

## 塩素処理を導入した NF 膜ろ過システムにおけるファウリング特性

八戸工業大学 学生会員 ○石橋 正博  
 八戸工業大学 学生会員 蛭名 祐太  
 八戸工業大学 正会員 鈴木 拓也

## 1. はじめに

これまで、塩素を導入した NF 膜ろ過システムの高度浄水処理プロセスへの適用可能性を検討するため、本システムにおいてボトルネックとなりうる消毒副生成物の除去特性について検討を行ってきた。その結果、消毒副生成物（トリハロメタン類）については濃度制御可能であることが明らかになった。一方、本システムにおけるファウリングに関する知見は少ない。本研究では、塩素処理を導入した NF 膜ろ過システムにおけるファウリング特性に関する基礎的検討を行った。

## 2. 実験方法

## (1) 膜ろ過実験装置

図 1 に膜ろ過実験装置の構成を示す。実験装置は、MF 膜ろ過システムおよび NF 膜ろ過システムにより構成されている。MF 膜ろ過の運転方式は定流量方式とし MF ろ過流束は約  $1\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$  に設定した。NF 膜ろ過は、NF 平膜テストユニット C10-T（日東電工）を用い、運転方式は定流量方式とし NF ろ過流束は約  $0.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{日})$  に設定した。

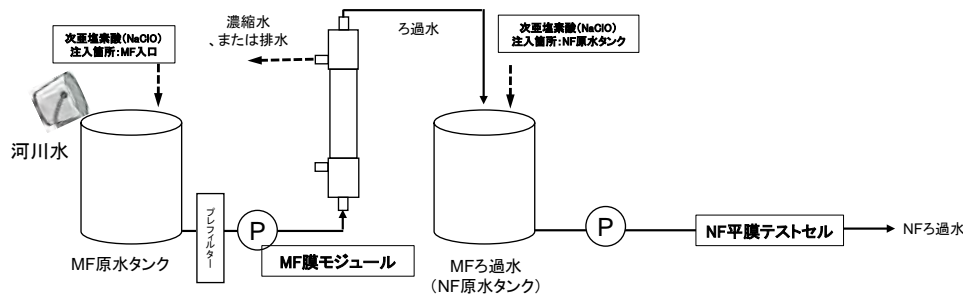


図 1 膜ろ過実験装置の構成

## (2) MF/NF 膜および実験条件

MF 膜はマイクロザ（旭化成）、NF 膜は LES-X（日東電工）を用いた。LES-X は市販されている LES-90（脱塩率 95%）と同等以上の性能を有していると考えられる。実験は、河川水を用いフィルターカートリッジにより粗懸濁物質を除去した後、MF 原水タンクに供給した。実験条件は、塩素処理の有無がファウリングに与える影響を比較するため、①MF+NF（塩素処理なし）、②前塩素+MF+MF（MF 原水を塩素処理）および③MF+中間塩素+NF（NF 原水を塩素処理）とした。なお、実験条件②および③の塩素処理は、不連続点を越え遊離残留塩素  $0.5\text{mg-Cl}_2/\text{L}$  となるよう濃度調整し一晩静置した。原水の遊離残留塩素濃度が減少した場合は、次亜塩素酸ナトリウムを添加し濃度管理を行った。

## 3. 実験結果

図 2 に MF 実験の結果を示す。①MF+NF 実験および③MF+中間塩素+NF 実験は、ろ過時間の経過とともに膜ろ過流束が低下し膜間差圧が増加するなどファウリングが進行している。一方、②前塩素+MF+NF 実験では、ろ過時間 10 時間程度までは膜ろ過流束は減少、膜間差圧はやや増加傾向であったがその後は概ね安定

