

広島市下水道局納め

下水道水質制御システム

Wastewater Quality Control System for
Hiroshima City Sewerage Bureau

下水処理場は、公共用水域の水質保全の担い手として、その水質管理が重要となっている。また、維持コストの面から省エネルギーを図る運転方法の確立が望まれている。

日立製作所は広島市下水道局旭町処理場向けに、水質向上・省エネルギーを目的として、DO制御及びMLSS制御システムを開発納入した。このうち、DO制御については、広島市のスタッフとの共同作業により通水開始時の軽負荷から生ずる制御上の諸問題を制御方法の改善などにより克服し、昭和53年4月から連続運転を実現した。MLSS制御については、曝気槽の一部を汚泥貯留に用いる動的汚泥貯留方式の運転調整段階で、本システムの実用化のための各種チェックが行なわれている。

筒井和雄* Kazuo Tsutsui

田沼正也** Masaya Tanuma

渡辺昭二*** Shōji Watanabe

1 緒 言

下水処理場では処理の安定化、放流水質の向上、及び省エネルギー化を目指した下水道施設の合理的運用が重要課題となっている。このような背景のもとに、日立製作所は計算機導入による水質制御システムの開発を進め、既設処理場でのDO制御^{*1)}の実用化¹⁾、MLSS制御^{*2)}の実験、総汚泥量制御の理論的検討、水質モニタシステムの開発などを行ってきた²⁾。

それにより、長期間の運転実績をもち、ほぼ計画水量に近い下水を処理している処理場では、DO制御の水質への効果及び省エネルギー効果を確認した。しかし、新設処理場では通水開始時の流入水量は計画水量に達しない場合が多く、軽

負荷から定常負荷までカバーできる制御方式が要求される。

本論文では、広島市下水道局旭町処理場に納入した水質制御システムについて、4年以上の長期連続制御の実績があるDO制御の結果と、運転調整段階の動的汚泥貯留方式によるMLSS制御の一例について述べる。

2 水質制御システムの概要

2.1 処理施設の概要

広島市下水道局旭町処理場は、合流式の汚水を処理する計画水量12万t/dの中規模処理場であり、現在、最終規模の

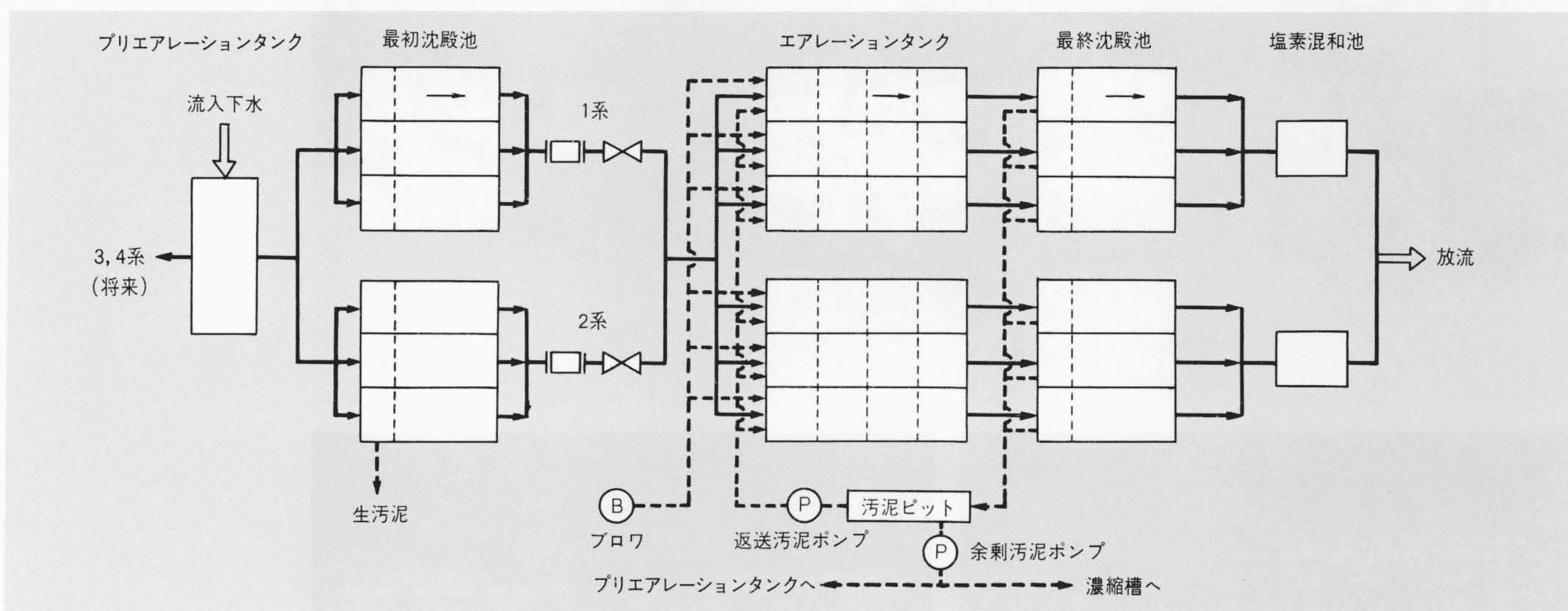


図1 プラントの処理フロー 昭和52年に1系列が完成し、昭和53年からDO制御を行ない、昭和55年4月から2系列が処理開始されている。計画処理水量は、1系、2系を合わせて54,500m³/dである。

