

## 網目構造回転翼による脱室に関する基礎的研究

宮崎大学 工学部 増田純雄

(株) 清本鐵工 岩崎義彦

(株) 辰星技研 Mohd. Fauzi Bin Abdul Aziz

### 1. はじめに

現在、下水処理法として主に活性汚泥法が採用されているが、この方法は処理水中の BOD と SS の除去を主目的としている。しかし、富栄養化の要因である栄養塩類の窒素、リンは現状の下水処理システムでは除去されないまま公共水域に放流され、放流水域の富栄養化の原因となる。また、農業地での過剰施肥と畜産振興に伴い地下水の硝酸性窒素汚染が叫ばれており、厚生労働省と環境省が出した地下水質測定結果によると、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素による井戸の汚染が全国的に基準値を超えており、最高硝酸性窒素濃度が  $61\text{mg/l}$  の井戸も報告されている<sup>1) 2)</sup>。下・廃水中の窒素除去技術は、回転円板、流動床、活性汚泥法等で行われているが、運転操作の煩雑さ、水理学的滞留時間が長いなどの問題点を有している。また、アメリカ、ヨーロッパでは排水基準で窒素規制が行われており<sup>3)</sup>、水質汚濁の現状を考えると、これから窒素規制が厳しくなること予想される。この窒素規制に対応すべく、小規模装置で、維持管理が容易で、高効率の窒素除去技術の開発が必要である。

本研究では、付着生物膜のろ材として網目構造回転翼を用い、付着生物量の増大と水理学的滞留時間の短縮を目的として、脱室の実験を行い、脱室率と回転数、水理学的滞留時の関係について若干の知見を得たので報告する。

### 2. 実験装置と実験方法

実験装置は図-1に示すように、内径 10.9cm、高さ 22cm のアクリル円筒中に、直径 3mm のアクリル棒で作製した網目構造回転翼（回転翼）から成り、回転翼は 8 枚(系列1)と 12 枚(系列2)を取り付け、網目の大きさは  $5 \times 5\text{mm}$  と  $10 \times 10\text{mm}$  である。回転翼の大きさは系列1では、縦 15.8cm、幅 4.2cm、系列2では縦 15.2cm 幅 4.0cm である。実験は回転翼を完全に水中に水没させて行い、下水処理場の最終沈殿池から採水した下水を人工基質に 2 割程混合し、1 週間程度装置内に循環させ生物膜の培養を行った。実験方法は、人工基質とメタノールを別々のタンクからポンプで装置に供給し、回転翼の回転数を 15~120rpm で攪拌混合した。なお、C/N 比は 2.5、屋内温度は  $25^\circ\text{C}$  に固定した。

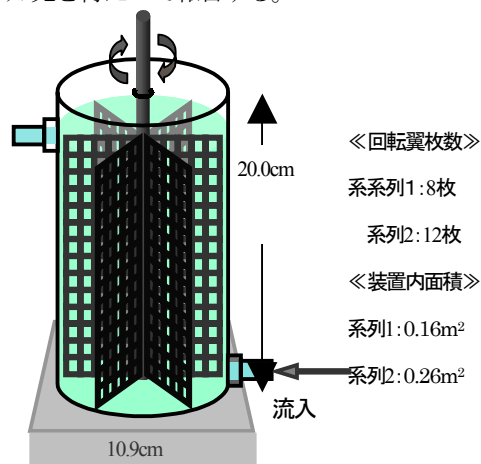


図-1 実験装置

### 3. 実験結果と考察

図-2 に、回転円板法（完全水没型）と網目構造回転翼実験装置の拡散層厚と回転数の関係を示す。回転円板法では、回転数の増加と共に拡散層が薄くなるが、実規模での回転数は 2~3rpm であり、通常、回転円板の周辺速度  $18\text{m/min}$  が最適であることから、回転数が決定されている。したがって、この範囲の拡散層厚を Levich の式<sup>4)</sup>を用いて計算すると、拡散層厚は  $360 \sim 480\mu\text{m}$  となる。また、回転円板の円板間隔が 20~30mm 程度であるために、生物膜の増殖により円板と円板の間が生物膜で閉塞し、生物膜表面が有効に利用できない欠点がある。また、流動床法による実装置における流速を用いて粒子表面の拡散層厚<sup>6)</sup>を計算すると、拡散層厚は  $33\mu\text{m}$  となる。

