

下水道における計測及び新制御システム

Novel Instrumentation and Control Systems for Wastewater Treatment Systems

曝気槽を中心とする水質制御は、終末処理場における中枢である。

この論文では、水質に関する新ファンクションコントロールとして、溶存酸素濃度(DO)、混合液浮遊物質濃度(MLSS)、余剰汚泥引抜きの各制御システムにつき論述するとともに、水質制御に欠くことのできない計測システムとして最近開発された活性汚泥管理計器、全有機炭素・全窒素(TOCN)分析計につき述べる。

更に、上記と密接に関連する大口径電磁流量計と近代化されたコントロールデバイスにつきその概要を述べる。

地田修一* Shūichi Chida
 大越芳男** Yoshio Ōkoshi
 三好 隆*** Takashi Miyoshi
 西橋淳一*** Junichi Nishihashi
 渡辺昭二**** Shōji Watanabe
 加茂友一**** Tomoichi Kamo
 藍 光郎***** Mitsuo Ai
 岩城秀夫***** Hideo Iwaki
 森 俊二***** Shunji Mori

1 緒 言

下水道制御システムは、高度な水質制御が最終目標である。このためには階層化(ハイアラキ)制御システムを構成し、水量及び水質の単位操作に対するマイナ制御が下位ユニットとなり、これに上位ユニットからモード変更、及びパラメータ修正入力を与えることが基本である⁽¹⁾。曝気槽を中心とする二次処理プロセスの制御は、動特性把握の困難さと水量及び水質検出端のオンライン化の困難さに大きく妨げられてきた。最近の研究開発によってこの困難さをようやく突破し、水質の単位操作に対するマイナ制御、すなわち溶存酸素(以下、DOと略す)濃度/送風量、混合液浮遊物質(以下、MLSSと略す)濃度/返送汚泥量、汚泥日令/余剰汚泥引抜量の制御が種々報告されている^{(2)~(5)}。日立製作所は、東京都下水道局の指導を得て三河島処理場において協力して実験を進め、下水水質制御並びに計測に関する豊富なデータを集積し、オンライン制御の実績を確立しつつある。この論文では、下水水質の単位操作に対するマイナ制御、並びに下水道における計測システムの最近の進歩と、マイナ制御に適した信頼性の高い現場形のエレクトロニクス制御システムについて報告する。

2 下水水質のマイナ制御

二次処理プロセスにおける水質の単位操作に対するマイナ制御について、東京都下水道局三河島処理場の実績を中心にその概要を述べる。

2.1 DO濃度/送風量

(1) 目標値の設定

曝気槽内で最適の微生物反応効率を得るには、酸素をその利用速度に等しいか、それ以上の速度で供給する必要がある。混合液中のDO濃度が異常に低下すると、微生物の活性度は急激に減少し処理成績が低下する。

この活性度を表現する一方法として、酸素消費速度が使用されている。5日間生物化学的酸素要求量(以下、BOD₅と略す)を一定としたときの酸素消費速度とDO濃度との関係を図1に示す。同図から、DO濃度は0.5~1ppm以上必要なことが分かる。上限は経済性及び管理上から一般に4~5ppm程度としている。また曝気槽内部が押し出し流れの場合、酸素消費速度が曝気槽入口部より低い値を示す出口部では、逆にDO濃度が高くなり、この差は3ppm前後である。従って、曝気槽内のDOの目標値は、1~4ppmとすることが望ましい。

(2) 制御システムの構成

曝気槽内のDO濃度は、曝気ブロワから供給される空気量により制御される。この関係を表1に示す。(1)式はDO濃度の変化を、(2)式は曝気空気量と総括酸素移動容量係数との関係を示し、これらは、いずれも比例関係にある。総括酸素移動容量係数は、生物化学用語であり、制御工学における時定数の逆数である。従って、時定数は(3)式となる。以上を用いることにより、曝気槽の伝達関数は(4)式のようになる。

$$\frac{DO}{A} = \frac{DOS - DO}{1 + TcS} \dots\dots\dots(4)$$

DO検出端は一般に隔膜方式あるいは露出電極方式が採用されているが、直接下水中に設置するため電極部の絶縁抵抗の低下を防止するために電極の自動洗浄を行ない1回/1~2ヶ月の保守が必要である。流入下水の水量、水質の急変が考えられる処理場においては、曝気槽内滞留時間5~8時間

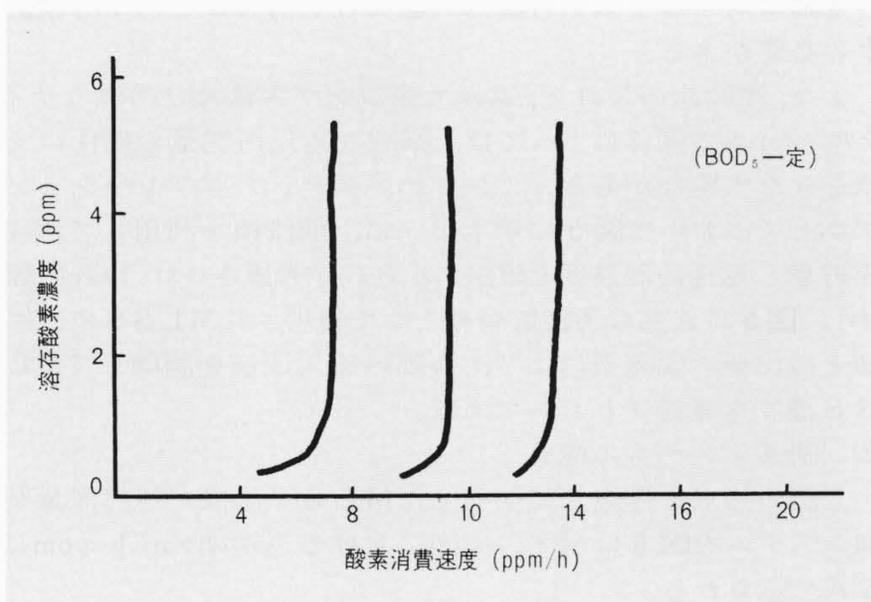


図1 酸素消費速度と溶存酸素(DO)との関係 BOD₅(5日間生物化学的酸素要求量)を一定とした場合の活性汚泥の酸素消費速度とDO濃度の関係を示す。

* 東京都下水道局三河島処理場 水質係長 ** 東京都下水道局三河島処理場 *** 日立製作所機電第一事業本部産業技術本部
 **** 日立製作所日立研究所 ***** 日立製作所那珂工場 ***** 日立製作所大みか工場

表1 送風量とDO濃度の関係 曝気槽への送風量と酸素移動によるDO濃度変化への関係を示す。

項目	関係式	備考
物質収支を考慮した酸素移動式	$\frac{dD_o}{dt} = K_{LA}(D_{os} - D_o) - r_r \dots \dots (1)$	D_o : 溶存酸素濃度 (ppm) K_{LA} : 総括酸素移動容量係数 (1/h) D_{os} : 溶存酸素飽和濃度 (ppm) r_r : 酸素消費速度 (ppm/h)
送風量と K_{LA}	$K_{LA} \approx K_L \times A \dots \dots (2)$	K_L : 酸素移動係数 (1/m ³) A : 送風量 (m ³ /h)
酸素移動時定数と K_{LA}	$T_c = \frac{1}{K_{LA}} \dots \dots (3)$	T_c : 時定数 (h)

