

上下水道計装制御システムへの応用

守本 正範(もりもと まさのり)

鈴木 孝洋(すずき たかひろ)

占部 昇(うらべ のぼる)

① まえがき

上下水道では、プログラマブルコントローラ (PC) の歴史は古く、昭和40年代にシーケンサの名前で最初に登場し、現在ではプロセスオートメーションシステムとして分散制御システムが主流の時代となった。すなわち、PCは単独装置からシステム化へと発展してきた。

上下水道の分散制御システムは、中央管理室にオペレータステーション (MMI) を、現場に設備単位に水平分散したローカル制御用 PC を設置し、これらを制御用 LAN で結合する構成をとり、施設の円滑な運転を行っている。

しかし、設備単位の分散は、施設の増設・改良、運転方式の変更、保守時の PC 停止のため設備に与える影響の範囲が広い欠点があった。富士電機の PC (MICREX-F シリーズ) は、直接制御レベルの水平、垂直分散とネットワークが容易なシステム機器であり、上下水道用としてきめ細かな分散要求に合ったシステムの構築を可能にした。

本稿では、上水道の汙過池設備への適用例をもとに、MICREX-F を使用したことによる利点を紹介する。

② 上下水道計装制御システム

2.1 分散システムと PC の位置付け

図 1 に浄水場の分散制御システムの例を示す。

浄水場は沈砂池設備、沈殿池設備、汙過池設備、薬注設備、浄水池設備などに機能分類できる。

浄水場の運用面では、機能分化された設備ごとに PC を分散配置し、公共設備としての危険分散を考慮している。

また、管理面からは、設備単位に分散されたデータを PC に入力し伝送ネットワークを介し収集できるため、経済性、保守性からも有効である。現在、この分散システムが上水道計装制御システムの主流となっている。この上水道計装制御システムの中で、PC には下記二つの機能がある。

- (1) 制御機能：階層システムにおける直接制御レベルに位置して、シーケンス制御、フィードバック制御を行う。
- (2) データ収集機能：データウェイを経由して、集中監視

するためのデータの収集を行う。

2.2 従来の分散制御システム

従来 PC を使用した分散制御システムの構成は、その施設の規模によって異なる。大規模施設では、図 1 に示すように設備単位に PC を配置し、中小規模施設では、経済的な理由から 1 台の PC で二つ以上の設備の制御を行っていた。

大規模施設の制御項目の多い設備では、膨大な入出力点数になり、ケーブルで個々のデータを収集、分配することは経済的に不利であった。

また、中小規模施設では、大規模施設に比べ、PC が複数の設備を制御対象とするため危険分散が不完全で、増設、改造時に不要な設備停止があった。

これらを解決するためには、従来の分散制御システムのローカル側の機能を更に分散する必要があり、安価でコンパクトデジタルデータ伝送の機能を持つ PC の出現が望まれた。

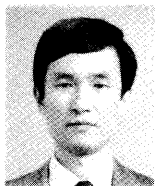
図 2 に、浄水場の水平、垂直分散した制御システムを示す。これは、中央、ローカル、サイトの三つの階層を持つシステムである。

2.3 MICREX-F シリーズ

F シリーズの PC は、FA 用に開発されたもので、従来と比較すると次の特徴がある。

- (1) 安価である。
- (2) カプセルタイプなので、設置スペースが小さい。
- (3) プロセッサと入出力部間がネットワークにより分散設置できるので、拡張性に優れている。
- (4) 可搬式のプログラミングツールがあり、保守性に優れている。

