

MBR用浸漬膜モジュール
東レ“メンブレイ”
TMR140J シリーズ
取扱説明書



東レ株式会社

水処理・環境事業本部

メンブレン事業第2部

〒103-8666 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号

Tel: 03-3245-4542

Fax: 03-3245-4913

URL: <http://www.toraywater.com>

Published: April 2015

目 次

I.	はじめに.....	1
1.	MBR の特徴.....	1
2.	TMR140J シリーズの概要	2
II.	TMR140J シリーズを安全にご使用いただくために（必ずお読み下さい）	5
1.	開梱・設置時の注意点	5
2.	運転、メンテナンス時の注意点.....	6
3.	エレメント薬液洗浄時の注意点.....	8
III.	TMR140J シリーズの仕様及び性能	9
1.	エレメントの仕様.....	9
2.	透過水チューブの仕様	9
3.	モジュールの仕様、性能	10
IV.	TMR140J シリーズを利用した膜ろ過設備の設計.....	12
1.	標準ろ過タイムチャート	12
2.	基本運転フロー図	12
3.	槽内設置レイアウト.....	18
4.	配管接続.....	20
V.	TMR140J シリーズの設置.....	22
1.	事前準備	22
2.	荷下ろし／移動	22
3.	製品の確認.....	23
4.	製品の保管.....	23
5.	製品の据え付け	24
VI.	運転開始.....	26
1.	清水運転	26
2.	汚泥投入	27
3.	実運転開始.....	27
VII.	運転管理.....	29
1.	標準運転条件	29
2.	運転管理項目	30
3.	基本的な運転制御.....	30
4.	日常点検	31
VIII.	TMR140J シリーズのメンテナンス.....	34
1.	維持管理項目、実施頻度	34
2.	散気管洗浄	34
3.	膜エレメントの薬液洗浄	35
4.	モジュール引き揚げ.....	41
5.	散気管交換	42

6. ご使用後の製品保管.....	44
7. 廃棄方法.....	44
IX. 交換部品リスト.....	45
X. トラブルと処置方法.....	46

本書中のマークについて



取扱を誤った時、使用者が死亡又は重傷を負うことがあり、かつその切迫の度合いが高い事項。



取扱を誤った時、使用者が死亡又は重傷を負うことが想定される事項。



取扱を誤った時、使用者が傷害を負うこと、又は物的損害が想定される事項。

I. はじめに

本書でご説明する膜分離活性汚泥法（Membrane Bio-reactor 以下 MBR と略）用浸漬膜モジュール“メンブレイ”は、東レ株式会社が長年に亘って蓄積してきた高分子技術・分離膜技術を基に開発した浸漬膜モジュールです。

“メンブレイ”のラインナップである TMR140J シリーズは上下2段積載が可能で、中大規模の廃水処理／再利用案件に適しています。また、TMR140J シリーズでは微細気泡散気管を採用し、散気管洗浄作業を大幅に低減させると同時に、酸素溶解効率を高めています。本資料では、TMR140J シリーズの特徴を解説の上、“メンブレイ”の安全な使用方法、製品仕様、設備の設計、製品の設置、運転方法、維持管理等を説明しています。プラント設計者の方や運転管理をされる方は必ず本書をお読みいただき、浸漬膜モジュール“メンブレイ”の安定運転にお役立てください。

1. MBR の特徴

下廃水処理で一般に採用されている従来の活性汚泥法とMBRのフローを図 I-1、および図 I-2 に示します。

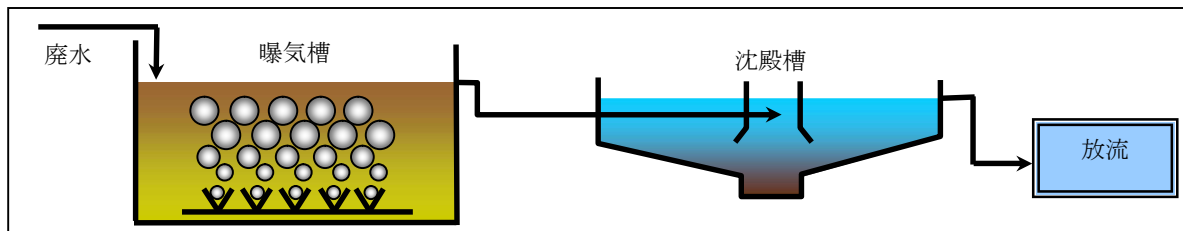


図. I-1 活性汚泥法

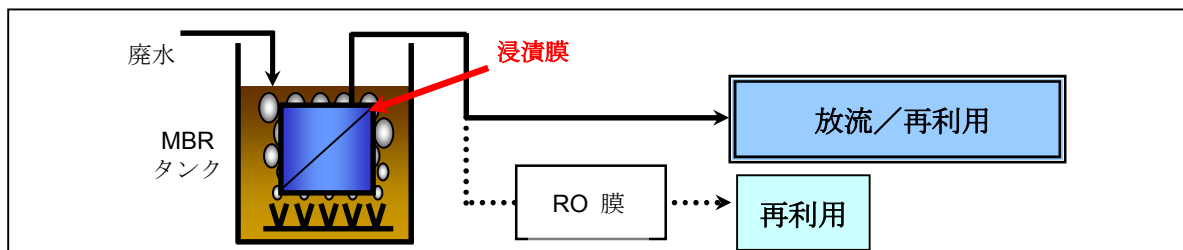


図. I-2 MBR 法

MBR法の利点をまとめると：

(1) コンパクトな処理システム

MBRでは従来の活性汚泥法の沈殿槽による汚泥の沈降分離に代わり膜により汚泥をろ過しますので沈殿槽は不要となります。また沈降速度などの考慮が不要で活性汚泥を高濃度で運転できるため、活性汚泥槽のコンパクト化も可能です。これらの結果、省スペース化が可能となります。

(2) 高度な処理水質

MBRは、膜によるろ過分離であるため、活性汚泥法の重力沈降による分離に比べ浮遊物質（SS）が確実に除去できます。また、大腸菌やクリプトスポリジウム等の病原性微生物の除去効果にも優れています。

2. TMR140J シリーズの概要

TMR140J シリーズの膜モジュールはエレメントブロックと散気ブロックから構成されます。上部のエレメントブロックは、支持板の両面に膜を貼り付けたエレメントを複数枚一定間隔に配列し、各エレメントと集水管をチューブで接続した物です。また、下部の散気ブロックはエアを供給する微細気泡管を組み込み構成した物です(図 I-3 参照)。

エレメントブロックと散気ブロックからなる膜モジュールを膜浸漬槽に設置して使用します。

“メンブレイ” の特徴を次に示します。



図. I-3 "TMR140J-100S" 外観図

(1) エレメント形状

エレメントが、平膜形状のため（図 I-4 参照）、下方からの散気エアによって生じる上向流により膜面の洗浄が効果的に行われます（図 I-5 参照）。この結果、膜面に汚泥が付着しにくく、安定なる過運転を可能にしています。

さらにエレメントが 1.6 m と長尺のため、設置面積当たりの膜面積が大きく、散気エアを有効に活用できます。

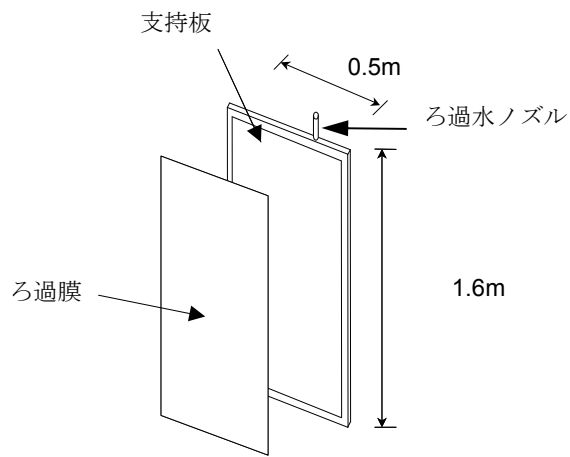


図. I-4 エレメント構造

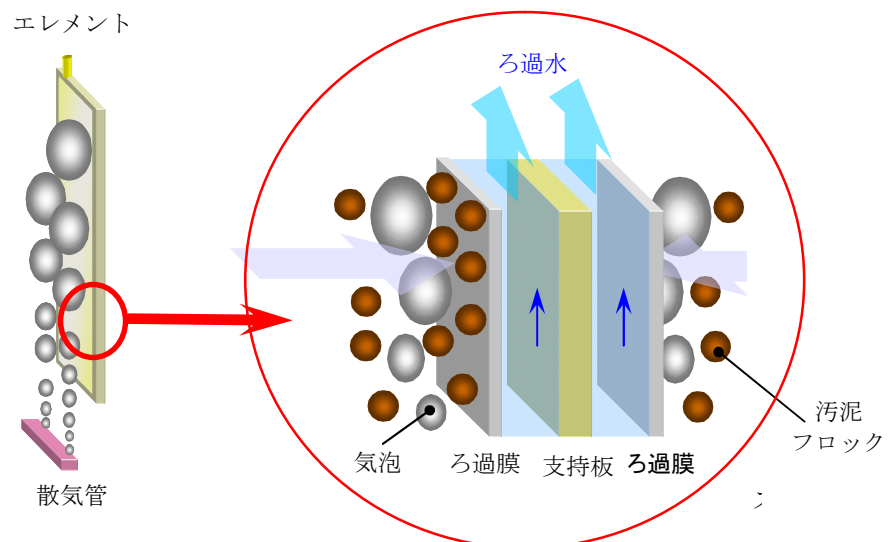


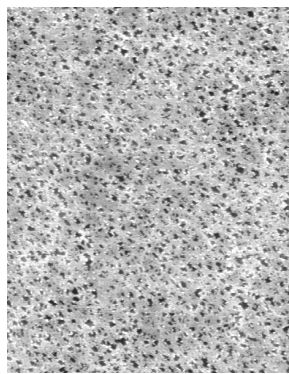
図. I-5 活性汚泥中での膜ろ過模式図

(2) 膜構造

膜素材にPVDF（ポリフッ化ビニリデン）を、基材にPET（ポリエステル）不織布を使用していますので、物理強度および化学的安定性に優れています。

(3) 膜孔設計

膜孔は、小孔径の孔が均一に多数分布しており、且つ孔径分布がシャープであるため、汚泥の阻止性と透水性に優れ、目詰まりしにくい構造です（図 I-6,7 参照）。



3.0 micron

図. I-6 膜面写真

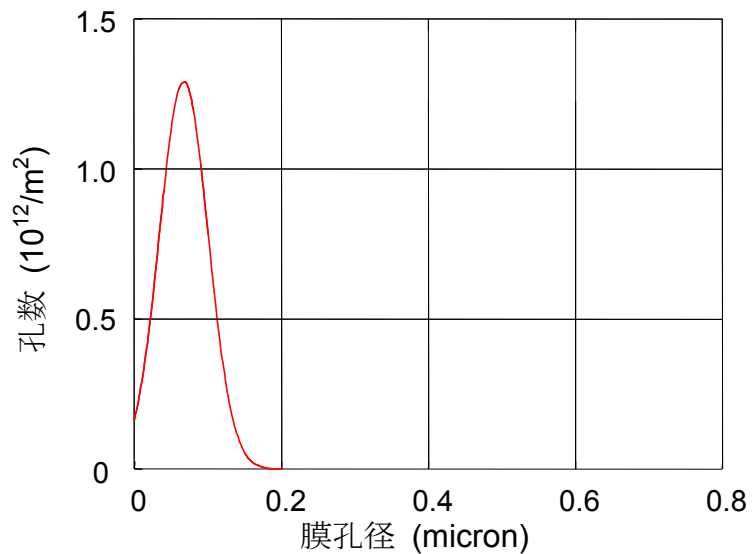


図. I-7 膜孔径分布

(4) 微細気泡散気

TMR140J シリーズは、微細気泡の散気管を採用しています。これにより、散気管の洗浄や維持管理が簡便になります。また、酸素溶存効率が、粗泡散気との比で1.3~2倍程高いという特徴も持っています。

II. TMR140J シリーズを安全にご使用いただくために（必ずお読み下さい）

TMR140J シリーズをご使用になる前に、必ず本取扱説明書をよくお読みいただき、指示事項などについては遵守いただくようお願い致します。

特に安全上の注意点について、以下にまとめてありますので、必ずその指示に従ってください。記載事項の詳細については、該当章を参照ください。

1. 開梱・設置時の注意点



吊り上げる時は、吊部にチェーンまたは吊具を掛け、モジュールが揺動しないように真上に静かに吊り上げてください。吊り下には、絶対に人を立ち入らせないでください。



吊り上げには、荷重に見合ったチェーン、吊り具をご使用ください。



据付設置時は、足場を設置し、絶対に集水管、散気管ヘッドやモジュールに直接よじ登ったりしないでください。また、保護具等により、必ず作業者の安全確保を行ってください。



モジュールを降ろす場所に障害物がないことを確認して下さい。異物や不整地のため転倒して損傷する可能性があります。



モジュールを移動する際に散気管に強い力を加えないでください。散気管が破損する可能性があります。



運搬、保管、設置時には、適切な養生を行ってください。上に重量物を置かない、他の物との衝突を避ける、腐食性の物質との接触を避けるなど、エレメント、散気管、フレーム等を損傷、変質させないように十分注意してください。



40℃以上となる場所や、直射日光が当たる場所に長時間放置しないでください。特にエレメント支持板のABS樹脂やPP樹脂集水管は直射日光や紫外線により劣化のおそれがあります。



