

上水道監視制御システムの設備更新手法

* 井部 成身(いべ なるみ)・* 秋吉 隆美(あきよし たかみ)・** 長原 洋二(おさはら ようじ)・*** 木田 友康(きだ ともやす)

* 豊島 英文(とよしま ひでふみ)

① まえがき

上水道プラントへ計装が本格的に導入され始めたのは昭和30年代の前半であり、以来20年以上の歳月が経過した。富士電機は、水道計装の長い歴史の中で常に時代の先端技術を駆使した新しい水道管理システムを提供し、時代のユーザーニーズに対応してきた。この間、水道業界のニーズは施設の大形化、広域化、高度化にみられるように、①管理範囲の空間的な拡大、②データ管理の時間的な拡大、③制御から管理へ、設備管理から経営情報管理へと業務範囲の拡大、展開がなされてきた。

昨今は更に、省エネルギー、配水管理、漏水対策、漏水対策、震災対策、水質汚濁、環境保全、安定給水などの新しいニーズが要求されている。これに対応して、高精度の電子式計装システム、マイクロコンピュータを中心とするデジタル技術、テレメータ・テレコントロール装置を中心とする伝送技術、CRT ディスプレイに代表されるマンマシン技術、シミュレーション技術や多量高度情報処理技術の応用により水道プラントの総合安全管理を目指した信頼性の高い集中管理分散制御システムが実現し、水道管理システムとして定着してきた。こうした新システムの展開と同時に、既設の古いシステムが10年余を経過し、各種の問題を含みながら更新期を迎えている。

設備の老朽化、信頼度の低下、保守作業の増加、部品ストックの補給困難、旧技術の陳腐化と新技術との格差拡大、運用方式の改善の必要性の逼迫など日常運転管理に支障や困難をきたし、維持管理の負担が増大している。確実に設備更新の必要性が迫っているのである。

本稿では、このような旧来の管理システムの設備更新計画にあたり、最新の技術動向を踏まえ、水道管理システムの思想にマッチした更新システムの形態、既存システムから新システムへの更新移行手法などについて紹介する。

② 計装技術の変遷

計装の歴史は、技術の背景、人の考え方、時の流れなどの社会環境により変化し、水道計装もこの歴史の中で進歩してきた。

計装の歴史の技術的背景は、計装機器の進歩そのものである。工業計器、計算機、マイクロコントローラなどの計装機器は、その特長を十分生かし、水道プラントの計装に適用されてきた。すなわち、工業計器は空気圧式、電子管式に始まり全電子式へと、シーケンサはリレー式、トラン

ジスタ式に始まりマイクロコンピュータ応用シーケンサへと、テレメータ・テレコントロール装置はアナログ式、デジタル式に始まりマイクロコンピュータ応用テレメータ・テレコントロール装置へと、計算機はロガー、ミニコンピュータに始まりスーパーミニコンピュータへと、更に制御システムはアナログコントロールから分散形デジタル制御へと変遷してきた。

水道の計装もこの計装の歴史の中で飛躍的な進歩をしてきた。そして、その時代、時代に各種の計装システムを残して今日に至っている。富士電機の水道計装の歴史もこの時代の流れ、社会環境の変化に応じて発展してきた。水道業界の各時代における動向と水道監視制御システムの動向を、水道計装の歴史として表1に、その変遷を工業計器、制御用計算機、マイクロコントローラに分類して表2に示す。

③ 設備更新計画

3.1 背景

監視・制御設備が更新を必要とする背景は、次の3点に分類できる。

- (1) 設備機器の老朽化と信頼度劣化
- (2) 技術進歩に対して既存設備の旧式化
- (3) 管理機能の向上の要求

設備更新は、これらのうち一つを目的として行うよりも、多くの場合二つ又はすべてを目的として実施される。特に(3)の項目は、ハードウェアの機能向上に加え、運用の高度化を図るためのソフトウェア機能の追加を行う場合が多い。

図1は設備更新計画の背景を示したものである。

3.2 更新時期の基準

水道事業は公共事業であるため、水道プラントの安全運転管理が地域社会に与える影響は極めて大きい。したがって、老朽化対策、安全対策には十分な配慮が必要である。管理システム老朽化の程度を判断する目安として、故障率がある。一般的に、装置の故障率は図2に示すBath-Tub曲線で表される。耐用寿命期間は、故障率が規定値(λ_s)よりも低い期間を言う。 λ_s は、使用時間1,000時間当たりの計器総台数(A)に対する故障件数(B)で次のように表される。⁽¹⁾

$$K = \frac{B}{A} \times 100\% / 10^3 \text{h}$$

Kの平均的な数値は0.5程度といわれ、それを著しく外

れる場合には、設備更新の検討が必要となる。耐用寿命を延ばすために、故障が発生する前に各装置単位にあらかじめ定められた項目について、予防保全を実施する対策がとられてきた。また、故障発生時に備え予備品の準備、試験器具の常備などにより早期復旧対策をとっている。ところが設備の高機能化に伴い、予備品の数量、種類の増大予備品劣化、保管スペースなどの問題があり、実用的には必要最少限の予備品を持つと同時に、保守契約を結ぶことによりシステム全体の信頼度向上と耐用年数の増大を図るのが一般的である。

