

図1 中央監視制御盤



上下水道・ 河川・ポンプ場

上下水道

河川・ポンプ場

上下水、河川などのシステムは、都市の人口増、水の広域利用及び環境保全の必要性から年々巨大化、複雑化している。監視制御装置も、これに対応して高度化が図られ、この中核としてコンピュータが盛んに導入されるようになった。これにより、従来のロギング機能に加えて、最近の上水では予測制御、安全性制御、薬品注入のオンライン制御などが、下水では流入予測制御、水質制御、水質モデルによるガイダンス制御などが実用化されつつある。またCRT(Cathode Ray Tube)による豊富な情報の提供、ボイスアラームによる故障時の運転員への適切な助言などマンマシンの改善も大幅に進んでいる。

近年、電子技術の急速な進歩により、制御性、信頼性、経済性に優れたマイクロコントローラが出現し、これをマイナ制御系として下位ブロックを形成させることにより、危険を分散してシステム全体の信頼性を向上させ、かつプログラム化により柔軟なシステムとすることができるようになった。

今後は、後述する活性汚泥の動的貯留制御システムにみられるように、プロセスそのものの改良が進むと同時に、単一プロセス制御だけでなく、複数のポンプ場や処理場を含んだトータルシステムへ移行していくものと考えられる。

これらのシステムを支える計測器類はメンテナンス周期の改善、オンライン化の方向で開発が進められ製品化している。

ポンプ設備では、上水道などで適正な水圧で供給すること、流量の適正供給を行なうなどの目的で古くから自動制御が採り入れられているが、目標となるべき設定値を経験などから人為的に設定しているのがほとんどであった。しかし、新設のポンプ設備では管網全体に対する水の適正配分、浄水場の効率的運用、配水ランニングコストの低減などの目的から、トータルシステムが採用され、下位に属するポンプ設備にはマイクロコントローラが導入されるようになった。

一方、河川排水のポンプ設備でも、降雨量に対する流域の流出量を予測して、より適正な運転を行なうために同様にコンピュータの導入が行なわれつつある。

ポンプ設備自身の動向としては、設備が市街地の民家に隣接した場所に設置されることが多くなり、騒音対策が設備計画の重要なポイントとなってきている。このため、ポンプの水圧脈動の低減、配管系での統合水圧脈動の解析技術とその対策技術及び土木建築を含めた騒音対策技術が開発されるようになった。

上下水道

広域水道トータル監視制御システムの完成

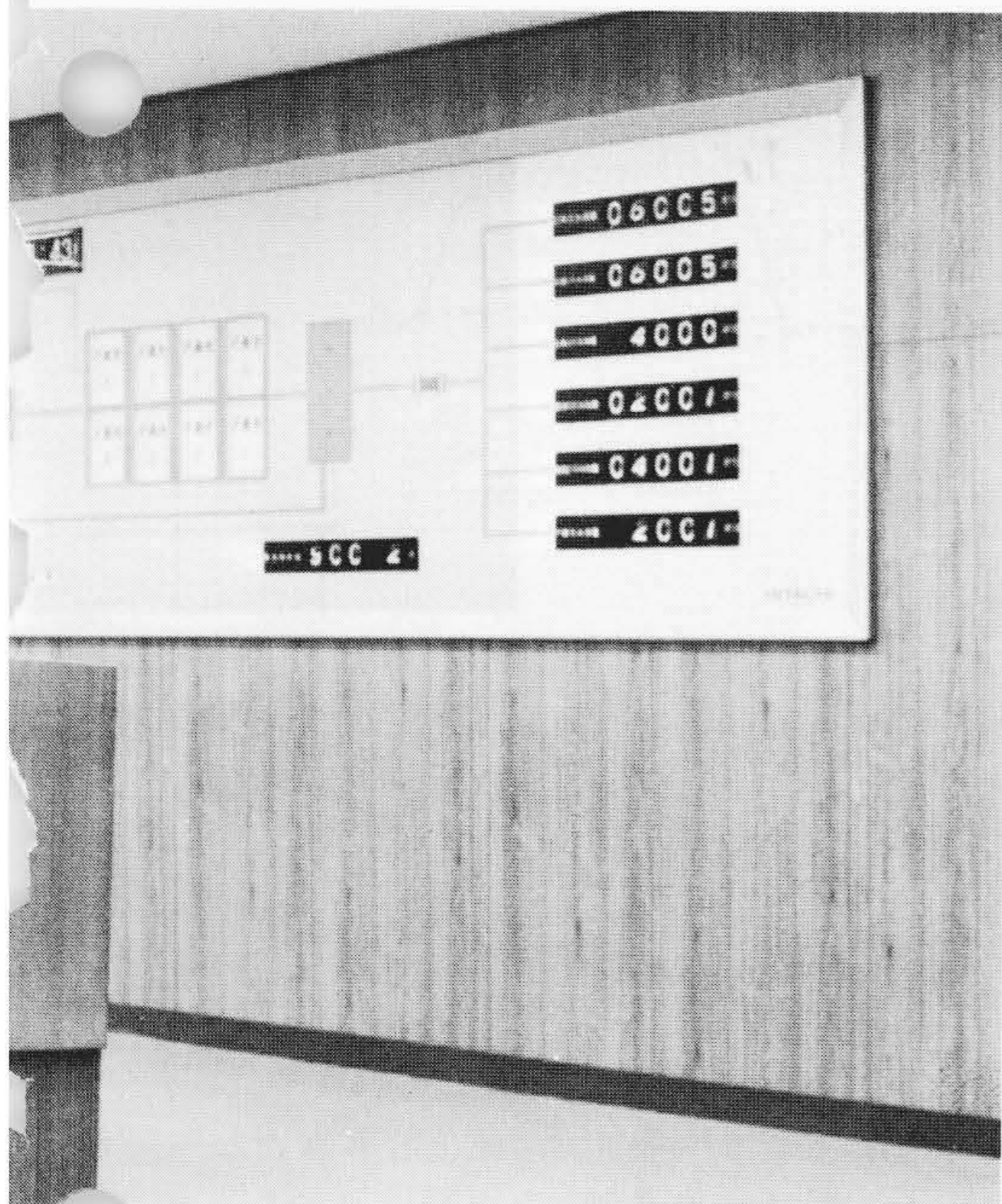
石狩東部広域水道企業団浄水場は、日量72,000m³の浄水能力をもち、江別市、千歳市、恵庭市、広島町に水道用水を給水するための施設である。

