

沖縄県海水淡化化施設監視制御システム

Supervisory Control System for Okinawa Desalination Plant

中川 敦司
A. Nakagawa

殿塚 芳和
Y. Tonozuka

倉田 まゆみ
M. Kurata

上水道分野における水資源の確保は、人口の増加、産業の発展、天候などにより、ますます深刻な問題になりつつある。沖縄県は、日量4万m³の真水を生産できる“海水淡化化施設”を建設した。

当社は、海水淡化化施設全体の安全で確実な運転、支援を行うため、無線式携帯型現場操作装置や大型スクリーンの採用などにより監視・操作機器の縮小化とスペースの削減を実現するとともに、信頼性の向上、維持管理の支援、緊急時の対応支援などを付加した監視制御システム(TOSWACS_{TM})を納入した。

The Okinawa Prefectural Government has introduced a desalination plant, capable of producing 40,000 cubic meters of fresh water per day, to solve a drinking water shortage.

Toshiba has installed the supervisory control system (TOSWACS_{TM}) at the Okinawa desalination plant. The system requires a smaller installation area because it is equipped with a portable radio-operation system and projector. Other features of the system include greater reliability, and the incorporation of a support system for plant maintenance and emergency countermeasures.

This paper describes the features of the supervisory control system installed at the Okinawa desalination plant.

1 まえがき

上水道事業の使命は、限られた資源のなかで安全で良質な水を安定供給することであり、これまでにいろいろな取組みがなされている。近年では、増え続ける水需要に対して資源が不足し、給水制限などの対策が実施されている。

沖縄県においても、安定した水資源の開発を推進しているが、沖縄県は離島県で、地理的・地形的諸条件から水資源に乏しく、23年間のうち14年間にわたって延べ1,130日の給水制限を実施したことである。

このようなことから、沖縄県は「美しい海から豊かな水を」のキャッチフレーズのもとに、日量4万m³の真水を生産できる国内では最大、世界でも屈指の“海水淡化化施設”を建設した。

当社は、この海水淡化化施設全体を安全かつ確実に運用するため、設置環境、監視操作、維持管理面などに各機器の性能、機能を最大限に活用した監視制御システム(TOSWACS_{TM})を納入した。

2 施設の概要

沖縄県の水供給量は、ダム、河川、地下水を水源として日量約40万m³である。今回の海水淡化化施設は、全体の約10%を供給できる能力があり、既存の浄水処理施設と併用して運用される。

2.1 施設能力、仕様

- | | |
|-----------|--------------------------|
| (1) 生産水量 | 40,000 m ³ /日 |
| (2) 敷地面積 | 約12,000 m ² |
| (3) 建築面積 | 約9,000 m ² |
| (4) 淡水化方式 | 逆浸透法(Reverse Osmosis法) |
| (5) 回収率 | 約40% |
| (6) 膜の種類 | スパイラル型ポリアミド複合膜 |
| (7) 取水方式 | 海底取水管方式 |
| (8) 放流方式 | 水中拡散放流方式 |

2.2 海水淡化化の方法

海水の塩分を除去する方法には、蒸発法、逆浸透法、電気透析法などがあるが、ここでは施設がコンパクトで建設工期が短く、国内外に実績の多い逆浸透法を採用している。

逆浸透法とは、水は通すが塩分は通しにくいという逆浸透膜の性質を利用して、海水に高い圧力をかけ逆浸透膜を通過させ、真水を得る方法である。しかし、高性能である分、逆浸透膜を通過させる海水は、懸濁物質の除去、規定水質の確保が必要であり、種々の条件がそろわないと性能が低下する。

