

メンブレンバイオリアクタにおける膜特性の処理性能に与える影響

熊本大学工学部 学生会員 松雪 智裕
熊本大学大学院 正会員 川越 保徳
株式会社ユアサメンブレンシステム
非会員 佐野 利夫
非会員 横山 直輝

1 はじめに

曝気槽の中あるいは外部に膜（メンブレン）モジュールを設置して固液分離を行う膜分離活性汚泥法（メンブレンバイオリアクタ：MBR）は、従来の標準活性汚泥法に比べて最終沈殿池を必要としないために施設を小規模化でき、良好な水質の処理水が得られるなどの長所を有する。しかし一方で、活性汚泥や廃水成分などに起因する膜ファウリングを起こし、安定した処理水量が得られなくなるといった問題点がある。

ファウリングの原因には一般に膜の親水性、表面電位、膜の構造等に関わり¹⁾、中でも膜の親水性（あるいは疎水性）はファウリングに大きく影響すると考えられる。膜ファウリングの進行を抑えることができれば、膜分離活性汚泥法の処理効率が上がるとともに、薬品や曝気等による膜の洗浄コストを抑えることにも繋がることから、本研究では膜の親水性に着目し、ファウリングに及ぼす影響について検討を行っている。

2 実験方法

本実験では内容積が約 6.8 L のベンチスケール MBR 試験機を 2 セット用意し、図 1 の様に親水化剤が異なる平膜エレメントを各々浸漬させた。試験機には表 1 に示した肉エキス、ポリペプトン、ブドウ糖を主成分とする模擬人工下水を送液ポンプにて 20mL/min(ろ過線束 $0.3\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$) の速度で連続的に流入すると同時に、同量の処理水を平膜エレメント内部より吸引ポンプにて吸引・排出した。試験機下部には散気管をセットし、5～8L/min にて試験機内部を循環曝気することで好気条件を維持するとともに、膜の洗浄効果を高めた。また、試験機には圧力計を設置し、膜への通水によって膜内外に発生する膜間差圧を連続的に測定してデータロガーに保存した。表 2 の 2 種類の膜に関して膜間差圧を比較し、差圧の経時変化の程度によってファウリングの進行度合いを評価した。試験機内の浮遊物質濃度（MLSS）は、10,000～12,000mg/L になるように定期的に汚泥を排出するなどして調整した。

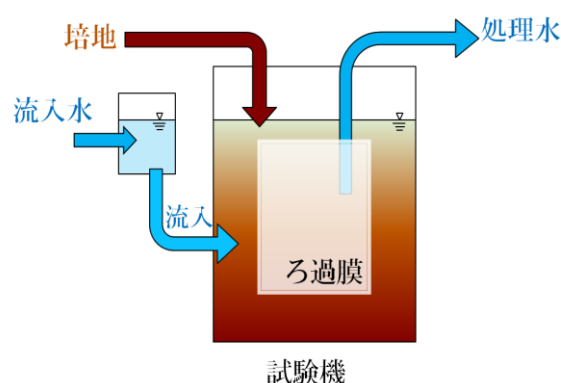


図 1 試験機概要図

表 1 培地の成分と流入速度

Solution1	NaCl	2.5 mg/L	25mL/ day
	CaCl ₂ · 2H ₂ O	2.0 mg/L	
Solution2	MgSO ₄ · 7H ₂ O	5.0 mg/L	25mL/ day
	FeCl ₃ · 6H ₂ O	0.5 mg/L	
Solution3	(NH ₄)H ₂ PO ₄	16 mg/L	25mL/ day
	K ₂ HPO ₄	50 mg/L	
Solution4	D-Glucose	200 mg/L	25mL/ day
	Polypeptone	30 mg/L	
	Meet Extract	40 mg/L	

今回使用する膜の仕様を表 2 に示す。汎用膜には ショ糖脂肪酸エステルという親水化剤を用いる。これは食品添加物などの用途で広く使用される親水化剤であるが、水に流出しやすく、耐次亜塩素酸性がないため薬品洗浄に不向きと、排水処理用途に用いる上で欠点が多い。それに比べてポリオキシエチレンソルビタンモノステアレートは親水維持性が高く、また耐次亜塩素酸性が高いという排水処理用途に適した特性を有している。

表 2 膜の仕様

	汎用膜	新規親水性膜
膜素材	塩素化ポリ塩化ビニル	
親水化剤	ショ糖脂肪酸エステル	ポリオキシエチレンソルビタンモノステアレート
膜面積	0.1m ²	
膜孔径	0.25 μm	
初期透水性能	14mL/min/c m ²	

3 実験結果と考察および今後の展望

実験を開始してから約 35 日間における膜間差圧と MLSS の推移を図 2 に示す。35 日間の試験の結果、2 種類の膜の膜間差圧に特に大きな違いが見られないことが分かった。そこで、膜間差圧の差が認められなかった理由を明らかにするため、両方の膜を新たに用意して約 1 週間の間、活性汚泥槽に浸漬させ、その後洗浄・乾燥して膜の親水性を調べた結果、いずれの膜も親水性が失われていることが分かった。この結果から、今回使用した新規親水性膜も、実験開始後 1 週間程度で親水性が失われていたため、対照とした汎用膜との間で膜間差圧に差が見られなかったものと考えられる。また、親水性が失われた原因としては、本試験に用いた親水化剤は活性汚泥によって容易に分解される生物分解性の高い化学物質であったものと考えられる。そこで現在、耐生物分解性の高い親水化剤を用いる親水性膜の作成を検討しているところである。

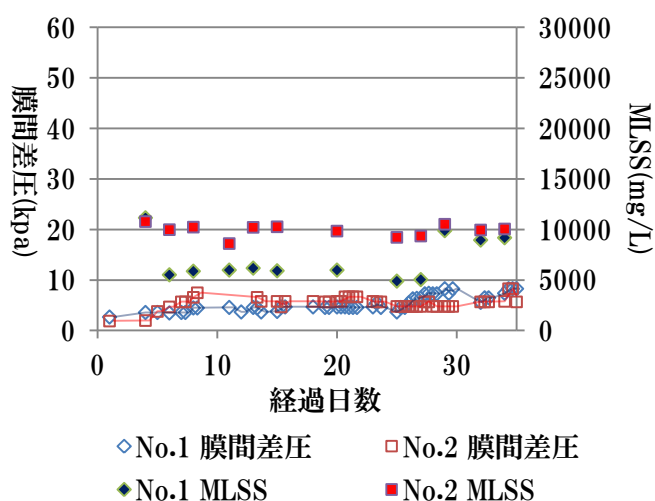


図 2 膜間差圧と MLSS の推移

4 まとめ

本実験では、新規の親水化膜に欠点を確認され、十分な結果が得られなかったが、今後は上述した様な耐生物分解性の親水化剤を用いた親水性膜を用いた実験を行う予定であり、結果が期待される。また、実験開始当初は定常状態の維持が難しかった MLSS 濃度や曝気状況の諸条件についても改善できており、現在は概ね安定した運転が可能となったことから、親水性膜に限らず様々な特性を有する膜の比較検討が実施でき、成果が期待される。

参考文献

- 1) 松山秀人(2009) ニューメンブレンテクノロジーシンポジウム 2009 (社)日本能率協会