

II-540

膜分離活性汚泥法におけるモジュール形状の違いが透過流量に及ぼす影響

武蔵工業大学 大学院 ○加藤 敬幸
 (現 三鷹市役所) 坊谷 貴之
 武蔵工業大学 長岡 裕

1. はじめに

膜分離活性汚泥法は、エアレーションタンク内混合液中の固液分離を、沈殿池の代わりに膜分離によって行う方法である。処理水にSSが全く存在しない、施設の小規模かが計れるなど様々なメリットが挙げられるが、混合液を膜により直接固液分離するため、汚泥の付着、膜孔の目詰まり等による、膜の劣化が起こる。そこで本研究において膜種類の違いが透過流量に及ぼす影響について実験的に検討した。

2. 実験装置と方法

実験装置の概略をFig.1に示す。エアレーションタンクはアクリル製直方体(400*400*800mm)で有効容積は115Lである。実験に用いた膜モジュールの形状 Fig.1 Experimental SetupをFig.2に、膜仕様をTable1に示した。中空糸膜モジュールは、中空糸をループ状にし、末端をまとめたものである。チューブラータイプは、気泡が通るように立てて設置した。平膜固定タイプは、四辺が塩ビ板によって固定された平膜を用いるのに対し、平膜自由タイプは、四隅を釣り糸で留めただけであり、膜が揺動するように設置した。また各モジュールの直下にはディフューザーを設け、エアレーションによる汚泥の効果的剝離が行えるようにした。透過水は10分間運転5分間休止で間欠的に吸引を行い、水位の低下はフロートバルブを用いて水位が一定になるように水道水を供給した。人工基質はTable2に示したものを、TOC容積負荷が1.0(g/L/day)になるように連続的に投入した。

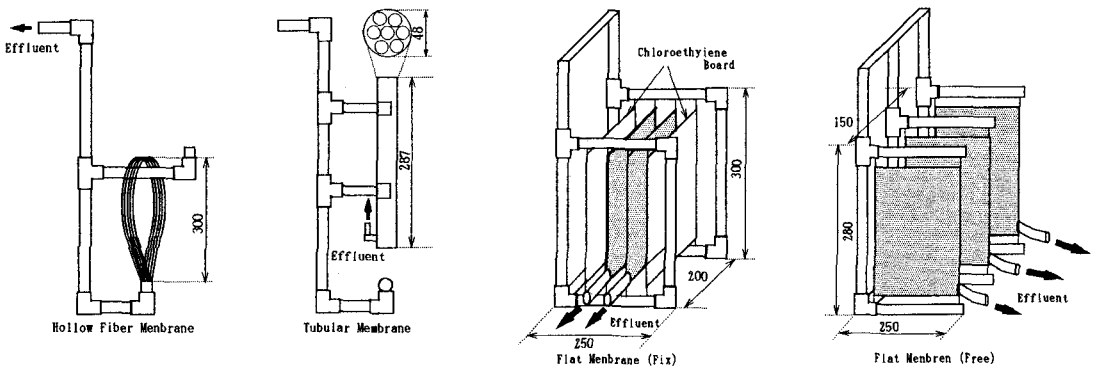
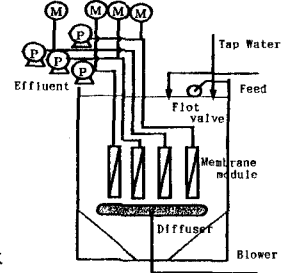


Fig.2 Form of Module (Unit:mm)

3. 実験結果

各モジュールのフラックス、ろ過抵抗の変化をFig.3,4に示した。フラックスにおいては、平膜自由タイプが他のモジュールに比べ処理水量の低下が少なかった。また、平膜固定タイプと中空糸膜に関しては40日目以降、チューブラーモジュールは31日目以降処理水がほとんど得られなくなった。そこで40日目まで膜を引き上げ観察したところ、チューブラータイプには

Table1 Membrane Specification

	Fiber Membrane	Tubular Membrane	Flat Membrane (Fix)	Flat Membrane (Free)
Membrane Type	M F	U F	M F	M F
Total Area	0.30	0.168	0.08	0.306
Pore Size	0.03	-	0.1	0.4

Table2 Composition of Influent Substrate

CH ₃ COOH	12.7	MgSO ₄	0.18
Pepton	16.3	CaCl ₂	0.18
K ₂ HPO ₄	1.25	KCl	0.18
FeCl ₃ 6H ₂ O	0.09	NaHCO ₃	14.75
NaCl	0.18		

