

# 大規模浄水場の集中監視・分散制御システム

関東芝公共電機技術部 ○伊藤 紀一郎

## 1. はじめに

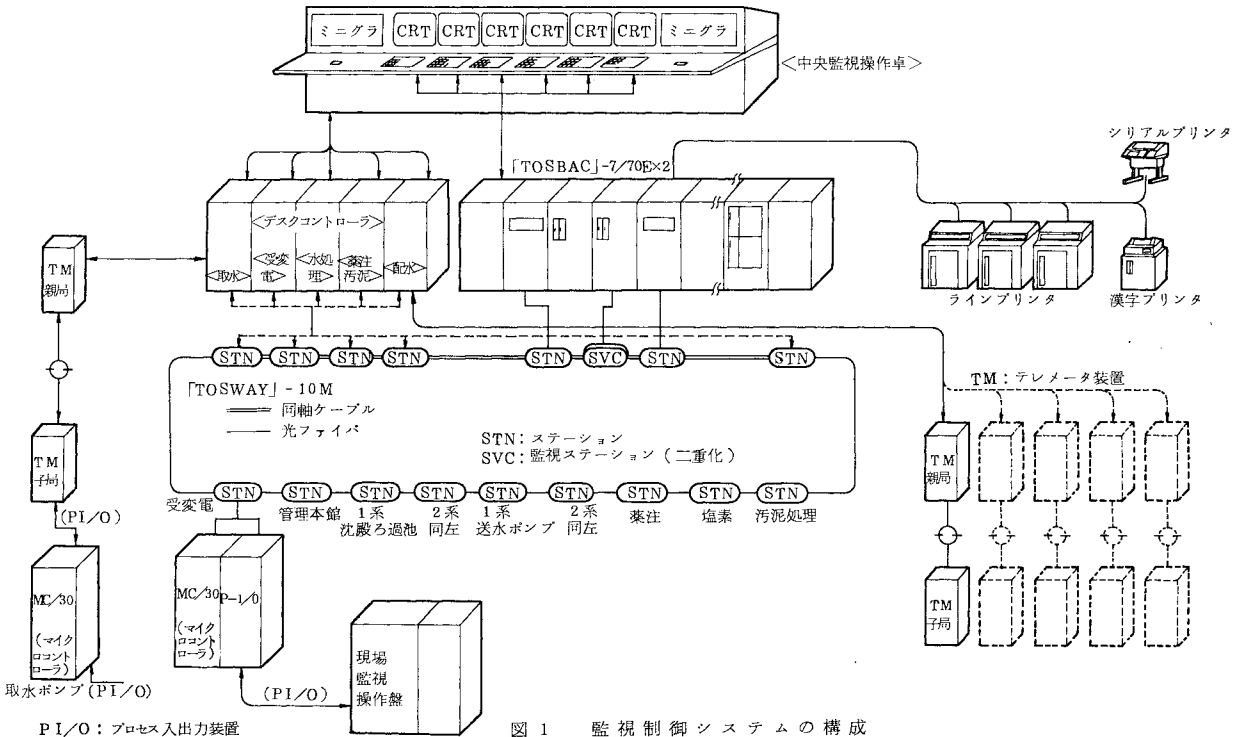
浄水場の効率的な運用を図るために、プラントの監視・管理を行うための中央計算機による集中監視と、危険分散により信頼性を確保するためのマイクロコントローラによる分散制御を基本とした監視制御方式が多くなっている。ここでは、大規模浄水場に適用した集中監視・分散制御システムについて紹介する。

## 2. システムの構成

### 2.1 全体システムの構成

プラントの監視・管理機能の充実を図るため、中央計算機による集中監視を、危険分散により信頼性を確保するため、マイクロコントローラによる分散制御を基本とした「TOSWACS」-700システムを適用する。全体構成を図1に示す。

