

日立上下水道監視制御システム “AQUAMAX-80”シリーズ

“AQUAMAX-80” Control System for Water Purification and Sewerage Plant

上下水監視制御システム“AQUAMAX-80”シリーズは安全確保、最適化、マンマシンプロセスインタフェースなどの向上を目指して日立製作所が開発したものである。制御レベルの階層化によるシステム信頼性の向上、モジュール化、機能ユニット化、連動シーケンス演算制御のプログラマブル化などによる拡張性、柔軟性の向上を大きな特長としている。またプラント規模に応じたシステムのシリーズ化、メニュー化を実現し、多様化する制御システムニーズにこたえている。本稿はその概要について述べたものである。

岩城 秀夫* *Iwaki Hideo*
 石川真佐男* *Ishikawa Masao*
 森 俊二* *Mori Shunji*
 和田 勲夫* *Wada Isao*
 川野 滋祥** *Kawano Shigeyoshi*

1 緒 言

都市・町村の人口増、生活環境整備ニーズとともに上下水設備はますます大形化、複雑化している。この上下水道システムとは上水道の各種ポンプ設備、浄水プロセス、汚泥処理プロセス、下水の中継ポンプ設備、下水処理プロセス、及び汚泥処理プロセスから構成される。図1に上下水道システムの基本構成と“AQUAMAX-80”シリーズの基本目標を示す。上下水プロセスは大別して輸送、処理、及び反応の三つの機

能の複合体であり、電気、機械、化学、及び生物エネルギーを利用する複雑な固有システムであり、これに最新のシステムコントロールテクノロジーを導入し、システムトータルとしての信頼度を向上させるものである。

2 “AQUAMAX-80”シリーズ基本理念

上下水道における信頼度とは、結局上記輸送、処理、及び反応の3機能を損なうことなく、連続して満足させることにある。一般に上下水道のプロセスそのものは、処理系列を多重化、あるいはポンプ、ブロワなどを各々複数機並列設置、あるいは変電所トランスの複数バンク設置などに見られるように経験的に信頼度向上策を図っている。これらにコントロールシステムを導入する場合、特に留意すべき点は前記輸送、処理、及び反応の各機能を損なわないという原点に戻り、システムトータル信頼度の向上を図ることであり、いたずらに複雑なシステムを構成し、かえってシステムの信頼度を下げないように配慮することである。“AQUAMAX-80”シリーズは、この原点に立ち制御システムはいかにあるべきかを追求したシステムであり、“AQUAMAX-80A, 80C, 80F”の3システムを持っている。これらのすべてに共通している基本理念は次に述べるとおりである。

(1) 集中システムから分散システムへの移行

従来のシステムはすべての情報を中央に集め、その情報によって制御する方式をとっていた。“AQUAMAX-80”シリーズでは、各制御機能をユニット化しモジュール化し分散して設置するシステムであり、中央側が増設時などでダウンしても端末コントローラで運転でき、また危険分散が可能となりプロセスノードダウンを実現している。

(2) 硬いシステムから柔軟なシステムへの移行

分散システムにより制御機器はすべてプログラマブルになり、従来のハードワイアードのものに比べシステムに柔軟性を増した。更に、これらの間の信号伝送に多心ケーブル、多重信号伝送装置Signal Transmission Unit (以下、STUと略す)、データフリーウェイ(以下、DFWと略す)を採用し拡張性を増した。設備拡張、機械設備変更の多い上下水道にとって、この拡張性は大きな威力を発揮する。

