

二段膜ろ過における透過流束の変化について

東北大学 学生員 澤 徹
正員 牛尼修央
正員 後藤光亀

1. はじめに

数年来、現行の凝集沈澱砂ろ過に代わるシステムとして小規模水道施設に膜処理システムの導入が検討されている。しかし必ずしも膜処理システム上の安定性や安全性が保証された訳ではない。その理由の一つとして膜破損時の対応がある。

そこで本実験では安全性を考慮したシステムの一つとして2段階ろ過システムを用いた現地連続実験を行った。1段階膜における膜ろ過特性についての知見は多いが、2段階膜システム時の後段膜への膜ろ過特性についての知見は少ない。本報告では、1段目の膜として限外ろ過膜、2段目の膜として精密ろ過膜を用いて各膜のろ過特性（透過流束、膜ろ過抵抗の変化）について検討を行った。

2. 実験条件及び方法

試水は仙台市S浄水場の原水を用いた。本水源は流域が雑木林からなる、沢水である。前処理として150メッシュプレフィルターを通した。実験装置概要を図-1、膜の諸元を表-1、実験条件を表-2に示す。ろ過方法については1段階膜は定圧クロスフローろ過方式で行い、直列に接続した2段階膜では1段階膜の処理水をそのまま全量ろ過する方式をとった。洗浄は30分に1回、フラッシングは5時間に1回の割合で行った。使用した膜は薬品洗浄を行わず、92年12月より長期間使用中のものである。尚、原水水質、運転状況（圧力、温度、流量）はセンサーからの出力をA/D変換してパソコンに1分毎に入力した。

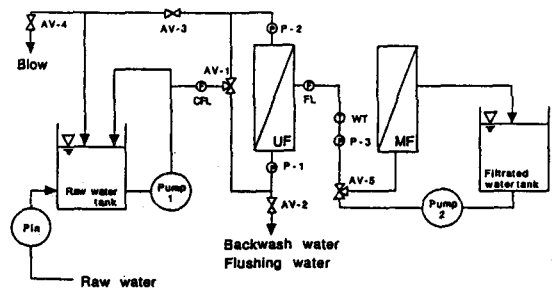


図1 実験装置概要図

表-1 膜仕様

一段目膜	種類 分画分子量 材質 形状 有効膜面積 膜本数 ろ過方法	内圧式UF膜(限外ろ過膜) 50,000 PAN(ポリアクリロニトリル) 中空糸 内径0.8 mm 0.241 m ² 400本 内圧クロスフローろ過方式
二段目膜	種類 公称孔径 材質 形状 有効膜面積 膜本数 ろ過方法	内圧式MF膜(精密ろ過膜) 0.1 μm ポリオレフィン系合成高分子 中空糸 内径0.7 mm 0.211 m ² 400本 内圧全量ろ過方式

3. 実験結果及び考察

図2に1993年8月の計測データの経時変化（一時間平均値）を示す。上段は原水タンク及びろ水の水質データであり、下段に透過流束、膜抵抗、膜差圧のデータを示す。ここで実際の透過流量は、ろ水水温によって大きく変化するので20℃の流量に換算し、単位膜面積当りの透過流束J_uとして示した。8月は降雨が多く、水質モニタータンクに枯葉等が詰まり水質データに不安定となる部分がある。

実験当初はろ過水温が非常に高いが、これは循環ポンプの原水加温による。これを解消するため、8月10日に原水タンク内に冷却ラインを設置した。当初、操作圧力は約100kPaで運転していたが8月19日に2倍の約200kPaに上昇させた。このときUF膜の透過流束は徐々に減少することになったが、MF膜については直後は減少するが暫く後には回復の傾向にあった。8月の後半、台風のため濁度が百数十度まで上昇した。しかしUF膜透過流束には大き

表-2 実験条件

運転制御方法 （パソコンにより制御）	運転方法 操作圧力 透過流量 ろ過継続時間 洗浄方法 逆洗圧力 逆洗時間	定圧力 100 kPa → 200 kPa 0.25 m ³ /sec 30 min 逆圧水洗浄+水吹き出し フラッシング 1回/Shour 100 kPa 20 sec
-----------------------	--	---

な変動はなかった。これは当流域の様な山林部では降雨による出水時の濁質が、やや大きめの構造をした有機物、あるいは無機物であり透過流束を低下させるには至らないためと考えられる。