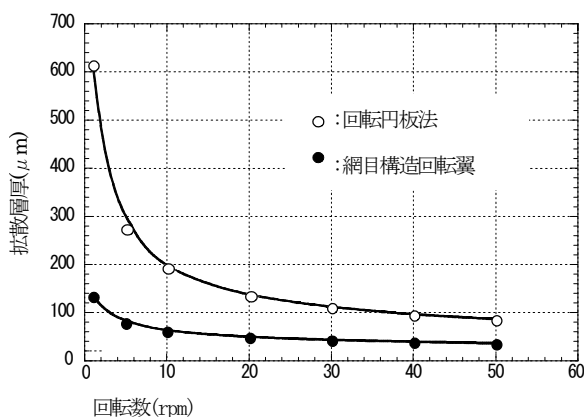


図-2 拡散層厚と回転数の関係

本実験装置の場合にも回転数の増加と共に拡散層厚は薄くなり、回転数 30rpm で、拡散層厚は  $40\mu\text{m}$  となり、流動床法とほぼ同じ程度となる。図-3 に、網目構造回転翼による滞留時間を 40 分の条件で、回転数を変化させた場合の脱室率と経

キーワード 脱室、網目構造回転翼、回転速度、生物膜

連絡先 : 〒889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1

日変化の関係を示す。図に示すように、回転数 30,60rpm での脱窒率が高い原因は、前回の脱窒菌が僅かに付着していたためである。一方、回転数が 120rpm と高速になると、安定した脱窒率が得られるのに時間を要した。

図・4に、網目構造回転翼による滞留時間を 20 分の条件で、回転数を変化させた場合の脱窒率と経過日数の関係を示す。実験当初は、DO 濃度の制限をしていない状態 (DO : 10mg/L ; 飽和状態) であり、実験系列 1、2 の脱窒率は共に 55%程度であった。この後、DO 制御を行なった結果 (DO : 1~3mg/L)、脱窒率は系列 1 で 89、系列 2 で 85%まで増加した。回転円板法では DO 濃度の影響はほとんど無いと報告されているが、本実験のように、滞留時間が 20 分と短くなると DO の影響があることが判明した。しかし、DO 制御を行なうことで高い脱窒率が得られる。

図・5に滞留時間を変数とした場合の回転数と脱窒率の関係を示す。滞留時間 40 分の場合には DO 制御を行っていない。回転数 15 rpm での脱窒率はそれぞれ、50、62%となり、回転数 30 rpm では、最大脱窒率がそれぞれ 89、92%となった。その後、回転速度の増加により脱窒率は減少し、120rpm では 86%となった。このように回転数の増加と共にやや脱窒率が低下する原因は剪断力によって回転翼の生物量が減少する事と空中の酸素が溶けてくるため、脱窒率が低くなると考えられる。理論的に回転数が増加すれば、脱窒率も上がるはずである。しかし、低回転数の場合、系列 1、2 共に脱窒率が安定した時には回転翼に生物が多量に付着し、回転翼は一枚の板ようになってしまった。この状態で水の流れは乱流状態となり、壁(支持体)には大きなせん断力が生じる。また、この時装置槽内が乱流状態になり、基質の攪拌が良好に行われ、脱窒が行われたと考えられる。滞留時間 20 分の場合、DO 制御により脱窒は 85%以上が得られた。これは DO 制限を行ったことで生物膜表面でも脱窒反応が起るためである。その後、回転速度の増加に従い脱窒率は減少した。このことは、理論的には回転数の増加と共に脱窒率が増加する。しかし、回転数が増加しても拡散層厚さの減少がわずかであることと、せん断力による生物量の減少と攪拌による空気中の酸素の溶け込み量が増加するためである。

