

第 2 編 調 査 設 計

第1章 調査

1. 環境影響調査

1.1 調査の概要

沖縄県海水淡水化施設は、北谷浄水場に隣接する用地に逆浸透法（RO）で4万m³/日の淡水を生産するものであり、回収率を40%とすると必要取水海水量は約10万m³/日となり、放流（濃縮）海水約6万m³/日が海へ排水される。

海水淡水化施設の建設は、閣議決定の「環境影響評価の実施について」（昭和59年8月）及び沖縄県制定の「沖縄県環境影響評価規定」（沖縄県告示第763号）の対象事業とはなっていない事業である。しかしながら、放流海水量6万m³/日は、水質汚濁防止法による特定施設の排水量50m³/日と比べて大量な排水であること、また塩分濃度の高い（58%：通常海水の1.67倍）排水が一般的に環境に影響を招く懸念があることから、環境影響評価に準じた調査を国、県の関係機関及び有識者等の指導助言を得て、平成2～3年度に実施したのでその概要を報告する。

1) 調査位置と手順

海水淡水化施設の環境影響調査は平成2～3年度の2ヶ年にわたって実施され、図2-1-1に示すとおり調査範囲は約2km²（沿岸2km×1km）であった。また、その全体工程は図2-1-2及び表2-1-1のとおりであり、環境影響調査項目は表2-1-2のとおりである。

表2-1-1 全体工程表

調 査 項 目		年 度	平成2年度	平成3年度
事前（文献・踏査）調査			○	
環 境 影 響 評 価	環 境 調 査	秋 季 調 査	○	
		冬 季 調 査	○	
		春 季 調 査		○
		濁 水 時 調 査		○
		夏 季 調 査		○
		総 合 解 析		○
	予 測 評 価	水 質 変 化 予 測		○
		環 境 影 響 調 査 書 作 成		○
		環 境 審 査		○

表 2-1-2 環境影響調査項目一覧表

季 節		秋 季	冬 季	春 季	夏 季
項 目		(H2年10月)	(H3年1月)	(H3年4月)	(H3年7月)
水 温 ・ 塩 分		○	○	○	○
水 質	一 般 項 目	○	○	○	○
	底 質		○		○
海 生 生 物	プランクトン	○	○	○	○
	底 生 生 物	○	○	○	○
	魚 卵 ・ 稚 仔	○	○	○	○
	潮 間 帯 生 物	○	○	○	○
	サ ン ゴ	事前調査			○
流 況			○		○
深 浅 測 量				○	
取 放 水 路 調 査					○
騒 音 ・ 振 動					○
悪 臭 (臭 気)					○

2) 環境影響評価手順及び環境要素

環境影響評価は、当該事業が対象事業ではないため、調査書（準備書）の縦覧・説明会の手順を省略した。また、影響評価の対象となる環境要素は、活動要素のある項目で本事業の性格と地域概況調査から表 2-1-3 のとおり設定した。そこで、影響が軽微なものは、予測・評価を行わないものとした。

表 2-1-3 環境要素の設定

段階	活動要素	環境要素
自然 改変	陸上地形の改造	軽微
	海岸・海底地形改造	軽微
施 工	資材・廃土の運搬	軽微
	機器・資材の集積	軽微
	基礎工事・掘削	SS、騒音、振動
	杭打ち	騒音、振動
供 用	コンクリート工事	騒音、振動
	舗装	騒音、振動
	排ガス（自動車等）	軽微
	排水の発生	軽微 塩分量、水生生物 生態系
	騒音・振動の発生	軽微
	悪臭の発生	軽微
	廃棄物の発生	軽微
		軽微

図 2-1-1 周辺海域平面図

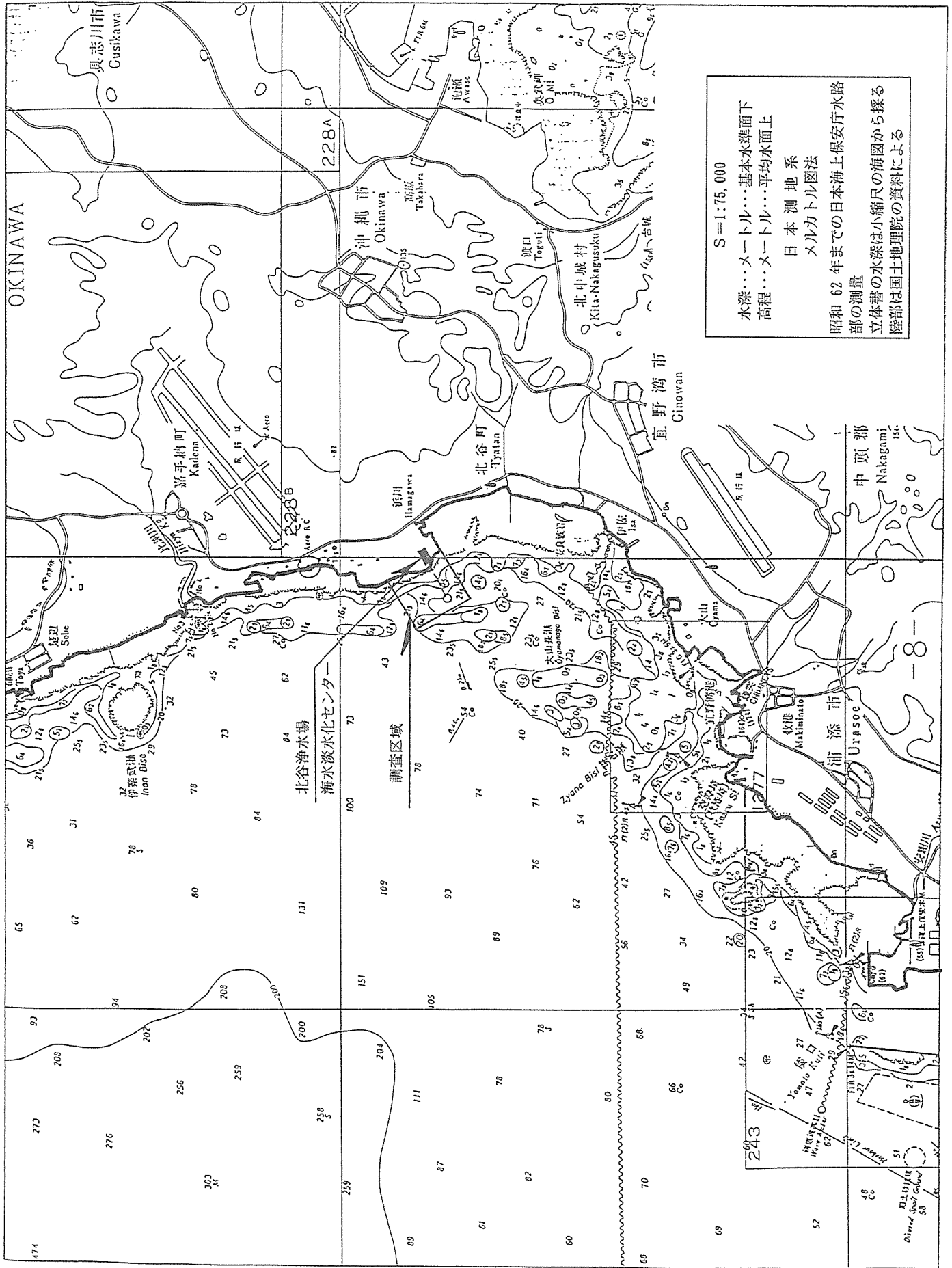
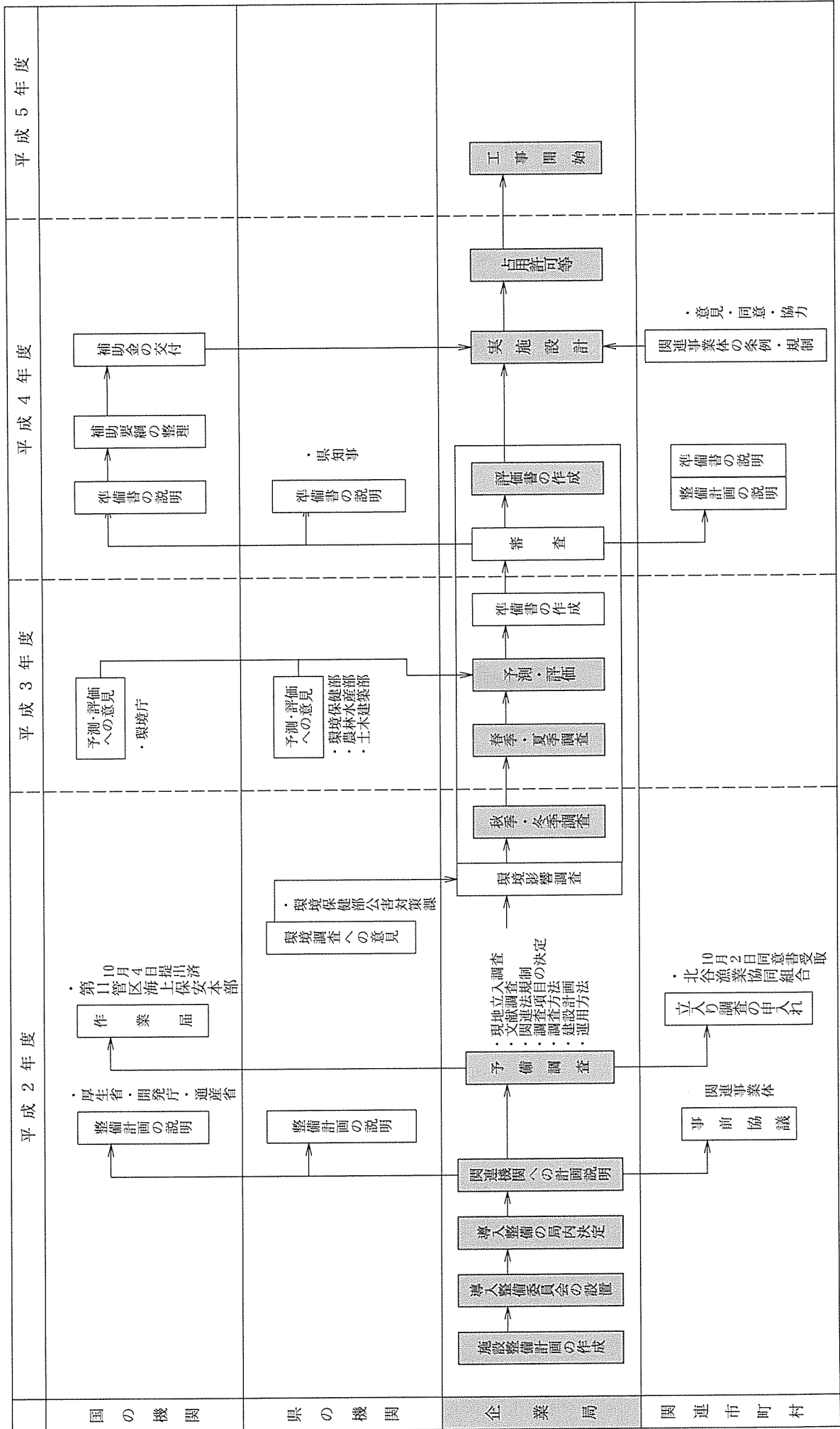


図 2-1-2 北谷浄水場海水淡水化施設導入に係る環境影響調査フロー



企業局で実施した項目

3) 環境影響ネットワーク

海水淡水化施設と環境影響に関しては、大型海水淡水化施設の環境アセスメントの実施事例が国内にないため、参考となるものがないが、海上、陸上部での影響を考慮すると図2-1-3に示すような環境影響ネットワークが考えられる。

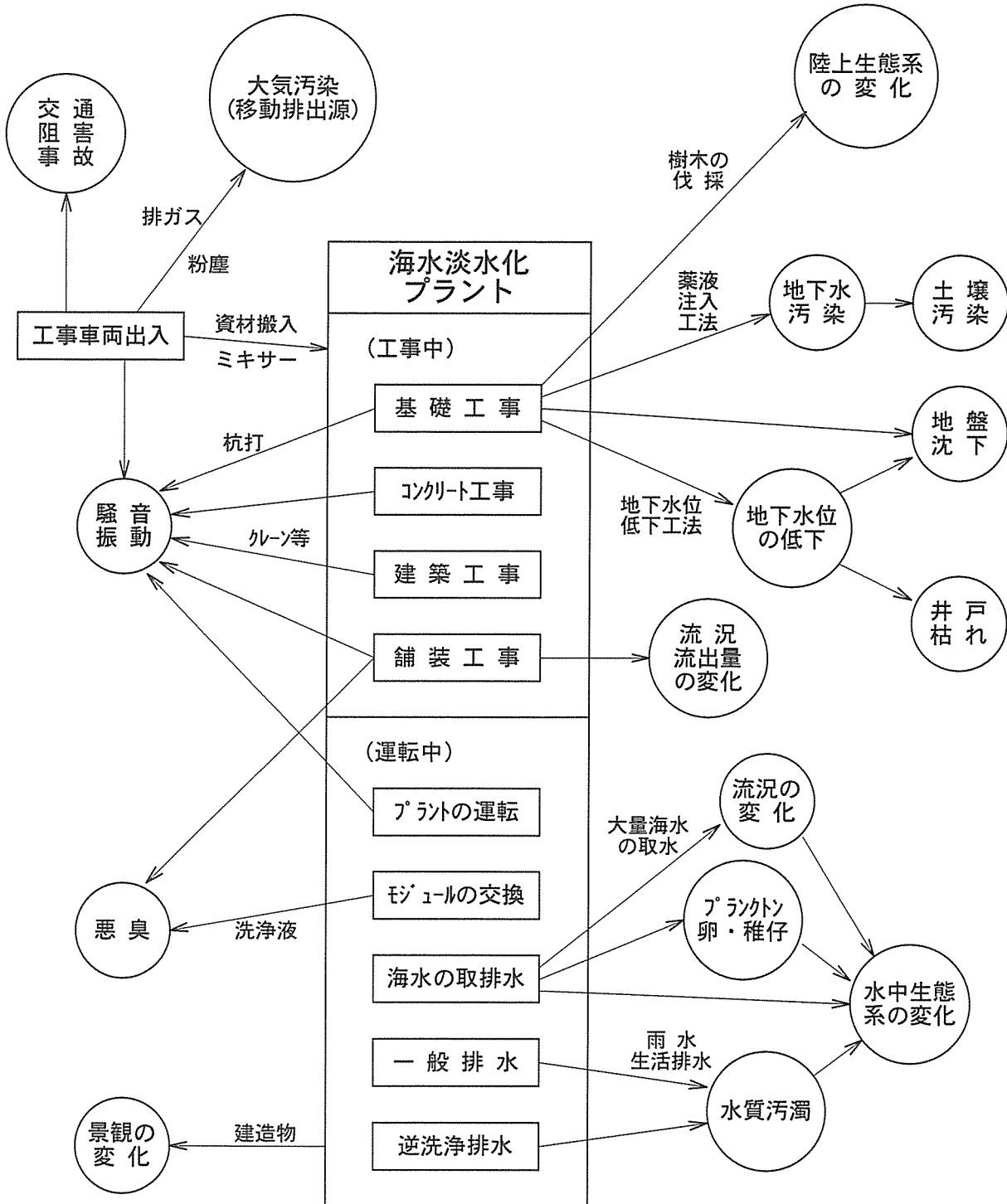


図2-1-3 海水淡水化施設環境影響ネットワーク

1.2 調査結果

1) 海域の状況

計画地海域の状況は環境調査を行ったところ、以下のようになっている。

(1) 地形

海底地形の概要は、北谷浄水場南側護岸へ入り込む比較的大規模な谷状地形で、浄水場西側で沖合130~220 m付近に点在する水深0 m程度の浅い所と、水深17 m程度の深い所で、ほぼ全域に分布している高さ3 m以上の高まり地形及び海岸線より350~400 mを中心として幅100~150 mで帯状にほぼ北西方向へと広がっている平坦面とで代表される。

(2) 潮間帯生物

① 目視観察

植物・動物の出現種数はともに夏季、春季に多く、また位置別にみると植物ではほとんど潮間帯生物は下部に出現し、動物でも下部の方が多く、中部、上部と少なくなっていた。出現量、出現種とも沖縄沿岸の現存種と同じであった。

② 坪刈り（分布状況）

植物の出現種数、平均湿重量はいずれも秋季に少なく冬季に多くなっている。各調査時とも潮間帯の上部・中部にはほとんど出現せず、下部において紅藻類、褐藻類の分布がみられた。動物の場合、出現数・個体数では同じになったが、湿重量では夏季に多くなっている。出現量・出現種とも沖縄沿岸の現存種と同じであった。

(3) 底生生物

出現種数は秋季に少なく冬季に多くなっている。個体数組成は、全般に環形動物・軟体動物・節足動物が中心であった。出現量・出現種とも沖縄沿岸の現存種と同じであった。

(4) 卵・稚仔魚

魚卵の場合、出現種数、平均個体数のいずれも冬季に少なくなっていた。各調査ともブダイ科やエソ科が優占するケースが多く、冬季を除いて下層に比べ上層で出現量が多くなっている。

稚仔魚の場合、出現種数は冬季に少なく春季に多くなっている。平均個体数は秋季に少なく、春季に多くなっている。上層に比べ下層で出現量が多く、ハゼ科やテンジクダイ科が優占するケースが多くなっている。出現量、出現種とも沖縄沿岸の現存種と同じであった。

(5) プランクトン

動物プランクトンの場合、出現種数、平均個体数とも冬季に少なく秋季に多くなっている。全般にカイアシ類幼生を中心とした組成がみられ、腹足類幼生や尾虫類も出現した。各調査とも上層で出現量が多くなっている。

動物プランクトンの場合、出現種数、平均細胞数とも冬季に少なく秋季に多くなっている。全般に珪藻類が優占しているが、冬季、秋季にはハプト藻類も優占している。秋季を除き上層（0.5 m層）で出現量が多くなっている。出現量、出現種とも沖縄沿岸の現存種と同じであった。

(6) サンゴ

① 測点調査

非造礁サンゴではウミトサカ類のカタトサカ属、ウミキノコ属等を中心に7種、造礁サンゴでは、イシサンゴ類のフカアナサンゴ・マルクサビライシ・アザミサンゴ・アラキクメイシ等を中心に39種が出現した。被度の高かったのは非造礁サンゴのウミトサカ類で45～80%程度の値を示した。造礁サンゴのイシサンゴ類の被度は比較的低く、沖合いの離礁部の測点で10%程度、岸寄りの礁縁部の測点では5%以下であった。

② 測線調査

出現種数は測点調査と同様の結果を示したが、造礁サンゴでは各測線で29種、17種、16種がそれぞれ出現した。また、各測線では護岸より約40mまでほとんどサンゴは見られず、約40～100mの外側礁原部では造礁サンゴが多く、約100～200mの礁縁付近から礁斜面にかけて非造礁サンゴが多く見られた。

