

VII-92

回転平膜を用いた濁質成分とアンモニアの同時処理

北海道大学大学院 正員 木村 克輝
 北海道大学大学院 フェロー 渡辺 義公
 日立プラント建設 大熊那夫紀

1.はじめに

水道水における消毒副生成物、カルキ臭の発生にはアンモニア性窒素 (NH_4^+-N) が深く関係しており、今後の浄水処理においてはこれまで以上に厳密な NH_4^+-N の処理が必要である。一方、次世代型浄水処理として膜処理が注目されているが、膜処理単独では NH_4^+-N の処理は不可能である。このような背景から筆者らは回転平膜の表面に少量の硝化細菌を固定しながら膜ろ過を行う処理方法を提案し、その成果を発表している¹⁾。本報では、筆者らが提案する処理方法を用いて、濁質成分とアンモニアの同時処理を試みた実験結果について述べる。

2.実験方法

実験に用いた回転平膜は、ポリスルホン製のUF膜（分画分子量750000）を円形ディスク両面に貼り合わせたものである。これまでの実験では硝化細菌を膜分離槽内に確実に保持する目的で、全量ろ過を行ってきた。ろ過原水に濁質が混入しない場合は、数百時間に一度の簡易な物理洗浄を行うだけで1000時間以上の連続運転が可能であった¹⁾。しかし、濁質と NH_4^+-N を同時処理する際に全量ろ過を行うと、流入する濁質成分が全て膜分離槽内に保持されるとともに、濁質成分のほとんどが膜面に付着するためにろ過抵抗の増加が激しく、また物理洗浄の効果が小さいことが分かった（図-1）。そこで本研究では膜分離槽内での濁質成分の蓄積を防ぐ目的で、膜分離槽から常時オーバーフローを発生させることとした。また、付着ケーキの圧密化を防ぐ目的で間欠運転（15分ろ過-1分停止）を行った。実験装置フローを図-2に示す。用いた回転平膜は二軸を垂直方向に配し、上部回転平膜が半水没となるようにした。今回の実験では、膜分離槽内におけるエアレーションは行わなかったが、槽内水のDOは常に約7mg/l存在した。ろ過原水としては、水道水に塩化アンモニウム、無機炭素を主体とした基質、濁質成分であるカオリンを混合したものを用いた。運転条件は回収率 (Q_p/Q_m) を0.9~0.95、膜透過水 Flux 0.8m/d の定流量運転とし、膜回転数は上軸、下軸とも50rpmとした。

3.実験結果

3.1 低濃度 NH_4^+-N 処理実験

まず、濁質成分を含まないろ過原水を用いて実験を行った。連続ろ過実験開始に先立ち、別途集積した硝化細菌を膜分離槽に投入し、全量ろ過を30分間行うことで平膜表面に硝化細菌を付着させた。全量ろ過時の膜透過水 Flux は0.8m/d とした。膜面に付着させたSS量は $0.37\text{g}/\text{m}^2$ であった。図-3に連続ろ過実験時における吸引圧力と NH_4^+-N 濃度の経時変化を示す。全量ろ過を行わないこと、間欠運転を行うことで膜面に硝化細菌を固定できない可能性も考えられたが、実験開始直後から良好な NH_4^+-N の硝化が認められた。吸引圧力の上昇は非常に緩やかであり、約800時間運転を継続後も必要な吸引圧力は約20kPaにとどまった。実験終了時に膜モジュー

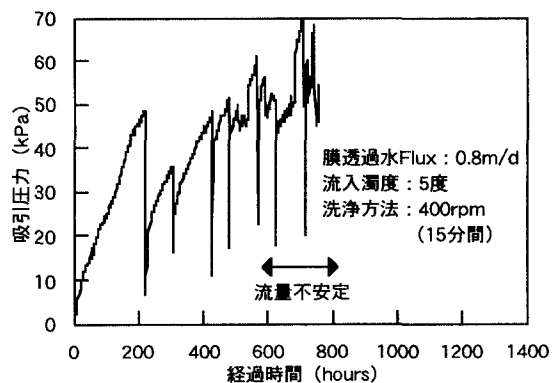


図-1 全量ろ過時の吸引圧力経時変化

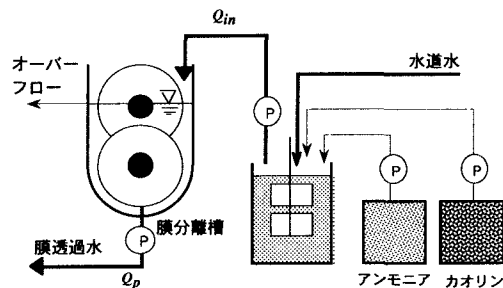


図-2 実験装置フロー

キーワード：回転平膜、アンモニア性窒素、濁度、ケーキ抵抗

連絡先（〒060-8628 札幌市北区北13西8 北海道大学大学院工学研究科 Tel. 011-706-6266 Fax. 011-706-7890

ルを分解し、平膜表面に蓄積したケーキをスポンジで手洗浄したところ、容易にケーキを剥離させることが可能であった。スポンジ洗浄前後の吸引圧力から求めた付着ケーキ抵抗と不可逆的結合成分による抵抗を比較したところ、全抵抗の約70％を付着ケーキ抵抗が占めていた。濁質を同時に処理する場合には付着ケーキ抵抗の占める割合がさらに増加することが予想された。次亜塩素酸ナトリウムによる洗浄を行い、ほぼ完全に膜透過性能を回復させた後に次の実験を開始した。

