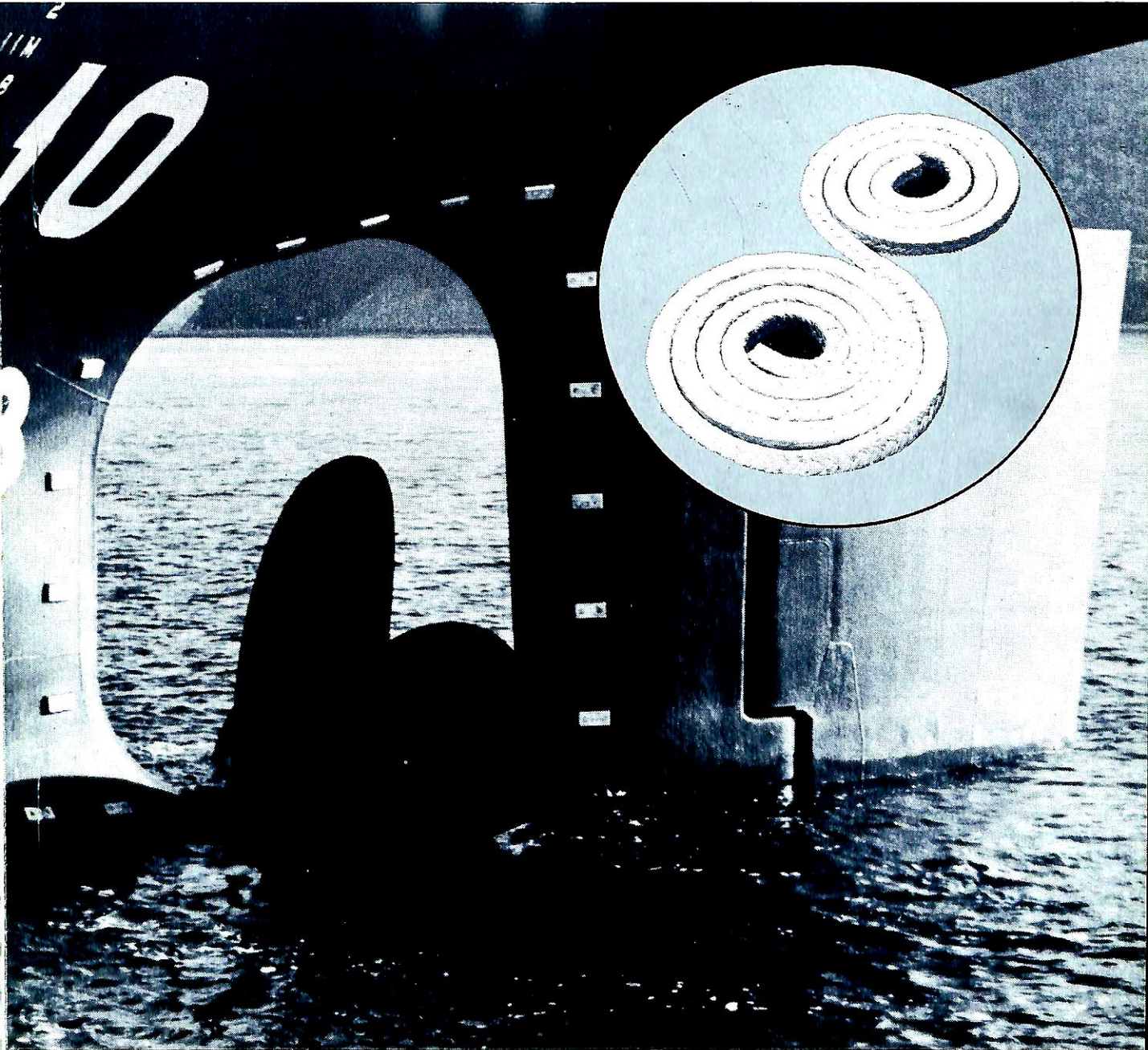


# 船の科学 1984 3

VOL.37 NO.3



世界の海をシールでつなぐ日本ピラー!!

**PILLAR** 日本ピラー工業株式会社

画期的スタンチューブ パッキン

「シーゴールド」 ピラーNo.428F

# ポンプの総合メーカー

<p>遠心ポンプ</p>		<p>ギヤーポンプ</p>	
<p>サブマージドカーゴポンプ</p>	<p>タンク・マウント型潤滑油ポンプ</p>	<p>一軸ねじポンプ</p>	<p>三軸ねじポンプ</p>
<p>油水分離器</p>	<p>駆動装置</p>	<p>二軸ねじポンプ</p>	<p>汚水処理装置</p>
<p>ヒストンポンプ</p>			



**大晃機械工業株式会社**

**TAIKO KIKAI INDUSTRIES CO., LTD**

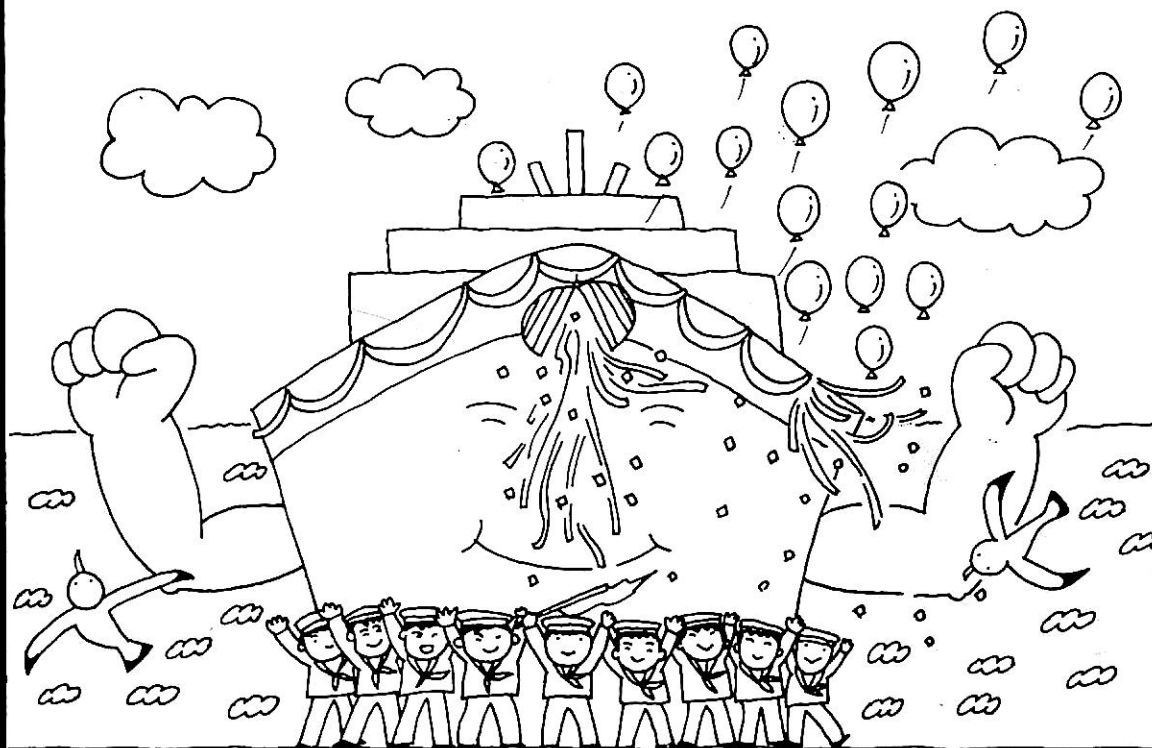
本 社 工 場 〒742-15 山口県熊毛郡田布施町下田布施209

東京営業所 〒101 ☎08205(2)-3111(代) テレファックス 08205-2-4884

大阪営業所 〒541 ☎03(255)2871(代) テレファックス 03-255-6503

☎06(231)6241(代) テレファックス 06-222-3295

# “造船ニッポン”の未来づくり。



日本船舶振興会は  
日本経済の発展になくてはならない  
造船業界のために大きな力となっています。

## 世界は一家、人類は兄弟姉妹

モーターボート競走の収益金は、人類の文化と経済をささえた海の正しい理解の普及、及び海洋保護、海難防止、新しい未来づくりのための海洋開発、そのための新しい技術の研究、開発などの援助のほか「世界は一家、人類は兄弟姉妹」の理念に基づき、文教、体育、社会福祉、防犯・防火、その他の公益の増進、及び海外への協力援助事業など、幅広く役立てられています。

●モーターボート競走の収益金は、広く地球上のすべての人たちの生活向上、発展のために役立てられています。

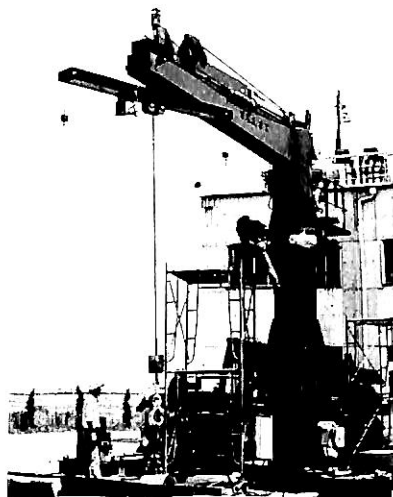
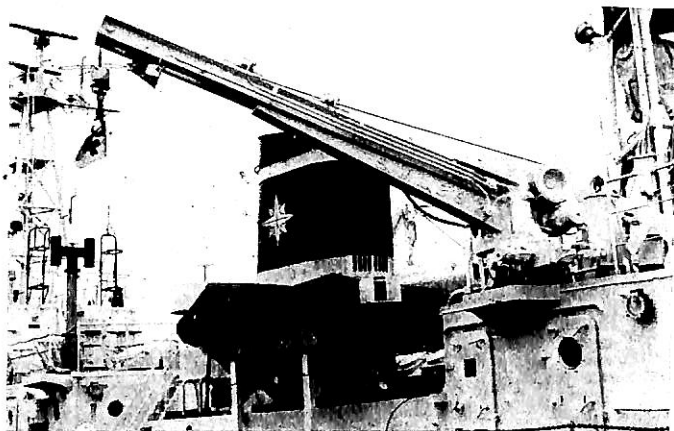
財団法人 **日本船舶振興会** (会長 笹川 良一)



# UEDA

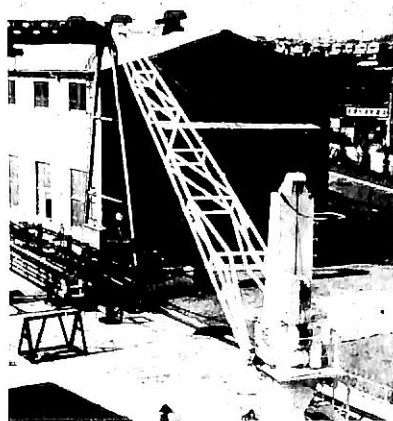
## 舶用クレーン

● 波浪追従装置付クレーン(特許)



### 営業品目

- 舷梯装置
- 舷梯ウインチ
- ボートダビット
- ボートウインチ
- ガントリークレーン
- ワークラダー
- カーラダー
- フェンダーダビット
- 各種ウインチ
- ワイヤールール



株式会社 五田鐵工所

本社 大阪市東住吉区南田辺3の11の12  
工場 大阪府羽曳野市広瀬148 TEL.0729(56)2481



可変ピッチプロペラ 100PS ⇒ 40,000PS

製造品目

- 固定ピッチプロペラ  
(キーレス及びキー付)
- 可変ピッチプロペラ  
(XX, XL, XS, XA型)
- サイドスラスト  
(TC, TF型)
- ダイナミックスラスト  
(格納式TCR型)
- 船底吸込式スラスト  
(TFB型)
- シャフト  
カップリンク(NKS型)
- ヘッカー  
フラップラタ  
(KSR, S, L型)
- 船尾装置  
エンシニアリンク

低回転省エネタイプ  
CPP 型式XL-180  
4翼 直径7,000mm

**ナカシマ・ストーン・ビッカーズ株式会社**  
**ナカシマスロペラ株式会社**

〒700-91 岡山市上道北方688-1 岡山中央郵便局私書箱167号 TLX.5922320

- 本社工場 岡山 <0862> 79-5111代
- 東京支店 東京 <03> 553-3461代
- 大阪営業所 大阪 <06> 341-0011代
- 福岡営業所 福岡 <092> 461-2117代
- 仙台営業所 仙台 <0222> 23-8353代
- 札幌営業所 札幌 <011> 821-8382代

業務内容

- 船客傷害賠償責任保険
- 自動車航送船賠償責任保険
- 日本旅客船協会船員災害補償保険
- 公団共有旅客船の船舶保険
- 交通事故傷害保険

楽しい船旅は安心から…  
— 備えあれば, 憂いなし —

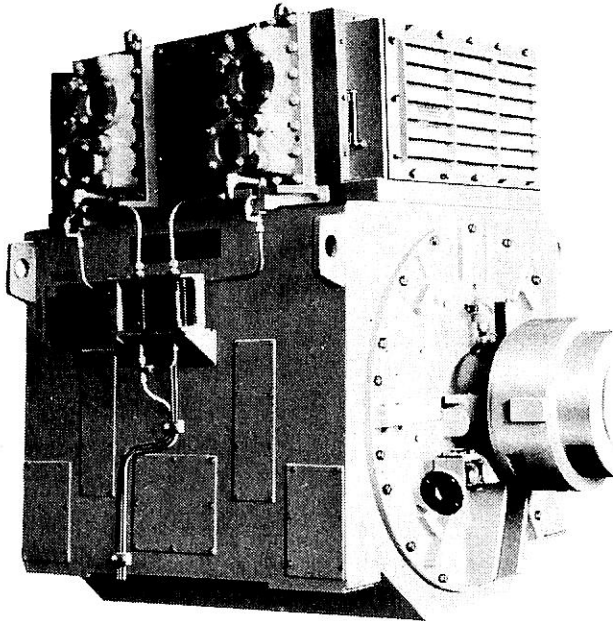
**日本定航保全株式会社**  
社長 渡邊 浩

東京都千代田区内幸町2丁目2番2号(富国生命ビル17階)  
電話 東京03 (501) 局6821-2 (503) 局4566

ながい経験と最新の技術



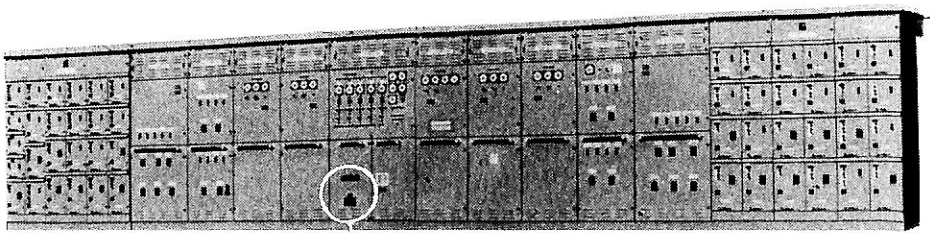
# 大洋の船舶用電気機器



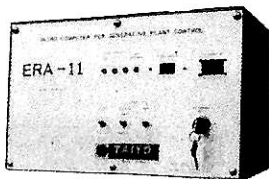
排ガス利用2極タービン発電機

## 主要生産品目

- 発電機
- 電動機
- 配電盤
- コンソールパネル
- 自動化電源装置
- 送風機



配電盤



発電装置制御用マイクロコンピュータ

**洋 大洋電機 株式会社**

本 社 東京都千代田区神田錦町2-4東洋ビル  
電話 03-293-3061 (大代表)  
工 場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬  
営業所 下関・三原・大阪・札幌  
海 外 Jakarta・Pusan・AbuDhabi  
Dubai・Baghdad・Riyadh

# 船の科学

1984

3

Vol. 37

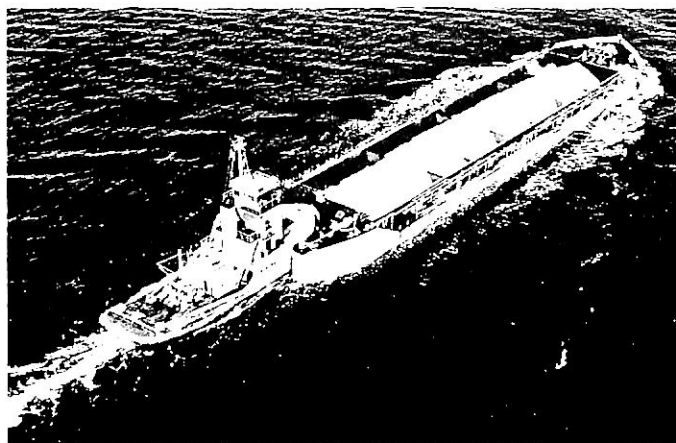
## 目 次

- 7 新造船写真集 (No. 425)
- 23 重量物運搬船と大型貨物の海上輸送……………日 之 出 汽 船
- 26 最新設備の Wärtsilä 氷海研究所…………… Wärtsilä
- 28 日本商船隊の懐古 No. 57 (あとらす丸, 朝日山丸)……………山 田 早 苗
- 30 商船の映像(8) ゲイラード・カットを通過する商船(2)  
(サンタ・クララ, ステラ・ポリス)……………野 間 恒
- 
- 33 2月のニュース解説……………米 田 博
- 36 80,000 dwt パナマックス型 O/B/O 兼用船 "ZARAGOZA"……………三 菱 重 工 業
- 45 再液化装置付ディーゼル推進 LNG 船……………日 本 鋼 管
- 56 超電導電磁推進船の研究 (その1)……………川 崎 重 工 業
- 65 液化ガスタンカー用 "双胴円筒形タンク" の設計に関する二,三の考察…恵 美 洋 彦
- 72 ●造船技術変遷史シリーズ  
船型試験をめぐって<その1>……………横 尾 幸 一
- 
- 76 造船工学覚え書<3>……………川 上 益 男
- 80 冷凍運搬船<7>……………角 張 昭 介・椎 原 裕 美
- 85 船舶電子航法ノート (83)……………木 村 小 一
- 
- 92 IMO コーナー (第27回)  
IMO 第13回総会審議概要報告 (58・11・7~11・18開催)……………運 輸 省 船 舶 局
- 94 昭和58年 (1~12月) 主要造船所新造船進水量集計……………編 集 部
- 技術短信 三菱 UE ディーゼル "L シリーズ" 初号機世界最高水準の低燃費を達成 三菱重工業
- 製品紹介 コンパクトなボディに多機能が搭載された "バタチェッキ (逆止弁)" 巴バルブ
- カーボン・スラッジ強力洗浄剤 "PANDO 665 A" スリーボンド
- 海外技短 コスト節減の船舶設計 "多目的縮尺モデル MP 17" ブリティッシュ・シッピングビルダー



# “押船—舢艫船団に”アーティカップル

ピンジョイント式  
自動連結装置



ボタン操作による  
全自動方式

☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

## 大成設計工務株式会社

東京都千代田区岩本町1-6-7  
宮沢ビル703号 電話03(851)3837  
テレックス 2655164 TAIENG J

## 新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

### ■ 主要業務

受託試験、研究  
施設設備の貸与  
技術相談

環境(耐候・振動)・防火・防爆・情報処理  
音響・化学分析・材料・加速度ピックアップの  
校正等・試験研究設備が整備されています



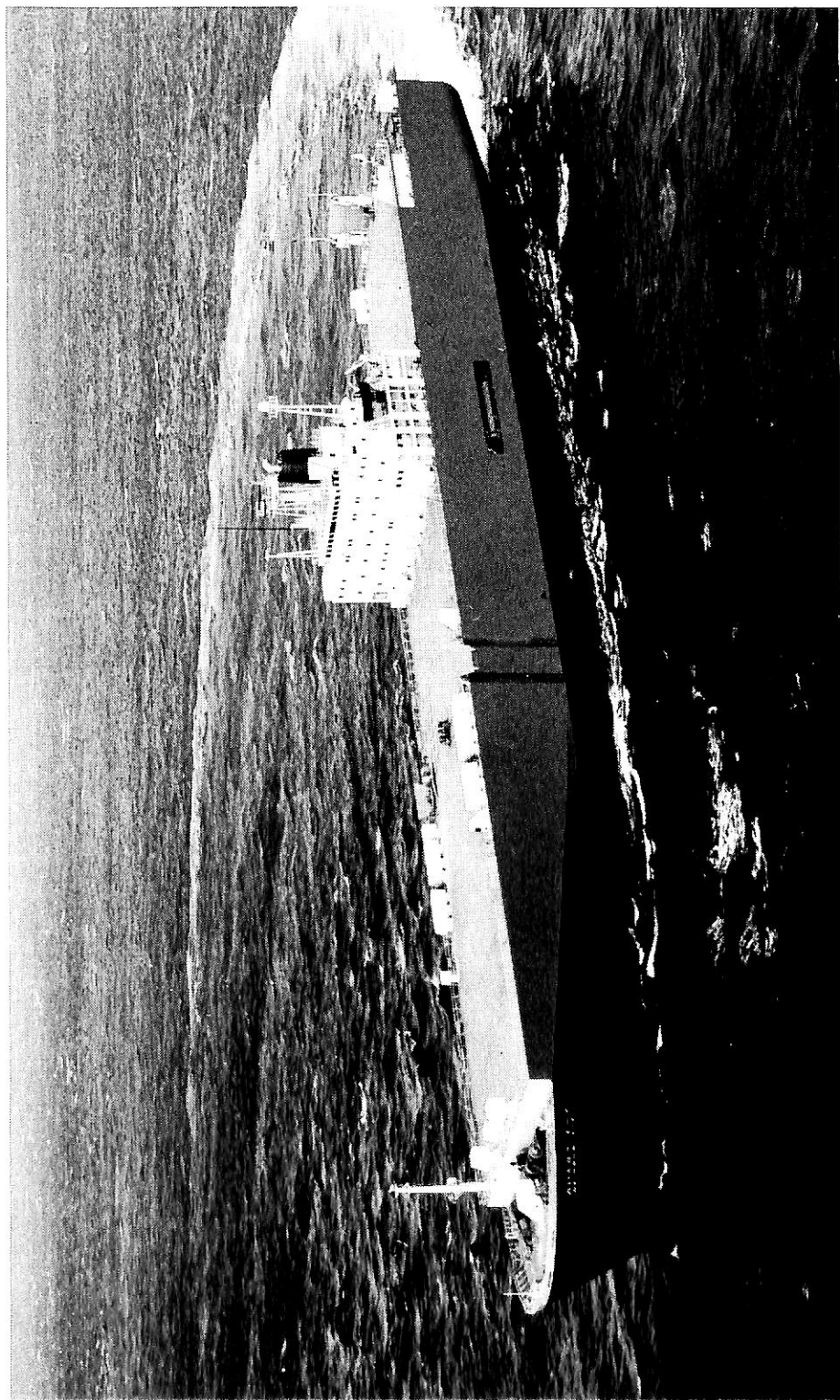
## 船舶艫装品研究所

所長 芥川 輝 孝

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING  
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

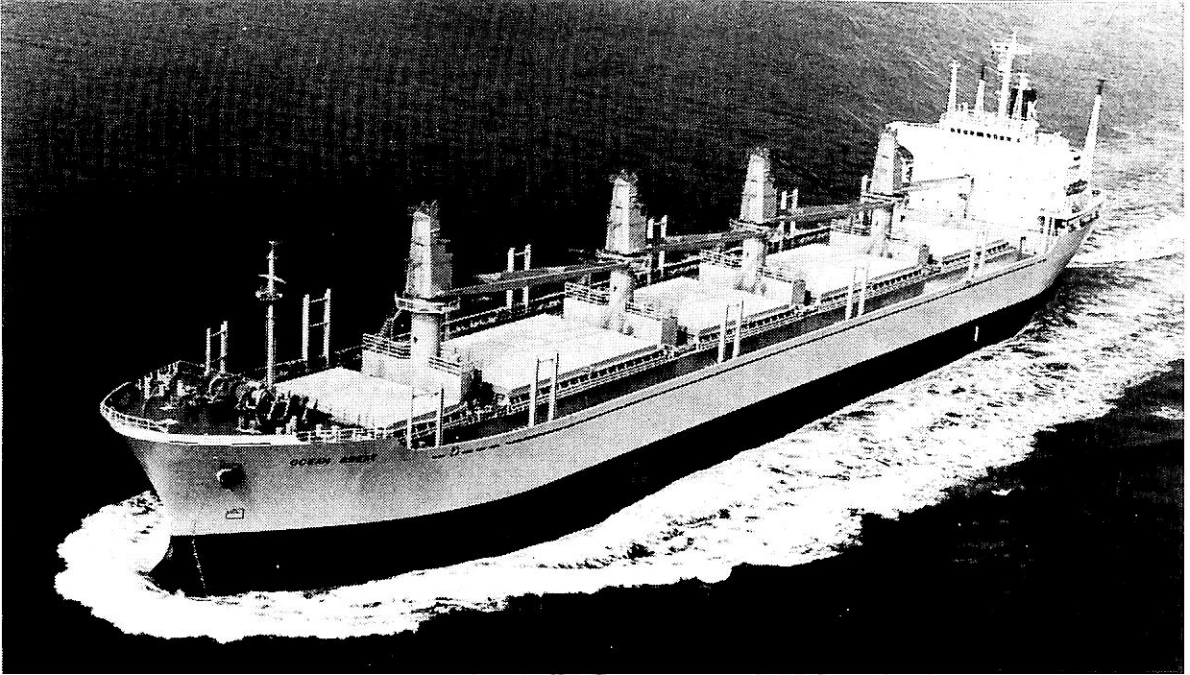
〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12  
TEL 0423-94-3611~5

(競艇益金事業)



38次自動車運搬船 **れいんぼう えーす** RAINBOW ACE  
 大阪商船三井船舶株式会社  
 日本海汽船株式会社・澤山汽船株式会社

三菱重工業株式会社神戸造船所建造(第1138番船)  
 全長 190.00m 垂線間長 178.00m  
 総噸数 15,359T 国際総噸数 33,521T  
 Car. Cont. 搭載数 3,504台(ブレイバード ベース)  
 燃料消費量 35.2t/day 清水槽 400m<sup>3</sup>  
 (123rpm) (常用) 10,965PS (117rpm)  
 発電機 西芝 937.5kVA (750kW) × AC450V × 3 (原) ダイハツ 1,100PS × 720rpm × 3  
 (補) 75W × 1 受(主) 全波 × 1 (補) 全波 × 1 (補) 電話 海軍衛星装置 VHF  
 レーダー 速度 (試運転最大) 20.75kn (満載航海) 18.48kn 乗組員 30名  
 船型 多層甲板型  
 進水 58-9-2 純噸数 10,056T  
 型深 24.47m 40コンテナ 200個搭載可能  
 噸数 10,056T 補汽缶 大阪ボイラ  
 出力 (連続最大) 12,900PS 縦型構煙管式 1.5t/h × 8kg/cm<sup>2</sup> × 1  
 無綫装置 送(主) 1.2kWSSB × 1  
 航海計器 デック ロラン NNSS  
 船紋・区域資格 NK 遠洋

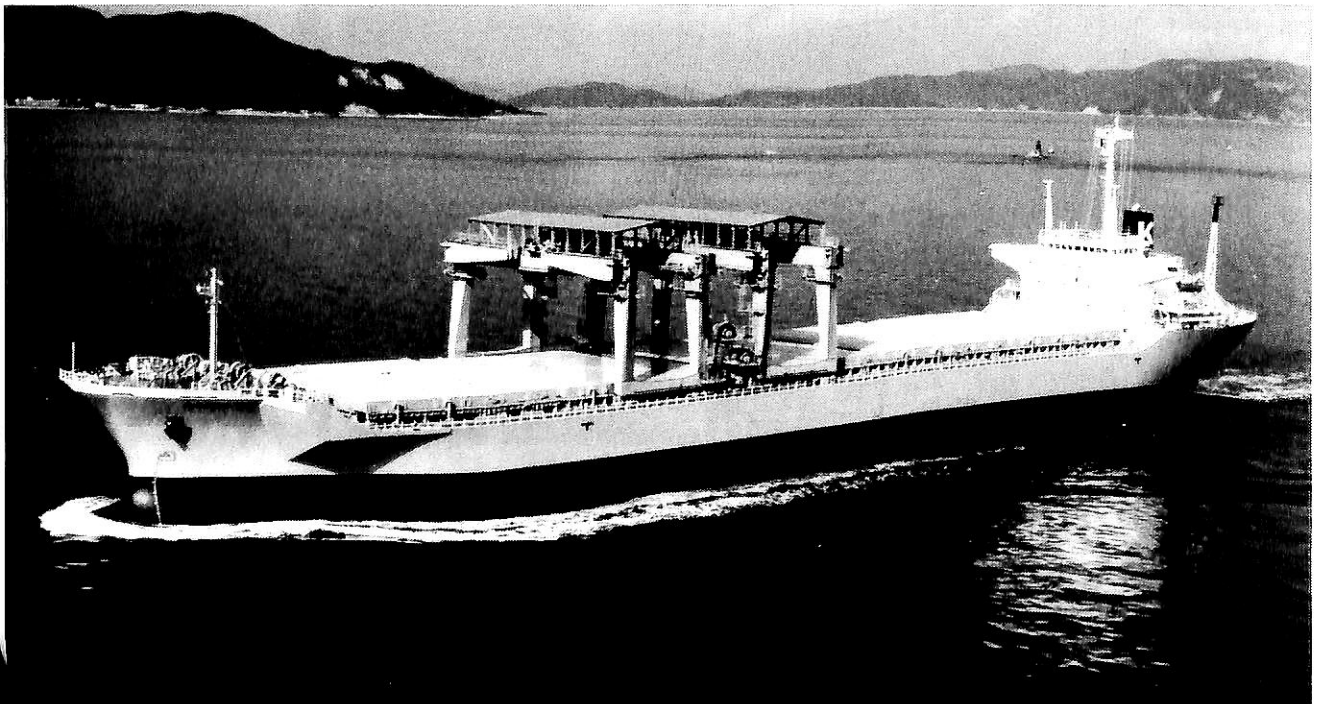


搬積貨物船 **オーシャン グレイト** いしづち汽船株式会社  
OCEAN GREAT

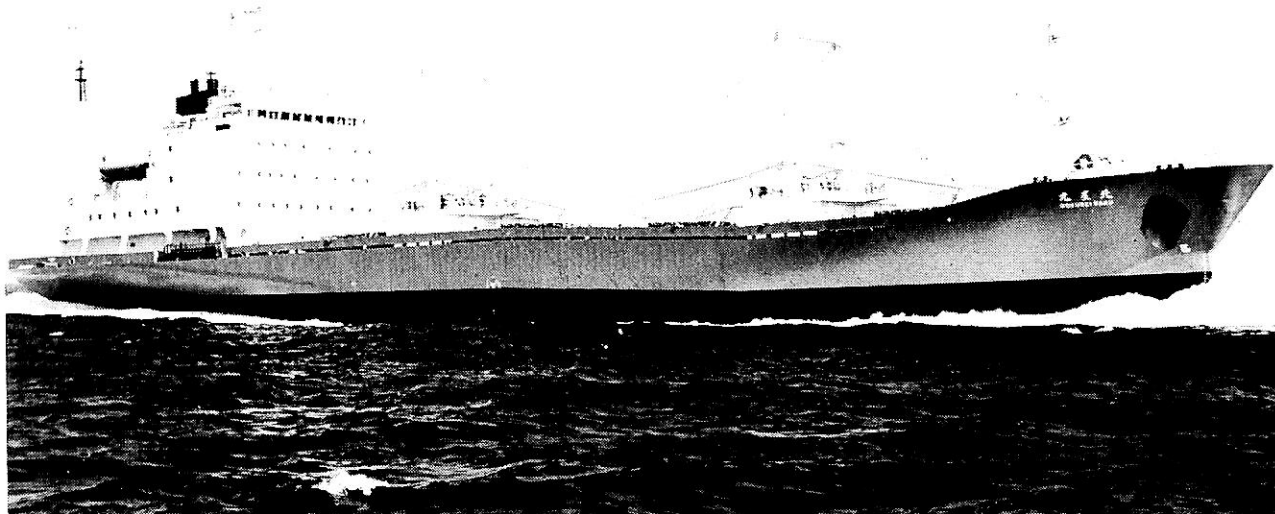
今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1118番船) 起工 58-8-15 進水 58-9-16 竣工 58-11-18  
 全長 189.98m 垂線間長 180.00m 型幅 28.40m 型深 15.30m 満載喫水 11.016m  
 総噸数 23,195T 純噸数 13,367T 載貨重量 38,135T 貨物艙容積(ベ)46,997.99m<sup>3</sup> (グ)49,051.29m<sup>3</sup>  
 艙口数 5 デッキクレーン 25t×4 燃料油槽 2,441.54m<sup>3</sup> 燃料消費量 23t/day 清水槽 365.79m<sup>3</sup>  
 主機械 三菱 Sulzer 6RTA58型(テ)機関×1 出力(連続最大)9,600PS(116rpm) (常用)7,740PS(108rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 縦型水管式 7.0kg/cm<sup>2</sup> (油焚)1,300kg/h, (排ガス)1,150kg/h 発電機  
 ヤンマー 500kVA×2 無線装置 送(主)1kW×1 (補)130W×1 受(主)全波×1 (補)全波×1  
 船舶電話 航海計器 NNSS レーダー 速力(試運転最大)16.088kn (満載航海)13.5kn  
 航続距離 24,300浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウェル甲板型  
 同型船 La Marquesa

パルプ/ランバー運搬船 **ホークス ベイ** 興洋商船株式会社  
HAWKE'S BAY

今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1119番船) 起工 58-6-1 進水 58-8-2 竣工 58-9-28  
 全長 182.93m 垂線間長 172.00m 型幅 29.00m 型深 15.20m 満載喫水 10.920m  
 総噸数 23,249T 純噸数 9,680T 載貨重量 36,249t 貨物艙容積(グ)36,169.32m<sup>3</sup>  
 艙口数 5 ガントリークレーン 22Lt×2 燃料油槽 2,003.35m<sup>3</sup> 燃料消費量 23t/day  
 清水槽 418.56m<sup>3</sup> 主機械 神発-三菱5UEC60HA型(テ)機関×1 出力(連続最大)8,500PS(140rpm)  
 (常用)7,225PS(133rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 コ克蘭コンポジット 7.0kg/cm<sup>2</sup>  
 (油焚)1,000kg/h, (排ガス)1,000kg/h 発電機 ヤンマー 750kVA×2 無線装置 送(主)1kW×1  
 (補)75W×1 受(主)全波×1 (補)全波×1 船舶電話 航海計器 NNSS レーダー  
 速力(試運転最大)15.373kn (満載航海)13.4kn 航続距離 20,200浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 ウェル甲板型 乗組員 25名







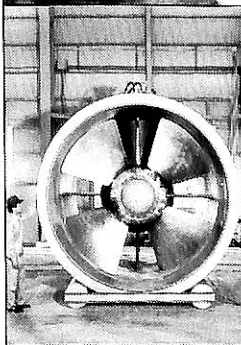
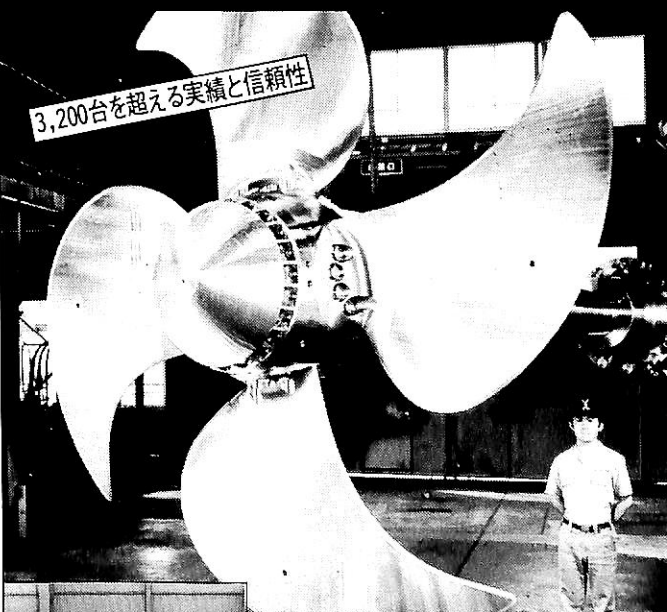
冷凍運搬船

**北星丸** 道南石油株式会社  
HOKUSEI MARU

本田造船株式会社建造(第715番船)

起工 58-4-15 進水 58-8-8  
竣工 58-11-2 全長 125.38m  
垂線間長 115.00m 型幅 18.50m  
型深 10.50/7.70m 満載喫水 7.05m  
満載排水量 9,323t 総噸数 5,875T  
純噸数 3,238T 載貨重量 5,500.32T  
冷蔵貨物艙 7,450㎡ 艙口数 4  
デリック 5,00t×8 燃料油槽 1,172㎡  
燃料消費量 27t/day 清水槽 273㎡  
主機械 新潟 SEMT Pielstick  
6PC4-2L型(デ)機関×1  
出力(連続最大)8,000PS(386rpm)(常用)  
8,000PS(386rpm) プロペラ 4翼1軸  
CPP 補汽缶 タクマクレイトンNE-  
180S×1 発電機 大洋電機 1,000kVA  
×1,200rpm×1, (原)ヤンマー-T220L-UT  
600kVA×720rpm×2, (原)750PS×  
720rpm×2 無線装置 送(主)1kW×1  
(補)100W×1 受(主)1(補)1 船舶電話  
海事衛星装置 VHF 航海計器  
ロラン NNSS レーダー 速力  
(試運転最大)21.023kn (満載航海)17.0kn  
航続距離 15,000浬 船級・区域資格  
NK 遠洋 船型 船首尾楼付全通二層  
甲板船 乗組員 28名

## かもめ可変ピッチプロペラ



道南石油向け、8000PS冷凍運搬船かもめスキッド CPP装置プロペラ直径5,000mm

製造品目

- 可変ピッチプロペラ 70-15,000PS
- 固定ピッチプロペラ 各種
- サイトスラスト 推力0.5-20t
- 船尾軸系装置 一式
- K-7ラター 各種

全国50カ所のサービス網完備

運輸大臣認定製造事業場

**かもめプロペラ株式会社**

本社 横浜市戸区区上英部町680番245 ☎(045) 611 2461 (代表)  
ファックス☎(045) 611 9444  
東京事務所 東京都港区新橋3-7-7 新橋ビル ☎(03) 434 3 9 3 9  
ファックス☎(03) 431 5436



カーフェリー **びざん丸** 船舶整備公団  
共同汽船株式会社

高知重工株式会社建造(第2312番船)	起工 58-6-7	進水 58-9-19	竣工 58-11-30
全長 123.07m	垂線間長 111.20m	型幅 20.00m	型深 6.50/11.40m
満載喫水 4.917m	満載排水量 6,374.22t	総噸数 4,097T	載貨重量 2,426.57t
Car搭載数 83台(8tトラック), 10台(4tトラック), 乗用車26台	燃料油槽 129.28m <sup>3</sup>	燃料消費量 15.84t/day	出力(連続最大)
清水槽 121.17m <sup>3</sup>	主機械 新潟SEMT Pielstick6PC2-6L型(デ)機関×2	プロペラ 4翼2軸 CPP	補汽缶
3,800PS×2(520/191.3rpm)(常用)3,230PS×2(493/181.3rpm)	発電機 神鋼950kVA×450V×3φ×60Hz×2, (原)ヤンマー	熱媒ヒーター×1, 熱媒式排エコ×2	無線装置 船舶電話 VHF 航海計器 ロラン レーダー
1,200PS×720rpm×2	無線装置 船舶電話 VHF 航海計器	航続距離 2,350浬	船級・区域資格 JG 限定沿海
(満載航海)16.00kn	乗組員 37名	旅客 700名	航路 大阪~小松島
船型 二層甲板型			。艙内ヒンジ式可動斜路×2,

油槽船 **第一日丹丸** 船舶整備公団  
NITTAN MARU No 1 日本タンカー株式会社

内海造船株式会社瀬戸田工場建造(第487番船)	起工 58-5-20	進水 58-8-2	竣工 58-10-28
全長 99.22m	垂線間長 92.00m	型幅 14.60m	型深 7.40m
総噸数 2,851T	載貨重量 5,141t	貨物油槽容積 5,549.057m <sup>3</sup>	主荷油ポンプ 1,200m <sup>3</sup> /h×100m×2
燃料油槽 179.91m <sup>3</sup>	燃料消費量 9.1t/day	清水槽 168.19m <sup>3</sup>	主機械 阪神6EL44型
(デ)機関×1	出力(連続最大)3,500PS(205rpm)(常用)2,800PS(190rpm)	プロペラ 4翼1軸	CPP 補汽缶 大阪ボイラ VEC-EX-C6型
発電機 神鋼320kW(主駆)×1, 280kW×1	無線装置 船舶電話	航海計器 レーダー	速力(試運転最大)13.972kn(満載航海)13.0kn
船級・区域資格 NK 沿海	船型 船首楼付一層甲板型	乗組員 15名	航続距離 5,400浬
。バウスラスター(CPP)			



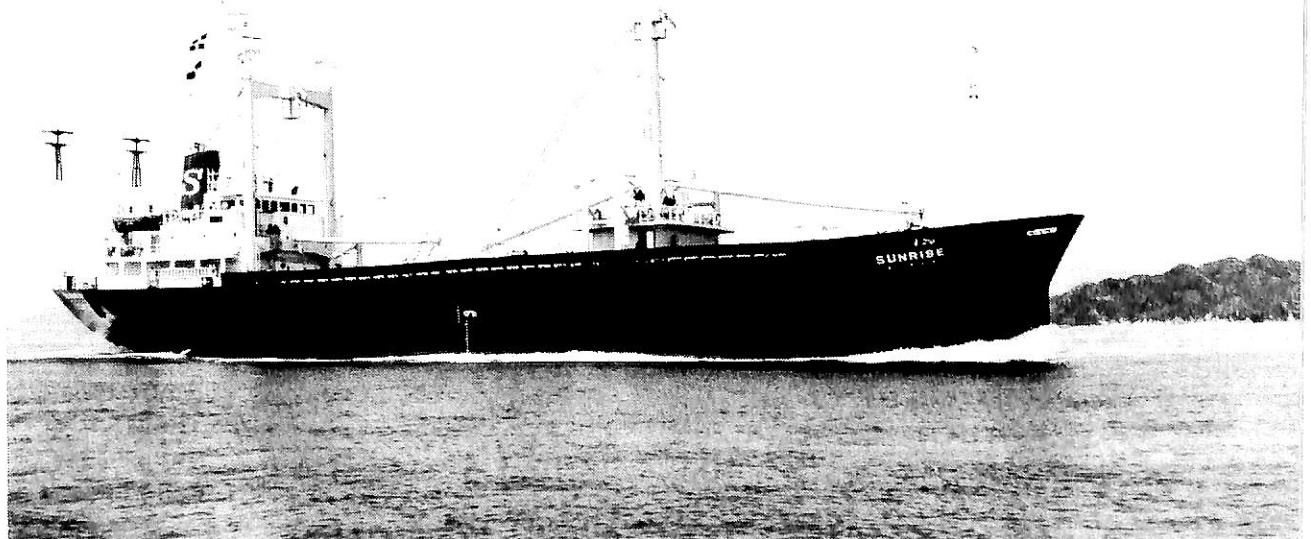


油槽船 成 興 丸 船舶整備公団 三興運油株式会社  
SEIKO MARU

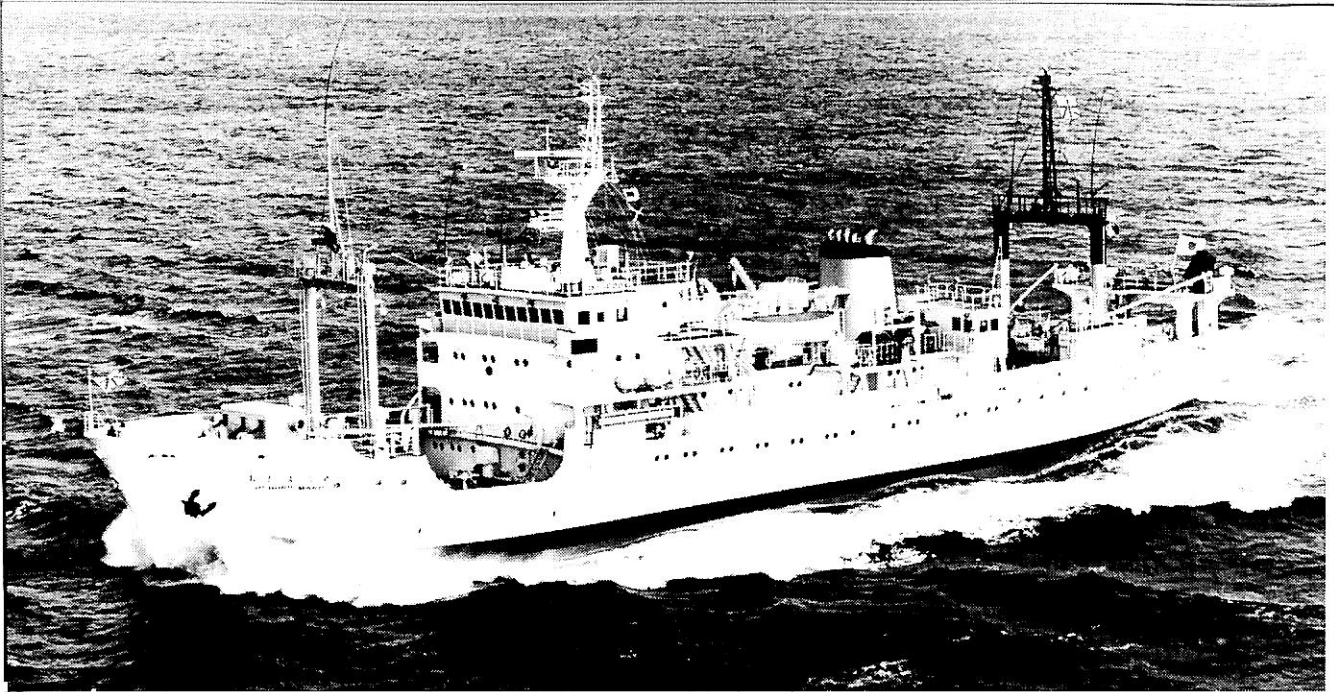
株式会社栗之浦ドック建造(第185番船)	起工 58-5-26	進水 58-7-8	竣工 58-8-31
全長 76.5m 垂線間長 72.0m	型幅 11.2m	型深 5.0m	満載喫水 4.58m
満載排水量 2,583t 総噸数 699T	載貨重量 1,878t	貨物油槽容積 2,149 <sup>m<sup>3</sup></sup>	主荷油ポンプ
750 <sup>m<sup>3</sup></sup> /h × 70m × 2 艙口数 10	クレーン 0.9t × 2	燃料油槽 95 <sup>m<sup>3</sup></sup>	燃料消費量 5t/day
清水槽 30 <sup>m<sup>3</sup></sup> 主機械 阪神 6EL 30型(デ)機関 × 1	出力(連続最大) 1,800PS(300rpm)	補汽缶 タクマ クリーンサーモエコ	発電機
(常用) 1,530PS(284rpm) プロペラ 4翼 1軸 CPP	補汽缶 タクマ クリーンサーモエコ	50kVA × AC 440V × 1,200rpm × 2 (補機駆動, 主機駆動各 1),	50kVA × AC 440V × 1,800rpm × 1 (碇泊用)
無線装置 船舶電話	航海計器 ロラン レーダー	速力(試運転最大) 13.142kn	(満載航海) 12.561kn
航続距離 4,500浬	船級・区域資格 JG 沿海	船型 凹甲板船尾機関型	乗組員 10名

貨物船 サンライズ 愛和汽船株式会社

桧垣造船株式会社建造(第300番船)	起工 58-4-18	進水 58-7-5	竣工 58-8-22
全長 86.02m 垂線間長 80.00m	型幅 14.50m	型深 8.50/5.90m	満載喫水 5.724m
満載排水量 4,963.27t 総噸数 2,653T	純噸数 1,322T	燃料油槽 330.45 <sup>m<sup>3</sup></sup>	載貨重量 3,677.71t
貨物艙容積(ベ) 5,523.75 <sup>m<sup>3</sup></sup> (グ) 5,786.72 <sup>m<sup>3</sup></sup> 艙口数 2	出力(連続最大) 2,000PS(270rpm)	補汽缶 自然循環水管式堅型 VWS-600 E	燃料消費量 6.99t/day
清水槽 259.87 <sup>m<sup>3</sup></sup> 主機械 阪神 6ELS 32型(デ)機関 × 1	補汽缶 自然循環水管式堅型 VWS-600 E	送(主) 0.5kW × 1 (補) 75W × 1	受(主) 1 (補) 1
(常用) 1,800PS(261rpm) プロペラ 4翼 1軸	無線装置	速力(試運転最大) 13.811kn	(満載航海) 11.0kn
発電機 AC 450V × 150kVA × 1,200rpm × 2	航海計器 NNSS レーダー	船型 全通二層甲板船尾機関型	
VHF	船級・区域資格 NK 近海		
航続距離 9,500浬			
乗組員 15名その他 2名			







漁業練習船 **おしよる丸** 北海道大学水産学部(文部省)  
OSHO RO MARU

三井造船株式会社玉野事業所建造(第1275番船) 起工 58-3-9 進水 58-8-19 竣工 58-12-23  
 全長 72.85m 垂線間長 66.00m 型幅 12.60m 型深 5.70m 満載喫水 5.00m  
 総噸数 1,383T 純噸数 533T 載貨重量 1,131t 漁艙容積 57.75<sup>m</sup>  
 燃料油槽 510.40<sup>m</sup> 燃料消費量 9t/day 清水槽 363.20<sup>m</sup> 主機械  
 阪神6EL-40型(デ)機関×1 出力(連続最大)3,200PS(240rpm) (常用)2,720PS(227rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 CPP 補汽缶 クレイトン RHOA-30 395kg/h×7kg/cm<sup>2</sup> 発電機 大洋電機  
 450kVA×900rpm×3, (原)ダイハツ540PS×900rpm×3 無線装置 送(主)1.2kW×2 (補)150W×1 受(主)2  
 (補)1 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー  
 速力(試運転最大)14.43kn (満載航海)13.4kn 航続距離 15,000浬 船級・区域資格 NK第3種漁船Ice C  
 船型 船首尾楼付平甲板型 乗組員 40名, 学生 66名 〇ハイブリッド航法装置, 漁撈設備各種一式

- 12 -

警戒船 **お お し お** 内海曳船株式会社

株式会社石原造船所建造(第6530番船) 起工 58-4-27 進水 58-9-26 竣工 58-11-1  
 全長 26.00m 垂線間長 23.95m 型幅 5.70m 型深 3.45m 満載喫水 1.34m  
 満載排水量 89.76t 総噸数 62T 燃料油槽 8<sup>m</sup> 燃料消費量 0.53t/h  
 清水槽 2<sup>m</sup> 主機械 三菱 S16N-MTK型高速(デ)機関×2 出力(連続最大)1,300PS×2(1,600rpm)  
 プロペラ 3翼2軸 発電機 大洋電機 50kVA×1 (原)60PS×1,800rpm×1  
 無線装置 船舶電話 VHF 航海計器 レーダー 速力(試運転最大)25.31kn  
 (航海)22.74kn 航続距離 337浬 船級・区域資格 JG 沿海  
 第3種, 第4種, 消防設備 船型 V型 乗組員 4名 他6名





