洗堰の堰管理制御処理設備について2000-2001年度において製作・据付が行われ、2012-2013年度においては機器取替等の改良工事を実施している。前回工事から10年が経過し、更新時期を迎えたため2022-2023年度において設備の据付工事以来となる全面的な設備更新工事を実施した。更新前の設備と比較して改良を行った箇所や施工時ににおける工夫点について報告する。

キーワード 瀬田川洗堰、ダム・堰管理用制御処理設備、設備更新

## 1. はじめに

瀬田川洗堰は瀬田川に設置されている琵琶湖河川事務所が所管する可動堰である。放流設備として本堰ゲート（鋼製二段式ローラーゲート：10門）、流量調節ゲート（鋼製三段式ローラーゲート：2門）、流量調節バルブ（ジェットフローゲート：1門）を備えている。これら設備を稼働させることにより、平時は琵琶湖の水位調節並びに下流淀川における流水の正常な機能維持及び水道用水・工業用水の供給を行い、大規模な降雨などが発生した際には琵琶湖周辺の洪水防御及び下流淀川の洪水流量調整などを行っている。

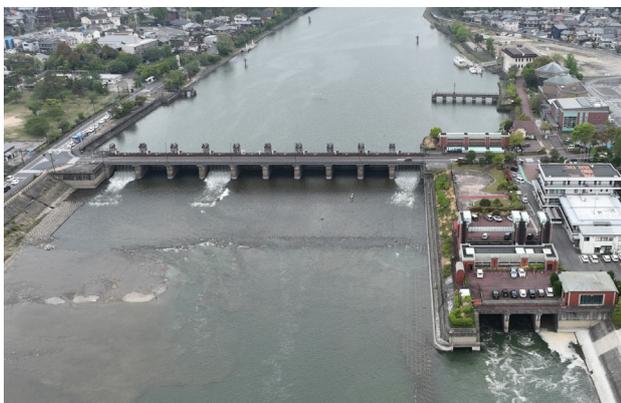


写真-1 瀬田川洗堰放流設備

堰管理制御処理設備（以下、「堰コン」とする）とは堰に設置された管理設備と接続し、堰操作員に対して管

理・運営に必要なデータを適切に提供するとともに、放流設備の制御を行うことを目的とし、瀬田川洗堰を運用していくに当たって欠かすことのできない設備である。本報は2023年度において実施した堰コンの更新およびその工事に関して報告を行うものである。

## 2. 設備概要

今回更新を行った堰コンは「ダム管理用制御処理設備標準設計仕様書・同解説（平成28年8月国土交通省）」に基づいて設計・製作されたものである。

### (1) 設備構成及び機側～遠方間の接続方式

放流設備の遠方操作は、琵琶湖河川事務所3階にある操作室に設置されている遠方操作卓及び放流操作装置から行う。遠方操作卓は鋼製コントロールデスク型専用卓の形態をとっており放流設備の手動操作が可能なものである。放流操作装置はFA-PCの形をとっており、設定値操作の制御や観測した水文データから演算した堰水文データや放流設備の操作記録のデータベースとしての役割を担っている。

入出力装置1～3の収容架は事務所4階にある電算室に設置されている。入出力装置1は操作卓や放流操作装置に対する信号の入出力を、入出力装置2は観測した水位や流量などから演算された堰水文データの入出力を、入出力装置3は機側装置に対する信号の入出力をそれぞれ行うための装置である。



写真-2 堰操作卓

本堰ゲートの機側伝送装置PLC (Programmable Logic Controller) は機側操作盤に実装されており、スター型接続 (FL-net伝送) にて堰コンと接続されている。

(2) 洗堰放流量の把握方法について

堰コンを運用する上で必要となる水文観測所は瀬田川洗堰上流側にある千町水位観測所と下流側にある瀬湊水位観測所、瀬田川洗堰より約1.5km上流に設置されている橋本流量観測所 (流速換算値、HQ換算値の2系統) である。

