

# 船の科学

1995

1

VOL.48 NO. 1

## スーパージェット

**SUPERJET**-翼付双胴高速船



ジャープなフォルムの中に  
優れた高速性と  
抜群の居住性を実現

スーパージェットラインアップ

SUPERJET-20 100人乗り/32ノット

SUPERJET-30 200人乗り/38ノット

SUPERJET-40 300人乗り/39ノット

# 日立造船株式会社

# KAMEWA



可変ピッチプロペラ

固定ピッチプロペラ

サイドスラスト

旋回式スラスト

ウォータージェット

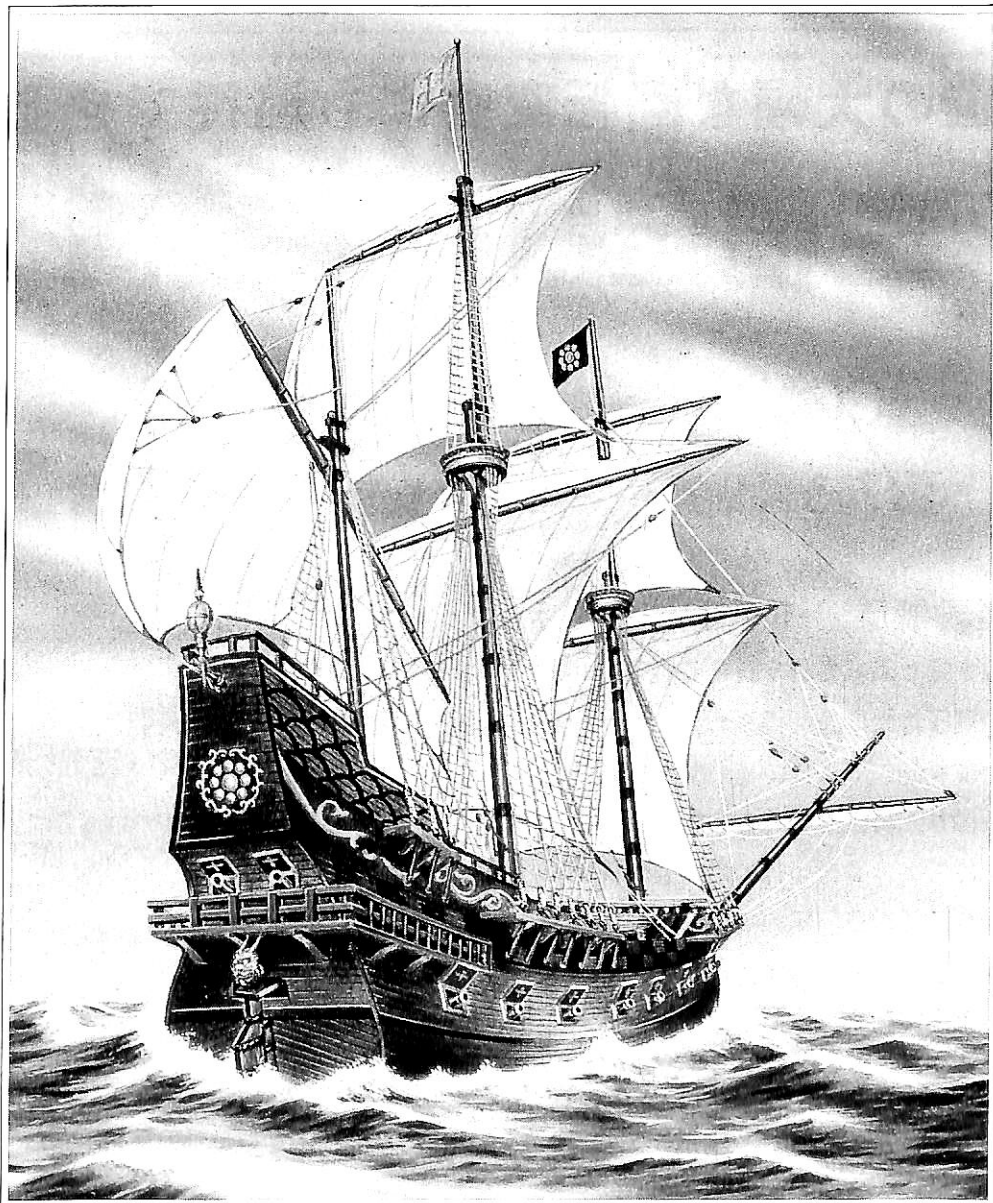


ヴィッカーズ・ジャパン株式会社

Vickers Japan K.K.

〒102 東京都千代田区九段南2-5-1 トーブン社ビル4F

TEL: (03) 3237-6861 FAX: (03) 3237-6846



## 世界の海を駆けた雄姿が、歴史を越えて甦る。

日本船舶振興会は、「サン・ファン・パウティスタ号」の復元事業を応援します。

380年前、まだ見ぬ世界との交流を夢見て、大海原に船出した男達。伊達政宗の命を受け、遣欧使節となった支倉常長が乗ったサン・ファン・パウティスタ号の復元が、宮城県・慶長遣欧使節船協会によって行なわれた。仙台藩という一地方から、当時すでに世界を見つめていた政宗・常長の精神は、国際化が急がれる現代人にとっても大いに学ぶべきものです。今回の復元は、彼らの大航海を後世に伝える文化事業であり、海を通じた国際交流のシンボルとして、また地域活性のよりどころとして、次代の若者たちに大きな夢を与えてくれることでしょう。日本船舶振興会は、この復元事業に賛同し、積極的に応援しております。

Together To Tomorrow

財団法人 日本船舶振興会

会長 笹川良一

主機の大幅な回転変動にも追従できる!!

