

水質計測器の管理・監視システムの構築

二階堂朝夫*、檜物良一**、藤田逸朗***、平岡正勝****

- * 寝屋川南部広域下水道組合川俣処理場 東大阪市川俣5-1-1
- ** 大阪府下水道課指導調整係 大阪府中央区大手前2丁目
- *** 勝安川電機製作所公共事業部技術部 北九州市小倉北区大手町12-1
- **** 京都大学工学部 京都市左京区吉田本町

概要

近年、下水処理プロセスの運転管理・制御については、各方面で様々な研究が活発に行なわれている。下水の水量、水質は時間とともに大きく変動するもので、運転管理・制御を行うには連続計測は欠かせないものとなっている。また、その計測器は精密測定 of 理化学機器としてではなく、連続情報を得るための工学機器としての機能が要求されている。

現在では、センサー技術の向上により、十分な注意を払いさえすれば正確なデータを得ることは可能になってきている。それにもかかわらず、下水での連続計測は困難とされ、pH等一部の簡易な項目を除いて、手分析に依存しているのが現状である。

我々は、川俣処理場において計測データ収集システムを構築し、それぞれの現場に適した工夫によって、連続計測を可能にし、多くの信頼できるデータを得ることに成功した。これらのデータはオンラインで処理場の運転管理、制御に利用され多大の成果を得ている。

本報告では、連続計測器の中から返流水負荷や曝気槽管理にとって重要な指標となるSS計について、計測方法の改造例、維持管理の方法について紹介する。

キーワード

下水処理プロセス センサー 連続計測 データ収集システム オンライン SS計

1. 計測データ収集システム¹⁾

本処理場における、計測フローシートをFig. 1に示した。計測項目は19種類、125項目にのぼる。これらの計測データはオンラインで1分毎に収集され、単位プロセスごとにCRT上に表示される。また、15分間の平均値がハードディスク上に書き込まれ、書き込まれたデータは自由に検索することが出来る。蓄積されたデータは月毎にグラフ化され、異常値のチェックやプロセスの状況解析が行なわれている。

2. 計測方法の改造例

各種の計測器は最初に設置したそのままの状態、順調に稼働することは少なかった。それぞれの対象に応じた計測方法の改造が行なわれ、はじめて連続計測が可能となった。ここでは代表的な2つの改造例について記述する。

(1) 返流水SS計

返流水は計測場所が地下6メートルのマンホール内で雰囲気も悪い。このためはじめは、計測

Table 1 計測項目一覧表

記号	意味	記号	意味	記号	意味
Qpri	初沈流入水量 (全量)	SSpri	初沈流入水SS	Tpri	初沈流入水温
Qpru ₁₋₃	初沈引抜量 (各系)	SSat	曝気流入水SS	T ₂₂	曝気槽水温 (2-2)
Qat	曝気槽流入水量 (全量)	SSf _{2,3}	繰沈SS (2,3系)	DO ₁₁₁₋₃₂₃	溶存酸素 (各系)
Q ₂₁ ~Q ₂₂	曝気槽流出水量 (2系)	SSov	生濃溜槽液SS	CNsd	沈砂池シアン濃度
Qrs ₁₁₋₃₂	返送汚泥量 (各系)	SSpyr	熱処理排水SS	CODef	放流水COD
Qvs	余剰汚泥量 (全量)	SSret	返流水SS	UVat	曝気槽流入水紫外吸光度
Qvs _{2,3}	余剰汚泥量 (全量)	Cpru	初沈引抜汚泥濃度	UVef _{2,3}	終沈紫外吸光度 (2,3系)
Qthick	生濃引抜汚泥量	Crs ₁₋₃	返送汚泥濃度 (各系)	V I Sef _{2,3}	終沈可吸吸光度 (2,3系)
Qover	生濃溜槽液量	Cfeed _{1,2}	生汚泥+セキヤク汚泥濃度	LEVELg	ゲート前水位
Qfeed _{1,2}	反応缶打込量	Cvsvs	長時間曝気槽余剰汚泥濃度	VLV ₁₁₋₂₄	初沈引抜弁閉閉信号 (各系)
Qpyr	熱処理排水量	Calss _{1,2}	長時間曝気槽MLSS濃度	VLV ₁₋₄	生濃槽引抜弁閉閉信号
Qvsvs	長時間曝気槽余剰汚泥量	MLSS ₁₁₋₃₂	MLSS濃度 (各系)	VOP ₁₋₆	ブロウ吸込弁開度
Qret	返流水量	PHsd	沈砂池PH	PPT	降雨量
AQall	総送風量	PHpri	初沈流入水PH	KW-ref	換気給電
AQI ₁₋₆	ブロウ送風量 (全線)	PHat	曝気槽流入水PH	KW-1P	No.1ポンプ給電
AQpre ₁	初沈前曝気水路風量	PHef ₂	繰沈PH (2系)	KW-2P	No.2ポンプ給電
AQpre ₂	曝気槽入口前曝気量	PH ₂₂₃	曝気槽流出水PH (2系)	KW-1WT	No.1水処理給電
AQ ₁₁₁₋₃₂₂	曝気風量	CNDpri	初沈流入水電気伝導度	KW-2WT	No.2水処理給電
Paq	送風管圧力	ORP ₂₂₃	曝気槽流出酸化還元電位 (2系)	KW-2ST	No.2汚泥処理給電

