

セラミック膜を用いた浸漬型膜分離活性汚泥法における運転方法の評価

東京都市大学 学生会員 ○張 偉
東京都市大学 正会員 長岡 裕

1. 目的

現在、膜分離活性汚泥法では処理施設のコンパクト化、運転管理容易、良質の処理水が得られることから、下水処理分野で注目されている。しかしながら、長期運転により、膜ファウリングを引き起こす問題点がある。膜ファウリングを抑制するために曝気洗浄、薬品洗浄、またクロスフロー流速を増加させるなどの解決手段が行っているが、従来の活性汚泥法より、高いランニングコストが生じる。

コストの削減と運転効率の向上のために、長寿命で耐久性が高く、高強度のろ過と洗浄を組み合わせる高いフラックス性能を持つ分離膜が必要と考えられる。

本研究では、無機膜であるセラミック膜を用いた実験において、ユアサ膜（有機膜）との比較実験により、セラミック膜のろ過特性を把握したうえで、高強度のろ過速度と洗浄方法を組み合わせた最適な運転方法の評価を目的とする。

2. 実験装置及び実験方法

2.1 実験装置

Fig.1 にセラミック膜とユアサ膜を用いた実験装置の概略図を示す。実験に用いる汚泥反応槽（1000mm×500mm×500mm）はアクリル製で、有効容積 180L である。セラミック膜とユアサ膜がそれぞれ 4 枚 1 モジュールとし、アクリル板で固定し膜間距離を 8mm 設けて実験を行った。

セラミック膜（公称孔径 0.06 μm）とユアサ膜（公称孔径 0.4 μm）は、有効面積がそれぞれ 0.362m² と 0.4 m² である。平膜の直下にそれぞれ 121mm の間隔で平膜と垂直に 2 本の散気管を設置し、気泡流が膜の間に通過することで、膜面に均一な洗浄効果を狙った。散気管は長さ 88mm の塩ビ管に 1mm の穴を 8mm 間隔で 2 列、10 箇所開けたものが穴を下向き、反応槽の底から 250mm の位置に設置した。

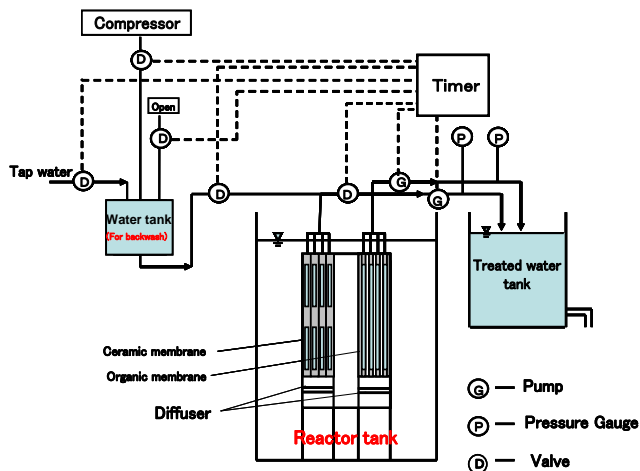


Fig.1. Schematic of the experimental setup

2.2 実験方法

比較実験では、セラミック膜とユアサ膜はそれぞれ 126 ml/min, 139 ml/min の透過流速 (Flux 0.5m/day, 曝気風量 16L/min, 基質 2.6ml/min) で 9 分吸引, 1 分停止に設置し実験を行った。9 日目から Flux を 0.8m/day に調整し、曝気風量 16L/min, 基質 4.2ml/min で実験を続けた。

逆洗浄実験では、ユアサ膜では 9 分吸引, 1 分停止に設置し、セラミック膜の実験では 9 分 30 秒吸引, 30 秒停止に設置した。セラミック膜は 30 秒を停止する間に、4 秒間程度に高圧水 (圧力 250-300kPa, 逆洗水量 200ml) で逆洗浄を行い、28 秒程度で水道から逆洗用水槽に水を補足し、作業を繰り返した。実験条件が Table 1 に示す。ユアサ膜は活性汚泥の状況を把握するために、Flux を 0.5-0.8m/day に設置し、セラミック膜と同様な状態で運転された。

Table 1 Experimental conditions with back-wash

| | Run 1 | Run 2 | Run 3 |
|--------------|---------|---------|---------|
| 曝気風量 (L/min) | 35 | 50 | 35 |
| 基質 (ml/min) | 3.8 | 4.2 | 3.8 |
| 透過流速 (m/day) | 250 | 300 | 300 |
| 逆洗圧力 (kPa) | 1.60 | 3.00 | 1.60 |
| 運転/停止 (min) | 9.5/0.5 | 2.5/0.5 | 4.5/0.5 |

キーワード 膜分離活性汚泥法, 無機膜, 有機膜, セラミック膜, 逆洗浄

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 水圏環境工学研究室 g0981716@tcu.ac.jp

