

金属膜を活用する排水処理に関する研究

熊本大学工学部 正員 古川憲治

熊本大学工学部 学生員 ○反後徳将

日立金属(株) プラント部 相原恵

1. はじめに

従来、膜を利用した排水処理には樹脂膜、セラミック膜が用いられてきた。これらの膜を排水処理に適用した結果、樹脂膜ではコストが安く透過性能は高いが、強度に信頼性が欠けるということ、セラミック膜では強度が高く耐食性に優れているが、透過性能が低くコストが高いということが明らかになっている。そこで、本研究ではこれらの問題を解決する可能性のある金属膜を取り上げ、これを用いる活性汚泥処理装置により合成下水の連続処理試験を行い若干の知見が得られたので報告する。

2. 実験材料ならびに方法

2.1. 実験装置：装置の概略を図1に示す。曝気槽（有効容量15ℓ）の中に平膜型モジュール（有効総膜面積0.03㎡）1枚を邪魔板と2.5cmの間隔で設置する構造である。チューブケースを2段階装着したポンプ（MASTER FLEX）を用いて、排水の流入と排出を行った。

2.2. 実験材料：種汚泥には研究室で肉エキスとペプトンを主な基質とする合成下水を用いて fill and draw 法にて長時間全酸化処理方式で馴養している活性汚泥を用いた。

2.3. 実験条件：初期 MLSS, 6000 mg/ℓ、空気量 12 ℓ/min として孔径の異なる金属膜（0.2, 0.5, 1.0 μm）を用い透過流束（1.0, 1.5, 2.0 m³/m² day）と変えて連続処理試験を行い、損失水頭と処理水質の関係を調べた。試験期間中は反応槽内部の水温、DO 濃度、pH、MLSS 濃度、流出水の SS 濃度、流入水と流出水の TOC、NH₄-N、NO₃-N、NO₂-N 濃度を測定した。また試験開始前、膜をブラシ洗浄→超音波洗浄（300 μA, 片面10分間）→水道水による逆洗（0.05 ℓ/min, 2分間）、開始から6時間後には、処理水を用いた逆洗（0.05 ℓ/min, 4分間）を行った。

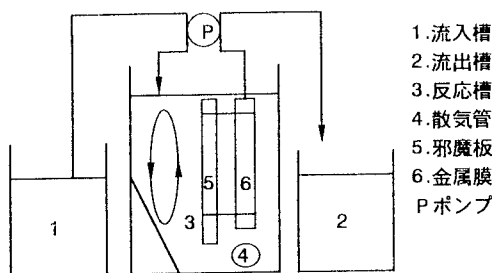


図-1 実験装置模式図

3. 実験結果ならびに考察

1. 膜の目詰まりに関する検討

膜は透過流量を上げると目詰まりを起こし水位が上昇する。目詰まりが起これば膜透過流束が減少し、曝気槽内の水位を一定に維持できず連続処理を組めなくなる。

本研究で採用した底流ポンプによる処理水の引き抜き法に適用した条件を明らかにすることを目的に、孔径の異なる金属膜を用いて種々の透過流束で連続処理試験を行った。

図-2には連続処理試験中のヘッドロスの経時変化を示した。0.2 μmの金属膜だと1.0 m³/m² dayのFluxで安定した水位での連続試験が可能であったが、Fluxが1.5 m³/m² dayに高まると、膜の目詰まりが激しくなり水位を一定に保つことが出来なかった。0.5 μmの金属膜では1.5 m³/m² dayのFluxでの運転は可能であるが、Fluxが2.0 m³/m² dayに高まるとやはり水位を一定に保つことが難しくなった。

連続運転期間中は金属膜直下に設けた散気管からの曝気による洗浄で膜の目詰まりを防いでいるが、今後は邪魔板と金属膜との間隔、曝気量、気泡径等を工夫し、膜を取り外しての洗浄を行うことなしに長期間安定して連続運転できる条件を確立する計画である。

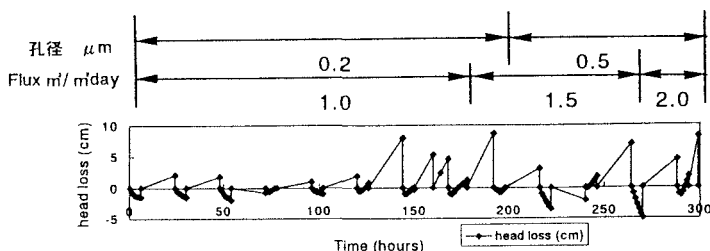


図-2 リアクターの水面の変化

3.2. MLSS と SS の検討

図3にMLSSと処理水SS濃度の経日変化を示す。MLSSは開始時5942 mg/ℓから13日後8380 mg/ℓに増加した。処理水SS濃度はいずれの条件も0.2～1.2 mg/ℓと2.0 mg/ℓ以下に維持され、使用した金属膜の高い固液分離機能が示された。

3.3. pH、DO、温度の検討

図4にpH、DO、温度の経日変化を示す。温度は22℃ではほぼ一定になった。DOは4.6～6.4 mg/ℓの範囲でばらつきが見られたが極端な変動はなかった。pHは7.85から始まり徐々に低くなり11日目7.15まで低下した。これは硝化反応の進行を示すものである。

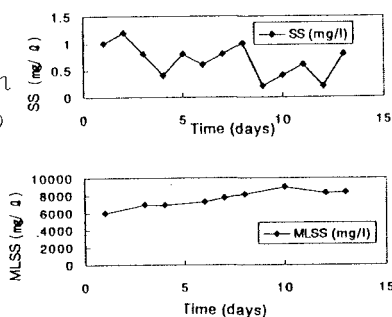


図-3 MLSSと処理水SS濃度の経日変化

図-5に処理期間中のTOC濃度の経日変化を示した。処理水にはNH₄-N、NH₃-Nはほとんど検出されず、NO₃-Nが20 mg/ℓ前後含まれ、安定した硝化処理の行われていることを示している。本実験では污泥の引き抜きを全酸化処理を行ったこともあり、硝化菌が安定して污泥中に取り込まれ、安定した硝化反応が起こった。沈殿池を用いる一般的な処理では、処理水にNO₃-Nが含まれると沈殿池でのスカム浮上の原因となるが、金属膜を用いた処理ではその心配が全く不要となり、この硝化処理水の活用で曝気コストを低減できるだけでなく、窒素除去をも容易となり有利となる。

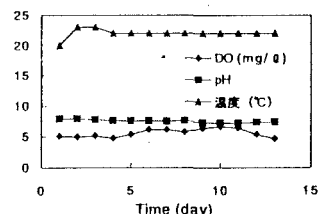


図-4 pH、DO、温度の経日変化

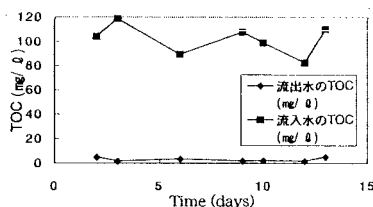


図-5 TOC濃度の経日変化

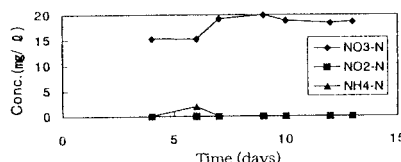


図-6 処理水窒素の経日変化

4. まとめ

金属膜を使った連続処理系を構築し、合成下水を用いてその処理特性を検討した。その結果、膜の孔径に合ったFluxを採用することで連続運転可能であること、TOCは95%以上の効率で除去され澄明な硝化処理水を得られることが明らかになった。