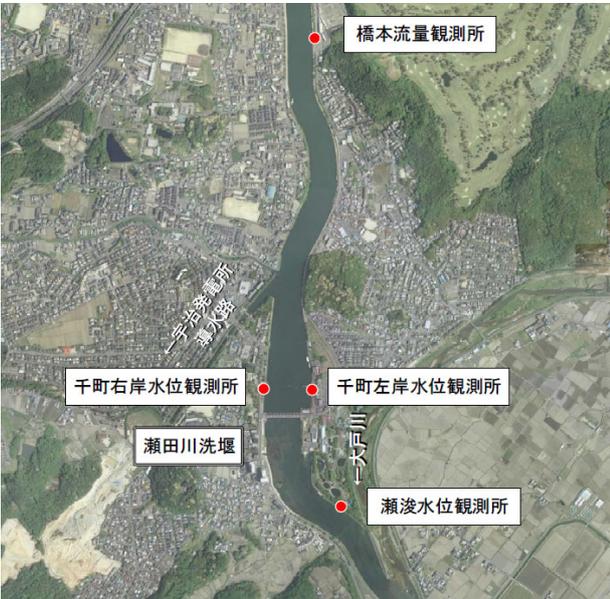


図-1 水位・流量観測所位置図

本堰ゲートは、5つのゲート状態 (全閉、越流、ドン付、潜流、全開) を使い分けることで放流量を調節している。越流時とドン付け時においては千町水位観測所で観測される千町水位と現在のゲート開度との差を基に越流量を演算することで一門あたりの放流量を算出し、全てのゲートから放流されている放流量を合計することで

洗堰放流量を算出している。このとき橋本流量観測所で観測される流量については前述の通り洗堰の上流1.5km地点に存在することからリアルタイムの放流量とはいえないため使用していない。

一方で、潜流時、全開時においてはゲートからの越流だけでなくゲート下の潜流も放流量に含まれることから千町水位を基に正確な洗堰放流量を演算することができないため、橋本流量観測所により観測されている橋本流量から洗堰放流量を算出している。



図-2 本堰ゲート状態図

3. 更新に伴い改善した点

(1) 二重化による信頼性の向上

更新前の堰コンは各ゲート機側操作盤・機側伝送装置から、入出力用/遠方手動用インタフェース装置に2系統でFL-net接続されているため、いずれかのインタフェース装置に障害が発生した場合は、全ゲートの操作系統に影響が及んでしまう状況にあった。例えば、入出力用インタフェース装置が故障した場合は、全ての放流設備に対して設定値操作ができなくなる構成であった。ただし、遠方手動操作用インタフェース装置により遠方手動操作によるバックアップは可能であった。

今回の更新によって、入出力装置1及び遠方手動操作卓の処理部については、運用系と待機系の2系統を実装することにより冗長化を図っている。これにより入出力装置1や遠方手動操作卓が何らかの要因で故障した場合でも、運用系と待機系を切り替えることにより、通常通りの運用を可能にしている。

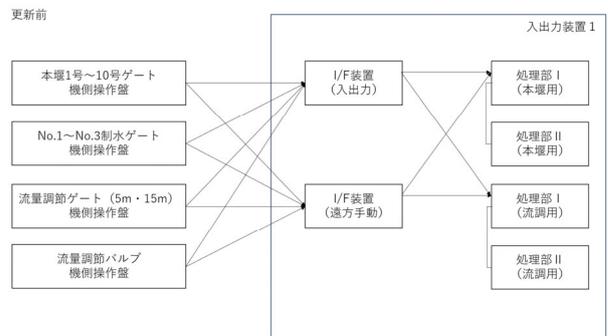


図-3 機側・遠方接続系統図 (更新前)

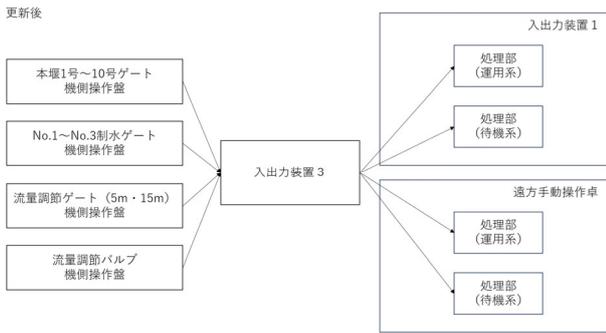


図4 機側・遠方接続系統図 (更新後)

