

3) 膜損傷検知

膜損傷検知システムに求められる主目的のひとつは、クリプトリスポリジウムなどに代表される塩素耐性病原微生物に対するリスク管理である。これに対しては、「水道におけるクリプトリスポリジウム暫定対策指針」や水道法第 5 条に基づく水道施設の技術的基準を決める省令（平成 12 年度厚生省令第 15 号）が策定され、既存処理技術、膜ろ過システムともに現状の管理が行われている。

処理方式によるクリプトスポリジウムの除去指数を比較すると、凝集沈殿+砂ろ過で 2~3log、凝集砂ろ過で 2log、膜ろ過で 5~7log³⁾とされている。世界保健機関（WHO）の参考許容値としては、処理水中のクリプトスポリジウム（オーシスト）許容濃度は 10⁻³個/L 未満が必要とされている。原水中のオーシスト数は最大でも数個/L 程度であることを考えれば、膜ろ過が理論どおりの除去率を発揮すれば許容濃度を十分にクリアすることができる。

今回実施した一連の膜損傷（切断）試験を通じて、膜ろ過システムの高い微粒子除去能力を再確認することができた。しかしながら、上述の「暫定対策指針」に記載されている濁度 0.1 度以下を基準に膜ろ過システムの除去指数を考えると、原水が清澄な場合には除去指数そのものがかなり低くともリスクを充分回避できることも明らかとなった。

以上のことを十分に勘案しながら、膜ろ過設備には濁度計などによる間接法と圧力保持試験などによる直接法を併用し、実用上必要十分な膜損傷検知システムの採用が必要となる。

参考文献

- 1) 「水道維持管理指針」, p.594~643, 日本水道協会, 1998
- 2) United States Environmental Protection Agency, Low-pressure membrane filtration for pathogen removal: application, implementation, and regulatory issues. p.52, EPA report, April 2001
- 3) 「浄水技術ガイドライン」, p.25, (財)水道技術研究センター, 2000

6. 現在の膜ろ過施設の導入事例

6.1 国内の導入事例

国内導入事例は、2005年までで建設予定も含めて、442ヶ所に及ぶが、ここでは1日計画給水量1,000m³/日以上の下記の施設についての導入事例を挙げる。

章	設置場所	浄水場名	給水量 (m ³ /日)	稼働年月	原水 種別	膜種類(材質)
6.1.1	栃木県今市市	瀬尾浄水場	9,000	2001年 5月	表流水	UF膜(CA)
6.1.2	東京都羽村市	羽村市浄水場	27,500	2004年 3月	地下水	大孔径ろ過(PS)
6.1.3	埼玉県越生町	大満浄水場	4,000	1998年 5月	伏流水 湧水	UF膜(主系:PS) MF膜(回収系)
6.1.4	福岡県福岡市	海の中道奈多 海水淡水化 センター	50,000 (UF膜ろ過水 量:96,000)	2005年	海水	UF膜(RO膜の 前処理:PVDF)
6.1.5	島根県隠岐の島町	上里浄水場	1,121	2002年	ダム水	MF膜(CE浸漬)
6.1.6	北海道虻田町	月浦浄水場	4,000	2002年	河川水	MF膜(PE浸漬)
6.1.7	東京都日の出町	大久野浄水所	3,400	2002年	伏流水	MF膜(CE)
6.1.8	長崎県壱岐市	勝本ダム 浄水場	1,520	2000年 4月	ダム水	UF膜(CA)

材質 CA : 酢酸セルロース
 PS : ポリスルホン
 PVDF: ポリフッ化ビニリデン
 CE : セラミック
 PE : ポリエチレン

6. 1. 1 栃木県今市市瀬尾浄水場膜ろ過施設の概要

瀬尾浄水場は 1999 年度国庫補助事業高度浄水施設整備事業として国の採択を受け、2000 年 3 月から 2001 年 3 月まで約 1 年の建設工事を経て、2001 年 5 月より運用を開始している。

瀬尾浄水場建設計画は、急速ろ過方式により認可を得ていたが、近年の水道行政におけるクリプトスポリジウムによる集団感染などの諸問題を踏まえ、庁内に今市市浄水施設工法選定検討委員会を設置し、改めて浄水処理方式の検討を行った。その結果、水質の安全性をより追求するため、先進的な施設である膜利用型浄水処理方式の導入を決定した。

(1) 施設概要

図 6-1 に浄水処理設備フロー、写真 6-1 に浄水場全景、写真 6-2 に膜ろ過設備を示す。

原水 : 大谷川表流水
 計画浄水量 : 10,000m³/日 (将来計画 14,400m³/日)
 計画 1 日最大給水量 : 9,000m³/日 (将来計画 12,960m³/日)

