

(3) 施設の概要

表 6 - 3 7 施設概要

事業体	ルアン市	
浄水場	ルアン浄水場	
最大給水量	24,000 m ³ /日	
稼働開始年	2001年	
取水源	ロベック地下水・湧水	
浄水設備		
前処理	型式	ディスク型ストレーナ 200 μm
膜ろ過設備	膜および膜モジュール仕様	
	膜種類	限外ろ過膜 (UF 膜)
	膜型式	内圧式中空糸
	膜材質	酢酸セルロース系
	分画分子量	100,000
	中空糸径	0.9 mm
	モジュール型式	ケーシング型
	モジュール膜面積	125m ²
	モジュール寸法	φ 450mm×長 1,300mm
モジュール数量	96 本	
膜ろ過設備仕様		
	モジュール本数	24 本/系列
	付帯設備	循環ポンプ, 空気作動弁, 濁度計など
	数量	4 系列
設計条件		
	ろ過方式	全量ろ過・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	定流量制御
	膜ろ過流束	2~3.6 m ³ /m ² ・日
	洗浄方法	膜ろ過水による逆圧水洗浄 (逆洗水に次亜塩素酸ソーダを残留塩素で 5mg/L 程度注入)
	洗浄頻度	60 分に 1 回
	逆洗時間	45 秒
	回収率	95 %
	逆洗排水処理	なし (下水道へ)
	薬品洗浄方法	オンライン洗浄

(4) 処理性能

2001年にスタートしたこの浄水場は、パイロットプラントの結果に基づき運転されており、原水水質が良好な期間（1年のうち10ヶ月以上）では膜ろ過流束は $3.6\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ であった。原水の濁度がピークとなった時（数時間の間 100NTUまで上昇）、流束は $2.9\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ まで減少した。

表6-38と、図6-36にパイロットテスト時の原水水質と処理性能を示す。

表6-38 パイロットテスト時の主な原水水質

		乾季	雨季
温度	°C	11	11
pH		7.1	7.1
カルシウム硬度	mg/L	280	280
	as CaCO_3		
総硬度	mg/L	300	300
	as CaCO_3		
濁度	NTU	0.5-0.6	12 (up to 100)
TOC	mg/L as C	< 1	1.2 (up to 5.9)
糞便連鎖状球菌	CFU/ml	< 3	460

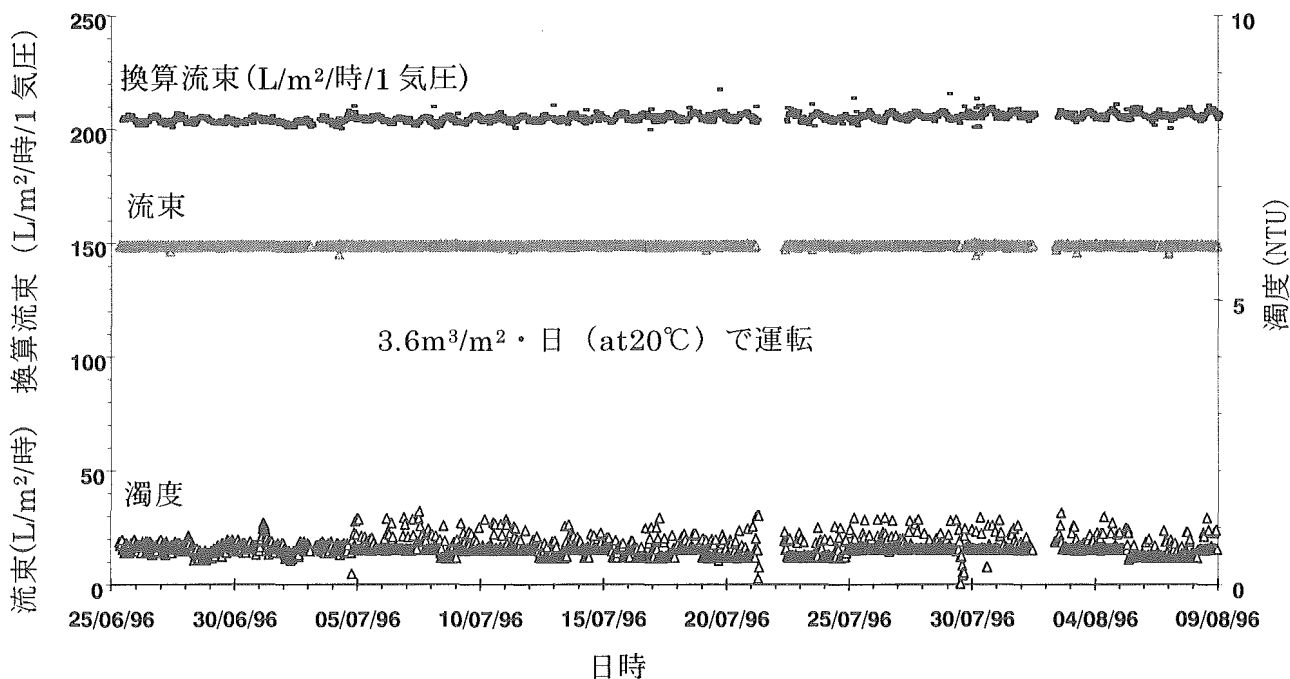


図6-36 パイロットプラントでのテスト結果

6. 2. 9 ミネアポリス市・コロンビア高区浄水場（アメリカ）膜ろ過施設の概要 (Columbia Heights Filtration Plant, Minneapolis Water Works)

ミネアポリス市は、アメリカ先住民のコタ族の言葉で“水”を意味する『ミネ』と、ギリシャ語の“都”を意味する『ポリス』に由来する。アメリカ・ミネソタ州の商業都市であり、州都セントポール市を挟んで兩岸に位置し、「ツインシティー」と呼ばれる人口約 37 万人の都市である。MLB・ミネソタツインズが本拠地を置く都市としても有名であり、エア式ドーム球場『メトロドーム』が設置されている。

夏期の平均気温は 23℃に対し、冬期は-11℃と寒暖の差が激しいこの地域に構築されたミネアポリス市の水道施設は、1867 年に消防用、1872 年に飲料水用として確立された。現在では、ミシシッピ川を水源として、ミネアポリス市と周辺住民 50 万人以上に水道水を供給している。

1913 年に建設され老朽化した浄水場の更新とクリプトスポリジウム対策とし、2005 年 4 月の稼動を予定する世界最大級 70MGD（265,000m³/日）を誇る UF 膜ろ過施設であるコロンビア高区浄水場について以下に示す。

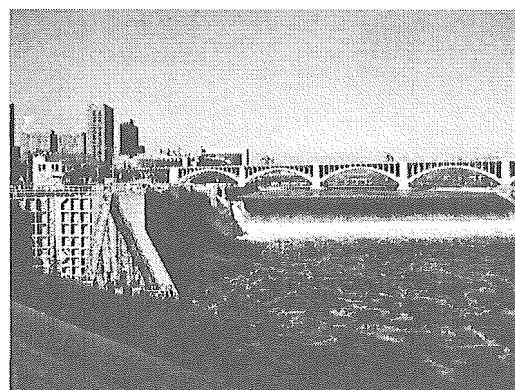


写真 6-42 ミシシッピ川

表 6-39 コロンビア高区浄水場 諸元

項目	仕様・形式	備考
計画浄水量	70MGD	265,000m ³ /日
施設所有者	ミネアポリス市	
処理フロー	原水→凝集沈澱（軟水化）→膜ろ過 →浄水	
原水種別	河川表流水	
添加薬品	凝集剤・フッ素・アンモニア・塩素	
設備面積	60,000 ft ²	5,574m ²
特徴	世界最大級の膜ろ過施設 実験により膜設備を選択	

