

Ⅱ-128 限外ろ過の逆洗条件に関する基礎検討

東北大学工学部 学生員 ○土方 隆
東北大学工学部 正会員 後藤光亀

1. はじめに

現在の浄水処理は凝集沈澱ろ過が一般的である。しかしながら、凝集管理の不確実性からの残留アルミニウムの人体への影響が懸念されたり、残留塩素の存在する水道水からのウイルスの検出などが報告されてきている。そのため、これらの問題解決や施設の更新等により新しい浄水技術が求められている。また、近年の膜技術の発達はめざましく、膜処理では無薬注での直接ろ過が出来るため浄水技術への適用が検討され始めてきている。

本報告ではカオリン懸濁液を用いた限外ろ過膜による基礎的な固液分離実験を行い、逆流洗浄の操作因子に関する基礎的検討を行った。

2. 実験方法

実験に供した膜は中空糸タイプの限外ろ過膜で材質はポリアクリルニトリル系共重合体、内径1.4mm、外径2.3mm、有効長235mm、膜本数140本、有効膜面積0.145m²、分画分子量は13,000である。膜分離実験装置の概要を図-1に示す。カオリン懸濁液はカオリン（ENGELHARD社製、粒径0.6μm）に分散剤としてピロリン酸ソーダを加え、水道水を用いて10,000mg/lに調整した。また、原水タンクは温度調整装置で25±0.1℃に保ち、pHはHClまたはNaOHにより7±0.05に調節した。実験方法は内圧式で、操作圧力80kPa（モジュール入口圧力が100kPa、出口圧力が60kPa）、クロスフロー流速1m/s、逆洗圧力は40, 80, 150kPaの条件でろ過時間10分とし、逆洗時間、逆洗回数、掃流時間（逆洗回数が2回以上の場合逆洗の合間に剥離したケーキをモジュール系外に排出するために原水を循環させる時間）の有無を変化させて、（ろ過+（逆洗+掃流）×逆洗回数）の工程を12回行い、全ろ過時間を2時間とした。実験条件を表-1に示す。

3. 実験結果と考察

本報告では次式におけるパラメータを用いて逆流洗浄効果を評価した。

$$h_i = \frac{J_{e,i+1} + 1 - J_{e,i}}{J_{e,i} - J_{e,i-1}}$$

$J_{e,i}$:ろ過iサイクル目の初期透過流量

$J_{e,i-1}$:ろ過iサイクル目の逆洗直前の透過流量

h_i は逆洗による初期透過流量の回復比で、 $h_i=1$ のとき第1サイクル目のろ過初期値まで回復、 $h_i=0$ で逆流洗浄による透過流量の回復がゼロであることを示す。

$P_b=40, 80, 150\text{kPa}$ 、 $t_b=1\text{秒}$ 、 $B_c=6$ 回で掃流時間の有無による h_i を図-2, 図-3, 図-4に示す。 P_b が40kPaでは掃流の有無による洗浄効果の差は表れないが、80kPaでは掃流の効果が出ている。また、逆洗圧力が150kPaでは逆洗圧力の影響が大きく掃流の有無による効果の差は小さかった。これはケーキが膜面より完全に剥離し、逆流洗浄水が一部掃流の働きをしているためによるものと考えられるが推測の域を出ない。

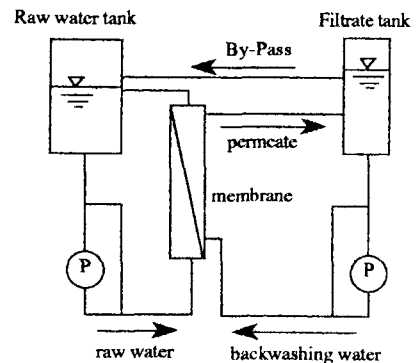


図-1 実験装置概要図

表-1 実験条件一覧表

逆洗圧力 P_b (kPa)	逆洗時間 t_b (sec)	逆洗回数 B_c (time)	掃流時間 t_{bc} (sec)
40	1	6	0
40	1	6	10
80	1	6	0
80	1	6	10
150	1	6	0
150	1	6	10
40	1	1	10
80	1	1	10
150	1	1	10
40	3	1	10
80	3	1	10
150	3	1	10

