



| | |
|------------------|---|
| Title | 大規模膜ろ過浄水場を想定した高効率・低環境負荷型膜ろ過システムの開発 |
| Author(s) | 高木, 亮太; 松家, 伸行; 矢田, 修平 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 . 6-8 |
| Citation | 衛生工学シンポジウム論文集, 13, 211-214 |
| Issue Date | 2005-11-16 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/1369 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 6-8_p211-214.pdf |



6-8 大規模膜ろ過浄水場を想定した高効率・低環境負荷型膜ろ過システムの開発

高木 亮太 (東レ)
松家 伸行 (東レ)
矢田 修平 (水道機工)
○古屋 弘幸 (水道機工)

1. はじめに

膜ろ過法は、良好なる過水質が得られること、維持管理が容易であること、省スペース性が見込めることなどの長所があることから、中小規模浄水場への普及が進んでいる。近年では10万 m^3/d を超える大規模浄水場への膜ろ過法の適用が計画されつつあり¹⁾、その課題として単位膜モジュールの大容量化による施設の簡易化、膜ろ過システムの簡素化、膜ろ過施設の安定運転条件の確立、膜破断検知手法の確立、浄水回収率の向上、薬品使用量の低減や薬洗回数の低減化などが挙げられている。

そこで、筆者らは、①PVDF製大容量加圧型膜モジュールの採用による設備の効率化・運転管理の簡素化、②大規模施設に適した膜破断検知手段の確立、③高浄水回収率化のための多段(2段)膜ろ過システムの確立、④環境影響低減のための薬品洗浄条件確立とオンサイト薬品洗浄手法確立、を目的として、横浜市川井浄水場内にてパイロット実験を行った。本稿では、実験の概要と得られた知見について報告する。

2. 実験概要

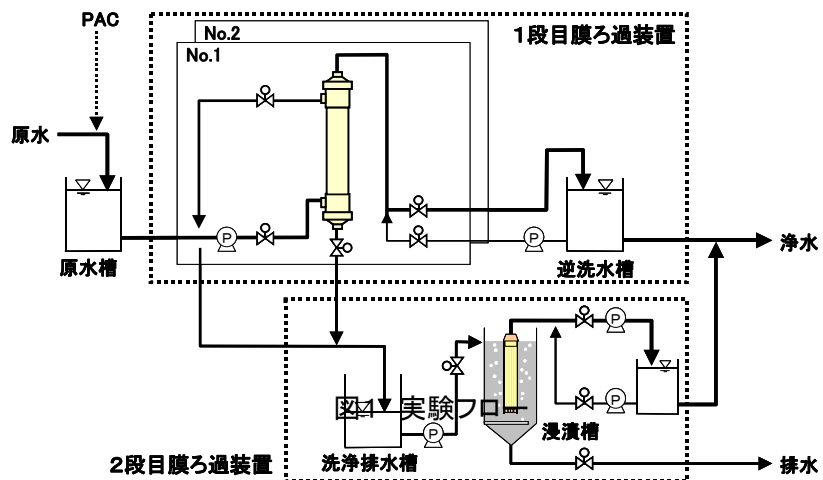
本実験は、横浜市水道局川井浄水場の原水を用いて行った。表1に実験に用いた膜モジュール仕様を示す。

表1 膜モジュール仕様

| | 1段目膜ろ過装置 | 2段目膜ろ過装置 |
|--------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 膜モジュール | 加圧型膜モジュール | 浸漬型膜モジュール |
| 膜素材・形状 | PVDF(ポリフッ化ビニリデン)中空糸 MF 膜 | |
| 公称孔径 | 0.05 μm | 0.05 μm |
| モジュール外寸(膜面積) | $\phi 216 \times 2,160 mm (72 m^2)$ | $\phi 100 \times 1,000 mm (7 m^2)$ |

膜素材として優れた耐薬品性、高強度、高耐久性を有する PVDF を選定した。

実験フローを図1に示す。原水に凝集剤をライン注入した後、1段目膜によって膜ろ過をする。1段目膜は、加圧型膜モジュール1本を1系列とする No.1 系、No.2 系の計2系列、膜モジュール2本から構成されている。1段目膜の物理洗浄



