

(2) 施設能力規模別実績

施設能力 1,000m³/日以上の膜ろ過施設の 2004 年度までの予定も含めた実績で、施設能力規模毎の実績件数と累積施設能力の関係を図 2-14 に示す。

施設能力 20,001m³/日以上施設は計 79 件で、設置件数では全体の 32.6% であるが、施設能力としては合計で 4,600,000m³/日となり、全体の 81.3% に達する。また、図 2-3 と比べても国内に比べて 1ヶ所あたりの処理規模は大きくなっている。

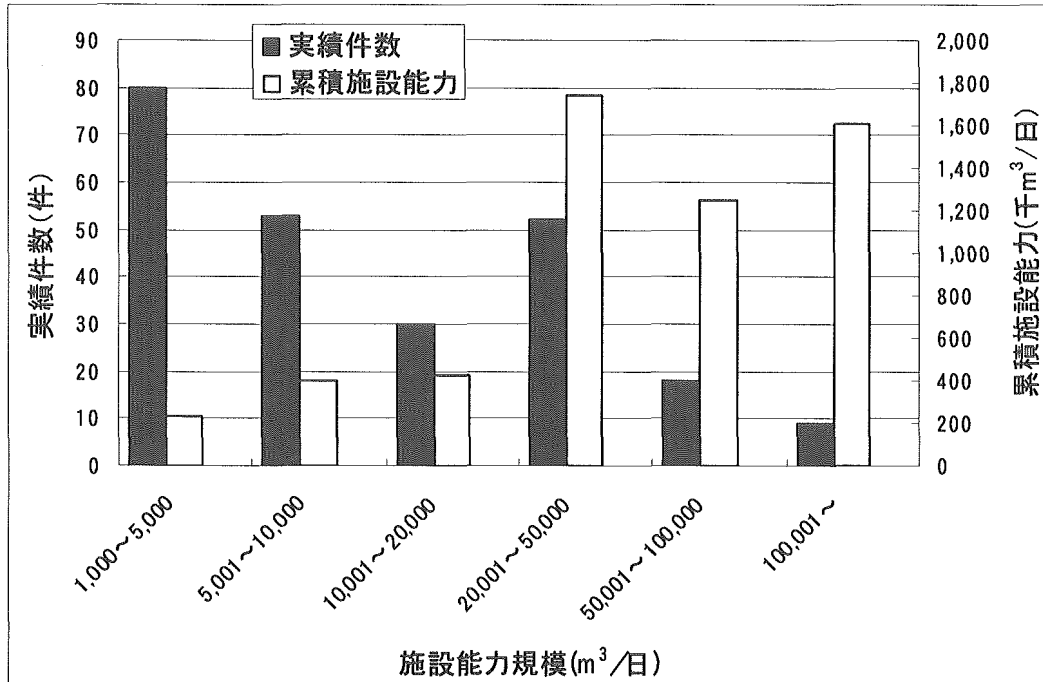


図 2-14 施設能力別設置件数比率⁶⁾

(3) 国別実績

表 2-2 に、膜ろ過施設の累積の国別実績を示す。

表 2-2 国別の普及状況⁶⁾

国名	人口(千人)	膜ろ過累積施設能力(m ³ /日)
アメリカ	293,000	2,654,270
イギリス	59,000	993,210
カナダ	29,000	438,560
フランス	59,000	406,840
ニュージーランド	3,700	332,950
日本	127,000	285,000
オーストラリア	19,000	280,390
シンガポール	4,500	273,000
その他	—	278,300
合計		5,942,520

累積の膜ろ過施設能力はアメリカが最も多く、次いでイギリス、カナダの順となっている。また、一件当たりの平均給水量では 2002 年で 22,000 m³と年々大型化してきており、アメリカでは 2003 年、日量最大 265,000 m³の建設が決まっている。このようにアメリカで急速に普及が進んだ背景としては、塩素耐性原虫類除去の他に 1996 年に改定された安全飲料水法による規制や消毒副生成物の抑制などがあげられている。

(4) MF 膜, UF 膜種別の実績件数

図 2-15 に、膜種類別の実績比率を示す。

膜の種類別では、UF 膜ろ過施設の施設能力が 3,170,000m³/日、MF 膜ろ過施設が 2,487,000m³/日となっており、比率は UF 膜で 56.0%、MF 膜で 44.0%となっている。

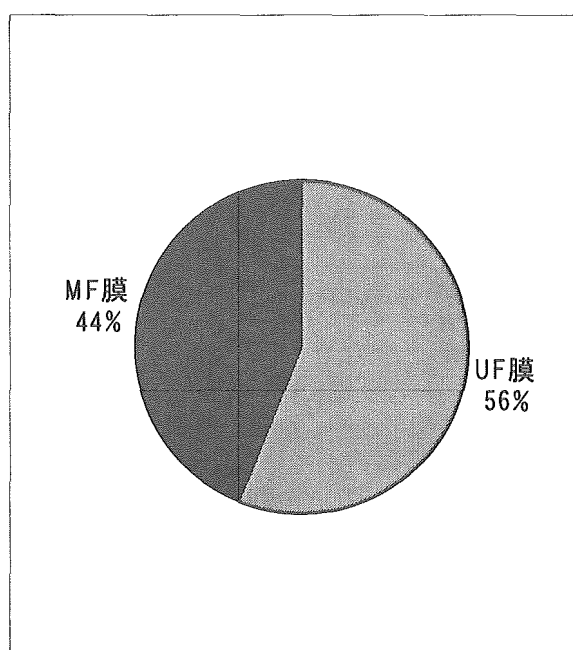


図 2-15 世界における膜種類別実績比率⁶⁾

2. 4 膜および膜モジュール

2. 4. 1 膜の種類

膜分離技術は、固液分離、イオンの分離、ガス分離などを行う分離技術で、工業用水処理および食品、医療、浄水処理、海水淡水化など様々な分野で使用されている。分離膜は、分離対象物質の性状や大きさによって、その種類と仕様が異なる。本項では、水道用途へ適用される液体用分離膜および膜モジュールの特性を示す。

(1) 水道原水中成分の大きさと膜の適応範囲

浄水処理で除去対象とされる原水中の成分の大きさと、使用される膜の適応範囲を図2-17に示す。MF膜およびUF膜は、クリプトスポリジウムや大腸菌、細菌類の除去（除菌）および粘土や藻類など濁質の除去（除濁）を目的として使用される。さらに限外ろ過膜は、フミン酸、コロイドおよびその他高分子物質などの一部を分離できる。NF膜は、トリハロメタン前駆物質や農薬、フルボ酸などの低分子物質を主な除去対象としている。また、逆浸透膜（RO膜、海水淡水化逆浸透膜を含む）は、これら低分子物質に加えてイオン性物質までを除去対象としている。

