

### 3) 薬品注入設備

薬品洗浄設備は膜の逆圧水洗浄および後段の消毒用に使用する次亜塩素酸ナトリウム注入設備で構成されている。

### 4) 薬品洗浄設備

膜の薬品洗浄はオンラインで行う。薬品洗浄設備は薬品洗浄槽と中和槽さらに薬品洗浄ポンプおよびリンス水ポンプで構成されている。

膜は酸と次亜塩素酸ナトリウムおよびリンス水で洗浄を行い、洗浄廃液は中和希釈して放流する。

## (2) 特長

使用する膜は精密ろ過膜より除去性に優れた限外ろ過膜を用い、膜ろ過装置に組み込み使用する。

膜材質は親水性に富み透過流束が高いセルローズ系高分子の膜を採用しているため疎水性の膜に比べて、「汚れにくい」といった特長を有している。親水性が高いと逆圧水洗浄による回復性が高いため、高い膜ろ過流束を長期間にわたり安定して維持でき、また膜の長寿命を期待することができる。一方、親水性の低いものであれば、汚れが落ちにくい為目詰まりの進行が早くなり、数ヶ月に1回程度の薬品洗浄が必要となる。従って両者を比較すると、親水性の高い膜は、高い膜ろ過流束にて、しかも長期間にわたり安定した運転を行うことが可能である。

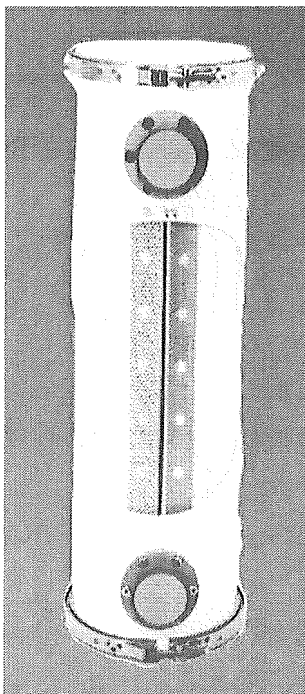


図7-31 膜モジュール外観

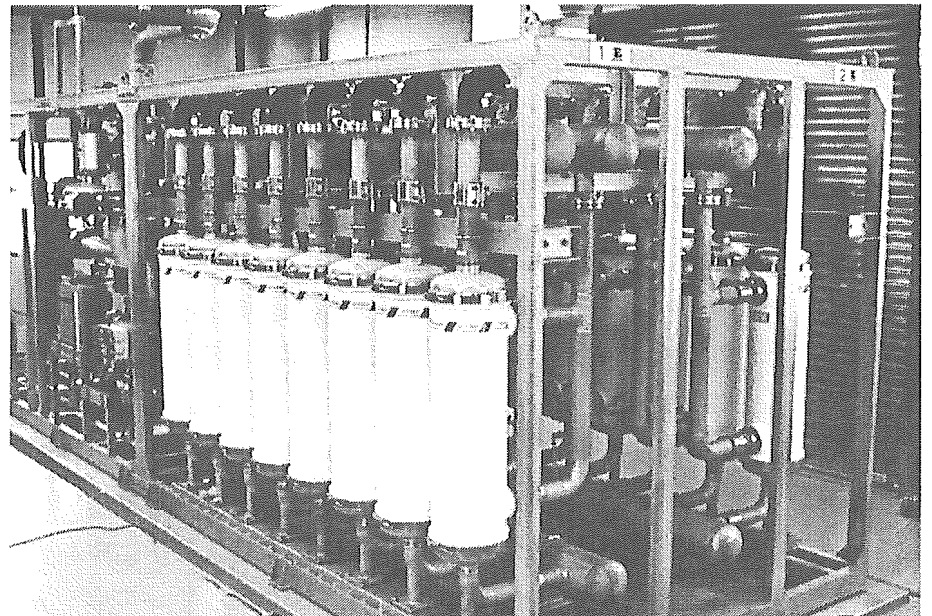


図7-32 膜ろ過設備の実施例

(3) 設備仕様

1日の給水量 95,000m<sup>3</sup>/日として設計した。

薬品洗浄間隔を変えた、設計例1) および設計例2) の設備仕様および膜モジュール仕様について下記に示す。

表7-10 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	4回/年
給水量		95,000m <sup>3</sup> /日	
洗浄排水量		5,000m <sup>3</sup> /日	
膜ろ過装置仕様	系列数	4系	4系
	膜本数	100本/系列, 400本(全数)	60本/系列, 240本(全数)
	総膜面積	20,000m <sup>2</sup>	12,000m <sup>2</sup>
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	
膜ろ過流速		5m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日	8.3m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日
予備率の考え方		増量運転にて対処	
洗浄方法		膜ろ過水による逆圧水洗浄 (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		30~90分に1回	
物理洗浄時間		45秒	
設備回収率		95%	
薬品洗浄方法		オンサイトオンライン洗浄	

表7-11 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	内圧式中空糸
膜の材質	酢酸セルロース系高分子化合物
分画分子量	150,000
中空糸内径/外径	内径0.8mm/外径1.3mm
膜面積	50m <sup>2</sup>
膜モジュール寸法	310mm×1,066mm

(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

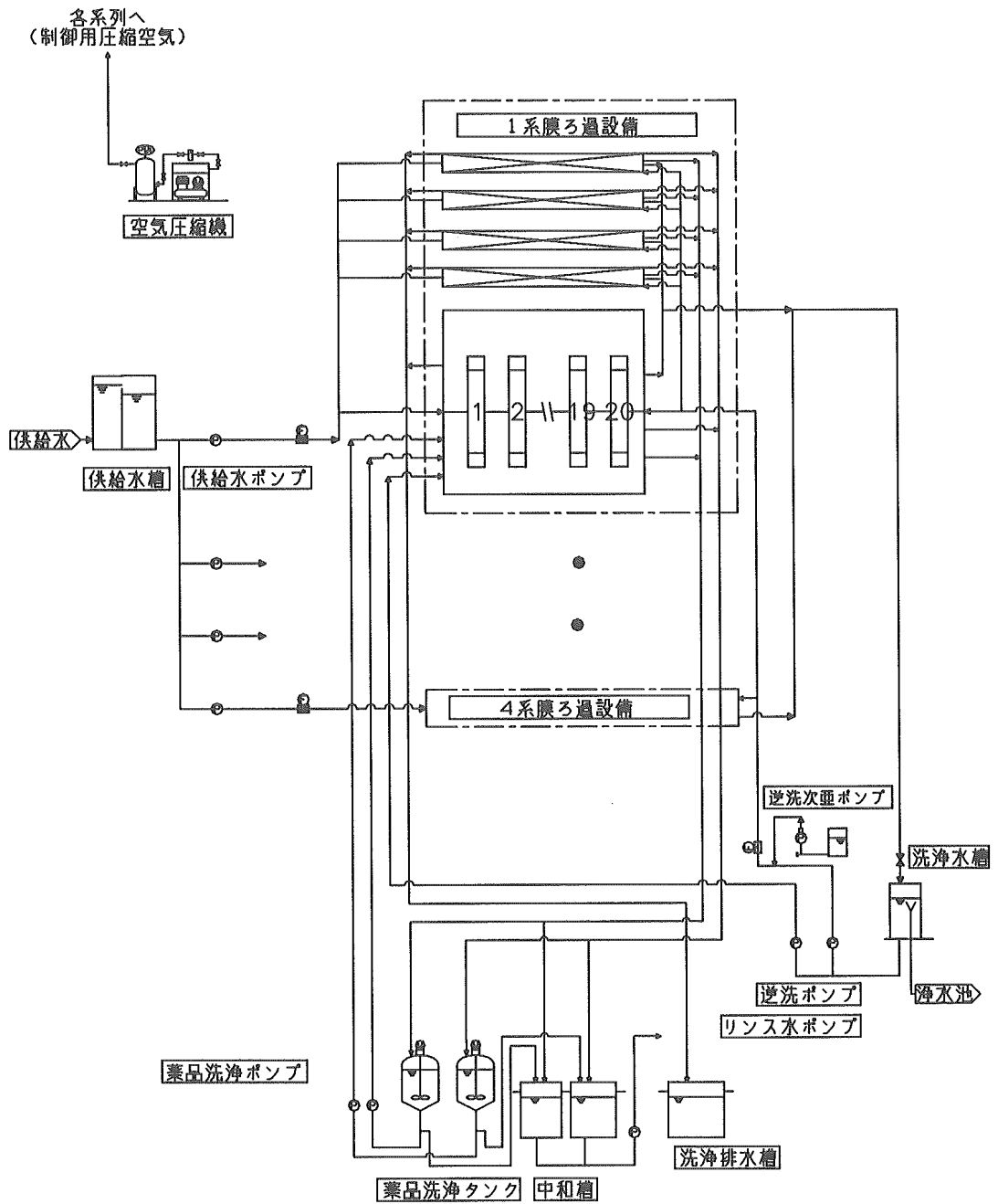


図7-33 フローシート (給水量 95,000m<sup>3</sup>/日、薬品洗浄 1回/年)

