

II-35 最初沈澱池における浮遊物質除去の調査研究

北海道大学工学部（正）船水尚行，（正）高桑哲男

1. はじめに

下水処理場に流入する下水の水量、浮遊物質、有機物濃度は時刻的に変動する。これらの変動が最初沈澱池、エアレーションタンク、最終沈澱池等の各単位処理プロセスに与える影響の把握は下水処理施設の維持管理のための基本的情報の一つである。しかし、下水の量、質の変動を前提とした各プロセスの挙動に関する研究は十分なものになっていないのが現状であろう。

そこで本論文では、下水処理における第1段目の処理プロセスとして後続の生物処理（エアレーションタンク）の負荷を定める最初沈澱池に注目し、流入下水の量と質の時刻的な変動が最初沈澱池の浮遊物質除去に与える影響を実処理場の調査結果をもとに検討した結果を報告する。

2. 調査の概要

札幌市S下水処理場の最初沈澱池（容積3350 m^3 /池、表面積 957 m^2 /池、2池）を調査対象とし、昭和62年10月、12月、昭和63年1月の3回、24時間試験を実施した。測定項目は最初沈澱池流入水、流出水の水温、電気伝導度、SS（ガラスろ紙法）、COD（重クロム酸法）である。ここではSSとCODの測定結果を示す。CODは5Cろ紙によりろ過したもの（COD_Fとする）と処理を行わないもの（COD_Tとする）の2種類測定した。試料は1～2時間毎に採取した。

また、24時間試験と並行して、浮遊物質の沈降速度分布を測定するために流入水、流出水についてそれぞれ5回の沈降試験を実施した。沈降試験には内径20cm、高さ2mの円管を断熱材で覆った沈降管を使用した。沈降試験では、沈降管底部より50cmの高さに設置したサンプリング孔より所定の時間間隔で採取した試料のSSならびにCODを測定し、SS基準、COD基準の沈降速度分布をもとめた。なお、下水量は処理場のデータによった。

