

昭和57年1月10日発行 第35巻 第1号 (毎月1回10日発行) 昭和23年12月3日 第3種郵便物認可 昭和24年5月31日 運輸省特別扱承認雑誌第1156号 ISSN 0387-0863

船の科学 1

VOL. 35 NO. 1



山下新日本汽船向け

コンテナ船“新加州丸”

載貨重量 28,615t 主機ディーゼル 31,300 PS

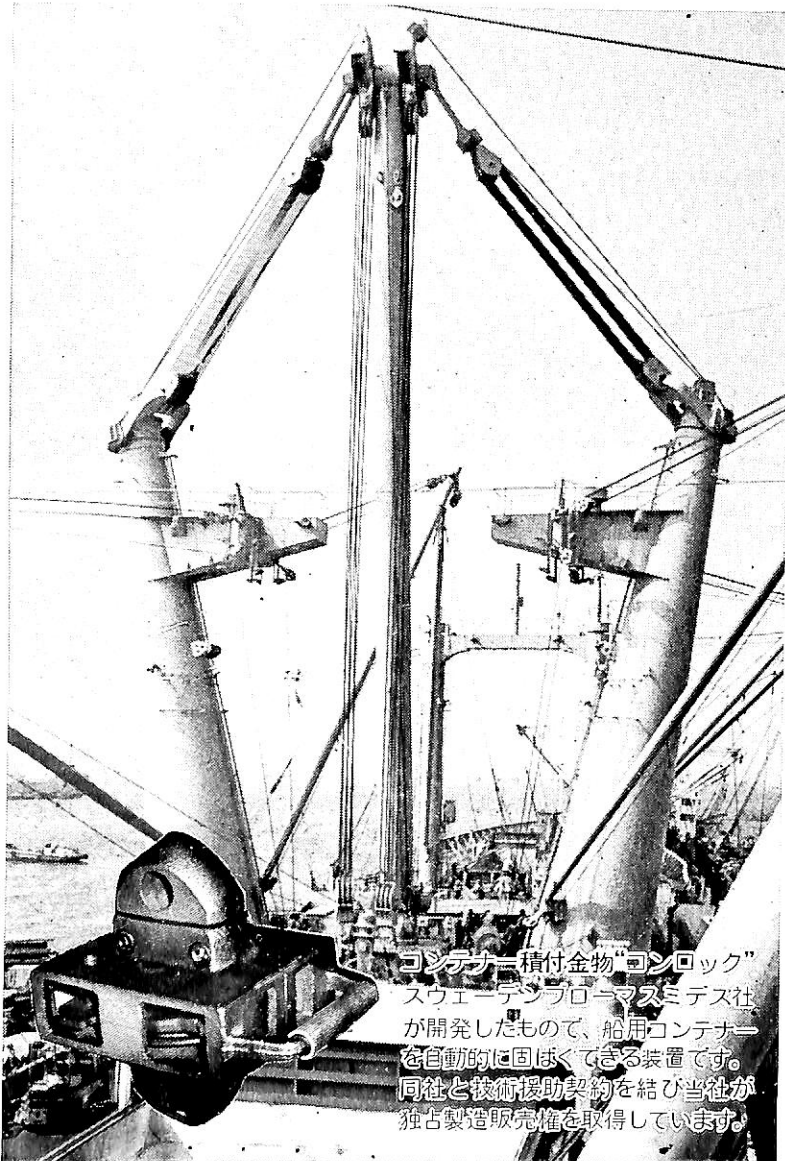
速力試運転最大 26.41 kn 満載航海 22.75 kn

日立造船・広島工場因島建造

 日立造船株式会社

創 業 **立** 1924

世界の港で活躍するこのマーク



コンテナ積付金物“コンロック”
スウェーデンプローマスミデス社
が開発したもので、船用コンテナ
を自動的に固縛できる装置です。
同社と技術援助契約を結び当社が
独占製造販売権を取得しています。

主な製品

船用及び陸上用各種滑車
 重量物及び一般荷役装置
 スチュルケン・マスト装置
 トムソン・デリック荷役装置
 K-7・デリック金物
 コンテナ固縛装置
 ユニバーサンフェアリーダー
 スティールハッチカバー部品
 トーイング・フック
 救命艇揚卸装置
 繫船用諸金物
 甲板機械一式
 艀装用諸金物
 諸製缶品一式

㊦日本工業規格表示工場

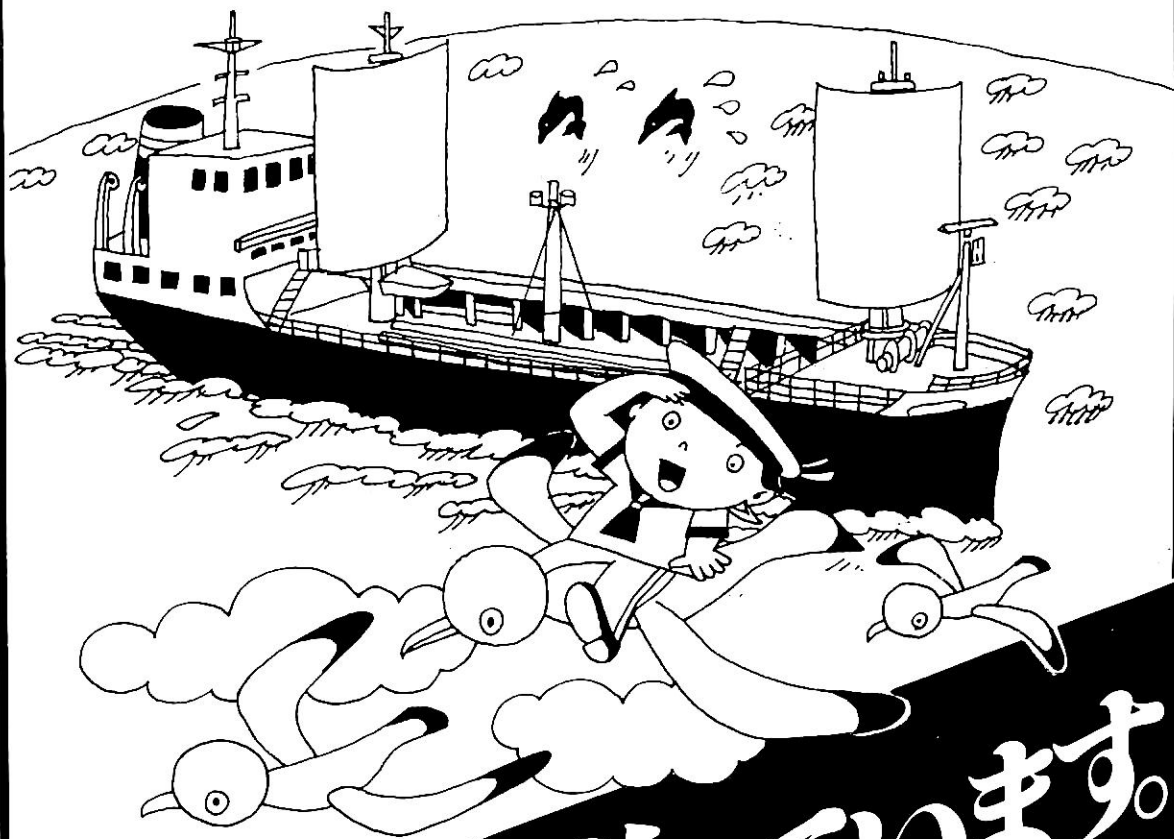
株式会社 立野製作所

取締役社長 立野勝彦

本社 横浜市西区北幸2丁目9番18号 〒220
 営業本部 電話 045(311)2681(代表)
 生産本部 電話 045(311)2684(代表)
 総務部経理課 電話 045(311)5409(代表)

第二工場 横浜市金沢区鳥浜町17番3号
 〒263 電話 045(771)1611(代表)
 大阪出張所 大阪市大正区泉尾3丁目20番2号
 及大阪工場 〒551 電話 06(552)0741(代表)

造船、造船関連工業の近代化のために



大きく科学しています。

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。

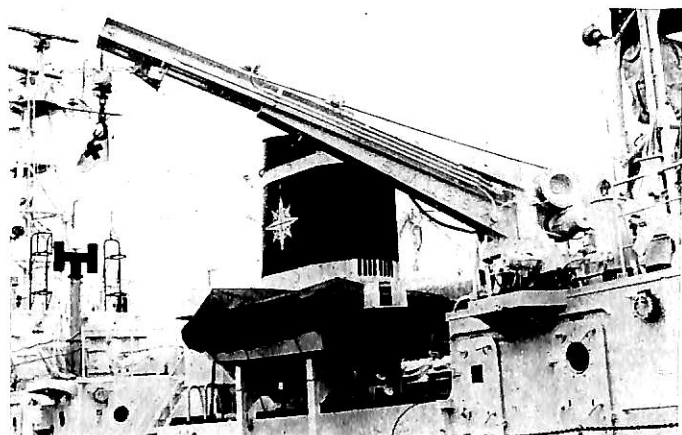
●モーターボート競走の収益金は、広く地球上のすべての人たちの生活向上、発展のために役立てられています

財団法人 **日本船舶振興会** (会長 笹川良一)

UEDA

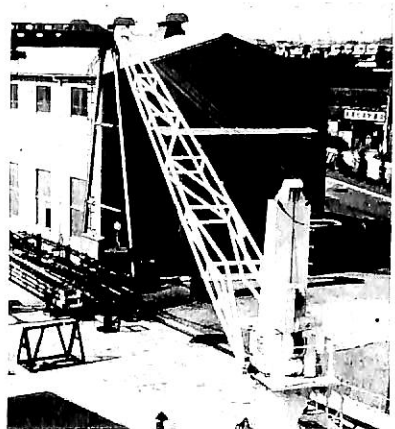
舶用クレーン

● 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



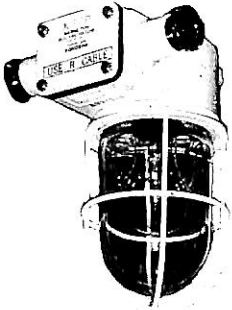
株式会社 五田鐵工所

本社 大阪市東住吉区田辺西之町7丁目10番地
工場 大阪府羽曳野市広瀬148 Tel. 0729-56-2481

KOKOSHA

USCG適用船に装備する照明器具はUL595の定める規定を満足しなければなりません。当社はすでにULでUSTINGされています。

- 運輸省型式承認
- 船級協会認定品
- UL承認品



UL承認FIXTURE

Guide IHHU. December 12, 1977 [T] E59638.
 Fixtures, Marine Type, Nonrecessed.
 Kokosha Co., Ltd., Osaka, Japan
 693 Mikuriya, Higashi-Osaka City.

LOOK FOR THE LISTING MARK
 The Listing Mark of Underwriters Laboratories Inc. is the only method provided by Underwriters Laboratories Inc. to identify products produced under its Listing and Follow-Up Service. See General Information Card of above guide designation.

●営業品目

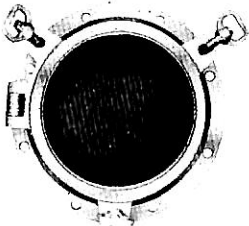
- 防爆器具類
- 車輛甲板用照明器具類
- 甲板照明器具類
- 信号探照灯類
- 室内照明器具類
- 配線器具類
- 窓 類
- 通風金物類



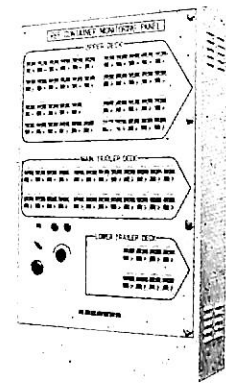
冷凍コンテナ用電源プラグ
 250 V 3W 4P 60 A
 P-W4603P-A



冷凍コンテナ用ソケットアウトレット
 2連式モニターソケット付
 250 V 3W 4P 60 A
 R1-W4663B-60/60



ISOタイプ丸窓300φ
 C19-61



冷凍コンテナ運転状況確認
 集中監視盤

株式会社 高 工 社

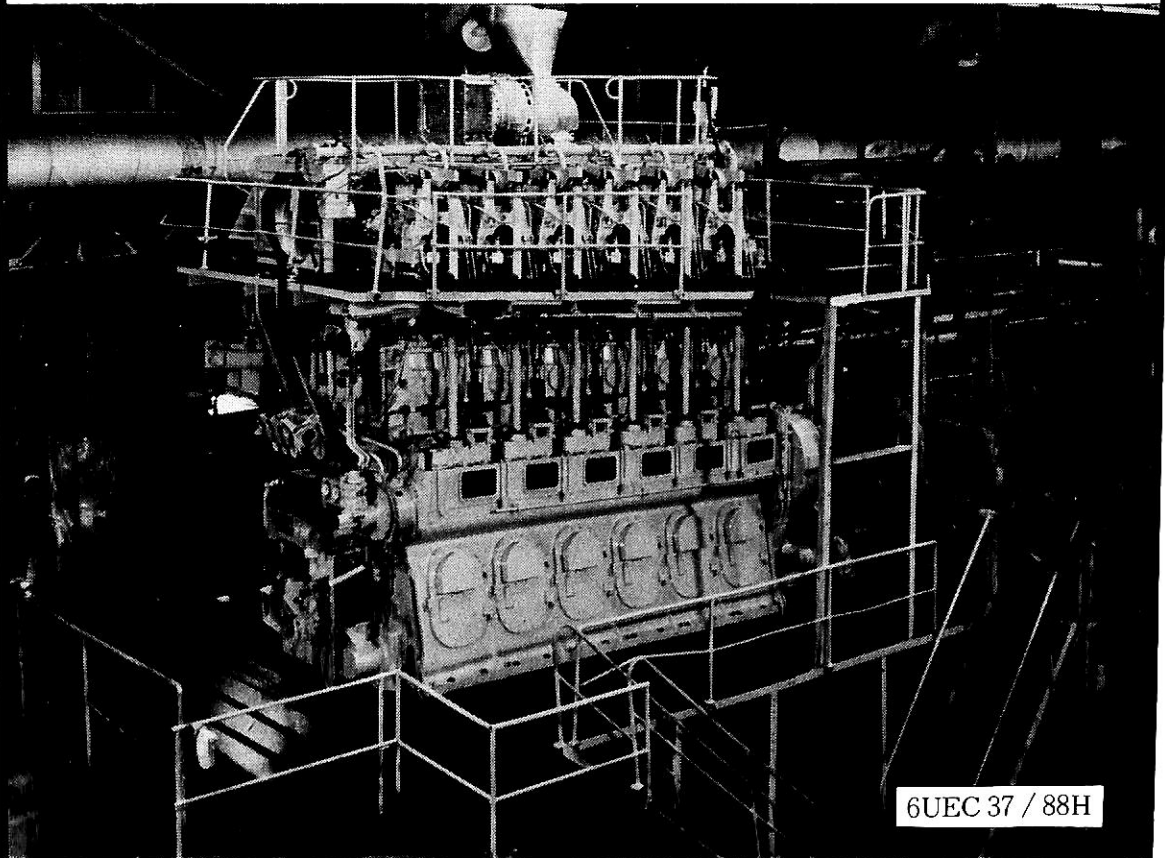
本 社 工 場：東大阪市御厨693
 TEL 大阪 代表(781) 4351, TELEX 大阪527-8914
 東京営業所：東京都港区西新橋1丁目22番7号 佐野ビル
 TEL 東京 代表(501) 8077, TELEX 東京222-4132
 九州営業所：長崎市飽ノ浦町2番3号 石田ビル
 TEL 長崎 代表(61) 0809, TELEX 長崎 7523-27

KOKOSHA

省エネルギー・神発～三菱UEディーゼル機関

“H”型シリーズ

Eng. Type	rpm	5000				10000				15000				BHP
		5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	
UEC37/88H	210	5 6 7 8 9 3,250-5,850												
UEC45/115H	165	5 6 7 8 9 5,000-9,000												
UEC52/125H	150	5 6 7 8 9 6,650-12,000												
UEC60/150H	128	9,000-16,200				5 6 7 8 9								



6UEC 37 / 88H

■ H型 (3,250PS ~ 16,200PS) ・ AC ブレンダー

神戸発動機株式会社

本社 神戸市中央区海岸通2の2の3(東和ビル) 電話 (078)391-1351(代) TELEX神戸5622-810 AKAJ
 神戸工場 神戸市垂水区高塚台3の2の2 電話 (078)991-1800(代)
 東京支社 東京都港区東新橋1-1-2(秀和新橋ビル) 電話 (03)573-5031(代) TELEX東京252-2207
 長崎工場 長崎県西彼杵郡多良見町化屋名 電話 (0957)13-1311(代) TELEX諫早7555-12
 今治出張所 今治市片原町1-27(港湾ビル) 電話(0898)32-7588・7583 TELEX今治5845-564
 下関出張所 下関市大和町1-3-7 電話(0832)66-1231・1235
 Hong Kong Office: Room 18-A, AUBIN HOUSE 171-172 Gloucester Road, Hong Kong
 Tel:5-748247 Telex:83911 KOBED HX

赤阪ディーゼル

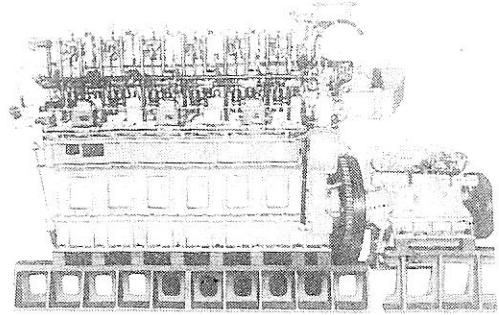
赤阪式省エネルギー機器

- ◆A-Cブレンドシステム
- ◆減速機付大口徑プロペラ
- ◆CPP 船自動負荷制御装置
- ◆CSG発電システム
- ◆精密軸出力計(赤阪/小野)
- ◆CPP 船自動負荷制御装置
- ◆ホモジナイザー

〈主機関

Aシリーズ

1100~3300馬力〉



A 28R-1500馬力



株式会社 赤阪鐵工所

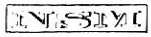
本社 東京都千代田区船が間3丁目2番5号 船が間ビル2626
TEL. (03)581-9781代
中港工場 静岡県焼津市中港3-3-11
TEL. (05462)7-2121代
豊田工場 静岡県焼津市柳井670
TEL. (05462)7-5091代
営業所 札幌・仙台・焼津・大阪・今治・福岡

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)
- サイトスラスト
(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
カフリンクINKS型
- ヘッカー
フラフラタ
KSR, SL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・マリン株式会社



ナカシマプロペラ株式会社

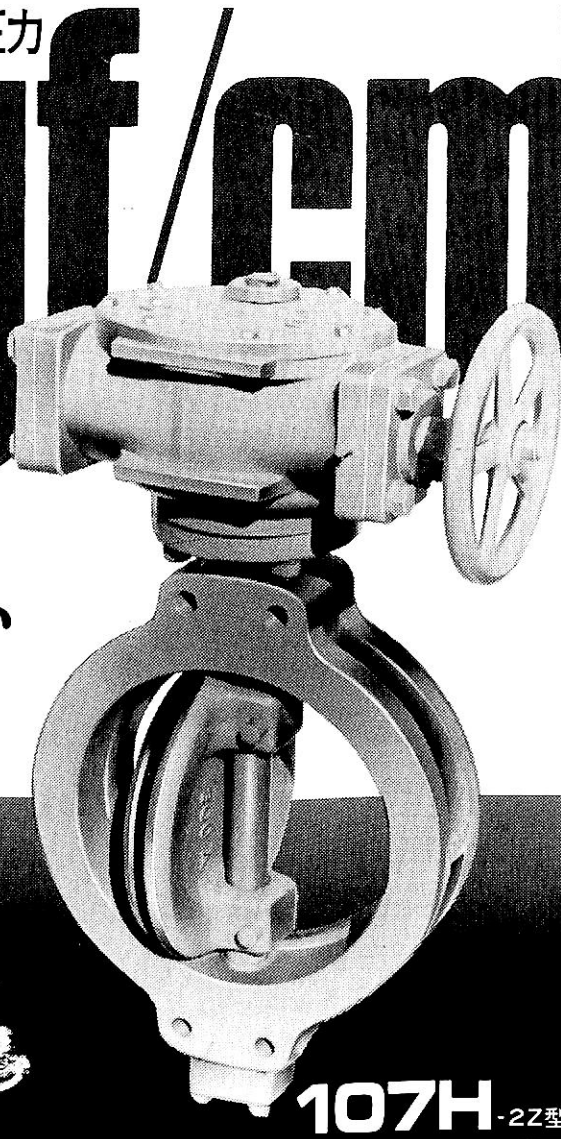
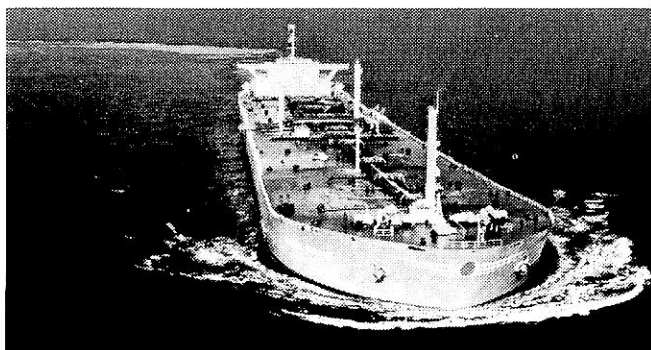
〒700-91 岡山市上道北方688-1 岡山中央郵便局私書箱167号 TLX.5922320

- 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> 541 7514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

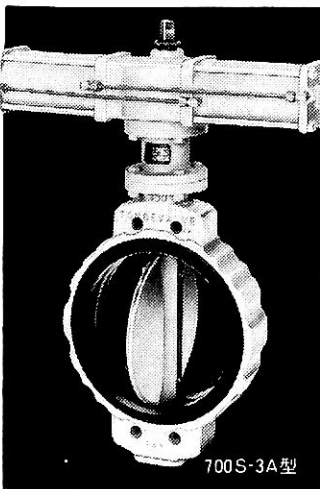
20kgf/cm² 最高使用圧力

バタフライバルブの常識を破って…

高圧下でも頼もしい
完璧の気密性。



107H-2Z型



700S-3A型

最高使用圧力20kgf/cm²の強力な耐圧性能によって、とくに造船・船舶の分野で数多くの実績をもち、すでに各国船級協会の使用許可を得ている偏心タイプの高圧ライン用・巴式バタフライバルブ。荷油弁、高圧の清水・海水用として、抜群の信頼性を発揮します。




●独特のミズ(実用新案)を設けたシートリング構造により、耐摩耗性に富むとともに、

正圧はもちろん、逆圧に対しても完ぺきなシール作用で、流体のモレは全くありません。

●グランド部に採用した独特の形状によって弁棒のカジリを防止。荷油弁としての信頼性をいちだんとアップしました。

●シートリングの取換えは簡単にできます。

●各種アクチュエータによって、ご要望に応じた各種駆動方法(手動・自動)が選べます。

日・米・西独・英・加 他数カ国で特許取得。世界40数カ国へ特許出願中   米国UL・FM両規格認定  カナダULC規格認定

実績NO.1

巴式バタフライバルブ



巴バルブ株式会社

本社 〒550 大阪市西区新町3-11-11 ☎06(534)1881(大代)
 札幌 ☎011(222)4261(代) 東京 ☎03(542)2541(代)
 名古屋 ☎052(451)9231(代) 大阪 ☎06(541)2251(代)
 広島 ☎0822(44)0511(代) 福岡 ☎092(473)6831(代)

一目瞭然

複雑な面積測定をデジタル表示。TAMAYA PLANIX

タマヤプランイクスは複雑な図形をトレースするだけで、面積を簡単に測定することができます。

従来のプランイメーターの帰零装置、読取機構のメカニカル部分が全てエレクトロニクス化され、積分車に組み込まれた高精度の小型エンコーダーが面積をデジタル表示する画期的な新製品です。



PLANIX

新製品 / デジタルプランイメーター

- プランイクスの特徴：
- 読み間違いのないデジタル表示
 - ワンタッチで0セットができるクリアー機能
 - 累積測定を可能にしたホールド機能
 - 手元操作を容易にした小型集約構造
 - 図面を損傷する極針を取り除いた新設計
 - 低価格を達成したPLANIXシリーズ

PLANIX2-¥55,000 PLANIX3-¥59,000 PLANIX3S-¥56,500

※カタログ・資料請求は、本社まで
ハガキか電話にてご連絡ください。

 TAMAYA

株式会社 玉屋商店

本社：〒104東京都中央区銀座3-5-8 TEL. 03-561-8711(代)
工場：〒143東京都大田区北1-2-14 TEL. 03-752-3481(代)



本社・今治工場 愛媛県今治市大浜丁408番の3
 ☎799-21 TEL 今治(0898)41-9456(代) TELEX5845-513
 丸亀事業本部 香川県丸亀市昭和町30番地
 ☎763 TEL 丸亀(08772)3-0121(代) TELEX5825-586
 東京事務所 東京都港区新橋1丁目2番17号(下島ビル5F)
 ☎105 TEL 東京(03)574-0531(代) TELEX252-4235
 香港代表事務所 RM.1942, SWIRE HOUSE, CHATER RD., CENTRAL, HONG KONG
 TEL 香港5-228760 TELEX85041


今治造船株式会社

株式会社 金指造船所

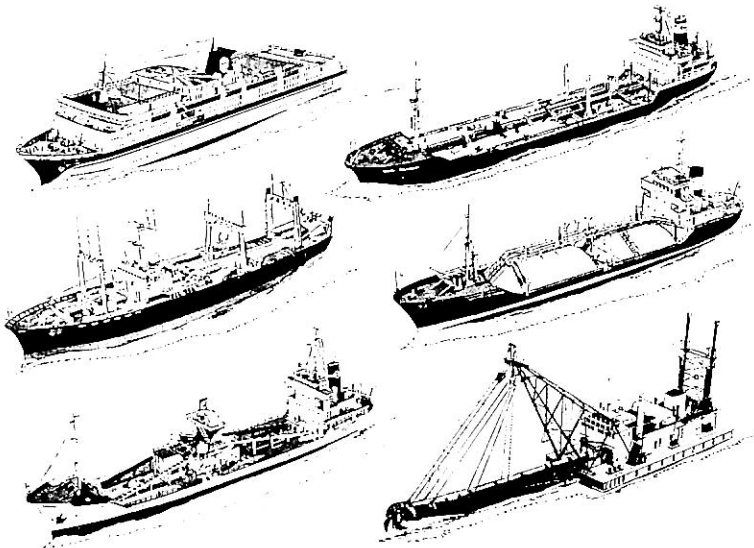


清水工場	2号船台	110m×15.2m	建造可能	2,100GT
	3号船台	70m×11.7m	建造可能	500GT
	4号船台	48m×8.0m	修繕可能	500GT
	5号船台	53m×9.5m	修繕可能	700GT
	船渠	114m×18.2m	入渠可能	5,700GT
豊橋工場	建造船渠	380m×66m	建造可能	200,000DW

代表取締役社長 **金 指 利 明**

本社・清水工場 静岡県清水市三保491番地の1 電話0543-34-5151(大代表) テレックス3965-617
 豊橋工場 愛知県豊橋市明海町22 電話0532-25-4111(大代表) テレックス4322-292
 東京事務所 東京都港区芝大門1の3の11 電話03-438-1601(代表) テレックス242-4229

《ワイド・シップビルダー》



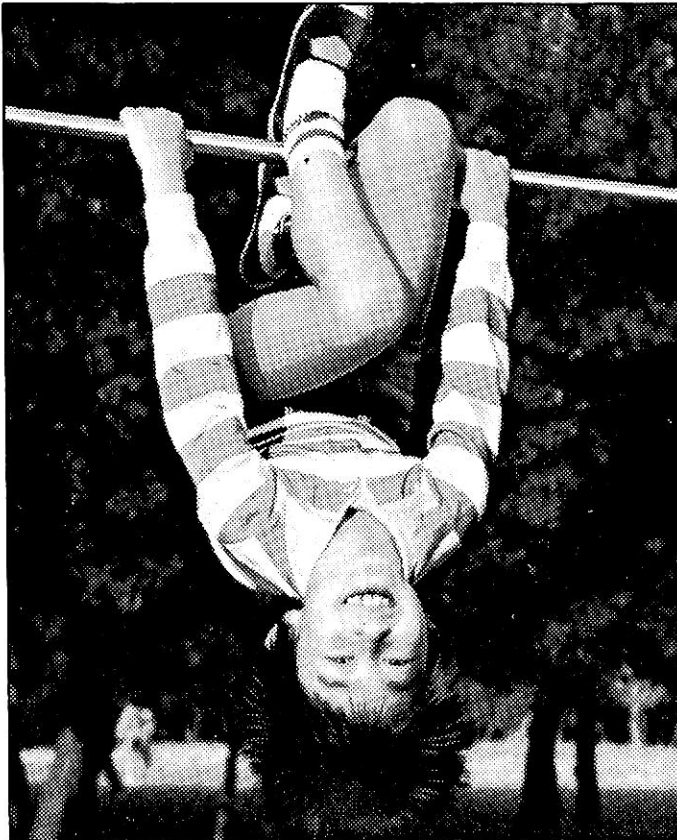
●すぐれた技術で、さまざまな船を……

特殊な技術と幅広い知識が要求される各種新造船。この分野で内海造船は、今まで豊かな建造実績を示してきました。

客船、貨物船、カーフェリー、タンカー、セメント・アンモニア等各種専用船、作業船、タクボート、ドレッジャー、漁船、冷凍船、巡視艇、etc.

これらは目的によって求められる性能を一船一船に満した。船主からの厳しい要求が、すべてにいかされています。すでに中小型各種新造船には、定評のある当社。これもすぐれた技術と豊かな実績から得た評価です。

 **内海造船**
NAIKAI SHIPBUILDING & ENGINEERING CO., LTD.



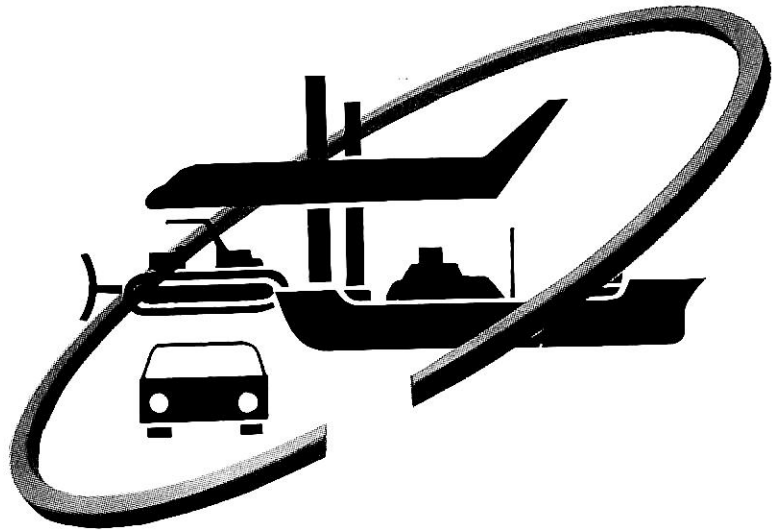
鉄	は
と	も
だ	ち

石から銅へ、銅から鉄へ。人類がくらしの中に鉄をとり入れてから、既に3000年以上もの年月がたっています。いま、鉄はわたしたちの生活に深く結びつき、社会を支えるたいせつな役割をになっています。鉄の力強い手ごたえ、じょうぶで、加工しやすく、資源にも恵まれている鉄。新日鉄は、社会のさまざまなニーズに対応して鉄のもつこの豊かな特長を余すことなく引き出すために、新しい技術の開発や資源・エネルギーの有効利用など幅広い分野で、多くのテーマと取り組んでいます。

 **新日本製鐵**

明日に向う企業努力

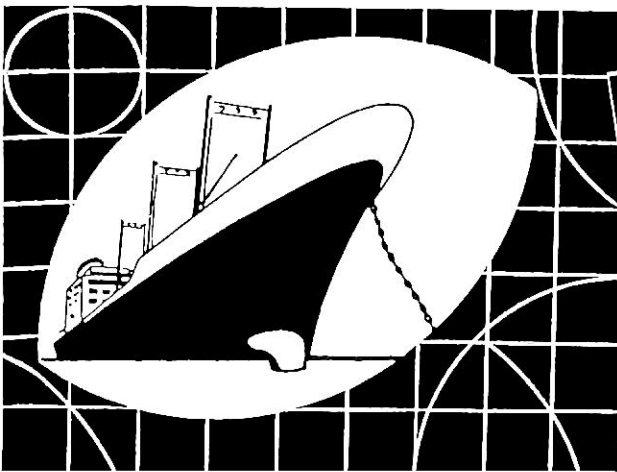
ピストンリング
シリンダライナ
ピストンスカート
ピストン胴環
弁座
排気管制弁
ラピリンス
その他



日本ピストンリング株式会社

〒102 東京都千代田区九段北4-2-6

TEL 03 (234) 4171



船舶の設計

各種船舶基本計画

各部工作図

高速艇

油回収船

修繕船修理工事

配管工事

その他鉄構工事

海上運送業務

船舶回航業

船舶運航業

船舶仲立業

海水こし器



株式
会社

共栄船舶興業

本社 横浜市神奈川区東神奈川2-48-2

〒221 ☎ 045 (441) 7685 (代表)

清水営業所 静岡県清水市宮代町6-25

〒424 ☎ 0543 (63) 0955 (代表)

実績、経験を誇る日防の電気防蝕！

Capac[®] エンゲルハルド=日防

自動制御式外部電源電気防蝕装置

本装置はエンゲルハードインダストリーズ社製品にて、過去12年間に30,000台が船舶に取付けられております。

M.G.P.S. 三菱=日防

海洋生物付着防止装置

船舶の海水配管を海洋微生物や貝類の付着から守るため、海水の電気分解法による本装置“M.G.P.S.”を完成いたしました。

防蝕用Al入りZn流電陽極

ZINNODE

PAT. NO 252748

防蝕用Al合金流電陽極

ALANODE

PAT. NO 254043



調査=設計=施工

日本防蝕工業株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目6-4番地(交通公社ビル8階) 〒100 ☎東京(03)211-5641(代表)
大阪事務所 ☎443-9271~5 ・名古屋 ☎231-1698 ・広島 ☎43-2720 ・福岡 ☎431-8421 ・長崎 ☎22-9185 ・仙台 ☎25-0916

電流の作用で鉄のさびを防ぐ

電 気 防 食

船舶、港湾施設、水中構造物、埋設施設、タンク・配管、その他

技術の中川が責任をもって調査、設計および施工をします



中川防蝕工業株式会社

本 社 (〒101) 東京都千代田区鍛冶町2-2-2 03(252)3171
支 店 (〒532) 大阪市淀川区西中島5-9-6 06(303)2831
営 業 所 千葉・京浜・名古屋・広島・福岡・沖縄
出 張 所 札幌・仙台・新潟・水島・高松・大分・鹿児島

●営業品目

●エンジン部品

ピストンリング、シリンダライナ、ピストン、ピストンスカート、バルブシート、カムシャフト、タペット

●車輜、産業機器装置部品

●配管機材

鉄管用継手、ポリ管用継手、ステンレス管用継手、ステンレスパイプ配管システム

●熱産業機材

工業炉、電熱線、耐火物製品

●環境改善機器装置

ルーカス式焼却装置：被燃物—各種汚泥、各種ゴム屑、タイヤ、廃油スラッジ、他

 **株式会社 リケン**

〒102 東京都千代田区九段北1丁目13番5号
電話 (03) 230-3916 (代表)

技術に生きる リケン

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

依頼試験、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



船舶機装品研究所

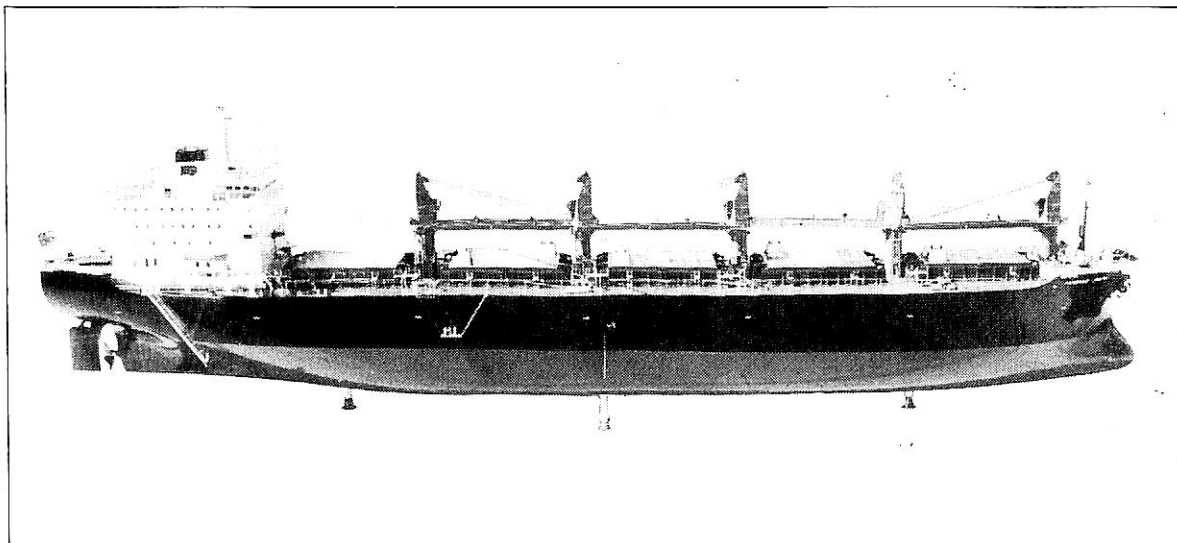
RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

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

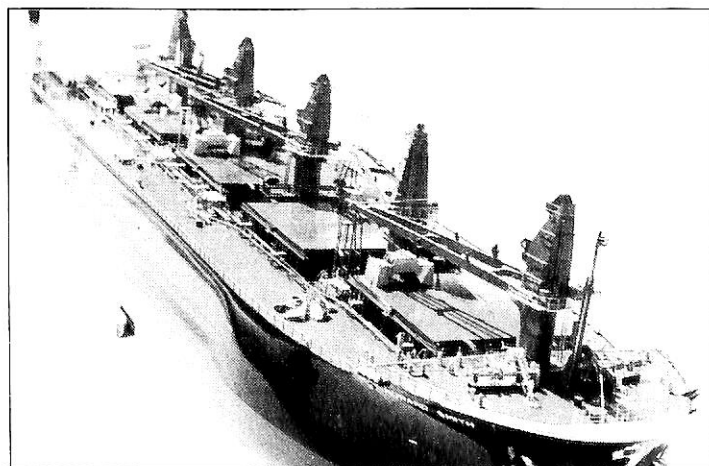
(競艇益金事業)

— 謹 賀 新 年 —

進水記念贈呈用に
不二の船舶美術模型を



37,300DWT 撒積貨物船
M.V. "HOWARD SMITH"
模型縮尺 1/100



株式会社 不二美術模型

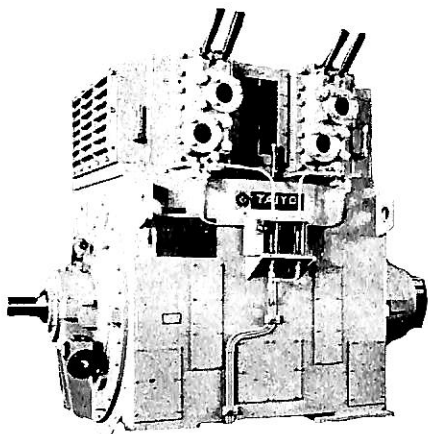
代表取締役社長 桜庭武二

東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京 (998)1586

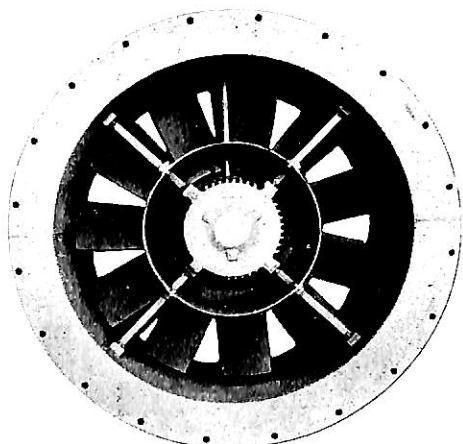
ながい経験と最新の技術を誇る！



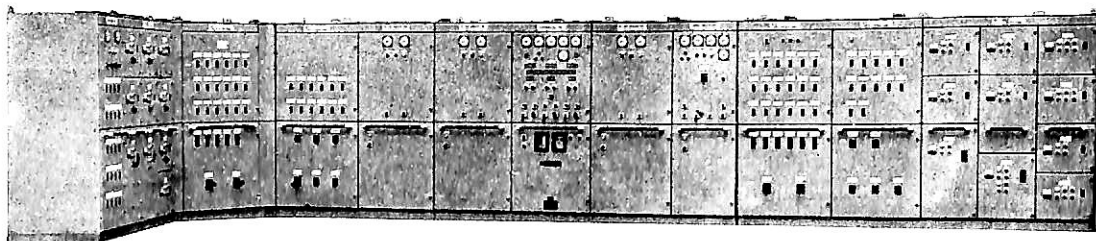
大洋の船舶用電気機器



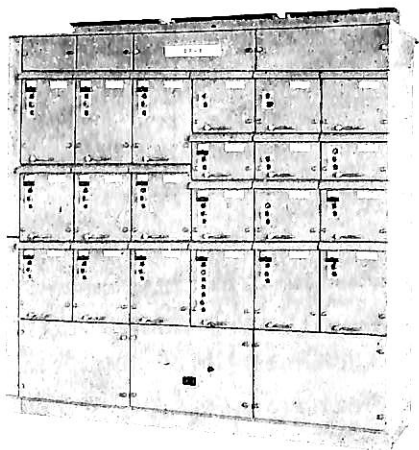
排ガスタービン2極発電機



低騒音軸流通風機



自動化装置組込配電盤



ドローアウト式集合始動器

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
- 各種送風機

 **大洋電機** 株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町3-16

電話 03-293-3061 (大代)

工場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬

営業所 下関・札幌・大阪・釧路

海外 Chicago・Jakarta・Dubai・Abu Dhabi

船の科学

1982

1

Vol. 35

目 次

- 17 新造船写真集 (No. 399)
- 46 日本商船隊の懐古 No. 31 (安洋丸, 天城丸) 山田 早苗
- 49 12月のニュース 編集部
- 50 船舶の自動化と船員制度の近代化 編集部
- 52 年頭所感 野口 節
- 54 第36次撒積貨物船“和歌山丸” 来島 どっく
- 62 私の戦後海運造船史 (25) 米田 博
- 66 米海軍とLM2500ガスタービン 石川島播磨重工業
- 74 高速時におけるプレーニング艇の復原性について(2) 岩井 次郎
- 82 LNG船の就航の記録から(その8)
- 貨物オペレーションの実際(下) 編集部
- 93 第6回船舶制御システムシンポジウム見聞記 鳥野 慶一
- 100 信頼性管理に基づく航空機の整備 高桑 秀雄
- 109 IMCO情報(1) 運輸省安全企画室
IMCO及びIMCO総会の概要・MSCの概要

- 40 Holland America Cruises'
MS "NOORDAM" MS "NIEUW AMSTERDAM"の完成予想図
- 42 Hapag - Lloyd MS "EUROPA"が完成 速水 育三

- 統計資料 世界主要造船国手持工事量 1981年第3四半期 ロイド船級協会
- ニュース 南極地域観測 砕氷船“しらせ”が進水 日本鋼管
- 製品紹介 アメリカ・ザーン社製, 大容量カップリング等3機種発売 シンボ工業
- FR - 240 II 小型レーダー生産10000台達成 占野電気
- 海外技短 多目的高速沿岸警備艇“LEEDS CASTLE” 英国大使館

最新の技術と実績を誇る 福島甲板機械



- 油圧・蒸気・電動各種甲板機械
- デッキクレーン
- アンカー・ハンドリングウインチ
- 電動油圧グラブ



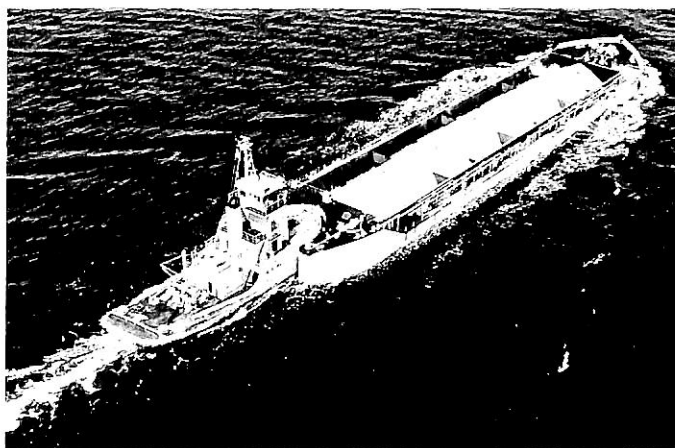
株式会社 **福島製作所**

本社・工場 / 福島市三河北町9番80号 ☎0245(34)3146
 東京事務所 / 東京都千代田区四番町4-9 ☎03(265)3161
 大阪営業所 / 大阪市東区南本町3-5 ☎06(252)4886
 営業所 / 北海道・東北・尾道・下関
 海外駐在員事務所 / ロンドン

“押船—舢舨船団に”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

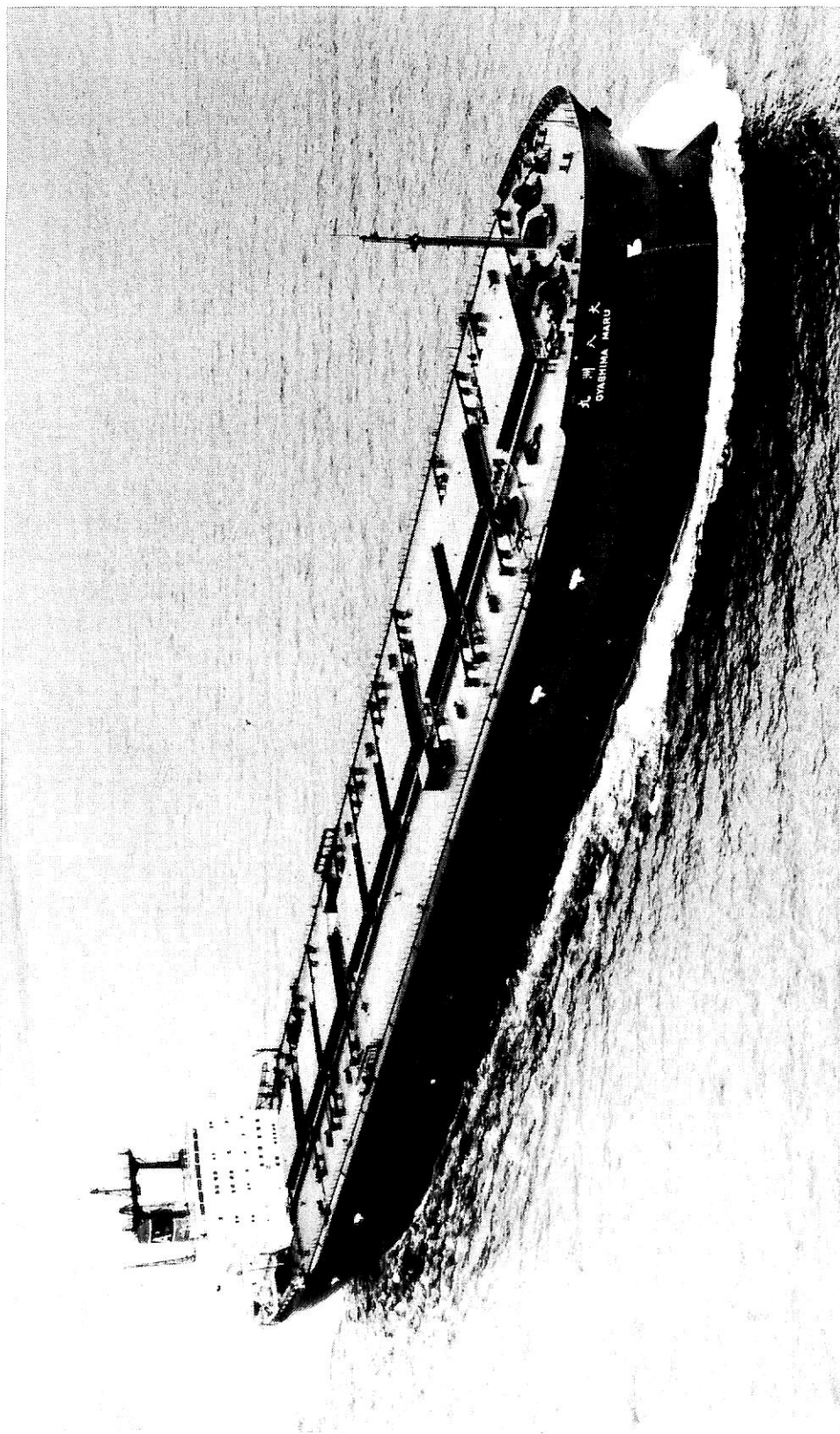


☆ 荒天時も就航可能!