3 施設の構成

海水淡化化施設は、図1に示すように原水(取水)、調整、逆浸透、淡水、放流、薬注、排水、脱水の各設備から構成されている。

原水設備では、台風などの荒天時における海藻、砂などの異物混入を防止し、滞留が生じない位置(海岸から約200

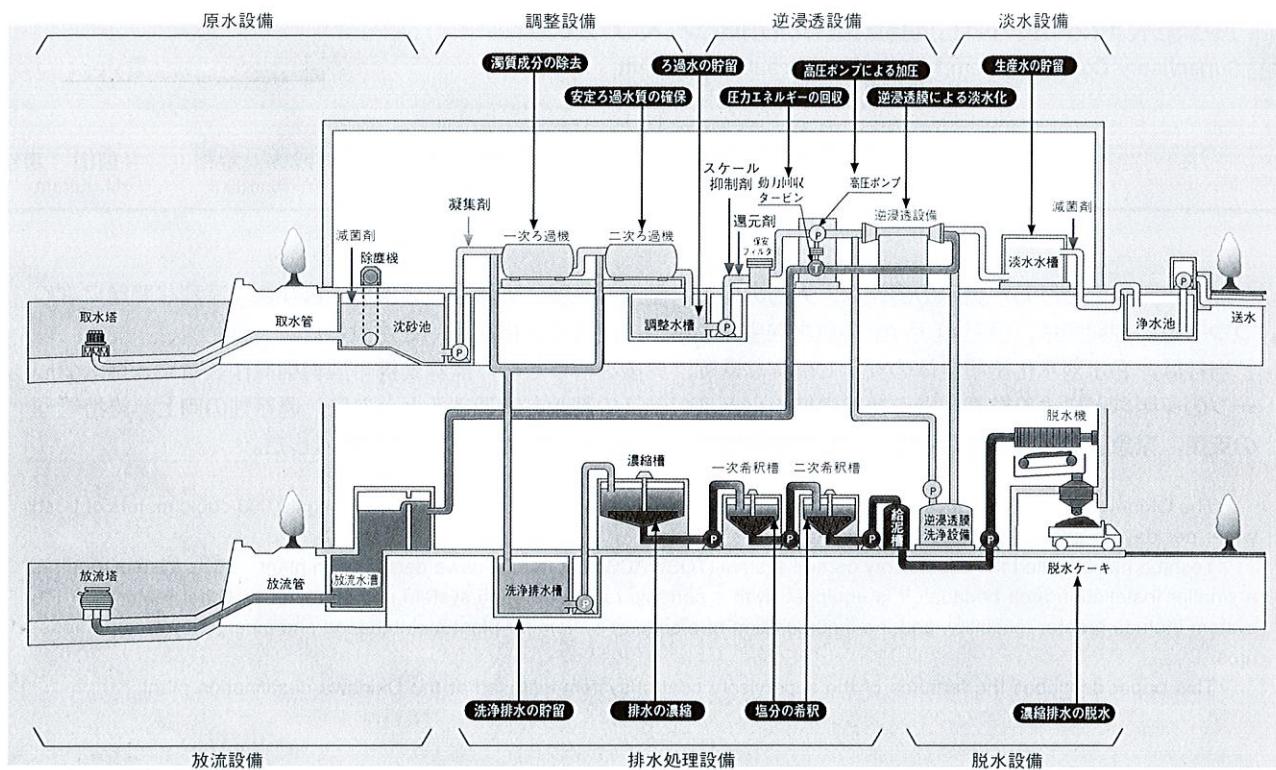


図1. 海水淡水化施設の構成 原水(取水), 調整, 逆浸透, 淡水, 葉注, 排水, 脱水の各設備から構成される。
Flow of desalination plant

m, 水深約9m)に取水塔を設け、できるだけきれいな原水を取り水している。また、取水管の管径を大きくすることで管内に微生物や貝類が付着しにくいようにしている。そして、取水された海水には次亜塩を注入し、沈砂池、除塵(じん)機で異物を取り除き、取水ポンプでろ過機に圧送する。

調整設備では、原水に凝集剤(塩化第2鉄)を注入し、一次ろ過機および二次ろ過機で懸濁物質の除去を行い、SDI (Silt Density Index) 4以下の安定した水質のろ過水として調整水槽に送る。そして、ろ過機の洗浄水は排水・脱水設備で処理される。

