

II-118

河川表流水を水源とする浄水用膜ろ過の逆流洗浄に関する基礎研究

東北大学工学部 正員○神場 康一
 学生員 澤 徹
 正員 後藤 光龜

1. はじめに

最近、凝集沈澱・砂ろ過に代わりコンパクトでかつ維持管理が容易な浄水プロセスとして膜処理技術が注目を集めている。すでに、昨年暮れに厚生省から膜ろ過施設に関するガイドラインが公布されている。また、簡易水道レベルの小規模浄水場の抱える諸問題からこの膜処理の利点を生かした導入が期待されている。そこで、筆者らは平成5年2月から仙台市内の浄水場敷地内において膜処理実験を行ってきた。本実験における目的は、上流にダムを有する河川表流水を用いた膜による処理特性及び研究報告の少ない逆流洗浄時の濁質の剥離および除去状況について調べることである。本報では、主に、逆流洗浄時の膜装置内における濁質の除去状況について報告する。

2. 実験方法

2.1 実験フロー

図-1に実験で用いた膜処理装置を示す。実験に使用した原水は名取川表流水である。膜への挟持物を除去するために前処理として100メッシュレフィルタを用いた。循環ライン内に入った原水は循環用のポンプ（Pc）を介して循環ループ内を循環する。ろ過は、内圧式の定流量クロスフロー方式で、ろ水はろ過タンクに貯水され、逆洗の際には逆洗ラインを通じてモジュール内に圧入される。

2.2 実験条件と膜の仕様

表-1に実験条件及び膜の仕様を示す。膜ろ過水量は、原水水質が季節により変化するので、数度回変化させた。また、逆流洗浄は45分に1回の頻度で行い、逆洗圧力は約260kPa、逆洗時間は45秒とした。

2.3 逆流洗浄方法

図-2に逆流洗浄の通水方式を示した。従来は、膜に逆圧をかけ剥離した濁質をモジュールの上・下方部から同時に系外に排出する方式が用いられていた。ところが、管内流速が小さくなり逆洗時間も長くなるため、膜の目詰まり防止のためできるだけ効率的な逆洗方法が求められた。本方式では、1回の逆洗で3段階の洗浄工程で行う方法を採用した。ここでは、1回の逆流洗浄で如何に効率よく濁質を除去できるか逆洗排水ラインに濁度計を設置してモニターした。設定逆流洗浄時間はそれぞれの工程で15秒である。

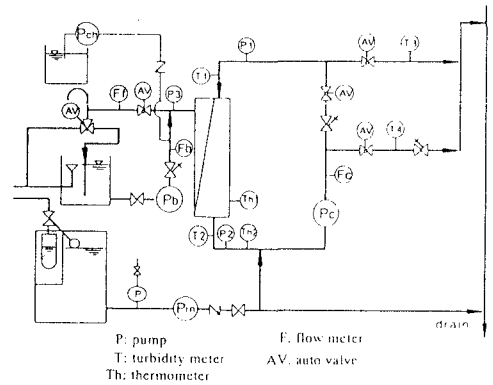


図-1 膜処理装置のフローチャート

Table.1- 膜仕様およびろ過方式

膜材質	酢酸セルロース系
膜型式	中空糸膜
公称分画分子量	100,000
総膜面積	1m ² /モジュール
ろ過方式	内圧型クロスフロー（定流量）
ろ過速度	1.5~3.0 m ³ /m ² /day
洗浄方法	逆流洗浄（260kPa）

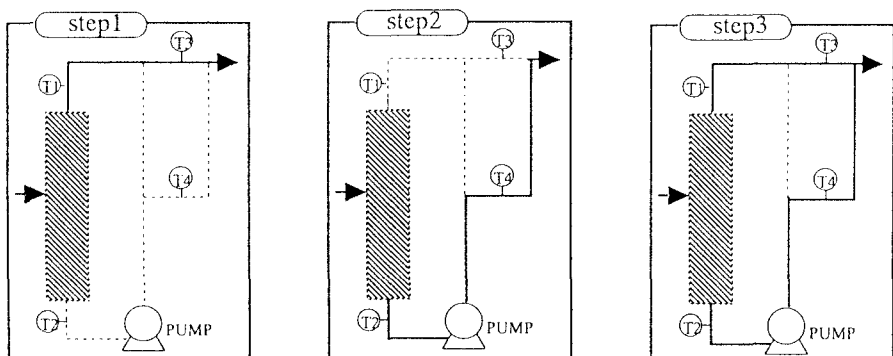


図-2 3段階逆流洗浄の通水方法

3. 実験結果

第1工程： 逆洗が始まって4秒間ほどで濁度計1がピークを示し、また、ろ過終了時の濃縮水濁度と考えられる濁度計2の指示より2倍ほど高い。これはろ過が終了した時点の濃縮水より高濃度の水が通過しているので、膜面上に堆積していた物質が剥離したものと考えられる。その剥離時間は、図-4、5の逆洗流量及び逆洗圧力の経時変化から見て1～2秒程度と見るのが妥当である。濁度計1を通過した濁質は濁度計3を1工程中に通過し図のような濁度計1より若干ブロードなピークを示した。もし管内での流れが完全押し出し流れなら濁度計3のピークも鋭くなりピーク値も濁度計1と同じくらいになると考えられる。従って、配管内で乱れによる影響または、水平管において沈降性の濁質があるものと考えられる。濁度計3のグラフのショルダー部は、逆洗前に管内に堆積していた沈降物が巻き上がったものか、または、比較的排水管内に近い場所の濃縮水が流入し生じたものと考えられる。