#### 4. おわりに

水中の硝酸性窒素除去を目的として、網目構造回転翼による脱窒の実験を行い、以下の結果を得た 1)回転数 30 rpm、HRT40 分で、最大脱窒率 92%が得られた。2)回転数 60rpm、HRT20 分で、85%以上の脱窒率が得られた。3)回転翼枚数の違いによる脱窒率の差はほとんど見られなかった。4)既存の脱窒装置に比べて、短時間で高脱窒率が得られることが判明した。

##### 参考文献

- 1)環境庁(新:環境省)水質保全局企画課「平成11年度地下水質測定結果 地下水質汚染事例に関する調査について」平成12年12月
- 2)厚生省生活衛生局水道環境部「引用井戸等に係る衛生管理状況」平成11年2月19日
- 3)Leo H.J. Vredenburg; Fluid bed biological nitrification and denitrification in high salinity wastewater, Water Science Technology, Vol.36, pp.93-100, 1997.
- 4)Veniamin G. Levich ;Physicochemical Hydrodynamics, Prentice-Hall, Inc., 1962
- 5)Jeannette Seamon; Biological upflow fluidized bed denitrification reactor demonstration project-Stamford, Ct, USA, Water Science Technology, Vol.36, pp.139-146, 1997.

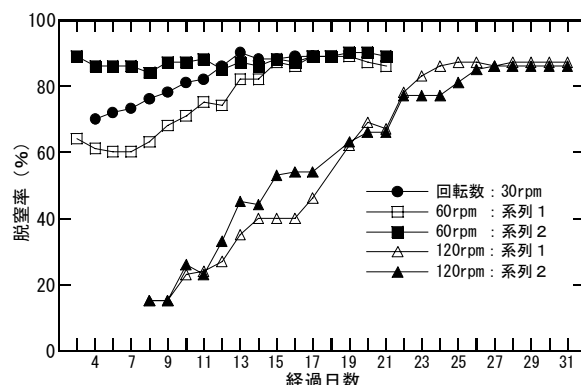


図-3 脱窒率と経過日数の関係

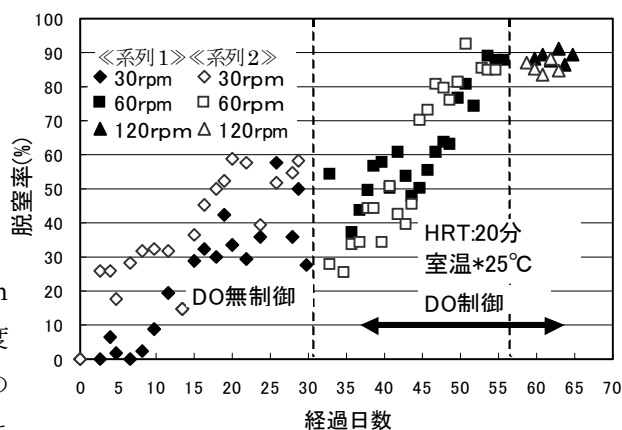


図-4 脱窒率と経過日数の関係

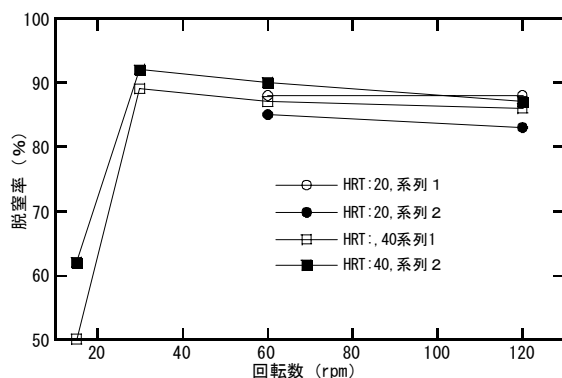


図-5 回転数と脱窒率の関係