

1978 — Vol. 51/ No. 3

**3**  
**SENPAKU**

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING MAGAZINE  
First Published in 1928 No. 558

昭和53年11月12日出版 郵政省郵政特許第2952号 昭和53年3月29日第3種郵便物認可 昭和53年3月1日発行 (月3回) 558号  
**船舶**

●わが国建造の最大タンカー“ESSO ATLANTIC”と  
“ESSO PACIFIC” ●“第18とよた丸”の巨大化改造工  
事 ●ソ連とアメリカの北極探険 ●IHIのカセット式油回収船



商船三井が誇る欧州航路のコンテナ船  
“THAMES MARU”/神戸造船所建造

 **三菱重工**

Dimetcoat® 厚膜型無機亜鉛塗料

# ダイメットコート

鋼構造物を腐食から守る特殊防食塗料

Amercoat®

## 小松島特殊塗装工場

新造船、就航船などに最新設備によって工期短縮  
低コスト、精度の高いタンク内塗装施工を行います。

小松島工場：〒773 徳島県小松島市中田町東山 TEL 08853-2-6352

発売元 株式会社 井上商会

製造元 株式会社 日本アマコート

社長 井上 正一

〒231  
(本社) 横浜市中区尾上町5-80  
TEL 045-681-1861(代)

〒232  
(工場) 横浜市中区かもめ町23  
TEL 045-622-7509



日本沿海フェリー「えりも丸」



# 安全な航海のために 操舵室の窓は クリヤーに

## 結露・氷結から視界をまもります。

変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、吹きつける氷雪、操舵室の窓は、どうしても曇りがちです。

でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス表面に薄い金属膜をコーティングして通電発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜の保護や感電防止は万全です。またまんいち割れても破片の飛び散らない安全な合せガラスです。

## ヒートコントローラー

※あわせて、ヒートライト製品の姉妹品、ヒートコントローラーのご使用をおすすめします。

ヒートコントローラーは、自動的に使用適正温度を保ちますので、ON・OFFの手間がいりません。

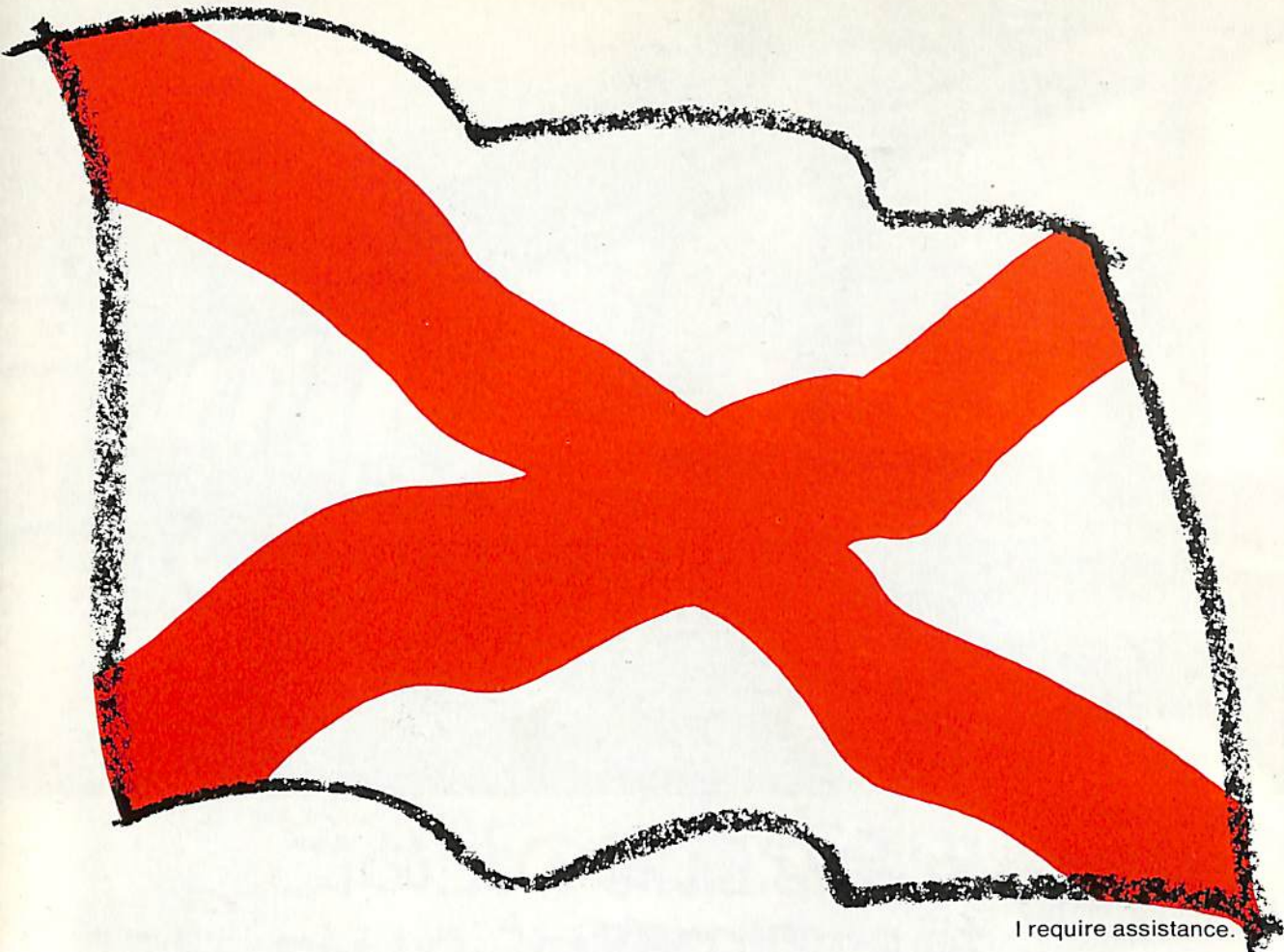
結露・氷結防止作用、融雪作用のある安全ガラス

# ヒートライト® C

## 旭硝子

100 東京都千代田区丸の内2-1-2(千代田ビル)  
☎(03)218-5339(車輛機材営業部)  
支店 = 東京・大阪・福岡・名古屋・札幌・仙台・広島

カタログ請求  
3



I require assistance.

# WE WAIT FOR THE SIGNAL AROUND SOUTHERN AFRICA.

**Murray & Stewart Marine Services** are on permanent standby. For any form of ship repair, survey, diving, salvage and servicing your vessels by launch or helicopter, call us. You don't have to fly the flag. A telephone call or telex will do.

**JAPAN**  
Agent to be appointed shortly.

**UNITED KINGDOM**  
Telephone: 01-283 2651.  
Samuel Stewart & Co. (London) Ltd, Bevis Marks House, Bevis Marks, London EC3A 7LD.  
Telex: 886001. Mr. F. J. Emond.

**UNITED STATES**  
Telephone: 212269-3170.  
Marine Repair & Construction Corporation International, Suite 1127, 17 Battery Place, New York, N.Y. 10004.  
Telex: 12-9247. Mr. F. A. Ganter.

**GREECE**  
Telephone: 4127210.  
Lambert Brothers (Hellas), 1 Makras Stoas, Piraeus.  
Telex: 212242.  
Mr. P. G. Lefkaditis.

**SCANDINAVIA**  
Telephone: 414765.  
Titlestad & Hauger, Prinsensgate 2, Oslo 1, Norway.  
Telex: 11715.  
Mr. O. M. Skau-Johansen.

**GERMANY**  
Telephone: 366177.  
Wilhelm Schmidt, Steckelhörn 9, 2000 Hamburg 11.  
Telex: 215278. Mr. H. Schmidt.

**HOLLAND**  
Telephone: 010-365500, Ext. 235.  
Vinke & Co., Consulting Engineers and Marine Surveyors, 56 Westerstraat, Rotterdam. Telex: 23516.  
Telegrams: Vinkesurvey.  
Mr. H. Van Son.

**BELGIUM**  
Telephone: (031)-335920.  
Euro Shipping, Jordaenskaai 24, B-2000 Antwerp. Telex: 31389.

## MURRAY & STEWART MARINE SERVICES

**ASSOCIATED COMPANIES:**  
**Murray & Stewart Marine (Pty) Ltd.**  
**South African Diving Services (Pty) Ltd., Southern Offshore Supplies (Pty) Ltd., Land & Marine and Salvage Contractors S.A. (Pty) Ltd. Court Helicopters (Pty) Ltd.**

**ITALY**  
Telephone: 593331.  
Cambiaso-Risso & C.S.p.A.  
Corso Andrea Podesta 1,  
16121 Genoa. Telex: 28284  
Amarge, 28265 or 27203 Gipenna.  
Mr. J. Kuiper.

**CAPE TOWN:** Box 1909, C.T. 8000.  
Telephone 55-1375. Telegrams Mustmarine C.T. Telex 570817SA  
**DURBAN:** Box 18102, Dalbridge 4014. Telephone 47-9361.  
Telex 64318SA.  
**PORT ELIZABETH:** Box 12017, Centrahil 6006. Telephone 28106.  
Telex 747799SA.

**FRANCE**  
Telephone: 553, 11-49.  
S.O.C.O.M.E.T., AUVREY et cie,  
26 Avenue Victor Hugo,  
75116 Paris. Telex: 630236.  
Mr. P. Folliard.



目次 / Contents

新造船の紹介 / New Ship Detaild

- わが国建造の最大タンカー50万トン型“ESSO ATLANTIC”と  
“ESSO PACIFIC”……………10
- 自動車運搬船“第十八とよた丸”の巨大化改造工事……………三菱重工業長崎造船所…23  
Improvement Works for Jumbonising  
“TOYOTA-MARU No.18”
- “第十八とよた丸”の巨大化工事計画について……………日本郵船工務部…36
- ソ連とアメリカの北極探険……………芦野民雄…39  
Attempts to Reach the Northpole by USSR and USA  
T.Ashino

連載

- 液化ガスタンカー<3>……………恵美洋彦…45  
Liquefied Gas Tanker Engineering<3>  
H.Emi
- 低粘度から超高粘度浮遊油まで回収が可能なIHIカセット式油回収作業船……………51

連載

- 漁船の復原性能について<3>……………土屋 孟…55  
Practical Considerations Relevant to the Stability of Fishing Vessels T.Tsuchiya

連載

- FRP船講座<6>……………丹羽誠…63  
Engineering Course:FRP Boat  
S.Niwa
- 世界のFRP船トピックス……………71
- NKコーナー……………73
- 1977年12月末現在の造船状況……………74
- 船舶 / ニュース・ダイジェスト……………77
- 竣工船一覧 / The List of Newly-built Ship……………80
- 特許解説 / Patent News……………88

表紙…欧州航路コンテナ船“THAMES-MARU”

本船は三菱重工業神戸造船所にて昨年9月19日完工した大阪商船三井船舶向け第31次計画造船で、コンテナ積載数1,950個(20ft換算)、航海速度26.6ノットという大型・超高速コンテナ船である。

〔主要目〕

全長	約259.80m	コンテナ積載数	1,950個(20フィート換算)
垂線間長	243.30m	主機	三菱スルザ
幅(型)	32.20m		12RND90M×2基
深さ(型)	24.30m	連続最大出力	42,000/124rpm×2
満載喫水(型)	12.00m	速力	試験転最大速力/30.44ノット 通常航海速力/26.60ノット
総トン数	50,722.79トン	乗組員数	48名
総積載量	33,179.00トン		

油汙過作業の省力化…

特許

機関室を広くする

# マックス・フィルターシリーズ

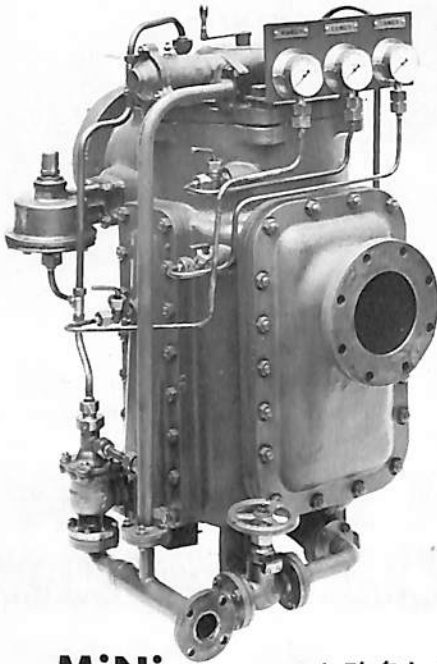
日本船用機器開発協会助成品

## MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器

LS型の特長

- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロレシプロケーターを採用



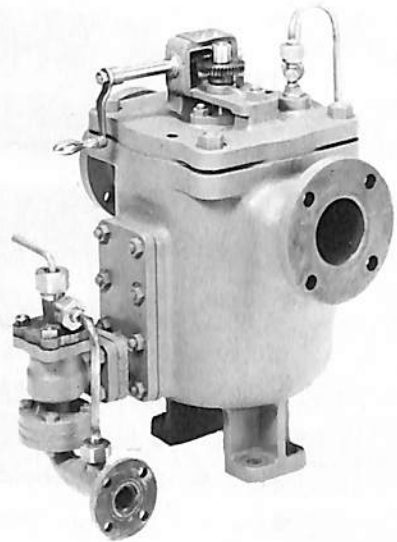
Mini

と改名しました

## MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

- 〔特長〕
- 価格 切換型より安い
  - 洗滌 簡単で容易
  - 据付 場所をとらない



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

**(N) 新倉工業株式会社**

本 部 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町1703  
☎045(892)6271(代)  
東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18  
☎03(443)6571(代)  
大阪営業所 大阪市北区梅田町34千代田ビル西館  
☎06(345)7731(代)  
九州営業所 福岡県久留米市日吉町24-20 宝ビル  
☎0942(34)2186(代)

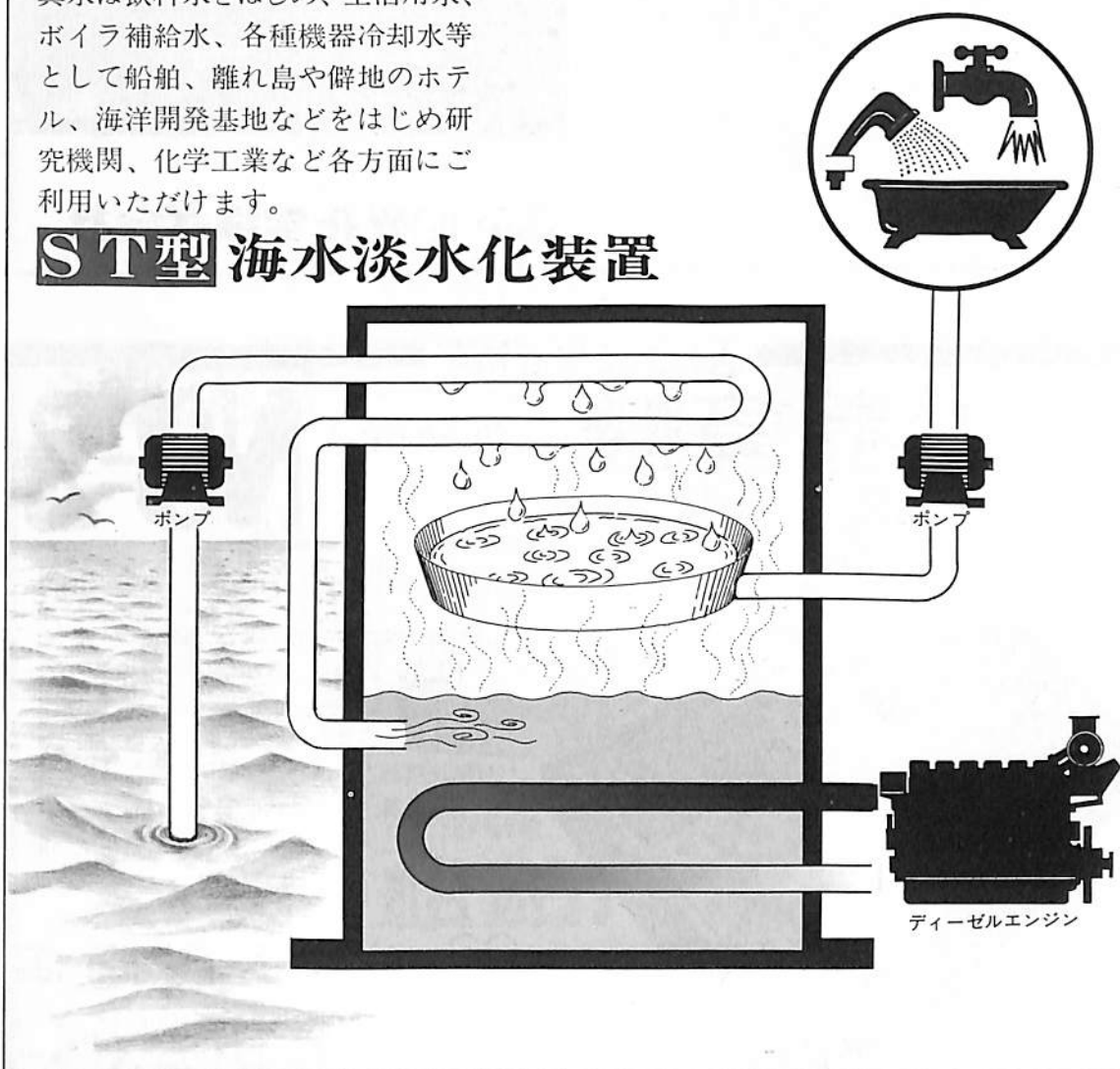
例えば、

ディーゼルエンジンと海水から

真水ができます。

真水は飲料水をはじめ、生活用水、ボイラ補給水、各種機器冷却水等として船舶、離れ島や僻地のホテル、海洋開発基地などをはじめ研究機関、化学工業など各方面にご利用いただけます。

### ST型 海水淡水化装置



長年の実績と信頼された製品

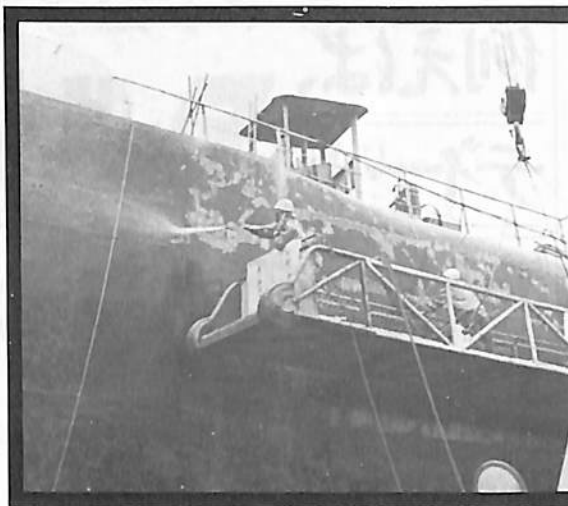
ウオーターブラスト用防錆剤

# ハイビット

ハイビットとは………

ウオーターブラスト工法による素地調整では水を使用するため塗装面の乾燥までにサビが発生してしまいます。このサビの発生を防止するために開発された防錆剤が「ハイビット」です。ハイビットは各種の塗料に対して密着を阻害いたしません。

- ウオータージェット工法用
  - ウエットブラスター用
  - ジェットクリーニング用
- 等各種



**Syoko** 昭光化学株式会社

〒140 東京都品川区南品川3-5-3 ☎03(471)4631

信頼ある最高精度

# TAMAYA 計算機

天文航法

新発売

# NC-2



「航海用六分儀」のメーカー玉屋商店が、自信をもって製作したこのハンディ・タイプの計算機は、六分儀による天測後の計算と、各種の航法計算プログラムを内蔵したもので、これまでの、天測計算表やトラバース表など、数多くの計算表をくり返し使って行われていた航法計算が、まったく簡単に、速く、しかも正確に算出できる画期的なものです。

これからは、六分儀と合わせて航海士必携の計算機です。

 株式会社 玉屋商店

本社 東京都中央区銀座3丁目4番16号 ☎104  
TEL 03 (561) 8711 (代表)

大阪支店 大阪市南区順慶町通4丁目2番地 ☎542  
TEL 06 (251) 9821 (代表)

工場 東京都大田区池上2丁目14番7号 ☎143  
TEL 03 (752) 3481

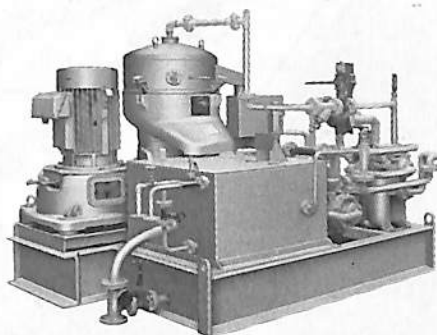


# SHARPLES®

完全連続スラッジ排出形船用油清浄機

## シャープレス・グラビトロール

DH-2500	8,000 L/H
DH-2000	6,000 L/H
DH-1500	4,000 L/H
DH-1000	3,300 L/H
DH-750	2,500 L/H
DH-500	1,800 L/H

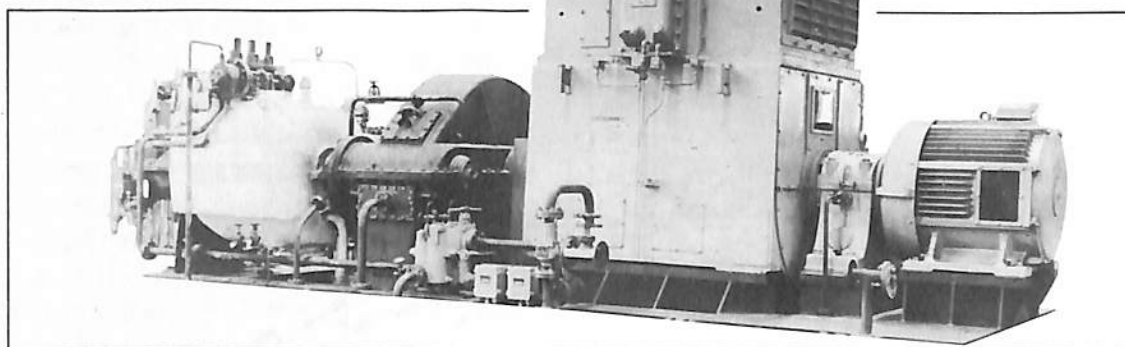


ペンウォルト コーポレーション  
シャープレス・ストークス機器部 日本総代理店

## 巴工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋3-9-2(第二丸善ビル) 電話 東京 (271) 4051(大代表)  
大阪支店 大阪市西区立売堀北通1-90(第三富士ビル) 電話 大阪 (532) 2671(代表)

 **TAIYO**  
ELECTRIC MFG. CO., LTD.



— なかい経験と最新の技術を誇る —

## 大洋の船舶用電気機器

●発電機●電動機及び制御装置●配電盤●電源自動化装置●コンソール・パネル●ファン

 **大洋電機株式会社**

本社 / 東京都千代田区神田錦町3の16 電話・03-293-3061(大代)  
工場 / 岐阜・伊勢崎・群馬工場  
営業所 / 下関・大阪・札幌営業所  
LIAISON OFFICE / NEW YORK・JAKARTA・ABU DHABI

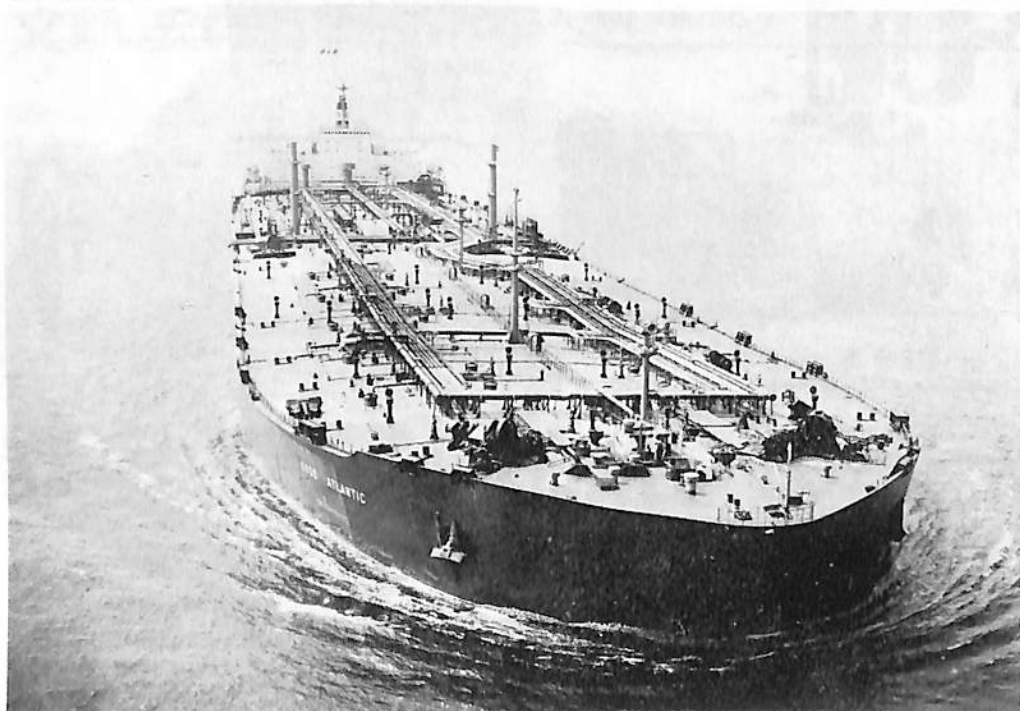


"ESSO PACIFIC"

わが国建造の最大タンカー

## 50万トン型 “ESSO PACIFIC”と “ESSO ATLANTIC”

"ESSO ATLANTIC"



# 50万トン型 “ESSO ATLANTIC” と “ESSO PACIFIC”

## 日立造船有明工場

リベリアのエッソ・タンカーズ社 (ESSO Tankers Inc.) 向け超大型油槽船の第1番船 “ESSO ATLANTIC” 号と第2番船 “ESSO PACIFIC” 号は、当社有明工場で建造され、昨年8月11日と11月29日にそれぞれ引渡しを行なった。

両船は50万トンクラスのもので、わが国造船所で建造されたタンカーとしては最大のものである。

ここにその概要を紹介する。

### 1. 本船の特長

本船を計画するに当っては、「輸送コストの低減」と「安全運航の確保」に関して、あらゆる角度からの検討を行ない、徹底した対策を施した。

まず輸送コスト低減のために、第1に、船型については、当社が開発した「船型計算プログラム」を駆使して求め、さらに模型試験を行なって最適経済船型を決定した。試運転で行なわれた諸試験の結果からも、本船は操縦性と保針性のバランスの良さ、抵抗・推進性能がきわめて優秀であることが実証された。

第2に、低燃費対策船として、主機関係はもちろんのこと細部に至るまで検討を行なった。推進効率を高め、燃料消費を少なくするために、一軸船としてプロペラにノズルを装備している。主機に関しては、ボイラー効率の向上、主復水器真空度の向上、5段抽気・5段給水加熱システムの採用、給水ボイラの吐出圧の定差圧制御など十数項目にわたって検討して対策を施し、一方コンピュータ制御により最短航路を航海する自動航法システムを採用している。これらの対策により試運転の結果では燃料消費が 198.4g/ps・h という好成績をおさめ、低燃費船であることが実証された。

第3に、荷役は居住区内の貨物油制御室で高度の集中制御・監視がなされ、荷役効率の高い配管方式によって、荷役時間の短縮を計っている。タンククリーニングは、洗浄効率の良いクルドオイル・ウォッシング・システムを採用している。

つぎに安全運航の確保については、イナータガス発生装置を備え不活性ガスをタンク内に送りこみ、貨物油タンク内のガス爆発を防いでいる。

居住区の防火対策は特に重視され、IMCO RE-

SOLUTION A271 (Ⅷ) を適用している。救命艇は、FRP製耐火救命艇を装備し、乗員と救命艇を火災から守るために、本船側に散水装置を備えている。また、本船はABSのACCU適用船で、24時間の機関室無人運転ができる高度の自動化装置・監視装置を備えている。

エレベーターは、機関室・居住区の他に主ポンプ室にも備え上下の交通の便を計っている。

居住区における振動および騒音についても、通常良好とされている船の約1/3と非常に少ないものとなっているなど、乗組員の労働環境の向上と、居住性にも万全を期している。

### 2. 主要目 (Principal Particulars)

全長	406.000m
長さ(垂線間)	390.000m
幅(型)	71.000m
深さ(型)	31.200m
計画満載吃水(型)	25.000m
夏期満載吃水(キール下面より)	25.294m
総トン数	234,626.82T
純トン数	201,698T
載貨重量	516,895t
貨物油タンク容積(100%)	610,759m <sup>3</sup>
燃料油タンク容積(100%)	21,346m <sup>3</sup>
清水タンク容積(100%)	1,142m <sup>3</sup>
主機械	1基
日立造船UC-450型 クロスコンパウンド・インパルス蒸気タービン	
連続最大出力	45,000PS×80rpm
常用出力	45,000PS×80rpm

試運転最大速力(満載状態)

16.051ノット(15.908)

満載航海速力(15%シーマージン)

15.15ノット(15.00)

航続距離(航海速力15.15ノット) 33,000浬

乗組員 50名

船級 ABS✳A1① “Oil Carrier”, ✳AMS and ✳ACCU

注・最大速力と航海速力のカッコ内は “ESSO PACIFIC”

### 3. 船体部

#### 3.1 一般配置

本船は全通一層の平甲板型船で船首にはバルバスバウを有し、船尾はトランサム型でプロペラにノズルを装備している。

居住区、機関室は船尾に配し、貨物油タンクは3列の縦通隔壁と横置隔壁とにより2列で16個のセンタータンクと2列で20個のウイングタンクが配置されている。そのうちの最後部のセンタータンクをスロップタンクとしている。

バラストタンクは、船体のほぼ中央部のウイングタンクおよび、機関室と貨物油タンク部の間の船側部にバラスト専用タンクを設け、第2および第7センタータンクは貨物油兼バラストタンクとし、必要な配管および特殊塗装を施している。

ポンプ室は機関室とセンタータンクの間配置している。

#### 3.2 船殻・構造

##### (1) 貨物油タンク部

本船は横強度および剪断強度の観点からセンタータンクには、船体中心線に縦通隔壁を設けた3列縦通隔壁方式を採用している。

ウイングタンクは二条の縦通桁を配置した水平リントナルメイン方式を採用し、船体重量の軽減に有効な構造方式としている。

横強度部材は有限要素法を用いて座屈強度を検討し、有効な防撓材配置となるように配慮した。

縦強度部材については、上甲板、船底外板および縦通隔壁の上下端部に高張力鋼を使用している。

バラスト航海状態でバラストを漲るタンクについては、塗装と亜鉛アノードを併用した防蝕対策がとられている。

一方、大型船のタンククリーニングの問題を改善するため、本船では特にドレイネージに有効なドレインホルの形状とその配置に工夫を加えた。

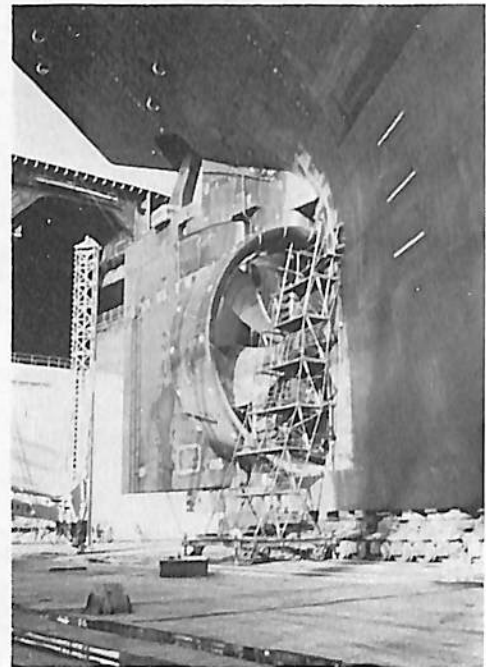
またタンクの大きさが巨大になるので、タンク内の交通性には十分配慮し、固定式タンク内交通装置を設けると同時に、部材強度上許容し得る範囲で、交通孔を数多く配置した設計となっている。

##### (2) 船首構造

縦肋骨方式とし、バルブを装備している。波浪衝撃に対しても十分な強度をもった設計を行なっている。

##### (3) 機関室構造

機関室内には、二条の縦通隔壁を極力船尾側へ延



Nozzle Propeller

長し、機関室の全体強度が船尾側で急激に低下しないように設計されている。

特に防振上の観点から機関室内構造部材は部材剛性を十分なものとし、また上部構造に対して構造の連続性を損わないように部材を配置している。

その結果、試運転に際しては振動、騒音の点できわめて良好な成績を確認している。

##### (4) 船尾構造

速力向上のためにダクトプロペラを採用している。巨大なダクトを支持する船尾構造は強度・振動の両面から十分な剛性をもつように設計されているが、試運転に際して行なったダクト周囲の振動および応力計測からは良好な結果が確認されている。

##### (5) 上部構造

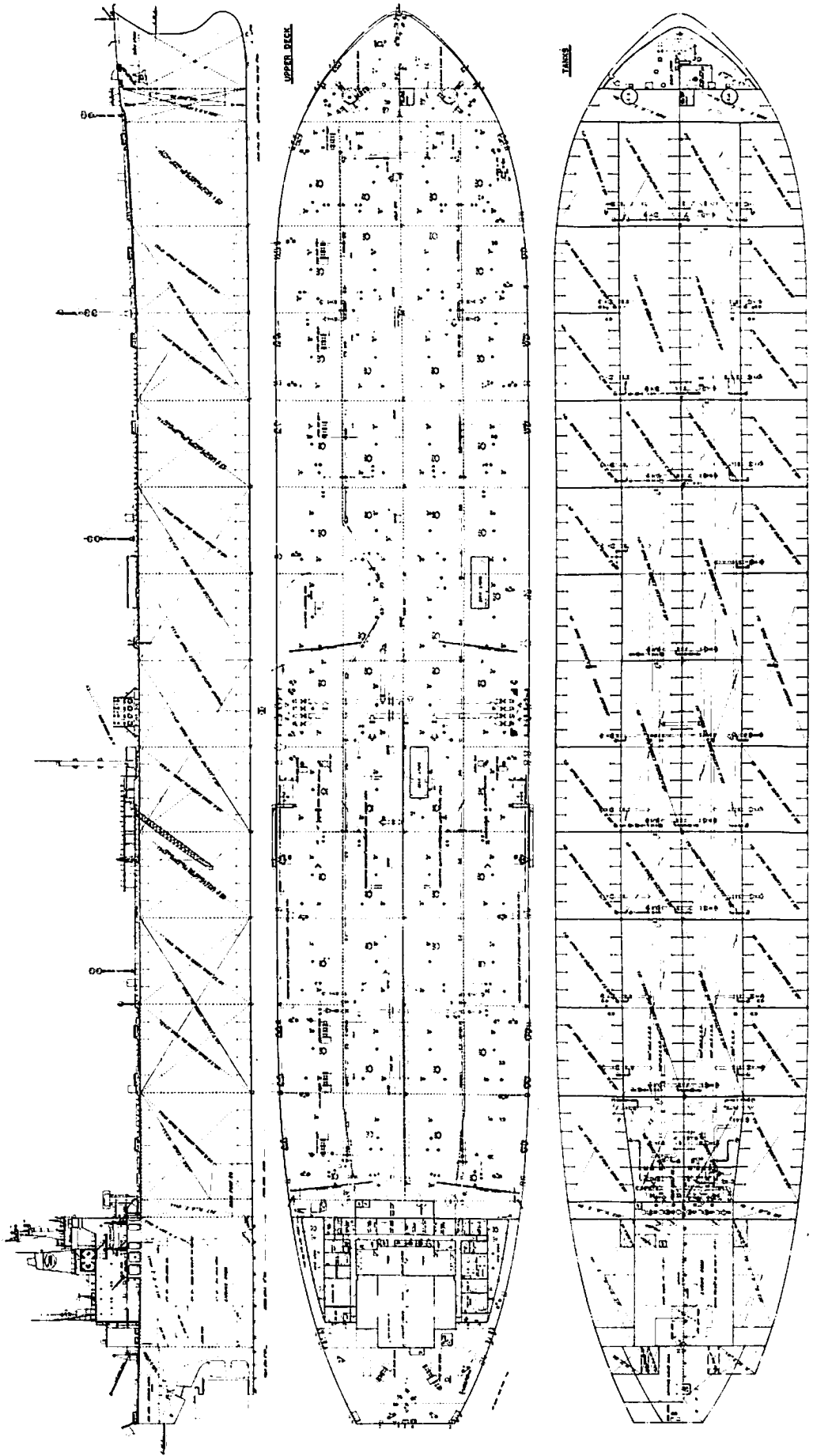
上部構造の振動剛性を高めるために側壁、機関室囲壁のほかに二条の縦通壁を設けている。上部構造の振動については、新しく開発したマトリックス法プログラムを用いて船体まで含めた振動数や応答の検討を行なって、十分な防振設計を行なった。その結果、試運転時の振動・騒音については、好結果を得、特に振動面では応答量は従来船の約1/2というきわめて優れた成績を得ている。

### 3.3 船体艤装

#### (1) 係船装置

船首上甲板上に分離型揚錨機2台を設置してい

“ESSO ATLANTIC” の一般配置図



る。

これらの揚錨機は各舷共各々2個の係船用ドラムを有しているほか、左舷機には船体中心線寄りに合成繊維索用のドラムを有している。

係船機は、このほかに上甲板に7台、船尾上甲板に2台装備されている。これらの係船機はすべて各々2個のワイヤードラムを有し、また揚錨機をも含めて、すべてどちらの舷側からでも遠隔操作できる。

本船はこのほかに、1点係船用のブラケットを船首上甲板に装備している。

揚錨機 蒸気式密閉型

71/25t×9/15m/min 2台

係船機 " 25t×15m/min 9台

## (2) 救命装置

固定天幕および散水装備つきのFRP製耐火救命艇60人乗り2隻を備えている。また乗艇甲板には、救命艇が着水して散水装置が働くまで、乗組員と救

命艇を火災から守るため、本船側から搭載位置および降下中の救命艇に海水を散布できる散水装置を有している。

本船にはこのほかに、膨脹式救命いかだ15人乗り4個、6人乗り1個と、USCGの要求に従い救命浮環30個を装備している。

## (3) 揚貨装置

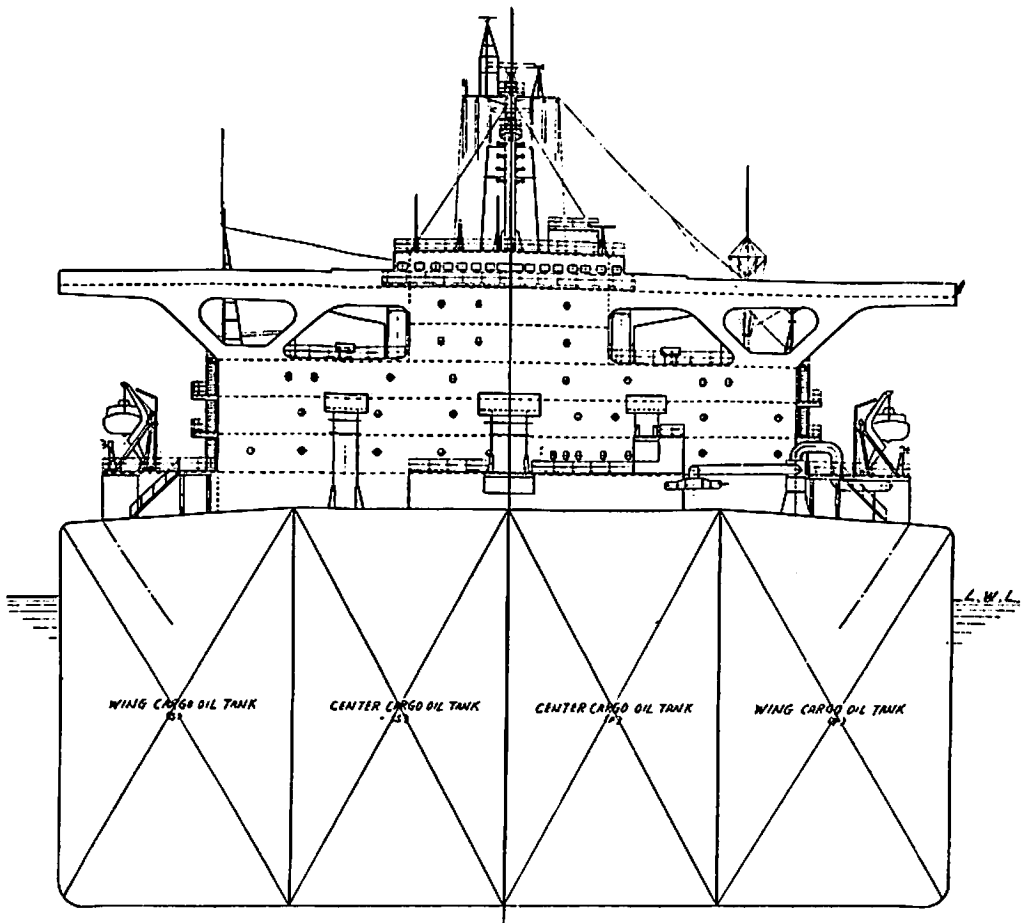
上甲板上中央部に16tデリック装置1対を設置し、カーゴ・ホース吊揚げ、舷梯の舷側から格納台への移動、雑品の荷役などに使用している。