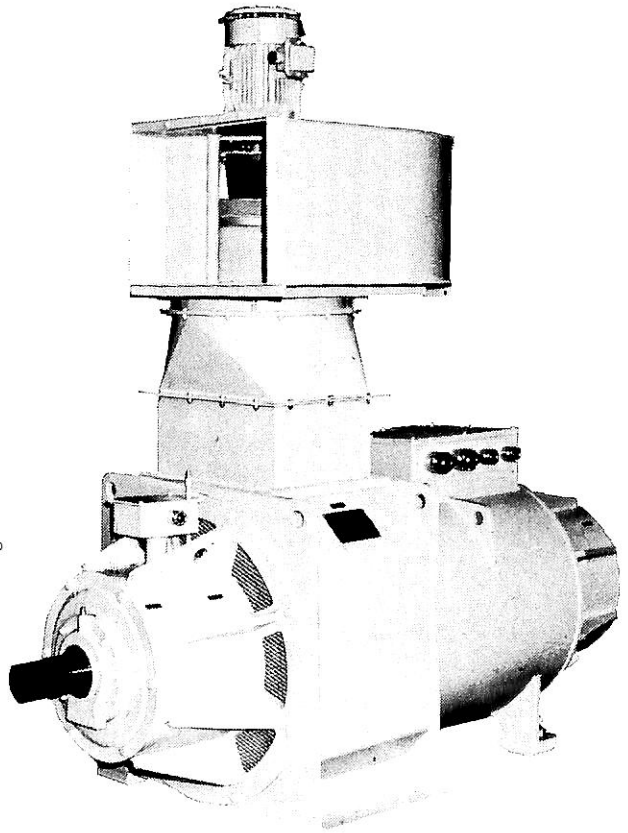
# 三信定速発電装置

—CG形《主機駆動三相交流発電機》—

■7.5kVA~250kVAまで各種豊富

運輸省設計承認・予備検査受検品

- 主機の大幅な回転変動や負荷変動にも常に一定の電圧と周波数が得られます。
- 電気特性が優れており、また動力負荷の始動にも優れた特性を発揮します。
- 他の発電機への負荷移行の瞬時並行運転はもとより、並行運転用の調整器使用により常時並行運転も可能です。
- 無線障害防止用対策は万全です。
- 主機特性に合わせた効率のよい使用方法により省エネ効果がより発揮されます。
- ブラシレス構造ですから保守が容易でしかもベアリング寿命対策も考慮してあります。
- 小形、軽量で設置しやすく、取付けスペースも節減できます。
- 各種絶縁対策も万全で、過酷な条件下でも長期の使用に耐えられます。
- 冷却は空冷方式であり、水冷方式などに比べ安全で設備も低減できます。



三信船舶電具株式会社

■本社 / 東京都千代田区内神田1-16-8  
☎電話 (03)3295-1831 (大代)

■営業所

- 福岡(092)771-1237代 ●室蘭(0143)22-1618代
- 函館(0138)43-1411代 ●高松(0878)21-4969代
- 石巻(0225)93-2115代 ●大阪(06)261-6613代

# ハミルトンジェットと 日本近海で育つ我々の技術 “低馬力, 燃費節約高速船”

ハミルトンジェット

H/J 211型

273M型

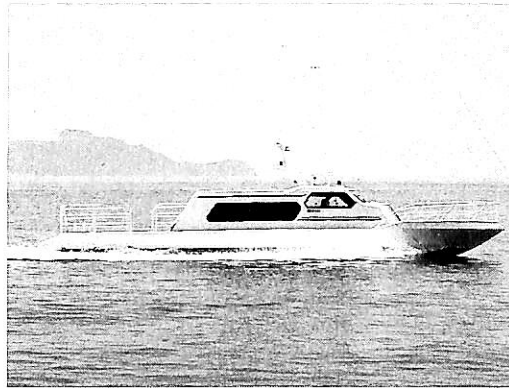
273H型

291型

321型

362型

402型



HM422型

461型

521型

571型

651型

721型

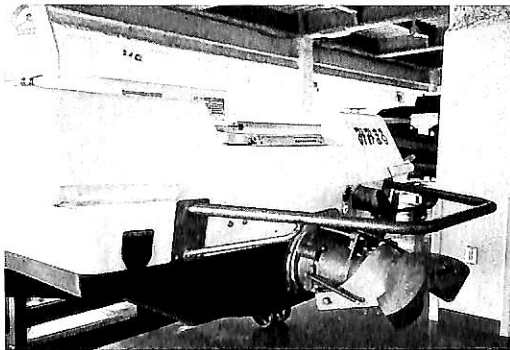
811型

4000馬力まで

13.50m 細長 全天候型試作 旅客船

〈設計〉 清原 健春 NA

〈建造〉 興和クラフト有限会社



“みみまる”

VM140PS/3600rpm

H/J211型

全天候型高速救難船

試作艇



“いかずちⅡ”

VM220PS/3600rpm

H/J211型

定期運航船

試作艇

Distributor by……コンポーゼット屋

**株式会社 ミヨシ・コーポレーション**

〒467 名古屋市瑞穂区松園町1-84

電話 (052) 835-3351(代)

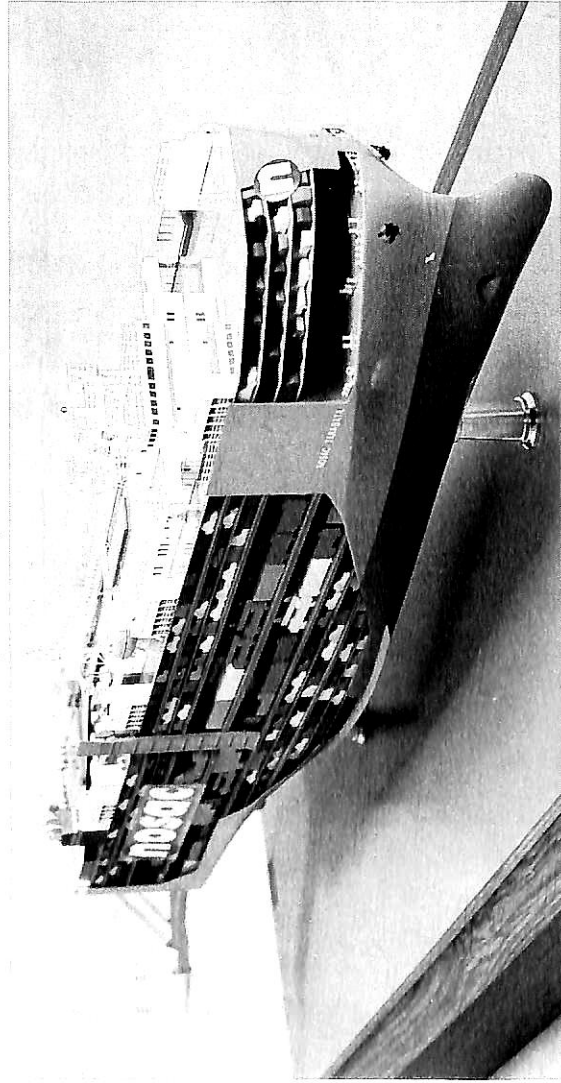
FAX (052) 835-3354

Telex. 447-7344 MIYOSI J.

