

京都大学工学部 正員 平岡 正勝
 京都大学工学部 正員 津村 和志
 (株)川崎製鉄 脇谷 吉昭

1. 研究の目的

処理水質を安定化するには、いろいろな方法が考えられるが国地廃水を処理するコミュニティプラントのように、日内変動の大きなプラントでは、初次の前に調整槽を入れることが最も有効な案の一つとなる。この効果は、第一に流量を均等化できることである。これによ、て流入変動の影響を初次以下の後続プロセスに対してなくすることができる。これはプロセスの運転管理を容易にし、処理水質を安定なものにする。第二に、水質も均等化できるので、後続プロセスへの負荷が安定し、これも処理水質の安定をもたらす。

本研究は、以上のべたような目的で調整槽の導入されたプラントにおいて、さらに運転制御をうまくするとすれば、どこまで処理水質を安定化せうか、またそのときどのような制御系を組みあげよいかを明らかにすることを目的とする。

2. 調査・解析の方法

まず制御の効果を調べるために動力学モデルを作成することが必要となる。本研究ではモデルとしてAR-MAモデルをつかった。その次数及び係数の決定法は赤池の方法をつかった。AR-MAモデルとは、Autoregressive-Moving average model の略で、数式であらわすと

$$X(s) = \sum_{m=1}^M A(m)X(s-m) + \sum_{m=1}^M B(m)Y(s-m) + U(s) \quad (1)$$

となる。ここに $X(s)$ は被制御変数からなるベクトル、 $Y(s)$ は操作変数からなるベクトル、 $U(s)$ は雑音である。また $A(m)$ 、 $B(m)$ はモデルの係数であり、 M はモデルの次数とよばれる。

制御としては、比例制御を考えた。そして二次の評価基準

$$K_2 = \sum_{s=1}^{\infty} \{x'(s) \cdot Q \cdot x(s) + Y'(s-1) \cdot R \cdot Y(s-1)\}$$

の期待値が最小になるようなゲイン G をもとめた。制御系の設計の詳しい説明は赤池を参考にした。1。

以上のように、自己回帰モデルの作成と制御系の設計をよこなうが、(1)式の係数 A 、 B は実プラントの測定データから決定されなければならない。モデルの信頼性を確保するためには、選択した長期間の測定データが必要となる。そこで本研究では1時間おきにサンプルの採水と分析をよこなうという作業を1週間の期間にわたっておこなう、これを解析の対象とした。

主な測定項目は、流入下水量、最初次貯池流出水のSS、TOD、ばう気槽のMLSS、水温、pH、DO、送気量、最終次貯池流出水のSS、TOD、返送汚泥の量とSSである。

3. 解析の結果

3.1 AR-MAモデル

赤池の方法をつかいモデル化をよこなったところ、3次のAR-MAモデルが得られた。このモデルが測定値とどの程度あっているかをしめすために、TOD_{out}について図1にその対応をしめす。

またこのモデルは興味ある動特性をもっている。図2は雑音が一時的にかかり平衡状態からずれたあと、システムがどのようなふるまいをしめすかを示したものである。約40時間を一周期とする振動状態がみられる。振動は時間の経過とともにあさましく、てゆく。

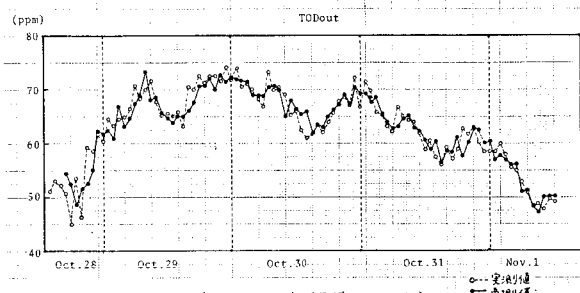


図1. TOD_{out} 実測値と計算値との対応

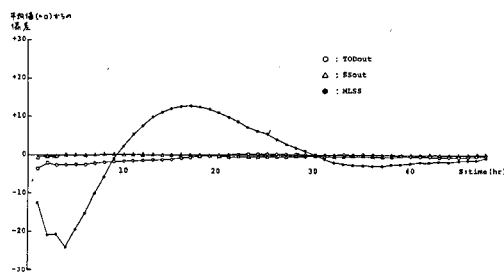


図2. モデルの動特性

3.2 制御システム的设计

3.1で作成した自己回帰モデルをもとに制御系の設計をふこなった。まず活性汚泥プロセスの制御レベルを設定した。

[制御レベル1]

これは全く制御を考へない状態で、現在の状態をとる。

[制御レベル2]

すべての操作変数を一定とする定値制御をふこなう。

[制御レベル3]

操作変数とれが1つだけ動かして比例制御をふこなう。

[制御レベル4]

すべての操作変数を動かして比例制御をふこなう。このとき、操作変数の許容しうる変動巾としては、現状の値の変動巾をとった。

[制御レベル5]

制御レベル4で、さらに操作変数のとれが1つの許容変動巾をひろげた場合。

[制御レベル6]

操作変数に対する変動の制約をなくして場合以上のようなレベルを設定し、各レベルでどの程度の安定化が可能かを調べた。被制御変数

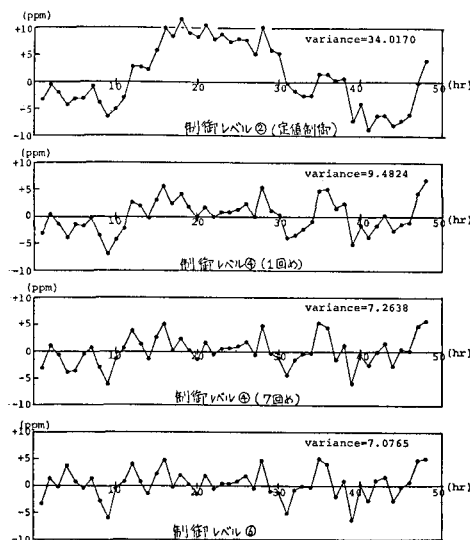


図3 各制御レベルにおける TOD_{out} の変動

被制御変数	制御レベル						
	1	2	3	4(1)	4(2)	5	6
TOD_{out}	50.4	34.0	18.1~32.8	9.5	7.3	7.3	7.1
SS_{out}	0.29	0.20	0.21~0.42	0.15	0.13	0.13	0.13
MLSS	13619	6591	3950~6693	1229	1052	1052	1064

表1 各制御レベルでの分散値

としては、総次出口の TOD 、 SS 、及び $MLSS$ をとった。また操作変数としては、水温、 pH 、 DO 、返送汚泥濃度、流入下水量、 b 、気槽流入 TOD 、 SS をとった。これらの操作変数の中には現状では制御変数とすることが困難なものもあるが、制御の可能性をさぐるという意味から、これらの変数もくわえることにした。結果のまとめを図3、表1に示す。主な結果を箇条書にすると次のようになる。

- ①流入下水量等の均等化を進め、すべての操作変数を一定にすると、処理水質の変動は現在の約1/3程度になる。
- ②操作変数を1つだけ動かす比例制御をふこなった場合、 TOD の変動は減少するが、 SS については逆に増加するものもある。水温、 pH 、流入 SS 濃度がそのような変数である。 TOD の変動を減少させるには pH 、流入 TOD が有効であり、 SS に対しては DO 、返送汚泥濃度が有効であった。
- ③全操作変数をつかって比例制御をすれば、雑音の分散と同程度まで変動を小さくすることができる。また現在の操作変数の変動巾以上の変動は、制御をふこなう場合も不必要である。