

金属膜を活用する高度排水処理に関する研究

熊本大学工学部 学生会員 金丸 直樹
 熊本大学大学院 学生会員 成重 大知
 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、超純水の製造、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になる。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。また膜の目詰まりを抑制する洗浄(曝気洗浄、逆流洗浄、薬液注入洗浄)や目詰まりした膜に対する洗浄(薬品洗浄、スチーム洗浄、高圧洗浄)の効果についても検討した。

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させた。

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 金属膜

金属膜は下記のような特徴を持っている。

1. 強度、耐食性に優れている。(寿命が長い)
2. 使用温度範囲が広い。(約200℃まで)
3. 保管管理が容易。(乾燥状態での保管が可能)
4. 使用用途が広い。(溶液、油、ガスなど)
5. リサイクルが可能。

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(0.5、0.2、0.1μm)(表-1)を用いて、初期透過流束(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。連続硝化試験では処理水の水質、目詰まりによる吸引圧力の増加、それによる透過流束の低下を中心に検討した。また目詰まりを起こした金属膜の洗浄方法(曝気洗浄、逆流洗浄、薬液注入洗浄、高圧洗浄、スチーム洗浄、薬品洗浄)に対しても検討した。循環式硝化-脱窒試験では窒素の除去効率について検討した。

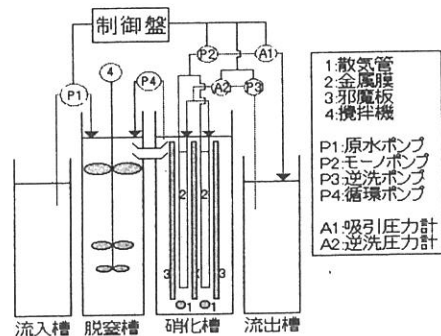


図-1 実験装置模式図

3. 実験結果

3.1 透過流束と圧力

図-2に、孔径 $0.1\mu\text{m}$ 金属膜を用いて初期設定フラックス 1.0m/day に設定した際の、吸引圧力経日変化を示す。図より吸引圧力をあまり上げることがなく、初期フラックス(1.0m/day)を維持できることが確認できた。

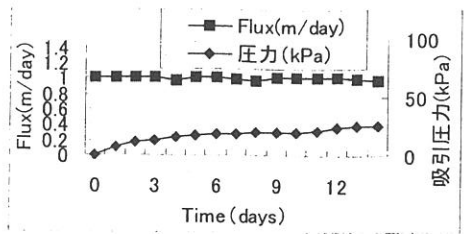


図-2 Flux、吸引圧力の経日変化

3.2 処理水質

試験期間中のMLSS濃度、処理水SS濃度、流入水及び流出水それぞれの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に示した。

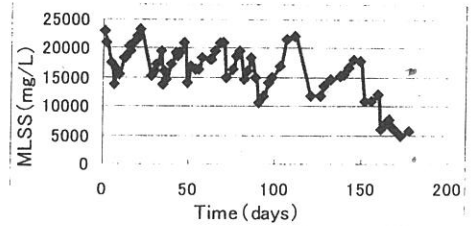


図-3 MLSS濃度経日変

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。急激にMLSS濃度が低下しているのは、污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。このことより金属膜の優れた固液分離機能が確認できた。

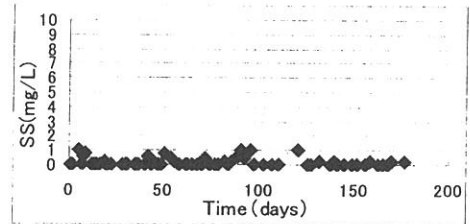


図-4 SS濃度経日変化

図-5より、TOCは、90%以上の高い効率で除去できることが確認できた。

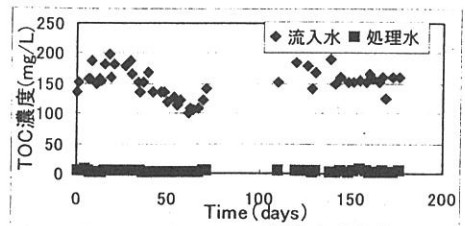


図-5 TOC濃度経日変化

3.3 膜の洗浄

目詰まりを起こした膜に対しての、 NaOCl 溶液や NaOH を用いる従来の薬品洗浄は不完全であった。金属膜の洗浄には高圧洗浄やスチーム洗浄を行った後、薬品洗浄することにより使用前の状態に戻すことが出来た。

高圧洗浄とスチーム洗浄の2つの洗浄方法を比較すると、スチーム洗浄の優れていることが確認できたが、スチーム洗浄には時間がかかることから実用的には高圧洗浄が向いていることが分かった。

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出来た。
- (2) 薬品注入洗浄は効果的な洗浄であることが確認できたが、使用方法(濃度、回数、時期)について、さらなる検討が必要である。

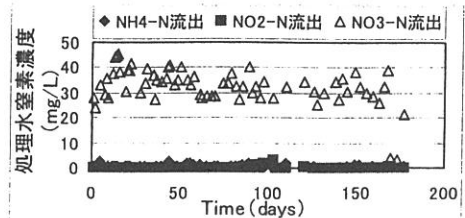


図-6 処理水窒素濃度経日変化