また今回の更新工事により新しく設置した放流操作装置は、放流操作装置1と放流操作装置2の2系統を実装することにより二重化を図っている。前述したとおり、放流操作装置は演算結果から得られた堰水文データやゲート操作記録を保存するデータベースとしての機能を備えており、そのため常に稼働していることが求められるため、二重化により信頼度を向上させた。

放流操作装置は主系と従系の二つの運転モードがあり、これは二重化運用状態表示器により確認することができる。設定値操作など堰コンの運用に係わる操作は主系からのみであるが、データの閲覧などは従系からでも行うことができるようになっている。

運転モード (主系/従系) の切り替えは手動で行うことができるほか、LAN通信及びシリアル通信によりシステムの稼働状態を監視し、双方の通信が途絶えた場合においてはシステム異常とみなし、運転モードの切り替えを実施する。

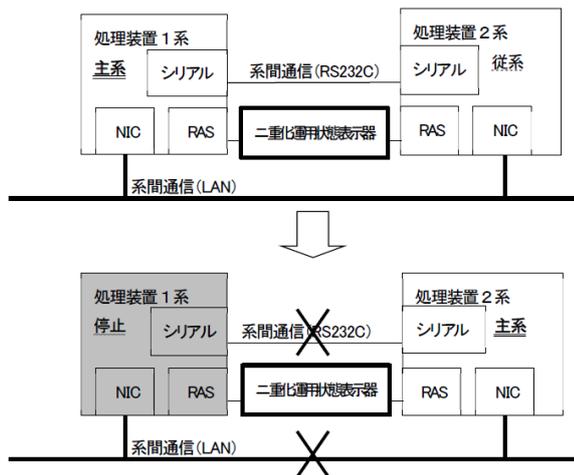


図5 システム停止による二重化切り替え図

また、データベース機能の二重化も行っている。リアルタイム等価とロギング等価を実施することで、系の遷移時においては即時データの引き継ぎを行うことができる。長期における放流操作装置の停止が発生した場合においては、停止時間分のすべてにおいて二重化の片系装

置により全等価が行われ、データは自動的に補填されるようになっている。

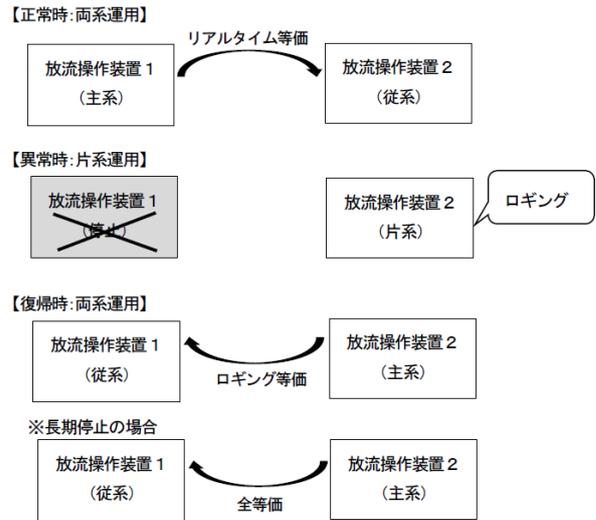


図6 二重化データベース引き継ぎ処理図

また、機側データは入出力装置、遠方手動操作装置に集約された後、放流操作装置に取り込まれる。入出力装置と遠方手動装置はノードの二重化を図っており、優先ノードである入出力装置が異常になった場合は、遠方手動操作装置よりデータを入力する。機側データに限り、優先ノードでのデータ読込の際、入出力装置の機側伝送装置異常フラグを参照し、異常であれば遠方手動操作装置からのデータ入力を試みる。遠方手動操作装置データも欠測の場合は該当データは欠測とする。これにより入出力装置と放流操作装置間のケーブルが切断されてしまった場合においても、機側データを放流操作装置に入力することができる構成となっている。

