

II-503

懸垂型水草状中空糸膜モジュールにおける濾過特性

横浜市 正会員 森井淳司
水道機工 中東賢司
武蔵工業大学 正会員 長岡 裕

1. はじめに

中空糸膜を利用した膜分離装置において、流れの中に中空糸膜を水草状に植え付け、膜を組織的に揺動させれば、膜面への粒子の堆積をある程度防止する効果があると考えられる¹⁾²⁾。本研究では、開水路において、水面上部より懸垂するタイプの水草状中空糸膜モジュールを作成し、その濾過特性について実験的に検討を加えた。

2. 実験装置

実験装置の概要をFig. 1に示す。水路は長さ2.0m、幅7.5cmの開水路で、これを4本用いた。水路水はマグネットポンプにより循環させた。使用した中空糸膜は外径0.39mm、内径0.28mm、公称孔径0.03 μ mのポリエチレン製MF膜である。これを流下方向に1.0cm間隔、横断方向に2.0cm間隔で、1ヶ所につき3本ずつ植え付けた。中空糸膜を実際に植生した部分は、水路中央部よりやや下流の位置における6列のみであり、残りの部分は模擬中空糸膜としてナイロン製の釣り糸を植生した。中空糸膜および釣り糸の仕様（C：植生密度：表面積と底面積の比、E：ヤング率、EI：弾性係数）をまとめてTable 1に示す。膜および釣り糸共に長さは20cmである。吸引装置は中空糸膜部分のみに設置し、チューブポンプにより透過液を得るものとした。吸引は連続的に行い、逆洗や吸引停止工程は組み込まなかった。

4本の水路においては異なる流速を設定し、中空糸膜の揺動の大きさがそれぞれ異なるようにした。実験条件をTable 2に示す。流速の大きいCaseA、CaseBにおいては組織的な揺動が発生しており、CaseCでは小さい揺動がみられた。CaseDでは膜の揺動は全くみられなかった。なお、CaseB、CaseCのモジュールは新品の膜を用い、CaseA、CaseDは1年間程使用した後の膜を用いて作成したものである。

3. 実験方法

原水には蒸留水にカオリンとピロリン酸ソーダを加えたものを用い、これを水路に循環させ、膜透過実験を行った。カオリンは、過酸化水素を加えて分散化させた後に水中に溶解し、約6時間放置後に上部に残留した小さい粒径のもののみを使用した。循環水濁度はカオリンを適宜投入することにより一定濃度に設定

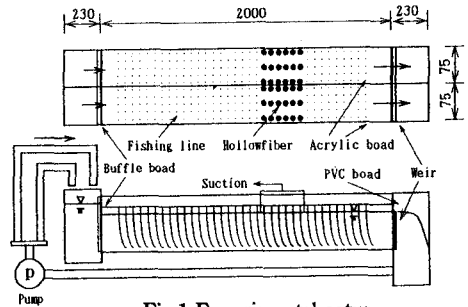


Fig.1 Experimental setup.

Table 1 Property of fiber and fishing line.

	Material	Inner/Outer (mm)	C	E (Pa)	EI (Pa $\cdot$ m ⁴)
Hollowfiber	Polyethylene	0.28/0.39	2.94	5.3×10^6	5.2×10^5
Fishing line	Nylon	0.147	3.08	4.6×10^8	1.1×10^5

Table 2 Experimental conditions.

Case	A	B	C	D
Suction method	Pump			
Kind	MF			
Effective area (cm ²)	314			
Length (cm)	20.0			
Ave. velocity (cm/sec)	13.3	10.0	5.6	3.3
Organized waving	⊙	⊙	○	—
Depth (cm)	10.0			

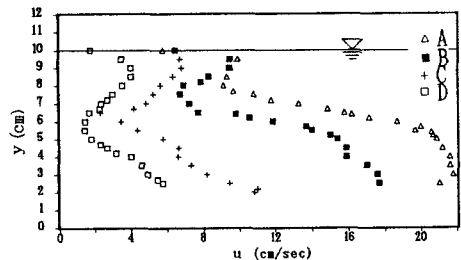


Fig.2 Velocity profile.

