

## 6.4 MSFテストプラント試験



#### 6.4.1 テストプラント追加工事



(6.4.1)

目 次

1. まえがき	1
2. 据付	1
3. 作動確認	2
4. その他	3

(6.4.1)

表 一 覧

表 番	題 名	頁
Table 1	MSFテストプラントの改造日程 .....	4
Table 2	オイル注入ポンプの性能試験結果 .....	8

(6.4.1)

図 一 覧

図 番	題 名	頁
Fig. 1	ブラインサンプリング用配管図 .....	5
Fig. 2	生産水サンプリング用配管図 .....	6
Fig. 3	記録計番号とセンサーとの関係 .....	7
Fig. 4	オイル注入ポンプの性能試験結果 .....	8
Fig. 5	サクションポンプとブラインサンプリングポンプの設置(2) .....	9
Fig. 6	測温抵抗体温度計 (ブライン注入側) .....	16
Fig. 7	測温抵抗体温度計 (蒸気側) .....	16
Fig. 8	制御盤と記録計 .....	17





## 1. まえがき

本改造工事はコンピュータ・プログラミングで推定した汚染物質の挙動を本テストプラントで評価するために、試料採取機能を当該プラントに付加することを目的として実施された。

当改造工事はTable 1 に示す工程に従い、1994年8月13日から9月14日の期間に行われた。その内容は以下のとおりである。

## 2. 据付

以下について据付を行った。

### (1) ブライン採取用ポンプの据付

蒸発室1～6段のブラインを採取するために、各ループシールパイプにポンプ計5台を据え付け、配管工事を行った。配管図をFig. 1 に示す。

### (2) 生産水採取用ポンプの据付

蒸発室1～6段の生産水を採取するために、各ループシールパイプにポンプ計5台と、生産水室のドレンにポンプ1台を据え付け、配管工事を行った。配管図をFig. 2 に示す。

### (3) 油注入用ポンプの据付

油を注入するために、ブラインヒータの後に油注入ポンプを据え付け、配管工事を行った。

### (4) 油水分離装置および含油海水移送ポンプの据付

SWCCとの協議により、分離油分をオイルタンクに貯蔵することになったので、FRPタンクを据え付けた。

### (5) 電気・計装の据付

蒸発室1～6段の蒸気、および1～5段の入口ブラインの温度を測定するために、適切な位置にRTDを取り付け、センサと中央制御盤の記録計とを接続した。

(6.4.1)

ブラインおよび生産水ならびに含油海水移送ポンプの起動および停止は中央制御盤で行い、含油海水移送ポンプの起動および停止は現場操作盤で行う。

### 3. 作動確認

以下について作動確認を行った。

#### (1) ブライン採取用ポンプ

配管をフラッシングした後、ポンプの回転方向を確認した。

#### (2) 生産水採取用ポンプ

配管をフラッシングした後、ポンプの回転方向を確認した。

#### (3) 油注入用ポンプ

ポンプの回転方向を確認後、吐出量を確認した。測定結果をTable 2 および、Fig. 3 に示す。

#### (4) 油水分離装置

- 1) 含油海水移送ポンプの回転方向を確認した。
- 2) 含油海水移送ポンプのレベル計との連動を確認した。
- 3) 油水分離装置の排油弁のレベル計との連動を確認した。

#### (5) 記録計番号の設定

記録計の温度範囲を0～150℃とした。また、測温抵抗体からなるセンサの記録計番号を以下に定めた。

蒸気温度；CH-1～6

ブライン温度；CH-11～15

センサと記録計番号の関係をFig. 4 に示す。

(6.4.1)

(6) 気密試験

工事の完了後、条件0.75kg/cm<sup>2</sup>・Gで気密試験を行い、気密が保たれていることを確認した。

4. その他

運転に際しての注意事項は以下のとおりである。

(1) ブライン採取用ポンプ

ポンプの締切り運転は良くないので、運転の際は起動と同時に出口弁の開度を調節する人を待機すること。

(2) 油水分離装置

オイルキャリオーバー試験の際にブローダウン水を油水分離装置に注入するときは、手動バルブを徐々に閉じること。

以上述べた工事の状況写真をFig. 5～Fig. 18に示す。

Table 1 MSFデスタントプラントの改造日程

I T E M	MONTH		AUGUST					SEPTEMBER			NOTE		
	DAY		11	13	18	25	26	01	08	12		15	16
1. Meeting with JICA/SWCC at MERIDIEN about the schedule & contents.			11	13	18	25	26	01	08	12	15	16	22
2. Making of the structure for equipment 2-1 O. W. separator, Pump unit for O. W. S 2-2 Distillate water and brine sampling pump													
3. Set-up the structures 3-1 for recirculation brine 3-2 for product water													
4. Installation of the equipment													
5. Piping for equipments 5-1 Distillate water sampling 5-2 Brine sampling 5-3 O. W. Separator and pump 5-4 Oil injection line													
6. Electrical & Instrument 6-1 Piping of the conduct pipe 6-2 Connection between test plant and panel/electric supply etc.,													
7. Inspection 7-1 Piping and equipment 7-2 Electric and Instrument													
8. Test run 8-1 Vacuum test and test run 8-2 Performance Test													
9. Preparation for starting up Run 2.													
I T E M			DAY 11	13	18	25	26	01	08	12	15	16	22

(6.4.1)

(6.4.1)

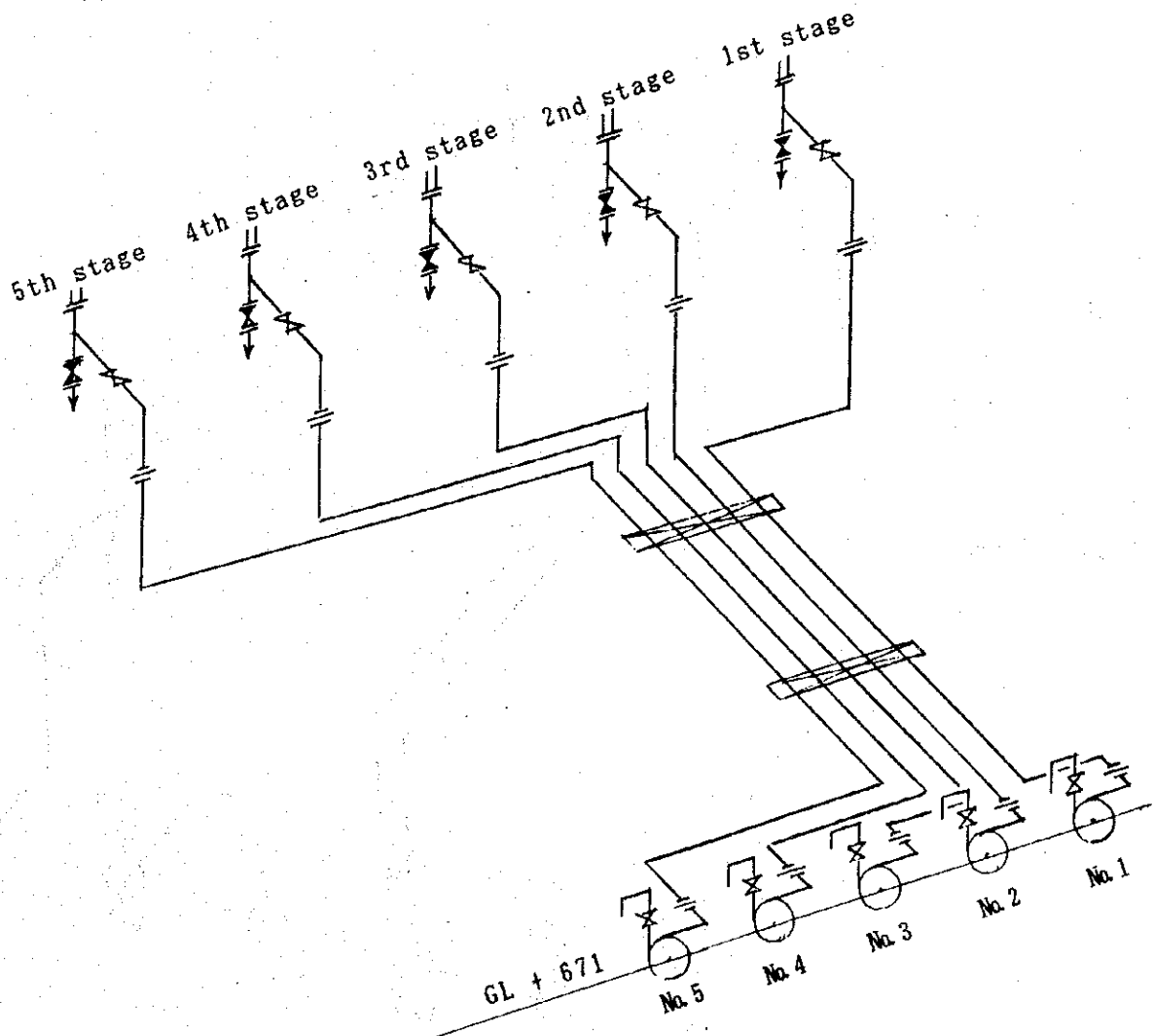


Fig. 1 ブラインサンプリング用配管図

(6.4.1)

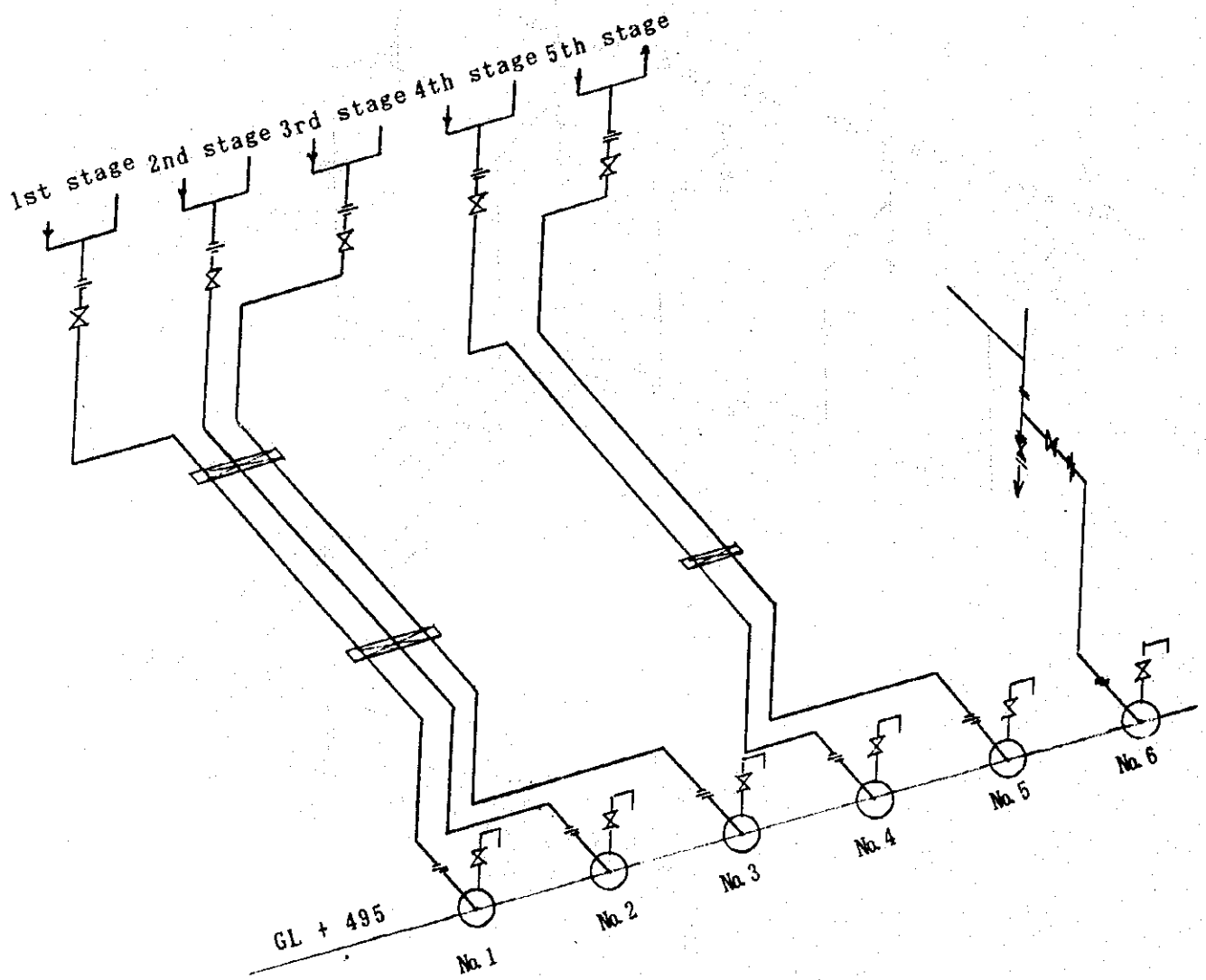


Fig. 2 生産水サンプリング用配管図

(6.4.1)

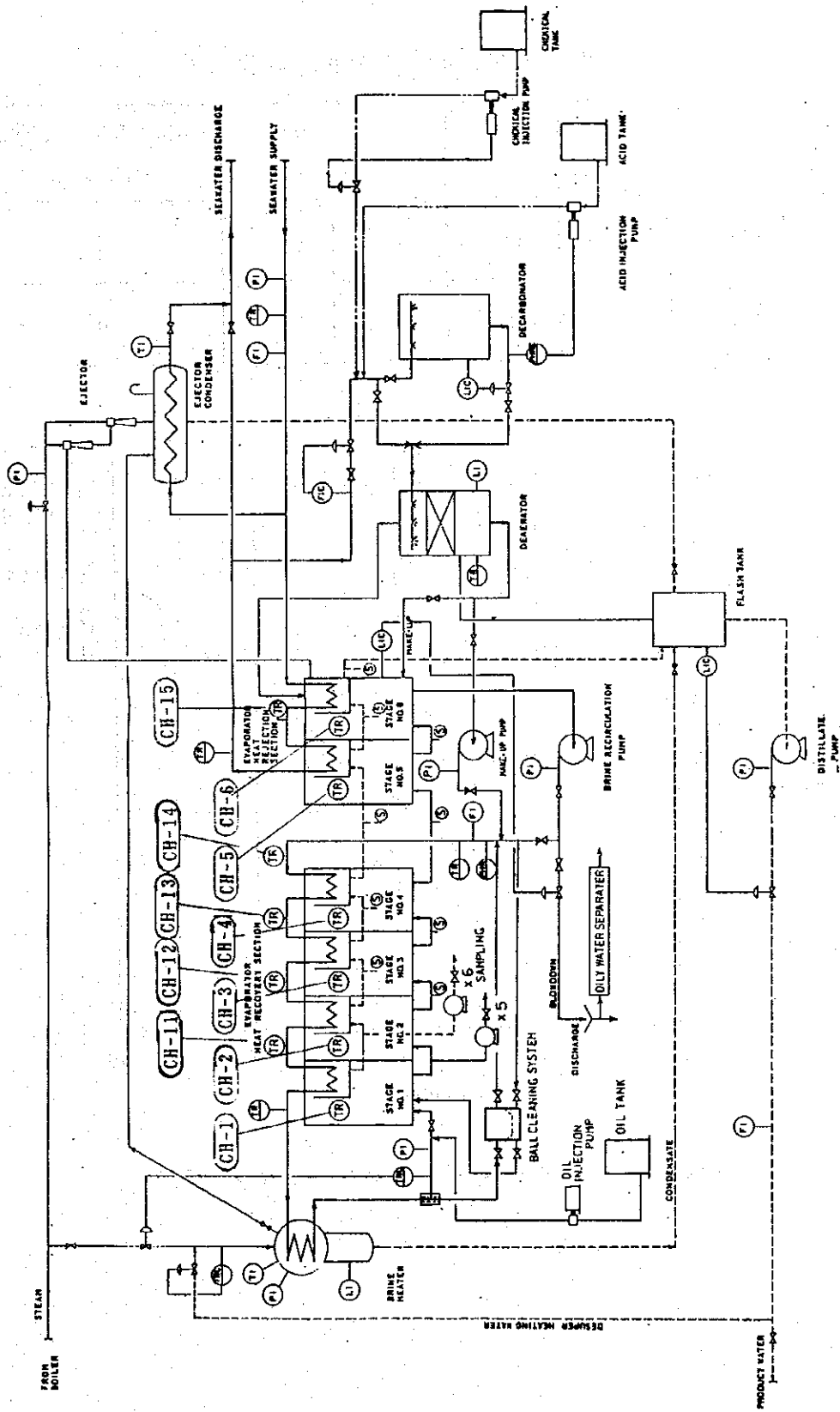


Fig. 3 記録計番号とセンサーとの関係

Table 2 オイル注入ポンプの性能試験結果

STROKE (%)		25	50	75	100	DELIVERY PRESSURE (kg/cm <sup>2</sup> )
DISCHARGE (ml/min)	SITE	20.5	44	68	86	0
	MAKER	11.2	36.2	53.0	76.2	10

