

## 流出油回収技術の現状と課題

木原 洗\*、 原 正一\*\*、 野中晃二\*\*\*、  
山川賢次\*\*、 宮崎英樹\*\*\*、 山尾 崇\*\*\*\*  
坂本真二\*\*\*\*\*、 疋田賢次郎\*\*\*\*\*、 今里元信\*\*\*\*\*

### Present Status and Future Problems of Oil Spill Recovery Technology by

Takeshi KIHARA, Shoichi HARA, Koji NONAKA, Kenji YAMAKAWA,  
Hideki MIYAZAKI, Takashi YAMAO, Shinji SAKAMOTO, Kenjiro HIKIDA, Motonobu IMASATO

#### Abstract

The Russian oil tanker Nakhodka (13,175 gross tonnage) was shipwrecked in stormy weather and sank in the Japan Sea on January 2 1997. The Nakhodka incident resulted in the leaking and drifting of a large amount of oil spills around the coasts of the Japan Sea. Presently, there is no effective equipment for the recovery of oil in a rough sea, so that this incident caused serious damages to the surrounding environment. There is a need to improve the recovery equipment during oil spills leakage in a rough sea. The existing oil spill recovery equipment in Japan did not work effectively at the Nakhodka incident.

In this paper, the principle and type of oil recovery equipment was investigated, the oil spill recovery equipment at home and abroad, and the operating condition of oil recovery ship with regard to wave height and oil viscosity were studied, the weather condition in the Japan Sea was studied, and the assumed condition to be available for oil recovery equipment and oil recovery ship was clarified. The maneuverability, seakeeping ability, and oil storage capacity should be studied to develop the oil recovery ship. With regards to oil recovery equipment, it is necessary to develop a new type of equipment that can be used to recover high viscosity oil. Furthermore, the moonpool as a tool for reduction in waves has been the focus of investigation. The combination of moonpool type of ship and oil recovery equipment has been considered to be valid as the oil recovery ship against the high viscosity oil in a rough sea.

- 
- \* 特別研究官
  - \*\* 海洋開発工学部
  - \*\*\* 運動性能部
  - \*\*\*\* 元装備部
  - \*\*\*\*\* 装備部

原稿受付 平成10年7月7日  
審査日 平成10年11月11日

## 目 次

1. はじめに	16
2. 流出油回収技術の現状	16
2.1 海洋への油流出	16
2.1.1 油の流出源	16
2.1.2 タンカー事故による油流出	16
2.2 海上における油防除	19
2.2.1 油防除の基本的考え方	19
2.2.2 主要国の海上での油防除の 基本的考え方	19
2.3 油回収装置の現状	20
2.3.1 油回収装置	20
2.3.1.1 油の収集と包囲	20
2.3.1.2 油回収装置の原理と回収方式の種類	20
2.3.2 国内外の油回収装置と油回収船	22
2.3.2.1 油回収装置	22
2.3.2.2 油回収船	23
2.3.3 外洋での油流出事故における 油回収装置の有効性	29
2.3.3.1 ナホトカ号油流出事故	29
2.3.3.2 その他の海難事故	29
2.4 現状における油回収装置の性能上の課題	29
3. 当研究所における今後の研究課題	30
3.1 油回収船の検討	30
3.1.1 油回収船の想定稼働環境	30
3.1.1.1 日本近海の波浪データ	30
3.1.1.2 荒天日及び静穏日の出現・持続時間	31
3.1.1.3 最多出現波浪	31
3.1.2 洋上想定回収性能	31
3.1.3 高波浪への対応技術の研究開発	32
3.1.3.1 船型別の動揺性能の比較	32
3.1.3.2 バージ型油回収船の主要寸法の 決定法の一例	32
3.1.3.3 ムーンプール型船型	34
3.2 高粘度油回収技術の検討	35
3.2.1 油の性状変化	37
3.2.2 ナホトカ号油流出事故における 油の性状変化	38
3.2.3 高粘度油回収技術の方式	38
4. まとめ	38
参考文献	38

## 1. はじめに

1997年1月2日に起こった「ナホトカ号」の油流出事故は、日本海沿岸の環境に大きな影響を及ぼした。そして、一旦海洋でタンカー事故等による油流出事故が起こった場合の油防除の対応に際し、以下の様々な問題点を改めて示した。1) 流出油の拡散・漂流予測、2) 流出油の制御（収集・包囲）、3) 海上における油の回収、4) 事故船の曳航、5) 浅海域での油の回収、6) 漂着した油により汚染された海岸の清浄化、7) 回収した油の処理等である<sup>1)2)3)4)</sup>。

その中の問題のひとつに、高波浪下では既存の油回収船・油回収装置（スキマー）は、稼働できないか、あるいは大きく回収効率が落ちることがあげられる。また、C重油等の高粘度油、経時変化によりムース化した乳化油（エマルジョン）に対しても現有の油回収装置等は必ずしも有効とは言えない。

船舶技術研究所は、これまでも流出油防除のため研究を実施してきた(例えば<sup>5)6)7)</sup>)。今回は、特に高波浪下の外洋での高粘度の油回収に焦点を絞って研究を実施する。

本報告書は、上記研究を実施するに当たり既存の研究・資機材について調査し、現状の課題及び研究に当たっての問題点等をまとめたものである。

## 2. 流出油回収技術の現状

## 2.1 海洋への油流出

## 2.1.1 油の流出源

大型タンカーの衝突・座礁等による大規模な油流出事故の発生は、人命の安全に加えて海洋環境保護の面から重大な問題となっているが、船舶の海難事故の他にも、多量の油が工場排水等の種々の発生源から海洋へ流出しており、その量は1995年のNational Research Councilのデータによると年間約330万トンと推定されている<sup>8)</sup>。この量は石油連盟によると、東京ドームの約3個分、日本で使用される石油の約6日分に当たる<sup>9)</sup>。

海洋に流出される油量の発生源による割合を図1に示す。図2-1(a)はINTERTANKO(The International Association of Independent Tanker Owners)による調査結果<sup>10)</sup>、図2-1(b)はSmithsonian Institutionが出している値<sup>11)</sup>、図2-1(c)はITOPF(The International Tanker Owners Pollution Federation)による調査結果<sup>12)</sup>である。(b)のBig Spillsは主要なタンカー事故によるものを表す。調査機関により分類も値も異なるが、最も大きいのが下水・工場排水等の陸上から排出されるもので、タンカー事故によるものは全体の5~10%程度となっている。

## 2.1.2 タンカー事故による油流出

船舶の海難事故において油流出はタンカー事故によ

表2-1 主要な油流出事故<sup>1) 3) 9) 10)</sup>

Ship Name	Year	Spill (tonnes)	Location	Tanker Age
Atlantic Empress	1979	287,000	off Tobago, West Indies	5
ABT Summer	1991	260,000	700 naut. miles off Angola	15
Castillo de Bellver	1983	252,000	off Saldanha Bay, South Africa	
Amoco Cadiz	1978	223,000	off Brittany, France	4
Haven	1991	144,000	Genoa, Italy	18
Odyssey	1988	132,000	700 naut. miles off Nova Scotia, Canada	16
Torry Canyon	1967	119,000	Scilly Isles, UK	9
Urquiola	1976	100,000	La Coruna, Spain	3
Hawaiian Patriot	1977	95,000	300 naut. miles off Honolulu	12
Independenta	1979	95,000	Bosphorus, Turkey	1
Jakob Maersk	1975	88,000	Oporto, Portugal	
Braer	1993	85,000	Shetland Islands, UK	18..
Khark 5	1989	80,000	120 naut. miles off Atlantic coast of Morocco	15
Aegean Sea	1992	74,000	La Coruna, Spain	19
Sea Empress	1996	72,000	Milford Haven, UK	3
Katina P.	1992	72,000	off Maputo, Mozambique	26
Assimi	1983	53,000	55 naut. miles off Muscat, Oman	
Metula	1974	50,000	Magellan Straits, Chile	
Wafra	1971	40,000	off Cape Agulhas, South Africa	15
Exxon Valdez	1989	37,000	Prince William Sound, Alaska, USA	4
Nakhodka	1997	6,240(kℓ)	Sea of Japan, Japan	26

