

# 油濁事故におけるガット船等の活用に関する調査

海上防災事業者協会調査研究会

ナホトカ号の流出油事故の防除作業現場からは、今後の大量流出油事故への対応を考えると学ぶべき点が多々あり、本調査研究会は、昨年度強力吸引車等の活動状況を調査し「海上防災第100号」に強力吸引車等を使用した油回収システムのあり方を提案した。

今回、強力吸引車同様、油回収の専用機材ではなく、通常は海上工事等に従事するグラブ付作業船等についてその現状を調査し、油防除処理体制の一翼として今後の油回収作業に有効に活用するための方策を検討することとした。

## 1. 目的

ガット船等は、国内に広く、数多く在籍していて、通常は石材、砂利等を採取・運搬又は航路のしゅんせつ、港湾作業等に従事している。

大規模な油濁事故が発生した時、法定の排出油防除資材のみで防除措置が完結するものではなく、広く他の分野の資材、技術を応用し、導入する必要がある。そのうち、ガット船等は、過去の油濁事故に活用され、一応の成果を得ていることから、今後の油濁事故において防除手法の中の応用資材としてガット船を位置付け、緊急時に本来業務との調整の問題や防除作業を実施する場合の操船運用上の限界等ガット船の実態を調査し、油濁事故におけるガット船等のより有効な活用を図ることを目的とする。

## 2. 油濁事故におけるガット船等の役割

海上工事に従事する作業船は、運輸省監修「現有作業船一覧」（1999年版）では、しゅんせつ船、曳船、ガット船、台船、潜水土船等その目的に応じた各種の船舶が1万隻以上記載されている。

このような各種作業船の中からガット船やクレーン台船等の作業船が過去の油濁事故に出動した事例は表-1のとおり4件である。

第8宮丸及び第3日丹丸事故は、油種が海上に流出した場合固形化するミナス重油であり、通常の回収装置では回収が不可能な油である。更に瀬戸内海の潮流の早い海域で、波浪や航行船舶の航走波により油が分断され回収が困難な状況の中で、早期に流出油をオイルフェンスにより包囲し、ガット船のグラブにより回収し、同船の船倉に収容して油汚染を局限した事例である。

一方、豊孝丸事故では、流出油は、風で陸側に吹き寄せられ、陸岸とオイルフェンスにより包囲され、クレーン台船とボックスバージにより大量の油吸着材や浮遊ゴミとともに効率よく回収され、回収油はそのまま廃棄物処理施設へ輸送された。

表一 1 ガット船等の油濁事故への出動例

年月日	事故船舶 (GT)	流出油種油量 (KL)	使用ガット船等	作業状況等
昭54.3.22	第8宮丸 (997)	ミナス重油 543KL	ガット船199型 3隻	オイルフェンスで包囲し、 3日間で回収
昭55.5.15	第3日丹丸 (1623)	ミナス重油 155KL	ガット船199型 2隻	油塊を直接及びオイルフェ ンスで包囲し回収
平6.10.17	豊孝丸 (2,960)	ラビ原油ブレ ンド 570KL	クレーン台船、押船 プッシャーバージ (300 m <sup>3</sup> ) 押船 1セット	陸岸とオイルフェンス間の 油、吸着材の回収、輸送
平9.1.2	ナホトカ (13,175)	C重油 6,240KL	プッシャーバージ押船2セット ガット船499型 4隻	油塊を直接及びオイルフェ ンスで包囲し回収、輸送

また、ナホトカ号事故では、波浪によりエマルジョン化したC重油の洋上での回収及び回収した油の廃棄物処理施設への輸送としてプッシャーバージ、ガット船が投入された。

以上のように油濁事故には排出油防除資材の他、これらの海上作業に従事する船舶も流出油の状況に応じ、活用されている。

海上作業に従事する船舶は広くは特殊船と定義され、日本工業規格造船用語（特殊船編一種類）では、特定の作業に従事する船及び浮体として①海洋調査船、②海底資源採取船、③しゅんせつ船、④各種作業船、⑤海上作業台船及び⑥海上浮器の6種類に分類されている。

これらの海上作業船のうち、過去の事例等から油濁事故に活用しようとする船舶は、しゅんせつ船、各種作業船、海上作業台船の中から、海上に浮流する油を回収するグラブ装置を備える船舶及び回収した油を直接船倉にバラ積みで収容でき、揚荷用ポンプを自船に備える船舶が対象となる。

