



Title	横型MF膜モジュールを用いた浄水処理実験
Author(s)	河原, 裕二; 能宗, 良行; 山崎, 正志 他
Description	第13回衛生工学シンポジウム (平成17年11月17日 (木) -18日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 6 水処理 . 6-1
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 13, 183-186
Issue Date	2005-11-16
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1362
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-1_p183-186.pdf



6 - 1 横型 MF 膜モジュールを用いた浄水処理実験

河原裕二（富士電機システムズ） 能宗良行（水環境総合研究所）

山崎正志（富士電機アドバンステクノロジー） 本山信行（富士電機システムズ）

1.はじめに

膜ろ過施設の導入件数の半分以上が 250m³/日以下の簡易水道であり、その多くは良質な地下水を主な水源として安定給水を維持している。しかしそのような浄水場も、将来にわたって水量、水質の安全性・安定性を確保するため、様々な施策の可能性について検討している。その一環として、2004 年 1 月より、横型 MF 膜モジュールを用いた膜浄水システムの実証実験を行った。膜を用いた浄水処理は、信頼性が高く、運転管理の自動化が容易であるなど、システムの安全性・安定性に優れていることに加え、設備がコンパクトであるなどの特徴を持つと注目されている。本報告は、浅井戸地下水を原水とした横型 MF 膜モジュールを用いた浄水処理の長期連続運転実験の報告である。

2.実験の概要

(1)実験装置の概要

本浄水システムの概要は、最大浄水能力 330 m³/日（膜面積 70m²）の横型 MF 膜ろ過実証プラントで、運転は自動運転であり、電話回線を利用した遠隔監視により無人運転である。膜エレメントの仕様を表 1 に示し、膜ろ過装置の仕様および運転条件を表 2 に示す。また図 1 に装置のフロー図を示す。本実験に使用した膜の材質はポリエーテルスルホンとポリビニルピロリドンの混合物で、中空糸内径が 0.8mm、1 エレメントあたりの膜面積は 35m² である。これを 2 本連結し、圧力容器に収納して膜モジュールとした。ろ過方式は内圧式全量ろ過として運転し、膜ろ過流束は膜差圧の変化を確認しながら 3～5m³/(m²・日)まで上昇させた。

(2)原水と排水処理

原水は浅井戸から取水した地下水であり、プレフィルター(200μm)で前処理して膜供給水とした。ろ過時間 115 分ごとに膜ろ過水を用いた逆洗を行い、1 日に 1 回の頻度でオンラインで次亜塩素酸ナトリウム(50mg/L)添加洗浄を、1 週間に 1 回の頻度でオンラインで硫酸添加洗浄(pH 2.5)を実施した。薬品添加洗浄で発生した排水は、自動的に還元・中和処理を施した後に排水した。本運転条件における原水、膜ろ過水、薬品添加洗浄排水については週 1 回の頻度で水質分析を行った。

表 1 膜エレメント仕様

項目	仕様
膜の形式	中空糸 MF 膜
ろ過方式	内圧式全量ろ過
膜材質	ポリエーテルスルホン / ポリビニルピロリドン
分画分子量	150,000 ~ 200,000 Da
中空糸内径	0.8 mm
膜面積	35 m ² (1 本あたり)

表 2 膜ろ過装置仕様および運転条件

項目	仕様
膜面積	70 m ² (35m ² × 2 エレメント)
浄水量	330 m ³ /日
膜ろ過流束	3 ~ 5 m ³ / (m ² ・日)
ろ過時間	115 分
膜洗浄 *1 頻度	1 回 / 日
膜洗浄 *2 頻度	1 回 / 週
回収率	99%

*1: 次亜塩素酸ナトリウム添加薬品洗浄

*2: 硫酸添加薬品洗浄

(3)膜損傷検知

また、膜損傷検知を目的として原水と膜ろ過水の微粒子の連続監視と、週1回の自動圧力保持試験を行った。自動圧力保持試験では、加圧空気による膜損傷検知の有効性の確認と、連続運転に追加した場合の安定性の確認を行った。膜の一次側に100kPaの加圧空気を導入し、経過時間ごとに膜の一次側の圧力降下量を測定した。次いで、1本の中空糸を切断した膜エレメントを準備し、圧力容器中の正常膜エレメント2本のうちの1本と交換して圧力保持試験を行い経過時間ごとに膜の一次側の圧力降下量を測定し、膜損傷を検知するために必要な圧力差が生じる時間を求めた。また、連続運転実験に定期的な膜損傷検知操作を組み込んだ場合の、膜ろ過運転に対する影響を調査した。なお、自動圧力保持試験は連続運転実験開始から、230日後より追加した。

