特集 I

下廃水処理の自動制御と水質の計測監視ワークショップ

IAWPR ミュンヘンワークショップの
成果と今後の課題Achievements and the Future Problems from the
IAWPR—Munich Workshop

松 井 三 郎*

1 はじめに

本年の6月20～25日に、ミュンヘン市のメッセゲレンデ（見本市会場）内で、IAWPR 主催の国際ワークショップが開催された。このワークショップの正式名はやや長く、直訳すると「廃水処理及び水資源管理の制御および自動化の実際経験に関するワークショップ」となる。この表現では日本語の意味が余り明らかなにならないので、「下廃水処理の自動制御と水質の計測監視に関するワークショップ」と表現させてもらっている。このミュンヘンワークショップは、4年前のロンドンストックホルム・ワークショップに続いて開催されたもので第3回目である。IAWPRが主催する数多くのワークショップや特別会議の中で、もう一つの「下廃水処理施設の設計と運転管理のワークショップ（4年毎に過去3回ウイーンで開催されて来た）」と共に、最重要ワークショップと成っている。

今回は、ミュンヘン工科大学のビッシュOFFスパーガー教授がホストとなり会議の準備を2年前より進めてこられた。会議登録人数は、158名、内訳日本39名、西独29名、英国23名、アメリカ21名その他となり、日本が最多参加国になるとともに参加者数で見ると成功したと言える。同時にヨーロッパ最大の環境機器見本市IFATが開催され、また国際廃棄物都市清掃会議ISWA、ヨーロッパ水質汚濁防止協会シンポジウムEAS、ドイツ都市清掃会議VKSも合同や独自のシンポジウムが別会場で開催された。この為、ドイツおよびヨーロッパの技術者、研究者がこのような会議に流れたこともあるが、IAWPRのワークショップとしては、予定の120名を越す成功であった。

2 国別論文数と論文内容の特徴

論文発表の申し込みに際して、アブストラクトの内容で発表の採否を判定した（筆者も、プログラム議長の一人として審査に当たった）。この結果113編の論文が採用された。この内容をテーマ別、国別にまとめたのが表1である。国外で開催される研究集会で、日本の論文数が最多となり、かつ主催国の論文数を上まわったのは、水質汚濁研究分野では過去にない出来事である。これには、我が国の置かれている下水道や産業廃水処理、きびしい水質汚染の状況が背景にあることはもとより、昨年、大阪科学技術センターで開催した「下廃水処理の自動制御と水質の計測監視に関するワークショップ」の成功が直接大きく貢献している。日本のワークショップ開催に際して、岩井重久京大名誉教授の先見のある発議で同実行委員会が、官学民の諸氏で結成され、環境技術研究会の共催と日本水質汚濁研究協会の後援で成功したことは、記憶に新しい。

表1を見ると、日本、西独、アメリカ合衆国、および英国が主要な研究発表国であることが、明らかである。我が国の行政と研究動向の流れが、下水処理の制御と自動化に集中している傾向がある反面、公共水域の水質管理、監視の研究の遅れが指摘される。西独や英国では、下水道整備率がすでに高いことから、むしろ河川、運河等の公共水域の水質管理、監視に一つの研究重点が置かれていることは、特徴的な対照となっている。

我が国のもう一つの特徴としては、污泥処理分野の研究で世界をリードする面が出ていることである。一方、産業廃水処理の制御と自動化で、我が国の研究発表がなかったことは、我が国の最近の特徴を示してい

*金沢大学工学部建設工学科助教授 Saburo MATSUI

下廃水処理の自動制御と水質の計測監視ワークショップ

特集 I

表 1 IAWPR—ミュンヘンワークショップの国別テーマ別論文数

テ	マ	論文数	日本	西独	合衆国	英国	カナダ	スウェーデン	フランス	デマーク	イリタ	ノルウェー	フィンランド	ポランド	南アフリカ	ハンガリー	インド	中国	ペルー
1	各国の全般的政策	9			2	5		1									1		
2	雨水汚水流出制御のためのセンサー	6	4	1		1													
3	雨水汚水流出システムのためのデータ収集とコンピューター	4	1	1	2														
4	下廃水処理システムの制御パラメーターとセンサー	22	10	5	2	3	1									1			
5	小規模下水処理と産業廃水処理の制御システム	9	2	2		3				2									
6	監視と制御のための数学モデル	11	4		3		1	1			1				1				
7	大規模下水処理の制御システム	22	10	4	6	1	1												
8	産業廃水処理システムの制御と自動化	8		2	3				1									1	1
9	汚泥処理システムの制御と自動化	7	4		1	1								1					
10	河川管理のためのデータ収集と利用	15	1	7		4			1			1	1						
合 計		113	36	22	19	18	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ると思える。すなわち、水質汚濁防止法の施行や自治体条例で、工場廃水処理が、一段落した現段階で、さらに良質で安定した廃水処理を行う動機づけが、産業側や行政側にも見失なわれており、そのことがこの分野の研究開発の不活発と関連しているのではなからうか。

