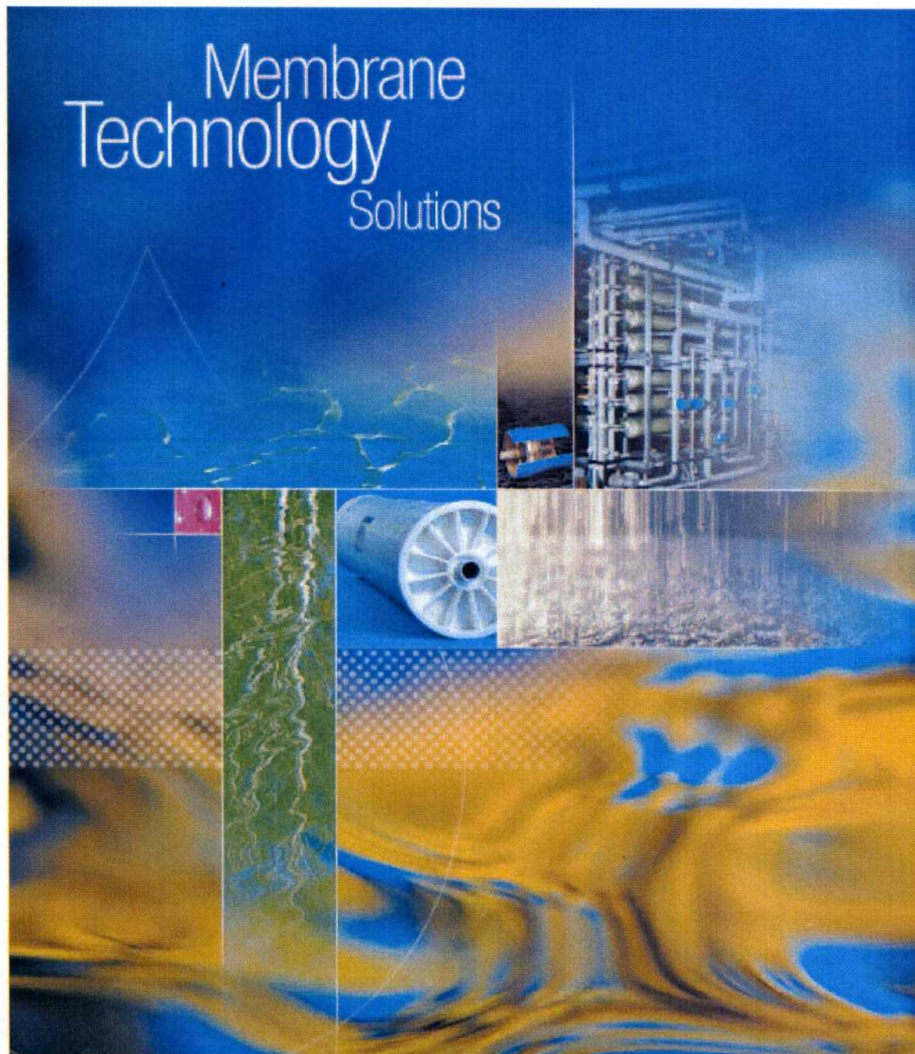


東レ逆浸透膜エレメント  
運転方法、メンテナンスおよび取扱説明書



**このマニュアルについて**

このマニュアルに含まれるデータと情報は、東レによる厳格な技術テストに基づいており、当社の知識の限りでは信頼できるものです。東レは、システム設計および動作条件を制御できません。そのため、東レは、ここで提供される情報の適用を通じて得られた結果または損害に対して責任を負いません。本書に記載されている情報により、東レによる最終製品の性能に対する責任及び保証は一切負いません。

このマニュアルは、以前のすべてのバージョンに対して優先されます。製品または生産技術の変更により、予告なしにこのマニュアルの情報を変更する場合があります。弊社に問い合わせる場合は、www.toraywater.com で、このマニュアルが最新版であることを確認してください。

**連絡先:**

**東レ株式会社 メンブレン事業第1部**

東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 〒103-8666

Tel: 03-3245-4540 Fax: 03-3245-4913

**Toray Membrane USA, Inc.**

13435 Danielson Street, Poway, CA, 92064, USA

Tel: +1-858-218-2360 Fax: +1-858-218-2380

**Toray Membrane Europe AG**

Grabenackerstrasse 8b P.O. Box CH-4142 Muenchenstein 1, Switzerland

Tel: +41-61-415-8710 Fax: +41-61-415-8720

**Toray Asia Pte. Ltd.**

111 Somerset Road #14-01 Singapore 238164

Tel: +65-6226-0525 Fax: +65-6226-0509

**Toray Bluestar Membrane Co., Ltd.**

Zone B, Tianzhu Airport Industrial Zone, Beijing 101318, China

Tel +86-10-80485216 Fax +86-10-80485217

**Toray Membrane Middle East LLC**

P.O. Box 20279, Dammam 31952, Kingdom of Saudi Arabia

Tel: +966-13-858-1001 Fax: +966-13-859-4768

**Toray Advanced Materials Korea Inc.**

KoreaToray R&D Center 7, Magokdong-ro10-gil, Gangseo-gu, Seoul, 07790, Republic of Korea

TEL +82-2-3279-7389 FAX +82-2-3279-7088

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

Version: Mar. 2020

## 目次

TMM-100	<b>はじめに</b>	5
TMM-200	<b>RO エLEMENTの装填</b>	6
	装填前の準備	6
	ELEMENTの開梱	7
	ELEMENTと付属品の組立て	11
	ELEMENTの装填	12
	装填記録	17
	初期起動のチェック	17
TMM-210	<b>ELEMENTの取り出し</b>	18
TMM-220	<b>RO 起動時の確認</b>	20
	試運転前の確認	20
	通常運転時の確認	25
	起動手順のパラメーター	26
	高圧ポンプ(HPP)構成における一般的な起動手順	27
TMM-230	<b>運転モニタリング</b>	30
	モニタリング	30
	定期的なモニタリングとチェックポイント	30
	運転記録	31
	システム性能の標準化	32
	運転データをモニタリングするための注意事項と有用な情報	33
	RO システム運転パラメーターと記録間隔	34
	標準化プログラム TorayTrak	42
TMM-240	<b>RO システムの停止の考慮事項</b>	46
	短期停止	47
	長期停止	48
TMM-250	<b>フラッシング手順</b>	50
TMM-260	<b>圧力容器内の RO ELEMENT保存手順</b>	52
TMM-300	<b>RO 洗浄の一般的説明と条件</b>	54
TMM-310	<b>RO 洗浄のガイドライン</b>	55
	洗浄時期	55
	ファウラント種類の確認	55
	洗浄方法の選択	56
	一般的な薬品洗浄方法	56
	洗浄効果の評価	57
TMM-320	<b>薬品洗浄方法</b>	58
	一般的なガイドライン	58
	膜洗浄システムの設計上の考慮事項	61
	重要事項	62
TMM-330	<b>クエン酸洗浄手順</b>	64
	ELEMENTのフラッシング	64
	2.0%クエン酸溶液の調整	64
	洗浄液の循環	65

	エレメントの洗浄	65
	クエン酸の概要	66
TMM-340	<b>DSS(ドデシル硫酸ナトリウム)洗浄手順</b>	67
	エレメントのフラッシング	67
	0.03%DSS 溶液の調製	67
	洗浄液の循環	68
	エレメントの洗浄	69
	DSS の概要	69
	TSP(リン酸三ナトリウム)の概要	70
	NaOH(水酸化ナトリウム)の概要	70
TMM-350	<b>酸性 SHMP 洗浄手順</b>	71
	エレメントのフラッシング	71
	1.0%SHMP 溶液の調製	71
	洗浄液の循環	72
	エレメントの洗浄	73
	SHMP (NaPO <sub>3</sub> ) <sub>n</sub> の概要	74
TMM-360	<b>逆流薬品洗浄／フラッシング</b>	75
TMM-400	<b>RO/NF - エレメントの消毒方法</b>	77
	消毒液	77
	生物抑制剤	78
TMM-410	<b>RO エレメント(TS タイプ)の熱殺菌</b>	79
TMM-500	<b>保管(圧力容器外での保管)</b>	80
	一般	80
	開封前の RO エレメントの保管	80
	開封済みの RO エレメントの保管	81
TMM-510	<b>運搬・取扱い(ケアマーク)について</b>	82
TMM-600	<b>トラブルシューティングの概要</b>	83
	中心パイプ内部の透過水電気伝導度測定方法	83
TMM-610	<b>標準的な性能変化と対策</b>	86
	ケース A: 標準化後の透過水流量(NPFR)減少 - 第1バンク	87
	ケース B: 標準化後の透過水流量(NPFR)減少 - 最後のバンク	88
	ケース C: 標準化後の塩透過率(NSP)増加 - 全容器	89
	ケース D: 標準化後の透過水流量(NPFR)減少 - 全バンク同時	90
	ケース E: 標準化後の透過水流量(NPFR)減少 - 全バンク同時(個々の濃縮水段階ごとに変化)	91
	ケース F: 差圧(DP)増加	92
	ケース G: 標準化後の塩透過率(NSP)増加 - 個々の容器	93
	索引	94

## はじめに

### 一般

逆浸透膜(RO)システムの適切な運転とメンテナンスは、RO プラントを長期にわたって効率的に運転し、不具合による停止時間を最小化するための重要な要素です。

本マニュアルでは、通常の運転とメンテナンス手順に関する有用な情報を提供するだけでなく、起動時にエレメントを試運転するためのチェックリストと手順を記載しています。個々のセクションは膜エレメント性能のデータ記録と標準化をカバーしています。

### 表記法と記号



危険

この記号は、指示に従わなかった場合に、重傷または死亡につながる差し迫った危険な状況を示しています。



警告

この記号は、指示に従わなかった場合に、重傷または死亡につながる可能性がある潜在的に危険な状況を示しています。



注意

この記号は、指示に従わなかった場合に、怪我または物的損害を招く可能性がある潜在的に危険な状況を示しています。



禁止

この記号は、禁止されている行為または手順を示しています。



指示

この記号は、必ず行うべき重要な行動や手順を示しています。

## RO エLEMENTの装填

### 装填前の準備

- 1) 前処理後の原水を RO ELEMENTに供給する前に、配管と圧力容器内にほこり、オイル、金属、有機堆積物がないことを確認して下さい。このチェックは RO ELEMENTを再装填や交換する時にも行う必要があります。
- 2) 原水水質がシステム設計値を満たしていることを確認して下さい。
- 3) システム内の汚れを除去するために、RO ELEMENTを装填していない状態で前処理後の原水で十分に洗浄して下さい。
- 4) 圧力容器の両端から端板を取り外し、容器の内側をチェックし、必要に応じて物理的に清掃して下さい。



指示

圧力容器の内側が汚れている場合は、清掃する必要があります。柔らかいモップやスポンジを使用し、必要に応じて前処理後の原水で洗って下さい。圧力容器の内面を傷つけないように注意して下さい。

- 5) 濃縮水側端板の透過水ポートに、O リング付き透過水アダプターを取り付けて下さい。グリセリンを使用して両方の接続部分を潤滑させて下さい。スラストリングは次の注記に従って使用して下さい。

注記:	「スラストリング」付き	「スラストリング」なし
	TM, TLF, TSW シリーズ 8 インチ	その他

TM、TLF、TSW シリーズ 8 インチの場合、軸方向の荷重を吸収するための「スラストリング」(圧力容器の一部)が、濃縮水側の RO ELEMENT(最初に装填される RO ELEMENT)からの軸力を伝達するように取り付けられていることを確認して下さい。

- 6) 必要に応じて、この段階で、Oリング付き透過水アダプターを濃縮水側端板の透過水ポートに取り付けて下さい。但し、配管接続の再取り付け前に、この取り付けを最後のステップとして行えば、シール損傷のリスクを最小限に抑えることができます。
- 7) 濃縮水側端板を容器の濃縮水側に取り付け、圧力容器の取扱説明書に従ってリテンションリングセットを取り付けて下さい。

TORAY REVERSE OSMOSIS ELEMENTS



圧力容器に RO エLEMENTが完全に入っていることを確認するために、O リングを外した圧力容器の端板を使用して仮に端板を閉じれば確認作業が容易になります。



指示

すべての必要部品(透過水アダプターを除く)は、東レから各 RO エLEMENTのパッケージとともに出荷されます。

透過水アダプターとスラストリングは、通常、圧力容器メーカーによって供給されます。

圧力容器を注文する場合は、正しい部品が圧力容器メーカーから確実に提供されるようにするために、装填する RO エLEMENTのタイプを指定して下さい。

## ELEMENTの開梱

開梱前の適切な保管方法については、このマニュアルのセクション TMM-500 を参照して下さい。RO 膜の性能に影響を与える可能性のあるものが RO エLEMENTに接触するのを防ぐために、システムの起動のために RO エLEMENTが圧力容器に装填されるまで、新しい RO エLEMENTを元のパッケージに保管することをお勧めします。

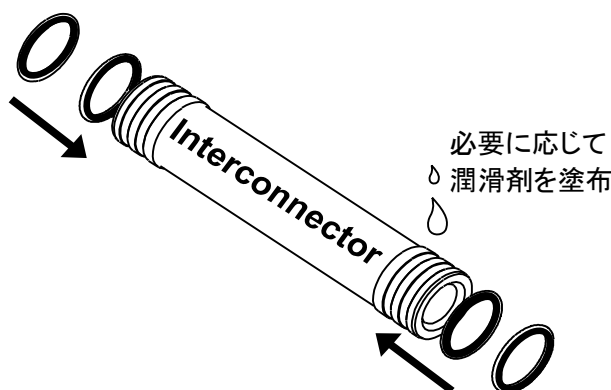
- 1) ELEMENTの箱を開き、RO ELEMENTと付属品を取り出して下さい。付属品は、段ボール内の小さなビニール袋に個別に梱包されています。紛失ないように空箱内に置いて下さい。RO ELEMENTを破損させないように注意して下さい。
- 2) 下表に示す必要部品を準備して下さい。

部品	必要数
ブラインシール	1個/RO ELEMENT
O-リング	4個/RO ELEMENT
透過水アダプター (穴あき)*	1又は2個/圧力容器
透過水アダプター (穴なし)**	1個/圧力容器 (オプション)
インターコネクター	(RO ELEMENTの数) - (圧力容器の数)

\* 透過水アダプター(穴あき)は東レ製部品ではありません。圧力容器メーカーが提供します。

\*\* エンドポートベッセル(圧力容器)には透過水アダプター(穴なし)が必要です。

- 3) 傷が付かないように、付属のインターコネクターにOリングを装着して下さい。潤滑剤としてグリセリンを使用して下さい。透過水パイプに取り付けるまで、組み立てたインターコネクターを清潔な場所に保管して下さい。



- 4) RO エLEMENT梱包バッグを開封する前の安全上の注意事項:



東レから出荷時に、新品ELEMENTは約 0.5~1.0%の亜硫酸水素ナトリウム溶液または脱酸素剤と共に塩化ナトリウム溶液中で包装されています。これらの溶液を摂取しないで下さい。溶液は目や皮膚を刺激する可能性があります。保護具が必要です。詳細については、亜硫酸水素ナトリウムの SDS を参照して下さい。

RO ELEMENTのシェルはFRP(繊維強化プラスチック)です。ガラス繊維に注意し、正しい保護具を使用して下さい。

- 5) 以下に示す図に従って、RO ELEMENTの出荷時の袋を切り開いて装填の準備をして下さい。



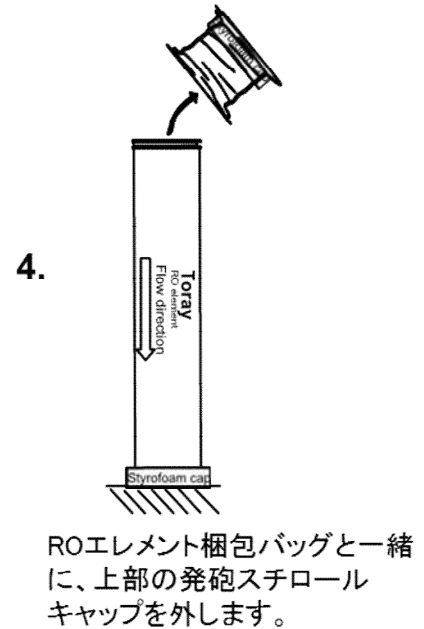
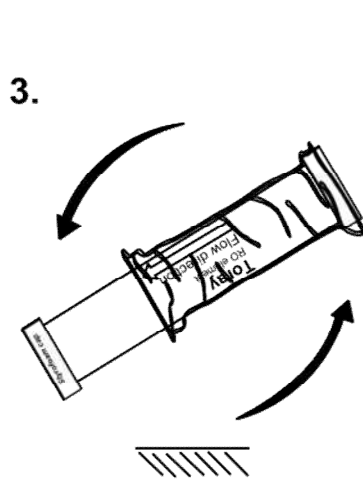
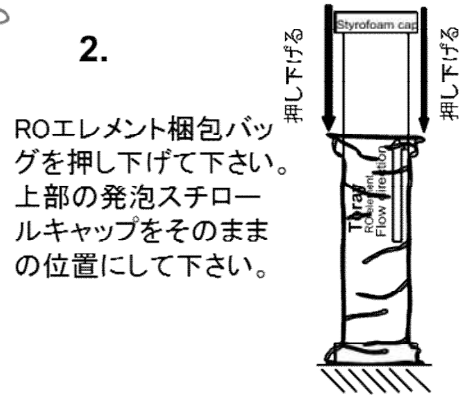
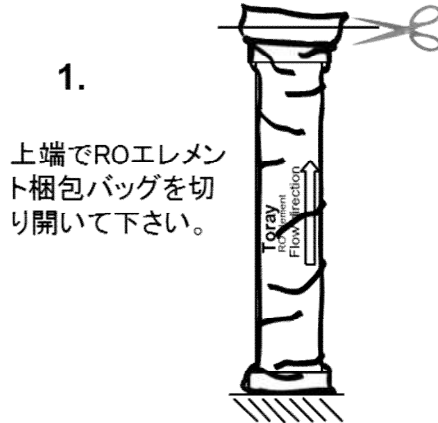
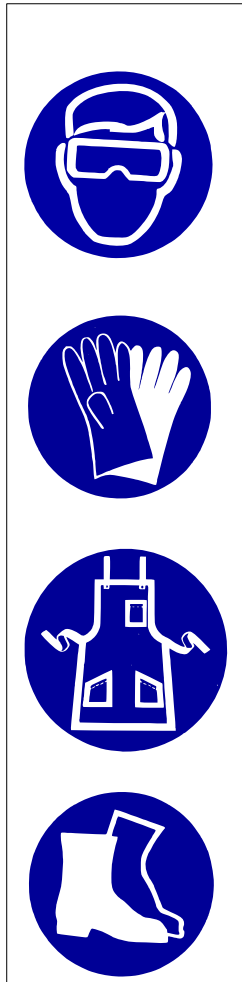
RO ELEMENTの取り扱いには注意してください。固い床面などに落とさないでください。清潔な保護具(手袋など)を使用し、RO ELEMENT表面の汚染を防止して下さい。



東レの RO ELEMENTには、胴体に「流れ方向矢印」が付いています。矢印は、装填時にブラインシールが正しい方向を向くようにするためのものです。矢印は必須の装填方向を示すものではありません。RO ELEMENTは、実際にはいずれの方向にも装填することができます。濃縮水の流れ方向に対してブラインシールを正しく取り付けることが重要です(次ページを参照して下さい)。



サンプル手順 A: 発泡スチロールキャップ付き RO エLEMENTの場合



RO エLEMENT梱包バッグは、酸素バリア効果のある特殊材料でできています。これはバッグ内の保存液の有効寿命を延長させます。バッグの片端を慎重かつきれいに切り開けば、ELEMENTを保存や輸送する必要がある場合に、再使用することができます。



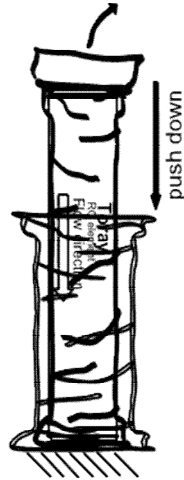
RO エLEMENTを床に立てる際は、供給側の脱酸素剤が破損しないように注意して扱って下さい。可能であればRO ELEMENTをテーブルに寝かせて、開梱して下さい。

TORAY REVERSE OSMOSIS ELEMENTS

サンプル手順 B: 発泡スチロールキャップなしで包装された RO エLEMENTの場合

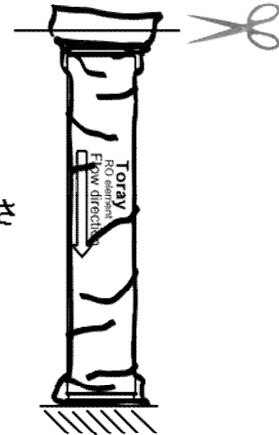
1.

外側のROELEMENT  
梱包バッグを押し下げて  
下さい。  
内側のバッグとともに  
ROELEMENTを取り  
出します。



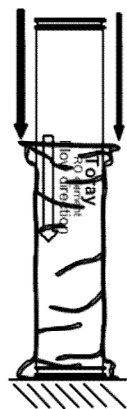
2.

上端で内側の  
バッグを  
切り開いて下さ  
い。



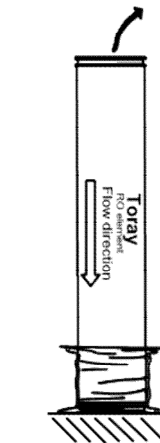
3.

押し下げる  
押し下げる



内側のバッグを  
押し下げて下さい。

4.



