

膜分離活性汚泥法におけるポリマー加工を施した膜のファウリング抑制効果の検討

東京都市大学 学生員 ○新井 広基
 東京都市大学大学院 学生員 河野 貴之
 東京都市大学 正会員 長岡 裕

1. はじめに

事前のファウリング抑制策として膜にポリマー加工を施す方法に注目した。既存の研究¹⁾では PVDF 膜に MPC (2-Methacryloyloxyethyl Phosphoryl Choline) ポリマーで加工を施し、親水性とタンパク質吸着抵抗性の特性を持つことでファウリング抑制効果を示した。

本研究では PVDF 膜に MPC に加え、MPC よりも安価で MPC と類似した性質を持つ PVA を質量比変えてポリマー加工を施した膜を作製した。そのポリマー加工膜を浸漬型膜分離活性汚泥法により長期運転を行い、MPC ポリマーと PVA の膜加工によるファウリング抑制効果を検討することを目的とする。

2. 実験方法

2.1 膜概要及び膜加工比率

図 1 に実験で作製した膜の概要図、表 1 にポリマー加工の質量比を示す。実験で使用した膜は縦 300mm 横 170mm 厚さ 8mm のスケールで高さを上げ、その上にメッシュ素材を敷き、次に PVDF 膜で覆い、防水テープで貼り付けた。最後に吸引口を取り付けた。加工は各ポリマー加工質量比の液に一晩浸すことにより加工を施した。

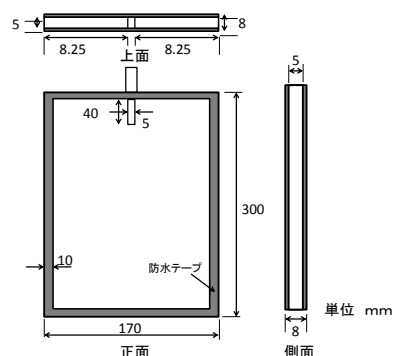


図 1 膜装置概要

表 1 ポリマー加工質量比

	MPC100	MPC25	MPC50	MPC75	PVDF
MPC	100	25	50	75	0
PVA	0	75	50	25	0

2.2 実験装置及び実験条件

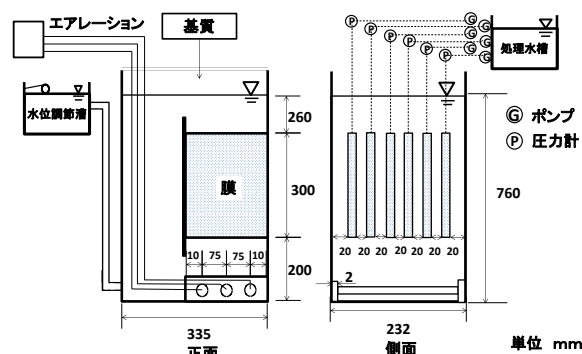


図 2 実験装置概要

表 2 実験条件

期間	I [1-33日]	II [33-246日]	III [265-393日]	IV [393日-]
フラックス[m ³ /day]	0.5	0.4	0.3	0.4
曝気風量[L/min]		54		45
運転サイクル			連続吸引	
設定 MLSS 濃度[mg/L]			10000	

図 2 に実験装置の概要図を示す。膜分離装置で使用する汚泥反応槽は高さ 1000mm 横 335mm 高さ 232mm に汚泥を高さ 760mm まで入れ、最大膜 6 枚をユニットに収納して運転させている。表 2 に実験条件を示す。実験を通して設定 MLSS 濃度は 10000mg/L なるように管理をした。フラックスは膜細孔内に汚泥が徐々に堆積していくことで減少する。本実験では減少した際に平均して設定したフラックスになるように調整した。

2.3 測定方法及び実験値算出

測定項目は MLSS 濃度、粘度、汚泥水温、溶存酸素 pH、膜透過流量、膜間差圧、TOC、E260 である。ろ過抵抗は以下の式(1)より算出した。

$$R = \frac{\Delta P}{\mu \cdot N} \quad (1)$$

ここで R はろ過抵抗[1/m], ΔP は膜間差圧[Pa], μ は粘性係数[Pa・s], N は膜透過流速[m/s]を表す。本実験では膜間差圧が 60kPa を超えた際にファウリングが起きたとして膜洗浄を行った。また、洗浄を行うまでの期間を

