

8.2 前処理による油分除去実験(ベンチスケール実験)

8. 2. 1 油汚染海水前処理装置の据付け

(8.2.1)

目 次

1. 概要	1
(1) 装置の明細	1
(2) 装置の能力	1
(3) 装置設計基準	1
(4) フローの説明	2
(5) ユーティリティー及び副資材	3
2. 運転条件	3
(1) 油分添加調整装置	3
(2) 油分吸着除去装置	4
(3) 油分吸着塔再生装置	4
3. 運転方法	4
(1) 油分添加調整装置	4
(2) 油分吸着除去装置	5
(3) 油分吸着塔再生装置	5
4. 運転上の注意	6
5. 機器リスト	6
6. 装置写真集	9
7. 前処理装置設置と試運転状況記録	14
8. 試運転結果	20

(8.2.1)

図 一 覧

図番	題 名	頁
Fig. 1	油汚染海水前処理装置のフローシート	17
Fig. 2	油分添加調整装置	18
Fig. 3	油分吸着除去装置	18
Fig. 4	油分吸着塔再生装置	19

(8.2.1)

8.2.1 油汚染海水前処理装置の据え付け

1. 概要

本装置は油分添加調整装置、油分吸着除去装置、油分吸着塔再生装置から構成されており、油分添加調整装置で模擬汚染海水を作り、油分吸着除去装置で油分除去のためのろ材の選定、油分吸着塔再生装置で再生を含めた連続運転によるシステムの評価を行う。

(1) 装置の明細

1) 油分添加調整装置

海水に油分を添加、分散させて所要の濃度に調整して油分吸着除去装置及び油分吸着塔再生装置へ送るための装置である。

2) 油分吸着除去装置

油汚染海水をろ材を使用して処理し、油分を除去する装置であり、濾材および凝集剤の選定（種類、使用量）、通水条件の設定などの検討に用いる。

3) 油分吸着塔再生装置

油分吸着除去装置で設定した運転条件で長時間の連続運転を行い、除去性能の経時変化および逆洗によるろ材の再生評価に用いる。

(2) 装置の能力

1) 油分添加調整装置

処理流量 4 m³/h
吸着除去装置 (0.1 m³/h) + 吸着塔再生装置 (1.0 m³/h)
+ ろ過装置 (既設: 2.0 m³/h)
油添加量 100 ml/h

2) 油分吸着除去装置

通水量 100 l/h
油分濃度 10 ppm
洗浄時 500 l/h

3) 油分吸着塔再生装置

通水量 1 m³/h
油分濃度 10 ppm
逆洗時 5 m³/h

(3) 装置設計基準

1) 油分添加調整装置

原水	海水
油	重油
油分散方法	ポンプミキシングと超音波の併用
分散しない油分の除去	常圧浮上処理
処理流量	最大 4 m ³ /h
油分添加量	100 ml/h

(8.2.1)

2) 油分吸着除去装置

原水	含油海水
入口油分濃度	10ppm
吸着方式	固定層
カラムサイズ	内径100mm×1000mm
断面積	78.5cm ²
ろ材充填高さ	500mm
処理流量	100l/h
L V	13m/h
S V	25/h
洗浄装置	海水使用
自動試料採取装置	有

3) 油分吸着塔再生装置

原水	含油海水
入口油分濃度	10 ppm
吸着方式	固定層
カラムサイズ	内径400mm×1500mm
断面積	1256cm ²
ろ材充填高さ	1000mm
処理流量	1 m ³ /h
L V	8 m/h
S V	8 /h
逆洗装置	海水 + 空気

(4) フローの説明 (Fig. 1 を参照)

1) 油分添加調整装置

原料の海水は屋外の海水槽 (TK-1) に受け、ポンプで屋内の実験装置に送水する。海水槽には懸濁物質の沈降防止のため攪拌機 (MX-1) を設けている。油は試料油槽 (TK-2) から送油ポンプ (P-3) で定量の上、試料ポンプ (P-2) の吸い込み側に送り、試料ポンプ内で海水と予混合を行う。予混合した含油海水を超音波ホモジナイザー (UH-1) で油分を海水中に分散させ、高濃度の含油海水を作る。高濃度含油海水を海水ポンプ (P-1) から送られる海水で希釈して試料調整槽 (TK-3) に送る。

試料調整槽では含油海水とブロー (B-1) から送られる空気とを気液接触機 (MX-2) で混合し、余剰油分および懸濁物質に微細空気を付着させ、常圧浮上分離槽 (TK-4) で浮上、掻き取って除去する。処理水は一旦中継槽 (TK-8) に受け、中継ポンプ (P-8) を使用して原水槽 (TK-31) あるいは既存のろ過装置に送る。

分離槽で掻き取られた海水まじりの余剰油は余剰油槽 (TK-5) に入り、余剰油ポンプ (P-7) で系外に排出する。

2) 油分吸着除去装置

原水槽 (TK-31) に送られた含油海水を試料ポンプ (P-21) で吸着カラム (D-21、22、

(8.2.1)

23) に送り、カラムに充填しているろ材で油分を除去する。含油海水は各カラム単独で処理することも、カラムを直列に通して処理することも可能である。原水および各カラムの処理水は自動試料採取装置 (AS-21) により定期的に自動採取できる。

ろ材入れ替え後のろ材洗浄は、試料ポンプの入口ラインを原水槽 (TK-31) から海水槽 (TK-1) に切り替えて行う。

凝集剤の添加は凝集剤添加装置 (P-34、TK-33) により所定の注入ができる。

3) 油分吸着塔再生装置

原水槽 (TK-31) 中の含油海水を原水ポンプ (P-31) を使用して吸着塔 (D-31、32、33、34) に送り、カラムに充填しているろ材で油分を除去する。吸着塔での処理は4塔を直列で使用する。

処理水は処理水槽 (TK-32) に送られpH調整装置 (P-35、TK-34) により pH 調整され、処理水ポンプ (P-32) でミニモジュール装置に送水される。

ろ材が汚れにより閉塞してくると吸着塔の入口/出口の差圧が上昇する。差圧が規定値以上になった場合、逆洗ブロー (B-31) と逆洗ポンプ (P-33) を使って行う。逆洗排水は高濃度の油が含まれるため、排水用ろ過機により吸着処理した後排出する。

(5) ユーティリティー及び副資材

1) ユーティリティー

電力 3相、200V、60Hz
100Vはトランスで降圧して使用する。

2) 副資材

ろ材
砂 山菱、有効径0.6mm、均等係数1.7以下
高分子吸着材 東燃、ケムセプターCM121
アンスラサイト 山菱、1.0mm
活性炭 クラレ、GW20~42、粒径0.35~0.7mm
薬品
無機凝集剤 塩化第2鉄
高分子凝集剤
脱塩素剤 S B S
pH調整剤 硫酸

2. 運転条件

使用海水水温：夏期 30~35℃、冬期 15~17℃

(1) 油分添加調整装置

通水量
海水ポンプ 4 m³/h
試料ポンプ 100l/h
油分添加量 100ml/h

(8.2.1)

空気量 通水量と同量、 $4\text{ m}^3/\text{h}$ なら $4\text{ Nm}^3/\text{h}$

(2) 油分吸着除去装置

油分除去運転
処理流量 $100\text{ l}/\text{h}$

ろ材洗浄時
洗浄水量はろ材により異なる。

(3) 油分吸着塔再生装置

油分除去運転
処理流量 $1\text{ m}^3/\text{h}$

逆洗時
逆洗水量はろ材により異なる。
逆洗方法も含め運転方法を参照下さい。

3. 運転方法

各装置の運転手順、調整方法、設定値について記述する。個々の機器の運転方法については各機器の取り扱い説明書を参照ください。

(1) 油分添加調整装置

予混合ポンプ (P-2)、送油ポンプ (P-3) を動かし、予混合ポンプ出口の流量計で油が海水に分散 (白濁) していることを確認後、海水ポンプ (P-1) を運転する。ポンプの運転スイッチを『AUTO』にして運転すると海水槽の水位が低下し、レベルスイッチ (LS-1) の設定水位以下になると制御盤の L L A が点灯してポンプ (P-1、2、3、33) は停止する。海水槽に海水が補給され、設定水位以上になるとポンプの自動運転が可能となる。

各ポンプの流量は各流量計を見ながらポンプの吐出バルブとリターンバルブの開度で調整する。送油ポンプの流量は吐出側を大気開放にしてオイルをメスシリンダーに受けて流量測定を行う。ポンプの運転前にミキサー (MX-1) を5分間運転して海水槽の攪拌を行う。但し海水の汚れが少なく沈殿物が少ないときはミキサーの運転を省略してもよい。

試料ポンプを出た海水が超音波ホモジナイザー (UH-1) まで到達したらホモジナイザーを運転に入れる。試料調整槽 (TK-3) に入った含油海水が浮上分離槽 (TK-4) に溢れてきたら気液接触機 (MX-2) およびブロー (B-1) を運転に入れる。ブローの起動はブロー出口の大気開放兼排水弁を開け、無負荷の状態で行う。ブローが定常運転に入ってから試料調整槽へのバルブを開け、大気開放バルブを閉止する。

浮上分離槽の上部に浮く油分等は掻き取り機で掻き取り、余剰油槽 (TK-5) に受け、余剰油ポンプ (P-7) で装置外に搬出する。余剰油ポンプの運転は余剰油槽の水位を見ながら手動で行う。

浮上分離槽の出口の堰を越えた水は中継槽 (TK-9) に一旦貯えられ、中継ポンプ (P-8) で原水槽に送られる。中継ポンプの運転は中継槽のレベルスイッチ (LS-2) で自動的に

(8.2.1)

われる。

凝集剤ポンプ (P-4、P-5) および脱塩素剤ポンプ (P-6) は必要に応じて運転するが、注入量はオイルポンプ同様吐出側を大気開放にしてメスシリンダーに受けて測定する。

(2) 油分吸着除去装置

吸着カラム (D-21、22、23) へのろ材の充填は上部のカバーを外して行う。充填厚さはカラム長さの50% (500mm) を標準とする。ろ材充填後試料ポンプ (P-21) の吸い込みを海水槽 (TK-1) に切り替え、海水を上向流にしてろ材の洗浄および空気抜きを行う。

試料調整装置で調合した含油海水を原水槽 (TK-31) から試料ポンプで吸着カラムに送るが、凝集ろ過運転を行なう場合は凝集剤ポンプ (P-34) を運転して凝集剤を原水槽出口に注入する。流量調節は流量計を見ながら試料ポンプ出口及びバイパスバルブの開度を変えて行う。ろ過運転は下向流で行う。使用するカラムへ下向流で通水できるようにユニット内のバルブの開閉を行う。

油分吸着除去装置の処理量が油分添加調整装置の処理量の1/4と小さいため、油分添加調整装置は間欠運転になる。

ろ材交換のためにろ材を抜き取る際には上部、下部の配管をユニオンで外し、カラムを少し上にずらして下にビニール袋等を置き、下部のカバーを外して出てくるろ材をビニール袋で受ける。

(3) 油分吸着塔再生装置

吸着塔 (D-31、32、33、34) へのろ材の充填のため上部のカバーについている配管、ホースを切り離し、カバーを開ける。充填厚さは1000mmを標準とする。ろ材充填量は吸着塔の上からろ材上部までの寸法を計り、断面積とから求める。

ろ材を抜くときは下部のカバーについている配管、ホースを切り離し、カバーを開ける。カバーは長めのボルト4本を使って吊り下げた状態にして、カバーと本体との間からろ材を抜き出すようにする。ろ材充填後逆洗ポンプを使ってろ材の洗浄を行う。

原水槽から原水ポンプ (P-31) を使って汚染海水を吸着塔に送る。実験は直列運転が原則であるが、1台での運転も可能であり、運転条件に応じてユニット内のバルブの開閉を行う。運転状態は個々の塔についている差圧計を見ながら監視し、差圧が規定値 ($0.3\text{kg}/\text{cm}^2$) 以上になったら逆洗を行う。あるいは一定量処理後としてもよい。逆洗は手動操作で行い、その間処理は中断する。

逆洗は次の3段階で行う。

- | | |
|-----|--|
| 第1段 | 所定のLVにて水により5分間洗浄
逆洗ポンプ (P-33) 運転 |
| 第2段 | 空気 $1\text{m}/\text{min}$ にて10分洗浄
逆洗ブロー (B-31) 運転 |
| 第3段 | 所定のLVにて水により10分間洗浄 |

(8.2.1)

逆洗ポンプ (P-33) 運転

	展開率	L V (m/h)
高分子	30	10
活性炭	50	30
砂	30	50
アンスラサイト	30	30

水温20℃の場合であり、水温が異なる場合は以下の数値をかけたL Vとする。

水温 (℃)	乗数値
10	0.91
20	1.0
30	1.08
40	1.15

運転中に上部あるいは下部からろ材が抜ける場合はその分補充する。また逆洗サイクルが極端に縮まった場合はろ材全量を取り替える。

吸着塔の逆洗時に発生する高濃度の含油排水はそのままでは外部に排出できないので、排水用ろ過機で吸着処理してから排出する。

4. 運転上の注意

- (1) ポンプ運転開始前は入口／出口のバルブが開いていることを確認し、締め切り運転あるいは空引き運転とならないよう注意する。
- (2) 運転停止後は各ユニット間の縁切り弁を閉止して水の逆流などを防止する。
- (3) 機器が故障した場合は原則として装置を停止させ、故障機器の修理、原因の追及を行った後に運転を開始する。ただし故障原因がはっきりしており、故障機器以外の機器を運転しても運転に支障がない場合は修理前でも他の機器を運転してもよい。
- (4) ポンプ及びミキサーは空運転禁止であり、槽の水位等十分気をつける。
超音波ホモジナイザーも同様に空運転および出口が締め切った状態での運転を避けるようにする。

5. 機器リスト

槽類

- TK-1 海水槽
- TK-2 試料油槽

(8.2.1)

TK-3	試料調整槽
TK-4	常圧浮上分離槽
TK-5	余剰油槽
TK-6	無機凝集剤槽
TK-7	高分子凝集剤槽
TK-8	脱塩素剤槽
TK-9	中継槽
TK-31	原水槽
TK-32	処理水槽
TK-33	無機凝集剤槽
TK-34	pH調整剤槽

吸着装置

D-21	No. 1 吸着カラム
D-22	No. 2 吸着カラム
D-23	No. 3 吸着カラム
D-31	No. 1 吸着塔
D-32	No. 2 吸着塔
D-33	No. 3 吸着塔
D-34	No. 4 吸着塔

ポンプ類

P-1	海水ポンプ
P-2	試料ポンプ
P-3	送油ポンプ
P-4	無機凝集剤ポンプ
P-5	高分子凝集剤ポンプ
P-6	脱塩素剤ポンプ
P-7	余剰油ポンプ
P-8	中継ポンプ
P-21	試料ポンプ
P-31	原水ポンプ
P-32	処理水ポンプ
P-33	逆洗ポンプ
P-34	pH調整剤ポンプ

ブローヤ類

B-1	ブローヤ
B-31	逆洗ブローヤ

ミキサー類

MX-1	海水槽ミキサー
MX-2	気液接触機
MX-31	原水槽ミキサー
MX-32	処理水槽ミキサー
LMX-1	高分子混合ミキサー
LMX-2	脱塩素剤混合ミキサー

(8.2.1)

その他の機器

UH-1 超音波ホモジナイザー
AS-21 自動試料採取装置

計装類

流量計

FI-1 海水ポンプ
FI-2 試料ポンプ
FI-3 ブロワー
FI-21 No. 1 吸着カラム
FI-22 No. 2 吸着カラム
FI-23 No. 3 吸着カラム
FI-31 原水ポンプ
FI-32 逆洗ポンプ
FI-33 逆洗ブロワー

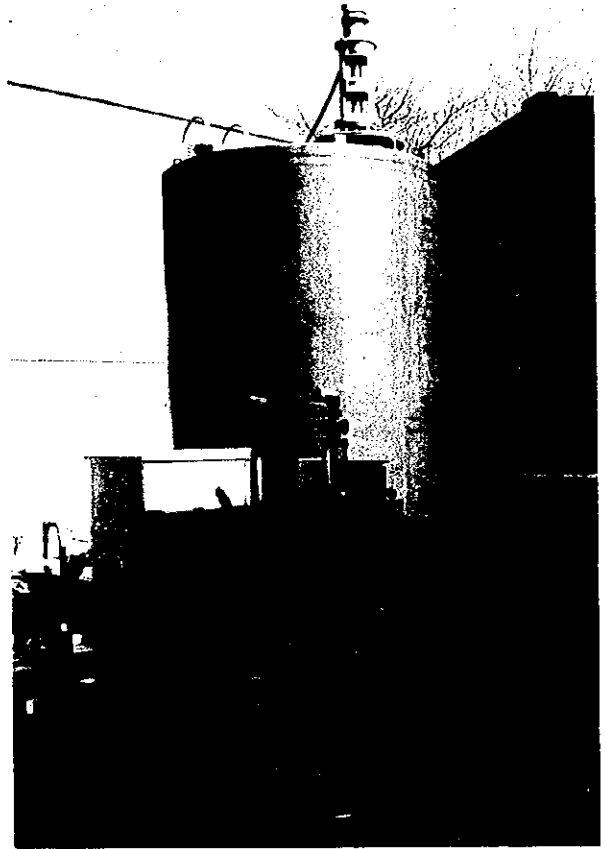
レベルスイッチ

LS-1 海水槽
LS-2 中継槽
LS-31 原水槽
LS-32 処理水槽

pH計

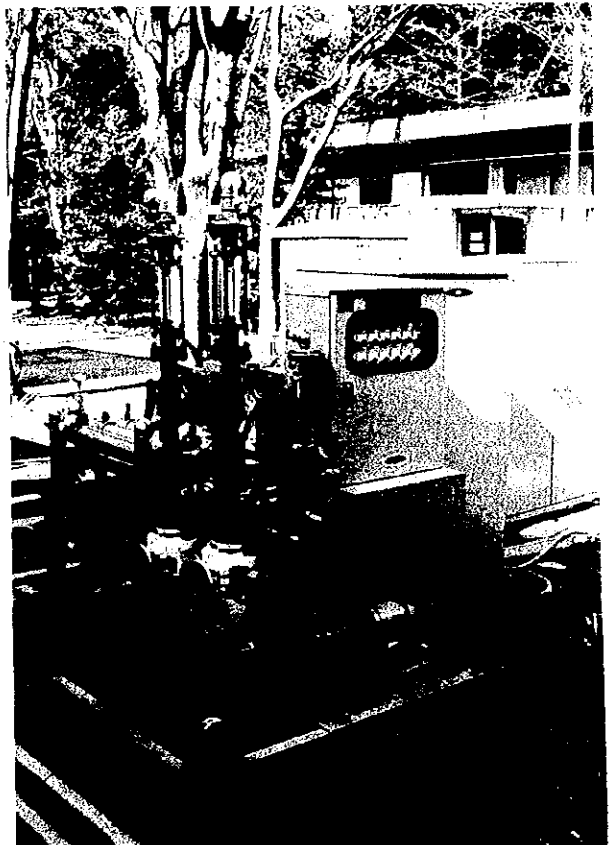
(8.2.1)

6. 装置写真集



T K - 1

海水槽

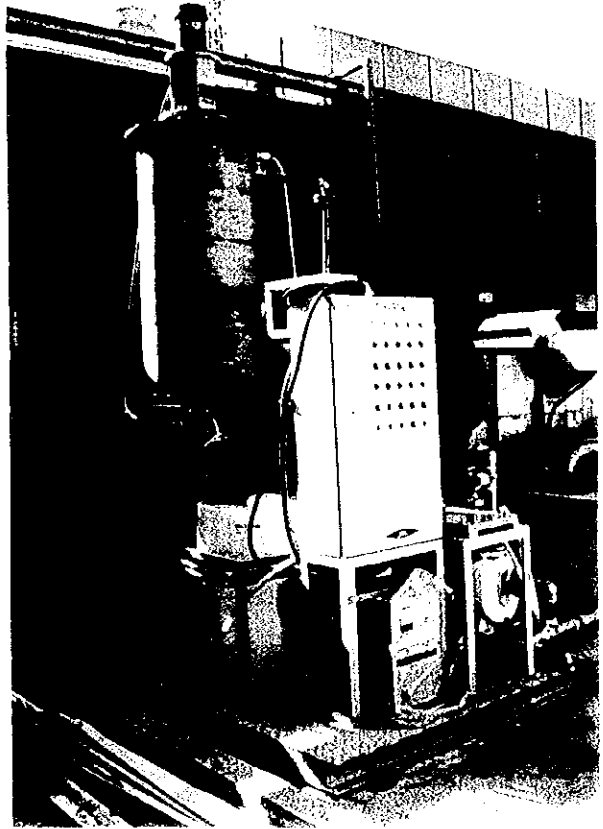


P - 1

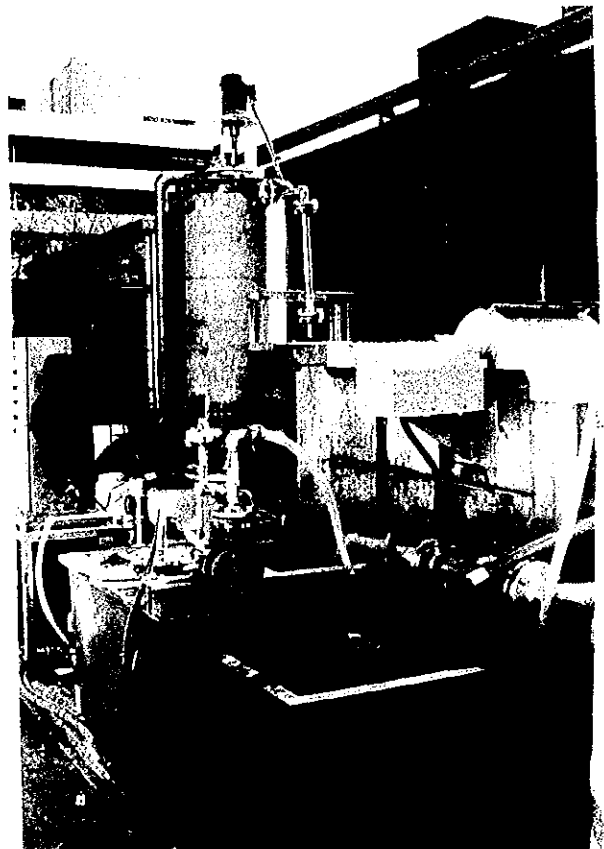
海水ポンプ

(8.2.1)

