

# 沖縄県海水淡水化施設建設誌

美しい海から豊かな水を

平成11年3月



沖縄県企業局



## 序 文



沖縄県海水淡水化センターは、平成9年3月に完成し全量供用開始されて、早くも2年が経過しました。本土復帰から当センターが完成するまでの25年間、給水制限がなかった年はたった12年であり、企業局ではその間およそ千百日余に及ぶ断・減水を実施し、県民は慢性的な水不足に悩まされてきました。当センターが計画通り完成したことは、水道の安定供給が大きく増進し、県民にこの上ない喜びと安堵感を与えるものであります。これも、ひとえに厚生省はじめ沖縄開発庁並びに関係機関のご支援の賜物と深く感謝申し上げます。

沖縄県では、年々増大する水需要に対しまして、新たなダムや河川、地下水等の陸水系水源の開発を鋭意推進して参りましたが、ダム開発などの事業の長期化、建設適地の減少などから水源開発が水需要の伸びに追いつけないこともあり、水不足を早急に解消するには極めて困難な状況にありました。この様な中、逆浸透法による海水淡水化は、近年、その技術が発展・向上し水質及びコスト的にも水道事業に活用できる状況にあることから、水の安定供給を早急に図るべく、多角的水源開発の一環として大規模海水淡水化施設の導入を決定しました。

導入に当たっては、平成2年10月に県内外の学識経験者や行政機関等による「沖縄県海水淡水化施設導入検討委員会」を設置し、約2ヶ年にわたる環境影響調査及び施設導入計画の検討を行いました。その検討結果に基づいて「海水淡水化施設導入に関する基本計画」を策定し、平成4年度に実施設計、平成5年度から建設工事に着手し、平成8年2月に一部供用を開始しながら、平成9年3月に全施設が完成しました。

そこで、当センターの建設は、国内で最大規模の海水淡水化施設の建設工事であり、また、厚生省の水道水源開発等施設整備費国庫補助事業として国内第1号の施設であることから、日本の水道事業にとっても歴史的施設であることに鑑み、この建設事業の記録を「建設誌」として編纂することに致しました。

本書は、構想から10年以上に及ぶ調査検討・設計を経て、企業局が「多角的水源開発」を合言葉に平成5年から4年間にわたり、一丸となって推進してきた建設工事の記録であります。

本施設の調査から建設までを建設誌として発刊することは、企業局にとって最高の参考書となるだけでなく、本県同様、水源に乏しい水道事業体の水源開発の一助となり、また、その導入検討の参考として、本書が多くの皆様に広く活用していただければ幸いに存じます。