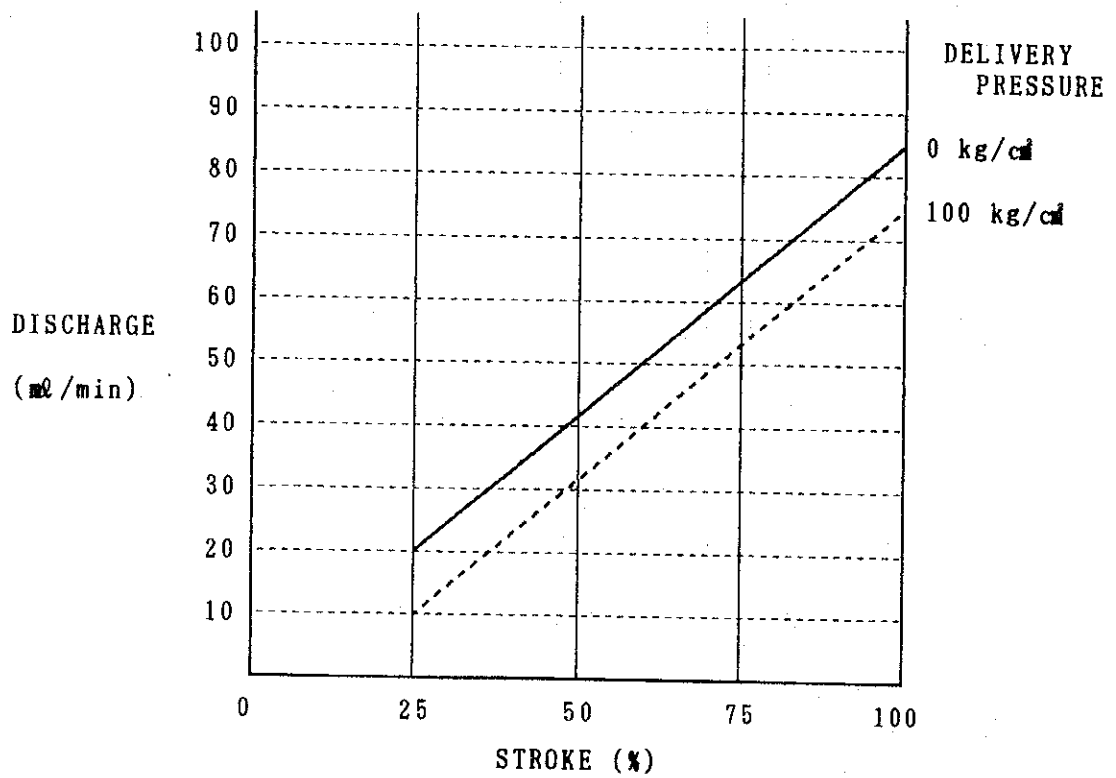


Fig. 4 オイル注入ポンプの性能試験結果



(6.4.1)

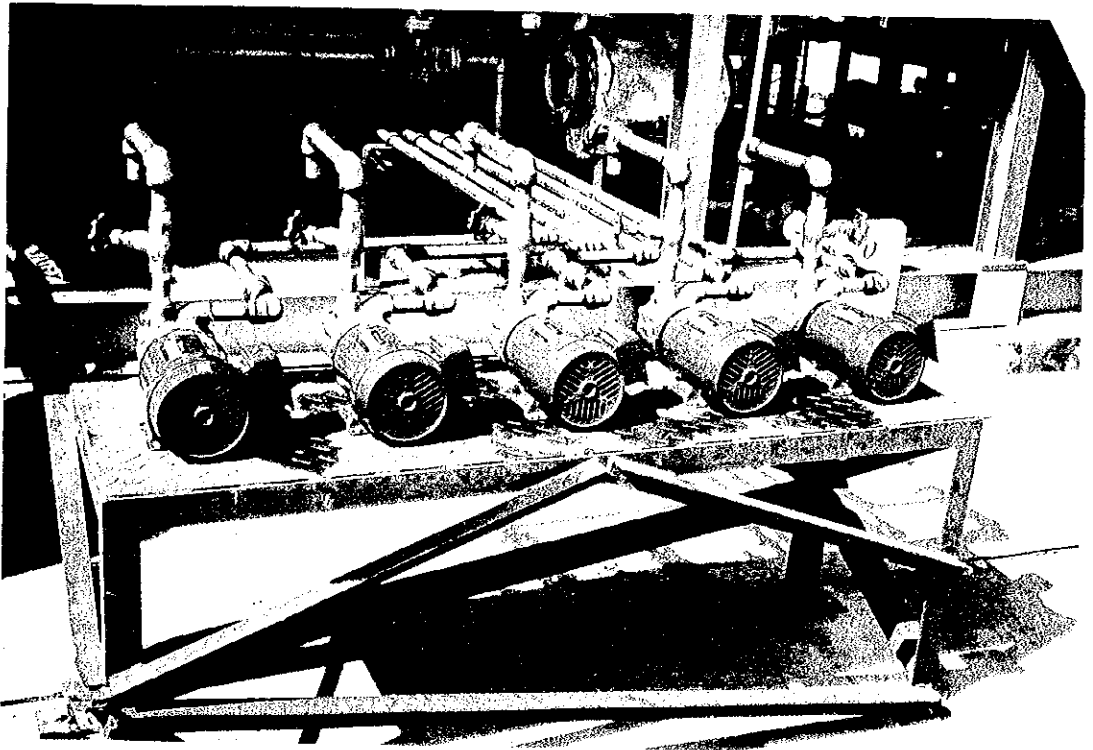


Fig. 5 サクションポンプとブラインサンプリングポンプの設置



(6.4.1)



Fig. 6 測温抵抗体温度計（ブライン注入側）

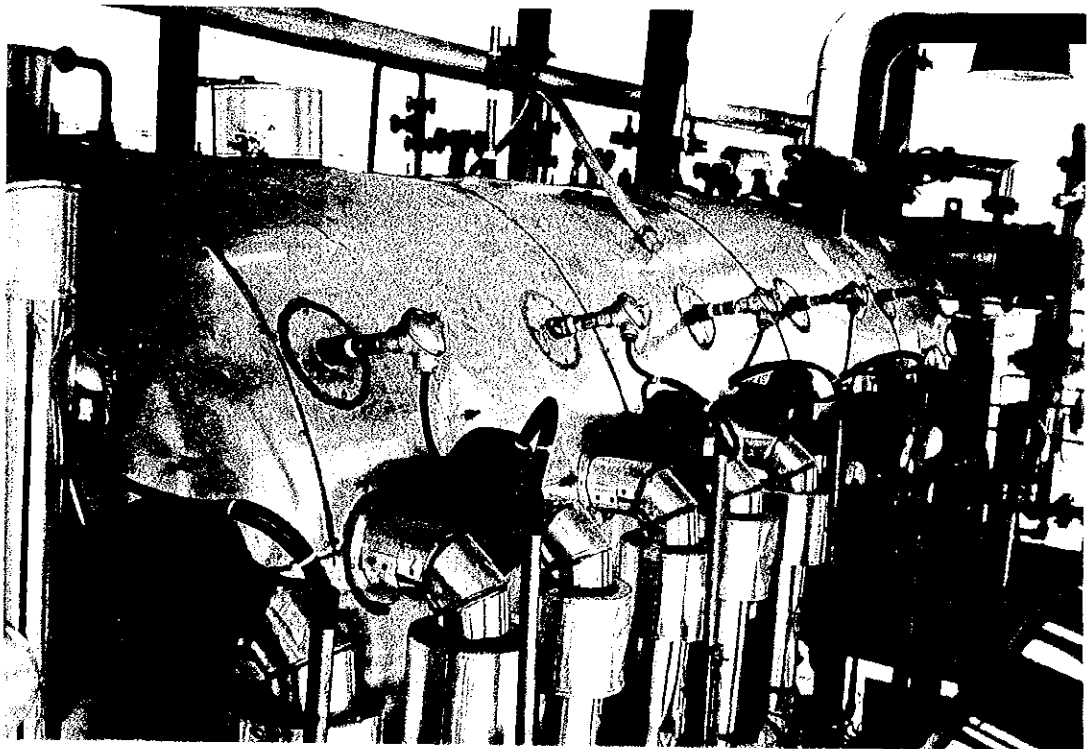


Fig. 7 測温抵抗体温度計（蒸気室側）



(6.4.1)

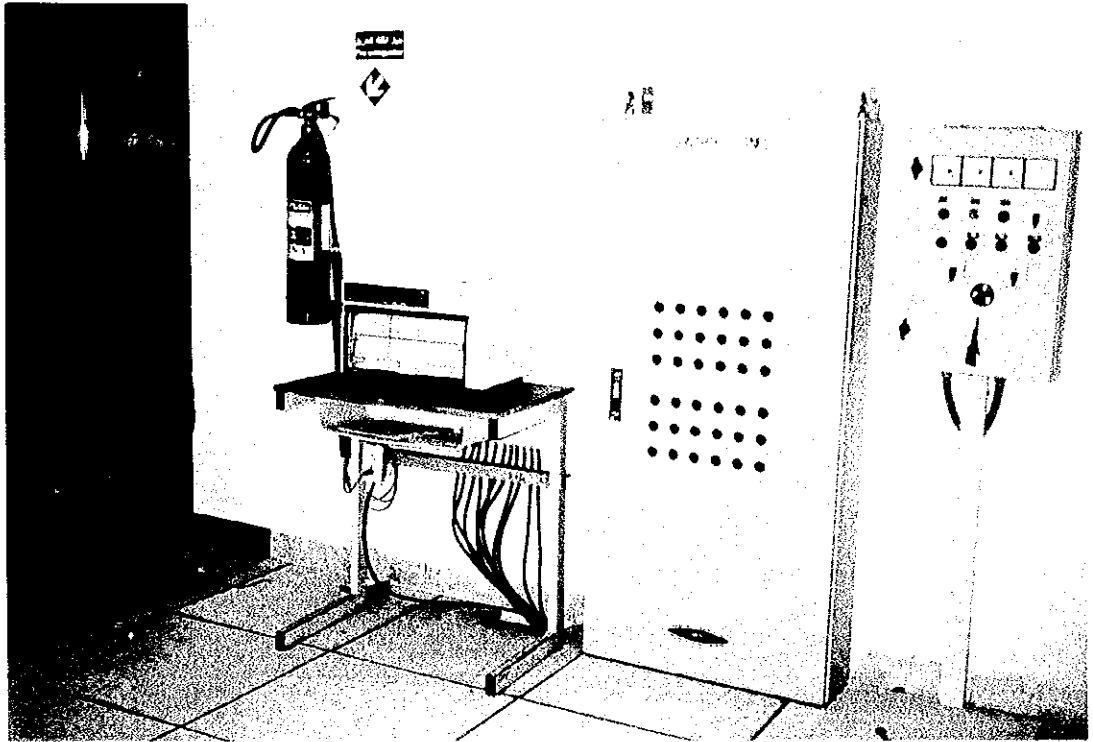


Fig. 8 制御盤と記録計



#### 6.4.2 プロモホルムの生産水への混入





目 次

1. まえがき .....	1
2. 試験計画 .....	2
2.1 試験条件 .....	2
2.2 試験方法 .....	2
2.2.1 注入用プロモホルム溶液の調製 .....	2
2.2.2 測定項目 .....	2
2.2.3 プロモホルム濃度測定用サンプリング位置 .....	3
2.2.4 プロモホルム濃度測定用機器 .....	3
3. 測定結果 .....	5
3.1 RUN 6-1 .....	5
3.2 RUN 6-2 .....	5
4. 考察 .....	10
4.1 試験結果に基づくプロモホルムのマスバランス .....	10
4.2 コンピューターに基づく水およびプロモホルムのマスバランス .....	11
4.3 脱気器によるプロモホルムの除去性能 .....	25
5. まとめ .....	26

(6.4.2)

表 一 覧

表 番	題 名	頁
Table 1	キャリアオーバーテスト条件 .....	4
Table 2	プロモホルム キャリオーバー テスト結果(RUN 6-1) .....	6
Table 3	プロモホルム キャリオーバー テスト結果(RUN 6-2) .....	8
Table 4	コンピューターによる計算結果の要約 .....	24

図 一 覧

図 番	題 名	頁
Fig. 1	プロモホルム キャリオーバーのコンピューターによる 計算結果(RUN6-1) .....	13
Fig. 2	プロモホルム キャリオーバーのコンピューターによる 計算結果(RUN6-1) (ヘンリー定数:1/3.4) .....	16
Fig. 3	プロモホルム キャリオーバーのコンピューターによる 計算結果(RUN6-2) .....	19
Fig. 4	プロモホルム キャリオーバーのコンピューターによる 計算結果(RUN6-2) (ヘンリー定数:1/3.4) .....	22

## 1. まえがき

前節では6.3では、6.1、6.2で明らかにした有機汚染物質の蒸発メカニズムを基に、ブライン中に混入しているこれらの蒸発現象の量的関係を評価するためのコンピュータープログラムに採用するフローチャートと関係式についてまとめ、ついで、この関係式を用いて、構築したコンピュータープログラムの内容を紹介した。

ここでは、プロモホルムを故意にMSFテストプラントに添加して、MSF環境条件下におけるプロモホルムの挙動を評価する。併せて上記プログラム計算結果との差異を検討する。

## 2. 試験計画

プロモホルムのキャリオーバー試験はMSFテストプラントを用いて、5.3.3のTable 1に示したように、一連のMSF-1 関連試験の中のRUN 6として実施することにした。さらに実際には脱気塔でのプロモホルムの放散現象が見られることから、それを今回の実験で確認すべく、さらにRUN 6を二つに分け、まずRUN 6-1では、脱気塔出口（実際はブラインヒータ出口）、RUN 6-2では、脱気塔入口にそれぞれプロモホルム原液を注入することにした。なお、試験の効率化を図るため、RUN6-1実施時のMSFテストプラント運転条件はMSF-1のRUN 5-2と同一にした。

