

ダム遠隔監視操作システムの設計

Design of Dam Gate Remote Control System

青木 信 島田 啓史 浜崎 章二
Makoto Aoki Hiroshi Shimada Shoji Hamazaki

要 旨

近年、多くのダム管理制御システムに遠隔監視操作機能の導入が検討されているが、稼働中のシステムに導入する場合、主要機能であるゲート操作処理機能の改造を伴うため、安易に導入することができない状態である。

当社は、稼働中のシステムに遠隔監視操作機能を導入する場合、ゲート操作処理機能の改造を一部の機能に限定することで、既設システムの安全性・信頼性を損なうことのない遠隔監視操作システムの設計を実現した。

Abstract

In recent years, the introduction of the remote monitoring control function is considered to much dam management control systems. However, if it is incorporated in the running system, it cannot be introduced easily since it is accompanied by the modification of gate operation processing function which is the main function. Therefore, JRC has realized the remote monitoring and control system by limiting the modification range to a part of functions, when a remote monitoring and control function is incorporated in the present system. Since our system does not require modification of the gate operation processing function, it can be installed without affecting the running system.

1. まえがき

近年、地球温暖化の影響とみられる局地的な豪雨などによる急激な増水に対応するため、ダムや堰では緊急性の高いゲート操作が必要となっており、操作員が常駐していない時間帯のあるダム・堰では、移動時間短縮のため、遠隔操作の導入が有力視されている。

しかし、ダム管理用制御処理設備（以下「ダムコン」と称す。）の基本設計仕様書である「ダム管理用制御処理設備標準設計仕様書（案）（平成17年6月 財団法人 ダム水源地環境整備センター発行）」（以下「WEC仕様」と称す。）では、遠隔操作設備は関連設備扱いとなっており、明確な仕様が規定されていない。（WEC仕様に記載されている遠隔設備のシステム構成図（抜粋）を図1に示す。）

また、図1のシステム構成から、WEC仕様では遠隔操作方法として設定操作を対象としているが、遠隔操作の指針である「遠隔操作に係わる指針（河川局河川環境課流水管理室 平成14年9月13日事務連絡）」（以下「国土交通省指針」と称す。）では手動操作に限定しており、操作方法についても確定していない状況である。