謹 賀 新 年

# 陸・海・空・総合産業用精密模型製作

(展示用, 記念贈呈用, PR用, 博物館用, 試作検討用, 等)



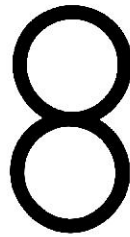
*Pure Car and Truck Carrier  
M/V "NOSAC TANABATA" S= 1/200*

*Gross Tonnage 49,443*

*Owner: Taurus Carriers Ltd.*

*Builder: Sumitomo Heavy Industries, Ltd.*

横浜精密



ISAO-JAPAN

**Yokohama Seimitsu Co., Ltd.**

835 SHINYOSHIDA-MACHI, KOHOKU-KU, YOKOHAMA  
JAPAN 223 (日本産業模型協会広報員)

TELEPHONE 045-592-0007 (代) FAX.045-592-6212

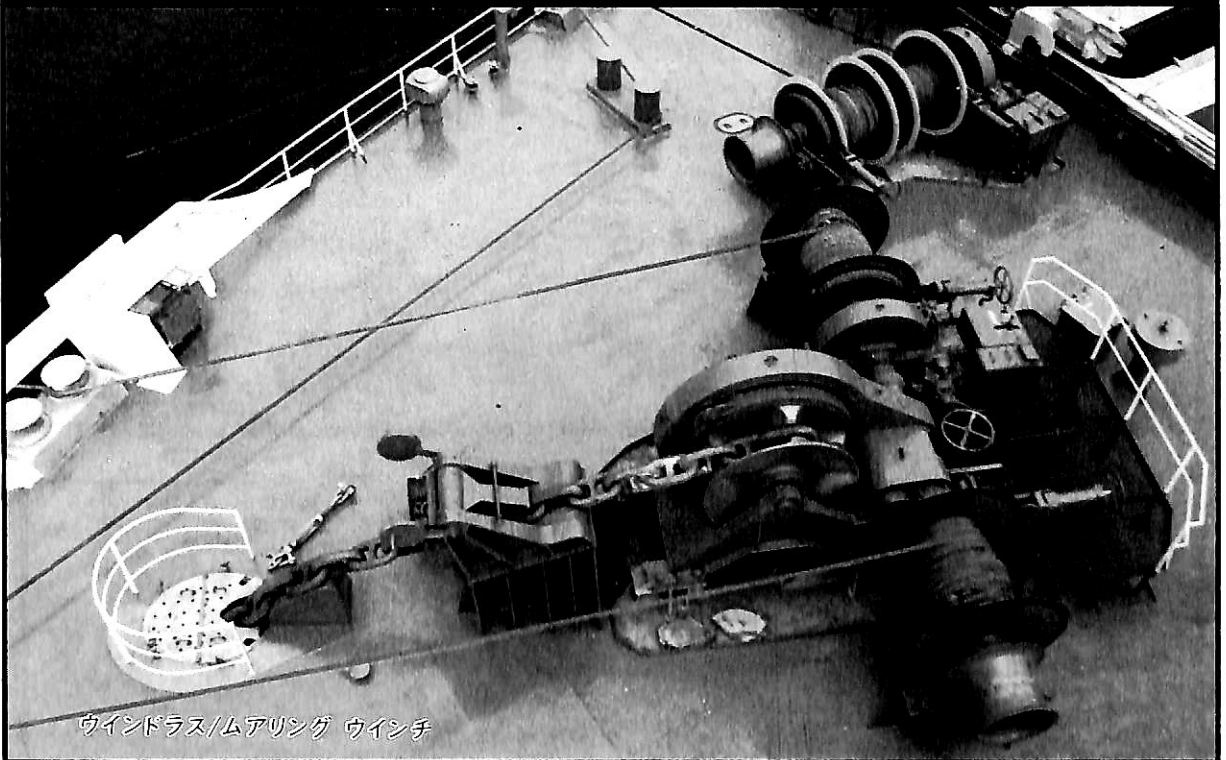
〒223 横浜市港北区新吉田町687-2



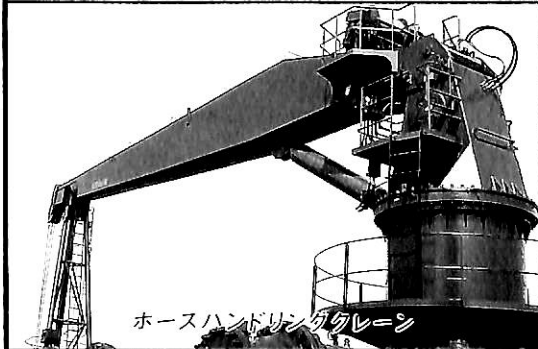
# DECK MACHINERY and MOORING SYSTEM

日本プスネスの甲板機械

電動油圧式 / 電動式 / 蒸気式



ウインドラス/ムアリング ウインチ



ホースハンドリングクレーン



## 日本プスネス株式会社

〒103 東京都中央区日本橋人形町1-4-10(人形町センタービル)

電話 (03) 3669-0471・ファクス (03) 3669-2176

第1商品展示場

大阪・京阪北浜駅地下通り  
ショーケース

謹 賀 新 年  
コニシ金属模型コレクション

第2商品展示場

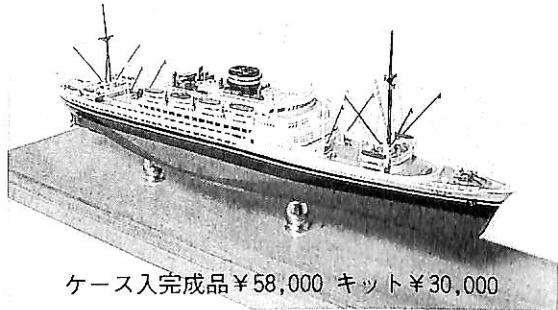
記念艦「三笠」艦内  
展示ケース

■客船クリスタルハーモニー 1/500 全長482mm



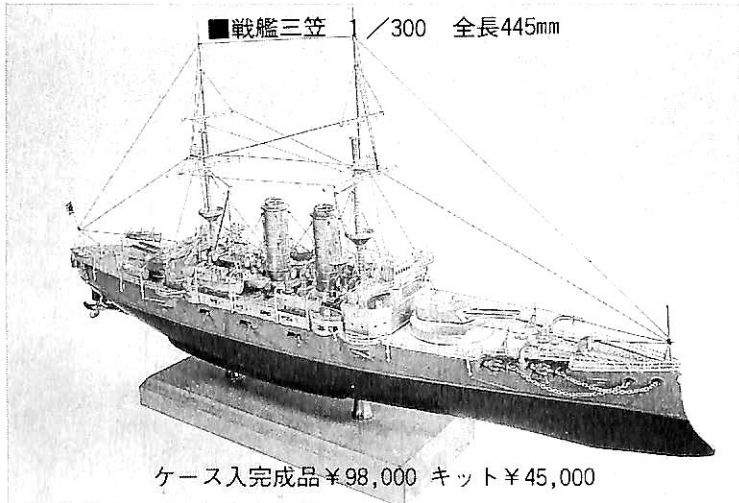
ケース入完成品 ¥120,000 キット ¥66,000

■客船あるぜんちな丸 1/500 全長335mm



ケース入完成品 ¥58,000 キット ¥30,000

■戦艦三笠 1/300 全長445mm



ケース入完成品 ¥98,000 キット ¥45,000

製品案内 (完成品・キット)