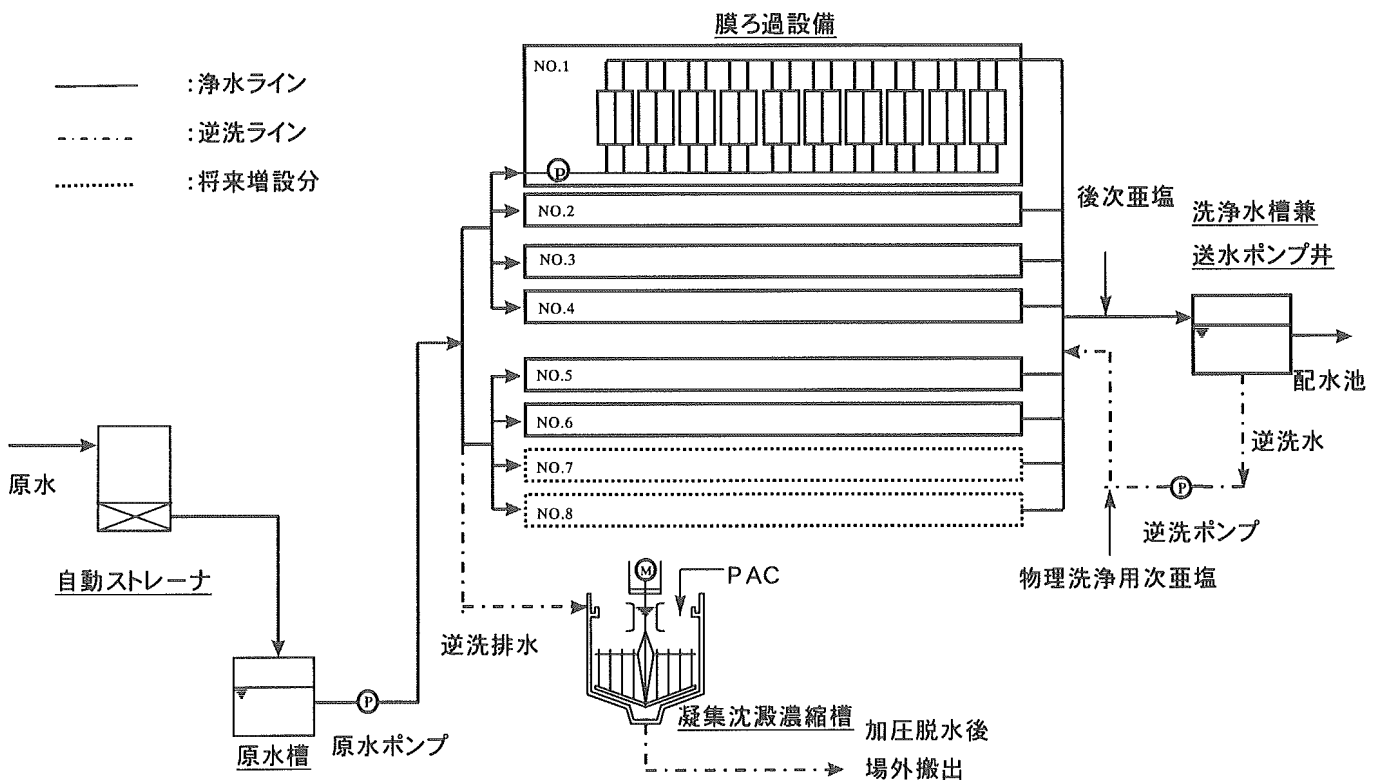


図 6-1 浄水処理設備フロー

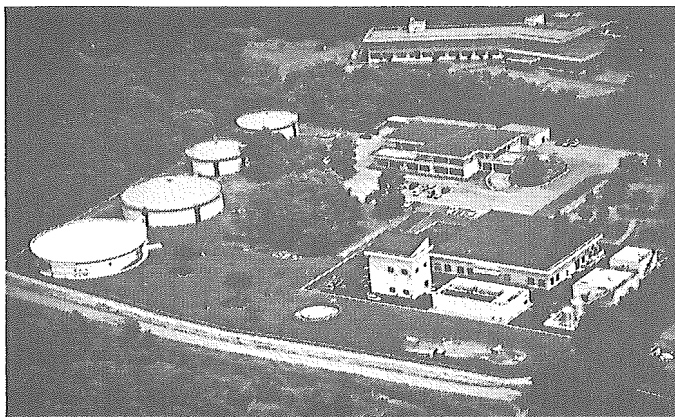


写真 6 - 1 浄水場全景

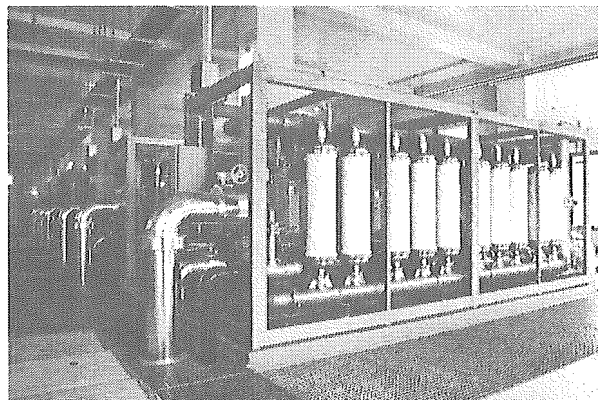


写真 6 - 2 膜ろ過設備

1) 浄水棟

構造 : RC造 平屋建
 規模 : $32\text{m}^{\text{W}} \times 40\text{m}^{\text{L}} \times 13.5\text{m}^{\text{H}}$
 建築面積 : $1,289\text{m}^2$
 構成 : 膜ろ過設備室・電気計装設備室・薬品洗浄設備室・会議室・
 水質監視計器室・塩素滅菌設備室・空気源設備室・事務室

2) 脱水機棟

構造 : RC造 2階建
 規模 : $10\text{m}^{\text{W}} \times 15\text{m}^{\text{L}} \times 16\text{m}^{\text{H}}$
 建築面積 : 152.7m^2
 延床面積 : 300m^2
 構成 : 1階 ケーキ搬出室、2階 脱水機室

3) 付帯設備

原水槽 : RC造 1式
 浄水槽 : RC造 1式
 薬液廃液槽 : FRP製 1式
 凝集濃縮槽 : RC造 1式
 配水池 : SS造 1式 (有効容量 $4,810\text{m}^3$)

4) 電気設備

動力変圧器容量 : 500kVA
 照明変圧器容量 : 30kVA

5) 膜ろ過設備

膜の種類 : UF膜 (限外ろ過膜)
 膜モジュール : ケーシング型
 通水方式 : 内圧式
 ろ過方式 : クロスフローろ過方式
 設定膜ろ過流速 : $1.7\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$
 膜ろ過設備・系列数 : $20\text{本}/\text{設備} \times 6\text{系列} (\text{将来} 8\text{系列}) = 120\text{本} (160\text{本})$
 計画回収率 : 90%

大谷川表流水は自動ストレーナをとおり原水槽へ送られる。自動ストレーナでは中空糸膜の破断や膜モジュール端面の目詰まりの原因となる夾雑物（木の葉、枝など）の除去を行う。

自動ストレーナで処理された原水は無薬注で膜ろ過される。膜モジュールには、膜の集積度が高く、取り扱いが容易で実績も多い中空糸ケーシング型を採用した。

膜ろ過の通水は定流量クロスフロー制御で行っている。膜ろ過により懸濁物質はもちろん塩素耐性原虫類であるクリプトスポリジウムも完全に除去され、従来方式以上に安全できれいな浄水が得られる。

浄水施設の運転に使用する薬品は次亜塩素酸ナトリウムのみであり、膜の物理洗浄と後塩素処理に使用している。

膜損傷対策として、膜ろ過水を精密濁度計で計測し、その測定値より膜損傷を検知し、膜損傷が生じた場合でも直ちに該当系列を停止できるシステムとしている。

大規模な膜ろ過施設であるため、膜の薬品洗浄はメーカーの薬品洗浄工場で行うオフライン洗浄より、現地で実施するオンライン洗浄のほうが安価に洗浄ができるため、薬品洗浄設備を付帯している。

本施設は処理水量 10,000m³/日を越えるため膜ろ過物理洗浄排水を処理する設備も付帯している。排水・汚泥処理では凝集濃縮槽を設け物理洗浄排水を濃縮した後、加圧脱水機で脱水を行う。凝集剤にはポリ塩化アルミニウムを使用している。

凝集濃縮槽上澄水は、チオ硫酸ナトリウムで残留塩素を消去した後、場内の親水池を経由して放流される。また、膜の薬品洗浄廃液も薬液廃液槽に一旦貯留して中和を行った後、排水・汚泥処理設備にて処理を行う。

(2) 施設稼働状況

表6-1に浄水施設の運転条件、運転状況を示す。

浄水施設、膜ろ過流束、回収率は配水量に応じて幅を保ち運用している。

表6-1 浄水施設の運転条件、運転状況

項目	初期計画値	現在までの運用値
原水濁度 度	平均 5	0.0~100
浄水濁度 度	0.1 未満	0.000~0.035
膜ろ過流束 m ³ /m ² ・日	1.7	0.93~1.7
ろ過水量 m ³ /日	10,000	6,000~10,000
逆洗間隔 分	60	60~80
逆洗時間 秒	60	60
物理洗浄排水残留塩素 mg/L	3.0	2.5
膜ろ過回収率 %	90	89~93
後塩素添加率 mg/L	0.3~1.0	0.41~0.89

表6-2に排水・汚泥処理施設の運転条件、運転状況を示す。

排水・汚泥処理施設 原水が清澄であるため、排水・汚泥処理設備の運用頻度は予定よりも低くなっている。

表6-2 排水・汚泥処理施設の運転条件、運転状況

項目	初期計画値	現在までの運用値
PAC添加率 mg/L	50	30
チオ硫酸ナトリウム添加率 mg/L	3.8	0.5~4.0
脱水機稼動頻度	3回/週	1回/12ヶ月
脱水機供給汚泥濃度 %	1	6~11
脱水ケーキ含水率 %	65以下	57

