

京都大学工学部 学生員 石丸 賢二  
同 正員 平岡 正勝  
同 学生員 山本 攻

## 1. はじめに.

現在、多くの下水処理プラントは、日最大汚水量を基本として設計されている。ところが、処理プラントへの流入下水量、また流入水質は一日のうちで大きく変動しているため、時間帯によっては、プラントに対して過負荷の状態となり、十分その処理機能を果していない。このような問題を解決するために従来の処理プロセスの前に流量調整槽(筆者らはこれをバランシングタンクと名付けた)を設け、処理プロセスへの流入水量をコントロールすることが考えられている。筆者らは、昨年度、バランシングタンクをプロセスに並列に組み込んだ"side-line方式"の流量調整の実験結果を報告したが、今回は、バランシングタンクをプロセスに直列に組み込んだ"in-line方式"の実験を行なったので、その結果を報告する。

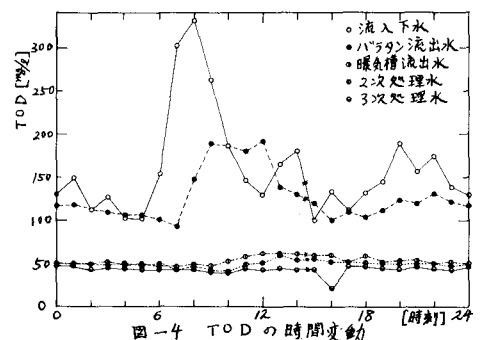
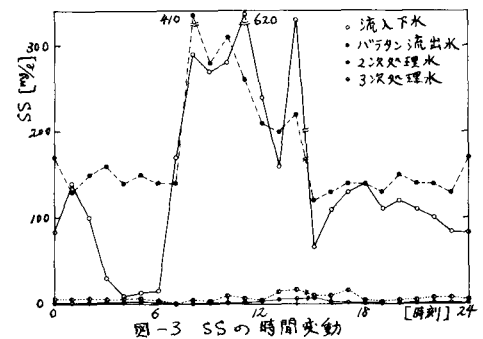
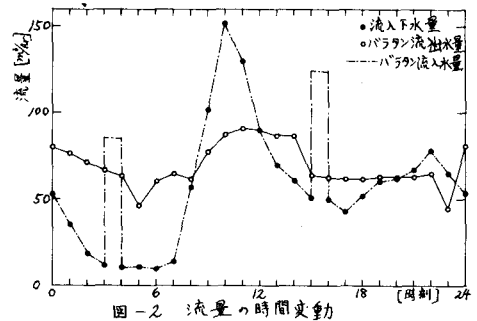
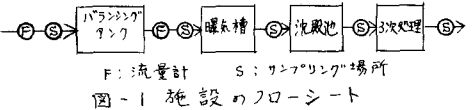
## 2. 実験施設の概要および実験方法.

実験に用いたH処理場の施設のフローシートを図-1に示す。この処理場は最初沈殿池がなくて、3次処理として砂浮過および活性炭吸着塔を設置している。実験は、昭和50年12月17日15時から18日14時までの24時間連続して行なった。サンプリングは1時間間隔で24回行なった。測定項目は流入下水、バランシングタンク流出水、2次処理水(沈殿池流出水)、および3次処理水(活性炭吸着塔流出水)については混合BOD<sub>5</sub>、SS、TODであり、曝気槽流出水については、MLSS、TOD、SVである。今回の実験では流量調整の方法として、バランシングタンクからの流出水量を均等化するものとした。

## 3. 実験結果および考察.

バランシングタンク流入水量および流出水量の時間変動を図-2に示す。また、バランシングタンク流入水量、流出水量の平均値、分散、分散比( $\gamma$ =流出の分散/流入の分散)を表-1に示す。分散比は均等化の尺度となり、0に近いほど変動が緩和されているといえる。流量については分散比 $\gamma=0.112$ となり、バランシングタンク流出水量の変動は非常に小さくなっている。

SSおよびTODの時間変動をそれぞれ図-3、図-4に示す。バランシングタンク流入水および流出水の混合BOD<sub>5</sub>、SS、TODの平均値、分散、分散比を表-1に示す。また2次処理水、3次処理水の混合BOD<sub>5</sub>、SS、TODの平均値を表



ー2に示す。流入下水のSSは流入下水量と同様の変動を示しているが、深夜から夜明けにかけての低下、また朝から昼にかけてのピークは著しく、変動が非常に大きいことを示している。バランシングタンク流出水のSSは、朝から昼にかけてのピークを除いてはほぼ均等化されている。流入下水のTODもまた朝のピークが存在するが、深夜から夜明けにかけては他の水質項目のような低下が見られない。バランシングタンク流出水のTODは比較的安定している。MLSSは約1000~1500mg/lで安定していて、その平均値は1241mg/lであった。また汚泥の沈降性、圧縮性を表わすSVIは約150~200mg/lで安定していた。その平均値は174mg/lであった。廃水処理では、水質濃度よりもむしろ、負荷量の方が問題になる場合が多いと考えられるので、バランシングタンクによって負荷量の変動がどの程度緩和されているかを検討した。バランシングタンク流入水および流出水について、混合BOD<sub>5</sub>、SS、TODの負荷量の平均値、分散、分散比を表-1に示す。またSS負荷量の時間変動を図-5に示す。その結果、負荷量の変動は水質濃度の場合よりも緩和されていることがわかる。

