

寒冷海域における油回収装置に関する調査試験について

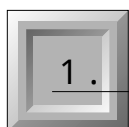
No. 139

北海道開発局事業振興部防災・技術センター所長

技術課長

施工技術係長

はやし	かつよし
林	勝義
のむら	ひろし
野村	洋志
すずき	こういち
鈴木	浩一

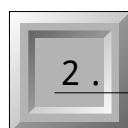


1. はじめに

油流出災害の発生に伴う被害の拡大を防止するためには、油拡散前の初期段階における効率的な回収が求められる。特に北海道など寒冷海域においては、油の高粘度化、高波浪および氷塊等への対応も予想される。また、現状においては北海道地域において大型油回収船が配置されていないなど、初期対応として汎用船を有効に利用できる可搬型の油回収方法も求められている。このようなことから、本調査試験では可搬かつ高粘度へ対応可能な油回収機の開発を目的に実施したものである。

なお、本報告では渦流式に改良を実施したフロ

ート搭載型渦流式油回収機について模型試験機を用いた回収試験を行い、実機に向けた基本仕様の作成および適用性について検討したので報告する。

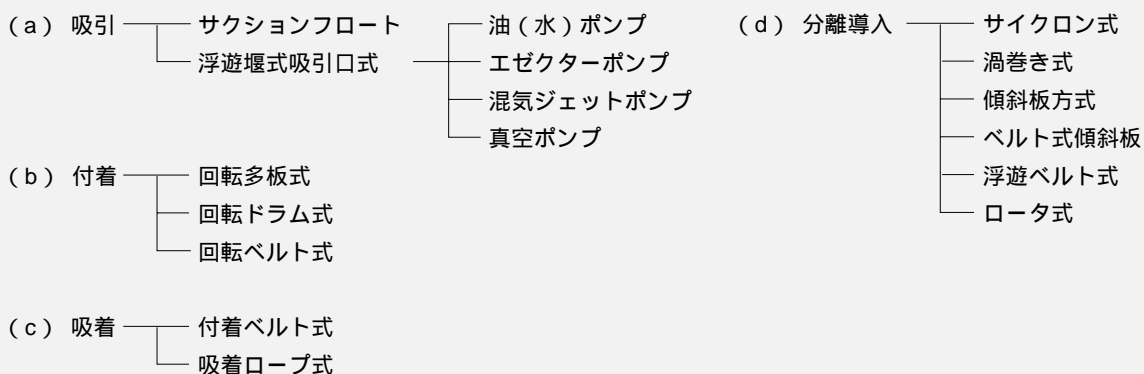


2. 調査概要

(1) 既存油回収機の種類と開発装置の検討

油回収装置の分類方法は、資料によって多少の差異はあるものの一般的によく用いられる回収原理と装置名称で分類を行うと下記のようなになる。

開発する油回収装置は、可搬式で汎用船に搭載が可能であり寒冷海域下での高波浪および高粘度の油に対応できることとし、まず既存油回収装置を対象に海象、回収粘度、流出油の性状、回収方



