

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

東京都市大学工学部 学生員 ○山田 幹穂
 東京都市大学工学部 正会員 長岡 裕
 東京都市大学大学院 学生員 河野 貴之

1.はじめに

膜分離活性汚泥法 (MBR)¹⁾とは、活性汚泥と処理水を完全に固液分離することができ、浮遊物質成分を全く含まない良質な処理水を得ることができる。しかし、運転の経過に伴いファウリングが発生し膜透過性能の低下を生じる。

本研究は、PVDF (ポリフッ化ビニリデン) 膜表面にタンパク質吸着抑制にすぐれた MPC (2-Methacryloyloxyethyl PhosphorylCholine) ポリマー²⁾加工を施し、未処理の PVDF 膜とポリマー加工膜の 2 種類の膜を用いて浸漬型膜分離活性汚泥法の長期運転を行い、膜の前処理による膜ファウリングの進行や膜洗浄による非回復率に及ぼす影響についての検討を目的とする。

2.実験装置および実験方法

実験装置の概要図を図 1 に示す。

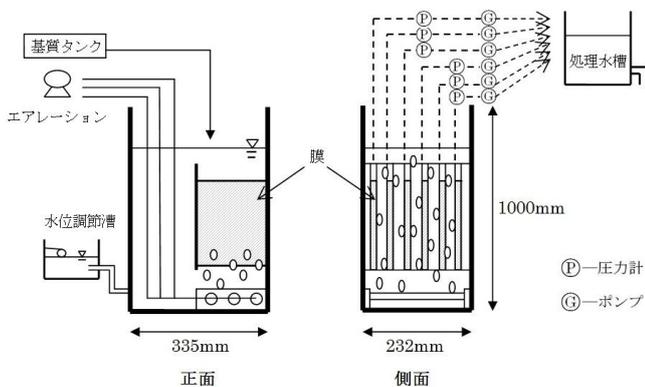


図 1. 実験装置概要

膜分離装置は、膜を汚泥反応槽 (サイズ 1000mm×335mm×232mm) に浸漬させるタイプで、膜モジュールを 6 枚収納するユニットを用いた。膜は PVDF 膜に MPC ポリマー加工を施した膜と未処理の PVDF 膜の 2 枚を 1 組とし、膜間距離 20mm で 3 組 6 枚を汚泥反応槽に浸漬させ実験を行った。

キーワード 膜分離活性汚泥法, MPC ポリマー, ファウリング

表 1 に実験条件を示す。

表 1. 実験条件

期間	1-A	1-B	2-A	2-B	2-C
膜の枚数	2		6		
設定 MLSS 濃度 [mg/L]	10000				
フラックス [m/day]	0.5	0.4	0.3	0.4	0.35
曝気風量 [L/min]	54				
運転サイクル	連続吸引				
HRT (水理学的滞留時間) [day]	1.00~1.20		0.5	0.4	0.45
TOC 負荷量	0.537		0.591		

濾過抵抗の計算は以下の、式 (1), (2), (3) を用いて算出した。

$$\mu = \frac{0.001779}{1 + 0.337 \cdot T + 0.000211 \cdot T^2} \quad (1)$$

$$N = \frac{Q}{A} \quad (2)$$

$$R = \frac{\Delta P}{\mu \cdot N} \quad (3)$$

μ : 粘性係数 [m²/s], T : 温度 [°C], N : 膜透過流速 [m/s], Q : 膜透過流量 [m³/s], A : 濾過面積 [m²], ΔP : 膜間差圧 [Pa], R : 濾過抵抗 [1/m]

膜洗浄前後での濾過抵抗の比較で、膜洗浄効果を確かめるための非回復分を求めるため、非回復率を吉野、久住らの式³⁾を元に以下の式 (4) を作成し求めた。

$$\text{非回復率 [\%]} = 100 - \left(\frac{R_b - R_a}{R_b} \times 100 \right) \quad (4)$$

R_b : 洗浄前濾過抵抗 [1/m], R_a : 洗浄後濾過 [1/m]

3.実験結果

図 2 に汚泥反応槽内の微生物濃度である MLSS の経日変化を示す. MLSS 濃度は 9000mg/L~11000mg/L で濃度管理を行った.

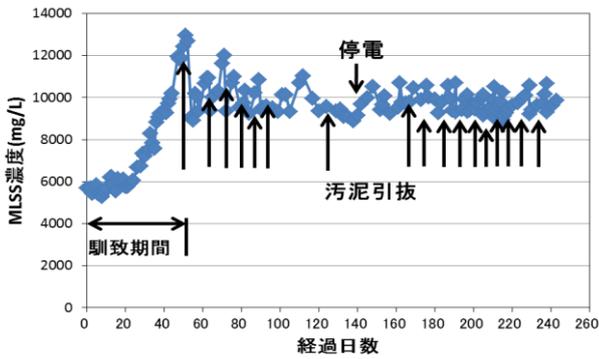


図 2. MLSS 濃度の経日変化

図 3 に未処理膜の濾過抵抗の経日変化, 図 4 にポリマー加工膜の濾過抵抗の経日変化を示す. 本実験では, 未処理膜に比べポリマー加工膜の方は濾過抵抗の上昇が緩やかとなった.