これらのことから F シリーズは、上下水道のローカル分散システムに適した PC であるといえる。



守本 正範

昭和48年入社。上下水道計装システムの設計に従事。現在、計装制御統括部水処理技術第一部課長補佐。



鈴木 孝洋

昭和48年入社。上下水道設備のシステム設計及びマイクロコントローラのソフトウェア開発に従事。現在、計装制御統括部プラントエンジニアリング部課長補佐。



占部 昇

昭和58年入社。上下水道設備のシステム設計に従事。現在、計装制御統括部プラントエンジニアリング部。

図1 浄水場の分散制御システム

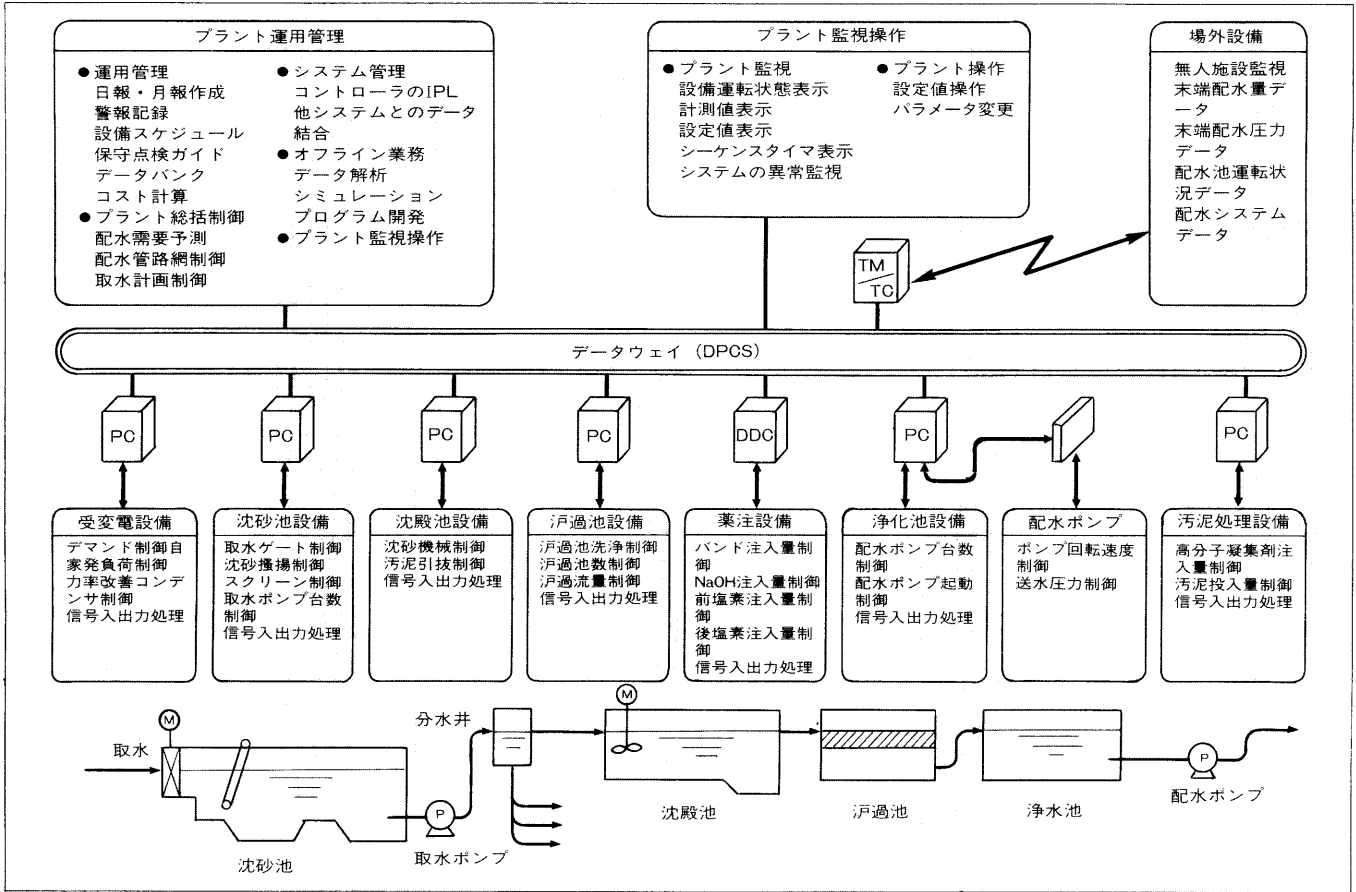
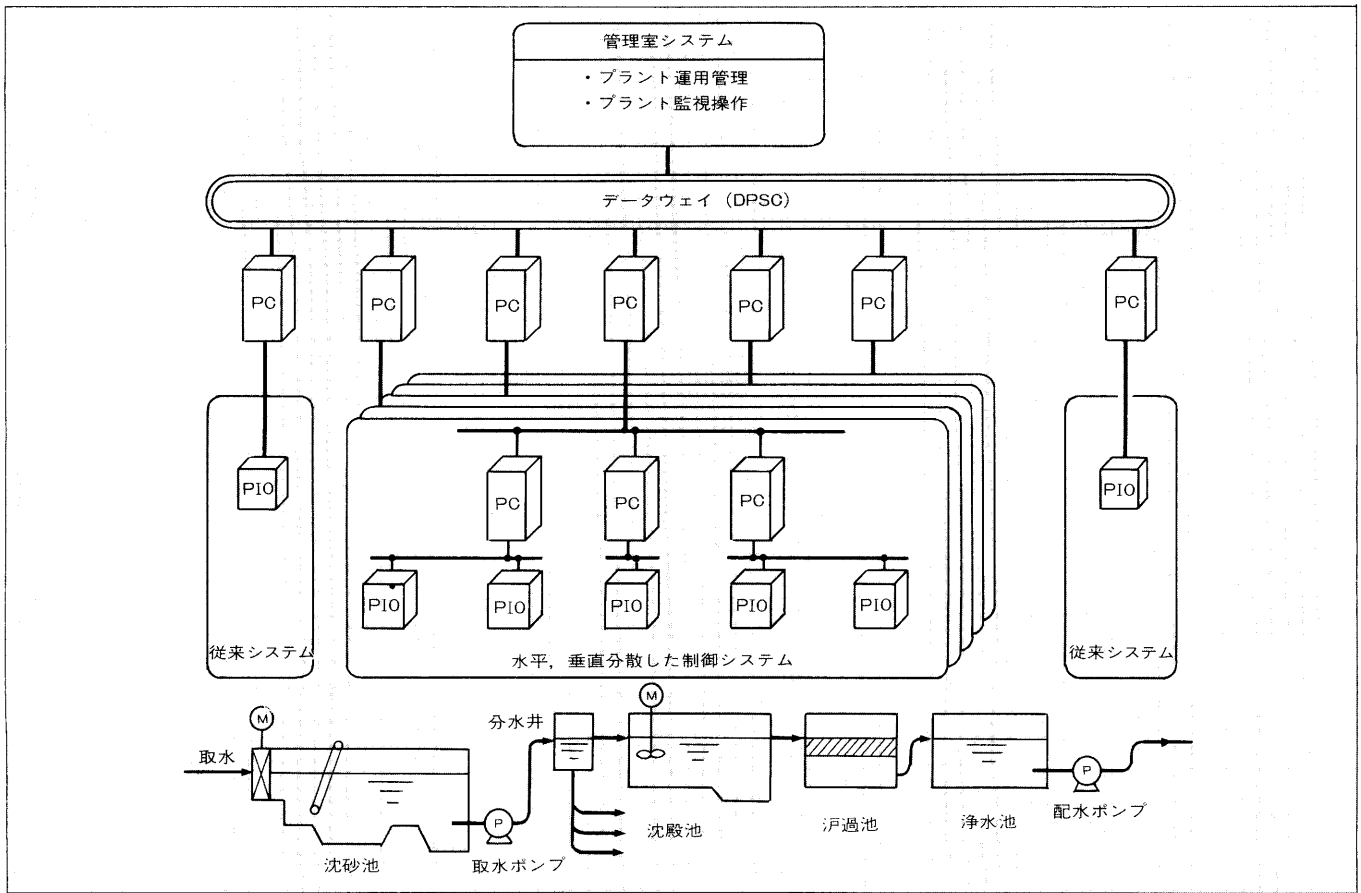