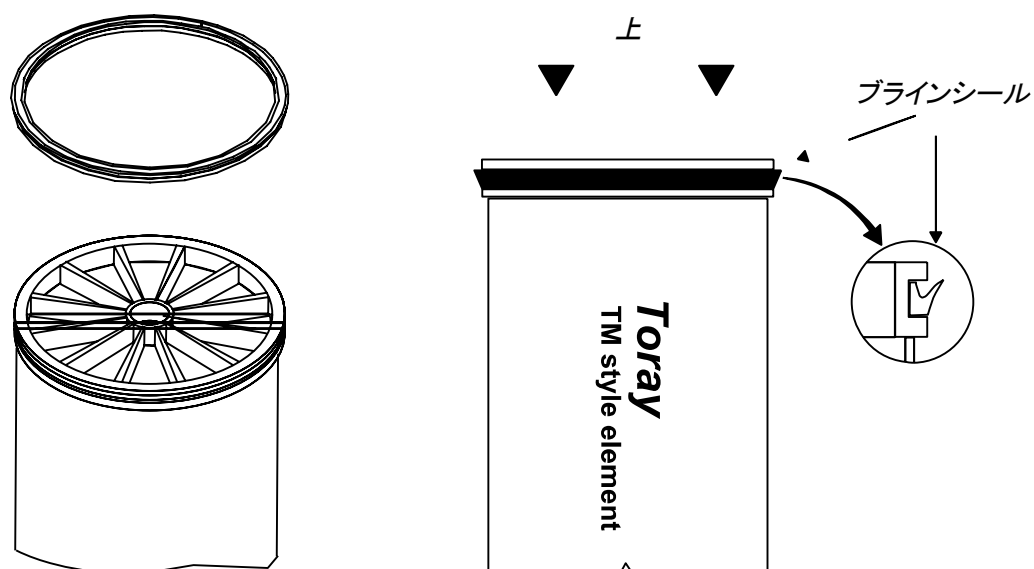
内側のバッグから  
ROELEMENTを出して下さい。

TORAY REVERSE OSMOSIS ELEMENTS

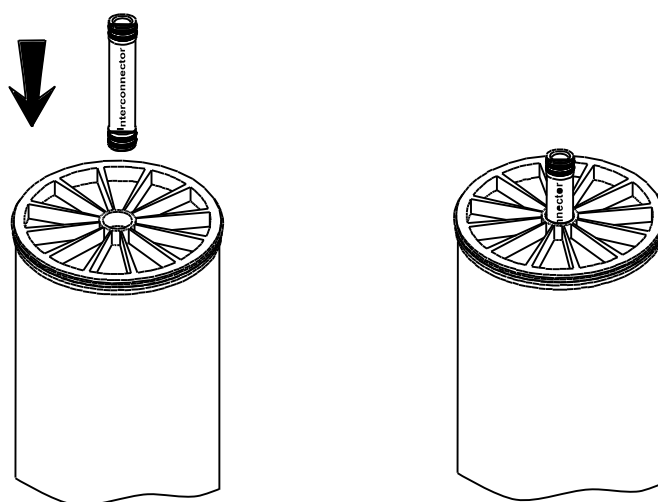
RO エLEMENTと付属品の組立

1) ブラインシールの取り付け:

Toray Membrane USA と TMME から出荷される東レ RO エLEMENTには、事前にブラインシールが取り付けられているので、この手順を省略できます。ただし、この場合はシールの正しい位置を確認して下さい。他の地域の場合には、対象となる説明図に従って下さい。



2) インターコネクターを取り付けて下さい。必要に応じてグリセリンを潤滑剤として使用して下さい。



TORAY REVERSE OSMOSIS ELEMENTS  
RO エLEMENTの装填



この作業は 2 人以上で実施して下さい。

図 TMM-200.1 のように、ブラインシールの位置と方向を確認して下さい。

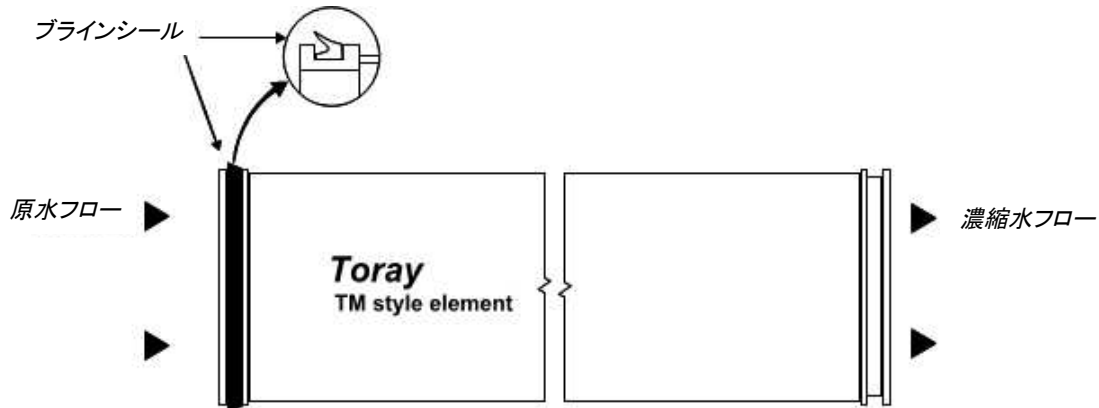


図 TMM-200.1: ブラインシールの向き



注意

ブラインシールは各 RO エLEMENTに 1 つのみ使用します。2 つ取り付けないで下さい。通常、ブラインシールはELEMENTの原水端に取り付けます。

まだ実施していない場合は、圧力容器の原水側端板を取り外して下さい。

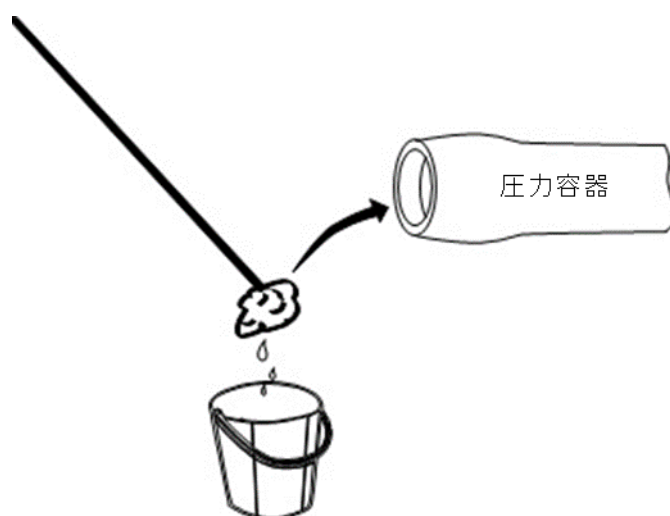
端板は、端板固定治具を外せば取り外すことができます。RO エLEMENTを開梱する前に実施して下さい。

TORAY REVERSE OSMOSIS ELEMENTS

圧力容器の内側に潤滑剤として水とグリセリンを塗布して下さい。これにより RO エLEMENTの装填が容易になります(特に複数のELEMENTを装填する長い圧力容器の場合)。圧力容器ごとに約 100 ml のグリセリンを使用するようにして下さい。グリセリンの粘度が高すぎる場合は、潤滑性を高めるために必要に応じてきれいな水で希釈して下さい。

一度に 1 つだけの圧力容器を開閉することで、異物、ほこり、汚れの容器内への侵入を最小限に抑えるようにして下さい。

清潔で柔らかいモップやスポンジなどの用具を使用すると、容器の全長を潤滑することができます。圧力容器の内面を傷つけないように注意して下さい。



ブラインシールと容器内面にグリセリンを塗布後、ELEMENTを圧力容器の原水側開口部から装填して下さい。RO ELEMENTの長さの約 2/3 が容器内に、1/3 が容器の外側になるようにして下さい(図 TMM-200.2 を参照)。特に最初の RO ELEMENTは慎重かつスムーズに装填して下さい。



図 TMM-200.2: 最初の RO ELEMENTの装填



注意

圧力容器の端と RO ELEMENTの間に指を挟まないように、RO ELEMENTの持ち位置に注意してください。

最初の RO エLEMENTの装填で説明したように、ブラインシールを 2 番目のELEMENTに取り付けます。次に、2つの RO ELEMENTをインターコネクターで接続します(図 TMM-200.3 参照)。部分的に装填した RO ELEMENTは、作業者によって所定位置に保持して下さい。インターコネクターやブラインシールの損傷を防ぐために、両方の RO ELEMENTをスムーズかつしっかりと容器に押し込んで下さい。

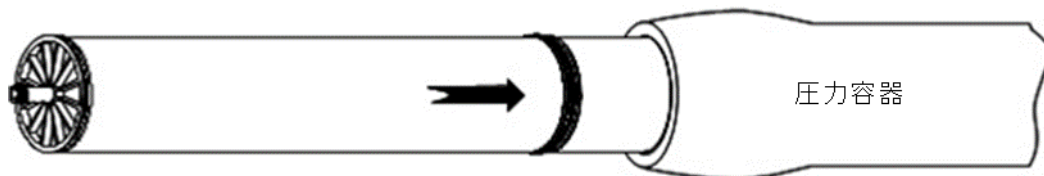


図 TMM-200.3: 次に続く RO ELEMENTの装填

同じ手順を繰り返します(図 TMM-200.3 参照)。RO ELEMENTを 1 本ずつ圧力容器に装填して下さい。

最後の RO ELEMENTを、RO ELEMENTの 1/3 だけが容器の外側になるまで装填して下さい。

濃縮水側端板の内部の透過水ポートに正しい濃縮水側端部の透過水アダプター(O リング付き)を位置付けして取り付けて下さい。

注記: 透過水を容器の濃縮水側端部から取り出す場合は、穴あきの透過水アダプターを取り付けて下さい。透過水を濃縮水側から取り出さない場合は、穴なしの透過水アダプターを取り付けて下さい。

すべての O リングをグリセリンで潤滑させて下さい。(注記: このステップの実施は、O リング損傷の危険性を最小限に抑えるために、圧力容器に端板を取り付ける直前まで待ってもよいです。)

スラストリングを圧力容器(提供されている場合)の濃縮水側の端部に取り付けて下さい。



スラストリングは通常、直径 8 インチ以上の RO ELEMENTに必要です。この目的は、運転中に容器内の RO ELEMENTを介して伝達される軸方向の荷重を吸収することです。スラストリングを設置しないと下流の RO ELEMENTに機械的破損を与える可能性があります。

濃縮水側エンドキャップを容器の濃縮水側に取り付け、圧力容器メーカーの取扱説明書に従ってリテンションリングセットを取り付けて下さい。

TORAY REVERSE OSMOSIS ELEMENTS



最初に端板 Oリング(端板の周囲にある)を取り外すことにより、アダプターが下流の RO エLEMENTへ完全に装填されていることを確認し、リティニングリング溝に対する濃縮水側端板の正しい位置を確認すると効率的です。これにより、端板の動きに対する抵抗が減少します。端板 Oリングは、端板の最終取り付け前に装着して下さい。

下流の RO エLEMENTが透過水アダプターまでしっかりと接続されるまで最後のELEMENTを押し込んで下さい。濃縮水側端板が端板の固定リングに密着します。

透過水 Oリングの早期摩耗を防ぐには、RO ELEMENTが軸方向へ移動しないようにします。透過水アダプターは通常、圧力容器メーカーによって供給されます。シムリング(残りの隙間や許容差を埋めるためのスペーサー)も圧力容器メーカーから入手できます(図 TMM-200.4 参照)。

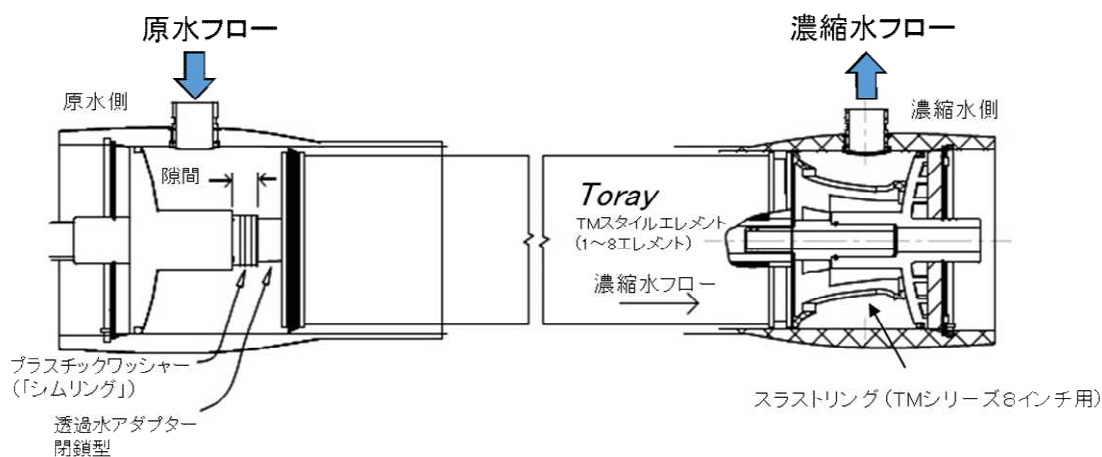
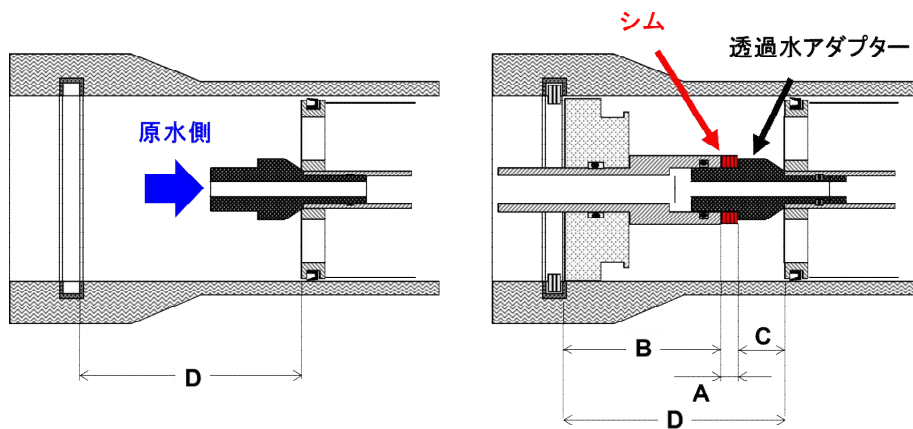


図 TMM-200.4:シムリングの適用

すべての RO ELEMENTを取り付けた後、距離「A」を確認して下さい。(図 TMM-200.5 参照)。距離「A」が圧力容器メーカーから提供されたシムの厚さよりも大きい場合は、シムを設置して余分な距離(隙間)を埋めて下さい。残りの距離はシムの厚さよりも小さくして下さい。シムは圧力容器の上流端に配置して下さい。

透過水アダプターが圧力容器の原水側に接続されると、透過水アダプターが機械的に外れるリスクが特に高くなります。透過水出口の接続は圧力容器の濃縮水側を推奨します。



- 隙間 :  $A = D - (B + C)$
- 必要なシム数:  $N = (A - 1\text{mm}) / t$   
( $t$  = シムの厚み)

#### ☒ TMM-200.5:シム設置手順

使用されない透過水ポートは、圧力容器メーカーによって供給される「閉鎖」または「穴なし」タイプの透過水アダプター（透過水プラグ）で塞ぐ事を推奨します。この方法は、濃縮水が透過水へ混入することを防止する最善の方法です。

圧力容器の原水側の端板を取り付け、配管を端板に取り付けます。

**重要:**この時点で圧力容器のすべての端板のヘッドシールが取り付けられていることを確認して下さい。



## 装填記録

東レの RO エLEMENTには個々のシリアルナンバーが付いており、RO エLEMENTの製造元や工場での評価結果を追跡照合するために使用できます。装填記録に装填した RO エLEMENTのシリアルナンバーとその正確な装填位置を記録することを推奨します。以下のサンプルのような「装填記録表」を作成することによって、性能モニタリングやトラブルシューティング時に、圧力容器と RO エLEMENTの識別が極めて容易となります。

圧力容器番号 (または横列／縦列位置)	濃縮水	ELEMENT # 12345677	その他のELEMENT# の…	ELEMENT # 1234556	原水
------------------------	-----	-----------------------	--------------------	----------------------	----

圧力容器番号 (または横列／縦列位置)	濃縮水	ELEMENT # 12345687	その他のELEMENT# の…	ELEMENT # 1234546	原水
------------------------	-----	-----------------------	--------------------	----------------------	----

(これ以降の圧力容器についても続けて下さい)。

これは、表計算ソフト(マイクロソフトエクセル)を使用すれば、簡単に作成することができます。

## 初期起動のチェック

配管を完全に接続した後、東レの「RO エLEMENTの運転、メンテナンスおよび取扱説明書」の TMM-220 に記載されている一連の初期起動のチェックを行って下さい。

## RO エLEMENTの取り出し

RO エLEMENTは、圧力容器から取り出すことが必要となる場合があります。可能性のある理由は以下の通りです。

- 検査
- 長期保管
- 発送
- 交換

RO エLEMENTを取り出す手順は次の通りです。



### 注意

圧力容器から原水、濃縮水および透過水の接続配管を外す前に、圧力容器内に残っている水を排出して内部の残圧を開放して下さい。

- 1) 圧力容器の原水、濃縮水および透過水の配管から接続金具を取り外します。



サイドポートとマルチポートの圧力容器構成の場合には、圧力容器の端板から透過水配管接続部を取り外すだけで十分です。

- 2) 圧力容器の原水側と濃縮水側の両方から端板を取り外します。
- 3) 圧力容器の原水側から RO エLEMENTを容器内部へ押し込んで下さい。RO エLEMENTを前方に押すことで、濃縮水側の RO エLEMENTが圧力容器から十分に突き出るようにし、作業者が RO エLEMENTをつかんで RO エLEMENTの残りを圧力容器から引き抜くことができるようにして下さい。
- 4) 圧力容器の濃縮水側から下流の RO エLEMENTを抜き出すときは、RO エLEMENTをまっすぐ引き抜いて下さい。圧力容器内に残ったままの上流側の RO エLEMENTに抜き出し中の RO エLEMENTを接続しているインターコネクターに上下左右の荷重を加えないで下さい。過度の荷重は、インターコネクター、センターパイプ、ブラインシール、またはインターコネクターOリングを損傷する可能性があります。
- 5) 手順 3)と 4)を繰り返して、圧力容器内の残りの RO エLEMENTを抜き出して下さい。PVC パイプを使用して、RO エLEMENTを原水側から濃縮水側に向かって押し、抜き出すことができます。

- 6) RO エレメントを取り出した時は、すべてのインターコネクターと透過水アダプターを注意して取り外し、保管して下さい。これらの部品は再利用することができます。また、エレメントを一旦抜き出した場合はすべての O リングとブラインシールを新品に取り替えることを推奨します。

RO エレメントの再装填が直近に予定される場合には、取り出したエレメントを直ちに清潔なビニール袋に詰めることを推奨します (TMM-500「保管」を参照)。

RO エレメントの再装填については、TMM-200「RO エレメントの装填」に従って進めて下さい。

取り出したエレメントを産業廃棄物として適切に処理するために、それぞれの地域の規制に従って処分して下さい。

## RO 起動時の確認

### 試運転前の確認

- 1) RO エLEMENTを装填して RO システムに通水する前に、以下を確認して下さい。
  - ・ 原水の水質が選択した RO エLEMENTの設計値を満たしていること。
  - ・ 配管からほこり、グリース、オイル、金属などがすべて除去されていること。
  - ・ ROシステム内の洗浄が完了していること。必要に応じて、TMM-200「RO エLEMENTの装填」に従って清掃して下さい。
  - ・ 原水のファウリングインデックス(SDI15)
  - ・ 原水の濁度(NTU)
  - ・ 次亜塩素酸ナトリウムおよび他の酸化剤またはそのいずれかが RO 原水中に存在しないこと。
  - ・ 亜硫酸水素ナトリウム(SBS)を十分に注入することが可能であること(使用される場合)。
  - ・ すべての機器とコンポーネントが正しく動作していること。



注意

二酸化塩素を原水の殺菌に使用する場合、完全な酸化剤の除去のために、亜硫酸水素ナトリウムの注入と活性炭との組み合わせを強く推奨します。経験では、亜硫酸水素ナトリウムの注入だけでは十分な酸化剤の除去ができません。

- ・ 前処理が正しく運転されているか確認して下さい。前処理に使用される凝集剤(特にカチオン性化合物と一部の非イオン性化合物)の注入が最適化され、これらの化合物が RO 原水に含まれていないことを確認して下さい。



注意

カートリッジフィルターには、界面活性剤、潤滑剤、繊維助剤が含まれないことを確認して下さい。カートリッジフィルターがこれらの添加剤を含まない状態で供給されていることを確認するか、または、その存在が不明な場合はカートリッジメーカーのガイドラインに従ってカートリッジをフラッシングして下さい。

RO エlementを装填して下さい(TMM200「RO エlementの装填」を参照)。すべてのフィッティングがきつく締まっていることを確認して下さい(特にビクトリック®ジョイントと圧力容器端板のリティニングリング)。



**注意**

圧力容器は RO エlement装填後、12 時間以内に密閉して下さい。エアー抜きや最初の試運転は継手等が確実に固定され、機械的な安全性を確認した後、遅滞なく実施して下さい。汚れた水中での保管は避けてください。装填された RO エlementは、最大 4 日間は水に触れずに密閉された圧力容器に保管可能です。乾燥した RO エlementの性能変化は製品保証の対象外です。

- 2) RO エlementを装填後、すべての共通配管と圧力容器を含む配管系から最低 1 時間エアー抜きを行って下さい。濃縮水バルブを完全に開いた状態で、前処理後の原水を低い圧力でシステム内に供給して下さい。原水流量と差圧の許容範囲を超えないように注意して下さい。

配管内に空気と水の混合物が存在することで生じるウォーターハンマーを回避するために、配管を大気開放とし、内部の空気をシステム外に排出することを推奨します。危険な状態を避けるために、初期流量を低く抑えて下さい。

濃縮水配管から濃縮水が観察された後、原水流量を増やして、エアー抜き弁を通して配管内に残った空気を全て抜いて下さい。

空気溜まりがあると除去が難しい場合があります。空気溜まりをエアー抜き弁に移動させるために、原水の運転/停止の手順を数回繰り返すことを推奨します。連続運転では、空気を配管内に閉じ込めたまままで空気を加圧するだけとなります。

配管から空気を抜くときの推奨原水流量は、圧力容器の直径によって異なります。

- ・ 8 インチ容器の場合、1 容器あたりのフラッシュ流量を 40 L/min に調整して下さい。
- ・ 4 インチ容器の場合、1 容器あたりのフラッシュ流量を 10 L/min に調整して下さい。

フラッシングをしている間は配管内の空気を抜くために配管内圧力を 0.1MPa (15 psi) 未満に保って下さい。

フラッシング中は、透過水側の遮断弁を開いて透過水側の背圧を最小限に抑えることが重要です。透過水背圧による膜破損を回避するために、濃縮水側の圧力は必ず透過水側の圧力より高くする必要があります。