浄水場及び導水施設、分水施設の監視制御システムは、導水、分水施設のいずれも遠距離であるためテレメータ装置、信号伝送装置を採用して、データ及び制御信号を中央で送受信することとしている。中央監視制御盤(図1)はモザイク式で、系統監視と色別変化方式による汙過池工程監視を行なうとともに主な計測はすべてデジタル表示による監視、計測を行なうこととしている。

このシステムはAQUAMAX-80C(上下水道用高集約監視制御システムシリーズ)を採用しているほか、制御用計算機HIDIC 80によるデータ処理及び異常時にはボイスアラーム方式の導入、CRTモニタなどにより運転状況、故障詳細及び水量・水質の把握が可能となっている。

主な特長は次のとおりである。

- (1) AQUAMAX-80C採用による実装密度と拡張性の向上、Jack to Jack方式により現地工数が低減していること。
- (2) HIDIC 80により監視盤の流量、水位、水質の計測項目のデジタル化、及び故障時のボイスアラーム方式を採用していること。



(3) 信号伝送ユニット(STU)による情報項目の集約化と外部ケーブルの大幅な減少を図っていること。

(4) 監視室全体のトータルデザインに基づくCRTモニタ, ITV(工業用テレビジョン)モニタの採用など近代的マンマシンシステムを実現したこと。

上水道のための階層型運用計画モデルの開発

近年の水資源のひっ迫, 並びに施設の広域化及び複雑化に伴い, 上水道の運用技術の重要性はますます増大している。

日立製作所では, 取水場から配水池までの水量配分計画を制御用計算機で行ない, これに基づいて施設の運用を行なうためのモデルを開発した。このモデルは, 監視システムの上位に位置する運用管理システムの中心的役割を担い, 需要予測部分と配分計画部分により構成される(図2)。予測及び配分モデルの開発に当たっては, (1)運転員の判断及び介入を容易にする操作性, (2)施設の変更, 拡張に応じられる柔軟性, (3)オンライン用モデルとしての簡易性を考慮し, 両モデルをそれぞれ, 時空間的に階層化して構成した(図3)。

階層の上位は, 全域の需要予測に基づき, 取水や貯水池運用の計画を立てるモデル(取水計画モデル)である。中位では, 全域を幾つかのゾーンに分割し, これらの間での配分を行なうこと