平成11年3月

沖縄県公営企業管理者  
企業局長 赤嶺 勇



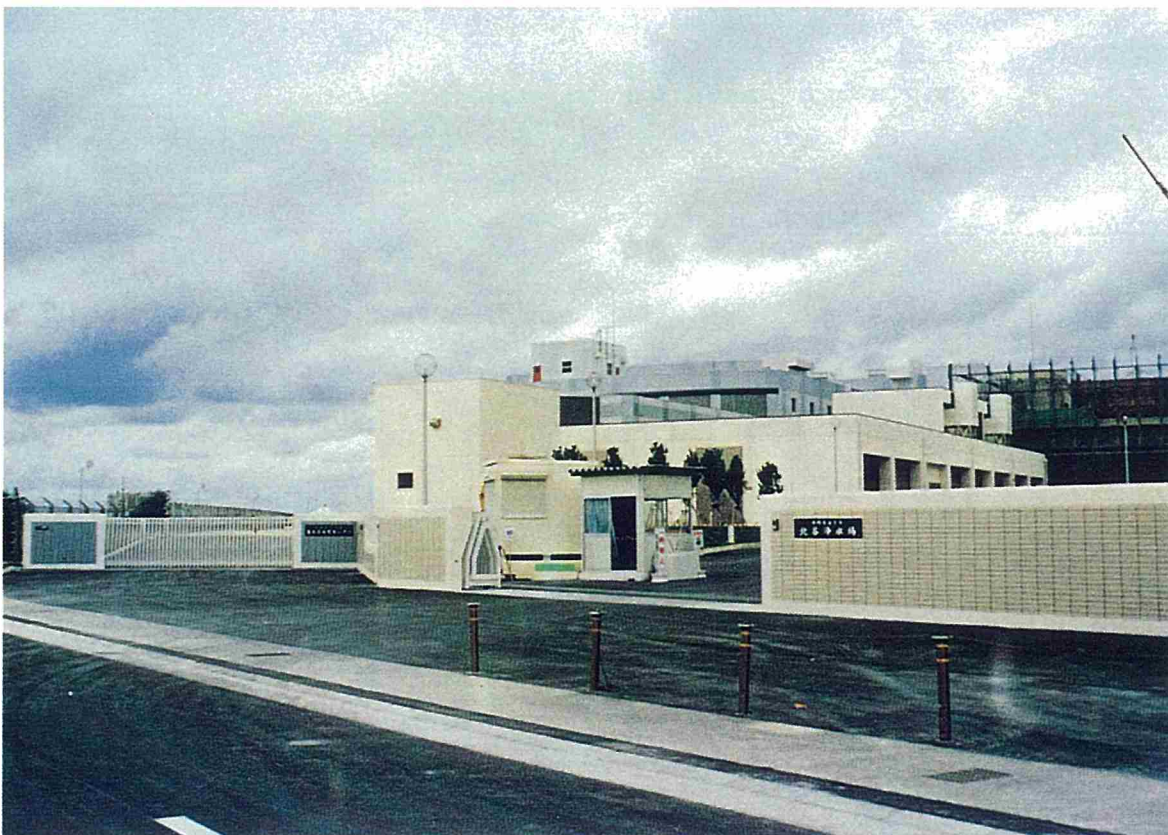




北谷浄水場 全景



正 門



MOF 棟と電気棟





電気棟正面



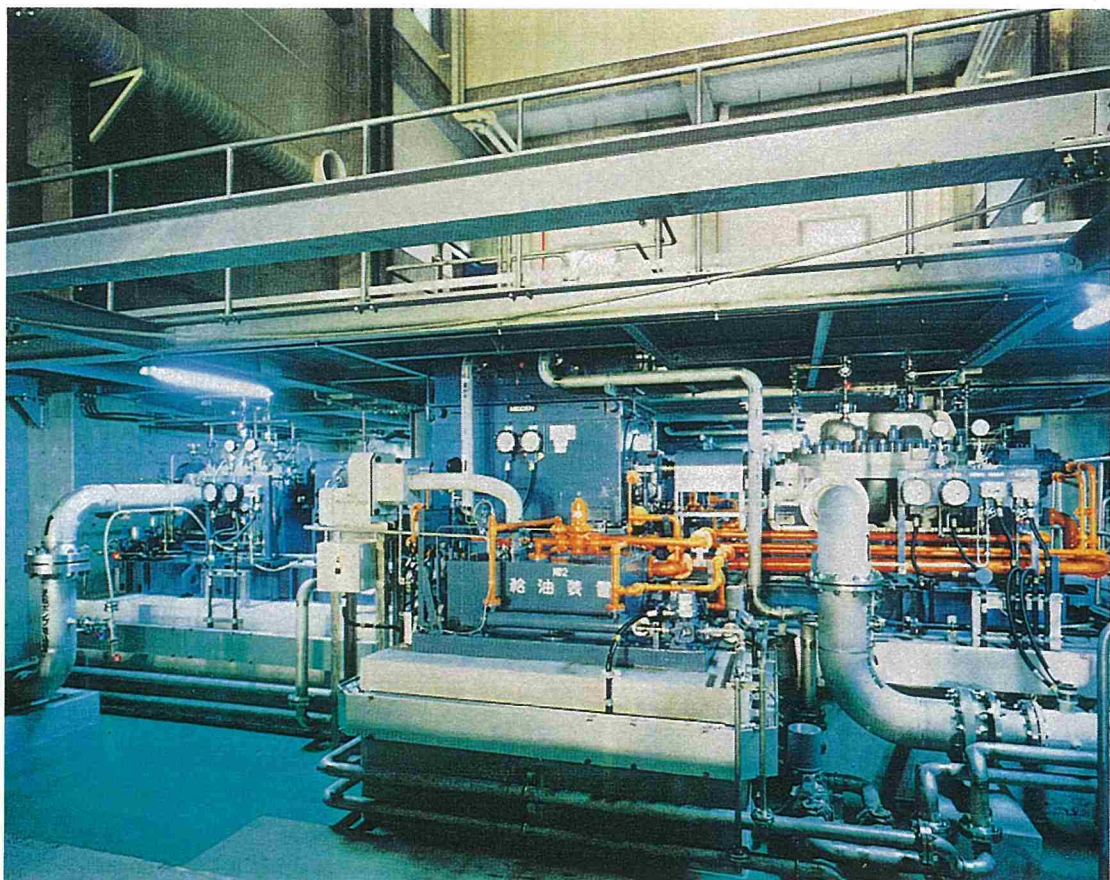
機械棟正面



調整設備



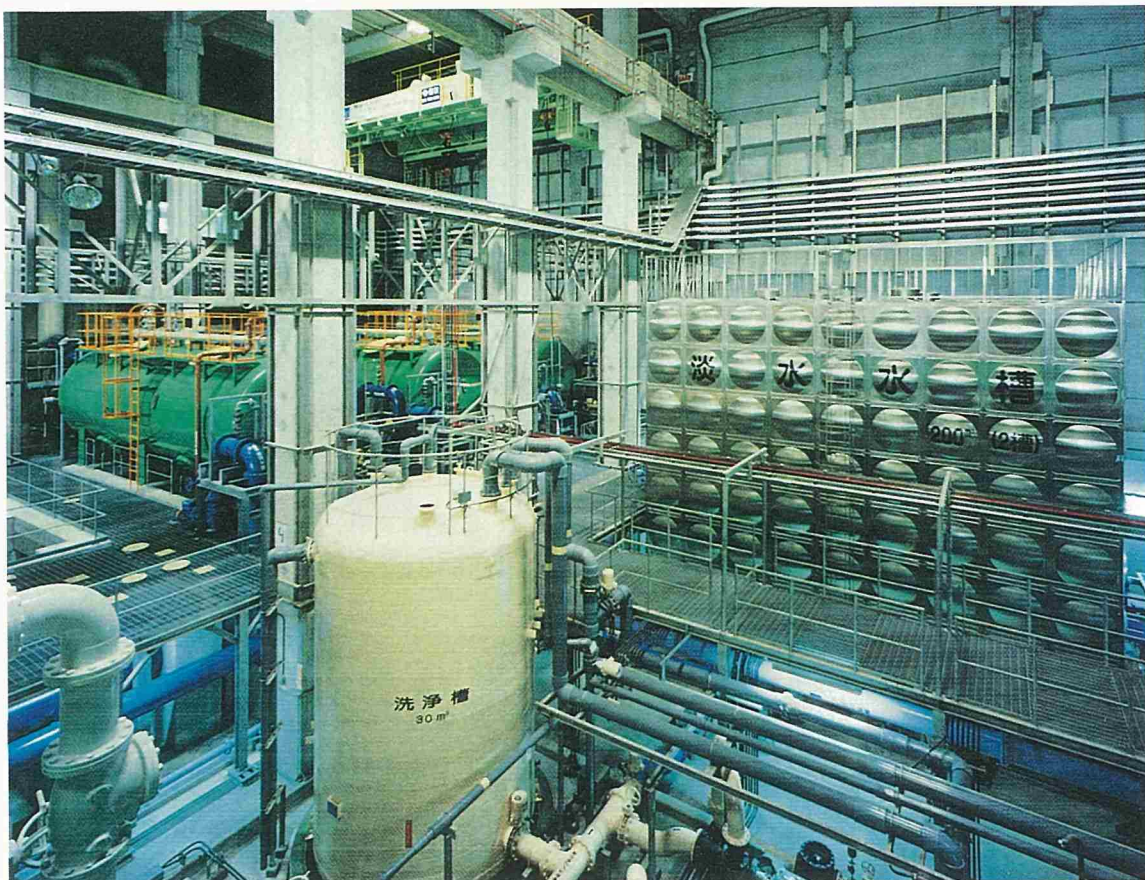
高圧ポンプ及び動力回収タービン



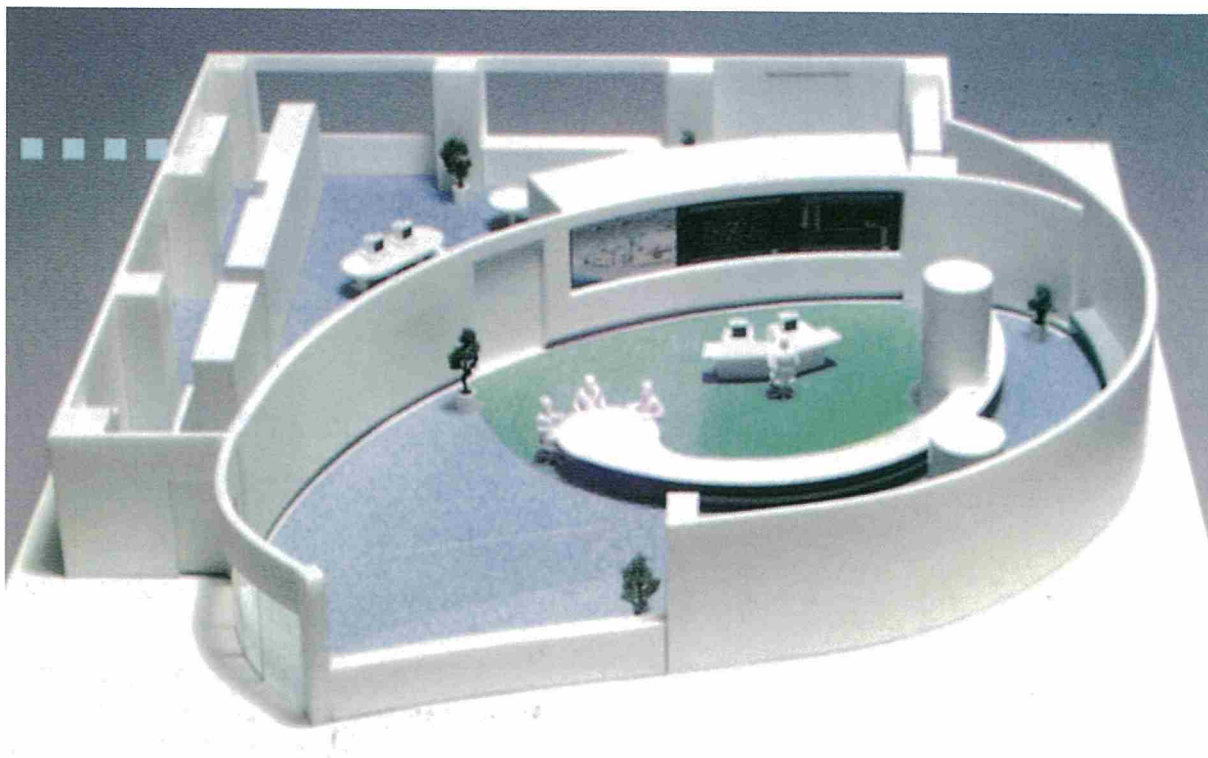
逆浸透設備



淡水水槽



中央監視室模型



中央監視室全景



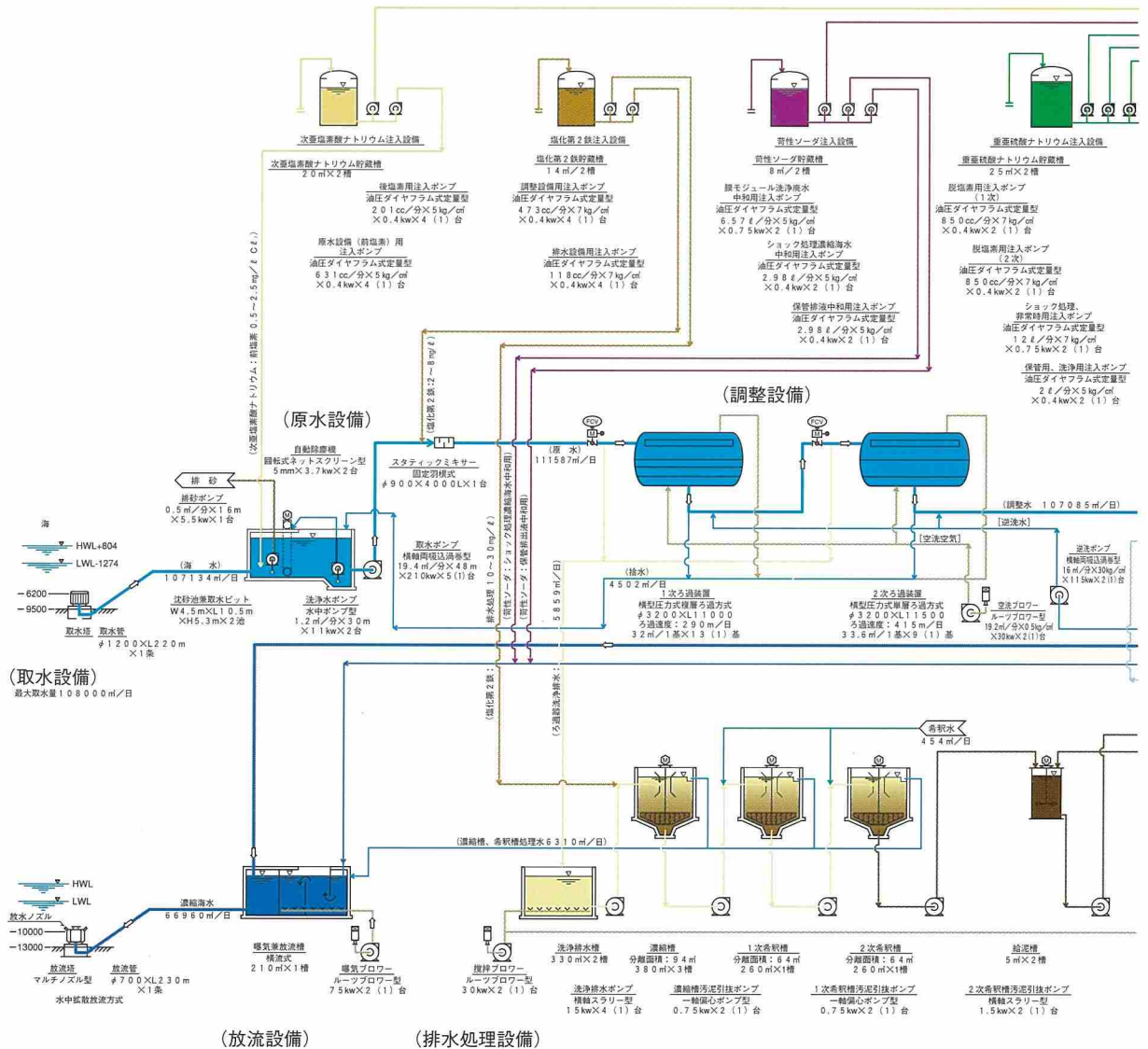
毒物検出装置



スクリーン



# 海水淡水

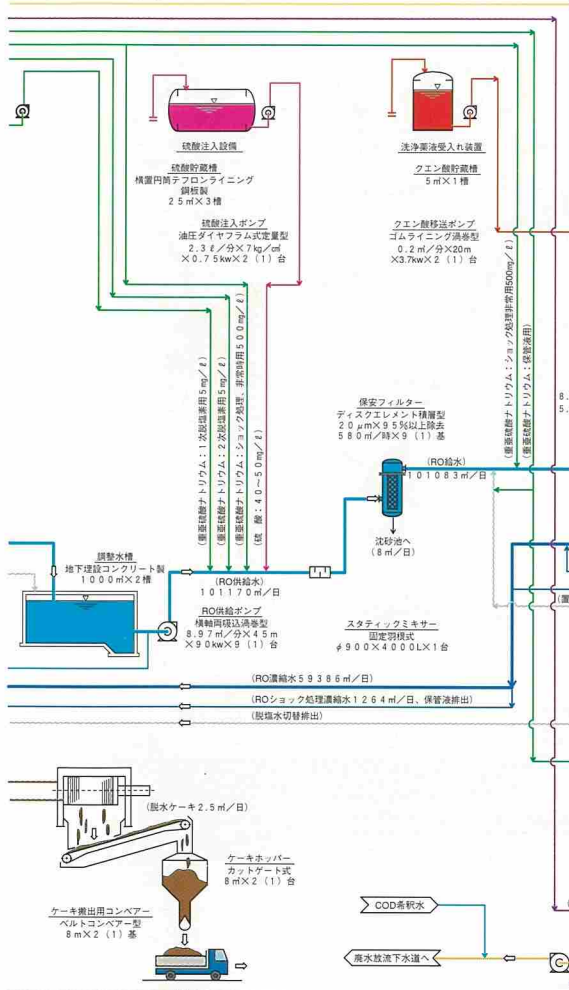


# 化施設フローシート

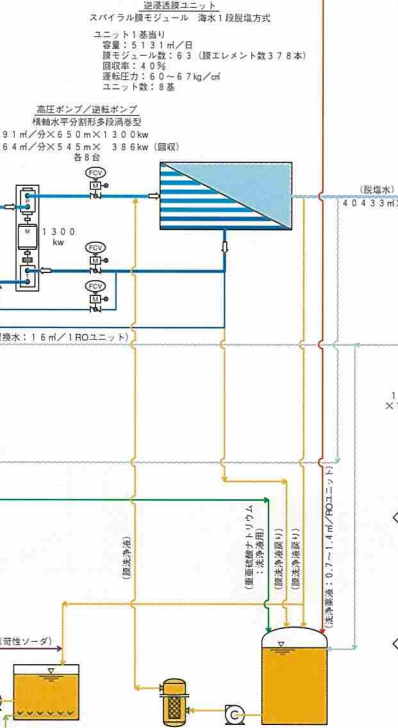
## 【海水淡水化施設概要】

生産水量及び水質	4 0 0 0 0 m <sup>3</sup> /日 × 3 6 0 mg/ℓ TDS以下