3.2 濁質・低濃度 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 処理実験

次に、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ に加えて濁度が約10度となるように濁質をろ過原水に加えて実験を行った。連続運転開始に先立ち、3.1の実験と同様の操作で硝化細菌を平膜表面に付着させた。膜面付着SS量は $1.06\text{g}/\text{m}^2$ であった。図-4に吸引圧力・ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度の経時変化を示す。濁度の混入にも関わらず、吸引圧力の上昇は3.1の実験同様に非常に緩やかであり、オーバーフロー、間欠運転の有効性が示された。

約500時間経過時点で、吸引圧力の値は約20kPaと小さな値をとっていたが、過度に膜閉塞が進行する前に洗浄を行うことで長期連続運転が可能であると考え、物理洗浄を行うこととした。洗浄は、吸引ポンプを停止し、下軸の膜回転数を500rpmに上昇させることで行った（15分間）。ろ過原水に濁質を混入させなかった場合は、同様の洗浄により付着ケーキが剥離し、膜透過性能の回復が見られたが¹⁾、今回の実験では洗浄の効果が全く見られなかった。本プロセスにおいて原水に濁質が混入していない場合は、付着ケーキの大部分は鉄・フミン質によって形成されるが²⁾、これにカオリンが加わることによって剥離のしにくい、強固なケーキが作られたものと思われる。そこで、洗浄効率を高めるために、手でちぎった数mm大のスポンジ片を数十ヶ膜分離槽内に投入し、再び下軸を15分間500rpmで回転させた結果、上下軸ともほとんどのケーキが剥離した。剥離したケーキ、スポンジ片を膜分離槽内から排出した後に連続運転を再開した。図-4に示すように、吸引圧力は非常に低い値となり、以後再び緩やかに上昇した。

$\text{NH}_4^+\text{-N}$ の処理性については、3.1の実験に比較して $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の硝化の立ち上がりにやや時間を要したが、400時間過ぎから安定した $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の硝化が観察された。しかし、スポンジ片を用いた洗浄によって膜面に保持していた硝化細菌をも剥離させてしまったため、洗浄前と同様の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 硝化能力が観察されるまでには約500時間を要した。

4.おわりに

本研究では、筆者らが提案する膜処理プロセスを用いて濁質成分と低濃度 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の同時処理を試みた。全量ろ過を行わないこと、間欠運転を行うことで、濁質による吸引圧力の上昇を抑制することが可能であった。これらの運転条件設定は低濃度 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ の処理性にはほとんど影響を与えなかった。濁質の混入によって付着ケーキが剥離しにくい、強固なものとなったが、スポンジ片を用いた物理洗浄によってほぼ完全に付着ケーキを剥離させることが可能であった。洗浄時に必要最小限の硝化細菌を保持することが今後の課題である。

参考文献

- 1) 木村・渡辺・大熊（1996）：回転平膜表面に付着した生物膜による低濃度アンモニア性窒素の硝化特性、土木学会論文集No.552 7-1, pp.43-52
- 2) 木村・渡辺・大熊：回転平膜表面に硝化細菌を固定した膜処理プロセスにおけるろ過抵抗に関する研究、土木学会論文集、投稿中

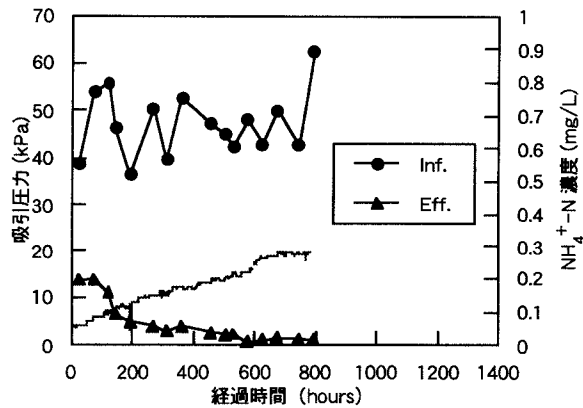


図-3 吸引圧力・アンモニア濃度経時変化（濁質なし）

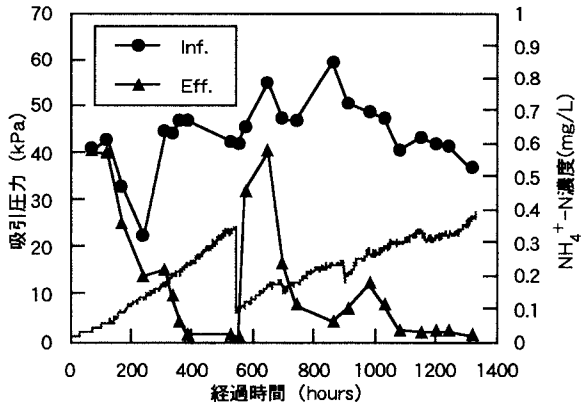


図-4 吸引圧力・アンモニア濃度経時変化（濁質あり）