(3) 処理性能

表6-3に原水、浄水水質分析例を示す。

1) 原水水質

原水温度は夏季には15~20℃まで上昇し、冬季には10℃以下まで低下した。最高水温は21℃で9月に記録し、最低水温は7℃で1月に記録した。

原水濁度はほとんどの測定値で10度以下となっている。濁度が10度以上となったのは1年間で数日しかなく、日平均の最高濁度は70度であった。

2) 浄水水質

原水濁度の変動に影響されず、浄水濁度は常に0.1度未満であった。

表6-3 原水、浄水水質分析例

測定項目	原水	浄水	水道水質基準
pH	7.3	7.3	5.8~8.6
濁度 (度)	1.1	0.1 未満	0.1 未満 (暫定指針)
色度 (度)	2	1 未満	5 以下
有機物等 (mg/L)	1.0	0.3	10 以下
硬度 (mg/L)	34	33	300 以下
鉄 (mg/L)	0.03	0.03 未満	0.3 以下
マンガン (mg/L)	0.005 未満	0.005 未満	0.05 以下
一般細菌 (個/mL)	300 以上	0	100 以下
大腸菌群	検出	検出せず	検出されないこと

(4) 維持管理・その他

1) 運転管理人員 : 平日昼間 1 名 (管理委託)、その他は無人遠隔監視

2) 建設費 : 土木建築工事 (取水ポンプ場、配水池築造含む)

1,540,444,500 円

機械設備工事 (膜ろ過設備、脱水機など)

1,386,000,000 円

電気設備工事 (中央監視設備など)

668,850,000 円

施工管理委託

25,200,000 円

総事業費計

3,620,494,500 円

3) 薬品使用量

当浄水場で使用している薬品は、後塩素処理と膜物理洗浄用に使用する次亜塩素酸ナトリウム、物理洗浄排水凝集用のポリ塩化アルミニウム、凝集沈澱濃縮槽からの上澄水の残留塩素を消去するチオ硫酸ナトリウムの 3 薬品である。各薬品の使用量は計画値と同等か、または下回っており (表 6-1, 表 6-2)、浄水量あたりの薬品費用は平均で 0.33 円/m³ となっている。

4) 使用電力量

現在までの浄水量あたりの使用電力量は平均で 0.19kWh/m³ となっている。消費電力には、空調、照明、排水処理も含んでいる。

凝集沈澱砂ろ過を採用している同規模の浄水場において使用電力量が 0.25kWh/m³ 程度との情報もあり、コスト削減に向けて太陽光発電設備の効果が見られている。

6. 1. 2 東京都羽村市浄水場膜ろ過設備の概要

東京都羽村市浄水場（写真6-3）は、最大処理水量30,000m³/日の膜ろ過設備を有する浄水処理施設である。

羽村市では以前、3個所の浅井戸から取水した原水を塩素消毒するのみで給水していた。しかし1996年、国内でクリプトスポリジウムによる集団感染が発生したことを受け、より安全な水道水を供給することが急務となったことから、膜ろ過方式が採用された。さらに、ろ過に際して動力を必要としないことや、建設費や維持管理費の経済性が評価され、本方式が選定された。