- (1) 中央計算機 「TOSBAC」シリーズ7/70E×2台によるロードシェアデュプレクス構成とし、信頼性・処理速度の向上を図る。マンマシン機能の中核として、カラーCRTディスプレイ装置6台を接続し、中央監視操作の主体となる。
- (2) 中央監視操作卓 上記CRTのバックアップおよび特高変電所の監視制御の主体として、中央監視操作卓を設ける。受配電、取水、水処理、薬注・汚泥、配水の各設備に区分する。いずれもデスクコントローラを内蔵、インテリジェント化し、データ伝送装置経由で管理を行う。
- (3) 分散制御装置（マイクロコントローラ） プラントの自動制御のため、送水ポンプ棟をはじめ、各所に分散してマイクロコントローラを設置する。分散制御装置に接続されるプロセス入出力装置は、伝送装置側からもアクセス可能な構成とし、信頼度、応答性の向上が図られている。
- (4) データ伝送装置 浄水場内の中央計算機・デスクコントローラ、分散制御装置間の情報交換手段として、データ伝送装置を設置する。伝送路は二重化し、また管理室外は光ファイバを利用することにより、耐ノイズおよび耐雷害への



対応を考慮している。

(5) 現場監視操作盤 保守点検時の現場確認機能を充実させ、また中央設備・データ伝送装置異常時のバックアップのため、各設備ごとに現場監視操作盤を設置し、現場での手動運転および表示を行う。

(6) テレメータ設備 場外の取水、中継ポンプ所などの情報交換手段として、電電公社線利用のテレメータを設置する。

## 2.2 中央管理システム

中央管理システムでは、プロセスの監視・操作をより円滑に行うため、

(1) 大量のプロセスデータの高速処理、収集データの有効活用

(2) 監視制御システムとしての信頼性向上

(3) マンマシンインタフェースにおける応答性および操作性の向上

に重点を置いた構成とした。

2.2.1 大量のデータ処理 32ビットアーキテクチャをもつ高速の大形計算機「TOSBAC」シリーズ7/70Eを採用し、大容量補助記憶装置と合わせて、データベース対応のソフトウェアを充実させている。

2.2.2 システム信頼性 集中監視の形態のため、中央システムには全データが集中する。監視制御の連続性を確保するため、中枢部の二重化、操作機器の複数化、障害機器の切離し、代替機器によるバックアップなどの手段を講じ、信頼性の向上を図っている。

2.2.3 応答性・操作性 適切な監視制御を行うために、高密度カラーCRT装置をはじめ、各種マンマシンインタフェース機器を用いる。操作員にとって最も必要な情報を、より速く、より正確に、更により整理され、見やすい形で伝えることが必要である。応答性・操作性を得るため、伝送装置をはじめハードウェア構成上の特徴を挙げる。

(1) データ伝送装置 基本伝送速度10Mbpsで2チャンネルの伝送装置「TOSWAY」-10Mを用い、プロセス情報の高速収集を行う。プラントの各所に設置されたステーションには、マイクロコントローラ、プロセス入出力装置が接続される。計算機を含め、任意のコントローラ間の伝送、およびプロセス入出力装置への複数コントローラからのアクセスが可能となるよう構成し、データの内容に応じ伝送チャンネルの使い分けをすることができる。このため、計算機、コントローラが必要とするデータを容易に、高速に得ることが可能となる。

(2) 高速アクセスバルク データベースに立脚しているシステムでは、大量のデータファイルを短時間でアクセス処理する必要がある。このシステムでは、アクセス頻度の高い主要ファイルを、スタティックな補助記憶装置である半導体バルク装置に配置している。この半導体バルク装置は二重化すると同時に、メモリバックアップ機構を付加し、停電による情報の消滅を防いでいる。

(3) 漢字システム 情報を外部出力するための、CRT装置、プリンタ装置には、漢字機能を付加し、監視画面内の漢字表示、あるいは漢字を用いた帳票出力により、視覚面からの情報確認の精度を飛躍的に向上させている。

(4) 監視操作卓 グラフィックと操作部を一体化したコンパクトな縮小形とし、中央部に高密度カラーCRTディスプレイおよびキーボードを集中配置する構造としている。ミニグラフィックパネル上での水位・流量の表示には、LCD（液晶）を利用した平面表示を採用し、従来のメータ指示もしくはデジタル表示に比べ、視認性に富む動的表示が可能となっている。このためミニグラフィックによるプラント全体の概略把握は、より感覚的に容易となっている。