取水量及び塩濃度	1 0 8 0 0 0 m <sup>3</sup> /日 × 3 5 0 0 0 mg/ℓ TDS
淡水化方式	逆浸透法
取水方式	海底取水管方式
放流方式	水中拡散放流方式
調整設備	直接凝集2段ろ過方式 (横型圧力式ろ過機)
逆浸透設備	海水1段脱塩式
容量	4 0 4 3 3 m <sup>3</sup> /日
膜ユニット	5 1 3 1 m <sup>2</sup> /日 × 8 基
膜の種類	スパイラル型芳香族ポリアミド複合膜
高圧ポンプ	水平分割多段渦巻ポンプ 1 3 0 0 kw
動力回収装置 (逆転ポンプ)	水平分割多段渦巻ポンプ 3 8 6 kw
排水処理設備	沈でん分離放流方式
脱水設備	加圧脱水処理方式
(敷地面積)	約 1 2 0 0 0 m <sup>2</sup>
建屋	RC及びPC造り、延床面積約 1 7 6 0 0 m <sup>2</sup>

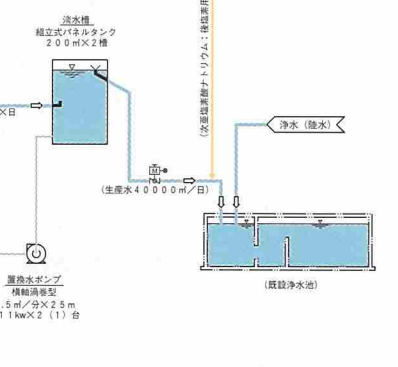
(薬品注入設備)



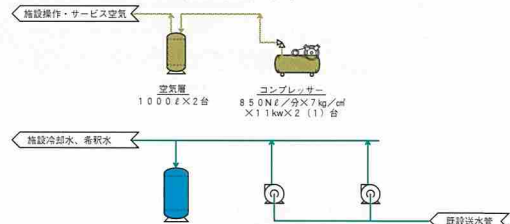
(逆浸透設備)



(淡水設備)



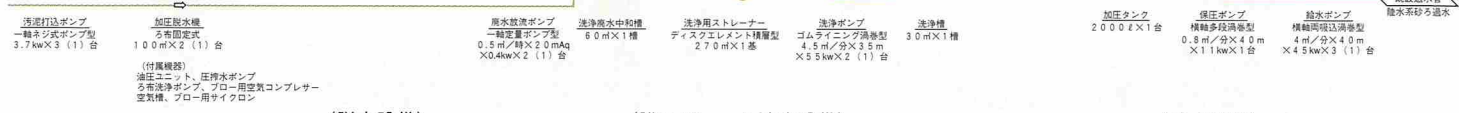
(空気源設備)



(脱水設備)

(膜モジュール洗浄設備)

(給水設備)

