

# 高い生産性を実現したダム管理用制御処理システム TOSREC<sub>TM</sub>-V

TOSREC<sub>TM</sub>-V Dam Control System for Dam Operation with Enhanced Design Productivity

佐々木 慎

■SASAKI Makoto

ダム管理用制御処理システム（以下、ダムコンと呼ぶ）は、放流設備をダム操作規則に基づき確実かつ容易に操作するための重要なシステムである。放流操作装置や、放流判断支援・流出予測装置、表示記録端末などで構成され、ダムの流水管理に関わる演算処理、及び放流設備の操作とその支援を行う。

東芝は、今回、画面及び帳票の構成を専用ツールで記述できるようにしてカスタマイズを容易にし、また演算・制御ロジック用のエンジニアリングツールを構築して制御機能の変更を容易にしたダムコン TOSREC<sub>TM</sub>-Vを開発した。この開発により、顧客ごとの開発がプログラムレスとなり、工数の削減とリードタイム（LT）の短縮により高い生産性を実現した。

The dam control system is an essential element of the control facilities for operation of a dam, providing calculation functions for water flow management as well as control and support functions for discharge facility operation. This system, mainly consisting of (1) a discharge control device, (2) discharge support and runoff prediction devices, and (3) display and recording terminals, ensures that the dam's discharge facilities are steadily and easily controlled in accordance with the dam operation rules.

Toshiba has now developed TOSREC<sub>TM</sub>-V, a dam control system offering enhanced design productivity that can be implemented without the development of customized programs, thus reducing worker hours and shortening the lead time. This system makes it possible to change the display layout and report format by means of dedicated tools in a user-friendly manner and to change the calculation and control logic through software engineering tools.

## 1 まえがき

ダムは、洪水調節<sup>(注1)</sup>や、かんがい、水道、農業用水、観光放流などを目的として建設されている。現在は、ダム建設の方針が見直されて、新規のダム建設が減少している一方で、老朽化したダム管理用制御処理システム（以下、ダムコンと呼ぶ）の更新が継続的に行われている。

東芝は、こうした需要に応えるため、新たなダムコンTOSREC<sub>TM</sub>-Vを開発した。TOSREC<sub>TM</sub>-Vは放流操作装置や、放流判断支援・流出予測装置、表示記録端末などの主要な装置から成り、生産性や品質の向上とともにリードタイム（LT）の短縮を実現した。

ここでは、TOSREC<sub>TM</sub>-Vの機能の概要と、その特長として生産性を向上させるために採用した施策について述べる。

## 2 ダムコンの機能に関する概要

ダムコンは、ダム水文（すいもん）量データ<sup>(注2)</sup>やテレメータ

データなどを収集して演算処理し、ディスプレイ画面へ表示したり帳票へ記録したり、また、演算したデータを元にゲートやバルブを制御して、ダムの円滑な運用管理を支援する重要なシステムである。このシステムは、ゲート設備やバルブなどの複雑な制御を、顧客ごとに異なる方式で行わなければならないという特徴がある。

ダムコンの機能に関する概要を以下に述べる。

### 2.1 データ処理の流れ

ダムコン及び主な周辺装置の構成を図1に示す。

ダム水文量データは、ゲートを直接監視制御する機側装置から入力され、入出力装置又は遠方手動操作装置へ伝送される。これらのデータ及び貯水位計などから取り込まれたダム水文量データは、放流操作装置又は放流判断支援・流出予測装置へと伝送される。一方、テレメータデータは情報入力・提供装置を経由して放流操作装置又は放流判断支援・流出予測装置へ伝送される。放流操作装置は、取り込んだこれらのデータを元に水文量を演算して、表示する。

ゲートやバルブ制御の際は目標となる放流量や開度を放流操作装置又は放流判断支援・流出予測装置で算出し、入出力装置を経由して機側装置へ出力することで実際にゲートを動作させる。