TK-3
試料調整槽

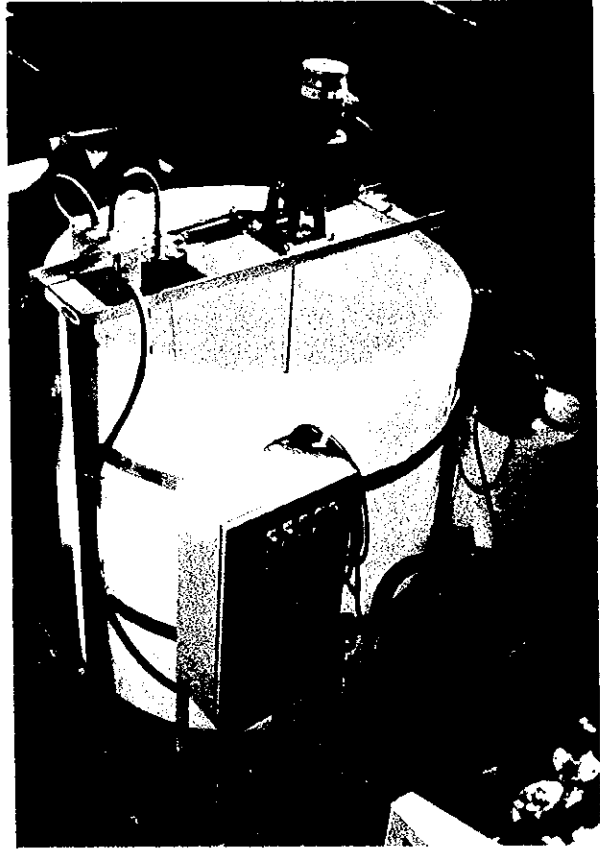


TK-4, 5, 6
常圧浮上分離槽
余剰油槽
中継槽

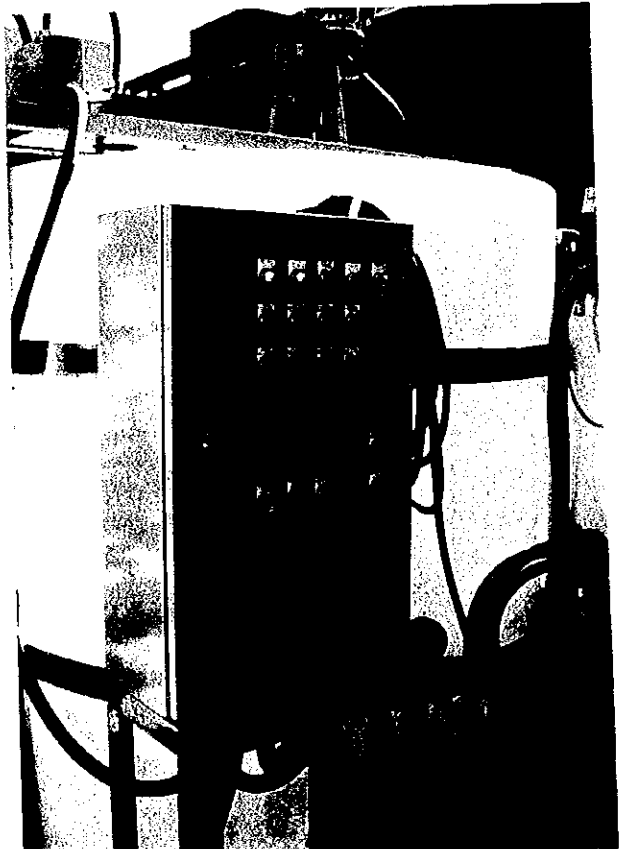


(8.2.1)

TK-33
無機凝集剤槽

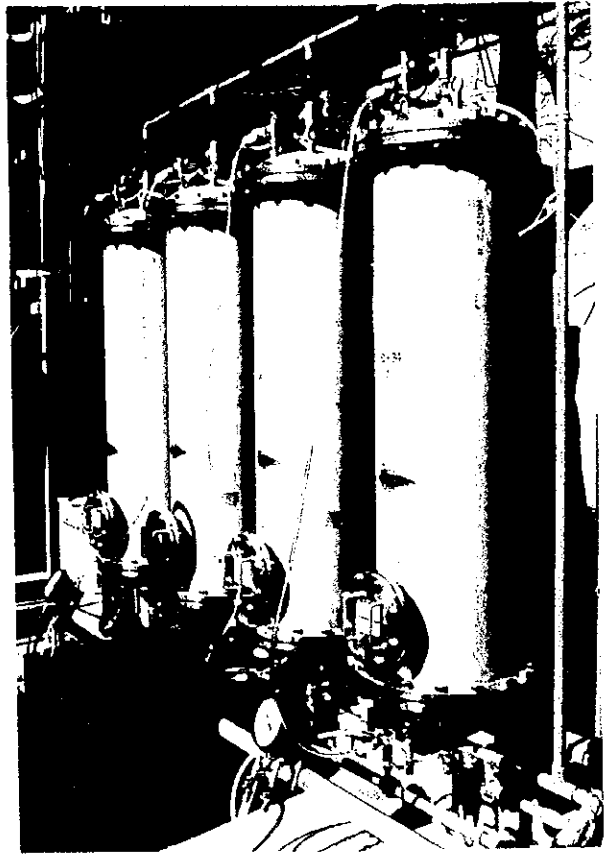


TK-31
原水槽

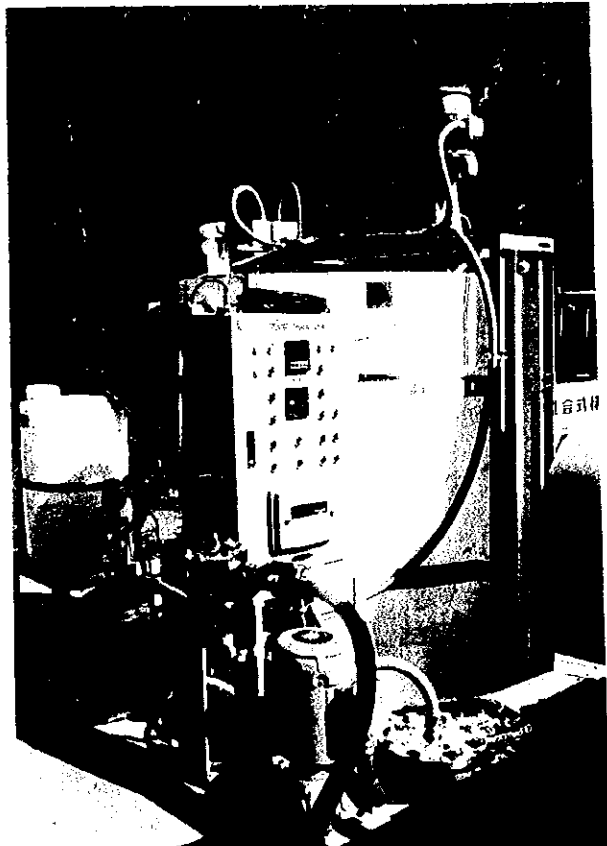


(8.2.1)

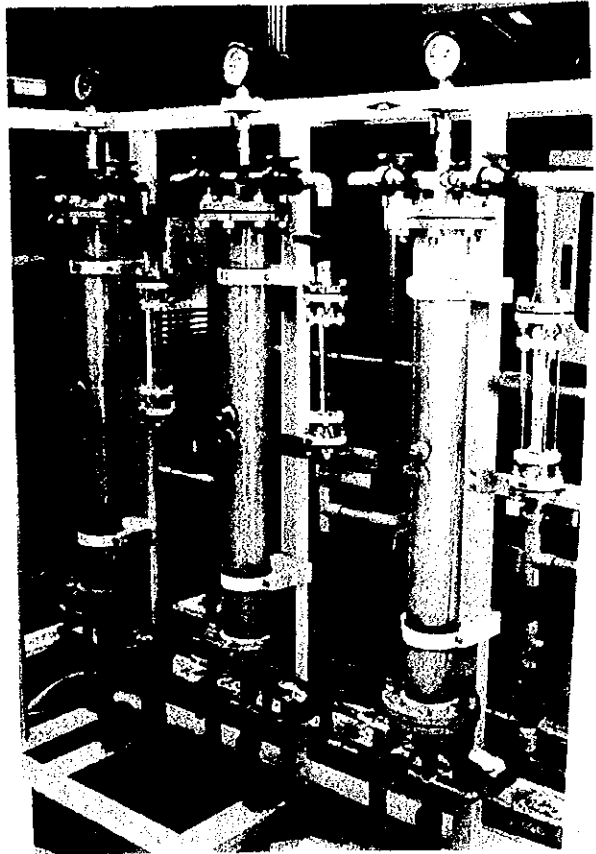
D-3 1 ~ 3 4
NO. 1 ~ 4 吸着塔



T K - 3 2
処理水槽

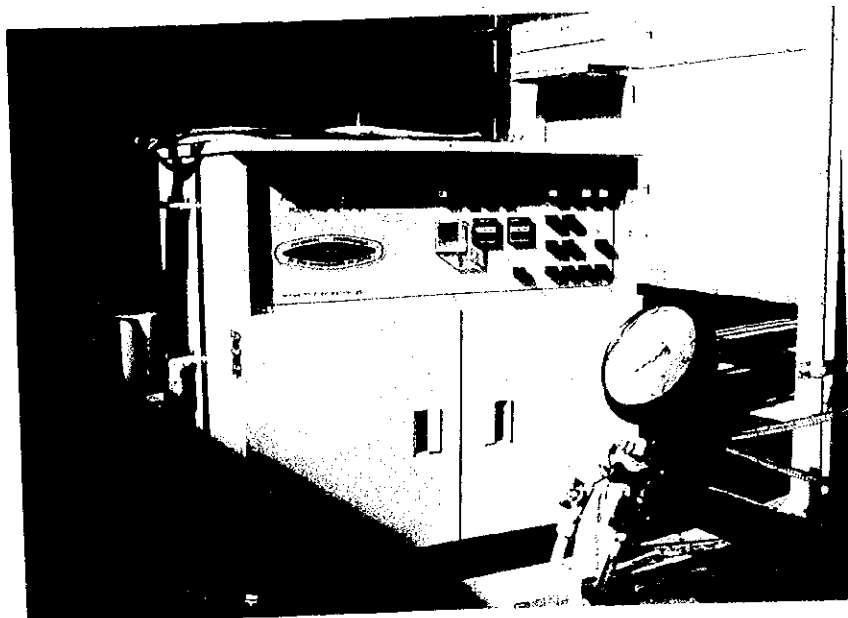


(8.2.1)



D-2 1 ~ 2 3

NO.1~3 吸着カラム



A S - 2 1

自動試料採取装置

(8.2.1)

7. 前処理装置設置と試運転状況記録

月/日	曜日	作業内容	作業員
7/31	日	・装置到着、車から木箱を降ろす。	監督:1, 一般:6
8/1	月	・開梱開始 ・原水槽ユニット設置	監督:1, 一般:8
8/2	火	・開梱 ・内容物確認 ・他のユニット設置 (海水槽は除く)	監督:1, 一般:8
8/3	水	・内容物確認 ・海水槽を設置場所まで運搬 ・海水槽の攪拌翼組立	監督:1, 一般:8
8/4	木	(休日)	
8/5	金	(休日)	
8/6	土	・試料調製槽の試料調製ユニットへの取付け ・海水槽を立て、はしご、フロートスイッチ、攪拌翼 (モーターは未装着) を装着 ・原水槽、処理水槽への攪拌翼装着	監督:1, 一般:6
8/7	日	・海水槽への攪拌用モーター取付 ・油分吸着除去装置、油分再生除去装置への配管接続 および圧力計、差圧計の取付 ・試料調製槽への試料出口配管接続	監督:1, 一般:6
8/8	月	・海水槽への排水および送水バルブ、水位計取付 ・試料調製槽への空気および海水流入ノズル取付 ・各ユニットのアンカーボルトによる固定のための床 への穴開け開始 ・配電盤設置開始 ・各ユニット間のホース接続開始	監督:1, 一般:6, 電気工:2, 固定工:2
8/9	火	・配電盤設置 ・配電盤～攪拌機モーターまでの配線開始 ・各ユニットのアンカーボルトによる固定 ・各ユニット間のホース接続および安全対策	監督:1, 一般:5, 電気工:2, 固定工:2

(8.2.1)

月/日	曜日	作業内容	作業員
8/10	水	<ul style="list-style-type: none"> ・配電盤設置 ・配電盤～各攪拌機モーターまでの配線および配電盤～操作盤（ポンプユニット、処理水ユニット）までの配線 ・回転機器などの絶縁チェック ・各ユニット間のホース接続 ・ホース配管の安全対策 ・各ユニットの排水ライン設置 	監督:1, 一般:2, 電気工:2
8/11	木	(休日)	
8/12	金	(休日)	
8/13	土	<ul style="list-style-type: none"> ・配電盤～操作盤（試料調製ユニット、原水ユニット）までの配線 ・電気配線の安全対策 ・各ユニットの排水ライン設置 ・海水ライン敷設（実験室へのライン枝分け部～海水槽） 	監督:1, 一般:2, 電気工:2
8/14	日	<ul style="list-style-type: none"> ・メイン電源の接続 ・電気配線の安全対策（接地） ・電気配線接続確認（配電盤～操作盤、回転機器回転方向確認） ・装置クリーニング ・海水槽排気ライン設置 ・海水ラインリーク修理 	監督:1, 一般:2, 電気工:2
8/15	月	<ul style="list-style-type: none"> ・電気配線接続確認（回転機器回転方向確認） ・海水槽フロートスイッチ接続 ・試運転（海水不使用） （回転機器、超音波ホモジナイザー、フロートスイッチ作動確認） 	監督:1, 電気工:2
8/16	火	<ul style="list-style-type: none"> ・電気配線の安全対策（接地） ・排水ライン設置 ・ブロワー～試料調製槽空気配管接続 ・浮上分離槽バルブリーク修理 ・試運転（海水使用） （回転機器、超音波ホモジナイザー、フロートスイッチ作動確認、流量、各ポンプでの圧力測定） 	監督:1, 一般:1, 電気工:2

(8.2.1)

月/日	曜日	作業内容	作業員
8/17	水	<ul style="list-style-type: none"> ・排水ライン設置 ・試運転（海水使用） （フロートスイッチ、攪拌装置、ポンプ作動確認、流量、各ポンプでの圧力測定、海水のユニット間移送テスト） ・ブローワー修理（2台中の1台） 	監督:1, 一般:1, 修理工,:2
8/18	木	(休日)	
8/19	金	(休日)	
8/20	土	<ul style="list-style-type: none"> ・ブローワー修理（残りの1台） （ブローワー本体への配線が逆になっていた） ・部品盗難により破損した排水ライン修理 	一般:1, 電気工:2
8/21	日	<ul style="list-style-type: none"> ・試運転準備（濾材充填およびその指導） （油分吸着除去装置へアンスラサイト、砂を、油分吸着再生装置へ砂を充填） ・試運転（海水使用） （原水槽から油分吸着除去装置および油分吸着再生装置→処理水槽へ送水、フロートスイッチ作動確認） ・油分吸着再生装置のリーク修理 	一般:1
8/22	月	<ul style="list-style-type: none"> ・試運転準備（差圧計調整） ・試運転（海水使用） （処理水槽フロートスイッチ作動確認、各ポンプでの圧力測定） ・処理水槽リーク修理 	一般:1
8/23	火	<ul style="list-style-type: none"> ・試運転準備（差圧計調整；やり直し） ・試運転（海水使用） （各ポンプでの圧力測定、差圧計作動確認、流量測定） 	一般:1
8/24	水	(Progress Report 作成などのためできず)	
8/25	木	(休日)	
8/26	金	(休日)	
8/27	土	<ul style="list-style-type: none"> ・凝集濾過実験準備（凝集剤添加量計算、および調製、凝集剤ポンプキャリブレーション；原水調製用油分添加量決定） 	一般:1

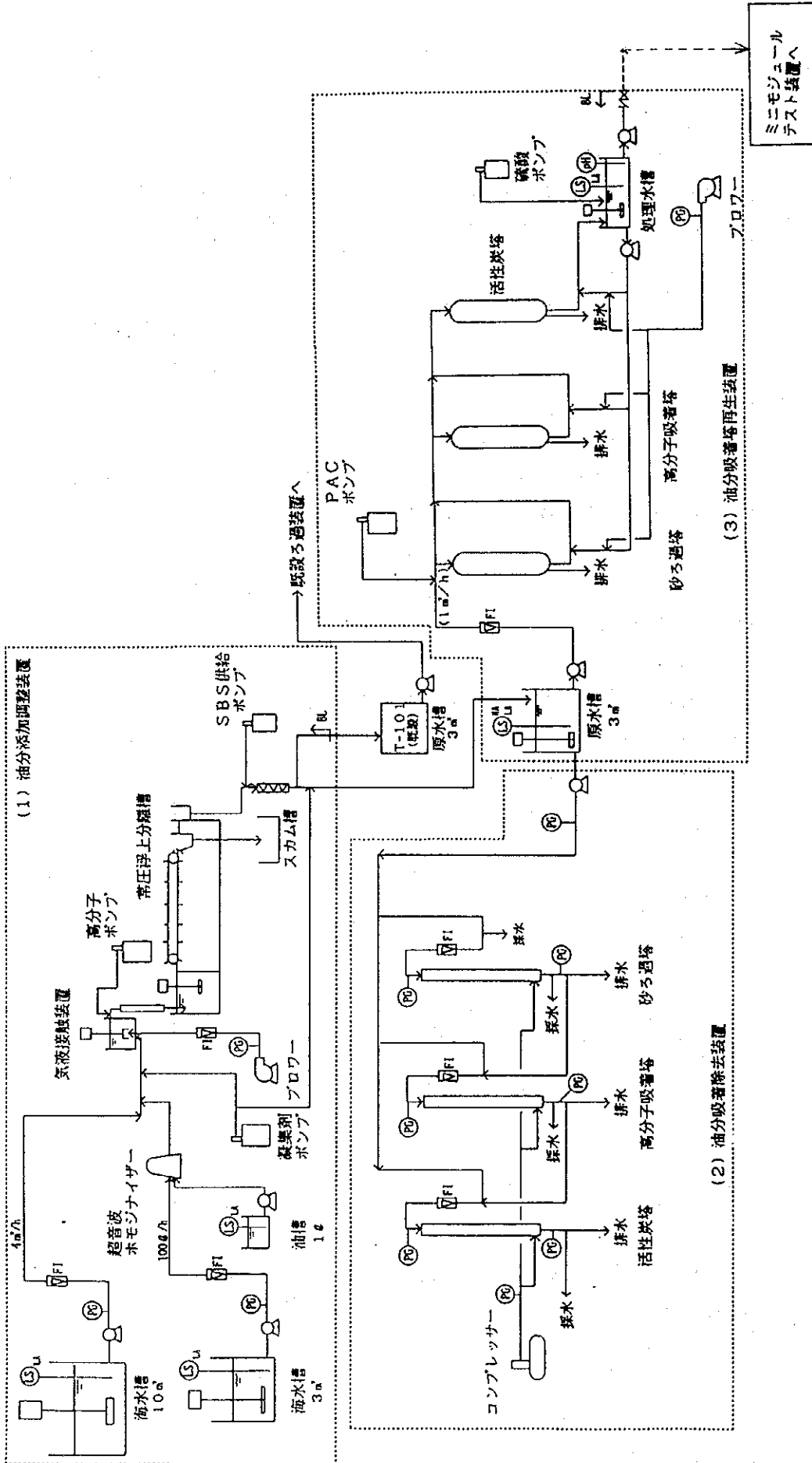


Fig. 1 油汚染海水前処理装置のフローシート

(8.2.1)