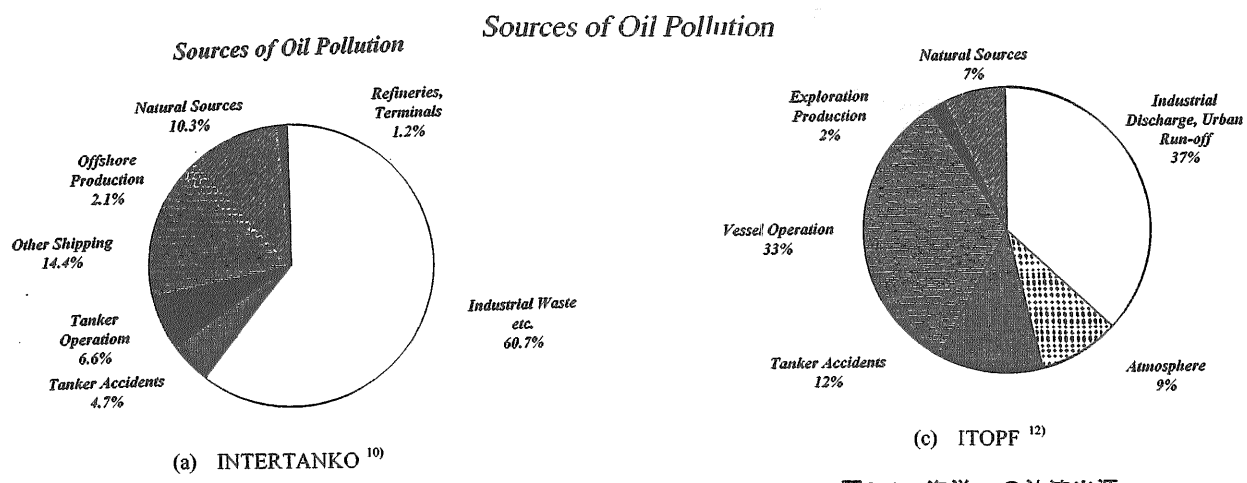


図2-1 海洋への油流出源

るものが最も多いが、ロイズの所有する海難情報で1975年から1992年までに報告された8,792件のタンカー事故については、事故の種類別の発生割合は図2-2に示すようになっている<sup>14)</sup>。このタンカー事故の中で約5.5% (484件) が油流出事故を起こしている。油流出事故を起こしたタンカー事故の種類別発生割合を図2-3に示す<sup>14)</sup>。

700トン以上の油を流出したタンカー事故の発生件数の推移を図2-4に示す<sup>15)</sup>。1980年以降に事故件数が大きく減少しているが、MARPOL73/78 (Annex I Reg.13E)<sup>13)</sup>による分離バラストタンク(SBT: Segregated Ballast

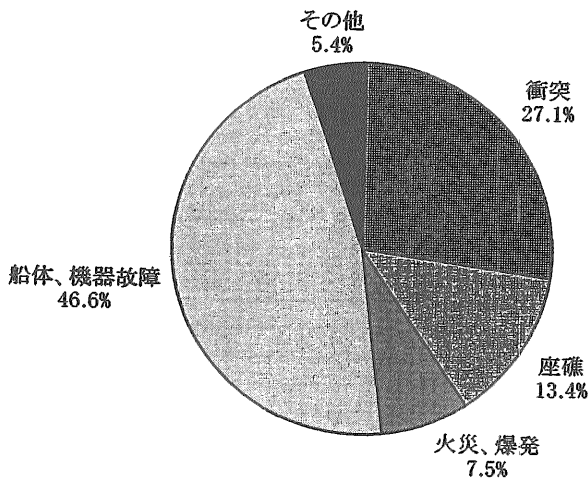


図2-2 タンカー事故の種類別発生割合 (全事故件数8792件) 14)

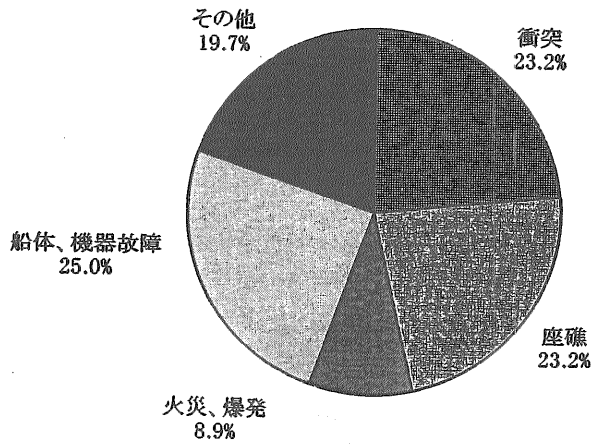


図2-3 油流出を起こしたタンカー事故の種類別発生割合 (全事故件数484件) 14)

Tank)の設置とその防護的配置が油流出事故件数減少の原因の一つと推測されている<sup>8) 14)</sup>。

タンカー事故による油流出量は、大きな海難事故が発生したかどうかにより年毎に大きく変動している。図2-5に7トン以上の油流出を起こしたタンカー事故による年間油流出量を、表1に大規模油流出を起こした主なタンカー事故のリストを示す<sup>10) 15)</sup>。各事故における油流出量も調査機関により若干異なっている<sup>10) 15) 16)</sup>。

図2-5には25万トン以上の油流出を起こしたタンカー事故による流出量を棒グラフ上に白抜きで示しているが、大規模油流出事故を防ぐことが非常に重要であることがわかる。

タンカーの海難事故が発生した場合、衝突事故では約5%、座礁事故では約10%、火災・爆発事故では約7%、船体・機器故障事故では約3%が油流出を起こしている<sup>14)</sup>。衝突・座礁事故により油流出を生じたタン

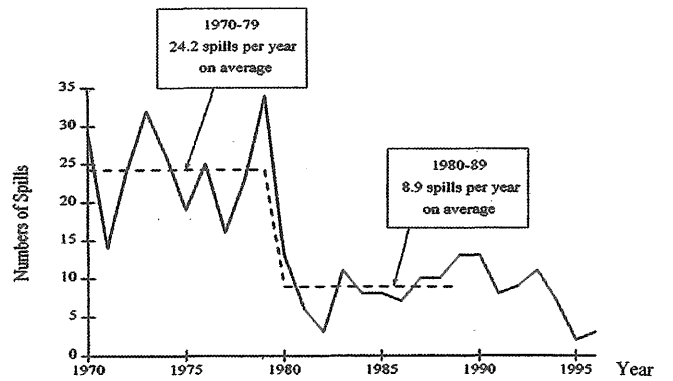


図2-4 700トン以上の油流出を起こしたタンカー事故件数<sup>15)</sup>

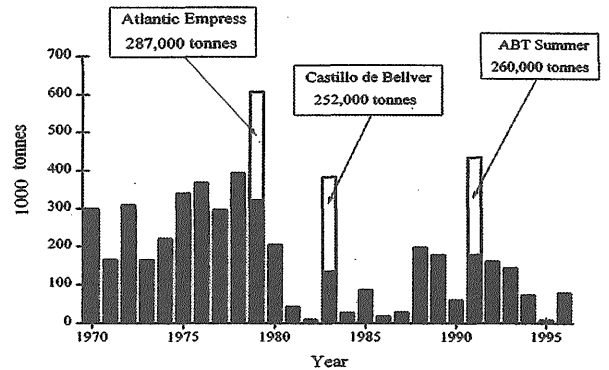


図2-5 タンカー事故による総油流出量<sup>15)</sup>

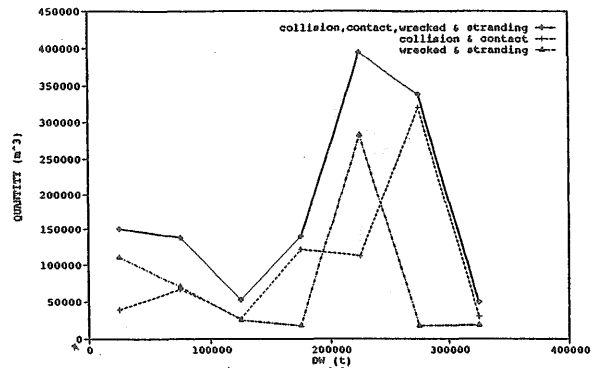


図2-6 載貨重量による衝突・座礁時の総油流出量<sup>14)</sup>

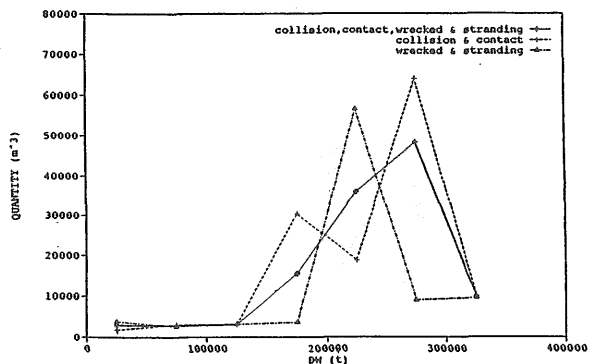


図2-7 載貨重量による衝突・座礁時の事故当たり平均油流出量<sup>14)</sup>

カー事故について、載貨重量と総油流出量及び事故あたりの平均油流出量を図 2-6, 2-7に示す<sup>14)</sup>。総油流出量は載貨重量20~30万トンクラスのものからが最も多く、さらに、事故あたりの平均油流出量もこのクラスのものからが最も多く、1事故あたり約4万m<sup>3</sup>強となっている。図 2-6, 2-7の作成に用いられたデータ149件全体については、1事故あたりの平均油流出量は約8500m<sup>3</sup>となっている<sup>14)</sup>。これらの値は、油流出事故対策における油回収システムの検討において回収油量の想定に利用できる。

## 2.2 海上における油防除

### 2.2.1 油防除の基本的考え方

海上における流出油の防除のためには、流出源からの流出油拡大の防止し、海面を漂う油を収集・包囲し、回収することが基本的な手法となる。

実際の防除にあたっては、流出源の状況及び流出油漂流状況の把握、監視を行うことにより、汚染海域の特定並びに汚染範囲の拡大予測を行い、流出油の性状、量、気象、海象状況等を勘案の上最適な対処方針をできる限り早期に立て、流出油が海岸に漂着する以前に対処することが重要である。