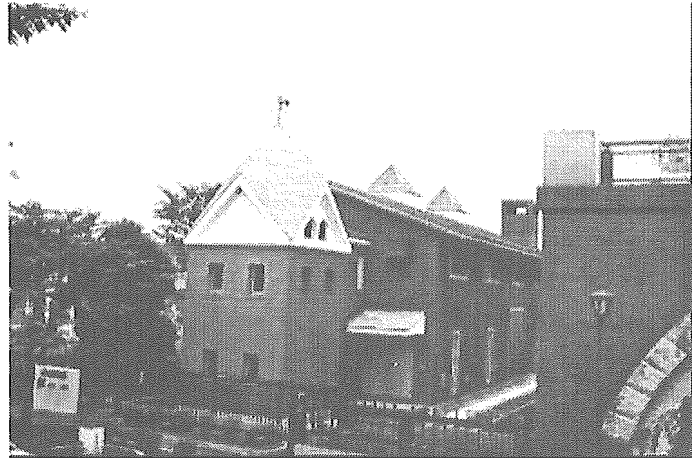


写真6-3 羽村市浄水場

(1) 施設概要

図6-2に浄水処理設備フロー、写真6-4に膜ろ過設備を、表6-4に施設の概要を、表6-5に主要機器仕様をそれぞれ示す。

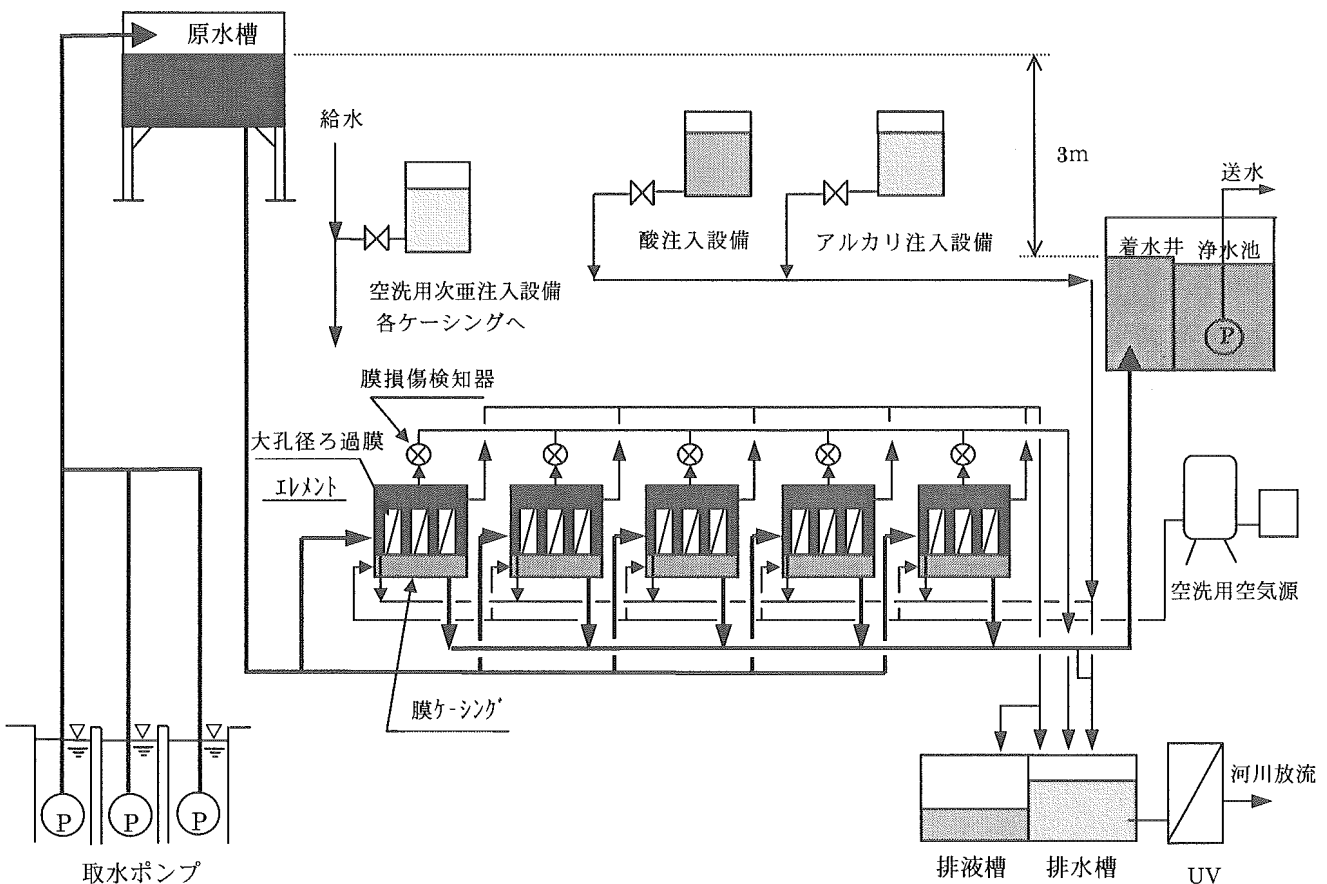


図6-2 浄水処理設備フロー

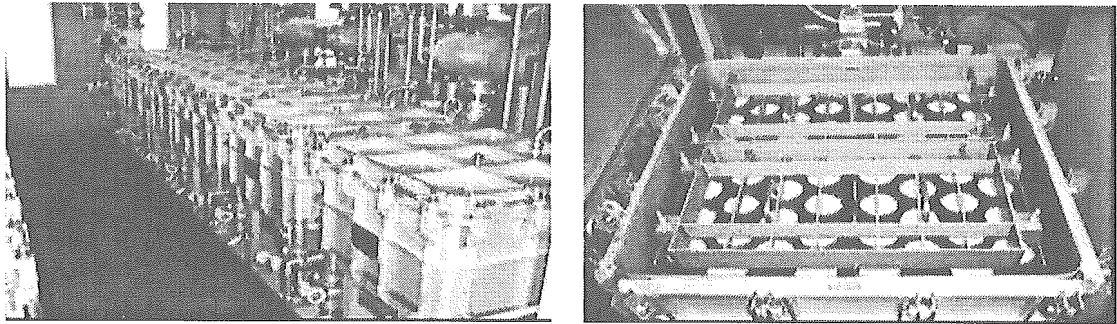


写真6-4 膜ろ過設備（左）とケーシング内部（右）

表6-4 施設概要

施設概要	
浄水場名	羽村市浄水場
最大処理量	30,000 m ³ /日
稼動開始年月	2004年3月
取水源	浅井戸
前処理設備	特になし
膜および膜エレメント仕様	
膜種類	外圧式中空糸大孔径ろ過膜
膜材質	親水性ポリスルホン
公称孔径	2.0 μm
膜面積	2m ² /1 エレメント
中空糸径	内径 0.75mm、外径 1.25mm
中空糸長	300 mm
膜ろ過設備仕様	
設置方式	ケーシング型
系列数	18 系列
設備数	5設備/1 系列
膜エレメント数	56 エレメント/1 設備
設計条件	
ろ過方式	全量ろ過
膜給水方式	水位差利用方式
膜ろ過流速	3.0 m ³ /m ² ・日 (30,000 m ³ /日として)
物理洗浄方法	空気逆洗
洗浄頻度	ろ過工程 40分毎に1回
回収率	約 95%
洗浄排水処理	紫外線照射処理および脱塩素処理後、河川放流
薬品洗浄方法	オンライン洗浄
膜損傷対策	1日1回、エアリークテストにより検知

表 6 - 5 主要機器の仕様

設備名称		機器名称	仕 様
原水設備		取水ポンプ（既設）	第1水源（3台）、第2水源（4台）、第3水源（3台）
		原水槽	300m ³ 、ステンレス製
膜ろ過設備		大孔径ろ過膜エレメント	材 質：親水性ポリスルホン ろ過面積：2m ² /1エレメント 総設置数：5,040本(56本×90ケーシング)
		ケーシング	材 質：ステンレス製 設置数量：90台（5台/系列×18系列） 56エレメント/ケーシング
排水設備		排水ポンプ	形 式：水中渦巻型 容 量：900L/分×2台
		紫外線照射装置	低水圧用外照式流水型×1台
水質計器	原水	原水濁度計	レーザ透過/散乱光式
	浄水	浄水濁度計	レーザ透過/散乱光式
	排水	排水残塩計	ポーラログラフ式
		排水COD計	紫外線吸光光度計
		全窒素・全リン計	モリブデン青吸光/紫外線吸光光度法
薬品設備	空洗用次亜塩素酸 ナトリウム注入設備	形 式：ポリエチレンタンク 容 量：50L×2槽	
	酸注入設備	形 式：ポリエチレンタンク 容 量：3m ³ ×1槽	
	アルカリ注入設備	形 式：ポリエチレンタンク 容 量：3m ³ ×1槽	
空気源設備	空気洗浄用コンプレッサ	形 式：無給油式低騒音型 容 量：エアタンク5m ³ ×4槽	
	計装用コンプレッサ	形 式：無給油式低騒音型 容 量：エアタンク0.7m ³ ×1槽	
浄水設備		浄水池（既設）	容 量：1,520m ³

1) 膜ろ過設備

本設備は既設浄水場に隣接する土地に新たに建設され、既設の「取水ポンプ→着水井→浄水池（次亜塩素酸ナトリウム注入）」という処理フローを「取水ポンプ→原水槽→膜ろ過設備→着水井→浄水池（次亜塩素酸ナトリウム注入）」へと変更したものである。

大孔径ろ過膜は通水性能が高く、場内の水位差を利用してろ過を行うことが可能である。このため本設備も、膜への原水供給にポンプを使用していない。

3箇所の水源の総取水流量に応じて運転系列数を制御し、総取水流量を運転系列数で除した値を各系列のろ過流量としている。さらに、各系列の運転時間が均一となるような運転サイクルとすることで、運転の安定化を図り、系列毎の負荷の偏りをなくしている。

2) 膜損傷検知

膜損傷検知は、定期的に膜エレメント二次側からバブルポイント以下の空気で加圧し、リークする気泡を検知する直接法を採用した。具体的には、毎日定時刻に1系列毎に実施し、万一の損傷の際には、損傷部からリークする気泡を膜ろ過ケーシング上部に設けた光センサーが検知し、自動的に当該系列が停止する。

3) 排水設備

本設備では、通常ろ過工程40分毎に空気逆洗を行っている。その排水は、排水槽に貯留された後、河川へ放流される。

洗浄排水中にクリプトスポリジウムなどの塩素耐性原虫類が存在する場合を考慮し、これらを不活化させるために、排水管路途中に紫外線照射装置を設置している(写真6-5)。

また、空洗時に次亜塩素酸ナトリウムを注入するため、残留塩素の除去剤として排水槽にチオ硫酸ナトリウムを注入し、中和させる。排水水質については、COD、全リン、全窒素、残留塩素の水質を計測・監視し、自然環境に悪影響をおよぼすことのないよう取り組んでいる。