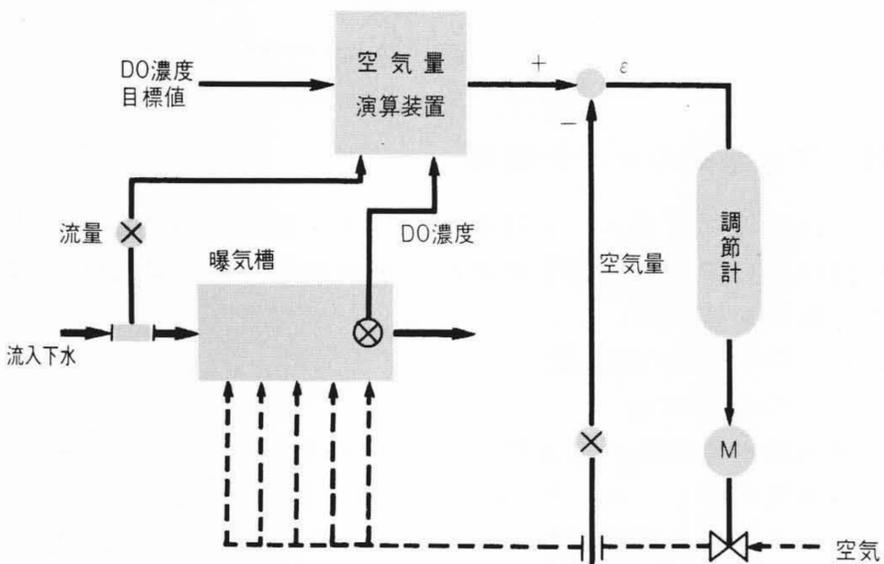


図2 DO濃度/送風量制御系統図 曝気槽のDO濃度が一定となるように送風量を制御するものである。

を考慮し、流入口におけるDO濃度の極端な低下を防止するために、流入水の水量、水質を測定して先行制御、あるいは下限補償を行なう必要がある。

その他、送風量の過少による活性汚泥の処理能力低下、また、過大による発泡現象に基づく汚泥フロク破壊などの防止を考慮すること、並びに曝気空気による下水と活性汚泥の混合攪拌によって生ずる検出値のリップルに対し適当なフィルタを設けることも重要である。曝気槽系列ごとに送風量制御を行なうことが望ましいが、この場合ブロワは、吐出しホルダ圧力を一定に保つよう制御を行なって曝気槽系列間の相互干渉の防止を図る必要がある。

以上の諸点を考慮したDO濃度/送風量制御システムを図2に示す。

(3) 実施例

図3に実施例のブロック図を示す。

- 代表的数値
- DO飽和濃度: $DOS = 7 \text{ ppm}$
 - 総括酸素移動容量係数: $K_{LA} = 3.3 \sim 4.2 / \text{h}$
 - 酸素消費速度: $r_r = 10 \text{ ppm/h}$
 - 送風量: $A = 25 \sim 35 \text{ m}^3 / \text{min}$
 - 不感帯: $\epsilon = \pm 0.1 \text{ ppm}$
 - DO濃度目標値: 4 ppm

図4に実施例の測定結果を示す。制御精度は、検出リップルを除くと、流入水量変動100%/2hの変動に対し、 $\pm 0.1 \sim 0.2 \text{ ppm}$ 以内であった。またこの場合、混合液浮遊物質(以下MLSSと略す)は2,000~2,500ppmであった。

2.2 MLSS濃度/返送汚泥量制御

曝気槽内のMLSS濃度を最適な値に保つよう返送汚泥量

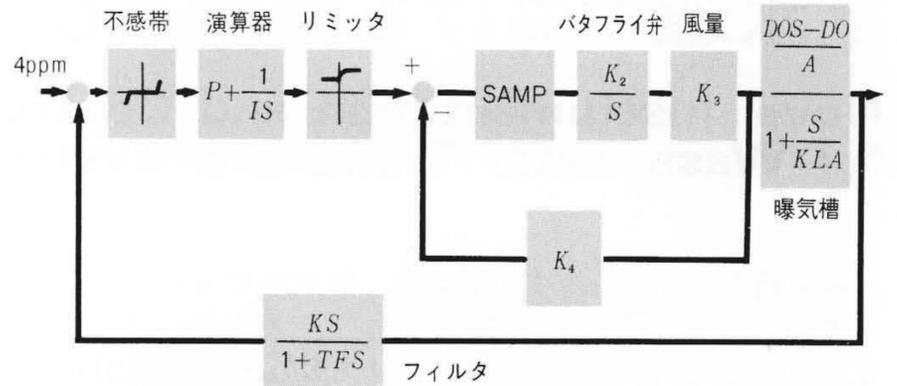


図3 DO濃度/送風量制御ブロック図 DO濃度/送風量制御システムをブロック図に表示したものである。曝気槽伝達関数は4式に示すとおりとなる。

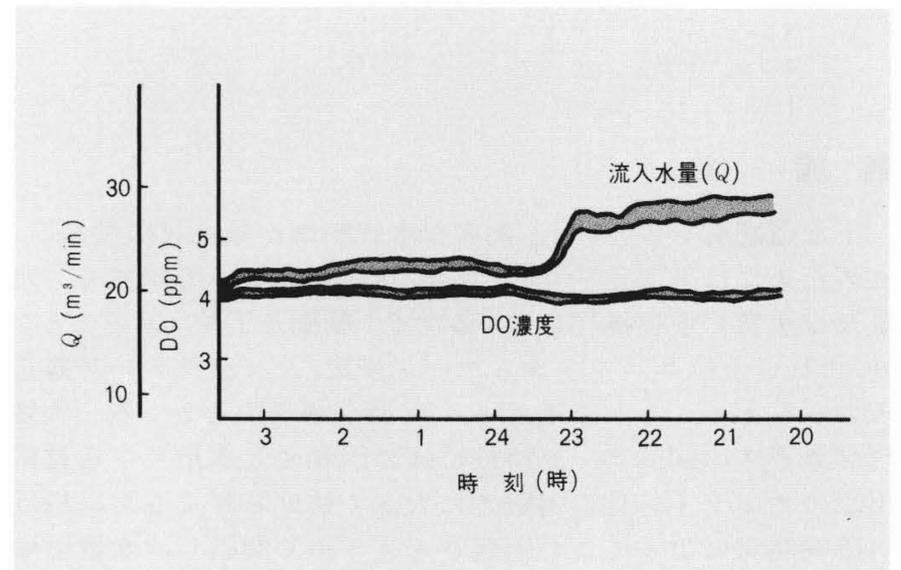


図4 DO濃度/送風量制御結果 流入量が約50%変動した場合もDO濃度は $4 \pm 0.2 \text{ ppm}$ に保たれていることを示している。

を制御することは、処理効率を高めるのに有効である。

(1) システムの特徴

系のむだ時間及び時定数の大きいことが特徴であり、曝気槽から流出した汚泥が沈殿池に沈降するまでに約10時間を要し、更にこれが曝気槽に返送され、混合・拡散されるまでも長時間を要する。従って、MLSS検出端の設置位置とともに、返送汚泥量制御システム構成、流入水量及び流入水質の変動に対する予測先行制御の必要性をあらかじめ十分検討する必要がある。

また、沈殿池の設計と、返送汚泥ポンプ容量及び汚泥リサイクルタイムの関係によっては、必要な返送汚泥量の確保に支障をきたす場合がある。このため、ステップエアレーションプロセスにおいて図5に示すように、前段槽を利用して汚泥を貯留し返送汚泥濃度を確保する方式が考慮された(特許出願中)。図5のA部は汚泥貯留槽として利用されMLSSの目標値と検出値の偏差量により、A部の流入流量を制御してMLSS濃度を維持するものである。

(2) 制御システムの構成

上記の諸点を考慮して開発したMLSS濃度/送汚泥量制御システムを図6に示す。同図における返送率 $\alpha \text{ m}^3 / \text{h} \cdot \text{ppm}$ は(5)式で示される。

$$\alpha = \frac{Q}{MLSS^*} \times \frac{SS + MLSS^*}{X_R - MLSS^*} \dots \dots (5)$$

ここで、 Q 、 SS 、 $MLSS^*$ 、 X_R はそれぞれ、流入水量(m³/h)、流入水浮遊物濃度(ppm)、目標混合液浮遊物濃度(ppm)、返送汚泥濃度(ppm)を示す。曝気槽流入水量のフィード フォワード