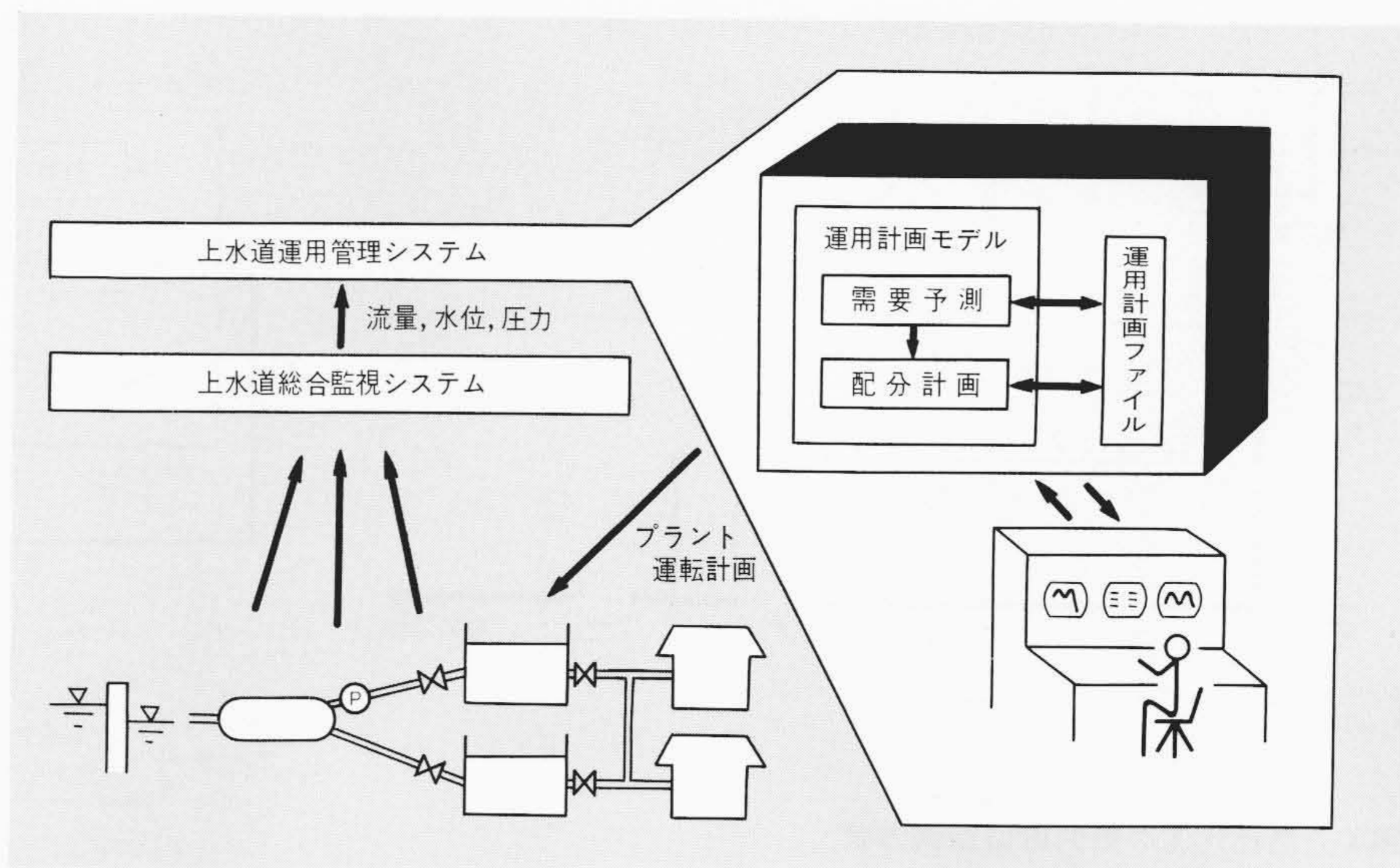


図2 上水道運用管理システムの構成

により, 浄水場群の運用を決定する(ゾーン間配分モデル)。下位は, 浄水場から配水池への送水計画を立てるモデル(ゾーン内配分モデル)である。ゾーン間配分モデルでは, グラフ理論による最適化手法により, 薬品注入コストと輸送コストの最小化を図り, ゾーン内配分モデルでは, 基本水系の配分計算用モジュールの組合せ方式により, 適正圧力での配分を可能にしている。

施設運用での効果としては, (1)薬品注入コスト, 輸送コストの低減, (2)適正圧力での配分に加え, (3)浄水場の運転変更回数の減少, (3)ポンプの効率的運転などが挙げられる。

大規模下水処理場監視制御システムの完成

汚水処理プロセスの制御では, 各種省力化及び自動化が実現しつつあり, 特に曝気槽を中心としたDO(溶存酸素濃度)一定制御, MLSS(混合浮遊物濃度)一定制御, 及び余剰汚泥制御が実用化の段階に入っている。

