

VII-186

浸漬型膜分離活性汚泥法における膜透過性能に及ぼす設定フラックスと曝気線速度の影響

東亜道路工業 正 岩城洋武

長岡技術科学大学 正 桃井清至

正 小松俊哉 大川諭

1. はじめに

浸漬型膜分離活性汚泥法は、従来型の膜分離法と比較するとろ過駆動力が比較的少なくて済み、膜表面の洗浄も生物処理のための曝気で兼用できることなどからランニングコストの低減を可能し利用価値が高まっている。しかし、従来法と同様に膜表面の汚染や劣化が発生するなどの問題があり、安定した膜透過性能を確保し少ない維持管理で長期的に連続使用する上で課題が残されている。

そのため本研究では、浸漬型膜分離法における膜透過性能低下のメカニズムやそれらに影響を与える因子を明らかにする事を目的として、設定フラックス及び曝気線速度を変動させた連続実験を行った。

2. 実験方法

2.1 連続実験

リアクターは総容積 0.025m^3 の装置を用い(図1), 20L の活性汚泥混合液を投入し使用した。混合液中には有効膜面積 0.11m^2 の平膜(精密ろ過膜)を膜間距離 10mm で配置し連続吸引ろ過した。実験に用いた基質は、唯一の炭素源として酢酸を用いた人工基質である(表1)。

実験条件を表2に示す。なお、連続運転中汚泥の引き抜きは行っていない。run1~run3 までは設定フラックスの膜透過性能への影響を検討するために、その設定値を3段階の条件とした。また曝気線速度の膜透過性能への影響を検討するため、run3 と同条件下において曝気線速度を 0.44 と $1.76(\text{m}/\text{min})$ とした系を設定した(run4, run5)。連続実験中は3日に1度基質、混合液上澄み、透過液の TOC を測定した。また30日の連続実験終了後に回分ろ過実験を行い各種膜面抵抗を測定し比較を行った。

2.2 膜面抵抗の測定

連続実験装置から取り出した膜モジュールを同形式の回分ろ過実験装置に移し、膜透過流束(m/day)、粘度($\text{mPa}\cdot\text{s}$)、操作圧力(Pa)から各抵抗を下記のろ過抵抗式により求めた。 $\{J_v$ は透過流束(m/day)、 ΔP は操作圧力(Pa)、 μ は使用水の粘度($\text{Pa}\cdot\text{s}$)、スポンジ洗浄で除去可能な膜面付着層による抵抗 R_{cg} 、薬品洗浄で除去可能な有機物による目詰り抵抗 R_{po} 、同じく無機物による目詰り抵抗を R_{pi} 、膜自身の抵抗 R_m 、抵抗の単位は $(1/\text{m})$ }

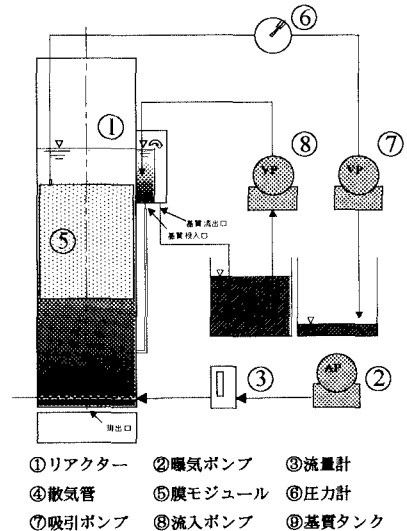


図1 連続実験装置の概要

表1 人工基質

	run1	run2	run3	run4	run5
$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{mg}/\text{l})$	624.6	624.6	312.3	312.3	312.3
$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{mg}/\text{l})$	143.1	95.4	47.7	47.7	47.7
$\text{KH}_2\text{PO}_4(\text{mg}/\text{l})$	43.9	11.0	5.5	5.5	5.5
$\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}(\text{mg}/\text{l})$	1.2	0.6	0.3	0.3	0.3
$\text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{mg}/\text{l})$	4.6	1.8	0.9	0.9	0.9
$\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}(\text{mg}/\text{l})$	7.6	5.1	2.5	2.5	2.5
$\text{KCl}(\text{mg}/\text{l})$	3.3	1.0	0.5	0.5	0.5

表2 実験条件

	run1	run2	run3	run4	run5
使用膜枚数	2	1	1	1	1
基質濃度($\text{mg TOC}/\text{l}$)	250	250	125	125	125
設定HRT(hr)	12	12	6	6	6
設定膜透過流束(m/day)	0.18	0.36	0.72	0.72	0.72
曝気線速度(m/min)	0.88	0.88	0.88	0.44	1.76
初期汚泥負荷($\text{kg TOC}/\text{kg MLSS}/\text{day}$)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
初期容積負荷($\text{kg TOC}/\text{m}^3/\text{day}$)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

