

— BODとSSの除去について —

宮崎大学 正 石黒政儀 正 渡辺義公
宮崎大学 正 増田純雄 学 ○有馬洋一

1. はじめに、回転円板法により活性汚泥処理水を三次処理した場合の諸成果についての水質の定性的変化に関してはすでに報告した。本文では回転円板法による下水の三次処理において、SS(濁度)、BODなどのように除去されるものについて速度論的に考察してみたい。実験装置と方法は、表題の(オ5報)の通りである。

2. BOD除去について、活性汚泥法におけるBOD除去についての速度論的考察は多くなされており、BODが200ppm以下ではBOD除去速度は残存するBOD量に比例するといういわゆる一次反応モデルが広く用いられている。回転円板法においても、活性汚泥のMLSS濃度を回転円板面積と接触槽容量の比に置き換えることによって、式(1)のようにBOD除去反応を表示することが可能と考えられる。

$$dC/dt = -K(C)C = -K'C \quad (1)$$

ここで、C; BOD濃度(ppm) S; 円板表面積(m²)、V; 接触槽容量(m³)、K, K'; 正味と見かけのBOD反応速度係数(%/hr), (1/hr)

式(1)の速度係数K, K'は回転速度、BOD負荷率、水温などに左右されるので、次にこの点について検討する。図-1は、接触時間と残存BOD濃度の関係を片対数グラフ上にプロットしたものであり、式(1)の成立が示されている。図-2は、連続実験の結果から求めたBOD負荷率とBOD除去率との関係を示したものである。今回の実験では、BOD負荷率は4~23g/m²の間で変動したが、10g/m²付近まで除去率は直線的に増加し、以後は一定値となるようである。図-3は図-1よりK'を求めて回転速度との関係を求めたものである。図より、回転数の増加につれてK'が大きくなる傾向が認められる。この原因としては、①回転数の増加による円板上への酸素移動量の増加、②けん濁性のBOD物質が円板表面に吸着され、後述のように回転数が増加するにつれて吸着速度が大きくなる、とが考えられる。これらの詳細については、今後の検討課題とした。

3. SS(濁度)の除去について、下水を直接回転円板法で処理した場合には、回転円板接触槽内のSS濃度は100ppm程度であり、回転円板装置の後に沈殿池を設置する必要がある。しかし活性汚泥法では最終沈殿池で2000~3000ppmのSSを沈殿除去しなければならないことを考

えると、回転円板法において除去すべきSS量は著しく少量である。しかも、分離する固形物の大部分は円板から剥離した生物膜であり沈降性は良好で、この点からも活性汚泥法に比べて固液分離は著しく有利である。一方活性汚泥処理水を回転円板法で処理すると、接触槽内は円板の回転によって、適当に攪拌され最終沈殿池からキャリーオーバーしてきた微フロックがフロケーションされると同時に、微フロックの円板上への吸着が生じている。したがって、下水の三次処理では回転円板装置の後に沈殿池を設けなくても、SSを10ppm以下とす

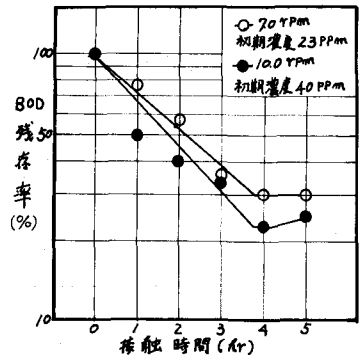


図-1 BOD除去速度

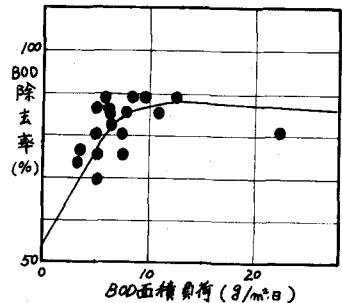


図-2 BOD除去率とBOD負荷率の関係

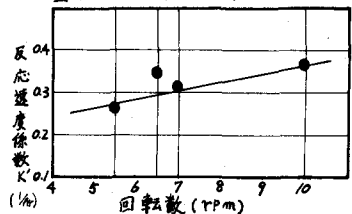


図-3 K'と回転数の関係

ることも可能である。そこで、本節では回転円板法によるけん濁物の除去について考察してみたい。回転円板接触槽内に $dV = dx dy dz$ なる微小体積を考えると、 dV 内におけるけん濁粒子数の増減は、式-(2)で与えられる。

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \left(\frac{\partial}{\partial x} (D_x \frac{\partial n}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (D_y \frac{\partial n}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (D_z \frac{\partial n}{\partial z}) \right) - \frac{\partial (U_n n)}{\partial x} - F(n) + G(n) \quad (2)$$