(1) 特徴

世界最大級の本膜ろ過施設は、2005 年春の稼動を目標に現在建設中の施設であり、既設の凝集沈澱→砂ろ過施設の更新施設として建設が進んでいる。

膜ろ過の導入は、水源流域に多数存在する農場・牧場由来のクリプトスポリジウム対策のみならず、将来問題となる可能性のあるウイルス対策として、専門技術者と市民からなる委員会にて検討がなされ、加えて最も安価な方法であることが評価された結果である。その後、数種類の膜による実験を経た後、UF 膜ろ過施設の導入が決定された。

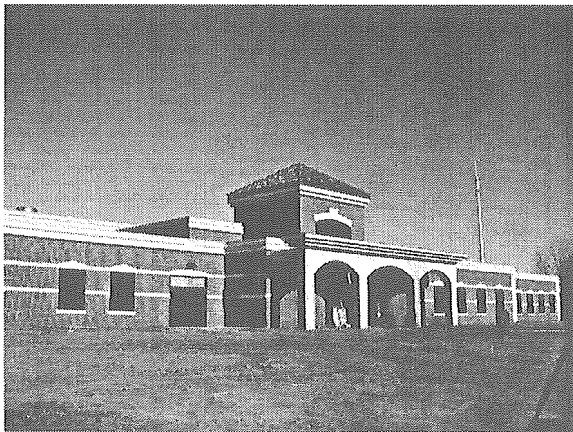


写真 6-43 膜ろ過施設棟

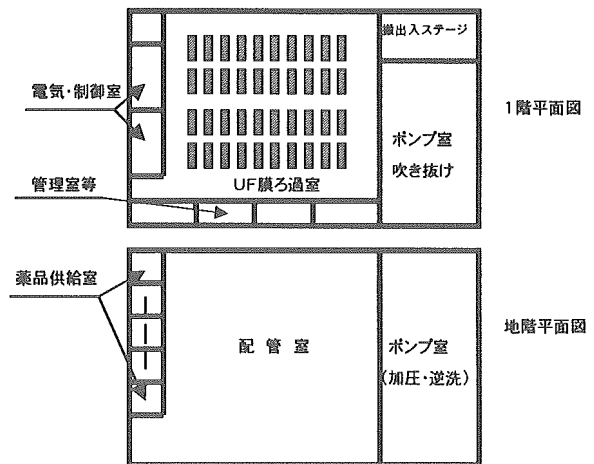


図 6-37 膜ろ過棟内配置概要

処理フローは以下の通り。

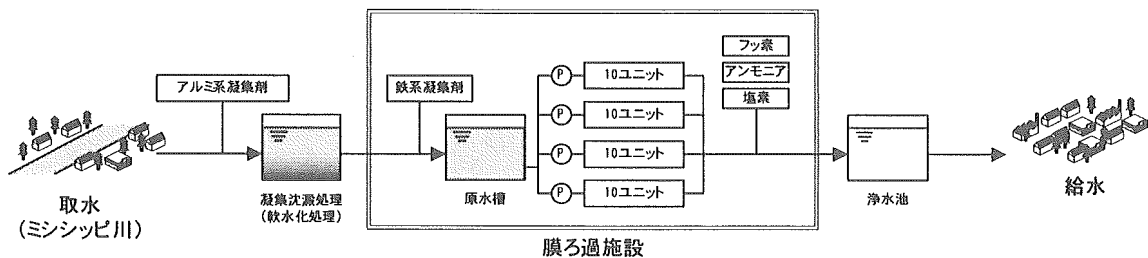


図 6-38 コロンビア高区浄水場フローシート

ミシシッピ川表流水を凝集沈澱処理（軟水化処理）した後、膜ろ過処理が行われる。凝集沈澱処理（軟水化処理）ではアルミ系凝集剤が、また膜ろ過設備直前では鉄系凝集剤が添加される。

膜ろ過ポンプはポンプの回転数制御によるろ過圧力一定制御行われる。圧力一定制御のため水温により処理水量に差が生じるが、冬期の給水量も問題なく確保できるとのことであった。

1,500km という配水管内での塩素消費・トリハロメタン生成対策として、消毒剤は

結合塩素が用いるため、アンモニアと塩素が添加され、将来はさらに後段に UV 施設の設置計画がある。

逆洗排水は原水へ返送され、また薬品洗浄排水は中和処理後河川放流される。

以下に膜ろ過施設の詳細仕様を記述する。

表 6 - 4 0 膜ろ過設備詳細仕様

項目	仕様	備考
原水水質	河川水：8~20mg/L・TOC	濁度：15NTU
	膜原水：4mg/L・TOC	
膜形式	中空糸内圧式 UF 膜	全量ろ過
系列数	28 本/系列×40 系列	25m ² /エレメント×4 エレメント/ 本
設計膜ろ過流束	通常：57 gal / ft ²	約 2.32m ³ /m ² ・日
	冬期：33 gal / ft ²	約 1.34 m ³ /m ² ・日
制御形式	定圧ろ過	インバーター制御
膜寿命	7 年	膜メーカー値
破断検知方式	微粒子数および加圧空気	
逆洗間隔	25 分に 1 回	
薬品強化逆洗(1)	16 時間に 1 回	15 分間浸漬
薬品強化逆洗(2)	4 日に 1 回	15 分間浸漬
事業費	約 5800 万ドル	膜ろ過：約 1600 万ドル

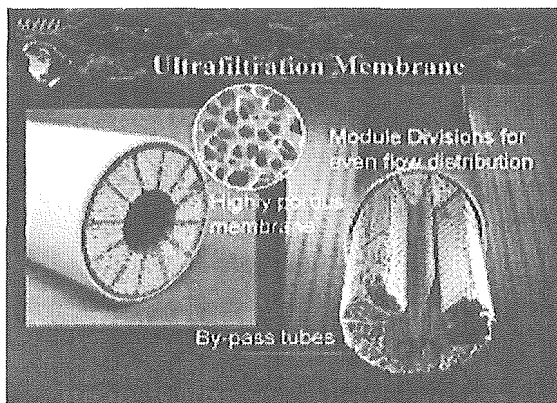


写真 6 - 4 4 膜エレメント

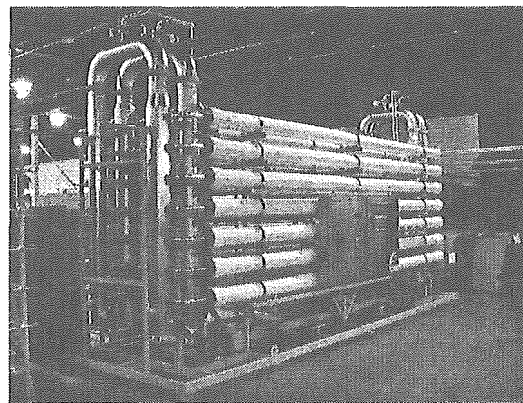


写真 6 - 4 5 膜ろ過設備

通常の逆洗排水はリサイクルされ、また薬品洗浄排水のみ中和処理後河川へ放流される。膜損傷検知は 1 設備に 4 つ設置される微粒子計により常時監視され、さらに 1 日に 1 回 PDT 試験（加圧圧力 15psi=1.05 kgf/cm²）が行われる。