☆ 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



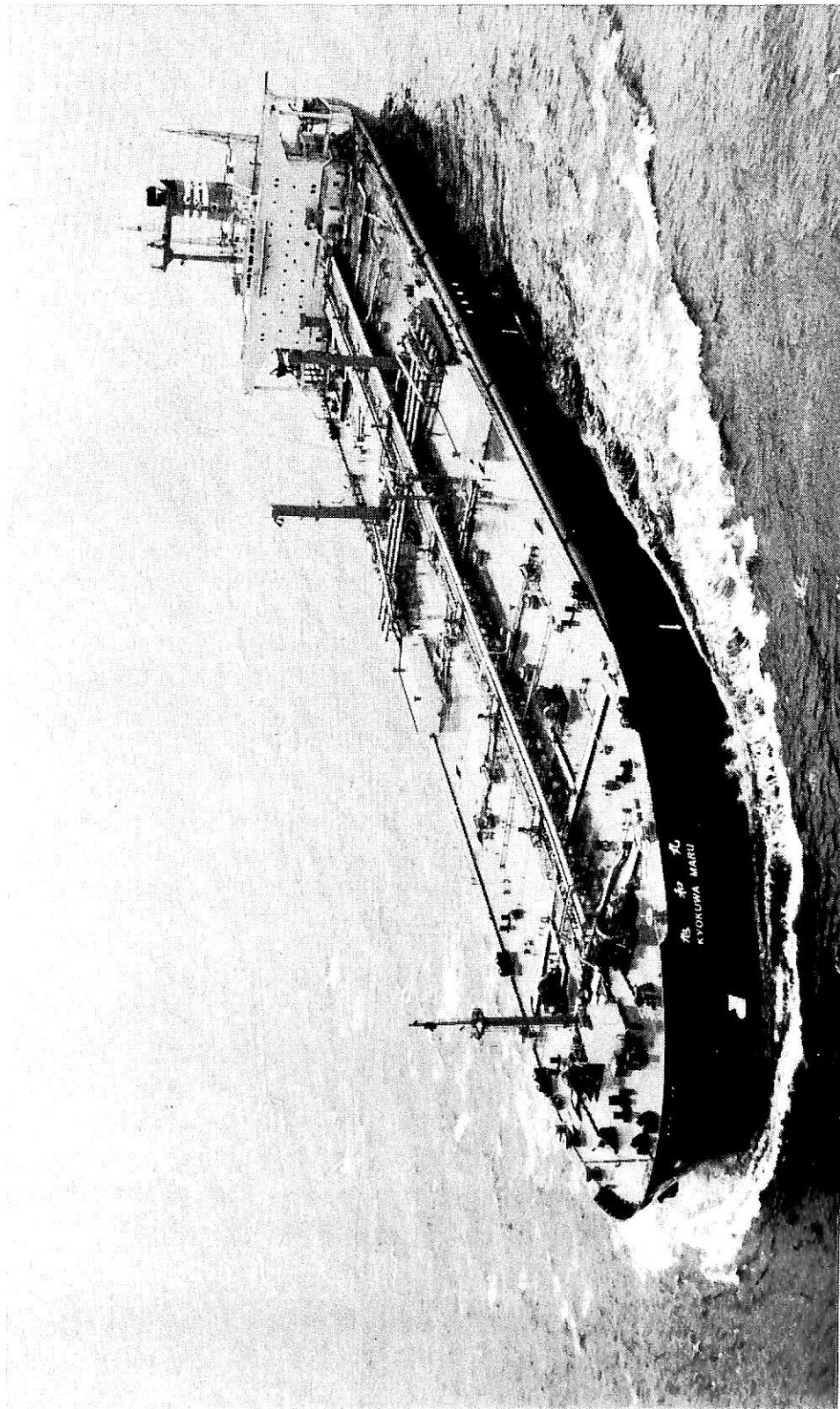
36次鉱石運搬船 大八洲丸 OYASHIMA MARU
 日本郵船株式会社
 旭海運株式会社

三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1879番船)
 全長 260.40 m 垂線間長 248.40 m
 総噸数 77,729.87 T 純噸数 24,687.02 T
 燃料油槽 7,412.2 m³(含A.) 燃料消費量 57.8 t/day
 出力(連続最大) 20,400 PS (90 rpm) (常用) 17,340 PS (85 rpm)
 主気缶 OE-2型 10 kg/cm²×飽和×9,000 kg/h×1
 8 PSHIC-26D 700 kW×720 rpm×1 衝突予防装置 レーダー
 航海計器 デッカ ロラン NNSS 船級・区域資格 NK 選洋
 航路距離 29,600 哩
 。低燃費, 低回航型ロングストロークタイプ主機採用により推進効率の向上並びに燃料の節約を図っている。

竣工 56-9-8
 満載喫水 16.733 m
 船口数 9
 機関×1 5翼1軸
 アロペラ

准水 56-4-17
 型深 23.80 m
 貨物艙容積 87,188.7 m³
 主機械 三菱Sulzer 6RLA 90型(デ)機関×1

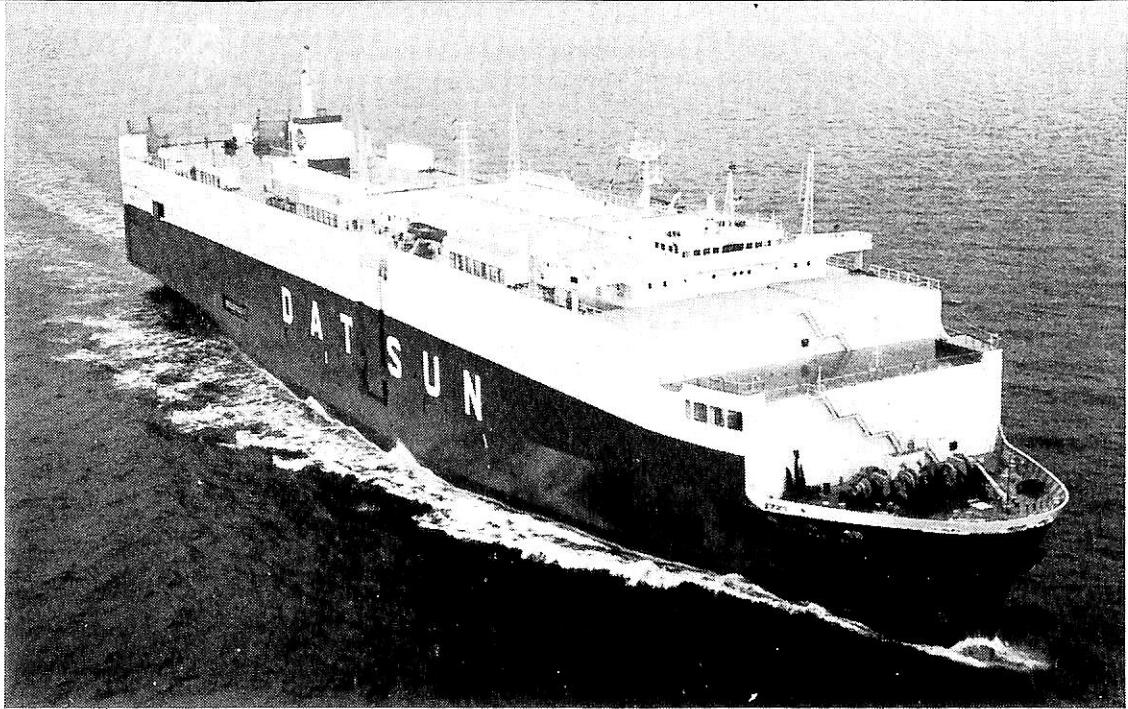
發電機 875 kVA×AC 450 V×2 (原) AT-8-C. 700 kW×1,800 rpm×1,
 無線装置 送 2 受 3 船舶電話 海事衛星装置 VHF
 速力 (試運転最大) 16.75 kn (満載航海) 14.30 kn
 船型 平甲板型
 乗組員 31名



36次油槽船 旭和丸 KYOKUWA MARU 太平洋海運株式会社

三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1875番船)
 全長 241.00m 垂線間長 230.00m
 満載排水量 139,871t 総噸數 70,785.44T
 主 機 三菱 Sulzer 7RLA90 型(チ)機関 × 1
 補給缶 三菱二胴水管 16kg/cm² × 80t/h × 1, 油焚き 16kg/cm² × 5.5t/h × 1
 清水槽 572.3m³ (常用) 18,330PS (86.3 rpm) 補汽缶 三菱二胴水管 16kg/cm² × 80t/h × 2
 発電機 (タ) 大洋電機 770kW × 1, 800rpm × 飽和 × 1, (チ) 600kW × 720rpm × 2 (原) ヤンマー × 2
 (SSB) × 1 (補) 500W × 1 受 (主) 全波 × 2 (補) 中波 × 1 船舶電話 海事衛星装置 VHF
 オメガ NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度 (試運転最大) 16.21kn (満載航海) 14.6kn
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 最大搭載人員 船員 22名 その他 16名

竣工 56-8-28
 満載喫水 15,996m
 貨物油槽容量 139,119.5m³
 燃料消費量 62.9t/day
 燃料最大 23,840PS (93.1rpm)
 無線装置 送 (主) 12kW
 航海計器 デック ロラン
 航続距離 17,000 哩
 外部電源防触装置



自動車運搬船 横 浜 丸 日産専用船運航株式会社
YOKOHAMA MARU

住友重機械工業株式会社追浜造船所建造(第1088番船) 起工 56-3-5 進水 56-6-11 竣工 56-9-22
 全長 190.00m 垂線間長 180.00m 型幅 32.20m 型深 30.55m 満載喫水 8.92m
 総噸数 17,372.20T 純噸数 9,360.66T 載貨重量 17,938t
 Car. Cont. 搭載数 5,594台, 20'×76個又は40'×40個 燃料油槽 2,528m³ 燃料消費量 50.7t/day
 清水槽 380m³ 主機械 住友 Sulzer 7RND 76M型(デ)機関×1 出力(連続最大) 16,800PS (122rpm)
 (常用) 14,280PS (116rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 コンボジット型 1.3t/h×1
 発電機 (デ) 680kW×AC450V×3 無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 110W×1 受(主) 全波×1
 (補) 全波×1 船舶電話 VHF 航海計器 デッカ ロラン レーダー
 速力(試運転最大) 21.305kn (満載航海) 19.4kn 航続距離 16,600哩 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 多層甲板型 乗組員 30名 同型船 追浜丸

- 20 -

ケミカルタンカー RICH ARROW 株式会社富洋海運
リッチ アロー

株式会社白杵鉄工所佐伯造船所建造(第1302番船) 起工 56-2-15 進水 56-5-19 竣工 56-9-19
 全長 148.57m 垂線間長 138.00m 型幅 22.40m 型深 11.70m 満載喫水 9.344m
 総噸数 9,999.59T 純噸数 5,539.31T 載貨重量 18,276t 貨物油槽容積 20,129m³ 主荷油ポンプ
 450m³/h×70m×4, 300m³/h×100m×2 燃料油槽 C 2,036m³ A 149m³ 燃料消費量 31t/day
 清水槽 589m³ 主機械 日立 B&W 6K62 EF型(デ)機関×1 出力(連続最大) 8,300PS (144rpm)
 (常用) 7,600PS (140rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 船用乾燃円缶 12t/h×9.5kg/cm²G
 発電機 西芝 440kW×445V×2 ヤンマー 660PS×720rpm×2 無線装置 送(主) 1kW×1
 (補) 50W×1 受(主) 1 (補) 1 船舶電話 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大) 14.764kn
 (満載航海) 13.5kn 航続距離 12,300哩 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板型
 乗組員 27名 Type II&III





自動車運搬船 神 東 丸 日本郵船株式会社
JINTO MARU

今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1086番船)	起工 56-3-12	進水 56-6-20	竣工 56-9-30
全長 199.40m 垂線間長 186.00m	型幅 30.00m	型深 29.60m	満載喫水 9.318m
総噸数 17,381.26T	純噸数 9,798.17T	載貨重量 17,376t	プロビジョン クレーン 5t×2
Car 搭載数 4,929台	燃料油槽 3,652.73m ³	燃料消費量 49t/day	清水槽 861.58m ³ 主機械
三菱 Sulzer 7RND 76M型(テ)機関×1	出力(連続最大)16,800PS(122rpm)	(常用)14,280PS(116rpm)	発電機
プロペラ 5翼1軸	補汽缶 堅型水管式 7.0kg/cm ²	1,793kg/h(油焚き), 1,600kg/h(排ガス)	無線装置 送(主)1.2kW×1(補)125W×1 受(主)全波×1
ヤンマー 6GL-ST 937.5kVA×3	(補)全波×1 船舶電話	航海計器 デッカ ロラン NNSS レーダー	航続距離 19,700浬
速力(試運転最大)19.248kn (満載航海)17.3kn	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 多層甲板型	乗組員 21名
			同型船 明洋丸

ラテックスタイプ
エポキシタイプ
マグネシヤタイプ
ウレタンタイプ

デッキ舗床材

カタログ見
Tightex
タイテックス

B.O.T承認番号

MC25/8/0113

IMCO214-VII&A-60承認

N. K

N. V

A. B

L. R

B. V

C. R

N. S. C

施工実績数百隻

 太平工業株式会社

本社 京都市右京区三条通り西大路西入 電話(311)1101(代)
出張所 東京都港区白金台4-9-19K.T.Cビル 電話(446)6283
出張所 広島・神戸・呉・長崎



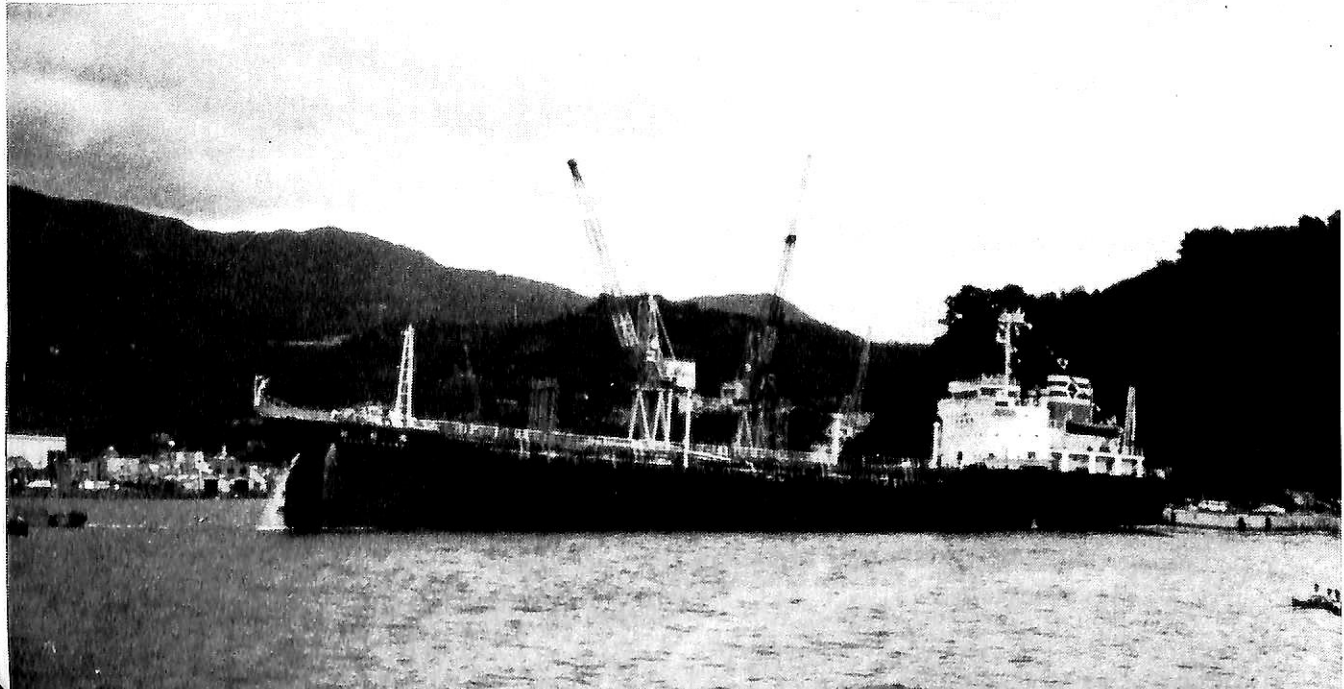
ケミカルタンカー ほたにい とらいでんと 株式会社日豊運輸商会
BOTANY TRIDENT

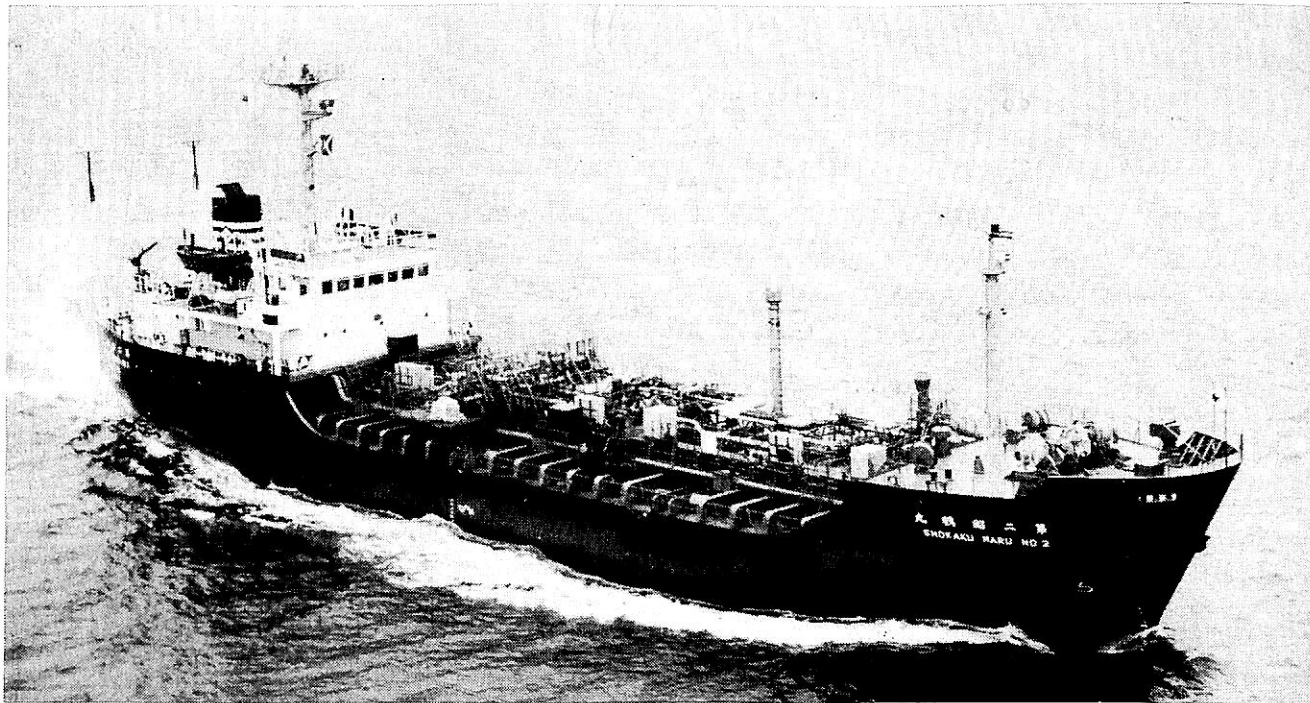
福岡造船株式会社建造(第1090番船) 起工 56-6-2 進水 56-7-21 竣工 56-10-15
 全長 106.14m 垂線間長 98.60m 型幅 16.50m 型深 8.20m 満載喫水 7.215m
 総噸数 3,700T 純噸数 2,500T 載貨重量 6,572t 貨物油槽容積 8,126.125^m
 主荷油ポンプ 500/280^m/h×80^m×2, 200/110^m/h×80^m×3 クレーン 0.9t×1 燃料油槽 A.158.64^m
 C.733.71^m 燃料消費量 12t/day 清水槽 203.35^m 主機械 赤阪6UEC37/88H型
 (テ)機関×1 出力(連続最大)3,900PS(210rpm) (常用)3,510PS(203rpm) プロペラ 4翼1軸
 補汽缶 壘型水管式 5,000kg/h×9kg/cm²×2 発電機 西芝 300kVA×445V×3φ×60Hz×2
 (原)360PS×1,200rpm×2 無線装置 送(主)1kW×1 (補)500W×1 受(主)75W×1 (補)130W×1
 VHF 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大)14.053kn(満載航海)13.0kn 航続距離 13,000浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 国際 船型 船尾機関凹甲板型 乗組員 28名 同型船 Botany Tradition

- 22 -

ケミカルタンカー 昭 龍 丸 矢野海運有限公司
SHORYU MARU

株式会社栗之浦ドック建造(第164番船) 起工 56-4-13 進水 56-5-27 竣工 56-7-15
 全長 103.15m 垂線間長 95.80m 型幅 15.40m 型深 8.00m 満載喫水 6.75m
 満載排水量 7,700.34t 総噸数 2,983.81T 純噸数 1,656.06T 載貨重量 5,734t
 貨物油槽容積 6,089.128^m 主荷油ポンプ 400^m/h×70^m×2, 300^m/h×70^m×2, 150^m/h×70^m×2
 艙口数 18 デリック 0.9t×1 燃料油槽 682.935^m 燃料消費量 141.1g/PS・h 清水槽 183^m
 主機械 赤阪6UEC37/88H型(テ)機関×1 出力(連続最大)3,900PS(210rpm) (常用)3,615PS(199rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 三浦工業 7,300kg/h×10kg/cm²(排ガス付)×1 発電機 大洋電機 200kVA×
 900rpm×240PS×2, 主機駆動 大洋電機 220kVA×900rpm×1 無線装置 送(主)0.5kW×1 (補)75W×1
 受(主)1(補)1 船舶電話 航海計器 レーダー 速力(試運転最大)13.651kn(満載航海)13.271kn
 航続距離 7,000浬 船級・区域資格 遠洋 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 20名 Type II&III





LEG/LPG運搬船 **第二昭鶴丸** 昭和電工株式会社
SHOKAKU MARU No.2 東福汽船株式会社

佐世保重工業株式会社佐世造船所建造(第291番船) 起工 55-10-21 進水 56-6-15 竣工 56-11-10
 全長 73.90m 垂線間長 69.00m 型幅 12.60m 型深 6.30m 満載喫水 4.50m
 総噸数 1,557.53T 純噸数 670.35T 載貨重量 1,543t タンク容積 1,498^m カーゴポンプ
 90^m/h×110^m×6 燃料油槽 200^m 燃料消費量 7t/day 清水槽 85^m
 主機械 阪神 6EL35型(デ)機関×1 出力(連続最大)2,400PS(260rpm)(常用)2,040PS(246rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 395kg/h×5kg/cm²G, 300kg×5kg/cm²G(エコノマイザー)
 発電機 精工社 350kVA×2(原)ヤンマー6AL-UTD×2 無線装置 送(主)0.5kW×1(補)75W×1
 受(主)全波×1(補)全波×1 船舶電話 航海計器 ロラン レーダー
 速力(試運転最大)14.9kn(満載航海)13.5kn 航続距離 6,800浬 船級・区域資格 NK 近海
 船型 凹甲板型 乗組員 16名 同型船 第三太華山丸 ステンレス製・セミメンブレンタンク×3

日本アイキャンの小型
 船用クレーンは、すぐ
 れた設計と、安定した
 製造技術により標準化
 をしています。

9タイプの基本形式とそのバリエーションは、
 高い信頼を得ていろいろな用途に活躍していま
 す。

この安定の“P.Cシリーズ”は、油圧、空気圧、
 電気のどれかを使用して高能率に荷役作業がで
 き、メンテナンス・サービスは簡単、すべてがと
 ても安心な設計です。

●P.C Series
 Principal Standard Specification

Safety Working Load	[Ton]	1.0~10
Slewing Radius	[m]	2.5~20
Hoisting Speed	[m/min]	5~30
Lift	[m]	10~40



●標準仕様のほか、ご要望に応じて製造もいたします。

NIPPON ICAN LTD. 東京都中央区新富1-4-5(新中央ビル8F) 〒104
 TEL: 03(552)7781 TELEX: 2523689 ICANSPJ Cable: ICANSHIP TOKYO

神戸営業所: 兵庫県神戸市中央区中町通り3-1-23(桑田ビル4F) 〒650 TEL: 078(351)6870



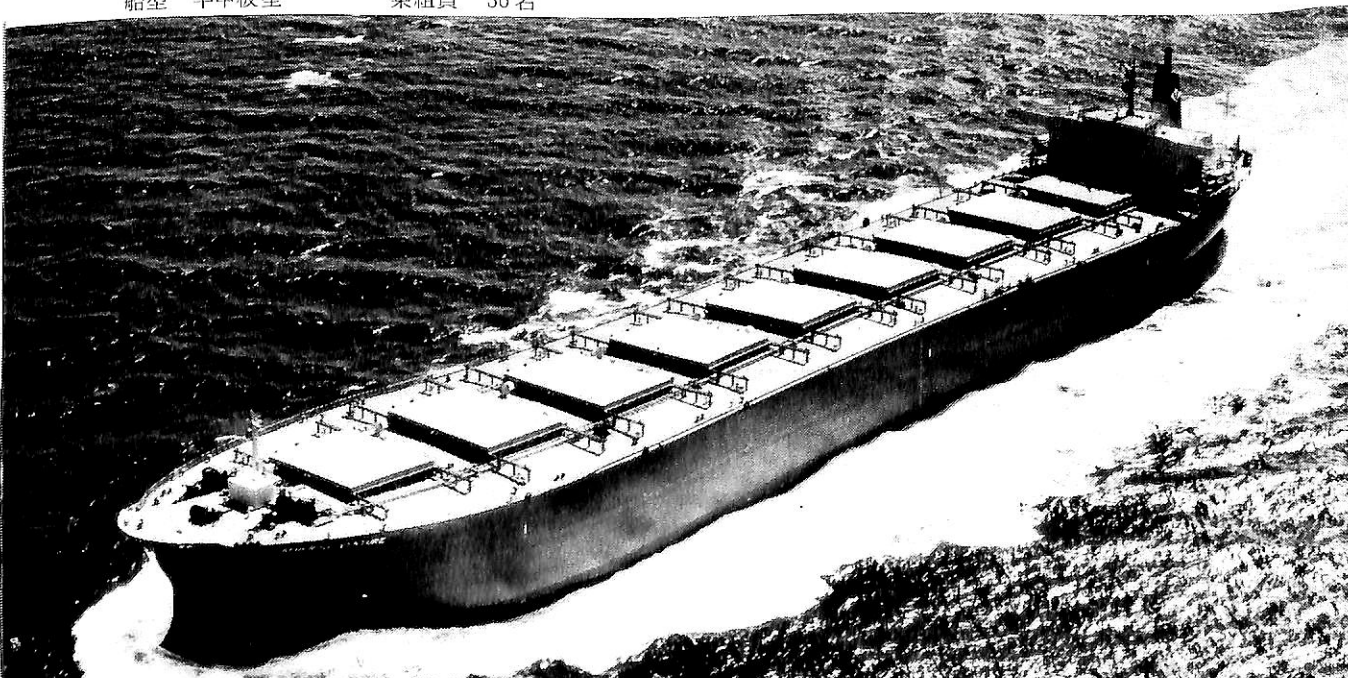
ギャラント ライオン
輸出撒積貨物船 **GALLANT LION**

船主 Gallant Limited (U.K.)
 川崎重工業株式会社坂出工場建造(第1332番船) 起工 56-3-2 進水 56-5-26 竣工 56-9-25
 全長 280.00m 垂線間長 268.00m 型幅 42.00m 型深 23.00m 満載喫水 16.975m
 総噸数 74,297.73T 純噸数 52,093.93T 載貨重量 139,467t 貨物艙容積(グ) 157,144.5m³
 艙口数 9 燃料油槽 5,209.0m³ 燃料消費量 53.7t/day 清水槽 483.4m³ 主機械
 日立B&W5L90GFCA型(デ)機関×1 出力(連続最大)17,600PS(93rpm) (常用)15,840PS(90rpm)
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 横門筒通風油焚き×1 発電機(主)(デ)富士850kVA×1,800rpm×1, (タ)川崎680kW
 ×1,800rpm×1, (主2)(デ)富士850kVA×900rpm×2(原)ダイハツ1,000PS×900rpm×2, (補)富士400kVA×900rpm×1
 (原)ダイハツ480PS×900rpm×1, (非)西芝160kVA×1,800rpm×1(原)ヤンマー190PS×1,800rpm×1 無線装置
 送(主)1.5kW×1(補)0.4W×1 受(主)1, (補)1 VHF 航海計器 ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大)
 16.676kn(満載航海)14.1kn 航続距離 30,300浬 船級・区域資格 BV 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 35名

- 24 -

キャサリン ベンチャー
輸出撒積貨物船 **CATHERINE VENTURE**

船主 Dearne Shipping Limited (Liberia)
 三井造船株式会社玉野事業所建造(第1229番船) 起工 56-3-16 進水 56-7-3 竣工 56-9-29
 全長 263.03m 垂線間長 253.00m 型幅 42.00m 型深 22.80m 満載喫水(型) 16.46m
 総噸数 59,396.96T 純噸数 46,811.40T 載貨重量 129,047t 貨物艙容積(ベ) 136,376.4m³
 (グ)141,604.8m³ 艙口数 9 燃料油槽 4,870.8m³ 燃料消費量 57.9t/day 清水槽 506.6m³
 主機械 三井B&W6L80GFCA型(デ)機関×1 出力(連続最大)18,400PS(106rpm)
 (常用)16,700PS(103rpm) プロペラ 4翼1軸 発電機 AC450V×3φ×60Hz×850kVA×3
 (原)ヤンマー6GL-UT 1,000PS×720rpm×3 無線装置 送(主)1.5kW×1(補)130W×1
 受(主)全波×1(補)全波×1 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)16.57kn(満載航海)14.45kn 航続距離 26,610浬 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 平甲板型 乗組員 36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、吹き付ける水雪、操舵室の窓は、どうしても曇りがちです。

でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス表面に薄い金属膜をコーティングして通電発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜の保護や感電防止も万全です。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)

社 団 法 人
日本造船工業会

会 長 梅 田 善 司

東 京 都 港 区 虎 ノ 門 1 丁 目 15 番 16 号 (船 舶 振 興 ビ ル)
電 話 (502) 2 0 1 0 ~ 1 9



JAPAN SHIP EXPORTERS' ASSOCIATION

日本船舶輸出組合

理 事 長 西 村 恒 三 郎

東 京 都 港 区 虎 ノ 門 1 丁 目 15 番 16 号 (船 舶 振 興 ビ ル)
電 話 本 部 (502) 2 0 9 4 分 室 (508) 9 6 6 1 (代 表)

社 団 法 人
日本中型造船工業会

会 長 甲 佐 泰 彦

東 京 都 港 区 虎 ノ 門 1 丁 目 15 番 16 号 (船 舶 振 興 ビ ル)
電 話 (502) 2 0 6 1 ~ 3, 分 室 (503) 6 4 5 0 · 5 8 · 5 9



財 団 法 人
日本海事協会

会 長 佐 藤 美 津 雄

東 京 都 千 代 田 区 紀 尾 井 町 4 番 7 号
電 話 (230) 1 2 0 1 (代)

社 団 法 人

日本船用工業会

会 長 野 島 富 雄

東 京 都 港 区 虎 ノ 門 1 丁 目 15 番 16 号 (船 舶 振 興 ビル)
電 話 (502) 2 3 7 1 (大 代 表)

財 団 法 人



日本船用機器開発協会

理 事 長 濱 田 昇

東 京 都 港 区 虎 ノ 門 1 丁 目 15 番 16 号 (船 舶 振 興 ビル)
電 話 (502) 2 3 7 1 (大 代 表)



JAPAN SHIP MACHINERY EXPORT ASSOCIATION

社団法人 日本船用機械輸出振興会

会 長 吉 川 武 夫

事務局(本部) 東京都港区虎ノ門1丁目15番16号(船舶振興ビル)電話 03(504)0391
テレックス 222-2548 JSMEA J
海外事務所 サービスセンター ロッテルダム・シンガポール
共同施設(ジエトロ) シンガポール・シドニー・ニューヨーク・ロッテルダム

社 団 法 人

日本船舶電装協会

会 長 長 谷 川 錦 三

東 京 都 港 区 新 橋 3 丁 目 1 番 9 号 (日 本 ガ ラ ス 工 業 セ ン タ ー ビ ル)
電 話 (504) 0 8 5 8



ジャパンライン *Japan Line*

取締役社長 北 川 武

本店 東京都千代田区丸の内 3-1-1 (国際ビル)

電話 東京 (212) 8 2 1 1



“K” LINE 川 崎 汽 船

取締役社長 熊 谷 清

本社 神戸市中央区海岸通り八番
電話 (391) 8 1 5 1 (代)

東京本部 東京都千代田区内幸町 2-1-1 飯野ビル
電話 (506) 2 0 0 0 (代)



日本郵船 **NYK** LINE

取締役会長 菊 地 庄 次 郎

取締役社長 小 野 晋

本社 東京都千代田区丸の内 2丁目 3番 2号 (郵船ビル)

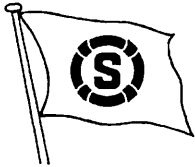


Mitsui O.S.K. Lines

大阪商船三井船舶

取締役会長 永 井 典 彦
取締役社長 近 藤 鎮 雄

本 社 東京都港区虎ノ門2丁目1番1号(商船三井ビル)
電 話 03 (584) 5111 (大代表)



SHOWA LINE

昭 和 海 運

取締役会長 山 田 総 太 郎
取締役社長 石 井 大 二 郎

東京都千代田区内幸町2の2の3(日比谷国際ビル)
電話 (595) 2211(大代表)



Y.S. LINE

山下新日本汽船

取締役会長 村 上 利 雄
取締役社長 堀 武 夫

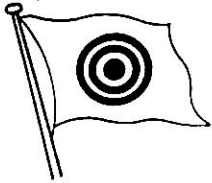
本 社 東京都千代田区一ツ橋1-1-1
電 話 (2 8 2) 7 5 0 0



新 和 海 運

取締役社長 木 村 一 夫

本 社 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号 (富国生命ビル)
電話 03 (597) 6076 (番号案内席)



三 光 汽 船 株 式 会 社

代表取締役会長 岡 庭 博
代表取締役社長 吉 田 寛

東京本部 東京都千代田区有楽町1丁目12の1 (新有楽町ビル) 電話03(216)6261
大阪本社 大阪市西区京町堀1丁目8の5 (明星ビル) 電話06(443)1151



東 京 タ ン カ ー 株 式 会 社

取締役社長 渡 邊 良 一

本 社 東京都港区西新橋1丁目3番12号 (日石本館)
電 話 東京 (502) 1511 (代表)



第 一 中 央 汽 船 株 式 會 社

取締役社長 森 田 謙 一 郎

本 社 東京都中央区日本橋3の5の15 (同和ビル)
電話 東京 (278) 6800 (代表)



明治海運株式会社

代表取締役社長 内田 勇

東京本部 東京都港区西新橋1丁目4番7号(桜田ビル) 電話 東京 (580)7311 (代表)
本社 神戸市中央区明石町32 電話 神戸 (331)3701 (代表)



日正汽船

取締役社長 三根 大八

本社 東京都港区虎ノ門3丁目8番21号(第33森ビル) 東京 (438)3511



日邦汽船

取締役社長 千葉 剛太郎

本社 東京都中央区京橋1-11-8 (西銀ビル)
電話 (567) 0981 (代表)



栗林商船株式会社

取締役社長 栗林 定友

本社 東京都千代田区丸の内2-4-1 (丸ビル)
電話 東京 (201)1651 (代表)



船 出 之 日

取締役社長 内 田 良 平

本 社 東京都千代田区丸の内1丁目2番1号(海上ビル) / 電話 東京(216)5311(大代)



運 海 洋 雄

代表取締役会長 山 腰 嘉 正

代表取締役社長 岡 田 良

本 社 東京都中央区日本橋2-14-9(加商ビル)
電 話 東 京 (274) 5 2 5 1

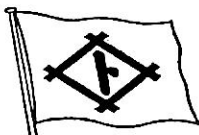


大 洋 商 船 株 式 会 社

取締役社長 中 部 謙 次 郎

東京都千代田区丸の内1丁目2番1号(海上ビル) 電話 東京(213)4351(代)

I I N O 飯 野 海 運 株 式 會 社 L I N E S



飯 野 海 運 株 式 會 社

取締役社長 岡 村 福 男

本 社 東京都千代田区内幸町2-1-1
電 話 (506) 3000



太平洋海運

取締役社長 山地 三平

東京都千代田区丸の内2-4-1 (丸ビル)
電話 (201) 2166 (代表)



太平洋沿海汽船株式会社

取締役社長 藤井 圭三

専務取締役 岡田 茂秀

本社 〒100 東京都千代田区大手町2の6の2 (日本ビル)
電話 東京 (270) 2708 (代)



A-U-LINE

英雄海運株式会社

取締役社長 森 茂太郎

本社 東京都中央区入船3丁目1番13号
電話 03 (553) 1461 (大代表)



海のバイパス

日本カー・フェリー

取締役社長 佐島 博之

本社 東京都中央区京橋2丁目8番7号(中央公論ビル)
電話 03 (563) 5351 (代表)

七つの海の情報を読み取る

TAKAYA

Shipping Co., Ltd. Tokyo.



TELEXES : J28878 / J23388 (OVERSEAS) -
2226641 / 2226643 (DOMESTIC)
TELEGRAM : TRIOCHART TOKYO
TELEPHONE: TOKYO (03) 503 - 1941 - 5

Specializing in Dry Cargoes
Tankers
Sales & Purchase



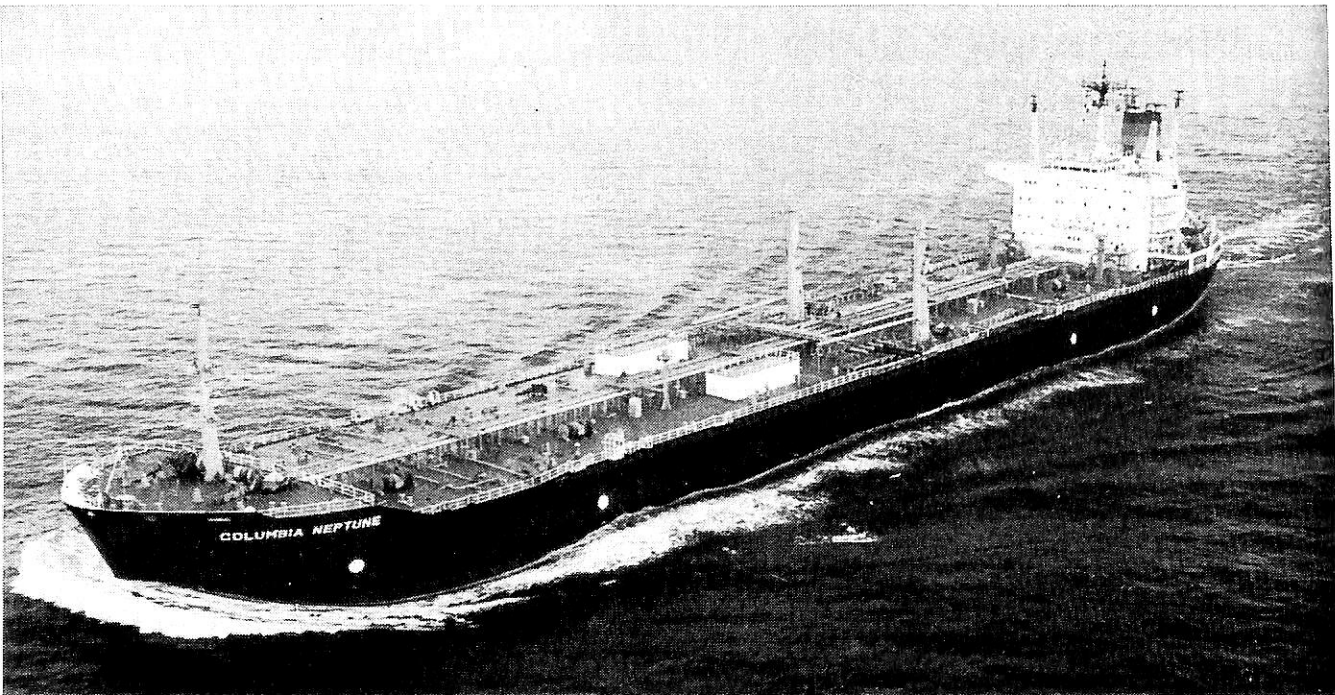
バイオニア スピリット
輸出撒積貨物船 **PIONEER SPIRIT**

船主 Eastern Bulkship S.A. (Panama)
 幸陽船渠株式会社建造(第1020番船) 起工 56-4-22 進水 56-7-15 竣工 56-9-25
 全長 223.00m 垂線間長 215.39m 型幅 32.20m 型深 17.90m 満載喫水 18.02m
 満載排水量 73,401t 総噸数 29,414.45T 純噸数 21,550.29T 載貨重量 60,953 Lt
 貨物艙容積(ベ) 68,587.7m³ (グ) 70,010.2m³ 艙口数 7 燃料油槽 3,828.51m³ 燃料消費量 36.2t/day
 清水槽 287.57m³ 主機械 三井B&W 7L67 G FCA型(デ)機関×1 出力(連続最大) 18,100 PS (119rpm)
 (常用) 11,100 PS (112.6rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 大阪ボイラー 堅型横煙管式 1,200 kg/h ×
 7 kg/cm² × 1 発電機 大洋電機 450V × 625kVA × 60Hz × 750 PS × 720 rpm × 3
 無線装置 送(主) 1.5kW × 1 (補) 50W × 1 受(主) 100kHz × 1 (補) 100kHz × 1 船舶電話 海事衛星装置 VHF
 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大) 16.952kn (満載航海) 14.400kn 航続距離 30,800浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 30名 同型船 San San Venture

ネアポリス
輸出油槽船 **NEAPOLIS**

船主 Maritime Petroleum Carriers Ltd. (Greece)
 石川島播磨重工業株式会社相生第一工場建造(第2741番船) 起工 56-2-17 進水 56-5-11 竣工 56-9-21
 全長 228.55m 垂線間長 219.00m 型幅 32.20m 型深 18.90m 満載喫水 12.210m
 総噸数 30,622.21T 純噸数 23,453.08T 載貨重量 60,525t 貨物油槽容積 71,501.9m³
 主荷油ポンプ 1,500m³/h × 120m × 4 デリック 15t × 2 燃料油槽 3,935.0m³ 燃料消費量 45.4t/day
 清水槽 398.8m³ 主機械 IHI Sulzer 6 RND 76 M型(デ)機関 × 1 出力(連続最大) 13,680 PS (112rpm)
 (常用) 12,310 PS (108.1rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 IHI-ADM型 発電機
 16 kg/cm² G × 飽和 × 25t/h × 2, 排エコ IHI 強制循環型 7kg/cm² G × 飽和 × 1.5t/h × 1
 (デ) AC 620kW × 60Hz × 450V × 720rpm × 3 (原) ヤンマー × 3 無線装置 送(主) 1.5kW × 1
 航海計器 レーダー 速力(試運転最大) 15.60kn (満載航海) 14.9kn 航続距離 23,300浬
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 37名 パナマックス タイプ

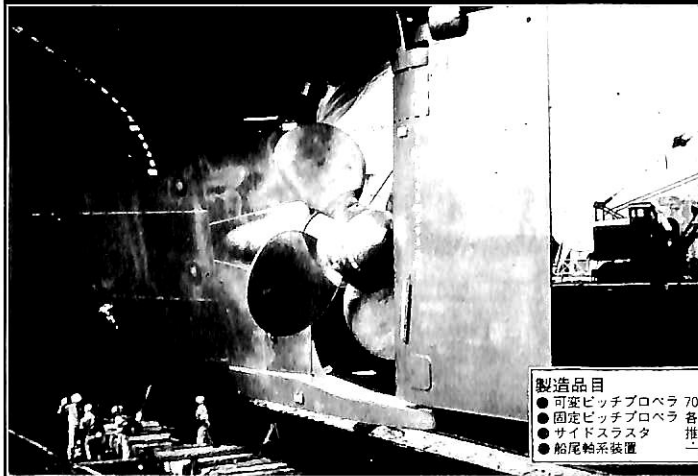




輸出油槽船 **コロンビア ネプチューン**
COLUMBIA NEPTUNE

船主 Intercon Petroleum Carriers Inc. (Liberia)
 常石造船株式会社建造(第472番船) 起工 56-4-7 進水 56-6-16 竣工 56-9-30
 全長 225.500m 垂線間長 216.000m 型幅 32.200m 型深 19.000m
 満載喫水(ext.) 12.214m 総噸数 30,608.76T 純噸数 21,777.95T 載貨重量 60,068t 貨物油槽容積 74,386.1m³
 主荷油ポンプ 2,500m³/h×125m×2 デリック 15t×2 燃料油槽 2,681.3m³
 燃料消費量 43.8t/day 清水槽 255m³ 主機械 三井B&W7L67GFCA型(デ)機関×1 出力(連続最大) 15,200PS(123rpm)(常用)12,900PS(116.5rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 三井WTA-40M
 発電機 大洋電機 480kW×1,(タ)(原)Shinko DN12-3×1,大洋電機(デ)480kW×2 (原)ヤンマーT220L-UT×2
 無線装置 送(主)1.2kW×1 (補)75W×1,受(主)全波×1(補)全波×1 船舶電話 VHF
 航海計器 デッカ ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大)16.17kn (満載航海)14.7kn
 航続距離 17,700浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 27名 その他7名

省エネルギー対策にピタリ!!



製造品目
 ● 可変ピッチプロペラ 70~15,000 PS
 ● 固定ピッチプロペラ 各種
 ● サイドスラスト 推力0.5~20.0
 ● 船尾軸系装置 一式

3000 台を超える
実績と信頼性

全国40カ所のサービス網完備



かもめ
可変ピッチ
プロペラ

運輸大臣認定製造事業場
かもめプロペラ株式会社

本社 横浜市戸塚区上突部町690 ☎245 ☎(045)811-2461(代表)
 東京事務所 東京都港区新橋5-34-7 2階2三栄ビル ☎165 ☎(03)431-5438・434-3939



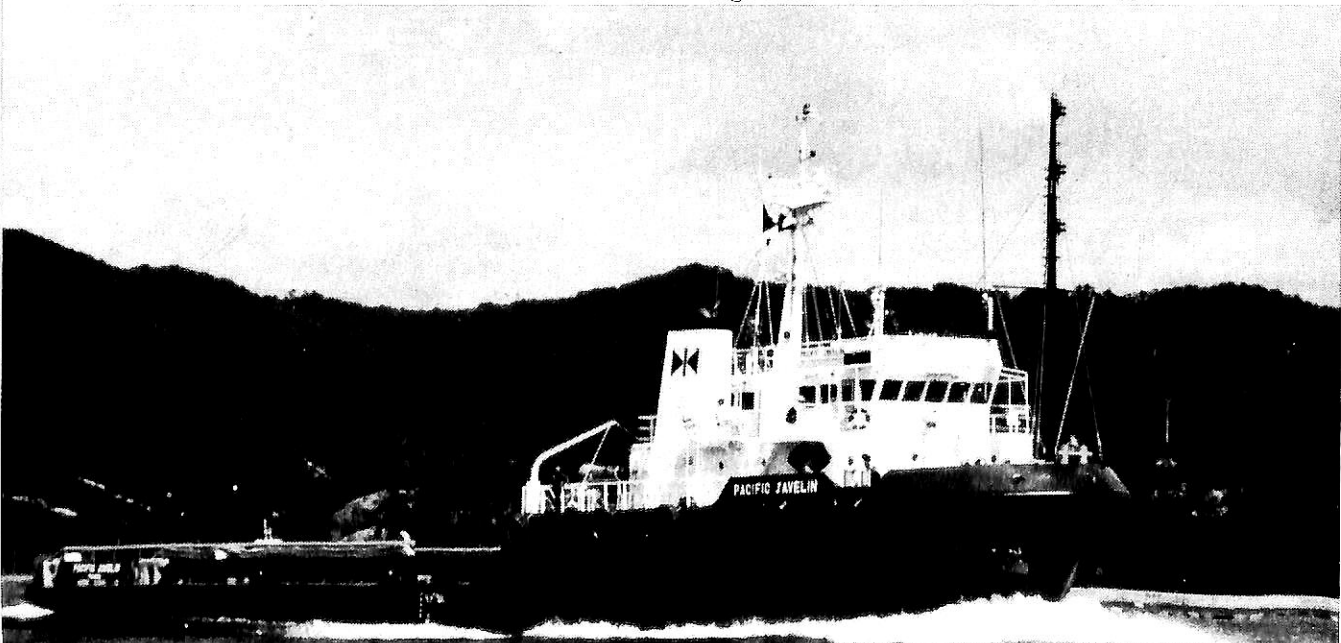
オリオン
輸出海洋調査船 (HI-92) **B.A.E. ORION**

船主 Instituto Oceanografico, de la Armada del Ecuador (Ecuador)
 石川島造船化工機株式会社建造(第519番船) 起工 56-2-25 進水 56-6-15 竣工 56-10-21
 全長 70.20m 垂線間長 64.2m 型幅 10.70m 型深 5.4m 満載喫水 3.610m
 総噸数 1,105.29T 純噸数 348.00T 載貨重量 468.62t クレーン 全旋回式 5t×18m/min
 燃料油槽 236.58m³ 燃料消費量 7.65t/day 清水槽 154.64m³ 推進用モーター 西芝全閉空冷
 サイリスター レオナード方式直流モーター 出力(連続最大) 350kW×2(310rpm) プロペラ 4翼2軸
 補汽缶 タクマ 5kg/cm²G×661kg/h×飽和×1 発電機 西芝600kW×AC450V×60Hz×1,800rpm×3
 (原)GM 900PS×1,800rpm×3 無線装置 送(主)0.4kW×1(補)100W×1 受(主)全波×1
 (補)全波×2 船舶電話 VHF 航海計器 オメガ NNSS レーダー 速度(試運転最大)12.64kn
 (常備航海)12.0kn 航続距離 6,000浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 長船首楼型 乗組員 45名
 ○パウスラスター, サーベイボート×2, 観測用ウインチ×4, ギヤロス×2, その他観測・調査機器一式

38

パンフィック ヤベリン
輸出 アンカーハンドリング タグ **PACIFIC JAVELIN**

船主 Swire Marine Corp. (Panama)
 寺岡造船株式会社建造(第207番船) 起工 56-3-27 進水 56-6-20 竣工 56-8-11
 全長 57.70m 垂線間長 52.50m 型幅 12.20m 型深 4.50m 満載喫水 3.90m 満載排水量
 1,961.05t 総噸数 801.77T 純噸数 393.00T 載貨重量 1,091.37t 燃料油槽 548.74m³
 燃料消費量 11.0t/day 清水槽 275.50m³ 主機械 ヤンマー 6ZET型(デ)機関×2
 出力(連続最大)1,800PS×2(680rpm) (常用)1,530PS×2(644rpm) プロペラ 4翼2軸
 発電機 神鋼電機 445V×200kVA×3 (原)ヤンマー6HAL-HTN 240PS×1,800rpm×3 無線装置
 送(主)0.14kW×1 VHF 航海計器 レーダー 速度(試運転最大)13.32kn (航海)12.30kn
 航続距離 12,000浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 29名
 同型船 Pacific Spear ○Anchor Handling/Towing Winch 125/15t×2.4/45m/min×1
 ○パウスラスター 4t, Bulk Tank 1250ft³×4, Deck Cargo 500t, ベッカラダー, コルトノズル付プロペラ



南極地域観測

砕氷艦“しらせ”が進水

日本鋼管・鶴見製作所では、12月11日防衛庁向け南極地域観測砕氷艦“しらせ”の命名・進水式を行なった。

同社では、“しらせ”の開発にあたっては、“ふじ”の実績を生かしつつ、近年発展してきた氷工学理論を駆使し、模型によるサロマ湖の氷海あるいは防衛庁の委託による西ドイツ・ハンブルグの氷海再現水槽での実験を繰返し行なってきた。この結果生まれる“しらせ”は、世界的にも最大級、最新鋭の砕氷艦といえる。

“しらせ”の特色

- 1) “ふじ”に比べ、排水量が約2倍、馬力で2.5倍と大型化しており、その結果、物資輸送能力は約1,000トン（“ふじ”は約500トン）、連続砕氷能力は氷厚1.5m（“ふじ”は約0.8m）と、それぞれ約2倍となっている。
- 2) 厳しい自然条件下でも十分に性能が発揮できるよう構造は強固になっており、船体外板部の板厚は最大45mmで、低温用高張力鋼板が各所に使用されている。また、砕氷、氷圧からの脱出に最適な船型となっている。
- 3) 砕氷時に繰返し行う前進・後退をスムーズに行えるよう、電気推進方式が採用されている。また、“ふじ”の運航経験を生かし、推進出力には十分な余裕がとられている。
- 4) 南極における物資輸送をスムーズに行うため、貨物用大型ヘリコプター2機のほか、氷状偵察用ヘリコプター1機を搭載することが可能となっている。
- 5) 機関・電気関係では、自動監視記録装置の導入など、大幅な自動化が取入れられ、また遠隔操縦も可能である。
- 6) その他、居住性の向上や、衛星航法装置、衛星通信装置の導入など、細かい配慮がなされている。

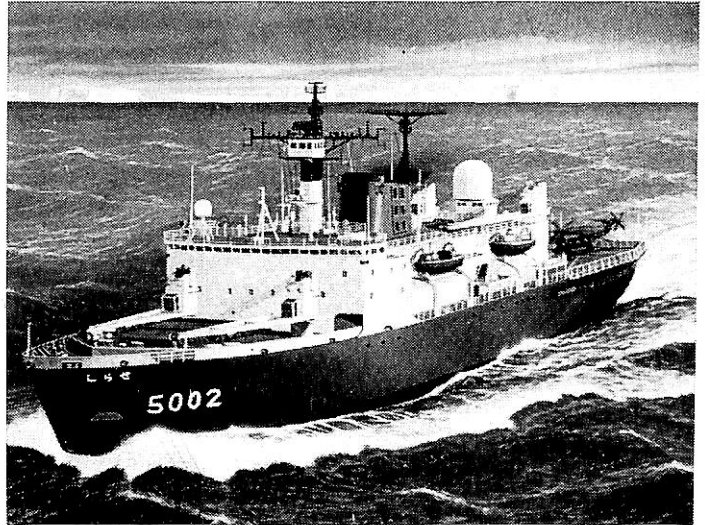
“しらせ”の概要(カッコ内は“ふじ”の主要目)