フラッシング手順の詳細については、TMM-250「フラッシング手順」を参照して下さい。

圧力容器及びROエlement1本あたりの差圧(=原水圧力-濃縮水圧力)は、以下の値を超えないように調整して下さい。

エレメントタイプTM	圧力容器あたり	ROエレメントあたり
8インチ	0.34 MPa (50 psi)	0.10 MPa (15 psi)
4インチ	0.34 MPa (50 psi)	0.10 MPa (15 psi)

3) RO システムからすべての空気を抜き取った後、RO の初期試運転を設計動作/パラメーターに従って開始して下さい。

特に、以下のパラメーターを設計値に調整して下さい。

- 透過水流量
- 回収率

および、運転圧力をチェックして下さい。

運転圧力が予想よりも大幅に高い場合は、トラブルシューティングを実施して原因を特定して下さい。以下の可能性が考えられます。

- a) エネルギー回収装置(ERD)またはブースターポンプが使用されている場合、それらが正しく作動しているか確認して下さい。
- b) 透過水に絞り弁が設置されている場合、それらは正しく設定されているか確認して下さい。
- c) 計装の校正を確認して下さい。原水、濃縮水、透過水の電導度と流量を確認して回収率を確認して下さい。
- d) 各ステージ(バンク)の差圧を確認して下さい。圧力容器ごとの最大差圧(「スペックシート」に記載)を超える差圧での運転は RO エLEMENTが不可逆的に損傷する可能性があります。
- e) 供給圧力は常に、「スペックシート」に示されている「最高使用圧力」より低くして下さい。使用圧力が限界を超えると、RO エLEMENTが不可逆的に破損する場合があります。最高使用圧力は、供給温度によって異なります。詳細は東レまでお問い合わせください。

試運転の最初の 1 時間は、透過水と濃縮水は排水して下さい。システムに濃縮水循環機能がある装置では濃縮水循環も実施しないで下さい。

初期の試運転(RO エLEMENTに初めて給水した後、設計条件で操作すること)は、最低 24 時間継続して下さい。東レは、RO エLEMENTの塩透過が安定し、初期性能を確認できるように 48 時間の運転を推奨します。

4) 以下のように透過水の水質とシステム性能をチェックして下さい。

試運転の1時間後に圧力容器毎の透過水電導度をチェックして下さい。透過水の電導度が予測値よりもかなり高い場合は、該当する圧力容器の O リング、ブラインシールなどをチェックし、必要に応じて部品を交換して下さい。すべてのデータを記録し、実施した是正措置を記録して下さい。

データは、最小限の要求事項として、起動後 1、24、48 時間後に採取して下さい。これらのデータは、標準化の基準データに使用します。したがって、すべての計器が起動前に正しく校正されていることが非常に重要です。

少なくとも以下のデータは初期運転中に記録して下さい。

- 原水条件
  - ・ RO 原水圧力
  - ・ 水温
  - ・ TDS (電導度)
  - ・ pH
  - ・ シルト濃度指数 (SDI15)
  - ・ 濁度 (NTU)
  - ・ 遊離残留塩素(検出されないこと\*)
- 濃縮水
  - ・ 流量
  - ・ TDS (電導度)
  - ・ pH
- 透過水
  - ・ バンク毎(およびシステム全体)の透過水流量

TORAY REVERSE OSMOSIS ELEMENTS

---

- ・ 圧力容器毎およびシステム全体の TDS(電導度)
  
- ・ 透過水圧力(バンクごと)
  
- 各 RO バンクの差圧

各イオンの分析には、原水、濃縮水、透過水のサンプルを採取することを推奨します。

標準的なデータ記録シートは、セクション TMM-230「運転モニタリング」に示されています。

---

\*<sup>1)</sup> NaHSO<sub>3</sub> が塩素除去のために注入されている場合、塩素を完全に除去には、濃縮水中で常時、0.5 mg/L 以上の HSO<sub>3</sub> が残留している事を確認して下さい。



## 通常運転前の確認

1) 原水水質が、RO システムに装填されている RO エLEMENTの推奨値を満たしていることを確認して下さい。

2) 高圧ポンプを起動する前に、前処理後の原水を用いて低圧で RO システムをフラッシングを行い、RO システムから空気を除去して下さい。

注記: 以下の説明は、原水と濃縮水の流量制御弁を備えた遠心ポンプを使用するシステムの「一般的な」起動手順に関するものです。その他のオプションについては、後のセクションの「さまざまな高圧ポンプ (HPP) 構成の一般的な起動手順」を参照して下さい。

高圧ポンプの吐出口と膜の間の流量調整バルブは、高圧ポンプの起動時にはほぼ閉じて、過剰な流量とウォーターハンマーの発生を回避する必要があります。

3) 濃縮水流量を抑制しながら、徐々に原水圧力と RO エLEMENTへの原水流量を増やして下さい。起動時に RO に過剰な流量と差圧が発生しないようにして下さい。



### 注意

常時、どの容器も最大差圧は、TM タイプ RO エLEMENTの場合、0.34 MPa です。詳細は、RO エLEMENTのタイプごとに公表されているスペックシートに記載されています。

4) 透過水と濃縮水を設計流量にするために RO 運転パラメーターを調整して下さい。運転のどの段階でも設計回収率(透過水流量/原水量として定義)を超えないようにして下さい。

5) 必要な水質が得られるまで透過水を排出して下さい。

## 起動手順のパラメーター

以下のパラメーターは重要であり、RO システムの起動中は遵守する必要があります。RO システムの設計と制御は、以下の条件を確実に遵守して下さい。

1. SWRO 起動シーケンス中の圧力上昇: 0.07 MPa 以下/秒
2. BWRO 起動シーケンス中の圧力上昇: 0.034 MPa 以下/秒
3. 原水流量の増加: 最終流量の 5%/秒
4. 常時、濃縮水圧力より低い透過水圧力を維持して下さい。
5. 特にフラッシング工程および起動シーケンス中は注意して下さい。



指示

圧力容器の内部が汚れている場合は、洗浄して下さい。柔らかいモップまたはスポンジを使用し、前処理水で洗浄して下さい。圧力容器の内面を傷つけないように注意して下さい。



注意

特に超低圧タイプ RO エLEMENTの場合、透過水配管に逆止弁を取り付けるだけでは上記 4 項を維持することが困難な場合があります。フラッシング中は、透過水ラインが大気圧開放で、透過水圧力が常に濃縮水圧力より低いことを確認して下さい。または、フラッシング工程中は濃縮水と透過水を 1 つの共通の排水管とし、両方の静圧が等しくなるようにして下さい。



指示

通常の停止の場合、降圧時間は以下の範囲です。

SWRO: 降圧時間 60 秒以上

BWRO: 降圧時間 30 秒以上

## 高圧ポンプ（HPP）構成における一般的な起動手順

注記:ここに記載されている情報は、あくまで一般的な参考用です。東レは、ポンプ、エネルギー回収装置（ERD）および関連制御機器を供給していません。また、東レは、そうした機器の誤った使用または設置に起因する一切の責任を負いません。システム上の特定ポンプの安全な運転に関する情報は、ポンプの取扱説明書を参照するか、ポンプメーカーに問い合わせをして下さい。エネルギー回収装置（ERD）の安全な運転に関する詳細な説明については、エネルギー回収装置の取扱説明書を参照するか、または ERD メーカーに問い合わせをして下さい。

このセクションでは、HPP の種類別に分類された一般的な起動手順について説明します。  
RO システムは主に、これら 4 種類の高圧ポンプのいずれかを使用します。

### 1) プランジャーポンプ(定速モーター)システム (図 TMM-220.1)

1. 濃縮水制御弁 ( $V_B$ ) を約 50% 開いて下さい。
2. リリーフ循環バルブ ( $V_R$ ) を開いて下さい。
3. 原水圧力制御弁 ( $V_F$ ) を閉じて下さい ( $V_F$  が設置されている場合)。
4. 高圧ポンプ (HPP) を起動して下さい。
5. 濃縮水の流量が設計値に達するまで、ゆっくりと  $V_F$  を開き、 $V_R$  を閉じて下さい。
6. 濃縮水流量が減少し始めるまで  $V_B$  を閉じて下さい。この時、原水圧力が上昇し始めます。
7. 原水圧力、差圧、および透過水流量をチェックして下さい。
8. 透過水と濃縮水の流量が設計値に一致するまで、ステップ 5~7 を少しずつ繰り返して下さい。

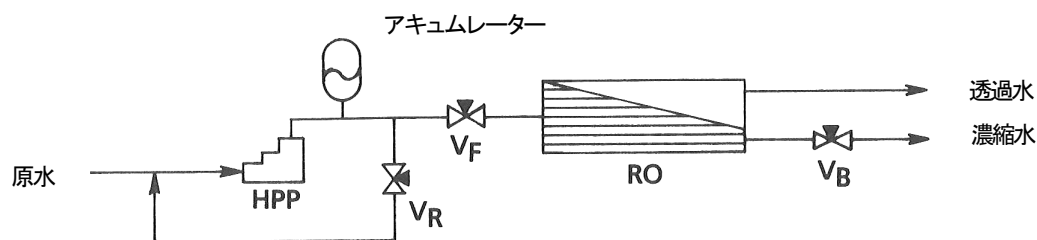


図 TMM-220.1: プランジャーポンプ(定速モーター)システム

## 2) 遠心ポンプ(定速モーター)システム

### (図 TMM-220.2)

1. 濃縮水流量制御弁( $V_B$ )を約 50%開いて下さい。
2. 最小流量バルブ( $V_M$ )を開いて下さい( $V_M$ が設置されている場合)。
3. 原水圧力制御弁( $V_F$ )を閉じて下さい。 $V_M$  が取り付けられていない場合は、最小流量に調整して下さい。
4. 高圧ポンプ(HPP)を起動して下さい。
5. 濃縮水流量が設計値に達するまで  $V_F$ をゆっくりと開いて下さい(注記を遵守して下さい)。
6. HPP の最小流量に達したら、 $V_M$ を閉じて下さい ( $V_M$ が設置されている場合)。
7. 濃縮水流量が減少し始めるまで  $V_B$ を閉めて下さい。この時、原水圧力が上昇し始めます。
8. 原水圧力、差圧、および透過水流量をチェックして下さい。
9. 透過水と濃縮水の流量が設計値に一致するまで、ステップ 5~7 を少しずつ繰り返して下さい。

注記: 高圧ポンプ起動時に過剰な濃縮水流量が流れた場合(差圧に注意)、濃縮水流量制御弁  $V_B$ をステップ1で絞って下さい。

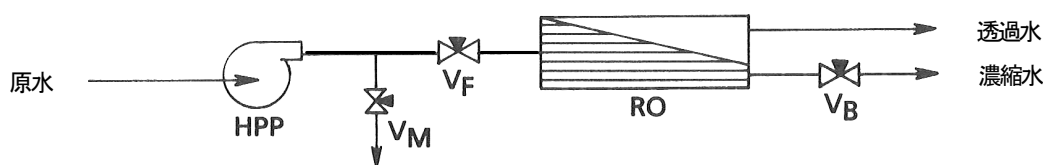


図 TMM-220.2: 遠心ポンプ(定速モーター)システム

## 3) ソフトスタート機能付きポンプシステム

### (図 TMM-220.3)

1. 濃縮水流量制御弁( $V_B$ )を開いて下さい。
2. 約 10%まで原水圧力制御弁( $V_F$ )を絞って下さい。
3. 高圧ポンプ(HPP)を起動して下さい(注(A)、(B)を参照)。
4. 設計濃縮水流量に達するまでゆっくりと  $V_F$ を開いて下さい。
5. 濃縮水流量が減少し始めるまで  $V_B$ を閉じて下さい。この時、原水圧力が上昇し始めます。
6. 原水圧力、差圧、および透過水流量をチェックして下さい。
7. 透過水と濃縮水の流量が設計値に一致するまで、ステップ 4~6 を少しずつ繰り返して下さい。

注 (A): 過剰な濃縮水流量が流れる場合、(差圧に注意)、事前に濃縮水流量制御弁(VB)を絞り位置に設定して下さい。

注 (B): 過剰な原水流量を避けるために、原水弁は最初から絞って下さい。

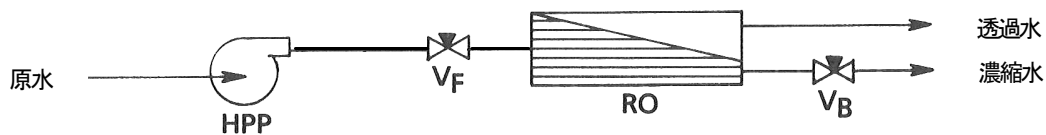
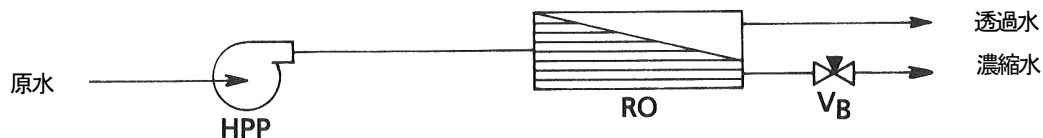


図 TMM-220.3: ソフトスタート機能付き遠心ポンプシステム

#### 4) 周波数制御(インバーター)付き遠心ポンプシステム

(図 TMM-220.4)

1. 濃縮水流量制御弁(VB)を開いて下さい。
2. 最小周波数(速度)で高圧ポンプ(HPP)を起動して下さい。
3. 設計濃縮水流量に達するまで HPP の速度を上げて下さい。
4. 濃縮水流量が減少し始めるまで VB を閉じて下さい。この時、原水圧力が上昇し始めます。
5. 原水圧力、差圧、および透過水流量をチェックして下さい。
6. 透過水と濃縮水の流量が設計値に一致するまで、ステップ 3~5 を少しずつ繰り返して下さい。



周波数制御付きモーター

図 TMM-220.4: 周波数制御(インバーター)付き遠心ポンプシステム

**注記:** 上図の TMM-220.1~220.4 は、高圧ポンプの一般的な始動手順を説明するための資料です。いくつかの必要な機器や計器は記載を省略しています。

## 運転モニタリング

運転データの記録は、RO システム性能を正確に把握するための基本となります。定期的に運転データを記録すれば、RO エlementとシステム性能のトラブルシューティング時に性能評価の基礎データとなります。

### モニタリング

記録する運転データ項目と記録間隔は表 1.A～表 1.C を参照して下さい。

表 1.D は、標準的な水質分析項目を定期的に比較するための一覧表です。

表 1.E は、定期メンテナンス及びシステム関連のメンテナンス項目をまとめた一覧表です。

### 定期的なモニタリングとチェックポイント

原水水質と運転条件(圧力、温度、差圧および回収率など)が一定である場合、透過水流量および透過水水質もまた基本的に一定( $\pm 5\%$ )である必要があります。

運転条件が変化した場合に、標準化データを元の(運転開始時)性能と比較するために、現在のデータの定期的な性能の標準化が必要です。現在の標準化後の性能が元の(運転開始時)システム設計条件と一致していることを確認して下さい。

必要な標準化の頻度は、原水水質と運転条件の変化の程度と頻度によって異なります。

定期メンテナンス手順の前後に標準化計算を実行することを推奨します。メンテナンス後、標準化後の性能データがメンテナンス前の運転条件に比べて著しい変化を示す場合には、元の RO システム設計パラメーターに性能を戻すために、システム調整が必要となる場合があります。

## 運転記録

運転データの記録を継続して下さい。関連するすべての運転イベント(その時点ではいかに些細なことのようにであったとしても)及びその発生日を後の参考にするために記録する必要があります。重要な記録項目は以下の通りです。

### 記録項目

### 性能に影響を与える主な要因

#### 透過水水質

- 原水組成(イオンの総濃度)
- 原水 pH
- 原水温度
- バンク毎の原水、濃縮水および透過水の圧力
- 原水水質(全イオン、コロイドおよび懸濁物質; SDI(フィルターはミリポアタイプ HA を推奨します))
- 回収率

#### 透過水流量

- 回収率
- バンク毎の原水、濃縮水および透過水の圧力
- 原水温度
- 原水水質(全イオン、コロイドおよび懸濁物質; SDI(フィルターはミリポアタイプ HA を推奨します))

## システム性能の標準化

現在のシステム性能を効果的に評価するためには、現在記録されている膜性能データを、膜が最初に使用されたときに記録された初期の性能データと比較することが必要です。

現在の運転条件は初期の運転条件に対して異なる場合があります(原水の塩濃度、水温など)。現在のデータを運転初期の条件に「標準化」し、比較を可能にする必要があります。「標準化」とは、現在のデータをプラントが実際に最初の運転開始条件で動作した際に得られる流量や水質を換算することです。

初期の膜性能データ(新品 RO エlement)を現在の「標準化後の」膜性能データと比較することによって、何らかの RO エlementのメンテナンス(薬品洗浄や運転調整など)が必要かどうかを判断できます。

東レ標準化ソフト(TorayTrak)がこの計算を行います。これは次の Toray web site から無料でダウンロードできます。

ダウンロードサイト: <http://www.toraywater.com>

TorayTrak に関する一般的な情報については、本マニュアルの 42 ページの「標準化プログラム TorayTrak」を参照して下さい。



## 運転データをモニタリングするための注意事項と有用な情報

日常的に運転データをモニタリングすることは、RO システム性能を評価するための基礎となります。

標準化後の運転データの異常傾向をすばやく把握することにより、異常の初期段階で適切な対策を行うことが可能になり、RO エlementや他のシステム構成機器への不可逆的な破損を回避することができます。

メンテナンスガイドライン(洗浄の考慮事項)は、TMM-310「RO 洗浄のガイドライン」に記載されています。

トラブルシューティングガイドは、トラブルシューティングのセクション TMM-600 と 610 に記載されています。

システム性能の標準的な変化の兆候は、セクション TMM-610「標準的な性能の変化と対策」に記載されています。

実際のシステム状況を評価し、傾向を早期に検出するには、標準化後の性能データのグラフを使用することが推奨されます。(図 TMM-230.1 を参照)

特定のプロジェクトや特殊な膜Elementの用途では、プラントモニタリングの範囲と頻度に関する特別な条件と要件については東レの保証書を参照して下さい。

## RO システム運転パラメーターと記録間隔

表 1.A: 軟水または井戸水、  
 SDI ≤2, 最大 3 ; NTU ≤0.05, 最大 0.1

パラメーター	オンライン モニタリング (継続的)	毎日 (データシート)	定期的 <sup>(1)</sup>	要注意 (警報) 項目
1. データの記録日時		X		
2. 総運転時間		X		
3. 運転中の圧力容器数			X	
4. 原水電導度	X <sup>(2)</sup>	X		
5. 総硬度		X		X
6. 原水pH	X	X	X	
7. 原水FI(SDI <sub>15</sub> )		X		
8. 原水温度	X <sup>(3)</sup>	X		X <sup>(3)</sup>
9. 原水圧力	X	X		X
10. 原水残留塩素濃度	X <sup>(4)</sup>	X <sup>(4)</sup>		X <sup>(4)</sup>
11. 原水ORP *)	X <sup>(8)</sup>	X		
12. 濃縮水中のHSO <sub>3</sub> の余剰 (> 0.5 mg /L)**)		X		X
13. 原水の各イオン濃度			X <sup>(6)</sup>	
14. 濃縮水電導度		X		
15. 濃縮水pH	X <sup>(7)</sup>		X	
16. 各バンクの差圧	X	X		X
17. 濃縮水流量	X	X		X
18. 総透過水電導度	X	X		X
19. 各容器の透過水電導度			X	
20. 透過水圧力	X <sup>(5)</sup>	X		X <sup>(5)</sup>
21. 総透過水流量	X	X		X
22. バンクごとの透過水流量		X		
23. 透過水各イオン濃度			X <sup>(6)</sup>	
24. 総回収率		X		
25. バンク毎の回収率			X	
26. 標準化後の塩透過率			X	
27. 標準化後の透過水流量			X	
28. 濃縮水圧力	X	X		
29. 濃縮水圧力ー透過水圧力	X	X		X

\*) ORP の値は、常に図 230-1 に示す線の値よりも小さくして下さい。

\*\*)原水に遊離塩素(酸化剤)を注入している場合、濃縮水の残留 HSO<sub>3</sub>-は 0.5 mg /L 以上を保持して下さい。

### 注記:

- (1) これらの項目は最初の運転から毎月記録して下さい。トラブルや運転条件の変化があった場合、運転管理者は状況に応じてこれらのデータをより頻繁に記録して下さい。
- (2) 著しい変化がある場合
- (3) 大きな変化または熱交換器システムを使用している場合
- (4) 原水に遊離塩素が検出された場合は、直ちにプラントを停止し、遊離塩素(酸化剤)を含まない水でフラッシングして下さい。

TORAY REVERSE OSMOSIS ELEMENTS

- (5) 0.5 MPa 以上の圧力変化、透過水の循環または自動バルブが閉じている場合は ウォーターハンマーのリスクがあります。
- (6) 推奨手順は、各イオンの水質分析を行い、結果を予測データと比較することです。標準的な水質分析項目は表 1D を参照して下さい。
- (7) 大きな変化または酸注入の場合
- (8) 前塩素注入/脱塩素の場合のみ

