

回分式活性汚泥法の効率についての計算及び実験結果

大阪工業大学 正員 木原 敏

大阪工業大学 正員 上木紀夫

○アタカ工業 正員 中村 豊

1. はじめに

近年の下水道事業の地方化小規模化に伴い、処理方式も各種活性汚泥変法が注目を集めている。その中で筆者らは回分式活性汚泥法に着目し、連続的に流入が受けられるようにしたSwing Batch Systemを考えた。現場実験を1年間行ない、モデルによる計算も行なったので、ここではその結果および比較について報告する。

2. Swing Batch システム

回分法の工程は、処理、沈殿、排出の3つに分けられる。また、流入の方法によって次の3パターンが考えられる。①調整槽を設け原水を全部流入した後に各工程を行なう方法。②各工程とも常に連続して原水を流入する方法。③反応槽を複数にして、処理工程にだけ原水を流入する方法。施設の簡素化、処理水質の安定性等を考慮し、筆者らはこの方法を採り上げた。概念図を図-1に示す。

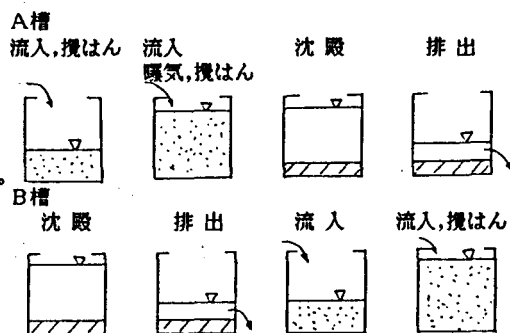


図-1 Swing Batch システム

3. 計算モデル (L = BOD, D = NO₃ - N, N = NH₃ - N)

(1) 攪はん時(嫌気時)の脱窒およびBOD除去

基礎式を次に示す。 $\frac{dD}{dt} = -q_D \cdot S_D(1)$, $S_D = f_D \cdot S(2)$, $f_D = \frac{Y_B \cdot L_1}{Y_N \cdot N_1 + Y_B \cdot L_1}$ (3)

$q_D = \frac{\mu_D}{Y_D} \left(\frac{D}{K_D + D} \right) \left(\frac{L}{K_L + L} \right) (4)$, $\frac{dL}{dt} = K_1 \frac{dD}{dt} (5)$, BODの計算式; $L = L_0 - K_1(D_0 - D) (6)$

NO₃ - Nの計算式; $t = \{ D_0 - D + M_1 \ln(\frac{D_0}{D}) + M_2 \ln(\frac{N_2 + D_0}{N_2 + D}) \} / A \cdot S_D (7)$

ここで; $A = \frac{\mu_D}{Y_D}$, $N_1 = \frac{K_L + L_0}{K_1} - D_0$, $M_1 = \frac{K_D \cdot N_1}{N_2}$, $M_2 = K_D + N_1 - N_2 - M_1$

(2) 曝気時(好気時)の硝化およびBOD除去

基礎式を次に示す。 $\frac{dN}{dt} = -q_N \cdot S_N (8)$, $S_N = f_N \cdot S (9)$, $f_N = \frac{Y_N \cdot N_1}{Y_B \cdot L_1 + Y_N \cdot N_1} (10)$

$q_N = \frac{\mu_N}{Y_N} \cdot \left(\frac{N}{K_N + N} \right) \cdot \left(\frac{DO}{K_{O_2} + DO} \right) \{ 1 - 0.833(7.2 - PH) \} (11)$, $\frac{dL}{dt} = -K_2 \cdot L (12)$

BODの計算式; $L = L_0 \cdot \exp(-t \cdot K_2 \cdot S_L) (14)$, $S_L = (1 - f_N) S (13)$