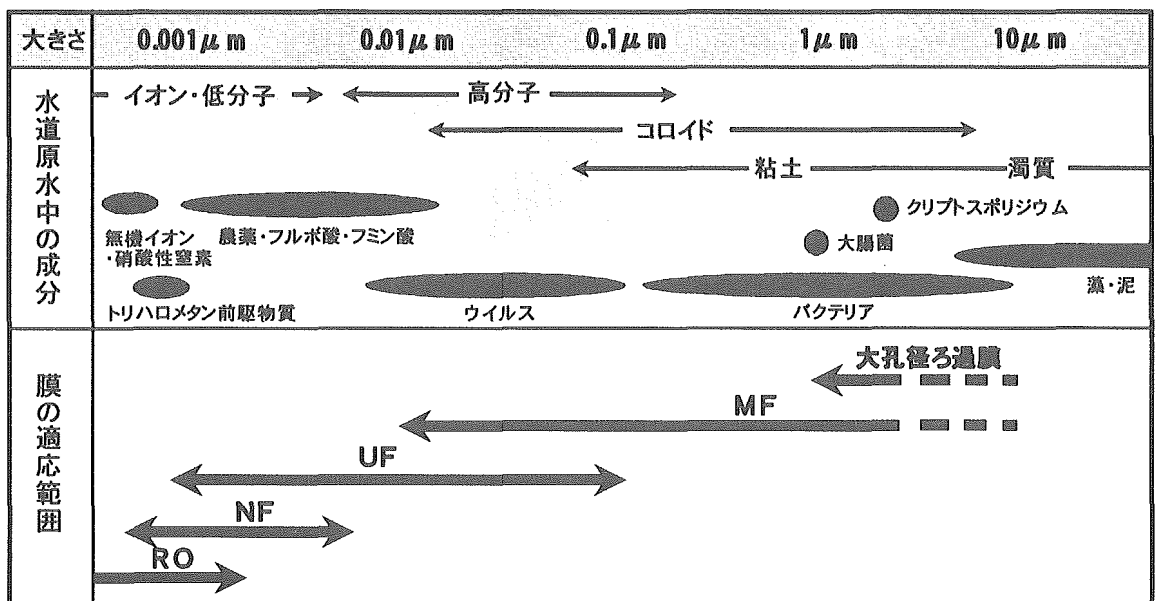


図2-16 水道原水中成分の大きさと膜の適応範囲

(2) 膜の分類と仕様

表2-3に示すように、水道用膜は6種類に分類できる。これらの大孔径ろ過膜、MF膜、UF膜、NF膜、およびRO膜は、それぞれ様々な膜構造、膜材質やモジュール型式が開発されている。

表2-3 水道用膜の特徴（水道用膜モジュール規格に基づく分類）

	大孔径ろ過膜	精密ろ過膜 (MF)	限外ろ過膜 (UF)	ナノろ過膜 (NF)	逆浸透膜 (RO)	海水淡水化逆浸透膜 (RO)
水道用膜モジュール規格	AMST-004	AMST-001	AMST-001	AMST-002	AMST-002	AMST-003
公称孔径	2μm程度	0.01μm超	0.01μm以下	—	—	
分画分子量	—	—	1,000~200,000程度	200~1,000	—	
塩化ナトリウム除去率 (脱塩率)	—	—	—	5%~93%未満 ^{※1}	93%以上 ^{※2}	平均濃度基準：99.0%以上 ^{※3} 入口濃度基準：98.8%以上 ^{※3}
膜構造	非対称他	対称、非対称	対称、非対称	非対称、複合	非対称、複合	非対称、複合
膜材質 ^{※4}	PS他	CE、PAN、PE、PP、PS、PVA、PVDF他	C、CA、CE、PAN、PES、PS他	CA、PA他	CA、PA他	CA、PA他
製膜法	相転換法他	相転換法、延伸法、焼結法		相転換法、界面重合法		相転換法、界面重合法
モジュール	中空糸型他	中空糸型、スパイラル型、管状型、平膜型、モノリス型		中空糸型、スパイラル型、平膜型、他		中空糸型、スパイラル型

※1 評価条件 NaCl濃度 500~2,000mg/L、操作圧力 0.3~1.5MPa

※2 評価条件 NaCl濃度 500~2,000mg/L、操作圧力 0.5~3.0MPa

※3 評価条件 NaCl濃度またはTDS濃度 3.0×10⁴~6.0×10⁴mg/L、操作圧力 5.0~10.0MPa

※4 C；セルロース、CA；酢酸セルロース、CE；セラミック、PA；ポリアミド

PAN；ポリアクリロニトリル

PE；ポリエチレン、PES；ポリエーテルスルホン、PP；ポリプロピレン、PS；ポリスルホン

PVA；ポリビニルアルコール、PVDF；ポリフッ化ビニリデン

膜表面および断面写真の例を写真2-1に示す。MF膜やUF膜の一部では膜の細孔が確認できるが、NF膜、RO膜では細孔を確認できない。一方、膜の断面構造は、MF膜、UF膜の場合は対称のものと非対称のものがあるが、NF膜およびRO膜は非対称構造である。対称膜とは、膜の厚み方向に断面構造が表から裏まで一様である膜のことであり、これに対して膜の供給水側とろ過水側とで構造が異なる膜を非対称膜と称する。通常、膜供給水側表面には薄い緻密層（スキン層または機能層とも呼ばれる）があり、この緻密層から膜ろ過水側表面には比較的大きな流路を形成する多孔質支持層がある。孔径の小さい膜は、構造を非対称とすることで、ろ過抵抗を小さくしている。特にNF膜やRO膜では、分離のための緻密層と膜の強度を発現する支持層とを別々の素材で形成する複合膜構造とすることにより分離性能を維持したままろ過抵抗を低減する工夫がなされている。

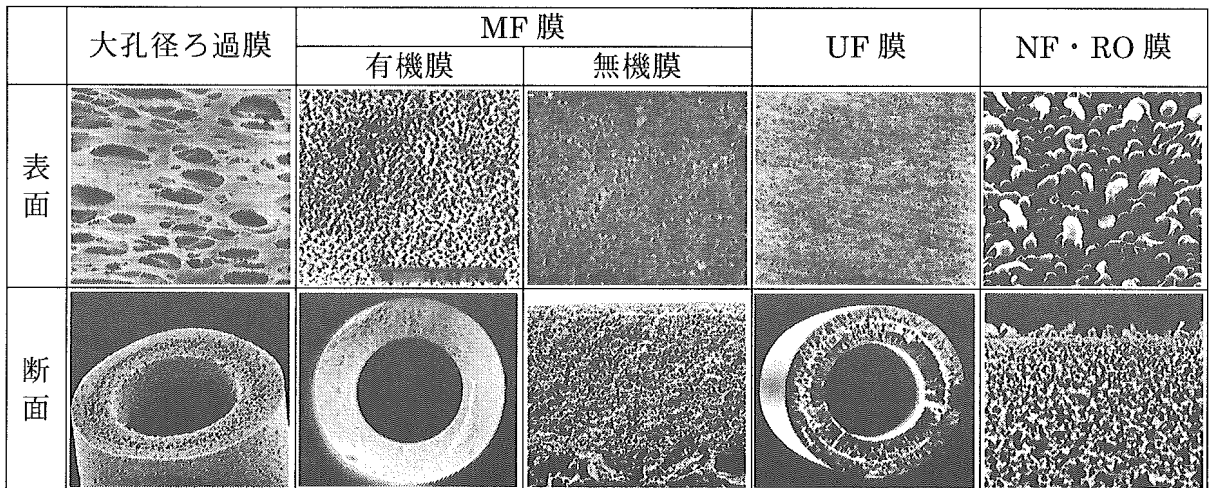


写真2-1 膜の表面および断面構造

2. 4. 2 膜ろ過による分離の特徴

(1) 設計マトリックス

渡辺らは多様な原水水質に対応する膜ろ過システムのために、図2-17に示すような設計マトリックスを提示した⁷⁾。これより明らかなように、膜ろ過は、その分離可能な境界がきわめて明確であり、その膜が除去できる微粒子または物質の範囲を高い信頼性をもって明示することが可能となる。すなわち、微粒子または物質に対する処理性能が「確定的」であるということである。浄水処理工程を高い信頼性をもって設計できることがわかる。