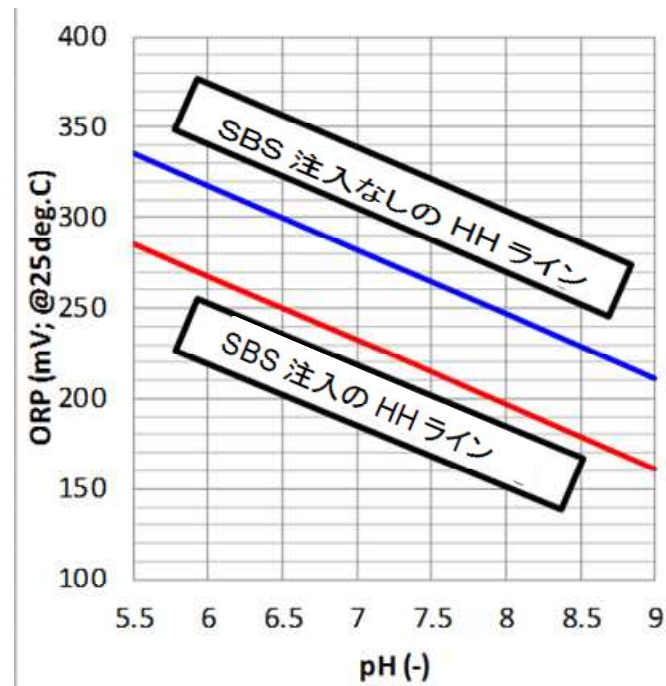


図 230-1: 原水 ORP 値の高警報の参考値

表 1B: 飲料水または井戸水、  
 SDI ≤ 3、最大 4 ; NTU ≤ 0.05、最大 0.1

パラメーター	オンライン モニタリング (継続的)	毎日 (データシート)	定期的 <sup>(1)</sup>	要注意 (警報) 項目
1. データの記録日時		X		
2. 総運転時間		X		
3. 運転中の圧力容器数		X	X	
4. 原水電導度	X <sup>(2)</sup>	X		
5. 原水pH	X <sup>(3)</sup>	X		X <sup>(3)</sup>
6. 原水FI(SDI <sub>is</sub> )		X		
7. 原水濁度(NTU)	X		X	
8. 原水温度	X <sup>(4)</sup>	X		X <sup>(4)</sup>
9. 原水圧力	X	X		X
10. 原水残留塩素濃度	X <sup>(5)</sup>	X <sup>(5)</sup>		X <sup>(5)</sup>
11. 原水ORP *)	X <sup>(9)</sup>	X		
12. 濃縮水中のHSO <sub>3</sub> 余剰(>0.5mg/L)**)		X <sup>(8)</sup>		X
13. 原水中のスケール防止剤濃度		X		X <sup>(5)</sup>
14. 給水各イオン濃度			X <sup>(6)</sup>	
15. 濃縮水電導度		X		
16. 濃縮水pH	X <sup>(3)</sup>	X		
17. 各バンクの差圧	X	X		X
18. 濃縮水流量	X	X		X
19. 総透過水電導度	X	X		X
20. 各容器の透過水電導度			X	
21. 透過水圧力	X <sup>(7)</sup>	X		X <sup>(7)</sup>
22. 総透過水流量	X	X		X
23. バンクごとの透過水流量		X		
24. 透過水各イオン濃度			X <sup>(6)</sup>	
25. 総回収率		X		X
26. バンクごとの回収率			X	
27. 標準化後の塩透過率			X	
28. 標準化後の透過水流量			X	
29. 濃縮水圧力	X	X		
30. 濃縮水圧力-透過水圧力	X	X		X

\*) ORP の値は、常に図 230-1 に示す線の値よりも小さくして下さい。

\*\*) 原水に遊離塩素(酸化剤)を注入している場合、濃縮水の残留 HSO<sub>3</sub>-は 0.5 mg /L 以上を保持して下さい。

**Notes:**

- (1) これらの項目は最初の運転から毎月記録して下さい。トラブルや運転条件に変化があった場合、運転管理者は状況に応じてこれらのデータをより頻繁に記録して下さい。
- (2) 著しい変化の場合
- (3) 大きな変化または酸注入を行っている場合
- (4) 大きな変化または熱交換システムを使用している場合
- (5) 原水中に塩素が含まれている可能性がある場合
- (6) 推奨手順は、各イオンの水質分析を行い、結果を予測データと比較することです。標準的な水質分析項目は表 1D を参照し

TORAY REVERSE OSMOSIS ELEMENTS

---

て下さい。

- (7) 変動圧力> 0.5 MPa、閉鎖透過水ループまたは(自動)バルブの場合 → ウォーターハンマーのリスク
- (8) 1日の総原水水量で割った1日のSBS消費量及び1日の総濃縮水量で割った1日のSBS消費量の記録
- (9) 前塩素注入/脱塩素の場合のみ

表 1C : 地表水/廃水処理水、SDI < 4、最大 5 ; NTU ≤ 0.05, 最大 0.1

パラメーター	オンライン モニタリング (継続的)	日常 (データシート)	定期 <sup>(1)</sup>	要注意 (警報) 項目
1. データ記録の日時		X		
2. 総運転時間		X		
3. 運転中の容器の数		X		
4. 原水電導度	X	X		
5. 原水pH	X	X		X
6. 原水FI(SDI <sub>15</sub> )		X		X
7. 原水濁度(NTU)	X	X		X
8. 原水温度	X	X		X
9. 原水圧力	X	X		X
10. 原水塩素濃度	X	X		X
11. 原水ORP *)	X	X		
12. 濃縮水中のHSO <sub>3</sub> 余剰(>0.5mg/L)**)		X		X
13. 原水中のスケール防止剤濃度		X		X
14. 原水各イオン濃度			X <sup>(2)</sup>	
15. 濃縮水電導度		X		
16. 濃縮水pH	X	X		
17. 各バンクの差圧	X	X		X
18. 濃縮水流量	X	X		X
19. 総透過水電導度	X	X		X
20. 各容器の透過水電導度			X	
21. 透過水圧力	X	X		X
22. 総透過水流量	X	X		X
23. バンクごとの透過水流量		X		
24. 透過水各イオン濃度			X <sup>(2)</sup>	
25. 総回収率		X		X
26. バンクごとの回収率			X	
27. 標準化後の塩透過率			X	
28. 標準化後の透過水流量			X	
29. 濃縮水圧力	X	X		
30. 濃縮水圧力-透過水圧力	X	X		X

\*) ORP の値は、常に図 230-1 に示す線の値よりも小さくして下さい。

\*\*) 原水に遊離塩素(酸化剤)を注入している場合、濃縮水の残留 HSO<sub>3</sub> は 0.5 mg/L 以上を保持して下さい。

**注記:**

- (1) これらの項目は最初の運転から毎月記録して下さい。トラブルやや運転条件に変化があった場合、運転管理者は状況に応じてこれらのデータをより頻繁に記録して下さい。
- (2) 推奨手順は、各イオンの水質分析を行い、結果を予測データと比較することです。標準的な水質分析項目は表 1D を参照して下さい。

表 1D: 標準的水質分析項目

項目		原水	透過水
1. 電導度 (25° C)	( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	X <sup>(1)</sup>	X
2. 総溶解固形物	(TDS)	X	X
3. pH	(-)	X	X
4. 塩化物	(Cl <sup>-</sup> )	X <sup>(1)</sup>	X
5. 硝酸塩	(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	X	X
6. 重炭酸	(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	X <sup>(1)</sup>	X
7. 硫酸塩	(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	X	X
8. リン酸	(PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	X	
9. フッ化物	(F <sup>-</sup> )	X	
10. ナトリウム	(Na <sup>+</sup> )	X	X
11. カリウム	(K <sup>+</sup> )	X	X
12. アンモニウム	(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	X	
13. カルシウム	(Ca <sup>2+</sup> )	X <sup>(1)</sup>	X
14. マグネシウム	(Mg <sup>2+</sup> )	X <sup>(1)</sup>	X
15. ストロンチウム	(Sr <sup>2+</sup> )	X	
16. バリウム	(Ba <sup>2+</sup> )	X	
17. イオンとしての鉄	(Fe <sup>3+</sup> )	X	
18. マンガン	(Mn <sup>2+</sup> )	X	
19. ケイ酸塩	(SiO <sub>2</sub> )	X	X
20. ケイ酸	(SiO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	X	X
21. ホウ素	(B)	X <sup>(2)</sup>	X <sup>(2)</sup>
22. 化学的酸素要求量	COD	X	
23. 生物学的酸素要求量	BOD	X	
24. 総有機炭素	TOC	X	X
25. 二酸化炭素	(CO <sub>2</sub> )	X	
26. 微生物	(unit/cc)	X	
27. 硫化水素	(H <sub>2</sub> S)	X	
28. 温度	(°C)		

注記:

上記の表は参考リストです。分析に必要なイオンの選定は、原水水質と必要な透過水水質によって決定して下さい。

(1) これらの値は、RO の設計に必要な最小限の情報です。また、これらのイオンが分析されていない場合は、スケール発生の予測ができません。

(2) 透過水水質に要求がある場合

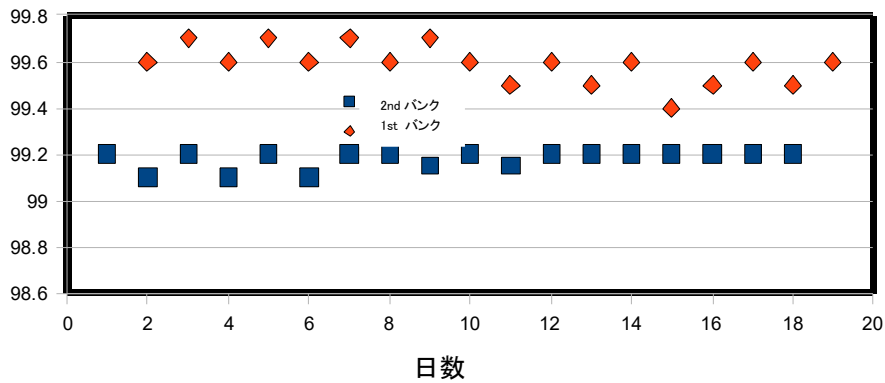
表 1.E : RO システムのメンテナンス項目 (運転記録に記録すべき項目)

項目	頻度と手順
<b>1. 機器</b>	
1) 圧力センサーと指示計 2) システム制御装置 3) 安全停止装置	定期的な校正とメンテナンス メーカーから提供されたメンテナンスマニュアル に従って実施して下さい。
<b>2. カートリッジフィルターの交換</b>	
新しい洗浄済みのカートリッジフィルターを使用して下さい。(カートリッジフィルターは製造中に添加される界面活性剤や化学添加物を含む場合があります。十分洗浄して下さい。)	カートリッジフィルターの取り付け前後のカートリッジフィルターの差圧を記録して下さい。取り付け日とフィルターモデルを記録して下さい。
<b>3. RO の薬品洗浄</b>	
少なくとも以下の内容を記録して下さい。 洗浄液の種類、濃度及び洗浄条件(圧力、温度、流量、pH、電導度)	システムメーカーから提供されたメンテナンスマニュアルに従って実施して下さい。 東レ膜エレメントの洗浄ガイドラインと方法は、TMM セクション 310 と 320 に記載されています。
<b>4. 停止時の処置</b>	
保存方法、保存液の濃度、停止前の運転条件、停止時間を記録して下さい。	システムメーカーの運転マニュアルに従って実施する。 東レ長期・短期 RO エレメント保存ガイドラインと方法は TMM240 と 260 に記載されています。
<b>5. 前処理の運転データ</b>	
RO システムの性能は、前処理システムの運転状況で変化します。	残留塩素濃度、ポンプの吐出圧力、全薬品の消費量、指示計や測定機器の校正を実施して下さい。
<b>6. メンテナンス記録</b>	
	日常のシステムメンテナンス手順、機械的故障イベント、および RO エレメントの位置の変更もしくは交換を記録して下さい。



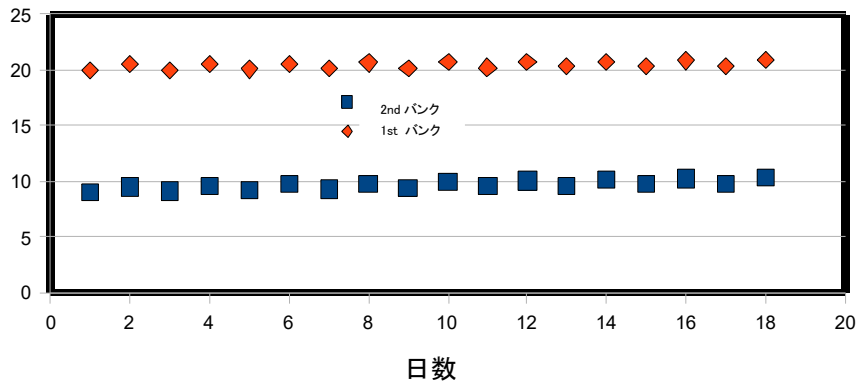
標準化後の塩除去性能

一般的



標準化後の透過水量

一般的



標準化後の差圧<sup>(1)</sup>

一般的

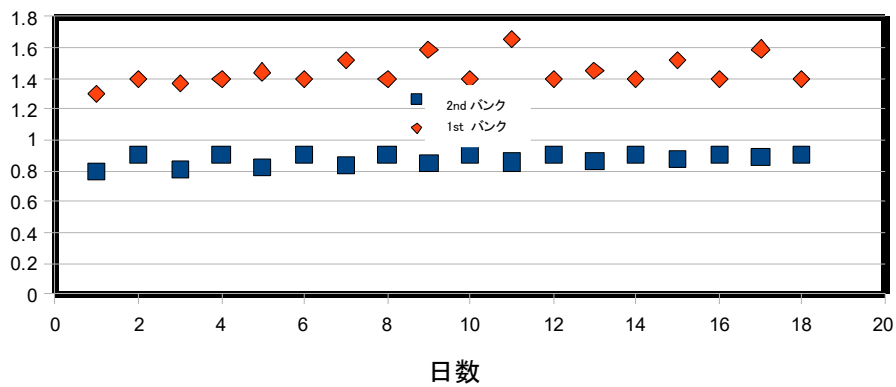


図 TMM-230.1: 一般的な RO システムのモニタリングチャート

日常的な運転記録とデータの標準化を推奨します。性能の変化傾向に注意して下さい。現在の運転条件は初期の運転条件と異なる可能性があります(原水の塩分濃度、水温など)。運転データを直接比較するために、現在のデータを元の初期運転条件に「標準化」します。「標準化」とは、現在のデータを換算してプラントが実際に初期条件で運転した場合の流量と水質条件を反映させることです。図 TMM-230.1 では、性能の変化は示されていません。これは、適正なシステム運転の例です。

初期の膜性能データ(新品 RO エlement)を現在の標準化後の膜性能データと比較することによって、何らかの RO 膜のメンテナンス(薬品洗浄やシステム調整など)が必要かどうかを判断できます。

## 標準化プログラム TorayTrak

RO システム性能データの標準化を支援するために、東レは TorayTrak と呼ばれる RO 性能データ標準化プログラムを開発しました。TorayTrak は、Toray web site の [www.toraywater.com](http://www.toraywater.com) から無料でダウンロードできます。

TorayTrak は、様々なプロセスシステム設計および様々な運転データ収集ポイントに対応するための 5 つのバージョンを持つマクロフリーのマイクロソフトエクセルプログラムとして提供しています。利用可能なプロセスは次の通りです。

- A. 1 バンク(ステージ)システム  
[TorayTrak\\_OneStage\\_PTotal.xlsx](#)
- B. スプリット透過水 1 バンク(ステージ)システム  
[TorayTrak\\_OneStage\\_Split.xlsx](#)
- C. 2バンク(ステージ)システム, バンク1とバンク2の透過水流量モニタリング  
[TorayTrak\\_TwoStage\\_PF1\\_PF2.xlsx](#)
- D. 2バンク(ステージ)システム, バンク1透過水流量と全透過水流量のモニタリング  
[TorayTrak\\_TwoStage\\_PTotal\\_PF1.xlsx](#)
- E. 2バンク(ステージ)システム, バンク2透過水流量と全透過水流量のモニタリング  
[TorayTrak\\_TwoStage\\_PTotal\\_PF2.xlsx](#)

標準化の手順は、ASTM D 4516 に記載されています。

以下は、1バンクシステムにおける TorayTrak の操作方法です。

1) 設定

**TORAY** Membrane performance Normalization Workbook

**Measured Permeate Flow Values**  
 Overall / Total Perm Flow: 3.0.2  
 Version - NO MACROS  
 2018/1/12 Date Released

**ENTER SITE SPECIFIC INFORMATION BELOW**

Select Element Model	TM720L-400	STAGE 2 - not used	STAGE 3 - not used
Select Number of vessels/stage	2	not used	not used
Select Number of elements/vessel	6	not used	not used
Number of elements/stage and total	12.00	not used	not used
Membrane area/stage and total	447.60	not used	not used
Flux/stage and total	5.68	not used	not used
Baseline permeate flow/stage and total	19.00 gpm	not used	not used

**System Configuration Information - Select Elements / Units**

DO NOT CHANGE THIS AREA!!!

Select TEMPERATURE Units	2	TempUnits	<== Select Temperature Units
Select PRESSURE Units	2	PressUnits	<== Select Pressure Units
Select FLOW Units	1	FlowUnits	<== Select Flow Units

NOTE: If you change anything here, recalculate the whole sheet Ctrl+Alt+F9

1. 「Configuration」タブでマウスを左クリックする。必要なシステム情報は緑色の塗りつぶし箇所です。
2. ドロップダウンリストから、「東レ膜モデル#(Toray membrane model#(s))」を入力し、「圧力容器#(# of pressure vessel(PV))」と「圧力容器エレメント#(# of elements / PV)」を入力して下さい。
3. 次に、入力する単位を選択して下さい。これらの単位は、ワークブック内のすべてのデータ入力に対して有効となります。データは同じ単位で入力して下さい。

## 2) 入力データ

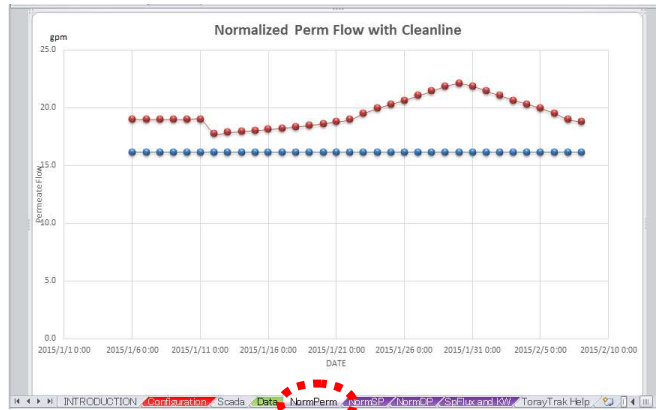
1	C	< Temperature Units Selected. Use Sheet CONFIGURATION to change									
2	bar	< Pressure Units Selected. Use Sheet CONFIGURATION to change									
3	Data Entry Cells are YELLOW with Black Text										
4	USE CONFIGURATION SHEET FOR UNITS ==>										
5	DATE & TIME	Elapsed Time day	Comments	Temp	Feed uS	Overall Perm uS	Overall Perm Flow	Conc Flow	Feed Press	Final Conc Press	Perm Press
6	2015/1/6 0:00		<First Data goes here>	25.0	7283.1	27	19.0	9.5	12.3	11.7	0.1
7	2015/1/7 0:00	1	Tip for cleaner graphs -	25.0	7283.1	27.4	19.00	9.50	12.29	11.70	0.09
8	2015/1/8 0:00	2	Only add a date when you have data	25.0	7283.1	27.4	19.00	9.50	12.29	11.70	0.09
9	2015/1/9 0:00	3	Formulas exist to row ~200. Below	25.0	7283.1	27.4	19.00	9.50	12.29	11.70	0.09
10	2015/1/10 0:00	4	R200, copy row to add more data	25.0	7283.1	27.4	19.00	9.50	12.29	11.70	0.09
11	2015/1/11 0:00	5		25.0	7283.1	27.4	19.00	9.50	12.29	11.70	0.09
12	2015/1/12 0:00	6		5.0	7283.1	13.4	19.00	9.50	22.28	21.31	0.09
13	2015/1/13 0:00	7		7.0	7283.1	14.3	19.00	9.50	20.76	19.85	0.09
14	2015/1/14 0:00	8		9.0	7283.1	15.2	19.00	9.50	19.40	18.54	0.09
15	2015/1/15 0:00	9		11.0	7283.1	16.3	19.00	9.50	18.18	17.36	0.09
16	2015/1/16 0:00	10		13.0	7283.1	17.5	19.00	9.50	17.07	16.29	0.09
17	2015/1/17 0:00	11		15.0	7283.1	18.8	19.00	9.50	16.07	15.33	0.09
18	2015/1/18 0:00	12		17.0	7283.1	20.2	19.00	9.50	15.16	14.46	0.09
19	2015/1/19 0:00	13		19.0	7283.1	21.8	19.00	9.50	14.34	13.66	0.09
20	2015/1/20 0:00	14		21.0	7283.1	23.5	19.00	9.50	13.59	12.95	0.09
21	2015/1/21 0:00	15		23.0	7283.1	25.3	19.00	9.50	12.91	12.30	0.09
22	2015/1/22 0:00	16		25.0	7283.1	27.4	19.00	9.50	12.29	11.70	0.09
23	2015/1/23 0:00	17		27.0	7283.1	29.9	19.00	9.50	11.78	11.22	0.09
24	2015/1/24 0:00	18		29.0	7283.1	32.6	19.00	9.50	11.38	10.83	0.09

1. 運転データを入力する「Data」タブでマウスを左クリックする。
2. 6行目に基準となる初期値を入力して下さい。  
 (初期値は RO システムの運転が安定運転後のデータです。一般的に BWRO は1時間後、SWRO は 24 時間程度です。)
3. 7行目から始めて、A から K 列に運転データを入力して下さい。日付入力箇所から右側の黄色のフィールドでタイトルが付けられたすべての列にデータを入力して下さい。
4. 推奨する薬品洗浄ラインを自動で作成します。ベースラインは、7～10 行に入力されたデータを平均し作成されます。

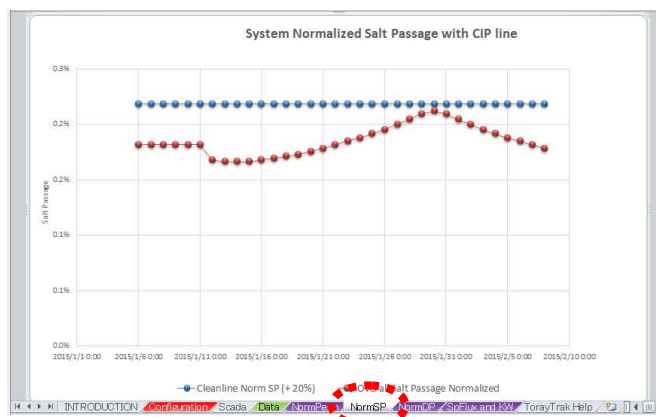
### 3) トレンドグラフ

システム全体の標準化後の性能傾向グラフは、自動的に次の 3 つのタブ「NormPerm」、「NormSP」、「NormDP」に表示されます。

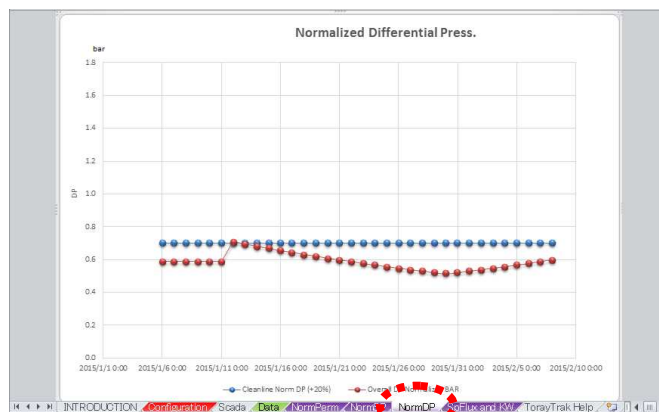
#### 1. 標準化後の透過水流量(“NormPerm”タブ)