監視制御面では, 階層構成制御システム及び分散形制御システムを採用し, 拡張性に富んだ信頼性の高いシステムとなっているのが現状である。

仙台市下水道局・南蒲下水道処理場監視制御システムは, プロセス制御用

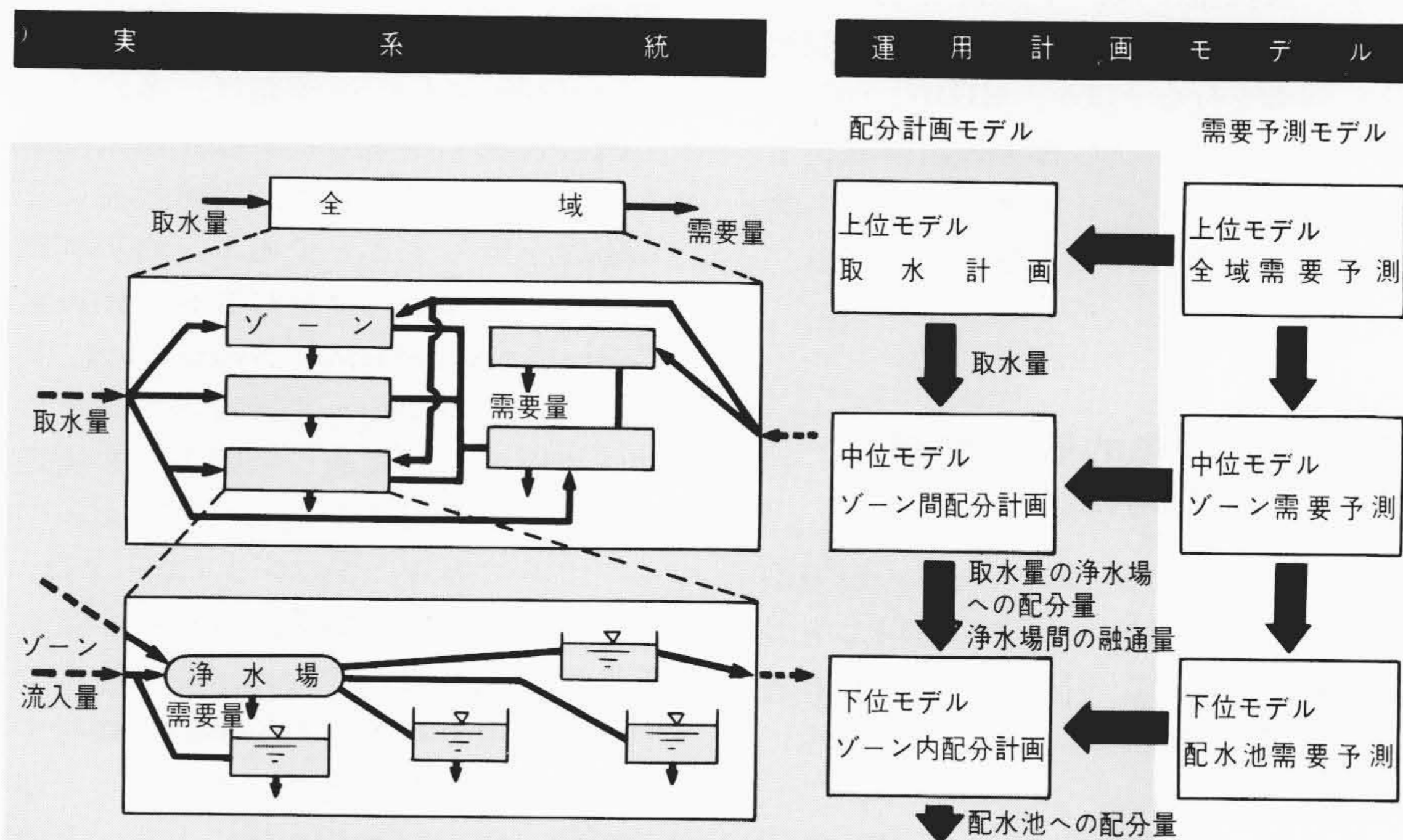


図3 運用計画モデルの階層的構成

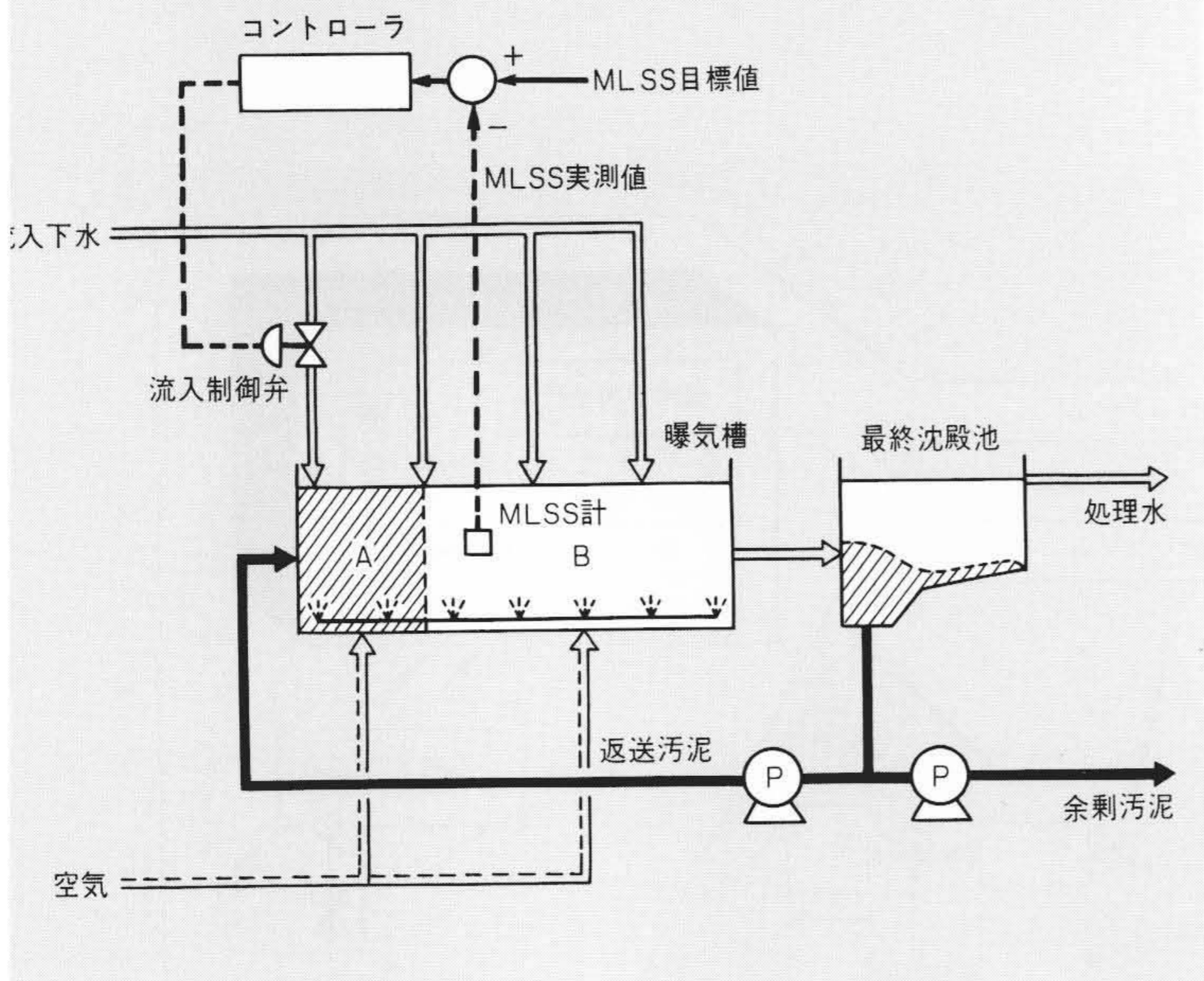


図4 活性汚泥の動的貯留制御方式

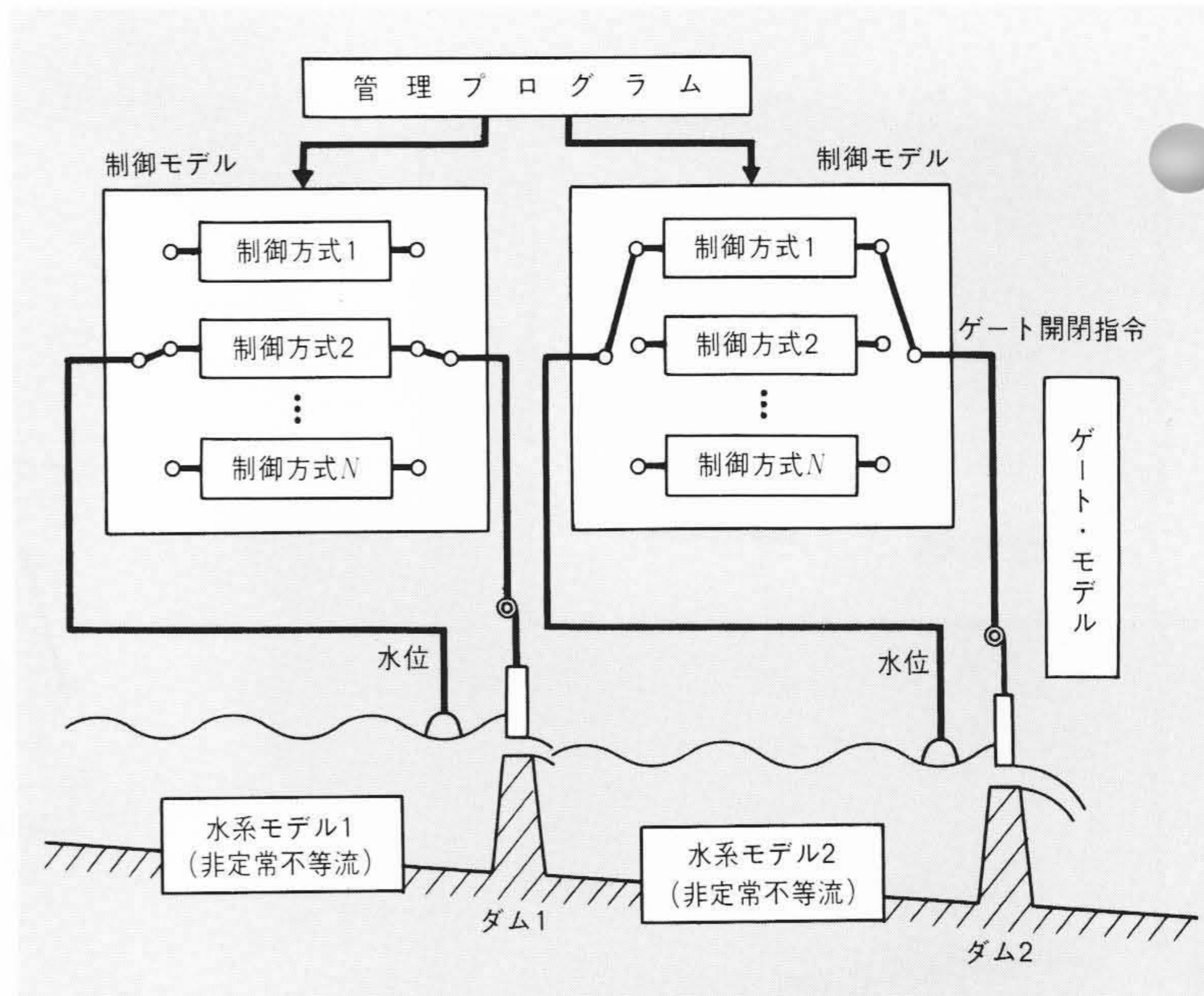


図5 河川制御シミュレータRCSSによる多段ダム制御シミュレーションの概念図

としてHIDIC 08Sマイクロコントローラを導入し、

- (1) 沈砂池流入量による沈砂池機器の運転時間の設定、及び流入量急増予測制御
 - (2) エアレーションタンク揚水ポンプの吸水井水位一定制御のためのポンプ運転台数制御、及びポンプ回転数制御
 - (3) 曝気槽内DO一定制御のためのブロワ台数制御、及び風量調節弁の開度制御
 - (4) 曝気槽内MLSS一定制御のための返送汚泥ポンプ台数制御、及び返送汚泥量調整弁の開度制御
 - (5) 最終沈殿池引抜汚泥量調節のための可動堰開度制御
- を行なっている。