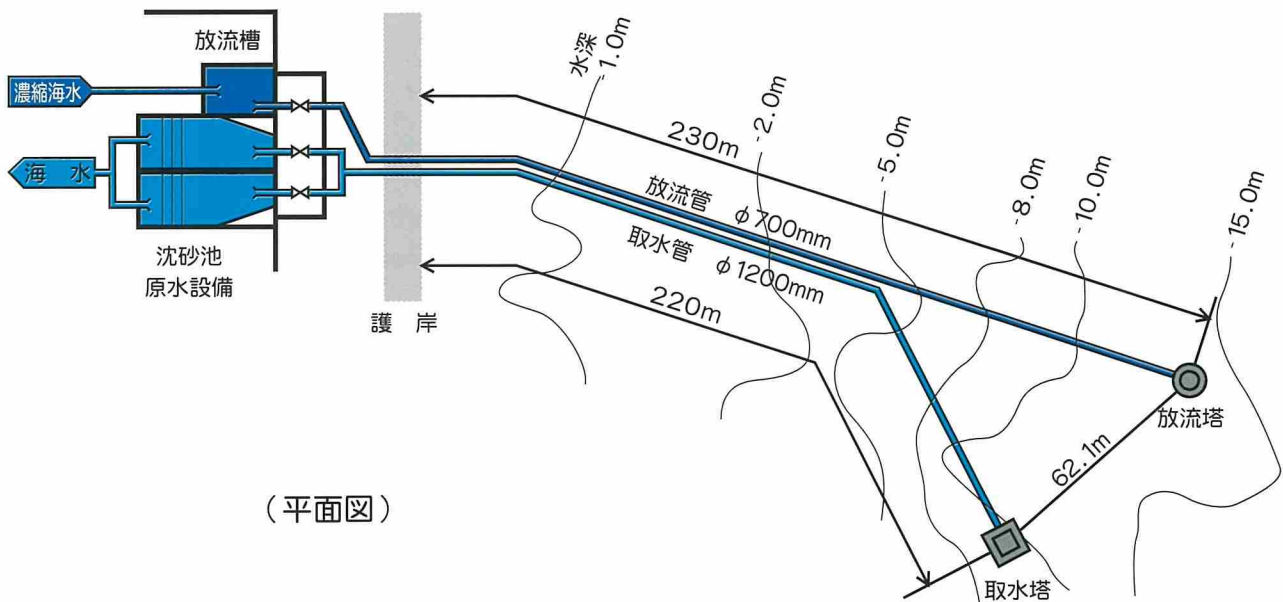


# 取水・放流設備

取水設備：海水中に取水塔を設置し、取水管を経て沈砂池へ導水するものです。

放流設備：逆浸透設備からの濃縮海水等を放流槽で曝気およびPH調整を行い、自然流下によりマルチノズル式の放流塔から、海水中へ拡散放流するものです。

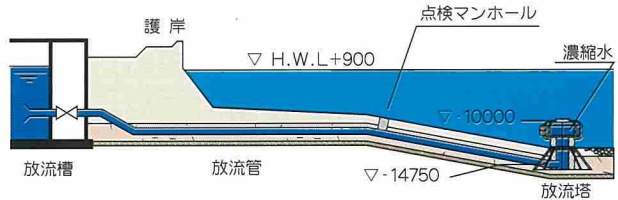
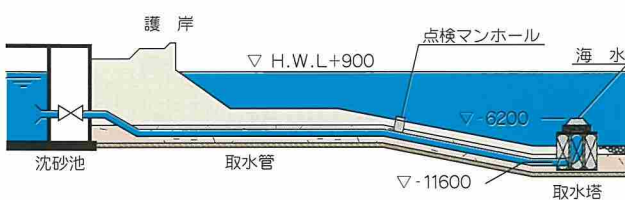
取水放流設備概要図



(平面図)

(取水断面図)

(放流断面図)



## 取水諸元

取水量 108,000 m<sup>3</sup>/日  
 取水方式 海底取水管方式  
 取水管径・延長 φ 1,200mm L 220m  
 取水先端 バースクリーン

## 放流諸元

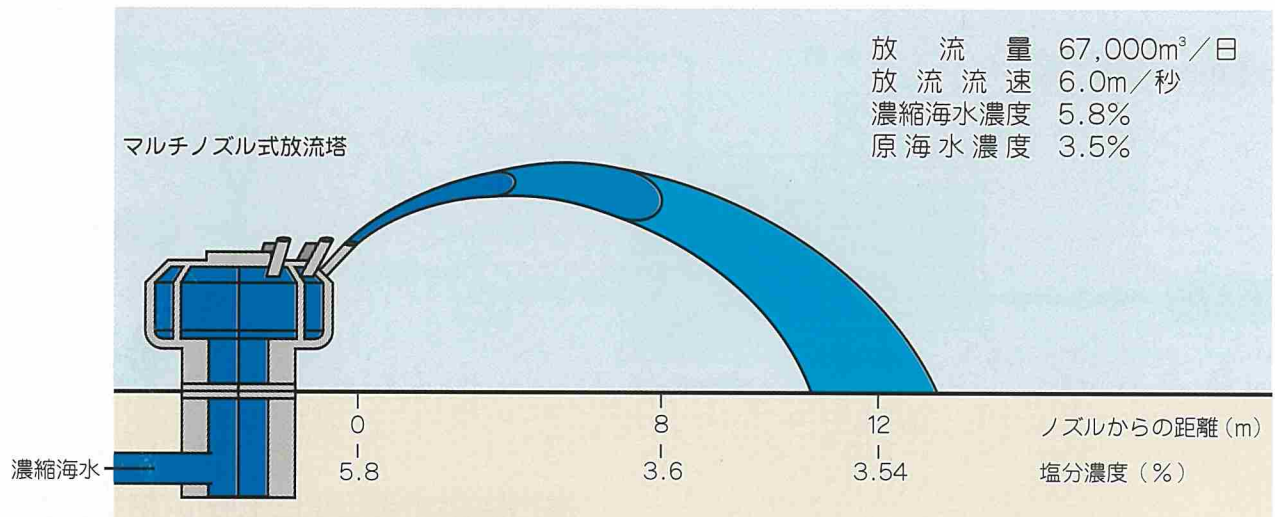
放流量 67,000 m<sup>3</sup>/日  
 放流方式 水中放流方式  
 取水管径・延長 φ 700mm L 230m  
 放流先端 マルチノズル  
 (φ100×16コ)



# 濃縮海水の拡散放流

逆浸透設備から排出される濃縮海水の濃度は約5.8%（海水の約1.7倍）です。放流塔のマルチノズルから海中へ噴射放流により狭い範囲で急速にほぼ海水と同濃度に拡散希釈されます。

拡散放流の説明図



放流ノズルから12mの距離で濃度3.54%（海水3.5%）に希釈します。



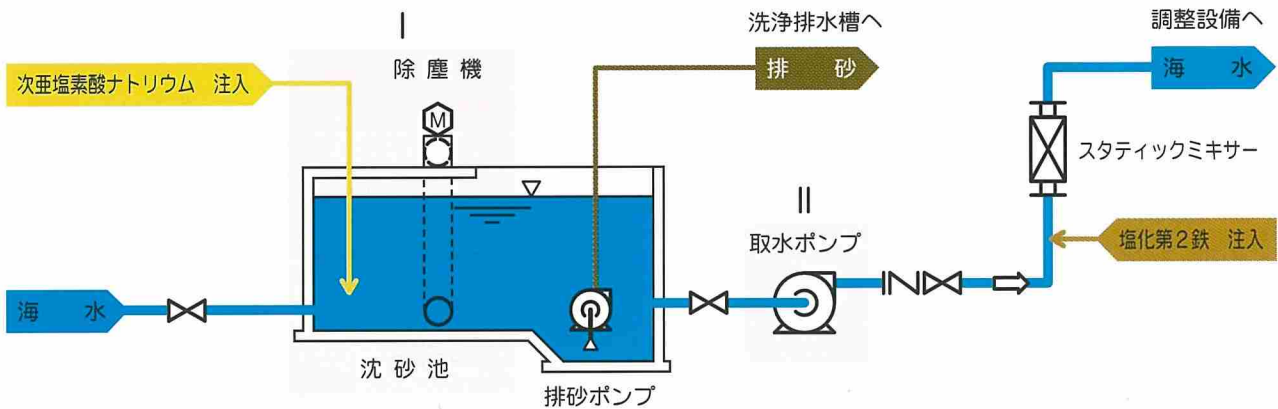
放流塔

# 原水設備

取水設備から沈砂池へ流入した海水は、除塵機で海水中に浮遊するゴミ等を除去した後、取水ポンプで調整設備のろ過機へ供給されます。

また、沈砂池に堆積した砂は、排砂ポンプで洗浄排水槽へ排出されます。

原水設備フローシート



## 設備諸元

### 1. 除塵機

型式：回転式ネットスクリーン  
仕様：2.0 ton/時  
動力：3.7kw

### 2. 取水ポンプ

型式：横軸両吸込渦巻ポンプ  
仕様： $\phi 350\text{mm} \times \phi 250\text{mm}$   
 $\times 19.4\text{m}^3/\text{分} \times 48\text{m}$   
動力：210kw



I. 除塵機



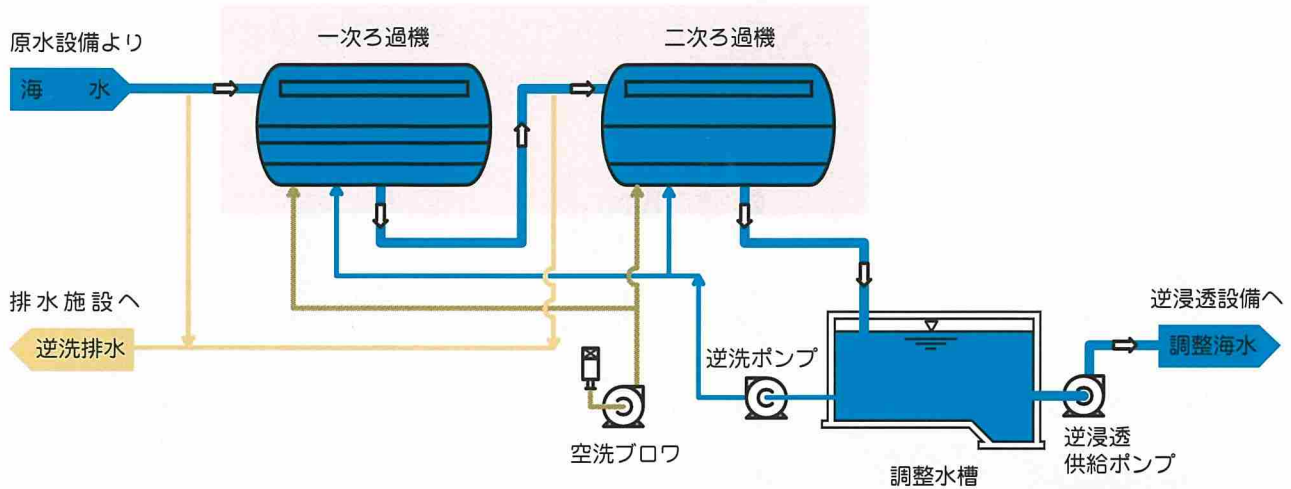
II. 取水ポンプ

# 調整設備

調整設備は、逆浸透膜の目詰まりを防止するために、原海水中に含まれる濁質をろ過する装置で、一次ろ過機で構成されています。

なお、ろ過された水は調整水槽に貯留されます。

調整設備フローシート



## 設備諸元

調整処理水量 111587m<sup>3</sup>/日  
調整処理水質 SDI 3.0以下  
調整水槽 1,000m<sup>3</sup>×2槽(海水)