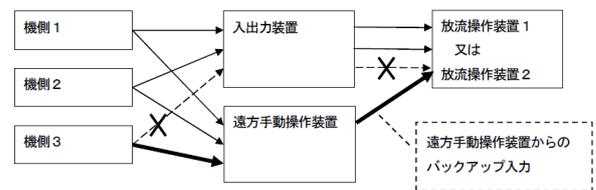


図7 機側データのバックアップ図

## (2) 省力化について

更新前の堰コンにおいては、帳票出力機能があるが、出力される帳票がゲート操作記録表を出力するのに対応していなかったため、堰管理を行う上で別途操作表を作成する必要があり、堰管理業務を行っていく上で負担となっていた。堰管理員からの要望を踏まえた結果、更新後においては堰コンに蓄積された操作記録から自動で堰操作日報を作成することができるように改良を施した。

(3) 開度一回限り操作

更新前の堰コンについては遠方操作卓でのみ手動操作を行うことができ、操作卓に備え付けられているスイッチを押下することでゲート開度を調節し放流量の調節を行っていた。

今回更新の堰コンも同様に遠方操作卓による手動操作を行うことができるが、今回更新により新しく追加された放流操作装置の機能の一つである開度一回限り操作を使用することで堰操作の簡易化を図っている。

開度一回限り操作においては直接機器に目標となる開度を入力することで、設定した開度までゲートが自動的に動くことによりゲート操作を行うことができる。これにより、複数のゲートを動作させる際の操作職員の負担を軽減させることができる他、入力内容を複数人で確認できるため誤操作のリスクを低減できるようになった。

(4) 入力信号の系統整理と計測装置の集約化

前述の通り、瀬田川洗堰においては上流の千町水位観測所と橋本流量観測所、下流の瀬流水位観測所からそれぞれ観測した水文データを入力している。更新前においては入力系統が入出力処理装置と情報伝達処理装置にそれぞれ分かれており、システムが複雑になっていた。それに加えて、それぞれの水文データに一つ一つに対応する専用の計測装置 (PLC) が設置されていたため、保守費用が装置数に依存する関係から過分にライフサイクルがかかっている状態であった。

今回更新においてはダムコン標準設計仕様書に則り、制御系LANに接続される装置にリアルタイムの水文量演算処理情報を入力し、定時データを情報入力提供装置 (=入出力装置 2) から入力する方法をとることで、入力系統を単純化している。また、計測装置の機器集約のために、水位計測処理部 1 と水位計測処理部 2 の二つの計測装置に集約することで、左右岸の 2 箇所から計測している千町水位等のデータは計測装置を二つに分けることにより信頼性の向上を図りながら、装置数を減らすことにより費用を抑えることができた。

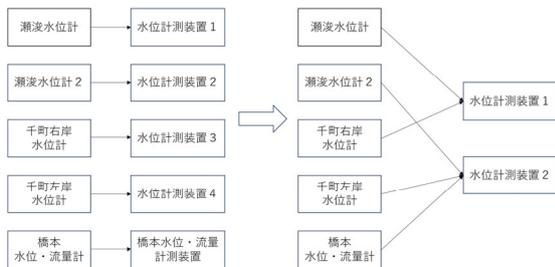


図-8 計測装置の接続系統図

4. 更新時における切り替え

今回の堰コン更新工事を行うに当たっての障害として堰コンが堰水文データの演算や放流設備の遠方操作を行う設備である関係上、常時稼働することが求められる設備だということがあげられる。もし、堰コンが機能しなくなった場合、事務所操作室から流入量や放流量をはじめとした堰水文データの把握と遠方操作が不可能になる。また、2023年度における琵琶湖水位の大幅な低下傾向も障害となった。この水位低下傾向により、琵琶湖水位は最大で-78cmまで下降した。新堰コンへの切替作業および対向試験を行ったのが2023年12月から2024年2月にかけてであり、この期間が最も琵琶湖水位が低く推移していた時期でもあった。これにより普段から気を配って洗堰の操作を行っているところではあるが、より一層きめ細やかな放流量調整が求められたため、ほぼ毎日放流量の調節のために堰操作が必要となる状況になったのである。以上の観点から、機器の据付と調整にあたっては、いかに堰コンの機能が停止している期間を短くするかという工夫が必要となった。