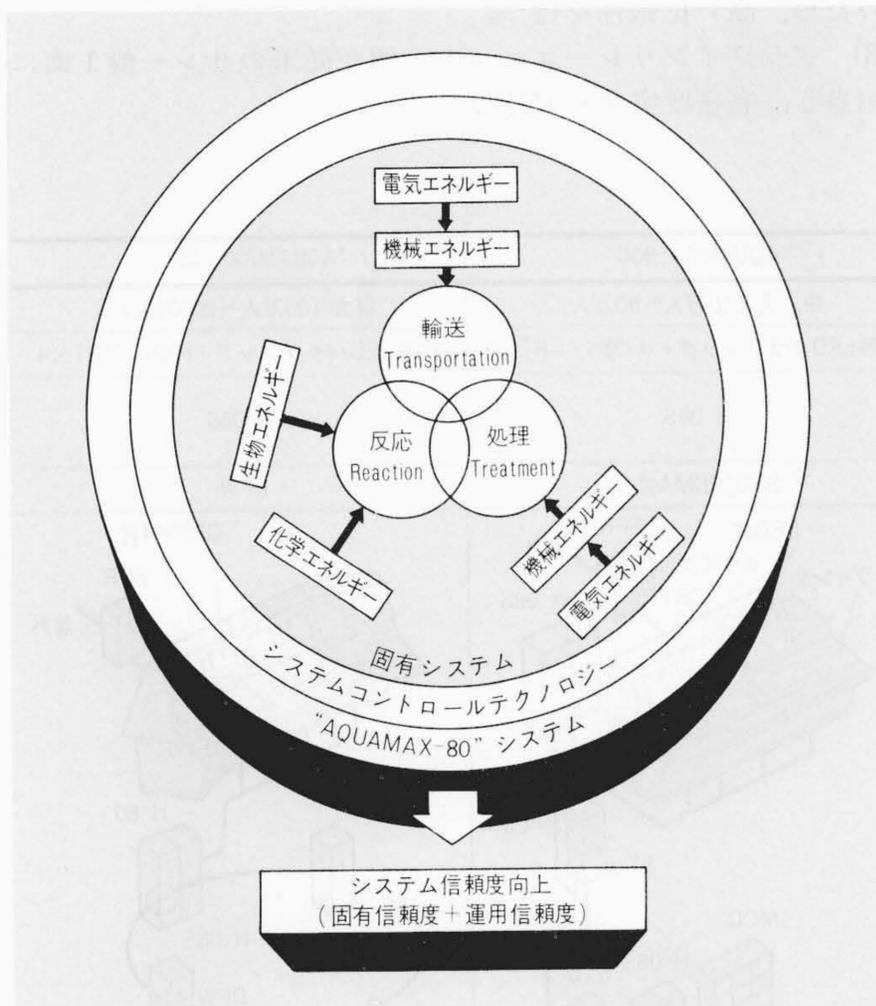


図1 上下水道システムの基本構成と“AQUAMAX-80”システムの基本目標 “AQUAMAX-80”システムは、これらの複雑な上下水固有システムコントロールテクノロジーを導入し、システムトータルとしての信頼度を向上させるものである。

* 日立製作所大みか工場 ** 日立製作所日立研究所

(3) 単一制御からトータル制御、最適制御への移行

従来は中央の制御装置から集中制御を行なうため、処理時間の関係で制御内容はほとんどユニット単一操作に終わっていた。しかし、分散システムの実現により単一操作を各々の端末に行なわせ、中央側はシステム最適化、トータル化が可能となる。最適設定値あるいは機械連動のスタート、ストップ指令の端末への指令によりシステムの最適化を行なう。

(4) システム信頼度向上策の具体化

中央側ダウン時でもダウン以前の指令に基づく端末側による継続運転、必要に応じたオプションなバックアップ機能の付加、中央制御電源と端末制御電源の分離、ヒューズによる制御ケーブル保護、盤単位のケーブルコネクタ脱による盤単位の停止など、各種のシステム信頼度向上の具体化を図っている。更に、中央側にコンピュータがあるときは保守監視の自動化、故障診断、トラブルシューティングガイドなどが可能である。

(5) 工事を含んだトータルシステムの最適デザインの具体化

ハードウェアがすべて小形化され、またケーブルの多心化、集約化により工事を含んだトータルシステムの最適デザインが可能となる。また以上に述べた拡張性を持つシステム構成のため増設、改造が容易で、それに伴う膨大な改造費用、労力を考慮した場合、大きな利点を持つシステムといえる。