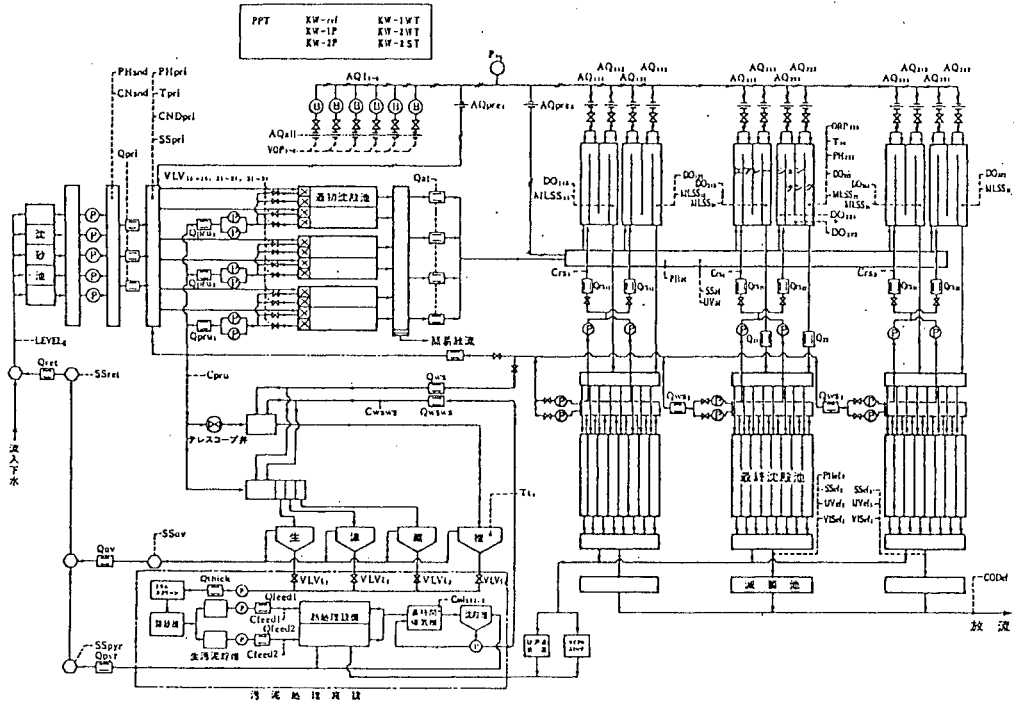


Fig. 1 計測フローシート

状況が直視でき、維持管理も容易な採水方式をとった (Fig. 2)。しかし、マンホールが深く揚程が大きいためキャビテーションを起こした。また、採水管の先端に繊維状物質が絡み付き、さらに配管内に吸引されて閉塞した。低水位時には気泡が混入し採水不能となることが多かった。約1年間試行錯誤した末、検出器にエアパーージを取り付け、浸漬方式を採用した (Fig. 3)。その結果、年に1~2度の保守管理で安定した計測が行えるようになった。