中央監視室では、中央監視室～各電気室間を52セットのSTUで情報の収集及び制御を行なうほか、HIDIC 80によるデータ処理及びCRTの組合せによるマンマシンコミュニケーションの図れる監視制御システムとなっている。

活性汚泥の動的貯留制御システムの開発

曝気槽汚泥濃度(MLSS)の最適制御は、下水処理場の効率的運用に有効である。従来、このMLSS濃度を最適かつ安定に連続制御することは困難であった。

そこで、曝気槽の一部を汚泥貯留槽と兼用させる新しい制御方式を開発し

た。この新方式(図4参照)は、曝気槽流入部側のA領域を活性汚泥の貯留領域とし、A領域の流入制御弁を調節して混合領域BのMLSSを目標値に維持するものである。モデルプラントで実験した結果、従来法と比較してMLSSが安定し、処理水質が大幅に向上することを実証した。この方式は、新設及び既設プラントにも容易に適用することができ、下水処理のより安定な運転が可能となる。

河川・ポンプ場

河川制御計画用シミュレータの開発

河川制御の最近の課題は、多段ダムを統合管理することにより、利水効率の向上を図るとともに、異常放流による事故を無くすことである。河川制御計画用シミュレータRCSS(River Control Simulation System)は、制御システムの計画・設計段階で、その性能を確認し、最適な制御方式を決定するための汎用シミュレーション・プログラムである。このシミュレータは、河川・貯水池の挙動を、分布系非定常不等流として表わすため、貯水池水位の振動発生とその対策を事前に検討することができる。また、多段ダム・堰の同時シミュレーションにより、上流での放流量変動の影響を考慮し、無効

放流によるロスが少ない連系運用のルールを定めることができる(図5)。

大規模ポンプ場の新しい自動化システム

近年、上水道用大規模ポンプ場の無人化を指向した自動化ニーズが高まっている。自動化のポイントは、平常時の精度の高い送水自動制御だけでなく、擾乱発生時、とりわけ電源の瞬時停電又は停電後の復電時での自動復旧技術にある。

今回、名古屋市水道局犬山圧送ポンプ所に、セルビウス瞬時停電対策回路及び制御装置4セット、自動化用マイクロコントローラ(HIDIC 08S)1セットなどを納入し、下記を実現した(図6, 7)。

- (1) 瞬時停電対策回路及び瞬時停電検出制御装置により、1秒以内の瞬時停電(電源擾乱全体の約83%)に対して、ポンプ運転継続が可能となった。
- (2) マイクロコントローラにより、
 - (a) ポンプ台数制御、速度制御による末端圧一定DDC(直接計算制御)、吐出し圧一定DDC
 - (b) 瞬時停電時の送水系への擾乱最小化制御(瞬時停電制御)
 - (c) 停電復電後の最短時間送水復旧制御
 により、従来操作員による複雑な手動送水操作を一挙に自動化した。
- (3) 自動制御のバックアップDDCと

