特集Ⅰ・水システム自動計測制御の研究の現状と動向

水システム自動計測制御の研究の現状と動向

——国内ワークショップから——

Current Trends of Research and Development on Water
Systems Instrumentation and Control

大 音 透*

1984年4月27日～5月4日、アメリカ、ヒューストン及びデンバーで開催が予定されている4TH IAWPR-C WORKSHOP ON INSTRUMENTATION AND CONTROL OF WATER AND WASTEWATER TREATMENT AND TRANSPORT SYSTEMS に備え国内ワークショップが、昭和59年5月30日、31日、大阪で開催され、表1に示す54編の論文が

表1 水システム自動計測制御
ワークショップ発表論文

分類	番号	題 名	執 筆 者	
			所 属	氏 名
Ⅰ 水需要予測と配水コントロール	1	広域水運用管理システムの一例	明 電 舎	桜井紀昭
	2	上水道配水コントロールシステム	日 立	嶋内繁行 田畑 彰 四宮文人
	3	上水道の配水情報管理システム	横河北辰	長瀬忍夫 河村保弘
	4	計算機による配水コントロールの実施例	富士電機	守本正範
	5	需要予測にもとづく配水制御システム	東 芝	佐藤昌彦 岡村由美子 西岡憲太郎
	6	重複分散制方式による配水管網の圧力定値化	日 立	四宮文人 嶋内繁行
			日立コントロールシステムズ	林 志信
	7	カルマンフィルタを応用した水需要予測のオンライン化	横河北辰	塚本 孝 南浦 清
	8	浄水場塩素注入制御モデルの選択	東 芝	三浦良輔 渡守 修
	9	浄水場の水質シミュレーションモデル	東 芝	栗原潮子 三浦良輔
	10	浄水場薬品注入制御	富士電機	柳下 修

Ⅱ 浄水場コントロール	11	におけるファジイ推論の適用 CRTとの対話方式による遠方監視制御装置	東 芝	伊藤 修 河崎浩佑 筑間 誠 日下部栄
	12	浄水場における処理負荷平滑化 最適計画制御システム	東 芝	宮嶋康行 小林主一郎 下田 潤
	13	大規模浄水場の集中監視分散制御システム	東 芝	伊藤紀一郎
	14	瞬停対策付サイリスタセルピウス	東 芝	増田繁樹
Ⅲ 新しいセンサ・計測法とその適用	15	微生物電極を用いたBOD迅速測定システム	日新電機 味の素	大谷芳享 張田健一郎 安田武夫 引馬基彦
	16	酸素利用速度測定装置の下水処理場での評価実験	東 芝	金子政雄 河内恭三 松本昭雄
	17	酸素消費速度を用いた活性汚泥濃度及び溶解性有機物濃度のプロセス計測	横浜国大 電気化学計器	朝倉祝治 木村誠宏 江藤幹愛
	18	オゾン洗浄による水質計測システムと水処理プロセス制御への応用	三菱電気	戸根川寿志 宮内敏治 中堀一郎 四元初男
	19	新方式による汚泥容量指標測定装置	西 宮 市 東 芝	多志満弘夫 山口征治
	20	糸状性微生物長の画像処理による計測技術の開発に関する研究	京都大学	平岡正勝 津村和志
	21	排水中の窒素分連続自動計測器の評価	電力中研	小泉道夫 小野達男 田中 隆 横山隆寿
Ⅳ 雨水			中部電力	木山昭文
	22	雨水滞水池を備えた中継ポンプ場の自動制御システム	横 浜 市	加藤隆夫