内部に圧密した汚泥が詰まっており、全く吸引が行われていない様であった。中空糸膜タイプは内部に汚泥

の蓄積がやや観られた。平膜固定タイプは全面に汚泥が付着していたのに対し平膜自由タイプは汚泥の剥離が所々にみられた。

4. 考察

平膜自由タイプは、全期間で、他の膜に比べろ過抵抗が小さかった。これは曝気による汚泥の効果的剥離に加え、中空糸膜より内部摩擦損失が小さかったためと考えられる。膜分離モジュールを実用化する際の評価項目として、マクロな指標として式(1)のように透過流量効率係数 η を定義した。また、槽内MLSSが異なっている場合の比較を行うとき、この影響を考慮した指標が求められる。よって本研究では式(2)の通り除去粒子体積時間 θ を定義し、Fig.5~Fig.7に η と θ の関係を表した。

$$\eta = \frac{(Q\lambda - Q_B\lambda_B)\mu}{V \cdot \Delta P} \quad (1)$$

η : 透過流量効率係数 [-], λ : 吸引時間の割合 [-], λ_B : 逆洗時間の割合 [-], Q : 吸引時の透過流量 [L^3T^{-1}], μ : 透過液の粘性係数 [$ML^{-1}T^{-1}$], V : 膜モジュール占有容積 [L^3] ΔP : 膜間差圧 [$ML^{-1}T^{-2}$]

$$\theta = \int_0^t \frac{C(t)Q(t)}{\rho_s V} dt \quad (2)$$

θ : 除去粒子体積時間 [-], $C(t)$: 混合液中濃度, $Q(t)$: 膜透過流量 [L^3T^{-1}], t : 運転開始からの経過時間 [T], ρ_s : 除去される物質の密度 [ML^{-3}], V : モジュール占有容積 [L^3] θ の表す意味は $\theta = 1$ が経過した時点で、モジュール占有容積と同一の体積の粒子をモジュールが除去したということである。Cとしては曝気槽内MLSS濃度を用い、 ρ_s は汚泥の固形分密度を考えた。尚、 ρ_s は実測していないため、 $\rho_s = 1200000mgL^{-1}$ とし、積分に関しては台形法を用いて計算した。

中空糸タイプは、膜占有容積が小さいので、 θ が大きくなっている。今回の実験結果からは、中空糸が η の落ち込みも少なく、最も良い結果となっている。また平膜自由タイプと固定タイプの占有面積はほぼ同じであるが、長期間透過流量が落ちなかった平膜自由タイプの方が η が良い結果が得られた。

5. まとめ

- 1) 平膜を用いる場合、エアレーションによる揺動が起こるように設置した方が汚泥の堆積を防ぐことができる。
- 2) 膜占有面積、吸引割合を考慮した無次元指標を定義し解析したところ、中空糸膜モジュールが単位容積当たりの透過量において最も良い結果が得られた。

<参考文献> 新井 一仁, 長岡 裕, 膜分離活性汚泥方におけるモジュール形状および吸引条件の影響, 第30回環境工学研究フォーラム講演集, pp67~69 1993

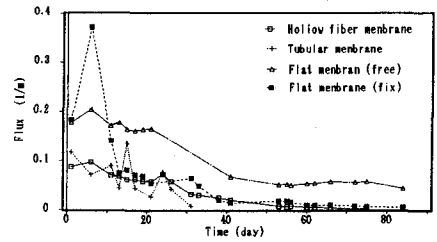


Fig.3 Variation of Flux

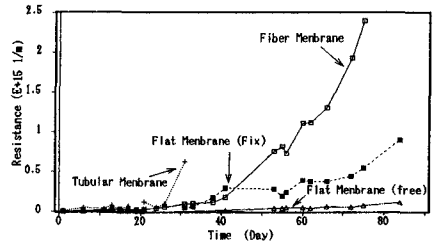


Fig.4 Variation of Resistance

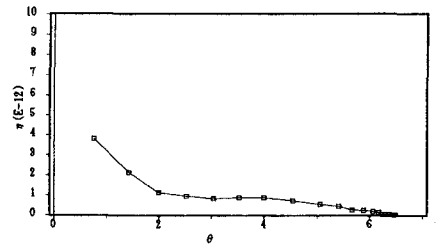


Fig.5 Relationship η and θ (Fiber Membrane)

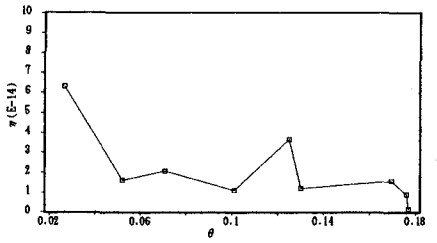


Fig.6 Relationship η and θ (Tubular Membrane)

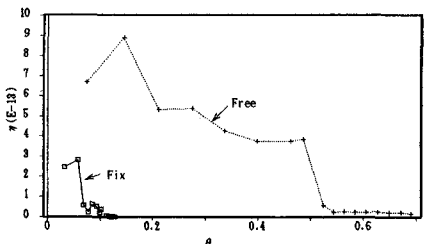


Fig.7 Relationship η and θ (Flat Membrane Free and Fix)