



小規模ダム管理システム

Small Dam Management System

山本 善久^{*1}
Yoshihisa Yamamoto

土師 清法^{*2}
Kiyonori Hashi

増田 秀二^{*3}
Shuji Masuda

杉山 和郎^{*3}
Kazuo Sugiyama

青木 吉政^{*4}
Yoshimasa Aoki

あらまし

人々の生活に密着した水。多量な雨は洪水災害を引き起こし、また一方で、雨の不足は飲料水、農業用水、工業用水の給水制限を引き起こす。このように、水の有効利用は人々が快適な生活を送るための最重要項目である。

近年、中小河川の既設ダム施設改修や新規ダム施設の建設によって、効率的な水管理が図られてきている。大きな課題の一つは、低コストでこれらを実現することである。

本稿は、これらを踏まえて開発を行った小規模ダム管理システムの機能概要を紹介する。

本システムは、従来システムの性能と信頼性を維持しながら、機能統合による機器のコンパクト化を図り、少人数でのダム運用を可能とした。

Abstract

Water relates closely to peoples' lives. Too much water causes floods and other disasters. Insufficient water causes restrictions in the use of water for drinking, agriculture, and industry. Efficient water usage is crucial for people to live comfortably.

Utilities enhance water management by renovating dams and building new facilities on small and medium-sized rivers. But costs are a major challenge.

This paper outlines small dam management systems developed to date.

These systems provide small teams with integrated tools to manage small dams without compromising performance and reliability.

* 1 富士通(株) トランスポート事業本部 第2ネットワークシステム
統括部 社会システム部

* 2 富士通コミュニケーション・システムズ(株) 複合システム部

* 3 社会システム事業部 第一公共システム部

* 4 社会システム事業部 ハードウェア開発部

1. ま え が き

ダム管理設備は洪水による災害防止，水道，農業用水などの確保を目的とした設備で，流域雨量，水位・水質，下流河川状況およびダム本体の土木構造状況を含めた監視・制御が必要である。

しかしながら，近年のダム管理は管理費の低減，専門操作員の不足による省力化，設備投資の効率化が要求され，管理建屋の縮小，ダム構造の簡素化（自然調節方式への推進）が図られている。

富士通（株）と当社では，これらのニーズにマッチ



図1 小規模ダム施設



図2 システム構成機器

注1) Automatic Realtime Gathering, computing & Serviceの略。広域情報を収集し，収集情報をシミュレーションし広報することにより運用者・利用者の，より高度な安全性，活力性，快適性を実現する広域環境監視システム。

し，コンパクト化を図った小規模ダム管理システムをARGUS^{注1)}（広域環境監視システム）シリーズのサブシステムとして開発した。

図1に小規模ダム施設，図2にシステム構成機器を示す。

2. 開 発 の 課 題

既開発のダム管理システムは，洪水制御を主とした大規模ダムに適用する目的で開発されていたため，小規模ダムに適用しようとする時，過剰な機能・性能を有したシステムとなっており，機器設置スペースの不足や少人数での運用が難しいなどの問題があった。

本開発では，小規模ダムの管理に適したシステムを実現するため，システム，装置のコンパクト化を最大のテーマとして取り組んだ。

3. 開 発 内 容

3.1 システム概要

本システムは大別して入出力処理装置，演算表示端末および情報監視装置より成り，各装置間はFA-LANおよびOA-LANにより接続される。

図3にシステム構成図を示す。

本システムは，入出力処理装置および情報監視装置で収集したデータを演算表示端末に入力し，ダム管理に必要な管理支援情報を作成するための演算を行い，ディスプレイ画面やデータ表示盤を介してダム管理者に提供するものである。