* (株)日立製作所大みか工場副技師長
Tohru OHTO

とポンプ場コントロール	23	流入量予測にもとづく広域大規模雨水排水系の最適運転の実績	大 阪 市	須賀増幸 小林孝之 田代栄治	VII 活性汚泥法のモデル化とコントロール	39	計的解析 パイロットプラントにおけるARモデルを利用しての活性汚泥プロセスのシステム同定実験	安川電機 京都大学	金谷利憲 平岡正勝 津村和志 藤田逸朗 金谷利憲
	24	ファジィ論理を用いたポンプ運転制御方法	日 立	大音 透		40	活性汚泥法の操作条件と処理効果に関する研究	京都大学	宗宮 功 津野 洋 小野芳朗 岩堀恵裕 関根孝夫 富士元英二 増田正宏 渡辺昭二 馬場研二 野北舜介
V 活性汚泥の汚泥量コントロール	25	活性汚泥プロセスの汚泥量制御システム	東 芝	高瀬 格 三浦良輔	VIII 汚泥濃縮・消化・焼却のコントロール	47	濃縮プロセスの適応制御における変動要因の解析	寝屋川南 部 広域下水道 京都大学	花咲 徹 草岡 勉 大西春樹 二階堂朝夫 井藤五郎 武田信生 酒井伸一 馬場研二 野北舜介 渡辺昭二 柴崎和夫 遠矢幸男 三浦良輔 中山 隆 柴崎和夫 広辻淳二 前田和男 田中久男 本田敏一 斉藤和夫
	26	汚泥沈降特性解析システムの開発	明 電 舎	津倉 洋 岩堀恵裕 富士元英二 松井三郎		48	生物化学的因子を考慮した濃縮槽制御法の研究	日 立	馬場研二 野北舜介 柴崎和夫 遠矢幸男 三浦良輔 中山 隆 柴崎和夫 広辻淳二 前田和男 田中久男 本田敏一 斉藤和夫
VI 下水処理場監視とコントロール	27	最終沈澱池における滞留汚泥量の予測制御	金沢大学 明 電 舎	津倉 洋 関根孝夫 富士元英二 松井三郎		49	嫌気性消化プロセスにおける消化汚泥返送の効果	東 芝	柴崎和夫 遠矢幸男 三浦良輔 中山 隆 柴崎和夫 広辻淳二 前田和男 田中久男 本田敏一 斉藤和夫
	28	寝屋川流域下水道集中監視システム	大 阪 府	東野朝男		50	嫌気性消化反応モデルの検討	東 芝	中山 隆 柴崎和夫 広辻淳二 前田和男 田中久男 本田敏一 斉藤和夫
VII 活性汚泥法のモデル化とコントロール	29	水質総量規制における下水処理水の水質常時監視の現況	大 阪 市	谷 尤 樟隆一郎 福智眞和 加藤哲二 巽 敬一 山下隆義	IX 下水処理場の最適化とコントロール	51	嫌気性消化プロセスの動力学モデルとこれを用いたオペレーショナルガイド	三 菱 電 機	前田和男 田中久男 本田敏一 斉藤和夫
	30	下水処理場監視制御装置への光、マイコン応用	東 芝	山下隆義		52	消化汚泥プロセスの運用支援システムの考案	東 京 都	藤原弘道
VIII 下水処理場の監視とコントロール	31	知識ベースによる下水処理プロセス運用管理支援システム	三菱電機	前田和男	X 下水処理場の最適化とコントロール	53	流動炉による微粉炭	パプコック 日 立	藤原弘道
	32	下水処理場運転管理のシステム化に関する研究	京都大学	平岡正勝 津村和志 寺尾 康 藤田逸朗 林 英幸 松下靖史					
IX 下水処理場の最適化とコントロール	33	合流式下水処理場における流入下水水質の計測とその変動状態	久保田鉄工 安川電機	森 裕司 江端繁雄 仲谷幸雄 小池哲夫	XI 下水処理場の最適化とコントロール				
	34	下水道監視モニターの改良およびフィールドテストについて	寝屋川北 部広域下水道 大 阪 府	森 裕司 江端繁雄 仲谷幸雄 小池哲夫					
X 下水処理場の最適化とコントロール	35	エアレーションタンク（標準活性汚泥法）のDO制御	下水道事業団	小沼敬一 久保二郎 桑山明夫 田沼良平 佐々木康成 松永岩夫	XII 下水処理場の最適化とコントロール				
	36	ゲイン極大化法による活性汚泥プロセスのDOプロフィール制御	富士総研 富士電機	小沼敬一 久保二郎 桑山明夫 田沼良平 佐々木康成 松永岩夫					
XI 下水処理場の最適化とコントロール	37	硝化を指標にした最適DO操作に関する研究	明 電 舎	関根孝夫 岩堀恵裕 富士元英二 稲森悠平 平岡正勝 津村和志 藤田逸朗	XIII 下水処理場の最適化とコントロール				
	38	合流式下水処理場における活性汚泥プロセス動特性の統	国立公害研 京都大学 安川電機	関根孝夫 岩堀恵裕 富士元英二 稲森悠平 平岡正勝 津村和志 藤田逸朗					