2) 配置図

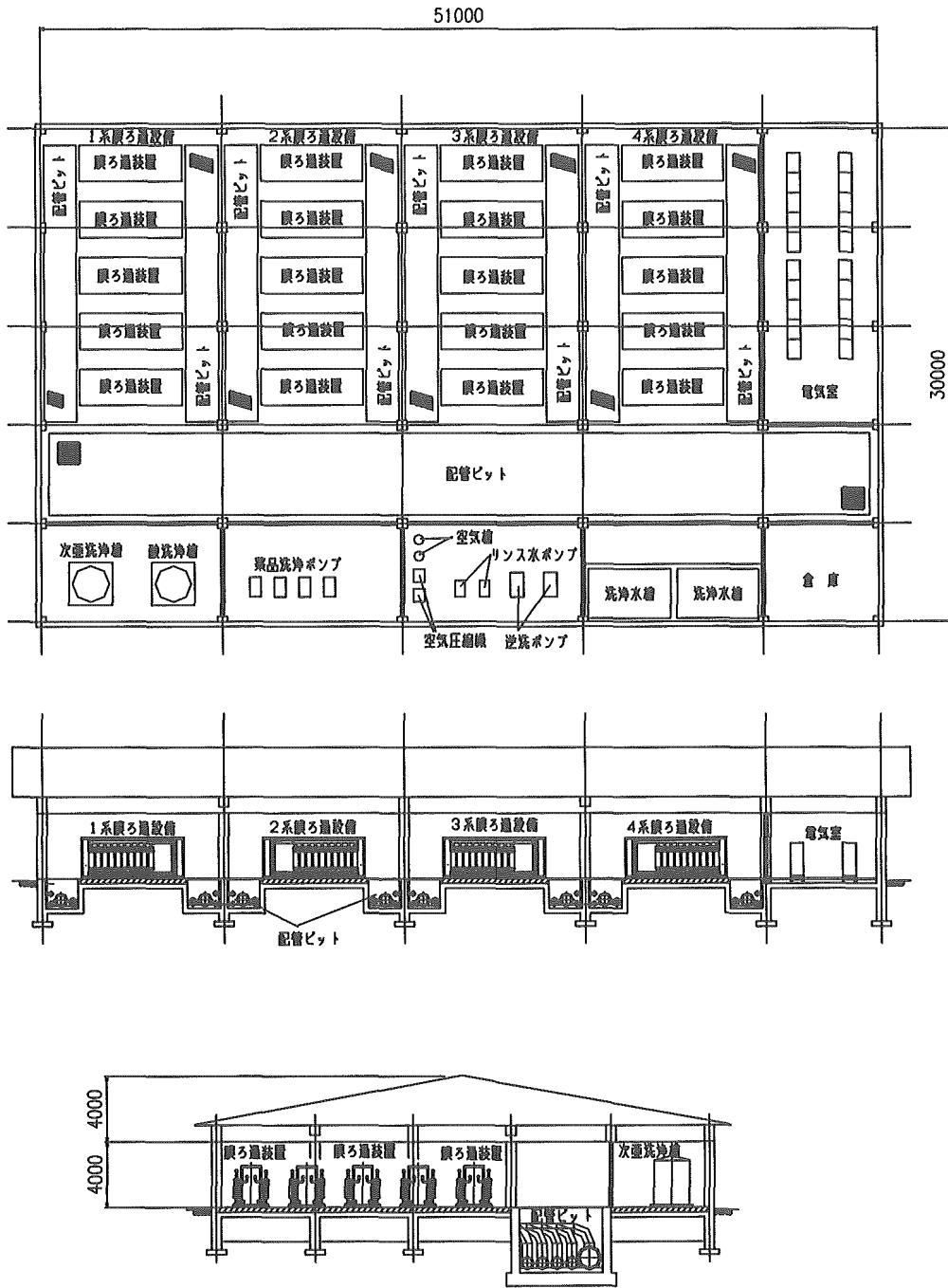


図7-34 膜ろ過棟配置図 (給水量 95,000m<sup>3</sup>/日、薬品洗浄 1回/年)

(5) 薬品洗浄間隔が3～4回/年の場合の設計例

1) フローシート

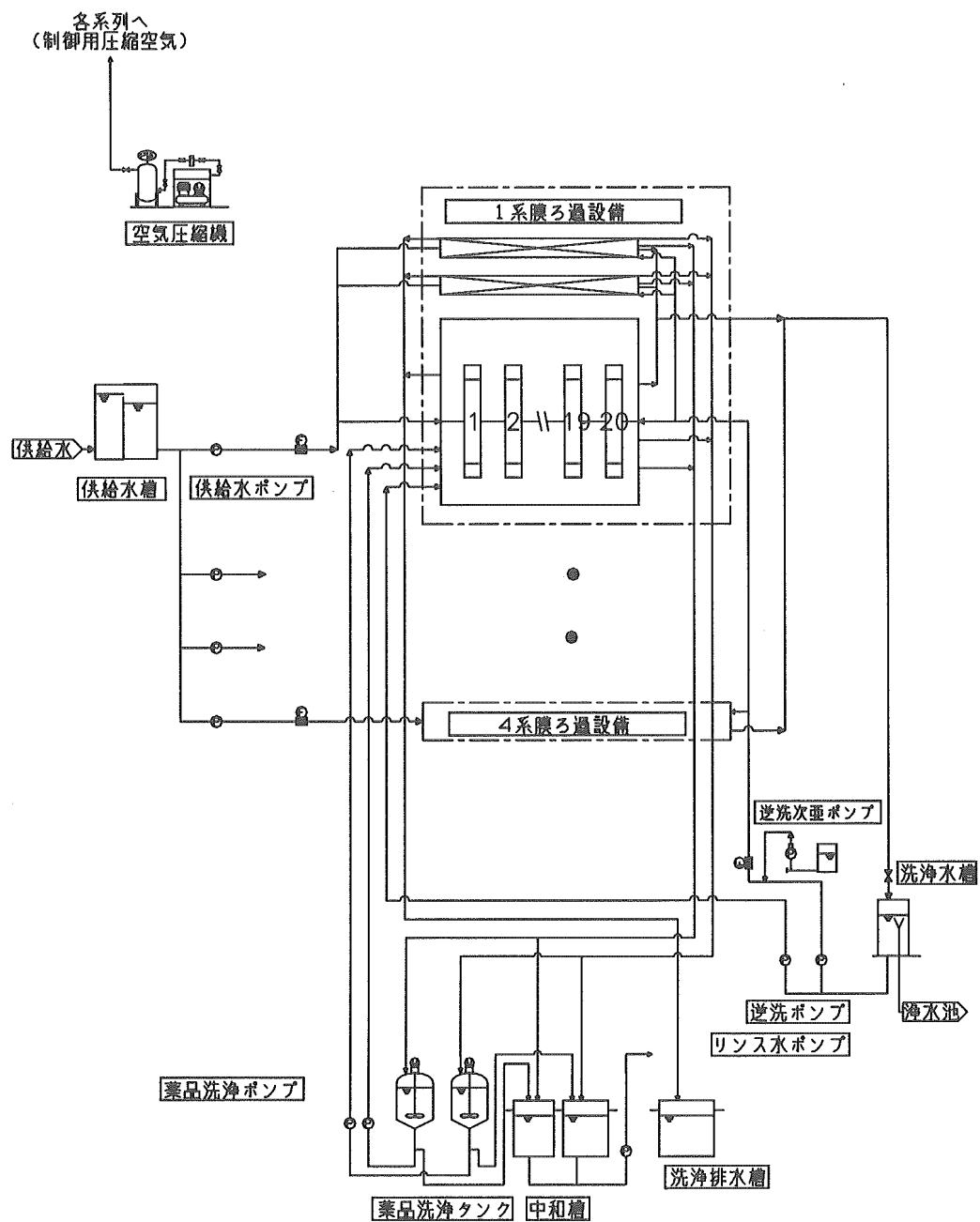


図7-35 フローシート (給水量 95,000m<sup>3</sup>/日、薬品洗浄4回/年)