護衛艦(124) はまゆき 防衛庁(建造番号2214)

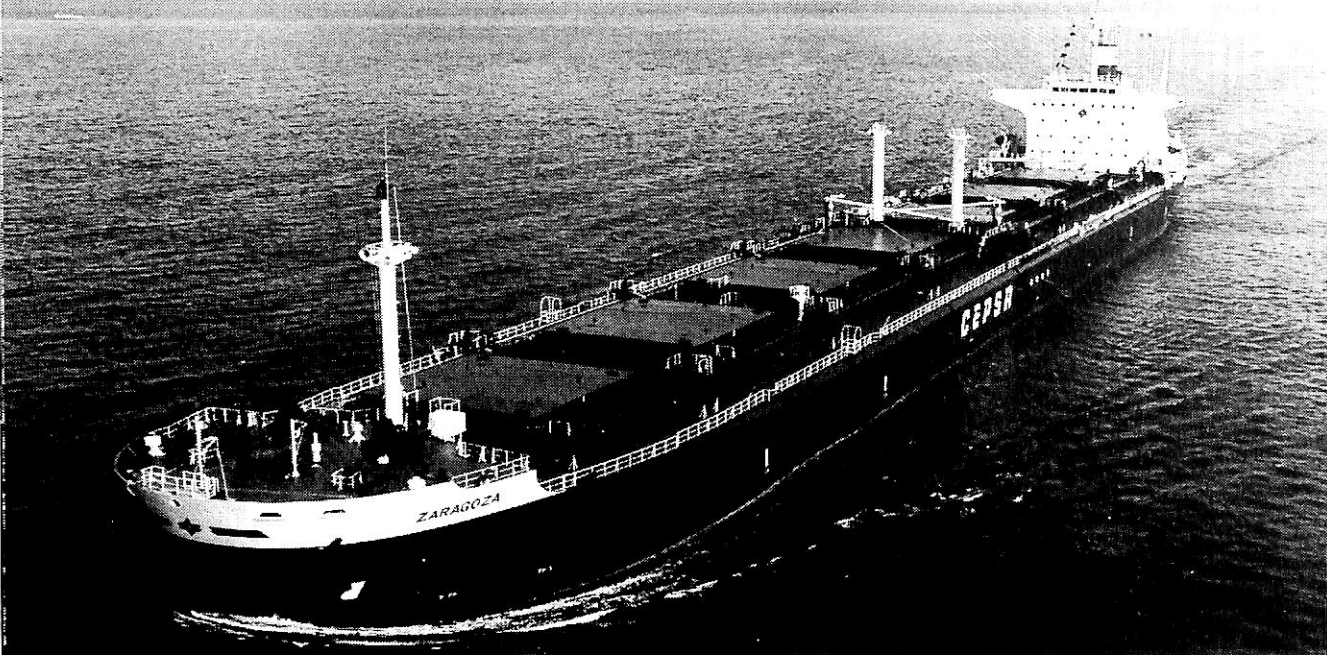
三井造船株式会社玉野事業所建造(第1220番船) 起工 56-2-4 進水 57-5-27 竣工 58-11-18  
 全長 130.00m 垂線間長 126.00m 最大幅 13.60m 型深 8.50m  
 喫水(常備) 4.10m 基準排水量 2,950t 主機械 COGOG型式主ガスタービン機関×2  
 巡航ガスタービン機関×2 軸数 2 軸馬力 2軸計45,000PS 速力 30kn 〃兵装 75mm単装速射砲×1  
 高性能20mm機関砲×2, 3連装短魚雷発射管×2, 短SAM装置一式, SSM装置一式, アスロック装置  
 対潜ヘリコプター×1 同型船しらゆき 昭和54年度建造計画 配属 佐世保地方総監部

— 13 —

掃海艇(659) とりしま 防衛庁(建造番号359)

日本鋼管株式会社鶴見製作所建造(第SB999番船) 起工 57-6-30 進水 58-6-23 竣工 58-12-16  
 全長 55.0m 最大幅 9.40m 型深 4.20m 喫水 2.50m  
 基準排水量 440t 主機械 三菱 12ZC15/201型ディーゼル機関×2 軸数 2  
 軸馬力 1,400PS 速力 14kn 乗組員 45名  
 〃兵装 20mm機関砲×1 掃海装置一式 同型船 ちちじま 昭和56年度建造計画  
 配属 横須賀地方総監部第2掃海隊群





サラゴサ

輸出鉱石 / 撒積 / 油槽船 **ZARAGOZA**

船主 Wayland S.A. (Panama)

三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1909番船) 起工 58-4-18 進水 58-7-15 竣工 58-11-22  
 全長 251.60m 垂線間長 241.00m 型幅 32.20m 型深 21.00m 満載喫水 14.151m 総噸数 48,038T  
 載貨重量 79,992 Lt 貨物艙容積 93,468 m<sup>3</sup> 貨物油槽容積 94,483 m<sup>3</sup> 主荷油ポンプ  
 (タ) 3,000 m<sup>3</sup>/h × 125 m TH × 2 艙口数 7 燃料油槽 2,809 m<sup>3</sup> 燃料消費量 約 30 t/day  
 清水槽 527 m<sup>3</sup> 主機械 三菱 Sulzer 7RTA58型(デ)機関 × 1 出力(連続最大) 11,410 PS (105 rpm)  
 (常用) 10,270 PS (101 rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 三菱二胴水管式 40,000 kg/h × 16 kg/cm<sup>2</sup>G  
 × 飽和 × 2, 排エコ 2,360 kg/h × 7.5 (16) kg/cm<sup>2</sup>G × 3 kg/cm<sup>2</sup>G × 飽和 × 1 無線装置 送受信装置一式 船舶電話  
 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 14.10 kn  
 (満載航海) 13.0 kn 航続距離 25,800 哩 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 平甲板型  
 乗組員 36名 (本文36頁参照)

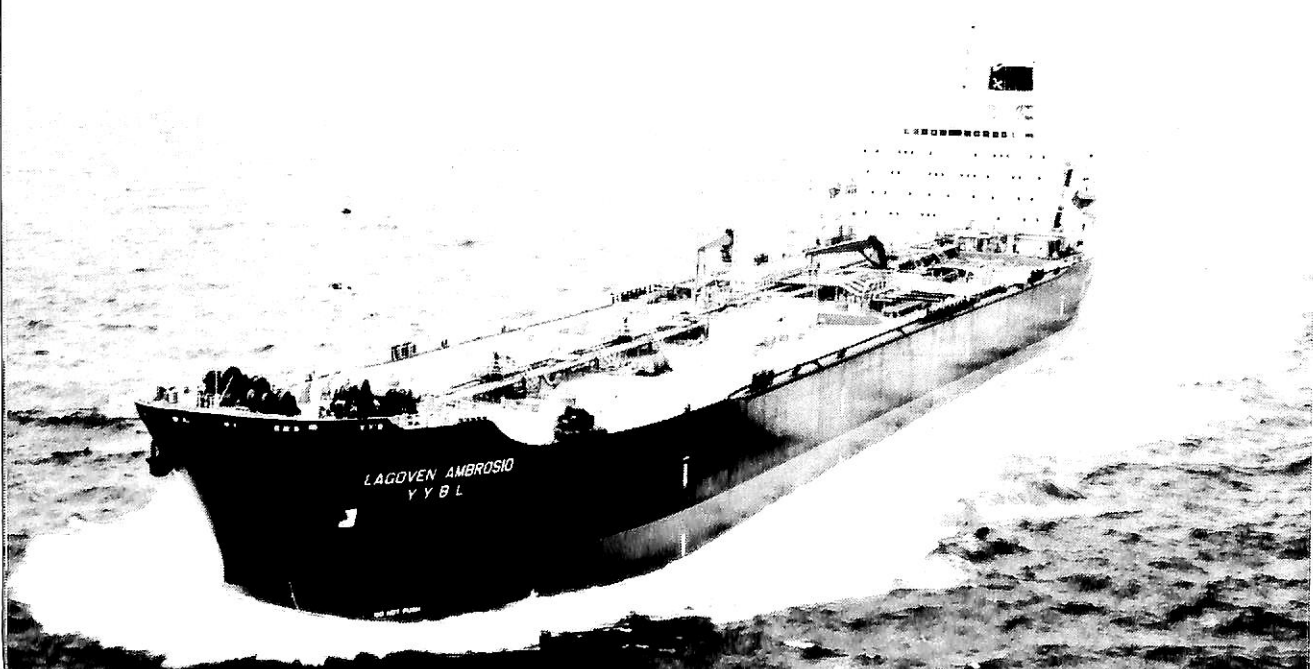
- 14 -

ラゴベン アンブロシオ

輸出油槽船 **LAGOVEN AMBROSIO**

船主 Lagoven, S.A. (Venezuela)

住友重機械工業株式会社追浜造船所(第1104番船) 起工 58-4-27 進水 58-8-21 竣工 58-11-30  
 全長 227.08m 垂線間長 217.0m 型幅 36.6m 型深 18.0m 満載喫水 11.58m  
 総噸数 32,500 T 純噸数 20,561 T 載貨重量 61,200 Lt 貨物油槽容積 75,105 m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 2,500 m<sup>3</sup>/h × 125 m × 3 クレーン 10t × 2 燃料油槽 1,999.6 m<sup>3</sup> 燃料消費量 46.5 t/day  
 清水槽 366.6 m<sup>3</sup> 主機械 住友 Sulzer 5RLB90型(デ)機関 × 1 出力(連続最大) 17,000 PS (90 rpm)  
 (常用) 14,450 PS (85.5 rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 30 t/h × 2 発電機 ダイハツ(デ) 820 kW × 4  
 200 kW × 1 無線装置 送(主) 1.5 kW × 1 (補) 150 W × 1 受(主) 1 (補) 1 海事衛星装置 VHF 航海計器  
 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 16.28 kn (満載航海) 15.5 kn  
 航続距離 14,700 哩 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型  
 乗組員 45名







## 安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。

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、  
吹き付ける水音、操舵室の窓は、どうしても  
曇りがちです。

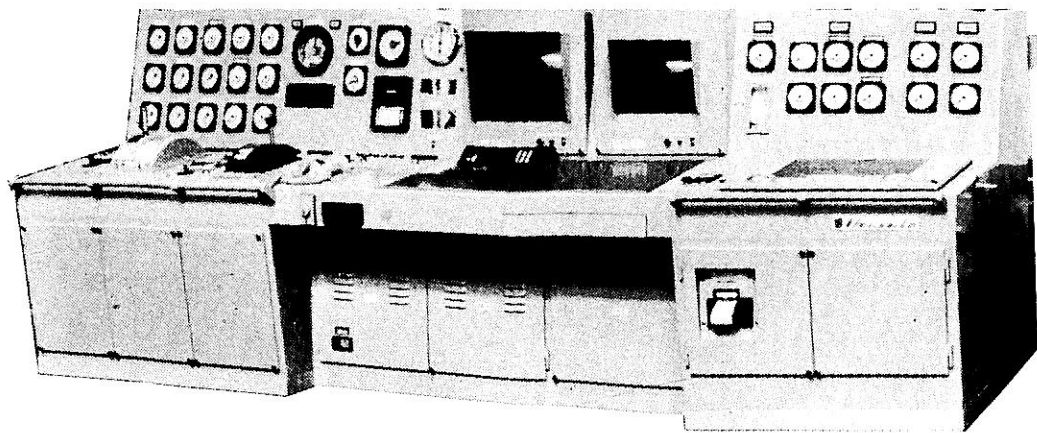
でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視  
界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス  
表面に薄い金属膜をコーティングして通電  
発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融  
雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金  
属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜  
の保護や感電防止も万全です。またガラス  
は万一割れても破片の飛び散らない安全な  
合わせガラスです。

**ヒートライト® C**

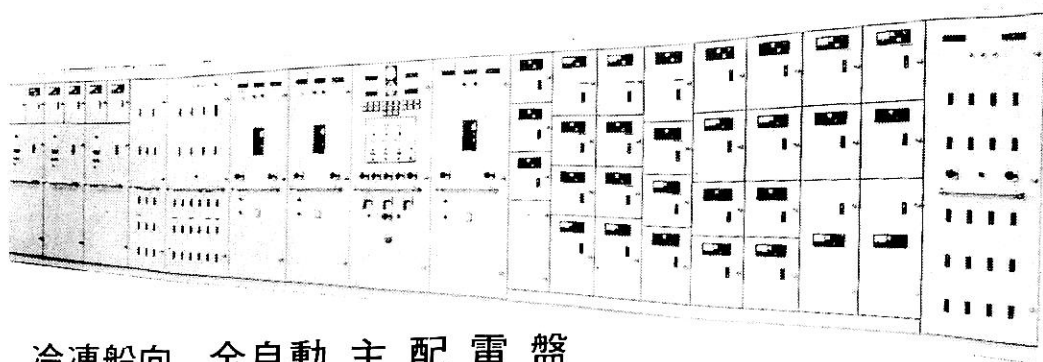
 **旭硝子**

〒100 東京都千代田区丸の内2-1-2 (千代田ビル)  
☎ 03/218-5397 (加工硝子部)

# 渦潮電機の最新技術で 船の近代化・省力化と経済性アップ!!



カラーCRT付データロガー (UMS-35) 装備、3750台積PCC向  
集中監視盤



冷凍船向 全自動主配電盤

船舶電機のトータルエンジニアリング 設計・製作・艤装

## 渦潮電機株式会社

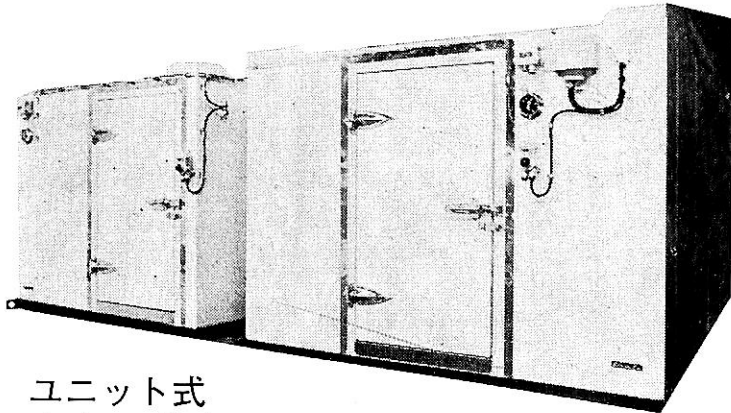
代表取締役社長

小田道人司

本社 愛媛県越智郡大西町大字九王甲1520 TEL(0898)53-6111(代) FAX(0898)53-2266  
東京営業所 東京都港区西新橋1丁目19-9 TEL(03)508-1266(代)  
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958

# 船舶装備のトータルコストダウンを推進!!

## 省エネタイプ冷凍・冷蔵庫



ユニット式  
冷凍・冷蔵庫

### 急速冷凍OK!!

〔例〕

DW6000T 遠洋 NK規格  
冷凍庫 9.7㎡  
冷蔵庫 11.0㎡  
コンプレッサー 1.5kW×1水冷  
(従来 2.2kW×1水冷)  
冷却器 ...ファンコイルユニット

#### 〔特長〕

- ① セッティングシート取り付けと冷却水配管で運転OK。
- ② コンプレッサーを1ランク落とせます(当社, 従来比)。
- ③ 形状および容量は船型に合わせます。
- ④ 外部(3.2mm)ボンデ鋼板耐水塗装仕上げ, シールドロッカー, 鋼製棚(可変), 照明警報装置付, 内部よりドアロックアウト付。
- ⑤ オールステンレス製作可能。
- ⑥ 空冷式・水冷式・全閉型・開放型 各種製作。

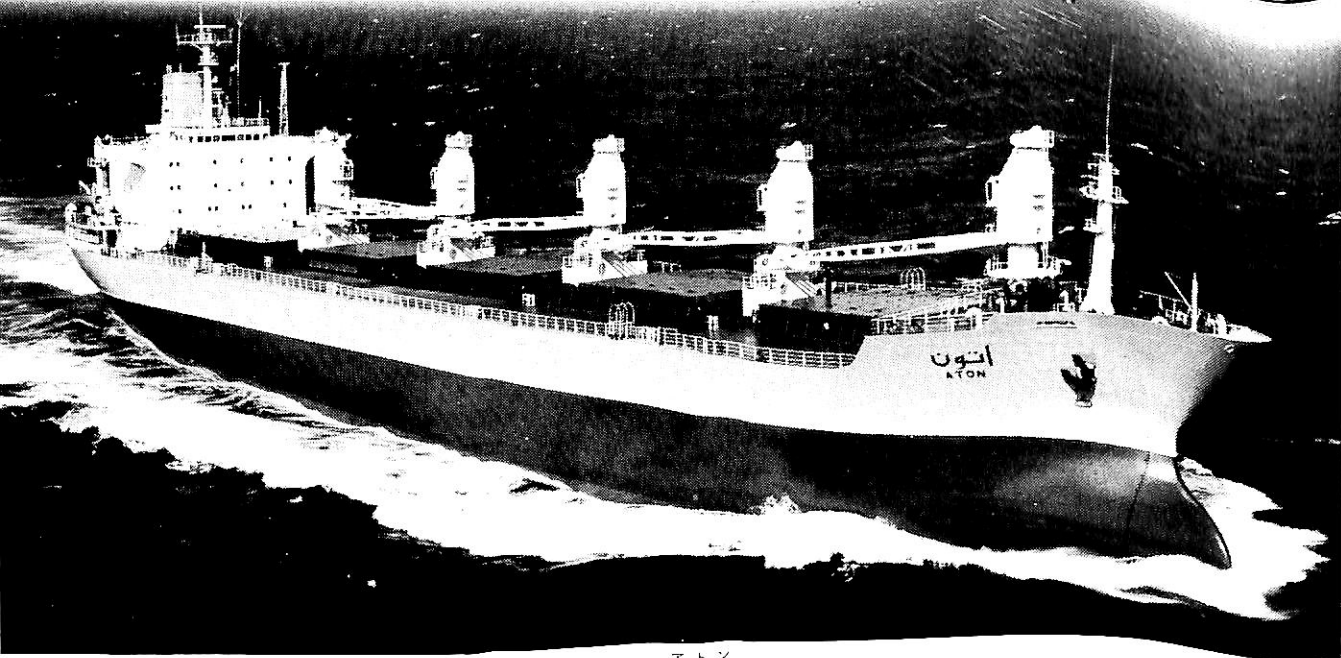
船舶空調艙装実績業界No.1 (57年; 180隻)  
設計より引渡しまで安心しておまかせ下さい。

# 潮冷熱株式会社

代表取締役社長

小 田 團

本社・工場 愛媛県越智郡大西町大字脇甲883-1 TEL(0898)53-2400(代) FAX(0898)53-6363  
東京営業所 東京都港区西新橋1丁目19-9 TEL(03)508-1266(代)  
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958



アトーン  
**輸出撒積貨物船 ATON**

船主 MISR Shipping Co. (Egypt)	起工 58-1-31	進水 58-7-2	竣工 58-12-6
三井造船株式会社千葉事業所建造(第1262番船)	型幅 31.000m	型深 15.200m	満載喫水 10.718m
全長 188.142m	垂線間長 180.000m	純噸数 16,392.53T	貨物艙容積(グ) 49,576.8m <sup>3</sup>
総噸数 24,561.22T	載貨重量 41,525t	燃料油槽 2,006.6m <sup>3</sup>	燃料消費量 30.7t/day
艙口数 5	デッキクレーン El-hyd. 12.5t×5	燃料油槽 2,006.6m <sup>3</sup>	出力(連続最大) 11,200PS (117rpm)
清水槽 383m <sup>3</sup>	主機械 三井 B & W 6L67GFCA型(テ)機関×1	補汽缶 三井 VSV-1500×1	発電機 神鋼 500kW×3
(常用) 9,520PS (111rpm)	プロペラ 4翼1軸	無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 160W×1	受(主) 1.5kHz
(原) ヤンマー 750PS×720rpm×3	無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 160W×1	航海計器 ロラン	オメガ NNSS
衝突予防装置 レーダー	速度(試運転最大) 16.43kn (満載航海) 15.3kn	航海計器 ロラン	航続距離 21,200浬
船級・区域資格 LR 遠洋	船型 船首楼, 船尾楼付平甲板型	乗組員 36名	同型船 Abydos

ネプチューン      シェラタン  
**輸出撒積貨物船 NEPTUNE SHERATAN**

船主 Neptune Lambda Lines Pte., Ltd. (Singapore)	起工 57-10-27	進水 57-12-21	竣工 58-10-31
石川島播磨重工業株式会社相生工場建造(第2799番船)	型幅 28.40m	型深 15.30m	満載喫水 10.763m
全長 187.03m	垂線間長 178.00m	純噸数 14,335.27T	貨物艙容積(グ) 45,865m <sup>3</sup>
総噸数 19,663.44T	載貨重量 37,636t	燃料油槽 1,784m <sup>3</sup>	燃料消費量 23.1t/day
艙口数 5	デッキクレーン 15t×5	燃料油槽 1,784m <sup>3</sup>	出力(連続最大) 7,800PS (520/85rpm)
清水槽 393m <sup>3</sup>	主機械 IHI SEMT Pielstick 12PC2-5V型(テ)機関×1	補汽缶 IHI 竖油焼き 6.5kg/cm <sup>2</sup> ×飽和×	発電機 (主)(主駆) 500kW×60Hz×AC450V×
(常用) 6,630PS (493/80.6rpm)	プロペラ 5翼1軸	補汽缶 IHI 竖油焼き 6.5kg/cm <sup>2</sup> ×飽和×	1,800rpm×1, (テ) 500kW×60Hz×AC450V×400rpm×3 (原) ヤンマー 6UAL-UT×3, (非) 100kW×60Hz×AC
1.2t/h×1, 排エコ IHI 6.5kg/cm <sup>2</sup> ×飽和×1.2t/h×1	無線装置 1.5kW, 0.13kW, 各1	無線装置 1.5kW, 0.13kW, 各1	船舶電話 航海計器 レーダー
1,800rpm×1, (テ) 500kW×60Hz×AC450V×400rpm×3 (原) ヤンマー 6UAL-UT×3, (非) 100kW×60Hz×AC	速度(試運転最大) 15.64kn (満載航海) 13.5kn	航続距離 20,900浬	船級・区域資格 LR 遠洋
15.64kn (満載航海) 13.5kn	航続距離 20,900浬	船型 平甲板型	乗組員 36名







サンコー イーグル

輸出木材 / 散積貨物船 **SANKO EAGLE**

船主 North Island Shipping Corp. (Panama)

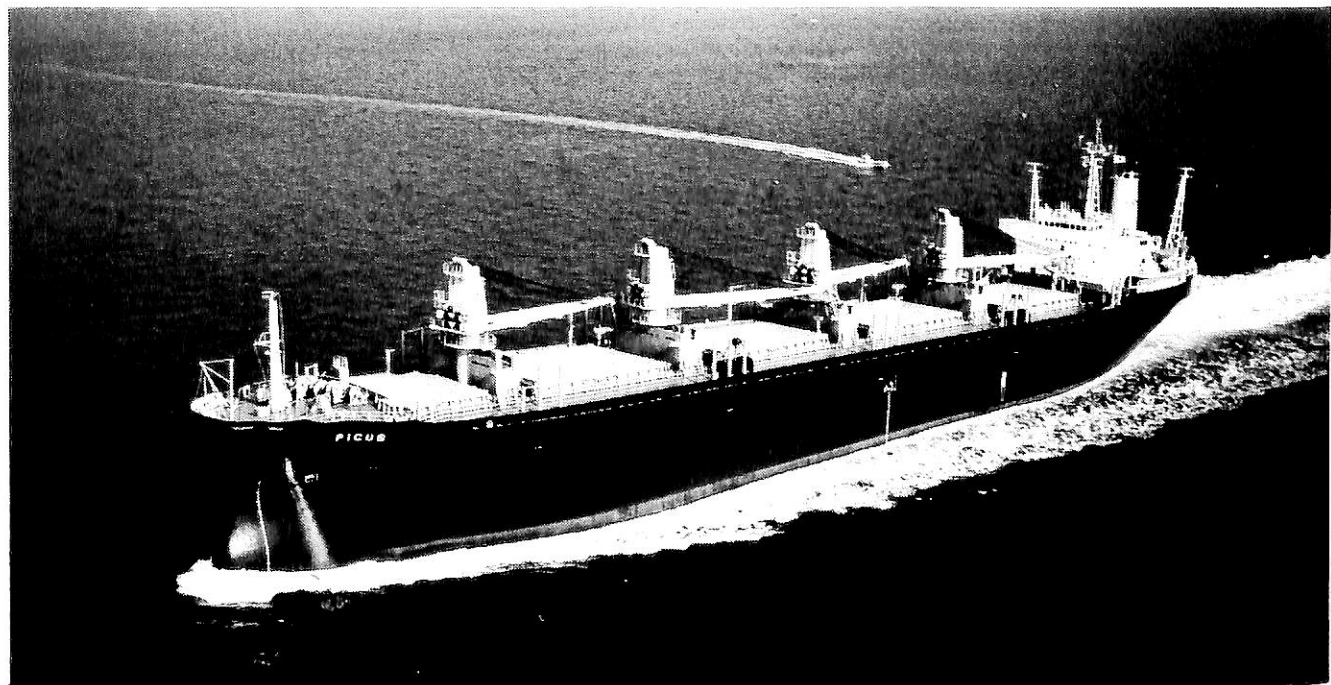
株式会社金指造船所豊橋工場建造(第3010番船) 起工 58-7-27 進水 58-10-4 竣工 58-12-16  
 全長 188.00m 垂線間長 180.01m 型幅 28.00m 型深 15.40m 満載喫水 10.861m  
 総噸数 22,009T 純噸数 12,589T 載貨重量 37,651t 貨物艙容積(べ) 45,962m<sup>3</sup>  
 (グ) 47,589m<sup>3</sup> 艙口数 5 クレーン 25t×4 燃料油槽 1,574m<sup>3</sup> 燃料消費量 21.7t/day  
 清水槽 368m<sup>3</sup> 主機械 日立 Sulzer 6RTA58-R4型(テ)機関×1 出力(連続最大) 8,160PS  
 (98rpm)(常用) 6,936PS(93rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 壁型水管式 1.2t/h×7kg/cm<sup>2</sup>G  
 発電機(テ) 500kVA×400kW×AC450V×3 (原) ヤンマー 600PS×720rpm×3 無線装置 送(主) 0.8kW×1  
 (補) 50W×1 受(主) NRD-92×1 (補) NRD-92×1 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン  
 オメガ 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 16.147kn (満載航海) 14.0kn 航続距離 20,879浬  
 船級・区域資格 NK 遠洋 乗組員 32名

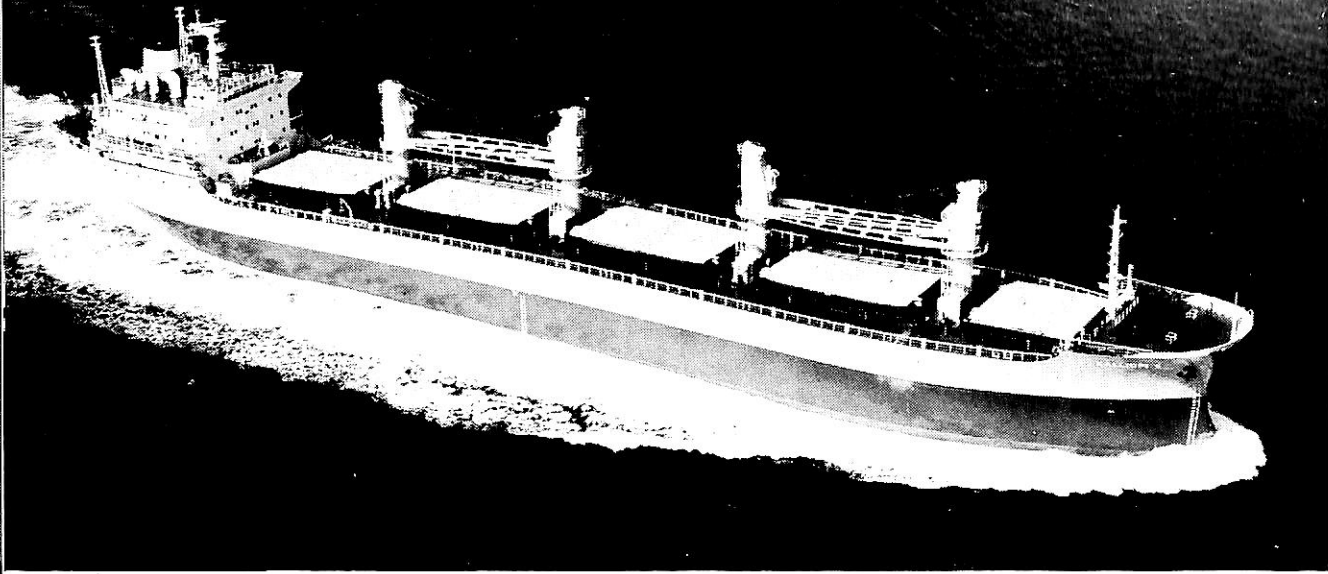
フィッカス

輸出散積貨物船 **FICUS**

船主 Horologium Carriers Corp. (Panama)

常石造船株式会社建造(第517番船) 起工 58-1-25 進水 58-3-30 竣工 58-12-7  
 全長 179.00m 垂線間長 170.00m 型幅 25.40m 型深 15.5m 満載喫水 11.153m  
 総噸数 19,146T 純噸数 11,123T 載貨重量 32,429t 貨物艙容積  
 (べ) 39,564m<sup>3</sup>(グ) 40,794m<sup>3</sup> 艙口数 5 クレーン 25t×4 燃料油槽 F 1,776.8m<sup>3</sup>  
 D. 225.6m<sup>3</sup> 燃料消費量 22.5t/day 清水槽 322.6m<sup>3</sup> 主機械 宇部一三菱 6UEC60HA型  
 (テ)機関(Derating)×1 出力(連続最大) 8,480PS(135rpm)(常用) 7,210PS(128rpm) プロペラ 4翼1軸  
 補汽缶 壁コンポジット型 油焚き 1,200kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>G, ガス側 1,000kg/h at M/E CSO, 発電機  
 AC440kW×660PS×720rpm×2 無線装置 送(主) 1kW×1 (補) 75W×1 受(主) 全波×1 (補) 全波×1  
 VHF 航海計器 ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大) 16.36kn (満載航海) 13.6kn 航続距離  
 23,100浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウェル甲板型 乗組員 32名 同型船 Felicia





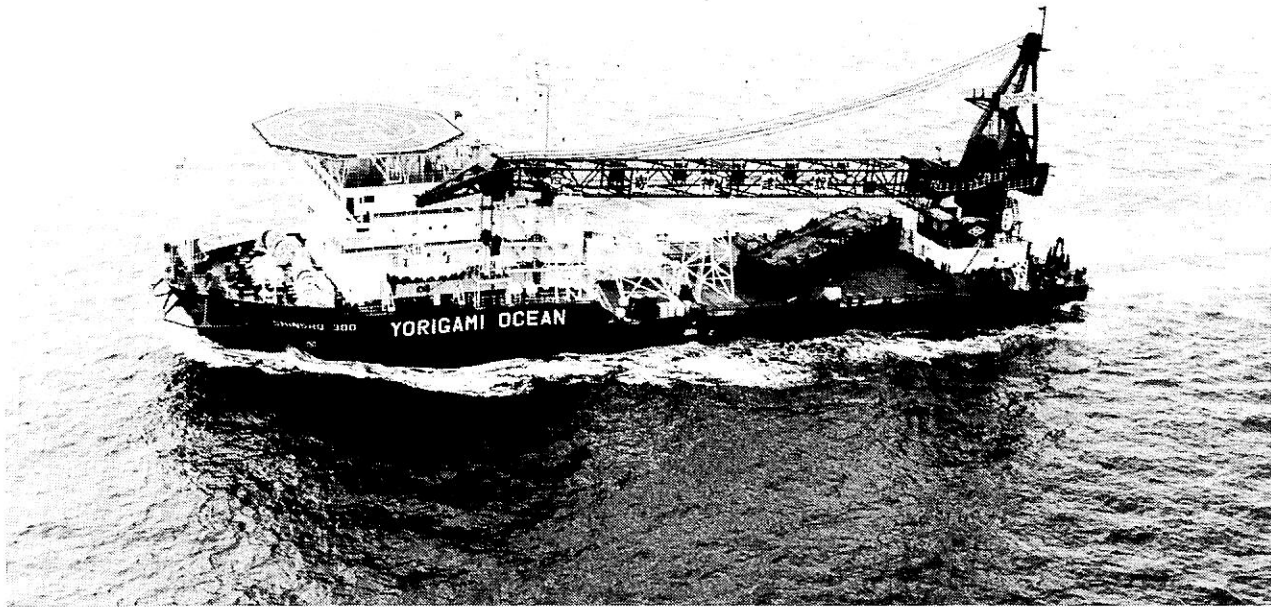
カリオピ  
輸出撒積貨物船 **KALLIOPI II**

船主 Cineraria Shipping Corp. (Liberia)  
 日立造船株式会社広島工場建造(第4728番船) 起工 57-12-22 進水 58-3-1 竣工 58-11-29  
 全長 178.22m 垂線間長 167.20m 型幅 23.10m 型深 14.75m 満載喫水 10.57m  
 満載排水量 34,480t 総噸数 17,066T 純噸数 10,334T 載貨重量 28,192t 貨物艙容積  
 (グ) 34,734.8<sup>m</sup> 艙口数 5 デッキクレーン 25t×4 燃料油槽 F.1,819.8<sup>m</sup> D.156.7<sup>m</sup> 燃料消費量  
 30.6t/day 清水槽 298.4<sup>m</sup> 主機械 日立B&W7L55GA型(テ)機関×1 出力(連続最大)9,550PS(155rpm)  
 (常用)9,050PS(147rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 大阪ボイラ堅水管式油焚 2,000kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>G×1  
 排エコ 1,500kg/h×7.0kg/cm<sup>2</sup>G×1 発電機 自己通風防滴型 550kVA×440kW×AC450V×60Hz×3 (原)ダイハツ  
 660PS×720rpm×2 無線装置 送(主)1.5kW×1(補)130W×1 受(主)NRD-93(補)NRD-92 海事衛星装置  
 VHF 航海計器 レーダー 速力(試運転最大)16.889kn(満載航海)14.5kn 航続距離 20,080浬  
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首尾楼付単甲板型 乗組員 32名

オリエンタル エンジェル  
輸出撒積貨物船 **ORIENTAL ANGEL**

船主 Cardenas Shipping Co., S.A. (Panama)  
 株式会社新山本造船所建造(第268番船) 起工 58-3-18 進水 58-6-11 竣工 58-7-25  
 全長 152.60m 垂線間長 142.00m 型幅 24.00m 型深 13.20m 満載喫水 9.709m  
 満載排水量 26,553t 総噸数 12,866T 純噸数 7,732T 載貨重量 21,373t 貨物艙容積  
 (ベ) 27,021.07<sup>m</sup> (グ) 28,349.57<sup>m</sup> 艙口数 4 デッキクレーン 25t×3 デリック 25t×1  
 燃料油槽 1,309.83<sup>m</sup> 燃料消費量 20.2t/day 清水槽 379.95<sup>m</sup> 主機械 三菱Sulzer  
 6RLB56型(テ)機関×1 出力(連続最大)6,850PS(130rpm)(常用)6,165PS(126rpm) プロペラ 5翼1軸  
 補汽缶 バーナー側/排ガス側 1,000/800kg/h 発電機 西芝450kVA×AC450V×900rpm×2 (原)ヤンマー  
 600PS×900rpm×2 主機駆動 西芝450kVA×AC450V×1,200rpm×1 無線装置 送(主)1kW×1  
 (補)130W×1 受(主)全波×1(補)全波×1 船舶電話 VHF 航海計器 NNSS レーダー 速力(試運転最大)  
 16.425kn(満載航海)13.5kn 航続距離 15,400浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 26名





輸出クレーン バージ シンショー SHINSHO 300

船主	YS Ocean 300, S.A. (Panama)	起工	58-7-15	進水	58-8-10	竣工	58-11-9
日本鋼管株式会社清水製作所建造(第413番船)		垂線間長	95.0m	型幅	24.5m	型深	7.0m
全長	100.5m	満載排水量	10,498t	総噸数	5,801T	純噸数	1,740T
満載喫水	5.519m	クレーン	300t×1	燃料油槽	1,741.2m <sup>3</sup>	燃料消費量	12.0t/day
載貨重量	5,939t	主機械	4cycle Trunk-Piston Turbo Charged	出力 (連続最大)	2,000PS×2	補汽缶	1,076kg/h×6kg/cm <sup>2</sup> ×1
清水槽	1,392.2m <sup>3</sup>	プロペラ	4翼2軸	速力 (試運転最大)	12.149kn	(航海)	9.5kn
(320rpm) (常用) 1,700PS×2 (303rpm)		発電機	ヤンマー 800kW×450V	航続距離	22,100浬	船級・区域資格	NK 遠洋
乗組員	250名						

# タイテックス TIGHTTEX

[甲板舗床材] ラテックスタイプ・ウレタンタイプ・エポキシタイプ



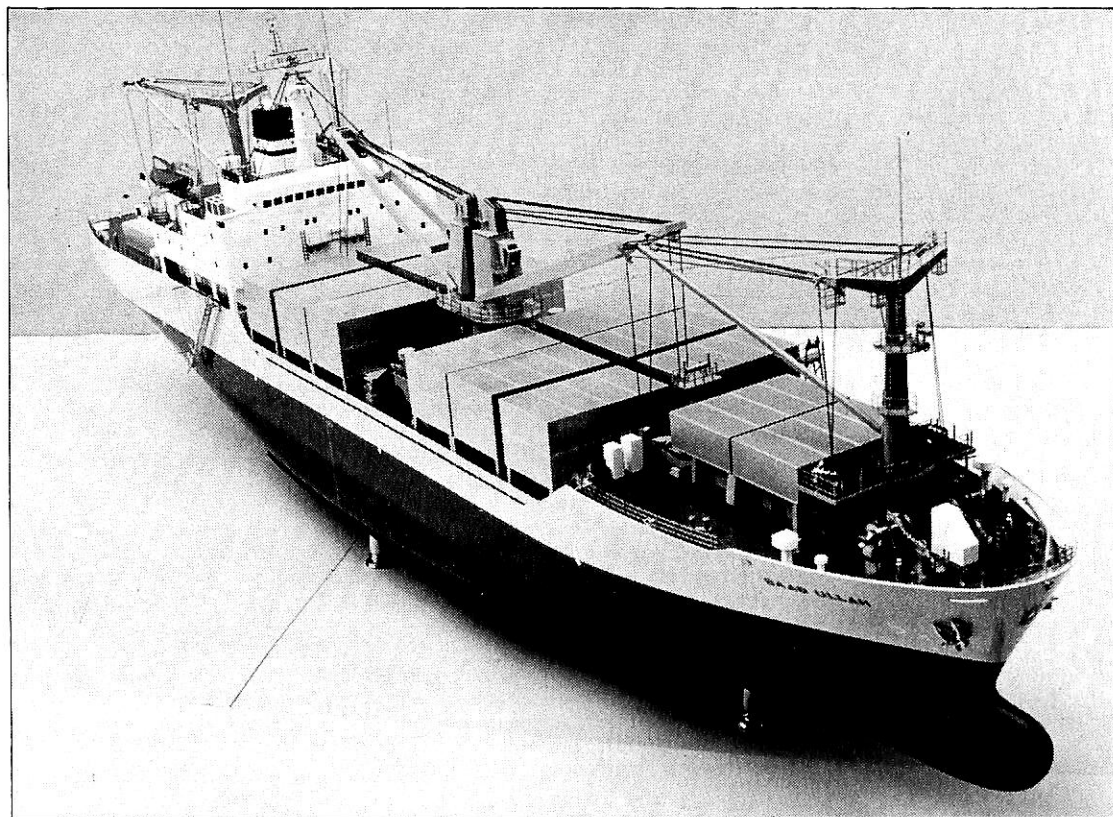
タイヘイ  
**太平洋工業株式会社**



〒615 京都市右京区西院金槌町 8 番地 ☎075-311-1101(代)  
 営業所 東京都千代田区神田錦町1-3 島津神田錦町ビル ☎03-291-0147  
 営業所 広 島・坂 出

JG. UK-DOT.  
 NK. NV. SBG.  
 AB. LR. NSA.  
 BV. ZC.  
 CR. NSC. 等  
 SOLAS 1974  
 承認材

# 進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



セミコンテナ船 M.V. "BAAB ULLAH"  
船主 The Republic of Indonesia  
造船所 佐世保重工業株式会社

全長	134.00m	垂線間長	126.00m
型幅	21.70m	深さ	12.00m
総吨数	9,471.88T	重量トン	10,169t
船級	B.K.I., NK	縮小	1/100模型

## 株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭武二  
東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京 (998)1586



## 重量物運搬船と大型貨物の海上輸送

重量物運搬船にて海上輸送する大型重量貨物を大別すると次のようなものが主体となる。

- (1) モジュール・ユニット（工場施設を完成状態で分割したもので、現地では各ユニットを据え付け、機能的な結合により完成する工法）及び海上石油、ガス生産設備に代表される大型構造物。
- (2) 石油化学工業などのプラントに使用される压力容器などの塔槽類。
- (3) クレーンなどの大型輸送機器類
- (4) 橋梁などの大型建造物
- (5) 小型船舶・艇・車輛等

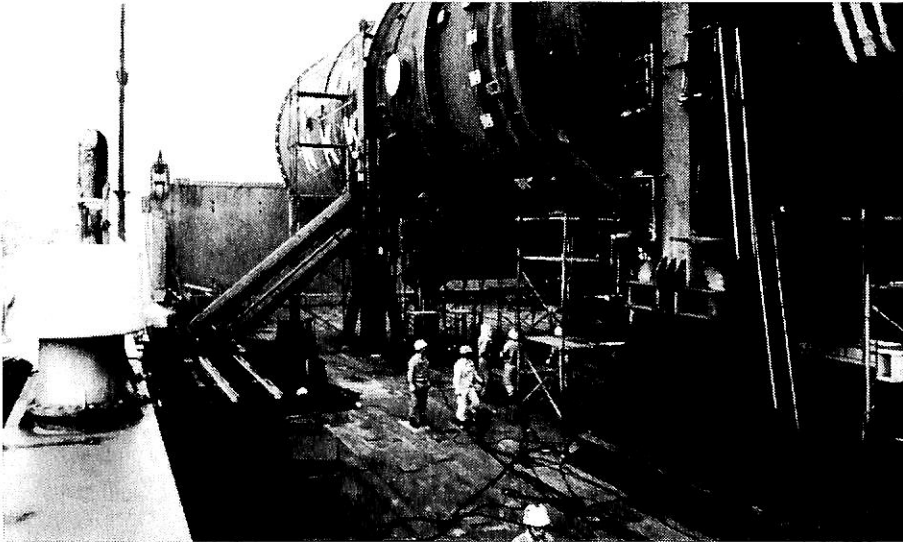
船舶は、海上航行に際しては、荒天を含む海上の波や風などの影響により動揺を繰返すが、大型重量物ともなると、貨物自身の船体動揺による移動力も非常に大きなものとなり、貨物はもちろん、積載している船舶も、場合によっては危険にさらされることになる。

海上輸送に携わる海運業者としては、安全で確実な航海をしなければならないのは当然の事であり、その為には、航路の選定、海域、季節などによる航路上の状況と、それにかかわる船体動揺の予測、貨物の移動力及び貨物を船体に確実に固定する為の各種の計算、設計、施工を充分に行うことが必須条件となる。又、陸上に据えて使用されることを目的とする貨物のときには、船体動揺による外力が陸上での使用条件（主として外力）より苛酷な時があり、これについての配慮も行なわれる。

大型重量物の船積、陸揚など、いわゆる荷役に際しても、寸法、構造、外形、あるいは重量的に、ときにはこれらがいくつか組み合わせられて特別な手段、機材などを必要とすることが多く、事前に充分な計画、計算設計を必要とする。次に、大型重量物の船積、航海、陸揚げについて、重量物運搬のために、特に建造された船舶による海上輸送の一端を紹介する。

## Roll on / Roll off 重量物運搬船の例

(日之出汽船株式会社)



○貨物の種類  
石油精製用压力容器  
(巨大重量物の代表例)

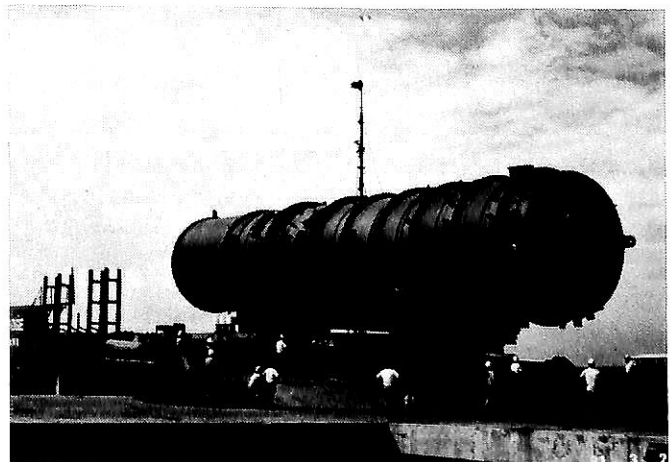
○貨物の規模  
長さ82m、直径10m  
重量 約1,100T

◀貨物積込後の固縛工事  
施工中（右舷より船尾  
方面を見る）

“Gulf Bridge”  
(dwt 7,093t)



現地に到着し揚荷中の状況（右方は栈橋）



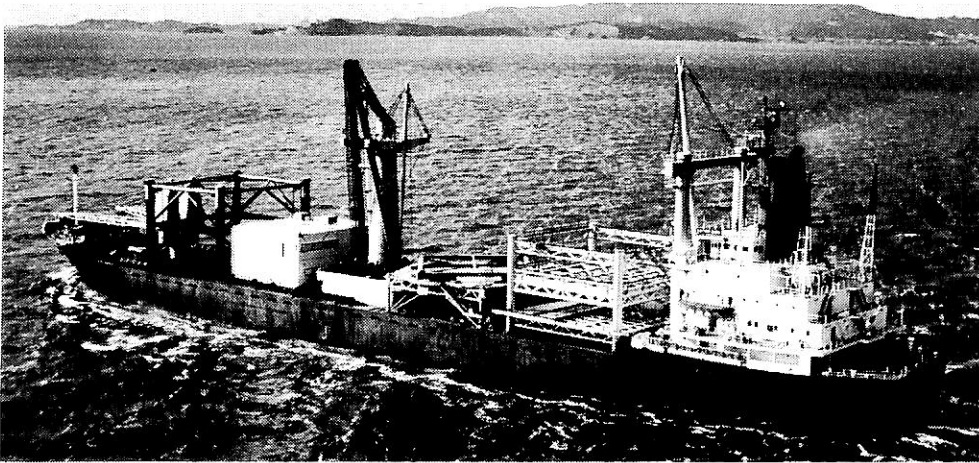
クローラ・トランスポータによる陸上への直接揚荷作業



◦貨物の種類 ヘリポート（柔構造の代表例）

◦貨物の規模 長さ 21.1m, 幅 20.0m  
高さ 14.2m, 重量 300 T

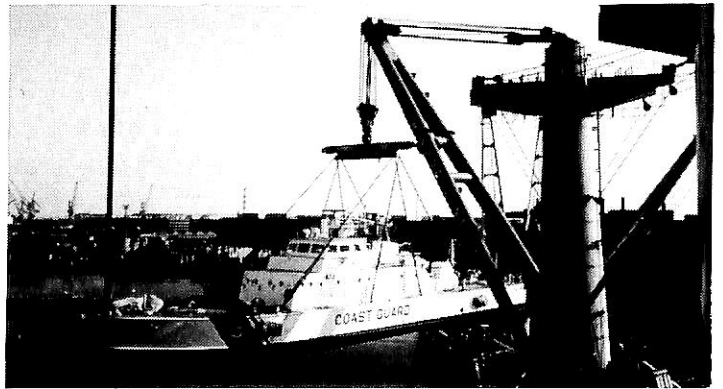
◀船積のため、本船ヘビーデリックにて吊上げられたヘリポート



類似貨物を積載して  
航海中の“香取丸”  
(dwt 19,856t)

◦貨物の種類 バトロールポート  
(小型船舶の代表例)

◦貨物の規模 長さ 44.0m, 幅 7.4m  
高さ 9.0m, 重量 160 T



▲船積のため、本船ヘビーデリックにて吊上げられたバトロールポート

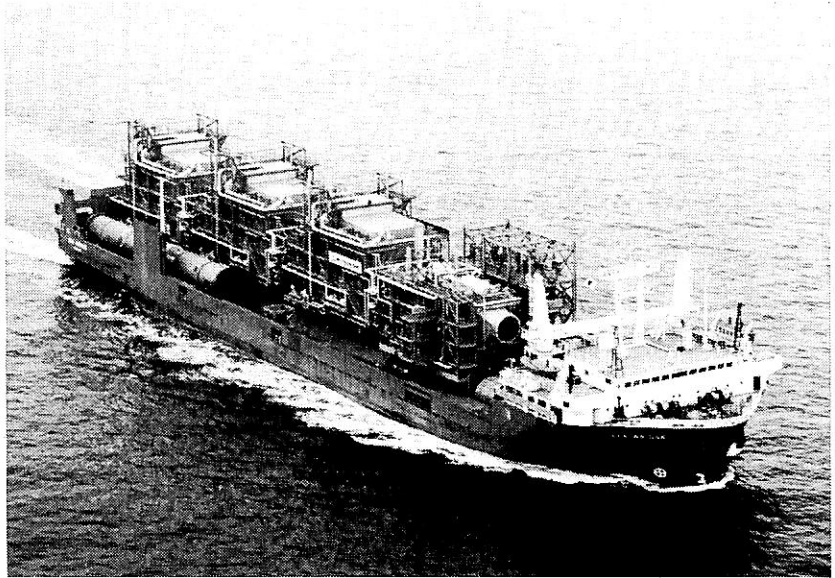


◀甲板上の台上に置かれた状態、この後、ワイヤーロープにて固定される

ボイラなどを組み込んだモジュール  
ユニットの積載例

長さ 25m, 幅 16m, 高さ 21m  
重量 700T 4基 その他

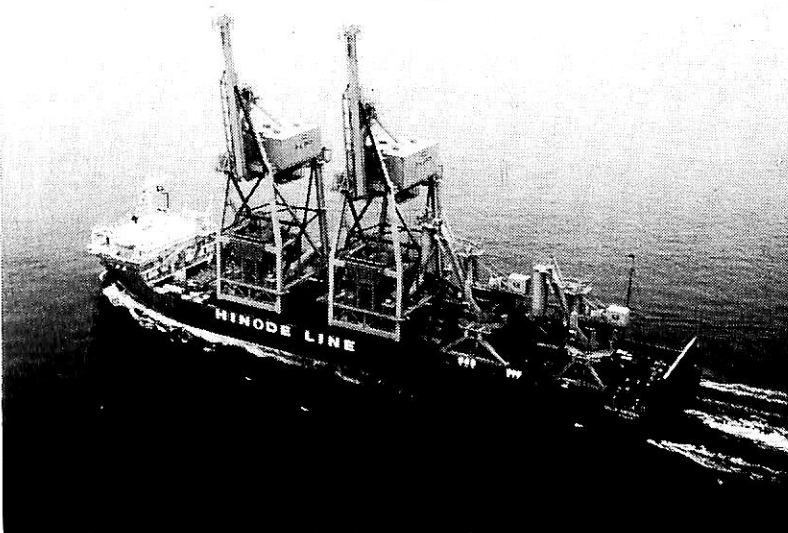
“Sea Bridge”  
(dwt 11,164t)