54	混練り汚泥焼却プラントについて 立形多段焼却炉での 計算機制御の応用	日 立 富士電機 東 京 都	宮本 章 渥美寿一郎 安東圭司 上野健郎 伊藤 修 小林一智 原田敏郎 宮沢裕三

発表された。これに基づき水システム自動計測及び制御の研究の現状と動向の注目すべき点について以下、報告する。

1. 緒 論

上下水道システムの自動計測制御は僅か十数年前迄は(1)検出端が存在しない、或は信頼性が乏しい、(2)プロセス特性が不明である、或は時定数大きく安定で制御を必要としない、等の理由で余り顧みられなかった。しかし、この十数年の間、(1)自動計測制御を含む上下水道システムへの積極的な投資、(2)学際、業際的な協力による研究開発の推進、(3)国際的な情報の交換、によって水システム自動計測制御は大きく進歩し、単独の浄水場、処理場は勿論、広域にひろがる上下水道システム全体の運営、および上下水道事業の経営に貢献できるようになった。これを要約すれば、(1)高度のマイクロエレクトロニクスにより急速に進歩した高信頼性の制御用計算機が広く用いられている、(2)プロセス動特性が詳細に解析され、定式化された、(3)制御を高度化するための種々の技法、たとえば、設備計画、システム運用、プロセス制御、シミュレーション技法等が次々と開発され、アルゴリズムの改善、計算の高速化が進められた、(4)これら一連の手続き、手順は主としてグラフィックディスプレイにより可視化され、マンマシンインタフェイスは大巾に進歩した、(5)高度、先端、次世代技術がとりいれられている、という事ができる。以下その様子を概観する。

2. 上水道システムの計測制御

2.1 送配水ネットワーク制御

送配水ネットワーク制御は、上水道トータルシステムとも呼ばれ、つぎの形態がある。

- (1) 需要予測にもとづき、取水、汙過、配分計画を樹て、浄水場に設定値を与え、配水池を運用するもの。
- (2) 配水ネットワークをオンライン制御するもの。
- (3) 送配水ネットワークの情報管理を主とするもの。

(1)は論文(4)、(5)のほか、すでに長い運転実績を有するものがある。^{55), 56), 57)} (2)も論文(2)、(4)ならびにすでに安定運転を行っているものがある。^{58), 59)} (3)は論文(3)により報告され、管網計算、施設維持管理、配水制御に関する情報管理が主体となっている。何れのシステムも、その中心にデータベースを構築するが、(1)および(2)はこれに接続される監視、制御システムが直接送配水ネットワークを監視、制御するのに比し、(3)はデータベースへの送配水ネットワーク情報の流通が主体を為している。

(1)を実現するには需要予測ならびに配分モデルの確立が必要である。論文(5)はGMDH(Group Method of Data Handling)法による、論文(7)はカルマンフィルタにより最適推定値を求める方法の需要予測モデルを提案した。過去のデータにより需要パターンの指数平滑値を用いる方法⁶⁰⁾もすでに長い実績を有している。何れの方法が有利かは、個別のネットワークの事情によるが、入手可能な過去のデータ、計算の精度および速度、ならびに記憶容量等に影響される。配分モデルはネットワーク流を最小費用問題として捉え、Primal Dual法で最適解を求めるもの^{61), 62)}がすでに実績がある。(2)は管網計算をオンラインで実行する必要がある。論文(2)は管網モデルを実月上十分な大きさに縮約し、これをエネルギー最小費用問題に変換してPrimal法及びSimplex法により高速管網計算を実行するもので、論文(5)は圧力設定値を管網計算により求め、これを現場設置のデジタル調節計に与えるものである。論文(6)は分割された配水区域に重複して分散配置されたマイクロコントローラによりその区域の配水を制御するもので、制御性と信頼性の向上が期待される。

