

濃縮プロセスの適応制御における変動要因の解析

寝屋川南部広域下水道組合 ○花咲 徹、草岡 勉、大西 春樹

二階堂 朝夫、井藤 五郎

京都大学工学部 武田 信生、酒井 伸一

1. はじめに

近年、下水道の普及に伴って、終末処理場において発生する下水汚泥の処理が重要な問題となっている。演者らが勤務する川俣処理場ではFig.1に示したように濃縮槽廃液のSSが年々上昇している。その結果、濃縮槽廃液の場内循環による水処理システムへの負荷の増大につながり、維持管理上、悪影響を及ぼしている。又下水汚泥の性状も年々悪化の傾向にある。しかし、これまで濃縮槽の運転管理指標についての解析はほとんど行われていない。そこで今回濃縮プロセスに制御を適用するために、汚泥性状の変動特性を明確にすることを目的として時系列解析を行なった。

更に、下水汚泥の濃縮に影響する因子の解析についてR・フィルター型GMDHで汚泥濃度の予測モデルの作成を行い、汚泥濃縮に寄与する因子の解析を行った。

2. 研究方法

2-1 処理場の概要

川俣処理場は合流式流域下水道の終末処理場で処理方法は活性汚泥法(ステップエアレーション法)を採用している。水処理現有能力は170,000 m³/日で汚泥処理現有能力は14.1 ton乾固形物/日である。川俣処理場の処理系統図はFig.2に示した。

2-2 時系列データの解析方法

Table.1にあげた変数を変量として次の手順でその変動特性を解析した。一部の欠測期間のデータについては欠測期間前後の平均値と標準偏差を求め、それをもとにして正規乱数を発生させて、欠測値を補充した。このようにして得た

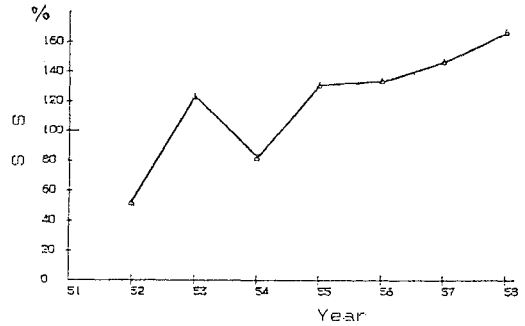


Fig.1 SS OF THICKENER OVERFLOW

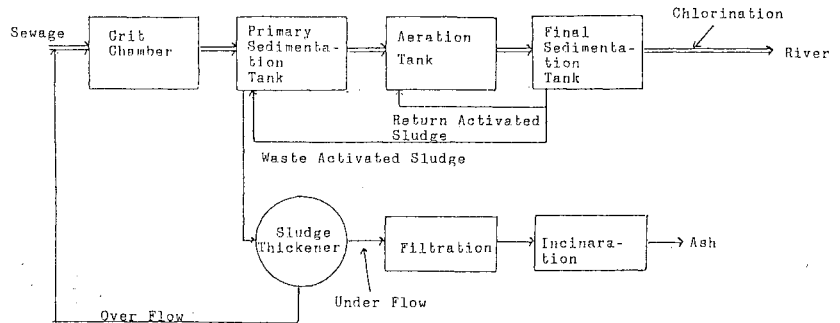


Fig.2 FLOW DIAGRAM OF SEWAGE TREATMENT PLANT

Variable name	Content
SCON	Sludge concentration of raw sludge(%)
VTSN	Organic matter of raw sludge (%)
CST	Correct CST of raw sludge (sec)
VOLM	Quantity of effluent (m ³ /day)