3.2 入出力処理装置

本装置はダム設備に関するデータの入出力を行うもので，FA用の汎用装置であるPLC（プログラマブル・ロジック・コントローラ）を素材とし，以下の機能，特長を持つ。

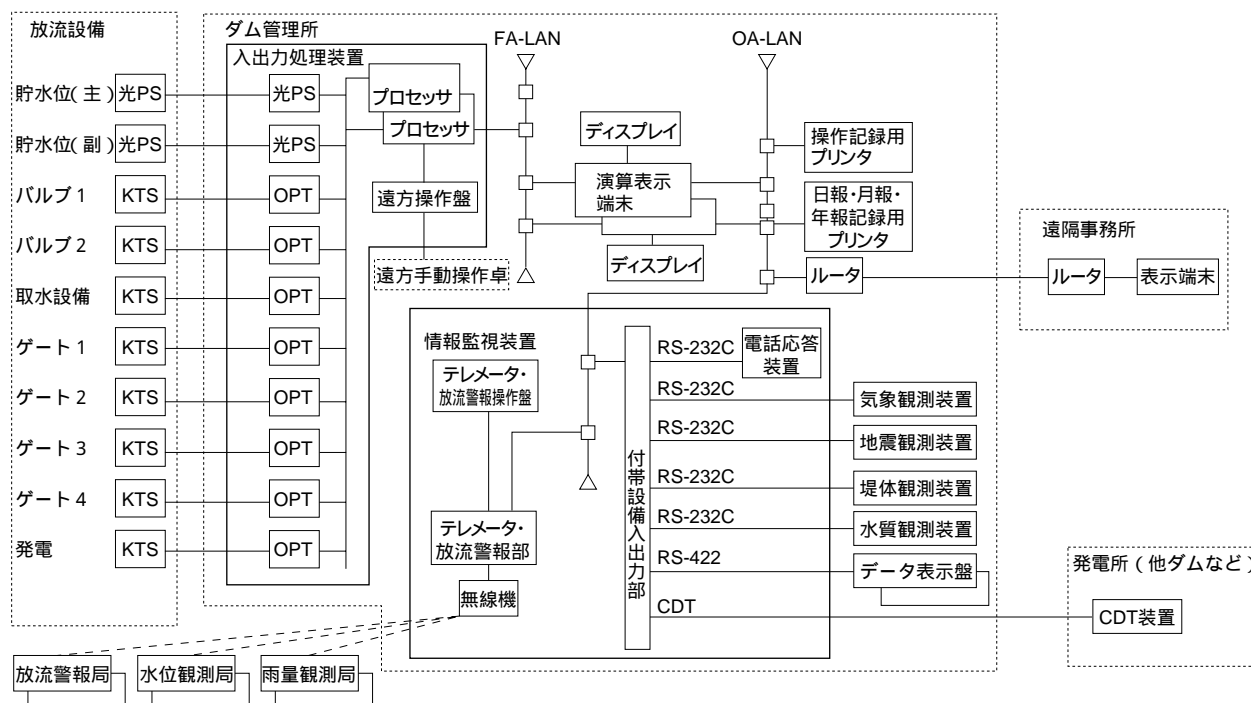
本装置が取り扱うデータの一覧を表1，主要諸元を表2に示す。

1) 機能概要

放流設備の状態，ゲート，バルブ開度，ダム貯水位などのデータの取り込みを行う。

遠方操作盤・演算表示端末からの指示に基づき放流設備へ制御信号の出力を行う。

演算表示端末からの指令により放流設備の自動制御を行う。



KTS：放流設備の入出力信号を光インタフェースに変換し、入出力装置とのデータ受渡しを行う装置

OPT：プロセッサの入出力信号を光インタフェースに変換し、KTSとのデータ受渡しを行う入出力ユニット

図3 システム構成図

表1 入出力処理装置取り扱いデータの一覧

| 項目 | 内容 |
|-------------------|----------------------|
| ダム貯水位 | 数量 最大2 |
| | 水位 BCD符号4桁パリティ付 |
| | 状態信号 8点 |
| 選択取水ゲート | ゲート数 最大1 |
| | 上段開度 BCD符号4桁パリティ付 |
| | 下段開度 BCD符号4桁パリティ付 |
| | 上段状態 32点 |
| | 下段状態 32点 |
| | 内水位 BCD符号4桁パリティ付 |
| | 外水位 BCD符号4桁パリティ付 |
| | 貯水位出力 BCD符号4桁パリティ付 |
| 制御信号 上昇・下降×2ポジション | |
| 取水バルブ | バルブ数 最大5 |
| | 共通状態信号 取水バルブ設備全体で16点 |
| | 開度 BCD符号3桁パリティ付 |
| | 状態信号 8点 |
| バルブ設備 | 制御信号 開・閉 |
| | バルブ数 最大2 |
| | 開度 BCD符号4桁パリティ付 |
| | 流量 BCD符号4桁パリティ付 |
| | 状態 32点 |
| 発電設備 | 制御信号 開・閉 |
| | 量数 最大1量 |
| | 流量 BCD符号4桁パリティ付 |
| | 電力 パルス×2点 |
| | 状態信号 16点 |
| ゲート設備 | ゲート数 最大4 |
| | 開度 BCD符号4桁パリティ付 |
| | 状態信号 32点 |
| | 制御信号 開・閉およびポンプ起動・停止 |

表2 入出力処理装置の主要諸元

| 項目 | 内容 |
|------------------|------------------------------------|
| 筐体 | 形態 自立型 |
