金属膜を利用する高度排水処理

熊本大学工学部　学生員　○成重大知
熊本大学大学院　反後徳将
日立金属（株）環境ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ部　飯島　克
熊本大学工学部　古川憲治

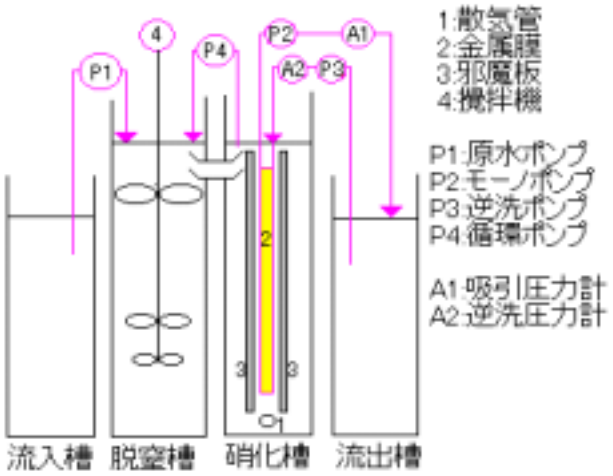
1 はじめに

近年の水処理技術において膜（逆浸透膜（RO 膜）、限外ろ過膜（UF 膜）、精密ろ過膜（MF 膜））を用いた分離技術が様々な分野（海水淡水化、超純粋の製造、ビルの中水道、親水用水、し尿処理等）で広く採用されるようになってきた。膜分離法を活性汚泥の固液分離とすると、沈殿池が不要となり良質の処理水を確保できるばかりか、活性汚泥を高濃度に保持できるので、処理時間の短縮や処理施設のコンパクト化が可能となる。そこで、本研究では新しく開発された金属膜を研究対象として取り上げ、これを用いる活性汚泥処理装置により合成下水の高度処理試験を行い有用な知見が得られたので報告する。

2 研究方法

2．1 実験装置

実験装置模式図を図－1 に示した。脱窒槽（有効水量 30L）と好気槽（有効水量 30L）から構成される循環型窒素除去装置である。硝化槽に金属膜（有効膜面積 0.096 ㎡）1 枚を設置した。膜の透過能力を調べる試験では硝化槽のみを使用して実験を行った。脱窒槽と好気槽は移流管でつながれており常に同じ水位を保つようになっている。排水の流入、流出、及び処理水からの逆洗はそれぞれ原水ポンプ、モーノポンプ、逆洗ポンプを使用し、全てのポンプが制御装置で管理されている。好気槽の曝気は２枚の邪魔板に囲まれた金属膜の直下で行い、好気槽の曝気循環と金属膜の曝気洗浄を兼ねさせた。



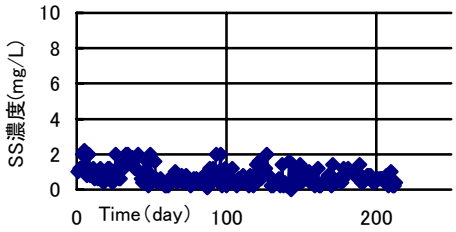
図－1　実験装置模式図

2．3 実験条件

初期 MLSS 濃度 3,230mg/L（最大で 18,000mg/L まで上昇）、水温約 24℃、曝気量 15L/min とし、孔径の異なる金属膜（0.2、0.5、1.0μm）を用いて、初期透過流束を 1.0、1.2、1.5、1.8m/day に設定して連続処理試験を行った。連続処理試験では異なる運転条件における透過流束の目詰まりによる低下と処理水質を中心に検討した。また循環型の硝化－脱窒装置を用いて、窒素除去効率についても検討した。

3 実験結果および考察

図－2 は全実験期間中での処理水 SS の経日変化を示した。常に 2.0mg/L 以下の処理水 SS 濃度を維持することが出来た。この結果、金属膜を用いた処理で SS フリーの澄明な硝化処理水を得られることが確認でき、使用した金属膜の優れた固液分離機能が確認できた。

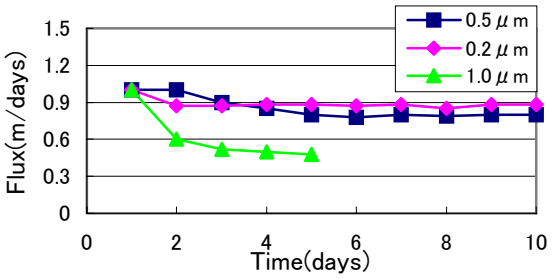


図－2　処理水 SS 濃度の経日変化

キーワード　金属膜、初期 Flux、硝化、脱窒、連続硝化試験、循環型窒素除去試験
連絡先　〒860-0862　熊本県熊本市黒髪２丁目 39-1　熊本大学工学部環境システム工学科