逆浸透設備では、調整水槽のろ過水を供給ポンプで保安フィルタへ圧送し、さらに懸濁物質を除去する。また、逆浸透膜の保護として還元剤(重亜硫酸ナトリウム)を注入し、残留塩素を除去する。そして、高圧ポンプで逆浸透膜ユニット(図2)に圧送され、生産水(真水)(回収率35~45%で制御)と濃縮水に分離される。このときの塩分濃度は、生産水:0.05%, 濃縮水:5.8%程度である。

生産水は、淡水水槽に貯留され滅菌処理を行い、隣接する既存浄水場の浄水池へ自然流下で送水され、浄水場の処理水とブレンドし配水される。

濃縮水は、軸動力を回収するために高圧ポンプに直結された動力回収タービンを経由し、放流塔(海岸から約200m, 水深約13m)から海へ放流される。このとき濃縮水は、周



図2. 逆浸透膜ユニット 逆浸透膜に圧力をかけた海水を通すことにより、真水を取り出すことができる。

Reverse osmosis membrane unit

辺の海域に影響を及ぼさないように、放流塔のノズルの拡散作用で放流塔から10mのところでほぼ原水と同程度の塩分濃度:3.5%となるように考慮されている。

4 監視制御システム

施設の中核と言える逆浸透膜の性能を十分発揮できる条

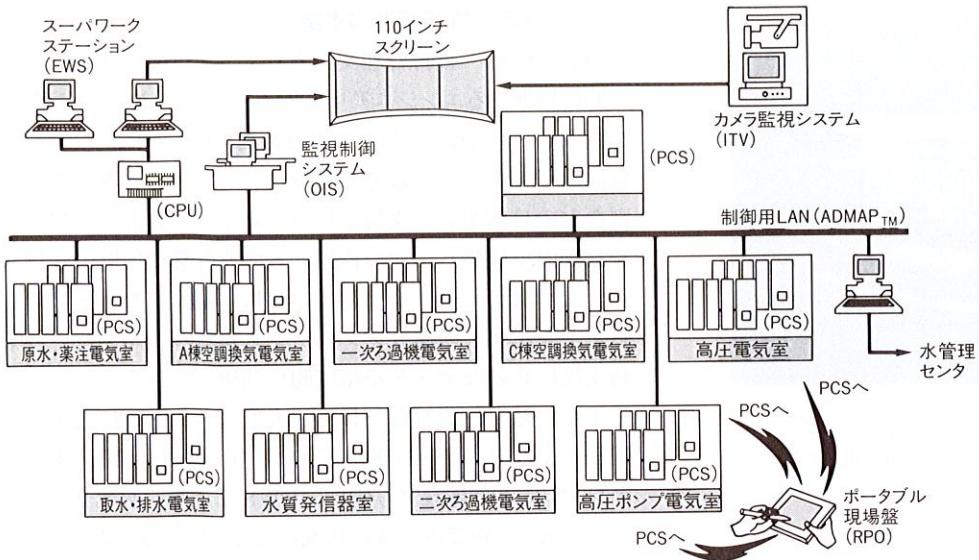


図3. 監視制御システムの構成
監視制御システムおよび各機器間の光伝送路は二重化されており、信頼性の向上を図っている。
Configuration of supervisory control system

件を管理、制御するため、施設内の各設備を連携させて運転し、異常時には緊急に対応、判断する監視制御システムが必要である。

この施設の監視制御システムに要求される要素は、次のとおりである。

- (1) 高信頼性で、更新時にも一定の処理能力を確保
- (2) 機器の統合化と経済性の向上
- (3) 各設備の制御上関連する全体の連動制御
- (4) 逆浸透膜の最適運用制御
- (5) 施設の運転、維持管理支援