※1) DO制御：曝気槽の微生物群(活性汚泥)が、流入下水の汚濁源である有機物を吸着、分解するためには酸素を必要とする。この溶存酸素(Dissolved Oxygen:DOと略す。)濃度を曝気風量操作によっ

て制御するものである。

※2) MLSS制御：曝気槽の活性汚泥濃度(Mixed Liquor Suspended Solids:MLSSと略す。)を調節する制御方式である。

* 日立製作所大みか工場

** 日立製作所日立研究所 工学博士

*** 日立製作所日立研究所

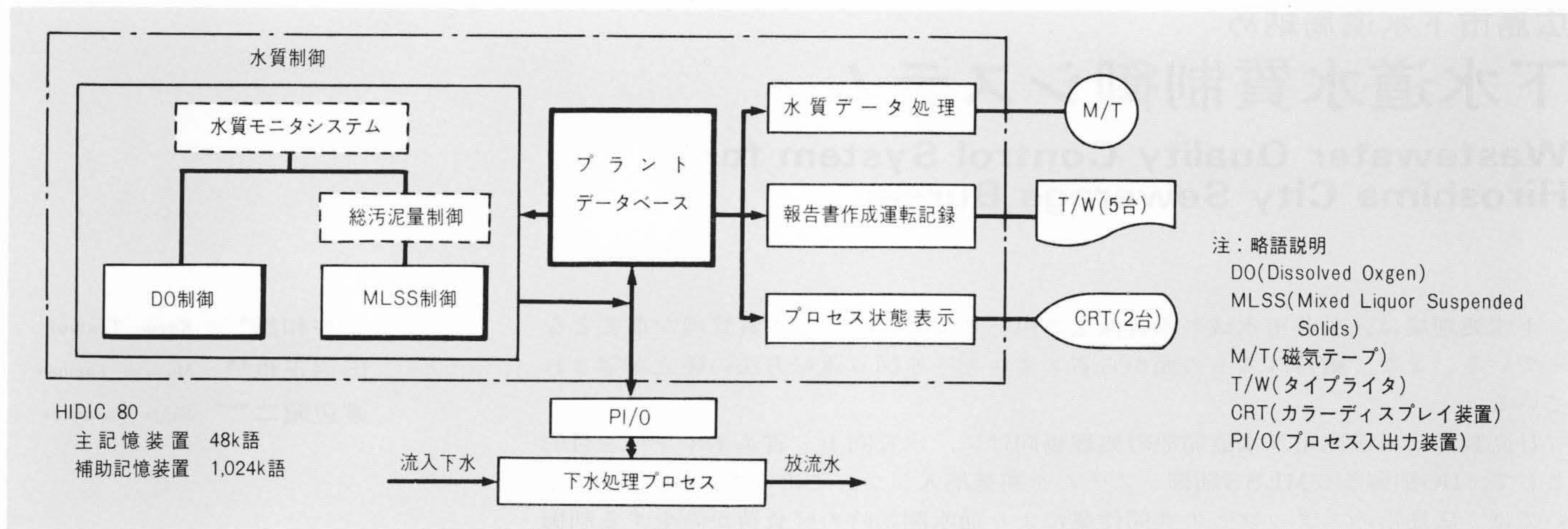