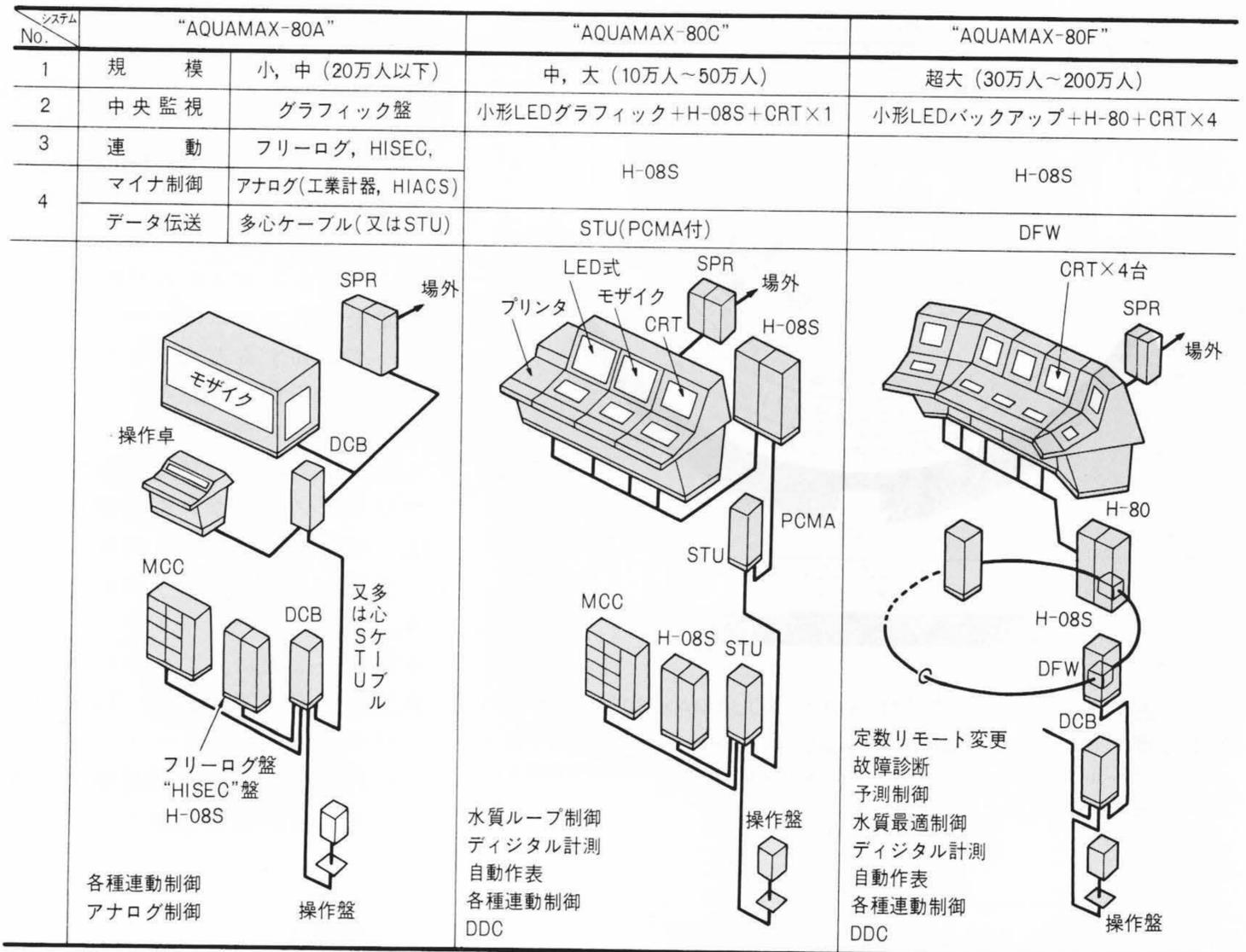
3 “AQUAMAX-80”シリーズのシステム構成とその特長

3.1 システム構成

図2に“AQUAMAX-80”シリーズの一覧表を示す。全システムとも連動あるいはマイナ制御をHISEC, HIDIC 08Sなどのプログラマブル機器により分散化させるとともに、信号伝送路も多心化, STU化, DFWなどにより高集約化を図っている。

注：
 “HISEC”=プログラマブルロジック
 コントローラ
 H-08S=マイクロコントローラ
 HIDIC-08S
 PCMA = CPU直接結合
 DCB = データ集約盤
 SPR = スーパーロール
 (遠方監視制御装置)
 HIACS = アナログ演算装置
 CRT = カラーディスプレイ
 DFW = データフリーウェイ
 LED = 発光ダイオード
 STU = 信号伝送装置
 MCC = モータコントロール
 センタ
 H-80 = 制御用計算機HIDIC 80
 DDC = ダイレクトデジタル
 制御

図2 “AQUAMAX-80”シリーズ一覧表 80A, 80C, 80Fの三つのメニューを持っており、制御対象規模自動化レベルにより最適なシステムを選択できる。



3.2 “AQUAMAX-80A”とその特長

“AQUAMAX-80A”の中央監視制御盤の外観を図3に示す。本システムの特長は次に述べるとおりである。

- (1) 中央監視室制御ケーブルは、コネクタ化されたものが工場で一貫生産され、組合せテストまで完了して現地に搬入される。したがって、据付期間、現地テスト期間の大幅な短縮が可能である。
- (2) リレー類は標準プラグインのビルディングブロック方式のため、高い拡張性を持つ。
- (3) プラグインリレーユニット1個が従来のリレー盤1面に相当し、高密度実装が可能となる。