これらの要素を実現するシステム構成を図3に示す。

4.1 高信頼性の確保

このシステムは、電源系統から監視制御ワークステーション(OIS)、プロセスコントローラ(PCS)に至るまで、すべての機器と光ケーブル伝送路を二重化、制御系(PCS)を二系統化し、高信頼性を実現させている。

このシステムでのプラント運用制御は、原則として、奇数号機を1系PCS、偶数号機を2系PCSが制御するが、プラント内に共通負荷が存在するため、自動制御系の判断は一か所で行う必要がある。このため、1系・2系PCSを主従に役割分担させ、どちらか一方が自動制御系の判断をし、他方がその指令により制御を行う方式とした。1系・2系PCSを相互に監視させるため、専用ローカルLANで接続し、相手系異常時には主従の役割を変更させる。

これにより、片系統のメンテナンス、更新時にも他系統により設備を監視制御することができる。

4.2 機器の統合化による設置スペースの削減

使用頻度の少ない現場操作盤は、その頻度や設置環境を考慮し、新たに開発した携帯式ペンパソコンと無線による現場操作装置(図4)を採用することにした。

これにより現場盤を省略し、監視・操作機器の統合化を

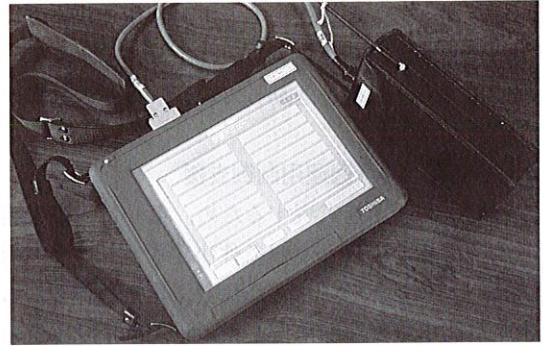


図4. 携帯式現場操作装置 携帯式ペンパソコンと無線モ뎀の採用により、従来型現場盤の常設と制御ケーブルの敷設を不要とした。
Portable radio-operation system

行った。また、無線異常時のバックアップとして、主要箇所に光ケーブルを敷設しているので、信頼性、保守性、高速性が維持できる。

現場操作装置のペンパソコン内のデータベースに、設備機器すべての現場操作情報を持たせることにより、装置の台数を大幅に削減した。

中央管理室(図5)での監視は、膨大な機器の監視機能を従来のグラフィック監視盤で構成すると複雑で大型になるため、110インチ大型スクリーン(3面)を採用し、その監視機能をソフトウェア処理で集約することで、可視性の向上、スペースの削減を実現した。