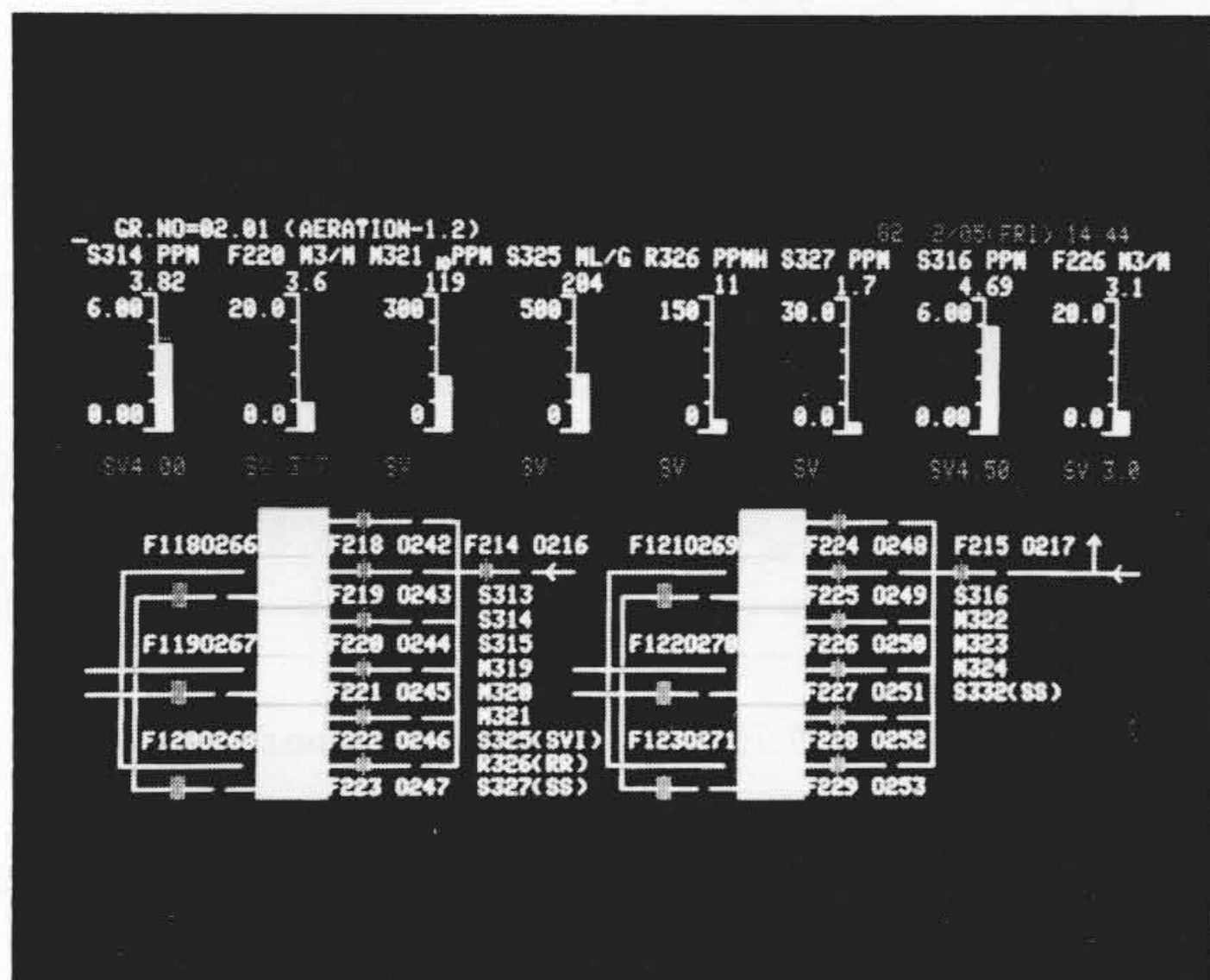
図2 計算機システムの構成 計算機は、プロセス情報をデータベースに収集し、それを基に監視、報告書作成、制御など種々の機能を実現する。点線部は将来構想を示す。

半分である2系系列までが完成している。図1に旭町処理場の処理フローを示す。各系の二次処理施設は、3槽のステップエアレーションタンクと最終沈殿池から構成されている。敷地面積を少なくするため、エアレーションタンクの下に最終沈殿池を設置する2階層式が用いられている。