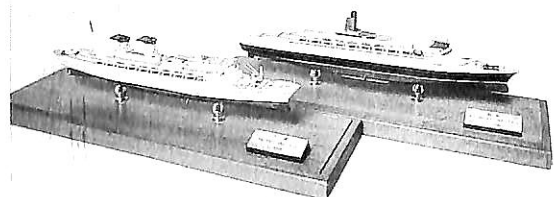
- 大型艦船シリーズ  
1/300氷川丸他5, 1/200駆逐艦雪風他12,  
1/150ビクトリー, 1/100しれとこ他4,  
1/50大発
- 1/500シリーズ  
海軍艦艇20, 商船17, 護衛艦13, 帆船1,  
巡視船1
- 1/1250洋上模型 (完成品)  
戦艦8, 空母6, 重巡13, 軽巡3, 駆逐  
艦3, 潜水艦2, 水雷艇1, 飛行機7,  
商船12, 護衛艦5
- 1/1250マイクロシップ  
商船11, 艦艇5, 護衛艦5
- 1/200マイクロプレーン  
海軍機9, 陸軍機3, 外口機1
- 1/72飛行機シリーズ  
海軍機21, 陸軍機6, 民間機4, アメリ  
カ機5, 自衛隊機5
- 大型飛行機シリーズ  
1/20零戦52型, 1/35PC-3Cオライオン

■護衛艦こんごう 1/500 全長322mm



ケース入完成品 ¥48,000 キット ¥25,000

■1/1250 マイクロシップ



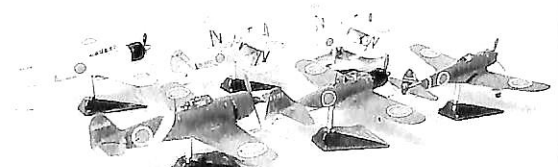
ケース入完成品 ¥23,000

■洋上模型 1/1250 59種



完成品 ¥1,100~19,000

■1/72 飛行機シリーズ



完成品 ¥15,000~60,000 キット ¥5,000~18,000

約200点の完成品およびキットのほか、多数の部分品があります。「艦船」「飛行機」カタログ(写真集)各¥1,000(切手可)。艦船部品カタログ¥500(切手可)

第3商品展示場

神戸海洋博物館 2 F  
展示ケース

株式会社 小西製作所

〒544 大阪市生野区勝山南2丁目8番8号

TEL (06) 717-5636

FAX (06) 717-0484 (船の科学係)

展示・販売

三菱みなとみらい技術館

「ミュージアムショップ」

横浜桜木町





安全運航で日本石油グループの  
原油安定供給を支える



## 東京タンカー株式会社

代表取締役社長 野田 進一郎

東京都港区西新橋1-3-12 〒105 TEL 03-3592-3700



## 新日本海フェリー

代表取締役社長 入谷 泰生

本社 〒530 大阪市北区梅田1-2 (大阪駅前第2ビル13階)

☎ 06-345-2921 (予約センター)



## 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 (3201) 1651 (代表)



観光潜水船“もぐりん”(排水量90トン, 旅客40名)  
で素晴らしい沖縄の海底クルーズを楽しもう!

## 日本海中観光株式会社

●恩納村 サンマリーナ●

**Submarine Tourism**

〒904-04 沖縄県国頭郡恩納村字富着66の1  
TEL. (098)965-5835 FAX. (098)964-5570

社 団 法 人

# 日本造船工業会

会 長 合 田 茂

東京都港区虎ノ門1丁目15番16号(船舶振興ビル)  
電 話 (3502)2010~19



JAPAN SHIP EXPORTERS' ASSOCIATION

# 日本船舶輸出組合

理 事 長 飯 田 庸 太 郎

東京都港区虎ノ門1丁目15番16号(船舶振興ビル)  
電 話 (3502)2094 (3508)9661

社 団 法 人

# 日本中型造船工業会

会 長 檜 垣 文 昌

東京都港区虎ノ門1丁目15番16号(船舶振興ビル)  
電 話 (3502)2061~3

# ClassNK

財 団 法 人 日 本 海 事 協 会

東京都千代田区紀尾井町4番7号  
電 話 (3230)1201(代)

社 団 法 人  
**日本舶用工業会**

会 長 山 岡 淳 男

東 京 都 港 区 虎 ノ 門 1 丁 目 5 番 16 号 (晩翠ビル3階)  
電 話 (3502) 2 0 4 1 ファックス (3591) 2 2 0 6

The Shipbuilding Research Centre of Japan  
財 団 法 人 **日本造船技術センター**

**SRC**

理 事 長 今 村 宏

東 京 都 豊 島 区 目 白 1 丁 目 3 番 8 号  
電 話 03-3971-0266 FAX 03-3971-0269

社 団 法 人  
**日本造船協力事業者団体連合会**

会 長 三 上 和 男

東 京 都 港 区 西 新 橋 1 丁 目 5 番 14 号 (信栄堂ビル4階)  
電 話 03(3502) 8 0 3 1 (代表) FAX.03(3502) 8 0 3 5

社 団 法 人  
**日本船舶電装協会**

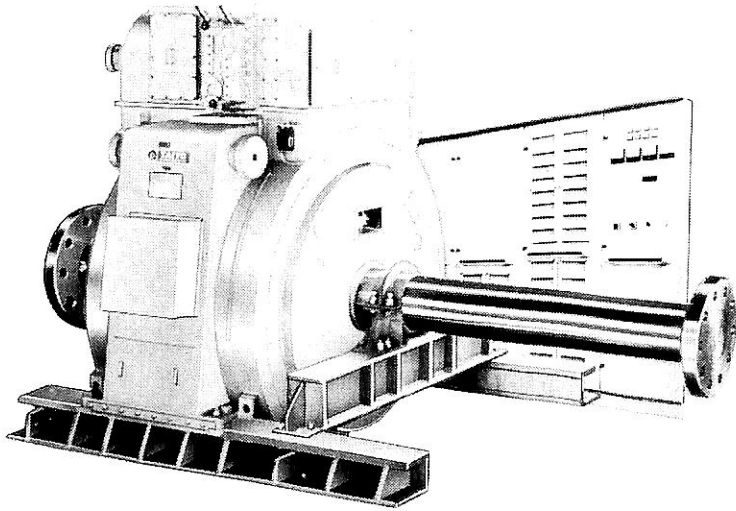
会 長 柏 原 力

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8階)  
電 話 (03)3504-0 8 5 8 (代表)  
FAX (03)3504-0 8 5 6 GII/GIII