1) 建造工程

起工	昭和56年3月5日
進水	昭和56年12月14日
竣工予定	昭和57年11月15日

2) 主要目

全長	134m	(100m)
最大幅	28.0m	(22.0m)
深さ	14.5m	(11.8m)
喫水	9.2m	(8.1m)
基準排水量	11,600トン	(5,250トン)

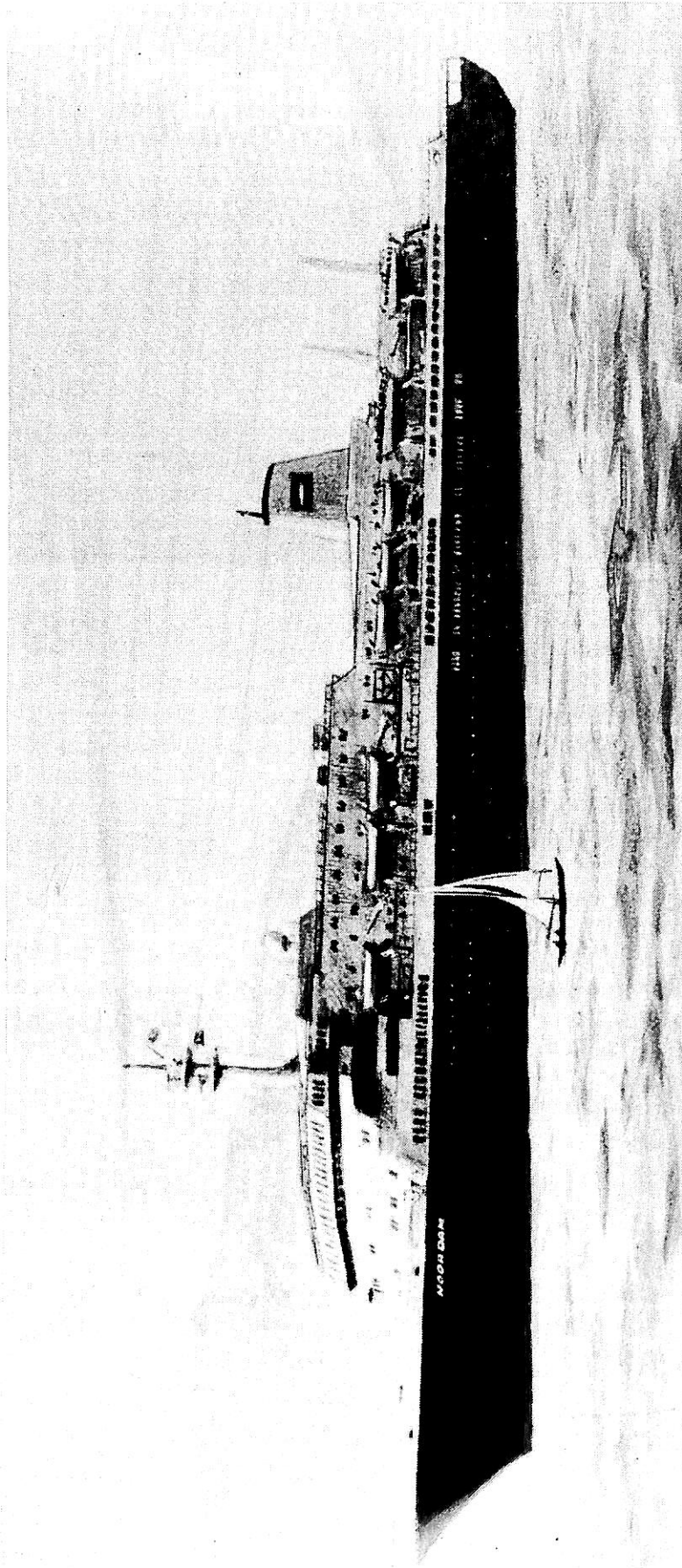


“しらせ”完成予想図



進水する“しらせ” 船首下方に見えるのはフロート(浮力タンク)で進水の際船底部を海底面に付けないためのもので、同様のものは船首部にも付いている。

主機関	三井12V42Mディーゼル発電機関	6基
	推進用直流電動機	3,680kW 6基
	(横浜MANV8Vディーゼル機関	4基)
	推進用直流電動機	2,250kW 4基)
軸馬力	30,000馬力	(12,000馬力)
軸数		3 (2)
最大速力	約19ノット	(約16ノット)
最大搭載人員	約230名	(約230名)
乗組員	約170名	(約180名)
観測隊員など	約60名	(約50名)

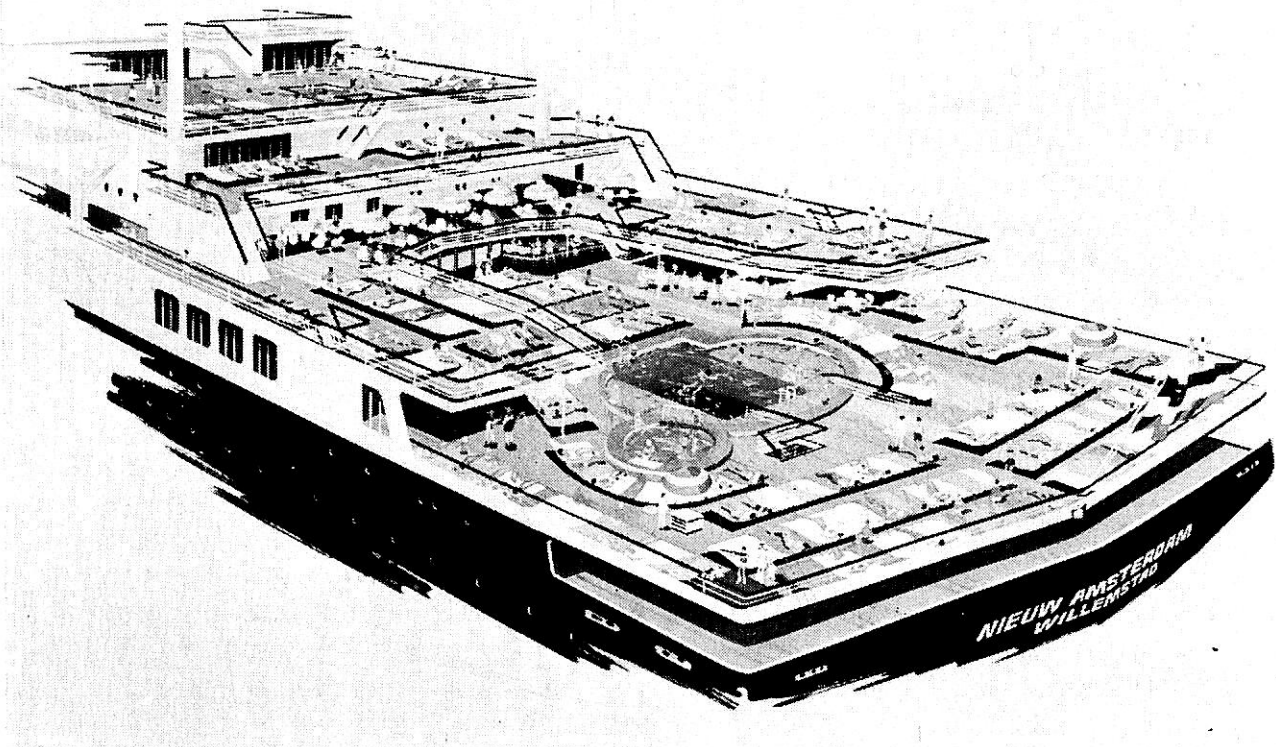


Holland America Cruises'

MS "NOORDAM" (32,000grt) to enter in service in January, 1984

sister ship to the MS "NIEUW AMSTERDAM" scheduled to complete in March, 1983

速水育三氏提供



Stern sports center on the \$135-million luxury liner,
MS "NIEUW AMSTERDAM"



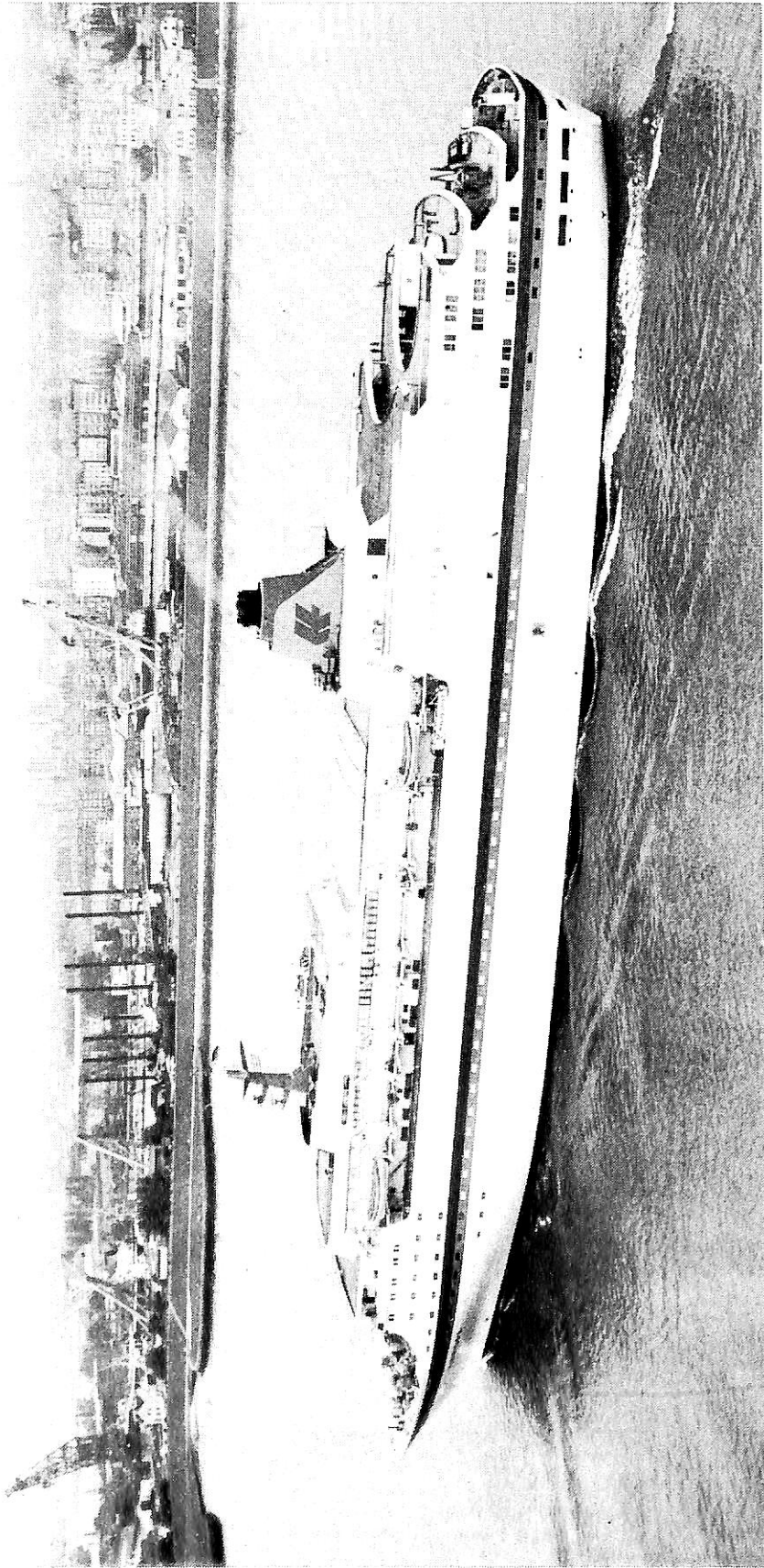
業務内容

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



Going down the River Weser for 65-hour trial runs
on the North Sea

MS EUROPA

西独 Hapag-Lloyd の MS EUROPA(35,000grt)は1981年9月末、Bremen の Vulkan 造船所を出て Weser を下江、North Sea で65時間間の試運転を行った。

35,000 tons の客船でありながら、船客定員は600名の過少であり、プルマン・バースを使用しても758名にすぎないのに対し、乗組員は280名で、サービスのより充実が計られている。委細は、完工後に譲りたい考えである。

速水育三氏提供



Typical outside double-bedded cabins

MS EUROPA

— 43 —

Living area of the double-bedded cabins

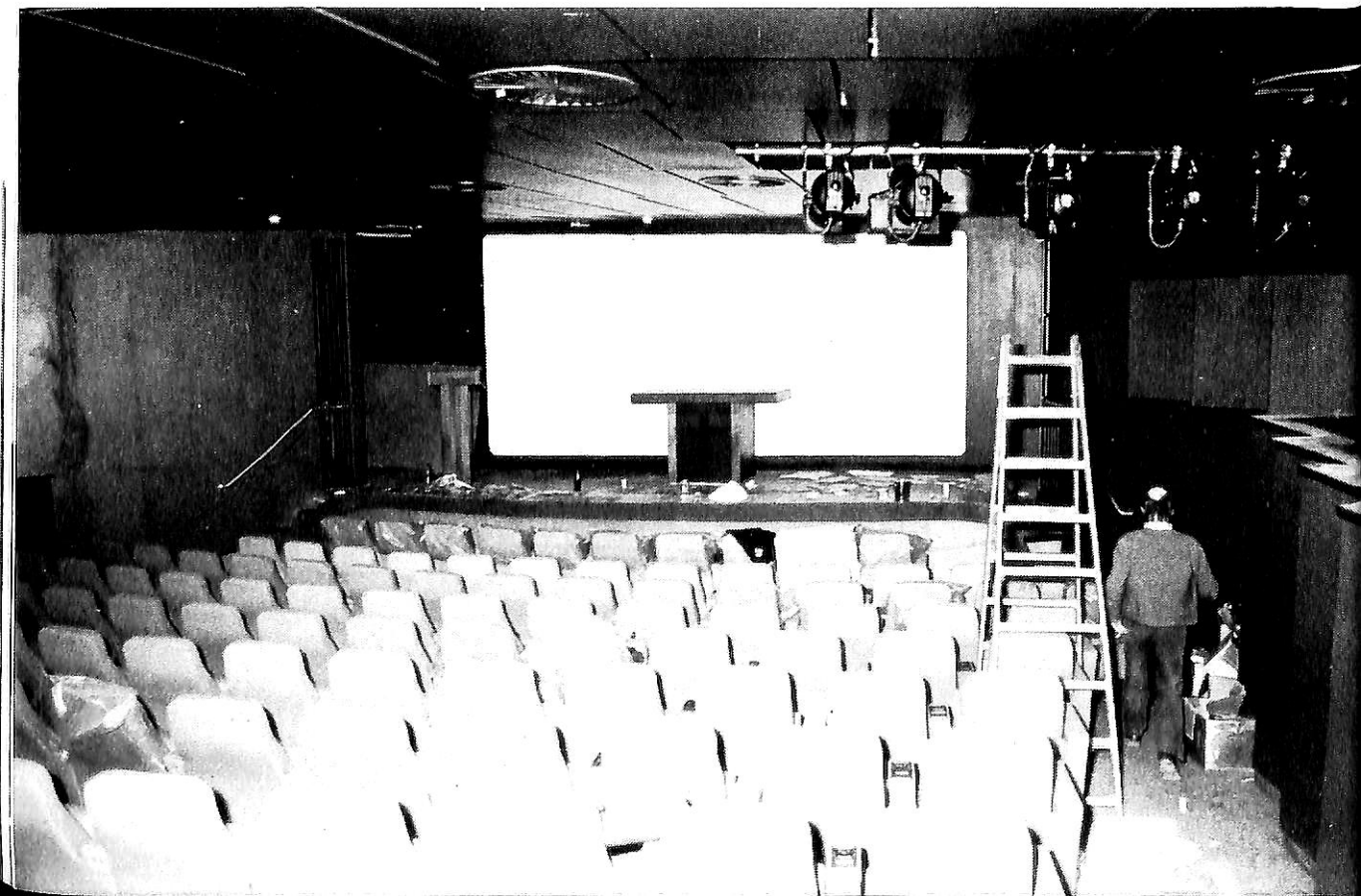


An example of ►
the bath room



- 44 -

Almost finished
theater





One of almost-finished bars

MS EUROPA

— 45 —

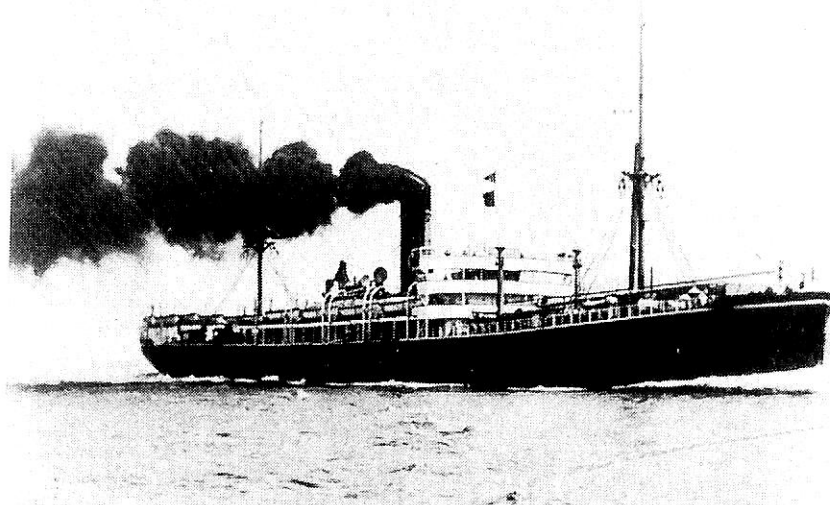
One of propellers fitting to shaft



日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

貨客船 安 洋 丸 東洋汽船→日本郵船→南洋海運



三菱重工業(株)長崎造船所建造(第229番船)	船舶番号 16282	船舶信号 MGBS→JAYD
起工 明44-9-9	進水 大2-1-26	竣工 3-6-3
型幅 18.29m	型深 9.94m	垂線間長 140.21m
載貨重量 12,424t	満載喫水 9.14m	純噸数 5,741T
出力 (連続最大) 7,850PS (計画) 5,200PS	主機 総噸数 9,534T	速力 (試運転最大) 15.311kn
船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋区域	鋼船 ロイド100A1 LMC with free board	BS MS
旅客 1等32名, 2等62名, 3等596名	準姉妹船 楽洋丸, 墨洋丸, 銀洋丸	船籍港 横浜→東京

活況を呈していたアメリカ移民も次第に制限され始めた明治の終り頃になって、新たに南アメリカに活路を求めざるを得なくなってきた。これに応じて東洋汽船では南米航路に移民専用船を新造することになり明治29年10月1日施行された造船奨励法の適用を受けて本船を三菱長崎に発注した。

本船は鋼製の三層遮浪甲板船で、短艇甲板、船橋楼甲板、船尾楼甲板と遮浪甲板上に5コの艙口を有していた。短艇甲板上最前部右舷に船長室その他は高級士官室が配置され、両舷には9.24mの大型救命艇8隻と6.73mと7.34mの伝馬船が装備されていた。煙突後方には1等喫煙室があり、周囲に長椅子をめぐらし、中央にはテーブル・椅子、左舷側には酒場も用意されていた。天井には天窗があり自然の光を導入した。船橋楼甲板室最前部は1等食堂で4コの長テーブルに32コの椅子が配置されていた。食堂の後方の両舷に1等船室2人部屋が10コあり、その後方に士官室が並び、右舷後方に2等喫煙室があった。

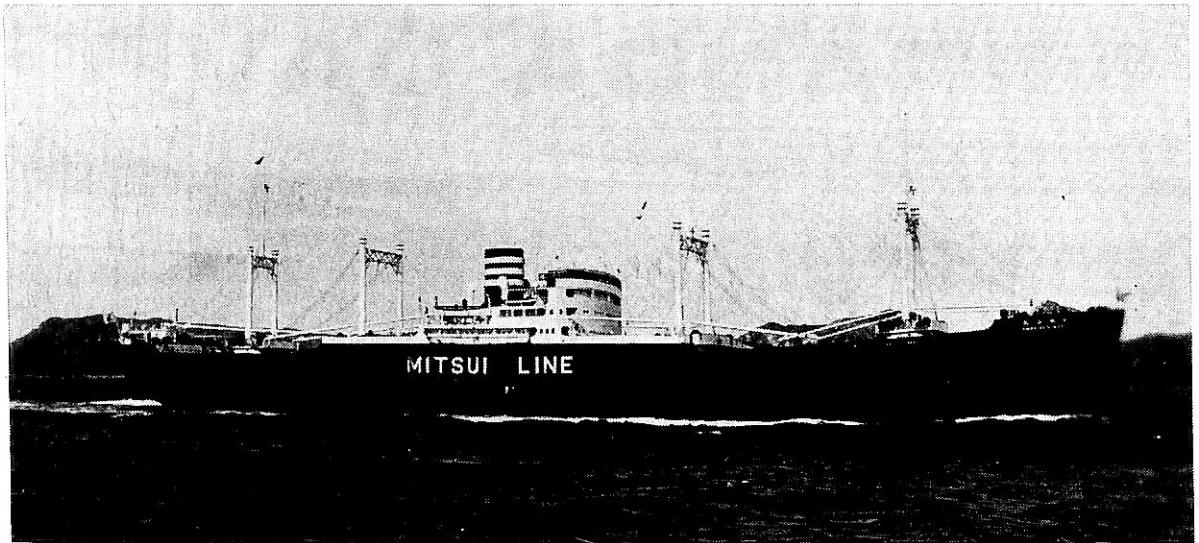
船尾楼甲板上には8.58mの大型救命艇8隻が装備され、その下段の甲板室には定員5名の男子病室と3名定員の女子病室があった。上甲板上後方には374名定員の支那人船客室があり、その後方に2等船室及び2等食堂とつゞき、さらに後方に186名の日本人用3等船室があった。

第2甲板上後方には148名定員の日本人用3等船室があった。本船の主機は我国最初のパーソンズギヤードタ

ービン2組であった。大正2年5月29日長崎港外にて公試運転を実施、最高速力15.311ノットを記録し、竣工とともに南米西岸線に就航した。大正15年3月19日東洋汽船が日本郵船に吸収合併されるに及び本船も移籍され引続き同航路に就航していた。昭和5年4月新造船平洋丸の就航により本航路を撤退し、10月20日より因島にて係船される。その後一時孟買航路に配船されたが昭和8年5月から再び玉にて係船。昭和9年7月、日下部汽船に備船されカムチャッカ方面への食糧・物資の輸送に従事した。昭和16年10月18日陸軍に徴傭され軍用船となり、11月13日午後0時30分字品を出港、上海、高雄を経て馬公に集結、待機の後18日正午リンガエンに向う輸送船団の第2船隊第8分隊に加わって出撃、22日午前1時10分リンガエン泊地に進入部隊を敵前揚陸する。一旦高雄にもどった後香港攻略を終えた第38師団を乗せカムラン湾に集結、2月14日深夜スマトラ東岸バンカ島のムントク泊地に部隊を揚陸、3月2日シンガポールにもどる。

3月12日にはシンガポールより近衛師団小林支隊を北スマトラ、コタラジャに揚陸、その後徴傭解除となり船舶運管会の使用船として活躍中、昭和20年1月8日午後8時47分モタ30船団に加わって佐世保より高雄に向う途中、台湾西岸の白沙岬沖にて米潛 Barb (SS 220) の雷撃を受け3分間で沈没した。北緯24度34分、東経120度37分の地点であった。

貨物船 天城山丸 三井物産船舶部



三井物産(株)造船部玉工場建造(第196番船)	船舶番号 38579	船舶信号 JUSI
起工 昭7-12-22 進水 8-11-6 竣工 8-12-26	全長 144.04m	垂線間長 137.16m
型幅 18.28m 型深 11.27m	満載喫水 8.4m	総噸数 7,624.0T
載貨重量 9,825.0t	主機 三井B & W DM662-140型直接逆転複動二衝程無気噴油式(デ)機関×1	純噸数 4,713.0T
出力(連続最大) 8,407PS (計画) 7,000PS	速力(試運転最大) 19.896kn (満載航海) 16.0kn	
船級・区域資格 逓信省 第1級船 遠洋区域 鋼船	ロイド 100A1 with free board	
LMC RMC DBS	姉妹船 吾妻山丸	船籍港 神戸

政府の第1次船舶改善助成施設法適用の第2船として三井物産がニューヨーク航路に投入するために建造した快速船で、規定により解体見合船として天城山丸(初代)、三陽丸、北海丸、第8多間丸の4隻をこれに当てる。

本船は三島型船で、船首はやや湾曲して前方に傾斜し、船尾は巡洋艦型で舵はエルツラダーを使用した。船体は8コの水密隔壁によって9コに区画され、7コの隔壁は上甲板にまで達していた。艀口は前部に4コ後部に3コの計7コで、芝浦製作所の電動式揚荷機が16台配置された。

主機は三井B & Wディーゼルエンジンで本船にはその第2号機が搭載され、本体を機関室底の頂板に直接取り付け、底の高さは機関室が機関の振動によって影響を受けない様に十分の間隔をとった。

船艀には普通のカウルヘッド通風器を備え、デリック柱はすべて同時に荷物積取場所の通風器を兼ねていた。

救命設備としては7.92mの救命艇2隻をポートデッキに、5.48mの伝馬船1隻をその上方の甲板右舷に配置し、防火設備としては機関室内より蒸気管を各艀艀内に導き、これによる消火方法がとられた。これは綿花を積み込む艀に義務づけられたニューヨーク保険局の規定に従ったものであった。

昭和8年11月6日正午三井物産玉工場にて進水、12月20日玉沖にて公試運転を実施し、19.896ノットの最高速力を発揮した。12月28日玉を出港、フィリピンへ処女

航海に出発し、翌9年1月19日神戸にもどり20日に一般公開され、フィリピン砂糖6,000トン、コブラ油1,000トン、内地より生糸、雑貨をつみ、1月27日午前8時横浜を出港して一路ニューヨークに向う。

昭和12年中戦争の勃発とともに北米よりの軍需品の輸入が盛んとなり、本船もサンペトロより航空機4機、翌13年にも2機を積取った。昭和16年7月16日パナマ運河が閉鎖され、大西洋にあった本船は南米南端を迂回して日本に帰り、本船の帰着を以てニューヨーク航路は中止となった。

昭和16年9月28日海軍に徴傭され舞鶴鎮守府所属の運送船として第11航空艦隊直属の給油船となり、航空用ガソリン8,500トン、潤滑油50トンを搭載する。昭和16年12月17日ダバオ攻略に向う海軍部隊を乗せバラオを出撃、20日現地に到着、混成第56旅団及び航空部隊基地物件を揚陸する。

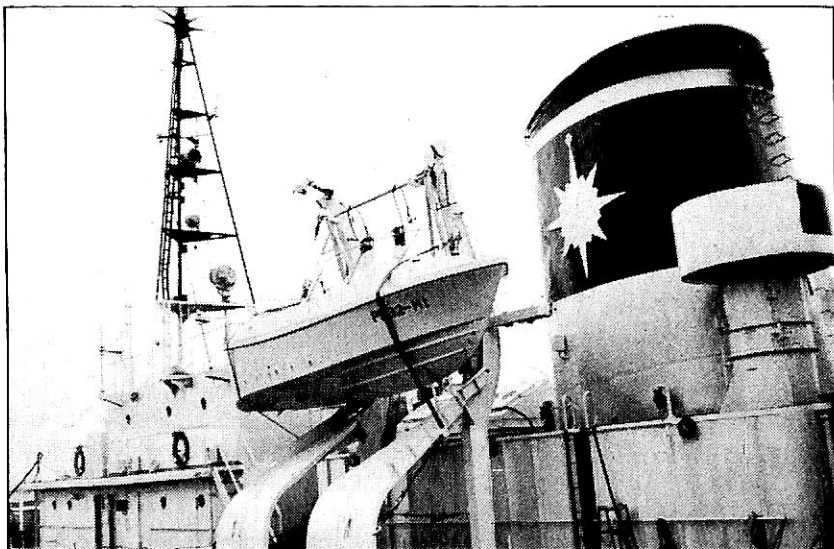
引き続きダバオより翌17年1月11日メナドに部隊を輸送、又、ジャワ島攻略にも補給部隊として参加した。

昭和18年9月にはボルネオ北方にて攻撃を受け、船長鈴木又吉氏及び乗組員3名が戦死した。

昭和19年2月17日トラック島に停泊中、米第58機動部隊の大空襲により冬島(現ウマン島)の23度1,850mの地点で沈没した。

SCHAT / DODWELL

MIRANDA DAVIT



海上保安庁2000トン型巡視船向けミランダダビット

特 徴

1. 波浪のある海面でボートを安全、簡便に降下／揚収ができます。
2. 海上保安庁殿1000トン、2000トン、3800トン、測量船等13隻（建造中のもの3隻を含む）に採用され好評をえています。
3. 従来のダビットに比べ約半分の時間で降下／揚収ができます。とくに揚収が敏速です。

海上保安庁向け搭載船実績

○1000 T型	○2000 T型
しもきた	みうら
くにがみ	いず
かとり	昭洋
ごとう	(観測船)
はてるま	○3800 T型
すずか	うらが
えとも(建造中)	ざおう
ましゅう(建造中)	(建造中)

技術提供社：SCHAT DAVITS LTD., UK.

総技術提携元：DODWELL & CO, LTD.

総販売元

産業機材事業部舶用重機械部

〒107 東京都港区赤坂1丁目9番地20号 第16興和ビル別館

電話(03)584-2351 夜間(03)584-2361

テレックス J22274(国際) テレックス 222-2842(国内)

製造元：函館工機株式会社

〒049-01 北海道上磯郡上磯町字七重浜1丁目8番1号

電話(0138)49-1211

12月のニュース解説

○海運造船問題

●一般政治経済問題

11月21日～12月20日

編集部

11月26日●石油公団は福井臨海工業地帯での陸上型国家(木)石油備蓄基地計画の建設を正式決定した。これはむつ小川原、苫小牧東、白鳥に次ぐ4番目の備蓄基地で、容量は340万キロリットルを予定、60年に石油を入れる方針。

11月30日○日本鋼管(株)はガルフ・カナダ・リソー・シーズ社(月)から砕氷支援船を受注したことを明らかにした。本船は3150GT、連続砕氷能力4フィートで、全長79m、深さ9.7m、巡航速度15.4ノット。これはすでにガルフ・カナダが日本のメーカに発注している氷海リグと同じプロジェクトに用いられるもので、カナダ・ポーツフォート海での石油及び天然ガスの開発の支援に使用されているという。

●鈴木首相は、自民党役員任期切れに伴う内閣改造・党役員人事を行ない、新体制を発足させた。改造内閣は直ちに57年度予算案の編成作業等の課題に着手した。

12月1日○日立造船(株)は来年春を目途に新造船作業の本(火)格的な自動化に乗り出す方針を明らかにした。同社では、まず新造船部門の主力工場である有明工場に来年春以降に自社開発の溶接ロボットや組み立てロボットなどを投入し、58年秋を目標に新造船作業の大幅な省力化を図る考え。このため、すでに溶接箇所のはみだした溶剤などを削り取る自動研掃装置の開発を進めているという。

12月4日●厚生省の人口問題研究所は今後百年先までを(金)予測した「日本の将来人口新推計」を発表した。これは、前回の51年11月の推計以後、出生率の予想外の低下等の理由により、改めて修正の必要が生じたため行われたもの。発表では、総人口は21世紀初頭にピークに達したあと60年間余り減少傾向が続き、昭和150年以降は静止する。昭和90年代には65歳以上の老年人口が2割を超える。などの予測を行っている。

12月8日○住友重機械工業(株)は船用主機関回転装置用遠(火)隔自動かん脱装置を開発したことを明らかにした。この装置は、船用主機関の保守点検時における回転装置かん脱の省力化、自動化を

はかったもので、主機制御室内の遠隔スイッチ操作でかん脱が行なえるという。

12月9日●アラスカから全米各地に天然ガスのパイプライン(水)を敷設する計画が米下院で認められた。

この計画はアラスカに鉦区を持つエクソンなどが主導しているもので、アラスカのノースロープからカナダを通り、カリフォルニア方面と中西部方面に二手に分かれて全米48州に天然ガスを供給するという全長7700キロに及ぶものである。1980年代末に完成すれば、輸入原油に換算して1日40万バレル相当の天然ガスを25～30年間送ることができるという。

12月10日○三井造船(株)は、この程氷海用リグの鋼材を(木)新日鉄に発注した。これは同社がガルフ・カナダ・リソー・シーズ社から受注している氷海リグの建造に用いられるもので、鋼材使用量は12,000トン(うちマイナス60度鋼は3,500トン)。

○日立造船(株)は、このほど船型リグの開発に着手した。これは最近の海底油田開発の大水深化に対応して、半潜水型リグよりさらに稼働水深の大きい船型リグを今後開発していこうというもの。同社はこれで、ジャッキアップ、セミサブを含めほぼ全型式のリグをそろえることになる。また船型リグのDPS(自動位置保持装置)も独自で開発するという。

12月11日○防衛庁向け南極地域観測砕氷艦“しらせ”の(金)命名、進水式が日本鋼管(株)鶴見製作所で行なわれた。本船は現在の南極観測艦“ふじ”の代船として建造されているもので、全長134m、最大幅28m、型深14.5m、喫水9.3m、基準排水量約11,700t。また3万馬力の軸馬力を有し、連続砕氷能力は氷厚1.5m、物資輸送能力は約1,000トンで、“ふじ”の約2倍の能力をもっている。竣工は57年11月の予定。

●日本銀行は公定歩合を0.75%引き下げて年5.5%とすることを決めた。これは停滞している内需のテコ入れするために、円相場の動向や国内の景気、物価の現状などを分析した結果決定されたもので、ことし3月以来9か月ぶり。

船舶の自動化と船員制度の近代化

1961年に世界最初の自動化船金華山丸が竣工して以来20年、船舶の自動化・省力化技術は、機関制御、航法技術、通信方式等様々な分野でめざましい進歩をとげている。大量の貨物をより安価に、かつ安全に輸送することを使命とする船舶にとって、少人数の船員での運航を可能とする自動化・省力化技術の開発は、船型の大型化による輸送効率の向上、高効率ディーゼル機関の開発等の燃料消費の改善と並んで、船舶技術開発の大きな柱であったといえる。わが国の場合、大量の資源を海外より輸入し、それを加工して輸出するという貿易立国であるがために、その長い海上輸送距離のハンディキャップを海上輸送の効率をあげ輸送コストを低減することで克服する必要があったこと、並びに高度成長期以降の船員費の高騰とそれに続く仕組船等の外国用船への依存率の高まる中で、日本人船員により運航される日本船の国際競争力を維持し、また日本人船員の職域を確保しなければならぬという海運業界に内在する問題との両面から、少人数で運航可能な超自動化船の実現が望まれていたといえる。

船舶の自動化・省力化技術は、金華山丸において初めて機関制御室からの機関等の遠隔制御、集中監視が可能となったあと、昭和39年にはデンマーク船セルマダン号において、機関室の夜間無当直が実現している。またこれをうけ、昭和40年初頭には、各国船級協会において、いわゆるMO符号が制定され、以後建造される船舶は、MO船仕様が基本的なものとなった。更に昭和40年代中頃より、コンピュータが船舶にも導入されはじめ、いわゆる高度集中制御化船が実現するとともに、その後のIC技術、衛星通信技術等の周辺分野における技術革新を

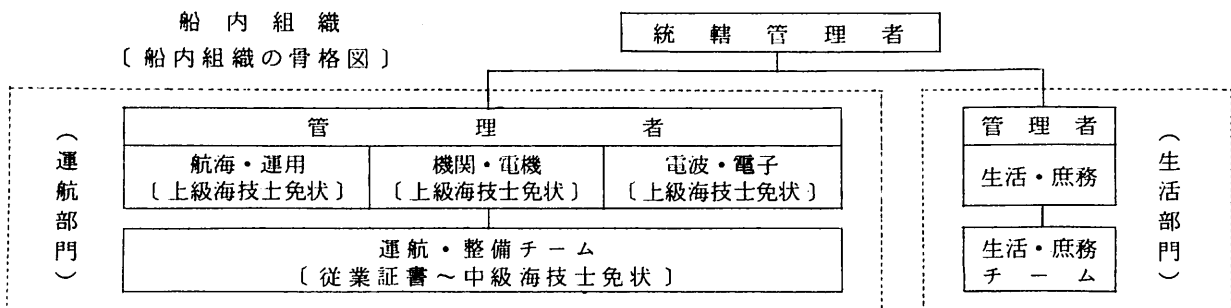
ふまえて、昭和54年以降、機関部も含めて集中制御可能なブリッジ、衝突予防装置等の航海援助装置、海事衛星通信装置等を有する高度合理化船も実現している。

この間当然のことながら乗組員数は著しい減少を示し、昭和35年当時、50名程度の船員を必要とした船舶も、昭和45年頃には約35名に、更に高度合理化船においては18名による運航も可能となっている。しかし、これらの技術的革新は、単に必要船員数を削減しただけでなく、船員の職務内容においても、著しい変化をもたらした。船橋での機関部機器の集中監視・制御は、機関室における当直業務を不要のものにし、機器の信頼性の向上は、船内における定期的な保守・整備作業を著しく軽減した。また、ポートヘルパー制度等陸士支援体制が充実すれば、緊急時を除けば、機器の保定整備作業を陸上に移管することも可能となっている。このことはまた、従来の機器整備等の単純な作業がしだいに減少するとともに、今後は機器の最適制御技術等高度の判断を必要とする作業の増加を示しており、船内労働が質的にも大きく変化しつつあることを意味している。

ところで、わが国海運を運航の面で支えている船員制度は、明治以来その大要は変わってなく、現在では船舶の技術革新にかならずしも十分な対応を示しているとはいいがたく、また技術革新をかえって停滞させている面も見うけられる。

現在の船員制度では、甲板部、機関部等の縦割の職制となっており、たとえば積み荷の管理、船体の整備は甲板部、機関室内の機器の整備は機関部とその業務は明確に区分されている。このため技術革新による船内労働の量的・質的变化は、甲板部・機関部等の部署により、あ

将来の目標としての仮設的船員像



るいは、職員・部員等の職階により、業務量のアンバランスを生じさせており、従来の船員制度では実情にそぐわなくなりつつある。また日本船の競争力を回復するには今後も自動化・省力化に関する技術開発を推進し、少数定員による船員費の削減が大きな柱となるが、現在の船舶職員法、船員法による法定定員は、職員9名、甲板部員6名の計15名を最少限必要としており、これに事務部門に必要な人員を加えれば、現在の高度合理化船における定員と同程度となり、技術革新による少数定員化の余地はないことになる。

このような問題が顕在化したことから、技術革新に対応した新しい船員像を探り、また日本船にも少数定員化への道をひらくために、昭和52年度より、運輸省船員局長の私的諮問機関である船員制度近代化委員会（委員長：谷川久成、成蹊大学教授）において、新しい船員制度のあり方が検討されており、54年度からは、実船を用いた総合的な実験が続けられている。

同委員会は、昭和55年5月、船員制度近代化を進めるにあたっての仮の目標として、そのイメージを仮設的船員像として描いた(図参照)。ここで統括管理者は現在の船長に対応し、航行組織としての船舶の統轄管理、労務管理、船舶全体のシステム管理等を主な職務としている。この下には、船舶の運行に必要となるいくつかの技術区分ごとに、技術エキスパートよりなる各1名の管理者が置かれる。航海・運用、機関・電機、電波・電子の各々の管理者は、概ね現在の一等航海士、機関長、通信長に対応するが、現状における甲板部、機関部、通信部等の職務に限定するのではなく、各々の技術的専門知識をいかした分担をするものとしている。またこれらの区分は、船種、航路等に対しフレキシビリティをもたせるものとしている。管理者の下には、現在の縦割ではなく、船内業務の態様に応じて、自由に人的編成が組める運航・整備チームが置かれ、船橋当直、機関の保守整備、出入港作業等の業務に従事する。一方運航管理部門とは別に厨房・給食・保健衛生等の業務を行う生活・庶務部門が置かれている。

このような仮設的船員像を実現するには、船員の資格要件としても、従来のように甲板部、機関部のいずれか一方のみの知識を有しているだけでは不十分で、航海当直、機関の保守整備、通信業務等船内で発生する様々な業務のいずれに対しても、ある程度の対応が可能とする

知識が要求される。このため、実験にあたっては、十分な教育訓練期間を準備し、また仮設的船員像への移行はドラスティックではなく、段階的に進めていく必要があり、昭和55年10月には、移行過程における船員像として、

① 部員は、甲板員、機関員の区別を戻したD P C (Dual Purpose Cruer) とする。

② 二等航海士、機関士、三等航海士、機関士は、互いに相手方の技能を有するW/O (Watch Officer) とする。

③ 部員の職員(高級船員)化を進める。を示した。

これを受けての実験は、現在まで船種、航路も多岐にわたる14隻の高度合理化仕様の総合実験船を用いて進められ、D P C及び三等航海士、機関士の横の連携を含んだ、移行過程における船員像のA段階までの実験が終了している。

実験は全般的に順調で、船員制度近代化委員会はこれまでの実験結果を評価し、次のステップである二等航海士、機関士の横の連携を含んだB段階への移行と、それを進めるにあたり制度面での支障がないように、船員法等の改正を求める一次提言を昨年10月にまとめている。

一昨年まではD P Cの実験が先行していたが、昨年はじめて職員である三等航海士、機関士クラスが実験に加わったことで船全体としての実験に拡大され、これが評価されたことで、次段階への発展はもちろんのこと、これまでの成果のうちで実施に移すものは順次制度に取り入れていくことも検討する必要があるだろう。

自国海運の保持は、輸送路の確保という国家的見地からも、きわめて重要であり、このためには開発途上国海運に対しても十分な競争力を有する超自動化船の導入が必要不可欠なことは衆目の一致するところである。船舶の自動化は、これまで在来の船員制度の枠の中で、従来技術の延長として、主としてハード面を中心に進められてきたが、今後の飛躍的發展には、その枠を取り払う船員制度の近代化が必須である。このためには、技術サイド、運行サイドが一体となってこの問題に取り組む必要があるだろう。船員制度検討の過程では、技術的課題も提起されようし、またそれを実現することで、新しい就労体制も可能となる。このような取組みの中で、船員制度近代化を成功させることが、次世代の超自動化船実現の第一歩であるといえる。

年 頭 所 感

運輸省船舶局長

野 口 節



新年おめでとうございます。

わが国造船業は、海運市況の好転等に助けられ、また厳しい合理化努力も実ってようやく未曾有の不況より脱しようとしておりますが、造船界をとりまく環境は、近年大きく変わりつつあり、その将来には必ずしも楽観できぬものがあります。長期にわたった不況の間、その克服に精力を集中していたこともあり、研究開発の一時的な停滞を余儀なくされておりました。造船業が今後もわが国の基幹産業としての地位を保持し、また海運界に対して経済性・信頼性の高い優秀な船舶を供給していくには、環境の変化に対して、的確に対応できる体制を早急に確立する必要があります。そこで新しい年を迎えるにあたり、今後わが国造船界が、対処していかねばならない問題について、特に技術的側面より述べてみたいと思えます。

造船界をめぐる環境の変化

まず第一に造船業を支える労働力の変化があげられます。造船業は、いわゆる労働集約型の産業として、地域社会と密接に関連し、その労働力を吸収しながら、地域経済とともに成長してまいりました。しかしながら、近年の我が国における産業構造の多角化と社会全般にわたる高学歴化、高齢化の波は、造船業を支える上で欠くことのできない優秀なる若年労働者の確保を、とくに大都市周辺に位置する造船所において、困難なものとしております。

第二には、他産業との比較における相対的な競争力低下の問題であります。自動車工業・電気機械工業等においては、エレクトロニクス、メカトロニクス、光通信等の先端分野の技術の応用による新製品の開発、生産技術の革新が進められつつありますが、造船業においては深刻な不況にみまわれたこともあってこの分野での立遅れが感じられます。産業の一方が生産性を向上させ、競争

力を増大しつつ発展を続けているのに対し、他方が旧態を脱していない姿でとどまっているのであれば、どうしても相対的には地盤沈下をきたし、やがては由々しい大事を招くこととなります。

第三は、韓国、台湾、シンガポール等に代表される新しい造船国の台頭であります。これらの国々が、世界の造船シェアに占める割合は、昭和40年代末にはわずか3%程度にすぎませんでしたが、最近では16~17%にも達しており、著しい躍進ぶりがうかがえます。

今後の技術開発の方向

このような環境の変化に対し、わが国造船業が、今後とも内外においてその地位を維持し、発展させていくには、特に以下のような重要課題に積極的に取り組んでいく必要があると考えています。

第一は、建造技術の基本的な革新であります。低廉かつ豊富な労働力を有する他の造船国に対しても競争力を強化していくためには、革新的な技術導入により大幅な生産性の向上を図る必要があります。このことはまた若年労働力の不足に対応して、従来人手にたよっていた作業を自動化・省力化するという観点からも是非とも必要となります。これらは労働集約型産業から高度な技術と高度の人的能力が結合した、技術先導型の産業への脱皮といえましょう。このためには設計の考え方、工程の組立て方などの見直しはもちろんのこと、生産設備のあり方についても抜本的な見直しを行なって行かなければならないと考えます。最近、各業種の生産工程に急速にロボットが導入されつつあり、造船業界においても造船用ロボットの開発、導入が検討されておりますが、造船業の生産形態が多品種・少量生産であり、かつ建造対象が巨大で複雑なため、多くの技術的問題の解決が必要です。例えば造船ロボットには自ら移動しながら工作を行っていくための“足”の機能や、極めて高度の知覚、認識、

判断機能を備え、多種多様の工程を処理できる汎用性が要求されると考えられます。また船体は多数の部材により複雑に構成されたものでありますから、このような場所で作業を行なうロボットはコンパクトにまとめ上げることも必要でしょう。

建造技術の見直しはこのように技術的に一段と難しい面を持っていますが、これは単に生産性の向上をはかるのみでなく、不快環境下での作業や重作業・危険作業等の解消をはかり、高齢化社会への対応を迫るためにも、今後進めるべき重要な課題であり、種々の観点から検討される必要があると考えます。

第二は、当然のことですが、やはり経済性が一段と高くしかも信頼性の高い船舶の研究を進めることが基本になると考えます。近年船舶のニーズは、高度化・省力化への一途をたどっており現在では各種自動化機器の導入により18人で運航可能な段階にまで来ております。しかし、将来的には現在行なわれているような航行中の乗員による保守点検作業が一切不必要となるような船舶を開発する必要が生じるものと思われれます。そのためには主機械を含めた各種機器の信頼性の向上や監視装置並びに海象状況に合わせて最適の航路・航法の設定が行なえるような技術の開発が必要となりましょう。こうした問題については現在の技術レベルでは対応できないものもありますが、さいわい近年エレクトロニクスを初めとする周辺技術の革新には著しいものがありますので、これら世界のトップレベルに位置する我が国の先端技術の導入を図りつつ今後積極的に研究に取り組む必要があります。

石油危機以降の石油価格の高騰と供給の不安は、船舶においても燃料消費の節減を至上の命題とし、また著しく高まっている船員コストへの適切な対応も極めて重要であります。資源が乏しく、その経済活動の多くを海外との貿易に立脚しなければならぬわが国にとって、石油・石炭・鉄鉱石をはじめとする原材料や、自動車、鉄

鋼等の製品を、安定的に輸送できる自国海運を保持することは、総合安定保障の観点からもきわめて重要ですが、省エネルギー・自動化を図った高経済船の開発は、国際競争力の劣化が叫ばれているわが国海運力の立て直しの観点からも、きわめて重要な課題といえます。

第三は、前に述べてきたことは、視点をやや異にしますが、造船技術を応用できる新しい需要の積極的な開拓であります。近年価格の上昇した石油資源の調査開発は世界中で非常に活発に行なわれるようになりました。この影響で世界的に石油掘削用リグ等の建造量が急増し、わが国の造船所も多数の石油開発用海洋構造物の建造を行ないました。また、発電プラント船・造水プラント船等の各種プラント類も多数建造し、従来あまり力を入れなかった分野への積極的な進出が図られました。しかしながら、未開拓の分野は数多く残されています。近年カナダボーフォート海等、北方圏に未開発のまま埋蔵されているエネルギー資源の開発が注目を集めていますが、これを実現するには低温でしかも氷海域という厳しい自然条件に耐えて原油等を輸送する氷海商船や、強大な氷圧力に耐えつつ油田を開発する氷海用海洋構造物が不可欠であります。その他海洋空間の利用、海洋エネルギーの開発等についても研究開発を進め活動範囲を大きく広げていく必要があります。

おわりに

以上述べてまいりました、わが国造船業界が抱える課題は、いずれも一朝一夕に解決できるような簡単なものではなく、業界が総力を結集して立ち向わねばならない難問ばかりです。運輸省としましても、これを積極的に支援し、その実現に貢献してまいり所存でございます。

昭和57年は、わが国造船界が、将来の魅力ある産業へ向けて、力強いスタートをきる年となりますことを祈念いたしまして、年頭のご挨拶を終えたいと思います。

第36次 撒積貨物船 “和歌山丸”

株式会社 来島どっく 設計部

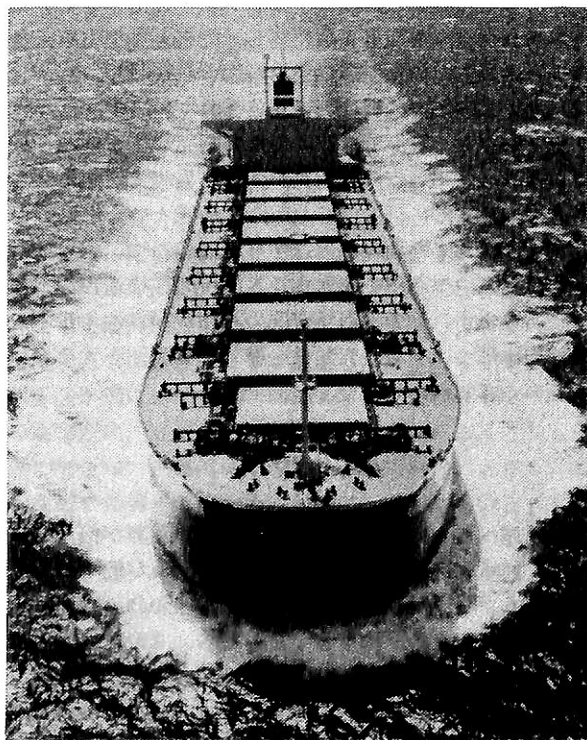
1. まえがき

“和歌山丸”は、第一中央汽船株式会社注文の第36次計画造船として、昭和55年12月25日(株)来島どっく大西工場にて起工し、昭和56年6月11日進水、種々の海上試運転を終えて昭和56年9月16日無事船主へ引渡され現在オーストラリアと日本間の鉱石および石炭の輸送に従事している。

本船は、当社で建造可能な最大船型であり、種々の省力化、省エネルギー対策を実施した高度合理化船であるので以下にその概要を紹介する。

2. 基本計画概要

本船計画のポイントは以下の通りである。



試運転航走中の“和歌山丸”

2・1 港湾設備による制限

積地、揚地のローダー、アンローダーおよび港の設備等の関連により、全長、ホールド部分の長さ、荷役時のエアードラフト等の制限、更に建造ドックの許容寸法を考慮に入れて船型を決定した。