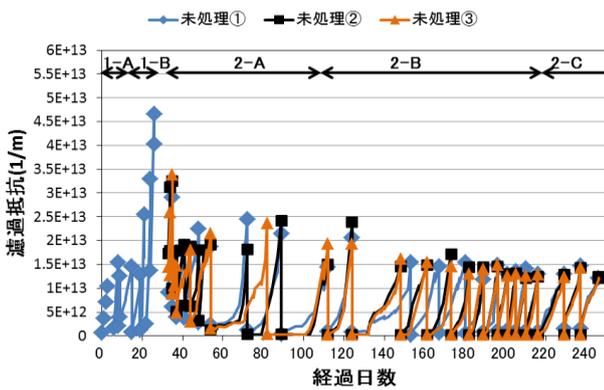


図 3. 未処理膜の濾過抵抗の経日変化

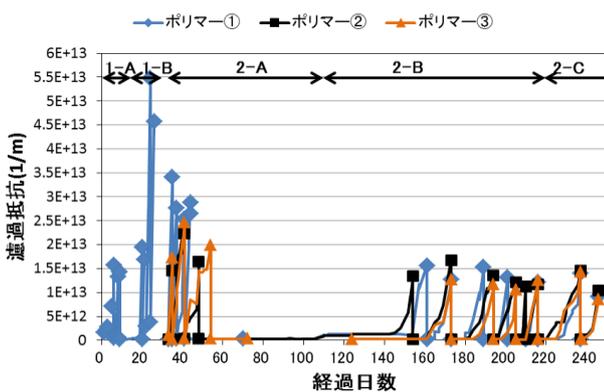


図 4. ポリマー加工膜の濾過抵抗の経日変化

図 5 に反応槽上澄み液と各膜処理水の TOC 濃度を示す. TOC 濃度はポリマー加工膜が未処理膜に比べ高いことが示唆された. また, 反応槽上澄み液は汚泥反応槽内に蓄積する TOC の指標であり, 上澄み液の挙動と処理水の挙動は同じ傾向となった.

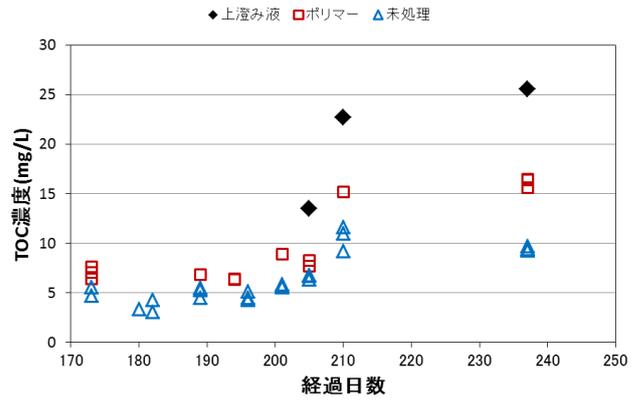


図 5. 反応槽上澄み液と各膜処理水の TOC 濃度

図 6 に膜の洗浄による非回復率を示す. 未処理膜は初期段階ではバラつきが生じたが, 汚泥引抜後では非回復率 5%以下と良い洗浄効果が得られた. 一方, ポリマー膜はほぼ 5%以下と常に低い非回復率となった.

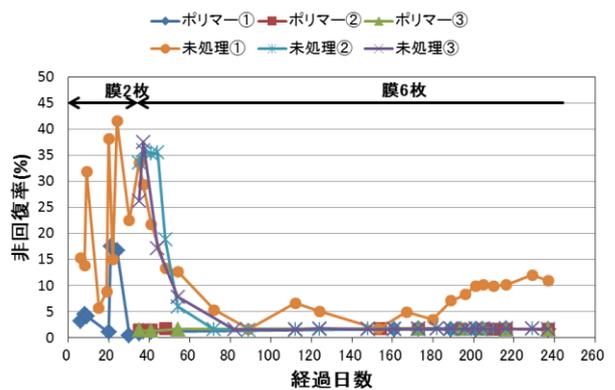


図 6. 膜洗浄による非回復率

4.まとめ

ポリマー加工をすることで膜ファウリングを抑制することができ, 要因として膜細孔内に有機物が残留せず処理水として排出されたことが考えられる.

膜洗浄による非回復率は, ポリマー加工を施すことで汚泥状態に左右されにくい状態となった.

参考文献

- 1) 中尾真一, 渡辺義公: 膜を用いた水処理技術, 株式会社シーエムシー出版, 2004年9月
- 2) 日油株式会社, 医療デバイス用コーティング材料
- 3) 吉野徳正, 久住美代子: 下水膜処理における薬液洗浄方法の検討, 学会誌[EICA]第13巻 第2・3合併号, pp94, 2008