3. 結果と考察

(1) 水量および表面負荷率の時刻的な変動

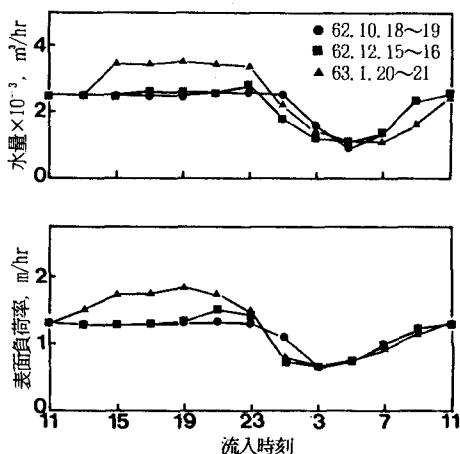


図-1 水量、表面負荷率の時刻的な変動

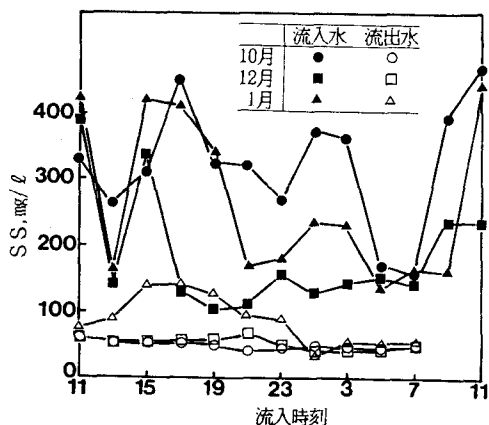


図-2 SSの時刻的な変動

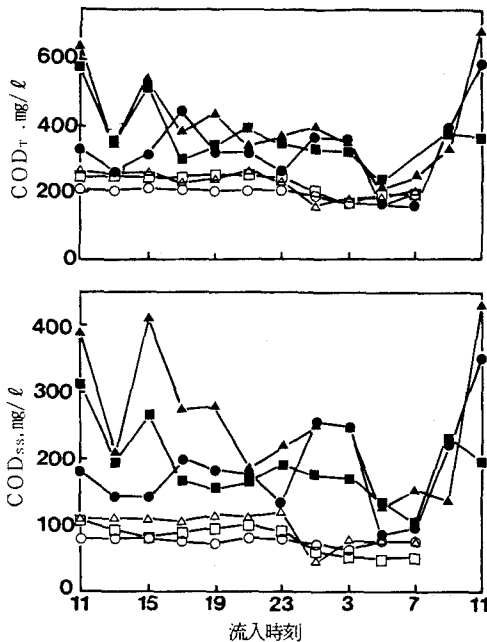


図-3 COD_T , COD_{SS} の時刻的変動

図-1に下水量ならびにそれより算出した最初沈澱池の表面負荷率の時刻的変動パターンを示す。調査対象のS処理場では午前5～7時頃に流入下水量が最小値をとり、9～23時ではほぼ一定となっていた。最初沈澱池の表面負荷率は流入下水量が最小となる時刻よりも少し早い午前3時頃最小値をとっている。表面負荷率の最大値と最小値の比は1.8～2.8程度であった。

(2) 浮遊物質の除去特性

図-2に流入、流出水中のSSの時刻的変動を示す。ここで、流出水のSSは横軸に示した時刻に流入した下水の最初沈澱池流出時のSSを示しており、最初沈澱池の平均滞留時間を用いて流出水のデータを内挿して得られたものである。流入下水中のSSは不規則に変動しており、3回の調査結果の間に類似性は認められない。一方、流出水中のSSの変動幅は小さく、特に10月、12月の調査ではほぼ一定の濃度となっている。また、流入水と流出水のSSの変動の間には相関関係は認められない。

次に、CODの時刻的変動を図-3に示す。図中の COD_{SS} は COD_T から COD_F を引いて得られたもので、SS由来のCODを示している。また、他の図中の記号は図-2の場合と同じである。流入水中のCODの値は時刻的にかなりの変動を示しているが、流出水中のCODはほぼ一定となっている。

(3) 最初沈澱池の表面負荷率と浮遊物質除去の関係

一般に沈澱池の処理特性は(1)沈澱池の表面負荷率と(2)浮遊物質の沈降速度分布に影響されると考えることができる。すなわち、本調査においては下水量の変化が最初沈澱池の表面負荷率の変化に、下水の質の変化が沈降速度分布の変化に対応し、それぞれが最初沈澱池の浮遊物質の除去の関係する。そこで、以下ではこの2つの要因と浮遊物質除去の関係について検討する。

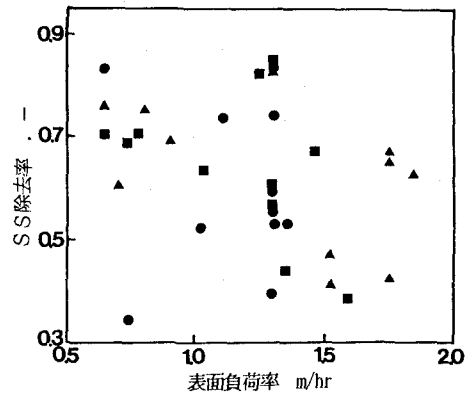


図-4 SS除去率と表面負荷率の関係

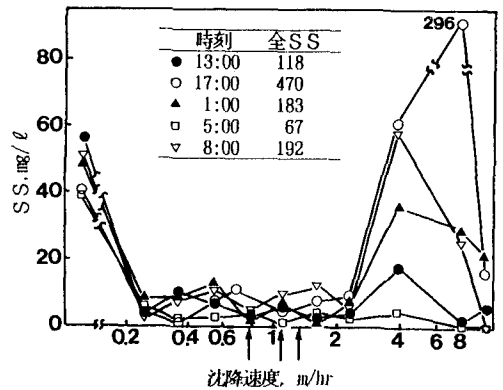


図-5 流入下水中浮遊物質の沈降速度分布 (62年10月)