ここで、 n ；単位体積中のけん濁粒子数($1/cm^3$)、 D_x, D_y, D_z ；大きなスケールの渦による x, y, z 方向の拡散係数(cm^2/sec)、 U_n ；粒子群の平均沈降速度(cm/sec)、 U ； x 方向の平均流速(cm/sec)、 $F(n)$ ；単位時間内に起こる単位体積中の粒子と円板の接触回数($1/cm^3 \cdot sec$)、 $G(n)$ ；単位時間内に円板面から剥離してくる粒子の単位体積中の個数($1/cm^3 \cdot sec$)

回転による攪拌作用を考慮すると、式-(2)の拡散による項と沈降による項は省略できる。(ただし100PPM以上の濃度では、図-5に示されるように接触初期には沈降の影響が認められる。)また、回転条件では $U=0$ となる。したがって、回転条件においては式-(2)は、式-(3)のような簡単な形式となる。

$$\frac{dn}{dt} = -F(n) + G(n) \quad (3)$$

円板半径を Q (cm)、回転速度を ω (RPS)として $Re = Q^2 \omega / \nu \geq 10^4$ で水中にて回転する円板上への拡散量は²⁾

$$I = \frac{0.01S}{\alpha R^{3/4}} Q^{0.8} \omega^{0.9} \nu^{0.1} C \quad (4)$$

ここで、 S ；回転円板表面積(cm^2)、 Q ；円板半径(cm)、 R ；プラントル数、 ω ；円板回転速度(RPS)、 ν ；水の動粘性係数(cm^2/sec)、 C ；けん濁物濃度

本実験で用いた回転円板は $Q = 50$ (cm) $\omega = 0.1 \sim 0.2$ (RPS)、 $\nu = 0.01$ (cm^2/sec) であり、 $Re \sim 10^4$ 。そこで、 β を円板が完全に水中に没していないことに対する補正係数、 β をけん濁粒子の付着率として式-(4)を式-(5)のように変形できるとする。

$$F(n) = \beta \beta_2 I = \frac{0.01\beta S}{\alpha R^{3/4}} Q^{0.8} \omega^{0.9} \nu^{0.1} C \quad (5)$$

濃度が高い領域(濃度が10のオーダー)では、 $-F(n) \gg G(n)$ と考えるとよいので $G(n)$ を無視すると、式-(3)と(5)から

$$\frac{dn}{dt} = \frac{dc}{dt} = -\frac{0.01\beta S}{\alpha R^{3/4}} Q^{0.8} \omega^{0.9} \nu^{0.1} C = -K \omega^{0.9} C = -K^* C \quad (6)$$

Q, S, R, ν は一定と考えればよいので、回転円板へのけん濁粒子の吸着速度は濃度 C の一次、回転速度 ω の0.9乗に比例する。図-4は濃度と SS の関係を示したもので、けん濁量を濃度で表示できることを示している。図-5は濃度 C と接触時間の関係を片対数グラフ上にプロットしたものであり、 dc/dt が C の一次に比例することを示している。図-6は K^* と ω の関係であり、 $K^* \omega^{0.9}$ が近似的に成り立つと考えてよい。

4. おわりに。下水の二次処理を行なう場合には、二次処理水の $BO D_5$ は30PPM前後濃度は数10度と考えられる。このような濃度範囲では、 $BO D, SS$ ともその残存量に比例するといった一次反応モデルが適用できることを明らかにした。回転円板法では円板近傍の薄い生物膜内で反応が生じているので、槽内の水温をそのまま反応場の水温とみなすことはできないようなので、反応速度係数と水温との関係については、詳細な研究が必要であり次の機会に発表したい。

参考文献 1) 石黒雅弘(山口)：回転円板法による下水の二次処理について、第29回土木学会冬季学術研究会論文集 1974.10
2) V. G. Levich, Physicochemical Hydrodynamics Printed Hall, 1962

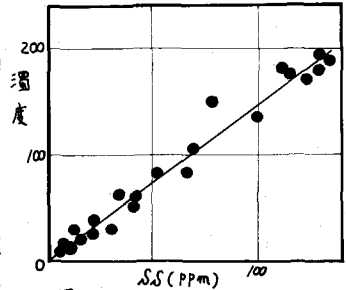


図-4 濁度とSSの関係

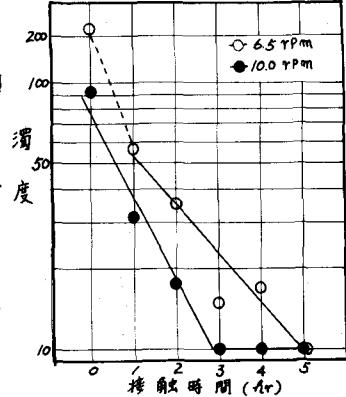


図-5 濁度と接触時間との関係