具体的な作業船の種類を上げると次のとおりである。

- 直接油塊を海上から回収することができるグラブ装置やクレーン装置を装備している船舶  
ガット船、グラブしゅんせつ船、クレーン付台船、起重機船、クレーン付土運船
- 回収油を収容できる船倉を有する船舶  
台船、土運船

以上の作業船をここではガット船等と総称することとする。

### 3. ガット船等の現状

#### (1) ガット船

ガット船は、上記分類では各種作業船の「グラブ付き自航運搬船」……グラブしゅんせつ機によって海底の土砂を採取して、運搬・陸揚げをする船舶……と定義され、甲板上に回転式グラブ掴み装置を搭載し、船倉内に土砂を積み自航する運搬船で、ガット船と通称している。

「現有作業船一覽」1999年版（運輸省監修）に記載されているガット船は、約250隻、さらに内航船舶明細書（1998年版）では、一般貨物船に仕分けされている船舶を含めると約700隻が該当する船舶と思われる。これらの船舶を総トン数、航行区域別に分類すると表-2のとおりである。

表-2から全体の約3分の2が総トン数400トンクラス（いわゆる499型）を占め、航行区域では、約80%が沿海区域の船舶である。

船籍港を見ると全国的に分布しているが、兵庫県家島が圧倒的に多く約25%を占めており次いで広島10%がついでいるが、いわゆるオペレーターに約80%の船舶が用船され、自社運航船は約20%に過ぎない。

表-2 ガット船総トン数別、航行区域別分類

総トン数	100~200	200~300	300~400	400~500	500~700	700~1,000	1,000~	計
平水区域	19	12	11	74	7			123
沿海区域	66	25	53	370	39	13	7	573
近海区域			1	6		1		8
計	85	37	65	450	46	14	7	704

これらの船舶は、基本的にグラブ装置と船倉を装備しており、クレーン長さ15~25m グラブ容量はそれぞれの船型に応じて1.0~4.0m<sup>3</sup>を備え、船倉は499型で600~1,600m<sup>3</sup>となっている。

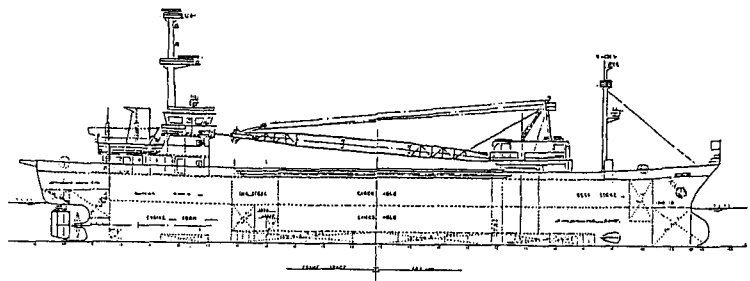


図-1 499型ガット船

499型ガット船の一例を図1に示す。

(2) グラブしゅんせつ船

一般にしゅんせつ船は、海底の土砂をしゅんせつする装置を有する作業船をいうが、しゅんせつ装置には、しゅんせつポンプによって土砂を吸い上げるポンプ船とグラブ・バケットにより土砂を掘削し、つかみ取りするグラブ船やバケット船に区分される。

グラブ装置やバケット装置を備える作業船には

a グラブしゅんせつ船

グラブバケットによって海底の土砂をつかみあげ、泥倉又は舷側で土運船に直接積み込むしゅんせつ船

b デイッパしゅんせつ船

デイッパバケットによって海底土砂を掘削して、舷側の土運船に積載するしゅんせつ船

c バケットしゅんせつ船

多数のバケットを連結したバケットラインによって海底土砂を掘削・揚土し、舷側の土運船に積載するしゅんせつ船

があるが、海上に浮遊する油をつかみ取りする作業船として活用できるのはグラブ装置を備えたグラブしゅんせつ船である。

グラブしゅんせつ船は、クレーンを介してグラブバケットを船外に振り出し、海底の土砂をつかみ取りするもので、グラブの運動により絶えず船体が動揺することとなる。

グラブバケットは、普通クラムシェル型が多く採用されており、グラブ容量は、0.3から最大200m<sup>3</sup>までであるが、3.5m<sup>3</sup>、4.0m<sup>3</sup>のものが一番普及している。