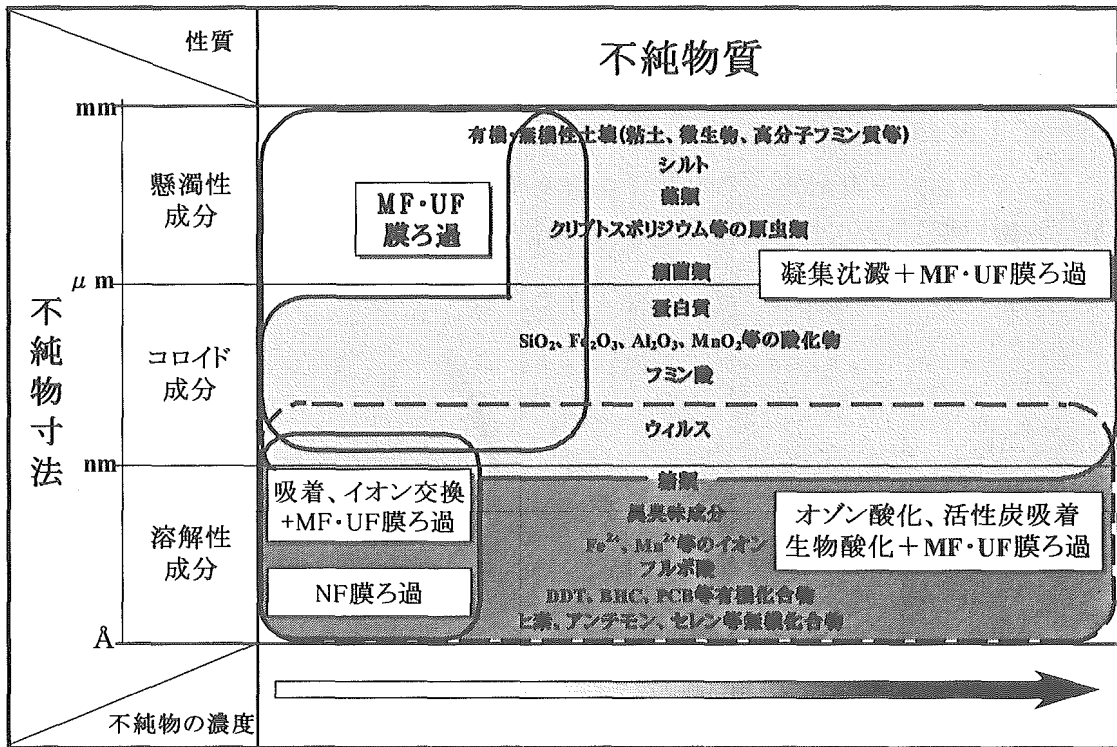


図2-17 設計マトリックス

また、この設計マトリックスはハイブリッド膜ろ過システムの構成を示しており、膜ろ過のハイブリッド化は、処理水質と運転性の両方に大きく影響を及ぼすものと考えられる。たとえば、主なファウリング物質であるフミン酸が濁質と共存すると、不可逆ケーキ層の形成による膜ファウリングが著しくなる。この場合、膜ろ過の前でフミン質を凝集すれば、膜ろ過によるその除去率も向上し、クロスフローろ過ではその運転性も向上する。全量ろ過では、凝集のみでは運転性が向上しない場合も想定され、この場合は凝集沈澱を膜ろ過の前処理とすれば運転性は著しく向上する。

以下では、膜ろ過が持つ特徴を、急速砂ろ過の除去機構を比較する。

(2) 急速砂ろ過との比較

急速砂ろ過における粒子の捕捉機構と、膜ろ過におけるろ過・分離の原理を比較する。

1) 急速砂ろ過における粒子の捕捉機構⁸⁾

急速砂ろ過をはじめとする粒状ろ過における懸濁物の除去に關与する機構は、以下の2つに分けて考えることができる。

- ① 懸濁物粒子のろ材表面への接近・接触という輸送過程
- ② 接触した懸濁物粒子のろ材表面への付着という付着過程

一般に、ろ過砂層の間隙の大きさは $100\mu\text{m}$ のオーダーであるのに対して、抑留される粒子は通常 $10\mu\text{m}$ 前後の大きさである。ろ過砂と各種粒子、および間隙の大きさのイメージを図2-18に示す。砂ろ過による除去とは、小さなふるい目で大きな粒子をふるい分けによってこしとるという機構ではないことが明らかである。すなわち、ろ材粒子よりも小さな懸濁物粒子がろ材の間隙にとどまるためには、粒子がろ材の表面まで間隙水路内を移動（輸送過程）し、かつろ材の表面に付着（付着過程）するという2つの段階が必要となる。

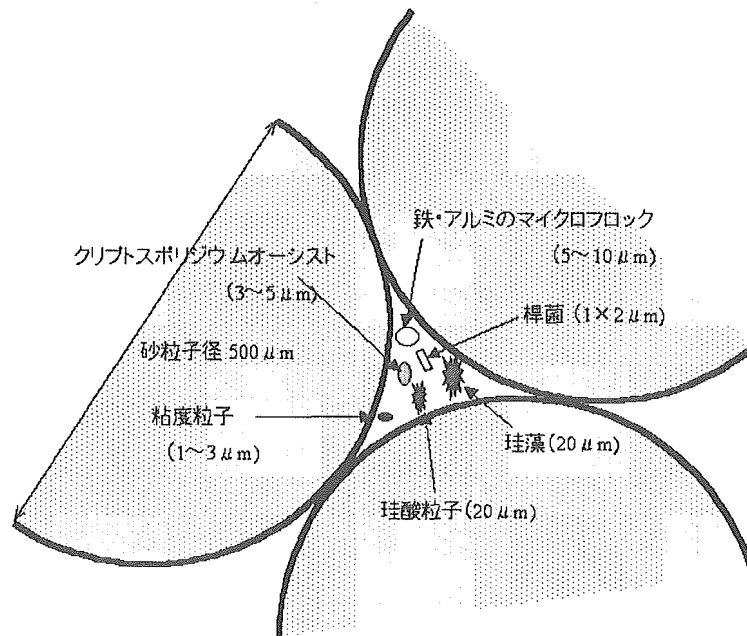


図2-18 砂ろ過間隙の模式図

はじめの輸送過程には、以下の6つの作用が考えられている。

- (a) ふるい分け作用：ろ材粒子が構成する間隙より大きな懸濁物粒子はふるい分けによって除去される。
- (b) 阻止作用：図2-19に示すように、懸濁物粒子径がろ材間隙より小さい場合でも、懸濁物粒子が乗った流線がろ材粒子の近くを通ればろ材粒子への接触がおきる。
- (c) 重力沈降作用：図2-20に示すように、懸濁物粒子が水より密度が大きい

いと、流線に水平方向成分が生じたとき重力方向に流線から離れる。

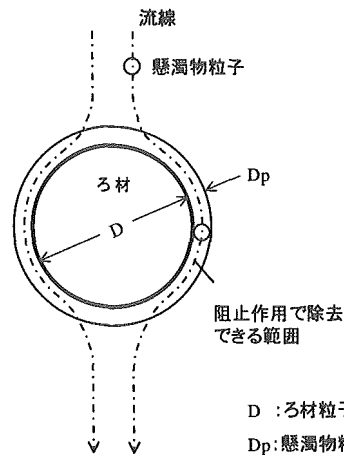


図 2 - 1 9 阻止作用

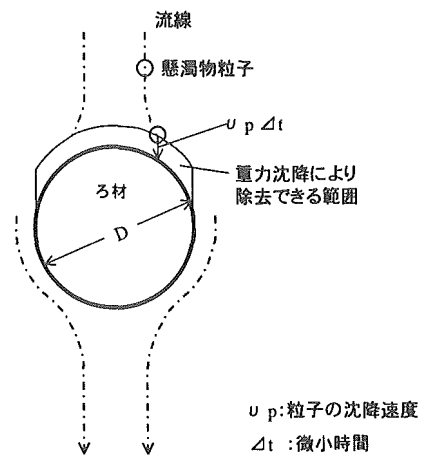


図 2 - 2 0 重力沈降作用

- (d) ブラウン運動：懸濁物粒子が小さいとブラウン運動によって動かされ、流線から離れる。
- (e) 慣性衝突作用：ろ層を流線が屈曲しながら進むとき、懸濁物粒子と流体との質量差が大きいと、粒子は流線に追随できず、流線から離脱する。
- (f) 水力的作用：懸濁物粒子が回転すると、流線の進行方向と回転方向とが一致した側では圧力が高くなり、その反対方向に力が生じ、粒子を動かす。