2・2 省エネルギー対策

(1) 静圧過給、ロングストローク型低速ディーゼル機関の採用による燃料消費率の低減および低回転数による推進効率の向上

(2) 自己研磨型長期防汚塗料を採用し、船底汚損による速力低下防止および入渠インターバルの延長

(3) 排ガスエコノマイザーとターボ発電機方式によるプラント効率の向上

2・3 省力化対策

18名の乗組員で運航するため、以下の省力化対策を行った。

(1) 係船機の合理的配置およびブレーキ、クラッチの遠隔操作装置・オートテンション装置の採用

(2) バラスト注排水の遠隔集中制御

(3) ハッチカバー開閉、締付の集中制御およびサイドコーミング上積荷堆積防止装置

(4) 固定式貨物倉洗浄装置および固定式甲板洗浄装置の採用

(5) 日本海事協会“MO”船級の取得

(6) 主機暖機・冷却シーケンスの採用

(7) 糧食・厨房関係の作業の合理化

(8) 海事衛星通信システム、衛星航法装置、衝突予防装置等の採用

2・4 乗組員の生活環境および作業環境の改善

少人数運航による乗組員の作業量増加に対処するため、居住区および機関制御室の環境改善を図った。

3. 船体部概要

3・1 船体部主要目

船名	和歌山丸	
船主	第一中央汽船株式会社	
国籍	日本	
造船所	(株)来島どっく 大西工場 (S.No 2165)	
船級	NK NS* (Bulk Carrier, Strengthened for Heavy Cargoes, No 2, 4, 6, & 8 Holds May be Empty) MNS*, "MO"	
全長	268.00 m	
垂線間長	256.00 m	
型幅	43.00 m	
型深さ	23.85 m	
満載喫水	16.676 m	
載貨重量	133,357 t	
総トン数	74,024.55 T	
純トン数	51,636.80 T	
主機関	住友 Sulzer ディーゼル機関	6 R LA 90型 1基
速力 (試運転最大速力)	16.08 kn	
(満載航海速力)	14.45 kn	
燃料消費量 (C重油)	約 60.4 t/day	
航続距離	約 28,000 S. M.	
貨物倉容積	154,773 m ³	
バラスタック容積	59,263 m ³	
燃料油タンク容積	5,934 m ³	
ディーゼル油タンク容積	297 m ³	
清水タンク容積	621 m ³	
乗組員 (士官)	9名	
(部員)	9名	
(予備)	10名	
(その他)	2名	
(合計)	30名	

3・2 一般配置

本船は一般配置図に示すとおり、船首楼なしの平甲板型で、船首は球状船首、船尾はトランサム型としている。居住区、機関室は船尾部に配置し、9艙の貨物艙を中央部に配置している。両翼に各玄5個のトップサイドタンク、貨物艙下部二重底に各玄4個のバラスタックと各玄2個の燃料タンクを有している。

荷役時のエアードラフト制限のため、4番貨物艙兼用バラスタックに加えて、2番及び8番貨物艙を港内専用バラスタックホルドとすると共に、ハッチコーミング高さを規則最小値とし、甲板上突起物はハッチカバートップより低くする等の配慮がなされている。

3・3 船殻構造

本船の構造方式は、貨物艙内を横肋骨構造、トップサイドタンク、二重底、ホッパータンクは縦肋骨構造とし、貨物倉内水密隔壁は6番貨物艙を2重張構造、他は波型構造で各々上部及び下部スツールを有している。

また、貨物艙内では艙内の構造物上に積荷が溜らないようスラントプレートの取付等細かな配慮がなされている。居住区はエンジンケーシングと分離した構造としたが、船尾部、機関室も含めて振動防止に配慮して設計した結果、海上試運転時の振動計測では良好な成績を得た。

4. 船体機装

4・1 係船装置

係船機械は低圧式電動油圧方式を採用している。船首部にウィンドラス兼ムアリングウインチ2台(各44.5/15t×9/20m/min)、貨物艙部にムアリングウインチ6台(各15t×20m/min)および船尾部にムアリングウインチ3台(各15t×20m/min)合計11台のウインチを装備している。特に貨物艙部の6台のウインチは左右対称に配置し、索の繰り出しを容易にしている。

全ホーサードラム(合計22個)にはオートテンション機構を備え、更に船側に設けたコントロールスタンドからブレーキ、クラッチの遠隔制御を可能として係船作業の大巾軽減が図られている。

各ホーサードラムとコントロールスタンドは、誤操作防止のため1対1の色別表示を行なっている。

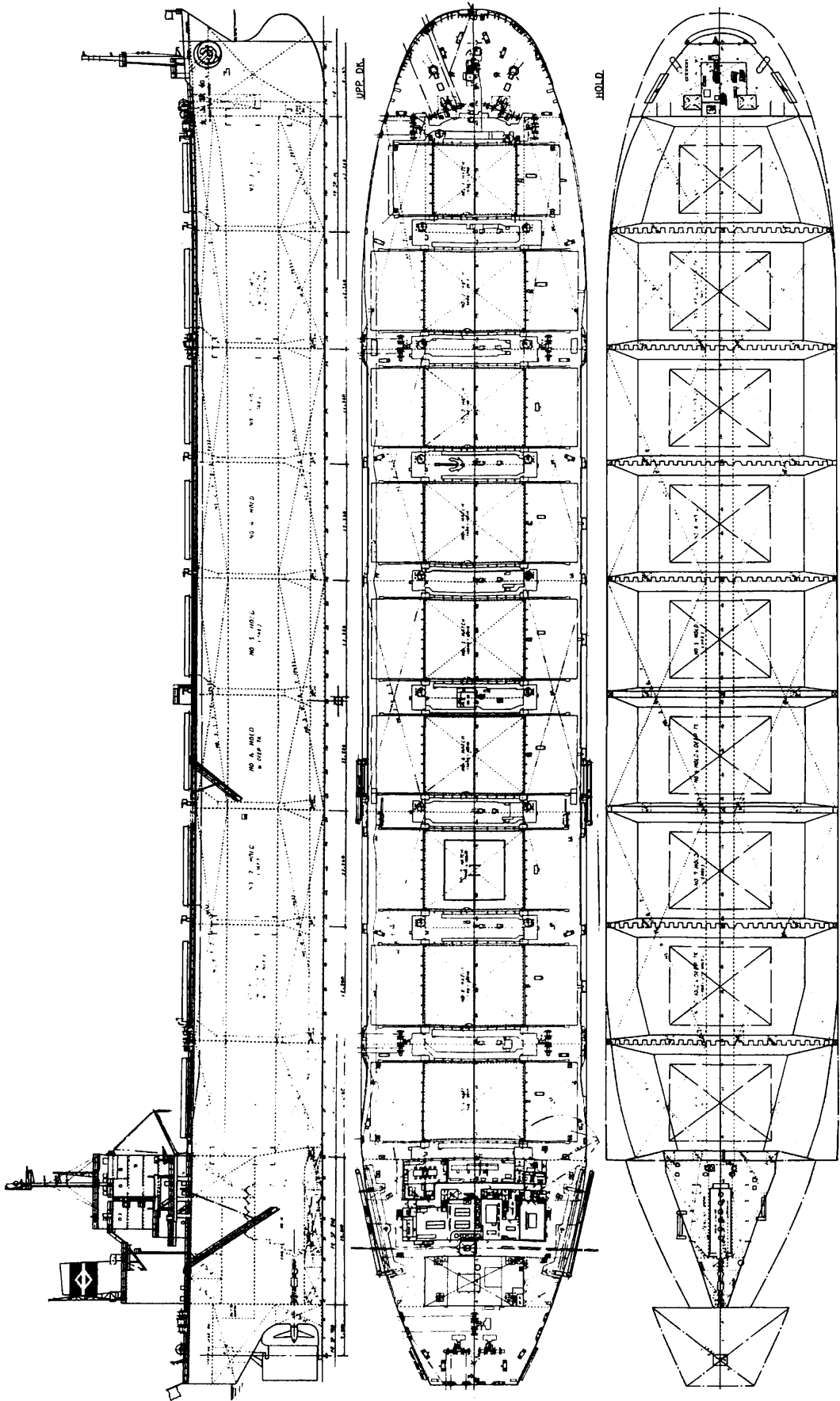
各ウインチの機械部は密閉オイルバス構造としメンテナンス作業軽減を図っている。

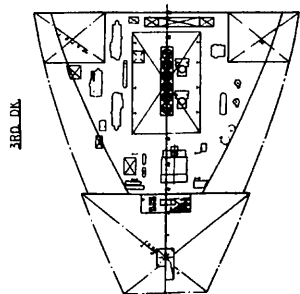
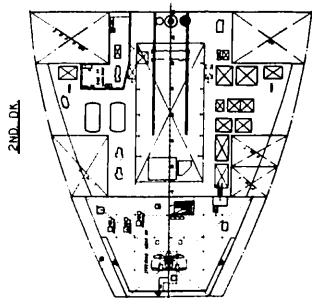
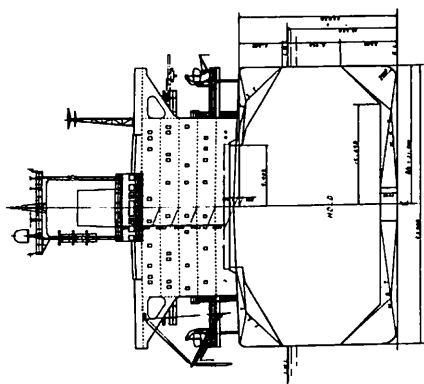
4・2 ハッチカバー

風雨密鋼製ハッチカバーは、2パネルサイドローリング型を採用し、ジャッキアップは油圧一斉ジャッキアップ、開閉は3番および7番ハッチは油圧モーター・チェーンドライブ式、その他は油圧モーター・ラックワイヤー式を採用、締付はパネル周囲をオートクリート油圧一斉締付、パネルジョイント部を自動ウエッジ締付とし、各ハッチ毎に設けたコントロールスタンドから集中制御が可能となっている。

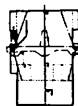
3番および7番ハッチは、荷役開始/揚げ切り時のエアードラフトをカバー深さ分だけ減少させるために、2パネル連結した状態で岸壁と反対側玄側に移動させることができる構造になっている。

ハッチサイドコーミングの保護およびトッププレート上の積荷堆積防止のために、パネルジョイント部にゴム製エプロンを装備している。

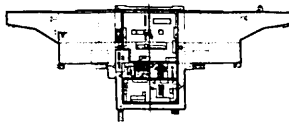




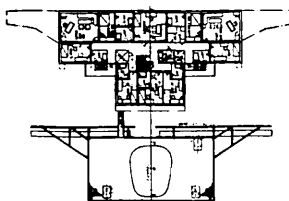
COMPASS.DK



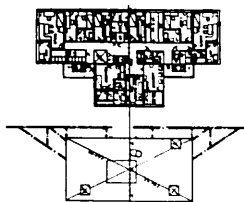
NAV.BRL.DK



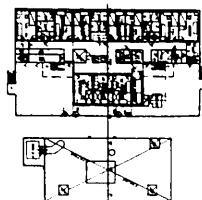
CAPTAIN.DK



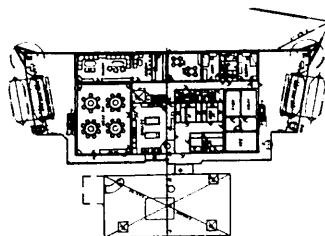
UPP.BRL.DK



LOW.BRL.DK



BOAT.DK



第一中央汽船向け 撒積貨物船「和歌山丸」一般配置図

萊島どっく・大西工場建造

ハッチカバー四隅にフロート型空気管頭を組み込み、バラスト兼用艙のベント管および貨物艙の自然通風筒を省略している。

ハッチ寸法は下記の通りである。

No. 1	カーゴハッチ	13.16 m × 15.39 m
No. 2 ~ 9	カーゴハッチ	15.04 m × 18.81 m

4・3 貨物艙および甲板洗浄装置

2番、6番および8番貨物艙（バラスト兼用艙および港内専用バラスト艙）の洗浄用に各艙2台の固定式クリーニングマシンを装備している。これらは通常トップサイドタンク内のリセスに格納され、使用の際にはエアモーターにより所定の位置にセットされる。

上甲板上の積荷堆積物の洗浄のために、合計16台の固定式自動甲板洗浄機を備えている。

貨物艙洗浄機および甲板洗浄機は、それぞれ固定配管を介して機関室内の消防兼ビルジバラストポンプから給水され、予めバルブを開放しておけば機関・バラスト制御室からポンプを遠隔発停することにより自動的に洗浄を行なうことができる。

洗浄機の要目は以下の通りである。

貨物艙洗浄機	70 m ³ /h × 5 kg/cm ² × 6台 (ツイン)
甲板洗浄機	50 m ³ /h × 5 kg/cm ² / 16台 (シングル)

4・4 バラスト注排水遠隔制御装置

荷役中のバラスト注排水作業の省力化および迅速化のために以下の装備をしている。

(1) 液面監視装置

各バラストタンク、バラスト兼用倉および燃料タンクに高位警報付遠隔指示液面計を設け、機関・バラスト制御室で液面集中監視ができる。

(2) 喫水計測装置

船首部、中央部および船尾部に遠隔指示喫水計を設け、機関・バラスト制御室に表示している。

また、ヒール計を設けて機関・バラスト制御室に表示するとともに、ブリッジ前面のランプ点滅式ヒール警報器により荷役中クレーンマンに報知することができる。

(3) 弁・ポンプ遠隔制御装置

機関・バラスト制御室にバラスト制御盤を設け、バラスト系統、バラストストリッピング系統および1番燃料タンク燃料移送系統のほとんどの弁の遠隔集中制御を可能とし、また、同制御盤に各ポンプの遠隔発停装置・遠隔指示圧力計等を組み込み、バラスト注排水のワンマンコントロールができる様配慮した。

(4) バラスト系統



甲板洗浄装置

バラスト系統はリングメイン方式とし、2台のバラストポンプを備えている。

バラストストリッピング系統は、バラスト系統とは独立したメインアンドブランチ方式とし、1台の専用ストリッピングポンプを設けて、ストリッピング作業の迅速化を図っている。

各ポンプの主要目は以下の通りである。

バラストポンプ：電動渦巻ポンプ

2,500 m³/h × 35mTH × 2台

バラストストリッピングポンプ：電動レシプロポンプ

200 m³/h × 35mTH × 1台

(5) 積付計算機

積付計画および荷役中の姿勢制御・強度計算の省力化のために、積付計算機 (IHI Seamate-G型) を備えている。

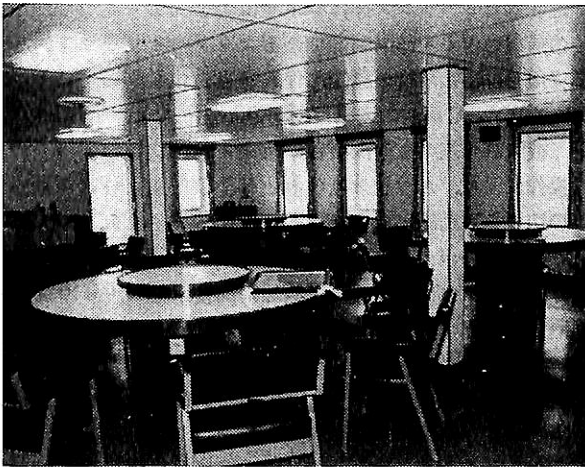
4・5 居住設備

本船の居住区は、居住性の向上、セルフサービスの円滑化、人と物の流れの円滑化に配慮して設計された。

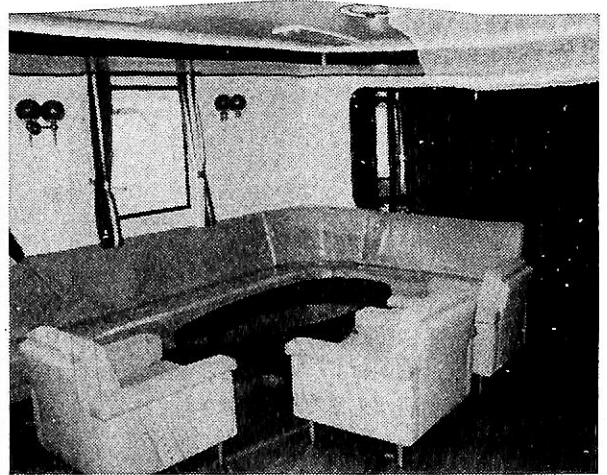
(1) 居住性の向上

居室は、士官は全室バス、シャワー、トイレ付、部員は一部予備室を除き全室シャワー、トイレ付とし、窓は全室角窓とした。

公室は職員・部員共用として十分なスペースを確保した。厚生施設として、娯楽室、体育室を配置した。



食 堂



サ ロ ン

騒音低減のため居住区はエンジンケーシングと完全に分離し、機関制御室も上甲板居住区内に設けたが、海上試運転における計測では良好な成績を得た。

(2) セルフサービスの円滑化

食堂は士官・部員共用とし、厨房との間にフードロッカーおよびサービスハッチを設け、テーブルは中華式円形テーブルを採用した。

操舵室および総合事務室にミニパントリーを設けた。清掃、洗濯作業もセルフサービスを配慮している。

(3) 人・物の流れの円滑化

端艇甲板に司厨房関係諸室を集中し、合理的に配置した。船用品積込用 7t トロリー・ホイスト直下の屋外のハンドリングステージに続いて、厨房・糧倉庫・冷蔵糧食庫に面する糧食ハンドリングスペースを設け、厨房から順に食堂・サロン・娯楽室を設けている。

また、司厨部員居室も同じフロアに配置した。

上甲板上に機関・パラスト制御室とそれに隣接する総合事務室を設け、荷役中の甲板部・機関部の人員配置にフレキシビリティをもたせている。

無線室は船橋後部に設け、連絡通信の合理化を図った。船長甲板から機関室内第3甲板までエレベーターを設備し、船内交通の円滑化を図った。

5. 機関部概要

本船の機関部は、種々の省エネルギーおよび省力化対策を織り込んで設計・装備されており、それらの概要は以下の通りである。

5・1 機関部要目

主機関 住友 Sulzer 6 R L A 90 型 ディーゼル機関

		1基
	連続最大出力	20,400 PS × 90 rpm
	常用出力	17,340 PS × 85 rpm
プロペラ	5翼固定ピッチ	
	直径	7,550 mm
	材質	ニッケルアルミ青銅
補助ボイラ	乾燃室式丸ボイラ	1基
	最大蒸発量	7.3 t/h
	蒸気条件	9.5 kg / cm ²
排ガスエコノマイザー		
	強制循環式 (2段蒸気圧方式)	1基
	蒸発量	5.6 t/h
	蒸気条件	6.5 kg / cm ² × 270 °C
	および	4.0 kg / cm ² 飽和温度
発電機ディーゼル機関		2基
	連続最大出力	1,000 PS × 720 rpm

5・2 省エネルギー対策

(1) 省エネ型主機関

主機関は、静圧過給方式で、低回転ロングストローク、省燃費型の住友 Sulzer 6 R L A 90 型を採用した。

燃料油は、R. W. No. 1 3,500 秒, 38 °C の粗悪油を使用できる様に、燃料油移送・清浄装置にも十分な配慮がなされている。

また、C 重油による主機関の発停も可能としている。

(2) 排エコ・ターボ発電システム

本船の排エコ・ターボ発電システムの採用にあたり、通常航海時の船内所要電力の節約を図った結果、主機関の負荷 60% まで排エコ・ターボ発電プラントにより船内所要電力を賄うことができるようになった。

なお、排エコ・ターボ発電プラントのバックアップとして、ディーゼル発電機の自動起動/給電システムを装備し、安定した電力供給への配慮をしている。

5・3 省力化対策

本船は18名で運航するために、以下の省力化対策を施している。

(1) NK-MO船級の取得

機関部はNK-MOを適用し、船橋からの主機遠隔縦装置をはじめ、機関制御室では主機操縦台、データロガー等により、主機関および関連補機の遠隔制御および集中監視が容易に行なえるように計画されている。

(2) 機関制御室・バラスト制御室の一体化

従来機関室内に設けられていた機関制御室を、上甲板居住区内に設け、バラスト制御室と一体化することにより、荷役中の甲板部・機関部の作業を少人数で行なえるように配慮されている。

(3) 主機暖機・冷却シーケンス

主機の暖機・冷却を、機関制御室の主機操縦台に組み

込まれたシーケンス操作パネルによりチェックしながら各補機を遠隔・自動制御できるスタンバイシーケンスを採用し、出入港時の機関部作業の省力化を図っている。

(4) A-C重油の遠隔自動切換

機関制御室の主機操縦台に組込まれた切換スイッチの操作により、A重油よりC重油へ又C重油よりA重油への切換を自動的に行なうことができる。

(5) 補助ボイラの遠隔制御

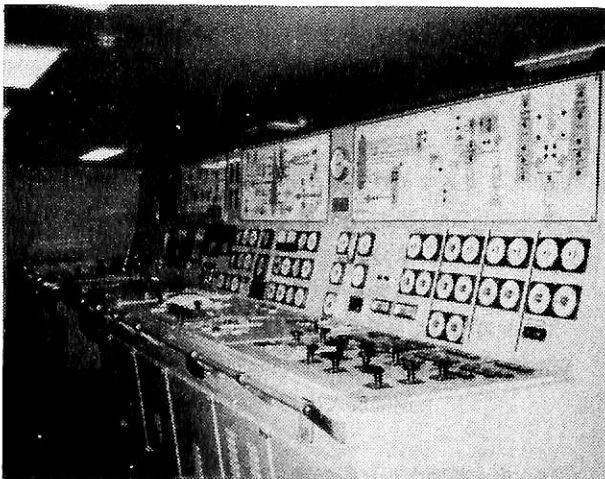
補助ボイラは、温態時に機関制御室からバーナーの遠隔発停ができるようにし、自動燃焼装置として遠心噴霧式ロータリーバーナーを採用して蒸気圧力の自動制御を行なうとともに、スラッジの焼却も可能としている。

(6) 保守整備・予備品管理システム

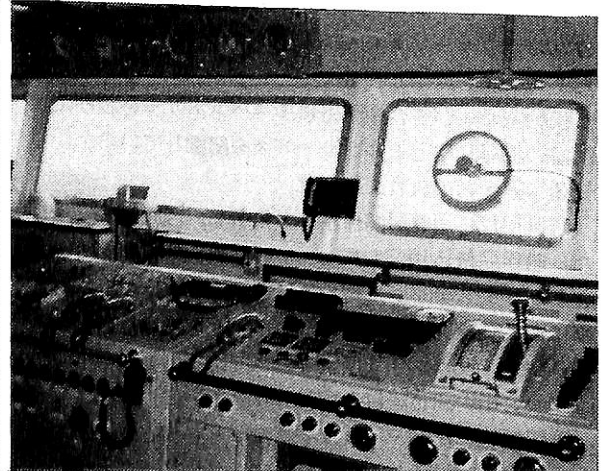
少人数運航を考慮して、陸上支援体制を大巾に取り入れ、本船での保守作業を簡略化するために、カード方式による保守整備・予備品管理システムを採用している。

予備品保管倉庫として、船体部、機関部、電気部共用のセントラルストアを上甲板上に設けている。

(7) 軸出力計

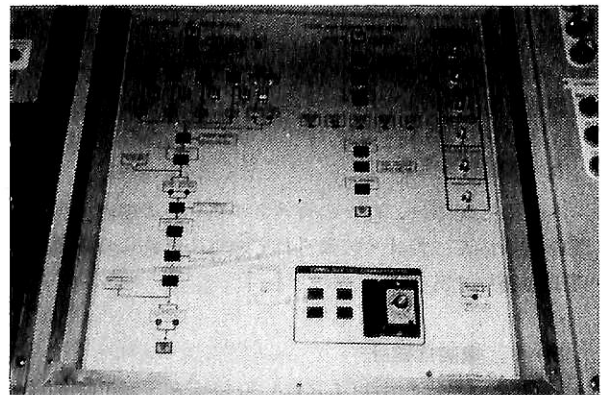


機関・バラスト制御室



操舵室ブリッジコンソール (右上)

主機スタンバイシーケンサー (右下)



赤阪 / 小野測器式軸出力計 MTP 600 型を採用しており、諸試験の結果期待どおりの性能を得ることができた。また、軸出力量はデータロガーに記録するとともに、CRTにも表示するようにしている。

6. 電気部

6・1 電源、動力装置

本船の電源装置として、800 kVA 排エコターボ発電機 1 台、および 800 kVA ディーゼル発電機 2 台を装備し、非常用電源として 300 AH 鉛蓄電池 2 組を備えている。航海中は、排エコターボ発電機 1 台で船内所要電力を賄うよう計画している。

発電機の制御は、機側配電盤より手動操作できるとともに、機関・バラスト制御室に設けた集中制御盤より遠隔自動制御ができるようになっている。この発電機の制御には無接点式のシーケンスコントローラーを採用して信頼性を高め、自動同期投入、自動負荷分担およびディーゼル発電機の自動始動装置を備えている。自動負荷分担装置には、負荷分担率可変ダイヤルを備え省エネルギー化を図っている。

機関部重要補機の始動器は軸出式集合型とし、安全・小型化を図り、また予備機との自動切換回路はプリント基板化している。

6・2 機関室計装

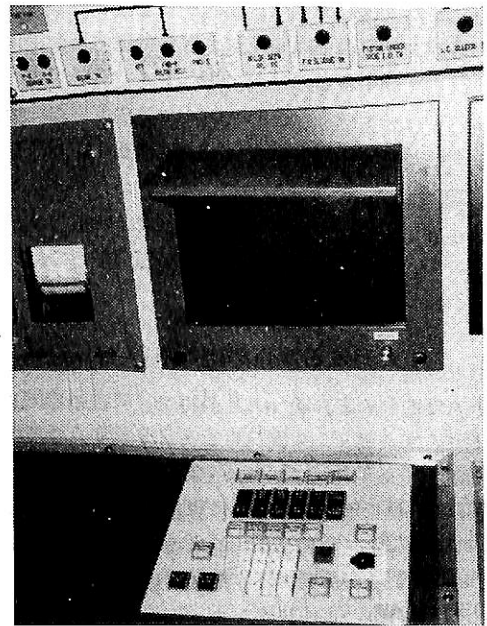
機関・バラスト制御室には、データロガー一式を装備し、機関室内機器の圧力、温度、回転数等の各種データの記録作成、計測値の CRT 表示および異常に際しての警報をおこなう。データ伝送には多重伝送システム (9 台) を採用し信頼性を高めている。

機関室監視用にテレビカメラを主機中段の機関操縦場所付近と、主機関シリンダーカバーに対して設け、監視用テレビを機関・バラスト制御室に設けて、シリンダーカバー、燃料ポンプ、ガバナ等を目視監視することができる。

6・3 通信装置

無線装置として、主送信機、補助送信機、主受信機各 1 台、補助受信機 2 台および国際 VHF 無線電話装置を装備している。また気象ファクシミリ 1 台と気象ファクシミリ録画再生装置を設け、気象情報の重複受信を可能としている。

海事衛星通信システム (MARISAT) を装備し、通信業務の迅速化および通信能力の強化を図っている。船内無線通信装置として、ヘルメット装着型無線機を 10 台



CRT ディスプレイ

装備し、船内作業における指令、連絡の円滑化を図っている。

6・4 航海装置

従来の設備に加えて、少人数運航における航行の安全性を期するために、衛星航法装置 (NNSS)、ロラン C 装置、デッキ受信装置および 2 台のレーダーに加えて衝突予防援助装置 (ARPA)、ドップラーログ等を装備している。

また NNSS とロラン C を組み合わせたハイブリッドシステムにより、船位測定が連続的に行なえるよう配慮している。

7. 結 び

本船は、当社初の高度合理化船として設計・建造され、10月中旬処女航海を終えて無事内地に帰港したが、船体・機関ともに全て順調に所期の目的を果たした。

ここに、本船の建造にあたって終始絶大なる御指導と御協力を賜った船主、荷主、関係官庁およびメーカー各位に対し厚く御礼申し上げますと共に、本船の航海の安全と今後の活躍を祈る次第である。

× × × × ×

私の戦後海運造船史(25)

—昭和45年前後—

米 田 博

(財)日本海事広報協会

大型鉱石専用船海難事故

1970年タンカー・ブーム

1967年(昭和42年)秋頃から世界景気が上向き始めたが、これは1970年(昭和45年)前半まで続き、一般貨物、石油ともに荷動きが活発で不定期船市場、タンカー市場ともに強調であり、とくにタンカー市場は一大ブームを現出した。これは世界的な石油消費の増大を根本原因としているが、石炭がエネルギーとして急激に競争力を喪失し、石油への依存度が高まったためとみられている。この間に中東—地中海を結ぶパイプラインであるタップラインが1970年3月に閉鎖され一旦再開したものの5月に再度閉鎖され、7月に再開したがその他にリビアの石油生産制限などもあり経済的、政治的不安定要因に加え、心理的要因も作用して大ブームを呼んだものである。

45年は3月から9月まで日本万国博覧会が開催された年である。その3月末に八幡製鉄と富士製鉄が合併して資本金2,293億6,000万円の新日本製鉄が誕生したが、同じ3月末に赤軍派が日本航空「よど号」を乗取って平壌に着陸するという、この種ハイジャックの日本におけるハシリのような事件があった。又9月にはエジプトのナセル大統領が急死してサダト氏が大統領に就任している。

野島崎沖の大型船海難¹⁾²⁾

昭和44年1月5日の鉄鉱石専用船ぼりばあ丸(54,271 D.W.)が沈没して乗組員33人中31人が死亡行方不明となった直後、造船技術審議会は鉱石運搬船特別部会を設置し、建造技術上の問題点を検討し、44年9月に運輸大臣あて建議した。

ところが翌45年2月9日に同じく大型鉱石専用船かりふおるにあ丸(62,147 D.W.)が又も野島崎沖で沈没し乗組員29人中死亡行方不明5人を数えた。本調査のため運輸省に「大型専用船海難特別調査会」が設置され、同委員会は45年6月22日、調査結果をまとめて「早急に着

手すべき対策」として気象・海象、運航、船体の3部門6項目を発表し、ただちに関係部局がその推進に着手した。

その内容は、冬期北太平洋の気象・海象の実態の究明、波浪予報の体制整備、運航マニュアルの作成、波浪外力の解明による船体構造計算法の精密化、船体腐蝕対策と損傷腐蝕の早期発見、救命設備の改善と救命作業の練度の向上等についての指摘であった。

この報告書に基づき、船舶の施設的な面における安全対策として、バラストタンク内等の防蝕に関する規程を定めるとともに、46年6月、省令の改正により、バラストタンク内等の異常衰耗や損傷を早期に発見するための常設の点検設備の備え付けを強制した。

一方、45年6月と8月に運輸省の提唱により、運輸省、日本海事協会、日本造船工業会および日本船主協会による安全対策懇談会が開催された。

これに先立ち45年2月16日付運輸事務次官通達により、長さ200メートル以上の鉱石専用船39隻、鉱石兼用船30隻、計69隻の点検、補修、船首部補強が実施された。

運輸省の「大型専用船海難特別委員会」の46年6月の最終報告書によれば「できる限りの調査・検討を加えたが、確定的な原因は見出し得なかった」とするものであった。これに対し、全日本海員組合、船長協会、航海士会などの職能団体は不満の声明を出し、特に海員組合は47年2月から疑問視された船の自主点検を開始した。

ところが47年10月、運輸省船舶局は昭和37年から46年までの間に国内の3造船所で建造された一部大型船に不良溶接工事が行なわれた事実を発表した。このため約60隻の船舶について特別検査が行なわれたが、当初発見された6隻以外には不良溶接工事は発見されなかった。こうして大型専用船の安全運航確保のための対策が次々と実施された。

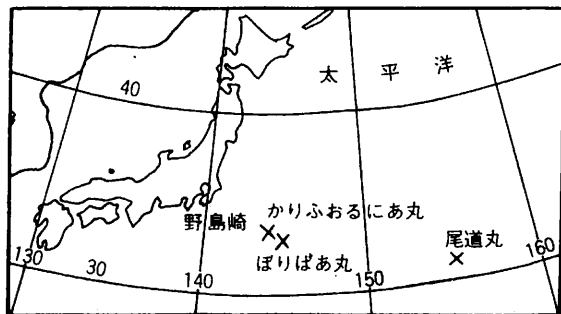
なお、ぼりばあ丸とかりふおるにあ丸の海難審判裁決は、昭和47年11月28日と48年9月13日にそれぞれ横浜地方海難審判庁において行なわれ、前者については「原因は船体の強度不足などにあると考えられるが、確認できず断定できない」、後者については「事故原因の断定は

不可能であったが、今後この種海難の発生防止のためには気象・海象の変化にとくに留意して運航するよう」指摘された。私の大学時代の同級生で運輸省に入って船舶検査官をやっていた谷垣和男氏が請われて横浜地方海難審判庁に移籍してこの両裁判に関与したので、私も通常以上に関心を持って、その成行きを注目したものであった。

丁度本史本号の原稿を書き上げた昭和56年11月20日、運輸省船舶局は昭和55年12月30日野島崎沖で船首部分がちぎれたばら積み貨物船（石炭運搬中）尾道丸（56,341 D.W.）事故に係る技術検討会（委員長：山本善之東大教授）の結論を発表した。これによると、尾道丸はぼりばあ丸、かりふおるにあ丸の場合と異なって乗組員29名が全員救助され、船首部が欠落した後も残部は浮んで港へ向けて曳航されていたが、事故後13日目の56年2月11日に沈没した。このため破断箇所の現物検証は不可能となったが、この間に事故直後の写真もとれ、乗組員の説明も豊富で、事故当時の気象・海象データ、類型船の点検結果などに基づいて技術的検討が行なわれた。

乗組員の説明によると「左舷20°からの波高8mから9mの大きなうねりに対し速力約5ノットで航行中、突然船首真向いから波高10数mの大波に遭遇し、船首船底が波の底にたたきつけられ（スラミング）、同時に多量の青波（白波でない水のかたまり）が打込み、しばらく船首部が浮き上げてこなかった。浮上した船首部は既に上方に屈曲し、その後次第に屈曲度を増して遂には折損分離した。」というものである。検討会は最近わが国で開発されつつある波浪中の船体構造応答計算法を用いて水槽実験、コンピューターによる強度解析を試みた結果、尾道丸が大波に最悪のタイミングで遭遇した場合には、スラミングによる大きな衝撃荷重を受け、船首部上甲板に座屈応力を超える応力が発生するとはあり得るという計算結果を得た。

今後横浜地方海難審判庁が審判を通じて事故の原因究



野島崎沖の大型船海難地点

明を行なうこととなっているが、朝日新聞紙上での運輸省船舶局首席船舶検査官新藤卓治氏の談話にあるように、「ぼりばあ丸などについては、船体が引揚げられていないし、乗組員の証拠も少ないので、尾道丸のようにスラミングによる遭難だとは、現状ではいえない。」ものようである。ともあれ、ぼりばあ丸、かりふおるにあ丸、尾道丸が3船とも昭和40年（1965年）の竣工船であったということは注目に値しよう。

国際会議の思い出³⁾

私は昭和45年5月に航空局に併任され、更に外務事務官（国際連合局）に併任され、外交旅券を発給されて5月18日から6月3日まで17日間カナダのモントリオールの国際連合国際民間航空機関（ICAO）本部で開催されたICAOの航空情報収集に関する第5回統計会議に日本政府代表として出席する機会を得た。私は統計は多少わかったが航空に非常に弱いので日本航空（株）調査開発室中島巖氏が手伝って下さることとなり二人で勇躍（恐る恐る？）乗り込んだものだった。私としては在ブラジル大使館時代に国際道路会議、汎米鉄道会議など多少の国際会議の経験はあったが、いつも有能な通訳と一緒にだったし、相談する人が身近に沢山いたので、今度のように頼るは自分達だけというのは初めての経験であった。このときも運輸省航空局から在カナダ大使館に一等書記官として出向し、ICAOのためにモントリオールに駐在していた大島士郎氏も居られていろいろアドバイスを受けたが、大島氏自身がハイジャック問題などICAO関係の数部門のテーマに頭をつっ込んでいたので、日本から統計の専門家？が来たからには「すっかりおまかせ」というスタイルにならざるを得なかったのである。

この会議は航空に関するものであるから本史で詳述すべきものではないが、IMCO、UNCTADなどの国際関係会議、或いはOECDなどのような国際会議に出席した人の話を聞き、又は報告を読んでみると海運造船関係の国際会議の様子も私が航空に関して経験したものと似たようなものであるらしいので、少し寄り道をして、私の国際会議の印象を述べておく。

航空統計に関する会議であるので議題についてふれることは避ける。この会議には代表団としてICAO加盟国から30カ国が出席していた。その他にソ連はICAOに未加盟であったがオブザーバーとして参加し、又、IATAなどの民間の国際機関もオブザーバーとして出席していて全部で150人位の会議だった。

議事日程は実にきつかった。月曜日から金曜日まで毎日10時から12時半まで会議が開催され、午後からは14時

から17時まで会議がある。その間に午前1回、午後1回のコーヒブレイクがある。ヨーロッパの代表団はそれまでの4回の会議に同じ人が出ているケースが多く、その間にもヨーロッパ内の同種の会議や、本航空統計会議の予備会議などに出席して、既にお互いに充分知己であるので、休憩時の非公式意見交換が十分に行なえる。この点日本は毎回異なった代表が出るのでなかなかとけこみにくく、やむを得ず会議では可成り強情な態度で自説を主張することになる。日本だけが反対するケースが可成りあったので大分他の代表や事務局にうらまれて訓令の内容をうらめしく思ったことが屢々あった。

議長はスイス代表で彼の自国語はドイツ語であるが、英語、フランス語、スペイン語、イタリー語などを自由に使いわけていた。ICAOの会議では国連用語のうち英語とフランス語とスペイン語が公用語になっていて、この3カ国語間の同時通訳が行なわれているが議長は殆ど同時通訳に頼らないで議事を進めていた。ヨーロッパ、アメリカの連中はICAO事務局員ともツーツで、この点日本などは大きなハンディキャップを背負っている。

ハンディキャップの最たるものは日本語が国連公用語になっていないことで、私達は会議に出席するに当って、運輸省航空局、統計調査部及び各航空会社の航空統計担当者と十分な検討を重ね、日本政府の意見として訓令を受け、これを自分なりの英語につくりあげて会議に出席しているので、議案についてのYes、Noの他に最初の一回だけは何とか自分の意見を申し述べることができるのだが、これに対して議長又は他国の代表が意見を述べると悲しいかな何を言っているのか、なかなか聞きとりにくい。特にフランス語やスペイン語で話しているときに同時通訳で英語になったものを聞きとるのは全くむずかしい。二人で相談してもわからないことが屢々あるので、そのときは「あとで返事する。」とっておいて会議後事務局の人に「あの時は何と言っていたのだ。」と聞く始末で、馴れるに従ってヒヤリングも多少はよくなったが、本会議の場合は最後まで苦勞した。ところがワーキング・グループで10人内外の会議のときは、同時通訳なしでみんな英語でやるので、英語の国の人はずっと易しい英語で話すし、英語以外の国の人英語を話すときはかえって理解し易く、わからないときはその場で聞きなおすこともできるので殆どヒヤリングの問題はなくなり、自分の意見も不思議にするすと英語で出てくる。このためワーキング・グループでは可成り日本の立場を主張できた。

ともあれ、本会議で議長が木槌で「コン」とテーブルを叩くことから始まり、私が頭の中で英語を組み立てて

から鉛筆を上げて発言を求め、議長が「Delegate from Japan」と発言を許可したとき、自分のテーブルのマイクのスイッチをonにして「Thank you, Mr. Chairman」と挨拶した後、日本代表として発言をする瞬間は大変な緊張でスリルすらあった。発言後「Thank you, Mr. Chairman」で終る始終は始め異様に感じたが間もなくなかなかいい形式であることがわかり、今に忘れられない思い出である。

国家公務員から商社マンへ

昭和45年という年は私個人にとっては大変記念すべき年となった。この年の7月1日に私は運輸省を退官して川鉄商事という会社に入社し新設の船舶部長に就任した。丁度地方海運局長に出る話と、船舶局長経由の川鉄商事からの誘いとが同時期に来たため私も大変迷い、当時の船舶局長佐藤美津雄氏と官房人事課長後藤茂也氏には随分相談に乗っていただいたが、結局自分自身の判断で転身に踏みきった。この間のいきさつや心境を詳述すると一寸したノンフィクションものになってしまつて本史の趣旨に反するので、当時私が『海運特報』の「展望台」に書いた挨拶文の一部によって当時の私の意気込みをくみとっていただくこととする。転身がきまつたのは4月始めであったが、既にICAOの航空統計会議への私の出席を通知して外務大臣訓令をとりつける作業中だったため退官時期は会議後になった。

海運・造船界に復帰の弁⁴⁾

私事にわたって大変恐縮ですが、このたび私は役所を中途退学して商人になりました。運輸省に在任中、この展望台の欄で何回か勝手なことを書いてきたことを思い出すにつけても、編集部の寛容に感謝の念なしではおれません。そこで寛容ついでに今回は私事そのものを書かせていただくことについて御了承を得ましたので、かくは海運・造船界に復帰の弁を書くこととなった次第です。

役所をやめて新しい仕事に入った後、先輩、友人、知人に御挨拶するごとに「お前、やめるのが少し早過ぎるのではないか」と心配していただき、それぞれの方々に私の心境なり、ここに至った経過なりをお話し申し上げますが、要は、こんどのチャンスを与えていただいた会社の社長さんのオファーは、私のパーソナリティーと役所時代の経験を生かして残りの半生を働かせていただくにビタリの仕事と環境だと判断したので、このたまたま与えられた数少ない貴重なチャンスに勝負をいどんだものとお考え下さい。それがよかつたことになるかどうかは、よくいわれるように棺桶に片足つつ込んだ時でないとは判らないでしょうが、私なりに新しい環境に

順応してベストを尽してみたいと思いますので、陳腐な言い方ですが、宜しく御指導御鞭達の間お願い致します。

大学卒業後運輸省に入れてもらい、経済審議庁、外務省（在ブラジル大使館）に outward している間に、運輸省の内外で非常に沢山の先輩、友人、知人に恵まれました。

このうち最後の7年間は専ら官房で「運輸」全般にたずさわり、海運・造船はその一環として眺めたのですが、これがたまたま物的流通近代化としての海陸一貫輸送、なかでもコンテナ輸送、フェリーボート輸送、バージライン輸送などにつながり、この間の情報処理理論、コンピューター導入実務経験などと並んで、私の大きな力となったものと確信しています。新しい職場では船舶及び船用機関の仕入と販売を担当することになっていますが、今後は差し当って鉄鋼及び鉄鋼原材料の流通近代化に焦点を合わせて、この新しい仕事に取り組みたいと思っています。

7年振りに私は海運・造船界に復帰しました。役所をやめることとひきかえにいただいたこの新しい環境は、私にとって大切なものです。諸先輩もよく言っておられるように、今後は会社の「もうけ」に最大限の貢献をするよう努めると同時に、一度は国家的な見地から世の中を見てきた者の責務として、日本の斯界のための努力を措きまいこととしたいと思っていますので、よろしくお導き下さいませようお願い致します。

中小造船所の大型化⁵⁾

しばらく海運造船界の現場から離れていた私が両企業にタッチしているいろいろ感じたことの中で最も驚いたのはいわゆる中小造船所が強力になっていたことである。実は川鉄商事での私の仕事は次号に詳述するように造船所への鋼材販売の援護射撃がそもそもの出発点であったが、この場合大造船所へより、むしろ中小造船所に対してこの援護射撃は有効に働くので、私は当時精力的に中小造船所の実情を勉強したものだ。当時の私の率直な印象を『海運特報』「展望台」で述べているので紹介する。

今頃こんなことを話題にすると随分間が抜けているんじゃないかとおっしゃる方がいるかも知れないが、久しぶりに海運造船界と縁の深い仕事に帰って最も驚いたことは、従来中小造船所と思い込んでいたところが、いつの間にか昔の大造船所なみの設備と技術をもってフル操業していたことである。

いわゆる主要造船所28工場を除く中小型鋼造船所で、昭和44年度には142万総トンもの船舶が竣工した。設備拡張状況および手持工事量にすれば、45、46、47年度と

逐年この数字は急増することは明らかである。戦後、ポーレー勧告、ストライク勧告などに関連して、日本の造船設備能力は全国で80万総トンであるが、せめて65万総トンの操業を維持するにはどうしたらいいか、などと論議されていたことが、まるで夢のように思われる。

現在大造船所は5万重量トン以上の大型乃至超大型船の建造に主力を置いているもののようにみうけられる。一方、中造船所の主力は1万8,000重量トン型から2万8,000重量トン型へと移動しつつある。この船型では、コンテナ船など特殊な優秀船か、または標準船の連続生産でない限り、大造船所はもはや中造船所に船価において太刀打ちできなくなりつつあると考えねばなるまい。

ここに注目すべきは、大造船所の下請工場としてブロック組立を行う工場が、新しい造船関連産業として脚光を浴びてきたことである。これは造船業と鉄鋼業の合の子であって、一方には、造船業の古今未曽有のフル操業を消化するための工程合理化技術の進歩により、他方には、鉄鋼業の営業努力と流通近代化意欲によって形成された新形式産業である。

一造船所の専属工場的なものは従来もあったが、複数の大造船所の下請としてその指示のもとに図面に従って50トン前後の大ブロックを組立てて納入することを業とする鉄工所ができたのは、比較的最近のことである。

現在は、造船所がフル操業しているので何ら問題はないが、ここで頭の片すみで危惧されるのは、ある時期に今の造船ブームが下向きになったときには大中小造船所の分野はどのようになるだろうかということである。大造船所は、自己の操業だけは維持しようとするから、その影響を中小造船所が大きく受けるであろうことは常識的に考えられるが、大造船所が2～3万重量トンのバルクキャリアーの分野に再進出しようとしても、これはなかなかむずかしいのではなからうかと、私は念う。

いずれにしても、ここにも世界および日本の船腹需給見通しをおろそかにできない理由がある。

参考文献

- 1) 運輸省 『運輸省30年史』 昭和55年3月
- 2) 日本船主協会 『日本船主協会30年史』 昭和56年6月
- 3) 米田 博 『航空統計作成上の諸問題——ICAO第5回統計会議を中心に——』 航空政策研究会 航研シリーズNo.41 昭和46年7月15日刊
- 4) 米田 博 「海運・造船界に復帰の弁」『海運特報』 昭和45年8月6日号
- 5) 米田 博 「中小造船所の大型化」『海運特報』 昭和46年1月19日号

米海軍とLM2500ガスタービン

石川島播磨重工業株式会社

田 辺 清*

1. はじめに

それは1969年12月30日であった。米海軍輸送船団のRo・Ro船カラハン号がニューヨークのベイヨン港から西独のブレーメン港に向けて歴史的な旅立ちを行なったのである。この船はすでに1967年から2台のPWA社製FT4ガスタービンを搭載して25ノット以上の速力で大西洋横断を行ない、米軍の軍需物資の輸送にあたってきた。しかし、この3週間にわたって建造所であるフィラデルフィアのサン造船所に入り、左舷の1台をGE社のLM2500ガスタービンに換装する工事を行ない、公試を完了していた。このガスタービンはLM2500ガスタービンの1号機であり、1969年7月までにイタリアのFIAT社で300時間の耐久試験を行ってきたものであった。

歴史的な旅立ちというのは、1隻の船に異なる2種類のカスタービン主機をのせ、性能や信頼性の比較を行ない、米海軍はその後30年以上も使用するであろう2万馬力級ガスタービンの選択に踏み切ろうとしていたのである。その後の運転経過は本文に書くとして、この比較運転の結果と建造艦船の仕様がうまくかみ合せて、LM2500ガスタービンが米海軍の制式エンジンとして採用され、DD963級駆逐艦、FFG7級ミサイルフリゲート艦、PHM水中翼ミサイル艇、そしてCG47級ミサイル巡洋艦などの主機への導入となった。1981年中途に米海軍ではLM2500ガスタービンを主機とした水上艦が44隻就役しており46隻が建造中である。一方カラハン号はその後LM2500ガスタービン2台を搭載して物資輸送を続け活躍しているが、LM2500ガスタービン改良のための試験台としてもかけがえのない役目を果たしている。

この小文では筆者がこれまで見聞してきた情報にもとづき、米海軍においてLM2500ガスタービンがここまで重要な役割りを占めるようになった経緯と現状について述べ、米海軍艦艇用主機変遷の歴史の1部として読者のご参考に供したい。

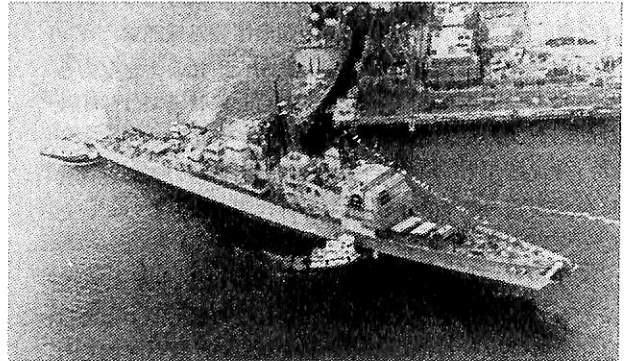


写真1 進水後のCG47

2. 米海軍におけるガスタービンの歴史

米海軍がガスタービンを大型艦主機として採用したのはDD963級駆逐艦（以後DD963級と呼ぶ）がはじめてであって（PGMにLM1500ガスタービンを主機として採用しているが）、西独、英国、イタリアに大巾に遅れを取った。たとえば1961年から1963年にかけて西独はKöln級に、英国はCounty級、Tribal級に、イタリアはSan Giorgio号に産業転用形（産業用ガスタービンを原形としているという意味）ガスタービンをブースト主機として搭載している。その間、米海軍としてガスタービンに関与しなかったわけではない。第2次大戦中から開発していた米海軍用J40ジェットエンジンを転用して7500HPのガスタービンを開発、COSAGプラントに組み込み、海軍研究所（Turbine and Boiler Laboratory）で陸上試験を行っていた。このCOSAGプラント（蒸気タービンとガスタービンの結合プラント）は当時検討中の排水量4500tのDD艦が搭載艦の候補であった。米海軍と先にあげたヨーロッパ諸国の開発方向の違いは、戦後の米海軍では産業転用形ガスタービンを狙わず、軽量で、起動性・整備性の良さをより発揮できる航空用ジェットエンジンの転用を最初からめざしていたことである。その後これらヨーロッパ諸国が産業転用から航空転用へ転換していった経緯を見るにつけ、その点では先見の明があったといえる。

* 石川島播磨重工業(株) 陸船ガスタービン事業部

このCOSAGプラントは同時に開発中であった過給ボイラ式蒸気タービンプラントにそのコンパクトさにおいて敗れ、ついに陽の目を見るに到らなかった。過給ボイラはボイラを燃焼器に持つ一種のガスタービンといえるが、これを用いた蒸気タービンプラントはその後GARCIA級DE, BROOKE級DDG 17隻の推進装置として使用された。大型艦ではその後次のDD艦候補としてSEA HAWKが出てくる。このため電気推進で固定ピッチプロペラを持つガスタービンだけのプラントが考えられ、その候補としてPWA社の航空転用ガスタービンFT 4が選ばれた。米海軍研究所ではすでに1963年からこのエンジンの陸上試験を始めている。しかし、SEA HAWK計画も船としてのバランスが取れていないということで計画は消滅してしまっただけでなく、そうこうしているうちに、1965年頃になると、米海軍としては戦争直後に建造した大型駆逐艦の船令が20年をこえ、代替艦の建造を考えねばならなくなった。

一方では米海軍の緊急輸送の一環として輸送船の建造が計画された。最終的にはRo・Ro船が選ばれ、ガスタービン主機であるとエンジンルームが小さくなり、かつ、搬出入の通路が取りやすいことでFT 4が選ばれた。FT 4はその頃までに、米沿岸警備隊カッター、デンマークやカナダの大型艦の主機に採用されており、当時としてはSFC（燃料消費率）や出力の点でもっとも優れたガスタービンであった。これらの動きが刺激になって英国でもEXMOUTH号に試験的に航空転用形ガスタービンを載せることを考え始めていた。このRo・Ro船は米海軍提督の名を取ってカラハン号と命名され、1967年から大西洋での任務につくことになる(写真2)。この時点では、この船は単なる輸送船としてむしろ商船界から次の世代の主機を積む船として注目をあびたが、もともと海軍関係者、とくに機関関係者がこの船のガスタービン化を推進した裏方だったのである。この頃すでに米海軍研究所ではFT 4を使って各種の試験を行ない、かつ、カナダ海軍から依頼されてFT 4を使ったDDH 280級の機関部の陸上試験を始めていた。