ディジタル技術の急激な進歩に対応し、(社)日本電子工

業振興協会（電子協）で「工業用計算機システムに関する基準」を定めており、その基準では製造中止後の保守部品は5年間供給しなければならないと規定している。

一方、予備品管理については、水道維持管理指針に「メーカーは補修部品の供給可能期間を、機器の製造中止後、5～7年前後としているのが一般的である。したがって、その期間を明確にさせるとともに、モデルチェンジなどによって製造を中止する場合は、あらかじめ通知させ、予備品確保に支障のないようにしなければならない」と記述されている。しかし、予備品による耐用年数の増大も、日常運転管理に支障や困難をきたすようになった場合は、早急

表1 水道計装の歴史

年 代		昭和30年代	昭和40年代	昭和50年代	昭和60年代（推定）
一 般	水 道 業 界	創 成 期	発 展 期	爛 熟 期	更 新 期
		管理の高度化 省労化	大規模浄水場の完成 集中監視制御化 大都市の広域水道化 地方都市への計算機普及 スラッジ処理の高度化 水質管理の強化及びシステム化	維持管理の時代 経営管理、データ管理、施設管理 管網設備、配水コントロール 有効率向上、漏水対策、濁水対策 災害対策 水質モニタリング	安定給水対策 有効率向上 水質保全 漏水対策 更新方式検討 維持管理 管網設備 配水制御
水 道 監 視 制 御 シ ス テ ム	総 合	調節計利用による浄水場の自動化 を主体としたシステム	集中監視、集中制御、集中管理 システム	集中管理、分散制御システム 高信頼度システム	柔軟性のあるシステム
	情 報 処 理	後半からデータロガーの導入始まる。	ミニコンピュータ SPC DDC	総合管理 SCC	スーパーミニコンピュータ
	マンマシン	アナログ計器	アナログ計器 CRT シーケンス表示 デジタル表示 タイプライタ スライドディスプレイ	CRT ハードコピー プラズマディスプレイ 音声応答 漢字タイプライタ	音声認識
	伝 送	直送式テレメータ	アナログテレメータ デジタルテレメータ テレコントロールシステム 集中形テレメータ・テレコントロールシステム	マイクロコンピュータ応用テレメータ・テレコントロールシステム データウェイシステム 計算機間ネットワークシステム	光伝送システム
	制 御	リレー制御	トランジスタ式シーケンサ (ピンボードシーケンサ) トランジスタ、 IC内蔵シーケンサ	マイクロコンピュータ応用シーケンサ マルチループコントローラ シングルループコントローラ	
	セ ン サ (工業計器)	空気圧式、電子管式工業計器	電子式（トランジスタ、IC）工業計器	LSI 応用の工業計器	光センサ

表2 計装機器の進歩

機種	年 代 (昭和)	新 機 種 の 出 現	富士電機のシリーズ
工 業 計 器	20年代	計装時代の開幕、機械式の熱管理計器が登場	機械式
	30年ごろ	本格的な計装の展開始まる。空気圧式計器の開発。続いて、電子管式自動平行計器の登場	空気圧式
	35～36年ごろ	直流電流統一信号方式の電子管式小形計器シリーズ	電子管式
	39年ごろ	全電子式計装シリーズ（トランジスタ使用、直流二線式）	Q シリーズ
	40年ごろ	電子式圧力発信器、差圧発信器（機械的機構の排除、半導体ストレインゲージ）	S シリーズ
	45年ごろ	縦形計器、DC 4～20mA 電流伝送、1～5V 電圧受信に統一	IS シリーズ
	54年～現在	高精度形圧力発信器、差圧発信器の普及（0.2%キャパシタンス方式） シングルループデジタルコントローラの出現（アナログ計装とデジタル計装の融和）	FC シリーズ
マ イ ク ロ コ ン ト ロ ー ラ	35年ごろ	計算機のデータロガーへの応用	FIDAP シリーズ
	40年代の初め	計算機によるプロセス制御の試み	F270 シリーズ F-R シリーズ
	45年ごろ	計算機によるオンライン制御の本格化（ぜいたくなものからなくてはならないものの時代へ）	PFU-100 シリーズ MICREX シリーズ
	50年ごろ	分散式総合計装システム（8～32ループ）	PFU-1000 シリーズ
	54年～現在	スーパーミニコンピュータ、32ビットミニコンピュータの出現	S-3000 シリーズ

に設備更新の検討を行う必要がある。

上記故障率、耐用年数、メンテナンスと同時に重要視しなければならない事項は、技術の進歩蓄積により運用管理が容易な新しいハードウェア、ソフトウェアが豊富に準備され、プラントあるいは運用管理の規模に応じ適用が容易となっていることである。例えば、小規模システムでのロガー、CRTの導入ができるし、大規模システムでは、制御は専用のマイクロコントローラで設備別に、管理は各種の水道ソフトウェアを内蔵する計算機システムで構成し、管理機能の向上を図ることができる。

