

II-119

森林渓流水を水源とする浄水用膜ろ過法に関する基礎研究

東北大学工学部 学生員 ○澤 徹
正員 神場 康一
正員 後藤 光亀

1.はじめに

平成6年11月『小規模水道における膜ろ過施設導入ガイドライン』が発表され、いよいよ浄水用膜処理は実用の段階へと移行した。これまで「MAC21」や「高度処理MAC21」では河川表流水を中心とした膜ろ過の処理性が注目され官民一体の研究が行われてきたが、実用化するに当たり未解明の要素もまだ多く存在する。本研究では、浄水用膜ろ過処理導入の中心と予想される山間部の比較的清澈な水源を有する小規模浄水場を対象として現場実験を実施した。この研究においては良好なろ過工程を維持するために欠かせない逆流洗浄工程（以下、逆洗工程）の洗浄機構、および逆洗工程時の膜透過流束の動向について検討を加えた。

2.実験概要

2-1.原水

試水は仙台市S浄水場が取水する森林渓流水を導水管より分岐し用いた。この原水は流域面積が0.55km²で、ブナ等の落葉樹を中心とした植生の山林渓流からの流出水である。一般に森林渓流水の流出特性として短時間の急激な濁度の変動を伴うことが知られている。この水源も例外ではないが通常時は原水濁度1度前後の清澈な水源である。

2-2.実験装置

実験は図1に示すような装置を2系列に分け、操作圧力（1系：約100kPa、2系：約40kPa）を変えて一定圧力で比較運転した。定圧力運転を採用した要因は山間部の小規模水道（山間部の浄水場では着水井と処理施設との水頭差が大きいという特徴がある）を意識したもので、膜供給圧力にこのエネルギーの適用を検討したものである。1系については1992年12月より使用してきた膜で薬品未洗浄のものをを用いて実験し、2系については1993年12月より実験を開始した。表1に実験条件を示す。

表-1 実験装置仕様

	1系	2系
膜種類	UF中空糸膜	
分画分子量	50,000	
膜面積	0.211m ²	
運転方式	定圧クロスフローろ過	
操作圧力	100kPa	40kPa
膜面流速	0.25m/sec	
逆流洗浄条件	20秒/30分、200kPa	

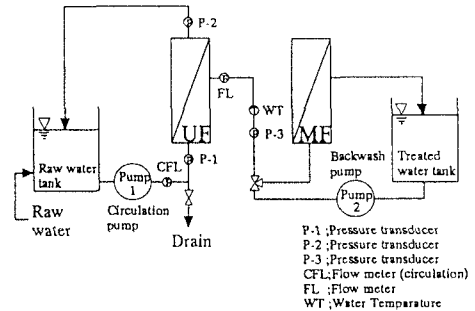


Fig.1 - Experimental apparatus

3.実験結果および考察

3-1.逆洗工程の洗浄機構

図2は逆洗工程の初期を詳細に測定した結果である。実際の処理時間は20秒間であるが、計測は1回の処理工程につき逆洗工程に入った直後より10秒後まで行った。図2で逆洗圧力が振動しているが、原因としては逆洗ポンプによる水撃作用あるいは中空糸膜の伸縮作用と推察される。各測定値は振動を省けば、逆洗が開始して直ちにほぼ安定状態となることが分かる。これはケーキ層と呼ばれる物理洗浄によって除去可能とされる堆積物が逆圧をかける