搬入から運転開始までの工事期間中を通じ、溶接・溶断・グラインダーなどの火花がかからないように養生してください。



氷結させないでください。



エレメントには、透過側から圧力をかけないでください。



注意

PP 樹脂集水管をご使用の場合は、集水管の変形や破損防止のため、接続フランジにかかる重量が 20kg 以下となるように配管の材質選定を行って下さい。必要に応じ、配管途中にサポートを設けて下さい。



注意

PP 樹脂集水管をご使用の場合は、集水管の変形や破損防止のため、締付トルク 20N.m にてフランジの締付をお願いします。

2. 運転、メンテナンス時の注意点



警告

ろ過水を飲用に利用しないでください。



警告

ろ過水を放流または用水として利用される場合には、水質検査を行い、その用途に適合している事を確認してください。



警告

膜を焼却すると、フッ化水素 (HF) が発生します。膜の処分は、資格のある産業廃棄物処理業者へ依頼をしてください。



注意

膜浸漬槽の水 (清水や原水) 張り時には、エレメント内の空気を逃がすために、エア抜きバルブを開放してください。水張り終了後は、エア抜きバルブを閉めてください。



注意

清水運転に、鉄、マンガン、カルシウム、珪素等が多い地下水は使用しないで下さい。析出により膜が目詰まりする可能性があります。



注意

清水運転は、目詰まりの原因になることがありますので、必要以上の運転を行わないでください。



注意

膜を一旦湿潤させた後は湿潤状態を保ち乾燥させないでください。乾燥させると膜の透水性能が低下する可能性があります。



注意

種汚泥投入の際は、必ず微細目スクリーン (目開き 3mm 以下) などを通して夾雑物を除去してください。



注意

膜の保護・閉塞防止のため、目開き 3 mm 以下のサイズのスクリーン (メッシュタイプを推奨) を通して原水を膜浸漬槽に供給する設備としてください。また、スクリーンから除さ対象が漏れたりオーバーフローしたりしない構造として下さい。



注意

活性汚泥槽には、薬品、毒物、油分、その他等活性汚泥に悪影響を与える成分を入れないでください。



標準的な運転条件(表VII-1)の範囲内であっても、急激な変動(温度、pH、膜間差圧等)はさけてください。



氷結させないでください。



交換部品は、定期的にもたは点検で損耗が認められたら交換してください。



メンテナンスや検査等でモジュールを引き上げる場合には、引き上げ中に膜を乾燥させないでください。乾燥させると透水性能が低下することがあります。



次の場合を除き、ろ過停止中は膜洗浄の散気を停止して下さい。

- 1) 間欠ろ過運転を適用する際には、リラックス(ろ過停止)時も膜洗浄散気は継続して下さい。
- 2) 一時的なプラント停止時(原水流入変動などによる)の汚泥沈降防止のための散気は適用可能です。但し、散気量は必要最低限に調整して下さい。



一度取り外したチューブは再利用しないで下さい。再利用の場合ノズルとの接続部分のシール性が悪化している可能性があります。



交換部品は必ず指定の物をご使用ください。



チューブ交換時は、チューブをノズルの根元まで確実に差し込んでください。



チューブ及びエレメント交換時は、エレメントおよび集水管のノズルを損傷させないように無理な力を加えないでください。



エレメント交換及びメンテナンス時は膜を傷つけないように十分に注意を払い作業して下さい。



散気管のゴム部材に損傷を与えないように作業して下さい。



メンテナンスでモジュールを引き揚げた(または排泥した)際は散気管を洗浄して下さい。散気管の表面に汚泥が残った状態で乾燥するとゴム部材が劣化する可能性があります。

3. エレメント薬液洗浄時の注意点



薬品は、直射日光を避け、冷暗所に保管してください。



薬液洗浄に使用する薬品の中には、体に害を及ぼす物があります。薬品の取り扱いには、十分注意し必ず安全ゴーグル、手袋等の保護具を着用して作業を行ってください。薬品のSDSの内容は必ず確認してください。



薬品が誤って人体、衣服についた場合は、直ちに多量の水道水で洗い流してください。



薬品が誤って目に入った場合は、直ちに多量の水道水で洗い流し、医師の診断を受けてください。



薬液洗浄中に装置の異常を発見したときには、直ちに洗浄を中止してください。



エレメントに圧力制御の無い状態で薬液を注入すると、エレメントが破損する場合があります。10kPa以下の供給圧に制御される装置・方法にて注入してください。



薬液洗浄時には、膜浸漬槽水面からモジュール上部までの水深を500mm以上としモジュールが浸漬された状態で、薬液を注入してください。



薬品の貯槽は、腐食しないように、各薬品に適した材質のものを選定してください。



次亜塩素酸ナトリウムは、クエン酸、シュウ酸をはじめ酸と混合しないでください。酸と混合すると有毒な塩素ガスが発生します。



薬液供給時には大気開放部に詰まりが無いことを確認下さい。大気開放されていないと過剰な圧により膜が破損する可能性があります。



薬液が大気開放部で飛散したり漏れたりする可能性があります。薬液供給量を調整し漏れや過大な飛散がないようにして下さい。作業時はゴーグルや手袋など必要な保護具を着用して下さい。



次亜塩素酸ナトリウムは、重金属類と混合しないでください。



薬洗時の空曝気は行わないでください。膜を損傷させる可能性があります。

III. TMR140J シリーズの仕様及び性能

1. エレメントの仕様

エレメントの仕様を表III-1に、外観を図III-1に示します。

表 III-1 エレメント (TSP-50150) 仕様

型式名	TSP-50150	
膜形状	平膜	
用途	活性汚泥の固液分離	
ろ過方式	吸引ろ過方式	
膜公称孔径 (μm)	0.08	
有効膜面積 (m ²)	1.4	
外形寸法 (mm)	全幅	515
	全高	1,608
	厚さ	13.5
重量 (kg)	乾燥時	4.8
	湿潤時 (参考値)	8.0
主要部材材質	分離膜	PVDF および PET 不織布
	支持板	ABS 樹脂

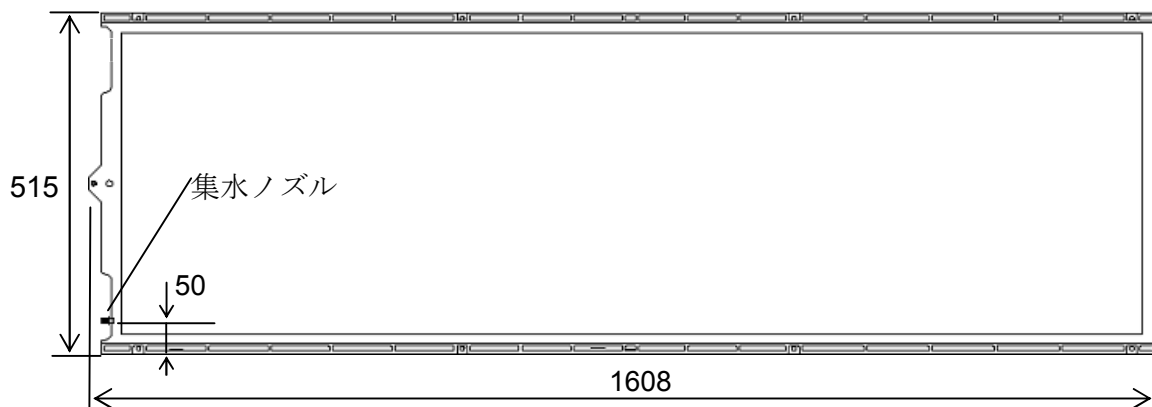


図.III-1 エレメント外観図 (単位: mm)

2. 透過水チューブの仕様

チューブの仕様を表III-2に示します。

表 III-2 ポリウレタン製透過水チューブ仕様

材質	ポリエーテル系熱可塑性ポリウレタン TPU-ARET* ¹
内径 / 外径 / 全長 (mm)	8/11/380

*1 ISO-18064 による素材分類

3. モジュールの仕様、性能

表 III-3 に TMR140J シリーズのモジュール仕様を示します。

微細散気管のラバーは EPDM 製を標準としています。EPDM は多くの下水や産業廃水処理の用途で使用実績がありますが、有機溶媒や油分に弱いという側面があります。油分や有機溶媒が多い廃水の場合ポリウレタン製のラバーが推奨されます。オプションとしてポリウレタン製ラバーの微細気泡管を装備したモジュールも提供可能ですので、微細気泡管の材質選定にお困りの際には弊社までお問い合わせ下さい。

表 III-3 TMR140J シリーズ モジュール仕様

型式名		TMR140J-050S	TMR140J-100S	TMR140J-200D
装填エレメント枚数		50	100	200
エレメントブロック構造		1 段 1 列	1 段 1 列	2 段 1 列
外形寸法 ^{*1}	幅 (mm)	810	810	810
	奥行き (mm)	950	1,620	1,620
	高さ (mm)	2,100	2,100	4,160
重量 (kg)	モジュール (乾燥時) (エアレーションブロック + エレメントブロック)	400	695	1,365
	モジュール (湿潤時) (汚泥閉塞時の最大重量) ^{*2}	690	1,240	2,500
材質	集水管	PP 樹脂、SUS 316L または SUS 304		
	ハウジング	SUS 316L または SUS 304		
	散気管	EPDM/PVC/SUS 316L または SUS 304		
	エレメント固定ブラケット	EPDM		
運転範囲	温度範囲 (°C)	40 以下		
	pH ^{*4} 範囲	5-10		
	MLSS (mg/L)	18,000 以下		
	膜間差圧 (kPa)	20 以下		
	洗浄薬液供給圧 (kPa)	10 以下		
	散気エア量 (NL/min/モジュール) ^{*6}	500-650	1,000-1,300	1,000-1,300
配管接続	集水管: フランジ ^{*3}	ANSI 1 1/2 インチ	ANSI 2 インチ	ANSI 2 インチ
	散気管: ねじ込み	NTP 1 1/2 (片側)	NTP 1 1/2 (両側)	NTP 1 1/2 (両側)

*1 最大外形寸法 (接続チューブを除く) を示す。

*2 膜エレメント間に汚泥が閉塞した場合の最大の重量を想定しています。

*3 フランジ寸法詳細は、付属図をご確認下さい。

*4 指定薬品によるエレメント薬液洗浄時を除く

*5 接続受け口は雌ねじです。ねじ接続はテーパーネジを使用することを推奨します。

*6 “NL” は 0°C、101.325 kPa (1 atm)での体積を示す。

表 III-4 と III-5 に TMR140J シリーズの運転性能を示します。

表 III-4 ろ過水水質

型式名		TMR140J-050S, 100S, 200D
ろ過水 水質 ^{*1}	TSS (mg/L) ^{*2}	3 以下
	濁度 (NTU) ^{*3}	1 以下

- *1 この水質は、本取扱説明書や O&M ガイドラインに記載されているモジュールの設置や運転に関する設定を遵守いただいた際に、東レより提示する期間適用される保証値です。
- *2 TSSは、Standard Method of Examination of Water and Wastewater 20th Edition (1998), Section 2540D, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C or ISO 11923 に記載の方法による。
- *3 濁度は Standard Method of Examination of Water and Wastewater 20th Edition (1998), Section 2130, Turbidity or ISO 7027 に記載の方法による。

表 III-5 ろ過流量 (参考値)

型式名		TMR140J-050S	TMR140J-100S	TMR140J-200D
ろ過流量 (m ³ /d)	下水	8 – 53	15 – 105	30 – 210
	産業廃水	8 – 35	15 – 70	30 – 140

- *4 この値は参考値であり、東レの保証値ではありません。継続運転可能なる過流量は、廃水の種類や処理プロセス、運転条件等に大きく影響されます。特に産業廃水の MBR の設計の前にパイロットテストを実施されることを強くお勧めします。

IV. TMR140J シリーズを利用した膜ろ過設備の設計

この章では TMR140J シリーズをご利用いただく際の設備設計のための、標準ろ過タイムチャートと基本運転フロー図、膜浸漬槽内レイアウト、配管方法等を記載します。

1. 標準ろ過タイムチャート

TMR140J シリーズでは2つのろ過パターンでの運転が適用可能です。通常は下図に示す間欠ろ過（ろ過とろ過停止を繰り返す）が適用されますが、シンプルな連続ろ過運転も適用可能です。

間欠ろ過運転の場合、ろ過は短時間定期的に停止し、その間も膜洗浄エアは継続しますので、吸引圧が働かない状態で効果的な膜面洗浄ができます（図. IV-1 参照）。ろ過の発停のため自動制御弁が必要となりますが、安定で効率的な運転のため間欠ろ過運転の適用を推奨します。推奨の運転サイクルは、9分ろ過、1分ろ過停止を1サイクルとした運転です。