揚貨機 蒸気式 8t×45m/min 2台

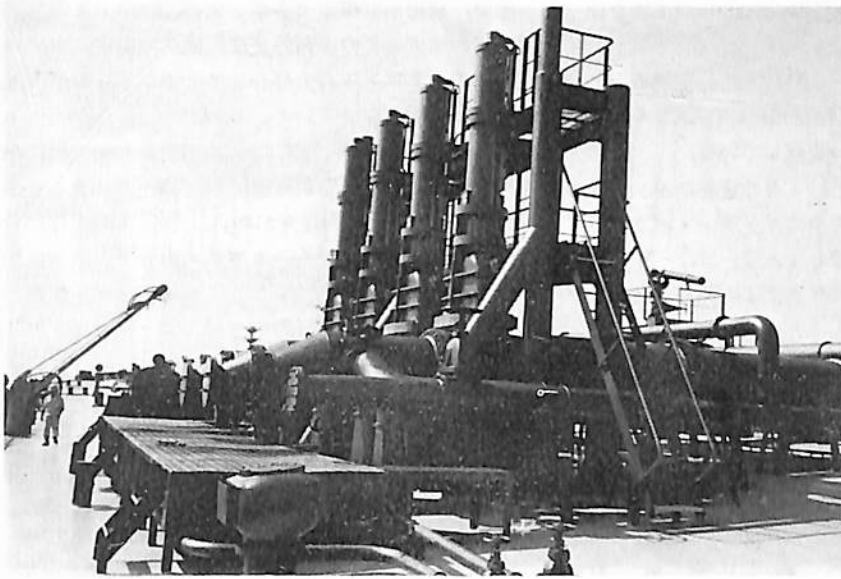
船尾上甲板上下右舷側には6tの電動式クレーンを装備し、機関部品の搬出入と糧食の積込みに使用している。

このクレーンはキャブタイヤ・コード付のポータブル・コントロールボックスにより、上甲板上から自由に操作できる。

本船にはこのほかに、糧食積込み用として、Aデ



Bridge Front & Tank Section



Cargo Shore  
Connection

デッキ上後部右舷にエア・モータ駆動による 1.5 t ダビットを装備している。

(4) 舷梯装置

上甲板中央部にエア・モータ駆動の岸壁梯子兼舷梯を各 1 部装備している。この舷梯は長さ 30 m、水平引込み式になっているうえに、上部踊場とダビットは別個に船の前後方向に約 26 m 自走できる。また岸壁梯子として使用するとき、本船の吃水の変化に対応して梯子の角度を調整できる装置としている。

(5) ポンプ・ルーム・エレベータ

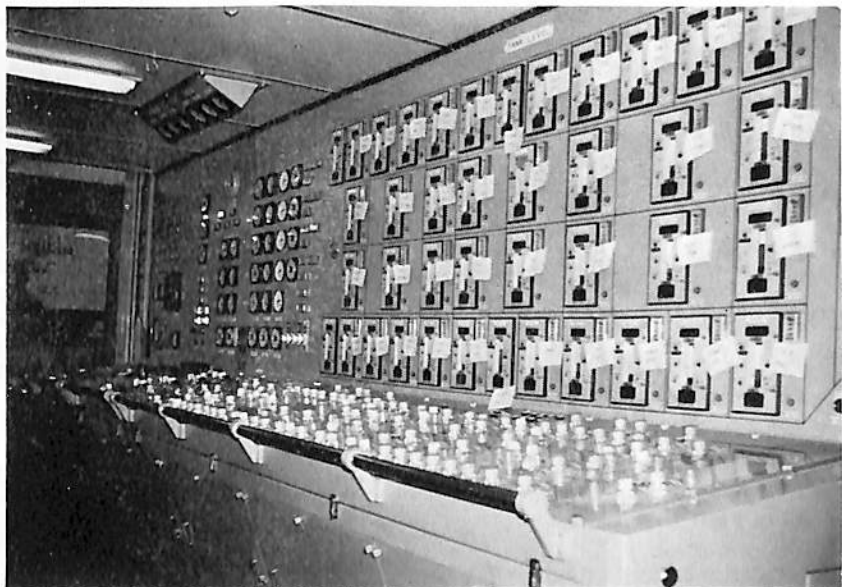
主ポンプ室の上下の交通の便のために、上甲板上

ポンプルーム・エントランスからポンプ室床面までを昇降できるエレベータを装備している。駆動源および制御用電気機器は A デッキ上のリフト・モータ室内に設け、エレベータの運転はロープによる遠隔操作として防爆に注意を払っている。

(6) 貨物油管装置

本船の貨物油タンクおよびクリーン・バラスト・タンクは、主ポンプ室内の貨物油ポンプ、浚油ポンプおよびクリーン・バラスト・ポンプにより注入排出される。

タンク内貨物油主管は、センター・タンク用に 2 系統、ウィング・タンク用に 2 系統、合計 4 系統か



Cargo Oil Control  
Panel

らなっており、それぞれ呼径 900mm の主管を使っている。

浚油主管は装備していない。また、上甲板には揚荷用に呼径 950mm、積荷用に呼径 1,250mm の主管をそれぞれ 2本ずつ装備している。

揚荷時間短縮のために、4台の貨物油ポンプのうち2台のポンプは、揚荷中にダーティ・バラスト・タンクに注水可能な配管となっている。

タンク内の吸入側管はダクタイル鋳鉄を、ポンプ室の吸入側管には、内面タールエポキシ塗装管を使い、管蝕性を向上させている。

浚油用ベルマウスはエレファント・フート型のものを使うことにより、浚油性能の向上を計っている。

#### 各ポンプの主要目

材種	型式	容量	台数
貨物油ポンプ	横型渦巻式蒸気タービン駆動	6,000m <sup>3</sup> /h ×165m	4
クリーン・バラストポンプ	同上	6,000m <sup>3</sup> /h ×58m	1
浚油ポンプ	堅型複式シリンダ型	750m <sup>3</sup> /h ×165m	2
タンク・クリーニング・エダクター	ゴタスラーセン	800m <sup>3</sup> /h ×32m	2
バラスト・エダクター	同上	500m <sup>3</sup> /h ×18m	1

注・容量は海水ベースで示す。

#### (7) ポンプおよび弁の制御装置および監視箇所

貨物油ポンプ、浚油ポンプおよびクリーン・バラスト・ポンプは、遠隔速度制御および非常停止が可

能で、貨物油制御室で各ポンプの制御ができる。

貨物油ポンプの非常停止は、機関制御室、主ポンプ室エントランスおよびシヨア・マニホールドの近くでも可能となっている。

貨物油、バラスト管には、油圧駆動弁を大幅に採用し、貨物油制御室から遠隔油圧操作のできる弁が133台、局所油圧操作弁が49台、局所手動操作のものが42台となっている。タンク内の弁で、バタフライ型は油圧シリンダにより、玉肘型は油圧駆動リーチ・ロッドにより操作できる。

貨物油制御盤には、以下のものがとりつけられている。各ポンプの速度制御装置、速度計、入口・出口の圧力計、駆動用蒸気排気圧力計、エダクターの駆動、吸入、吐出圧力計、弁操作スイッチおよび弁開度計、タンク内液面計、タンク内高液面計、および警報装置、電話、時計等々。

#### (8) タンク・ベント装置

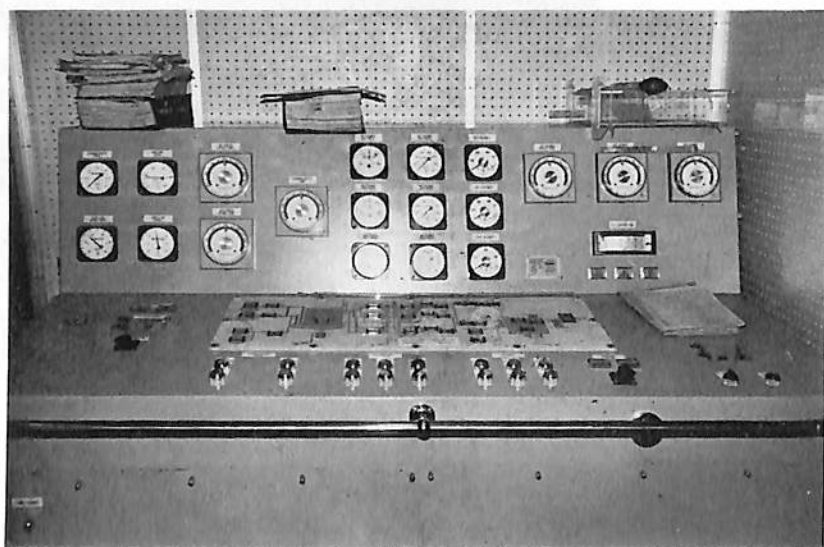
タンク・ベントは独立方式を採った。原油ガスの上甲板の滞留を防止するために、積荷速度にかかわらず 100 ft/sec の定速度で噴き出す自動弁を用いている。

#### (9) イナート・ガス装置

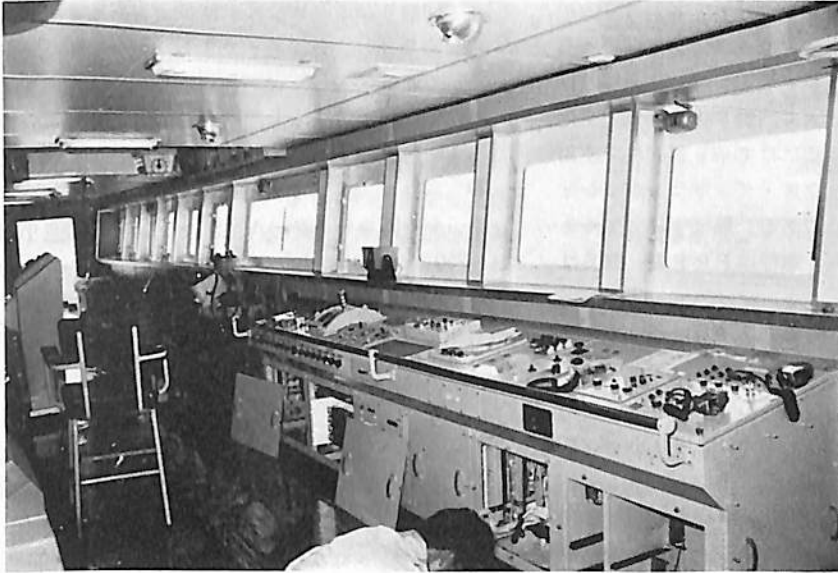
メイン・ファンは 32,000m<sup>3</sup>/h の容量のものを2台、補助ファンは 16,000m<sup>3</sup>/h の容量のものを1台装備している。主操作場所は機関制御室で、補助操作場所は貨物油制御室および操舵室となっている。

イナート・ガス供給管は、リング・メイン方式を採用しているために、枝管が短くなっており、上甲板上の交通性も良いものとなっている。タンクへの吹入れ口にはノズルをつけて、高流性を確保するこ

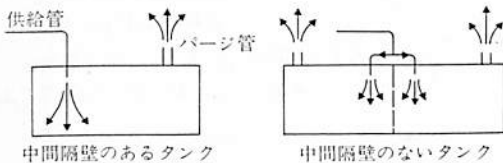
Inert Gas Panel  
(in Engine Control  
Room)







とにより、タンク内のイナーティングおよびガスフリー性能の向上を計っている。ガス吹入れ口と吹出し口との関連は下図のようになっている。



#### (10) タンク・クリーニング装置

原油、冷海水、温海水のいずれでもタンク洗浄が可能な配管になっている。揚荷中にタンク洗浄を行うときは、2台の貨物油ポンプから吐出される一部の原油で2台のエダクターを駆動し、残りの原油でタンク洗浄機16台を動作させる。洗浄中のタンクの浚油はエダクター2台で行なう。

洗浄機は原油洗浄を考慮して各貨物油タンクにバタワース社の LAVOMATIC SA を上甲板に各センタータンクに4台、各ウィングタンクには2台、更に各ウィングタンクおよびスロップタンクにはサブマージ型の同社製 SUPER K 2台を船底用に設けている。

洗浄孔は、上甲板に固定の洗浄機のない各トランス間には1個、各横隔壁のすぐ船首のトランス間には2個設けている。各洗浄孔からは持運び式洗浄機による海水洗浄および持運び式ガスフリーファンによる送風が可能である。

固定式洗浄機は全部で136台、洗浄孔は228個配置されている。

上甲板の主管には温度計、圧力計のセンサーが適

当に配置されている。スロップタンクはセンタータンクの両舷を当てておりヒーティングを行なっている。

#### (11) 消防装置

SOLAS 1960, ABS 1974, IMCO A271 および 46 CFR PART 34 (ただし、部分的適用) の各規則を適用した。

固定式消火装置としては、泡消火(機関室、貨物油タンク上甲板)、散水消火(ボースンストア、デッキストア、ペイントロッカー、主ポンプ室、補助ポンプ室、救命艇、機関室の脱出路)および炭酸ガス消火(非常用消防ポンプ室、非常用発電機室)が採用されている。

#### (12) 居住区配置

居住区は船尾甲板上に7層配置され、上甲板には主として倉庫および機械室が、A甲板からC甲板にかけては部員および士官の居室および厨房室、配膳室、食堂、喫茶室、病室、診療室、図書室等が配置され、D甲板は機関長、E甲板は船長の専用甲板となっている。最上層には8.1×16mの操舵室がある。居住区内の昇降設備として、機関室内から操舵室に至るエレベーターと左右両舷に設けられた傾斜角45°の階段がある。なお食料、料理の運搬用に上甲板の糧食庫、A甲板の厨房室、B甲板の配膳室をつなぐダムウェイターも設けられている。

配置上の特色としてすべての部員、士官はプライベート・トイレットを有し、上級士官以上は寢室を、機関長、船長はさらにプライベート・パントリーを有している。また士官以上は、ダブルベッドで、ベッドメイキングを容易にするため、ベッドの

周囲に 400mm のスペースを設けている。

使用材料は間仕切、内張り材はメラミン化粧張り石綿板で、継手部には鋼板製メラミン焼付仕上げのHポストを使用している。天井内張り板はメラミン化粧板張り石綿板で、継手部にはアルミ製面材を使用している。床面はラテックス・デッキコンポジション上ビニールタイル張りである。扉はすべてアルミまたは鋼製、窓は青銅製、窓枠はFRP製、家具は木製である。

本船の一般的特色として次の2項目について十分な配慮が払われている。

(1) 防火および安全：居住区の防火および安全面は特に重視され IMCO RESOLUTION A271 (Ⅳ) が適用している。

(i) 防火：間仕切、内張り材は根太、面材を含めてすべて不燃材が使用され、通路と居室の間はもちろん、居室間の間仕切は2室ごとに不燃“B”級仕切となっている。FRP窓枠およびカーテンは難燃処理されている。また階段は鋼壁で囲まれた階段室の中に設けられている。

(ii) 安全：居住区前面壁および前面壁より5m以内の側壁につく窓はすべて固定型とし、上甲板はもちろん、A甲板につく窓にも内蓋をつけている。また丸窓の径を450mmとし、各室に救命用ロープを備えて、緊急の場合、窓から避難できるようにしている。一方扉にはキックアウトパネルを設け、扉が開かなくなったときはキックアウトパネルをはずして脱出できるようになっている。階段の傾斜は安全を考慮して45°としている。

(2) 娯楽設備：プール、体育室、図書室、ホビールーム、暗室があり、また士官喫煙室にはバー、シネマスクリーン、VTR等が設備されており、部員用喫煙室にもシネマスクリーン、VTRが備えている。

#### (3) 塗装・防蝕

船体主要部各塗装仕様は次のとおりである。

(1) 外板船部……厚塗り型コールドールエポキシ塗料2回塗り300ミクロン、ビニール系防汚塗料3回塗り。さらに外部電源方式による電気防蝕の併用。

(2) 外板水線、外舷部……厚塗り型塩化ゴム系錆止塗料3回塗り180ミクロン、塩化ゴム系上塗り塗料2回塗り。

(3) 甲板……無機ジンク塗料(ラストパン 191)

1回塗り75ミクロンエポキシエステル系塗料3回塗りとし、長期メンテナンスフリーを目指している。

(4) 上甲板装飾品、上部構造……塩化ゴム系塗料4回塗り。

(5) スロップタンク、クリーンバラストタンク……全内面コールドールエポキシ塗料2回塗り、250ミクロン。

(6) 貨物油兼バラストタンク(No.2&7センタータンク)……デッキ裏およびトランスウエブ、水平面などはコールドールエポキシ塗料2回塗り250ミクロン、その他は亜鉛アノードによる電気防蝕。

(7) 清水タンク・蒸留水タンク……エポキシ塗料3回塗り。

(8) 一般貨物油槽は無塗装。

(9) 機関室、ポンプ室、諸室は油性系塗料。

なお、とくに船主の意向により甲板機械には無機ジンク塗料、潤滑油タンクにはフェノールアルミ塗料、海水冷却系統に特殊エポキシ塗料(いずれも ESSO ラストパン)を採用した。

塗装色は ESSO 標準色であり、内外ともにグレー、グリーンを基調とした落ち着いた色調でまとまっている。

## 4. 機関部

### 4.1 機関部の概要

本船の推進プラントは日立造船 UC-450 型主タービン1基および日立造船 UMG97/71 型主ボイラ2基を有し、連続最大出力45,000PSとして計画されている。発電装置は蒸気タービン駆動主発電機2台および非常用ディーゼル発電機を1台をもち、その他の機関部補機は給水ポンプ、貨物油ポンプ、クリーン・バラスト・ポンプおよびストリップング・ポンプを除いてすべて電動式としている。

プラントサイクルとしては、5段抽気5段給水加熱型再生サイクルを採用しているが、さらに補助蒸気系に低圧蒸気発生器および外部緩熱器を装備しているほか、真空装置としてNASH真空ポンプを採用している。

本船は特に燃料消費率を低減するためあらゆる面から検討し、別項に示す対策を実施した。

主海水循環水系統には、ラストパン防食塗装のほかに外部電源防食装置を、補海水循環水系統にはタームエポキシ防食塗装を施し、また補機冷却系統にはセントラル清水冷却システムを採用して海水腐食

対策を考慮した。

主L.O.系、主給水系には水油の管理効果の向上を図るため、通常コシ器に加えて特殊カートリッジ型デュープレックス・フィルターを設けている。

本船機関室配置および配管装置については、スケール1/20の機関室モデルを作成し、船主を交えて詳細な設計を行なって、メンテナンスの容易な最適配置を決定した。これによって、従来多大の工数を要した総合装置図作成の省力を含む設計業務の合理化を行なうことができ、かつ船主承認の迅速化が可能となった。

機関部自動化については、自動および遠隔制御化と集中監視により、無人化運転が可能となるように設備と機能の充実を図っている。

また機関制御室および工作室を空調、防音区画とし、機関員の作業環境の改善を行なっている。

#### 4.2 機関部主要目

- (1) 主機 日立造船UC-450型蒸気タービン 1基  
出力(連続最大) 45,000PS×80rpm  
蒸気条件(操縦弁入口) 60kg/cm<sup>2</sup>g, 510℃  
主復水器真空 723.5mmHg, 海水24℃にて
- (2) 主ボイラ 日立造船UMG97/71型2胴水管式 2基  
蒸発量(最大/常用) 97,000/71,000kg/h  
蒸気条件(加熱器出口) 62kg/cm<sup>2</sup>g, 515℃
- (3) プロペラ エアロフォイル断面5翼一体 1基  
SKF型キーレスプロペラ  
材質 N1-A1-Br
- (4) 発電装置  
主発電機 蒸気タービン駆動式 2基  
出力 2,500KW, AC450V, 60Hz  
非常用発電機 ディーゼル駆動式 1基  
出力 760KW, AC450V, 60Hz
- (5) 低圧蒸気発生器  
蒸発量 28,000kg/h, 15kg/cm<sup>2</sup>g 飽和蒸気 1基
- (6) 造水装置 フラッシュ式(海水冷却) 1基  
容量 75t/d  
プレート式(復水冷却) 1基  
58t/d
- (7) 機関室主要補機  
主循環ポンプ 7,300/4,000m<sup>3</sup>/h×5/8m 2台  
補助循環水ポンプ 1,200m<sup>3</sup>/h×10m 1台  
主復水ポンプ 120m<sup>3</sup>/h×140m 2台  
主給水ポンプ 250t/h×90K 2台  
補助給水ポンプ 15t/h×90K 1台

#### 通常航海用ドレン移送ポンプ

20m <sup>3</sup> /h×110m	1台
大気圧ドレン移送ポンプ	
65m <sup>3</sup> /h×110m	2台
主潤滑油ポンプ(主機駆動)	
250m <sup>3</sup> /h×40K	1台
予備潤滑油ポンプ(主機駆動)	
230m <sup>3</sup> /h×4.0K	2台
制御油ポンプ 15m <sup>3</sup> /h×4.5K	2台
真空ポンプ NASH CL-705, 22KW	2台
海水サーブスポンプ 530m <sup>3</sup> /h×25m	2台
清水冷却水ポンプ 420m <sup>3</sup> /h×30m	2台
燃料噴燃ポンプ 18m <sup>3</sup> /h×27K	2台
主強圧ファン	
2,000/1,500m <sup>3</sup> /min×950/550mmAq	2台
補助強圧ファン 800m <sup>3</sup> /min×150mmAq	1台
空気圧縮機(清水冷却式) 250m <sup>3</sup> /h×9K	3台
機関室給気ファン 2,350m <sup>3</sup> /min	4台
機関室排気ファン 1,300m <sup>3</sup> /min	4台
雑用兼消防ポンプ 450m <sup>3</sup> /h×110m	2台
ビルジバラスト兼消防ポンプ	
450m <sup>3</sup> /h×110m	1台

#### (8) 主要熱交換器

主復水器 3,400m <sup>2</sup>	1基
グラウンドコンデンサ 20m <sup>2</sup>	1台
1段給水加熱器(ドレンクーラ付) 105m <sup>2</sup>	1台
2段給水加熱器 50m <sup>2</sup>	1台
3段脱気給水加熱器 36m <sup>2</sup>	1台
4段給水加熱器 200m <sup>2</sup>	1台
5段給水加熱器 140m <sup>2</sup>	1台
主潤滑油冷却器 220m <sup>2</sup>	2台
補助復水器 700m <sup>2</sup>	1台
雑用補助復水器 130m <sup>2</sup>	1台
清水冷却器 230m <sup>2</sup>	1台
F.O.ヒーター(スタネックス)	3台
タンク・クリーニング海水加熱器 230m <sup>2</sup>	1台

#### (9) 主機関室特記設備

主復水フィルタ(Cuno. USA)	2式
主L.O.フィルタ(Carlson Ford. USA)	2式
主発電機タービン, 貨物油ポンプタービン および船尾管用L.O.コアレッサ(M.M. C., USA)	3組
清水ステリライジングプラント (United Filter, UK)	1式
汚水処理装置(笹倉 T-50)	1式

主循環水系外部電源防食装置 (CAPAC 式)		
粘度調節器 Viscotherm (レコーダー付)	1 式	
機関制御室, 工作室冷房用冷凍機 (11KW)	1 式	
前ポンプ室 F.O. 移送ポンプ	3 組	
(電動油圧式, 200m <sup>3</sup> /h)	2 台	
非常用消防ポンプ		
(ディーゼル油圧式, 450m <sup>3</sup> /h)	1 台	
主軸馬力計, トルク計 (ASEA, Sweden)	1 式	
給水流量計	1 式	
復水流量計	1 式	
蒸気流量計 (主蒸気, 1 ~ 5 段抽気)	1 式	
O <sub>2</sub> メータ	1 式	
CO <sub>2</sub> メータ	1 式	
機関室エレベータ	1 式	
ポンプ室エレベータ	1 式	
(40) 甲板部補器		
舵取機 電動油圧 3-132KW	1 台	
揚錨機 汽動 71/25t×9/15m/min	2 台	
係船機 汽動 25t× 15m/min	9 台	
揚貨機 汽動 8t× 45m/min	2 台	
貨物油ポンプ タービン駆動		
6,000m <sup>3</sup> /h×165m	4 台	
クリーンバラストポンプ タービン駆動		
6,000m <sup>3</sup> /h×58m	1 台	
浚油ポンプ 汽動 750m <sup>3</sup> /h×165m	2 台	
イナータガスファン電動		
32,000m <sup>3</sup> /h×1,600Aq	2 台	

#### 4. 3 燃料消費率低減対策

本船の推進プラントは前に建造した 400 型の仕様をベースとしており, これを元に燃料消費を抜本的に節減するため幅広い検討がなされ, 低減量, コストなどを考慮したうえで 10 数項目にのぼる対策が仕様に組みこまれた。

採用された低減対策の主なもの次は次の通りである。

- (1) 主復水器真空度の向上  
(722mmHg.V. → 723.5mmHg.V)
- (2) 5 段抽気 5 段給水加熱システムの採用  
(400 型は 4 段抽気, 4 段給水加熱システム)
- (3) ボイラ効率の向上 (90% → 90.5%)
- (4) 給水ポンプの吐出圧の定着圧制御追加  
(400 型は定吐出圧制御のみ)
- (5) 復水冷却式造水装置の採用

(400 型は海水冷却式)

- (6) 強圧送風機駆動方式 (タービン駆動 → 電動)
- (7) 低圧給水加熱器のドレンシステム  
(ドラッグシステム → ポンプ圧送システム)
- (8) 給水加熱器のターミナル温度差の減少
- (9) 抽気管の口径アップ
- (10) その他

以上の対策により, 海上試運転では計画通り 400 型を 7g/PS・h 下まわる 198.4g/PS・h という成績をあげることができた。

#### 4. 4 機関部自動化

機関プラントの自動化は ABS 船級の “+ACCU” を取得し, 大洋航行時 24 時間機関室無人状態で船橋にて主機の操縦が可能なるように計画されている。また, 機関室第 3 甲板船尾側に空調, 防音完備の機関制御室を設けて, 主機関, 主ボイラーの遠隔操縦および機関プラント全体の集中監視を可能にしている。

機関制御室には, 主タービン, 主ボイラー用コンソール, 主タービン遠隔操縦パネル, ガスエアーヒーター・スーツプロワ操作盤, エンジンモニタ, 主配電盤などを置いて, 主補機器の遠隔操作, 集中監視を行なうほか, イナートガス装置監視盤, 機関室海水弁遠隔開閉装置, 機関室・主ポンプ室の火災警報盤などを置いて, 総合的な集中操縦監視センターとしての機能の充実を図っているほか, 機関室内の全警報をグループ別に報知する延長警報盤を船橋, 機関長室および各当直機関士室に設けて, 機関室無人運転時に備えている。

- (1) 主タービンは電動油圧方式により, 船橋または機関制御室より遠隔操縦しうるようにし, 機関には非常用として機械式ハンドルを設けている。遠隔操縦装置はプログラム機構付とし, また抽気弁, ドレン弁の自動開閉および必要な保護装置を設けて操縦の安定を図っている。コンソールには, ASEA 製の主機馬力計, トルク計を装備している。
- (2) 主ボイラには, KHI 製の KAPS 自動燃焼装置, 2 要素式給水加減器および加熱蒸気温度制御装置を設けて安定した自動運転ができるようにしている。パーナはボルカノ ABC 蒸気アシスト型を各缶に 3 本装備し, 15:1 の高いターンダウン比により常時 3 本使用としている。フレームモニタとしては, セルフチェック機能をもつ山武製の紫外線検知式を各パーナに 2 個装備している。スーツプロワは制御室より遠隔にシーケンシャル操

作する。

風路中の各ダンパーは制御室より遠隔操作可能とし、ベースパーナの点火動作以外はすべて制御室より遠隔操作できるように図っている。

- (3) 推進関係ポンプは完全予備機を設備し、その自動起動方式は、通常の高電圧検知のほか、系の圧力またはレベル低下検出を加えている。
- (4) 機関制御室にエンジンモニタを装備し、141点に及ぶ広範囲の主要圧力、温度の常時監視を行ないうるようになっている。

F.O.C.低減を図るため、給水、復水および主蒸気、各抽気流量計さらにボイラ燃焼ガス中の炭酸ガス、酸素濃度計を装備している。

- (5) 操舵機室内に機関室の総合的な火災消火場所を設け、給排気ダクトダンパー閉鎖、燃料タンクの出口弁閉鎖、燃料ポンプ、強圧ファン、給排気ファン等の一括停止、ディーゼル駆動非常用消防ポンプの遠隔始動、非常用発電機の始動の他、炭酸ガス、泡消火装置の操作など一連の消火作業を可能としている。

## 5. 電気部

### 5.1 概要

本船は主ターボ発電機2台、非常用発電機1台を装備し、航海中およびカーゴローディング中は1台、タンカーサービスおよびカーゴアンローディング中は2台のターボ発電機で給電し、非常時およびコールドスタート時には非常用発電機を使用するように計画されている。

配電設備としては機装を容易にすることも考慮して、居住区画に補助配電盤室を設け、機関室と甲板部を分離している。

電動機はすべて全閉型、ブリーザ・プラグ付きで、停止中は低電圧による巻線ヒーティングを行なっている。

始動器は、重要補機用は一つのグループにまとめて第4甲板に装備し、その他の補機用はグループ盤方式を採り、補機の付近に装備している。

照明電灯装置については高照度の基準を適用したため、一般船に比較して、灯具は大幅に増加している。特に、上甲板暴露部通路に10Lux以上、操作場所に50Lux以上の照度が要求されており、灯数の増加が著しい。

発電機、熱交換器などの冷却系統は従来の海水冷却に代って清水冷却を採用しているが、海水冷却を行なっている主復水器、主機潤滑油冷却器および関

連の海水パイプラインには外部電源防蝕装置を設けている。

## 5.2 要目

### (1) 電源・動力装置

主発電機 ターボ発電機, 3,125KVA,  
1,800rpm, 自励ブラシレス式 2基  
清水冷却空冷式

非常用発電機 ディーゼル発電機, 950KVA,  
1,800rpm, 自励ブラシレス式 1基  
油圧・空気圧起動方式

変圧器 機関室用 40KVA 单相 3台

居住区用 80KVA 单相 3台

非常用 40KVA 单相 3台

船首部用 40KVA 3相 1台,

10KVA 3相 1台

蓄電池 照明通信用 DC26.4V 220AH

アルカリ式2組

無線用 DC25.2V 220AH

アルカリ式1組

配電方式 動力 AC440V, 115V,

3φ or 1φ, 60Hz

照明・通信 AC115V, 1φ, 60Hz,

DC24V

主配電盤 自立デッドフロント型, 発電機盤2面, 同期盤1面, 給電盤8面, 陸電盤1面

非常用配電盤 自立デッドフロント型, 発電機盤1面, 給電盤3面

副配電盤 自立デッドフロント型, 給電盤3面

電動機 全閉籠形誘導電動機, B種絶縁, ブリーザ・プラグ付

始動器 集合始動器盤18個

### (2) 照明装置

一般電灯 外部通路および倉庫(白熱灯)を除きすべて蛍光灯,(20W, 40Wは高力率形)

防爆灯 ポンプ室, 塗料室, 蓄電池室, 船橋前壁

高圧ナトリウム灯(上甲板照明用)

1KW 52灯, 400W 24灯

水銀灯(機関室照明用) 400W 33灯

白熱投光器 500W 19灯(上甲板煙突照明, 乗艇用)

300W 2灯(船名板照明)

航海灯 100W 2重灯式 1式

信号灯 碇泊灯 2灯, 紅灯 2灯, タンカー

	ライト 2灯, 衝突予防灯 2灯, 操 舵目標灯 1灯, 巨大船灯 1灯, 危 険物積載船表示灯 1灯, モールス信 号灯 1灯, アルデイス形昼間信号灯 2灯, スエズ信号灯 15灯 (サンパン 灯 1灯, 検疫灯 2灯兼用)	
(3) 船内通信, 計測装置		
	自動交換式電話機 50回線式	1式
	無電池式電話機 1:9, 1:1, 1:4	各1式
	12局相互	1式
	共電式電話機 本質安全形 4局相互	1式
	1:1:1	1式
	インターフォン 1:1	1式
	インターテレフォン	
	甲板部員呼出 1:13	1式
	機関部員呼出 1:11	1式
	呼出装置 機関部員非常呼出, 機関室パトロー ル員呼出, 病室用	各1式
	エンジンテレグラフ ロガー付	1式
	船内指令装置 100W	1式
	操船・荷役指令装置 100W	1式
	電気ホーン, スチームホーン制御装置	1式
	非常警報装置	1式
	糧食冷凍庫危急信号	1式
	火災警報装置 機関室, ポンプ室, 非常用発電 機室, 操舵機室	1式
	主機回転計 1:8 1式, 積算計 1個	
	舵角指示器 1:5 (内1個は3面型)	1式
	水晶時計 1:40	1式
	ウォークー・トーカー MOTOROLA REPEATER SYSTEM	1式
	アンカーシャックルメーター LINIAX 式	1式
	娯楽装置 ラジオ空中線共用装置 (AM, FM)	各1式
	VTR及びTV装置	2組

(4) 航海計器		
	ジャイロコンパス SPERRY MK37	1式
	オートパイロット SPERRY UNIVERSAL PILOT	1式
	音響測深機 古野 F851S	1式
	電磁ログ 北辰 EML-12	1式
	ドップラーソナー AMETEK NRQ-2036C	1式
	RATE OF TURN INDICATOR C. PLATH NAVITURN	1式
	レーダ DECCA TMS 1630A, AC 1229	2式
	自動方位測定機 大洋無線 TD-A202	1式
	風向風速計 光進電気 MK-WDFR	1式
	衛星航法受信機 MAGNAVOX MX902	1式
	オメガ受信機 ITT OMEGA300	1式
	デッカ受信機 DECCA MK-21	1式
(5) 無線装置		
	主コンソール 日本無線 JSS-20	1式
	国際VHF無線電話機 日本無線 JHV-202M	1式
	補助国際VHF無線電話機 日本無線 JHV-217C	1式
	救命艇用無線機 日本無線 JSL-3	1式

### 5.3 自動航法システム

安全性向上, 運航コスト低減および船内作業軽減を目的とした NORCONTROL 社製の DATA BRIDGE SYSTEM DB-4 を装備している。これは, レーダによる衝突予防システム Data Radar と電磁ログ, ドップラーソナー, ジャイロコンパスと結合した最適航法計算システム Data Saling, オメガ受信機・デッカ受信機・衛星航法受信機・ドップラーソナーによる Data Position およびコンピュータ制御による最適操舵システム Data Pilot の4つのサブシステムから構成された総合自動航法システムである。

△

△



## 自動車運搬船“第十八とよた丸”の 巨大化改造工事



三菱重工業長崎造船所  
第一造船設計部，第二造船設計部，修繕部

### 1. まえがき

最近のわが国の乗用車輸出の好調を反映して、自動車運搬船の新造および改造工事が活発であるが、当造船所も日本郵船・千代田汽船殿所有の自動車専用船“第十二とよた丸”の延長改造工事（昭和52年2月）に引きつづき、このたび日本郵船・反田産業汽船殿所有の自動車専用船“第十八とよた丸”の巨大化工事を船主殿および日本海事協会のご指導の下に完遂し、昭和52年9月15日（契約工期27日）無事引渡しを完了したので、以下その巨大化改造工事の概要につきご紹介する。なお本船は改造後、主として米国向け自動車輸送に就航し、改造の成果を充分に発揮し、船主殿よりご好評を得ている。

### 2. 巨大化工事の概要

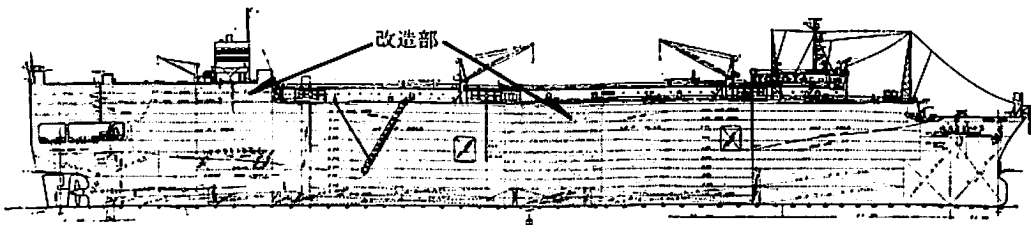
#### 2-1 改造計画および一般配置

改造前の“第十八とよた丸”の要目は第1表に示す通りであるが、本船の自動車の搭載数増加を計るべく、種々の案につき設計面・工作面より検討を行なった結果、最終的には船主殿と協議の上、乗用自動車（トヨペットコロナRT43-L型）約790台増積みを目として第1図に示すような工事を主要工事とする改造工事を行なうことになった。即ち、

- (1)中央部付近切断の上、新中央船体挿入（19.20m長さ）による船体延長工事
- (2)No.9およびNo.10自動車甲板の船尾後端への張出工事
- (3)上甲板上に、甲板室後端より後方にコースペース

第1表 “第十八とよた丸” 要目比較表

項 目	改 造 前	改 造 後
船 主 建造/改造年	日本郵船/反田汽船 昭和46年10月 (建 造)	同 左 昭和52年9月 (改 造)
LOA	192.00m	211.20m
LPP	180.00m	199.20m
Bmld	24.00m	同 左
Dmld(T.O. F. B. DK)	11.782m	同 左
(T.O. Strength DK)	22.40m	同 左
Dmld	8.00m	同 左
DWT	10,935 t	11,111 t
GT	11,175.56T	17,716.12T
自動車搭載台数	2,793台	3,583台
Ballast Water Cap.		
S.W	2,985.4m <sup>3</sup>	3,035.0m <sup>3</sup>
FRW	2,121.5m <sup>3</sup>	2,150.1m <sup>3</sup>
Total	5,106.9m <sup>3</sup>	5,185.1m <sup>3</sup>
F.O. Cap.	2,545.8m <sup>3</sup>	同 左
FRW Cap.	511.8m <sup>3</sup>	同 左
主 機 関	KAWASAKI-MAN K8Z86/160E Type 1 SET Max Cont. Output 18,400PS×118RPM Normal Output 15,650PS×112RPM	同 左
補 助 缶	Cylindrical Dry Combustion Boiler 1 SET Steam Pressure 8kg/cm <sup>2</sup> G Evaporation 1,500kg/h	同 左
発 電 機	Diesel Driven 960KVA×450V×720RPM ×2SET	同 左



第1図 改造概要図



新設(嵩上)工事(新No.11, No.12自動車甲板)  
更に, 上記工事に関連し,

- (4)新中央船体部2重底タンク内に約1,700トンの固定バラストを搭載する工事
- (5)縦強度補正のための上甲板(強度甲板)両舷ダブルリングプレート設置工事
- (6)No.7自動車甲板後部およびNo.6自動車甲板前部のガーダーカットによるクリアハイト増加工事
- (7)その他関連諸工事等の工事を行なった。

改造後の要目は第1表に, 一般配置は第2図(次頁)に示す通りであるが, 以下に設計・工作の各項目についてその経緯を詳述する。

## 2-2 設計関係

### (1) 基本計画関係

#### (a) 復原性

- 巨大化工事および自動車増積みに伴う復原性悪化を補正するため約1,700Tの固定バラストを船体延長部2重底タンク内に搭載し,  $\overline{GOM}$ 約1mを狙った。これにより $\overline{GOM}$ の最終値として Full Departure で1.26m, Full Arrival で1.06mを確保できた。
- 固定バラストとしては平均比重3以上を目標とした重量コンクリートを用いた。

#### (b) 縦強度

- 巨大化工事によるホギングモーメント増加, および REQ I/y 増加に対処するため, 上記固定バラストをトリムをも考慮して船体中央部に配置するとともに, 更に I/y の不足する分を, ダブラーにより補正を行なった。
- ダブラーとしては 250mm(巾)×20mm(厚)×2条(上甲板上両舷)を0.5Lの間に設置した。

#### (c) 強風下での操縦性

- 風圧側面積が増加するため, 特に強風化の操縦性を他船との比較においていろいろ検討したが, 特に問題とならぬと判断し, 舵面積の増加等の工事は行なわなかった。
- なお改造前後舵面積比は 1/37.65 および 1/41.94 である。

#### (d) 隔壁配置・タンク配置

- 船体延長に伴い中央部No.2ホールドの長さが大きくなったが, 浸水計算を行なった結果, 隔壁を増す要はなしという結論となり, 従って新造部船体には, 隔壁は設置しないこととなった。これは改造費の低減, およびカーハンドリングの容易さに役立っている。

- これに関連しNo.2ホールド前部のNo.7自動車甲板のガスタイトドアのウォータータイト工事を施行した。

- タンク配置は第2図の通り, 現状パターンに合せ区画したが, 固定バラストタンク部のパイプは拡幅し, 同タンクの前後には水圧試験点検用のコフアーダムを設けた。

### (e) 船速/プロペラ

- 巨大化工事および経年変化に伴う船速の低下およびプロペラのマッチングについては, “第十二とよた丸”改造工事前後の就航実績の解析結果と改造前の“第十八とよた丸”就航実績データの解析をもとにプロペラの後縁をカットした。

本船の航海速力の低下予想値は経年変化も考慮して, 改造後の試運転結果との大略の一致が見られた。

一方, プロペラ回転数の改造実績については今後, 本船の改造後の就航実績を解析する予定である。

### (f) 船体振動

- 本改造工事に関連し, 船体振動に与える影響につき検討したが, 振動面への悪影響は見出し得なかった。特に船尾部については本改造によりかなりの振動低減が見られている。

### (2) 船殻関係

- 新中央船体の構造/寸法は, 上甲板上のダブラー, No.7自動車甲板上のガーダーカットおよび2重底部のパイプトランク拡巾を除いては, ほぼ現状と同一でNKルールを満足させることができた。
- 新造部, および後部嵩上部のクリアハイトは1,600mmをキープした。

