

金属膜を活用する活性汚泥法の逆洗方法の検討

熊本大学工学部 学生会員 中尾 雅治
 熊本大学大学院 非会員 金丸 直樹
 日立金属(株) 非会員 山田 雄司
 熊本大学工学部 正会員 古川 憲治

1. はじめに

近年の水処理技術において逆浸透膜 (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に利用すると, 沈殿池が不要となり, 活性汚泥を高濃度に保持することができ, 処理時間の短縮や処理施設のコンパクト化が可能である。本研究では新しく開発された金属膜を研究対象に, 合成下水を使用した連続硝化試験, 循環式硝化-脱窒試験を行い, その処理性能を分析した。今回, 膜の目詰まりを抑制するオンライン洗浄 (曝気洗浄, 逆流洗浄, 薬液注入洗浄) を行うことで, 長時間の連続運転の可能性について検討した。

2. 研究方法

2.1 実験装置

実験装置の模式図を図-1に示した。実験装置は脱窒槽 (有効水量 30L) と曝気槽 (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 0.12 m²) を 2 枚設置した。連続硝化試験では硝化槽のみを使用し, 循環式硝化-脱窒試験では脱窒槽と曝気槽を連結して, 常に同じ水位を保った。人工下水の流入, 処理水の流出, 及び水道水の逆流洗浄はそれぞれ原水ポンプ, モノポンプ, 逆洗ポンプを使用し, 全てのポンプは制御装置によって管理した。硝化槽の曝気は 2 枚の邪魔板に囲まれた金属膜の直下で行い, 硝化槽の曝気循環と金属膜の曝気洗浄を兼ねた。

2.2 金属膜

従来使用されてきた樹脂膜や中空糸膜は透過性能や強度に問題があったが, 金属膜は金網部分に強度をもたせつつ, 樹脂膜と同等の膜の厚さにし, それらの膜よりも優れた強度と耐久性を実現した。また

金属膜の寿命は 15 年と樹脂膜よりも非常に長い。金属膜の特性上, 膜表面は親水性であり透過性能は高い。使用温度範囲は約 200℃までの温度まで使用でき, 乾燥した状態でも保管できる。溶液や油, ガスなど使用用途の幅が広く, リサイクルが可能であるなどの利点をもつ。

2.3 実験材料

種汚泥には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 法にて馴養した活性汚泥を用いた。

2.4 実験条件

MLSS 濃度 20000mg/L 程度 (20000mg/L 以上になったら, 汚泥を引き抜き調整) の高濃度状態で, 水温は 22℃以上, 曝気量 45L/min の条件で異なる孔径の金属膜 (0.4 μm) を用いて, 初期透過流速 (フラックス) を 1.0m/day に設定して合成下水の連続処理試験を行った。

実験装置に設置された制御盤により, 吸引時間, 吸引停止時間, 逆洗時間及び逆洗間隔を制御した。6 分間の吸引と 1 分間の吸引停止を 1 セットとし, 4 セットに 1 回の割合で逆流洗浄を行った。

運転中の膜洗浄は曝気洗浄, 逆流洗浄, 薬液注入洗浄を行い, 運転停止時には高压洗浄と薬品洗浄を行った。流入水 TOC 濃度と流入水の T-N 濃度は各々 100 mg/L, 40mg/L とした。

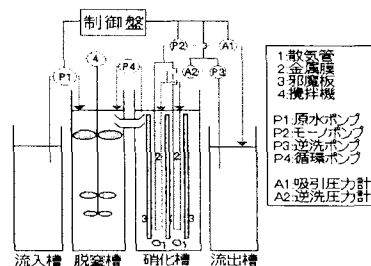


図-1 実験装置模式図

3. 実験結果

3.1 Fluxと膜間差圧の経日変化

図-2に吸引圧力経日変化を示す。薬液注入洗浄を4,9,16,23,32,41,45日目に行うことにより、1ヶ月半の間、安定したFluxで連続運転を行うことができた。図中の矢印は薬液を注入した時点を表している。薬液として次亜塩素酸ナトリウム溶液を80倍希釈した溶液を用い、注入した後30分間静止させた。19日目以降は吸引停止時間を1分から30秒にしたため、実質Fluxは上昇したが吸引圧力は安定に保つことができた。