### 2.1 試験条件

プロモホルムのキャリオーバー試験条件は油のキャリオーバー試験条件と併せて、Table 1に示す。油の注入量はRUN 6-1では、0.5mg/Lであるが、RUN 6-2では、脱気塔でのプロモホルムの放散を考慮して5倍以上の2.75mg/Lとした。

### 2.2 試験方法

#### 2.2.1 注入用プロモホルム溶液の調製

補給海水量 $2.45\text{m}^3/\text{h}$ を0.5mg/Lのプロモホルム濃度にするためには、1.2g/hのプロモホルムを注入しなければならない。一方設置してある注入ポンプの容量は最低600mL/hである。以上のことから、注入するプロモホルム溶液の濃度を2,000mg/Lとした。なお、この2,000mg/Lという濃度は純水中では、十分溶解度以下であることを実験によって確認した。

#### 2.2.2 測定項目

各RUNにおける測定項目を以下に示す。

- |             |                                  |
|-------------|----------------------------------|
| 1)流量        | : 補給海水、循環ブライン                    |
| 2)海水・ブライン温度 | : 脱気器入口出口(RUN 5-2のみ), ブラインヒーター出口 |
| 3)蒸気温度      | : 各蒸発室                           |
| 4)TDS濃度     | : 補給海水                           |
| 5)電気電導度     | : 各蒸発室循環ブライン                     |

なお、プロモホルム濃度測定用サンプルの採取開始時期については、本来は海中にはほとんど存在していないプロモホルムを人為的に取って添加して、系内の濃度分布を測定する必要があるため、今回はプロモホルムを注入開始してから、ブローブラインにプロモホルムが検出した時からサンプリングするようにした。

(6.4.2)

2.2.3 プロモホルム濃度測定用サンプリング位置

海水、ブライン	生産水
脱気器出口(RUN 5-2のみ)	
NO. 1 蒸発室出口	NO. 1 室
NO. 2 蒸発室出口	NO. 2 室
NO. 3 蒸発室出口	NO. 3 室
NO. 4 蒸発室出口	NO. 4 室
NO. 5 蒸発室出口	NO. 5 室
NO. 6 蒸発室出口(フローブライン)	NO. 6 室

2.2.4 プロモホルム濃度測定用機器

機種 : GC-ECD by purge & trap method

測定限界 :  $0.1 \times 10^{-3}$  mg/L

## (6.4.2)

Table 1 キャリオーバーテスト条件

RUN NO.		6-1	6-2	7	9
1. 運転モード		Recir.	Recir.	Once	Once
2. スケーリング抑制法		Hybrid	Chemi.	Chemi.	Chemi.
3. 最高ブライン温度	°C	112	112	112	112
4. 流量					
- 補給海水量	m <sup>3</sup> /h	2.45	2.30	6.40	6.40
- 再循環ブライン量	m <sup>3</sup> /h	6.50	6.50	6.40	6.40
- 生産水量	m <sup>3</sup> /h	0.81	0.86	0.90	0.90
5. ブラインの水質					
- pH at 25C		8.04	8.52	8.24	8.24
- m-アルカリ度 as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	55-60	180	128	128
- 塩素イオン	mg/L	32,730	33,320	23,360	23,360
- 濃縮比	mg/L	1.39	1.40	1.01	1.01
6. 薬剤の添加濃度					
- スケール抑制剤 (PPN(M))	mg/L	1	2	2	2
- 酸 (98% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	mg/L	72	None	None	None
- トリハロメタン (CHBr <sub>3</sub> )	mg/L	0.5	2.75	None	None
- 油分 (Light Diesel Oil #2)	mg/L	None	None	10	2.5
7. 汚染物質の添加位置		After	Before	After	After
		B. H	Dea.	B. H	B. H

### 3. 測定結果

#### 3.1 RUN 6-1

RUN 6-1では、11月1日から5日にかけて5回の測定が実施された。そのときの測定条件と測定結果をTable 2に示す。この結果から明かなように、500pb添加してもNO.1 蒸発室のみでライン中の濃度が2 ppbになるまで蒸発しており、蒸発した量のいくらかは生産水に移行しているが、大部分は気体としてエジェクターから、系外に放出している。その詳細については、4.において考察する。

#### 3.2 RUN 6-2

RUN 6-2では、11月8日から11日にかけて4回の測定が実施された。そのときの測定条件と測定結果をTable 3に示す。本RUNは脱気器での多量の除去を予想して、RUN 6-1の5倍以上の2.75ppm 添加したものであるが、果たしてここで、95%以上の飛散があった。これら系外への飛散については、RUN 6-1と同様に4.において考察する。

## (6.4.2)

Table2 プロモホルムのキャリオーバー テスト結果 (RUN 6-1)

1. 運転モード : 再循環方式
2. サンプルング日時 : 1994 10/30 - 11/5
3. プラインヒーター出口
- 温度 : 112 C (TBL0)
  - 流量 : 6,500 kg/h (FBL0)
  - 電気伝導度 : 79,700  $\mu$ S/cm (SBL0)
4. 補給海水
- 温度 : 34 C (TBLM)
  - 流量 : 2,450 kg/h (FBLM)
  - TDS 濃度 : 39.9E-3 kg/kg (CBSM)
  - 加熱器出口 : 0.5E-6 kg/kg (COMM)

5. 各ステージにおける蒸気温度(C)と電気伝導度( $\mu$ S/cm)

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Steam Temp.	—	94.1	83.4	71.4	57.7	41.7	36.8
Electric C.	—	81.2E3	82.8E3	84.1E3	85.6E3	87.6E3	89.4E3

(NOTE) Ex:10\*



## (6.4.2)

## 6. 各ステージにおけるプロモホルム濃度

Sampling date : Nov, 1st, 1994

(Unit:ppb)

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.	—	44.51	34.02	17.35	19.28	7.74	7.35
Brine	—	1.76	0.34	0.1	<0.1	<0.1	0.67

Sampling date : Nov, 2nd, 1994

(Unit:ppb)

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.	—	37.67	24.45	16.45	16.82	11.85	7.07
Brine	—	1.35	0.29	<0.1	<0.1	<0.1	0.64

Sampling date : Nov, 3rd, 1994

(Unit:ppb)

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.	—	39.85	25.30	17.80	19.98	10.63	8.12
Brine	—	1.41	0.33	<0.1	<0.1	<0.1	0.05

Sampling date : Nov, 4th, 1994

(Unit:ppb)

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.	—	41.60	44.39	28.95	28.49	12.85	16.12
Brine	—	2.02	0.41	0.11	<0.1	<0.1	<0.1

Sampling date : Nov, 5th, 1994

(Unit:ppb)

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.	—	46.37	50.63	32.75	30.77	15.94	23.32
Brine	—	2.05	0.51	0.15	<0.1	<0.1	<0.1

## (6.4.2)

Table 3 プロモホルムのキャリアオーバー テスト結果 (RUN 6-2)

1. 運転モード : Recirculation
2. サンプルング日時 : Nov. 7th, - 11th, 1994
3. ブラインヒーター出口
- 温度 : 112 C (TBL0)
  - 流量 : 6,500 kg/h (FBL0)
  - 電気伝導度 : 79,700  $\mu$ S/cm (SBL0)
4. 補給海水
- 温度 : 37.3 C (TBLD)
  - 脱気器出口温度 : 34.0 C (TBLG)
  - 流量 : 2,450 kg/h (FBLM)
  - TDS 濃度 : 39.9 E-3 kg/kg (CBSM)
  - 脱気器入口プロモホルム濃度 : 2.75E-6 kg/kg (COMD)
5. 各ステージにおける蒸気温度(C)と電気伝導度( $\mu$ S/cm)

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Steam Temp.	34.0	94.1	83.4	71.4	57.7	41.7	36.8
Electric C.	—	81.2E3	82.8E3	84.1E3	85.6E3	87.6E3	89.4E3

(NOTE) Ex:10\*

(6.4.2)

6. 各ステージにおけるプロモホルム濃度

Sampling date : Nov, 8th, 1994

(Unit:ppb)

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.	—	138.28	147.69	139.06	64.59	24.46	78.24
Brine	97.48	5.48	0.95	0.30	<0.1	<0.1	<0.1

Sampling date : Nov, 10th, 1994

(Unit:ppb)

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.	—	257.9	238.2	72.5	83.8	163.1	166.28
Brine	97.2	17.34	1.36	0.42	0.13	<0.1	<0.1

Sampling date : Nov, 10th, 1994

(Unit:ppb)

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.	—	252.3	237.5	65.0	159.9	48.6	102.1
Brine	99.8	13.81	1.70	0.42	0.12	<0.1	<0.1

Sampling date : Nov, 11th, 1994

(Unit:ppb)

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.	—	393.2	266.5	129.6	168.0	92.9	193.0
Brine	123.48	10.11	1.22	0.25	<0.1	<0.1	<0.1

(6.4.2)

4. 考察

4.1 試験結果に基づくプロモホルムのマスバランス

11月1日から5日にかけて実施されたRUN 6-1, 11月8日から11日にかけて実施されたプロモホルムのキャリオーバー試験結果から、そのマスバランスを計算した。まず、両RUNの海水、プラインの流量は下記の通りである。

- ・補給海水量 : 2,450kg/h
- ・生産水量 : 780kg/h
- ・ブロープライン量 :  $2,450 - 780 = 1,670$ kg/h

プロモホルムの添加量については、Run 6-1が0.5mg/L、Run 6-2が2.75mg/Lである。

この時のプロモホルムの系外への排出量の評価に使用する測定値として、2回目以降の測定結果の平均値を下記を採用する。

RUN NO.	添加濃度	生産水	ブロープライン
6-1	0.5 mg/L	0.0137mg/L	<0.0001mg/L
6-2	2.75mg/L	0.1538mg/L	<0.0001mg/L

RUN 6-1

- ・プロモホルム供給量  $2450\text{kg/h} \times 0.5\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 1188.25\text{mg/h}$
- ・ブロープラインによる排出量  $1670\text{kg/h} \times 0.0001\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 0.161\text{mg/h}$
- ・生産水による排出量  $780\text{kg/h} \times 0.0137\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 10.36\text{mg/h}$
- ・系外への飛散量  $1188.25 - (0.161 + 10.36) = 1177.72\text{mg/h}$
- ・系外への飛散率  $(1177.72/1188.25) \times 100 = 99.1\%$

RUN 6-2

- ・プロモホルム供給量  $2450\text{kg/h} \times 2.75\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 6535.38\text{mg/h}$
- ・ブロープラインによる排出量  $1670\text{kg/h} \times 0.0001\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 0.161\text{mg/h}$
- ・生産水による排出量  $780\text{kg/h} \times 0.1538\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 116.4\text{mg/h}$
- ・系外への飛散量  $6535.38 - (0.161 + 116.4) = 6418.85\text{mg/h}$
- ・系外への飛散率  $(6418.85/6535.38) \times 100 = 98.2\%$

以上のように供給したプロモホルムのほとんどがエジェクターを介して系外に飛散していることが明らかになった。

## (6.4.2)

## 4.2 コンピューターに基づく水およびプロモホルムのマスバランス

4.1に示した試験条件に基づきコンピューター計算した結果をFig. 1およびFig. 2に示す。それをFig. 2、Fig. 3に示したフォームでまとめると、Table 4のようになる。この場合のプロモホルムのマスバランスをRUN 6-1についてチェックすると、次のようになる。

- ・プロモホルム供給量  $2450\text{kg/h} \times 0.5\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 1188.25\text{mg/h}$
- ・ブローブラインによる排出量  $1670\text{kg/h} \times 0.0895\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 144.98\text{mg/h}$
- ・生産水による排出量  $780\text{kg/h} \times 1.321\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 999.47\text{mg/h}$
- ・収束計算における誤差  $1188.25 - (144.98 + 999.47) = 43.8\text{mg/h}$

この結果の測定結果との比較結果を下表に示す。

実験結果とプログラム計算結果との比較

項 目	プロモホルム濃度		生産水量
	生産水	ブローブライン	
実験結果(RUN 6-1)	0.0137mg/L	$10^{-4}\text{mg/L}$ 以下	810kg/h
プログラム計算結果	1.321 mg/L	0.0895mg/L	779kg/h

この結果から、生産水量の推算値と実測値とは、97%以上の精度で一致しており、本プログラムでは水のMSF内における挙動を精度よく評価できることを確認できた。

しかし、ブローブライン中のプロモホルムの濃度は、計算では0.0895mg/Lになるはずであったが、実測値は0.0001mg/L以下と、計算値の方が2オーダー以上高値となっており、揮発しにくい状態になっている。したがって、仮にヘンリー常数(mol/L.atm)を1/3.4すなわち、3.4倍だけ揮発しやすい状態にしてプログラム計算すると、下記の通りになり、ブローブライン中のプロモホルム濃度はほぼ同一オーダーまで低減している。

項 目	プロモホルム濃度		生産水量
	生産水	ブローブライン	
計算値(Henry's C:1/3.4)	1.526 mg/L	$0.74 \times 10^{-4}\text{mg/L}$	779.5kg/h

一方生産水中の濃度についてみると、いずれのケースも3オーダー高値となっている。生産水濃度については、蒸発したプロモホルム蒸気はすべて水蒸気とともに凝縮すると仮定して算出したものである。

これらの事実から、プロモホルムの凝縮速度が水にくらべて小さいことが考えられる。こ

(6.4.2)

の凝縮速度の違いが確認されると、これら凝縮速度を律連する因子を明かにして、それらをコントロールする機構、たとえば、ベントシステムの改良がプロモホルムの生産水への移行を防止するための有効な対策になると考える。

(6.4.2)

INPUT DATA

COMPUTER PROGRAMMING FOR CARRYOVER 1994 VERSION

RUN NO: 6-1

HFACTOR: 1

DATE: 1-5/11/94

OPERATOR: AHMAD

MAX BRINE TEMP: 112

CONTAMINANT TYPE: 2

CALCULATION TYPE: 2

DEAERATOR: 1

HEAT & MASS BALANCE INPUT DATA

FBL(0): 6500	TWE(1): 94.1	TWE(4): 57.7
TBL(0): 112	TWE(2): 83.4	TWE(5): 41.7
SBL(0): 79700D-6	TWE(3): 71.0	TWE(6): 36.8
SBL(1): 81200D-6	SBL(4): 85600D-6	
SBL(2): 82800D-6	SBL(5): 87600D-6	
SBL(3): 84100D-6	SBL(6): 89400D-6	

HOMOGENEOUS/RECIRCULATION INPUT DATA

BROME: 5.0D-7      FBLM: 2450      TBLM: 34      CBSM: 39901.5D-6

Fig. 1 プロモホルム キャリオーバーのコンピューターによる計算結果(RUN6-1)

(6.4.2)

OUTPUT-1

RUN NO: 6-1      DATE: 1-5/11/94      OPERATOR: AHMAD      MAX BRINE TEMP: 112

HEAT/MASS BALANCE

GIVEN CONDITIONS

	1	2	3	4	5	6
TWE	9.4100E+01	8.3400E+01	7.1000E+01	5.7700E+01	4.1700E+01	3.6800E+01
SBL	8.1200E-02	8.2800E-02	8.4100E-02	8.5600E-02	8.7600E-02	8.9400E-02