3. GE社船用ガスタービンの歴史

GE社では1961年に水中翼実験艇デニソンにF 104戦闘機用エンジンJ 79の原型エンジンを転用したLM 1500 (14000 HP)とT 58ヘリコプタエンジンを転用したLM 100 (1100 HP) 搭載して以来、米海軍水中翼艇プレビューにLM 1500, また、アメリカンプレジデントラインの貨物船の発電装置、フェリー用水中翼船やホバーク

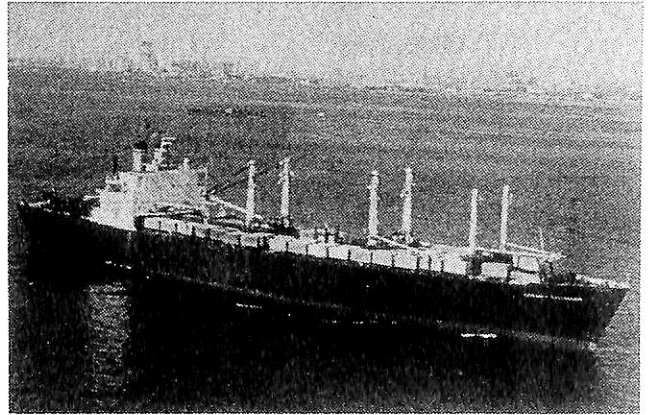


写真2 Adm. Wm. M. CALLAGHAN号

ラフトの推進用にLM 100を使用してきた。実用段階に入って1966年にLM 1500は17隻のPGM(モータガンボート)に各1台搭載され、CODOG艦のブースト用として使用され、十分その使命を果たした。LM 1500についてはPGM搭載に先立ちとくに船用環境(塩分吸入, Marine Diesel 燃料使用)での耐久試験を行なっており、水洗、耐食コーティングなどの技術の向上を計った成果があらわれたといつてよい。

この頃から米海軍にて新しい駆逐艦(DDX)の話が始めており、GE社としてもこの主機に自社のエンジンを搭載したかったが、LM 1500では出力、SFCの点でもう一つものたらず、またPGMではブースト用であったため、総運転時間が1500時間をこえたものがなく、常用エンジンとして耐久性の確認がなされていなかった。ところでGE社では1967年にすでに米空軍輸送機C 5A(ギャラクシー)用にTF 39ターボファンエンジンを開発しており、この最新の技術をおりこんだ航空用ガスタービンを船用に転用すれば、それまでのガスタービンにくらべ、性能的にも耐久性のうえでもはるかに進歩した船

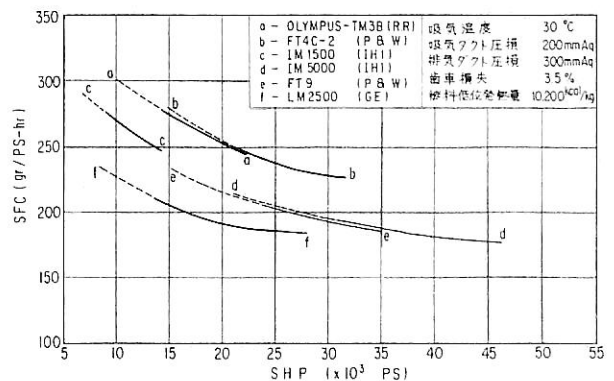


図1 艦艇用大形ガスタービンの性能

LM2500 GAS TURBINE AND TF39 TURBOFAN

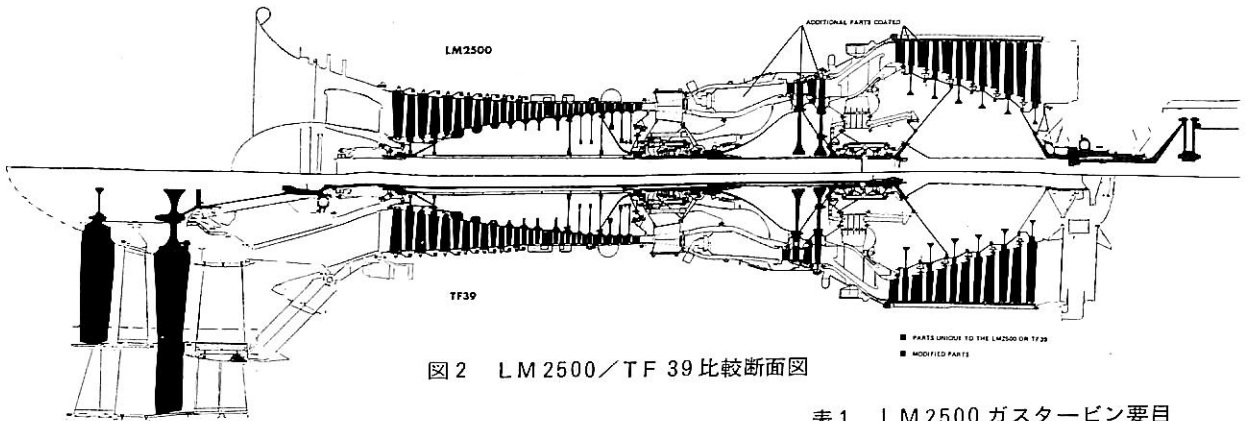


図2 LM2500/TF39比較断面図

表1 LM2500 ガスタービン要目

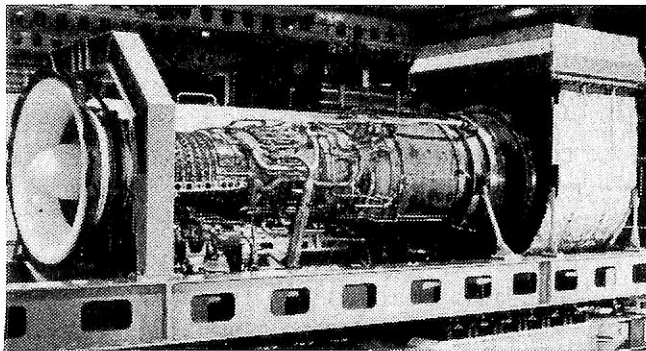


写真3 LM2500 ガスタービン

軸出力	28000 SHP	条件
出力軸回転数	3600 RPM	吸気温度 30℃
燃料消費率	182 G/SHP/HR	吸気圧損
大きさ	長さ 6700 MM	200MMH ₂ O
	高さ 2100 MM	排気圧損
	巾 2200 MM	300MMH ₂ O
重量	4700 KG	歯車損失 3.5%
		燃料発熱量(低位)
		10200 KCAL/KG

用ガスタービンが生まれることがわかってきた。ただ、すでに FT 4 が米海軍としては 20,000 HP 級エンジンとして育成の対象となっており、他海軍などで実績をあげはじめていた。GE 社としてはこのような状況のもとで自社努力により新しいガスタービンを開発することは、事業的にも大きなリスクを負うことになるが、性能(図 1 参照)、信頼性の上で優っていれば、かならず採用されるであろうという確信のもとに、同じような認識を持っていたイタリアの FIAT 社とともにこのエンジンの共同開発を始めた。GE 社ではこのエンジンを LM 2500 と名づけ(表 1)、1968 年に設計を完了したのちただちに 1 号機の生産を開始した。図 2 に転用したもとの航空用エンジン TF 39 と船用 LM 2500 の断面を比較する。簡単にいえば LM 2500 は TF 39 よりファンを除き、それを駆動していた低圧タービンを出力タービンとしてそこから出力軸を出した形になっている。よってほとんどオリジナルな航空用部品を使っているが、転用で必要になった部品は FIAT 社で製造され、また 1 号機の耐久試験も FIAT 社で行なわれた(写真 3)。

同時に GE 社は DDX にぜひ LM 2500 を採用して貰いたいと米海軍に働きかけていたが、すでに FT 4 につ

いて米海軍で各種試験を始めており、カラハン号での比較的好調な運転と相俟ってなかなか売込みのきっかけがつかめず苦戦していた。米海軍からは本当に提案されたようなよい SFC で運転できるのか、1000 時間以上の運転に耐えられるのかという疑問も出ていた。ここで GE 社としては 1 つのかけに出た。GE 社ではもしうまくゆかなかつたらエンジンのせかえの費用を持つからカラハン号に LM 2500 をのせてくれと米海軍に頼みこみ、1000 時間だけという条件つきで左舷エンジンの換装を許可して貰った。これがこの小文の冒頭の一節につながるのである。1969 年 12 月から始まった運転で最初の 1000 時間での発生不具合はシールもれやクラック発生など船内で簡単なおせる初期故障だけだったので米海軍も継続運航を許した。LM 2500 による運転開始から 9 ヶ月間で約 5000 時間の運転ののち、大きな障害は、補機駆動歯車箱の軸受損傷であり、大西洋のカナダ沖で船を止め、代替品と交換し、22 時間後に復旧した。その他の小故障はいずれも船内で修理、交換できるもので航行には支障をもたらさなかった。

4. DD 963 プログラム

このプログラムの1番艦 DD 963の就役迄の簡単な歴史を書くと次のごとくなる。

- 1966 米海軍で検討開始
- 1967 基本計画契約を公募 5社応募
- 1968 5社のうち3社すなわち Litton 社, Bath造船所, General Dynamics 社に基本計画契約を与える。
- 1969 上記3社から出た基本計画を米海軍が評価検討
- 1970 Litton 社に DD 963級30隻建造の契約が与えられる。この時の主機は PWA 社の FT 4。この年の終りに主機は LM 2500に変更。
- 1973 11月に DD 963 進水
- 1975 9月に DD 963 就役

この基本計画とは一種の比較検討であり、米海軍からは機関としては原子力機関以外ならその種類を問わないという条件のもとに、最高速力、航続距離、整備性、信頼性、即応性、耐被害性、水中発生音などの要求値が与えられた。検討のための条件として航走パターン、ソナーレンジ、金利、燃料単価などを与え、上記の各要求値を満たしたうえで、20年間のライフサイクルコストを各候補プラントについて算出し比較した結果、蒸気タービンプラント、CODAG、COSAG、CODOG、COGOGをおさえて FT 4 Aを4台備えた COGAG のそれよりも小さかった。ただしライフ・サイクルコストだけでなく、同時に次の要素が考えられ、これらの面でも COGAG 艦が秀でていたという。

- 乗組員減少(艦上メンテナンス減少による)
- 機関部重量と燃料庫重量の合計が最小
- 対潜騒音対策が容易
- 即応性が大きい
- 換装整備による稼働率の増加

なお、この基本計画の段階で米海軍は各社に平均1500万ドルの設計費を与えている。提出された基本計画では上記のような比較検討により3社ともガスタービン案を出して来たが、もっとも建造費の安い Litton 社が選ばれたといわれている。これは工場設備を流れ作業による連続建造方式にしたからだとの話であるが、後日予算超過が生じており米海軍と Litton 社の間で長期にわたって価格折衝が行なわれており、かならずしもうまくいったわけではなかった。

ところで Litton 社の FT 4 Aの COGAGによる DD 963案が選択されたのであるが、その Litton 社がその頃からすでに LM 2500に注目しており、その検討の中に LM 2500による COGAGプラントも追加されており、このプラントがさらに魅力的な船を提供できるという提案であった。すなわち、LM 2500の SFCを持ってすれば、FT 4 Aの場合必要だった2軸間の電気式クロスコネクタ(4台のうち1台で2軸をまわすためのもの)を省略でき、船より小さくスマートにできるというメリットがあった。

一方、米海軍の方も、カラハン号による9ヶ月間のL

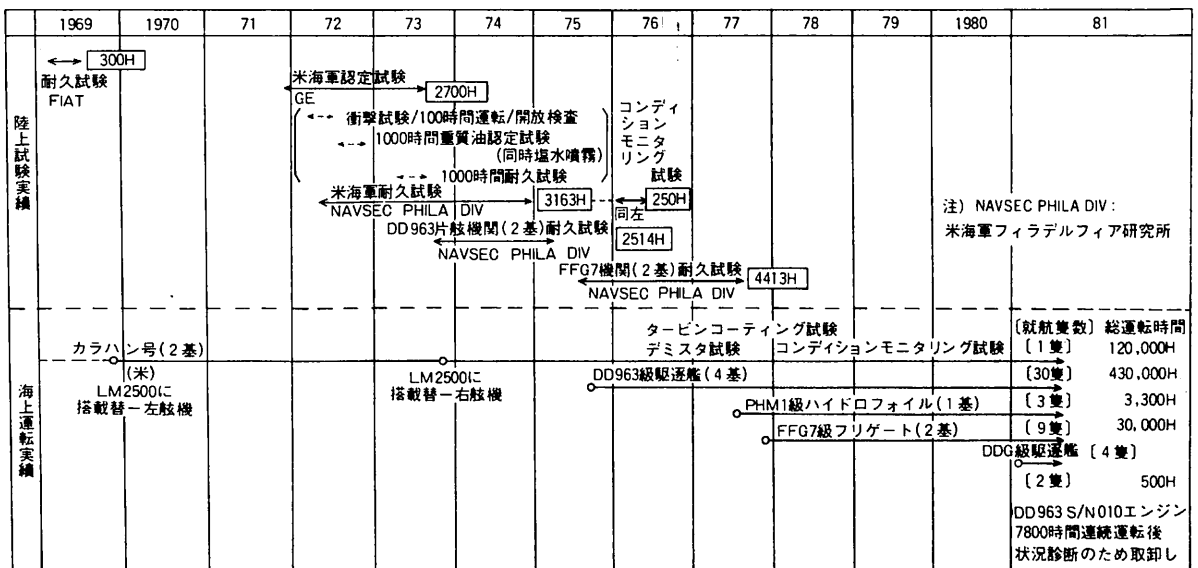


図3 LM 2500 ガスタービン各種試験および運転実績

M 2500の実績により燃料消費率の良さが実証され、また信頼性についてもFT 4 A なみかそれ以上であるという結果に注目していた。これについては米海軍の中では新しいものはこわれにくいからこれからが問題なのだという議論と、初期故障があるべき時期に少なかったのだから将来はもっと少なくなるのだろうという考え方の両方があったが、経済性の点では議論の余地がなかった。そして1970年末になってついに米海軍がDD 963の主機をLM 2500に選びなおしたのであった。

この頃、あるボイラメーカーが国会議員を通じて将来の水上艦の主機をガスタービンにすることは間違っていると直訴したため、国会の小委員会ではな論戦がくりひろげられた。これにはGE社の蒸気タービン部門と航空エンジン部門の両者がまきこまれ、蒸気タービン側からガスタービンを批判するかなりきびしいコメントが出たが結論が変わるべくもなかった。蒸気タービンプラントについては、すでに採用されていた1200ポンド圧力のボイラの信頼性が足らず整備費用がかかるという状況下にあり、きびしい予算の締めつけにあって、その反動としてガスタービン採用が有利になったとも聞く。

5. LM 2500の各種試験と運転実績 (図3参照)

DD 963への採用がきまったLM 2500ガスタービンは1971年から1973年にかけて米海軍の認定試験を受けることになる。ここでは実艦搭載と同じようなモジュール(ガスタービンを台板の上のせ、エンクロージャにて囲い、主要補機器を装備したパッケージ)の形で各種試験を実施した。この試験は主として米海軍規格MIL-E-17341Cを実情に合わせ修正した形で行なわれた。主要なものに衝撃試験、1000時間重質蒸溜油認定試験(塩水噴霧も同時に実施)、1000時間耐久試験があり、1971年から1973年にかけ計2700時間の運転を行なっている。この試験中には他に15項目の試験を行なっており、すべて米海軍の要求値を満足し、認定試験に合格した。

一方、NAVSEC PHILADIV(米海軍フィラデルフィア研究所)では独自にLM 2500ガスタービンの耐久試験を行なっている。これはとくに高出力で連続運転を行なう試験で、エンジンにとってもっとも苛酷なものであったが、1974年迄に3163時間の運転を行なった。同じNAVSEC PHILADIVでは1973年よりDD 963の機関部プラントのうち片軸分を巨大なこの研究所の建屋の中に作りあげてプラントとしての試験を開始した。すなわちLM 2500ガスタービン2台、主減速装置1台、CPP 1軸分(翼を除いた可変ピッチ駆動部分)を

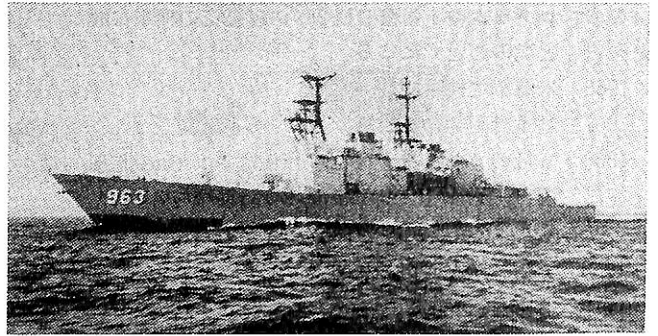


写真4 DD 963

5万HPの水動力計につなぎ、実艦と同じ吸排気装置や操縦装置と組合わせて試験を行なった。1974年末までに2台で2514時間の運転(軸運転時間2119時間)を行ない、貴重な運転実績を得た。コントロール装置、クラッチ、冷却ファンなどに改修の必要な箇所が発見され、海上運転前のDD 963にフィードバックされ改造が行なわれた。

カラハン号では1971年以降もLM 2500とFT 4を搭載して運転された。この間、LM 2500は無煙化燃焼器に換装され、重質蒸溜油による運転を始めた。また艦艇プロフィールとして1日14回出力を上下して負荷変化をさせる運転を行ない部品寿命に対する影響を調べた。1973年中までに約2万時間の運転を行ない、エンジンを換装しなければならない故障が4回生じている。しかし、これでもFT 4にくらべれば故障数は少なかった。1973年8月になると、運航経済性を考えて右舷軸にもLM 2500を搭載することになった。したがって、これ以後、両軸で年間1万時間以上の運転実績があげられるようになった。後述のごとくカラハン号では吸気のデミスタの効率が悪く、エンジンへの塩分吸入量が多く、ガスタービンとしての運転環境はきびしかった。すなわちLM 2500にとってカラハン号は最高のテストベッドになったわけである。

6. DD 963の運転実績

DD 963は進水時の事故や可変ピッチプロペラ不具合のおそれなどが重なって、結局、米海軍への最終引渡しは半年以上遅れた1975年の9月になった(写真4)。船は期待通りの性能を発揮し、米海軍水上艦の中でもっとも静かな船との折紙がつけられた。また1分以内に12ノットから33ノットに達する加速性やクラッシュアスターン性能のよさは他の機関の船では考えられなかった水準であった。

DD 963の艦船としての特色は他に紹介されているので省略し、ここではガスタービンを主機としたことによる特色を多少述べてみたい。まずこのASW(対潜戦闘)

の船として必要な特性は水中発生音の制限であった。Litton 社としては米海軍から与えられた制限レベルを守るべく、各音源への周波数別発生レベルの割り当てを行なった。主機ガスタービンや主減速装置にも同様な割り当てがあり、それぞれ工夫をこらした緩衝装置（耐衝撃性とのかね合いがむずかしい）を開発し、割り当てレベルの中に納めている。一方、LM 2500 ガスタービンから圧縮空気を抽気できるという特性を利用してこの空気をマスクャーやブレイヤーに使用し、航走時の船体やプロペラから発生する水中音を抑えている。

ガスタービンを装備した時の問題点は排気および排気ダクトの加熱による赤外線発生をいかに抑えミサイルなどの追跡をさけることである。このため排気に冷却空気を混合するエダクタを設置したり、排気温度をさげるための海水噴射を行なっている（写真4の6本の小煙突群）。これは煙突後方の電気品の保護にも役立っている。従来から船用ガスタービンの最大の問題は塩分吸入に伴う高温腐食（燃料中のイオウと結びつく硫化腐食現象）であった。そのためデミスタと呼ばれる吸気フィルタができるだけ海水飛沫を避ける位置に設けられている（写真4の小煙突群に隣り合った囲い状の所）。このデミスタで十分塩水分を取切った空気がガスタービンに吸入される。

DD 963 級の30隻目の船で最後から2番目の船 DD 992 は1980年7月に米海軍に引渡され、現在世界の海でこれら30隻が任務にあっている。すなわち120台のLM 2500が稼動しているわけである。すでにこれらのガスタービンで総計43万時間の海上運転しており、その信頼性の高さが実証されている。この間生じた問題点はカラハン号で経験した圧縮機1段翼のダンパー（振動防止用支持片）の摩耗であり、そのままにしておくと翼の折損に到るので、この部分の耐摩耗コーティングの厚さを2倍にした翼に植え替えている。さらに材質を替えたコーティングにより13000時間以上の寿命を狙っている。

現在米海軍はDD 963, DD 964, DD 965のそれぞれの1台だけを集中的に長時間運転させるFIPプログラムを実施している。このプログラムにより1980年10月にDD 963のS/N 010エンジンが状況診断のため就役以来始めて取ろされた。このエンジンは5年間で7803時間運転してきたわけであり、分解検査の結果あと2000時間の運転は十分可能であろうと診断されている。また分解に先立って行なわれた受入れ運転でもSECや振動が出荷時の新製エンジンの規準に十分入っていることが確認されている。

7. LM 2500使用のその他の米海軍の艦艇

米海軍はDD 963級の計画にやや遅れて主として船団護衛の目的でFFG 7級の計画を開始した。この船にはすでに2万HP級の制式エンジンとしてきまっていたLM 2500が2基1軸船の形で採用された。しかし、ASWに重点をおかず、AAW（対空戦闘）とのバランスを取っていることもあって、機関部の艦装に関する考え方はDD 963とは全く異なっており、従って各艦装品のメーカーも異なっている。この船についてもDD 963級の場合と同様に機関部をそっくり作り、NAVSECフィラデルフィア研究所にて試験を行なった（図3参照）。ここで発見された問題箇所は改善されて建造中の第1船にフィードバックされた。主な問題は操縦装置と中間軸の振動であったが実船で起っていればかなりの時間と出費を強いられるところであった。この装置は現在でもフィラデルフィア研究所にあり、Hot Plantとして乗組員の教育に使用されている。FFG 7は1977年12月に予算、日程

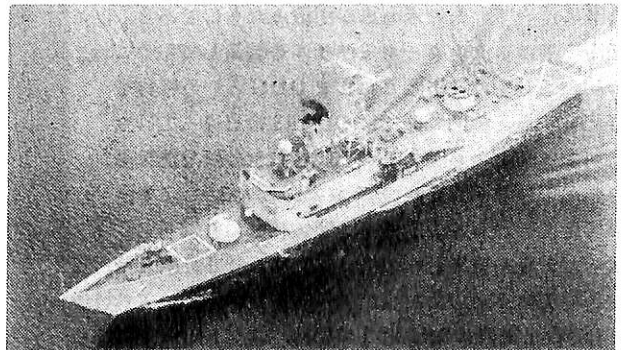


写真5 FFG 7

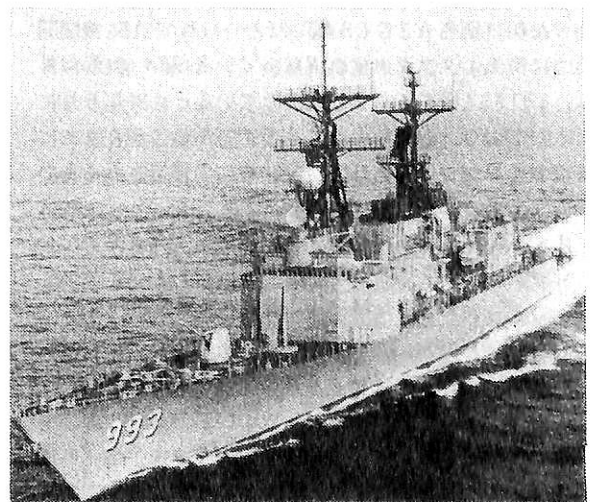


写真6 DDG 993

とも守られて米海軍に引渡された(写真4)。この級については1981年度予算までで45隻建造の予算がついている。

駆逐艦関係ではD D 963級の最終の船であったDD 992についてDDG 993(写真6), DD 994が就航, 現在DDG 995, 996, DD 997を建造中である。D D 993~996はもと

もとイラン海軍から発生のあったもので船体, 機関は同一のまま, ASWに加えAAWのミッションを持たした非常に欲ばった船である。イラン革命のため宙に浮いてしまい米海軍が引取ったものである。米海軍ではスタンダードミサイルを装備しているこの船の番号を継続艦としたままDDGという呼称を与えている。機関関係ではDD 963級と違って砂嵐に対する配慮からデミスタと組み合わせ砂塵分離装置を備えている(写真6でデミスタが大きい)。米海軍は今後中近東での配備を一層強化せねばならなくなったことを思うとこのような装備を持った船の用途が増加すると思われ皮肉である。

DDGと同様にDD 963の船体, 機関を使ってCG 47級(写真)が建造されている。これは複数ターゲット追跡のAAW艦であり, 米海軍でもっとも戦闘能力を持った船(別名AEGIS艦)だといわれている。機関関係では排気エグクタ形状が異なっている(図4参照)以外は, DD 963級をそのまま踏襲している。1980年6月に進水しており, 1983年引渡しの予定である。現在までに4隻の予算がついており, 今後20隻以上建造されるといわれている。

これらCGを補なう形でAAW艦として考えられてい

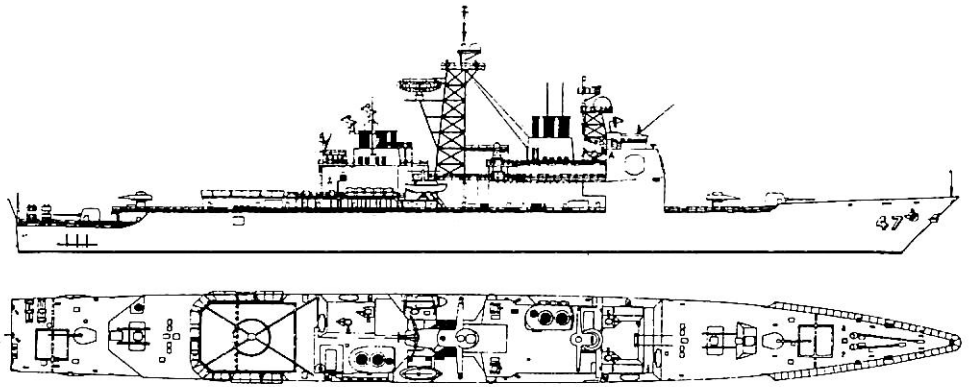


図3 CG 47

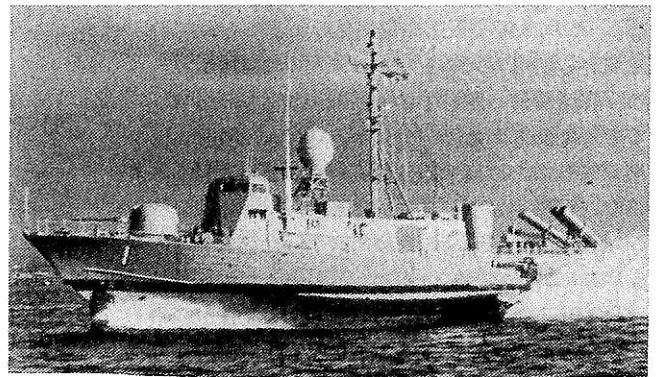


写真7 PHM 1

る船が1985年度予算で第1船の建造が予定されているD DGXであり, この船の計画について現在米海軍と造船所, 設計事務所間で基本計画のやりとりが行なわれている。4000トン級ということでLM 2500 3基の案が考えられていたが, 最近では6000トン級に拡大しており, ふたたびLM 2500 4台案が検討されている。この艦は建造費をとくに抑え40隻以上建造されるといわれている。米海軍の中にはその他FFXという計画があり, ヨーロッパの船を参考にしてCODOG艦が考えられているという。

小形艇では6隻の水中空ミサイル艇PHM(写真7)を

建造中で, そのうち3隻が完成している。表2にこの艇を含め, 米海軍にてLM 2500を使用した艦船の要目をあげる。

表2 LM 2500搭載米海軍艦艇一覧表 (Jane 1981-1982より)

名称	艦種	満載排水量	隻数			機関システム	LM 2500搭載数/軸数	就役年
			計画	予算通過	就役			
DD 963級	DESTROYER	7810トン	—	31	30	COGAG	4基/2軸	1975
DDG 993級	DESTROYER	8300トン	—	4	2	COGAG	4基/2軸	1981
CG 47級	CRUISER	9055トン	21 ⁺	4	0	COGAG	4基/2軸	1983(予定)
FFG 7級	FRIGATE	3605トン	46 ⁺	45	9	COGAG	2基/1軸	1977
PHM 1級	PATROL HYDROFOIL	231トン	—	6	3	CODOG	水ポンプ推進	1977

8. 米海軍による LM 2500 の研究開発

前節で述べたように、米海軍では非常に多くの艦船を LM 2500 で駆動することになっており、そのためこのガスタービンの艦艇主機としての育成に力を入れている。その中心は NAVSSES (NAVSEC を改名) で以下に示すような種々のプログラムを実施している。その一つが部品改良プログラム (CIP) であり、このプログラムによって改良の結果、1982 年出荷のエンジンからは寿命は 1 万時間以上になるはずである。この寿命を支配している部品はタービン 1 段動翼であるが、コーティングの改良により高温腐食による損耗が非常に少なくなってきた。米海軍の LM 2500 に対する要求は蒸気タービンなみの寿命であり、それに向けて改良プログラムが遂行されており、最終的には 18000 時間をターゲットとしている。この改良プログラムのために米海軍はこれまで約 4000 万ドル支出してきており、十分それに見合う成果があがっている。米海軍ではこのプログラムによる改善案は正式採用前に必ずカラハン号で試行するという建前になっており、これにより信頼性、耐久性、互換性を確認することができる。この際部品交換はできるだけエンジン搭載のまま行っており、船内修復を実施するにあたっての可能性の確認に役立っている。

カラハン号では 1977 年に左舷のデミスタを DD 963 に搭載している 3 段式に変更した。そして航行中にデミスタ後の吸気中に含まれている塩水分を計測したところ、右舷には左舷にくらばるかに多くのナトリウム分が吸入されていることがわかった。実際、現用エンジンに組み込まれているタービン翼をカラハン号の LM 2500 で使用した場合、右舷のそれは 5900 時間でコーティングをつきぬけて母材まで深く腐食していたのに、左舷のそれは 9500 時間運転したのにわずかに母材が腐食されたにすぎなかった。したがってカラハン号の右舷の LM 2500 は腐食に関する一種の加速試験を提供していることになる。なお、この試験では改良されたコーティングは現用のものの半分しか損耗していなかった。

一方このエンジンの保守整備についても改善が試みられている。米海軍は LM 2500 についてはいわゆるオンコンディション整備方式を考えており、エンジンの状況に関する種々の情報を集めて整備の要、不要を判断するわけである。このためにはいかに的確な情報をつかむかが重要であり、いまだ研究開発の必要がある。状況判定の有力な武器の一つはボアスコープである。これは胃カメラ状のもので、エンジンを開放せずに内部の状況が把握でき、写真撮影もできる。とくに NAVSEC が中心にな

って判定規準を作成し、2500 時間毎の検査を規定している。ただし、現時点ではまだ東海岸と西海岸に作られた米海軍のメンテナンスチームがこの判定にあたっている状態である。もう一つの方式としてエンジンの特性の変化を見てエンジンの健康状態を判断するコンディションモニタリング装置がある。1 台試作しカラハン号で試行しているが、判定規準を最終的に決めてかつ有為差を確認するにはまだ時間がかかりそうである。

米海軍では最近の省資源の方針に沿うように燃料節約の方向に動いている。その一つが LM 2500 の排熱回収を行ない蒸気動力を付加する RACER というシステムである。これにより巡航時の総合 SFC が約 20% 改善されることを狙っている。システムとしての信頼性を確認するため 1984 年から NAVSSES にてプラントとしての実機試験を行なう。すでにこのための LM 2500 の発注とボイラメーカーの選定 (ソーラ社) が完了している。もう一つのアプローチは LM 2500 の SFC そのものを下げる改良であり、巡航負荷で 10% を上まわる SFC 改善を狙っている。これも 1984 年にはこの改良をとり入れた LM 2500 のカラハン号でのテストを考えている。

9. むすび

米海軍はこれまで述べたように主力水上艦の機関については LM 2500 ガスタービンに完全にその将来を託している。したがってそのエンジンの育成には今までに相当な投資を行なってきており、かつ将来も続けることと思われる。現在 LM 2500 ガスタービンを主機とする DDG X は、1986 年より少なくとも数年間は続けて建造する予定であり、船令が 20 年だとしても 21 世紀にかけて活躍することは間違いない。また米海軍では 300 台以上の LM 2500 ガスタービンが使われることが必至であり、その維持のため保守、整備、補給の面でのシステムの確立が十分になされると思われる。

米国とは防衛の面で深い関係にある日本にも LM 2500 をのせた艦船は身近かな存在になってきている。すでに横須賀や佐世保には DD 963 級がここ数年何度か訪れており、今夏行なわれた日本海での日米共同演習にも 3 隻の DD 963 級が参加し、舞鶴に入港している。来年には FFG 7 級が日本を母港にすることもあり得ると聞いている。また最近ではインド洋での補給に従事する航程でカラハン号が佐世保に姿をあらわしている。

このような状況の中で、かつて蒸気タービン、ディーゼル、原子力とその艦艇主機としての地位を確立したのにつづいて、いかにガスタービンが成長し、その使命を果たしてゆくかが興味あるところである。

高速時におけるプレーニング艇の復原性 (2)

—デッドライズある場合—

岩井次郎

前号(1)ではデッドライズのない平底滑走体につき検討し、縦横のメタセンター半径 BM, 従って縦横の GM の大きさは速力によって変化することがわかった。その原因は動的揚力による排水体積の変化に基づくものであった。

以下ではデッドライズある横断面一定の柱状船体 (Prismatic hull) につき検討する。

次のような海水中に浮ぶ柱状船体を考える(図1参照)。

- 全長 $L = 12.000 \text{ m}$
- 幅 $B = 2.500 \text{ m}$
- 深さ $D = 1.500 \text{ m}$
- デッドライズ角 $\beta \approx 14.12^\circ$ ($\tan \beta \approx 0.25155$)
- トリム角 $\tau = 3^\circ$ ($\tan \tau = 0.0524$)
- $\nabla = 5.50 \text{ m}^3$ (5.64 t)

水線面は図1平面図で陰影を付けたものであり、これにつき各部の面積, その図心, 慣性モーメントなどを計

算する。

前部三角形の面積 $A_1 = 7.5 \text{ m}^2$, 後部矩形の面積 $A_2 = 15 \text{ m}^2$, 合計浸水底面積 $A = 22.5 \text{ m}^2$ 。

故に, 面積荷重係数 $A/\nabla^{2/3} \approx 7.22$, 長幅比 $L/B=4.8$ 上記の諸値から見て, この柱状船体は通常のプレーニング艇の標準のプロポーション, 船底荷重および走行トリム角の範囲内にあると見てよい。また, 水線下部の体積は次の通りである(後述の柱状船体の幾何学参照)。

$$\text{前部三角錐 } V_1 = \frac{b^4 \tan^2 \beta}{24 \tan \tau} = 0.786 \text{ m}^3 \quad (b \text{ はチャイン幅})$$

$$\text{後部三角柱 } V_2 = \frac{b^2}{4} \tan \beta (L_K - L_2) = 2.358 \text{ m}^3$$

$$\text{後部チャイン上のウェッジ } V_3 = \frac{b}{2} (L_K \tan \tau - \frac{b}{2} \tan \beta) (L_K - L_2) = 2.358 \text{ m}^3$$

$$\text{合計 } \nabla = V_1 + V_2 + V_3 = 5.50 \text{ m}^3 (5.64 \text{ t})$$

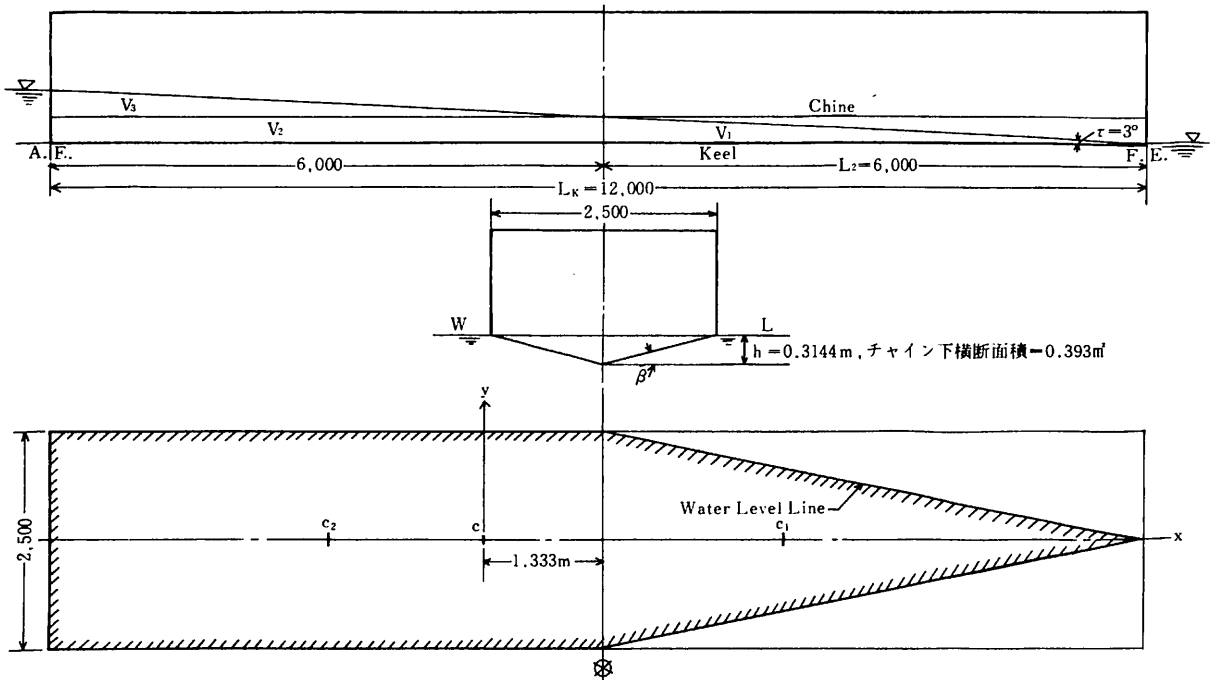


図1 トリム角3°で浮ぶ柱状船体

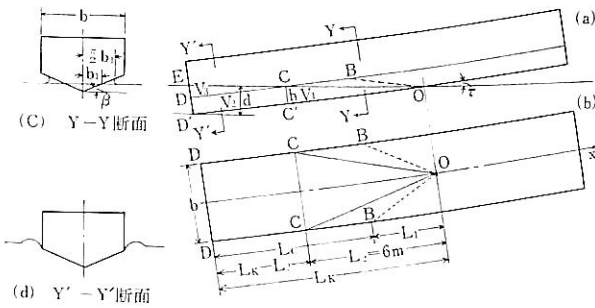


図 2

平均浸水長 $L_M = \frac{12+6}{2} = 9 \text{ m}$

故に底面の縦横比 $\lambda = \frac{9}{2.5} = 3.6$

全体の浮心位置 $KB = 0.292 \text{ m}$, $\boxtimes B = 2.787 \text{ m}$ (トランサム前方3.213 m)

水線面全体の図心をCとすると $\boxtimes C = 1.333 \text{ m}$

また、前部三角形の $I_x = 1.953 \text{ m}^4$ } 合計 $I_x = 9.766 \text{ m}^4$
 後部矩形の $I_x = 7.813 \text{ m}^4$ }

各部の自己の図心 C_1 と C_2 を通る y 軸周りの慣性モーメントは

$I_{1y} = 15 \text{ m}^4$, $I_{2y} = 45 \text{ m}^4$

$CC_1 = 3.333 \text{ m}$, $CC_2 = 1.667 \text{ m}$ であるから、慣性モーメントに関する平行軸の定理を使って、Cを通る y 軸周りの全体の慣性モーメントは

$I_y = I_{1y} + CC_1^2 \times A_1 + I_{2y} + CC_2^2 \times A_2$
 $= 15 + 3.333^2 \times 7.5 + 45 + 1.667^2 \times 15 = 185 \text{ m}^4$

故に、 $\nabla = 5.5 \text{ m}^3$ を元にして、メタセンター半径は次のようになる。

$BM_{Ts} = 9.766 / 5.5 = 1.776 \text{ m}$

$BM_{Ls} = 185 / 5.5 = 33.636 \text{ m}$

(添字 S は Static, T は Transverse, L は Longitudinal を意味する) これらをベースにして色々な速力の時のメタセンター半径を比較することにする。

デッドライズある柱状船体の幾何学

図1の船体がトリム角 τ で静水面上を走行する時の状態は図2のようである。水はキールと水面の交点Oから立上り、スプレイルートライン (Spray root line) はOBのようになる。実験によればOBは僅かにConvexであるが、直線と見なしてよいと云われている。スプレイルートラインの後部に非常に接近して澱み線 (Stagnation line) がある。

静水面とチェーンとの交点はCである。この wave

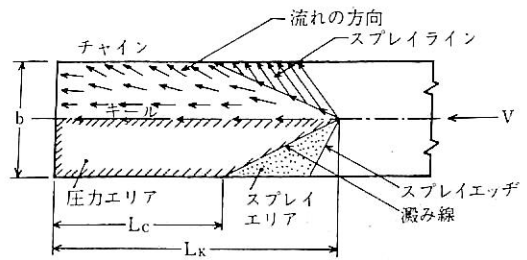


図3 底面上の流れの状態 (水平面に投影)

riseについてはドイツのワグナー (H. Wagner) の研究があり、図2(c)のように水線面は水の立ち上りのために $\frac{1}{2}\pi b_1$ となる。即ち、1.57倍広がる。この澱み線より後部底面積は滑走底面の荷重分担部分となり、これを基に動的揚力が発生する。この前方にスプレイエリアがあって澱み線の識別を観察上困難にする。この部分は荷重分担には寄与しないが、その分の抵抗は加わる。底面上の流れの状態などをキールを含む水平面上に投影した有様は図3のようである。これはガラスボトムの回流水槽やキャビテーション水槽を使って観察、写真撮影することが出来る。

図3のように圧力エリア上の流れの方向は縦方向の流れとチェーンを横切る横方向の流れとの組合せである。空気力学の理論から、アスペクト比の大きい面では縦方向の流れが支配的であるが、アスペクト比の小さい面 (縦に長い面、例えば $\lambda = \infty$) では横方向の流れが主体であることが知られている。図2で、流れはBでチェーンに当り、横方向の流れの成分により斜に船体から離れる。静水面との交点Cから後部でもチェーンより上では図2(d)のように流れは船体から離れると見てよい。中低速の

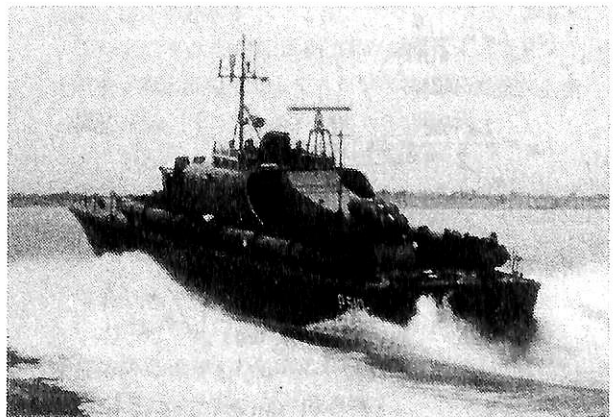


写真1 高速時のプレーニング船体後部と水の相対関係
 ゴスパー建造の50ノットMTB "Soloven"



写真2 写真1と同じ艇の側面

場合にはB点より上で水は舷側から離れず、所謂側面濡れ (side wetting) となり、この分は抵抗増加となる。

高速時の後部舷側部と水との相対状況を示す良い写真はえ難いが、それに近いものとして写真1を提示する。これは英国ヴォスパー社建造のデンマーク海軍へ輸出の50ノット、ガスタービンMTB "Soloven" P 510 (写真2) の後部の状況である。後部トランサム附近は深く沈み、水面はチェーン上に盛り上っている。図2(d)に対応する状態である。なお、写真2はやゝ不明瞭だが説明的に図示すると図4のようである。

これからの計算に必要な諸関係が図2について、三角法などを使って求められる (一部既述と重複するものもある)。

Wagnerの wave rise の理論から、

$$L_1 = L_K - L_C = \frac{b \tan \beta}{\pi \tan \tau} \dots \dots \dots (1)$$

或いは $L_C = L_K - \frac{b \tan \beta}{\pi \tan \tau}$

また $L_K = \frac{d}{\sin \tau}$

滑走底面の平均長

$$L_M = \frac{L_K + L_C}{2} = L_K - \frac{b \tan \beta}{2\pi \tan \tau}$$

$$= L_C + \frac{b \tan \beta}{2\pi \tan \tau}$$

滑走底面の縦横比

$$\lambda = \frac{L_K + L_C}{2b} = \left[\frac{d}{\sin \tau} - \frac{b \tan \beta}{2\pi \tan \tau} \right] / b^*$$

或いは $L_K + L_C = 2b\lambda \dots \dots \dots (2)$

(1), (2)から $L_K = b \left(\lambda + \frac{1 \tan \beta}{2\pi \tan \tau} \right) \dots \dots \dots (3)$

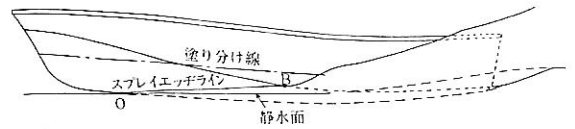


図4 写真2に対応する

また $L_2 = \frac{b \tan \beta}{2 \tan \tau}$

排水体積として静水面以下を取ると、各部の体積は次の通りである。

前部三角錐 $V_1 = \frac{b^4 \tan^2 \beta}{24 \tan \tau}$

後部三角柱 $V_2 = \frac{b^2}{4} \tan \beta (L_K - L_2)$

後部チェーン上ウエッチ

$$V_3 = \frac{b}{2} \left(L_K \tan \tau - \frac{b}{2} \tan \beta \right) (L_K - L_2)$$

故に V_1 と V_2 とだけを取ると

$$V = V_1 + V_2 = 0.786 + \frac{b^2}{4} \tan \beta (L_K - L_2)$$

($\because V_1 = 0.786 \text{ m}^3$)

次のものらが速力に無関係に constant となる。

$$L_1 = \frac{b \tan \beta}{\pi \tan \tau} = 3.82 \text{ m}$$

$$L_2 = \frac{b \tan \beta}{2 \tan \tau} = 6.00 \text{ m}$$

$$L_M - L_C = \frac{b \tan \beta}{2\pi \tan \tau} = 1.91 \text{ m}$$

$$V_1 = \frac{b^3 \tan^2 \beta}{24 \tan \tau} = 0.786 \text{ m}^3$$

チェーン下横断面積 $\frac{b^2}{4} \tan \beta = 0.393 \text{ m}^2$

(3)の L_K は次のようになる。

$$L_K = b \left(\lambda + \frac{1 \tan \beta}{2\pi \tan \tau} \right) = 2.5\lambda + 1.91 \text{ m}$$

$$L_K - L_2 = 2.5\lambda + 1.91 - 6.00 = 2.5\lambda - 4.09 \text{ m}$$

$$A_2 = 2.5(L_K - L_2) = 6.25\lambda - 10.225 \text{ m}^2$$

また、前部の $\triangle OCC$ は一定であり、この水線面の I_x , I_y は constant となる。 $I_x = 1.953 \text{ m}^4$, $I_y = 15 \text{ m}^4$ であ

* Wagnerの wave rise の値はやゝ過小評価であるから正確には次式による、とサヴィッキヤは云っている。

$$\lambda = \frac{\lambda_K + \lambda_C}{2} + 0.03$$

しかし、以下では本文中の式を使う。

表 1

F_v	v (m/s)	C_v	V (knots)	V/\sqrt{L}
2	8.318	1.680	16.170	2.574
2.5	10.398	2.100	20.214	3.222
3	12.478	2.521	24.256	3.866
3.5	14.557	2.941	28.299	4.511
4	16.637	3.361	32.342	5.155
4.5	18.716	3.781	36.384	5.8
5	20.796	4.201	40.427	6.444
5.5	22.875	4.622	44.47	7.088
7.5	31.194	6.302	60.64	9.666

注:

$$F_v = \frac{v}{\sqrt{gV^{1/3}}}$$

$$C_v = \frac{v}{\sqrt{gb}}$$

$$V/\sqrt{L}: \text{knots } FT^{-1/2}$$

る。速力の増加と共にこの ΔOCC は後退し、後部の長方形CCDDが次第に小となっていく。ある速力ではこの部分は零となる。この状態となる速力はあとの計算によって $F_v = 5.05$ であることがわかる。

表1に示す種々の速力係数 F_v で、トリム角 3° で走行するとする。各 F_v 値に対応する他の速力係数などが併記してある。

揚力の計算

揚力の計算には次のサヴィツキーの式を用いる。

$$C_{L\beta} = C_{L0} - 0.0065\beta C_{L0}^{0.6}$$

ここで

$C_{L\beta}$ = デッドライズある滑走面に対する揚力係数

β = デッドライズ角, 度

C_{L0} = デッドライズある底面と同じ τ, λ, C_v で走

$$\text{行する平板の揚力係数} = L_0 / \frac{\rho}{2} v^2 b^2$$

これは平板に対して適用されるものであって次の通りである。

$$C_{L0} = \tau^{1.1} \left(0.012\lambda^{1/2} + 0.0055 \frac{\lambda^{5/2}}{C_v^2} \right)$$

表1の諸速力中 $F_v = 3.5$ を代表として選び、計算プロセスを示すと次の通りである。

まず、 $\lambda = 3$ を仮定すると、

$$C_{L0} = 3^{1.1} \left(0.012 \times 3^{1/2} + 0.0055 \frac{3^{5/2}}{2.941^2} \right) = 0.102835$$

$$C_{L\beta} = 0.10285 - 0.0065 \times 14.12 \times 0.102835^{0.6} = 0.10285 - 0.023444 = 0.0794$$

$$(1) \quad (0.228)$$

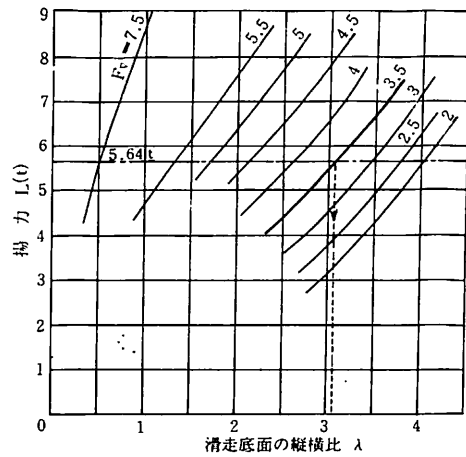


図 5

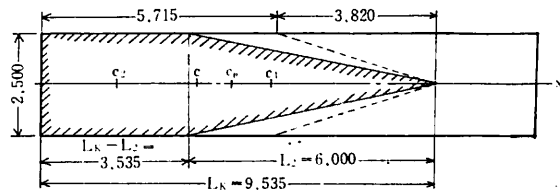


図6 $F_v = 3.5$ の時の水線面
(点線はスプレイ ルート ライン)

故に、揚力 $L = C_{L\beta} \frac{\rho}{2} v^2 b^2 = 5.494 \text{ t}$

上の $C_{L\beta}$ の数値計算中第一項に対する第二項の比をとると $1:0.228$ であり、デッドライズ $\beta = 14.12^\circ$ のため揚力は平板の場合のそれより22.8%減少することがわかる。かなり大きな減少である。

同様に、 $\lambda = 3.5$ に対し、 $C_{L\beta} = 0.0978$, $L = 6.767 \text{ t}$ また、 $\lambda = 4.0$ に対し、 $C_{L\beta} = 0.11933$, $L = 8.258 \text{ t}$ をえる。以上の結果を $L-\lambda$ 図にプロットする(図5)。