なお、以下の場合を除き膜ろ過停止時には膜洗浄エアは停止して下さい。

- 1) 間欠ろ過運転でのろ過停止サイクル時
- 2) 廃水処理プラントが一時停止時に、污泥堆積防止、酸素供給のための最低限の曝気エア供給

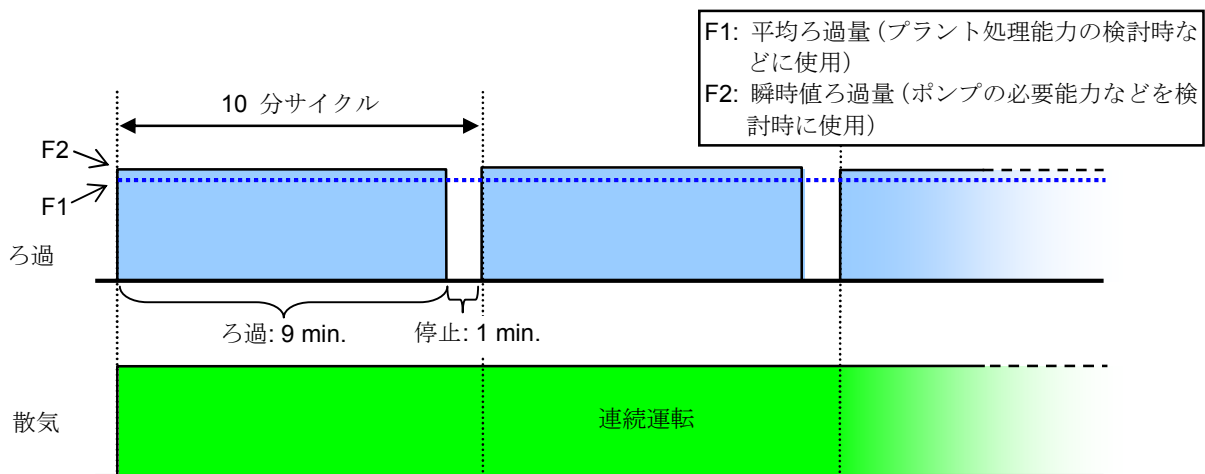


図.IV-1 間欠ろ過での推奨タイムチャート

2. 基本運転フロー図

2つの基本運転フロー図を次に示します。一つは水位差による自然水頭ろ過、もう一つは吸引ポンプによるものです。また、膜ろ過に必要な主な付帯機器この章の後半に記載します。どのフローにおいても、原水に含まれるゴミや繊維くずによる膜の閉塞を防ぐため、膜槽の前段に目開きが3mm以下の微細目スクリーンを設置する必要があります。

また、BOD負荷や流量変動の平均化を行い、生物処理や膜ろ過運転を安定化するためにも

膜槽の前段に十分な容量を持つ調整槽の設置が推奨されます。

(1) 自然水頭ろ過運転

膜槽の液面からろ過水出口間の高低差による自然水頭を駆動力としてろ過運転を行います (図IV-2 参照)。

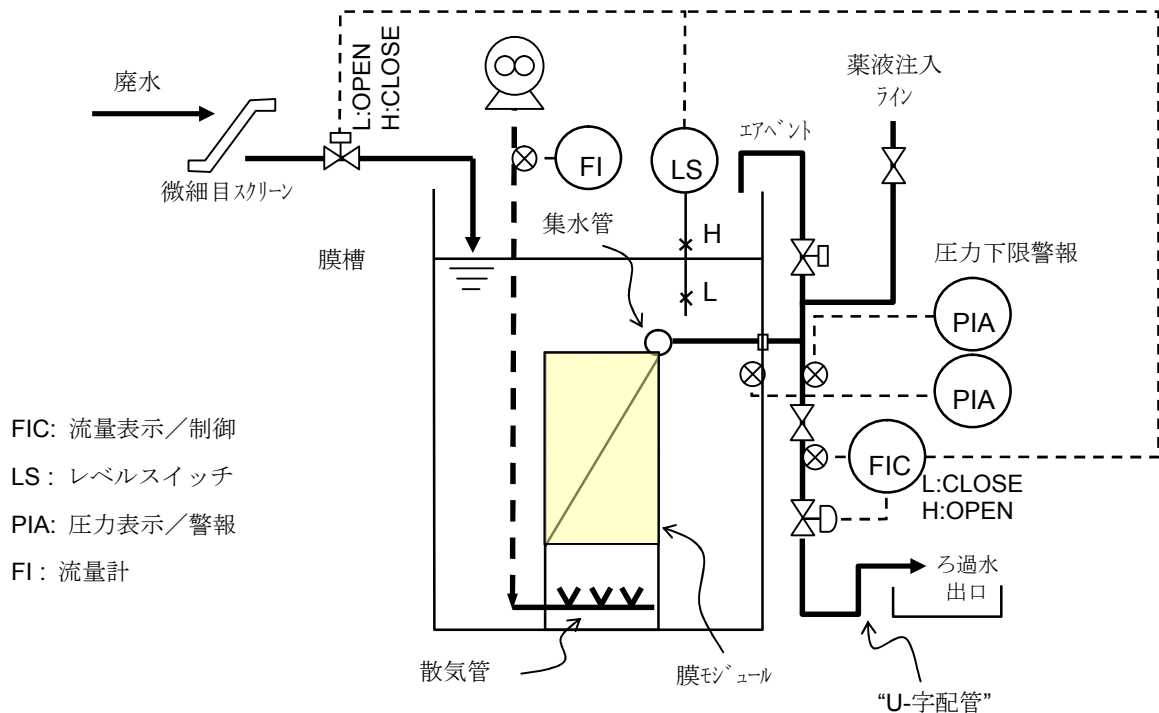


図. IV-2 自然水頭ろ過フロー

自然水頭を利用しますので、ろ過水出口は配管やバルブでの圧力ロスを考慮し、膜浸漬槽水面に対し低い位置に設置します。(通常は、水面から3m以上低い位置)

ろ過水配管は、図IV-2に示すように膜浸漬槽の壁を貫通させてろ過水出口に接続する事を推奨致します。また、ろ過水出口が(大気)開放端となる場合には、ろ過停止時に配管が水封されるようにU字配管部を設けます。

ろ過運転は、ろ過水流量調節弁の開度を自動制御して一定流量にコントロールします。また、膜浸漬槽の液位が下限となったら弁を閉止してろ過を停止し、上限となったら原水流入弁を閉止し原水流入を停止するよう制御します。

自然水頭運転では、配管内にエアが溜まると有効な自然水頭が減少しますので、エア抜きを1回/日以上実施してください。

エア抜きを透過水ラインの最も高い位置に設置して下さい。エア抜きは自動開閉弁にて自動化されることを推奨します。ろ過停止時(透過水調整バルブ全閉)にエア抜き弁を開放することで簡単にエアを抜くことができます。

(2) ポンプ吸引運転

ポンプにより吸引し、ろ過運転を行います。(図. IV-3 参照)

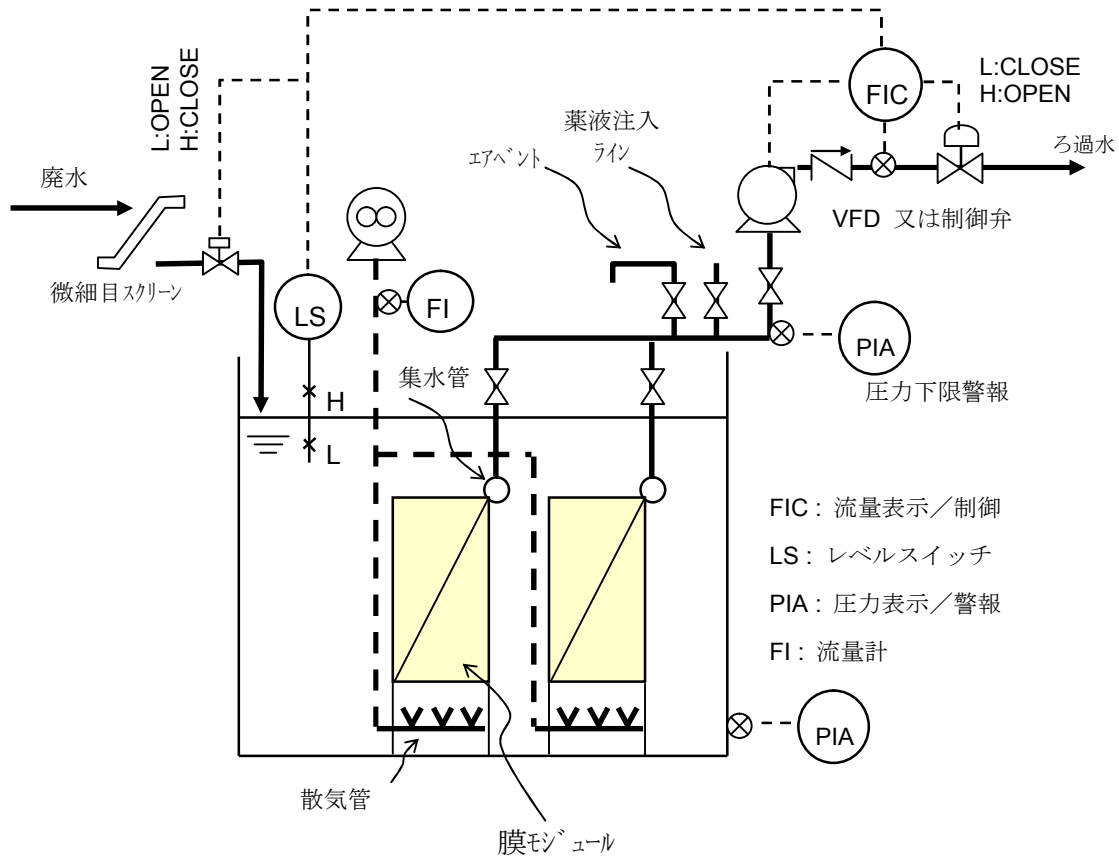


図. IV-3 ポンプ吸引フロー

ポンプ吸引運転では、流量計からの信号によりろ過水流量調節弁の開度を自動制御、または VFD にてポンプ回転数を制御して一定流量にコントロールします。また、膜浸漬槽の液位が下限となったらろ過を停止し、上限となったら原水流入を停止するよう制御します。

ポンプ吸引運転でも、ろ過水配管にエアが溜まり排出が必要となる場合があります。このエアの排出は、真空ポンプやエジェクター、又は手動による水置換等が適用できます。詳細につきましては、弊社までお問い合わせ下さい。

(3) 膜ろ過プロセスの付帯設備

膜ろ過プロセスで必要となる主要な設備について概要を以下に示します。なお、ここに示したもの以外にも必要となる機器がありますので、ご使用いただくシステムに応じてご準備いただくようお願い致します。

a. 微細目スクリーン

ろ過膜の保護・閉塞防止のため、目開き 3 mm 以下のサイズのスクリーンを通して原水を膜浸漬槽に供給して下さい。スクリーンはメッシュタイプのご使用を推奨します。目詰まり時のオーバーフローやバイパスしての流入などが発生しないような設計や運転管理が必要です。

b. 流量制御装置

流量制御装置（流量計及び流量調整弁等による）をろ過水ラインに設置し、ろ過水流量を制御します。複数台のモジュールをご使用される場合は、系列毎に流量制御装置を設置することになります。

c. 圧力計（膜間差圧測定）

膜の内/外の圧力差がろ過の駆動力であり、膜間差圧（TMP = Trans-Membrane Pressure）と呼びます。複数台のモジュールをご使用される場合は、系列毎に測定できるようにします。この TMP の測定法について、膜ろ過槽の水位が（オーバーフロー等で）一定の場合と変動する場合とで例を挙げて説明します。

<水位一定の例>

まず水位が一定の場合には、水面高さでは膜の外側（ろ過の 2 次側）の圧力がゼロとなるので、その位置にろ過側圧力センサがあればそれがそのまま TMP となります。センサの高さが水面位と異なる際には高さ分の圧力を補正します。

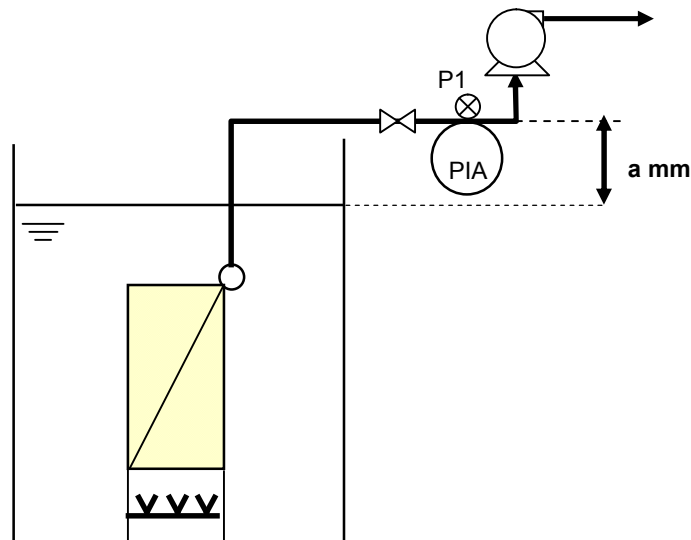


図.IV-4 TMP 測定、計算例（水位一定）

➤ a = 1,000 mm (= 10 kPa, 100 mbar)

➤ PIA 指示値

	ろ過時 (ポンプ ON)	リラックス時 (ポンプ OFF)
P1 (kPa)	-15	-10

このケースでは TMP は以下の計算となります。

$$\text{TMP} = - (P1_{\text{ろ過時}} - \text{水位補正}) = - [(-15) - (-10)] = 5 \text{ kPa}$$

または、水位補正の圧力はリラックス時 (ポンプ OFF) の圧力と同じなので

$$\text{TMP} = - (P1_{\text{ろ過時}} - P1_{\text{リラックス時}}) = - [(-15) - (-10)] = 5 \text{ kPa}$$

<水位変動の例>

一方、水位が変動する場合には、ろ過側と外側にセンサを設け、この差分が TMP となります。また、ここでも 2 つのセンサの高さが異なる場合には、この高さ分を補正することになります。

