

II-183 無薬注膜処理に関する諸因子の検討

札幌市 正員 三好さおり
北海道大学工学部 正員 亀井翼、丹保恵仁、
松井佳彦、中埜渡丈嘉

1. はじめに

膜処理に関する諸因子の影響の評価についてはすでに数多くの報告があるが、原水によりどのような膜がどのような条件でどの程度の処理水質が得られどのようなflux変動になるのかを予測、評価するに至っていないため多大の時間と労力を必要とするパイロットプラントを行わざるを得ない。本研究は実験室規模の簡単なテストで長時間にわたるプラント規模の膜処理プロセスの評価が可能かどうかを検討するための第一歩として、小型膜モジュールを用いて1)無薬注、無逆洗の条件で各種の膜がどのような処理性およびflux変動を示すかの検討を行った。

2. 実験装置と実験方法

膜処理はMF膜(細孔径 $0.1\mu\text{m}$)とUF膜(分子排除限界M.W 50000とM.W 6000)を(旭化成ペンシル型モジュール $20\text{mm}\times 130\text{mm}$)を用い、泥炭地水を 20°C の恒温でクロスフローでモジュールに加圧通水し、濃縮液も濾液も一次側に戻す方法で処理した。必要に応じて微量の濾液を採水しTOC、E260(UV260nm吸光度1cmセル)、HPLCによる分子量分布を求めた。

3. 実験結果と考察

3.1 flux低下割合と濾過水質を評価基準とした膜の選択

無薬注、無逆洗の条件下で各種の膜がどのようなflux低下割合と濾過水質を示すかを検討した例は図1のようである。図から明かなように膜細孔径の大きい膜ほどfluxの低下は顕著である($0.1\mu\text{m}$ MF膜で初期fluxの18%、にM.W50000膜では55%、M.W6000膜では91%)。MF膜は定常状態におけるflux低下を小さくするために設定圧力を19.5kPaに設定したにもかかわらず、表1 UF膜による分子量分布の各ピーク(E260)の除去率定常fluxは初期fluxの18%程度に低下し、E260の除去率も50%程度と低く、別の実験で操作圧力を98kPaと高くし凝集剤を添加しても、初期fluxこそ16m/dayと高くても数時間で2m/dayと低下した。UF6000膜の場合はflux低下が最も小さく、濾過水E260も札幌市水道水のレベルにまで除去されているが、fluxが小さいため適用の場が限定されよう。UF50000膜の場合、定常状態でもfluxは3m/dayと高くE260除去率も77%と高いので、E260が高々0.1程度である通常の水道原水であれば無薬注膜処理のみで急速濾過システムと同程度の処理水質が得られることになる。

3.2 UF50000膜とUF6000膜処理特性

上述のように無薬注、無逆洗UF膜処理により急速濾過システムと同程度の処理水質が得られ特にUF50

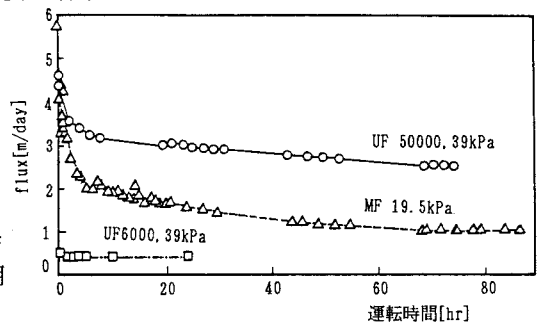


図1 MF膜とUF膜のflux経時変化

	ピーク1 (M.W. 6000<)	ピーク2 (M.W. 2000)	ピーク3 (M.W. 500)
UF 6 0 0 0	98%以上	96%	82%
UF 5 0 0 0	95%	53%	34%