### 一次ろ過機

型式：横型圧力式ろ過機（複層ろ過方式）  
寸法：φ3,200mm×L11,000mm  
ろ材及びろ層厚：アンフラサイト 400mm、  
砂 400mm、砂利 200mm  
ろ過速度：290m/日  
基数：13基（内1基予備）

### 二次ろ過機

型式：横型圧力式ろ過機（単層ろ過方式）  
寸法：φ3,200mm×L11,500mm  
ろ材及びろ層厚：砂 700mm、砂利 200mm  
ろ過速度：415m/日  
基数：9基（内1基予備）

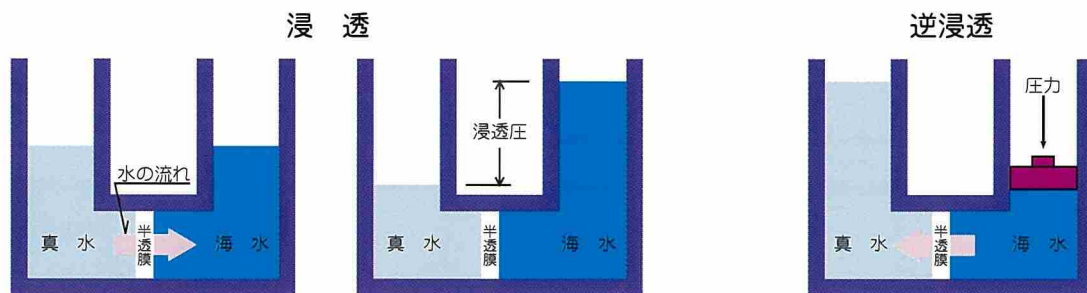


1次・2次ろ過機

# 逆浸透とは

水を通し塩分を通さない膜（半透膜）で仕切られた容器の一方に海水、他方に真水を入れると、同じ濃度になろうとして真水が半透膜を通過して海水側に移動します。この現象を浸透と言います。真水の移動により海水の水面がある一定のところまで上がります。この水面差を浸透圧と言います。塩分濃度3.5%の海水では約2.5MPa（25kg/cm<sup>2</sup>）です。

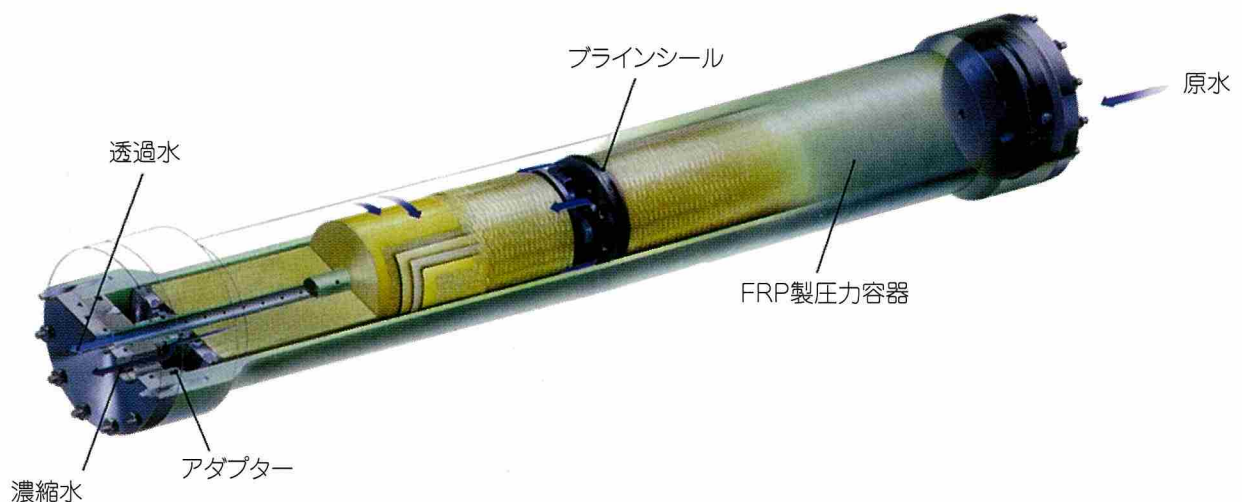
反対に海水側に浸透圧より大きい圧力を加えると海水側より半透膜を通過して真水が押し出されます。この現象を逆浸透と言います。



# 逆浸透膜モジュールとは

海水の塩分の99%以上除去する半透膜と流路材、スペーサ等を組み合わせ渦巻状に巻いた膜エレメントを圧力容器内に6本充填し、1組の逆浸透膜モジュールを構成します。

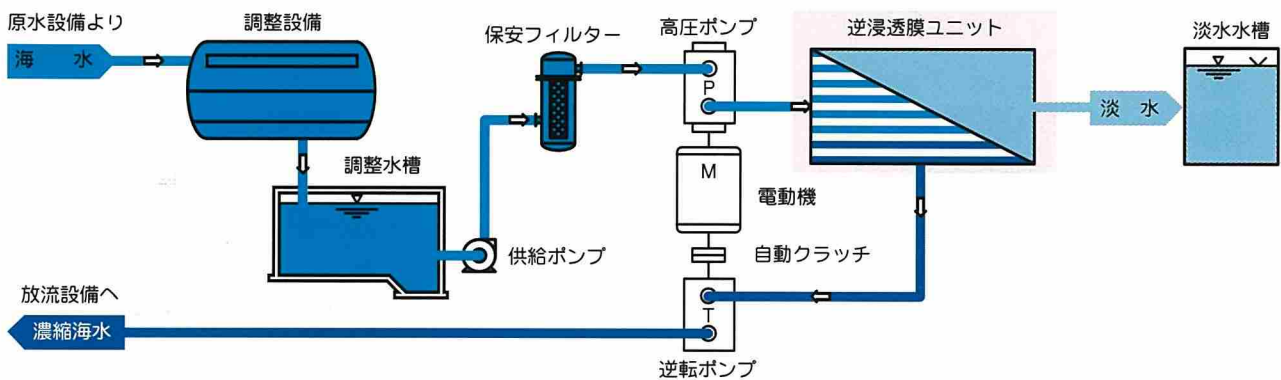
容器の1端より海水が入り他端より透過水（真水）と残りの濃縮海水が取り出されます。1本の逆浸透膜モジュールで海水より1日80m<sup>3</sup>約200人分の真水を生産します。



# 逆浸透設備（逆浸透膜ユニット）

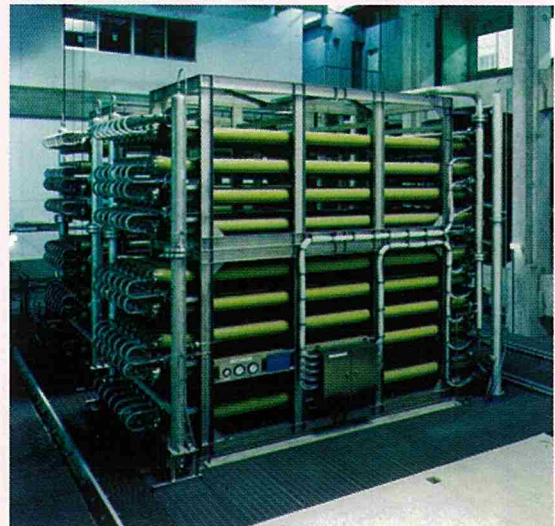
調整設備でろ過処理された水を、高圧ポンプで逆浸透膜に加圧することにより塩分等を取り除き、約40%の真水を生産する設備である。また、残り約60%の濃縮海水は、逆転ポンプに送られエネルギーを回収したのち放流されます。

逆浸透設備フローシート（逆浸透膜ユニット）



## 設備諸元

淡水化方式	逆浸透法
生産水量	約5,000m <sup>3</sup> /日・ユニット×8ユニット 合計 約40,000m <sup>3</sup> /日
生産水水質	水道水質基準
膜の種類	架橋芳香族ポリアミド系複合膜
膜エレメント	スパイラル型 8インチ径 378本/ユニット
運転操作圧力	6~6.5MPa (60~65kg/cm <sup>2</sup> )
回収率	40%