以上から、設備更新の基準は、設備の保守費、耐用年数のみならず、運転管理機能の向上分を評価した上で決定すべきで、表3実績例を加味して10年程度が望ましいと考えられる。

4 管理システムの形態

富士電機においては、最近の技術動向を踏まえ、各種計装機器を有機的に結びつけた水道施設の総合管理システム（FAINS シリーズ）を用意している。

総合管理システム FAINS シリーズは、水道の設備規模、設備内容、管理制御機能により最適なシステム選択ができるように、6種類の標準システムに体系化してある。FAINS シリーズの特長は、

- (1) 様々なプラント規模、システム規模に適したシステム構成がなされている。
 - (2) システムの機能レベルが階層化されているため、システム移行が容易である。
 - (3) 分散形システムの採用により、設備単位の段階導入が容易で拡張性に優れる。
 - (4) デジタル計装機器の導入により、増設・変更に対してソフトウェアで容易に対処可能である。
- などである。これらは、設備更新においても優れた特徴であり、したがって今後の設備更新に際しても FAINS シリーズの適用をお勧めする。

5 設備更新手法

5.1 計画手順

監視・制御システムの設備更新を計画する場合の具体的な作成手順は概略図4の順序で行う。

5.1.1 設備調査と更新範囲の検討

水道施設は、増設に伴う導入時期の違いや耐用年数の違いにより部分的に更新することが多い。したがって、初めに設備更新の範囲を明確にしなければならない。この場合、更新する範囲の決め方は、既存機器と新設機器が一つのシステムとして調和がとれるように決める必要がある。

5.1.2 新監視・制御方式の検討

更新範囲の検討結果に基づいて、新しい監視・制御システムの検討を行う。更新形態のモデルとしては、前に述べた FAINS シリーズの管理制御レベルを検討し、更新目的

図1 設備更新の背景

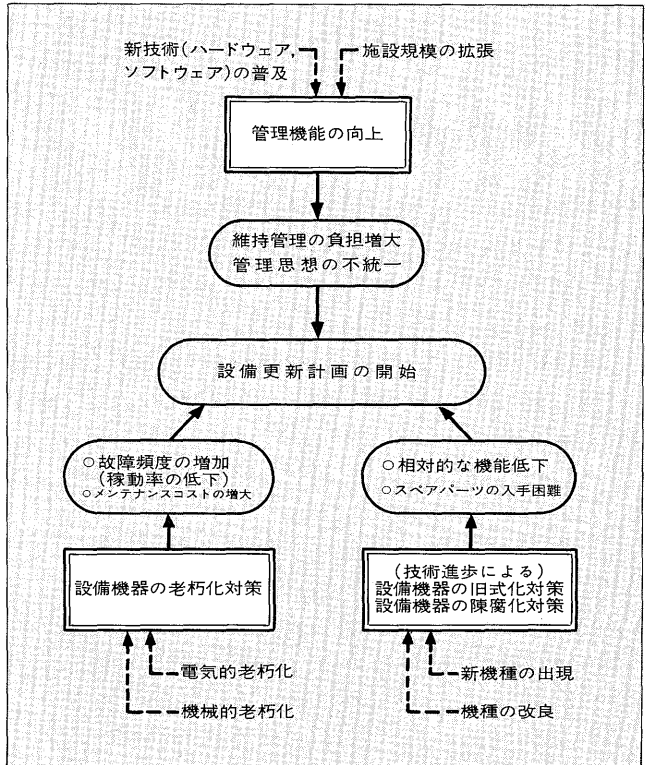


図2 Bath-Tub 曲線

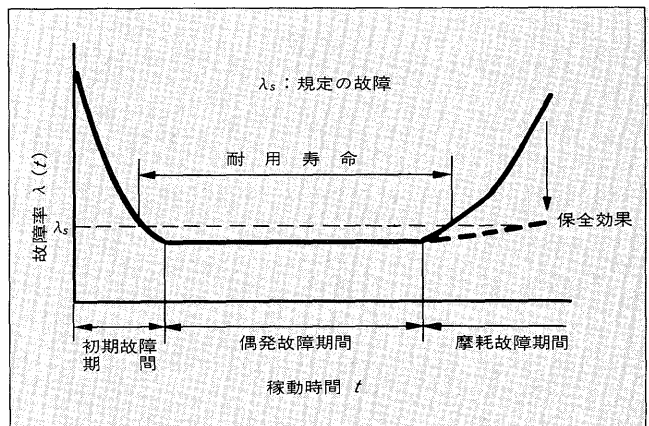


表3 有形固定資産の耐用年数⁽⁴⁾

種類	構造又は用途	細目	耐用年数
機 械 及 び 装 置	水道用又は工業用水道用設備	電 汽 力 発 電 設 備	15
		気 内 燃 力 発 電 設 備	15
		設 蓄 電 池 電 源 設 備	6
		備 そ の 他	20
		ボ ン プ 設 備	15
		薬 品 注 入 設 備	15
		減 菌 設 備	10
		通 信 設 備	9
		計 測 設 備	10
器 具 及 び 備 品	事務機器及び通信機器	計 算 機	6
		インタホン及び放送用設備	6
		電話設備その他の通信機器	10