膜寿命について、7 年未満に交換の必要が生じた場合は、使用期間に応じた残存価格（1 - 使用期間/7 年）を膜メーカーが負担する契約となっている。また、将来発生

が予測される使用済みの膜エレメントの処分方法は、現在膜メーカーと協議が行われている。使用済み膜の処分も、水道事業体ならびに膜メーカーの重要な責務であると考えられているようである。

(2) 薬品洗浄

薬品洗浄は以下の 2 通りのものが存在する。ただし、使用薬液、濃度ならびに頻度について、現在も実験を継続して調査が行われている。

- ① 薬品強化逆洗(1) 次亜塩・硫酸
- ② 薬品強化逆洗(2) 重亜硫酸塩

これらの排水は計画浄水量の 1 %として発生し、中和処理後ミシシッピ川へ放流されている。日本と比較して非常に高い頻度で薬品洗浄が可能であり、性能が維持される計画になっている。

(3) 運用

本施設はミネアポリス市直営により建設・保有・運用され、今後の民活化は一切念頭にないとのことである。その理由として、以下の点が挙げられた。

- ① 本施設は最新の技術を駆使した膜ろ過施設である
- ② 民間委託を行うには規模が余りにも大きすぎる

また、資金については、連邦政府から低金利により調達され、2009 年に計画されている膜ろ過施設 95MGD (360,000m³/日) についても、同様の形態により事業が行われる計画である。これらは、水道事業全てをコントロールしたいという、強い意思の表れとも受け止められた。

なお、立入制限区域の設定と監視カメラにより危機管理が行われる予定であり、また運転管理マニュアルは、コンサルタントに作成を委託し、それを基に管理運営される予定である。

7. 大規模膜ろ過施設導入に向けての費用試算

7. 1 ケーススタディ

本章では、大規模膜ろ過施設導入についてのケーススタディを行う。ここでは膜ろ過施設を建設した場合の施設構成、処理フロー、必要設置面積、建設費、維持管理費、また運転の委託管理を想定した場合の必要管理人員数などについての検討事例を紹介する。これらの検討事例については、本研究プロジェクトの成果に基づいた知見と各メーカーの最新の技術を活用して行われているが、あくまで研究を目的とした設計事例であり条件の中には想定が含まれている。実際の施設計画では、十分な検討が必要であることを付け加えておく。

7. 1. 1 設計条件

設計は、大規模膜ろ過浄水場の検討事例とするが、内容考察のため、いくつか一定の設計条件を定めるものとした。詳細については以下の通りとした。

(1) 基本事項

- ①設計事例は、給水量 100,000m³/日程度の設備とする。
- ②設備は複数の系列を有するものとし、一部の系列が薬品洗浄などの作業を行った場合でも、所定の給水量がまかなえる能力、施設構成を有するものとする。なお、設備に予備力を見込む場合は最大 10%程度とする。また、設備系列の一時的な増量運転などの方式を採用し、系列予備を見込まない場合はその旨を明記する。
- ③排水ろ過（回収）設備については、今回設計に原則含まない。
- ④薬品洗浄後の廃液の処理については十分な中和処理後、放流可能な濃度で公共水域へ放流するものとする。

(2) 供給水水質

供給水水質は2通りとし、表7-1のような条件とした。

表7-1 供給水水質条件および薬洗回数設定

水質条件	薬品洗浄条件
供給水① ・濁度が常時 0.5 度未満の清澄な原水 ・有機物等濃度 0.5mg/L 以下	年 1 回と 年 3~4 回
供給水② ・濁度が常時 5 度程度、有機物等が 5mg/L 程度 ・降雨時には濁度が 50 度程度まで上昇 ・高濁度の継続時間は 24 時間程度。出現率は年 3 回程度	年 1 回と 年 3~4 回

7. 1. 2 設備計画内容

設備計画には、以下の通り定めた内容を反映するものとした。なお、建設費および維持管理費、運転管理委託費の算出については、給水量 100,000m³/日のほか、50,000m³/日程度と 200,000m³/日程度の施設の場合についても行うものとした。

- (1) 設計資料
 - ①設備概要および設備仕様
 - ②フローシート
 - ③配置図
 - ④その他の説明資料
- (2) 建設費および建屋面積
 - ①設備費（機械／電気設備）
 - ②建屋面積
 - ③建築費（膜ろ過棟築造）
- (3) 維持管理費
 - ①動力費
 - ②薬品費
 - ③膜の薬品洗浄費
 - ④膜の交換費
- (4) 運転委託管理費
 - ①委託管理費（1年間あたり）

7. 1. 3 費用算出条件

(1) 建設費条件

建設費の算出条件は、以下の通りとした。

- ①設備費は、膜ろ過設備に関する機械設備、電気計装設備、薬品注入設備、薬品洗浄設備などの設置費用の合計とする。なお、電気計装設備には受電設備、自家発電設備は含まない。なお、遠方監視設備は子局の設置費用のみ含むものとし、有人監視先の親局の設置費用は含まない。
- ②建築費は、建築物の延べ面積に m^2 あたり概算費用を約25万円として算出する。
- ③用地取得費、造成費用は地域により差異が大きいため含まない。
- ④設備費と建築費を合算して、建設総費用を算出する。

(2) 維持管理費条件

維持管理費条件は、以下の通りとした。

- ①維持管理費は、給水量 $1m^3$ あたりの単価を記載したものとする。
- ②算定期間は15年間とし、その間の設備稼働率は100%とする。なお、これには設備の原価償却費は含まない。
- ③動力費は、15円/kWhとする。なお、電力の基本料金については本試算には含まない。
- ④電動機類の動力費は、負荷係数100%として算出する。またインバータを使用した電動機類の場合、負荷係数を50%として算出する。
- ⑤薬品費は、以下の薬品単価に基づき算出する。なお、下記の薬品以外を使用する場合には各自で単価を設定するものとする。また、本単価は薬品洗浄費算出にも

適応する。

a)次亜塩素酸ナトリウム（12%）	…	45 円/kg
b)ポリ塩化アルミニウム	…	45 円/kg
c)水酸化ナトリウム（25%）	…	30 円/kg
水酸化ナトリウム（48%）	…	40 円/kg

- ⑥薬品費の算出には、膜ろ過浄水処理に必要な薬品のみを含むものとし、滅菌用塩素剤などは含まない。
- ⑦膜の薬品洗浄については、オンサイト洗浄を原則とする。使用する膜モジュールの薬品洗浄間隔については事例研究のため、年1回とした場合と年3～4回とした場合を記載する。また、想定した薬品洗浄回数を明記する。
- ⑧薬品洗浄の実施に必要な人件費は、委託管理費ではなく本項目に含む。また洗浄に使用する薬品費も本項目に計上する。
- ⑨膜の交換費用については、使用する膜の価格を想定した寿命期間中の給水量で除した金額を計上する。また、膜の交換に要する人件費は本項目に含む。