海上での流出油の回収は、基本的には油回収船、油回収装置、オイルフェンスなどの機械的回収装置により行い、油処理剤を必要に応じ併用することが多い。このため、油の回収が効果的に行われるか否かは、機械的回収装置の性能に依存する。特に気象・海象条件が厳しい外洋においては防除の成否を左右する重要な要因となる。

### 2.2.2 主要国の海上での油防除の基本的考え方

主要国の海上での油防除の基本的考え方を以下に示す。機械的回収を基本とする国が多いが、機械的回収は天候・海象等の影響を大きく受け、流出油の多くを回収することは極めて難しいことから、イギリスのように油処理剤が有効な初期の段階で、積極的に油処理剤を使用する国もある。

- ドイツ<sup>17)</sup> 機械的回収を優先し、油処理剤の使用は従属的な手段としている。回収目標はボン協定による<sup>19)</sup>。
- ベルギー<sup>17)</sup> 油処理剤が基本、浅い海域は、機械的回収。回収目標はボン協定による<sup>19)</sup>。
- オランダ<sup>17)</sup> 機械的回収が基本、油処理剤は禁止。回収目標はボン協定による<sup>19)</sup>。
- ノルウェー<sup>17)</sup> 機械的回収を優先し、油処理剤の使用

を非常の場合の手段としている。

ボン協定<sup>19)</sup>の加盟国であるが、処理目標についてはそれを上回る独自の目標を設けている。

1日あたり8,000トンの流出油を処理できること。回収装置は、1.5ノットの潮流及び2.5mの波高中で機能すること。第1陣の回収装置は、24時間以内に現場に到着できること。第2陣の回収装置は、48時間以内に現場に到着できること。

- イギリス<sup>17)</sup> 油処理剤を優先的に考えている。油の性状が変化して油処理剤が無効になる前に、油処理剤を積極的に使用する。機械的回収は従属的手段。ボン協定<sup>19)</sup>の加盟国であるが、処理目標については、上記のそれを上回る独自の目標を設けている。48時間以内に10,000トンの流出油を処理できること。地方自治体は、1週間あたり約5,000トンの流出油を処理できること。

- アメリカ<sup>18)</sup> 機械的回収を優先し、油処理剤の使用は従属的な手段としている。処理目標 30,000トン。

- オーストラリア<sup>17)</sup> 機械的回収を優先し油処理剤の使用は従属的な手段としている。処理目標 10,000トン。

- シンガポール<sup>17)</sup> 機械的回収を優先し油処理剤の使用は従属的な手段としている。

- 日本<sup>1)</sup> 機械的回収を優先し油処理剤を補助的手段としている。現有処理能力は、海上保安庁各管区合計で314,000kl (処理剤含む)。

機械的回収を基本とする国が多いが、機械的回収は天候・海象等の影響を大きく受け、流出油の多くを回収する事は極めて難しいことから、イギリスのように油処理剤が有効な初期段階で、積極的に油処理剤を使用する国もある。

2.3 油回収装置の現状

2.3.1 油回収装置

2.3.1.1 油の収集・包囲

油回収装置等は、方式により異なるが、一般にある程度の油膜厚さがないと回収効率が落ちるか、油を回収することができない。そのため、オイルフェンス（オイルブーム）を使用して流出油を集め、油回収装置等に油を誘導する。また、拡散を防ぐためにオイルフェンス端を閉じ包囲する場合もある。

広い海域において広範囲に流出した油を回収する場合、油を回収した海面の面積（以下、掃海面積とする）は、

$$[\text{掃海面積}] = [\text{掃海幅}] \times [\text{掃海速度}] \times [\text{時間}]$$

で表される。掃海面積を増すためには、オイルフェンスを用いて掃海幅を拡げることが有効である。掃海速度を増すと、オイルフェンスからの漏油が起こるので掃海速度の増加には限界がある。また、油膜厚さを増すことにより回収効率を上げるためにも、オイルフェンスを用いて掃海幅を増すことは有効である。

オイルフェンスの展張例を図 2-8<sup>20) 21) 22) 23)</sup>に示す。オイルフェンスの展張形態には、支持アームを延ばす1船によるもの図 2-8 (a) の他、複数の船により展張す

るものがある。その展張形態から、(b)U字型展張や(c)J字型展張と呼ばれる。油回収装置は、展張部分最後部に配置する。(d)V字型展張は油を最後部に誘導しやすくしたものである。V字型を形成するために、最後端には底面にネットを張りV字型を維持する工夫がなされている。

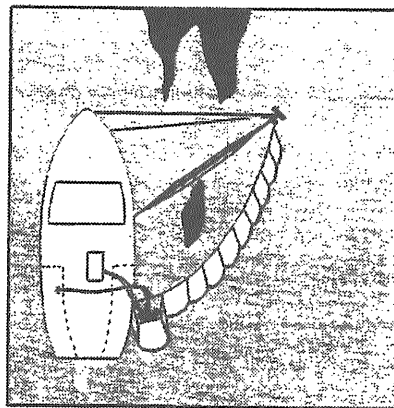
2.3.1.2 油回収装置の原理と回収方式の種類

海上に流出した油は、オイルフェンスで集められた後、油回収装置等により回収される。既存の油回収装置の原理は、1)油と水の密度差によるもの、2)油の他の物体への付着性によるもの、3)多孔質物質等の吸着性を利用するもの、4)高粘度の油の油塊が網・孔・突起等に引っかかる機械的方法によるもの、以上の4種類である。

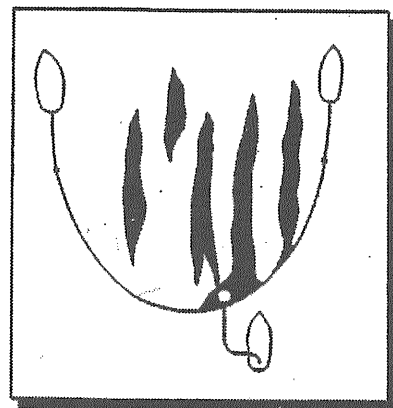
油回収装置の回収方式は、以上の何れかの原理、または複数の原理により海面から油を回収している。次に回収方式の代表的な例について示す。

(A1) 吸引式 (図 2-9<sup>23)</sup>)

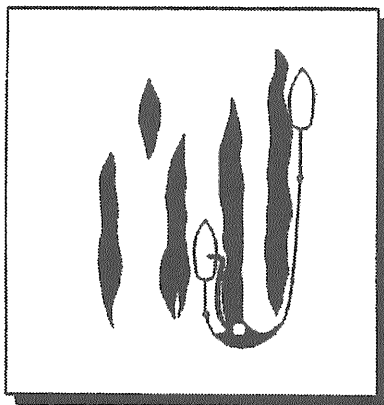
吸引式油回収装置は、海面表層に吸入口を浮かべ、



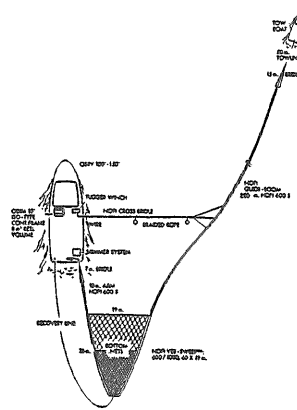
(a) 支持アームによる展張



(b) U字型展張



(a) J字型展張



(b) V字型展張

図2-8 オイルフェンスの展張形態<sup>20) 21) 22) 23)</sup>

海面上に浮かぶ油をポンプの吸引力を利用し、タンク等に吸引して回収する方法である。この方式を用いて油を効果的に回収するためには、吸入口を海面の動きに追従させる必要があり、一般に、うねりのように波長の長い波に対しては追従性が良いが、風浪のように波長の短い波に対しては追従性が悪くなる。この方式により回収された油水は、一般に水を多く含むので油水分離槽や油水分離器（以下、油水分離器等とする）による後処理が必要である。

(A 2) 堰式 (図 2-10<sup>24)</sup>)

装置内の可変式の堰の高さを油水界面に調整することにより、堰を越えて流れこむ油を回収する。この方式を用いて油を効果的に回収するためには、堰の高さを油水界面の動きに追従させる必要がある。この方式により回収された油水は、一般に水を多く含むので油水分離器等による後処理が必要である。

(A 3) 傾斜板式 (図 2-11<sup>25)</sup>)

装置の前面に傾斜板を設け、装置を前進させることにより、油膜を傾斜板に沿って装置内に導き、密度差によって浮上した油を回収する方式で、海水はタンク底部の開口部を通じてそのまま排出される。

この方式には、装置と油水の速度差による乱流を防ぎ油の導入をスムーズにするため、傾斜板の位置に回転ベルトを設けたものや、その回転ベルトに浮遊性を持たせたり、集油タンクに負圧をかけ自由表面を無くすことにより、波浪による影響を減少させるもの等がある。

(A 4) 遠心分離式 (渦流式) (図 2-12<sup>25)</sup> 26)

本方式は、装置を前進させることによって生じる相対流や、回転翼を回すことにより、装置内に導いた油水に渦流を生じさせ、遠心力により油と水を分離回収するものである。遠心力により、密度の大きい水分はサイクロン室の周辺部に押し出され、回流しながら装置下部から排出され、密度の小さい油分は中心部に集

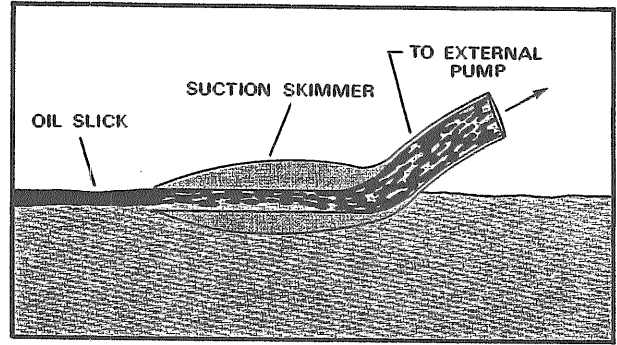


図2-9 吸引式<sup>23)</sup>

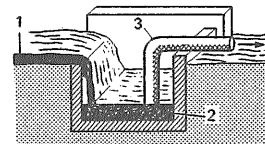


FIG.3.17 Operating principle of weir-type skimmer; (1) oil slick; (2) weir-type skimmer; (3) suction pipe.