Table.1 VARIABLE USED

時系列データをプロットした。この時系列データから高速フーリエ変換法を用いて自己相関係数を求め、各変数の変動の周期性を調べ、変動周期を推定した。

2-3 GMDHによる汚泥濃縮の解析

2-3-1 入出力データ

入力データとして初沈引抜汚泥濃度、初沈引抜汚泥有機分率、余剰汚泥濃度、余剰汚泥有機分率、余剰汚泥発生量、余剰汚泥のSDIと汚泥温度を用いた。出力データは入力データと同時に測定した濃縮槽引抜汚泥濃度を用いた。

2-3-2 同定用データと予測用データの分割

昭和54年8月から昭和55年7月までのデータを同定用とし、昭和55年8月から昭和56年9月までのデータを予測用とした。

3. 結果および考察

3-1 濃縮槽引抜汚泥性状の年間変動特性

汚泥の性状変動特性として濃縮槽引抜汚泥の汚泥濃度、汚泥有機分率と補正CSTの3変数について解析した。汚泥濃度、汚泥有機分率と補正CSTの経日変化をFig.3(a)~(c)に示した。これらより、3変数が、それぞれに特有の季節変動を有することが認められた。汚泥濃度は夏期に上昇し、冬期に低下の傾向を示している。

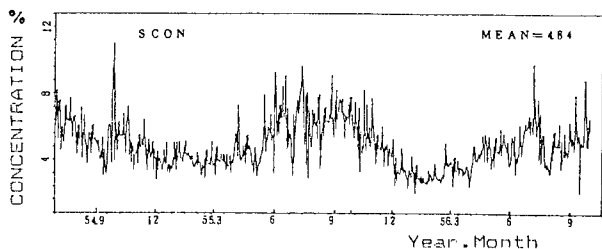


Fig.3(a) TIME SERIES VARIATION OF CONCENTRATION OF CONCENTRATED SLUDGE

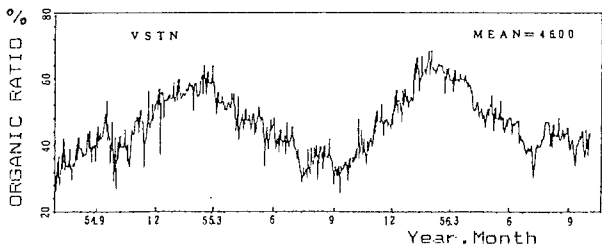


Fig.3(b) TIME SERIES VARIATION OF ORGANIC RATIO OF CONCENTRATED SLUDGE

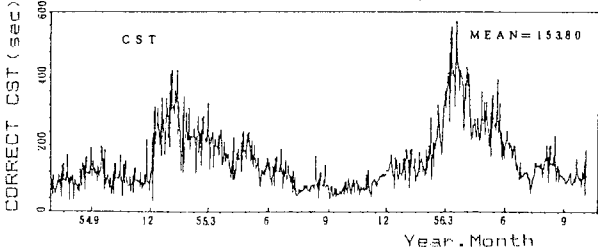


Fig.3(c) TIME SERIES VARIATION OF CORRECT CST OF CONCENTRATED SLUDGE

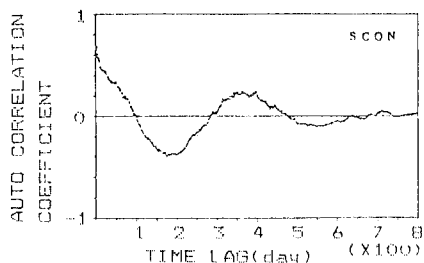


Fig.4(a) CORRELOGRAM OF CONCENTRATION OF CONCENTRATED SLUDGE

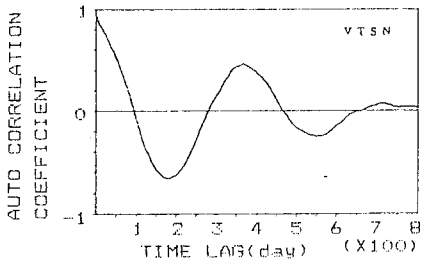


Fig.4(b) CORRELOGRAM OF ORGANIC RATIO OF CONCENTRATED SLUDGE

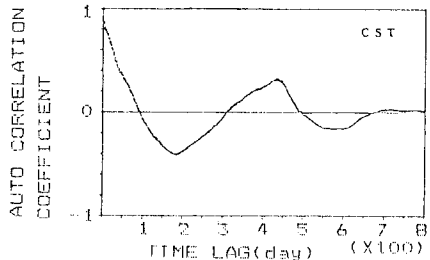


Fig.4(c) CORRELOGRAM OF CORRECT CST OF CONCENTRATED SLUDGE

汚泥有機分率と補正CSTは夏期に低下し、冬期に上昇するという傾向を示している。そして、各変数の変動幅(最大値-最小値)は汚泥濃度で3%程度、汚泥有機分率で30%程度で、補正CSTは約300秒になった。次に変動の周期性をFig.4(a)~(c)に示すコロログラムから検討すると、3変数は周期性を示し、その変動周期はいずれも360~380日前後の周期になった。