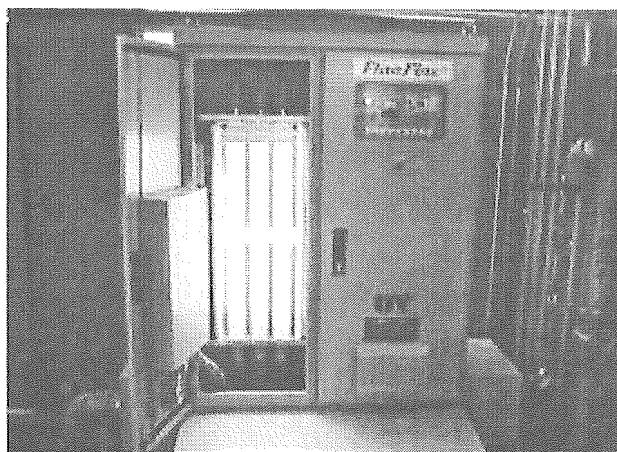


写真6-5 紫外線照射装置

4) 薬品洗浄設備

本施設は、オンライン洗浄設備を付帯しており、薬品洗浄時には、酸薬液洗浄とアルカリ薬液洗浄を実施する(写真6-6)。薬液は、酸薬液としてクエン酸溶液を、アルカリ薬液として水酸化ナトリウムと次亜塩素酸ナトリウムの混合溶液を用いる。

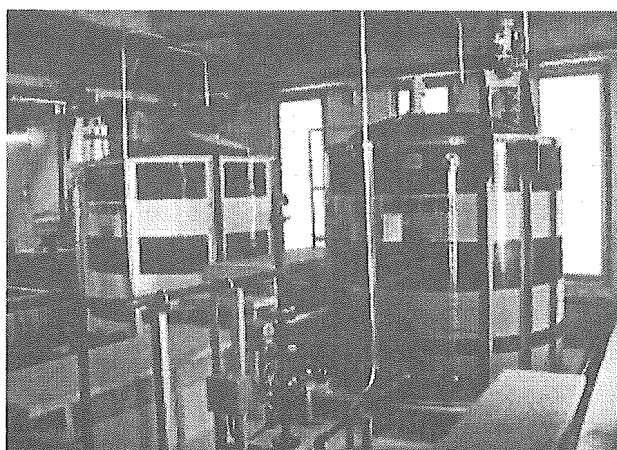


写真6-6 薬品洗浄設備

(2) 処理性能

膜差圧の経日変化を図6-3に、ろ過水の水質測定結果を表6-6にそれぞれ示す。

現在、施設の稼働から約6ヶ月が経過したが、膜差圧の上昇は認められず、安定に推移している。ろ過水質に関しても、良好な水質が得られている。

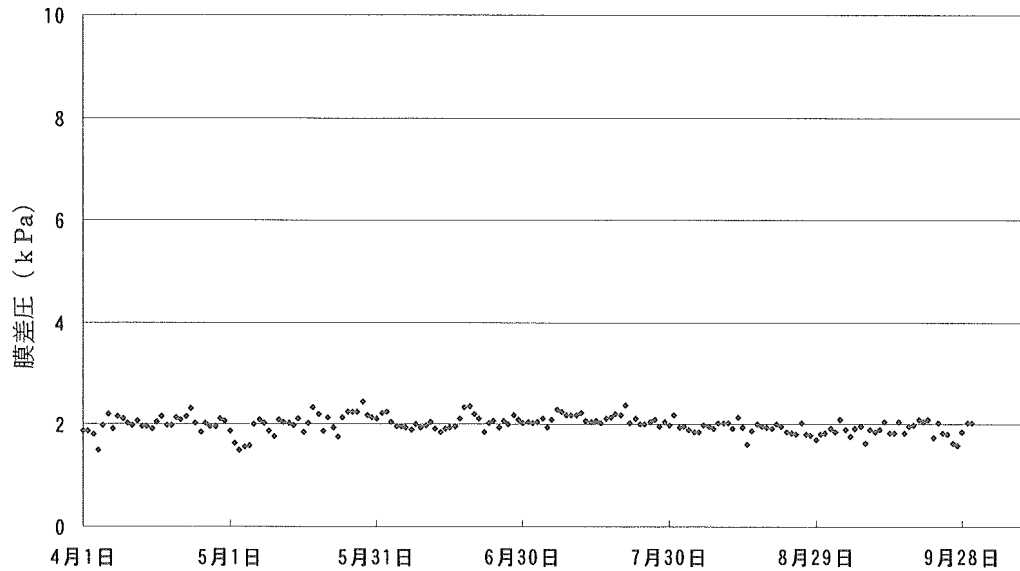


図6-3 膜差圧の経日変化

表6-6 ろ過水水質測定結果

項目	測定結果	基準値
濁度(度)	0.015	< 2
色度(度)	< 1	< 5
pH(-)	7.3	5.8~8.6
過マンガン酸カリウム消費量(mg/L)	0.2	< 10
鉄(mg/L)	< 0.03	< 0.3
マンガン(mg/L)	< 0.005	< 0.05
一般細菌(-)	不検出	< 100
大腸菌群(-)	不検出	不検出

(3) 維持管理・その他

1) 運転管理人

運転管理は、無人施設のため中央操作室からの遠方監視制御で管理している。

2) 建設費

本膜ろ過設備の設置を中心とした高度浄水施設整備事業のうち、膜ろ過設備の建設費は963,000,000円であった。表6-7に各工事費の内訳を示す。

表6-7 高度浄水施設整備事業費内訳

事業名	膜ろ過浄水施設 (機械・制御設備)	膜ろ過棟築造	中央監視設備	外構工事	場内配管工事
事業費(円)	963,000,000	288,645,000	112,350,000	38,850,000	138,600,000

3) 薬品使用量

通常運転時 (運転実績より処理水量30,000 m³/日あたりに換算した値。)

次亜塩素酸ナトリウム : 約60L/月 (滅菌用薬品は別途)

チオ硫酸ナトリウム : 約3kg/月

薬品洗浄時

膜差圧および膜エレメントの外観を解析した結果、2004年11月現在、膜エレメントに変化がみられないため実施していない。

6. 1. 3 埼玉県越生町大満浄水場膜ろ過施設の概要

埼玉県越生町では 1996 年 6 月、水道水由来のクリプトスポリジウムによる罹患事故が発生、対策として膜ろ過施設を導入した。水回収率が高く、水道料金への影響が少ない低維持管理費の施設で、かつ早期運転開始を主眼とし設備の検討が行われ、既設凝集沈澱砂ろ過施設はそのまま用い、その後に膜ろ過施設を付加するフローが採用された。

上水道における高度浄水施設整備費膜ろ過施設国庫補助金事業の適用を受け 1998 年 5 月、4,000 m³/日の膜ろ過施設の供用が開始された。

(1) 施設概要

表 6-8 に施設概要、図 6-4 に浄水処理設備フローを示す。膜ろ過施設平面配置図を図 6-5 に、膜ろ過施設全景と膜ろ過設備を写真 6-7、写真 6-8 に示す。河川伏流水と湧水を原水とし、共に PAC および前塩素による凝集沈澱後に約 4:1 の割合でブレンドし急速ろ過処理される。その後、膜ろ過により塩素耐性原虫類をはじめ懸濁物質を除去し浄水としている。

1) 前処理設備

既設凝集沈澱急速ろ過施設をそのまま用い、凝集剤(PAC)注入率は原水濁度に応じ増減している。急速ろ過逆洗水は沈澱分離後に着水井に返送される。

2) 膜ろ過設備

膜モジュールは耐薬品性、素材強度が高いポリスルホン膜を採用している。また、主系統 UF 膜の物理洗浄排水を MF 膜で浄水として回収している。UF 膜ろ過量の約 5%に当たる物理洗浄排水を 80%回収し、膜ろ過施設全体として 99%の回収率が得られる設計である。