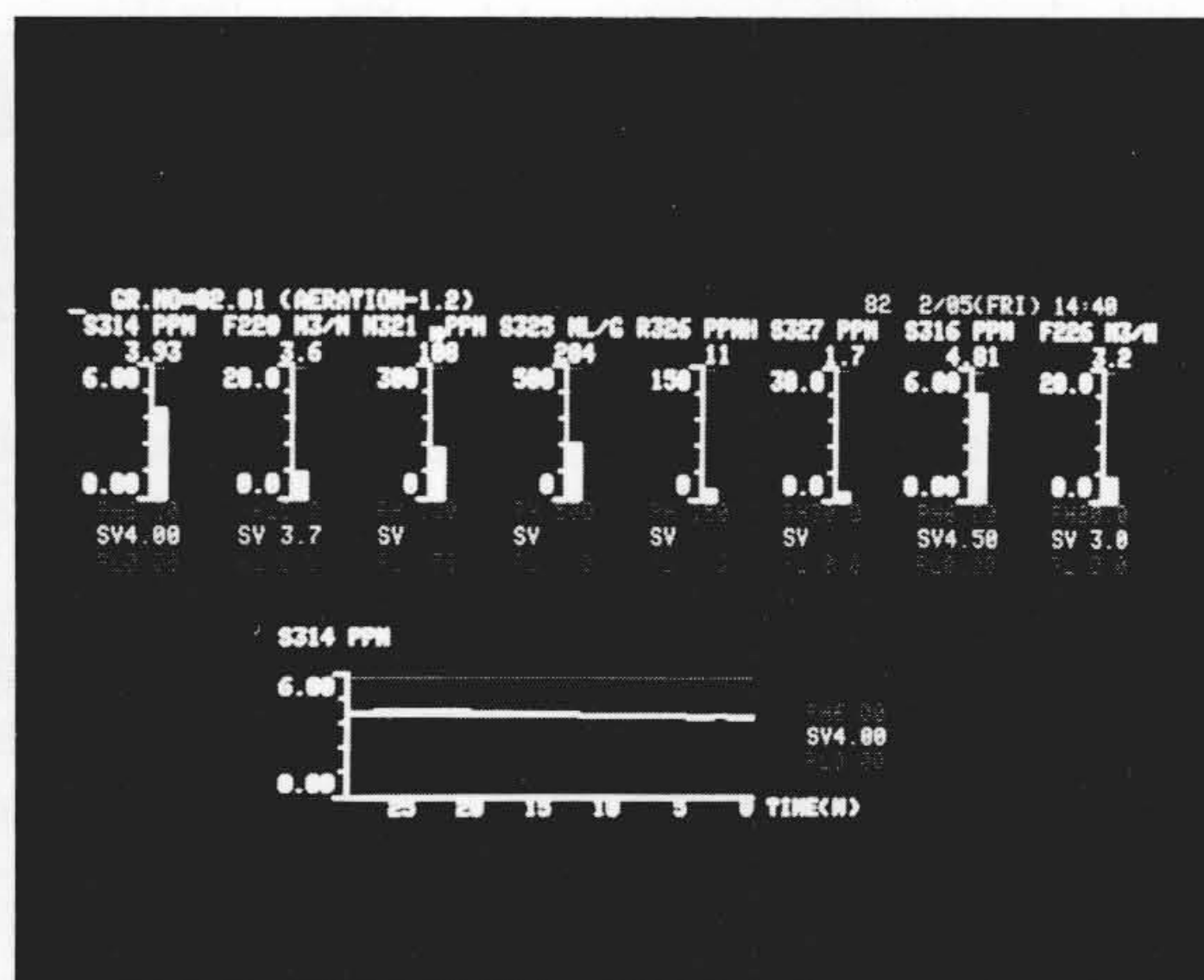
1系は昭和52年に処理を開始し、53年からDO制御が行なわれている³⁾。一方、2系は55年に通水し、同時にDO制御が適用された。56年には、1、2系同時にMLSS制御が実施された。

2.2 水質制御システムの機能

活性汚泥処理プロセスは微生物反応に依存し、また、汚泥のリサイクルラインをもつ複雑なシステムである。このプロセスでは、放流水質を直接制御することは、相互に干渉する水質変数が多く困難であるため、現時点では、微生物の最適活動条件を規定する周囲条件を整えるのが現実的である。このため、連続使用可能な検出器が開発されている、曝気槽のDO、MLSSを制御指標とする水質制御が実用化されている。また、図2に示すように処理に適したMLSSを実現するた



(a) 詳細図表示例



(b) トレンド表示例

図3 中央監視室とCRT表示画面例 処理場内の各種機器の運転情報が、監視盤及び日立制御用計算機HIDIC 80に接続された2台のカラープロセスディスプレイに表示される。