#### 2. 標準化後の塩透過率(“NormSP”タブ)



#### 3. 標準化後の差圧(“NormDP”タブ)



## RO システムの停止の考慮事項

- 1) RO システムを停止した時は、圧力容器からすべての濃縮水を排水するために、以下に規定された水を使用し、低圧で RO システムをフラッシングする必要があります。(TMM-250「フラッシング手順」を参照)

フラッシング用に許容される水は、前処理後の原水(表 240-1 参照)、または RO 透過水です。

フラッシングに使用する水は pH 範囲を 3.0~8.5 とし、酸化剤が含まれていないことを確認して下さい。

表 240-1:各 RO 原水処理システム用の推奨フラッシング水

RO 原水の種類	フラッシング水
海水	前処理後の原水
かん水	前処理後の原水
廃水	RO 透過水
高アルカリ原水(2 段 RO の高アルカリ原水など)	・NaOH なしの前処理後の原水 ・NaOH なしの 1 パス目の透過水

停止中は、確実に RO エlementを常に湿らせ、適切に消毒し、凍結させないようにして下さい。

- 2) 保存期間中は、保存液の温度と pH に関するガイドラインを確実に順守して下さい。

透過水背圧は常に 0.03 MPa を超えないように注意して下さい。透過水背圧はバンク毎に管理して下さい。透過水背圧 = 透過水圧力 - 濃縮水圧力で定義されます。



複数の RO 系列が並行して運転されている状態で、1 系列を停止する場合は、停止する系列の逆止弁または遮断弁を使用して共通ヘッダー配管から適切に遮断されるように注意して下さい。最も重要なことは、圧力逃し弁を各系列の透過水ラインに設置することです。

- 3) RO エLEMENTは、いかなる状況でも、塩素や他の化学酸化剤に接触させないで下さい。酸化剤の接触によって膜は損傷し、塩透過率を不可逆的に増加させる可能性があります。
- 4) 塩素接触を避けるために特別な注意が必要です。
- ・ RO システムの上流で配管や前処理装置を消毒する場合
  - ・ 洗浄液または保存液を調製する場合
  - ・ RO エLEMENTへの原水に微量の塩素が存在しないように注意して下さい。
  - ・ RO 原水に残留塩素が存在することが分かっている場合、化学量論的に過剰な亜硫酸水素ナトリウム(SBS)溶液で除去し、完全な脱塩素を達成するのに十分な接触時間を確保する必要があります

## 短期停止

### 定義:

短期停止とは、RO ELEMENTが容器内にある状態で、ROプラントの運転を1日以上4日未満の間、停止したままの状態にする期間を示します。

各ROシステムを以下のように管理して下さい。

- 1) RO システムの配管から空気抜きをしながら、RO システムのフラッシングを実施する。
- 2) 圧力容器が洗浄水で満たされたら、すべての遮断弁を閉じてROシステムを遮断する。
- 3) 24時間ごとに上記1)と2)を繰り返す。

フラッシング手順の詳細については、TMM-250「フラッシング手順」を参照して下さい。

## 長期停止

### 定義:

長期停止とは、ROエレメントが圧力容器内にある状態で、4日間以上ROプラントの運転を停止したままの状態にする期間を示します。

以下のように各 RO システムを管理して下さい。

### ケースA) ROシステムのフラッシングが可能な場合

- 1) RO システムの配管から空気抜きをしながら、RO システムのフラッシングを実施して下さい。
- 2) 圧力容器が洗浄水で満たされたら、すべての遮断弁を閉じて RO システムを遮断して下さい。
- 3) 上記 1)と 2)を少なくとも2日毎に繰り返して下さい。

詳細手順については、TMM-250「フラッシング手順」を参照して下さい。

### ケース B) ROシステムのフラッシングが不可能な場合

以下の手順でROシステムにSBS溶液を満たして保管して下さい。

- 1) RO システムを RO 透過水でフラッシングを実施して下さい。
- 2) RO システムに透過水を循環させながら、RO システムの循環ラインから循環液の SBS 濃度が 500~1000 mg/L(最大)になるように SBS 溶液を注入して下さい。この溶液は運転期間中の生物学的増殖を抑制する効果があります。
- 3) SBS 濃度が 500~1000 mg/L の状態で、30~60 分間循環させて下さい。
- 4) RO システムが SBS 溶液で完全に満たされていることを確認して下さい。
- 5) 圧力容器が洗浄水で満たされたら、すべての遮断弁を閉じて RO システムを遮断して下さい。
- 6) 保存液の pH は定期的に測定し pH が 3.2 以下となった場合は上記の手順で、新しい SBS 保存液に交換して下さい。保存液の pH は 3.0 未満に低下させないで下さい。
- 7) 保存液の pH 測定が不可能な場合は、ステップ1)~5)を行い、保存液を交換して下さい。

温度が27℃未満の場合、30日毎

温度が27℃以上の場合、15日毎



詳細手順については、TMM-250「フラッシング手順」を参照して下さい。

また、循環時の運転条件はTMM-320「薬品洗浄方法」を参照して下さい。

**注記:** SBS溶液を空気(大気中の酸素)と接触させると、SBSが硫酸塩に変化し、保存液のpHが低下します。SBS保存液を大気中の酸素と接触しないように注意して下さい。SBSが硫酸塩に変化すると、生物が活性化する可能性が高くなります。

## フラッシング手順

ファウラントを除去するための簡単な方法として、フラッシングがあります。フラッシングは、RO 膜を低圧かつ高速度を利用して膜表面を洗い流し、大量の洗浄水が必要です。著しい性能低下が発生する前にフラッシングを適用すれば、この手順は軽い有機ファウリング除去のための効果的な方法です。

フラッシングのための一般的な運用条件は以下のとおりです。

フラッシング水 ・前処理後の原水(表 250-1 参照)または RO 透過水を使用して下さい。

- ・pH 範囲を 3.0~8.5 とし、酸化剤が含まれていないことを確認して下さい。

表 250-1: 各 RO 原水処理システムに使用するためのフラッシング水

RO原水の種類	フラッシング水
海水	前処理後の原水
かん水	前処理後の原水
廃水	RO透過水
高アルカリ原水(2段ROの高アルカリ原水など)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NaOHなしの前処理後の原水</li> <li>• NaOHなしの1パス目の透過水</li> </ul>

圧力 低圧(0.1~0.2 MPa)

水の流量 高い洗浄水の流量が最適ですが、推奨する差圧を超えないで下さい。  
 差圧を1バンク(ステージ)あたり0.2 MPa 以下に調整して下さい。

容器あたりの最大原水流量

- 8 インチエレメント:                      • 200 L/min
- 4 インチエレメント:                      • 50 L/min

温度:     $\leq 40^{\circ}\text{C}$

時間:    0.5~1.0 時間

フラッシング手順の間、透過水の背圧を最小限に保つために、透過水側の遮断弁を開いたままにしておくことが重要です。原水／濃縮水の圧力は、膜破損を避けるために常に透過水の圧力より高くして下さい。



指示

各バンク(ステージ)を別々にフラッシングして下さい  
洗浄水を再循環させないで下さい

## 圧力容器内の RO エLEMENT保管手順

RO エLEMENTは性能を維持し、バクテリア増殖を防ぐためにクリーンな条件下で保存して下さい。



指示

RO システムの停止後、フラッシングを行い、RO システム内の原水及び濃縮水を置換して下さい。

### 保管の基本条件

フラッシング水 : 前処理後の原水(表 260-1 参照)または RO 透過水を使用して下さい。

酸化剤が含まれていないことを確認して下さい。

pH 範囲を 3.0~8.5 として下さい。

表 260-1: RO 原水によるフラッシング水の種類

RO原水の種類	フラッシング水
海水	前処理後の原水
かん水	前処理後の原水
廃水	RO透過水
高アルカリ原水(2段ROの高アルカリ原水など)	・NaOHなしの前処理後の原水 ・NaOHなしの1パス目の透過水



注意

スケール発生やファウリングの可能性がある場合は、TMM-250「フラッシング手順」に従って、停止時に膜をフラッシングして下さい。

- 1) 性能を維持するために、RO ELEMENTは常に湿った状態を保持して下さい。
- 2) 圧力容器内でのバクテリア増殖を防ぐために、消毒手順が必要となる場合があるTMM-400「消毒方法」を参照して下さい。

3) RO エLEMENTが汚れた状態で長期間の停止が予定されている場合、保管前に薬品洗浄を実施する推奨します。この洗浄は、膜からファウラントを取り除き、細菌の成長を最小限に抑えます。以下を参照して下さい。

- ・TMM-300: RO 洗浄の一般的な説明と条件
- ・TMM-310: RO 洗浄のガイドライン
- ・TMM-320: 薬品洗浄方法

4) 保存液の許容温度範囲は、5～35℃です。

5) 圧力容器内で保存中の許容 pH 範囲は、3.0～8.5 です。

6) 保存液を調整する水には、残留塩素や他の酸化剤が含まれていないことを確認して下さい。

ELEMENTの保存には、亜硫酸水素ナトリウム溶液を使用して下さい。詳細については、TMM-400「消毒方法」を参照して下さい。

## RO 洗浄の一般的説明と条件

RO膜の表面は、懸濁物質、コロイドおよび沈殿物によるファウリングを受けます。RO システムの原水前処理は、膜表面の汚染／ファウリングをできるだけ回避するように設計する必要があります。

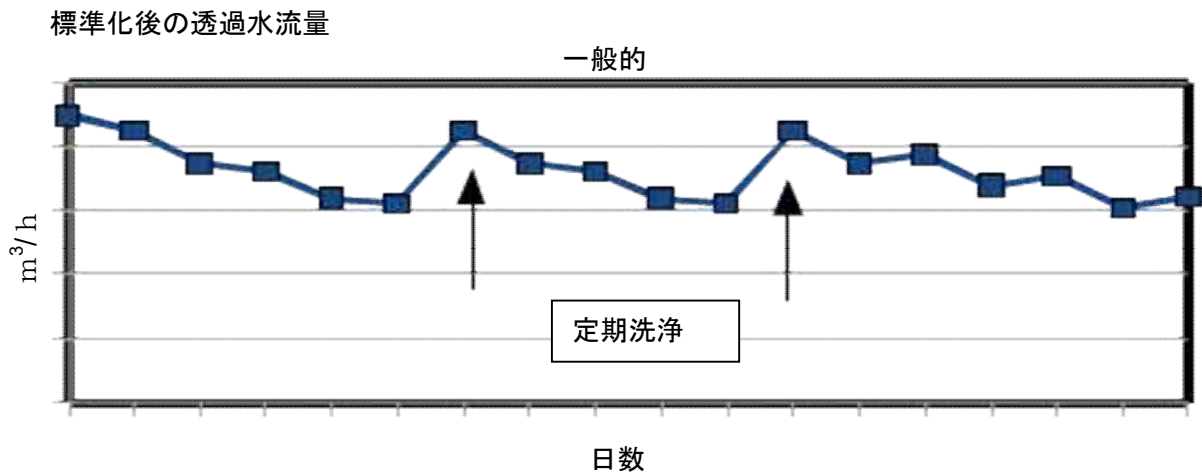
最適条件(透過水流量、圧力、回収率および pH 値)で運転すれば、膜のファウリングを抑制することができます。

SDI15 は、原水中に存在する微粒子の測定値です。SDI15 の値が高ければ(許容範囲内でも)、微粒子による膜のファウリングは長期運転で性能低下を引き起こす可能性があります。

ファウリングは、原水水質の大きな変化、または RO 運転モードの誤差により生じた結果でもあり得ます。

膜表面のファウリングは、性能低下、透過水流量の低下、塩透過率の増加、差圧の増加を発生させます。

図 1 は、ファウリングによる透過水流量の低下、および薬品洗浄による透過水量の回復を示しています。ファウラントの発生源が解決されていない場合には、ファウラントを除去しても、図 TMM-300.1 の透過水量の「鋸歯」状のパターンで示されているように、一時的な緩和にしかなりません。



**図 TMM-300.1:ファウリングが透過水流量に及ぼす影響**

最適な解決策は、RO 膜を繰り返し洗浄するのではなく、前処理を改善して汚染物質を原水から除去することです。

## RO 洗浄のガイドライン

### 洗浄時期

洗浄を最も効率的に行うには、RO 膜に付着したファウラントが少ない状態で RO エlementを洗浄する必要があります。洗浄を長期間実施していないと、膜表面からファウラントを完全に除去し、性能を完全に回復することが困難または不可能となります。

以下のいずれかの状態になった時に洗浄を行って下さい。



- 1.標準化後の差圧が 20%以上増加した時
- 2.標準化後の透過水流量が 10%以上減少した時
- 3.標準化後の塩透過率が 20%以上増加した時

RO エlementの重量測定は、ファウリングの発生を簡単にチェックする方法です。使用した RO エlementが新品 RO エlementの重量よりはるかに大きい場合には、ファウリングが発生しています。RO エlementの重量測定前は内部液が流れ出るように 60 分間多孔板の上に垂直に立てるか、または排水して下さい。

新品 RO エlementの概算重量(排水状態)は、次のとおりです。

- 直径 4 インチ×長さ 40 インチ: 4 kg
- 直径 8 インチ×長さ 40 インチ(400 ft<sup>2</sup>の膜面積): 15kg
- 直径 8 インチ×長さ 40 インチ(440 ft<sup>2</sup>の膜面積): 16kg

### ファウラント種類の確認

洗浄する前に、膜表面のファウラントの種類を確認することが重要です。最善の方法は、前処理水の SDI を測定したメンブレンフィルターに収集された残留物の化学分析です。



化学分析が実施できない場合は、メンブレンフィルター上の残留物の色と密度によってファウラントを予測することが可能です。褐色残留物は通常、鉄ファウリングを示しています。白またはベージュ色は通常、シリカ、粘土、カルシウムスケール、またはバイオフィウリングを示しています。結晶構造はカルシウムスケールまたは無機コロイドの特徴です。バイオフィウリングや有機物は、臭いの他に、ぬるぬるした粘着性を示すことがよくあります。

## 洗浄方法の選択

RO 膜表面の汚染物質が確認されたら、正しい洗浄方法を選択して下さい。



指示

- ファウラントが水酸化第二鉄やカルシウムスケールなどの金属水酸化物であると考えられる場合、酸性洗浄が有効です (TMM-320「薬品洗浄方法」および TMM-330「クエン酸洗浄手順」を参照)。
- ファウラントが有機物またはバイオフィアリングであると考えられる場合は、洗剤を使用した洗浄手順が推奨されます (TMM-320「薬品洗浄方法」および TMM-340「ドデシル硫酸ナトリウム (DSS) 洗剤洗浄手順」を参照)。

## 一般的な薬品洗浄方法

一般的な薬品洗浄方法は以下の通りです。

- 1) RO 透過液でフラッシングして電導度を下げ、供給側の pH を中和して下さい。
- 2) EDTA-4Na 洗浄  
EDTA-4Na : 1.0 wt%、pH は NaOH を用いて pH 11.0 に調整して下さい。  
水温は 35°C に調整して下さい。  
1 時間の循環後、1 時間の浸漬を行い、これを 3 回繰り返し下さい。  
その後、一晩浸漬して下さい。
- 3) RO 透過水でフラッシングを実施して下さい。
- 4) クエン酸洗浄  
クエン酸 : 2.0 wt%、pH 調整なし; pH は 2.0 以上、水温は 35°C に調整して下さい。  
1 時間の循環後、1 時間の浸漬を行い、これを 2 回繰り返し下さい。
- 5) RO 透過水でフラッシングを実施して下さい。



注意

汚染物質は現場により異なるため、最も効果的な方法は現場にて確認して下さい。上記は一般的な洗浄方法であり洗浄効果は東レが保証するものではありません。



## 洗浄効果の評価

各洗浄手順の説明は、TMM-320「薬品洗浄方法」に記載されています。推奨事項に従って薬品洗浄を実施すれば多くの場合で良好な結果が得られます。モジュール全体の差圧を初期値まで下げ、透過水流量と除去率を回復させます。

洗浄後に性能が十分に改善されない場合は、異なる洗浄方法によって改善される場合があります。ファウラントは膜表面に付着しているか、または RO エLEMENTの原水スパーサー中に残ります。完全な除去方法は、いくつかの洗浄方法を連続して実施する場合があります。ファウラントが膜表面上に層として存在している場合があるので、酸とアルカリ洗浄剤を交互に使用すれば、1 種類の洗浄剤による繰り返し洗浄よりも効果的な場合があります。

## 薬品洗浄方法

### 一般的なガイドライン

薬品洗浄は、洗浄剤の物理的および化学的相互作用によってファウラントを溶解または分離することにより、膜表面からファウラントを除去するために実施します。



指示

薬品洗浄を実施する前に RO システムのフラッシングを推奨します。RO システムを長期間にわたって停止する場合は、保存液を封入する前に薬品洗浄を実施することを推奨します。薬品洗浄後は、RO システムから溶解した残留洗浄剤や懸濁物質を確実に除去するために、RO システムを前処理後の原水または透過水で十分にフラッシングすることを推奨します。フラッシング手順については、TMM-250 を参照して下さい。

洗浄薬品:	一般的な洗浄薬品は、表 320-1 に記載しています。
調整液の原水:	軟水または RO 透過水(重金属、残留塩素、その他の酸化剤を含まないことを確認して下さい。)
薬品洗浄溶液の 必要量:	<ul style="list-style-type: none"><li>● 8 インチエレメントあたり 40~80 L(ファウリングの程度による)</li><li>● 4 インチエレメントあたり 10~20 L(ファウリングの程度による)</li></ul>
薬品洗浄圧力:	低圧(0.1~0.2 MPa)
薬品洗浄流量 推奨流量:	・8 インチ容器あたり 100~150 L/min(6~9 m <sup>3</sup> /h) ・4 インチ容器あたり 25~36 L/min(1.5~2.2 m <sup>3</sup> /h) ※洗浄圧力範囲を 0.1~0.2 MPa に維持し、推奨最大流量を達成するように調整して下さい。
最小原水流量:	各 8 インチ容器について 50 L/min 各 4 インチ容器について 10 L/min
温度:	洗浄液の最高温度は、以下のように洗浄液の pH によって異なります。 ・温度 35°C 以下 (pH2.0~11.0)、 ・温度 35°C 以上 45°C 以下 (pH2.0~10.0)。 その他の pH については、東レ担当者に問い合わせして下さい。
洗浄方法:	各バンクは別々に洗浄して下さい。洗浄液を再循環させてから膜を溶液に浸漬しておく効果的です。この手順は、膜洗浄を効果的にするため数回繰り返すことができます。下記の再循環時間の間隔を参照して下さい。

TORAY REVERSE OSMOSIS ELEMENTS

再循環間隔:	0.5～1 時間(2～3 回繰り返す)溶液温度をモニタリングする(上記の最高温度を参照して下さい)
浸漬時間:	再循環時間を含む 2～24 時間(時間はファウリングのタイプと程度によって異なります)
洗浄手順:	各バンクの再循環とそれに続く浸漬
最終フラッシング時間:	最低 1～2 時間(用途による)

循環運転及びフラッシングの間は透過水の背圧を最小限に保つために、透過水側のすべての遮断弁を開いた状態にして下さい。


原水／濃縮水圧力は、膜破損を避けるために常に透過水の圧力より高くして下さい。RO システムのフラッシングの詳細については、TMM-250 を参照して下さい。



指示

循環を開始する際は流量を少しずつ増加させて下さい。最初の 5 分間は目標流量の 1/3 程度に調整して下さい。次の 5 分間は目標流量の 2/3 に調整してから目標流量まで調整して下さい。

表 320-1: 薬品洗浄の薬品

ファウラント	洗浄剤	洗浄条件	 参照箇所 指示
カルシウムスケール、金属水酸化物、無機コロイド <sup>①</sup>	クエン酸 1.0~2.0%、アンモニア (NH <sub>3</sub> ) で調整	pH 値: 2.0~4.0	10. TMM-330 クエン酸洗浄手順
有機物、細菌性物質 <sup>*</sup>	ドデシル硫酸ナトリウム (DSS、ラウリル硫酸ナトリウム)、アルカリ溶液で 0.03 - 0.2% または ポリオキシエチレンラウリル硫酸ナトリウム (PSLS)、アルカリ溶液で 0.1~0.5% または 有機試薬を含まないアルカリ溶液	pH 値: 7.0~11.0、水酸化ナトリウム、または トリポリリン酸ナトリウム または リン酸三ナトリウムで調整して下さい。	11. TMM-340 ドデシル硫酸ナトリウム (DSS) 洗剤洗浄手順
酸不溶性スケール <sup>**</sup> CaF <sub>2</sub> 、BaSO <sub>4</sub> 、 SrSO <sub>4</sub> 、CaSO <sub>4</sub>	SHMP 1.0%ヘキサメタリン酸ナトリウム	pH 値 2.0、塩酸で調整して下さい。	12. TMM-350 ヘキサメタリン酸ナトリウム+塩酸洗浄手順

<sup>①</sup> 場合によっては、1.0%EDTA-4Naを含むアルカリ溶液を使用すると効果的です。

<sup>\*</sup> 滅菌と薬品洗浄を組み合わせると、細菌汚染に対して効果的です。滅菌および洗剤洗浄の順序は、汚れや試薬の種類によって異なります。多くの場合、洗剤による洗浄が最初に行われ、その後殺菌が行われます。(TMM-400「RO/NF - エレメントの消毒方法」を参照)。

<sup>\*\*</sup> 他の(結合した)酸可溶性ファウラント(例えば CaCO<sub>3</sub>)を除去するために酸洗浄から始めることを推奨します。汚染層が老化すると、酸不溶性スケールを除去するのは困難または不可能になります。これらのスケール発生が確認された場合は、1週間以内に薬品洗浄を実施して下さい。