(3) 運転委託管理条件

運転委託管理の条件は、以下の通りとした。

- ①設備の委託管理範囲については、設計した膜ろ過設備全体の管理を前提とする。なお、委託管理契約期間は1年間として算出する。
- ②委託管理の人員配置時間は平日日勤のみとし、作業者は2名とする。なお、土日休日、夜間は通常無人とし、その間の施設管理は遠方監視で行われるものとするが、遠方監視装置の維持作業や監視先の人員については含まない。
- ③委託管理人員の監督は水道事業体職員が行うものとし、本検討には管理監督者（技師長など）の人員は含めない。
- ④委託管理の作業内容は、通常、施設の巡回監視、点検程度を想定する。なお、これには、水運用の決定、法定の水質検査、機器修繕やオーバーホール、施設の保安設備（避難装置や消化設備など）の管理などは含まない。
- ⑤無人状態の施設に異常が発生した場合は、委託管理人員が現場へ急行し応急対応を行うものとする。なお、ここでいう異常時とは、膜ろ過設備の軽微な故障であり、委託管理人員が単独で復旧可能な程度の故障を想定する。

7. 1. 4 供給水①のケーススタディ<事例1>

(1) 設備概要

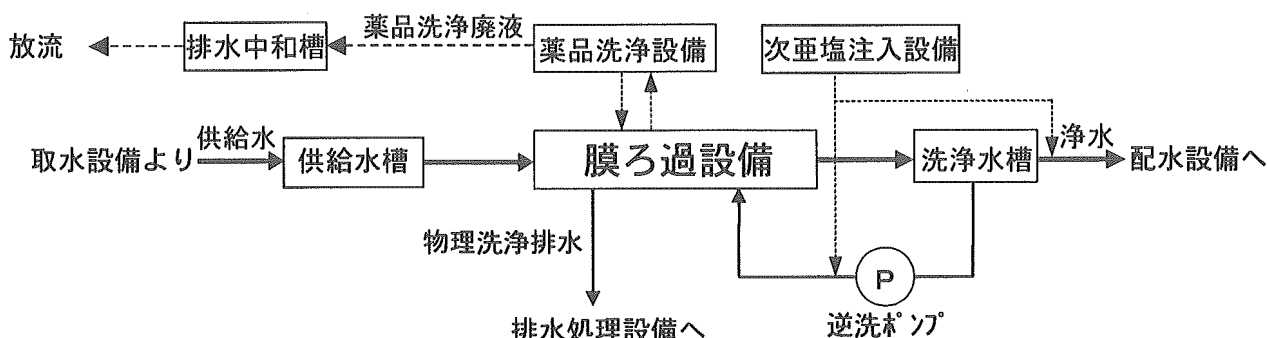


図7-1 設備概要フロー

1) 前処理設備

供給水は清澄なため、夾雑物除去設備、前段除濁設備、溶解性物質除去設備、およびPACなどの凝集剤注入設備は具備しない。

2) 膜ろ過装置

取水した供給水を、一旦供給槽に受け入れ、供給水ポンプにより膜ろ過装置へ供給して定流量で膜ろ過を行う。膜ろ過水は逆洗に必要な水量を洗淨水槽に貯留し、その他大部分は消毒後に配水設備へ送られる。

定期的に自動で行われる物理洗淨は、洗淨水槽に貯留され次亜塩素酸ナトリウムを添加した膜ろ過水による逆洗ポンプを用いての逆圧水洗淨、および供給水でのフラッシングと圧縮空気を利用したエアースクラビングを行い、洗淨排水は排水処理設備へ送られる。

膜ろ過流束は通常時は、全系列を使用し、メンテナンス時や故障などのトラブルが発生した場合は、1系列を休止させ、残りの系列で増量して対応する。比較的系列数の多い設備構成であることから、1系列休止時の膜ろ過流束も通常時と比べてほとんど差がなく、早期の膜閉塞などのリスクも少ない。

膜の損傷に対しては、処理水ラインの系列毎に設ける高感度濁度計により自動検出し、当該系列を自動休止する。なお、系列内の異常モジュールの特定は、空気を圧入しての気泡発生の確認により行う。

膜ろ過装置は、1つのスキッドに膜面積が50m²の膜を32本ないし64本で1系列として構成している。供給水ポンプは1系列毎に1台設置する。

3) 次亜塩注入設備

次亜塩洗浄設備は、物理洗浄用および浄水の消毒に使用する次亜塩素酸ナトリウムの貯留槽および注入装置で構成されている。

4) 薬品洗浄設備

膜の薬品洗浄はオンサイトオンラインで行う。

薬品洗浄設備は薬品貯留槽と中和廃液槽などの槽類や薬品移送ポンプなどのポンプ類を具備し、洗浄は1系列毎に行う。

洗浄薬品は、水酸化ナトリウム、次亜塩素酸ナトリウムおよび硫酸を使用し、洗浄廃液およびリンス廃液は中和およびチオ硫酸ナトリウムを用いての還元のもの、公共水域へ放流する。

(2) 膜の特長

- ・ 高い膜ろ過流速

公称孔径 $0.1\mu\text{m}$ の精密ろ過膜であり、高い膜ろ過流速での安定したろ過性能が得られる。

- ・ 高耐久性

膜材質は、物理洗浄で要求される機械的強度、および薬品洗浄で要求される化学的強度のいずれにも優れた親水化処理ポリフッ化ビニリデン (PVDF) を採用している。

- ・ 大容量用大型膜モジュール

膜面積 $50\text{m}^2/\text{本}$ の大型膜モジュールを複数本集合し系列化することで、大容量処理に対し、コンパクトで維持管理も容易な設備とできる。