表 6-9 には現状の運用値を示す。膜差圧が安定なことから物理洗浄間隔を延ばし、回収率を 99.8%以上に高めている。

3) 薬品洗浄設備

硫酸、水酸化ナトリウムおよび次亜塩素酸ナトリウム混合液、クエン酸の薬品溶解槽および送液ポンプを備えている。排液処理として中和設備および生物処理設備を備え排水処理も含めたオンサイトでの薬品洗浄が可能である。薬品洗浄は他系列を稼働したまま、膜ろ過設備毎に手動操作で行う。

4) 排水処理

凝集沈澱引抜き汚泥は濃縮槽で濃縮した後、天日乾燥床で乾燥し産廃処理される。MF 膜で濃縮された逆洗排水は重亜硫酸ナトリウムで残留塩素を中和後、河川に放流される。

表6-8 施設の概要

事業体	埼玉県入間郡越生町	
浄水場	大満浄水場	
最大給水量	4,000 m ³ /日	
稼動開始年	1998年5月1日	
取水源	越辺川伏流水、湧水	
浄水設備		
前処理	型式	凝集沈澱急速ろ過設備
	薬品注入量	ポリ塩化アルミニウム 通常20mg/L
	塩素注入量	通常1mg/L
膜および膜モジュール仕様		
	膜種類	限外ろ過膜(UF膜)
	膜形式	内圧中空糸
	膜材質	ポリスルホン
	公称孔径	13,000
	中空糸径	1.15mm(内径)/1.9mm(外径)
	モジュール型式	ケーシング型
	モジュール膜面積	23 m ²
	モジュール寸法	φ165mm×長さ2,180mm
	モジュール数量	100本
	許容膜差圧	300 kPa
膜ろ過設備仕様		
	モジュール本数	25本/設備
	付帯設備	循環ポンプ、逆洗ポンプ、空洗ブロー、空気作動弁、電磁流量計、精密濁度計など
	数量	4設備(その他回収用MF膜ろ過1設備)
設計条件		
	ろ過方式	クロスフローろ過
	駆動圧力方式	ポンプ加圧方式
	運転制御	インバーター制御による定流量制御
	膜ろ過流束	1.8 m ³ /m ² ・日
	洗浄方法	膜ろ過水による逆圧水洗浄と空洗
	洗浄頻度	20分～100分に1回
	逆洗時間	75秒
	空洗頻度	20分～100分に1回
	空洗時間	5秒
	回収率	99%
	物理洗浄排水処理	MF膜で浄水として回収後、重亜硫酸ナトリウムで中和放流
	薬品洗浄方法	オンライン洗浄
	膜損傷対策	膜ろ過設備毎に膜ろ過水を精密濁度計(0.0001～2度)で測定

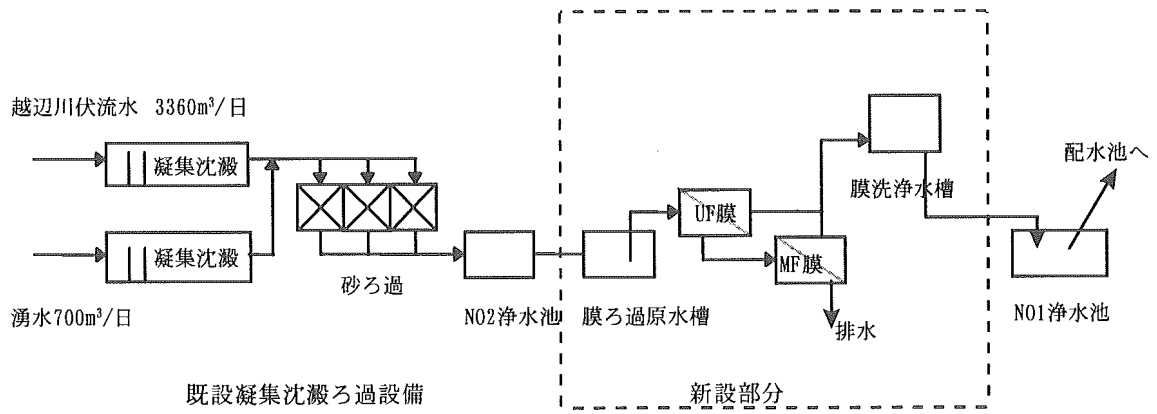


図6-4 浄水処理設備フロー



写真6-7 越生町膜ろ過施設全景

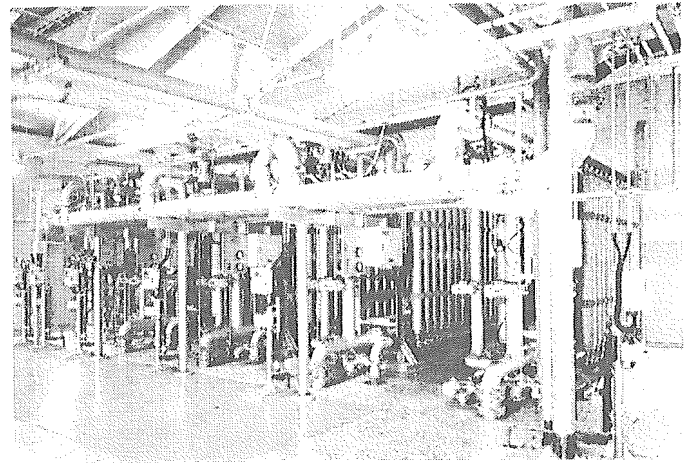


写真6-8 膜ろ過設備

表6-9 現状運用値

項目	運用値
膜ろ過水濁度	0.01度以下（積分球濁度計下限値）
系統別回収率	主系 95.9%、回収系 96.4%
全体回収率	99.8%～99.9%
物理洗浄	120分に一回（塩素添加 2mg/L）
簡易洗浄	1週間に一回（塩素添加無し）
塩素処理	前塩素、逆洗水塩素添加併用

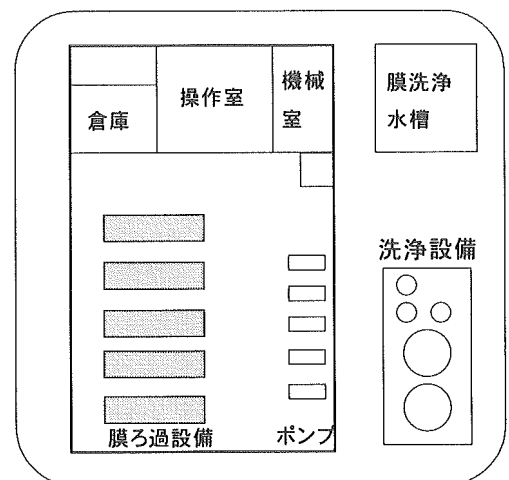


図6-5 施設平面配置図

(2) 処理性能

1) 水質

表6-10に原水および処理工程毎の水質を示す。伏流水は梅雨、台風などの大水時に濁度が200~300度程度に上昇する。湧水は四季を通して水質は安定しており濁度、有機物はほとんど含まれていないものの鉄、マンガンが検出されている。凝集沈澱、急速砂ろ過によって濁度0.01度、鉄0.04 mg/L、マンガン0.005 mg/L以下に処理され、膜ろ過水の濁度はオンラインレーザ散乱光濁度計で0.0001度が得られている。

表6-10 水種毎の水質

(1998年4月27日~1999年3月12日 n=28、()内は最大値)

