

中部電力株式会社 第三世代ダム制御システム

Third Generation Dam Control System

濱崎章二 Shoji Hamazaki	水上一成 Kazunari Mizukami	内藤進 Susumu Naitoh
本橋正章 Masaaki Motohashi	遠藤智明 Tomoaki Endoh	藤本久貴 Hisaki Fujimoto

特集

ソリューション

要旨

中部電力株式会社 第三世代ダム制御システムは、同社主要ダムの遠隔監視制御を行うためのシステムである。本システムは、安全性、信頼性の飛躍的向上を図り、より効率的なダム運用を実現することを最大目的としており、これまでのダム制御システムとは一線を画すシステムである。

当社はこの第三世代ダム制御システムの設計段階から参画し、これまで2つのダム管理グループ（計10ダム分を管理）へ納入した。本稿では第三世代ダム制御システムの特長や、従来のダム管理システムとの相違点を述べる。

Abstract

The third generation dam control system for Chubu Electric Power Co., Inc. performs remote monitoring and control of the major dams of this company. The main purpose of this system is to make dam operations more efficient, while achieving great improvements in safety and reliability. This system is substantially different from conventional dam control systems.

JRC has participated in the third generation dam control system from the designing stages, and has been able to install this system for 2 dam management groups (controlling a total of 10 dams). This report describes the features of the third generation dam control system, and the points of difference from a conventional dam control system.

1. まえがき

中部電力株式会社管轄の水力発電用主要ダムは現在50を数え、図1に示す全11箇所のダム管理所（土木管理所）で集中管理されている。これを実現するためのダム制御システムは、社会インフラとしてもなくてはならない重要な設備である。

今回紹介する第三世代ダム制御システムは、同社第二世代ダム制御システムのフルモデルチェンジであるが、単なる劣化更新ではなく、安全性、信頼性の飛躍的向上を実現しつつ、より効率的なダム運用を実現することを最大目的としており、これまでのダム制御システムとは一線を画している。

当社はこの第三世代ダム制御システムの構想段階から設計に参画し、2008年に井川ダム管内（5ダム管理）、2009年に越戸ダム管内（5ダム管理）のシステム設置工事を受注した。2011年までに施工を完了した。

越戸ダム管内システムの設置状況を図2に示す。



図1 ダム管理所・土木管理所位置図

Fig.1 Locations of Dam Management Offices and Civil Engineering Management Offices



図2 システム設置例 (越戸土木管理所)

Fig.2 Example of Installed System (Koshido Civil Engineering Office)

2. システム概要

ダム制御システムは、ダムを管理運用するために必要なデータを入力・処理し、洪水発生時などにゲートの開閉操作等を支援するシステムである。

このシステムは昭和30年代から構築されはじめ、現在ではある程度処理する内容や必要機能が定まっているものの、細部については現在もダム毎の管理・運用にあわせた設計・製作が行われている。

また、中部電力株式会社殿管轄ダムの特徴として、複数ダムを1箇所の管理所より遠隔監視・制御している点が挙げられる。そして、これら複数ダムの管理運用を安全・的確に実現するため、従来から機器冗長化による信頼性向上や操作画面の標準化、ゲート制御処理の自動化などを積極的に推進してきた経緯がある。

第三世代ダム制御システムでは、これらの点を更に改善し、より安全・的確なダム運用を可能としている。

3. システムの構成と特長

第三世代ダム制御システムの構成と、その特長について以下に示す(図3)。

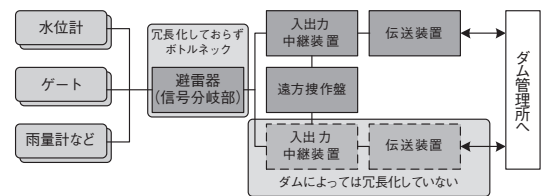
3.1 完全冗長化

本システムでは、複数のダムを1箇所の管理所より遠隔監視・制御する必要があるため、システム構成機器には高い信頼性が求められる。

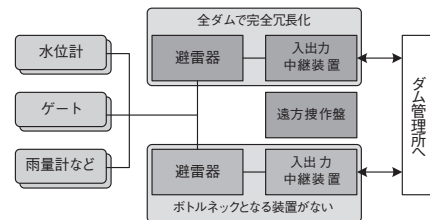
図4に示すとおり、信頼性向上の観点から、第二世代ダム制御システムでも一部ダムにおいて機器の冗長化を図っていたが、避雷器(信号分岐部)については冗長化を行わず、ボトルネックが生じていた。