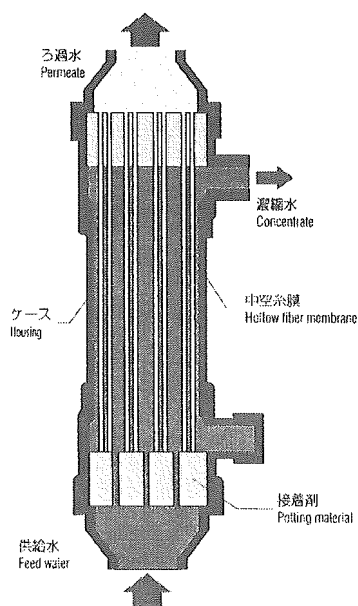


図7-2 膜モジュール

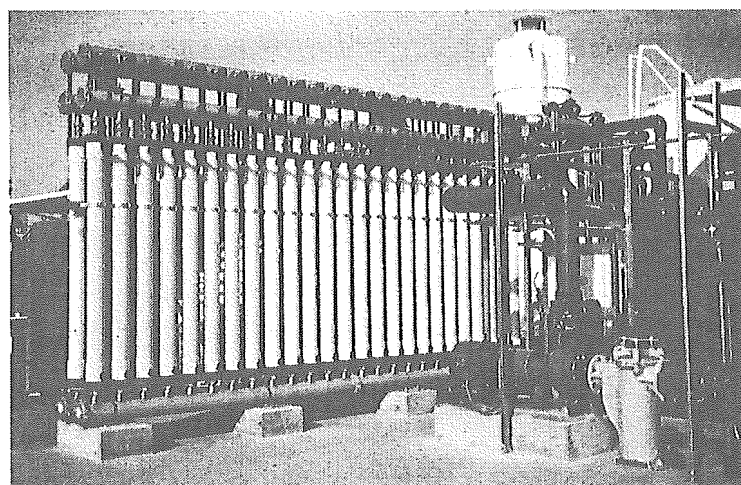


図7-3 膜ろ過装置の実施例

(3) 設備仕様

1日の取水量が100,000m³/日として、冒頭に示す条件にて設計した。

薬品洗浄間隔の異なる膜ろ過設備設計例1および設計例2の仕様、使用する膜モジュールの仕様について下記に示す。

表7-2 膜ろ過装置の仕様

項目		設計例1	設計例2
薬品洗浄回数		1回/年	3回/年
給水量		95,600m ³ /日	97,800m ³ /日
洗浄排水量		4,400m ³ /日	2,200m ³ /日
膜ろ過装置仕様	系列数	8系	8系
	膜本数	64本/系列, 512本(全数)	32本/系列, 256本(全数)
	総膜面積	25,600m ²	12,800m ²
ろ過方式		全量ろ過方式	
駆動圧力方式		ポンプ加圧方式	
運転制御		インバータによる定ろ過流量制御方式	
膜ろ過流束		4.0m ³ /m ² ・日	8.0m ³ /m ² ・日
予備力の考え方		系列毎の増量運転にて対応	同左
洗浄方法		膜ろ過水による逆圧水洗浄 および膜一次側の原水フラッシングとエアスクラビング (逆洗水に次亜塩素酸ナトリウムを3mg/L程度注入)	
洗浄頻度		30分に1回程度	
物理洗浄時間		90秒程度	
設備回収率		95.6%	97.8%
薬品洗浄方法		オンサイトオンライン洗浄	

表7-3 膜モジュールの仕様

項目	仕様
膜種類	精密ろ過膜(MF膜)
膜形式	外圧式中空糸
膜の材質	ポリフッ化ビニリデン
公称孔径	0.1μm
中空糸内径/外径	内径0.7mm/外径1.3mm
膜面積	50m ²
モジュール形式	ケーシング型
モジュール寸法	φ165mm×2,338mm

(4) 薬品洗浄回数が1回/年の場合の設計例

1) フローシート

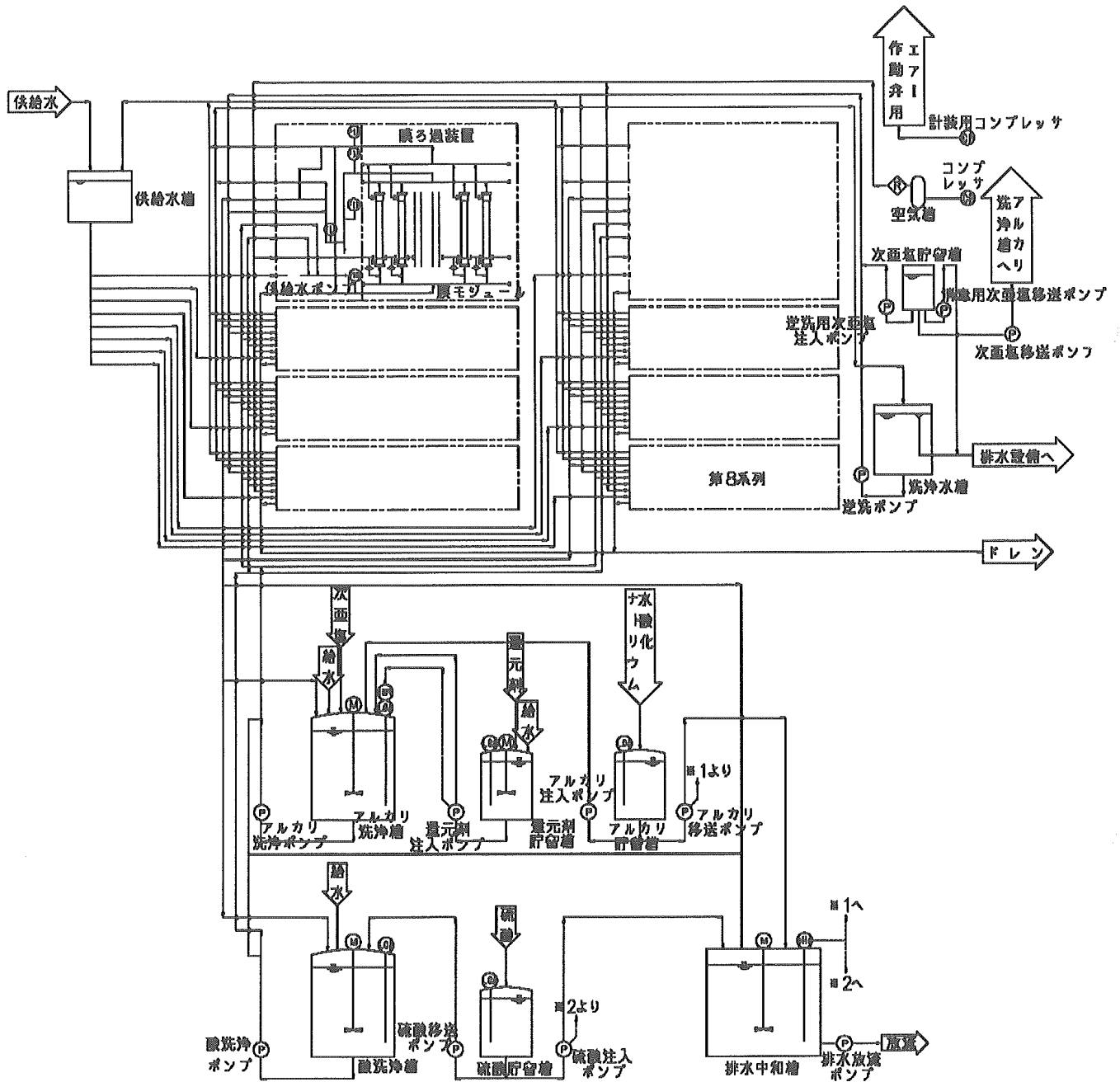


図7-4 フローシート (給水量 95,600m³/日、薬品洗浄1回/年)