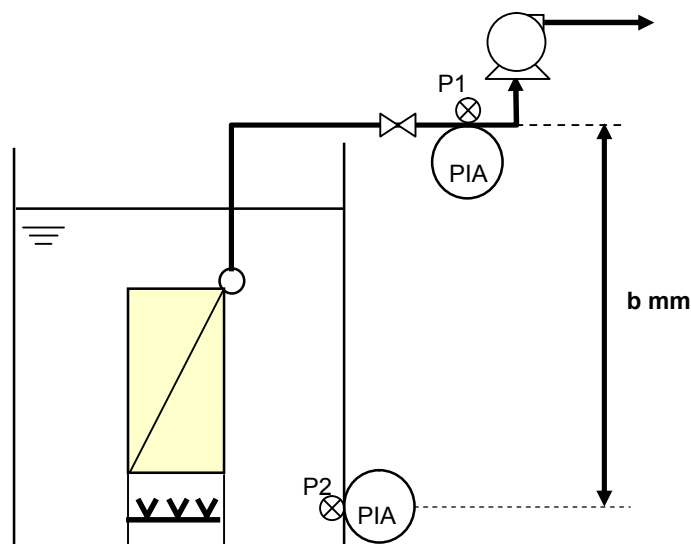


図.IV-5 TMP 測定、計算例 (水位変動)

➤ b = 4,000 mm (= 40 kPa, 400 mbar)

➤ PIA 指示値

	ろ過時 (ポンプ ON)
P1 (kPa)	-15
P2 (kPa)	30

このケースでは TMP は以下の計算となります。

$$\text{TMP} = (P2_{\text{ろ過時}}) - (P1_{\text{ろ過時}}) - \text{水位補正} = (30) - (-15) - 40 = 5 \text{ kPa}$$

- d. 膜散気用エア供給装置（ブロー等）
散気管に散気エアを供給します。モジュール1台あたりに供給するエア量（標準散気エア量 表Ⅲ-3 参照）を使用台数分供給可能なものを選定してください。
- e. 散気エア流量計
散気管に供給するエア量を測定します。複数のモジュールを運転される場合は、系列毎に散気エア流量計を設置される事を推奨いたします。
- f. ろ過水吸引ポンプ
ポンプ吸引運転の場合、ろ過水吸引ポンプが必要となります。ポンプのタイプは渦巻きポンプ、遠心ポンプ、容積ポンプ（スクリータイプ他）等がご利用いただけます。必要な揚程や流量に対応したもので、正確な流量制御にはインバータ制御を、吸い上げ揚程がある場合は自吸式を選定を推奨します。
- g. レベルセンサー
膜浸漬槽にレベルセンサーを設置し、膜浸漬槽の液面を制御します。
- h. サイホンブレイク
ポンプ吸引運転でポンプの出側配管高さが膜槽の水位よりも低い場合、ポンプを停止してもろ過水流出がとまりません。ポンプが停止した際にはろ過も停止するようサイホンブレイクを設けてください。



膜の保護・閉塞防止のため、目開き 3 mm 以下のサイズのスクリーン（メッシュタイプを推奨）を通して原水を膜浸漬槽に供給する設備としてください。また、スクリーンから除さ対象が漏れたりオーバーフローしたりしない構造として下さい。

3. 槽内設置レイアウト

(1) 膜浸漬槽内のモジュール配置

膜浸漬槽内の旋回流のイメージを図IV-6a に矢印で示します。旋回流は、散気管からのエアの供給によって発生したエレメントブロック内の上昇流が、エレメントブロックの両サイドに下降する事で形成されます。

この旋回流で膜面の洗浄と汚泥の混合攪拌を行いますので、有効な旋回流が得られるようにモジュールを適切な間隙を保って槽内配置することが非常に重要です。

図IV-6a および図IV-6b に モジュール3基の場合の槽内配置例の側面図と平面図を示します。本図を参考に、W1～W3、L1 について次の範囲で槽内配置を検討いただき、設置してください。

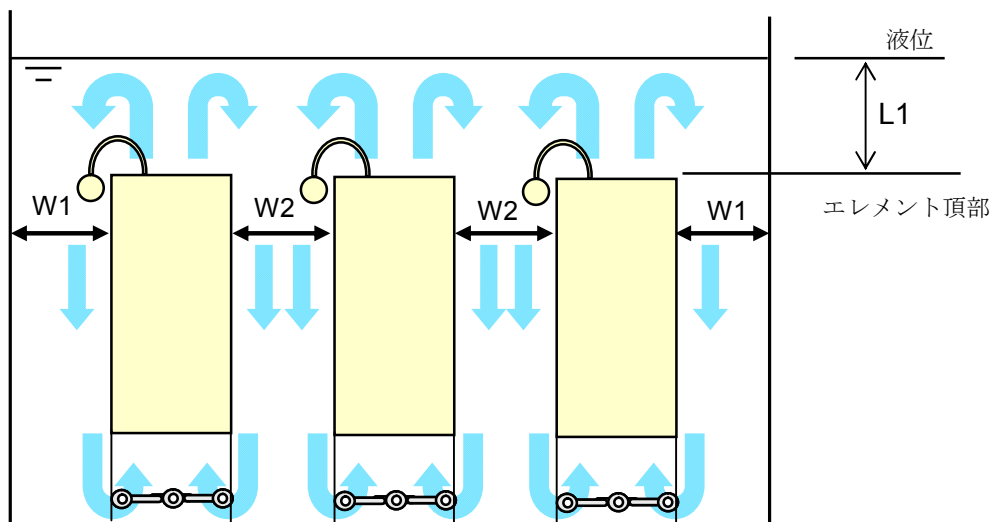


図.IV-6a 膜浸漬槽内の膜モジュール配置 (側面図)

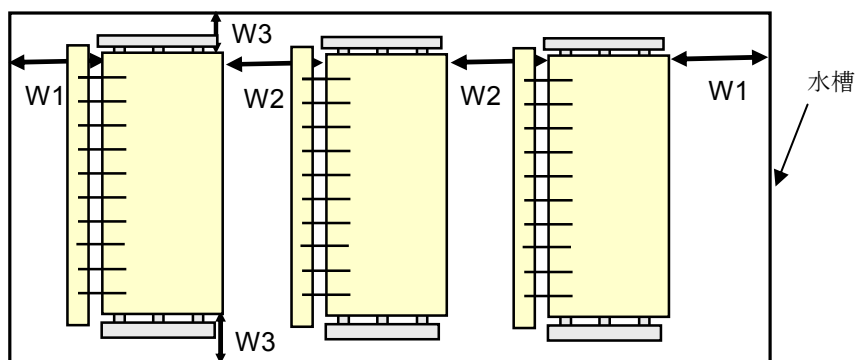


図.IV-6b 膜浸漬槽内の膜モジュール配置(平面図)

(i) W1 : 380~680 mm

(ii) W2 : 430~730 mm

(iii) W3 : 400 mm 程度

W3 は、配管接続やメンテナンスなどを考慮した上で、可能な範囲でクリアランスを詰めてください。

(iv) L1 : 500 mm 以上

L1 は、膜モジュール内のエレメント頂部から水面までの距離です。運転中は500mm 以上となるように設計下さい。

*既存の水槽に設置するなど、モジュール配置に関し難しい点がある場合には当社までお問い合わせ下さい。一例として、水平が出ていないところへ設置する場合には、図.IV-7に示すようにレベル調整をする架台を利用して設置するなどの対応方法があります。

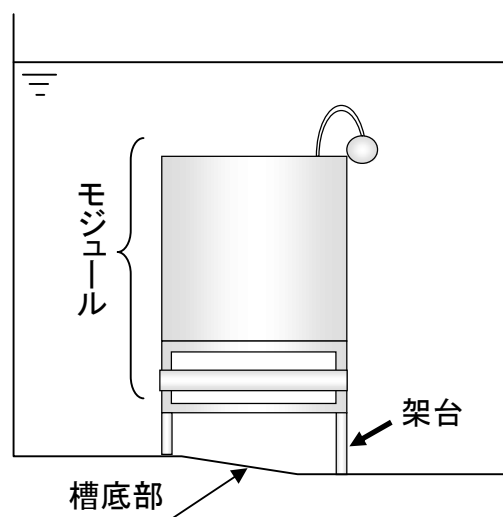


図.IV-7 架台を利用する設置例 (側面図)

4. 配管接続

TMR140J シリーズの散気管、集水管に接続する配管について本項に記載します。配管の取り付け部寸法に関しては、製品図面をご参照ください。

(1) 散気管配管

散気管への配管は、ブロア等の散気用エア供給装置からの配管をエアレーションブロックの側面でねじ込み接続 (A) してください (図IV-8 参照)。この配管の途中には、モジュール取り出し時に配管を切り離すためのフランジ接続 (B) を水面より上部に設けてください。

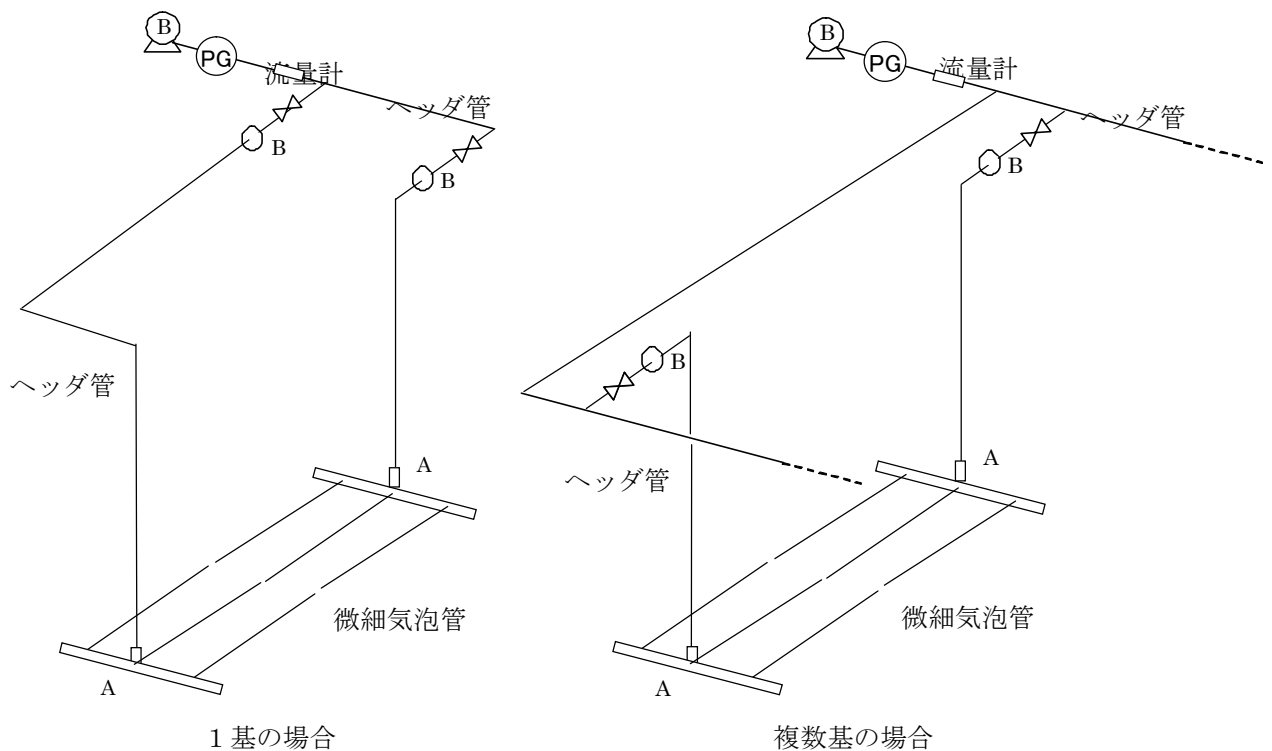


図.IV-8 TMR140J-100S の散気管配管例

膜用の曝気は、ろ過運転時には常に一定の風量で運転するので、DO 制御や流入負荷に応じて可変となる生物処理用の散気系統とは別系統にして下さい。

膜曝気用のブロア選定については、風量は使用されるモジュール台数に応じた風量となるように、吐出圧は微細気泡散気管の圧力損失は 10kPa 程度となっておりますのでこの圧力損失と散気水深を考慮いただきブロアを選定して下さい。ブロアはロータリー、ターボ、遠心など各種形式のブロアが使用できますが、微細気泡管へのオイル等の影響を防ぐため、オイルフリータイプを推奨します。ブロアには、微細散気管のコンタミ詰まり防止のために設置環境に応じ吸気フィルターを取りつけて下さい。フィルターは 2 ミクロンの埃を 99.5% 以

上除去できるタイプ等が使用できます。

散気系統には、適正な散気条件とするため、流量計と流量調整バルブを設置して下さい。

また、ブローヤや散気管状況の確認のため圧力計の設置を推奨いたします。

(2) 集水管配管

集水管への配管接続について、膜浸漬槽の汚泥液位から下方にろ過水を取り出す例（膜浸漬槽下方取り出し）を図IV-9に、膜浸漬槽から上方にろ過水を取り出す例（膜浸漬槽上方取り出し）を図IV-10に示します。

自然水頭による膜ろ過を行う場合には、膜浸漬槽下方取り出しの配管接続を推奨します。ポンプ吸引運転で、ポンプ設置位置が膜浸漬槽より高い場合には、膜浸漬槽上方取り出しの配管接続を、膜浸漬槽より低い場合には、膜浸漬槽下方取り出しの配管接続を推奨します。また PP 樹脂集水管をご使用の場合は、集水管に重量負荷をかけない樹脂配管やフレキシブルホースの使用を推奨します。