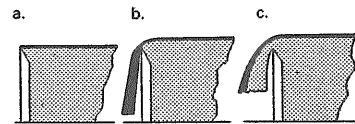


FIG.3.18 Flow of oil over the edge of the weir; (a) no flow; (b) limited flow of oil only; (c) free flow of oil and water.

図2-10 堰式<sup>24)</sup>

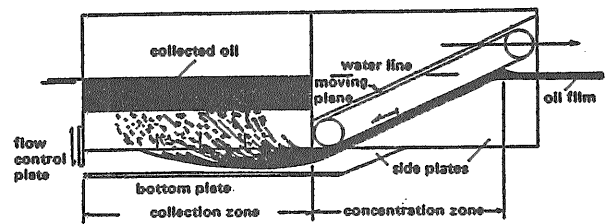


図2-11 傾斜板式<sup>25)</sup>

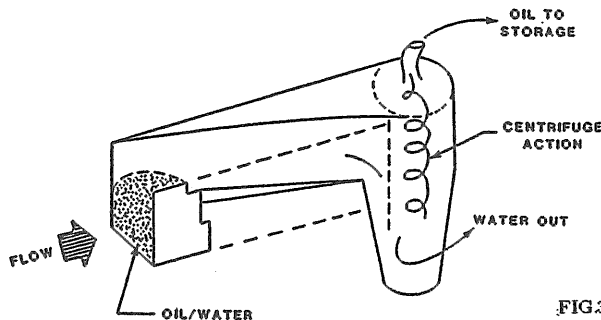


図2-12 遠心分離式 (渦流式) <sup>25)</sup> 26)

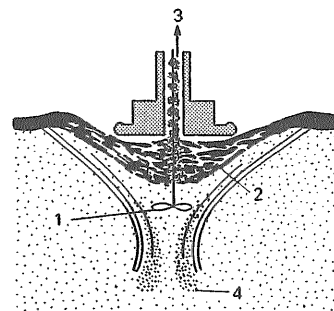


FIG.3.31 Centrifugal (vortex) skimmer; (1) water pump; (2) sinkage due to vortex; (3) oil to separator; (4) water.

められ回収タンクへ回収される。

(B 1) 円板式・(B 2) ドラム式・(B 3) コンベア式  
(ベルト・ブラシ)・(B 4) ロープモップ式

これらは、油の付着性や多孔質物質の吸着性を利用して油を回収する。油を付着・吸着させる部分が円板、ドラム、ベルト、ブラシ、ロープモップ等のものである。(図 2-13<sup>25)</sup>, 2-14<sup>25)</sup>, 2-15<sup>24)</sup>, 2-16<sup>23)</sup>)

この方式は、原理的に回収された油水中の水の割合が少ない特徴がある。

(C 2) 回転籠式 (図 2-17<sup>27)</sup>)

高粘度の油塊が、メッシュを通り抜けられずに溜まることにより回収する。本方式の場合、メッシュは籠状になっており、油塊を導くために断面形状に工夫がある。

既存の回収方式について原理別にまとめたものを、表 2-2 に示す。回収方式は複数の原理の要素を併せ持つものがあるが、最も重要な原理について分類した。また、付着と吸着は厳密には原理が異なるが、分類が難しい面もあるので、付着・吸着として分類した。

回収方式は、製造者毎に独自の考案等を付加し、別の方式名をつけていることが多い。また、回収方式は資料によって異なる分類をしていることがある。

### 2.3.2 国内外の油回収装置と油回収船

#### 2.3.2.1 油回収装置

国内外の油回収装置の現状は、表 2-328)、及び表 2-429) に示すとおりとなっている。

国内の現有回収装置の性能は、表 2-3 によると 2 m を越える高波高に対応できるものは一種類のみである。海外の現有回収装置の性能は、表 2-4 によると既存の回収方式によるものと考えられるが、イギリス及びノルウェーの回収装置では、波高が 3.5 m で回収可能とされる性能を有するものもある。

しかし、この場合も、波高 3.5 ~ 4 m を越えるような海象条件ではほとんど回収不能となることがいわれており、その技術的理由は次のとおりである<sup>30)</sup>。

- (1) 油が大きい粒状 (droplets) になっている場合、それらは当該海域の波高と同じ水深の海中に分布してしまっており、天候が回復するまで海面上には浮上してこないこと。
- (2) 油がさらに小さい粒状になっている場合、海水中に混じりこんでしまうこと。
- (3) 海面上の油が波浪による表面流れで非常に増速し、オイルフェンスによる捕捉が困難となること。

また、ノルウェーにおいては、波高 3 m を越えるような海象では作業員の安全のため出動しないとしている。

表 2-3, 2-4 で示す国内外の現有回収装置の性能は、カタログ、または聞き取り調査等によるものなので、必ずしも実海域で装置の有効性が確認されたとは言えな

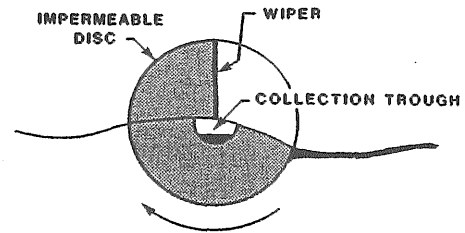


図2-13 円板式<sup>25)</sup>

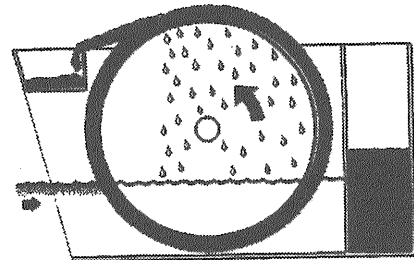


図2-14 ドラム式 (ドラムブラシ) <sup>25)</sup>

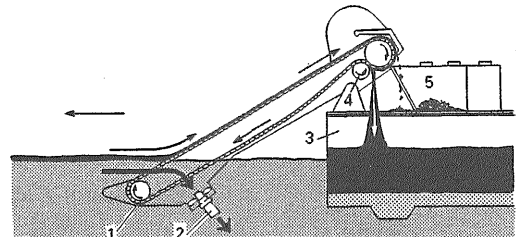


FIG.3.29 Operating principle of belt skimmer; (1) belt; (2) pump; (3) ship; (4) wringer rollers; (5) debris; (←) vessel movement.

図2-15 コンベア式 (ベルト・ブラシ) <sup>24)</sup>

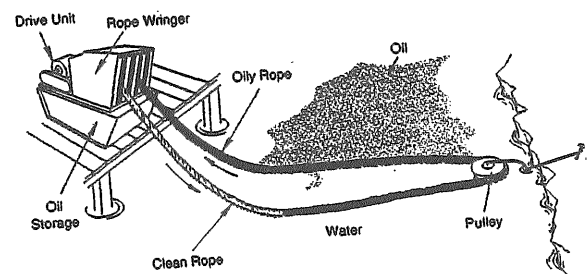


図2-16 ロープモップ式<sup>23)</sup>

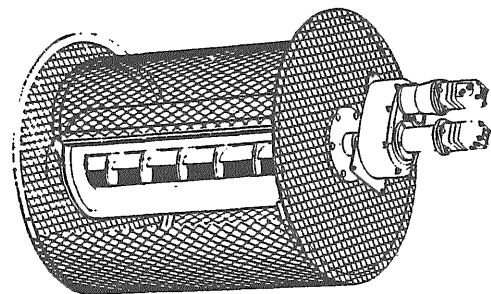


図2-17 回転籠式<sup>27)</sup>



表2-2 原理別の油回収方式

原理	回収方式	備考
A 密度差	1 吸引式	海面上の油面をポンプにより吸引する。波により油面が上下するので、フロート等に吸引口を取り付け油面に追従するようにする。回収油水中の水の割合が大きい。
	2 堰式	海面上の油面を堰により油面だけを回収する。一般に波には弱いものが多い。回収油水中の水の割合が大きい。
	3 傾斜板式	船の前進により、海面上の油が傾斜板に沿って溜り込み、ウェルタンクに導かれる。 船体に組み込まれ油回収船として使われる例が多い。
	4 遠心分離式 (渦流式)	船の前進または、回転翼の回転等によりサイクロン等の分離室内の油水を回転させ、遠心分離する。
B 付着・吸着	1 円板式	回転円板に付着した油をスクレーパーにより掻き落とす。 含水量が少ない。
	2 ドラム式	回転ドラムに付着した油をスクレーパーにより掻き落とす。 含水量が少ない。
	3 コンベア式 (ベルト・ブラシ)	ウレタンフォーム等によるベルトやナイロン等によるブラシをコンベアにとりつけ回転させる。
	4 ロープモップ式	エンドレスのロープモップを海面上を循環、油を付着させ油を回収する。
C 機械的	1 コンベア式 (メッシュ)	金属メッシュ等によるコンベアを回転させ、メッシュを通過できない海面の油塊を回収する。
	2 回転箆式	メッシュでできた箆を回転させ、メッシュを通過できない海面の油塊を回収する。
	3 ネット式	ネット内に油水を導き、ネットを通過できない油塊を回収する。
	4 グラブ	砂利運搬船(ガット船)等のグラブにより、油塊をつかむ。