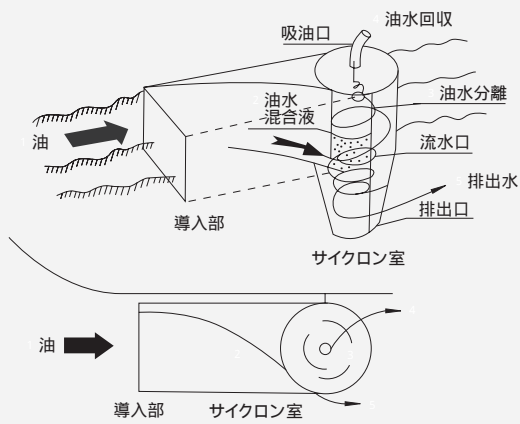


図 1 分離導入渦流式概略図

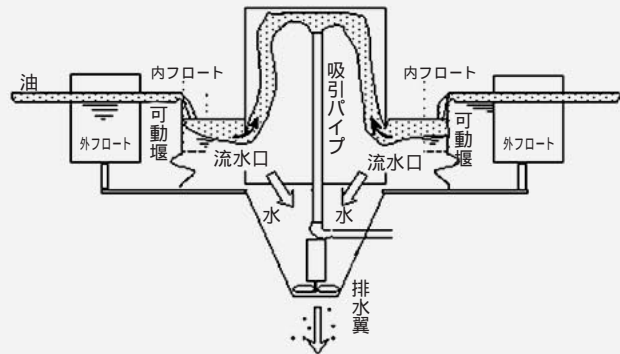


図 2 油回収機構図

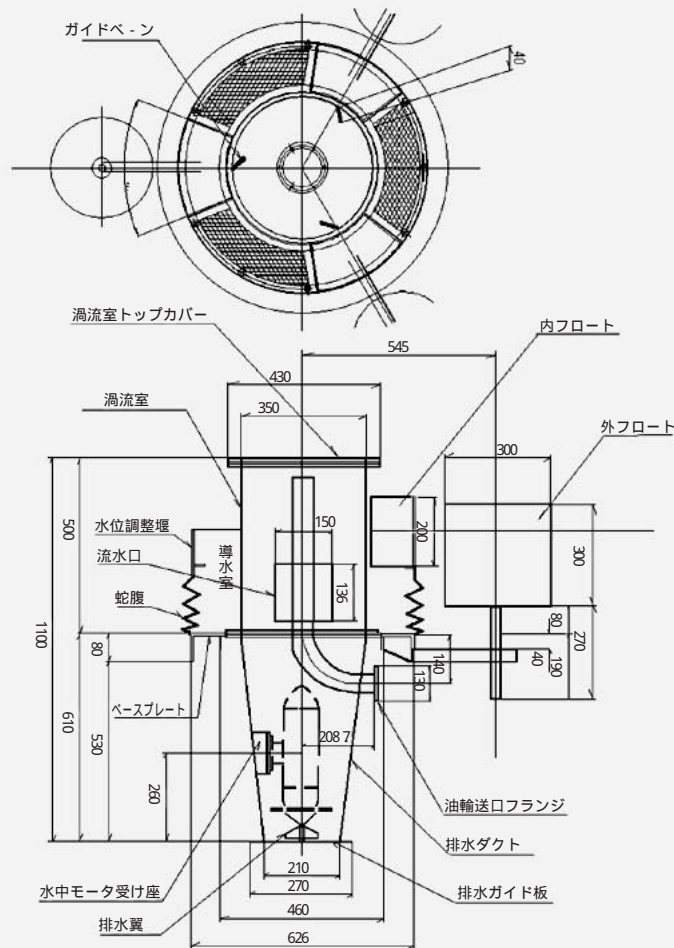


図 3 油回収機模型図

法，汎用性，機動性，機械的構造，操作性，信頼性，整備性および安全性などの条件を基に評価を行った。その結果，本来波浪に強い回収方法で，回収可能な油の粘度範囲が広いといわれる分離導入渦流式に着目し，必要な改良項目および回収機構について検討を行い，油回収装置の基本設計を行った。

(2) 油回収機改良および，油回収機構

分離導入渦流式は船体に固定し搭載船の推進力により油水を取り入れ渦流を起こし，遠心力により油と水を分離回収する方式である（図 1）。

本開発においては，本方式に以下の改良を行うことで回収条件を満足する機構とする。

① 油回収機は，船体に固定する機構が不要なフロートを取り付けた投入式とした。このことにより装置の可搬性の向上と汎用船の有効利用が期待できる。

② 船の推進力に頼らず停船状態でも油を回収するための排水翼を設置する。

この排水翼により集油能力効果および堰からの油水流入量を増大させ，また分離水が下方より排出することにより油水分離性能を高めることが期待できる。

③ 高粘度の油を効率よく回収するため油膜厚に追従する可動堰を設置する。この可動堰は油水吸引量の変動に伴って堰高さが昇降するもので，水面付近の高濃度の油が流入し回収油分濃度が高くなることが期待できる。

これらに基づく装置の機構図および模型図を図 2，3 に示す。

3. 油回収機模型実験

分離導入渦流型油回収機を寒冷海域に適應するにあたり下記の項目について模型実験により確認を行った。

- ・排水翼の有効性の確認。
- ・吸油ポンプと排水翼の組み合わせ条件の決定。
- ・渦流室上部および吸引機構の有効性。
- ・波浪による装置への影響および回収効率の把握。



写真 1 油回収機模型

握。

なお，使用した模型は回収機模型の渦流室の直径が35cmであり渦流室の内部の様子を観察するため材質をアクリル製とした。写真 1 に模型を示す。

(1) ペレット回収実験

ペレット回収実験は渦流室内のペレットの挙動観察，および高粘度油の回収実験での吸引ポンプと排水翼条件を決定するために行った。波なし状態での実験は9通り行い，この波なし状態で最大回収量となる条件を求めた。波あり状態では，この決定された条件で実験を行い，回収量に対する波の影響を調査した。