| | 寸法(mm) 570(W) × 650(D) × 2000(H) |
| | 耐環境性 屋内型 |
| | 塗色 マンセル5Y7/1 Gs50 |
| 重量 250kg以下 | |
| 入力電源 AC100V | |
| 処理部 | プロセッサ数 2プロセッサ(二重化構成) |
| | 入力検定 BCD符号検定, パリティ検定等 |
| | 自動制御 流量維持制御 |
| 放流設備等光接続部 | 遠方手動制御 各放流設備の開・閉手動制御 |
| | 接続回線数 最大10回線 |
| | 適合ケーブル GI 50/125, 0.85 μm, 3dB/1km |
| FA-LAN接続部 | 伝送距離 0 ~ 2 km |
| | アクセス方式 トークンバス |
| | 通信手順 N : N任意装置間相互通信 |
| 操作パネル | 転送速度 5 Mビット/秒 |
| | 表示素子 TFTカラー液晶 |
| | バックライト 冷陰極管 |
| 解像度 640 × 480ドット | |

2) 特長

大規模ダムの場合、ゲートまたはバルブごとにプロセッサを配置しているが、本システムでは装置を小型化するために、高性能プロセッサを採用し、すべての放流設備の処理を1台に統合した。ただし、信頼性を確保するために二重

表3 情報監視装置取り扱いデータの一覧

| 項目 | 内 容 | |
|---------------|-------|-------------------|
| テレメータ 観測情報 | 観測局数 | 最大5局 |
| | 雨量 | 最大5量,BCD符号4桁パリティ付 |
| | 水位 | 最大5量,BCD符号4桁パリティ付 |
| 放流警報情報 | 警報局数 | 最大5局 |
| | 制御項目数 | 1局につき36項目 |
| 気象観測情報 | 平均風向 | 最大1量,16方位(10進2桁) |
| | 平均風速 | 最大1量,10進3桁 |
| | 気温 | 最大1量,10進3桁 |
| | 湿度 | 最大1量,10進3桁 |
| 地震観測情報 | 観測地点数 | 最大4地点 |
| | 最大加速度 | 1地点4量,10進4桁 |
| | 計測震度 | 1地点4量,10進4桁 |
| 堤体観測情報 | データ数 | 最大5量(漏水量・歪み等) |
| 水質観測情報 | 観測局数 | 最大2局 |
| | 測定点数 | 1局につき最大200ポイント |
| | 濁度 | 1ポイントにつき1量,10進4桁 |
| | 水温 | 1ポイントにつき1量,10進3桁 |
| | pH | 1ポイントにつき1量,10進3桁 |
| | 電気伝導度 | 1ポイントにつき1量,10進4桁 |
| | 溶存酸素 | 1ポイントにつき1量,10進3桁 |