ながい経験と最新の技術



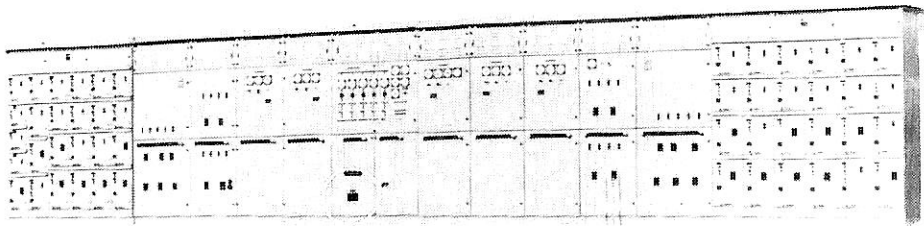
# 大洋の船舶用電気機器



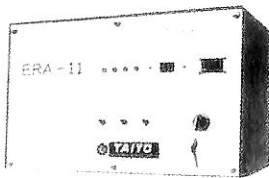
サイリスターインバーター式軸発電装置

## 主要生産品目

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



配電盤



発電装置制御用マイクロコンピュータ

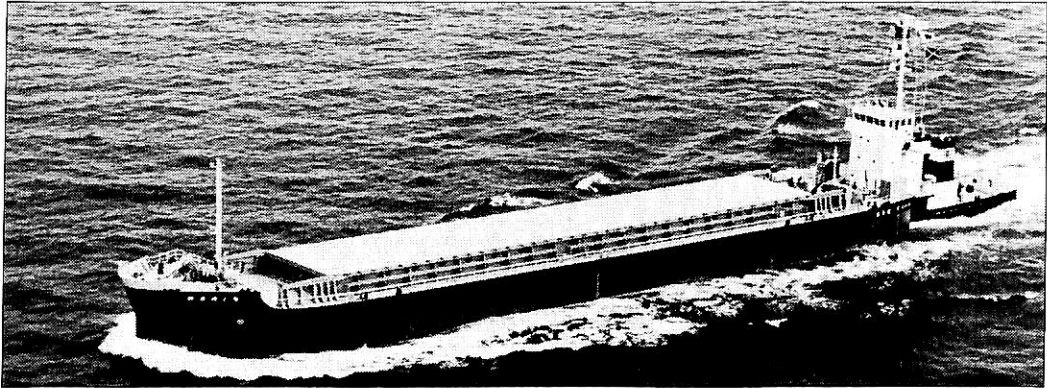
 **大洋電機** 株式会社

本 社 東京都千代田区神田錦町2-4東洋ビル  
電話 03-3293-3061 (代表)  
工 場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬  
営業所 下関・三原・大阪・札幌  
海 外 Jakarta・Pusan

## 目 次

- 13 新造船紹介 (No. 555)
- 18 網走湖河川調査船“あおさぎ”……………ヤマハ発動機
- 28 日本商船隊の懐古No. 186(東京丸, 凶南丸, 第2凶南丸) ……山田早苗
- 31 最初のLNGタンク搭載クバルナー・マーサ・ヤード・ツルク新工場/  
新推進力AZIPODシステム採用河川用砕氷船“ROTHELSTEIN”進水 ……府川義辰
- 32 カーニバルクルーズ社の70,000トン型  
クルーザー“FASCINATION”——6隻シリーズ第4船 ……府川義辰
- 
- 41 12月のニュース解説(不定期船運賃市況は好調)……………米田博
- 
- 44 年頭所感……………小山健夫
- 
- 46 ●新造船紹介  
新世代型125,000<sup>m</sup>積みLNG運搬船“LNG VESTA”の概要 ……三菱重工業
- 53 135,000<sup>m</sup>積みLNG運搬船“AL KHAZNAH”の概要……………三井造船
- 
- 59 ●技術論説  
新海上ルートと超高速フェリー(HTH)の開発  
—— モーダルシフトへの提案 ——……………塩田浩平
- 
- 68 ●連載講座  
船型設計ノート(22)……………森正彦
- 
- 76 ●技術解説  
船会社の造船技術者より見た造船の諸問題(3)  
(より良き船を造るために)……………松宮熙
- 
- 83 ●新型機関の開発  
天然ガス焚きディーゼル実証プラント  
大形低速2サイクル・ガスインジェクション・  
ディーゼル機関の紹介(2)……………三井造船
- 
- 89 ●随筆  
トランスポート……………尾花皓
- 
- 90 ●海洋随筆  
貨客船百花繚乱(6)……………兵頭喜明
- 
- 95 ●随筆  
海洋開発草分け話(7)……………武藤郁夫
- 
- 102 ●IMOコーナー(第156回)  
第40回航行安全小委員会(NAV)の結果……………運輸省海上技術安全局
- 
- お願い 「Classic Ocean Liners」出版計画にご協力お願い……………野間恒

プッシャーバージには経験と信頼性の自動連結装置  
**アーティカップル**



- ★ 抜群の耐航性
- ★ あらゆる用途に応じる多様な機種

- ★ 連結・切離し30秒
- ★ 指先一つで遠隔操作

**タイセイ・エンジニアリング株式会社**

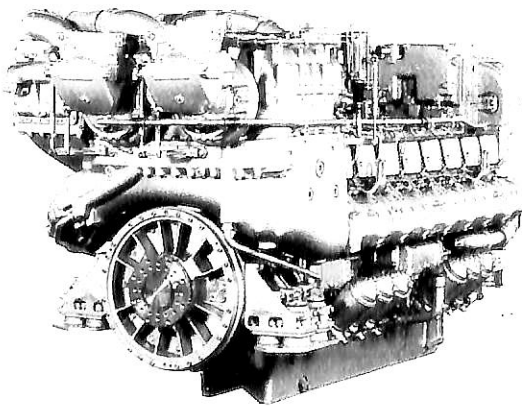
東京都中央区日本橋浜町3-12-3  
 ホリベビル5F 電話 (03)3667-6633  
 ファックス (03)3667-6925



**mtu**  
 Deutsche Aerospace

人にやさしい  
 地球にやさしい

**mtu**



16V396TB94  
 3480PS/2100rpm

エンジン形式	機関出力:PS	重量:ton(減速機込)
8V396TE	1,140 - 1,360	4.2
12V396TE	1,710 - 2,040	5.5
16V396TE	2,280 - 2,720	6.9
12V396TB	2,180 - 2,610	6.5
16V396TB	2,900 - 3,480	7.7