図2 浄水場の水平、垂直分散した制御システム



③ 汚過池システムへの適用

3.1 汚過池制御

図3に汚過池の系統図を示す。汚過池は数池から数十池あり、処理量を決定する汚過流量制御と、目づまりした汚層を洗浄する汚過洗浄制御を行っている。

汚過流量制御は、処理流量が汚過池ごとに、あるいは浄

水場で一定となるように設定値を決定し、汚過流調弁の開度を調節するフィードバック制御である。

汚過洗浄制御は、タイムスケジュールに従って汚過能力が低下した池を順次、表洗弁、逆洗弁などの開閉操作を行い汚層を洗浄するシーケンス制御である。

3.2 システム構成

図4に具体的にPCを分散設置させた汚過池制御システム

図3 汚過池の系統図

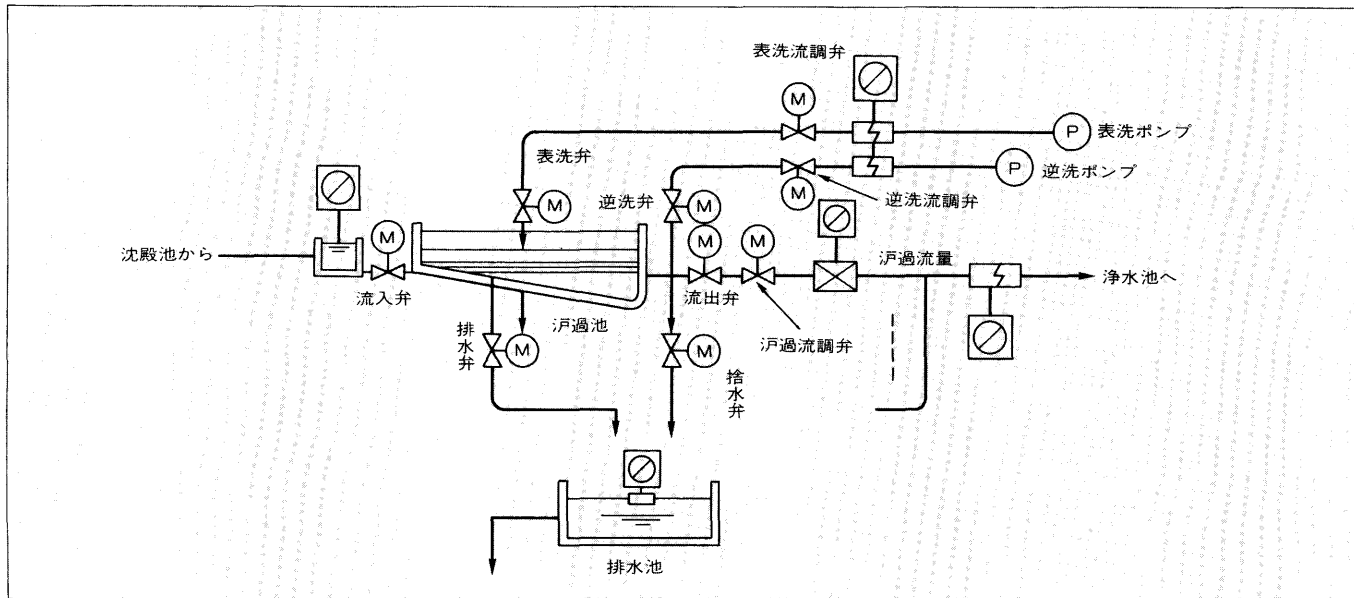