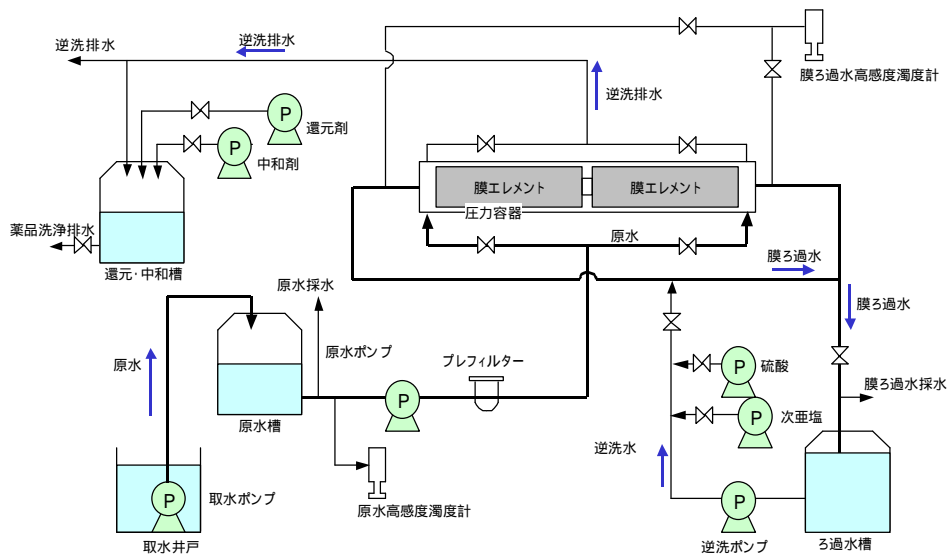


図1 膜ろ過装置フロー図

3.実験結果と考察

連続運転期間中の補正膜差圧(25)、薬品添加洗浄前後の補正膜差圧変化、水温、濁度を図2に示す。表3に原水および膜ろ過水の定期水質分析結果、表4に薬品添加洗浄排水の有機塩素化合物の濃度を示した。また図3に自動圧力保持試験結果を、図4に自動圧力保持試験の連続運転結果を示した。原水濁度は平均0.014度、最高で0.4度、最低で0.001度であった。原水水温は平均16.8、最高水温が24.0、最低水温は10.8であった。膜ろ過流速3.0m³/(m²・日)および4.0m³/(m²・日)では膜差圧上昇のない、非常に安定した運転が可能であった。膜ろ過流速4.5m³/(m²・日)以上の連続

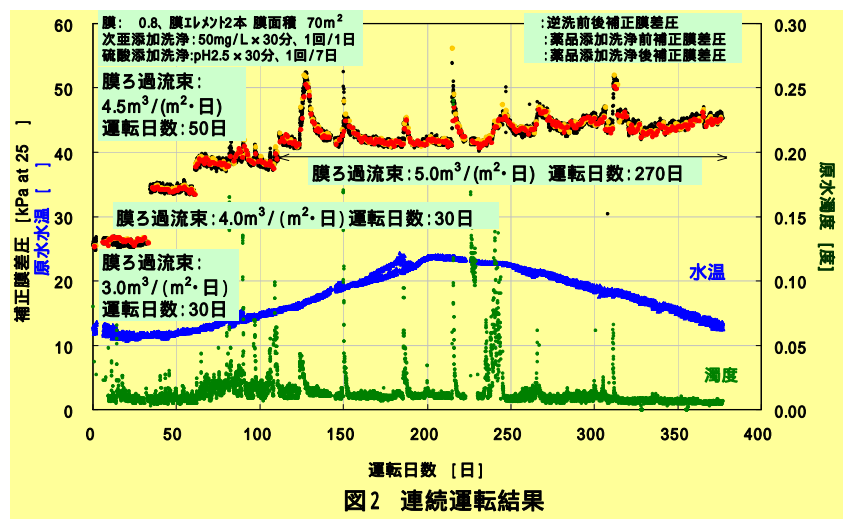


図2 連続運転結果

運転では、瞬間的な濁度変動により一時的な膜差圧上昇が見られたが、次亜塩素酸ナトリウム添加洗浄および硫酸添加洗浄により短時間で膜差圧が回復し、膜ろ過流束 $5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ で 270 日以上の運転を継続することができた。このことから、オンラインでの薬品添加洗浄は膜差圧回復に有効であることがわかり、高流束膜ろ過システムのコストダウンにつながるものと期待できる。

表 3 原水および膜ろ過水の定期水質分析結果

水質項目	単位	原水 (中央値)	膜ろ過水 (中央値)	除去率 (%)
濁度	度	0.05 未満	0.05 未満	100
色度	度	1.0 未満	1.0 未満	-
PH	-	6.6	6.6	-
TOC	mg / L	0.8	0.7	13
過マンガン酸カリウム消費量	mg / L	0.9	0.8	16
UV260nm 吸光度	-	0.005	0.001	71
マンガン	mg / L	0.005 未満	0.005 未満	-
鉄	mg / L	0.03 未満	0.03 未満	-
一般細菌	個 / mL	1	0	100
大腸菌群	MPN / mL	0	0	100

定期水質分析結果から、連続運転期間内においては膜ろ過水の水量と水質に大きな変化は見られず、濁度、一般細菌、大腸菌群は 100%除去することができ、安全性の高い処理水の供給が可能であることがわかった。他の水質項目についても水道水質基準を十分に満足できる結果であった。また、薬品添加洗浄排水中の塩素化合物量も水道水質基準値以下であった。