日本総代理店

**メルセデス・ベンツ日本株式会社**

〒106 東京都港区六本木1-9-9(六本木ファーストビル)  
 電話 03(5572)7353 ファックス 03(5572)7336



アルハズナ

輸出LNG運搬船 AL KHAZNAH

船主 Al Khaznah Inc. (Liberia)  
 三井造船株式会社干葉造船工場建造(第1390番船)  
 全長 293.00m 垂線間長 280.00m  
 総トン数 110,895トン 純トン数 33,269トン  
 主エンジン 1,100<sup>m</sup>/h×135m×10 LNGタンク数 5  
 主機関 川崎重工業UA-400 形蒸気タービン 出力(連続最大) 39,020 PS (93 rpm) (常用) 35,120 PS (89.3 rpm)  
 三井造船MSD55ER61,000 kg/h×6.06 MPaG×2 発電機(タ) 西芝3,375kVA×2 (原) 三菱重工 AT56C, (デ) 西芝3,375kVA×1  
 (原) ダイハツ8DK-32, (非) 西芝700kVA×1 (原) 6DL-22 無線装置 MF/HF 無線装置, NBDP, インマルA, C, 国際VHF電話  
 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダ 速度(試運転最大) 21.80 kn (満載航海) 19.65 kn  
 航続距離 13,000 哩 船級・区域資格 DnV 遠洋 船型 半甲板船 乗組員 46名 同型船 SHAHAMAI (本文53頁参照)

竣工 6-7-29  
 満載喫水 11.25m  
 満載LNG槽容積 137,736<sup>m</sup>  
 貨物LNG槽容積 10 t×2  
 積気缶 補気缶  
 推進 5-5-8  
 型深 25.50m  
 推進器 71,543トン  
 デッキクレーン 10 t×2, プロビジョン 10 t×2  
 型幅 45.75m  
 載貨重量 71,543トン



カーフェリー フェリーしらかば 新日本海フェリー株式会社  
FERRY SHIRAKABA

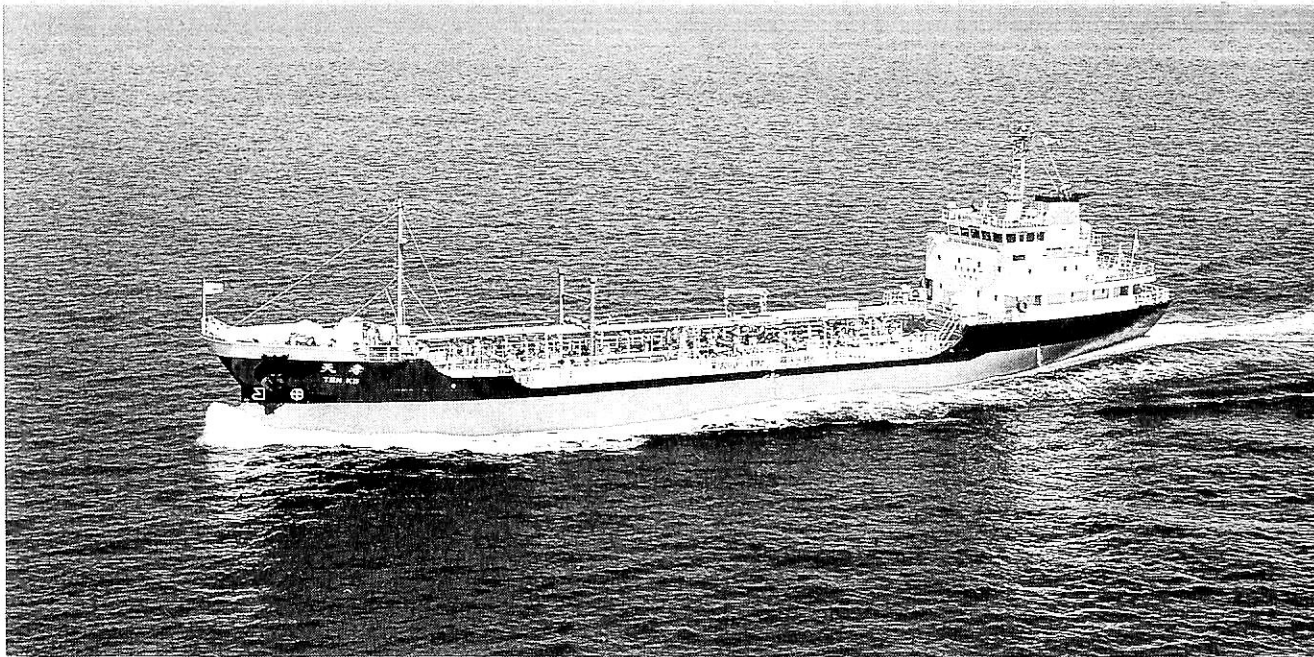
石川島播磨重工業株式会社東京第一工場建造(第3040番船) 起工 5-10-7 進水 6-1-13  
竣工 6-7-5 全長 195.461m 垂線間長 181.0m 型幅 29.40m 型深 9.00/14.50m  
満載喫水 6.75m 総トン数 20,552トン 載貨重量 7,427トン Car搭載数 トラック 186台  
乗用車 80台 燃料油槽 780m<sup>3</sup> 燃料消費量 118.5t/day 清水槽 935m<sup>3</sup> 主機関  
DU-SEMT-Pielstick 9PC40 L形(デ) 機関×2 出力(連続最大) 11,910kW (360/169.4rpm)×2  
(常用) 10,720kW (347.6/163.6rpm)×2 プロペラ 4翼2軸 CPP 補汽缶 パッケージ ボイラ×1  
発電機 西芝 2,000kW×AC450V×3, (原) ダイハツ 2,200kW:720rpm×3 無線装置 SSB無線装置 船舶電話  
国際VHF電話 航海計器 GPS 衝突予防装置 レーダ 速力(満載航海) 22.7kn  
航続距離 4,060 浬 船級・区域資格 JG・沿海(第2種船) 船型 全通船楼二層甲板船  
乗組員 57名 旅客 926名 フィンスタビライザ, バウスラスタ, スタンスラスタ, ターンテーブル,  
スタンランプ, サイドランプ 航路 新潟~小樽

セメント撒積運搬船 扇 鳳 丸 北九州運輸株式会社  
SENPO MARU

NKK鶴見製作所建造(第1060番船) 起工 5-12-13 進水 6-4-25 竣工 6-9-9  
全長 114.80m 垂線間長 108.00m 型幅 17.50m 型深 9.30m 満載喫水 7.07m  
総トン数 4,905トン 載貨重量 7,483トン 貨物艙容積(グ) 6,021m<sup>3</sup> 燃料油槽 221m<sup>3</sup>  
燃料消費量 12.6t/day 清水槽 102m<sup>3</sup> 主機関 日立B&W 6L35 MC (Mark III) 形(デ) 機関×1  
出力(連続最大) 4,560PS (200rpm), (常用) 3,870PS (190rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶  
0.6t/h×1, 排エコ 0.5t/h 発電機(デ) 500kW×2, (軸) 340kW×1 無線装置 船舶電話  
海事衛星通信装置 VHF 航海計器 GPS 衝突予防装置 レーダ 速力(試運転最大) 14.70kn  
(満載航海) 12.8kn 航続距離 4,000 浬 船級・区域資格 NK, NS \* MNS \* M0  
船型 凹甲板型船尾機関船尾橋船 乗組員 13名  
ベクトインシステム, セメント荷役装置(機械式 1,300t/h, 空気圧送式 1,300t/h)