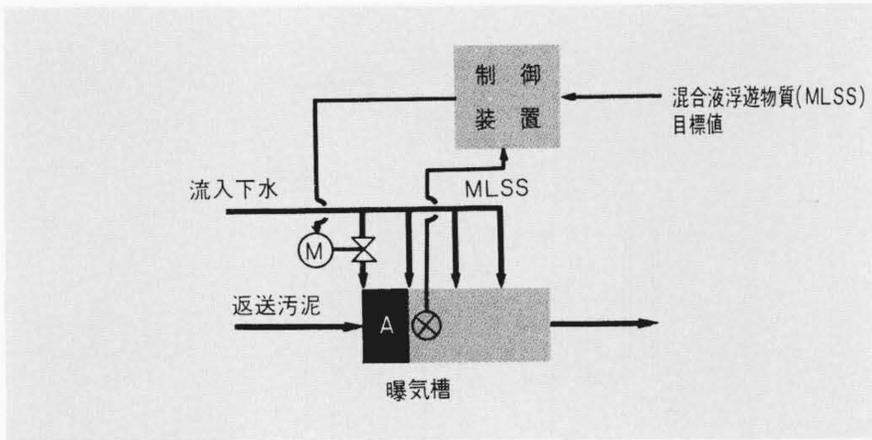


図5 汚泥濃度制御方式 ステップエアレーションプロセスにおいて汚泥濃度を確保するために曝気槽の流入側に一次貯蓄する方式を示す。

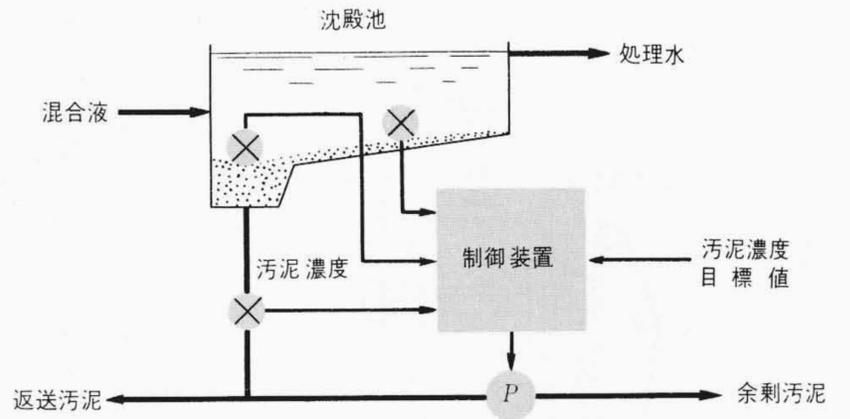


図7 汚泥日令/余剰汚泥引抜き制御系統図 汚泥日令によって最終沈殿池の余剰汚泥を引き抜くシステムを示す。

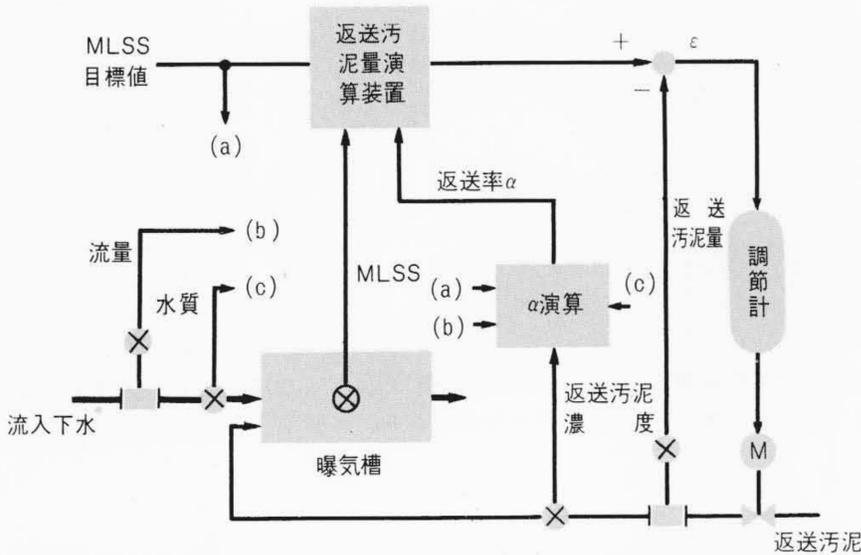


図6 MLSS濃度/返送汚泥量制御系統図 曝気槽内のMLSS濃度が一定となるよう汚泥を返送するシステムを示す。

処理に対しては、返送汚泥のデッドタイム補償を加味することが必要で計算制御、あるいは現場形デジタル制御装置の適用が望ましい。

2.3 余剰汚泥引抜き制御

余剰汚泥量は曝気槽内で増殖した汚泥に見合った量を引き抜く必要があるが、これをオンラインで検出することは難しい。現在は汚泥日令により引き抜く方式が採用されている。

余剰汚泥引抜き量は、次の(6)式により求められる。

$$X_Y = \frac{1}{E_R} \times \frac{X_M V}{D} \dots \dots \dots (6)$$

ここで、 X_Y 、 E_R 、 X_M 、 V 、 D はそれぞれ余剰汚泥引抜き量(m^3/d)、引抜き汚泥濃度(ppm)、MLSS濃度(ppm)、曝気槽容積(m^3)、汚泥日令(d)である。

余剰汚泥引抜き制御においては、引抜き汚泥濃度を常に一定以上に保ち、沈殿池の汚泥沈降効率を高めることが重要である。図7に、この目的に最も適した新制御システムを示す。すなわち、沈殿池の沈降汚泥界面を2点で検出し、引抜き口側における汚泥界面が一定以上の場合、引抜きを開始し、汚泥日令より定まる引抜き量を引き抜くが、引抜き汚泥濃度が規定値以下となった場合、あるいは汚泥界面が一定以下に達した場合は引抜きを停止するような間欠制御システムを成すものである。

3 下水道における計測システム

下水道システム制御の進歩を妨げた大きな理由の一つとして、下水道システムの水量、水質など計測上の困難性が挙げ

られる。

水質計測では、活性汚泥プロセスを規定すべき計測方式の困難性、洗浄機構を設けてもなお、検出端への汚染物質の付着に基づく特性の変動、保守の煩雑性など、サンプリング装置を含め、信頼性、保守性、性能ともまだ十分ではないが、現在水質マイナ制御に対応して、急速に開発が進行中である。DO濃度計、及びMLSS濃度計については、既にデータ集積が行なわれ、改良が行なわれつつある。

活性汚泥の管理のために、汚泥沈降速度(Sludge Settling Rate:以下、SSRと略す)計及び、酸素消費速度(Respiration Rate:以下、 r_r と略す)計が新たに開発され、また流入/放流水質の総量規制に対応して、全有機炭素(以下、TOCと略す)並びに全窒素(以下、TNと略す)の分析計が開発された。

合流式下水道においては、晴天時/雨天時流入量の大きな変動のために、水量計測にも困難が付きまとうが、大口径電磁流量計は、一つの解決策を与えるものである。3.では、これらの概要につき述べる。

3.1 活性汚泥管理計器

(1) SSR計

曝気槽の汚泥濃度は、通常、SSRで管理される。これは、一定高さの円筒の試験管で混合液を30分沈殿させたときの汚泥の占める容積を百分率で示したものである。これにより汚泥量、活性汚泥の沈降特性を把握することができるとともに、処理水の水質管理、並びに最終沈殿池設計上重要な数値である。図8に新たに開発したSSR計の原理を示す。プログラムに従って、被測定汚水が自動的にサンプルされ測定槽に導かれる。円筒形測定槽の両側面にはガラスが埋め込まれており、一方に光源を設け他方のガラス表面にサーボモータ駆動の受光装置が設けられている。汚泥が沈殿し、上澄水と汚泥の間に界面を生じていくと、光源と受光部はサーボモータ機構により界面を追従する。位置発信ポテンシオメータがサーボモータに直結されており、これを記録計が記録するものである。実測結果の一例を図9に示す。

(2) r_r 計

活性汚泥の活性度の評価は曝気槽を管理するうえで非常に重要である。 r_r は微生物が消費する酸素量の変化を示すもので、下式で表わされる。

$$r_r = \frac{A - B}{T} \text{ (ppm/h)} \dots \dots \dots (7)$$

ここに、 A ：最初の溶存酸素量(ppm)、 B ： T 時間後の溶存酸素(ppm)
曝気槽内の r_r は微生物の活性度が安定している場合は、流入下水の生物学的酸素要求量(以下、BODと略す)負荷によ