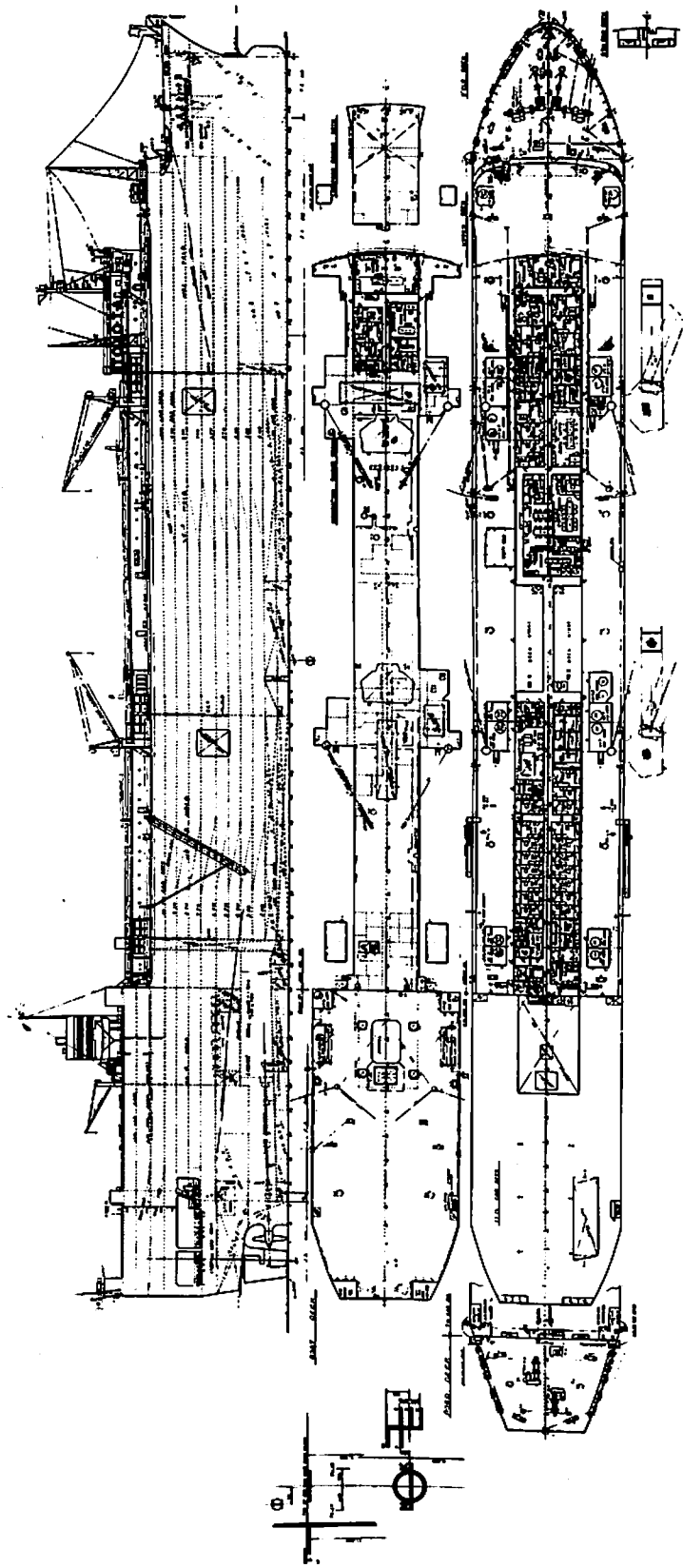
- No.7自動車甲板 FR. No.130より後部およびNo.6自動車甲板 FR. No.140より前部の天井のガーダーウェブを約75mmカットの上, 新フェイスプレート(300mm×35mm)の設置, 更に該部のドアコーミングのカッドおよびドアの増高を行なってクリアハイト1,650mmをキープした。

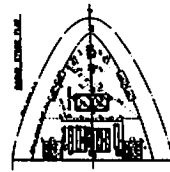
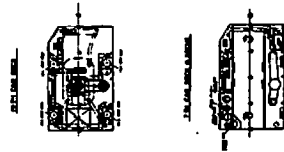
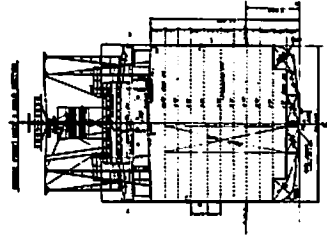
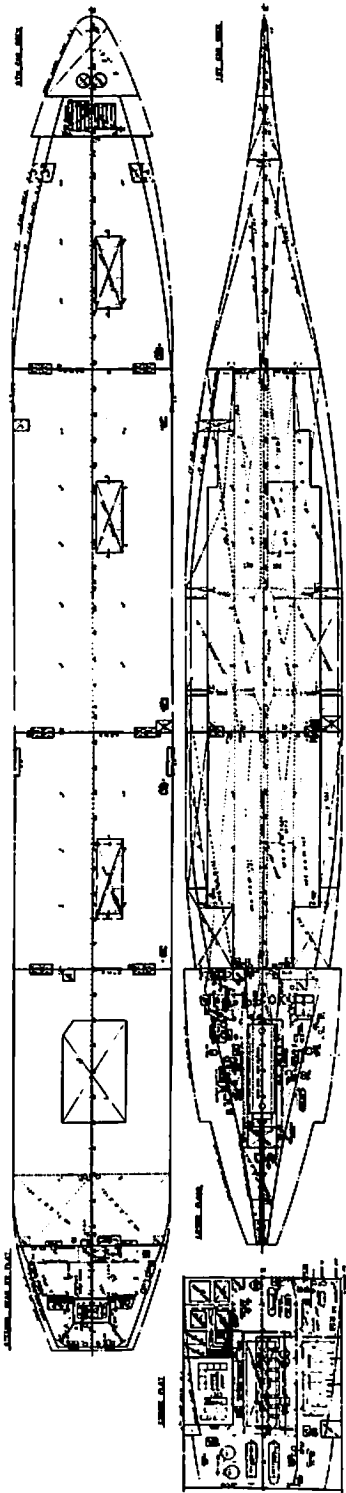
- 延長による現船体スカントリングのチェックを行ない, 縦曲げモーメントにつきソリッドバラストのみで吸収でききない分は, 上甲板上にダブラーを設置した。

- No.4ホールドのNo.9および10自動車甲板の後端壁を撤去し, 同ホールドを船尾まで延長し, 更に上甲板上の居住区後端より船尾部まで2層の自動車甲板(No.11および12自動車甲板)を設けた。

新設のNo.10~11, No.11~12自動車甲板間には,

“第18とよた丸”の一般配置図





右舷に各1個のランプウェイが設けられている。これらの新設自動車甲板は後部係船スペース上に張出し構造とし、Poop Deck から支持する構造様式とした。

- Poop Deck から新 Boat Deck に至る通路を確保するために、追設されたNo.9～12自動車甲板の右舷に通路トランクが設けられ、各デッキへのドアが設置されている。
- 新中央船使の上甲板には、デッキストアおよび通路が設けられている。

(3) 船体艤装関係

- 改造に伴い艤装数が1ランク上がるが、ルール要求からの不足分として現装チェーン(70mmφ 第2種)を1連左舷に追加している。

同時に Mooring Line は現装の 190m×60mmφ×8本を 200m×65mmφ×8本に換装した。Tow Line は現装の 220m×JIS 6号 50mmφをそのまま流用している。

- No.2およびNo.4ホールドの容積増加に伴って、右上表の通りファンを追設した。

同時に、これらファン格納のためにNo.2ホールドの上甲板上の船首側左舷、船尾側右舷のファンルームを拡張し、更にNo.4ホールドの Boat Deck の船尾部および前方のそれぞれ両舷にG/Aに示すようにファンルームを追設し、必要なトランクを導設した。

- 延長部No.2ホールドの容積増加に伴って、CO<sub>2</sub> 消火装置所要量を最大ホールド容積であるNo.2ホールドにて算出し、CO<sub>2</sub> ポンプを現 CO<sub>2</sub> ボトルルームに追設し、新設ホールドには必要数の CO<sub>2</sub> ノズルを設けている。

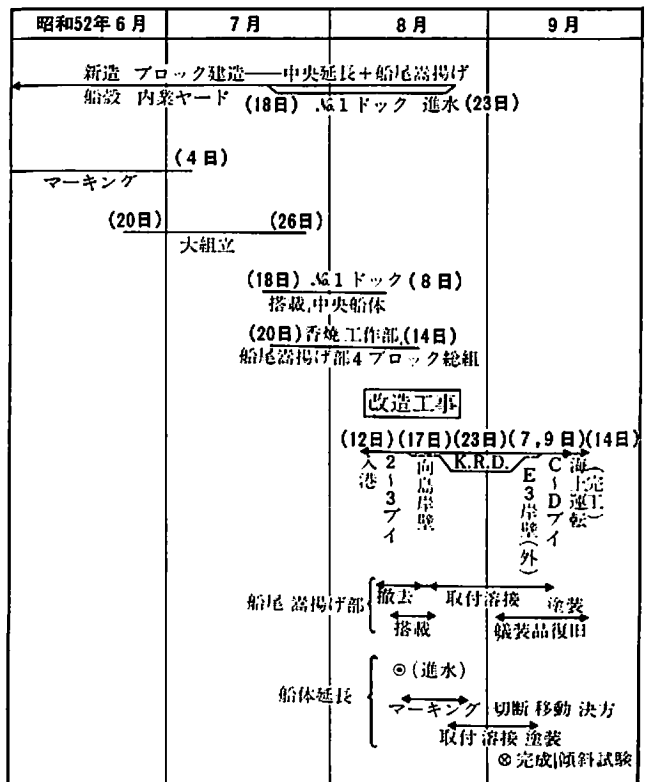
- 新設中央部船体の二重底に固定バラストを設けたことにより、バラストパイプを通すためのスペースが必要となり、固定バラスト部の二重底パイプトランクは3.0mに拡巾し、必要パイプはこの中を通すことにした。

- 固定バラストタンクおよびその前後のコファードムのビルジは、一旦、パイプトランクヘッドレーンさせて、No.2ホールドの容積増に伴い、新た

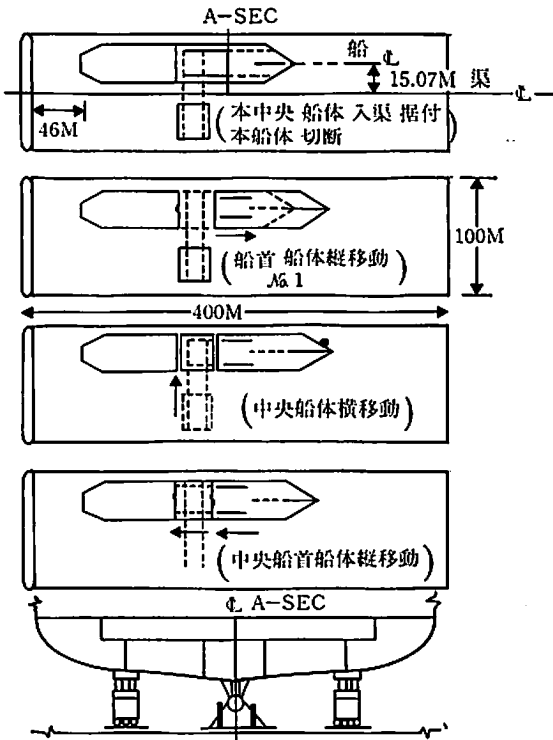
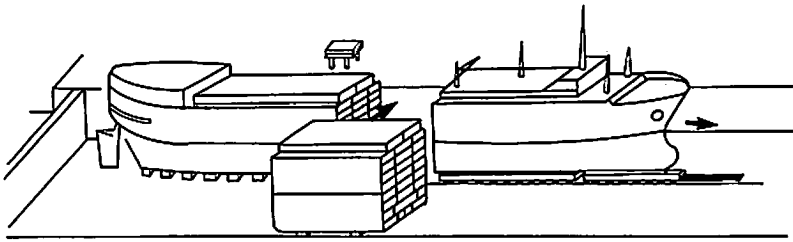
ホールド	ファン容量・数	モータ型式
No.2ホールド	給気 1,250m <sup>3</sup> /min ×18.5KW×2 sets	防水タイプ
	排気 1,250m <sup>3</sup> /min ×18.5KW×2 sets	可逆式防爆タイプ
No.4ホールド	給気 1,250m <sup>3</sup> /min ×18.5KW×2 sets	防水タイプ
	排気 850m <sup>3</sup> /min ×15KW×2 sets	可逆式防爆タイプ

に追設したビルジラインにより吸引させる。

- No.7および8自動車甲板後方両舷に、LO、FW用のショアコネクション、マニフォールドスペースを設け、ダビットを設置した。またFOショアコネクション、マニフォールドをNo.3ホールドの上甲板に設け必要な配管を設けた。
- エンジン・ルーム内の諸タンクのエアパイプヘッドを、新設のLO、FW用マニフォールドスペースおよび上甲板に移設した。
- 改造部塗装については、原仕様通りあるいは同等としているが、2重底バラストタンクには、Tar



第3図 改造工事スケジュール



Epoxy (HB) 1回および亜鉛アノードを設置し、潜水バラストタンクには、Tar Epoxy (HB) 1回塗装を行ない、防錆液を投入している。固定バラストタンクの空間部は、Tar Epoxy (HB) 1回塗装を施行している。

- 自動車固縛金物については、原仕様に倣った。
- 固定バラストタンク前のWBT即ちNo.3 (PC, SC) およびNo.3 (P, S) には、新たにエアパイプおよびサウンディングパイプを設けている。
- No.6 自動車甲板(乾舷甲板)のランプウエイ開口には、木製ハッチボードを設けた。

(4) 電気部機装関係

- 改装工事に伴うファン増設、照明増設等による電力増加に対しては、電力表チェックの結果出入港時およびカーゴハンドリング時にロードファクターが100%を越えるが、現装備の Preference Trip の自動作動によって適当機器をカットする

ことにより、発電機は現状のままとした。

- 新設部電線は上甲板にリセスを設けて、その中に接続している。
- 新設自動車甲板にはサーモスタット式火災検知器を設け、操舵室のコンソールまで導線をリードし、改造前仕様に倣い、新設部のものも操舵室で検知できるようにした。

3. 現場工作関係

3-1 工事スケジュール

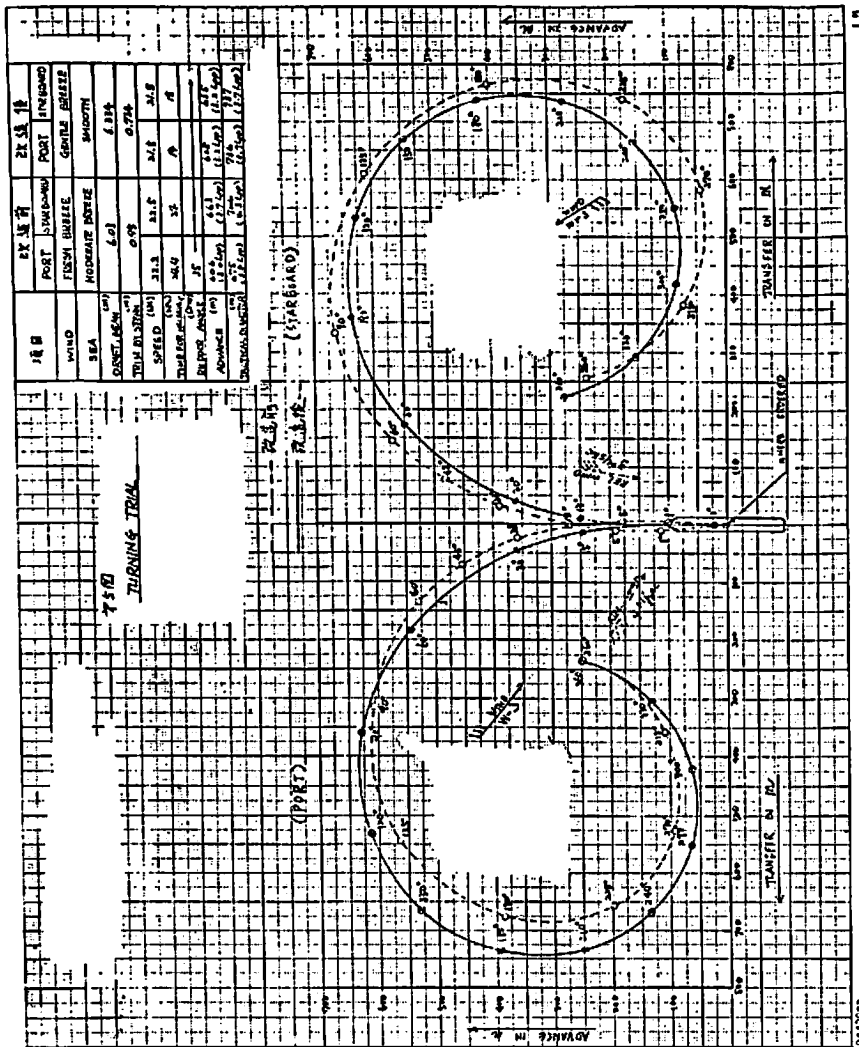
- 第3図に本工事スケジュールを示す。
- 本船は契約工事期間が27日と短工事であったため当所香焼工場の大型修繕ドック (KR D) の設備を利用してこれに対処した。以下その主な対策を述べる。

- (1)本船回着に先立って長崎本工場の建造ドック内にて新造船建造と並行して中央部総組を行なった。
- (2)船尾嵩上げ部は同じく長崎本工場で大組まで陸上で施行し、本船浮上状態にて大型海上クレーンによる搭載を行なった。
- (3)KR Dにて本船中央部切断後、船首部の縦移動および新造中央部の横移動は、200T 油圧ジャッキおよび60Tキャップスタンによって短時間に完了した。

3-2 改造工事

- (1)改造工事の概略を別掲の写真によって説明する。
- (2)船首および中央延長、船体、移動装置および方法について (第4図参照)

本船入渠前あらかじめ移動装置を準備した。KR Dサイズに対し、特に船体寸法に適合した位置へ本船体を据えつけるため、渠底盤木を配置し、船体二分割分を基礎に、船首船体縦移動装置、中央延長船体横移動装置を設置した。縦および横移動装置は底渠より、鋼製レール(固定軌径)ベアリングおよび保距具、滑動台、コンクリート盤木、鋼製ピン盤木、木製枕および木製楔により構成されている。鋼製レールは移動物体の長さプラス移動長さの分が必要で、ベアリングより上部の船底までの移動装置は、



第5図

移動物体の範囲に、船体支え許容荷重に対応するべく物量を配置した。

特に、今回採用した船首船体移動用の動力として200 ton 油圧ジャッキを、二分割船首船体の船底にセットした。渠底には移動用油圧台（歯を500 mm ピッチで設け、鋼製ピンを差し込む）を据えつけた。渠底と油圧台との固定には、特殊アンカーボルトを埋め込んだ。

新造中央船体横移動はドックサイドに設置された20 ton キャプスタンによりけん引した。同装置を駆使して200 ton 油圧ジャッキの動力により（500 mm ストローク/回×40回×10分/回）約7時間で、

船首船体移動を完了させた。

### 3-3 改造後試運転

●改造後、下記項目の試運転を行ない、性能確認を行なったが、いずれも良好な成績を収めた。

- (i) Speed Test
- (ii) Turning Test (P & S)
- (iii) Stop and Inertia Test
- (iv) Anchor Test
- (v) M0 Check

●Turning Test の結果、改造前後の比較を第5図に示す。

# 改造工事

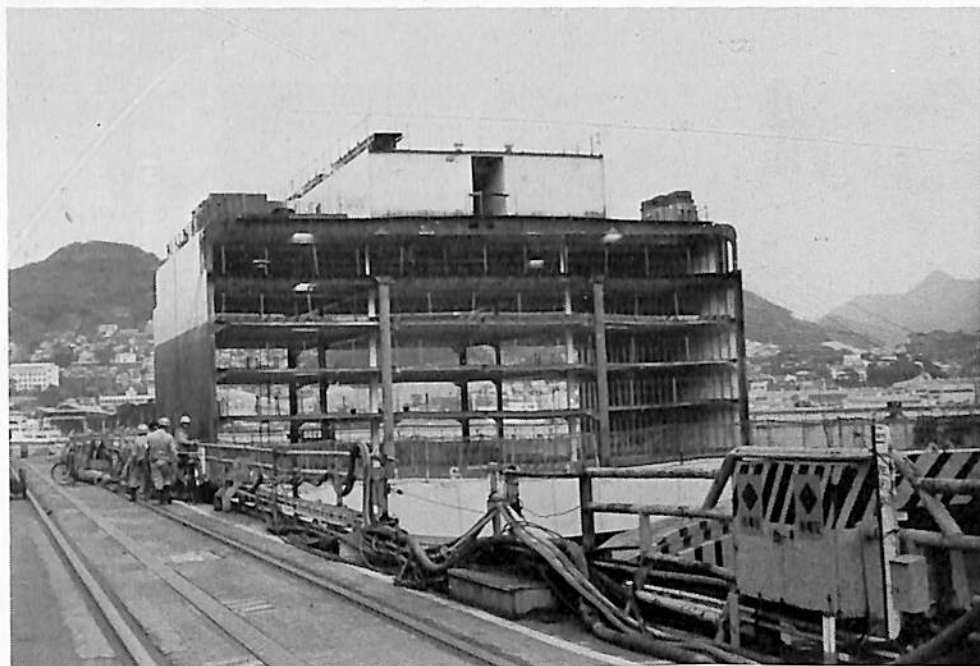


写真1 船体延長新造ブロック建造。場所は長崎第1ドック。7月18日建造開始，8月23日進水する。

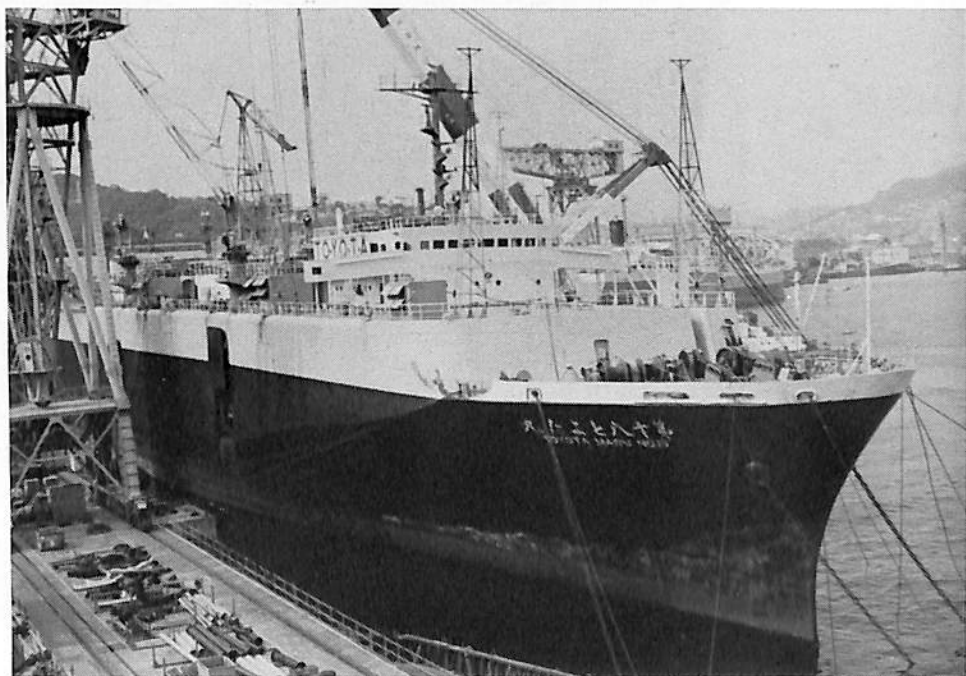


写真2 本船回着。昭和52年8月12日No2～3  
フイにて

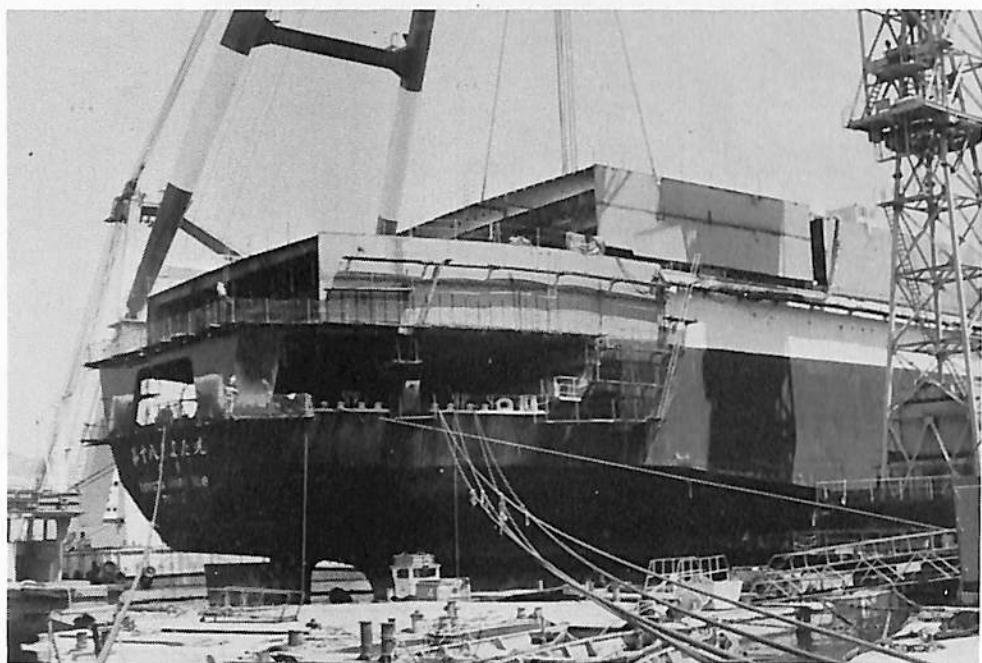


写真3 船尾嵩上げ部ブロック搭載。場所は長崎向島岸壁。8月17日～23日の間船尾嵩上げ部艀装品撤去の上施行する。

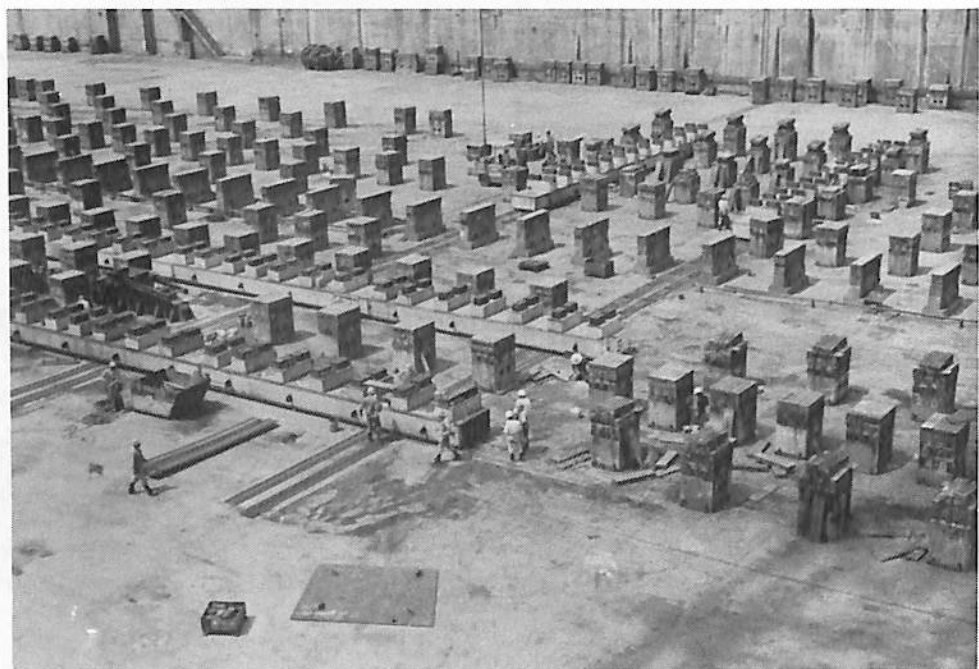


写真4 KRD内移動装置の事前準備——盤木および移動装置。場所香焼修繕ドックで8月10日～12日の間実施する。





写真5 本船および中央延長船体をKRDに入  
渠し据付する。8月23日完了。

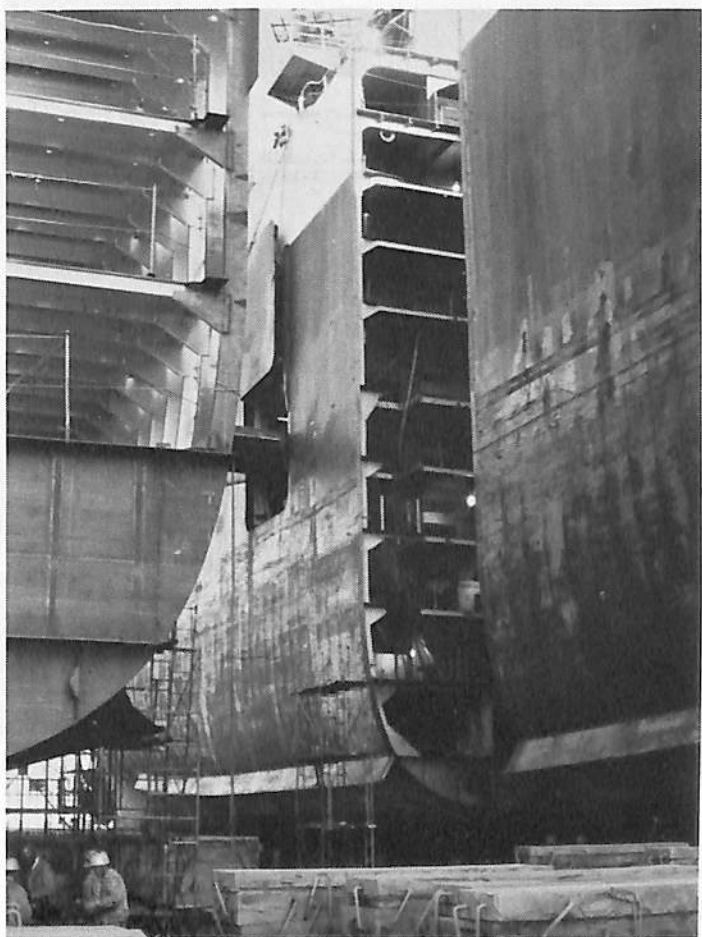


写真6 KRD内で船船体縦移動。 8月25日  
13:00開始, 20:00完了。

写真7 KRD内で中央船体横移動。8月26日  
08:30開始，10:30完了。

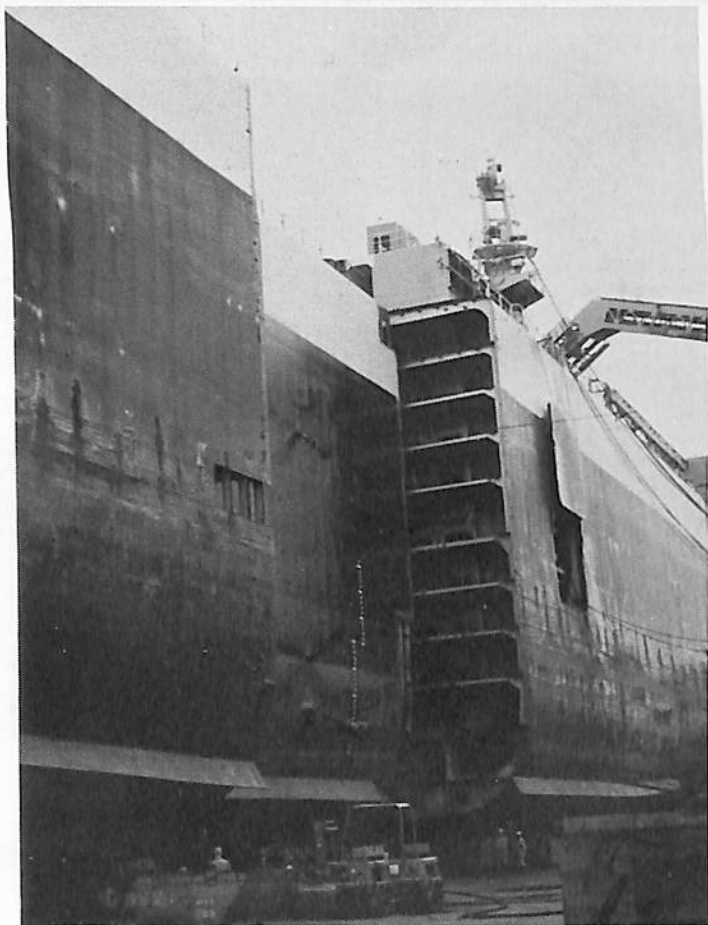


写真8 9月15日完成試運転終了後レセプション。  
長崎出島岸壁にて。



巨大化改造工事を終え試運転

## 現場のための 強化プラスチック船の工法と応用

田中 勤(日本飛行機・船艇 事業部製造部長)著 A 5判上製240頁 定価2300円(送料200円)  
図版・写真130余

多年FRP船および一般成形品の製造に従事している著者が、その深い経験を通じてFRP船の正しい工法と応用技術の実際を巨細にわたり平易に解説。関連技術者が座右に欲しい必携書である。

■主なる内容 ■第1章・材料/ガラス繊維/樹脂/副資材/ポリエステル樹脂の硬化特性/第2章・成型/FRPメス型/木製メス型/樹脂パテ/樹脂塗装およびペーパー研ぎ/第3章・成形/ハンドレイアップ法による成形/積層計画/離型処理/ゲルコート/ガラス裁断/積層作業/積層工程中の注意/船こく構造部材の取付け/脱型/第4章・組立/甲板の取付け/2次加工/固着/木材とFRPの接着/リンバーホルルの取付け方法/コアの応用/第5章・保守、修理/保守/修理/損傷を生じ易い箇所および主なる原因/破損の修理/第6章・安全と衛生/第7章・製作例/付参考資料

好評 ■ 既刊書 = 図書目録呈

**強化プラスチックボート** 戸田孝昭著 実験データを基にFRPボートの設計・製造技術を解説。関係技術者、製造従事者必携の書  
価1200円(送200円)

**高速艇工学** 丹羽誠一著 体系的モーターボート工学 ■ 基本設計/船型/運動性能/構造強度/副部、機関部設計/他  
価4000円(送240円)

**ボート太平記** 小山捷著 流体力学、構造力学をはじめ、むずかしい「舟艇の物理」を平易な文章と独創的な挿絵(100余版)とによって解説  
価2000(送200円)

発行 株式会社 舵社 〒104・東京都中央区銀座5-11-13(ニュー東京ビル) 電話(03)543-6051(代)・振替東京1-25521(舵社) 発売 株式会社 天然社

# “第18とよた丸”の巨大化工事 計画について

日本郵船工務部

## ●はじめに

自動車工業会の調べによれば、昨昭和52年度の自動車輸出は、一昨年度に引きつづき鉄鋼を抜き、金額は150億ドルに達したという。

うち、四輪車はロックダウンを含めると、実に435万台強、完成車だけでも360万台を上廻り、平均1日当たり約1万台、2,000台積型の自動車専用船に換算すれば5隻に当る大量の完成車（四輪車）が、わが国から世界各地へ送り出されたことになる。

従って、この旺盛な船腹需要に対し、安定した良質の船腹を提供すべく、わが社はかねてから意を用いてきた結果、荷主殿の絶大なご支援を得て、世界最大の自動車輸送船隊を保持するに至った。

特に最近の数年間の自動車輸出の高い伸び率に対応する船腹需要の急増に対しては、当然のことなが

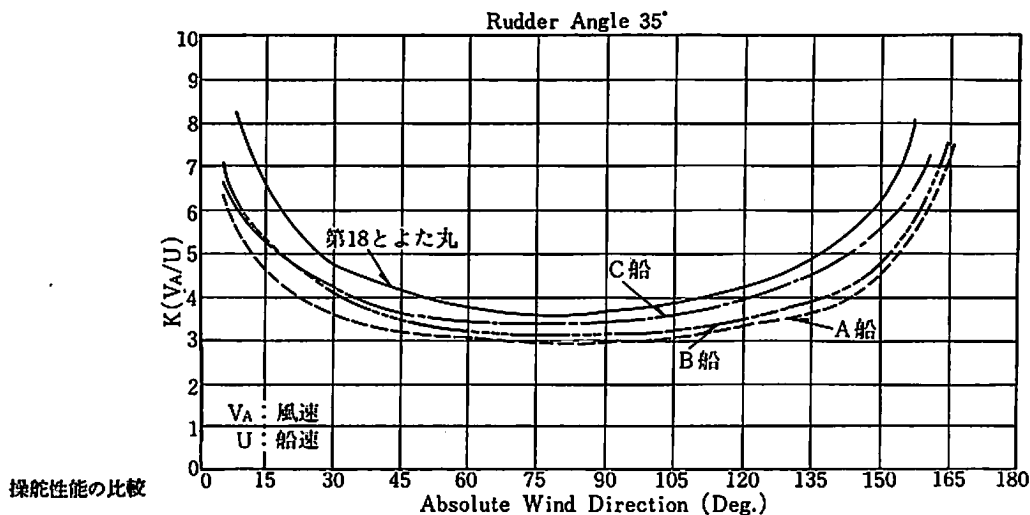
ら新造のみでは荷主殿要請に応えるのには不十分であり、都度バルクキャリアに仮設自動車甲板を設置する応急処置的改装から、自動車兼撤貨物船のガレージスペース増設等の改造による輸送力増強策等を、新造と共に積極的に推進してきた次第である。

いうまでもなく自動車は、高度な技術集約製品であり、高価な日本の戦略輸出商品であることから、当然のことながら輸送コストの低減とカーゴダメージをミニマイズすることが強く要請される。

即ち、現在の各種自動車船のうちでも、PCCと呼ばれるRO/RO式自動車専用船が、最も高い荷役能率と低い損傷率を誇っているのも、このRO/RO式PCCによる輸送比率を高めるように努力する一方で、大型化メリットによるコストダウンを狙って、従来は2,000台から3,000台積み型が主力で



名古屋港における自動車の積み込み



あったPCCも、最近では4,000台から5,000台近いものを主力に整備されつつある。

わが社は、やや船令が古く競争力の劣えた中小型PCCの巨大化工事に関し検討を続けた結果、“第12とよた丸”（千代田汽船共有、昭和45年建造、2,000台積み），“神代丸”（昭和郵船共有、昭和48年建造、11,000台積み）および本船“第18とよた丸”（反田汽船共有、昭和46年建造、2,800台積み）の3隻を改造することに決定し、“第12とよた丸”は昭和52年2月、“第18とよた丸”は昭和52年9月、いずれも三菱重工長崎造船所に委託、“神代丸”は昭和53年2月日立造船大坂工場に委託して巨大化改装工事を完了し、現在好調に運航されている。

今回、この3隻の巨大化工事のうち最大の“第18とよた丸”の船体延長かさ上げ工事の全容が三菱重工から紹介される機会に、船主側から見た改造計画上のポイントを、若干コメントしてみたい。

### ●線図性能

新しいミッドボディが挿入されるために、全長は長くなり、計画満載排水量、 $C_b$ 共増加する。

船体延長による巨大化工事のもたらすデメリットは、第一に抵抗増加とプロペラ設計点のズレに伴う速力の低下であろう。特に改装船の場合、船令による主機の経年出力低下と船体摩擦抵抗の経年増加もあり、就航以来のログブックを調査し、推進系、特に主機がトルクリッチ域に入らぬように慎重に配慮しながら、延長部の長さ即ち新しい計画満載排水量を決定した。

もっとも積荷である自動車は、基準車種で全長約4m強の長さを持つので、これをモジュールとして、原則として縦積みでミッドボディの長さを決める必要もあり、更には後述の縦強度、復元性能、区画浸水、旧船体構造との取合、或は艀装数等を考慮して決定したことはいうまでもないが、補強、固定バラストの搭載等で改善可能なこれらの問題点と違い、線図性能は資金を投入しても、改善し得ぬ問題であるので慎重に配慮した。

特にPCCやコンテナ船のように、 $C_b$ が小さく $F_n$ の比較的大きなところで計画された船型は、タンカーやバルカーよりも速力性能の低下に敏感であるので相当気を使ったが、本船の計画中に、先に延長工事を行なった“第12とよた丸”の就航実績も入手できたので、ある程度の自信を持つことができた。

第2に操舵性能の低下であるが、PCCのように風圧側面積の大きな船は、特に強風下の操舵特性が問題である。

具体的には大洋航行中は、当て舵による速力損失、出入港時の港内速力では舵効き不良による危険となってはね返るわけであり、各船速に対応する舵角と操舵可能限界風速および風向を計算し、他のPCCあるいはコンテナ船と比較して実際上不都合ないことをチェックした。

以上の速力および操舵性能に関しては、完工後の試運転により、予想にほぼ間違いないことが確認された。即ち満載航海速力（85%MCR=NOR, 15%シーマージンにおいて）は、経年変化を差引いて約0.7KNの減少に止まり、旋回力試験においては

TRANSFER/ADVANCE 共、新造当時と殆んど不変という良好な成績であった。

### ●縦強度と復元性

船体延長による縦強度と復元力の不足に対応する方法には、延長による排水量増を利用してバラストタンクの増設、固定バラスト搭載および燃料タンクを含むタンク配置見直しを行ない、曲げモーメントを減少させる方法等があり、他方、最も手取り早く行なわれている方法は、強力甲板、シヤーストレキおよび要すれば船底外板等に二重張りを行なうことにより  $Z_D$ 、 $Z_B$  を直接増加させる方法があり、これらを併用するのが普通である。

本船のように  $L/B$  が8を越える、しかも  $C_b$  の小さな船は、これらの方法を如何に組合せれば、最小のコストで最大の効果をあげることができるか、という点を見出すことが大変むずかしい問題である。

自動車専用船は、幸なことに貨物たる自動車が極端に軽量の“モジュール貨物”であるために、タンクスペースと載貨重量トンには余裕があり、満載入港状態における  $G_oM$  は最近の新造PCCに比べて若干多くとれるように1.0mを目途に固定バラストの量を決定した。

その結果、二重底に約1,700トンの固定重量コンクリートを注入し、所要  $G_oM$  を確保すると同時にHOG.モーメントを減少させて、なお不足する縦強度は、強力甲板二重張りに補強した。

なお、付言すれば、船尾に2層の約300台分の自動車スペースを新設したが、このスペースをあきらめれば、固定バラスト量および補強は大巾に減少することは明らかであるにもかかわらず、本船の就航々路が今後、益々大型化された新造PCCとの競争にさらされるであろう北米、欧州方面が主体となることを考慮し、1台当り改装費用の点では若干不利ではあるが、トータルの輸送効率を向上するためにあえて踏切った次第である。

次に改装後のコンディションの1例を示す。

	満 載		バラスト	
	出港	入港	出港	入港
平均吃水 (m)	7.93	7.61	6.03	6.30
トリム (m)	0.53	1.10	1.13	1.50
$G_oM$ (m)	1.26	1.12	2.12	2.17
曲げモーメント (T-M)	98,800	89,300	87,800	77,600