このようにダムコンと周辺装置が連動してダムの管理が行わ

(注1) ダムへ流入した洪水（一定量以上の流入を言う）を下流へ放流する量を調整する操作。

(注2) 貯水位やゲート開度、流量などの計測値及び計測値を元に演算処理して算出した、貯水量や流入量などのこと。

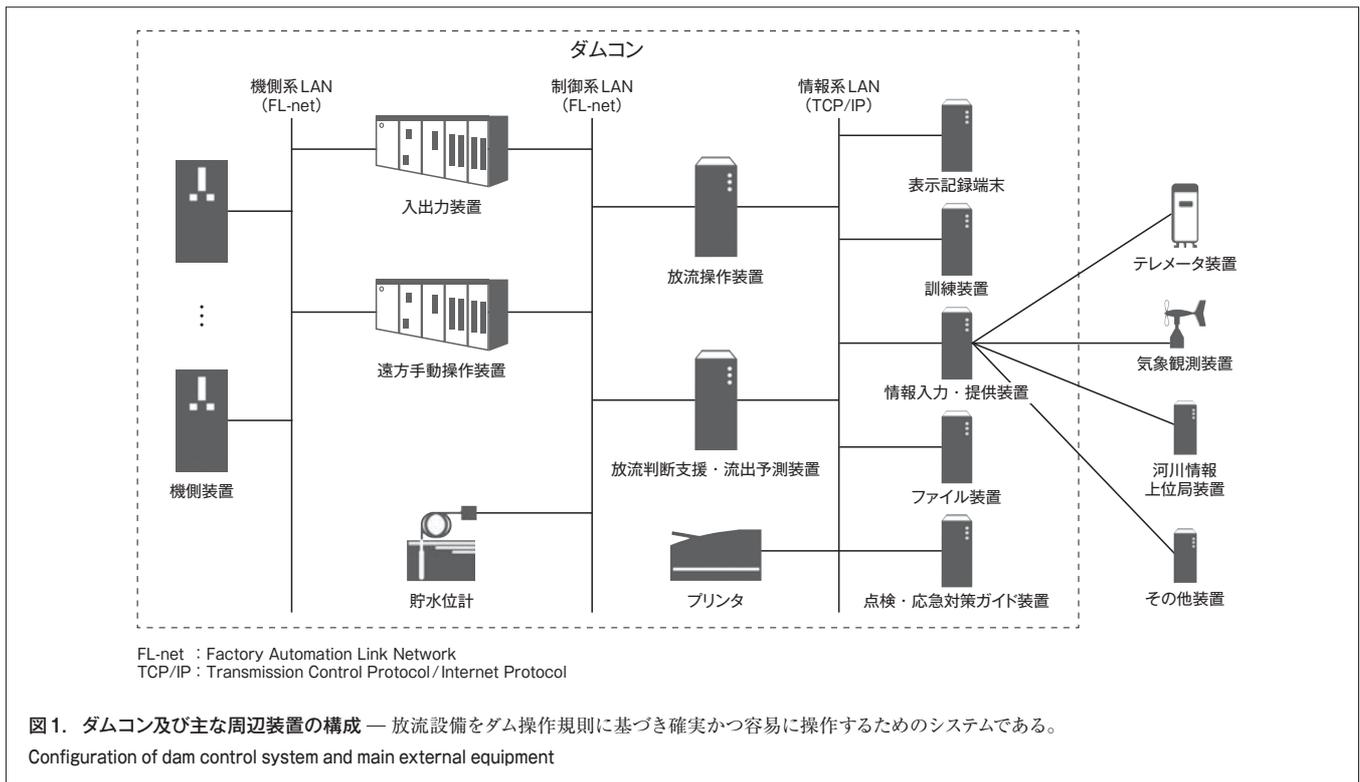


図1. ダムコン及び主な周辺装置の構成 — 放流設備をダム操作規則に基づき確実かつ容易に操作するためのシステムである。  
Configuration of dam control system and main external equipment