い。回収可能とされる波高下においても、波高が高くなるにしたがい回収能力が大幅に落ち、またはかろうじて稼働できる状態であることも多い。回収可能な粘度についても同様である。

### 2.3.2.2 油回収船

現存する世界の油回収船について船型の特徴を概観する。日本における限定沿海区域以上を航行区域とする油回収船を表2-5<sup>31)</sup>に、また欧州における油回収船を表2-6<sup>32)</sup>に示す。

欧州では、油回収専用船は少なく、必要が生じたときに油回収船として使用する、いわゆる兼用船が主体である。これらの船の多くは通常浚渫船として使われている。我が国最大の油回収船(船長95m)「清龍丸」もこの分類に入り、浚渫船との兼用船には比較的大型の船が多いことがわかる。油回収専用船は北海油田に近接したノルウェー、ドイツ、英国で多く配備されている。

ここで、油流出事故が発生した場合の一般的な対応策として稼働している兼用船の特徴を述べる。浚渫船

表2-3 国内の油回収装置<sup>28)</sup>

油回収装置							
名称	国名	会社名	方式名	高さ(m)	粘度	回収量	備考
1 散気分散式油回収装置	日本	石川島播磨重工業(株)	散気分散式	着船1	1~5000cSt		
2 ドラムフィン式油回収装置	日本	石川島播磨重工業(株)	ドラムフィン式	着船1	40~15万cSt		
3 バケツ式(回転筒式)油回収装置	日本	石川島播磨重工業(株)	バケツ式(回転筒式)	着船1	5000~150万cSt		
4 可変傾斜板式油回収装置	日本	石川島播磨重工業(株)	可変傾斜板式	着船1	40~5万cSt		
5 傾斜板方式油回収装置	日本	三菱重工(株)	傾斜板方式	着船1.25	A原油~C重油		
6 回転ドラム式(COV)油回収装置	日本	三菱造船(株)	回転ドラム式(COV)	着船2	5000cSt		
7 半浮層型傾斜板方式(MFPOS)油回収装置	日本	三菱造船(株)	半浮層型傾斜板方式	着船2.5~3	1万~10万cSt		船体一体型
8 油回収船過熱蒸気式油回収装置	日本	(株)新潟船務	過熱式		軽質油~重質油	40m <sup>3</sup> /h	船体一体型
9 フリヂェン油回収装置	日本	フリヂェンシステム(株)	ベルト式		20000cSt	30m <sup>3</sup> /h	
10 DIP(回転傾斜板)油回収装置	日本	ワールドオーシャンシステム(株)	回転傾斜板式		10000cSt		船体一体型

\* 表中の性能・仕様は、カタログまたは各社からの聞き取り調査による

表2-4 国外の油回収装置・オイルフェンス<sup>29)</sup>

油回収装置							
名称	国名	会社名	方式名	高さ(m)	粘度	回収量	備考
1 STOPOL-1 SYSTEM	フランス	ELF ANTAR FRANCE	油吸着性の回転ドラム	1	低、中、高	1~16m <sup>3</sup> /h	
2 DYNAMIC CYCLONET 50 200	フランス	ALSTHOM-ATLANTIQUE NEYRTEC Division	サイクロン(渦流式)			10~1000 m <sup>3</sup> /h	
3 QT 165 (13/5)	スウェーデン	PHAROS MARINE	堰式	3	低、中、高	25~45 m <sup>3</sup> /h	
4 QT 165	スウェーデン	PHAROS MARINE	堰式	3	低、中、高	25~60 m <sup>3</sup> /h	
5 QT 260	スウェーデン	PHAROS MARINE	堰式	3	低、中、高	100 m <sup>3</sup> /h	
6 FDS-200	スウェーデン	FOILEX AB	堰式	2.5	0~1000000 cSt	65 m <sup>3</sup> /h	
7 LORS/LSC/LBC	フィンランド	LOPI	プラスチックバー(付着式)		高粘度		
8 OS-150	デンマーク	DE SMITHSKE A/S	堰式	2.5	低、中、高	25 m <sup>3</sup> /h	
9 OS-250	デンマーク	DE SMITHSKE A/S	堰式	2.5	低、中、高	80 m <sup>3</sup> /h	
10 OCEAN	デンマーク	DE SMITHSKE A/S	堰式	2.5	低、中、高	80 m <sup>3</sup> /h	
11 KOMARA 12K (30K)	イギリス	VIKOMA INTERNATIONAL LIMITED	円筒式(付着式)	1	低、中、高	2~12m <sup>3</sup> /h	回収量は、2=軽油、12=原油
12 SEASKIMMER50	イギリス	VIKOMA INTERNATIONAL LIMITED	円筒式(付着式)	3	中	50 m <sup>3</sup> /h	
13 SEASKIMMER100	イギリス	VIKOMA INTERNATIONAL LIMITED	円筒式(付着式)	3.5	低、中、高	100 m <sup>3</sup> /h	
14 SEADEVL	イギリス	VIKOMA INTERNATIONAL LIMITED	円筒式(付着式)		高粘度	100 m <sup>3</sup> /h	
15 TRANSREC-200	オランダ	FRANK MOHN AS	堰/円筒/ベルト	3	堰/円筒/ベルト 6万cSt/中/低-高	200 m <sup>3</sup> /h	回収部分は油の種類により堰、円筒、ベルトに交換可能
16 TRANSREC-250	オランダ	FRANK MOHN AS	堰/円筒/ベルト	3.5	同上	250 m <sup>3</sup> /h	回収部分は油の種類により堰、円筒、ベルトに交換可能
17 TRANSREC-350	オランダ	FRANK MOHN AS	堰/円筒/ベルト	3.5	同上	350 m <sup>3</sup> /h	回収部分は油の種類により堰、円筒、ベルトに交換可能
18 -	アメリカ	MARCO	フィルターベルト式		低、中、高	8~270m <sup>3</sup> /h	回収量はベルト巾、油粘度(高いと吸着量大)による
19 MW-82	アメリカ	CONTAINMENT SYSTEM	ロープ・モップ(付着式)	0.9	低、中、高		
20 MW-92	アメリカ	CONTAINMENT SYSTEM	ロープ・モップ(付着式)	0.9	低、中、高		

オイルフェンス

名称	国名	会社名	方式名	高さ(m)	粘度	回収量	備考
21 NOFI VEE-SWEEPS	オランダ	NOFI TROMSO A/S		最大4			オイルフェンスを引っ張って油を回収するもの
22 NOFI 1000-SERIES INFLATABLE OIL BOOMS	オランダ	NOFI TROMSO A/S		着船4			
23 RO-BOOM 1500	デンマーク	RO-CLEAN INTERNATIONAL		3			国内は住友ゴムと提携
24 RO-BOOM 2000	デンマーク	RO-CLEAN INTERNATIONAL		3.5			国内は住友ゴムと提携
25 RO-BOOM 3500	デンマーク	RO-CLEAN INTERNATIONAL		5~8			国内は住友ゴムと提携

\* 表中の性能・仕様は、カタログまたは各社からの聞き取り調査による

は、浚渫土砂を短時間で捨てて油回収に出勤できる機動性を備え、浚渫土砂を蓄える大型のタンクやバラストタンクを使って大容量の回収が可能となる。沿海タンカーは浚渫船と同程度の大容量回収が可能であるが、低速時の操縦性能が悪い欠点がある。また、積荷の油をおろしてガスフリー処理等が必要となるために、準備に時間がかかる。石油掘削リグへの補給等に使用されるsupply shipは、独自のもつ救助、曳航、調査等の機能との適合性が良く、使い易い利点がある。また油回収装置の輸送と操作に便利で、広い甲板面積を有し、低速域での操船性能が良い。デンマークやスウェーデンにおいては、主な油流出事故時の油回収対応船としてsea truckがある。これは作業面積が広く、浅水域での作業が可能で操船性能が優れている。しかしながら、貯蔵容量が少量で大量流出油に対応できない欠点もある。

外洋における油回収機能を備えた油回収船は、現在のところ十分整備されていないのが実状である。回収性能については、油回収専用船の場合でも油回収装置の項で述べたのと同様、波高の影響は大きく、波高1.5mで平水中における性能の60%まで低下することであり、さらに高波高の場合は大幅に低下するものと考えられる。

なお、油回収専用船は、前述のように平時の経済性等の問題等から世界的にみても数が少なく、ほとんどが他の用途との兼用船となっている。運輸技術審議会の流出油防除体制総合検討委員会の中問答申でも油回収船の整備が謳われているが、それも兼用船が適当であるとしている。