### ●区画浸水検討と通風/消防区画

RO/RO による自動車専用船は、荷役能率と貨物損傷の防止のために横隔壁はできるだけ少いほど好ましい。船体延長巨大化工事の機会に区画を決定するに当っては、通風機能力、所要消防用炭酸ガス量等を勘案しながら隔壁の省略を考慮した。

幸いにもNKのご理解とご指導を得て区画浸水の検討の結果、隔壁甲板下の水密隔壁を更に1枚省略し得たので、船内の走行性は1段と良好になった。

勿論、隔壁省略に当っては、主としてラッキングによる損傷の可能性と他区画容積と比較して炭酸ガス所要量が異常に大きくならないように注意を払ったことはいうまでもない。

炭酸ガス最大容積を持つ区画はNo.2ホールドとなり、わずか35本のボンベ増量でこと足りることとなった。

### ●岸壁高さとの関係等 RO/RO 走行性

船体延長の結果、前述の通り各コンディションにおける吃水が変化(吃水が一般に小さく)することになるが、一方、RO/RO 荷役のためのランプウェイラダーは従来のものを流用し、自動車荷役甲板高さは変えないので、岸壁高さが低い港あるいは潮高が相対的に高い場合にはラダー傾斜角度が大きくなり、荷役時不都合を生ずる。各種コンディションと就航々路の港湾設備と潮高の関係を検討した結果、手持バラスト水の滲排水で全部の港をカバーが可能と判明し、カーラダーの改装は必要ないこととなった。

なお、ミッドボディを挿入するために旧船体を切断するが、その位置と艙内ランプウェイとの関連には特に注意を払い、巨大化工事のために艙内走行性が悪化しないようにするばかりか、できればこの機会に走行性を改善すべく配慮した。

### ●おわりに

本船は、その積み台数約3割増という、改装の結果、共有先である反田産業汽船の配乗をもって好調のうちに無事航海を続けている。

“第12とよた丸”(工期20日)に引きつづき27日の短工期で船体延長かさ上げおよび固定バラスト搭載という大工事を無事完成させた三菱重工業の関係者をはじめ、管海官庁および日本海事協会のご理解とご指導に感謝の意を表したい。

(計画課長・嶋田武夫)

# ソ連とアメリカの北極探険

Attempts to reach the Northpole by USSR and USA  
by Tamio Asino

芦野民雄

われわれの住む世界からは隔離され、苛酷な気候と凍結のため、一番後廻しにされていた北極海が、エネルギー資源不足のため、ようやく10年前から注目されだした。北極海々底には莫大な油資源が眠っていることがわかったからである。

北極海については、19世紀の終りになって初めてその輪郭地図ができ上がっているが、人跡未踏の所が多い。1949年の終りまで、北極海は大きな海盆であると考えられていた。

さて、ノルウエイは、南極に始めて到達したアムンゼン(1872~1928)と共に、北極に挑戦したナンセン(1861~1930)を生んでいる。ナンセンは1893年に、フラム号で北極に向い、北緯84°付近で船を捨てて犬ぞりによって北緯86°に達している。アムンゼンも1926年に飛行船ノルゲ号で、北氷洋横断飛行に成功している。

しかし北極を目指した試みは、これより400年も前の16世紀後半に、イギリス人やオランダ人によっても試みられているが、いずれもソ連領ノバヤゼムリヤ島やノルウエイ領スピツベルゲン諸島で終わったようである。

厳しい環境下の北極探険には、幾つかの悲劇が伴っているが、ソ連とアメリカの北極探険について次に調べてみよう。

## ◎ソ連の北極探険

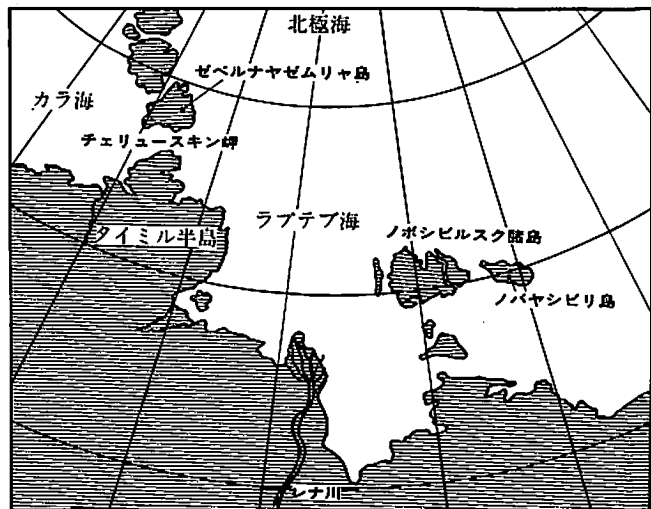
カラ海とラプテブイフ島(レナ河々口)の境に在って、北極に一番近いゼムリア島は19世期の初めにロシアによって地形図と水路図とが作られている。18世紀末に発見されたノボシビルスク島は、

19世紀の始めに探険されて地図が作られている。ちょうどその頃エフ・ペー・ウランゲリによって東シベリヤ沿岸の探険も行なわれた。

1878~1879年に、アドルフ・エーリック・ヌルデンシエルド(ノルウエイ人)が60馬力の蒸気船「ベエガ」号に乗って、始めて北東航路を航海しているが、このときロシアも「レナ」号を出して協力した。「ベエガ」号の航海は2回とも冬営に陥ったため、そのときは航路としては不適當であるとの結論に達した。

1899年に、帝政ロシアのエス・オー・マカロフ提督は砕氷船「エルマーク」号を使って北極海を航行している。砕氷船による北極航行の初めであろう。

1900年6月21日に、エー・ヴェ・トールを隊長とする極地探険隊の乗った「ザリヤー」号はペテルブルグを出発して、タイムエル半島の西側にある湾内



東シベリア北岸の概略図



ソ連原子力砕氷船「アルクチカ」号/写真提供・タス通信

で越冬し、1901年9月1日にチェリユースキン岬を通過した。それからノボシビルスク島の東方に在るノバヤシビリ島の北方海域に達し、9月11日にベンネッタ島に着いた。ベンネッタ島は1881年「ジネット」(Jeannette)号難破後、氷上をシベリアに向け歩いたアメリカ人デロング(De long)が発見したものである。

9月14日に「ザリヤ」号は濃霧の中を、北緯77°32′、東経142°17′に達したが、氷に襲われ南下せざるを得なくなり、9月24日にペリコフスキー島の傍の湾で2度目の越冬を始めた。その次の年(1902年)「ザリヤ」号は、ノバヤシビリ島以北へ進む試みに失敗して、途中で消息を断ってしまった。1年後に派遣された救助隊は、「ザリヤ」号に乗ったトール達一行はベンネッタ島へ到着してから、帰路についたことはわかったが、彼等のその後の彼方を確かむことができなかった。

人跡未踏の所が多い北極海には、古来幾多のミステリーが語られている。1850年頃ノバヤシビリ島を訪れたヤコブ・サンニコフが、北方に大きな新陸地を望見し、歩いてそれに向ったところ、大きな氷の裂目に阻まれてしまって行けなかった。

後述するアメリカの探検家デロングも、その日記の中に北緯76°45′、東経161°30′に山嶽のある島を望見したことが書いてある。

前述のロシアの探検家エー・ヴェ・トールの極地探検の目的の1つは、この幻のサンニコフ島の発見であって、ベンネッタ島までは達し、さらに北緯

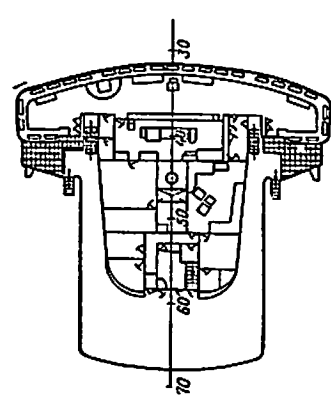
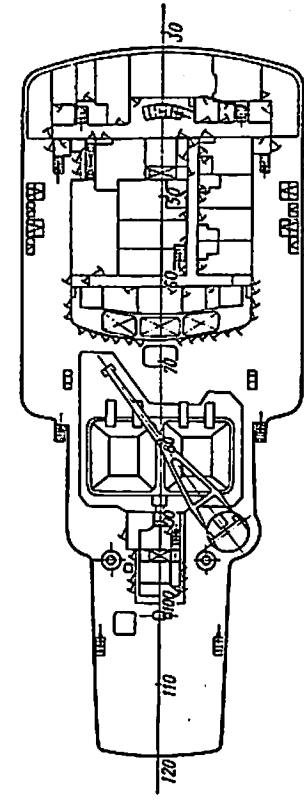
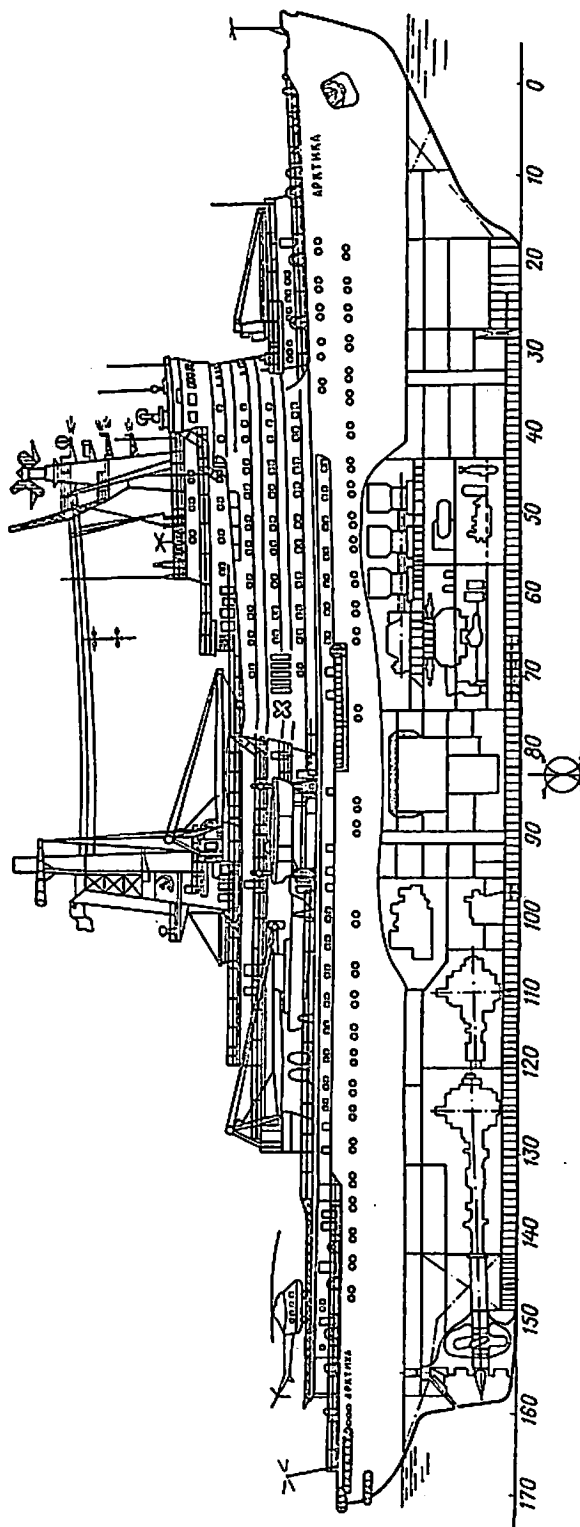
77°30′、東経142°17′に達したが、サンニコフ島は発見されず、帰路行方不明となったものである。

そして1977年8月17日に、ソ連の原子力砕氷船「アルクチカ」号(25,000トン)が遂に厚い北極の氷を砕氷して北極点に達している。人類が水上船舶で北極点に到達した最初であろう。これはソ連海洋船隊省のグラジエンコ大臣を隊長として、革命60周年記念の国家的行事として行なわれたものである。原子力砕氷船「アルクチカ」号の主要目は次の通りである。

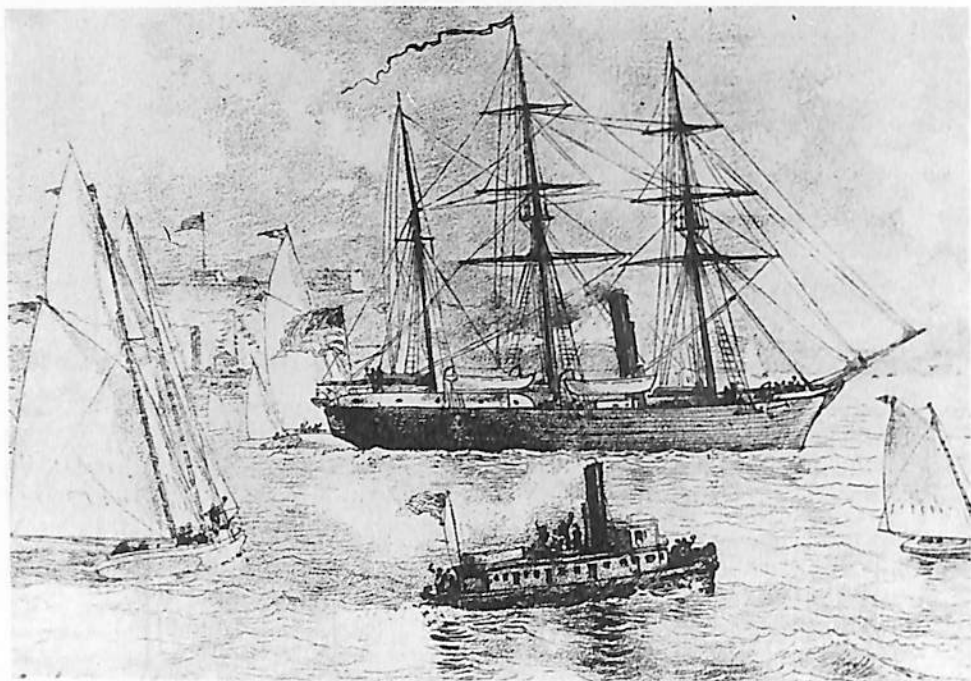
建造年	1974年
造船所	バルチイスキー(レニングラード)
水線面長さ	136m
水線面幅	28.0m
上甲板からの深さ	17.2m
吃水	11.0m
軽荷排水量	19,300t
最大排水量	23,460t
原子力機関出力	75,000HP
最大速力	21kt

本船には207名の乗員が乗組み、2台のヘリコプターを搭載して8月9日ムルマンスクを出港し、コラ湾を出てバレンツ海、カラ海を横切り、ノボリブスク諸島に向い、ここから一路北極へ向った。言わば三角形の二辺を通るようにして距離的には長いですが、偵察の結果、この航路の方が氷の状態が容易だからである。





原子力砕氷船「アールクチカ」号の一般配置図



サンフランシスコを出発する「ジャネット」号

8月11日前後部のトリムタンクに注水し、氷原を割って進む。8月14日に大氷原に突入し、ヘリコプターは1時間半ごとに氷状偵察のために飛立たせる。多年成氷丘脈が現われてきたので、なるべくそれを避けて進む。

8月16日北緯85°線を突破する。そして8月17日のモスクワ時間午前4時に、遂に水上船舶による北極点到達の記録を樹立した。

なお、1914年には、ロシアのナグルスキーが飛行機で北極圏の浮氷調査を行なっている。また1937年～1938年には、ソ連のパパーニン（後レニングラードの北極南極研究所長となった）が、流氷に乗って北極海を調査している。この方法はその後続けられており、現在でも幾つかの流氷上に観測基地、または軍事基地が造られていて、北極海を漂流している。

### ●アメリカの北極探険

1873年夏、アメリカの海軍中尉ジョージ・ワシントン・デロングは、小さな船「ジュニアタ」(Juniate)を使って北極探険へ出た。「ジュニアタ」はその大きさの船として、未だかつて行なったことのないほど北へ進んだが、流氷、氷山、霧のため前進不能となって引返した。このときの探険については「ニューヨーク・ヘラルド」紙が絶賛している。

1876年になり、「ヘラルド」紙のオーナー・ベンネット氏は、デロング中尉の北極探険記事を「ヘラ

ルド」紙上に載せることを条件に、スポンサーとなり、新しい計画をたてることとなった。しかし氷海に耐えうる船がアメリカにないので、デロング中尉はイギリスへ行き、イギリス海軍が使用していた「パンドラ」を探しだしたが、そのオーナーの反対で入手できなかった。1878年になり漸やく「パンドラ」を入手することができた。本船は、長さ146ft、幅52ft 8in.、吃水12ft 8in.の3本マストの帆船である。エンジンはサザンプトンのデイ・サマー製、シリンダ直径32in.で、ロンドンで乾ドック入りして、北極海に耐えうるよう補強された。

1878年7月4日に、「パンドラ」はベンネット氏の妹の名をとって「ジャネット」と命名された。アメリカに回航された「ジャネット」には、更に新しいボイラ、新しいビルジポンプ、スチームウインチ等が取付けられ、石炭も132t積込めるようにされ、居住区も拡げられ、北極の風を防ぐ遮へいが取付けられた。船首の部分は6インチ直径のオレゴン州の松の木で補強された。そして今までにない全く新しいものが2つ装備された。その一つはトーマスエジソンにより発明された発電機で、もう一つはアレキサンダー・グラハムベルによる電話器である。

一方、ベンネットは議会へ働きかけて、北極探険中は「ジャネット」を海軍に所属せしめることに成功している。その代り海軍の要望事項も調査することとなり乗員24名が選出された。

ベンネットは、海軍工廠での最終整備費14,000ド

ルを支払い、「ジャネット」は、1879年7月8日にサンフランシスコを出港して壮途についた。

今回の目的は、北極へ到達するだけでなく、それ以外の目的を持ったもので、その1つは全く新しい海域を通ることである。前の探険では、大西洋、バツフィン湾、グリーンランドと向ったが、今回はベーリング海を通ることとなった。

このことは、日本列島に沿って流れる暖流と黒潮とが北極に向い、北極点まで無結氷の水路を造っているという説が、本当かどうかを確かめるためである。海軍長官はまたサージ・カメン岬沖で、行方不明になったスウェーデンの探険家アドルフ・ノルデンホルムを探し、みつけたら最大の援助を与えるよう指示した。さらに目的は、北極海で新しい島を探し、北極海の地図に新しく加え、磁気現象を調べ、気象データを集め、北極動物の調査を行なうことである。このため2名の科学者が乗組んでいる。

「ジャネット」は上記目的で北へ針路をとっていたが、9月6日(日)午後4時に、ヘラルド島付近で、氷に囲まれて抜け出られないようになってしまった。デロング中尉は、船が氷に閉じ込められたので、全員の意気沮喪を防ぐため、船を離れて毎日2時間宛運動をさせることとした。科学者達は1時間置きに、磁気変化、気温、湿度、風速、海水の塩分、流水の流れる速さ、方向等を計測した。

11月23日になって、少しだけ船が動けるようになったが間もなく水路が再び氷結して動けぬようになってしまった。

デロングの手記によると、1880年の3月30日に測ったら緯度72°36'N、経度178°07'Wで、27日の計

測点から7マイル北に流されていた。しかも前年11月30日の位置と殆ど変わらない、すなわち当もなく漂流していることがわかった。

春が来て暖くなって氷が解けだしたので、希望があると皆が考えた。氷の厚さは48インチから40インチとなり、気温も30°Fになった。しかし全くホープレスで、9月になり更に冬が来るまで、氷の囲みから抜出すことは不可能と思われた。一方、それに使う犬達が、事故や傷のため死んでゆき、人間も病気になるにだし、食料も減って来た。

1881年の6月10日になって「ジャネット」は再び解氷した海面に浮び上った。そしてわかったことは、船体の割目から日に15トンの水が浸水したことであった。6月12日に再び船の囲りが氷結し、このとき船の肋骨が氷の圧力で折れてしまったことがわかった。今や「ジャネット」を放棄すべきときであった。そこで全員ができるだけの品物を流水上に搬び出した。1881年6月13日午後4時に緯度77°61'Nで「ジャネット」は北極に到達できずに挫折した。シベリア大陸沖の北方500マイルの海上である。

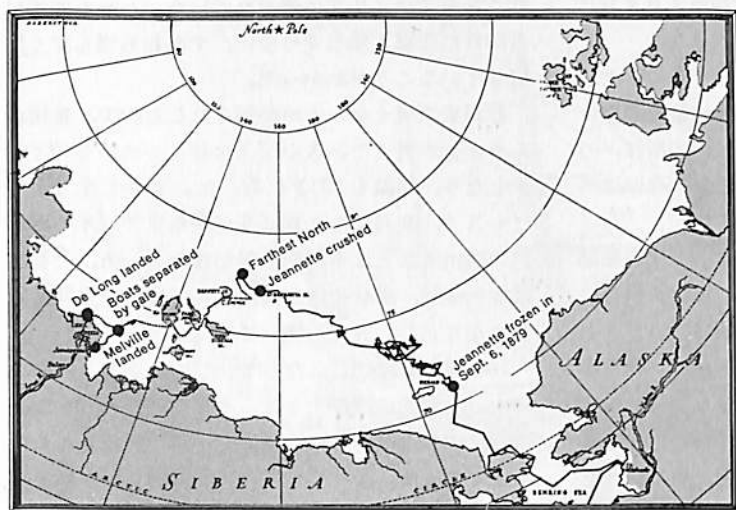
1週間かかって、残った物資を全部そこに積み込み、32名全員はボート2隻、捕鯨ボート1隻を曳いてシベリア大陸へ向って歩き出した。目を傷めぬために、ひる間は寝て夜行進をつづけた。32名の中、健康な者は28名で、犬も40匹いたのが23匹に減っていた。

7月28日になって、小さな島を見付けベンネット島と名づけ、そこに10日間休息した。

再び出発してシベリアを目指したが、こんどは氷



1881年6月12日「ジャネット」号は、氷の圧力で破壊された



「ジャネット」号のたどったコース（点線は救助された乗員の道）

が大分解けて来たので3つのグループにわけて、3隻の船でシベリアを目指した。すなわちデロングが一番大きなボートに13人乗せ、チップは小型ボートに7人乗せ、メルビレが残りの乗員を捕鯨船にのせて出発した。

8月28日になってタデオフスキー島の北岸に来たので、1日だけ上陸して6羽の野生の鳥を打って食料の足しとした。更に9月5日に、3隻の船はシベリアのコルチニ島に上陸し、9月9日にシベリアの東方デルタのケープ・バルクムに向けて出発したが、その後、突風のためバラバラとなり、チップが乗ったボートは沈没して、8人全員が死亡してしまった。メルビレの乗った1隻は苦心の末、9月16日にレナ河に到達し、湾内に入ってから3人の原住民に助けられ、鷲鳥や鹿の肉や、魚を食べさせてもらい、翌日、原住民の案内で5日掛りでゲオノビアロックの街へ到達し、ようやく文明に接触することができた。

一方、デロングのグループは9月17日に、メルビレの上陸地点の北西120マイルのレナ河デルタにあるオソトック河に達し、ここに上陸した。そして4日間の食料を持ち、クマルクスルクへ向って95マイルの道を歩き出したが、次々と倒れて落伍して行った。

10月10日になり、最も強壯なニードマンとルイス・ピー・ノロスの2人を、全員を救うため先発せしめて救助を待った。

一方救助されたメルビレは、数日の休息の後デロング・パーティの救助に向い、10月29日にはニード

マンとノロスが救助されて、原住民に託した2人のサインのある救助紙片を手に入れることができた。

不幸なことに原住民達は救援を待っているデロング以下のグループのあることがわからず、救援の手を差しのべなかった。そのため11月2日になってメルビレは遂にニードマンとノロスの2人だけに会うことができた。

そして1882年3月23日に、デロング一行が死んだ最後のキャンプを発見することができた。

現在、ニューヨークのウードラウン墓地にデロングとその乗

員の一部分が埋められてある。

\*

1958年8月3日に、アメリカの原子力潜水船「SSN-571ノーチラス」号が、海底から始めて北極点に到達してここを潜水航行した。潜水船による北極到達の最初のものであろう。

次いで1959年3月17日に、原子力潜水船「SSN-578スケート」号(2,360トン)は、氷の下を12日間航行した後、北極点に到達して浮上した。北極点に浮上した船の最初のものであろう。

(参考文献)

- Vilhjalmur Stefanson : Unsolved Mysteries of the Arctic
- Tim Greve : Svalbard
- Surveyor, Feb., 1977
- ソ連の北極調査
- 砕氷船セドフの北極調査
- Sudostroenie, 1976, No. 2

#### ■ “船舶”用(1年分12冊綴り)ファイル■

定価800円(〒300円、ただし都内発送分のみ)  
ご注文は最寄の書店へお申込まれるのが、便利です。

株式会社 天然社

連載

液化ガスタンカー

<3>

恵美洋彦

日本海事協会船体部

1.2.5 粘度, 熱伝導度, その他の物性

(1) 粘度及び動粘度

流体中に2つの平面が平行に1cmの距離にあって, 1つの平面が他の平面に1cm/secの速さで動くとき, 各平面1cm<sup>2</sup>の上に働く接線応力(即ち, 単位面積当りの粘り抵抗力)を粘度または粘性係数(coefficient of viscosity)といい, g/cm·sec(ポアズ, Poise; P)で表わす。通常, 気体ではその1/10<sup>6</sup>マイクロポアズ(10<sup>-6</sup>P), 液体では1/100のセンチポアズ(cP)または1/1000のミリポアズ(mmP または 10<sup>-3</sup>P)で表わすことが多い。

また, 粘度 $\mu$ を密度 $\rho$ で割った値 $\nu = \mu/\rho$ (cm<sup>2</sup>/sec等)を動粘度という。

(2) 気体の粘度

気体の粘度は, 温度上昇により増加する。(図1-9参照) 圧力の影響は図1-10に示す例からわかるように飽和蒸気圧近くになると粘度は, 急激に上昇するが, 離れた点では圧力影響は僅かである。

気体粘度 $\mu$ の推定する1例として対応状態原理を用いる方法を挙げるができる。即ち, 最初に次式により, 臨界粘度 $\mu_c$ を求める。

$$\mu_c = 7.7 \left( \frac{M^2 P_c^2}{T_c} \right)^{1/3} ; 10^{-6} P \quad \dots\dots\dots(1-23)$$

$M, T_c, P_c$ ; 分子量, 臨界温度(°K), 臨界圧力(atm)

次に対応状態原理, 即ち,  $\mu_r = \mu/\mu_c = f(P_r, T_r)$ を表わす $\mu_r$ 線図を用いて $\mu_r$ を求めて任意の状態の粘度を計算する。この $\mu_r$ の一般化線図の1例を図1-11

に示す。または, ある粘度( $\mu_0$ )が既知の場合, その臨界圧力及び温度からその対臨界粘度 $\mu_{r0}$ がわかるので, 図1-11から求めようとする温度及び圧力での対臨界粘度 $\mu_r$ を得ることにより任意の粘度 $\mu$ を計算できる。これらの関係式は次のとおり。

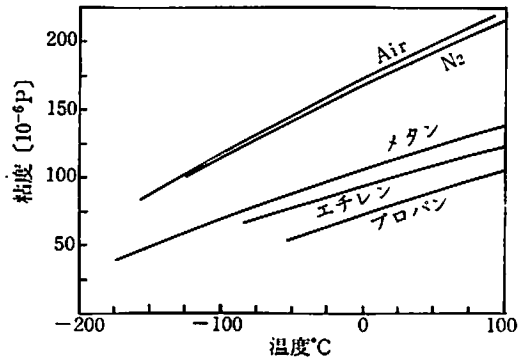


図1-9 気体粘度 (1 atm)

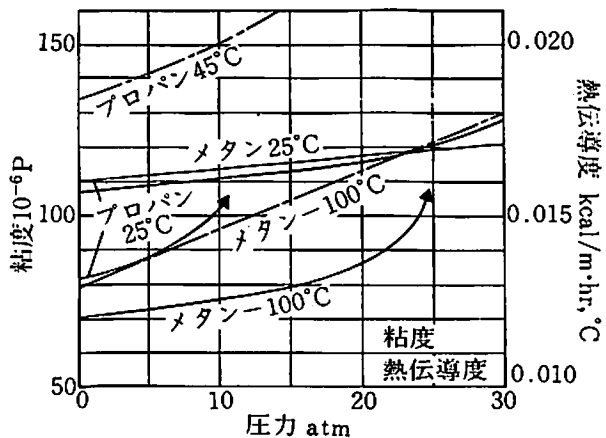


図1-10 気体の粘度/熱伝導度と圧力の影響 (図中の矢印は飽和蒸気圧の点を示す)

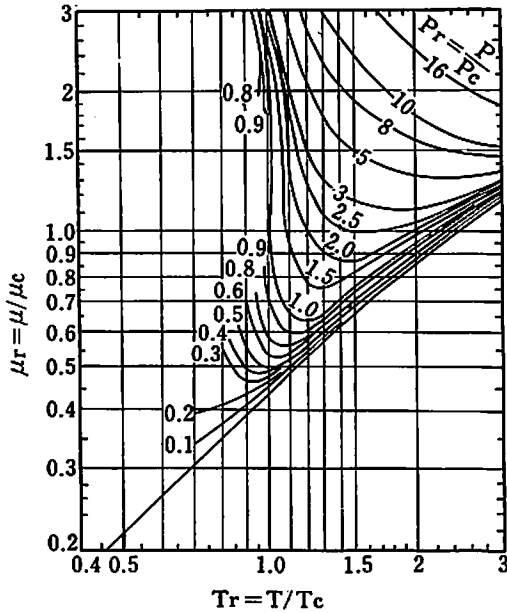


図1-11  $\mu_r$ 線図

$$\left. \begin{aligned} \mu &= \mu_r \cdot \mu_c \\ &= \mu_0 \cdot \mu_r / \mu_{r0} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1-24)$$

$n$ 種の混合気体の粘性係数  $\mu_{mix}$  は、各成分の分子量  $M_i$ 、モル分率  $x_i$  及び粘性係数  $\mu_i$  がわかれば、次の Wilke の式で求められる。

$$\mu_{mix} = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i}{1 + \frac{1}{x_i} \sum_{j=1}^n x_j \phi_{ij}} \dots\dots\dots(1-25)$$

$$\phi_{ij} = \frac{[1 + (\mu_i/\mu_j)^{1/2} (M_j/M_i)^{1/4}]^2}{(4/\sqrt{2}) [1 + (M_i/M_j)^{1/2}]^2}$$

$\phi_{ij}$  を簡単に求める図や表も各種の文献<sup>(10)(14)(16)</sup>等にでている。

上式を  $n=2$ 、即ち2種の混合気体の式に書き直すと次のようになる。

$$\mu_{mix} = \frac{\mu_1}{1 + \frac{x_2}{x_1} \phi_{12}} + \frac{\mu_2}{1 + \frac{x_1}{x_2} \phi_{21}} \dots\dots\dots(1-25)'$$

### (3) 液体の粘度

液体の粘度は、気体とは逆に温度上昇によって低下する。また、同一温度下では圧力上昇によって僅かに増加する。したがって液化ガスの飽和液体は、温度上昇に伴って蒸気圧も上昇するが、図1-10に示す例のように飽和液体の粘度は減少する。

水の粘度は、大気圧下、20℃で1.002cPである。また、各種液化ガスの大気圧または飽和蒸気圧下の粘度は、表1-1に示したとおりである。

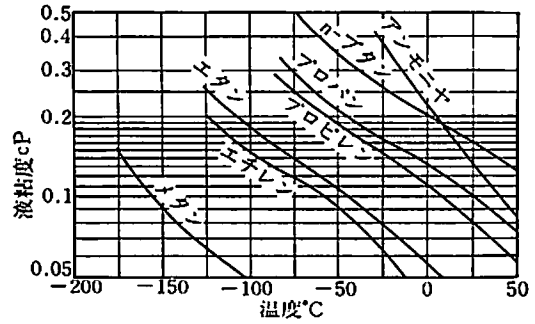


図1-12 各種液化ガスの飽和液体粘度

液化ガスの飽和液粘度を求める方法も種々のものがあるが、使用が比較的容易な2例を次に示す。

(1-26)式は、ある既知の液粘度  $\mu_0$  から任意の温度の液粘度  $\mu$  を推定するものであり、(1-26)'式は物質の分子量と臨界温度がわかれば任意の温度の液粘度を推定できるものである。

$$\log \mu = \log \mu_0 \left( \frac{\rho_L - \rho_V}{\rho_{L0} - \rho_{V0}} \right)^{0.16} \dots\dots(1-26)$$

$\mu, \mu_0$ ; 液粘度 ( $10^{-3}$ P)

$\rho_L, \rho_{L0}$ ;  $\mu, \mu_0$  に対応する温度の液密度

$\rho_V, \rho_{V0}$ ; " の蒸気密度

$$\mu = \alpha \exp(m/T_r) - \beta \dots\dots\dots(1-26)'$$

$\mu$ ; 液粘度 (cP)

$\alpha = 2.790 \times 10^{-2}$ ;  $O_2, 2.365 \times 10^{-2}$ ; その他の液体

$$m = 0.058 + 0.3815 \ln M$$

$$\beta \times 10^5 = \left( \frac{12700}{M^{0.255}} - 2200 \right) m$$

$M$ ; 分子量,  $T_r$ ; 対臨界温度

混合液体の粘度に関して一般性のある推定法はないが、次に示す式は、混合液体の密度  $\rho_m$  (g/cm<sup>3</sup>) がわかれば、混合液粘度  $\mu_m$  (cP) を推定できる。

$$\mu_m^{1/2} = \left[ \sum_{i=1}^n x_i \cdot R h_i \right] \rho_m / M_m \dots\dots\dots(1-27)$$

$x_i$ ; 各成分のモル分率

$M_m$ ; 混合液体の平均分子量

$$R h_i = \frac{M_i (10 \mu_{ib})^{1/2}}{(\rho_{Lib} - 2 \rho_{Vib})} \doteq \frac{M_i}{\rho_{Lib}} (10 \mu_{ib})^{1/2}$$

$M_i, \mu_{ib}, \rho_{Lib}, \rho_{Vib}$ ; 各成分の分子量, 沸点での液粘度, 沸点での液密度, 沸点での蒸気密度 (粘度の単位 cP, 密度の単位 g/cm<sup>3</sup>)

### (4) 熱伝導度

熱伝導度または熱伝導率 (thermal conductivity) は、工学的には kcal/m<sup>2</sup>·hr (°C/m) = kcal/m·hr·°C の単位で表わされることが多い。熱伝導度は、固

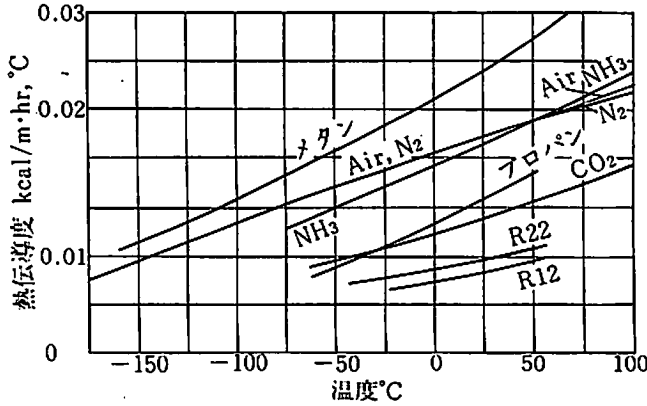


図1-13 各種気体の熱伝導度 (1 atm)

体、液体、気体の順に小さくなる。

気体の熱伝導度は、温度上昇に伴って増加し、また、圧力上昇に伴っても増加するがその傾向は、図1-10に示すとおり気体粘度と同じである。

常圧下の気体熱伝導度の例を図1-13に、最も簡単な Eucken の常圧下気体熱伝導度の推算式を次に示す。この式は無極性の気体には計算値に1ないし

2%を加え、有極性の気体には1ないし10%を計算値から減ずると実測値に近くになるといわれる。

$$k = 360\mu(C_p + 2.48)/M; \quad \text{kcal/m}\cdot\text{hr}\cdot\text{°C} \dots\dots(1-28)$$

$\mu$  ; 常圧下/求める温度での気体粘度 (g/cm·sec=P)

$C_p$  ; 常圧下/求める温度での気体分子熱 (kcal/kmol·°C)

$M$  ; 分子量

任意の圧力状態の対臨界気体熱伝導度  $k_r$  の一般化線図 (1例を図1-14に示す) を用いれば、気体粘度と同様に次式により、任意の状態の気体熱伝導度  $k$  を

求めることができる。

$$k = k_0 \cdot k_r / k_{r0} \quad \dots\dots(1-29)$$

$k_0$  ; 既知の気体熱伝導度

$k_r, k_{r0}$  ;  $k, k_0$  に対応する対臨界熱伝導度

液体の熱伝導度は、図1-15に示す例のように一般的には液体の種類によってあまり大きな差はなく、0.1ないし0.13 kcal/m·hr·°C 程度である。また、飽和液体を考えると温度の上昇によってその値は小さくなる。液体熱伝導度  $k$  の推算式も次に最も簡単な例のみを示しておく。

$$k = k_b \frac{1 + 6.7(1 - T/T_c)^{3/2}}{1 + 6.7(1 - T_b/T_c)^{3/2}}; \quad \text{kcal/m}\cdot\text{hr}\cdot\text{°C} \quad \dots\dots(1-30)$$

$$k_b = 1.08^*/M^{1/2}; \quad \text{kcal/m}\cdot\text{hr}\cdot\text{°C}$$

\* 有機液体では1.08の代りに0.95を用いた方がよい  
 $T, T_b, T_c$  ; 任意の温度, 沸点, 臨界温度 (°K)

$k_b$  ; 沸点熱伝導度,  $M$  ; 分子量

上式により、ある既知の飽和液体熱伝度の値から  $k_b$  を消去して任意の温度の熱伝導度を計算することもできる。

(5) 拡散

気体の拡散は、ある気体が他の気体と接触して両

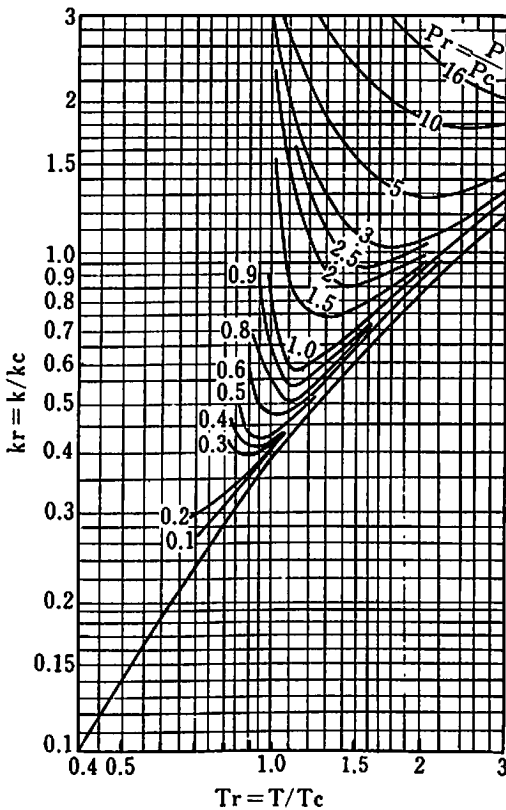


図1-14  $k_r$  線図

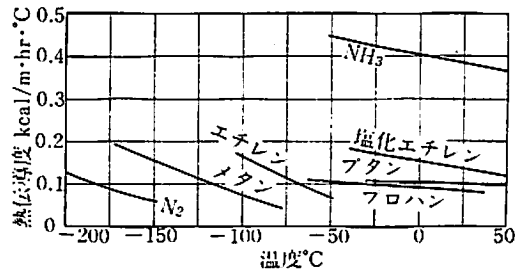


図1-15 液体ガスの液体熱伝導度 (飽和蒸気圧下)

気体が拡散混合する場合とある気体が容器の細孔から外にとび出してゆく場合とを考慮することができる。

前者の場合、2成分(1, 2)の混合気体中、拡散成分1が他の拡散媒体2の中に占める濃度を  $c_1$ ,  $x$  方向の濃度勾配  $dc_1/dx$  とすると、単位断面積及び単位時間に移動する拡散成分の量  $N_1$  は、次式で与えられる。

$$N_1 = -D_{12} \frac{dc_1}{dx_1} \quad \dots\dots\dots(1-31)$$

上式の  $D_{12}$  を拡散係数 (coefficient of diffusion) という。常圧気体の例を示すとメタン-空気 (298°K) で  $0.219\text{cm}^2/\text{sec}$ , メタン-窒素 (298°K) で  $0.216\text{cm}^2/\text{sec}$ ,  $n$ -ブタン-窒素 (298°K) で  $0.096\text{cm}^2/\text{sec}$  である。その最も簡単な Gilliland の推算式を次に示す。

$$D_{12} = \frac{0.0043 T^{3/2}}{P (v_1^{1/3} + v_2^{1/3})^2} \sqrt{\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2}}; \quad \text{cm}^2/\text{sec} \quad \dots\dots(1-32)$$

$P, T$ ; 混合体の全圧 (atm), 温度 (°K)  
 $v_1, v_2$ ; 成分 1, 2 の沸点 (1 atm) での液体分子容 ( $\text{cm}^3/\text{mol}$ )  
 $M_1, M_2$ ; 成分 1, 2 の分子量

後者の場合、「気体の拡散する速度は、気体の密度の平方根に反比例する」という Graham の法則がある。これは、次式の関係となり、各気体の拡散速度を比較するのに使用できる。

$$\left. \begin{aligned} v_1/v_2 &= \sqrt{\rho_1/\rho_2} \\ t_1/t_2 &= \sqrt{\rho_2/\rho_1} \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots(1-33)$$

$\rho_1, \rho_2$ ; 成分 1, 2 の気体密度  
 $v_1, v_2$ ; 成分 1, 2 の拡散の速度  
 $t_1, t_2$ ; 成分 1, 2 のそれぞれ同じ量が拡散するのに要する時間