藤田⁸⁾は、これらの作用が懸濁物粒子の除去にいかに関与するかを評価するため、単粒子層（ろ材粒子 1 個からなる厚さのろ層）において、各作用によって得られる除去効率を試算している。この効率とは、粒子が除去される確率を表している。この試算により、輸送過程を律する大きな因子が、阻止作用（図 2 - 1 9）と重力沈降作用（図 2 - 2 0）であることを示した。

一方、懸濁物粒子はろ材に接触後、離脱することなく付着してはじめて除去される。この付着過程には、以下の 4 つの作用が考えられる。

- (g) 機械的付着：ろ材粒子のくぼみなどに入って除去される機構であるが、これは輸送過程のふるい分け作用や阻止作用と区別しにくい。
- (h) 凝集作用：ろ材粒子と懸濁物粒子の間の凝集。電気的作用と van der Waals 力が関与する。
- (i) 化学的作用：コロイドよりかなり大形の粒子、たとえば一次凝結しているフロックに対しては吸着に基づく架橋作用がろ材粒子への結合力を高める。
- (j) 生物的作用：従来はないと考えられてきた急速砂ろ過層における生物作用である。

上述した機構によっていったん抑留された粒子も、フロック強度が弱い場合などでは、損失水頭がそれほど大きくなならないうちに、ろ過水中に漏出することも

ある。

以上、急速砂ろ過法での砂層における懸濁物粒子の除去機構を示したが、ある懸濁物粒子がろ層で捕捉されるか否かは、きわめて「確率的」現象であるということが出来る。また、その除去率は実際に96~97%とされる。

2) 膜ろ過におけるろ過・分離の原理

膜ろ過におけるろ過・分離機構は原理的に以下に2つによって説明される。

(a) ふるい効果：細孔の大きさより大きな粒子は膜によって阻止され、小さな粒子のみを通す。膜ろ過における分離の最初の原理である。

(図2-21)⁹⁾

(b) 膜との相互作用：細孔が小さくなっていくと、細孔内壁と通過しようとする粒子との距離が接近し、その相互作用が分離の程度を決定するようになる。

MF膜、UF膜では、ふるい効果が支配因子であるが、一方、RO膜では、膜と溶質・溶媒との相互作用が支配因子となる。

細孔径と懸濁物粒子径との大小関係によって除去率は決定的となるが、すべてが規定されるわけではない点に注意する必要もある。すなわち、膜表面細孔が存在する膜では、多かれ少なかれ細孔の大きさに分布があるからである。また、欠陥細孔（細孔径分布上は無視できるが、異常に大きい細孔）が存在する場合もある。

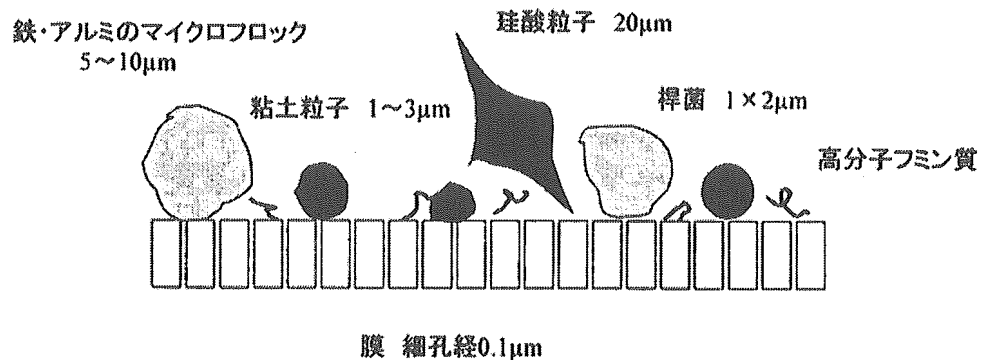


図2-21 膜ろ過の分離概念図

ただ、限外ろ過膜が非常に幅広い細孔径分布をもつのは実際にはまれであり、リークがおきるとすれば、細孔径分布に含まれない欠陥細孔が支配原因となるとされる。

3) 膜ろ過における除去指数

膜ろ過は、クリプトスポリジウムなど塩素耐性原虫類、懸濁物質などに高い除去性能を有することから、この評価として、除去指数 (log) が使用される。この除去指数の定義は以下の通りである¹⁰⁾。

$$\text{除去指数} = -\log [\text{処理後に残存する濃度 (個数)} / \text{処理前の濃度 (個数)}]$$

- 1log は 90%除去 (10%残存)
- 2log は 99%除去 (1%残存)
- 3log は 99.9%除去 (0.1%残存)

4) 流出粒子数の比較

急速砂ろ過、膜ろ過の両処理におけるろ過水中への流出粒子数の比較を以下に示す。

急速砂ろ過では、逆洗後にろ過を再開した初期には、ろ材表面にフロックが凝集していないため、流入している懸濁物粒子に対する付着力が弱い。また、ろ層内に残留している逆洗水の一部も混ざることにより、ろ過水の濁度が高くなり、これを初期流出という。

その後、ろ材表面に懸濁物粒子が付着するにしたがって、ろ材の表面電位が改善し、漏出が減少する。この過程が熟成である。この段階では、ろ過水の濁度がきわめて低い良好な水質が得られるようになる。

さらにろ過が進行すると、抑留されていた懸濁物粒子が剥離して漏出するようになる。

三層ろ過 (アンスライト・砂・ガーネット、ろ過速度 100m/日) のケースについて、ろ過の継続に伴うろ過水の濁度と微粒子数の変化を示した例を図 2-22¹¹⁾に示す。粒子の大きさによって漏出の挙動が異なっていることがわかる。ろ過水の水質が安定しているろ過継続時間 10~20 時間をみると、0.5~1 μm の大きさの粒子 (図では値を 1/10 にして表示してある) が約 9,000 個/mL 以上ある。その後、ろ過水濁度は上昇しているが、濁度 0.1 度以下の範囲でみると、クリプトスポリジウムの大きさに相当する 3~7 μm の微粒子は数百個/mL 含まれていることがわかる。

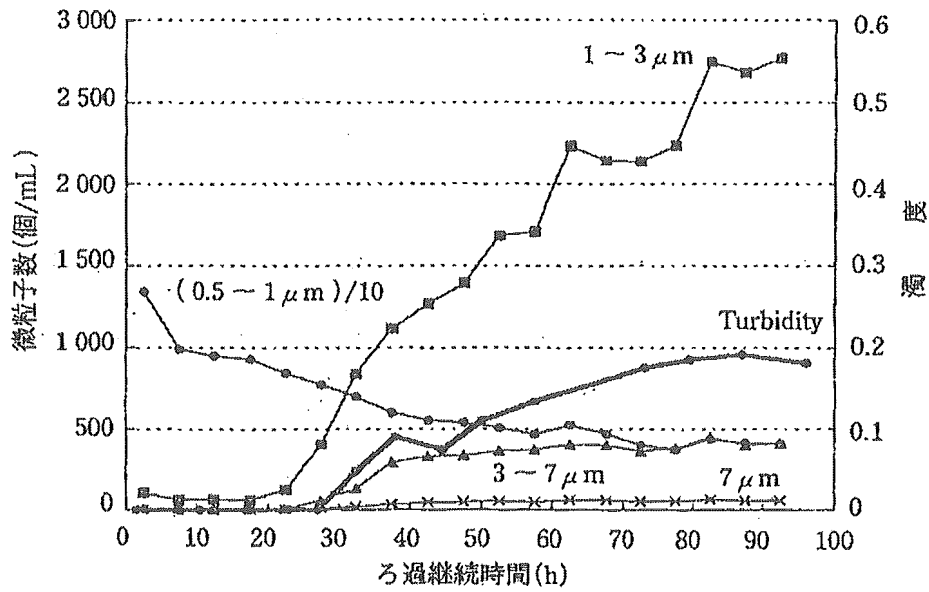


図 2-22 砂ろ過水の濁度・微粒子数とろ過継続時間との関係
 注) (0.5~1 μ m) の微粒子数は 1/10 の縮尺で表示

膜ろ過の場合、膜の細孔径よりも大きな粒子は、ふるい分け作用によって除去され、原則としてろ過水中には存在しないはずである。細孔径 0.01 μ m の UF 膜のケースで、ろ過水中の 0.5 μ m 以上の微粒子総数とろ過経過時間との関係を調べた例を図 2-23 に示す。このように、膜ろ過においても、膜の細孔径よりも大きな粒子がろ過水側に検出されることがわかる。