に最も適したシステム規模を決定する。
 将来の拡張計画がある場合には、それを含めて検討し、段階的なシステムアップが容易なように計画することが望ましい。

5.1.3 各設備の検討

移行システムを決定した後、監視・制御システムを構成する各設備について機器仕様と機能仕様の検討を行う。この作業は新規浄水場計画時とほぼ同じであるが、設備更新の場合は特に下記項目について注意する必要がある。

(1) 計測設備の検討

計装機器の更新は、前に述べた更新条件のほかに次の項目に該当する場合、監視制御システム更新とあわせて行うことが望ましい。

- (a) 許容精度の確保が難しい場合（経年変化）
 (b) 信号レベルが特殊な場合（IEC 規格でない場合）
 (c) 電源が特殊な場合（原則は DC 24V）

また、大規模システムの場合、現場発信器だけ最初に更新する手法がある。この場合、既設監視設備とのインタフェースを行う仮設盤が必要である。

(2) 制御設備の検討

設備更新の場合、新規浄水場と異なり次のような特殊条件が存在する。

- (a) 浄水場の運転が継続できること。
 (b) 小規模施設以外は、段階的な工事となること。
 (c) 施設（機械を含む）の運用方法がある程度明確であること。

図 3 ハードウェアシステムの構成

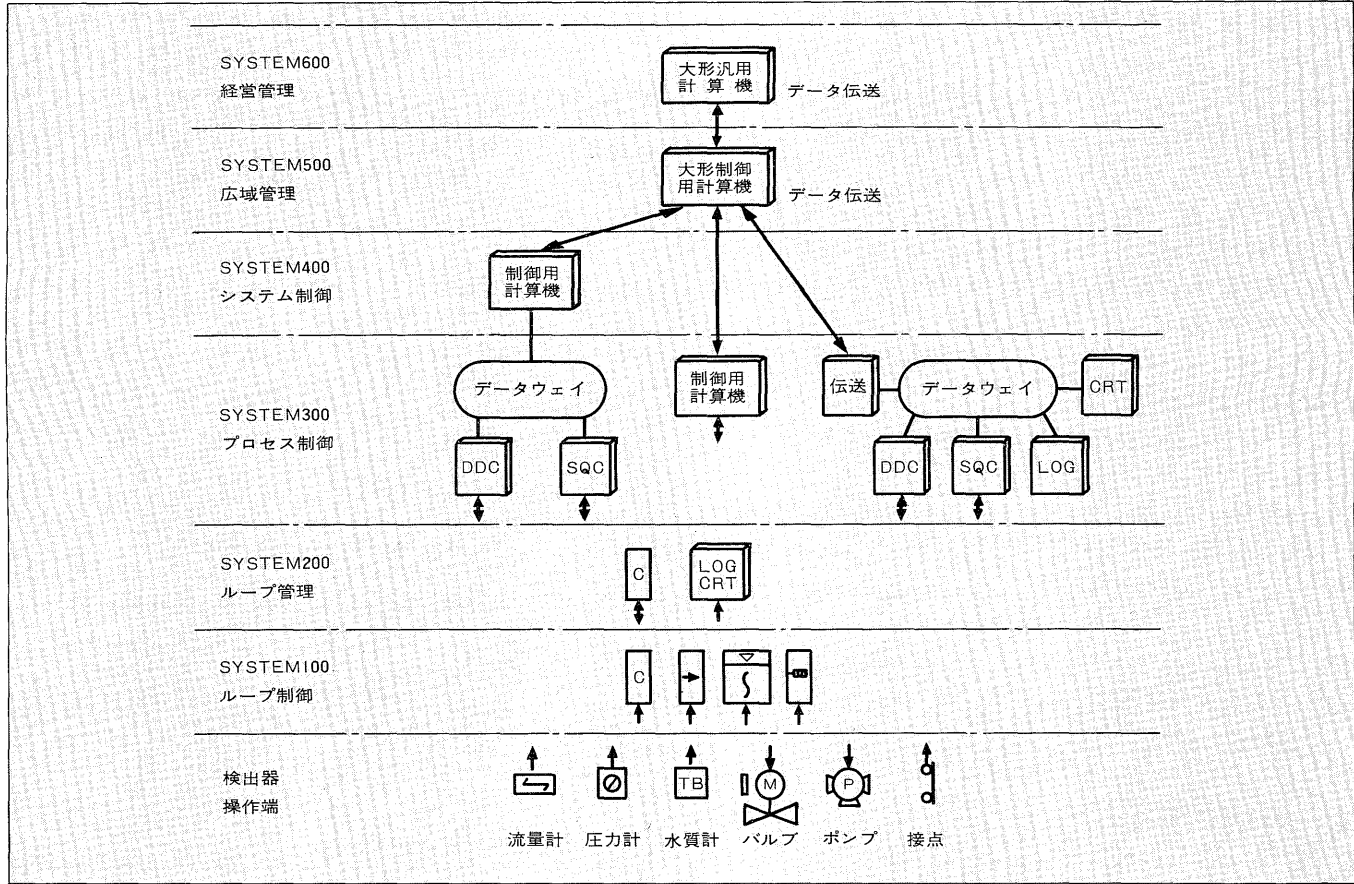


表 4 水道総合管理システム FAINS シリーズ

システムの規模	管理制御レベル	システムの機能	構成する主なハードウェア
SYSTEM600	経営管理	設備計画、給水計画、経営情報、資材管理、人員計画	大形汎用計算機
SYSTEM500	広域管理	水道施設全般の総合運用・配水管理	大形制御用計算機
SYSTEM400	システム制御	大形浄水場の取水から配水までの総合制御	中・大形制御用計算機 分散形デジタル計装システム 大形遠方監視制御装置
SYSTEM300	プロセス制御	浄水場場内・外水道施設のプロセス単位の制御・集中管理	小形制御用計算機 分散形デジタル計装システム 遠方監視制御装置
SYSTEM200	ループ管理	小規模浄水場・場外水道施設の工業計器・遠方監視制御装置による制御、CRT ディスプレイによる管理、データロギング	CRT ディスプレイ付 データロガー シングルループコントローラ
SYSTEM100	ループ制御	小規模浄水場・場外水道施設の工業計器・遠方監視制御装置による制御	管理計器 シングルループコントローラ 小形遠方監視制御装置

一方、制御設備としてのマイクロコントローラは、

- (a) シーケンサなどと組み合わせ、事前にアプリケーションソフトウェアの十分な確認が可能である。
- (b) 現地での変更・追加がソフトウェアで対処可能である。
- (c) 上位システムとの結合が容易である。