自動運転の設定値をはじめとするプラント機器操作は、CRTを中心とし、ライトペンによる2挙動操作を原則とする。特高変電所をはじめとする高圧電気機器については、操作卓での押しボタンスイッチによる2挙動操作とし、操作の区分を明確にしている。

## 2.3 分散制御装置

分散制御装置の分割および制御対象は表1に示すとおりである。浄水場のプロセス制御は、計装制御・パターン制御・シーケンス制御およびこれらの混在した複合制御から構成される。計装制御は、従来のPID制御に加えフィードフォワード制御などの高級アルゴリズムも要求される。また全システムを通して機種の一貫を図ることは、予備品の管理を含めて、保守性の向上につながることはない。

このような観点から、分散制御装置には「TOSWACS」-MC/30を適用している。MC/30は、マルチループ計装制御機能をベースにシーケンス制御・ロジック機能を付加した高機能・多目的コントローラであり、ろ過池洗浄制御などの

表 1 MC / 30 制 御 内 容 一 覧

No.	分散制御区分	制 御 対 象		制 御 内 容	制 御 目 標
		名 称	数 量		
1	特 高 変 電 所	進相コンデンサ	6	台 数 制 御	力 率 改 善
		高圧配電遮断器	14	順次投入制	自家発過負荷防止
		—	—	デマンド監視制御	契約電力超過防止
2	管 理 本 館	水 質 計 器	1 式		
3	取 水 ポ ン プ 所	取 水 ポ ン プ	5	台 数 制 御 回 転 数 制 御	取 水 流 量 一 定
		—	—	デマンド監視制御	契約電力超過防止
4	1系沈殿・ろ過池	急攪池流調弁	3	弁 開 度 制 御	急攪池流入量一定
		沈殿池排泥弁	24	順次引抜制御	排 泥 量 管 理
		GLFろ過池	24	定期洗浄制御	ろ 過 池 洗 浄
5	2系沈殿・ろ過池	急攪池流調弁	3	弁 開 度 制 御	急攪池流入量一定
		沈殿池排泥弁	24	順次引抜制御	排 泥 量 管 理
		GLFろ過池	24	定期洗浄制御	ろ 過 池 洗 浄
6	1系送水ポンプ	送 水 ポ ン プ	5	回 転 数 制 御	送 水 圧 力 一 定
7	2系送水ポンプ	送 水 ポ ン プ	4	回 転 数 制 御	送 水 圧 力 一 定
		遊 水 ポ ン プ	6	台 数 制 御	遊水返送流量一定
8	薬 注	カセイソーダ注入調節弁	12	弁 開 度 制 御	カセイソーダ注入率一定
		PAC注入調節弁	12	#	PAC注入率一定
		活性炭注入調節弁	2	#	活性炭注入率一定
9	塩 素 注 入	塩 素 注 入 機	14	弁 開 度 制 御	塩素注入率一定
		塩素中和設備	1 式	連動運転制御	漏えい塩素中和

シーケンス制御要素の濃いものから、薬注制御のように計装制御要素の多いものまで、柔軟に対応できる。また、中央計算機によるクロスサポートシステムも完備しており、プログラムの保守・機能拡張への対応も容易である。

また、信頼性向上の一環として、コントローラ異常時にも中央監視操作卓からの手動操作を、さらには現場監視操作盤からの手動操作によるバックアップができる構成としている。

### 3. システムの機能

#### 3.1 プラント制御機能

浄水場の円滑な運転を実現するために、水量および水質という2種の目標に対して、中央計算機により総合運用管理を行い、各種プロセス特性に基づくシミュレーション・モデル演算から最適値を決定する。