これらの3点を結んで上に凹の曲線をえ、全重量5.64tの水平線との交点として $\lambda = 3.05$ が得られる。

$$\text{故に } L_K = 2.5 \times 3.05 + 1.91 = 9.535 \text{ m}$$

$$L_K - L_2 = 9.535 - 6 = 3.535 \text{ m}$$

なお、 $L_1 = 3.82 \text{ m}$ (前出), $L_C = L_K - L_1 = 5.715 \text{ m}$

$$V_2 = 0.393 \times 3.535 = 1.389 \text{ m}^3$$

$$\therefore V = V_1 + V_2 = 0.786 + 1.4 = 2.175 \text{ m}^3 (2.23 \text{ t})$$

なお $V_3 = 0.854 \text{ m}^3$

$$\therefore V' = V_1 + V_2 + V_3 = 3.029 \text{ m}^3 (3.105 \text{ t})$$

既述の滑走底面上の船尾にかけての水の流れの考察より、 $F_v = 3.5$ のようなかなり高速のプレーニングスピードでは後部排水体積として V_3 を含めず、 $V_1 + V_2 = 2.175 \text{ m}^3 (2.23 \text{ t})$ を取るのが妥当であろう。

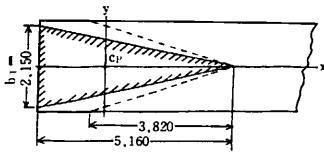


図7 $F_V = 5.5$ の時の水平面

故に動的揚力 $L_D/A = (5.64 - 2.23)/5.64 = 0.60$
 この状態において、復原性を支配する水線面を考えれば、
 図6の通りである。この水線面につき I_x と図心 C を通
 る y 軸周りの慣性モーメント I_y を計算する。
 先ず水線面前部 A_1 (三角形) と後部 A_2 (矩形) の面積
 は、

$$A_1 = 7.5 \text{ m}^2, A_2 = 8.8375 \text{ m}^2, A_1 + A_2 = 16.3375 \text{ m}^2$$

これより図心 C の位置は C_1 後方 1.827 m
 故に $CC_2 = 1.94 \text{ m}$

$$\text{先ず, } I_{1x} = 1.953 \text{ m}^4, I_{2x} = \frac{3.535 \times 2.5^3}{12} = 4.603 \text{ m}^4$$

$$\therefore I_x = \sum I_{ix} = 6.556 \text{ m}^4, \text{ これより}$$

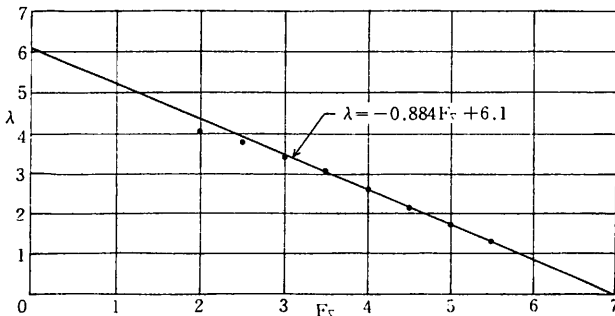


図8 速度(係数)と縦横比との関係

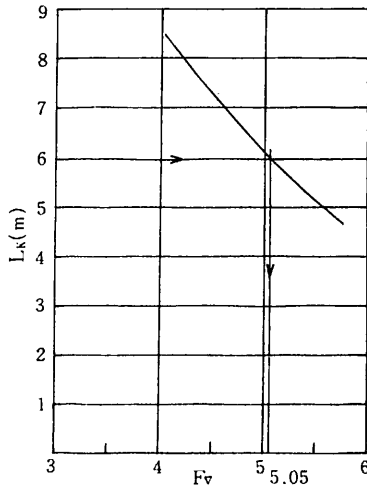


図9 速度(係数)とキール浸水長 L_K との関係

表 2

F_V	λ	L_K (m)	$\frac{L_D}{A}$ (%)	BM _D /BM _S		ℓ_P (m)	V (m)
				T	L		
2	4.025	12	43 (0.6)	1.75 (1)	1.76 (1.016)	4.495	3.135
2.5	3.78	11.348	48.3	1.74	1.56	4.724	2.844
3	3.45	10.535	53.6	1.72	1.35	4.80	2.552
3.5	3.05	9.535	60.0	1.7	1.13	4.665	2.175
4	2.6	8.41	68.8	1.65	0.9	4.289	1.716
4.5	2.13	7.235	77	1.58	0.71	3.71	1.265
5	1.7	6.10	85.7	1.43	0.58	3.063	0.787
5.5	1.3	5.16	91.5	1.2	0.48	2.39	0.5
7.5	0.5	3.16	98.0	0.74	0.3	0.936	0.11
図番	8	9	10	11		12	

$$BM_{TD} = \frac{6.556}{2.175} = 3.014 \text{ m}, BM_{TD}/BM_{TS} = 1.7$$

(Dは Dynamic を意味する)

$$\text{また, } I_{1yC_1} = \frac{1}{36} \times 6^3 \times 2.5 = 15.00 \text{ m}^4$$

$$I_{2yC_2} = \frac{1}{12} \times 3.535^3 \times 2.5 = 9.203 \text{ m}^4$$

$$\text{故に, } I_y = I_{1yC_1} + 1.827^2 \times 7.5 + I_{2yC_2} + 1.94^2 \times 8.8375 = 82.5 \text{ m}^4$$

$$\therefore BM_{LD} = \frac{82.5}{2.175} = 37.93 \text{ m} = 1.13 BM_{LS}$$

上の計算の結果、動的の横メタセンター半径は静的のそれの1.7倍、動的縦メタセンター半径は1.13倍に増大することがわかる。また、前号の平底滑走体の場合と同様にこの時の圧力中心即ち全合成力の中心位置は、

$$C_P = \frac{\ell_P}{\lambda b} = 0.75 - \frac{1}{5.21 \frac{C_v^2}{\lambda^2} + 2.39} \quad \text{或いは} \quad \ell_P = C_P \lambda b$$

これに C_v の値および上でえた $\lambda = 3.05$ を代入して、 $\ell_P = 4.665 \text{ m}$ (トランサム前方) をえる。これを図6に記入した。

次に、さらに高速の場合の一例として $F_V = 5.5$ の場合を計算する。同様の計算により、

$$\lambda = 2 \quad \text{に対し} \quad C_{L\beta} = 0.004447, L = 7.6 \text{ t}$$

$$\lambda = 1.5 \quad C_{L\beta} = 0.0361, L = 6.17 \text{ t}$$

$$\lambda = 1.0 \quad C_{L\beta} = 0.0275, L = 4.707 \text{ t}$$

図5より $\lambda = 1.3$ をえる。

$$\text{故に } L_K = 5.16 \text{ m}$$

$$L_K - L_2 = -0.84 \text{ m}$$

即ち、この場合は水平面は図7のようになる。トランサム
の水平幅は船体幅より小となり、これを b_T とすれば

$$b_T = \frac{2L_K \tan \tau}{\tan \beta} = 2.15 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{排水体積 } V &= \frac{1}{3} \times \left(\frac{1}{2} \times 2.15 \times 5.16 \tan \tau \right) \times 5.16 \\ &= 0.50 \text{ m}^3 \text{ (0.513 t)} \end{aligned}$$

$$\therefore L_D/D = (5.64 - 0.513) / 5.64 = 0.91$$

この三角形の水線面の慣性モーメントは次の通りである。

$$I_x = \frac{1}{48} \times 2.15^3 \times 5.16 = 1.068 \text{ m}^4$$

$$I_y = \frac{1}{36} \times 2.15 \times 5.16^3 = 8.205 \text{ m}^4$$

これより $BM_{TD} = 1.068 / 0.50 = 2.136 \text{ m} = 1.2 BM_{TS}$

$$BM_{LD} = 8.205 / 0.50 = 16.41 \text{ m} = 0.48 BM_{LS}$$

また $\ell_P = 1.756 \text{ m}$ トランサム前方

表1のその他の速力につき同様の計算を行なった結果
を表2にまとめてある。

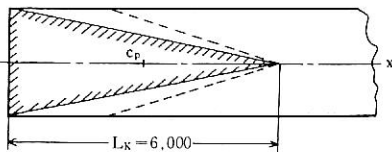
上表最後の行には関連の図面番号を示してある。先ず、
図8の $\lambda - F_V$ 図から、プロットした各点は一直線

$$\lambda = -0.884 F_V + 6.1 \text{ 上に在ると見てよい。}$$

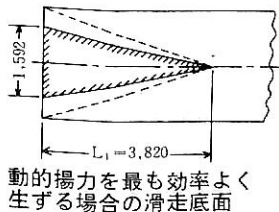
図9の $L_K - F_V$ 図から、 $L_K = 6 \text{ m}$ を与える F_V 値は
5.05 となる。前の式 $L_K = 2.5\lambda + 1.91$ より $L_K = 6 \text{ m}$ を
入れて $\lambda = 1.636$ をえる。上式に入れて、

$$1.636 = -0.884 F_V + 6.1 \text{ これより } F_V = 5.05 \text{ をえる。}$$

これは図9から図式でえられる値と一致する。この
時のトランサムにおける水線幅は船体幅と一致し、下図
の状態である。



上述は静水面におけるトランサム幅を考えたが、最も



効率良く動的揚力を発生する場合の滑走底面の形状は
図2のOBより底部を考えて、最大のアスペクト比を
与えるものであるから次のようになる。

$$\text{アスペクト比} = \frac{1}{\lambda} = \frac{2b}{L_K + L_c} = \frac{2b}{L_1(1 + 2L_c/L_1)}$$

上式は $L_c/L_1 = 0$ 、即ち $L_c = 0$ の時、最大値 $2b/L_1$ と

なる。即ち、 $\lambda = L_1/2b = 3.82/5 = 0.764$ 、即ちアスペ
クト比 = 1.309 である。この時の静水面のトランサム幅
は 1.592 m となる。

この状態となる速力は $\lambda = -0.884 F_V + 6.1$ にこの λ の
値をいれて、 $F_V = 5.42$ 即ち 48.82 ノットとなる。

水線幅が船体幅と一致する場合の水線形状や排水体積
は前に記した基本的三角形に対するものであって、 $V =$
 0.786 m^3 、 $I_x = 1.953 \text{ m}^4$ 、 $I_y = 15 \text{ m}^4$ であったから、
 $BM_T = 2.485 \text{ m} = 1.4 BM_{TS}$ 、 $BM_L = 19.084 \text{ m} = 0.57 BM_{LS}$

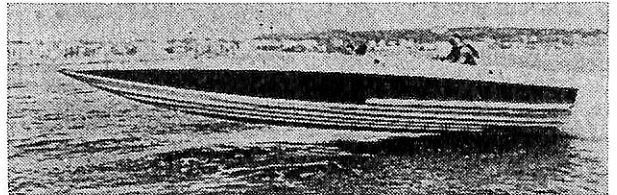


写真3 トランサム附近の狭い後部滑走底面に
乗って走る高速のレーシングボート

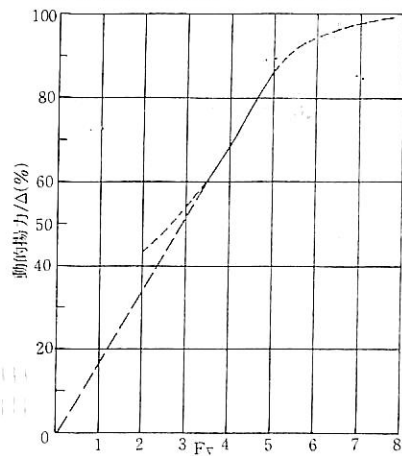


図10 動的揚力の%

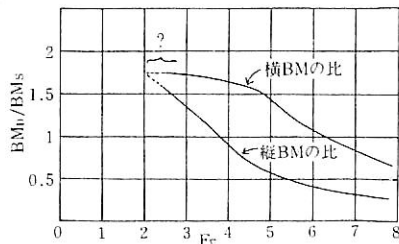


図11 動的BM/静的BM

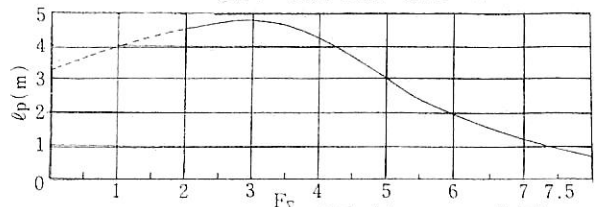


図12 全揚力の作用点位置 (トランサム前方)

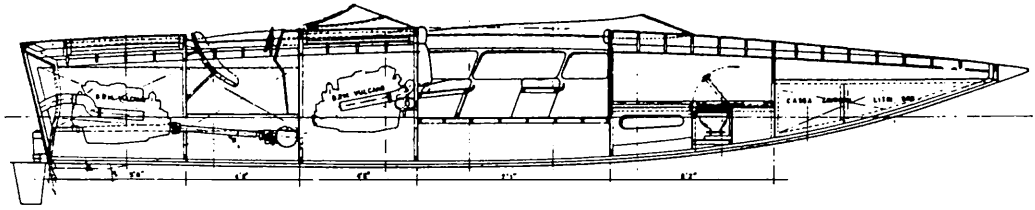
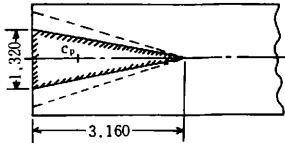


図13 写真3の艇の一般配置図

となる。

非常に高速のオフショアレーシングボートに特に興味を抱くので、表1には $F_v = 7.5$ を含ませた。速力は60ノットをこえるものである。同様の計算によって表2のような結果を与える。この時の水線面は下図のようである。



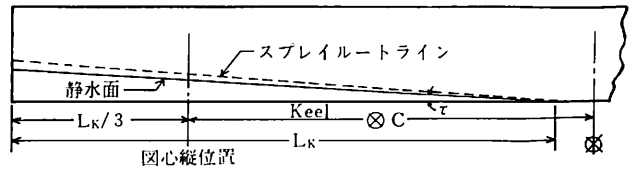
$F_v = 7.5, V = 60.64$ ノット時の水線面

この時は表2で示すように横BMは静止時の74%、縦BMは30%に減少し、決してデュケーン中佐の想像のように非常に大きくなることはない(前号参照)。

この時の航走状態に近い実艇を写真3に示す。上図の滑走底面積はわずかに 2.09 m^2 で、静止時のその約9.3%に過ぎない。高速では全抵抗中の大きな比率を占める摩擦抵抗はこれによって非常に小となる。全重量中の98%がこの狭い滑走底面上に生ずる動的揚力によって支えられている。最早や船の概念から非常に離れており、air bornに近い状態である。 C_p は上図のようにトランサムに接近して在る。この所に全体の重心が在って釣合っていることになる。このような状態の艇で舵を取った時の旋回を考えるのは興味深く、且つ重要である。舵力がこの重心下で発生するとすれば、旋回はおこらず、艇の横移動がおこるだけである。故に舵の位置を注意深く決めねばならない。写真3の艇の一般配置を図13に示す。この図の舵の位置では舵と重心間にかんりのレバーがあるから旋回をおこす。写真3のような実際の艇ではトリム角は本稿で仮定した 3° よりかなり大きく、写真3のものは 4° 余りと見当つけられる。それで各部の滑走底面は上の計算結果よりも更に狭くなるであろう。

なお、写真3のような実際の高速艇では、船型は所謂 deep V型でデッドライズは船尾で約 25° あり、図1の仮定した船体と比べものにならぬ大きなデッドライズを有する。

なお、表2の L_k の変化からわかる通り、キール浸水長 L_k は速力の増加と共に次第に短くなっていく。即ち水線下(スプレイルートライン、静水面のどちらでもよいが)の三角形をした側面積は次第に縮小し、後退し



浸水側面積の図心位置

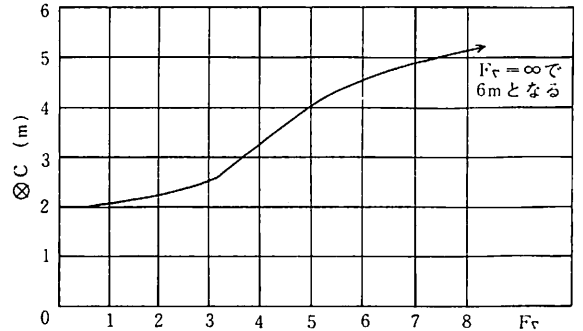


図14 速力(係数)による側面積図心位置の変化

て行く。この側面積の図心位置(図心をCとする) $\otimes C$ を F_v ベースにカーブで表わすと図14のようである。

$$\otimes C = L/2 - \frac{L_k}{3} \quad \text{である。 } L_k \text{ は表2にある。}$$

この側面積の図心Cの位置は側面積の大きさと組み合せて、コーススタビリティや旋回性に大きな影響を持つ。Cの位置だけを考えれば、後退することはコーススタビリティを良くし、逆に旋回性を悪くする傾向を持つ。

考察と結論

まず、表2を図示した諸図について考察する。

図8で、低速側の $F_v = 2$ と 2.5 は $\lambda = -0.884 F_v + 6.1$ の直線からややデビエートする。 $F_v = 2$ が 2.5 よりその程度は著しい。他の諸点はよくこの直線上に乗っている。また、図10の動的揚力の比率の図で $F_v = 2, 2.5$ 辺りで43%, 48%を示すが、 $F_v = 0$ では零でなければならぬことを考慮すると $F_v = 3$ 以下の速力におけるカーブの傾向は原点の方向に向くべきで、表2を図示した図10のその附近のカーブの傾向には疑問が持たれる。これらは何れもこのような割合速力の低い場合に排水体積として

V_1+V_2 だけを取ることが正しくないのではないかという疑問をおこさせる。このような速力時の後部船体を水との真の相対関係はどうかは甚だ不明確である。このような難しく、不明確な遷移領域における本稿の主題に深く係ることは必ずしも賢明ではなく、こういう問題のない充分高速時を検討すれば本稿の目的は達せられよう。図11の $BM_D/BM_S - F_v$ 図でも $F_v=0$ の時は $BM_D/BM_S=1$ であるべきことから、 $F_v=2, 2.5$ の点は不自然であって、同じく排水体積の取り方に基因していると思われる。この附近のカーブは点線とし、クエッションマークを付けるべきであろう。

図11によって本稿の目的に対する解答は明示されている。即ち、縦横 BM は動的時には速力の増大と共に静時のそれより最初は増大するが、ある速力以上では次第に減少するということである。速力無限大で零に近づく傾向であり、この AIR BORN の状態では造船学上の復原性は水そのものが無いから当然零である。こういう非常な高速ではむしろ空気力学上の Stability、特に縦方向のそれが問題となる。この場合は飛行機である。

このような極端なケースは別として、実用上問題とな

る速力範囲においては、例えば $F_v=5$ あたりまでは横復原性は約 1.75 ~ 1.5 倍に増大し、それより次第に減少し $F_v=6$ 附近からは静的のそれより減少する。縦復原性は $F_v=4$ 附近まで静的の場合より大であるが、それからは減少して行く。前号の冒頭で引用した L. ロードが、魚雷艇のプレーニング時の片舷魚雷の発射によっておこす傾斜角が静止時の同じ状態のその約半分（即ち、GM が約 2 倍になったことになる）であったことから復原力が増大することを認めているのは図11の $F_v=4$ 附近のこととすれば話が大体合う。

プレーニング艇では元来普通船に比べて横メタセンター高はかなり大きいのであるが、高速時にはそれがより大となり、船は益々 staf となること、また縦方向ではメタセンター高はほぼ減少して行き、波のコントロールにフォローして運動する好ましい傾向をもつようになることが図11からわかる。しかし非常に高速の場合には縦横メタセンター高共非常に小さくなるようで、わずかな外的攪乱に対して危険になることが示唆される。

(終り)

成山堂書店

(〒 160) 東京都新宿区南元町 4-51
電話 03(357)5861 / 振替東京 7-78174

★船舶の建造に必要な運航の実態・造船マン必携の海事図書目録道呈。

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、設計者の盲点・運航の実態も紹介。定価上5500円・下7000円

FRP 漁船早わかり

船越 卓/笠井健一/金山美彦共著 船舶の新しい材料である FRP の歴史・材質・建造・使い方と保守点検の全得失を、建造および使用上の両面から詳述した他に類のない評判の書。定価3500円

1981年版造船統計要覧

運輸省船舶局監修 造船界に山積する問題を考える手がかりとなる唯一の造船総統計。受注・施設・従業員・関連工業・経営等の造船に、かかわりの深い海運を加え、利用度を配慮。定価1800円

船積危険物 防災・救急要覧

神戸海難防止研究会編 最近の船積実績より化学製品 270種を収録し、エッセンシャルな性質から取扱上の必要事項を一覧的に登載。通称・慣用名・凡例等利用面と検索の便を第1に編集。定価8800円

機関実務要覧

中島大二著 船舶機関士の実務をより能率化するため、理論と現場から得た経験を結びつける問答形式による解説書。経験値・経験式など造船関係者の関心データも取入れ内容を充実。定価4800円

空電 一雷の電波ふく射をめぐって一

名古屋大学教授・佐尾和夫著 はじめて学ぶ人にも空電(雷からの電波)の常識が得られるよう図表でやさしくていねいに解説。内外の成果を集成して、空電の第1歩から幅広く紹介。定価2200円

■ LNG 船の就航記録から (その 8)

貨物オペレーションの実際 (下)

編 集 部

7. 就航前後の各種の特別作業

7・1 標準的作業内容

LNG 船の完成後、或いは入渠工事等の前後には、通常の運航サイクルでは実施しない追加の作業が必要となる。この特別の作業の順序 / 概要は、図 1 および 1・1 に示したとおりである。

本節では、就航中の LNG 船が実施しているこれらの特別作業の標準的な手順 / 要領を述べる¹¹⁾。

(1) ストリッピング / ウォームアップ

次に入渠等を控えている LNG 船は、本船のポンプを使用して、残液が最小となるように揚荷する。ストリッピングポンプを備えている場合は、もちろん、使用し、さらに効果があれば、ヒール / トリムの調整を行なって揚荷する。ポンプ運転にあたっては、低液面の絞り調整に十分な配慮を払い、空転しないようにする。この絞り調整については、ポンプメーカーからの手引きが与えられている筈である。貨物タンク底部にウエルがある場合、数回、ポンプを発停させることによって残液を最小にすることができる。

LNG 船のような低温式液化ガスタンカーは、残液を圧力で揚荷することはできない。したがって、タンク内を暖め (ウォームアップ)、残液を蒸発させることになる。これは、暖かい貨物ガス (ホットガスという) をタンク内に送り込むことによって実施するのが一般的である。このホットガスは、陸上から供給されることもあるが、本船で貨物ガスを暖めて用いるのが通常である。この作業は、少なくともタンク内にイナーートガスを導入できる温度になるまで行なわれる。なお、後に掲げる例 (7・2(2)参照) のように窒素ガスを用いてウォームアップ / イナーティング (貨物ガスを窒素ガスで置換) を同時に行なうと、作業時間は著しく短縮する。また、イソペンタンを熱媒体とするヒーティングコイルによってタンクを暖める方法を採用すると所要時間は、大幅に減るとのことである (実施例はない)。

貨物ガスを用いてウォームアップを行なう手順および注意事項を示すと次のとおり。

(a) 実施場所；陸上基地棧橋または関係官庁が許可した海域。前者の場合、陸上から暖かい貨物ガスの供給をうけることもできる。また、排出するガスを処理する陸上の設備が必要。

(b) タンクに吹き込むガスの温度；40ないし50℃程度。

(c) 所要時間；所要時間は、残液量およびウォームアップ用設備 (ガスヒータ、圧縮機、タンク内配管等) の能力にも関連するが、一般的には、貨液蒸発に5ないし10時間程度を要し、その後1½ないし3日程度を必要とする。

(d) 圧力制御；特に貨液を蒸発させている間、多量のホットガスを急激に吹込むと急激な圧力上昇 / 過圧安全弁作動をもたらすおそれがある。この現象には5分ないし10分程度の時間遅れがある。タンクに吹込むホットガスは、この時間遅れを十分に考慮して、圧力を監視しながら徐々に量を増やすようにする。

(e) 温度上昇率；貨物格納設備の強度上の温度上昇率の制限は、冷却の場合の低下率と同じである。ウォームアップ時の温度上昇率は、設備的に冷却に匹敵させ得ないのが通常である。しかし、タンク内での温度分布の制限がある場合もあり、設計者から与えられる指針には、十分の注意を払う。

(f) 排出ガス；ウォームアップ時には、貨物ガスを大気に放出するか、または陸上施設に戻す。後者の場合、陸上施設の処理能力にあわせてウォームアップの速度を調整する必要がある。前者の場合、安全弁を介さずにベントマストから安全に放出する^{注)}。いずれにしてもタンク内圧力を監視しながら作業を進める。排出ガス量は、12万 m^3 型で、ストリッピング後残液 350 m^3 、所要時間 2 ないし 2½ 日 (うち、10時間は貨液蒸発) とした場合、およそ 30,000 ないし 5,000 m^3/hr (ガス容積は、タンク内温度 / 圧力での値) の間に変化する。ウォームアップ時に消費排出する貨物ガス総量は、蒸発排出分も含めて、12万 m^3 型で 700 ないし 900 トン、貨物タンク容積の 1.2 ないし 1.6% 程度の LNG となる。

注；貨物ガスの安全な大気放出については、本シリーズ、LNG の海上投棄 / 流出および貨物ガス

の大気放出”を参照のこと。

- (g) ウォームアップ終了温度；イナートガスの露点以上の適当な温度。通常は、タンク内温度が0℃程度まで暖まるのを目標とする。
- (h) 規制；実施にあたって、安全および環境汚染の観点から何らかの規制を行なっている国は多い。日本、米国等は特に厳しいので、このような国の管轄水域で貨物ガスの大気放出を実施する場合、規制内容に関する前広の調査が必要である。
- (i) 設備；表2（図2を含む）のウォームアップの欄を参照のこと。これは、標準的な例と考えてよい。圧縮機および貨物ガスヒータは、いずれも高容量型のものを使用する。なお、ホットガス吹き込みのための別の管系統を設けた例もある。

(2) ガスフリー

ガスフリーという用語は、ウォームアップを含める場合もあるし、また、単にイナートガス/空気置換のみという場合もある。ここでは、貨物ガスをイナートガスで置換し、次いで、空気で置換する一連の過程をいうこととする。

ガスフリー作業の手順および注意事項は、次のとおりである。

(a) 一般（共通事項）

- (i) 置換の方法；ガスフリーにおける置換（貨物ガス/イナートガスおよびイナートガス/空気の置換）或いは積荷前の空気からイナートガスそして貨物ガスへの置換には、次の3つの方法がある

一いわゆる置換（displacement）というべき方法で、入れ替える気体の比重差を利用する。軽い気体と入れ替える場合、頂部から吹込んで底部から排出する。重たい気体を吹込む場合、この逆となる。この方法は、比較的少ない送風量で置換することができる。ただし、層的な流れを乱して乱流にしないように吹き込み量を調整する必要がある。また、気体の比重差を考慮して置換の方法を検討する場合、温度の影響を忘れてはならない。例えば、同じ温度の場合、窒素は空気より僅かに軽い、冷たい窒素は空気より重くなる。図23にメタン、窒素および製造イナートガスの温度による気体比重の変化を示しておく。なお、参考までにプロパンおよびブタンの比重も合わせて示す。

一入れ替える気体を大量にタンク内に吹き込み、すでに存在していた気体と混合させ、順次排出してゆく方法である。混合されないポケットを形成しないように吹き込むことに注意する。

一圧縮機により、タンク内気体を排出すると共に負圧を生ぜしめ、入れ替える気体を導入する方法である。小型の圧力式または低温圧力式液化ガスタンカーではこの方法で置換を実施している例もあるが、タンク構造上、大型タンクではむづかしい。

- (ii) 実施場所；陸上基地棧橋または関係官庁が許可した海域。ガスフリー中に放出するガスの処理方法およびイナートガスの供給方法に関連して定める。日本に入渠するLNG船は、ウォームアップを含めて海上で実施されている。

(iii) 貨物弁の開放；作業前に貨物タンクから貨物管系統さらに貨物ベント管装置に至る弁が必要に応じて開放されていることを確認する。

(iv) サンプリング；ガス濃度、その他の組成チェックのためのサンプルは、深さ方向を含むタンク内各部から平均的に採取するように注意を払う。

(v) 排出ガスによる危険/汚染防止；排出ガスを陸上基地に戻す場合は、基地の責任で処理されるので船舶側の問題はない。貨物ガス/イナートガス混合体の大気放出では、安全性（火災爆発危険に対するもの；前(1)(f)の注参照）および環境汚染防止に関する規制、イナートガス/空気混合体の排出では、環境汚染防止に関する規制にそれぞれ注意を払う。

(b) 貨物ガスをイナートガスで置換（イナートイング）

- (i) 使用するイナートガス；窒素または燃焼排ガスで製造したイナートガス（フリュウガスあるいは製造イナートガスという）^注。窒素の場合、陸上から気体として供給されるか、または液体窒素の供給をうけて船舶のベーパーライザおよびヒータで蒸発させて暖める。製造イナートガスの場合、船舶、陸上またはその他のイナートガス製造装置から供給される。

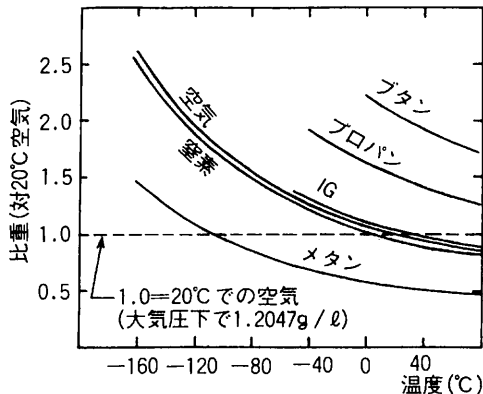


図23 各種気体比重の温度による変化
 (I.Gは、N₂=87 vol %, CO₂=13 vol %) 組成として求めたもの

注；ここでは、単に、イナートガスといえば、窒素および製造イナートガスの両者をいうこととする。

(ii) イナートガスの組成；規則では、酸素濃度が5 vol. %以下と定められている。実際は、液体窒素から気化させたものは、酸素濃度の0.5%未満のものが供給されている。また、製造イナートガスの標準的な形成は、1・1に示したとおりである。

(iii) 置換方法および使用する設備；前(a)(i)に述べた理由により、この置換作業は、タンク底部からイナートガスを吹込み、頂部から排出するのが効率的である。(LPGの場合と逆になることに注意)しかし、このための特別な置管はなされていないのが通常であるから適切に管系統を選んで使用する。表2(図2を含む)の例は、タンク底部に導かれている貨液積込管から吹込み、頂部にある貨物ガス管から排出している。なお、ガス圧縮機は、タンク内ガス排出に使用し、イナートガスは、イナートガス供給装置のファンまたはブロウで送りこまれる。

(iv) 置換後のガス濃度；如何なる場合も爆発を生じない濃度(理論的に求めた値)の $\frac{2}{3}$ ないし $\frac{1}{2}$ 以下の貨物ガス濃度になるまで置換する。この爆発を生じない濃度は、イナートガスおよび引火性ガスの種類および組成に応じて求めることができる注)。例えば、窒素/メタンの組合せでこの濃度を求めると14.2 vol. %となり、この $\frac{2}{3}$ ないし $\frac{1}{2}$ 、即ち、9.5ないし7 vol. %以下の値を置換目標値とする。

注；求め方は、本シリーズ、"LNG船の防火および消火について"を参照のこと。

(v) 置換速度および回数；置換ガス流量は、イナートガス供給装置/貨物ガス圧縮機(高容量型)の能力に関連する。12万 m^3 型LNG船でイナートガス製造装置を有する場合、その供給容量は、10,000ないし15,000 Nm^3/hr 程度が標準的である。前(v)のガス濃度に至るまでの置換回数は、2回程度である。即ち、送り込むイナートガスは、貨物タンク容積の約2倍となる。したがって、この作業に要する時間は、1ないし1 $\frac{1}{2}$ 日である。

(vi) 貨物管系統/その他の貨物装置；ボイルオフガス燃料移送管装置およびその他の貨物用機器/装置のイナートティングされていない管装置等は、この作業で同時にイナートティングされるようにする。

(vii) 排出貨物ガス量；12万 m^3 型で約110トン(液密度0.47 g/cm 3 として234 m^3)、即ち貨物タンク容積の約0.2%である。

(c) イナートガスを空気で置換(エアレーション)

(i) 一般；この作業は、エアレーション(aeration)または単にパージング(purging)ともいわれる。環境汚染

の規制に注意を払うが、引火爆発の危険はないのでウォームアップやイナートティングに比べて比較的容易な作業である。ただし、ミスオペレーションによる過圧を招くおそれもあるので注意すること。

(ii) 使用する空気；新鮮空気とし、設備の保守等の観点から湿度の多いのは好ましくない。場合によっては、乾燥空気の使用が要求される。貨物ガスヒータを通して暖めた空気を送り込む例が多い。また、場合によっては、イナートガス製造装置中の除湿機を通す。

(iii) 置換方法および使用する設備；空気とイナートガスとの有為的な比重差はないと考えられる。(前(a)(i)および図2参照)したがって、空気/イナートガスの吹込み/排出は、頂部から吹込み/底部から吸引/排出するのが一般的である。即ち、表2(図2を含む)のような管系統の使用方法である。空気は、イナートガス供給装置用の空気取り入れ口、またはその他の取入口から吸引され、前述のように高容量貨物ガスヒータを介してタンクに送り込まれる。タンク内のイナートガス/空気の混合体は、ベントマストから排出される。空気/イナートガスの吸引/排出は、圧縮機(高容量)でなされる。

(iv) 置換終了時の組成；爆発/火災の防止および人命に対する安全を考慮して個々の船舶/造船所で厳しい基準が定められる。日本では、日本造船工業会の基準³²⁾に準拠して定めているようである。人間が中に入って安全に作業(長時間、防護具着せず、火気使用)する場合の基準例は、次のとおり。なお、その他のケースについては、本シリーズ、"LNG船の安全/緊急対策"を参照のこと。

- 酸素濃度 ; 20 vol. %以上 注)
- CO $_2$ 濃度 ; 0.5 vol. %以下
- CO濃度 ; 50 ppm以下
- 可燃性ガス濃度 ; 0.095 vol. %未満
- 窒素 ; 残り
- その他 ; 痕跡程度

注；大気中の酸素は、20.99 vol. %。なお、酸素濃度が23%を超えると火気の使用が制限される。

(v) 貨物管装置等；貨物タンクのエアレーションと同時に貨物管装置およびその他の貨物装置も空気と置換する。

(vi) タンク周囲スペース；インタバリヤスペースまたはその他の区域で、通常の運航サイクル中、イナートガスが封入されている区域は、必要に応じて、空気と置換する。この置換方法および設備は、個々の設計で異なる。一般的には、貨物タンクおよびその他の貨物装置用の置換設備とは、別個のものとなる。また、設計によっては、置換空気の湿度の制限がある。インタバリヤスペース等の区域は、圧力に対して特に敏感な例が多いので、作業

中の圧力制御には十分な配慮を払う。

(vii) 所要時間；主として、置換に使用する圧縮機等の容量によって定まる。一般的には置換回数、即ち送り込む空気量は、タンク容積の3倍程度である。これは、12万 m^3 型で1日(24時間)程度の作業時間となる。

(3) 清掃、乾燥およびイナートニング

建造後または定期的検査等の後に再就航する前には、清掃、乾燥、イナートニング、貨物ガス封入および冷却といった一連の作業が行なわれる。後述(7・2(2)参照)するように冷却前までの一連の作業を窒素を用いて実施する例もある。ここでは、製造イナートガスを用いて再就航の準備としてのタンクの清掃、乾燥およびイナートニングの作業の手順および注意事項を次に掲げる。

(a) 対象；清掃については、改めていうまでもない。乾燥およびイナートニングする区域および設備は、次の3つに分けられる。

(i) 貨物タンクおよびその他の貨物用諸装置。これは、貨物ガスの導入に先立って区域/装置内を不活性雰囲気としておくのを目的とする。

(ii) インタバリヤスペース等のように万一の漏えい事故の際でも爆発性雰囲気とならぬように、就航中、常に不活性雰囲気を保っておく区域。

(iii) 独立型タンクタイプCを設置するホールドスペースのように規則上は、乾燥空気でもよい区域。これは、防湿および防食の目的を兼ね、さらに、引火爆発に対するより一層の安全を期待してイナートガスを封入するものである。

(b) 清掃；工事等の終了後、タンク、管およびその他を完全に清掃することは、LNG船に限ったことではない。しかし、本シリーズ、その1およびその4からも明らかのように、清掃をおこたったための事故が発生している。ここで、あえて注意を喚起しておく次第である。

(c) 乾燥；目的および重要性については、すでに、1・1で述べたとおり、さらに、二三の補足を次に掲げる；

—タンク内工事完了後の最終確認検査で、清掃の確認も兼ねて乾燥の状況も確認しておく。これは、工事施工者および船舶側の責任ある人間の共同立会とすべきである。タンク内に水分が殆んどない場合は、後述する製造イナートガス/暖かい貨物ガスの置換過程における乾燥のみとしてよい。

—タンク内に水分が多いか少ないか、即ち乾燥空気吹き込みを実施すべきか否かの判断は、タンク壁が乾燥しているか否かでもって一応の目安とする。

—工場および船舶の何れからでも高温乾燥空気の吹き込みは実施できる。船舶の設備としては、貨物ガス

圧縮機、ガスヒータ、イナートガス製造装置の除湿機等が利用できる。吹き込み/排出の管系統は、乾燥する区域および設備に応じて適当なものを使用する。

—インタバリヤスペース、ホールドスペース等の区域は、1・1にも述べたような理由で、イナートガス封入前に十分乾燥させておくべきである。

—乾燥作業中は、引火爆発等の危険の発生はないが、過圧について十分に注意する。特に、インタバリヤスペース等は、過圧に対して敏感である。

—工事施行の造船所で行なうのが通常である。船舶の設備によって、バラスト航海中に、もちろん実施できる。

(d) イナートニング(空気をイナートガスで置換)

(i) 実施場所；引火爆発に対する危険はないので、イナートガスの供給についての配慮を払えばよい。前述の乾燥空気吹き込みが行なわれる場合、引続いて行なうので、実績では工事施行の造船所岸壁で行なう例が比較的多い。製造イナートガスを用いる場合、バラスト航海中でも実施できる。

(ii) 貨物弁の開放およびサンプリング；前(2)(a)(ii)および(iii)を参照のこと。

(iii) イナートガスの種類および組成；前(2)(b)(i)および(ii)を参照のこと。同一船舶でも区域または設備によってイナートガスの種類をかえることがあるので注意のこと。例えば、貨物タンクおよびそれに付随する管系統は、製造イナートガスとし、インタバリヤスペースおよびその他の管系統は窒素とする等。

(iv) 置換方法および使用する設備；空気とイナートガスの有為的な比重差はない。したがって、前(2)(c)(iii)と同じような方法で実施する。表2(図2を含む)を参照のこと。イナートガスは、船舶のイナートガス供給装置のファンまたはブロウで送り込まれ、タンク内空気は、ガス圧縮機で吸引/放出される。

(v) 置換終了時の組成(酸素濃度)；如何なる場合も爆発を生じない酸素濃度(理論的に求めた値)の $\frac{2}{3}$ ないし $\frac{1}{2}$ 以下の酸素濃度になるまで置換する(この求め方も本シリーズ“LNG船の防火および消火について”を参照のこと)。例えば、窒素/メタンガス雰囲気中では、酸素の濃度が13%以下であれば、如何なる場合でも爆発することはない。したがって、その $\frac{2}{3}$ ないし $\frac{1}{2}$ 、即ち、酸素濃度8.5%ないし6.5%以下になる。

(vi) 置換速度および回数；イナートガスを空気と置換する場合とほぼ同じである。前(2)(c)(vii)を参照のこと。

(vii) 貨物管系統/その他の貨物装置；貨物タンクと同時にイナートニングを実施する。

(viii) インタバリヤスペース等；貨物タンク等のイナーートガス封入と同時に進行。過圧防止について十分配慮する。また、使用設備および置換後の雰囲気組成は、設計によって異なることもあるので注意する。例えば、防食の目的も兼ねて100%窒素としている例も多い。なお、インタバリヤスペース等は、この後、ずっとイナーティングしたままとなるが、周囲温度/大気圧力の変動等により、窒素等を必要に応じて補給することになる。

(4) イナーートガス/貨物ガスの置換および冷却

イナーティングに製造イナーートガスを用いる場合、冷却開始以前にタンク内を乾燥して雰囲気露点を下げる必要がある。この目的でもって製造イナーートガスと暖かい貨物ガスとの置換が行なわれる。貨物ガスの温度は、イナーートガスの露点以上の温度とする。窒素でイナーティングしている場合、冷却速度に注意を払えば、直ちにゆっくりしたスプレー冷却を実施できる。また、順次窒素を冷たくしてゆくイナーティングを実施すれば、ある程度のタンク冷却も同時に実施できる。

ここでは、イナーートガスを暖かい貨物ガスと置換した後引続いて冷却する例についての手順および注意事項を掲げておく。

(a) 一般（共通事項）

(i) 実施場所；積荷または揚荷基地の棧橋となる。置換および冷却用のLNGを陸上から受け入れ、かつ、排出ガスを陸上へ送る。

(ii) 貨物弁の開放およびサンプリング；前(2)(a)(iii)および(IV)を参照のこと。

(iii) 排出ガスによる危険/汚染防止；前(2)(a)(V)を参照のこと。

(b) イナーートガスを暖かい貨物ガスで置換

(i) 目的；製造イナーートガスを冷却すると、組成中の水分やCO₂が、氷結する。冷却前にこれらを暖かい貨物によって完全に除去する。したがって、この置換を乾燥(drying)ということもある。窒素でイナーティングする場合、この作業は不要である。

(ii) 貨物ガス；一般的には、陸上から液体を受け入れ、船舶のペーパライザ/ガスヒータを介して暖かい貨物ガスとする。ガスヒータをでるところの温度は、-20℃ないし+30℃の範囲とする。タンク内が十分に乾燥していれば、比較的冷たい貨物ガスを導入してもよい。

(iii) 置換方法および使用設備；貨物ガスの比重が小さいのでタンク頂部から注入し、底部から排出する。使用設備は、表2（図2を含む）とするのが一般的である。

(iv) 置換後の雰囲気；冷たい貨物を導入する前のタンクおよび貨物管装置内には、湿気およびCO₂は、痕跡程

度にしか残らないようにする。

(V) 置換速度および回数；置換速度は、ペーパライザ、ガスヒータおよびガス圧縮機の容量による。12万m³型でおよそ20,000 m³/hr（タンク内ガス温度/圧力）程度の換気能力である。置換回数は、タンク内の乾燥の程度にもよるが、2ないし3回程度が標準である。したがって、所要時間は、1日弱程度となる。

(vi) 使用貨物量；この作業時に消費排出する貨物量は、220ないし450トン、即ち、貨物タンク容積の0.2ないし0.4%のLNGに相当する。

(vii) 貨物管装置等；窒素が封入されている場合を除き、貨物タンクと同時に暖かい貨物ガスと置換しておく。

(c) 冷却（cool down）

(i) 一般；この冷却は、原理的には、通常運航サイクルにおける積荷前の冷却と特に変わらない。常温或いは常温よりやや低い程度から冷却が始まること、冷却用貨液は陸上から供給されること、所要時間が増えること等が異なるだけである。また、特に、終りの頃は、ゆっくりした積荷と冷却との境界はなく、冷却から積荷に順次移行してゆくことになる。次の(ii)ないし(vi)に掲げるほか、2・1(1)および5・1に述べられている積荷前およびバラスト航海中の冷却に関する注意事項もあわせて参照のこと。

(ii) 使用設備；表2（図2を含む）参照のこと。冷却用貨液を陸上から得ることおよびボイルオフガスを陸上に戻すことのため、荷役用マニホールドが使用されるほかは、バラスト航海時のスプレー冷却と同じ設備が使用される。

(iii) 冷却速度および所要時間；冷却速度については、5・1を参照のこと。冷却開始初期は、ボイルオフガスの発生量が多くなるので、冷却速度で調整する必要がある。所要時間は、タンクの構造方式によって異なるが、0.5日ないし1.5日程度である。

(iv) 冷却温度；タンク底部に液が溜まり、かつ、タンク側壁が-130℃程度になった時点で冷却完了と見做してよい。

(V) タンク周囲スペース；インタバリヤスペース等は、タンク冷却が進行するにつれて次第に冷却される。したがって、圧力を一定に保つため、イナーートガス補充等の作業が必要となる。

(vi) 消費貨物量；この冷却に要する貨物量は、船舶の大きさおよびタンク構造方式によって異なる。スプレー冷却中に消費する貨物量は、冷却速度にも関連する。一般的には、12万m³型で20ないし60 m³/hr程度のLNGを消費する。したがって、常温から前(vi)に示す温度ま

表 17 ガスフリー/再冷却の作業総括 (12万m³型 LNG船を想定)

作 業 項 目		所要時間 (日)	消 費 貨 物 量 (トン)* ¹	消費イナートガス (Nm ³)* ²
ガスフリー (揚 荷 後 か ら 入 渠 まで)	ストリップング	0.2	—	—
	ウォームアップ(貨物蒸発含む)	1.7~3.4	700~900 (1.2~1.6)	—
	イナートイング(貨物ガス→イナートガス)	1~1.5	110 (0.2)	100,000~140,000
	エアレーション(イナートガス→空気)	1	—	140,000
	小 計	3.9~6.1	810~1110 (1.4~1.8)	240,000~280,000
再 冷 却 (工 事 完 了 後 積 荷 開 始 ま で)	(清掃/乾燥)* ³	(—)* ³	(—)	(—)
	イナートイング(空気→イナートガス)	1	—	140,000~180,000
	貨物ガス導入(イナートガス→貨物ガス)	1	110~220 (0.2~0.4)	140,000
	冷却(ほぼ常温→積荷開始前)	0.5~1.5	170~1000 (0.3~1.8)	—
	小 計	2.5~3.5	280~1220 (0.5~2.1)	280,000~320,000
総 計		6.4~9.6	1090~2220 (1.9~3.9)	520,000~600,000

注)*¹; 括弧内は、貨物タンク容積に対する比(%) (液密度 0.47g/cm³の LNG とする)

*²; 大気に放出されるイナートガス量 (タンク内に残っている量は含まない)

*³; 造船所での工事時間に含まれる。所要時間もケースバイケース

で冷却するのに必要とする LNG は、およそタンク容積の 0.3 ないし 1.0 % 程度であると想定される。

(5) 総括

この特別作業における所要時間、消費貨物量等をまと

めると表17のようになる。この表は、およその見当には使用できる。詳細は、個々と船舶で十分に検討して積算する必要がある。

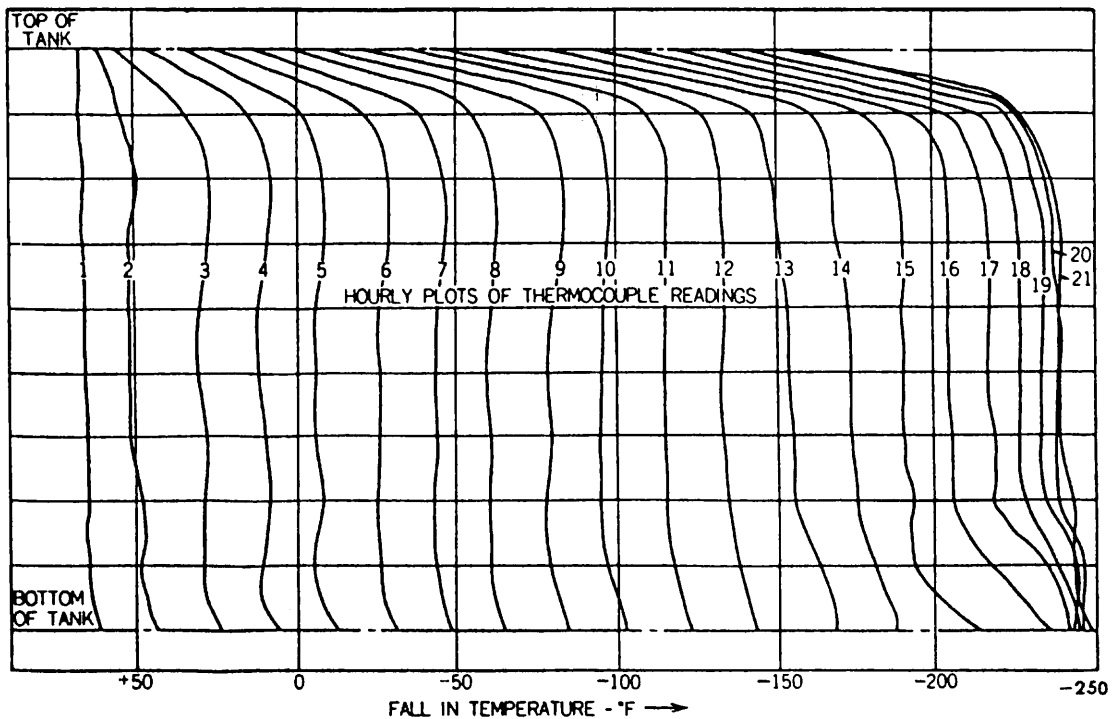


図 24 Methane Princess のタンク冷却の記録

7・2 就航船の記録

(1) Methane Princess/Methane Progress^{15) 27)}

Methane Princess の最初の冷却の記録によると、当初の計画では、30時間予定していたが、24時間で実施されている。また、図24に掲げた冷却時の温度計測から約20時間で十分に冷却されることが分る。この冷却では、スプレーノズルから約1.4kg/cm²Gの圧力でLNGを噴出させる。全てのタンク（9基、計27,400 m³）を冷却させるのに約500 m³（タンク容積の約1.8%）のLNGが用意された。また、管系統の冷却は、127 m³のLNGと8時間の作業時間で計画された。

同じ船舶の最初のウォームアップは、約2½日かかって行なわれている。当初の計画では、3½日必要と見込まれていた。引続くイナーティングおよび空気への置換

の所要時間は、それぞれ1日であったが、その後、短縮された。

各種作業の所要時間等をまとめて表18に示す。

(2) Jules Verne^{51 6)}

Jules Verne の揚荷後からタンク開放まで（ウォームアップ/ガスフリーという）、および空気/イナーガス置換から冷却まで（再冷却という）の記録は、表19に示すとおりである。この表には、1965年から69年に亘って、毎年、タンク開放した際の記録が掲げられている。なお、1965年には、第1回のタンク開放（全数）が行なわれている。この手順等は、1966年と同じであるが、初めての経験のため、ガスフリーに約8日、再冷却に12.5日を費やしている。即ち、1966年の2ないし3倍の時間を費やしている。

表 18 Methane Princess/Methan Progress のガスフリー/再冷却

作 業 項 目		所要時間	実施場所	備 考
ガ ス フ リー	タンク/配管内残液処理 (ストリッピング)	3～6時間	揚荷基地	タンクは、船体傾斜によりストリッピング 配管残液は、ショアコネクションからドレン抜き
	機関室内燃料供給管	10分	随 時	ガス燃料終了毎
	蒸発/ウォームアップ	2～2½日	揚荷基地	約80℃の貨物ガスをタンク内に循環させる。 0ないし5℃になるまでウォームアップする。
	イナーティング	6～8時間	同 上	窒素を使用
	エアレーション	6～10時間	回 航 中	可搬式ファンを使用
再冷却	イナーティング	6～8時間	造 船 所	窒素を使用
	冷 却	18時間	積荷基地	窒素によるイナーティングなので、暖かい貨物ガスによる置換不要