## 膜洗浄システムの設計上の考慮事項

洗浄システムの一般的なフロー図については、図 TMM-320.1「標準的な CIP システム構成」を参照して下さい。

推奨する洗浄タンクの容量は“(A + B ) X 1.2 + C”で計算することができます。

A = 洗浄システムの体積(洗浄システムの配管と共通配管)

B = 同時洗浄の対象となるエレメント内の水の量  
(8 インチエレメントの場合 20 リットル/本、4 インチエレメントの場合 5 リットル/本)

C= 洗浄ポンプを実行するために必要な最小容量(これは、正の吸引ヘッド(NPSH)要件などのタンク設計と洗浄ポンプの仕様によって異なります)

この薬品洗浄タンクの容量計算は、次の薬品洗浄手順に基づいています。

- 1) 薬品洗浄タンクに洗浄液を調整して下さい。
- 2) 洗浄液を洗浄システムの配管、パイプヘッダー、圧力容器に供給して、内部の水を洗浄液で置き換えます。この期間中、交換された水は排水ラインを介して洗い流されます。
- 3) 最初の洗浄液には多くの汚れが含まれているため、初期の洗浄液 10~20%は洗浄タンクに戻さずに排水して下さい。
- 4) 洗浄液の循環を開始します。(薬品洗浄タンクへの CIP 戻りバルブを開き、排水バルブを閉じます。)

洗浄ポンプの吐出流量は、以下の通りです。

8 インチ圧力容器あたり 100~50 L/min(6.0~9.0 m<sup>3</sup>/h)

4 インチ圧力容器あたり 25~36 L/min(1.5~2.2 m<sup>3</sup>/h)

薬品洗浄の圧力範囲を 0.1~0.2 MPa に維持し、推奨最大流量を達成するように調整して下さい。



指示

ポンプの揚程は、以下から計算して下さい。

- ・ RO エレメント間の最大差圧(約 0.2 MPa)
- ・ システム配管と圧力容器接続部の圧力損失
- ・ 洗浄カートリッジフィルターの最大差圧(約 0.2 MPa)

**重要事項:**



指示



指示



注意



注意



警告

1. 透過水用の戻りラインは単独で設置して下さい。循環及びフラッシング運転の間は透過水の背圧を最小限に保つために、すべての透過水側のバルブを開いたままにして下さい。原水／濃縮水の圧力は、膜破損を避けるために常に透過水の圧力より高くして下さい。
2. 洗浄タンクは完全な排水が可能な様に設計して下さい。
3. 洗浄液の過剰な泡立ちを避けるために、濃縮側と透過水の戻りラインは、CIP 洗浄タンク内の液面より下になるように設計して下さい。
4. 使用済みの洗浄液は排水前に中和して下さい。地域の規制規定を遵守して下さい。
5. 化学薬品を取り扱う際は、製品安全シートに示された安全規則に従って下さい。保護めがね、保護手袋、ゴム製エプロンなどの適切な保護具を着用して下さい。

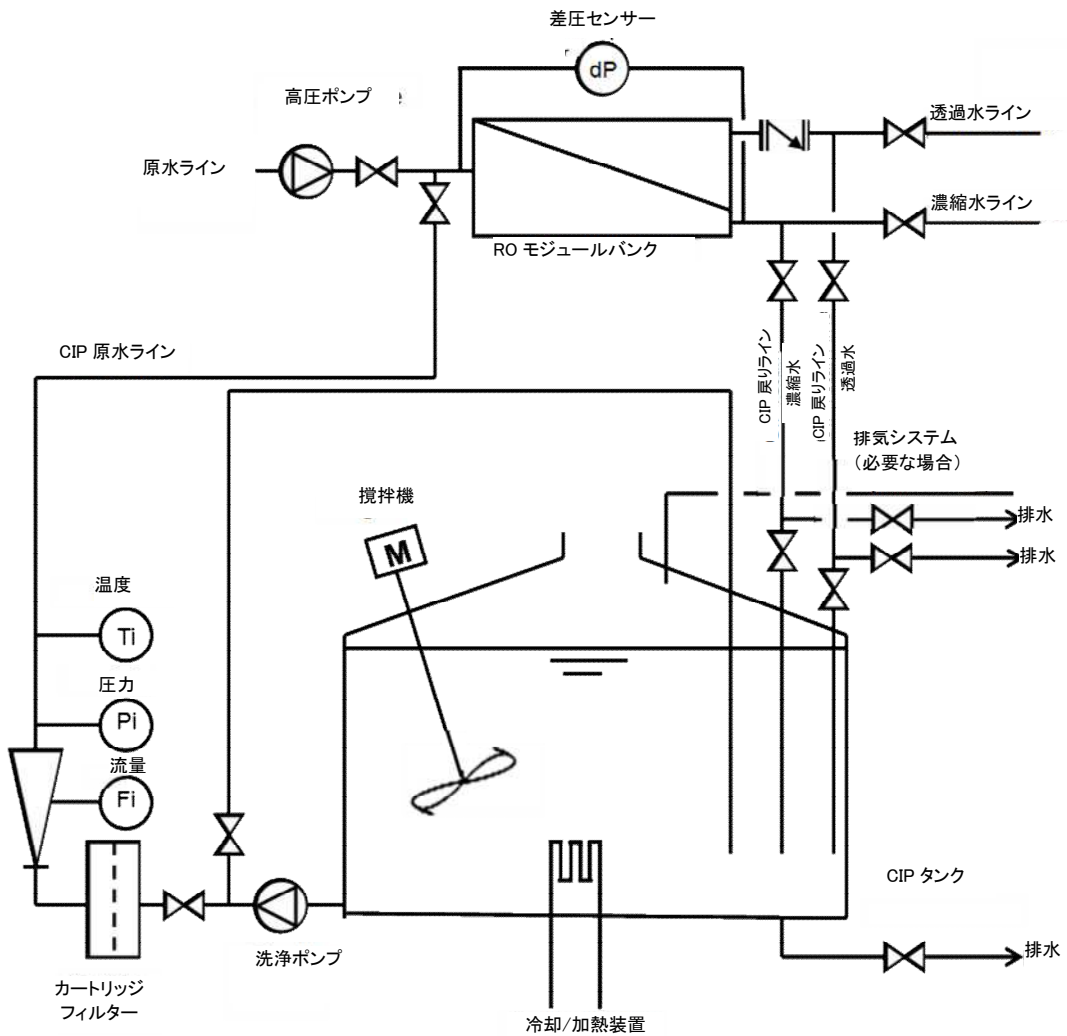


図 TMM-320.1:標準的な CIP システム構成

## クエン酸洗浄手順

### エレメントのフラッシング

クエン酸溶液で洗浄する前に、エレメントを軟水または RO 透過水でフラッシングすることを推奨します (TMM-250「フラッシング手順」を参照)。

### 2.0%クエン酸溶液の調製

1) 洗浄タンクを水で満たして下さい。

- 洗浄タンクには、酸化剤を含まないRO透過水または軟水を満たして下さい。
- 洗浄水の量は、ROシステムのサイズとファウリングの程度によって決めます (TMM-320「薬品洗浄方法」を参照)。

2) クエン酸を溶かして下さい。

- 洗浄水にクエン酸(白色粉末)を少しずつ添加して2.0 wt%溶液に調製して下さい。
- 連続して攪拌させれば(または洗浄液を洗浄ポンプから洗浄タンクに直接再循環させれば)、クエン酸は迅速に溶解されます。
- 攪拌機や循環ポンプの部品に損傷を与えないようにクエン酸はタンクに添加する前に、大小の塊を粉砕して下さい。

例: 1000リットルの2.0wt%溶液を調製するには、20 kgのクエン酸が必要です。

溶液の pH は、アンモニア(NH<sub>3</sub>)または水酸化ナトリウム(NaOH)で規定値に調整して下さい (TMM-320「薬品洗浄方法」を参照)。

3) 水酸化アンモニウムによる溶液の pH 調整は、攪拌機または循環ポンプを作動させて行って下さい。アンモニアガスが発生した場合は排気システムを使用して下さい。電動式ドラムポンプまたは手動式ドラムポンプを使用すれば、アンモニアガスの放出を最小限に抑えることができます。

pH を 3.5 に調整するために必要な水酸化アンモニウム(NH<sub>4</sub>OH)の量は、クエン酸の量に比例した次の式によって近似計算することができます。

$$\text{NH}_4\text{OH 量(100\%)} = 0.1 \times \text{クエン酸量(100\%)} (\text{kg})$$



例えば、計算されたクエン酸の量が 20.4kg の場合、水酸化アンモニウムの必要量 30 wt% は  $6.8 \text{ kg} = (0.1 \times 20.4) / 0.3$  です。

## 洗浄液の循環

洗浄液を低圧で循環させて下さい。供給圧力は 0.2 MPa 未満を推奨します。洗浄液の温度が高いほど、洗浄効果が向上します。



### 注意

注記: 洗浄液を長時間再循環させると洗浄効率を向上させることができます。また、推奨される最大許容洗浄液温度を超えないように洗浄液温度を確認して下さい(TMM-320「薬品洗浄方法」を参照)。



### 指示

洗浄液にエレメントを浸漬させると金属ファウラントを溶解させるために効果的です。間隔を開け、浸漬と洗浄液の再循環を交互に行うことも効果的です。

ファウラントが金属化合物と推定される場合はクエン酸洗浄を行って下さい。RO エレメントのファウリングがひどい場合には、洗浄剤が金属ファウラントと反応し、クエン酸洗浄液の効果が低下する可能性があります。最初の洗浄液は緑がかった黄色になり、再循環段階の間に金属が洗浄液と反応するにつれて、色は濃い黄色に変わり、濃い赤褐色になる場合があります。この色の変化は、ファウラントとの化学的相互作用により洗浄液の有効性が損なわれていることを示しています。溶液の色が濃い色になった場合は、洗浄液を捨て、クエン酸溶液を新たに調製し、洗浄手順を繰り返してください。洗浄が効果的に実施できます。

## エレメントの洗浄

薬品洗浄が完全に終了したら、洗浄液タンクを完全に排水し、洗浄して下さい。次に、洗浄液タンクに透過水または酸化剤を含まない原水を満たして下さい。洗浄システムの配管、RO システムの共通配管、および圧力容器に残っているすべての洗浄液を置換するために十分な洗浄水でタンクを満たして下さい。すべての洗浄水は、適切な排水処理を実施して下さい。TMM-250「フラッシング手順」を参照して下さい。

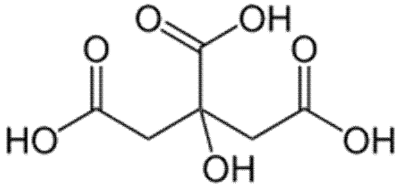


### 指示

各バンクは別々にフラッシングして下さい。  
フラッシング水は再循環させないで下さい。

## クエン酸の概要



IUPAC 名:	2-ヒドロシキプロパン-1,2,3-トリカルボン酸
外観:	白い結晶粉末
濃度:	1665 g/cm <sup>3</sup> (18°C)
水への溶解度:	59 g/100ml (20°C)
pH:	~1.7 (100 g/l, 20°C)
分子式:	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>
分子構造:	

CAS 番号:	77-92-9
安全上の注意:	危険性が低い、刺激性



注記: この化学薬品を取り扱う前に、化学薬品の供給元から安全データシート(SDS)を入手して、安全性の詳細を確認して下さい。推奨されているすべての保護具を使用して下さい。

## アンモニア溶液の概要



外観:	無色の溶液
pH:	~11
濃度:	0.9g/m <sup>3</sup>
CAS 番号:	1336-21-6
分子式:	NH <sub>3</sub>
安全上の注意:	腐食性



注記: この化学薬品を取り扱う前に、化学薬品の供給元から安全データシート(SDS)を入手して、安全性の詳細を確認して下さい。推奨されているすべての保護具を使用して下さい。

## DSS (ドデシル硫酸ナトリウム)洗剤洗浄手順

### エレメントのフラッシング

DSS 溶液で洗浄する前に、RO エLEMENTを軟水または RO 透過水でフラッシングすることを推奨します (TMM-250「フラッシング手順」を参照)。

### 0.03%DSS 溶液の調製

1) 洗浄タンクを水で満たして下さい。

- 洗浄タンクには、酸化剤を含まないRO透過水または軟水を満たして下さい。
- 洗浄水の量は、ROシステムのサイズとファウリングの程度によって決定します (TMM-320「薬品洗浄方法」を参照)。

2) DSS を溶かして下さい。

- 洗浄水にDSSを添加して0.03 wt%溶液に調製して下さい。
- 注意 — この薬品は、洗浄液表面に泡が発生します。
- 洗浄液を調製する際は過剰な泡の発生を抑えるために、DSSと空気が混ざる可能性を最小限に抑える注意が必要です。
- DSSを少量の洗浄水に溶解してから洗浄タンク内の大量の溶液に添加する方法を推奨します。
- DSSを均一に分散させるには、溶液を連続的にゆっくりと攪拌する必要があります。泡の発生の可能性を最小限にするために、ミキサーを最低速度に設定して下さい。

例: 1000 リットルの溶液を調製するには、0.3 kg の DSS が必要です。

3) pH 値のモニターについて

洗浄液の pH は、推奨される範囲内に維持して下さい (TMM-320「薬品洗浄方法」を参照)。  
pH が推奨範囲外の場合には、溶液の pH 調整が必要です。DSS 溶液の pH は約 7 です。

## 洗浄液の循環



指示

洗浄戻りラインの最初の洗浄液は高濃度の汚染物質が含まれている場合があります。洗浄液を洗浄タンクに循環させる前に、最初の洗浄液量の 10～15%を排水することを推奨します。その後は洗浄液を循環させて下さい。

洗浄液の温度を上げると、洗浄効率が向上します。推奨温度のガイドライン(本マニュアルの 58 ページ)を超えないように注意して下さい。また、洗浄を低圧で行うことも効果的です。洗浄液の循環中は約 0.2 MPa を超えないようにして下さい。



注意

注記: 洗浄液を長時間再循環させると洗浄効率を向上させることができます。また、推奨される最大許容洗浄液温度を超えないように洗浄液温度を確認して下さい(TMM-320「薬品洗浄方法」を参照)。

洗浄タンク内での泡の発生の可能性を最小限に抑えるために、洗浄液の戻り配管はタンクの洗浄液の液面より下になるように設置して下さい。



指示

RO エlementを洗浄液に長時間浸すと、薬品洗浄の効率が向上します。間隔を開け、浸漬と洗浄液の再循環を交互に行うことも効果的です。

## RO エLEMENTの洗浄

薬品洗浄が終了したら、洗浄液タンクを完全に排水し、洗浄して下さい。次に、洗浄液タンクに透過水または酸化剤を含まない原水を満たして下さい。洗浄システムの配管、RO システムの共通配管、および圧力容器に残っているすべての洗浄液を置換するために十分な洗浄水でタンクを満たして下さい。すべての洗浄水は、適切な排水処理を実施して下さい。TMM-250「フラッシング手順」を参照して下さい。



指示

各バンクは別々にフラッシングして下さい。

フラッシング水は再循環させないで下さい。

## DSS ドデシル硫酸ナトリウム(ラウリル硫酸ナトリウム)の概要



注意

外観:	粉末または水溶液
水への溶解度:	10 g/100 ml
pH:	7-8 (1%溶液(粉末ベース))
溶液中の電荷:	陰性
主成分:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{SO}_3\text{Na}$
CAS 番号:	151-21-3



指示

注記:この化学薬品を取り扱う前に、化学薬品の供給元から安全データシート(SDS)を入手して、安全性の詳細を確認して下さい。推奨されているすべての保護具を使用して下さい。

## TSP (リン酸三ナトリウム)の概要



注意

外観:	白い結晶性粉末
密度:	1.630 g/cm <sup>3</sup> (18°C)
水への溶解度:	28.3 g/100 ml
pH:	溶液中で強いアルカリ性
主成分:	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
CAS 番号:	7601-54-9



指示

注記:この化学薬品を取り扱う前に、化学薬品の供給元から安全データシート(SDS)を入手して、安全性の詳細を確認して下さい。推奨されているすべての保護具を使用して下さい。

## NaOH (水酸化ナトリウム)の概要



注意

外観:	白色の結晶性粉末または粒状物または塊
密度:	2.130 g/cm <sup>3</sup> (18°C)
水への溶解度:	易溶(1110 g/L)
pH:	溶液中で強アルカリ性
主成分:	NaOH
CAS 番号:	1310-73-2



指示

注記:この化学薬品を取り扱う前に、化学薬品の供給元から安全データシート(SDS)を入手して、安全性の詳細を確認して下さい。推奨されているすべての保護具を使用して下さい。

## 酸性 SHMP 洗浄手順

### RO エLEMENTのフラッシング

この洗浄の前に、特に総硬度が高い原水で運転している場合は、軟水または RO 透過水を使用して RO エLEMENTをフラッシングすることを推奨します (TMM-250「フラッシング手順」を参照)。

#### 1.0% SHMP 溶液の調製

- 1) 洗浄タンクを水で満たして下さい。
  - ・ 洗浄タンクには、酸化剤を含まないRO透過水または軟水を満たして下さい。
  - ・ 洗浄水の量は、ROシステムのサイズとファウリングの程度によって決定して下さい (TMM-320「薬品洗浄方法」を参照)。
  - ・
- 2) SHMP を溶かして下さい。
  - ・ SHMP(白色粉末)を水に添加して1%(重量)溶液にして下さい。
  - ・ 薬品を完全に溶解させるには、電動ミキサーまたは循環ポンプによる溶液の連続攪拌が必要です。
  - ・ 目詰まりを避けるために、SHMPを少量ずつ洗浄タンクに添加して下さい。

例: 1000 リットルの洗浄液を調製するには、10 kg の SHMP が必要です。

- 3) 塩酸を添加して下さい。

pH が 2.0 になるまで、SHMP 溶液に少量ずつ HCl を添加する。



#### 危険

HCl は浸食性の強酸です。化学薬品の供給元から安全データシート (SDS) を入手して、安全性の詳細を確認して下さい。推奨されているすべての保護具を使用して下さい。

4) pH 値を確認して下さい。

洗浄液の pH は 2.0 より少し高い値に維持して下さい。洗浄液の循環中に pH が 3.5 を超えた場合は、pH が再び 2.0 を少し上回るまで HCl を添加して下さい。pH が 2.0 を下回った場合は、苛性ソーダ (NaOH) を添加して pH が 2.0 をわずかに上回るように調整して下さい。



危険

苛性ソーダは、浸食性の強アルカリです。化学薬品の供給元から安全データシート (SDS) を入手して、安全性の詳細を確認して下さい。推奨されているすべての保護具を使用して下さい。1.0% の SHMP 溶液の pH は中性です。

### 洗浄液の循環



指示

洗浄戻りラインの最初の洗浄液は高濃度の汚染物質が含まれている場合があります。洗浄液を洗浄タンクに循環させる前に、最初の洗浄液量の 10~15% を排水することを推奨します。その後は洗浄液を循環させて下さい。

循環中は低圧 (約 0.2 MPa) で実施して下さい。また、洗浄液の温度を上げると、洗浄効率が向上します。推奨温度のガイドライン (本マニュアルの 59 ページ) を超えないように注意して下さい。



注意

注記: 洗浄液を長時間再循環させると洗浄効率を向上させることができます。また、推奨される最大許容洗浄液温度を超えないように洗浄液温度を確認して下さい (TMM-320「薬品洗浄方法」を参照)。

SHMP を混合する場合、多くの泡が発生する可能性があります。洗浄タンク内での泡の発生の可能性を最小限に抑えるために、洗浄液の戻り配管はタンクの洗浄液の液面より下になるように設置して下さい。





指示

RO エlementを洗浄液に長時間浸すと、薬品洗浄の効率が向上します。間隔を開け、浸漬と洗浄液の再循環を交互に行うことも効果的です。



指示

洗浄液が循環中に pH が 3.5 を超えた場合は、pH が再び 2.0 を少し上回るまで HCl を添加して下さい。

戻ってきた洗浄液の pH が急激に高くなった場合は、汚染物質との反応により洗浄液の効果が低下しています。pH の急激な上昇が見られた場合は、使用した洗浄液を捨て、新しい洗浄液を調製して洗浄して下さい。

## RO エlementの洗浄

薬品洗浄プロセスの最後に、洗浄配管、RO 集合配管、および圧力容器からすべての使用した洗浄液をフラッシングする必要があります。溶液タンクの排水から始めて、タンクを十分にすすいで下さい。次に、原水または RO 透過水で、RO エlement、圧力容器およびパイプラインからすべての残留洗浄液を置換する必要があります。



指示

各バンクを別々にフラッシングして下さい。  
フラッシング水を再循環させないで下さい。



すすいだ洗浄タンクに軟水または透過水を満たします。洗浄システムのポンプと配管を使用して、洗浄水を RO システムに送ります。使用した洗浄液が洗浄タンク内のきれいな洗浄水と混合するのを防ぐために、すべての戻りラインを洗浄タンクの直前の排水管に向けて下さい。必要に応じて、残留洗浄液の完全な置換を確実にするために繰り返して下さい (TMM-250 フラッシング手順を参照)

## SHMP (NaPO<sub>3</sub>)<sub>n</sub> の概要



危険

外観:	白い粉末、無臭
濃度:	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> として約 67 wt%
密度:	0.95-1.05 g/cm <sup>3</sup> (20°C)
水への溶解度:	ほぼ無制限
pH:	約 pH7 (1% 溶液)
主成分:	(NaPO <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>
CAS 番号:	10124-56-8



指示

注記:この化学薬品を取り扱う前に、化学薬品の供給元から安全データシート(SDS)を入手して、安全性の詳細を確認して下さい。推奨されているすべての保護具を使用して下さい。

## 安全上の注意事項:

- ・ 使用前に SHMP のサプライヤーの安全データシート(SDS)を確認して下さい。



危険

SHMP の取扱中は、手袋や保護めがねなどの通常の安全装備を着用して下さい。

- ・ 眼に入った場合は直ちに大量の水で洗い流し、医師の診察を受けて下さい。
- ・ 長時間の皮膚接触は避けて下さい。ほこりを吸い込まないようにして下さい。

## 逆流薬品洗浄／フラッシング

通常運転中、上流の RO エLEMENT は高流束で運転されるため、ファウリングのリスクが高い状態にあります。

薬品洗浄とフラッシングを原水側から濃縮水側への通常の流れ方向で実施すると、汚損物質は下流の RO エLEMENT を通過して濃縮水側から排出されます。これには、下流の RO エLEMENT に汚れを堆積させる可能性があります。