短期間の間に冷却ラインの設置や操作圧力の変更によってデータに若干のばつきがあるが、後段のMF膜は原水の水質変動等や操作条件によって変化する。UF膜の透過流束の変動により後段のMF膜の圧力に影響を与えるが、MF膜の抵抗発現は前段のUF膜によりファウリング物質がかなり除去されるのでMF膜が全量ろ過方式でも圧力発現の変化幅は約2~4kPaと比較的小さい。しかしながら、MF膜での膜差圧や透過流速については、その変化の傾向は明確でなく今後検討を加える必要がある。一方、UF膜の破断等のトラブルが生じて、孔径0.1 μ mのMF膜でバクテリアサイズの微生物の流出は防ぐことが出来、水質的に安定かつ安全なものが供給できる。また、モニタリング手法としてUF膜破断時のMF膜の抵抗発現には圧力増加量の測定のみで対応が可能であり、その利点は大きい。ただし、そのしきい値をどの様に設定するのか今後の課題である。

4. 終わりに

今回は膜を二段にした際の透過流束の変動について検討を加えた。更に長期の流入負荷に対する連続実験を続けて濁質によるケーキ層についての検討と共に高分子物質によって形成されるゲル層の評価についても取り組む必要がある。その検討方法を考えて行きたい。

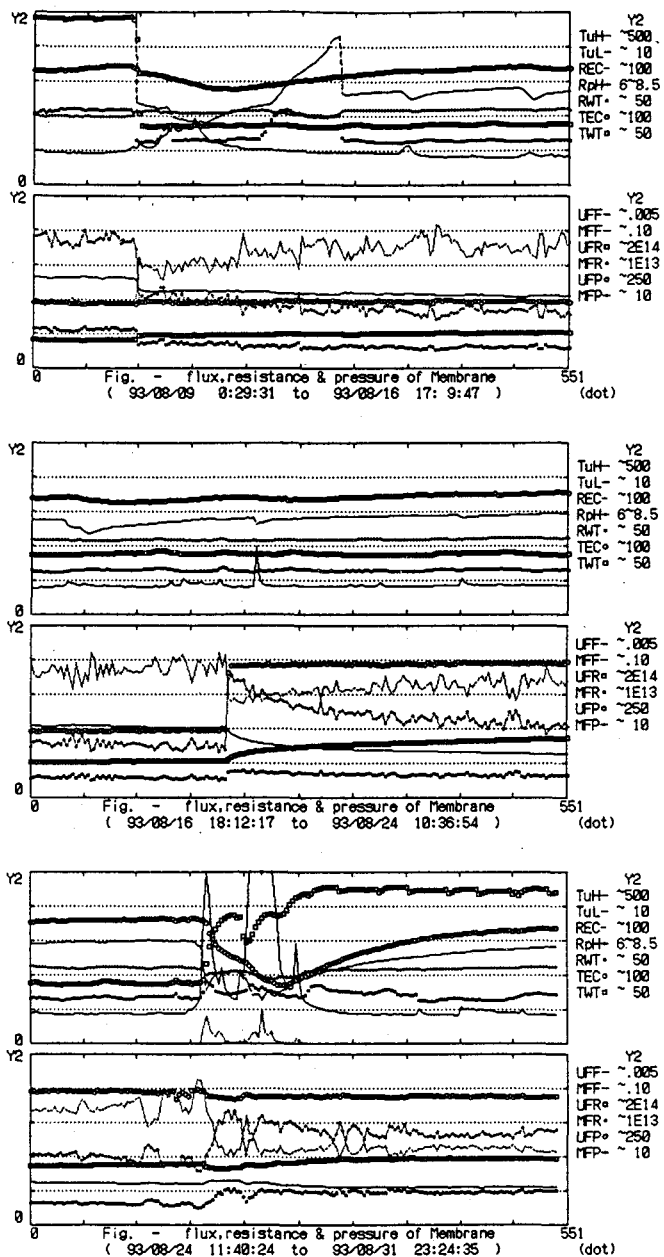


図-2 経時変化データ

TuH	高濁度計	0~500 deg.	UFF	UF膜透過流束	0~0.005 m ³ /day/kPa
TuL	低濁度計	0~10 deg.	MFF	MF膜透過流束	0~0.10 m ³ /day/kPa
REC	原水電気伝導度	0~100 μ S/cm	UFR	UF膜抵抗	0~2 $\times$ 10 ⁻⁴ 1/m
RpH	原水pH	6~8.5	MFR	MF膜抵抗	0~1 $\times$ 10 ⁻³ 1/m
RWT	原水温度	0~50 c. deg.	UFP	UF膜差圧	0~250 kPa
TEC	タンク内電気伝導度	0~100 μ S/cm	MFP	MF膜差圧	0~10 kPa
TWT	タンク内温度	0~50 c. deg.			