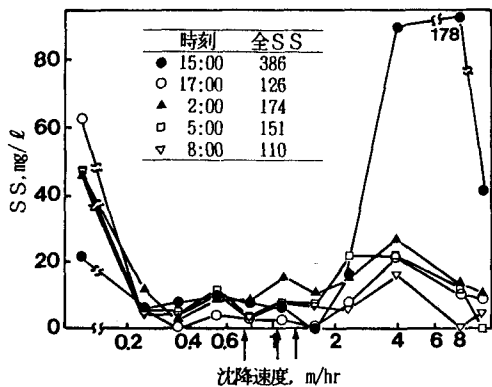


図-6 流入下水中浮遊物質の沈降速度分布 (62年12月)

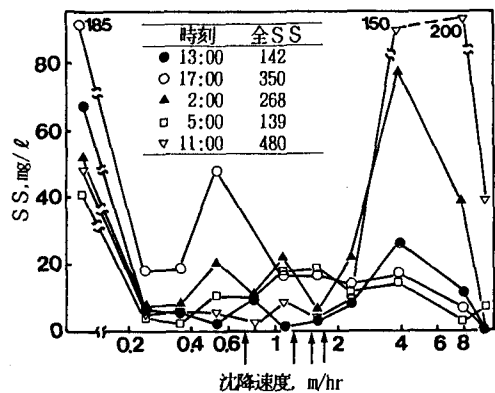


図-7 流入下水中浮遊物質の沈降速度分布 (63年1月)

図-4に最初沈澱池の表面負荷率とSSの除去率の関係を示す。図より表面負荷率とSSの除去率の間には有意な相関関係が認められず、SSの除去率は約40%~85%の範囲で変動している。

(4) 流入下水中浮遊物質の沈降速度分布

流入下水中浮遊物質の沈降速度分布を図-5 (62年10月), 図-6 (62年12月), 図-7 (63年1月)に示す。図中の矢印は沈降試験供試下水の最初沈澱池における表面負荷率の値を示している。沈降試験では有効水深を約1m, 最大沈降時間を4時間とし, 沈降速度が0.21m/hr以上の浮遊物質について沈降速度分布を測定し, 沈降速度が0.21m/hr以下のものは一括して図中に示した。

図-5の浮遊物質の沈降速度分布を流入時刻別に比較すると, 沈降速度 u の値が2m/hr以下の浮遊物質質量の変化は小さく, 流入浮遊物質質量の変化は沈降速度が2m/hr以上の浮遊物質質量が時刻的に異なるためであることがわかる。最初沈澱池の表面負荷率は0.75~1.3m/hrの範囲で変化していることから, 流入浮遊物質質量の変化の原因となっている浮遊物質は最初沈澱池で容易に除去されることがわかる。一方, 最初沈澱池における除去が表面負荷率によって大きく影響される浮遊物質 (0.21~1m/hrの沈降速度をもつもの) の存在割合が少ないことから, 表面負荷率の2倍程度の変化では流出水中のSSの濃度に大きな影響を与えないことが予想される。

理想沈澱状態を仮定し, 図-5, 6, 7の沈降速度分布を用いて沈澱池流出水のSSを計算した結果を実測値と比較した結果を図-8に示す。また, 同図には沈降速度が0.21m/hr以下のSSと実測値の関係も示してある。理想沈澱状態を仮定した計算結果は実測値よりも過大に, 沈降速度が0.21m/hr以下のSS量は実測値よりも過小に流出水SSを見積もる傾向があるが, 両者とも流出水SSをほぼ予測しているといえよう。