外洋での油回収専用船は、ドイツにおいて研究が進められた時期がある。その油回収用に特別に設計され

表2-5 国内の油回収船<sup>31)</sup>

1996年4月1日現在

船名	総トン数	全長 m	航行区域	回収方式	回収方式(詳細)	回収能力	回収油タンク容量
						kl	kl
たるまえ	68		限定沿海	回転式	回転ベルト傾斜式	30	24
さくら	50		限定沿海	付着式	浮遊ベルト式	30	30
第3たかほこ丸	483		沿海	導入式	傾斜板式(MIPOS-45)	60	
						37	4
						93	300
ちかびおやしお	193		沿海		三菱傾斜板式	21	41
男鹿3号	191		沿海		BSM-II	65	100
広野丸	160		沿海		三菱傾斜板式	21	41
ちよなみ	52		限定沿海	付着式	浮遊ベルト式	64	25
蒼海	326		限定沿海	吸引式	気泡分離式	23	50
第二蒼海	453		沿海	吸引式	気泡分離式	50	60
						20	
清龍丸	3,526		近海	導入式	傾斜板式	1,000	1,450
				吸引式	渦流式	1,000	
白龍	196		沿海	付着式	ベルト式	40	40
かいおう	340		沿海			8	0
ほうおう	249		沿海			8	0
よどなみ			限定沿海	導入式	回転傾斜板式	42	50
すま丸	209		限定沿海	導入式	傾斜板式	90	60
はりま	199		沿海	導入式	傾斜板式	30	13
ひめしお		22.0	限定沿海	付着式	ドラムフィン式	53	59
紀淡丸	428		沿海	吸引式		120	210
わかしお		19.9	限定沿海	付着式	浮遊ベルト式	62	41
MIPOS-AII	14		沿海	導入式	傾斜板式	20	2
ひえん	19		限定沿海	導入式	傾斜板式	33	5
いしづち	199		沿海	導入式	傾斜板式	30	10
まつしお		17.5	限定沿海	導入式	傾斜板式	55	60
せとなみ	81		限定沿海	導入式	可変せき流式	45	45
くろしお		15.9	限定沿海	導入式	傾斜板式	40	23
しゅうなん1号	17		限定沿海	吸引式	フロートサクション式	50	12
マリンエース	19		限定沿海	吸引式	ネットコンベアー式	50	13
さちなみ	111		限定沿海	吸引式	フロートサクション式	68	34
第2ブルーオーシャン	3,407		沿海				6,400
ひえん			限定沿海	導入式	傾斜板式(MIPOS-13)	32	5
第1清海丸	497		沿海	吸引式	フロートサクション式		850
第2清海丸	1,100		沿海	吸引式	フロートサクション式		2,000
有帆	127		限定沿海	導入式	傾斜板式(MIPOS-13)	58	30
ひめしま	277		沿海	吸引式		60	60
第2清海	19		限定沿海	付着式	ウレタンフォームドライ式	3	3
ゆのしお		20.4	限定沿海	導入式	可変せき流式	45	67
仁徳	97		沿海	吸引式	モノレックス	40	45
ともしお		22.0	限定沿海	付着式	ドラムフィン式	53	59
大光丸	96		限定沿海	吸引式	フロートサクション式	30	40
からはま	22		限定沿海	吸引式	フロートサクション式	10	7
ちかびくろしお	193		沿海		三菱傾斜板式	25	131
きさん2号	31		沿海		グラビティ分離式	47	6
				導入式	可変せき流式	47	
西海丸	75		沿海		BSM-II	55	55
共備丸	197		限定沿海	付着式	ドラムフィン式	57	30
八重津	58		限定沿海	導入式	傾斜板式	52	9
あすわ	320		沿海	導入式	傾斜板式(MIPOS-40)	89	125
ミスタークリーン	32		限定沿海	吸引式	フロートサクション式	30	6
おのがら	193		沿海		浮遊ベルト式	84	131

表2-6 欧州の油回収船 (2)

No	国名	船名	LBD (総トン数)	油回収装置	貯蔵タンク / 回収能力	オイル・ブーム、スイーピング・アーム、その他
01	Norway	Troms Skarven	79.70×18.00×5.96	add Transrec	1,034/	add Ro boom, 12m3 Dispersant
02	Norway	Normand Mjolne	83.45×18.00×5.56	add Transrec	974/	add Ro boom
03	Norway	Far Fosna	74.50×18.00×5.50	add Transrec	1,200/	add Ro boom
04	Norway	Active Duke	80.74×18.00×4.95	add Transrec	1,021/	add Ro boom
05	Norway	Maersk Chieftain	76.40×17.60×( ) (2,887GT)	add Transrec	933/	add Ro boom, 12m3 Dispersant
06	Norway	Far Scout	75.50×16.60×5.60	add Transrec	1,045/	add Ro boom
07	Norway	Normand Jarl	75.60×16.60×5.60	add Transrec	1,081/	add Ro boom
08	Norway	Far Turbot	77.70×14.50×5.94	add Transrec	1,050/	add Ro boom
09	Norway	Viking Fighter	69.30×15.50×5.70	add Transrec	1,073/	add Ro boom
10	Norway	Far Spirit	69.08×17.50×5.02	add Transrec	1,041/	add Ro boom
11	Norway	Aalesund	63.00×11.50×7.00 (1,357GT)	Transrec 250	765/ 250m3/h	NOFI 800 Fiocs Wee(230m)
12	Norway	VIMA	59.87×12.00×6.50 (1,479GT)			
13	Norway	Tromso	70.00×12.60×4.96 (1,350GT)	Transrec 250, VAB 4-9	826/ 250, 30m3/h	NIOFI 800 Fiocs Boom(260m)
14	Norway	Lance	60.80×12.63×5.50 (1,162GT)	VAB 4-9	200/ 30m3/h	EXPANDI 4300(304m)
15	Norway	Staalbas	58.76×9.41×6.50 ( 855GT)	Foilex TDS200, VAB 8-14	200/ 65, 80m3/h	NOFI 800S(300m)
16	Norway	Nordsjobas	52.04×10.01×6.55 (1,115GT)	Transrec 250	800/ 250m3/h	NOFI 800 Fiocs Wee(230m)
17	Norway	Stril Safety	58.76×9.00×6.35 ( 834GT)			
18	Norway	Lafjord	55.40×9.80×6.18 (1,219GT)	Foilex TDS200, VAB 8-14	800/ 65, 80m3/h	NOFI 800S(300m)
19	Norway	Strilvard	63.51×9.00×5.48 ( 843GT)			
20	Norway	Strilhav	56.60×9.00×4.03 ( 750GT)			
21	Norway	OV01		Foxtail Skimmer VAB 4-9	90/ 30m3/h	EXPANDI 4300(304m), 1 Grabb
22	Norway	OV02		Foxtail Skimmer VAB 4-9	90/ 30m3/h	EXPANDI 4300(304m), 1 Grabb
23	Norway	OV03		Foxtail Skimmer VAB 4-9	90/ 30m3/h	EXPANDI 4300(304m), 1 Grabb
24	Norway	OV04		Foxtail Skimmer VAB 4-9	90/ 30m3/h	EXPANDI 4300(304m), 1 Grabb
25	Norway	Vernoy		Foxtail Skimmer VAB	50/ 30m3/h	Sea Serp. 2000(200m), 1 Grabb
26	Norway	Villa		Foxtail Skimmer VAB 4-9	25/ 30m3/h	EXPANDI 4300(304m), 1 Grabb
01	Netherlands	Geopotes 14	124.00×20.00×7.60		6,600/	
02	Netherlands	Rijndelta	113.00×18.00×9.00		3,548/	2 Sweeping Arms(13.5m)
03	Netherlands	Cosmos	113.00×20.00×7.30 (6,164GT)		6,300/	2 Sweeping Arms(20m)
04	Netherlands	Cornelia	112.50×19.60×7.46		6,400/	2 Sweeping Arms(20m?, 15m?)
05	Netherlands	Hein	78.70×13.50×5.00		2,867/350m3/h×2	2 Sweeping Arms(13m)
06	Netherlands	Lesse	70.90×13.30×4.70		1,537/	1 Sweeping Arm
07	Netherlands	Mitra	56.00×11.50×3.50		142/	NOFI(500m), 1 Sweeping Arm(13m)
08	Netherlands	Small agt	54.50×9.50×3.30	1 Framo Skimmer	408/	2 Fixed Sweeping Arms(13m)
09	Netherlands	Volans	48.00×10.00×3.00	Sweeping Arm	300/	Oceanography
01	Sweden	KBV005	45.50×10.50×3.30			
02	Sweden	KBV010	46.10×8.59×3.90			
03	Sweden	KBV050	37.97×8.50×3.60			
04	Sweden	KBV004	35.50×8.00×3.00			
05	Sweden	KBV201	49.20×8.20×2.10			Sweeping Width 24m
06	Sweden	KBV003	40.00×6.60×( )			
07	Sweden	KBV045	36.02×7.28×3.05			
01	Portugal	Mar limpo	15.50×5.50×0.80		28/ 50m3/h	
02	Portugal	Tarambola	10.00×3.80×0.95	Seamop 3040	5/ 10m3/h	Troilboom GP750(150m)