同型船は約700隻が運用されているが、殆どが非自航船に該当し、起重機船、台船、砕岩船を兼用しているものも多い。グラブしゅんせつ船の一例を図-2に示す。

### (3) クレーン付台船

陸上のクローラークレーン等を台船に固定したもので、台船には動力を有せず甲板の機械等も原動機直結又は仮設動力により電源を供給して駆動する方式である。

一般には、港湾工事の比較的小型軽量物の荷揚げに利用されている作業船で、約400隻が運用されている。クレーン付台船の一例を図-3に示す。

### (4) 起重機船

港湾工事、海洋開発、サルベージ、港湾荷役等において水上で各種重量物の吊り上げ、据え付け等を行う作業船でジブを固定したものから、全旋回ジブ俯仰式あるいは水平引込式クレーンを搭載したものまで多種類ある。

起重機船は、一般海上作業の重量物の吊り下げから超大荷重の移動まで多様であるが、荷重を浮力によって支えているため荷重や波浪条件により影響を受けやすい。

推進装置を備えた自航式と非自航式があり、特殊な条件によって建造されたもの以外は、殆ど非自航式

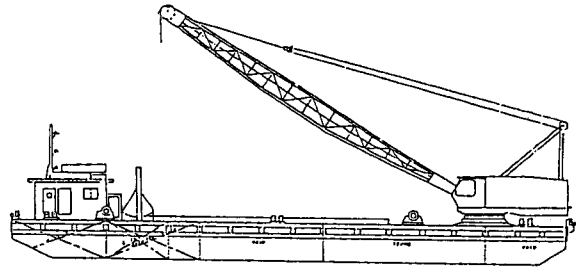


図-2 グラブしゅんせつ船

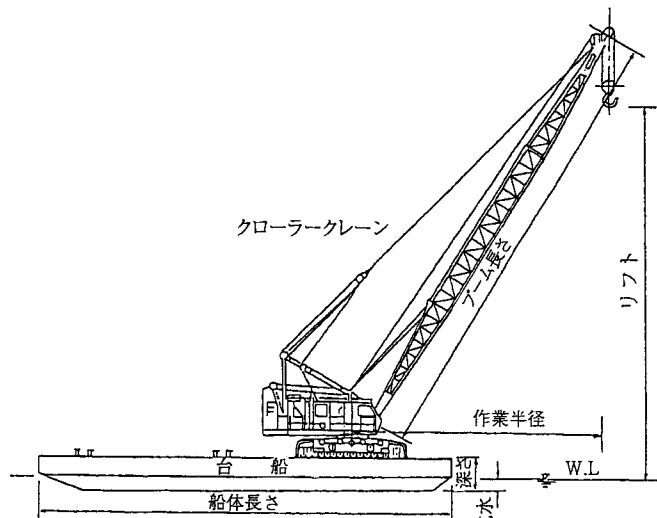


図-3 クレーン付台船

である。流出油事故の油回収に使用できる船舶は、クレーンが旋回式の数百トンの起重機船で約300隻と見込まれる。

排水トン別でみると

2,001トン以上	121隻
1,000～2,000トン	259隻
501～1,000トン	221隻
201～500トン	174隻
200トン以下	30隻

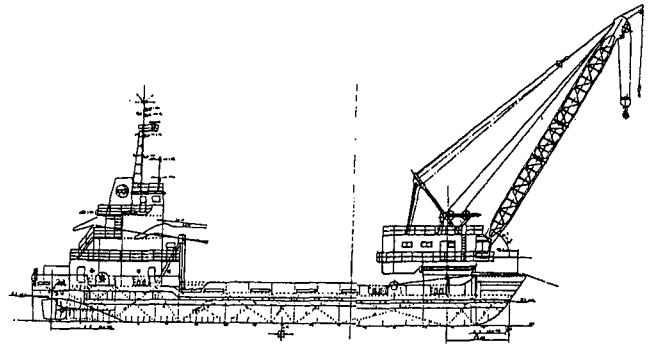


図-4 自航式起重機船

である。起重機船の一例を図-4に示す。

#### (5) 土運船

土運船は、しゅんせつ土や埋立用土砂を泥倉に受けて運搬する作業船であり、形式によって、ボックスタイプ、底開式、側開式、デッキバージに区分される。また、主として石材を運搬する作業船は、石運船という。