表 19 Jules Verne のガスフリー/再冷却作業の作業記録

施 行 年	1966		1967		1968		1969		
開放タンク数	7		7		4 (Nos 1, 2, 5 & 7)		4 (Nos 2, 3, 4 & 5)		
ガスフリー等*1:再冷却*2/合計の所要時間(日-時間)	4-17/4-08/9-01		4-11/2-18/7-05		3-07/1-22/5-05		3-0/1-21/4-21		
使用 流 体	ウォームアップ		貨物ガス		貨物ガス		N ₂ を加熱器を通して再循環使用		
	ガスフリー*3		IG + N ₂		IG + N ₂		N ₂		
	再冷却前置換*4		IGの後NG		N ₂ の後NG		N ₂		
流 体 使 用 量		ガスフリー*3	再冷却前置換*4	ガスフリー*3	再冷却前置換*4	ガスフリー*3	再冷却前置換*4	ガスフリー*3	再冷却前置換*4
	IG (N m ³)	83,400	107,100	83,700	0	0	0	0	0
	L N ₂ (m ³)*5	69.1	0	38.2	115.2	256.6	62.0	236.0	82.0
	NG (N m ³)	—	83,054	—	69,900	—	0	—	0

注) *1:揚荷後、ガスフリー証書を取得するまで。即ち、ウォームアップを含む。
 *2: LNGターミナル(揚荷基地)で天然ガスをタンクに入れて出航するまで。
 *3:ウォームアップ後、貨物ガス/イナーガス/空気の順次置換作業。
 *4:タンクに冷たい貨物を再導入する以前の空気/イナーガス/貨物ガスの順次置換作業(乾燥含む)
 *5:標準状態(大気圧, 0℃)のN₂に換算する場合、表の値の650倍すばよい。

この作業に関する最大の特徴は、当初、製造イナートガスを使用していたのを窒素を用いて大幅に所要時間を短縮したことである。これは、例えば、ウォームアップ/ガスフリーでは、暖めた窒素を用いることによってウォームアップおよび貨物ガス/イナートガス置換を同時に行なうものである。全てのタンクをガスフリーするのに要するLN₂は約250m³、さらに、タンク開放/点検までの間の乾燥状態の維持に20ないし30m³のLN₂が必要である。再冷却の場合も窒素を用いてイナートガス/乾燥を同時に行なうことで所要時間を約半分に減らしている(1968年以後、タンク開放数も減っているが、各タンク同時に作業するので所要時間には、あまり影響ない)。

本船のこれらの作業は、当初、LNG揚荷基地で実施されていた。1967年には、N₂を用いてイナートガス後(修理岸壁)、天然ガスと置換(揚荷基地)された。さらに、1968年から再冷却前のイナートガス/乾燥までは、修理岸壁でN₂のみを用いて実施されるようになった。また、再冷却前置換に要する時間は、表19に示すように約2日かかっている。なお、タンクの冷却所要時間は、約27時間とのことである。

(3) Polar Alaska / Arctic Tokyo ^{19) 20) 33)}

両船共、船舶の設備による製造イナートガスを用いた標準的な手順によるガスフリーおよび再冷却の作業を行っている。この製造イナートガスは、O₂ ≤ 2 vol.%, 露点 ≤ -45℃のものである。

ウォームアップ/ガスフリーの作業には、約72時間要している。イナートガス(貨物ガスからイナートガス)の作業は、1日を超えることはない。これらの作業は、海上で実施される。

再冷却前のイナートガスの作業も海上で実施される。即ち、空気からイナートガスへの置換は、タンク底部からのイナートガス吹き込み、頂部からの排出によって行なわれる。そしてこの作業は、湿気および塩分を除去するため、出航後、直ちに開始される。積荷基地においては、イナートガスを貨物ガスと置換した後、スプレー冷却を開始する。この冷却は、8ないし10時間で実施される。この貨物ガスとの置換および冷却に使用するLNGは480m³である。うち、冷却には約250m³が使用される。

(4) Shell "G" シリーズ船 ^{8) 9) 11) 18) 27) 33)}

7隻のLNG船のガスフリー/再冷却の所要時間は、図25に示すとおりである。

これらのLNG船は、揚荷/定期的入渠のいずれも同じ東京港内であることも考慮する必要がある。したがって、入渠前のガスフリーに至る作業は、可能な限り短くするように特別の配慮が払われた。

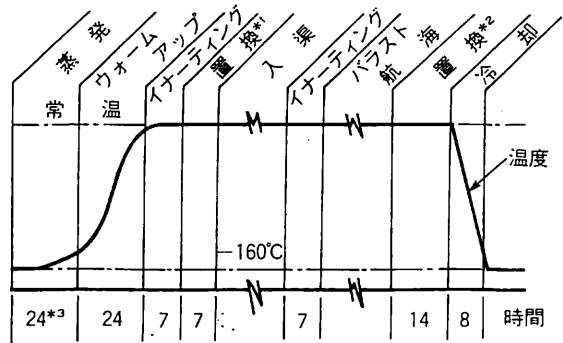


図25 特別な貨物オペレーションの所要時間例(7万m³型)

- *1: イナートガスを空気と置換
- *2: イナートガスを貨物ガスと置換(乾燥の目的を含む)
- *3: 残液約150m³の場合、8ないし10時間

(a) ストリッピング/ウォームアップ

ウォームアップは、船舶の設備によって行なわれる。ガス圧縮機は、積荷時に使用する31,500m³/hrの能力のものを使用する。ガスヒータもこの能力に見合うものが備えられている。ヒータの出口のガス温度は、約65℃に保持されている。

揚荷ストリッピング後の残液は、5タンクで約250m³であった。最近では、これを約150m³にまで減らしている。したがって、当初、蒸発に18ないし20時間、場合によっては24時間必要であったのが、最近では8ないし10時間で実施されている。このストリッピングは、主貨物ポンプのみで行なわれる。スプレー冷却用の小型のポンプが5タンクのうち2つのタンクに設けられているが、これは使用されない。

このオペレーションの経験からストリッピングポンプを設けて残液量を減らすのは、効果的であると考えられている。したがって、今後の新しい計画では、設ける方針であると述べられている。

表20 製造イナートガス組成例

	設計値	実 際	
		モード1	モード2
O ₂ (vol. %)	1	1	3
CO (ppm)	1000	200~700	10
SO ₂ (ppm)	10	0	0
NO _x (ppm)	150	40~65	40~60
N ₂ および CO ₂	残	残	残
露点 (°C)	-45	-47~-50	-53
容量 (N m ³ /hr)	25,000	23,000	23,000

蒸発に引続いてウォームアップが実施される。これは、タンク内温度が約 -140°C から約 $+15^{\circ}\text{C}$ になるまで行なわれる。所要時間は、約24時間である。これは、次の(c)で述べる理由で、当初計画より2時間短縮された数値である。

(b) ガスフリー

イナーティングは、種々検討された結果、専用のイナーートガスバージから供給される製造イナーートガスを用いて行なうことになった。イナーートガスバージは、表20に示す製造イナーートガスを供給し得るものである。燃料には、ケロシンが用いられている。実際のガスフリーには、表中のモード2の組成のものが用いられている。これは、COの含有量をできるだけ少なくするのが、タンク内に人間が入るためのエアレーションを考えると最も効果的だからである。このイナーティングは、メタン濃度が7 vol.%以下になるように行なわれる。所要時間は、6ないし7時間である。表に示すように、当初、 $25,000\text{ Nm}^3/\text{hr}$ のイナーートガス供給量の計画であったが、実際は、 $23,000\text{ Nm}^3/\text{hr}$ であった。しかし、製造ガスの露点が計画より優れているため、予定より早くイナーティングに移行できることになった。

このイナーティング作業のみのコストは、 LN_2 使用の方が有利であった。しかし、所要時間の短縮のメリットを考慮して、最終的にバージ使用と決定したとのことである。

エアレーションも、バージから供給される露点 0°C の乾燥空気でもって行なわれる。乾燥空気は、ブロウおよびフロン冷却装置でもって $20,000\text{ Nm}^3/\text{hr}$ の容量で供給される。所要時間は、6ないし7時間である。

このガスフリー作業は、日本の関係官庁によって定められた水域で、かつ、日中に行なうよう規制される。また、バージは、船舶の関連のベント開口端から100 m以上離してけい留される。イナーートガス等は、2本の16インチのホースで供給される。

最初のオペレーション時、LNG船上およびバージ上およびこれらの周辺(2隻のランチによる)大気のサンプルを採取し、分析したが、メタンは検出されなかった。風速は、 6 m/sec. であった。

(c) 再イナーティング

入渠工事完了後、貨物ガス導入に先立つイナーティングは、前述のイナーートガスバージを造船所岸壁までもってきて実施するのを原則としている。

この作業は、入渠前のイナーティングと同様である。さらに、つけ加えると、貨物タンクの乾燥の一部およびバラスト航海中に貨物装置に空気が入るのを防ぐための

加圧の目的もかねる。所要時間は7時間である。

(d) 貨物ガスによる置換/冷却

イナーートガスと暖かい貨物ガスとの置換は、積荷基地でLNGの供給を受けて、行なわれる。これは、最終的な乾燥の目的で行なわれ、露点が -50°C になるまで実施される。所要時間は、12ないし14時間である。

次いで、スプレー冷却が開始される。これは、タンク内の平均温度が約 -130°C になるまで、全てのタンクが同時に実施される。

設計上の冷却時間は、TGM方式で8時間、GT方式で10時間であった。TGM方式の船舶では、設計時間内に容易に冷却できる。GT方式では、14ないし15時間かかってむづかしかった。調査の結果、スプレー冷却設備の熱的容量がTGM方式の船舶とGTの船舶とで、6対1程度に差があることが分った。GT方式の船舶の設備では、設計上のスプレー冷却能力を得るのに圧力が不足するのが、逆に、TGM方式の船舶の設備は、能力に余裕があり過ぎることになる。

この冷却は、常温から実施する場合にのみ、所要時間に明らかな差が生じる。しかし、通常運航サイクルにおける冷却(バラスト航海低温状態-図14参照-からの冷却)では、問題はない。

このプロジェクトに従事するLNG船のうち、TGM方式の"Gadunia"のタンク冷却の計測記録を図26に示

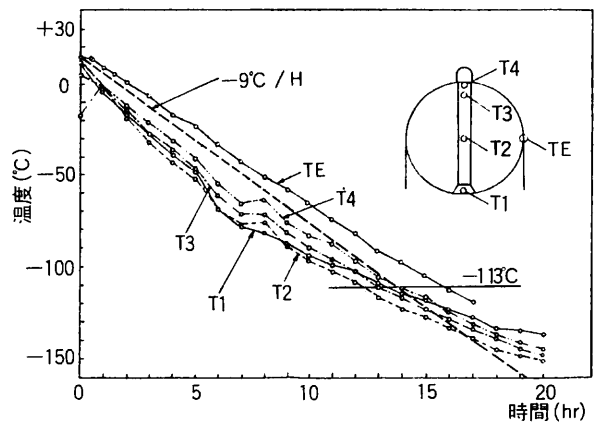


図26 "Gadunia"のNo.3タンク冷却

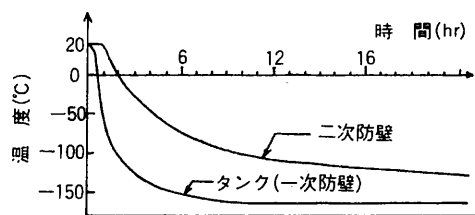


図27 "Descartes"のNo.2ないしNo.6タンク冷却

す。タンク冷却には、およそ6ないし7時間、必要とすることが分る。なお、防熱層/二次防壁の部分まで完全に冷えるまでには、約1日かかることも分る。

(5) Descartes および Ben Franklin^{51) 9) 12) 27)} "Descartes" (5万 m^3 , TGM) は、常温からの冷却に10ないし16時間必要とする。冷却に必要なLNGの量は、19ないし12 m^3/hr であった。11時間の所要時間で、冷却中のLNGの平均流量は、18 m^3/hr 程度と推定される。

図27には、"Descartes" の冷却中の温度計測結果を示す。これによるとタンクは、6時間程度で十分に冷却されることが分る。この計測時のLNG流量が不明であるが、いずれにしても、スプレー冷却に十分なLNG (量, 圧力) の供給をうけることができれば、6ないし7時間で積荷を開始できるものと思われる。

"Ben Franklin" (12万 m^3 , TGM) は、タンクの冷却所要時間は、約13時間であった。なお、本船のその他の作業の所要時間は、表1のA船である。

(6) Moss 方式 LNG 船^{22) 28) 30)}

ガスフリー/再冷却の所要時間の代表的な例は、表21に示すとおりである。

この方式のタンクは、熱応力に対する配慮が必要である。即ち、冷却またはウォームアップの速度、およびこれらのオペレーション中の温度分布に対する設計者からの手引きに十分な配慮を払う。冷却/ウォームアップの標準は、設計時の熱応力計算に基づいて与えられるが、最初の冷却試験で確認/修正する。

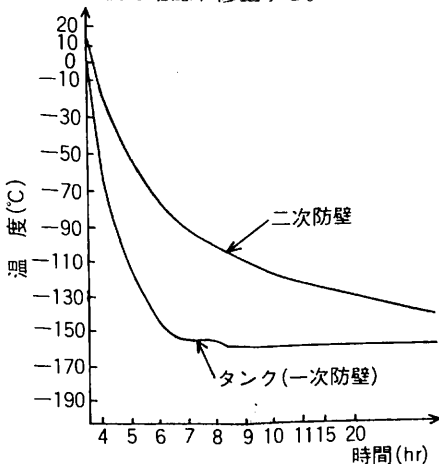


図28 9% Ni 鋼球形タンク (Moss方式 87,600 m^3 型の冷却)

TEは赤道部、T1ないしT4はそれぞれ図示の位置の温度検知点、 $-9^{\circ}C/hr$ は赤道部における冷却制限速度、 $-113^{\circ}C$; 積荷開始可能温度

表21 Moss球形タンクLNG船のガスフリー/再冷却所要時間の例

船舶の大きさ	ガスフリー (時間)			再冷却 (時間)		
	ウォームアップ ^{*1}	イナートティング	エアレーション ^{*2}	イナートティング	貨物ガスとの置換 ^{*3}	冷却
29,000 m^3	70	14	4	16.5	11	25
87,600 m^3	70	20	5.5	37	20	5.5
同上	37	20	5.5	24	3.5	18
125,000 m^3	30	24	13	30	6.5	36
同上	43	36.5	8	43	5.5	40

- *1 ; タンク底部温度を船内製造イナートガスの露点以上になるまで。蒸発も含む。
- *2 ; 甲板上のタンクおよびボイドスペース換気用ファンの容量による。
- *3 ; 高容量圧縮機に対応する容量で陸上から1 atmのガスが供給されるものとする。

表22 Esso Bregaほかのガスフリー/再冷却

作業項目	所要時間	実施時間	備考
ガスフリー	蒸発/ウォームアップ	2~3日	揚地 貨物ガス
	イナートティング	1日	揚地 窒素。LELの20%まで置換
	エアレーション	0.5日	回航中
再冷却	イナートティング	1日	造船所 窒素
	冷却	2日	積地 計画は1日だが、陸上へのペーパーリターンの制約で長くなっている。

冷却試験の際の温度分布の計測記録の1例を図28に示す。この船舶は、9% Ni鋼製タンクの87,600 m^3 型の"Norman Lady"であり、冷却には、約18時間を必要とする。また、アルミ合金製タンクの12万 m^3 型 "Hili" の冷却時の計測記録を図29に示す。最初の冷却には、約27時間かかっている。

いずれの場合も赤道部附近の熱応力が最も高くなるの

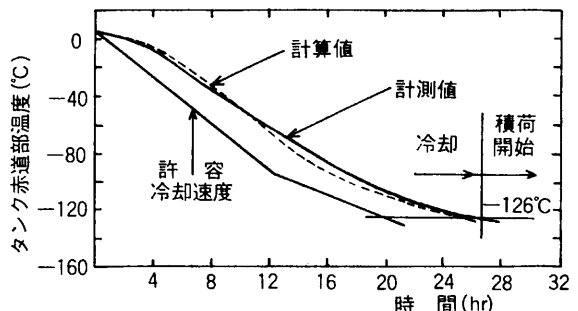


図29 アルミ合金製球形タンク LNG船のタンク冷却速度、赤道部の温度 (2万 m^3 型 "Hili")

で、この部分の冷却/ウォームアップの速度を厳重に監視しながら作業が行なわれる。また、図28の計測例からも分かるように他の部分との温度差もあまり大きくならぬように全体的に冷却される。タンク強度上のウォームアップ/冷却の標準は、次のとおり；

- 9% Ni 鋼タンク ±9℃/hr
- アルミ合金タンク ±6.5℃/hr：平均値。図29参照 (7) Esso Brega ほか²⁷⁾

4万³m³型独立型タンク4隻のガスフリーおよび再冷却の所要時間は、表22に示すとおりである。

あとがき

LNG船の貨物オペレーションに関する概念的な説明資料は、我国においても、すでに数多く発表されている。しかし、具体例をベースとして記述された文献は、数少ない。本稿は、貨物オペレーションの実例に関する公表文献を収集し、その結果をとりまとめたものである。

このようなまとまった資料は、外国の文献でも見当たらない。本稿は、LNG船の運航/乗船者はもちろんのこと、設計、建造、関連メーカ、その他の全ての関係者にとっても参考になるものと思われる。

当初、このテーマは、1回限りで完結する予定であった。しかし、思ったより多くの実例が公表されていたので、都合4回の長きにわたってしまった。しかも、貨物オペレーションに関連して取上げるのが妥当なテーマも貨物圧力温度制御を除いて全て割愛せざるを得なかった。割愛したテーマは、いずれ機会をみて、本シリーズの一環として別途とりあげる。即ち、独立のテーマか、または貨物オペレーションに関する補足(仮題)として、次に掲げるテーマを掲載する予定である；

- 低温試験および貨物使用試験
- ボイルオフガスの燃焼
- 貨物サンプリング/計測
- ロールオーバーおよびフラッシング
- 緊急しゃ断とサージ圧
- コールドスポット検査
- 特殊な貨物冷却 (LNGバージ)
- 貨物タンクの冷却
- 乾燥作業について
- オペレーションマニュアル
- その他

(貨物オペレーションの実際：完)

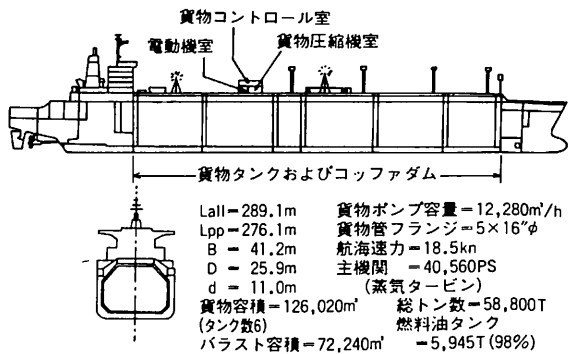
参考文献(つづき)

34) R. Kvamsdal et al, Energy-Saving LNG Carriers, Gastech 81

補遺

本シリーズ, その2(本誌 vol. 34 1981-7), 78ページの図8を今回掲げたものと差しかえる。これは、図8作成当時、このLNG船の正確な配置図を入手していなかったが、その後入手した資料^{注)}により、正確なタンク配置図および主要目が出たためである。なお、元の図のタンク構造の詳細図は、そのまま残す。

注；J. W. Kime, et al, The First United States LNG Base Load Trade from Algeria-The Cove Point Operation, Gastech 80

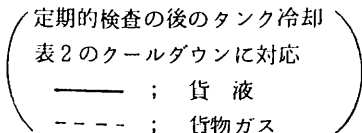


(その2) 図8 Technigaz式12万m³型LNG船 "El Paso Southe"(US, Newport News建造) 本シリーズ, Vol. 34 1981-7, 73ページ, 図8を上図と差しかえる。ただし、タンク構造の詳細図はそのままとする。

■ LNG船の就航記録から(その5)正誤表

- 55頁；右段, 上から21行目
- …よって, 白灯油→…よって, ディーゼル油, 白灯油
- 56頁；右段, 上から7行目 同時に→同様に
- 56頁；右段, 上から18行目 クリーニング→クーリング
- 59頁；図3のタイトルおよび注, 次のと差しかえる。

図3 貨物オペレーションの1例



- 59頁；右段, 上から19行目 上部で→平均で
- 59頁；右段, 上から22行目 質液→貨液
- 60頁；表3の38, 次の文章とする。
同意された貨物移送の手順について直接に承知されているか？
- 61頁；右段, 上から23行目 貨液と船舶→貨液を船舶に
- 62頁；左段, 上から9行目 維持→維持
- 63頁；左段, 上から5行目 貨液ガス→貨物または窒素ガス
- 64頁；右段, 上から1行目 約10分で→約10秒で

第6回船舶制御システム・シンポジウム見聞記

神戸商船大学
船舶工学 烏野慶一

Ship Control Systems Symposiumの開催は日本では余り知られていないようである。これは、シンポジウム主催者が国防省および海軍関係機関であり、またシンポジウム・シンボルマーク(図1)等に至っても艦艇を素材にしていることからでも想像できるように、参加者もやはり艦艇に関与する人達が多いこと等に依るのであろうか。

このシンポジウムの目的は、水上航行船舶のオペレーションに関して人と機器を含めた制御系に係わる最近の経験、応用、研究・開発、設計、試験および思想等についての情報・意見の交換を行うものである。出席者の顔触れから見ると西側陣営だけのようであるが、参加者の資格は問われておらず排他的なわけではないらしい。因に、シンポジウム参加メンバーを代表する国際組織委員構成を挙げると、

Mr. W. J. Blumberg : Dawid Taylor Naval Ship Research and Development Center (アメリカ)

Mr. M. A. Gawitt : 同上

Mr. A. C. Pijcke : National Foundation for the Coordination of Maritime Research (オランダ)

LCDR W. Verhage: The Royal Netherlands Naval College (オランダ)

Mr. J. B. Spencer : Ministry of Defence(イギリス) 等で、西側陣営の海軍関係者が主流を占めているのが分るのであろう。

このシンポジウムは3年毎に開催され、毎回10月の末ハロウィーンの頃に持たれているようである。これまでの開催地および次回の予定地は、次のようになっている。

- 第1回 1966年 アメリカ
- 第2回 1969年 アメリカ
- 第3回 1972年 イギリス
- 第4回 1975年 オランダ
- 第5回 1978年 アメリカ (10月30日~11月3日)
- 第6回 1981年 カナダ (10月26日~10月30日)
- 第7回 1984年 イギリス

シンポジウムの雰囲気は、筆者の独り合点かもしれないが、気の張らない非常に和気あいあいたるもので、老いて若き退役将校から若手の軍人および官民の研究者が集まって、「やあ、また会いましたね」、「元気ですか」、「また、3年後に会いましょう」といった具合の親交を暖める会合でもあるようだ。これも西側陣営の海軍関係者同志といった意識があるからかもしれない。

前回(第5回)のアナポリス海軍士官学校での会合では、主テーマはミニコンピュータおよびマイクロプロセッサの船舶への適用に関するものであったが、特にアダプティブ・オートパイロットの開発と関連してオートパイロットの評価についてのパネル討論会が臨時に開かれた。その時の日本からの参加者は、東京大学船舶工学科

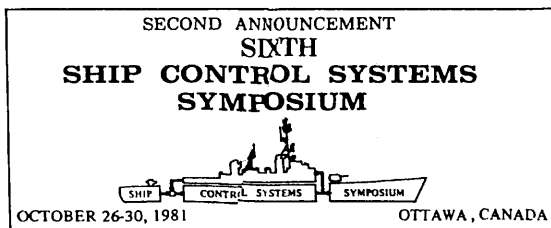


図1 シンポジウムのシンボルマーク

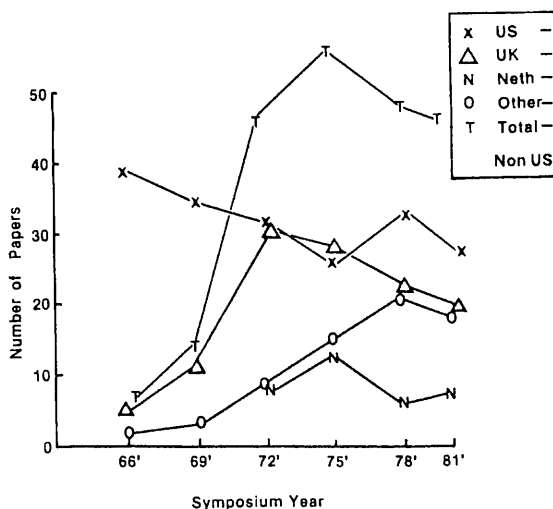


図2 Major Contributors to the Ship Control Systems Symposium

表1 Technology Contributions by Country—1981 (Sixth Ship Control Systems Symposium)

	Overview	Piloting & Navigat.	Bridge	Steering Contr.	Collision Avoid.	Maneuvering	Stabilizers	Automation & Control	Propul. Plants	Propul. Control	Propellers	Auto. Monitoring	Electrical Power	Microprocessors	Human Factors	Special Craft	Systems Analysis	Total	
USA	1	3	3	1	1	1	4	1	3	2	2	3	3					26	
UK	1		5			2	3	1	1	1	3		2	1				20	
Neth	1	1	1	1		1								1	1			7	
Canada	1	1	1						2	1								7	
W Ger										1	2							3	
Italy							1											1	
Japan					1													1	
Sweden						1												1	
Denmark				1														1	
Spain			1															1	
Neth/UK												1						1	
Italy/Neth			1															1	
Total	4	5	12	2	1	1	5	7	3	6	1	2	7	0	4	6	3	0	70

小山健夫教授他4名であった。

今回は、冬の訪れが既に感じられたカナダの首都オタワで10月26日(月)～10月30日(金)の期間、参加者約300人の下で催された。主な参加国は、カナダ、アメリカ、イギリス、オランダ、イタリア等で、日本からは議長兼パネリストとして小山健夫教授、講演発表に奥田成幸氏(古野電気)と筆者、他に会田勝久氏(三井造船)の4人が参加した。今回の主テーマは、前回のテーマから引き継いでその発展である“Reliability & Maintainability”が掲げられていた。トピックスとしては、

Steering Control	Monitoring Systems	Simulation
Propulsion Control	Integrated Systems	Human Factors Engr.
Ship Control	Automation	Personnel & Training
Stability Control	Displays	Standardization

等であった。

毎回、開会や夕食会のスピーチは海軍の偉いさんによるユーモアのある話があり、しかもシンポジウムの主題に関する背景やその土地の歴史の話題が盛り込まれるので、筆者にとっては興味深いものであるが、一方、講演発表においては、当然のことかもしれないが、ユーモアが少ないのが残念だった。しかし講演の持ち時間にそれほど厳格でなく、現場からの質問が結構多く、活発な質問があり、討論に時間をかけること等で、固苦しい講演会の雰囲気を選れているようである。

さて、今回の講演論文に関する内容を分類したものは表1に、また、初回からの講演論文数の推移とその内容分類したものは図2および表2、表3に掲げる。講演数ではアメリカ、イギリスが群を抜いて多く、論文内容では機関関係が航海関係と比べて断然多いのが目立つ。

表2 Technology Area Contributions by Symposium Year

Technology Area	'66	'69	'72	'75	'78	'81	Total
Overview	3	2	0	1	4	4	14
Piloting & Navigat.	3	4	6	0	3	5	21
Bridge	5	0	2	5	3	1	16
Steering Contr.	-	-	-	6	11	12	29
Collision Avoid.	-	-	-	4	0	2	6
Maneuvering	2	4	4	9	3	1	23
Maneuver-Simulation	5	6	2	8	3	1	25
Stabilizers	3	5	6	3	0	5	22
Automation & Contr.	6	2	8	0	0	7	23
Propul. Plants	0	2	4	0	2	3	11
Propul. Control	3	4	11	12	13	6	49
Propul. Simulation	3	4	3	5	7	1	23
Propellers	1	3	5	3	0	2	14
Auto. Monitoring	0	3	8	4	8	7	30
Electrical Power	0	0	6	1	2	0	9
Microprocessors	-	-	-	0	7	4	11
Human Factors	2	1	3	7	7	6	26
Special Craft.	8	9	3	6	7	3	36
Systems Analy.			6	6	0		13
Total	45	49	77	80	80	70	401

表3 Total Symposium Papers (1966～1981)

	Overview	Piloting & Navigat.	Bridge	Steering Contr.	Collision Avoid.	Maneuvering	Stabilizers	Automation & Control	Propul. Plants	Propul. Control	Propellers	Auto. Monitoring	Electrical Power	Microprocessors	Human Factors	Special Craft	Systems Analysis	Total		
1 USA	8	12	10	10	4	10	14	7	16	5	18	9	7	10	1	2	12	31	4	190
2 UK	3	2	6		7	5	13	5	2	22	9	4	12	5	7	6	1	6		115
3 Neth	1	6	1	6	1	2	3	1	3	3	1	2	2	1	4					37
4 Canada	2	1	4						1	2	4	1								19
5 W Ger									1	1	1	2			1				2	9
6 Norway	1											2	4	1						9
7 Japan				2		1	2					1							1	7
8 Sweden				1	2	1				1	1					1				7
9 Italy				1							2									4
10 Spain			1	1																2
11 France						1	1													2
12 Denmark					1															1
13 Israel									1											1
14 Neth/UK															1					1
15 Italy/Neth																				1
Total	14	22	16	29	6	23	25	22	23	16	49	23	14	30	9	11	26	36	13	405

今回の講演発表題目および発表者の所属等を御覧戴くためにも、プログラムを表4に示しておく。

Opening Session の Welcome Adress および

表4 プログラム(1)

SIXTH SHIP CONTROL SYSTEMS SYMPOSIUM		MR. J. Stark Director, Y-ARD Limited (UK) "Machinery Monitoring Systems" M. J. Curran, Hawker Siddeley Dynamics Engineering Ltd. (UK) "Machinery Control and Surveillance-Software Designed for Reliability and Maintainability" I. W. Pirie, Ministry of Defence and R. Foulkes, Y-ARD (UK)
26 OCTOBER 1981 National Conference Centre		
0915 - 1015 OPENING SESSION (開会) : (約 300名)		
INTRODUCTION Commander Bruce H. Baxter, Canadian Forces Section Head, Machinery Control Systems Directorate of Marine and Electrical Engineering		
WELCOME ADDRESS The Honourable J. Gilles Lamontagne Minister of National Defence		
KEYNOTE ADDRESS Vice Admiral Jone Allan, Canadian Forces Deputy Chief of the Defence Staff		
26 OCTOBER 1981 1045 - 1230 SESSION A (海軍と自動化) : (約 300名)		1600 - 1745 SESSION C (衝突防止) : (約 200名)
Chairman: CMDRE E. Healey Canadian Forces - Navy CPF Project Manager "Warship Propulsion Control Systems A Canadian Forces Perspective". CAPT (N) J. D. S. Reilley and CDR B. H. Baxter, Canadian Forces Navy (CANAFN) "Objectives and Implementation of Future Warship Control and Surveillance Systems" CDR E. D. M. Floyd, Ministry of Defence, and J. B. McHale, Y-ARD Ltd. (UK) "An R and D Perspective of U. S. Navy Control Needs and Automation Opportunities" W. Blumberg and E. M. Petrisko, DTNSRDC (USA) "Review of Direction and Speed of the Advance in Ship Control Systems" A. C. Pijcke, National Foundation for the Coordination of Maritime Research and LCDR W. Verhage, RNLN (NETH)		CHAIRMAN: MR. W. Blumberg Head, Machinery Automation and Control Division DTNSRDC (USA) "A Fast and Clear Collision Avoidance Manoeuvre" Dr. C. de Wit, Delft University of Technology (NETH) "A Radar Simulator with Probabilistic Movements of Target Ships for Ship-Maneuver Training". S. Okuda, Furuno Electric Company Ltd., and S. Yamamura and K. Karasuno, Kobe University of Mercantile Marine (JAPAN) "Collision Avoidance and Navigation for High Speed Ships, A Report on HICANS" L. Puckett and B. Tiblin, Sperry Corporation and CDR W. Erickson, USN (USA) "Sensing Systems for Measurement and Control of Relative Ship Position Over Close Ranges (Underway Replenishment)" H. K. Whitesel, and R. E. Wavle, DTNSRDC (USA)
1400 - 1530 SESSION B (機関モニタリング) : (約 300名)		
CHAIRMAN :		27 OCTOBER 1981 0815 - 0945 SESSION D1 (機関シミュレーション) : (約80名)
		CHAIRMAN LCDR W. Verhage, RNLN The Royal Netherlands Naval College (NETH) "Extensive Application of Propulsion Machinery Mathematical Models" M. Ducco and M. Moretti SEPA S.P.A. (Italy) "A Simulation Based Evaluation Facility for Future Naval Machinery Control Systems" C. J. Bruce, Ministry of Defence, (UK) "Simulation as a Tool in Warship Control System"

表4 プログラム(2)

Design and Development "	Engines in Bulk Carriers "
A. M. Dorrian, D. W. Anderson and K. W. McTavish, Y-ARD, LTD., and B. K. Tanner, Ministry of Defence(UK)	R. J. Maddock, Colt Industries, and B. Nakagawa, Woodward Governor (USA)
SESSION D2	"Microcomputer Systems for Gas Turbine Control" J. E. Cooling, Marconi Rader Systems Ltd. (UK)
CHAIRMAN:	1315 - 1515
CAPT(N) D. M. Whitman Canadian Forces Director Maritime Combat Systems(CANADA)	SESSION F1 (操船) : (約60名)
"A New Integrated Monitoring System "	CHAIRMAN:
L. Ferguson, TANO Corporation (USA)	DR. Nils Norrbin
"SHINPADS - " An Integration Philosophy for the Twenty First Century "	Swedish Maritime Research Centre
CDR J. E. Ironside, Canadian Forces - Navy (CANADA)	"Dynamic Performance Simulation Analysis in the Design of a Shipborne Integrated Navigation Systems "
"Shipboard Data Multiplex Systems, Engineering Development Aspects and Applications "	D. F. Liang and J. C. McMillan, Def. Research Est. Ottawa (CANADA)
L. B. Blackwell, NAVSEA (USA)	"Low Visiblility Approaches to an Offshore Deepwater Port :
1015 - 1145	A Simulator Study of Behavioural Factors in Ship Control "
SESSION E1 (船舶人間工学) : (約100名)	J. S. Gardenier, U. S. Coast Guard and R. C. Cook and R. B. Cooper, Ship Analytics Inc. (USA)
CHAIRMAN:	"Automatic Control for Course and Station Keeping" M. Policarpo, Portugese Navy, and A. Gerba and G. J. Thaler, Naval Postgraduate School (USA)
MR. A. C. Pijcke	"Optimal Control of Ship-Tug Operations in Restricted Waterways "
National Foundation for the Co-Ordination of Maritime Research (NETH)	W. McIlroy, CAORF, and G. Carpenter, Grumman Aerospace Corp. (USA)
"Standardization and Automation in Engineering Operating Systems: Human Factors Engineering Inputs "	"Vessel and Marire Traffic Behaviour Analysis in Constraint Waters "
R. A. Benel and T. B. Malone, Essex Corporation (USA)	J. P. Hooft and C.C. Glansdorp, Maritime Research Institute (NETH)
"Bridge Design- A Human Engineering Appr- oach in Canada "	SESSION F2 (横揺スタビライザ) : (約100名)
D. Beevis, Def. and Civil Inst. of Envir. Medicine, (Canada)	CHAIRMAN:
"An Approach to Analysis of Human-Computer Interaction in Ship Control "	DR. P. Kaplan
W. B. Rouse, Georgia Institute of Technology, and R. E. Reid, University of Illinois (USA)	President Hydromechanics Inc. (USA)
SESSION E2	"Mathematical Modelling for Rudder Roll Stabili- zation "
CHAIRMAN:	J. Van Amerongen and C. Van Cappelle, Delft University of Technolog. (NETH)
DR. M. G. Parsons	"Auto Steering and Stabilizr Trials in H.M. Ships" W. B. Marshfield, Ministry of Defence (UK)
University of Michigan, USA	"Control of Yaw and Roll by a Rudder/Fin Stabilization Systems"
"Simulation of Steam Ship Plants "	
G. Grossman, W. Milde and H. Xuan, Technische Universitat Berlin (W. GER)	
"Propulsion Control for High Specific Output Four Stroke Cycle Direct Reversible Geared Diesel	

表 4 プログラム (3)

DR. C. G. Kallstrom, Swedish Maritime Research
Centre, SSPA (SWEDE N)
" Designing a Microprocessor Based Fin Stabilizer
Control System"
M. Clarke, Muirhead Vactric Components Ltd.(UK)
1435 - 1730

SESSION G

(オートパイロット) : (約60名)

CHAIRMAN:

DR. Takeo Koyama
University of Tokyo (JAPAN)

" Optimal and Suboptimal Feed in Automatic
Trackkeeping Systems"

DR. J. K. Zuidweg, Royal Netherlands Naval
College (NETH)

" Surface Ship Path Control Using Multivariable
Integral Control "

H. T. Cuong, Westinghouse Marine Division, and
M. G. Parsons, The University of Michigan(USA)

" Optimal Ship Course-Keeping Dynamics for
Manually Tuned PID Autopilots "

L. Marshall and D. R. Broome, University College
London (UK)

" Identification and Self-Tuning Control of Linear
and Non-Linear Ship Models "

LCDR N. Mort, RN Engineering College, Manadon,
and D. A. Linkens, University of Sheffield(UK)

2000

SYMPOSIUM DINNER

SPEAKER: COMMODORE Ernest Ball
Director General Maritime
Engineering and Maintenance

28 OCTOBER 1981

0815 - 1000

SESSION H

(縦揺コントロールと速度計) : (約130名)

CHAIRMAN:

REAR ADMIRAL G. I Jzerman, RNLN
Defence and Naval Attaché
Washington, DC, USA

" Ship Motion Control "

CDR R. Whalley, RN Engineering College, Ply-
mouth, and J. H. Westcott, Imperial College of
Science and Technology, University of London(UK)

" Swath Control Design Using Optimal Techniques "
J. R. Ware, J. F. Best, V. A. Scott, ORI Inc., and K.

McCreight, DTNSRDC (USA)

"High Speed Velocity Log-A Potential Control
Element for Advanced Ships "

W. L. Malone, NAVSEA (USA)

" A Practical Solution for Precise Speed and Side-
slip Measurement for Air Cushion Vehicles "

S. Cheney, Naval Air Development Center (USA)

1030 - 1200

SESSION J

(マイクロプロセッサと推進系制御) : (約150名)

CHAIRMAN:

MR. G. Holland

Deputy Director ; Ship Systems Engineering
NAVSEA (USA)

" The Microprocessor Controlled Propulsion and
Monitoring Systems of the Frigate F122"

DR. H. Corleis, AEG Telefunken (W. GER)

" The Design of Microprocessor Propulsion Control
Systems "

W. S. Dines, Hawker Siddely Dynamics Enginee-
ing Ltd. (UK)

" Practical Experience with Maintainability and
Reliability of ALPHAPROM, a Microcomputer
Based Monitoring System for Marine Machinery"

P. G. Kempers, Controls, Systems and Instrumen-
tation (NETH)

1330 - 1515

SESSION K

(機関モニタリング) : (約200名)

CHAIRMAN:

REAR ADMIRAL T. M. Hopkins
NAVSEA (USA)

" Control and Surveillance of Ship Systems by
Means of VDU's and Digital Programmable Compo-
nents "

CDR J. Brink and LCDR J. F. D. Kuypers PNLN
(NETH)

" Centralised Control Consol Design "

D. Lidstone and A. Rowlandson, Vickers Ship-
building and Engineering Limited(UK)

" New Factors Affecting U. S. Navy Machinery
Control System Design "

R. Benjamin, NAVSEA (USA)

" Automation in Ship Control and Monitoring
Systems on Surface Ships of the German Navy "

E. Grunke and K. F. Schultz, MTG Marinetechnik

表4 プログラム(4)

<p>(W. GER) 1545 — 1715 RELIABILITY AND MAINTAINABILITY PANEL (信頼性と保守維持) : (約 200 名) CHAIRMAN: CMDRE E. Ball, Canada MEMBERS: DR. T. Koyama, Japan CDR. E. D. M. Floyd RN UK D. G. Moss, USA J. Eriksson, Sweden CAPT. C. Gatje USN</p>	<p>" SHINMACS- Shipboard Integrated Machinery Control System, A Canadian Forces Concept " CDR B. H. Baxter, LCDR R. J. Phodenizer, Canadian Forces and P. V. Penny, Department of National Defence (CANADA)</p>
<p>29 OCTOBER 1981 0830 — 1015 SESSION L (オートパイロット) : (約 100 名) CHAIRMAN: PROFESSOR E. Volta Institute for Ship Automation C. N. R. (Italy) " The Influence of Partial Plant Ignorance, Uncontrollable Inputs and System Constraints on the Choice of Autopilot Structure for Automatic Course-Keeping " C. S. Cox, Sunderland Polytechnic and G. Hunt, South Shield Marine & Technical College (UK) " Experience With Direct Measurement of Steering Generated Propulsion Losses " M. Blanke, Technical University of Denmark, and J. C. Norloft-Thomsen, EMRI Aps (Denmark) " An Approach to Autopilot Design Based on Non-Linear Ship Models with Uncertain Parameters " LCDR M. J. Ashworth, RN Engineering College Plymouth and D. R. Towill, Univ. of Wales, Institute of Science and Technology (UK) " Adaptive Autopilot Based on Pole Assignment " J. Quevedo, J. Ayza and L. Basang, Instituto de Cibernética (Spain)</p>	<p>1345 — 1515 SESSION N (自動化と人的資源) : (約 200 名) CHAIRMAN MR. R. Lewis Director Behavioural Science Division DCIEM (CANADA) " The Impact of Gas Turbine Control Systems Technology on US Navy Personnel and Training " E. F. McGonagle, NAVSEA (USA) " Automation Versus Manpower Requirements " R. J. Rein, Columbia Research Corp., and A. I. Plato and J. Mellis, NAVSEA (USA) " SHINMACS Machinery Control Console Design " E. L. Gorrell, Def, and Civil Inst. of Envir. Medicine (Canada)</p>
<p>1045 — 1215 SESSION M (機関制御管理) : (約 200 名) CHAIRMAN: CDR. E. D. M. Floyd Section Head, Machinery Control DG Ships (UK) " Propulsion and Auxillaries Secondary Surveillance System (PASS)-A Comprehensive Surveillance System for Future Generation RN Warships " LCDR B. W. Semke, Ministry of Defence, and A. W. MacDonald, Y-ARD Ltd. (UK)</p>	<p>1545 — 1715 SESSION O (自動化の設計) : (約 150 名) CHAIRMAN: MR. G. Blackwell Director Maritime Engineering Support Department of National Defence (CANADA) " An Advanced Concept in Integrated Ship Control System Design Utilizing Distributed Microprocessors and State-of-the Art Modules " C. C. Wong, Litton Guidance and Control Systems (USA) " Remote Data Telemetry in a Shipboard Environment " A. J. Van Vrancken, TANO Corporation (USA) " Experience in Developing a Digital Distributed Control and Surveillance System " C. T. Marwood, Hawker Siddeley Dynamics Engineering Ltd. (UK) 30 OCTOBER 1981 0830 — 1000 SESSION P (CPP コントロール) : (約 150 名) CHAIRMAN DR. W. C. Dietz Head of Propulsion and Auxiliary System Department</p>

表4 プログラム (5)

DTNSRDC (USA)	Whitesal, DTNSRDC (USA)
"The Control of Naval Controllable Pitch Propellers", E.R. May, Stone Vickers (UK)	"Comparison of Various Adaptive Control Techniques Applied to Autopilot Design"
"Control Requirements for Future CPPS"	A. Tiano and E. Volta (C.N.R.), Institute for Ship Automation (ITALY) and A. W. Brink (T.N.O.), Institute for Mechanical Construction (NETH)
LCDR R.W. Allen RN and I. Ogilvie, Dept. of National Defence (CANADA)	"Comparison of Automatic Steering Performance of a VLCC in a Seaway Resulting from Application of LQG and Classical Control System Design Techniques"
"Multivariable Control of a Ship Propulsion System"	R. E. Reid, B. C. Mears, K. A. Wise, A. K. Tugcu and D. E. Griffin, University of Illinois and V. E. Williams U.S. Maritime Admin. National Maritime Research Centre (USA)
P. T. Kidd, N. Munro and D. E. Winterbone, Univ. of Manchester Inst. of Science and Technology (UK)	"The Use of Simulation in the Analysis of Ship Steering Characteristics Using Combined Analog and Digital Techniques Involving Autopilot, Ship and Environmental Disturbance"
1030 - 1215	W. H. P. Canner, C. C. Fung, J. T. O'Neill and C. J. Daniel, University of Wales (UK)
SESSION Q	
(オートパイロット): (約100名)	
CHAIRMAN:	
MR. J. B. Spencer	
Ships Department	
MOD (UK)	
"Automatic Control of Lateral Separation, During Underway Replenishment"	
J. R. Ware, J. F. Best, P. Bozzi, ORI. INC and H. K.	