(7) 流況

冬季・夏季ともに全測点において往復流が顕著であり、半日周潮が日周潮よりも若干大きめの値であった。上層で半日周潮（日周潮）の値は3.4～6.6cm/s（0.6～3.3cm/s）であり、下層で2.2～9.3cm/s（0.6～4.7cm/s）となっている。15日間の平均流速（恒流）についてみると、流速値は0.0～4.3cm/sと季節毎・地点毎に変動しており、流向も一定しておらず、長期間の不規則な変動成分（例えば風の変動）の影響を受けていると考えられる。

2) 海生生物への影響

塩分濃度が高い海水が海生生物に与える影響についての情報は少ないのが現状である。表2-1-4に海生生物の適性塩分濃度範囲について、日本水産資源保護協会がまとめた資料を示す。

表2-1-4 海生生物の適性塩分濃度範囲

種名	適性塩分濃度範囲 (S%)	備考
(魚類)		
マダイ	33.69-34.65	成魚漁獲塩分濃度
イカナゴ	14-40	耐性塩分濃度
メバル	31.15-32.20	産卵海域塩分濃度
ヒラメ	33.00-34.78	成魚
マガレイ	33.66-34.81	成魚
マコガレイ	20-40	卵の耐性 (ふ化率90%以上)
(頭足類)		
マダコ	31.8-33.6	底生期
(貝類)		
クロアワビ	34%前後	養殖適地
アカガイ	27-33	底生期
ホタテガイ	31-33	〃
マガキ	7-34	〃
ハマグリ	20-33	〃
アサリ	23-36	〃
ウバガイ	27-33	〃
(海草類)		
アマモ	23-31	発芽塩分濃度
ワカメ	31-33	葉体期
アマノリ	16-33	〃
リシリコンブ	28-36	幼体

「環境条件が魚貝類に与える影響に関する主要因の整理」

日本水産資源保護協会(1983)より

3) 環境保全目標値

(1) 水質

一般項目について計画地の前面海域は、水質汚濁防止法による環境基準の水域指定をされていないが、「水質汚濁に係る環境基準について」に基づく表2-1-5を目標とする。

表2-1-5 環境基準 (A類型)

項 目	基 準 値
pH	7.8~8.3
DO	7.5mg/l 以下
COD	2 mg/l 以下
n-ヘキサン抽出物質	抽出されないこと
大腸菌群数	1,000MPN/100ml 以下

当計画地海域における現状の塩分は、第11管区海上保安庁本部の昭和59年9月～平成2年8月までのデータによると、その変動は34%～35%と1%の変動幅にあるので、周辺海域の塩分より1%を上回らないことを環境保全目標とする。

(2) 海生生物

当計画の前面海域の海生生物に対して、塩分濃度により影響を及ぼさないことを目標とする。

海生生物に影響を及ぼさない塩分濃度として、生物実験等の資料によると海生生物に影響が見られるのは40%以上であるので、本計画では38%以下と設定した。

4) 濃縮海水の性状

運転時における環境への影響は、水質（塩分濃度）と海生生物が想定され、これらの環境保全目標と予測結果との対比により評価を行うと次のようになる。

(1) 水質（塩分濃度）

運転時の塩分濃度についての環境保全目標として、塩分上昇値が1%を上回らないものと想定している。この目標値に対して塩分濃度の予測結果は、放流海水の海底到達時の塩分濃度は1%以下であった。このことから予測結果は環境保全目標の範囲内であり、運転時における水質への影響は問題ないと評価される。

(2) 海生生物

海生生物についての環境影響保全目標に対して、水中放流された濃縮海水による高塩分域は放水口の極近傍に限られ、放水口から2～3m程度で設定濃度の38%（周辺海水の塩分濃度を35%とした場合）以下となる。また、放流海水が海底面に到達した地点（放水口から12m程度）では35.4%と原海水とほぼ同じ濃度になると予測された。このことから予測結果は環境保全目標において海生生物に影響を及ぼさないと評価される。

逆浸透法（RO）海水淡水化装置によって排出される濃縮海水の性状は、原海水の塩分濃度、温度及び逆浸透装置の回収率によって異なる。

逆浸透装置の回収率は、これまでの実績及び実験結果から、標準海水では40%と想定されている。したがって、取水された原海水は約1.67倍に濃縮されて海域に放流されることとなる。また、濃縮海水の温度上昇は1℃程度である。

表2-1-6に北谷町前面海域調査によって測定された塩分値により、各季節における濃縮海水の塩分濃度と水温の予測値を示す。

表2-1-6 濃縮海水の塩分濃度（濃縮海水は予測値）

季節	原海水		濃縮海水	
	塩分(%)	水温(℃)	塩分(%)	水温(℃)
春季	34.6~34.8	22.9~24.0	57.8~58.1	23.9~25.0
夏季	34.6~34.8	28.6~30.1	57.8~58.1	29.6~31.1
秋季	34.6	24.8~25.1	57.8	25.8~26.1
冬季	34.8~34.9	20.9~21.7	58.1~58.3	21.9~22.7

5) 拡散方法

海域に放流される濃縮海水は周囲の海水より密度が大きい高密度排水なので、放流後に沈降して底層に拡がる挙動を示す。

図2-1-4は高密度排水を放流管によって水中放流した場合の模式図である。

放流口近傍の高濃度高圧排水は、中心に円錐状の核を持っている。周囲の混合領域では周囲の海水の混入がある。

排水の高密度流は、周囲の海水より密度が大きいため、徐々に下方に角度を変えていくが、この間に周囲の海水の混入（連行加入）により効果的な混合希釈が行われる。この流れの確立領域を広くとるには、水深が十分に深い場合には中層から水平に放流することができるが、水深に限度がある場合には斜め上向きに放流する等の工夫を行う。沖縄県の海水淡水化施設の場合には、約10mの水深で放流するため、ノズルは上向きにしている。

海底に到達した排水は、表層放流の場合と同様に、密度流となって底層を拡散していく。

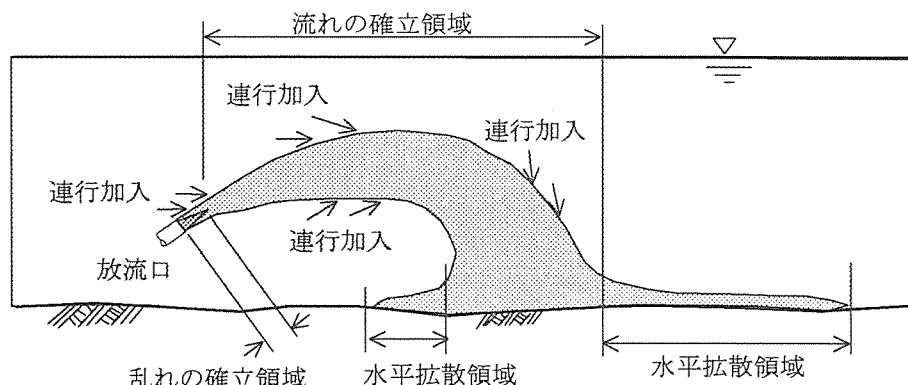
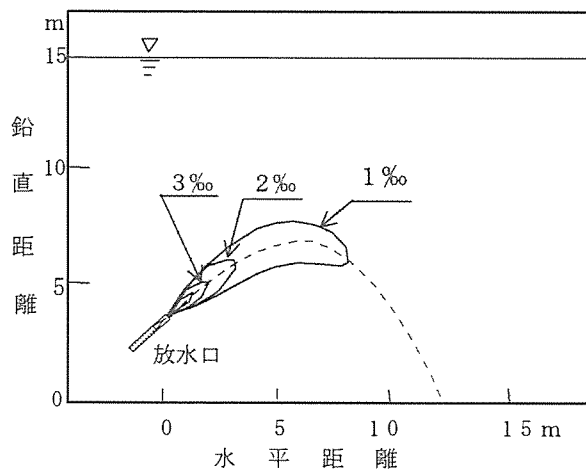


図2-1-4 高密度排水の水中放流模式図



[計算条件]

①淡水生産量 40,000m³/日

②放流流量 67,000m³/日

[計算結果]

①1‰上昇範囲 8 m

②海底到達位置 12 m

③海底到達時の塩分上昇値
0.4‰

図 2-1-5 放流海水の拡散予測

6) 環境影響調査の結果

環境影響調査の結果の概要は、以下のとおりである。

(1) 海域調査の概要

- ① 調査海域の海水の水質及び底質とも清澄であった。
- ② 調査海域は、県内の他の海域と比較して、特徴的なものはなかった。
- ③ 調査海域は、海生生物においても貴重種の出現はなかった。
- ④ 調査海域のサンゴの分布状況については、非造礁サンゴ（ソフトコーラル）の被度は高く、造礁サンゴの被度は5%以下であった。
- ⑤ 調査海域の水温は、冬季が20.9～21.7℃で、夏季が27.8～30.1℃であった。塩分濃度は34.6～34.9‰と年間を通じて、ほぼ一定であった。水温、塩分とも沖縄沿岸の標準的な値であった。
- ⑥ 調査海域の流況は、当海域は東シナ海に面しているため、黒潮海流による恒流成分が発達していると思われたが、観測結果では、沿岸にほぼ平行な往復流が顕著であった。流速は5～10cm/秒程度で、冬季より夏季の方が多少大きめであった。上下層の差もあまりなかった。
- ⑦ 海底地形は、サンゴ礁海域であるため複雑な起伏を示していた。護岸から100mまでは、水深1m以下と緩やかな勾配であるが、護岸から約200m（水深10～15m地点）までは急峻な勾配の凹凸が繰り返され、約200m以遠は平坦地となっている。この平坦地は砂礫となっている。

(2) 放流海水の海域生物に及ぼす影響について

- ① 放流海水の重力噴流モデル方式によるシミュレーションの結果、放流塔の放水ノズルより、拡散効果を高めて水中放流するため、放流海水濃度58.0‰のものが放水口先端より8mの地点では36.0‰となり、さらに12mの地点では35.4‰とほぼ原海水となることが判明した。
- ② サンゴ及び魚介類（マダイ、アサリ、ゴカイ）の室内実験の結果によると、生物の行動変化が見られるのは、塩分濃度が40.0‰以上であった。
- ③ 以上の状況から、放流海水による海域生物への影響はほとんどないものと考えられる。

1.3 影響評価

影響評価を要する事項は、表2-1-3の設定から施工時には浮遊物質量（SS）、騒音、振動があり、供用後には、高塩分水質、海生生物、生態系がある。ここでは、調査の結果得られた知見に基づき、海水淡水化施設建設に伴う周辺の環境に及ぼす影響と対策を、環境項目別に下表に示す。

表2-1-7 海水淡水化施設の環境への影響と対策

環境項目	発 生 源	影 響 防 止 対 策	環境規制 の有無	
水 質	・高塩分	濃縮海水	水中放流方式を採用し速やかに拡散させる。	無
	・COD、SS、pH、 濁度等	ろ過機洗浄排水	環境規制値に適合するように処理を行う。 (クローズシステムも考える。)	有
		膜洗浄廃水	同 上	有
	・濁水	取排水設備工事	シルトプロテクター等で拡散を制御する。	有
大 気	該当なし		有	
騒 音	高圧ポンプ	屋内に設置し、防音壁（カバー）等により敷 地境界で環境規制値以下となるようにする。	有	
	Eレキタービン			
	送水ポンプ	同上及びサイレンサーの設置 低騒音工事機械の使用		
	逆洗ブロワ 工事機械			
振 動	騒音の発生源と同じ機 器	十分な基礎工事及び防振材等により環境規 制値以下となるようにする。	有	
	工事機械	低振動工事機械の使用		
悪臭（臭気）	薬品 （重亜硫酸ナトリウム、硫酸、 次亜塩素酸ナトリウム）	密閉保管し、日常点検においても貯留槽の点 検、漏液の有無の発見等に努める。	有	
	汚泥	密閉保管、換気の使用		
土 壌	該当なし			

1.4 運転中の環境監視計画

1) 公害項目

公害に関わる項目としては、水質・騒音・振動を監視対象とする。これらの項目の周辺環境への影響について実施調査を行い、環境変化や影響の可能性の早期発見、対策に努める。

①水質については、放流施設の放流水貯槽及び放流口周辺海域において、次の項目・頻度を環境庁の定める方法によって水質測定を行う。

放流水貯槽：1回/日（排水量、水温、塩分、SS、COD、pH）
1回/週（ノルマルヘキサン抽出物質含有量）

放 水 口：2回/年（SS、COD、pH、DO、ノルマルヘキサン抽出物質含有量、
大腸菌、水温、塩分）

②騒音・振動については、敷地境界において1年間定期的（2回/年）にレベル測定を行い、異常が認められる場合は適切な対策を実施する。

2) 自然環境項目

自然環境に係わる項目としては、海生生物を監視対象とする。海生生物に対しては、供用開始前1年間及び供用後3年間実施調査を行い、環境変化や影響の可能性の早期発見、対策の実施に努める。調査は、適正な採取方法により次の項目、頻度で実施する。

海 生 生 物：2回/年（魚卵・稚仔、植物・動物プランクトン、底生生物、サンゴ）

1.5 まとめ

海水淡水化施設から排出される濃縮海水の環境に及ぼす影響調査・評価・実績データ等、計画当時は国内外の施設に全く無いのが実状であった。沖縄県では環境を重視する視点から、環境の現況調査を行い、保全目標を設定し、設計計画によるシミュレーションにおいて環境への影響が無いことを予測した。しかし、これはあくまでも計画上の予測値であり、供用後の実態をモニタリングして検証しないと意味がないため、現在定期的に環境調査を実施している。特に、海域漁業権の処置は、このような事前環境調査及び対策計画の実施によって交渉が順調に進捗し合意が図れた一因と考える。

2. 導入検討委員会

海水淡水化施設の導入を計画した企業局は、計画推進に向けて学識経験者らで構成する「沖縄県海水淡水化施設導入検討委員会」及び「同幹事会」を設置し、平成2年10月23日に委員会、幹事会合同の初会合を開いた。

委員会・幹事会の審議事項は

- ①海水淡水化施設導入に伴う周辺環境への影響調査に関する事
- ②海水淡水化施設の段階的導入整備に関する事

等で、平成4年3月までに委員会が4回、幹事会が8回開催された。

(当初) 沖縄県海水淡水化施設導入検討委員会名簿

氏名	所属	備考
木村 尚史	東京大学工学部教授	委員長
大矢 晴彦	横浜国立大学工学部教授	
山里 清	琉球大学理学部教授	
諸喜田茂充	琉球大学理学部助教授	
藤原 正弘	厚生省生活衛生局水道環境部水道整備課長	
河村 博江	沖縄開発庁振興局第四課長	
余田 幸雄	通商産業省立地公害局産業施設課長	
新垣 徳夫	沖縄県振興開発室長	
前村 善徳	沖縄県環境保健部長	
金城 祐俊	沖縄県公営企業管理者企業局長	
石野 朝忠	那覇市水道事業管理者水道局長	
細田 三郎	(社)日本水道協会工務部主任研究員	
西脇 敏彦	(財)造水促進センター専務理事	

(後任)

佐藤 文友	沖縄開発庁振興局第四課長	
河野 修一	通商産業省立地公害局産業施設課長	
山口 一弘	沖縄県技監	
辻 靖三	沖縄県技監	
与那嶺敏光	沖縄県振興開発室長	
金城 毅	沖縄県環境保健部長	
宮城 幸信	沖縄電力株式会社取締役工務部長	
石川 秀雄	沖縄県公営企業管理者企業局長	

(当初) 沖縄県海水淡水化施設導入検討幹事会（環境班）名簿

氏名	所属	備考
山里 清	琉球大学理学部教授	班 長
諸喜田茂充	琉球大学理学部助教授	
津嘉山健次	沖縄県環境保健部公害対策課長	
大城 盛俊	沖縄県環境保健部自然保護課長	
崎山 憲一	沖縄県農林水産部漁政課長	
岸本 功	沖縄県開発部振興開発室水資源開発班長	
亀浜 勇吉	沖縄県土木建築部河川課長	
金城 義信	沖縄県企業局建設計画課長	
上間 久善	沖縄県企業局水質管理所長	
後藤藤太郎	(財)造水促進センター理事	

(後任)

比嘉 真三	沖縄県環境保健部公害対策課長	
平良 幸男	沖縄県農林水産部漁政課長	
仲本 貞夫	沖縄電力株式会社電源開発部次長	
島袋 仁吉	沖縄県企業局建設計画課長	

(当初) 沖縄県海水淡水化施設導入検討幹事会（設備班）名簿

氏名	所属	備考
大矢 晴彦	横浜国立大学工学部教授	班 長
横尾 和伸	厚生省水道整備課課長補佐	
土谷 武	沖縄開発庁振興局第四課専門官	
仁賀 健夫	通商産業省施設整備課課長補佐	
比嘉 真三	沖縄県環境保健部環境衛生課長	
知念 五郎	沖縄県企業局経営管理室長	
金城 義信	沖縄県企業局建設計画課長	
岩崎 皓一	(株)日水コン水道事業部長	
石井 寿一	(財)造水促進センター脱塩技術部長	

(後任)

山村 尊房	厚生省水道整備課課長補佐	
広田 正典	通商産業省施設整備課課長補佐	
大城 信雄	沖縄県環境保健部環境衛生課長	
新垣 好直	沖縄電力株式会社工務部工務課長	
照屋 寛	沖縄県企業局経営管理室長	

沖縄県海水淡水化施設導入検討委員会及び幹事会経過記録

会議名	日時	場所
第1回委員会及び両幹事会	平成2年10月23日	那覇東急ホテル
第2回幹事会（設備班）	平成3年2月28日	企業局
第2回幹事会（環境班）	平成3年3月8日	企業局
第2回委員会	平成3年3月26日	県庁第1特別会議室
第3回幹事会（環境班）	平成3年7月23日	企業局
第3回幹事会（設備班）	平成3年7月24日	企業局
第3回委員会	平成3年7月31日	都道府県会館（東京都）
第4回幹事会（環境班）	平成3年11月5日	企業局
第4回幹事会（設備班）	平成4年2月13日	企業局
第5回幹事会（環境班）	平成4年2月18日	企業局
第4回委員会	平成4年3月10日	ハーバービューホテル