図4 汚過池制御システム構成図

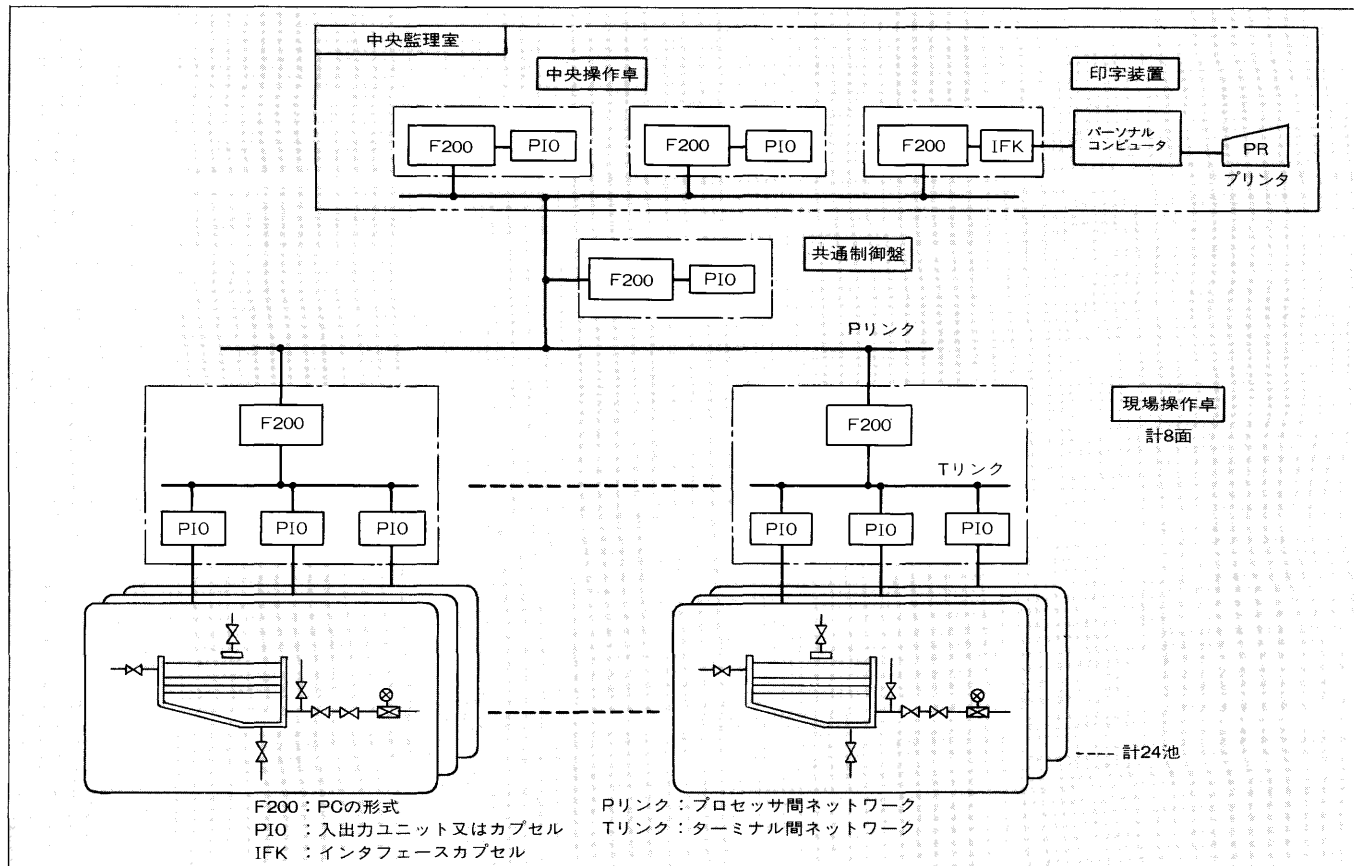
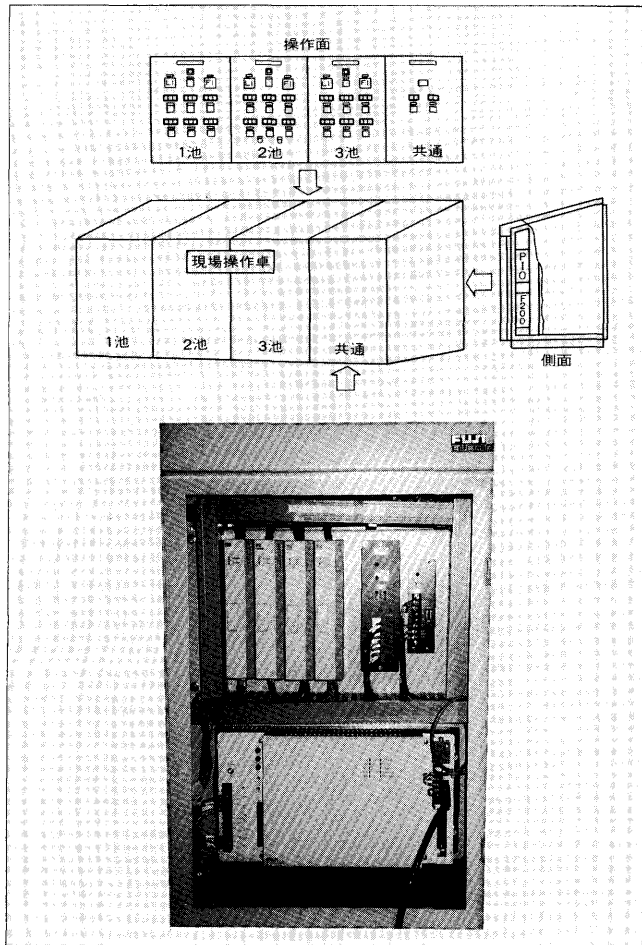


図5 現場操作卓外形図及びPC実装例



ムの構成図を示す。このシステムでは、汚過池24池を制御する。このシステムは、汚過池3池を1単位として制御する現場操作卓用PC（現場PC）8台、各現場PCを統括し洗浄工程を管理する共通制御用PC（共通PC）1台、中央監視室でマンマシンインタフェースを行う中央操作卓用PC（中央PC）2台、設備管理上で必要なデータを記録する印字装置とインタフェースを行うPC1台によって構成される。また、各PC間はプロセッサ間ネットワーク（Pリンク）の1本の同軸ケーブルで結合している。