Keynote Adress で、主テーマ "Reliability & Maintainability" の背景についての話がされた。また、これに係わる講演も多少あり、参加者の興味も多大なるものがあったので、ここで述べられた要旨をまとめると次のようになる。

"船は何千年もの前から非常にゆっくりとした発展をしてきたが、今日に至って消エネ問題、高度技術化問題、信頼性問題、保守・維持の問題、機器取扱い簡素化の問題等が起ってきている。しかも、国家予算削減の制約と高度技術競争の下で、海岸線の守りを固めなければならないが、人的資源の減少特に軍関係人的資源の減少はどの国にとっても大きな問題で、このために多くの対処すべき問題が出てきている。これらを列挙すると、

- ・ 国家予算削減の問題
- ・ 人的資源減少の問題
- ・ 消エネの問題
- ・ 性能向上要求の問題
- ・ 自動化装置の信頼性、保守・維持およびその費用の問題
- ・ エレクトロニクス技術の急速な変化・進歩の問題
- ・ 乗組員の技術レベル低下の問題
- ・ 乗組員の技術訓練とその費用の問題
- ・ 自動化装置の簡素化の問題
- ・ 人間-機械系の総合技術における人間要素の問題

- ・ 信頼性、保守・維持の規律と機器等の標準化の問題
 - ・ 各国独自の自然条件制約下での設計問題
 - ・ 最後には Total Cost の問題
- 等が挙げられ、これらの問題を十分考慮した上で船の制御システムの設計仕様を定めなければならない。"

「特に、人間をお忘れなく」と締め括ったのには心暖まる思いであった。また、ユニバック・シンポジウムのある教授の言葉からの引用で、

「オートメーション化は避けることはできない。

私はそれを望ましいように作る。」

は時代の流れを端的に表現しているように感じられた。

"Reliability & Maintainability" のパネル討論会では、パネリストの小山健夫教授から商船における乗組員少人数制および船用機器の故障率の話でスタートしたが、中途からコンピュータおよびマイクロプロセッサのソフトウェアにおける信頼性に話題が移り、それに終始してしまつて、信頼性向上のためのコンピュータ高級言語、マイクロプロセッサのコンパチビリティとその寿命、ソフトウェアのテスト方法等がパネリストの間で話題になった。聴衆からの質疑応答では、商船と艦艇の間には自ら差があつて、艦艇においては非常時が重要であり、その際にこそ有効な機器の作動が要求され、平常運航時とのバランスをとって Total System として考えるべきである；との意見が出された。この考え方は商船にも当てはまり、

非常時に対する商船士官の伝統的な考え方と一種の共通点があるようで、船舶乗組員気質の一端を窺うことができるようである。また、人間とコンピュータとの間に十分な会話ができること、人間とコンピュータではどちらに信頼性があるか；等の話が出て笑を誘った。

筆者がこのパネル討論に期待していた機器全般にわたる信頼性等の将来の展望は聴けなかったが、商船と艦艇の差異および艦艇運航の二面性を新に認識した思いであった。

本シンポジウム全体について筆者なりにまとめてみると次のようになる。

- ・機関推進系統の自動制御におけるモニタリングシステムを、どのような考え方で設計するか、また設計したか、の発表が多く、聴衆の関心も深かった。
- ・人的資源減少に伴って起こる技術的・経済的各種問題が浮き彫りにされた。これらの問題に対して、機関系統の自動化とモニタリングシステムは一種の実験と言えよう。
- ・人的資源と自動化に関する講演には非常に出席者が多く、それに対する関心の程度が窺えた。

・自動化の結果起こる Human Factors, Reliability & Maintainability の問題に大勢の関心はあったが、その解答を与える講演は殆どなく、今後の重要問題であるとしてアプローチの指針を与える発表に留まった。

・艦艇における航海系統の自動化は、現段階では余り関心を持たれていないようであったが、オートパイロット、補給艦との距離測定、ブリッジ設計、視界不良時の操船、横揺れスタビリティ・フィン等についての講演があり、機関系統の講演数と比較すると約半分程度の数がこなされた。

終りに臨んで、幸か不幸か、シンポジウム期間中のオタワの天候は雨が多く良くなかったために、筆者はほぼ全講演を聴く羽目になったが、御夫人同伴の出席者には、その懐の中の "Reliability & Maintainability" は危険な状態になったであろうと想像するとともに、読者各位には、筆者の独断と偏見に基づく報告と悪文をお赦し願いたい。

製品紹介

製品紹介

シンポ工業、アメリカ・ザーン社製
大容量カップリング等 3 機種を発売

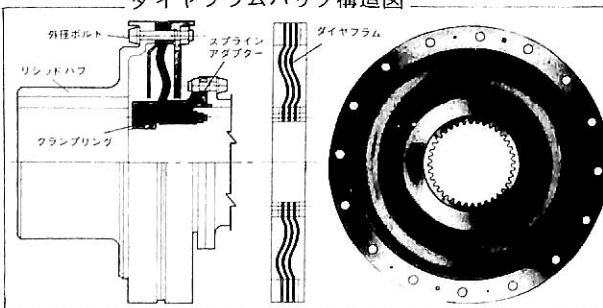
シンポ工業株式会社では、このほどアメリカのザーン社製カップリング(継手)等の国内独占販売権を取得し、昨年10月より3機種シリーズを発売している。

1) アメリカフレックス (フレキシブルカップリング)

バックラッシュが全くないダイヤフラム機構*の高速・大容量フレキシブルカップリング

- 〔仕様〕 軸穴径：最大81mm～403mmシリーズ
- ハブ径：最大117mm～584mmシリーズ
- 回転速度：高速形・低速形シリーズ
- 長さ(最小軸間)：308mm～1,380mm
- 重量：10kg～1,240kg

ダイヤフラムバック構造図



2) アメリカギヤ (ギヤカップリング)

全方向クラウニング歯形を使ったフレキシブルタイプの高性度・汎用形ギヤカップリング。芯違い許容能力が高く、しかも工作精度が高いので高速回転が可能である。

負荷容量トルク22kg-m～321,000kg-mのものをシリーズ化されている。

3) ザーン・トルク (トルクリミッタ)

設定トルク値の変動がないダブルローラ機構の高精度・大容量形トルクリミッタ。本機は過負荷に対して、正確かつ鋭敏に何回も伝達を切り、しかもローラーポケットを設けているため、原点復帰が短時間で正確にできる。

最大定格トルク 12,000kg-m の大容量形がシリーズ化されている。

お問合せ先 京都市南区久世殿城町338 ☎075(921)7151

S字断面をもつダイヤフラムをトルク伝達中継に使用し、ダイヤフラムパックの内径・外径はそれぞれバックラッシュのない構造で連結されている。外径はリジッドハブとダイヤフラムパックが強力ボルトで連結され、ボルト穴はジグリーマ加工している。内径はダイヤフラムパックとスプラインアダプターが圧入スプラインで連結され、クランプリング・ダイヤフラムパック・スプラインアダプターが一体となって締付けられている。

信頼性管理に基づく航空機の整備

日本航空株式会社

高 桑 秀 雄 *

1. はじめに

最近、台湾における航空機事故が大きく報道され、航空機事故の悲惨さを、あらためて痛感させられたが、犠牲者の絶対数において自動車事故や海水浴事故などよりも、はるかに少ないにもかかわらず、航空機事故がマスコミに大きく取りあげられるのは、事故の性質上やむをえないことであり、私ども航空輸送事業に携わる者としては、自社のみでなく同業者が努力して事故の絶滅に努力することが唯一の道であると考え。

航空輸送における安全性の確率は、一つの前提であり、公共輸送機関としては、そのほか定時性、快適性などが要求される。つまり一般の工業製品において厳しい品質が要求されると同様に、航空輸送というサービスに対しても、場合によっては、それ以上の厳しい品質が要求されるわけである。当社では、このような考えから、企画の側面、航空機の側面、人の側面など航空輸送の品質を構成する要素を多面的にとらえ、品質管理を実施している。

航空機の整備そのものを他社から依頼されて実施する場合は、整備そのものが一つの商品であるが、多くの場合、航空機整備は、当社の商品である航空輸送の重要な品質である安全性はもちろん、定時性や快適性にも極めて密接な関係をもっているので品質管理の面で重要な役割りを果たしている。ここでは航空機整備に対する最近の考え方の一端をご紹介します、ご参考に供したい。

2. 航空機事故の教訓

一昨年5月に、アメリカにおいてDC-10型機の大きな事故があり、同型機に対する設計上の疑念が晴れるまで2か月近く、飛行を停止したことは記憶に新しい。この事故の原因解明までにはいろいろな経緯があって誤った判断が出たこともあり、各国の航空会社の損失は非常に大きかった。

しかし、さすがアメリカの事故調査は極めて合理的に

進められ、比較的早く原因の究明が出来たことは、幸いであり、われわれに対し示唆するところも多かった。この事故は、結果としては構造上の欠陥によるものではないことが判明し、現在同型機は何の不安もなく運航を続けており、その後同種の事故は一件も発生していない。

この航空機事故は、われわれに設計・整備上の極めて貴重な教訓を与えてくれた。

その第1は、この事故の原因となったエンジンの脱落が、誤った整備方法によるパイロン（エンジンを翼に取付ける部分）のバルクヘッド（隔壁）の損傷によるという点である。設計上安全率を定め、構造上のフェイルセーフを考慮してあったが、マニュアルで定めていない方法でエンジンの着脱を行ない思わぬ割れが生じ、気がつかないうちに致命的な破壊に至ったものである。

決められた作業を正しく行なうという基本を忘れ、作業のスピードをあげるための失敗が事故の原因ということから考えると、航空機の信頼性を論ずる場合における人間の信頼性の重要さが痛感させられる。

その第2は、エンジンの脱落によって左の翼のスラット（翼の前端部にある高揚力装置）が引込んだために、左の翼が失速し、揚力が減少し、機体が大きく傾いて墜落の直接の原因になったという点である。

最近の航空機には失速をパイロットに知らせる警報装置がついているが、この航空機ではシステムが1重であったために、パイロットが失速に気がつかなかったと推定されている。もし失速に気がつき、もう少しスピードを上げれば失速を防ぎ、何とか飛行を安定させることが出来たのではないかとされている。

システムが1重であったことは設計上の問題であり、この事故の後、このシステムを完全な2重にする改修が全機に対して行なわれ、信頼性の向上がはかられた。

このように航空機の信頼性は、まず設計の時点で信頼性を十分考慮するとともに、その運航・整備面においても信頼性を十分考慮しなければ、その維持・向上がはかれないという当然のことが、改めて教えられた次第である。

幸いわが国の民間航空会社における最近の旅客人命に

*日本航空株式会社 総合安全・ZD推進部長

かかわる事故は皆無であり、当社においては1977年のクアラルンプール事故以来100万時間の安全運航の記録を達成したが、国内同業他社においても、これを上回る安全運航時間を記録している。これは真に喜ばしいことであるが、この記録の一層の延伸に各社協力して努力していきたい。

3. 航空機整備の目的

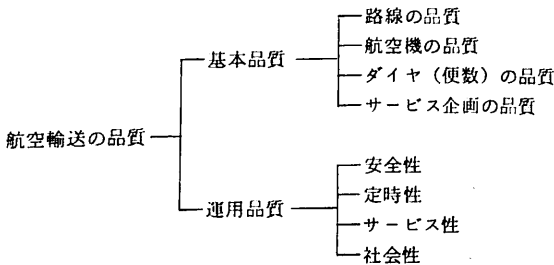
航空機整備は、ただ発生した故障を修理するだけのものではないことは言うまでもない。前述のように航空輸送という商品の品質の確保のために航空機整備が果たす役割りは大きい、公共輸送機関の使命を果たし、なお企業として存続するという意味から航空輸送における整備の目的を次のように考えたい。

(1) 安全性をはじめとする航空輸送品質の確保

航空輸送の品質には人的要因の影響は大きいがハードウェアとしての航空機の品質の影響は極めて大きい。設備面では保全と言われる分野である。安全性については後述するように設計が一番大切であることは言う

注1. 航空輸送の品質

航空輸送を一つのサービス商品と見た場合の航空輸送の品質を次のように考えている。これは一般の工業製品と同様に、顧客中心の見方である。



基本品質とは計画の段階で決まる要素であり、運用品質とは航空機を運航し、輸送を実施する段階における要素であって、両者が合まって、はじめて航空輸送の優れた品質が完成される。

このうちサービス企画とは、地上および機内における数々のサービスに対する企画であり、サービス性とは、実施面における出来ばえである。また社会性とは、騒音や大気汚染など航空輸送に伴う公害問題である。

航空機の整備は、他社から整備を委託される場合は、それ自身が一つの商品となるが、航空輸送においては、いろいろな形で、そのあらゆる品質に関連してくる。つまり航空機の性能が路線決定の一つの要素となり、航空機の稼働状況がダイヤ・便数の大きな鍵となり、航空機の不具合発生状況が安全性・定時性・サービス性に大きな影響を与えるというわけである。

までもないが、運用面において整備が果たす役割りは大きい。(注1 参照)

(2) 航空機のアベイラビリティの確保

高額な航空機の運用に当って航空機の稼働時間を出るだけ長くすることが必要である。非稼働時間になるべく整備を行ない、休止時間を出るだけ少なくするような整備方式が有効である。また航空機の信頼性の向上がアベイラビリティの向上に役立つことは言うまでもない。

$$\text{アベイラビリティ} = \frac{\text{運用可能時間}}{\text{運用可能時間} + \text{運用休止時間}}$$

(3) 適正な維持コストの確保

公共輸送機関として存続するためには、航空機を維持するための部品・材料・工数等にかかるコストの適正化をはかることが必要である。むやみにコストをかけることが必ずしも優れた航空機の品質につながるものではなく、航空機の信頼性を高める科学的な整備こそ、この課題にこたえる最善の方法である。

これらの三つの目的を同時に、しかも完全に満足させることは容易ではないが、航空輸送の健全な運営を行なうために優れた整備マネジメントが必要である。

4. 航空機の設計と安全性

最近の航空機、特に公共輸送機関としての航空輸送に使う旅客機は、ただ安全に運航するだけでなく、効率的に運航させることが必要である。もちろん安全性を損うような経済性を追求することは許されることではないけれども、安全性と合わせて経済性を改善するのは、顧客に対する一つの責任でもある。

ジェット旅客機が実用化してから既に30年近くになり、技術革新は目覚ましく新世代の旅客機であるB-767の就航も近い。航空機および部品の新しい設計、新しい材料の使用、生産工程の改善等によって航空機自身の信頼性・整備性が向上するとともに、運航コストの低減に非常な改善がはかられている。

航空輸送の品質を確保するための重要な条件に優れた航空機の品質が挙げられ、航空会社は航空機メーカーに対して使用目的に合った性能や機能と共に、各種の信頼性についても、きめ細かな要求を行なっている。航空機メーカーは自社の技術を考慮しながら各部の信頼性設計を行ない、システムによっては2重、3重にして冗長性を高めている。

本質的な品質が設計で決められるのと同様に、整備性についても設計で決まる部分が多い。部品のモジュール化とか運用時における点検を容易にする仕組みなど、設

計時の配慮が重要である。

また、いわゆるデザインレビューも十分に行なわれ、そのための数多くの試験や再設計を経て生産に入るわけである。このようにして最近の航空機では、設計の時点で信頼性技術を十分に活用し、整備についても、その方式を考慮に入れていることに注目願いたい。

航空機の安全性が航空機の構造やシステムの信頼性と密接な関係にあることは言うまでもない。最近の航空機では冗長性を高める設計を行ない、これに加えて、システムを構成する個々の部品の信頼性が著しく向上しているために極めて高い航空機の信頼性が得られると共に、運航の安全性が一段と向上している。

初めに紹介したDC-10の事故では、個々の部品の信頼性が問題になったのではなく、システムとしての冗長性が問題になったものである。従って航空機の運航の安全性を航空機の面から検討する場合には、まずシステムの冗長設計を考え、更に個々の構成部品の信頼性を考えていかなければならない。

5 近代の整備の基本的な考え方

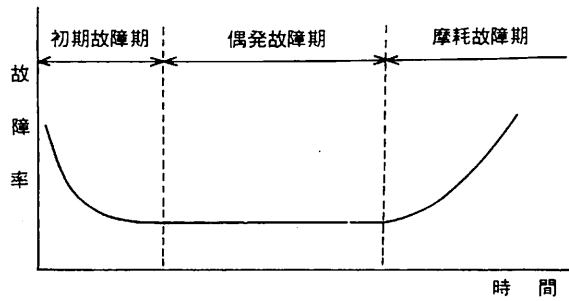
初期の航空機では、摩耗や劣化による部品の品質の劣化が故障を起こし、これが安全性の低下につながるという考えから、故障の発生率が時間とともに増加する時期をとらえて航空機から取りおろして、いわゆるオーバーホールを行ない、品質を新製品と同じ水準にまで取戻すという予防整備の思想が中心であった。

この考え方は、航空機の設計に信頼性の考え方が十分に浸透せず、また部品やシステムの信頼性があまり高くない時期では適切な方法であったといえよう。また、この考え方は現在の近代的な整備においても一部残っており決して間違ったものではない。

一般の機械部品のような摩耗を伴う場合では、時間の経過と共に故障率が増加するのは当然であり、またジェットエンジンの中で高温にさらされる部品では、熱による劣化が時間と共に進行するのは当然であって、時間を基準に何らかの整備を行なうことが妥当である。

しかし、あらゆる部品にオーバーホールするまでの時間が法的に定められ、これを忠実に実施するうちに、航空輸送業の拡大に伴う整備作業の増大もあって、それまでのオーバーホール至上主義に対して、幾多の疑念が持たれるようになった。

その一つは、現在順調に動いていて、何ら故障の前兆のない部品を取りおろすことである。もちろん時間による故障率の増加が明確になっているものについては問題はないが、物によっては、あまり明確な裏づけなしにオ



第1図 典型的な時間と故障率との関係 (バスタブ曲線)

ーバーホールの時間間隔が決められる場合も少なくなかった。もう一つは、オーバーホール後の故障の増加である。故障率に関するバスタブ曲線は、第1図に示すように、初期故障期、偶発故障期、摩耗故障期に分けられており、すべての物がこのような形をとるわけではないが、初期故障期だけは、多くの物に当てはまるように思われた。

つまり、オーバーホールは必ず初期故障を生み、むやみにオーバーホールすると、かえって信頼性の低下をまねくおそれがあることがわかった。従って故障の発生状況を分析し、摩耗故障期が本当に存在するのか、存在するとしても故障の増加傾向はどうか、偶発故障期がそのまま当分続くかどうかを科学的に見きわめることが重要であり、設計における冗長性の条件を考慮に入れて近代的な整備方法が作られるようになった。

次に安全性に関連する故障率の状況と冗長性について相互の関係を調べてみよう。第2図にこの関係を示す。これは一つのモデルであって、実際には、この中間に入るものがたくさんあるが、考え方の整理に役立つと思う。各領域の特徴は次のとおりである。

- ① 故障率がバスタブ曲線状になり、しかも冗長性に乏しい場合、つまり前述の初期の航空機に適用され

故障率の状況 冗長性	予防整備が信頼性を向上させることができる	予防整備が信頼性を向上させることができない
	故障が直ちに安全性を低下させる	①安全性を高める ②極めて危険であり、設計変更を必要とする
故障が直ちに安全性を低下させない	③経済性を改善する	④予防整備は無意味

第2図 整備と安全のモデル



たオーバーホール重視の領域である。最近の航空機でも部分的に適用される予防整備が有効な領域である。

- ② オーバーホールしても機能が回復せず、しかも冗長性に乏しい領域であるから、このままでは危険であって冗長性を増す設計変更を必要とする。
- ③ 最近の冗長性の高い航空機においても、ある時期で故障率急増の傾向が見られれば、予防整備を行なうことによって整備コストの低減がはかれる領域である。
- ④ システムの冗長性が大きく、偶発故障期が長く、故障率の急上昇傾向が明確でないという領域であり、新しい整備の考え方が必要である。

6. 整備の技法と整備プログラム

実際の航空機では前述のような単純なモデルに当てはめることは、なかなか困難であるが、設計の時点およびその後の実際の運航の経験から、最も有効な整備の方法を考え適用し、整備のプログラムを設定している。

航空機整備の効率を高めるには、航空機の非稼働時間に出来るだけ整備作業を実施することが必要である。現在の空港の使用時間の制限やダイヤなどの面から航空機の稼働時間には限界があり、一日平均国内線で7～8時間、国際線で10～11時間程度である。従って非稼働時間に出来るだけ多くの整備を計画的に実施することがアベイラビリティを高めることになる。

そのために機種ごとに整備の設計ともいえるプログラムを設定するわけであるが、これを構成する整備の技法として現在、次の三つが定められている。いずれも、前述のような信頼性に関する分析に基づくものである。

- HARD TIME (ハードタイム) **HT**
- ON CONDITION (オン・コンディション) **OC**
- CONDITION MONITORING (コンディション・モニタリング) **CM**

これらについては、適当な日本語がないので、原語のまま使うことにするが、第3図に示すような特徴を持っている。これらの詳細については後述するが、HTとOCが、いわゆる予防整備であり、CMは予防整備でなく故障発生状況のモニタリングに基づいて必要な処置をとる、いわば時後の処置であることに注意願いたい。しかし、整備の技法としてHTやOCを適用する場合であっても、信頼性のモニタリングを行ない、当該部品の信頼性の状況については常時把握していることには変りない。

技法	ねらい	方法
H T	故障発生前に対策をとる(予防)	一定時間ごとに取りおろす
O C	コンディションの良否を確かめ必要な対策をとる(予防)	一定時間ごとに物理的基準に基づいて状況を点検する
C M	発生した故障状況を解析し必要な対策をとる(機能改善)	信頼性データに基づく故障解析とモニタリングを行なう

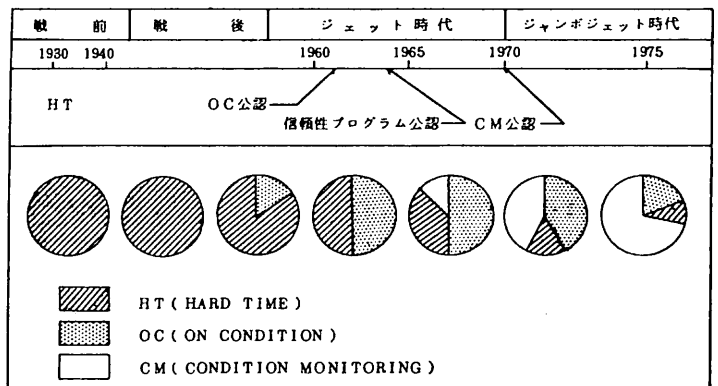
第3図 三つの技法の概要

この三つの技法は時代と共に変わり、その概略を第4図に掲げるが、当初HT中心の整備の技法に戦後OCが正式に公認され、やがて信頼性の考えが取り入れられて整備の自由度が増し、1970年代ジャンボジェット時代の幕あきと共にCMが公認され、信頼性管理に基づく整備が本格的に全世界に展開され始めた。

このような傾向は、主としてアメリカの状況であるがジェット旅客機の極めて大きなシェアを誇るアメリカの方式に全世界がならうのは当然のなりゆきであり、わが国もその例外ではない。

このような整備の技法を組合せて整備のプログラムを組み立てられるわけであるが、最近の航空機整備では、航空機固有の機能・安全性・信頼性の水準を維持するだけでなく、信頼性データの蓄積とその解析に基づいて必要な設計変更を促進し、機能・安全性・信頼性の向上を積極的にはかっていることに注目願いたい。

整備プログラムは当初、航空機メーカー、航空輸送会社、および監督官庁の専門家が集まり、その航空機の設計理念やこれまでの経験に基づいて原案を作成し、これ



第4図 整備技法の変遷

に基づいて各航空会社が独自のプログラムを作成し、当該国の監督官庁の承認を得て実施している。当社では航空法で定められた整備規程の中に整備の基本プログラムが入っている。(運輸大臣認可事項)

第5図に整備のプログラムの一例を掲げる。

7. 整備の技法(1)

ハードタイム (HT)

既に説明してきた典型的な予防整備の技法であり、故障発生前に取りおろし、オーバーホールを行なって機能の回復をはかるものである。また予め寿命が予想され、機能回復が不可能な物については、その時点で新品と交換する。これは第2図の①と③の領域に入るものである。

現在、油圧機器、気圧機器、電気・電子機器の機械部品、エンジン部品の一部等には、この技法が適用され、大いに効果をあげている。しかし全体に占める割合は航空会社によって異なるが、大巾に減少している。

このHTの技法を適用する場合でも、所定時間以前に故障する物もある。偶発故障期というのは故障発生率がほぼ水平であるということであって、故障が起こらないという事ではない。従ってその発生状況、つまり信頼性データを常にとり、故障原因の解析も行なって品質を常時、把握することが重要である。

8. 整備の技法(2)

オン・コンディション (OC)

この技法は1962年にアメリカで正式に承認され、航空機整備の効率化を大いに促進してきた。この技法は、一定時間ごとにシステムや部品の状況を分解しないで物理的に測定し、一定の基準と比較して良否を判定し、良好であればそのまま使用し、不良であれば交換・修理等必要な処置をとるという方法である。これは時間の経過と共に機能・品質の劣化が徐々に進行する物に適用して効果があり、故障の未然防止をはかるものである。

これは第2図ではHTと同様に①と③の領域に入るものである。この技法はタイヤやブレーキなど摩耗が明らかに起こる部品に対して適用されるほか、エンジンについて全面的に適用されている。ボアスコープによる内部部品の検査やエンジンオイルの分光分析による点検もこの技法に入るし、最も損傷が発生しやすい燃焼室などに対するアイソトープによる非破壊検査も同様である。

--- AC GENERATION ---			
General			CM
--- AC GENERATION & CONTROL ---			
Bus control unit	① Replace	8000HR	HT
Generator control unit	① Replace	6000HR	HT
Generator - AC, APU	① Service - generator oil	2A	OC
Generator - AC, engine	① Service - generator oil	2A	OC
Generator relay	① Replace	9000HR	HT
Aux power relay	① Replace	9000HR	HT

第5図 整備プログラムの一例 (DC-10型機の電気系統)
A: 250HRを意味する。

この整備技法には今後大いに開発の余地が残されていると考える。この技法にもHTと同様に品質のモニタリングが併用され、この技法適用の妥当性と品質向上の必要性の有無が検討される。

9. 整備の技法(3)

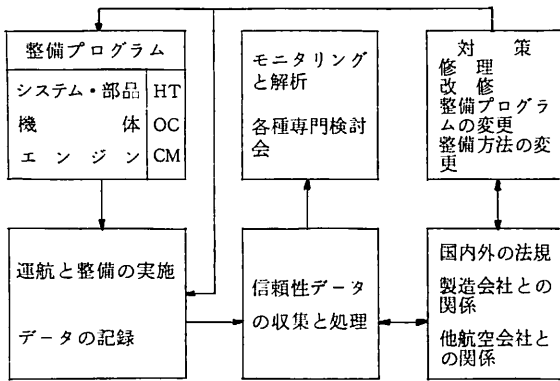
コンディション・モニタリング (CM)

第3図の④の領域に適用される新しい思想の整備の技法であり、航空機とシステムの信頼性設計を有効に活用し、航空機の品質向上と航空機整備の経済性を高める効果的な技法である。

故障率があまり変わらない、いわゆる偶発故障期が続くようなシステムや部品に対してHTのような技法を適用しても意味がなく、機能劣化を測定する方法がなければOCを適用しても意味がない。しかし電子技術の進歩と電子機器の開発によって、このような機器が急増したために、新しい技法CMが導入されたのである。

このCMはHTやOCのように一定時間ごとに予防整備の処置を講ずるのではなく、システムとしての冗長性を前提として、当該機器を故障するまで使い、多数の同一機器を一つの群として考え、その故障状況を常時モニタリングし、それから当該機器の品質状況を把握し、必要な処置を講ずるという方法である。そのためには、次の事が必要である。

(1) 信頼性のデータ収集とモニタリングによる品質状



第6図 信頼性管理体系の概要

況の把握と問題点の早期発見

- (2) 故障モードの迅速で的確な解析
- (3) 品質の維持・向上のための設計変更および整備方法の改善の促進

この技法を実施するために、航空機の運航面はもちろん、システム、構成部品（機器）の信頼性データ収集のための仕組みと、専門的な故障解析技術が欠かせないので、会社の組織を挙げての活動が前提となる。

現状では航空会社によって相違はあっても、全体の80～90%ぐらいがCMを採用しているといっさつかえないと思う。

次に信頼性データの典型的な例としてエンジンや装備品に適用される不定期取りおろし率（UNSCHEDULED REMOVAL RATE 略してURR）を説明しよう。これは平均故障間隔（MEAN TIME BETWEEN FAILURES）の逆数の関係にあるが、航空機整備における信頼性を表わすのによく使われる。

$$URR = \frac{1,000 \times (\text{不定期取りおろし個数})}{1 \text{機当り装備個数} \times \text{同型機の総飛行時間}}$$

つまり1,000飛行時間の間に、不具合によって予め決められた整備の時期以外に、何個取りおろされたかという率を表わす。

このデータに基づいて品質管理におけるU管理図のよ

$$\text{管理限界} = \text{基準URR} \pm A \sqrt{\frac{\text{基準URR}}{1 \text{機当り装備数} \times \text{同型機の総飛行時間} / 1000}}$$

- (注) 基準URR：実績等から定めた標準値
 A：一般の管理図では3であるが、2でも2.5でもさつかえない。

10. 信頼性管理体系

航空機の品質の適切な維持・向上をはかるために整備

の技法を効果的に組み合わせた整備プログラムを判定するとともに、品質（信頼性）に関するデータの収集・解析によって品質をモニターし、故障原因の解析を通じて品質の改善をはかるというCMの考え方を、広く整備全体に適用し、これを中心に運航・運送等航空輸送全般的な観点も加えて航空機整備の全社的なP D C A（PLAN, DO, CHECK, ACTIONという管理のサークル）を円滑に行なうために信頼性管理に基づく整備体系（信頼性管理体系）が設定されている。

その概要は第6図に示すとおりであって予め設定した整備プログラム（各部に対して適用する整備の技法が定められている）に基づいて整備した航空機を運航に提供し、運航面および整備面における信頼性データを収集しそのモニタリングと解析を行なう。その結果、必要により修理、改修、整備プログラムの変更等適切なアクションをとりながら整備の水準の維持・向上をはかるというのが、この体系である。この体系の中で、品質に関するデータの収集・解析が、場合によっては当社一社のみでなく、同機種を使っている世界の同業者の協力によって行なわれていることは注目に値するとともに、そのような裏付けがあって、はじめて効果的なモニタリングが出来るのである。

この信頼性管理体系の中心となるモニタリングには次の四つがある。

(1) 重要事象モニタリング

日常の運航・整備において発生する重要事象から改善を要する項目を取りあげ対策を講ずる。

(2) 傾向モニタリング

CMの中心となるもので、前述のURRはその典型的な指標である。

(3) 特定事象モニタリング

航空機の信頼性の見地から特定の対象に絞って重点的に行なう。対象は上記二つのモニタリングの対象から設定する。

(4) 航空機総合品質モニタリング

航空機運航に関連する総合品質のモニタリングで、その実例を次に示す。

- ① 運航障害発生率（100出発回数当り発生件数）
- ② 飛行中エンジン停止発生率（1,000飛行時間当り発生件数）
- ③ 飛行中不具合発生率（1,000飛行時間当り発生件数）
- ④ 就航率（%）
- ⑤ 定時出発率（%）

11. これからの整備技術

これまで述べてきた信頼性管理に基づく整備の中心になる信頼性のモニタリングについては、コンピュータがかなり活用され、航空機総合品質から各システム、各装備品に至るまで信頼性データが管理されているわけであるが、世界各地に航空路線を持ち、日夜運航を続けている当社としては、必要な信頼性データのオンライン化が不可欠であり、現在開発中である。

また信頼性データ中心の整備より一歩進めて、新しいモニタリング技法として運航中の航空機上において各種のデータをカセットテープにとり、これを地上で解析することによって日常運航のモニター、各種性能の分析、エンジン運転状況の分析、システムや機器の故障の早期発見等を実施する目的で開発されたAIDS (AIRCRAFT INTEGRATED DATA SYSTEM) の実用化も近い。

また品質モニタリングの活動は、最近著しく高騰し航空会社の経営をも危うくする燃料節約の分野にも進出し、エンジン劣化の防止、航空機の抵抗の減少にも大きな効果をあげている。

航空機の設計の進歩と共に、航空機の整備技術も進歩していき、ここで忘れてならないのが人的側面である。航空機整備に関係する一部の作業や検査には自動化がはかられているものの、多くの作業は人力に頼らざるをえないのが現状である。どんなに効果的に設定された整備プログラムも、これを実施する人的側面の充実がはからなければならない、大きな効果は期待できない。

この意味で、一番最初に掲げたDC-10の事故の原因となったような整備作業のミスは絶対に防止しなければならない。そのため整備作業に携わる者一人一人の絶対に誤りを起さないという決意と共に、航空機の品質の維持・向上に対する熱意とそのための技術の練磨が必要である。このためには信頼性管理体系を包含する全社的品質管理体制を全社で築きあげると共に、日本の工業製品の品質を世界水準にまで高めるために大いに貢献した小集団活動に期待するところが大きい。

当社では重大航空事故の絶滅を頂点とする全社規模のミスの絶滅、業務改善、業務目標の達成等の活動、合せて第一線層の小集団活動として昭和42年からZ'D運動を展開しており、信頼性管理に基づく整備の真の成果の向上に大いに貢献しており、今後一層の発展をはかりたい。

製品紹介

製品紹介

FR - 240 II 小型レーダー

生産10,000台達成

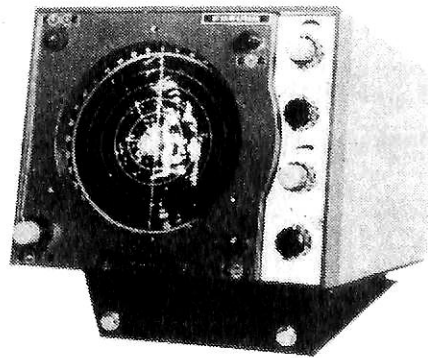
古野電気株式会社の小型レーダーFR-240 II型が、このたび生産台数10,000台を突破した。

FR-240 II型は、近距離分解能、遠距離探知能力、方位分解能などが非常に秀れたCRT 7インチ、最大探知24マイルの小型レーダーである。

本機は昭和51年、当初FR-240型として開発されたが、ユーザーの要望などによって性能のグレードアップがなされ、昭和53年9月新たにFR-240 IIとして誕生した。FR-240 IIとして誕生してから約3年の短い期間に一機種で10,000台が生産されたのは我が国では初めてである。

FR-240 II型は、海外では勿論、国内の小型漁船に於いても好評を得ているが、異例なところでは南極観測隊の昭和基地で活躍する雪上車にも装備され、その性能の良さが実証されている。

レーダーは当初、安全航行のための航海計器として大型船舶だけに装備されていたが、古野電気が我が国で初めて水中翼船にも装備できる軽量小型レーダーを開発して以来急速に発達し、大型船舶のみならず2~3トンの



小型漁船に至る全ての船舶に装備されるようになった。

今日では漁船の大半に装備され、航海計器としては勿論漁撈計器として広く活用されており、燃費節約の面からも不可欠の計器となっている。

仕様

- 空中線部

型 式	スロットアレイ、中央給電式
長 さ	1,000mm
ビーム巾	水平 2.6° 垂直 25°
パルス巾	0.08μs 0.5μs
- 指 示 部

探知距離	0.5, 1.5, 3, 6, 12, 24
C R T	7インチ

英国海軍向け新カーズル級多目的高速沿岸警備艇の第一船

"LEEDS CASTLE" 完工

英国政府国防省と英国造船協会とで共同開発をした多目的高速沿岸警備艇がRussell and Co., Ltd. (スコットランド) で完工した。

本艇は、英国の領海と北海沿岸のパトロールを主務とするが、ミサイル装備の砲艦に改装することも対潜水艦用の高速駆逐艦にもでき、その他さまざまな最新兵器を整備することも、ヘリコプター用の離着陸および給油設備をとりつけることもできる。戦闘用の本格的コンピューター、レーダーなども装備できる。

主要目

全長	81 m
推進機	ツインスクリュー
航続距離	16,100 km
最高速度	20 kn
乗組員	50名(含士官、兵員)
	緊急時に25名の海兵をも収容出来る

北海で高速訓練中の
"LEEDS CASTLE"

(提供 英国大使館)



第 1 回

IMCO の概要並びに第12回総会及び 第45回海上安全委員会について

明けましておめでとうございます。今年から、本誌にIMCOコーナーを設けていただき、近年頃に造船海運関係者の関心が高まっているIMCOの動向について、最新情報を掲載していく事になりました。

今回は、まずIMCOの概要について紹介すると共に、去る11月に開催された第12回総会及び第45回海上安全委員会について概説します。

船舶局検査測度課安全企画室

1. IMCOについて

IMCOの正式名称は、Inter-Governmental Maritime Consultative Organization (政府間海事協議機関) であり、海事に関する諸条約及び改正条約作成作業及び採択会議の開催に責任を有する唯一の国際機関である。

(1) 設立の経緯

第二次大戦後、国際連合の経済社会理事会は、船舶輸送の技術的側面を検討するための常設国際機関の必要性を認識し、1948年ジュネーブにおいて国連海事会議を開催することを決定した。この会議には、36ヶ国が参加し、国連の専門機関の一つとしてIMCOを設立する条約(IMCO条約)が採択された。本条約は、我が国が受諾書を寄託した日(1958年3月17日)に条約に規定する発効要件(100万総トン以上の船腹を有する7ヶ国を含む21ヶ国の受諾書の寄託)が満たされ、同日発効となった。現在、正加盟国は121ヶ国、準加盟国は1ヶ国であり、運営資金は保有船腹量に応じた分担金でまかなわれている。分担金総額は、1980年、81年と連続して対前年比40%を越す割合で増加しており、1974年 SOLAS 条約の改正作業等による各委員会の開催回数の増加を反映している。ちなみに、1981年の分担金総額は、1457万ドルであり、我が国の分担額142万ドル(全体の9.8%)はリベリアに次ぎ第2位となっており、以下ギリシア、英国、パナマ、ソ連、ノルウェー、米国と続いている。

(2) 組織

IMCOの組織図を図1に示す。総会は全加盟国から構成される、IMCOの最高決定機関である。理事会は、総会で選出された24ヶ国から構成され、総会の会期と会期との間において、総会の任務を代行している。理事国は、Aカテゴリー(主要海運国6ヶ国)、Bカテゴリー(主

要貿易国6ヶ国)及びCカテゴリー(地域選出12ヶ国)に分類される。第12回総会がさる11月開催され、我が国はAカテゴリーにおいて、英国に次ぎ第2位で理事国に当選している。(我が国は、1959年以来理事国の地位を占めている。)

海上安全委員会(Maritime Safety Committee: MSC)は、船舶の構造設備、衝突予防規則等を取り扱い、下部機構として設計設備小委員会(DE)等11の小委員

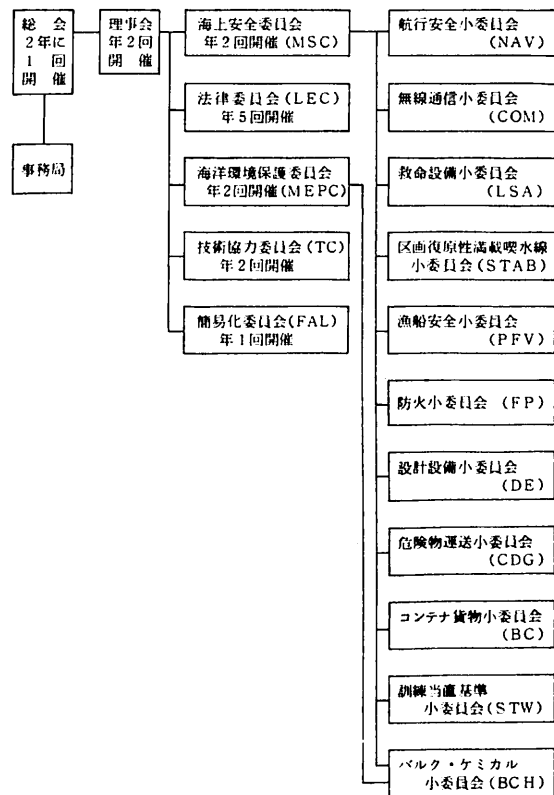


図1 IMCOの組織図(小委員会は2年に3回程度開催)

会を有している。海洋環境保護委員会 (Marine Environment Protection Committee: MEPC) は海洋汚染防止に関する事項を取り扱っており、バルクケミカル小委員会 (BCH) を下部機構に持っている。BCHは、バルクケミカルコードのように、船舶の構造と海洋汚染防止の両方に関係する事項を取り扱うことから、MSC及びMEPCの双方の下部機構となっている。一言で言うならば、海上人命安全 (SOLAS) 条約を検討するのがMSCであり、海洋汚染防止 (MARPOL) 条約を検討するのがMEPCである。今後、このコーナーでは、MSC、MEPC及びその下部の11の小委員会の動向を紹介する。

(3) IMCO 関係条約等

IMCOに関係する条約は、海上安全に関するものだけでも、SOLAS条約、海上衝突予防条約、満載喫水線条約、コンテナ条約、トレモリノス漁船安全条約、STCW条約等多岐に及び、その他海洋汚染、海運の簡易化、トン数、法務関係等多くの条約があり、その内多くの条約は既に発効している。

条約の他にも、IMCOは数多くの勧告を採択している。総会で採択された勧告 (総会決議) は、条約と比べ法的拘束力はないものの、各国の法制度に取り入れられたり、関係する条約の改正に際し、導入若しくは引用されることが多い。さる11月に開催された第45回MSCにおいて採択された1974年SOLAS条約の第一次改正中にも多くの総会決議が取り入れられている。第11回総会までに461の総会決議が採択されており、通し番号が付けられている。A.212(VII) (バルクケミカルコード) は、212番目の総会決議であり、第7回総会で採択されたことを示している (AはAssemblyの略)。なお、総会決議には、バルクケミカルコード、ガスキャリアーコード、IMDGコード、MODUコード、BCコード等、コード (規則) の名がついたものが多く、IMCOコードと言っても (時折耳にするが)、その意味するところは、言い手によって異なっているようである。……問い合わせの際は、是非頭文字をつけて下さい。

2. 第12回総会について

さる11月9日から20日まで開催された第12回総会において、30を越す、MSC及びMEPCに関係した総会決議が採択された。現時点では、決議番号は不明であるが、

採択された主な決議は以下の通りである。

- レーダーの性能基準 (A.222の改正)
- 船速距離計の性能基準
- 船舶の監督手続き
- 沖合い供給船の設計及び構造のためのガイドライン
- 掛布類の耐炎性試験方法
- 船内騒音コード
- CBTを有する油タンカーの改訂仕様書
- 油タンカー用油排出監視制御システムの指針及び仕様書
- COWシステムの設計、操作及び監督のための改訂仕様書の改正

これらの総会決議は、順次夏頃までに正式文書として、IMCOから各国に送られることになっている。

また、燈火の位置、設置義務等を一部改正した、1972年の国際海上衝突予防規則の改正案が採択され、18ヶ月後に発効することになった。衝突予防規則は、後述する1974年SOLAS条約と同様、技術事項について改正を容易にするため、改正手続きとして、TACIT方式 (一定期間内にある割合を越える締約国からの反対通告がない限り、自動的に発効する。) が採用されている。TACIT方式の採用により、海事関係者は迅速な対応を強いられる訳である。

3. 第45回海上安全委員会について

さる11月11日から18日まで開催された第45回MSCにおいて、1974年のSOLAS条約及び同条約に関する78年の議定書に対する第一次改正案が、改正草案に一部の変更及び編集上の修正を加えた上で採択され、1984年9月1日に発効させることが決定された。

改正草案との主たる相違点は、

- 1) 現存船に対するARPA (衝突予防援助装置) の搭載要件が緩和され、タンカーは適用時期を遅らせ、非タンカーは総トン数15,000トン以上に適用することとなった。
- 2) RO/RO貨物区域の甲板上45cm以上は、一定の条件を付けた上で型式承認品以外の電気設備を設置してもよいこととなった。

なお、詳しいことは次回のこのコーナーを御覧いただきたい。

4. ミニ情報

1) IMCO委員会開催スケジュール(予定)

- 11月30日～12月4日 第16回 MEPC
- 11月7日～12月11日 第33回 CDG
- 1月18日～1月22日 第17回 LSA
- 1月25日～1月29日 第27回 FP
- 2月8日～2月12日 第23回 BC
- 2月15日～2月19日 第26回 NAV
- 3月8日～3月12日 第27回 STAB及び第24回 PFV
- 3月15日～3月19日 第24回 COM
- 3月29日～4月2日 第46回 MSC

この委員会スケジュールに沿って順次 IMCO の動向を紹介していく予定です。

- 2) IMCO資料室がさる11月より開設されています。74年 SOLAS 条約の第一次改正も IMCO から送付され次第(3月中旬予定)、IMCO 資料室で御覧いただける予定です。

(連絡先)

(財)日本造船振興財団 ☎03-502-2371 (代)
〒105 港区虎の門1-15-16 (船舶振興ビル)
IMCO 資料室 5階 内線 312

(Y. M)

統計資料

統計資料

世界主要造船国手持工事量
1981年第3四半期(9月30日)

ロイド船級協会(1981年11月27日)

主要造船国	建 造 中				未 着 手			総手持工事量		
	隻数	総トン数	シェア%	対前四半期末増減GT	隻数	総トン数	対前四半期末増減GT	隻数	総トン数	昨年同期比増減GT
日 本	298	5,037,938	31.85	- 607,411	381	8,365,504	- 668,936	679	13,403,442	+ 896,960
韓 国	47	826,389	5.22	+ 127,598	73	2,167,320	+ 153,490	120	2,993,709	+ 747,896
ス ペ イ ン	159	937,985	5.93	+ 12,751	113	1,404,991	- 194,748	272	2,342,976	+ 333,467
中 国	19	519,917	3.29	+ 118,017	54	1,141,644	- 57,699	73	1,661,561	+ 792,846
ポ ー ラ ン ド	67	759,486	4.80	+ 12,290	42	759,638	- 34,250	109	1,519,124	- 118,174
ブ ラ ジ ル	58	740,288	4.68	- 140,653	58	719,228	- 14,763	116	1,459,516	- 550,372
米 国	129	559,487	3.54	- 27,034	185	840,397	+ 4,473	314	1,399,884	+ 55,776
西 ド イ ツ	63	544,055	3.44	+ 82,131	79	674,463	+ 87,678	142	1,218,518	+ 300,978
英 国	64	742,445	4.69	+ 90,258	35	353,663	+ 116,155	99	1,096,108	+ 197,336
ユーゴスラビア	33	554,283	3.50	+ 91,947	23	437,830	- 63,493	56	922,113	+ 26,453
デンマーク	31	208,044	1.32	+ 62,249	61	769,276	+ 9,846	93	977,320	+ 409,609
スエーデン	35	516,826	3.27	+ 110,767	12	376,000	+ 10,702	47	892,826	+ 28,580
フランス	42	584,538	3.70	- 112,000	30	249,315	- 45,320	72	833,853	- 138,713
ルーマニア	7	93,437	0.59	- 99,780	21	511,640	+ 156,120	28	605,077	+ 319,232
ベルギー	15	388,319	2.46	+ 3,395	12	214,710	+ 3,750	27	603,029	- 60,516
フィンランド	45	336,069	2.12	- 22,676	43	236,061	+ 68,959	88	572,130	- 28,445
イタリー	77	477,292	3.02	+ 34,668	17	60,109	- 93,711	94	537,401	- 19,412
ノルウェー	72	315,264	1.99	- 53,075	48	191,874	- 34,898	120	507,138	- 105,828
世界計	1,844	15,817,222	100	- 325,716	1,503	20,588,852	- 767,988	3,347	36,406,074	+ 3,442,475
昨年同期計	1,761	13,728,941		+ 126,721	1,331	19,234,658	+ 333,377	3,092	32,963,509	+ 6,309,092

昭和56年度（56年11月分）新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分	4 月 ~ 11 月 分 累 計				11 月 分			
	隻数	G. T.	D. W.	契約船価	隻数	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船	53	1,358,159	2,302,930	10	216,550	344,840	39,047,300千円
	油槽船	20	479,700	521,132	0	0	0	
	貨客船	0	0	0	0	0	0	
	小計	73	1,837,859	2,824,062	10	216,550	344,840	
輸出船	貨物船	188	3,761,760	6,406,409	23	434,110	659,706	99,545,350千円
	油槽船	24	592,240	978,020	0	0	0	
	貨客船	0	0	0	0	0	0	
	小計	212	4,354,000	7,384,429	23	434,110	659,706	
合 計	285	6,191,859	10,208,491	1,264,263,100千円	33	650,660	1,004,546	138,592 650千円

● 編 集 後 記 ●

□明けて1982年、今年はよい年になるであろうか。慌しく過ぎた'81年を振り返ってみると、概して良きことより悪しきことのみ多かりきという感じである。

□大きな期待をもった行政改革論議も、そのよって来る所以の赤字国債濫発の責任は問わず、その生ずる土壤である肝腎な面には触れず、サラリーマンが不満を持っている不公平税制にも余り触れず福祉・教育関係を削って財政の帳尻を合わせたような感じだ。「人命は地球よりも重い」という言葉を時にふれ叫びながら、かすかに生きる多くの人の命より一機の軍用機に重きをおいているのではないかと思われる結論になった。

□金を廻る事件が毎日の新聞の社会面を賑わしている。日本人は金を最も尊いと考へ、それを得る為には手段を選ばぬようになってしまったのだろうか。

□一方、造船界を振り返って見ると世界の造船需要は漸増の方向にあり、日本の造船界の世界におけるシェアは減ったものの減量経営の実をあげつつあり、まずは御同慶の至りである。

□また造船界は昨年につづき省エネに明け暮れた。船体関係、機関関係、プロペラ、塗料等目覚ましい研究の跡があった。

□海洋技術センターは“しんかい2000”および“なつしま”を完成し、今後の深海調査に新しい発展を見ることであろう。これをベースとして更に飛躍して6,000m深海に挑むこととなるが、安全面を考慮しつつ、できるだけ早く成功することを祈るものである。

□原子力船については、科学技術政務次官の発言が問題になったが、将来のエネルギー状況を考えると、その開発は重要であり、事業団の理事長も代わり新しい気分で各方面との調整をはかり、安全な原子力船としての勇姿を早く見たいものである。

□今月号の本誌も充実した内容を盛り込んだつもりである。日本航空の高桑氏の「信頼性管理に基づく航空機の整備」を掲載したが、安全が叫ばれる折、航空機の信頼性管理は古くから行なわれており、船舶関係者にとってもよい参考になるものと確信する次第である。

☆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 5,700円 (送料共)
1カ年分 10,200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35巻 第1号 (No. 399)

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 (マリビル)

振替口座 東京 3-70438 電話 03 (552) 8798

昭和57年1月5日印刷 {昭和23年12月3日}
昭和57年1月10日発行 {第3種郵便物認可}

定価 960円 (〒60円)

発行人 船橋敬三

編集委員長 田宮真

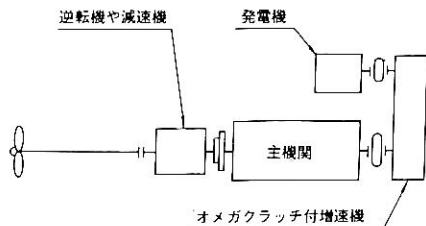
印刷所 大洋印刷産業株式会社

NICO オメガクラッチ式 主機駆動発電システム

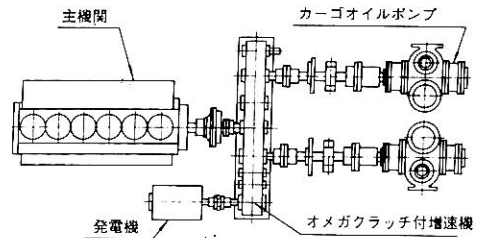
主機発電で省燃費

補機駆動発電機と並列運転も可能です。

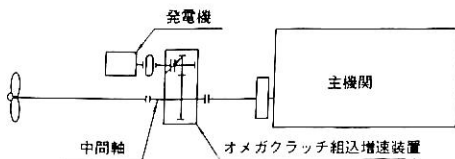
①主機前発電機駆動装置



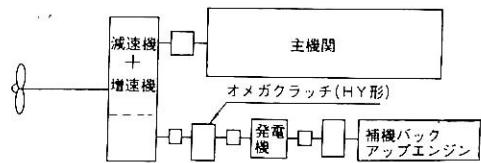
②カーゴオイルポンプ及び発電機駆動装置



③主軸発電装置



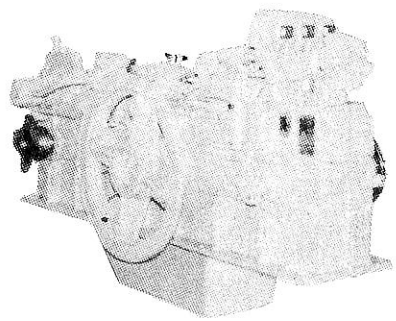
④HY形オメガクラッチ



NICO社は、各種船種、発電機容量、配置方法を考え
最適な主機発電駆動装置を供給いたします。

特長

1. 発電機の回転数を常に一定に保持します。
2. 補機関の省略、燃費、維持費を節減します。
3. コンパクト設計です。
4. 機関室の温度上昇がありません。
5. 電波障害がありません。
6. 機関室の騒音が低下します。
7. 補助発電機への負荷移行が可能です。
8. 省力化を推進します。
9. 補機駆動発電機との並列運転も可能。

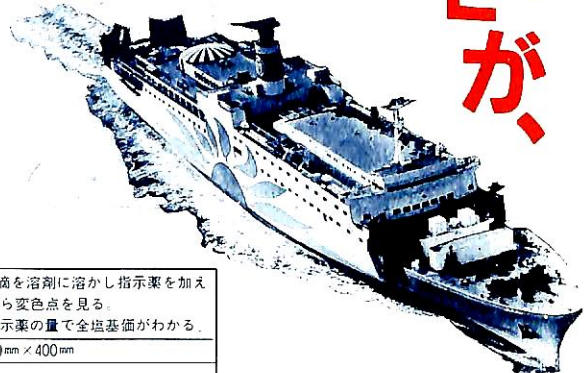
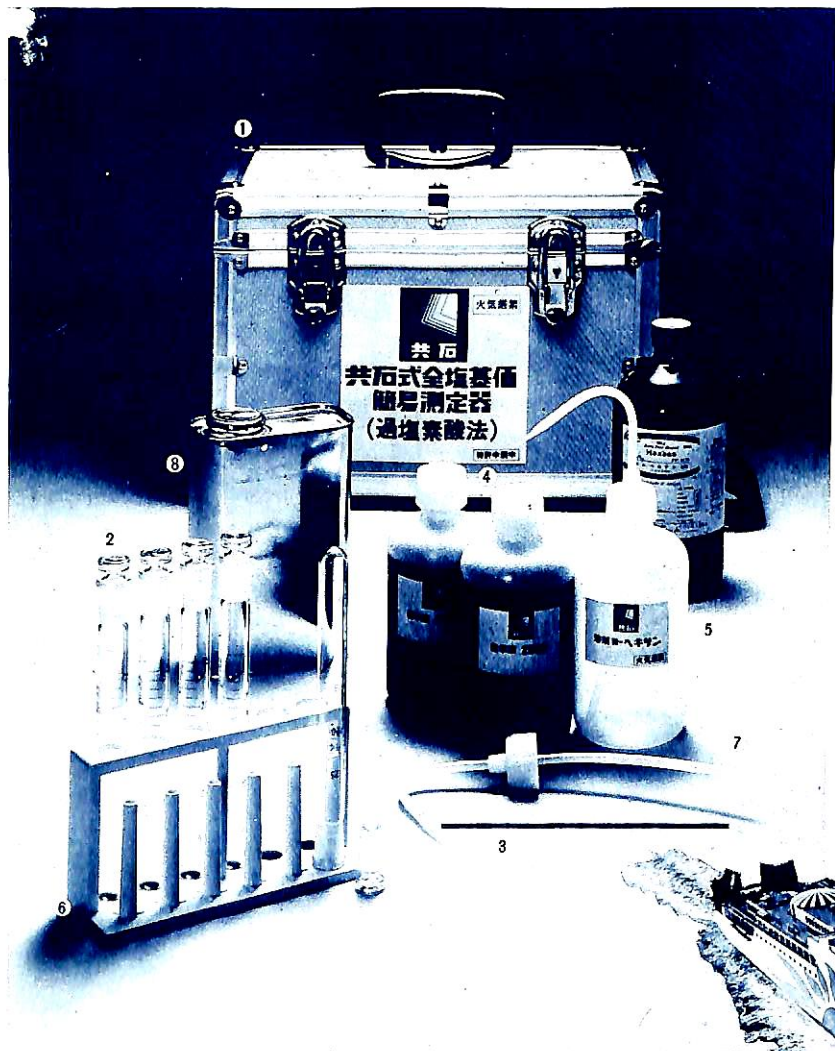


新潟コンバーター株式会社

LICENSED BY TWIN DISC, INCORPORATED, RACINE, WISCONSIN, U.S.A

本社／東京都渋谷区千駄ヶ谷5-27-9 (南武ビル) 〒151 ☎(03)354-7111
 営業所／大阪(06)341-0225 名古屋(052)211-4385 広島(0822)45-2378
 福岡(092)712-0853 札幌(011)221-6165

こんな便利な「測定器」が、
あつたでしようか。
船内などの現場で、素早く、簡単に、
しかも正確な測定ができる「共石式」。



●主要仕様

測定項目	全塩基価 (mg KOH/g)	操作方法	サンプル1滴を溶剤に溶かし指示薬を加えていきながら変色点を見る。その時の指示薬の量で全塩基価がわかる。
測定範囲	1~20	ケースの寸法	270mm×180mm×400mm
測定原理	使用油中の全塩基価を指示薬で測定する。	重量	2kg
測定誤差	±20%		
相当規格	JIS K 2501の5.2.3		

●測定器 (標準小売参考価格40,000円)

品名	数	品名	数
1 収納ケース	1	5 指示液入り洗ビン(500ml)	1
2 目盛付共栓試験管 (25ml)	5	6 試験管立て	1
3 サンプル滴下棒	1	7 ノズル	2
4 溶剤入り洗ビン(500ml)	2	8 廃液用カン (1ℓ)	1

●薬品類 (別売)

指示薬(500ml)	パッケージ価格 (小売参考価格)	5,000円
洗浄液(500ml)		

■きわだった特長、5点。

- ① 使用中の潤滑油の全塩基価を、簡単な操作で測定できます
- ② 測定結果は、数値ではっきり表示され、きわめて正確です
- ③ エンジンオイルの劣化判定に最も適した過塩素酸法を採用
- ④ 使用潤滑油の試験のための手間と費用を節減することができます
- ⑤ 持ち運び簡単、場所をとらない、コンパクトな測定器具です

保存委番号

221014

早・簡・正

共石式全塩基価簡易測定器 船舶用