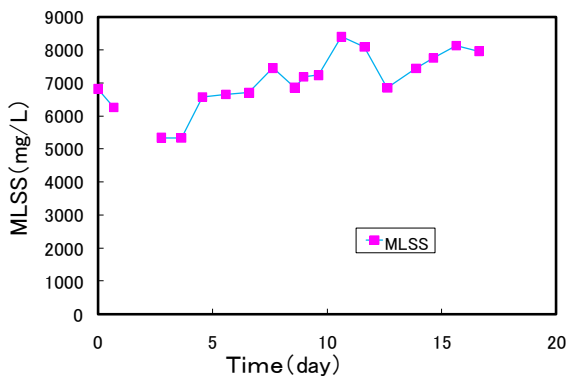


Fig.2. The temporal variation of MLSS(Step1)

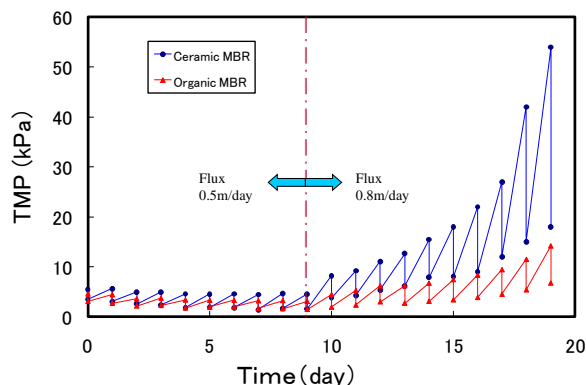


Fig.3. The temporal variation of TMP(Step1)

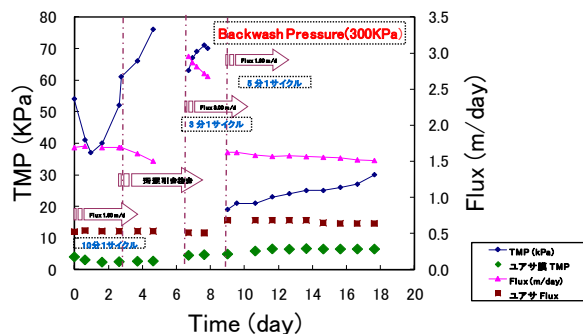


Fig.4. The relationship between TMP and flux (Step2)

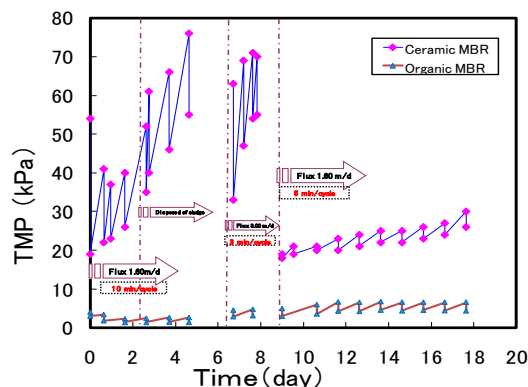


Fig.5. The temporal variation of TMP (Step2)

3. 実験結果及び考察

3.1 比較実験による結果(Step 1)

Fig. 2 に混合液中に MLSS 濃度の経過日数変化を示す。最初の 4 日間に、MLSS 濃度が減少したが、補助曝気を投入したことより改善された。その後、MLSS 濃度が日数に経過するにしたがって、上昇する傾向をうかがった。Flux を調整した後、MLSS 濃度が速く上昇し、8000mg/L に達した。その後、12 日目に汚泥を引き出し、MLSS 濃度が 7000mg/L に調整された。

Fig. 3 にセラミック膜とユアサ膜における膜間差圧の経過日数変化を示す。Flux を 0.5m/day に運転した時、両方の膜は膜間差圧が徐々に上昇していたが、Flux が 0.8m/day になると、セラミック膜のほうがユアサ膜より速く上昇したことがわかった。

3.2 逆洗浄実験による結果(Step 2)

Fig. 4 が三つの運転条件で日数の経過につれて、セラミック膜の膜間差圧と透過流速の関係を示す。ユアサ膜は Flux が 0.6m/day に設定し、膜間差圧が 10kPa に安定していたことから、活性汚泥の状況が良かったと判断された。Flux 3.0m/day の場合 (Run2) では、2.5 分吸引 0.5 分停止を 1 サイクルに設定し、2 日間に維持した。Flux 1.6m/day の場合 (Run1, Run3),

4.5 分吸引 0.5 分停止を 1 サイクルに設定した Run3 が 10 日間を維持できた。Fig. 5 に 1 サイクルの膜間差圧の経日変化を示す。

4. まとめ

本研究は無機膜であるセラミック膜を用いたラゴ実験において、有機膜による結果と比較し、また高強度のろ過と洗浄手法を組み合わせ、セラミック膜を用いた MBR を検討した。下記の結果が得られた。

1. 比較実験では、セラミック膜の膜間差圧は、透過流速が高い場合、ユアサ膜より速く上昇したことがわかった。
2. 高い機械強度を持つことから、高強度の洗浄とろ過速度を組み合わせさせたセラミック膜において逆洗浄が行われた。Flux 1.6m/day に対し、1 サイクルを 5 分に設定した時、高圧水を加え、洗浄効果があると確認された。

参考文献

- 1) (社)日本水環境学会：膜を利用した水再生，技報堂出版株式会社，2008 年 2 月
- 2) (社)化学工学会・膜分離技術ワーキンググループ：ユーザーのための実用膜分離技術，1996 年 4 月 30 日株式会社日刊工業新聞社発行，10-11 頁