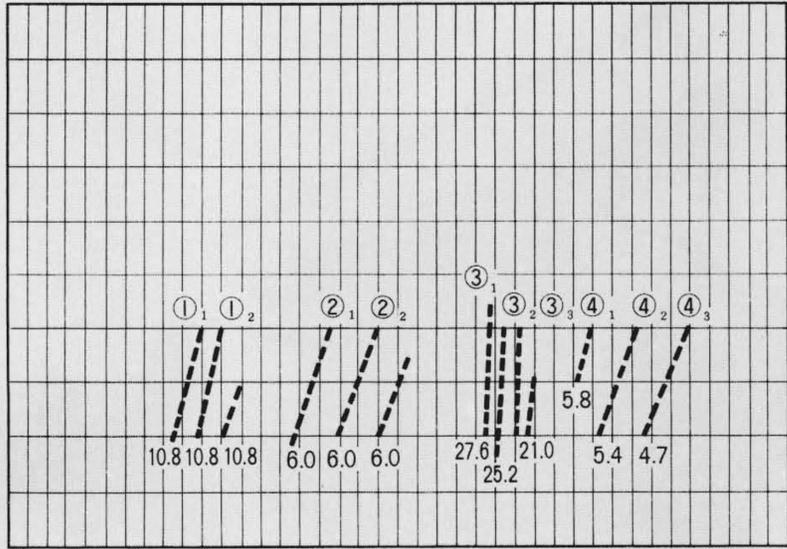


図11 酸素消費速度(r_r)実測データ DO消費過程記録を示し、記録計の上下限接点を利用して、DO値が下限以下の場合にエアレーション弁を開き上限値に達するまで曝気する。

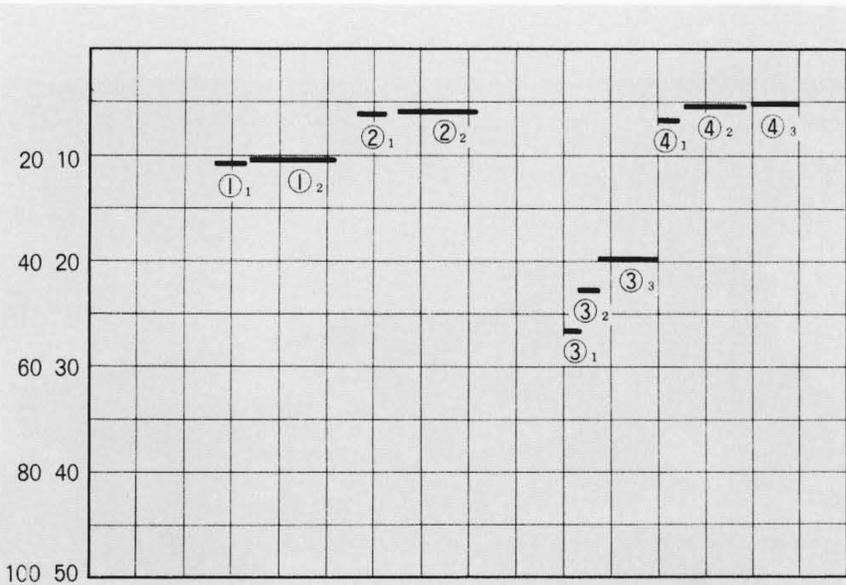


図12 r_r 実測データ 1回の演算は、測定工程により異なるが、10~30分程度を要する。

表2 TOC, TN分析計の性能 TOC, TN分析計ではTOC0.5ppm, TN 1ppmまで検出することができる。

項目	T N	T O C
測定範囲	0 ~ 500ppm	0 ~ 500ppm
検出下限	1ppm	0.5ppm
再現性(対100ppm)	±1.6%	±1.2%
測定時間	4 min	

定した結果について図14(a), (b)に示す。はじめに記録される信号は、試料ポート挿入時に試料水が気化するために生ずる燃焼管内圧力の変化に基づくものである。次いで全窒素に対応する窒素と全有機炭素に対応する二酸化炭素の信号が記録される。分析時間は約4分である。全窒素は1ppm, 全有機炭素は0.5ppmを測定可能である。この分析計の性能を表2に示す。

この装置で各種形態の窒素化合物を選定し、その標準試料の測定を行なった結果を表3, 4に示す。調整濃度と実測値の間の差はほとんどなく、全窒素を定量的に分析することが可能である。また実際の排水を採取して測定した結果を表5

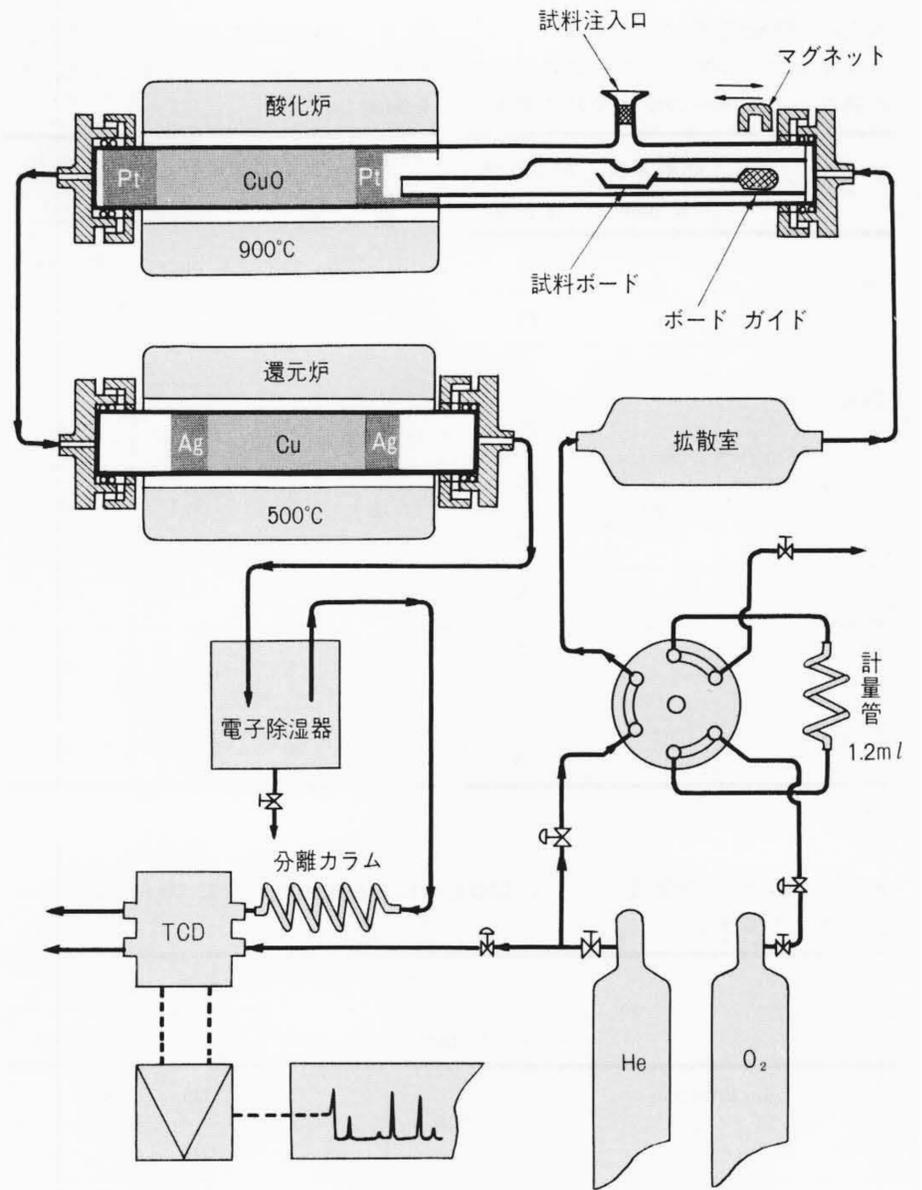
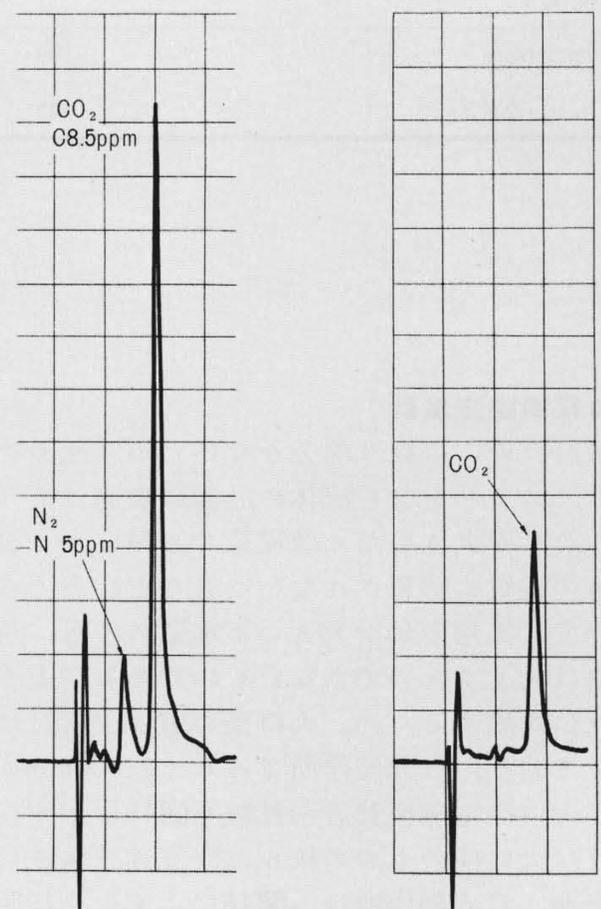