日本の研究が廃水処理・汚泥処理の自動制御に集中しているとはいえ、この分野の一部ではアメリカ、西独、英国の研究段階の先を行く状況になって来ている。ワークショップでの日本の発表は、重要な情報源になっており、各国の参加者も今後、日本の研究動向を無視して研究は進められないという認識になって来た。今後、日本の国際会議での役割は、増々重要になると予想される。次に、ワークショップの閉会に先立ち、スウェーデンのオルソン博士が、あらかじめワークショップのまとめ役を指名されていて、興味あるむすびの発言を行った。オルソン博士のまとめを一部参考にし、私見を混じえて今後の課題を展開してみる。

3 処理水放流先の水質環境の理解は十分か

自動監視や自動制御のそもそも目的は何かという議論が前提に必要であるが、すくなくとも下廃水を処理して放流する場合、一体、処理水質の変動はどこまで認められるのかという根本的問題が浮かび上って来る。

放流先公共水域自身の水質環境は十分理解されているのか、BODやSSの排水基準が設定されているが、この値を達成しつつ、かつ自動制御によってBODやSSの変動をできるだけ最小にして、安定した処理水を得ようとしている目的は、はたして正しいのであろうか。新ためて、処理水の放流水質と放流先水質との関係に、目を向ける必要がありそうである。

4 自動制御の操作目標は何か適切か

今後の活性汚泥自動制御の開発において、次のような問題が提起される。①処理水 BOD をさらに低下するためには、BODを構成する溶解性 BODとSS性 BODに着目した場合、従来とすればエアレーションタンク内の解析に重点が置かれて来たのを、2次沈殿池での汚泥沈降分離現象と結合した、自動制御のあり方を追求すべきである。②SRT 制御の方法が今後、有効であるかどうかを検証するためには、活性汚泥の動的変動を表現できるかどうか、また、活性汚泥相がゆっくりと変化して行くことを説明できるかどうかの点にかかっている。③エアレーションタンク内での比活性汚泥酸素消費量 (SCOUR) を、一定に制御することは本当に望ましいかどうか。SCOUR 一定制御は、操作目標に成り得るのか。④ MLSS 一定制御が何故に望ましいのか、⑤ DO 一定制御が望ましいとすれば、どのレ

特集 I

下 wastewater 処理の自動制御と水質の計測監視ワークショップ

ベルが妥当なのか。エネルギー消費の節約、混合状態の確保、糸状菌抑制と関係して究明されなければならない。

5 測定のあり方

自動制御の前提となる水質測定について、何を測定し、どれだけの頻度で測定するのかという根本問題がある。もちろん、処理プラントが常に一定の状態に保たれていれば、自動制御の必要性、そのための水質自動測定の必要性は、きわめて小さくなる。しかし実際の下 wastewater 処理では、変動が存在することは不可避である。従って、活性汚泥の動的挙動を把握する為に、適当な水質指標の選択と、その自動測定の頻度、間隔が問題になってくる。

さらに、測定の経済性も検討する必要がある。測定の自動化がもたらす経済性によって、自動制御の道が開けてくる。このことは、測定をしないことによる損失という見方を可能にする。たとえば、シアンのような毒性物質の測定が出来て、検知にともなう対応が可能であるなら、測定しないことによる活性汚泥のダメージを考えると、別の経済性の検討ができることになる。

6 センサー開発の必要性

最近のマイクロプロセッサの技術進歩は、目ざましいものである。下 wastewater 処理の分野にこの技術の波は、影響を与えて来ている。しかし、この状況と比較して最も開発の緊要なところは、センサー技術の分野である。そのためには、センサーの実用性をテストする統一した方法が必要である。また、センサーの機能構造に関する仕様のあり方や利用について理解が遅れている。今後、センサーの普及と開発を進めるインセンティブが増え必要となろう。

7 活性汚泥の動的モデル開発の必要性

活性汚泥に関する数学モデルは、活性汚泥を理解する上で極めて重要であり、活性汚泥に関する知見を集約したものと言える。しかしながら、活性汚泥の複雑な機構からして、多様な複合モデルを発展させる必要がある。特に、リアル・タイムの予測・制御を実行するためにインプット/アウトプット・モデルを利用する場合、機構モデルが必要となろう。

動的挙動を表現するモデルについては、エアレーションタンクの混合状態と沈降性の関係、沈殿池内の汚泥沈降と排泥の挙動、バルキングの解明と最適な運転のあり方等について考慮されねばならない。

8 コンピューターの役割

コンピューターは、運転制御を所期の目的通り実行する道具であると言える。コンピューターは、センサーの弱点や測定出来ない情報を補う役割を持っている。例えば、エアレーションタンクと沈降池に分離している活性汚泥量のバランスを計算したり、流入してくる水量、水質を予測することができる。また、エアレーションタンクでの酸素移動係数 K_{La} や酸素消費量 OUR を推定できる。また、活性汚泥相の変化、特にバルキングへのゆっくりした変化を、推定計算する等の役割が指摘される。