3.2 処理水質

試験期間中のMLSS濃度、処理水SS濃度、流入水及び処理水それぞれのTOC濃度、各態窒素濃度($\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$)の経時変化を図-3～図-6に示す。

図-3より、MLSS濃度は時間が経つにつれ、増加しているのがわかる。また、MLSS濃度が急激に低下しているのは、汚泥の引き抜きによるものである。

図-4より、SSはどの試験条件でも1.0mg/L以下に保たれていることがわかる。これらの結果から金属膜の優れた固液分離機能が確認できた。

図-5から、TOCは常に95%以上の高い効率で安定して除去されていることが確認できた。

図-6より、全実験期間中、処理水の $\text{NO}_2\text{-N}$ 及び $\text{NH}_4\text{-N}$ はほとんど検出されず、硝化反応が十分に起こっていることが確認された。

4. まとめ

- (1) 金属膜を用いた連続硝化試験で、初期Fluxを安定維持しながら、十分な硝化処理を行うことができた。
- (2) 曝気洗浄、逆流洗浄、薬液注入洗浄を行うことで長期間安定して処理を行うことができ、膜の目詰まりを抑制することができた。
- (3) 吸引停止時間を1分から30秒に変更した後も、安定した処理水質を確保しながら、膜間差圧を一定に保つことができた。

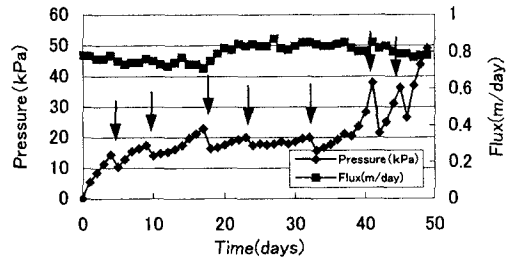


図-2 Flux, 膜間差圧の経日変化

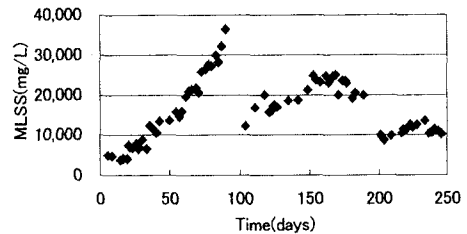


図-3 MLSS濃度の経日変化

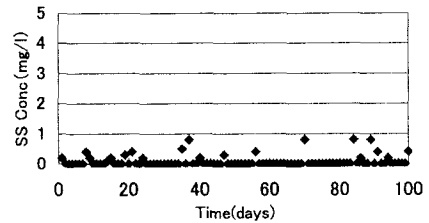


図-4 処理水のSS濃度経日変化

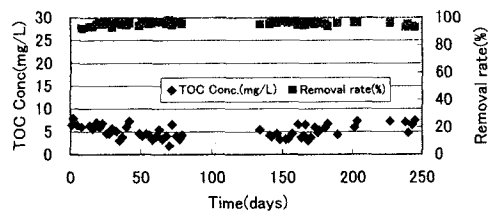


図-5 処理水のTOC濃度経日変化

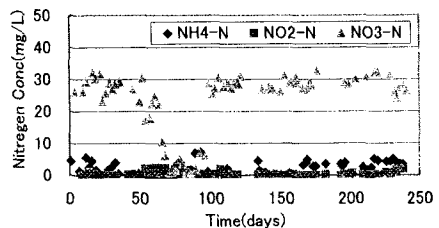


図-6 処理水の窒素濃度経日変化