図13 全有機炭素(TOC), 全窒素(TN)分析装置 汚濁物を燃焼し、生成ガスをクロマトグラフ装置で分離検出する。



(a)カフェイン水溶液

(b)蒸留水

図14 標準試料の測定 TN, TOCがN₂, CO₂のクロマトグラムとして記録される。

表3 無機窒素の測定
アンモニア、硝酸など無機窒素の形態が異なっても同一の感度で測定できる。

試料	調製濃度		測定値	
	N ppm		N ppm	
NH ₄ NO ₃	28		28	
			29	
NH ₄ SCN	"		26	
			25	
(NH ₄) ₂ SO ₄	27		26	
			28	
KNO ₃	13		15	
			14	
NH ₄ Cl	"		"	
			13	

表5 生活排水中のTOC, TN
6地点の生活排水を採取し, TOC, TNを測定した。

試料	TN, TOC	
	C ppm	N ppm
生活排水	1.	20.8
	2.	46.1
	3.	9.7
	4.	17.5
	5.	22.7
	6.	20.1

表4 有機物の測定
TN, TOCともに各種有機化合物についてほぼ同一感度で測定できる。

試料	調製濃度		測定値	
	C ppm	N ppm	C ppm	N ppm
Saccharose	100	-	99	-
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁			101	-
Sulfonilamide	"	39	100	38
C ₆ H ₈ O ₂ N ₂ S			103	37
DL-α-Alanine	"	"	96	33
C ₃ H ₇ O ₂ N			96	35
Thiourea	"	233	93	234
CH ₄ N ₂ S			97	238
Sodiumtartrate	"	-	99	-
No ₂ C ₄ H ₄ O ₆ · 2H ₂ O			103	-

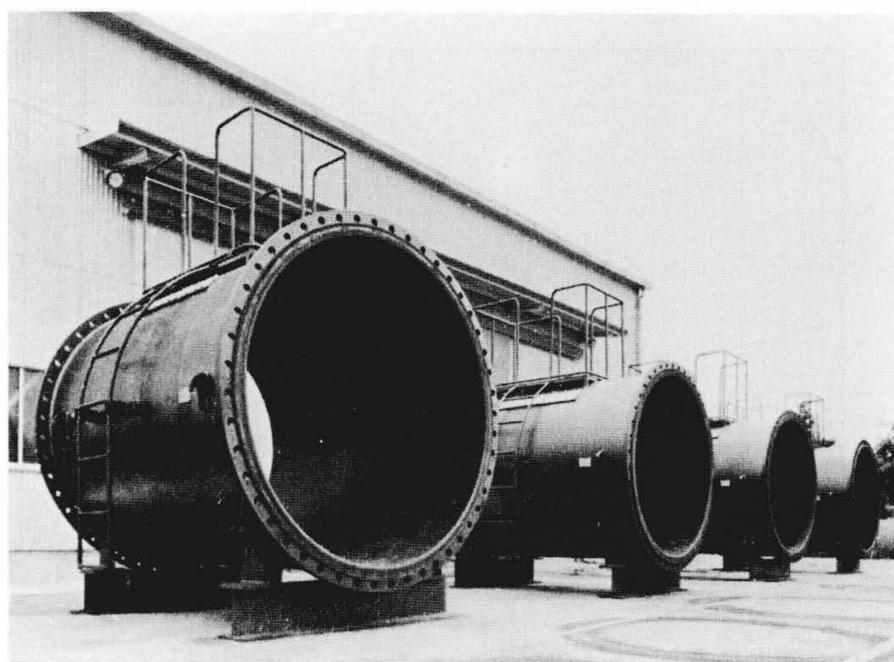


図15 大口径電磁流量計
大口径電磁流量計は, 上水道, 工場排水にも用いられる。このほか, 小口径のものもあり, 口径としては8~2,600mmが製作可能である。

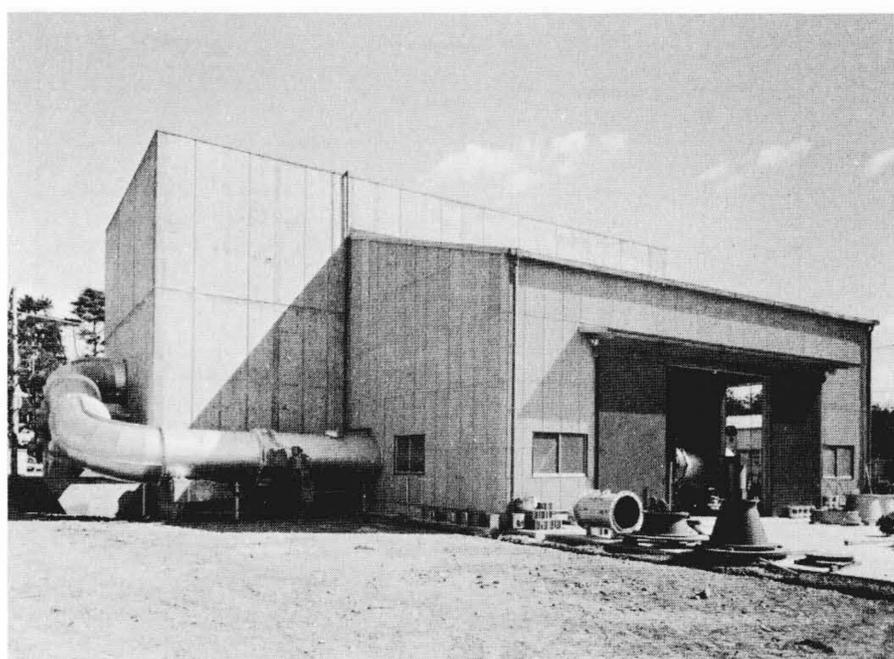


図16 実流校正装置
地上2階の水槽から地下1階の水槽に自然流下によって水を流す容積法の校正装置であり, このような規模の装置は世界でも類をみない。

に示す。

3.3 大口径電磁流量計

電磁流量計は管内に絞り部分がないため, 沈殿物を生じやすい流体や, スラリを含む流体の計測に最適であり, またレンジアビリティが大きいことなど数多くの特長を持っているので, 流量変動が大きい下水道の汚水, 及び雨水の流量測定には欠くことのできないものである。上下水道用とも大流量化に対処するため, 大口径の電磁流量計に対する要請が高まっており, 日立製作所では8~2,600mmφが製作可能である。大口径電磁流量計の外観を図15に示す。

このように大口径のものの校正は, 等価試験法によるものが多かったが, 日立製作所は, 図16に示すように昭和48年1月, 自社工場内に, 世界最大級の大流量実流校正設備を設け最大流量30,000m³/h, 最大接続口径2,600mmφのものを精度±0.5%で校正を可能とした。

