

# 〔1〕下水処理システムにおける水質自動分析計の利用の現況

建設省 土木研究所 栗林宗人 ○村上 健

## 1. はじめに

下水道の分解における水質自動分析機器の利用は、特に大都市の下水処理場を中心としてかなりひろまってきた。処理プロセスの管理に対する強い関心と共に、最近における分析機器の進歩が自動分析機器の利用を促してきたといえる。また、エネルギー危機を契機とし、省エネルギーの観点から処理プロセスの自動制御が注目をあびており、更に、昨年の水質汚濁防止法の改正に伴って、総量規制が適用される地域の下水処理場では処理水中の有機物濃度の自動的な測定と記録が義務づけられたことにより、水質自動分析機器の実際の利用により一層促進されるものと考えられる。そこで、現時点（昭和54年末）における利用の実態と有機物濃度計の使用上の問題点を把握しておくためアンケート調査を実施し、結果をとりまとめた。

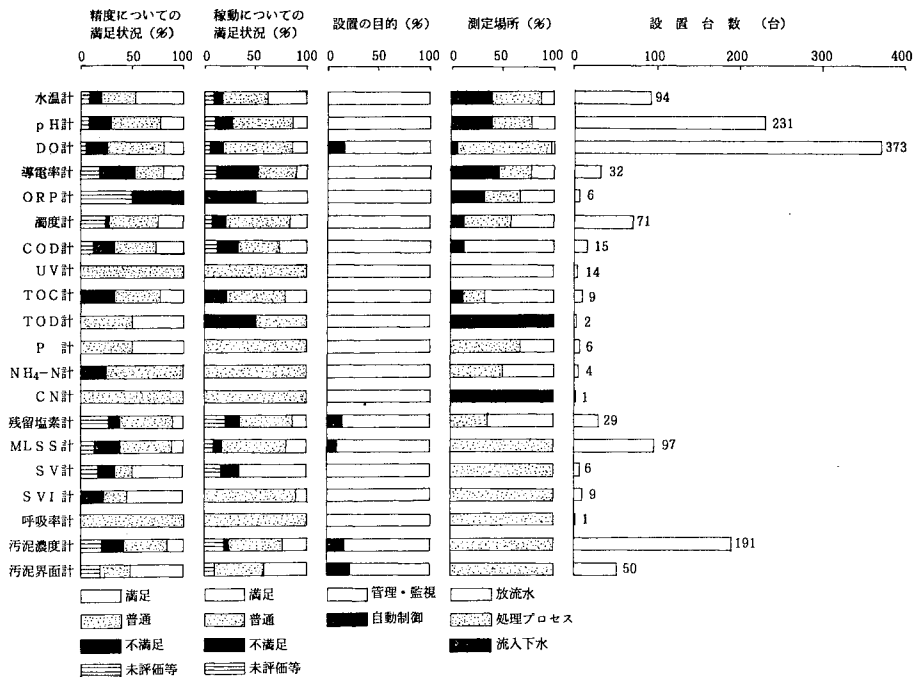
## 2. 水質自動分析機器の利用の概要

アンケート調査は、全国で697の下水道事業実施団体を対象として実施した。これらの団体の中には工事のみを実施しており、処理を未だ開始していないものも多いため、回答の得られた団体数は113（16.2%）と少なかったが、処理人口を基礎にすると、回答が得られた割合は約80%であった。

図-1に結果をまとめて示す。現在用いられている自動分析計の種数は20種数であり、最も多く使用されているのはDO計で、373台設置されていた。以下、pH計、汚泥濃度計、MLSS計、水温計、温度計などが多く設置されている。設置・測定場所は、大部分は処理プロセス内であり、処理プロセスの管理用に設置されたものが多いことがわかるが、pH計、温度計、残留塩素計、COD計などはかなりの台数が放流水の水質監視のために用いられている。また、