膜浸漬槽下方取り出しと上方取り出しのどちらも、ろ過水バルブと集水管の間に枝配管を介して薬液注入用バルブとエア抜きバルブを取り付けます。

薬液洗浄に必要な機器については、VIII-3をご参照ください。

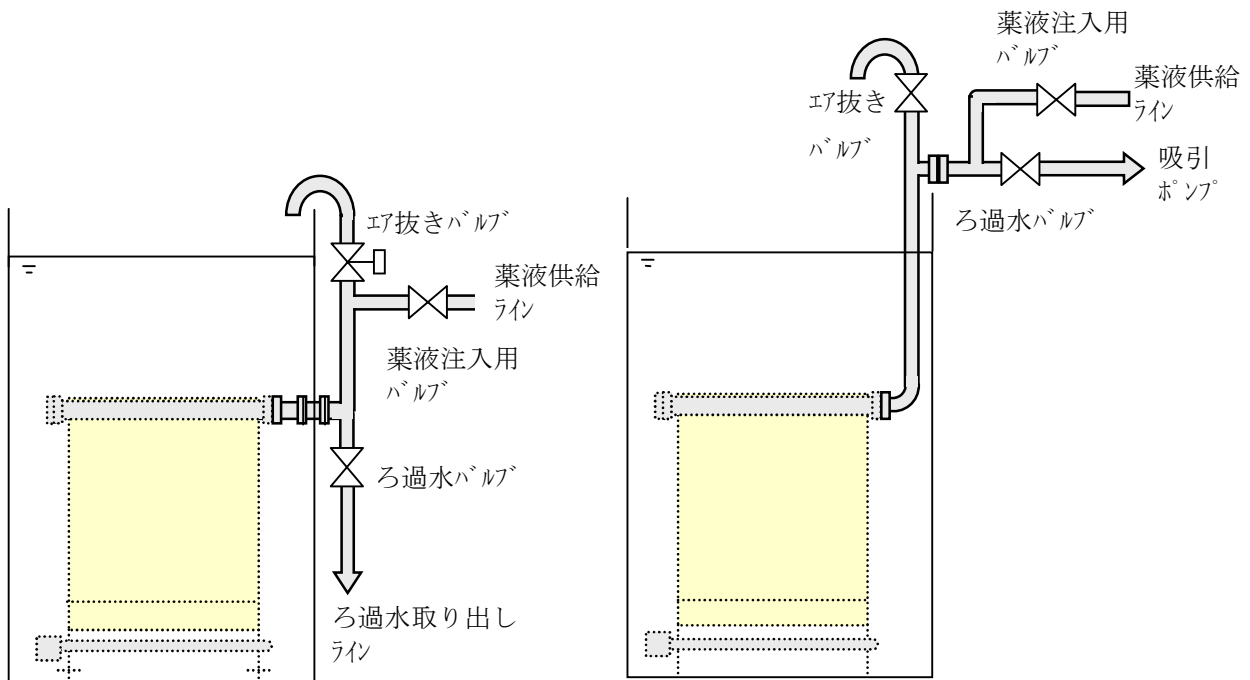


図. IV-9 膜浸漬槽下方取り出し

図. IV-10 膜浸漬槽上方取り出し



注意

PP 樹脂集水管をご使用の場合は、集水管の変形や破損防止のため、接続フランジにかかる重量が 20kg 以下となるように配管の材質選定を行って下さい。必要に応じ、配管途中にサポートを設けて下さい。

V. TMR140J シリーズの設置

1. 事前準備

- (1) 設置する膜浸漬槽までの搬入ルートなどの搬入計画を立案ください。
- (2) トラックからの荷下ろしの設備をご用意ください（フォークリフト、ユニック車、レッカー車等）。
- (3) 設置前に膜浸漬槽内の工事が完了し、清掃されていることをご確認ください。粗大なゴミ（コンクリート塊、切削屑、端材）等を槽内に残さないよう、必ず除去してください。また、各種配管やタンクに漏れが無いことを確認下さい。

2. 荷下ろし／移動

モジュールを荷下ろし／移動する際には、フォークリフト、ユニック車あるいはレッカー車等の現場及び荷下ろし品の状況に適した機器を用いて以下の事項に従い実施ください。

- (1) 通常モジュールは、ビニールシートにて養生しパレットに積載して出荷されます。エレメントはエレメントブロックに所定の枚数が装填された状態となっています。
- (2) ビニールシートでなく、段ボールケースで養生し積載した形態もあります。段ボールケースでの吊り上げは不可ですので、フォークリフトにて移動して下さい。
- (3) 荷下ろし時の作業などで、製品の上に立ったり、座ったりしないでください。
- (4) モジュールを吊り上げる場合（エレメントブロック、または、エアレーションブロックのみを吊り上げる場合も含む）には、吊穴の全てにフックを掛け、水平に吊り上げてください。エレメントのノズルおよび散気管などを損傷しないように注意し、安全を確かめながら作業をしてください。



危険

吊り上げる時は、吊部にチェーンまたは吊具を掛け、モジュールが揺動しないように真上に静かに吊り上げてください。吊り下には、絶対に人を立ち入らせないでください。



危険

吊り上げには、荷重に見合ったチェーン、吊り具をご使用ください。



危険

モジュールを降ろす場所に障害物がないことを確認して下さい。異物や不整地のため転倒して損傷する可能性があります。



注意

モジュールを移動する際に集水管や散気管に強い力を加えないでください。集水管や散気管が破損する可能性があります。

3. 製品の確認

モジュールを搬入されましたら、次のことをご確認ください。

- (1) 出荷伝票に記載された物が全て揃っているか
- (2) 輸送中などに損傷を受けていないか
- (3) 保護カバーが外れていないか

4. 製品の保管

エレメントが劣化する恐れがあるので、屋内で直射日光を避け、40℃以下の温度で水平に保管してください。搬入から運転開始までの工事期間中を通じ、エレメント等を傷つけないように、十分な養生を施してください。特に、溶接・溶断・グラインダー等の溶接火花がかかる可能性がある場合には、火花を浴びないように、耐火シート等で養生してください。なお、工事の期間中やむを得ず、屋外で保管する場合には、できるだけ短期間にし、以下の事項を守れるよう養生して保管ください。

- (1) 40℃以下とすること
- (2) 氷結させないこと
- (3) 雨水濡れ及び結露を防止すること
- (4) 水に浸漬させないこと
- (5) 直射日光を避けること



注意

40℃以上となる場所や、直射日光が当たる場所に長時間放置しないでください。特にエレメント支持板の **ABS** 樹脂や **PP** 樹脂集水管は直射日光や紫外線により劣化のおそれがあります。



注意

氷結させないでください。



注意

搬入から運転開始までの工事期間中を通じ、溶接・溶断・グラインダーなどの火花がかからないように養生してください。



注意

運搬、保管、設置時には、適切な養生を行ってください。上に重量物を置かない、他の物との衝突を避ける、腐食性の物質との接触を避けるなど、エレメント、散気管、フレーム等を損傷、変質させないように十分注意してください。

5. 製品の据え付け

設置工事前に以下の事項が完了していることを確認下さい。

- (1) 膜浸漬槽内の工事が完了していること
- (2) 槽内、配管が清掃／洗浄されていること
- (3) 水槽や配管に漏れが無いこと
- (4) ポンプ、ブローア、センサ及び制御システムなど主要な機器の動作について清水テストで確認されていること

エレメント固定具と集水チューブが正しく取り付けられていることを確認して下さい。

(1) モジュールの据え付け

モジュールの据え付けにはガイドレールを使用するかどうかを選択します。ガイドレールを使用すると排泥することなくモジュールの出し入れが可能となります。この際は槽底部へのモジュールのボルト固定は行わず、ガイドレールに沿ってモジュールを装填します。ガイドレールにより位置決め、転倒防止を行います。ガイドレールについては別紙資料を参照下さい。

ガイドレールを使用しない場合は、槽底部へモジュールをアンカーボルト固定します。

どちらの方法においても、散気管を水平に設置することが重要です。各々のエレメントの膜面に均一な旋回流を与えるためには、散気管の水平度を保ち、各散気孔からのエアの吹き出し量をできる限り均等にする必要があります。そのため、エアレーションブロックで、長手方向、巾方向とも $3/1000$ 以下の水平度で設置してください。

TMR140J-200D の場合、中間ブロックが上下エレメントブロックの中間に配置されるよう、両エレメントブロックを上下に配置してください。

(2) 散気管配管接続

散気管配管の接続部は雌ねじとなっております。TMR140J-100S および 200D のエアレーションブロックには散気管配管の接続部が 2 カ所 (050S は 1 カ所) ありますので、適合するホースニップル等を用意いただき、接続してください。なお、各配管は事前にフラッシングを実施しておいてください。ろ過運転を開始する前に、モジュールが完全に浸漬するまで清水を供給し、清水運転 (「VI. 運転開始」の「1. 清水試験」を参照) を行って下さい。このとき、エアレーションブロック内、それぞれのエアレーションブロック間で散気の偏りが無いか確認してください。

(3) 集水管配管接続

適合するフランジを用意いただき、集水管の一端をろ過水配管と接続してください。また、他端はブランクフランジで封止してください。出荷時に集水管にはブランクフランジが 1 ヶ所付いております。

PP 樹脂集水管をご使用の場合は、集水管の変形や破損防止のため、接続フランジにかかる

重量が 20kg 以下となるように配管の材質選定を行っていただくとともに、締付トルク 20N.m にてフランジの締付をお願いします。必要に応じ、配管途中にサポートを設けて下さい。

また、集水管は両端の取り付けブラケットで高さが微調整できるようになっています。両端のブラケットを上下に調整し、集水管内にエアが溜まらないよう水平出しをして下さい。なお、ろ過水配管のフラッシングおよび漏れチェックは、集水管の配管を接続する前に実施してください。エレメントの透過側から圧力をかけると、エレメントの破損につながるおそれがあります。

 **危険**

吊り上げる時は、吊部にチェーンまたは吊具を掛け、モジュールが揺動しないように真上に静かに吊り上げて下さい。吊り下には、絶対に人を立ち入らせないでください。

 **危険**

吊り上げには、荷重に見合ったチェーン、吊り具をご使用ください。

 **危険**

据付設置時は、足場を設置し、絶対に集水管、散気管ヘッダやモジュールに直接よじ登ったりしないでください。また、保護具等により、必ず作業者の安全確保を行ってください。

 **注意**

エレメントには、透過側から圧力をかけないでください。

 **注意**

PP 樹脂集水管をご使用の場合は、集水管の変形や破損防止のため、接続フランジにかかる重量が 20kg 以下となるように配管の材質選定を行って下さい。必要に応じ、配管途中にサポートを設けて下さい。

 **注意**

PP 樹脂集水管をご使用の場合は、集水管の変形や破損防止のため、締付トルク 20N.m にてフランジの締付をお願いします。

VI. 運転開始

1. 清水運転

(1)点検および事前準備

清水運転の前に以下の点検および準備を行ってください。

- a. 散気管配管、ろ過水配管が正しく接続されていることを確認してください。
- b. 膜浸漬槽内の清掃が完了していることを確認して保護カバーを取り外してください。
- c. 膜浸漬槽に清水を入れる前にエア抜きバルブを開放して、エレメント内の空気が逃げられる様にしてください。
- d. 清水（水道水、ろ過水）を膜浸漬槽の運転水位まで入れてください。
- e. 水張り終了後はエア抜きバルブを閉めてください。



注意

膜浸漬槽の水（清水や原水）張り時には、エレメント内の空気を逃がすために、エア抜きバルブを開放してください。
水張り終了後は、エア抜きバルブを閉めてください。



注意

清水運転に、鉄、マンガン、カルシウム、珪素等が多い地下水は使用しないで下さい。析出により膜が目詰まりする可能性があります。

(2)清水運転

膜浸漬槽に水張りした後は、以下の要領で清水運転を行ってください。

- a. 散気用エア供給装置を起動し、規定通りのエア量であること、モジュール内およびモジュール間で散気に偏りが無いことを確認してください。
※ 散気時に膜浸漬槽が発泡することがあります。これは清水運転の初期に、膜に含まれる親水性成分（生分解性）が溶出するためであり、そのまま使用していただいても問題ありません。
- b. 複数のモジュールを1台のプロアで散気する場合には、各モジュールにエアが均一に供給されていることを確認してください。不均一な場合は、ヘッダ管より各モジュールへの枝配管に設置されている調整弁を調整してください。または、配管構成（ヘッダ管径など）の見直し等を検討下さい。
- c. 清水運転にて、制御装置等の動作確認を実施してください。
- d. 清水でろ過運転を行い、設計ろ過水量（通常時および最大、最小流量時）での、膜間差圧、水温を測定、記録し保管しておいてください。
- e. 必要な動作確認などが完了したら、速やかに膜ろ過及び散気を停止してください。



注意

清水運転は、目詰まりの原因になることがありますので、必要以上の運転を行わないでください。



膜を一旦湿潤させた後は湿潤状態を保ち乾燥させないでください。乾燥させると膜の透水性能が低下する可能性があります。

2. 汚泥投入

種汚泥の投入は、必ず行ってください。種汚泥の投入を行わず、原水を直接膜分離した場合、早期に膜の目詰まりを生じるおそれがあります。

種汚泥投入は、以下の要領で実施してください。

- (1) 種汚泥投入は原水投入の直前に実施下さい。
- (2) 新鮮で、同種の廃水で運転されていた種汚泥を用意してください。高 MLSS 濃度かつ無機分の少ない (MLSS/MLVSS 比の高い) 種汚泥を推奨します。運転初期の MLSS 濃度は 7000mg/L 以上が望ましく、少なくとも 3000mg/L 以上は確保下さい。
- (3) 種汚泥には多くの夾雑物が混入している時があります。夾雑物を除去するため必ず微細目スクリーンを通して投入してください。