れている。

## 2.2 各装置の機能

ダムコンと主な周辺装置の機能を以下に述べる。

- (1) 放流操作装置 ダム水文量データの入力、演算、判定、及び表示を行うとともに、放流設備を操作する。放流操作装置の主な機能を、表1に示す。
- (2) 放流判断支援・流出予測装置 放流操作装置が持つ機能のうち、ダム水文量の入力、演算、判定、及び表示を行う機能を持ち、また、放流時期を判断して手動操作をするのに必要な予測情報を提供する。放流操作装置のバックアップ装置として機能させることもできる。
- (3) 表示記録端末 放流操作装置が持つ機能のうち、表示機能と記録機能だけを持つ。放流操作装置経由で機器監視や、計測値状態表示、ゲート操作などを行うことができ、遠方で監視制御を行う場合に使用する。
- (4) 情報入力・提供装置 テレメータ装置や、気象観測装置、河川情報上位局装置などの外部機器と、放流操作装置又は放流判断支援・流出予測装置を接続し、時間雨量や河川流量を演算したり、演算結果及びダム水文量データを外部機器へ提供したりする。
- (5) 入出力装置 機側装置から開度や状態信号データを入力して放流操作装置又は放流判断支援・流出予測装置へ出力したり、放流操作装置又は放流判断支援・流出予測装置で算出した制御信号を機側装置へ出力したりする。

表1. 放流操作装置の主な機能

Main functions of discharge control device

機能	概要
入出力	貯水位やゲート開度などの信号を入力するとともに、目標放流量や目標開度などを出力
ダム水文量演算	貯水位などの入力信号からダムの貯水量や、流入量、放流量などを演算
流域水文量演算	テレメータから入力される累積雨量から10分雨量や、30分雨量、60分雨量などを演算
情報判定	入力又は演算された値が上下限値を超過していないかを判定
警報通報	上下限値超過時又は故障信号入力時に警報を出力
データ蓄積	正分、正時、及び定時の履歴、並びに異常判定時のデータを蓄積
集計	正時、日、月、及び年単位で平均や、最大、最小などを集計
記録	操作記録や、日月年報、洪水調節記録、異常発生記録などを出力
操作量演算	目標全放流量を算出してゲートごとに配分し、ゲートごとの目標開度を演算
操作	ゲートを半自動又は自動で操作
表示	入出力値や、演算結果、判定結果、ゲート操作の状態などを表示

- (6) その他装置 ゲートやバルブの開閉を行う機側装置及び遠方手動装置や、操作員を支援するための点検応急対策ガイド装置及び訓練装置、データ共有用のファイル装置、ダムの貯水位を計測して入力する貯水位計などがある。

