

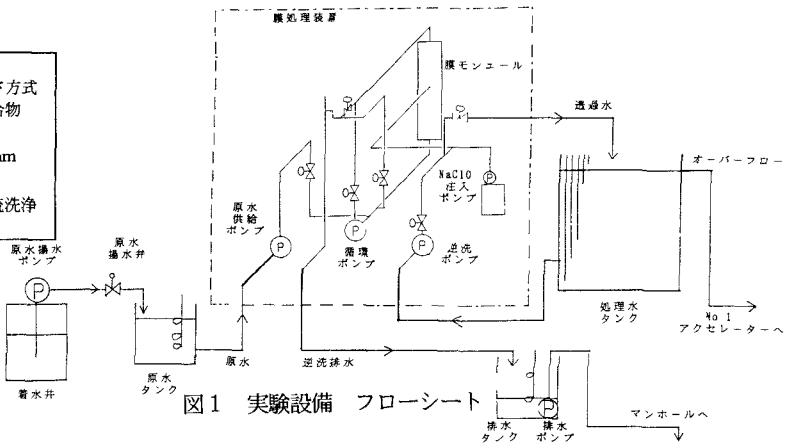
前澤工業（株） 中央研究所 鈴木 辰彦
同上 山中 正則
同上 水処理本部 瀬尾 比良久

1. 実験概要

膜処理は従来の急速ろ過システム等の浄水処理に比較し、高度な分離能を有すると共にコンパクトな施設での処理が可能な処理法である。特に、UF、MF膜は比較的低い操作圧での運転が可能であり、高分子成分の一部と濁質成分のすべてが除去され、従来の砂ろ過等より高度な分離が行える事より、将来更に広く用いられる技術と思われる。この、UF膜装置を用いて寒冷地である北海道で約2年間の運転を実施した。本装置は酢酸セルロース系のUF膜（膜面積50m²）のモジュールを用いた。膜装置の概要とフローシートを示すと表1、図1のとおりであり、室蘭市知利別浄水場に平成6年9月に膜装置を設置し運転を行っている。

表1 実験設備概要

運転方法	内圧クロスフロー式 あるいはデッドエンド方式
膜	中空糸、セルロース系化合物
公称分画分子量	100,000
モジュール寸法	Φ300mm×1300mm
有効膜面積	50m ² モジュール
逆洗方法	塩素添加ろ過水による逆流洗浄
洗浄頻度	30-120minに1回