分析項目		河川水	湧水	砂ろ過水	膜ろ過水
pH	[-]	7.6 (7.9)	8.1 (8.2)	7.4 (7.7)	7.5 (7.7)
濁度	[度]	2.26*1 (23.3)	0.06*1 (0.13)	0.01*1 (0.05)	0.0001*2 (0.0003)
色度	[度]	4.0 (29.3)	0.4 (0.9)	0.1 (0.3)	0.1 (0.2)
KMnO ₄ 消費量	[mg/L]	1.9 (2.9)	1.0 (1.1)	1.1 (1.4)	1.06 (1.3)
全鉄	[mg/L]	0.07 (0.17)	0.08 (0.34)	0.04 (0.09)	0.04 (0.09)
マンガン	[mg/L]	0.005>	0.048 (0.120)	0.005>	0.005>

*1 積分球式濁度計

*2 レーザ散乱光濁度計

2) 膜差圧

図6-6に1996年から2003年のUF膜の温度補正膜差圧と水温の推移を示す。通水開始直後10~20 kPaであった膜差圧は低水温期(2月~5月)に若干上昇の傾向が見られるが、前年同月と比較するとほぼ同10 kPa/年程度の上昇となっている。2002年4月にオンライン薬品洗浄を実施し、膜差圧は通水初期の値まで低下した。

3) 維持管理費

図6-7に電力消費量実績を示す。膜ろ過施設部分の計画値0.33 kWh/m³に対し当初実績は排水処理、照明、空調を含め0.185 kWh/m³であった。その後、膜差圧が安定であることから循環ポンプを停止した結果、電力消費量はおよそ0.08 kWh/m³まで低減された。

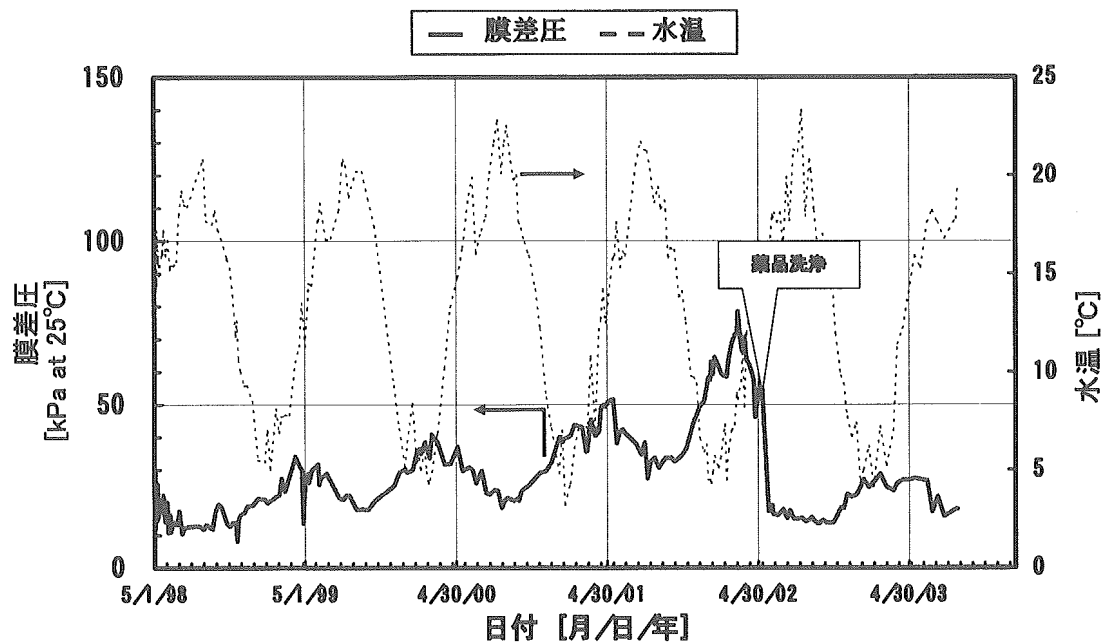


図 6 - 6 膜差圧と水温の推移

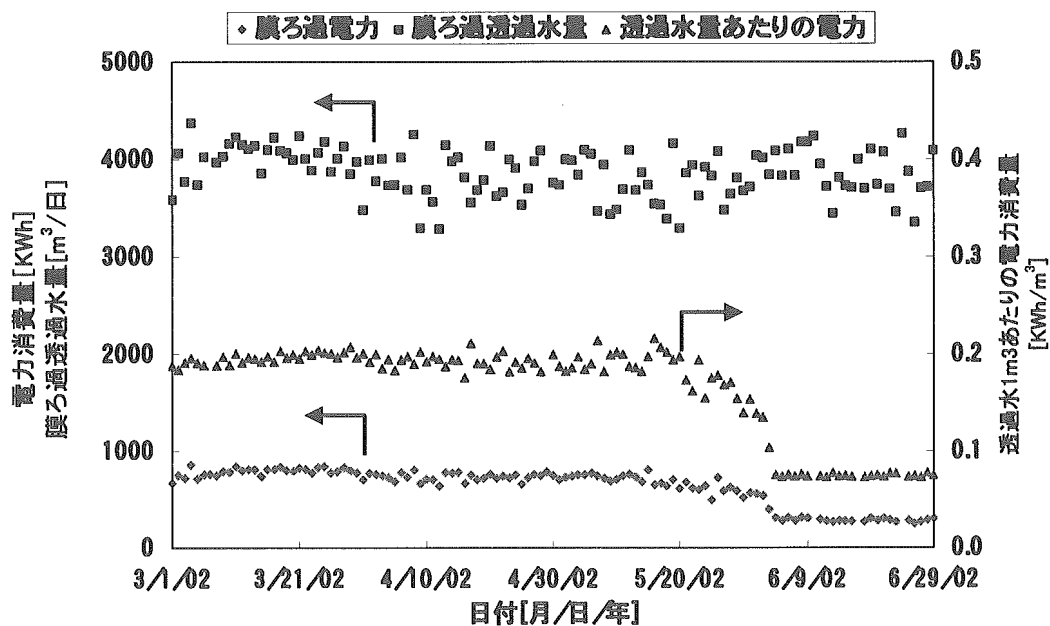


図 6 - 7 透過水量と電力消費量推移

参考文献：

- ・ 長島和十ら、「クリプトスポリジウム対策：越生町での大規模膜ろ過施設運転実績」、第50回全国水道研究発表会要旨集、社団法人日本水道協会、1999
- ・ 松溪直樹、「埼玉県越生町の膜ろ過施設実施例」、ニューメンブレンテクノロジーシンポジウム2000 講演集、社団法人日本能率協会、2000
- ・ 松溪直樹、「越生町浄水場におけるクリプトスポリジウム対策」、環境浄化技術、Vol.2、No.10、2003

6. 1. 4 福岡県海の中道奈多海水淡水化センター膜ろ過施設の概要

福岡都市圏は第1級河川などの大きな水系に恵まれないなどの地勢的な問題もあり、過去に幾度かの渇水に見舞われてきた。そこで需要に応じた水資源の開発の必要性があり、福岡地区水道企業団は、逆浸透法海水淡水化施設を採用することにした。この施設は「低コスト」・「高信頼性」を目標に、回収率約60%（海淡部分）で日量50,000m³、加えておいしい水として親しんでもらうため生産水の水質は蒸発残留物200mg/L以下を満足することとした。また、ほう素に関しては生産水で1.5mg/L以下、陸水と混合後、1.0mg/L以下で供給することとした。

