

MBRにおけるポリマー加工膜のファウリング抑制効果と MLSS 濃度の関係

東京都市大学大学院 学生員 ○山田 朋子  
 東京都市大学 正会員 長岡 裕

1. はじめに

MBR におけるファウリング抑制策として膜にポリマー加工を行う方法に注目した. 新井ら<sup>1)</sup>は, PVDF 膜に MPC ポリマーや PEG ポリマーを加工することでファウリング抑制効果を示したと報告している. しかし, ポリマー加工膜のファウリング抑制効果は一定でなく, 反応槽内の汚泥状態に影響を受けることが示唆された. 本研究では, MPC ポリマー加工膜及びPEG ポリマー加工膜のファウリング抑制効果と反応槽内の MLSS 濃度の関係を調査し, ポリマー加工の効果が発揮される汚泥状態について検討することを目的とする.

2. 実験方法

2.1. 実験装置およびポリマー加工膜

図 1 に実験装置の概要図を示す. 汚泥反応槽は, 縦 344mm 横 316mm 高さ 1085mm に高さ 885mm まで汚泥を入れた. 平膜モジュールは, 縦 300mm 横 170mm 厚さ 8mm で, 上部に吸引口を取り付けた. 膜は, 細孔径 0.3 $\mu$ m の PVDF 膜を用いた. ポリマー加工は, 0.1% のポリマー溶液に膜モジュール全体を 42 時間浸漬させることにより行った. MPC ポリマー加工膜, PEG ポリマー加工膜, 未加工膜は各 2 枚作製した.

2.2. 実験条件及び測定方法

フラックスは, 平均して 0.38 m/day になるよう調整した. 汚泥水温は, 約 20 $^{\circ}$ C になるように水温管理槽を用いて調整した. 運転サイクルは連続吸引で行った. MLSS 濃度は, 遠心分離機 (KOKUSAN H-1500F) を用いて 4000 rpm で 10 分間の遠心分離を 2 回行い, 沈殿物を 110  $^{\circ}$ C で 24 時間乾燥させ測定した. 膜間差圧は真空計 (VACUUME GAUGE) を用いて測定した. 本実験では, 膜間差圧が 60 kPa の時点でファウリング発生と判断した. 膜洗浄は, 反応槽から引き上げ表面の付着物を取り除いた後, 有効塩素濃度 12% の次亜塩素酸ナトリウムを 0.1% に希釈し, フラックス 1.0 m/day で 2 時間通水させる薬液洗浄を行った.

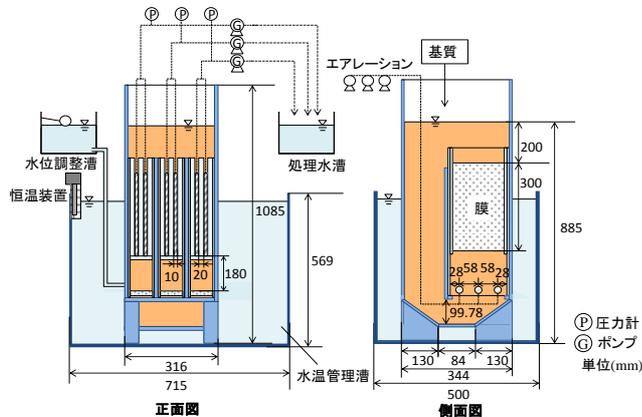


図 1 実験装置概要

3. 実験結果及び考察

図 2 に MLSS 濃度の経日変化を示す. 経過日数 0 ~ 27 日目は汚泥の馴致期間とし, 28 ~ 35 日目を期間 I, 37 ~ 43 日目を期間 II とした. 設定 MLSS 濃度は, 期間 I は 7500mg/L, 期間 II は 4500mg/L とした.