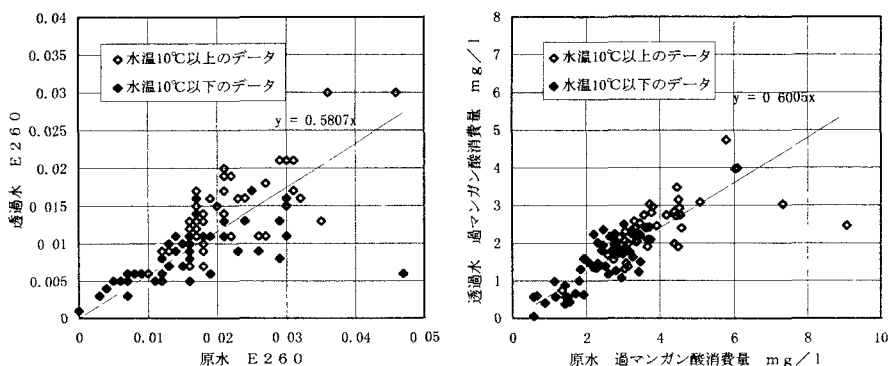
2. UF膜装置の運転状況

(1) 処理性

約2年間の運転期間の平均水質を示すと表2のとおりである。原水の濁度は平均1.03度であり、低濁度の原水である。透過水の濁度は平成6年10月下旬と12月下旬および平成7年12月中旬、平成8年1月上旬の計4回約0.05度のデータはあったが、それ以外はいずれも0.00であり高度な固液分離が安定して行なわれている。これに伴い、細菌類等も良好に除去される。有機物は過マンガン酸カリウム消費量でみると約37%の除去率を示した。また、TOCの除去率は懸濁性有機物濃度により変動し平均39%、原水DOCに対する除去率で見ると、約7%が除去される。溶解性着色有機成分の指標である紫外部吸光E260（1cm²l）の除去率は平均38.8%であり、DOCの除去率と比較すると比較的高い除去が行われており、溶解性有機物の内高分子の着色有機成分が効果的に除去されている事を示唆する。これら有機成分の原水と透過水の関係を示すと図2の通りである。透過水の過マンガン酸カリウム消費量、紫外部吸光度E260は原水濃度にほぼ比例している。また、低水温期と高水温期での処理性の差は観察されない。一般的に過マンガン酸カリウムでの有機物の酸化力は比較的低く、酸化対象の多くが溶解性有機物と考えられる。よって、原水の溶解性有機物の分子量分布はいずれの時期もほぼ同じであり、これら溶解性有機物のUF膜での除去比率が原水濃度に依存せずほぼ同じ率での除去が行われたと推測される。総鉄は原水平均濃度0.057mg/lに対し透過水の平均濃度は0.029mg/lであり約49%が除去される。また、総マンガンは原水平均0.011mg/lに対し透過水平均0.008mg/lであり除去率は約21%であった。

表 2 平均水質 平成6年9月～平成8年8月

		原 水			透 過 水			除去率 %
		平均	最小	最大	平均	最小	最大	
水温	℃	10.41	2.00	19.50	10.67	2.80	20.30	
pH		7.31	6.41	7.96	7.27	6.37	8.29	
濁度	度	1.03	0.23	6.91	0.00	0.00	0.05	99.9
色度	度	6.1	1.0	24.0	1.5	0.0	4.0	75.7
過マンガン酸消費量	mg/l	3.09	0.57	9.07	1.93	0.05	4.74	37.6
TOC	mg/l	1.52	0.39	5.60	0.93	0.25	5.20	39.1
DOC	mg/l	0.99	0.25	5.42				7.0
E220		0.063	0.030	0.141	0.051	0.022	0.132	19.6
E260		0.018	0.000	0.047	0.011	0.001	0.030	38.8
総鉄	mg/l	0.060	0.011	0.170	0.029	<0.003	0.090	51
総マンガン	mg/l	0.010	0.005	0.027	0.008	<0.002	0.024	24
蒸発残留物	mg/l	85	61	132	82	57	130	3.5
大腸菌群	個/100ml	121	8	500	0	0	1	100.0
一般細菌	個/ml	322	8	4000	1	0	5	99.8



(2) 運転状況

図 2 過マンガン酸カリウム消費量、E260の原水と透過水の関係

期間中の膜装置の運転状況を示すと図3のとおりである。水温はいずれの年も11月から翌年の5月までは10℃以下である。最低水温は平成6年に0.9℃を示した。運転方法としては、クロスフローとデッドエンドでの運転を行っている。運転期間中平成6年11月から平成8年5月までは20℃換算での膜フラックス K_{20} （下式参照）が約2～2.5m/dayになるように設定して運転を行っており、膜の処理能力の上限に近いフラックスでの運転である。この内、平成7年10月27日から11月19日までは、水の回収率を上げることを目的として逆洗排水のうち2/3を原水槽に戻すフローとして運転した。この期間の平均回収率は97%と高いが、後述するように膜ろ過圧が上がりやすく不安定な運転になる。また、平成8年6月以降は低水温期を考慮した膜フラックス1.5m/dayで運転を実施している。なお、原水が低濁度である事より、逆洗頻度は90分に1回を標準とした。

$$K_{20} = F \times U_{20} / U_t \times 100 / P$$

K_{20} : 膜透過係数 m/day at20℃、1kgf/cm² F : 膜フラックス m/day

U_{20} : 20℃の水粘性係数 U_t : 膜運転時水温の水粘性係数 P : 膜運転時の吸引圧 kgf/cm²

平成7年1月中旬よりのデッドエンド運転期間では、 K_{20} の減少は比較的早く1月中旬に約3.5m/dayの K_{20} は4月中旬に1m/dayとなり、 K_{20} の減少がクロスフロー運転に対し若干早いと考えられた。その後、5月下旬からクロスフロー運転とした。5月下旬の K_{20} は約3.5m/dayであるが8月下旬には約1.5m/dayとなり、8月下旬に次亜塩素酸（有効塩素10mg/l）とシュウ酸での比較的簡易な薬液洗浄を実施している。これにより膜透過係数は約5m/dayまで復帰した。その後 K_{20} は逆洗排水を返送するフローとした10月27日以降急激に減少し、