本稿では、国土交通省指針及びWEC仕様を考慮し、遠隔操作を設定値の入出力に限定した、遠隔操作設備の概要及び各種処理機能について報告する。

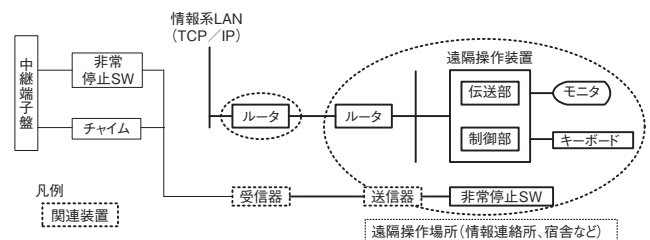


図1 WEC仕様システム構成図（抜粋）
Fig.1 WEC System Configuration

2. システム構成

図2に、ダム遠隔監視操作システムにおけるシステム構成図を示す。また、システムの主要構成装置の概略説明を以下に記す。

2.1 遠隔操作設備

(1) 遠隔操作装置

FAパソコンで構成され、ダムの状態監視及びゲート設定操作を行う。

(2) 遠隔伝送装置

PLCで構成され、遠隔操作設備から非常停止操作指令を送信し、遠方操作設備からゲート動作中信号を受信する。

(3) ファイアウォール

遠方操作設備との情報伝送で使用され、セキュリティ確保を考慮したネットワーク中継機能を有す。

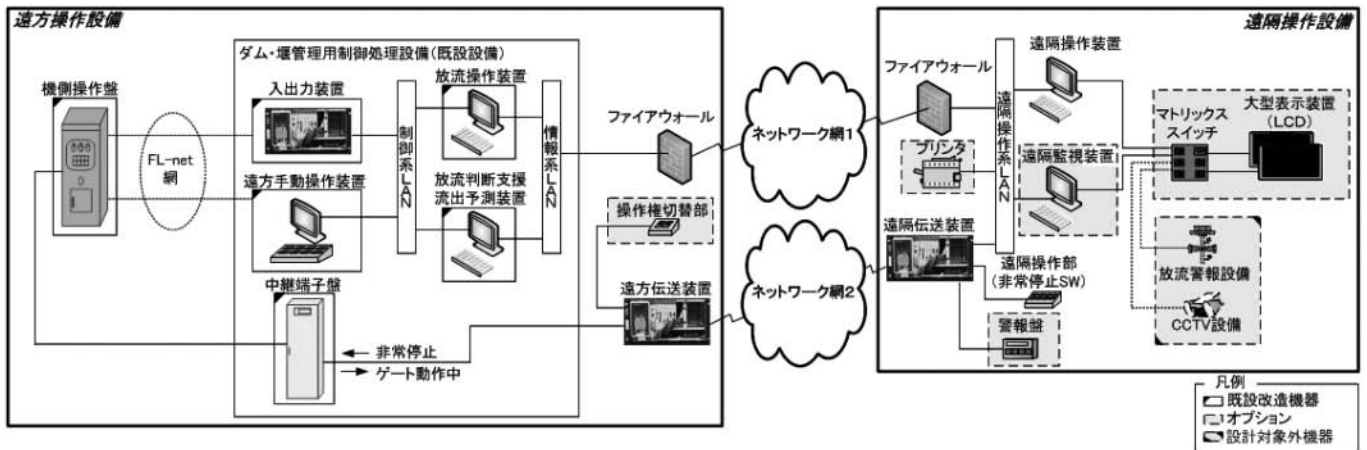


図2 遠隔監視操作システム構成図
Fig.2 Remote-control System Configuration

- (4) 遠隔操作部 (非常停止SW)
非常停止操作, 放流設備動作中表示, 警報出力を行う。
図3に遠隔操作部のパネル例を示す。
- (5) 遠隔監視装置 (オプション)
FAパソコンで構成され, 遠隔操作装置のバックアップ機能を有す。
- (6) 警報盤 (オプション)
遠隔操作装置から離れた場所で, 放流設備動作中表示, 警報出力を行う。
- (7) プリンタ (オプション)
帳票 (日報, 操作記録) 及び遠隔操作装置・遠隔監視装置の画面印刷を行う。
- (8) マトリックススイッチ (オプション)
遠隔操作設備・放流警報設備・CCTV設備の表示画面を集約し, 大型表示装置に表示するための装置。
- (9) 大型表示装置 (オプション)
遠隔操作装置画面やCCTV画面を共有表示するための大型ディスプレイ。



図3 遠隔操作部
Fig.3 Example of Remote Control Panel

2.2 遠方操作設備

- (1) 遠方伝送装置
PLCで構成され, 遠隔操作設備から非常停止操作指令を受信し, ダム側設備からゲート動作中信号を送信する。
- (2) ファイアウォール
遠隔操作設備との情報伝送で使用され, セキュリティ確保を考慮したネットワーク中継機能を有す。
- (3) 操作権切替部 (オプション)
ゲートの操作権を切り替えるための装置。
図4に操作権切替部のパネル例を示す。



図4 操作権切替部
Fig.4 Operation right reshuffling department

- (4) 放流操作装置 (既設改造機器)
ダムの諸量データを演算するとともに, 放流設備の操作を半自動または自動で制御するための装置。
- (5) 放流判断・流出予測装置 (既設改造機器)
放流操作を行なうかどうかの状況・時期判断に必要な情報を提供する装置。
- (6) 入出力装置 (既設改造機器)
機側操作盤からゲート開度や状態信号データを入力し, ダムコンからの制御信号を機側操作盤に出力する装置。
- (7) 遠方手動操作装置 (既設改造機器)
入出力装置とは独立した装置となり, 放流操作装置障害時のバックアップとして, ゲートの遠方手動操作を行う

う装置。

(8) 中継端子盤 (既設改造機器)

機側操作盤と遠方手動操作装置間のメタルケーブルを接続する装置。

なお、オプションについては、システムの規模 (対象ゲート設備の種類など) により、実装の要否を決定する。

2.3 その他設備

(1) ネットワーク網1 (制御回線)

遠方操作設備と遠隔操作設備を接続するネットワーク網で、ダム諸量データ及びゲート操作設定値の送受信を行う。

(2) ネットワーク網2 (非常停止用回線)