排水を、2段目膜である浸漬膜によって膜ろ過をし、浸漬槽内で高濃度に濃縮された原水からさらに浄水を得る。1段目膜ろ過(加圧型膜モジュール)と2段目膜ろ過(浸漬型膜

モジュール) から構成される 2 段膜ろ過システムによって、高い浄水回収率を達成することができる。

1 段目膜ろ過装置の外観を写真 1 に、2 段目膜ろ過装置の外観を写真 2 に示す。



写真 1 1 段目膜ろ過装置外観



写真 2 2 段目膜ろ過装置外観

実験条件を、表 2 に示す。

表 2 実験条件

1 段目の No.1 系は、膜ろ過流束 $2.5\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ で一定、No.2 系は $2.0\sim 3.5\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ で運転を行った。

| | 1 段目膜ろ過装置 | 2 段目膜ろ過装置 |
|-------|---|---|
| ろ過方式 | 外圧式全量ろ過 | 吸引ろ過 |
| 膜ろ過流束 | $2.0\sim 3.5\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ | $0.5\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ |
| ろ過時間 | 20~30 分 | 15~30 分 |
| 前処理 | PAC 5~10mg/L 前塩素 1.0mg/L | — |

3. 実験結果

(1) 運転結果

図 2 に 1 段目膜ろ過の実験結果を示す。No.1 系は、膜ろ過流束 $2.5\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ において、5 ヶ月以上にわたって膜ろ過差圧 80kPa 未満で推移し、薬品洗浄なしで非常に安定した運転が可能であった。実験期間中には原水濁度が 100 度以上まで上昇したことがあったが、差圧が安定して運転可

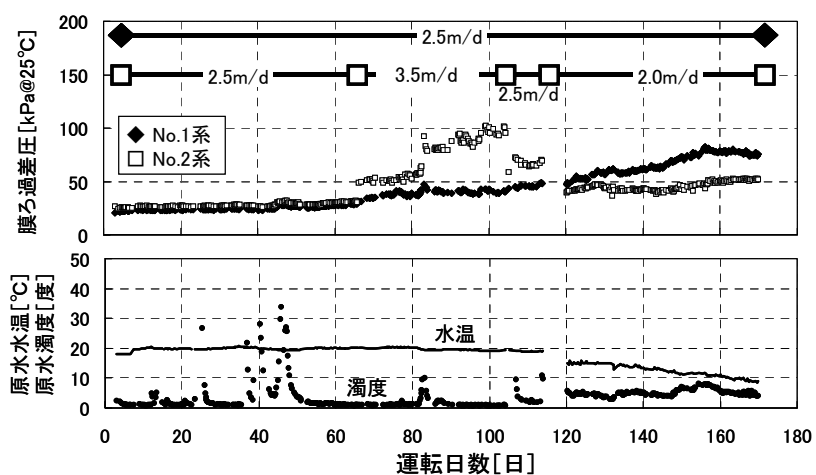


図 2 1 段目膜ろ過実験結果

能であった。また、このときの回収率は 93.3%であった。No.2 系では、膜ろ過流束 3.5m³/m²・dまでの運転が実施できた。

図3に2段目膜ろ過の実験結果を示す。膜ろ過流束 0.5m/d、回収率 98%以上において6ヶ月以上の期間、膜ろ過差圧 10kPa 未満で推移しており、安定した運転が可能であった。回収率 99.1%においても、2ヶ月以上の安定運転が可能であった。

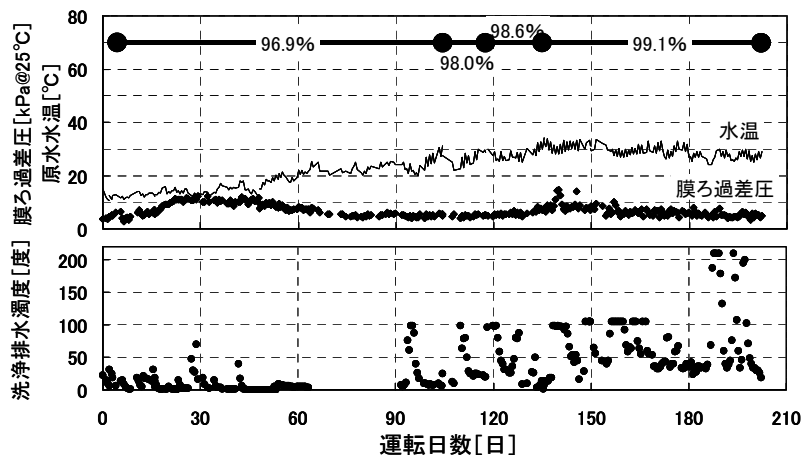


図3 2段目膜ろ過実験結果

1段目膜ろ過の回収率 93.3%、2段目膜ろ過の回収率 99.1%

の場合、2段膜ろ過システムの回収率は、 $1-(1-93.3\%)\times(1-99.1\%)=99.94\%$ となり、トータル浄水回収率 99.9%以上における安定運転が可能であることを確認した。

