

3)制御および警報機能

下記事項について自動制御機能をもたせた。制御はPID動作で、設定値、比例帯、積分時間などはCRTとライトペンおよび数値入力用テンキーを用いて希望の値にできる。調節弁はボジション付電動弁を開いた。

- a. 曝気槽溶存酸素濃度 DOセンサーによる測定値が設定値になるように空気流量を加減する。
- b. 汚泥返送量 MLSSおよび返送汚泥SS濃度から物質収支により基準量を求めるが、終沈での濃縮率およびスランジレベルにより基準値を補正しつつ制御する。
- c. 余剰汚泥廃棄量 所望のSRTに対する時間当り廃棄量を算出し、1時間ごとに廃棄されたSSの積算値が、この値に達するまでに汚泥を廃棄する。

前記第1表記載の測定項目および2次データに対して警報システムを設けることができる。

3 実用試験

この制御システムは昭和 年 月より約 ヶ月間某所の活性汚泥法パイロットプラントに取付け、その運転管理およびデータ収集に試用されることによりシステムの信頼性が認められたので、昭和55年1月から某都市下水道の終末処理場に設置し8月末まで実用試験を実施した。

第2表 実用試験を行なった下水処理プラントの仕様概要

(1)処理対象人員	12000人(分流式)	(4)水質(単位mg/L)	BOD5	CODMn	SS
(2)計画汚水量	日平均 2760m ³ /d	流入水	200	(80-100)	250
	日最大 4200m ³ /d	処理水	20	20	375
	時間最大 300m ³ /d				
(3)処理方式	標準活性汚泥法(初沈あり)	(5)曝気方式	散気式	容積(回転)式送風機	2台(内1台予備)
	日平均流量での曝気時間 6.6h	(6)汚泥処理	好気性消化槽	→濃縮槽	→遠心脱水機

※実測値(流入水計画値はBOD5とSSのみ)

3.1 実用試験の運転方針

実動設備による試験であるから(1)処理水質をできるだけよい水準に保つこと(2)運転費とくに曝気用送風機の節減をはかることを最優先事項として、これに適應する運転条件を選ぶことにした。

このプラントは海域に放流するので処理水はCODで規制されているが、活性汚泥法とCODは直接関連しないので、BOD除去率のよい運転条件を選び、間接的にCODの値も低くなることを期待した。

G.A. Agnonらの調査結果²⁾ではF/M比0.3~0.6の間で運転した時はBOD90~97%であるが、F/M比が0.3以下の時には81~96%にばらついている。それで、0.3以上で運転するのがよいと考えた。

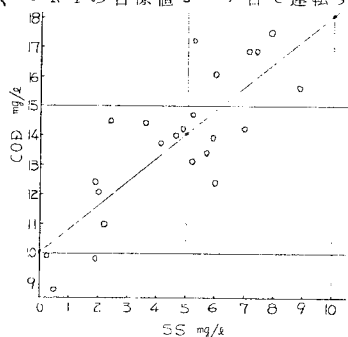
F/M比が0.25以下の時にはBOD単位重量の処理に要する酸素量が急増することが知られている³⁾ので、0.3以上で運転することは省エネによる運転費節減の点でも望ましいことになる。

F/M比0.3および0.6に相当するSRTの値を両者の関係式⁴⁾ $1/SRT = YU - K_d$ から求めると、7.7および3.2という値が得られた。(Y=0.6, K_d=0.05とした。)前記GagnonのデータではF/M比が前記の範囲内でも高い値の時のほうがBOD除去率が高いので、SRTの目標値3~4日で運転することにした。

3.2 運転結果の概要

第2図は試験期間の1部(昭和55年7月1日~30日)の間の処理水水質(CODおよびSS)を図示したものである。上記の方針によつてSRTを管理することによつて、処理水水質を規準内に保持できたことがわかる。

CODとSSの間には相関がある(r=0.805)が常に10mg/L程度の溶存CODが存在しており、これは、微生物に利用できない形のもと考えられる。



第2図 処理水のSSおよびCOD

3.3 運転状況（とくに日間変動について）

都市下水処理場は小規模のものほど日間変動が多いことが一般に認められている。この処理場は前記のように小規模なので負荷変動が大きく、その状況がロギングによつて関連データも含めて明らかになった。第3図および第4図はその中で代表的なものを図表にしたものである。

第3図はDO自動制御を行なつた時のもので、DOは1mg/lに保持されているが、そのため、空気量は最低770m³/hから最高1270m³/hまで変化している。

M L S Sは700~760mg/lと大きな変動がなかつたが、返送汚泥のSS濃度は1000~2700mg/lの間を変化している。これは返送汚泥ポンプの容量過大で返送汚泥の制御がうまくできなかったためである。廃棄汚泥量（処理水に同降したSSを含む）は1426Kg、SRTは4.2日、処理水のCODは13mg/lであつた。

第4図はDO自動制御を行なわないで、送風機を1台運転して成行きにした場合の例である。この場合に空気量が多少変動しているのは、好気性消化槽に使用する量の変化によるものである。DOは0.0~2.3mg/lの間を変化している。廃棄汚泥量1656Kg、SRTは3.7日、処理水CODは14mg/lであつた。

4 所見および考察

4.1 SRT管理による運転管理について

水温23~25℃の時にSRTを3~4日に保つことによつて、常に良好な処理水水质を維持できることが確認できたが、同時にこのような管理法は手動運転では事実上不可能なことがわかつた。その理由は