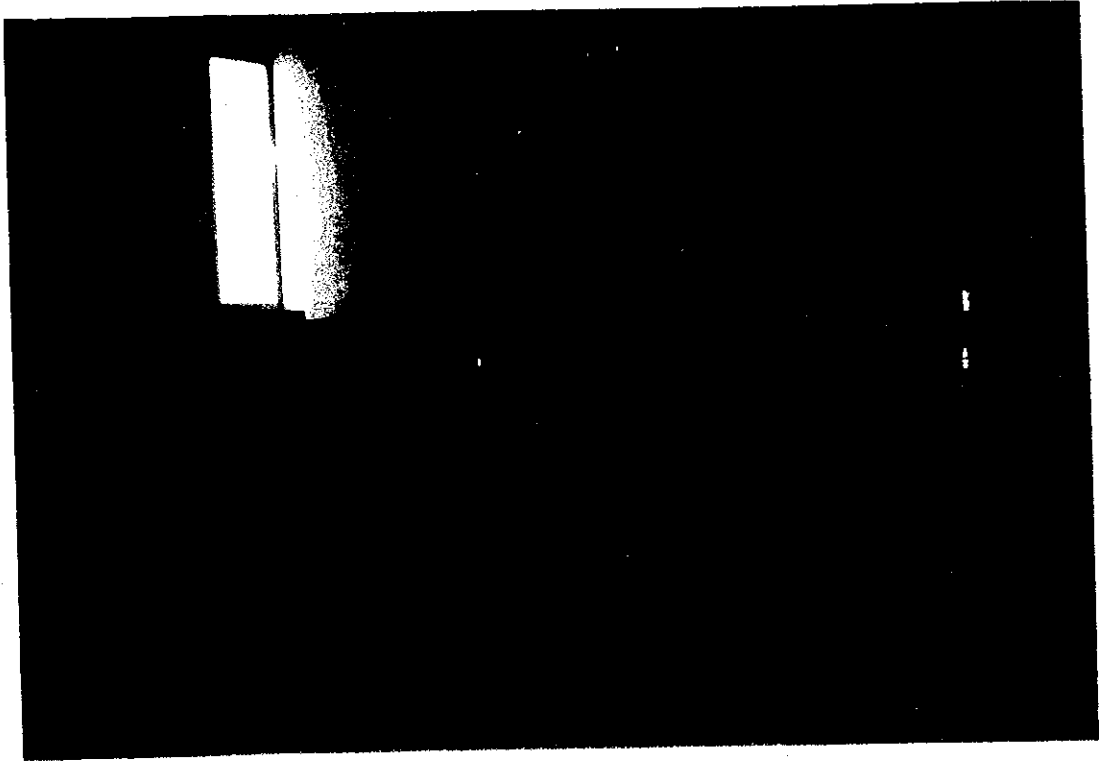


Fig.2 油分添加調整裝置

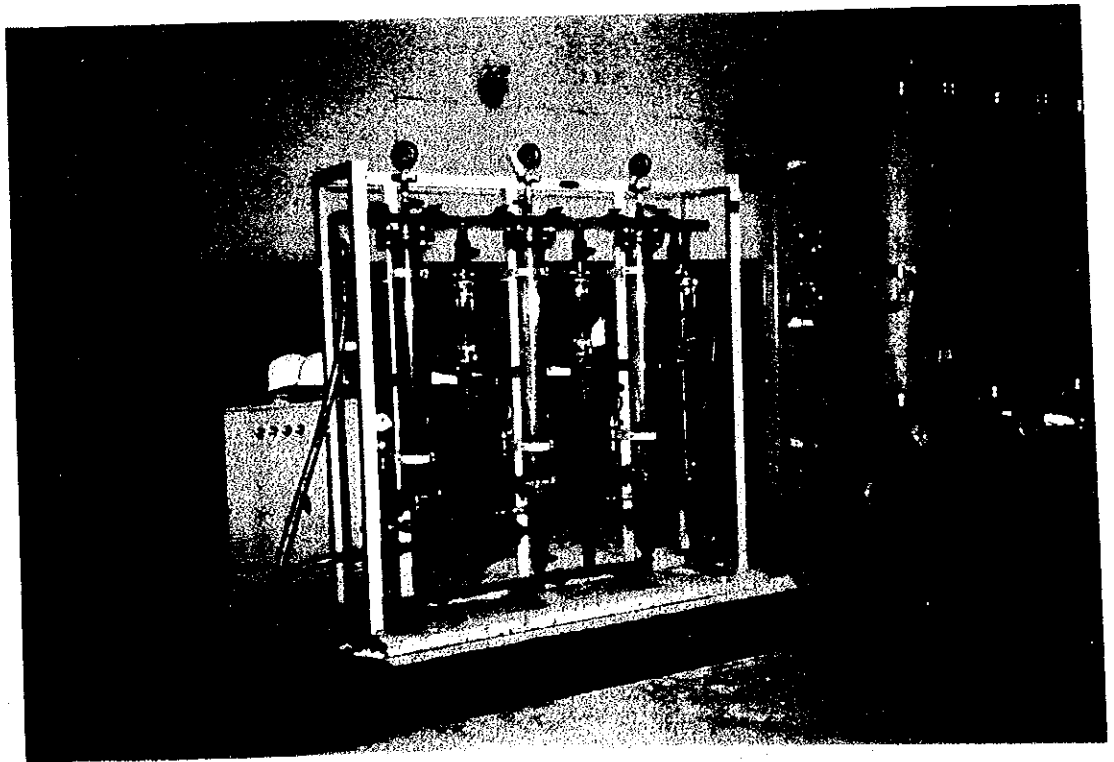


Fig.3 油分吸着除去裝置

(8.2.1)

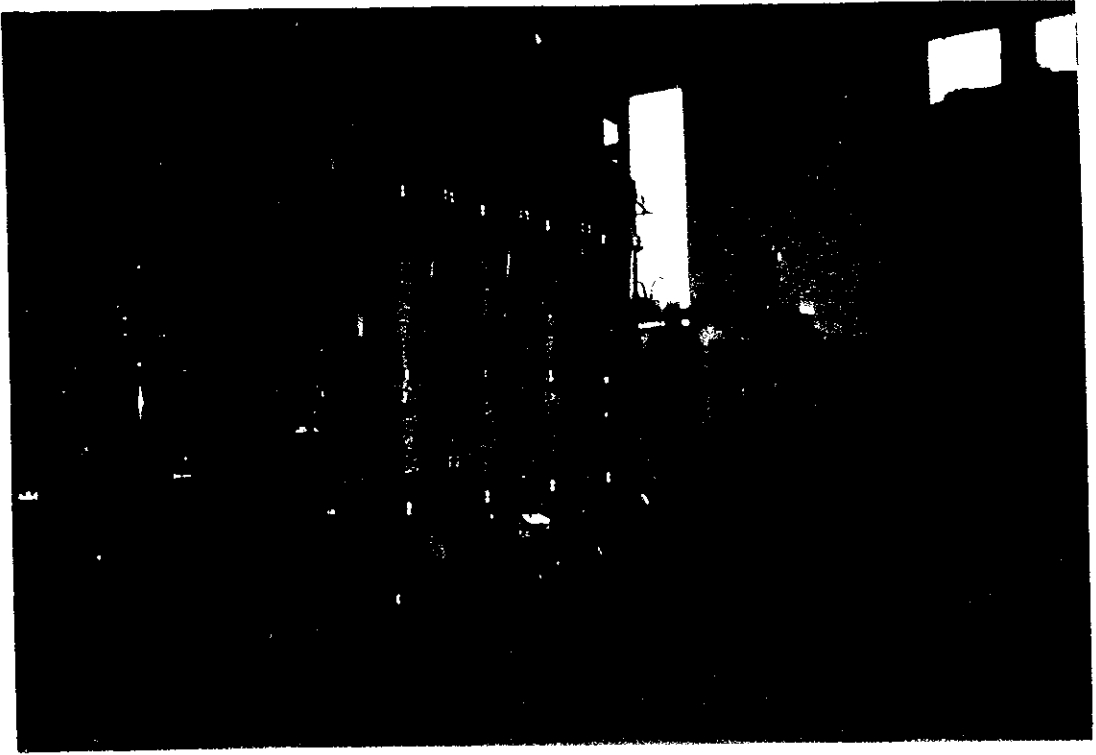
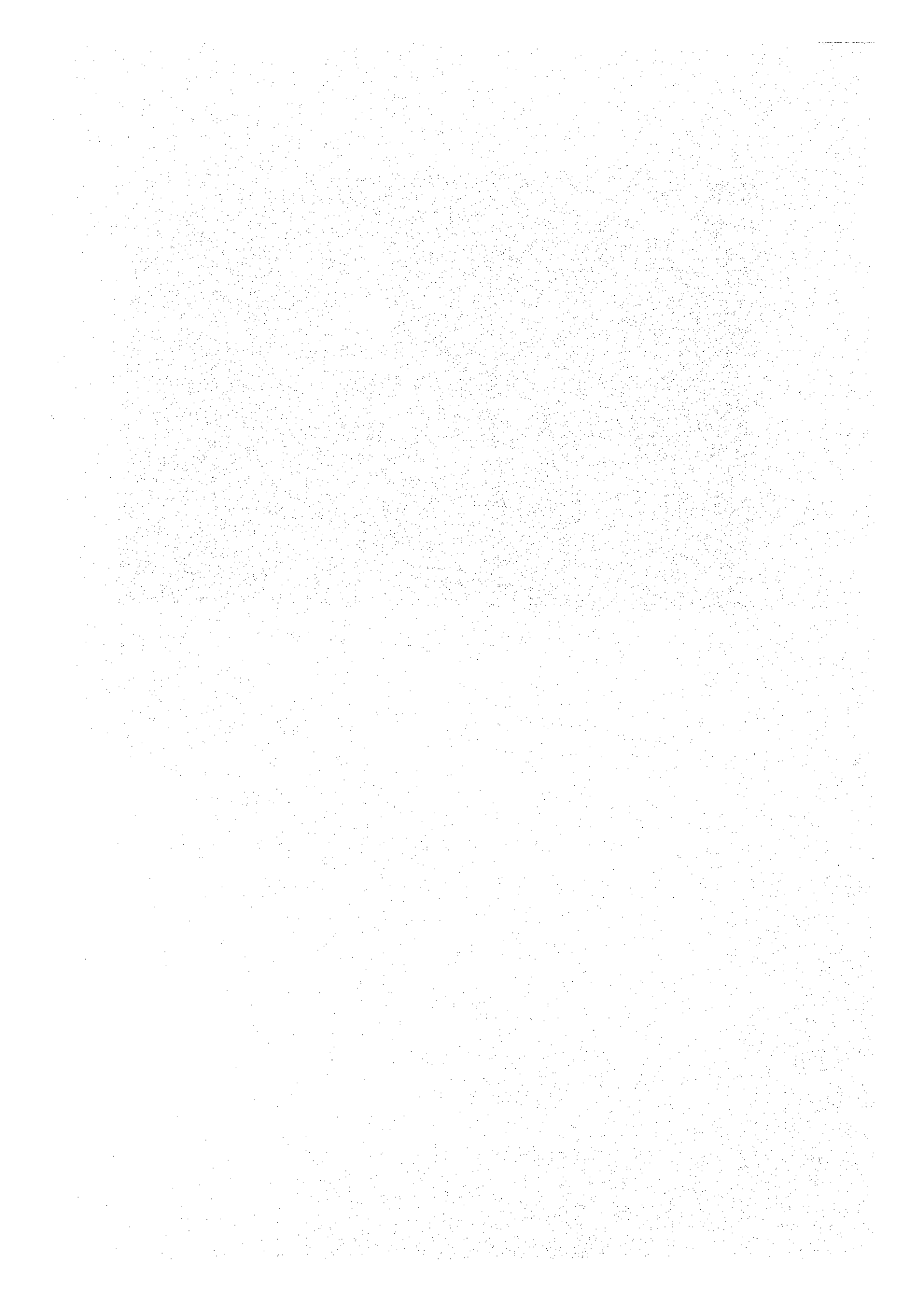


Fig.4 油分吸着塔再生装置



(8.2.1)

8. 試運転結果

1) 機器の運転

機器	運転	回転方向	異音および振動などの異常	最終判定
P-1	OK	OK	なし	OK
P-2	OK	OK	なし	OK
P-3	OK	—————	なし	OK
P-4	OK	—————	なし	OK
P-5	OK	—————	なし	OK
P-6	OK	—————	なし	OK
P-7	OK	OK	なし	OK
P-8	OK	OK	なし	OK
P-21	OK	OK	なし	OK
P-31	OK	OK	なし	OK
P-32	OK	OK	なし	OK
P-33	OK	OK	なし	OK
P-34	OK	—————	なし	OK
P-35	OK	—————	なし	OK
P-36	OK	—————	なし	OK
MX-1	OK	OK	なし	OK
MX-2	OK	OK	なし	OK
MX-31	OK	OK	なし	OK
MX-32	OK	OK	なし	OK
B-1	OK	OK	なし	OK
B-31	OK	OK	なし	OK
MOTOR	OK	OK	なし	OK
UH-1	OK	—————	なし	OK

(8.2.1)

2) フロートスイッチ作動

フロート スイッチ	海水不使用			海水使用			機器の作動	最終 判定
	H ON/OFF	M ON/OFF	L ON/OFF	H ON/OFF	M ON/OFF	L ON/OFF		
LS-1	—	—	—	OK	OK	OK	P-1, 2, 33; MX-1全てOK	OK
LS-2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	P-8 OK	OK
LS-31	OK	OK	OK	OK	OK	OK	P-21, 31; MX-31全てOK	OK
LS-32	OK	OK	OK	OK	OK	OK	P-32; MX-32全 てOK	OK

3) 水漏れ、損傷などの異常

- ・ TK-3 のドレインバルブにリーク→修理完了 (Oリング交換)
- ・ 油分再生除去装置の配管部にリーク→修理完了 (バルブ接合部増締め)
- ・ TK-32 とP-32 の接続部にリーク→修理完了 (バルブ接合部増締め)

4) 流量

流量計	設計	測定	最終判定
	Normal/Max	Normal/Max	
FI-1	1/4 m ³ /hr.	1/ >5 m ³ /hr.	OK
FI-2	100/500 L/hr.	100/ >500 L/hr.	OK
FI-3	0.5/4 Nm ³ /hr.	0.5/ >5 Nm ³ /hr.	OK
FI-21	100/500 L/hr.	100/ >500 L/hr.	OK
FI-22	100/500 L/hr.	100/ >500 L/hr.	OK
FI-23	100/500 L/hr.	100/ >500 L/hr.	OK
FI-31	1/1.5 m ³ /hr.	1/ >3 m ³ /hr.	OK
FI-32	5/6 m ³ /hr.	5/9 m ³ /hr.	OK
FI-33	5/10 Nm ³ /hr.	5/ >10 Nm ³ /hr.	OK

(8.2.1)

5) 圧力

圧力計	測定値 [kgf/cm ²] (Normal/Max)	流量 (Normal/Max)	判定
PG-1	3.4/3.1	1/4 m ³ /hr.	OK
PG-2	4.3/3.5	100/500L/hr.	OK
PG-3	3.5/2.0	0.5/4 Nm ³ /hr.	OK
PG-4	0.3	0.4 m ³ /hr. (Max)	OK
PG-5	1.2	12 m ³ /hr. (Max)	OK
PG-21	0.8/0.7	100/500 L/hr.	OK
PG-22	0.0/0.4	100/500 L/hr.	OK
PG-23	0.0/0.4	100/500 L/hr.	OK
PG-24	0.0/0.3	100/500 L/hr.	OK
PG-25	0.0/0.2	100/500 L/hr.	OK
PG-26	0.0/0.2	100/500 L/hr.	OK
PG-27	0.0/0.0	100/500 L/hr.	OK
PG-31	3.4/3.3	1/1.5 m ³ /hr.	OK
PG-33	4.1/4.0	5/6 m ³ /hr.	OK
PG-34	0.4/0.2	5/10 Nm ³ /hr.	OK
PDI-31	0.00/0.00	1/1.5 m ³ /hr.	OK
PDI-32	0.00/0.00	1/1.5 m ³ /hr.	OK
PDI-33	0.00/0.00	1/1.5 m ³ /hr.	OK
PDI-34	0.00/0.00	1/1.5 m ³ /hr.	OK

6) オートサンプラーによる採水

OK

(8.2.1)

7) 絶縁抵抗測定

機器	絶縁抵抗	判定
P-1	1000MΩ<	OK
P-2	1000MΩ<	OK
P-7	1000MΩ<	OK
P-8	1000MΩ<	OK
P-21	1000MΩ<	OK
P-31	1000MΩ<	OK
P-32	1000MΩ<	OK
P-33	1000MΩ<	OK
B-1	1000MΩ<	OK
B-31	1000MΩ<	OK
MX-1	1000MΩ<	OK
MX-2	1000MΩ<	OK
MX-31	1000MΩ<	OK
MX-32	1000MΩ<	OK

* 測定機器：YOKOGAWA DIGITAL INSULATION TESTER 2407

* 印画電圧：500V

8.2.2 油分添加調整実験

目 次

1. 模擬油汚染海水の油分濃度決定	1
2. 模擬油汚染海水の油種決定	3
2.1 A重油を用いる妥当性	3
2.2 ディーゼルオイルを用いる妥当性	8
3. ビーカースケールでの検討	10
3.1 ミキサー法と超音波法の比較	10
3.2 超音波法での検討	11
(参考) ディーゼルオイルを用いたときの油分散海水の成分分析	19
4. ベンチスケールでの検討	19
5. まとめ	21
6. 参考文献	21

(8.2.2)

表 一 覧

表番	題 名	頁
Table 1	原油の海上への流出の際における油膜の平均的厚さ ¹⁾	1
Table 2	本実験で用いた原油の性状	4
Table 3	油分散海水調整法の比較	11

図 一 覧

図番	題 名	頁
Fig. 1	原油／海水（混合1日後）のクロマトグラム	6
Fig. 2	A重油のクロマトグラム	7
Fig. 3	ディーゼルオイルとA重油の成分分布	9
Fig. 4	油分散海水調整法	12
Fig. 5	A重油分散海水のクロマトグラム	13
Fig. 6	超音波法にて調整した油分散海水	14
Fig. 7	超音波法にて調整した油分散海水の経時変化（1）	15
Fig. 8	超音波法にて調整した油分散海水の経時変化（2）	15
Fig. 9	ディーゼルオイル分散海水のクロマトグラム	18
Fig. 10	油分添加調整装置による油分散海水調整法	19
Fig. 11	油分添加調整装置により調整された油分散海水（×100）	20

8.2.2 油分添加調整実験

前処理実験に供するための油分散海水（模擬油汚染海水）調整法を確立することを目的とした。この際、調整する油分散海水の濃度決定、用いる油種の選定、及び4 ton/hr.（前処理装置の試水調整スペック）のスケールで海水に安定に分散させる手法の確立が必要となる。

1. 模擬油汚染海水の油分濃度決定

(1)目的

前処理実験に供する油分散海水（模擬汚染海水）の濃度を決定する。この際、文献調査により原油が海上に流出した場合の油分濃度を調べ、これを参考にして油分散海水の油分を決定する。

(2)結果

Table 1 に原油が海上に流出したときのそれぞれの場合における油膜の厚さを示す。ここに示すように、油が海洋中に流出した場合の油膜の厚さは0.01~0.2mm程度である。また、油の溶解及び分散状態での水相中における濃度はこの平均膜厚によって制限される。例えば油膜の厚さが0.1mmの場合には表層から1mの水深までに完全に分散及び混合された場合の油分は100ppmを越えず、また、水深10mの水深まで完全に混合された場合には10ppmを越えないことになる¹⁾。

実際には、たとえ海上がひどい嵐であったとしても水深数mの位置まで完全に混合されるとは考えにくいので海水淡水化装置の取水口の位置する水深数m（SWCC逆浸透膜式海水淡水化プラントでは4~12m²⁾）の場所における油分はこれらの濃度よりはるかに低いと考えられる。

Table 1 原油の海上への流出の際における油膜の平均的厚さ¹⁾

原油流出	流出量 [m ³]	平均油膜厚 [mm]
API 実験	1.6 または 3.2	0.1~0.2
北海実験	750	0.013~0.06
メキシコ湾, Main Pass Block 41 C Platform Blowout	240~950/day	0.02~0.09
北海, Ekofisk Bravo Platform Blowout	2800	0.01
メキシコ湾, Ixtoc I	4800	0.07

(8.2.2)

溶解油分については流出油のマスバランスにはさほど影響しないほど小さく、せいぜいその1%のオーダー程度と考えられており、測定値として0.1ppmよりも低いという報告がある。また、これら溶解油分は揮散しやすく、水相に存在している時間は比較的小さいといわれている¹⁾。

連続的な強烈な風や波の作用により油は0.01~1.0mm程度の小さな油滴に分散され、水相に残るといわれている¹⁾。LaRosa, Murban, Prudhoe湾の原油では水深1mのときで1~2ppmであった^{1), 3), 4)}。水深が深くなれば濃度はさらに低くなる。北海で100tのLight Statford原油を流出したときはおよそ90ppb程度であり、水深10mでは10~15ppbであった⁵⁾。実際の大規模な油流出事故が起こった場合でも同様な傾向であり、0.4~88ppb⁶⁾、100~300ppb¹⁾、数ppm⁷⁾などといった報告がある。

American Petroleum Instituteは、無処理及び薬品により油膜を分散させた場合における $C_1 \sim C_{10}$ （この分画は余剰の油が海水と平衡状態に達したときの溶液部分の主となる炭化水素を含む。）という揮散及び溶解成分を含む油を用いて油流出実験を行なった結果、溶解性油分は非常に低濃度であり、La Rosa, Murban原油を用いた実験では7時間以上に渡り水深1.5及び3.0mにおける油分を測定した結果、68サンプル中5サンプルしか油分は検出されなかった。これら試料は流出後20分以内のものであり、その濃度は60, 16, 6, 3, 2ppbでしかなかった^{1), 3)}。

最近の研究では、La Rosa, Murban, Prudhoe Bay原油において総溶解性油分 ($C_1 \sim C_{10}$) の油分は流出15~30分後の水深3mにおける試料で1~3.5ppbであり、24時間後ではわずか0.002ppm-hに過ぎなかった。更に、Prudhoe Bay原油を海上に噴射し、10~30分した後、分散剤を用いた実験では総油分量は10~40ppmであり、総溶解性油分 ($C_1 \sim C_{10}$) の油分は46ppbであった。また、30分~1時間後では16ppb、3~4時間後では2ppbであり、6~7時間後ではその半分であったと報告されている^{1), 4)}。