幹事会の経過報告

● 第1回（合同会議）

日時：平成2年10月23日 15時～17時

場所：那覇東急ホテル

議 事 次 第	決 定 事 項 等
<p>① 沖縄県の水源状況と海水淡水化施設導入計画について</p> <p>(1) 沖縄県の水道概要</p> <p>(2) 水需要の実績と予測</p> <p>(3) 水源の現状と開発計画</p> <p>(4) 海水淡水化施設導入計画概要</p> <p>② 海水淡水化技術の現状とジェッダの海水淡水化プラントについて</p> <p>(1) 海水淡水化技術の現状について</p> <p>(2) ジェッダ海水淡水化プラントについて</p> <p>③ 平成2年度調査委託の概要と実施計画について</p> <p>イ) 施設整備計画</p> <p>(1) 段階的施設整備計画に係わる要件</p> <p>(2) 段階的施設整備計画比較表</p> <p>(3) 段階的施設建設のイメージ</p> <p>(4) 実施計画表</p> <p>ロ) 環境アセスメント</p> <p>(1) 調査目的</p> <p>(2) 施設の概要</p> <p>(3) 全体工程</p> <p>(4) 現況調査</p> <p>(5) 濃縮排水拡散予測</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第1回ということで委員会・幹事会（設備班及び環境班）との合同会議として開催された。 ・ 議事次第に従って報告がなされ、設備班に関する事項としては、 <ol style="list-style-type: none"> 1) 沖縄県海水淡水化施設は、事業変更認可に基づく施設規模とし、生産水量日量 40,000 m³ を北谷浄水場用地に建設するものとする。 2) 施設整備は、段階的に実施するものとし、第1期日量 10,000 m³ の施設について、平成7年度の供用開始を目指すものとする。 ・ 等が確認された。 ・ 次回の委員会、幹事会の開催日程についての確認が行われた。

● 第2回

日時：平成3年2月28日 15時～17時

場所：企業局第一会議室

議 事 次 第	決 定 事 項 等
<p>① 段階的施設整備計画について</p> <p>(1) 主要設備の構成及びその必要性</p> <p>(2) 各設備のユニット数及び施設規模の検討</p> <p>(3) 標準建設工期の検討</p> <p>② 高硬度処理水の平準化対策について</p> <p>(1) 海水淡水化施設導入の効果</p> <p>(2) 処理水の混合方法の検討</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現時点では、他の水道施設と同様にその機能、設置目的から海水淡水化施設を 10 項目の設備に大別しているが、処理機能や運転管理上関連のある設備については、まとめて主要設備の項目を減らすものとする。 ・ 海水淡水化施設を中心となる(3) 逆浸透設備について、生産水量 10,000 m³/日の施設に対して、5,000 m³/日×2ユニットを適切な施設規模として今後の施設計画を検討する。 ・ 海水淡水化施設（生産水量 10,000 m³/日）の早期導入に向けて、陸水系設備の利用発注形式、海外の工事実績等を検討し、建設工期をできるかぎり短縮する。 ・ 海水淡水化施設導入による硬度の平準化効果を最大限に発揮するために、陸水系の送水施設を有効に利用し、適切な送水施設を計画する。

● 第3回

日時：平成3年7月24日 14時～17時

場所：企業局第一会議室

議 事 次 第	決 定 事 項 等
① 平成2年度調査結果の総括について ② 平成3年度調査概要について ③ 原水水質の評価について ④ 取水・放流施設の位置について	<ul style="list-style-type: none"> ・取水方式は海水直接取水方式とする。 取水地点は、現時点で設定している（環境班）ラインCが望ましいと考えるが、さらに安定した取水の可能性を期待し、沖合い約100m先の水質調査（環境班対応）を行う。 ・水質変動データについては、離島等のデータ等をできるかぎり収集し、評価するものとする。 ・運転は、SDI（FI値）で運転管理する。 安定した施設の運転及び省エネルギー運転を目標として、運転方法を検討する。 台風時の施設運転は停止の方向で計画する。 ・取水方式は、海底取水方式とする。 放流方式は、ノズルによる水中放流方式とする。

● 第4回

日時：平成4年2月13日 14時～17時

場所：企業局第一会議室

議 事 次 第	決 定 事 項 等
① 沖縄県海水淡水化施設基本計画について (1) 最適淡水化フローと主要設備の概要 (2) 建築計画の概要 ② 関連討議事項について (1) 受変電方式と電力契約 (2) 取水放流地点とその方式 (3) 排水処理と脱水ケーキの処分	<ul style="list-style-type: none"> ・導入する海水淡水化施設の最適フローは、基本的に第4回幹事会（設備班）で提示された淡水化フローとする。 但し、各設備ごとの詳細な処理フローや水量収支については、実施設計にて検討するものとする。 また、設備の名称については、主要設備を8項目に大別し、今後は以下の設備名称を使用するものとする。 (1) 原水設備 (2) 調整設備 (3) 逆浸透設備 (4) 送水設備 (5) 放流設備 (6) 薬品注入設備 (7) 受変電設備 (8) 電気計装設備 ・各設備の建屋は、施設の配置や設備の腐蝕防止、管理スペース等を十分考慮し、最低限必要な建物とする。 ・受電方式は、経済性、敷地上の制約等から比較検討の結果「2構内別受電2計量」とする。 また、電力契約は設備稼働率も高く年間電力料金の安価な「時間帯別調整契約」を導入する。 ・取水放流方式についてはすでに決定されているとおり、「取水方式：海底取水方式」「放流方式：水中放流方式（深層放流）」とする。 取水放流地点は、環境班で設定している、A、B、Cルートを経験面から比較すると、B、Cルートが環境、水質面で同等であれば施工性、経済性の点から「Bルートが有利である」と判断できる。 海水淡水化施設より排出される排水には、様々なものがあるが、水質汚濁防止法の排水基準に基づき必要と考えられるものについては、排水処理設備を設置するものとする。 特に、調整設備からの洗浄排水は、周辺海域の環境保護、観光資源の保護等の観点から処理後放流するものとする。

3. その他の調査

海水淡水化施設導入に関する調査及び検討については、国内外を含め様々な形で実施してきた。

これらの調査・検討の中で整備計画、施設計画、維持管理計画等に言及した代表的なものは次のとおりである。

(1) 「昭和 52～61 年度 沖縄本島海水淡水化計画調査」 (厚生省、日水協、造水促進センター)

概要：沖縄本島に導入する海水淡水化の規模、位置、施設整備計画、コスト等の全般的な課題について検討されている。

(2) 「昭和 55 年度 第 4 回 事業変更認可申請」

概要：石川市内に蒸発法（多段フラッシュ法）による海水淡水化施設を導入するための整備計画を検討している。

(3) 「昭和 63 年度 第 5 回 事業変更認可申請」

概要：北谷浄水場に逆浸透法の海水淡水化施設を導入するための整備計画を検討している。

(4) 「平成元年度 北谷浄水場海水淡水化施設導入に関する調査」

概要：第 5 回事業変更で認可された整備計画について、さらに造水コスト、財政収支、水需給収支、施設の稼働率等の概略を検討している。

(5) 「平成 2 年度 北谷浄水場海水淡水化施設導入に関する予備調査（その 1）」

概要：沖縄県海水淡水化施設導入検討委員会の設立に合わせて段階的施設整備計画、高硬度水の平準化、環境影響調査等を検討している。

(6) 「平成 3 年度 北谷浄水場海水淡水化施設整備に関する予備調査（その 2）」

概要：沖縄県企業局で立案された段階的施設整備計画に基づき、水質の評価、運転方法の検討、取水・放流施設の検討等を行い、関連施設の概算工事費を算出している。

(7) 「平成 3 年度 北谷浄水場海水淡水化施設整備に関する予備調査（その 3）」

概要：平成 2 年度において実施した海水淡水化施設導入に伴う周辺環境への影響調査（秋季冬季の周辺海域の現況調査等）に引き続き、春季（4 月）夏季（7 月）の現況調査を行い、これら四季の調査データに基づいて濃縮海水拡散予測及び濁り拡散予測を行っている。また、濁水発生時（豪雨時）水質調査も行っている。

(8) 「海水淡水化施設に関する文献調査並びに稼働施設実態調査委員会」

概要：平成 4 年度には、日本水道協会において「海水淡水化施設に関する文献調査並びに稼働施設実態調査委員会」を設置すると同時に、逆浸透膜の評価選定に関する調査検討も行っている。また、国内外における稼働中の海水淡水化施設の視察調査も実施した。

(9) 「排水処理に関する脱水性能及びケーキの処分等に関する調査検討」

概要：平成4年度から5年度において、海水淡水化施設の排水処理に関する脱水性能及びケーキの処分等に関する調査検討を(財)造水促進センターに委託している。

以上の結果をふまえて、平成4年度には実施設計に着手しました。また、これら以外にも次のような様々な調査を実施している。

3.1 視察調査

平成4年度から平成6年度にかけて、学識経験者、造水促進センター及び企業局職員による、国内外の海水淡水化施設の視察調査が行われた。その概要は下表のとおりである。

表2-1-8 国内外の海水淡水化施設視察調査概要

分類	施設数	用途	設置場所等
県内	2	生活用水	波照間島、粟国島
県外	6	工業用水	宮津発電所、大飯発電所
		その他	玄海発電所、鹿島製鉄所
			茅ヶ崎研究所、ハウステンボス
海外	4	生活用水	ラスパルマス（スペイン領）
			アーラプシ（マルタ共和国）
			チリカウワ（同上）
	工業用水	セラヤ（シンガポール共和国）	
合計	12		

その調査結果の概要は、以下のとおりである。

- ①材質の選定に留意する必要がある。
- ②機器はコンパクト化することが望ましい。
- ③各設備は、屋内設置が望ましい。
- ④機器の騒音対策を強化する必要がある。
- ⑤維持管理に便利な機器の配置を考慮する必要がある。
- ⑥監視制御の適正な自動化を導入する必要がある。

3.2 海水淡水化施設の漁業補償

漁場利用等

(1) 漁港

北谷町には漁港法第5条の指定による1種漁港として、昭和47年5月12日指定された町管理の浜川漁港がある。この漁港の概要は、「沖縄の漁港」（平成元年1月 沖縄県）によれば、護岸1,059 m、岸壁436 m、物揚場49 m、船揚場40 mとなっている。

(2) 漁業権と漁業許可

漁業権の中の共同漁業権については、「漁業権の免許内容等（共同漁業権、区画漁業権）」（昭和58年9月 沖縄県）によれば、第1種漁業権と第2種漁業権がある。また、「漁業権の免許内容等（定置漁業権、特定区画漁業権）（区画漁業権：途中免許分のみ）」（昭和63年9月 沖縄県）によれば、第1種特定区画漁業権（魚類小割式養殖業）が2ヶ所ある。一方、漁業許可は、知事許可漁業として固定さし網漁業、潜水器漁業が主である。

表2-1-9 共同漁業権の内容

漁業の種類	漁業の名称	漁業の期間
第1種漁業権	モズク漁業	2月1日～7月31日
	ウニ漁業	1月1日～12月31日
	イセエビ漁業	7月1日～12月31日
	サザエ漁業	1月1日～12月31日
	シャコガイ漁業	〃
	タカセガイ漁業	〃
	マガキガイ漁業	〃
	アサリ漁業	〃
第2種漁業権	網掛け網漁業	1月1日～12月31日
	固定式刺網漁業	〃
	建干網漁業	〃
	小型定置網漁業	〃
	かご網漁業	〃

[参考文献] 「漁業権の免許内容等」（昭和58年9月 沖縄県）

表 2-1-10 知事許可漁業の許可

潜水器漁業	建干網漁業	敷網漁業	固定式刺網漁業	合計
2	0	0	6	8

注：昭和 62 年 12 月 31 日現在有効件数

[参考文献]「沖縄の水産業」（平成元年 3 月 沖縄県農林水産部）

(3) 漁業協同組合

北谷漁業協同組合の組織状況を次に示す。

表 2-1-11 漁協の組合員数

正組合員数			准組合員数			合計
漁民		計	漁民		計	
漁業者	従事者		地区内	地区外		
36	0	36	9	1	10	46

注：昭和 63 年 3 月 31 日現在

[参考文献]「沖縄の水産業」（平成元年 3 月 沖縄県農林水産部）

海水淡水化施設に関する漁業補償の概要は以下のとおりである。

- ①漁業権者：北谷町漁業協同組合
- ②漁業権地区：2,200 ha (22 km²)
- ③主な工事概要：取水、放流設備工事（沖合約 200 m、幅約 20 m）
- ④工事期間：平成 6 年 10 月～平成 7 年 2 月
- ⑤工事影響範囲：34 ha（漁業権地区の約 1.5%）
- ⑥補償対象範囲

表 2-1-12 補償対象範囲

単位：m²

消滅補償	35
永久制限補償	5,236
期間制限補償（工事期間）	95,845
影響補償（仮道路及び撤去期間）	213,600
影響補償（配管工事期間）	246,460

⑦漁業補償契約締結：平成 6 年 5 月 13 日

⑧契約締結に基づいて、適切な補償金が速やかに支払われた。

漁業補償契約書

一金 4,057,385円也

沖縄県企業局が施行する海水淡水化施設（取水・放流施設）工事（以下『工事』という。）に伴う第14号共同漁業権への影響によって生ずる漁業上の損失について漁業権利者代表北谷町漁業協同組合長理事 富川盛仁 を甲とし、沖縄県公営企業管理者企業局長 新垣勝市 を乙として、下記条項により補償契約を締結する。

記

（契約の主旨）

- 第1条 甲は別添図面に明示された区域を永久制限区域とし、同区域において、この契約締結後いつでも乙が工事を実施することに同意するものとする。
- 2 乙は工事に伴う別添図面に明示された漁業権等に対する一切の損失補償金として、頭書の金額を甲に支払うものとする。

（補償金の支払）

- 第2条 乙は頭書の金額の請求があったときは、適法な支払請求書を受理した日から30日以内に請求にかかる金額を甲に支払うものとする。

（補償問題の解決）

- 第3条 甲・乙双方は本件補償金の支払いをもって、海水淡水化施設（取水・放流施設）工事に関わる補償問題はすべて解決したものとする。
- 2 今後、甲は乙に対し海水淡水化施設（取水・放流施設）工事に伴う補償要求を一切行わないものとする。

(契約に関する紛争の解決)

第4条 この契約の内容又はこの契約の履行に関し、北谷町漁業協同組合に属する組合員から異議の申し出があったときは、甲は、責任をもって解決するものとする。

(相互の協力)

第5条 乙は工事の実施に当り、漁業上悪影響を及ぼさないように努力するものとし、甲は工事の公共性にかんがみ、できる限り乙に協力するものとする。

(契約外の事項)

第6条 この契約に定めのない事項又は契約の内容に関して疑義を生じたときは、甲・乙協議して定めるものとする。

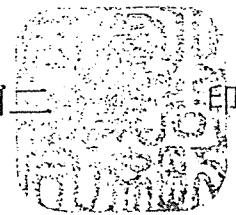
この契約の証として契約書2通を作成し、甲、乙記名押印のうえ、それぞれ1通を保有する。

平成 6 年 5 月 13 日

甲 北谷町字港4番地

北谷町漁業協同組合

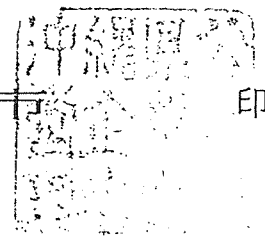
組合長理事 富川 盛仁 印



乙 那覇市泉崎1丁目2番2号

沖縄県公営企業管理者

企業局長 新垣 勝市 印



漁業補償算定調書

1. 事業概要

沖縄県企業局では、水需給の逼迫、陸水系水源の不安定な水需給収支を打開するため、多角的な水源開発の一環として、早期に導入が可能な海水淡水化施設の整備を進めている。

海水淡水化施設は、その1日最大生産水量 40,000 m³/日とし、平成5年度より一部工事を着工し、平成7年度には 10,000 m³/日、平成9年度以降には 40,000 m³/日の生産を予定している。

(1) 設置場所：北谷町字宮城（北谷浄水場に隣接する用地）

(2) 敷地面積：約 20,000 m²（有効 12,000 m²）

(3) 海水淡水化に伴う取水及び放流設備の位置

施設の設置場所は、北谷浄水場に隣接する南西側敷地とし、既存施設と有機的な動線を確保できる位置とする。

また、原海水の取水及び放流海水の放流位置は、海岸線より沖合に約 210 メートルの地点とする。

(4) 施設の概要

当該施設は、海水量約 108,000 m³/日、生産水量 40,000 m³/日の施設を建設する。

そのフローは、まず海水中に設置した取水口より海水を直接、自然流下方式で取水ピットに流入させ、取水ポンプによって調整設備に導入し、調整設備（直接凝集ろ過方式）で海水中の濁質を除去し、調整水槽に貯留する。その後、この調整水槽で貯留された水は逆浸透設備により、塩分及びその他の成分を除去した後、淡水水槽、既設の浄水池を経て送水する。

この時発生する污泥は濃縮、脱水し、脱水ケーキのみ場外処分する。

また、他の排水は、処理後その一部を放流海水と混合して海域に放流する。

(5) 海中使用の規模

公有水面使用面積 35 m²、海中永久使用面積 5,236 m²である。

2. 漁業補償を必要とする理由

今回公有水面使用及び海底を永久使用するにあたり北谷漁業協同組合に係る共同漁業権第 14 号の一部が消滅及び永久制限をすることになり、それに伴う漁業消滅補償及び永久制限補償、また、工事期間中、機械の稼働、搬入、汚濁防止膜等によって、漁労が制限されるのでそれに対する制限補償、そして工事等の施行に伴い水質の汚濁、濃度の変化等により漁獲減が予見されることから、これらに対する影響補償を行うものとする。

3. 漁業補償の基本的考え方

漁業権の消滅に伴う消滅補償については沖縄県の公共事業に伴う損失補償基準第 21 条及び同細則第 8 により、また漁業権の制限に伴う制限補償及び事業に伴う影響補償については、補償基準第 28 条及び同細則第 15 により、それぞれの規程に基づいて補償額を算定する。

4. 漁業概況

当該水域に設定されている共同漁業権第 14 号は、北谷町と嘉手納町との境界線から北谷町と宜野湾市との境界線により囲まれた沿岸水域（約 2,127 万 m²）の漁場で第 1 種共同漁業では、モズク、ウニ、イセエビ、サザエ、シャコガイ、タカセガイ、マガキガイ、アサリの漁業等があり、また第 2 種共同漁業では、網掛け網、固定式刺網、建千網、小型定置網、かご網漁業等がなされている。

また、同水域において漁業法第 66 条に基づく「沖縄県漁業調整規則」第 5 条に基づく知事許可漁業として、潜水器・鑑賞用魚・固定式刺網等がある。

5. 補償対象の漁業権利者及び漁業種類

(1) 補償対象の漁業権利者

漁協名	所在地	組合長名	組合員数	備考
北谷町漁業協同組合	北谷町字港 4 番地	富川 盛仁	42 名	

(2) 補償対象の漁業権種類内訳

関係漁協、又は地元漁民からの聴取調査委託の結果報告に基づき確定する。

漁業種類	対象魚種
刺網	たい類、あいご類、ぶだい類、あじ類、はた類、かに類、えび類、その他
ひき縄	たい類、あいご類、ぶだい類、あじ類、はた類、その他
一本釣	たい類、あいご類、ぶだい類、あじ類、はた類、その他
潜水器その他	たい類、はた類、ぶだい類、あいご類、貝類、たこ類、いか類、えび類、その他
建千網	たい類、あいご類、ぶだい類、あじ類、はた類、その他