これをふまえ、今回の第三世代ダム制御システムでは、全てのダムにおいて機器の冗長化を図る方針とし、更に避雷器部を含めた完全冗長化構成とした。

これにより、設備の状態監視とゲート制御におけるバックアップルートが確保され、更にボトルネックが解消されるなど、より信頼性を高めている。



第二世代ダム制御システムの構成



第三世代ダム制御システムの構成

図4 ダム制御システムの機器構成比較

Fig.4 Configuration Comparison of Dam Control Systems

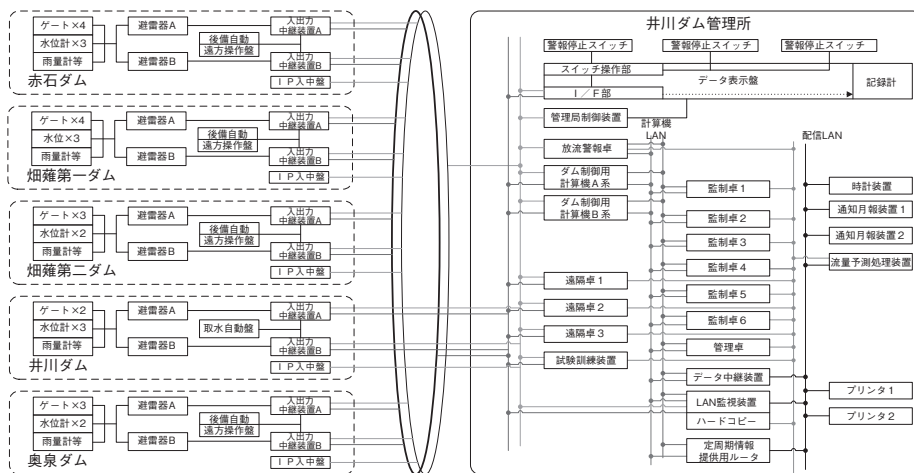


図3 第三世代ダム制御システム システム構成図

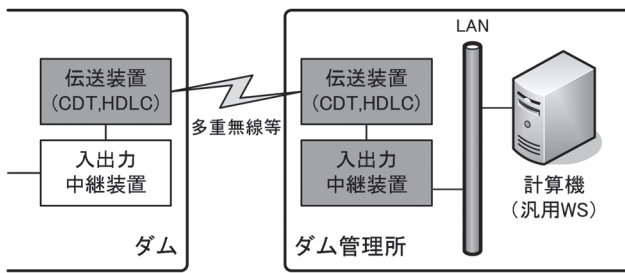
Fig.3 System Configuration of Third Generation Dam Control System

3.2 IPネットワーク網の採用

図5に示すとおり、第二世代ダム制御システムでは多重伝送回線等を利用して、CDTまたはHDLC方式の伝送装置を設置し、ダムとダム管理所の間を接続していた。

しかし、今回の第三世代ダム制御システムでは、別途整備したIPネットワーク網の採用を決定した。これにより、システム上の各機器がIPネットワーク網に直接接続できるようになった。

伝送装置や入出力中継装置が一部不要となり、システム構成装置数の削減によるコストダウン効果の他、故障要素の減少による信頼性向上にもつながっている。



第二世代ダム制御システム（伝送装置による接続）

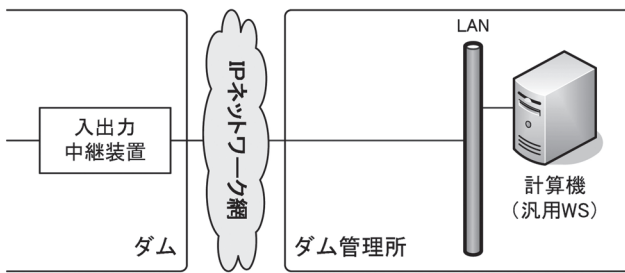


図5 ダム制御システムの接続方法

Fig.5 Dam Control System Connection Method

3.3 共通ソフトウェアの採用

第二世代ダム制御システムではシステム構成や機器については標準化が図られていたが、ゲート制御など細部の仕様や処理はダム毎、製作メーカー毎に異なっており、品質のバラツキが顕著であった。

こうした状況を踏まえ、第三世代ダム制御システムの構築にあたっては詳細機能の標準化を実施、更に重要機能部分の品質向上および統一化を目的とし、共通ソフトウェアとして、システム共通ソフトウェアと制御共通ソフトウェアを開発した。

第三世代ダム制御システムにおけるダム制御用計算機のソフトウェア構成を図6に示す。

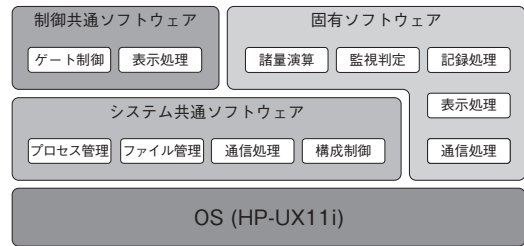


図6 ダム制御用計算機 ソフトウェア構成
Fig.6 Calculator for Dam Control - Software Configuration

図6に示すとおり、システム共通ソフトウェアは、プロセス管理等システムの基本処理を行うミドルウェアであり、制御共通ソフトウェアは、管轄する全50ダムのゲートを制御できるソフトウェアとなっている。

