

VII-97

外圧式中空糸膜による定圧ろ過において
ろ過圧力差が膜透過水量に与える影響

前澤工業(株)中央研究所 正 ○黄 建元

埼玉大学理工学研究科 正 藤田賢二

東京大学工学系研究科 正 滝沢 智

1.はじめに

浄水処理における中空糸精密膜分離法に対する関心が高まっていることを背景に、以下の問題点の分析及び比較が必要である。まず、これまでの膜技術の最大の課題は長期にわたって高フラックスを維持することにあると言える。このため、膜の目詰まり過程および制御方法に関する研究が必要と考えられる。また、定圧ろ過方式が膜の使用壽命に及ぼす影響も必ずしも明らかとはなっていない。さらに、膜ろ過による排水処理技術どの程度有効であるかという点も不明である。

そこで本研究では、以上の問題点を踏まえて、次のような項目について検討を行なった。(1)ろ過圧力を一定に保った場合、時間の経過によって、透過水流量にどのような変化があるかを調べる。(2)ろ過圧力を変化させた場合、透過水流量にどのような変化があるかを調べる。(3)原水の濁度を変化させた場合、透過水流量にどのような変化があるかを調べることを主な目的とした。

2.実験装置及び方法

実験に供した膜は外圧式中空糸疎水性精密ろ過膜で、膜の長さは0.38m、孔径は0.1 μ m、内径は270 μ m、外径は380 μ mである、原水は人工原水槽からポンプでハウジング内に圧入し、ろ過、エア-スクラビング洗浄、全量排水、充水、ろ過の順で連続運転した。実験は80(NTU)と10(NTU)の二つの濁度レベルで行った。実験条件は表1示す通りである。

表 1. 実験条件

項目	実験(1)	実験(2)
ろ過時間	30 (min)	同左
スクラビング時間	1 (min)	
排水時間	15 (sec)	
充水時間	15 (sec)	
原水濁度	80 (NTU)	10 (NTU)
ろ過圧力	1.0, 0.45, 0.3 0.15 (kgf/cm ²)	同左
空気流量	16 (l/min)	
ろ過方式	全量ろ過	
水温	20℃	

実験ろ過圧力は1.0, 0.45, 0.30, 0.15(kgf/cm²)の4つの条件で行った。その中でろ過圧力が1.0(kgf/cm²)と0.45(kgf/cm²)の場合は、遠心ポンプを使用し、ろ過圧力が0.30(kgf/cm²)の場合は、水中ポンプを用いている。ろ過圧力を一定にするために、三つの条件ともバイパスで圧力を調節した。この実験では流量計が出口側にあるため、背圧 P_o が0.1(kgf/cm²)以上ある。ろ過初期は膜面がきれいなので、流量が多く、背圧0.2(kgf/cm²)

以上を示すが、ろ過時間経過とともに減少する。また、ろ過圧力が0.15(kgf/cm²)の場合は、ポンプ加圧では圧力を一定にすることができなかったので、高位タンクを設置した。ポンプ加圧の場合、上記理由により背圧が発生するためろ過入口圧力 P_i はろ過初期に設定値よりやや高くなった。

3.実験の結果と考察

(3-1)実験(1)高濁度原水の場合、ろ過操作圧力差 P_f は中空糸膜モジュールの入口 P_i を用いて次のように与えられる。

$$P_f = P_i - P_o \quad \cdots (1)$$

ここで、 P_o は膜透過水の流出する二次側圧である。先に述べた理由から、各実験では背圧が発生する

ために設定圧力と実際の膜圧には異なったものになる。そこで(1)式から P_f を計算し、ろ過設定標準圧力値に換算したフラックスの経時変化をFig.1に示した。ろ過圧力差が $0.3(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 以上のケースでは、定常状態における透過流量は一定値 $0.095(\text{m}^3/\text{hr})$ ぐらいとなる。定圧ろ過では高圧力で操作をするより低圧力の方が有利であることが明らかになった。圧力差が大きくなっても透過流量が大きくなる理由は、高压では膜内に濁度が入りこみ、洗浄では除去できなくなるからと考えられる。また、運転条件及び膜の仕様が同じであれば、設定差圧によらず、膜面堆積過程及び膜閉塞係数の値は等しいといえる。しかし、ろ過圧力差が $0.15(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ になると、ろ過開始直後から透過流量は $0.095(\text{m}^3/\text{hr})$ よりも低い値にしかならなかった。(3-2).実験(2) 低濁度の場合、前に述べた標準圧力差の換算方法と同様に、Fig.2にそれぞれの設計標準圧力条件下におけるフラックスの変化を示す。濁度が $10(\text{NTU})$ の場合の流量変化も $80(\text{NTU})$ 時場合とほぼ同様な傾向を示すことが分かった。この原因としては、低濁度の場合エア-スクラビング洗浄によるフラックスの回復が低いという点が挙げられる。これは膜表面に一定量以上の懸濁質が付着すると、平衡に達した状態で、膜表面がより懸濁質の付着をおこしやすいことが考えられる。また、Fig. 2実験(2)におけるろ過フラックスの経時変化膜表面に懸濁質の付着量は本実験の条件では濁質の濃度には大きく影響を受けないことが示唆された。(3-3).また、洗浄排水濁度については、高濁度原水の場合約 $4000(\text{NTU})$ 、低濁度原水の場合約 $500(\text{NTU})$ である。この値は流入水の濁度と比較しても物質収支の観点からつりあいがとれている。

4.まとめ

(4-1). $0.15\sim 1.0(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ の定圧ろ過を行った結果、 $1.0(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ では初期に急激なフラックスの低下がおり、 0.30 また $0.45(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ でのフラックスとほぼ同じ $0.095(\text{m}^3/\text{hr})$ で安定した。また $0.15(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ のフラックスは $0.30(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ の約半分であった。このことから膜閉塞を考慮した長期運転において膜差 $0.30(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 以下では圧力とフラックスが比例するが、 $0.30(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ を超えるとフラックスの低下が起こることがわかった。(4-2).原水濁度を 80 から $10(\text{NTU})$ に低下させて上記(4-1)の実験を行なった結果、原水濁度にかかわらず同様な結論が得られた。

【参考文献】

- 1)黄 建元, 浄水処理における中空糸精密膜分離法に関する研究, 東京大学修士論文(平成6年度)
- 2)藤田賢二, 滝沢 智, 外圧式中空糸膜における目詰まり過程のシミュレーションと操作方法の評価, 水道協会雑誌, Vol. 64, No. 3, pp. 12 - 23 (1995)

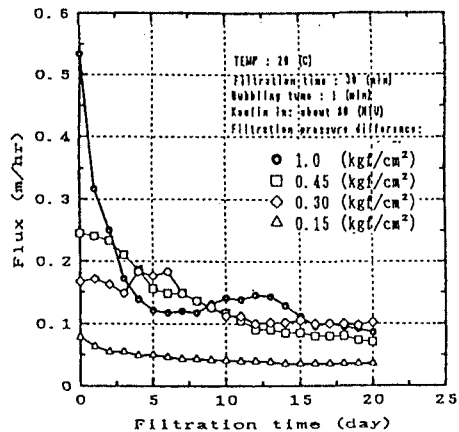


Fig. 1実験(1)におけるろ過フラックスの経時変化