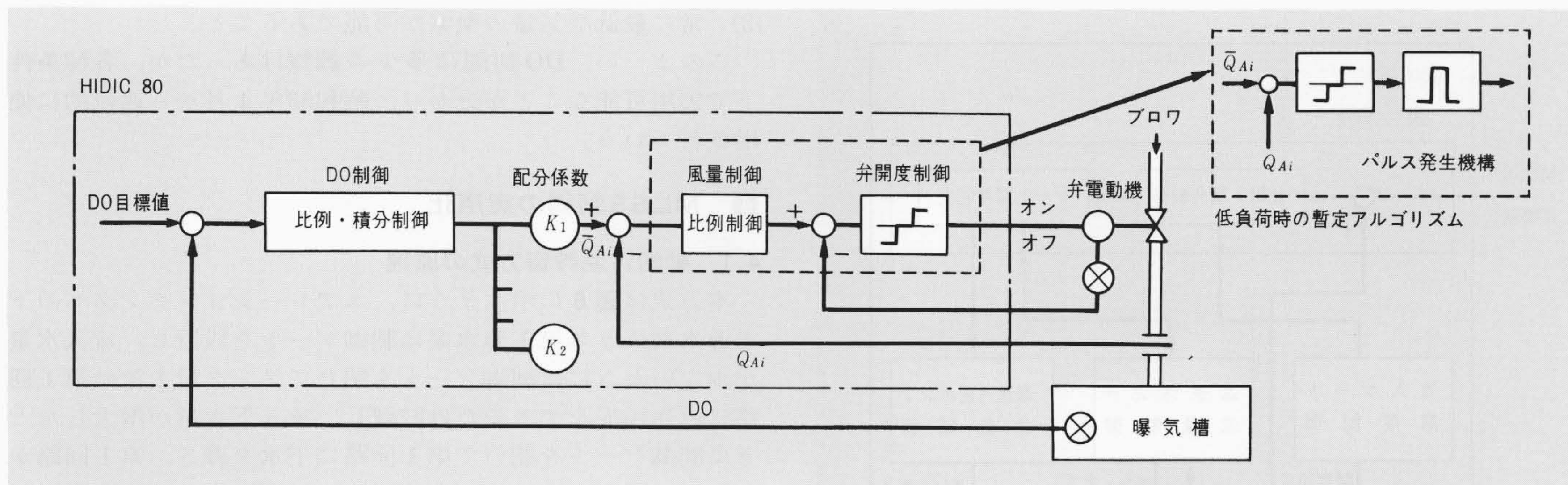


図4 DO制御のブロック線図 DO制御運用開始時には、低負荷から生じた制御上の問題に対処するため、弁開度のパルス制御などの工夫が必要となった。

めの汚泥量を確保する総汚泥量制御や、MLSS、DOの目標値決定を支援する水質モニタシステムについても研究している。

ここでは、広島市旭町処理場に納入したDO制御、MLSS制御について報告する。

2.3 水質制御システムの構成

計算機制御システムの構成を図2に示す。このシステムはプロセス情報を収集し、プラントデータベースへ格納する。そのデータを基に、(1)高精度なプロセス監視、(2)日報・月報の作成、(3)汚泥ポンプなどの機器の制御、(4)水質制御、を行っている。更に、磁気テープによる各種水質データの保存を行っており、プロセス特性解析などに利用できる。また、図3に示すように、CRT(Cathode Ray Tube)によるプロセス状態監視が可能である。このシステムの特長は、統一化されたデータベースを備えているため、それを基にして各種機能が容易に実現できること、プロセス監視だけでなく制御系の調整がCRTを介して対話的に行なえるなど、マンマシン性に富むことである。

3 DO制御の実用化

3.1 DO制御のブロック線図

DO制御系は、原理的には曝気槽第4槽のDOを実測し、それと目標値との偏差に応じて曝気風量を調整するフィードバック制御系である。実際には図4に示すように、DO制御ループ、風量制御ループ、開度制御ループにより構成され、DO制御ループは2分、弁開度制御ループは0.5秒ごとに制御を行なう。制御用計算機を用いたDO制御系の利点としては、(1)弁開度と風量の間には存在する非線形性をプログラムにより補償し、高精度の制御が行なえる、(2)処理系列が増加した場合でも、プログラム変更により対処できるなど、の柔軟性を持っていることが挙げられる。

3.2 DO制御の実用化の経過

本制御系は、昭和53年3月から稼動に入ったが、流入下水量が計画値よりも低いことから、当初は制御精度及び安定性の確保が困難であった³⁾。その原因の一つは、風量の可変範囲である。1系列時には、通常ブロフ1台が運転されるが、その風量の調整範囲は一般に定格風量の100~50%である。一方、風量/流量はこれまでの経験からほぼ2であること、また流入下水量的変化パターンから風量の必要調整範囲を試算した結果、定格風量の60~30%という結果になり、流量減少時にはブロフの可変風量範囲の制約上制御が行なえないこと

が分かった。このため、処理水質に直接影響しない前曝気槽へ送風することにより、全体の送風量を増加させ、ブロフ調整範囲でDO制御を可能とした。第二の原因は、吐出し弁に3%程度の滑りがあったことである。これは小さな量であるが、弁開度の操作点が8%程度であることから無視できない。このため、図4に示すようなオン・オフ制御ではハンチングを生じた。それに対して、同図に示すようにパルス信号を印加する弁開度制御方式に変更し、その結果が安定した。

これらの対策により、初期の流入下水量低負荷運転時からDO一定化を実現できた。図5に制御時、非制御時のDO変化を示すが、制御によりDOが一定化されていることが分かる。これら制御上の問題は、流入下水量が増加し、また系列が1系列から2系列になったこと、吐出し弁の改造により現時点では解決し、弁開度制御系も原形に戻っているが、新設処理場でのDO制御という点で貴重な経験を得ることができた。