一般には、自船に積込み装置を持たず、しゅんせつ船その他の積み込み装置により船倉に積み込まれるものであるが、自船にクレーン装置を備えたものもある。

航行方式は、自航式と非自航式があり、また非自航式には曳航方式と押航方式がある。

自航式はごく特殊な場合であり、むしろ非自航式の方が一般的である。また、非自航式でも押航方式の方が推進効率がよく、また操縦性に優れている。

また、土運船の多くが積込んだ土砂を埋立て用地で船底や舷側を開閉することにより排泥する機能を有するが、本船自体に排土装置を持たずにバケットホイールアンローダー等の揚土装置によって揚土するものがある。

油防除作業においては、押航バージ方式でクレーン装置を備えた土運船の活用が効果的である。

土運船では、排水トンで表示される例が多く、現状の土運船の排水トン別は、次のとおりである。

3,000トン以上	77隻
1,000～2,999トン	112隻
500～999トン	137隻
500トン以下	179隻
その他不明	143隻

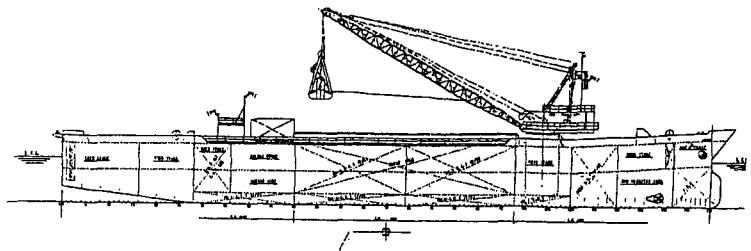


図-5 クレーン付土運船

クレーン付土運船の例を図-5に示す。

#### (6) 台船 (ボックスバージ)

「現有作業船一覽」では、約1,000隻が記載されている。

主な用途は、海上工事の資材を運搬することで、甲板積みと船倉積みの2種類がある。

甲板積みものは、上甲板にクローラークレーンを搭載するとクレーン付台船となる。台船の一例を図6に示す。

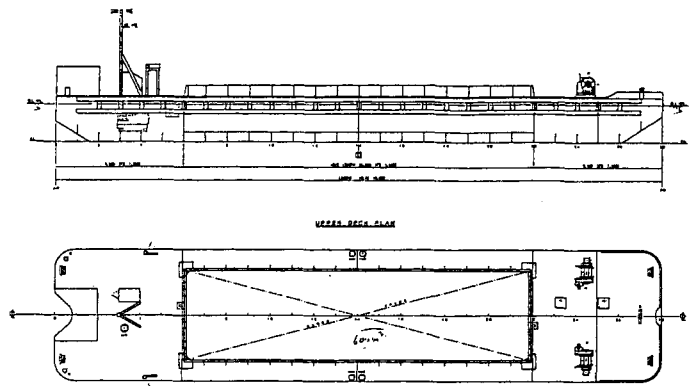


図-6 台船 (600m)

### 4. ガット船等の事故時の活用

#### (1) 出動手配

ガット船等は全国に在籍しているが、その約80%はオペレーターによって用船され、本来業務である海上工事等に従事している。

ナホトカ事故時に見られるように冬期日本海は荒天が続き、海上工事は春期から夏期にかけて集中的に行われるため、日本海に在籍するガット船等は、秋期から冬期にかけては海上工事が行われる太平洋沿岸や瀬戸内等に回航され工事に従事する等工事に合わせて移動することが多々ある。そのため、一年を通じて在籍港を拠点に作業に従事することは少ないと考えられることから、出動の要請はオペレーターや海上工事元受企業を通じて手配することとなる。

要請を受けたオペレーター等は工事作業における船操り等の調整や工事作業以外の業務を実施するに伴う調整が必要となる場合があるので、油濁事故の形態からガット船等を必要とすると判断した時は早期にオペレーター等に出動の可否を打診しておくことが必要となる。

#### (2) 防除作業

ガット船等を油濁事故に出動要請する場合過去の事例に見られるように

- ・ガット船等が装備しているグラブ装置を利用してオイルフェンス等で包囲された浮流油を掴み取り回収する。
- ・船倉を利用して回収油を一時貯留しあるいは処理施設等へ輸送する。

等であり、これらを効率よく実施するためには次の事項に留意しなければならない。

#### ① グラブ装置による油の回収

グラブ装置の操作運用は、本来業務の中で日頃しゅんせつ作業等で精通しており、ガット船の船内作業におけるグラブ操作や船位保持等装置の操作、操船等に本質的に変わる点はないが、回収の対象となる油の性状、グラブ形状、海域の状況等から判断しなければならない。