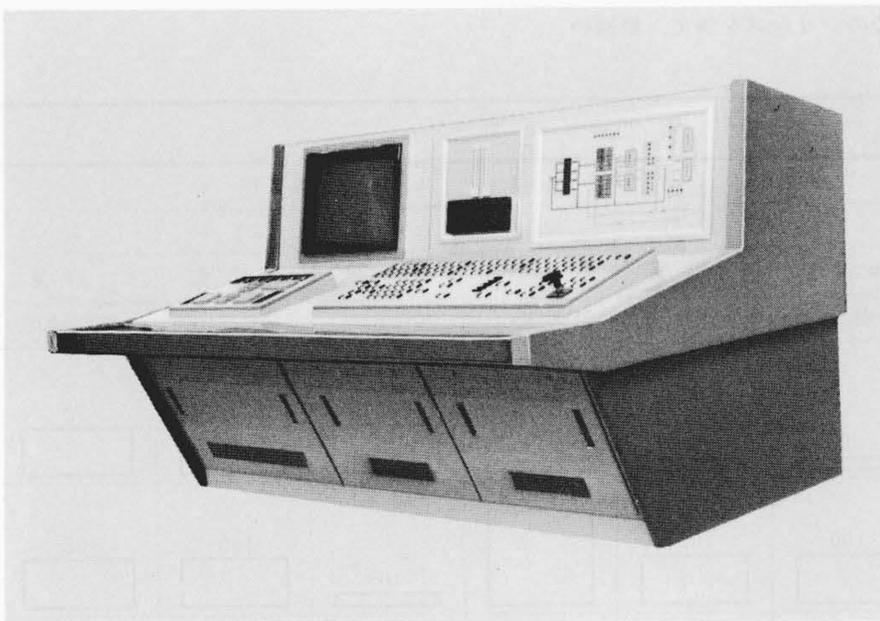


図4 “AQUAMAX-80C”中央監視制御盤 発光ダイオード式のグラフィックパネルとCRTにより、高度なマンマシン対話が可能である。

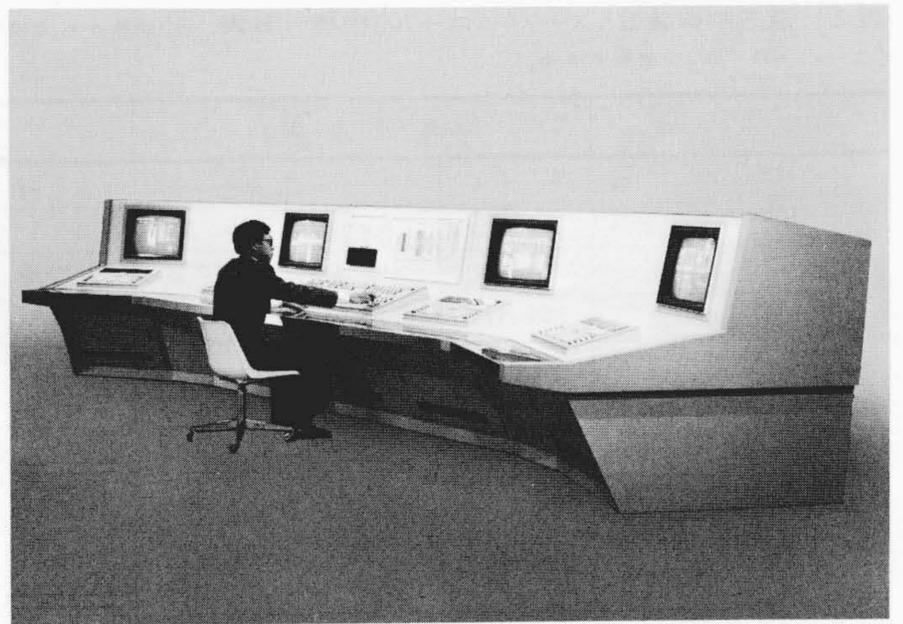


図5 “AQUAMAX-80F”中央監視制御盤 4台のCRTとHIDIC 80制御用計算機により高度な監視制御が実現できる。

- (4) 信号伝送をデータ集約盤(DCB)間の多心ケーブルで実現し、信号ルートの最小化及び標準化が可能となる。
- (5) 連動制御、自動制御に各種プログラマブル機器を採用し、拡張が簡単である。

3.3 “AQUAMAX-80C”とその特長

AQUAMAX-80Cの中央監視制御盤の外観図を図4に示す。本システムの特長は次に述べるとおりである。

- (1) プロセスの概略、重要機器をミニグラフィックパネルにより、細部の監視をCathode Ray Tube(CRT)により実施し、階層的監視が可能となる。
- (2) データ伝送に多重信号伝送装置(STU)を用い、高度に集約化した伝送方式を採用している。表1にSTUの仕様を示す。
- (3) マイナ制御、連動制御、中央マンマシンともHIDIC 08Sにより実行し、ハードウェア、ソフトウェアとも、統一した技術で保守、管理ができる。
- (4) 選択制御には2段式選択方式を採用し、高度に集約した操作が可能である。
- (5) HIDIC 08Sにより水質制御、薬品注入制御など、高度なプロセス制御が実現できる。

3.4 “AQUAMAX-80F”とその特長

“AQUAMAX-80F”の中央監視制御盤の外観を図5に示す。本システムの特長は次に述べるとおりである。

- (1) HIDIC 80制御用計算機¹⁾とCRT²⁾を主体とした最も高度な監視制御が可能である。
- (2) 予測制御、水質最適制御など、高度の自動制御が可能である。
- (3) 分散化されたインテリジェントコントローラ内の定数(例えばPID定数など)が中央より設定できるなど、システム管理が容易にできる。
- (4) 伝送はDFWを採用し、極めて拡張性に富んでいる。
- (5) 選択制御には2段式選択方式を採用し、高度に集約化した操作が可能である。

3.5 遠方監視制御装置「スーパーロール」との結合

“AQUAMAX-80”シリーズは、遠方監視制御装置「スーパーロール」と容易に結合でき、下水においては遠方にある中継ポンプ場や下水吐設備を、上水においては取水ポンプや配水ポンプを一体化して集中監視(合理化運転)が可能となる。「スーパーロール」は一貫した統一思想のもとに多彩な機種で構成されている。表2にシリーズ化された「スーパーロール」

表1 信号伝送装置(STU)仕様 2心ツイストペア線により多くの信号を多重伝送できる。

No.	項 目	仕 様	
		デジタル	アナログ
1	名 称	STU-D	STU-A
		STU-E	
2	伝送路	伝送路結合方式	トランス結合
		ケーブル	2心ツイストシールドケーブル
		距離	2 km以下
3	入出力	入出力点数	STU-D 32点 STU-D 128点
			16点
4	伝達方式	チェック方式	反転2連送
		同期	フレーム同期
		符号化方式	バイポーラ

の機種一覧表を示す。

4 “AQUAMAX-80”シリーズにおけるソフトウェア

4.1 ソフトウェア体系

図6にプラントデータベースを中心に構成された“AQUAMAX-80F”のソフトウェア概要を示す。

直接計算制御(DDC)やシーケンス制御を行なうHIDIC 08S 端末制御装置からのプラント情報は、DFWを統合制御するデータネットワークシステムDistributed Process Control System(以下、DPCSと略す)³⁾により中央集中監視システムHIDIC 80へ高速伝送され、ここでプラントデータベースが生成される。

伝送は750msサイクルの高速走査と12秒サイクルの定速走査により行なう。

高速走査は、プロセス異常の監視と機器操作中のステーションに対しサービスし、CRT表示の高速性を保証する。

プラントデータベースに蓄積、整理された情報は、CRT表示タスク、日・月報タスクにより出力処理される。

一方、中央からの設定値や起動停止指令は、操作卓処理タスクからDPCS経由で端末制御装置側へ伝送され、プロセステーブルへのデータセットを行なう。

上下水道プラントにおける端末制御装置の機能は、単純な

表2 遠方制御装置「スーパーロール」機種一覧表 小規模から大規模までのシリーズを備え、最適の「スーパーロール」を選択できる。

用途		監視専用			監視制御用							
対向方式	制御	—	—	—	1:1	1:1	1:1	1:1	1:N	1:N	1:N	
	表示・計測	1:1	1:1	1:N	1:1	1:1	1:1	1:1	1:N	1:N	(1:1)×N	
規模		小容量	大容量	小容量	小容量	中容量	大容量	超大容量	小容量	中容量	大容量	
形式		SPR-12M	SPR-320C	SPR-520C	SPR-14M	SPR-140C	SPR-340C	SPR-360C	SPR-540C	SPR-740C	SPR-440C	
容量	子局数	1	1	30	1	1	1	1	30	60	30	
	制御	ON-OFF制御	—	—	—	13	100	100	200	10	100	100
		設定値制御	—	—	—	2	—	4	4	2	4	4
	表示(ON-OFF)	26	200	20	26	120	200	400	20	120	200	
計測	8	48	8	8	8	48	48	8	8	48		