RESULTS

	1	2	3	4	5	6
PWL	1.8886E+02	1.2711E+02	1.0047E+02	1.1123E+02	1.4189E+02	1.1003E+02
PWE	8.1744E+04	5.4258E+04	3.2549E+04	1.7904E+04	8.0408E+03	6.1939E+03
TWE	9.4100E+01	8.3400E+01	7.1000E+01	5.7700E+01	4.1700E+01	3.6800E+01
TBL	9.5400E+01	8.3700E+01	7.4100E+01	6.3100E+01	4.8500E+01	3.6800E+01
CBS	5.4989E-02	5.6600E-02	5.7897E-02	5.9373E-02	6.1306E-02	6.2976E-02
FBL	6.3111E+03	6.1840E+03	6.0836E+03	5.9723E+03	5.8304E+03	5.7204E+03

7.7959E+02

PWLT

FBLO

TBL 1.1200E+02

CBS 5.3232E-02 (SBL=7.9700E-02)

FBL 6.5000E+03

FBLM 2.4500E+03

Fig. 1 プロモホルム キャリオーバーのコンピューターによる計算結果(RUN6-1)

(つづき)



**OUTPUT-2**

CARRYOVER CALCULATION RESULTS(RECIRCULATION)

	COE(1)	COE(2)	COE(3)	COE(4)	COE(5)	COE(6)	FOMT
BROME	2.2742D-06	1.9082D-06	1.7311D-06	1.5876D-06	1.4481D-06	1.3215D-06	1.0386D-03

	COM(1)	COM(2)	COM(3)	COM(4)	COM(5)	COM(6)
BROME	1.7246D-07	1.4889D-07	1.3273D-07	1.1649D-07	9.7732D-08	8.9956D-08



COMM  
5.0000E-7

INPUT DATA

COMPUTER PROGRAMMING FOR CARRYOVER 1994 VERSION

RUN NO: 6-1

HFACTOR: 3.4

DATE: 1-5/11/94

OPERATOR: AHMAD

MAX BRINE TEMP: 112

CONTAMINANT TYPE: 2

CALCULATION TYPE: 2

DEAERATOR: 1

HEAT & MASS BALANCE INPUT DATA

FBL(0): 6500

TWE(1): 94.1

TWE(4): 57.7

TBL(0): 112

TWE(2): 83.4

TWE(5): 41.7

SBL(0): 79700D-6

TWE(3): 71.0

TWE(6): 36.8

SBL(1): 81200D-6

SBL(4): 85600D-6

SBL(2): 82800D-6

SBL(5): 87600D-6

SBL(3): 84100D-6

SBL(6): 89400D-6

HOMOGENEOUS/RECIRCULATION INPUT DATA

BROME: 5.0D-7

FBLM: 2450

TBLM: 34

CBSM: 39901.5D-6

Fig. 2 プロモホルムキャリアーのコンピューターによる  
計算結果 (RUN 6-1) (ヘンリー定数: 1/3.4)

(6.4.2)

**OUTPUT-1**

RUN NO: 6-1      DATE: 1-5/11/94      OPERATOR: AHMAD      MAX BRINE TEMP: 112

HEAT/MASS BALANCE

GIVEN CONDITIONS

	1	2	3	4	5	6
TWE	9.4100E+01	8.3400E+01	7.1000E+01	5.7700E+01	4.1700E+01	3.6800E+01
SBL	8.1200E-02	8.2800E-02	8.4100E-02	8.5600E-02	8.7600E-02	8.9400E-02

7.7959E+02

FWLT

RESULTS

	1	2	3	4	5	6
FWL	1.8886E+02	1.2711E+02	1.0047E+02	1.1123E+02	1.4189E+02	1.1003E+02
PWE	8.1744E+04	5.4258E+04	3.2549E+04	1.7904E+04	8.0408E+03	6.1939E+03
TWE	9.4100E+01	8.3400E+01	7.1000E+01	5.7700E+01	4.1700E+01	3.6800E+01
TBL	9.5400E+01	8.3700E+01	7.4100E+01	6.3100E+01	4.8500E+01	3.6800E+01
CBS	5.4989E-02	5.6600E-02	5.7897E-02	5.9373E-02	6.1306E-02	6.2976E-02
FBL	6.3111E+03	6.1840E+03	6.0836E+03	5.9723E+03	5.8304E+03	5.7204E+03

FBLO

TBL 1.1200E+02

CBS 5.3232E-02 (SBL=7.9700E-02)

FBL 6.5000E+03

FBLM 2.4500E+03

(6.4.2)

OUTPUT-2

CARRYOVER CALCULATION RESULTS(RECIRCULATION)

	COE(1)	COE(2)	COE(3)	COE(4)	COE(5)	COE(6)	FOMT
BROME	6.0418D-06	3.6617D-06	2.8005D-06	2.2265D-06	1.7685D-06	1.5264D-06	1.1996D-03

	COM(1)	COM(2)	COM(3)	COM(4)	COM(5)	COM(6)
BROME	2.1099D-09	9.8145D-10	5.6508D-10	2.9544D-10	1.1069D-10	7.4102D-11

↑  
COMM

5.0000E-7

(6.4.2)

INPUT DATA

COMPUTER PROGRAMMING FOR CARRYOVER 1994 VERSION

RUN NO: 6-2                      HFACTOR: 1  
DATE: 7-11/11/94  
OPERATOR: AHMAD  
MAX BRINE TEMP: 112  
CONTAMINANT TYPE: 2  
CALCULATION TYPE: 2  
DEABERATOR: 2

HEAT & MASS BALANCE INPUT DATA

FBL(0): 6500	TWE(1): 94.1	TWE(4): 57.7
TBL(0): 112	TWE(2): 83.4	TWE(5): 41.7
SBL(0): 79700D-6	TWE(3): 71.0	TWE(6): 36.8
SBL(1): 81200D-6	SBL(4): 85600D-6	
SBL(2): 82800D-6	SBL(5): 87600D-6	
SBL(3): 84100D-6	SBL(6): 89400D-6	

DEABERATOR INPUT DATA

TBLD: 37.3

HOMOGENEOUS/RECIRCULATION INPUT DATA

BROME: 2.75D-6      FBLM: 2450      TBLM: 34      CBSM: 39901.5D-6

Fig. 3 プロモホルム キャリオーバーのコンピューターによる計算結果(RUN6-2)

(6.4.2)

OUTPUT-1

RUN NO: 6-2      DATE: 7-11/11/94      OPERATOR: AHMAD      MAX BRINE TEMP: 112

HEAT/MASS BALANCE

GIVEN CONDITIONS

	1	2	3	4	5	6
TWE	9.4100E+01	8.3400E+01	7.1000E+01	5.7700E+01	4.1700E+01	3.6800E+01
SBL	8.1200E-02	8.2800E-02	8.4100E-02	8.5600E-02	8.7600E-02	8.9400E-02

TBLD 3.7300E+01

FBLM 2.4500E+03

7.7959E+02

FWLT

RESULTS

	1	2	3	4	5	6	
FWL	1.3309E+01	1.8886E+02	1.2711E+02	1.0047E+02	1.1123E+02	1.4189E+02	1.1003E+02
PWE	5.2260E+03	8.1744E+04	5.4258E+04	3.2549E+04	1.7904E+04	8.0408E+03	6.1939E+03
TWE	3.3612E+01	9.4100E+01	8.3400E+01	7.1000E+01	5.7700E+01	4.1700E+01	3.6800E+01
TBL	3.4000E+01	9.5400E+01	8.3700E+01	7.4100E+01	6.3100E+01	4.8500E+01	3.6800E+01
CBS	3.9902E-02	5.4989E-02	5.6600E-02	5.7897E-02	5.9373E-02	6.1306E-02	6.2976E-02
FBL	2.4367E+03	6.3111E+03	6.1840E+03	6.0836E+03	5.9723E+03	5.8304E+03	5.7204E+03

DEAERATOR

FBL0

TBL 1.1200E+02

CBS 5.3232E-02 (SBL=7.9700E-02)

FBL 6.5000E+03

Fig. 3 プロモホルム キャリオオーバーのコンピューターによる計算結果(RUN6-2)

(つづき)

OUTPUT-2

CARRYOVER CALCULATION RESULTS(RECIRCULATION)

	COEG	COE(1)	COE(2)	COE(3)	COE(4)	COE(5)	COE(6)
BROME	1.4565D-05	1.2081D-05	1.0137D-05	9.1960D-06	8.4338D-06	7.6928D-06	7.0202D-06

	COMG	COM(1)	COM(2)	COM(3)	COM(4)	COM(5)	COM(6)
BROME	2.6682D-06	9.1614D-07	7.9092D-07	7.0508D-07	6.1880D-07	5.1917D-07	4.7786D-07

↑  
COMM  
2.7500E-06

(6.4.2)

OUTPUT-1

RUN NO: 6-2

DATE: 7-11/11/94

OPERATOR: AHMAD

MAX BRINE TEMP: 112

HEAT/MASS BALANCE

GIVEN CONDITIONS

	1	2	3	4	5	6
TWE	9.4100E+01	8.3400E+01	7.1000E+01	5.7700E+01	4.1700E+01	3.6800E+01
SBL	8.1200E-02	8.2800E-02	8.4100E-02	8.5600E-02	8.7600E-02	8.9400E-02

TBLD 3.7300E+01

FBLM 2.4500E+03

7.7959E+02

FWLT

RESULTS

	1	2	3	4	5	6
FWL	1.3309E+01	1.8886E+02	1.2711E+02	1.0047E+02	1.1123E+02	1.4189E+02
PWE	5.2260E+03	8.1744E+04	5.4258E+04	3.2549E+04	1.7904E+04	8.0408E+03
TWE	3.3612E+01	9.4100E+01	8.3400E+01	7.1000E+01	5.7700E+01	4.1700E+01
TBL	3.4000E+01	9.5400E+01	8.3700E+01	7.4100E+01	6.3100E+01	4.8500E+01
CBS	3.9902E-02	5.4989E-02	5.6600E-02	5.7897E-02	5.9373E-02	6.1306E-02
FBL	2.4367E+03	6.3111E+03	6.1840E+03	6.0836E+03	5.9723E+03	5.8304E+03

DEAERATOR

FBL0

TBL 1.1200E+02

CBS 5.3232E-02 (SBL=7.9700E-02)

FBL 6.5000E+03

Fig. 4 プロモホルム キャリオーバーのコンピューターによる計算結果(RUN6-2)  
(ヘンリー定数: 1/3.4)



**OUTPUT-2**

**CARRYOVER CALCULATION RESULTS(RECIRCULATION)**

	COEG	COE(1)	COE(2)	COE(3)	COE(4)	COE(5)	COE(6)
BROME	4.9522D-05	2.9707D-05	1.8004D-05	1.3770D-05	1.0948D-05	8.6956D-06	7.5052D-06

	COMG	COM(1)	COM(2)	COM(3)	COM(4)	COM(5)	COM(6)
BROME	2.4719D-06	1.0374D-08	4.8257D-09	2.7785D-09	1.4527D-09	5.4426D-10	3.6435D-10

↑  
COMM  
2.7500E-06

## (6.4.2)

Table 4 コンピューターによる計算結果の要約

RUN 6-1 COMM = 0.5 mg/L, Henry's Constant: Log H = 0.24-0.024T

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.		2.2742	1.9082	1.7311	1.5867	1.4481	1.3215
Brine		0.1724	0.1488	0.1327	1.1649	0.0977	0.0089

RUN 6-1 COMM = 0.5 mg/L, Henry's Constant:  $H' = H/3.4$ 

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.		6.0418	3.6617	2.8005	2.2265	1.7685	1.5264
Brine		0.0021	0.0009	0.0005	0.0002	0.0001	0.00007

RUN 6-2 COMM = 2.75 mg/L, Henry's Constant: Log H = 0.24-0.024T

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.	14.565	12.081	10.137	9.1960	8.4338	7.6928	7.0202
Brine	2.6682	0.9161	0.7909	0.7050	0.6188	0.5191	0.4778

RUN 6-2 COMM = 2.75 mg/L, Henry's Constant:  $H' = H/3.4$ 

Stage	Dea.	1	2	3	4	5	6
Product W.	49.522	29.707	18.004	13.770	10.948	8.6956	7.5052
Brine	2.4719	0.0103	0.0048	0.0027	0.0014	0.0005	0.0003

## (6.4.2)

## 4.3 脱気器によるプロモホルムの除去性能

脱気器によるプロモホルムの除去効果については、RUN 6-2において試験された。その結果はTable 3に、またコンピューターによる計算結果はFig. 2にそれぞれ示した通りである。これをまとめると、次のように整理できる。なお、除去率評価の参考にするため、第1段蒸発室でのプロモホルムの除去状況を併記した。

項目	単位	脱気塔			第1蒸発室
		計算値	与条件	実測値	(計算値) 実測値
処理海水流量	kg/h		2,450.0		6,500
蒸発水量	kg/h	13.30			(188.8)
蒸発率	-	$5.42 \times 10^{-3}$			$(29 \times 10^{-3})$
入口温度	°C		37.3		112
出口温度	°C		34.0		(95.4)
温度差	°C		3.3		(16.6)
入口濃度	mg/L		2.75		99.9~123.4
出口濃度	mg/L	2.6682		0.097~0.123	10.1~13.8
除去率	%	2.9		96.3	(90)

$$\text{蒸発率} = (\text{蒸発水量}) / (\text{処理海水流量})$$

この結果から明かなように、蒸発率は同じオーダーであるにも拘らず、実測されたプロモホルムの除去率は96.3%であるが、除去率を蒸発率と比例するとした計算では、ただの2.9%に過ぎない。蒸発率が大きいほど除去率も大となることは第1蒸発室を対象にした測定結果からみても真実である。このことから、脱気塔での除去率の評価に際しては、この蒸発率以外の外的要因を考える必要があるようである。

その一つに脱気塔では凝縮速度の遅いプロモホルムのみがエジェクターによって系外に放出されていることが考えられる。すなわち、ここではブラインからプロモホルムが放散して、エジェクターを介して系外に逃げるという非平衡な状態での流れがあり、それに即応するように処理海水中のプロモホルムも蒸発率で規制される以上の量が放散していると考えられる。いずれにしても、凝縮と系外への飛散の定量的解釈が今後の課題としてのこされる。

(6.4.2)

5. まとめ

トリハロメタンの一種であるプロモホルムのMSF内の挙動を明かにするために、コンピュータープログラムによるその推算とその結果のテストプラントによる確認試験を行い、下記の結果を得た。

- (1) 今回成作したプログラムでは、かなり正確に生産水量を予測することができる。
- (2) MSF内におけるプロモホルムの挙動を事前に予測するためには、平衡論的観点からばかりでなく、プロモホルムの凝縮速度も考慮した取り組みが必要である。
- (3) (2)に述べた事項のハード面からの具体的対策、すなわち、系内に流入したプロモホルムをできるだけ生産水を経由しなく系外に排出させるには、脱気塔を含めたベントシステムの能力アップとこれらシステム設計の適正化がかなりの効果をもたらすものとする。

### 6.4.3 原油成分の生産水への混入



目 次

1. まえがき .....	1
2. 試験計画 .....	2
2.1 試験条件 .....	2
2.2 試験方法 .....	2
2.2.1 測定項目 .....	2
2.2.2 油濃度測定用サンプリング位置 .....	5
2.2.3 油分濃度測定用機器 .....	5
3. 測定結果 .....	5
3.1 RUN 7 .....	5
3.2 RUN 9 .....	8
4. 考察 .....	12
4.1 試験結果に基づく油のマスバランス .....	12
4.2 コンピューターに基づく油のマスバランス .....	13
4.2.1 10mg/L 添加したとき(RUN 7) .....	13
4.2.2 2.5mg/L 添加したとき(RUN 9) .....	28
5. まとめ .....	33