分散制御装置は、これら最適値を制御目標値として与えられ、マイナーな計装制御・パターン制御を行う。

水量制御については、沈殿池流入量を平滑化し、水質制御の品質を高めると同時に、浄水場内保有水量を有効に利用することを目的としている。

水質制御についても、pHコントロールを主体に、混合、凝集、中和、塩素消費などの諸反応モデルにより薬品注入率を決定する。

#### 3.2 マンマシン機能

マンマシンインタフェースの中核と位置づけるCRT表示装置による機能について述べる。

3.2.1 自動表示機能 監視対象プロセス内で発生したイベントを、操作員により早く伝達する手段として、CRT表示装置への各種画面の自動表示機能を備える。この機能により、操作員は常に優先度の高い、言いかえれば、重要度の高い情報を的確に視覚でとらえることができる。

### 3.2.2 データ高速リフレッシュ

CRTを用いて、プラント機器を操作する場合、操作対象1項目ずつについて、最大4点のプロセス値を割りつけ、操作員が、機器を選択した時点以降4点のプロセス値の高速リフレッシュが開始する。この結果、操作員は、機器の操作結果を状態の変化で確認すると同時に、プロセスデータの変動によっても確認できる。例えば、ポンプの発停操作時の吐出量の変動、吐出弁の開度の変更の確認などCRT操作での異和感をなくすることができる。

3.2.3 CRT画面の移行 CRTを利用したマンマシン機能のメニューは、ますます豊富になっている。その結果、操作員がある画面を表示中に、他の画面に移行する場合の操作性が、使いやすさの一つのポイントとなる。このシステムでは、ファンクションキーあるいはライトペン操作の種類を豊富にし、階層構造としたマンマシン機能画面間の画面移行を最短の操作で実現できる形をとっている。

3.2.4 その他 その他マンマシン機能として不可欠な各種グラフ表示・関連データ表示設定・ファイルメンテナンス・アラーム一覧表ほか豊富なメニューをもつ。

### 3.3 データ処理

プロセスから収集される大量のデータは、データベース管理のもとに用途に応じて種々のファイルとして格納・蓄積される。PVデータ、積算データは、分単位（2時間分）、時単位（2日分）、日単位（2か月分）の各時系列ファイルとして編集蓄積され、前述のファイルメンテナンス機能・帳票機能と併せ、過去にさかのぼった帳票出力が可能である。さらに長期間のデータは、磁気テープ装置に保管され、種々のデータ解析（バッチ処理）や、水道局のもつ他の計算機とのデータ交換にも利用される。

デジタルデータ（故障情報、機器発停情報）

は、状態変化検出後CRT画面への自動表示、

警報出力、メッセージ記録などの状態変化処理を行った後、ファイル指定に基づいて故障履歴ファイル・状態履歴ファイルに保存される。これらのファイルとは、バッチ処理により必要情報の検索、編集が可能であり、保守情報として活用できる。

図2に、データのスクランファイリングの処理フローを示す。

## 4. おわりに

大規模浄水場の監視制御システムについて紹介した。浄水場は、その公共性からも、事故・災害に対する安全性、維持管理の容易さ、施設のコンパクト化などが要求されるが、これらの機能を満足させるために、その監視制御システムに対しても、高い信頼性、設備の監視・管理機能の充実、保守性の向上・増設拡張機能の確保などが必要になってくる。

この論文が、このような浄水場監視制御システムの計画に参考となれば幸いである。

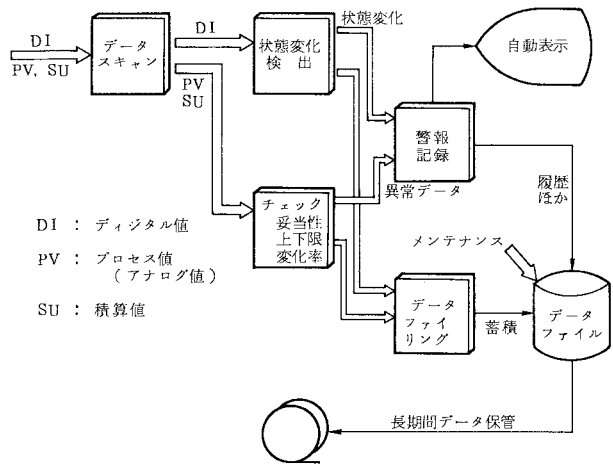


図2 プロセスデータのスクランファイル処理フロー