2) 配置図

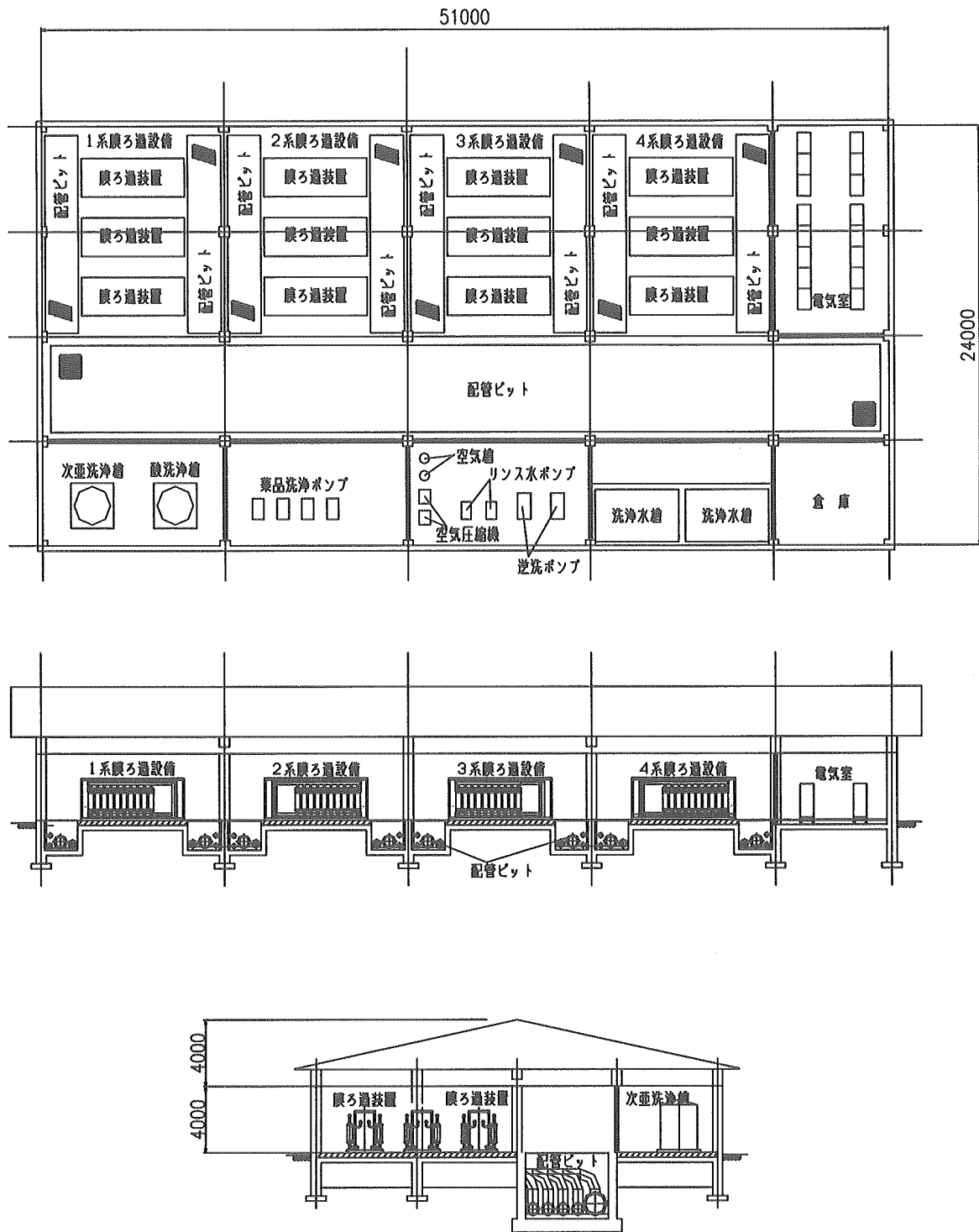


図7-36 膜ろ過棟配置図 (給水量 95,000m<sup>3</sup>/日、薬品洗浄 4回/年)

## 7. 1. 9 供給水①のケーススタディ<事例6>

### (1) 設備概要

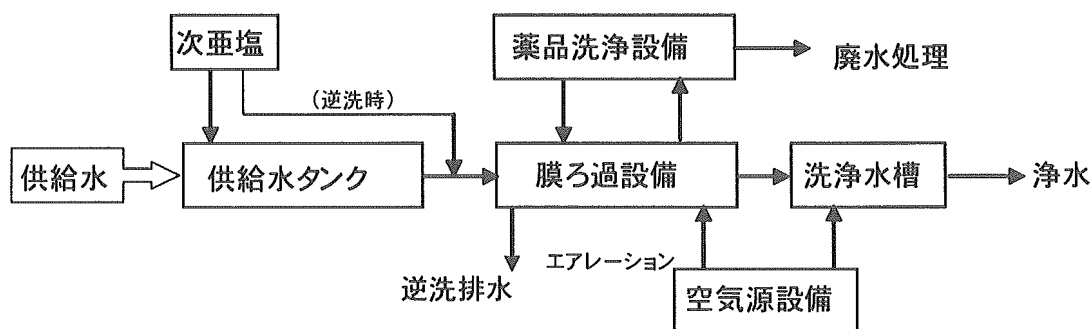


図7-37 設備概要フロー

#### 1) 前処理設備

本設備の供給水は清澄なため、夾雑物除去設備やPACなどの凝集剤注入設備は具備しないが、有機物による膜のファウリングを軽減するための前次亜塩素酸ナトリウム注入設備を具備しており、必要に応じて添加を行なう。

#### 2) 膜ろ過設備

供給水は、管状型MF膜モジュールにて定ろ過流量でろ過されたのち、洗浄水槽を經由して、浄水池に送られる。ろ過時間は60分から180分程度で設定する。逆圧水洗浄は、洗浄水槽に蓄えられた膜ろ過水(次亜塩素酸ナトリウムを1~3mg/L添加)による加圧逆圧水洗浄とエアレーションを併用する。また、膜損傷の検出は、逆圧水洗浄後、圧力保持試験により自動で行なうことができる。

膜ろ過設備の運転は、メンテナンスや膜の交換作業を容易に行なえるように、スキッド単位での制御が可能となっている。また、通常時の運転は、全系列を使用するが、メンテナンスや膜の交換作業時に系列ごとの運転休止が必要な場合には、一時的に膜ろ過流量を上げることで所定の給水量を確保する。なお、膜ろ過設備は、膜面積が50m<sup>2</sup>の膜モジュール20本で1スキッドを構成しており、4スキッド、膜モジュール80本で1系列となる。

#### 3) 薬品注入設備

薬品注入設備は、前次亜塩素酸用、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

膜の薬品洗浄をオンサイトで行えるよう薬品洗浄設備を具備している。薬品洗浄設備は薬洗槽や中和タンクなどの槽類やポンプ類で構成される。薬品洗浄は、次亜塩素酸および酸(硫

酸又はクエン酸)による薬品洗浄工程とリンス工程に大別され、通常2スキッド毎に行う。薬品洗浄工程で発生する廃液の処理は適当な廃液処理を行った後、放流するか、産廃処分する必要があり、また、リンス工程で発生する排水は、中和後、下水道などへの放流を行なう。

## (2) 特長

管状MF膜は、図7-38に示すようなテープ状のMF平膜を螺旋状に巻き、重なり合った端部を溶着して管状に加工したものである。管状とすることで、下水などの排水処理分野で実績の多い平膜形状では困難であった逆圧水洗浄が可能となり、膜ろ過流速を大きくとることができるようになった。また、管状MF膜は、中空糸膜などの集積度が高いものに比べて、径がφ3mmと太いため、濁質による詰まりが少なく、水質変動に強い。

膜の製法と材質としては、物理的強度に優れたポリエステル樹脂の不織布を基材とし、耐薬品性に優れた塩素化ポリエチレンを塗布し、親水化処理を施したものである。図7-39は、膜の表面状態の拡大写真であり、比較的孔数が多く、通水抵抗が少ないという特長がある。膜の目詰まりに対しては、逆圧水洗浄(次亜塩添加)とエアレーションを併用した物理洗浄により高い濁質排出効果を得ることができる。また、本膜は、電池セパレータの技術から生まれた膜であることから、耐薬品性に優れ、薬品洗浄時には、膜の劣化が少なく繰り返しの洗浄が可能である。図7-40に膜モジュールの構造を示す。