2.2 浄水場制御

論文(9)は水質に関して単位浄水プロセスを記述するモデルを提案している。これを用いたシュミレーションにより浄水場運転制御の事前検討およびガイダンスを得ることができる。論文(8)はこれにより、前塩素注入アルゴリズム選択、採水点の決定、パラメータの同定が可能なことをシュミレーションにより示した。論文(12)は需要予測と洗浄予定にもとづき、汙過流量最適値が整数計画問題としてBBM(Branch and Bound)法で求められる事を報告した。浄水場を送配水ネットワーク中に位置づけ統一された思想の下に最適運用する上で重要である。論文(10)は薬品注入制御に一般に用いられる重回帰モデルでは対処し切れない部分を補な

う為に、オペレータの制御動作をファジィ推論によりモデル化し補完した事を報告した。新しい理論が積極的にとり入れられた例と云える。

3. 検出端および計測

検出端および計測に関しては、次世代技術を積極的にとりいれた研究開発が報告された。

論文⑩は酸素消費速度測定装置の評価を行ない、論文⑪はこれを用いた活性汚泥および溶解性有機物濃度測定を報告した。前者は長期現地試験により安定性を実証し、後者は非定常状態へ Monod モデルの拡張適用可能な事の実証に基づいて、微生物の酸素消費速度を測定し、その濃度あるいは有機物濃度を知るものである。論文⑫は汚泥界面(=SV 値)を複数光源により検出し、又、ピストンに吸引されたサンプル水の MLSS 値を透過光量により求め、SV/MLSS を演算により求めるものである。

以上は従来から用いられている指標に基づくものであるが、論文⑬はバイオテクノロジーの応用である。固定化微生物膜と隔膜式酸素電極を組み合わせ、BOD 液により固定化微生物の酸素消費が上昇し、酸素電極電流が減少する事を標準液との比較により測定するものである。JIS 法との相関性高く、長期安定、サイクルタイム30分である一方、零点移動、スライム付着、標準液測定中のデータ欠損等、種々の問題との遭遇、対策が報告された。今後の進歩が期待される。論文⑭も高度技術適用の例である。画像処理装置を用い糸状微生物の長さを測定する2種類のアルゴリズム、2域値方式と縮退膨張方式、が研究された。低すぎる DO 設定値にもとづく糸状菌増加によるバルキング、高すぎる DO 設定値によるフロックシャリング等を防止し適正 DO 設定値指標を得るほか、パターン認識、図形処理の高度な展開により全く新しい世界が期待できよう。論文⑮はオゾン洗浄が水質計器へのスライムや藻類の付着防止に有効で、特に初期段階から適用すれば長期無保守運転が可能と報告している。論文⑯は火力発電所の煙道腐食対策に注入されるアンモニアのために排水中に含まれる可能性のある窒素分をモニターするもので、アンモニア($\text{NH}_4\text{-N}$)計、硝酸、亜硝酸($\text{NO}_x\text{-N}$)計は精度高く実用に耐え、全窒素(T-N)計は精度は高いが保守煩雑であることを報告した。

4. 下水道システムの制御

4.1 雨水排水系の制御

雨中排水ポンプの運転は、従来専らオペレータの判断と責任に委ねられ、一般に手動であった。しかし雨水排水系は広域にまたがる巨大システムとなるものが多く、排水区域での浸水を実際に防止し安全を確保するには自動制御が必須な場合が生じた。又、合流式下水道における初期越流汚濁防止のため、処理場と連繋して自動制御が必要となる新しい傾向も現われている。

論文②は両者を目的としたもので、降雨の際、晴天時時間最大汚水量相当分迄は処理場へ送水して処理後放流し、4倍迄は雨水滞水池に一時貯留して降雨後に処理放流される。4倍以上は河川へ直接放流される。これにより大部分の初期越流汚濁は防止される。又、この時、指数平滑によりポンプ井水位を予測し、マイクログントローラによりポンプ運転が行われる。論文③は前者の代表例であって、計算機を用い水理学モデルにより長距離管渠の非定流計算を行ない、流入量と流動状態を予測し、これにもとづいて大容量ポンプを運転し広域排水区域の浸水を防止している。論文④はオペレータのポンプ運転実績をもとにミニマム型ファジィ論理演算を用いて作成したポンプ制御モデルで排水ポンプを運転した場合、オペレータが運転した実績に対する誤差は極めて小であることを示した。