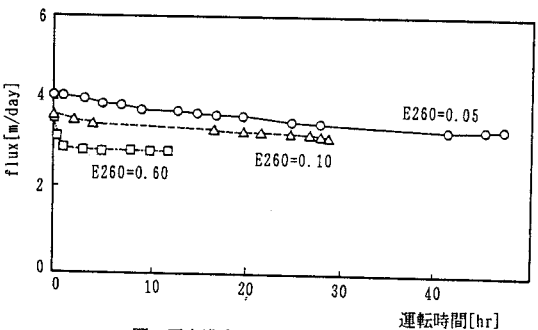


図2 原水濃度とfluxの経時変化

000膜によればMF膜に匹敵するfluxが得られることが明かとなったので(1)UF膜の処理限界が膜の公称排除限界とされているものに対してどのような分離効果を示すかを分子量分布測定によりを求め(2)初期原水濃度と運転中における操作圧力変動がfluxと処理水質に与える影響の程度についてUF膜の特性を検討した。

1) UF膜による処理限界分子量

UF50000とUF6000膜を用いた原水と定常状態における濾過水の分子量分布から、各ピークのE260除去率を求めた結果は表1のようであり膜の公称排除限界から予想される分子量よりもかなりの低分子成分まで除去される。濾過の進行と共に発現する表面ケーキの形成あるいは膜細孔径の縮小によるものと考えられる。

2) 原水濃度の効果

UF50000膜を用いた各原水濃度におけるfluxの経時変化を図2に示す。膜の初期細孔径と原水中の被除去成分の寸法(分子量)との比によってUF6000膜のようにflux変化も除去率も顕著な影響を受けない場合と、UF50000膜のように濃度の影響を大きく受ける場合があることが判る。

3) 圧力変動の効果

膜処理中に設定圧力を39kPa→79kPa→39kPaと変動させてfluxの変化を検討した結果を図3と図4に示す。UF6000膜の場合、水質は変化せず圧力変動に応じてfluxは可逆的に応答するがUF50000膜の場合は上記のように圧力を低圧から高圧にした場合、水質は悪化し、fluxの経時低下は設定圧力の高い方が大きくかつ設定圧力を再び低圧に戻しても再び元のfluxに回復しない。したがって設定圧力を高くすることは一時的にfluxを高めるが定常状態におけるfluxは低設定圧力における定常fluxよりも逆に低くなる場合もあることを示唆している。

4. まとめ

1. fluxの経時変化パターンは膜細孔径に大きく依存し公称除去分子量の小さい膜ほどflux低減の程度は小さく(fluxの低下の程度は定常状態において0.1 μ m膜で初期fluxの20～10%に低下するがUF50000膜では50%、UF6000膜では初期fluxの90%程度)かつ短時間で定常状態に到達する。
2. 実際の自然水の膜処理においては膜の公称排除分子量から予想されるよりもはるかに低分子成分が除去される。
3. UF50000膜を用いれば低濁度の泥炭地水が無薬注、無逆洗の条件下で実用可能なfluxで通常の急速濾過に相当する安定して処理水質を得ることができる。
4. 細孔径の大きい膜ほど設定圧力変動の影響を受け、圧力変動に対するfluxの応答は非可逆的であるが細孔径の小さい膜の場合、fluxは圧力に可逆的に応答する。

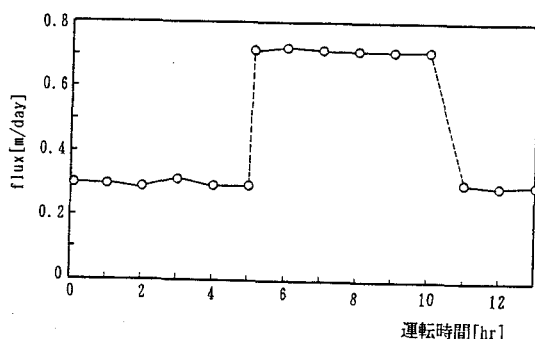


図3 設定圧力変動とflux応答(6000膜)

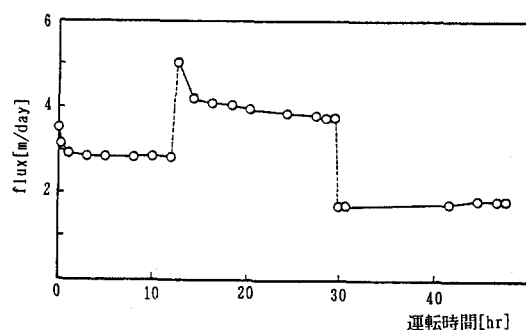


図4 設定圧力変動とflux応答(50000膜)