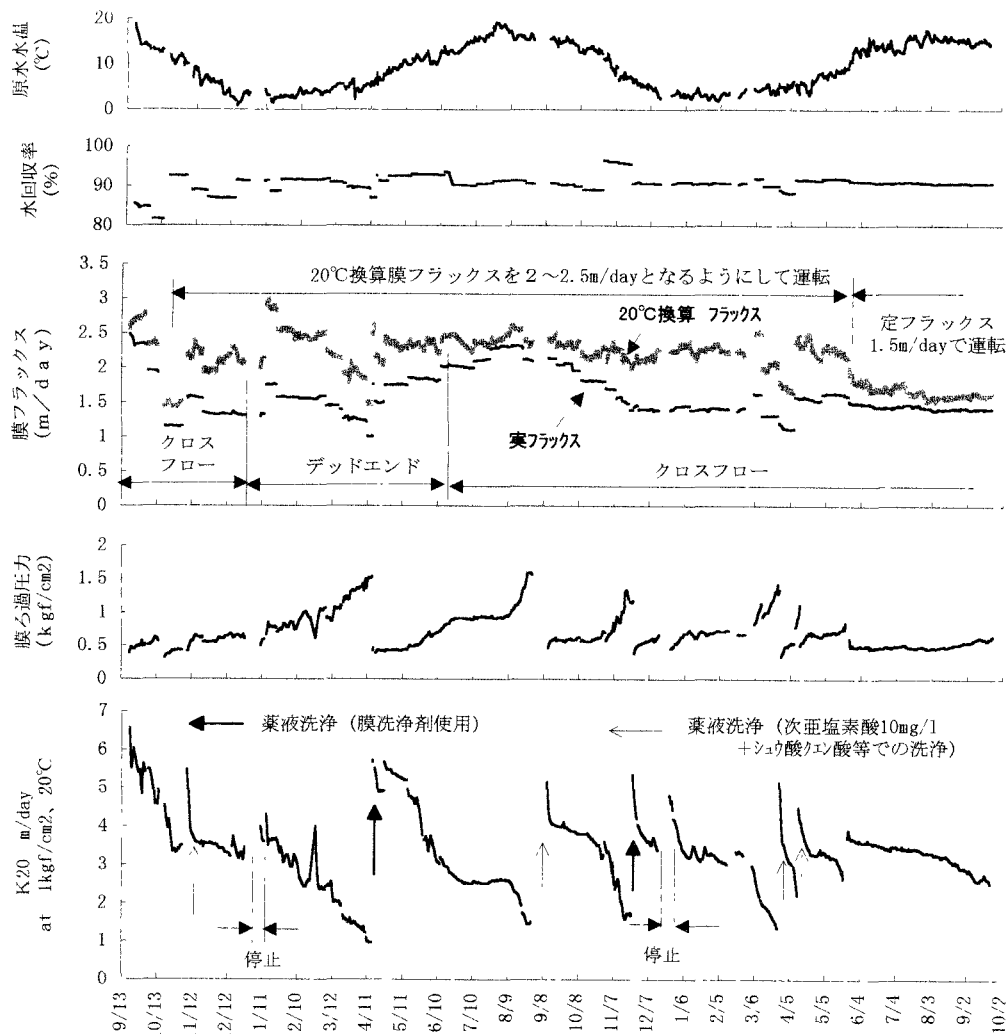


図 3 U F 膜装置 運転状況

11月20日に逆洗排水の返送は中止した。膜ろ過圧が上昇したのは、逆洗水中に残存する塩素により原水中のマンガン等が膜面で酸化され金属酸化物となり膜の閉塞の原因となった事による。11月23日に薬液洗浄（膜洗浄剤使用）を実施した。その後、比較的安定した運転を継続したが、3月以降膜圧力損失は急激に上昇し、平成8年3月下旬から5月中旬にかけて再度次亜塩素酸（有効塩素10mg/l）とクエン酸での簡易な薬液洗浄を実施している。数回の洗浄でK₂₀は充分回復している。平成8年6月以降の膜フラックスを1.5m/dayの運転では膜ろ過圧の上昇は緩やかであり、薬洗頻度は年間2回程度での運転が十分可能であると考えられた。なお、本実験期間中、屋外の原水取水配管の凍結で数回装置が停止しているが、停止後のK₂₀は何れも回復しており、膜停止時に膜面の付着成分が剥離しやすい状態になったものと推測される。

3. まとめ

約2ヶ年間の寒冷地での運転でU F 膜装置が良好な処理性と、安定した運転性を示す事が確認された。