2成分混合液体中の濃度勾配に沿った移動速度も気体と同様に (1-31) 式で表わされるが、拡散速度即ち拡散係数は、気体の場合に比べて1万分の1程度である。

### (6) その他の物性

対象物質中の音速、比抵抗 (固有電気抵抗率)、表面張力、光の屈折率、旋光性等液化ガスタンカーの設計上必要な物性も多いが、これらについては、文献4)ないし23)を参照されたい。

### (7) 例題

プロパン/ブタン混合気体 (モル比50/50) のレイノルズ数  $Re$ ; 温度  $20^\circ\text{C}$ , 圧力  $5\text{ atm}$ , 流速  $u = 5\text{ m/sec}$  で内径  $D = 100\text{mm}$  の管を移送中。

$P_r' = 0.123, T_r' = 0.737, M' = 51.11, T_c' = 397.4^\circ\text{K}, P_c' = 40.5\text{ atm}$ ; それぞれ混合体に対する値

したがって、混合気体の臨界粘度  $\mu_c'$  は、(1-23) 式より

$$\mu_c' = 7.7 \left( \frac{51.11^3 \times 40.5^4}{397.4} \right)^{1/6} = 205.5 \times 10^{-6}\text{P}$$

図1-11より、 $\mu_r' = 0.37$  であるから粘度  $\mu'$  は (1-24) 式より、

$$\begin{aligned} \mu' &= \mu_c' \cdot \mu_r' = 205.5 \times 0.37 = 76 \times 10^{-6}\text{P} \\ &= 76 \times 10^{-8}\text{ g/m}\cdot\text{sec} \end{aligned}$$

混合気体の密度  $d'$  は、 $P_r' = 0.123, T_r' = 0.737 \rightarrow z = 0.9$  (図1-2) であるから (1-1) 式より

$$\begin{aligned} d' &= 5 \times 51.11 / (0.9 \times 0.0825 \times 293) \\ &= 11.75\text{ g/l} = 11.75 \times 10^{-3}\text{ g/m}^3 \end{aligned}$$

レイノルズ数  $Re = Dud'/\mu'$  であるから

$$Re = \frac{0.1 \times 5 \times 11.75 \times 10^{-3}}{76 \times 10^{-8}} = 7.87 \times 10^3$$

## 1.2.6 気液平衡および溶解

### (1) 気液平衡

気液平衡関係 (relation of vapour-liquid equilibrium) とは、且に平衡である気相と液相の組成および平衡圧力と平衡温度との間の関係をいい、混合体の蒸発、凝縮等を理解するのに重要である。

この関係を図1-16に示すプロパン-ブタン混合体の定圧 (1 atm) の気液平衡曲線で説明する。この図は、一定圧力下の2成分系の低沸点成分 (プロパン) のモル比に応じた液相線 ABCDE (または沸点曲線ともいう) と気相線 AFGHE (または露

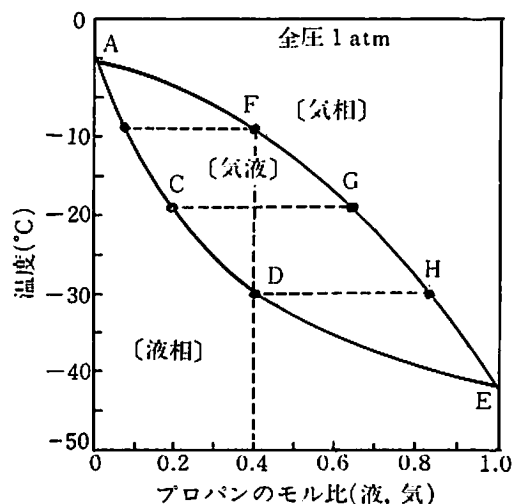


図1-16 プロパン-ブタン混合体気液平衡 (対沸点組成)



点曲線)とを(1-8)式および(1-31)式が成立するとして描いたものであり、プロパン成分の点D(温度 $t_D$ ;  $-30^\circ\text{C}$ )の液体モル比(40%)に対応する蒸気のプロパン組成は点Hに対応するモル比(80%)で示される。この液組成の混合体を圧力一定で温度 $t_M$ まで加熱した場合は、点Cに対応する状態の液と点Gに対応する状態の蒸気がCM:MGの割合で共存し、点Fまで温度を上昇させて始めて蒸気のみが存在することになる。また点Mまで温度を上昇させて圧力一定のもとで蒸発を続けると、液組成は点Cに対応する組成比に変化する、即ち低沸点成分の割合が少なくなることを示している。温度冷却の場合は、この逆の現象となる。

温度が一定で圧力を変化させた場合の気液平衡関係も図示できるし、また、液組成 $x$ と気相組成 $y$ を温度または圧力ごとに示す $x$ - $y$ 曲線でも気液平衡関係を図示できる。

このような混合体の気液平衡状態の液組成 $x_i$ (モル比)と蒸気組成 $y_i$ (モル比)は、一致しないが、一定の関係が成立する。即ち、

$$\left. \begin{aligned} y_i/x_i &= K_i \\ K_i/K_j &= \alpha_{ij} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1-34)$$

を、それぞれ平衡係数または平衡比( $K_i$ ; equilibrium ratio)および相対揮発度( $\alpha_{ij}$ ; vapourization ratio)という。これらは、平衡温度、圧力、液相および気相の組成によって異なる。

先に示した(1-8)式、即ちRaoultの法則が成立する理想溶液となる混合体では、各純粋成分の気液平衡となる温度での蒸気圧 $P_i$ および全圧 $\pi$ と平衡係数 $K_i$ との間には、次の関係式が成立する。

$$K_i = P_i/\pi \dots\dots\dots(1-35)$$

この式は、同族間の炭素数の比較的近い物質の大気圧または比較的低下下では、一般的に使用できる。即ち、液化ガスタンカーで混合体としてよく運送されるLPG(ブタン、イソブタン、プロパン、エタン、プロピレン等の混合体)、メチルアセチレン・プロパジエン混合体(他にプロパン、ブタン等を含む)には、特に高圧の場合を除き、この関係式を用いることができる。

高圧の混合体、Raoultの法則に従わない混合系等についての気液平衡関係を求める方法、気液平衡関係を示す図表も多い<sup>(9)(10)(11)(22)</sup>。

2成分系( $i=1, 2$ )の液相のモル比 $x_1$ とその蒸気組成 $y_1$ の関係式は、(1-34)式から次式のように導くことができる。

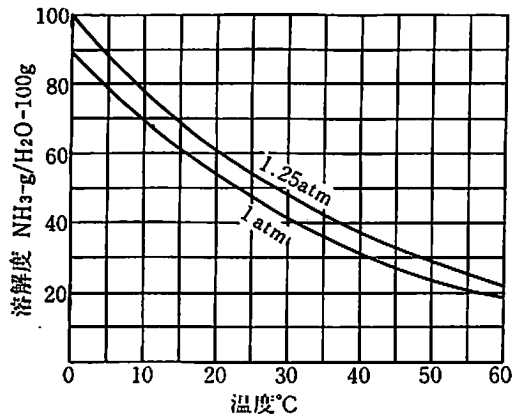


図1-17 アンモニアの水に対する溶解度

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= \frac{\alpha_{12}x_1}{1+(\alpha_{12}-1)x_1} = \frac{x_1/\alpha_{21}}{1+(1/\alpha_{21}-1)x_1} \\ x_1 &= \frac{y_1/\alpha_{12}}{1+(1/\alpha_{12}-1)y_1} = \frac{y_1\alpha_{21}}{1+(\alpha_{21}-1)y_1} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1-36)$$

$\alpha_{12}=K_1/K_2$ ,  $\alpha_{21}=K_2/K_1$ ; 相対揮発度  
 $K_1, K_2$ ; 成分1, 2の平衡係数

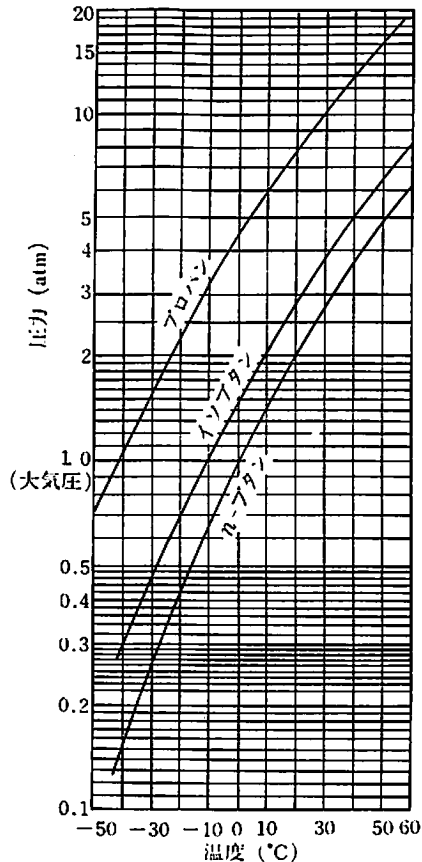


図-18 プロパン、ブタン、イソブタンの蒸気圧線図

上式は、(1-35)式が成立するとすると  $\alpha_{12}=P_1/P_2$ ,  $\alpha_{21}=P_2/P_1$  ( $P_1, P_2$ ; 成分 1, 2 の純粋蒸気圧) としておきかえることができる。また、温度および圧力が既知の平衡状態の液組成から蒸気組成 (またはその逆) が求められることもわかる。

## (2) 溶解

溶媒 (液) に対する溶質 (気体) の溶解 (吸収) し得る量を表わすのが溶解度 (solubility) であり、溶媒と溶質の重量化、モル分率、容積比、単位量溶媒に対して溶解する溶質の量等で表わされる。溶解度は、溶媒と溶質の組合せ、および温度および圧力によって定まるもので、一般的には、一定圧力下で温度が上昇すれば溶解度は減少し、一定温度下で圧力が上昇すれば溶解度は上昇する。

ケミカルタンカーで海上ばら積み輸送されることが多いアンモニア水の溶解度を参考までに図 1-17 に示しておく。気体を水溶液として輸送しようとする場合、まず、このように溶解度を明確にしておく必要がある。

## (3) 例題

50/50 モル比のプロパン・ブタン混合液体の 1 atm および 10 atm における蒸気組成 ( $y_P, y_B$ )

まず、この混合体の 1 atm および 10 atm における沸点を (1-7) 式を用いて (1-8) 式が成立するまで試誤法で求める。この場合、図 1-18 のような混合系となる物質の蒸気圧線図を描いておくと便利である。

$$1 \text{ atm の沸点}; 0.5 \times 1.73 + 0.5 \times 0.274 \\ = 1.002 \text{ atm}; -29^\circ\text{C}$$

$$10 \text{ atm の沸点}; 0.5 \times 15.47 + 0.5 \times 4.62 \\ = 10.04 \text{ atm}; 46.7^\circ\text{C}$$

プロパン、ブタンの平衡係数、相対揮発度; (1-34, 35) 式

$$K_{P(1 \text{ atm})} = 1.73/1 = 1.73$$

$$K_{B(1 \text{ atm})} = 0.274/1 = 0.274$$

$$K_{P(10 \text{ atm})} = 15.47/10 = 1.547$$

$$K_{B(10 \text{ atm})} = 4.62/10 = 0.462$$

$$\alpha_{PB(10 \text{ atm})} = 1.73/0.274 = 6.32$$

$$\alpha_{BP(10 \text{ atm})} = 1.547/0.462 = 3.22$$

プロパン、ブタンの蒸気組成  $y_P, y_B$ ; (1-36) 式

$$y_{P(1 \text{ atm})} = 6.32 \times 0.5 / \{1 + (6.32 - 1) \times 0.5\} \\ = 0.854; 85.4\%$$

$$y_{B(1 \text{ atm})} = 1 - 0.854 = 0.146\%$$

$$y_{P(10 \text{ atm})} = 3.22 \times 0.5 / \{1 + (3.22 - 1) \times 0.5\} \\ = 0.764; 76.4\%$$

$$y_{B(10 \text{ atm})} = 1 - 0.764 = 0.236 = 23.6\%$$

注) 文献<sup>10)</sup> のフシガチ (熱力学的に補正した圧力) を考慮に入れて精密に計算された平衡係数の表から上記に対応するプロパン、ブタンの  $K$  値を読みとると  $K_{P(1 \text{ atm})} = 1.72$ ,  $K_{B(1 \text{ atm})} = 0.285$ ,  $K_{P(10 \text{ atm})} = 1.42$ ,  $K_{B(10 \text{ atm})} = 0.522$  となり、 $\alpha_{PB(1 \text{ atm})} = 6.04$ ,  $\alpha_{BP(1 \text{ atm})} = 2.72$  となる。この値を用いて蒸気組成を計算すると  $y_{P(1 \text{ atm})} = 85.8\%$ ,  $y_{P(10 \text{ atm})} = 73.2\%$  となる。即ち、大気圧附近では、(1-35) 式は非常によい精度であるが、圧力 10 atm では 3% 程度の誤差を生ずることがわかる。

(つづく)

## 液化ガスタンカー (その 1) 正誤表

場 所	誤	正
表 1-1 (1) 消火剤欄	NAPA	NFPA
表 1-1 (1) 塩素の備考欄	IMCOガ	スコード特別 空白
	規定制定中	
表 1-1 (1) 塩化エチルの液面計測欄	密閉	制限
表 1-1 (2) 10 欄	気体	気体比重
表 1-1 (2) 13 欄	気体	気体熱容量
表 1-1 (2) 消火剤欄	NAPA	NFPA
表 1-1 (2) プロピレンオキシドの使用禁止材料欄	IMCD	IMCO

## トピックス

### ■マックグレゴリー社長、教育と調査の振興を目的とする Kummerman 財団を設立

インターナショナル・マックグレゴリー社長 H. Kummerman 氏は、このほど“世界的な規模で海運業界の革新を進め、一段と向上させることを主旨とする「The Henri Kummerman 財団」を設立した。

同氏はこれまで常に海運業界の教育、調査および発展を押し進めることに熱意を示してきたが、今回上記財団の設立をもって陽の目を見たといえる。

同財団は海事業務に携さわる勤労学生に対して大学までの教育費用などいろいろな奨学金を給付することになっている。

同財団の目的に関する詳細および給付を希望する個人または団体は下記へ問合せのこと

The Henri Kummerman Foundation

St. Jakobs-Strasse 7,

Postfach 513, CH-4002, Basel Switzerland

低粘度から超高粘度浮遊油まで回収が可能な

## IHI カセット式油回収作業船

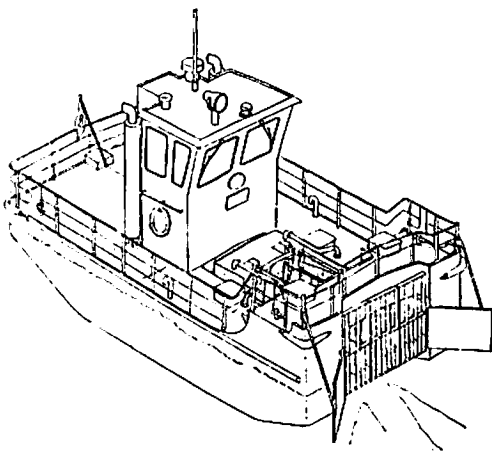
五十嵐 清二

石川島播磨重工業船舶事業本部  
基本設計室作業船基本設計部

当社は油による海洋汚染防止対策の一環として、早くから油回収装置の研究開発に取り組んでおり、これまでに低粘度浮遊油から超高粘度浮遊油にいたる、どのような油でも回収が可能なよう3種類の油回収システムを開発し、すでに実用化して海洋環境の保全に貢献している。

このように新しい分野の、油回収船や油回収装置にも実績のある当社では「石油コンビナート等災害防止法」および「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律」の制定により、多数建造が予想される油回収船において、いかなる緊急事態に直面してもその役割を最も効果的に果たさねばならないという観点から、どんな種類の油が流出しても、その流出油の粘度に適した油回収装置を選択して使用することにより、その任務を完全に遂し得る新しいタイプの油回収船を開発した。

ここにそのカセット式小型油回収船の構造と特長について紹介する。



カセット式油回収作業船

### カセット式小型油回収船の基本計画条件

流出する油の種類、場所、時期および海象、気象状態などを特定の条件に限定することは困難であるが、取り扱い量の比較的多い油種や、船舶の航行が激しい場所および石油取り扱い量の多いコンビナート付近など、事故の発生し易い条件をある程度絞ることにより、計画条件に制限を加えることは可能である。

しかしながらむやみに制限を加えると、限られた範囲でしか役に立たない油回収船になる可能性も生じ、その兼ね合いは非常にむずかしい問題である。

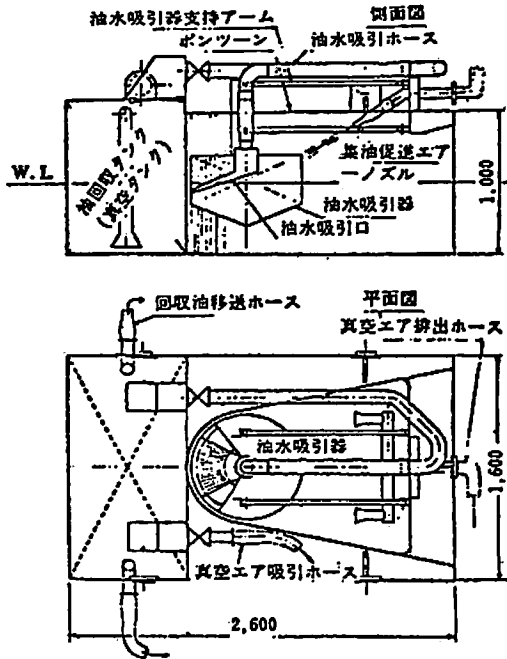
このように多くの問題をかかえた油回収船の配備義務が法律で制定されたため、専門家で構成する油回収船等技術調査研究委員会が昭和51年6月発足し、規格に関する検討がなされているが、最終的な基本条件は未だ決定されていない。そこで当社は、一般的通念として考えられる次の条件を考慮して本船を計画した。

- (1) 海上に流出し一定時間経過した後の浮遊油はすべて回収できること。
- (2) 作業区域は平水区域とする。
- (3) 船の大きさは可能な限り小型化し、操縦性能を良好とする。
- (4) 防爆対策は、運輸省船舶局通達の船検第71号を満足する。

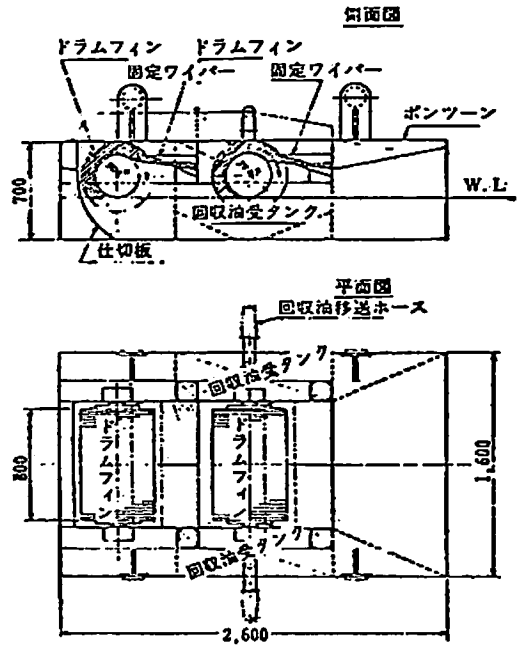
### カセット式回収装置

レインボーフィルム状の超薄膜油から、水島重油流出事故でみられた100万cpを越える超高粘度油に至るまでの油を、一機種の油回収装置で効率よく回収することは不可能に近い。

そこで当社は油の粘度に応じて、各種回収装置を使い分けることとして、次の3種類の油回収装置を



第1図 ダイレクトサククション式油回収装置



第2図 ドラムフィン式油回収装置

開発した。

- (1) ダイレクトサククション式油回収装置 (低粘度油用)
- (2) ドラムフィン式油回収装置 (中・高粘度油用)
- (3) 回転籠式油回収装置 (高・超高粘度油用)

この3種類の装置を、それぞれ同一枠内に装着できる大きさにユニット化して準備しておき、流出した油の種類と粘度に応じ、この内の一機種を選択し、すばやく本船に装着して油流出現場に向けて出航するという方法を採用したのがカセット式油回収船であり、3種類の油回収装置を同じスペースの中に納めることができるようカセット式にしたことが最大の特長である。

#### 1. ダイレクトサククション式油回収装置

本装置の概要を第1図に示す。

レインボーフィルム状の超薄膜油から、A重油に至る比較的粘度の浮遊油を回収することができる。

本船にこの装置を装着して、微速前進すると浮遊油がウエル内に自然流入してくる。その流入油はフロート式油水吸引器の両側を通過し、U字形ウエルの壁面前に堰止められて溜ってゆく。

浮遊油が十分溜った時点で真空ポンプを起動し、

油回収タンク (真空タンク) 内を負圧にすることにより、油水吸引口からエアと共に集まった浮遊油をタンク内に回収する。

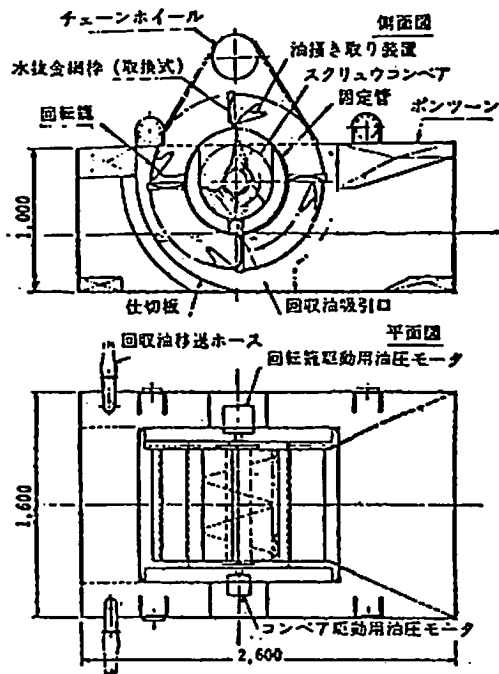
この場合タンク内に吸引されるエアは負圧を保つため、連続的に真空ポンプで排出するが、この排出エアを集油促進エアノズルに導びき、ここから吹きだすエアにより流入油を、更に油水吸引口の方向に押し込むよう考慮している。

油の溜り量が少ない場合は真空ポンプを一旦停止し、微速前進による集油作業を続けた後、再び真空ポンプを起動する。このような間欠的な回収方法により比較的油分濃度の高い液を回収することができる。

#### 2. ドラムフィン式油回収装置

本装置の概要を第2図に示す。この装置は、油がものによく付着する性質を応用したもので、ドラムの周囲に多数の円板上のフィンを一時間隔に取り付け、上部に油掻き取り用の固定式櫛型ワイパーが設けてある。

本船の微速前進により流入してくる浮遊油は、回転するフィンに付着すると共にフィンとフィン間に毛細管現象により吸着する。この油を固定ワイパーで掻き取って一旦受けタンクに落とし込み、これを移送ポンプで吸引して回収するものである。



第3図 回転筒式油回収装置

本装置は構造が簡単で回収油中の含水率が極めて少なく、大量の油が短時間で回収できる 特長がある。

この装置では粘性が失われた超薄膜油やエマル化が進み極端に粘性が増した超高粘度油（15万～20万 cp 以上）の回収には不向きであるが、中・高粘度油の回収には抜群の威力を発揮する。

### 3. 回転筒式油回収装置

高粘度油の回収を目的とする回転筒式油回収装置を第3図に示す。150万 cp にも達する超高粘度油（水島重油流出事故における流出油の粘度も含まれる）も容易に回収できる装置である。

この方式は固定管を軸として回転する4個の筒を、油圧モータで廻しながら油をすくい取るもので、浮遊油を掻き込む方向に筒を回転させ、仕切板の前面に堰き止められた油を次々にすくい揚げながら、水は底網から逃がし、油のみを捕集する装置である。

油を捕集した筒が最上部に近ずくと、油掻取り装置が自動的に働き、固定管内の受樋の中に強制的に油を掻き落とし、それをスクリーコンベアで両側に移送して、回収油吸引口からポンプによって吸引回収する。

筒の底に設けられた水抜金網は取りはずし式のカセット枠になっていて、粘度に応じ、数種類のメッ

シュの金網に容易にとり替えることができるので、本装置でも6千cp～150万cpに至る広範囲にわたる粘度の油を比較的含水率の低い状態で、効率よく回収することができる。

### カセット式小型油回収船の概要

本船の一般配置を次頁の第4図に示す。

これはダイレクトサクション式油回収装置を装着した状態である。

本船は双胴の船体間にカセット方式により互換性のある油回収装置を搭載し、流出油の粘度に応じて最適な回収装置を装着して海上に流出したあらゆる種類の油を回収することを目的とした小型油回収船である。

本船の主要目を以下に示す。

#### 一般事項

船 型 鋼製双胴型  
用 途 低, 中, 高, 超高粘度油の回収  
航行区域 平 水

#### 船体部

##### (1) 主要寸法

全 長	約10.00m
長 さ (垂線間)	9.70m
全 幅 (型)	4.90m
単 胴 幅 (型)	1.55m
深 さ (型)	1.75m
計画満載吃水 (型)	1.40m

##### (2) 総トン数 タンク容量

総トン数	約14トン
タンク容量	
回収油タンク	4.0m <sup>3</sup> ×2
燃料油タンク	400ℓ×1
清水タンク	50ℓ×1

##### (3) 速力 航続距離

試運転最高速力	約5.0ノット
航海速力	4.8ノット
航続距離	100海里

##### (4) 定 員

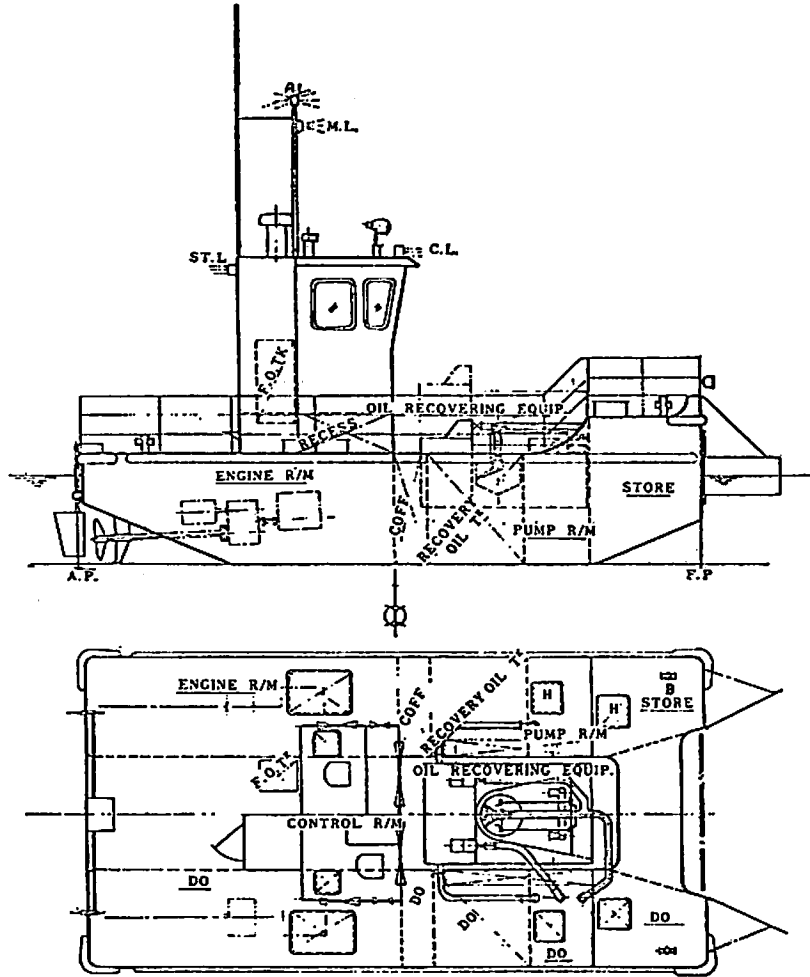
船 長 (三級小型船舶操縦士)	1 名
その他 (油回収作業員)	1 名
	計 2 名

#### 油回収装置部

##### (1) 一般要目

油回収時計画速力	約2ノット
油回収作業時最大波高	約0.6m
油回収能力	10m <sup>3</sup> /h

第4図  
一般配置



(2) 油回収装置		回収油移送兼回収油陸揚ポンプ	2台
下記3種類のカセット式油回収装置を準備する。		10m <sup>3</sup> /×20m	
油回収時は、3種類のうち流出油の粘度に応じて最適の装置を搭載する。搭載しない他の装置は陸上保管とし、本船への積卸しは陸上設備による		油圧ユニット(主機駆動)	2台
(a) ダイレクトサククション式油回収装置	1基	機関部	
(低粘度油用)		主機関	2基
(b) ドラムフィン式油回収装置	1基	型式 立型4サイクルディーゼル機関	
(中・高粘度油用)		(逆転減速機付)	
(c) 回転籠式油回収装置	1基	出力 40ps×2600rpm	
(高・超高粘度油用)		推進器 3翼固定ピッチプロペラ	2器
油回収装置用昇降装置	1式	電気部	
低粘度浮遊油吸引用真空ポンプ	1台	発電機 出力 980W D.C	2台
7.5m <sup>3</sup> /min×2000mmAq		配電盤 デットフロント防滴形	1面
		陸上受電盤	1面
		蓄電器	2群
		充電器	1台

# 漁船の復原性能について

< 3 >

Practical Considerations Relevant to  
the Stability of Fishing Vessels < 3 >  
by Tsutomu Tsuchiya

土 屋 孟

工学博士・水産庁漁船研究室

## 7. 復原性基準の技術的根拠と実用上の留意点

### 7.1 概 説

わが国の漁船の復原性基準は、総トン数20トン以上の漁船に対するものと、20トン未満の漁船（3トン未満のものを除く）に対するものとの2つに大別され、それらがさらに漁業種類や船の出漁海域等によっていくつかに分けられている。

また同基準は実用面を考慮して、 $GZ$  曲線を用いずに横メタセンタ高さ  $GM$  と中央乾舷  $F$  とによって横復原性能を判定する方式となっている関係上、 $GM$  の値を規定する復原性基準と乾舷基準の2つを組み合わせたものが広義の復原性能の判定の基準になっている。

それらのうち、総トン数20トン以上の漁船に対しては、船舶安全法にもとづく船舶復原性規則、および満載喫水線規則中に、船質、主要寸法比等に応じた船の横メタセンタ高さや乾舷の必要最小限界値が規定され、また漁船法においては、それらと同一内容のものが農林省告示による動力漁船の性能の基準として示され、漁船の建造に際して、その適合が条件とされている。

総トン数20トン未満の法適用漁船に対して船舶安全法では、小型漁船安全規則第44条に「小型漁船は管海官庁が十分と認める復原性を保持できるものでなければならない」とのみ規定され、その具体的基準の数値は示されていないが、水産庁において小型漁船安全基準第6章中に、横メタセンタ高さや乾舷の必要最小限界値を示し、それらを上まわる性能を持つ

ことを推奨している。

それらの基準に適合する漁船であれば、わが国の漁船の復原性としては満足すべきものと判断されることになるが、ここでは是非、漁船の設計関係者にお願ひしたいことは、それらの基準の作成の根拠と、考慮すべき点を理解しておいていただきたいということである。すなわち、それらは決してまだ金科玉条としてよい完全無欠のものではなく、今後、検討を要するいくつかの技術上の問題を含んでおり、またその基準値作成の際にどうしても避けられない簡易化や平均化が行なわれたことを理解していただく必要があると思われる。

以下に、それらの基準が作成された際の技術的根拠と検討の過程、およびそれらを設計時の判断の尺度として使用する際の主な留意点を挙げ、設計者のご参考に供することとした。それが今後の漁船の事故防止に大きなかかわりがあると筆者は考えたからであり、本稿であえて現行の復原性基準（乾舷基準を含む）の紹介を後にし、漁船の復原性に関する理論的な考え方と問題点の紹介を先にしたのも、上記の趣旨に従ったからにほかならない。

なお、上記の基準のほか、昭和52年4月にスペインのトリモリナスにおいて漁船安全条約会議が開かれ、復原性基準とそれに関連するいくつかの勧告が出されているので、同様の趣旨の内容紹介を付け加えることとした。

### 7.2 20トン以上の漁船

総トン数20トン以上の漁船に対する復原性および乾舷の基準は、昭和38～40年度にわたって水産庁で

実施した復原性向上対策事業によって作成され、文献13)により漁船載荷基準として公示されたが、その後それらは船舶安全法による船舶復原性規則および満載喫水線規則にそのまま取り入れられている。

#### (i) GM値の基準

上記のうち、横メタセンタ高さGMを規定する基準は、前述の  $C_2$  係数の方法で定常風速  $U=18\text{m/s}$  に相当する  $C_2=1.0$  の安全限界線（乾舷—GM座標軸上）を多数の既存漁船について算出し、その平均をやや下廻る曲線をもって基準線としたものである。 $U=18\text{m/s}$  の値を採った根拠は、既存漁船の使用実態と転ぶく海難漁船の解析資料からみて、経験的にその程度の相当風速を使って基準をきめるのが妥当であると判断されたためである。ただし、その  $C_2$  係数算出の際に、積荷の移動や海水流入開口による限界傾斜角は考慮されていない。

なお、その当時資料として使われた漁船は、船楼のない平甲板船とごく短い船首楼をもつものが大多数であり、従ってその後多数出現した長船尾楼船やウエル甲板船、あるいは二層甲板船に対して同基準は十分合理的なものとなっておらず、予備浮力と風圧側面積の影響を共に小さく見過ぎたきらいがあった。

すなわち、そのような漁船に対しては風圧側面積の大きい漁船の軽荷状態時のGMを必要以下に小さく見積り過ぎ、風圧による大傾斜を招き易いものとする可能性があった反面、満載時のGMはやや過大な要求をしている傾向があった。その後、風圧側面積の大きい漁船に対しては基準が補足され、その問題は概ね解消されたと思われるが、予備浮力の増大に伴うGM値の修正措置は、まだ採られていないため現基準はそれらの漁船に対して必要以上にStiffな船を要求するものとしてその改正が望まれている。

なおこの問題は漁船安全条約草案の討議の際にも問題になり、船の長さ  $L>70\text{m}$  のトローラーなどの上甲板上の作業員の横揺れによる加速度を過大としないため、GMの最小限値を35cmから15cmに下げる措置が採られたいきさつがある。

現行の復原性基準はわが国の20トン以上の漁船の復原性能をすべて  $U=18\text{m/s}$  相当という同一の気象海象下の  $C_2$  係数の判定法により求めたものであるため、漁船の種類や出漁海域の違いによる使用環境条件の相違が基本的には考慮されていない点に、今後の問題点が残されているといえる。

#### (ii) 乾舷値の基準

中央乾舷を規定する基準値の設定は、漁船載荷基

準の作成に当たって最後まで議論のあった問題であるが、結局は同報告書（文献13）の説明資料にあるとおり、当時までの転ぶく事故船の解析結果から、GM値との関係を考慮せずに船の予備浮力比 ( $v/V$ ) の必要最小限値を経験値として求め、それを当時までの漁船の乾舷と深さの関係式によみかえて、

$$F \geq \frac{D}{15} + 0.20 \text{ (m)}$$

の形の基準が導出された。

このような結論を出すに至った当時の背景は、それまでの漁船依頼検査規則の中の乾舷基準として、同様の式が設定されていたこと（この形の関係式は、昭和30年頃までの多数の漁船の使用実績をもとに設定されたものであるが、当時までの漁船には大きな船楼のない平甲板船が圧倒的に多かったため、このような経験則ができたのではないかと考えられる多少の理論的裏付けはある。図17参照）と、当時漁船の乾舷の必要性に関する理論的解釈が不明確であった（現在でも明確とはいえない）ため、多数の転ぶく事故船の資料という経験の重みが強く主張されて、このような結論になったと解釈される。

なお乾舷の問題については、昭和39~42年の間、水産庁に設けられた漁船復原性研究会で作成された「以西底曳網漁船の転覆事故防止対策案」の中で、 $C_1$  係数で示される理論的な判定法が採用され、図17（船の要目は表5参照）により知られるとおり、この種の漁船、すなわち  $B/D$  の比較的狭い平甲板船の乾舷の必要性に一つの理論的裏付けが示されたことは注目すべきことである。（文献1）、2）参照）

#### 7.3 20トン未満の漁船

総トン数20トン未満3トン以上の漁船に対する復原性および乾舷基準は、昭和43~47年にわたって水産庁で実施した小型漁船安全基準設定事業によって作成され、文献14)の報告書中に公表された。

#### (i) GM値の基準

この基準の作成の根拠は、前述の  $C_2$  係数による判定法を利用し、多数の実働漁船に対して甲種漁船については  $U=15\text{m/s}$ 、乙種および丙種漁船については  $U=10\text{m/s}$  の定常風速に相当する気象海象下で必要なGM値の安全限界曲線（3—(1)および図22参照。ただしこの例では基準の方が安全側にずれている）を求め、それらの平均的な値をもってそれぞれのGMの基準値としたものである。

この基準の内容とその導出根拠は、後述の乾舷基準も含めて文献14) および15) に記載されているのでここでは重複をさけるが、この基準は、上記のよ



うに出漁海域によって遭遇する最悪気象海象の相違が考慮されたほかに、網漁船以外の船では重心の左右移動が少いことと、陸起甲板による予備浮力の大幅な増加が考慮されてGM値の緩和がなされていることが、20トン以上の漁船の場合と異り、基準としては合理化されたものといえる。

しかし、風圧側面積が在来船より著しく大きい漁船に対して、同基準は何の考慮もされていないので、そのような漁船の出現に際しては、この基準がやや甘い判定をする可能性があるので注意を要する。

### (iii) 乾舷基準

総トン数3トン以上20トン未満の漁船に対する乾舷基準とその設定の技術的根拠は(文献14)、15)に記載されているのでその詳細は省略するが、上記の分類の3種類の漁船のそれぞれに対して乾舷が規定されているのはGM値の場合と同様である。しかし、この乾舷の基準値を導出した根拠は20トン以上の漁船の場合と異なり、単に在来船の経験実績にのみよったのではない点に大きな特徴がある。すなわち、

(1) 20トン以上の漁船、甲種および乙、丙種漁船の各乾舷基準値の相互関係を一つの理論的考え方によって裏付けをしている。(図16および文献15参照)

(2) その理論的考え方として、小型漁船の乾舷の必要性は上甲板上の開口の水密性不良を補うためのものであるとし、ブルワーク放水口から入ってくる甲板水量をある程度以下に抑えるために、必要乾舷量を船と波面との相対上下揺れ振幅を基準として決めている。

以上の考え方は復原性に悪影響をおよぼす大量の甲板水はブルワーク頂部を越えて打ち込むものとし

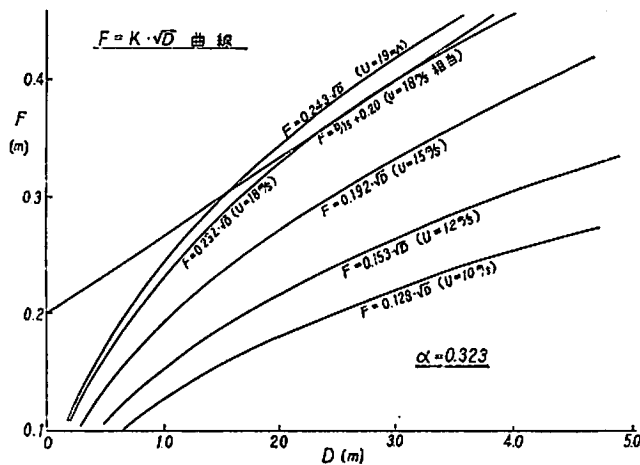


図16 小型漁船安全基準の乾舷基準作成用資料

て、その防止の条件を理論的に考慮した  $C_1$  係数の考え方と異なるものであり、今後の漁船の必要乾舷量を論ずる上の焦点になるとと思われる。

なお、 $C_1$  係数は乾舷とブルワークの高さの和(これを保護乾舷と称する)を規制の直接対象としているのに対し、この基準の相対上下揺れによる考え方では、乾舷値そのものを対象としていることが大きな相異点となっている。

### 7.3 漁船安全条約中の復原性基準

水線長さが24m以上の全世界の漁船を対象として、昭和52年3～4月にかけて漁船安全条約会議がスペインのトリモリノスで開かれ、草案が参加国代表によって調印された。同条約がわが国で批准されることになれば、わが国の24m以上の漁船(一部適用除外船がある)がその適用をうけることになる。その適用の時期はまだ明らかではないが、それが批准されない間でも今後外国との漁船の取り引きをする場合等には、同条約内容が問題になる可能性があるため、その内容をあらかじめ理解しておくことは必要と思われる。その英語の条文と正確な日本語訳は遠からず関係当局から公示されると思われるので、くわしい内容はそれに依っていただくこととし、ここでは同条文中にある復原性基準をわが国の基準と対比して、特に注意すべき諸点をひろい簡単な説明を加えることにする。

#### (i) 復原性基準

同基準としては、GZ曲線の形状と面積、およびGMの必要最小限値が規定され、乾舷の規制はそのGZ曲線の中に自動的に包含されたものとなり、わが国のようにGM値による規制を表わす復原性基準と別個に乾舷基準を設けてはいない。そして、

それらの基準値は世界各国の多数の漁船の実用経験値の回帰分析により求められたものであるが、結果的には昭和14年に有名なラホーラ教授が提案した復原性基準と類似のものとなっている。(IMCO基準と略称)

従って、気象海象や風圧側面積の大小の差など、漁船の復原性を判断する上に大きな要素となるはずのものが考慮されないことになり、理論的裏付けも明らかではない。そのため、同基準を既存の漁船と船型や構造、その他使い方が著しく異り、あるいは特殊な環境で使用される漁船に対して適用させる際には、不合理な問題が生ずるおそれがある。

上記の条約会議で、わが国としてはその不備を指摘し、当事国が同基準と同等と認める他の合理的基準を用いることが可能なことの確認をとったいきさつがある。(文献16)