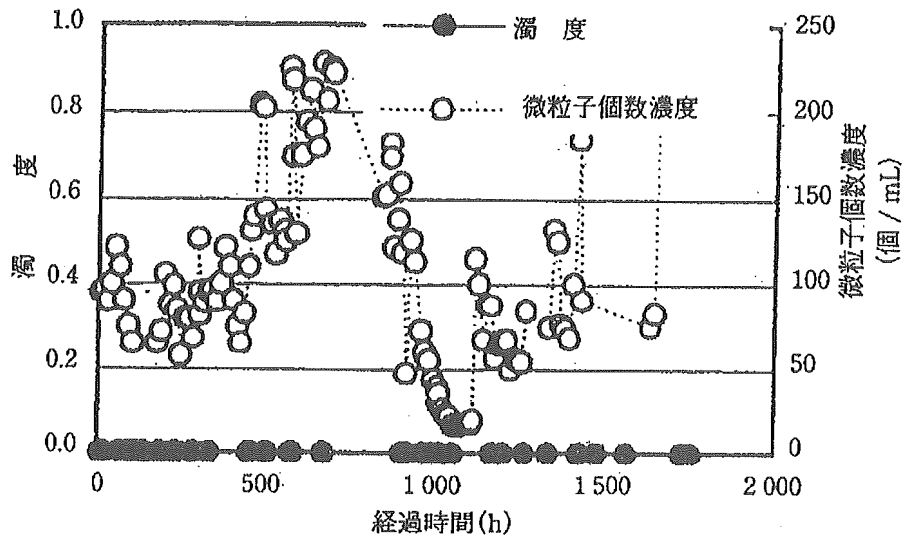


図 2-23 UF 膜 (孔径 0.01 μ m) 透過水微粒子濃度の経時変化

この原因としては、欠陥細孔が存在するという可能性も否定しきれないが、一般には、微粒子数の測定において、ポンプの振動やわずかな衝撃で配管の継ぎ手部分などから微粒子が剥離したり、気泡が発生して混入し、微粒子の検出数に影響を与える要因などが考えられている。

しかし、検出されている微粒子数は 200 個/mL 以下であり、急速砂ろ過層からの漏出数（図 2-22）と比較するときわめて低いレベルである。微粒子の除去において膜ろ過の信頼性がきわめて高いことがわかる。

5) 除去機構のまとめ

急速砂ろ過における懸濁物粒子の除去は、その除去機構から判断して、「確率的」であるといえる。一方、膜ろ過では、細孔径分布や欠陥細孔の問題、ろ過水側に検出される微粒子の問題があるものの、除去の主たる原理はふるい分け作用であり、微粒子は「確定的」に除去されると考えることができる。

膜ろ過がもつこの特徴は、より厳密なリスク管理が求められていく将来にあってはきわめて有利であり、望まれる技術といえることができる。およそ 200 年前に始まった緩速ろ過、およそ 100 年前に開発された急速砂ろ過に次ぐ技術として、膜ろ過法は今後さらに普及して行くであろう。

2. 4. 3 膜モジュールの型式

図2-24に、膜形状と膜モジュールの型式を系統化し、膜モジュールの種別を示す。

膜を実用化に適した製品形態に組み込んだものが膜モジュールである。膜モジュールは、膜を一定サイズの容器（ケーシング）に収めたケーシング型と集積した膜をそのまま浸漬槽などに取り付ける槽浸漬型（非ケーシング型）に分けられる。一般にケーシング型では、ポンプなどによる駆動圧力により膜ろ過を行う。一方槽浸漬型（非ケーシング型）では、水位差や吸引ポンプにより膜ろ過を行う。

通水方向には、膜供給水を膜の内側に供給し外側から膜ろ過水を得る内圧式と、膜供給水を膜の外側に供給し内側から膜ろ過水を得る外圧式がある。

このように、膜および膜モジュールには種々の型式があり、膜供給水の性状、洗浄方法、膜の特性などを考慮し、膜モジュールを選択することが可能である。

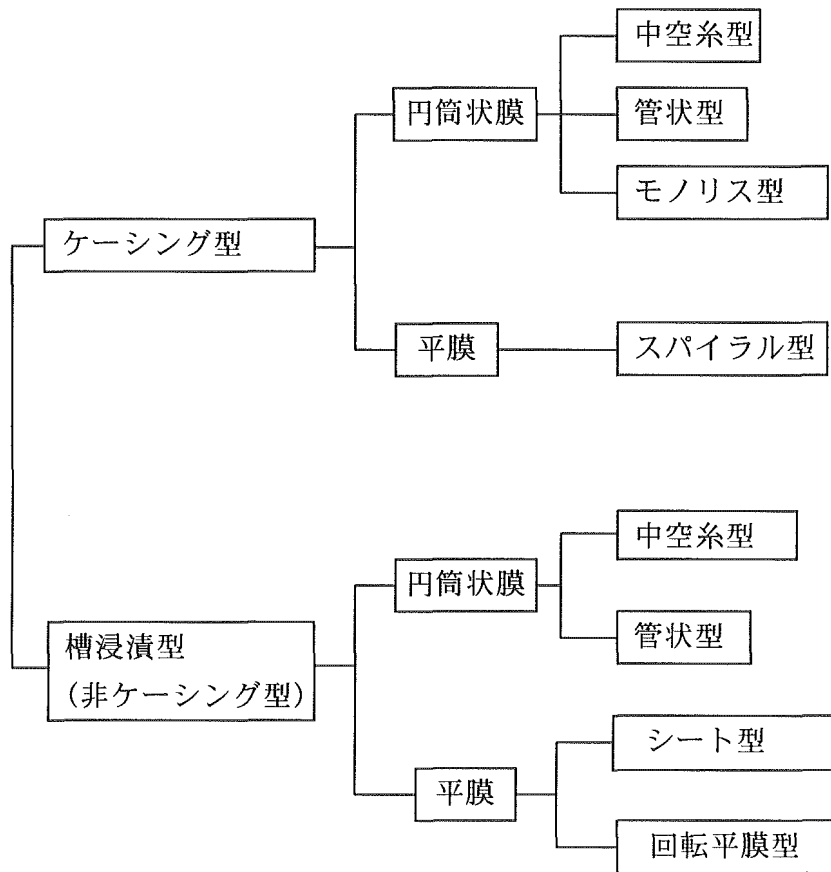


図2-24 膜モジュールの種別

以下に、各種膜モジュールの概要を示す。

(1) ケーシング型膜モジュール

1) 内圧式中空糸型膜モジュール (図2-25, 写真2-2)

この型式のモジュールには、主に MF 膜、UF 膜用途に内径 0.5~2mm 程度の中空糸膜が用いられている。圧力容器 (ケーシング) にはこれらの中空糸膜を数千~数万本束ねたものが収納されている。中空糸膜の両端は開口しており、接着剤などにより固定されている。

運転操作方法には、膜供給水が中空糸膜内側の膜面に沿って流れ供給水の一部が循環するクロスフローろ過法、および膜供給水が全量ろ過される全量ろ過法がある。膜供給水は中空糸膜内壁でろ過され、膜外側に膜ろ過水として得られ、クロスフローろ過の場合はろ過されなかった水が濃縮水として排出される。

