

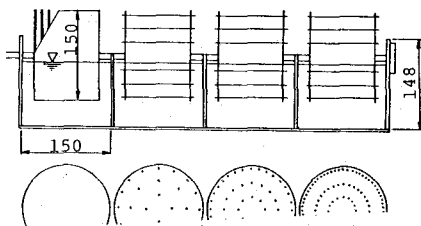
回転円板法における物質移動および固液分離特性

宮崎大学工学部 ○学生 斉藤 幸男 学生 清水 康二
宮崎大学工学部 学生 男鹿 剛彦 正員 渡辺 義公

1. はじめに 固定生物膜を用いた回転円板法は、下水処理分野において普及と進歩を遂げてきた。それに伴い、処理効率を効果的に向上させる装置の開発や処理装置のコンパクト化等の検討が行なわれている。本研究では、物質移動特性として液本体から生物膜表面への拡散抵抗の軽減に着目し、半水没型回転円板に突起を取り付けた事による拡散層厚の変化、及び本法処理水の白濁化現象の防止対策として、接触槽内に固液分離機構を組み入れた事による反応槽内での固液分離についての実験結果を報告する。

2. 円板表面形状と拡散層厚の関係

2-1 実験装置及び実験方法 実験装置(図-1)は完全混合型の半水没型回転円板で、突起の無い装置(槽No.1)、突起を持つ装置(槽No.2, 槽No.3, 槽No.4)からなり、突起として直径0.2cmの針金を28本、56本、112本取り付けた。槽容量2.3ℓ, 円板有効面積0.36㎡, 円板直径15cm, 円板枚数は各々10枚, 円板間隔1cm, 円板の浸漬率は約40%である。生物膜を円板に付ける前に曝気実験を行なった。その後、原水としてNH₄-Nと無機炭素を主体とする人工下水を用い、槽汚泥として宮崎市終末処理場の活性汚泥を槽内に加えて馴養を行なった。NH₄-Nの流入濃度と液本体濃度がそれぞれ約50%, 約8%で連続実験中に初期NH₄-N濃度を10%として、回転数8.5 r.p.m., 5 r.p.m., 3 r.p.m.において回分実験を行なった。



2-2 実験結果と考察 図-2に示した曝気実験の結果を式(1)と(2)により解析し拡散層厚(L_d)を求めた。

$$\ln \frac{C_s - C_0}{C_s - C} = K_L \frac{A_w}{V_0} t \quad \text{--- (1)} \quad K_L = \frac{D_0}{L_d - L_w} \quad \text{--- (2)}$$

ここで C: 液本体溶存酸素濃度(mg/l), C₀: t=0におけるC(mg/l), C_s: 飽和溶存酸素濃度(mg/l), D₀: O₂の分子拡散係数(m²/s), L_w: 付着水膜厚(μm), A_w: 浸漬円板面積(m²), V₀: 液本体積(m³), t: 曝気時間(s), K_L: 酸素移動速度係数(m/s), L_dは槽No.1が412μm, 槽No.3が228μmとなり円板表面に突起を持つものの拡散層厚は平板のものの約1/2となった。回分実験によるNH₄-N濃度の経時変化を図-3に、物質移動係数(K_d=%)を推定するため片対数グラフにプロットしたものを図-4に示す。図-3より酸素律速となっている領域(液本体NH₄-N濃度が3%以上)では硝化速度は一定であり、しかも槽No.4は槽No.1より速度が大きい。しかし回転数を下げると突起を持つものと平板との差が少なくなっている。この事は回転数が大きければ曝気効果も大きくなり、C₀の差が増し、その増した分が硝化速度に影響を与えると考えられる。拡散層厚の推定を行なうために図-4でNH₄-Nの生物膜への移動が硝化反応の律速となる液本体濃度

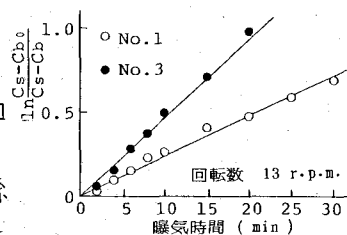


図-2 酸素移動速度係数(K_L)の推定

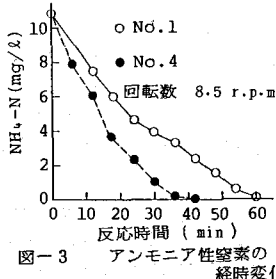


図-3 アンモニア性窒素の経時変化

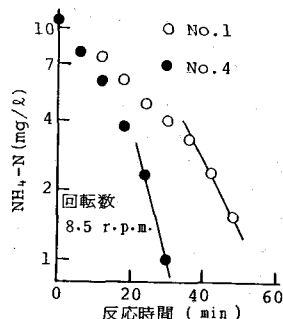


図-4 拡散項(K_d)の推定

領域(3%以下)で拡散層厚の推定を行なった。その結果を図-5に示す。突起を円板表面上に取り付ける事により拡散層厚は約 $\frac{1}{4}$ 程度ではあるが平板より薄くなった。本実験では、円板表面近傍の流況を乱すことにより拡散層厚を薄くでき物質移動抵抗を軽減することが確認できた。今後、突起部のサイズや配置等検討すべき課題がある。