自動圧力保持試験より、中空系 1 本が切断した場合、圧力保持時間 3 分で検知に必要な圧力差が得られることがわかった(図 3)。膜ろ過の連続運転実験に、週 1 回の自動圧力保持試験を追加したが、膜差圧に影響がないことを確認した(図 4)。また自動圧力保持試験の追加後も、膜ろ過水質は安定しており、また加圧空気による膜の損傷もみられなかった。このことから、圧力保持試験による膜損傷検知が実用可能であることが確認された。

表 4 薬品添加洗浄排水の定期水質分析結果

水質項目	単位	薬品添加洗浄排水*3 (最大値)
クロロホルム	mg / L	0.003
ジブロモクロロメタン	mg / L	0.001 未満
ブロモジクロロメタン	mg / L	0.001 未満
ブロモホルム	mg / L	0.001 未満
総トリハロメタン	mg / L	0.003
クロロ酢酸	mg / L	0.005 未満
ジクロロ酢酸	mg / L	0.002 未満
トリクロロ酢酸	mg / L	0.003

*3：薬品添加洗浄排水は還元・中和処理後に分析した

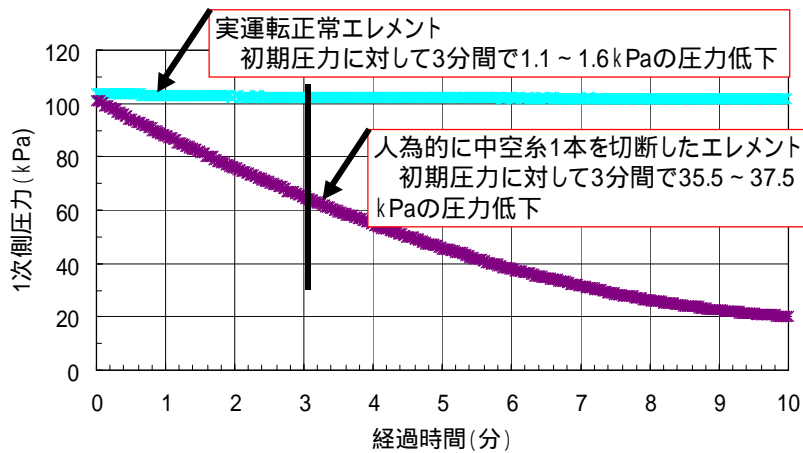


図3 自動圧力保持試験結果

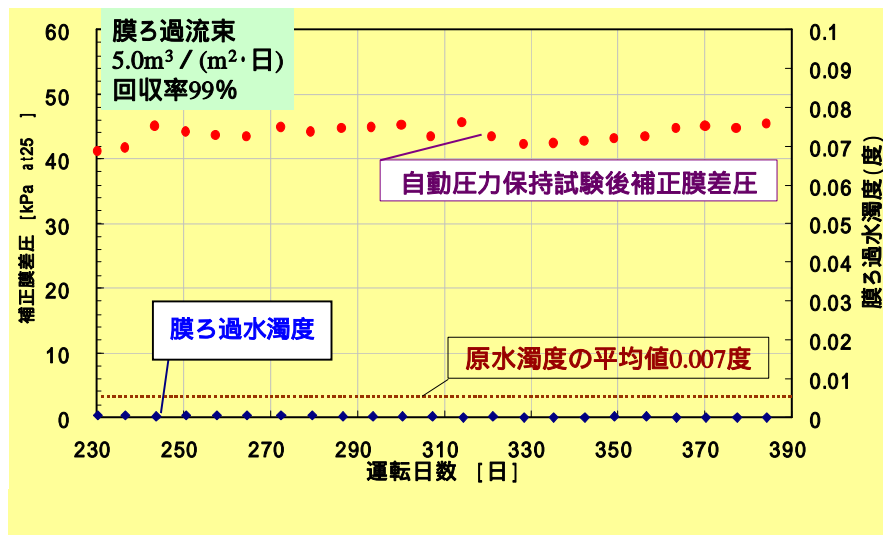


図4 自動圧力保持試験の連続運転結果

4.まとめ

浅井戸地下水を原水として、横型 MF 膜モジュールを用いた長期連続運転実験を行った結果、以下のことが確認できた。

膜ろ過流束 $5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 、回収率 99%の運転条件で、膜ろ過水を用いた逆洗と、次亜塩素酸ナトリウム、および硫酸を用いたオンラインの自動薬品添加洗浄を定期的に行うことにより、270日以上、膜差圧上昇がほとんどなく無人運転を継続することができた。実験期間中に定期水質分析を行い、濁度、一般細菌、大腸菌群の検出もなく、他の水質項目も水道水質基準を十分に満足した。

自動圧力保持試験を3ヶ月以上にわたって継続実施し、その実効性・安全性が確認された。

最後に、本実験の実施において、多大なご協力をいただいた山口市水道局の関係者の方々に厚く御礼を申し上げます。

以上