2) 配置図

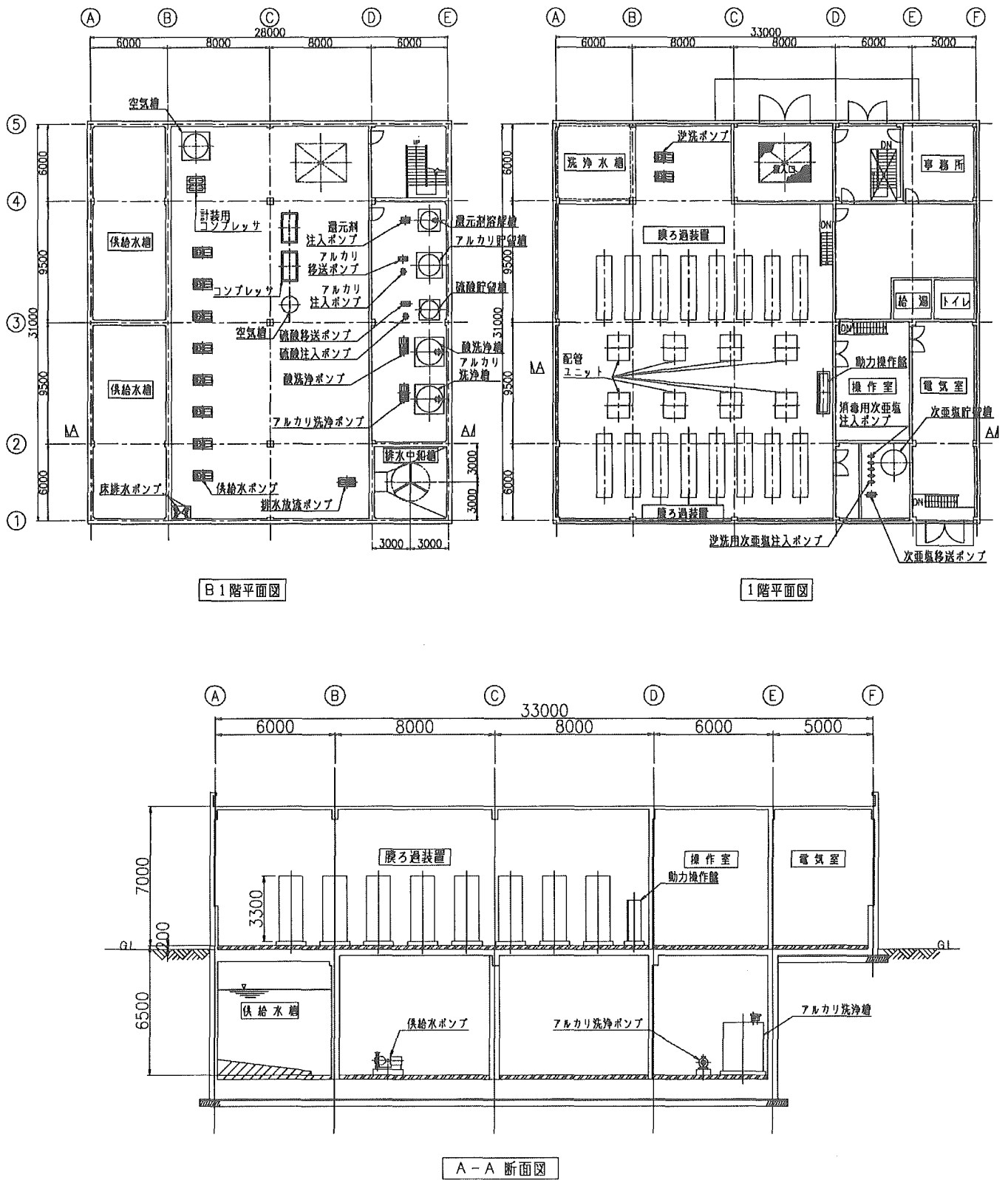


図7-5 膜ろ過棟配置図 (給水量 95,600m³/日、薬品洗浄 1回/年)

(5) 薬品洗浄回数が3回/年の場合の設計例

1) フローシート

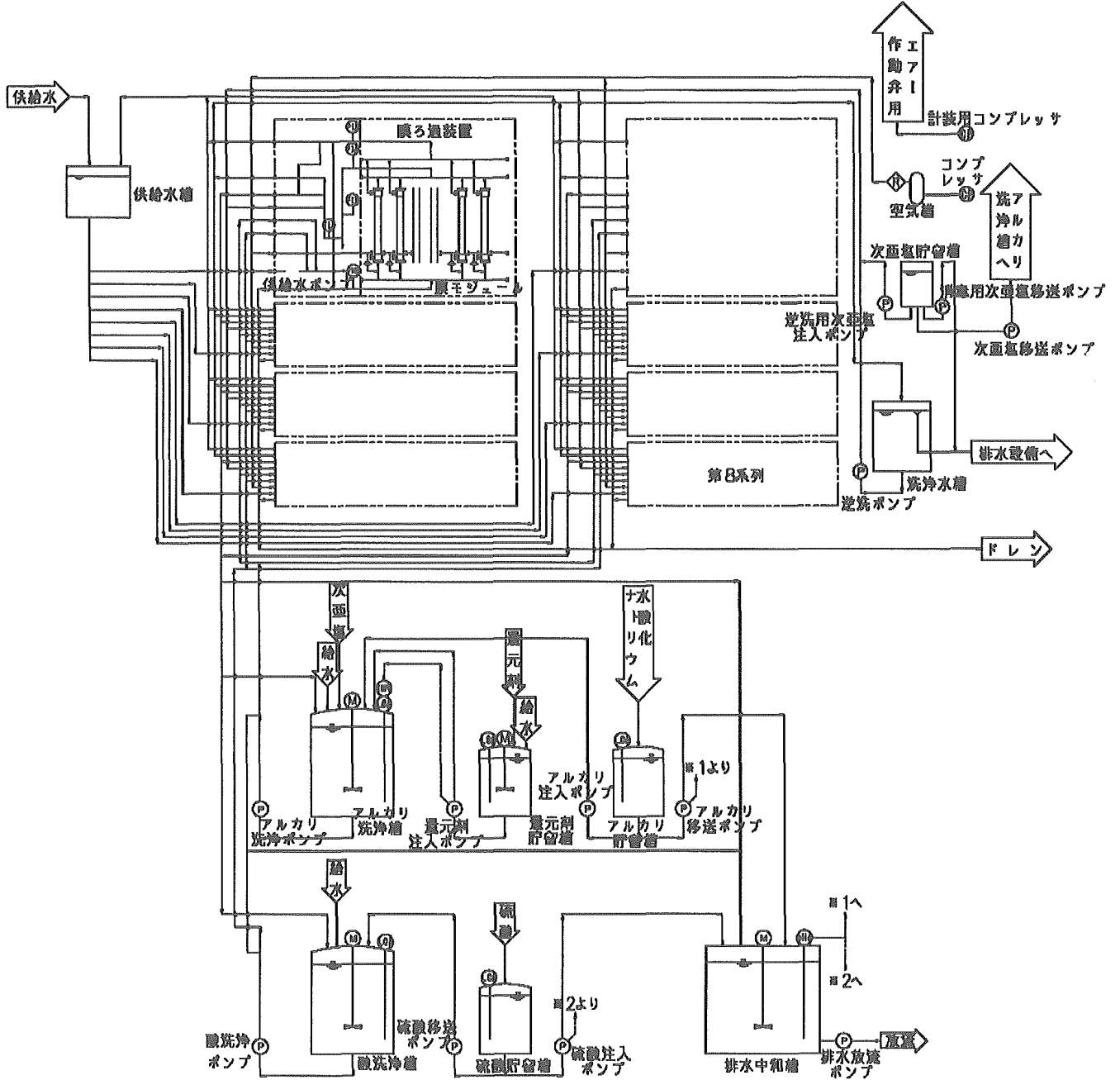


図7-6 フローシート (給水量 97,800m³/日、薬品洗浄 3回/年)