3. 回転円板接触槽内での固液分離

3-1 実験装置及び実験方法 実験装置は4段直列型の回転円板槽内に固液分離機構を取り付けたものを宮崎市終末処理場へ設置した。都市下水を最初沈殿池より流量調整槽へ引き上げた後、実験装置へ流入させた。円板は塩化ビニル製で、全円板枚数56枚(1段当たり14枚)、円板直径30cm、総円板表面積 7.9m^2 、全接触槽容量44L(1槽当たり11L)の装置を円板回転数9r.p.m.、円板浸漬率約40%の状態で稼働させ、流入、流出、各段槽内の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、SS濃度、TOC、PH、水温等について測定した。

3-2 実験結果と考察 図-6は水量負荷と1段SS、流出水SS濃度の関係である。接触槽全体の水量負荷で $100\text{L}/\text{m}^2\text{d}$ (全接触槽滞留時間:80分)の場合では $10\text{mg}/\text{L}$ 以下のSS濃度を得、水量負荷 $200\text{L}/\text{m}^2\text{d}$ (40分)においても $20\text{mg}/\text{L}$ 程度の流出水SS濃度を得ることができた。接触槽内での固液分離効率は滞留時間の関数となるために、水量負荷の増加に伴ってSS濃度が増加していく傾向にあることが分かる。水量負荷別に流入から流出までの各段毎のSS濃度を図-7に、TOC・ $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を図-8に示す。図-7から $200\text{L}/\text{m}^2\text{d}$ という高負荷においても各段で効率的にSSが除去されていることが分かる。また図-7と図-6を合わせて観ると全接触槽滞留時間40分という短時間ではあるが、本実験での流出水SS濃度は一般的な下水処理場の最終沈殿池流出水のSS濃度と同程度の結果を得ていることが認められる。図-8からTOCにおいても各段毎に除去されていることが分かる。しかし、水量負荷が高いために硝化は殆ど起っていない。図-9にSS濃度とTOCの関係を示した。TOCは採取した試料を超音波破砕装置にかけ測定した値であり、SS濃度が0のときのTOC値は溶解性のTOCである。図-9よりSS濃度の減少に伴い、TOC濃度が減少することが分かり、SS濃度とTOCの相関関係が強いことが分かる。槽内に固液分離機構を付けることにより、最終沈殿池が不要となる可能性がある。

4. おわりに 本研究の結果、円板体表面に突起を付けることにより円板表面近傍の流況が乱され拡散層厚が薄くなり物質移動抵抗が低減されること明らかとなった。この事から円板表面積を大きく採らなくとも十分な処理効果の向上が期待できる。また接触槽の底部に固液分離機構を組み入れたことにより接触槽内で剥離生物膜を速やかに分離・沈殿させることができ、接触槽を多段とすることにより高SS負荷でも本法流出水は放流基準を満たし得ることが明らかとなった。なお、本研究は鹿児島学術振興財団の助成金により遂行された。

参考文献 1)渡辺義公:回転円板法の酸素供給機構、衛生工学研究論文集、Vol.19, pp.83-91(1983).
2)渡辺義公:生物膜法の浄化機構と設計手法、第5回日本水質汚濁研究協会セミナー講演資料集、(1984).9.

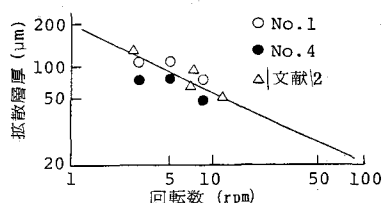


図-5 回転数と拡散層厚の関係

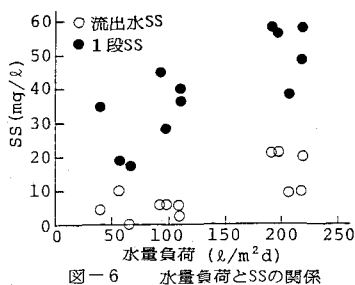


図-6 水量負荷とSSの関係

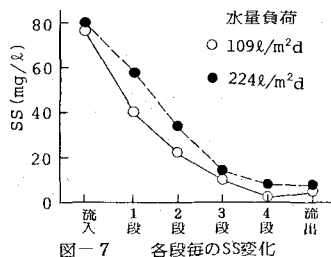


図-7 各段毎のSS変化

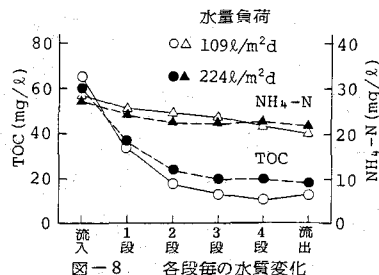


図-8 各段毎の水質変化

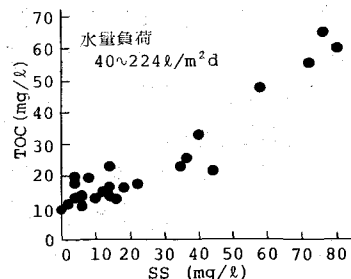


図-9 SSとTOCの関係