遠方操作設備と遠隔操作設備を接続するネットワーク網で、非常停止信号及びゲート動作中信号の送受信を行う。

3. システムの機能

遠隔監視操作システムにおける機能は次のとおりである。

3.1 操作目標値算出

本稿で紹介するダム遠隔監視操作システムは、既設ソフトウェアの改造を最小限なものとする事で、従来システムの安全性を継承している。

ここで、遠方操作設備及び遠隔操作設備における操作目標値算出フローを以下に説明する。

(1) 遠方操作設備における目標値算出

WEC仕様における遠方操作では、放流操作装置で入力された設定値 (放流方式, 設定開度など) から、操作演算処理により目標値 (目標開度) を算出し、ゲート操作を行っている。

ここで、図5に遠方操作における目標値算出フローを示す。

は、遠隔操作装置は設定値 (放流方式選択, 設定開度など) 入力のみとし、操作の根幹となるゲート操作処理機能はダム側の既設ソフトウェアを流用するものとした。

これにより、正常に動作している既設システムが継承され、遠隔操作における安全性を確保することが可能となる。

ここで、図6に遠隔操作における目標値算出フローを示す。

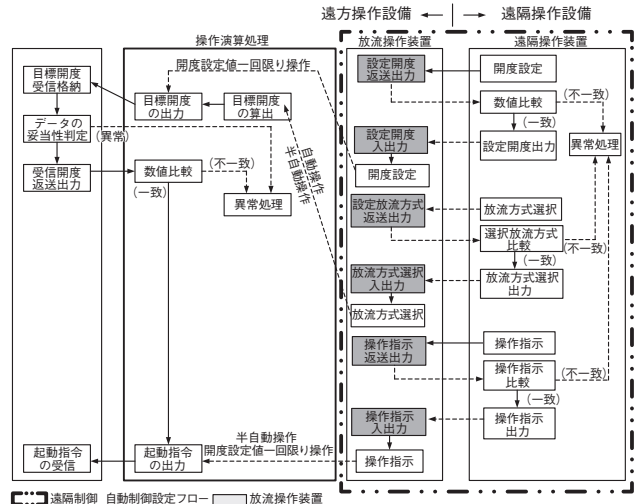


図6 操作目標値算出フロー 2

Fig.6 Operation Target Value Calculation Flow 2

3.2 操作権の切替方式

遠方/遠隔操作における操作権の切替方式は以下のとおりとなる。

(1) 操作権切替部による操作権切り替え

遠方操作設備側に操作権切替部 (図4参照) を用意し、押しボタンスイッチにより操作権の切り替えを行う。

(2) 後設定優先による操作権切り替え

操作権を意識せず、後から設定した設備の操作を優先した切り替えを行う。

表1に上記2つの切替方式の長所・短所を示す。

表1 操作権切替方式の比較

Table 1 Comparison of The Operation Right Reshuffling Method

方式	長所	短所
操作権切替部	・遠隔側設備からの不正操作を防止できる	・遠方側設備で操作権切り替えを忘れて遠隔操作が実施不可となる
後設定優先	・操作権状態を意識することなく、遠隔操作が可能となる	・建物のセキュリティ状態により、不正操作が行われる可能性がある ・遠方/遠隔操作の判定処理が複雑となる

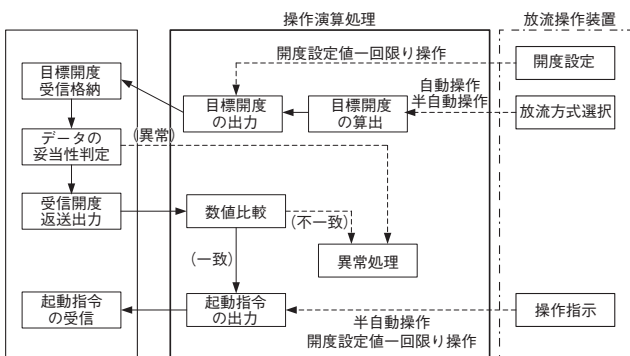


図5 操作目標値算出フロー 1

Fig.5 Operation Target Value Calculation Flow 1

(2) 遠隔操作設備における目標値算出

遠隔操作では、遠隔操作装置にて各種操作を実施することになるが、本稿で紹介するダム遠隔監視操作システムで

3.3 ネットワーク網

本稿で紹介するダム遠隔監視操作システムでは、ネットワーク網1(制御回線)及びネットワーク網2(非常停止用回線)の2つの通信回線が必要となる。

表2に各通信回線の使用用途を示す。

表2 通信回線使用用途

Table 2 Utilization Purpose for Communication Lines

通信回線	回線用途
ネットワーク網1	<ul style="list-style-type: none"> ・ 操作目標値の送信とアンサ受信 ・ 起動指令の送信 ・ 動作状況の受信 ・ 装置状態の相互確認 ・ ダム諸量情報などの受信 ・ 定数/保守中設定などの同期
ネットワーク網2	<ul style="list-style-type: none"> ・ 非常停止指令の送信 ・ 放流設備動作中信号の受信 ・ 操作権の送受信 (後設定優先の場合は不要)