## 3 TOSREC<sub>TM</sub>-Vの特長

TOSREC<sub>TM</sub>-Vの特長について以下に述べる。

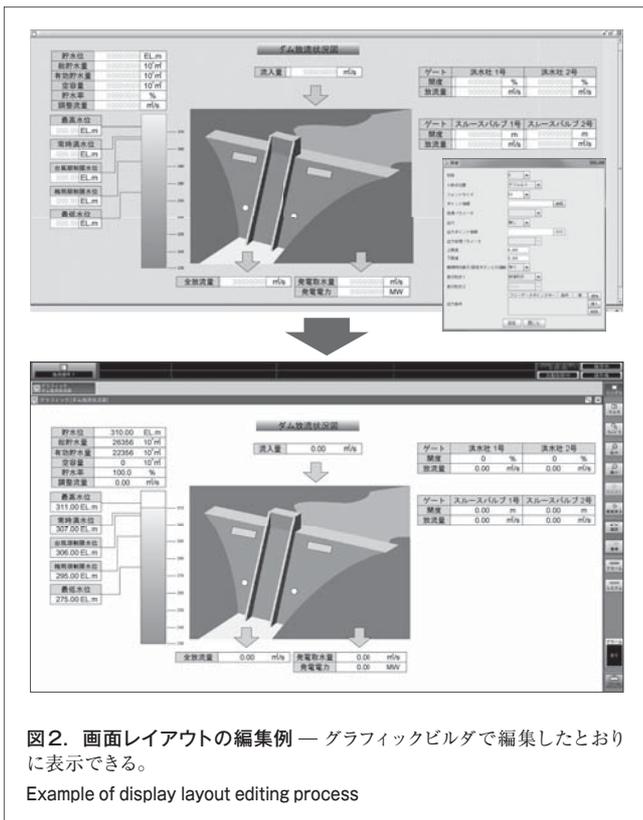


図2. 画面レイアウトの編集例 — グラフィックビルダで編集したとおりに表示できる。

Example of display layout editing process

### 3.1 製造工数の削減とLTの短縮

顧客ごとに異なる仕様に依じて製造するときのソフトウェア開発量を最小限に抑えて、製造工数の削減とLTの短縮を図った。その要点は以下の2点である。

**3.1.1 画面、帳票製造のツール化による効率化** 顧客ごとに異なる、監視画面や帳票のレイアウト設定や情報の割付けをツールで行うことにより、プログラミングレスでカスタマイズできるようにした。

監視画面のカスタマイズ作業を効率化するために、専用のグラフィックビルダを開発した。グラフィックビルダは、ダムコンの画面に必要な画面部品をコンポーネントとしてあらかじめ準備し、画面上に貼り付けることで画面を製作するツールである。

グラフィックビルダのコンポーネントにダムコン固有機能のコンポーネントを実装することで、柔軟かつ容易に画面レイアウトを編集できるようにした。

画面レイアウトの編集例を図2に示す。グラフィックビルダにより、画面に表示する画像や、テキスト、信号などを編集する。編集したデータは自動的に放流操作装置、放流判断支援・流出予測装置、及び表示記録端末に読み込まれ、表示される。

グラフィックビルダの操作にはプログラミングの知識は必要ないので、誰でも編集できるようになった。

帳票は市販のスプレッドシート上でフォーマットの編集を行い、拡張機能を使ってダム情報を取得させることで印刷できる

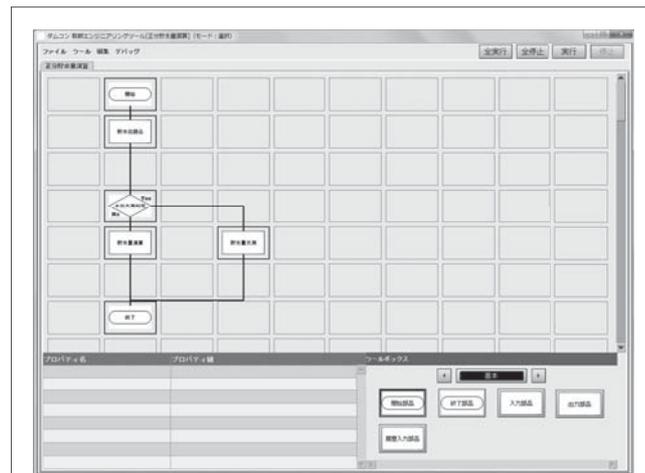


図3. 演算・制御フロー編集画面の例 — フローチャート形式により演算・制御フローを記述できるようにした。

Example of calculation and control flow editing display

ようにした。

グラフィックビルダとスプレッドシートを利用してプログラミングレスとし、製造工数を削減し、LTを短縮できた。

### 3.1.2 演算・制御ロジックのエンジニアリングツール化

ダム諸元に基づく流入量や放流量などの演算方法及びゲート制御方式は顧客ごとに異なり、制御機能のソフトウェア開発と動作確認に時間を要するという課題があった。今回、開発工数を削減するため、簡易フロー形式によりエンジニアリングを行い、そのフローに従って放流操作装置で演算及び制御を実行する演算・制御機能を開発した。これにより、顧客ごとに異なった仕様による開発に柔軟に対応できるようにした。