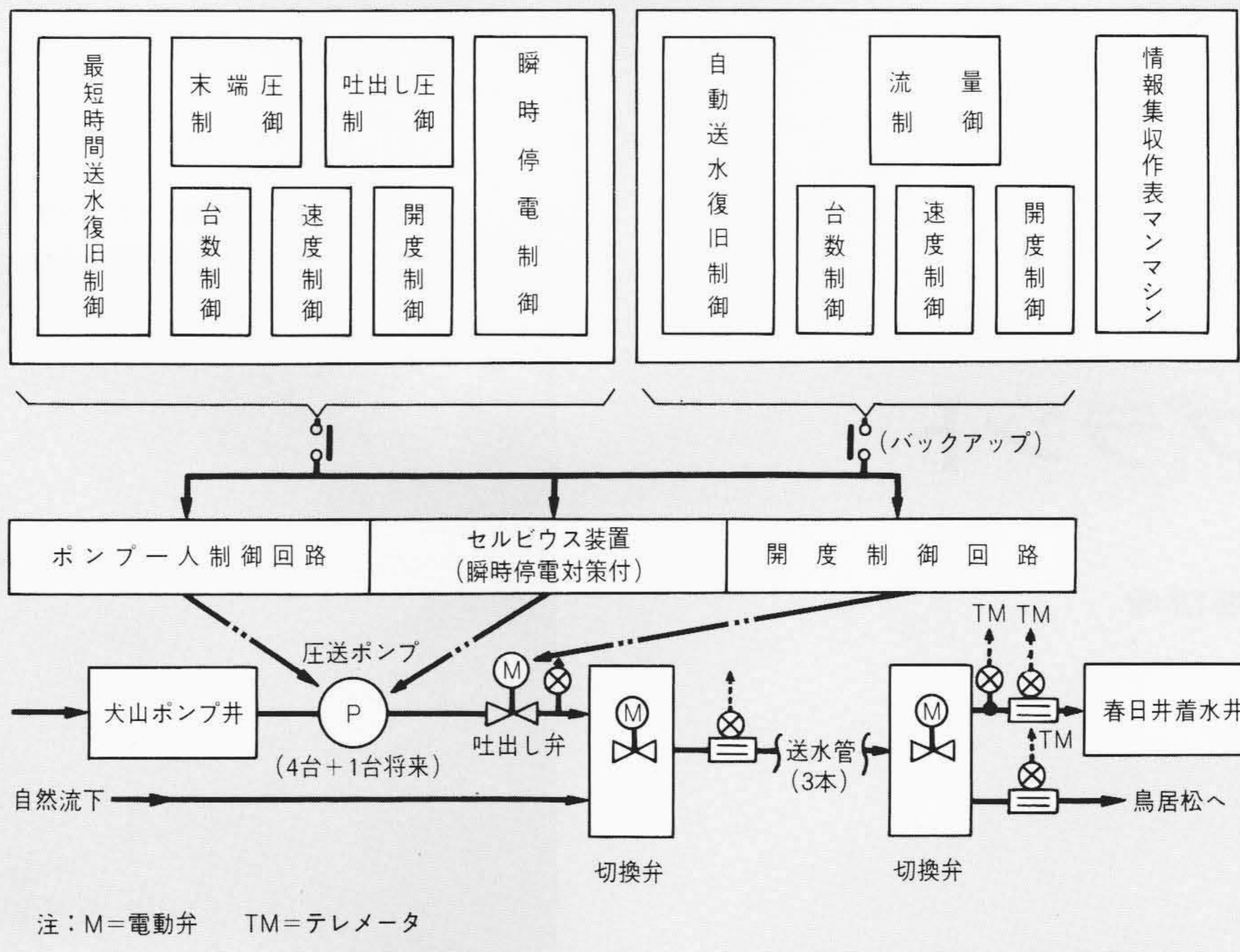


図6 名古屋市水道局 犬山圧送ポンプ所自動制御構成図

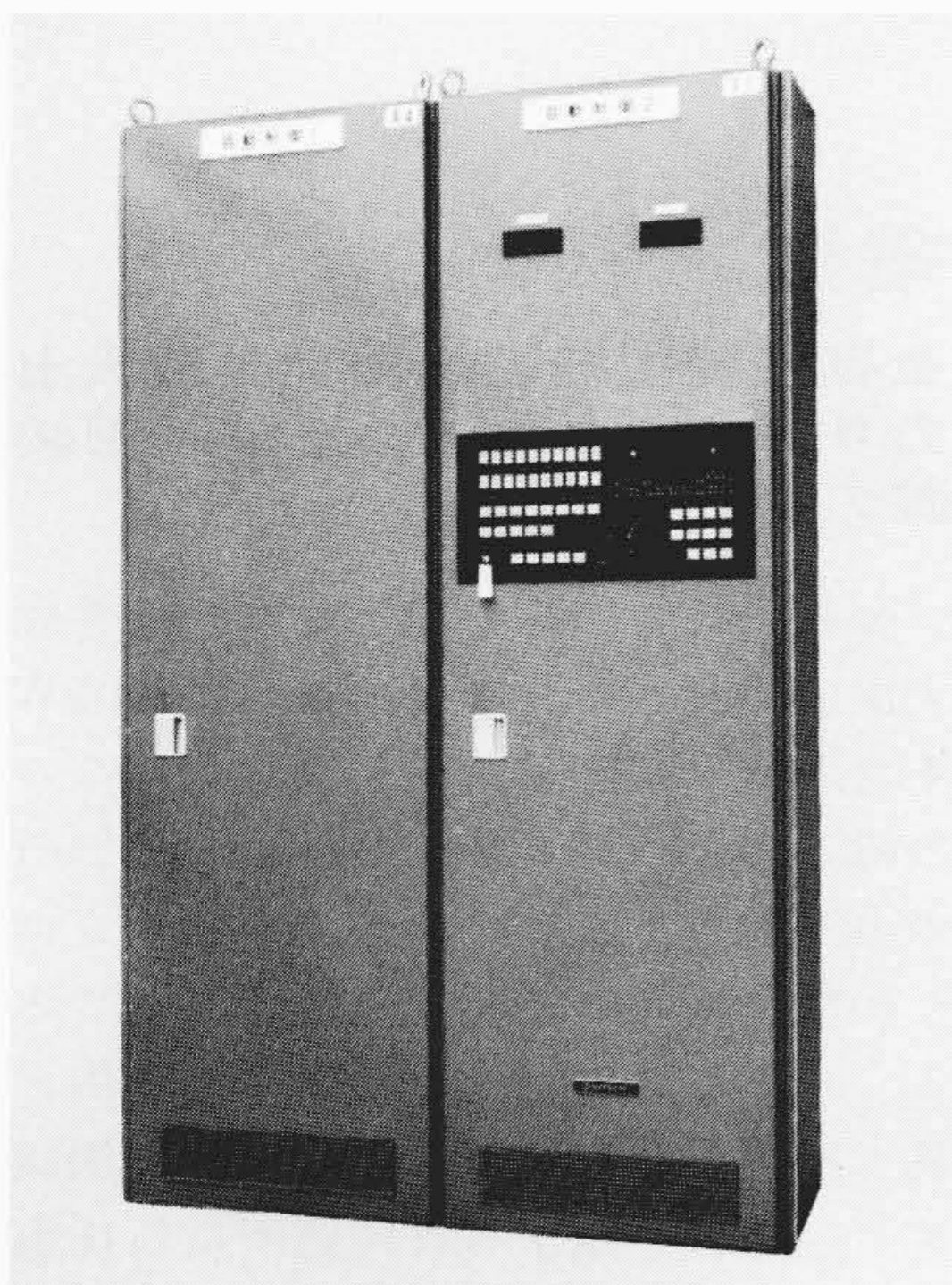


図7 名古屋市水道局犬山圧送ポンプ所納めマイクロコントローラ(HIDIC 08S)の外観

して、既設ミニコンピュータ(HIDIC 100)により復電時の自動送水復旧制御などを行ない、制御システムの信頼性を向上させた。

住宅地に近いポンプ設備の低騒音化

最近、ポンプ設備が住宅地に近接して設置される場合がでてきたことから、低騒音化の要望が強まっている。ポンプ設備の主要騒音源としては、ポンプで発生し配管を伝わる圧力脈動が挙げられる。