するようにし、実験期間を通して平均約80mg/L（最大145mg/L，最小50mg/L）であった。

4本の水路の流速および乱れ強度分布は後方散乱型光ファイバーレーザー流速計により測定した。サンプリング周波数100Hz，サンプリング数4096でA/D変換を行った。

4. 実験結果

測定した流下方向流速分布および乱れ強度分布をFig.2, Fig.3に示す。穂波現象（組織的大規模な揺動）の観察された流速の大きい条件では、中空糸膜先端の位置付近で乱れ強度が大きくなっており、組織的揺動による乱れの発生が活発であることがうかがえる。

膜透過流束，吸引圧力，ろ過抵抗増分の経日変化をFig.4, Fig.5, Fig.6に示す。組織的揺動の大きい条件でろ過抵抗の上昇が緩やかであり，堆積粒子の剝離が効果的に行われていたことが推測される。最も流速の小さいCaseDにおいてそれより流速の大きいCaseB, CaseCよりろ過抵抗の上昇が小さいが，これは両者の使用期間の違いに起因する膜の性状の違いによるのではないかと推測される。

5. 結論

中空糸膜を水草状に密に植え付け，水面上部より懸垂するタイプの膜分離モジュールの膜透過性能を実験的に調べた結果，膜の組織的な揺動により，膜面への粒子の堆積をある程度防止でき，逆洗や間欠吸引等が無くとも長期間に渡って安定した透過流量を得ることが出来ることが示された。これにより，流れの中に直接浸漬させる透過液を得るタイプの膜分離モジュールの実用可能性がある程度示された。

引用文献

- 1) 森井, 長岡: 水草状中空糸膜モジュールの処理特性に及ぼす揺動・穂波現象の影響に関する検討, 第42回年次大会講演集, 1214-1215, 1993
- 2) 森井, 中東, 長岡: 水草状中空糸膜モジュールの組織的な揺動がろ過特性に与える影響, 環境工学研究フォーラム講演集, 76-78, 1993

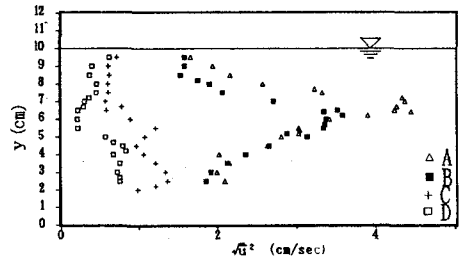


Fig.3 Turbulence profile.

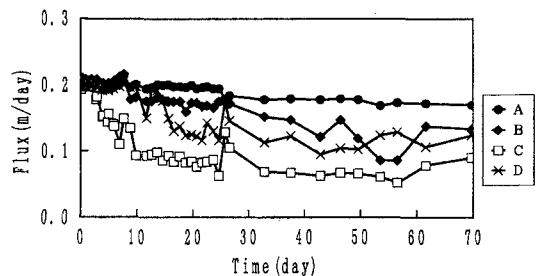


Fig.4 Variation of flux.

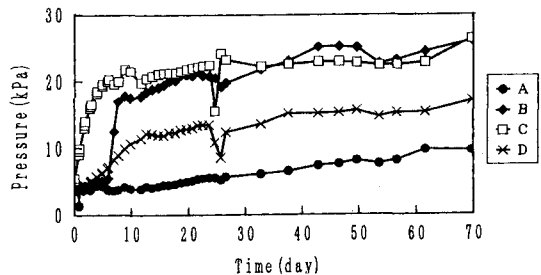


Fig.5 Variation of pressure.

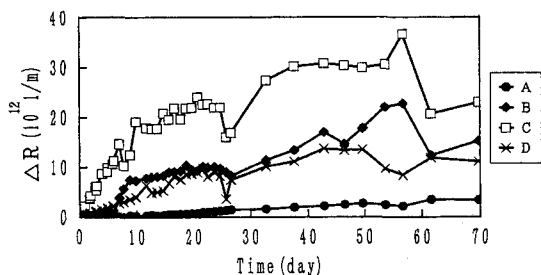


Fig.6 Increase of membrane resistance with operation time.