4.2 下水道トータルシステム

上水道の送配水ネットワーク制御に相当して、広域にひろがる下水道システム全体を制御するトータルシステムは、まだ本格的には存在しない。これは下水管渠が地形に沿って樹枝状系統をなし、汚水、雨水は自然流下するから監視制御の項目、必要個所、量共に少ない為であるが、異なる下水道システム間の連繋、あるいは管渠のネットワーク化等は必然的に下水道トータルシステムを促進するものと考えられる。論文⑧はその最初の例で、流域下水道を多くの監視項目につき管理センタ及び補助管理センタから集中監視するシステムを構築した事を報告した。トータルシステムとしての運用、処理場の最適制御化が今後の課題とされている。論文⑨では水質総量規制による水質集中監視システムで、計測器が高い稼働率を保っている状況と、その原因が測定値の検証およびきめ細かい維持管理の実行による事が報告された。下水道トータルシステムの観点からは論文②、③も雨水に関してトータルシステムの一部を為すものである。

4.3 処理場制御

処理場の監視制御にはフィールドテスト、データ解析、モデリング、ハードウェア、ソフトウェア等、種

々の角度からのアプローチ結果が報告された。論文③4では水質計器（温度、PH、ORP、電導度）のモニタ値、記録値の手分析値との相関はPHを除いて高く、これら検出端をマンホール内へ設置できる可能性の検討が行われた。論文③5は合流式処理場への流入水のSSの5日間測定値の手分析値との相関は高く、連続測定可能であること、又、SSの外、PH、雨量の変動状況およびスペクトル分析結果を報告した。論文③6は処理場の運転管理をシステム化するには詳細に記述したユニットプロセス定常モデルを用い、ライブラリ化度を高め、計算の高速化をはかり、パラメータ同定を容易にし、運転モードを確立すべきことを報告している。論文③7は処理場監視制御ハードウェアがシステム拡張、変更柔軟な適応性を有する為には、中央設備もマイクロプロセッサを用いた機能分散システムとし、データ伝送には光データウェイが適当と報告している。論文③8は処理場に関する専門知識をプロダクションルールとして計算機に蓄積し推論エンジンは、これとデータベースに記述されたシステム状態と比較して同定、制御、診断、故障時の安全制御および手動制御を支援する知識ベース運転管理システムを提案している。次世代技術の積極的な適用例と云う事が出来る。

4.4 活性汚泥プロセスの汚泥量制御とモデル化による制御

活性汚泥プロセスは下水処理の中心であるが、プロセスそのものはほとんど変化はない。本ワークショップではこれに制御指標、モデリング技法等の種々の角度からアプローチが行なわれた結果、新しい知見を得て制御の新生面が開かれつつあると云う事ができる。

論文④5は総汚泥量が所定の値となるよう余剰汚泥量を制御した場合のオンラインシミュレーション結果を報告した。総汚泥量制御については所期の結果を得、MLSS制御については返送汚泥量変動巾が大となること、又、放流水質への影響は今後の課題である。論文④6はSVI計に上澄水濁度測定機構とデータ解析機構を付加した汚泥沈降解析システムを用い回分沈降試験を連続して行った結果、初期沈降速度、Roberts常数、最終汚泥界面高および圧密点を把握する事により汚泥沈降特性を詳細につかみ、評価できる事を報告した。論文④7はSVI計の回分沈降現象を円形沈降池へ適用したマクロモデルと最終沈降池の汚泥濃度分布測定により沈降池内の滞留汚泥量を求めて、モデルによる推定値と実験値を比較した結果、曝気槽汚泥量に対する最終沈降池汚泥量の重量比はSVI値および汚泥返送率の