*シーディング剤は、使用しないでください。

*発泡時にはシリコンベースの消泡剤は使用しないで下さい。



種汚泥投入の際は、必ず微細目スクリーン (目開き 3mm 以下) などを通して夾雑物を除去してください。

3. 実運転開始

種汚泥の投入が完了したら、散気、ろ過運転及び原水の供給の順で開始してください。

運転開始に関し注意すべき事項は以下の通りです。

- (1) 運転開始時は設計ろ過流量より十分に低いろ過量で運転して下さい。特に種汚泥の MLSS が 7000mg/L 以下である場合は F/M 比に留意しながら徐々に立ち上げて下さい。投入時の種汚泥の微生物は原水成分や MBR 運転の条件に十分に順応していませんので、早期の段階での設計能力の運転は膜ファウリングに繋がる可能性があります。
- (2) MLSS や汚泥ろ過性などの汚泥の特性について定常的に測定・確認し、汚泥の状態変化について把握して下さい。
- (3) 散気管の散気状態確認と洗浄を行い、問題無く機能している事を確認下さい。洗浄、メンテナンスに関しては VIII に詳細を記載します。
- (4) ろ過水量が安定したら、実運転時のろ過水量での、膜間差圧、水温を測定、記録

してください。運転管理に関する事項は、次章でご説明します。



次の場合を除き、ろ過停止中は膜洗浄の散気を停止して下さい。

- 1) 間欠ろ過運転を適用する際には、リラックス（ろ過停止）時も膜洗浄散気は継続して下さい。
- 2) 一時的なプラント停止時（原水流入変動などによる）の汚泥沈降防止のための散気は適用可能です。但し、散気量は必要最低限に調整して下さい。

VII. 運転管理

1. 標準運転条件

TMR140J シリーズの標準的な運転条件を表VII-1 に示します。

良好な処理機能を維持するためには、MLSS、汚泥粘度、DO（溶存酸素濃度）およびpHなどの処理条件が適切に保たれていなければなりません。

原水に夾雑物や粗大なSS（浮遊物質）が多く含まれる場合や、油脂成分が多い場合などには、適切な前処理を行う必要があります。

また、膜浸漬槽の発泡のため、やむを得ず消泡剤を使用する場合は、目詰まりのしにくいアルコール系*のものをご使用ください。

*アルコール系消泡剤

推奨：（株）栗田工業製 クリレスP. F-663

表VII-1 TMR140J シリーズの標準的な運転条件

項目	単位	運転条件
MLSS	mg/L	7,000~18,000
汚泥粘度*	mPa·s	B型粘度計 100 以下 C型粘度計 250 以下
DO	mg/L	1.0 以上
pH	—	6~8
水温	°C	15~40
膜ろ過流束	m ³ /m ² /d	0.75 以下
散気エア量	NL/min/Module	1,300

*単一円筒型回転式粘度計での測定値

測定機器例

B型粘度計 型式 VT-03F リオン株式会社製

C型粘度計 形式 TCV-5 東機産業株式会社製



警告

ろ過水を飲用に利用しないでください。



警告

ろ過水を放流または用水として利用される場合には、水質検査を行い、その用途に適合している事を確認してください。



注意

活性汚泥槽には、薬品、毒物、油分、その他等活性汚泥に悪影響を与える成分を入れないでください。



注意

標準的な運転条件(表VII-1)の範囲内であっても、急激な変動(温度、pH、膜間差圧等)はさけてください。



注意

交換部品は、定期的にまたは点検で損耗が認められたら交換してください



注意

氷結させないでください。

2. 運転管理項目

モジュールの運転性能は、原水の水質、設定した運転条件によって異なります。安定した運転を維持するため、各種管理項目の数値等を記録し、貴社装置におけるモジュールの運転性能の推移、特徴を把握する事をお奨めします。

以下に、運転管理項目の例を示します。

- (1) 散気量 (ブロー風量)
- (2) 散気圧力 (ブロー吐出圧力)
- (3) ろ過水流量
- (4) 膜間差圧 (TMP=Trans-membrane pressure)
- (5) ろ過水水質 (BOD、COD、濁度、T-N、T-P、TSS 等)
- (6) 膜浸漬槽水温
- (7) 原水水質 (BOD、COD、濁度、T-N、T-P 等)
- (8) 余剰汚泥引き抜き量
- (9) 膜浸漬槽DO (溶存酸素濃度)
- (10) 膜浸漬槽pH
- (11) 汚泥ろ紙ろ過性
- (12) MLSS
- (13) 汚泥粘度
- (14) 汚泥沈降性 (SV30、またはSV60)

3. 基本的な運転制御

TMR140J シリーズを使用した MBR プラントの基本的な運転制御方法について以下に示します。制御内容・方法は、個々のプラントの構成・状況に応じて詳細検討いただくものであり、基本動作の参考情報としてご理解下さい。

- (1) ろ過ポンプ:

- ・タイマー制御による間欠ろ過運転 (9分ろ過/1分停止)
- ・インバーター制御または流量調整弁による流量制御
- ・MBR槽のレベル低下またはTMP上限によるろ過停止
- ・散気エア停止時のろ過運転不可とエア復帰後は十分攪拌されてからの再ろ過スタート (エア供給1分後にろ過ポンプ起動可能等)
- ・散気管洗浄時はろ過停止。

(2) 膜曝気用ブロー:

- ・基本的に連続稼働
- ・但し原水が来ない等でMBR槽のレベルが低下して(数日間まで)停機する場合1時間に5分の散気などとする。

(3) MBR槽レベル

- ・下限時 -> 膜保護のためろ過停止
- ・上限時 -> 原水供給停止.

(4) 膜間差圧 (TMP) :

- ・TMP高(H) (初期値または前回薬洗後から5kPa増加時) -> アラーム及び薬品洗浄実施,
- ・TMP上限(HH) (TMPが20kPa超過時) -> アラーム及びろ過停止

4. 日常点検

2.項に記載の運転管理項目について日常点検を実施して下さい。そして、各種管理項目のトレンドを監視しトラブルになる前に必要な対応を実施下さい。

(1) 膜間差圧

膜間差圧が安定しているか確認してください。所定のろ過量でのTMPが初期値から又は前回の薬洗後の状態から5kPa上昇したら薬液洗浄を実施して下さい。急激なTMPの上昇は、散気洗浄の不良などによる膜面への汚泥堆積、限界以上の膜フラックス、膜槽内汚泥の濃縮や汚泥性状の悪化等が要因と考えられます。この様な場合、早期に運転条件や汚泥状態を確認いただき、適切な処置をとるとともに薬品洗浄を検討下さい。

(2) 散気状態

散気エア量が標準量になっているか、エア供給ラインの流量計、圧力計にて点検してください。またモジュール内及びモジュール間で均一に散気されているかどうかを確認してください。散気エア量が標準条件からずれていたり、著しい散気ムラが認められる場合、エアが少ない/弱い部分では膜閉塞となり、多い/強い部分では膜エレメントを損傷する可能性があります。ろ過を停止し、配管漏れの確認、配管ルートバルブ状態、ブローの点検などを行い、散気エア量の調整を実施してください。それでも著しい散気ムラが認められる場合には、「VIII. TMR140J シリーズのメンテナンス」の「2. 散気管洗浄」に記載

の方法に従い、散気管の洗浄や散気管の検査を行ってください。



散気エアが止まったり、エア流量の低下や散気ムラが酷くなったときはただちにろ過を停止して下さい。深刻な膜閉塞になることがあります。

(3) 活性汚泥性状

適正な活性汚泥は凝集性があり、不快な臭いがないものです。色は茶褐色ですが、廃水成分、有機物負荷量など個々のプラントの環境により異なります。外観および臭気がこのような状態でない場合、BOD負荷、MLSS、DO、pH、水温、廃水成分などの値を確認して、種汚泥の追加投入など必要な措置を講じてください。

(4) MLSS

適正なMLSSは、**7,000～18,000mg/L** です。MLSSの値が低いときには汚泥抜き出し量の低減などの措置を行ってください。高いときには、まず実際の汚泥循環量の確認を行い、循環量が低い場合には適正な循環量に調整下さい。循環量が適切な時には、汚泥濃縮貯留槽などへの汚泥抜き出し量の増加等により、適正なMLSS範囲に調整してください。

(5) 汚泥粘度

適正な汚泥粘度は、**250mPa・s** 以下（C型回転粘度計）です。汚泥粘度が高いときには、運転条件確認や、F/M比等の生物処理条件を確認いただき、適正な粘度範囲に調整してください。

(6) DO

膜浸漬槽および曝気槽の全ての部分において好氣的雰囲気を維持する必要があります。DOレベルが**1 mg/L** 以下となる場合は、曝気槽での散気エア量増加、汚泥引き抜き量増加による汚泥濃度の低下などの措置を講じてください。ブローヤやエア供給システムが生物処理と膜ろ過で共通の場合は、膜ろ過用のエアは一定としDO制御などで変動しないようにして下さい。

(7) pH

適正なpH範囲は**6～8**です。この条件を満たさず汚泥の状態が悪い時には、酸またはアルカリを添加しpH調整してください。

(8) 水温

適正な水温は**15～40℃**です。この条件を満たさず汚泥の性状が悪い場合、冷却、保温など必要な措置を講じてください。

(9) 水位

膜浸漬槽の水位が適正な範囲内にあるか点検してください。適正な範囲でない場合は、①液面計の点検、②ろ過水ポンプの点検、③モジュールの膜間差圧の点検など関連項目を確認し、制御系の調整など必要な措置を講じてください。

(10) SV30 又は SV60

通常の活性汚泥法の管理指標と同じであるが、MLSSが高いため MBR の汚泥ではろ過水で 5 倍に希釈して測定します。SV の値は実際の汚泥性状の指標となりますので、定常的に測定しその他の運転情報とともに日々のトレンドとして管理下さい。

(11) 汚泥ろ過性

ろ紙ろ過テストは汚泥のろ過性を把握するのに簡単で直接的な評価方法です。評価法は別紙資料を参照下さい。このろ紙ろ過性評価とろ紙ろ過液の TOC 又は濁度測定を定常的に実施いただくことを推奨します。ろ過性の急激な悪化もしくはろ紙ろ過水 TOC/濁度の増加が見られた際は、運転条件や生物処理条件を確認いただき、適切な処置を実施下さい。

(12) 前処理

TMR140J シリーズの運転条件に加え、前処理（特に微細目スクリーン）の状態も確認下さい。スクリーンの詰まりや異常がある場合はただちに処置して下さい。また、廃水中に油分が多く含まれると、微細気泡散気管のゴム素材の劣化を早める可能性がありますので、油分は前処理にて除去ください。

VIII. TMR140J シリーズのメンテナンス

1. 維持管理項目、実施頻度

維持管理項目およびその実施頻度については、次の通りです。

- (1) 散気管洗浄（頻度：目視で確認できる散気ムラが生じたとき）
- (2) エレメント薬液洗浄（頻度：同一ろ過流量における膜間差圧が初期安定運転時または前回薬液洗浄時の膜間差圧と比較し 5 k P a 以上上昇した時、または半年に 1 回のどちらか早いタイミング）
- (3) 接続チューブ交換（頻度：劣化が認められるとき、または 3 年毎）
- (4) エレメント固定具ガスケットの交換（頻度：劣化が認められるとき、または 3 年毎）
- (5) エレメント交換（頻度：薬洗しても所定の処理量が得られなくなったとき、または劣化が認められるとき）
- (6) 散気管の交換（頻度：洗浄しても著しい散気のムラが認められるとき、または 3 年毎）



注意

交換部品は必ず指定の物をご使用ください。



注意

チューブ交換時は、チューブをノズルの根元まで確実に差し込んでください。



注意

チューブ及びエレメント交換時は、エレメントおよび集水管のノズルを損傷させないよう無理な力を加えないでください。



注意

一度取り外したチューブは再利用しないで下さい。再利用の場合ノズルとの接続部分のシール性が悪化している可能性があります。



注意

エレメント交換及びメンテナンス時は膜を傷つけないように十分に注意を払い作業して下さい。

2. 散気管洗浄

TMR140J シリーズは粗泡散気管と比べ散気管洗浄の必要性が低い微細気泡散気を使用しています。一般的な下水では通常は洗浄不要ですが、なんらかの状況で散気管が詰まり、散気ムラによる膜詰まりや破損に繋がる事も考えられます。微細気泡管の詰まり防止のため、エア供給ラインのエア流量や圧力の確認を定期的実施し適正な範囲となるよう調整して下さい。またエアがモジュール内及びモジュール間で均等であることも確認下さい。もし、エア流量／圧力が異常であったり、流量のムラがある場合は以下の方法で散気管を洗浄して下さい。