(iii) 他の関連事項

復原性基準の草案の検討の際に、上述のとおり基準内容に対して、わが国を始め数カ国から、24m以上の世界の漁船を対象とする復原性基準の中に、気象海象の相違を考慮しないのは不合理であるとの意見が出され、その具体的対案としてわが国等から  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  係数および船首乾舷高さ等に関する理論解析的な判定基準が次々と提案され、その結果それらの判定基準の必要性を述べた条文が入れられ、それらの基準値の算出法が今後の検討課題となり、勧告文の中に提案の算出法が記載される結果となった。以上のことからみて、わが国の漁船の復原性に関する判定の考え方や、計算の手法は今後国際的に注目されることになると思われる。

なお、同復原性に関する条文中に使用者に対する復原性の説明資料の内容に多くの討議時間が費やされたが、このことは各国とも漁船の転ぶく事故原因の実態からみて、使用者への復原性情報の重要さを認めているものとして注目される。

また、同会議中に、斜め波および追い波中航走時

の復原性を考慮した場合、同条約中の復原性基準はまだ不足であるとの意見も出されたが、将来の問題として立ち入った討議はなされなかった。

7.4 各基準の相互比較

以上の諸基準およびC係数理論による判定法がある特定の漁船に対して、どのような安全上の判断をくだすものかを調べることは、基準の内容や信頼性を知る上で興味のあることである。そこで、表5に掲げる6隻の漁船に対してそれらの資料を作ると図17~22となる。図はすべてGM-F座標で示しているが図中のC係数が1.0となる安全限界線には、パラメーターになる定常風速(m/s)が各Cの記号の左下に添付されている。

図17・G船は以西底曳網漁船であるが、同図によると、 $U=19\text{m/s}$ の気象海象下の  $C_1$ 、 $C_2$  係数はわが国の基準とよく一致する。

IMCOの基準とは  $U=26\text{m/s}$  の状態下で比較的よく合致することが知られる。

図18・H船は北欧の木造トロール漁船であるが、 $U=26\text{m/s}$  の気象海象下の  $C_1$ 、 $C_2$  係数がIMCOの基準と比較的よく一致する。わが国の基準とは  $U=19\text{m/s}$  の場合に近いものとなっているのは興味深い。

図19・I船はB/Dの比較的大きいわが国のまき網

表5 計算例の漁船の要目

要 目	船の記号						
	単位	G	H	I	J	K	L
総 ト ン 数	T	116	不 詳	111	344	84	19.9
$L_{pp}$	m	29.00	25.00	29.50	45.30	25.30	16.62
B	m	5.75	6.80	6.85	8.70	5.60	3.46
D	m	2.75	3.70	2.80	3.70 (上・6.00)	2.60	1.52
漁 業 種 類		以西底曳	トロール	まき網	まぐろ延縄	いか釣	たい延縄
ノルマルトリム	m	1.00	0.0	1.00	0.0	0.60	0.0
計算時トリム(BLより)	m	0.0	1.00	0.0	1.00	1.00	0.40
減 減 係 数 $N$	1/度	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
限界傾斜角 $\varphi_L$	度	55.0	55.0	30.0	55.0	55.0	55.0
浸水開口位置							
$x_f$ (BL交を原点)	m		4.60	-2.40	8.80	4.80	4.30
$y_f$ ( " )	m	不 詳	1.75	1.10	1.00	1.06	0.90
$z_f$ ( " )	m		4.10	3.40	6.50	3.70	2.10
ブルワークの高さ $H_B$	m	0.73	0.94	1.10	0.0	0.90	0.50
算 入 区 画		船首楼	船首楼	船首楼	二層甲板下	船首楼 甲板室	上甲板下
出 漁 海 域		東・黄海	北 海	日本沿岸	東・南太平洋 印度洋	日本沿岸	日本沿岸
航 海 日 数		約30日	不 詳	数日 ~十数日	数ヶ月以上	約10日	数日 ~十数日
図 の No.		図17	図18	図19	図20	図21	図22

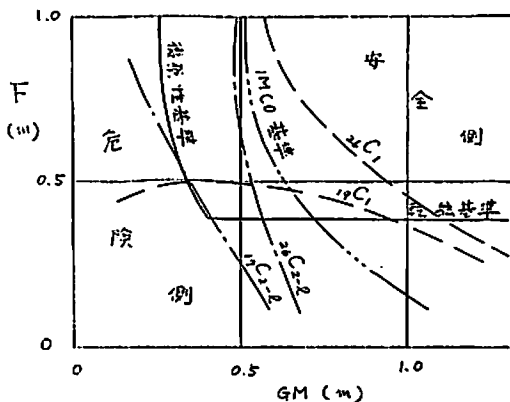


図17 G船の安全限界線

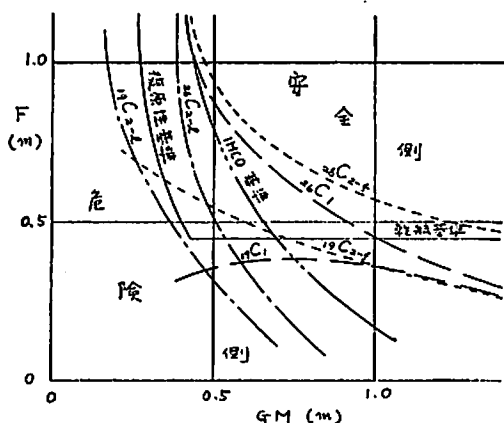


図18 H船の安全限界線

漁船であるが、網の荷崩れを考慮して限界傾斜角  $\phi_i=30$ 度として計算した  $C_2$  係数と比べて両基準ともそれを下廻っていることに注意する必要がある。この種の漁船のGMは1.0m 近いものが多い。

図20・J船は二層甲板船で、下層が上甲板となっている変則的な船のため、図中の上部に画かれている実線が基準として適用される。従って、C係数およびIMCOの基準に比べてわが国の基準は本船に対して過大なGM値を要求している。もし上層を上甲板とした場合には図中の下部に画かれている実線が基準として適用されることになるから、IMCOの基準と比較的よく合致する。しかし、C係数による判定では、GM値はさらに小さくてもよいことが示されている。前述のようにIMCOの漁船安全小委員会がソ連が大型の二層甲板型トローラーに対するGM値の下限を15cmまで緩和し、過大のローリング加速度から作業員を守

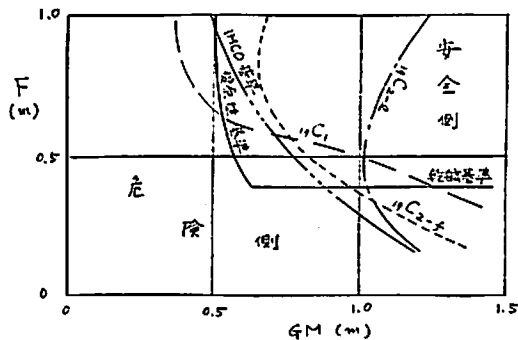


図19 I船の安全限界線

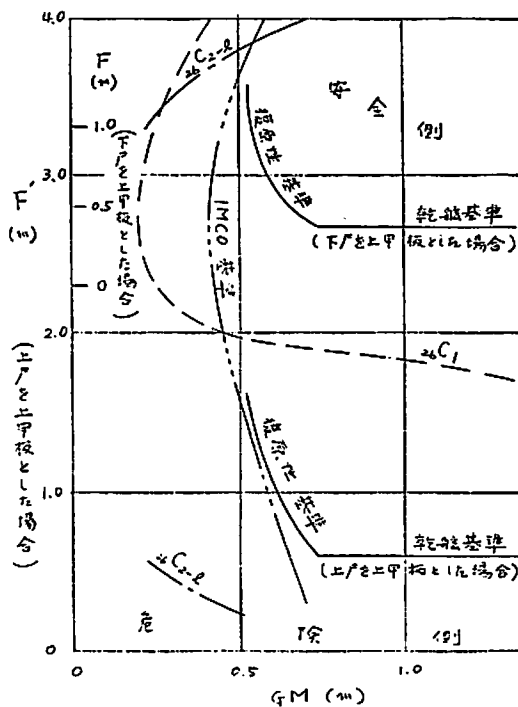


図20 J船の安全限界線

るように提案し、それが現漁船安全条約の条文中に盛り込まれているが、本図はその裏付けにもなりそうな資料である。

図21・K船は一昔前の標準的なさけます流し網漁船で、その後、いか釣漁船に改造されたものである。そのためかC係数による判定が復原性基準と比較的よく一致している。なお、同図には  $C_{2-1}=1.0$  の限界線(2点鎖線)も画かれ、それが基準値を上廻っているのが見られる。このことは甲板室構造の漁船ではGMが小さいのかかわらずブルワークを高くすると、甲板上に大量の海水を

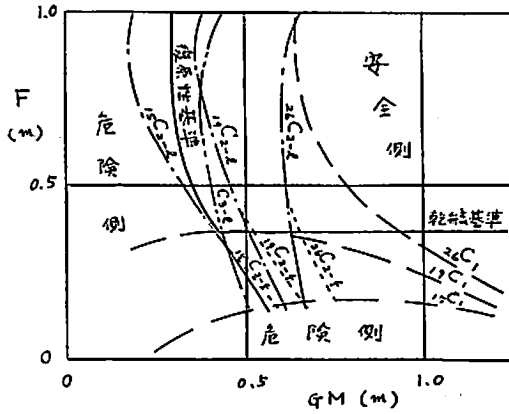


図21 K船の安全限界線

打ち込まれた場合に転ぶくの危険が生ずることを物語っている。

図22-a・L船はちょうど総トン数20トンの境目にある船であるため、20トン以上と未満の両基準の比較をするのに適している。図中の実線で示されるとおり、同船に対して両基準は概ね妥当な結果を示している。

図22-b・同図には操業時を想定して $U=10\text{m/s}$ の気象海象下で、定常傾斜モーメント $M$ のある状態の $C$ 係数による判定と基準とを比較したもので、 $M=2.0\text{t}\cdot\text{m}$ のモーメントがあると、同船は波浪の打ち込みの危険があることを示している。

## 8. 今後の課題

以上、漁船の復原性の判定基準をめぐる諸問題を研究の立場から若干の私見も加えて述べてみたが、最後に今後の主な検討すべき課題を挙げて筆をおくことにする。

### (i) 転ぶくのパターンの確認

漁船の転ぶくがどのような原因と経過をたどって発生するのかはなかなか把み難い事柄ではあるが、今までの調査や研究の結果から類推すると、新聞紙上などでよく見かける“横波を受けて転ぶくした”というような単純なものではなく、数多くの転ぶくのパターンがあるように思われる。

従って今後漁船の復原性能の判定を理論解的に求めようとするなら、それらの転ぶくのおこりうるパターンのすべてをよく把握して、それぞれに対する発生防止対策を検討することが肝要と思われる。

現在までに検討がなされている転ぶくのパターンとしては、 $C_2$ 係数の判定法でよく知られている横

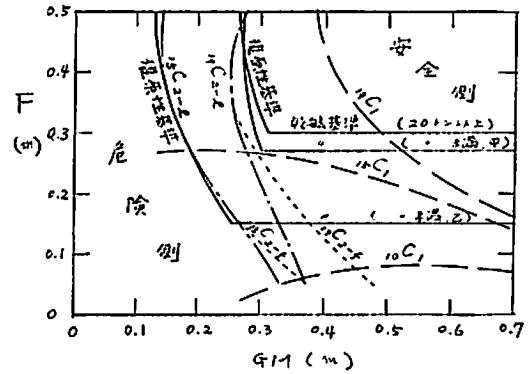


図22-a L船の安全限界線

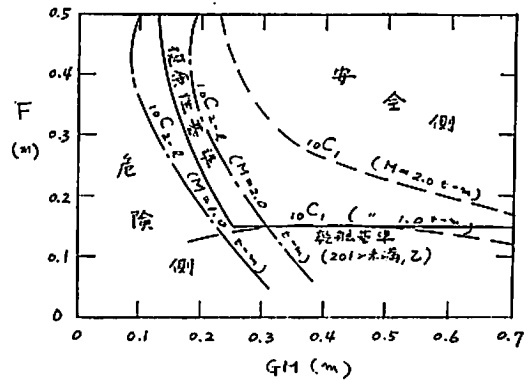


図22-b L船の安全限界線

( $C$ 係数は $U=10\text{m/s}$ の状態で定常傾斜モーメント $M$ のある場合)

波同調時の転ぶくと、甲板水による転ぶくが挙げられるようであるが、後者については甲板水影響を準動的に考慮した $C_3$ 係数、および横波の打ち込み防止を考慮した $C_1$ 係数などの判定法(前述)がある。また最近の波浪中の自航模型試験の結果明らかにされた追波中の復原力損失による転ぶくも一つのパターンとして挙げられるようである。今後も上記のような模型試験によって、操業時も含めてさらに他の転ぶくのパターンが見出だされることが予想される。

### (ii) 事故発生確率の検討

それらの転ぶく現象の防止対策を考える場合、今後は不規則な海洋波に対応した確率論的な検討を進める必要があるように思われる。すなわち、その事故発生確率に基いて作成された基準は乗員の経験にもとづく実感と密着し、基準に対する乗員の理解度を高めるのに効果的であると共に、かねてから懸案となっていた漁船の操船・運航技術と復原性基準と

の責任分野の明確化の問題にも、よい解決の資料を提供してくれるのではないかと期待される。漁船の安全は漁業経営と切りはなしては考えられない重要な問題であって、荒天下で小型漁船の安全を100パーセント保証できるような高水準の復原性基準の設定は実際問題として極めて困難と思われるからである。

なお、上記の検討を行なう上での問題点は、実際の操業海面における波浪の統計資料の有無と波浪予測の精度の問題であろう。それらが整備、確立されないと上述の研究も実用上無意味となるので、その方面の研究の促進が待たれることになる。

#### (iii) 追波中の復原性

前述の波浪中の模型船による実験の結果、追波中、特に斜め追波中航行時の転ぶく発生の頻度が高いのが注目されつつある。斜め追波中の危険性は長い間漁業者の意見として耳にしていたことであるが、最近の発達した実験技術の成果としてそれらが明確に示されたものである。そのような転ぶくのパターンは漁船の最も危険な状態の一つと考えられるので、今後の研究の促進が必要である。特に省エネルギー時代を迎え、新トン数測定法への切りかえを目前にひかえて、今後漁船の船型は従来になく大きく変化する可能性がうかがえるので、新しい時代にも現行の基準が支障なく使い得るのか、あるいは国際条約会議の提案にあったように、荒天下の追波航行時を考慮して基準を補強する必要があるのか、早く確かめておきたい課題である。

#### (iv) 基準の見直し

わが国の20トン以上の漁船に対する復原性基準は、水産庁において載荷基準として作成されてから既に十年を経ている。この間における漁船の船型、構造、装備の変革は大きく、例えば居住区改善等を目的とした長い船楼や二層甲板を持つ漁船の建造が進み、それに伴って風圧側面積も大巾に増大している。一方、装備面でも漁撈作業の機械化に伴い、重心の上昇が大きく、その結果船の $B/D$ の増加も著しい。また漁船によって気象海象の相違を考慮することも必要と思われる。そのため現存の基準作成時の $C_2$ 係数方式の計算結果からの簡易化が現在の漁船に合い難くなっているため、その改善対策が望まれる。

また、乾舷基準を復原性基準と併立しておくべきか、あるいは後者の中に包含させるべきかという議論は、前述のように国際的な漁船安全条約会議の場でも大きくもめた事項であったが、その結論は併立

反対国が多く、乾舷基準の設置は否決された。しかしそれは、一部の漁業者に誤解されているように、漁船の吃水をどこまでも深く沈めて使ってよいということでは決してない。わが国の基準と違ったことは、安全に必要な乾舷が船の重心の高さとの関連できめられることになったに過ぎない。

わが国の乾舷基準は、前述のように多数の漁船の経験を主な根拠として決められ、それに対する理論的裏付けがある程度なされてはいるものの、漁業者からの理解と支持がまだ十分でないので漁船安全条約会議の結果を契期とし今後わが国としてもこの問題の再検討が必要になってくるものと思われる。

#### (v) 基準の簡易化

前述のような理論解析的な判定方式は、経験則に乗らない新しい設計、構造の漁船に対して応用面が広く、またその使用者との責任分野を論ずる上にも都合がよいが、一つの難点としてはその算出の煩雑さにある。

従ってそれらの判定方式を漁船のような多数の小型船に広く一般に利用できるようにするためには、それらのある程度までの簡易化が望ましい。特に $GZ$ 曲線を直接使用しなければならない基準を、漁船に実用することはなかなか困難で、矢張り従来方式の $GM$ と乾舷との組み合わせによる判定方式の方が実用上便利であろう。

現在の漁船に対する復原性基準は $C_2$ 係数による判定法を利用して、上記の形に簡易化したものであるが、他の理論解析的な判定法についても簡易化の検討が必要である。

#### (vi) 国際的協力

漁船安全条約中の復原性基準については、わが国の漁船の使用実態に合わない点もあるので、漁業先進国としてのわが国の立場から、より合理的な基準作成案への国際協力を今後も継続する必要があると思われる。現在 $IMCO$ と $FAO$ において長さ24m未満の漁船に対する復原性基準の作成計画が進められているので、前述の24m以上の漁船に対する基準の修正追補と併行して、今からわが国の主義主張を明らかにしておくことが、国際会議においてわが国の意見を通し、国際信用を増す上に不可欠のことと思われる。

#### むすび

以上、わが国の漁船の復原性諸基準の内容と当面する諸問題を研究者の立場から私見を加えて紹介した。頁数の都合で十分意を尽せなかったことをお詫

びします。また基準の内容についてもその考え方の説明に重点を置いたため、細部に不備があったところをご容赦の上詳細は参考文献をご参照下さい。末筆ながらわが国の漁船の復原性諸基準の作成にご指導、ご協力いただいた関係諸先生始め各位に本誌を借りて改めて深謝の意を表します。(おわり)

参考文献

- 13) 水産庁生産部漁船課：漁船載荷基準設定報告書，1966. 3
- 14) "：小型漁船安全基準設定報告書，1972. 3
- 15) 土屋 孟，有路 実，山越康行：小型漁船の横復原性能と乾舷について，漁船研究技報第27巻（通巻第61号）1974. 3
- 16) 工藤荘一：1977年の漁船の安全に関する国際条約会議の報告（第2回），漁船第211号，1977. 10

■正誤表

2月号42頁，図12の説明を「D船の $C_{3-t}=1.0, 2.0$ および3.0の安全限界線」と訂正。

同号45頁右段6行目

(誤)  $D_W = \frac{K_1 \times A \times H + M_F}{W} \dots\dots\dots(13)$

(正)  $D_W = \frac{K_1 \times A \times H + M_F}{\Delta} \dots\dots\dots(13)$

同9行目

(誤)  $\tan \varphi_1 = (K_1 \times A \times H + M_F) / (W \times GM) \dots(14)$

(正)  $\tan \varphi_1 = (K_1 \times A \times H + M_F) / (\Delta \times GM) \dots(14)$

同26行目

(誤)  $C_1 = \frac{(F_{min} + H_B)}{\frac{B \times \tan\{\varphi_0 + (K_1 \times A \times H \times M_F) / (W \times GM \times \pi)\}}{\geq 1.0} \dots\dots\dots(15)$

(正)  $C_1 = 2 \times (F_{min} + H_B) / [B \times \tan\{\varphi_0 + (K_1 \times A \times H + M_F) \times 180 / (\Delta \times GM \times \pi)\}] \geq 1.0 \dots\dots\dots(15)$

# 海外事情

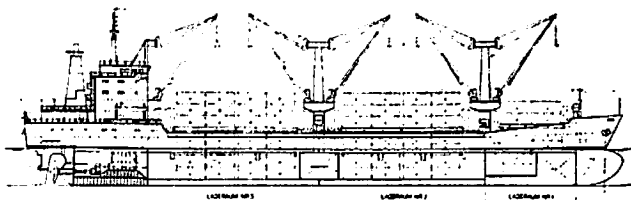
## HDW の CL-10 型多目的船

オイルショック後のタンカー建造の終焉と共に，中小型バルカーや多目的船建造を指向した造船所は多いが，IHIのFシリーズ以外にまず成功した標準船型は少ない。本船は西独の名門HDW社が期待するライナー航路向けのコンパクト多目的船であり，最近のコンテナ指向にも合致したそのデザインは，世界の船主の評価を受けるだろうか。(編集部)

今から2年前，Howaldtsweske Deutsche Werftは数種類の標準船を発表した。即ちRO/RO，Bulk-Carrier，General Cargo の分野についてであったが，最後のGeneral Cargoのみが成功した。

“SLOMAN NEREUS”はHDWの“CL-10”型多目的船の第一船である。本船は10,300 DWTのオリジナルタイプであるが，最近は13,000 DWT型にジャンボされたものが普通である。

同船の特色は，その主要目が標準的な小型の中速ライナーであるにもかかわらず，広大なコンテナ20ft，4ベイ分の長さを持つNo.2および3ハッチを中心に単純明快にまとめられていることであろう。

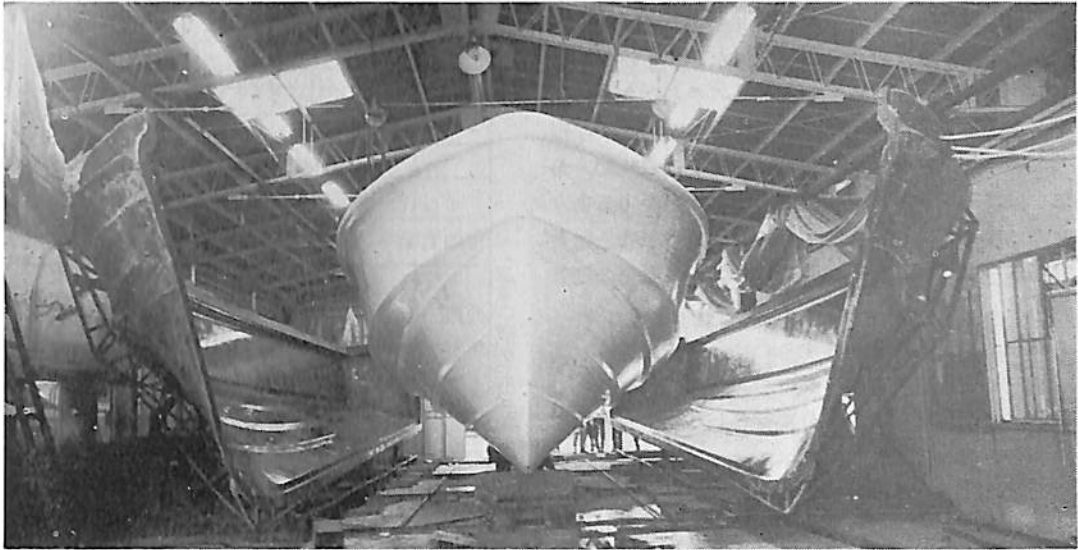


- (1) コンテナはホールドに206TEU，甲板上に234合計440TEU搭載可能である。
- (2) 荷役装置はLiebherr社製の電動油圧駆動高速SB型マストクレーンが採用，18Tツイン2基，21Tシングル1基の5ギヤング構成である。
- (3) 1,050tの燃料油タンクはミッドシップのNo.2～3ホールド間に配置されている。
- (4) 独特のコンパクトな機関室配置で，主機排気管は船尾に導設され，居住区と煙突を分離し，振動と騒音防止に留意している。
- (5) 上甲板ハッチカバーは油圧駆動，中甲板はワイヤー引きのフォールディング式である。
- (6) 主機はMak 12 Mu 551 AK 8,000 PS × 425 rpmを垂直オフセットの減速機で132 rpmに減速している。7.0m吃水で85%MCRにて16.7 kt(シーマージンなし)の航海速力をクリアーする。

主要目

Legth, oa	129.5m
Length, bp	122.0m
Moulded breadth	21.0m
Moulded depth	10.5m
Draught (full scantling)	8.0m
Draught (shelter decker)	7.0m
Graint capacity	15,950m <sup>3</sup>
Bale capacity	14,100m <sup>3</sup>
Ballast capacity	2,350tons
Bunkers	1,050tons

(Shipbuilding & Marine Engineering Int. 12月号 '77)



連 載

## FRP 船 講 座 < 6 >

FRP 原材料 < 5 >

丹 羽 誠 一

### 3. 6 ポリエステル樹脂の硬化

#### 3. 6. 1 樹脂の硬化反応

線状不飽和ポリエステルとスチレンモノマーからできている液状ポリエステル樹脂に、適当な硬化剤を加えると、室温で、または硬化剤の種類によっては温度を上げたときに、硬化反応が進行して、3次元網状構造を有する固化物を生成することは本項の第4回に述べた。

硬化反応は有機過酸化物のような、一般に触媒といわれる物質が分解して活性化する開始反応からはじまる。この場合、常温硬化には過酸化物が容易に分解するための助触媒として、コバルト石けんのような促進剤と呼ばれる化合物を組合わせて使用する。液状ポリエステル樹脂には、貯蔵安定性とゲル化時間の調節のために適当な量の重合禁止剤が加えられている。したがって触媒が分解して活性化すると、これはまず重合禁止剤の攻撃に費やされるが、この間が重合の誘導期間となり、その後共重合が

進み、生長反応を経て停止反応に至る経過をたどる。

このように液状樹脂は一定の誘導期間中に粘度が上昇し、ゲル化と呼ばれるゼリー状の状態を経て発熱しながら硬化し、最後に化学的、熱的に安定した不溶不融物となる。

ポリエステルは完全に硬化した状態で最高の性能を示す。したがって硬化を十分にするために、あと硬化（ポストキュア）という成形物の加熱処理が行なわれることがあるが、大型の船の場合、加熱炉に入れることが困難なため、十分硬化を進めるために積層後使用まで期間を置く必要がある。

硬化の程度を判定するには、成形品をたたいた時に発する音で知るのが簡便な方法である。硬化が十分ならば明瞭で澄んだ音が出るが、不完全なものは鈍い音を発する。

成形作業の能率からみた場合、樹脂のゲル化から硬化までの時間は短い方が好ましい。ここでいうゲ

ル化時間とは、触媒を添加してから、液状の樹脂がゼリー状となり、もはや成形作業が不可能になるまでの時間、または樹脂の温度上昇が始まる、すなわち発熱曲線の立上り点までの時間をいうのであって、可使時間またはポットライフなどともいう。また硬化時間とは樹脂に触媒を加えてからゲル化時間を経て、最高発熱温度に到達するまでの時間、成形物の硬さが爪の立たない程度になるまでの時間、あるいは成形物をたたけば明瞭で澄んだ音が出るようになるまでの時間をさしている（樹脂の試験法におけるゲル化時間、最小硬化時間などには厳密な定義がある）。

硬化のさいに注意を要するのは、酸素の影響および樹脂の可使時間のドリフトである。空気にもふれる成形物の面では重合が十分に行なわれず、表面にべとつきが残る。これはポリエステル硬化反応に必要な活性化された触媒分解物が酸素と結合して反応の進行に関与しなくなることが原因と考えられる。これを防止するためにセロファンなどの不活性フィルムで成形物の表面を覆うか、空気遮断の役目をするパラフィンワックスをあらかじめ樹脂に添加しておく。

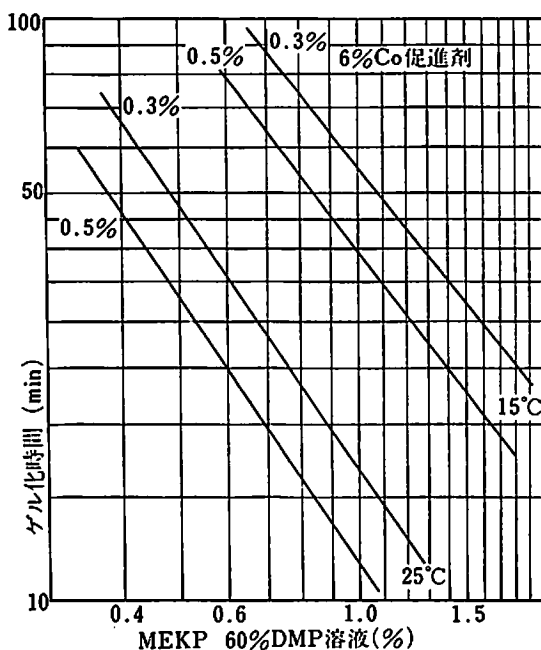
ドリフトとは樹脂の可使時間が貯蔵中、徐々に長くなる現象である。この経時変化は貯蔵温度が高いほど大きく、また促進剤を添加した樹脂のほうが非添加のものに比べて著しい。この現象は樹脂の組成や添加物の研究である程度改善されてはいるが、なお不十分なのが実情である。

### 3.6.2 硬化剤系

ポリエステル樹脂は作業の要求に応じて硬化剤系や温度条件を選択することにより、短時間に硬化させることも、また長時間かけて徐々に硬化させることもできるが、硬化剤の使用量はかなり厳密に守ることが必要であり、その過不足は硬化時間に影響して積層作業に支障をきたすばかりでなく、硬化物の品質にも影響する。

常温硬化用としてはメチルエチルケトンパーオキシサイド (MEKPO) とナフテン酸コバルトの組合せが最も普通に使用されている。

メチルエチルケトンパーオキシサイドは有機過酸化物で、これが分解活性化して共重合反応を開始させるので重合開始剤であるが、普通は触媒と呼んでいる。触媒とは本来少量の添加で反応速度に著しい影響を与えるが、自らは全く変化しない物質のことであるが、近年では重合開始剤のように、それ自身が



第 1 図

変化して重合速度を著しく促進する効果のある添加剤をも含めるようになった。

ナフテン酸コバルトのような金属石けんは、過酸化物の分解に関与して触媒の作用を促進するので、重合促進剤と呼ぶ。また助触媒ということもある。

一般形ポリエステルにMEKPO-Co系硬化剤を用いた場合の硬化剤量とゲル化時間との関係の例を第1図に示す。触媒量とゲル化時間のそれぞれ対数をとるとほぼ直線関係になる。これらの標準的なデータは各メーカーの資料に記載されているが、さらに詳細なデータを実際の作業条件の下で予備試験を行なっておくことが望ましい。

MEKPO-Co硬化剤系に第3の物質を加えると硬化の挙動は種々の影響を受ける。たとえばジメチルアニリン (DMA) のような物質を併用すると樹脂の硬化時間は著しく短くなり、またゲル化開始から硬化完了までの時間も短縮される。

MEKPO硬化系の促進剤として、Co以外の金属石けんの使用も可能であるが、一般に常温用としては適当でない。

過酸化ベンゾイル (BPO) とジメチルアニリン (DMA) の組合せによる硬化系も常温用として使われる。MEKPO-Co系に比べて水分の影響を受けにくいという特長があるが、片面硬化物の着色が大きく、耐候性が悪い、低温では硬化が不十分などの欠点があるので、MEKPO-Co系ほどには



実用化されていない。

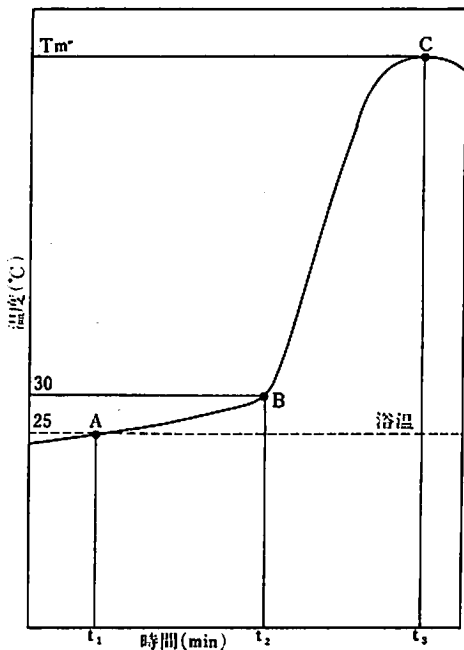
樹脂に有機過酸化物を加えて、その分解温度以上に加熱し、重合反応を行なわせることもできる。これを大きくわけて成形温度が60~100℃の中温硬化と、100℃以上の高温硬化とになり、中温硬化では促進剤が併用されることもある。

### 3.6.3 高温硬化特性と常温硬化特性

不飽和ポリエステル樹脂の硬化過程は、コントロールされた条件で硬化する樹脂の時間-温度曲線を描くことによって推定できる。

J I S K 6901 “液状不飽和ポリエステル樹脂試験法”では、樹脂の使用条件により高温硬化特性または常温硬化特性を試験するように規定している。高温硬化特性は浴温 80±0.5℃の恒温槽中で、常温硬化特性は浴温 25±0.5℃の恒温槽中で硬化発熱曲線を測定する。われわれに関係のあるのは常温硬化特性であるが、これは次のような方法で測定する。

液状ポリエステル樹脂50gを50mlビーカーに採取し、規定量の促進剤（たとえば6%ナフテン酸コバルトを樹脂量に対して0.5%）を加えて十分にかきまぜた後、25℃の恒温槽中に試料の表面が浴液面下約1cmに位置するように固定する。試料が25℃にな



第2図 常温硬化発熱曲線

ゲル化時間:  $t_g = t_2 - t_1$

最小硬化時間:  $t_c = t_3 - t_1$

最高発熱温度:  $T_m$

ったとき、規定量の硬化剤（たとえばメチルエチルケトンパーオキサイド60%溶液を樹脂量に対して1%）を加えてよくかきまぜ、25℃の恒温槽にセットした二重管の内管（18mm）に100mmまで試料を入れ、熱電対により温度を測って温度曲線を作成する。

試料に硬化剤を混合してから、試料の温度が30℃になるまでの時間をゲル化時間（分）とし、最高を示す温度になるまでの時間を最小硬化時間（分）とし、最高を示したときの温度を最高発熱温度（℃）とする。以上が発熱試験である。

J I Sには常温ゲル化試験の規定もある。50mlビーカーに50gの試料を採り、これに規定量の促進剤を加えて均一にかきまぜたのち、25℃の恒温槽に試料の表面が浴液面下約1cmになるように固定する。試料の温度が25℃になったとき規定量の硬化剤を加え、ただちにストップウォッチを始動すると同時に、浴に浸したまま30秒間ガラス棒でよくかきまぜ、均一にまぜ合わせて溶かす。

試料をほぼ1分間ごとにガラス棒で2回かきまわして、ガラス棒を引き上げてみる。流動性が少なくなるにしたがい、この操作を連続的にくりかえし、流動状態をみる。

ガラス棒に付着した試料が糸状に持ち上がらず、切断したときストップウォッチを止めて時間を読みとり、常温ゲル化時間とする。これが凝固法（またはビーカー法）である。

常温ゲル化時間をこの温度でのポットライフ（可使用時間）と呼んでいる。ポットライフは発熱法で計測したものと凝固法で計測したものととは一般に一致せず、特に大型成形用の低発熱性樹脂では、大巾に相異することがあるから確認する必要がある。

### 3.6.4 ゲル化時間と温度、硬化剤量

以上のようにJ I Sでは25℃における硬化特性を標準値と定めているが、硬化特性は温度により、また硬化剤系の添加量によって変化する。常温付近ではポットライフと触媒量、促進剤量、樹脂の温度との間に次の実験式が成立する。

$$\text{ポットライフ} = K \times [\text{触媒量}]^{-\frac{3}{4}} \times [\text{促進剤量}]^{-\frac{2}{3}} \times 10^{-\frac{t}{50}}$$

K: 樹脂によってきまる定数

硬化剤量: MEKPO %

促進剤量: ナフテン酸コバルト%

t: 温度℃

この式により温度が10℃高くなるとポットライフは約1/2になり、逆に10℃低くなると約2倍になることがわかる。温度が15℃以下になると上の式から計算される値よりポットライフは長くなり、硬化が進みにくくなる。最近では低温での硬化特性を改良した樹脂も生産されているが、運輸省の特殊基準では作業温度はいかなる場合にも、15℃以上を確保することを要求している。

### 3.6.5 硬化特性と重合禁止剤

樹脂の製造時に不飽和アルキッドとスチレンモノマーを混合する時、相当高温度で混合溶解するため、重合禁止剤を加えておかないと、すぐにゲル化してしまう。もしこの時ゲル化しなくとも、この重合禁止剤（安定剤）なしでは、たとえ冷暗所に保存しても数日間でゲル化してしまう。そこで貯蔵安定性を保証するため（冷暗所で3カ月ぐらい）にも必要である。しかも樹脂を硬化させようとする時には、反応をあまり阻害しないものでなければならない。

重合禁止剤（安定剤）は普通ハイドロキノンを使用する。

重合禁止剤は普通空気中の酸素の存在があって有効に作用する。そのため缶の中に樹脂を詰める時には一般に9割ぐらいの樹脂を入れ、空気層を空けてある。

重合禁止剤はまた硬化遅延剤として使用されることもある。重合防止剤のうち重合を完全に禁止するものを重合禁止剤という。触媒を添下すると、まず触媒は禁止剤を攻撃する誘導期間があり、そのあとで重合反応が進行する。重合を完全には禁止しないが重合速度を低下させるものを重合抑制剤という。これらを総称して重合禁止剤と呼んでいる。

性格の異なる2種以上の重合禁止剤を併用し、かつ硬化剤系との組合せを考えることによって、多種の作業条件に適した使い方ができるのであるが、これには専門的知識を必要とし、条件を厳格に守る必要があるので、現場での硬化遅延剤の添加は禁止されるべきである。

### 3.6.6 硬化特性と水分の影響

FRPの積層作業中に、未硬化のFRP表面に汗をたらすと、その汗の落ちた所だけ硬化しないことをよく経験する。一般に樹脂に水を加えると硬化速度が急激に低下し、ゲル化時間が長くなる。

市販の樹脂にはおよそ0.02~0.2%の水分を含有

している。樹脂を製造するとき、エステル化反応は200℃位の高温度で進行しているの、縮合反応によって発生した水はほとんど系外に出てしまう。またエステル化反応の最終時点で減圧するとエステル中の水は余分のグリコールと共に気化してほとんど残存しなくなる。このような製法その他の相異により樹脂中に含まれる水分はやや異った値を示す。そのため市販の樹脂は微量の水分を含んだ状態でゲル化時間、粘度等が調整されて出荷される。このような樹脂に何等かの原因により新たな水がはいると、硬化性ならびに硬化樹脂の物性に悪影響を与える。

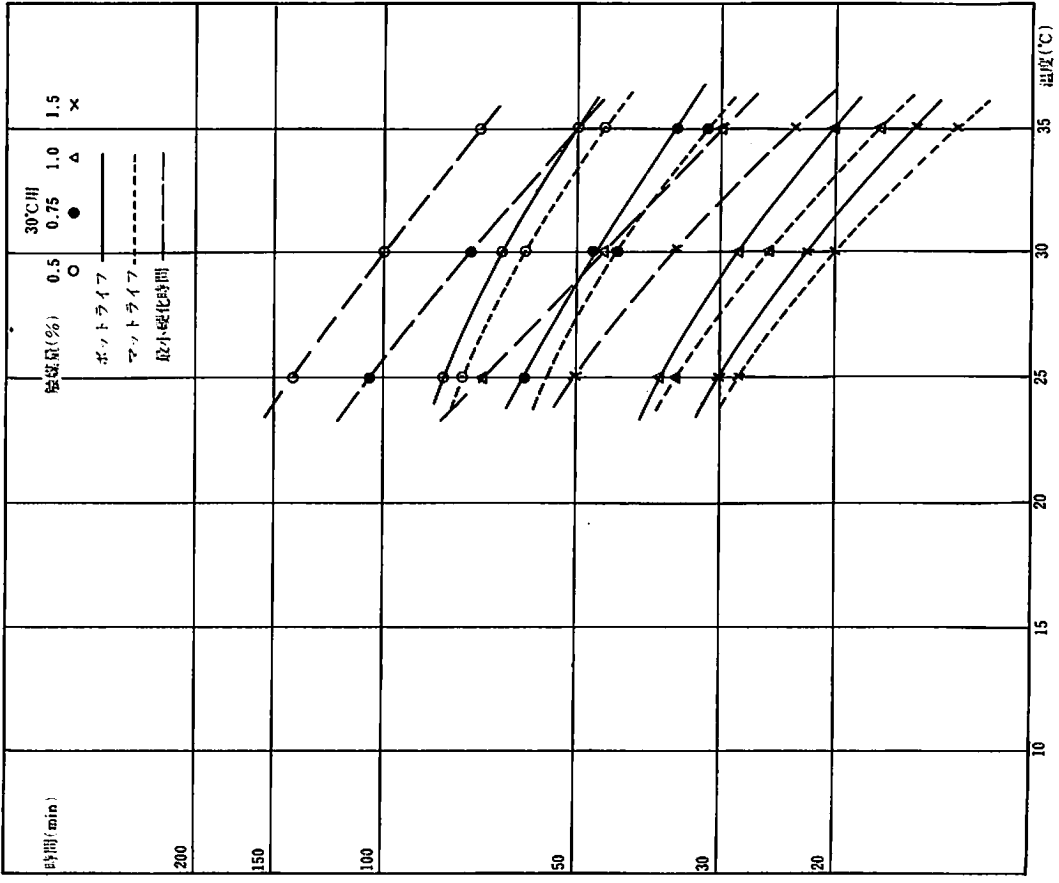
樹脂の種類、触媒、促進剤の種類や添加量の差により結果は異なるが、0.5%の水の添加で3~5倍ゲル化時間が遅くなった例がある。また1%の水の添加で4~10倍遅くなったという報告もある。いずれにしても樹脂に水が入ると、硬化が遅くなる点には注意しなければならない。

樹脂を高温度の空气中に放置すると樹脂が水を吸収する性質がある。樹脂をスプレーすると表面積が増加して空気中の水を吸収しやすくなるばかりでなく、スプレーによる樹脂の温度低下により結露を生じ、多量の水分を巻き込むことがある。この場合もスプレーガンの種類や樹脂の種類により差はあるが、一般に多湿時にスプレーを使用することは良くない。30℃相対湿度90%でスプレーした場合、最初に0.1%の水分であった樹脂が、スプレー後回収したときは0.6~1.0%まで含水率が増加した例がある。このような時には、ガラス繊維表面に吸着される水分も多くなるので、マットライフは大巾に遅くなり易い。