逆浸透膜ユニット

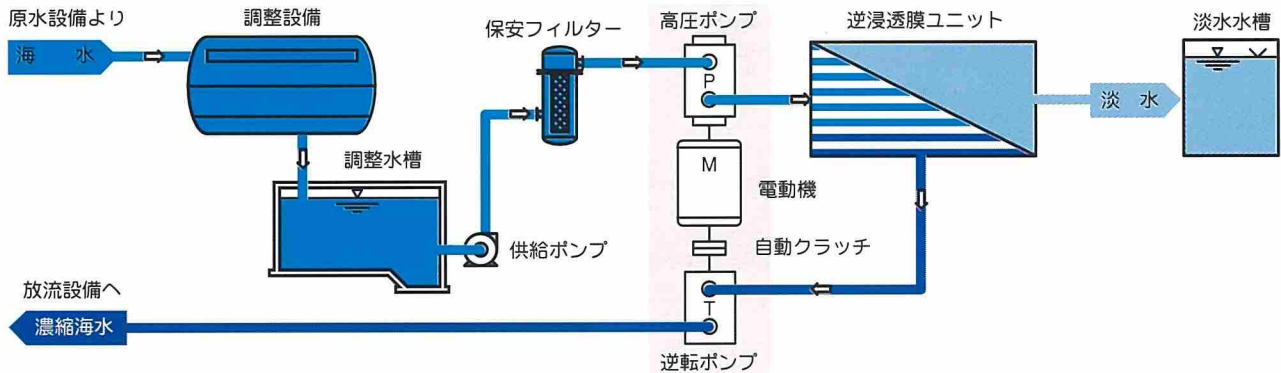
# 高圧ポンプ・逆転ポンプ設備

逆浸透法による海水淡水化施設においては、供給海水を加圧して、逆浸透膜へ給水することにより淡水が得られます。その加圧を高圧ポンプで行っています。逆浸透膜により脱塩された淡水を得る一方、塩分濃度が高くなった海水が出てきますが、この濃縮海水は、逆浸透膜を透過してないため高圧を保っています。

この高圧濃縮海水を、高圧ポンプ駆動用軸電動機と直結したタービンへ送り動力回収に利用し、運転コストの低減を計っています。

このタービンは高圧ポンプと同じ型式のポンプの逆流・逆転特性を利用したもので、逆転ポンプと呼んでいます。

逆浸透設備フローシート（高圧ポンプ・逆転ポンプ）



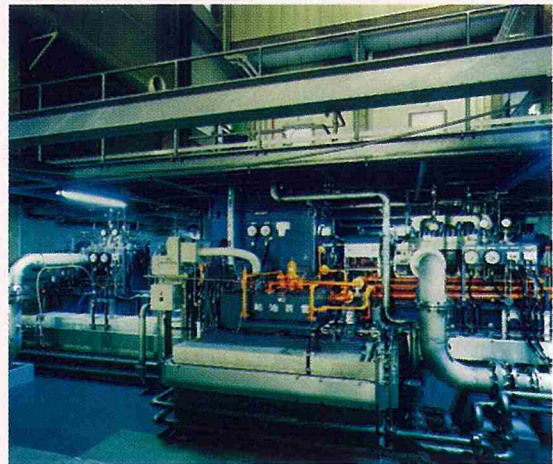
## 設備諸元

### 1. 高圧ポンプ

型式：電動機直結横軸水平分割形多段渦巻ポンプ（3段）  
台数：8台  
機名：250×200SPD3M  
口径：吸込口250mm 吐出口200mm  
仕様：8.91m<sup>3</sup>/分×650m×1300kw×3580rpm

### 2. 逆転ポンプ

型式：電動機直結横軸水平分割形多段渦巻ポンプ（3段）  
台数：8台  
機名：150SPD3  
口径：吸込口150mm 吐出口150mm  
仕様：5.64m<sup>3</sup>/分×545m×約386kw（回収動力）  
×3580rpm