(6.4.3)

表 一 覧

表 番	題 名	頁
Table 1	キャリオーバーの試験条件	3
Table 2	ライトディーゼルオイル #2の組成	4
Table 3	油のキャリオーバーテスト結果(RUN 7)	6
Table 4	オイルキャリオーバー試験結果 (RUN NO. 9)	9
Table 5	実験結果と計算結果との比較 (油分添加量: 10 mg/L)	32
Table 6	実験結果と計算結果との比較 (油分添加量: 2.5 mg/L)	32

図 一 覧

図 番	題 名	頁
Fig. 1	コンピューターによる計算結果(RUN 7)	15
Fig. 2	コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1/0)	16
Fig. 3	コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1/3)	19
Fig. 4	コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1/6)	22
Fig. 5	コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1/8)	25
Fig. 6	コンピューターによる計算結果(RUN 9)	29



### (6.4.3)

#### 1. まえがき

前項では、6.1.6.2で明らかにした有機汚染物質の蒸発メカニズムを基に、ブライン中に混入しているこれらの蒸発現象の量的関係を評価するためのコンピュータープログラムに採用するフローチャートと関係式についてまとめ、ついで、この関係式を用いて、構築したコンピュータープログラムの内容を紹介した。

ここでは、プロモホルムに引き続き、油<sup>1)</sup>を故意にテストプラントに添加して、MSF環境条件下における油の挙動を評価する。併せて上記プログラム計算結果との差異を検討する。

---

1): 当初は油の種類として原油を使用する予定であったが、その後、RO実験と合わせるため、LIGHT DIESEL OIL #2 に変更した。

(6.4.3)

2. 試験計画

油のキャリオーバー試験はMSF テストプラントを用いて、5.3.3章、Table1 に示したように、一連のMSF-1関連試験の中のRUN 7および RUN 9として2種類の濃度について実施することにした。さらに脱気塔および伝熱管の油による汚染を防止するため、運転モードを再循環方式から貫流方式に切り替え、ブラインヒーター出口に補給海水に対する相当量注入することにした。

2.1 試験条件

油のキャリオーバー試験条件はプロモホルムのキャリオーバー試験条件と併せて、Table 1 に示す。油の注入量はRUN 7では、10mg/L, RUN 9では、2.5 mg/Lとした。

2.2 試験方法

2.2.1 測定項目

各RUN における測定項目を以下に示す。

- 1)流量 : 補給海水(ブライン)
- 2)海水・ブライン温度 : ブラインヒーター出口
- 3)蒸気温度 : 各蒸発室
- 4)T D S 濃度 : 補給海水(ブライン)
- 5)電気電導度 : 各蒸発室ブライン
- 6)油の組成 : Table 2 参照

なお、油濃度測定用サンプルの採取時期については、本来は海水中にはほとんど存在していない油を人為的に敢えて添加して、系内の濃度分布を測定する必要があるため、今回は油を注入開始後、ブローブラインに油が検出した時からサブリングするようにした。

## (6.4.3)

Table 1 キャリオーバーの試験条件

RUN NO.		6-1	6-2	7	9
1. 運転モード		Recir.	Recir.	Once	Once
2. スケーリング抑制法		Hybrid	Chemi.	Chemi.	Chemi.
3. 最高ブライン温度	°C	112	112	112	112
4. 流量					
- 補給海水量	m <sup>3</sup> /h	2.45	2.30	6.40	6.40
- 再循環ブライン量	m <sup>3</sup> /h	6.50	6.50	6.40	6.40
- 生産水量	m <sup>3</sup> /h	0.81	0.86	0.90	0.90
5. ブラインの水質					
- pH at 25°C		8.04	8.52	8.24	8.24
- m-アルカリ度 as CaCO <sub>3</sub>	mg/L	55-60	180	128	128
- 塩素イオン	mg/L	32,730	33,320	23,360	23,360
- 濃縮比	mg/L	1.39	1.40	1.01	1.01
6. 薬剤の添加濃度					
- スケール抑制剤(PPN(M))	mg/L	1	2	2	2
- 酸(98% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	mg/L	72	None	None	None
- トリハロメタン(CHBr <sub>3</sub> )	mg/L	0.5	2.75	None	None
- 油分(Light Diesel Oil #2)	mg/L	None	None	10	2.5
7. 汚染物質の添加位置		After	Before	After	After
		B. H	Dea.	B. H	B. H

## (6.4.3)

Table 2 ライトディーゼルオイル #2の組成

組 成 (炭素数)	組 成 比 (%)	オイル中の濃度 (kg/L)*	供 給 海 水 中 の 濃 度 (kg/L)
C10	2.46	0.0199	$0.246 \times 10^{-6}$
C11	4.18	0.0338	$0.418 \times 10^{-6}$
C12	5.13	0.0415	$0.513 \times 10^{-6}$
C13	6.46	0.0523	$0.646 \times 10^{-6}$
C14	7.67	0.0621	$0.767 \times 10^{-6}$
C15	9.2	0.0745	$0.92 \times 10^{-6}$
C16	9.76	0.0790	$0.976 \times 10^{-6}$
C17	11.01	0.0892	$1.101 \times 10^{-6}$
C18	11.18	0.0905	$1.118 \times 10^{-6}$
C19	10.9	0.0883	$1.09 \times 10^{-6}$
C20	8.9	0.0721	$0.89 \times 10^{-6}$
C21	6.84	0.0554	$0.684 \times 10^{-6}$
C22	4.42	0.0358	$0.442 \times 10^{-6}$
C23	1.9	0.0153	$0.19 \times 10^{-6}$
C24	-	-	-
C25	-	-	-
C26	-	-	-
C27	-	-	-
C28	-	-	-
C29	-	-	-

\* : 添加オイルの密度 : 0.81kg/L

(6.4.3)

2.2.2 油濃度測定用サンプリング位置

ブライン	生産水
NO.1 蒸発室出口	NO.1 室
NO.2 蒸発室出口	NO.2 室
NO.3 蒸発室出口	NO.3 室
NO.4 蒸発室出口	NO.4 室
NO.5 蒸発室出口	NO.5 室
NO.6 蒸発室出口(フロ-ブライン)	NO.6 室

2.2.3 油分濃度測定用機器

機種 : GC-MS

測定限界 :  $1 \times 10^{-3}$  mg/L

3. 測定結果

3.1 RUN 7

ブラインに10mg/L相当量の油を添加したRUN 7は、11月14日から15日にかけて2回の測定が実施された。そのときの測定条件と測定結果をTable 3に示す。この結果から明かなように、第1段で添加した油は約1/2～1/3まで急速に減少するが、それ以降の段では緩やかに減少し、第6段で1/10以下の濃度になっている。この傾向をプロモホルムが第1段のみで、1/250に減少した場合と比較すると、かなり緩やかである。

## (6.4.3)

Table 3 油のキャリーオーバーテスト結果(RUN 7)

1. 運転モード : 貫流式
2. サンプルング日時 : 1994 11/14 - 15
3. ブライン加熱器出口
- 温度 : 112 C (TBL0)
  - 流量 : 6,400 kg/h (FBL0)
  - 電気伝導度 : 60,200  $\mu$ S/cm (SBL0)
4. 供給海水
- 流量 : 6,400 kg/h (FBLM)
  - 加熱器出口オイル濃度 :  $10 \times 10^{-6}$  kg/kg (COMG)
  - 添加オイルの種類 : Light Diesel Oil #2
5. 各段における蒸気温度(C)とブラインの電気伝導度( $\mu$ S/cm)

蒸発部位	脱気器	1	2	3	4	5	6
蒸気温度	—	94.8	83.9	71.5	57.4	40.1	34.0
電気伝導度	—	61,500	62,900	64,000	65,200	67,000	67,800

## (6.4.3)

## 6. 各蒸発段におけるオイル濃度

サンプリング日時 : 1994. 11. 14. 1pm

(オイル添加開始5時間後)

(単位:ppm)

蒸発段	炭素数	1	2	3	4	5	6
生産水	C10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C11	0.07	0.05	ND	ND	ND	ND
	C12	0.101	0.09	0.073	0.08	0.033	0.39
	C13	0.21	0.32	0.27	0.20	0.17	0.54
	C14	0.48	0.75	0.58	0.66	0.4	0.65
	C15	0.68	1.30	0.78	0.95	0.66	0.72
	C16	1.0	1.93	0.81	1.0	0.72	0.73
	C17	1.35	2.60	1.05	1.1	0.97	0.88
	C18	1.47	2.62	1.03	1.01	0.98	0.79
	C19	1.36	1.93	1.16	1.2	1.0	0.74
	C20	1.22	1.87	0.80	0.85	0.74	0.52
	C21	0.84	1.57	0.72	0.55	0.70	0.37
	C22	0.35	0.62	0.32	0.41	0.36	0.14
	C23	0.12	0.30	0.18	0.2	0.21	0.09
	C24	0.07	0.14	0.11	0.12	ND	0.054
	C25						
	C26						
	C27						
	C28						
	C29						
C30							
全オイル濃度		9.32	17.1	7.9	8.33	6.95	6.62
ブライン	C10	0.16	ND	ND	ND	ND	ND
	C11	0.22	0.10	0.012	0.01	0.01	0.006
	C12	0.18	0.05	0.031	0.009	0.009	0.006
	C13	0.23	0.09	0.012	0.013	0.015	0.009
	C14	0.27	0.10	0.021	0.16	0.023	0.011
	C15	0.32	0.11	0.019	0.02	0.03	0.011
	C16	0.30	0.10	0.019	0.02	0.034	0.013
	C17	0.41	0.16	0.25	0.027	0.049	0.017
	C18	0.45	0.15	0.27	0.015	0.053	0.014
	C19	0.54	0.17	0.08	0.04	0.06	0.02
	C20	0.37	0.13	0.043	0.025	0.025	0.015
	C21	0.40	0.11	0.042	0.026	0.028	0.01
	C22	0.23	0.05	0.12	0.004	0.024	0.007
	C23	0.16	0.03	0.18	0.014	0.021	0.009
	C24	0.11	ND	0.04	ND	ND	ND
	C25						
	C26						
C27							
全オイル濃度		4.35	1.35	1.49	0.24	0.38	0.15

## (6.4.3)

## 6. 各蒸発段におけるオイル濃度

サンプリング日時：1994. 11. 15. 7am

(オイル添加開始23時間後)

(単位: ppm)

蒸発段	炭素数	1	2	3	4	5	6
生産水	C10	0.054	ND	ND	ND	ND	ND
	C11	0.051	0.052	0.03	ND	0.05	0.05
	C12	0.232	0.15	0.14	0.097	0.17	0.25
	C13	0.647	0.59	0.59	0.43	1.21	0.81
	C14	1.68	1.54	1.29	1.07	2.97	1.71
	C15	2.36	2.75	1.91	2.02	7.22	2.76
	C16	3.17	3.89	2.93	3.14	6.71	3.15
	C17	3.20	3.90	2.77	2.66	7.04	2.31
	C18	3.35	3.40	2.70	2.80	7.02	2.16
	C19	2.40	3.25	2.72	3.00	7.20	2.00
	C20	1.82	2.07	1.85	2.00	4.6	1.32
	C21	0.64	1.51	1.51	1.80	2.21	1.09
	C22	0.35	0.55	0.80	0.90	0.92	0.55
	C23	0.18	0.41	0.69	0.40	0.60	0.79
	C24	ND	0.72	0.32	0.13	0.60	0.096
	C25						
	C26						
	C27						
	C28						
	C29						
C30							
全オイル濃度		20.0	24.7	20.3	20.4	43.4	18.4
ブライン	C10	0.047	0.029	ND	0.013	0.006	0.009
	C11	0.086	0.064	ND	0.02	0.023	0.012
	C12	0.14	0.096	0.006	0.027	0.024	0.016
	C13	0.19	0.14	0.007	0.04	0.04	0.03
	C14	0.22	0.184	0.012	0.061	0.06	0.039
	C15	0.28	0.24	0.02	0.073	0.071	0.060
	C16	0.31	0.33	0.02	0.108	0.10	0.063
	C17	0.36	0.35	0.03	0.095	0.09	0.09
	C18	0.36	0.35	0.03	0.108	0.093	0.101
	C19	0.42	0.38	0.057	0.13	0.111	0.12
	C20	0.30	0.36	0.031	0.102	0.103	0.11
	C21	0.21	0.25	0.034	0.10	0.092	0.11
	C22	0.22	0.16	0.028	0.083	0.07	0.09
	C23	0.22	0.05	0.009	0.042	0.03	0.045
	C24	ND	0.02	ND	0.026	0.02	0.038
C25							
C26							
C27							
全オイル濃度		3.13	3.02	0.27	1.15	0.93	0.93

## 3.2 RUN 9

ブラインに2.5mg/L相当量の油を添加したRUN 7では、12月6日から7日にかけて2回の測定が実施された。そのときの測定条件と測定結果をTable 4に示す。この結果によると、ブラインには2回のサンプリングでも全く検出されておらず、生産水側のみで検出されている。



## (6.4.3)

Table 4 オイルキャリアー試験結果 (RUN NO. 9)

1. 運転モード : 貫流式
2. サンプルング日時 : 1994. 12/6 - 7
3. ブライン加熱器出口
- 温度 : 112 C (TBL0)
  - 流量 : 6,400 kg/h (FBL0)
  - 電気伝導度 : 60,200  $\mu$ S/cm (SBL0)
4. 供給海水
- 流量 : 6,400 kg/h (FBLM)
  - 加熱器出口オイル濃度 :  $10 \times 10^{-6}$  kg/kg (COMG)
  - 添加オイルの種類 : Light Diesel Oil #2
5. 各段における蒸気温度(C)とブラインの電気伝導度( $\mu$ S/cm)

蒸発部位	脱気器	1	2	3	4	5	6
蒸気温度	—	94.8	83.9	71.5	57.4	40.1	34.0
電気伝導度	—	61,500	62,900	64,000	65,200	67,000	67,800

## (6.4.3)

## 6. 各蒸発段におけるオイル濃度

サンプリング日時 : 1994. 12. 7. 8am

(単位:ppm)

蒸発段	炭素数	1	2	3	4	5	6
生産水	C10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C11	ND	ND	ND	ND	0.003	ND
	C12	ND	ND	0.009	0.006	0.007	ND
	C13	ND	ND	0.004	0.041	0.021	ND
	C14	ND	ND	0.181	0.17	0.053	ND
	C15	ND	ND	0.34	0.64	0.023	0.002
	C16	ND	0.004	0.59	0.53	0.122	0.005
	C17	0.003	0.006	0.49	0.32	0.05	0.005
	C18	0.003	0.007	0.21	0.23	0.07	0.008
	C19	0.005	0.006	0.10	0.101	0.05	0.09
	C20	0.006	0.009	0.08	0.074	0.017	0.007
	C21	0.003	0.003	0.04	0.054	0.007	ND
	C22	ND	ND	0.04	0.04	0.003	ND
	C23	ND	ND	0.09	0.007	ND	ND
	C24						
	C25						
	C26						
	C27						
	C28						
	C29						
C30							
全オイル濃度		0.021	0.035	2.17	2.21	0.42	0.036
ブライン	C10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C11	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C12	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C13	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C14	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C15	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C16	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C18	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C19	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C20	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C21	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C22	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C23	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C24	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C25						
	C26						
C27							
C28							
C29							
全オイル濃度		ND	ND	ND	ND	ND	ND