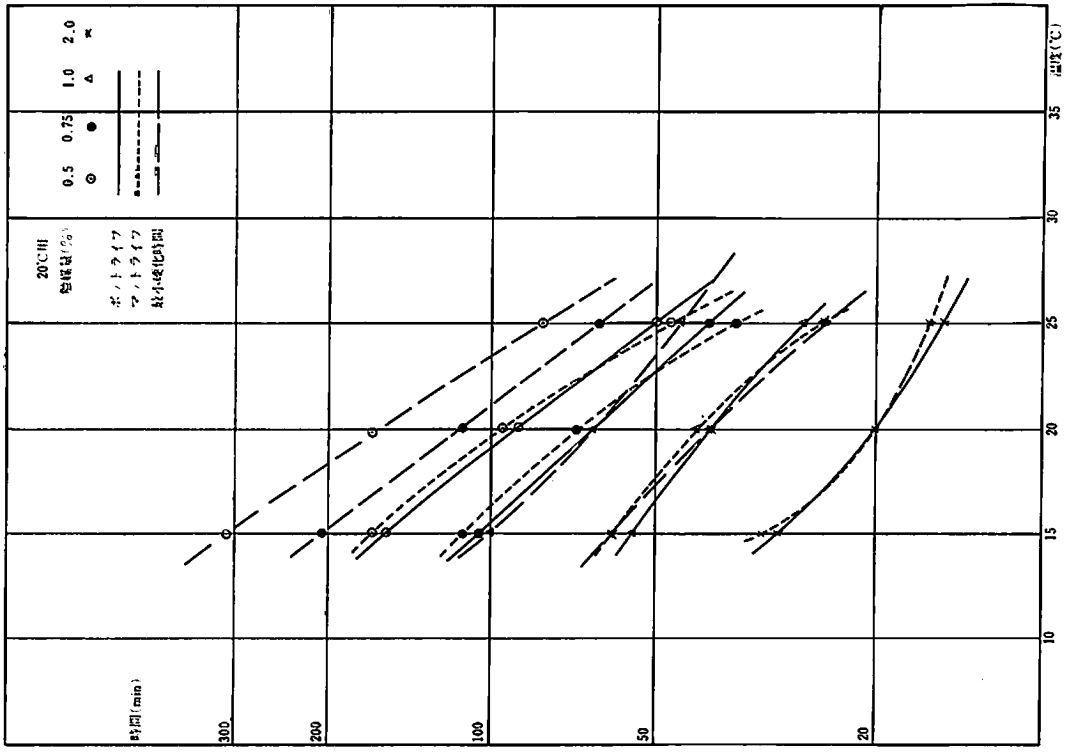
水は硬化特性に影響するだけでなく、硬化後の樹脂、FRPの強度にも影響を与える。樹脂中の水分の増加に伴って強度が単純に比例的に低下するのではなく、水分0.3~0.5%の範囲にFRPの強度の最高値が存在するという報告もあるが、いずれにしても多湿時の積層では、特にスプレーを使用するときには、このような範囲を越えて水分が混入するので、多湿時の樹脂の取扱や成形作業は十分に注意しなければならない。

### 3.6.7 積層時の硬化特性

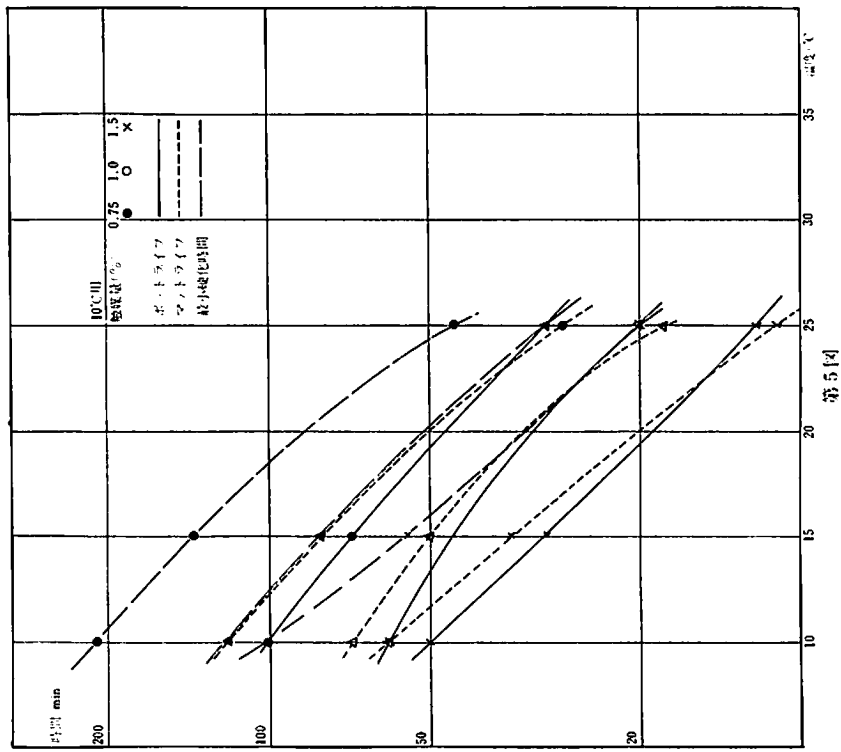
容器中のゲル化試験で得られる硬化特性は、硬化剤系を混合した樹脂単独の硬化特性として得られる値であるが、実際積層にはガラスマットやロービングクロス等のガラス繊維類に含浸させて硬化させるわけで、このときの硬化特性が作業管理上非常に大



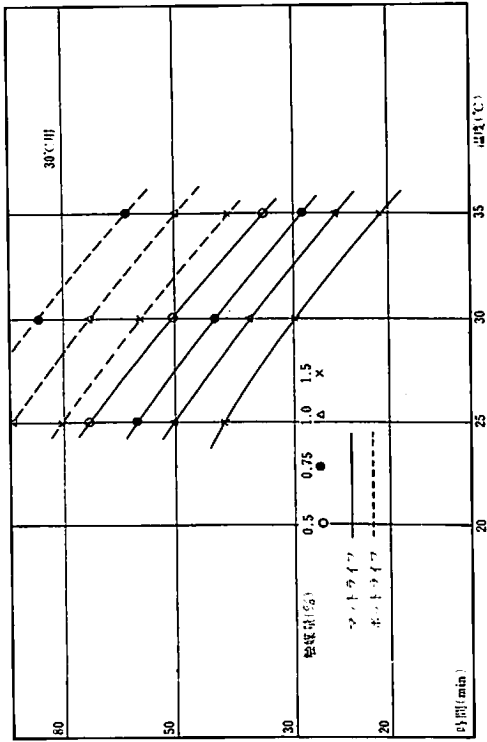
第3図



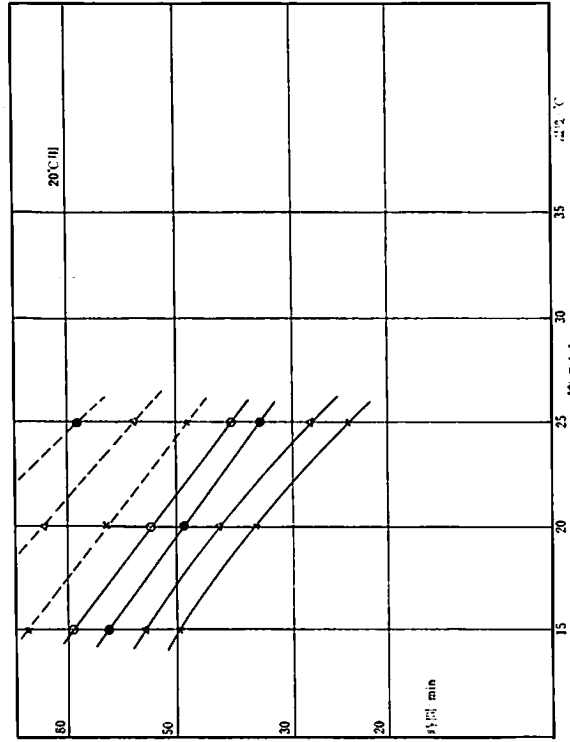
第4図



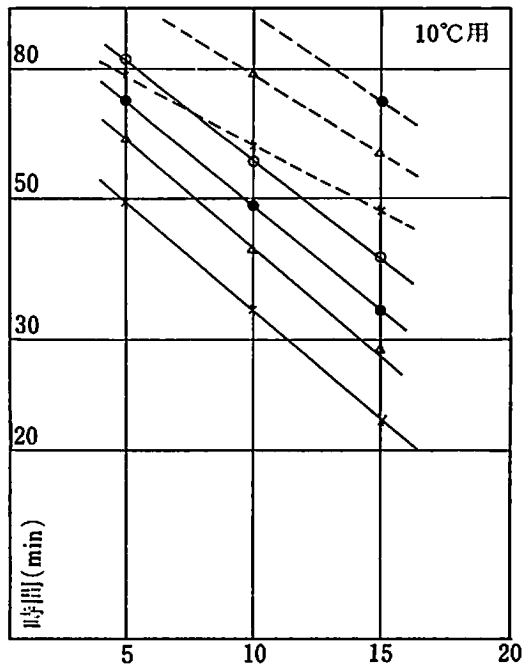
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図

切な特性である。この樹脂単独の可使時間（ポットライフ）と、基材に含浸させたときの積層限界時間（マットライフ）とは樹脂の種類、ガラス繊維基材の種類、またそれらの組合せにより相当異なるので建造者は積層計画立案にあたって是非、試験を行っておかねばならぬ。室温の相異によって異なるばかりでなく、ウェットオンウェットで同時に積層する厚さ、また成形型の質によっても熱発散が変わるので変化する。完全な作業管理を行なうには、小さくても作業現場の温度範囲に相当して温度管理のできる試作試験室が必要になる。

セロファンあるいはポリエチレンフィルムの上に使用しているガラス繊維基材を置き、触媒を添加した樹脂を含浸・脱泡操作を行なって放置し、一定時間間隔でヘラ等で積層面を押えてべたつき度合を時間を計りながら調べる。下のフィルムと一緒に折り曲げて見ると、べたつき度合や白化の線によってゲル化がわかる。これを温度、触媒量を変えて測定しておく。さらに硬化発熱温度、硬度の立ち上りなどを測定しておくといよい。これにより次層積層開始可能時間やウェットトリミング可能時間を知ることができる。

最少硬化前後においては通常FRP用に使用するパーコル硬さ計GYZ934-1では硬度計測できないので、パーコル硬さ計GYZ936というやわらかい物を測る硬さ計で計測する必要がある。これで測っ

て5~20の硬さのとき薄刃のナイフなどでウェットトリミングができる。

同一ベースレジン、30°C用、20°C用、10°C用に、促進剤、スチレンモノマー量等を調整し、触媒量と温度とを変えて、ポットライフ、マットライフ、最小硬化時間を計測した例を第3~5図に示す。また別の樹脂の例を第6~8図に示す。樹脂とガラス基材との組合せにより、ポットライフとマットライフとはあまり差の無いものもあるが、場合によっては2倍以上になるものもある。時間はいずれも触媒を混合した時点からのものである。

樹脂のみの場合と積層時との間に、硬化特性に相異の出る原因については確たる研究結論は無いが、経験的にはガラスの表面処理剤、バインダーと樹脂との相性の良否が硬化特性に影響を与えているといわれている。

非空気硬化性樹脂を用いて積層するとき、積層表面では空気中の酸素が触媒の分解生成物と結合して硬化をさまたげるので、表面のべとつきがなかなか消えず、これと次層の積層との架橋が可能な状態がしばらく続くのであるが、これも次第に接着強度が落ち、一昼夜もたつと初期の接着強度の95%程度にまで落ちるとされている。

これに砂ほこりやサンディングダストが付着することを考慮に入れると接着力の低下はさらに急速に進むものと考えなくてはならない。これは大型成形では重大な性質であり、次層の積層を24時間以内に完了しなければならないのはこのためである。

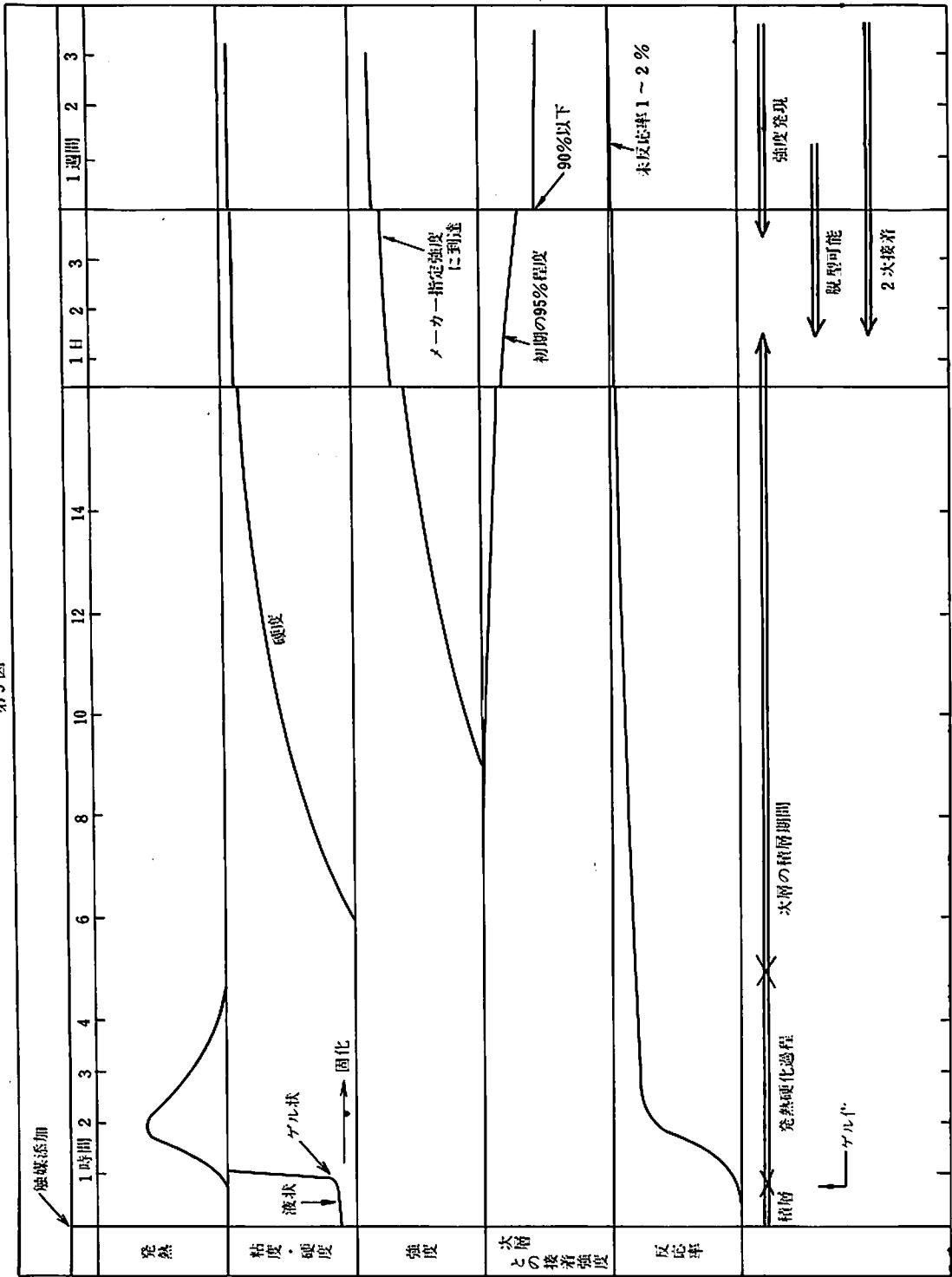
第9図はFRP成形における不飽和ポリエステル樹脂の硬化過程を模式的に示したものであって、ゲル化時間を50~60分とし、室温（25°C程度）のまま放置し、後硬化（加熱）などは行なわない場合を示す。

含浸・脱泡などの積層作業は、最初に塗布した樹脂が液状である時間帯に完了する。ゲル状の樹脂の上に新しい層を積層すると、新しく調合した樹脂は差支なく作業が進められても、ゲル状の樹脂に圧迫を与え、このとき破壊された架橋は再び結合することは無い。

まもなくローラ圧程度では損傷しない程度にまで架橋が進むが、発熱硬化過程に次層の積層を行えば、熱のため新しく調合された樹脂の硬化反応は速くなり、積層作業が完全に終了する以前にゲル化するおそれもある。

また場合によっては発熱反応中の樹脂層が厚くなり過ぎ、過熱による白化、亀裂などを生ずるおそれ

第9図



# 世界のFRP船トピックス



## ■ハンドレイアップからの脱出 (そのV) ——レジンインジェクション——

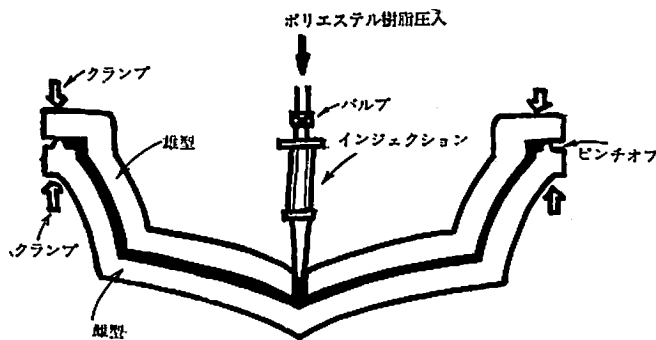
前号で紹介した20余年前のマーコ法は、近年に到って英国の Armshire Reinforced Plastics Ltd. によって改良されて Sas Process として開発され、脚光を浴びる成形法となっている。

さて、これら雌雄両型間にガラス繊維を先ず装填しておいて、この間に樹脂を吸い上げてFRP船殻を作る方法に対して、今度は樹脂を注入する方法が開発されている。この方法をレジンインジェクション法と言う。

図はレジンインジェクションの実施の態様図であるが、前号の吸引法の操作と同様に、雌雄両型のキャビティーにガラス繊維のみを装填して型を

閉じてクランプしておく。型の合せ目はピンチオフをおいて、樹脂の洩れや溢れ出しを防止しておくことが肝要である。注入した樹脂が型のキャビティー全体に都合よく行き渡り、ガラス繊維への含浸が万遍なく行なわれるように注入口の場所を選択して、ポンプあるいは圧縮空気で圧送された樹脂を型に注入する。樹脂がキャビティー内のガラス繊維に含浸して硬化した後、脱型することによってFRP成形物を得る。

レジンインジェクション法によって英国では30フィート級のセーリングクルーザーの船殻、フランスでは18~30フィートのボート船殻等すでに実績があり、欧米での実施例が増加しつつあり、注目すべきFRP船艇の建造テクニックの一つであることは間違いないところである。(百島祐忠・コンポジットシステム研究所)



レジンインジェクション法

もある。触媒添加10時間後あたりから次層との接着強度は低下しはじめ、完全に防じん管理された工場でも1日後には残存接着力は95%程度になる。管理良好な工場でも中1日置いて次層を積層した艇は衝撃により層間剝離を起しやすいという報告もある。

理想的に言えば3交代制により次層の積層は10時間以内に完了すべきであろうが、わが国の実情では困難が多いので、実行可能な範囲として24時間以内に次層の積層を完了するよう指導している。

(つづく)

### ■石播, IHI—BBC VTR 形排気ガスタービン過給機生産で5万台を達成

石川島播磨重工業は、ブラウン・ボベリ社（スイス）との技術提携によりディーゼル機関の高出力化を計る IHI—BBC VTR 形排気ガスタービン過給機を生産しているが、このほどこの種の過給機の国内生産累計5万台を達成した。

排気ガスタービン過給機は、漁船、フェリー、貨物船、タンカーなどの各種船舶の主・補機および陸上の発電機用として使用されているディーゼル機関に付設し、その排気エネルギーを活用した排気ガスタービンによってブロウ（コンプレッサ）を駆動し、エンジンのシリンダー内に燃焼用圧縮空気を送り込む装置であり、これによりエンジンの出力を大巾に向上させることができる。

同社では昭和33年、当時の飯野重工業（現・日立造船舞鶴工場）製7,200馬力船用ディーゼル機関用に1号機・VTR—630型を納入したのを皮切りに、以後過給機つきディーゼル機関の普及とともに製造実績をのばし、48年には累計30,000台を記録、このほど、その実績が50,000台に到達した。

なお排気ガスタービン過給機付ディーゼル機関には、

- ①無過給機関と同一回転数で機関出力を大巾（約300%）に増大させることができる
- ②機関の燃焼も良好となり、燃料消費率を低減できる
- ③船用では機関室が短かくでき、積荷容積を増すことができる。また陸用では建屋、据付基礎を小さくすることができる

などの特長があり、最近のディーゼル機関ではほとんど過給機が装備されるようになっている。

### ■巴式バタフライバルブ、米国特許権を取得

“バタフライバルブ”の専門メーカー 巴バルブ（本社・大阪）は、このほど同社製品「巴式バタフライバルブ」に関して米国で特許権を取得、日本国内でも実用新案権を取得することになった。さらに日米以外の世界42カ国にも特許出願中である。

今回、日本で取得の運びとなった実用新案は下記の3件であるが、米国特許はこの3件をまとめた形で取得したもの。

「バタフライバルブ・シートリングの“O”リング構造」（公告番号 昭52—3699）

バルブのシートリング（弾性の特殊ゴム製）内周面で、弁軸が貫通する部分に、“O”リングとそれを内装する“O”リングケースを設けた独特の構造。

ケースは金属性で弾性のシートリングに囲まれた状態で埋設され、弁とともにある程度自由に動き得るようになっているため、弁を組み立てる際も、自動調心作用が働いて弁板と弁軸はつねに密着、流体のモレを完全に防止する。

また剛体のケースを埋設することで、弁軸貫通部付近のシートリング厚みの均一性がはかられ、操作トルクの減少とすぐれた耐摩耗性を持っている。「バタフライバルブ・シートリングの耳部構造」（公告番号 昭52—3700）

バルブと配管フランジの間を密閉して、流体が管外にもれるのを防ぐのがシートリング耳部であるが、この耳部を従来の水平型から流れ方向の中心軸に対して傾斜させた独特の構造。

これによって、従来のシートリングでは避けられなかった弁板閉止時の、耳部の拡がりを解消することに成功したもので、配管ずみのパイプにバルブを装着する場合も、めくれを生じることなく、スムーズに挿入でき、装着後は完全なシール作用で流体のもれを防ぐことができる。

「バタフライバルブ・シートリングの中高構造」（公告番号 昭52—30600）

シートリング内面の中心部分を、円弧状に隆起させた独特の中高構造。

これによって、弁板の全閉時には、この中高部に弁板がきっちりとくい込んで密閉、流体のもれは完全に防止される。また、弁板が中高部以外のシートリング内面を圧接することがないため、操作性にすぐれるとともに、シート材の摩耗を防ぎ、すぐれた耐久性を持っている。

### ■第17回東京国際ボートショウが開催

恒例の東京国際ボートショウ（日本舟艇工業会主催・運輸省後援）は、3月17日から21日の5日間、東京・晴海の東京国際貿易センター東、西館で開催される。

今回の出品社は、日産自動車、西武自動車販売、ヤマハ発動機など52社（昨年55社）で、海外からはシンガポールが参加。



## 海外のNK専属検査員事務所 続々オープン

たびたびお知らせしているように、NKは国際船級協会として、海外の検査網拡充には並々ならぬ努力を払っているが、昨年の秋から今年の初めにかけて、次のような海外の専属検査員事務所の新規開設や昇格を行なった。

### ○ 釜山事務所

従来、北九州支部の所属であった同事務所を1月1日に独立させて下記の場所へ移転、所長に寺垣萬喜雄検査員を任命したほか、近く現地人1名を専属検査員に採用の予定である。

韓国釜山市東区草梁洞1147-13  
信東 Bldg. 101号室  
(電話：釜山 42-2436)

### ○ ロッテルダム事務所

昨年の12月1日、下記の場所に開設、同地におけるNKの嘱託検査員であった Johan W. Wichererts を専属検査員に任命した。

Nippon Kaiji Kyokai Rotterdam Office,  
"City House" Kruiskade 81,  
3012 EG Rotterdam, THE NETHERLANDS  
Tel. : 121156  
Telex : 27061 CLSNK NL  
Cable : CLASNIPPON

### ○ ニューオリンズ事務所

今年の1月3日、下記の場所に開発。ニューヨーク駐在の中西俊夫検査員を初代の駐在員に任命した。

Nippon Kaiji Kyokai New Orleans Office  
Room 1901, 19th floor,  
International Trade Mart Tower Bldg.,  
Canal Street and the Mississippi River,  
New Orleans, Louisiana, U. S. A.

Tel. : 504-522-7002

Telex : 8109515008 CLSNK NLN

以上のほかNKでは、中東のドバイにも近々専属検査員事務所を開設し、日本人検査員を常駐さす準備を進めている。

## 昭和52年来のNK船級船総量は 約4,700隻、5,700万総トン

造船不況が叫ばれ出してからすでに久しいが、NKの昨昭和52年の新規入級船はおかげをもって順調な伸びを見せ、同年末におけるNK船級船の総量は、4,699隻、56,961,244総トンとなった。

この総量のうち、外国船は53カ国の多きにまたがって2,643隻(56.2%)、21,447,473総トン(37.7%)で、国別ではパナマの1,020隻、シンガポール612隻、リベリア260隻、ギリシャ90隻などとなっている。

NK船級船隊の総トン数による国別上位ベストテンを示せば、別表のとおりとなる。

NK船級船隊(総トン数順)

昭和52年末現在

国名	隻数	総トン数
日本	2,056	35,513,771
パナマ	1,020	7,846,202
リベリア	260	6,995,040
シンガポール	612	3,502,149
ギリシャ	90	828,251
韓国	65	421,060
サウジアラビア	28	298,598
フィリピン	69	277,085
インドネシア	118	172,035
その他44カ国	363	859,564
計	4,699	56,961,244

1977年12月末現在の造船状況

日本海事協会

表1 建造中および建造契約済の船舶集計

〔国内船〕				
	貨物船	油槽船	その他	計
100～	* 14	17	59	90
499未満	** 6,107	6,321	15,963	28,391
500～	4	11	1	16
999	2,796	9,089	699	12,584
1,000～	3	2	2	7
1,999	5,997	3,790	3,540	13,327
2,000～	12	8	2	22
2,999	30,972	22,197	5,100	58,269
3,000～	11	3	2	16
4,999	45,323	11,000	6,350	62,673
5,000～	14	1		15
9,999	105,900	7,000		112,900
10,000～	34	1		35
19,999	431,750	14,700		446,450
20,000～	12	1		13
39,999	317,160	33,600		350,760
40,000～		2		2
59,999		107,700		107,700
60,000～	4			4
99,999	302,000			302,000
100,000～	1			1
149,999	129,500			129,500
150,000～				
199,999				
200,000～				
計	109 1,377,505	46 215,397	66 31,652	221 1,624,554
〔輸出船〕				
100～	10		29	39
499未満	4,990		7,332	12,322
500～	5	1	1	7
999	4,562	995	920	6,477
1,000～	11	2	6	19
1,999	17,093	3,549	8,200	28,842
2,000～	7		3	10
2,999	17,289		7,235	24,524
3,000～	26	3	3	32
4,999	107,026	13,600	9,800	130,426
5,000～	66	1	1	68
9,999	507,760	7,700	5,000	520,460
10,000～	251	3		254
19,999	3,428,598	57,300		3,485,898
20,000～	59	13		72
39,999	1,598,500	386,300		1,984,800
40,000～	14	15		29
59,999	638,500	663,200		1,301,700
60,000～	2	2		4
99,999	124,300	186,000		310,300
100,000～		3		3
149,999		400,000		400,000
150,000～				
199,999				
200,000～		5		5
計	451 6,448,618	48 2,747,844	43 38,487	542 9,234,949
総計	560 7,826,123	94 2,963,241	109 70,139	763 10,859,503

備考 \*…隻数 \*\*…総トン数

表2 竣工船舶総計

〔国内船〕				
	貨物船	油槽船	その他	計
100～	* 50	50	124	224
499未満	** 19,711	20,516	32,128	72,355
500～	16	44	10	70
999	11,749	35,246	7,922	54,917
1,000～	6	8	1	15
1,999	9,285	11,963	1,524	22,772
2,000～	7	10	1	18
2,999	18,484	23,710	2,445	44,639
3,000～	13	6	2	21
4,999	54,865	23,045	9,027	86,937
5,000～	14	3		17
9,999	120,694	22,930		143,624
10,000～	76	1	1	78
19,999	950,022	17,040	10,475	977,537
20,000～	7			7
39,999	209,604			209,604
40,000～	1			1
59,999	50,722			50,722
60,000～	1			1
99,999	74,943			74,943
100,000～		2		2
149,999		245,725		245,725
150,000～				
199,999				
200,000～				
計	191 1,520,079	124 400,175	139 63,521	454 1,983,775
〔輸出船〕				
100～	14		29	43
499未満	6,337		7,988	14,325
500～	23	2	6	31
999	21,392	1,687	4,760	27,839
1,000～	5		7	12
1,999	7,999		8,500	16,499
2,000～	3			3
2,999	8,084			8,084
3,000～	64	2	1	67
4,999	260,054	7,312	3,000	270,366
5,000～	90	1	4	95
9,999	704,343	5,704	28,478	738,525
10,000～	229	5		234
19,999	3,342,110	87,200		3,429,310
20,000～	67	3		70
39,999	1,887,657	98,793		1,986,450
40,000～	3	5		8
59,999	124,812	233,984		358,796
60,000～	7	11		18
99,999	495,976	736,215		1,232,191
100,000～		5		5
149,999		672,856		672,856
150,000～		4		4
199,999		745,893		745,893
200,000～		7		7
計	505 6,858,764	45 4,104,644	47 52,726	597 11,016,134
総計	696 8,378,843	169 4,504,819	186 116,247	1,051 12,999,909

表3 表1による建造中船舶の建造工場別表

造 船 所	隻数	総トン数	造 船 所	隻数	総トン数	造 船 所	隻数	総トン数
浅 川	6	18,999	岩 城	2	4,990	三 菱(横 浜)	7	153,700
粟 津	2	2,200	鹿 児 島	8	17,045	三 井(千 葉)	34	1,436,800
永 宝	3	3,397	金 川	8	2,125	" (藤永田)	6	73,225
福 岡	4	33,270	金 指	1	15,200	" (玉 野)	15	202,600
芸 備	3	7,848	" (貝 島)	4	10,062	三 浦	7	3,174
強 力	3	852	" (豊 橋)	12	210,466	三 好	1	4,800
伯 方	2	2,498	金 輪	6	70,800	村 上 秀	2	1,498
函 館	11	163,200	神 田	6	57,800	長 崎	8	1,381
" (室 蘭)	3	48,800	因 門	4	740	内 海(瀬戸田)	5	70,400
波 止 浜	5	20,498	神 例	2	1,149	" (田 熊)	7	8,229
" (多度津)	5	129,590	笠 戸	6	91,300	中 村(柳 井)	3	543
橋 本	6	2,994	川 崎	9	167,700	名 村(伊万里)	8	115,500
" (協業組合)	1	1,600	" (坂 出)	15	839,800	" (大 阪)	2	26,300
林 兼(下 関)	8	83,850	警 固 屋	2	9,998	橋 崎	7	78,200
" (長 崎)	10	84,050	岸 上	4	9,996	新 潟	6	9,703
" (横須賀)	7	1,200	高 知	11	72,252	日 本 海	4	48,000
檜 垣	3	9,389	高 知 県	1	3,990	鋼 管(清 水)	10	141,700
日 立(有 明)	10	365,100	幸 陽	17	319,400	" ( 津 )	4	165,300
" (因 島)	9	260,400	熊 本	1	920	" (鶴 見)	9	180,010
" (舞 鶴)	6	80,500	栗 之 浦	2	2,699	西	3	13,300
" (向 島)	6	96,700	来 島	7	97,000	西 井	2	6,996
" ( 堺 )	13	356,300	" (波止浜)	4	22,100	日 室 松 浦	3	2,997
本 田	7	11,896	旭 洋	1	12,500	岡 山	1	3,990
市 川	3	5,453	" (彦 島)	1	999	尾 道	7	127,180
今 治	10	74,600	馬 刀 湯	1	699	大 阪	6	84,500
" (丸 亀)	7	139,700	松 浦 鉄 工	1	290	大 島 船 渠	1	3,800
今 井	1	1,590	松 浦	1	499	大 島 造 船	8	64,850
今 村	3	1,128	三 重	4	38,300	大 浦	1	199
石 播(相 生)	31	518,400	三 保	20	30,178	相 模	1	199
" (知 多)	12	263,500	南 日 本 下 江	5	46,000	佐 野 安	4	68,800
" ( 呉 )	12	196,800	三 菱(広 島)	7	65,500	" (水 島)	7	182,000
" (東 京)	7	81,320	" (神 戸)	8	110,900	讚 岐	1	299
" (横 浜)	12	145,900	" (長 崎)	20	490,832	山 陽	1	995
石 川 島 化 工	6	15,550	" (下 関)	7	65,085	佐 々 木	6	4,294

佐世保	6	96,500	徳島	1	197	若松	3	866
瀬戸内	4	29,700	徳島・産業	7	9,739	和歌山	1	866
四国	3	11,649	東和	5	11,198	渡辺	3	13,900
下田	6	14,587	常石	11	118,800	山中	2	1,498
新山本	4	52,400	字部	1	2,300	山西	2	12,940
住友(追浜)	12	723,800	内田	3	878	横浜ヨット	7	1,193
“(浦賀)	5	143,900	字品	3	16,950	横浜	2	540
鈴木	1	170	字野	1	499	吉浦	2	706
大平	4	22,999	白杵(佐伯)	7	100,300			
寺岡	2	2,400	“(白杵)	5	8,483			
東北	3	25,099	字和島	5	30,598	総計	763	10,859,503

表4 表1による主機関の製造工場別表

[ディーゼル]

工場名	台数	馬力			
赤坂鉄工	42	178,500	三菱(長崎)	1	27,000
キャタピラー三菱	3	2,359	“(名古屋)	1	750
ダイハツディーゼル	30	48,540	“(横浜)	11	168,000
富士ディーゼル	13	20,750	三井(玉野)	109	1,320,980
阪神内燃機	46	111,700	新潟鉄工	55	117,250
日立(因島)	11	72,010	鋼管(鶴見)	26	201,030
“(舞鶴)	7	93,900	住吉ディーゼル	1	360
“(桜島)	54	744,900	住友(玉島)	39	552,750
池貝鉄工	2	2,200	字部鉄工	8	80,000
石播(相生)	128	1,179,530	ヤンマーディーゼル	18	13,380
“(東京)	1	5,120	計	759	6,528,559
いすゞ自動車	2	760			
伊藤鉄工	3	25,200			
川崎(神戸)	48	557,680			
神戸発動機	24	150,100			
榎田鉄工	12	41,300			
松井鉄工	7	28,770			
三菱(神戸)	57	783,740			

[タービン]					
石播(東京)	1	40,000			
川崎(神戸)	4	171,000			
住友(玉島)	2	88,000			
東洋タービン	2	81,000			
計	9	380,000			

受注

●三井、中国向け物理探査船を2隻

三井造船は中華人民共和国機械進出口総公司から物理探査船(中国呼称名:地球物理勘探船)を2隻受注した。同船はエア・ガンとストリーマーケーブルによる音波探査を主体とし、磁力探査その他の探査を行なうもので測線維持、エア・ガン発射タイミング制御のための総合自動航法装置を搭載する。総トン数約1,500トン、主機は中速ギヤードディーゼルMCO2,100PS×2基、速力15ノットで定員は51名。納期は第1船が本年12月末、第2船54年2月末。

●鋼管、デンマーク船主とRO/RO船4隻を仮契約

日本鋼管はデンマーク船主DFDSと7,950重量トン型RO/RO船4隻の仮契約に調印した。納期は第1船が54年第1・4半期、以下3~4月ごとに引渡すことになっている。主機はB&Wの低速ディーゼルで出力8,000馬力。鋼管はこの受注にあたって、まザリベリアに船舶保有会社を新設、それに4隻とも保有させたいDFDSに5年間用船に出し、用船契約が切れたあとDFDSがあらためて日本鋼管から買取るといふ新しい輸出方式を採用した。

●佐野安が台湾船主向けバルクキャリア2隻内定

佐野安船渠は台湾船主チャー・シン・ナビゲーション(嘉新海運)と16,000重量トン型バルクキャリア2隻の建造について新しく契約調印する。納期は53年末から54年初頭の子定。

●三重造船、米国向けコンテナ船2隻内定

三重造船は米国シーランドサービスと韓国船主・大進海運の合弁会社ワールドフィーター・シップスと12,800重量トン型フルコンテナ船2隻の追加新造を内定した。三重造船は目下再建努力中だが、この2隻を正式契約すれば来年春までの工事量が確保できる。同船はすでに受注している2隻と同型で40フィート換算でコンテナ375個積み。

●日立が日本船舶から冷蔵船2隻

日立造船は日本船舶から8,450重量トン型冷蔵船を2隻受注した。1隻を舞鶴工場で建造(納期54年1月)、1隻は内海造船で建造(納期53年12月)する。主機関IHI10PC4V15,000馬力を搭載、速力20ノット。

●巡視船5隻、川重など5社に1隻ずつ

海上保安庁は52年度補正予算で建造する1,000トン型巡視船5隻を入札の結果、川崎重工、三菱重工、佐世保重工、住友重機械、三井造船で建造することに決定した。納期は11月末。この巡視船は排水トン数1,200トンで主機関は4サイクルディーゼル3,500馬力2基を搭載、速力20ノット。定員41名で40ミリ機関砲1基と20ミリ機銃1基を装備する。

●内海造船、チュニジアから鉱石運搬船を2隻

内海造船はチュニジアから経済協力ベースで鉱石運搬船を2隻受注した。8,400重量トンで主機関は日立B&W8K45GF7,050馬力、速力17.1ノット。納期は54年3月末と6月末。

●石播、海保庁のヘリ搭載巡視船を落札

石川島播磨重工は、海上保安庁が52年度補正予算で建造する3,200総トンのヘリコプター搭載型巡視船を競争入札の結果、落札した。納期は54年4月28日。同船は3,700排水トン、主機7,800馬力2基で速力21.5ノット、乗員71名。

●赤阪鉄工、シンガポール向け主機10台

赤阪鉄工は日商岩井の関係会社国際マリンを通じて、シンガポール・シップビルディング・アンド・エンジニアリングから4,200重量トン型貨物船10隻に搭載する主機関10台をはじめ発電機など一式を受注した。納期は今年央。主機の型式は赤阪の6UET45/80D型4,500馬力。

●鹿児島ドック、ベネズエラからセメント船

鹿児島ドック鉄工はベネズエラのメンドーサグループのセメント部門会社トランスポア・インダストリアルS・Aから6,500重量トン型セメント専用船1隻を受注した。納期は今年10月中旬の子定。主機はディーゼル2,100馬力2基を搭載、航海速力13.1ノット。

●川重、レイフ・ホーフと貨物船4隻

川崎重工はノルウェーのレイフ・ホーフから20,000重量トン型多目的貨物船2隻と44,000重量トン型バルクキャリア2隻あわせて4隻の新造船を受注した。この4隻は川重が48年12月レイフ・ホーフから受注したLNG船の納期が約3カ年延期され55年末となったため、これによって生ずるアイドル防止のために発注された。20,000重量トン型は主機関川崎MAN15,200馬力で速力18.4ノット。納期は54年4~5月と同6~7月。44,000重量トン型は主機

関川崎MAN15,200馬力、速力17.2ノットで納期は54年6月と8月。

## ●金指、アルジェリア向け貨物船を4隻

金指造船はアルジェリアの国営海運CNAN向け貨物船を4隻一括受注した。これは川鉄物産とのジョイント契約で船型は11,910重量トン型ツイン・デッキタイプで納期は53年10月、11月、12月および55年2月。主機は三井B & W 8 L45G F型7,050馬力、航海速力14.4ノット。なお荷役装置として100トン吊りデリック（シユトルケン製）1基のほか12.5トン型ダブルクレーン2基、5トン型（3ギヤング）が装備される。

## ●東北造、新和海運の仕組船を1隻

東北造船は新和海運とインドネシア船主の合弁で経営する現地法人からリベリアまたはパナマ置籍の仕組船を受注。これは8,500重量トン型木材船で、納期は53年9月の予定。主機関は鋼管12PC 2—2 V型5,000馬力で航海速力13.0ノット。

## ●石播、BHPからバルクキャリアを1隻

石川島播磨重工は奈州のBHPから107,000重量トン型バルクキャリアの受注を内定した。納期は54年4月。主機は石播スルザー23,450馬力で速力15ノット。

## ●常石、カーフェリー4隻の主機換装

常石造船は関西汽船と加藤汽船（本社・神戸市）から2,800総トン級カーフェリー各2隻、合計4隻の主機換装工事を受注した。内訳は関汽が「生駒丸」と「六甲丸」、加藤汽船が「こんびら」、「りっ」とん」で、いずれも8年前、日本鋼管で建造された。工事内容は現在4隻に搭載されているダイハツディーゼル1,600馬力4基2軸（1隻当り）を同じダイハツ2,500馬力4基2軸に換装、スピードアップをはかり航行時間の短縮を目指す。工期は関汽向けが2月8日から3月末、加藤汽船向けが5月9日から7月6日まで。

## ●三井、ブラジル向けジャケット・バージ

三井造船はブラジルのペトロプラスから8,000トン型ジャケット・ランチング・バージ1隻を受注した。納期は今年7月上旬。このバージは23,000重量トン、19,000総トンで海底油田掘削用の8,000トンまでのジャケットを積載できる。

## ●大阪造、香港船主から9千重量トン型貨物船

大阪造船は香港系船主インターナショナル・マリ

タイム・キャリアーズから9,100重量トン型貨物船を受注した。納期は53年8月末。同船にはさらに1隻追加のオプションがついている模様。主要目は6,550総トン、主機関はB & W 5,300馬力（メーカーは未定）で公試速力15.3ノット。