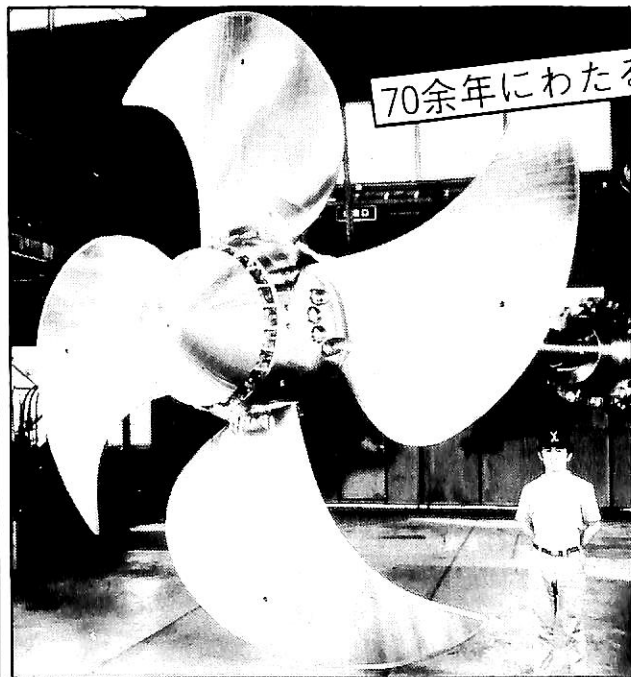


オリマルジョン専用船 天 孝 船舶整備公団・みどり汽船株式会社

TENKOU

株式会社三浦造船所建造(第1102番船)	起工 6-2-14	進水 6-4-2	竣工 6-5-30
全長 79.95m	垂線間長 75.0m	型幅 11.80m	型深 5.50m
満載排水量 3,239.49トン	総トン数 999トン	載貨重量 2,297トン	満載喫水 5.015m
主荷油ポンプ 750m <sup>3</sup> /h×9.5kg/cm <sup>2</sup> ×1, 600m <sup>3</sup> /h×9.5kg/cm <sup>2</sup> ×1			貨物油槽容積 2,249.690m <sup>3</sup>
燃料消費量 5.2t/day	清水槽 54.19m <sup>3</sup>	主機関 阪神LH34LAG形(テ)機関×1	燃料油槽 126.64m <sup>3</sup>
出力(連続最大)2,000PS(280rpm)(常用)1,700PS(265rpm)		無線装置 船舶電話 国際VHF電話	プロペラ 4翼1軸
西芝250kVA×2, 西芝75kVA×1(停泊用)			発電機
衝突予防装置 レーダ	速力(試運転最大)13.3kn(満載航海)12.5kn		航海計器
船級・区域資格 NK 沿海	船型 船首尾楼付一層甲板船		航続距離 3,500浬
			乗組員 9名

# かもめ可変ピッチプロペラ



70余年にわたる技術力の実績と信頼性

製造品目	
●可変ピッチプロペラ	70~15,000PS
●固定ピッチプロペラ	各種
●サイドスラスト	推力0.5~20t
●船尾軸系装置	一式
●K-7ラダー	各種
●MACS	ジョイスティック コントロールシステム

全国50カ所のサービス網完備

運輸大臣認定製造事業場

## かもめプロペラ株式会社

本社：横浜市戸塚区上矢部町690番245 ☎(045)811-2461(代表)  
 ファックス☎(045)811-9444  
 東京事務所：東京都港区西新橋1-20-4(重信ビル1F) ☎105 ☎(03)3503-2351  
 ファックス☎(03)3503-2365



ケミカルタンカー 第18 金剛丸 金剛汽船株式会社  
KONGO MARU No.18

警固屋船渠株式会社建造(第950番船)	起工 6-2-20	進水 6-4-13	竣工 6-7-10
全長 66.10m	垂線間長 63.00m	型幅 10.4m	型深 4.60m
満載排水量 1,810トン	総トン数 499トン	載貨重量 1,198.98トン	貨物油槽容積 1,237.57 <sup>m</sup>
主荷油ポンプ 300 <sup>m</sup> /h×75 <sup>m</sup> ×2	燃料油槽 61.6 <sup>m</sup>	燃料消費量 3.4t/day	清水槽 738 <sup>m</sup>
主機関 阪神 LH28G形(デ)機関×1	出力(連続最大) 1,000 PS (355rpm)	(常用) 850 PS (345rpm)	
プロペラ 4翼1軸	補汽缶 三浦工業VWH 1600	発電機 150kVA×2	無線装置
船舶電話	航海計器 レーダ	速力(試運転最大) 11.63kn	(満載航海) 10.0kn
航続距離 2,300 浬	船級・区域資格 JG・沿海(第4種船)	船型 凹甲板船	
乗組員 6名	シリングラダー, 伸縮式ホースクレーン, TypeII SUSタンク	IMO TypeII	

- 16 -

カーフェリー フェリー かけろま 鹿児島県瀬戸内町  
FERRY KAKEROMA

前畑造船株式会社建造(第208番船)	起工 6-3-7	進水 6-7-26	竣工 6-10-14
全長 35.52m	垂線間長 31.50m	型幅 8.60m	型深 3.00m
総トン数 194トン	載貨重量 90トン	Car搭載数 大型バス 2台, 乗用車 4台	燃料油槽 15.05 <sup>m</sup>
清水槽 10.80 <sup>m</sup>	主機関 ヤンマー T240A-ET形(デ)機関×1	出力(常用) 1,400 PS (800rpm)	
プロペラ 4翼1軸	発電機 80kVA×2	無線装置	船舶電話
船級・区域資格 JG・第2種船・平水	乗組員 5名	旅客 160名,	最大 300名
サイドスラスト, ランプドア, 汚物処理機, フラップラダー		航路 瀬戸内町古仁屋~瀬相	