## イ 対象油の性状

グラブによる油の回収は、シェルを開いた状態で浮流油面に降ろし、シェルを閉じて海水とともに回収する。その際油の回収比率を上げるため、水切りを行うこととなるので、その際に粘度の低い油は海水とともに流出する可能性が高く、また油層が薄い場合も同様に回収の効率が悪くなる。従って、ガット船等による油の回収作業は、高粘度の油や風化の進んだ油が対象とする。

## ロ グラブ形状

グラブには、図-7、8のように土砂用の平グラブと石材用のオレンジの形式のものがある。平グラブは、軟泥用のプレートライン、ハーフトライン、硬度盤用のホールラインの3種がある。グラブの開閉は、ロープによる方式と油圧駆動による方式がある。

油の回収に適した方式は、平グラブのプレートグラブとハーフトライングラブであり、平グラブを備えたガット船等を選定する必要がある。

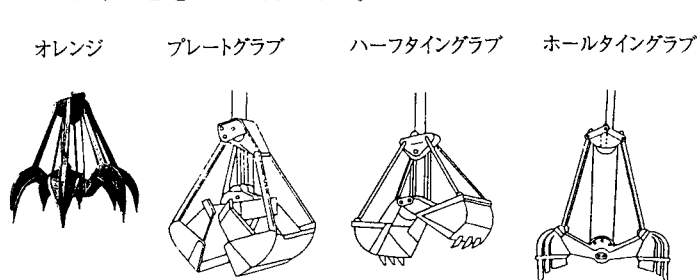


図-7 グラブの形式

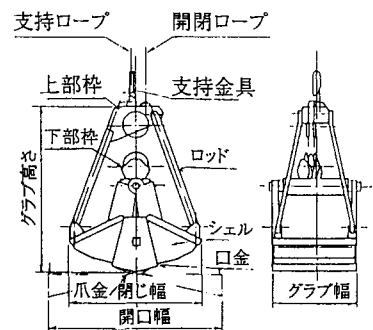


図-8 グラブの名称

## ハ 作業海域の選定

油回収の作業効率を上げるためには、油層の厚い海域を選んで作業を行う。そのためには、地形的に油の集まり易い海域を選定して船位するか、他の作業船のオイルフェンスによる油の包囲作業と組み合わせた作業とする。

## ニ 作業の安全対策

重量のあるグラブを船外に振り出して行う油回収作業では、海上が平穏な状況でも船体が傾斜し、また海上に停止した状態で行うこととなるので船体の動揺が大きくなる可能性がある。作業海域の気象海象状況に十分留意し、作業が安全に実施できる限界を検討しておく、また回収油のグラブからの漏洩により船体が滑りやすくなるので、このための安全対策を講じておかなければならない。

## ② 回収油の貯留及び輸送

回収した油を貯留する場合ガット船等が回収した油をばら積み状態で自船の船倉内に直接収容するかあるいは横付けしたボックスバージ等に搭載する場合と沿岸漂着した油を回収したドラム缶等を搭載する場合がある。

船倉内に直接ばら積みする場合ゴミ等の固形物を含んだ油水混合物であり、船体動揺による倉内液体の

流動が発生する。また、搭載した油水混合物は、基本的には廃油処理施設へ輸送して焼却処理を行うが、施設での陸揚げの方法について事前に検討しておかなければならない。なお、回収時には、油水の簡易分離により、海水を極力排出し、油分濃度を高める処置を講じておく。

#### イ スロッシング

船倉内の液体の運動によって生じる衝撃をスロッシングという。これは、船倉あるいはタンクの形状、液位、動揺の種類、振幅等に左右される。

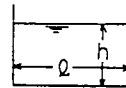
スロッシングは、液体の動揺固有周期  $T_L$  と船体の動揺周期  $T_s$  が近くなると激しくなる。ガット船やボックスバージでは船倉形状は角型であり、この場合  $T_s/T_L = 0.8 \sim 1.8$  程度の範囲で発生するといわれる。