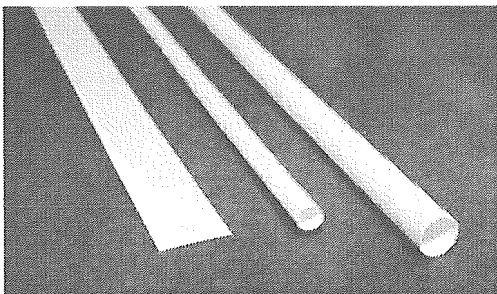


図7-38 管状MF膜

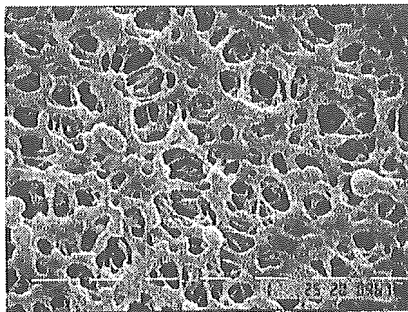


図7-39 MF膜の表面拡大写真

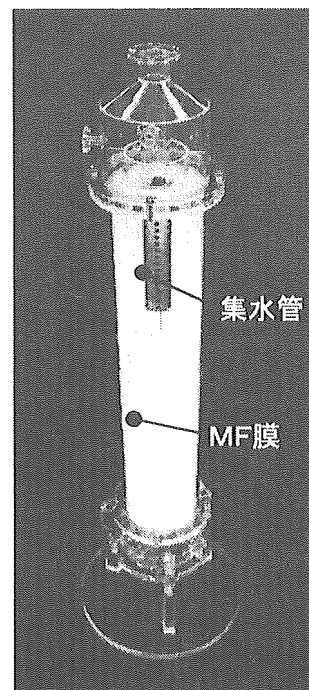


図7-40 膜モジュールの構造



(3) 設備仕様

1日の給水量が約100,000m<sup>3</sup>/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7-12 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	4回/年
給水量		97,900m <sup>3</sup> /日	98,900m <sup>3</sup> /日
洗浄排水量		2,100m <sup>3</sup> /日	1,100m <sup>3</sup> /日
膜ろ過 装置 仕様	系列数	8系	4系
	膜本数	80本/系列, 640本(全数)	80本/系列, 320本(全数)
	総膜面積	32,000m <sup>2</sup>	16,000m <sup>2</sup>
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	
膜ろ過流速		3.5m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日	7.0m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・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とエアスクラビングの併用 (逆圧水洗浄時に次亜塩素酸ナトリウムを1~3mg/L程度注入)	
洗浄頻度		60~180分に1回	
物理洗浄時間		150~300秒	
設備回収率		97.9%	98.9%
薬品洗浄方法		オンサイトオンライン洗浄	

表7-13 膜モジュールの仕様

項目	仕様
膜種類	精密ろ過膜
膜形式	管状型
膜の材質	ポリエステル樹脂/塩素化ポリエチレン
公称孔径	0.25μm
外径	外径3.3mm
膜面積	50m <sup>2</sup> /モジュール
モジュール寸法	φ300mm×2,150mm

(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

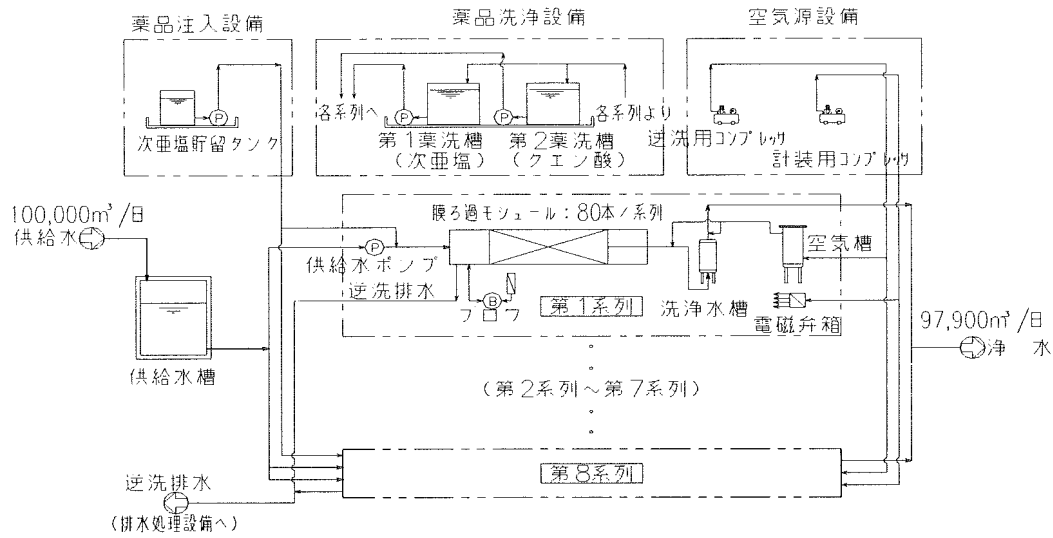


図7-41 フローシート (給水量 97,900m³/日、薬品洗浄1回/年)

2) 配置図

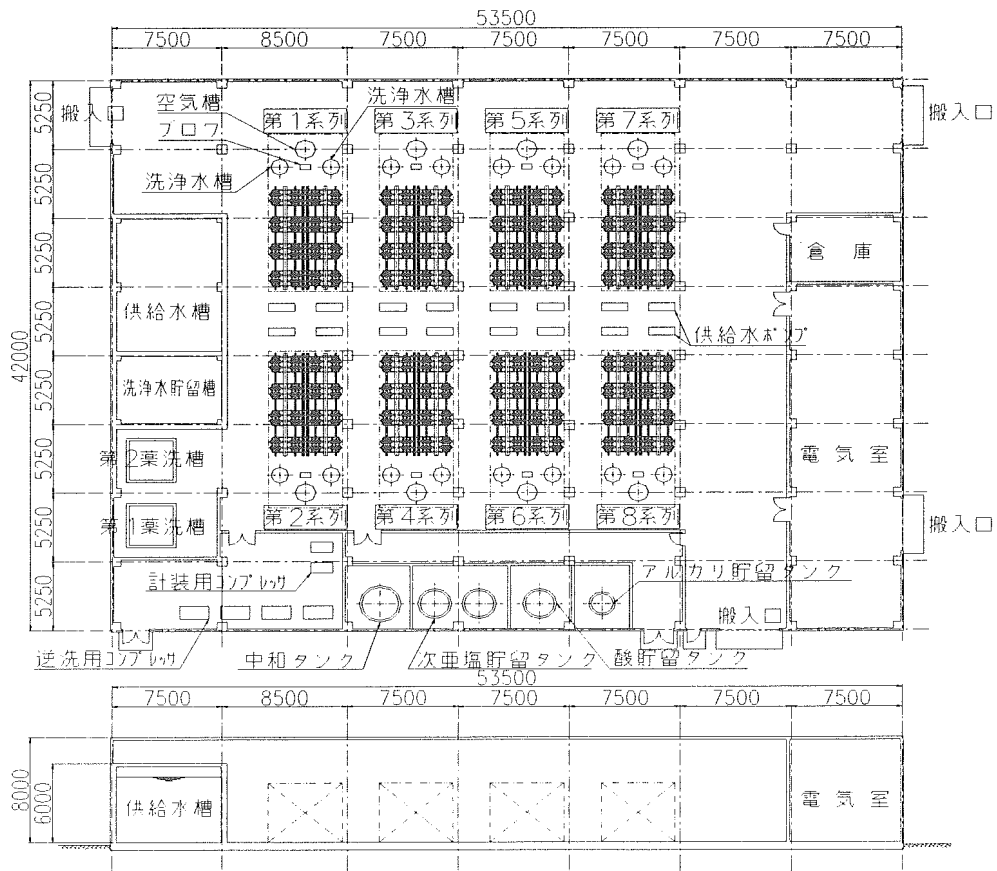


図7-42 膜ろ過棟配置図 (給水量 97,900m³/日、薬品洗浄1回/年)

(5) 薬品洗浄間隔が4回/年の場合の設計例

1) フローシート

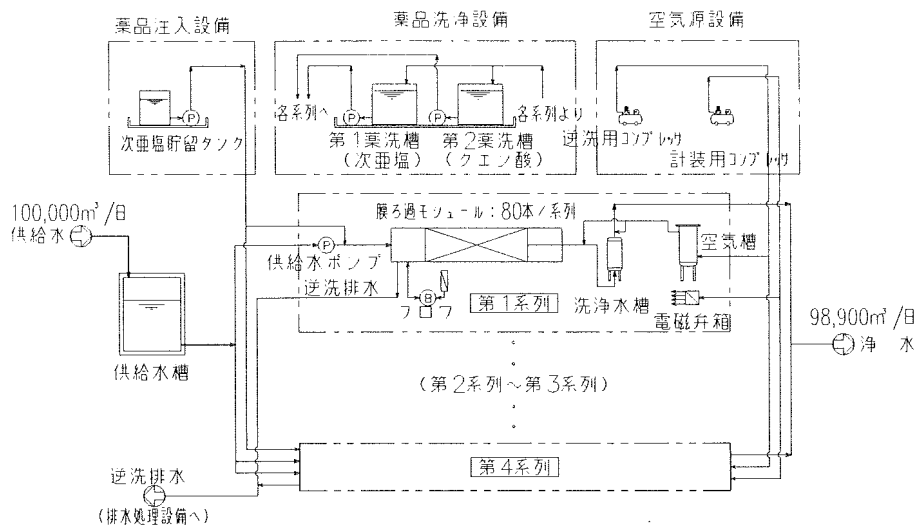


図7-43 フローシート (給水量 98,900m<sup>3</sup>/日、薬品洗浄4回/年)