などの特長があり、設備更新に最適と思われる。したがって、制御装置はマイクロコントローラを原則とし、従来のリレー、タイマの数を削減し、保守を容易化するのが望ましい。

マイクロコントローラ適用において検討すべき項目は、次の3点である。

- (a) マイクロコンピュータの制御対象施設の区分
 - (b) マイクロコンピュータダウン時のバックアップ方式
 - (c) マイクロコンピュータと上位システムの機能分担
- (3) 監視・操作設備の検討

オペレータの運用面から見た場合、移行システムが従来システムから違和感なく受け入れられるものでなければならない。そのために、中央の監視・操作設備はできるだけコンパクトにし、既存システムとの並置を可能にしてオペレータの監視性及び操作性の向上を図る必要がある。

以上のことから、デジタル計装システムの監視・操作設備検討の基本条件は、次の3点である。

- (a) 余り長大なグラフィックパネルは使用しない。
- (b) 通常の監視はCRTディスプレイ装置で行う。
- (c) 操作机前面にミニグラフィックを設け、施設全体及び主要機器の一括監視を可能とする。

(4) 計算機設備の検討

浄水場を効率的に運営するため、また将来の管理センター設置などに備える拡張性をもたせるために、融通性に富む計算機の導入が必要である。すなわち、

- (a) マイクロコンピュータとの機能分担及び将来機能の明確化
 - (b) 計算機ダウン時のバックアップ方式
- の検討を行い、計算機設備の仕様を決定する。

(5) データ伝送設備の検討

設備更新はその設備規模あるいは予算の都合上、長期にわたる段階的工事となる。したがって、データ伝送設備のうち特に場内伝送方式が重要になる。デジタル計装システムの場合、

- (a) 現場設備増設の場合、マイクロコンピュータの結合だけで済むこと。
- (b) 試験及び配線工事が容易であること。
- (c) 中央の計算機を停止することなく更新が可能であること。

などの特長からデータウェイが採用される。

ここで検討しなければならないことは、マイクロコントローラを現場分散設置とするか、中央集中設置（既設ケーブルの流用）とするかである。

(6) 設置スペースと環境条件

更新パターンのうち、ケース1以外はその設備規模から、移動期に旧システムと新システムが混在することが避けら

れない。したがって、特に中央の計算機室及びマイクロコントローラの現場設置スペースを確保する必要がある。

また、電子技術の発達により、新システムがデジタル制御機器主体になるため、設置場所の環境に十分注意しなければならない。計算機に関しては、電子協の基準に温度、湿度、じんあいについて述べられているので、その値を満たす空調設備を設置することが望ましい。現場のマイクロコントローラについては、塩素ガス、硫化水素ガスの影響に特に注意し、必要に応じて現場管理室を設ける。