鉄鉱石の積出港用クレーンの例

長さ 18m, 幅 15m, 高さ 60m  
重量 650T 2基 その他

“Gulf Bridge”

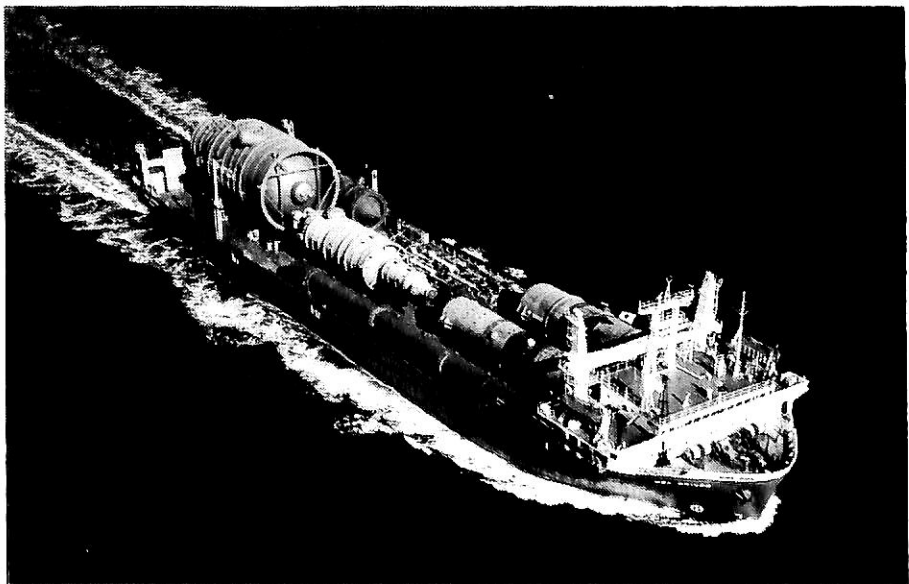


各種圧力容器積載例

長さ 40m, 直径 17m  
重量 860T

長さ 43m, 直径 15m  
重量 705T その他

“Sea Bridge”



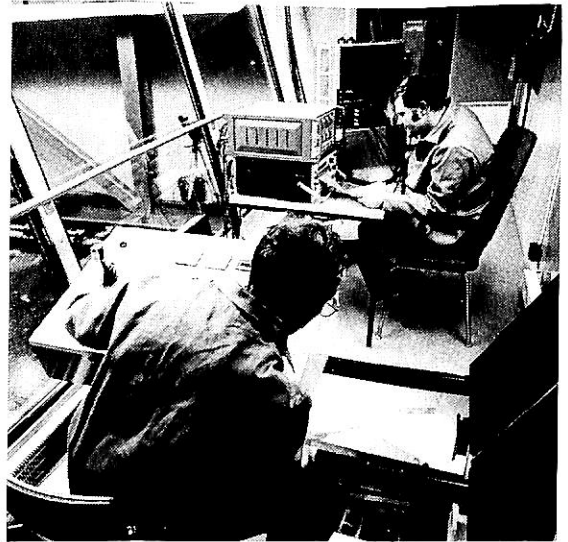
最新設備の Wärtsilä 氷海研究所



◀氷海研究所全景

▼試験水槽及び曳引車 (左)

曳引車内部 氷の状態を調べている (右)



昨年、開所した最新設備の新氷海研究所は、船舶及びその他の構造物の氷域での性能研究用であるが、あらゆる種類の氷域工学研究用にも使用出来る。

これにより Wärtsilä 社以外の世界に於ける氷海に関する開発・研究部門にも利用出来て大きく貢献が出来る。

研究所の諸要目

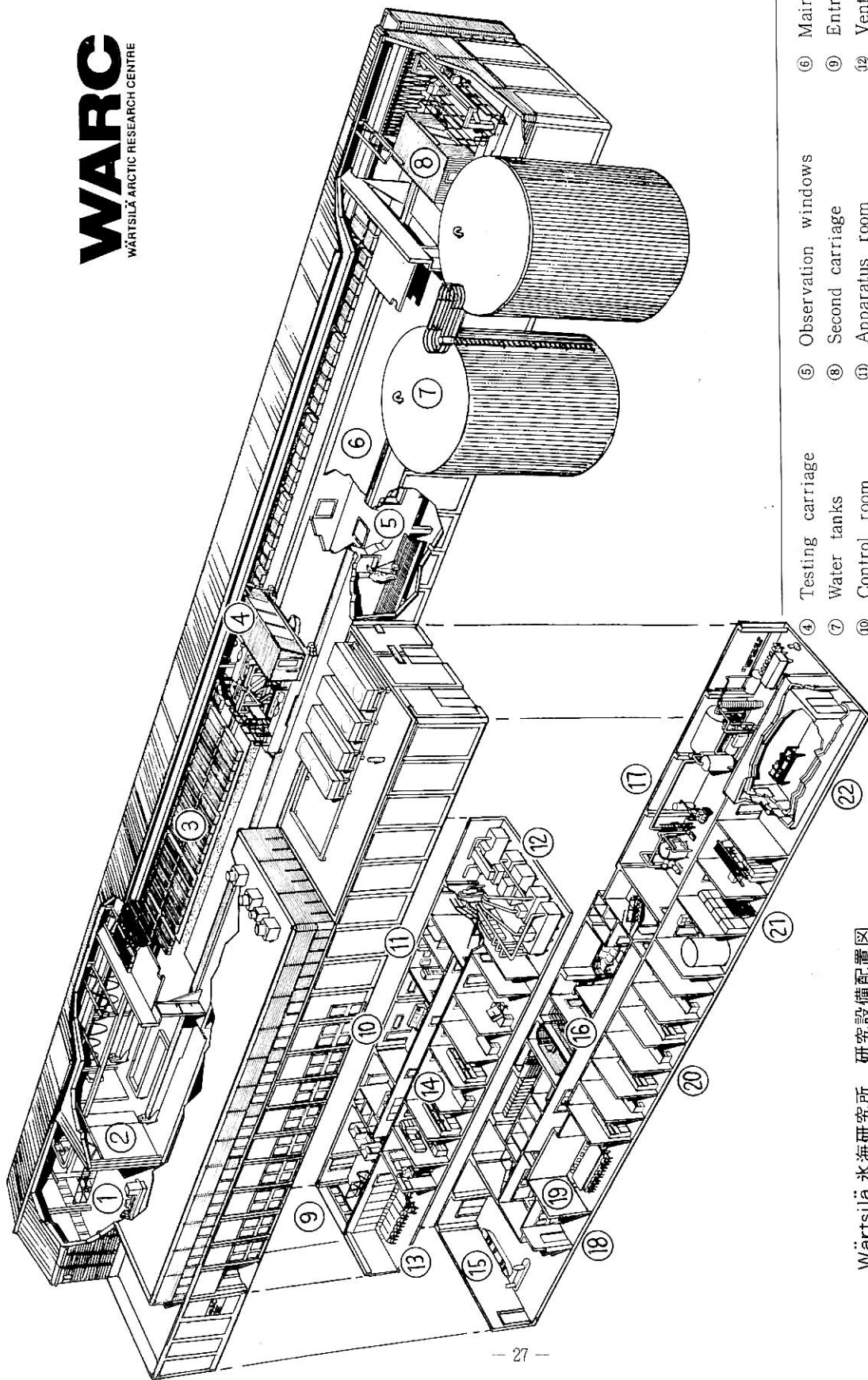
建物総容積	18,800 m <sup>3</sup>
試験水槽	長さ 77.3m
	幅 6.5m
	水深 2.3m
	最低温度 -37°C
観測窓数	結氷度 3.5mm/h
	水槽底部 10
	水槽側面 16
曳引車	重量 30t 速度 0-3 m/s
	重量 25t 速度 0-1.5 m/s

冷蔵室 (-60°C)	長さ 7.9m
	幅 3.7m
	高さ 2.75m

試験種目

Resistance Tests / Propulsion Tests / Tests with Manned Models / Manoeuvring Tests / Docking Tests / Underwater Observation of Ice Floe Patterns / Ramming Tests / Collision Tests / Propeller Tests / Forces on Fixed Structures / Mooring Forces on Floating Structures / Response of Structures / Convoy Simulations / Tests in Shallow Water / Operation Tests (Drilling, Dredging, Trawling, etc.) / Oil Pollution Prevention Tests / Testing of Equipment and Materials in Low Temperatures





Wärtsilä 水海研究所 研究設備配置図

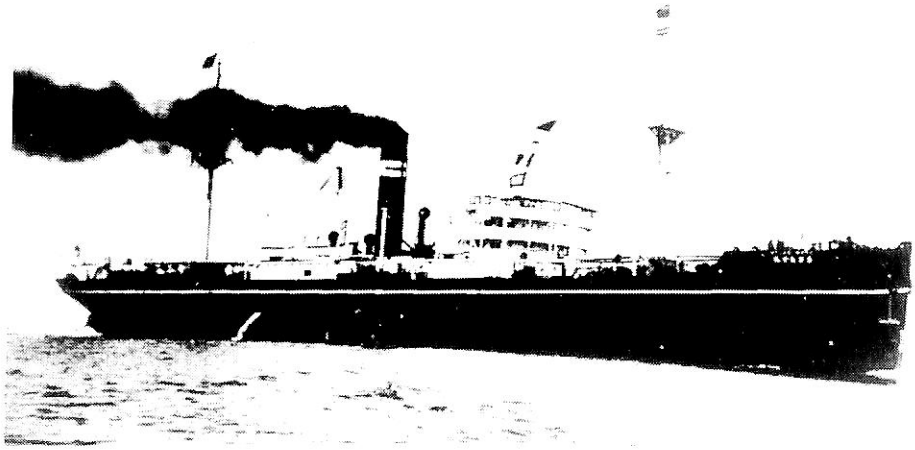
① Workshop    ② Preparation basin    ③ Cooling elements

- |                    |                           |                         |
|--------------------|---------------------------|-------------------------|
| ④ Testing carriage | ⑤ Observation windows     | ⑥ Main basin            |
| ⑦ Water tanks      | ⑧ Second carriage         | ⑨ Entrance hall         |
| ⑩ Control room     | ⑪ Apparatus room          | ⑫ Ventilation           |
| ⑬ Conference room  | ⑭ Offices                 | ⑮ Model store           |
| ⑯ Sauna department | ⑰ Refrigerating machinery | ⑱ Main entrance         |
| ⑲ Conference room  | ⑳ Offices                 | ㉑ Heating & electricity |
|                    | ㉒ Cold room               |                         |

# 日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

貨物船 あとらす丸 大阪商船(株)



三菱重工業(株)長崎造船所建造(第330番船) 船舶番号 26272 信号符字 RSTW→JAPD  
起工 大8-8-28 進水 8-12-27 竣工 9-1-21 垂線間長 128.01m 型幅 17.07m  
型深 11.58m 満載喫水 8.56m 総噸数 7,342.0T 純噸数 4,511.0T 満載排水量 14,884.0t  
載貨重量 10,743.0t 貨物艙容積(ベ) 13,352<sup>m</sup> (グ) 13,797<sup>m</sup> 主機械 三連成レシプロ機関×1  
出力(連続最大) 4,622PS 速力(試運転最大) 14.682kn (満載航海) 11.0kn 船級・区域資格  
通信省 第1級船 遠洋区域 LR 100A1 with free board LMC 鋼船 旅客 1等6名 乗組員 61名  
姉妹船 あらすか丸(大阪商船), であら丸, だあばん丸, だかあ丸(以上日本郵船) 船籍港 大阪

三菱長崎造船所が建造した5隻のストックボートの1隻で、船首楼を有する遮浪甲板型である。2隻は大阪商船へ、3隻は日本郵船へ売却された。

本船は、あらすか丸とともに大阪商船に買い取られたもので、大正9年1月竣工とともに日本～ヨーロッパ線に就航した。

大正13年石炭焚きから石油燃焼装置に取り替えられたのち、大正13年後半より石油の安いニューヨーク線に配船された。昭和9年3月ボンベイ航路に就航。

昭和10年10月アフリカ西岸線が通信省命令航路となったとき、その第1船として就航した。

昭和16年10月陸軍に徴用されて軍用船となる。

日米開戦にそなえて高雄より陸軍部隊を乗せて12月6日高雄を出港。ルソン島攻略に向かう第14軍団を乗せた多くの輸送船と馬公に集結、南支那海にて他の船団と合流、84隻の大船団の第2輸送船隊・第6分隊に所属し、12月22日リンガエン湾に進入、部隊を揚陸し、昭和17年1月9日宇品にもどる。

昭和17年2月18日ジャワ島攻略に向かう今村中将のひきいる第16軍・第2師団を乗せてカムラン湾を出撃、54隻の大船団の第1船隊に所属し、2月28日午後10時西部ジャワ島アラウン岬沖に到着、本船は本隊と別れてメラク南部に部隊を揚陸ののち、シンガポール、ラングーンを経て5月12日大阪にもどる。昭和17年5月25日九州・

崎戸発、上海、シンガポールを経て6月3日にはシンガポール南のビンタン島、さらに西貢、高雄を経て8月6日大阪にもどる。

その後は、神戸～釜山、神戸～大連間に定期的に就航していたが、昭和18年3月6日三池を出港、3月14日佐伯を出港して8号演習輸送のG2船団に加わり、3月22日パラオ着、その後、ガラスマオにて物資を揚陸ののち4月25日パラオ発P425船団で5月3日佐伯着、5月5日には新居浜に着く。昭和18年5月18日神戸発、6月27日シンガポール、7月20日スラバヤを経て、9月13日シンガポールにもどり、11月22日海南島榆林を経て11月26日清水にもどる。昭和19年1月24日陸軍の徴用は解除されたが直ちに海軍に再徴用され、呉鎮守府所属の運送船となる。

昭和19年11月3日バシー海峡にて米潜 Romfret (SS 391) の雷撃を受け、2,000名の部隊を護衛艦に移乗させて曳航されたが、11月18日15時遂に放棄された。

〔訂正〕 本誌第33巻第6号28頁日枝丸の記事のうち、終りの部分「昭和18年11月17日、マニラより…中略…沈没した。」となっている部分は「本船はマニラから部隊をラバウルに輸送、揚陸の後、昭和18年11月15日ラバウルを出港し、2152船団にてトラックに帰る途中11月17日12時45分雷撃により沈没した。」と訂正する。当時本船に乗船されていた三原 誠氏の御指摘と、その後の再調査で間違いが判明した。お詫びと感謝の意を表する。

## 貨物船 朝 日 山 丸 三井物産(株)船舶部



三井物産造船部玉工場建造(第206番船)	船舶番号 40205	信号符号 JGAJ	起工 昭9-10-10
進水 10-3-23	竣工 10-4-30	全長 115.40m	垂線間長 109.73m
型深 8.86m	満載喫水 7.70m	総噸数 4,550.0T	純噸数 2,683.0T
載貨重量 6,378t	貨物艙容積(ベ) 8,495 <sup>m</sup> (グ) 9,172 <sup>m</sup>	主機械 三井 Burmeister 型四衝程単働無気	満載排水量 9,405t
噴油過給気機関×1	出力(連続最大) 3,171PS (計画) 2,650PS	速力(試運転最大) 15.483kn	
船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋区域 BS, NS. 鋼船	旅客 1等12名	乗組員 37名	
姉妹船 明石山丸	船籍港 神戸		

三井物産船舶部が政府の第1次船舶改善助成施設法の適用(命令番号30番)を受けて建造した同社の第5番目の高速貨物船で、規定により本船の2倍を必要とする解体見合船として銀泉丸(大連石原合資4186 G/T)春日丸(日本郵船3097 G/T)伏木丸(木本勇三1332 G/T)があられた。

本船は三島型で傾斜船首、巡洋艦型船尾を有し、主機には芝浦製作所製100kW電動機による高压スーパーチャージャー式機関が本邦で初めて装備された。また、ディーゼルタンクにコッファードムを利用した第1船でもあった。

竣工後はバンコック航路の定期船として就航した。

昭和16年12月18日海軍に徴用され横須賀鎮守府所属海軍省直属の運送船となる。

昭和17年1月21日午後5時、オランダ領ボルネオ攻略を終えた海軍陸戦隊を乗せて、陸軍の輸送船など16隻でタラカンを出撃、1月24日バリックパバンに到着、揚陸作業中敵の駆逐艦の攻撃を受け、船尾に数発の命中弾を受け大破し、死傷者50名を出した。

昭和17年3月7日、北緯36°38′・東経141°0′塩屋崎附近にて雷撃を受けて小破、浸水する。

昭和17年5月22日市江崎南方日置沖1湊にて雷撃を受け、午前11時55分大破、擱坐する。

昭和18年8月20日トラック発ラバウルに向かう途中、

8月21日雷撃を受けたが、大した損害もなく8月24日ラバウルに入港した。10月3日トラック発4003船団で10月11日横須賀にもどる。

昭和18年秋以降、中部太平洋方面に対する連合軍の反攻に対し、大陸の部隊を中部太平洋地区に急派する「松輸送」に加わり、昭和19年4月28日午前8時15隻の船団から成る東松7号船団に加わって東京湾を出撃、海防艦「能美」、海防艦12号、18号、22号、および第16、第18駆潜艇の護衛で5月6日12時サイパン着、部隊を揚陸し、5月17日サイパン発、5月24日横浜にもどる。

昭和19年7月24日ハルマヘラのカウ湾内にて空爆により沈没し、乗組員2名が戦死した。北緯2°0′・東経127°45′の地点であった。

(写真提供 三井造船)

## 〔訂正〕

本誌第36巻10号20頁の氷川丸の記事のうち、出だしの「大正15年日本郵船が東洋汽船を吸収合併したことによって継承した北米シアトル航路には……」とあるのは間違いで、北米シアトル航路は明治29年8月に、すでに日本郵船によって開設されて居り、その詳細は、本誌第37巻1号42頁三池丸(初代)の記事中に記載されている。御指摘をいただいた三原 誠氏に感謝する。

ゲイラード・カットを

通過する商船 (2)

Merchant ships transiting

Gaillard Cut



## “サンタ・クララ”

写真は1930年8月16日撮影のもので、アメリカ商船サンタ・クララ SANTA CLARA (8,183総トン, 1930～44:左)が小型の貨物船と反航したところである。正面の小高い山はゴールド・ヒル(標高202メートル)と呼ばれ、クエブラ山を開削したために両側に出来た山のひとつである。サンタ・クララはグレース・ラインが北米東岸～南米航路用に建造した貨客船である。本船は第二次大戦中の1944年6月、ノルマンディー上陸作戦において沈没したが、乗組員と搭乗兵員は全部救助されている。

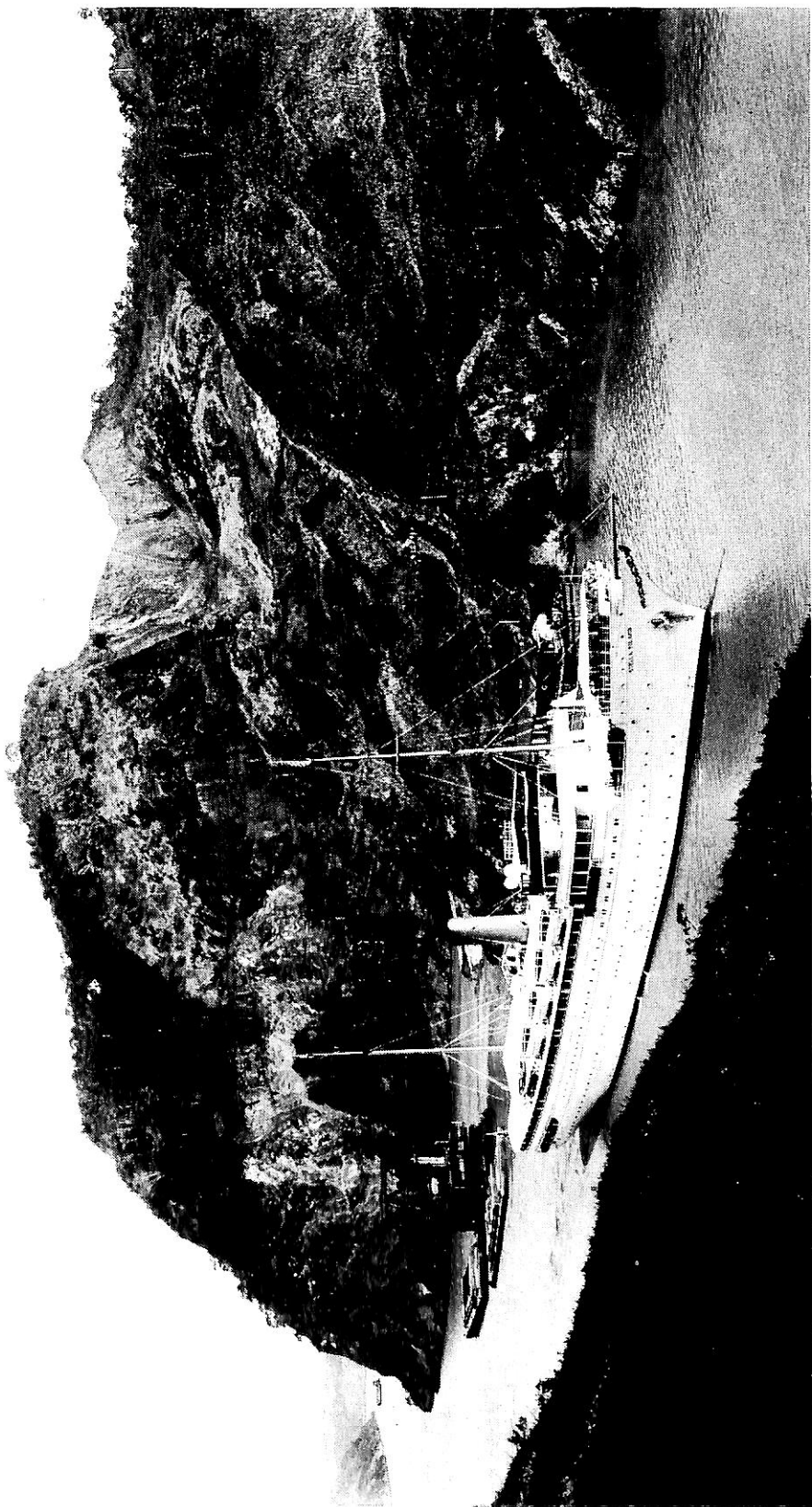


## “ステラ・ポラリス”

写真は、スウェーデンのクルーズ客船 ステラ・ポラリス STELLA POLARIS (5,209 総トン, 1927~70) がゴールド・ヒルの傍を通過している光景である。本船の後方には浚渫船が作業しており、また本船の左側にチラリと見える建物は、浚渫作業員の宿泊船と思われる。なお、ゴールド・ヒルの対岸にはシグナル・ヒルと名付けられた小山があるが、運河開削前は、この両者はひと

つの山であったことは既に説明したとおりである。

ステラ・ポラリスは最初からクルーズ専用に造られた船として有名である。第二次大戦中はドイツに捕獲され、Uボート乗組員の宿舎に使用された。1970年、西武系の会社が本船を購入し、現在は「ホテル・スカンジナビア」として西伊豆に係留されている。





安全・迅速・丁寧をお約束する

貴船のパートナー・ドック

FUJISHIRO  
ZŌSEN  
Co., Ltd.

**2,000総トン乾ドックと、最高の技術が  
あなたの船の「安全性」をパワーアップします。**

● 主要設備 ●

● 製造能力 ●

船台	13m × 80m × 1基 11m × 80m × 1基 24m × 45m × 1基 13m × 45m × 1基	499G/T貨物船並びにタンカー 3隻 199G/T貨物船並びにタンカー 6隻 30~60タッグボート 3隻 700t積舁 50隻 作業用台船 10隻
乾ドック	21m × 80m × 7m × 1基 排水 / 2時間 注水 / 1時間20分	其他各種船の製造及び修理 修理船 平均1月・約20隻 (2,000G/T未満)

藤代造船の以上の能力が、貴船を安全に、まちがいなく  
そして実り豊かに航行させます。どうぞ藤代造船に御依頼下さい。

# 株式会社 藤代造船所

造船所 / 千葉県千葉市中央港1丁目19番2号 〒260 TEL0472(46)3811 FAX0472-46-3815  
東京営業所 / 東京都千代田区丸の内1丁目2番1号東京海上ビル新館1516号 〒100 TEL03(211)4861 FAX03-211-4862

## 2月のニュース解説

米田博

## 海運・造船日誌

1月21日～2月19日

## ○海運・造船問題

## ●一般政治経済問題

1月

24日●中曽根内閣の全閣僚が先にきまった実施標準に従(火)って一斉に資産を公開した。

○原子力船「むつ」につき、政府・自民党の折衝で、廃船か存続については結論を8月末まで先送りして、関根浜での新港建設だけは、最小限の所要額(45億円)で建設を進めるという異例の措置になった。

25日○政府は臨時閣議で一般会計総額50兆6,272億円の(水)59年度予算政府案を決定した。財政投融资は21兆1,066億円。計画造船向け財政投融资(開発銀行)1,095億円、船舶輸出に対する輸出入銀行融資970億円。同じ臨時閣議では「行政改革に関する当面の実施方針」も正式に決定され、運輸省の大機構改革案も本ぎまりになった。

31日●ホーク豪首相が来日し、2月1日中曽根首相と会(火)談し、共通認識を共同新聞発表した。

○全日本海員組合(土井一清組合長、14万人)は主要単産のトップを切って、賃上げを中心とする労働協約の改定要求を経営側へ提出し、'84春闘がスタートした。同組合の賃上げ要求は、中核となる外航部門の場合、35才の標準船員で定期昇給4,690円を含め1万1,990円、6.68%。海運界の不況を反映して、昨年より約5,300円、3%引き下げられた。

2月

1日○船舶整備公団は資金運用部資金の調達金利改定に(水)連動して融資金利を約0.2%引下げた。この結果新金利は、旅客船は離島対策船近代化船7.7%、離島航路以外の100km以上の航路に使用するカーフェリー7.9%、貨物船は8.1%、貨物船改造融資8.1%、ビルジ排出防止装置の設置融資7.3%、

残油回収の改造工事7.8%、となった。なお公団は59年度から特殊タンク船、セメント船、自動車専用船、産業廃棄物処理船の各船種については現行70%の共有割合を60%に引き下げることを明らかにした。一般貨物船80%、油送船70%は現行どおり。

6日●第101特別国会が再会され、中曽根首相は衆参本(月)会議で施政方針演説を行い、行政、財政、教育の3大改革をあげた。

●世界銀行が発表した累積債務問題白書によると、開発途上国の負債残高は昨年末で8,100億ドルで3年前に比べると2,000億ドル増となった。

8日●第14回冬期五輪がユーゴのサラエボで開幕した。(水)参加49カ国、選手1,510人で史上最大規模であった。19日閉幕した。

●政府は臨時閣議で、1月19日に閣議了解した実質成長率4.1%を内容とする来年度経済見通しに、予算案で確定した財政関係数値などを加えた「59年度の経済見通しと経済運営の基本的態度」を正式決定した。

9日●ユーリ・ウラジーミロビッチ・アンドロポフ・ソ(木)連共産党書記長が病死した。69才。書記長在任期間はわずか1年3ヶ月だった。

12日●イラン・イラク戦争は報復戦がエスカレートして(日)きたが、イラク軍機は遂にイラン・ジャパン石油化学(IJPC)建設現場などを爆撃した。

13日●ソ連共産党中央委員会は、特別総会を開き、コン(月)スタンチン・チェルネンコ政治局員兼書記(72才)を新書記長に選出した。チェルネンコ氏は14日の故アンドロポフ前書記長の国葬の葬儀委員長をつとめた。

15日○運輸省航海訓練所の練習帆船の新らしい「日本丸」(水)の進水式が、皇太子ご夫妻を迎えて浦賀で行なわれた。

16日○日本～北米東岸定期航路(通称ニューヨーク航路)(木)の巨額な赤字を抜本的に解消するため、同航路で共同配船しているわが国海運5社は共同出資の新会社を設立し、営業活動、運航業務を一本化することで基本的な合意に達した、と報じられ今後のなりゆきが注目されることとなった。

## 昭和59年度予算政府案と海運・造船

### 昭和59年度予算案の特徴

政府は1月25日夕の臨時閣議で59年度予算の政府案を決定した。昨年末の総選挙の影響を受けて例年の約1カ月おくれとなったものである。一般会計の歳出規模は50兆6,272億円、財政投融资は21兆1,066億円で、58年度当初比それぞれ0.5%増、1.9%増にとどまる超緊縮型予算となったが、こうしたなかで防衛費のみは2兆9,346億円で58年度を上廻る6.55%増となり、これはGNPの0.991%にあたり、58年度当初の0.978%から更に1%に近づき、補正予算で国家公務員の給与ベースが改定されたら1%をこえる計算になるのではないか、ということが今後の論議の種となった。また、59年度の一般歳出では、経済協力関係の増加がめだった。経済協力費は、一般会計で5,439億円(対前年度比7.9%増)。内訳は二国間無償援助が1,595億円(4.6%増)、二国間技術協力1,009億円(8.1%増)、国際機関分担金・拠出金が939億円(5.2%増)、海外経済協力基金出資金・交付金が1,809億円(13.1%増)など。また外務省など15省庁にまたがる政府開発援助(ODA)一般会計予算は5,281億円(9.7%増)となっている。

歳入面では財政再建の目安となる赤字国債の減額幅が当初目標の1兆円を大きく割込んだ5,250億円にとどまり、財政再建のつまずきが明らかとなった。所得税、住民税の減税は打出したがこれを法人税、大型間接税の増税でカバーしなければならないという問題が残った。

運輸省所管一般会計では対前年度比3.7%減となったが、海運関係の主なものでは35~37次計画造船の既契約分利子補給額68億6,900万円(対前年度比1.1%減)、計画造船向け財政投融资(開発銀行)1,095億円(対前年比7.2%減)となった。利子補給の内容は37次船が6カ月分、35~36次船が5カ月分の後年度繰り延べというもので、開銀資金は、融資比はLNG船、コンテナ船60%、その他50%という39次船のままとなり、40次船建造量として115万総トン程度が見込まれている。

海運税制改正については、運輸省海運局が要望していた6項目のうち、(1)特定の資産の買換えの場合の課税の特例(その対象に内航船舶から減価償却資産への買換えを追加)、(2)特定の外航船舶の登録免許税(保存登記、抵当権設定登記)の軽減、(3)省エネ設備の特別償却または

法人税額の特別控除、(4)外国貿易用コンテナの固定資産税の課税標準の特例、の4項目が認められた。これら4項目のうち(1)の内航海運の体質強化策は新規要求で、当初、「既存項目の延長さえ難しい中で、新設項目はまず無理」といわれていた状況下において、よく実現したものと評価されている。また、同じく新設を要求していた「エネルギー資源輸送船舶建造促進準備金制度」は長期検討項目として59年度は陽の目を見なかったが、海運局では長期検討項目にとりあげられたことについて「海運の重要性が理解されたもの」との判断を示している。

海運界でも今回の結果について評価する声が高く、熊谷日本船主協会会長の話として次のように報じられている。「関係方面、特に運輸省、国会議員の方々のご理解があった。税制については予期したより良かった。ほぼ目標は達したと思う。予算については(計画造船資金で)建造資金は納得できる数字で、まあ良かった。利子補給について言えばきりがなく、厳しい財政事情下でほぼ昨年なみを確保できたので満足だ。」

「船舶整備公団」の財政措置は財政資金309億円で決定した。その内容は資金運用部資金184億円、政府保証債125億円で、これに自己資金等111億円を加え合計420億円が公団の事業資金となる。財政資金309億円による事業内訳は、内航船の代替建造が241億円、近海船代替建造が68億円。

一方、「船舶輸出の確保」としての船舶輸出に対する輸出入銀行融資は970億円となり融資比率は運輸省要求の55%と大蔵省の45%据置とが厳しく対立したが結局45%据置きとなった。

その他の重要項目としては、造船業経営安定対策(特定船舶製造業安定事業協会補助金)が13億5,300万円、船舶の知能化・高信頼度技術の研究開発の総合的推進に620万3,000円がついた。

### 運輸省機構改革案

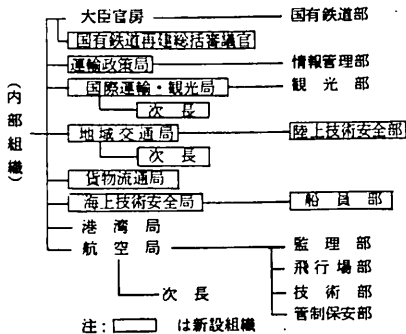
政府は1月25日の臨時閣議で、「行政改革に関する当面の実施方針」を正式に決定した。この中で、(1)運輸省など10省庁の20局を再編成する。(2)特殊法人の統廃合を進めることとなった。これによりかねてから行革臨調などで検討されていた運輸省の機構改革がほぼ本音となり、7月1日から実施される見通しとなった。

この機構改革は、従来の輸送機関別、運輸業界別の縦割り行政組織を改め、許認可中心から政策立案を軸にした官庁への脱皮を狙ったもので、運輸省では15年位前から検討されていた懸案であった。



現在の運輸省には大臣官房に総務審議官が居て運輸政策の立案を担当し、その他に情報管理部、観光部が付属しており、これと海運局、船舶局、船員局、港湾局、鉄道監督局、自動車局、航空局の7局とで組織されているが、このうち総務審議官、海運局、船舶局、鉄道監督局、自動車局の5局を廃止して、新たに運輸政策局など5局が設立され、その結果次表のような組織となる。

運輸本省の組織



この新組織については7月1日に実施されたときにもう一度本ニュース解説でとり扱うことになるかも知れないが、海事関係の現組織がどのように動くことになるかについて概略述べると次のとおりとなる。

現在の船舶局と船員局が一緒になって海上技術安全局となり、これに船員部が付属する。次に海運局の各課はバラバラになり、港湾局の倉庫課、港政課とともに、

- 運輸政策局 海洋・海事課
- 国際運輸・観光局 海運事業課
- 外航課
- 地域交通局 海上交通課
- 貨物流通局 海上貨物流通課
- 港湾貨物流通課

などを組織することとなる。なお港湾局は根本的な変化はない。

海上保安庁では、船舶技術部が装備技術部となり、この中に船舶課がおかれることとなる。

地方海運局は概ね陸運局と合併して北海道、東北、新潟、関東、中部、近畿、中国、四国、九州の9つの運輸局となるが、現神戸海運局のみは近畿運輸局神戸海運監理部として特別な組織をつくることとなる。

なお、特殊法人の統廃合に関連して昭和59年度で存続期限が切れる日本原子力船研究開発事業団は日本原子力研究所に統合されることとなった。

原子力船「むつ」と関根浜港

昭和59年度政府予算案の編成過程で、原子力船「むつ」に関する事項は大きな目玉となり、連日新聞紙上を賑わした。その結果とられた措置は何ら決定的なことではなく、問題を今後に繰延べたのみであるが、これだけ大きな話題となったものを無視するわけにもゆかないので各紙の報ずるところを総合して、現時点までの経緯を紹介しておく。

「むつ」は金がかかり過ぎるから廃船してしまえ、という意見は従来も時々出ており、之に対する反論もいろいろの形で行なわれていたが、今回予算編成の過程で特に問題になったのは、本誌2月号「1月のニュース解説」の「海運造船日誌」でもふれたように、1月17日自民党科学技術部会（林寛子部会長）が、「むつ」を廃船することを決め、藤尾正行政調会長に申し入れたことに始まる。翌18日の自民党総務会ではこれに対して批判が出、同党執行部は部会決定手続きに欠陥があったことを認め、廃船問題の扱いを政調正副会長などで改めて慎重に検討し、党三役が最終結論を出すことにした。

1月20日に内示された59年度予算大蔵原案では「むつ」の管理費、人件費など32億3,000万円が認められただけで、青森県むつ市関根浜に予定する新母港建設費100億円は認められなかった。このため科学技術庁は全面復活を要求して折衝に入った。

1月23日午前、自民党は次官折衝に先立って総務会を開き、本件を党三役の検討にゆだねることをきめた。これをうけて自民党執行部は23日、(1)関根浜の新母港建設費は計上する。(2)ただし、廃船にするかどうかは学識経験者による第三者機関で科学的に検討し、今年の夏までに結論を出す。——との折衷案で打開を図る方針を固め、青森県当局など関係方面との調整に入った。

1月24日夜、岩動科学技術庁長官と自民党四役により行なわれた政府・自民党折衝で、関根浜の新港建設は推進し、59年度予算に、これまでの内示額に45億円上積みして合計77億3,000万円を計上することを決めた。また「むつ」の今後の運用方針については党政調会のなかに学識経験者を含む検討委員会を設け、8月30日をメドに改めて検討することにし、結論を先送りした。

1月25日夜の臨時閣議で政府予算案が決定され、2月16日、科学技術庁は関根浜港の建設を2月24日に着工することを明らかにした。「むつ」存廃の問題をめぐって関根浜港建設のみが注目されている感があるが、「むつ」による実験をしなければ今までの努力が丸損だ、との意見も強い。

●新造船紹介

# 80,000DWT パナマックス型 ORE/BULK/OIL 兼用船“ZARAGOZA”

三菱重工業株式会社  
長崎造船所 造船設計部

## 1. はじめに

本船は、Wayland S. A. 向けに、三菱重工業(株)長崎造船所にて建造された Ore/Bulk/Oil 兼用船であり、1983年4月起工、同年7月進水、同年11月22日完工引渡された。

所謂O/B/O船は、世界でも最も爆発事故の多い船種とされているが、本船は、この点に鑑み、安全対策に最大の配慮を払うとともに、兼用船として運航効率の鍵を握る貨物変換作業の容易化に留意し、かつ省エネルギー省力化、海洋汚染防止等の時代の要請にも応えるべく設計、建造された、新しい世代のO/B/O兼用船である。

## 2. 主要目

### 船級

ABS **✱**A1① “Bulk Carrier, Strengthened for Carriage of Heavy Cargoes, Hold Nos. 2, 4 and 6 may be empty” “Oil Carrier”,  
**✱**AMS, **✱**ACCU

### 適用法規

パナマ海事規則  
1978年議定書を含む1974年SOLAS

1978年議定書を含む1973年MARPOL  
パナマ及びスエズ運河規則  
非米国籍船に対するUSCG規則

### 主要寸法

全長	251.60 m
垂線間長	241.00 m
幅(型)	32.20 m
深(型)	21.00 m
夏期満載喫水(型)	14.151 m

### 載貨重量及びトン数

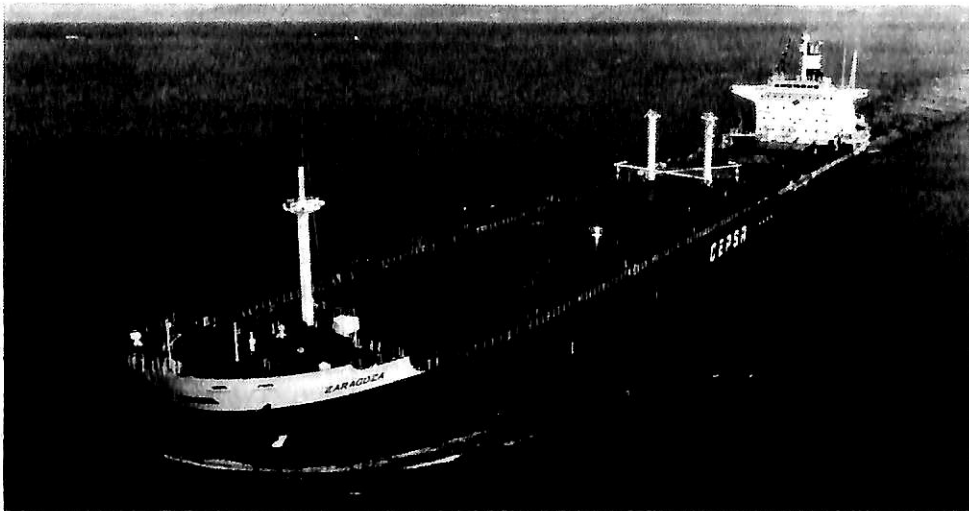
載貨重量(夏期満載喫水にて)	79,992 LT
総トン数(1969年国際条約規則)	48,038 T

### タンク容積

貨物倉兼貨物油槽	
撒積貨物	93,468 m <sup>3</sup>
貨物油(含スロップタンク)	94,483 m <sup>3</sup>
バラスタタンク(除兼用タンク)	30,055 m <sup>3</sup>
燃料油タンク	2,809 m <sup>3</sup>
清水タンク	527 m <sup>3</sup>

### 主機関等

主機関	三菱-スルザ 7 RTA 58	1基
最大出力	11,410 PS × 105 rpm	



航走中の  
Ore/Bulk/Oil  
兼用船  
“ZARAGOZA”

常用出力	10,270PS×101rpm	
補助ボイラ	三菱2胴水管式 MAC-SR 20	2基
蒸発量(合計)	40,000kg/h	
蒸気圧力	16kg/cm <sup>2</sup> g, 飽和蒸気	
排ガスエコノマイザ		
二段圧力強制循環式		1基
蒸発量(主機常用出力時)	2,360kg/h	
蒸気圧力	7.5(16)kg/cm <sup>2</sup> g, 飽和蒸気	
	3kg/cm <sup>2</sup> g, 飽和蒸気	
発電機		
主機駆動軸発電機	500V 800kW	1基
ターボ発電機	450V 450kW	1基
補助ディーゼル発電機		
	450V 800kW	2基
非常用ディーゼル発電機		
	450V 250kW	1基
推進器	ニッケルアルミ青銅製	
	5翼1体キーレス型	1基
速力等		
試運転最大速力	14.10kn	
航海速力	13.0kn	
航続距離	25,800海里	
乗組員		
職員		9名
部員		21名
その他		6名
総計		36名
ポンプ		
貨物油ポンプ	蒸気タービン駆動	
	3,000m <sup>3</sup> /h × 125mTH	2基
バラストポンプ	電動モータ駆動	
	2,500m <sup>3</sup> /h × 25mTH	1基
甲板機械		
係船機兼用ウインドラス	電動油圧式	2基
	ウインドラス 32t × 9m/min	
	係船機 15t × 20m/min	
係船機	電動油圧式 15t × 20m/min	6基
デッキウインチ	電動油圧式	2基
	5t × 30m/min	
舵取機	電動油圧式ラム型	1基
ハッチカバー		
	鋼製エンドローリングピギー	
	バック式	
第1ハッチ	14.25m × 14.40m	
第2～7ハッチ	16.02m × 14.40m	

### 3. 一般配置

本船は、パナマ運河通航を可能とする幅の制約の下に80,000トンの載貨重量を確保すべく計画された、所謂パナマックス型の船型であり、一般配置図に示すごとく、機関室、居住区を船尾に設けた、船首楼付平甲板船である。また、良好な推進性能を得るために、三菱型球状船首が採用されている。

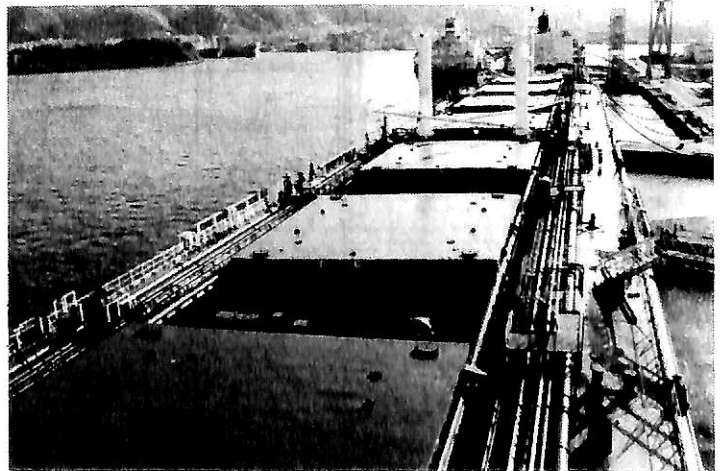
本船は7倉の貨物倉兼貨物油槽を有しており、穀物等の一般散積貨物は第1～第7貨物倉に、鉱石等の重量散積貨物は第1, 3, 5, 7貨物倉に、また貨物油は第1～第7貨物油槽及び機関室前方のポンプ室上部に配置されたスロップタンクに搭載される。

中央横断面形状は、散積貨物船型の形状に加え、船側部も二重殻構造として貨物倉兼貨物油槽内面の突起部材を無くし、貨物交換の際の貨物倉洗浄を容易にしている。また貨物倉周囲の区画はバラストタンクとし、MARPOL上のSBT, PLの要求を十分満足するバラスト量を確保している。なお、荒天時等さらにバラストを必要とする場合に備え、第5貨物倉はバラストも搭載できるよう配管されている。

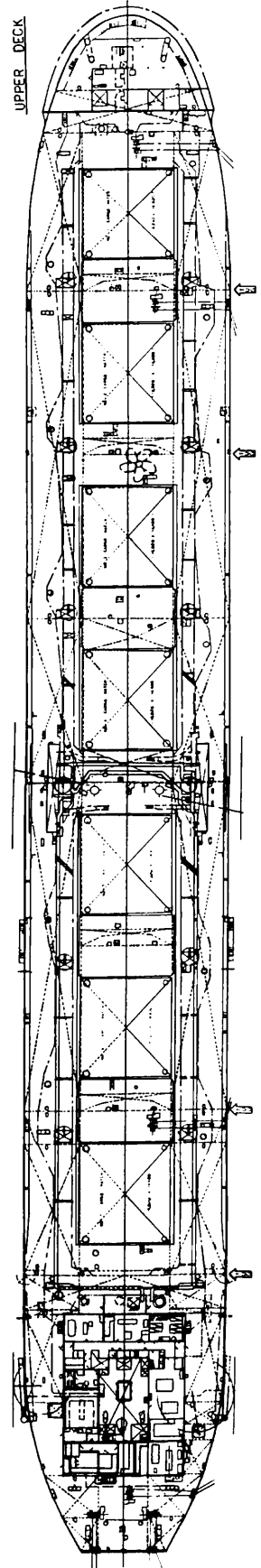
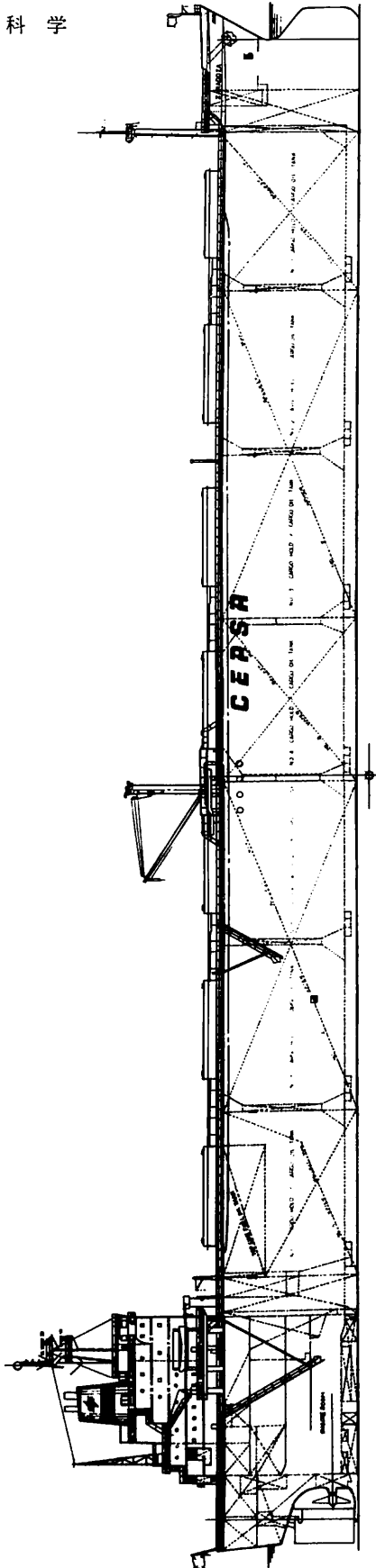
二重底船体中心部にはダクトキールが設けられ、貨油サクションライン及びバラストラインが配管されている。

上甲板は、この種兼用船の宿命として、散積貨物荷役用の大型ハッチと貨物油荷役用の諸装置を両立させる必要があり、甲板上艤装品配置が輻輳しがちであるが、本船では作業性、機能性の両面から徹底的な検討を行なった結果、シンプルかつ合理的配置を実現している。

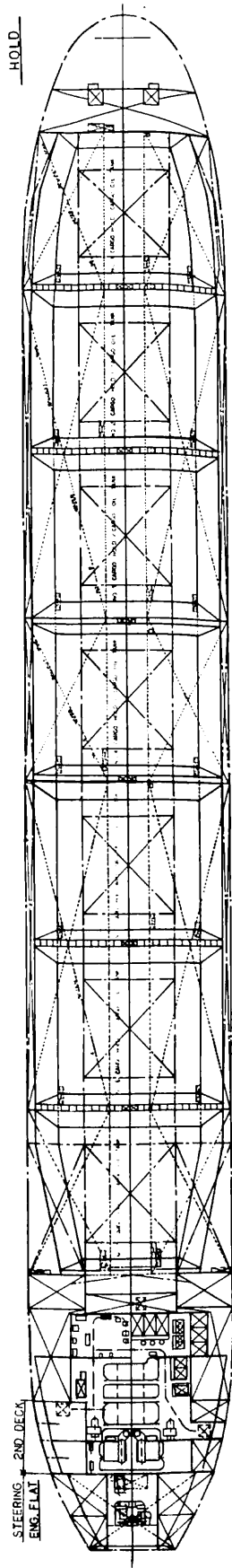
### 4. 船体部



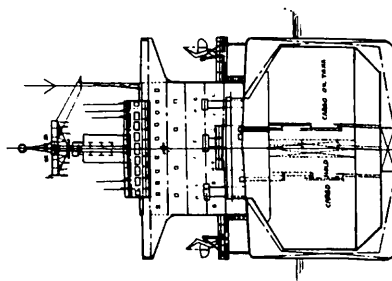
上甲板全景







MID SHIP SECTION



Wayland S. A.向け 80,000 DWT パナマックス型 Ore/Bulk/Oil 兼用船 "ZARAGOZA" 一般配置図  
三菱重工業・長崎造船所建造