図17に実流校正例を示す。

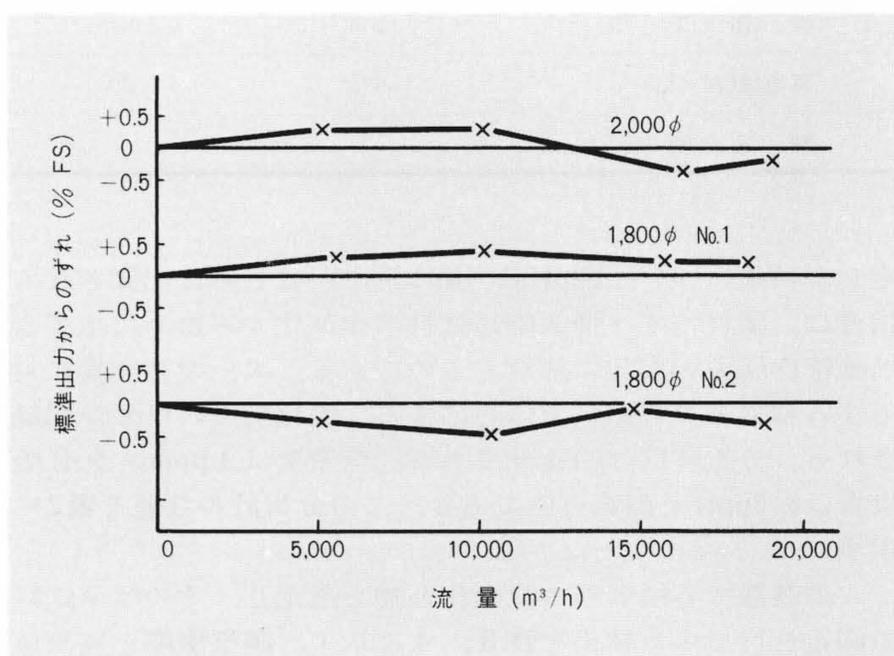


図17 実流校正例
装置の校正精度が±0.5%以下であるので, 電磁流量計自身の誤差は, 極めて小さいものと考えられる。

4 デジタル制御装置

下水道システムの水量、水質の単位操作を直接制御する下位ユニットとしてのマイナ制御装置には、信頼性の高い現場形デジタル制御装置が望ましい。上位電子計算機と階層化(以下、ハイアラキと称す)システムを構成し、あるいは単独に、水の系統の大きな時定数、むだ時間、及び非線形に十分対応して制御を行なう装置でなければならない。新たに開発した演算制御用“MINIDIC”はこれを担当し、フレキシブルに任務を果たすものである。なお、シーケンス制御用デジタルコントローラもシリーズ化され、規模に応じて“FREELOG”、“SEQUENCER”、並びに“HISEC”などがある。

4.1 シーケンス制御装置

日立シーケンス制御装置“FREELOG”及び“HISEC”は、基準のハードウェアに対し、用途に応じてプログラムを作成し幅広く迅速、且つ柔軟に対応を図る基本思想をもつものである。表6に日立シーケンス制御装置の適用基準を示す。

(1) “FREELOG”

リレー置換形と順序形の2方式がある。リレー置換形は、入力ユニットにより取り込んだ入力をダイオードピンにより所定の論理演算を行なわせ出力させる。オプションのチェックカがコネクタにより接続でき、内部演算の状況や異常を検出する。従来のリレー技術と同一のレベルで保守可能であり、システム本体のユニットに対応して設備可能のため、処理場機械のシーケンス制御に適している。図18に東京都下水道局六郷ポンプ場納入の汚水ポンプ自動運転盤を示す。

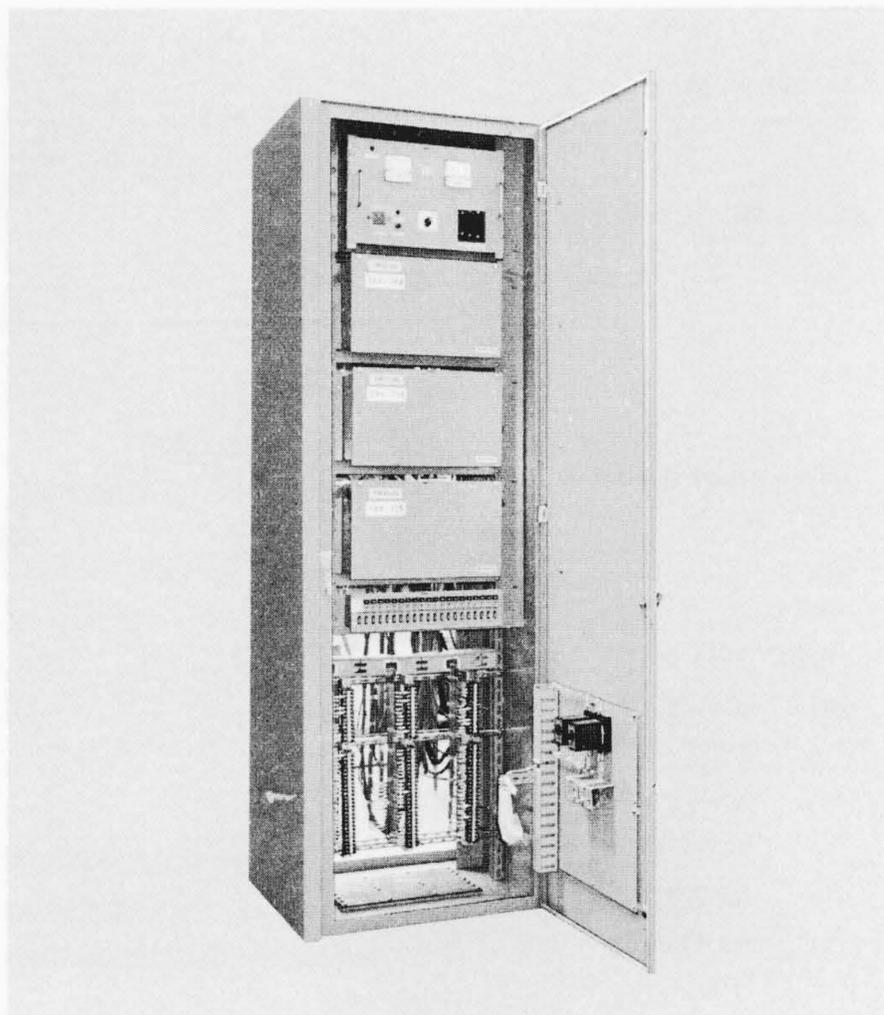


図18 “FREELOG”による汚水ポンプ自動運転盤 リレー置換形シーケンス制御装置“FREELOG”を用い、汚水ポンプ運転シーケンスを制御するものである。

表6 日立シーケンス制御装置標準仕様 日立シーケンス制御装置(リレー置換形“FREELOG”, 順序形“FREELOG”, プログラマブル ロジック コントロール “HISEC”)の各標準仕様を示す。

仕様種別		“FREELOG”(リレー置換形)	“FREELOG”(順序形)	“HISEC”
メモリ		ダイオードピン100×40ステップ	ダイオードピン	リプログラマブルIC ROM 4 K語 RWM 4 K語 ワーキングメモリ 256語
命令数		4 (AND, OR, NOT, タイマ)	—	12(ブール代数+ジャンプ)
演算機能		ロジック+タイマ内蔵	工程歩進+タイマ16工数	ロジック+タイマ
停電対策		リレー回路と同じ	キーブリレーにより工程保持	リレー回路と同じ
プログラム方式		ピンボード	ピンボード	プログラムキー、紙テープカセットテープ
入出力仕様		入力：AC100V AC200V 出力接点：AC200V, 1A	入力：AC100V AC200V 出力接点：AC200V, 1A	入力：AC, DC100V AC, DC200V 出力：AC100V/200V 無接点 DC100V 0.2A 無接点
入出力点数		入力：20点 出力：20点	工数：16 出力：20	入力：Max：1,024点 出力：“：”
タイマ		20点, 中8点 1s~3min	16点, (0~9)×1, 3, 10, 60, 180, 600, 3,600s	0.1~990s×256
チェック機構	入力状態	オプション	チェック可能(本体に蔵)	チェック可能(本体に蔵)
	出力状態	—	—	—
	メモリ内容チェック	—	—	タイプアウト可能テープとの照合
適用基準		1. ポンプブロワなどHeavy-Machine制御に向いている。 2. 入出力点数が少なくロックの多いのに向いている。	1. タイマの多いシーケンスに向いている。	1. 大規模シーケンス
適用例		1. ポンプ、ブロワ一人制御 2. 同上自動運転	1. 排泥制御 2. 沈砂かき揚げ機シーケンス	各種