「低コスト」のために海水淡水化システムにおいて高回収率運転を目標とした。高回収率運転により供給海水量と濃縮海水量が低減でき、前処理の量が減り、電力消費量も低減できる。「高信頼性」のために高圧RO膜の透過水の一部を低圧RO膜で更に処理した透過水と混ぜることで良好な生産水を供給するシステムとした。このシステム実現には低濁度の海水を安定して逆浸透膜に供給することが不可欠なため本システムの取水・前処理システムとして「浸透海水取水」+「UF膜」を大型実用設備として世界で初めて採用した。

(1) 施設概要

本施設は、博多湾北部を外海から遮るように福岡市東部から志賀島と続く半島部の海の中道に建設されており（図6-8）、取水・前処理（UF膜）・海水淡水化（低圧RO膜による後処理を含む）・放流の各設備で構成されている。（表6-11）

取水は浸透取水方式を採用しており、博多湾の外から海底砂層を通して取水する。

前処理設備にはUF膜を使用し、濁質成分の除去を無薬注で行なう。海水淡水化設備は回収率約60%の高圧1段方式および水質向上のための低圧RO膜設備を組み合わせることで生産水の水質を蒸発残留物200mg/L以下とし、良質な水の供給を実現する。生産水は浄水混合施設で浄水と混合された後、福岡市東部地域と構成団体の東部地域へ送水される。濃縮海水は、放流混合施設で下水処理水と混合し塩分濃度を下げて博多湾内に放流する。

建屋のプラント部分は平屋、管理棟部分は2階建てとなっており、主要設備は平面配置となっている。また、膜ろ過設備の周囲は車両が通行可能な鋼製床を巡らし維持管理性を重視した配置としている。（図6-9）

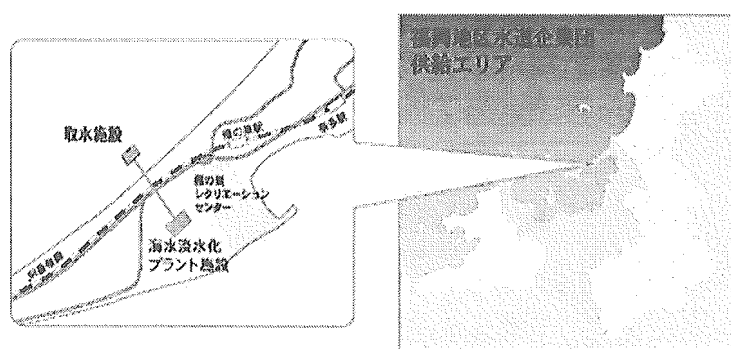


図6-8 施設所在地

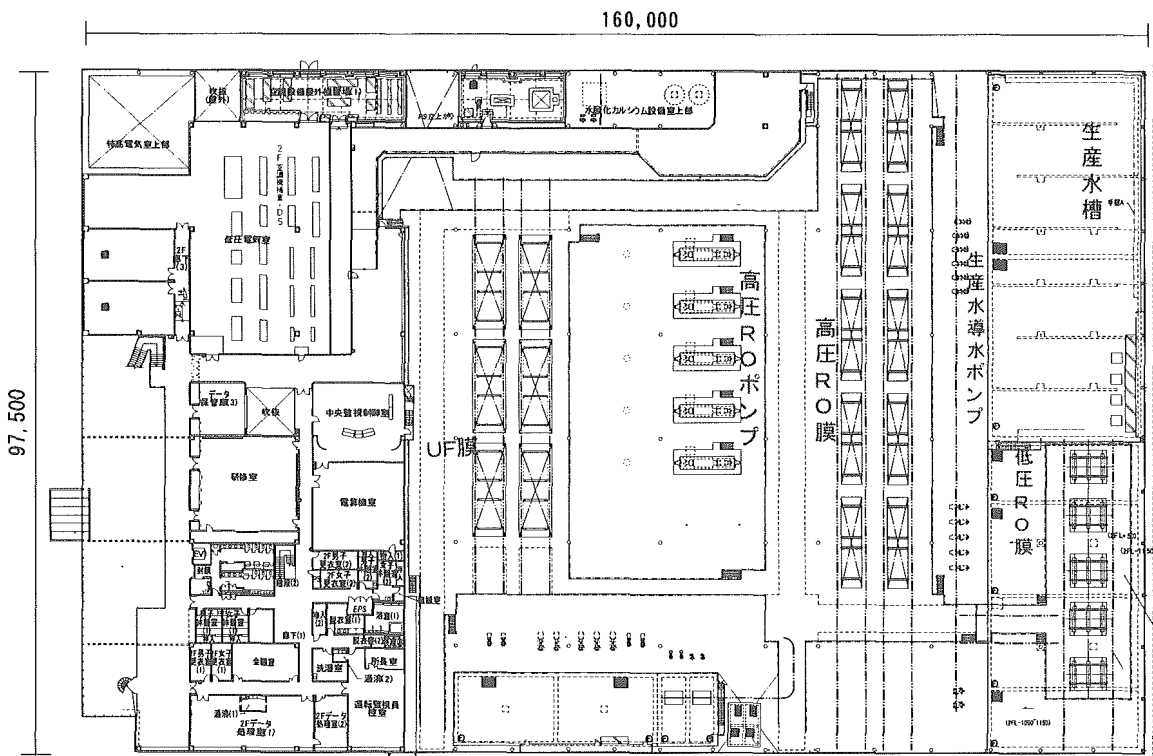


図6-9 プラント平面図

地上部分の建物は、軽量化と強度に重点を置き、地震に強い構造にすると共に、周辺環境との調和を考慮した外観デザインにしており、見学者用に2階にプラント棟内部が見学できる見学用通路、1階に展示施設を設けている。

以下に施設の諸元と浄水処理設備フロー（図6-10）を示す。

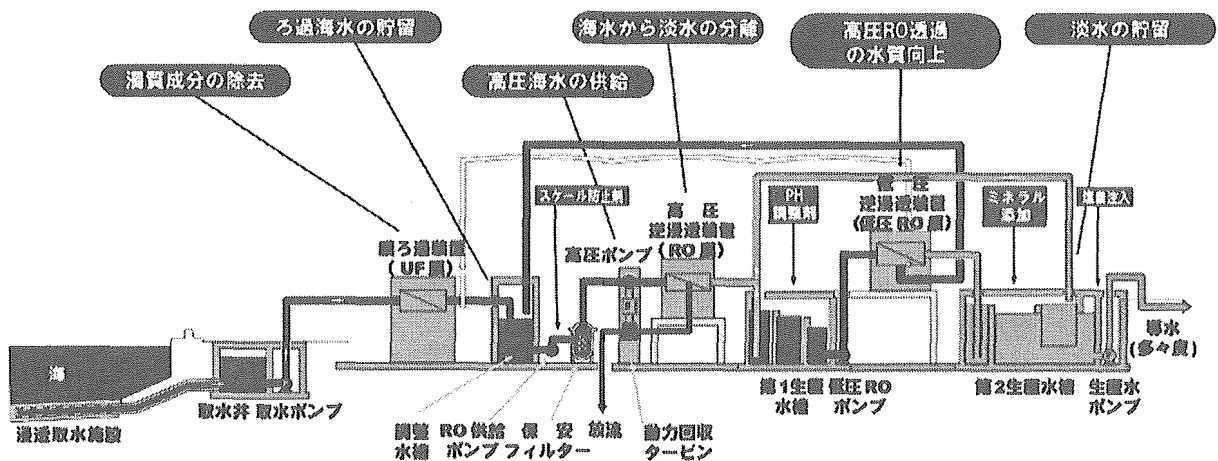


図6-10 浄水処理設備フロー