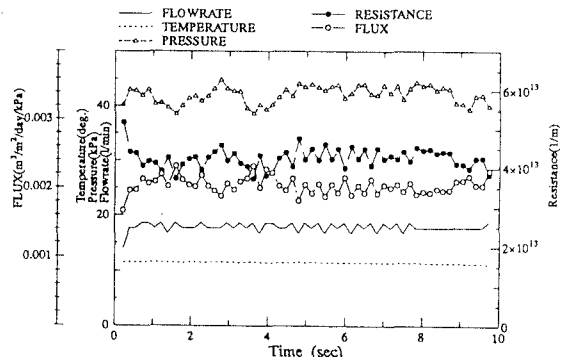


Fig.2 - Backwash process

ことにより速やかに剥離することを示唆している。
尚、実際の逆流洗浄時には剥離された堆積物質の
系外除去のための排出時間が必要となる。

3-2. 逆洗工程時の膜透過流束の変遷

図3は実験期間中（1994年1月～1994年5月）の
原水の水質性状を表している。本実験期間中は
冬季から春期にかけてのものであるために比較的
安定な水質状況である。しかし出水があると電気
伝導度（以後EC）、濁度は大きく変動する。
図中の変動は融雪出水によるものと推定されるが、
一般にこの溪流では出水が生じると濁度の上昇、
ECやpHの低下が生じる。これと出水時の水質
分析結果から色度・DOC等で表される有機物質
成分の流出も生じることが確認されている。図4
はこの期間中のろ過工程の運転状況であるが、
出水によるFLUXに対する直接的影響に関しては
確認できない。このことから森林溪流水のような
清澄な原水では物理洗浄のみでも膜ろ過流束は
長期間維持されることが知れる。

実験期間中の逆洗工程時における逆洗水の膜
透過流束（FLUX）、操作逆洗圧力については
図5（No.1：1系、No.2：2系）に示す。図中
に示す膜透過流束は20℃当たりの値に換算した
ものである。図上段にみられる1系では膜透過
流束は徐々に減少する傾向がみられる。一方で
図下段に見られる2系についてはほぼ変化が無く、
一定に維持されている。この両者の違いはろ過膜
の使用時間の違いによるものに起因すると考えら
れる。1系のろ過膜は薬品洗浄を行わず1年以上
使用してきており、かなりファウリングが進行
してきたため、溶解性成分（ゲル層といわれる
層を形成するファウリング成分）による影響の
比率が増大しているためと考えられる。逆に2系
のろ過膜は新しくファウリングが進行していない
ため、比較的粒子径の大きなケーキ層形成成分に
よる影響が大きい。しかしこのケースでは逆洗に
よって速やかな除去が可能であるので、逆洗時の
膜透過流束に影響を与えることは少ない。この
膜透過流束の挙動の違いは物理洗浄による限界を
示すものである。

4. まとめ

- (1) 実験期間中を通してろ過工程においては安定にろ過を継続することができた。
- (2) 逆流洗浄による剥離は開始後、非常に短い時間で終了する。
- (3) 逆洗時間を決定する要素は剥離物質の系外排除に要する時間が最も大きい。
- (4) 逆流洗浄時の膜透過流束は比較的安定に維持できる。

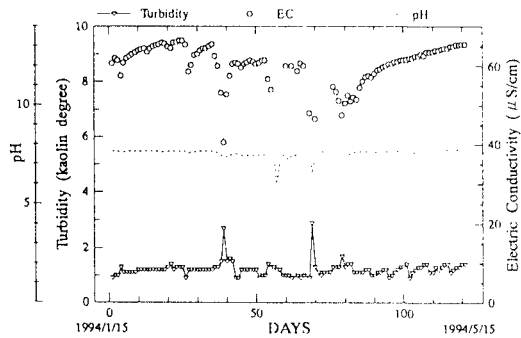


Fig.3 - Water quality of rawwater

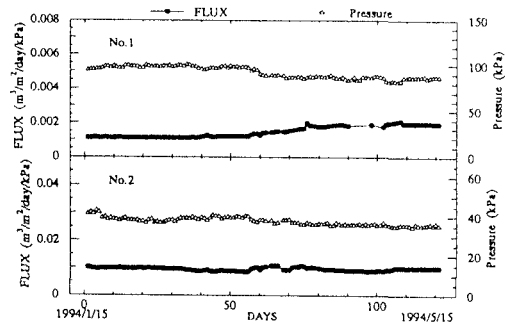


Fig.4 - Operation status on filtration

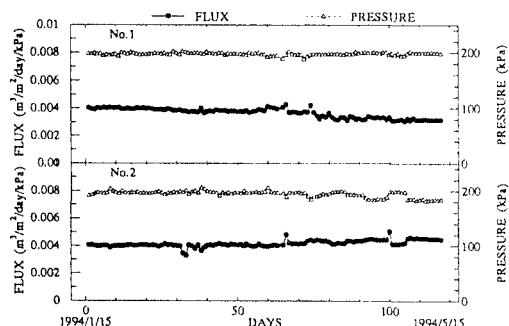


Fig.5 - Operation status on backwash