ところで、石油中に含まれる個々の化合物の溶解度と、原油又は製品油を海水に混合したのち計測した場合には非常に異なるといわれている。一般には低分子の芳香族が一番溶けるとされており、ベンゼンでは約1000mg/lである。また、分子量と溶解度の間には一定の関係があることが知られている。また、ナフテン類は数10mg/l溶けるといわれ、低分子のパラフィン類でも10mg/l程度は溶解するとされてきた。しかし、炭化水素混合物である軽油や原油では、実測値は非常に小さく、溶解そのものが一般の可溶解物質とかなり異なった均一相が形成されていると考えられている⁸⁾。

以上調べたように、原油が海上に流出した場合の海水中（水相中）の油分は、流出の状況や流出後の時間、水深など各種要因によって異なるものの、概して低いことがわかった。

今回、油分除去の対象となる海水淡水化装置に入る海水中の油分は、その取水口の位置が水深数m（SWCC逆浸透膜式海水淡水化プラントでは4~12m）程度であり、また、油

(8.2.2)

が流出した場合、それが直ちに取水口に到達するとは考えにくいいため、かなり低濃度（おそらくppbレベル）であることが予想される。

このことから、本研究では調整する油分散海水（模擬油汚染海水）の油分目標値はかなりの余裕をもって10ppm程度に設定した。この程度の油分の油分散海水に対して十分な油分除去を行なうことが確認できれば、実際に原油流出が起これ、これによる油汚染海水が海水淡水化装置取水口に取り込まれた場合であっても当然十分な油分除去が行なえることになる。

2. 模擬油汚染海水の油種決定

2.1 A重油を用いる妥当性

(1) 目的

原油が海上に流出した場合の油汚染海水を人工的に調整するための油種について検討する。

文献調査によれば、原油が海上に流出した場合、初期の段階で油中の低分子化合物の多くは海水中に溶解する前に蒸発してしまう。油分のうち沸点270℃以下のものの多くはほぼ24時間のうちに蒸発するといわれており⁹⁾、これはパラフィンの場合、C₁₅以下に相当する。従って原油が海上に流出した場合には沸点270℃以上（パラフィン相当ではC₁₅以上）が主な成分と考えられ、これはA重油の炭素数分布に近い。そこで原油を海上に流出したときのシミュレーションを行ない、このときの試料中の炭素数分布を分析し、これとA重油の炭素数分布を比較することにより、試水調整にA重油を用いる妥当性について検討する。

(2) 実験方法

海上流出原油のシミュレーションを行ない、この試料とA重油の成分分布を比較した。

器具・試薬

赤外分光光度計（日本分光 IR-810）

GC分析装置

分液漏斗（2L）

海水

原油（Arabian light） 性状はTable 2 参照

A重油

四塩化炭素（和光 特級）

(8.2.2)

Table 2 本実験で用いた原油の性状

No.	Test Item	Test Reading	No.	Test Item	Test Reading	
1	Gravity Sp.GR., 15/4°C	0.8567	7	Metal Content on Crude V Wt.ppm	10.1	
	API 60°F	33.6		Ni .	3.2	
2	RVP, Kg/cm ² @37.8°C	0.250		Na .	2.5	
3	VIS. cst @37.8°C	—	8	Yield,Liq.,Vol.% (Modified Hempel) IBP-182°C	23.5	
	@50 °C	4.580		182-243°C	12.0	
	@ °C	—		243-316°C	14.5	
4	Sulfer, wt %	1.78		316-371°C	11.0	
5	Water & Sed.Vol % ,BS&W	0.02		371°C(+)	37.0	
	Water Vol %	0.00		Loss, vol %	2.0	
6	Dist.Atm.Pres., °C IBP	26		9	Reduced Crude (371°C)	—
	5%	94			SP.GR 15/4°C	0.9642
	10%	119			Vis @50°C Cst	496.5
	20%	176			Vis @98.9°C Cst	—
	30%	214	Sulfer wt %		3.39	
	40%	265	N wt %		0.19	
	50%	316	CCR wt %		11.5	
	60%	370	P.Pt °C		+12.5	
	70%					
	80%					
	90%					
		371°C Total Dist,vol %	61.0			

手順

1) 海上流出油のシミュレーションと分析用試料の調整

- ・分液漏斗に海水1,100ml, 原油550mgを加え、室温で300rpm, 30分振盪する。
- ・24時間静置後、海水1Lをとり、これを四塩化炭素で抽出し、IR法にて油分測定を、GC法にて油分の成分分析を行なった。

GC分析条件

装置	: 島津 GC-9A
カラム	: OV-101
検出器	: FID
キャリアガス	: N ₂
昇温条件	: 50→340°C 10°C/min.

(3) 結果及び考察

1) 海上流出油のシミュレーション試料分析結果

油分: 8.2ppm

成分: n-パラフィン相当でC₁₀~C₂₅ (Fig. 1)

2) A重油の分析

成分: n-パラフィン相当でC₁₀~C₂₅ (Fig. 2)

ただし成分分布比は原油の場合と異なる。

本実験の結果では海水中に分散する油分はn-パラフィン相当でおよそC₁₀~C₂₅程度の範囲であることが明らかになった。文献調査の結果によれば原油が海上に流出した場合、24時間以内に沸点270°C以下の炭化水素(n-パラフィンではC₁₅に相当)の多くは蒸発する⁹⁾といわれており、今回の結果はそれよりもかなり軽質分までの存在が確認された。

このような違いがみられた理由として、実際の海上の場合には風や波、その他種々の影響があり、軽質成分は本実験系での場合と比較して非常に蒸発しやすい状況であるのに対して、本実験系では振盪・混合後静置していたために、本来海上に油が流出した場合では蒸発してしまうような範囲の成分の炭化水素が本実験においては検出されたためと考えられる。また、重質成分の存在範囲はどちらの系であっても蒸発作用などの影響は受けないので大差はないと考えられる。

なお、実際に原油が海上に流出した場合、その成分分布は種々の条件の違いにより変動すると思われるので今回の実験結果に近い状況も可能性があると考えられる。

これらの結果から、原油が海上に流出した場合の成分分布とA重油の成分分布はそれぞれの存在比は異なるもののほぼ等しいと考えられる。このことから模擬的に油分散海水を調整するにはA重油を用いることによりその成分をうまく再現できる可能性のあることが示唆された。

(8.2.2)

*** BOILING RANGE DISTRIBUTION ***

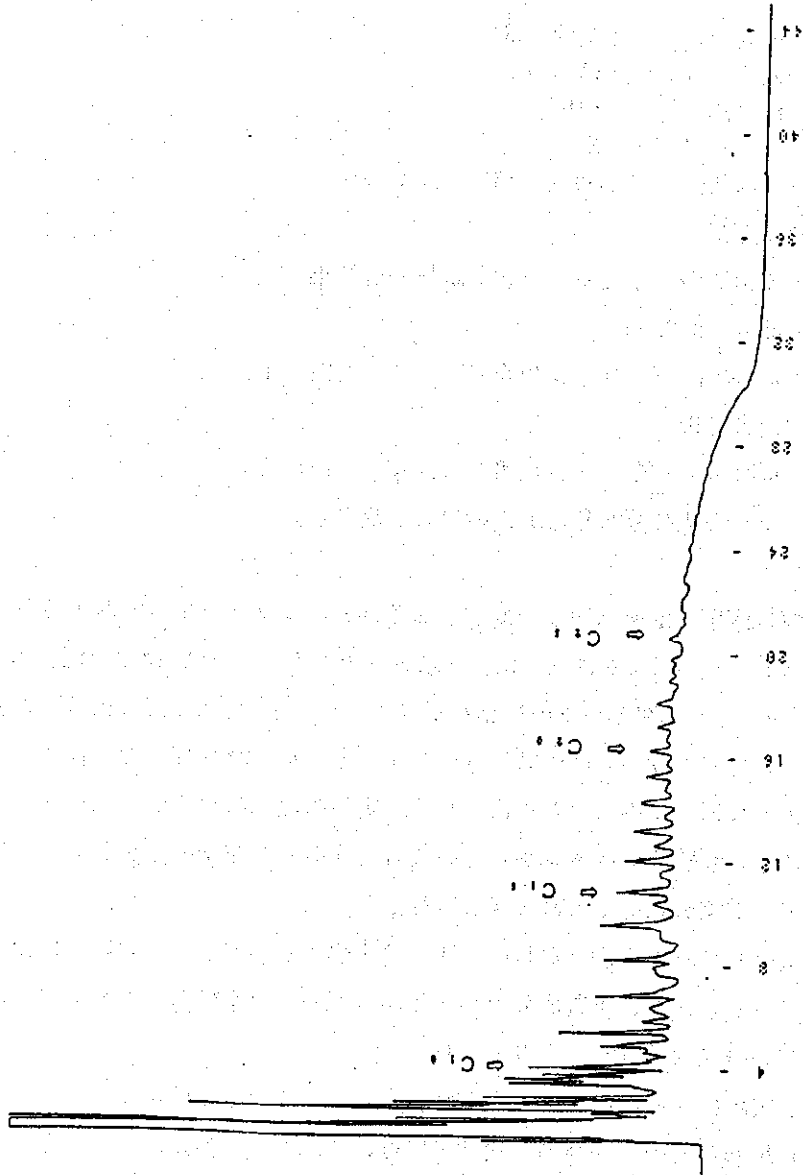


Fig.1 原油/海水 (混合1日後) のクロマトグラム

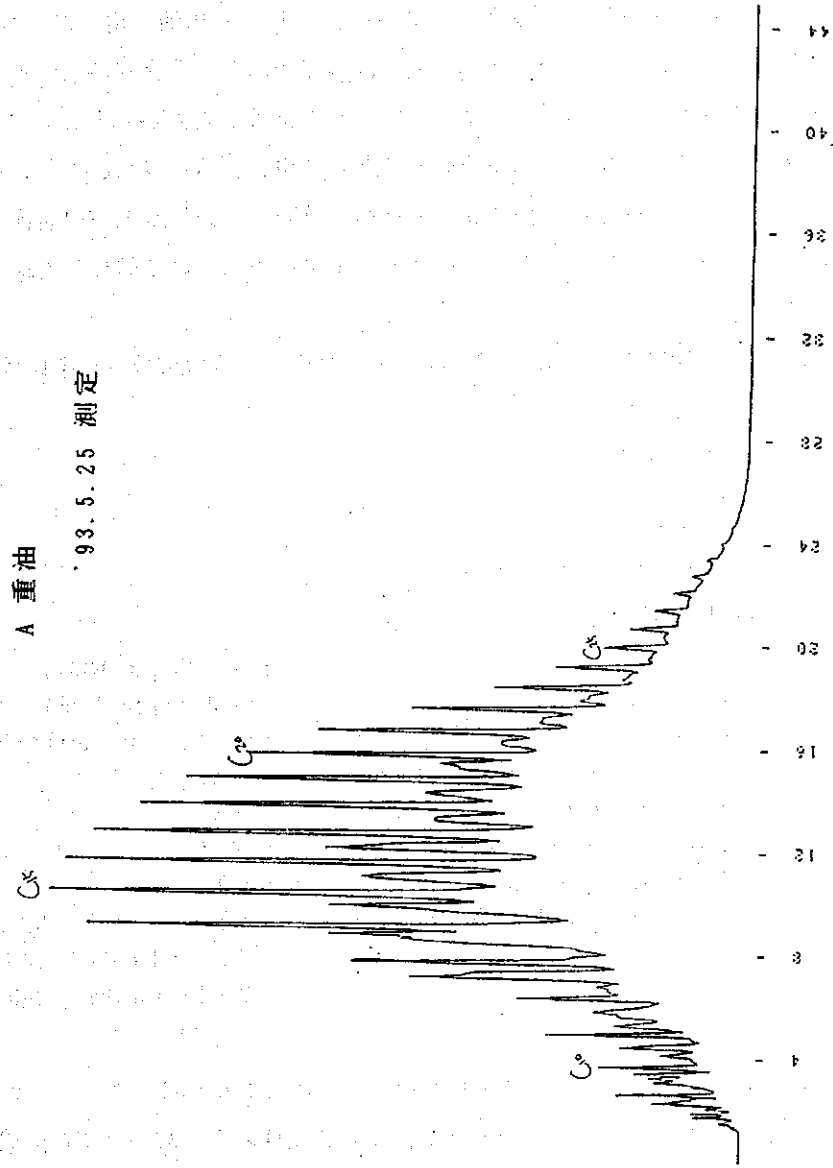


Fig.2 A 重油のクロマトグラム

2.2 ディーゼルオイルを用いる妥当性

(1) 背景・目的

現地での前処理装置を使用した油分除去実験はA重油を用いて行なう予定であったが、現地ではA重油及びその相当品の入手は困難であり、蒸発式海水淡水化装置用燃料であるディーゼルオイル (No. 2) は大量に入手できることが判明した。このような事情から、ディーゼルオイルを試水調整用の油種として用いざるを得ないことになった。

そこで、実験を行なう前に先にA重油の模擬油汚染海水調整用油種へ使用する妥当性を確認したのと同様に、ここではディーゼルオイルについて同様の確認を行なった。

(2) 実験方法

GC-MSを使用して、A重油およびディーゼルオイルの成分分布を比較した。

器具・試薬

GC-MS分析装置

海水

A重油

ディーゼルオイル (No. 2)

GC-MS分析条件

Analyzer	: HP 5880-GC-MSD HP 5970B
Recorder	: HP Plotter 7475A
Column	: HP 1, 25m capillary
Quantity of injected volume	: 3 μ l
Temperature of column oven	: 50°C
Temperature of interface	: 280°C
Injection temperature	: 250°C
Gradient of column temperature	: 1) Initial : 50°C, 3min. 2) Gradient : 10°C/min. 3) Finishing : 280°C, 10min.

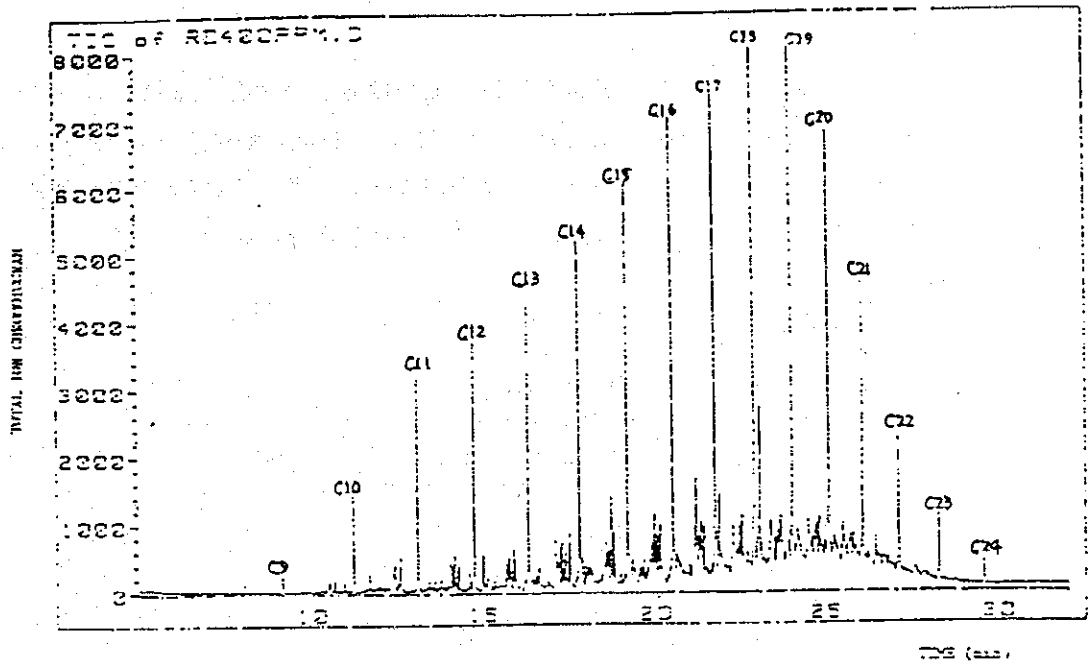
(3) 結果及び考察

A重油とディーゼルオイルの成分分布を、Fig. 3に示す。ここに示したようにA重油と比較してディーゼルオイルのほうが存在する成分の炭素数がわずかに軽質分にシフトしていた (A重油: C₁₀~C₂₅, ディーゼルオイル: C₉~C₂₄) が、その差はわずかであり、原油を海水に添加し、一日経過した後の成分分布と大差なかった。

以上の結果からディーゼルオイルもまた、A重油と同様に油分散海水調整用油種として使用することにより、原油が海上に流出したときの模擬汚染海水として有効である可能性のあることが示唆された。

(8.2.2)

ディーゼルオイル FIGURE 3: A- GC MASS SPECTRUM OF LIGHT DIESEL #2
(Oil Concentration in Sample 400 ug/L)



A 重油

B- GC MASS SPECTRUM OF STANDARD JAPANESE FUEL
OIL A (Oil Concentration in Sample 100 ug/L)

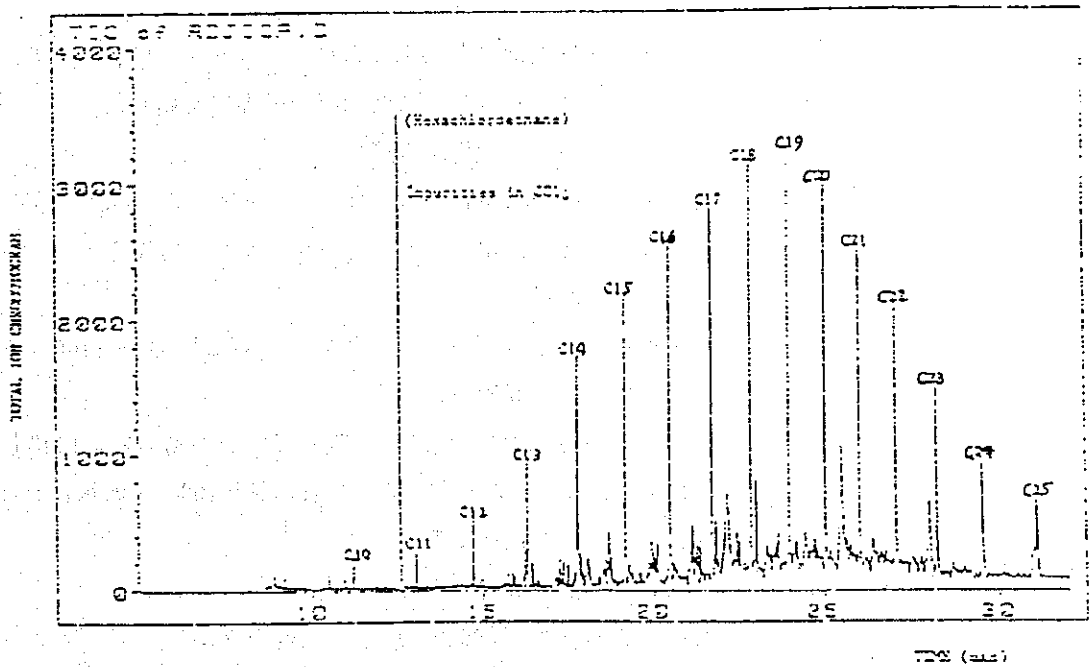


Fig. 3 ディーゼルオイルとA重油の成分分布

(8.2.2)

3. ビーカースケールでの検討

3.1 ミキサー法と超音波法の比較

(1) 目的

ベンチスケールでの油分調整装置で油分散海水を調整する際、その調整量は最大 $4\text{ m}^3/\text{hr.}$ と非常に多量であるため、前回用いられたミキサー法を適用するのは現実的ではない。ここではこのような大量の試料調整に有望と考えられる超音波法による試水調整をビーカースケールで検討し、その有効性を確認する。

(2) 実験方法

器具・試薬

油分分析計 (堀場 OCMA-220)
ミキサー (ナショナル MX-X1)
超音波洗浄器 (Blackstone HT-1.9, 5 A, 0.6kVA)
顕微鏡 (オリンパス VANOX-S, AH-2)
三角フラスコ (2L, 1L)
マグネティックスターラー
海水
A重油

油分測定法

簡易油分計法 (四塩化炭素抽出赤外法)

手順

それぞれ以下の手順で油分散海水の調整を行なった。尚、ミキサー法は平成3年度の SWCC-JICAによる共同研究の際に実施した手法である。

1) ミキサー法による油分散海水調整¹⁰⁾

- ・海水1LにA重油を5000ppm添加し、ミキサーにて分散を20分間行なう。この操作の際、海水の温度上昇を防ぐため、時々ミキサーを止め、氷を用いて冷却する。
- ・5分間静置後、サイフォンを用いて、容器底部から700mlを別の容器に移し更に60分静置を行なう。
- ・サイフォンを用いて、容器底部から500mlを別の容器に移し、ミキサーにて分散を5分間行なう。得られた試料100mlを海水700mlに添加し、100rpmで5分間攪拌する。

2) 超音波法による油分散海水調整

- ・海水にA重油を5000ppm添加し、一晚マグネティックスターラーにて攪拌した後、超音波洗浄器にて超音波処理を20分間行なう。
- ・超音波処理後10分間静置し、次いでサイフォンを用いて、容器底部から650mlを別の容器に移す。

(8.2.2)

- ・海水を入れたビーカーに上記試料を加え、超音波処理を更に10分間行なう。

(3) 結果及び考察

Table 3 にそれぞれの方法における比較を行なった。この中でもっとも大きな違いは所要時間が約3倍も異なっているにも関わらず、油滴径はむしろ超音波法の方が小さかった。この油滴径の違いはミキサー法と比較して超音波法の方が分散エネルギーが大きいためと考えられる。油滴径は小さいほうが油滴の浮上速度が小さく、それはすなわち油分の安定性に寄与する。

Table 3 油分散海水調整法の比較

	超音波法	ミキサー法
主な油滴径	$<1 \mu\text{m}$	$1\sim 2 \mu\text{m}$
調製時の温度変化	25→30 °C	21→35 °C
所要時間	約 1hr.	約 3 hr.