関数である事を報告した。論文④8は曝気槽のDO設定値を流入量変動小、硝化反応抑制型のA処理場と、流入量変動大、硝化反応促進型のB処理場について調査した結果、N-BODにもとづくBOD₅変動を抑制するために硝化を促進するにはDO設定値を上げること、放流水質基準を守るだけであればDO設定値は下げてもよいことを示した。同様の結果は論文④9によっても報告され、硝化菌と炭素系酸化菌とは溶存酸素に対する反応速度が異なり、SRTをパラメータとする定風量、DO一定、硝化率一定制御シミュレーションにより、硝化は活性汚泥プロセス反応状態の監視に有効であることが報告された。論文④10は酸化還元電位は活性汚泥プロセスの状態を示し脱窒状態を予測できるもので、硝化のための酸素要求量は単位除去基質当りBOD除去の3～4倍を必要とすることを明らかにし、ORPを指標とするDO及びSRTの最適制御の提案を行った。論文④12は三次処理プロセスの制御に関する唯一のもので、脱窒槽と硝化槽を有する生物学的脱窒プロセスの反応は酸化還元反応であり、還元剤として有機炭素源を必要とする。これにメタノールを用いる場合、小規模装置を用いて実験した結果、酸化還元電位はプロセスの処理状態を示し、これを 150 ± 15 mvに保つようメタノール注入制御を行うと脱窒率70%と略々理論値を達成したと報告している。尚、メタノール定量注入時の脱窒率は約60%であった。活性汚泥プロセス、生物学的脱窒プロセスとも、酸化還元電位が重要な指標であることが明らかにされた。論文④9は曝気槽の流れ方向のDO濃度分布の変曲点は略々処理完了点に相当し、同時にエアレーション強度vs. 空気流量特性の変曲点に略々一致する事を明らかにし、これに基づいて空気流量変化に対するDO濃度のゲインを最大にすることをモデル規範型適応制御により実現し、曝気槽内部状態変化に対し、DO設定値を最適化する実験を行った事を報告した。論文④8は活性汚泥プロセスを自己帰帰(AR)モデルにより制御すれば、日乃至時間オーダの変動に対し処理の安定化を図れるとの考え方に基づきARモデルを作成した。サンプル周期150分の観測値を用いた150分後の予測値は測定値とよく一致し、ARモデルは妥当と報告している。論文④9は特定スペクトルの雑音を操作量に与え、ノイズ寄与率最大の雑音系列データを用いて同定したARモデルを用いパイロットプラントで最適制御実験を行った結果、誤差は定値制御に比しMLSSで1/20、BODで1/4、SSで1/3に減少したと報告している。返送汚泥量に関するデータの

蓄積が課題となっている。論文(40)ではCODで表現した微生物代謝モデルに難分解性物質が生成される経路を付加したモデルを作成し、活性汚泥プロセスに適用して回分実験によりパラメータ同定を行なった結果を報告している。返送率、汚泥引抜率、水温、溶解性物質成分比等の変動による処理効果 ie 、放流水質、余剰汚泥発生量の変化が検討された。論文(45)は一日の特定時刻のMLSS濃度を余剰汚泥引抜により制御する場合、データ予測は過去のデータの線形結合としてARモデルで、又ノイズは予測誤差の線形結合として移動平均(MA)モデルで表わされる。283時間のデータを用いたARMAモデルによる流入量、および流入水SS濃度の予測誤差は21.6%及び15.7%で、これにより余剰汚泥引抜量を決定しMLSS濃度制御を行った結果、1,200mg/lを維持できた事を報告している。論文(44)では活性汚泥プロセスのSRT制御パラメータのうち、汚泥増殖率をExtended Kalman Filterにより、収率、自己酸化率を線形回帰により、返送汚泥量を沈降流束理論により求める事を報告した。汚泥が最終沈澱池に蓄積しないよう曝気槽へ返送し系外へ流出することを防止する制御システムが提案された。論文(43)では単独の反応槽を用いて好気性と準好気性工程を繰返す半連続式生物処理プロセスを、シーケンサにより両工程時間配分ならびにDO制御し、処理の安定化と運転管理の無人化に成功した事を報告した。論文(46)ではゲル化剤を曝気槽に注入し菌体に影響なく汚泥の沈降性を改善しバルキングを防止すると同時に処理水TOCを安定化した事を報告した。