(2) 曝気槽流入水SS計

この計測器は他の下水処理場で正常に稼働していたのを、そのまま移設したものである。試料水も以前のものよりきれいで、何のトラブルもなく稼働するものと考えられていた。しかし、こ

こでも繊維状物質が測定槽の整流板に絡み付いた。このため試料水の流速が低下し、セル表面にスライムが付着しやすくなり、大きな計測誤差を生じた。

ここでは測定槽の整流板を取り除き、測定槽の底にあった流入口を横に付け替え、流速を確保した。これにより、スライムの付着は著しく減少し、返流水SS計同様、順調に計測が行えるようになった。

Fig. 4に、曝気槽流入水SS計及び返流水SS計の計測状況を示した。返流水SSが高濃度の時には (Fig. 4のA)、曝気槽流入水SSに影響を及ぼしていること (Fig. 4のB)、曝気槽流入水SSの雨天時のピーク (Fig. 4のC) 等プロセスの状況をよく捕えている。

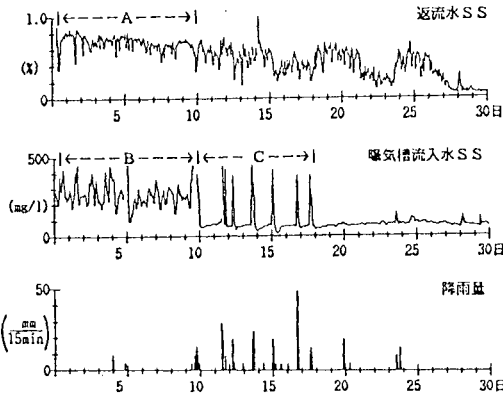


Fig. 4 SS計の計測状況 (昭和63年8月)

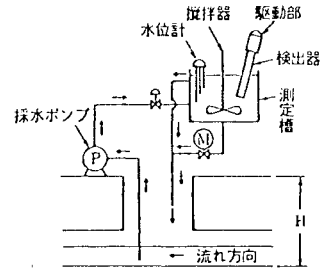


Fig. 2 採水方式の基本構成

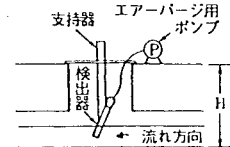


Fig. 3 浸漬方式の基本構成

3. 維持管理方法²⁾

設置方法の改造例で示したように、現在のセンサーは現場に適応した工夫と保守によって、かなり安定して作動する。しかし、実際に計測を始めると計測器自身は安定しているにもかかわらず、公定法による手分析値との誤差が、大きくなっていくことがある。これは、計測試料の性状変化によるものと思われる。この誤差は公定法と計測器の測定原理が異なることから避けられないものと考えられる。

性状変化の特徴的な例として、Fig. 5に曝気槽流入水SS計 (可視吸光度法) について、誤差の変動を示した。誤差の分布状況から、計測期間を5つのブロック (A~E) に分けることが出来る。それぞれのブロック内では手分析値とSS計の値には良い相関がある。そこで、ブロック毎に回帰式を作成し、SS計の値を補正すると、誤差は少なくなり、ゼロの線を中心に正規分布する。したがって、SS計の計測値を真値に近く保つためには、できるだけ早く試料の性状変化をつかみ、計測器の校正あるいは検量線の変更を行う必要がある。

このために我々は、管理図的な考え方を導入した。検量線 $y=x$ を中心線とし、日常試験の手分析データとSS計の値を散布図にプロット

した。プロットした点が中心線に対して、どのように分布するか注意した。分布傾向に変化が認められると、ただちに計測器の校正、あるいは検量線の変更を行った。これにより一時的な狂いは

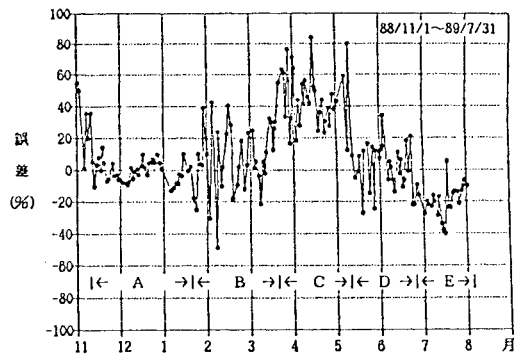


Fig. 5 誤差の変動 (曝気槽流入水SS計)

