

II-415 連続回分式生物処理における粒子状媒体の効果(2)

—媒体浮遊の最小回転数と媒体への微生物の付着性—

東京理科大学 学生員 出口 浩 正員 柏谷 衛

1. はじめに

回分式生物処理装置(以下、SBRという)の反応タンク内に粒子状媒体(以下、媒体という)を添加して処理を行なうこととすると、反応タンク内で高濃度の微生物蓄積が可能であり、さらに使用する媒体の粒子径によって微生物の媒体への付着にも相違のあることが見い出された。¹⁾²⁾³⁾ 本報告では、粒子径の異なる2種類のガラスビーズを使用し、反応タンクへの添加量を変化させて行なうた実験の結果についてその考察を述べる。なお、実験に使用したSBRはすでに報告した実験で使用したものと同一である。

2. 微生物の付着がない媒体を浮遊するのに必要な最小回転数と回転に必要なトルク

媒体の粒子径 $\phi 0.1\text{mm}$ および $\phi 0.05\text{mm}$ 、反応タンクの有効容積に対する添加比率を0, 1, 2, 3, 4%(%)の組合せについて、攪拌機の回転数を10 r.p.m.~110 r.p.m.の範囲で変化させ、その際のトルクを測定し、これより浮遊に必要な最小回転数とその回転に必要なトルクを求めた。攪拌機の回転数 $N(\text{r.p.m.})$ とトルク $T(\text{kg}\cdot\text{cm})$ との関係は図-1に示す。

粒子径・添加比率の組合せによるすべての測定データは同一の曲線上にプロットされることになり、粒子径と添加比率(ただし、4%以下)のすべての組合せについて、回転数(N)とトルク(T)は式-(1)で表わすことができた。

$$T = 0.0004 \times N^{1.874} \quad \text{———— (1)}$$

図中にはそれぞれの粒子径と添加比率との組合せについて浮遊に必要な最小回転数とその回転に必要なトルクを示した。浮遊に必要な最小回転数は、 $\phi 0.05\text{mm}$ で上記添加比率についてそれぞれ43, 52, 63, 74 r.p.m.であり、 $\phi 0.1\text{mm}$ ではそれぞれ50, 60, 71, 81 r.p.m.となった。2種類の媒体についてその添加比率が1%増加すると最小回転数はほぼ10 r.p.m.増加する。添加比率が同じでは $\phi 0.1\text{mm}$ は $\phi 0.05\text{mm}$ よりも最小回転数が7ないし9 r.p.m.高くなった。

3. 微生物付着後の媒体を浮遊するのに必要な最小回転数

2.から、同じ2種類の媒体を添加量1, 2, 3%(%)とした場合について、人工下水を用いて好気性の生物処理の運転(1サイクルは4時間)を行なうた。攪拌機の回転数は、上記の添加量についてそれぞれの最小回転数とした。

媒体に微生物が付着した場合に、最小回転数を低下させる可能性を検討するために、槽内微生物量がVSSとして約 $6\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ に達した時点で実験を行なうた。図-2に媒体添加比率と攪拌機の最小回転数との関係を示す。図中には比較のために微生物付着のないときの最小回転数を合せて示した。

図中より、 $\phi 0.05\text{mm}$ では媒体を浮遊させた後では、最小回転数を約10 r.p.m. 低下させることは可能であったが、沈殿後の媒体をこの最小回転数で浮遊させることは困難であった。 $\phi 0.1\text{mm}$ の媒体では微生物付着後も同一最小回転数を維持する必要が認められた。

4. 付着微生物フロックの平均径

$\phi 0.1\text{mm}$ および $\phi 0.05\text{mm}$ の媒体で、その添加量を3%とした場合の槽内微生物のVSS濃度と顕微鏡写真よ

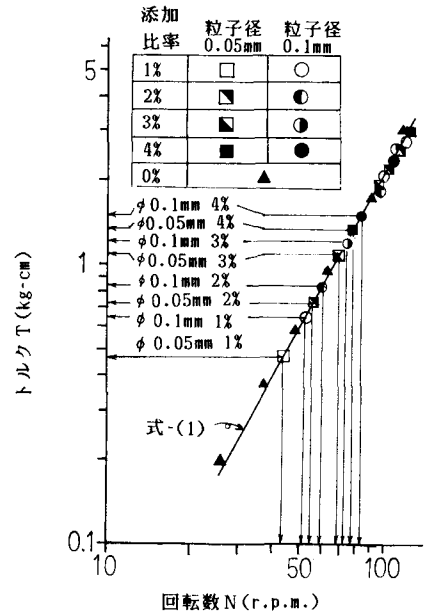


図-1 攪拌機の回転数とトルクとの関係

り読み取、た微生物フロックの平均径との関係を図-3に示す。
 微生物フロックの平均径はVSS濃度にはほとんど関係がない
 ことが見い出されている。なお、 $\phi 0.05\text{mm}$ の微生物フロック
 の平均径は $\phi 0.1\text{mm}$ の微生物フロックの平均径よりも大きく、
 最大値ではそれぞれ 0.36mm 、 0.25mm であった。

5. 攪拌力と微生物フロックの平均径

微生物フロックの平均径は攪拌力の影響を受けるものと考え、
 使用した回転数とトルクとからG値を求め、G値と微生物フロ
 ックの平均径との関係を図-4に示す。また、Parkerによる実
 験値も合せて示した。