金属膜の膜分離能を明らかにする目的で、好気槽のみを使った連続消化試験で初期 Flux や膜の運転モードを変化させた実験を行った。図－3 には初期 Flux1.0 m/day で行った結果（Run2）を、図－4 には初期 Flux1.2m/day で行った結果（Run4）を、図－5 には初期 Flux1.5m/day で行った結果（Run5）を示した。

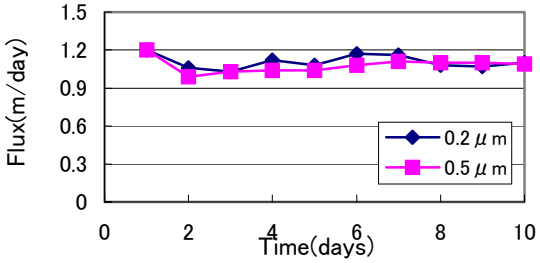
Run2 の結果は、膜の孔径 0.5、0.2μmにおいて初期 Flux をある程度維持することが可能であることを示している。しかし孔径 1.0μmの膜では目詰まりが発生したため 5 日目に運転を停止した。



図－3 Run2 の Flux 経日変化

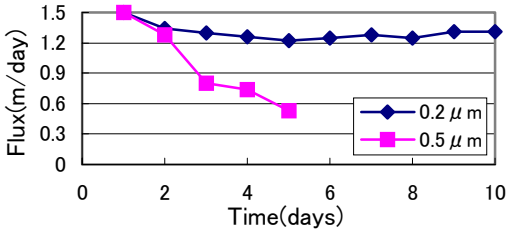
（吸引 8 分、吸引停止 2 分、逆洗 2 分 30 秒）

Run4 の結果は、孔径 0.5、0.2μmの膜で初期 Flux を維持することが可能であることを示している。



図－4 Run4 の Flux 経日変化

（吸引 6 分、吸引停止 1 分、逆洗 1 分）



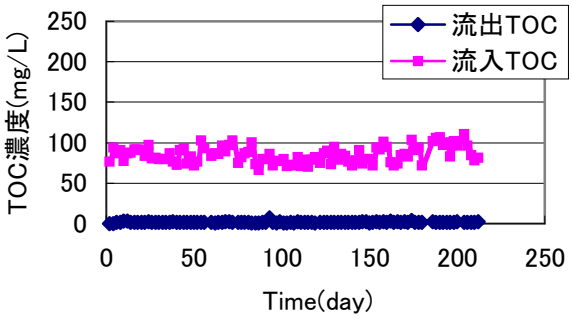
図－5 Run5 の Flux 経日変化

（吸引 6 分、吸引停止 1 分、逆洗 1 分）

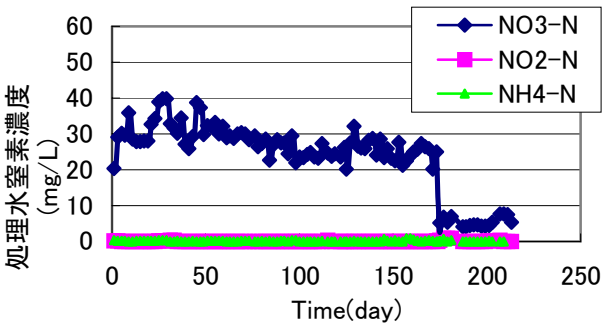
Run5 の結果は、孔径 0.2μmの膜で初期 Flux を 1.2 m/day 以上に維持することが明らかとなり、最大 1.35 m/day のフラックスが保たれた。しかし、孔径 0.5μmは膜の目詰まりが起こり 5 日目にして運転を停止した。

孔径の異なる金属膜（0.2、0.5、1.0μm）を使用した**連続処理試験の結果**、0.2μmの孔経の膜を使用した場合に最も高く安定した透過流束（最大 1.35m/day）を維持することができることが明らかとなった。

Run2,4,5 において、流入水の TOC 濃度（約 80～100mg/L）は、98%～99%効率で除去された（図－6）。また処理水には、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素は検出されず、硝酸性窒素が約 30mg/L の濃度で検出され、ほぼ 100%の硝化反応の起こっていることが明らかとなった（図－7）。これらのことからこの金属膜を活用したリアクタ内で安定した硝化処理の起こっていることが確認された。



図－6 TOC 濃度経日変化



図－7 処理水窒素濃度経日変化

運転開始 180 日目に硝化槽と脱窒槽を移流管でつなぎ、流入水量の 3 倍で硝化槽混合液を脱窒に返送循環させて、**循環型の窒素除去試験**を行った。この間は、0.2μmの孔径の金属膜を吸引 6 分、吸引停止 1 分、逆洗 1 分の運転モードで初期 Flux を 1.2m/day にとって運転した。

図－7 に示すように、処理水には NH_4－N と NO2－N は検出されず、87.4%の高い T-N 除去率を得ることができた。このように高い T-N 除去率が保たれたのは、金属膜を使うことで槽内の汚泥濃度が高まり、汚泥の有機物吸着能を活用できたことが原因している。