本実験では超音波ホモジナイザーの代わりにこれより非力な超音波洗浄器を用いたが、この場合でも油滴は非常に小さく、これでも油分は十分に安定であったため、以後のビーカースケールの実験には超音波法を適用した。

3.2 超音波法での検討

(1) 目的

超音波法にてビーカースケールでの油分散海水の調整を行ない、得られた試料について成分分布の確認及び安定性の評価を行なう。

(2) 実験方法

器具・試薬

超音波洗浄器 (BRANSON B 5200 ; 47kHz, 120W)

三角フラスコ (1L)

GC分析装置

海水

A重油

TOC分析計 (島津 TOC-500)

顕微鏡 (オリンパス BHS-PC-B-SW)

ビーカー

ピペット

油分測定法

TOC法

(8.2.2)

手順

- ・以下のフローチャートに従い油分散海水を調整する。
- ・調整した油分散海水を四塩化炭素で抽出し、GC法にて油分の成分分析を行った。

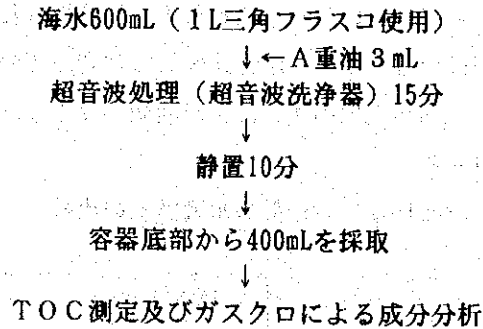


Fig. 4 油分散海水調整法

GC測定条件

装置：島津 GC-9A
カラム：パックドカラム(OV-101)
検出器：FID
キャリアガス：N₂
昇温条件：50→340°C, 10°C/min.

(3) 結果及び考察

油分散海水を調整し、油分の成分分析を行なった結果、n-パラフィンで炭素数8~25前後の炭化水素類の存在を確認した (Fig. 5)。

油滴径は主に1 μm程度以下であり、また、大部分の油滴は3 μm程度以下と大変微細であった (Fig. 6)。得られた油分散海水は初期濃度が40ppm程度のもので1時間程度は安定であり、また20時間程度の静置を行なった場合には、初期濃度が10ppm程度の油分散海水では、その油分は経時的に低下するものの著しく低下することはなかった (Fig. 7, 8)。

Fig. 1に示したように、海水に原油を添加し振盪後1日静置して成分分析を行なったときの炭素数分布はn-パラフィンで炭素数10~25前後であった。このときの各成分比とは異なるものの今回成分分析を行なった試料においても同様な炭素数分布であり、原油が海上に流出したときのモデル海水として利用できると思われる。

超音波法により調整した油滴径は主に1 μm以下と非常に小さいため、油滴の浮上速度も小さく、これが油分安定性に寄与していると考えられる。

以上のことから油分散海水の調整法として、油種としてA重油を用い、これを超音波法にて分散させる方法が有効であることが明らかとなり、前処理装置における油分添加調整装置には本法をスケールアップした方法で油分散海水を調整することにした。

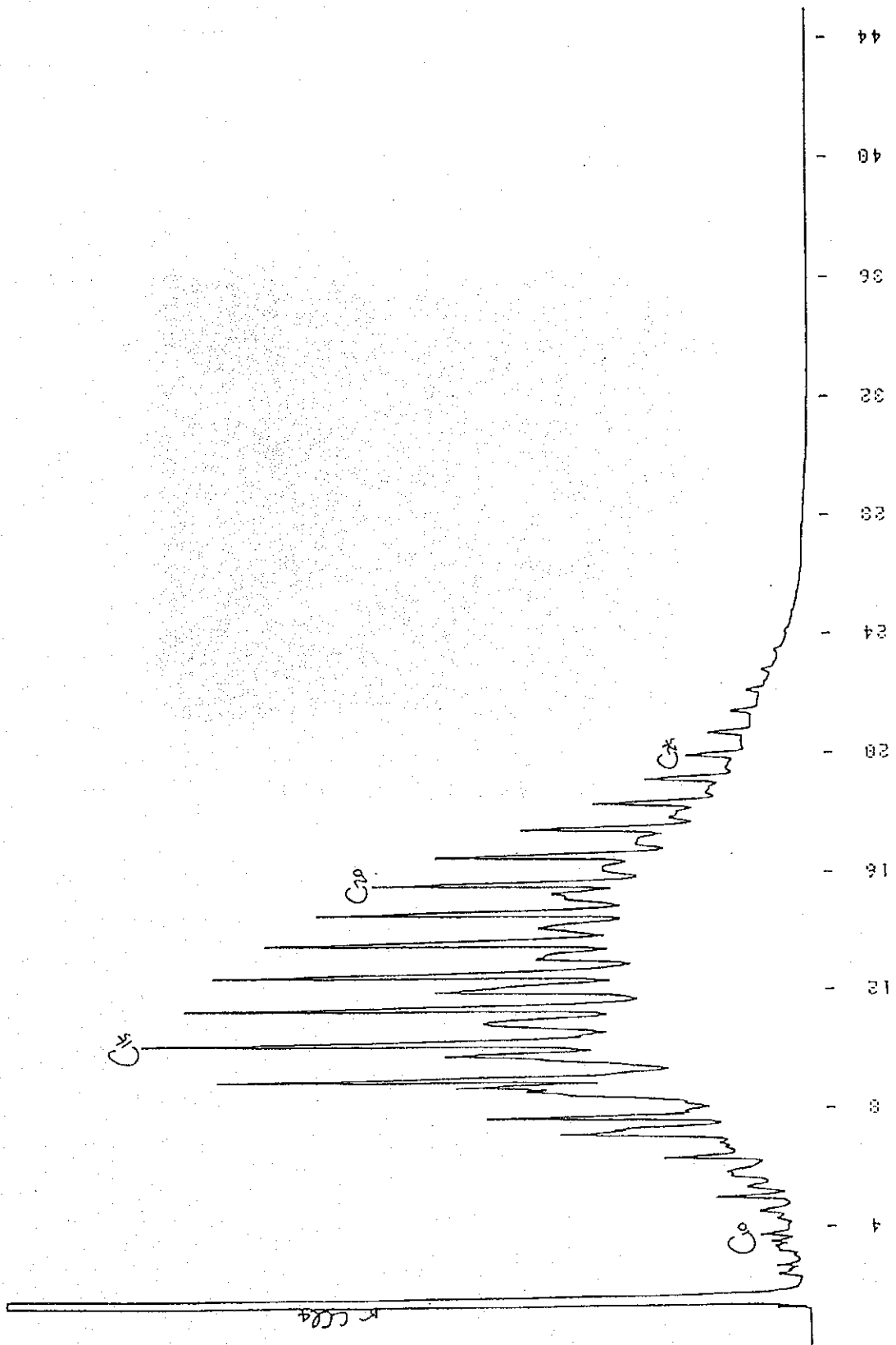


Fig. 5 A 重油分散海水のクロマトグラム

(8.2.2)



Fig. 6 超音波法にて調整した油分散海水

(8.2.2)

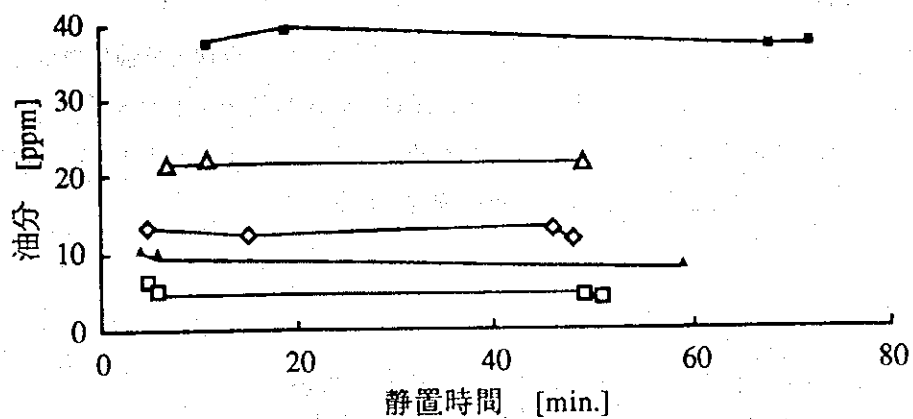


Fig. 7 超音波法にて調整した油分散海水の経時変化 (1)

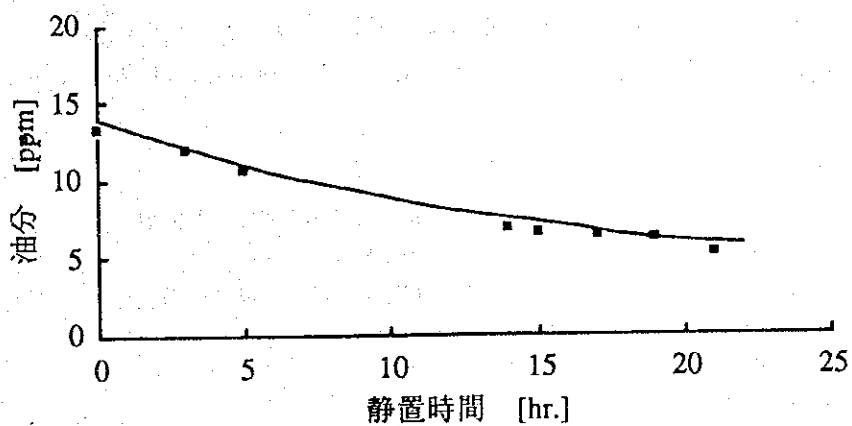


Fig. 8 超音波法にて調整した油分散海水の経時変化 (2)

(8.2.2)

(参考) ディーゼルオイルを用いたときの油分散海水の成分分析

(1) 背景・目的

“2.2 ディーゼルオイルを用いる妥当性”で述べたように、現地での前処理装置を使用した油分除去実験の際、当初予定していたA重油及びその相当品が使用できず、急速ディーゼルオイルを用いて実験を行なうことになったため、ここではディーゼルオイルを用いて超音波法による油分散海水を調整し、成分分布の確認を行なった。

(2) 実験方法

器具・試薬

GC-MS分析装置

超音波ホモジナイザー (超音波工業 USH-300Z20S)

ペリスタリックポンプ (東京理化工機 RP-1000)

シリコンチューブ

海水

ディーゼルオイル No. 2

メチレンクロライド (Fisher, Optima グレード)

手順

- ・ 1Lの海水をペリスタポンプで超音波ホモジナイザー内を循環させながら、2.5mlのA重油を海水の循環しているシリコンチューブに注入し、そのまま10分間超音波処理を行なう。
- ・ 得られた濃厚油分散水を海水にて希釈し、約30ppmに調整する。
- ・ 調整した油分散海水をメチレンクロライドで抽出し、GC-MSにて油分の成分分析を行なう。

GC-MS分析条件

Analyzer	: HP 5880-GC-MSD HP 5970B
Recorder	: HP Plotter 7475A
Column	: HP 1, 25m capillary
Quantity of injected volume	: 3 μ l
Temperature of column oven	: 50°C
Temperature of interface	: 280°C
Injection temperature	: 250°C
Gradient of column temperature	: 1) Initial : 50°C, 3 min. 2) Gradient : 10°C/min. 3) Finishing : 280°C, 10min.

(3) 結果及び考察

油分散海水を調整し、油分の成分分析を行なった結果、n-パラフィンで炭素数9~24前後の炭化水素類の存在を確認した (Fig. 9)。これはA重油の場合と比較してごくわずかに軽質分にシフトしていたが、その差はわずかであり、原油を海水に添加し、一日経過した後の成

(8.2.2)

分分布と大差なかった。

油滴径は主に $1\ \mu\text{m}$ 以下であり、また、大部分の油滴は $3\ \mu\text{m}$ 程度以下であった。これはA重油のときと同様であり、今回は時間的制約からこの油分散海水の安定性は調べられなかったが、A重油の場合の油滴径と同様であることからこのディーゼルオイルを用いて調整した油分散海水もA重油の時と同様に安定であると考えられる。

このことからディーゼルオイルを用いた場合であっても油分散海水の調整法として、超音波法が有効であると考えられる。

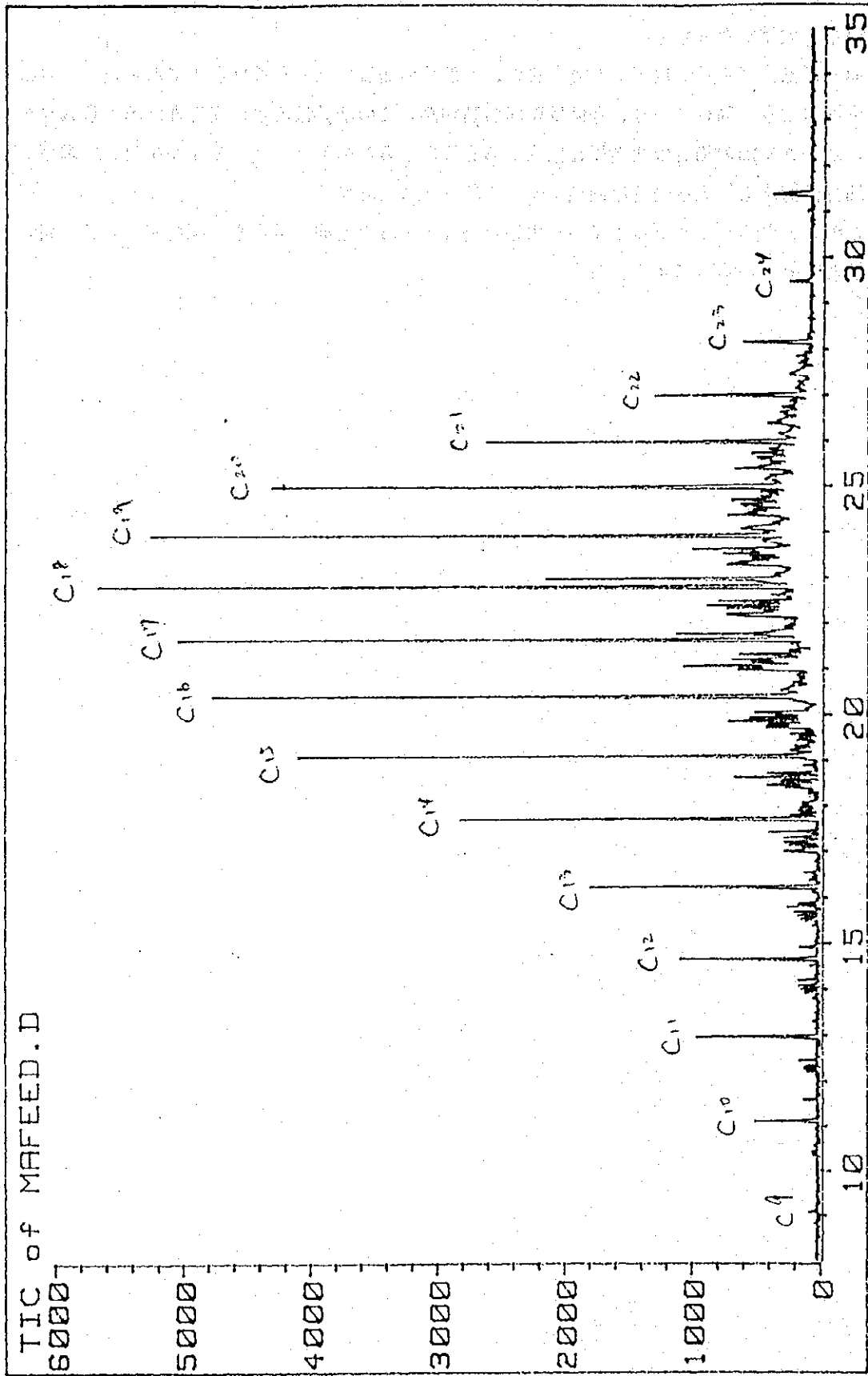


Fig. 9 ディーゼルオイル分散海水のクロマトグラム

4. ベンチスケールでの検討

(1) 目的

超音波法を採用した前処理装置の油分添加調整装置で調整した油分散海水が、目的とする油分(約10ppm)及び量を満足していることを確認する。

(2) 実験方法

器具・試薬

- 油分添加調整装置
- 蛍光分光光度計(日本分光 FP-770)
- 顕微鏡(オリンパス BHS-PC-B-SW)
- 分液漏斗(100ml)
- ガラス製漏斗
- 分液漏斗振盪機(岩城 KM-SHAKER, V-SN)
- 濾紙(Advantec, 5A ϕ 11cm)
- メスフラスコ(25ml)
- 海水
- A重油
- イソオクタン(関東化学 蛍光分析用)
- 無水硫酸ナトリウム(和光 特級)

油分測定法

蛍光光度法

手順

各種予備検討の結果から、それぞれの装置をFig. 10 のようにして運転した。

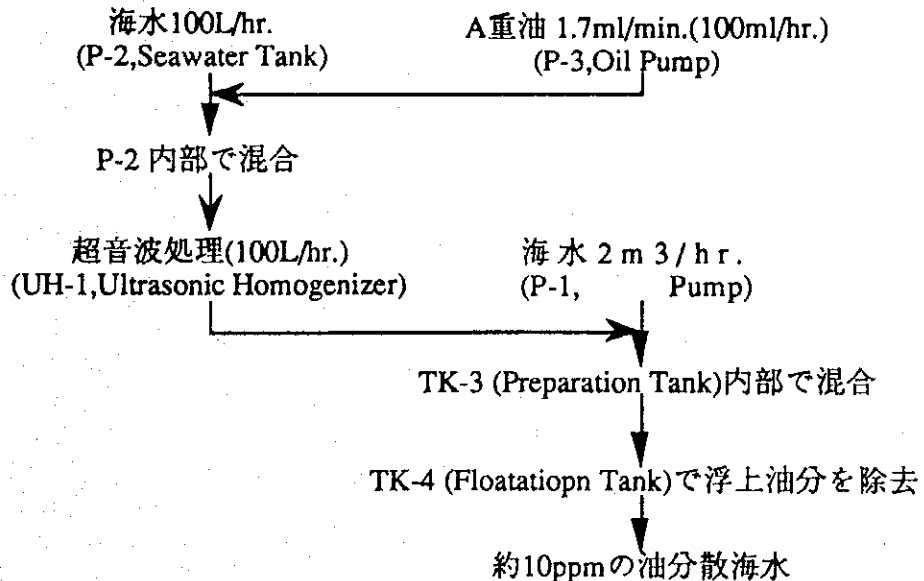


Fig. 10 油分添加調整装置による油分散海水調整法

(8.2.2)

測定条件

スリット幅：励起 10nm, 蛍光 10nm

励起波長 : 310nm

蛍光波長 : 343nm

(3) 結果及び考察

Fig. 10に示した手順により、目的濃度（約10ppm）の油分散海水が調整できた。この油分散海水は油滴径がおよそ1～3 μ m程度と非常に微細でかつ均一であった（Fig. 11）。この方法により、油分散海水を大量に調整することが可能であることが確認された。

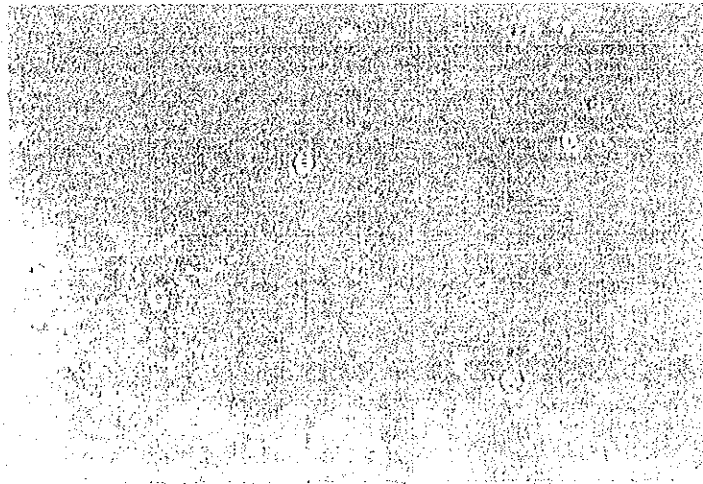


Fig. 11 油分添加調整装置により調整された油分散海水（ $\times 100$ ）

5. まとめ

- 1) 原油が海上に流出した場合、軽質分は蒸発し、また重質分は沈降してしまうので油汚染海水調整の際にはこれを考慮した油種を使用する必要がある。
- 2) A重油あるいはディーゼルオイルの成分分布は原油が流出して一日経ったときの成分分布範囲に近く、これらは実験用の油種として適している。
- 3) 試水調整法（油分散法）としてはミキサー法、超音波法があるが、調整時間の短さ、油滴径の小ささ（油分安定性に寄与）から超音波法が有利。
- 4) 超音波法による試水調整でベンチスケール実験で必要とする量（4 ton/hr.）及び油分（10ppm）を満足することを確認した。