6. 補償方法

補償の対象とする漁業種類は、漁業法第 6 条に基づく漁業権漁業及び同法第 66 条の規程に基づく知事許可漁業等による漁業に影響が認められるものであり、したがって北谷町漁業協同組合が設定した「共同漁業権第 14 号」水域を補償の対象にし、「沖縄県の公共事業の施行に伴う補償基準」第 21 条に基づく漁業権の消滅補償、「同補償基準」第 28 条に基づく漁業権の制限補償及び影響補償とし、これ等の補償算定は「同補償基準実施細則」第 8 及び第 15 により、次のとおり算定する。

(1) 消滅補償：取水口部分及び放流口部分の海面部分 35 m²

$$\frac{\text{平年純収益}}{\text{年利率 (8\%)}} \times \text{漁場依存度} \times \text{依存度}$$

(2) 永久制限補償：永久的取水管及び放流管海底使用部分 5,236 m²

$$\frac{\text{平年純収益}}{\text{年利率 (8\%)}} \times \text{漁場依存度} \times \text{依存度} \times \text{被害率 (90\%)}$$

(3) 期間制限補償：事業施工中に汚濁防止膜の設置等により一時的に漁労できない部分 95,849 m²

$$\frac{\text{平年純収益}}{\text{年利率 (8\%)}} \times \text{漁場依存度} \times \text{依存度} \times \text{被害率 (100\%)} \times \text{制限期間率}$$

(4) 影響補償：当該事業の施行中または施行後における水質の汚濁、潮流の変化等により、漁獲の減少が確実に予見される区域である。

イ. 仮設道路の工事中及び工事後に及ぼす影響範囲 213,600 m²

ロ. 海底配管工事による影響範囲 246,460 m²

$$\frac{\text{平年純収益}}{\text{年利率 (8\%)}} \times \text{漁場依存度} \times \text{依存度} \times \text{被害率 (82\%)} \times \text{制限期間率}$$

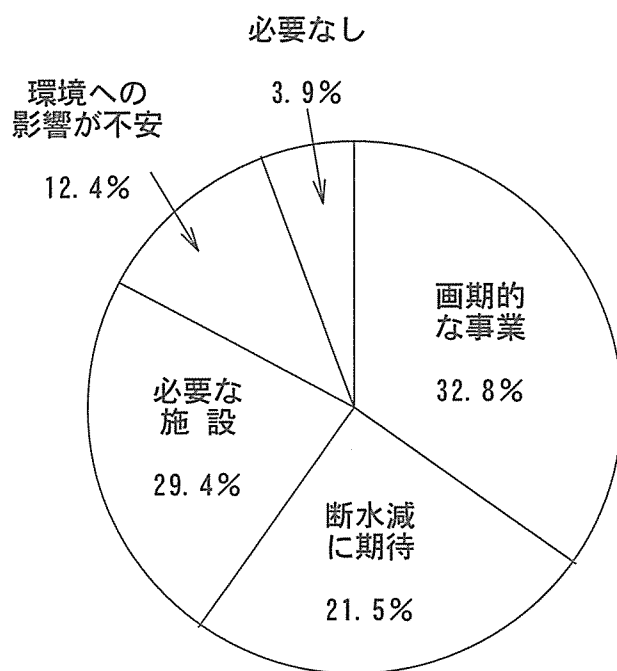
したがって、今回の補償額の算定は、(1) + (2) + (3) + (4) となる。

3.3 県民の意識調査

海水淡水化施設の導入に当たっては、企業局内でも様々な議論がなされたが、企業局以外の県民のコンセンサスを得るために、県内で実施されたアンケート等も参考としている。

1) 水道展アンケート

例えば、水道に対する県民意識調査として平成6年10月に実施された沖縄の産業まつり水道展でのアンケート結果は、次のようなものであった。(これは去る12月20日付け琉球新報及び1月6日の沖縄タイムス紙上に掲載されたものである。)



アンケート実施要領	
1. 対象	「水道展」参観者
2. 実施日	平成6年10月28日～30日
3. 実施場所	宜野湾コンベンションエリア
4. 実施方法	アンケート用紙を参観者に配布し、その場で記入後回収
5. 解答者数	1,168人(回収率100%、有効回答数1,132人、有効回答率96.9%)

図2-1-6 海水淡水化施設に対する県民意識

2) 沖縄総合事務局河川課アンケート

また、沖縄総合事務局では、平成元年3月に「県民の水に対する意識調査報告書」の中で、ダム以外の水源開発の方策として、県民に次のようなアンケートを実施している。

(1) 調査の目的

本調査は、県民に対するアンケート調査を実施し、水一般に対する意識やダム湖利用についての他府県の例を紹介しながら、河川やダム湖のレクリエーション利用に関する県民の意識等を引き出し、その結果をまとめて、河川使用の許可及びダム湖管理行政に反映させていくことを目的とする。

本調査では、地域的な意識の差についても把握するために、本島を4つの地域に区分してアンケートの集計・分析を行っている。

(2) アンケート調査の方法

アンケート調査の対象は、沖縄本島内に在住する成人男女を対象とし、往復郵送方式で行った。

回収数は1000～1500サンプルを確保することを目標とし、採用方式の回収率が約20～30%と見込まれることから、対象標本総数5000サンプルを無作為に抽出した。

(3) 実施期間

発送 平成元年1月9日(月)
返送締切 1月23日(月)
猶予期限 2月15日までとする。

(4) アンケートの回収状況

表2-1-13 アンケートの回収状況

	① 配布総数	配布不能数	② 有効配布数	③ 有効回収数	回収率 ③/①	回収率 ③/②
那覇市	1420	346	1074	301	21.2%	28.0%
北部地域	513	62	451	117	22.8%	25.9%
中部地域	1244	182	1062	218	17.5%	20.5%
南部地域	1823	279	1544	322	17.7%	20.9%
計	5000	869	4131	958	19.2%	23.2%

(5) 代表的な質問と回答

(質問)

ダムは本県の主要な水源となっており、今後とも良質な水を県民に供給していく重要な施設です。現在、将来の水需要の増大に応えるため、新たなダムの建設計画に加え、ダム以外の水源開発も進められています。あなたは、ダム以外の水源開発では、どの方法が最も有効と思いますか？

(1つ選んで下さい。)

(回答)

① 地下水開発を進める	④ 雨水貯留利用等水利用の合理化を進める
② 海水の淡水化を進める	⑤ その他 ()
③ 下水道処理水の還元利用を進める	

ダム以外の水源開発の方法についてみると、「海水の淡水化を進める」32.2%、「雨水貯留利用等水利用の合理化を進める」29.7%、「地下水開発を進める」27.2%の3つが比較的高い割合となった。地域別では、北部・中部地域で「海水の淡水化を進める」と「雨水貯留利用等水利用の合理化を進める」にそれぞれ3割以上の回答がある。「下水道処理水の還元利用を進める」については、都市部ほど高くなる傾向がうかがえる。年代別でみると、「海水の淡水化を進める」と回答した人は若い世代ほど割合が高く、逆に年代が高くなると「地下水開発を進める」に対する割合が高くなっている。「雨水貯留利用等水利用の合理化を進める」と答えた人は各年代とも3割前後の割合となっている。

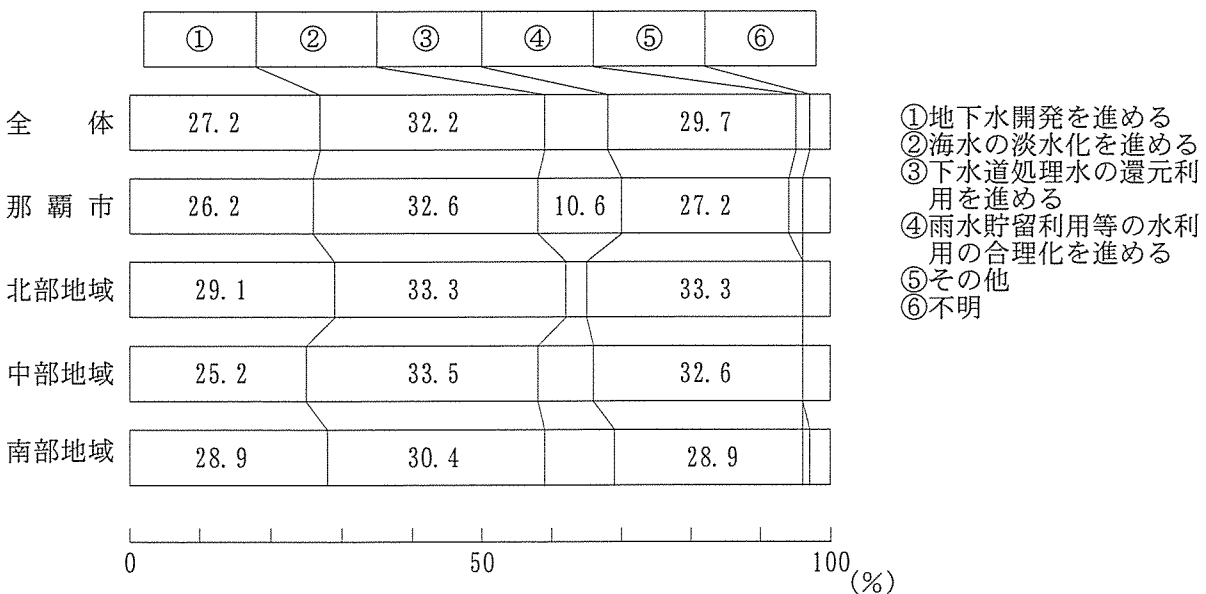


図2-1-7 ダム以外の水源開発でもっとも有効と思われる方法

第2章 実施設計

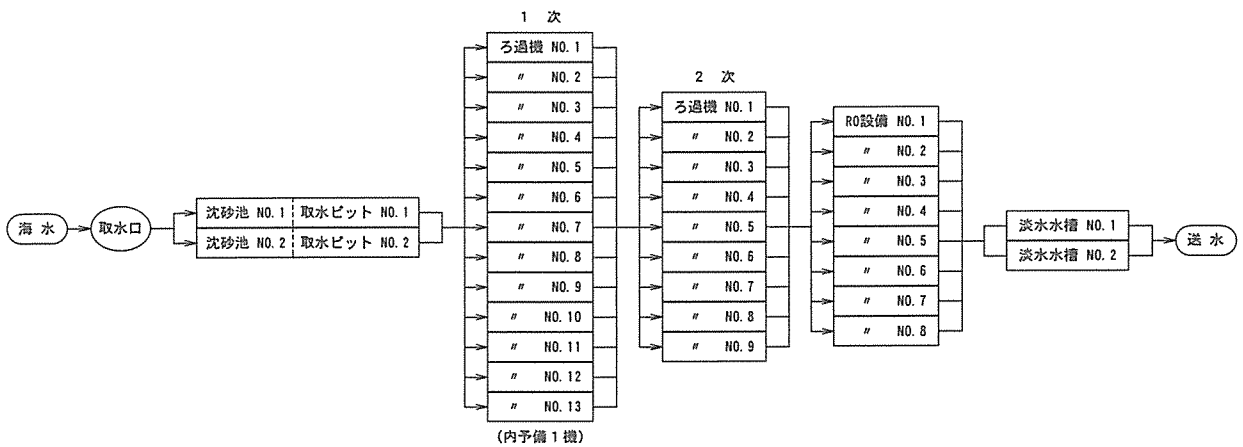
1. 基本条件

当時、施設基本計画を作成する上で与条件として与えられている項目及び数値について以下に示すものとする。

1) 施設規模全体計画

Q=40,000 m³/日 2系統4系列8ユニット

概略フロー



2) 設置場所

北谷町字宮城（北谷浄水場内に隣接する用地）

3) 敷地面積

約 20,000 m²（有効 12,000 m²）

4) 原水・放流施設の位置

施設の設置位置は北谷浄水場の南西側敷地とし、既存施設と有機的な動線を確保できる位置とする。（一般平面図参照）

また、海水の取水及び濃縮排水の位置は、サンゴ礁を避けて海岸線より沖合に数百メートルの地点とする。（環境影響調査の結果による）

5) 敷地の概要

海水淡水化施設は北谷浄水場内に、海水取水量 108,000 m³/日、生産水量 40,000 m³/日の施設を段階的に建設する。

取水は海水直接取水の自然流下方式とし原水槽（着水井）に導水し、そこからポンプアップし、調整施設（直列2段ろ過方式）で海水中の濁質を除去処理し、発生汚泥は濃縮・脱水し場外処分とする。

また、他の排水は、適正な処理の後、ROモジュールの濃縮排水と混合して海域に放流する。

6) 事業計画

当時の事業計画では、予算、建設工期、供用開始施設規模等について以下のように計画されている。

- ① 施設規模（生産水量） 40,000 m³/日
- ② 淡水化方式 逆浸透法（RO膜法）
- ③ 総事業費 約 347 億円
- ④ 施設整備計画表

年度 項目	平成4年度	5	6	7	8	9
設計及び工事	実施調査設計	建設工事	(1/4 規模完成) "	(2.5/4 規模完成) "	(全施設完成) "	
生産水量 (m ³ /日)				(供用開始)		
				(延べ水量)	10,000	15,000
				10,000	25,000	40,000

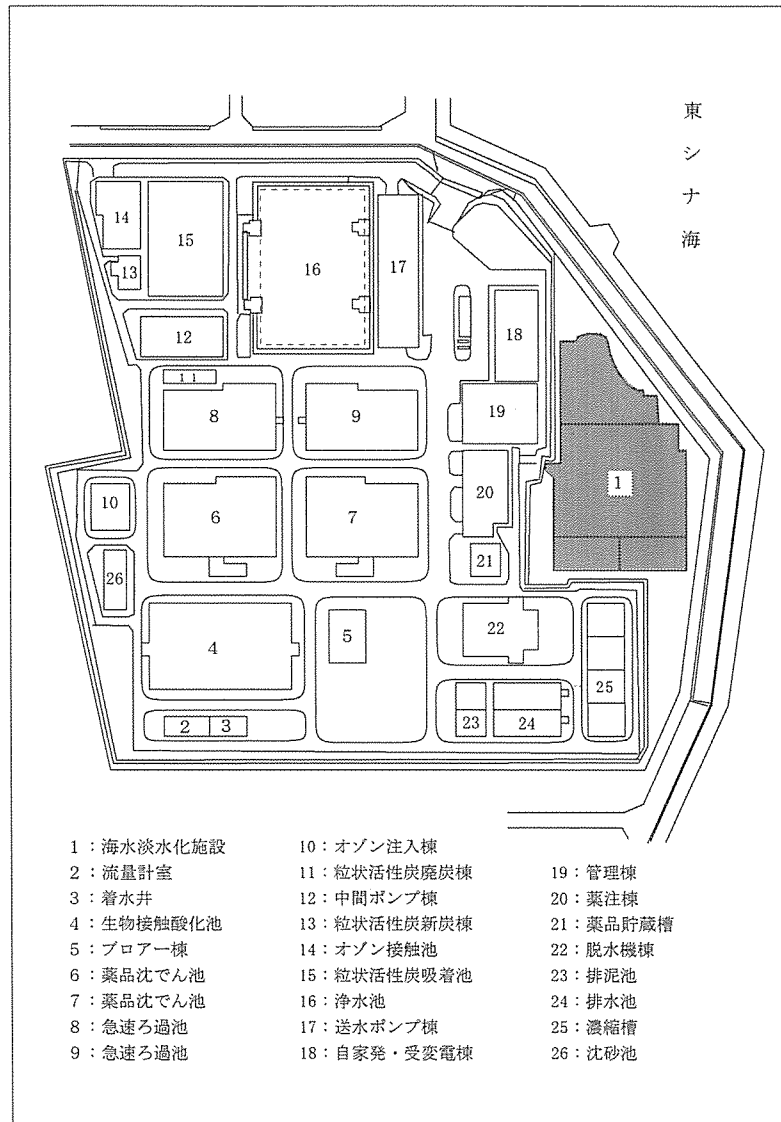


図 2-2-1 北谷浄水場一般平面図

2. 検討項目と結果

ここでは、実施設計で検討した項目とその検討結果の概略を、主要設備ごとに整理して記述する。内容は建設工事中に若干の変更を余儀なくされた機器仕様や容量を除き、検討結果のとおりとなっている。

海水淡水化施設全体計画

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果		
①原水水質(海水)について	<p>検討項目の測定データ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水質管理事務所の測定データ ・環境影響調査測定データ ・当該海域の既存のデータ ・県内離島の海水淡水化施設運転データ ・国内及び海外の海水淡水化施設運転データ <p>により決定</p>	各データを整理し、設計に必要な水質項目を選定する。	既存資料及び環境調査結果に基づき整理した。		
②処理水質について	原水水質、調整方式、RO膜の種類 後処理の必要性	処理水質に影響を与える項目を整理し、その期待値を検討する。	原水水質、処理プロセス等を勘案し設定した。		
③海水取水水量について	最適処理プロセスの選定を行った上で設定する。	水量収支を検討の上で、最大、最小の取水水量を設定する。	以下に施設計画に影響する最大海水取水水量を設定する。		
<p>最大取水水量</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>最終処理水量 : 40,433m³/日 = 28.08m³/分</p> <p>RO供給水量 : ROの回収率を40%として</p> $40,433\text{m}^3/\text{日} \times \frac{100}{40\%} = 101,083\text{m}^3/\text{日}$ </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>海水取水水量 : RO供給水 } 101,083m³/日</p> <p>1次ろ過機洗浄排水 } 5,859m³/日</p> <p>2次ろ過機洗浄排水 } 433m³/日</p> <p>RO施設供給水 } 192m³/日</p> <p>その他損失等 } 107,567m³/日</p> <hr/> <p>海水取水水量 ≒ 108,000m³/日</p> </td> </tr> </table>				<p>最終処理水量 : 40,433m³/日 = 28.08m³/分</p> <p>RO供給水量 : ROの回収率を40%として</p> $40,433\text{m}^3/\text{日} \times \frac{100}{40\%} = 101,083\text{m}^3/\text{日}$	<p>海水取水水量 : RO供給水 } 101,083m³/日</p> <p>1次ろ過機洗浄排水 } 5,859m³/日</p> <p>2次ろ過機洗浄排水 } 433m³/日</p> <p>RO施設供給水 } 192m³/日</p> <p>その他損失等 } 107,567m³/日</p> <hr/> <p>海水取水水量 ≒ 108,000m³/日</p>
<p>最終処理水量 : 40,433m³/日 = 28.08m³/分</p> <p>RO供給水量 : ROの回収率を40%として</p> $40,433\text{m}^3/\text{日} \times \frac{100}{40\%} = 101,083\text{m}^3/\text{日}$	<p>海水取水水量 : RO供給水 } 101,083m³/日</p> <p>1次ろ過機洗浄排水 } 5,859m³/日</p> <p>2次ろ過機洗浄排水 } 433m³/日</p> <p>RO施設供給水 } 192m³/日</p> <p>その他損失等 } 107,567m³/日</p> <hr/> <p>海水取水水量 ≒ 108,000m³/日</p>				