化構成とした。これにより、本装置を1架で構成することができた。

大規模ダムの場合、放流設備を制御する遠方手動操作卓を設置しているが、この機能を操作盤化し、本装置に搭載することにより、遠方手動操作卓の設置スペースを不要とした。

この操作盤は、タッチパネルとカラー液晶を用いて、放流設備の操作を行うもので、操作に必要な情報と操作スイッチを統合して表示することで、操作性を損なうことなく、機能を実現した。

3.3 情報監視装置

本装置は、ダム付帯設備に関するデータの入出力を行うもので、広域環境監視システム向け情報収集装置であるCM3000^{注2)}を素材とし、以下の機能、特長を持つ。

表3に本装置が取り扱うデータの一覧、表4に主要諸元を示す。

1) 機能概要

ダム周辺の雨量および河川水位のデータ収集
サイレン・スピーカによる放流警報制御

注2) ARGUSシステムにおいて、監視対象設備とデータ処理装置との間に設置され、データ集信を行う情報収集装置。小容量タイプから高速・大容量タイプまでシリーズ化されており、CM3000はマルチCPU構成による高速・大容量タイプの装置。

注3) 河川や湖沼の状態や変化を把握するための情報。ここでは、雨量や河川水位、ダム流入量などのこと。

表4 情報監視装置の主要諸元

| 項目 | 内 容 | |
|---------------|---------------|--|
| 筐体 | 形態 | 自立型 |
| | 寸法(mm) | 570(W)×650(D)×2000(H) |
| | 耐環境性 | 屋内型 |
| | 塗色 | マンセル5Y7/1 Gs50 |
| 重量 | 250kg以下 | |
| 入力電源 | AC100V | |
| 付帯設備等 接続部 | 気象観測装置 | RS-232C, 無手順, 1200ビット/秒 |
| | 地震観測装置 | RS-232C, 無手順, 9600ビット/秒 |
| | 堤体観測装置 | RS-232C, 無手順, 1200ビット/秒 |
| | 水質観測装置 | RS-232C, 無手順, 1200ビット/秒 |
| | テレメータ 観測装置 | RS-232C, 建電通仕21号準拠 1200, 2400, 4800, 9600 (ビット/秒) |
| | 放流警報装置 | RS-232C, 建電通仕27号準拠 1200, 2400, 4800, 9600 (ビット/秒) |
| | 電話応答装置 | RS-232C, 無手順, 1200ビット/秒 |
| | データ表示盤 | RS-422, 無手順, 9600ビット/秒 |
| | CDT装置 | 建電9号および電協研44ビット準拠 |
| | 接点入出力 | 入力64点, 出力128点 |
| OA-LAN 接続部 | アクセス方式 | CSMA/CD |
| | 通信手順 | TCP/IP |
| | 転送速度 | 10Mビット/秒 |

表5 演算表示端末装置の主要諸元

| 項目 | 内 容 | |
|---------------|--------|-----------------|
| 処理部 | プロセッサ | CPUクロック: 233MHz |
| | メモリ容量 | 160MB |
| | ディスク容量 | 4GB |
| | 使用OS | Windows-NT4.0 |
| ディスプレイ | サイズ | 17インチまたは21インチ |
| | 解像度 | XGA(1024×768) |
| キーボード | OADG | |
| マウス | - | |
| FA-LAN 接続部 | アクセス方式 | トークンバス |
| | 通信手順 | N: N任意装置間相互通信 |
| | 転送速度 | 5Mビット/秒 |
| OA-LAN 接続部 | アクセス方式 | CSMA/CD |
| | 通信手順 | TCP/IP |
| | 転送速度 | 10Mビット/秒 |