6. 参考文献

- (1) Mackay, D. and MaAuliffe, C.D. " Fate of Hydrocarbon Discharged at Sea ", Oil & Chemical Pollution, 5, 1-20, 1988
- (2) Hassan, Ata M. et.al, " Performance Evaluation of SWCC SWRO Plants Part II ", SWCC・Research Activities and Studies, 2, 94-121, 1991
- (3) Jhonson, J.C. et.al, " Physical and Chemical Behavior of Small Crude Oil Slicks on the Ocean ", ASTM Special Technical Publication 659, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 141-158, 1978
- (4) MaAuliffe, C.D. et.al, " Dipersion and weathering of chemically treated crude oils on the ocean ", Environmental Science and Technology, 14, 1509-1518, 1980
- (5) Audunson, T. et.al, " The Experimental Oil Spill on Haltenbanken 1982 ", Continental Shelf Institute, Norway, Publication No.112, 1984
- (6) Law, R.J., " Determination of petroleum hydrocarbons in water, fish, and sediments following the Ekofish blowout ", Mar. Pollut. Bull., 9, 321-324, 1978
- (7) Boehm, P.D. et.al, " Investigation of the transport and fate of petroleum hydrocarbons from the Ixtoc-1 blowout in the Bay of Campeche - sampling and analytical approaches", Energy and Environmental Chemistry, Vol. 1, ed. L.H. Keith, Butterworth, Stoneham, MA, 129-159
- (8) 吉村広三, " 海洋の油汚染と分析法 ", 環境と測定技術, 14 [11], 47-58, 1987
- (9) " 多段フラッシュ法海水淡水化施設の油汚染対策に関する調査研究 ", 産業研究所, 1991
- (10) 北川正博 他, " 原海水中の油除去に対する凝集剤の効果 ", 国際協力事業団, サウディアラビア王国 海水淡水化技術協力調査報告書, 1992

8.2.3 油分吸着実験

目 次

1. 凝集濾材の比較	1
(1) 目的	1
(2) 実験方法	1
(3) 結果及び考察	4
2. 活性炭による油分除去	16
(1) 目的	16
(2) 実験方法	16
(3) 結果及び考察	18
3. まとめ	19
4. 参考文献	19

(8.2.3)

図 一 覧

図番	題 名	頁
Fig. 1	油分添加調製装置による油分散海水調製法	2
Fig. 2	凝集濾過法による油分除去実験フロー	3
Fig. 3	アンスラサイト+砂による凝集濾過	5
Fig. 4	アンスラサイトにおける出口油分と差圧の関係	5
Fig. 5	高分子+砂による凝集濾過	6
Fig. 6	高分子濾材における出口油分と差圧の関係	6
Fig. 7	砂ろ過塔2基連結による油分の直接ろ過	7
Fig. 8	砂ろ過装置におけるろ過差圧とろ過水の油分濃度	7
Fig. 9	GC-MS クロマトグラム	9
Fig. 10	油汚染海水前処理スキーム	11
Fig. 11	濾材の違いによる凝集濾過法での油分除去	15
Fig. 12	油分添加調整装置による油分散海水調整法	17
Fig. 13	活性炭による油分除去	18
Fig. 14	活性炭塔出口試料 (×100)	18

8.2.3 油分吸着実験

1. 凝集濾材の比較

(1) 目的

これまでに確立された凝集条件を用いて、凝集濾過による油分散海水の油分除去の状況を、通常の濾材（アンスラサイト）と高分子濾材の場合について把握する。また、それぞれの濾材に対して逆洗を行い、逆洗による再生能の比較を行なう。更に、凝集濾過法により除去できない油分の性状についての検討を行う。

(2) 実験方法

器具・試薬

油分添加調整装置

油分吸着除去装置

GC-MS分析装置

蛍光分光光度計（島津 RF-1501）

顕微鏡（オリンパス VANOX-S, AH-2）

超音波ホモジナイザー（超音波工業 USH-300Z20S）

振盪器（ヤマト科学, SA-31）

分液漏斗（100ml）

ガラス製漏斗

濾紙（Advantec 5A, ϕ 11cm）

メスフラスコ（25ml）

ビーカー

ピペット

メンブレンフィルター（ミリポア, ϕ 47mm, 材質：ポリカーボネイト, 孔径 0.4, 0.2 μ m）

フィルターホルダー（ミリポア, ϕ 47mm用, 材質：ポリプロピレン）

シリンジ（50ml用, 材質：ポリプロピレン）

Kuderna-Danish 濃縮装置

海水

ディーゼルオイル No. 2

無水硫酸ナトリウム（関東化学, 特級）

イソオクタン（Fisher Science, HPLC グレード）

四塩化炭素（BDH, 分析用グレード）

メチレンクロライド（Fisher, Optimaグレード）

砂（0.6mm）

アンスラサイト（1.0mm）

高分子濾材（Chemceptor CM 121, 1.0mm）

塩化第二鉄溶液（要薬品）

手順

それぞれ以下のような手順にて操作を行なった。

(8.2.3)

1) 油分散海水の調製

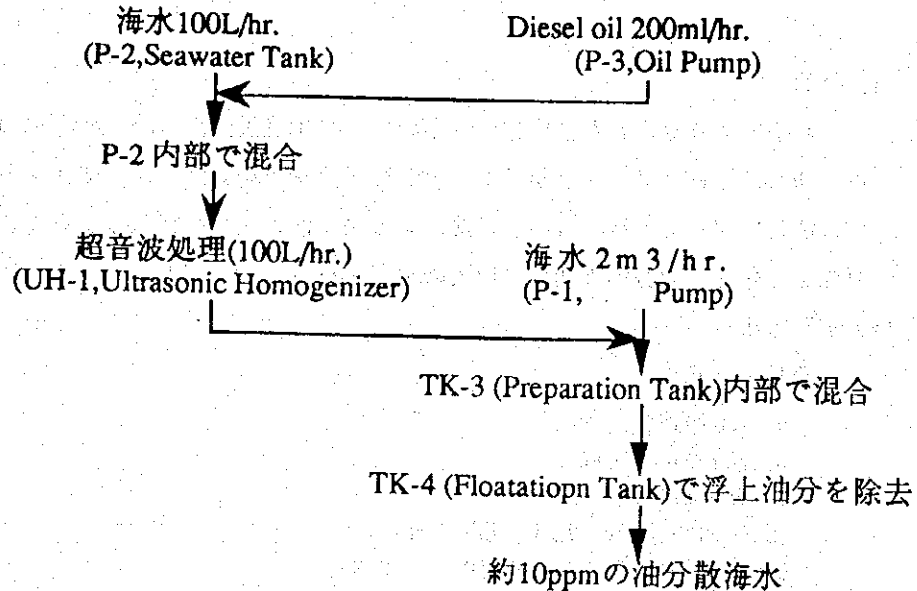


Fig. 1 油分添加調製装置による油分散海水調製法

2) 各種濾材による油分除去性能検討

これまでに実施してきたSWCC-JICAの共同研究の結果から、今回は凝集剤に塩化第二鉄を用いた凝集濾過法について検討し、また、その他の詳細な実験条件は国内で実施した予備実験の結果から決定した。

超音波法にて調製したおよそ5~10ppmの油分散海水に凝集剤を添加したものを、アンスラサイトまたは高分子濾材を充填した濾過塔に通水し、経時的にその出口油分濃度及び差圧を測定し、一部の試料についてはGC-MSによる分析を行った。

国内実験の結果から、油分散海水に凝集濾過処理を行なった後の残存油分は砂濾過ではほとんど除去されないことが判明している。しかし、実際のシステムでは装置のトラブルや、逆洗タイミングの判断ミスにより第一段の濾材からフロックの越流がおこった場合には、後段に砂濾過塔を設置しておくことによりフロックは捕捉され、その下流に設置したRO膜を保護することができると考えられる。従って、実際にはこのような接続になると考えられるため、ここではこのような接続(第二段目に砂濾過塔を設置)を前提として凝集濾過を行なった。

凝集剤の添加ポイントは、送液ポンプ直前とし、油分散海水と凝集剤は、送液ポンプで混合された後、凝集反応塔を通過してから濾過塔に入るようにした

(8.2.3)

(Fig. 2)。

濾材の破過後には水逆洗を行い、逆洗による再生能について検討した。また、凝集濾過実験前後における油分散海水の性状についての検討を行うため、凝集濾過実験における試料の一部について、メンブレンフィルターによる濾過を行ない、その前後の油分を測定した。

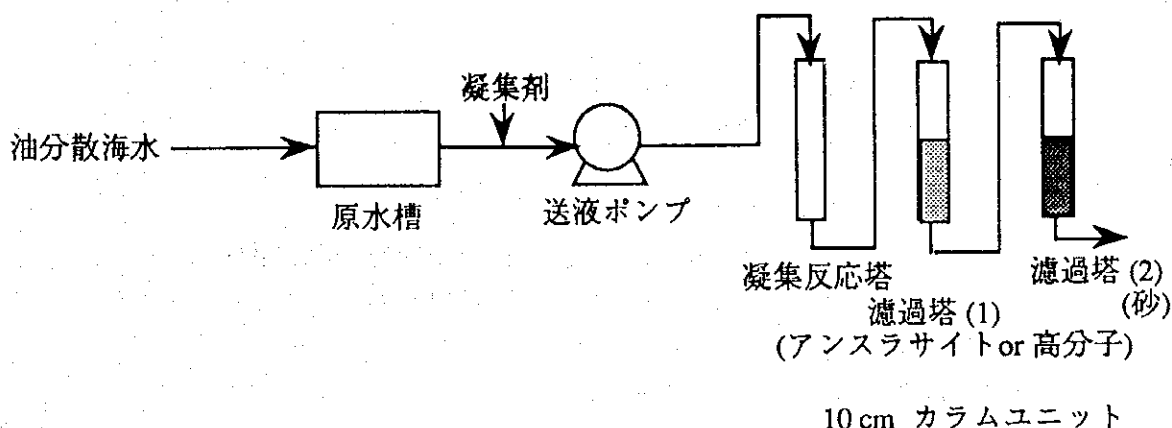


Fig. 2 凝集濾過法による油分除去実験フロー

実験条件

- カラムサイズ : $\phi 10\text{cm}$, L 100cm
濾材 : アンスラサイト (1.0mm), 高分子濾材 (Chemceptor CM121), 砂 (0.6mm)
濾材高 : 50cm
通水速度 : 80L/hr. (LV 10m/hr., SV 20/hr.)
凝集剤 : 塩化第二鉄, 10ppm (as FeCl_3)
凝集反応塔 : $\phi 10\text{cm}$, L 100cm; 1本
凝集反応時間 : 12分
逆洗方法 : アンスラサイト、砂の逆洗
1) 各濾材所定のLV*にて海水により5分間逆洗
2) 逆洗ブローを運転し、空気で10分間逆洗
3) 各濾材所定のLV*にて海水により10分間逆洗
高分子濾材の逆洗
1) 所定のLV*にて海水により120分間逆洗
- * : 濾材の空隙比から求められる最適展開率を与える流速でのLVであり、それぞれ以下の通り。
・アンスラサイト : 30m/hr.
・高分子 : 10m/hr.
・砂 : 50m/hr.

GC-MS分析条件

- Analyzer : HP 5880-GC-MSD HP 5970B
Recorder : HP Plotter 7475A
Column : HP1, 25 m capillary

(8.2.3)

Quantity of injected volume : 3 μ l
Temperature of column oven : 50°C
Temperature of interface : 280°C
Injection temperature : 250°C
Gradient of column temperature : 1) Initial : 50°C, 3 min.
2) Gradient : 10°C/min.
3) Finishing : 280°C, 10min.

測定条件

スリット幅 : 励起 10nm, 蛍光 10nm
励起波長 : 306nm
蛍光波長 : 336nm

メンブレンフィルターによる濾過

フィルター : ϕ 47mm, 孔径0.2 μ m (ミリポア製, GTTP04700)
濾過方法 : PP製注射筒に試料を入れ加圧濾過

(3) 結果及び考察

1) 凝集濾過法による油分除去

Fig. 3, 5 にアンスラサイト+砂、及び高分子+砂での凝集濾過法による油分除去の経時的な変化を、また、Fig. 4, 6, 7, 8 にはそれぞれの第一カラムでの油分及び差圧の変化を、更に、Fig. 9 にはそれぞれの試料のGC-MSによるクロマトグラムを示す。

これらのデータから以下のことが明らかになった。すなわち、

- ・凝集濾過法で油分のほとんどを除去することができたが溶解性と考えられる油分（主に低分子の芳香族化合物）はアンスラサイトのような通常の濾材では除去できなかった。
- ・高分子濾材を用いた場合には分散油分だけでなく、溶解性と考えられる油分も除去された。
- ・破過までの時間は、濾材が新品の状態ではアンスラサイトではおよそ22時間であったのに対し、高分子ではおよそ10時間とアンスラサイトより短かった。
- ・差圧の上昇はアンスラサイトの方が高分子より大きかった。また、高分子では差圧の上昇がアンスラサイトと異なり、途中で頭打ちとなった。

Fig. 4, 6 からは、アンスラサイト及び高分子による油分除去性能の差は小さくない。しかし、どちらの場合ともFeedに対してはほとんどの油分は除去されており（Fig. 9 (A, B, C, D)）、その差は溶解性油分と考えられる低分子の芳香族化合物が残存しているか否かである（Fig. 9 (E, F)）。

Fig. 3 では6~10ppm 前後のFeed中の油分に対してアンスラ後の油分は約1ppm前後と比較的大きいが、その残存油分はFig. 9 (E) に示したように芳香族化合物である。この試料の成分分布は油分散海水を膜濾過した試料の成分分布と比較的似ていることから、これらも溶解性の油分であると考えられる。ここでは主として芳香族化合物からな

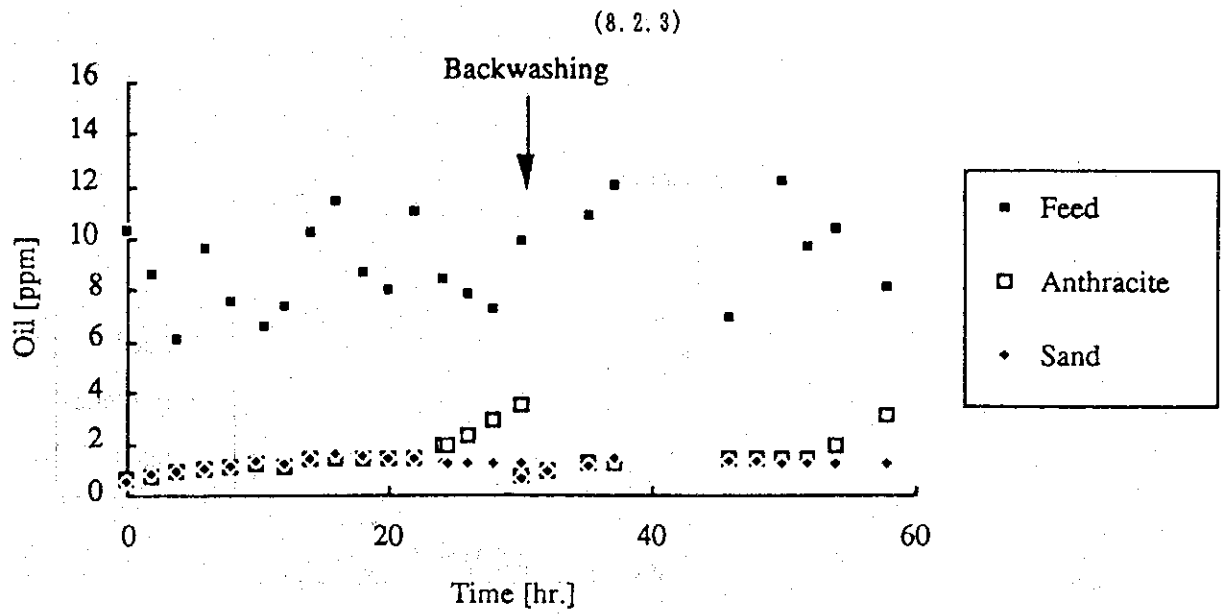


Fig.3 アンスラサイト+砂による凝集濾過

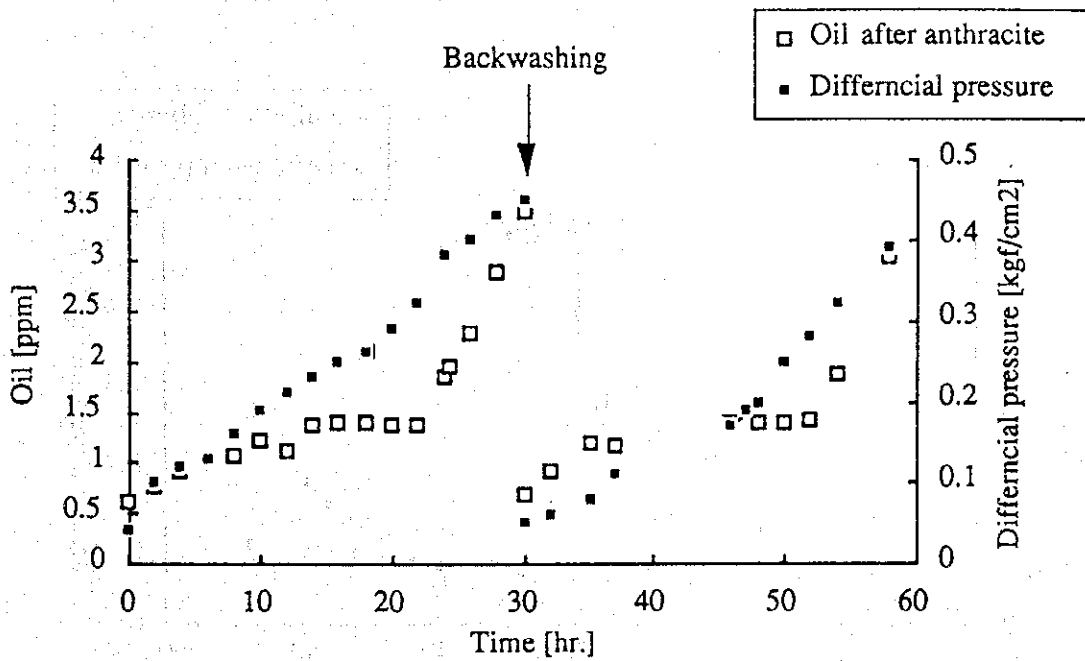


Fig.4 アンスラサイトにおける出口油分と差圧の関係

(8.2.3)

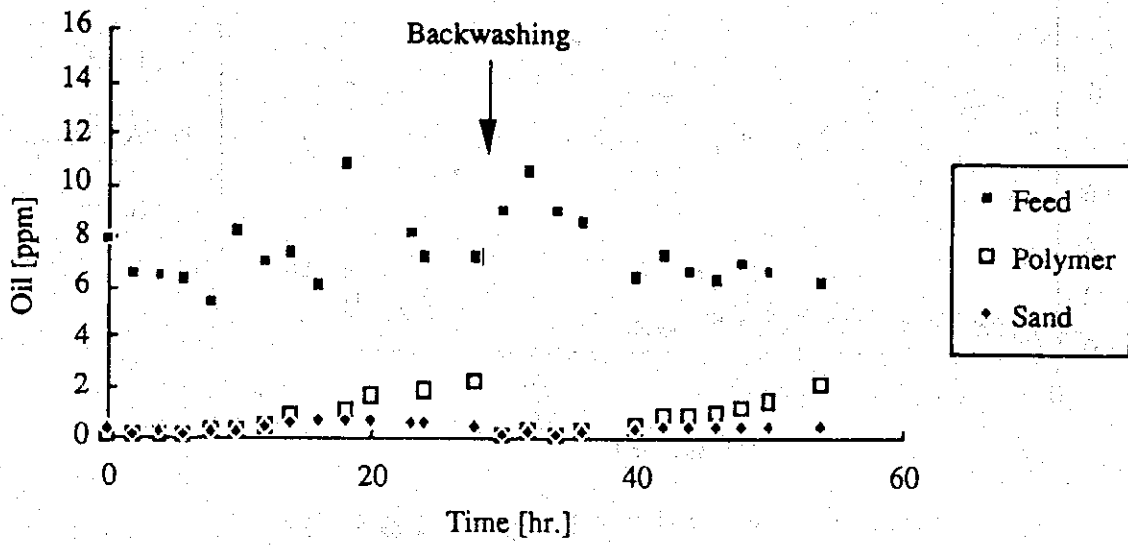


Fig. 5 高分子+砂による凝集濾過

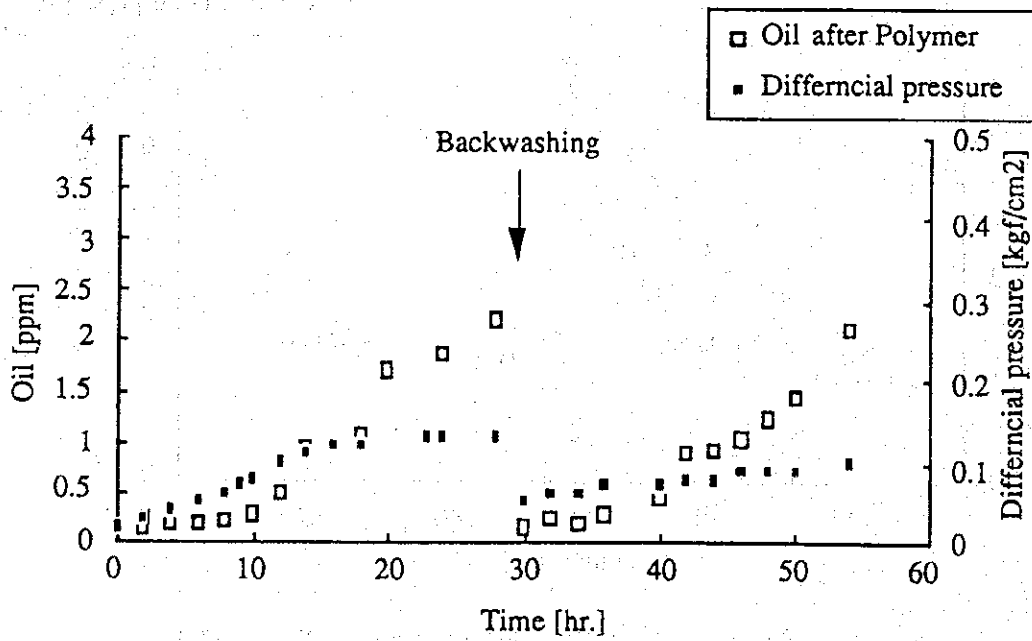


Fig. 6 高分子濾材における出口油分と差圧の関係

(8.2.3)