4.3 設備間の連動運転制御

逆浸透膜の制御は、逆浸透膜の供給水量と生産水量の比を一定(回収率一定制御)とし、供給水量一定制御または生産水量一定制御のどちらかを選択できる。

逆浸透設備へ海水を供給する前処理設備として、原水設備と調整設備がある。この前処理設備と逆浸透設備間には

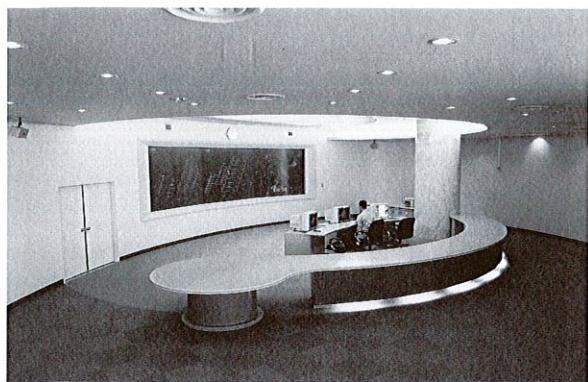


図5. 中央管理室 大型スクリーンの採用により、従来のグラフィックに比べ可視性の向上、設置スペースの削減を実現した。

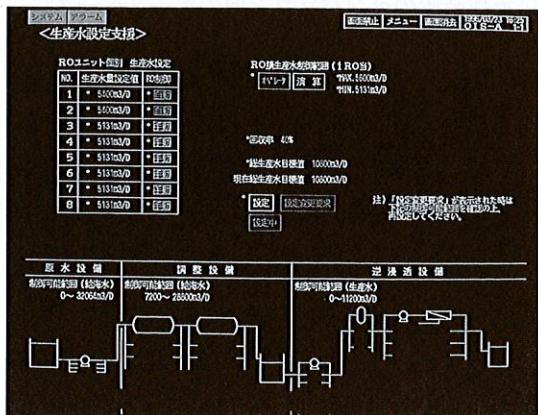
View of control room

水量を調整する水槽があるが、容量の関係から、前処理設備からのろ過水は直ちに逆浸透設備で処理しなければならない。したがって、運転モードと生産水量で決定されるポンプなどの運転台数や流量設定値により、原水設備から逆浸透設備までの全設備が連動して運転・停止の制御ができるようにした。

4.4 逆浸透膜の最適運用制御支援

施設の効率的運用を実現するため、第一に逆浸透膜による最適生産水量の決定と運転条件決定を支援する機能(図6)がある。これは、膜の水透過係数、塩透過係数から演算した生産可能水量と運転条件を表示し、流量設定値の決定作業を支援する。第二に膜の洗浄・交換時期の決定を支援する機能がある。これは膜の使用時間、汚れ特性などから、最優先で洗浄する膜と洗浄法を決定、表示する。

また、膜の運転状態の把握を支援するために、水質、水温、圧力、水量などの計測値、透過係数、回収率などの演算値をトレンドグラフなどに表示する機能もある。



Example of water production setting display

4.5 運転・維持管理の支援

施設の運転・維持管理支援として、プロセスデータを総合的に処理するエンジニアリングワークステーション(EWS)を導入した。EWSでは、蓄積されたプロセスデータの解析、統計処理業務および電力や逆浸透膜の状態の管理、帳票印刷などの日常業務の支援を行っている。入力をグラフィカルな画面で提供し、逆浸透膜ごとの水質変動履歴の管理、手分析水質データ編集、および解析・編集したデータのトレンド表示などの施設メンテナンス情報の表示を行い、業務支援に必要なデータを積極的に活用している。

また、見学者の対応として、大型スクリーンに表示するOISによるプラントの運転グラフィック画面、ITV(工業用テレビ)による施設実写画像、EWSによる三次元グラフィックス画面(施設内の運転状況を表示)が容易に切り換えられるように、テレビのリモコン操作のイメージでリモコン操作装置を開発した。

5 あとがき

豊富な海水を真水に変える海水淡水化施設を安全で確実な運転・支援を行うために納入した監視制御システムを紹介した。この施設は、平成7年度に一部供用開始を行い、平成9年度には全施設容量の生産を開始する予定である。また、国内で初めての大規模施設であり、既存の海水淡水化施設の経験、データの活用ができない部分も多いため、運転データを蓄積し、さまざまな角度から分析することにより、今後の運転・維持管理機能の向上を図っていく。

謝 辞

このシステムの構築にあたり、ご指導いただいた沖縄県企業局、株日水コン、その他関係各位に感謝の意を表する。また、海水淡水化のプロセスフロー(図1)、逆浸透膜ユニットの写真(図2)は、沖縄県企業局の資料から転用させていただいた。

中川 敦司 Atsushi Nakagawa

官公システム事業部公共システム技術第一部。
上水道プラントのシステムエンジニアリング業務に従事。
Government & Public Corporation Systems Div.



殿塚 芳和 Yoshikazu Tonozuka

府中工場官公需計画・制御システム部。
上水道プラントの監視制御システムの設計に従事。計測自動制御学会会員。
Fuchu Works



倉田 まゆみ Mayumi Kurata

重電技術研究所 化学・絶縁材料技術開発部。
上下水道の水質制御技術の開発に従事。電気学会会員。
Heavy Apparatus Engineering Lab.