散気管洗浄手順

- (1) ブロアの電源 ON/OFF を数回行う、もしくは、ブロアの風量の増減を数回行います。この操作を行うことにより、散気管のゴムが伸縮するため、散気管表面の汚泥が取り除かれます。予防として自動で前記動作を組み込むことも有用です。
- (2) 上記を実施しても散気のムラが認められる場合は、次の事項を行ってください。モジュールを作業に適した場所に吊り上げて静置し、微細気泡管をブラシで軽くこするか、ホース水もしくは高圧水を利用して散気管表面の汚れを落としてください。（一般的には水道ホースで洗浄できます。但し、散気管に石灰などがこびりついた場合は高圧洗浄機で洗浄します。）清掃時間は汚れや水圧などにより異なりますが、1本当たり5から10秒です。
- (3) 散気のムラが認められる場合は「VIII. TMR140J シリーズのメンテナンス」の「5. 散気管交換」に記載の方法に従い、散気管を交換して下さい。



注意

散気管のゴム部材に損傷を与えないように作業して下さい。

3. 膜エレメントの薬液洗浄

(1) 薬液洗浄時期

エレメント薬液洗浄は、汚濁物質によって膜の表面あるいは細孔が閉塞し、膜間差圧が上昇した場合に、その汚濁物質を除去するために行います。エレメント薬液洗浄実施の目安は下記の通りです。

- a 同一ろ過流量における膜間差圧が初期安定運転時又は前回の薬液洗浄後の膜間差圧と比べて5 kPa以上上昇した時、または半年に1回、のどちらか早い時期で洗浄を行ってください。例えば、運転初期（又は前回の薬液洗浄後）に7 kPaのTMPで運転できていたものが、12 kPaになったら薬洗実施時期です。
- b 早めの薬液洗浄は性能回復も良く膜のろ過性を保つのに効果的です。膜の閉塞が進行すると汚れ成分が強固となり薬液洗浄の効果は低下し回復が困難になります。更に膜間差圧も急激に上昇して行きますので、常に早めの周期で薬液洗浄を行ってください。
- c 個々のプラントの状況（廃水成分、運転条件、生物処理条件等）でTMPの上昇傾向は異なります。TMPの推移を把握し、該当プラントでの薬液洗浄周期を計画ください。日々のメンテナンス意識が膜の寿命を延ばすためにも有効です。
- d 1回の薬液洗浄で十分性能が回復しない場合でも、繰り返し洗浄することで透水性が回復できる事があります。

(2) 薬液洗浄使用薬品

エレメント薬液洗浄では、付着している物質によって使用する薬品を選択します。誤った条件や薬品で洗浄を行った場合には、ろ過性能低下や破損の原因になりますので、汚濁物質に適した薬品を選択してください。

汚濁物質に適した使用薬品とその標準的な使用条件を表VIII-1に示します。

表 VIII-1 濁物質に適した洗浄薬品およびその使用条件

汚濁物質	薬品名	薬液濃度	注入薬液量	洗浄時間
有機物	次亜塩素酸 ナトリウム	2,000-6,000 mg/L (有効塩素濃度) (pH は 12 前後)	5 L/エレメント	1 ～3 時間
無機物	シュウ酸*	0.5-1.0wt%	5 L/エレメント	1 ～3 時間
	クエン酸	1-3wt%	5 L/エレメント	1 ～3 時間

* 廃水にカルシウムが含まれる場合はシュウ酸を使用しないで下さい。シュウ酸カルシウムとなり膜孔詰まりの原因となる可能性があります。

(3) エレメント洗浄薬品の取り扱い

エレメント薬液洗浄に使用する薬品には、身体に触れると害を及ぼす物もありますので、以下の事項と薬品の製品安全データシート(SDS)を確認の上、安全ゴーグル、手袋等の保護具を必ず着用し、取扱いに十分注意して作業を行ってください。皮膚に付着した場合には、SDSに従って、その薬品に応じた処置を施してください。

次亜塩素酸ナトリウム溶液／NaClO

(ア) 取扱い上の注意

- (a) 通気換気を充分におこない、高温物、スパーク等を避け、酸との接触を避けてください。
- (b) 容器を転倒させる、落下させる、衝撃を与える、または引きずる等の粗暴な扱いをしないでください。
- (c) 漏れ、溢れ、飛散などしないようにし、みだりに粉塵や蒸気を発生させないでください。
- (d) 使用後は容器を密閉してください。
- (e) 取扱い後は、手、顔等をよく洗い、うがいをしてください。
- (f) 指定された場所以外では飲食、喫煙をしないでください。
- (g) 休憩場所には手袋その他汚染した保護具を持ち込まないでください。

- (h) 取扱い場所には関係者以外の立ち入りを禁止してください。
 - (i) 吸い込んだり、目、皮膚および衣類に触れないように、適切な保護具を着用してください。
 - (j) 屋内作業場における取扱い場所では、局所排気装置を使用してください。
- (イ) 保管上の注意
- (a) 直射日光を避け、冷暗所に貯蔵し、密閉して、空気との接触を避けてください。
 - (b) 貯槽は、耐食性の容器としてください。

シュウ酸／(COOH)₂

- (ア) 取扱い上の注意
- (a) 強酸化剤、強塩基から離してください。
 - (b) 容器を転倒させる、落下させる、衝撃を与える、または引きずる等の粗暴な扱いをしないでください。
 - (c) 漏れ、溢れ、飛散などしないようにし、みだりに粉塵や蒸気を発生させないでください。
 - (d) 使用後は容器を密閉してください。
 - (e) 取扱い後は、手、顔等をよく洗い、うがいをしてください。
 - (f) 指定された場所以外では飲食、喫煙をしないでください。
 - (g) 休憩場所には手袋その他汚染した保護具を持ち込まないでください。
 - (h) 取扱い場所には関係者以外の立ち入りを禁止してください。
 - (i) 吸い込んだり、目、皮膚および衣類に触れないように、適切な保護具を着用してください。
 - (j) 屋内作業場における取扱い場所では、局所排気装置を使用してください。
- (イ) 保管上の注意
- (a) 直射日光を避け、換気のよいなるべく涼しい場所に密閉して保管してください。
 - (b) 貯槽は、耐食性の容器としてください。

クエン酸／HOOCCH₂C(OH)(COOH)CH₂COOH

- (ア) 取扱い上の注意
- (a) 強酸化剤、強塩基から離してください。
 - (b) 容器を転倒させる、落下させる、衝撃を与える、または引きずる等の粗暴な扱いをしないでください。
 - (c) 漏れ、溢れ、飛散などしないようにし、みだりに粉塵を発生させないでください。
 - (d) 使用後は容器を密閉してください。
 - (e) 取扱い後は、手、顔等をよく洗い、うがいをしてください。

- (f) 指定された場所以外では飲食、喫煙をしないでください。
- (g) 休憩場所には手袋その他汚染した保護具を持ち込まないでください。
- (h) 取扱い場所には関係者以外の立ち入りを禁止してください。
- (i) 吸い込んだり、目、皮膚および衣類に触れないように、適切な保護具を着用してください。
- (j) 屋内作業場における取扱い場所では、局所排気装置を使用してください。
- (イ) 保管上の注意
 - (a) 直射日光を避け、換気のよいなるべく涼しい場所に密閉して保管してください。
 - (b) 貯槽は、耐食性の容器としてください。



警告

薬液洗浄に使用する薬品の中には、体に害を及ぼす物があります。薬品の取り扱いには、十分注意し必ず安全ゴーグル、手袋等の保護具を着用して作業を行ってください。薬品のSDSの内容は必ず確認してください。



警告

薬品が誤って人体、衣服についた場合は、直ちに多量の水で洗い流してください



警告

薬品が誤って目に入った場合は、直ちに多量の水で洗い流し、医師の診断を受けてください。



警告

薬品は、直射日光を避け、冷暗所に保管してください。



警告

薬品の貯槽は、腐食しないように、各薬品に適した材質のものを選定してください。



警告

次亜塩素酸ナトリウムは、クエン酸、シュウ酸をはじめ酸と混合しないでください。酸と混合すると有毒な塩素ガスが発生します



注意

次亜塩素酸ナトリウムは、重金属類と混合しないでください。

(4) エレメント薬液洗浄手順

薬液洗浄は、薬液をろ過水ノズルから徐々に注入してエレメント内に充填し、薬液を膜の内側から外側に浸出させて洗浄します。薬液の注入の際には規定の注入圧上限（10 kPa 以下）を超えない様な構成として下さい。

薬液洗浄手順を以下に示します。（図VIII-1 参照）

- ① 薬液弁が閉、薬液ポンプが停止であることを確認する。
- ② 薬液貯槽に所定の濃度、量の薬液を調整する。
- ③ ろ過運転を停止した後、曝気を停止し、ろ過水弁を閉とする。
- ④ 薬液ポンプを起動する。
- ⑤ 薬液が水槽上部のタンクからオーバーフローで薬液貯槽まで戻る循環流となっていることを確認する。この際に、大気開放部で薬液が溢れていないこと、溢れている場合は薬液ポンプの吐出量を調整する。
- ⑥ 薬液弁を徐々に開け、薬液注入を開始する。
- ⑦ 所定量の薬液を注入したら、薬液弁を閉じ、薬液ポンプを停止する。
- ⑧ 所定時間（1～3時間）放置する。
- ⑨ ろ過水弁を開とし、曝気を再開した後、ろ過運転を再開する。

* 運転開始初期（間欠運転の2周期以上）のろ過水には薬液が残留していますので、原水槽に戻してください。戻さない場合には、ご使用の環境に沿った廃液処理を実施してください。通常の運転に戻る前に透過水の pH や塩素濃度などを確認して下さい。

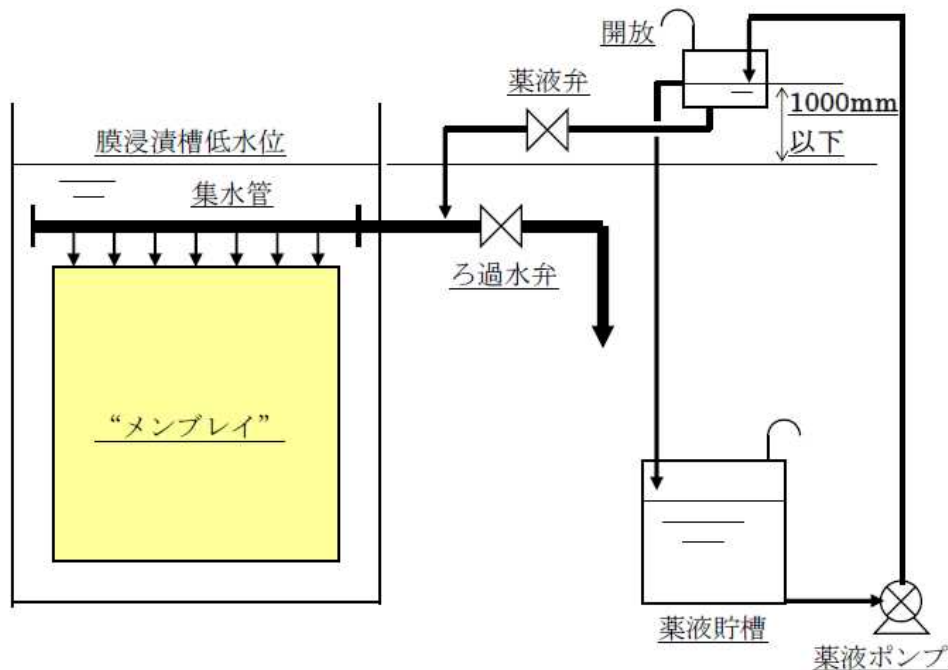


図.VIII-1 薬液洗浄フロー



薬液供給時には大気開放部に詰まりが無いことを確認して下さい。
大気開放されていないと過剰な圧により膜が破損する可能性があります。



薬液が大気開放部で飛散したり漏れたりする可能性があります。薬液供給量を調整し漏れや過大な飛散がないようにして下さい。作業時はゴーグルや手袋など必要な保護具を着用して下さい。

エレメント薬液洗浄作業時の注意事項

- a. 薬液の注入圧は、**10kPa** 以下に抑えてください。大気開放部等のないポンプ直結による注入を行うと、圧力が **10kPa** を超えて、エレメントやモジュールを損傷する可能性があります。注入圧は薬液注入の初期はそれほど上がりませんが、エレメント膜内に薬液が満たされた後には急激に圧力が上がりますので十分注意下さい。
- b. 薬液の注入は、モジュールが浸漬された状態で実施してください。作業者の安全確保のため、水面からモジュール上部までの水深を **500 mm** 以上確保して実施してください。
- c. 薬液の温度は、高い方がより高い洗浄効果が得られます（但し、**40℃** 以上にならないようにしてください）。逆に、温度が低い場合は、洗浄の効果が充分得られず、膜性能が回復しない事がありますので、膜浸漬槽内温度をできるだけ高く保ってください。
- d. 薬液洗浄終了時は、エレメント内および透過側配管中には薬液が残留しています。ろ過運転を再開するときは、ろ過水の水質に薬液の影響がなくなるまでは（少なくとも間欠運転の2周期以上）、ろ過水を原水に戻すか、ご使用の環境に沿った廃液処理を実施してください。
- e. 酸による洗浄の後に次亜塩素ナトリウムによる洗浄を行う場合（又はその逆の場合も）、配管やタンク内で2つの薬液が混合しないように確実に置換を行ってから切り替えして下さい。2つの薬液を混合すると有害なガスが発生します。
- f. 薬液の希釈水に膜ろ過水を利用される場合、膜ろ過水中のカルシウム濃度が高いと次亜塩素ナトリウムとの混合で沈殿が生じる可能性があります。カルシウムの析出が予想される場合、事前にビーカーテストでの沈殿発生有無を確認下さい。テストで白色の沈殿が生じた場合、希釈水にはカルシウム分の少ない水（水道水など）をご使用下さい。