## (6.4.3)

## 6. 各蒸発段におけるオイル濃度

サンプリング日時 : 1994. 12. 7. 1pm

(単位:ppm)

蒸発段	炭素数	1	2	3	4	5	6
生産水	C10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C11	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C12	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C13	0.009	ND	0.007	0.021	0.007	0.003
	C14	0.008	ND	0.015	0.08	0.013	0.005
	C15	0.012	ND	0.028	0.24	0.018	0.006
	C16	0.018	ND	0.04	0.24	0.013	0.008
	C17	0.023	0.01	0.04	0.22	0.021	0.008
	C18	0.029	0.013	0.041	0.17	0.019	0.007
	C19	0.029	0.011	0.030	0.055	0.012	0.004
	C20	0.022	0.012	0.033	0.019	0.009	0.002
	C21	0.016	0.006	0.007	0.023	ND	ND
	C22	0.012	0.004	0.010	0.017	ND	ND
	C23	ND	ND	ND	0.015	ND	ND
	C24	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C25						
	C26						
	C27						
	C28						
	C29						
	C30						
全オイル濃度		0.17	0/064	0.26	1.11	0.122	0.043
ブライン	C10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C11	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C12	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C13	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C14	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C15	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C16	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C18	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C19	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C20	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C21	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C22	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	C23	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C24	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
C25							
C26							
C27							
全オイル濃度		ND	ND	ND	ND	ND	ND

## (6.4.3)

## 4. 考察

## 4.1 試験結果に基づく油のマスバランス

RUN 7、RUN 9において実施された油のキャリオーバー試験結果から、そのマスバランスを計算した。まず、両RUNの海水、ブラインの流量は下記の通りである。

- ・補給海水量(ブライン量):6,400kg/h
- ・生産水量 : 900kg/h
- ・ブローブライン量 :6,400 - 900 = 5,500kg/h

油の添加量については、Run 7が10mg/L、Run 9が2.5mg/Lである。この時の油の系外への排出量の評価に使用する測定値として、2回目以降の値を採用する。それをまとめると、下記の通りである。

RUN NO.	添加濃度	生産水	#1蒸発室ブライン	ブローブライン
7	10 mg/L	18.4 mg/L	3.13mg/L	0.93mg/L
9	2.5mg/L	0.043mg/L	Not Detected	Not Detected

## RUN 7

- ・油供給量  $6400\text{kg/h} \times 10 \text{ mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 62080 \text{ mg/h}$
- ・ブローブラインによる排出量  $5500\text{kg/h} \times 0.93\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 4961 \text{ mg/h}$
- ・生産水による排出量  $900\text{kg/h} \times 18.4\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 16063 \text{ mg/h}$
- ・系外への飛散量  $62080 - (4961 + 16063) = 41056 \text{ mg/h}$
- ・系外への飛散率  $(41056/62080) \times 100 = 66.13 \%$

## RUN 9

- ・油供給量  $6400\text{kg/h} \times 2.5\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 15520 \text{ mg/h}$
- ・ブローブラインによる排出量 Not Detected
- ・生産水による排出量  $900\text{kg/h} \times 0.043\text{mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 37 \text{ mg/h}$
- ・系外への飛散量  $15520 - (37 + 0) = 15483 \text{ mg/h}$
- ・系外への飛散率  $(15483/15520) \times 100 = 99.7 \%$

### (6.4.3)

以上のように、10mg/Lの油を添加したRUN 7では、供給した油の約66%がエジェクターを介して系外に飛散していることが明らかになった。

しかし、2.5mg/Lの油を添加したRUN 9では、99%以上が飛散してしまうという結果が得られた。

## 4.2 コンピューターに基づく油のマスバランス

4.1 に示した試験条件に基づきコンピューター計算した結果をFig. 1 およびFig. 2 に示し、この図を要約したものを実験結果の要約と併せてTable 5、Table 6 に示す。

### 4.2.1 10mg/L添加したとき(RUN 7)

このときの油のマスバランスを Fig. 1 (RUN 7)についてチェックすると、つぎの通りになる。

・油供給量	$6400\text{kg/h} \times 10 \text{ mg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 62080 \text{ mg/h}$
・プローブラインによる排出量	$5500\text{kg/h} \times 0.0 \text{ kg/L} \times 0.97\text{L/kg} = 0.0 \text{ mg/h}$
・生産水による排出量	$806\text{kg/h} \times 80.64\text{mg/L} \times 1.00 = 64995 \text{ mg/h}$
・収束計算による誤差	$62080 - (64995 + 0.0) = -2915 \text{ mg/h}$

さて、Table 5 に示したように計算値と実測値とはかなり異なっている。このうち生産水については、6.4.2でも述べたように、油と水の凝縮速度の差によるものと考えられる。

一方ブライン側については、#1蒸発室ブライン中の濃度は、計算では0.8042mg/Lであるが、実測すると、3.13mg/Lと1オーダー高値となっており、揮発しにくい状態になっている。したがって仮にアントワンの式より算出された油中の炭化水素の蒸気圧を1/3、1/6および1/8、すなわち、3、6および8倍蒸発しにくい状態にして、それぞれの場合についてプログラム計算を試みた。

その結果は下記の通りで、少なくとも #1蒸発室ブライン中の濃度は油中の各炭化水素の蒸気圧をそれぞれ1/8にすることによって、ほぼ実測値に合わせることができた。一方プローブラインの濃度については、蒸気圧を1/3にすることによって、実測値と同一オーダーに合わせることができた。

## (6.4.3)

項 目	全 油 分 濃 度			添加濃度
	生 産 水	#1蒸発室ブライン	7 <sup>th</sup> -ブライン	
計算値(POE:1/3)	76.86 mg/L	1.76 mg/L	0.56 mg/L	10 mg/L
計算値(POE:1/6)	70.56 mg/L	2.6 mg/L	1.4 mg/L	10 mg/L
計算値(POE:1/8)	67.47 mg/L	3.06 mg/L	1.86 mg/L	10 mg/L

以上のようにブライン側について実測値と計算値を合わせること自体は、各炭化水素の蒸気圧を微調整することによって、容易にできる。この意味からは、現在採用しているアントワンの式の精度向上が今後の課題としてあげられる。

INPUT DATA
------------

## COMPUTER PROGRAMMING FOR CARRYOVER 1994 VERSION

RUN NO: 7 HFACTOR: 1

DATE: 14/11/94

OPERATOR: AHMAD

MAX BRINE TEMP: 112

CONTAMINANT TYPE: 1

CALCULATION TYPE: 1

DEAERATOR: 1

## HEAT &amp; MASS BALANCE INPUT DATA

FBL(0): 6400	TWE(1): 94.1	TWE(4): 57.4
TBL(0): 112	TWE(2): 83.9	TWE(5): 40.1
SBL(0): 60200D-6	TWE(3): 71.5	TWE(6): 34.0
SBL(1): 61500D-6	SBL(4): 65200D-6	
SBL(2): 62900D-6	SBL(5): 67000D-6	
SBL(3): 64000D-6	SBL(6): 67800D-6	

## HOMOGENEOUS/RECIRCULATION INPUT DATA

COMM: 10.0D-6

COMP(1): 0	COMP(11): 4.18D-2	COMP(21): 6.84D-2
COMP(2): 0	COMP(12): 5.13D-2	COMP(22): 4.42D-2
COMP(3): 0	COMP(13): 6.46D-2	COMP(23): 1.90D-2
COMP(4): 0	COMP(14): 7.67D-2	COMP(24): 0
COMP(5): 0	COMP(15): 9.20D-2	COMP(25): 0
COMP(6): 0	COMP(16): 9.76D-2	COMP(26): 0
COMP(7): 0	COMP(17): 11.01D-2	COMP(27): 0
COMP(8): 0	COMP(18): 11.18D-2	COMP(28): 0
COMP(9): 0	COMP(19): 10.9D-2	COMP(29): 0
COMP(10): 2.46D-2	COMP(20): 8.90D-2	COMP(30): 0
COM(0,1): 0	COM(0,11): 0	COM(0,21): 0
COM(0,2): 0	COM(0,12): 0	COM(0,22): 0
COM(0,3): 0	COM(0,13): 0	COM(0,23): 0
COM(0,4): 0	COM(0,14): 0	COM(0,24): 0
COM(0,5): 0	COM(0,15): 0	COM(0,25): 0
COM(0,6): 0	COM(0,16): 0	COM(0,26): 0
COM(0,7): 0	COM(0,17): 0	COM(0,27): 0
COM(0,8): 0	COM(0,18): 0	COM(0,28): 0
COM(0,9): 0	COM(0,19): 0	COM(0,29): 0
COM(0,10): 0	COM(0,20): 0	COM(0,30): 0

Fig. 1 コンピューターによる計算結果(RUN 7)

(インプット データ)

(6.4.3)

OUTPUT-1

RUN NO: 7      DATE: 14/11/94      OPERATOR: AHMAD      MAX BRINE TEMP: 112

HEAT/MASS BALANCE

GIVEN CONDITIONS

	1	2	3	4	5	6
TWE	9.4800E+01	8.3900E+01	7.1500E+01	5.7400E+01	4.0100E+01	3.4000E+01
SBL	6.1500E-02	6.2900E-02	6.4000E-02	6.5200E-02	6.7000E-02	6.7800E-02

8.0667E+02

FWLT

RESULTS

	1	2	3	4	5	6
FWL	1.9548E+02	1.1815E+02	1.2958E+02	1.3452E+02	1.6603E+02	6.2908E+01
PWE	8.3886E+04	5.5341E+04	3.3253E+04	1.7653E+04	7.3873E+03	5.3347E+03
TWE	9.4800E+01	8.3900E+01	7.1500E+01	5.7400E+01	4.0100E+01	3.4000E+01
TBL	9.4800E+01	8.3900E+01	7.1500E+01	5.8100E+01	4.0800E+01	3.4000E+01
CBS	4.0630E-02	4.1941E-02	4.3057E-02	4.4248E-02	4.5932E-02	4.6651E-02
FBL	6.2045E+03	6.0864E+03	5.9568E+03	5.8223E+03	5.6562E+03	5.5933E+03

FBL0

TBL 1.1200E+02

CBS 3.9193E-02 (SBL=6.0200E-02)

FBL 6.4000E+03

Fig. 2 コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1.0)



(6.4.3)

OUTPUT-2

CARRYOVER CALCULATION RESULTS(ONCE THROUGH)

C#	COE(1)	COE(2)	COE(3)	COE(4)	COE(5)	COE(6)	FOMT
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	7.9301E-06	4.9783E-06	3.5488E-06	2.7417E-06	2.1459E-06	1.9836E-06	1.6114E-03
11	1.3475E-05	8.4590E-06	6.0301E-06	4.6586E-06	3.6463E-06	3.3706E-06	2.7381E-03
12	1.6537E-05	1.0382E-05	7.4006E-06	5.7173E-06	4.4750E-06	4.1366E-06	3.3604E-03
13	2.0825E-05	1.3073E-05	9.3192E-06	7.1996E-06	5.6352E-06	5.2090E-06	4.2316E-03
14	2.4725E-05	1.5522E-05	1.1065E-05	8.5482E-06	6.6907E-06	6.1847E-06	5.0242E-03
15	2.9657E-05	1.8618E-05	1.3272E-05	1.0253E-05	8.0253E-06	7.4184E-06	6.0264E-03
16	3.1462E-05	1.9751E-05	1.4080E-05	1.0877E-05	8.5138E-06	7.8700E-06	6.3933E-03
17	3.5492E-05	2.2281E-05	1.5883E-05	1.2271E-05	9.6042E-06	8.8779E-06	7.2121E-03
18	3.6040E-05	2.2625E-05	1.6128E-05	1.2460E-05	9.7525E-06	9.0150E-06	7.3234E-03
19	3.5137E-05	2.2058E-05	1.5724E-05	1.2148E-05	9.5083E-06	8.7892E-06	7.1400E-03
20	2.8690E-05	1.8011E-05	1.2839E-05	9.9190E-06	7.7636E-06	7.1765E-06	5.8299E-03
21	1.2871E-05	1.3842E-05	9.8674E-06	7.6231E-06	5.9667E-06	5.5154E-06	4.4805E-03
22	3.8850E-06	8.9447E-06	6.3763E-06	4.9261E-06	3.8557E-06	3.5641E-06	2.8953E-03
23	8.5319E-07	2.7666E-06	2.7410E-06	2.1175E-06	1.6574E-06	1.5321E-06	1.2446E-03
24	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
25	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
26	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
27	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
28	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
29	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
30	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

Fig. 2 コンピューターによる計算結果(RUN 7. POE:1.0)(続き)

## (6.4.3)

## OUTPUT-3

C#	COM(1)	COM(2)	COM(3)	COM(4)	COM(5)	COM(6)
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
15	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
16	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
17	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
18	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
19	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
20	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
21	2.9762E-07	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
22	3.3604E-07	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
23	1.7094E-07	5.7228E-08	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
24	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
25	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
26	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
27	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
28	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
29	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
30	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

Fig. 2 コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1.0)(続き)

(6.4.3)

OUTPUT-1

RUN NO: 7      DATE: 14/11/94      OPERATOR: AHMAD      MAX BRINE TEMP: 112

HEAT/MASS BALANCE

GIVEN CONDITIONS

	1	2	3	4	5	6
TWE	9.4800E+01	8.3900E+01	7.1500E+01	5.7400E+01	4.0100E+01	3.4000E+01
SBL	6.1500E-02	6.2900E-02	6.4000E-02	6.5200E-02	6.7000E-02	6.7800E-02

8.0667E+02

FWLT

RESULTS

	1	2	3	4	5	6
FWL	1.9548E+02	1.1815E+02	1.2958E+02	1.3452E+02	1.6603E+02	6.2908E+01
PWE	8.3886E+04	5.5341E+04	3.3253E+04	1.7653E+04	7.3873E+03	5.3347E+03
TWE	9.4800E+01	8.3900E+01	7.1500E+01	5.7400E+01	4.0100E+01	3.4000E+01
TBL	9.4800E+01	8.3900E+01	7.1500E+01	5.8100E+01	4.0800E+01	3.4000E+01
CBS	4.0630E-02	4.1941E-02	4.3057E-02	4.4248E-02	4.5932E-02	4.6651E-02
FBL	6.2045E+03	6.0864E+03	5.9568E+03	5.8223E+03	5.6562E+03	5.5933E+03

FBL0

TBL 1.1200E+02

CBS 3.9193E-02 (SBL=6.0200E-02)

FBL 6.4000E+03

Fig. 3 コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1/3)

(6.4.3)

OUTPUT-2

CARRYOVER CALCULATION RESULTS(ONCE THROUGH)