ネットワーク網1は、通信回線の帯域が狭いと、ダム諸量情報や故障・警報情報の間引き表示を行わなければならない、ダム状態のリアルタイムでの把握が困難となる。また、ダムの立地条件などによりやむを得ず帯域が確保できない場合には、制御・監視情報の絞り込みなどの検討を要する。

ネットワーク網2は、帯域よりも連続信号の継続的な送受信が重要であるため、専用回線を推奨する。また、冗長化などが行われた通信回線であれば、制御用回線を帯域分割して使用することも可能である。

表3に各通信回線における必要帯域及び回線種別を示す。

表3 通信回線仕様

Table 3 Communication Line Specifications

通信回線	通信回線必要帯域	回線種別
ネットワーク網1	1.0Mbps以上	光回線
ネットワーク網2	64kbps以上	光回線 デジタル回線 アナログ回線

なお、遠隔操作設備において、各種設定操作(定数設定、保守中設定など)及びデータ修正を実施する場合は、ネットワーク網1の必要帯域は1.5Mbps以上を推奨する。

3.4 遠隔監視装置

システム構成図(図2)においてオプション装置とした遠隔監視装置は、遠隔操作装置故障時のバックアップ装置であり、遠隔操作をはじめ、ダム側で計算されたダム諸量データやゲート遠隔操作中の各種状態(水理状態、設備状態など)を確認することができ、遠隔操作における利便性を更に高める構成要素となっている。

4. 付帯設備

前項まで、ダム遠隔操作監視システムの構成及び機能について説明したが、遠隔操作を実施するに当たり、さらに検討が必要な項目を以下に記す。

4.1 機側操作盤

ゲートを強制停止させる非常停止操作では、機側操作盤の動力電源ブレーカーをトリップさせることでゲート操作を停止させており、ゲート操作を再開するためには、機側操作盤に移動して動力電源ブレーカーを復帰させる必要がある。

しかし、遠隔操作設備から非常停止操作を実施した場合、機側操作盤までの移動時間が致命的な操作遅れを発生させる可能性があり、これを避けるために遠隔操作設備から動力電源ブレーカーを自動復帰できるように機側操作盤を改造する必要がある。

4.2 放流警報設備・CCTV設備

洪水吐設備など、下流域に多大な影響を与えるゲートを操作対象とする場合、ダム直下流の安全確認及び上流・下流域における出水状況監視のため、放流警報設備及びCCTV設備の遠隔操作・表示が必要となる。

5. あとがき

本稿ではWEC仕様に準拠し設計されたダムコンに対する遠隔操作システムの導入手法について記述したが、一世代前の仕様「ダム管理用制御処理設備標準設計仕様書(案)(平成9年9月、平成14年6月一部修正 財団法人 ダム水源地環境整備センター発行)」においても、基本的な操作の流れは変わらないため、適応は可能と考える。

なお、遠隔操作は、通信回線の確保がもっとも重要な要素となるが、災害の複合発生により、通常の通信回線が切断された場合の緊急代替回線(LTE回線網など)による制御手段の確保などが今後の検討課題となる。

当社は今後も、安全性、信頼性を確保した上で、新たな技術を導入し、関連技術の向上に努めていく所存である。

用語一覧

- FAパソコン: Factory Automationパソコン(産業用パソコン)
- PLC: Programmable Logic Controller(リレー回路の代替装置として開発された制御装置)
- CCTV: Closed-circuit Television(閉回路テレビジョン)
- LTE: Long Term Evolution(携帯電話の通信規格)
- FL-net: FAコントロールネットワークの略で、日本工業規格(JIS B3521)と(社)日本電機工業会規格(JEM1480、JEM-R213、JEM-TR 214)として制定されたオープンネットワークの規格