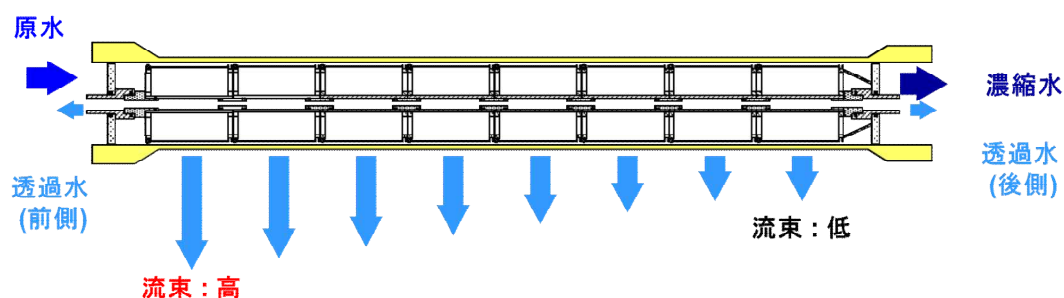


図 TMM 360-1: 通常運転の水の流れ(イメージ)

逆流薬品洗浄／フラッシングにより、この可能性は回避されます。逆流薬品洗浄／フラッシングはより効率的で、RO エLEMENT の寿命を延ばします。

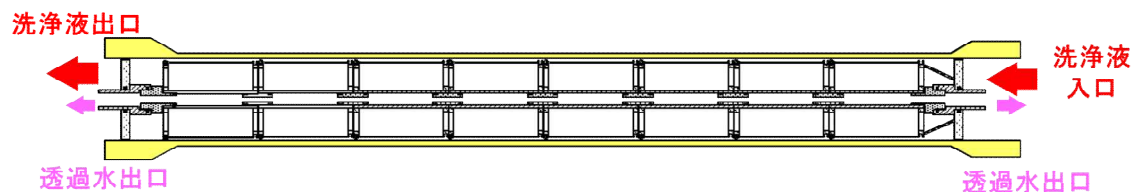


図 TMM 360-2: 逆流薬品洗浄／フラッシングの水の流れ

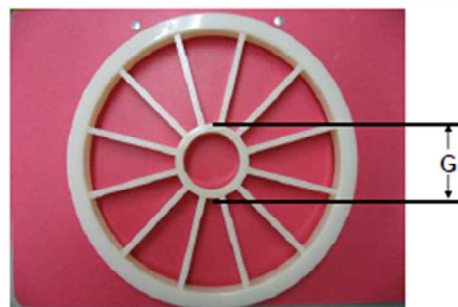
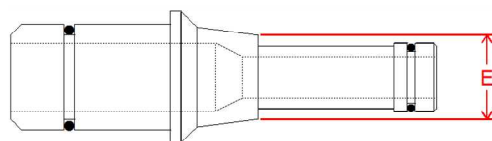


最大許容差圧: 0.2MPa / 圧力容器  
 (逆流薬品洗浄／フラッシング)

逆流薬品洗浄及びフラッシング中に RO エLEMENTの移動によるインターコネクター O リングの損傷を防ぐためには、適切なシム調整が必要です(原水側)。

透過水スペシャルアダプターの直径“E”は、ATD 中心部の直径“G”と同じかそれより大きくして下さい。

注:透過水スペシャルアダプターを使用せずに逆流薬品洗浄を実施すると RO エLEMENTが破損する恐れがあります。



**E > 50 mm**

## RO/NF - エレメントの消毒方法

### 消毒液

#### ホルムアルデヒド

細菌の繁殖を防ぐための1つの有効な方法は、pH6.0～8.0の0.2～0.3重量%ホルムアルデヒド(HCHO)の消毒液に膜エレメントを浸すことです。消毒液のpHは重炭酸ナトリウム(NaHCO<sub>3</sub>)を添加することで調整することができます。

この消毒方法は、短時間や長時間の停止時の生物活性を制御するのに良好で効果的な方法です。

ホルムアルデヒド消毒液への膜エレメントの浸漬は、新品エレメントには適切ではありません。エレメントは、ホルムアルデヒドの消毒手順の前に少なくとも72時間、設計条件でフル稼働させて下さい。72時間のフル稼働よりも前にエレメントをホルムアルデヒドにさらすと、不可逆的なフラックス低下となる可能性があります。

### 代替消毒液

ホルムアルデヒド消毒の適用が許可されていない場合は、以下の代替溶液を使用することができます(下表を参照)。システムの停止中に、膜エレメントをこれらの代替溶液に浸すことができます。これらの代替溶液へのエレメントの暴露時間は限られていることに注意して下さい。推奨される浸漬間隔については下表を参照して下さい。

消毒液	濃度 [ppm]	処理時間 <sup>*)</sup> [hr]	適用可能な膜タイプ:
過酸化水素 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> <sup>**)</sup>	2000-10000	1 <sup>***)</sup>	800 シリーズ以外
亜硫酸水素ナトリウム	500-1000	制限なし <sup>***)</sup>	全シリーズ



#### 注意

- すべての消毒液の調製に使用する水には、残留塩素や他の同等の酸化剤が含まれていない事を確認して下さい。
- 選択した化学薬品が適切であり、消毒する膜のタイプと化学的に適合性があることを確認して下さい。(上表を参照)

- \*) 滅菌溶液との接触時間は、膜性能の低下を避けるための推奨時間を超えないようにして下さい。
- \*\*) 重金属残留物の存在下で過酸化水素を使用すると、複合膜にも急速かつ不可逆的な破損をもたらす可能性があります。この用途の過酸化水素は、0.2 ppb 未満の鉄を含む脱イオン原水を用いて調製して下さい。溶液の補給水中の鉄の濃度が 0.2 ppb を超えると、RO エレメントは不可逆的に破損する可能性があります。その結果、塩の透過が増加します。
- 何らかの種類の重金属沈殿物(鉄、マンガンなど)が膜表面に存在すると思われる場合は、過酸化水素にさらす前に酸性溶液で膜を洗浄することが必須です。クエン酸洗浄手順の詳細については、TMM-330 を参照して下さい。そうしなければ、過酸化水素による膜表面の触媒酸化が起こり、不可逆的な塩の透過が増加する場合があります。
- \*\*)滅菌後、システムをオンラインに戻す前に、透過水または前処理済みの原水でシステムを完全にフラッシングします。長時間の停止の間、膜を保存する場合は、保存液をシステムに導入する前にシステムを完全にフラッシングする必要があります。

## 生物抑制剤

DBNPA(2,2-ジブromo-3-ニトリロプロピオンアミド)は、逆浸透システムやその他の工業用水の用途でのバクテリア、藻類および真菌の駆除に使用される非常に効果的な非酸化系の生物抑制剤です。

この製品は通常、RO エレメント内の生物活性を制御するためのショック処理として使用されます。注入頻度は、RO 原水の生物活性と膜の状態によって決まります。

利用できる DBNPA ベースの製品がいくつかあります。DBNPA の詳細については、DBNPA サプライヤーの技術データおよび安全データシートを参照するか、化学薬品のサプライヤーに推奨事項を問い合わせて下さい。

## RO エlement (TS タイプ)の熱殺菌

時折または定期の熱水消毒は、バクテリアや真菌の繁殖を減らすための予防手段です。次の推奨事項は、東レの熱水用 RO エlement(TS タイプ)に適用されます。



注意

- 加熱/冷却運転時間中の温度勾配: 2.0°C/分
- この手順には、透過水、または少なくとも軟水の使用を推奨します。
- 熱殺菌は標準的な RO 製品には適用できません。これは不可逆的な損傷を引き起こします。



指示

効果的な消毒のために水温を 85°Cまで上げることができます。(必要とされる温度は、存在するバクテリア株に依存します)。85°Cを超えると、モジュールが不可逆的に損傷を受ける可能性があります。原水圧力は、0.1 MPa 以下にしてください。



注意

- 熱水処理中の原水圧力は常に 0.15 MPa(22 psi)以下にしてください。
- 差圧:最大 0.1 MPa (15 psi) / エlement

熱水処理の頻度は、原水水質と透過水の使用状況によって異なりますが、平均処理頻度は 1 週間に 1 回の処理を超えないでください。



指示

- 高温殺菌処理の必要性と有効性は、原水、濃縮水および透過水流の微生物検査によって決定してください。

高温処理の間、透過水側のバルブを開き、透過水側の背圧がない状態を維持することが重要です。原水および濃縮水の圧力は、透過水側の背圧の問題を避けるために、常に透過水側の圧力より高くしてください。

## 保管(圧力容器外での保管)

### 一般

保管中の膜表面での生物の成長及び、後の運転での性能低下を防ぐために、東レ RO エLEMENT は溶液中で保存して下さい。

RO ELEMENTの保存は、以下の場合に必要です。

- 新品および使用した RO ELEMENTの長期保管時
- 24 時間以上の RO システム停止時

RO ELEMENTが稼働中の場合については、TM-240「RO システムの停止時考慮事項」を参照して下さい。

### 開封前の RO ELEMENTの保管

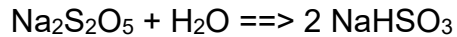
RO システムの起動のために RO ELEMENTを圧力容器に装填するまで、新品 RO ELEMENTを元の梱包材で保管することが望ましいです。推奨保管条件を以下に記載します。

- 1) 閉め切った建物内の涼しく乾燥した場所にROELEMENTを保管します。ROELEMENTを直射日光にさらさないで下さい。
- 2) ROELEMENTは氷点から35°C (95° F)までの温度範囲内で保管して下さい。
- 3) 新品ROELEMENTは、脱酸剤パックに入った0.5~1.0%の亜硫酸水素ナトリウム溶液 (NaHSO<sub>3</sub>)または塩化ナトリウム溶液の保存液の中に入れて出荷されます。
- 4) 新品ROELEMENTは、わずかに真空にされた特殊な酸素不透過性ビニール袋に詰められています。このROELEMENTは丈夫な段ボールに入れて出荷されます。ROELEMENTは、ROシステムの圧力容器に装填するまでは、元の輸送用段ボールに入れて保管することが理想です。使用した袋や脱酸剤は、通常の都市ごみとして処理することができます。
- 5) 最初に輸送された梱包から再度積み重ねる場合は、段ボールの最大積み上げ段数は5段以下にして下さい。
- 6) ダンボールは常に乾燥させ、変形しないようにして下さい。



## 開封済み RO エLEMENTの保管

- 1)稼働中の RO エLEMENTの保管については、TMM セクション 240「RO システムの停止の考慮事項」を参照して下さい。RO 透過水または軟水を使用して、500～1000 ppm の亜硫酸水素ナトリウム溶液を調製して下さい。溶液を調製するために、食品グレードのメタ重亜硫酸ナトリウム (SMBS) を使用して下さい。SMBS は、水との反応によって次のように亜硫酸水素ナトリウム (SBS) を形成します。



- 2) 亜硫酸水素ナトリウム溶液に RO エLEMENTを約 1 時間浸漬した後、RO エLEMENTを抜き出して、プラスチック製の酸素不透過性ビニール袋に入れて下さい。酸素不透過性ビニール袋は、東レから入手することができます。袋を密封して包装日を示すラベルを貼って下さい。
- 3)再パッケージ化された RO エLEMENTの保管条件は、新品の RO エLEMENTの場合と同じです。このセクションの 1 ページを参照して下さい。
- 4)使用した RO エLEMENTを東レに返送する場合は、RO エLEMENTを抜き出す前に東レまたはその代理店に連絡して下さい。

## 運搬・取り扱い(ケアマーク)について

段ボールに記載されているケアマークは以下の通りです。RO エLEMENTの破損を防ぐために、注意事項を遵守して下さい

ケアマーク	名称	説明
	フック使用禁止	フック、手鉤は使用しないで下さい。
	壊れ物	壊れやすい製品です。
	水濡れ防止	段ボールを濡らさないで下さい。
	縦積み禁止	矢印の方向を上にして置いて下さい。
	積段数制限	積み上げ段数に制限があります。 製品によって段数は異なります。
	直射日光・熱遮へい	直射日光は避けて下さい。 冷暗所に保管して下さい。
	落下禁止	落下させないで下さい。
	凍結禁止	凍結させないで下さい。

## トラブルシューティングの概要

RO システムにおける潜在的な問題は、圧力容器の透過水流量\*、塩の透過(脱塩)\*および差圧\*の変化をモニターすることによって早期に特定することができます。したがって、システムオペレータが運転データを頻繁に記録して確認することが推奨されます。システム性能低下の早期発見は、オペレータに対して潜在的な運転上の問題に注意を喚起することになるため、RO エLEMENTの性能を回復するための適切な対応が可能になります。

代表的な性能変化とその対策は、次のセクション TMM-610 に示されています。

トラブルシューティングの基本的なステップを次にまとめています。

動作	関係項目
チェック:	計器の校正 — 圧力、温度、電導度、pH、流量など
審査:	日常の運転データ、標準化後のデータ、メンテナンス記録、および現在の性能と設計仕様との比較
調査:	性能が変化した理由と考えられる原因。TMM-610「標準的な性能変化と対策」を参照して下さい。
トラブルシュート:	是正措置を開始し、タイムリーに対策を実施します(薬品洗浄、滅菌、不良部品の交換、システム調整など)。

## 中心パイプ内部の透過水電気伝導度測定(プロービング)方法

特定の圧力容器から測定された透過水電気伝導度が、その急激で著しい増加を示す場合、この塩の透過の増加が不完全なリングシール(機械的な漏れ)によるものか、または膜の喪失ロスによるものかどうかを知ることは参考になります。RO ELEMENTのプロービングは、塩の透過が増加した原因を特定するのに役立ちます。図 TMM-600.1-2 にプロービング装置を示しています。

中心パイププロービング技術を使用して水をサンプリングすることにより、圧力容器内のさまざまな位置の水質(電導度)を簡単に測定することができます。

\*) 運転データを正しく理解するには \* 印の値を標準化する必要があります。標準化の手順は、セクション TMM-230「運転モニタリング」に記載しています。

図 TMM-600.1: 中心パイプローピング方法 (1)  
 1 モジュール内の各エレメントの推奨配管配置と透過水サンプリング

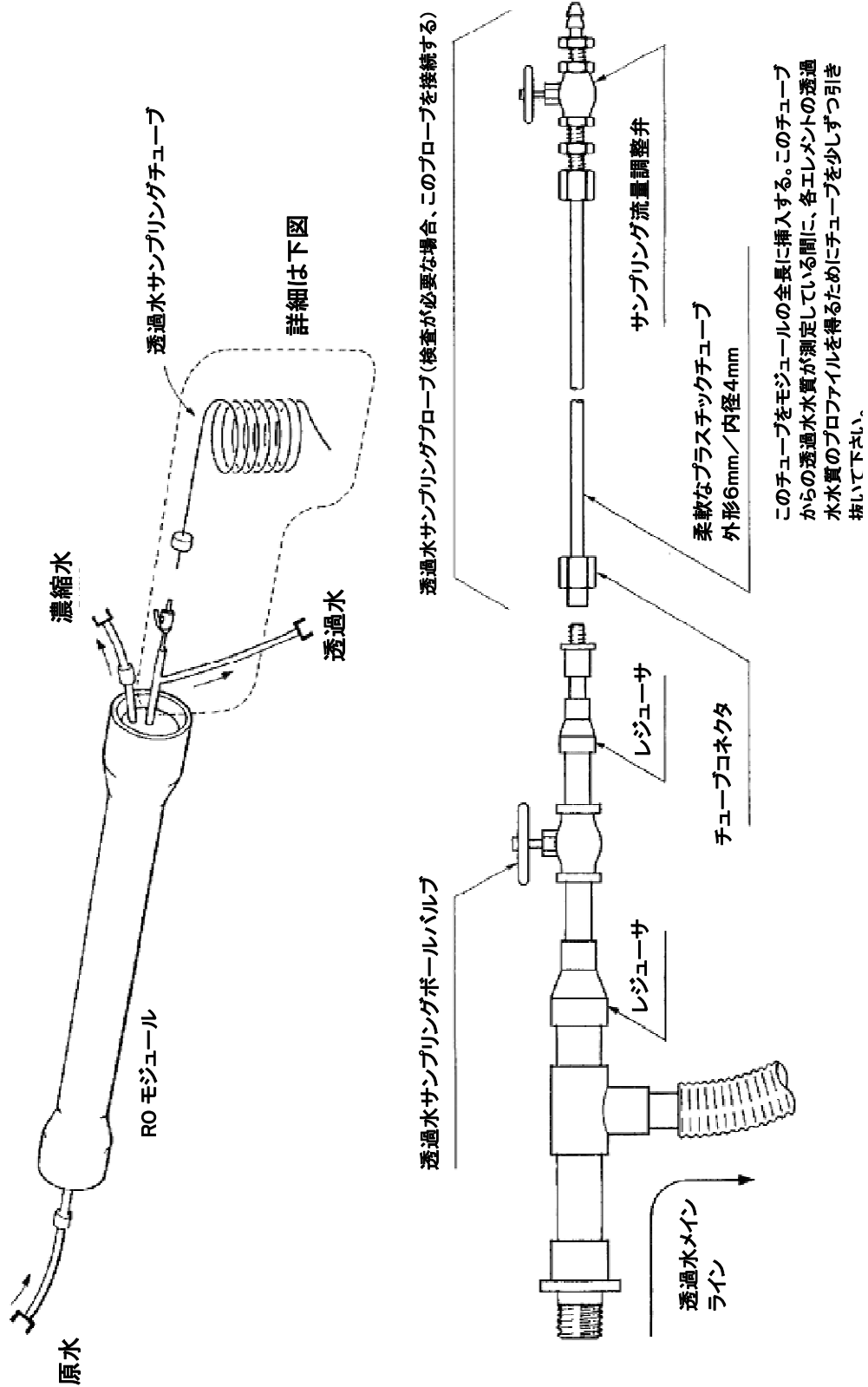
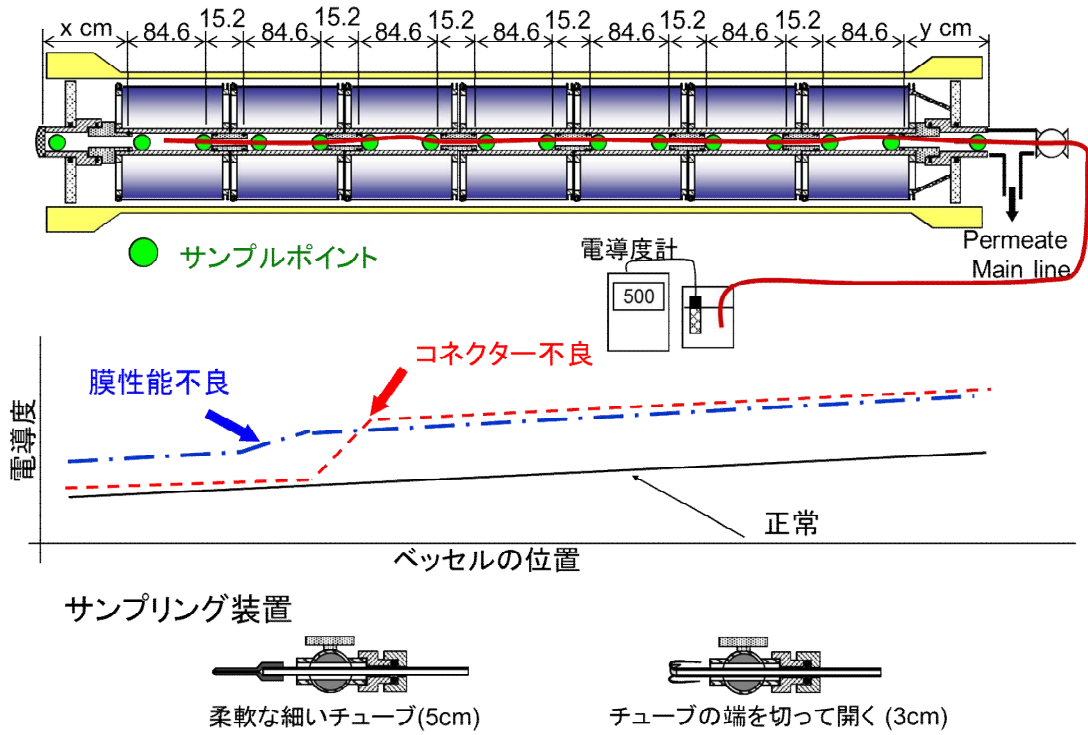


図 TMM-600.2: 中心パイププロービング方法 (2)



## 標準的な性能変化と対策

RO システムの性能を適切に評価するには、信頼性の高い運転データを毎日記録することが不可欠です。収集した性能データが正確であることを確実なものにするには、計器の定期的な校正計画を立てる必要があります。収集データとすべてのメンテナンス手順の記録は、適切なシステム評価にとって重要です。記録された過去のシステムデータを分析すれば、失われたシステム性能を回復するのに最適な対応策を決める為に役立ちます。

このセクションでは、塩の透過と透過水流量に関する問題とその対策について述べます。圧力、温度、濃度、pH、回収率などの原水条件がシステム性能に与える影響については、セクション TMM-230「運転モニタリング」で述べています。