2) 配置図

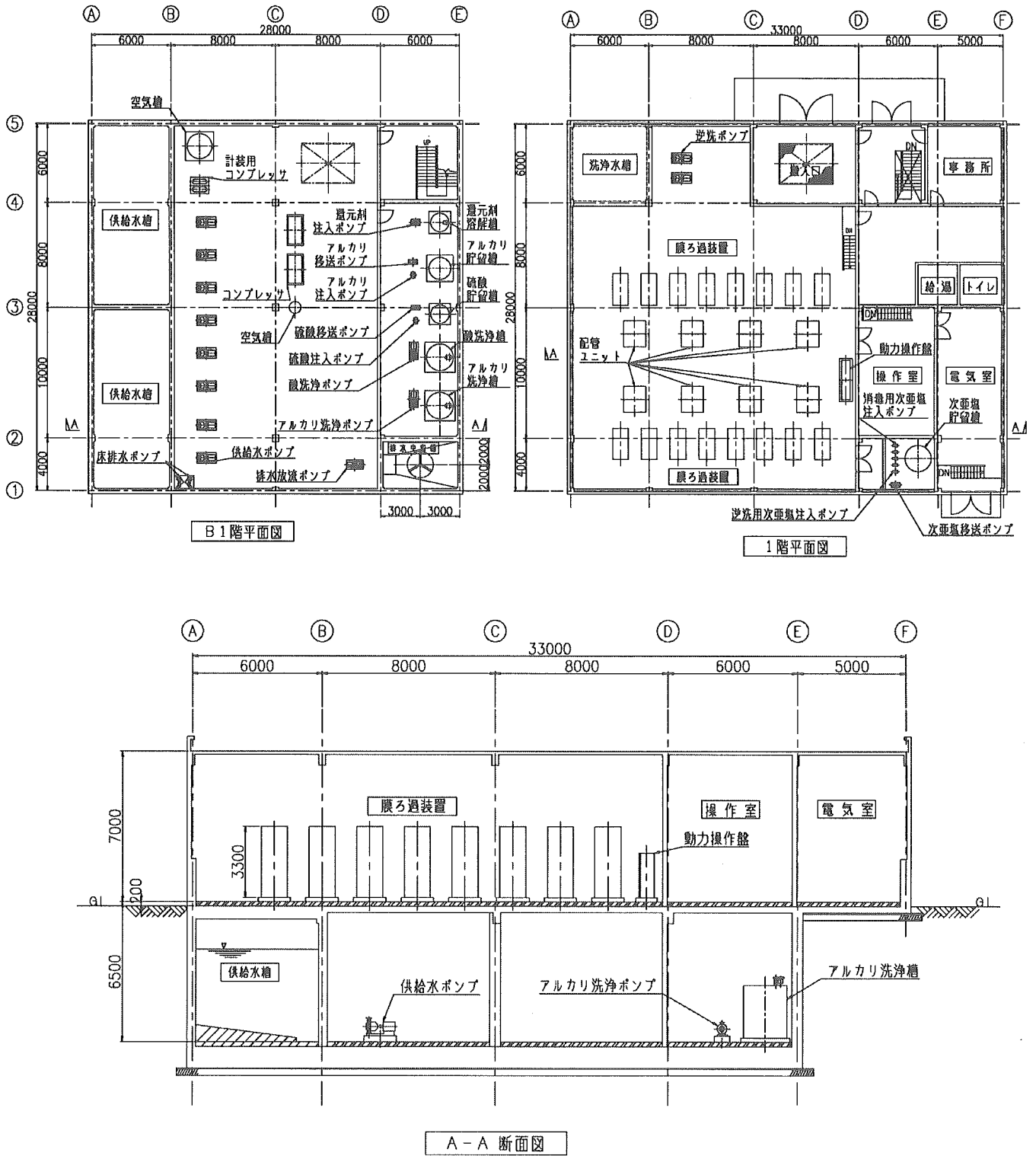


図 7-7 膜ろ過棟配置図 (給水量 97,800m³/日、薬品洗浄 3 回/年)

7. 1. 5 供給水①のケーススタディ<事例2>

(1) 設備概要

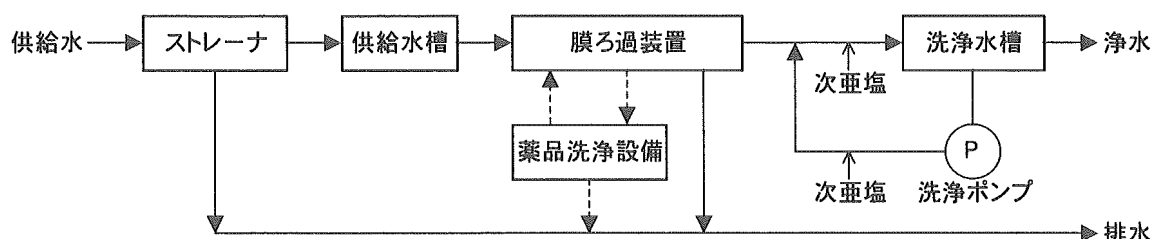


図7-8 設備概要フロー

1) 前処理設備

本設備の供給水は清澄なものであるが、膜の保護のためオートストレーナを供給水槽の前段に設置する。PACなどの凝集剤注入設備は設置しない。

2) 膜ろ過装置

ストレーナ処理を行った供給水は、一旦供給水槽に受け入れ、膜ろ過装置内の膜ろ過ポンプにて膜モジュールに供給し、定ろ過流量に制御して膜ろ過を行う。この膜ろ過水は逆圧水洗浄に必要な水量分を洗浄水槽に貯留し、その他大部分は、浄水池に送られる。

膜モジュールはスパイラル型UF膜で、定期的に自動で行われる物理洗浄は、逆圧水洗浄と原水フラッシング洗浄を組み合わせで行う。逆圧水洗浄は洗浄水槽に貯留された膜ろ過水に次亜塩素酸ナトリウムを添加し洗浄ポンプにて行う。原水フラッシング洗浄は供給水を用いて膜ろ過ポンプにて供給水の流路をフラッシングする。洗浄排水は共に排水処理設備へ送られる。

膜ろ過流束は通常時は、全系列を使用し、メンテナンスや故障などのトラブルが発生した場合は、1系列を休止させ、残りの系列で増量して対応する。

膜ろ過装置は8系列とし、1系列当たりの構成は水平垂直方向に積層設置した膜モジュールとそれを固定するラック、膜ろ過ポンプ、配管、弁類、計装機器などで構成される。

3) 薬品注入設備

薬品注入設備は、物理洗浄用および後段の消毒用に使用する次亜塩素酸ナトリウムの貯留槽および注入装置で構成されている。

4) 薬品洗浄設備

膜の薬品洗浄はオンサイト・オンラインで行い、薬品洗浄設備は薬品洗浄槽と中和槽などの槽類、薬液循環ポンプなどのポンプ類、薬品を薬品洗浄槽および中和槽に注入するための設備などで構成され、洗浄は1系列毎に行う。

使用する薬品は、硫酸、次亜塩素酸ナトリウム、水酸化ナトリウムで、洗浄排水およびリンス排水は中和、希釈ののち、少量ずつ着水井へ返送したり、下水道あるいは公共水域へ放流する。

(2) 特長

膜モジュールはベッセルとエレメントから構成され、膜の交換時にはエレメントのみを交換することとなる。1ベッセルには30m²のエレメントが最大3本装着可能で、1モジュールの膜面積は最大90m²となる。また、膜モジュールは水平設置が可能であることから、膜ろ過装置内には膜モジュールが垂直方向に積み重ねて設置されており、設置建家内の空間容積を有効に利用することが可能である。