従来、低騒音化の一環として、配管系での圧力脈動分布の予測法や低減対

策法の検討を行なってきたが、今回、大幅な回転数制御(100~60%速度)を行なうポンプ系に対し、配管系を含む模型実験を行ない、全回転数範囲で低脈動化を達成した。

ポンプに発生する圧力脈動の周波数は、羽根数×回転数の成分が主であり、これが回転数とともに変化するため、ある回転数で配管系と共振して、大きな脈動及び騒音を発生する危険が高いが、模型実験による改良により低脈動化に成功したものである。

図8に改良前と後の圧力脈動の周波数特性を示すが、改良後は羽根数×回転数成分の脈動が顕著に低減していることが分かる。

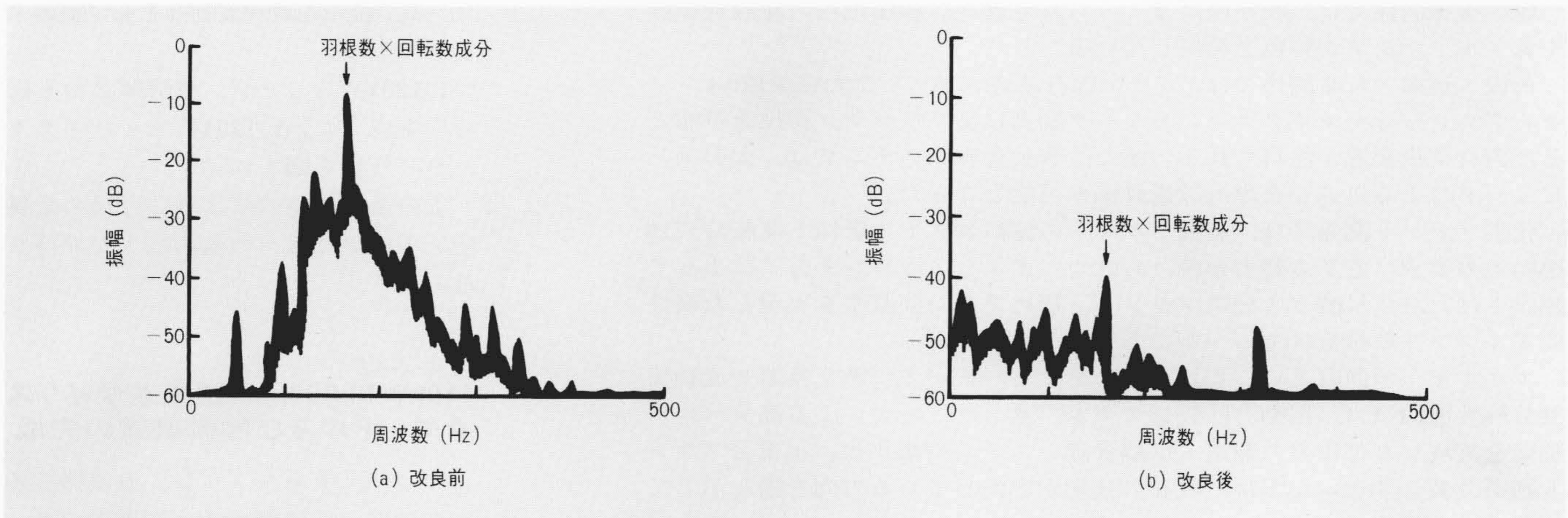


図8 ポンプ吐出し管圧力脈動の周波数特性