ろ過の継続により膜面に懸濁物質が蓄積してくるので、これを防止するため主にろ過水を用いた物理洗浄が採用される。

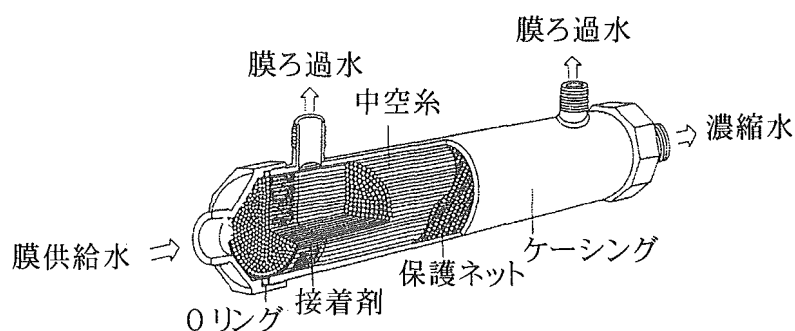


図2-25 内圧式中空糸膜モジュール

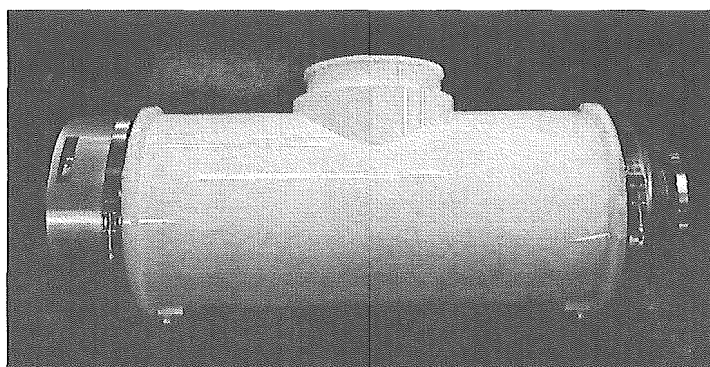


写真2-2 内圧式中空糸膜モジュール

2) 内圧式管状型膜モジュール（有機膜）（図2-26, 写真2-3）

テープ状にスリットした有機平膜をらせん状に巻き、重なった端部を溶着し管状に加工したものをケーシング内に集積したもので、管径は3~13mm程度が一般的である。ろ過方向は内外方向で吸引ろ過が一般的であり、ケーシング型、槽浸漬型の両方に適用できる。管径が3mmのものは外内方向の強度が強いため、中空糸膜と同様に内圧式および外圧式ろ過の両方が可能であり物理洗浄ができる。中空糸膜に比べ管径が太く濁質が詰まりにくいいため、比較的高濁度の膜供給水に対しても安定して処理できる特長を有している。

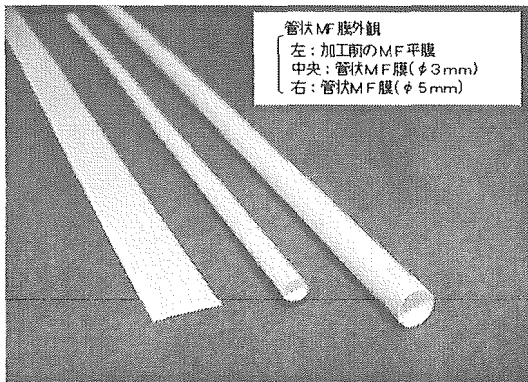


写真2-3 管状型膜エレメント

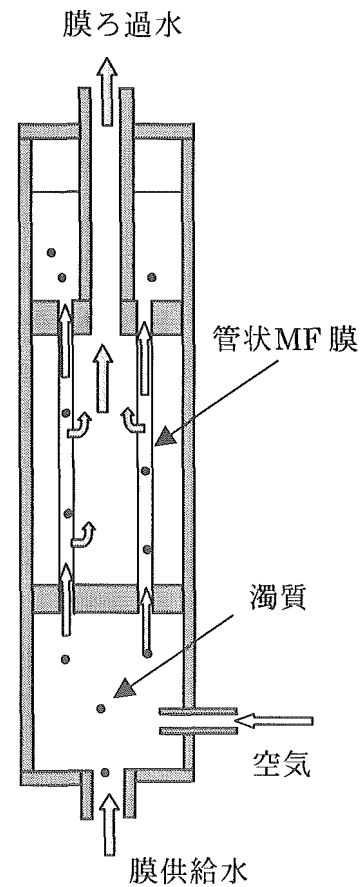


図2-26 管状型膜モジュール

3) 外圧式中空糸型膜モジュール

(図 2-27, 写真 2-4, 写真 2-5, 写真 2-6) 膜供給水は中空糸膜外側(ケーシング側)に供給され、膜の外表面で膜ろ過され、膜ろ過水が中空糸内側より流出する。またクロスフローろ過を行う場合、膜供給水の一部が濃縮水として排出される。

膜供給水側流路および膜面への懸濁物質などの蓄積を防止するため、物理洗浄(逆圧水洗浄、逆圧空気洗浄、エアスクラビング)が採用される。

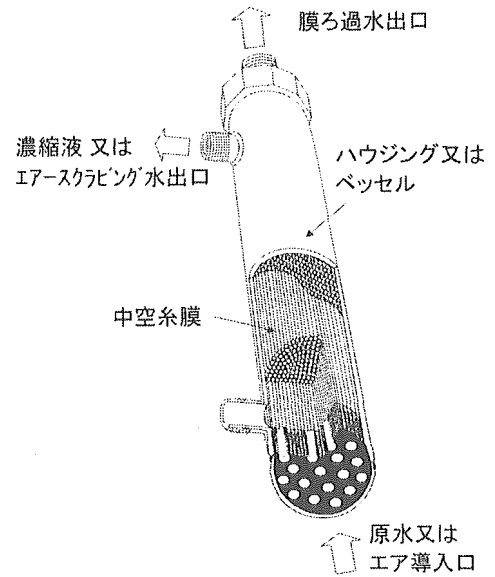


図 2-27 外圧式中空糸型膜モジュール

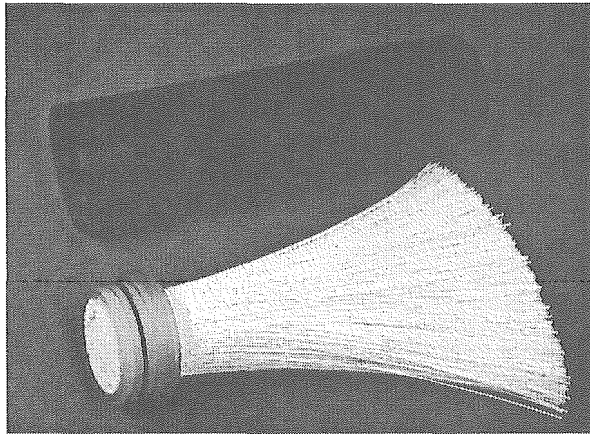


写真 2-4 外圧式中空糸型膜エレメント

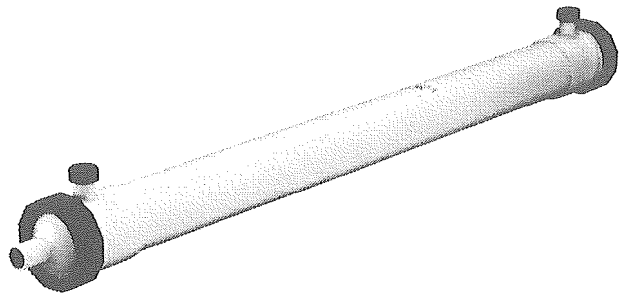


写真 2-5 外圧式中空糸型膜モジュール

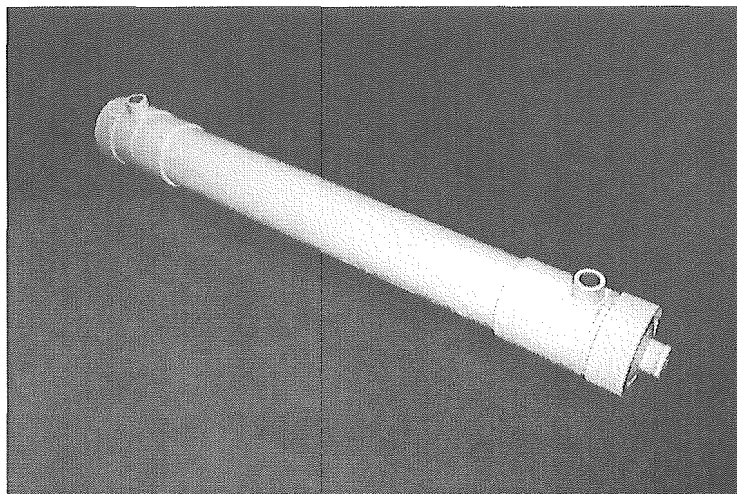


写真 2-6 外圧式中空糸型膜モジュール

4) モノリス型膜モジュール (図 2-28)