## ●石播、第3港湾建設局から油回収兼清掃船

石川島播磨重工は第三港湾建設局から390総トンの油回収兼ゴミ清掃船1隻を受注した。納期は54年1月末。主機関1,200馬力×2基、航海速力13ノット以上。

## 開発・完成

### ●阪神、船用機器開発協と省エネルギー機関を開発

阪神内燃機工業と日本船用機器開発協会は今年から2年計画で、在来型機関に比べ燃料消費を10%節減できる省エネルギー型の2,200馬力低速4サイクルディーゼルエンジンの実用化に着手する。この種の省エネルギー技術開発はわが国で初めてのケース。この技術開発は阪神がすでに出力9,000馬力で実用化している低速2段過給式の技術をベースに出力2,200馬力で毎時馬力あたり燃料消費を在来型（シリンダ径300～350ミリ）の平均156～160グラムに対し145～148グラムにまで下げることを目指している。

### ●石播、省エネルギータンカー第1船

石川島播磨重工は、同社建造タンカーとしては、初めて主機関に中速ディーゼル機関を搭載するなど大幅な燃費の節約をはかり、省エネルギー船として開発した59,000重量トンタンカーを完成した。同船の主機関はIHI—S. E. M. T. PC型中速機関で、この他毎分85回転という低回転の可変ピッチプロペラの採用で推進効率の向上を図り、また発電装置としては主機関の減速装置に組込まれた発電機駆動歯車と主発電機およびバックアップ用ディーゼル発電設備を串型に配置し、発電機の出入港時のバックアップディーゼル機関駆動と通常航走時の主機駆動の相互切替を極めて容易にしている。このバックアップディーゼル機関の使用時間の減少によるA重油消費の削減と保守時間の削減を図っている。またこのバックアップディーゼル機関として使用できる。（前号参照）

### ●船用機器開発協コンクリートバージ

日本船用機器開発協会は大成建設と共同で開発をすすめてきたコンクリートバージ“C—BOAT 500”を完成、東京港にある船の科学館で披露した。

このページのLBDDは37.0×9.0×3.1×2.6m、積載重量500トン、航行区域は平水区域で、非自航だが航行速度は6ノット。

●三菱、新型船用積付計算機

三菱重工は従来のデスク型を机上型に改良した「新型三菱船用積付計算機」の販売を始めた。デスク型は記録計がオプションであったが、新型機はこれを内蔵、しかも重量は半分になっている。この機械1台で数隻分の計算が可能で使用条件も、船舶内の苛酷な温度・湿度および振動衝撃にも耐える構造であると同社では説明している。

●福島製作所、高油圧式甲板機械分野へ

福島製作所は営業分野の拡大を図るため西ドイツのコックス社と新型高油圧式ポンプユニットなどの製造に関する技術提携を結んだ。コックス社から技術導入したのは可変容量型の油圧ポンプ、モーターを用いた「セントラルシステム・オブ・ハイドロリック」(CSH)と呼ばれる技術。

●三菱、「FPP軸発電機システム」

三菱重工は船舶の省エネルギー運搬コストの節減の一環として固定ピッチプロペラを持つ船の主軸で駆動する「固定ピッチプロペラ式主軸駆動交流発電機システム」の開発に成功した。

このシステム(略称FPP軸発電システム)の利点は、1)通常航海中に発電に要する燃料を発電機エンジン専用の高価なディーゼル油から主機用の安い重油に置換することで燃料費が節減できる。2)航海中の機関部オペレーションが簡易化できる。3)発電機エンジン1台を減らすことができ、また航海中に発電機のエンジンを運転する必要がない、などという。

技術提携ほか

●鋼管がLPG船のタンク建造で技術導入

日本鋼管はフランスのテクニガス社と独立タンク方式によるLPG船の建造について技術援助契約を結び、政府の許可がおり次第、正式調印の予定である。契約は液化石油ガス(LPG)および液化アンモニアガス(NH<sub>3</sub>)輸送用の貨物タンク部の設計と建造に関するもので、導入するタンク方式はシングルハルとダブルハルの独立タンク。内容はシングルハル方式がタンク材料に低温用鋼材、防熱材にポリウレタン・フォームを使ったもの。またダブルハル方式はタンク材料が低温用鋼材、防熱材がパーライ

トである。両方式ともタンクは堅木の台上に熱による伸縮を考慮して固定され、さらにフローティング・ショックを備えている。この方式の導入はわが国では日本鋼管が初めて。

●日立、アタカ工業を取得し業務提携

日立造船は最近、ユージー工業が保有するアタカ工業の株式を取得(発行済株数の22.14%)し、アタカ工業をグループの一員とするとともに、社長のほか役員2名、監査役1名の計4名を派遣することになり、アタカ工業はこのため3月末に臨時株主総会を開く。

機構改革

●住友重機が機構改革

1月1日付

- 1) 浦賀造船所に艦艇部を新設する。同部は設計グループおよび建造グループをもって構成する。
- 2) 追浜造船所の総務部および工務部を廃止し、業務部を設置し、営業課、検査課および庶務課をもって構成する。

2月1日付

- 1) 機械本部にプラント事業本部を新設し、その下に管理部、プロジェクト室、化工機部、環境装置部、建設部および品質保証部をもって構成。これに伴って機械本部内のエンジニアリング事業部、工事事業部およびATR品質保証部は解消する。
- 2) 機械本部技術部を技術開発本部開発企画室に移管する。
- 3) 機械営業本部の東京商務部と大阪商務部を統合し商務部とする。
- 4) 機械営業本部の東京化工機営業部を東京プラント第一営業部に、東京環境装置営業部を東京プラント第二営業部に、また同本部の大阪化工機営業部と大阪環境装置営業部を統合し大阪プラント営業部とする。
- 5) 国際本部にプラント貿易部を新設するとともに従来の機械貿易室、精機貿易部および建機貿易部を改組し、産機貿易部、運搬機貿易部、機器貿易部、精機貿易部、建機貿易部およびマリオン貿易部とする。
- 6) 機械本部玉島製造所第一技術部、第二技術部および回転機械部を廃止し、新たに設計部を設置する。
- 7) 機械本部の橋梁鉄構事業部およびプラスチック機械事業部を同本部より分離独立させ社長直轄とする。

# 竣工船一覽

## The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① ASIA TIGER	② THEODOROS	③ AMERIKA
所有者 Owners	相模船舶(Sagami Senpaku)	Freedom Shipping	Dafra Shipping
造船所 Ship builder	四国ドック(Shikoku)	石播相生(I.H.I.)	三井玉野(Mitsui)
船級 Class	NK	AB	LR
進水・竣工 Launching・Delivery	77/7・77/11	77/4・77/7	77/8・77/11
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨(Cargo)・遠洋	貨(Cargo)・遠洋	貨(Cargo)・遠洋
G/T・N/T	4,525.39/2,711.62	9,794.30/5,952.00	14,544.57/9,103.28
LOA(全長:m)	110.42	143.402	165.000
LBP(垂線間長:m)	101.90	134.112	155.000
B(型幅:m)	17.20	19.812	26.000
D(型深:m)	8.70	12.344	14.100
d(満載吃水:m)	7.097	—	10.470 (EXT.)
満載排水量 Full load Displacement	9,694.5	—	31,055
軽貨排水量(約) light Weight	2,329.6	—	9,262
載貨重量 L/T Dead Weight	7,248	14,874	21,450
K/T	7,364.9	15,113	21,793
貨物倉容積Capacity (ベール/グリーン:m <sup>3</sup> )	9,088.3/9,472.8	19,008.5/20,160.6	28,303.1/29,712.4
主機型式/製造所 Main Engine	神発6 UET45/80D	IHI-SEMT12PC2V型	三井-B&W DE8L67GF
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	4,500/230	5,130/500	15,000/119
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	3,825/218	4,540/480	13,600/115
燃料消費量 Fuel Consumption	14.8t/d	17.9t/d	約50.7t/d
航続距離(海里) Cruising Range	11,000	19,000	約14,500
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	15.72	16.15	19.63
航海速度 Service Speed	13.00	13.6	17.6
ボイラー(主/補) Boiler	7 kg/cm <sup>2</sup>	Vertical型煙管式	船用水管堅型、廃油焼却付
発電機(出力×台数) Generator	300ps×1, 200rpm×2	AC450V×200KW×2	ダイハツ8 PSHTc-26D 760KW×3
貨油倉容積(m <sup>3</sup> )COT	—	—	1,038.4
淡水倉容積(m <sup>3</sup> )FWT	589.2	174.2	256.4
燃料油倉容積(m <sup>3</sup> )FOT	558.9	1,355.8	1,824.0
特殊設備・特徴他	—	—	—

\* 編集部調べ



④ COURT LADY

Ventaic Shipping

常石 (Tsuneishi)

NK

77 / 9 · 77 / 10

ばら積(Bulk) · 遠洋

9,783.94 / 6,911.53

146.00

138.00

22.30

12.45

9.259

22,530

4,761

17,769

\*18,054

21,787.6 / 22,473.8

IHI12PC 2-5 V

7,800 / 520

7,020 / 502

25.1t/d

15,300

17.44

14.30

コンボジット型1000 /  
12,000kg/h  
360KW × 2

145.2

1,250.3

①



②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ SILVER STAR	⑥ KEIYO	⑦ FAIRWAY
所有者 Owners	大一船舶 (Daiichi Senpaku)	恵洋汽船 (Keiyo Kisen)	Fairway Shipping
造船所 Ship builder	今治 (Imabari)	今治 (Imabari)	今治(丸尾) (Imabari)
船級 Class	NK, NS*, MNS*	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	77/10・77/12	77/7・77/9	77/10・77/12
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨(Cargo)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	10,376.85/6,818.42	10,378.68/6,818.42	13,257.11/9,771.55
LOA(全長:m)	146.68	146.68	159.826
LBP(垂線間長:m)	136.00	136.00	150.00
B(型幅:m)	22.86	22.86	24.60
D(型深:m)	12.20	12.20	13.60
d(満載吃水:m)	9.054	9.054	9.953
満載排水量 Full load Displacement	22,293	22,293	29,684
軽貨排水量(約) light Weight	—	* 4,941	5,906
載貨重量 L/T Dead Weight	—	*17,352	*23,403
K/T	17,635	17,630	23,778
貨物倉容積Capacity (ベール/クレーン:m <sup>3</sup> )	21,665.17/22,585.23	21,665.17/22,585.23	29,689.16/31,000.20
主機型式/製造所 Main Engine	日立B&W 6L55GF	日立B&W 6L55GF	三菱Sulzer 6RND68
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	8,040/150	8,040/150	9,900/150
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	7,320/145	7,320/145	8,910/145
燃料消費量 Fuel Consumption	158.20g/ps/h(9,800 Kcal/kg)	158.20g/ps/h	33t/d
航続距離(海里) Cruising Range	13,500	13,500	11,700
試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed	16.973	16.963	17.063
航海速力 Service Speed	14.1	14.1	14.5
ボイラー(主/補) Boiler	排ガス併用横煙管式 釜ボイラー7.0kg/cm <sup>2</sup>	横煙管式7.0kg/cm <sup>2</sup>	コ克蘭コンポジット 型7.0kg/cm <sup>2</sup>
発電機(出力×台数) Generator	400KVA, 320KW× 900rpm×2	400KVA×2	400KVA×2
貨油倉容積(m <sup>3</sup> )COT	—	—	—
淡水倉容積(m <sup>3</sup> )FWT	404.67	404.67	428.84
燃料油倉容積(m <sup>3</sup> )FOI	1,369.18	7,368.18	1,422.88
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑧ MYKALI II

Metropolitan Seaboard

日立・大阪(Hitachi)

A B S

77/4・77/12

ばら積(Bulk)・遠洋

16,266.76/10,785

173.04

164.00

22.80

14.75

10.630

32,842

\* 6,532

26,414

\* 26,837

—/37,556.5

日立-B&W8K62EF

10,770/144

9,800/140

39.0t/d

14,769

17,549

14.9

／日立フレミング  
475KVA, AC450V,  
60Hz720rpm×3

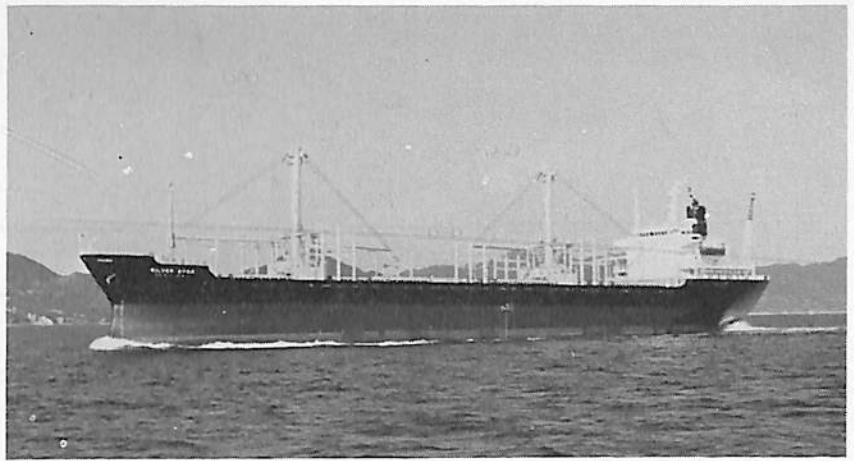
—

—

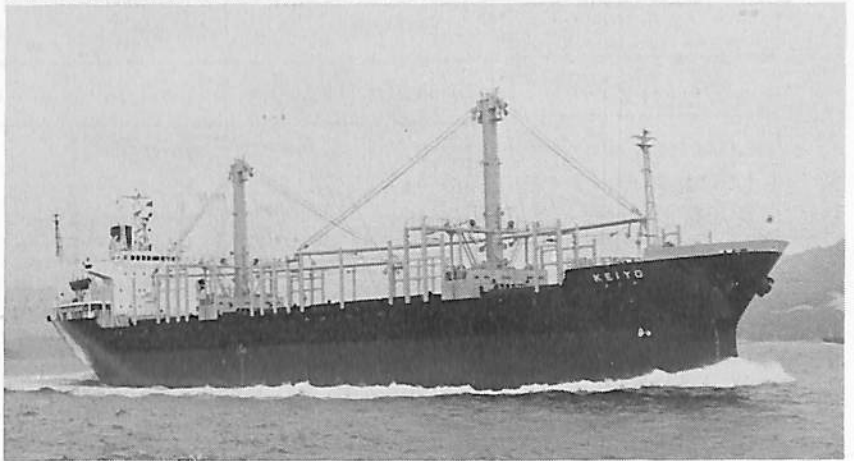
1,806.6

—

⑤



⑥



⑦



⑧



船名 Name of Ship	⑨ ARCTIC SKOU	⑩ SEIDAI MARU	⑪ MARIA TOPIC
所有者 Owners	Ove Skov Federiaktieselskab	新成 SHIPPING	Topal Navigation
造船所 Ship builder	鋼管鶴見 (NKK)	今治(丸亀)(Imabari)	石播相生 (I.H.I.)
船級 Class	L R	NK	L R
進水・竣工 Launching・Delivery	77/5・77/9	77/9・77/11	77/9・77/11
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	16,644.29/11,267.38	17,823.15/11,021.48	19,813.19/13,284.13
LOA(全長:m)	178.20	175.118	187.73
LBP(垂線間長:m)	167.00	165.00	178.00
B(型幅:m)	22.86	26.00	28.40
D(型深:m)	14.707	14.50	15.30
d(満載吃水:m)	10.90	10.444	10.763
満載排水量 Full load Displacement	—	37,614	—
軽貨排水量(約) light Weight	—	7,304	—
載貨重量 L/T Dead Weight	27,124	*29,831	36,630
K/T	27,559	30,310	37,210
貨物倉容積 Capacity (ベール/グリーン: m <sup>3</sup> )	31,556/37,089	35,924.4/37,430.7	44,084/45,557
主機型式/製造所 Main Engine	住友 Sulzer 7RND68	三菱 Sulzer 7RND68	IHI-Sulzer 6RND76型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	11550/150	11,550/150	12,000/122
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	10300/145	10,395/145	10,800/117.8
燃料消費量 Fuel Consumption	38.1t/d	37t/d	42.1t/d
航続距離(海里) Cruising Range	12,000	16,700	24,100
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.73	17.152	17.23
航海速度 Service Speed	17.38	14.5	15.80
ボイラー(主/補) Boiler	1,500kg/h×6.5kg/cm <sup>2</sup> ×1	コ克蘭コンポジット 型7.0kg/cm <sup>2</sup>	AV-151水管式7kg/cm <sup>2</sup> Gr1.5t/h
発電機(出力×台数) Generator	630KW×3	500KVA×2	AC450V×560KW×3
貨油倉容積(m <sup>3</sup> )CO T	—	—	—
淡水倉容積(m <sup>3</sup> )FW T	192	500.75	365.0
燃料油倉容積(m <sup>3</sup> )FOT	1,323	2,322.32	3,368.1
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑨



⑫ TRAVIATA

Rederi AB Soya  
日立因島(Hitachi)  
L R  
77 / 9 · 77 / 12  
自動車(Car) · 遠洋

17,510.53 / 8,514.95

189.97  
180.00  
32.20  
13.60(乾玄甲板)  
8.52

28,170  
—

\*13,233.6  
13,446  
— / —

日立Sulzer 6RND90  
17,400 / 122  
15,660 / 118  
62.3t/d  
26,800  
21.74  
19.3

横煙管式立ボイラー  
AC1,200KVA × 3 /  
AC150KVA × 1

—  
400.8  
4,030.1

倉内12層の自動車甲板  
(うち2層は掲げ下し  
可能)

⑩



⑪



⑫



船名 Name of Ship	⑬ FORT WALSH	⑭ DUBHE	⑮ FUJIWA MARU
所有者 Owners 造船所 Ship builder 船級 Class 進水・竣工 Launching・Delivery 用途・航行区域 Purpose・Navigation area	Canadian Pacific 佐野安(Sanoyasu) L R 77/7・78/1 木/ばら積(Timber/ Bulk)・遠洋	Dubhe Transport 東北(Tohoku) A B S 77/8・77/12 自動/ばら積(Car/ Bulk)・遠洋	Heiwa Kisen 内海瀬戸田(Naikai) N K 77/8・77/10 油(Oil)・沿海
G/T・N/T	14,087.96/8,753.35	18,744.57/12,544	2,064.17/1,192.90
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	160.919 152.00 22.86 13.50 9.793	176.00 165.00 28.20 15.60 11.401	87.96 81.00 13.00 6.60 6.10
満載排水量 Full load Displacement 軽貨排水量(約) light Weight 載貨重量 L/T Dead Weight K/T 貨物倉容積Capacity (ペール/グリーン:m <sup>3</sup> )	27,874 5,700 (21,824) 22,174 26,614.4/30,232.8	42,827 9,986 32,322 32,841 36,932.1/39,305.5	4,875.80 *1,085.9 3,730 *3,789.9 —/—
主機型式/製造所 Main Engine 主機出力(連続:PS/rpm) MCR 主機出力(常用:PS/rpm) NCR 燃料消費量 Fuel Consumption 航続距離(海里) Cruising Range 試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed 航海速力 Service Speed	三井B&W 6L55GF 8,000/150 7,300/145 28.7t/d 約14,000 16.45 約14.15	三井B&W 7K67GF 13,100/145 11,900/140 44.9t/d 16,900 17.19 15.0	赤坂AH40 2,800/300 2,380/284 9.3t/d 3,686 13.30 12.0
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	縦型横煙管式 650ps×720rpm 550KVA ×450V×60Hz×3 set	SUNROD CPDB-15 600KVA×450VOLT×3	—/三浦ボイラー4kg/ cm <sup>2</sup> g×359kg/hr 160KW×1 144KW×1
貨油倉容積(m <sup>3</sup> )COT 淡水倉容積(m <sup>3</sup> )FWT 燃料油倉容積(m <sup>3</sup> )FOT	— 499.4 1,693.7	— 231.6 C)2297.7・A)267.6	4,301.4 72.85 137.14
特殊設備・特徴他	木材乾舷を取得	川崎B/V式カーデッキ 電動油圧サイドポート ×2 BHDドア×4	—

⑬



## ⑯ ESSO PACIFIC

Esso Tankers

日立有明(Hitachi)

A B

77/6・77/12

油(Oil)・遠洋

234,626.82/201,698

406.60

390.00

71.00

31.20

25.294

589.842

—

\*508.267.6,

516,424

—

日立UC-450/80型ター  
ビン×1

45,000×80

45,000×80

215.0t/d

33,000

15.908

15.00

日立UMG97/71型62kg/  
cm<sup>2</sup>G×515°C×97/hタービン2,500×AC450  
×60Hz×2 ディーゼル  
760×AC450×60Hz×2

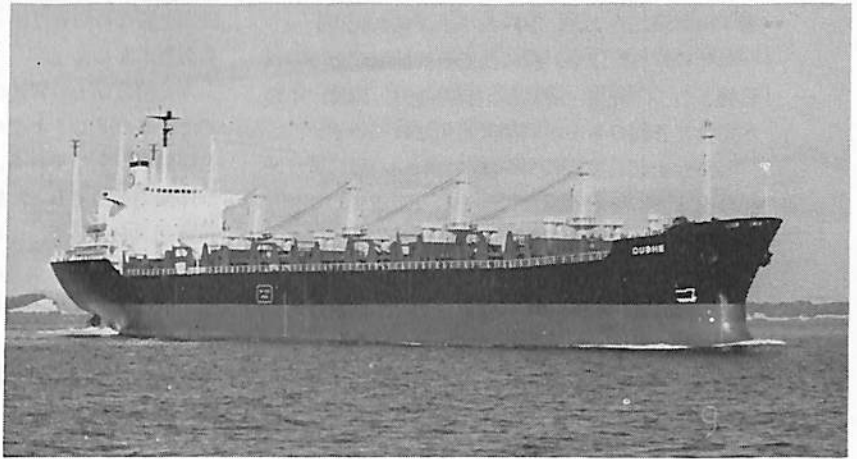
610.759

1,142

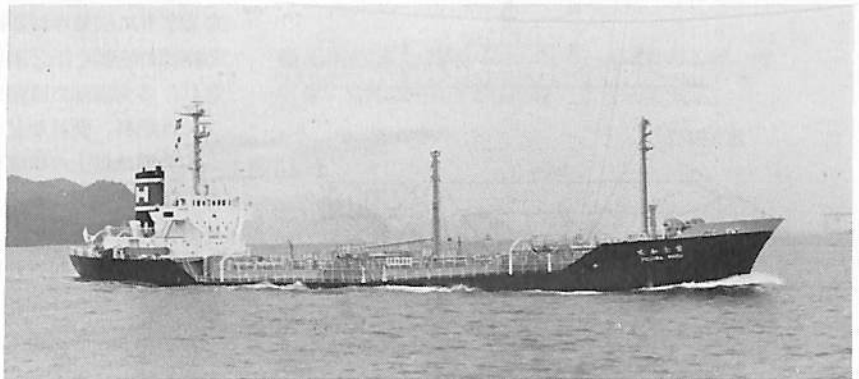
21,346

—

⑭



⑮



⑯



# 特許解説 / PATENT NEWS

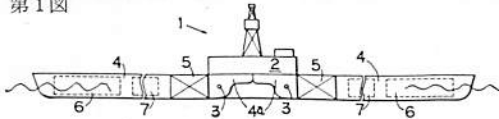
## ●屈折型作業船〔特公昭52-40119号公報，発明者：山家讓二外1名，出願人：工業技術院長〕

海洋における作業，特に海底石油掘削のための構造物として，従来，着底型，脚昇降型，船型，半潜水型など各種のものが開発実用化されている。

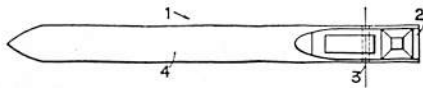
しかし上記各型式のものは，自航性，定位置作業時の安定性，稼働水深の程度といった総合的な見地から検討した場合，何れもそれぞれ一長一短があった。

いっぽう海洋観測用実験装置として，いわゆるFLIP型と言われる作業船が提案されている。しかし従来提案されているものは，目的地まで自航する船体を全体として鉛直状態に回転できるよう構成され

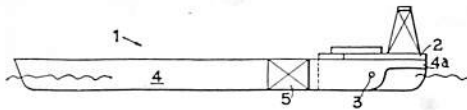
第1図



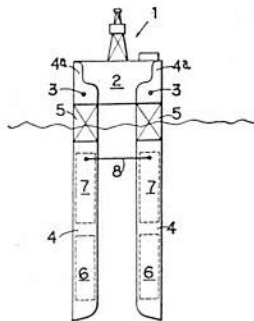
第2図



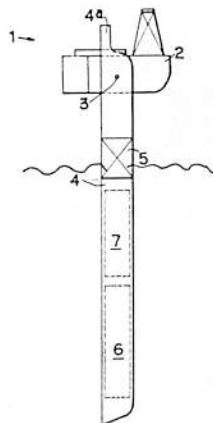
第3図



第4図



第5図



ているため，居住区，動力設備をはじめ，すべての設備を船体の回転に伴って，支障のないよう構成する必要がある。

本発明は以上の背景のもとになされたものであり，従来のFLIP型のもつ欠点を除去した作業船を提供するものである。

図面を参照すると，船体1は中央の船体部分2と屈折部3を介して，その前後に連絡した潜水可能な船体部分4.4からなり，主船体2と船体部分4.4を直線的に連結して，全体として自己可能な船となる。

主船体2は常に水平に保たれる部分で，居住区，動力設備，作業設備などが設けられ，潜水可能な船体部分4は目的地点での作業に際して水中に鉛直となるように回転される部分で，鉛直回転時，波による浮力の変動を小さくするため基部5はトラス構造とされ，各先端部には注水区画6が設けられる。区画7には燃料，資材などが収容される。

本発明は以上の構成をもつことにより，各船体部分2.4を直線的に連結して，目的地まで自航させ，そこで注水区画6に注水することにより，潜水可能な船体部4.4を鉛直状態に回転させ，浮上し作業を実施する。

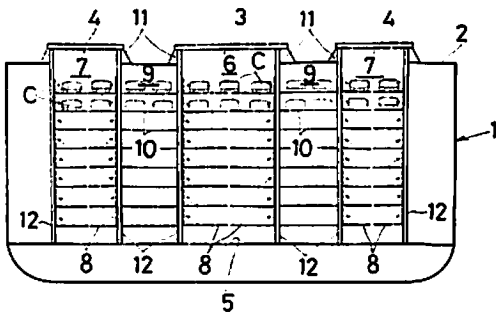
なお第3～5図のものは他の実施例である。

## ●定形重量貨物と自動車の兼用運搬船〔特公昭52-43317号公報，発明者：久家久志外5名，出願人：日立造船〕

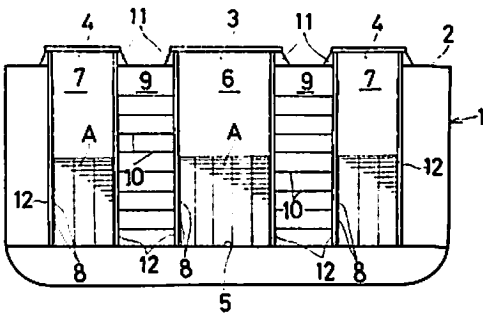
この発明は，鋼材の半製品である鉄鋼スラブのような，比重の大きい定形重量貨物を運搬する際は，それを船体内の特定区画に安定よく積載でき，さらに貨物荷重の集中により，船体に大きなせん断力が発生するのを防止するとともに，自動車を運搬する際は，上記定形重量貨物を積載する区画内に多数の自動車甲板を設置して，自動車専用搭載区画と合わせて，多くの自動車を収容することができるよう構成された，効率的な兼用運搬船に関するものである。



第1図 自動車搭載時



第2図 定形重量貨物搭載時



上図面を参照すると上甲板2の中央部とその左右に中央艙口3、舷側艙口4が設けられ、この直下に船体二重底の内底板5を積付面とする中央部搭載区画6と舷側部搭載区画7が設けられる。

各搭載区画は、艙口部から内底板5に通じる強固な支柱12で区画されるとともに、各搭載区画側部には折り畳み自在な可動自動車甲板8が設置されている。

内底板5は重量貨物を積付けるため強固に構成され、またその積付けにより重心の下がり過ぎを防止するため、通常の貨物船の二重底より高い位置に設置されている。

中央部搭載区画6と両舷側の搭載区画7の間には、多層の固定自動車甲板10をもつ自動車専用搭載区画9が設けられる。固定自動車甲板10は、各搭載区画6、7の可動自動車甲板8と連絡するよう、同一の高さに設置されている。

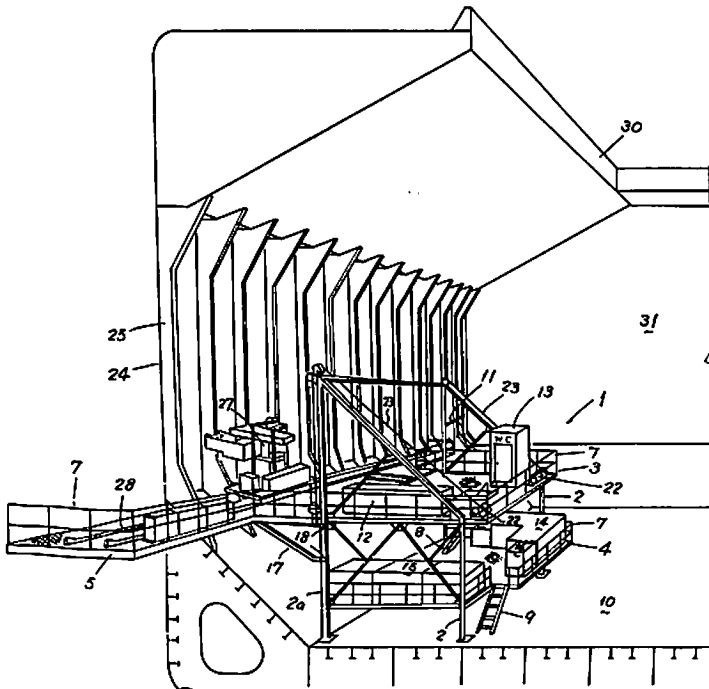
以上の構成をもつ兼用運搬船において、自動車を搭載するに際しては、各搭載区画6、7内の可動自動車甲板8を展開して、各搭載区画6、7と自動車専用搭載区画9にそれぞれ自動車を収容する。

鉄鋼スラブのような定形重量貨物を搭載する場合は、可動自動車甲板8を折り畳み、支柱12をガイドとして、各搭載区画6、7内に収容する。

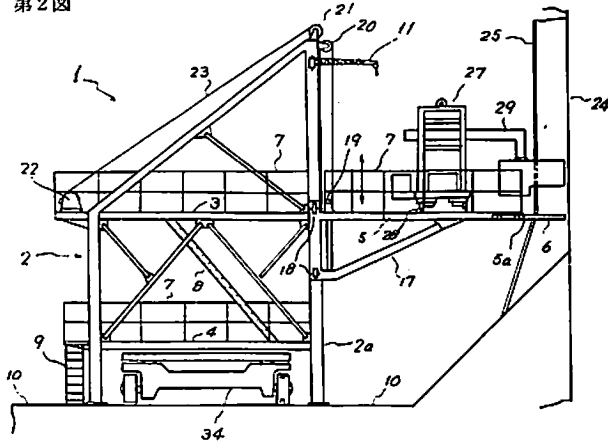
なお、この発明について一連の出願が、特公昭52-43315、52-43316号においてなされている。

●船内作業台装置〔特公昭52-43000号公報、発明者：小林和夫外3名、出願人：三菱重工業〕

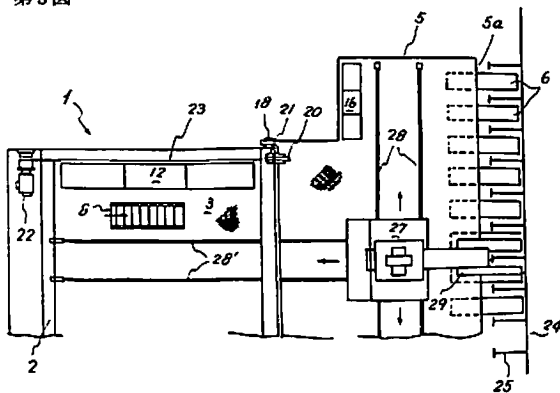
第1図



第2図



第3図



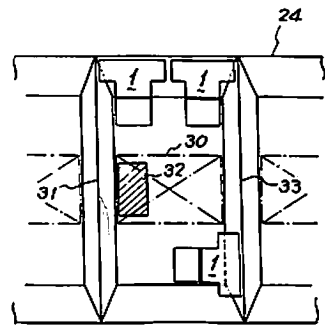
撒積貨物船の船艙のように、上方に比較的大きな間口をもつ船内で、船体外板部のブロック接合作業を安全に能率よく行ない得るようにした船内作業台装置に関するものである。

従来タンカーの建造に際して、やはり船体外板部のブロック接合作業を安全に能率よく行なうよう、各種の足場等を組合わせた作業台装置が提案されている。

しかし、上記タンカー建造用の作業台装置は、比較的大規模なものが多く、またその構造が複雑であった。

本発明は、上方に比較的大きい開口をもつ撒積船

第4図



の建造に用いられるものに関し、その作業台を開口を通じて各接合個所に設置することのできる小型の作業台に関するものである。

前頁図を参照すると支持架台2に上下2層の固定フロア3、4と架台2に係合して、上下に移動する張出しフロア5が設けられ、さらに張出しフロア5の前縁部にくし刃状に出入するよう複数の補助フロア6が配置されて、作業台装置1が構成される。上層の固定フロア3と張出しフロア5上には、軌条28、28'が設置され、溶接機29を備えた作業車28が移動自在に設けられる。さらに上下2層の固定フロアには、作業に必要な変圧器14、各種動力取入部16、工具収容部12などが配置される。

以上の構成をもつ作業台1は、その全体をクレーンで吊り、艙口30を経て船内へ入れ、作業現場に配置される。各作業台には、1チームの作業者が乗込み、張出しフロア5を昇降させ、その先端の補助フロア6を船側フレーム25間に延出させ、溶接作業など各種作業を行なう。

作業終了後、他の個所への移動は、同一の船内であれば、ジャッキ付自走車34で行ない、他の船艙部であれば、クレーンにより移動される。

〔特許庁審査第三部運輸 幸長保次郎〕

船舶/SENPAKU 第51巻 第3号 昭和53年3月1日発行  
3月号・定価800円(送料41円)

本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。

発行人 土肥勝由

編集人 長谷川栄夫

発行所 株式会社天然社

〒104 東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル  
電話・(03) 543-7793 振替・東京 6-79562

船舶・購読料

1カ月 800円(送料別41円)

6カ月 4,800円(送料別250円)

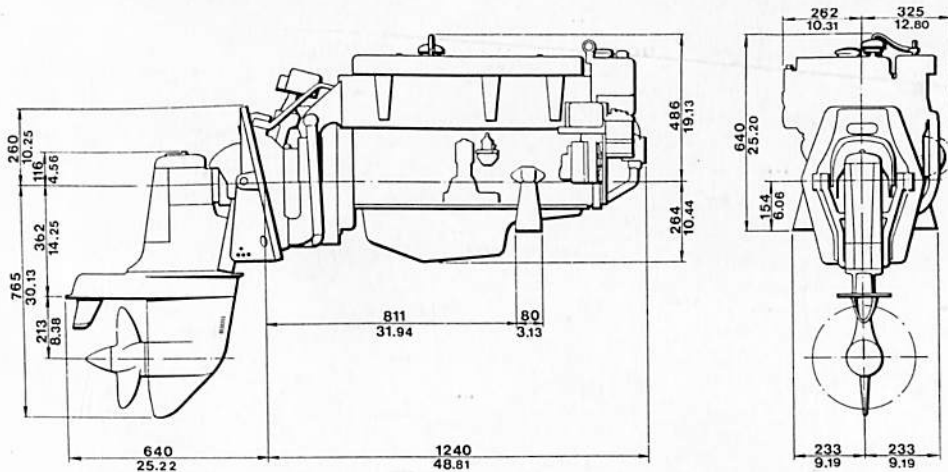
1カ年 9,600円(送料別)

\*本誌のご注文は書店または当社へ。

\*なるべくご予約ご購入ください。

# 巡視艇・調査艇・連絡艇

にいかんなく発揮する  
ボルボペンタ アクアマチックディーゼル船内外機



Model	Output h.p./r.p.m.	No. of cyl	Capac. litres	Gear red. ratio	Weight, complete with drive, kg(lb.)
AQ D32A/270D	106/4000	6	3.170	2.15 : 1	395(870)



ボルボペンタ アクアマチック日本総代理店

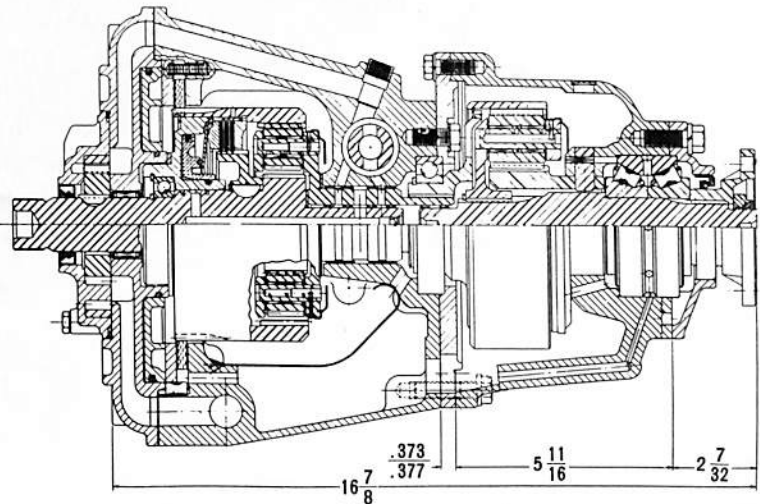
**西武自動車販売株式会社**

マリンセンター 東京都豊島区南池袋2-8-13 TEL 03(981)1261~5  
ショールーム 東京都豊島区東池袋4-6-3 TEL 03(983)0161(内)3766  
直通 03(984)5811

**BORG WARNER** Transportation  
Equipment

## The complete Velvet Drive line: CR2, In-line and V-drive

Model 71C, 72C, 73C  
Ratios 1.00~3.00まで各種  
Maximum SAE HP Input  
560/4200rpmまで



輸入元 **大陽商行株式会社**

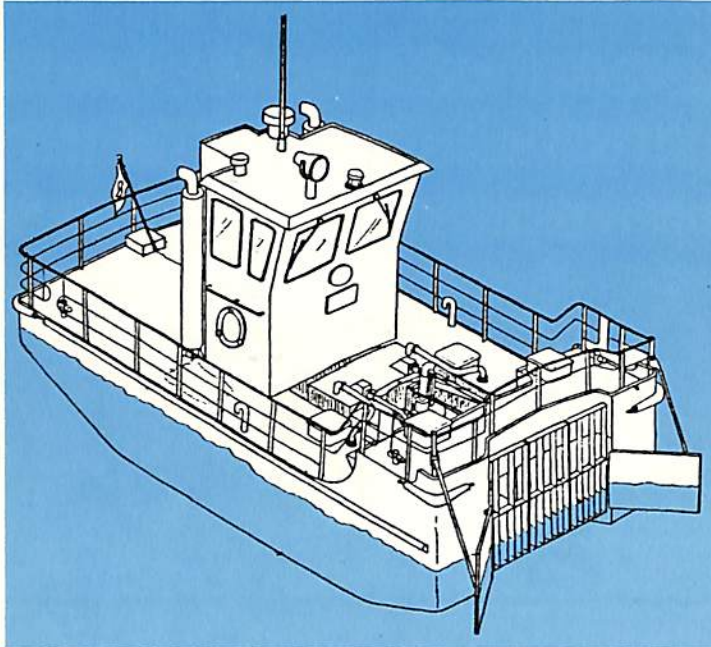
東京都中央区日本橋小舟町1-8喜多ビル内 TEL. 03(661)6045・2197

販売元 **西武自動車販売株式会社**

東京都豊島区南池袋2-8-13 TEL. 03(981)1261~5

**IHI** は "かけがえのない海をいつまでも美しく"  
と願う心で環境保全に積極的に取り組んでいます。

**IHI油回収船・油回収装置を**



**主 要 目**

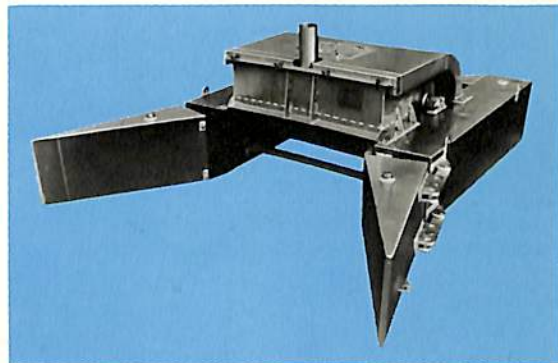
全	長	10.00M				
垂	線	間	長	9.70M		
全	幅	4.90M				
単	胴	幅	1.55M			
深	さ	1.75M				
計	画	満	載	吃	水	1.40M
総	屯	数	14T			
主	機	関	40PS×2			
速	力	5.0KT				
油	回	収	能	力	10M <sup>3</sup> /H	

IHI油回収船は

1. 散気分離方式 (キラキラした低粘度)
2. ドラムフィン方式 (中高粘度)
3. 回転かご方式  
(エマルジョン化した高粘度以上)

以上の三方式の油回収システムをカセット式にし、油の流出粘度に応じて、すばやく取り換え可能な形式とした油回収船です。

**ドラムフィン油回収装置(浮体式)本体**



**海上保安庁へ納入のDF-05-800形**



**石川島播磨重工業株式会社** 船舶事業本部 艦船営業部 作業船グループ  
東京都千代田区大手町2丁目2番1号(新大手町ビル) ☎100 電話 東京(03)244-5641

保存委番号:

221049