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
④予備の考え方について	<p>水道施設設計指針及び他の実施設計の事例により検討する。</p>	<p>運転水量や保守管理を考慮して検討する。</p>	<p>・電動機の付いた主要機器については、必ず予備機を設ける。 (ただし、弁については除く) ・ろ過機及びROユニットについては、予備機を設けていない。</p>
⑤海水接液部の材質について	<p>海水淡水化施設の主要機器の主要材質について検討する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海水取水および濃縮海水排水管 ・海水取水ポンプおよびRO供給ポンプ ・ろ過機 ・揚内配管 (低圧部) ・ " (中圧部) ・ " (高圧部) <p>高圧ポンプおよび動力回収タービン</p>	<p>それぞれの用途について、耐腐食性、経済性、保守性を総合的に判断して材質を決定する。</p>	<p>主なものは以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海水取水、放流管：鋼管、キヤ樹脂塗装 ・ろ過機：鋼板ゴムフリンク ・低圧配管：硬質塩化ビニール管、スリット鋼管 ・中高圧配管：耐海水スリット鋼管 ・ポンプ・タービン：耐海水スリット鋼材等
⑥貯槽設置の考え方について	<p>・コンクリート製の貯槽について検討した。</p>	<p>設置場所は海水の湧水が多く、地下掘削工事が困難と予想されるので、貯水槽類はできるだけ地上設置式とした。</p>	<p>地上設置：RO処理水槽 放流槽 洗淨排水処理槽 廃液処理槽 ろ過水槽 地下設置：沈砂池 洗淨排水槽</p>

(1) 原水設備

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
①取水地点について	<p>水質の安定性、施設の経済性、施工性、環境への影響等。</p>	<p>陸水の流入、港湾の影響、養殖筏等の汚染影響を避ける。</p>	<p>環境影響調査の結果に基づき位置を選定している。</p>
②取水方式について	<p>深層取水 海底取水管式 カーテンウォール式 栈橋(水中ポンプ)式 表層取水 (オープンチャンネル式)</p>	<p>沖合取水方式であり、適切な水深の設定ができ、良好な水質の海水が得られる。取水管理設の海底掘削工事が必要である。 海岸取水方式であり、海岸の水深が深い場合に適用される。 護岸の土木工事が必要である。 沖合取水方式であり、比較的に水深が浅い所から取水できる場合に適用され海上に構造物(栈橋及び取水管)を設置する必要がある、その構造、船舶航行、景観等に注意が必要である。 海岸取水方式であり、一般に清澄な海水の取水が困難である。 地下水、汚染水の流入、地層、地質の影響を受け易く、計画にあたっては、取水水質及び取水量の十分な確認が必要である。</p>	<p>沖合での取水方式であり、適切な水深の設定ができ、良好な水質の海水が得られる深層取水方式とする。</p>
③海水導水方式について	<p>自然流下式 ポンプ吸引式</p>	<p>動力を必要としないが、海水取水ピットを海水面以下に設置するための大規模な土木工事が必要である。 ポンプの吸い込み揚程により、取水管の長さ、口径などに限界がある。運転維持管理がやや複雑で大規模設備に不向き。</p>	<p>動力を必要としない自然流下式とする。</p>
④海水取水槽の自動除塵機の形式について	<p>バースクリーン ネットスクリーン 手掻き式 ロータリーレーキ式 トラッシュユーカー式 ドラム式 ロータリーバーネル式</p>	<p>対象とする塵芥の種類による。台風等の荒天時を考慮すると、一般に最も高負荷に対応が可能で信頼性の高いロータリーレーキ式のバースクリーンが適している。</p>	<p>荒天時には取水制限等の対応をするため、くらげ等の通常時の浮遊物で寸法も小さなものに対して有効なネットスクリーン式とし、設備スペースが狭いことからロータリーバーネル式を選択した。</p>

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
⑤海水取水ポンプの形式について	横軸 遠心ポンプ 立軸 ポンプ 水中 ポンプ		運転に対する信頼性、操作性を考慮して、横軸押込み式ポンプとする。
⑥海水取水ポンプの台数について	2台+予備1台(1台当り 4系列) 3台+ " (" 3系列) 4台+ " (" 2系列)	各ケーススタディー	予備機を含めた設備コストと運転コストの総合的な判断により4台+予備1台とする。
⑦海水貯槽の必要性について(沈砂池)	・沈砂池の設置 ・沈砂池を設置しない	海水貯槽の設置目的は ・潮位の変動に対するろ過機供給圧の安定 ・台風時等に流入の恐れのある砂の沈降分離である。 設置場所は湧水が多く、地下掘削工事が困難と予想されるので貯水槽類はできるだけ地上設置とした。 しかし、敷地が狭いため、調整海水槽は地下埋設とせざるを得ない状況にある。 また、現在稼働している海水淡水化施設では一般には沈砂池を設けていない例はほとんどない。	ろ過機の供給圧の安定性については、各1次ろ過機の入口で流量一定制御を行うこと、また海水取水槽の最大水位差は3m程度であり、海水取水ポンプの全揚程5.2mにほとんど影響を与えないことなどから、安定性については問題ない。 砂の沈降分離については、海水取水槽に沈砂池の機能を果たせることで問題ない。 以上により取水ピットの容量を大きくし、沈砂機能を持たせた取水井とする。

(2) 調整設備

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
①基本フローについて	凝集+沈澱+ろ過	凝集沈澱槽があるのでろ過機の負荷が少なく、やや汚染された海水の調整にも適する。 凝集沈澱槽の維持管理はやや複雑で、熟練を要する。 また、沈澱槽の設置面積が大きい。	比較的水質がよい原水に適し、運転維持管理が容易で、設備設置面積が比較的小さく、また海水の前処理に実績の多い直接凝集ろ過方式とする。
②ろ過機の形式について (1次ろ過機)	直接凝集ろ過 無薬注ろ過 海岸井戸式 圧力式横形 圧力式立形 重力式	一般の海水の調整に適する。運転維持管理が容易で、設備設置面積が比較的小さい。 極めて清澄な海水の調整に適用される。 最も簡単な調整方式があるが、適用できる立地条件が限定される。	ろ過速度を速く設定でき、設置面積も小さい圧力式横型とする。
③ろ過機の形式について (2次ろ過機)	同上	設置面積は比較的大さい。 ろ過速度が遅いので(一般に6~8 m/h)、処理水の水質は比較的清澄である。設置面積は大きくなってしまう。コンクリート構造となるので、ほとんどの構造物は分割工事が困難である。 (第一期工事で建設する必要がある)	ろ過速度を速く設定でき、設置面積も小さく、1次ろ過機と同型式の圧力式横型とする。
④2次ろ過の必要性について	同上	造水促進センターの実験結果	造水促進センターの実験結果及び文献等から検討した結果、1次ろ過のみの場合、逆洗後濁度が高くなり、ろ過水SDI値が3以下となるには長時間を要することから2次ろ過は必要である。

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
⑤ろ過速度について (1次ろ過機)	2次ろ過機のろ過水のSDI値が3となるようろ過速度及びろ材の仕様決定		造水センターの実験結果及び文献等からろ過速度 1.2、2 m/時=360 m/日以下ろ材 アンストラサイト φ0.9mm程度ろ過砂 φ0.45~0.70mm
⑥ろ過速度について (2次ろ過機)	2次ろ過機のろ過水のSDI値が3となるようろ過速度及びろ材の仕様決定		造水センターの実験結果及び文献等からろ過速度 1.7、4 m/時=480 m/日以下ろ材 ろ過砂 φ0.35~0.60mm以上
⑦ろ過機の形状について	製造、輸送および搬入限界などの検討項目	特に、輸送及び搬入条件を検討した。	最大寸法をφ3200×L11,500とする。
⑧ろ過機の洗浄水について	RO生産水 調整ろ過水 濃縮海水 原海水	洗浄非水を通常の水処理施設内で処理するための方法として採用例がある(関西電力 宮津)。淡水槽が大きくなること、水回収率が小さくなることなどの不利がある。わずかながら塩分があるので陸水への再利用は困難である。 一般的なろ過機洗浄に最も多く採用されている。 濃縮非水の有効利用を図って採用した例がある(サウジアラビアのジェッダ)。濃縮水貯槽が必要である。 比較的に清澄な海水が取水できるところで採用されている。(造水促進センター 茅ヶ崎) 原水貯槽に余裕が必要である。	水質も比較的良く、処理水の運転コストも安く、また排水処理も比較的処理が容易な調整ろ過水とする。

(3) 逆浸透設備

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
①基本フローについて	一段脱塩+エネルギー回収付き 一段脱塩+エネルギー回収なし 二段脱塩+(一段目)エネルギー回収付き 二段脱塩+エネルギー回収なし	最もエネルギー所要量が少なく、比較的簡単なシステム。 最も簡単なシステム。 原海水の濃度が高い場合、発電所のボイラ用水等の生産水塩分を低減する場合に採用されるシステム。(関西電力 大飯) 運転維持管理がやや複雑である。 (二段脱塩-エネ採-回収付きと同様) 最もエネルギー所要量が大きいシステム	最もエネルギー所要量が少なく、比較的簡単なシステムである。一段脱塩エネルギー回収装置付きとする。
②膜モジュールについて	アセチルセルローズ系中空糸形(東洋紡) ポリアミド系中空糸形(デュポン) ポリアミド系スパイラル形(東レ、日東、フィルムテック他)	耐塩素性があり、酸化劣化が比較的少ない(規制値:残留塩素0.1~0.3 mg/l)。SDI値の規定は 4以下 塩素による酸化劣化がある(規制値:残留塩素なし)脱塩素、殺菌剤には重亜硫酸ナトリウム(SBS)を使用する。 SDI値の規定は 3以下 塩素による酸化劣化がある(規制値:残留塩素なし)脱塩素、殺菌剤には重亜硫酸ナトリウム(SBS)を使用する。 SDI値の規定は 4以下	パクテリアによる膜劣化がおこりにくく、トリハロメタンの除去率の高いポリアミド系スパイラル形とする。
③高圧ポンプについて	輪切型多段渦巻ポンプ 水平分割型多段渦巻ポンプ 往復ポンプ	高圧に対し構造が単純であり、比較的安価である海外での実績が多い。 内部点検は配管の取りはずしと全部分解が必要。 輪切型と比較して高価であるが、国内水道での実績は勝る。 上ケーシングのみの分解で内部の点検ができる。 小容量に対し安価で有利。 圧力脈動に対策が必要。 大容量機では効率が劣る。	高効率の渦巻多段ポンプとし、吸込、吐出し管と取りはずさないで分解、点検のできる水平分割型を採用する。

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
④動力回収タービンについて	ペルトン型	高圧、小容量の場合でも効率が良く、かつ広範囲で高効率のため、運転制御が容易。 (計画 82%) ハケットの摩耗が激しく、定期的な部品交換が必要である。 吐出側は大気開放とし、ランナーが触れないよう水面を下げる必要がある。	放流水槽水位が高くなり、ペルトン型とすると設置レベルに無理を生ずるので、逆転ポンプ型タービンを採用する。
	逆転ポンプ型	ペルトン型に比べて効率がやや低いが容量が大きくなるに従って効率が良くなる。(計画 74%) 始動時に切離しが必要で、このためのクランチが必要で、運転中は圧力制御が重要。	
	ターボチャージャー型	新しいエネルギー回収方式であり、効率が良いといわれているが、大型の実験及び実績がない。	
⑤保安フィルターについて	ディスクエレメント型 カートリッジ型	洗浄再生が可能な方式である。 カートリッジエレメントは洗浄再生ができず、1ヶ月に一度程度のエレメント交換が必要である。	洗浄再生が可能で長期的には経済的なディスクエレメント型を採用する。
⑥サックバック水槽について	専用水槽式 生産水槽兼用式	膜モジュールスタック(ユニット)ごとにサックバックタンクを設置する方法。 淡水槽をサックバックタンクと兼用する方法。 淡水槽は、ツババック用の他、膜モジュール淡水置換淡水送水槽として使う。	敷地に余裕がないため、生産水槽兼用式とする。
⑦後処理について (アルカリ調整)	脱炭酸+消石灰注入 消石灰注入 苛性ソーダ注入 陸水系浄水との混合	ユニットごとのサックバックタンクは敷地に余裕がないと設置が困難である。 一般の場合、成分調整を行う。	陸水系浄水は、硬度が高い硬水であり、また生産水は硬度が低い、軟水であるために、これを混合し、硬度の平準化をはかる。 混合する条件としては、陸水系浄水の混合比が大さいこと。

(6) 排水処理施設

検討事項	検討項目及び比較案	コメント (特徴等)	検討結果
①基本フローについて		<p>できるだけ薬品注入を行わない方が望ましいが、実績等について調査が必要である。</p>	<p>沈澱処理の方法としては、洗浄排水に含まれる微小フロクを十分に沈降濃縮させる。 脱水処理の方法としては、無薬注処理が可能で、陸水系と同一種の加圧脱水（フィルタープレス型）とする。</p>
②洗浄排水槽のフロク沈降防止について	<ul style="list-style-type: none"> ・攪拌機なし ・空気攪拌方式 ・攪拌機方式 ・水中攪拌機方式 	<p>洗浄排水に含まれる微細なフロクや砂を洗浄排水槽に沈降させないための装置である。</p>	<p>維持管理が容易で、排水槽上部が利用できるディフューザによる空気攪拌方式とする。</p>
③濃縮槽及び希釈槽の形状について	<ul style="list-style-type: none"> ・横流矩形沈澱槽 ・中心流入、外周集水円形沈澱槽 		<p>沈降効果が高く、通常使用されている円形沈澱槽とする。</p>
④濃縮槽の容量、分離面積について		<p>海水淡水化施設での洗浄排水処理の例は少ないので、同規模の浄水施設及び造水促進センター資料を参考に設計値を決定した。</p>	<p>容量 380m³ × 3槽 分離面積 94m² 径 9.4m</p>
⑤希釈槽の容量、分離面積について		<p>海水淡水化施設での洗浄排水処理の例は少ないので、類似した浄水施設の設計を参考に設計値を決定した。</p>	<p>容量 1次 260m³ × 1槽 2次 260m³ × 1槽</p>
⑥濃縮槽及び希釈槽の沈澱汚泥掻寄方式について	<ul style="list-style-type: none"> ・中心駆動式 ・フライトコンベア式 ・水中けん引式 ・ホッパー式 	<p>原水が海水であるため、海中部に軸受けがないものを検討する。</p>	<p>小規模の濃縮槽に適し、維持管理が容易で、建設費が安い中心駆動式とする。</p>
⑦脱水処理の方式について	<ul style="list-style-type: none"> ・天日乾燥床 ・加圧脱水機 (フィルタープレス型) ・ " (ベルトプレス型) ・遠心分離機 ・既設の加圧脱水機で処理 	<p>設置スペースが小さく無薬注処理が可能で処理方式を選定する。</p>	<p>設置面積が狭くよく、無薬注処理が可能で加圧脱水機 (フィルタープレス型) とする。</p>
⑧加圧脱水機 (フィルタープレス型) の方式について	<ul style="list-style-type: none"> ・長時間型加圧脱水機 ・短時間型加圧脱水機 		<p>維持管理が容易で、工事費及び維持管理費が安く、また陸系と同一機種の長時間型加圧脱水機とする。</p>
⑨長時間型加圧脱水機のろ過速度及びケーキ含水率について		<p>海水淡水化施設での洗浄排水処理の例は少ないので、類似した浄水施設の設計を参考に設計値を決定した。</p>	<p>ろ過速度 1.5kg/m²・h² ケーキ含水率 70~75%</p>

(7) 放流施設

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
①放流方式について	<p>水中放流式</p> <p>マルチノズル形</p> <p>カーテンウォール形</p> <p>水平放流管形</p> <p>表層放流式</p> <p>潜堤付き開渠式及び開渠式</p>	<p>比重が大きい(重い)濃縮排水を噴射ノズルにより斜め上方に、比較的速い流速で放流し、拡散効果を良くして濃縮排水の影響範囲を小さくすることができる。</p> <p>放流口及び放流管を海底に設置する必要がある。</p> <p>適切な放流速度及び放流角度の設定ができるので最も良好な拡散効果が期待できる。</p> <p>比重が大きい濃縮排水の場合には、海底に沈降してしまうので拡散効果が期待できない。</p> <p>放流速度及び放流角度の設定範囲が限られる。</p> <p>放流流速が比較的遅いので、水深が十分に取れない場合には、比重が大きい濃縮排水が海底部に停滞する恐れがある。</p> <p>放流前に潜り堰(潜堤)によって攪拌されるが、放流後の拡散効果は期待できない。</p>	<p>適切な放流速度及び放流角度の設定ができ、最も良好な拡散効果が期待できるマルチノズル形水中放流式とする。</p>
②放流先端設置位置について	<p>経済性、配管埋設に伴うサンゴへの影響について検討。</p>	<p>サンゴ等の生物への影響をできる限り小さくするため、放流管を布設する位置は、経済性、配管埋設に伴うサンゴへの影響についても十分に考慮する必要がある。</p>	<p>環境調査の結果に基づき、海生生物への影響が最小限となる位置を決定した。</p>

(8) 薬品注入設備

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
①薬品注入方式について	<ul style="list-style-type: none"> ・定量ポンプ方式 ・コントロールド弁+電磁流量計(ポンプ+返送)方式 ・圧力タンク方式 ・自然流下方式 		設備がシンプルであり、設置スペースも狭くてよく、また、制御も簡単で済む定量ポンプを採用する。
②殺菌剤について	<ul style="list-style-type: none"> ・電解次亜塩 ・市販次亜塩 ・液体塩素 	<p>殺菌剤 : バクテリアの繁殖防止、貝類及び藻類の付着防止膜モジュール内部のスライム(生物汚染等)付着防止</p>	膜供給水及び膜処理水には、殺菌剤の中の不純物が少ない市販次亜塩を使用する。
③凝集剤について	<ul style="list-style-type: none"> ・塩化第二鉄 ・PAC ・硫酸バンド 	<p>凝集剤 : 海水調整アルミ系凝集剤の適用も可能であるが海水のpH値凝集効果の点で鉄系凝集剤が適する。</p>	凝集したフロックに強度があり、凝集範囲が広い塩化第二鉄を使用する。
④PH調整剤について	<ul style="list-style-type: none"> ・硫酸 ・塩酸 	<p>pH調整剤 : スケール防止、膜の加水分解防止</p>	薬品の価格が安く、取扱いの容易な硫酸を使用する。
⑤脱塩素系剤について 膜保管用薬品について	<ul style="list-style-type: none"> ・重亜硫酸ナトリウム ・亜硫酸ナトリウム 	<p>殺菌剤 : 保管中の膜モジュール内部でのバクテリアの繁殖防止以前はホルマリンを用いていたが、排水処理が困難な有害物質のため、最近では使用される例が少くない</p>	反応速度が早い重亜硫酸ナトリウムを使用する。
⑥洗浄用薬品について	<ul style="list-style-type: none"> ・無機物 ・有機物 	<p>無機物洗浄剤 : 無機物による汚染、スケール等の膜メーカーの推奨品</p> <p>有機物洗浄剤 : 有機物による汚染、スライム等のクエン酸除去</p>	膜を中心とした逆浸透設備の形式・システムによって、使用薬品を選定する。
⑦排水処理用の中和剤について	<ul style="list-style-type: none"> ・対象 クエン酸洗浄廃液 保管用廃液 ・薬品 苛性ソーダ ソーダ灰 消石灰 		取扱いが容易な苛性ソーダを使用する。