3.3 DO制御の効果⁴⁾

DO制御の結果、次のような結果が明らかになっている。

- (1) かなりの高精度でDO一定制御が可能であること。
- (2) 硝化作用の促進あるいは抑制など、ある程度汚泥の質を容易にコントロールできること。

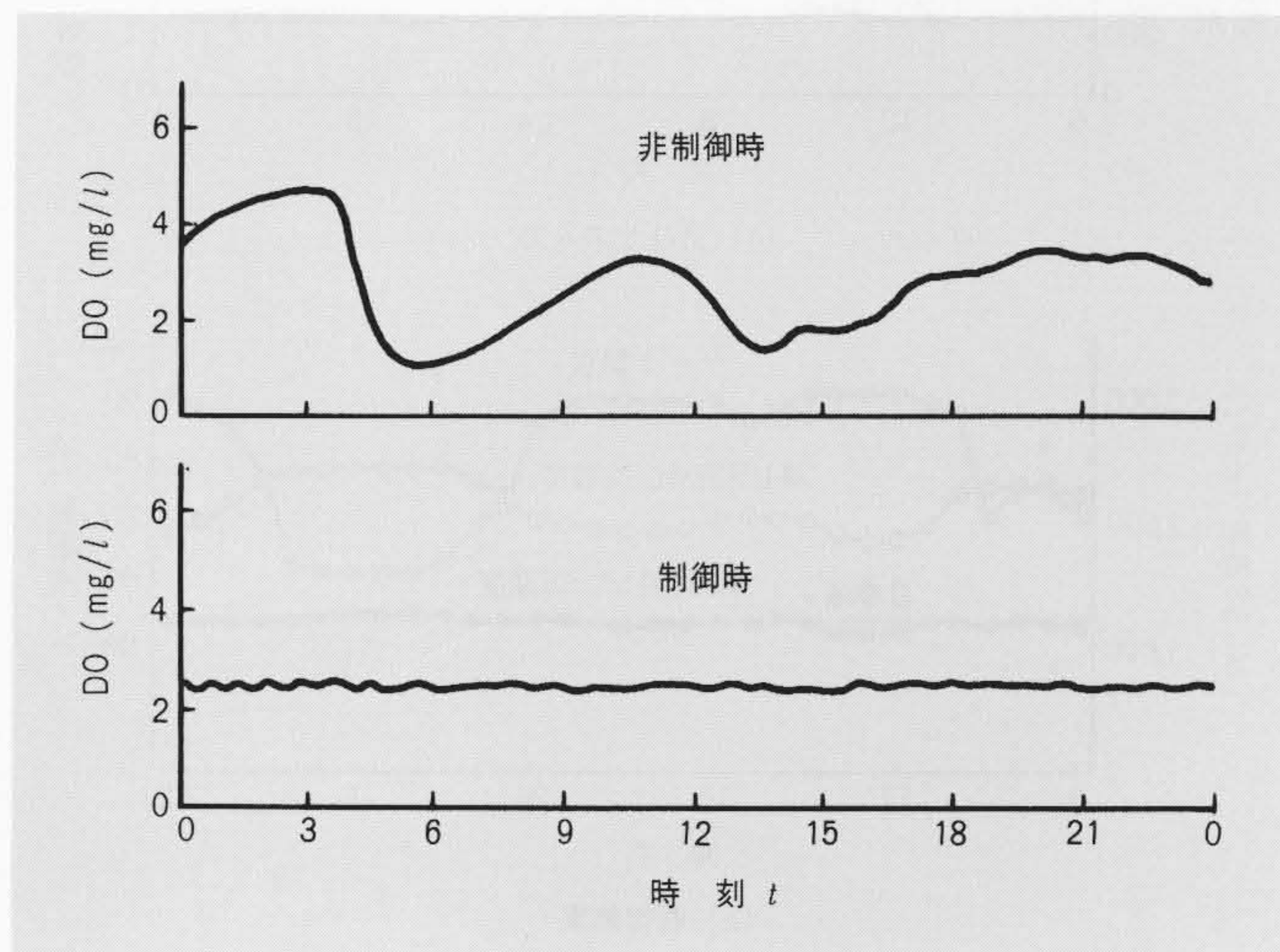


図5 DO制御の結果の一例 DO制御だけ行なったときの結果を示すものであるが、実用上の工夫により、偏差は±0.2mg/l以内に入っており、満足すべき結果が得られている。