使用する膜は限外ろ過膜で、膜材質は物理的耐久性や耐薬品性能に優れるポリフッ化ビニリデンである。ポリフッ化ビニリデンは耐薬品性に優れるため、繰り返し薬品洗浄を実施した場合においても、膜の劣化に及ぼす影響は小さい。よって、膜ろ過流束を高く設定し、薬品洗浄の間隔を短くすることにより、膜ろ過施設をコンパクトにすることが可能となる。

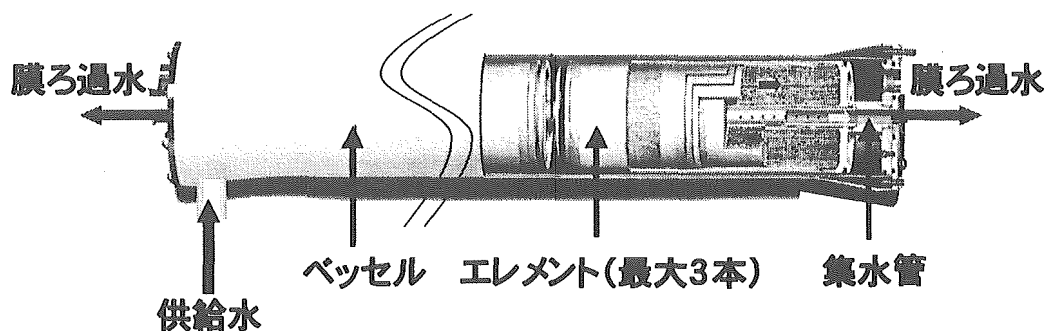


図7-9 膜モジュール

(3) 設備仕様

1日の給水量が約95,000m³/日として、7.1.1に示す条件にて設計した。

薬品洗浄間隔の異なる膜ろ過設備設計例1および設計例2の仕様、使用する膜モジュールの仕様について下記に示す。

表7-4 膜ろ過設備の仕様

項目		設計例1	設計例2
薬品洗浄回数		1回/年	3回/年
給水量		95,000m ³ /日	95,000m ³ /日
洗浄排水量		4,870m ³ /日	3,380m ³ /日
膜ろ過 装置 仕様	系列数	8系	8系
	膜本数	48本/系列 384本(全数)	24本/系列 192本(全数)
	総膜面積	34,560m ²	17,280m ²
ろ過方式		全量ろ過	
駆動圧力方式		ポンプ加圧方式	
運転制御		定ろ過流量制御方式	
膜ろ過流束		3.0m ³ /m ² ・日	6.0m ³ /m ² ・日
予備力の考え方		系列毎の増量運転にて対処	同左
洗浄方法		膜ろ過水による逆圧水洗浄および膜一次側の原水フラッシング (逆圧水洗浄時に次亜塩素酸ナトリウムを3mg/L程度注入)	
洗浄頻度		20~60分に1回	
物理洗浄時間		30~60秒	
設備回収率		95%	96%
薬品洗浄方法		オンサイトオンライン洗浄	

表 7-5 膜モジュールの仕様

項目	仕様
膜種類	限外ろ過膜 (UF 膜)
膜形式	平膜
膜モジュール形状	スパイラル型
膜の材質	ポリフッ化ビニリデン
分画分子量	150,000
膜面積	90m ²
モジュール寸法	φ232mm×3,425mm

(4) 薬品洗浄間隔が 1 回/年の場合の設計例

1) フローシート

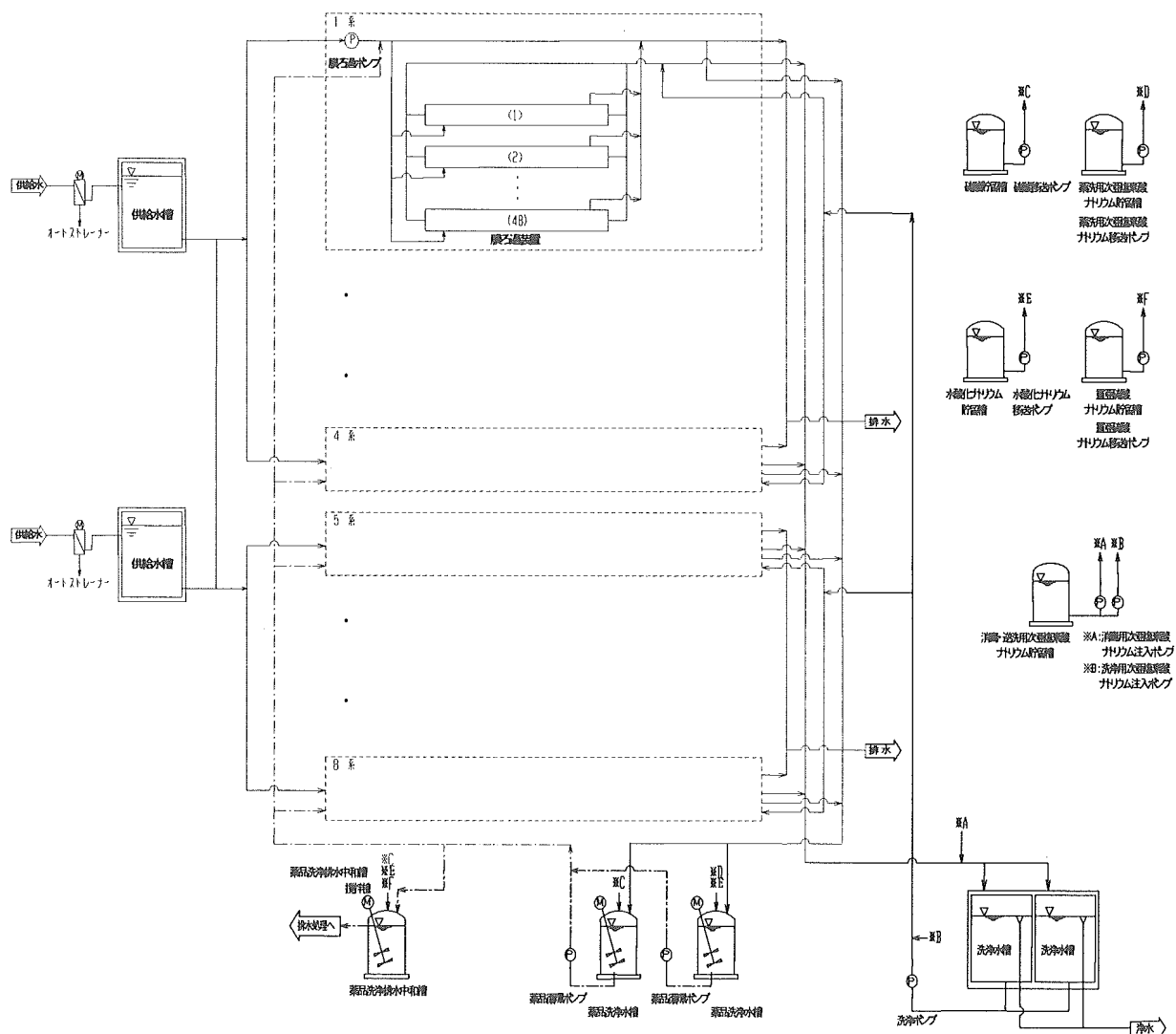


図 7-10 フローシート (給水量 95,000m³/日、薬品洗浄 1 回/年)