そのため、まず作業工程としては旧堰コンを空きスペースに仮設し、旧堰コンで洗堰を運用しながら新堰コンの据付作業を行った。その上で新堰コンによる対向試験を終えたゲートから順次新堰コンへの接続切替を行い、すべてのゲートにおいて接続切替が終了した後に仮設してあった旧堰コンを撤去するという流れである。さらに、水位計や開度計の点検時でも、計測値を手入力できる保守設定機能を併せて使用することで新堰コンの試験中においても、設定入力値を元に堰水文データの演算を旧堰コンで行うことができた。

また、機側装置と通信を行っている入出力装置 3 との接続を試験用の仮配線を残しておくことで新堰コンと旧堰コンとで随時切り替えることができ、旧堰コンによる設定値操作を更新工事期間中も可能な限り継続することができた。



写真-3 新旧操作卓併設時

## 5. 設計時からの変更点について

今回の更新工事においては設計当初では更新、改良予定であったいくつかの設備については既設踏襲、または設置を見送っているものがいくつか存在する。

一つ目は千町流量観測所の設置についてである。当初は橋本流量観測所よりも正確な流量を観測できる千町地点に新たな流量観測所を設置する計画であった。しかし、設置に当たっては電気通信的な設計だけではなく土木的な設計も必要であった点や、限られた予算の中で他機能を優先したため今回は見送ることとした。今回更新において千町流量計のデータを取り込む機能は実装しているため千町流量観測所の設置が完了すればすぐにでも運用が可能な状態となっている。

二つ目が簡易シーケンス型の採用である。通常の仕様であれば機側操作盤PLCは、アンサー処理、妥当性判定、起動指令の送受信処理等を行った上で、開度制御処理を実施するという比較的複雑な通信や処理を行うことになる。本堰ゲートに上屋がない瀬田川洗堰においては機側操作盤に機能分担するのは信頼性の向上につながらないとして開度制御機能は入出力装置に実装し、遠方から開閉指令のみのオンオフ制御に簡素化する簡易シーケンス型の採用を検討していた。しかし、簡易シーケンス型を採用するに当たっては機側盤と堰コンの更新を同時に行う必要があり、機側盤の更新と足並みが揃わなかったため今回は簡易シーケンス型は採用しないこととした。

最後に操作室に設置されている大型表示装置についてだが、設計当初はコスト削減の観点からディスプレイを4枚組み合わせた4面マルチディスプレイではなく大型ディスプレイ1面の構成へと更新する計画であった。しかし、外部からの訪問者への説明や堰操作を行う上で再

検証を行った結果、大きな画面構成を用いた方がより効果的に運用できると判断したため、今回の更新工事においては更新前と同様に4面マルチディスプレイを採用した。

## 6. 終わりに

今回の更新工事により堰コンの重要箇所において二重化を行うことでより信頼性を確保することができた。堰コンの安定稼働という側面においては効果的な設備を導入することができたと考えている。

一方で全開放流時などにおいては流量計算を橋本流量観測所に依存している状態であるので、より効果的な全開時放流量の計測方法や、瀬田川における琵琶湖河川事務所管轄流域の水位データを取り込むことで、放流量変更による上下流への影響をよりわかりやすく可視化できるようなシステムの構築など、観測データをより一層活用できるような「効果的な運用の行える堰コン」について考察と検証を行っていきたいと考えている。

最後になるが、本報がダムコン、堰コンの更新における参考になれば幸いである。

### 関連論文

瀬田川洗堰管理制御処理設備の課題解決に向けた検討について  
(2021年度)