$t_b=1$ 秒, $B_e=1$ 回とし、逆洗圧力を変化させたときを図-5に、 $t_b=1$ 秒, $B_e=6$ 回としたときを図-6に、 $t_b=3$ 秒, $B_e=1$ 回としたときを図-7に示す。1 秒 1 回では逆洗圧力が150 kPaでは逆洗回数の増加につれて b_1 の値は0.86から0.93と高くなるものの、それより低い条件では逆洗圧力による差は見られない。しかし、図-6に示すように逆洗回数を増やすことによって逆洗圧力が80, 150kPaでは洗浄効果が高くなる。また、3 秒 1 回では逆洗時間が延びたため、逆洗圧力に影響を受けにくく、また洗浄効果のばらつきが少なくなり安定した洗浄効果が得られるようになる。

4. まとめ

膜分離における逆流洗浄に関して逆洗圧力、逆洗時間、逆洗回数および逆洗の合間に行う掃流について検討を行った。以下にその結論をまとめる。

- (1) 剥離したケーキをモジュール系外に排出することは逆洗圧力が操作圧力以上の時に特に効果的である。
- (2) 逆洗回数の増加は洗浄効果の増加につながり、その効果は操作圧力以上でより顕著である。
- (3) 逆洗時間の延長により逆洗圧力の影響を受けにくくなり、また逆洗回数による洗浄効果のばらつきが少なくなり安定した洗浄効果が得られるようになる。

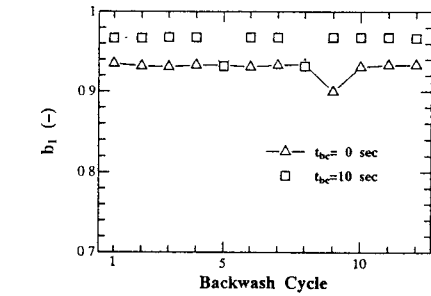


図-4 掃流の有無による洗浄効果 ($P_b=150$ kPa)

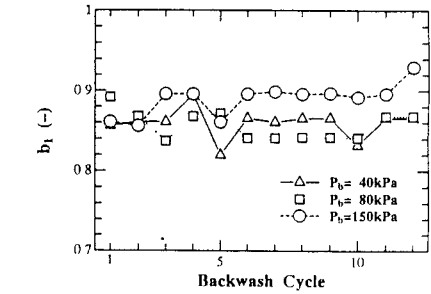


図-5 逆洗圧力による洗浄効果 ($t_b=1$ sec, $B_e=1$ time)

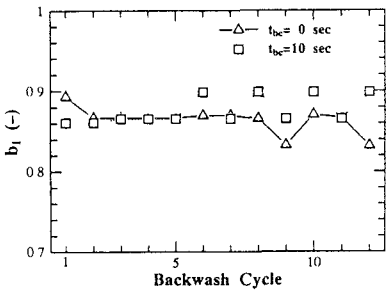


図-2 掃流の有無による洗浄効果 ($P_b=40$ kPa)

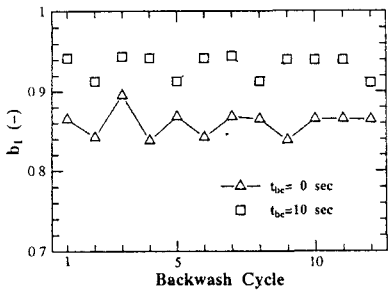


図-3 掃流の有無による洗浄効果 ($P_b=80$ kPa)

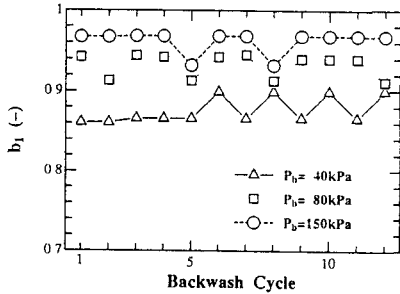


図-6 逆洗圧力による洗浄効果 ($t_b=1$ sec, $B_e=6$ times)

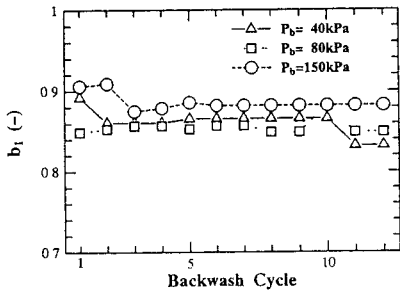


図-7 逆洗圧力による洗浄効果 ($t_b=3$ sec, $B_e=1$ time)