NH₃ - Nの計算式; $t = \{ K_N(N_0/N) + N_0 - N \} / B \cdot S_N (15)$

ここで; $B = \frac{\mu_N}{Y_N} \left(\frac{DO}{K_{O_2} + DO} \right)$

4. 実験

既設下水処理場に5 m³の槽を設置し、1日4サイクルとして前述のSwing Batch方式で、S.59年8月~60年3月の期間運転した。実験は6条件で行なったが、各条件ごとに通日試験として24時サンプリング(2時間おき)、サイクル試験として1サイクル中の槽内の濃

Satoshi KIHARA, Michio UEKI, Yutaka NAKAMURA

度変化を15分おきに分析した。結果の例を図-2に示す。

5. 計算条件

計算条件は、実験条件に合わせて、反応速度定数は既報の文献^{1),2),3)}によった。但し、BOD除去速度定数 K_2 については、原水の流入がない時は原水流入時の1/3とした。また、半飽和定数 K_L , K_D , K_N については通常0.1~1.0程度と言われているが、それぞれ5, 5, 3とした。原水流入時は1分毎に反応後の濃度とその間の流入負荷量との混合計算を繰り返し行なった。

M: 攪はん MLVSS 初期: 2170mg/l PH: 6.5
A: 曝気 流入ナシ: 1670mg/l 原水 BOD: 200mg/l
S: 沈殿 DO 原水流入中: 0.8mg/l NH₃-N: 45mg/l
E: 排出 流入ナシ: 1.0mg/l NO₂-N: 0mg/l

6. 実験および計算結果の比較

実験結果および計算結果を図-2に示す。

(1) 実験結果と計算結果はかなり一致している。

実験結果と計算結果について、NH₃-N濃度に差が生じているのは、原水中のK-Nを計算では全てNH₃-Nとして取り扱っているためであり、NO₃-Nに差があるのは前述のK-Nの影響と実際には曝気時にも幾らかの脱-Nが生じているためと考える。

(2) 原水流入時と流入停止時のBOD除去速度定数の変更は、BODがある程度低濃度になれば除去速度は低下すると考えるからである。その程度については今後更に検討を重ねる必要がある。

(3) 半飽和定数の値について、従来報告されているものはほとんどメタノール添加等による脱-N実験を基に得られているものが多く、下水のBOD源を利用する場合にはその分解の難易度は異なると考える。また、下水中のBODも低濃度になれば更に分解が難しくなると考えたので既報の値より大きくした。但し、その値について今後更に検討を重ねる必要がある。

8. 結 論

(1) 原水の流入後、サイクル中の操作因子等を適切に決定すれば、回分式活性汚泥法は小規模下水処理方式として脱-Nも含めて有効である。但し、実際の負荷は高くなるので、その点に留意して設計する必要がある。

(2) BODの酸化分解では、濃度がある程度以下になると分解し難い基質が残留していると考え、反応速度定数も変化すると考える方が实际的である。

(3) 脱-Nの半飽和定数は、BOD濃度の低い環境での脱-N速度が遅いことから、従来報告されている値よりかなり高い値であると考えられる。

参考文献

- 1) Process Design Manual for Nitrogen Control, US EPA, 1975
- 2) 下水道施設指針と解説、1984年版、日本下水道協会
- 3) W.W.Eckenfelder, Jr. & D.J.O'conner, Biological Waste Treatment, 1961

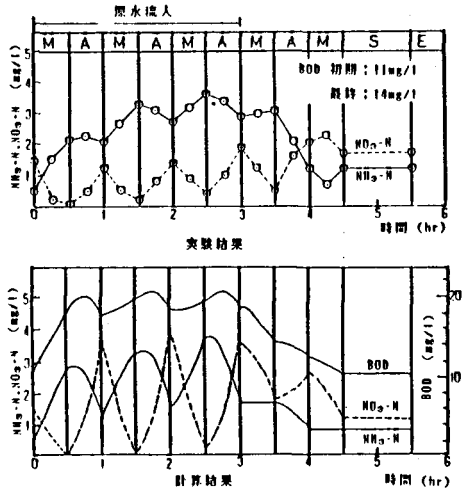


図-2 実験および計算結果