2) 配置図

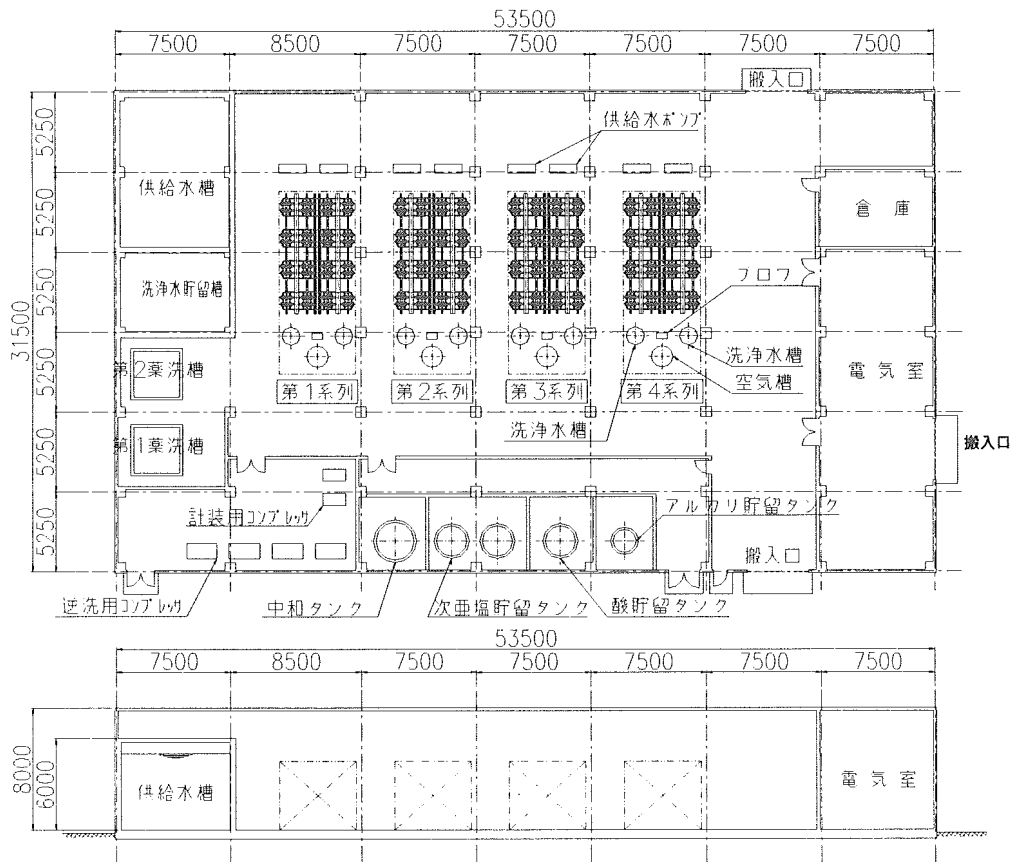


図7-44 膜ろ過棟配置図 (給水量 98,900m<sup>3</sup>/日、薬品洗浄4回/年)

## 7. 1. 10 供給水②のケーススタディ<事例7>

### (1) 設備概要

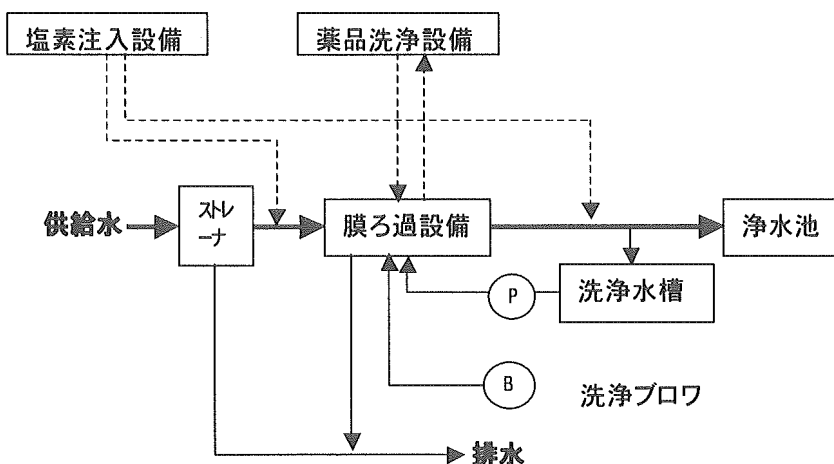


図7-45 設備概要フロー

#### 1) 前処理設備

MF 浸漬膜の供給水は、凝集剤などの添加は行わない。設備保護を目的として 0.5mm のストレーナを設置し夾雑除去する。また供給水に前塩素処理を目的として次亜塩素酸ナトリウムの注入を行う。

#### 2) 膜ろ過設備

供給水は、膜ろ過水槽に流入する。MF 浸漬膜は、吸引ポンプの駆動力によってろ過される。浸漬水槽と浄水池に水位差がある場合はその水位差も利用し、ポンプの駆動力を使わないかあるいは低減することができる。膜ろ過水の一部は洗浄水槽に貯留され、逆圧水洗浄用の水として使用される。

定期的に行われる物理洗浄は、エアスクラビング洗浄と逆圧水洗浄を同時に行う。洗浄水は洗浄水槽に貯留された膜ろ過水を利用する。洗浄排水は洗浄毎には排出せず、洗浄を数回行い、ある程度濃縮されて槽内濁度が高くなってから全量ドレンされる。

#### 3) 膜ろ過設備の構成

##### 【設計例1の場合】

膜ろ過水槽は、全 18 系 (18 水槽) からなる。9 系が一つの群を形成し、逆洗ポンプ、洗浄ブロウ、洗浄水槽などを共通設備として設置する。運転は、通常時は設計膜ろ過流速にて運転を行う。

1 系 (1 槽) は、16 本の膜ユニットと呼ばれる単位から構成される。吸引ポンプを 1 系 (1 槽) につき 1 台保有する。ろ過、洗浄、薬品洗浄などの工程は 1 系 (1 槽) 単位で行われる。1 本の膜ユニットは、816m<sup>2</sup> の膜面積をもち、136m<sup>2</sup> の膜モジュールが 6 段縦に積んだ構造となっている。

##### 【設計例2の場合】

膜ろ過水槽は、全 12 系 (12 水槽) からなる。6 系が一つの群を形成し、逆洗ポンプ、洗浄

ブロワ、洗浄水槽などを共通設備として設置する。運転は、通常時は設計膜ろ過流束にて運転を行う。

1系（1槽）は、16本の膜ユニットと呼ばれる単位から構成される。吸引ポンプを1系（1槽）につき1台保有する。ろ過、洗浄、薬品洗浄などの工程は1系（1槽）単位で行われる。

1本の膜ユニットは、816m<sup>2</sup>の膜面積をもち、136m<sup>2</sup>の膜モジュールが6段縦に積んだ構造となっている。

#### 4) 薬品洗浄設備

薬品洗浄設備は全設備の共通設備として1式を設置する。膜本体を取り外すことなく、浸漬槽内で洗浄を行うことができる、オンサイトオンラインによる自動洗浄を行う。設備としては薬液タンク、薬液移送ポンプ、薬液引抜ポンプ、廃液槽などから構成する。

洗浄薬品は、次亜塩素酸ナトリウム+水酸化ナトリウム、硫酸を使用する。洗浄廃液は中和・希釈後下水道へ放流する。

#### (2) 特長

使用する膜は、ポリエチレン製の浸漬膜である。すだれ型の浸漬式中空糸膜を利用することで、エアスクラビングにより濁質剥離を効果的に行うことができるため、高濁度供給水を直接ろ過することが可能である。また、洗浄にはエアスクラビングの他、逆圧水洗浄を併用することで、膜の目詰まりを防止し、長期に安定した運転を行うことができる。

後段の浄水池との水位差が確保できる場合は、吸引ポンプを利用せず、水位差を有効活用してろ過するシステムも設計することができる。

膜の構造は、中空糸を高集積化したモジュールを、最大6段縦積して一つの膜ユニットを形成する構造となっている。無駄なスペースが少なく、設置面積辺りでは大容量のろ過水を得ることができる。また、膜ユニットは、モジュールの段数を変えて、水槽の深さに合わせた高さに変えることができ、既設ろ過池や沈澱池の土木設備を再利用しやすい設計となっている。