(9) 電気計装設備

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
①受電々圧について	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3φ 3W 13.8kV ・ 3φ 3W 66kV 	<p>契約電力が約10,000kW程度であり、沖繩電力(株)の電力供給規程から3φ 3W 66kVか3φ 3W 13.8kVとなる。</p>	<p>沖繩電力(株)との協議により、3φ 3W 66kV 1回線とする。</p>
②受電方式について	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1構内1計量 ・ 1構内2計量 ・ 2構内2計量 	<p>海水淡水化施設は陸水系とは完全に別構内である。</p>	<p>沖繩電力(株)との協議により別受電別計量の2構内2計量とする。 ※海淡水施設、陸水系の別計量。</p>
③契約種別について	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通常契約 ・ 季節別契約 ・ 時間帯別契約 	<p>電力契約として時間帯別調整契約が安いこと。</p>	<p>電力料金計算を行った結果と沖繩電力(株)との協議により時間帯別調整契約とする。</p>
④非常用電源の確保 a. 対象範囲について	<ul style="list-style-type: none"> ・ 買電停電対策 	<p>施設を維持するための負荷を確保する。</p>	<p>陸水系には既設非常用発電設備があり、その容量は陸水系の1/2負荷を賄うことができるため保安用非常用発電設備を設置する。 ガスタービン発電装置とする。</p>
b. 機種について	<ul style="list-style-type: none"> ・ ガスタービン発電装置 ・ ディーゼル発電装置 	<p>保守点検が少なく、維持管理的に便利な機種とする。</p>	
⑤配電方式の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1回線方式 ・ 2回線方式 	<p>2回線送電方式は異なる系統より電源の供給とする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 信頼性、保安上の点より2回線方式とする。
⑥送電圧の検討 a. 特高電気室とサブ電気室間	<ul style="list-style-type: none"> ・ 6.6kV ・ 3.45kV 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高効率より3.45kVであり、保守と互換性の考慮が必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3.45kVとする。
b. 電気室と低圧負荷間	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3.45kV ・ 460V ・ 210V 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配線ケーブル等の電圧降下を考慮し、また保守および機器の互換性を考慮する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建築付帯動力は460Vとする。 ・ 150kW以上の負荷は3.45kVとする。 ・ 150kW未満の負荷は460Vとする。
⑦力率改善方式の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各負荷設置と母線一括設置の区分 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 経済性と制御性の相対関係を考慮する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 主変圧器二次高圧母線 ・ 高圧動力は各負荷毎 ・ 低圧動力11kW以上各負荷毎とする。
⑧系統の保護方式の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配電線の保護 ・ 高圧電動機 ・ 低圧電動機 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各配電の特性に合わせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各主幹単位に下記を行うこととする。 ・ 過電流保護 ・ 選抜地絡保護 ・ 各負荷単位に下記を行うこととする。 ・ 過負荷、過電流保護 ・ 短絡保護 ・ 各負荷単位に下記を取り付ける。 ・ 配線用しや断路器 ・ サーマルリレー
⑨主要機器の選定 a. 特高受変電設備機器について	<ul style="list-style-type: none"> ・ GIS方式 ・ ハウジング方式 	<p>保守点検並びに設置面積が大幅に低減でき、充電部の露出がなく、安全な方式である。</p>	<p>縮小形3相一括GIS方式とする。</p>
b. 主変圧器について	<ul style="list-style-type: none"> ・ SF6ガス絶縁変圧器 ・ 油入変圧器 	<p>メンテナンスフリー、不燃焼で、安全な機種を選定の必要がある。</p>	<p>SF6ガス絶縁変圧器とする。</p>

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
c. 高圧しや断器	油入式 磁気式 真空式 乾式 モールド式 油入式	安全性、汎用性が高い機器とする。 安全性が高い機器とする。	真空式(VCB)とする。 モールド式とする。
	d. 変圧器		
⑩直流電源設備の検討	a. 直流電源装置	消防対象機器を考慮する。 保守性が優れる機器とする。	30分とする。 アルカリ凝結式とする。
	b. 無停電電源装置	安全性と実績を考慮する。 自家発電を設置する。 直流電源装置と同様とする。 経済性を考慮する。 切換時に無瞬断とする必要がある。	サイリスタ式全自動整流器とする。 15分間とする。 アルカリ凝結式とする。 サイリスタ式全自動整流器とする。 1バンク方式とする。 SCR方式の常同期方式とする。
⑪電動機回路開閉装置の検討	a. 高圧電動機	経済性に優れている。	コンヒネーションスタター方式とする。
	b. 低圧電動機	拡張性に優れている。	コントロールセンタ方式とする。
⑫電動機の始動方式の検討	全電圧始動 減電圧始動・スターデルタ始動 リアクトル始動 コンドルプリア始動	電動機始動時のじょう乱を考慮する。 コントロールセンタとの適合性を考慮する。	低圧電動機の37kW未満は全電圧始動とする。 低圧電動機の37kW以上はスターデルタ方式とする。
⑬計測管理計装の検討	取水点から送水設備まで	維持管理に必要な項目 システムの制御に必要な項目	維持管理に必要な流量計を設置する。 システムの制御に必要な項目、流量計、水位計、温度計、圧力計を設置する。
⑭水質管理計装の検討	取水点からRO処理水槽まで	維持管理に必要な項目 システムの制御に必要な項目	維持管理システムの制御に必要な残留塩素濃度計、pH計、濁度計、アルカリ度計を設置する。
⑮操作盤について	CRT+キーボード スイッチ及びハンドル式	ワンマンコントロールが出来ることが必要である。	CRTディスプレイ式とする。
⑯場内データ伝送方式	バス方式 リング方式 スター方式 機能分担と数量	施設の規模及び単位機器の高い信頼度により考慮する。 経済性と情報の適応性を考慮する。	バス方式とする。
⑰システムの構成			CRT カラーハードコピー プロセッサ 制御ローラ 作表プリンタ ワークステーション 3組 1台 ×1式 ×3台 1台

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
⑱基本制御方式について	<ul style="list-style-type: none"> デジタルコントロール式 アナログコントロール式 	制御精度を上げる必要がある。	<p>陸水系と合わせるとともに、新技術により制御精度を上げることができるとデジタルコントロール式とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常用照明電池内蔵形 ・その他については各法規に違背しない様、設けることとする。
⑲建築・土木付帯電気設備	<ul style="list-style-type: none"> ・照明設備 ・建築動力設備 ・避雷針設備 ・電話設備 ・自動火災報知設備 	<p>下記の規定に準じる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・消防法 ・電気設備技術基準 ・内線規定 ・電気通信法 	
⑳取水設備管理及び制御			
a. 取水水量について	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンプの台数 ・ポンプの動力機の回転数制御 	<p>所要水量に応じて、ポンプ台数及び流量調節弁の開度を制御する。</p> <p>多量の塵芥が連続的に流入する事は考えられないので、スクリーンの水位差を検知し、自動洗浄制御を行う。更に安全のため、タイマーによる間欠運転を行う。</p>	<p>必要水量に応じて、ポンプ台数及び流量調節弁の開度を制御する。</p> <p>スクリーンの上流側と下流側の水位差を検知し、自動洗浄制御を行う。</p>
b. スクリューの洗浄について	<ul style="list-style-type: none"> ・タイマーによる間欠運転 ・最も安全であるが、塵芥の少ない時は経済的ではない。 		
㉑調整設備管理			
a. 処理水量について	<ul style="list-style-type: none"> ・処理水量に応じた台数制御 ・休止中のろ過機を除いた全機運転制御(流量は各ろ過機に均等配分) ・各ろ過機定流量制御 ・各ろ過機減衰ろ過制御 ・各ろ過機圧力一定制御 ・タイマー洗浄 ・ろ坑(差圧)洗浄 ・タイマー洗浄+ろ坑洗浄 	<p>RO設備の運転を安定させるためにろ過流量を一定にする必要がある。</p> <p>タイマー設定により、各ろ過機を一日一回順次洗浄するようにシーケンス制御を行う。</p> <p>原海水の汚れがひどく、ろ過機の圧力損失が規定値を越える場合には、ろ過機差圧を検知して洗浄を行なう。</p> <p>供給水量に応じて、塩化第二鉄注入量を比例制御するとともに、注入量を調整して逆浸透設備供給水の残留塩素濃度を調整制御する。</p>	<p>安定運転を原則として、一定処理水量とするため、運営管理が容易で、制御も簡単な台数制御方式とする。</p> <p>安定した良い処理水質が得られ、維持管理が容易な各ろ過機定流量制御とする。</p> <p>具体的には、各ろ過機の出口に流量計及び流量調節弁を取付、各ろ過機出口の流量が一定になるようにする。</p> <p>運転管理が容易なタイマー洗浄を基本に、ろ坑洗浄を非常用として加える。</p> <p>ろ過機供給水量に応じて、塩化第二鉄注入量を比例制御する。</p> <p>海水取水流量に応じた、比例注入に次亜塩素酸注入後の残留塩素濃度によるフィードバック制御を付加した注入量制御とする。</p>
b. ろ過機の洗浄について			
c. 塩化第二鉄注入量について	<ul style="list-style-type: none"> ・手動設定 ・原水流量に比例注入 		
d. 市販の次亜塩素酸注入量について	<ul style="list-style-type: none"> (イ)手動設定 (ロ)原水流量に比例注入 (ハ)次亜塩素酸注入後の残留塩素濃度によるフィードバック制御 (ニ) (ロ) + (ハ)の組合せた制御 		

検討事項	検討項目及び比較案	コメント(特徴等)	検討結果
e. 硫酸注入量について	(イ) 手動設定 (ロ) RO供給水流量に比例注入 (ハ) 硫酸注入後のpH値によるフィードバック制御 (ニ) (ロ) + (ハ) の組合せた制御	供給水量に応じて、硫酸注入量を比例制御するとともに、注入量を調整して逆浸透設備供給水のpH値を調整制御する。	RO供給流量に応じた比例注入に硫酸注入後のpH値によるフィードバック制御を付加した注入量制御とする。
f. 重亜硫酸ナトリウム注入量について [ボリマド・系MPAイリ膜のみ]	(イ) 手動設定 (ロ) RO供給水流量に比例注入 (ハ) 重亜硫酸ナトリウム注入後のORP値によるフィードバック制御 (ニ) (ロ) + (ハ) の組合せた制御		RO供給流量に応じた比例注入に重亜硫酸ナトリウム注入後のORP値によるフィードバック制御を付加した注入量制御とする。
㉔ 逆浸透設備管理及び制御 a. 生産水量について	高圧ポンプ及び膜モジュールスタックの運転 ・処理水量に応じた台数制御 ・休止中の高圧ポンプ及び膜モジュールスタックを除いた全てを運転 水温変動にともなう膜モジュール数調整	高圧ポンプ及び膜モジュールスタックの台数を制御するとともに、供給水量及び運転圧力は調節弁を制御する。	運転管理が容易で制御も簡単な台数制御方式とする。なお、供給水量及び運転圧力は調節弁を閉度制御する。
b. 生産水質について		水温変化にともなう生産水量の変動が大きい場合には、各スタックの膜モジュール数をハルブ切り替えにより調整する。	各スタックの膜モジュール数を手動バルブにて切り替えて制御する。
c. 回収率について		生産水の導電率を検知し、運転圧力及び回収率を調整制御する。	生産水の導電率を測定し、運転圧力及び回収率を制御する。
d. 高圧ポンプ及びエネルギー回収タービンの制御について		逆浸透設備の運転圧力及び供給水量を調節制御する。	膜モジュール運転圧力、供給水量、濃縮水量を制御する。
㉕ 市販の次亜塩素酸注入量について	(イ) 手動設定 (ロ) 生産水流量に比例注入 (ハ) 次亜塩素酸注入後の残留塩素濃度によるフィードバック制御 (ニ) (ロ) + (ハ) の組合せた制御	逆浸透設備の濃縮水を圧力調節制御する。	高圧ポンプについては、逆浸透設備の運転圧力及び供給水量を制御する。 エネルギー回収タービンについては、逆浸透設備濃縮水の圧力を制御する。
㉖ 海水淡水化施設の施設の水質計器について			膜生産水量に応じた比例注入に次亜塩素酸注入後の残留塩素濃度によるフィードバック制御を付加した注入量制御とする。
			海水淡水化の主要部分に連続測定用水質計を設置し、制御用・監視用に使用する。尚、分析計については、日常保守が困難となるため、必要性があれば、運転経過後設置する。

3. 実施設計のまとめ

1) 施設計画の概要

(1) 原水設備

海水を海中に設置した取水口より、取水管を通して取水ピット（沈砂池）に導水し、調整設備に送るためのものである。

(2) 調整設備

原海水中に含まれる微生物の殺菌及び濁質の除去を行い、逆浸透膜面の目づまりを防止するための設備で、ろ過等により、逆浸透膜への供給水として調整された水は調整水槽に貯留される。

(3) 逆浸透設備

逆浸透膜を利用し、海水中に含まれる塩分等を除去する設備で、塩分の他にバクテリアや有機物等にも高い除去率がある。設備は、保安フィルター、高圧ポンプ、動力回収設備、逆浸透膜設備及び逆浸透膜洗浄設備等を含む。

逆浸透膜設備を透過した生産水は、一度淡水水槽に入れ、既設浄水池を経て、送水ポンプにより送水する。

(4) 放流設備

逆浸透膜設備からの放流海水及び汚泥濃縮槽からの上澄水等、脱水設備から排出されるケーキ以外の排水を全て受け入れ、処理した後、海域へ放流する設備である。

① 排水処理設備

調整設備のろ過機は、定期的な洗浄を必要とするため、この洗浄排水を受け入れる設備である。

② 脱水設備

濃縮槽は、洗浄排水に含まれる濁質分を自然沈降により分離し、濃縮する設備であり、脱水機は濃縮設備で濃縮された汚泥を脱水し、脱水ケーキとして搬出する設備である。

(5) 薬品注入設備

海水淡水化に必要な凝集剤、滅菌剤、水質調整剤、洗浄剤等を各処理設備に注入する設備で、原水や生産水の変化に十分対処できるように計画する。

(6) 受変電設備

海水淡水化施設で消費する電力を供給する設備である。海水淡水化施設で消費する電力は約8,000kWであり、沖縄電力(株)の供給規定により特別高圧(66kV)受電となる。

(7) 電気計装設備

海水淡水化施設の電気計装設備は、安全でかつ合理的な運転管理を目指した設備とする。

2) 施設の特徴

海水淡水化施設は、大きく分けて取水設備、原水設備、調整設備、逆浸透設備、放流設備、薬品注入設備、受変電設備及び電気計装設備の8つの分野から構成されている。これらの設備の中で設計上、特に配慮した特徴等について以下概説する。

- (1)「海水の取水管」については、取水管内における海中微生物や貝類等の付着・繁殖の防止対策として、これまでは取水口で塩素を注入する方式が一般的となっている。しかし、当局としては、塩素注入設備の保守点検や維持管理面を考慮し、また同設備の破損や腐食等から海中への塩素の漏洩をなくすために同方式に変えて、取水管内の貝類等の付着を考慮して、取水管の管径を1,100mmから1,200mmに増径して対処した。

なお、管の増径の根拠としては、発電所で用いる冷却用海水の取水設備の運転データを参考にさせて頂いた。

- (2)「ろ過設備」については、常に安定した水質を確保する目的と、さらに設置面積やろ過機の構造上の条件から、横型圧力式の2段ろ過方式とした。

- (3)「エネルギー回収装置」については、海水淡水化施設全体の運転に要する電力の内、高圧ポンプが占める割合が約80%もあり、この電力費が造水コストに与える影響が非常に大きいものである。したがって、高圧ポンプによって逆浸透設備から淡水回収後の濃縮海水をそのまま放流するのではなく、残存する圧力エネルギーを高圧ポンプ駆動の補助エネルギーとして回収するために、エネルギー回収装置を導入することとした。

エネルギーの回収率は、タービンの効率によって異なるが、本設備では逆転ポンプ型（フランシス型）タービンを選定し、回収率約30%の省エネルギーを図る計画である。

- (4)「排水処理設備」については、その対象となるのが、ろ過機の洗浄排水等が主で色度及び濁度が高いため、特に環境への汚染防止に配慮して沈澱濃縮処理をし、上澄水は他の放流水と一緒に放流し、沈澱汚泥については、淡水で希釈し塩分濃度を低減した後に、無薬注加圧脱水機を通して脱水ケーキとして処分することとした。

- (5)「後処理設備」については、通常、海水淡水化施設の生産水を直接飲料水として給水する場合には、pHや硬度成分の調整をする設備が新たに必要とされる。しかし、本計画では生産水（硬度10mg/l以下）の4万m³/日を、隣接する北谷浄水場の硬度の高い（150~200mg/l）陸水系浄水約21万m³/日とブレンドするため、特に後処理設備の必要がなくなった。

併せて、これまで陸水系の硬度の高かった水道水質に対しては、受水市町村の利用者から苦情が多かったが、このような混合をすることによって、その硬度が低減されるので、一石二鳥のメリットを得ることができる。

- (6)「電気計装設備」については、従来のグラフィック監視盤に代わり、計算機、エンジニアリング・ワークステーション、ITV等の情報が映像メディアにて展開できる大型スクリーン（110インチの3面）を導入した。また、停電対策としてAC制御電源、DC制御電源の二重化をし、信頼性の高い無停電電源装置を導入した。特に、自動化、省力化の観点から制御方式としては、集中監視分散制御方式を導入し、オペレータの負担をできるだけ軽減するようにした。

- (7)「腐食対策」としては、ほとんどの設備が海水に接しており、腐食が発生しやすい環境に長期間さらされるため、施設の維持管理面から特に耐海水材料及び腐食対策機器に留意して、よりグレードの高い材質や機材等を使用することとした。
- (8)「放流設備」については、特に、海中へ放流する淡水回収後の濃縮海水、つまり塩分濃度約 5.8%、1 日当り約 6 万 m³ の水量が周辺海域の海生生物等に及ぼす影響が懸念されるため、その対策として、モデル実験とシュミレーションを実施した。その結果、海中に設置する放流塔の先端部分にノズルを設置して上向き 45 度の角度で水中噴射し、拡散希釈する方式がもっとも効果的で海水生物への影響が少ないという結果を得た。

3) 各設備の設計

(1) 原水設備

海水を海中に設置した取水口より、取水管を通して取水ピットに（沈砂池）導水し、調整設備に送水するためのものである。

取水方法は、メンテナンスが容易な自然導水方式を用い、一度取水ピットに流入させ、取水ポンプで調整設備へ導水する。

また、取水地点は、サンゴ礁帯をさけ、台風等荒天時における海藻等の異物混入を防止できる位置、また、滞留が生じない位置に設置するものとし、計画では、取水地点を沖合約 220 m、干潮時水面下約 7 m と想定する。