以上のことから, 流入下水中の浮遊物質は以下の3グループに分けることができよう。

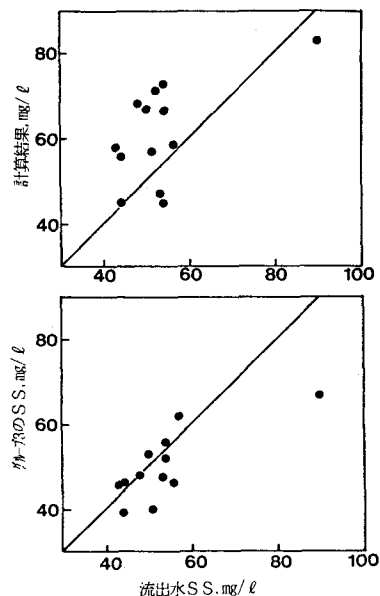


図-8 流出水SSの予測

①グループ1：沈降速度 $u \geq 2 \text{ m/hr}$

- ・流入下水の浮遊物質質量の変化は主としてこのグループに属する浮遊物質質量の多少によっている。
- ・最初沈澱池で容易に除去される。

②グループ2： $0.2 \leq u \leq 2 \text{ m/hr}$

- ・全浮遊物質質量の変化にかかわらず、常にほぼ一定量存在する。
- ・最初沈澱池での除去は表面負荷率に影響される。

③グループ3： $u \leq 0.2 \text{ m/hr}$

- ・最初沈澱池での除去はほとんど期待できず、流出水中SSの大部分を占める。

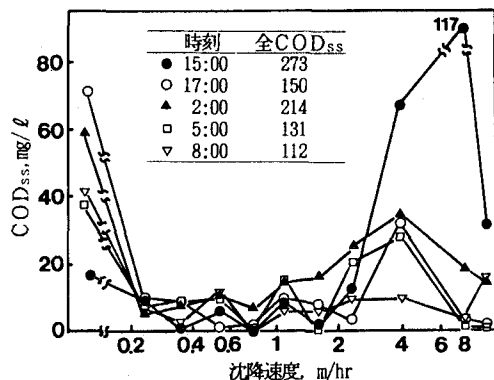


図-9 COD基準の沈降速度分布 (62年12月)

(5) 浮遊物質由来のCOD

COD基準の沈降速度分布の測定例を図-9に示す。その形状はSS基準の場合と同じであり、全COD_{ss}の変化は沈降速度 2 m/hr 以上のCOD成分の多少に対応している。

次に浮遊物質の質の表現として、単位浮遊物質あたりのCOD_{ss}すなわちCOD_{ss}/SSをとりあげ、15回の沈降速度分布の測定結果を用いて、前項で示した浮遊物質の各グループごとにCOD_{ss}/SSの頻度分布を求めた結果を図-10に示す。グループ1よりグループ3、すなわち沈降速度の小さい浮遊物質ほどCOD_{ss}/SS値のバラツキが小さくなっており、最初沈澱池より浮遊物質の質の均一化も進んでいることがわかる。

4. おわりに

流入下水の量と質の時刻的変動が最初沈澱池の浮遊物質除去に与える影響を実処理場における調査結果をもとに検討し、以下の知見を得た。

(1) 流入下水中の浮遊物質質量、CODは時刻的に不規則に変動しているが、最初沈澱池流出水では変動が平滑化され、浮遊物質濃度、CODはほぼ一定となっている。

(2) この最初沈澱池における変動の平滑化は主として流入下水中の浮遊物質の沈降速度分布に起因している。

(3) すなわち、流入下水中の浮遊物質はその沈降速度により3グループに大別され、最初沈澱池流出水中浮遊物質は主として沈降速度 0.2 m/hr 以下のグループ3の浮遊物質により構成されている。また、このグループ3に属する浮遊物質質量の時刻的変動は小さい。

おわりに、札幌市創成川終末下水処理場の高橋場長には本調査にあたって便宜をはかっていただいた。また、当時大学院学生柴藪聡、鷺尾政史氏、4年目学生長谷川弘三、芳滝智文氏には調査において多大の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

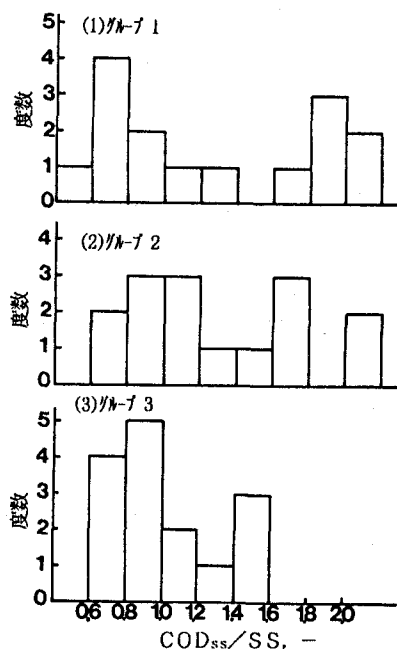


図-10 COD_{ss}/SSの度数分布