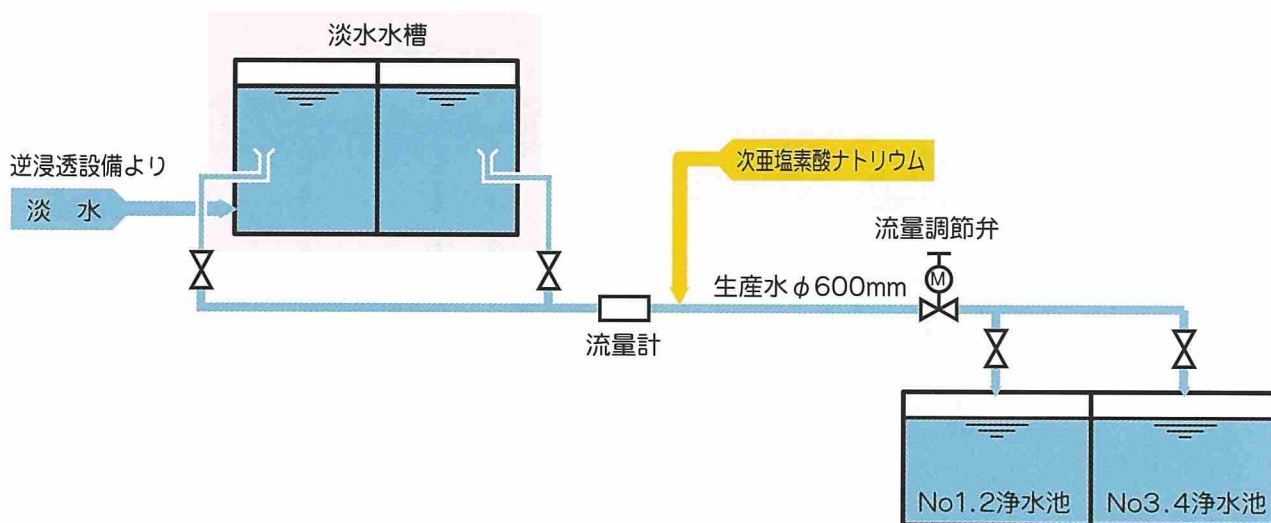


高圧ポンプ

# 淡水設備

本設備は、逆浸透設備で生産された水を淡水水槽に貯留し、既設の浄水池へ送るものです。

淡水設備フローシート

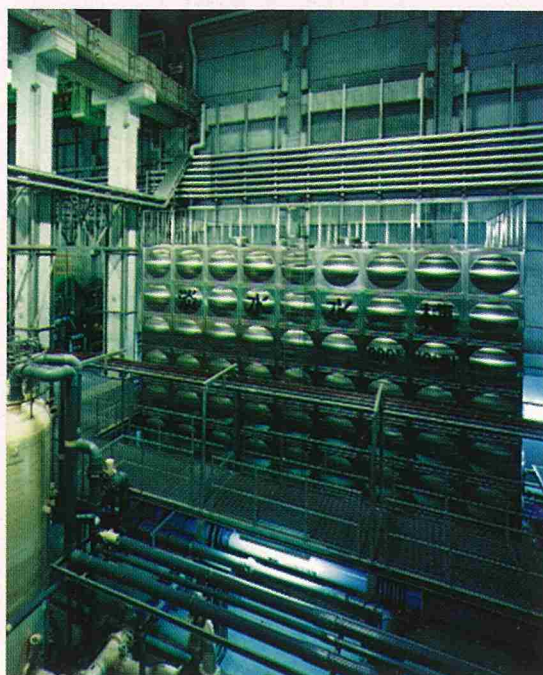


## 設備諸元

淡水水槽有効容量 200m<sup>3</sup>×2槽

寸法 W8.0m×L9.0m×H7.0m

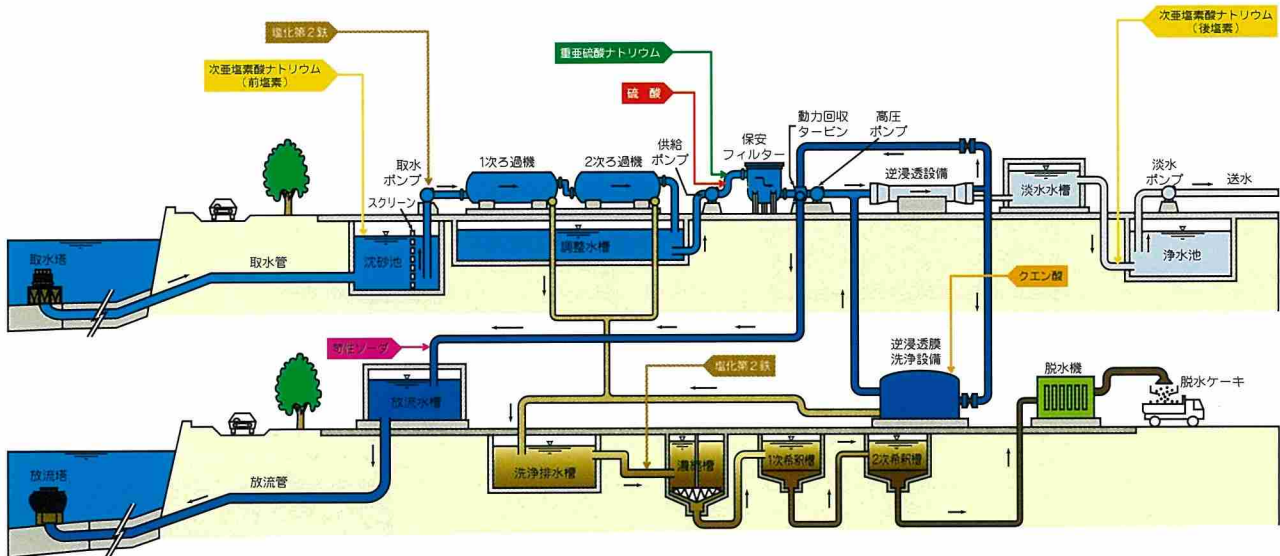
有効水深 5.6m



淡水水槽

# 薬注設備 (1)

本設備は、海水淡水化に必要な薬品（凝集剤、滅菌剤、調整剤、洗浄剤等）を各設備に注入するものです。



- 次亜塩素酸ナトリウムは取海水の殺菌（前塩素）、生産水の滅菌消毒（後塩素）に注入します。
- 塩化第2鉄は取海水の清澄処理用凝集剤、排水の除濁処理用凝集剤として注入します。
- 苛性ソーダーは濃縮海水、膜洗浄廃水等の中和処理に注入します。

## 次亜塩素酸ナトリウム注入設備諸元

### 使用薬品

有効塩素10%溶液 次亜塩素酸ナトリウム

### 次亜塩素酸ナトリウム貯蔵槽

20m<sup>3</sup>×2槽

### 注入ポンプ

型式 油圧ダイヤフラム式定量ポンプ

仕様 原水設備（前塩素）用

0.631ℓ / 分×5kg/cm<sup>2</sup>  
×0.4kw×4台

### 後塩素用

0.201ℓ / 分×5kg/cm<sup>2</sup>  
×0.4kw×4台

## 塩化第2鉄注入設備諸元

### 使用薬品

38%溶液 塩化第2鉄

### 塩化第2鉄貯蔵槽

14m<sup>3</sup>×2槽

### 注入ポンプ

型式 油圧ダイヤフラム式定量ポンプ

仕様 調整設備用

0.473ℓ / 分×7kg/cm<sup>2</sup>  
×0.4kw×4台

### 排水設備用

0.114ℓ / 分×7kg/cm<sup>2</sup>  
×0.4kw×4台

## 苛性ソーダ注入設備諸元

### 使用薬品

45%溶液 苛性ソーダ

### 苛性ソーダ貯蔵槽

8m<sup>3</sup>×2槽

### 注入ポンプ

型式 油圧ダイヤフラム式定量ポンプ

仕様 逆浸透膜モジュールショック処理  
濃縮海水中和用

2.98ℓ / 分×5kg/cm<sup>2</sup>  
×0.4kw×2台

### 逆浸透膜モジュール保管排液中和用

2.98ℓ / 分×5kg/cm<sup>2</sup>  
×0.4kw×2台

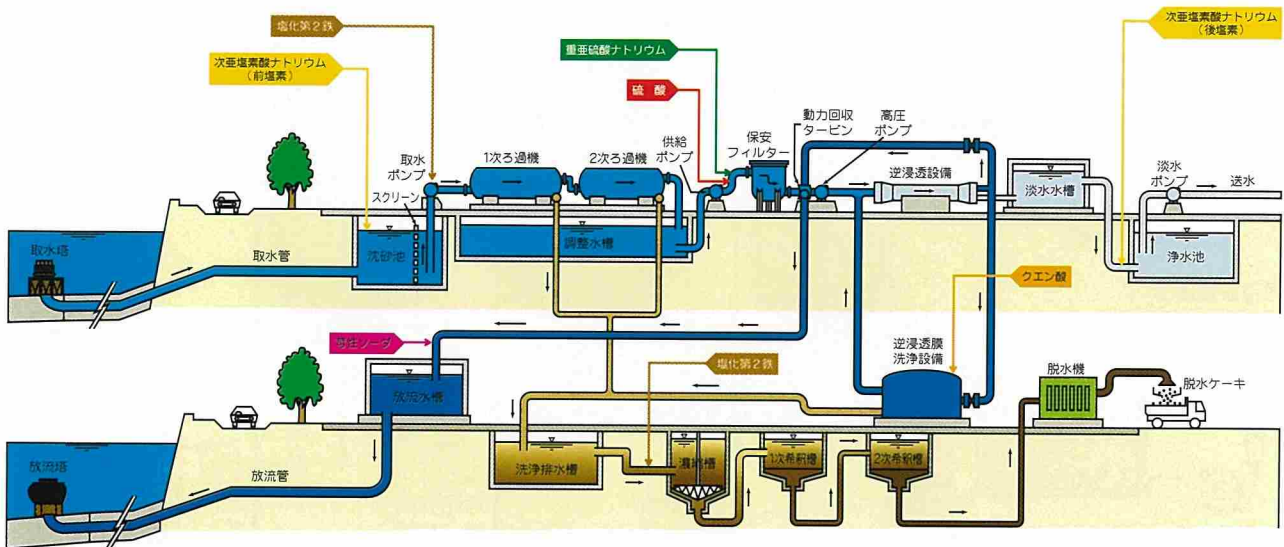
### 逆浸透膜モジュール洗浄廃水中和用

6.57ℓ / 分×5kg/cm<sup>2</sup>  
×0.75kw×2台



## 薬注設備 (2)

本設備は、海水淡水化に必要な薬品（凝集剤、滅菌剤、調整剤、洗浄剤等）を各設備に注入するものです。



- 硫酸は逆浸透膜にスケールが付かないよう供給海水に注入し、PHを調整します。
- 重亜硫酸ナトリウムは逆浸透膜の安定な性能を維持するため供給海水に注入します。
- クエン酸は逆浸透膜の洗浄剤として使用します。

