

網目構造回転翼による硝酸性窒素の除去に関する研究

宮崎大学工学部 学生員○永田典子 正会員 増田純雄  
 (株)龍星技研 Mohd. Fauzi Bin Abdul Aziz  
 (株)清本鐵工 岩崎義彦

1. はじめに

都市の急激な人口増加、産業と工業の発展および農業地での過剰施肥は、公共水域の水質汚濁を引き起こし、上水道水源、工業用水、農業、水産業に及ぼす被害はもちろんのこと、自然環境、生活環境まで悪化させつつある。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、放流水域に富栄養化など深刻な問題を引き起こしている。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61mg/lの井戸も報告されている。<sup>1)</sup> 現在、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>2)</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が予想される。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。

本論文では、網目構造回転翼による硝酸性窒素除去(脱窒)の実験を行い、硝酸性窒素除去と回転数、水理学的滞留時間の関係について報告する。

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の亚克力円筒中に、直径3mmの亚克力棒で作製した網目構造回転翼(回転翼)を設置した。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5×5mmと10×10mmで行った。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、回転翼は完全に水中に水没している。実験は、下水処理場の最終沈殿池から採水した下水を滞留時間40分で1週間程度、装置内に循環させ生物膜の培養を行った。実験方法として、人工基質とメタノールを別々のタンクからポンプで供給し、混合させた液体を装置に流入させ、回転翼を15~120rpmの回転数で攪拌した。人工基質のNO<sub>3</sub>-N濃度は25mg/l、C/Nは2.5に固定した。分析項目はNO<sub>3</sub>-N(DR-2000)、TOC(島津TOC-5000)とpHである。屋内温度は25℃に固定し、DOは未調整である。

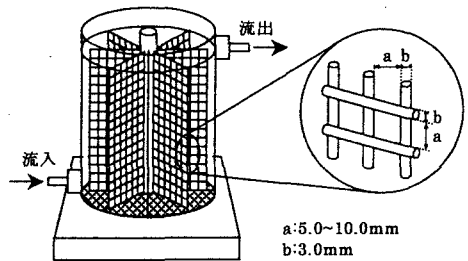


図-1 網目構造回転翼実験装置

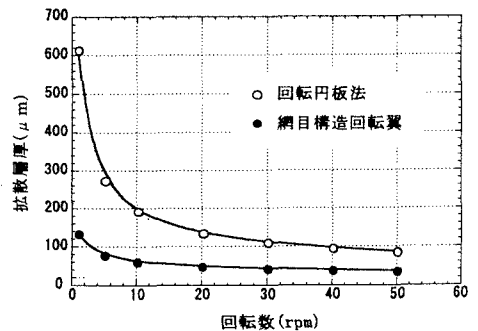


図-2 拡散層厚と回転数の関係

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18m/minが最適であることから、回転数が決定されている。この範囲の拡散層厚をLevichの式から計算すると、拡散層厚は360~480 $\mu$ mとなる。また、円板間隔が20~30mm程度であるために、円板と円板の間が生物膜により閉塞し、生物膜表面が有効に利用できない欠点がある。また、流動床法は、1.0mm程度の粒子を水流により浮遊させ、その粒子表面に付着生物膜を増殖させる方法である。実装置における流速を用いて粒子表面の拡散層厚を計算すると、拡散層厚は33 $\mu$ mとなる。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 $\mu$ mとなり、流動床法とほぼ同じとなる。

図-3に、回転数30rpm、水理的滞留時間40分で実験した場合の脱窒率と経日変化の関係を示す。前回の予備実験終了後の装置を用いたため、回転翼に生物膜が残存しており、経過4日目には、脱窒率が70%となり、2週間後には安定した。系列1、2の脱窒率は、それぞれ89、92%となった。この脱窒率の差は付着生物量の差によるものと考えられる。

図-4に系列1、2の回転数と脱窒率の関係を示す。回転数15rpmでの脱窒率はそれぞれ50、62%となり、回転数30rpmで、最大脱窒率がそれぞれ89、92%となった。その後、回転速度の増加に従い脱窒率は減少し、120rpmでは86%となった。理論的には回転数が増加するほど脱窒率も上がるはずだが、このようにやや脱窒率が低下する原因はせん断力による生物量の減少と空気中の酸素の溶け込み量が増加するためである。低回転数(15rpm)の場合、系列1、2共に回転翼の網目が付着した生物で閉塞した状態となり、回転翼は一枚の板ようになってしまった。15rpmで脱窒率が低下したのは、網目の閉塞により前述の拡散層厚が有効に働かなかったこと、また、低回転により攪拌が良好に行なわれなかったためである。pHの値は、流入口では最低で7.5、流出口では最高で8.7であった。これは脱窒菌にとって最適のpH範囲以内であった。

#### 4. おわりに

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高効率化に関する実験を行い、以下のような結果が得られた。1)回転数30rpm、滞留時間40分で90%以上の脱窒率が得られた。2)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。3)既存の脱窒装置に比べて、短時間で高脱窒率が得られた。4)低回転数の実験では、生物が付着し網目を閉塞することが確認された。

今後の課題として、硝酸性窒素除去率と水理的滞留時間の関係を明らかにすること、また、回転翼枚数(装置内表面積)の違いと硝酸性窒素除去率との関係を明らかにすることなどが必要である。

#### (参考文献)

- 1)環境庁(新:環境省)水質保全企画課「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ら「Biological upflow fluidized bed denitrification reactor demonstration project-Stamford, Ct, USA」(Water Science Technology, Vol.36, pp.139-146, 1997.)

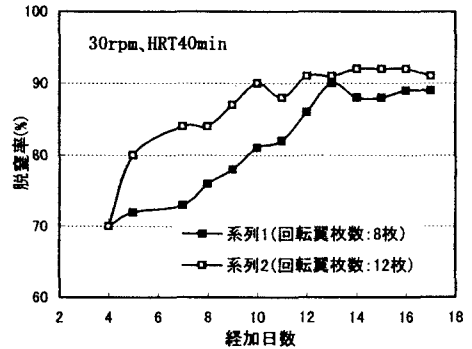


図-3 除去率の経時変化

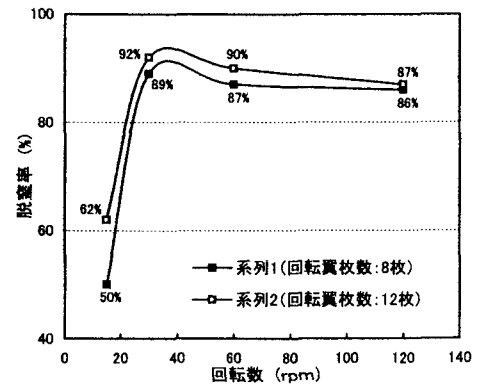


図-4 回転数と脱窒率の関係