液体固有周期  $T_L$  は、一次（最大）周期が問題となる。角型の場合の液体固有周期の理論式は次のように示される。

$$T_L = \sqrt{\frac{4\pi\ell}{g} \cot h \frac{\pi h}{\ell}} \quad ; \quad h/\ell > 0.3$$

$$= \frac{2\ell}{\sqrt{gh}} \quad ; \quad h/\ell < 0.15$$

中間の液位は、上記2式の補間法によって求めることができる。



#### ロ 回収油の陸揚げ

回収した油は、基本的には産業廃棄物処理事業場において焼却処理される。回収油の陸揚げに当たっては、事業場の受入側施設が各々異なるので陸揚げ方法を事前に検討しておかなければならない。ばら積みの場合は、可能であれば自船のポンプにより、または強力吸引車等により採取を行う。ドラム缶等はクレーン車等が必要となる。いずれにしても輸送船舶の喫水計測、トラック等の重量測定により処理場への搬入量を確定しておくことが必要となる。

### 5. まとめ

以上、ナホトカ号事故の教訓からガット船等の油防除活動への活用について検討を行った。

過去の事例4件からガット船等の油防除で効率的に活動できる条件を高粘度油の流出事故に限定している。また、本来業務の海上工事でのガット船等の運用実態が十分把握できていない状況から今後緊急にガット船等を油防除活動に使用する場合の問題点を掘り下げて検討するとともに防除作業上の運用方法等について機会を捉えて検討を進めていくこととする。



## 資料

流出油の回収のため、ガット船等の活用事例は4例があり、これらは何れも、引火性ガスによる二次災害発生心配のない高粘度の油であった。

### (1) 第8宮丸

昭和54年3月22日、香川県の備讃瀬戸で貨物船とタンカー第8宮丸(997GT)が衝突、積み荷のミナス重油約540キロリットルが流出した。流出した油は、畳大から野球ボール大の大きさに固まって漂流した。

これらの油は、巡視艇と作業船によりオイルフェンスで囲み、アンカーで固定せず浮流油とオイルフェンスを一緒に流し、ガット船第5予州丸、第2もろき丸、第3住吉丸の何れも199Gt型の3隻により回収された。

一番大きな油塊は、巡視艇が600mのオイルフェンスで囲んだもので、翌日昼頃までの間で全量を回収した。大きなグラブで油塊を掴み揚げ、グラブの口を少し開け、隙間から水切りをして船倉へ、この様にして6時間ほどで200m<sup>3</sup>近い油塊を全て回収した。途中風が強くなったが、オイルフェンスを縮める作業を並行させたのが上手くできた要因であった。

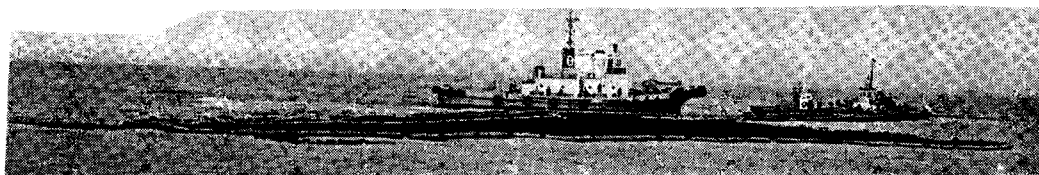


写真1 第8宮丸  
600mのオイルフェンスで囲った油塊

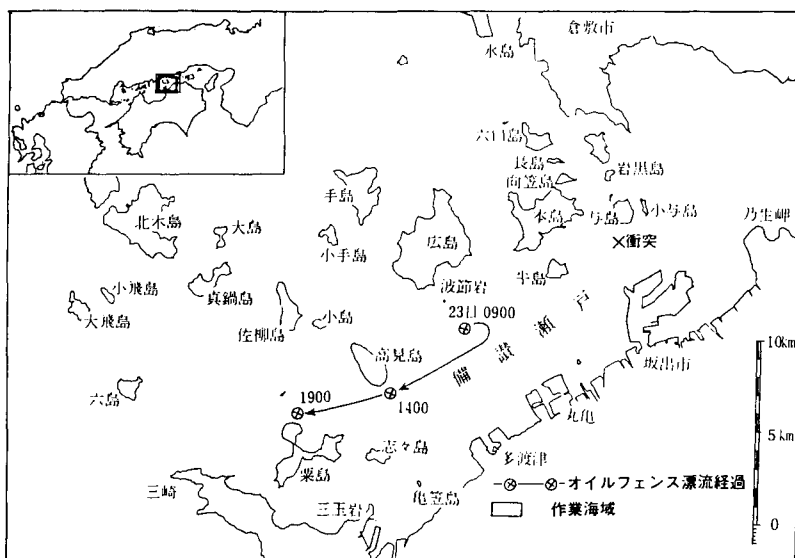
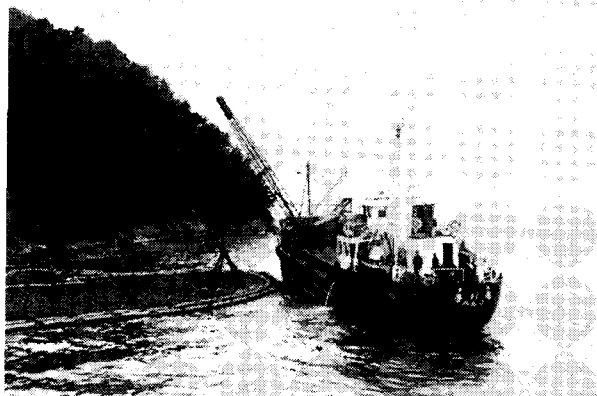