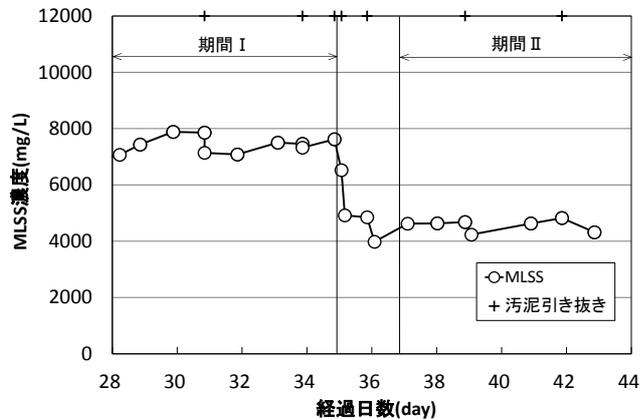


図 2 MLSS 濃度の経日変化

図 3 に汚泥粘度の経日変化を示す. 汚泥粘度は MLSS 濃度に影響を受けて変化した. 期間 I の回転式粘度の平均は 27.6 mPa $\cdot$ s, 振動式粘度の平均は 3.84 mPa $\cdot$ s, 期間 II の回転式粘度の平均は 16.9mPa $\cdot$ s, 振動式粘度の平均は 2.64 mPa $\cdot$ s となった.

図 4 に各膜の膜間差圧の経日変化を示す. 期間 I では, 未加工膜よりもポリマー加工膜の方が膜間差圧の上昇が緩やかであり, 期間 II では, 各膜に大きな差はみられなかった. 以上より, 膜のろ過性能は MLSS 濃度による影響を受けていると示唆された.

図5にろ過抵抗の経日変化を示す。高 MLSS 濃度では、未加工膜は直線的にろ過抵抗が上昇したのに対し、ポリマー加工膜は曲線的な上昇傾向となり未加工膜よりもファウリングの進行が遅くなる傾向がある。低 MLSS 濃度では、未加工膜、ポリマー加工膜ともに直線的に膜間差圧が上昇し、上昇傾向に大きな差はみられなかった。Yong-Hong Zhao ら<sup>2)</sup>は、ポリマー加工により、タンパク質が膜と密接に接触し不可逆的ファウリングの要因である強固な結合を形成することを防ぐと報告している。以上より、ファウリングの原因物質が多いときも、ポリマー加工