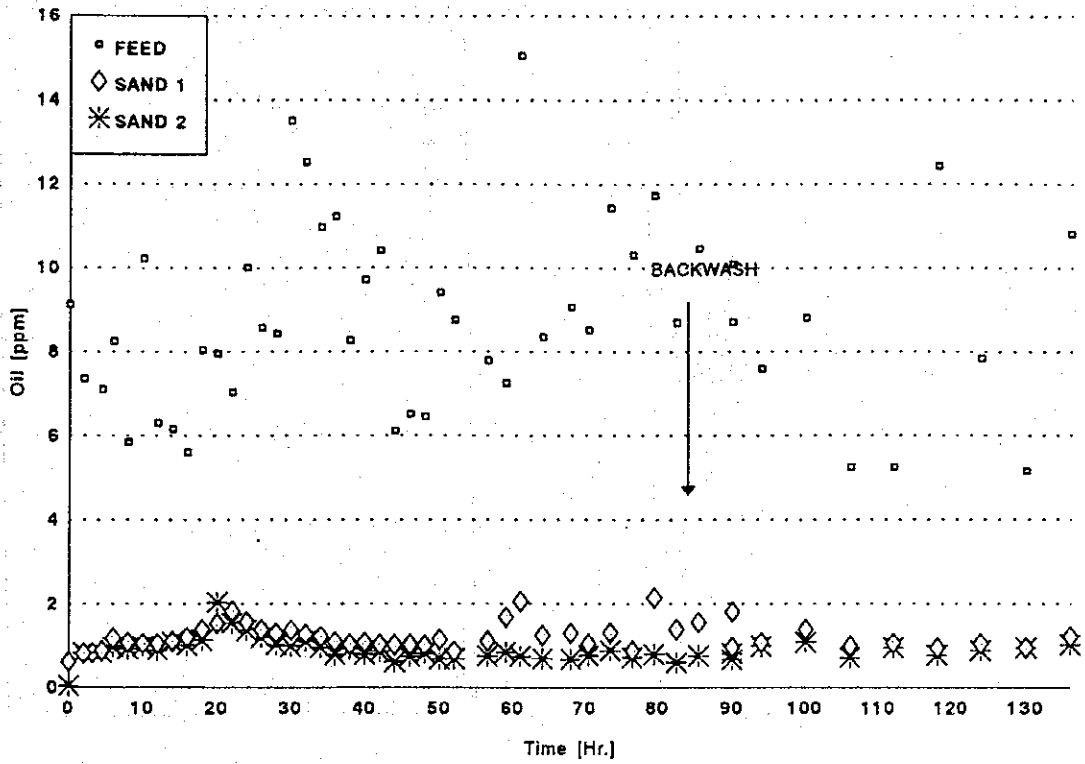


Fig. 7 Direct filtration based on Sand + Sand

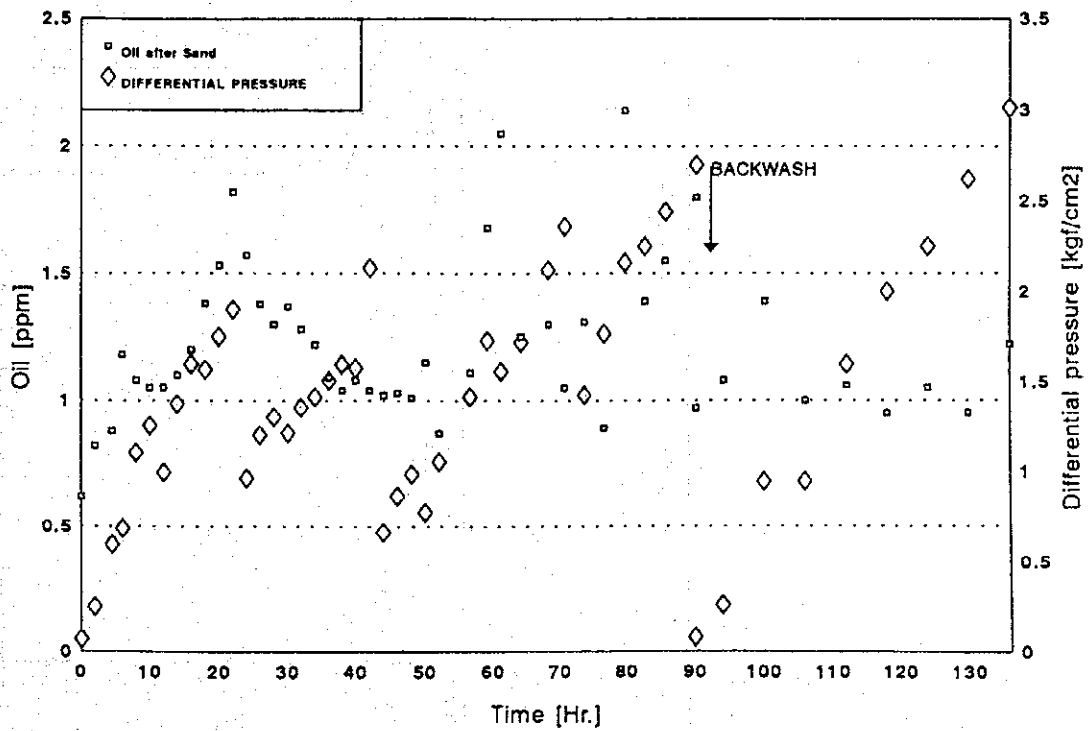
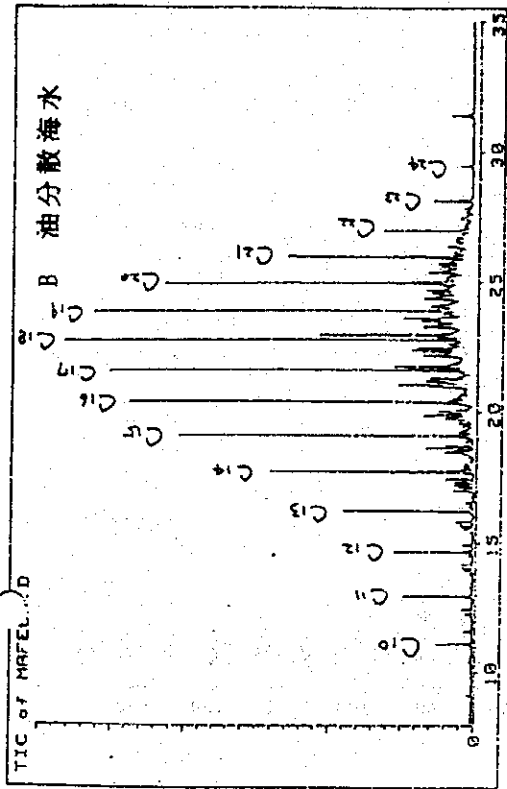
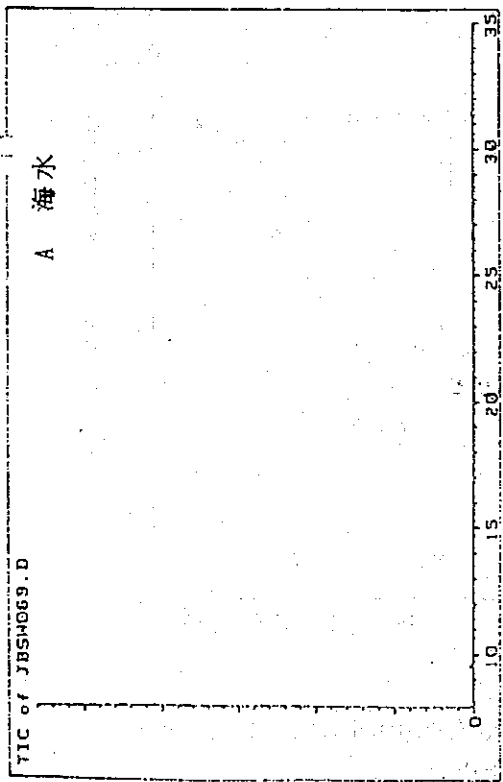


Fig. 8 Relationship between Outlet Oil Content and Pressure Differential for Sand Filter



(8.2.3)

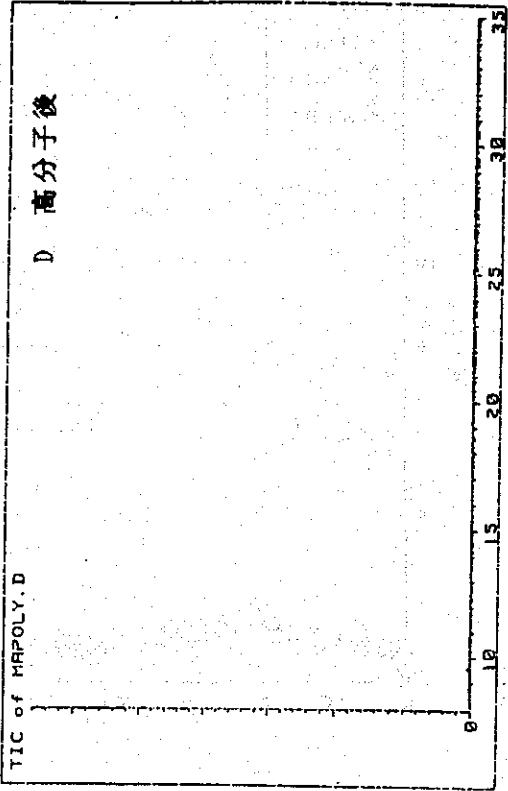
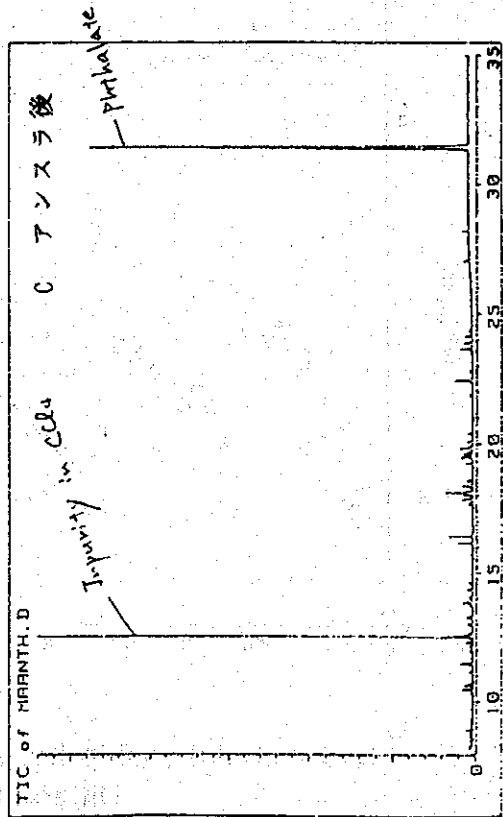


Fig.9 GC-MSクロマトグラム

(8.2.3)

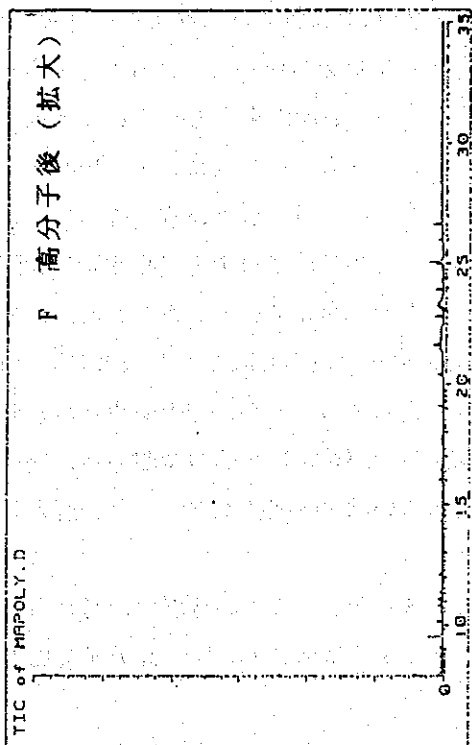
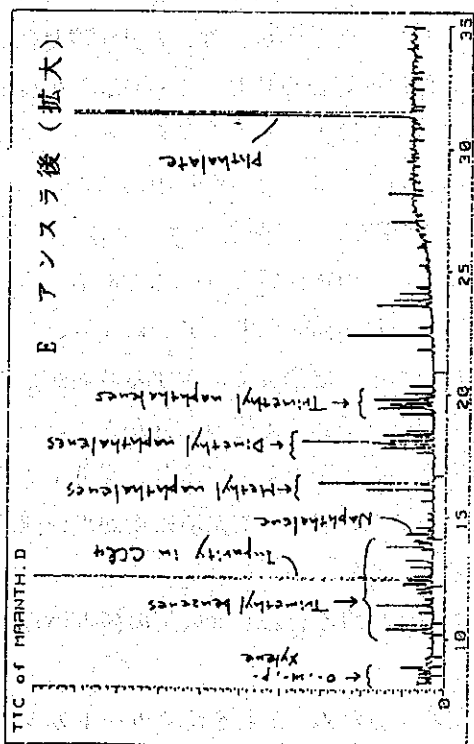


Fig. 9 GC-MSクロマトグラム (続)

(8.2.3)

る試料に対して、検量線をディーゼルオイルで作成した蛍光法で測定を行なったため、“3.4 溶解性油分の測定”で述べたのと同じ理由で高めの値がでていいると考えられる。

Knapは油汚染海水をGC-MS法により分析した結果、石油由来と考えられる多環芳香炭化水素として、最も多いものとしてナフタレンが、また、その他に、1,2-ジメチルベンゼン、1-エチル-3-メチルベンゼンが検出されたと報告している。そして、これ以外に多環芳香炭化水素が検出されなかったのは、その他の多環芳香炭化水素は太陽光線中の紫外線により光化学酸化を受けてしまったためと考えている。また、石油成分以外には海水中の微生物由来などによる各種の炭化水素が検出されたと報告している¹⁾。今回の実験結果はこの報告とほぼ一致していると考えられるが、若干検出された成分が異なるのは今回の実験に用いた油分散海水は試料調製後、比較的短時間の後に使用したため、蒸発しやすい成分や本来、光化学酸化あるいは生物酸化などにより分解されるべき物質が残存しているためと考えられる。

次に、凝集処理法にて大部分の油分が除去できたが、その他の溶解性と考えられる油分（主に低分子の芳香族化合物）がアンスラサイトでは除去できず、高分子で除去できた理由としては以下のように考えられる。

ディーゼルオイルは各種成分の混合物であり、そのほとんどは海水に不溶であり海水中では分散するが、ごく一部の成分（主に低分子の芳香族化合物）はわずかではあるが海水に溶解する。凝集濾過法では海水に不溶の分散油のつくる油滴が凝集剤によるフロックによって捕獲され、その油滴はフロックと共に濾材によって除去されるが、溶解性油分は除去されずにそのまま濾材の中を通過してしまうと考えられる。高分子濾材においては単なる濾材としての機能だけではなく吸着作用をも合わせもっており、この機能により、アンスラサイトでは除去されなかった成分まで除去されたと考えられる。ただし、今回見いだされた高分子濾材による溶解性油分の除去は、その作用のあることだけが確認されたのみであり、この濾材の評価は基本的各種検討（吸着メカニズムの解明、油分除去性能の把握、再生法の検討、再生能評価など）の後に行なうべきである。

破過時間の違いは充填した濾材間の空隙の違いや濾材表面の凹凸の違いにより、アンスラサイトの方がフロックの入り込む空間が大きいいため、破過までに達する時間が長くなったと考えられる。また、アンスラサイトの方が高分子より差圧の上昇が大きいかったのは、アンスラサイトの方が高分子より充填密度が高かったためであり、高分子で差圧の上昇が途中から頭打ちとなったのは、カラム中での充填に一部充填密度が低い部分があり、ここからフロックが抜けていたためと考えられる。

以上の結果から、実際の前処理システムとしての濾材組み合わせは以下の観点から決定されることになる。

- ・濾材が破過した場合フロックがRO膜を閉塞するため、それを防ぐガードカラムが必要。

(8.2.3)

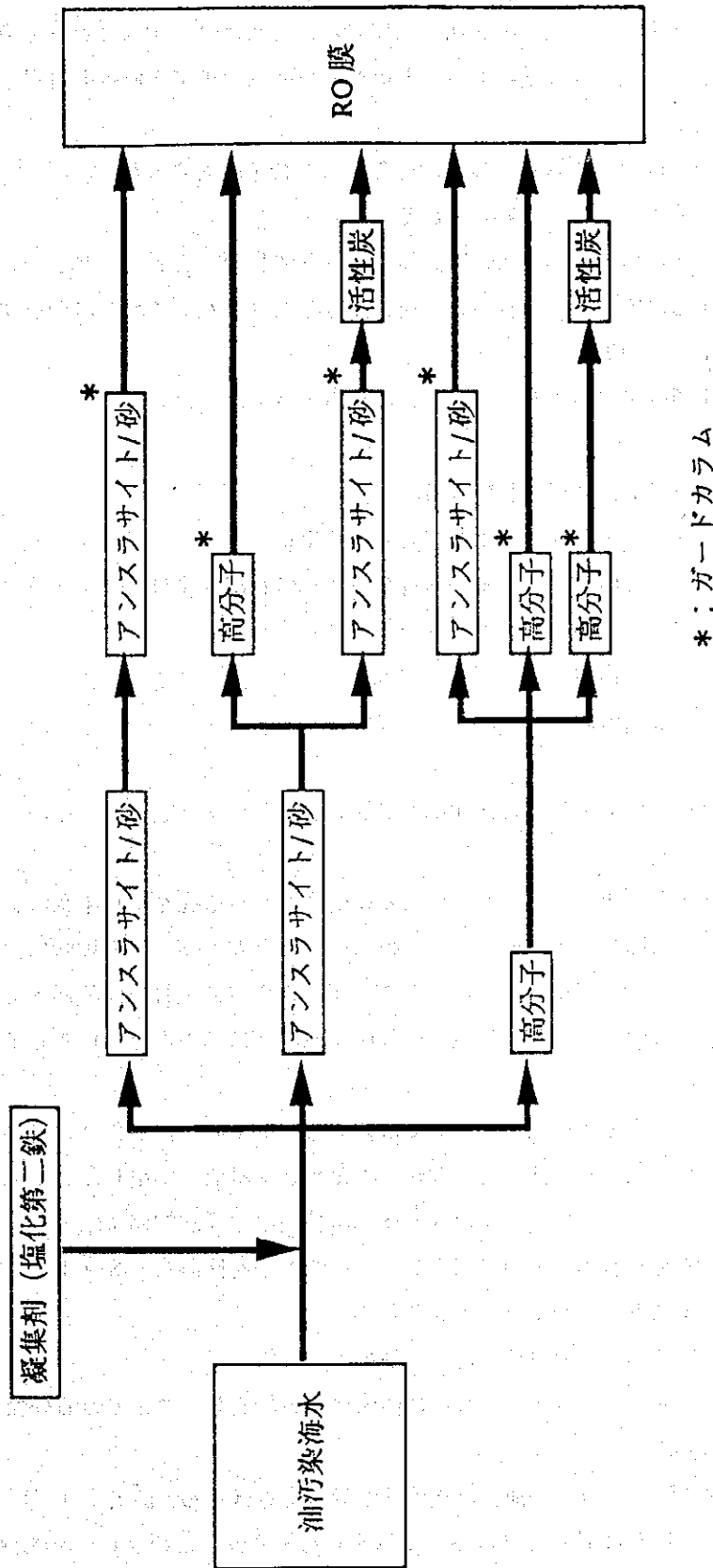


Fig.10 油汚染海水前処理スキーム

(8.2.3)

- ・どの濾材を使用しても凝集濾過法を適用することにより、少なくとも分散油分は除去される。これでRO膜に対して悪影響を与えないのであればそれ以上の高度処理は必要なし。
- ・溶解油分がRO膜に悪影響を与える場合にはこれを除去するため、高分子あるいは活性炭を使用することが考えられる。
- ・実際に選択する組み合わせは、Fig. 10のような濾材組み合わせのなかからRO膜側で要求する水質、各種濾材の再生能、油分除去容量及びこれらに関連するコストなどによって選択されることになる。

これらの試料を顕微鏡で観察したところ、以下のようであった。

Feed

油滴がフロックに捕捉されている。

第一濾過塔（アンスラサイトまたは高分子）出口

フロック、油滴の両方とも認められない。この状況は濾材がアンスラサイト及び高分子のどちらであっても差がない。

第二濾過塔（砂）出口

フロック、油滴の両方とも認められない。

2) 逆洗再生能

それぞれの濾材について破過した後逆洗を実施し、再生能を比較した。その結果、次のような違いがみられた。

- ・アンスラサイトの場合、水+空気による逆洗によりほぼ完全に再生され、再生後の破過までの時間や差圧はほとんど元の値に戻ったが、高分子の場合には、水だけの逆洗では十分な再生は行うことができず、再生後の濾材では破過までの時間は初期状態より短くなり、再生直後の差圧も濾材が新品のときと比較して大きくなった。(Fig. 4, 6)