第2工程： モジュール下方の逆洗であり、ここでは循環ポンプが稼働している分、濁度計2のピークが1と比べ多少早めにでている。濁度計2のグラフのショルダー部（1工程部分）は、ろ過終了時の濃縮水濁度と考えられ、2工程目の逆洗終了時には、1サイクル逆洗終了時と同程度まで管内の水がきれいになっていると言える。従って、この逆洗工程は管内に残った濃縮水を系外に放出する役割が大きいと考えられる。ただし、第2工程での正確な剥離成分による濁度上昇の影響は明確でない。

第3工程： モジュール内に残留していると考えられる濁質が濁度計1のピークを生ずる原因と考えられる。ここで問題は、濁質が系外にすべて排出されたかどうかである。ここで、濁度計1と3のピークを与える時間を t_1 、 t_3 と定義すればその差

$t_3 - t_1$ は排水ラインを濁質が通過する所要時間である。ここでは、排水管の水理学的滞留時間以上を必ずしも満足させていない。おそらく、現れたピークによる濁質は完全に系外に排出されていないと考えられる。また、グラフにおいて濁度計4の指示が他の3つとは明らかに異なる。まず、変化の割合が小さいのは2工程目に排出される濁質が比較的少なく、グラフに変化がないのは循環ポンプ内の容積が大きいためポンプ内で一様に希釈混合が生じていることが考えられるが今後更に検討を要する。以上より、濁度計1～4が逆洗終了時に殆ど同程度となることから、終了時における管内濁度はおよそ一様であると見てよい。となれば、濁度計1と3のグラフから逆流洗浄において系外に排出されたと考えられる濁質量が算出できる。また、管内で濃縮される濁度および完全に逆洗を行ったときの逆洗排水に含まれる濁質から管内に積算させる濁質量も計算できる。従って、逆流洗浄の洗浄効果を議論する際、重要なパラメータとなる逆洗時間を決定することが出来ると考えられ現在検討中である。

4. おわりに

3工程逆洗において特に1、2工程では、管内流速を大きくとれるため剥離した濁質が当初の逆流洗浄設定時間内でも十分排出できている。しかし、3工程目の逆流洗浄ではモジュール上下方向からの洗浄なので管内流速が小さくなった分15秒では、完全に濁質除去を完了したとは言えない。また、装置のトータルマスバランスおよび剥離した物質を系外に排出する時間が分かれば、最も効率的な逆洗時間を求められる。

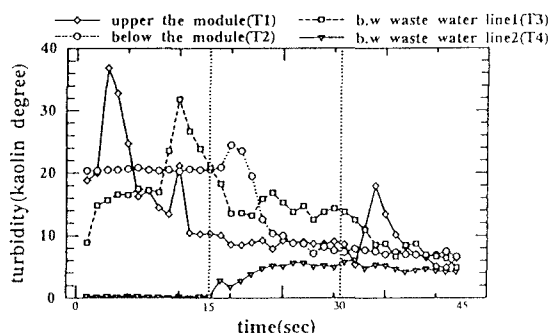


fig-3 The turbidity fluctuation during the backwash

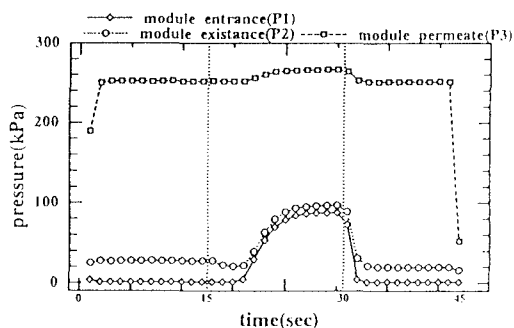


fig-4 The pressure fluctuation during the backwash

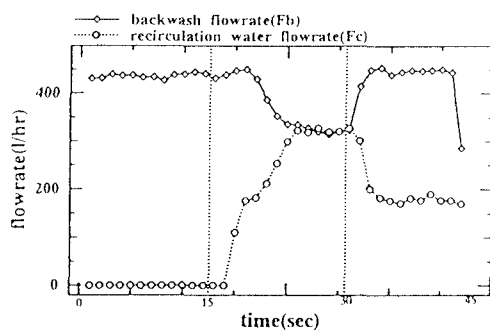


fig-5 The flowrate fluctuation during the backwash