#### 4・1 船殻構造

貨物倉部は、前述の通り、散積貨物船型断面形状の二重殻構造を採用しており、構造様式としては、船側二重殻部は横肋骨、その他の箇所は縦肋骨方式としている。

使用鋼材のうち、上甲板部における縦強度部材には降伏応力 $36\text{kg}/\text{mm}^2$ 及び $32\text{kg}/\text{mm}^2$ の高張力鋼が、また二重底端部の実体肋板には降伏応力 $32\text{kg}/\text{mm}^2$ の高張力鋼が使用されている。

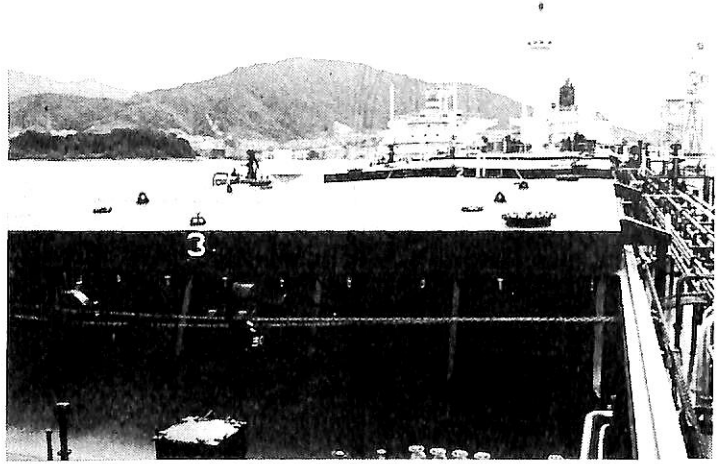
構造上、通常の油送船に比し複雑な箇所が多いため、貨物油のリーク防止には特に細心の注意が払われた。高応力部については直接強度計算による検証が実施され、また狭隘箇所については溶接工法をも配慮した部材配置が吟味されて、本船の信頼性を高めている。

第4貨物油槽は、油送船として使用される際、多様な貨物油に対応できるよう、積付レベルを制限することなく任意レベルで貨物油を搭載可能としている。このため貨物油の運動荷重に対し十分な対策を施す必要があり、横置隔壁を二重殻構造とすると共に、当社の従来からの研究結果に基づき荷油運動荷重を推定して、これにより必要な補強を行なっている。

#### 4・2 大型ハッチ

散積貨物の荷役が効率的に行なわれるよう、上甲板上には7個の大型ハッチが配置されている。

ハッチカバーとしては、貨物油輸送の際の貨物油及びイナートガスの密閉性を重視し、各ハッチ1枚パネルでミーティングジョイントの無いピギーバック式カバーが採用されている。更に、貨物油搭載の為の配慮として、4辺のシールは2条としシール間にはイナートガスを封



ピギーバック式ハッチカバー

入可能とする、カバー裏面の洗浄が容易で油溜り、ガス溜りのできない構造とする、特に第4ハッチは貨物油運動荷重を考慮した強度を持たせる、等の対策が施されている。尚、開閉は、第1/第2、第3/第4、第5/第6/第7各ハッチがそれぞれ1組となり、チェーンを介し油圧モータにより駆動される。

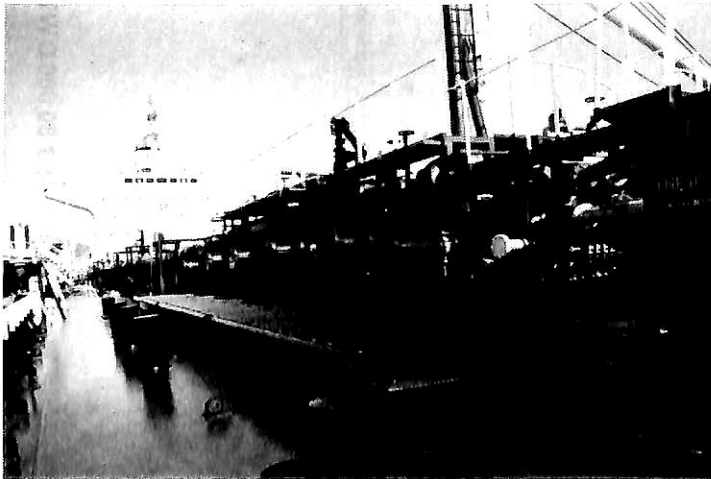
#### 4・3 貨物油関連装置

本船の貨物油槽は2つのグループに区分され、貨物油荷役は、貨油ポンプ室に配置された2台の貨物油ポンプにより行なわれる。2本のデイスチャージラインは上甲板ハッチサイドを通り、第4、第5ハッチ間に設けられたカーゴマニフォールドに導かれる。2本のサクショナラインはダクトキール内に配管され、各貨物油槽底部に設けられたカーゴウェルからの枝管と連結される。

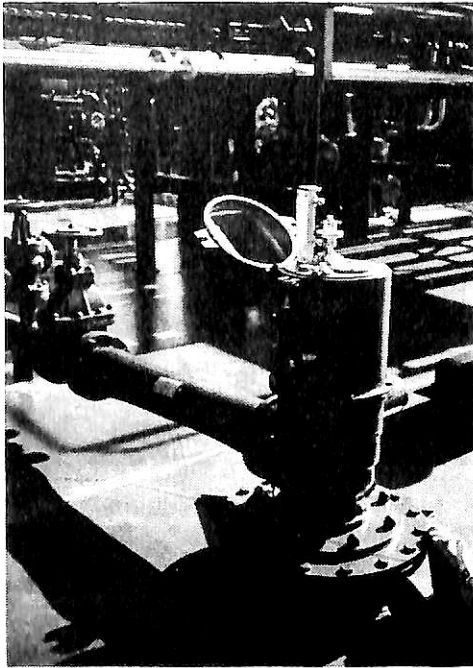
ストリッピングは、2台のジェットポンプによって行なわれる他、散積貨物輸送時の貨物倉ビルジ排出兼用の往復動型ストリッピングポンプによりバックアップが可能となっている。

また、貨物油弁、バラスト弁、その他貨物油荷役関連諸装置の制御、監視は、上甲板を見渡せるポートデッキに設けられた荷役制御室から集中的に行なわれる。

尚、貨物油ヒータリングの為には、各横隔壁下部スツール内面に蒸気ヒータリングアングルが装備され、海水 $5^{\circ}\text{C}$ 、大気 $2^{\circ}\text{C}$ の条件下で、全貨物油倉の原油の温度を6日間で $40^{\circ}\text{C}$ より $50^{\circ}\text{C}$ に上げるだけの熱量を供給可能である。



ショアマニホールド



リトラクタブル式タンククリーニングマシン

#### 4・4 貨物変換 安全対策

兼用船では、所謂三角航路において、貨物油輸送から撒積貨物輸送に切替える際、貨物の変換が安全かつ迅速に行なえることが運航効率をあげる上で重要なポイントとなる。本船では、この点を配慮して各種の装備、対策を施すと共に、オペレーションのガイダンスとして、詳細な作業マニュアルを準備している。

##### (1) タンク洗浄装置

各貨物油倉には2台ずつMARPOL 要求に合致したCOW装置が設けられているが、上甲板上のタンククリーニング主管とはフレキシブルホースを介して連結され、撒積貨物輸送時は専用ダビットにより上方へ引上げられ、トップサイドタンク内に設けられたトラंकに格納される。

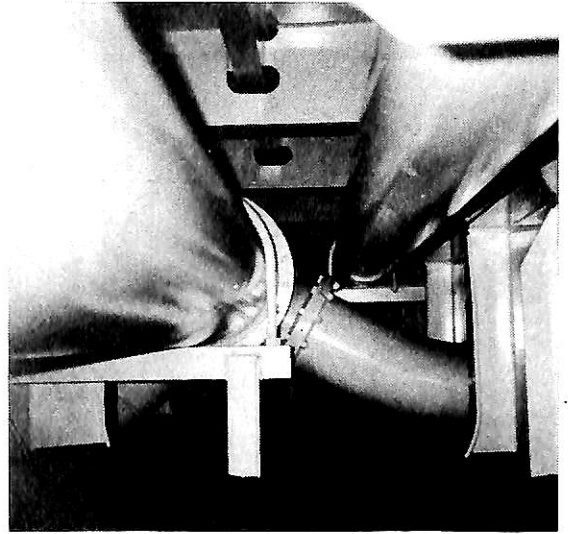
##### (2) 貨物油液面計

貨物油輸送時に使用されるフロート式液面計は、撒積貨物輸送時にはフロート、ガイドワイヤ共巻上げられ、上甲板裏へ格納される。

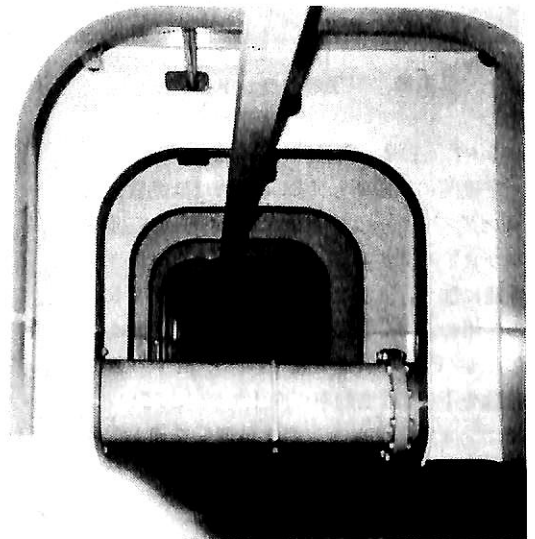
##### (3) 通風装置

貨物油輸送時は、各貨物油槽内はイナートガス装置により不活性雰囲気には保たれるが、撒積貨物輸送時には、ハッチカバー内に格納される自然通風筒が引上げられ、貨物倉内の良好な通風が確保される。

##### (4) 安全対策



ダクトキール

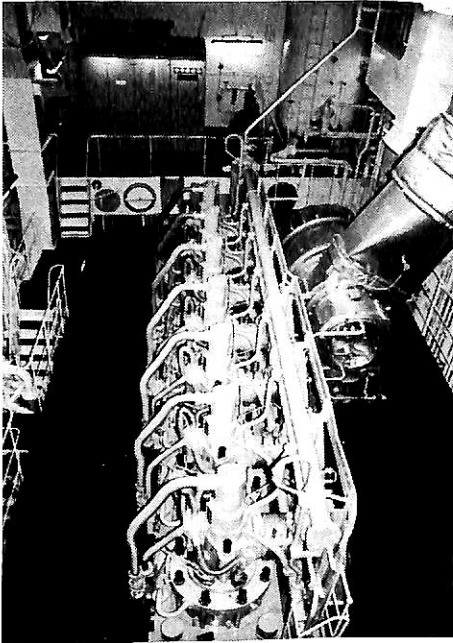


ダクトキール

貨物油のリークを防止する為の諸対策、残留スラッジを無くす対策、スパーク、静電気等の発火源を無くす対策が船殻構造、艀装品の全般にわたって吟味された他、万々に備え、危険ガスを早期発見する為に、ポンプルーム、ダクトキール及び居住区の要所には接触燃焼方式のガス検知装置が備えられ、荷役制御室より監視が可能となっている。

また、空所のガスフリー用として蒸気エジェクタを装備している。

#### 5. 機関部

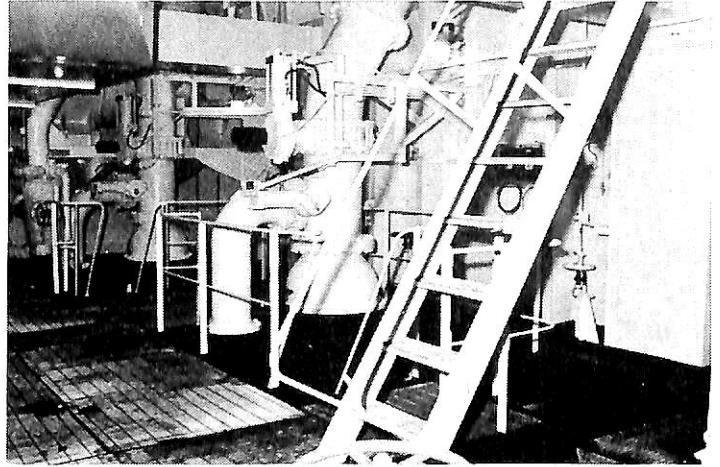


主機 (頂部フラット)

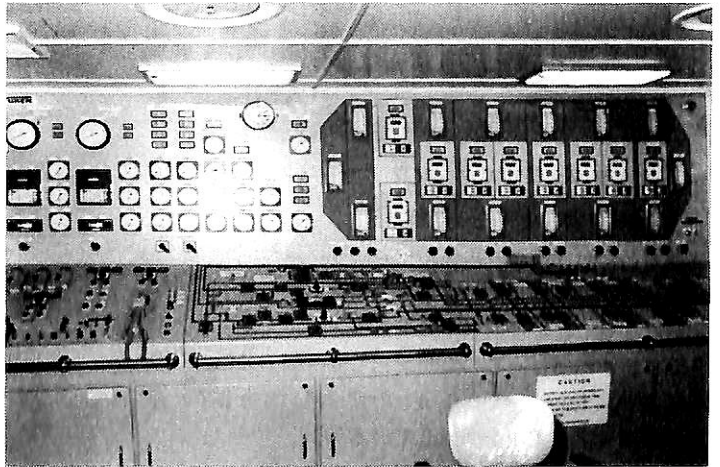
5・1 主機, 発電機, 蒸気発生装置

主機関には, 新しく開発された低燃費, 超ロングストローク型 (ボア比2.9) の三菱スルザRTA 58を採用している。本来の低燃費性能に加え, 本船ではディレーティングR3の採用により, 主機関自体の燃料消費量を更に1g/PS・h改善すると共に, プロペラ回転数を下げ, 推進効率の向上も図られている。尚, ショップテスト, 海上試運転を通じ, 本主機の性能は期待以上のものであることが確認された。

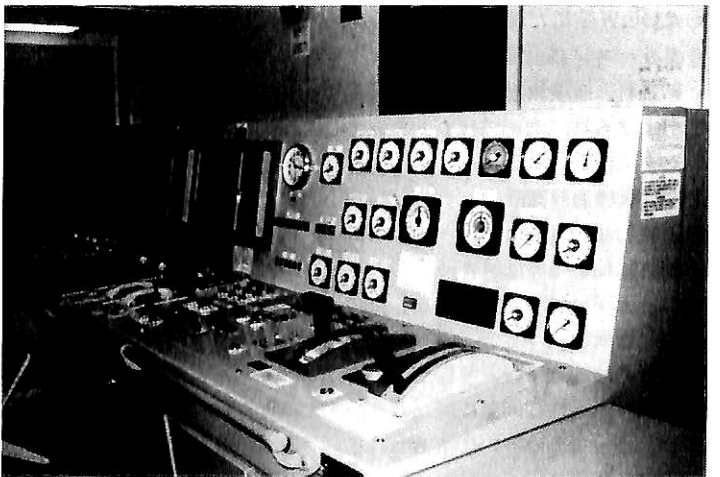
発電装置は, 2.主要目の項で示したように, 主機駆動発電機 (中間軸駆動増速装置付三菱サイリスタ方式発電機), 排ガスエコマイザターボ発電機, 補助ディーゼル発電機2台, 非常用ディーゼル発電機により構成される先進的なシステムが採用されている。通常航行時は, 主機駆動発電機とターボ発電機の並列運転 (船内所要電力に対するターボ発電機の出力量不足分を主機駆動発電機が補うようサイリスタパネルで制御することにより, 排ガスエネルギーを最大有効利用する), また出入港時には, ターボ発電機と補助ディーゼル発電機の並列運転により, 船内所要電力を供



ポンブルーム



荷役制御盤



機関制御室内 主機制御盤



供する。このシステムは、排ガスエネルギーの活用に加え、主機駆動発電機の為の主機関の燃料（C重油）はディーゼル発電機を使用した場合（A重油）よりも低質油が使用でき、かつ消費量も節減される為、低燃費主機と共にトータルシステムとして省燃費に大きく寄与している。

また、Emergency Take Home System (ETH) と称し、主機駆動発電機は、主機停止状態においても、ディーゼル発電機より供給される電力によってこれを電動機として使用してプロペラを駆動し、電気推進を行なうことが可能となっている。これにより約6knで航行することができ、万一の主機異常時にも船体漂流が回避され、あるいは航行中の一時的な主機の保守点検にも有効である。尚、純電氣的システムとしてのこの種装置は世界でも殆ど例が無いと思われる。

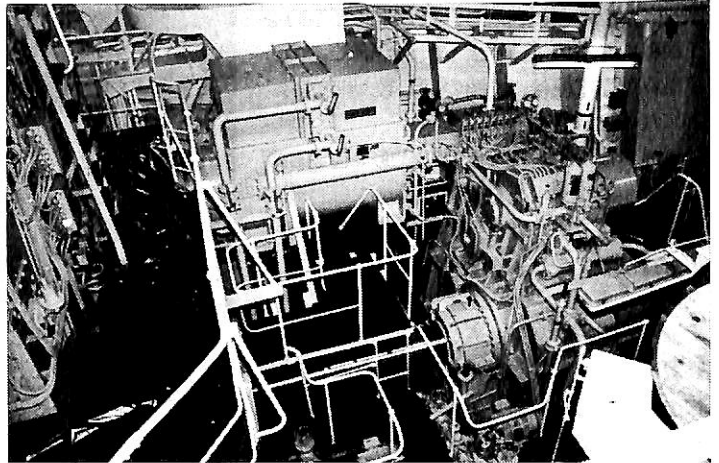
蒸気発生装置は、補助ボイラに新開発の三菱2胴水管式MAC-SR 20を2基、鋼球散布式除煤装置付2段圧力式排ガスエコノマイザを1基採用し、貨油荷役、航行に必要な蒸気を供給する。排ガスエコノマイザは、高圧側の汽水分離器としては補助ボイラを使用し、低圧側は専用の汽水分離器を備えてシステムの安定化が図られている。更に、排ガスエコノマイザの故障時にも主機負荷50%で航走できるように、排ガスバイパスダクトが設けられ、ナイフゲート弁操作により短時間で切替できるように配慮されている。

5・2 自動化、遠隔制御

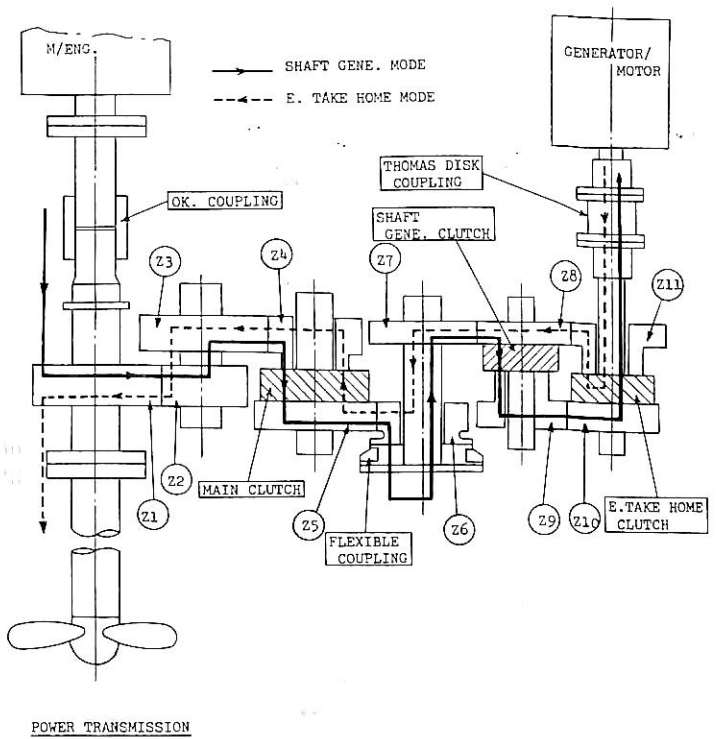
機関制御室は機関室第3甲板に設けられ、主コンソール、主配電盤、グループスタータ等が装備されている。主コンソールにはCRTカラーディスプレイ2台が装備され、制御、監視の容易化が図られている。

主機は船橋から電空式、機関制御室からは空気式操縦装置により遠隔操縦される。尚、主機は主機及び増速装置の異常を検出して、主機駆動発電機が使用できる回転域内で自動減速される。

主機駆動発電機の投入は機関制御室で行なわれ、通常航海中は、予め設定された補助ドラム圧力を一定に保つよう制御することにより排ガスエコノマイザで回収した熱量を最大

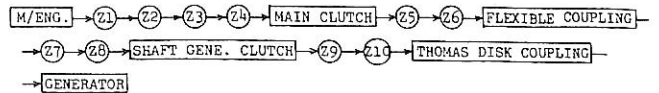


軸発電機/ETHシステム及び増速ギヤ

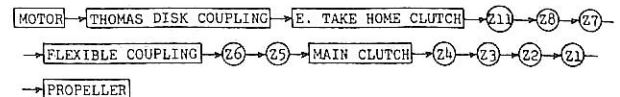


POWER TRANSMISSION

SHAFT GENE. MODE:



EMER. TAKE HOME MODE:



GEAR TRAIN

限ターボ発電機に利用し、残りの必要電力を主機駆動発電機で補うよう制御される。尚、主機駆動発電機は、主軸の回転数が65rpm以下になると自動離脱する。

ディーゼル発電機は出入港状態で自動起動するほか、ターボ発電機駆動系、主機自動減速、電気系統異常等に応じ自動起動、負荷分担を行ない、ブラックアウトを防止するよう制御される。

補助ボイラは電子式ACC、MACCS制御装置により制御され、ボイラ蒸気ドラム圧力検出により自動発停、昇圧も行なわれる。また、イナータガストッピングアップ時には酸素濃度約3.5%のガスを得られるよう、予めボイラ負荷を設定するモードスイッチが組込まれている。

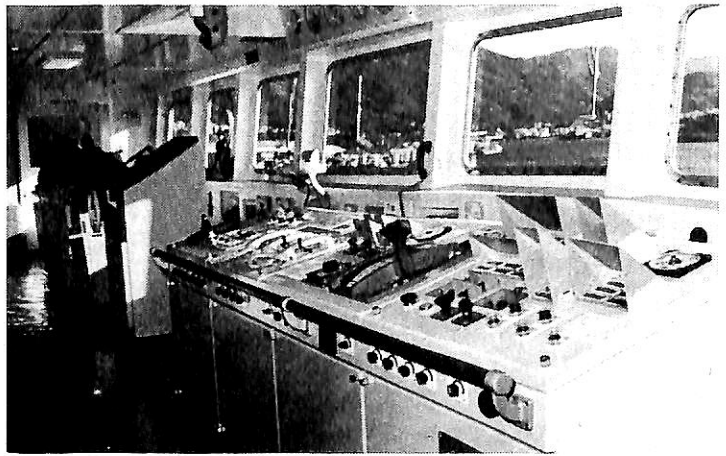
## 6. 電気部

本船の航海装置としては、Sバンド、Xバンドのレーダ各1台の他、衝突予防レーダ、ジャイロコンパス及びオートパイロット、電磁式ログ、エコーサウンダ、衛星航行装置、ロランC受信機、無線方位測定機が装備されている。

無線装置としては、主及び補助の送受信装置、VHF無線電話、ファクシミリ等が装備されている。

また、船内通信装置として、30回線の自動交換式電話の他、無電池式電話、船内指令及び操船指令装置等を有している。

この他、本船は荷役制御室に当社製MLC-600型積付計算機を搭載し、荷役作業の容易化、簡単化を図っている。



操 舵 室

## 7. おわりに

本船は、新しい時代の要請を担い、安全かつ容易なオペレーション、省エネルギー、海洋汚染防止等に多大の配慮を払って建造された最新鋭のO/B/O兼用船である。また、本文中に述べた主機駆動軸発電/ETHシステムのように新しい技術への挑戦も行なわれている。設計、建造にあたっては、諸装置の性能に対する徹底した事前検証、及び期待通りの性能が発揮できるよう十分な品質管理が実施された結果、引渡し前の海上試運転においても、これらの成果を発揮し、船主にも満足の戴ける性能が確認されて無事引渡しが行なわれた。

最後に、本船の計画、建造にあたり、終始御指導、御協力を戴いた船主、関係官庁、船級協会並びにメーカー各位に対し深く感謝致しますと共に、世界航路の緒に就いたばかりの本船の、今後の恙無き航海と乗組員一同の御多幸を祈ります。

新刊

## 続・ケミカルタンカー

恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介

好評の『ケミカルタンカー』を昭和54年刊行以来4年目、「ケミカルタンカー」の船の科学連載も完結し、単行本刊行の準備を進めてまいりましたが、やっと『続・ケミカルタンカー』として発刊のはこびとなりました。本書は、前著の第1章から第5章までの内容に続き、第6章貨物用諸装置、第7章防火

・消火および防爆、第8章人身保護・安全装具、第9章材料・溶接・腐食、第10章オペレーションおよび保守、付録資料17編 総頁424頁もある技術資料集であり、危険物運搬船の本格的な技術書である。正・続とまりましたので揃えて活用して戴ければ幸いです。

※『ケミカルタンカー』B5判300頁 定価5,000円

総頁 424頁 B5判上製  
定価 7,500円 (〒300円)  
※送料5月末日迄当会負担

新刊

株式会社 船舶技術協会

## ● LNG船の経済性の検討

## 再液化装置付ディーゼル推進LNG船

日本鋼管株式会社 船舶計画部長  
渡辺 虎年

船舶の運航にあたっては、近年、その燃料費の問題が特に重要な要素となってきている。過去2回の石油危機以降、各種の船舶の燃料経済性について大いに論議され、このような最善の経済性を求めようとする時の動きは、通常その推進用として貨物のボイル・オフを燃料とするLNG船にあっても避けることができなくなっている。このような情勢のもと、日本鋼管ではここ数年来、LNG船の燃料経済性を検討してきたが、それによると、再液化装置付ディーゼル推進LNG船は運賃原価（単位貨物を運ぶための経費）で見ると、10%から15%にわたって従来の蒸気タービン船よりも経済的であることが分かった。

## 1. はじめに

LNG船の特徴のひとつは、通常、貨物への侵入熱によってボイル・オフしたガスを燃料として蒸気タービンにより推進されることである。一方、LNGの価格は石油価格の上昇にともなって上昇する傾向にあるので、ボイル・オフ・ガス（BOG）といえども、より経済的な方法で取り扱わなければならなくなってきている。

上記のような状況の中で、日本鋼管は過去数年にわたり、LNG船のより経済的な設計——主としてBOGを減らすこと、発生したBOGを再液化して貨物タンクへ戻すこと、および従来機関に代りBOGを燃料としない主推進装置を採用すること——を検討してきた。

BOGを減少させるには、一般に防熱層の厚みを増加させることでおこなう。これは逆に貨物タンクの容積をやや小さくすることになるが、この増厚により、ある程度ボイル・オフを減少させることがテクニガス・メンブレン・タンク方式のLNG船をベースとした我々の検討結果から見ても、船全体の経済性に寄与することが分かった。

一方、蒸気タービンに替るもののひとつとして、大口径、ロングストローク、低燃料消費特性の低速ディーゼルエンジンが考えられる。この場合、ディーゼルエンジンは通常、BOGを燃料とすることができないので、B

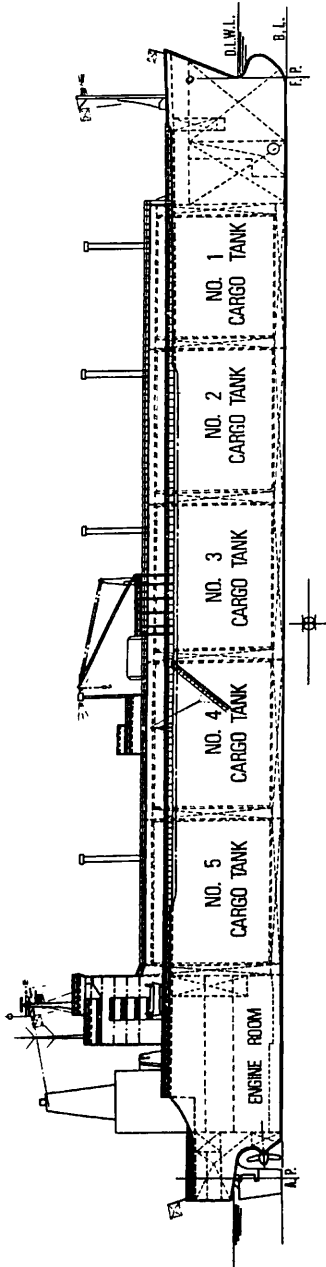
OGの処理、すなわち、その再液化装置が必要となるが、従来の蒸気タービンの燃料消費率と比べてディーゼルエンジンの燃費率ははるかに優れているので、再液化装置駆動に必要な燃料を考慮に入れてもこの新システムによる燃料コストの節約量は依然として大きなものと期待される。

以下にオーストラリア・NWS・LNGプロジェクト向けに設計された125,000 m<sup>3</sup>型LNG船をベースに日本鋼管の経済性検討結果を述べることにする。

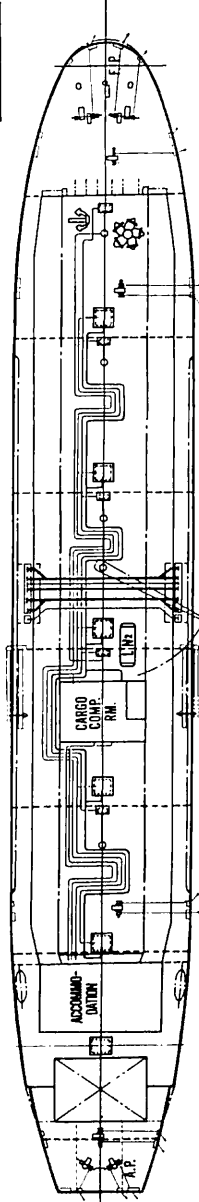
## 2. 主要目

日本鋼管が開発したLNG経済船の主要目は次に示す通りで、その一般配置図を次頁に示す。

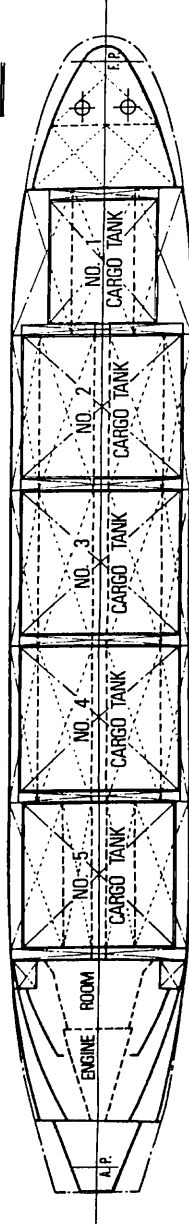
全長	約 267.0 m
垂線間長	255.0 m
型幅	41.2 m
型深	25.0 m
計画喫水	11.0 m
載貨重量	約 62,200 t
総トン数	約 85,000 T
計画速度	約 18.7 ノット
(満載時とバラスト時の平均、シーマージン無し)	
貨物タンク容積 (100%)	約 125,000 m <sup>3</sup>
コンテナメント方式	テクニガス・メンブレン・タンク方式
主機	スルザー 7 R T A 84 1台
最大出力 (MCO)	28,210 PS×87 rpm
常用出力 (NSO)	23,970 PS×84 rpm
NSOにおける主機燃費	約 71.9 Mt/日
(10,200 kcal/kg の低位発熱量基準)	
補助ボイラー	1台
	9 kg/cm <sup>2</sup> 飽和蒸気 10,000 kg/h
排ガスエコノマイザー	1台
	5 kg/cm <sup>2</sup> 飽和蒸気 900 kg/h
	4.5 kg/cm <sup>2</sup> , 260°C, 4,600 kg/h
発電機	
ディーゼル発電機	2,600 kW 3台



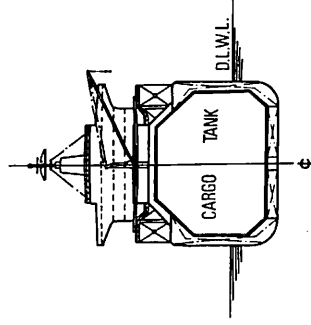
UPPER DECK



TANK



MIDSHIP SECTION



日本鋼管 130,000 M<sup>3</sup> 型 L N G 船 一般配置図



同	1,000 kW	1台
ターボ発電機	1,000 kW	1台
貨物ボイルオフレート (公称)		0.18 %/日
再液化装置	100 %	2台
方式	スルザー-ZERO-LOSS ®システム	
サイクル	ブレイトン・サイクル	
冷媒	窒素	
冷凍能力	560,000 kcal/h/ユニット	

原動機	電動機
電力消費	3,750 kW (定格)

### 3. 基本概念

このLNG経済船の設計概念は、主として貨物のボイル・オフ・レートを低くしたこと、低燃費型ディーゼル主機を採用したこと、および貨物のBOGの再液化装置に効率の良い補機を持たせたことから成り立っている。

図1に本計画の機関配置の概要を示し、以下に簡単な説明をそれぞれについて述べることにする。

#### 3・1 主推進機関

従来の蒸気タービンに代るものとして、大口径ロングストロークの低速ディーゼルエンジンを選んだ。あらためて説明するまでもなく、ディーゼルエンジンの燃料消費率は近年更に低くなり、その量は省燃費効果を考える時、非常に魅力的なものになっている。

同時に、従来型の蒸気タービンの代りにリヒートサイクル型蒸気タービンも検討したが図2に示すようにイニシャルコストの減少にもかかわらず、運賃原価は低速ディーゼルエンジンをしのぐことはできなかった。

#### 3・2 ボイル・オフ量

従来、このクラスのLNG船は外気温度45°C、海水温度32°Cの時、0.25%/日のボイル・オフ・レートとなるよ

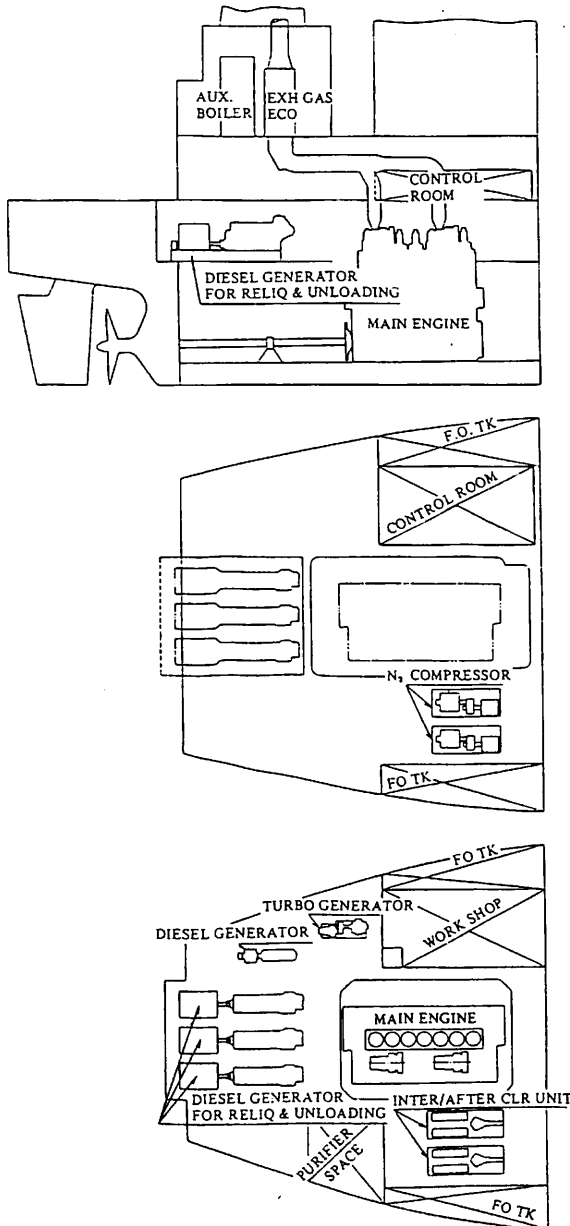


図1 機関室配置図

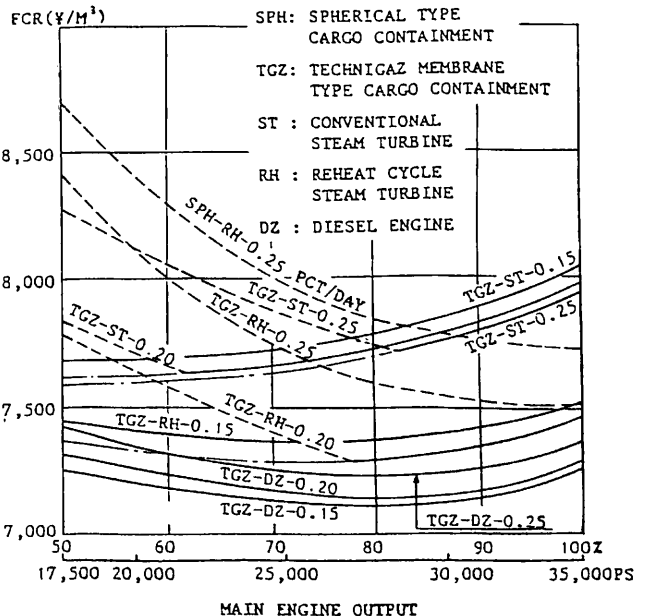


図2 130,000M<sup>3</sup>型LNG船の種々の主機、コンテナメント及びボイル・オフ・レートに対する運賃原価

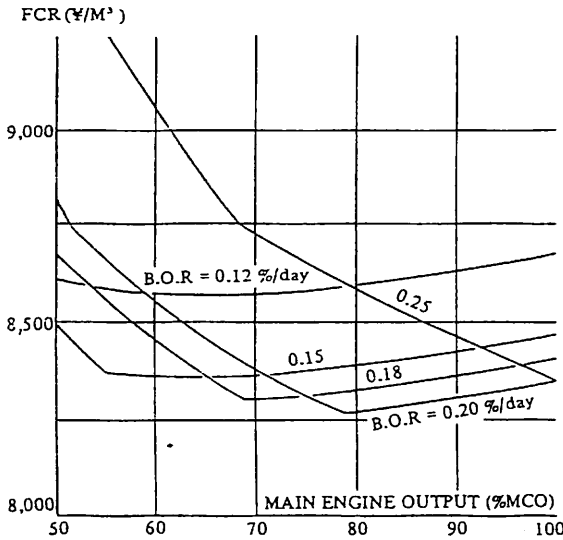


図3 種々のボイル・オフ・レートに対する運賃原価

うに設計されてきた。従って、所用船速および推進馬力が低下すれば、主機によって消費されるBOGの量も低下するため、余分のBOGは大気放出するか、またはスチームダンプされることになり、それ故この余剰BOGの燃焼棄却が運航コストに加算される場合には、必然的に運航コストを増加させることになる。

そこで、本検討に際しての貨物のボイル・オフ・レートは、上記のような余剰BOGを少なくするために、0.18%/日の数値(公称)をベースとした。これは図3に示すように、タンクの防熱を種々変えてみた、タンク容量125,000 m<sup>3</sup>のLNG蒸気タービン船についての我々の別途研究の結果から見ても、最適といえる範囲にあるようである。

### 3・3 再液化装置

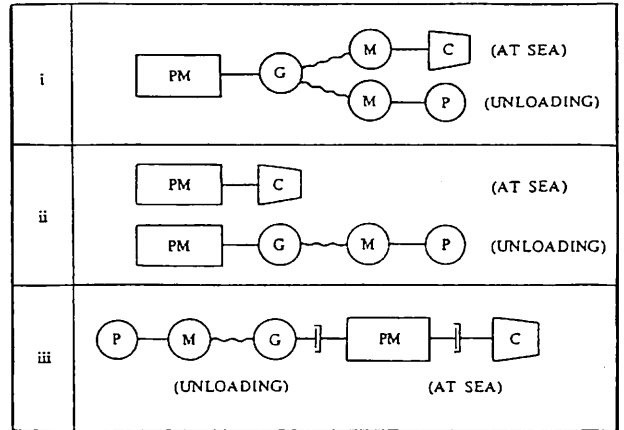
推進用のディーゼルエンジンは通常、その燃料として貨物のボイルオフを使用することはできないため、3・2で述べたレートのBOGを再液化するための装置を設けることにした。

その再液化装置は、それぞれが100%の能力のあるもの2台から成っていて、N<sub>2</sub>の主圧縮機は機関室に置かれ、コールド・ボックスは上甲板に設置されている。

LNG船の全体的な経済性を考える場合、LNGの再液化のための動力装置も経済的なものを選ぶことが、また重要課題であり、これについては次章で詳述する。

## 4. LNG再液化用N<sub>2</sub>圧縮機の駆動システム

再液化用N<sub>2</sub>圧縮機の駆動システムについては、燃料の



Symbols;

- |  |                    |  |                           |
|--|--------------------|--|---------------------------|
|  | PRIME MOVER        |  | N <sub>2</sub> COMPRESSOR |
|  | ELECTRIC GENERATOR |  | CARGO PUMP & ETC          |
|  | ELECTRIC MOTOR     |  | CLUTCH                    |

図4 N<sub>2</sub>圧縮機の駆動システム

経済性他、種々の見地より検討をおこなった。次に我々の検討の手順と結果を述べる。

### 4・1 システム要素の組合わせ

#### (a) N<sub>2</sub>圧縮機の駆動システム

図4にN<sub>2</sub>圧縮機と貨物ポンプの駆動システムとして考えられる組合わせを示す。

N<sub>2</sub>圧縮機の駆動システムを選ぶにあたっては、揚荷の際、大動力を必要とする貨物ポンプの駆動システムについても考えておかなければならない。これらのシステムの中からケース(i)が検討対象に選ばれたが、それは次の理由によるものである。

- 初期投資の少ないこと、ならびに機関室内の省スペースの見地から、N<sub>2</sub>圧縮機と貨物ポンプの両方に共通の動力源が用いられていること。
- システムは単純であること。
- 機関室内は制限されているので、より良き配置をするためにも、各機器の大きさはできるだけ小さくまとまっていること。
- 一方、N<sub>2</sub>圧縮機をディーゼルエンジンで直接駆動することは、次の理由から好ましくないこと。
  - 回転の変動
  - ねじれ振動による悪影響
  - 増速ギャ比が大きい

#### (b) 原動機の種類

表1に、考えられる原動機の種類を示す。ただし、次

表1 原 動 機

I	ディーゼル エンジン
II	ガス及びスチーム タービン (COGAS)
III	ガス タービン
IV	スチーム タービン
V	推 進 主 機

のような見地からケース I ならびに II が検討対象として選ばれている。

- ・ケース III ならびにケース IV の燃料消費はその他のものより大である。
- ・ケース V については推進主機は揚荷時にはロードが極端に低いので、原動機としては使用できない。従って揚荷時には他の原動機が必要となる。
- ・簡潔なシステムが良い。

(c) 原動機の数

表 2 に、検討されるべき原動機の数を示す。

以上のような検討手順を経て、表 3 に示すように検討対象となるシステムは 3 つのケースに絞られた。

なお、ガスおよび蒸気タービン駆動の発電機 (COGAS) について、50% のもの 3 台のケースは初期投資が高いことと、配置が複雑になるので除外した。

4・2 システムの比較

表2 原動機の数

A	100%能力のもの 2台 (1台は予備)
B	50%能力のもの 3台 (1台は予備)

表3 検討すべき可能なシステム

I-A	ディーゼルエンジン駆動 発電機	100%×2台 (1台は予備)
I-B	ディーゼルエンジン駆動 発電機	50%×3台 (1台は予備)
II-A	ガス/スチームタービン 駆動発電機 (COGAS)	100%×2台 (1台は予備)

表 4 に示すように、いくつかの原動機型式およびその要目選ばれており、またケース II-A の系統図を図 5 に示す。

これらの比較を要約すると次のようになる。

(a) 機関室の長さ

図 6 にそれぞれのシステムに対する機関室の長さの比較を示す。

この 3 つのシステムでは機関室の配置はほとんど同じであるということができ、I-A および I-B の機関室の長さ (Le) は従来船 (蒸気タービン船) のものと同じで、II-A の Le は従来のものより 1 フレーム・スペース (850 mm) だけ短いことが分かる。

表4 原 動 機 の 要 目

I - A	I - B	II - A
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ディーゼル発電機： 各 100%容量 2台 (1台は予備)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ディーゼル発電機： 各 50%容量 3台 (1台は予備)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガス・ターボ発電機：2台 (1台は予備)</li> <li>・スチーム ターボ発電機：1台 (COGAS)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ディーゼル エンジン： NKK-SEMT-PIELSTICK 12PC2-5V 7,600PS×514rpm, 2台</li> <li>・発電機： 5,200kW×3,300V×514rpm, 2台</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ディーゼル エンジン： NKK-SEMT-PIELSTICK 6PC2-5L 3,800PS×514rpm, 3台</li> <li>・発電機： 2,600kW×3,300V×514rpm, 3台</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガス タービン： NKK-RUSTON TB 5000, 2台</li> <li>・発電機： 3,500kW×3,300V×1,800rpm, 2台</li> <li>・スチーム タービン： NKK 410-7S, 1台</li> <li>・発電機： 2,500kW×3,300V×1,800rpm, 2台</li> </ul>

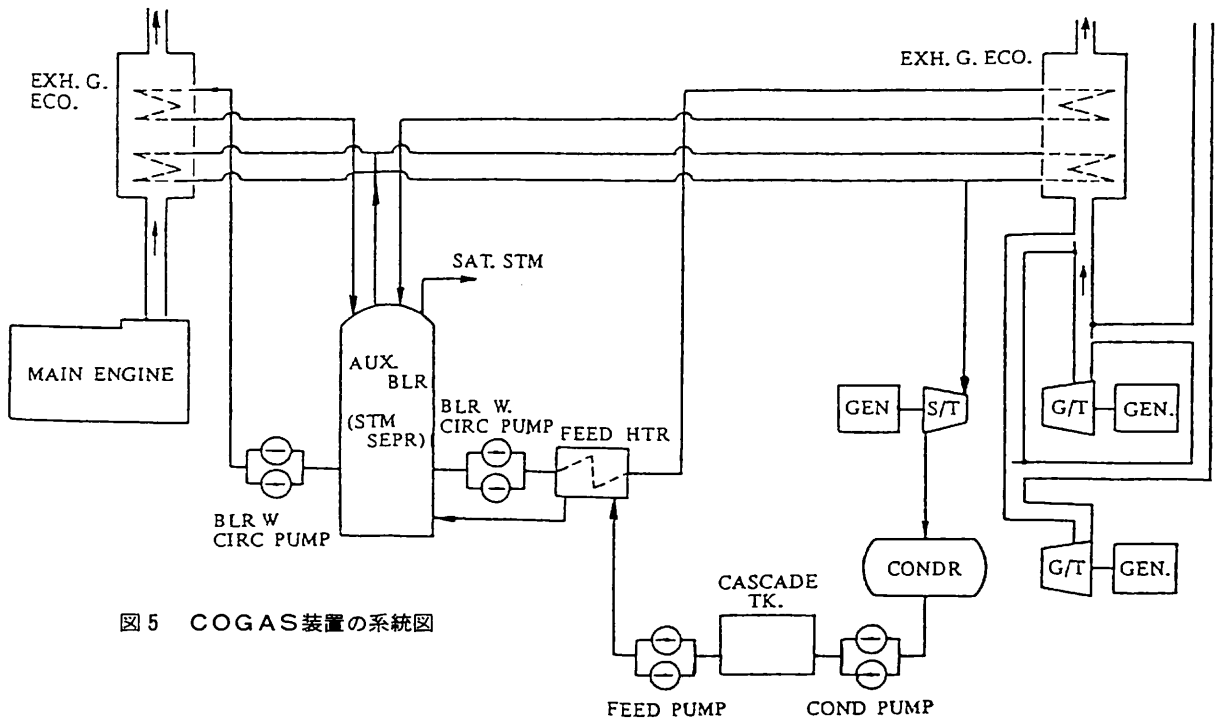


図5 COGAS装置の系統図

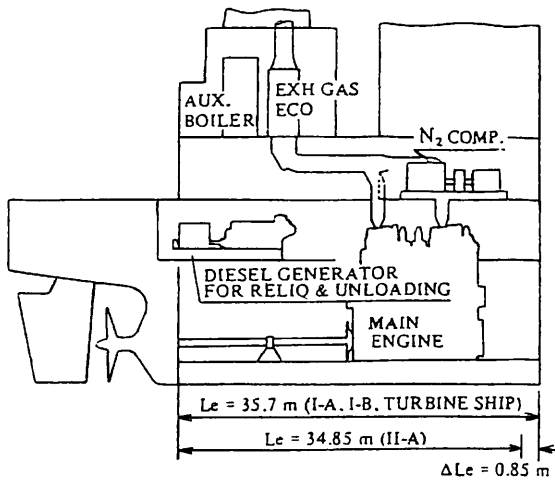


図6 機関室長さの比較

(b) 燃料消費量

表5に航海中の再液化装置の燃料消費量および揚荷中の全ての燃料消費量を示す。(外気温度20℃, 海水温度20℃の場合)

(c) 関連機器の重量および初期投資

表6に各システムの重量比と初期投資の割合を示す。

(d) 操作性

表6 重量と初期投資の割合

	I - A	I - B	II - A
重量	1.00	1.00	0.77
初期投資	1.00	1.00	1.13

表5 燃料消費量 (kg/h) の比較

	I - A		I - B		II - A	
	燃料消費量	燃料の種類	燃料消費量	燃料の種類	燃料消費量	燃料の種類
満載航海	592	重油	597	重油	627	BOG
バラスト航海	400	重油	355	重油	411	BOG
揚荷	1,045	重油	1,050	重油	1,159	軽油
					140	重油

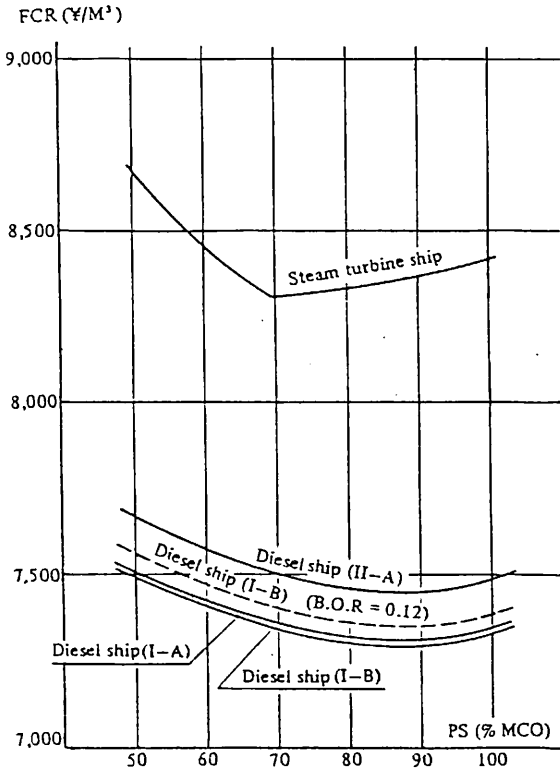


図7 運賃原価—主機出力

システムの操作および制御はCOGASシステムの場合、ディーゼル発電機のものに比べて複雑であり、またガスタービンの出力は外気温度に大いに影響される。

## 5. 経済性の検討

前章で述べた3つのケースならびに従来の蒸気タービン船について、全経済性の比較・評価をおこなった。

その結果を図7に、その計算条件を表7に示す。ディーゼルエンジン駆動の船はこれら船舶の運航全範囲で従来の蒸気タービン駆動の船より貨物輸送コストが明らかに低いことが分かる。