流入下水の監視のためにも、水温計、濁度計、導電率計などが利用されているが、いわゆる有害物質の直接的な監視を行っているものとしては、シアン測定が1例あるのみである。有害物質監視用の自動計測器の開発が積極的に行われているので、今後これらの計

図-1 下水道における水質自動測定機器の使用の現況



測器の利用例もある程度増加するものと考えられる。

設置の目的を処理プロセスの自動制御用と水質の監視・管理用とに分けてみると、自動制御に用いられているものは未だ多くないが、DO計が19処理場において63台、MLSS計が5処理場において9台、汚泥濃度計が16処理場において32台、汚泥界面計が3処理場において11台、残留塩素計が2処理場において4台、pH計が1台それぞれ用いられていた。自動制御の方式等については調査の対象としなかったので詳細については明らかではないが、概略の利用状況は次のようである。

DO計はエアレーションタンク内のDOを一定に保つことを目的とした風量制御に用いられており、風量制御は大部分がブロー吸入弁の調節によっている。MLSS計は返送汚泥量の制御とあわせてMLSSを一定に保つ制御に利用されている。汚泥濃度計は種々の制御に利用されており、MLSS一定制御に関連した返送汚泥量の制御のほか、最初沈澱池または最終沈澱池の汚泥引抜きオン・オフ制御、汚泥濃縮槽からの汚泥引抜き制御、脱水の薬注量の制御に用いられている。また、汚泥界面計は汚泥引抜きオン・オフ制御、残留塩素計は塩素注入量の制御、pH計は放流水のpH調整にそれぞれ利用されている。

稼働状況についての満足度を調べた結果によれば、大部分の機器については不満足とするものはあまり多くはないが、導電率計、酸化還元電位（ORP）計のように比較的測定が容易と考えられるものについて、不満足とする比率が高いのは意外な結果であった。処理プロセスの管理には直接利用できない指標のためとも考えられる。その他、稼働状況が不満足とされているものの比率が比較的高い機器には、TOD計、TOC計、COD計、SV計、pH計、残留塩素計などがある。

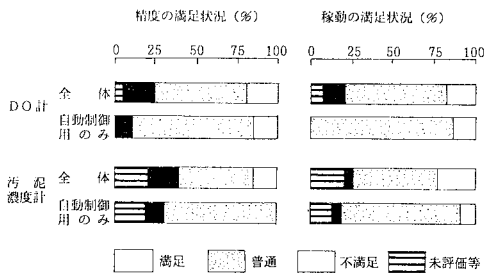
測定精度についての満足度は、傾向的には稼働状況のそれと類似しており、稼働状況の悪いものは精度も悪いと判断されているようである。ただし、一般的には稼働率に対する不満より、精度に対する不満の方がやや強い。精度が不満足とするものの比率が大きいものを順に列挙すると、ORP計、導電率計、TOC計、NH<sub>4</sub>-N計、MLSS計、SVI計、pH計、汚泥濃度計、DO計、COD計などがあり、いずれも20%以上である。

また、自動制御に用いられている機器とそうでない機器とで、稼働状況や精度の満足状況が異なっているかどうかを調べるために、使用例の多いDO計と汚泥濃度計について比較した。結果は図-2のようであるが、自動制御に用いられている機器のみの場合は、調査した機器全体の場合と較べて、満足および不満足とするものが共に減っており、普通と評価するものが増加している。満足と評価する割合が減るのは、自動制御に用いている機器では評価の基準が厳しくなるためと考えられ、また、不満足と評価するものが減るのは、保守管理がより十分に行われるためと推定される。