図9 流し展張したオイルフェンスの漂流状況 ×印が衝突位置

写真2 第8宮丸  
オイルフェンス内の油塊を  
回収するガット船ケッジア  
ンカーを使い岸に接近した



(参考) ミナス重油について

インドネシア産のミナス原油から精製されたもので、常温で固体、比重0.9

## (2) 第3日丹丸

昭和55年5月、宇部沖でケミカルタンカーH丸とタンカー第3日丹丸(1,623GT)が衝突、積み荷のミナス重油約155キロリットルが流出した。流出した油は、第8宮丸の時と同様に 畳大から野球ボール大の大きさに固まって漂流した。これらの油塊は直接又はオイルフェンスで集めて泰新丸、第5晃和丸の2隻のガット船で回収された。

## (3) 豊孝丸

平成6年10月17日未明、和歌山県下津沖にてタンカー同士の衝突により、タンカー豊孝丸(2,960Gt)から積み荷のラビ原油ブレンド570キロリットルが流出した。事故の直後に地元石油会社等によりオイルフェンスが展開され、この中に大量の油が保持された。大量の油吸着材が投入され、この油の流動点が27.5℃、海水温度が21℃であることをも考慮し、当日朝、ガット船で回収することを決めて手配された。

当日午後3時、クレーン台船第8築港丸とボックスバージ(300m)が現地着、オイルフェンス内の油の回収を始めた。これらの油約250KIが翌日朝までに回収され、その後沿岸部にオイルフェンスで保持されている油の回収が自衛隊員により行われ、その受け取りの役目を果たした。

これら全ての油は、大型のクレーン付きプッシャー土運船「大興号」に積み換えられて広島処理場へ搬出された。

写真3 グラブ浚渫船  
「築港号」による  
油塊の回収状況船  
体固定のため、ス  
パットを2本持つ  
ている。(豊孝丸)

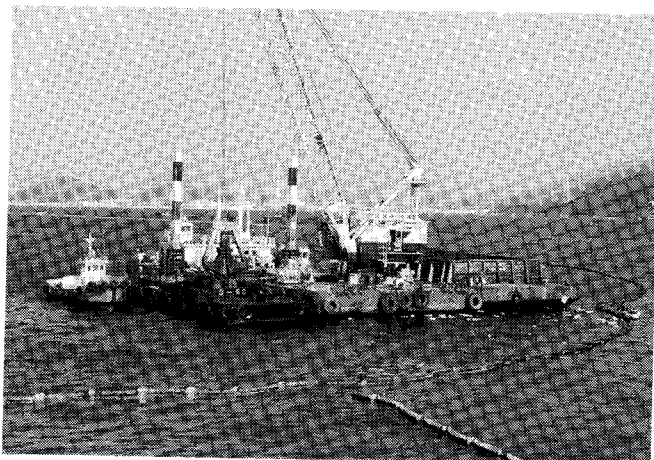


写真4 豊孝丸  
沿岸部で回収された  
油の受け取り



写真5 豊孝丸  
ボックスバージD-50  
に回収された油



写真6 豊孝丸  
グラブ 6 m<sup>3</sup>



(4) ナホトカ号

平成9年1月2日、日本海中部でロシアタンカーナホトカ号の海難により、搭載のC重油6240Klが流出した。油は大時化の中で風化し福井、石川県等に打ち寄せた。

1月9日から13日までの間海上は平穏で、写真9のように大きな油塊群があちこちに出現した。

これらの回収のため、当初からガット船の手配がサルベージ会社経由で行われたが、正月明けと冬季等、また関係者の理解がなかなか得られないこともあって難航し、結果として投入時機が遅れたが、6隻が稼働し成果を上げている。