No	国名	船名	LBD (総トン数)	油回収装置	貯蔵タンク / 回収能力	オイル・ブーム, スイッチング・ブーム, その他
01	Germany	Nordsee/DBEM	131.75 × 23.00 × 6.70		5,400 / 700m <sup>3</sup> /h × 2	2 Sweeping Arms(22m), 61m Sweep width
02	Germany	Mellum/DBPG	71.50 × 15.11 × 5.76 (1,703GT)	2 ACW400 Framo, add 1 Walosep W3 Skimmer	910/ 400, 90, 640m <sup>3</sup> /h	600m High-sea boom, add 1 High-sea Oilboom, 2 Sweeping Arms(15m), 41m Sweep Width
03	Germany	Westensee/DFSE	46.08 × 27.00 × 4.44	Mobil Oil Dike Sobinger System	1,960/	15m Sweep width
04	Germany	Marcus/DHUM	79.50 × 11.50 × 3.92	1 GT 185, 1 Walosep W1	1,600/ 720m <sup>3</sup> /h	Skimming Width 6m
05	Germany	Scharhorn/DGOQ	56.12 × 14.23 × 4.20	add 1 Walosep W3 Skimmer	430/ 320m <sup>3</sup> /h × 2	add 1 High-sea Oilboom(600m), 2 Sweeping Arms(13m), 36m Sweep Width
06	Germany	Motch II	57.87 × 10.90 × 3.84		320/ 100m <sup>3</sup> /h × 2	2 Sweeping Arms(15m), 19.5m Sweep Width
07	Germany	Eversand/DROJ	48.70 × 12.00 × 3.50	Integrated weir and separation system	790/ 160m <sup>3</sup> /h × 2	45m Sweep Width, JW-Separator(240m <sup>3</sup> /h)
08	Germany	Bottsand/Dmr	46.30 × 12.00 × 3.10	Integrated weir and separation system	790/	Sweep Width 42m
09	Germany	Kiel/DLQO	48.00 × 9.20 × 3.00	2 Gustav Terling GT260, 2 Framo ACW400?	350/ 100m <sup>3</sup> /h × 2	Sweep Width 25m, Separator(320)
10	Germany	Knechsand	38.50 × 13.20 × 2.40	Skimmer, Hand Skimmer	400/ 800m <sup>3</sup> /h	add 200m oilbooms, Skimming Eidth 10m
11	Germany	BAWAI	43.34 × 8.11 × 3.10	1 Vikoma Skimmer	320/ 50m <sup>3</sup> /h	180m Oilboom, 100m Absorbenbooms
12	Germany	MPOSS/DBCZ	34.20 × 12.00 × 1.86 ( 221GT)	Integral skimmer	300/ 600m <sup>3</sup> /h	50m Oilboom, Skimming width 8m, KSR System(RFA)
13	Germany	Thor/DLIC	34.65 × 8.20 × 2.50	Integral weir skimmer	225/ 100m <sup>3</sup> /h	Sweep Width 31m
14	Germany	Transporter 11/DDBE	37.70 × 7.70 × 1.90		360/	
15	Germany	Norderhever/DB6234	40.23 × 9.00 × 1.50	2 GT185, Walosep W1	150/ 45m <sup>3</sup> /h × 2	
16	Germany	Kopersand	33.00 × 7.00 × 1.56	2 Gustav Terling GT185, 1 Walosep W1 Skimmer	84/ 45m <sup>3</sup> /h × 2	
17	Germany	Oland	26.00 × 7.20 × 1.80			
18	Germany	OSK 1	25.00 × 8.10 × 1.64	Convey or Belt, Mop Skimmer, Handskimmer	18/ 40m <sup>3</sup> /h	150m Oilboom, Sweep Width 8m
19	Germany	Janssand/DBJQ	30.00 × 7.00 × 1.51	2 Gustav Terling GT185, 1 Walosep W1 Skimmer	63/ 45m <sup>3</sup> /h × 2	
20	Germany	Foline/DICQ	26.50 × 5.30 × 1.75	1 Walosep W1	74/ 30m <sup>3</sup> /h	100m coastal boom
21	Germany	Marline/DKRT	25.00 × 4.50 × 1.75		56/	100m coastal boom
22	Germany	Asche	22.90 × 6.40 × 1.15			
23	Germany	OS01	17.80 × 4.60 × 1.82	Weir with selfpriming Function	19/ 20m <sup>3</sup> /h	Flotsam sweeping basket
01	UK	Clwyd Supporter	85.00 × 16.00 × 4.90 (2,762GT)	1 Oleophilic disc skimmer	500/	Comprises of 500m floating sweep booms
02	UK	Forth Explorer	75.94 × 13.00 × 4.00 (1,321GT)	Vikoma Sea Skimmers 50, 100	1,578/	450m Vikoma seapack, 250m Coastal Pack, 34.2t Dispersant
03	UK	Seflon Supporter	85.00 × 12.25 × 3.30 (1,219GT)		1,200/	500m offshore inflatable floaying booms, 2 rigid(floating)sweep arms
04	UK	Grampian Supporter	65.00 × ( ) × 4.90	Oleophilic disc skimmer	500/	Comprises of 500m floating sweep booms
05	UK	Sespring	59.56 × 11.43 × 3.66 ( 774GT)	1 Vikoma SS100 Skimmer	591/	500m Ocean boom, 250m coastal boom(Troilboom), Spring Sweep
06	UK	Clean Seas	39.00 × 8.00 × 3.50		200/	Sprig Sweep(Troilboom)
07	UK	Scapa Lass	18.50 × 6.00 × 0.80		48/	
08	UK	Good Wytch	15.50 × 5.50 × 0.80		28/ 50m <sup>3</sup> /h	
01	Denmark	Gunnar Seidenfaden	55.60 × 12.30 × 3.85 ( 868GT)	ACW400 Framo(Desmi, Komara?)	315/	Sweeping Boom, 250m coastal oilboom, 45m <sup>3</sup> Dispersant
02	Denmark	Marie Miljoe	29.75 × 8.00 × 1.60	1 Endless band skimmer	64/	Boom stowed on board, 11m <sup>3</sup> Dispersant
03	Denmark	Aurica	19.40 × 5.40 × 1.70 ( 48GT)	Endless band		Coastal oil boom, 7.2t Dispersant
01	Finland	Halli	61.00 × ( ) × ( )	Burash-conveyor-skimmer	/ 108m <sup>3</sup> /h	
02	Finland	Hylje	50.00 × 12.50 × 3.00	Separator	860/	Direct Flow into Hull
01	Belgium	Salvage Chief	50.65 × 12.78 × 2.50	Lori-oil recovery system	150/	
02	Belgium	DN31	32.63 × 11.86 × ( )		518/	2 Sweeping Arms(13m)
01	Greece	?	10.00 × 3.80 × 0.95	Seamop 3040	5/ 10m <sup>3</sup> /h	150m Troilboom GP750

たドイツの油回収専用船について、その特徴を記す<sup>33)</sup>。これらの船は、船長50m以下の比較的小型の船である。

(1) MOD (Mobile Oil Dike) (図2-18<sup>34)</sup>)

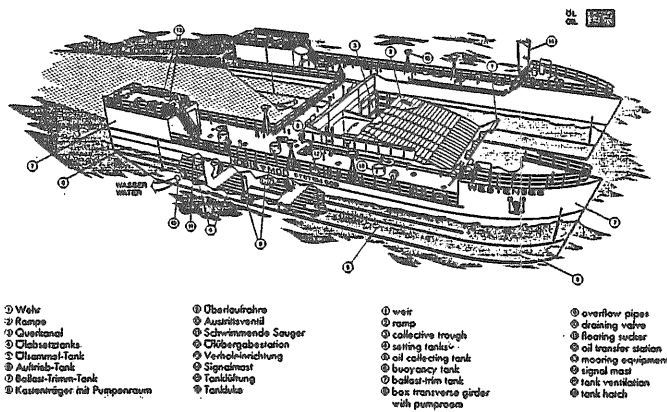
ツインハルの内部に生ずる大きな渦が油回収の障害となる。そのため、船首の斜面板の前部に格子パイプを設置し、渦を消す工夫をしている。

波浪中と平水中の油回収効率の比較

- 1) 波高1.0m ..... 80%
- 2) 波高1.5m ..... 60% (但し、追波の場合は70%)

(2) 船体分離型油回収船 (SCISSOR) (図 2-19<sup>34)</sup>)