また、下 wastewater 処理場の管理全般に、コンピューターは重要な役割をはたしている。今後、処理場での利用しやすさは、ソフトウェアの標準化とハイレベル言語の開発が鍵となっている。

9 自動制御・自動監視のインセンティブを生み出す必要性

自動制御・自動監視の有用性は理解できても、実用化という点で多くの問題を残している。しかしながら現在、最も重要と考えられることは、自動化導入のインセンティブをどのように生み出すかである。第1に、現在より良質の処理水を放流できることが明らかになる必要がある。第2に、処理コストの最適最小化が達成できねばならない。第3に、運転管理者が使い易く省力化が達成できるものでなければならない。第4に、設計者が自動制御の導入に当って、処理プロセスの設計と運転コストの関係を考慮して、トレード・オフ決定が出来るものでなければならない。

10 教育普及と専門用語の統一

自動制御自動監視は、既存にない新しい技術分野を生み出すことになる。まず下 wastewater 処理場の運転管理者に対して、センサーとコンピューター利用技術を教育する必要がある。そして、下 wastewater 処理プロセスの制御理論の理解を深め、自動化を真に実行できるものとしなければならない。一方、設計技術者に対しても、処

下 wastewater 処理の自動制御と水質の計測監視ワークショップ

特集 I

理プロセスの動的挙動と制御について評価する能力が要求されている。従来の定常状態設計や平均値的設計のレベルを越えた、新しい設計手法が必要となって来ている。

特に、衛生工学技術者、土木系技術者の教育体系に自動制御化に対応するカリキュラムの導入が、今後、必修となって来るであろう。

現在、下 wastewater 処理の自動制御分野が初期的段階にあるため、余り重要視されていないが、きわめて重要な点として、新しい分野に固有の技術と現象を説明する専門用語の統一がある。我が国における専門用語の統一に加えて、国際的にも共通専門用語の確立が必要になってくる。下 wastewater 処理や公共水域水質管理の課題は、多くの専門職種の協力で解決できるものである。例えば、運転管理者、設計技術者、研究者間の協力、実務家、理論家の協力、生物学者、化学者、衛生工学者・

土木技術者、電気技術者、制御・コンピューター技術者等間の協力が必要条件になっている。これらの専門職種間で自動制御や自動監視に関する、専門用語の統一が情報交換の手段として増々必要となろう。

11 おわりに

国際水質汚濁研究協会 (IAWPR) は、1985 年にアメリカ合衆国ヒューストン市において、第 4 回の自動制御・自動監視に関するワークショップを開催する予定になっている。4 年後の状況としては、この分野に関して各国とも、相当発展をとげていると予想される。我が国においては、主として建設・厚生・環境の行政当局が、どれだけ自動制御・自動監視の科学技術を導入発展させるのか戦略設定に鍵が握られていると言えよう。インセンティブを生み出すイニシエーションは、行政当局の側にゆだねられている。

新刊紹介

入門 超低周波音工学

中 野 有 朋 著

現在、社会問題化しつつある超低周波音は、これに対処する方向も含めて、果して正しい問題解決の方向にあるのだろうか。従来の騒音問題や低周波音問題と混同されがちな、この超低周波音問題を正しく解決するためには、まず、その姿を正しく認識することが必要と説く著者が、20 年近い経験をもとに、空気振動の基礎から測定法、超低周波音の感覚とその及ぼす影響、そして防止対策の実際まで、実務者向けに平易に解説を行なっている。

なお、著者は石川島播磨重工業技術研究所時代から振動と騒音問題に深くかわりを持たれ、現在、石川島防音工業社長、日本騒音制御工学会副会長、日本産業機械工業会・騒音振動防止分科会会長として活躍中。

内容目次は次の通りである。

I 超低周波音とは

1. 音、騒音および超低周波音
2. 超低周波音問題

II 超低周波音の基礎

1. 音波の波動方程式
2. 超低周波音の基礎量
3. 超低周波音のレベルの計算
4. うなり現象
5. 音圧スペクトルと音圧レベル
6. 超低周波音の発生と放射
7. 物体の固有振動
8. 超低周波音の減衰

III 超低周波音の測定器と測定

1. 音圧レベルの測定器と測定
2. 周波数分析器と周波数分析
3. 測定対象外超低周波音の影響の補正
4. 測定環境の影響

IV 超低周波音の評価

1. 超低周波音の感覚
2. 感覚或値
3. 圧迫感と振動感
4. 睡眠に及ぼす影響
5. 人体の反応
6. 生活環境における超低周波音
7. 建具類に及ぼす影響

V 超低周波音の防止

1. 防止対策の考え方および進め方
2. 診断と予測
3. 防止技術の概要
4. 機械・構造物等から発生する超低周波音とその防止

A 5 判・162 頁・定価 2700 円

技術書院刊

(技術書院：東京都千代田区富士見 2-3-1 電話 03-265-3371 番)