システム受注メーカーはこれらの支給ソフトに加え、ダム毎の固有ソフトウェアを製作し、システムを構築することとなっている。

3.4 複数ダムの監視・操作

同社ダムの運用では、複数ダムを1箇所の管理所より遠隔監視・制御している。

こういった運用条件を踏まえ、本システムにおけるゲート操作用の卓（遠隔卓・制御卓）では、最大8ダム分のゲートを1台の卓から同時に監視・操作できるよう画面設計されている。

遠隔卓の画面例を図7および図8、制御卓の画面例を図9に示す。

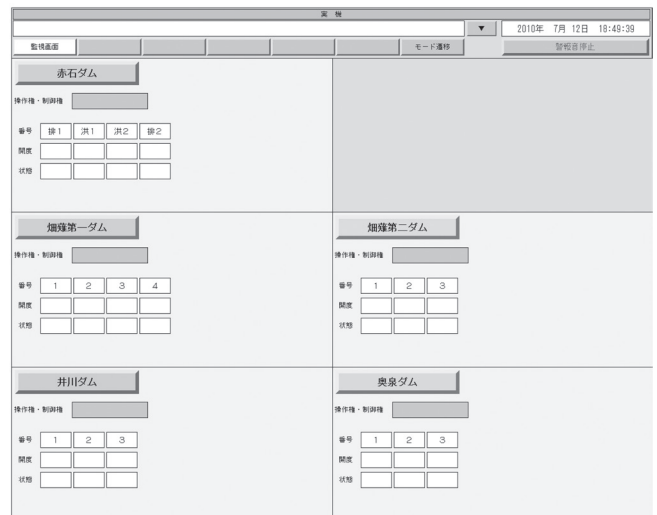


図7 遠隔卓 監視画面（5ダム一括監視タイプ）

Fig.7 Remote Table Monitoring Screen (5 Dam Comprehensive Monitoring Type)

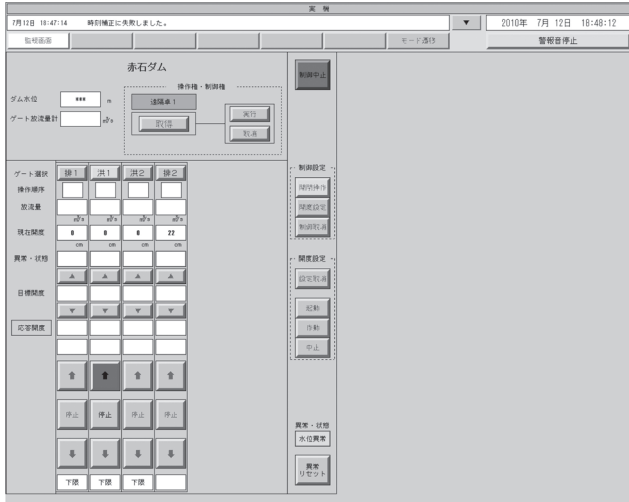


図8 遠隔卓 操作画面 (ゲート4門タイプ)

Fig.8 Remote Table Operation Screen (4 Gate Type)

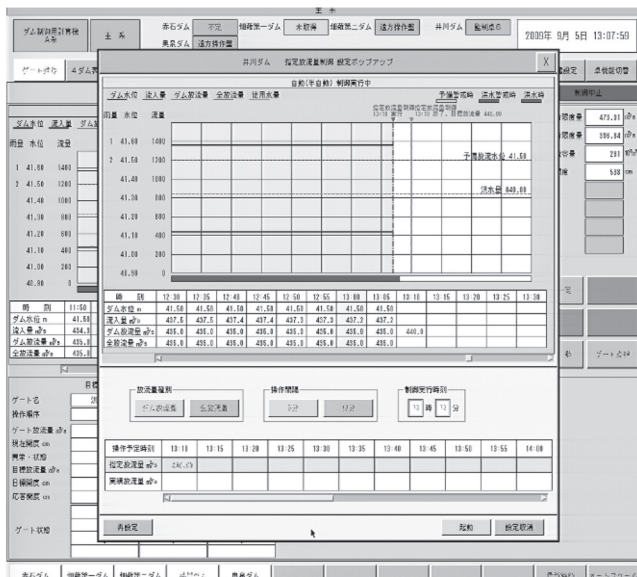


図9 制御卓 操作画面 (指定放流量制御)