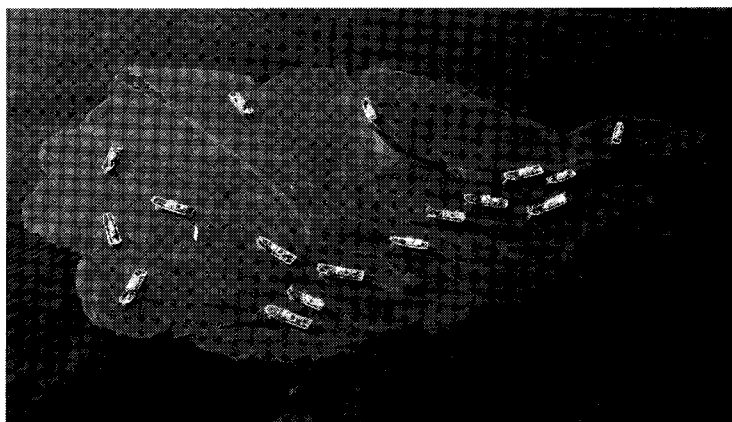


写真7 ナホトカ  
広がり200×100m、  
厚さ10~20cm となった。

① プッシャー式でグラブ付き土運船「寿2号」

排水トン3,000トン、全長86m、幅18m、深さ8m、大興汽船(株)所有、船籍大阪

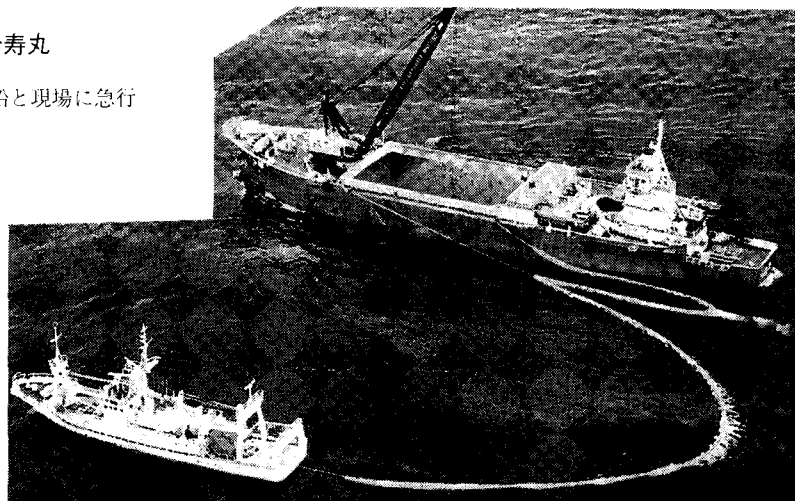
海上模様が平穏になった1月12日から3日間洋上回収を実施し、530トンの油を回収した。ナホトカ事故において、最初の洋上回収を行い、「寿2号」は一船で最大の成果を上げている。

その後沿岸部で回収され能登半島等のピット等に蓄えられた油の処理場への搬出に使われた。

同船は、耐荒天性能がよく、荒天下の回収、回収油の輸送に活躍した。

写真8 寿2号と押船寿丸

石川県の調査船と現場に急行



② プッシャー式土運船「28大興号」

排水トン1,100トン、全長75m、幅17m、深さ4.8m、大興汽船㈱所有

現場への投入が遅れたため、洋上回収には使用されず、能登半島で回収された油の受け入れと広島処理場への搬出に活用された。

③ ガット船第38勝丸 (496Gt)

1月16日から同月末までの間、敦賀沖洋上の油388トン回収した。

その後、敦賀港等に集積されたドラム入りの油を搭載し、広島の処理場への搬出に活用した。

④ ガット船第20天神丸

1月27日から29日の間 35トン回収、以後ピットの油の受け入れ広島処理場への搬出に活用した。

⑤ ガット船第18新幸丸

1月28日29日の2日間 15トン回収、以後ピットの油の受け入れ広島処理場への搬出に活用した。

⑥ ガット船第27鳳生丸

1月28日から2月2日の間 31トン回収、以後ピットの油の受け入れ広島処理場への搬出に活用した。