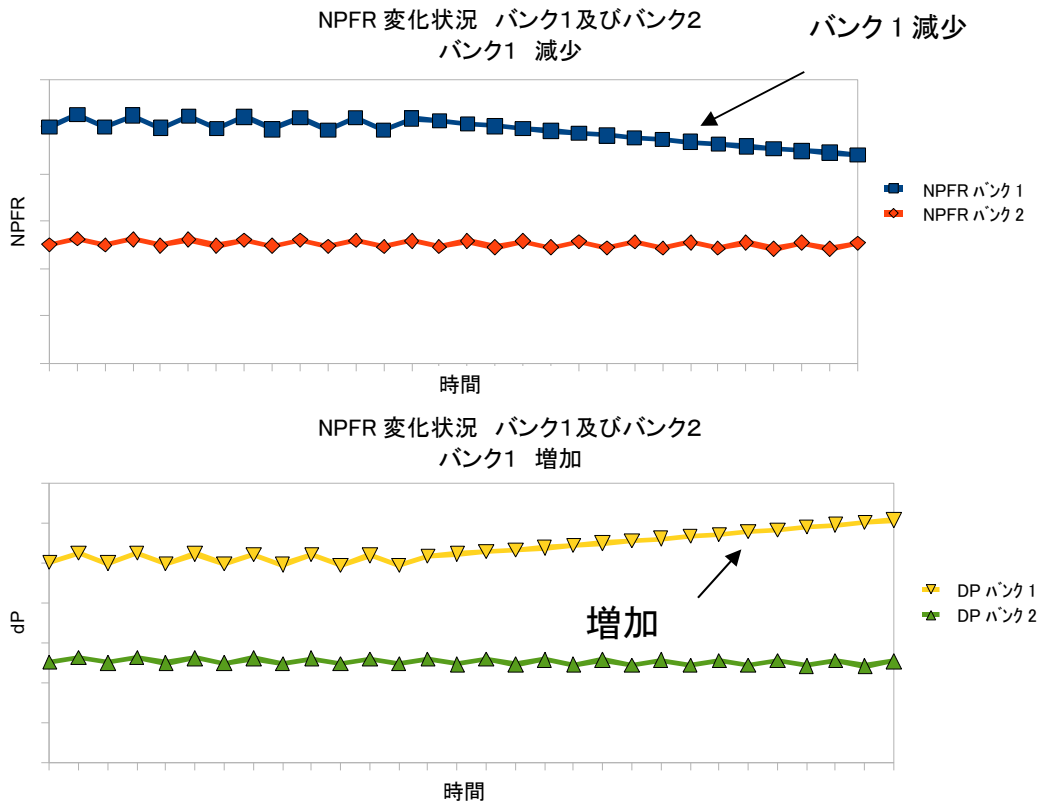
このセクションでは、以下の略を使用しています。

NPFR = 標準化後の透過水量

NSP = 標準化後の塩透過率

DP = 差圧

ケース A: 標準化後の透過水流量(NPFR)減少—第 1 バンク

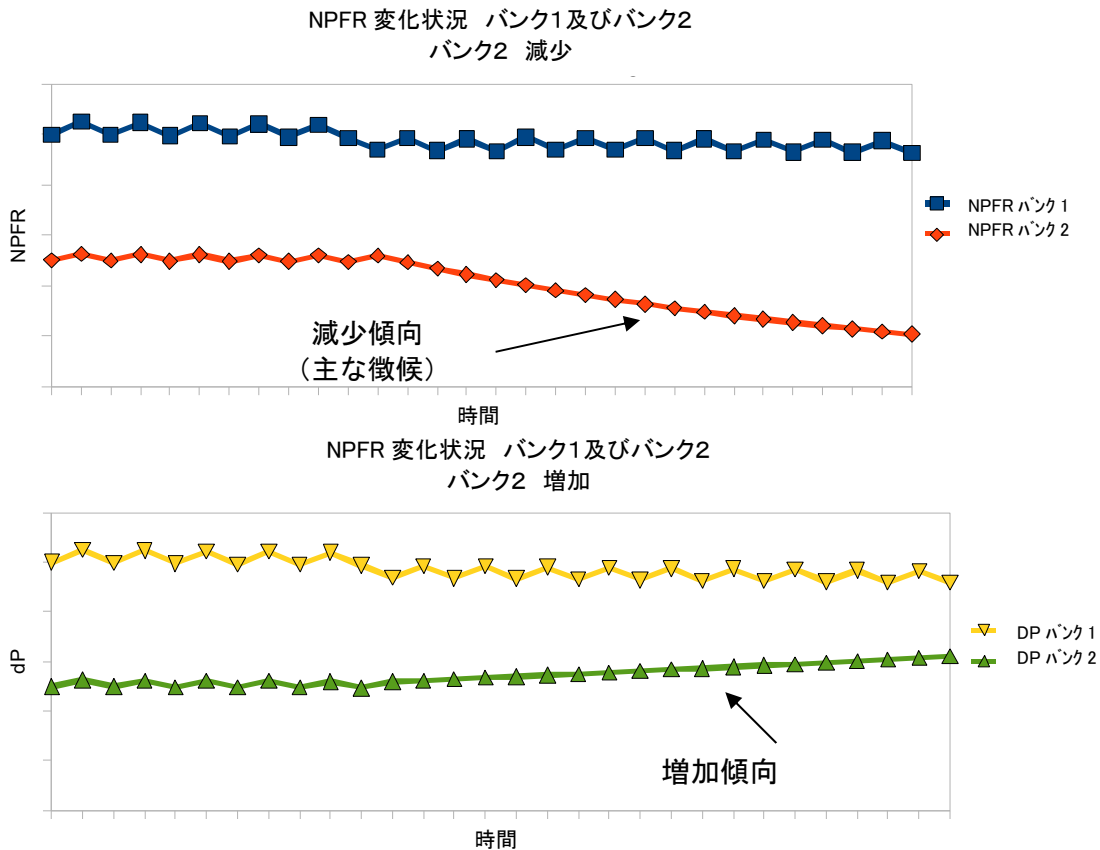


潜在的な原因

対策

- | 潜在的な原因                                | 対策  |
|---------------------------------------|---|
| ● 原水水質の変化                             | 運転パラメータ(回収率、流動)をチェックして下さい。<br>前処理の最適化、前濾過のチェック(必要なすべての調整を行います)。 |
| ● 金属水酸化物、無機コロイド、有機物、または細菌性物質によるファウリング | 前処理の最適化後に、適切な CIP と滅菌またはそのいずれかを行って下さい。                          |
| ● 懸濁粒子によるファウリング                       | 薬品洗浄。<br>前処理の最適化、前濾過装置のチェック。                                    |

ケース B: 標準化後の透過水流量(NPFR)減少—最後のバンク



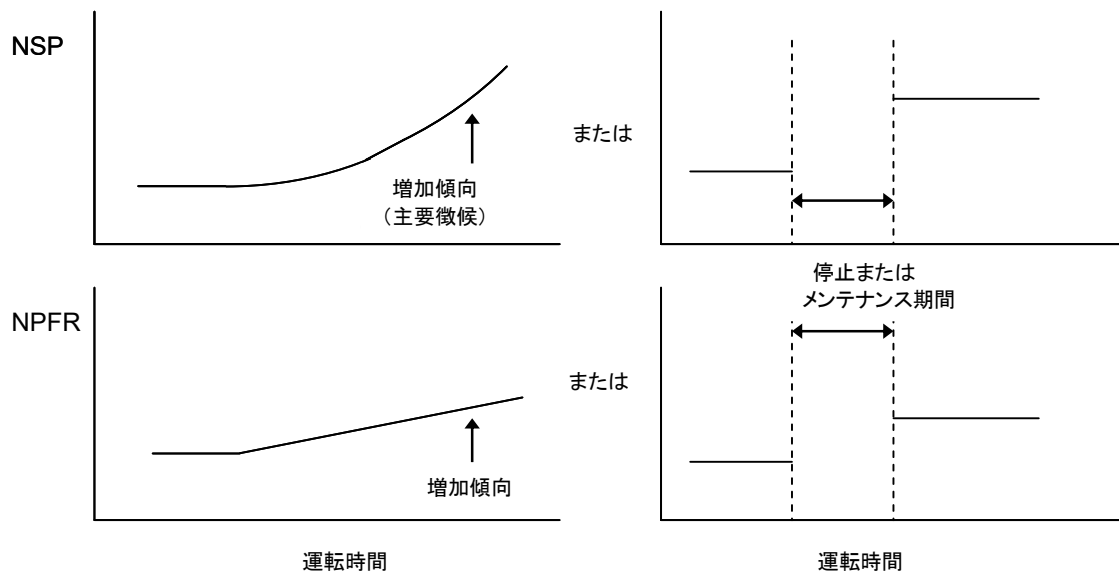
潜在的原因

対策

- | 潜在的原因                                 | 対策  |
|---------------------------------------|---|
| ● 原水水質の変化                             | 運転パラメータ(回収率、流動)をチェックして下さい。前処理、特にスケール防止剤注入システムと注入率を最適化して下さい。 |
| ● バンク2でスケール発生(難溶性塩の沈殿)                | 原水水質分析を変化がないか、スケール防止剤注入システムと防止剤注入率をチェックして下さい。               |
| ● 金属水酸化物、無機コロイド、有機物、または細菌性物質によるファウリング | 前処理を最適化し、ファウラントを分析した後、適切なCIPと滅菌手順またはそのいずれかを行って下さい。          |
| ● 懸濁粒子によるファウリング                       | 沈殿物を分析し、続いて適切な薬品洗浄を行って下さい。                                  |



ケース C: 標準化後の塩透過率(NSP)増加—全容器



潜在的原因

対策

- 膜の酸化剤への暴露による影響、不適合薬品の使用、推奨設計値以外でのシステム運転

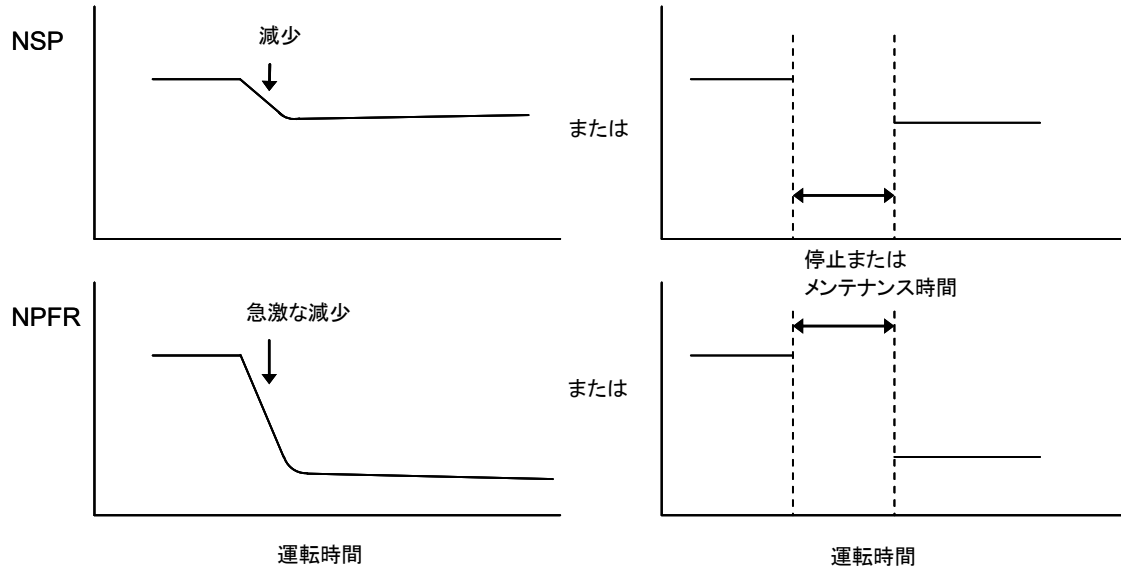
RO エlementと接触する化学薬品をチェック、修正および最適化して、酸化剤除去装置(ある場合)をチェックして下さい。

膜メーカーの推奨に従って運転条件を確認して調整して下さい。
- 難溶性塩の沈殿などの粒子による傷による機械的破損

特に pH 調整およびスケール防止剤の注入率に関して、前処理をチェックして下さい。

原水組成によって決められた限度に注意してシステム回収率を調整して下さい。

ケース D: 標準化後の透過水流量(NPFR)—全バンク同時

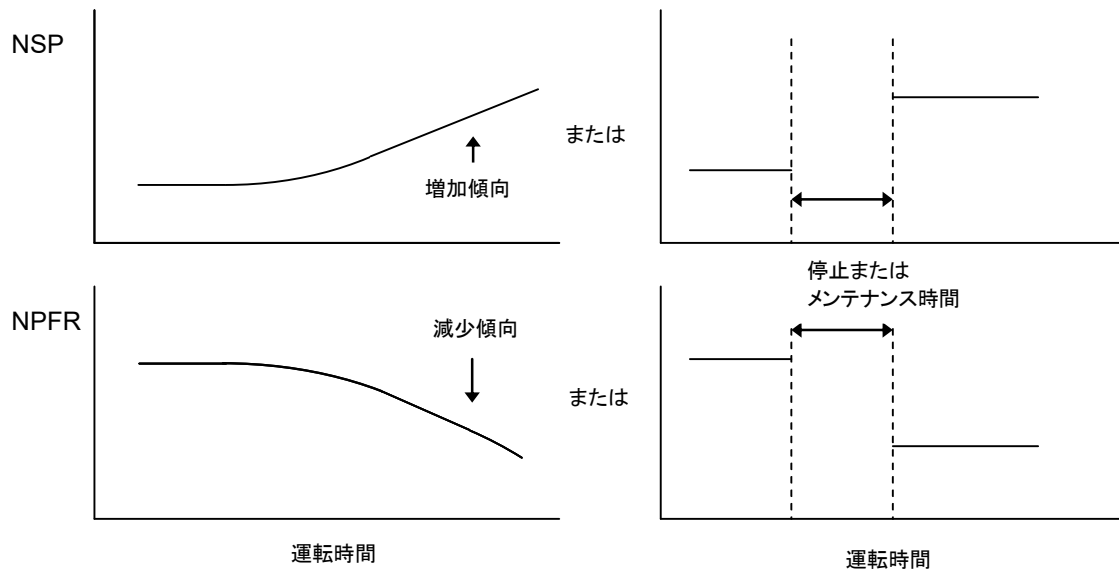


潜在的原因

対策

- 不適合薬品の漏出による破損の初期段階  
膜と接触する化学薬品をチェック、修正および最適化して下さい。  
すべての化学薬品が、装填されている膜と適合していることを確認し、膜メーカーの推奨に従って運転条件を確認して調整して下さい。

ケース E: 標準化後の透過水流量(NPFR)減少—全バンク同時(個々の濃縮水段階ごとに変化)



潜在的原因

対策

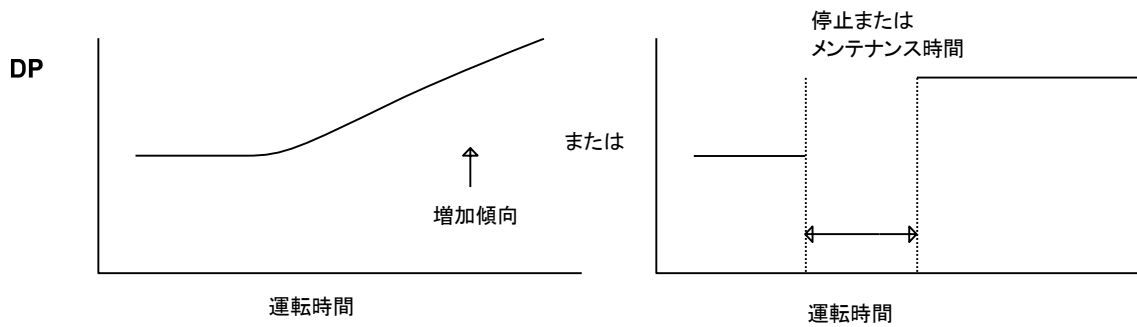
- 過度の濃度分極

推奨ガイドラインに従って、運転条件をチェックし調整し、最低濃縮水流量要件が維持されていることを確認して下さい。システムの回収率をチェックして、システム設計仕様の範囲内であることを確認して下さい(必要に応じて回収率を下げます)。

処理前の薬品注入量と添加量をチェックして下さい。

ブラインシールをチェックし、必要に応じて交換して下さい。

ケース F: 差圧(DP)増加

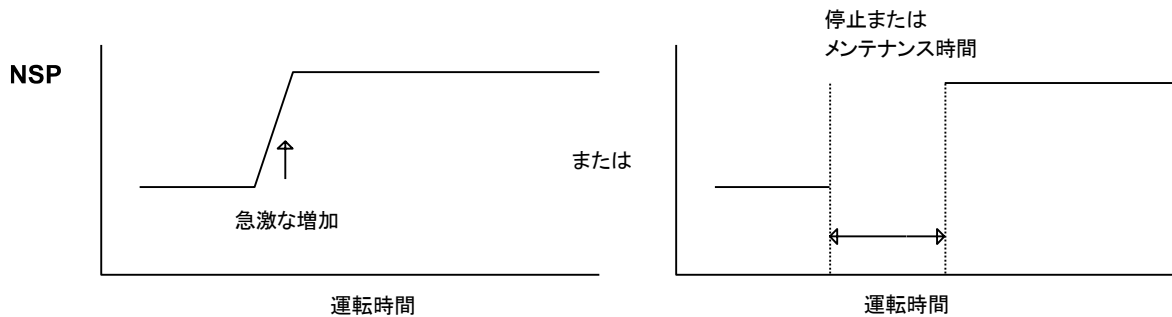


潜在的原因

対策

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 粒状物質または最近の成長による汚染</li> <li>● 過剰な原水流量</li> </ul> | <p>ケース A と B を参照して下さい。</p> <p>前処理のチェックと改善、特に粒子除去とシステムへ供給される炭素 (TOC / DOC 比)</p> <p>推奨事項及び最新のトレンドに準拠しているか原水流量をチェックして下さい。</p> |
|--|---|

ケース G: 標準化後の塩透過率(NSP)増加—個々の容器



潜在的原因

対策

- Oリングシール破損による機械的な漏れ  
過剰な原水流量/差圧  
過剰な透過水の背圧

問題の圧力容器をプロービングすることで、特定の容器内の漏れの位置を検出して下さい。  
特に起動時と停止時には、透過水の背圧(透過水圧力 - 原水/濃縮水の圧力)が常に 0.03 MPa [5 psi]未満であることを確認して下さい。

## 索引

- ASTM D4516 - 42
- BaSO<sub>4</sub> - 60
- CaF<sub>2</sub> - 60
- CaSO<sub>4</sub> - 60
- DBNPA - 78
- DSS (ドデシル硫酸ナトリウム) - 60, 67, 69
- EDTA - 56, 60
- FRP - 8
- HCL - 71, 72, 73
- NaHSO<sub>3</sub> - 24, 80, 81
- NPFR - 86, 87, 88, 89, 90, 91
- NSP - 86, 89, 90, 91, 93
- ORP - 34, 35, 36, 38
- O リング - 6, 7, 8, 14, 15, 18, 19, 23, 76
- pH 調整 - 56, 64, 67, 89
- PVC - 18
- SBS - 20, 37, 47, 48, 49, 81
- SHMP - 60, 71
- SrSO<sub>4</sub> - 60
- TDS - 23, 24, 39
- TOC - 39, 92
- TS タイプ - 79
- 亜硫酸水素ナトリウム (SBS) - 8, 20, 47, 53, 77, 80, 81
- アルカリ溶液 - 60
- アンモニア - 60, 64, 66
- インターコネクター - 7, 8, 11, 14, 18, 19, 76
- ウォーターハンマー - 21, 25, 35, 37
- 運転記録 - 31, 40, 42
- 塩酸 - 60, 71, 72
- 塩素接触 - 47
- 塩透過率 - 34, 36, 38, 45, 47, 54, 55, 86, 89, 93,
- オイル - Oil - 6, 20
- カートリッジフィルター - 20, 40, 61, 63
- 開梱 - 7, 9, 12
- ガイドライン - 20, 33, 40, 46, 53, 55, 58
- 界面活性剤 - 20, 40
- 化学的酸素要求量(COD) - 39
- 化学添加物 - 40
- 攪拌 - 64, 67, 71
- 過酸化水素 - 77, 78
- 活性炭 - 20
- カリウム - 39
- カルシウム - 39
- カルシウムスケール - 55, 56, 60
- 逆止弁 - 26, 46
- 凝集剤 - 20
- 金属水酸化物 - 56, 60, 87, 88
- 空気抜き - 47, 48
- クエン酸 - Citric acid - 56, 60, 64, 65, 66
- グリース - 20
- グリセリン - 6, 8, 11, 13, 14
- 原水 FI(SDI15) - 34, 36, 38
- 原水 ORP - 34, 35, 36, 38
- 原水 pH - 31, 34, 36, 38
- 原水温度 - 31, 34, 36, 38
- 原水電導度 - 34, 36, 38
- 懸濁物質 - 31, 54, 58
- 高アルカリ - 46, 50, 52
- 校正 - 22, 23, 40, 83, 86
- コロイド - 31, 54, 55, 60, 87, 88

差圧 - 21, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 34, 36, 38, 40, 41, 45, 50, 54, 55, 57, 61, 63, 75, 79, 83, 86, 92, 93	透過水アダプター - 6, 7, 14, 15, 16, 19
サイドポート - 18	透過水背圧 - 21, 46
産業廃棄物 - 19	トリポリリン酸ナトリウム - 60
酸性 SHMP - 71	流れ方向矢印 - 8
酸洗浄 - 56	熱殺菌 - 79
酸注入 - 35, 36	粘度 - 13
酸不溶性スケール - 60	バイオフィウリング - 55, 56
試運転 - 20, 21, 22, 23	バクテリア増殖 - 52, 53
シムリング - 15	発砲スチロール - 9, 10
遮断弁 - 21, 46, 47, 48, 51, 59	バリウム - 39
重金属 - 58, 78	標準化プログラム - 32, 42
重炭酸 - 39	付属品 - 7, 11
重量 - Weight - 55	フッ化物 - 39
潤滑剤 - 8, 11, 13, 20	ブラインシール - 7, 8, 11, 12, 13, 14, 18, 23, 91
循環ポンプ - 64	ホウ素 - 39
循環ポンプ - 64, 71	保存液 - 9, 40, 46, 47, 48, 49, 53, 58, 78, 80
食品グレード - 81	ポリオキシエチレンラウリル硫酸ナトリウム (PSLS) - 60
シリアルナンバー - 17	ホルムアルデヒド - 77
水酸化第二鉄 - 56	マグネシウム - 39
水酸化ナトリウム (NaOH) - 46, 50, 52, 56, 60, 64, 70	マンガン - 39, 78
隙間 - 15	無機コロイド - 55, 60, 87
スケール防止剤 - 36, 38, 88, 89	メタ重亜硫酸ナトリウム (SMBS) - 81
ストロンチウム - 39	メンテナンス記録 - 40, 83
生物抑制剤 - 78	メンテナンス項目 - 30, 40
洗浄水 - 47, 48, 50, 51, 64, 65, 67, 69, 71, 73	メンテナンス手順 - 5, 40, 86
洗浄ポンプ - 61, 63, 64	藻類 - 78
総硬度 - 34, 71	薬品注入 - 90
総硬度 - 34, 71	有機ファウリング - 50
装填方向 - 8	有機物 - 55, 56, 60, 87, 88
濁度 - Turbidity (NTU) - 20, 23	遊離塩素 - 34, 36, 38
注入率 - 88, 89	硫化水素 - 39
データ記録シート - 24	リン酸 - 39, 60, 70