(2) 高粘度油回収実験

高粘度油の回収実験は，ペレット回収実験結果より決定した最適吸引ポンプ出力で，排水翼を中速，高速と換え，波なし・ありの状態で行った。

油の粘度は相似則（レイノルズ則）に従いサイクロン直径70cmを実機と想定した場合，1万・10万・20万 cSt の粘度対応した0.4万・3.5万・7万 cSt の粘度を持つ油を使用することとした。

実験項目一覧表を表に示す。

4. 実験結果

(1) ペレット回収実験結果

ペレットについての回収結果を図 4 に示す。

表 油回収機実験測項目

サイクロン室 直径 (mm)	実験項目	試験内容および装置		波浪条件	油粘度 (ムース化 油回収時のみ)	計測点数	ケース No
		排水翼速度	吸油ポンプ出力				
350 〔実機0.7m 相当〕	ペレット 回収量計測	なし	低出力：3 m ³ /h 中出力：5 m ³ /h 高出力：8 m ³ /h	波なし		3 (点)	1 ~ 3
		30m ³ /h	低出力：3 m ³ /h 中出力：5 m ³ /h 高出力：8 m ³ /h			3 (点)	4 ~ 6
		40m ³ /h	低出力：3 m ³ /h 中出力：5 m ³ /h 高出力：8 m ³ /h			3 (点)	7 ~ 9
		ペレット回収 量最大条件	ペレット回収量最大 条件	規則波による25 cm(0.5m 相当)	1 (点)	10	
	ムース化油 回収量計測	ムース化油回収実験前動作確認試験		波なし	7万 cSt・20万 cSt	2 (点)	11 ~ 12
		30m ³ /h	最適出力	波なし	4,000 ~ 7万 cSt の範囲内で3通り に設定	3 (点)	13 ~ 15
		40m ³ /h	最適出力			3 (点)	16 ~ 18
		30m ³ /h	最適出力	規則波による25 cm(0.5m 相当)		3 (点)	19 ~ 21
		40m ³ /h	最適出力			3 (点)	22 ~ 24

横軸に吸引ポンプと排水翼の合計，縦軸にはペレット含有量としている。

- ① 排水翼停止で吸引ポンプ低出力の場合，ペレットの持つ浮力よりも弱い吸引力のため回収量はほぼ0であった。またポンプの流量を中・高出力と変化させたが吸引ポンプ出力によるペレットの回収量の差は有意なものでなかった。
- ② 排水翼が中・高速と回転速度を上げると堰を越えるペレット量が大幅に増えた。このため，

排水翼加速なしのケースと比較して格段に回収量が増加した。

- ③ 排水翼の影響により堰を越えるペレットが増加したため吸引ポンプ出力が高くなるにつれ回収量が増加した。
- ④ 波浪時においては波がペレットの拡散を促進し回収機からの反射波の影響でペレットが堰へ近づき難くなったため堰を越えるペレットの量