(2) 水質分析結果

表3に各工程における水質分析結果を示す。1段目膜ろ過水と2段目膜ろ過水を混合し

表3 水質分析結果

| | 原水 | 1段目膜ろ過水 | 洗浄排水 | 2段目膜ろ過水 | 浄水 (計算値) |
|------------|-------|---------|-------|---------|----------|
| 濁度[度] | 5.2 | <0.1 | 70.4 | <0.1 | <0.1 |
| 色度[度] | 5 | <1 | 57 | 1 | <1 |
| E260[1/cm] | 0.020 | 0.007 | 0.019 | 0.014 | 0.007 |
| TOC[mg/L] | 0.85 | 0.65 | 4.00 | 1.12 | 0.68 |
| 有機物等[mg/L] | 2.5 | 1.7 | 25.8 | 2.7 | 1.8 |
| 鉄[mg/L] | 0.25 | <0.03 | 4.50 | <0.03 | <0.03 |
| マンガン[mg/L] | 0.017 | <0.005 | 0.231 | <0.005 | <0.005 |

て得られる浄水、すなわち2段膜ろ過システムによって得られる浄水水質は、実験期間中における代表的な回収率をもとに、1段目膜ろ過水質、2段目膜ろ過水質から算出した。1段目膜ろ過水量が2段目膜ろ過水量に対しておよそ10~15倍となるために、浄水水質は1段目膜ろ過水質に大きく影響される。

1段目膜ろ過装置の原水に凝集剤としてPACを5~10 mg/L注入していたこともあって、1段目膜ろ過水では特にE260などを指標とする有機物がよく除去されており、良好なる過水質を得ることができていた。物理洗浄排水については、懸濁性の物質や有機物が1段目膜ろ過装置によって濃縮されて高濃度になっていたにも係わらず、2段目膜ろ過水は良好な水質を得ることができ、水道水質基準を満たしていた。なお、2段目膜ろ過装置から排出される汚泥のSS濃度はおよそ6,000~15,000 mg/L程度であった。

2段膜ろ過システムから得られると想定される浄水は水道水質基準を十分に満足すると

考えられる。

(3) オンサイト薬品洗浄結果

オンサイト薬品洗浄を表4に示す条件にて行った。

表4 薬品洗浄条件

| | 条件1 | 条件2 |
|-----------|----------------------|--------------------|
| 使用薬品、使用濃度 | 塩酸 0.1N、次亜 3,000mg/L | 塩酸 1N、次亜 3,000mg/L |
| 薬品浸漬、循環時間 | 各1時間 | 各1時間 |

表5に薬品洗浄結果を示す。

条件1、条件2ともに良好な回復性を得ることができたが、条件2の方が回復率が高かった。これは、使用薬品である塩酸の濃度が高かったためだと考えられる。

表5 薬品洗浄結果

| | 条件1 | 条件2 |
|-----------|-------|--------|
| 実験開始時ろ過性能 | 17.1 | 16.5 |
| 薬洗前ろ過性能 | 2.2 | 2.4 |
| 薬洗後ろ過性能 | 16.9 | 17.0 |
| 回復率 | 98.6% | 103.3% |

※ろ過性能[m³/h@50kPa, 25°C]

4. まとめ

大規模膜ろ過浄水場を想定した膜ろ過システムについて検討を行った結果、以下の知見を得た。

- ・ 加圧型膜モジュールによる1段目膜ろ過と、浸漬型膜モジュールによる2段目膜ろ過からなる2段膜ろ過システムによって、99.9%以上の高い浄水回収率を達成できる運転が可能となることを確認した。
- ・ このような高浄水回収率においても、良好な膜ろ過水質を得られることを確認した。
- ・ オンサイト薬品洗浄について検討し、良好な回復性が得られることを確認した。
- ・ 本システムを採用することにより、大規模浄水場においても膜ろ過施設の効率化・簡素化を図ることが可能である。

5. 最後に

本実験は、環境影響低減化浄水技術開発研究 (e-Water) において、持ち込み研究として実施された。最後に本実験を実施するにあたり、多大なるご協力をいただいた横浜市水道局および水道技術研究センターの関係者各位に謝意を表す。

【参考文献】

- 1) (財) 水道技術研究センター、環境影響低減化浄水技術開発研究 (e-Water) 最終成果報告会・成果普及セミナーテキスト、p.17-26、2005