Fig.9 Control Table Operation Screen (Maintains Specified Release Volume)

遠隔卓、制御卓とも、それぞれ操作インタフェースを統一しており、異なるダムでも同じ操作手順でゲート操作が行えるよう配慮されている。

3.5 高度な自動制御機能

ゲート制御については、自動/半自動による出水対応を可能とするため、水位一定制御、指定放流量制御、指定水位制御など各種ゲート制御機能を実装している。標準的に実装するゲート制御機能は表1に示す通りであり、これに加え各ダムの管理・運用にあわせた個別のゲート制御機能を適宜実装する。

これにより、あらゆる出水状況に対応したゲート制御運用が可能となり、安全・的確なダム運用を実現可能としている。

表1 標準的なゲート制御機能

Table 1 Standard Gate Control Function

方式	制御方式	機能
自動	指定放流量制御	操作員が操作間隔毎に目標放流量を設定し、これを元に操作間隔の都度、自動でゲートを操作する
	水位一定制御	操作員が指定したダム水位を維持するよう、自動でゲートを操作する
	別図第2制御	操作員が指定した別図第2比率により、操作間隔の都度、自動でゲートを操作する
	フリーフロー制御	操作員の指定により、全ゲートがフリーフローとなった後、ダム水面と一定の間隔を保つよう自動でゲートを操作する
半自動	指定水位制御	操作員が指定した予定時刻に指定のダム水位となるよう、操作間隔の都度、目標放流量を計算・表示し、操作員の確認の元、ゲートを操作する
簡易自動	放流量設定	設定した目標放流量に応じた目標開度を計算し、ゲートを操作する
	開度設定	設定した目標開度までゲートを操作する
	寸動	ゲートを微量量 (1cm未満)、操作する
	ゲート点検	全閉状態から所定の開度まで開操作し、その後再び全閉状態まで閉操作する。

4. 当社の取り組み

第三世代ダム制御システムは、2004年頃から構想が練られ、当社は当初よりその検討ワーキングに参加し当システムの設計検討に貢献した。

同システムの構築における、当社の取り組みを以下に示す。

4.1 制御共通ソフトウェアの製作

前述の共通ソフトウェアの開発において、当社はゲート制御処理アプリケーション (制御共通ソフトウェア) の製作を担当した。

当社では、中部電力株式会社殿向の第二世代ダム制御システムはもとより、国土交通省・水資源機構といった他顧客向システムを含め、40年以上に亘ってダム制御システムの構築を手がけている。

この長年の実績により蓄積したダム制御に関するノウハウを駆使し、高品質、高信頼性のソフトウェアを納入した。

4.2 IPS-800の採用

システムの構築にあたり、各ダムデータの収集・前処理を担う入出力中継装置(処理部)等には、当社製の産業用組込コンピュータであるIPS-800を採用した。IPS-800の外観図を図10に示す。

IPS-800は、高いネットワーク処理能力を有している他、様々な入出力インタフェースに対応しており、本装置の要求条件に合致した製品である。

また、ハードディスク、ファンなどの稼働部品を一切使用しておらず、ダム制御システムのような連続稼働、高信頼性が要求されるシステムには最適な装置と言える。



図10 IPS-800外観図
Fig.10 IPS-800 External Appearance

用語一覧

ダム管理所(土木管理所)：有人の管理拠点。24時間体制で管内の複数ダム(3~7箇所)の監視・操作を行っている。

ミドルウェア：オペレーティングシステム(OS)とアプリケーションの中間に位置するソフトウェア。各アプリケーションで共通的に使用される機能をOSに代わって提供する。

フリーフロー：ゲートが全開付近となり、ゲートの下端がダムの水面から離れた状態

別図第2：ダムからの放流により下流の水位が急激に変動しないようにするため、放流量の10分あたりの最大増減量を規定した図表

別図第2比率：別図第2に規定された最大増減量を100%とした場合の、放流量の増減比率

CDT：Cyclic Data Transfer (サイクリック・デジタル情報伝送装置)

HDLCL：High-level Data Link Control procedure
(ハイレベルデータリンク制御手順)

IP：Internet Protocol (インターネットプロトコル)

5. あとがき

最新のダム制御システムの構成例として、中部電力株式会社 第三世代ダム制御システムについて紹介した。社会インフラの一部として重要な役割を担うダム制御システムにおいて、安全性、信頼性の向上は最重要課題であるといえる。

当社では今後も、ダム制御システムの更なる安全性、信頼性の確保に向け、関係技術の向上に努めていく所存である。

最後に、本システムの納入先であり、製作にあたり多大なるご指導、ご鞭撻を頂いた中部電力株式会社殿をはじめ、関係各位に深く感謝申し上げます。