3-2 下水汚泥性状の長期的変化

汚泥性状の長期的変化をみるために時系列データから1次回帰によってトレンドを推定した。各変数のトレンド式はTable.2に示した。濃縮槽引抜汚泥濃度のトレンド式は

Variable name	Trend
SCON	$Y = -6.57 \times 10^{-4} T + 5.11$
VTSN	$Y = 4.87 \times 10^{-3} T + 43.94$
CST	$Y = 6.19 \times 10^{-2} T + 128.3$
VOLM	$Y = 1.52 \times 10^{-4} T + 129700$

$SCON = -6.57 \times 10^{-4} T + 5.11$ (T: day) になり年間で約0.25%低下し、同様に汚泥有機分率は約2%上昇した。補正CSTは約25秒上昇した。トレンド式は単純回帰によって求めているために若干高めの回帰係数となっている可能性はあるが、それを考慮しても長期的傾向として汚泥有機分率と補正CSTの上昇および汚泥濃度の低下の傾向は否定できない。この傾向は処理水量

Table.2 TREND EQUATION OF VARIABLE DATA

トレンド式からもわかるように処理下水量が増加傾向にあることと密接な関係があると予想される。

3-3 濃縮汚泥濃度の予測モデルの作成

3-3-1 R・フィルター型GMDHによる同定

R・フィルター型GMDHによって濃縮汚泥濃度の推定モデル式を同定した。その時の同定誤差、層数と選択された因子をtable.3に示した。その結果、同定誤差は14.5%と小さく、又得られたモデル式は低次であることが明らかになった。

Output data	Identification error (%)	Prediction error (%)	Layer	Selected parameter
Concentrated Sludge	14.5	22.8	3	Organic ratio of waste activated sludge Organic ratio of primary sludge Product volume of waste activated sludge

Table.3 PREDICTION AND IDENTIFICATION ERRORS AND NUMBER OF SELECTION LAYERS IN R.FILTER GMDH

3-3-2 モデル式による予測

モデル式による予測誤差をtable.3に示した。又、個々のデータの実測値に対する予測値の追従性を評価するため、実測値と予測値をFig.5に示したが、よくフィットしているのがわかる。特に、既に述べたが季節変動を示す実測値に対して予測値の追従性の良いことが明らかになった。