経済性が最も良く、最も有利なケースはI-Bで、再液化装置用電動機への供給電力用として、6PC2-5Lタイプのエンジンで駆動される50%容量のディーゼル発電機プラント3台を持つLNG船である。

一方、発電機エンジンの燃料として、貨物のボイル・オフを用いるCOGASシステムにより給電するケース(II-A)では、運航費はむしろ高くなっている。

このケースは技術的な興味も多く、経済的にも競合し得るであろうと初めから検討対象にあがっていたが、やはり燃料消費率が比較的高いことと、装置の価格も比較

的高いことから、運賃原価を高めてしまっている。

また、100%のディーゼル発電機プラント2台を持つケース(I-A)はI-Bと比べると、運賃原価では多少の差があつて、経済性としては第2位となる。これは補機の燃料消費は競合し得るものであるが、バラスト航海時のボイル・オフが少ない場合に発電機エンジンの燃料消費率が比較的高いことから運航費がやや増加するという理由によるものである。

これまでに述べた経済性の分析結果から見て、従来型のディーゼル発電機と電動の再液化装置を有するディーゼル推進のLNG船は最も経済性が高いと言えよう。また、ディーゼル発電機プラントの数と容量とにある程度の自由度を置いて、その経済性では充分競合できるレベルに残ることができると言える。

更に比較するために、最も経済性の高いケース(I-B)についてボイル・オフ量を一日あたり0.12%に変えて、経済性の計算がどう変わるかについても調べて見たが、防熱費用の増加と貨物容積の減少は再液化装置駆動のための燃料費の減少よりも運航経済性に大きい影響を与えるため、運賃原価は増加することが分かった。

一方、燃料およびBOGの価格上昇率を変えた場合についても検討したが、図8に示すように、BOGの価格上昇が燃料の価格上昇の約半分を押えられた場合にも、従来型の蒸気タービン船の運賃原価が再液化装置付のディーゼル推進LNG船と競合し得ることが分かった。

## 6. 再液化装置

### 6・1 システム

本検討ではスルザー社と共同研究をおこなって、同社のトータル再液化システム(ZERO-LOSS®)を選んだ。本システムは冷媒として窒素を使ったクロズド・ブレイトン・サイクルを採用している。これは冷却サイクルの構成上、最も簡潔なので機器類は最少で良いという利点があり、これは操作の上で最も高い信頼性を得るための重要なポイントであると考えられる。

本システムのもうひとつの利点は、容量制御を自由におこなえることである。すなわち、このプラントは効率をほとんど落とさずに50%ロード以下の範囲まで出力を落とすことができるし、無負荷連続運転さえも可能である。

この利点により、満載航海、ならびにバラスト航海時などの船の運航サイクル中にボイル・オフが広範囲に変動しても、無人化や完全自動化運転を有効に達成することが可能である。

図9にシステムの流れを系統的に示す。容量制御はク



船の科学

ロード冷凍サイクル中の窒素の流れを変えることによりおこなわれる。本システムに使われている主要機器とその数は次に示す通りである。

- 1-N<sub>2</sub>主圧縮機；電動多段遠心型
- 1-ターボ・エキスパンダー／圧縮機；  
単段，遠心型，相互密閉結合型
- 1-BOG圧縮機；電動単段遠心型

2-低温熱交換器；ロー付プレートフィン型

1-N<sub>2</sub>バッファ・タンク；縦筒型

これらの機器は全て空気分離器やガス液化装置のような低温分野で技術的に解明され，更に実績を積んだものをベースとして設計が確立されている。

6・2 システム容量の考え方

表7 運賃原価計算条件

本船の就航時期	1986年				
航路	西オーストラリア↔日本				
平均 ボイル・オフ・レート (B.O.R.)					
満載航海時	公称B.O.R. の約80%				
バラスト航海時	公称B.O.R. の約40%				
主推進装置の燃料消費率 (NSOにおいて)					
蒸気タービン	210 gr/PS/Hr				
ディーゼルエンジン	125 gr/PS/Hr				
船価の割合					
ボイル・オフ・レート (公称)		蒸気タービン船	ディーゼル船		
			I-A	I-B	II-A
1日当り	0.18%	1.00	1.04 <sup>6</sup>	1.04 <sup>7</sup>	1.05 <sup>1</sup>
1日当り	0.12%			1.09	
バンカーオイル価格			¥45,800/トン (1982年)		
			1年当りの上昇率 4% ('82 ~ '84)		
			" 10% ('85 ~ )		
LNG 価格			発熱量等価ベースでバンカーオイルの価格にリンク		
資金					
		割り当て	利率	返済	
輸出人	銀行ローン	80%	8.8% / 年	最初の10年	
			13.0% / 年	次の9年	
市中銀行		10%	13.0% / 年	19年	
自己資金		17%	20.0% / 年	19年	
(返済は19年間の元利均等払とする)					
其の他			船員費，保守費，修繕費，貯蔵品費，備品費，間接費，雑費，保険，港湾費等の費用は夫々に対し適当に上昇率を定めた。		

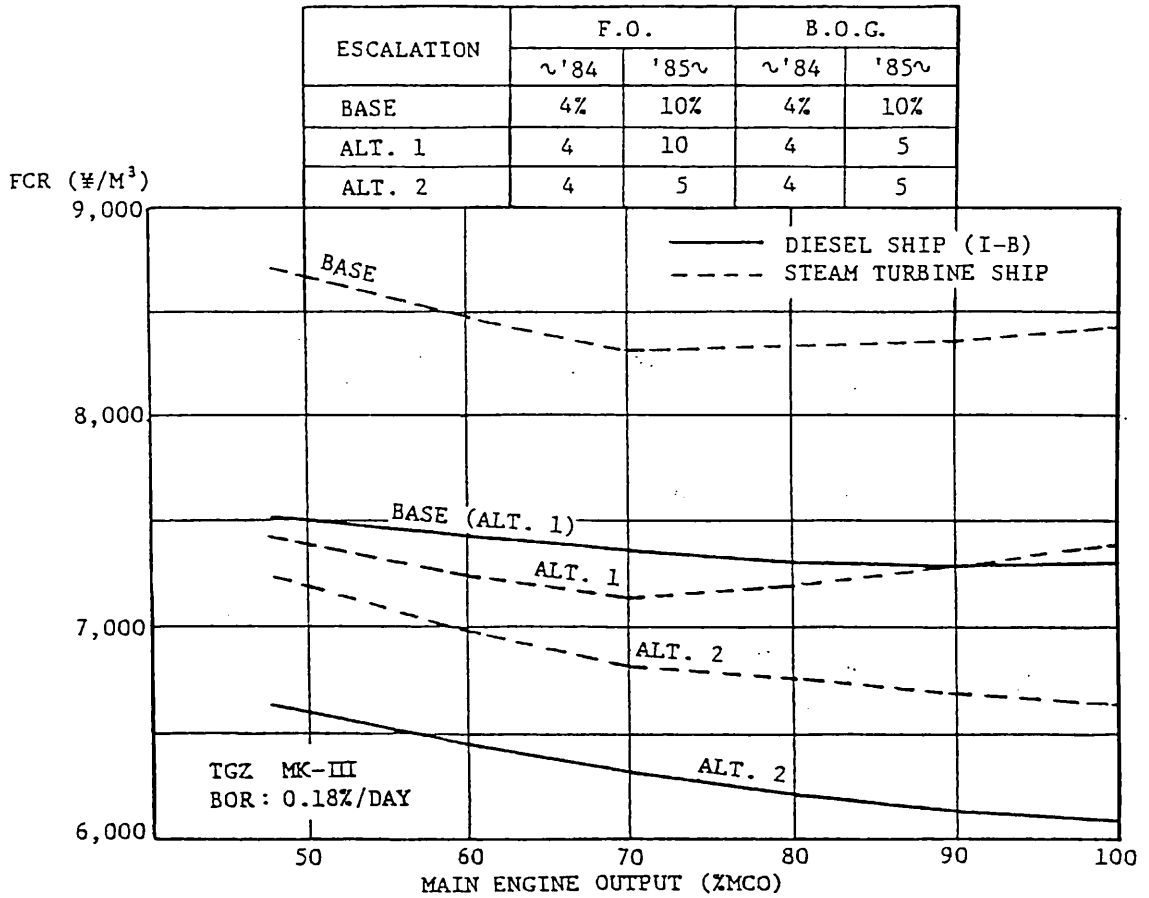


図8 燃料油とBOGの価格上昇に対する運賃原価

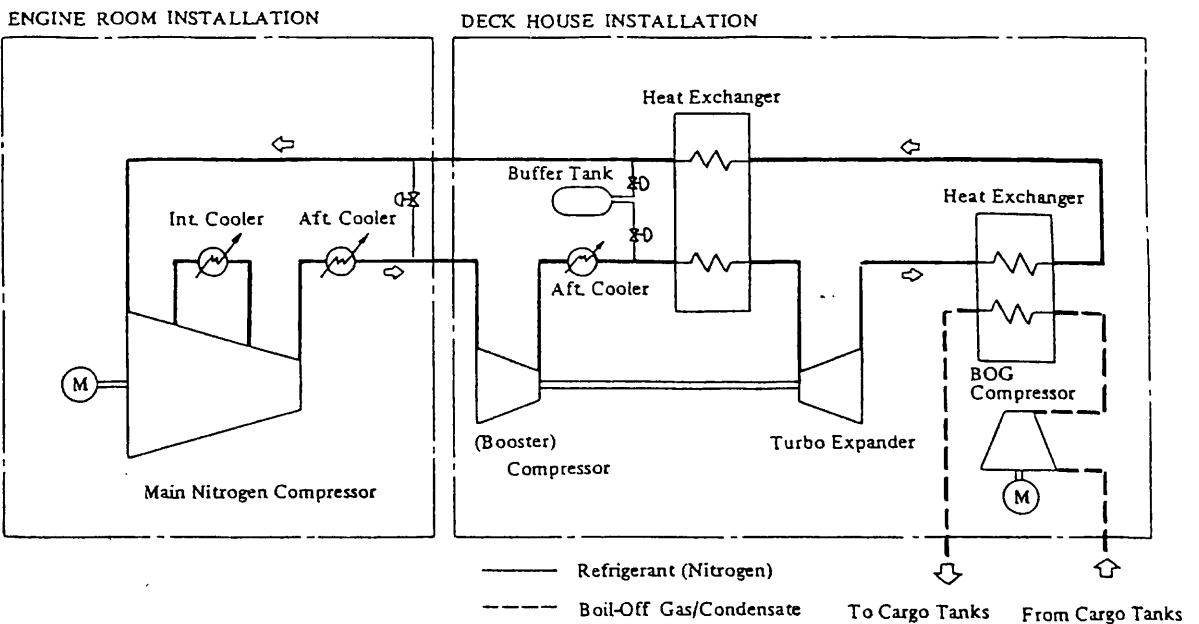


図9 システムフロー系統図

IMO・ガス・キャリア・コードで要求される、システムの予備について本システムは、規定された設計条件で発生するBOG全量を再液化する能力をそれぞれが持つ2台の独立したユニットを設けることで満足させている。その他の方法としては例えば、(a)50%のユニットを独立に3台持つ。あるいは、(b)予備ユニットとして、ウェイト・ヒート・インシネレーターを1台設けることも考えられた。インシネレーターは独立型のもでも良く、また入出渠準備時に貨物タンクに不活性ガスを通常供給する、イナータガス発生器にうまく組み込まれたものでも良い。(b)案には様々な代案が考えられ、例えば(b-1)100%の再液化装置1台プラス100%のインシネレーター1台、(b-2)70%の再液化装置2台プラス30%のインシネレーター1台、あるいは(b-3)50%の再液化装置2台プラス50%のインシネレーター1台、等々が考えられた。

しかし、(a)案は初期投資が高価であることと、機関室内に3台のユニットを配置するのに十分なスペースを見出すことが難しく、そのうえ保守費も高いので取り止めとした。(b)案もコストの点で比較的有利性が低いのと、再液化装置の保守の際にBOGを失うことが避けられないということを考え、取り止めとした。

### 6・3 配置

装置の配置に際しては、次の項目を考慮しなければならない。

- (a) 主要機器類は全て保守、運転を容易にするために機関室内に置くことが好ましい。
- (b) これに反して、BOG圧縮機はIMO・ガス・キャリア・コードにより機関室内に置くことはできない。
- (c) 低温配管は管壁からの熱損失を最少にするため、できるだけ短く配置しなければならない。

これらは明らかに同時に満足できるものでは無いので、次のようなものが、その最善妥協案であろうと考えた。

- (a) N<sub>2</sub>圧縮機はインタークーラーおよびアフタークーラーを含む補機類とともに機関室内に置く。
- (b) BOG圧縮機はガス危険区域内の甲板室内に置く。
- (c) ターボ・エキスパンダー／圧縮機やプレートフィン熱交換器のような関連低温機器類も、ガス危険区域内の甲板室内に置く。

尚、ターボ・エキスパンダーおよび低温交換器は“コールド・ボックス”として組み立てる。コールド・ボックスは全体が防熱され、空気の移動により機器に氷結が

起きるのを避けるため、窒素ガスを封入している。機関室内の機器と甲板室内の機器間の結合管は常温以上の温度の窒素ガス用のみとしたので、この長い配管からの熱損失や機関室に可燃性ガスが入り込むのは避けられている。

### 6・4 所要動力

本装置はその最大容量において、公称0.18%/日で発生するBOGを全量再液化するように設計されている。この条件では560,000 kcal/hの冷エネルギーを発生させる必要があり、そのために約3,750 kWの電力が消費されることになる。

電力消費としては0.0067 kW/冷凍kcalとなり、また560,000 kcal/hの数値は次のものの合計となっている。

- 貨物タンクの防熱を介しての侵入熱
- 貨物タンクと再液化装置とを結ぶ配管を介しての侵入熱
- BOG圧縮機を介してのエンタルピーの上昇

なお、貨物タンクの防熱を介しての熱侵入のみを考えた場合のそれは467,000 kcal/hにすぎず、もしこの数値をベースとするならば、上記の電力消費率は0.008 kW/冷凍kcalとなる。この計算においては、BOG中に含まれる窒素の含有量は最大10モル%とした。

### 6・5 信頼性

再液化装置はLNG船用としては新しい機器である。従って、たとえ経済性の検討で利点が大きいと判明しても、LNG船としてこのような新規の機器の実現を促進させるには、信頼性についての検討を欠かすことはできない。それには次のような観点からの考慮が必要である。

- (a) 本装置の主要機器類はその冷凍サイクルも含め、陸上設備での経験でその性能が証明されているか？
- (b) 海上環境ではどうか？

簡単に言えば、設問(a)についての答は“イエス”であるが、設問(b)については“不確定”である。前述の主要機器のうち、BOG圧縮機は全ての従来型LNG船で成功裏に使用されており、その他の機器も低温分野においては全く普通の機器である。更に、本再液化装置に使われているブレイトン・サイクル理論は前世紀にブレイトンが考案したものであり、ヘリウムや水素の液化やLNGのピーク・シェイピング装置のような低温分野への応用がおこなわれてきた。

例えば、スルザー社は今までにブレイトン・サイクルをベースとして10数台の陸上機器を引渡し、累積では420,000時間の運転記録を達成している。

このように陸上設備での運転記録は満足すべきものであるにもかかわらず、これらの関連機器やサイクルの船舶への適用経験はあまり無い。

これは燃料経済性について、今ほど注目されていなかった時点では、BOGの処理はLNGの輸送コストと厳密に結びつけて考えられてはおらず、むしろ発生したBOGを余剰エネルギーとしてとらえ、これを用いて蒸気タービンを駆動し、燃料油の消費を減らす方法が取られてきたためと思われる。

一方、海上と陸上との環境の相異のため、海上の場合には装置に対して次のようなものによる影響を考慮しなければならない。

- 一 波浪中の船の動揺や変形
- 一 プロペラの回転に起因する船体振動
- 一 湿気や腐食性の海上環境

これらのうちのいくつかは、設計段階で適切な予防措置を講ずることができるが、その他については実際の海上運転を通して確認、実証することが好ましい。

そこで日本鋼管は再液化装置の信頼性、ならびに経済性を実証するために従来型の実存のLNG船に再液化装置の実験プラントを設置することを船主に提唱してきた。残念ながら、既存のLNG船では既に運航スケジュールが確立されており、今までのところ余分な配慮を要する実験プラントとしての再液化装置の搭載に踏み切るとい

う船主結論には至っていないが、船主との幾多の技術説明会や検討会を通して、本システムの信頼性、経済性について十分な理解を得ることができた。

## 7. おわりに

標題に掲げたように、本稿での経済性の検討は主として従来型の蒸気タービンの代りとしての低燃費型の推進機関と、最適な貨物ボイル・オフ・レートおよびその再液化のための燃料効率の良い駆動システムとに重点を置いてきた。従って、今までに検討されてきた本船の経済性も、船全体を通して更に他の代案が出されれば、より一層の改善が期待できる。

例えば、それらは船体主要寸法の変更、いわゆるスプリット・スターン船型の採用、中速ディーゼルエンジンによる2機1軸推進と軸発電機との組み合わせの検討等々であり、日本鋼管では超経済的なLNG船の検討と開発にむけて、これらの改善案を研究中である。

結論として、日本鋼管は蒸気タービン推進のLNG船は近い将来、再液化装置を設置したディーゼル推進のLNG船に代るであろうことを予知するものであり、これによって、やがては従来型の蒸気タービン推進LNG船に代って一層の利益を船主に提供できるLNG船が完成するものと確信している。

製品紹介

製品紹介

## カーボン・スラッジ強力洗剤

### “PANDO 665 A”

ケミカル工業用品の総合メーカー株式会社スリーボンドでは、ニュータイプの化学洗剤「カーボン・スラッジ強力洗剤・PANDO 665 A」を新発売した。

これは、強力な界面活性剤と特殊溶剤の働きで、自動車、船舶、発電設備などのエンジンやエンジン部品、ボイラーノズル、その他機械類にこびりついたカーボン、ガム質、スラッジなどの汚れを素早く簡単に取り除くというもの。成分的にアルミ、鉄、銅などを侵さず、クレゾール、フェノールなどの劇毒物を含まないので安心して使用でき、また、何回でも反復使用できるので経済的であるのが特長となっている。

ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン、そしてボイラーのノズルほか一般機械類をクリーンにし、性能を維持するために、この洗剤は強い味方となろう。



お問い合わせ先 株式会社 スリーボンド

本社：〒193 東京都八王子市狭間町1456

TEL 0426(61)1333(代) 販売管理部へ

▶推進技術研究の現状

## 超電導電磁推進船の研究(その2)

川崎重工業株式会社・技術研究所

岩田章

神戸商船大学 佐治吉郎

### 2・3 推進特性の解析<sup>20)</sup>

#### (a) 計算のフロー

海水に直流電場及び磁場をかけると、海水は電磁力を受けて動き出す。その結果海水は船体の前後で運動量変化を受け、この運動量変化の総和が船の推進力となる。この推進力と船の推進抵抗の式から平衡速度が求まる。

しかし海水に作用する電磁力は船と海水の双方の速度に依存するため、実際の計算ではこれらの速度を初期設定した後大型計算機でくり返し計算することにより解を求める。以上がEMT船の推進特性を求める方法で、そ

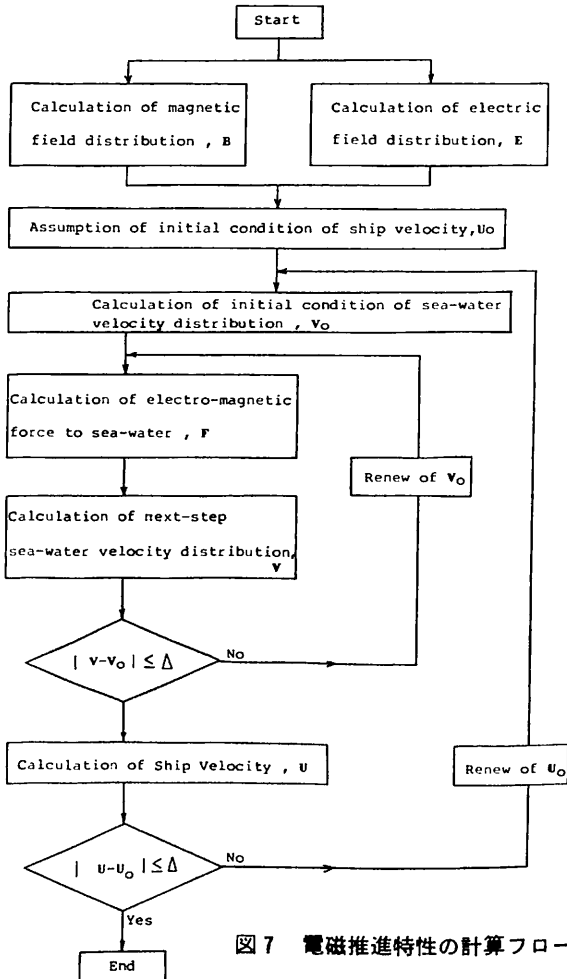


図7 電磁推進特性の計算フロー

の計算フローを図7に示す。

#### (b) 電磁力分布の計算

電磁力は(1)式によって与えられる。

$$\left. \begin{aligned} f &= j \times B \\ j &= \sigma(E + (v-U) \times B) \end{aligned} \right\} (1)$$

(1)式中の磁場分布Bは超電導コイルへ流す電流へ(2)式に示すビオ・サバルの法則を適用して得られる。その計算結果を図8に示す。

$$B = \frac{\mu \cdot I}{4\pi} \iiint \frac{(R-X) \times dl}{(R-X)^3} da \quad (2)$$

又(1)式中の電場分布Eは船底に取り付けた1対の平行な電極板により得られるが、その計算は(3)式に示すよう

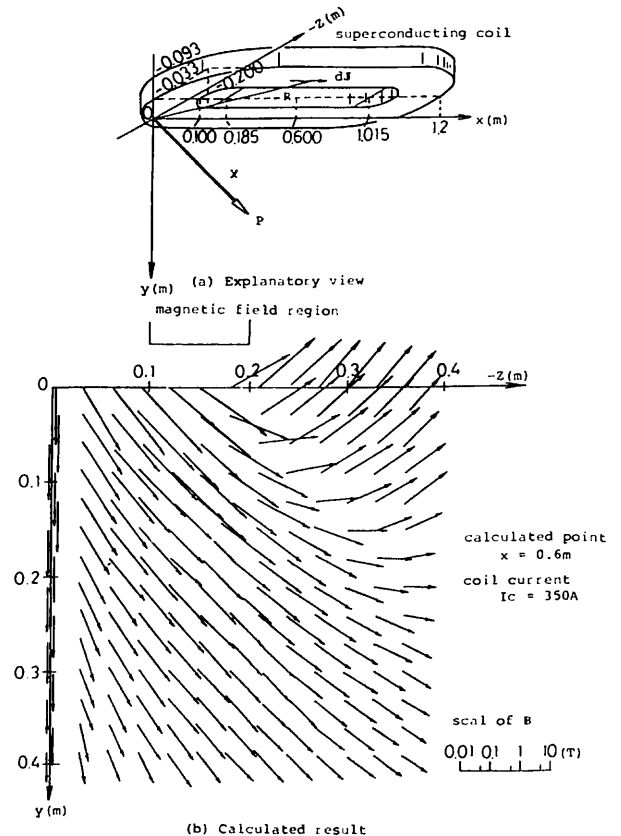


図8 ST-500の磁場分布



に楕円関数によるシュワルツ変換により行なう。その計算結果を図9に示す。

$$\left. \begin{aligned} E &= E_x - iE_y = -E_w / (df/dw) \\ F &= a \cdot \text{sn}(w), \quad E_w = V/2K \end{aligned} \right\} (3)$$

(2), (3)式で得られた結果を(1)式へ代入して求めた電磁力分布を図10に示す。同図から明らかなように、船底に固定した電極板の内縁では電場がとくに強いために電磁力は鋭いピークを示し、逆に電極板の外縁近傍では磁場と海流から誘起される逆電場 $(v-U) \times B$ が外部電場Eよりも大きくなって実効海水電流を負にし、そのため電磁力も負になる。このような負領域があるとトータルの推進力が小さくなるので、EMT実用船の設計に当っては十分注意する必要がある。

(c) 海水の速度分布

海水の速度分布の計算は、(4)式に示すナビエ・ストークスの式及び連続の式を用いて行なう。

$$\left. \begin{aligned} \frac{DV}{Dt} &= \frac{f}{\rho} - \frac{1}{\rho} \text{grad} P + \nu \Delta V \\ \text{div} V &= 0 \end{aligned} \right\} (4)$$

ここで海水は非圧縮・粘性流体としている。上式を連立

させて解くために、(5)式で定義されるベクトルポテンシャル $\Psi(\psi_x, \psi_y, \psi_z)$ 及びうず度 $\zeta(\zeta_x, \zeta_y, \zeta_z)$ を導入する。

$$\left. \begin{aligned} V &= \nabla \times \Psi \\ S &= \nabla \times V \end{aligned} \right\} (5)$$

(4)及び(5)式から圧力Pを消去して1組の連立方程式とし、これらを適当な境界条件の元で解けば海水の速度分布が求まる。図11に差分法により大型計算機を用いて解いたST-500の海水速度分布を示す。

図11(a)では海水が船体に沿って加速される様子が、又同図(b)では海水の速度分布が図10に示した電磁力分布とよく対応していることが判る。このような解析の結果、EMTの海水流れはほぼ一方向の層流であり、原理的に乱流を伴うプロペラ推進と比較して、騒音や振動は少なくなることが期待される。

2・4 実験結果と解析結果の比較

モデル船(ST-500)を全長60m, 巾6m, 水深1.5mの実験海水水槽に浮べ、海水速度分布、静止推力及び船速の実験を行なった。以下にその実験結果及び前節で述

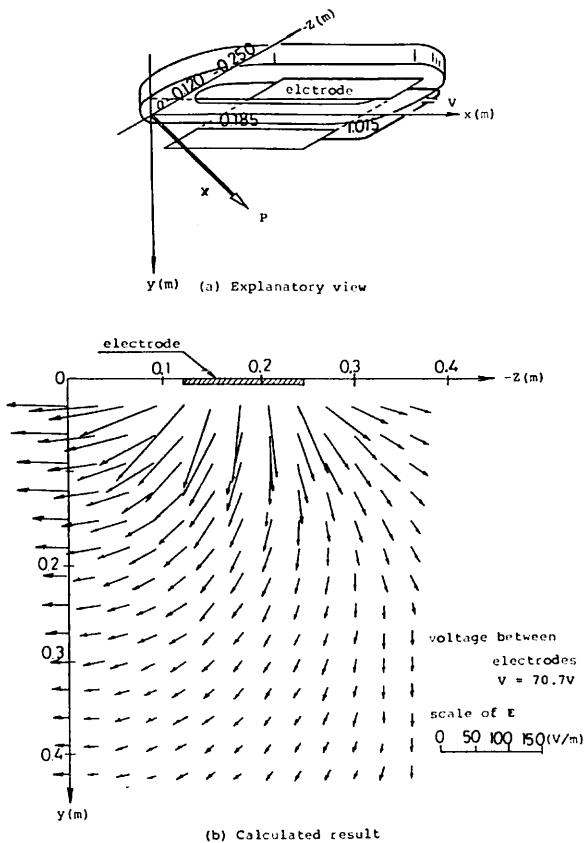


図9 ST-500の電場分布

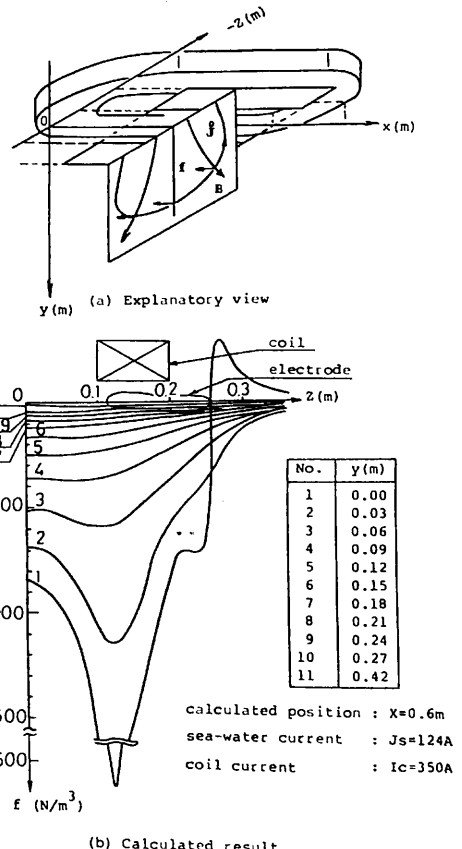
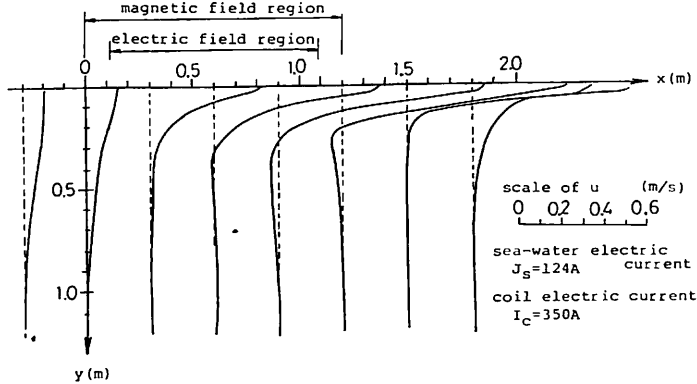


図10 ST-500の電磁力分布

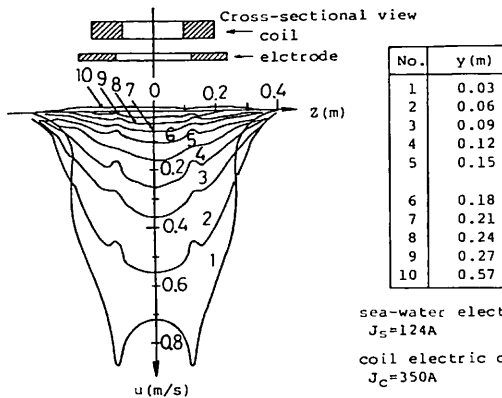
べた解析結果との比較を述べる。

(a) 海水の速度分布

図12に実験方法を示す。まずST-500を実験水槽の所定位置に固定し、超電導コイルに通電して磁場を発生させる。続いて船底の電極板に電圧をかけて海水に通電すると、直ちに海水は電磁力を受けて動き出す。ここで船



(a) Distribution in x-y plane (z=0)



(b) Distribution in y-z plane (x=0.6m)

図11 ST-500 海水速度分布

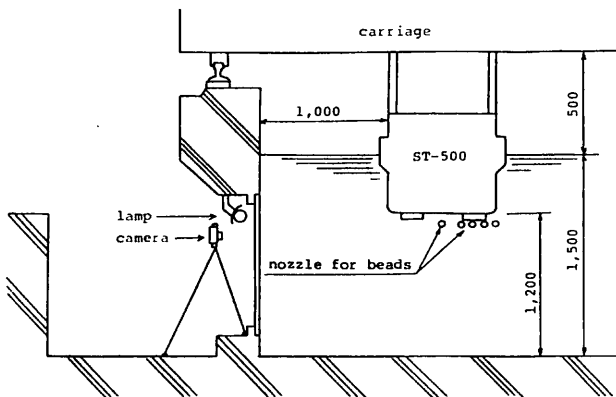


図12 海水速度分布の実験方法

首からポリスチレンビーズを流し、その軌跡を写真撮影して海水の速度分布を得る。ただし船尾部の海水速度の速い領域では、ビーズによる計測が困難なためピトー管を用いている。

図13に、実験結果と解析結果の比較を示す。同図から明らかなように、海水が電磁場によって加速される様子が実験的にも確認され、解析結果とよく一致することが判った。

(b) 静止推進力

ST-500を実験水槽中央部でロードセルを介して固定し、電磁力を働かせて推進力を計測する。その結果を図14に示す。同図に示すように、実験結果は解析結果と良く一致して、今回の実験条件の範囲では静止推進力は海水電流に比例することが判った。

ただし、ここで注意しておきたいのは、この静止推進力は先に計算した電磁力よりはかなり小さいという点である。図15に電磁力と推進力に関する計算結果を示す。同図から明らかなように、電磁力及び理想推進力は海水電流に比例して大きくなるが、有効推進力は電磁力よりもかなり低く、とくに高海水電流時にその低下が著しい。

これは電磁力によって加速される海水と船体との摩擦に起因し、とりわけST-500では船底での摩擦損失が大きい。実際、船底近傍での海水の速度分布を、摩擦を考慮する場合としない場合について計算すると図16のようになり、同図のハッチ部が摩擦損失分となる。

このような検討の結果、EMT実用船の設計

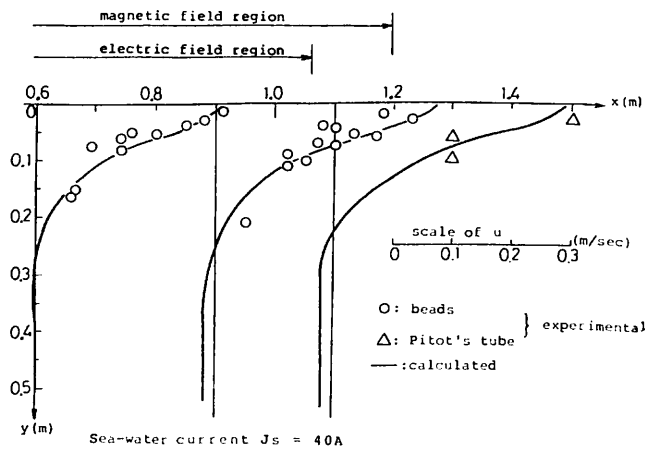


図13 海水速度分布の実験結果と解析結果の比較

に当っては、船体近傍であり過大な電磁力を発生させないよう、十分注意して超電導コイル及び海水通電電極板の配置を決める必要のあることが明らかになった。

(c) 船速

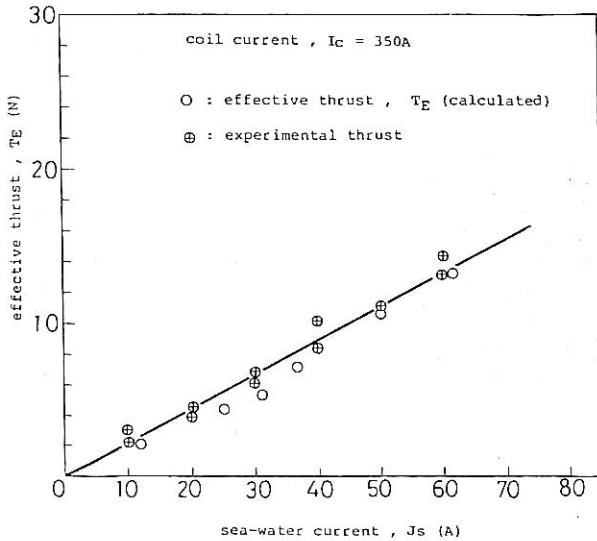
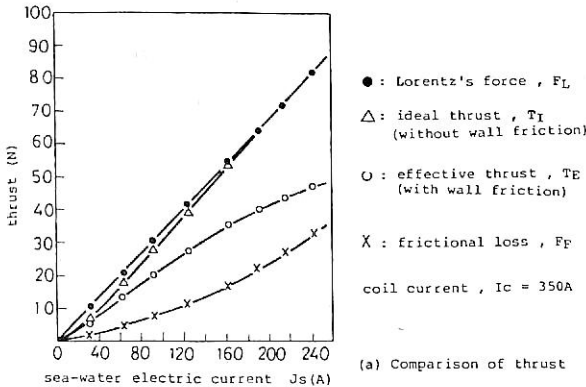
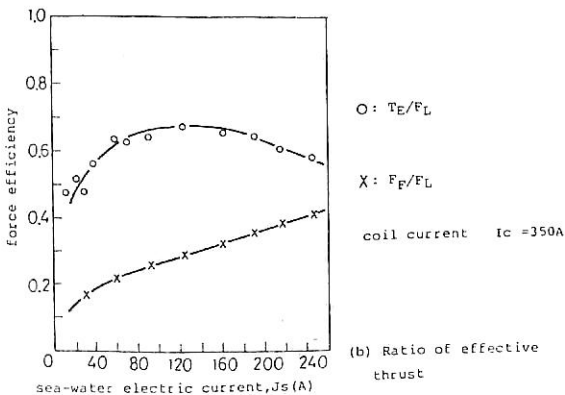


図14 静止推進力の実験結果と解析結果の比較



(a) Comparison of thrust



(b) Ratio of effective thrust

図15 電磁力と推進力の計算結果

図17にST-500の定常速度を測定するための実験の様子を示す。この実験ではST-500は自由に走行でき、ST-500の速度に合わせて超電導コイル及び海水通電電源を搭載した走行台車がST-500を追走する。ただし、ST-500が近くの鉄構造物の影響で左右に迷走しないよう、適当なガイドを設けている。

図18に本実験で得られたST-500の速度プロフィール

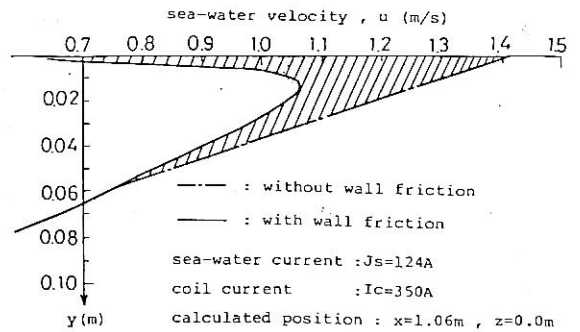
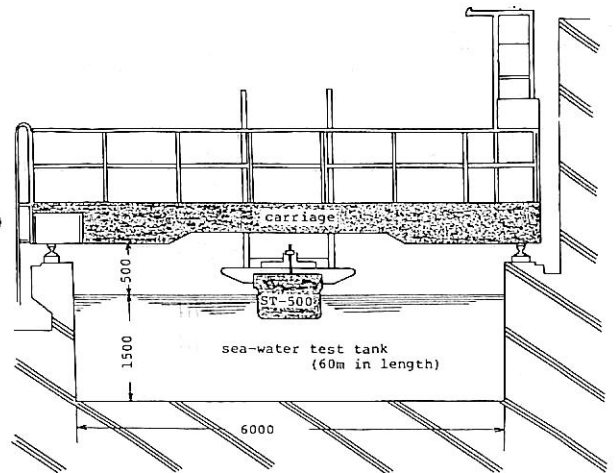
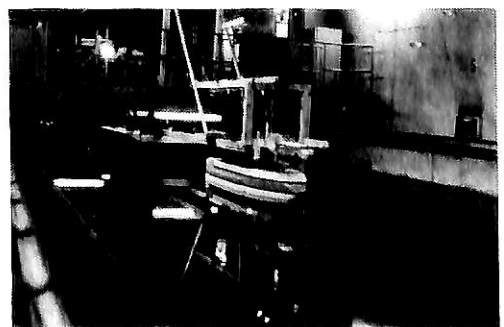


図16 船底近傍での海水の速度分布の計算結果



(a) Cross-sectional view of test tank



(b) General view of experimental setup

図17 実験海水水槽での船速実験の様子

を、図19に定常速度の実験結果と解析結果の比較を示す。同図に示すように、海水電流の高いところでは実験結果と解析結果はよく一致しているが、低電流域では実験結果の方が低い。これは、ST-500の迷走防止用に設けたガイドによる摩擦に起因すると思われる。

2・5 ST-500のエネルギー収支に関する検討

EMTを実用化するには超電導コイルによる強磁場が

不可欠であることを示すために、EMTのエネルギー収支を検討する。本節では簡単のために、EMTのインプット電力は海水通電用電力  $W_E$  のみとし、超電導コイルを冷却するための冷凍機の電力は無視する。 $W_E$  はまず海水中でのジュールロス  $W_{JL}$  とそれ以外の力学的エネルギー  $W'_M$  に分解できる。しかし  $W'_M$  の内  $\eta_i^{1.5} \times W'_M$  が実際の運動エネルギーで残りの  $(1-\eta_i^{1.5}) \times W'_M$  は海水と船底との摩擦エネルギーとして浪費されている。さらに、この有効運動エネルギー  $\eta_i^{1.5} \times W'_M$  は船の得る運動エネルギー  $W_T$  と海水の得る運動エネルギー  $W_W$  に分解できる。それぞれのエネルギーは(6)式のように表わされ、これらをST-500について計算した結果を図20に示す。

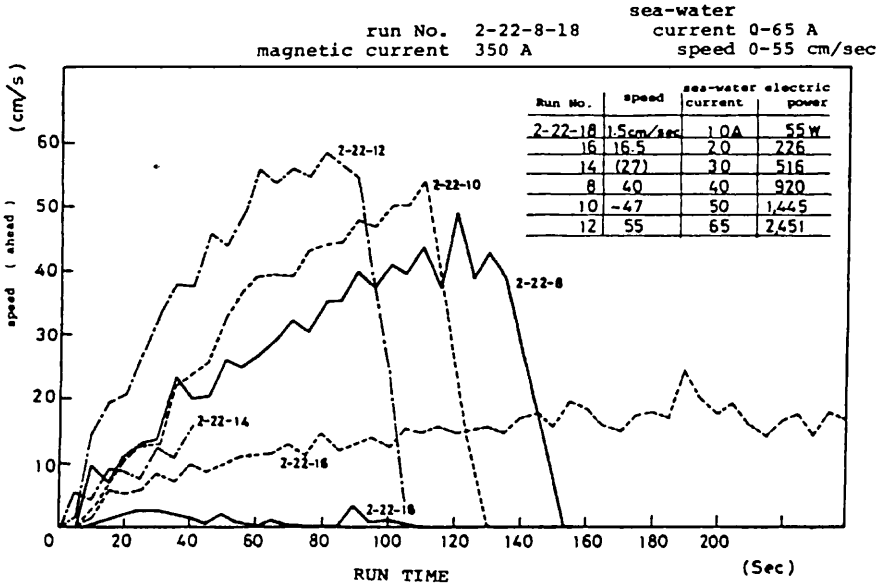


図18 ST-500の速度プロフィール

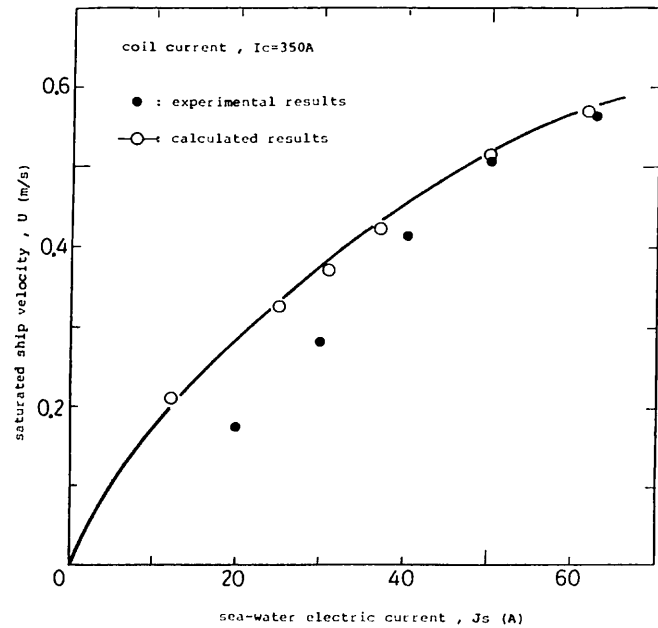


図19 船速の実験結果と解析結果の比較

の有効運動エネルギー  $\eta_i^{1.5} \times W'_M$  は船の得る運動エネルギー  $W_T$  と海水の得る運動エネルギー  $W_W$  に分解できる。それぞれのエネルギーは(6)式のように表わされ、これらをST-500について計算した結果を図20に示す。

$$\begin{aligned}
 W_E &= \int j \cdot E d\tau \\
 W_{JL} &= \int (1/\sigma) \cdot j^2 d\tau \\
 W_M &= \eta_i^{1.5} \cdot W'_M \\
 &= \eta_i^{1.5} (W_E - W_{JL}) \\
 &= \eta_i^{1.5} \int j \cdot (U-v) \times B d\tau \\
 W_W &= \eta_i^{1.5} \int j \times B \cdot (-v) d\tau \\
 W_T &= \eta_i^{1.5} \int j \times B \cdot U d\tau
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

図20から明らかなように、磁場

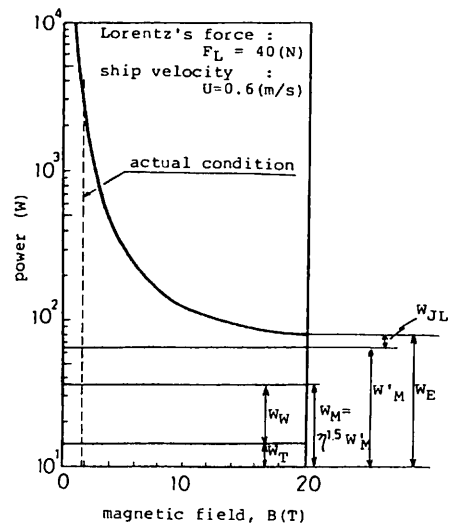
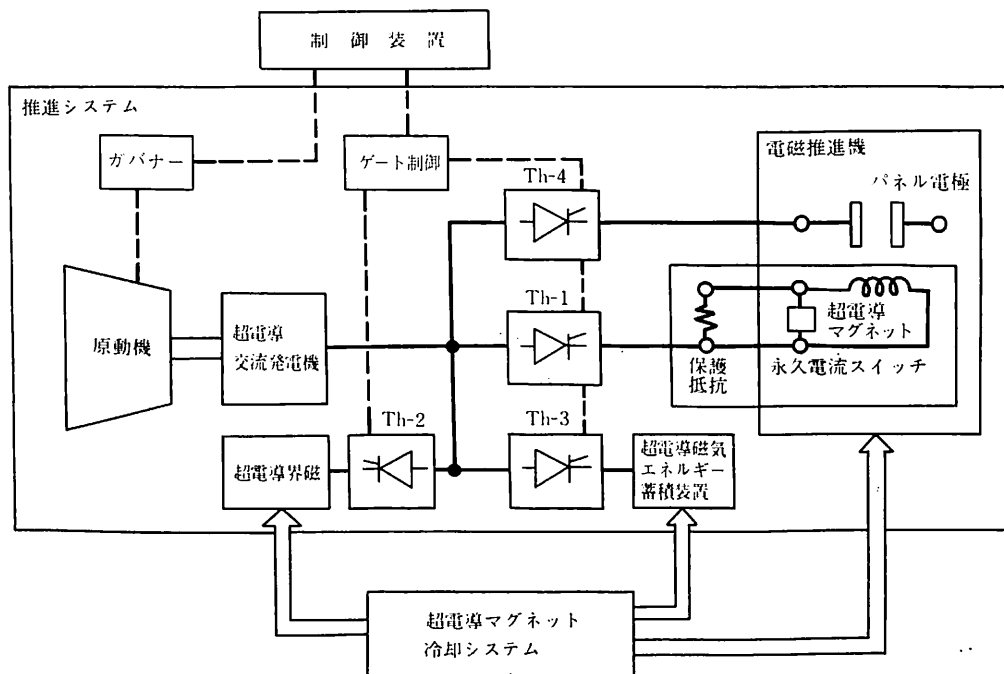


図20 ST-500のエネルギー収支計算結果

図21  
推進機系超電  
導トータルシ  
ステム



が低いと海水中でのジュールロスが非常に大きくなり、推進効率  $\eta_T$  を小さくする。現に ST-500 では海水中での推進力発生域に於ける平均磁場は 17,000 ガウスであり、推進効率は 0.3 % と小さい。本計算結果から明らかなように、EMT を実用化するには 10~20 万ガウスの強磁場が望ましい。更に摩擦ロス  $(1 - \eta_f^{1.5} \cdot W_M)$  及び海水運動エネルギー  $W_w$  を小さくするには広領域の海水に電磁場をかけなければならない、そのためにはこれまでにない大型の超電導コイルを開発する必要がある。

### 2・6 ST-500 研究のまとめ

以上述べてきたことから、ST-500 の推進特性に関する実験結果と解析結果はよく一致することが明らかとなり、筆者らの EMT 解析手法の信頼性が確認できた。今後本解析手法を基礎として、EMT 実用化船の設計研究に取り組む所存である。

### 3. 推進機系超電導トータルシステムの概要<sup>13)</sup>

EMT を実用化するには、強磁場発生用として超電導コイルを採用する必要がある。その場合、発電機や電気エネルギー貯蔵も含めて推進機系統全体を超電導化することも、省エネルギーの観点から見て有望ではないかと思われる。

### 3・1 システム構成

図21に推進機系超電導トータルシステムを示す。図に示すように、ガスタービンなどの駆動用原動機によって超電導交流発電機を駆動し、ここで発生した出力は変圧器、サイリスタコンバータを経て、EMTの海水通電電極、超電導コイル、さらに電気エネルギー貯蔵用超電導コイルや発電機用超電導コイルに送られる。励磁電流が定格値まで上昇すると、超電導コイルと並列に接続された永久電流スイッチを入れる。これ以降は、超電導コイルは外部からの電力補給なしに所定磁場を発生し続けることができる。

推進機の緊急加速または急速逆転などに要求される過大推進電流を供給する場合は、電気エネルギー貯蔵用超電導コイルから海水通電電極に電力を供給する。

このような超電導による交流発電機や電気エネルギー貯蔵に関しては、既に各国で積極的な研究開発が進められており、発電機に関しては世界最大の50 MW級のものが我国で試運転中であり<sup>16)</sup>、電力貯蔵コイルに関しては米国で10kWh級のものが試運転中である<sup>19)</sup>。このような現状から、各種超電導機器が船舶に搭載される日もそう遠くはないと思われる。

### 3・2 超電導コイル冷凍システム

前節で述べた各種超電導機器をその作動温度、約-270℃、まで冷却して保持する方法としては、超電導機器を



液体ヘリウム中に浸漬する方法や超臨界ヘリウムを超電導機器中で強制循環する方法などがあるが、複数でかつ大型の機器を同時に冷却する場合には、ヘリウムの使用量や制御性から見て強制循環方式の方がよい。

強制循環方式の冷凍システムの一例を図22に示す。冷凍機の所要電力としては、既報<sup>9)</sup>の1万トン潜水タンカーの場合約140kWであり、所用推進電力の約1%と小さい。

このようなヘリウム冷凍機は、陸上用としては多数実用化している。しかし舶用としては、米国海軍の超電導電気推進実験船用として開発されたヘリウム冷凍機が唯一である<sup>7)</sup>。