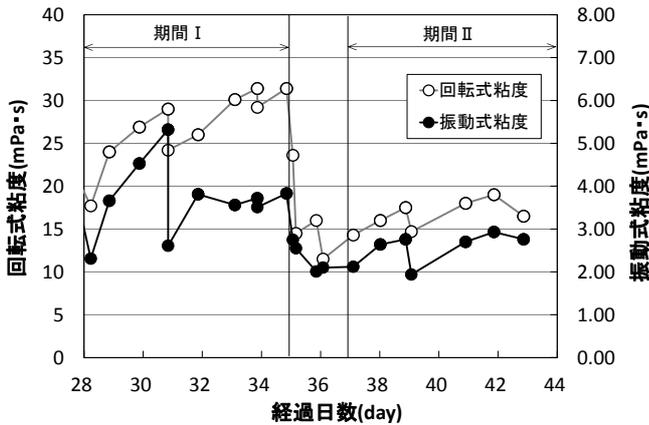


図3 汚泥粘度の経日変化

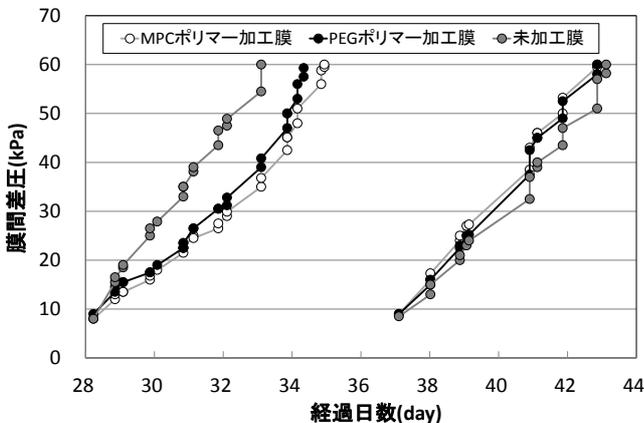


図4 膜間差圧の経日変化

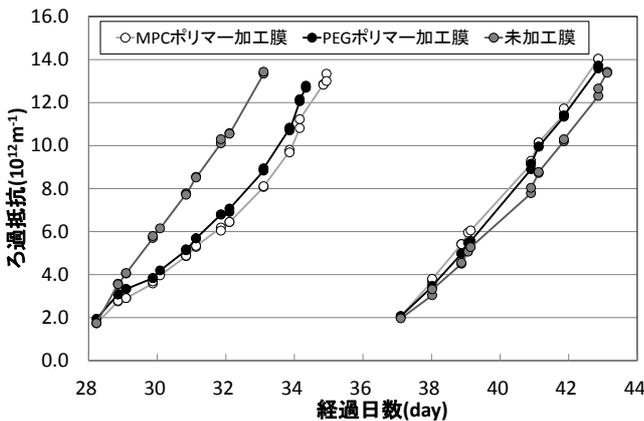


図5 ろ過抵抗の経日変化

によりタンパク質などの強固な吸着を防ぎ、ろ過抵抗の上昇を抑制できると示唆された。

図6に汚泥混合液の上澄み液の TOC 濃度及び処理水の DOC 濃度の経日変化を示す。未加工膜よりもポリマー加工膜の方がやや DOC 濃度が高い傾向があるが、処理水質に大きな影響を与える程のレベルでは無いと考えられる。また、汚泥混合液の上澄み液の TOC 濃度と比較して、期間 I では平均して約 82%、期間 II では約 72%の TOC 成分が膜により除去された。期間 II は MLSS 濃度が低いため、反応槽内の汚泥量に対して粒子径の小さい DOC 成分の割合が高く、処理水側へ透過しやすくなったと示唆された。

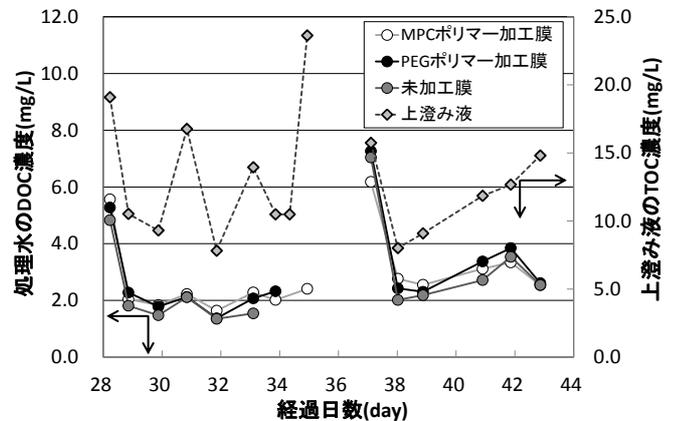


図6 DOC 濃度の経日変化

4. まとめ

本研究で浸漬型 MBR によってポリマー加工膜と未加工膜の運転を行った結果から得た知見を示す。

- 1) MPC ポリマー、PEG ポリマーを PVDF 膜に加工することにより、MLSS 濃度が高いほどファウリング抑制効果を発揮すると示唆された。
- 2) ポリマー加工により未加工膜と比べて処理水への DOC 成分の透過がわずかに多くなった。また、MLSS 濃度が高いほど DOC 成分が処理水側へ透過しにくくなると示唆された。

参考文献

- 1) 新井広基, 山田朋子, 長岡裕, 中島光康: MBR における MPC ポリマー及び PEG ポリマー加工膜のファウリング抑制効果, 土木学会全国大会第 70 回年次学術講演会概要集, vol.011, 第七部門
- 2) Yong-Hong Zhao, Kin-HoWee, Renbi Bai: Highly hydrophilic and low-protein-fouling polypropylene membrane prepared by surface modification with sulfobetaine-based zwitterionic polymer through a combined surface polymerization method, Journal of Membrane Science 362 (2010) 326-333