無機膜に特有の型式である。円柱状に成形した支持体に複数の流路を設け、その内壁面に分離膜層が形成されたモノリス型の膜エレメントをケーシング収納し、膜の両端をリングなどでシールして用いる。モノリス型にすることで膜面積充填密度を高める改善を行っている。膜供給水は、モノリス流路の内側に供給され、膜ろ過水を膜外壁側に得る。内圧式であるが、モノリス流路内径を 2~4mm と広くすることで、懸濁物質などによる流路閉塞の防止

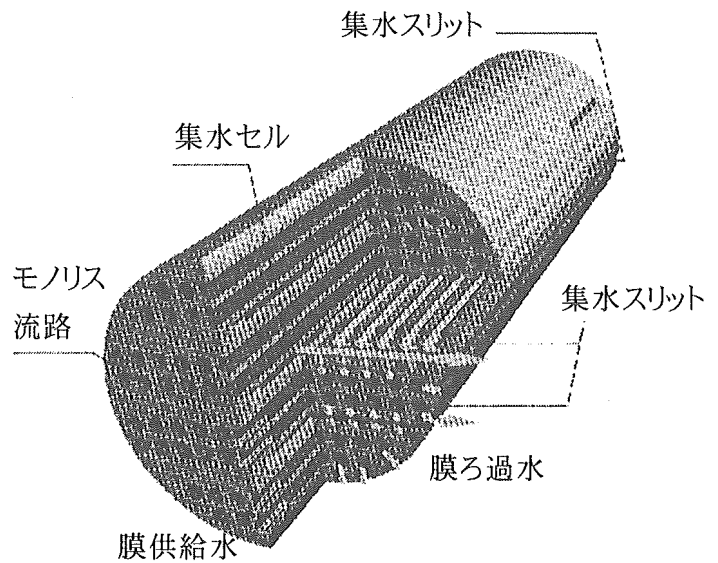


図 2-28 モノリス型膜モジュール

を行っている。膜エレメント外径は、30mm から 180mm 程度で、太い外径のものはろ過水側の集水抵抗を小さくする構造 (集水スリット) が採用されている。

5) スパイラル型膜モジュール (図 2-29)

平膜、ろ過水集水管、スペーサー (流路材) などから構成されている。

2 枚の平膜の間にろ過水側スペーサー (流路材) を挟み込み、また膜の外側に供給水側スペーサー (メッシュスペーサー) を重ね、膜の 3 辺をシールし、ろ過水集水管を中心に巻き込んでエレメントとし、これをひとつの単位として圧力容器に収納した構造となっている。

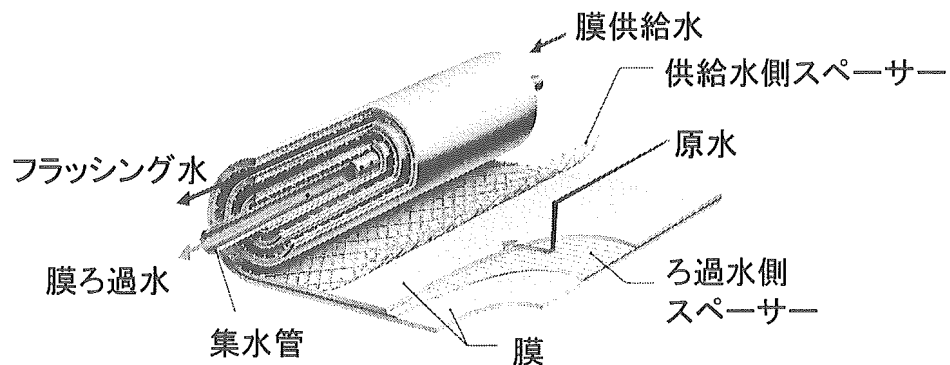


図 2-29 スパイラル型膜モジュール

(2) 槽浸漬型（非ケーシング型）膜モジュール

1) 槽浸漬型中空糸膜モジュール（図2-30、写真2-7）

外圧式中空糸膜の両端に接着剤などで集水管を接続したすだれ状の膜モジュールである。膜モジュールは、そのまま膜供給水槽に浸漬させ、水位差や吸引ポンプにより膜ろ過を行う。ケーシングを必要としないため、既設の槽にそのまま適用することが可能である。また、比較的高濁度の膜供給水に対しても安定して処理できる特長を有している。

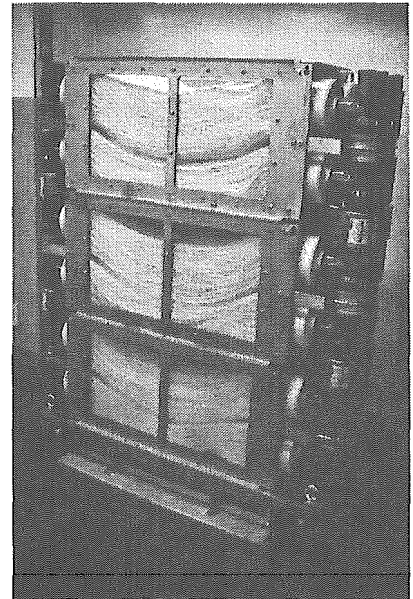
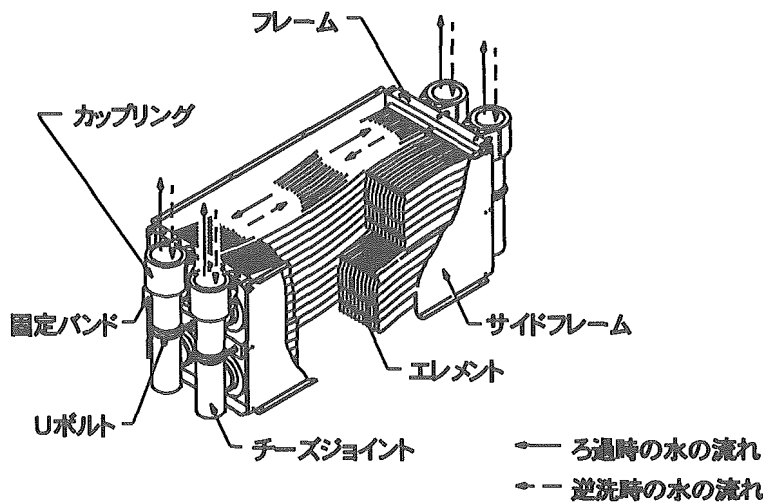


図2-30 槽浸漬型膜モジュール

写真2-7 槽浸漬型膜モジュール

2) 管状型膜モジュール（無機膜）（図2-31、写真2-8）

外径が3~5mm以上の円柱状の支持体の外壁面に分離膜層を形成させた膜エレメントを複数本数集積させ、水位差もしくは吸引ポンプにより膜ろ過を行う。無機膜であるため、膜強度に優れている。他の槽浸漬型同様、既設の槽にそのまま適用することが可能である。比較的高濁度の膜供給水に対しても安定して処理できる特長を有している。