膜損傷の検知手法としては、膜ろ過水の水質監視による間接法の他、空気圧力保持試験を定期的に自動で行う。

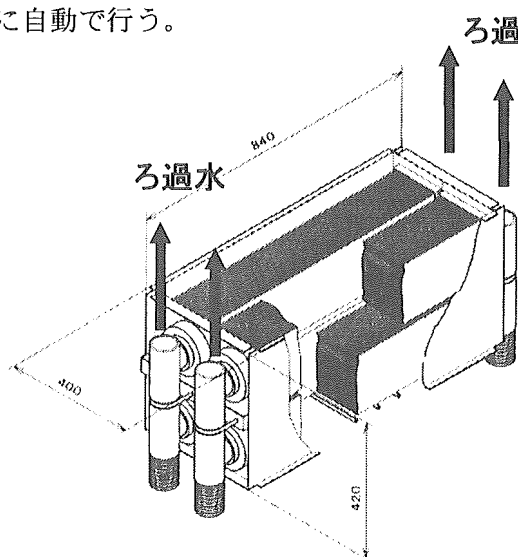


図7-46 膜モジュール

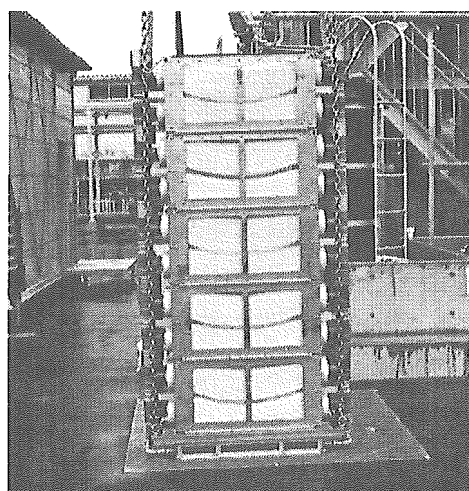


図7-47 膜ユニット外観  
(モジュール5段の例)

(3) 設備仕様

1日の給水量が約95,000m<sup>3</sup>/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7-14 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	4回/年
給水量		95,000m <sup>3</sup> /日	95,000m <sup>3</sup> /日
洗浄排水量		5,000m <sup>3</sup> /日	5,000m <sup>3</sup> /日
膜ろ過設備仕様	系列数	18系	12系
	膜本数	16本/系列 288本	16本/系列 192本
	総膜面積	235,008m <sup>2</sup>	156,672m <sup>2</sup>
ろ過方式		槽浸漬方式(全量ろ過)	
駆動圧力方式		ポンプ吸引方式	
運転制御		定ろ過流量制御方式	
膜ろ過流束		0.5m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日	0.75m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日
予備力の考え方		1系列停止時(薬品洗浄を含む)に上記膜ろ過流束で運転。それ以上の停止は増量運転にて対応	1系列停止時(薬品洗浄を含む)に上記膜ろ過流束で運転。それ以上の停止は増量運転にて対応
洗浄方法		膜ろ過水による逆圧水洗浄およびエアスクラビング	
洗浄頻度		30~60分に1回	
物理洗浄時間		60~120秒	
設備回収率		95%	
薬品洗浄方法		オンサイトオンライン洗浄	

表7-15 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	槽浸漬型外圧式中空糸
膜の材質	ポリエチレン
公称孔径	0.1μm
中空糸内径/外径	内径0.35mm/外径0.54mm
膜面積	136m <sup>2</sup>
モジュール寸法	400mm×400mm×1,200mm

(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

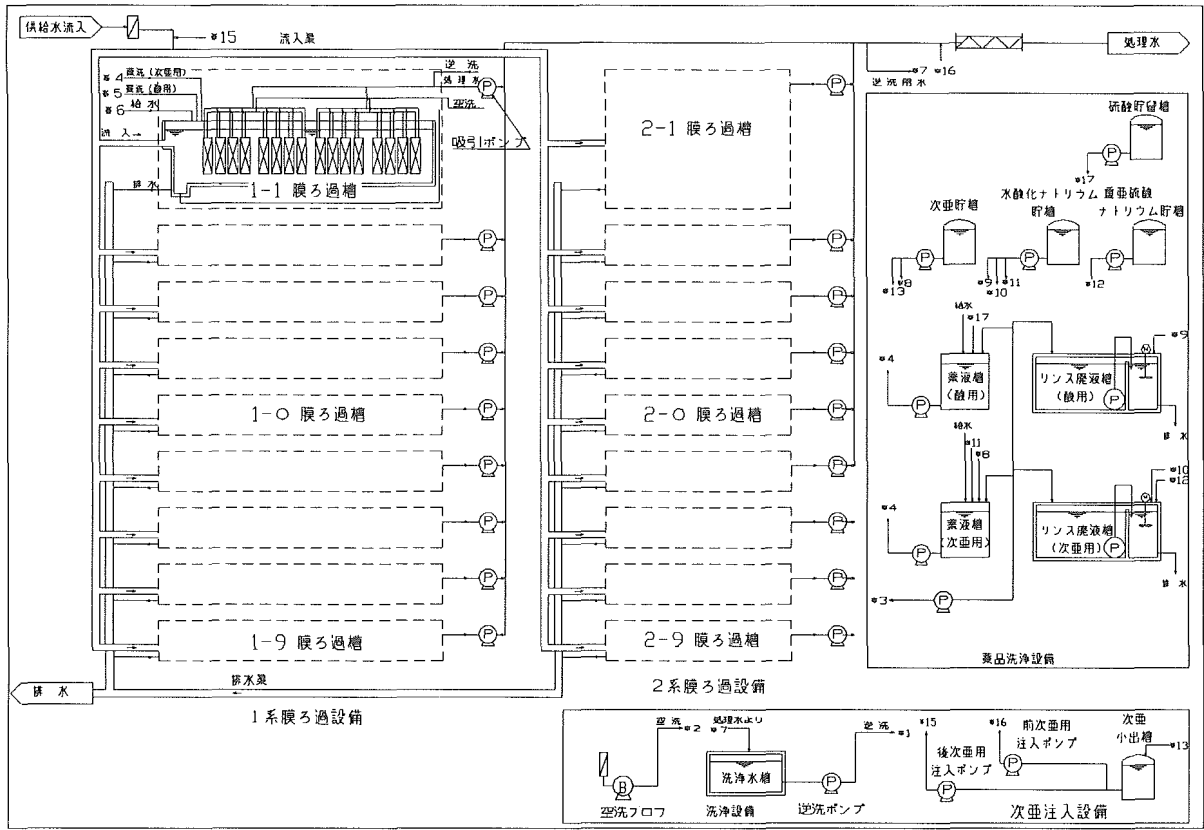


図7-48 フローシート (給水量 95,000m<sup>3</sup>/日、薬品洗浄 1回/年)

2) 配置図

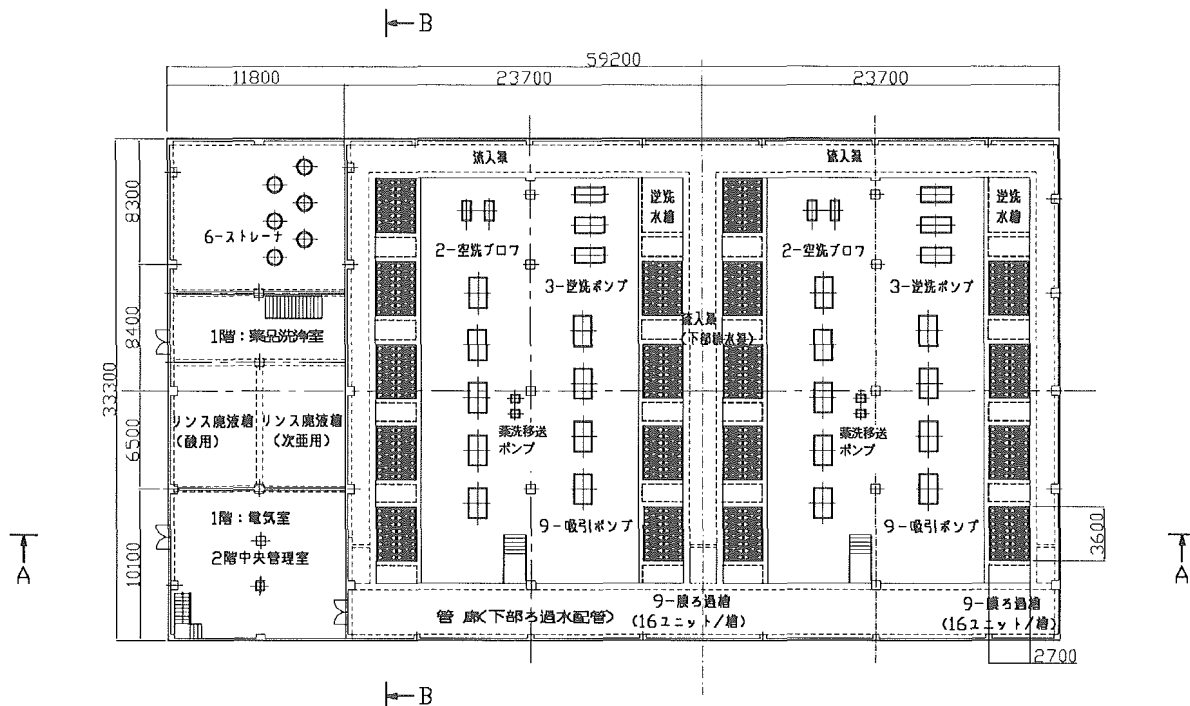


図 7 - 4 9 膜ろ過設備配置平面図 (給水量 95,000m<sup>3</sup>/日、薬品洗浄 1 回/年)