逆洗再生能の違いは高分子の場合においては装置の制約上の理由もあり、アンスラサイトの場合のような効果的な逆洗ができなかったため、濾材間に堆積したフロックを完全に除去することができず、フロックが入り込む濾材間の空間が初期状態よりも少なくなっているためと考えられる。本濾材に関しては逆洗方法を検討し、改善することにより、再生能の向上を図ることができると思われる。

3) 凝集濾過法における砂（二段目に設置）の効果

アンスラサイト（または高分子）の後段に砂濾過塔を設置し、ここでの油分除去の状況は次のようであった。

- ・凝集濾過法で除去できない油分は次の砂濾過塔でもほとんど除去できない。しかし、前段の濾材が破過してフロックが越流した場合は、このフロックを除去し、ここで大部分の油分は除去される。(Fig. 3, 5)

(8.2.3)

砂はアンソラサイトと同様に単なる濾材としての機能のみしかもたないため、前段の凝集濾過で除去しきれなかった油分に対しては除去効果がなく、このような結果が得られたと考えられ、国内実験の結果が再現された。

4) 凝集濾過実験における油分散海水の性状検討

凝集濾過実験における試料について、メンブレンフィルターでの濾過を行ったものとならなかったものについて油分測定を行い、その前後の油分を測定した結果、以下の結果が得られた。(Fig. 11)

- ・Feedに対して膜濾過を行なうことにより、濾過後の油分は濾過前のおよそ10%程度まで減少した。
- ・アンストラサイトによる凝集濾過を行った試料においては、Feedのおよそ10%程度の油分が残存した。この試料に膜濾過を行なっても油分はわずかに低下するのみであった。
- ・高分子による凝集濾過を行なった試料においては、海水中のバックグラウンドレベルまで油分は低下した。この試料に膜濾過を行っても油分はほとんど低下しなかった。

ディーゼルオイルは各種炭化水素の混合物であり、その中に存在する溶解性油分の存在比はほぼ一定であると考えられる。蛍光光度法での測定結果ではその存在比はほぼ10%程度であったが、今回、油分測定に用いた蛍光光度法は芳香環の発する蛍光を測定しているため、芳香族化合物の存在割合が多い場合には、検量線をディーゼルオイルで作成したときの測定値はかなり高めの値になってしまうと考えられる。実際、Fig. 9 (A~D) に示したように、GC-MSでのクロマトグラムでは凝集濾過によってそのほとんどの油分は除去されている。

アンストラサイトによる凝集濾過を行った試料における残存油分がFeedに対して膜濾過を行なったときのそれとほぼ同程度の油分であったのは、凝集濾過により分散油分はほぼ完全に除去され、溶解性油分のみが除去されずに残ったためであり、膜濾過を行なうことによってわずかに低下したのは、この溶解性油分の一部が濾過操作に用いた器具などに付着してロスしたためと考えられる。

一方、高分子による凝集濾過を行った試料における残存油分が、海水中のバックグラウンドレベルまで低下したのは、高分子濾材により溶解性油分が吸着除去されたためであり、膜濾過を行なってもほとんど低下しなかったのはここで検出されたのは油分ではなく、海水中に元々含まれているアミノ酸などの芳香環をもつ有機化合物であるために付着によるロスがないためと考えられる。

なお、これらの考察はGC-MSでのクロマトグラムの結果 (Fig. 9) ととも一致している。

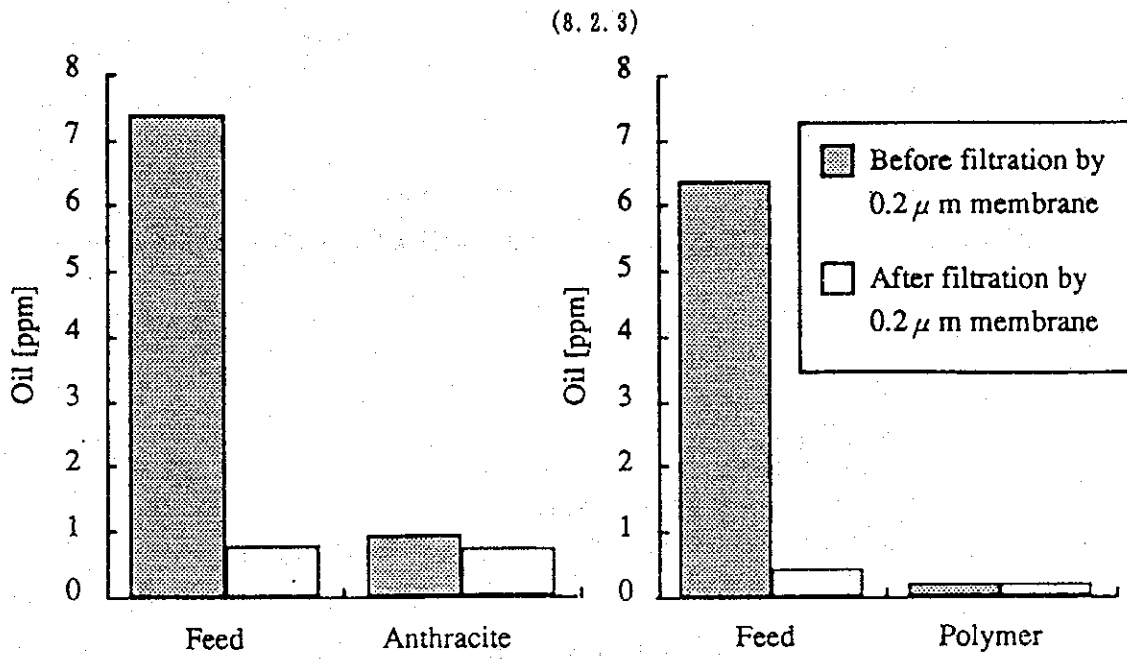


Fig. 11 濾材の違いによる凝集濾過法での油分除去

2. 活性炭による油分除去

(1) 目的

凝集濾過法で除去しきれない低濃度油分の除去に活性炭吸着処理が有効であるか検討を行なう。

(2) 実験方法

器具・試薬

油分添加調整装置
油分吸着除去装置
蛍光分光光度計（日本分光 FP-770）
顕微鏡（オリンパス BHS-PC-B-SW）
分液漏斗(100ml)
ガラス製漏斗
分液漏斗振盪機（岩城 KM-SHAKER, V-SN）
濾紙（Advantec 5A, φ11cm）
メスフラスコ(25ml)
海水
A重油
イソオクタン（関東化学 蛍光分析用）
無水硫酸ナトリウム（和光 特級）
砂（0.6mm）
アンブラサイト（1.0mm）
活性炭（椰子系, GW 20⁻42）
塩化第二鉄（三恵化成）

油分測定法

蛍光光度法

手順

それぞれ以下のような手順にて操作を行なった。

1) 油分散海水の調製

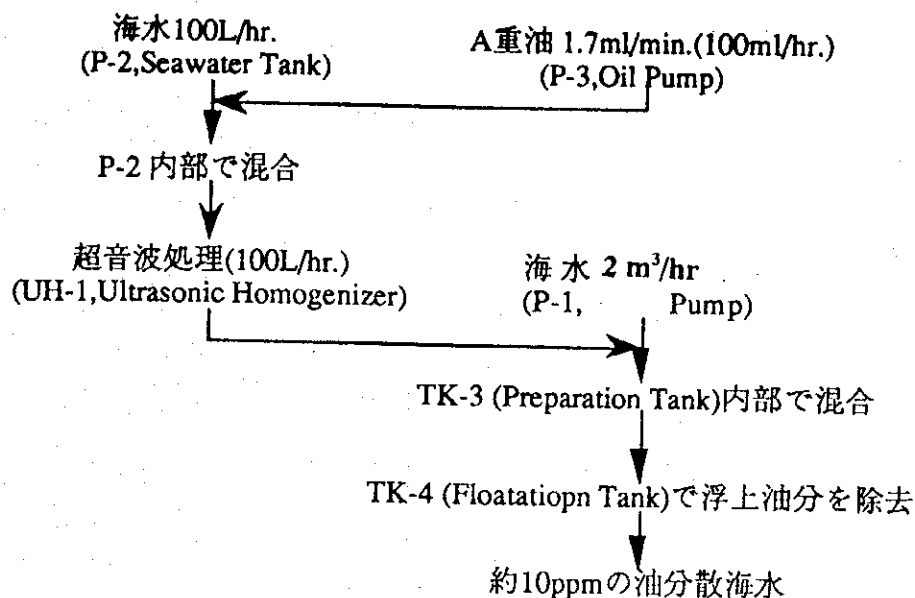


Fig. 12 油分添加調製装置による油分散海水調製法

2) 各種濾材による油分除去性能検討

- ・上記方法にて調製したおよそ5~10ppmの油分散海水に凝集剤を添加したものを、砂、アンスラサイト及び活性炭を充填した濾過塔に通水する。
- ・それぞれのカラム出口から試料を経時的に採取し、油分測定を行なう。

実験条件

カラムサイズ	: ϕ 10cm, L 100cm
濾材	: 砂 (0.6mm) アンスラサイト (1.0mm) 高分子濾材 (Chemceptor CM 121, 1.0mm)
濾材高	: 50cm
濾材組合せ	: アンスラサイト+砂+活性炭
通水速度	: 80L/hr. (LV 10m/hr., SV 20/hr.)
凝集剤	: 塩化第二鉄
凝集剤添加濃度	: 10ppm (as FeCl ₃)

測定条件

スリット幅	: 励起 10nm, 蛍光 10nm
励起波長	: 310nm
蛍光波長	: 343nm

(3) 結果及び考察

1) 油分濃度の変化 (Fig. 13)

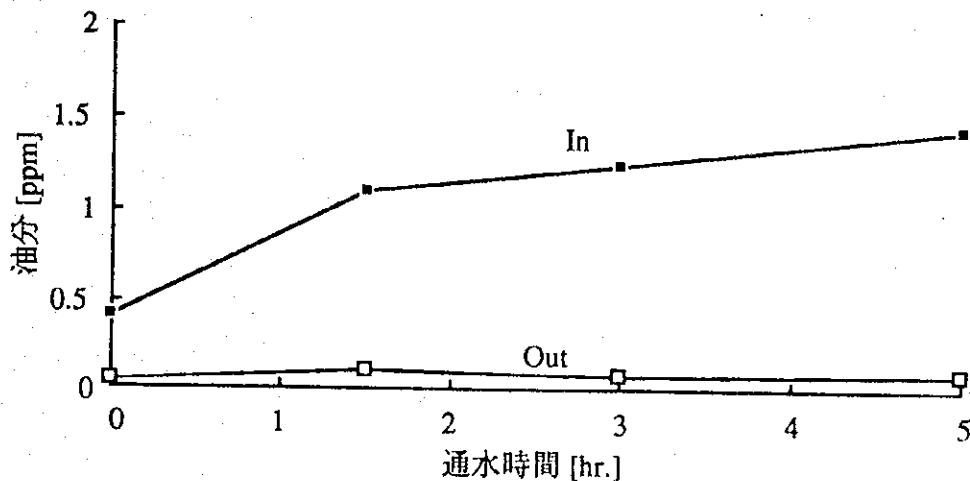


Fig. 13 活性炭による油分除去

(注：海水のバックグラウンド（約100ppb）は未補正）

凝集処理後、アンスラサイト及び砂濾過を行なった試料を活性炭カラムに通したところ、活性炭出口試料中の蛍光物質量はA重油換算で約100ppb程度であり、これは海水中のバックグラウンド中の蛍光物質量とほぼ同一であった。

検出された蛍光物質が油分であるかはここでは判断できないが、活性炭吸着処理を行なうことにより非常に高度な油分除去が可能になることが確認された。

3) 顕微鏡による試料の観察

この試料を顕微鏡で観察しても油滴は確認できなかった。(Fig. 14) この結果からも分散油分はほとんどないと考えられる。

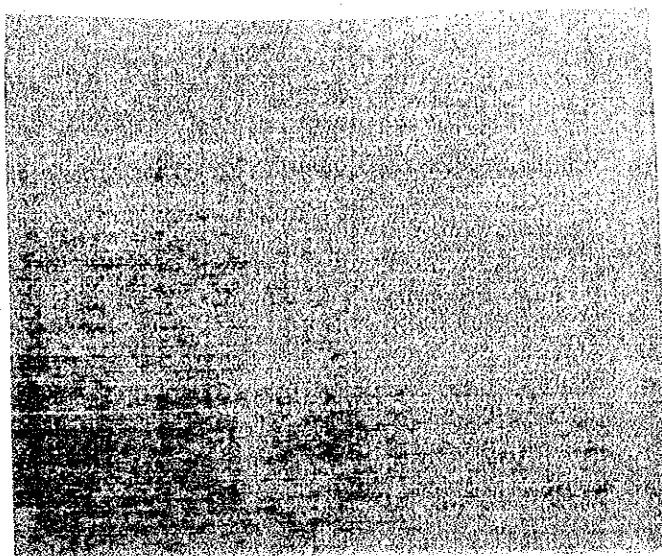


Fig. 14 活性炭塔出口試料 (×100)

3. まとめ

- 1) 凝集濾過法で油分のほとんど(分散油分)を除去することができるが溶解性と考えられる油分はアンスラサイトの一般的な濾材では除去できない。しかしながら、高分子を用いた場合には溶解性と考えられる油分も除去される。
- 2) 前処理システムとしての濾材組み合わせは以下の点から決定される。
 - ・濾材が破過した場合フロックがRO膜を閉塞するため、それを防ぐガードカラムが必要。
 - ・どの濾材を使用しても凝集濾過法を適用することにより、少なくとも分散油分は除去される。これでRO膜に対して充分であればそれ以上の高度処理は必要なし。
 - ・溶解油分がRO膜に悪影響を与える場合にはこれを除去するため、高分子あるいは活性炭を使用することが考えられる。
 - ・実際に選択する組み合わせは、RO膜側で要求する水質、各種濾材の再生能、油分除去容量及びこれらに関連するコストなどによって選択されることになる。

4. 参考文献

- 1) Knap, A., " A Direct Comparison of UV Fluorescence and GC/MS Data of Lipophilic Open-Ocean Seawater Extracts ", Marine Chemistry, 26, 179-188, 1989

8.2.4 油分吸着塔の再生実験

(8.2.4)

目 次

1. 目的	1
2. 実験方法	1
2.1 実験設備	1
2.2 分析方法	1
2.3 実験手順	1
3. 結果および考察	1
3.1 結果	1
3.2 考察	1
4. 結論	2

(8.2.4)

図 一 覧

図番	題 名	頁
Fig. 1	海水淡水化RO用平膜の油濁耐性試験（運転時間と油分除去）	3

8.2.4 油分吸着塔の再生実験

1. 目的

本研究の目的は、凝集・濾過法によって模擬油汚染海水から油分を除去するための2つの砂濾過器で構成される油分吸着塔の効率を評価することである。この研究では、凝集・濾過法によって汚染海水から油分を除去するための運転条件の確立ならびに濾過装置充填材に適した再生法の確立も目的とした。

2. 実験方法

2.1 実験設備

8.2.3 項で述べた模擬油汚染海水調整装置。この実験では、3つの小さい実験用カラムの代わりに、それぞれの塔の直径が400mm、高さ1,500mmから成る連続した4つの大型吸着塔を使用した。最初の塔は空にしておき、2番目の塔には1000mmの高さまで(1:1の割合で)粗砂(粒子サイズ0.7~1.3mm)と細砂(粒子サイズ0.6~0.8mm)を入れた。3番目の塔には細砂(粒子サイズ0.6~0.8mm)を1000mmの高さまで入れ、最後の塔は空にして使用した。

2.2 分析方法

供給水および濾液の油分は8.1.2 A 項で述べた島津のFR-1501分光蛍光光度計を用いて分析した。

2.3 実験手順

模擬油汚染海水(約10ppmの油分)に凝集剤 FeCl_3 (10ppm)を $1.25\text{m}^3/\text{時}$ の流量で注入した後、直列配置された4基の吸着塔に通水した。分光蛍光光度計を用いて含油量を分析するため、供給水および2つの砂濾過装置から出た濾液からサンプルを採取した。分析作業は8時間ごと、最初と後工程の逆流洗浄の前に行った。逆流洗浄は実海水を用いて流量 $6\text{m}^3/\text{時}$ で5分間実施し、その後10分間空気洗浄してからさらに10分間実海水を用いて洗浄した。

3. 結果および考察

3.1 結果

約390時間にわたって供給水および2つの砂濾過装置からの濾液の油分を分光蛍光光度計を用いて分析した結果はFig. 1に示した通りである。濾過器の逆流洗浄は、差圧が 0.9kgf/cm^2 に達した時点で行った。第1砂濾過装置の逆流洗浄は平均して26時間毎に実施した。

3.2 考察

Fig. 1からわかるように、供給水に含まれていた約10ppmの油分が濾液では約1ppmに減

(8.2.4)

少している。このことは油分吸着塔が油汚染海水から大部分の油分を除去する効果を持つことを示している。これは小さい実験カラムについても同じであった(8.2.3項を参照のこと)。また、逆流洗浄を何回か行った後でも効果は変わらないことがわかった。このことから現在の逆流洗浄法が砂濾過の再生には十分な効果があることが確認できる。

4. 結論

本研究により、砂濾過装置で構成される油分吸着塔は油汚染海水から大部分の油分を除去する能力があることが明らかである。また、本実験中に行われた逆流洗浄手順は砂濾過装置の再生に満足すべき効果があることを示した。

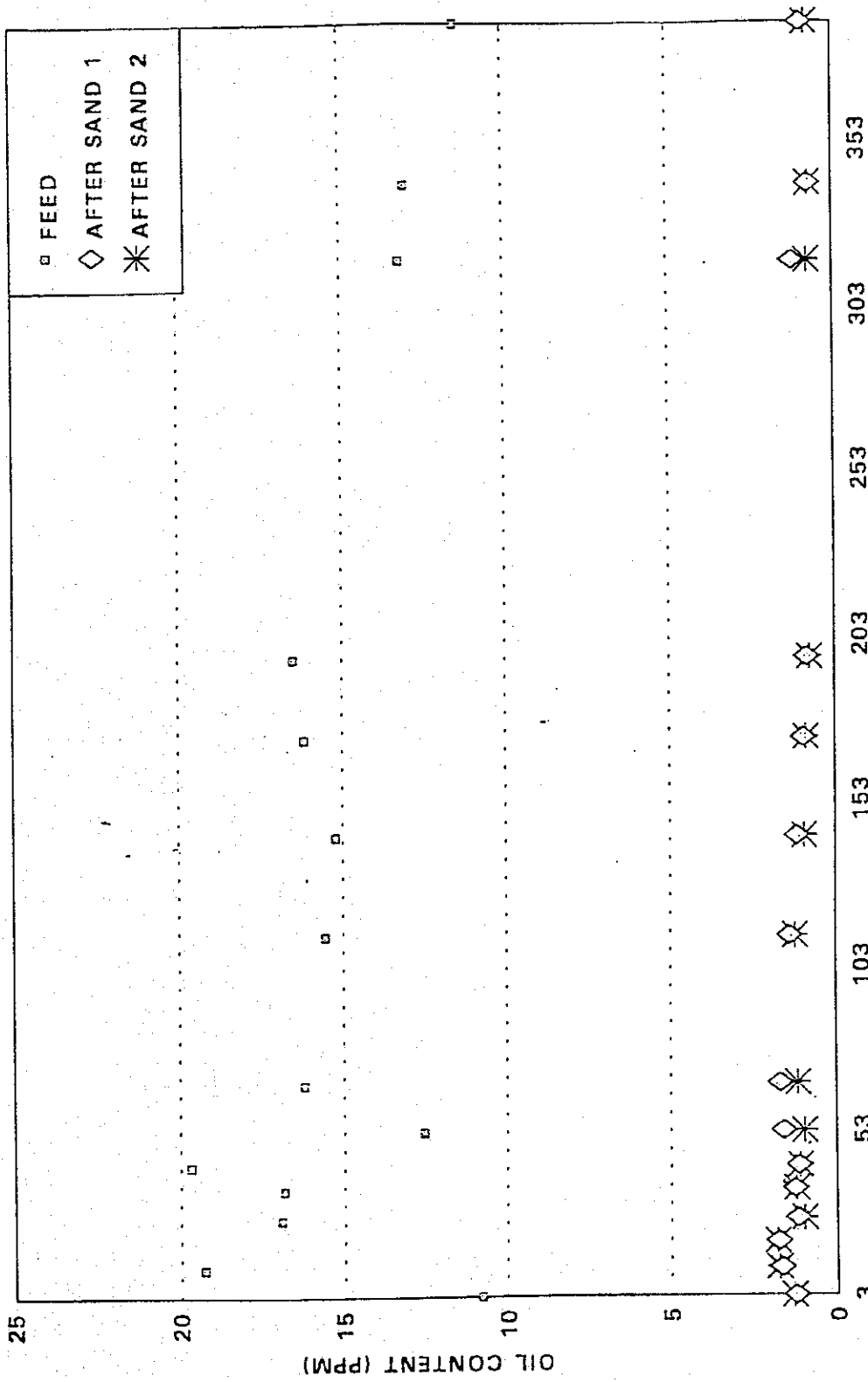


Fig. 1 海水後水化RO用平膜の油濁耐性試験 (運転時間と油分除去)

COAGULANT - FeCl3 AS 10 PPM IN FEED