・4. 今後の技術的課題

EMTを実用化するための当面の技術的課題として、次の3項目を挙げるができる。

- (i) 大型超電導コイルの開発
- (ii) 磁気シールド技術の開発
- (iii) 海水通電々極板の開発

以下これらの開発項目の要点を述べる。

4・1 大型超電導コイルの開発

EMT用超電導コイルでとくに技術的に問題となるのは、その大きさと重量である。既報<sup>18)</sup>の2,000トンSSC(半没水双胴船)用の超電導コイルでもその内径が3~5m、総延長が120mとなり、現状ではコイルの重量だけで船体重量に匹敵する。

現在進められている超電導コイルの大型化研究の中で、口径に関しては核融合炉用超電導コイルが最大であり、既に口径5mのコイルが我国で完成している。また長さに関しては基礎物理実験用として長さ5mの超電導コイルを連ねた全長7kmの超電導磁場空間が米国で完成している。更に超電導コイルの軽量化に関しては、とくに我国の国鉄で進められている磁気浮上列車開発の一環として、精力的に研究開発が進められている。

このように超電導コイルの開発はいろいろな分野で進められており、早晚EMT用超電導コイルも技術的には可能になるとと思われる。

4・2 磁気シールド技術の開発

EMTで次に問題となるのは、船内の居住区、その他必要区域での磁気シールド技術である。ここでも最大の問題はその重量である。実際もし現在通常行なわれている強磁性材料を使った磁気シールド方式では重量が大きくなり過ぎる。この点を解決するため、筆者らのグルー

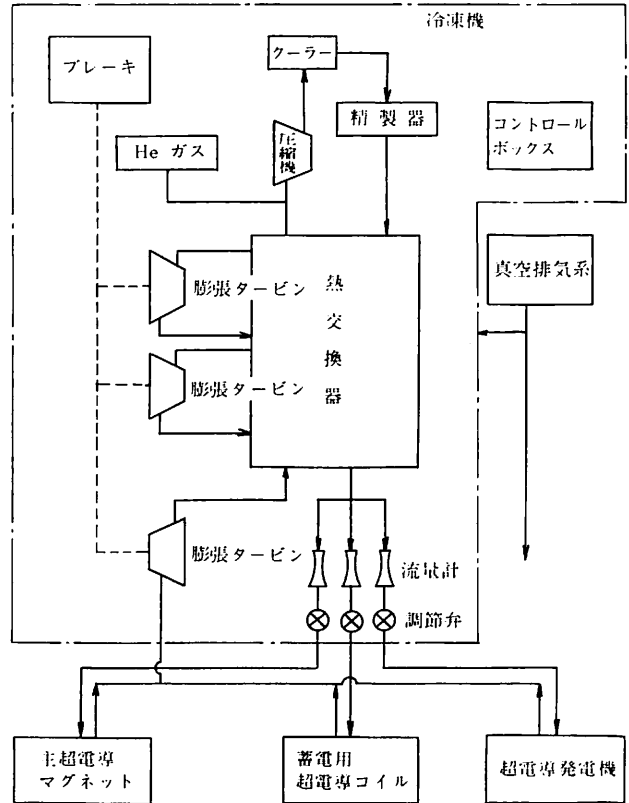


図22 強制循環方式冷凍システム

プでは超電導体の完全反磁性を利用した磁気シールド技術の研究を進めている。とくに磁気シールド材の軽量化のために、多層超電導フィルムによる磁気シールド技術の開発を目指している<sup>15)</sup>。

4・3 海水通電々極

電極板については、海水の電気分解によって海洋汚染を引き起こさないことが必須条件である。ST-500に使用している白金合金電極(チタン基板)では、陽極から塩素ガスが発生して海洋汚染の原因となる。

同様な問題は、サンシャイン計画の一環として行なわれている「太陽光による海水-水素変換技術の開発」に於いてもネックになっているが、幸いなことにその研究開発の中で、塩素ガスに代って酸素ガスの発生する新電極材料を成功裏に試作したことが報告されている<sup>11)</sup>。この電極材料が実用化されれば、EMTにも十分使用できるものと期待される。

5. むすび

世界初の超電導電磁推進モデル船 (ST-500) による研究成果を中心として、EMTや超電導の一般論から将来展望までを述べた。これまでの筆者らの研究は文部省の科学研究費により実施してきたもので、EMTの推進特性を明らかにするという所期の目的は十分に達したものと考えている。

次のステップはいよいよ実用化研究であり、そこでは本稿の末尾で述べた基礎的な技術課題の他に、EMTに適した船型や航法など、船舶工学的な技術課題も山積している。今後ともより一層の御教示ならびに御支援をいただきたくお願いする次第である。

#### 記号の説明

A	: $\sigma \{E - (U+v)B\} (\pi d^2 / 4) \cdot X$	
da	: コイル電流要素の微小断面積	( $\text{m}^2$ )
B, B	: 磁場強度	(T)
E, E	: 電場強度	(V/m)
f	: 電磁力密度	(N/m <sup>2</sup> )
I	: コイル電流	(A)
j	: 海水電流密度	(A/m <sup>2</sup> )
K	: 第一種完全楕円積分	
dl	: コイル電流要素の微小長さ	(m)
P	: 海水圧力	(Pa)
R	: コイル電流要素の位置	(m)
T	: 推進力	(N)
t	: 時間	(s)
U, U	: 船の絶対速度	(m/s)
v, v	: 海水の絶対速度	(m/s)
V	: 海水の船に対する相対速度	(m/s)
V	: 海水通電々極間電圧	(V)
W <sub>E</sub>	: 海水通電用電力	(W)
W <sub>JL</sub>	: 海水中でのジュールロス	(W)
W <sub>M</sub>	: 有効運動エネルギー (単位時間当り)	(W)
W <sub>T</sub>	: 船の得る " ( " )	(W)
W <sub>w</sub>	: 海水の得る " ( " )	(W)
X	: 計算点の位置	(m)
c	: うず度	
$\eta_f$	: 有効推力係数 (有効推進力 / 電磁力)	
$\eta_T$	: 推進効率 ( $W_T / W_E$ )	
$\mu$	: 海水の透磁率	(H/m)
$\nu$	: 海水の動粘性係数	(m <sup>2</sup> /s)
$\sigma$	: 海水の導電率	( $\Omega^{-1}$ /m)
d $\tau$	: 海水の微小体積	(m <sup>3</sup> )
$\psi$	: ベクトルポテンシャル	

#### 参考文献

- 1) W. A. Rice : U.S. Patent 2997013 (1961)
- 2) O. M. Philips : The prospects for magnetohydrodynamic ship propulsion, J. Ship Research (1962) pp 43~51
- 3) L. R. A. Doragh : Magnetohydrodynamic ship propulsion using superconducting magnet, SNAME Annual Meeting (1963) pp 14~15
- 4) S. Way and C. Devlin : Prospects for the electromagnetic submarine, Paper 67-432, AIAA (1967)
- 5) S. Way : Electromagnetic propulsion for cargo-submarine, J. Hydrodynamics, Vol. 2 (1968) pp 49~57
- 6) 西山, 本間 : 往復動型電磁推進器の負荷特性, 電総研彙報, 41巻7号 (1977) pp 487~501
- 7) T. P. Hosmer, L. C. Hoagland and W. M. Toscano : A 10  $\ell$ /h helium liquefier for a superconducting ship propulsion system, Cryogenic Engineering Conference (1977, USA)
- 8) Y. Saji, M. Kitano and A. Iwata : Basic study of superconducting electromagnetic thrust device for propulsion in sea-water, Adv. Cryo. Eng., Vol. 23 (1978) pp 159~169
- 9) 北野, 岩田, 佐治 : 超電導マグネットによる電磁推進の基礎理論 I, II, 神戸商船大学紀要, 二類26号 (1978) pp 219~262
- 10) G. T. Hummert : An evaluation of direct current electromagnetic propulsion in sea-water, Office of Naval Research Report ONR-CR168-007-1 (1979)
- 11) J. E. Bennett : Electrodes for generation of hydrogen and oxygen from sea-water, Int. J. Hydrogen Energy, Vol. 5 (1980) pp 401~408
- 12) A. Iwata, Y. Saji and S. Sato : Construction of model ship ST-500 with superconducting electromagnetic thrust system, Proc. ICEC 8 (1980) pp 775~784
- 13) 岩田, 武田, 佐治 : リニアモータ船—超電導推進システムを中心にして—, システムと制御, Vol. 24 No. 12 (1980) pp 770~779
- 14) 岩田, 武田, 佐治 : 超電導直流リニアモータ船, 日本船用機関学会誌, Vol. 16 No. 9 (1981) pp 771~777
- 15) S. Sato, M. Ikeuchi, A. Iwata, Y. Saji and S. Kado : The magnetic field screening with NbTi,

Proc. ICEC 9 (1982) pp 115~119  
 16) M. Iwamoto, H. Fujino and K. Yasukochi :  
 Prospects of superconducting generators, Proc.  
 ICEC 9 (1982) pp 395~399  
 17) Li Qi-Wei and Xia Guan-Bo : On the study  
 of magnetohydrodynamic pump ship propulsion,  
 ICEC 9- ICMC Preprints (1982) p 52  
 18) A. Iwata, E. Tada and Y. Saji : Experimental  
 and theoretical study of superconducting elect-  
 romagnetic ship propulsion, 5th Lips Propeller  
 Symposium (1983)

19) 稲井：10 MWh 超電導エネルギー貯蔵システムの概念  
 設計，第30回低温工学協会研究発表会予稿集（1983）  
 p 14  
 20) E. Tada, A. Iwata and Y. Saji : Theoretical  
 flow analysis of the sea-water in the electrom-  
 agnetic field and application to ship propulsion,  
 J. Fluid Mechanics (投稿予定)  
 21) I. H. Prinz : Hochspannungs Fielder, R. Olden-  
 bourg Verlag (1969)  
 22) 信貴，平井：低温工学ハンドブック，内田老鶴園新  
 社（1982）

製品紹介

製品紹介

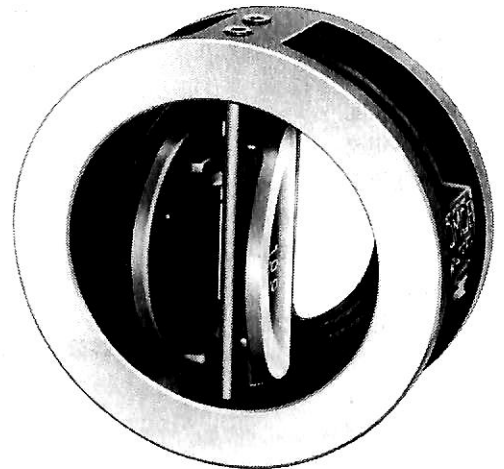
コンパクトなボディに多機能が搭載された  
 “バタチェッキ (逆止め弁)”

概要

- 1) バタチェッキ (逆止め弁) は，流体を一方向にのみ流  
 し，逆の流れを防止する，人力・電力・空気圧などの  
 力によらない自力式である。
- 2) 本体にピンで支持された2枚の半円状プレートが流  
 体圧で開き，ポンプが停止するとスプリングのリアク  
 ションでプレートが閉まり，脈流によって生じる逆流  
 を防止する。
- 3) プレートの端部には，ガラス繊維強化・テフロン<sup>®</sup>  
 のワッシャーを使用。開閉時の応答速度を高めると同  
 時に，摺動部の摩擦を防止する。
- 4) シート部はニトリルゴム製で，鋳鉄製本体に焼付け，  
 安定した封止を可能にしている。
- 5) 最近の水質悪化を考慮し，プレート材質には，脱亜  
 鉛現象の恐れのある砲金 BC 6 ではなく，高級なアル  
 ミ青銅を使用している。
- 6) プレート形状には，チャタリング防止のため，流れ  
 の力を利用した“クイックオープングループ”を採用  
 している。(実用新案出願中)

特長

- 1) 従来のスイングチェッキより小型・軽量で配管作業  
 が簡単，取付スペースもわずかですむ。
- 2) プレートに A $\ell$  BC 2 を標準採用，脱亜鉛腐食の心  
 配がいらぬ。
- 3) バルブに内蔵されたスプリングの作用で，ポンプが  
 停止するとす速く閉じるため，ウォーターハンマーに  
 よる衝撃圧を緩衝，配管装置を守る。



- 4) 口径が 150 mm 以上のバルブには吊りボルトをつけ  
 て，配管を容易にしている。

仕様

圧カクラス	JIS 10 kg f/cm <sup>2</sup>	
標準	本体	FC 25
	プレート	A $\ell$ BC 2
	ヒンジピン(シャフト)	SUS 304
	スプリング	SUS 304
材質	ゴムシート	NBR (EPT, バイトンも可能)
使用温度範囲		NBR - 20℃ ~ 80℃
		EPDM - 20℃ ~ 120℃ バイトン - 10℃ ~ 150℃
圧カテスト	本体耐圧	20 kg f/cm <sup>2</sup> (ガス)
シート漏れテスト		10 kg f/cm <sup>2</sup>
塗装		ウオッシュプライマー (濃いグリーン)
口径範囲		50 A ~ 300 A, 9サイズ
スプリングオプション		低トルクスプリング (空気、ガス向け)

お問い合わせ先 巴バルブ株式会社 広報課  
 本社 〒550 大阪市西区靱本町1-11-7  
 三井ビル11階 TEL 06 (448) 1221 (大代)

● L P G 船新技術紹介

# 液化ガスタンカー用“双胴円筒形タンク”の設計に関する二、三の考察

恵美 洋彦

中小型の低温式あるいは低温圧力式液化ガスタンカーでは、双胴円筒形タンクを採用した例をよく見かけることがある。これは、この方式のタンクが、タンク総容量2,000ないし10,000 $\text{m}^3$ 程度の中型船に適しているからであろう。しかし、これまで日本における建造例はない。また、双胴円筒形タンクに関する公表文献は、外国も含めて紹介記事程度しか見たことがない。

日本でも関係者には、興味をお持ちの方々もいるようであり、筆者のところにも二、三の問合せがあった。この方式は、前述の程度の大きさの多目的低温圧力式液化ガスタンカーには、容積効率上、最適なものと考えられる。また、当初の設計では、円筒形や球形タンクよりも若干の手間を必要とするが、プロトタイプ的设计さえあれば、その後の設計では、そう多くの時間はかからないと思われる。したがって、今後、我国でも開発が望まれるタンク方式の一つであるといえる。

このような理由で、双胴円筒形タンクについて簡単な考察を行なったのでその概要を紹介する。関係の方々の参考になれば幸いである。

## 1. 双胴円筒形タンク採用の液化ガスタンカーの概要

低温圧力式液化ガスタンカーには、双胴円筒形タンクがよく採用されている。また、中小型の低温式液化ガスタンカーに採用した例もよく見かける。このタンクは、基本的には図1に示すような構造形状であり、double lobe, bi-lobe, double cylinder 等タンクといわれる。

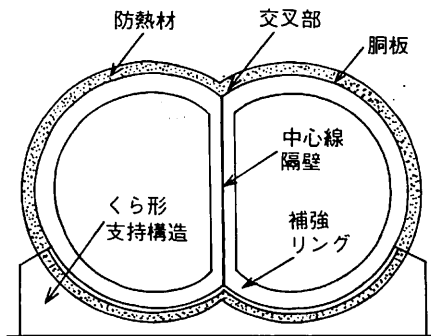


図1 双胴円筒形タンクの基本構造

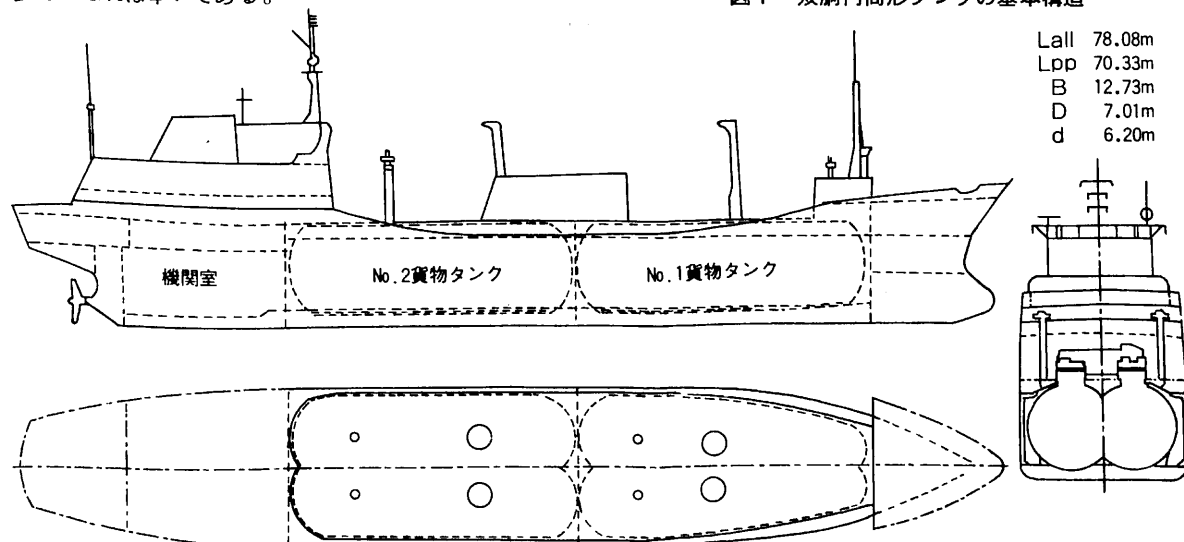


図2 Anna Schulte 2,400 $\text{m}^3$ 型多目的低温式液化ガスタンカー  
設計温度： $-163^{\circ}\text{C}$ ，設計蒸気圧： $5.0\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ ，アルミ合金製独立型タンクタイプC，貨物対象品：LNG，エチレン，LPG，アンモニア

表 双胴円筒形タンクを有する液化ガスタンカーの例

船名 船主	造船所 建造年	タンク総容積(m <sup>3</sup> ) タンク数, 材料	最高使用圧力 (kg/cm <sup>2</sup> ) 設計温度 (°C)	L <sub>all</sub> × L <sub>pp</sub> × B × D × d (m)	貨物対象品 その他
Alicia 1 Cristobal S. A.	N. V. Scheepsw- erf 1970	2,768 2 dc, 1ch, 鋼	7.5 -34	81.13 × 74.8 × 13.41 × 7.8 × 6.55	アンモニヤ, LPG,
Benghazi Caltram	J. L. M. Papenbu- rg 1978	5,540 2dc, 1co, 鋼	8.5 -48	108.8 × 99.9 × 15.5 × 10.8 × 6.75	アンモニヤ, LPG, IMO規則適用
Capo Azzuro Chimigas S. S. M.	CLEMNA 1980	4,010 5dc, Ni鋼	6 -104	99.93 × 91.73 × 14.02 × 7.2 × 5.8	アンモニヤ, LPG, エチレン IMO規則適用
Capo Rosso Chimigas S. S. M.	Escorina (改造) 1977	1,960 3dc, Ni鋼	6 -104	69.90 × 62.41 × 11.62 × 6.4 × 5.05	アンモニヤ, LPG, エチレン
Errico Fermi Carbocke	M & B Benetti 1977	7,500 3dc, 鋼	4.5 -48	121.95 × 107.95 × 16.4 × 8.9 × 7.88	アンモニヤ, LPG
N. H. Abel Einar Bakkevig	N. V. Scheepsw- erf 1973	2,500 2dc, 1ch, 鋼	7.2 -48	79.45 × 72.54 × 13.03 × 6.81 × 6.04	アンモニヤ, LPG
Oscro Beduin Ole Schroder	Aukra Bruk 1979	5,060 2dc, Ni鋼	-104°C	103.52 × 94.1 × 16.3 × 10.13 × 6.0	アンモニヤ, LPG, エチレン, IMO規則適用
Pentland Brae Liquid Gas Equipment	GmbH 1976	3,719 2dc, 鋼	7 -48°C	89.81 × 83.1 × 14.02 × 7.1 × 6.31	アンモニヤ, LPG
Goral Temse Exmar NV	Boelwerf SA 1981	7,350 2dc, 2ch, 5Ni	4 -104°C	119 × 110 × 18.5 × 12.2 × 7.5	エチレン, LPG IMO規則適用
Langfeld's Rederi	Kristiansands 1981	3,500 3dc, 鋼	9.3 -55	88.5 × 83.15 × 14 × 7.1 × 6.28	アンモニヤ, LPG IMO規則適用
Langfeld's Rederi	Kristiansands 1982	4,100 4dc, Ni鋼	5.3 -104	95 × 88 × 17.2 × 10.2 × 7.1	アンモニヤ, LPG, エチレン IMO規則適用
Anchor Line	Alisa 1982	6,500 2dc, 1ch, 鋼	6.5 (7.0) -48	112.8 × 106.5 × 18.3 × 11.7 ×	アンモニヤ, LPG IMO規則適用
Yurmala Robin Transocean	J. L. Meyer 1976	12,000 3dc, 鋼	5.0 (7.0) -48	139.65 × 127.5 × 20.5 × 13.5 × 8.2	アンモニヤ, LPG IMO規則(案)適用
Anna Schulte Bernard Schulte	Heinrich 1973	2,420 2dc, Al	5.0 -163	78.08 × 70.33 × 12.73 × 7.01 × 6.2	LNG, エチレン, LPG, アンモニヤ
Deltagas Sloman Neptun	J. L. Meyer 1975	5,500 3dc, 鋼	7.5 -48	106.6 × 98.6 × 15.4 × 9.0 × 7.45	LPG, アンモニヤ

記号: dc: 双胴円筒形タンク, ch: 円筒形タンク, co: 円錐形タンク, Ni鋼: ニッケル鋼(ニッケル含有量不明),  
5Ni: 5% Ni鋼, 鋼: 低温用炭素鋼



図2には、双胴円筒形タンクを採用した低温式液化ガスタンカーの一般配置例を掲げておく。双胴円筒形タンク採用の液化ガスタンカーの主要目例一覧を表に示す。そのほか、多くの例は、文献<sup>1)2)</sup>に紹介されている。

低温圧力式タンクは、防熱保護の目的でタンクをホールスペース内に収める必要がある。また、タンクの設計蒸気圧も圧力式に比べて低い。これらが、容積効率のよい双胴円筒形タンクを中小型の低温圧力式液化ガスタンカーに採用する所以である。中小型の低温式液化ガスタンカーに採用されるのも同じ理由である。(この場合、タンクは、独立型タンクタイプCとし、二次防壁省略となる。)

図3に球形、円筒形および双胴円筒形タンクを採用した液化ガスタンカーの容積効率を掲げる。これらは、いずれも、建造時期からみてIMOガスコード適用船と思われるものを選んでプロットしたものである。

この図から双胴円筒形タンクの容積効率は、0.3ないし0.35程度になることがわかる。一方、円筒形や球形では、0.25ないし0.3程度の容積効率である。球形の場合、タンクを上甲板上に突出させ、タンクカバーを設けるのが通常である。図の容積効率は、分子に突出部分のタンク容積をいれているにも拘わらず、分母の船体構造の大きさにはタンクカバーの部分はいれていない。したがって、実際の容積効率は、もっと差がつくことになる。

タンク内圧が高くなったり、或いは径が大きくなると双胴円筒形の交叉部およびその近傍に高い曲げ応力や局部膜応力を生ずる。また、タンク、即ち船体が大きくなると船体変形による応力も発生し、これは、交叉部に大きく影響を及ぼす。実績では、1基のタンク容量4,000 $\text{m}^3$ 程度が上限となる。タンクの設計蒸気圧は、7ないし8 $\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ 程度が上限である。

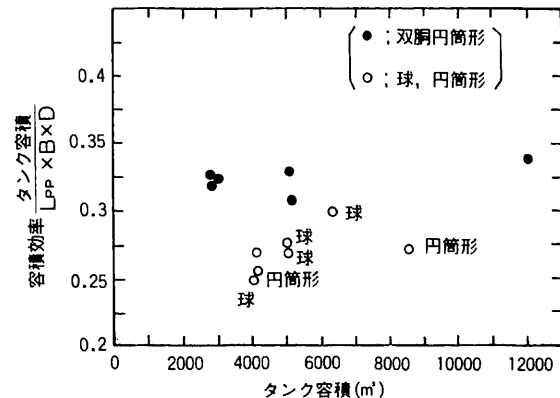


図3 IMO規則適用の低温圧力式液化ガスタンカーの容積効率

船舶の大きさは、タンク総容量1,000ないし12,000 $\text{m}^3$ 程度である。タイプII PG船では、2タンク/2ホールスペースとして計画するのが標準的である。タイプII G船になると、3タンク/3ホールスペース以上にしないと、損傷時復原性要件を満たすのがむづかしい。なお、双胴円筒形タンクのほかに、横向き水平円筒形タンクを配置したり、上甲板上に圧力式タンクを設ける例もある。

双胴円筒形タンクは、多目的液化ガスタンカーに多く採用される。前述のように設計圧力が比較的低いので、低温圧力式および/または低温式で貨物を貯蔵移送するのが通常である。例を挙げると、設計温度 $-104^{\circ}\text{C}$ /設計蒸気圧 $5\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ のタンクは、一般的に低温式で貨物を運送する。このタンクでは、エチレンまでを低温式で運送できる。エチレンの場合、陸上設備の関係で低温式でのみ貨物を運送する。そして、プロパンの場合、積地/揚地の設備によって低温式または低温圧力式のいずれも扱えるようにするのが通常である。別の例では、設計温度/圧力を $-5^{\circ}\text{C}/7.5\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ とし、低温圧力状態で貨物移送する船舶がある。この船舶は、プロパンの場合、 $-5^{\circ}\text{C}$ ないし $+20^{\circ}\text{C}$ の範囲内に貨物温度(圧力)を制御して運送することになる。

このように、双胴円筒形タンクは、貨物の運送状態に適した設計温度/圧力を選定することが重要である。また、独立型タンクタイプCとしての最小設計蒸気圧を満足させる。さらに、設計温度が $-55^{\circ}\text{C}$ かまたはそれより高温の場合、タイプII PG船としての最小設計蒸気圧(7 $\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ )も確保する必要がある。

## 2. タンク構造および形状

双胴円筒形の形状は、図4に示すように $b/d$ が1.5のとき最も効率がよい。一方、タンクの板厚は、径が小さ

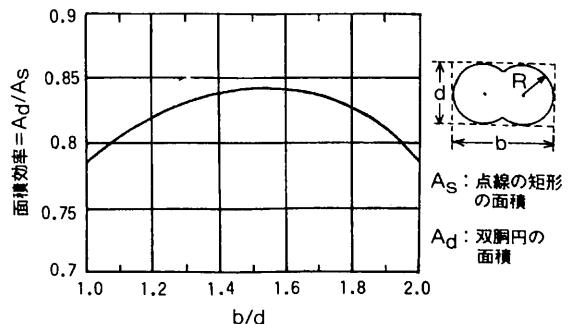
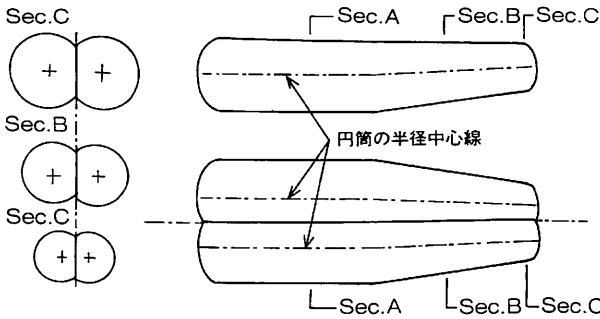
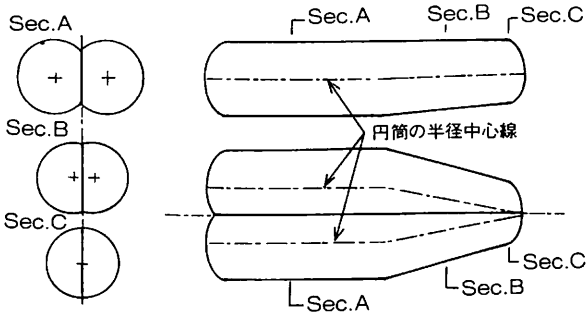


図4 双胴円筒形タンクの最適断面形状 ( $A_d/A_s$  および  $b/d$  のいずれも大きい方がよい。 $b/d$  が1.6ないし1.8程度が最適範囲)



(a) 円筒の半径を順次に小さくする例



(b) 円筒の径をあまり変えずに b/d を順次小さくする例

図5 船首部双胴円筒形タンクの形状変化の例

い即ち b/d が大きい程薄くできる。したがって、実用的な形状は、b/d 1.6 ないし 1.8 の範囲になる。実績平均では、b/d = 1.68 ないし 1.7 である。

双胴円筒形タンクの基本構造は、図3に示したように胴板、中心線隔壁および交叉部からなる。端部は、円筒形タンクと同様に半球形、だ円形等の鏡板となる。中心線隔壁は、制水板とするのが通常である。これは、穴明け板または隔壁弁によって左右舷を共通にする。

船首部のホールスペースは、船首側になるにつれて幅が狭くなる。したがって、タンクは、ホールスペースの形状に合わせて順次変化させる。図5に例を掲げておく。(a)は、船首側になるにつれて、円筒形の半径を順次小さくするが、b/d は一定にする方法である。これは、比較的大型の船舶に向いている。(b)は、半径をあまり変えずに、b/d を順次小さくしてゆく方法であり、小型船に適している。船体形状や配置によっては、船首端で b/d を1とせず、1.2程度にする。

### 3. 構造解析の手順

ここでは、タンクは独立型タンクタイプCを想定する。双胴円筒形タンクの特長は、構造の大部分を占める胴

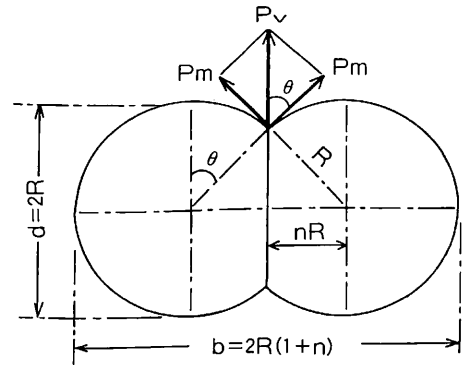


図6 中心線隔壁に働く引張膜力

板の板厚を単純な薄膜理論で定め得る点にある。即ち、円筒の胴板部は、内圧によって生ずる一般膜応力を考慮した压力容器規格によって板厚を定めることができる。ただし、交叉部近傍は、曲げ応力等が発生するので別途検討する。

中心線隔壁に働く引張膜力は、次式により求めることができる。(図6参照)

$$P_v = 2P_m \cos \theta = 2P_m \frac{nR}{R} = 2P_m \cdot n \dots\dots (1)$$

$P_v$  = 中心線隔壁に生ずる引張膜力(単位長さ当り)

$P_m$  = 円筒胴板に働く引張膜力(単位長さ当り)

$$n = b/d - 1 \quad (0 \leq n \leq 1.0)$$

ここで胴板に働く引張膜力は、交叉部に加わる内圧  $P_x$  が薄膜円筒に一樣に働くものとして得られるよく知られた次式による。なお、腐食予備厚さは考慮していない。

$$P_m = 2p_x R = p_x d \dots\dots (2)$$

(1)および(2)式により、中心線隔壁の所要最小板厚  $t_L$  は、次式で求まる。計画では、後述するように交叉部附近に生ずる曲げモーメントの支持反力分を考慮してこの値より若干厚くしておく。

$$t_L = \frac{P_v}{\sigma_{all}} = \frac{2P_m \cdot n}{\sigma_{all}} = 2t_s \cdot n \dots\dots (3)$$

$\sigma_{all}$  : 規則<sup>1)</sup>による回転形状独立型タンクタイプCの許容膜応力

$t_s$  : 内圧  $P_x$  により定まる円筒胴板の板厚  
(=  $2p_x R / \sigma_{all}$ )

タンクに加わる内圧は、単純な形状の円筒形に比べて複雑にはなるが、基本的には同じ手法で求める(文献<sup>1)</sup>参照)。双胴円筒形タンクの内圧分布の計算例を図7<sup>3)</sup>に示す。

加速度を考慮したタンク重量および支持反力によって

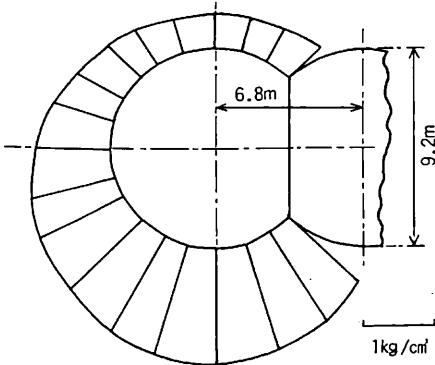


図7 双胴円筒形タンクに加わる内圧分布の例  
(7,200m³型LPG船。タンク長さ中央の断面で  
の液の重力成分を含む動圧。蒸気圧は含まず。)

加わる曲げモーメントやせん断力の解析も、初期の段階では、円筒形タンクと同じ手法で行なう。さらに、この曲げモーメント、軸力および外圧を考慮した挫屈解析も円筒形タンクと同様の手法で実施する。そして、压力容器規格を準用して補強リングの配置を定める。ドーム部、支持部等の局部補強の方法も同じである。

鏡板部の形状や板厚も、同様に円筒形压力容器の設計基準を準用して定める。

このようにして、初期計画における双胴円筒形タンクの形状および構造寸法の概略を定めることができる。しかし、実際には、内圧のみでも交叉部附近の胴板には、曲げモーメントや局部膜力が生ずる。この曲げ応力によって生ずる支持反力は、中心線隔壁の引張力として加わる。さらに、船体の変形による影響も、円筒形タンクに比べて大きくなる。また、交叉部に発生する応力集中の問題も解決する必要がある。

これらの問題を解決するためには、次のような詳細解析を実施する。

- (i) 交叉部の断面形状を定め、内圧によって生ずる曲げ応力および局部膜応力をFEMまたはその他の方法で求める。古くは、光弾性解析が行なわれていたようである。交叉部に生ずる応力分布の例を図8<sup>3)</sup>に示す。図からわかるように円筒半径の約20%のところまで曲げ応力が作用する。また、僅かではあるが局部膜応力も加わる。これらはいずれも二次応力である。この時点で交叉部、中心線隔壁等応力を疲労強度の観点から経験的に見直して、要すれば増厚する。
- (ii) 船体構造、支持構造およびタンクを含む全体構造

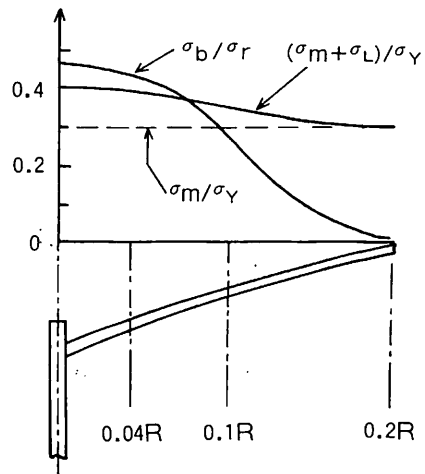


図8 交叉部に生ずる応力分布  
 $\delta_m$ : 一般膜応力  $\delta_b$ : 曲げ応力  
 $\delta_L$ : 局部膜応力  $\delta_Y$ : 規格降伏応力

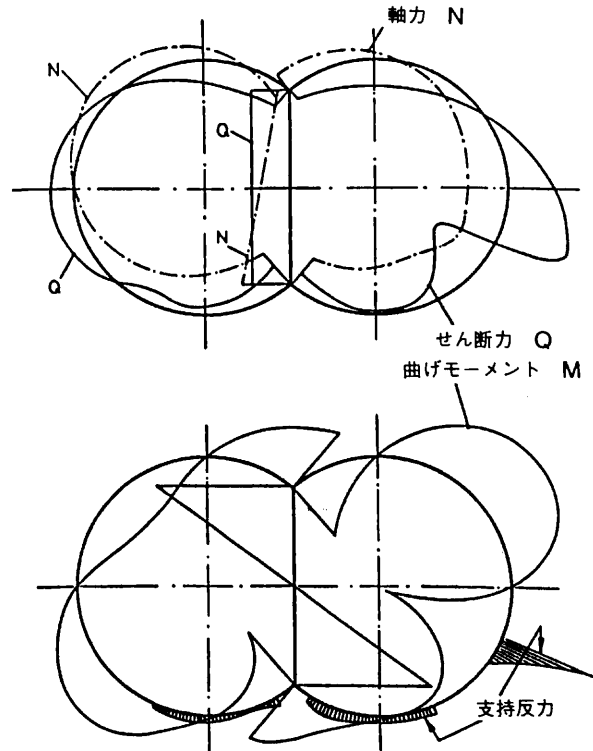


図9 双胴円筒形タンクの支持部附近の荷重分布  
(荷重条件: 貨物積載, 重力加速度と横  
方向最大速度の組合せ)

解析を行なう。そして、船体とタンクとの相互反力（船体変形の影響）によって生ずる応力を求める。この手法は、独立型タンクタイプBに準ずる。（文献<sup>1)</sup>参照）

- (iii) タンク支持部は、円筒形タンクに比べて非対称荷重による影響が大きい。支持構造および補強リングを含むタンクの適当な断面の構造モデルと荷重の組み合わせで強度解析を行なう。そして、支持構造およびタンク構造寸法を再検討する。図9に支持構造附近の双胴円筒殻に作用する荷重分布の例を示す。<sup>3)</sup>
- (iv) 構造詳細および変動応力の分布が定まった時点で交叉部およびその他の複雑な構造部分の疲労強度解析を行なう。これは、独立型タンクタイプBにおける疲労発生寿命解析法を適用する。ただし、累積被害度の評価基準は、より小さい値を採用すべきである注）。

注 回転体形状の独立型タンクタイプBでは、残存確率50%のS-Nc線図で累積被害度0.5以下と定められている。<sup>4)</sup>しかし、独立型タンクタイプCは、より厳しい基準を採用すべきである。規則<sup>4)</sup>では、明確な値を示していないので、設計者が適当な値を提案して主管庁/船級協会の承認を得る必要がある。例えば、独立型方形方式タンクタイプBの主桁面材（累積被害度 $\leq 0.05$ ）や原子力圧力容器規格で採用されている値とする。

（文献<sup>1)</sup>参照）

- (v) 疲労き裂伝ば解析や限界き裂長さを求める解析は、特に新しい材料や溶接を採用しない限り、実施する必要はない。

これらが双胴円筒形タンクの設計における主な注意事項である。さらに、補足的な注意を掲げると次のとおり。

- (vi) 中心線隔壁を液密とし、両舷を隔壁弁で連結する構造とする場合、隔壁板は、設計差圧に対して適当な強度を有するものとする。この設計差圧は、使用者と設計者の協議に基づいて定める。例えば、片舷満載で反対側空の静液頭とする。（気相部は、安全弁連結管によって両側が共通となるものとする）貨物取扱い上、この設計差圧を超えないように配慮するのは、当然である。

- (vii) 双胴円筒形タンクは、長さが比較的に長いので、部分積載の計画がある場合、スロッシング荷重に対する配慮を払う。簡単には、円筒形タンクの長さ方向の液体固有周期の式を用いて部分積載計画液位に対する固有周期 $T_L$ を求める。（文献<sup>1)</sup>参照。）そして、船体の縦揺れの固有周期 $T_s$ とほぼ一致（ $T_s/T_L = 0.8$ ないし $1.8$ 程度）する場合、中間に1な

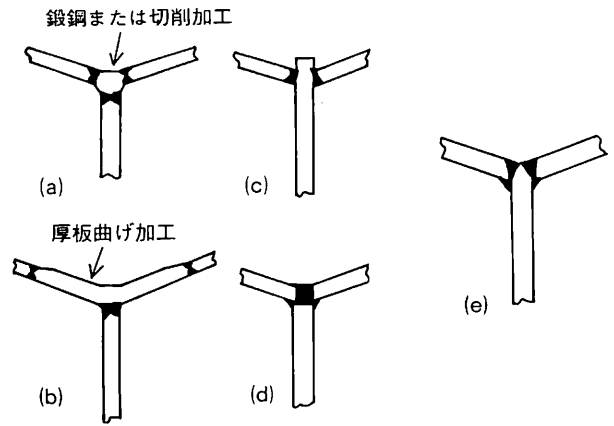


図10 交叉部の構造（案）

いし2の横置制水隔壁を設ける。

以上のほかは、円筒形タンクの設計手法によればよい。多少の複雑さはあるにせよ、挫屈解析も円筒形タンクに対する設計基準を適用することができる。いいかえれば、問題点をしぼることができるので比較的容易である。また、一度、プロトタイプ（船体を含む）で詳細解析を行なっておけば、大きさのそう変わりない船型/タンクでは、その結果を用いて簡易解析を行なうことができる。

#### 4. 交叉部の構造

最も問題になるのは、交叉部の構造である。図10にその数案を挙げておく。(a)は、最も好ましい構造である。この場合、疲労強度解析は、使用材料と溶接の組み合わせによる突合わせ継手の基本データがあれば、特に新しく実施する必要はない。(b)は、曲げ加工上の制限が加わるので図5に示したb/dが小さくなるような断面に限りて使用される構造であり、基本的な断面部分には工作的にもむづかしい。また、板厚方向に引張応力が生ずるので、そのための配慮を必要とする。(c)は、工作が比較的容易であるが、形状的な応力集中は最も大きくなると思われる。この場合も、応力の方向と材料の圧延方向を考慮した構造に合わせた要素による疲労試験データが必要となる。(d)の構造は、工作的に最も容易であるが、設計上、(c)よりさらに慎重な配慮を必要とする。(e)は、(c)および(d)の折衷的な案であり、板厚が厚いタンクの構造に採用できる。

いずれにしても、応力の最も高い個所が溶接部となるのは避け難い。また応力の分布や方向も複雑である。したがって、溶接は、特に慎重に行なう必要があり、さらに、溶接部のグラインダまたは切削加工を行なうように

なると思われる。そして、形状を設計どおりに正確に仕上げる必要がある。

なお図10からもわかるように交叉部の応力分布は複雑である。材料の板厚方向にも応力が生ずる。故に、そのような疲労試験やその他の材料試験のデータも必要になる。

実際にどのような構造の交叉部が使用されているかは公表された文献が見当たらないので不明である。建造中の写真をみると、(c)の例もあると想像される。

### 5. まとめ

双胴円筒形タンクは、独立型タンクタイプCであり、建造後、設計蒸気圧の1.5倍の圧力でもって水圧試験が要求される。プロトタイプとなるタンクは、当然、応力計測が要求され、設計の妥当性が確認される。多少の複雑さはあっても、安全性は、十分に保障され得ると考える。日本におけるこの種のタンクの建造例は、現在のところ皆無であるが、今後の発展を期待する次第である。

### 参考文献

- 1) 恵美, 液化ガスタンカー, 船舶, 昭和53年1月号ないし昭和58年7・8月号
- 2) 恵美, 続・液化ガスタンカー, 船の科学, 昭和58年9月号以降
- 3) M. Böckenhauer, Some Notes on the Application of the IMCO Gas Carrier Code to Pressure Vessel Type Cargo Tanks, Gastech 82
- 4) IMO, Code for the Construction and Equipment of ships Carrying Liquefied Gases in Bulk.

●お知らせ● “船の科学”編集部より読者の皆様へ「続・ケミカルタンカー」B5判 総頁424頁 が刊行されました。定価は7,500円です。5月末日まで直接当会へ御注文いただいた方は送料当会負担いたしますので、ドシドシ御購読下さいませよう、お願いします。

## 成山堂書店 BOOKS 海事交通

### 磁気コンパスと自差修正

—その理論と実際—

庄司和民・鈴木 裕編 自差修正を適切に行うことができるように、自差の理論より説いて、修正の実際について（国際規則・国内規則、地磁気からの影響、自差測定、最適な修正法）を詳述。定価2500円

### 船舶制御システム工学 新訂版

神戸商船大学教授・広田 実著 航海・機関の別なく近代化船で必須の船舶制御システム。最適制御・ダイナミックプログラミングなど実務者に関心のある新しい分野も収めた好著。定価3800円

### 商船設計の基礎 (上・下)

造船テキスト研究会編 エッセンシャルな基礎と最新の進歩を踏まえ、設計技術者が当面する項目を中心に設計全般を解説。採算計算、設計者の視点・運航の実態も紹介。定価上5500円・下7000円

### 船体関係図面の見方

橋本 進/師岡洋一/軍司吉樹/河原 健共著 造船各社各様、造船界の慣習等によって異なる図面表現/いかなる図面にも対応するべく、製図上の規約・慣例・特殊図面等実践解説。定価6800円

### 船舶知識のABC

A5判/196頁/定価2,400円(〒300円)

### 船舶運航のABC

A5判/258頁/定価3,000円(〒300円)

大阪商船三井船舶 取締役 坂井保也 監修  
海務部長  
大阪商船三井船舶 船長 池田宗雄 著  
船のことがなんでもわかる。  
船の入門書 百科事典

## 航海ジャーナル

海運の明日を探る月刊誌

全国の書店にて毎月20日発売 定価880円

海運とその 周辺領域の全動向 情報も資源

## 船型試験をめぐって

## 〈その1〉

財)日本造船技術センター  
横尾幸一

## 1. まえがき

私が第一高等学校在学中に第2次世界大戦が勃発し、戦況が次第に厳しくなるとともに学徒動員が行われるようになった。私が東京大学の2年の時、勤労動員によって学校を離れることになり、同じく海軍の依託学生だった丸尾、佐々木の両君とともに私は日黒の海軍技術研究所へ行くことになった。これが私と試験水槽の出合いを作ったことになる。

終戦まもなく私達は大学を卒業し、私は希望のとおり運輸省の船舶試験所に入ることになった。私に対する面接者は山縣所長と大瀬部長であり、何をやりたいかという質問に対して、海軍技術研究所で約1年半の間水槽試験の仕事をしたので水槽関係の仕事を引き続けたいと答えたところ、たったそれだけの経験は無に等しいと山縣所長に笑われた。1部の方も人手不足ですから1部の方へ配属したらどうですかという大瀬部長のとりなしで、私は希望どおり水槽関係の1部に配属されることになった。

船舶試験所から運輸技術研究所、船舶技術研究所、日本造船技術センターと名前や場所は変わったが、私の38年間は水槽試験とともにあり、それに関連して色々な出来事があった。

船橋さんのおすすめによって、水槽試験の38年間は振り返って、思い出すことを書き記して行くことにする。

## 2. 海軍技術研究所第1部

1943年に私の級から海軍技術研究所へ送られたのは、丸尾 孟 (後に横浜大学教授)、佐々木民三郎 (後に日本生産性本部常任参与) の両君と私で、第2工学部からは安藤良夫 (後に東京大学教授)、田村太郎 (後にテキサス大学教授)、富山 毅 (後に日本鋼管、現日本酸素(株)本社技監) であった。私達は2年生になったばかりであったが、3年生からは川原 隆氏 (後に日本郵船(株)工務部長、現株名村造船所常務取締役)、白石氏、柴柳氏等が

来られた。約1年後には3年生がいなくなったかわりに、私達の1年下の級から、藤田 譲 (後に東京大学教授)、阿部 敦 (後に日本郵船(株)を経て現近海郵船(株)工務部長)、伊藤裕郎 (後に日本海事協会、現ブラジル駐在)、松井 富雄 (後に新潟鉄工(株)、現日本造船機械(株))、崎田秀蔵、宮武義郎の各氏が来られた。

## 2・1 第1部の施設

第1部は船舶関係の部で、各種の施設があったものと思われるが、私の知っているのは水関係の施設であって、

大水槽 (235 m × 12.5 m × 7.25 m)

高速水槽 (346 m × 6 m × 3 m)

中水槽 (98 m × 3.5 m × 2.25 m)

小水槽 (長さ約30m)

円筒水槽 (長さ約10m)

回流水槽 (横型)

空洞水槽

円形水槽

旋回池

があった。

研究所の正門を入るとすぐの所に第1部の3階建の庁舎があり、部長室、応接室、会議室、業務室等が1階に、部員室、1課の部屋、インテグレーター部屋、喫煙室等が2階に、その他の課が3階にあった。

正門よりの道の左側に、庁舎、模型船工場、大水槽、高速水槽の順に並んで居り、庁舎の奥に空洞水槽、中水槽があり、大水槽、工場及び庁舎によってコの字型に包まれた空間には、内庭、円形水槽、小水槽、回流水槽、電機室、食堂等があったように記憶している。

昭和20年の空襲で研究所のかなりの施設は損害を受け大水槽及び高速水槽の屋根は焼け落ちてしまった。

終戦後、研究所は米軍に接収され、どの様に使われたかは分らないが、返還された後に水槽建屋等の改修工事が行われ、高速水槽、大水槽、中水槽が復旧した。他の試験施設は旋回池を除いては、なくなっているようであ



る。

2・2 第1部勤務の方々

当時の海軍技術研究所長は徳川武定中将、第1研究部長は出淵 巽少将であった。徳川所長は稀に第一部にも廻って来られたが、その時は職員の人達に気軽に声をかけられていた。それに反して、出淵部長は、廻って来られる時には、部屋の人口近くにしばらくの間黙って立って、部屋の内を見廻されるのが常だった。

私の属していた1課の課長は近藤忠夫中佐(後に呉造船設計部長)で、その課の中には佐官待遇技師として、大津義徳氏(後に水産庁、その後三菱重工・下関造船所)、鬼藤史城氏(後に慶応大学教授、その後日本大学教授)、高橋高蔵氏(後に石川島播磨重工)、尉官としては、村中大尉、篠田仁吉中尉(後に鉄道技術研究所、現在は日本大学教授)、岩崎三郎中尉(後に日立造船、現在は日立造船エンジニアリング社長)、本田脩三少尉(現在は内海造船設計部長)、神田技師(後に東京大学)などの方々が居られ、忙しく働いていた。

1課以外の方としては、赤崎 繁氏(後に大阪府立大学長、現在は同大学名誉教授)、岡本方行大佐、佐藤正彦氏(後に海事協会)、川島栄一大尉(後に川崎重工、改正して下川、現在は神戸ペイント常務取締役)、横山信立大尉(後に水産庁、現在は東海大学教授)等であり、非常勤的には渡辺恵弘九大教授も居られたようである。

私達学生はそれぞれの幹部の方の下につき、その仕事の御手伝いをした。安藤良夫君は鬼藤さんの下、私は大津さんの下というように。大津さんの仕事は水中翼艇の開発であり、私は水中翼艇の模型試験を行ったり、試作艇の実船試験を見学したりなどした。

2・3 水中翼船の抵抗

模型試験の場合には、低速では水中翼の附加抵抗のために抵抗は大きい、速度が増加するにつれて水中翼の揚力が大となって艇体が浮上し、抵抗は急激に減少する。実艇の場合には木製の艇体が重く、なかなか浮上しなかったように記憶している。