本実験の微生物フロックの平均径($0.25 \sim 0.36\text{mm}$)はParkerの
 実験による平均径($1 \sim 3\text{mm}$)に比べて小さかった。Parkerの実
 験による平均径は媒体を含まず、散気による活性汚泥法の運転
 より得られたものである。本実験のデータはすでに述べたよう
 に媒体を浮遊させる回転翼を有するものであり、これが微生物
 フロックの平均径の差になったものと考えられる。

しかし、ともにG値が大きくなると微生物フロックの平均径
 が小さくなる傾向が見られた。

本実験およびParkerによる実験値を曲線回帰して、微生物フ
 ロックの平均径 $d(\text{mm})$ をそれぞれ式-(2)、式-(3)のように求めた。
 [本実験から求めた回帰式] $d = 1.23 \cdot G^{-0.367}$ — (2)
 [Parkerの実験から求めた回帰式] $d = 5.67 \cdot G^{-0.371}$ — (3)
 式-(2)と式-(3)のG値にかかると指数はほぼ同じであった。

Parkerは乱流条件下におけるフロック破壊現象の1つの領域
 と考えられる慣性支領域(Filament Fracture in Inertial
 Convection Subrange)で、安定したフロックサイズ(d')を
 $d' = C_3 \cdot G^{-0.5}$ — (4) [$C_3 = \{(30\gamma_s \cdot A_s \cdot g^3) / (\rho_p \cdot \pi \cdot \beta \cdot \nu^3)\}^{1/3}$ γ_s :流力(dyn/cm^2), A_s
 断面積(cm^2), ρ_p :粒子密度, β :係数] で表わし、実験値はこの領域での
 現象に近いものであ、たと述べている。

本実験で得られた実験値は媒体を含めての微生物フロックの
 平均径がParkerの実験値の約1/2であったが、微生物フロックの平均径は渦のマイクロスケールよりも大きく、式-(2)
 のGにかかると指数が式-(3)のParkerの指数にほぼ等しいものであった。

式-(4)の係数 C_3 より微生物フロックの強度($\gamma_s \cdot A_s$)は、 $\gamma_s \cdot A_s = \frac{1}{3} \pi \nu^3 C_3^3 \cdot g^3 \cdot \beta \cdot \rho_p$ — (5)と表わすことができる。
 ここで(4)式中の β にParkerの実験値では2をも、本実験値では1を仮定し、また ρ_p にはParkerの実験値では1をも、
 本実験値では2を仮定して、本実験による $\gamma_s \cdot A_s$ とParkerの実験による $\gamma_s \cdot A_s$ を計算し両者の比($\frac{\text{Parkerの実験値} = 30\gamma_s \cdot A_s}{\text{本実験による}\gamma_s \cdot A_s}$)を
 求めたところ4.63が得られた。この4.63を式-(2)に掛けることで式-(3)に近似することになった。これからみてParker
 の実験のフロックは本実験のフロックの約4.6倍の強度を有するものであ、たと推定される。

参考文献 (1) 出口, 柏谷; 貝化石を用いた生物処理の実験, 第22回下水道研究発表会講演集 P295-296 (2) 出口, 柏谷; 連続回分式生物
 処理における粒子状媒体の効果, 土木学会 第40回年次学術講演会講演集 P931-932 (3) 出口, 柏谷; 粒子状媒体を用いた回分式生
 物処理実験, 第20回水質汚濁学会講演集 P241-242 (4) 丹保, 山田, 総経 (1970) フロック強度に関する研究, 水道協会報載, 427号 P4-15
 (5) Parker, D.S., and Kaufman, W.J. (1972) "FLOC BREAKUP IN TURBULENT FLOCCULATION PROCESS," Proc. A.S.C.E. Vol 98, SA1, P 99-99

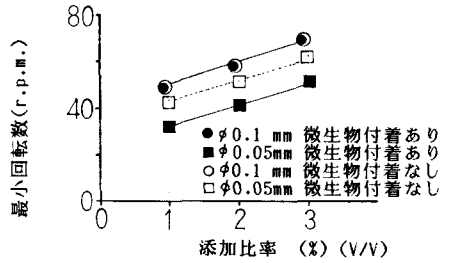


図-2 媒体添加比率と攪拌機の最小回転数 (VSS濃度約 8 g/Lの場合)

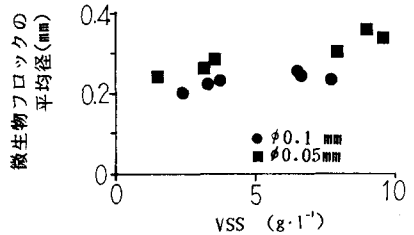


図-3 槽内 VSS濃度と微生物フロックの平均径 (添加比率3%の場合)

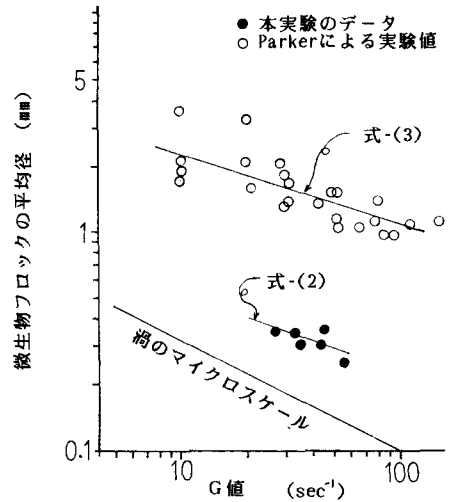


図-4 G値と微生物フロックの平均径との関係