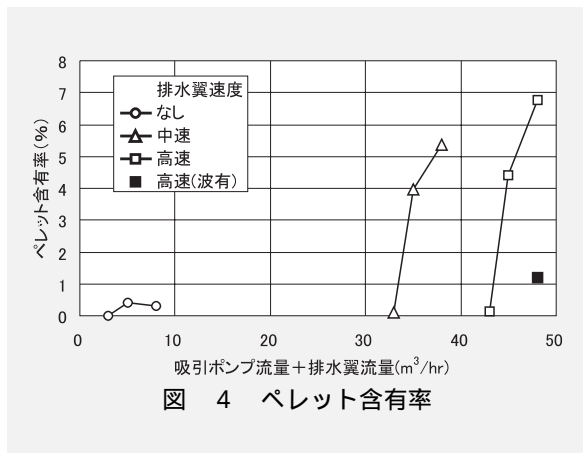


図 4 ペレット含有率

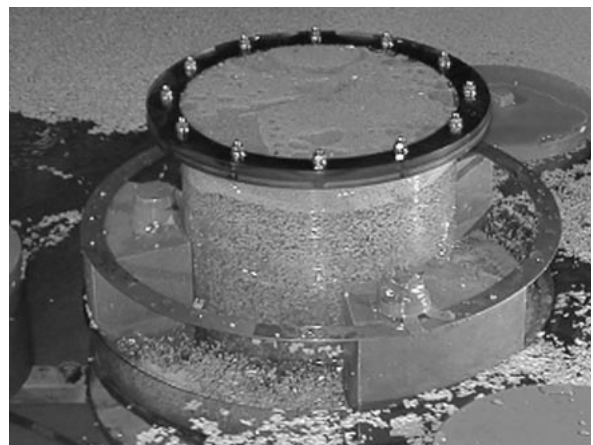


写真 2 ペレット回収試験

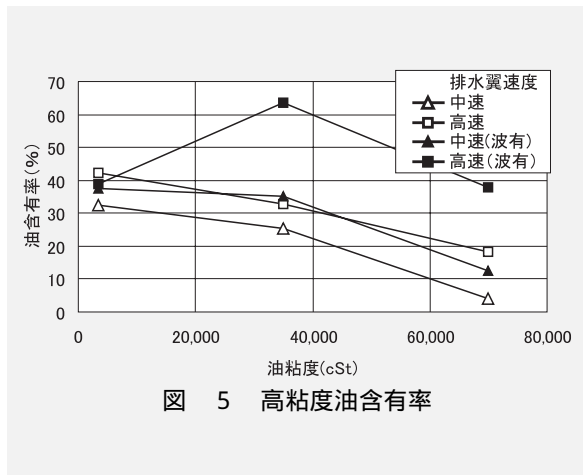


図 5 高粘度油含有率

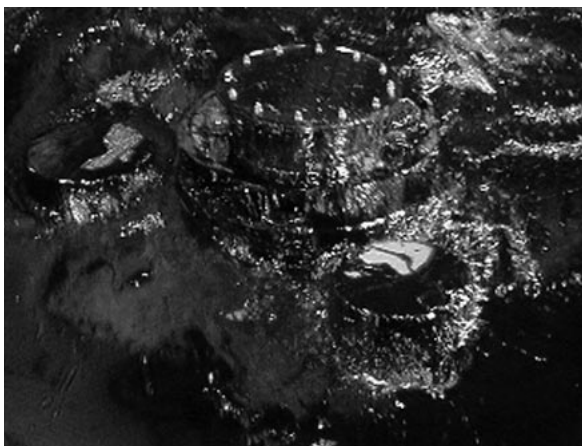


写真 3 高粘度油回収試験

が減少し、波なしのケースと比べて著しく回収量が減少した。

この実験結果より高粘度油回収実験における吸引ポンプ出力については高出力（8 m³/h）を採用することとした。

(2) 高粘度油回収実験結果

高粘度油についての回収結果を図 5 に示す。

- ① 油の粘度が0.4万・3.5万・7万 cSt と大きくなるほど油回収量が小さくなった。これは、油の粘性が大きいほど油が外部フロート、可動堰、サイクロン室の壁などの面に付着しやすくなるためである。
- ② 排水翼が加速するにつれ堰を越える油量が増加し、回収量が増加した。

- ③ 波浪時においては3.5万・7万 cSt の粘度を持つ油の回収時には波なしの場合よりも回収量が増加した。これは、波の影響により水面上に浮んだ油は厚みが増大し、波による回収機の動揺により付着した油が剥離し、堰を越えやすくなったためである。一方0.4万 cSt の油の回収量は波なしの条件下と同程度であった。これは他の粘度と比べて水平に広がる性質が強いこと、および波の影響による厚さの増加が小さかったためである。

5. まとめ

今回実施した、渦流式の改良型であるフロート搭載型渦流式油回収機の模型試験により油の流入量の増大や回収する油分の比率の向上による高粘度油での有効性など、その排水翼の機能を確認することができた。さらに排水翼速度に対する最適なポンプ吸入量を決定した。

また、回収機の操作方法の一つとして、排水翼速度を一定にし吸引ポンプの間欠運転等を行うことできわめて高い濃度の油分を回収することが可能であり、回収油の処理費用の低減が期待される。

今後の課題としては高粘度油の流入障害とならない構造の検討、ならびに寒冷海域で想定される氷塊および波浪による影響や回収機の耐久性の検討が必要である。

6. あとがき

本試験により寒冷海域での一つの要因である高粘度油回収への対応が見込め、油回収装置の実用化の目処がついたと考えられる。残されたいくつかの課題を検討するとともに本装置の実用化へつなげていきたい。