注：数値は各機種の最大容量を示す。

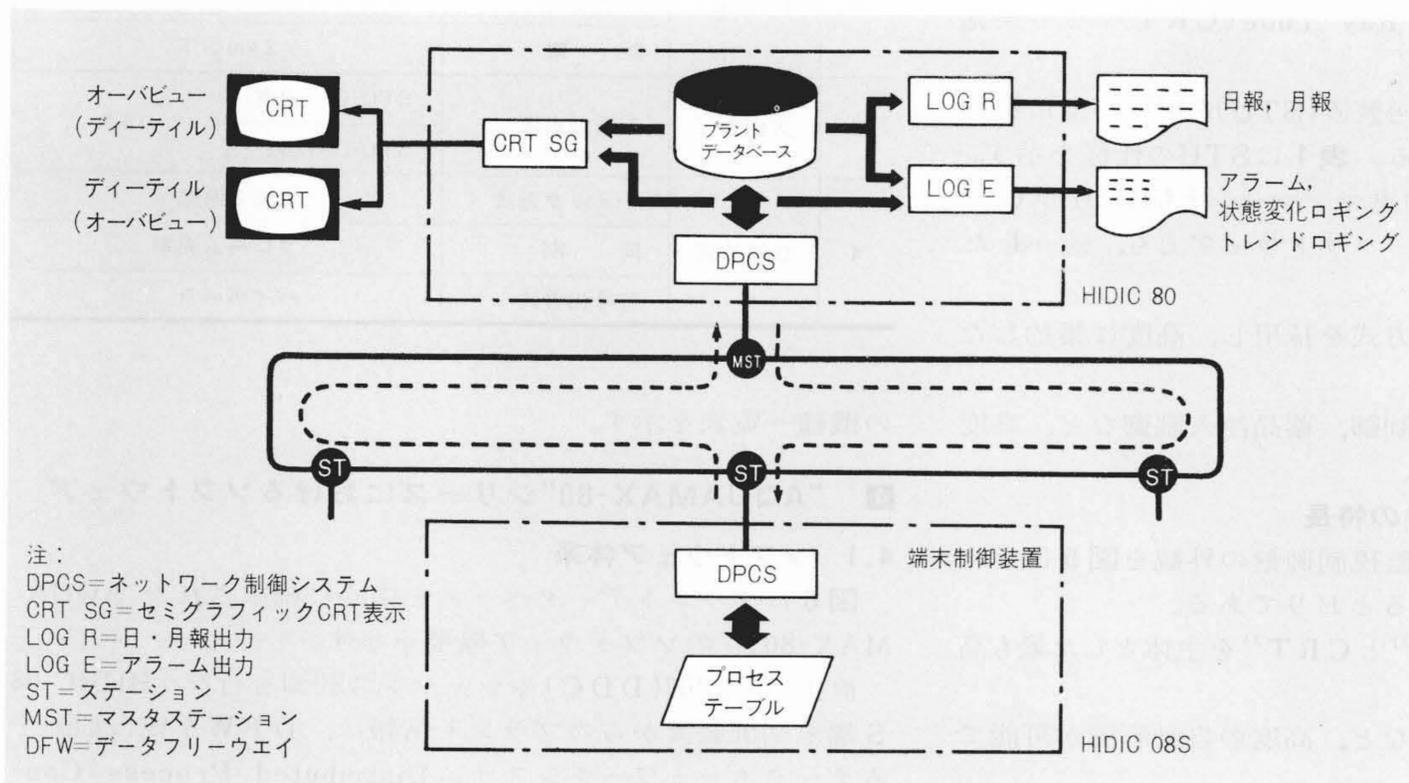


図6 “AQUAMAX-80F”におけるソフトウェア構成 HIDIC 08S 端末制御装置からのプラント情報は、データネットワークシステムにより中央集中制御システム HIDIC 80 へ高速伝送される。

比例・積分・微分(PID)制御やシーケンス制御だけでなく、ポンプ台数制御などの非線形制御やPID制御+シーケンス制御の組合せが圧倒的に多く、また設備の拡張変更が多いため、一般に複雑なものとなる。このため、端末制御装置のソフトウェアメンテナンスが容易に、かつ中央からできなければならない。

“AQUAMAX-80F”のソフトウェアメンテナンスシステムはDPCSに支えられており、表3にその代表的機能を示す。

4.2 プラントデータベース

図7にプラントデータベースの構成を示す。

アナログ計測値に対しては瞬時値ファイルとして分単位デ

ータを2時間分、時間単位データを2日分、日単位データを2箇月分各々標準的な定まったフォーマットで蓄積されている。また、アナログ積算を必要とするデータについては、積算値ファイルを生成する。