演算・制御フロー編集画面の例を図3に示す。

演算・制御機能のエンジニアリングに用いる主な部品を表2に示す。フローチャートと同様に“開始”から部品を順番に接続し、“終了”を接続することで終了する。接続できる部品としては、基本となる“データ入力”と“データ出力”や“条件分岐”などのほか、ダム固有のテーブル演算やゲート制御に用いる“目標放流量算出”や“配分”，並びに演算を行うための“放流量演算”や“流入量演算”といった部品も用意している。

また、標準部品だけでは演算・制御ロジックを構築することが困難な場合に備えて、プラグイン形式により部品を追加できる仕組みも備えている。

### 3.2 柔軟で効率のよいユーザーインターフェース

使い勝手のよいユーザーインターフェースを実現するため、ユーザーインターフェースに対して以下の工夫を施した。

- (1) マルチウィンドウの採用 画面は、シングルウィンドウ表示とマルチウィンドウ表示の2種類のモードで表示できる。マルチウィンドウ表示モードとした場合、画面に最大九つのウィンドウを表示できる(図4)。

表2. 演算・制御機能の標準部品の例

List of standard parts for calculation and control logic

グループ	部品名
基本部品	開始
	終了
	データ入力
	データ出力
	履歴入力
処理	条件分岐
	積算
	算術演算
	動作待ち
	サブシート
テーブル	1次元対応表
	1次元逆対応表
	2次元対応表
メッセージ	メッセージ出力
目標放流量算出	定水位放流方式
	設定流量放流方式
配分	下流放流制限
	最低放流量補正
	特例処理
	1門毎放流量算出・分配(放流量)
	1門毎放流量算出・分配(開度)
	除外処理
放流量演算	流入量変化割合
	放流設備毎放流量
	発電使用水量
流入量演算	全流入量算出部品



図4. マルチウィンドウ表示の例 — 最大九つのウィンドウを表示できる。  
Example of multiwindow display

拡大・縮小機能も搭載しており、必要に応じて良好な視認性を確保できる。

- (2) 使い勝手に合わせた柔軟な画面機能 頻繁に使う画面の呼出しに加え、ウィンドウの表示レイアウトをユーザーが任意に記憶させ、後で呼び出すことができる“お気に入り”機能を搭載している。

また、スライドショー機能により、機能画面を一定の周期で切り替えながら監視することもできる。

### 3.3 コア技術の活用

このシステムを開発するにあたり、これまでに蓄積したコア技術や、プラットフォームを可能な限り採用し、開発効率を向上させた。

## 4 あとがき

TOSREC<sub>TM</sub>-Vを開発したことで、ダム管理用制御処理設備標準設計仕様書<sup>(1)</sup>に適合した設計を行うに際してエンジニアリングによるプログラムレス化が可能になり、顧客ごとに異なる仕様に応じたソフトウェアの開発工数を大幅に削減してLTを短縮し、高い生産性を実現した。

今後は、制御機能やエンジニアリング機能の強化など、いっそうの高生産性の実現に向けて開発を行っていく。

高生産性という要素はダムコンに限らず、社会インフラソリューション全般に共通の要求事項である。今回の開発で得た知見を他機種へ展開したい。

## 文 献

- (1) 水源地環境センター. “ダム管理用制御処理設備標準設計仕様書(案)、同解説”. <<http://www.wec.or.jp/library/damkspec/framepage2.html>>, (参照 2014-04-19).



佐々木 慎 SASAKI Makoto

コミュニティ・ソリューション社 府中コミュニティ・ソリューション工場 社会インフラシステムソリューション部。ダム管理用制御処理設備システムのソフトウェア開発に従事。  
Fuchu Operations - Community Solutions