あっても、すぐに修正され信頼できる計測値が得られるようになった。

Fig. 6, 7に、維持管理の実地例として、曝気槽管理に重要なMLSS計（第一系列の1）について、手分析値と計測値の関係を示した。計測値は低濃度から高濃度までMLSSの変化を良く捕えている。相関係数も0.957と高い。誤差は年平均で5.9%と少なく、曝気槽管理にとっては十分満足出来るものであった。全てのMLSS計、返送汚泥濃度計の年間平均誤差を、Table 2に示した。いずれも、平均誤差6.0%以下と満足出来るものであった。

これらの計測データはオンラインでプロセスの自動制御に利用され、本処理場の運転管理に役立てられている。³⁾

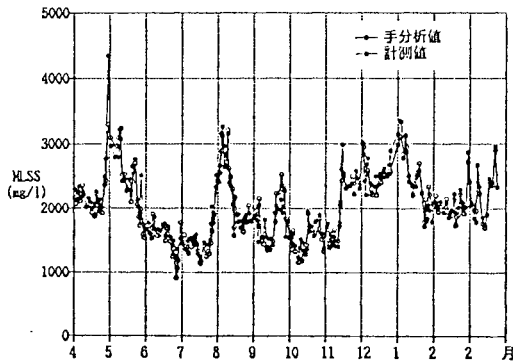


Fig. 6 MLSSの変化 (昭和63年度)

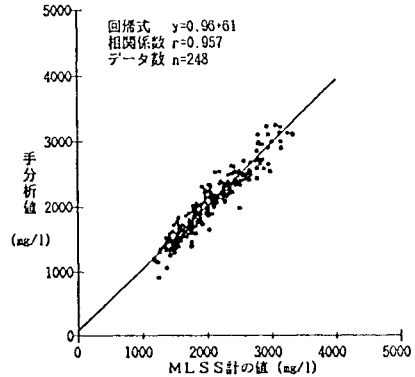


Fig. 7 MLSS計と手分析の相関 (昭和63年度)

4. まとめ

一般に下水処理プロセスでの連続計測は困難とされている。その主な原因は、公定法による精密分析の代用品として、絶対値や精度の追求におわれていることにある。下水処理場における、計測器はプロセスの理解と管理のための情報を得る工学機器として考えるべきである。

我々は、川俣処理場でデータ収集システムを構築し、現在の計測器でも、計測対象に応じたサンプリング、計測方法、維持管理を行えば、長期間の連続計測が可能であることを実証した。

このように長期間の連続計測が実現してこそ、下水処理プロセスから多くの情報が得られ、プロセスの特性を理解することが出来る。この理解のもと、運転管理や制御はより一層の発展を遂げることができる。

今後は、校正のための手分析の削減をめざすとともに、計測器自身が故障診断、異常値検出、校正時期等の判断を行う、計測器のインテリジェント化を推し進めていきたい。

そのためには、試料の性状変化等に左右されないセンサー等、下水のニーズにあった計測器の開発が待たれるところである。また、実地報告例は少ないが、多くの下水処理場で連続計測は行なわれており、そこでは計測方法や維持管理について、様々なノウハウが蓄積されている筈である。それら蓄積された技術がより多く公開されることを期待してやまない。

参考文献

- 1) 平岡、津村、辻本、大西、島田、藤田、金谷 (1989) 「下水処理プロセスにおけるデータ収集システムの開発」下水道協会誌 VOL.26 No.300 P80~89
- 2) 島田、山村、小林、津村 (1987) 「自動計測のための光学式SS計の信頼性について」第24回下水道研究発表会講演集 P559~P561
- 3) 山村、島田、藤田 (1988) 「大規模下水処理場における余剰汚泥引抜量を操作変数としたMLSS自動制御」第25回下水道研究発表会講演集 P602~P603

Table 2 年間平均誤差

計測器	平均誤差(%)
MLSS11	5.9
MLSS12	5.5
MLSS21	5.2
MLSS22	4.9
MLSS31	5.9
MLSS32	5.2
返送SS1	5.0
返送SS2	5.9
返送SS3	5.6