パルス信号に対しては分単位積算ファイルを2時間分、時間単位積算ファイルを2日分、日単位積算ファイルを2箇月分作成する。

また、デジタル情報に対し運転時間などを積算し、各積算ファイルを生成する。

プラントデータベースからプロセスの間接変数、例えば下水処理場における各地の帯留時間、返送汚泥率などの演算及

表3 “AQUAMAX-80F”ソフトウェア保守機能 各種ソフトウェア保守機能により、ソフトウェアの保守を容易にしている。

大分類	概要	説明
プログラミングサポート	・アSEMBル ・コンパイル	・端末制御装置のプログラムの作成、及び変更を中央で行なう。
コンソールサポート	・ダンプ ・パッチ	・端末制御装置のメモリ内容を中央コンソールタイプライタへ出力、また端末制御装置のメモリ内容を中央から一部変更(システムテスト時)。
RASサポート	・ステーションバイパス	・故障ステーションの検出と切離し
ユーティリティ	・リモートロード	・中央から端末制御装置へのプログラムローディング

び各種の統計処理はCRT表示や日・月報タスクなどのマンマシンシステム用ソフトウェアパッケージで処理される。

このような時間領域を持ったプラントデータベースの採用により、システムは次に述べる特長を持っている。

- (1) 人間が通常要求するプラントに関する全情報をサービスできる。
- (2) ソフトウェアを標準化でき、信頼性の高いシステムの提供ができる。
- (3) 過去のプラント状態(瞬時、トレンド)を知ることができる。
- (4) 日・月報など定まったフォーマットの記録中にハードウェア故障でフォーマット乱れが生じた場合、再記録が可能となり、常にきれいなフォーマットでプラント管理ができる。
- (5) 日・月報のかため打ちができるため、タイプライタの使用台数を少なくすることができ、かつ2段打ちなどの見づらいフォーマットから解放される。

4.3 マンマシンインタフェース

マンマシンインタフェースとして、ここではCRTについて述べる。

“AQUAMAX-80F”では標準システムとして、計測値パラ

メータの変更や時刻設定など、いわゆるシステム保守のためのオペレータズコンソールとして960文字/画面のH-7844C型CRT1台を採用し、プラントの監視操作として1,920文字/画面のH-7845C型(オプションとして4,032文字/画面のH-7846C型)CRT2台とし、プロセスシミュレーションなどエンジニアリング対話を行なう場合は、H-7845C型を更に1台接続する。

CRTの表示構成はプラントのプロセス、機器をマクロにグラフィック表示したオーバビュー表示、プラントのある部分の詳細なグラフィック及びその計測値をバー表示するディテール表示並びにディテール表示中の計測値をトレンド表示するトレンド表示の3段階表示方式である。

オーバビュー表示は、CRT画面を16区画に分割しており、この区画ごとにディテール表示が行なわれる。

区画内に異常が発生した場合、該当区画のグラフィックが黄色フリッカしオペレータへ注意を喚起する。

ディテール表示の選択は、オーバビューの区画に対応して設けられた16個の選択スイッチにより行なう。

ディテール表示は、該当設備の各機器(補機も含む)や配管の詳細グラフィック表示と該当プロセスの計測値表示(下水における沈殿池帯留時間のように計測値から計算した間接計測値表示も含む)を8点グループ表示するものである。

トレンド表示は8点の計測値の中から選択し、プラントデータベースの内容、すなわち分単位データ60分(min)、分時単位データ48時間分、日単位データ60日分の選択表示を行なうことができる。図8にCRT表示方式を示す。

以上の3段階表示によりオペレータはプラントの傾向と現状とを容易に把握し、適切な運転を行なうことができる。

4.4 端末制御装置ソフトウェア

HIDIC 08S 端末制御装置は、“AQUAMAX-80”シリーズにおいてはインテリジェントコントローラとして各種用途に用いられる。そのソフトウェアとしての特長は、従来の工業計器、リレー回路と同様なソフトウェア体系にしていることであり、設計、検査、保守などを容易にしている。まずDDC(ループ制御)の例を図9に示す。Tag No.、工業計器目盛など、従来のフローシート作成と同じ要領でテーブルに入力すればプログラムは完成する。またPIDなどの制御定数は、従