4.5 汚泥濃縮プロセスの制御

汚泥濃縮が前段プロセス、即ち生汚泥および余剰汚泥引抜の影響を強くうけ、又次段プロセス、即ち消化或は脱水プロセスに強い影響を与えることは余り気付かれず、一貫した研究は比較的等閑に付されて、濃縮プロセス単独の研究が行われた嫌いがある。しかし、論文(47)は汚泥性状データの時系列解析を行ない、生汚泥は略々1年の変動周期を有し、長期トレンドは汚泥有機分率および補正CSTは上昇、濃縮汚泥濃度は低下傾向にあること、フィルタ型GMDHによる予測モデルの誤差は同定14.5%、予測22.8%であり余剰汚泥の影響が大きいから、その適応制御の必要性を指摘している。論文(48)では濃縮工程中の生汚泥に存在する嫌気性菌のガス代謝を定式化し、ガス代謝が濃縮に影響しない為には、代謝ガスが気泡にならない範囲で濃縮汚泥濃度を上昇させることが重要で、具体的手段として曝気濃縮が年平均99%と高い固型物回収率を得られると

報告した。

4.6 消化プロセスの制御

消化槽の計算機制御は従来、完全な実施例、実績が存在したとは云難い。本格的なエッグシェルの型消化槽が建設されようとしており、すべての型の消化槽について適切なモデルと制御実績を確立する事が重要な時期に到達したと判断される。論文(49)では固形物収支を用いたモデルおよびシミュレーション結果は、一次消化槽から流出した菌体を二次消化槽で回収し一次消化槽へ返送することにより、一次槽の菌体濃度と消化効率が向上することを示した。二次槽での固液分離効率の向上が課題と云われる。論文(50)は嫌気性消化モデルを定式化しシミュレーションを行ない測定値と比較した結果、汚泥濃度およびメタンガス発生速度についてはよく一致したが、脂肪酸(醋酸)については一致せず、データ数の上昇が課題と報告している。論文(51)は酸醱酵とメタン醱酵を別過程として扱う二相モデルで、微生物指標としては解析時間の点からDNA、酵素は用いず、通常のように分解除去された有機物濃度および発生メタンガス濃度を用いている。1日先の消化状態を予測するモデルとしてオペレーションガイドに用いることが可能と報告した。論文(52)で求められたモデルは最適投入汚泥量を求めるものである。投入汚泥量は一般に除去有機物を最大とするものと余剰熱量を最大とするものでは異なるが、重み係数を考慮した評価関数を設けて最適値を求めるもので、翌日から10日後までのケースにつき予測可能と報告した。異常状態のも適用可能とすることが課題とされている。

4.7 焼却プロセスの制御

今回報告された論文(53)及び(54)により汚泥焼却炉の主要型式である流動炉、多段炉ともにその計算機制御は確立されたと考えられる。

論文(53)は100T/日の流動炉について、自動始動、昇温、昇圧および停止、流動化空気速度の確保、微粉炭を脱水ケーキに混練し補助燃料として用いた流動槽の温度制御、 O_2 制御による NO_x 抑制、乾式脱硫、廃熱利用と微粉炭による省エネルギーおよび安全制御の実績を報告した。論文(54)は堅型12段炉により、熱収支、物質収支にもとづくモデルを作成し、投入量を250T/日から200T/日に変化させた時、1)無制限の場合、2)7、8段に熱風量フィードバック制御、3)汚泥フィードフォワード制御を行なった場合のシミュレーション結果により安全性を確認し、300T/日、10段炉に直接ディジタル制御(DDC)を行った事を報告している。

5. 結 論

発表論文にもとづき、水システム計測および制御の現状と動向を概観し、その注目すべき点について報告した。以下、結論に代え、今後の望ましい姿について若干の独断にもとづいて述べる。