水中翼艇の研究はかなり以前から欧米でも行われて居たが、その実艇の実現は軽合金製の軽い船体が開発されてからであろう。

模型試験では、前後の水中翼の取付角を種々に変えて抵抗試験を行ったり、翼だけの揚

力、抗力の計測を行ったりした。計測装置は純粋なメカニカル方式で、測定にはかなりの苦労があった。模型船に取付けた前後の水中翼の取付角の組合わせによって抵抗増減の様子や、艇体浮上の速度が変わってくる。古い資料がないので、手もとにある資料によって水中翼船の抵抗成分及び船の姿勢の概略を示すと、図2・1のようになる。図中の記号は

- ⊙ = トリム角
- $R_{HULL}$  = 船体抵抗
- $D.F.L$  = 水中翼の抵抗
- $RAP$  = 船体付加物の抵抗
- $Dstr.$  = 水中翼支持のストラットの抵抗
- $RAA$  = 空気抵抗
- $\Delta DAW$  = さざ波による抵抗
- $R_T$  = 全抵抗
- $\epsilon_T$  = 排水量あたりの全抵抗
- $V_s$  = 船の速度

である。

水中翼船の模型試験の場合には安定性も重要な要素であって、前後翼の取付角の組合せが悪いと、上下運動や蛇航をする。私の実験の場合、非常に小型の模型船を使っていたので、水中翼取付角の調整は安定性に対して微妙な影響を与えた。前々から慎重に準備していたにも拘

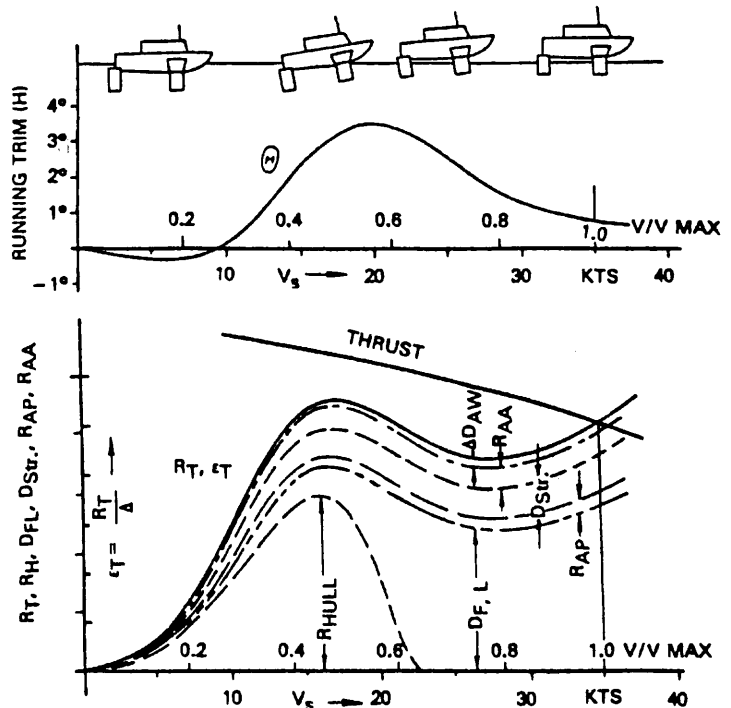


図2・1 水中翼船の航走中の姿勢及び抵抗成分

ならず、永野元帥が見学に来られた時に、模型船は大暴れをしてしまった。

### 3. 船舶試験所

昭和20年9月に東京大学を卒業したが、終戦直後の日本はまだ混乱期にあり、卒業時に就職のきまっていたものは殆どなかった。

私の親友である大堀義信（後に石川島造船所に入社、石川島播磨重工がブラジルのサンパウロに建設したインプラス造船所の副社長在任中死亡）は実家がバンクーバーにある2世で、第2工学部船舶工学科卒業直後米軍の通訳をしていたが、通訳が足りないということで私が誘われた。英語に自信がある訳ではないが、何とはなしに大堀をその勤務先（現在の東京商船大学）に訪れ、通訳として勤めることになってしまった。昼食支給で、月給300円だった。

意味の良く分らない米語の中で四苦八苦して約1ヶ月たった頃、東京大学から連絡が入り、12月下旬に船舶試験所を訪れた。まえがきに述べたようないきさつで、私は水槽関係の仕事をしている1部に配属されることになった。月給は85円で、勿論昼食は支給されない。いくらか親しくなった米国士官の人達は、昼食付300円から昼食なし85円へ移ることに怪訝の顔をしていた。

#### 3・1 船舶試験所第1部の人々

昭和21年1月7日に始めて目白に出勤し、山田芳夫係長の案内で、所内の人々に挨拶まわりをした。目白には第1部のほか第3部があり、設計関係の仕事をしていた。月島に第2部構造関係と第4部機関関係があった。各部の部長は、第1部大瀬進氏、第2部菅四郎氏、第3部高龍和氏、第4部江口治氏であった。

第1部の技師は研野作一、志波久光、重川涉、土田陽、北島泰蔵の各氏、技手は小谷寅次郎、渡辺瀧男、鶴岡健介の各氏であった。私は志波さんの下で働くことになり、ジェット推進の研究や自航動力計の設計等を行った。

#### 3・2 第1部の試験施設

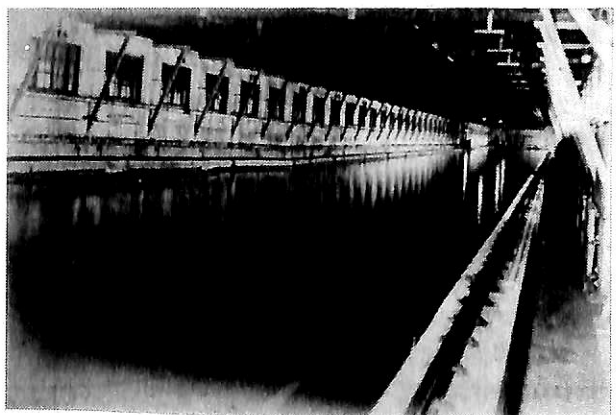
目白の水槽試験施設としては、昭和2年に建設され、昭和15年に延長工事の行われた第1試験水槽、昭和16年に建造された第2試験水槽及びキャピテーション・トン



東京目白・船舶試験所の門  
(左より 森山茂男、横尾幸一、伊藤達郎、土田陽氏)



東京目白・船舶試験所施設全景



第1試験水槽

ネルであった。

### 3・2・1 第1試験水槽

第1試験水槽が昭和2年に建設された時の要目は139.2 m × 10.0 m × 6.3 mで、同年11月から依頼による抵抗試験を開始した。現在稼動している日本の大水槽の中では最も古いものである。

当初に計画された全施設は昭和4年に完成したが、引続き昭和5年には模型プロペラ製作装置とプロペラ動力計等を完成して、模型船の自航試験及びプロペラの単独試験を開始した。

昭和15年には水槽の延長工事を行い、水槽の長さを200 mとするとともに、浅水影響を調査するための仮底装置を設置した。

### 3・2・2 第2試験水槽

昭和14年起工で昭和16年に完成したもので、その主要目は207 m × 8.0 m × 4.15 mであるが、加減速部分の幅を4.5 m、レール間隔を5.0 mとして、曳引車重量を軽減し、高速時の試験を可能とした。

### 3・2・3 キャビテーション・トンネル

キャビテーション・トンネルは、中心線高さ5.0 m、中心線間隔6.0 m、測定断面51.6 mm × 51.6 mm、最高流速8.5 m/secの主要目を有するものであった。電源装置は第2水槽と共用であり、第2試験水槽とキャビテーション・トンネルの同時稼動はできなかった。私が目白に勤めだした頃、第2試験水槽は毎日のように動いていたが、キャビテーション・トンネルは休止のままだった。

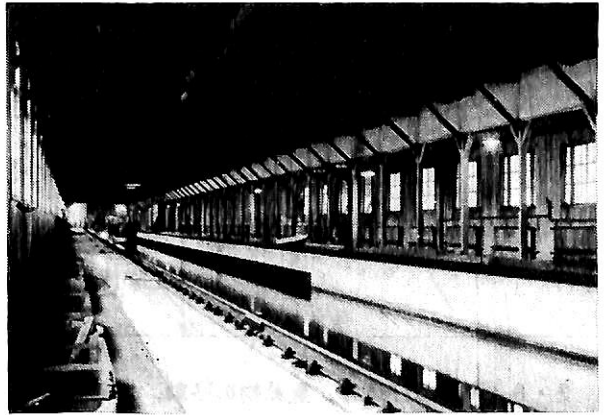
### 3・3 ジェット推進

目白勤務の始めの約1年間は、水槽試験関係の各業務を勉強することであり、線図の作成、試験結果の解析等を行なった。初めての研究はジェット推進で、その調査及び試験を行なった。

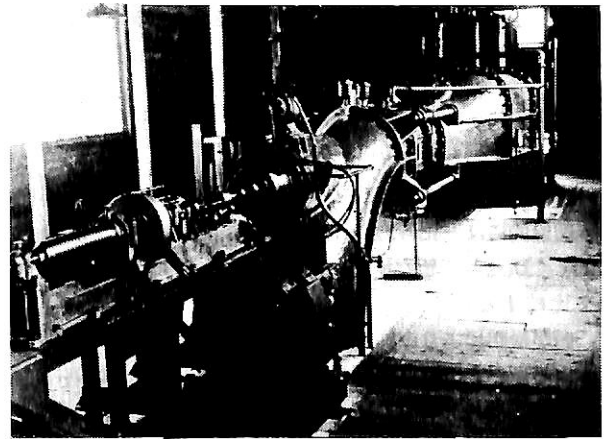
船に対するジェット推進の考案は1927年に初めて出現した。考案者は J. Allen である。1866年に英海軍が2隻の姉妹砲艦 Waterwitch (排水量1161 ton) と Viper を使いジェット推進とスクルー・プロペラ推進との比較試験を行なったが、ジェット推進の方が低い効率を示したと言われる。

その後も英海軍は数隻の小型艇にジェット推進を装備したが、何れの場合においても、効率の点ではスクルー・プロペラに及ばなかった。私の調査及び実験によっても、ジェット推進の一般船舶への応用は得策でないことが分り、その研究は中止された。

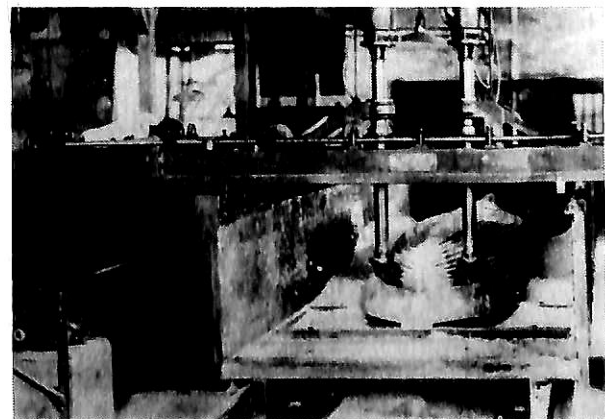
ジェット推進の場合は、噴出速度が船速に近い程効率が増大すること、スラストは噴出速度が大きいほど大きいことから考えると、非常に高速な高速艇向きであるこ



第 2 試験水槽



キャビテーション・トンネル



模型船削成機

とが言えよう。

(つづく)

# 造船工学覚え書

< 3 >

広島大学名誉教授 (造船学)  
工学博士 川上 益 男

## 2・8 海水の打込み、重量物の移動、操舵などに対する復原性基準

これらは丙基準に対応する。即ち $GZ_{max}$ にある限界値を与えたものである。実船資料より適当な安全限界をきめたものである。

$$\left. \begin{aligned} GZ_{max} &\geq 0.0215 B \text{ (m)} \\ GZ_{max} &\geq 0.275 \text{ (m)} \end{aligned} \right\} \quad (2 \cdot 23)$$

の何れかを満足しなければならない。

理論的には上記各力の作用による復原挺に図2・16のごとく $D_c$ として新たに加えて面積 $B'AC$ と面積 $HB'E'$ とを比較する。

船が操舵により旋回に入ると、操舵による傾斜と旋回による傾斜とにわけて取扱う。そのときの $D_c$ は理論的に次のようにわけて取り扱う。

操舵中の傾斜には2種ある。舵角を与えた直後には舵に作用する水圧による傾斜モーメントにより舵をとった方向に傾くが、それからしばらくして船が旋回状態に入れば、船に作用する遠心力と水面下の船体に作用する水

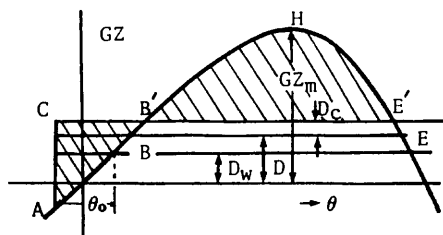


図2・16 動復原力

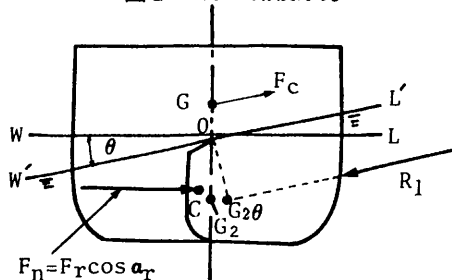


図2・17 旋回、操舵時の動復原力

圧による傾斜モーメントによって反対方向に傾く。この2種の中の何れか大きい方をとって $D_c$ を求める。

### (1) 舵圧による傾斜偶力挺

旋回に入ったときの船の速力は直進速力の約50%である。船が $\theta$ だけ傾いていて旋回するとすれば舵面に作用する直圧力 $F_r$ は $\cos \theta$ に比例する。今、舵角 $\alpha_r = 35^\circ$ 、船の伴流と推進器後流との影響を1.12とすると、 $F_r$ は次のようになる。(図2・17参照)

$$F_r = 0.076 \times 1.12 A_r (0.5 V_s)^2 \cos \theta \text{ (ton)} \quad (a)$$

船体の水圧中心は直立状態で、水中部側面積重心にあるものとすれば、 $\theta$ だけ傾いたときの水圧中心までの距離 $OG_{2\theta}$ は、

$$OG_{2\theta} = OG_2 C_b^2 \sin \theta + (8 \rho f^2 / B^2) \sin 2\theta \text{ (m)} \quad (b)$$

$\rho$ : 直立位置における浮面心曲線の曲率半径(m)

$= BM + VdBM/dV$ ,  $f$ : 乾舷。船側水圧の挺は $CG_{2\theta}$ であって、これは $(OC - OG_{2\theta}) \cos \theta$ である故、 $F_r \cos \alpha_r (OC - OG_{2\theta}) \cos \theta$ を $\Delta$ で割れば $D_r$ が求まる。

$$\left. \begin{aligned} D_r &= (0.0184 A_r V_s^2 \cos^2 \theta / \Delta) \\ &\left\{ \begin{aligned} (OC / \cos \theta - OG_2 \cos \theta - BC_b^2 \sin \theta / 4) \\ - 8 \rho f^2 \sin 2\theta / B^2 \end{aligned} \right\} \quad (2 \cdot 24) \end{aligned} \right\}$$

### (2) 遠心力による傾斜偶力挺

遠心力による傾斜偶力挺を求めるには、遠心力の最大値を求めればよい。遠心力は旋回角 $\alpha$ のいろんな値にお

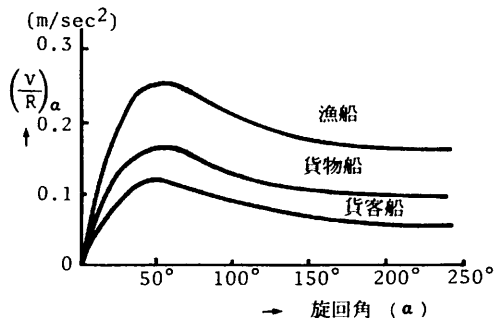


図2・18 旋回角と旋回速度/旋回半径との関係

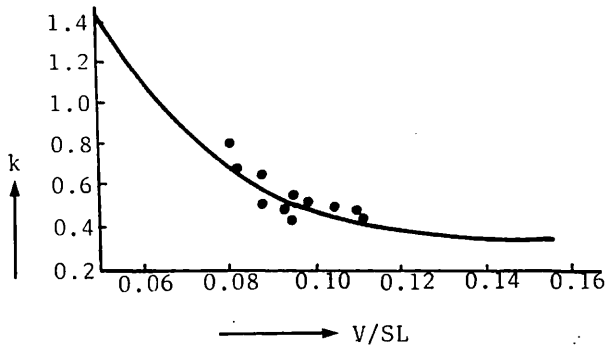


図2・19 旋回圏半径の係数k

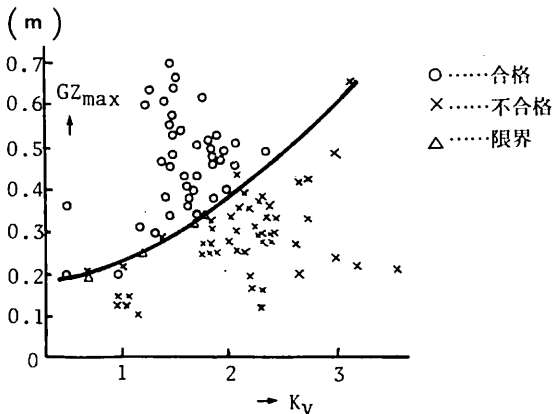


図2・20  $GZ_{max}$  (近海以上)

ける各瞬間の速度 $v_a$ の2乗に比例し、旋回航跡の曲率半径 $R_a$ に逆比例する。

$(v/R)_a$ は一般に旋回角 $30^\circ \sim 60^\circ$ で最大となり、それ以後は次第に減少して一定値となる。その最大値は定常運動になった場合の(1.30~2.00)倍ぐらいで平均1.55倍である。最大遠心力の作用するときの横力 $F_c$ は、

(図2・18 参照)

$$F_c = \Delta (0.4V_s)^2 \cos^2 \theta \cos \varphi / gR \cos^2 \theta_1 \quad (\text{ton}) \quad (c)$$

ただし、 $F_c$ : 最大遠心力の横分力、 $V_s$ : 航海速力(m/sec)、 $R$ : 旋回圏半径(m)、 $\theta_1$ : 定常運動における傾斜角、 $\varphi$ : 迎角、(c)で普通の船では $\cos \theta_1 = 1$ 、 $\cos \varphi = 1$ にとってよい。また $R$ は次式で与えられる。

$$R = kV / A_r C_n \cos \alpha_r \quad (m) \quad (d)$$

ただし  $k$ : 係数、 $V$ : 排水容積 ( $m^3$ )、 $A_r$ : 舵面積 ( $m^2$ )、 $\alpha_r$ : 舵角

$$C_n = 0.811 \sin \alpha_r / (0.195 + 0.305 \sin \alpha_r) \quad (e)$$

$F_c$ と $(OG \cos \theta + OG_2 \theta)$ をかければ傾斜モーメントが得られ、それを $\Delta$ で割れば遠心力による傾斜偶力矩が計算できる。

$$D_t = (0.16 V_s^2 \cos^2 \theta / gR) (GG_2 \cos \theta$$

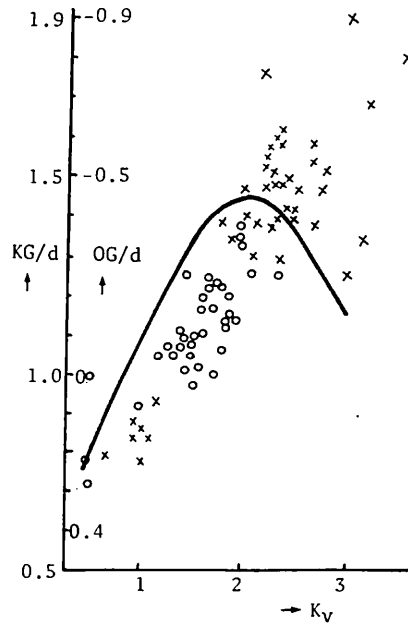


図2・21  $KG/d, OG/d$  (近海以上)

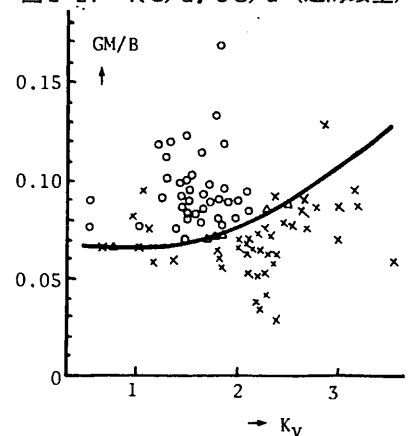


図2・22  $GM/B$  (近海以上)

$$+ BC_b^2 \sin \theta / 4 + 8 \rho f^2 \sin \theta / B^2) \quad (2 \cdot 25)$$

旋回初期の $D_r$ と定常旋回時の $(D_t - D_r)$ との大きい方を $D_c$ にとればよい。

### 2・9 設計初期における安全性の判定

設計の初期段階で前記の復原性基準に対する合否、従って安全性が判定できれば非常に便利である。そのため各水域別の各種の船につき $KG, GM, GZ_{max}, f$ につき調査した資料<sup>2・5)</sup>が役に立つ。(図2・20~図2・27参照)

2・5) 菱田, 田中: 安全示数から見た船の重心位置および乾舷, 造船協会誌, 328 (1956)

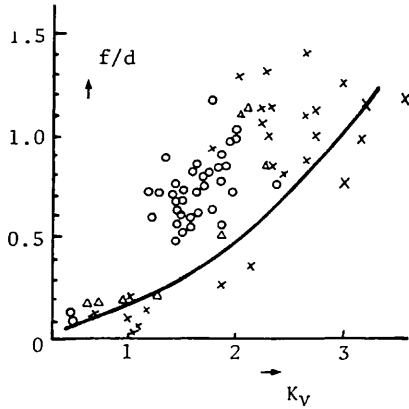


図 2.23  $f/d$  (近海以上)

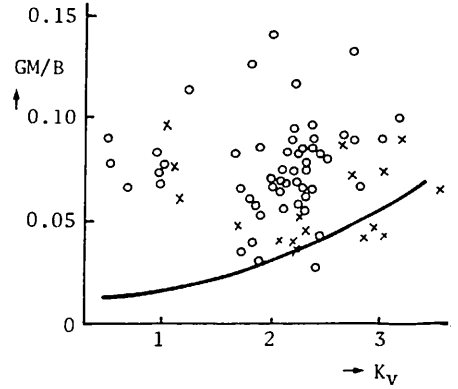


図 2.26  $GM/B$  (沿海)

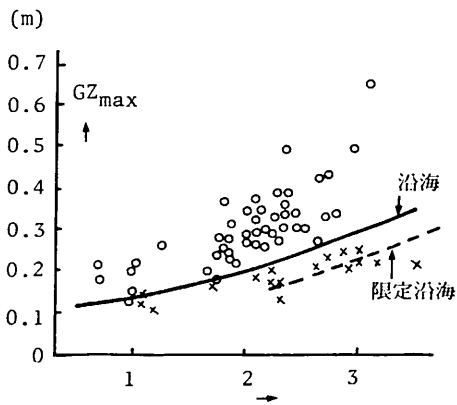


図 2.24  $GZ_{max}$  (沿海)

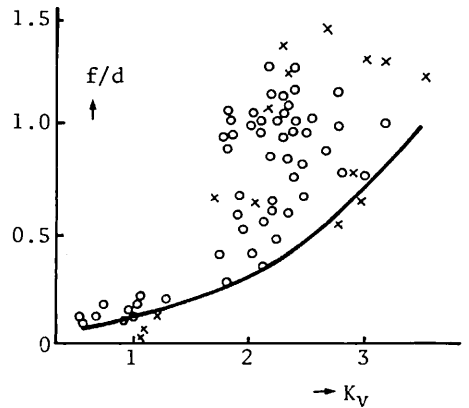


図 2.27  $f/d$  (沿海)

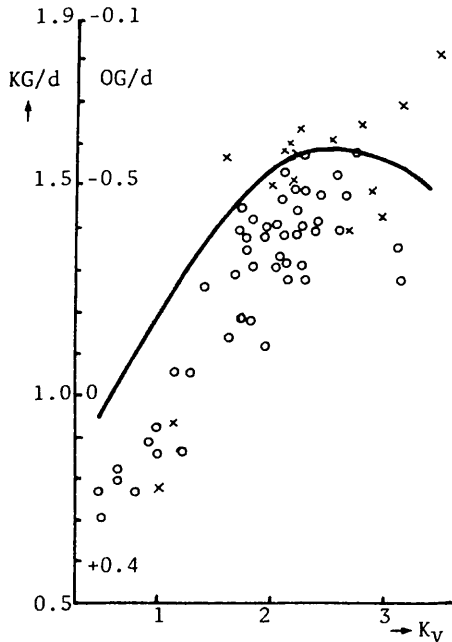


図 2.25  $KG/d, OG/d$  (沿海)

パラメータとして

$$K_v = Ah / \Delta$$

A: 水上の投影側面積 ( $m^2$ ), h: Aの重心から没水部の投影面積重心までの垂直距離 (m),  $\Delta$ : 排水量 (ton), をとる。これらの資料は排水量 3,000 t 以下の小型船で、貨物船、貨客船、客船、油送船、漁船、捕鯨船などの外に駆逐艦、水雷艇、警備艇なども含まれている。

### 3. 横GMの適当な値

船において横安定性は大切な性能であるため従来より数多くの研究が行われ、日本、ソ連などでは横方向の復原性基準を制定して船の安全性を保とうとしている。ここでは日本の復原性基準について記す。

#### 3.1 動復原力の基準

##### (1) GMの限界

横メタセンター高さ:  $GM$  (m) に対して次の限界値を与えている。



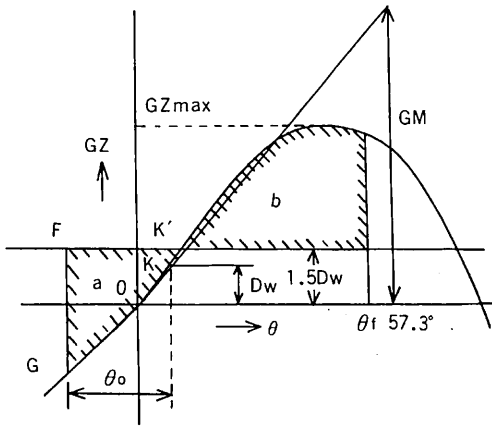


図 3・1 動復原力と復原挺

$$GM \geq \{1.07AH + 0.134 \sum (7 - n/a) n \bar{B}\} B / 100fd \quad (3.1)$$

ただし

A : 水線上の船体投影面積 (m<sup>2</sup>), H : A の重心と水線下船体投影面積重心間の距離 (m), n : 各区域内の旅客数, a : 各旅客室内の床面積 (m<sup>2</sup>), B : 船の型幅 (m),  $\bar{B}$  : 各旅客室内での旅客の移動し得る横方向の距離 (m), f : 乾舷,  $f > B/5.5$  のときは  $f = B/5.5$  とする, d : 排水量 (ton)。

(2) 動復原力の限界 (図 3・1 参照)

$$C = b/a > 1 \quad (3.2)$$

ただし b, a : 図 3・1 で斜線をほどこした部分の面積, 動復原力の計算に必要な図 3・1 の復原挺:  $D_w$ , 横揺振幅:  $\theta_0$  などは次の計算式によって求める。

$$D_w = kAH/d$$

$$k = 0.0514 \dots\dots\dots \text{大洋航行}$$

$$k = 0.0274 \dots\dots\dots \text{沿海}$$

$$k = 0.0171 \dots\dots\dots \text{限界沿海}$$

$$\theta_0 = (138\tau\delta/N)^{1/2}$$

$$\tau = 0.73 + 0.60 \times OG/d$$

$$\delta = p - qT_s, \quad 0.100 \geq \delta \geq 0.035$$

$$p = 0.151, \quad q = 0.0072 \dots\dots\dots \text{大洋航行}$$

$$p = 0.153, \quad q = 0.0100 \dots\dots\dots \text{沿海}$$

$$p = 0.155, \quad q = 0.0130 \dots\dots\dots \text{限定沿海}$$

N = 0.02 \dots\dots\dots \text{ビルジキールを有する普通船。}

(3) 復原挺の限界

$$\left. \begin{aligned} GZ_{max} &\geq 0.0215B \\ GZ_{max} &\geq 0.275 \text{ (m)} \end{aligned} \right\} \quad (3.3)$$

のごとく GM, C = b/a,  $GZ_{max}$  の値に限界値がきめられている。

船の横揺周期は

$$T_s = 2\pi\kappa / (g \cdot GM)^{1/2} \quad (3.4)$$

で与えられる。ここで  $\kappa$  : 横環動半径で次の近似式<sup>3.1)</sup>がある。

$$(\kappa/B)^2 = 0.125 \{C_u C_b + 1.10 C_u (1 - C_b) \cdot (H_s/d' - 2.20) + H_s^2/B^2\} \quad (3.5)$$

ただし,

$C_b$  : ブロック係数,  $C_u = A_u/LB$  : 上甲板面積係数,  $H_s$  : 船の有効深さ,  $H_s = D + A_s/L$ , B : 幅, L : 深さ,  $A_s$  : 船楼および甲板室の側面積,  $d'$  : キール上面から測った喫水。

(3.4) からわかるように GM が大きい場合には  $T_s$  は小さくなり,  $T_s$  が小さい場合には横揺加速度が大きくなり船の乗り心地が悪くなる。波浪中の横揺は,

$$\theta = \theta_0 \sin(2\pi t/T_s + \delta_r) \quad (3.6)$$

で表わされ, 従って横揺の速度および加速度は,

$$\left. \begin{aligned} \dot{\theta} &= \theta_0 (2\pi/T_s) \cos(2\pi t/T_s + \delta_r) \\ \ddot{\theta} &= -\theta_0 (2\pi/T_s)^2 \sin(2\pi t/T_s + \delta_r) \end{aligned} \right\} \quad (3.7)$$

である故, 速度および加速度の最大値は,

$$\left. \begin{aligned} \dot{\theta}_{max} &= \theta_0 (2\pi/T_s) = \theta_0 (g \cdot GM)^{1/2} / \kappa \\ \ddot{\theta}_{max} &= -\theta_0 (2\pi/T_s)^2 = -\theta_0 g \cdot G / \kappa^2 \end{aligned} \right\} \quad (3.8)$$

であって,

$$\text{横揺速度} \propto (GM)^{1/2}$$

$$\text{横揺加速度} \propto GM$$

である。従って, GM が或る値以上に大きい場合には旅客, 乗組員が船酔いをしたり, 仕事にさしつかえを生じたりする。

復原性基準では, 船の安全性より GM がある限界値より大きいことが要求され, 一方船の乗り心地からはある限界値より小さいことが要求されるので, 適当な GM の大きさが存在することになる。 (つづく)

3・1) 加藤弘 : 船の横揺周期の近似計算について, 造船協会論文集, 89 (昭31)

ケミカルタンカー

恵美洋彦・角張昭介著

B5判 300頁 定価5,000円(〒300円)

ケミカルタンカーの建造・取扱・積荷等について国際及び国内の規則を中心に技術的に詳述した“ケミカルタンカー”の決定版。「続・ケミカルタンカー」も発刊しておりますので, 正・続揃えて活用戴ければ幸いです。

株式会社 船舶技術協会

## 冷 凍 運 搬 船 < 7 >

— Reefer —

角 張 昭 介 ・ 椎 原 裕 美

### 3・3 ブラインの種類とその性状

零度以下で使用するブラインには、大略次の種類があるが、水も零度以上においては、例えば冷房用として使用できる。

#### (1) 無機質ブライン

- a) 塩化カルシウム溶液……主として製氷用、冷蔵用に使用（大型冷凍・冷蔵船の倉内冷却において、間接冷却方式、即ち、ブライン方式のブラインとしても使用される。）
- b) 塩化マグネシウム溶液…塩化カルシウム不足時の代用品、  
共晶点 - 33.6℃
- c) 食塩水……………食品凍結（-15℃～-18℃）に使用

#### (2) 有機質ブライン

- a) エチレングリコール……毒性・腐食性共に少なく、  
- 100℃位の低温、小型機械に使用。凍結時膨張しない。
- b) プロピレングリコール…毒性・腐食性共になく、食塩水より凍結温度が低い  
ため、-30℃位の低温の食品凍結に使用
- c) トリクロロエチレン……-70℃の低温に使用。腐食性なく、引火性も少ない。

無機質ブラインは、一般に腐食性が大きく、かつ、長期間空気と接触すると大気中酸素を溶かして酸性になることがある。反面、有機質ブラインは腐食性が少ないか、または、ないことが特徴となる。

無機質ブラインは、濃度が増すに従って凍結温度が下降し、ある濃度で最低凍結温度、即ち、共晶点が得られ

る。

塩化カルシウム溶液では、共晶点の凍結温度は -55℃であり、-40℃程度まで実用できる。粘度も、有機質ブラインのような著しい増加がないので、低温用のブラインとして最も一般的ではあるが、食品に接触した場合、強烈な波さ（但し、無毒）のため、商品価値を失なうこと、及びpHのチェックと防食剤の添加が必要となることに注意が必要である。

防食剤としては、これまで重クロム酸ソーダが多用されてきたが、公害防止の面から毒性のない有機防食剤（レスコール又はチヒロ）が最近使用されている。

食塩（塩化ナトリウム）ブラインは、濃度が 23.1%（21.6ボーメ）の時、共晶点が -21.2℃で、粘度も適当で、かつ、食品に接触しても取扱いが適正である限り商品価値を失なうことがないので、かつお、まぐろ、あじ、さば、えび等に直接散布（又は、浸漬）する液体浸漬式凍結法に用いられる。

しかし、食塩ブラインは、共晶点が塩化カルシウムより高いため、間接冷却式の2次冷媒に使用するにしても低温用には不適当で、また、液体浸漬式の場合でも実際の使用温度はせいぜい -17℃程度であるため、混合ブラインまたは有機質ブラインに移行しつつある。ただし、価格は食塩ブラインの方が有機質ブラインよりはるかに安く、したがって、凍結製品の価格が安いものには、今後も食塩ブラインが使用されるものと思われる。

ブラインの濃度は保持温度に対して凍結せずに使用できるものでなければならない。しかし、あまり濃度を増すと比熱が小さくなり、流量が増加するので望ましくない。一般には、冷媒ガスの蒸発温度より 5～6℃低い凍結温度のブラインを使用している。この他に、冷媒の R-11及び R-12もブラインとして用いられる。

各種ブラインの主要特性を表 3・5 に示す。

※次号より「第4章 冷却システムの構成要素」を掲載します。

表3・5 主要ブラインの特性表

ブリン 特性値	塩 カルシウム	食 塩	塩 マグネシウム	エチレングリコール		プロピレングリコール			メチレン クロライド (*)	トリクロロ エチレン (*)	メチル アルコール (*)	エチル アルコール
				濃 度	(重量%)	濃 度	濃 度	(重量%)				
凍結温度 ℃	-55 (共晶点)	-21 (共晶点)	-33.6 (共晶点)	19.8	34.1	43.6	60	25.0	39.5	48.5	60	-115
粘性係数 cp (-45.5℃)	45	固体	$20.3 \times 10^{-4}$ $\frac{\text{kg} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$ (0℃)	3.2	4.8	6.5	70	6.0	12.0	18.0	100	5
比重 (0℃) kg / m <sup>3</sup>	1,286	1,180	1,180	1,025	1,041	1,056	1,080	1,029	1,054	1,055	1,040	800
比熱 (0℃) k cal/kg・℃	0.66	0.8	0.73	0.94	0.85	0.8	0.7	0.98	0.89	0.83	0.79	0.52
蒸気圧 (0℃) mmHg	3.1	3.7					0.1				0.1	13
引火点 ℃	-	-	-				115				107	19
熱伝導率 (0℃) k cal/m・h・℃	0.45	0.47	0.44	0.43	0.40	0.38		0.41	0.36	0.33		0.18
使用温度 ℃	-40	-17	-25									
環境冷却	冷蔵予冷用	-	冷蔵用									
主要な用途	製水	凍結	-									凍結

(注) 1. ( )内は表示特性値の温度条件を示す。

2. \*印のブリンは、現在ではほとんど使用されない。

補遺編

1・5 冷凍コンテナとは(つづき)

冷凍コンテナは冷凍機ユニットと防熱(サーマル)コンテナとの組合せである。表1・14に現在、コンテナの大部分を占める20feet及び40feetコンテナ(ISO規準におけるタイプ1C及び1AA)の主要目を示す。

コンテナは、船、列車及び自動車によって、海路及び陸路を経て、世界各国津々浦々まで運ばなければならないので、その輸送媒体や各国内事情によってコンテナの寸法、構造及び強度に違いがあってはならないことになる。従って、コンテナの構造強度及び寸法等は、ISOで標準化され、各国ともそれを受け入れている。海上においても、各船級協会で規則化されているが、ISOに準拠したものとなっている。

ただし、実情としては、先進国間にあっても国内事情から、幾つかの制約があり、例えば、我が国では、高さ

8 feet 6 inch型(40feet)コンテナは、交通事情、車両構造等の関係から、通常は陸上輸送できず、昭和53年から58年3月まで通行特別認可措置の採用により特殊な流通形態を止むなくされていたと同時に、昨今では、9feet 6 inchの背高コンテナについても国内に流通させることができるように外国船社筋から要求が出されたりで複雑な事情を含んでいる。

また、米国においてもコンテナ化の先駆者たるシー・ランド社及びマトソン社は、ISO規格と異なる35feetコンテナ及び24feetコンテナをそれぞれ多数抱えているなどの事情もあり、各国内事情と併せて、国際標準規格のDraftingに与える影響も少なくない。

冷凍機ユニット内蔵式の冷凍コンテナの場合、冷凍機ユニットのスペースと防熱厚みの分だけ、普通の乾貨物コンテナよりも内容積は少なくなる。

図1・24に冷凍コンテナ内部を示す。コンテナは、中の冷温度を保つために、内面全面にわたって防熱される。枠組及び隅金具等に関しては普通の乾貨物コンテナと差

表1・14 冷凍コンテナの主要目<sup>2)</sup>

形 式		20' 冷凍コンテナ (ISO 1Cタイプ)		40' 冷凍コンテナ (ISO 1AAタイプ)	
枠 材 (例)		アルミニウム		アルミニウム	
外のり寸法	長 さ	6058 mm	19 feet 10 $\frac{1}{2}$ inch	12192 mm	40 feet 0 inch
	幅 さ	2438	8 - 0	2438	8 - 0
	高 さ	2438	8 - 0	2591	8 - 6
内のり寸法	長 さ	5391	17 - 8 $\frac{3}{16}$	11480	37 - 7 $\frac{15}{16}$
	幅 さ	2254	7 - 4 $\frac{11}{16}$	2234	7 - 3 $\frac{15}{16}$
	高 さ	2130	6 - 11 $\frac{13}{16}$	2235	7 - 3 $\frac{15}{16}$
扉開口寸法	幅 さ	2254	7 - 4 $\frac{11}{16}$	2234	7 - 3 $\frac{15}{16}$
	高 さ	2049	6 - 8 $\frac{5}{8}$	2163	7 - 1 $\frac{1}{8}$
内 容 積		25.9 m <sup>3</sup>	914 feet <sup>3</sup>	57.3 m <sup>3</sup>	2024 feet <sup>3</sup>
重 量	自 重	2570 kg	070 lbs	4750 kg	10480 lbs
	総 重 量	20320	44800	30480	67200
	積 載 量	17570	38730	25730	56720

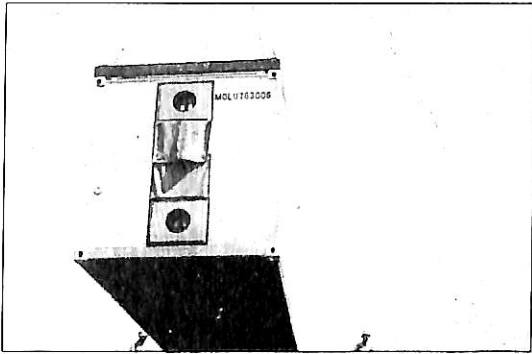


写真 1・5 防熱コンテナ<sup>22)</sup>

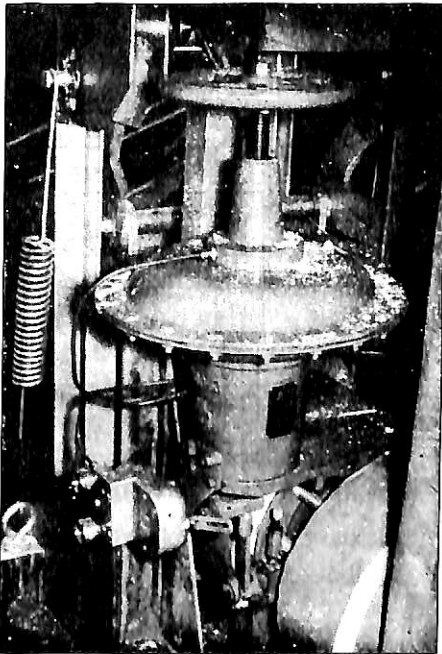


写真 1・7 給気開閉手動バルブ<sup>22)</sup>

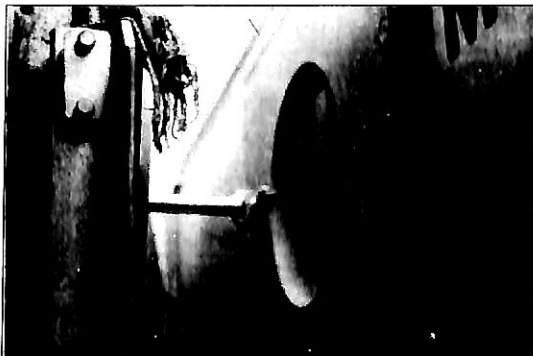
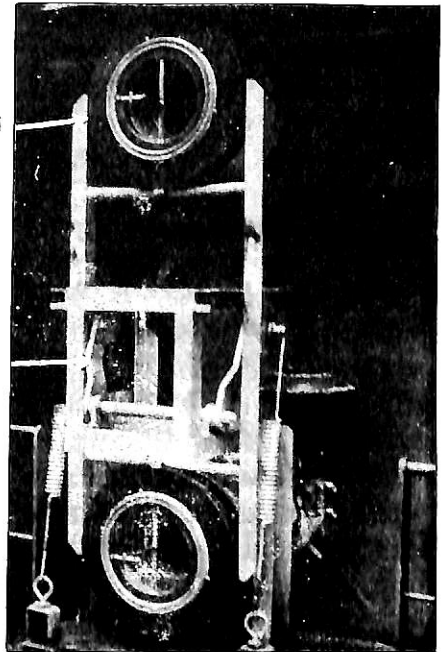


写真 1・8 蛇腹先端の突出腕とローラ  
及び防熱コンテナ排気口<sup>22)</sup>

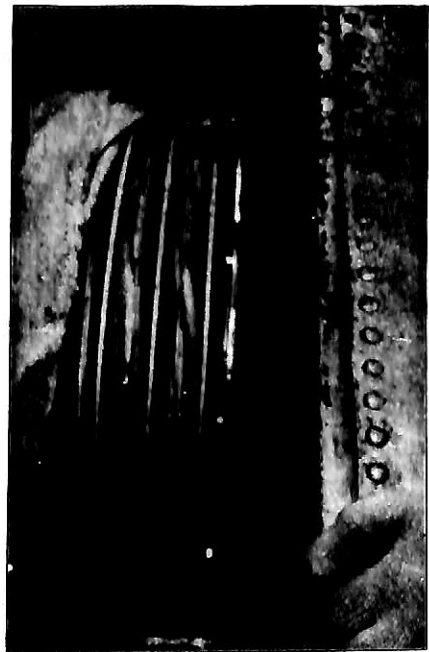
排気口

この  
同時に  
前後に  
動かし  
も



蛇腹：下部給気口，上部排気口  
両 side に見えるスプリングは振動防止用

写真 1・6 本船側給排気口<sup>22)</sup>



蛇腹スプリングをコンテナに密着

写真 1・9 接続用蛇腹<sup>22)</sup>

はなく、且つ、あってはならない。床面は冷風の循環路を形成するレール（グレーチングと称す）が敷かれる。更に防熱壁内面には貨物保護の為のカーゴバツェンが取り付けられ、又、荷崩れ防止を考へて、ラッシング用リング及び差し板受用ガイドが装備される。これらは、冷凍運搬船の冷凍機部分と船倉部分に相当し、種々の部品とも考へ方は同じである。

さて、冷凍機内蔵式の場合の本船の諸設備は、船倉内に積まれた場合の冷凍（蔵）コンテナへの給排気に対して考へる必要のあるもの、通常のコンテナ船に対し、冷凍機駆動用電源プラグ類が追設される程度で別段の特徴はない。これに対して冷凍機別置式の場合、海上における本船側の取扱いは簡単になる反面、本船側に冷凍機及び冷風を防熱コンテナに送り込む装置が必要となるので、設備的にも特徴が出てくる。以下、別置式冷凍コンテナ積載装置をもつコンテナ船建造時の装置例を以下に示す。

図1・25は防熱コンテナの倉内積載配置である。コンテナに積まれる貨物によりコンテナに給気する冷気温度が異なるので本船の場合、それに対応できるように3グループに分けてある。本船側には以下の冷凍機が設備された。

圧縮機：C12 M 4 D コンパウンド型×3台（電動機駆動）

17.3 冷凍トン（凝縮温度40°C/蒸発温度-38°C）

凝縮器：シェルアンドローフィンチューブ横置型

冷却水ポンプ：遠心式横型×2台

空気冷却器：プレートフィン型×3台

循環空気送風機：軸流内装型、2段変速

風量(m <sup>3</sup> /min)	風圧(mm/Aq)	電動機出力(kW)	台数
250 / 165	150 / 66	15 / 7.5	2
170 / 110	150 / 66	11 / 5.5	1

倉内防熱コンテナの縦の各列毎に給排気用主ダクトを設け、各コンテナには主ダクトより分枝ダクトを経て、冷気が供給された。

防熱コンテナは写真1・5に示すように排気口及び給気口が設けられているので、本船側にそれに対応した冷気の給・排気用の接続装置が設けられた。（写真1・6～1・9）

ダクトとコンテナとの接続装置は写真1・9に示すように二重のナイロンキャンバスから出来た蛇腹を一方は船体ダクトに固定し、他方をスプリングによりコンテナの通風口に密着させる構造である。

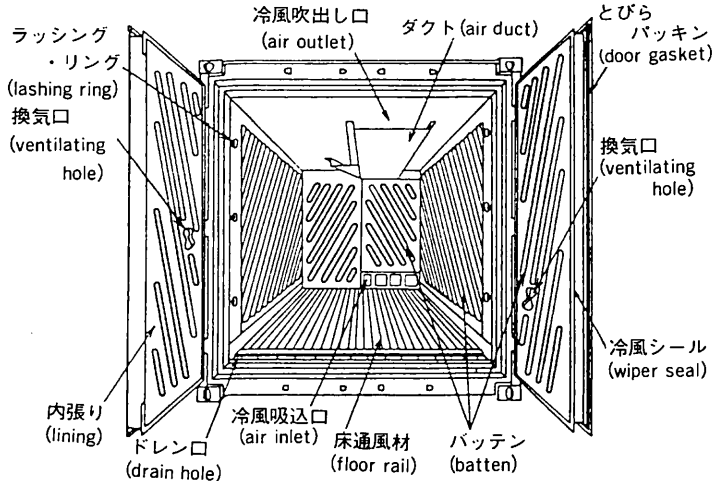


図1・24 冷凍コンテナの内部<sup>21)</sup>

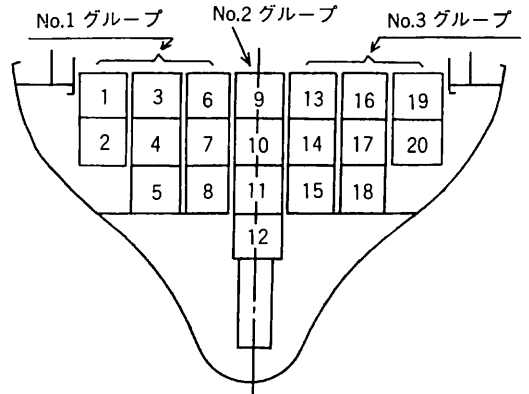


図1・25 冷凍コンテナの船倉内積載配置例<sup>22)</sup>

一方、港においてもコンテナの一時保管のために船と同様な冷却設備が必要となり、この別置式冷凍コンテナ輸送形態を進めている欧州系の船会社によって、近年特に南アフリカや中南米の港にこれらの設備が建造されている。

別置式の冷凍コンテナ（単に防熱コンテナとも言える）は、以上のように船上にあっては、本船側の冷凍機により冷気を供給されるが、港においては、港の設備、更に陸路においては別置式冷凍機ユニットと、列車及び自動車にそれぞれ給電設備が必要となることから、各国の設備上の問題も含めて現在では、コンテナの輸送媒体に冷凍設備の必要のない冷凍機ユニット内蔵式の冷凍コンテナが主流を占めている。

参考文献

21) コンテナ輸送研究会「コンテナカーゴ輸送マニュアル」、海文堂出版、昭和49年1月

22) 別置式コンテナ冷却装置の R MC 登録検査、日本海事協会（未発表）



# 船舶電子航法ノート(83)

木村 小一

## A・4・4 デッカ電波の伝搬

デッカ航法システムには70kHzから130kHzの長波(LF)波が使われている。これらはロランCの電波の100kHz(90~110kHz)の上下を占めており、その伝搬の性質もロランCのものとはほとんど同じである。しかし、デッカの場合、その開発はロランCに比して古く、電波伝搬問題もずいぶん古くから研究されている。筆者の手元には1952~3年の英国の電気学会の会誌にデッカ電波の陸上伝搬に関する研究の報告がある。さきに述べたロランC電波の伝搬の最近の研究と比べてみても決してそんな色のない研究であると考えられるので、ここに紹介しよう。

その報告の一つはデッカ航法システムのEnglish chainの局LewesとWarwickの間の177kmにわたる基線上の周波数127.5kHzの電波伝搬の位相速度の実測と解析結果である。よく知られているように長波の陸上伝搬は大地の電気的性質によって大きな影響を受ける。その理論については古くからいろいろの研究が行われていることはロランCの追補のところでも述べたとおりである。

送信空中線から距離rのところにある電界の垂直成分の位相 $\psi$ はつぎのとおりである。

$$\psi = \omega t - \frac{\omega t}{c} - \phi(r) \quad (A \cdot 4 \cdot 7)$$

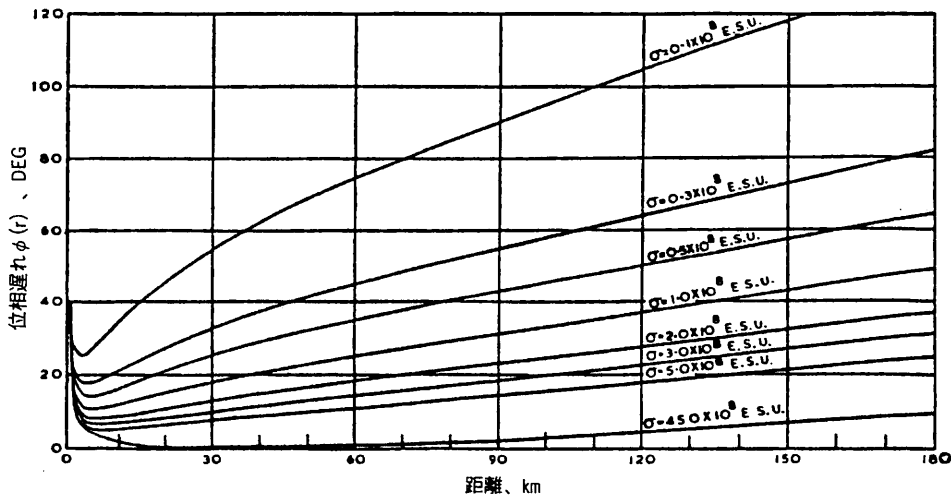
ここで、 $\omega$ は電波の角速度、 $C$ は自由空間の電波の伝搬速度である。この式の第2項は自由空間における電波の位相変化で距離に比例をする。これに対して第3項がここで問題になる送信アンテナの近くにおける近接電界効果とその後の大地の導電率による位相遅れの値である。