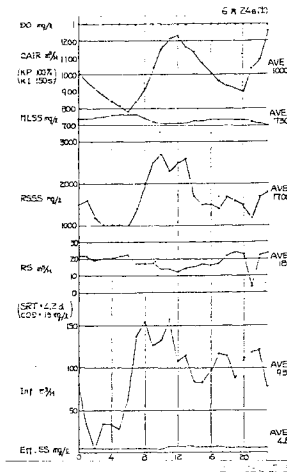
- (1) 余剰汚泥の廃棄は通常は返送汚泥の一部を排出することによつて行なわれるが、流入負荷変動の大きい小規模処理場では返送汚泥の濃度が変動するため、所定量の汚泥を廃棄するためには、返送汚泥濃度と廃棄量（流量）を連続的に測定して、積分値を求めることが必要である。
- (2) 処理水中のSSは濃度としては低いが、流量が大きいために、当然計算に入れる必要があり、これについても上記と同じように積分値を求めることが必要である。
- (3) M L S Sの変動は比較的少ないのでM Lの一部を余剰汚泥として廃棄し、処理水中のSSを無視することになれば、手動運転も不可能ではないが、排出される余剰汚泥の濃度が低いから汚泥処理上の問題が生じる。
- (4) 返送汚泥SS濃度センサを検出端として、沈降槽底部よりの流出量（Underflow rate）を自動制御することによつて、返送汚泥濃度を機械的に一定にすることができるかも知れないが、このような方法が活性汚泥法プロセス全体にとつて問題がないか検討する必要がある。また、このような操作によつて処理水中のSSが変動することになると思うので問題が残る。

4.2 DO制御について

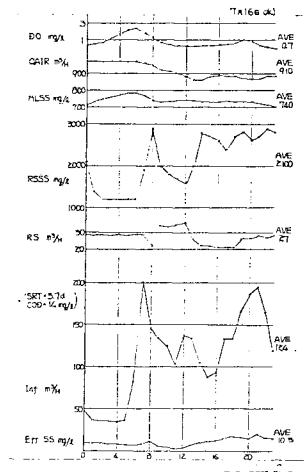
DOの管理は活性汚泥法のプロセス管理に関するものの中でもつとも早くから取上げられているが、実際に自動制御されている例は意外に少ない。この試験ではDOセンサを検出端として曝気用空気量の自動制御を行ない前記のように好結果を得たが、同時にDO管理に関して今後検討を要する点として下記事項があるのがわかつた。

- (1) E P AのDO自動制御設計マニュアルではDOセンサ設置位置をあらかじめ決めることは困難なので、位置を

第3図



第4図



変更できるように配慮しておくことをすすめている。この試験では電力の節減を重点に考えて、最終的にDOがあればよいとの見地からセンサを曝気槽の出口に近い位置に設置した。したがって酸素消費のさかんな入口付近では酸素不足になると考えられるが、実際上とくに支障を認めなかつた。このプラントに限らず小規模の処理場では回転式送風機が用いられるので、DO定値制御即省エネにならない。それで、送風機/台運転でその空気をフルに利用する運転を行なつた。この場合には負荷の多い時間帯にはDOが0になり、負荷の少ない時間帯には3~5に達するが、処理水質の点で問題がないことがわかつた。しかし、このような運転法で許される限界条件（最低許容空気量あるいは最大無DO許容時間）をきめるにはなお実験が必要である。

4.3 返送汚泥量の制御について

このシステムでは前記のように物質収支から返送基準量を求め、これを終沈の濃縮率およびスラッジレベルによつて補正する方法をとつている。したがつて後の2者の設定値および制御モードの選定によつて制御の実態をかなり変えることができる。しかし今回の実験では返送汚泥ポンプの容量が過大であつたために既して返送量過大になり、低濃度の汚泥を返送する結果になつた。Schaffnerらは返送汚泥濃度について圧密限界と面積限界を論議しているが、今回の場合これらの限界よりはるかに低い濃度であつたと考えられる。

5 結論

- (1) 小規模処理場にマイコンを中心とする制御システムを適用し、SRT 3~4日で好結果を得た、この条件ではMLSSが750mg/l前後という一般に考えられているより低い値になつたことは注目すべきである。
- (2) G.L.Culp⁷⁾らは活性汚泥法の省エネ運転の条件としてSRT 3日がよいとしているが、この実験の結果もこれと一致し、空気量の節減と同時に水質のよい処理水が得られた。
- (3) 上記の条件では当然汚泥の生成量が多くなるので、今後は小規模の処理場にも嫌気性消化槽の設置を検討する必要がある。
- (4) 多量の汚泥の生成が好ましくない場合、およびNH₃-Nの規制により硝化が必要な場合には、SRTをもつと大きな値にする必要があるが、今回の実験ではプラントの事情で実施できなかつた。別のプラントで実施する予定である。
- (5) 活性汚泥法の電算機を用いた管理とくに自動制御を効果的に行なうためには、プラントの設計計画時からこのことを念頭において行なうのがよいことは言うまでもないが、既設のプラントに対しても比較的僅小な工事によつて、かなりの効果が得られることが確認できた。

1) 須藤隆一、生物処理の維持管理、下水道協会誌 '77/3 p.36

2) G. A. Gagnon、他2氏、Review and evaluation of aeration tank design parameters、WPCF May / 1977 p.839

3) 下水道施設設計指針 p.349

4) Metal & Eddy、Inc.、Wastewater Engineering p.394

5) Design Procedures for Dissolved Oxygen Control of Activated Sludge Process by Michael J. Flanagan (Brown and Caldwell) U.S. EPA p.69

6) M.W.Schaffner、W.O.Pipes、Underflow rate and control of an activated sludge process、WPCF Jan. / 1978、P.20

7) G.M.Wesner、G.L.Culp、他2氏、Retrofitting for energy saving、Water & Sewage Works、Ref. 16 / 1980 P.R-48