### 3. 放流COD負荷監視のための有機物濃度計

総量規制制度の発足に伴い、総量規制基準が適用された地域の特定事業場に関しては水質汚濁防止法第14条第2項の規定により、当該事業場から排出される排出水の汚濁負荷量を測定し、その結果を記録する義務が生じた。また、その規定については、日平均排水量が400m<sup>3</sup>以上の事業場においては、指定項目であるCOD（JIS K 0102による酸性法COD）と相関性の高い有機性汚濁指標と流量とを自動計測することと規定された（昭和54年5月15日環境庁告示第20号）。このため、これらの地域内の下水処理場では、特定事業場の1つとして昭和56年6月までに、上記のような有機性汚濁の指標を自動計測できる機器の設置が義務づけられることとなった。これらの計測機器としては、COD計、UV計、TOC計、TOD計の4種の機器が選択の対象とされている。しかし、これらの計測機器が下水処理水を対象として連続測定に用いられるようになってから日が浅く、しかも、未だあまり実績も多くないという段階であるため、短期間の間に多数の装置を設置するに際し

図-2 自動制御用計測機器の性能評価の特徴



て、ある程度考え方を整理しておく必要が生じた。このため、先の一般的なアンケート調査のほかに、有機物濃度計に範囲を限ってより詳細なアンケート調査を行い、既設の機器の稼動状況や運転上の問題点を調べることとなった。この調査結果などに基づいて、機器選択にあたっての留意事項をとりまとめ、また、標準仕様を作成することとしており、現在既にCOD計およびUV計に関する標準仕様の作成は終了している。他のものについても本年度中に作成される予定になっている。

アンケート調査は、先のもと同様昭和54年末において、全国の下水道事業実施団体を対象として実施された。調査項目は、使用機種、設置場所などの使用条件、公定法によるCODとの相関等の性能、稼動率、起った故障とその原因、維持管理の方法と費用などである。

(1) COD計

設置されていたCOD計は5メーカーの7機種、合計15台であった。このうち、1機種2台はアルカリ性法によるもので、他はすべて酸性法の装置である。設置目的は、ポンプ場に設置されている2台を除くと、すべて処理場の放流水の監視に用いられている。設置されてからの期間は、長いもので5年4ヶ月、短いもので1ヶ月、平均的には約2年である。

表-1 COD計の稼動率

対象水	管理主体	稼 動 率			
		90%程度以上	80%程度	50%程度	50%程度
生下水	職員			1	1
処理水	職員	2	3		2
	委託	5	1		

装置の洗浄および較正は、大部分の場合1週間に1回の頻度で行われている。表-1に稼動率を示す。ただし、稼動率の計算では定期的な保守管理および停電により測定が行われなかった期間は、装置が稼動しているものとみなしてある。表-1によれば、凡そ半数の機器は90%程度以上の稼動率になっているが、稼動率の低い機器もかなりある。また、保守管理を職員が行っているものと製造業者に委託によって行わせているものとを比較すると、製造業者に行わせているものの方が稼動率が高い傾向があり、保守管理にかなり専門的な技術が必要であることを示唆している。

表-2 公定法とCOD計とによるCODの相関

対象水	管理主体	相 関 係 数		
		0.9程度以上	0.8程度	0.5以下
生下水	職員			2
処理水	職員	2	2	2
	委託	3	2	

のと製造業者に委託によって行わせているものとを比較すると、製造業者に行わせているものの方が稼動率が高い傾向があり、保守管理にかなり専門的な技術が必要であることを示唆している。

故障の原因としては、検水給水配管の詰りのほか、分析計自体の故障の主なものとして、過マンガン酸カリウム滴定装置の詰りなどに起因する試薬の計量不良、比較電極の短期間での劣化、塩化銀の生成に起因する排水管などの詰り、部品の腐蝕などが報告されており、装置にも改良の余地がかなりあることが判明した。

公定法によるCODとの相関については、得られた回答をまとめると表-2のようになる。ただし、相関係数を計算するのに用いられたデータは一律な考え方に基づいてとられたものではない。処理水を対象として測定している場合の相関は比較的好く、また、稼動率と同様に委託管理をしている装置の方が相関係数が大きい傾向にある。保守管理費に関しては、薬品と光熱水料とを除いた人件費および補修費のみでみると、委託管理の場合1ヶ月当たり66千円から90千円の範囲の金額が報告されている。薬品費は、酸性法で銀塩を添加する方式の場合には非常に高額となり、上記の委託費と同額程度の費用が必要になる。