比較的高速の移動が可能で、現地へ迅速に直行できる。追波中では、シールドデバイスとなる。欠点は、



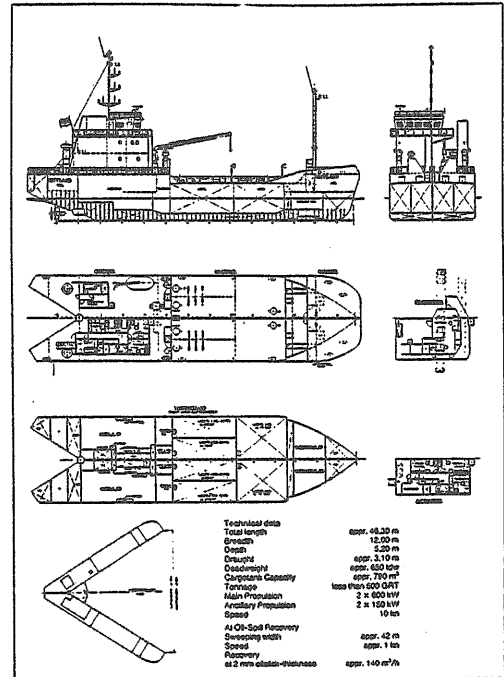
- ① Wehr
- ② Rampa
- ③ Querschal
- ④ Ölabsatzrampa
- ⑤ Ölwanne-Tank
- ⑥ Auftrieb-Tank
- ⑦ Ballast-Trimm-Tank
- ⑧ Kastenträger mit Pumpenraum
- ⑨ Oberlaufrohr
- ⑩ Austrittsventil
- ⑪ Schwimmende Sauger
- ⑫ Ölbergabestation
- ⑬ Verteilungsröhre
- ⑭ Signalmast
- ⑮ Tanklüftung
- ⑯ Tankdüse
- ⑰ weir
- ⑱ ramp
- ⑲ collective trough
- ⑳ settling tank
- ㉑ oil collecting tank
- ㉒ buoyancy tank
- ㉓ ballast-trim tank
- ㉔ box transverse girder with pumproom
- ㉕ overflow pipes
- ㉖ draining valve
- ㉗ floating suctor
- ㉘ oil transfer station
- ㉙ mooring equipment
- ㉚ signal mast
- ㉛ tank ventilation
- ㉜ tank hatch

図2-18 MOD (Mobile Oil Dike : 可変式油堰) <sup>34)</sup>

適当な流れがないと回収効率が悪くなることである。

(3) MPOSS (Multi Purpose Oil Skimming System) (図 2-20<sup>34)</sup>)

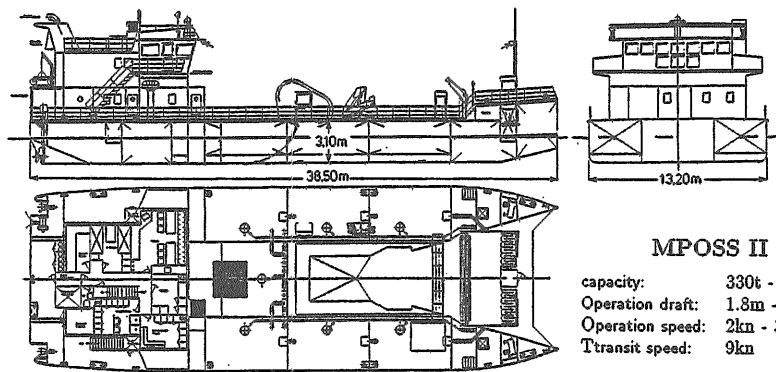
浮体付きの堰が波に追従するため、比較的波浪に強い。また、船首部ツインハルの垂直壁による波の反射



Technical data	
Total length	approx. 48.20 m
Beam	13.20 m
Depth	3.20 m
Draught	approx. 3.10 m
Displacement	approx. 620 t
Compartment Capacity	approx. 700 m³
Tonnage	less than 600 GRT
Main Propulsion	2 x 600 kW
Auxiliary Propulsion	2 x 150 kW
Speed	10 kn
AJ Oil-Spill Recovery Sweeping width	approx. 42 m
Speed	approx. 1 kn
Recovery	approx. 140 m³/h

C. LÖHRING Schiffswerft GmbH & Co. KG  
2209 Brunsbüttel/Unterweser - P.O. Box 1259 - Telefon (0449) 79 61 - Telex 82317

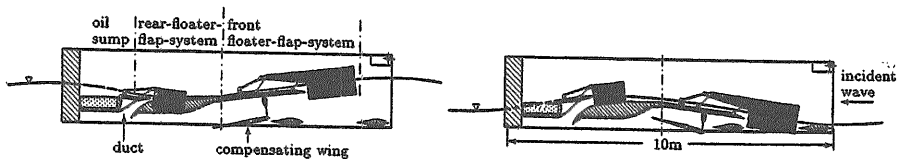
図2-19 船体分離型油回収船 (SCISSOR) <sup>34)</sup>



MPOSS II

- capacity: 330t - 500t
- Operation draft: 1.8m - 2.7m
- Operation speed: 2kn - 3kn
- Transit speed: 9kn

Knechtsand (MPOSS II)



Oil Skimmer behavior in waves (MPOSS)

図2-20 MPOSS (Multi Purpose Oil Skimming System : 多目的油回収装置) <sup>34)</sup>

が、油回収の効率低下をきたすので、多列の穴あき板を船体壁にならべて波浪低減を図っている。

#### (4) 波浪低減技術

ドイツで開発された3種類の油回収専用船の運用より本技術が得られた。これは、油取入れ部の側壁垂直パイプを種々の間隔で配置することにより、入射した波の減衰をねらったものである。また、ピーチ部分のすぐ上部にパイプを水平に設置し渦を消滅する事により消波する工夫をしている。

波浪低減技術としては、このようなパッシブな波浪制御が現実的であるが、これを最適設計する技術は未だ確立されていない状況である。

### 2.3.3 外洋での油流出事故における油回収装置の有効性

#### 2.3.3.1 ナホトカ号油流出事故

##### (1) 概要

ナホトカ号から流出した積み荷のC重油の総量は約6,240klと推定<sup>1)</sup>され、波浪により一部は分断されたが、多くは日本海沿岸域の広い範囲に漂着している。油が極めて高粘度(約123万cSt)であり、荒天が続いたことから、作業は荒天の間を縫って比較的気象・海象が平穏な僅かの時期に集中して実施され、回収油量は、日本(清龍丸等)が推定約1000kl、シンガポール(RO-SKIM)は回収不能、ロシアは派遣船全体で推定約200klであり、非常に回収効率が悪かったことが報告<sup>2)</sup>されている。

ナホトカ号油流出事故での高粘度油の回収は、従来型の油回収資機材によって天候回復時のみの作業に限定して行われ、多くの教訓が得られている。油回収装置に関しては、気象・海象の厳しい外洋に対応できるものがなかったこと、及び超高粘度油の回収に適したものがなかったことの2点が強調されている。

また、日本周辺は浮遊するゴミが比較的に多い海域であり、流出した油がゴミを取り込みやすく、このため油回収装置の回収口やホース等の目詰まりなどが発生し、回収効率の低下を引き起こす原因となった。

##### (2) 油回収専用船の油回収状況等

ナホトカ号油流出事故による流出油の回収の実際を知るため、回収作業に従事した、むつ小川原石油備蓄株式会社所属の第3たかほこ丸について、船型、回収装置、回収状況等について調査を行った。なお、本船は荒天時においては、港にて待機しているので、回収状況は活動可能な比較的low波高のときの状況である。

##### 船型、回収装置

第3たかほこ丸は、双胴船首、単胴船尾型の三井傾斜板式油回収装置並びにコンベア式ゴミ回収装置を装備している。

##### 回収状況

- 1) 本船の油だまりへの油の導入は概ねうまくいったが、時間の経過とともに導入したはずの

油が見あたらなくなることが度々生じた。浮流油が水分を多く含み、海水の密度との差が少なくなったことによると思われる。

- 2) 本船備え付けの回収ポンプは低粘度油を想定しており、高粘度油に対応できないため、スウェーデン製のアルキメデス・スクリュウ型ポンプを新たに取付け、回収にあたった。油水は、ドラム缶で約200本/回を回収できた。
- 3) 作業海域は、浮遊ゴミが非常に多かったが、結局、油とゴミを区別することなくポンプで回収した。ポンプには少なからずダメージがあったと考えられるため、浮遊ゴミ対策も重要な検討課題である。
- 4) 回収作業は、本船備え付けの波高計で2.5m程度でも可能であった。
- 5) 本船は、船型上の特性から、向かい波では操船が困難であった。
- 6) 3~5ノットの低速での長時間航行は想定しておらず、主機関の潤滑、冷却を度々行う必要が生じ、作業に影響があった。

評価としては、高粘度油の回収には特別な機器を必要とするものの、低波高下では有効であることが明らかとなった。

#### (3) 運輸技術審議会総合部会中間答申中の油防除技術関係

運輸技術審議会総合部会中間答申中に述べられている外洋における油防除技術に関する基本的な考え方は、次のとおりである。当所における研究開発も答申の趣旨を考慮して実施する必要がある。

- ・冬季日本海の家象を考慮した、高波浪下での回収技術
- ・ムース化したような超高粘度油の回収技術
- ・油回収船は、経済性などを考慮して多用兼用船

#### 2.3.3.2 その他の海難事故

洋上での機械的回収法の効率は、一般に最大でも10%程度とされている。

使用された回収装置毎のデータは示されていないが、Exxon Valdez号のケースで約8%、Sea Empress号では強風下でもあり約1.5~2.5%であった。また、Braer号の場合は荒天のため洋上での油回収はできなかった。

### 2.4 現状における油回収装置の性能上の課題

以上の調査から、現在の油回収装置の主たる問題点は、

- (1) 高波浪下での性能の大幅な低下
- (2) 高粘度油の回収が困難

にあることが判る。これらの技術的ウィークポイントが、そのまま今回のナホトカ号油流出事故において被害拡大を招く大きな要因となっており、その対応が必要である。