- (1) 広域に広がる上下水道システムをトータルシステムとして制御する系統的な理論は確立され、具体的な実施例も増加した。実績の増加により研究、開発の新局面が発見され拡大して行く段階に至ったと考える。
- (2) 活性汚泥プロセスに種々の指標、モデル、アルゴリズム等の多彩なアプローチを試みた結果、輝かしい成果が得られたが、これは逆説的には活性汚泥プロセス本体に変化が少ない為に可能であったとも云える。活性汚泥プロセスも換言すれば混合培養プロセスである。活性汚泥プロセスへのバイオテクノロジーからのアプローチと制御及びシステム技術のインタディシプリナリな協力によって相乗的な効果が活性汚泥プロセス制御の新しい進歩となって現われる事が期待される。
- (3) バイオセンサ、画像処理、知識ベース、ファジ理論等、次世代技術と考えられるものが活発にとりいれられている。まだ緒についたばかりであり、今

後の発展のためには多くの困難を克服する努力を粘り強く続ける必要があろう。

- (4) 研究、開発の最大のインセンティブは水システム計測、制御分野への投資の順調な成長である。

参 考 文 献

- 1) ~ 54) は表1参照
- 55) Kanbayashi, T, et. al.: Computer Control and Operation Information Systems for the Large Water Supply Systems, Progress in Water Technology, P.P. 299~305, Vol.9, NOS 5/6, 1978
- 56) 神林他: 上下水道総合運用システム, オペレーションズリサーチ, 21-6, 1977
- 57) 神林: 上下水道総合管理システム, 日立評論, P.P. 625~630, Vol.59, NO. 8, 1977
- 58) Miyaoka, S., et. al.: Computer Control Scheme of Water Distribution Network, Advances in Instrumentation (Proceedings of the ISA Conference), P.P. 447~459, Vol. 37, 1982
- 59) 西岡他: 上下水道配水コントロールシステム, 日立評論, P.P. 447~452, Vol. 64, 1982
- 60) 上田他: 上下水道システム運用技法, 日立評論, P.P. 631~636, Vol.59, NO. 8, 1977
- 61) 松本他: 広域上下水道システムの総合制御, 日立評論, P.P. 553~558, Vol.62, NO. 8, 1980
- 62) 大成他: 上下水道における設備, 運用計画技法, 日立評論, P.P. 547~552, Vol.62, NO. 8, 1980

新刊図書

好評発売中

微生物による 環境制御・管理技術マニュアル

環境微生物と下・廃水・廃棄物処理、有効利用技術の基礎と応用

A 4判 約530頁 (クロス装幀9ポ2段組) 定価45,000円

☆ 微生物関連工学 (農芸化学、医学、化学工学、衛生工学、都市工学) で活躍している **学者、研究者、技術者が結集し**、環境微生物の基礎から応用・実際までを網羅執筆

☆ 微生物を積極的に利用した処理・生産・制御法を詳述し、**現在最高の研究レベルまでを紹介**

☆ 複雑な微生物の生態、機構、機能を、分子レベルから自然系にいたるまで解明し、微生物のもつ **無限の可能性にアプローチ**

☆ 本書の活用によって、研究・開発のガイドラインが明確になるばかりではなく、関連技術者・管理者にとって **具体的な処理・生産システムの構築、問題解決の手助け**となる。

〈主要目次〉 **基礎編** ■微生物の基礎／種類と物長、分離・増殖／代謝／酵素／改良／遺伝情報／反応と有用物質生産／公衆衛生微生物学 ■環境微生物の動態／水圏／土壌／大気圏／合成有機化学物質分解／有害重金属変化／微生物災害と防止 ■微生物反応工学／量論／速度論／物質移動／操作論／反応器／モデル化と最適化／ダイナミクス／コンピュータ制御 **応用編** ■微生物による環境制御・管理技術／総論／計測・制御／微生物センサ／環境評価／処理プロセスと最適設計・制御 (廃水・廃泥・廃棄物)／微生物処理および資源回収技術 (廃水・未利用資源・リーチング、悪臭………)
■環境微生物管理／湖沼生態系／河川生態系／海洋、海岸生態系／土壌微生物／農林生態系

〒550 大阪市西区京町堀1-14-25(京二ビル)
☎06-443-6445

環境技術研究会