(7) 無停電電源設備

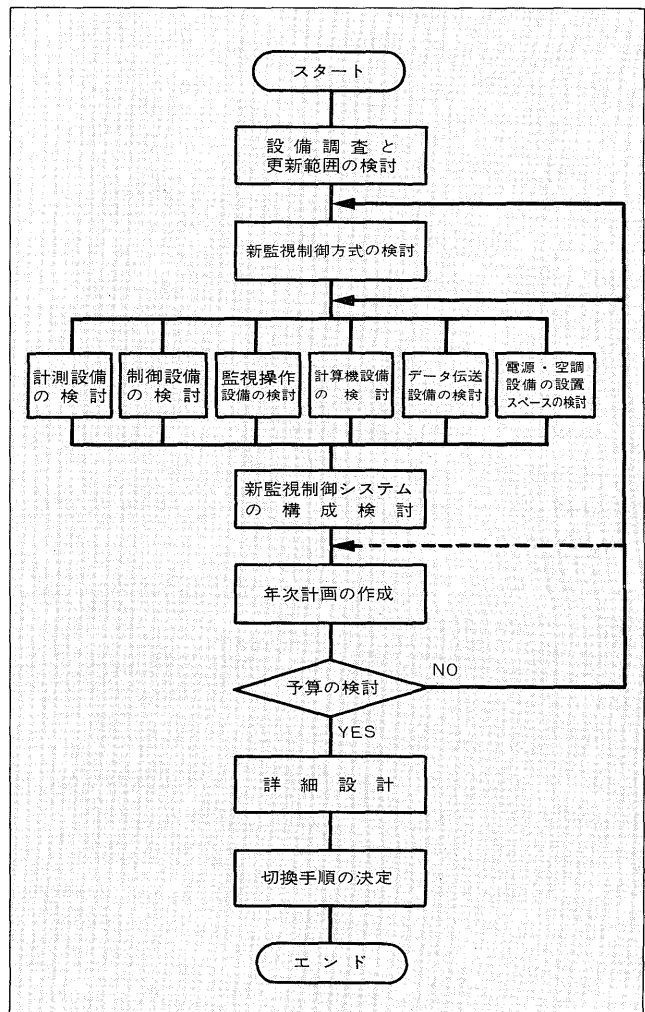
監視・制御システムへの供給電源としては、電圧変動率、周波数変動率、波形ひずみ率及び瞬時停電対策の面から無停電化することが望ましい。電源容量を算出する場合、最終システムで計算し、将来容量不足が起きないように十分注意しなければならない。

以上の各設備の検討により、各設備の仕様及び機能が決まり、新監視・制御設備のシステム構成が決定する。

5.1.4 年次計画の作成と予算の検討

5.1.1から5.1.3までの検討により、新システム全体の内容が確定したら、次に年次計画を作成する。更新計画は多額の投資となり、またその設備規模から一時期に実行することはできない。したがって、その年次計画は早急に更新

図4 設備更新計画の作成手順



しなければならない項目から、かつ年間の投資金額が均一となるよう計画する必要がある。

5.1.5 詳細設計と切換手順

最終段階として、年次計画に基づいた具体的な工事図面を作成する。この際、同時に切換手順を明確にしておく必要がある。

切換手順としては、施工範囲、仮設設備及び事前準備、切換手順、浄水場運用面への影響、工程などである。

5.2 基本条件と設計方針

水道は公共施設であり、常時運転が原則である。したがって管理システムを更新する場合、そのプラント自体の更新条件を明確にする必要がある。すなわち、更新施設が、

- (1) 無断水で更新が必要な場合
- (2) 短時間断水（停電）での更新が許容される場合
- (3) 系列単位の休止が可能な場合

のいずれを基本条件とするか明らかにしてから更新設計を開始する。

基本条件を踏まえた更新設計を行う場合、更新パターン（ケース1～5）に共通な検討事項（設計方針）を明確化する必要がある。

- (1) 段階増設可能な設備区分……新管理システムへのスムーズな移行
- (2) 最新装置の使用
- (3) 仮設盤の有効利用
- (4) 試験方法の検討
- (5) ケーブル布設方法の検討

5.3 更新パターン

過去に納入されて稼動している管理システムは、そのほとんどがアナログ方式の監視制御を主体とした集中監視・集中制御方式である。しかし、高性能ミニコンピュータや分散形マイクロコントローラ及びデータウェイの出現により、集中監視・分散制御方式が最近の水道監視制御システムの主流となっている。

このシステムの特長は以下の点にある。

- (1) 中央管理設備が小形で監視・操作性に優れる。
- (2) 制御装置（計算機、マイクロコントローラ）のダウンの影響が小さい。
- (3) 中央と現場の結合がデータウェイであるため、設備の増設・改修に適する。
- (4) 電子技術の発達で、可動部を持たない長寿命高性能機器が中心である。

これらの特長は、水道管理システムの必要条件であるプラントの安全運転、拡張性、保守性、監視制御性の点で優れた機能を発揮できる。富士電機では、既存の集中監視・集中制御システムを更新する方法として、FAINSシリーズの応用を図り、図5に示す五つの更新パターンを用意している。

5.3.1 ケース1

小・中規模浄水場監視制御システムの更新に適用する。

このケースの主な目的は、マンマシンインタフェースを充実することであり、以下にその特長を述べる。

(1) 監視の容易化

グラフィックパネルはCRTディスプレイを採用することにより、従来の計器盤による監視に比べ、施設監視が容易となる。

(2) データロギング機能の追加

ループ管理レベルへの更新では、CRTディスプレイに加えてデータロギングも可能となるため、日報作成作業が不要となる。

(3) ループ制御の高度化

シーケンス制御に関しては、従来のリレーシーケンスが主体となる。ループ制御にはマイクロプロセッサを応用したデジタル形シングルループコントローラを使用することにより、高精度、高性能な制御が期待できる。