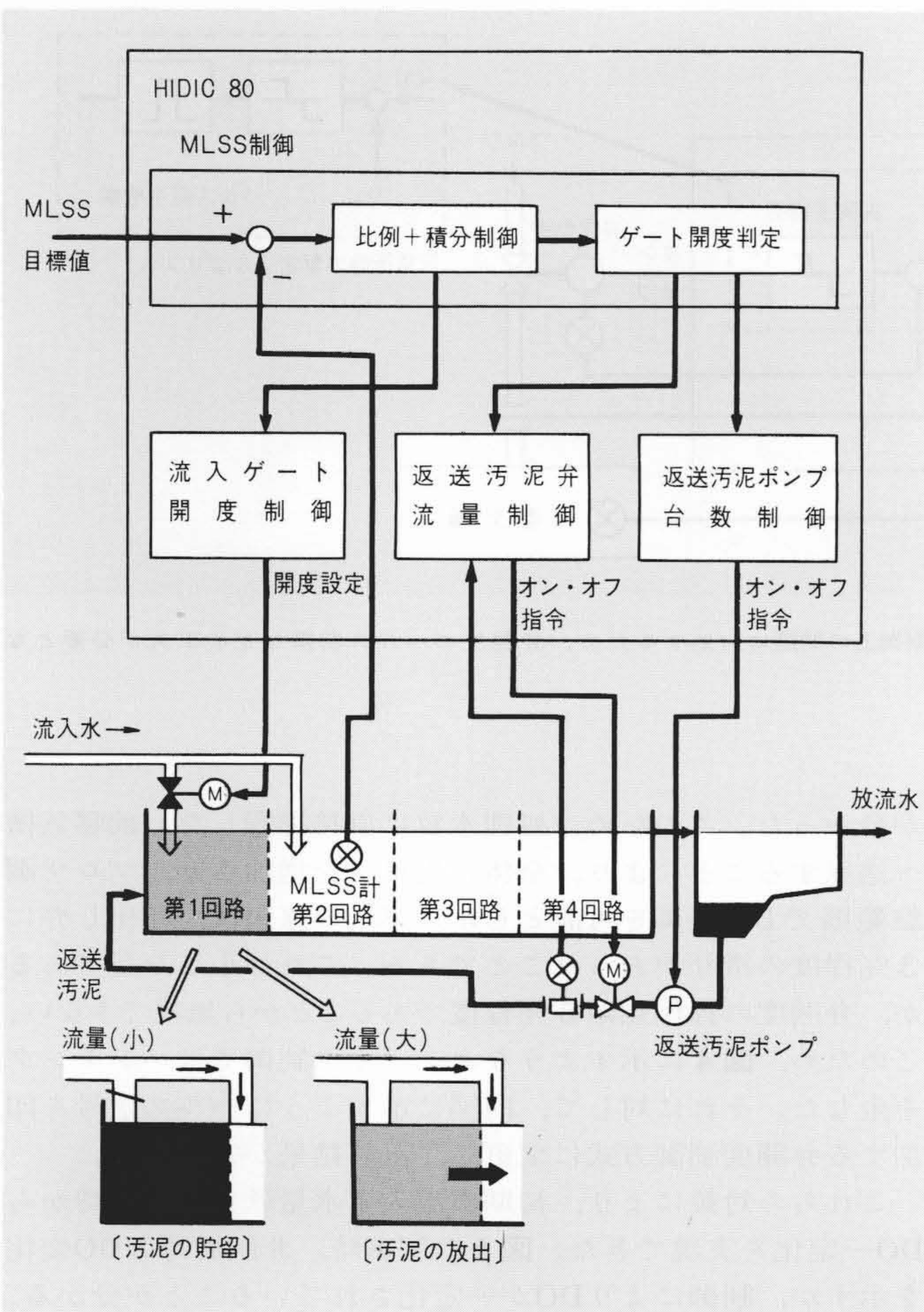


図6 動的汚泥貯留方式を用いたMLSS制御系 第2回路のMLSS計によるMLSS値と目標値との偏差に応じて第1回路の流入ゲート開度を制御し、下流のMLSSを一定化する。もし、ゲート開度制御領域を超えたときは、返送汚泥量を変化させる機能をもっている。