### 硫酸注入設備諸元

#### 使用薬品

98%溶液 硫酸

#### 硫酸貯蔵槽

25m<sup>3</sup>×3槽

#### 注入ポンプ

型式 油圧ダイヤフラム式定量ポンプ

仕様 2.3ℓ/分×7kg/cm<sup>2</sup>  
×0.75kw

数量 2台

### 重亜硫酸ナトリウム注入設備諸元

#### 使用薬品

35%溶液 重亜硫酸ナトリウム

#### 重亜硫酸ナトリウム貯蔵槽

25m<sup>3</sup>×2槽

#### 注入ポンプ

型式 油圧ダイヤフラム式定量ポンプ

仕様 脱塩素用（1次）  
0.85ℓ/分×7kg/cm<sup>2</sup>  
×0.4kw×2台

脱塩素用（2次）

0.85ℓ/分×7kg/cm<sup>2</sup>  
×0.4kw×2台

ショック処理、非常時用

12ℓ/分×7kg/cm<sup>2</sup>×0.75kw×2台

保管液、洗浄用

2ℓ/分×5kg/cm<sup>2</sup>×0.4kw×2台

### クエン酸供給設備諸元

#### 使用薬品

30%溶液 クエン酸調合液

#### クエン酸貯蔵槽

5m<sup>3</sup>×1槽

#### 移送ポンプ

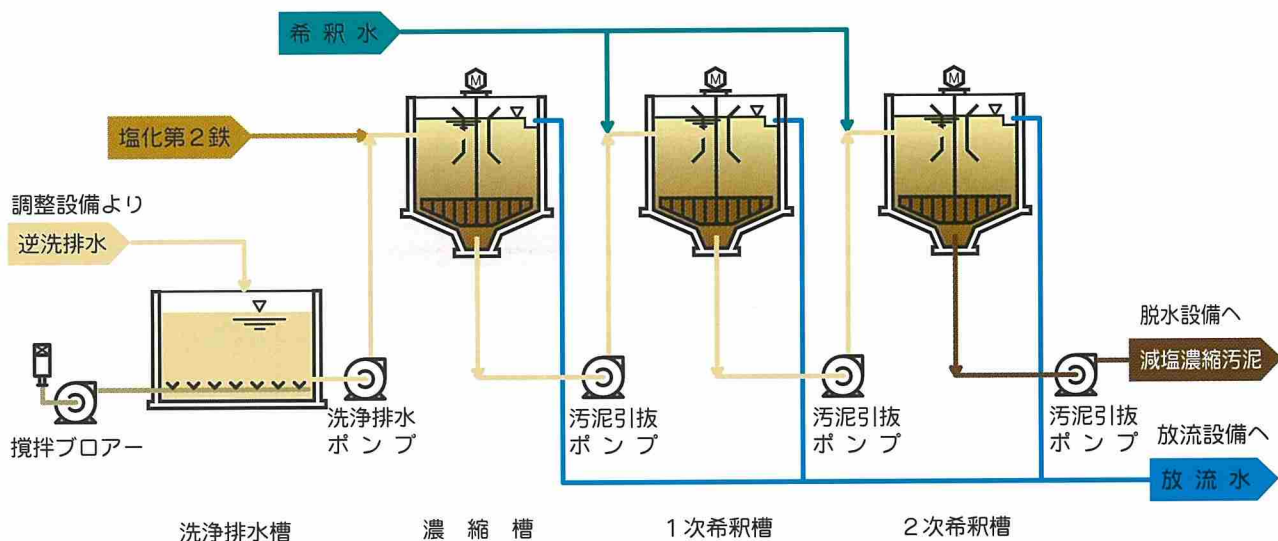
型式 ゴムライニング渦巻ポンプ

仕様 0.2m<sup>3</sup>/分×20m  
×3.7kw×2台

# 排水処理設備

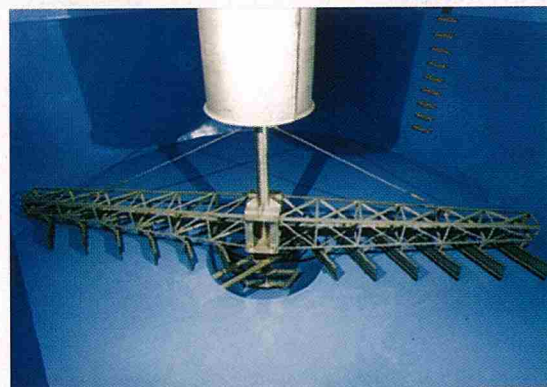
本設備は、ろ過機の洗浄排水を受け、濃縮槽により汚泥を沈降させ、さらに希釈槽にて塩分の低減化を図るものです。

排水処理設備フローシート



## 設備諸元

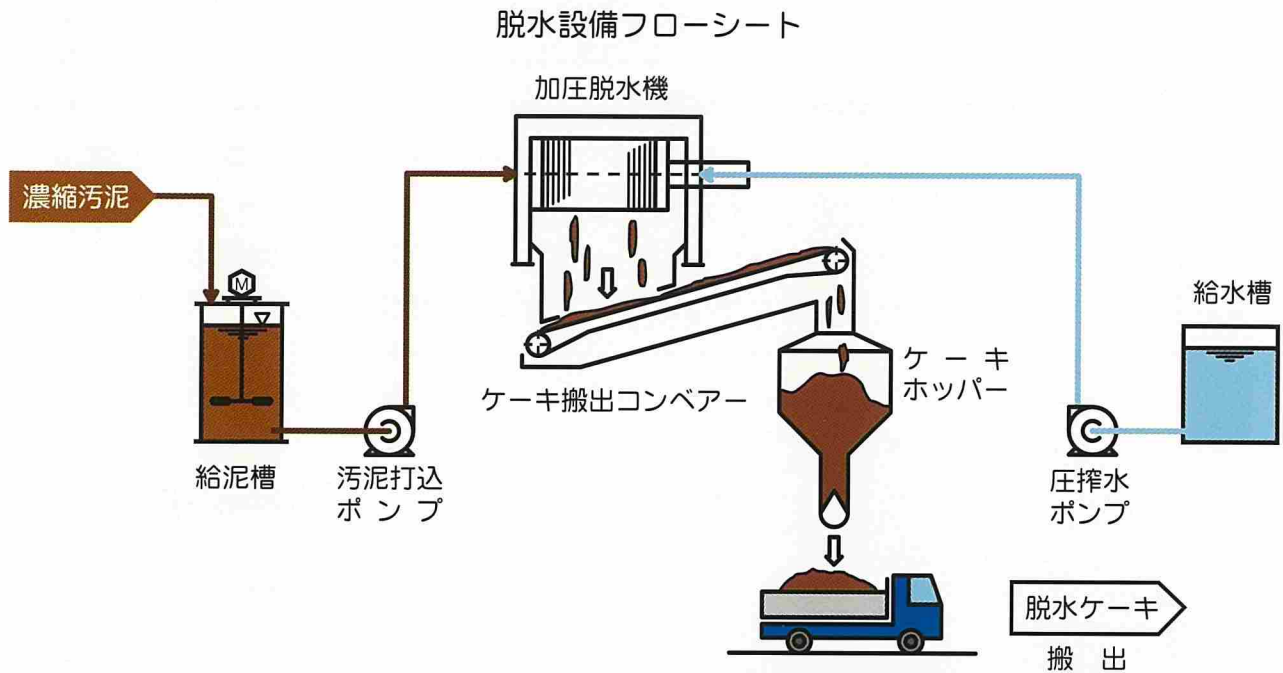
- 処理方式 沈でん分離—希釈減塩
- 仕様
- 洗浄排水槽  
330m<sup>3</sup>×2槽
  - 濃縮槽  
分離面積 94m<sup>2</sup>  
容 積 380m<sup>3</sup>×3槽  
汚泥掻寄機 中央集泥中央駆動型
  - 1次2次希釈槽  
分離面積 64m<sup>2</sup>  
容 積 260m<sup>3</sup>×各1槽  
汚泥掻寄機 中央集泥中央駆動型
- 攪拌ブローア 2台
- 洗浄排水ポンプ 4台
- 汚泥引抜ポンプ 6台



汚泥掻寄機

# 脱水設備

本設備は、排水処理設備にて濃縮した汚泥を加圧脱水機により圧搾して水分をしぼり、脱水ケーキとして搬出するものです。



## 設備諸元

脱水機型式 ろ布固定式圧搾機構付き  
加圧脱水機  
(フィルタープレス)

ろ過面積 100m<sup>2</sup>

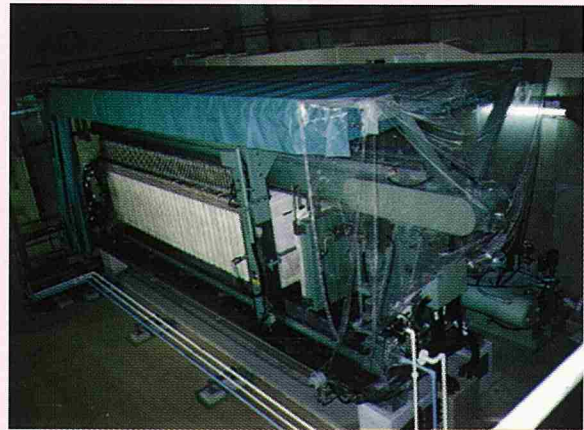
ろ過速度 2.9kg-DS/m<sup>2</sup>・サイクル

打込圧力 5kgf/cm<sup>2</sup>

圧搾圧力 15kgf/cm<sup>2</sup>

ケーキ含水率 65%

付属機器 油圧ユニット、  
ろ布自動洗浄装置



加圧脱水機

# 沖縄県海水淡水化施設建設誌

## 目 次

序文

第1編 事業計画	1
第1章 導入の経緯	3
1. 水需要と水源開発	3
2. 海水淡水化の技術開発と実績	9
3. 導入規模の決定	18
4. 導入までの経緯	21
第2章 施設計画	23
1. 基本構想	23
2. 淡水化フローの決定	24
3. 逆浸透膜の選定	29
4. 施設の配置と構造	39
第3章 年次計画	58
1. 段階的施設整備の検討	58
2. 最適整備案の決定	64
3. 施設整備計画と予算	68
4. 導入に関する基準及び参考資料	71
第4章 事業費と造水コスト	75
1. 建設費	75
2. 維持管理費	77
3. 造水コストと水道料金への影響	78

第2編 調査設計	83
第1章 調査	85
1. 環境影響調査	85
2. 導入検討委員会	98
3. その他の調査	103
第2章 実施設計	114
1. 基本条件	114
2. 検討項目と結果	116
3. 実施設計のまとめ	133
4. 各施設諸元一覧	143
第3編 建設工事	153
第1章 工事工程と発注	155
1. 全体実施工程表	156
2. 工事発注計画	168
第2章 工種別建設工事	174
1. 土木・建築工事	174
2. 取水・放流施設工事	184
3. 原水設備工事	194
4. 調整設備工事	196
5. 逆浸透設備工事	198
6. 薬品注入設備工事	200
7. 特高受変電設備工事	202
8. 動力設備工事	205
9. 電気計装設備工事	207
10. 中央監視制御設備工事	209

第4編 供用開始	213
第1章 運転状況	216
1. 供用開始時の運転状況	216
2. 運転初期のデータ	219
第2章 海域環境調査	224
1. 調査概要	224
2. 調査結果	227
3. 調査写真	237
第5編 関連資料	241
第1章 関連機関への提出書類	243
1. 許認可等の概要	243
第2章 新聞記事及び文献	248
1. 新聞記事	248
2. 参考文献	268
第3章 計画から運転開始まで	273
1. 年表（経過記録）	273
2. 推進連絡会議の設置	273

あとがき