この制御システムは、下記の特徴がある。

- (1) 現場PCを3池に1台設置して十分な危険分散を考慮したシステムである。
- (2) 各PC間のデータの送受信は同軸ケーブル1本でシリアル伝送を行って、PC間のケーブルを削減した。
- (3) 池数とPCの台数の関係がはっきりしているため、設備増設時のPCの追加台数が判断しやすい。
- (4) 各現場PCの制御レベルが同一となるため、ソフトウェアのパッケージ化ができ、保守性を向上した。
- (5) PCを操作卓内に収納し、コンパクトなシステムにした。図5に現場操作卓外形図及びPC実装例を示す。

3.3 各PCの機能及びシステムの特徴

汚過池制御システムの機能は、

- (1) マンマシン機能

- (2) 印字処理機能
- (3) 洗浄統括機能
- (4) 汚過池制御機能
- (5) 現場操作機能

に分類される。図4の汚過池制御システムに機能割付をすると、図6のようになる。

汚過池の洗浄制御には設備の制約から複数の池を同時に洗浄できない。このため、分散設置された現場PC間で相互にインタロックをとり、洗浄工程に入る池を1池に制限する必要がある。分散設置された現場PC間の伝送によるインタロックでは、伝送が複雑になるため、共通PCを設け伝送の複雑さをなくし、各PCの処理、負担を均等化した。

中央PCから現場PCへの設定操作指令（例えば、汚過流量設定値や休止指令など）は、コード化し一斉伝送することで伝送内容及び方法を簡略化した。また、共通PCから現場PCへの洗浄指令も同様のコード化し、一斉伝送している。この指令のコード化一斉伝送の方法は、階層システムでの伝送の簡略の方法として最も有効な手法と考えられる。

以上のように、複数のPCで構成するシステムにおいて、機能分担を明確化し、伝送方法を十分配慮して使いやすいシステムとしている。

3.4 汚過池制御システムの特徴

図4のシステムでは、上下水道制御システムにおいて要求される、操作性、安全性、拡張性、経済性、保守性の向上に関して、次の特徴をもっている。

3.4.1 操作性

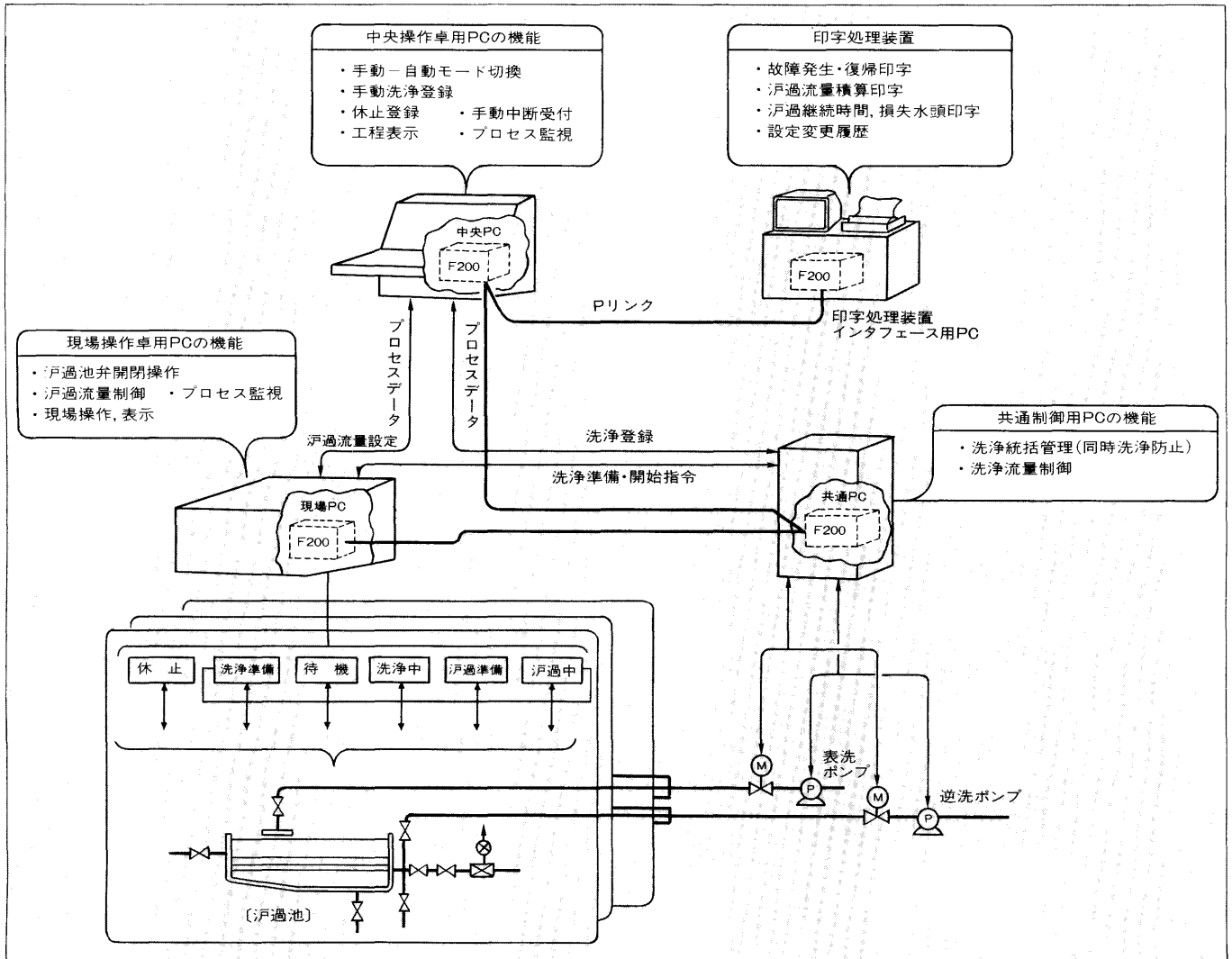
- 操作内容を現場と中央に分離して操作性を向上している。
- 中央PC：汚過池の選択操作、選択表示、集約表示、
印字装置で詳細の故障内容を印字
- 現場PC：各汚過池弁の手動操作、個別表示