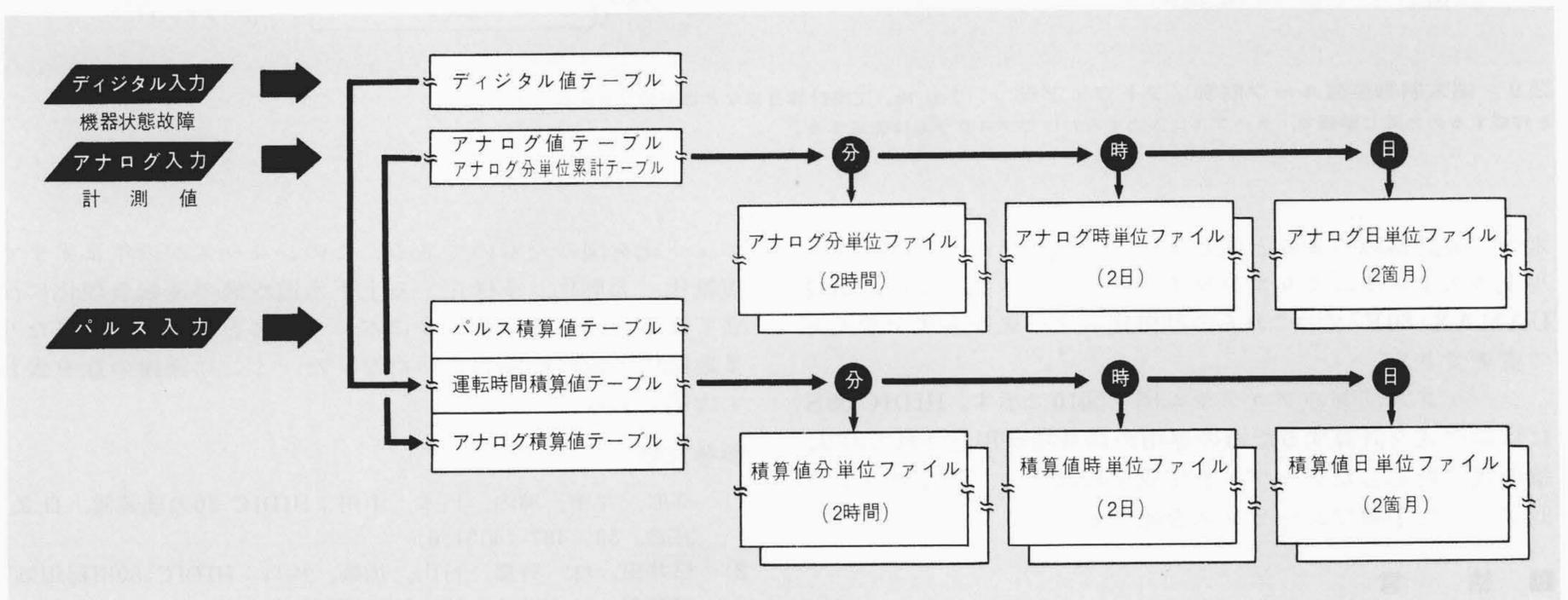


図7 プラントデータベース構成図 各入力プラントデータに応じて必要なテーブルに構成されたのち、各ファイルに生成される。

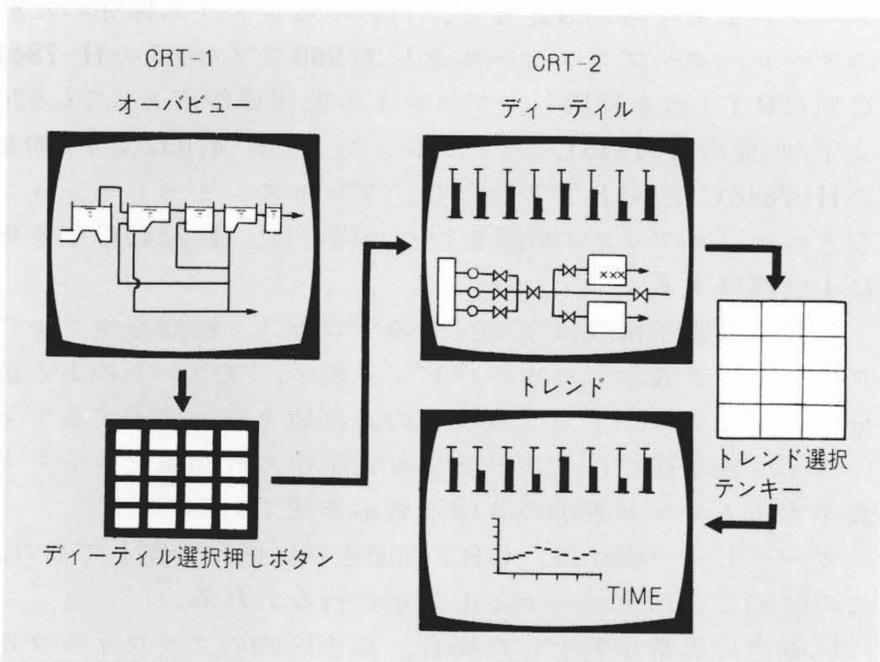


図8 CRT表示構成 プロセスを3段階表示し、オペレータはプロセスの傾向と現状を容易に把握して適切な運転を行なうことができる。

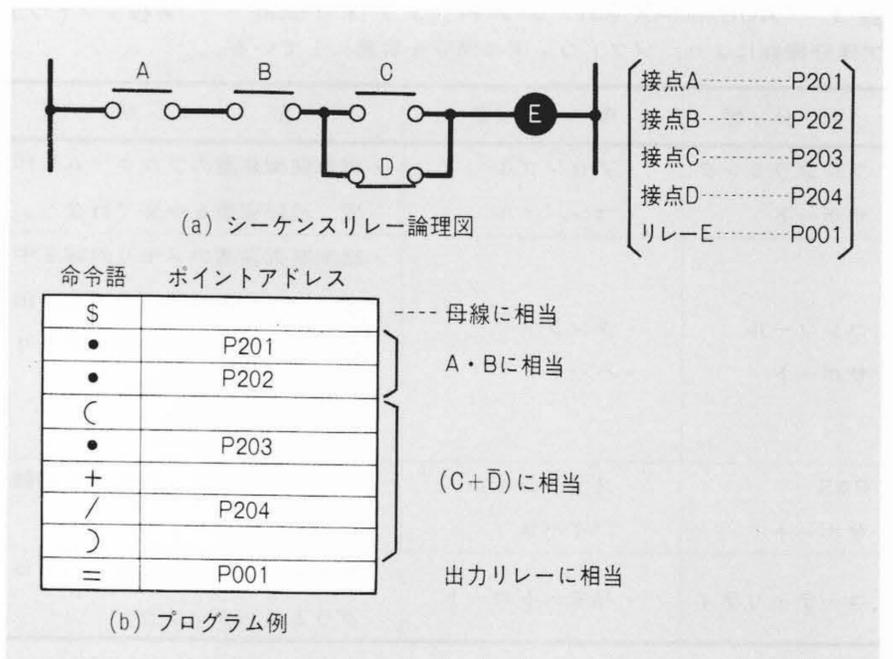


図10 端末制御装置シーケンス制御ソフトウェア例 入出力アドレスと論理により、従来のリレー回路と同じ手順でシーケンスを組むことができる。

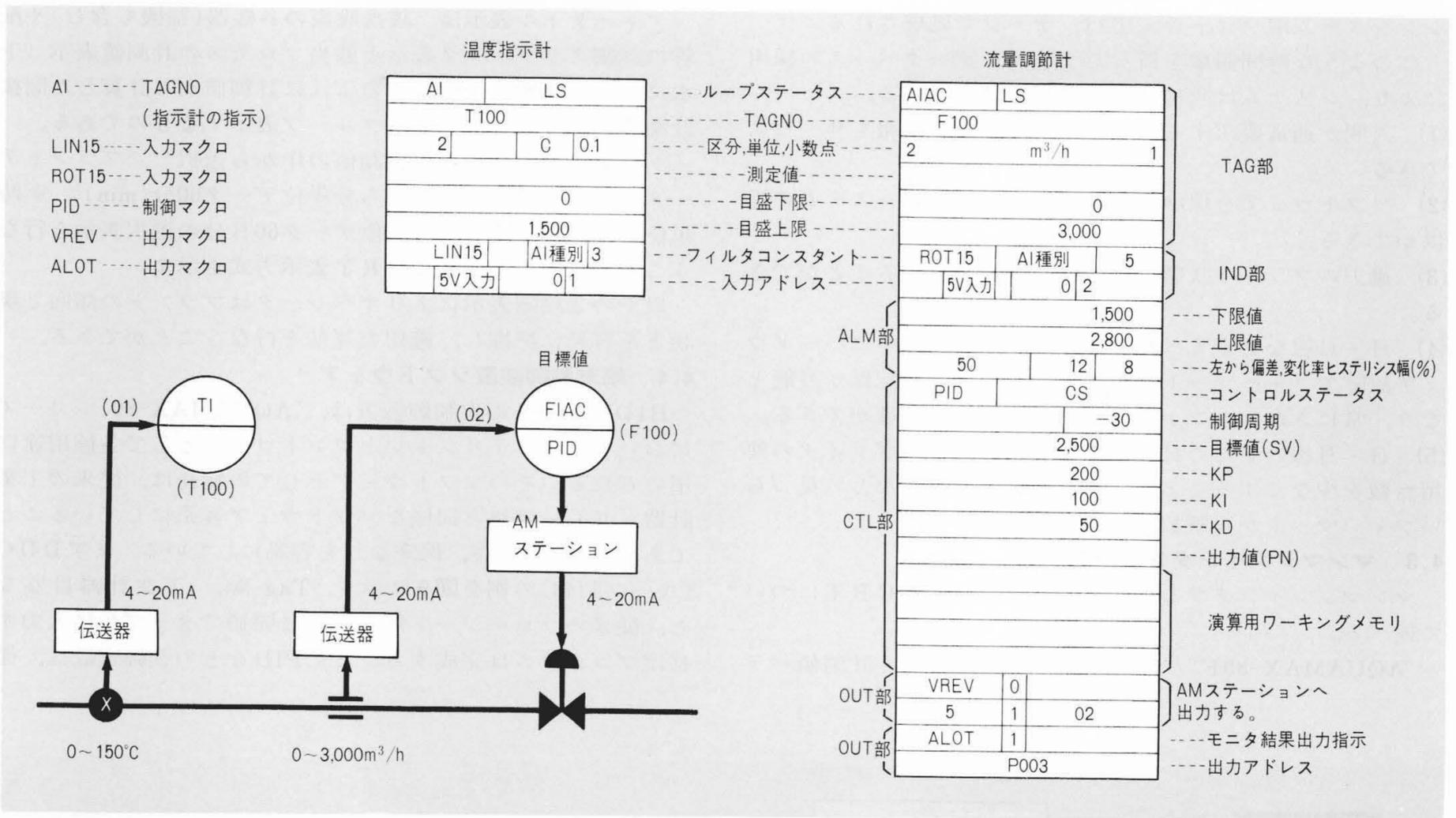


図9 端末制御装置ループ制御ソフトウェア例 Tag No., 工業計器目盛など従来のフローシートを作成するのと同じ要領で、テーブルに入力するだけでプログラムは完成する。

来の工業計器のつまみと同じようにオペレータズコンソール上のスイッチによりオンラインで調整できる。また、“AQUAMAX-80F”ではこれらの制御定数を中央からオンラインで変更できる。

シーケンス制御のプログラム例を図10に示す。HIDIC 08Sには論理式を計算するための専用の命令語が用意されており、論理式に対応したテーブルを作成すればよく、従来のリレー回路と同じ手順でシーケンスを組める。

5 結 言

“AQUAMAX-80”シリーズは、上下水道制御システムの原点を追求し、対象プラントの規模、自動化レベルに応じてメ

ニュー化を図ったものである。このシリーズが近年ますます複雑化、大形化、多様化する上下水道設備の運転合理化に役立てば幸いである。終わりに本シリーズを開発するに当たり多数関係各位に御協力をいただいた。ここに深謝の意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 桑原, 井手, 神内, 川本, 中田: HIDIC-80処理装置, 日立評論, 58, 497 (昭51-6)
- 2) 松井田, 林, 斉藤, 村山, 加藤, 浜口: HIDIC-80用周辺処理装置, 日立評論, 58, 503 (昭51-6)
- 3) 平子, 櫻尾, 寺田, 平井, 伏見, 今井: 制御用計算機ネットワークシステム, 日立評論, 58, 491 (昭51-6)