Windowsは、Microsoft社の登録商標。

水質・地震・気象などの情報収集
発電所、上位機関とのデータ集信
データ表示盤への水文情報の表示^{注3)}
電話通報応答装置による通報

2) 特長

雨量・水位データ収集の指示および放流警報の制御を行うテレメータ・放流警報操作卓を既開発システムにおいては設けているが、これをタッチパネルとカラー液晶を用いた操作盤とし、本装置に搭載することにより、操作卓の設置スペースを不要とした。

既開発システムにおいては、水質、地震など

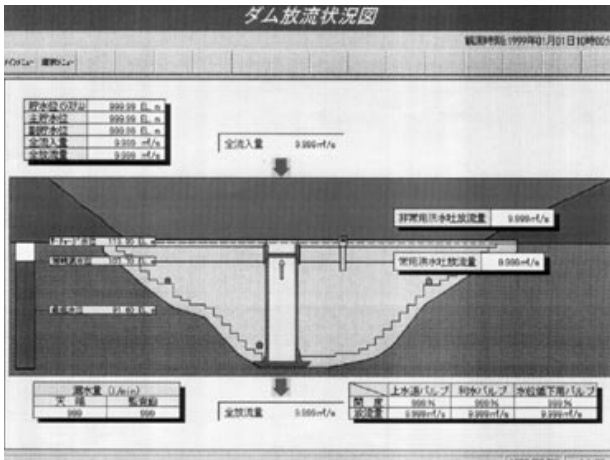


図4 データ表示画面例



図5 自動制御操作画面例

の情報収集および上位機関とのデータ集配信を行う情報伝達装置と雨量・水位データ収集および放流警報制御を行う装置を別置きとしていたが、本装置に統合することにより、装置のコンパクト化を実現した。

3.4 演算表示端末

本装置は、小規模ダム管理システムの中核となる装置で、FAパソコンの二重化で構成し、以下の機能、特長を持つ。表5に、本装置の主要諸元を示す。

1) 機能概要

入出力処理装置および情報監視装置から入力した情報に対して雨量強度、水位上昇などの監視を行う。また、ダム運用に必要な貯水量、流入量などの演算を行い、結果を端末内のファイルに蓄積する。

貯水位、流入量などの状況を推移グラフ、一覧表形式でディスプレイに表示する。図4に、データ表示画面例を示す。

プリンタへ操作記録、日報・月報などの情報を出力する。

放流設備の自動制御を行うために指令信号を入出力処理装置に通知する。図5に、自動制御操作画面例を示す。

テレメータ観測および放流警報制御などの指令信号を情報監視装置に通知する。

データ表示盤への表示データを編集する。

2) 特長

既開発システムでは、下記の機能別にFAパソコンまたは操作卓を設けていたが、小規模シ

ステムでは処理データを限定できるため、これらの機能を1台のFAパソコンに統合した。

- ・演算処理，データ蓄積機能
- ・ダム状況表示および放流設備操作機能
- ・テレメータ・放流警報操作機能

システムの信頼性を確保するために二重化構成とし、いずれの端末からでも各種操作を可能とした。

本装置のOA-LANにルータを接続することにより、遠隔地に設置した端末からダムの遠隔監視を可能とした。

4. む す び

今回の開発の結果、機器設置スペースを既開発システムに比較して大幅に縮小(1/3:約4㎡)することができた。これにより、限られたスペースで効率的な運用が可能なシステムを構築できたと考えている。

また、今後のダム管理システムにおいては、更に無人化が推進され、統合化管理を目指したシステムの需要も増加することが予想される。

さらに、信頼性の面においても、^{注4)}水理状態の把握を画像を活用して行うなど、より安全性の高いシステムの提供が必要とされてくると予想している。当社としては、これら顧客ニーズを先取りしたシステムをタイムリーに開発し、提供していく所存である。

注4) 水路を流れる水の状態、ここでは、河川水位や河川流量のこと。

参考文献

- 1) 自然調節ダム管理用制御処理設備標準設計仕様，財団法人ダム水源地環境整備センター



[開発者] 前列左から，増田，杉山，
後列左から，青木，山本，土師