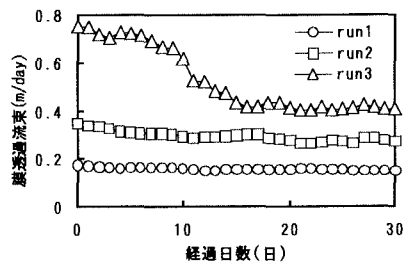


図2 実際の膜透過流束

キーワード：浸漬型膜分離活性汚泥法、設定フラックス、曝気線速度、膜面抵抗

連絡先：〒940-2188 長岡市上富岡町 1603-1 TEL0258-47-9662 FAX0258-47-9600

$$J_v = \frac{\Delta P}{\mu(R_{cg} + R_{po} + R_{pi} + R_m)} \quad (\text{ろ過抵抗式})$$

3. 実験結果及び考察

3.1 有機物除去性能

全 run において透過液の TOC は概ね 5mgC/l 以下に保たれた（図略）。また混合液上澄みの TOC は概ね 10~30mgC/l 程度であったが、運転条件の違いや運転日数による明確な傾向はみられなかった。

3.2 設定フラックスの影響

図 2 に run1~run3 の実際の膜透過流束の推移を示す。run1, run2 には大きな変化は見られないが、run3 では大きく低下した。低下率は run1 で 16%, run2 で 21%, run3 で 46%であった。また膜間差圧にも同様な傾向が伺われた（図 3）。この結果は、設定フラックスの増大に伴う膜表面へのろ過駆動力の増大により、付着層形成や濃度分極現象が促されたためだと考えられた。

これらの影響因子を膜面抵抗の測定により評価した結果を図 4 に示す。設定フラックスを高くしても有機・無機目詰まり抵抗は大きな変動はせず、ケーキ・ゲル層抵抗のみ上昇しており、それにより付着層の総抵抗を上昇させる結果になった。また単位面積当たりの付着物量にも同様な傾向が得られており、類似した関係が得られた（図 5）。このことより膜面抵抗の増加は、付着物量に左右されると推測できた。しかし run2 においては付着物の増加分以上に膜面抵抗が上昇しており、他の因子による影響も受けていると考えられた。そのため付着物の質的变化を検討するため菌体外ポリマー（ECP）含有量を測定した結果を図 6 に示す。設定フラックスが高くなるほど付着物の ECP 含有量が増加しており、ケーキ・ゲル層抵抗の増加の要因と考えられた。

3.3 曝気線速度の影響

図 7 に run3~run5 の実際の膜透過流束を示す。曝気線速度が最も低い 0.44(m/min) に比べて 2 倍の 0.88(m/min) では、ケーキ・ゲル層の剥離効果により低下率が抑えられたと考えられた。しかし、更に 2 倍の 1.76(m/min) にすると膜透過流束の低下率が高まり、過大な曝気は逆効果となることが明らかになった。

4. まとめ

- ・設定フラックスが高いほど膜透過流束の低下率が大きかった。因子別に見るとケーキ・ゲル層に多大な影響を与えており、それには付着物量及び ECP 含有量の増加が寄与していた。
- ・曝気線速度の影響に関しては、曝気線速度が低い場合だけでなく高すぎても膜透過性能が低下した。

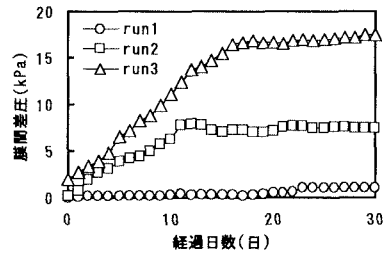


図3 膜間差圧の推移

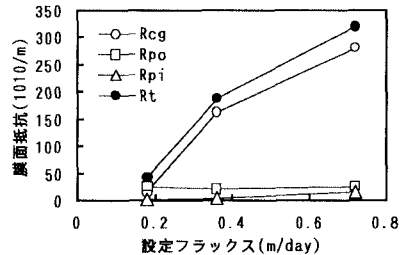


図4 各種膜面抵抗

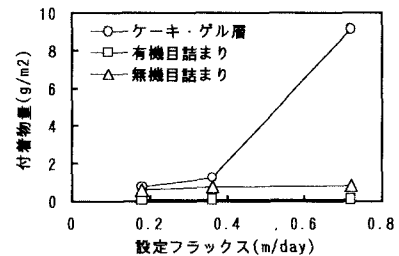


図5 単位面積当たりの付着物量

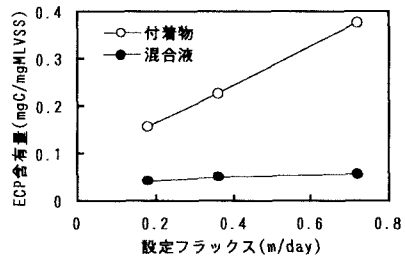


図6 ECP含有量

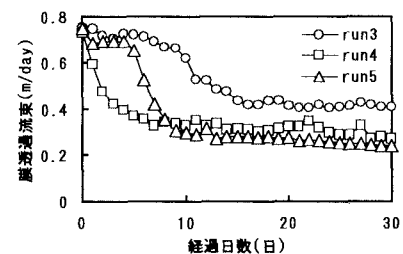


図7 実際の膜透過流束