① 取水管

取水管管径は、管内流速を $1.315 \text{ m}^3/\text{秒}$ とすれば $\phi 1100\text{mm}$ となるが、取水管内への塩素注入をなくすことによる取水管内の貝類等の付着を考慮して、管径を $\phi 1200\text{mm}$ に増径する。また、管の材質は、海底配管として一般的な鋼管を採用し、防錆塗装および電気防食を施すものとする。

② 取水ピット

取水ピット水位は、海面水位を那覇港検潮所の観測データより想定し、取水管損失水頭、自動除塵機の損失水頭を計算し、 $W 5.0 \text{ m} \times L 14.7 \text{ m} \times H 4.0 \text{ m} \times 2$ 池とする。

③ 取水ポンプ

取水ポンプの台数は、 $108,000 \text{ m}^3/\text{日}$ を 4 系列に分け予備ポンプを 1 台設置し、併せて 5 台とする。また、吐出量を $27,900 \text{ m}^3/\text{日}$ ($=19.4 \text{ m}^3/\text{分}$) とし、ポンプの揚程はろ過機供給圧力、管損失及びポンプ廻り損失を含めて全揚程を 48 m とする。

(2) 調整設備

原海水中に含まれる濁質を除去し、逆浸透膜面の目詰まりを防止するための設備で、沈でん、ろ過等により、逆浸透膜への供給水として調整された水は調整水槽に貯留される。

調整方法は取水海水の濁度が 0.2~1.6 度と低いので、直接凝集ろ過方式を採用する。

調整装置の構成は、以下の通りとする。装置は直列 2 段ろ過方式とする。

① 1 次ろ過装置

アンサイトと砂の 2 層ろ材構成とし、ろ過機流入側配管に凝集剤を注入して直接凝集ろ過を行う。

② 2 次ろ過装置

1 次ろ過装置のバックアップとして、砂の単層ろ材によるポリッシングろ過を行う。

③ ろ過装置のろ過面積

1 次ろ過装置は、本計画の海水濁度に対してろ過速度を $10 \text{ m}/\text{時} \sim 15 \text{ m}/\text{時}$ とすることができるが、台風時等に濁度上昇の可能性があることを考慮してろ過速度を $12.5 \text{ m}/\text{時}$ とする。よって全ろ過面積は

$$\frac{4650.0\text{m}^3/\text{時}}{12.5\text{m}/\text{時}}=372\text{m}^2 \text{ (1基当り約}32\text{m}^2\times 12\text{基}+\text{予備1基)}=13\text{基}$$

となる。

2次ろ過装置は、通常 15 m/時～20 m/時のろ過速度をとることができるが、本計画では 17.4 m/時とする。よって全ろ過面積は

$$\frac{4650.0\text{m}^3/\text{時}}{17.4\text{m}/\text{時}}=267\text{m}^2 \text{ (1基当り約}32\text{m}^2\times 8\text{基}+\text{予備1基)}=9\text{基}$$

となる。

(3) 逆浸透設備

逆浸透膜を利用し、海水中に含まれる塩素イオンを除去（脱塩）する設備で、塩素イオンの他にバクテリアや有機物質等も高い除去効果がある。設備は、高圧ポンプ、動力回収タービン、RO設備、RO洗浄設備、淡水化水槽等を含む。

① 供給水ポンプ及び高圧ポンプ

供給水ポンプはROユニット（8基）に対応するため、台数を8台とし予備機を設置する。吐出量は

$$101,170\text{m}^3/\text{日}\div 8=12,646\text{m}^3/\text{日} \text{ (1台当りの最小)}=8.78\text{m}^3/\text{分}$$

である。

高圧ポンプも供給水ポンプと同様に、ROユニットに対応させ、1台当りの吐出量は

$$101,083\text{m}^3/\text{日}\div 8=12,635\text{m}^3/\text{日} \text{ (1台当りの最小)}=8.77\text{m}^3/\text{分}$$

となる。

② モジュールの分割

高圧ポンプ1台に対するROモジュールを1ユニットとすれば、予備ユニットをもたないため、全体ROモジュールは8ユニットとなる。1ユニット当りの生産水量は $40,000\text{m}^3/\text{日}\div 8=5,000\text{m}^3/\text{日}$ である。

③ 付帯設備

a. 薬品洗浄装置

長期的に運転を継続する場合、RO膜には、カルシウム、鉄等のスケールが発生する。これらは、圧力損失や塩分除去率の低下等の障害を与えるので除去しなければならない。そのために薬品洗浄装置を設置し、その方式は一般的な薬品循環式を採用する。洗浄薬品としては、食品添加剤として認定されているクエン酸を使用する。

また、運転を長期的に停止する際のROモジュール保存用薬品充填にも使用する。

b. 動力回収装置

ROモジュールへ供給される海水の圧力は約 $50\text{kg}/\text{cm}^2\sim 70\text{kg}/\text{cm}^2$ であり、ROモジュールから排出される濃縮海水（ブライン）の圧力も概ね等しく、これをそのまま放出することは膨大な運転動力の損失となる。そこで回収タービンにより動力を回収する。

回収方法としては、動力として回収する方法と、電力として回収する方法があるが、後者は、発電機効率分だけ回収率が低下し、発電設備のコスト分上昇をまねくため、動力回収方式を採用する。

(4)送水設備

飲料水として生産された処理水を、既設の送水施設に送水する設備である。逆浸透膜を透過した淡水を一度淡水槽に入れ、自然流下により既設浄水池へ送水するものである。

淡水水槽の容量は、サックバック機能を合せ持つものとし、 $V=400\text{ m}^3$ ($200\text{ m}^3\times 2$ 槽)とした。材質は室内に設置し水密性を必要とするため、PC造の建屋構造と一体とならないので、ステンレス製とし、別途設置した。

(5)放流設備

逆浸透膜装置からの放流海水、また濃縮槽からの上澄水等、脱水設備から排出されるケーキ以外の排水を全て受け入れ、海域へ放流する施設である。

放流地点は、原水設備の場合と同様の理由により、沖合い約240 m、干潮時水面下約10 mと想定する。

また、排水管管径は流速 $2.0\text{ m}^3/\text{秒}$ として、 $\phi 700\text{ mm}$ 1条とし、取水管同様防食対策を施している。

(洗浄排水設備)

調整設備のろ過機は、定期的な洗浄を必要とするため、この洗浄排水を受け入れる設備である。

洗浄排水池はろ過機の洗浄方法によって池数、容量が異なるが、ここでは交互の運用を考えて2池とし、1次ろ過機の2基分の洗浄排水量を受け入れられるものとし、その容量を 330 m^3 とする。洗浄排水ポンプは、容量 $1.63\text{ m}^3/\text{分}$ 、揚程20 mとする。

(排水処理施設)

濃縮及び希釈施設は、洗浄排水に含まれる濁質分を自然沈降により分離し、汚泥を濃縮した上で塩分を希釈する施設であり、脱水施設は濃縮施設で濃縮された汚泥を脱水し、塩分を含まない脱水ケーキとして搬出可能とする施設である。

① 沈降分離

本島周辺の一一般的な海水であることから、沈降速度は淡水の場合より小さくし、計画では $30.7\text{ m}^3/\text{日}$ とする。このとき濃縮槽の分離面積は 190.4 m^2 以上となる。

濃縮槽は維持管理面から3池に分割し、1池当りの分離面積は 94 m^2 とする。

② 濃縮槽

また、沈澱汚泥の濃縮槽での堆泥ゾーンは、1.6 m以上必要となるため、清澄ゾーンを2 m確保すると、濃縮槽の有効水深は約4 mとなり、濃縮槽の容量は $1,080\text{ m}^3$ ($380\text{ m}^3\times 3$ 槽)以上が必要となる。

③希釈槽

ろ過機洗浄排水は、濃縮・脱水処理され、脱水ケーキとして場外搬出されることとなる。生成したケーキには4.3%（ドライベース）の塩素イオンが含まれるため、陸上埋立処分されることを想定すると、その浸出水による環境への影響が心配される。造水促進センターの実験によっても、含有塩分のほとんどが浸出水に溶出することが確認されている。そこで、脱水ケーキの塩分低減について検討を行っている。一般に、塩分低減の方法には次の2方式が考えられる。

(a)脱水ケーキの塩分低減

脱水機により脱水されたケーキを清水にて洗浄し、塩分の低減化を図るものである。

造水促進センターの報告によれば、15日間程度の長期にわたり脱水ケーキに散水すれば、ケーキ量の15倍程度の散水量で含有塩分のほとんどが浸出水に溶出するとされている。こうしたことから、排出したケーキを適当な大きさに砕きケーキヤードに集積し、長期にわたり清水を散水することにより、塩分を除去することが可能であると考えられる。

(b)濃縮汚泥の塩分低減

自然濃縮された汚泥に清水を加え、希釈洗浄により塩分の低減化を図るものである。洗浄後、後段の脱水機にて脱水を行う。

方式(a)について

実験では良好な結果が得られているが、実設備として計画を行うためには不確実な要素が多い。

方式(b)について

方式(a)同様、設備実績は無いが、ジャーテストによれば、洗浄によっても汚泥の沈降性が損なわれることは無く、適当な洗浄方法をとれば効果が上げられると考えられる。

よって、濃縮汚泥の塩分低減方式は方法(b)が採用された。

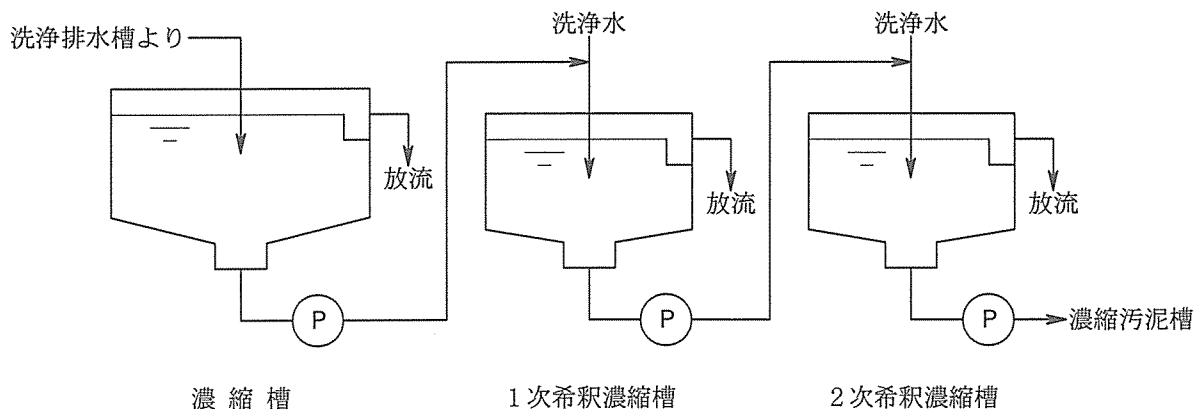


図2-2-2 希釈洗浄方法基本フロー

④希釈倍率の決定

現状において、脱水ケーキの塩分量に関して法的な規則はなく、希釈によりどの程度まで塩分の低減を図る必要があるのか決定することは難しい。ただし、塩分低減の目的が環境に対する影響の低減であることを踏まえ、希釈倍率を決定する。

土壌・肥料・植物栄養事典（博友社）によれば、「灌漑水の塩素イオン濃度が0.2%以上で水稻の生育に被害を与える」と記述されている。植物の耐塩性については種類、品種で異なるが、ここでは水稻の生育可能な水中限界塩分濃度を参考とする。

前記より、浸出水の塩素イオン濃度を0.2%程度以下に抑えれば、廻りの植生に悪影響を与えないものと思われる。そのために脱水ケーキの含有塩素イオン濃度を0.2%程度とする。濃縮汚泥の塩素イオン濃度は約1.9%であり、10倍に希釈洗浄を行えば塩素イオン濃度0.2%程度の脱水ケーキが得られることが予想される。ここでは、安全を考慮し10倍×10倍=100倍の2段希釈にて対応する。

⑤ 脱水機

濃縮及び希釈槽の引き抜き汚泥を一旦汚泥貯槽に貯え、汚泥打込ポンプで脱水機へ打込む吐出量を可変とすると、汚泥の打込量は、6.4 m³/時となり、排出されるケーキの含水率を70～75%程度期待すると、発生ケーキ量は880.5kg-DS/日となる。

(6)薬品注入設備

海水淡水化に必要な凝集剤、滅菌剤、調整剤、洗浄剤などを処理設備に注入する設備で、原水や生産水の変化に十分対処できるものとする。

海水淡水化施設において使用される薬品には、以下のものがあるが、その選定には、経済性、取り扱いの容易さ、安全性、供給の安定性等を考慮して、適宜選定する。

① 塩化第二鉄注入装置

膜供給水質を調整するための凝集剤として、海水処理の場合に最も効果的な塩化第2鉄を使用する。

注入率は、平均4 mg/l、最大8 mg/lとし、貯槽は2槽設置し、容量は平均注入量の30日分(14 m³×2槽)とする。

② 次亜塩素酸ナトリウム注入装置

RO膜のバクテリアアタックの防止と、生産水の滅菌を目的とするものである。

注入率は原海水の場合、平均1.0mg/l、最大2.5mg/lとし、生産水滅菌の場合平均1.0mg/l、最大2.0mg/lとする。

貯槽は2槽設置し、容量は平均注入量の30日分(20 m³×2槽)とする。

③ 硫酸注入装置

RO膜素材の保護とスケール生成防止のために、供給水のpH調整することを目的とする。pHの調整値は約6.5である。

注入率は、最大で2.2l/minとし、貯槽は3槽設置し、容量は平均注入量の30日分(25 m³×3槽)とする。

④ 重亜硫酸ナトリウム注入装置

ROモジュールに供給される調整水中に含まれる遊離塩素を中和させることを目的とする。RO供給水中の残留塩素が0.2~0.4mg/lであれば、濃縮排水の残留塩素も同値であると考えられる。

注入率は、0.5mg/l程度を目安とする。

(7)受変電設備

海水淡水化施設で消費する電力を供給する設備であり、電力会社の供給規程を考慮し、経済的な受変電設備とする。

海水淡水化施設で消費する電力は約9,000kWであり、沖縄電力の供給規程により、2,000kW以上は特別高圧(66kV)受電となる。

受電設備は、海水淡水化施設の運用方法や、設置場所、容量、契約方法等を勘案して、より経済的で安定した電力供給が確保できるものとする。

① 受電形態

現在、北谷浄水場は特別高圧(66kV)3相3線式1回線を受電し、変圧器4,000kVA×1台と6,000kVA×1台で66kVから3.45kVに降圧して、浄水場の各負荷に電源を供給している。受電形

態については電力会社と協議した結果、2構内別受電2計量方式（陸水系とは別）とする。

② 配電方式

海水淡水化施設で機器の単機の最大容量は高圧供給ポンプ 1300kW であり、最適な配電電圧は 3300V とする。尚、北谷浄水場の既設送水ポンプ 520kW は 3300V であり、久志浄水場の既設送水ポンプ 1500kW も 3300V である。

(8) 電気計装設備

海水淡水化施設全体の動力、制御、監視に必要な電気計装設備であり、安全でかつ合理的な運転管理を目指した設備とする。

電気計装設備は、適切な監視、制御が確実にできるものとする。

海水淡水化施設で必要となる電気計装設備の種目と内容は次の通りである。

① 動力設備

海水淡水化施設内の各負荷の動力電源供給とその制御を行うのに必要な設備であり、その配電方式、電圧などは管理上から北谷浄水場に合わせたものとする。

② 計装設備

海水を淡水化して、北谷浄水場に送水する一連の処理に必要な水量、圧力、水位及び水質の測定を行うもので、処理能力の把握などを行うものとする。

③ 監視制御設備

海水淡水化施設の安全でかつ合理的な運転管理を行う上で必要となる設備であり、その監視制御システムは海水淡水化施設のみでなく、北谷浄水場及び現在進行している沖縄県企業局で管理する全水道施設の水管理システム（県庁 12 階の水管理センター）との整合性を十分考慮したものとする。尚、現在の監視制御設備は進歩が著しく、将来性を十分に考慮したものとする。また、施設内の監視などには、I T V 設備を設置するものとする。

④ 非常用発電設備

買電停電時に必要最小限の電源供給を行うのに必要な設備で、その容量は運転管理を行う上で必要となる設備とする。

⑤ 土木・建築付帯電気設備

海水淡水化施設を管理していく上で必要な設備で、照明設備、自動火災報知設備、自動電話設備、放送設備、避雷針設備、外灯設備とする。

4. 各施設諸元一覧

主要施設諸元の総括表

設 備		設 計 諸 元 (40,000 m ³ /日に対して)
(1)原 水 設 備	取水管	φ 1,200×220 m×1 条 (海底取水管方式)
	取水ピット (沈砂池)	W 4.5 m×L 10.5 m×H 5.3 m (有効) ×2 池 (自動除塵機)
	取水ポンプ	Q 19.4 m ³ /分×H 48 m×5 台 (内1台予備)
(2)調 整 設 備	ろ過装置	直接凝集ろ過 (直接2段ろ過) 1次ろ過装置 : 32 m ² /基×13 基 (内1基予備) 2次ろ過装置 : 33.6 m ² /基×9 基 (内1基予備)
	調整水槽	容量V=1,000 m ³ ×2 槽
(3)逆 浸 透 設 備	供給ポンプ	Q 8.94 m ³ /分×H 45 m×9 台 (内1台予備)
	保安フィルター	Q 537 m ³ /時×9 基 (内1基予備)
	高圧ポンプ	Q 8.91 m ³ /分×H 650 m×8 台 (予備なし)
	逆浸透設備	1ユニット当り 5,131 m ³ /日×8ユニット (予備なし) 1ユニット当り 63 ¹ / ₂ ㎡ (7列9段) 1 ¹ / ₂ ㎡には6エレメント
	付帯設備	薬品洗浄装置、エネルギー回収装置
	施設給水ポンプ	Q 4 m ³ /分×H 40 m×3 台 (内1台予備)
	淡水水槽	容量V=200 m ³ ×2 槽 (サックバック水槽兼用)
(4)放 流 設 備	放流管	φ 700×230 m×1 条 (水中放流方式)
	放流槽	容量V=210 m ³ ×1 槽
(排水処理設備)	洗浄排水槽	容量V=330 m ³ ×2 槽
	洗浄排水ポンプ	Q 1.63 m ³ /分×H 20 m×4 台 (内1台予備)
(脱水設備)	濃縮槽	分離面積 : A 94 m ² 、容量 : V=380 m ³ 3 槽
	希釈槽	分離面積 : A 64 m ² 、容量 : V=260 m ³ 2 槽
	脱水機	脱水機運転 : 1日4~5 hr 運転 面積 : A=100 m ² ×2 基 脱水ケーキ : 約 2.5 m ³ /日 (含水率 65%以下)
(5)薬品注入装置		塩化第二鉄注入装置
		次亜塩素酸ナトリウム注入装置
		硫酸注入装置
		重亜硫酸ナトリウム注入装置
		苛性ソーダ注入装置
(6)受 変 電 設 備		引込設備、受電設備、変圧設備、配電設備
(7)電 気 計 装 設 備		動力設備、非常用発電設備、制御電源設備、監視制御設備、計装設備