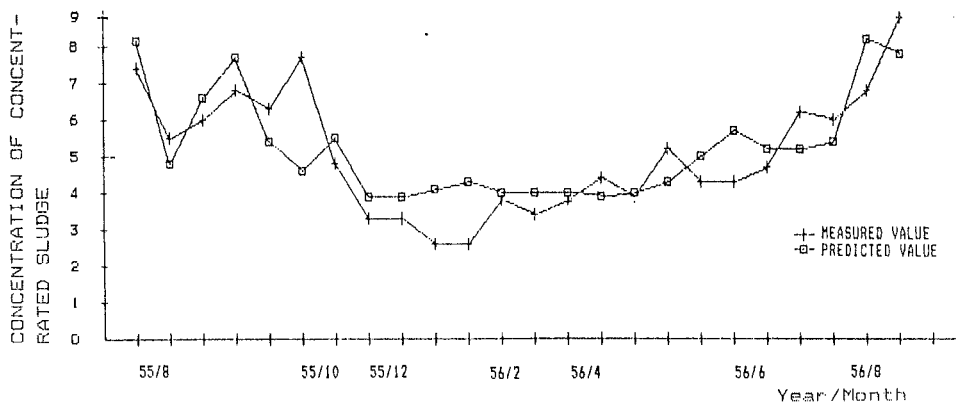


Fig. 5 COMPARISON OF PREDICTED VALUES WITH MEASURED VALUES OF SLUDGE CONCENTRATION

3-3-3 各因子が出力データに与える影響

濃縮汚泥濃度の推定モデル式についてTable.3に示した。選択された因子3個のうち2個を予測モデルを作成した時に使用したデータの平均値に固定して入力因子の1個をデータの最小値から最大値まで変化させ、出力データの変化を求めた。その結果をFig.6に示した。

R・フィルター型GMDHによって選択された3個の因子(初沈汚泥有機分率・余剰汚泥有機分率・余剰汚泥生成量)のうち、特に余剰汚泥有機分率と余剰汚泥生成量は出力に対して影響は大きかった。

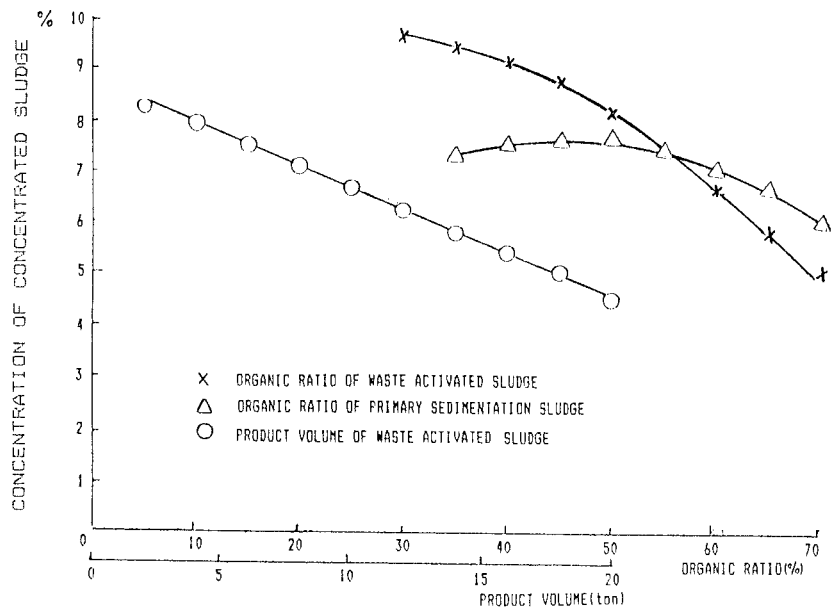


Fig. 6 INFLUENCE OF THE SELECTED PARAMETERS FOR SLUDGE CONCENTRATION

4. 結論

この研究で以下のことが明らかになった。

- 1) 生汚泥性状として濃縮汚泥濃度、汚泥有機分率と補正CSTは約1年の周期変動を有し、明確な季節特性をもっている。
- 2) トレンド推定式から、汚泥性状に長期的な変化が見られ、汚泥有機分率と補正CSTは上昇傾向にあり、濃縮汚泥濃度は低下傾向にある。
- 3) 濃縮汚泥濃度に与える影響のうち余剰汚泥の影響が大きい。したがって、水処理からの余剰汚泥の引抜管理は濃縮を考慮して、適応制御が行えるようにする必要がある。