(2) UV計

UV計を設置している下水処理場は調査を実施した時点では未だ少なく、2機種4台の装置が4ヶ所の下水処理場に設置されているのみであった。いずれも2次処理水を測定の対象としており、設置されてからの期間は長いもので9ヶ月、短いもので1ヶ月であった。保守管理は4例とも製造業者への委託で行われているが、稼動率は非常に高く、いずれの場合も殆んど100%近い稼動率になっていた。

報告されているトラブルは主として装置の性能に関するもので、不十分な自動洗浄によるフローセルの汚れ、周囲条件の変化等に伴う測定値のドリフト、濁度の大きな変化に起因する測定値の乱れなどである。

公定法によるCODとの相関については上記のうちの2例で報告があり、相関係数はそれぞれ0.82, 0.96であった。このように、CODとUV吸光度の間には多くの場合比較的よい相関があることが知られているが、他方、相関は場所によって、また、同じ処理場においても時期によってかなり異なることも知られている。このため、CODとの相関の安定性が採用に関しての検討課題となろう。特に、浮遊物質によるCODが高い場合には、濁質による遮光効果を補正しない方がむしろ良い相関がある場合もあり、上記の測定値の乱れの問題とあわせて、十分な検討が必要になる。

### (3) TOC計, TOD計

TOC計で連続測定に用いられていたのは3メーカー7機種の合計9台であり、8ヶ所の下水処理場に設置されていた。設置されてからの期間は、長いもので6年9ヶ月、短いもので2ヶ月、平均的には約2年である。

9台のうち、6台は処理水を対象として、3台は流入下水または初沈流出水を対象水として使用されている。しかし、これらのうちには既に連続自動測定には適していないと判断されているものもあり、稼働率のデータが得られたのは表-3に示す5台にすぎない(同表にはTOD計の稼働率もあわせて示してある)。

表-3 TOC計, TOD計の稼働率

保守管理は、1例を除くとすべて職員によって行われているが、1日1回の洗浄を行っているものが約半数あり、多くの回答で頻繁な保守管理の必要性がTOC計の短所として指摘されている。

対象水	稼 働 率 (%)			備 考
	90 以上	70 ~ 90	50程度以下	
生下水		1	1	TOD計
沈後水		1		
処理水	1	2	1	

機器自体の故障としては、試料採取管の詰り、燃焼炉などの腐蝕、赤外分光計への水分の混入、キャリアガスの大きな流量変動などが報告されており、いずれも克服するのが困難な問題である。

TOD計を自動測定に用いている例は2例あり、いずれも生下水を対象としているが、稼働率は表-3に示すようである。この中の1例では85%というかなり高い稼働率になっている場合もあるが、装置の洗浄は1日1回行われており、指標としての有用性はともかく、装置自体としてもTOC計と同様な問題を持っているものと思われる。

公定法によるCODとの相関については、総量規制制度とは無関係に設置されたものが多いため、相関係数の回答のあった例は少なく、連続測定に用いられているものではTOC計の2例(0.91および0.54)に過ぎなかった。UV計の場合と同様に、処理場によって相関関係はかなり異なると考えられるので、個々の処理場毎に、しかも定期的に検討する必要がある。

## 4. おわりに

下水処理システムにおける水質自動分析計の利用の現況、および、処理水のCOD負荷連続測定のための有機物濃度計の問題点を把握するためのアンケート調査を実施し、その結果をとりまとめた。現時点においては試用的な傾向が用途によってはみられるものの、全般的には必須の設備として定着しつつあると思われる。今後、管理の効率化、省力化、省エネルギーの観点から、これらの機器が増々広く利用されてくるものと考えられるが、そのためにも機器の信頼性のより一層の向上が望まれる。最後に、アンケート調査に協力して頂いた方々に謝意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) COD自動計測器仕様および解説, 紫外線吸光度自動計測器(UV計)仕様および解説, 建設省都市局下水道部, 昭和55年7月