原水設備の諸元	
名 称	設 計 諸 元
取水管	φ 1, 2 0 0 × 2 2 0 m × 1 条 (海底取水管方式)
沈砂池	W 4. 5 m × L 2 0. 1 m × H 5. 3 m × 2 池
自動除塵機	回転式ネットスクリーン 2基 SUS 3 1 6 3. 7 k W
洗浄水ポンプ	水中ポンプ 2台 SCS 1 4 Q 1. 2 m ³ /分 × H 2 9 m × 1 1 k W
ストレーナ	自動洗浄ストレーナ 1基 SUS 3 1 6 L Q 1. 2 m ³ /分 × 3. 0 k g / c m ² × 0. 1 k W
排砂ポンプ	水中サンドポンプ 1台 高CrFC Q 0. 5 m ³ /分 × H 1 6 m × 5. 5 k W
取水ポンプ	横軸両吸込渦巻ポンプ 5台 Q 1 9. 4 m ³ /分 × H 4 8 m × 2 1 0 k W ケーシング：二相ステンレス 羽 根 車：SCS 1 4
スタティックミキサ	横型固定羽根式 1基 φ 9 0 0 mm × L 4, 0 0 0 mm SUS 3 1 6 L

放流設備の諸元	
名 称	設 計 諸 元
曝気ブロワ	ルーツブロワ 2台 Q 4 0 m ³ /分 × 0. 6 k g / c m ² × 7 5 k W
攪拌ブロワ	ルーツブロワ 2台 Q 1 2. 5 m ³ /分 × 0. 6 k g / c m ² × 3 0 k W
曝気槽	V = 2 4 0 m ³ 2槽 セラミック製散気筒 (1 8 0本)
放流槽	V = 2 1 0 m ³ 2槽
放流管	φ 7 0 0 mm × 2 3 0 m × 1 条 (水中放流方式)

調整設備の諸元	
名 称	設 計 諸 元
1次ろ過機	円筒横型圧力式2層ろ過機 13基 $\phi 3.2\text{m} \times L 11.0\text{m}$ 32m ² SS400+HRL t 5mm 支持材： $\phi 2 \sim 10\text{mm}$ 厚200mm ろ過砂： $\phi 0.45 \sim 0.7\text{mm}$ 厚400mm アンスラサイト： $\phi 0.9\text{mm}$ 厚400mm LV=12.5m/時
2次ろ過機	円筒横置型圧力式ろ過機 9基 $\phi 3.2\text{m} \times L 11.5\text{m}$ 33.6m ² SS400+HRL t 5mm 支持材： $\phi 2 \sim 10\text{mm}$ 厚200mm ろ過砂： $\phi 0.35 \sim 0.6\text{mm}$ 厚700mm LV=17.4m/時 ろ過処理水 SDI 3以下
逆洗ポンプ	横軸両吸込渦巻ポンプ 2台 $Q 16\text{m}^3/\text{分} \times H 30\text{m} \times 115\text{kW}$ ケーシング：二相ステンレス 羽根車：二相ステンレス
空洗ブロワ	ルーツブロワ 2台 $Q 19.2\text{m}^3/\text{分} \times 0.5\text{kg}/\text{cm}^2 \times 30\text{kW}$
調整水槽	V=1,000m ³ ×2槽

逆浸透設備の諸元			
名 称	設 計 諸 元		
RO供給ポンプ	横軸両吸込渦巻ポンプ	9台	
	Q 8.97m ³ /分×H 45m×90kW		
	ケーシング：二相ステンレス		
	羽根車：SCS14		
スタティックミキサ	横型固定式羽根車	1基	
	φ900mm×L 4,000mm		
	FRP		
保安フィルター	ディスクエレメント積層型	9基	
	537m ³ /時・基 20ミクロン95%除去		
	ハウジング：SUS316L		
	エレメント：PP		
コンプレッサー	パッケージ型（空冷）	2台	
	1,250Nℓ/分×7kg/cm ² ×11kW		
	1,000ℓ空気槽2基付属		
高圧ポンプ	電動機直結・横軸水平分割形多段渦巻ポンプ	8台	
	Q 8.91m ³ /分×H 650m×1,300kW		
	ケーシング：二相ステンレス		
	羽根車：二相ステンレス		
	高圧ポンプ電動機		
	横軸全開かご形三相誘導電動機（両軸形）		
	1,300kW、3相、3,300V		
逆転ポンプ （動力回収タービン）	電動機直結・横軸水平分割形多段渦巻ポンプ	8台	
	（ポリュートケーシング形）		
	回収動力 約386kW		
逆浸透膜ユニット	W 4m×L 7m×H 6m	8基	
	膜ベッセル：7列9段=63組/1基当り		
	8Bエレメント 6本入り		
	設計圧力 70kg/cm ²		
	膜エレメント：スパイラル型芳香族ポリアミド複合膜		
	海水平均塩除去率=99.75%以上		
	378エレメント/1基当り		
	3024エレメント/8基当り		
付帯機器	移動式テーブルリフタ（電動）	2台	
	膜エレメント試験ユニット	1台	
	置換水ポンプ	2台	
逆浸透薬注設備	SBS貯槽	25m ³	2槽
	SBS注入ポンプ	脱塩素用（1次）	2台
	”	”（2次）	2台
	”	ショック処理及び非常用	2台
	”	保管用（置換水）及び 洗浄液脱塩素用	2台
	硫酸貯槽	25m ³	3槽
	硫酸注入ポンプ		2台
	膜洗浄設備（クエン酸注入）		1式
給水ポンプ設備	横軸両吸込渦巻ポンプ	3台	
	Q 4m ³ /分×H 40m×45kW		
	ケーシング：FC250		
	羽根車：FC250		
淡水水槽	V=200m ³ ×2槽		
	槽本体：SUS444		

薬品注入設備の諸元		
名 称	設 計 諸 元	
塩化第二鉄貯槽	$V = 14 \text{ m}^3$	2槽
塩化第二鉄注入ポンプ	前処理用、油圧ダイヤフラム	4台
塩化第二鉄注入ポンプ	排水処理用、油圧ダイヤフラム	4台
次亜塩素酸ナトリウム貯槽	$V = 20 \text{ m}^3$	2槽
前塩素注入ポンプ	油圧ダイヤフラム	4台
後塩素注入ポンプ	油圧ダイヤフラム	4台
苛性ソーダ貯槽	$V = 8 \text{ m}^3$	2槽
苛性ソーダ注入ポンプ	ショック処理濃縮海水中和用 油圧ダイヤフラム	2台
苛性ソーダ注入ポンプ	保管廃液中和用 油圧ダイヤフラム	2台
苛性ソーダ注入ポンプ	洗浄廃液中和用 油圧ダイヤフラム	2台
廃液貯槽	塩化第二鉄廃液用、硫酸廃液用、SBS廃液用 次亜・苛性ソーダ廃液供用	計4槽

排水処理設備の諸元		
名 称	設 計 諸 元	
	洗浄排水量：5,870 m^3 /日	
洗浄排水槽	$V = 330 \text{ m}^3 \times 2$ 槽 ディフューザー管による散気	
洗浄排水ポンプ	横軸スラリー形 $Q 1.63 \text{ m}^3/\text{分} \times H 20 \text{ m} \times 15 \text{ kW}$	4台
濃縮槽	$V = 380 \text{ m}^3 \times 3$ 槽 分離面積：94 m^2 $\phi 9.4 \text{ m}$ 汚泥掻寄機/0.4kWサイクロ減速機	
濃縮槽汚泥引抜ポンプ	一軸偏心ポンプ $Q 0.018 \text{ m}^3/\text{分} \times H 10 \text{ m} \times 0.75 \text{ kW}$	2台
1次希釈槽	$V = 260 \text{ m}^3 \times 1$ 槽 分離面積：64 m^2 $\phi 7.7 \text{ m}$ 汚泥掻寄機/0.4kWサイクロ減速機	
1次希釈槽汚泥引抜ポンプ	一軸偏心ポンプ $Q 0.018 \text{ m}^3/\text{分} \times H 10 \text{ m} \times 0.75 \text{ kW}$	2台
2次希釈槽	$V = 260 \text{ m}^3 \times 1$ 槽 分離面積：64 m^2 $\phi 7.7 \text{ m}$ 汚泥掻寄機/0.4kWサイクロ減速機	
2次希釈槽汚泥引抜ポンプ	横軸スラリー形 $Q 0.15 \text{ m}^3/\text{分} \times H 10 \text{ m} \times 1.5 \text{ kW}$	2台

電気計装設備の諸元				
名 称	設 計 諸 元			
電磁流量計	1次ろ過機流入量	200φ	×13	
	2次ろ過機流入量	250φ	×9	
	保安フィルタ流入流量	600φ	×1	
	高圧ポンプ流入流量	200φ	×8	
	濃縮排水流量	200φ	×8 (オフィス式)	
	RO処理水流量	150φ	×8	
	淡水送水流量	600φ	×1	
	濃縮槽流入流量	100φ	×3	
	1次希釈槽投入汚泥流量	50φ	×1	
	2次希釈槽投入汚泥流量	50φ	×1	
	給泥槽移送流量	50φ	×1	
	脱水機移送流量	50φ	×1	
	希釈水流量	100φ	×2	
	薬品注入流量	5~40φ	×11	
	ろ過機逆洗流量	300φ	×1	
	ろ過機空洗流量	200φ	×1 (オフィス式)	
	場内給水流量	200φ	×1	
	場内返送流量	200φ	×1	
				計72点
	圧力発信器			計74点
液位発信器	(プロセス) 超音波式	×12		
	(プロセス) 圧力式	×2		
	(薬品注入) 超音波式	×12		
			計26点	
水質発信器	濁度計	×6		
	導電率計	×15		
	pH計	×7		
	温度計	×6		
	アルカリ度計	×3		
	残留塩素計	×5		
	SDI計	×3		
	ORP計	×2		
	COD計	×2		
			計49点	

動力設備の諸元	
名 称	設 計 諸 元
変圧器盤	A棟側 3.45kV/460V 750kVA×2面 460V/3φ3W210-3φ4W182/105V 200kVA×2面 460V/1φ3W210-105V 50kVA×2面 C棟側 3.45kV/460V 1000kVA×2面 460V/3φ3W210-3φ4W182/105V 300kVA×2面 460V/1φ3W210-105V 50kVA×2面
高圧 (3.3kV) ポンプ盤	取水ポンプ盤 直接始動 × 7面 (引込盤×2面含む) 高圧ポンプ盤 コンペン始動 × 12面 (引込盤×4面含む)
低圧配電盤	3φ3W 460V ×8面 (引込盤×4面含む) 3φ3W 210V ×4面 3φ4W 105V ×4面 1φ3W 210V-105V ×4式 (変圧器盤4面に内臓)
コントロール・センタ	100V動力制御盤、引込盤 計91面

自家発電設備の諸元	
名 称	設 計 諸 元
ガスタービンの発電装置	三相交流同期発電装置 1台 型 式：交流式、横軸保護形、回転界磁突極形 冷却方式：自己通風冷却式 定格容量：1,000kVA 定格電圧：3,300V 周 波 数：60Hz 極 数：4極 回 転 数：1800 r. p. m 力 率：80% (遅れ) 励磁方式：ブラシレス励磁方式 ガスタービン 1台 型 式：単純開放サイクル一軸式 冷却方式：空冷式 定格出力：1520ps 軸回転数：1800 r. p. m 使用燃料：A重油 潤滑方式：強制循環方式 速度変動率：瞬時 ±4%以下、整定時 ±0.3%以下 始動方式：セルモータ始動
地下燃料タンク	1基 容量：6,000リットル

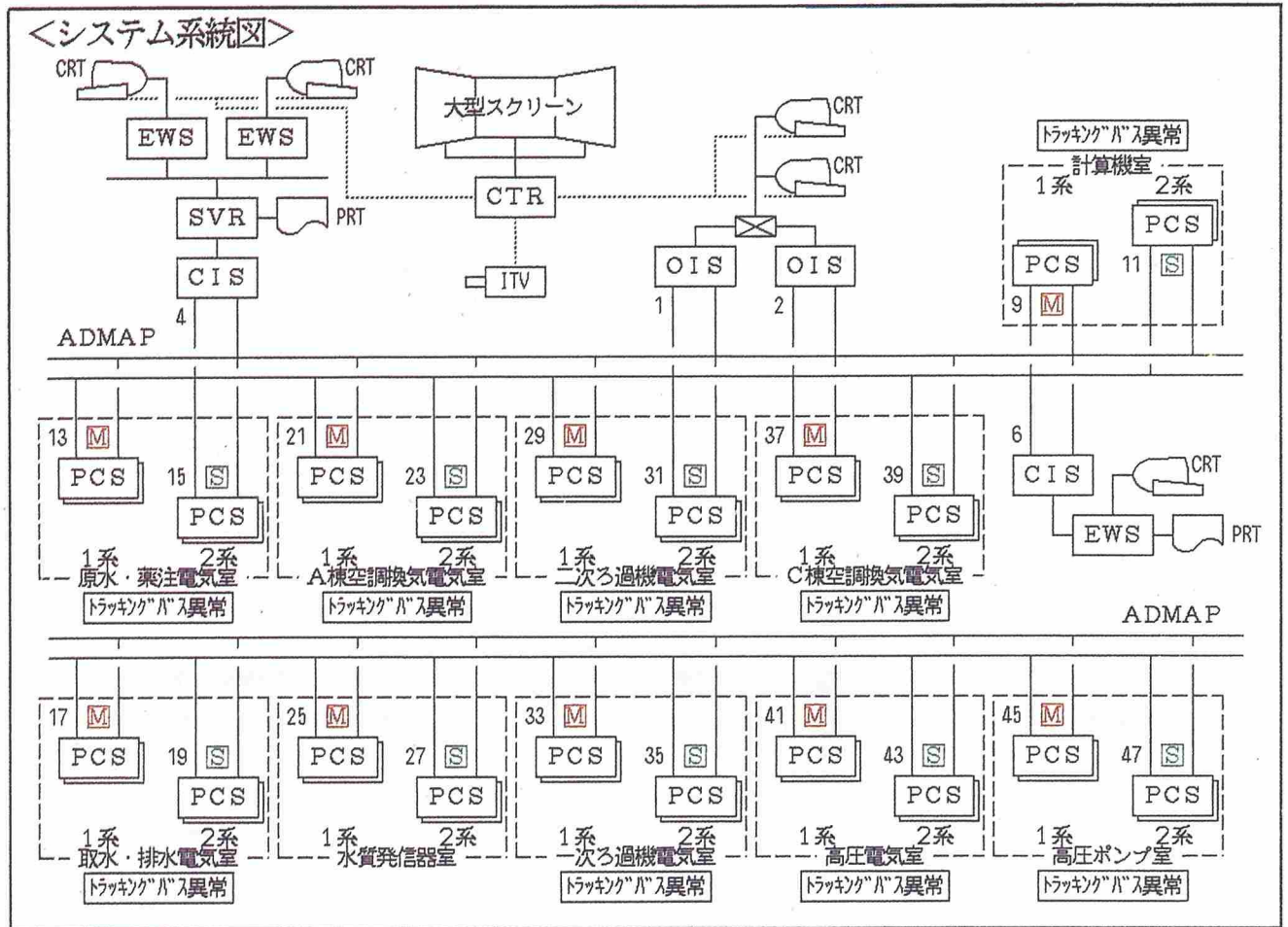


図 2-2-3 主要なシステム構成図

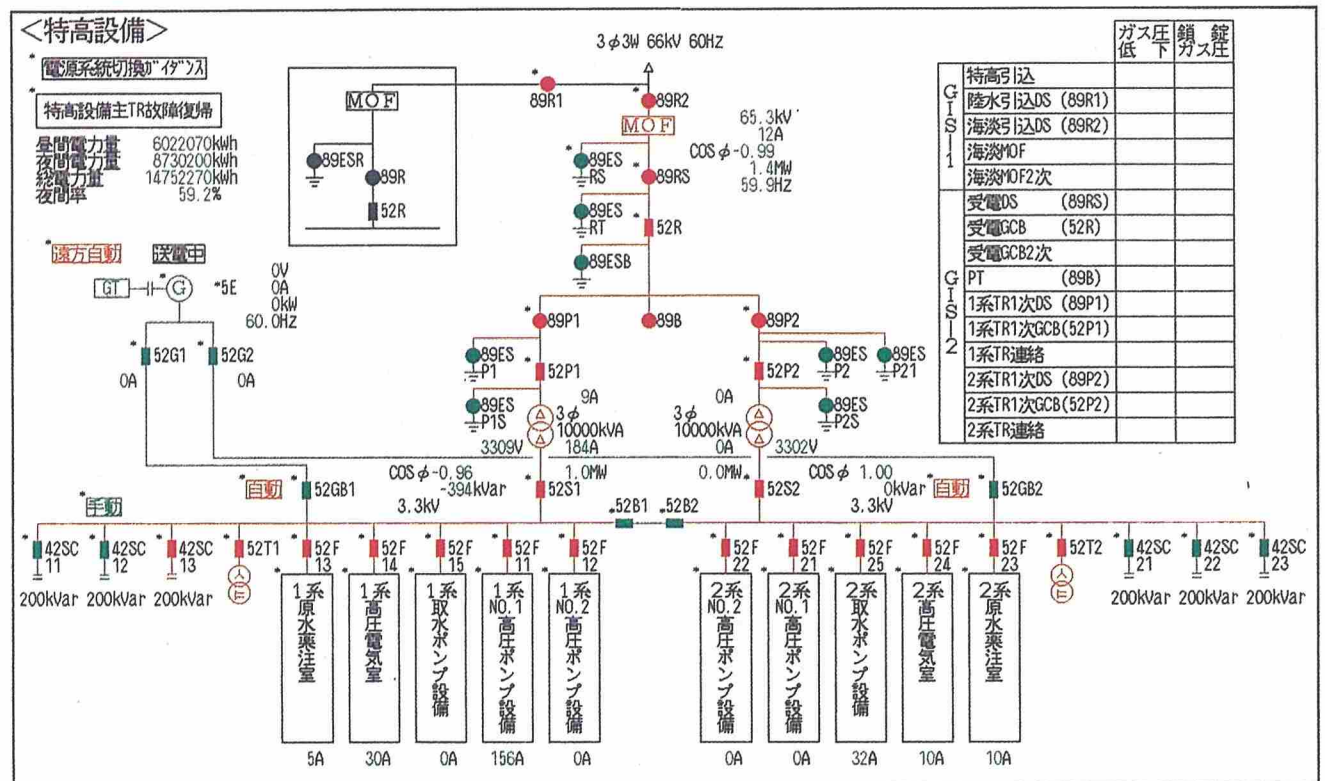


図 2-2-4 主要な単線結線図