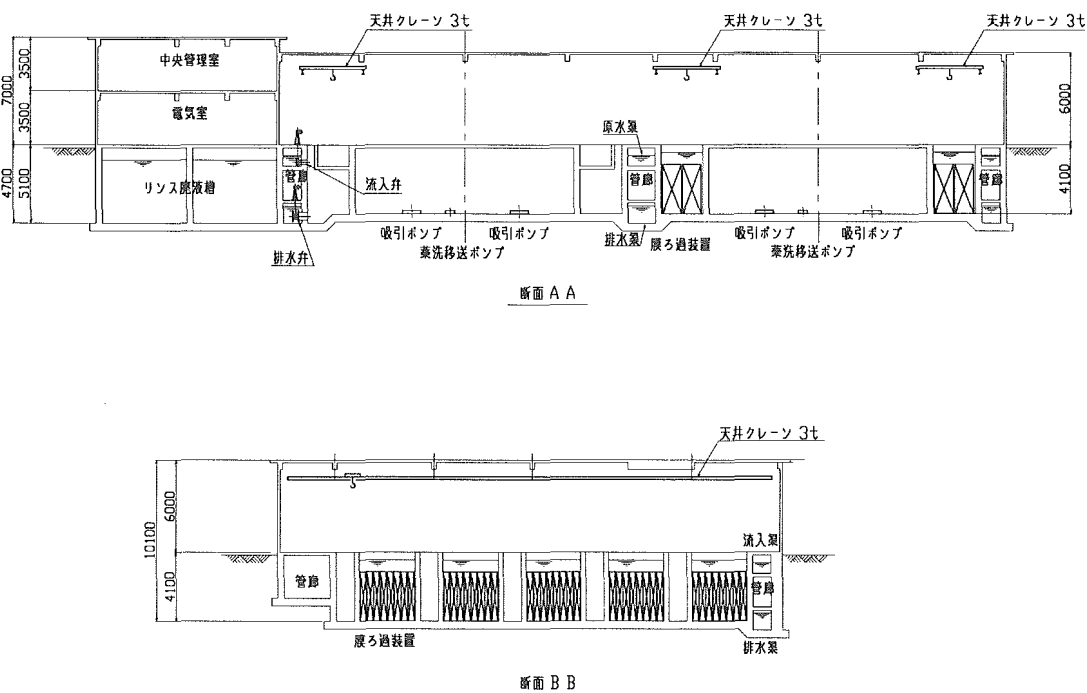


図 7 - 5 0 膜ろ過設備配置断面図 (給水量 95,000m<sup>3</sup>/日、薬品洗浄 1 回/年)



(5) 薬品洗浄間隔が4回/年の場合の設計例

1) フローシート

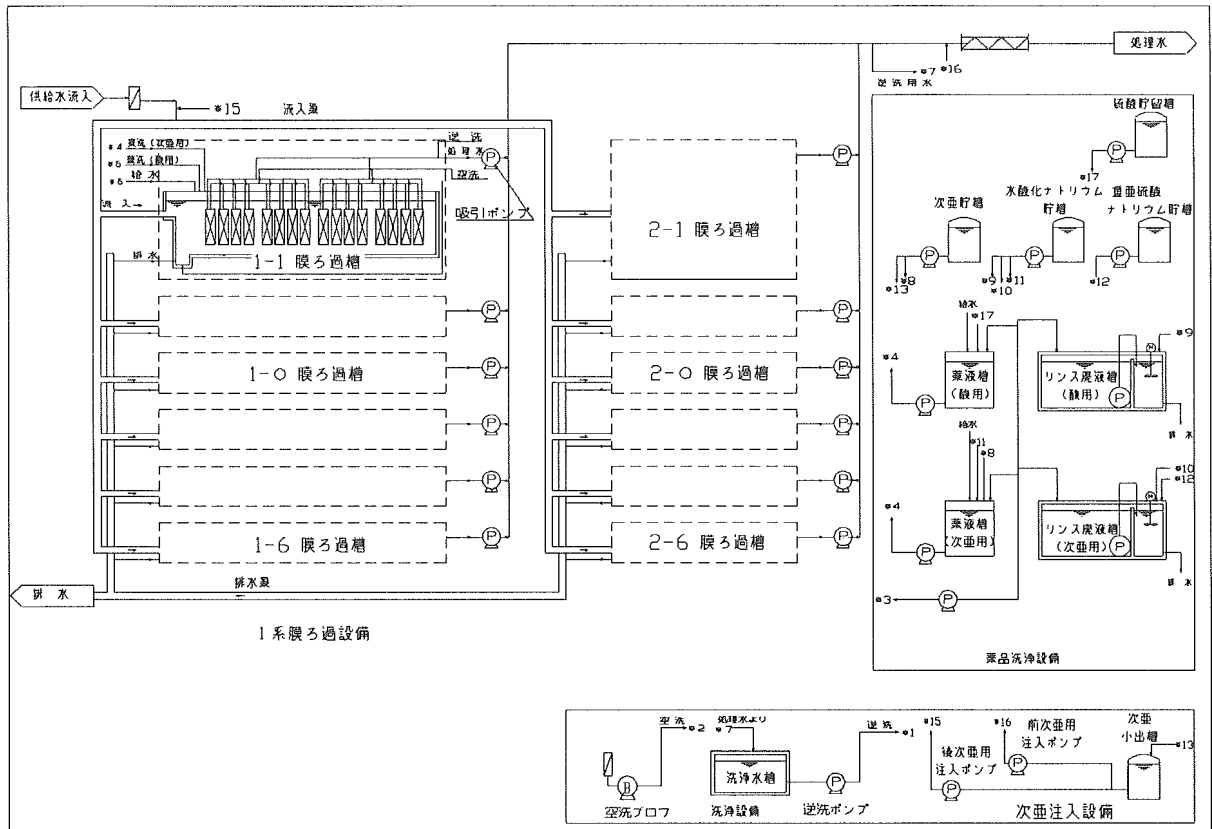


図7-51 フローシート (給水量 95,000m<sup>3</sup>/日、薬品洗浄4回/年)

2) 配置図

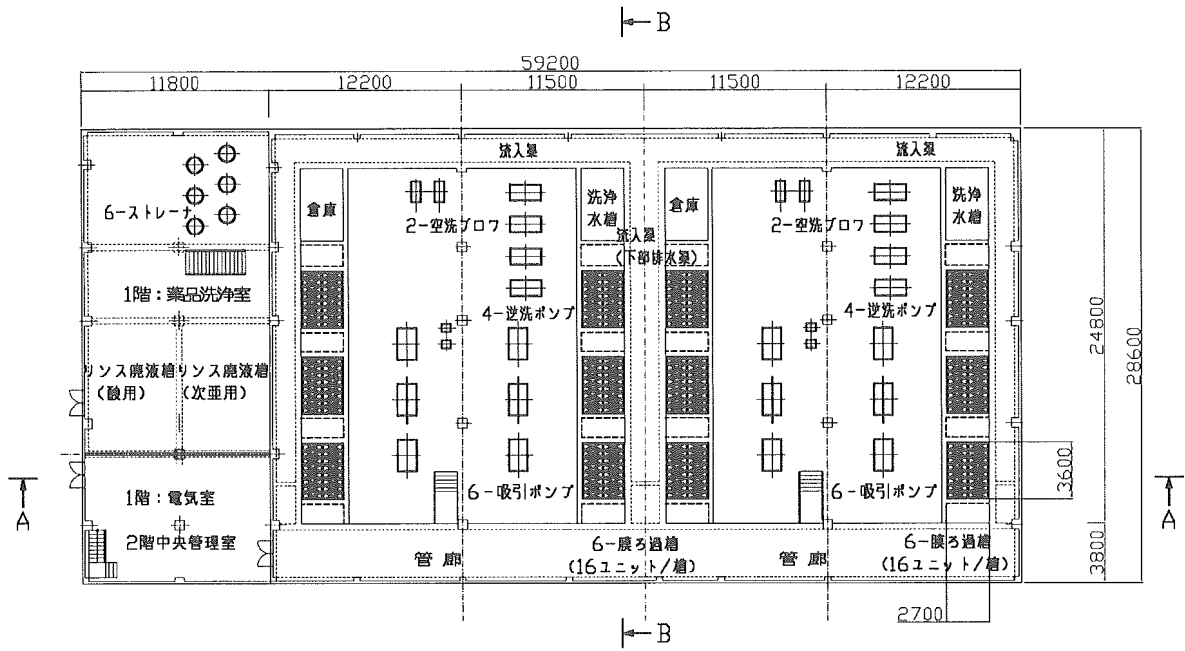


図 7-51 膜ろ過設備配置平面図 (給水量 95,000m<sup>3</sup>/日、薬品洗浄 4 回/年)