C#	COE(1)	COE(2)	COE(3)	COE(4)	COE(5)	COE(6)	FOMT
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	7.9301E-06	4.9783E-06	3.5488E-06	2.7417E-06	2.1459E-06	1.9836E-06	1.6114E-03
11	1.3475E-05	8.4590E-06	6.0301E-06	4.6586E-06	3.6463E-06	3.3706E-06	2.7381E-03
12	1.6537E-05	1.0382E-05	7.4006E-06	5.7173E-06	4.4750E-06	4.1366E-06	3.3604E-03
13	2.0825E-05	1.3073E-05	9.3192E-06	7.1996E-06	5.6352E-06	5.2090E-06	4.2316E-03
14	2.4725E-05	1.5522E-05	1.1065E-05	8.5482E-06	6.6907E-06	6.1847E-06	5.0242E-03
15	2.9657E-05	1.8618E-05	1.3272E-05	1.0253E-05	8.0253E-06	7.4184E-06	6.0264E-03
16	3.1462E-05	1.9751E-05	1.4080E-05	1.0877E-05	8.5138E-06	7.8700E-06	6.3933E-03
17	3.5492E-05	2.2281E-05	1.5883E-05	1.2271E-05	9.6042E-06	8.8779E-06	7.2121E-03
18	3.6040E-05	2.2625E-05	1.6128E-05	1.2460E-05	9.7525E-06	9.0150E-06	7.3234E-03
19	3.4258E-05	2.2058E-05	1.5724E-05	1.2148E-05	9.5083E-06	8.7892E-06	7.1400E-03
20	1.1995E-05	1.8011E-05	1.2839E-05	9.9190E-06	7.7636E-06	7.1765E-06	5.8299E-03
21	4.2903E-06	7.9719E-06	7.7604E-06	6.4115E-06	5.0811E-06	4.7061E-06	3.8230E-03
22	1.2950E-06	2.4935E-06	2.6881E-06	2.3351E-06	1.8670E-06	1.7313E-06	1.4065E-03
23	2.8440E-07	5.4332E-07	5.9463E-07	5.1973E-07	4.1500E-07	3.8469E-07	3.1251E-04
24	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
25	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
26	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
27	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
28	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
29	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
30	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

Fig. 3 コンピューターによる計算結果(RUN 7. POE:1/3)(続き)

## OUTPUT-3

C#	COM(1)	COM(2)	COM(3)	COM(4)	COM(5)	COM(6)
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
15	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
16	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
17	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
18	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
19	2.8515E-08	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
20	5.4134E-07	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
21	5.7585E-07	3.1152E-07	1.6153E-07	1.2395E-07	1.2016E-07	1.2050E-07
22	4.2002E-07	3.4236E-07	2.8275E-07	2.6505E-07	2.6984E-07	2.7286E-07
23	1.8938E-07	1.7522E-07	1.6455E-07	1.6346E-07	1.6858E-07	1.7082E-07
24	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
25	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
26	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
27	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
28	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
29	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
30	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

Fig. 3 コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1/3)(続き)

(6.4.3)

OUTPUT-1

RUN NO: 7      DATE: 14/11/94      OPERATOR: AHMAD      MAX BRINE TEMP: 112

HEAT/MASS BALANCE

GIVEN CONDITIONS

	1	2	3	4	5	6
TWE	9.4800E+01	8.3900E+01	7.1500E+01	5.7400E+01	4.0100E+01	3.4000E+01
SBL	6.1500E-02	6.2900E-02	6.4000E-02	6.5200E-02	6.7000E-02	6.7800E-02

8.0667E+02

FWLT

RESULTS

	1	2	3	4	5	6
FWL	1.9548E+02	1.1815E+02	1.2958E+02	1.3452E+02	1.6603E+02	6.2908E+01
PWE	8.3886E+04	5.5341E+04	3.3253E+04	1.7653E+04	7.3873E+03	5.3347E+03
TWE	9.4800E+01	8.3900E+01	7.1500E+01	5.7400E+01	4.0100E+01	3.4000E+01
TBL	9.4800E+01	8.3900E+01	7.1500E+01	5.8100E+01	4.0800E+01	3.4000E+01
CBS	4.0630E-02	4.1941E-02	4.3057E-02	4.4248E-02	4.5932E-02	4.6651E-02
FBL	6.2045E+03	6.0864E+03	5.9568E+03	5.8223E+03	5.6562E+03	5.5933E+03

FBL0

TBL 1.1200E+02

CBS 3.9193E-02 (SBL=6.0200E-02)

FBL 6.4000E+03

Fig. 4 コンピューターによる計算結果(RUN 7. POE:1/6)

(6.4.3)

OUTPUT-2

CARRYOVER CALCULATION RESULTS(ONCE THROUGH)

C#	COE(1)	COE(2)	COE(3)	COE(4)	COE(5)	COE(6)	FOMT
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	7.9301E-06	4.9783E-06	3.5488E-06	2.7417E-06	2.1459E-06	1.9836E-06	1.6114E-03
11	1.3475E-05	8.4590E-06	6.0301E-06	4.6586E-06	3.6463E-06	3.3706E-06	2.7381E-03
12	1.6537E-05	1.0382E-05	7.4006E-06	5.7173E-06	4.4750E-06	4.1366E-06	3.3604E-03
13	2.0825E-05	1.3073E-05	9.3192E-06	7.1996E-06	5.6352E-06	5.2090E-06	4.2316E-03
14	2.4725E-05	1.5522E-05	1.1065E-05	8.5482E-06	6.6907E-06	6.1847E-06	5.0242E-03
15	2.9657E-05	1.8618E-05	1.3272E-05	1.0253E-05	8.0253E-06	7.4184E-06	6.0264E-03
16	3.1462E-05	1.9751E-05	1.4080E-05	1.0877E-05	8.5138E-06	7.8700E-06	6.3933E-03
17	3.5492E-05	2.2281E-05	1.5883E-05	1.2271E-05	9.6042E-06	8.8779E-06	7.2121E-03
18	3.6040E-05	2.2625E-05	1.6128E-05	1.2460E-05	9.7525E-06	9.0150E-06	7.3234E-03
19	1.7129E-05	2.0848E-05	1.5543E-05	1.2069E-05	9.4559E-06	8.7423E-06	7.1019E-03
20	5.9977E-06	8.8448E-06	8.1815E-06	6.8255E-06	5.4407E-06	5.0452E-06	4.0985E-03
21	2.1452E-06	3.2916E-06	3.2128E-06	2.7415E-06	2.1925E-06	2.0339E-06	1.6522E-03
22	6.4750E-07	9.8656E-07	9.6391E-07	8.1951E-07	6.5295E-07	6.0519E-07	4.9163E-04
23	1.4220E-07	2.1211E-07	2.0413E-07	1.7178E-07	1.3630E-07	1.2623E-07	1.0255E-04
24	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
25	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
26	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
27	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
28	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
29	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
30	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

Fig. 4 コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1/6)(続き)

(6.4.3)

OUTPUT-3

C#	COM(1)	COM(2)	COM(3)	COM(4)	COM(5)	COM(6)
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
15	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
16	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
17	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
18	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
19	5.8393E-07	6.4231E-08	1.3887E-08	8.0809E-09	7.1028E-09	6.9832E-09
20	7.3582E-07	4.8643E-07	3.5708E-07	3.1647E-07	3.1520E-07	3.1732E-07
21	6.4541E-07	5.5990E-07	5.1018E-07	4.9940E-07	5.1211E-07	5.1834E-07
22	4.4102E-07	4.2233E-07	4.1494E-07	4.2010E-07	4.3457E-07	4.4052E-07
23	1.9399E-07	1.9279E-07	1.9448E-07	1.9905E-07	2.0640E-07	2.0930E-07
24	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
25	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
26	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
27	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
28	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
29	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
30	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

Fig. 4 コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1/6)(続き)



(6.4.3)

OUTPUT-1

RUN NO: 7

DATE: 14/11/94

OPERATOR: AHMAD

MAX BRINE TEMP: 112

HEAT/MASS BALANCE

POE: 1/8

GIVEN CONDITIONS

	1	2	3	4	5	6
TWE	9.4800E+01	8.3900E+01	7.1500E+01	5.7400E+01	4.0100E+01	3.4000E+01
SBL	6.1500E-02	6.2900E-02	6.4000E-02	6.5200E-02	6.7000E-02	6.7800E-02

8.0667E+02

FWLT

RESULTS

	1	2	3	4	5	6
FWL	1.9548E+02	1.1815E+02	1.2958E+02	1.3452E+02	1.6603E+02	6.2908E+01
PWE	8.3886E+04	5.5341E+04	3.3253E+04	1.7653E+04	7.3873E+03	5.3347E+03
TWE	9.4800E+01	8.3900E+01	7.1500E+01	5.7400E+01	4.0100E+01	3.4000E+01
TBL	9.4800E+01	8.3900E+01	7.1500E+01	5.8100E+01	4.0800E+01	3.4000E+01
CBS	4.0630E-02	4.1941E-02	4.3057E-02	4.4248E-02	4.5932E-02	4.6651E-02
FBL	6.2045E+03	6.0864E+03	5.9568E+03	5.8223E+03	5.6562E+03	5.5933E+03

PBLO

TBL 1.1200E+02

CBS 3.9193E-02 (SBL=6.0200E-02)

FBL 6.4000E+03

Fig. 5 コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1/8)

(6.4.3)

OUTPUT-2

CARRYOVER CALCULATION RESULTS(ONCE THROUGH)

C#	COE(1)	COE(2)	COE(3)	COE(4)	COE(5)	COE(6)	FOMT
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	7.9301E-06	4.9783E-06	3.5488E-06	2.7417E-06	2.1459E-06	1.9836E-06	1.6114E-03
11	1.3475E-05	8.4590E-06	6.0301E-06	4.6586E-06	3.6463E-06	3.3706E-06	2.7381E-03
12	1.6537E-05	1.0382E-05	7.4006E-06	5.7173E-06	4.4750E-06	4.1366E-06	3.3604E-03
13	2.0825E-05	1.3073E-05	9.3192E-06	7.1996E-06	5.6352E-06	5.2090E-06	4.2316E-03
14	2.4725E-05	1.5522E-05	1.1065E-05	8.5482E-06	6.6907E-06	6.1847E-06	5.0242E-03
15	2.9657E-05	1.8618E-05	1.3272E-05	1.0253E-05	8.0253E-06	7.4184E-06	6.0264E-03
16	3.1462E-05	1.9751E-05	1.4080E-05	1.0877E-05	8.5138E-06	7.8700E-06	6.3933E-03
17	3.5492E-05	2.2281E-05	1.5883E-05	1.2271E-05	9.6042E-06	8.8779E-06	7.2121E-03
18	2.8486E-05	2.2625E-05	1.6128E-05	1.2460E-05	9.7525E-06	9.0150E-06	7.3234E-03
19	1.2847E-05	1.5921E-05	1.3351E-05	1.0765E-05	8.5194E-06	7.8909E-06	6.4102E-03
20	4.4982E-06	6.2286E-06	5.8368E-06	4.9378E-06	3.9539E-06	3.6696E-06	2.9810E-03
21	1.6089E-06	2.2658E-06	2.1656E-06	1.8426E-06	1.4734E-06	1.3667E-06	1.1103E-03
22	4.8563E-07	6.7391E-07	6.3725E-07	5.3713E-07	4.2733E-07	3.9599E-07	3.2169E-04
23	1.0665E-07	1.4464E-07	1.3433E-07	1.1194E-07	8.8690E-08	8.2122E-08	6.6713E-05
24	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
25	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
26	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
27	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
28	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
29	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
30	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

Fig. 5 コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1/8)(続き)

(6.4.3)

OUTPUT-3

C#	COM(1)	COM(2)	COM(3)	COM(4)	COM(5)	COM(6)
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
15	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
16	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
17	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
18	2.4493E-07	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
19	7.2279E-07	3.2570E-07	1.8197E-07	1.4145E-07	1.3418E-07	1.3375E-07
20	7.8444E-07	6.2527E-07	5.3684E-07	5.0957E-07	5.1693E-07	5.2212E-07
21	6.6280E-07	6.1433E-07	5.9046E-07	5.9135E-07	6.0969E-07	6.1767E-07
22	4.4627E-07	4.3892E-07	4.3998E-07	4.4899E-07	4.6518E-07	4.7167E-07
23	1.9514E-07	1.9637E-07	1.9984E-07	2.0517E-07	2.1286E-07	2.1587E-07
24	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
25	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
26	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
27	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
28	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
29	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
30	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

Fig. 5 コンピューターによる計算結果(RUN 7, POE:1/8)(続き)

(6.4.3)

4.2.2 2.5mg/L添加したとき(RUN 9)

本RUNはRUN 7で得られた結果の濃度との関連性をみるために実施したものである。添加濃度を1/4にしたに過ぎないが、ブライン側の油分は全てキャリオーバーして、そのほとんど大部分はエジェクターを介して系外に飛散しており、一部が生産水側に移行している(4.1 参照)。計算結果をFig. 2 に示し、表6に実験結果と計算結果を比較してしめす。

油分のように水と不均一系を形成するとき、双方の蒸気圧と分子量が既知であれば、そのキャリオーバー量は水蒸気蒸留の式(6.3.1参照)から明かなように、溶媒である水に対する濃度には直接関係しなく、水の蒸発量のみに関係する。

このことから、2.5 mg/Lの油分は第1段蒸発室ですべて蒸発してしまい、ブライン中の油分濃度が全ての段で実測できなくても決して不思議ではない。

しかし、炭化水素の蒸気圧を4.2.1に合わせて、仮に1/8 にすると、ブラインにも油分が残留することになる。

いずれにしても、アントワンの式の精度向上向上が先決ではあるが、油のような水と不均一な物質の低濃度水サンプルの採取に際しては、かなりの数の母集団の代表値とする測定手順が必要である。

(6.4.3)

OUTPUT-1

RUN NO: 9

DATE: 12/4/94

OPERATOR: AHMAD

MAX BRINE TEMP: 112

HEAT/MASS BALANCE

GIVEN CONDITIONS

	1	2	3	4	5	6
TWE	8.8400E+01	7.7500E+01	6.3100E+01	4.8100E+01	3.1000E+01	2.6200E+01
SBL	6.2700E-02	6.3700E-02	6.5300E-02	6.6800E-02	6.8800E-02	6.9100E-02

8.2475E+02

FWLT

RESULTS

	1	2	3	4	5	6
FWL	2.3057E+02	1.0201E+02	1.5403E+02	1.3844E+02	1.7474E+02	2.4956E+01
PWE	6.5934E+04	4.2764E+04	2.2978E+04	1.1200E+04	4.5602E+03	3.6181E+03
TWE	8.8400E+01	7.7500E+01	6.3100E+01	4.8100E+01	3.1000E+01	2.6200E+01
TBL	9.1200E+01	8.1500E+01	6.6300E+01	5.2000E+01	3.3100E+01	3.0300E+01
CBS	4.1599E-02	4.2587E-02	4.4138E-02	4.5565E-02	4.7418E-02	4.7690E-02
FBL	6.0694E+03	5.9674E+03	5.8134E+03	5.6750E+03	5.5002E+03	5.4753E+03

FBL0

TBL 1.1200E+02

CBS 3.9835E-02(SBL=6.1100E-02)

FBL 6.3000E+03

Fig. 6 コンピューターによる計算結果(RUN 9)

(6.4.3)

OUTPUT-2

CARRYOVER CALCULATION RESULTS(ONCE THROUGH)

