

セラミック膜による浄水場排水処理システムの基礎研究

岐阜大学大学院工学研究科
岐阜大学流域環境研究センター

学生員 ○山本 貴士
正員 湯浅 晶

1. はじめに

浄水場で発生する排水は水資源の有効利用・再利用のために着水井に返送されるか、あるいは一旦排水池等で濃縮させた後、上澄水が着水井に返送されることが多い。しかし、これらの返送水の水質に問題がある場合には、汚染物質が水処理系内に濃縮蓄積するといった弊害が起こる。本研究では、返送水の安全性を高めるために沈殿池引き抜き汚泥と急速ろ過池洗浄排水を混合した排水にセラミック膜を用いてろ過濃縮し、膜ろ過水を着水井に返送する新しい排水処理システムについて、安定運転を達成する操作条件とともに水質分析等について調査・検討した。

2. 実験

2.1 実験概要

名古屋市水道局春日井浄水場にセラミック膜プラントを設置し、実際に排出される沈殿池引き抜き汚泥と急速ろ過池洗浄排水を実際に排出される割合(1：4)で混合した排水を供給して連続的な実験を行った。実験で使⽤した膜仕様と実験フローを表1と図1にそれぞれ示す。本セラミック膜装置ではデッドエンド方式で行った。膜ろ過の進行に伴い膜差圧が上昇するため、定期的に逆流洗浄することで膜性能の回復を図っている。逆流洗浄排水は濃縮汚泥貯留槽で固液分離した後、上澄水を原水受槽に返送することで、システムでの水回収率の向上を図った。

操作条件を表2に示す。実験では穴数の異なる2種のセラミック膜を使用し、膜ろ過流束や逆流移行条件を変えて運転を行った。逆流移行条件は混合排水が高濁であると考え、ろ過1サイクル間の膜差圧上昇によって逆流洗浄を行った。

各操作条件において水質分析及び耐塩素性原虫類除去性の代替評価として微粒子測定を実施した。クリプトスポリジウムの大きさは4〜8μmであるため、1.0μm以上及び3.0μm以上の粒子に対して実施した。

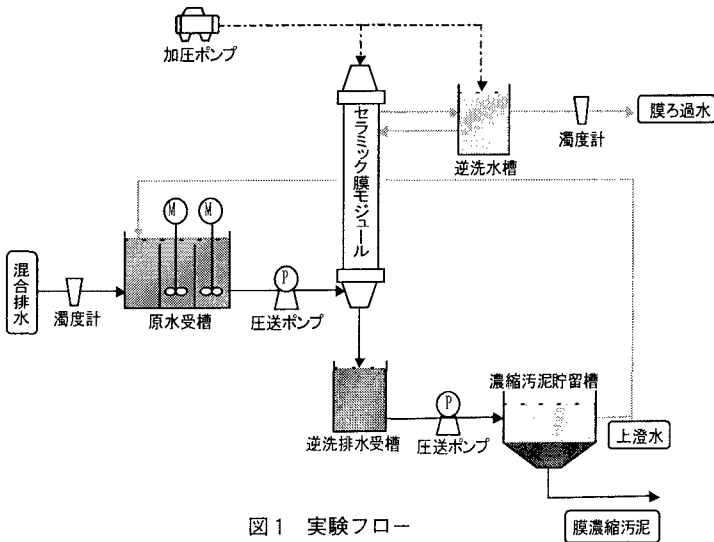


図1 実験フロー

表1 膜仕様

内圧式モノリス型精密ろ過膜		
膜材質	アルミナ	
膜孔径	0.1μm	
膜寸法	外径	φ30×1000
	モノリス型	φ2.5×61穴
		φ3.0×37穴
膜面積	0.48m ² /エレメント	
	0.35m ² /エレメント	

表2 操作条件

		Run1	Run2	Run3	Run4	Run5
膜種	穴	61			37	
膜ろ過流束	m/日	2	3	2		
逆洗移行	kPa	30		60	30	60
凝集処理	—	無し				