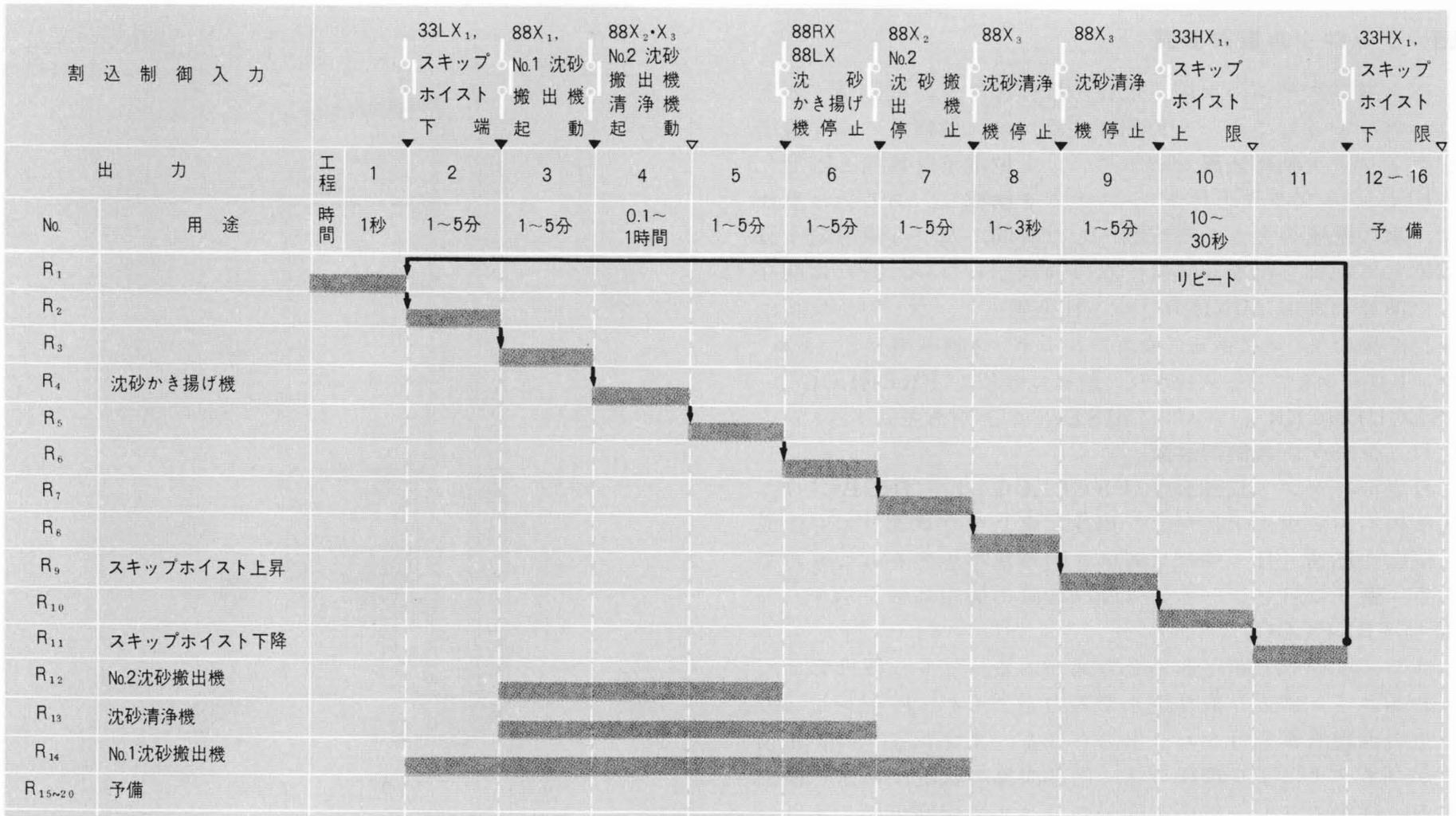


図19 “FREELOG”による沈砂かき揚げ機制御タイムチャート 順序形シーケンス制御装置“FREELOG”を用い沈砂かき揚げ機，スキップホイス ト，沈砂搬出機，沈砂清浄機の一連の運転シーケンスを制御するものである。

順序形は，クロックパルスを計数して設定時間に達すると工程割込部入力とAND条件により工程を進捗するものである。各工程における出力は出力分配部にダイオードピンを挿入して設定する。カウンタ部には磁気記憶リレーを用いており，停電時も工程を記憶しシーケンスが破壊されるおそれがない。またジャンプ機能を持ち，いずれの工程からも前後の任意の工程へジャンプ可能である。この“FREELOG”はタ

イマ要素の多いシーケンスに適しており，図19にその制御例を示す。

(2) “HISEC”

“HISEC”の動作原理を図20に，演算ユニットの外観を図21に示す。入力ユニットより取り込まれた情報は演算部で演算された後，出力ユニットより出力される。時限要素はタイマ部で，また和積論理など共通項の格納はワーキングメモリにより行なわれる。シーケンスを記憶するメモリにはリプログラマブルIC/ROM(停電で内容が破壊されない)とIC/RWM(停電で内容が破壊されるが，内容がプログラマにより自由に変更できる)の両者が使用でき試運転まではRWMを用い，営業運転はROMに切り換え使用する。またシーケンスの変更が容易で信頼性が高く既設設備への適用が容易であるとともに，演算結果を一時記憶するワーキングメモリとジャンプ機能を備えているのでプログラムが容易である。

図22は“HISEC”5台を汚泥処理工程に適用し，濃縮工程，薬注工程，脱水機運転台数及び焼却炉の自動連動制御を行なった例を示すものである。上位制御用電子計算機HITAC 350