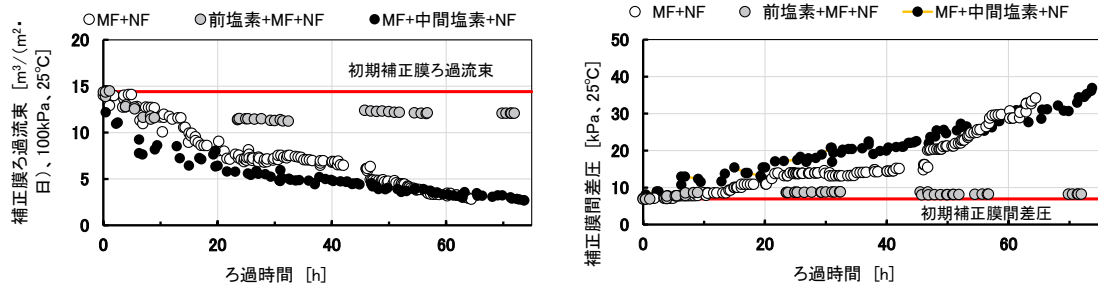


図 2 MF 補正膜ろ過流束および補正膜間差圧 (100kPa、25°C)

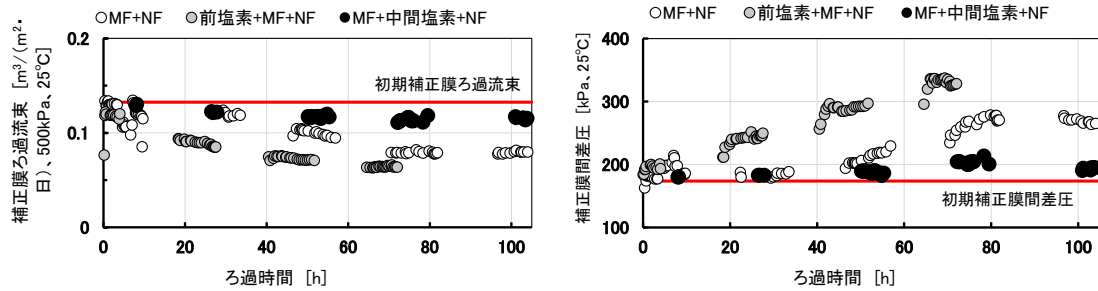


図 3 NF 補正膜ろ過流束および補正膜間差圧 (500kPa、25°C)

した。この理由として、河川水中のファウリング起因物質である有機物質等が塩素処理により塩素酸化物物質（低分子）に変換され MF 膜に堆積や吸着が生じずファウリングが抑制されたためと考えられる。図 3 に、NF 実験の結果を示す。①MF+NF 実験では、ろ過時間の経過とともに膜ろ過流束が低下し、膜間差圧が増加するなどファウリングが進行している。②前塩素+MF+NF 実験では、①MF+NF 実験よりも膜ろ過流束は低く、膜間差圧はやや高い状態で推移し NF 膜への負荷が大きいことがわかった。この理由として、塩素酸化物物質（低分子）が NF 膜に堆積しファウリングを発現したことが考えられる。③MF+中間塩素+NF では、ろ過初期に膜ろ過流束は減少し、膜間差圧はやや増加傾向であったがその後は概ね安定し NF 膜への負荷は低いことがわかった。この理由として、前段の MF 膜で河川水中の有機物質等を除去しているため中間塩素処理による塩素酸化物物質の生成が少なくファウリングを抑制したと考えられる。塩素酸化物物質の詳細については不明であるため、今後検討する予定である。また、この結果から、MF+NF 膜ろ過システムにおいて塩素処理を行う場合は、前塩素処理（MF 原水の塩素処理）を行うのではなく、中間塩素処理（MF ろ過水の塩素処理）を行った方が NF 膜ろ過システムのファウリングを抑制できると考えられる。

#### 4. まとめ

本研究では、塩素処理を導入した NF システムにおけるファウリング特性に関する基礎的検討を行った。その結果をまとめると次の通りである。

- ・ ②前塩素+MF+NF 実験では、MF はファウリングが抑制されたが、NF では塩素酸化物物質によりファウリングが発現した。
- ・ ③MF+中間塩素+NF 実験では、前段の MF 膜において河川水中の有機物質等を除去しているため、中間塩素処理による塩素酸化物物質の生成が少なく NF 膜のファウリングを抑制されている。
- ・ MF+NF 膜ろ過システムにおいて塩素処理を行う場合は、前塩素処理（MF 原水の塩素処理）を行うのではなく、中間塩素処理（MF ろ過水の塩素処理）を行った方が NF 膜ろ過システムのファウリングを抑制できると考えられる。