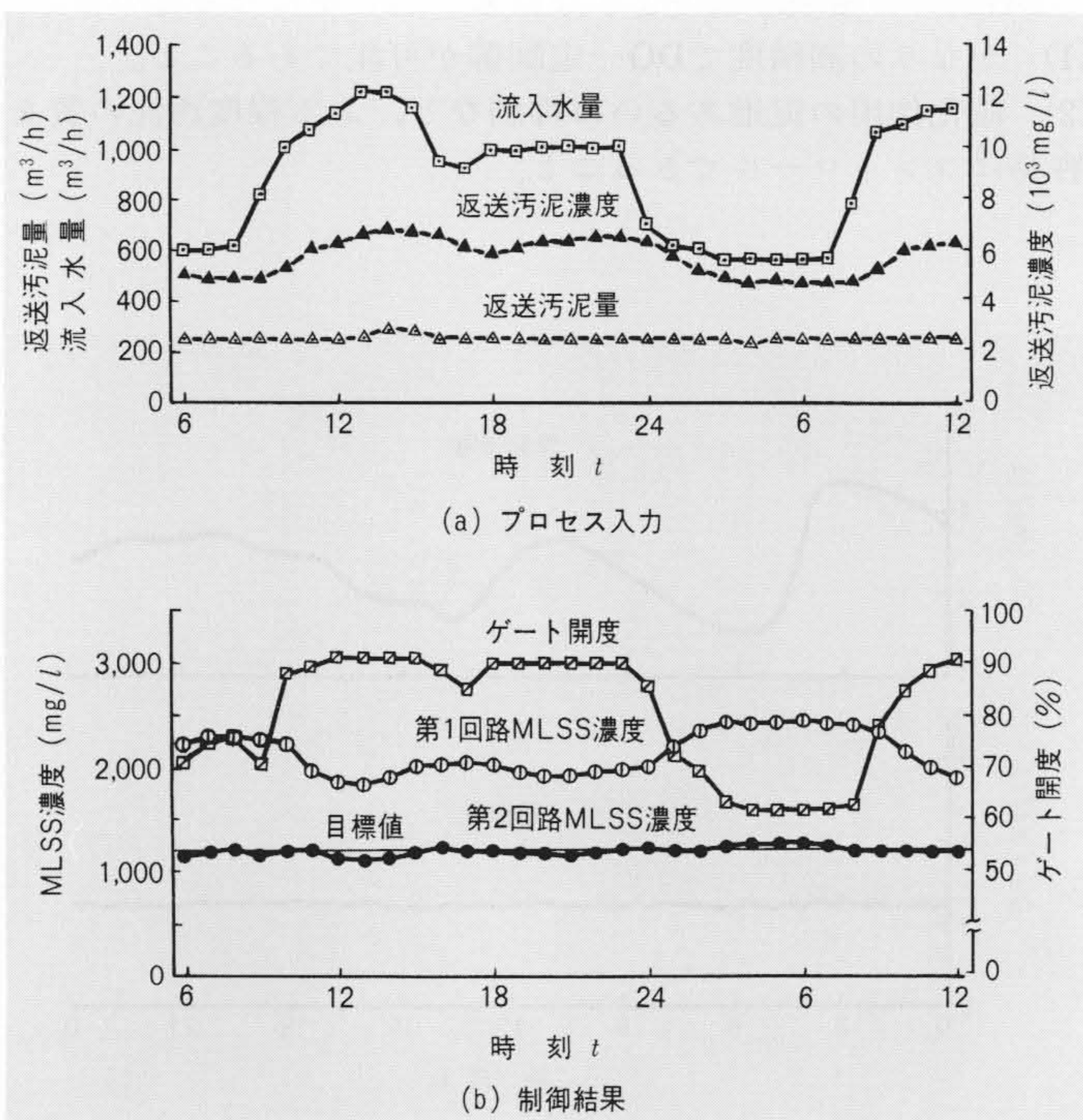


図7 MLSS制御結果の一例(代表制御槽) 流入下水量の大幅変化にもかかわらず、第2回路のMLSSが動的汚泥貯留方式により、目標値 $\pm 40\text{mg/l}$ 以内に保持されている。

(3) 常に最低空気量の検索が可能であること。

このように、DO制御は多少の調整はあったが、各種条件下で実用可能なことが分かり、昭和53年4月から連続的に使用されている。

4 MLSS制御の実用化

4.1 動的汚泥貯留方式の原理

本方式は図6に示すように、エアレーションタンクへの下水導水渠のうち第1導水渠に制御ゲートを設置し、流入水量が少ないときには制御ゲートを閉じてタンク最上流の第1回路に返送汚泥をできるだけ貯留し、流入下水水量が増大したときに制御ゲートを開いて第1回路に下水を導き、第1回路から汚泥を押し出して第2回路以降の汚泥濃度の均一化を図るとともに、第1回路をエアレーションタンクとして使用することを骨子としている。

4.2 動的汚泥貯留方式を用いたMLSS制御システム

上記原理に基づいて、旭町処理場に納入したMLSS制御システム構成を図6の上段に示す。このシステムは、曝気槽第2回路に設置したMLSS計による実測値と目標値とを比較し、MLSSが目標値よりも高い場合は、第1回路への下水流入口に設けた制御ゲートを閉じ、第1回路へ汚泥を貯留しMLSSの増加を防ぐ。逆に、MLSSが目標値よりも低い場合は、制御ゲートを開き貯留汚泥を流下させ、MLSSの低下を防止する。また、制御ゲートが全閉あるいは全開であるにもかかわらずMLSSを目標値に維持できる場合には、制御操作範囲を拡大するため、返送汚泥量 Q_R を一時的に変化させる方式を採った。

4.3 MLSS制御運転の一例

MLSS制御系は、1系の第2池を代表制御槽とし、他の池は代表制御槽に追従する方式をとっている。曝気槽の第2回路のMLSS目標値を $1,200\text{mg/l}$ に設定した場合の代表槽運転結果を図7に示す。第1回路への流量制御ゲートは流入下水水量の変動に対応した動作をしている。すなわち、流量減少時には制御ゲートが閉まり、汚泥貯留を行ない、第1回路のMLSS値が高くなっている。逆に、増加時には制御ゲートが開き、貯留された汚泥を下流へ押し出している。この制御ゲートの働きにより、流入下水水量に大幅な変動があっても、同図の下段に示すように第2回路のMLSSは目標値付近に保持されている。

5 結 言

以上、広島市下水道局旭町処理場納めの水質制御システムの概要について述べた。このうち、DO制御は現在順調に稼動中であり、4年以上の長期連続運転の実績が得られている。また、MLSS制御については、現在、運転調整を続けながら、本システムの妥当性、安定性が検討されている。

最後に、水質制御システムの納入調整に当たり、種々御協力をいただいた広島市下水道局旭町処理場の関係各位に対し、深く感謝の意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 長崎, 外: 活性汚泥プロセスの水質制御, 日立評論, 59, 8, 643~648 (昭52-8)
- 2) 田沼, 外: 活性汚泥プロセス水質制御の高度化, 日立評論, 62, 8, 583~588 (昭55-8)
- 3) 東, 外: 広島市旭町下水処理場における監視制御システム, 下水道協会誌, Vol.15, No.174, pp. 54~59 (1978)
- 4) 小野, 外: 広島市旭町下水処理場の概要, 下水道協会誌, Vol.19, No.212, pp. 31~39 (1982)