キーワード 膜分離活性汚泥法 ポリマー加工 ファウリング

連絡先〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学都市工学科 TEL 03-5307-0104

運転期間(day/回)とし、その期間の平均フラックス(m/day)と運転期間を乗じることろ過距離(m)というものを算出した。そのろ過距離で運転期間内の平均ろ過抵抗を除すことで単位流量単位面積当たりのろ過抵抗を算出した。膜洗浄前後のろ過抵抗を比較することで、洗浄効果を見るために式(2)より回復率を求めた。

$$\text{回復率}(\%) = \left(\frac{R_b - R_a}{R_b} \right) \times 100 \quad (2)$$

ここで R_b は洗浄前ろ過抵抗[1/m], R_a は洗浄後ろ過抵抗[1/m]を表す。

3. 実験結果

図3に汚泥活性状態とろ過抵抗/ろ過距離の関係図を示す。汚泥活性状態は DO 消費量を回転式粘度で除したものである。汚泥活性状態の増加とともにろ過抵抗/ろ過距離も増加した。ポリマー加工を施すことでろ過抵抗/ろ過距離の値が小さくなり、バラつきが抑えられた。加工施した膜で MPC100 膜, MPC50 膜, MPC75 膜は同じようなろ過抵抗/ろ過距離を示すことにに対し MPC25 膜は大きな値をとった。図4に各ポリマー加工膜の処理水中 E260 を PVDF 膜の処理水中平均 E260 で除したものの経日変化を示す。PVDF 膜における処理水中平均 E260 は2枚浸漬させている PVDF 膜の同日における処理水中 E260 の平均である。多くの点で E260 が 1.0 を超えることから、MPC ポリマー加工を施すことで処理水中 E260 が高くなることが示唆された。ただし、水質的には問題ないレベルであった。図5に回復率と膜洗浄するまでの平均 Flux の関係を示す。加工を施した膜は平均 Flux の変化にかかわらず、安定した回復率を得られた。それに比べ PVDF 膜は回復率に不安定であり、平均 Flux の増加とともに回復率が小さくなる傾向が見られた。

まとめ

以下に、本研究でポリマー加工膜を浸漬型膜分離活性汚泥法により得た結果の知見を記す。

汚泥活性状態におけるろ過抵抗/ろ過距離より、ポリマー加工を施すことによってファウリング抑制効果を発揮した。中でも質量比が MPC25 膜よりも MPC100 膜, MPC50 膜, MPC75 膜がよりファウリング抑制効果を発揮した。MPC がファウリング抑制に関連していることが示唆された。各ポリマー加工膜の処理水中 E260 にお

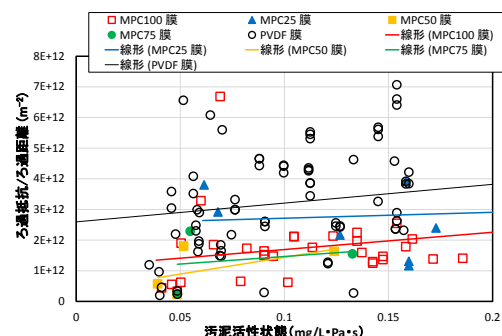


図3 汚泥活性状態におけるろ過抵抗/ろ過距離

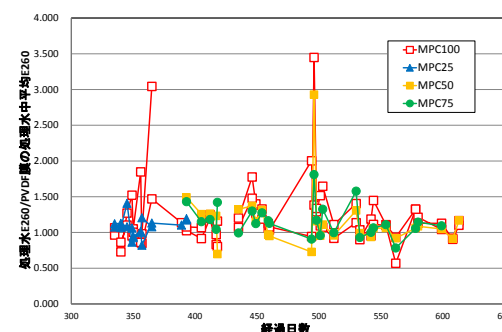


図4 各ポリマー加工膜の処理水中 E260 における PVDF 膜の処理水中 E260 比の経日変化

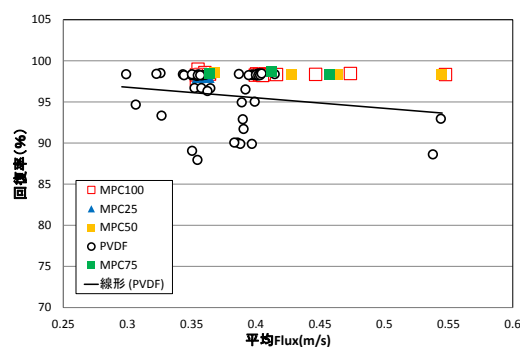


図5 平均フラックスにおける各膜の回復率

る PVDF 膜の処理水中 E260 比の経日変化よりポリマー加工膜は PVDF 膜に比べて E260 の値が大きくなったが、問題ないレベルの範囲であった。平均フラックスにおける各膜の回復率よりポリマー加工を施すことによって安定した洗浄効果を得られた。

参考文献

- 1) 山田幹穂:膜分離活性汚泥法における MPC ポリマー加工が膜ファウリングに及ぼす影響, 土木学会関東支部技術研究発表会概要集, vol.40, 第VII部門
- 2) 日油株式会社 医療デバイス用コーティング材料 (<http://www.nof.co.jp/business/life/lipidure/index.html>) 最終閲覧日 2014.01.10