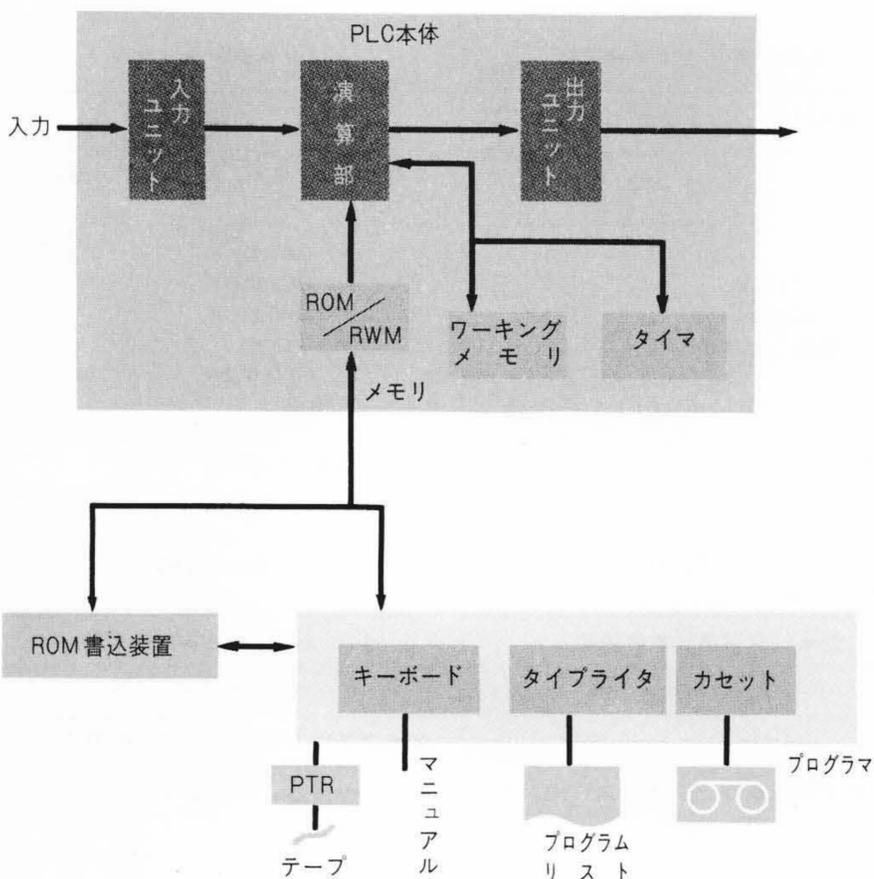


図20 日立シーケンスコントローラ“HISEC”のブロック図 日立プログラマブル ロジック コントローラ“HISEC”のハード構成を示す。

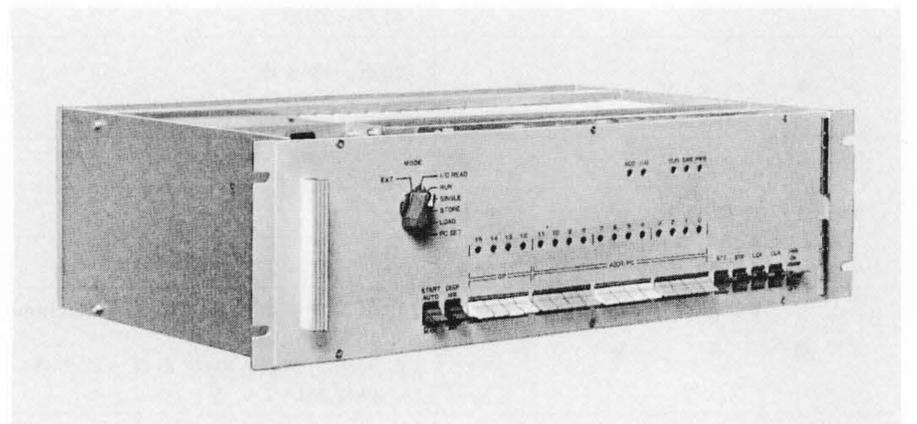


図21 “HISEC”演算ユニット 入力ユニットから取り込まれた情報は，演算部で演算された後，出力ユニットより出力される。

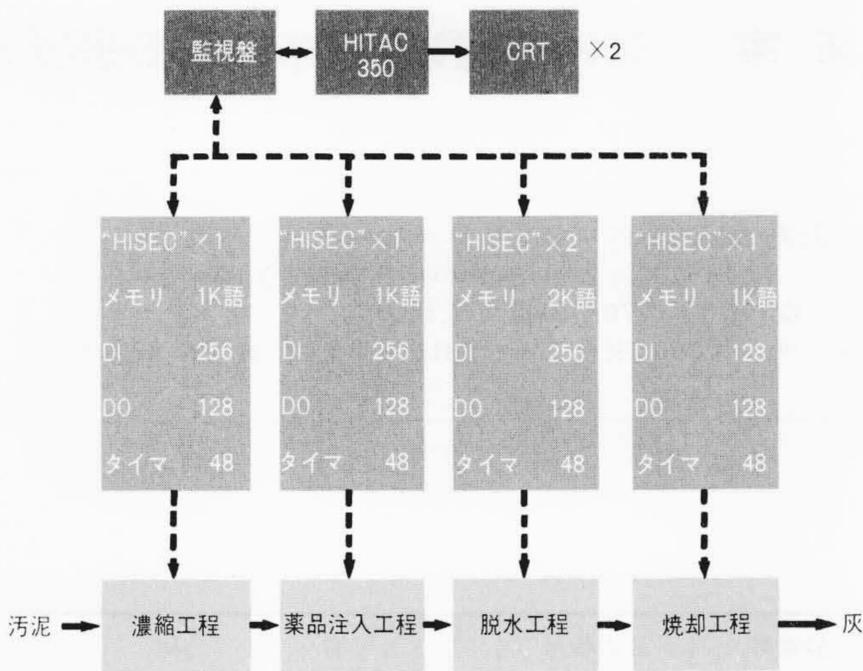


図22 “HISEC”による汚泥処理プロセスの制御 日立プログラマブル ロジック コントローラ“HISEC” 5台を用い、汚泥処理プロセスを制御した例を示す。

表7 小形デジタル演算制御装置“MINIDIC”標準仕様 日立現場向き、小形、デジタル制御装置“MINIDIC”の標準仕様を示す。

項目	仕様
演算方式	8ビット並列
命令語	8/16/24ビット 48種
処理速度	8.3~30.3 μ s/命令
演算レジスタ	8ビット \times 7
アドレスレジスタ	14ビット \times 8
割込	2レベル 8要因/レベル
優先処理	可能
タイマ	10ms \times N (N=1~255) 周期タイマ 10ms \times N (N=1~255) ソフトタイマ
メモリ	ROM/RWMコンパチブル Max 10K語(1語=8ビット+パリティ,ビット)
メンテナンスコンソール	オプション

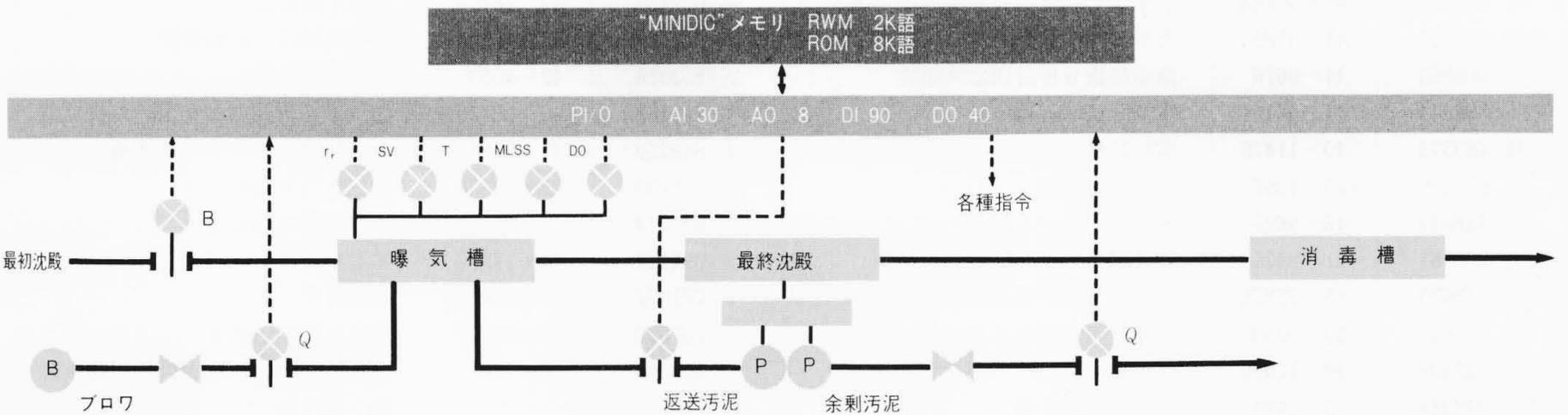


図23 “MINIDIC”による曝気槽制御 曝気槽回りの水質制御を“MINIDIC”1台で行なうものである。

と結合してハイアラキシステムを構成している。

4.2 演算制御用マイクロコントローラ“MINIDIC”

“MINIDIC”は小形デジタル演算制御装置でシーケンス制御はもちろんデジタル制御、データロギングなどを行なうことができる。表7に仕様を示す。中央処理装置(CPU)にはワンチップマイクロプロセッサを用い、メモリ固定部(プログラム)にはIC/ROMを、可変部(データ)にはIC/RWMを採用し、高度に大規模集積回路(LSI)化を図っている。またROM部にはRWMを使用でき、試運転まではRWMを用い、営業運転はROMに切り換える変更が容易で信頼性が高い。図23に“MINIDIC”を用いた曝気槽水質マイナ制御ブロック図を示す。DO濃度/送風量、MLSS濃度/返送汚泥量、汚泥日令/余剰汚泥引抜き量のマイナ制御をRWM 2K語、ROM 8K語の“MINIDIC”により確実に実行することができる。

5 結 言

以上、下水水質の単位操作に対するマイナ制御、下水道における計測システムの進歩並びに現場形エレクトロニクス制御装置の開発と実績について述べた。これらの稼動実績は、国内外を合わせてもまだ少ないが、報告した実績をもとに下水処理の高度化とトータルシステム化の方向へ大きく進歩するものと確信する。しかし検出端に関しては、更にデータを積み重ね特性の改善と信頼性の向上に長期にわたり地道な努

力を続けることが特に重要であり、プロセス動特性のデータを集積してスマートな制御システムエンジニアリングを確立するために更に努力を続ける考えである。

終わりに、終始御指導をいただいた東京都下水道局の関係各位に対し厚く御礼を申しあげる。

参考文献

- (1) 加藤, 大音「下水道システム制御の動向」日立評論(昭50-2)
- (2) 村上, 三好「最近の終末処理場のシステム制御」昭49 電気学会電力応用研究会資料 EPA-74-10
- (3) 加藤, 三好ほか「曝気槽の溶存酸素制御」166(6-9), 昭49 日本下水道協会研究発表会予稿
- (4) D. E. Stepler and J. F. Petersack: “Computerized Data Management and Control of a Secondary Wastewater Treatment Plant” (Sept. 1973) a preprint paper for International Workshop on Instrumentation, Control and Automation for Wastewater Treatment Systems, sponsored by the International Association on Water Pollution Research.
- (5) V. H. Lewin and J. R. Henley: “Automation of an Activated Sludge Plant, 1 and 2” (Feb. and Sept. 1972) Process Biochemistry.