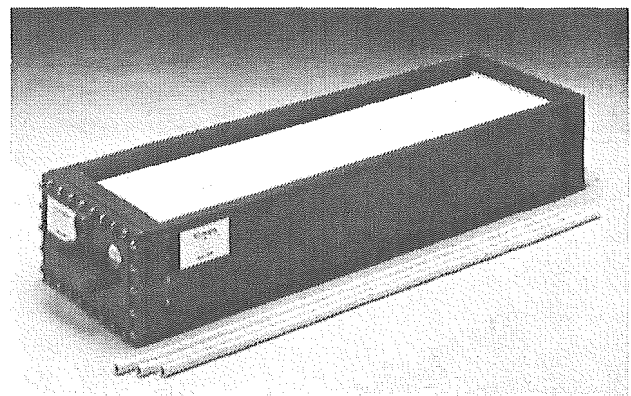
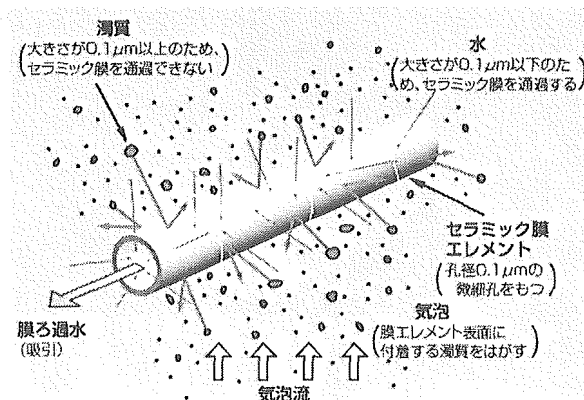


図2-31 槽浸漬型膜エレメント

写真2-8 槽浸漬型膜エレメント

3) 平膜モジュール (図2-32)

平膜の間をろ過水集水用のスペーサーを挟み込み、その外周部を補強枠で囲み膜エレメントを構成させる。補強枠の一端に集水孔を設け水位差もしくは吸引ポンプにより膜ろ過を行う。本装置では、膜エレメント1枚の重量が軽く、1枚ごとの膜交換が容易に行える構造となっている。槽浸漬型中空糸膜モジュール同様、既設の槽にそのまま適用することが可能である。比較的高濁度の膜供給水に対しても安定して処理できる特長を有している。

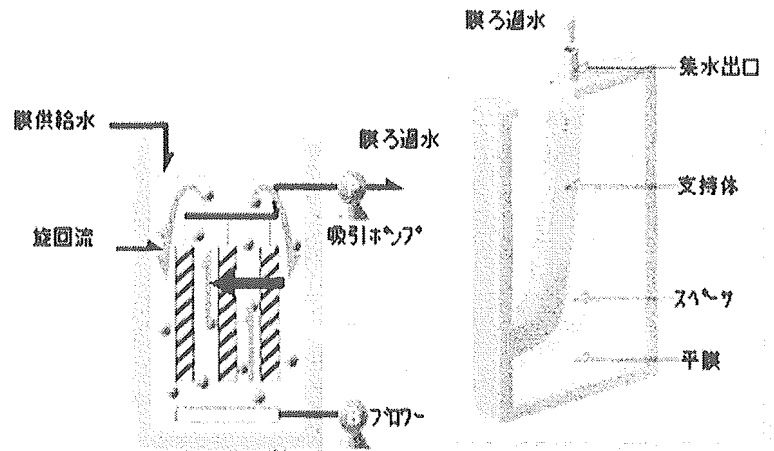


図2-32 平膜モジュール

4) 回転平膜型膜モジュール (図2-33)

円形ディスクの上に膜ろ過水集水用スペーサーおよび平膜を貼り付け、膜エレメントを形成する。この円形の膜エレメントを回転軸に複数枚取り付け、二軸以上を膜同士がかみ合うようにし、膜モジュールとする。膜ろ過は吸引ポンプにより行い、膜ろ過水は、中空の回転軸に集水される。本膜モジュールは、膜が回転することにより発生する膜表面の乱流効果により膜性能を安定維持できる工夫が成されており、たとえば、沈澱池からの引抜汚泥の濃縮といった高濃度懸濁液の固液分離に対しても連続して一定濃度に濃縮できるという特長を有している。

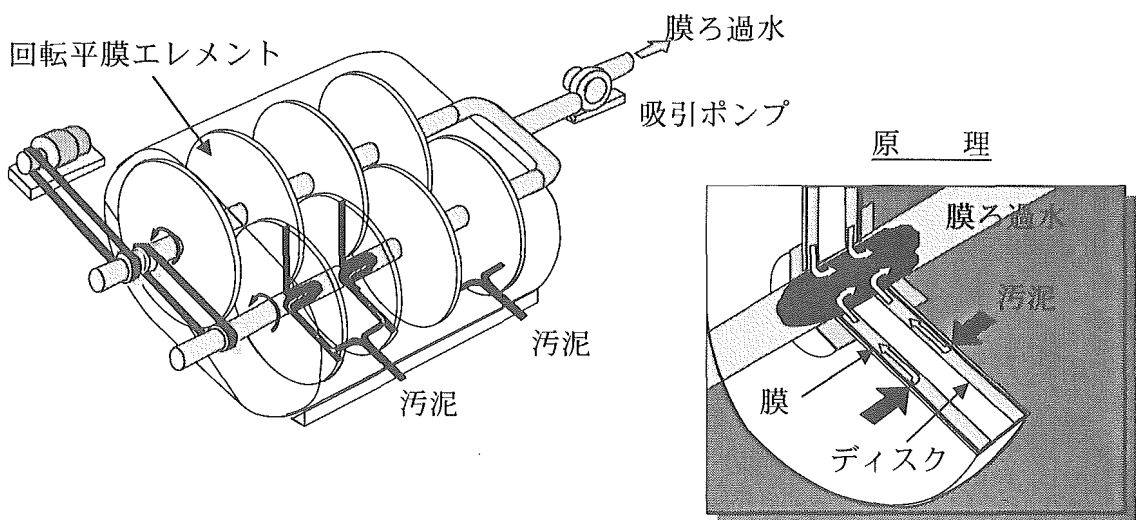


図2-33 回転平膜型膜モジュール

2. 4. 4 水道用膜モジュール規格

(1) 水道用膜モジュール規格

(WPPA-001、AMST-001、AMST-002、AMST-003、AMST-004)

1995年に、水道用膜モジュールの性能、品質などの適正化を図るために、(社)水道浄水プロセス協会(現(財)水道技術研究センター)と膜分離技術振興協会が合同規格として水道用膜モジュール規格「WPPA-001」を制定した。2000年2月23日には厚生省令で「水道施設基準」が定められ、同時にこれに基づいて「資機材等の材質に関する試験」が告示された。しかし従来のWPPA-001はこの告示に対応していなかったため、膜分離技術振興協会がこれを全面的に改訂し、新たにAMST-001を制定した。

さらにこれを契機に、新たに「水道用逆浸透膜モジュールおよびナノろ過膜モジュール規格(AMST-002)」、「水道用海水淡水化逆浸透膜モジュール規格(AMST-003)」も制定した。

2004年5月には、除去対象物質を塩素耐性原虫類クリプトスポリジウムに限定した新たな水道用膜モジュールの規格「水道用大孔径ろ過膜モジュール規格(AMST-004)」を制定した。

同協会では、これらの規格に従って膜モジュールの性能調査を行い、基準に合格したのものについて規格認定証を発行している。

(2) 水道用膜モジュール規格の骨子

次の各項目を確認することが規定されている。

(詳細については膜分離技術振興協会発行の「水道用膜モジュール性能調査規定集(第四版)」を参照のこと)

- ・通水能力
- ・細菌除去性能
- ・浸出性

浸出基準を表2-4(2004年厚生労働省令第5号)に示す。

- ・耐圧性

(3) 水道用膜モジュール一覧

水道用膜モジュール規格に認定されている膜モジュール一覧(2005年3月31日現在)を表2-5に示す。