C#	COE(1)	COE(2)	COE(3)	COE(4)	COE(5)	COE(6)	FOMT
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	1.6578E-06	1.1565E-06	7.9735E-07	6.2514E-07	4.9229E-07	4.7786E-07	3.9585E-04
11	2.8169E-06	1.9651E-06	1.3548E-06	1.0622E-06	8.3650E-07	8.1197E-07	6.7262E-04
12	3.4571E-06	2.4117E-06	1.6628E-06	1.3036E-06	1.0266E-06	9.9651E-07	8.2549E-04
13	4.3534E-06	3.0370E-06	2.0939E-06	1.6416E-06	1.2928E-06	1.2549E-06	1.0395E-03
14	5.1688E-06	3.6059E-06	2.4861E-06	1.9491E-06	1.5349E-06	1.4899E-06	1.2342E-03
15	6.1999E-06	4.3251E-06	2.9820E-06	2.3379E-06	1.8411E-06	1.7871E-06	1.4804E-03
16	6.5773E-06	4.5884E-06	3.1635E-06	2.4802E-06	1.9532E-06	1.8959E-06	1.5705E-03
17	7.4197E-06	5.1761E-06	3.5686E-06	2.7979E-06	2.2033E-06	2.1387E-06	1.7717E-03
18	7.5342E-06	5.2560E-06	3.6237E-06	2.8411E-06	2.2373E-06	2.1717E-06	1.7990E-03
19	7.3456E-06	5.1244E-06	3.5330E-06	2.7699E-06	2.1813E-06	2.1174E-06	1.7540E-03
20	4.1532E-06	4.1841E-06	2.8847E-06	2.2617E-06	1.7811E-06	1.7288E-06	1.4321E-03
21	1.4558E-06	2.8231E-06	2.2170E-06	1.7382E-06	1.3688E-06	1.3287E-06	1.1006E-03
22	4.3013E-07	9.2733E-07	9.8761E-07	8.4340E-07	6.7018E-07	6.5113E-07	5.3938E-04
23	9.2714E-08	2.0342E-07	2.2970E-07	2.0288E-07	1.6162E-07	1.5706E-07	1.3011E-04
24	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
25	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
26	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
27	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
28	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
29	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
30	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

Fig. 6 コンピューターによる計算結果(RUN 9)(続き)

## OUTPUT-3

C#	COM(1)	COM(2)	COM(3)	COM(4)	COM(5)	COM(6)
1	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
2	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
4	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
5	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
7	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
9	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
11	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
12	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
13	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
14	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
15	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
16	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
17	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
18	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
19	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
20	7.2160E-08	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
21	1.2338E-07	2.2538E-08	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
22	9.9702E-08	6.6068E-08	3.8407E-08	3.1798E-08	3.2192E-08	3.2283E-08
23	4.6465E-08	3.9609E-08	3.3325E-08	3.1814E-08	3.2832E-08	3.2991E-08
24	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
25	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
26	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
27	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
28	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
29	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
30	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

Fig. 6 コンピューターによる計算結果(RUN 9)(続き)

## (6.4.3)

Table 5 実験結果と計算結果との比較 (油分添加量: 10 mg/L)

&lt;実験結果&gt;

(mg/L)

	脱気器	1	2	3	4	5	6
生産水	—	20.0	24.7	20.3	20.4	43.4	18.4
ブライン	—	3.13	3.02	0.27	1.15	0.93	0.93

&lt;計算結果&gt;

(mg/L)

蒸発段	脱気器	1	2	3	4	5	6
生産水	—	302.54	187.80	144.27	123.37	87.24	75.64
ブライン	—	0.8042	0.0572	0.0	0.0	0.0	0.0

Table 6 実験結果と計算結果との比較 (油分添加量: 2.5 mg/L)

&lt;実験結果&gt;

(mg/L)

蒸発段	脱気器	1	2	3	4	5	6
生産水	—	0.17	0.054	0.26	1.111	0.122	0.043
ブライン	—	ND	ND	ND	ND	ND	ND

&lt;計算結果&gt;

(mg/L)

蒸発段	Dea.	1	2	3	4	5	6
生産水	—	65.93	40.98	32.48	25.34	19.95	19.37
ブライン	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



## 5. まとめ

アラビア湾海域における海水汚染物質の一つと考えられる油がMSFプラントに原海水とともに混入したときのMSF内の挙動を明かにするために、コンピュータープログラムによるその推算結果のテストプラントによる確認試験を行い、次の結果を得た。

- (1) MSF内における水の挙動はコンピュータープログラムで予測できるが、油の挙動に関しては、プロモホルムと同様にその凝縮速度が水より遅いことを考慮する必要がある。
- (2) 油に含まれる各炭化水素の蒸気圧の再チェックが必要である。
- (3) 油分の濃度が低濃度になると、試料のサンプリングに注意を要する。
- (4) 油汚染に対する具体的対策は上記の各問題点が明かになった後となるが、その対策は混入した油の全濃度とその中に含まれる各炭化水素の割合によって異なってくる。
- (5) 従って具体的対策の立案にあたっては、まず、種々の油分濃度およびその油分中に含まれる各炭化水素の存在割合に対して、コンピューター予測を行うことが非常に有効である。また、今回明かにした油分およびプロモホルムのMSF内の挙動に関するシナリオは他の汚染物質に対しても、即応用できるものとする。



## 6.5 技術移転



(6.5)

目 次

1. 方針 .....	1
2. 技術移転の実施方法 .....	1
3. 技術移転の成果 .....	1

(6.5)

表 一 覧

表 番	題 名	頁
Table 1	MSF-2に関する技術移転 .....	2

### 1. 方針

含油海水をMSFプラントの供給海水として使用した場合における油分のMSF生産水への移行を取り上げ、JICAとSWCCの担当者による共同研究を実施する過程を通じて、SWCCの特に若い技術者を対象に技術移転を実施した。

### 2. 技術移転の実施方法

湾岸諸国で重大な環境問題となっている海洋汚染を鑑み、含油海水をMSFプラントの供給海水として使用した場合における油分のMSF生産水への移行量の評価を目的とした下記の実験室規模による基礎研究と、MSFテストプラントによる確認試験を行った。その成果の論文作成過程を通じてその定着を図るとともに、MSFに対する化学工学的アプローチを習得した。

技術移転の対象とした研究課題

- 1) MSFプラントにおける油汚染の評価技術（予備実験）
- 2) 気液平衡測定の評価技術（気液平衡）
- 3) シミュレーションおよび予測の評価技術（シミュレーション）
- 4) MSFテストプラントにおける汚染物質移動の評価技術（確認）

### 3. 技術移転の成果

- 1) MSFプラントにおける油汚染の評価技術（予備実験）

MSFプラントにおける油汚染の評価に際して、高度のデータ解析手法とそれに伴う分析手法を確立した。また、それらの研究成果の投稿用論文を作成した。

- 2) 気液平衡測定の評価技術（気液平衡）

気液平衡測定装置を用いて実験室規模の基礎実験を行い、物質収支に関する理解を深めるとともに、本装置の操作マニュアルを作成した。

- 3) シミュレーションおよび予測の評価技術（シミュレーション）

MSFプラントにおける油汚染挙動をシミュレートするためのコンピュータプログラミングを行い、関係式の充実を図った。

- 4) MSFテストプラントにおける汚染物質移動の評価技術（確認）

MSFテストプラントに汚染物質を添加した試験によりデータを収集し、その結果とコンピュータによる計算結果と比較・解析した。そあいて各種パラメーターの相関を確認した。また、本評価技術を通して海洋汚染の理解を深めた。

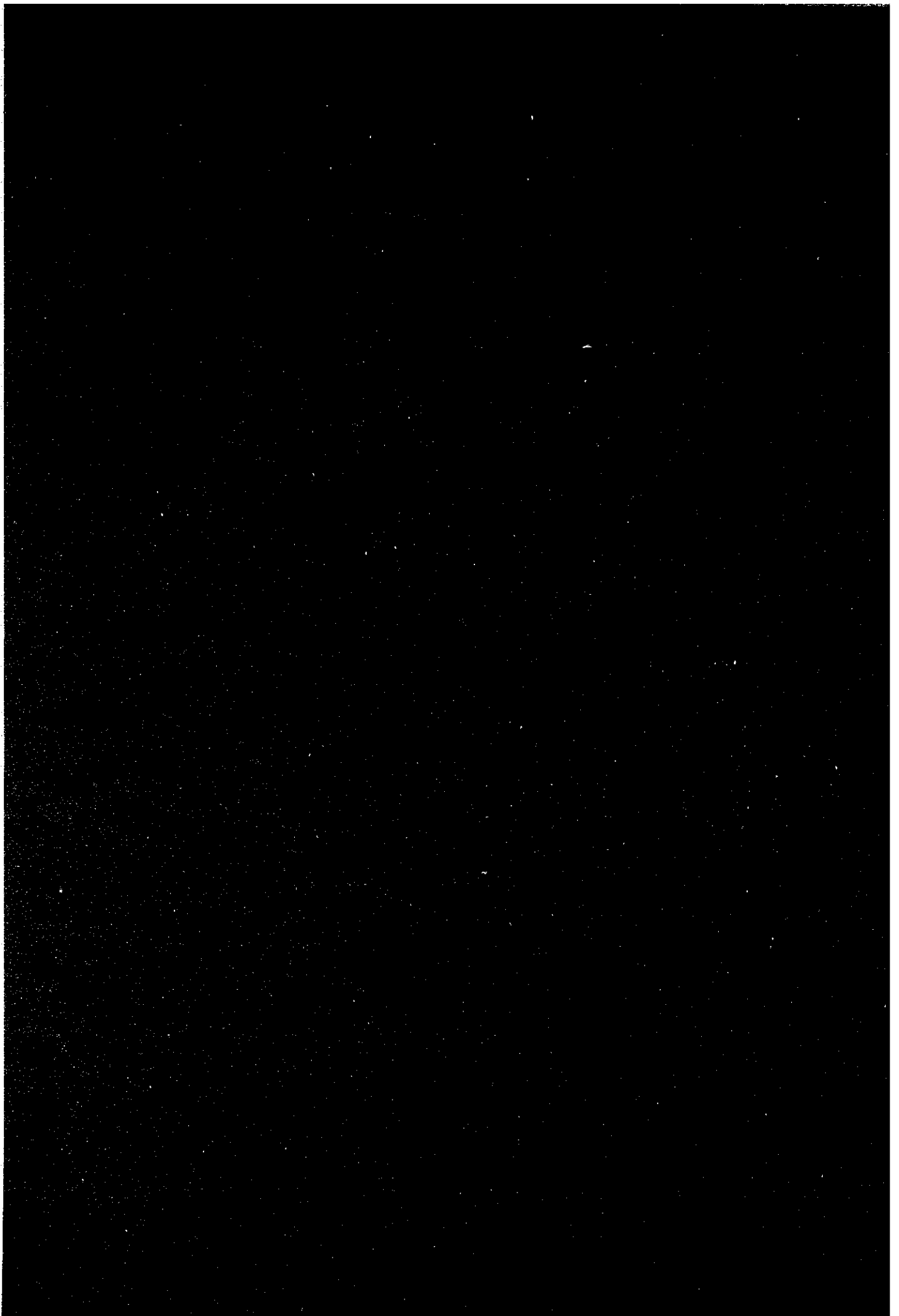
以上の技術移転の目標、手法および評価を、Table 1 にまとめて示す。

Table 1 MSF-2に関する技術移転

課 題	目 標	手 法	評 価
MSFプラントにおける油汚染の評価技術 (予備実験)	MSFプラントにおける油汚染挙動に関する評価技術の向上	1) 解析手法の実習	研修生は、水の分析手法を改良し、高度の分析手法を確立した。その結果をJournal of Desalinationへの投稿を目的としたフル・ペーパーを作成した。
気液平衡測定の評価技術 (気液平衡)	①海水と炭化水素あるいはプロモホルムまたは、 ②海水と炭化水素+プロモホルムの平衡に関する評価技術の向上	1) 実験装置の組立 2) 実験の遂行 3) 数式化の実施	研修生は、気液平衡装置の物質収支に関する理解を深めた。同装置の操作マニュアルを作成すると共に、第6.2章を作成した
シミュレーション及び予測の評価技術 (シミュレーション)	MSFプラントにおける油汚染挙動をシミュレートする関係式の充実に伴う評価技術の向上	1) 変数と表示方法を理解する 2) フローチャートを作成する 3) プログラムを作成する	研修生は、コンピュータのロジックを理解すると共に、その改良を提案できるまでになった
MSFプラントにおける汚染物質移動の評価技術 (確認)	MSFプラントにおける汚染物質の移動についての確認方法に関する評価技術の向上	1) 実験条件を決定し、実施する 2) サンプル採取し、分析を行う 3) 実験及び計算結果を比較検討する	研修生は、汚染油添加方法の重要性と結果への影響について理解を深めた。さらに、実験結果と計算結果の比較検討において、各種パラメータの相関について討議できる能力を身につけた。



## 7. ハイブリッドシステム用のRO膜選択に関する研究 (RO-1)



〈7章 目次〉

7. ハイブリッドシステム (MSF-RO) 用のRO膜選定に関する研究 (RO-1)

7.1 調査および予備実験

7.1.1 ハイブリッドシステムの商用ROモジュールの調査

7.1.1.A 資料収集・整理および評価

7.1.1.B ハイブリッドシステムのシミュレーション

7.1.2 汚染膜の性能評価実験

7.1.2.A SWCCの海水淡水化RO装置訪問調査

7.1.2.B 海水淡水化RO装置 (ウムルジ・プラント) 汚染膜分析

7.1.2.C 海水淡水化RO装置 (ドバ、ジェッタプラント) 汚染膜分析

7.1.2.D 汚染RO膜 (ドバプラント) の洗浄試験

7.1.2.E 汚染RO膜 (ドバプラント) の汚染物分析と平膜性能試験

7.1.3 平膜比較試験

7.1.4 平膜による塩素および濁質に対する耐性試験

7.1.4.A 塩素耐性試験

7.1.4.B 濁質耐試験

7.1.5 ミニモジュールによる濁質に対する耐試験

7.1.5.A 供給原海水に含まれる濁質成分の分析

7.1.5.B 原海水、RO供給海水、膜透過水ならびに濃縮水の分析

7.2 ROミニモジュール実験(1)

7.2.1 ROミニモジュール試験装置(1)の据付け

7.2.2 ROモジュール選定試験

7.2.3 ミニモジュールによる塩素および濁質に対する耐性試験

7.3 ROテストプラント試験

7.3.1 ROテストプラントの据付け

7.3.2 ROテストプラントの性能試験

7.4 技術移転



## 7.1 調査および予備実験



## 7. ハイブリッドシステム用のRO膜選択に関する研究 (RO-1)

逆浸透法 (RO) で海水淡水化を行う場合、塩排除率の高い膜モジュールを使用して、溶解性蒸発残留物 (TDS) が500mg/L以下の飲料に適した生産水を得るのが通常の方法である。一般に塩排除率の高い膜モジュールほど透過水量が少なくなる傾向があるので、飲料水に適した溶解性蒸発残留物の低い生産水を得ようとする、生産水量が少なくなり、生産水量を上げようとする、溶解性蒸発残留物の高い飲料に適さない生産水が得られることになる。

一方、蒸発法 (MSF) で海水淡水化を行う場合に得られる淡水は極めて純度が高く、塩分濃度が低過ぎてそのままでは飲料水にならないので、硬度成分を添加する必要がある。従って、蒸発法 (MSF) の淡水と低い塩排除率の逆浸透法で得られたRO淡水をブレンドすれば、適当な塩分を含む飲料水が経済的に得られる。このように、蒸発法で得た水と逆浸透法で得た水をブレンドして海水から淡水を作る方法が、ハイブリッドシステム (MSF-RO) として提案されている。

本研究は、ハイブリッドシステム (MSF-RO) に適したRO膜モジュール、即ち、市場にある膜の中で適切な塩排除率と大きな透過水流束を有し、最も実用的な膜を選定して、ハイブリッドシステムの可能性を確認することを目的としている。





### 7. 1. 1 ハイブリッドシステムの商用ROモジュールの調査