3.4.2 安全性

- (1) 現場PC1台の制御範囲を3池にして、PC故障時の設備停止を最少単位にとどめている。
- (2) 池単位に入出力部を分離することで、1池のPIOが故障しても他池への影響を出さない。
- (3) 制御機能は、現場PC、共通PCに持たせているので、中央PCが故障しても自動制御が実行できる自律性が高いシステムである。
- (4) 中央PC、共通PCが故障したときは、現場で手動操作を行うことによって全停止を防止できる。また、各汚過池共通機器である洗浄ポンプは、各池に設備された現場操作卓から操作できる。
- (5) 中央PCは、二重化することで安全性の向上を図っている。
- (6) 故障診断機能（RAS）を充実させ、ローダで故障箇所を簡単に発見できるようにしているため、早期回復ができる。
- (7) 機能を分散しているため、ソフトウェアの単純化、標準化を図ることができる。

3.4.3 拡張性

図6 汙過池システムでの各PCの機能



- (1) ソフトウェアは、池単位にパッケージ化しているため増設、改造時の対応がよい。
- (2) 各プロセッサ間は、シリアル伝送を行っているためシステムの拡張に優れている。

3.4.4 経済性

- (1) 各PCを分散設置させ、各PC間は一対の伝送ケーブルでデータ伝送しているため、ケーブル配線を削減できる。
- (2) プロセッサと入出力部が独立の構造をとり、コンパクトであるため、操作卓内に収納でき盤面数を削減できる。また、電磁リレーが不要となり、継電器盤をなくすことができた。

3.4.5 保守性

- (1) プロセッサ部と入出力部が独立の構造で、池単位に入出力部を分離しているため部品の交換が容易であり、交

換時の設備停止時間が短い。

- (2) 制御電源を池対応（入出力対応）に分割しているため、各池ごとの保守が容易である。

4 あとがき

上下水道設備も機能向上、維持管理のレベルアップとして旧設備のリプレース時代を迎えようとしている。

この制御システムの一つの方向として、ローカル側の水平分散による信頼性と経済性の向上と、垂直分散（多階層化）による制御機能の向上があり、MICREX-Fシリーズは、この目的に適したPCであるといえる。

今後は、更にPA（プロセスオートメーション）とFA（ファクトリーオートメーション）の良さを併せもつシステムづくりを推進していきたい。



*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。