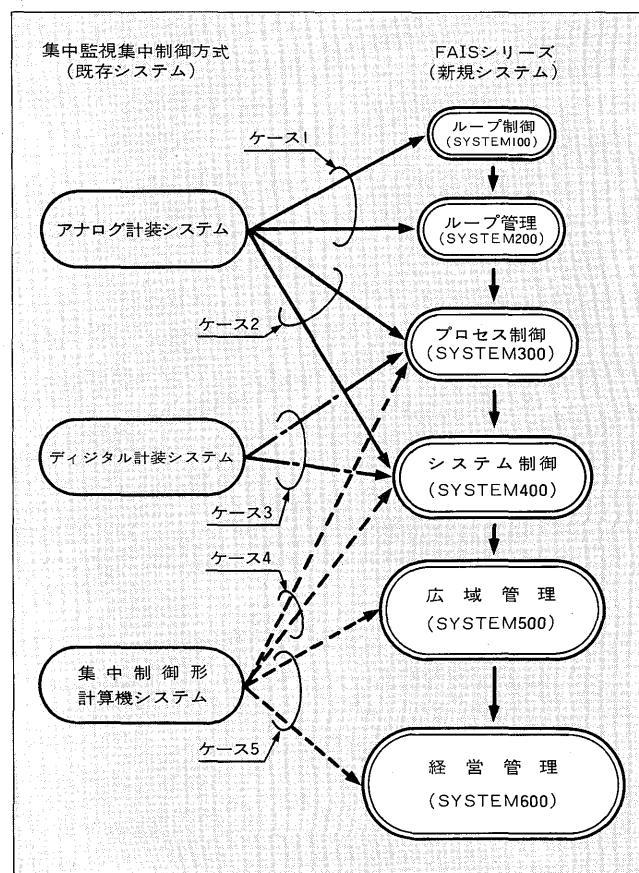
5.3.2 ケース2

このケースは中・大規模浄水場の更新に適用するもので、浄水場を各設備（ろ過池、送水ポンプなど）単位に効率運転するためのシステムである。従来のアナログ計器による監視制御システムを、制御用計算機及びマイクロコントローラ主体のデジタル計装システムへ移行する方式である。以下にその特長を述べる。

(1) 監視・操作の容易化

施設監視のほかに、操作もすべてCRTディスプレイを通じて可能なため、オペレータの監視性・操作性は飛躍的に向上する。制御用計算機の場合はライトペンの使用によ

図5 更新パターン



り、操作は更に容易となる。

これに伴い、中央監視盤はシステム故障時のバックアップのためのものとなり、従来に比べて小形化される。したがって、移行期に既設設備との並置が可能であり、オペレータにとって違和感のない更新を行うことができる。

(2) 分散形制御システムによる高信頼化

プロセス制御レベルのシステムの場合、小形のミニコンピュータによる集中管理集中制御システムを適用する場合もまれにあるが、ほとんどがマイクロコントローラを利用した分散形デジタル計装システムを採用している。すなわち、プロセス単位にマイクロコントローラを分散設置しているため故障の範囲が限定される。また、計算機故障時には現場マイクロコントローラで制御の継続が可能であり、システムとしての信頼性が向上する。

(3) 管理機能の向上

いずれの移行システムもデータロギング機能が追加される（SYSTEM 300 レベルでは、マイクロコンピュータ応用ロガー）。

また、システム制御レベルでは、短期需要予測に基づく浄水場運用機能（取水・配水計画など）も可能となる。

5.3.3 ケース 3

ポンプ制御、ろ過池制御、データロガーなど特定機能用にデジタル機器を導入している中・大規模浄水場（又はポンプ場）を、完全な分散形デジタル計装システムへ移行する場合に適用する。将来は、完全分散形デジタル計装システムの更新及びシステムアップの形態として適用例が増加すると予想される。

このケースの特長は、ケース 2 で述べた特長と同様である。

5.3.4 ケース 4

大規模浄水場の集中制御形計算機システムを、分散制御形システムへ移行する場合に適用する。

この場合注意しなければならない点は、既設計算機ソフトウェアの内容により、移行期にデータのやりとりを行わなければならないことである。したがって、既設ソフトウェアの調査を行い、インタフェース用仮設盤の必要性を検討する必要がある。本ケースの特長を以下に述べる。

(1) 監視・操作の容易化

このケースは、既存システムの CRT の高機能化（グラフィック機能、4,000 字など）及びライトペンの運用により、監視性、操作性の向上が図れる。

(2) システムの高信頼化

ケース 2 の場合と同様に、移行システムは分散制御システムであるから、高信頼性システムといえる。

(3) 計算機ジョブ（機能）の高度化

既存システムでは、プロセス制御を計算機が行っていたが、移行システムではそれらをマイクロコントローラで行い、計算機ではデータロギング、需要予測に基づく水量管理、バックグラウンドジョブなど高度な処理を行う。