薬液洗浄中に装置の異常を発見したときには、直ちに洗浄を中止してください。



警告

次亜塩素酸ナトリウムは、クエン酸、シュウ酸をはじめ酸と混合しないでください。酸と混合すると有毒な塩素ガスが発生します。



警告

エレメントに圧力制御の無い状態で薬液を注入すると、エレメントが破損する場合があります。10kPa以下の供給圧に制御される装置・方法にて注入してください。



警告

薬液洗浄時には、膜浸漬槽水面からモジュール上部までの水深を**500mm**以上としモジュールが浸漬された状態で、薬液を注入してください。



警告

薬洗時の空曝気は行わないでください。膜を損傷させる可能性があります。

4. モジュール引き揚げ

膜浸漬槽底面へのアンカーによる据え付けの場合 モジュールを引き上げる際には、以下の手順で実施してください。

- (1) 膜浸漬槽内の活性汚泥をすべて排出してください。
- (2) 固定アンカーを外してください。
- (3) 集水管配管と散気管配管を取り外してください。これでメンブレイを引き上げることができます。

*膜浸漬槽底面へのアンカーによる据え付け以外で据え付けた際の引き上げ手順は、弊社までお問い合わせ下さい。



危険

吊り上げる時は、吊部にチェーンまたは吊具を掛け、モジュールが揺動しないように真上に静かに吊り上げてください。吊り下には、絶対に人を立ち入らせないでください。



危険

吊り上げには、荷重に見合ったチェーン、吊り具をご使用ください。



注意

メンテナンスでモジュールを引き揚げた（または排泥した）際は散気管を洗浄して下さい。散気管の表面に汚泥が残った状態で乾燥するとゴム部材が劣化する可能性があります。



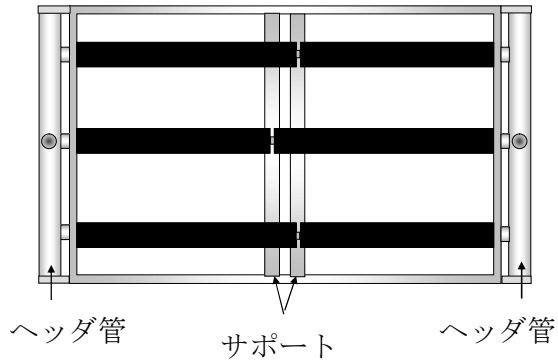
注意

メンテナンスや検査等でモジュールを引き上げる場合には、引き上げ中に膜を乾燥させないでください。乾燥させると透水性能が低下することがあります。

5. 散気管交換

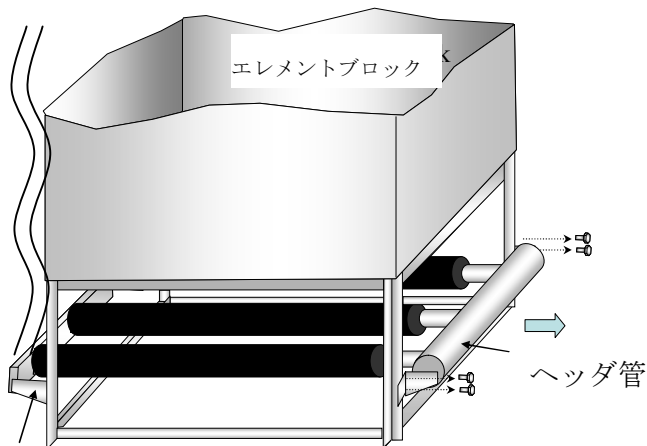
モジュールの散気管を交換するには、先述の引き上げ手順に従ってモジュールを引き上げてから、実施してください。

TMR140J-100S/200D 散気ブロック



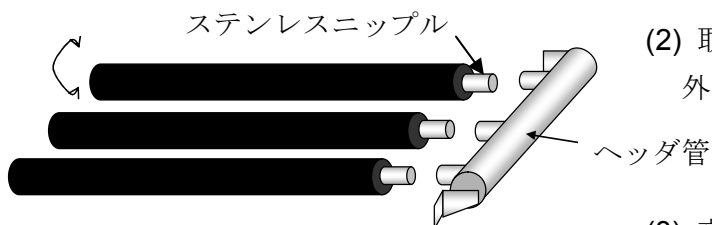
TMR140J-100S/200D ではヘッド管が両側にあり中央にはサポートがあります。また、微細気泡管は異なる2種類の長さの散気管互い違いに3本ずつの計6本を使用しています。

交換手順は次の通りです。使用する工具のサイズは **M12** です。



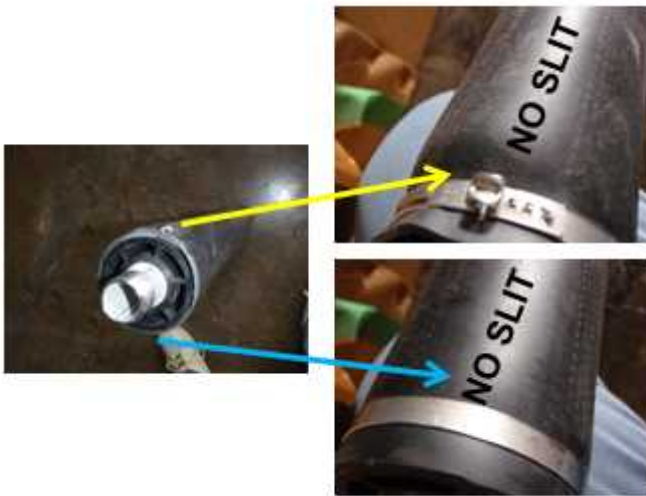
- (1) 両サイドのヘッド管をこれに組み付けられた散気管ごとエアレーションブロックから取り外します。（左図は片側部分のみを例示）

サポート



- (2) 取り外したヘッド管から散気管を取り外します。

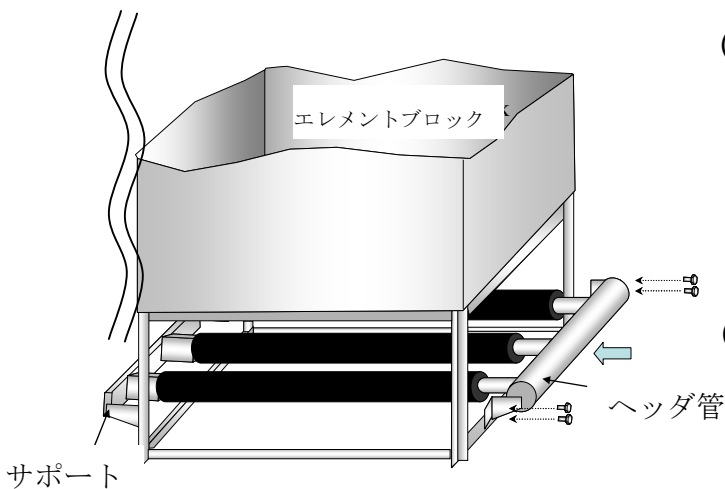
- (3) 交換する新しい散気管のステンレス製ニップルにテフロンシールテープを巻き付けます。



- (4) 外した散気管と同じ長さの新しい散気管をヘッド管に取り付けます。取り付けにはパイプレンチを使用して下さい（ゴム散気部を把持しての締め付けはしないで下さい）。散気管の締め付け（ねじ込み角度）は上面／下面のゴムの表面にスリット（空気孔）が無い部分に来るようにして下さい（ステンレスバンドはスリットが無い部分にクランプされていますので、クランプ部が上面または下面に来るようにします）。

↑

ヘッド管への散気管のねじ込みは、スリットのない部分が上下面に来るようにして下さい。



- (5) 散気管を取り付けた2組のヘッド管は、一方は中央に長い散気管が、もう一方は両端に長い散気管が付いた形になります。パイプサポートの位置を確認し、組み合わせ方のヘッド管／散気管のセットをそれぞれ配置下さい。
- (6) 散気管がパイプサポートに固定されるように差込ながら、ヘッドパイプをエアレーションブロックに取り付けます。

注意

散気管のゴム部材に損傷を与えないように作業して下さい。

6. ご使用後の製品保管

ご使用された TMR140J シリーズを保管されるときは、以下の手順にて保管下さい。

- (1) 膜槽の汚泥を全て引き抜いてください。
- (2) モジュールや水槽に付着している汚泥をホース水にて洗浄して下さい。モジュールの洗浄には高压洗浄機は使用しないで下さい。
- (3) モジュールが完全に水没するまで清水を膜槽に入れます。次回運転をするときまでこの水位で保管します。
- (4) 定期的に次亜塩素酸ナトリウムを添加し、保管中の藻や微生物の発生を防止します。なお、塩素濃度は長期間に渡るモジュールへのダメージ（ステンレス）を考慮し、低めに設定(<50 mg/L)して下さい。
- (5) 何らかの理由で散気が必要な場合、吸引による負圧が働いていない膜への散気による負荷を減らすため極短時間（1時間に5分以下の間欠散気など）に限定して実施下さい
- (6) 再運転の前に膜表面や配管に付いた生物膜などの汚れを除去するために薬液洗浄を実施されることを強く推奨します。

メンテナンス等で短期間の現場保管（24 時間程度まで）の場合には、水張り保管とせず、直射日光や風などの影響から保護するシートで養生した上で、モジュールに定期的に散水して膜のウェット状態をキープする保管方法も選択可能です。



注意

膜を一旦湿潤させた後は湿潤状態を保ち乾燥させないでください。乾燥させると膜の透水性能が低下する可能性があります。

7. 廃棄方法

ご使用後の製品廃棄については、次の事項をご参考に実施下さい。

- (1) 膜モジュールを清水で洗浄して下さい。その後、水切り／乾燥させると取り扱いが容易になります。
- (2) モジュール又は各部材は該当する地域の廃棄方法（埋め立て、焼却など）に応じた法律、やルールに準じて適切に処理下さい。規制により分類が必要な場合（可燃物と不燃物の分離など）にはそれに従ってください。
- (3) 膜は、焼却するとフッ化水素（HF）が発生します。膜の処分は、資格のある産業廃棄物処理業者へ依頼して下さい。



警告

膜を焼却すると、フッ化水素（HF）が発生します。膜の処分は、資格のある産業廃棄物処理業者へ依頼をしてください。

IX. 交換部品リスト

定期交換部品のリストは以下の通りです。

仕様詳細については弊社までお問い合わせ下さい。

部品名称		交換頻度	品番
透過水チューブ		劣化が認められるとき、または3年に1回のどちらか早い時期	EBL-TUBE-050 EBL-TUBE-100 (50本入/100本入)
エレメント固定 ガスケット	中央	劣化が認められるとき、または3年に1回のどちらか早い時期	GASKET140J-050M
	両サイド		GASKET140J-050S
エレメント		劣化が認められるとき、又は薬液洗浄しても所定のろ過量が得られないとき	TSP-50150
散気管	長さ 762mm	散気ゴムの劣化、又は散気のムラが認められたとき。	DIFFUSER090-100S-L
	長さ 682mm		DIFFUSER090-100S-S

* 交換部品は必ず指定の物をご使用ください。

X. トラブルと処置方法

MBR の運転トラブルは、膜洗浄曝気の異常、薬液洗浄の遅れ、前処理工程のメンテナンス不足等に起因するものが殆どです。表 X-1 にこれらトラブルとその処置方法をまとめます。

表 X-1 トラブルと処置方法

	問題点	原因	処置方法
1	散気エアが標準設定量まで出ない	ブローの故障	ブローの点検
		散気管の詰まり	散気管の洗浄
2	モジュール内、またはモジュール間で散気状態にばらつきがある	散気管の詰まり	散気管の洗浄
		各エア供給ラインのバルブ開度が不均等	バルブ開度の調整
		エレメントブロックの底部への異物詰まり	前処理工程の確認及びモジュールの検査を行い、前処理の工程及び維持管理手法を見直し
3	ろ過水量の低下、又は膜間差圧 (TMP) の上昇	ろ過膜の閉塞	薬液洗浄の実施
		不足又は不均等な散気エアによる膜面汚泥付着	散気管洗浄及びブローの点検による散気の改善 薬液洗浄の実施
		汚泥の性状異常によるろ過性の悪化	汚泥の性状改善 ・ 余剰汚泥の排泥量調整 ・ オイル等の難分解物質の流入防止 ・ BOD 負荷の調整 ・ 原水の調整(窒素、リンの添加など)
4	ろ過水中の懸濁物質の増加	エレメント、チューブの破損	該当エレメントおよび集水ノズルを封止する ^{*1} 。
		透過水ラインでのリーク	不具合部を調査し ^{*2} 該当部を修復
		透過側での微生物増殖	塩素濃度 100~200mg/L の次亜塩素にて透過水ラインを洗浄する。

*1: 原因がチューブの場合でも、エレメント内部が汚損している可能性がありますので、該当エレメントおよび集水管ノズルを封止してください。

*2: 配管の接続部、溶接箇所の流れ点検を加圧条件で実施するときは、モジュールに圧力がかからないようにしてください。

<別紙資料>

- (1) モジュール組図
- (2) モジュール吊り具図面
- (3) ろ紙ろ過性評価方法

本取扱説明書は本書に記載の情報の適用によって得られる結果並びに本製品の安全性・適合性について保証するものではありません。

ご使用にあたっては、その使用目的に応じて本製品の安全性・適合性につきご確認願います。

また、本取扱説明書記載の内容は予告なく変更する場合があります。

本書を無断で、転用、転載することを禁止します。