2. 2 実験結果

Run1 から Run5 のろ過抵抗の経日変化と実験のまとめを図 2 と表 3 にそれぞれ示す。ろ過抵抗とは、水温 25℃、膜ろ過流束 1m/日で運転した時の膜差圧である。推定薬品洗浄周期は膜ろ過流束 1m/日で運転したとき膜差圧が初期に比べて 100kPa 上昇するまでの日数である。膜ろ過流束を 2m/日から 3m/日に大きくするとほぼ同じ割合でろ過抵抗は上昇し、推定薬品洗浄周期は半分以下となった。61 穴の膜では逆洗移行の膜間差圧を 30kPa から 60kPa に大きくすると、ろ過抵抗の急激な上昇が見られた。これは逆流洗浄では除去できない濁質が膜の内部に蓄積していることが考えられる。膜ろ過流束 2m/日のとき 61 穴の膜と 37 穴の膜では、ろ過抵抗はそれぞれ 0.7kPa/日と 0.6kPa/日でほぼ同等の結果であったが 3m/日のときはろ過時間が延び、ろ過抵抗を小さくすることができた。

設備規模を比較すると、61 穴の膜と 37 穴の膜において 1 エlement 当りの膜面積はそれぞれ 0.48m²、0.35m² であり、同じ膜ろ過流束の場合 61 穴の膜のほうが 37 穴の膜に比べて約 30% 縮小できることから、Element の使用数を節約することができるとを示している。

原水と膜ろ過水の水質分析の結果を表 4 に示す。原水の濁度は平均 80 度であるが、膜ろ過水は常に 0.1 度未満と非常に清澄であることが確認できた。真色度については除去率が低く、膜ろ過では除去が困難であることが示された。

微粒子測定の結果を表 5 に示す。原水中の微粒子は 1.0 μm 以上及び 3.0 μm 以上において粒子は確認されず、膜孔径より大きな粒子は確実に除去できることが示された。

3. まとめ

膜ろ過システムでは真色度を除く項目において常に安定して高い除去効果があり、耐塩素性原虫類も確実に除去できることが確認できた。本実験ではろ過抵抗、推定薬品洗浄周期、設備規模を考慮すると、61 穴のセラミック膜を用いて膜ろ過流束 2m/日で運転し、膜差圧が 30kPa 上昇したときに逆流洗浄を行う操作条件が最も適当であると考えられた。

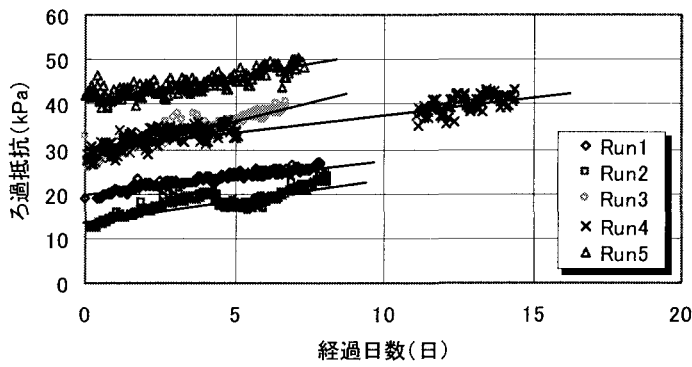


図 2 ろ過抵抗の経日変化

表 3 実験のまとめ

		Run1	Run2	Run3	Run4	Run5
ろ過抵抗上昇	kPa/日	0.7	1.0	1.6	0.6	0.8
推定薬洗周期	日	70	30	30	80	60
ろ過時間	分	30	20	35	30	50
設備規模総対比	—	0.7	0.5	0.7	1	1

表 4 水質分析の結果

分析項目	単位	混合排水	膜ろ過水			
			最大	最小	平均	除去率
濁度	度	78.7	<0.1	<0.1	<0.1	>99.9
真色度	度	1.0	0.8	0.1	0.3	>22
KMnO ₄ 消費量	mg/L	58.5	4.8	3.6	4.2	>92
総鉄	mg/L	4.37	0.01	<0.01	0.01	>99.8
総マンガン	mg/L	2.77	0.021	<0.005	0.009	>99.2
総アルミニウム	mg/L	35.3	0.02	0.01	0.02	>99.9

表 5 微粒子測定の結果

		混合排水	膜ろ過水
>1.0 μm	個/mL	5.1×10 ⁶	0
>3.0 μm	個/mL	5.8×10 ⁵	0