5.3.5 ケース 5

他の浄水場との相互運用機能（水の相互融通）、又は経営管理機能（例えば、データバンク及び解析、長期需要予測

に基づく給水計画の立案など）をシステムに付加する場合に適用する。また、既にある管理センターの設備更新も当然考えられる。

この場合、センターには大形制御用計算機が必要となるが、他浄水場間のデータ伝送は、計算機間データ伝送方式か大形の遠方監視・制御装置による。

5.4 更新手法

設備更新の手法としては、更新計画設計時における検討項目と現地での更新作業時における方法の二つに分類できる。

(1) 設計時点における検討事項

- (a) システム構築法（一括更新、ボトムアップ方式、トップダウン方式）
- (b) マイクロコンピュータによる設備のブロック区分法
- (c) 中継端子盤、仮設盤の設置法
- (d) ケーブル布線法
- (e) マイクロコンピュータデバッグ法

(2) 現地における検討事項

- (a) 新・旧設備切換手順
- (b) 据付配線工事手順
- (c) プロセス単位の試験方法

このうち、システム構築法について以下に述べる。

(3) システム構築法

(a) 一括更新方式

更新パターンが前に述べたケース 1 の場合にこの方式を適用する。すなわち、新システムが SYSTEM 100 又は 200 であり、その監視・制御設備が中央に集中し、また規模も小さいため一括更新方式を採用する。

この方式の場合、移行期の浄水場運用は現場運転となる。

(b) ボトムアップ方式

現場設備から順次更新し、システムの中枢を最終段階で導入する方式である。

工業計器を中心とするアナログ計装方式の中・大規模浄水場を、分散形デジタル計装システム（FAINS シリーズ SYSTEM 300）へ移行する場合、あるいは既設計算機システムを SYSTEM 400 へ移行するための第 1 ステップとして SYSTEM 300 へ移行する場合に適用する。

この方式は既設中央監視盤、操作機及び計算機設備を使用しながら更新を進めていく。現場計装設備（マイクロコントローラを含む）を年次計画に基づいて順次更新していく。中央には、インタフェース用マイクロコントローラ又は CRT マイクロコントローラを最初に導入し、データウェイにて現場マイクロコントローラと結合して、更新された現場設備の監視・操作を行う。現場がすべて更新されるまでは、中央監視・制御設備を流用するため既設設備との信号取合いを行う。

SYSTEM 300 が完成した時点で、中央の監視・制御設備を撤去する。最終が SYSTEM 400 の場合は、撤去後に計算機システムを導入する。

表 5
更新実績

移行形態	件数
ケース 1	35
ケース 2	5
ケース 3	—
ケース 4	13
ケース 5	1

(注)：ケース 3 はマイクロコンピュータシステムの更新のため今後行われる更新パターンである。

(c) トップダウン方式⁽⁶⁾
システムの中核を最初に導入し、次に現場設備を順次更新していく方式である。

アナログ計装方式の中・小規模浄水場を制御用計算機を主体にした分散形デジタル計装システム(FAINS シリーズ SYSTEM 400)へ移行する場合、あるいは既設集中制御計算機システムを SYSTEM 400 へ移行する場合に適用する。

本方式は、最終システムの中核部分をまず第一に導入し、その後で現場計装設備を順次更新していく更新方法である。

第 1 段階として、制御用計算機システム、マンマシンインタフェース設備、データウェイ及び現場マイクロコントローラの一部を導入する。次に、場内の各施設について、施設単位/機能単位で旧設備の撤去、新設備の導入、新システムへの結合、新システムでの運用の手順で、年次計画に従って順次移行作業を実施する。

5.5 実 績

以上、設備更新の手法について述べてきたが、更新パターン別の具体的な富士電機の実績を表 5 に示す。最近の傾向としては、分散形デジタル計装システムを目的としたケース 2、ケース 4 の更新パターンが増加している。

6 あとがき

上水道施設の普及率は昭和 55 年度末で 91.5% まで達し、水道業界も維持管理の強化の時代へと入りつつある。この時代の流れと相まって、水道自動化の初期に導入された水道監視制御システムがそろそろ更新期を迎えている。これからは、設備更新技術とでもいうものが必要となってくる。

富士電機もなお一層時代の要請にこたえるべく、新しい監視制御システム及び各種システムのリプレース手法の開発に努力している。関係各位の御支援を賜りたい。

本稿が今後の設備更新の設計に、何らかの参考に供することができれば幸いである。

参 考 文 献

- (1) 計測技術研究会：計装システムの設計・施工 (1981)
- (2) (社)日本電子工業振興協会：工業用計算機システムの保守に関する基準 (1982)

- (3) (社)日本電子工業振興協会：工業用計算機システムの信頼性に関する調査報告書 (1981)
- (4) 厚生省環境衛生局水道環境部監修：水道維持管理指針 (1982)
- (5) (社)日本電子工業振興協会：工業用計算機設置環境基準 (1982)
- (6) 伊藤晴夫ほか：トップダウン方式による大規模浄水場監視制御設備のシステム移行, 第 33 回全国水道研究発表会論文集, pp. 324~326 (1982)
- (7) 厚生省監修：水道施設設計指針・解説, 日本水道協会 (1977)



＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。