表-1 バランシングタンク流入および流出の平均値、分散、分散比

|     |                  | バランシングタンク流入 |       | バランシングタンク流出 |      | 分散比<br>Y |
|-----|------------------|-------------|-------|-------------|------|----------|
|     |                  | 平均値         | 分散    | 平均値         | 分散   |          |
| 流量  |                  | 62.8        | 1388  | 69.5        | 155  | 0.112    |
| 水質  | BOD <sub>5</sub> | 18.3        | 8040  | 170         | 3033 | 0.377    |
|     | SS               | 155         | 17111 | 179         | 4878 | 0.285    |
|     | TOD              | 16.1        | 3428  | 128         | 866  | 0.253    |
| 負荷量 | BOD <sub>5</sub> | 12.0        | 106   | 12.0        | 24.3 | 0.229    |
|     | SS               | 12.5        | 296   | 12.8        | 39.8 | 0.134    |
|     | TOD              | 9.8         | 53.0  | 9.1         | 13.0 | 0.245    |

単位：流量[m<sup>3</sup>/d]、水質[mg/l]、負荷量[kg/d]、分散[ $10^4$ ]

表-2 2次処理水、3次処理水の平均値

|                  | 2次処理水 | 3次処理水 |
|------------------|-------|-------|
| BOD <sub>5</sub> | 14.0  | 4.7   |
| SS               | 7.2   | 2.4   |
| TOD              | 49.5  | 43.4  |

単位：[mg/l]

#### 4. バランシングタンクのモデル同定

バランシングタンク流出水量の制御方策を決定するためには、バランシングタンク流出水質の濃度変動を予測する必要がある。そのため、ここではTODをとりあげて、バランシングタンクのモデル同定をした。流動モデルとしては、場所的に集中化した完全混合槽列モデルを用いた。タンク内の曝気によるTODの減少に関しては、一次反応式を仮定した。バランシングタンクがN個の仮想的な完全混合槽に分割できるとすると、

まず貯水量の変動は、

$$\frac{dV}{dt} = Q_{in} - Q_{out} \quad (1)$$

第i番目の槽について

$$\text{流量は、} Q_i = \frac{(N-i)Q_{in} + iQ_{out}}{N} \quad (2)$$

物質収支をとれば、

$$\left(\frac{1}{N}\right) \frac{d(V C_i)}{dt} = Q_{i-1} C_{i-1} - Q_i C_i - K \left(\frac{V}{N}\right) C_i \quad (3)$$

ただし、V：バランシングタンク貯水量  $Q_{in}$ ：バランシングタンク流入水量

K：一次反応係数  $Q_{out}$ ：バランシングタンク流出水量

$C_i$ ：第i槽でのTOD濃度

流量 $Q_{in}$ 、 $Q_{out}$ および流入TOD濃度 $C_{in}$ をフーリエ級数で近似し、(3)式を電算機により $\Delta t = 0.1$ hrとして差分法で解いた。バランシングタンク流出TOD計算値 $C_{out,cal}$ を用いて、次の評価関数を最小とするようなパラメータNおよびKを求めた。

$$J = \int_0^{24} (C_{out,cal} - C_{out})^2 dt \rightarrow \min \quad (4) \quad C_{out}^* : \text{バランシングタンク流出TOD実測値}$$

パラメータ推定の結果、 $N = 1$ （完全混合）、 $K = 0.032$ であった。このモデルによる計算結果を図-6に示す。

#### 5. おわりに

今後の問題としては、バランシングタンクに後続するプロセスとの関連の中でバランシングタンクの最適設計法および流量の最適制御方策を決定していく必要がある。これらの問題については現在検討中である。

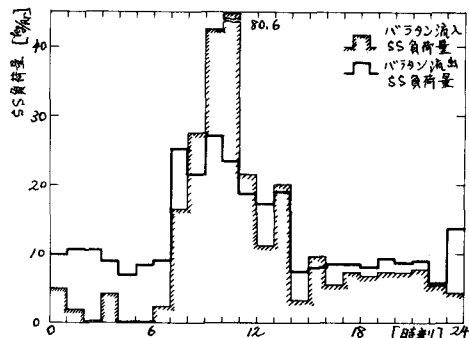


図-5 バランシングタンク流入および流出のSS負荷量 時間変動

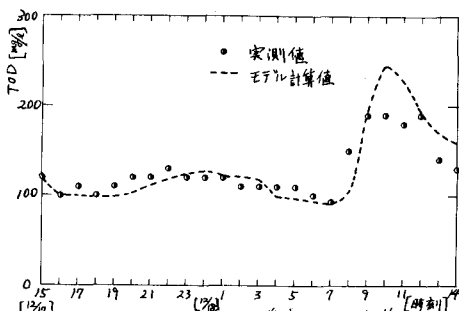


図-6 バランシングタンクの数値モデルによる計算結果