この $\phi(r)$ の値を均質な大地に対して127.5kHzという周波数に対し、海水( $\sigma = 450 \times 10^8$  E.S.U.これは5 $\sigma$ に相對する)からいろいろな大地について示したのが第A・4・12図である。曲線の左端はアンテナ近傍における変化を示し、アンテナからある程度離れたあとはほぼ距離に比例した形の位相遅れを示していることがわかる。

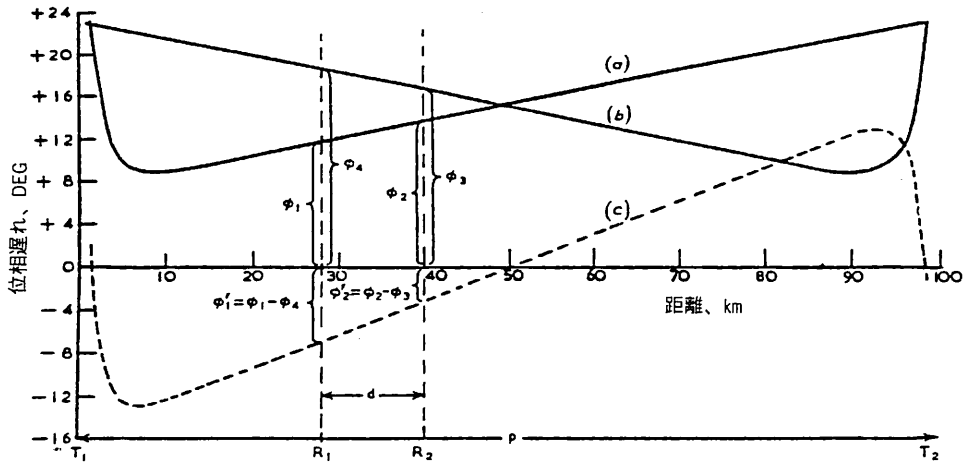
アンテナから任意の距離における位相速度は(A・4・7)式の $\psi$ の微分をゼロにすることによって求められる。

$$v = \frac{c}{1 + \frac{\lambda}{2\pi} \frac{\delta\phi}{\delta r}} \quad (A \cdot 4 \cdot 8)$$

であって、ここで、 $v$ は位相速度、 $\lambda$ は電波の波長(周波数を $f$ とすれば $\lambda = c/f$ )  $\delta\phi/\delta r$ は与えられた距離における $\phi$ 曲線の傾斜である。近接電界では $\delta\phi/\delta r$ は負であり、アンテナから二三波長の点で普通は伝搬速度が最小になる。



第A・4・12図 いろいろな大地上を伝搬する電波(127.5kHz)の位相遅れ



第A・4・13図 測定位相曲線の差

この伝搬速度の測定のために  $\phi(r)$  の変化率の測定が必要であることが上の式から明らかになる。そのためには測定をする経路の両端(この論文の場合は両デッカ局)に測定しようとする周波数  $f$  の送信機をおき、両送信機は交互に送信をするようにする。この伝搬路の近くに基準位相を与えるための  $f/n$ ,  $n$  は簡単な整数, 連続波の別の送信機を置く。そして、両局の基線上に例えば15km程度離して2台の受信機を置く。100kHzの電波の波長  $\lambda$  は約3kmであるから15kmは測定周波数の  $5\lambda$  程度の距離となる。

この測定原理は第A・4・13図に示す。二つの局は100km離れていると仮定する。曲線(a)は左の  $T_1$  局からの測定周波数85kHz, 導電率  $1 \times 10^8$  e.s.u. ( $1 \times 10^8$  e.s.u. は0.0111びと  $9 \times 10^9$  で割った値となる)の大地上の伝搬による位相遅れであり、曲線(b)は右側の  $T_2$  局の同条件による位相遅れである。2台の受信機  $R_1$  と  $R_2$  が図に示すように距離  $d$  だけ離れて置かれたとする。この両受信機で図を参照して

$$\frac{\omega d}{c} + (\phi_2 - \phi_1) + \frac{\omega d}{c} + (\phi_4 - \phi_3)$$

を測定したとする。これは

$$\frac{2\omega d}{c} + (\phi_2 - \phi_3) - (\phi_1 - \phi_4)$$

と書きかえられる。一方、(a)-(b)の曲線は図(c)に示す点線になる。 $R_1, R_2$ におけるこの曲線の値を  $\phi'_1, \phi'_2$  とすると、

$$\frac{2\omega d}{c} + (\phi'_2 - \phi'_1)$$

従って一つの受信機を移動させればこの曲線が求められるし、また、この曲線のように全伝搬路の大地導電率が

一定ならば、基線の中央部における点線の傾斜は実線の傾斜の2倍となる。

送信機  $T_1$  と  $T_2$  は何れもデッカ航法システムの主従局の送信機がそのまま使用できる。この場合測定は主従局の基線上でしか測定ができない難点がある。受信機はデッカ受信機を中心とし、それに高周波増幅器、タイミング装置、CRT式位相指示器などを付加して作られている。

測定をしたLewes局とWarwick局の間の基線上の伝搬路の中間はSloughのモニタ局から約4km離れたところにある。測定点はLewes局の1km以内のところからWarwick局の25km以内のところまでの間に25点が選ばれ、付近の地物の影響をさけるため高い樹木や電線からは少くとも100m、できれば200m離して測定車を止めた。その位置は測量または大縮尺の地図で決定され、位置の精度は3m以内と考えられている。測定位置の基線上からの偏位は何れも1波長以内であったが、モニタ局は1波長以上基線から離れていた。測定は正午前後の4~5時間の間に行い、上空波の影響は極力除去をした。各測定場所では測定者を20~30m動かして測定を繰返し、場所の誤差の影響をチェックした。測定は8~12組をとった。測定の精度は信号対雑音比(SN比)によって変化をした。普通の場合SN比は35dBであったが雷雨中等では28dBに劣化した。読みの精度は普通0.125°, 悪い状態では0.25°, また、10回の読み230組の平均値に対する標準偏差は0.25°であった。上空波の混入による誤差は  $\pm 0.4^\circ$  以下、基線の中央では  $\pm 0.1^\circ$  以下と考えられている。

測定値は平均処理などが行われたのちの値は  $(2\omega d/c) + (\phi'_2 - \phi'_1)$  で、 $\phi'_1$  は移動局、 $\phi'_2$  はモニタ局の値であ



ている。また、この両急斜面の下には地層の露頂による目立った地層の不連続部分があり、これが位相の不規則さの主原因と考えるのが良いと見られている。

LF電波の伝搬に及ぼす大地の影響は前述のように主としてその導電率であって、この周波数帯の伝搬ではその誘電率はほとんど関係ない。電波は大地の中へある程度浸透するのである程度の深さの地質構造までをしらべる必要がある。100kHz帯の電波は $1 \times 10^7$ e.s.u.の導電率の土の中へは約200ft、 $5 \times 10^8$ e.s.u.の土には約20ftの深さに、その表面値の振幅の0.371が浸透するので、その効果も考えなければならない。こうして大地の構造と導電率が調査されたけれども、とくに大きな関係をもつのは土壤の含水量であり、それは現在の水位と土の性質によってほとんど決定することができる。

Lewes局からWarwick局にいたる大地の構造は図に示すように複雑であって、表面近くにジュラ紀(Jurassic)、白亜紀(Cretaceous)、始新紀(Eocene)、解新世(Pleslocene)と最近の生成地層とであるが、それらはほぼ基線に直交しているという特長をもっている。

第A・4・15図の下に大分けにした導電率が記入してあるが、この値はつぎのように決定されている。

まず、Lewes局から測定点5までのところは、送信局は粘土の荒地(Weald clay)にあるが、その近くは粘土部が表われているところを通して砂地である。粘土は水を保つ性質があるので、粘土上の砂地はその深さや地形によっては多くの水を含んでいる。この部分を細分するのは実際上むずかしいので、ここに中位の $0.3 \times 10^8$ e.s.u.という平均導電率を割当ててある。測定点5の近くには断層があり、土質は砂地に変わり、二三の粘土層をもち、数百フィートの深さがあり水は深いところまで浸透するので非常に低い導電率 $0.1 \times 10^8$ e.s.u.が表面から100~200ftでは与えられると考えられている。この部分の北の端は砂地と粘土の交互の層となり、第一の部分に似た地層となるが粘土部分の方が大きいので、より高い導電率である $1 \times 10^8$ e.s.u.とされている。

測定点7の2~3km右側は粘土層で測定点8と9の間の砂地層まではCatwick空港を含めて大体が平地である。ここの粘土層は深く、含水量も多いので $3 \times 10^8$ e.s.u.の導電率としてある。その右側には白亜層の岡があるが、その前に緑砂の狭い部分がある。その左の粘土部は一波長以下であるので無視し、この間を一まとめとして、多孔質とその部分の地表面のすぐ下の水位を考えて $0.3 \times 10^8$ e.s.u.の導電率としてある。

測定点12は粘土と砂の狭い部分のあと、白亜層からロンドン粘土の深い地層に突然変わる。この層はその境界

から1km以内で深さ200ftの厚さの粘土層となり、25kmも続いている。水を通さない粘土層が下にあるため、上部の砂礫層は多くの水を含み、地下水位は地表面の2~3ftのところにあるところもある。そのため $5 \times 10^8$ e.s.u.という極めて高い導電率が与えてある。測定点17と18の間で粘土は砂を含む層に、更に白亜層に代る。こゝは、測定点9~12のところと同じ $0.3 \times 10^8$ e.s.u.としてある。

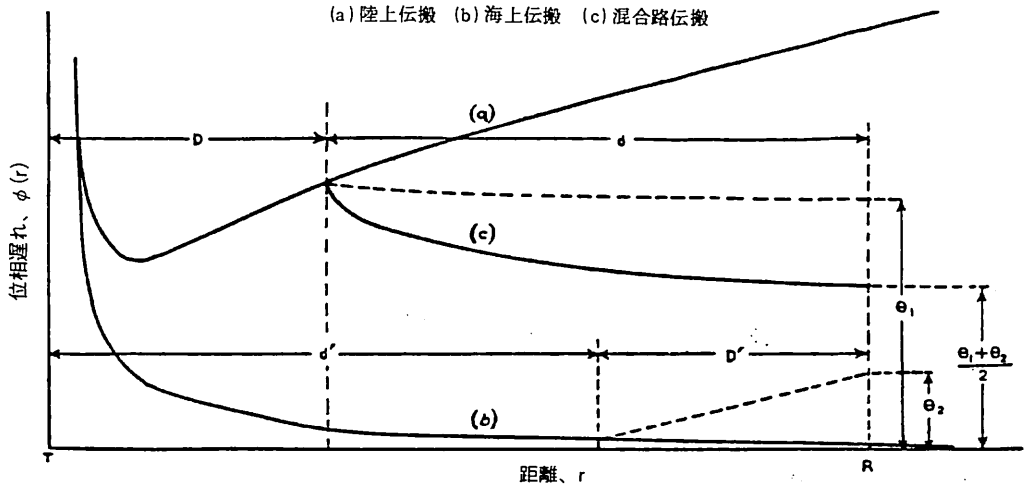
測定点20と21の間の傾斜のあと、粘土層の両側に薄い緑砂層があり、そのあと、いくつかの粘土層がつづいているが、この部分は測定点がほとんどないので、同じ $2 \times 10^8$ e.s.u.という単一の導電率が与えてある。

このように、この基線上の導電率は $0.1 \sim 5 \times 10^8$ e.s.u.と変化して与えられており、導電率が10対1以上変る境界が4か所もあり、その最大の変化は16対1となっていて、この部分の測定は比較的多くの点で行われている。

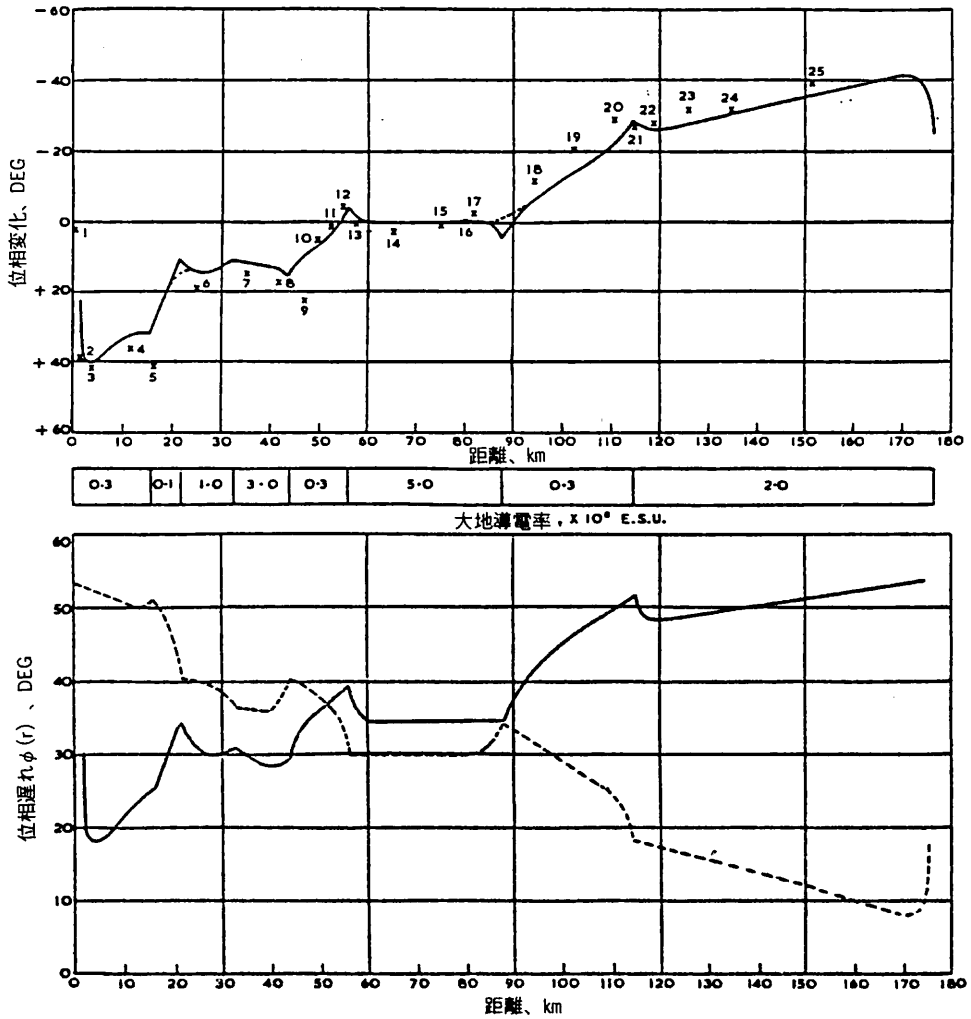
このようにして割当てられた各地層における導電率と第A・4・14図の位相変化を比較すると、距離に対する位相の変化率は高い導電率のところよりも低い導電率のところで大いことがわかり、このことはLewes局から16~25km付近の導電率の低いところと58~82kmの間の導電率の高いところで注目できる。位相変化の傾斜が逆になっているところもあり、これは導電率の比が最大のところでおきているところでも最もはっきりと示されており、一つの導電率から他への移り変りが円滑な曲線でないことを示している。

このような混合大地での伝搬における位相変化の解析は、ロランCの追補のところでも述べたMillingtonによる電界強度の解析に準じた方法が使われた。このMillingtonの方法はすでに1949年と1950年に発表されているからである。この方法は本質的には伝搬路のいろいろな部分の大地の定数に対応する位相遅れと距離の曲線の一部をモザイク的に加え合すことで、その取扱いは逆方向の伝搬にも適用されるので、両方向の伝搬路について同様な処理を行い、その両結果の算術平均をとることにより行われる。ロランCのところでも示したけれども、もう一度作図によってその方法を述べる。

送信機が海岸から距離Dの内陸にあるときの陸と海の伝搬路を考える。第A・4・16図は陸上(a)と海上(b)の $\phi(r)$ の理論曲線を地形が平らな球面地球の場合(第A・4・12図)について示したものである。いま、図の左端に送信局があり、距離Dだけが陸地、そして海岸からdなる距離の点Rに受信機があるとしたときを考える。送信機と受信機間の距離は(D+d)である。そこでこのRという点の位相遅れを求めるには、まず、送信機Tから、海岸線までは(a)なる曲線に従うことは既定の事実である。つ



第A・4・16図 不均質大地上の伝搬路の位相変化を決定する方法



第A・4・17図 伝搬路の位相遅れのMillingtonの方法による推定

ぎに海岸線からR点までの伝搬特性は(b)の曲線に従わずであるから、その位相変化は(a)と(c)の曲線の間にある点線に従うことになる。従って、この場合位相遅れは $\theta_1$ という値になる。

一方、Rという点に送信機があって、Tで受信をすると、これを方向を逆にし、やはりTに送信機があり、そこからd'という点に海岸線があり、そこまでが海で、そこからD'の距離に受信点Rがあるとすると、そうすると、距離d'は曲線(b)に従い、残りの距離D'は(a)と平行する点線に従って、この場合は $\theta_2$ という位相遅れということになる。この算術平均をとるということで結果的な位相遅れは $(\theta_1 + \theta_2)/2$ とするのがMillingtonの方法である。従って、この方法を海岸からの距離が0~dに対して繰返すと曲線(c)が得られる。

この方法をLewes局とWarwick局の間の基線の伝搬路に適用する。まず、基本的な光速は $C = 299,776 \text{ km}$

/sとした。そして作られた曲線は大地の導電率とともに第A・4・17図に示す。この図では曲線の一部を点線に示すように調整し、またモニタ局での位相遅れゼロとして作られている。この曲線と実測データとの関係もまた図に示してあり、測定値の変化の方が理論曲線より大きいけれども、その曲線の傾斜の傾向は理論値とよく一致しており、近接電界の点1~2での曲線も良く一致している。大地の導電率に大きな不連続のある点、Lewes局から16 km, 44 km, 56 kmの点での変化は興味深く、そのうちの56 kmの点では測定点を多くしてしらべられ、理論曲線とその傾斜の変化の良い一致が見られている。

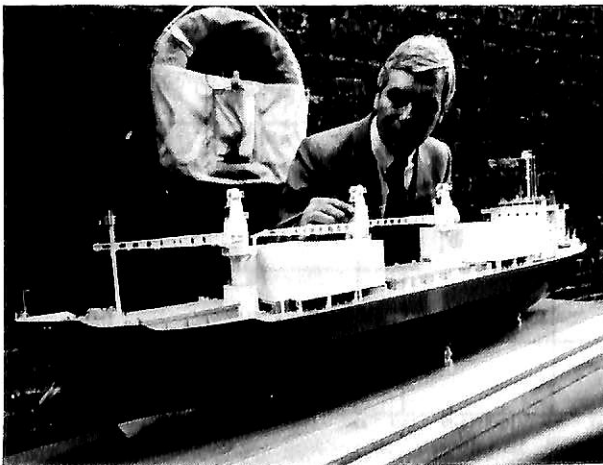
理論曲線に対し、実測値の方の変化がより大きいのは伝搬路の各部分での導電率の変化が、むしろ低目の値をとったためと考えられ、導電率の変化の区分をより細かい部分に分割すればより良い一致が得られると考えられている。

海外技術短信

海外技術短信

## コスト節減の船舶設計 “多目的縮尺モデルMP17”

写真はブリティッシュ・シップビルダーが開発した多目的縮尺モデルMP17。造船業界の要請を満たすためのこのMP17はバルク・キャリアー、コンテナ船、普通の貨物船の設計にもほぼそのまま利用できる。多目的キャリアーをMP17で設計する場合は、14ノット、載荷重量が17,000トン、消費燃料が1日17トン、乗組員が17人という多目的キャリアーを設計できる。これにコンピュータ・テクノロジーを応用すれば、建造時間を短縮し、価格に競争力をもたせることが出来る。



多目的縮尺モデルMP17

また、MP17で多目的貨物船を設計する場合は、大型船倉が3つあり、前方にこれよりも小さなカーゴ・スペースと油圧操作ハッチと35トンクレーンを装備した船が造れる。コンテナ専用船をMP17で設計すると、デッキの上方および下方に640個のコンテナが積める船を建造できる。

ブリティッシュ・シップビルダーズはこれまでに144種類の異なる設計モデルを開発しており、この中には石油タンカー、液化天然ガスタンカー、フェリーなどのモデルが含まれている。(資料提供: 英国大使館)

## 西独ティッセン・グループ、東京・晴海の「ドイツ博'84」に出展

一鉄鋼から宇宙航空技術まで先端技術を紹介—  
来る4月23日~5月6日、東京・晴海で開催される「ドイツ博'84」に、西ドイツの巨大産業、ティッセン・グループが出展参加、鉄鋼・特殊鋼から造船、自動車、鉄道、宇宙航空技術に至るまで各分野の先端技術の紹介に努める。

「ドイツ博'84」は、西ドイツの政府が主催して行なうもので、自動車をはじめ、機械・プラント、精密機械・光学機械・化学、電気・エレクトロニクス、航空・宇宙、消費材などドイツ産業のすべてを日本に紹介しようという大規模な催しで、「メード・イン・ジャーマニー、昨日・今日・明日」をそのテーマとしている。

お問合せ先 パーソン・マーステラ(広報代行)

東京都千代田区麹町4-5 TEL 03(264)6701



### 三菱UEディーゼル「Lシリーズ」初号機 世界最高水準の低燃費を達成

三菱重工業(株)は、昭和58年12月26日から同社の横浜製作所金沢工場で陸上運転を行っていた超ロングストロークの低燃費船用機関「三菱UEディーゼル6UEC52L形」で、世界最高水準の低燃費を達成した。

これは「UEディーゼル」の新機種である「Lシリーズ」の初号機で、燃料消費率が計画値を1馬力1時間当たり2g以上も下回り、85%の常用出力時122.8gという低燃費を実現、これにより「Lシリーズ」の優秀性を広く世界に実証したことになる。

この「6UEC52L」は、①有効ストロークの増大、②燃焼室内の最大圧力の増大、③掃気効率の向上、などによって低燃費を達成したもので、その他の各種試験においても良好な結果を収めている。

この機関は、同社の下関造船所で建造中の Belltop Shipping Corp. 向け3万2,000 DWT 撒積貨物船の主機関として搭載される。同船は本年6月就航の予定。

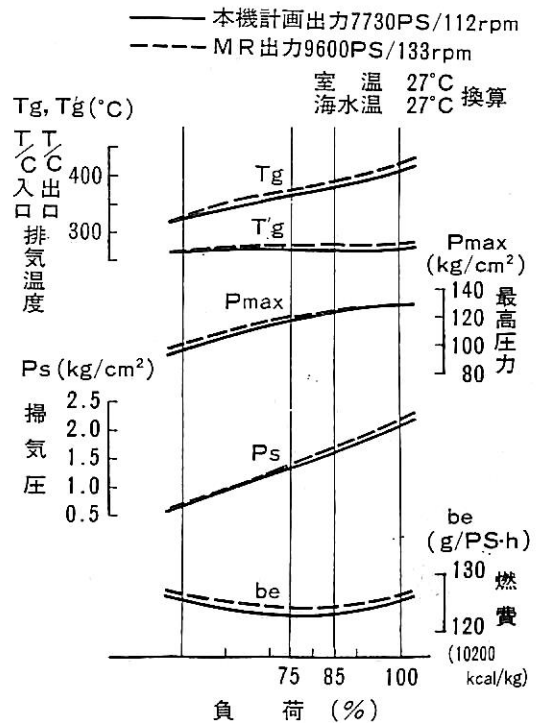
#### 6UEC52Lの機関性能

性能曲線図に示すように、7,730 PS仕様の85%時燃費は122.8g/PS・hと保証値124.5g/PS・hを、十分下まわる良好な値が得られた。排熱回収に関与する過給機出口の排気温度も低燃費にも拘らず計画値の85%時270°Cを達成している。MR出力でも燃費は保証値の85%時126g/PS・hを下まわった。

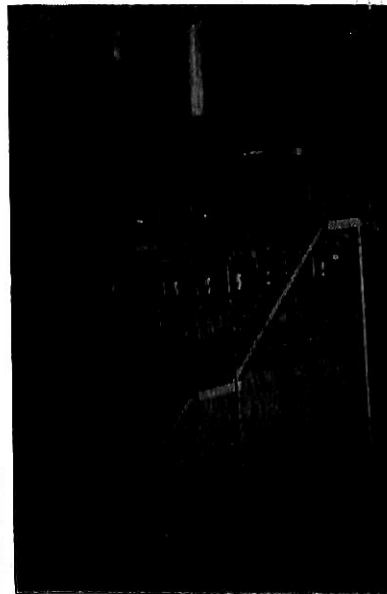
その他掃気圧、最高圧力も初期の計画通りであった。

#### 6UEC52L形機関主要目

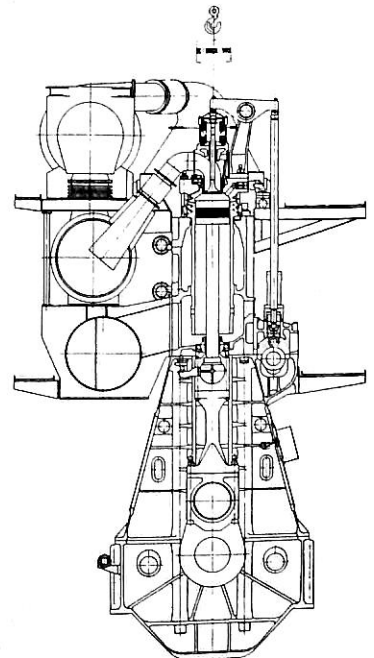
項目	出力	MR仕様	本機計画仕様
シリンダ数		6	
シリンダ径		520mm	
行程		1600mm	
出力		9600PS	7730PS
回転数		133rpm	112rpm
正味平均有効圧		15.93kg/cm <sup>2</sup>	15.23kg/cm <sup>2</sup>
平均ピストン速度		7.09m/s	5.97m/s
燃料消費率85%時 (ISO、10200kcal/kg)		126g/PS・h	124.5g/PS・h
機関全長		7270mm	
ピストン引抜高さ (クランク軸心より)		7700mm	
機関重量		239ton	
過給機形式		MET53SB×1台	MET53SB×1台



6UEC52Lの機関性能



6UEC52L初号機写真



UEC52L形機関断面図

## 〈第27回〉

## IMO第13回総会審議概要報告

昭和58年11月7日～11月18日開催

## 運輸省船舶局 検査測度課安全企画室

総会は、IMOのすべての加盟国により構成されるIMOにおける最高議決機関となっている。そのため他の委員会とは異なり2週間開催されている。総会においては理事国の選挙とか、予算の決定、各機関の事業計画の承認、海上安全委員会（以下MSC）及び海洋環境保護委員会（以下MEPC）から総会に付託した規則及び指針を勧告として採択すること等である。以下みなさんに特にかかわりの大きい、MSC及びMEPC関連の事項について報告する。

## ○海上安全委員会の報告書の検討（議題10(a)）

## 海上安全委員会のこれまでの作業の報告

第12回総会以来2年間にわたる海上安全委員会の作業についての報告がなされ、特に次の項目について注意が喚起された。

- (イ) 第45回MSCで1974年SOLAS条約及び1978年SOLAS議定書の第1次改正（1981年改正）が採択されそれらは1984年9月1日に発効予定であること。
  - (ロ) 第48回MSCで、1974年SOLAS条約の第2次改正（1983年改正）が採択され、それは、1986年7月1日に発効予定であること。
  - (ハ) 第48回MSCで、1972年CSCの改正が採択され、それは1984年1月1日に発効予定であること。<sup>\*1</sup>
- \*1 本書発行の時点では、すでに発効済み。
- (ニ) 第48回MSCで、SOLAS条約の第2次改正第7章に引用されているIBCコード及びIGCコードが採択され、それらはSOLAS条約の第2次改正の発効と同時に、1986年7月1日から強制化されること。

## 1. 海上安全に関する勧告の採択

- (1) 救命設備の試験についての勧告（Recommendation on testing of life-saving appliances）  
耐火救命艇の試験方法について、実燃試験の代替として水膜法の規定が総会では何の反対もなく原案どおり採択された。

- (2) インマルサットを使用した遭難、緊急及び安全に

関する通報に対する料金（Charge for distress, urgency and safety messages through the INMARSAT system）

インマルサットを使用した遭難、緊急及び安全に関する通報については、船舶から料金を徴収しないよう各国が努力することを内容とした決議案は原案のまま採択された。

- (3) 水路資料の収集及び提供（Collecting and Forwarding Hydrographic Data）

IMOにて実質的コンセンサスが得られていた水路資料の収集等に関する総会決議案については、数ヶ国及びIMOの共同提案の形でIMOに提案され、若干の修正の後、採択されるに至った。

## 2. 1966年満載喫水線条約の改正

1966年LL条約第47規則、第48(2)規則を改正し、南アメリカ西岸帯域の緩和を図る改正案は、総会本会議に於て全会一致で採択された。今後この改正はLL条約締約政府の3分の2によって受諾された日の後12箇月で効力を生じることとなる。

## ○海洋環境保護委員会の報告書の検討（議題12）

- (1) MARPOL 73/78 議定書の規定の適用のための一定の船舶に対するトン数の測度に関する暫定的措置（Interim scheme for tonnage measurement for certain ships for the purposes of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto）  
提案案をA. 494 (XII)の暫定措置に沿うように修正し採択するに至った。骨子は次のとおり。

- (イ) 「1985年12月31日までにキールが据え付けられた船舶でトン数条約の適用のあるもののうち旧トン数が400G/T未満の船舶については、主管庁はMARPOL 73/78の適用にあたり旧トン数を用いることを認めることができる。」

(ロ) 「1985年12月31日より後にキールが据え付けられる船舶であっても、旧トン数が400 G/T未滿の貨物船(cargo ships)については1994年7月18日まで上記暫定措置を認めてもよい。」

(2) MARPOL 73/78 Annex III, IV, Vの批准促進デンマーク代表よりMARPOL 73/78 Annex III, IV, Vの発効が遅れていることに鑑み、各国に対しAnnex III, IV, Vの批准を促進するよう要望があり、他の数カ国もこれに賛同した。

以上のように審議が進められた。これからも技術的な進歩にあわせ、船舶の安全性向上のための改案とか海洋汚染の防止のための勧告等が採択されてゆくことであろう。なお、今回の総会においてもわが国は、カテゴリーA(国際海運業務の提供に最大の利害関係を有する国)の理事国に選出されており、IMOにおけるもっとも責任の大きい国の一つということになっているから、海洋先進国としての自負がますます要求されてくるであろう。

今回は、内容が第13回総会の報告ということから、MSC・MEPC及びその下の各小委員会において十分検討された事項の最終決定等の結果だけをお伝えすることになってしまった。詳細な内容については各小委員会ごとの報告をお読みいただくことにして、残りのスペースを利用して1984年度の各小委員会の予定を報告する。

#### 1984年度各小委員会予定

- |             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| 1月16日～1月20日 | 第29回復原性及び満載喫水線並びに漁船安全小委員会(SLF小委員会) |
| 2月6日～2月10日  | 第29回防火小委員会(FP小委員会)                 |
| 2月13日～2月17日 | 第25回コンテナ貨物小委員会(BC小委員会)             |
| 2月27日～3月2日  | 第27回設計設備小委員会(DE小委員会)               |
| 3月12日～3月16日 | 第27回無線通信小委員会(COM小委員会)              |
| 4月2日～4月6日   | 第49回海上安全委員会(MSC)                   |
| 6月4日～6月8日   | 第13回バルクケミカル小委員会(BCH小委員会)           |

- |               |                         |
|---------------|-------------------------|
| 6月18日～6月22日   | 第29回航行安全小委員会(NAV小委員会)   |
| 6月25日～6月29日   | 第36回危険物運送小委員会(CDG小委員会)  |
| 7月9日～7月13日    | 第17回訓練当直基準小委員会(STW小委員会) |
| 9月3日～9月7日     | 第20回海洋環境保護委員会(MEPC)     |
| 9月17日～9月21日   | 第28回COM小委員会             |
| 10月22日～10月26日 | 第28回DE小委員会              |
| 11月26日～11月30日 | 第50回MSC                 |
| 12月3日～12月7日   | 第14回BCH小委員会             |
| 12月17日～12月21日 | 第30回NAV小委員会             |

となっている。このように各小委員会は一年間にこれだけ多く開催されているわけである。もちろんほとんどのものが技術委員会である。これは、日々の技術進歩に対しすばやい対応をすることを目的としているからである。読者の方々はこれらの情報をどのように入手しているであろうか。一般的な概要をつかむということではこのIMOコーナーもその一つとなっているが、その他に、造船振興財団にIMO資料室が開設されている。ここでは、新旧のIMOのペーパーや関連の資料が一般の方々に公開されている。貸出しもしているの、是非、御利用されたい。参考のため、以下に連絡先を示す。

〒105

東京都港区虎ノ門1-15-16 船舶振興ビル5階  
財団日本造船振興財団 IMO資料室  
TEL. 03(502)2371(内)312

#### ●船舶写真集在庫一覧●

1952年版	掲載船	232隻	写真頁	96頁	定価	1,000円
1968年版	掲載船	356隻	写真頁	194頁	定価	2,500円
1976年版	掲載船	353隻	写真頁	229頁	定価	3,500円
1978年版	掲載船	252隻	写真頁	159頁	定価	3,000円
1980年版	掲載船	264隻	写真頁	145頁	定価	3,500円

※送料は1冊300円です。

株式会社 船舶技術協会

●統計資料

## 昭和58年(1月~12月)主要造船所新造船進水量集計

船の科学編集部調べ

(ABC順)

造船所	工場名	昭和58年(1~12月) 進水量(全)				(左欄のうち) 輸出船進水量					昭和57年(1~12月) 進水量(全)			
		隻数	G	T	D W	隻数	G	T	D W	隻数	G	T	D W	
福岡造船	本社工場	5	20,968		26,947	2	8,959		11,463	7	24,656		35,281	
函館ドック	室蘭製作所	3	55,729		94,632	2	37,088		62,858	4	62,723		122,888	
	函館造船所	2	13,800		15,200	2	13,800		15,200	—	—		—	
	計	5	69,529		109,832	4	50,888		78,058	—	—		—	
波止浜造船	多度津工場	6	118,310		114,462	—	—		—	6	180,560		283,405	
林兼造船	下関造船所	7	64,045		87,003	5	58,110		81,347	7	97,400		160,200	
	長崎造船所	6	21,669		9,263	2	15,901		7,116	4	10,400		16,100	
	横須賀造船所	2	960		—	2	960		—	1	499		—	
	計	15	86,674		96,266	9	74,971		88,463	12	108,299		176,300	
日立造船	有明工場	6	205,613		372,524	6	205,613		372,524	3	191,297		300,737	
	広島工場	11	224,090		340,049	8	169,215		288,148	8	271,338		441,108	
	舞鶴工場	5	60,200		86,460	2	41,700		66,460	4	108,406		185,152	
	(1)	—		(△ 1,400)	—	—		—	—	1	900		—	
	神奈川工場	1	928		—	—	—		—	1	900		—	
計	23	490,831		799,033	16	416,528		727,132	16	571,941		926,997		
(1)	—		(△ 1,400)	—	—	—		—	—	—		—		
本田造船	第一工場	10	28,954		46,536	3	11,671		18,603	10	23,747		45,994	
今治造船	今治工場	8	98,612		154,123	4	46,047		74,968	10	137,720		236,341	
	丸亀事業本部	10	264,649		344,587	5	158,712		220,243	12	329,012		505,826	
	計	18	363,261		498,710	9	204,759		295,211	22	466,732		742,167	
石川島播磨重工業	東京第一工場	5	33,079		51,446	3	32,882		51,446	3	27,600		44,000	
	(1)	—		(△ 2,900)	—	—		—	—	(1)	—		(△ 2,900)	
	相生第一工場	10	232,374		356,949	8	166,028		266,508	11	277,139		460,890	
	呉第一工場	8	476,785		762,459	7	338,285		523,993	6	418,088		745,993	
	計	23	742,238		1,170,854	18	537,195		841,947	20	722,827		1,250,883	
(1)	—		(△ 2,900)	—	—		—	—	(1)	—		(△ 2,900)		
石川島造船化工機	本社工場	6	6,218		4,803	4	5,524		4,419	6	6,340		5,960	
金指造船	清水工場	10	23,560		—	—	—		—	3	672		—	
	豊橋工場	7	162,525		184,324	7	162,525		184,324	7	142,555		240,719	
	計	17	186,085		184,324	7	162,525		184,324	10	143,227		240,719	
神田造船	川尻工場	6	50,825		43,134	1	20,627		32,234	6	78,668		126,280	
笠戸船渠	笠戸造船所	3	76,492		124,347	3	76,492		124,347	4	130,420		238,501	
川崎重工業	神戸工場	5	110,693		182,678	5	110,693		182,678	4	154,703		229,429	
	(1)	—		(△ 3,712)	—	—		—	—	(1)	—		(△ 2,200)	
	坂出工場	6	254,700		303,877	5	151,700		234,477	4	402,731		636,591	
	計	11	365,393		486,555	10	262,393		417,155	8	557,434		866,020	
(1)	—		(△ 3,712)	—	—		—	—	(1)	—		(△ 2,200)		
幸陽船渠	本社工場	7	168,263		265,711	6	144,963		299,711	8	245,486		487,554	

注) ( ) 内は排水量で示す船舶で外数

造船所	工場名	昭和58年(1~12月)					(左欄のうち)					昭和57年(1~12月)				
		進水量(全)					輸出船進水量					進水量(全)				
		隻数	G	T	D W	隻数	G	T	D W	隻数	G	T	D W			
来島どっく	大西工場	16	279,727		278,132	13	190,911		229,216	13	207,125		327,043			
	宇和島造船所	8	88,177		126,159	2	22,271		34,450	7	87,628		143,355			
	高知重工	17	83,224		109,415	9	48,427		59,380	18	58,002		104,469			
	太平工業	16	69,822		91,499	5	34,381		46,266	13	66,660		116,411			
	波止浜分工場	9	38,356		58,469	4	19,804		27,819	10	32,273		54,503			
	計	66	559,306		663,674	33	315,794		397,131	61	451,688		745,781			
三菱重工業	長崎造船所	17	539,545		744,106	12	327,103		515,485	15	686,545		1,077,442			
	神戸造船所	5	88,458		138,904	3	53,812		88,919	8	167,559		196,664			
	下関造船所	9	81,097		93,207	4	69,000		87,719	10	120,306		202,326			
	計	31	709,100		976,217	19	449,915		692,123	33	974,410		1,476,432			
三井造船	玉野事業所	7	150,660		251,270	5	149,300		250,130	6	164,556		257,745			
	(1)		—		(△ 3,690)					(1)	—		(△ 2,900)			
	千葉事業所	7	250,990		305,109	6	143,990		243,809	5	231,078		393,491			
	計	14	401,650		556,379	11	293,290		493,939	11	395,634		651,236			
	(1)		—		(△ 3,690)					(1)	—		(△ 2,900)			
三保造船	本社工場	14	31,072		—	6	28,300		—	13	40,721		—			
内海造船	瀬戸田工場	4	44,804		66,122	2	35,422		57,088	4	49,277		74,307			
	田熊工場	4	7,407		6,043	—	—		—	3	7,884		8,957			
	(1)		—		—					(1)	—		(△ 670)			
	計	8	52,211		72,165	2	35,422		57,088	7	57,161		83,264			
	(1)		—		—					(1)	—		(△ 670)			
名村造船	伊万里工場	6	155,699		232,600	3	82,500		125,460	7	250,459		443,121			
檜崎造船	室蘭造船所	16	4,949		—	—	—		—	17	13,483		16,649			
日本海重工	本社工場	1	24,891		41,373	1	24,891		41,373	3	70,533		124,512			
新潟鉄工	新潟造船所	22	5,441		—	1	210		—	14	9,938		—			
	三崎工場	—	—		—	—	—		—	1	161		—			
	計	22	5,441		—	1	210		—	15	10,099		—			
日本鋼管	津製作所	4	113,094		142,247	3	77,994		113,047	4	280,575		443,006			
	鶴見製作所	5	133,328		208,081	4	130,847		208,081	5	141,735		266,066			
	(1)		—		(△ 440)					(2)	—		(△ 440)			
	清水製作所	6	109,917		176,462	6	109,917		176,462	6	111,318		196,533			
	計	15	356,339		526,790	13	318,758		497,590	15	533,628		905,605			
	(1)		—		(△ 440)					(2)	—		(△ 440)			
尾道造船	尾道造船所	4	129,303		209,900	4	129,303		209,900	5	139,931		215,772			
大阪造船	大阪工場	4	98,255		159,601	4	98,255		159,601	4	81,704		152,083			
大島造船	大島工場	9	231,886		365,818	8	202,286		352,218	6	167,499		315,333			
佐野安船渠	水島造船所	8	148,678		244,343	8	148,678		244,343	6	134,197		257,785			
佐世保重工	佐世保造船所	14	244,123		396,789	10	203,795		356,665	12	218,582		380,053			
四国ドック	本社工場	4	29,081		30,826	1	8,739		9,746	5	33,761		42,913			
	(1)		—		—					(1)	—		(△ 670)			
下田船渠	本社工場	2	12,334		13,329	—	—		—	5	6,357		7,916			
住友重機械工業	浦賀工場	(1)	—		(△ 2,950)	—	—		—	2	12,000		8,500			
	(1)		—		(△ 2,950)					(1)	—		(△ 2,950)			
	追浜工場	9	308,982		507,503	7	175,918		273,964	5	233,000		410,499			
	計	9	308,982		507,503	7	175,918		273,964	7	245,000		418,999			
	(1)		—		(△ 2,950)					(1)	—		(△ 2,950)			
寺岡造船	第二工場	8	3,428		—	5	2,624		—	9	7,813		9,500			
東北造船	本社工場	3	54,469		90,800	3	54,469		90,800	3	61,500		103,000			
常石造船	本社工場	8	157,662		204,754	5	99,287		145,637	11	279,443		474,286			
臼杵鉄工所	臼杵工場	8	14,450		21,679	1	4,300		7,000	2	998		676			
	佐伯工場	4	35,083		48,293	3	23,383		28,593	4	50,348		77,069			
	計	12	49,533		69,972	4	27,683		35,593	6	51,346		77,745			

# 昭和58年度(59年1月分)新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分		4 月 ~ 1 月 分				1 月 分			
		隻	G. T.	D. W.	契約船価	隻	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船	90	1,426,295	2,081,452		7	105,800	149,308	
	油槽船	14	161,879	223,029		3	74,899	80,650	
	貨客船	2	23,060	9,500					
	小計	106	1,611,234	2,313,981	294,251,777 千円	10	180,699	229,958	32,223,777 千円
輸出船	貨物船	383	7,582,369	11,330,393		21	467,640	536,850	
	油槽船	58	1,178,960	1,907,423		3	12,430	19,200	
	貨客船								
	小計	441	8,761,329	13,237,816	1,374,347,012 千円	24	480,070	556,050	76,141,500 千円
合 計		547	10,372,563	15,551,797	1,668,598,789 千円	24	660,769	786,008	108,365,277 千円

● 編 集 後 記 ●

□2月始め、アメリカ合衆国はスペースシャトルから命綱なしでの宇宙遊泳に成功した。今後の宇宙基地の運営の面で大きな道が開けたものといえる。人類の夢が一步一步実現されて行く。地球上で人と人が争うために各国が高額の費用を消費している馬鹿らしさをつくづく感ずる。

□宇宙関係の開発がどんどん進められるのを見ると、海洋開発をもっと進めることができるのではないかと考える。開発の前段としての海洋調査がもっともっと進められることを期待する。

□海運市況は依然低迷している。昨年後半に稍強含みで推移した大型タンカーの運賃が今年に入って再びかつての低水準に戻ってしまった。不定期船も相変わらずの低迷状態のようだ。海運業者の不況も56年半ば以来で随分長くなることになる。

□大手造船所の59年度の新造船受注は今年度と比べほぼ半減するであろうと業界筋では見ている。昨年後半にかけての三光汽船向け小型ばら積み船の大量受注の反動

のせいだろうか。世界全体で、タンカー7000万DW、乾貨物船3000万DW、それぞれ過剩気味であるし、コンテナ船、自動車運搬船の代替建造も期待できず、新しい船種も差し当り見当たらないということが弱気見通しの原因となっているのであろう。何かきっかけをつかんで好況に転化することを期待する。

□自由民主党の科学技術部会で、原子力船“むつ”の廃船が決議された。党内一部にはこの廃船論に反対する人達もあり、政治的配慮もあってか、59年度予算案には何か中途半端の予算が計上されたようである。予算審議の中で明確になると思うが、研究を進める以上はスムーズな形で研究開発が進められることを祈るものである。

□昭和51年に本誌が企画した「造船技術変遷史シリーズ」は故矢杉正一氏の「船用蒸気機関技術変遷史」以来尻切れトンボになっていたが、今月号から横尾幸一氏の「私の造船技術史・船型試験をめぐって」を連載することにしました。個人を中心とした読み易い技術変遷史になるものと思うので読者の方々の御愛読を乞う次第である。

☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。

予約金 { 6カ月分 6,400円 (送料共)  
1ケ年分 12,000円 }

運輸省船舶局 監修  
造船海運総合技術雑誌

## 船の科学

禁転載 第37巻 第3号 (No. 425)

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリンビル)

振替口座 東京 3-70438 電話 03(552) 8798

昭和59年3月5日印刷 {昭和23年12月3日}  
昭和59年3月10日発行 {第3種郵便物認可}

定価 1,080円 (〒55円)

発行人 船橋敬三

編集委員長 田宮真

印刷所 大洋印刷産業株式会社

# 今、溶接はSF旋風!



## 半自動・自動ワイヤの最高峰

溶接技術、溶接材料の進歩に常に努力してまいりましたニッテツが開発いたしました **SF-1** は、発売以来、ソリッドワイヤの高エネルギー性と被覆アーク溶接棒の使いやすさを兼ね備えた、その特長で皆さまのご好評をいただいております。

### **SF-1** の特長

- 送給性にすぐれ、長尺フィーダでもOK——
- スパッタが少ない——
- ヒュームを減少——
- オールポジションが容易です——
- 安定したアークできれいなビードが得られます—

CO<sub>2</sub>溶接用シームレスフラックス入りワイヤ



# SF-1

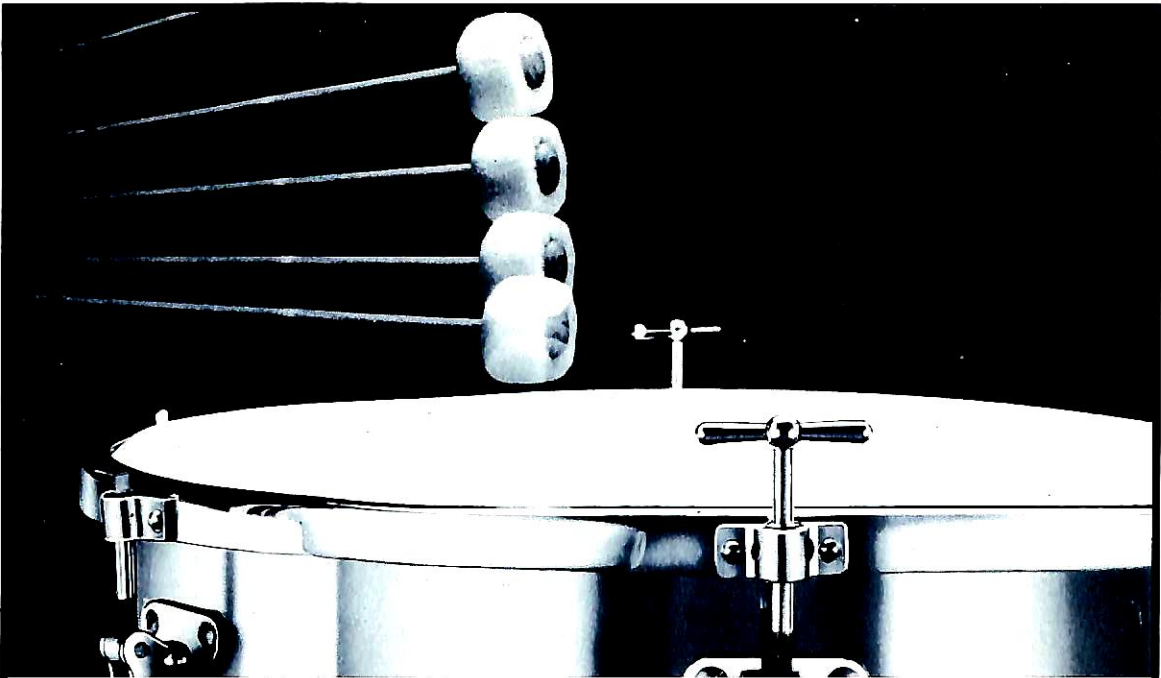
## 日鐵溶接工業

本社：〒104 東京都中央区築地3-5-4中川築地ビル

☎03-542-8611代表

営業所：札幌/仙台/新潟/小山/東京/千葉/横浜/静岡/名古屋  
富山/大阪/姫路/高松/広島/北九州/長崎





# 律動。

コンプレッサーを順調に動かし、  
力を最大限にひきだします。

律動は心地よい響きを生み、  
美しい演奏となって聴く人の心を打つティンパニー。  
正確なリズムを伝えるには調整が大切です。  
工場の心臓部でもあり、問題なく運転されることが求められるコンプレッサーには、  
あらゆる使用条件に耐え最大限の働きを保障するオイル  
が必要です。  
酸化安定性に優れた共石コンプレッサー油の中から  
お選びください。

往復動コンプレッサーに

- 共石レシック
- 共石レシックN
- 共石GCオイルN
- スクリューコンプレッサーに
- 共石スクリュー

ロータリーコンプレッサーに

- 共石RSコンブ
- アンモニヤガス用ターボコンプレッサーに
- 共石RIXタービンA
- 石油化学用ターボコンプレッサーに
- 共石RIXタービンC

優れた技術で、信頼に応える

共石  
コンプレッサー油

 共同石油

〒100 東京都千代田区永田町2丁目11番2号 星が岡ビル TEL(03)593-6294(ダイヤルイン)