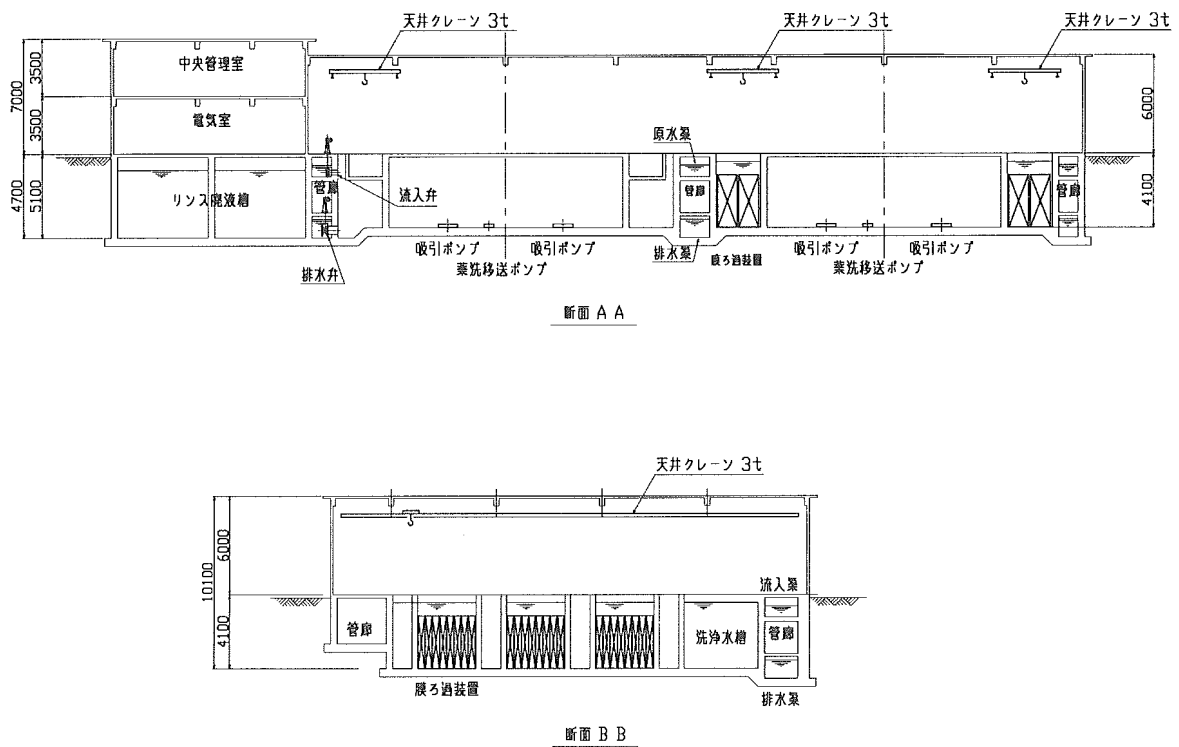


図 7-53 膜ろ過設備配置断面図 (給水量 95,000m<sup>3</sup>/日、薬品洗浄 4 回/年)

## 7. 1. 11 供給水②のケーススタディ<事例8>

### (1) 設備概要

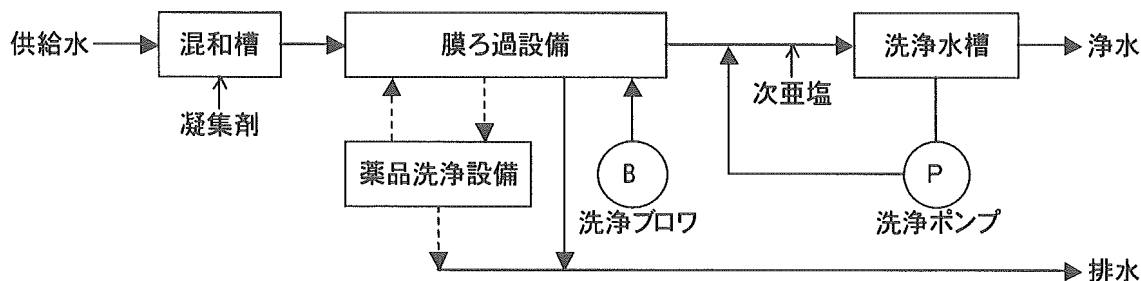


図7-55 設備概要フロー

#### 1) 前処理設備

本設備の供給水は降雨時には濁度上昇がみられるが、膜の保護や負荷低減目的の除濁設備は設置しない。混和槽にて凝集剤を定量注入し、マイクロフロックを形成する。

#### 2) 膜ろ過装置

本設備は槽浸漬方式であり、混和槽から供給水は自然流下で膜浸漬槽に流入する。膜浸漬槽内には膜モジュールが水平垂直方向に浸漬設置されており、供給水は吸引膜ろ過され、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。膜ろ過の駆動圧には膜ろ過ポンプの吸引圧および膜浸漬槽内の水位を利用し、制御方法は定流量ろ過である。

膜モジュールは管状型セラミック MF 膜で、定期的に自動で行われる物理洗浄は逆圧水洗浄で、洗浄水槽に貯留された膜ろ過水を用いて洗浄ポンプにて行う。また、膜モジュール下部には散気装置が設置されており、気泡旋回流によりクロスフロー状態となる。槽浸漬方式のため、逆圧水洗浄水は洗浄の際に系外に排出されることなく膜浸漬槽に貯留され、再び膜ろ過の原水となる。本設備からの排水は膜浸漬槽に付属する排水弁を開き、自然流下にて排水処理設備へ送られる。すなわち本設備においては、回収率を決定する排水量は逆圧水洗浄とは関係なく、自由に設定することが可能である。

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、膜浸漬槽内にて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、散気装置、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、供給水に注入する凝集剤と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

本設備の薬品洗浄方式は浸漬洗浄（漬け置き洗浄）であり、膜浸漬槽内で行うため、オンサイトオンラインとなる。薬品洗浄設備は膜浸漬槽内に薬品を移送するための薬品槽および移送ポンプと、薬品洗浄排水およびリンス水の中和などを行う薬品洗浄排水中和設備と薬品注入設備で構成され、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77本のエレメントの両端を束ねた構造となっている。膜モジュール下部からの散気とモジュール内のエレメント間隔が十分に確保されていることから、供給水中の濁質による流路閉塞が起こらないため、供給水の濁度が1,000度を超過した場合にも運転を継続することができる。

また、散気の効果により鉄や遊離炭酸の除去が可能であり、回収率を高く設定し供給水を濃縮することにより、膜浸漬槽内にて生物処理によるアンモニア性窒素やマンガンの除去も可能となる。また、供給水水温が低い場合や生物処理が困難な場合には、供給水に次亜塩素酸ナトリウムを添加することによりアンモニア性窒素やマンガンの除去が可能である。

使用する膜は精密ろ過膜で、膜材質は物理的耐久性や耐薬品性能に非常に優れたセラミックである。

膜モジュールは膜浸漬槽内のラックに収納され、膜の設置や交換時にはラックごと槽外に引き出す。1モジュールの膜面積は2.3 m<sup>2</sup>と小さいが、膜浸漬槽内に垂直方向に積み重ねることにより設置面積は省スペースとなる。

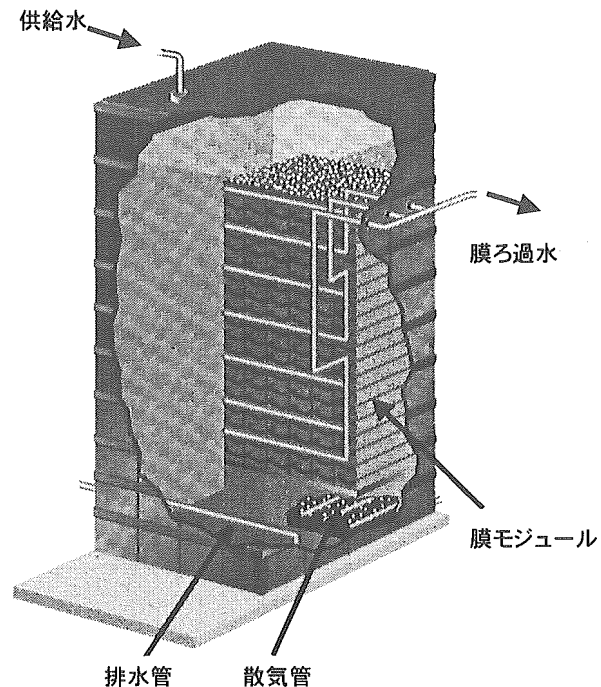


図7-56 膜浸漬槽のイメージ図