巡視船 あしたか (PS 07) 海上保安庁  
ASHITAKA

三井造船株式会社玉野事業所建造(第1414番船) 起工 5-12-9 進水 6-6-24 竣工 6-9-30  
 全長 46.0m 幅 7.5m 深さ 4.0m 総トン数 195トン  
 主機関 高速ディーゼル機関×2 出力 3,200 PS×2, 2,500 PS×1 (中央ウォータージェット)  
 プロペラ 5翼×2軸 速力 35kn アルミ合金製, 操舵室に衝撃吸収機能付椅子を配置, 操船を容易にするため操舵室に操舵装置, 主機操縦装置, 機関状態表示装置および通信航海などを集合した操船コンソールを設けている。  
 配属 御前崎海上保安署

# まもろう安全、うけよう船検

船舶安全法が改正され、小型船舶の範囲が「長さ12m未満」から「総トン数20トン未満」になりました。

小型船舶(総トン数20トン未満)の検査は、原則として日本小型船舶検査機構(JCI)が実施します。



救命胴衣を着用しよう  
天候の急変に注意しよう



▲ 耐波性・凌波性・高速性・操縦性・優美性等の諸特性を良好にするため各部各装置に新しい技術を取り入れた“あおさぎ”

振動 / 騒音を抑え乗り心地も快適性を極めたFRP船  
北海道開発局向け 網走湖河川調査船“あおさぎ”

ヤマハ発動機株式会社

本船は、網走湖の浄化事業を遂行するうえで最も重要なアオコ・青潮発生メカニズムの解明、湖面状況の把握ならびに事業実施における監督業務に従事する河川調査船である。

船体は、仕上がりが美しいFRPに新素材である芳香族ポリアミド繊維ケブラーの積層補強による単板構造とし、軽量・強固化を図るとともに水上浮遊物との衝突、接触による損傷事故に対応した。

本船は、ウォータージェットの採用により、浅瀬航行も自由自在に行え、しかも急発進・急停止・小旋回もスピーディに行うことを可能にしている。

最新の航海計器を搭載し安全性を高めたことはもとより、客室の側面には曲面窓を、船底には水中監視窓を採用することでワイドな視界と調査機能を充実させた視察船としての機能向上も図った高性能な河川調査船である。

出力(連続定格出力) 420 PS (2,400 rpm) × 2  
推進器 ウォータージェット三菱MJ 505形 × 2

速力(最大速力) 25.0 kn

(4/4 出力時) 21.5 kn

騒音(4/4 出力時) 客室中央部 78dB (A)

主要装備品 レーダ GPS

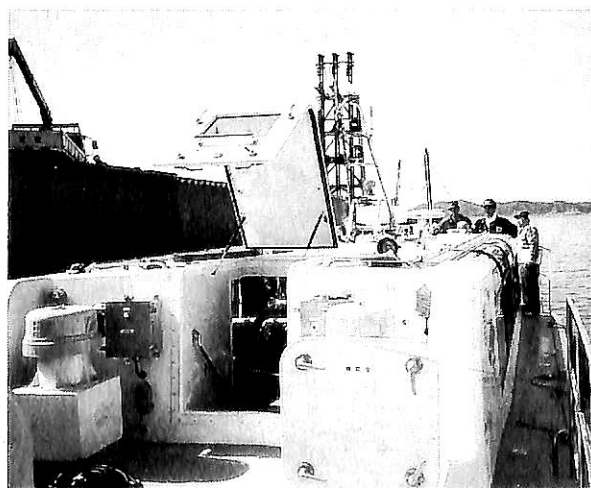
資格 JG・(第4種船)

航行区域 平水

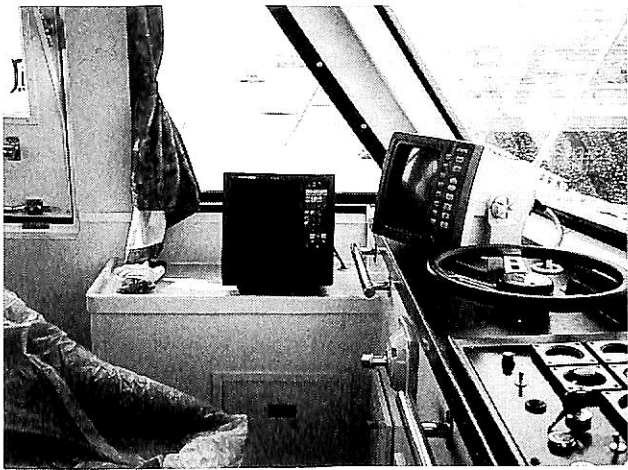
〔主要目〕

長さ(トランサム含まず)	15.00 m
幅(型)	4.20 m
深さ(型)	1.40 m
喫水	0.50 m
総トン数	13 トン
燃料タンク	1,600 ℓ
清水タンク	150 ℓ
主機関	三菱S6M3-MTK形

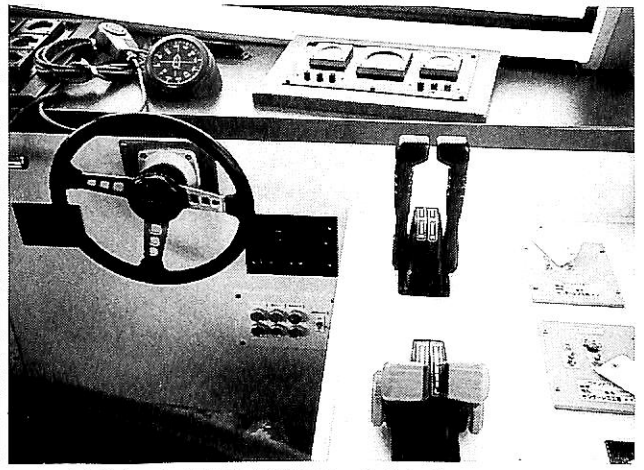
高速(デ)機関 × 2



▲ 船尾部入口付近



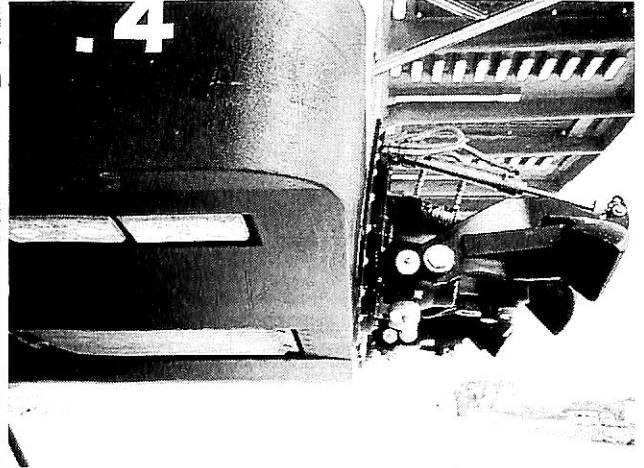
(左舷) ▲ 操舵室



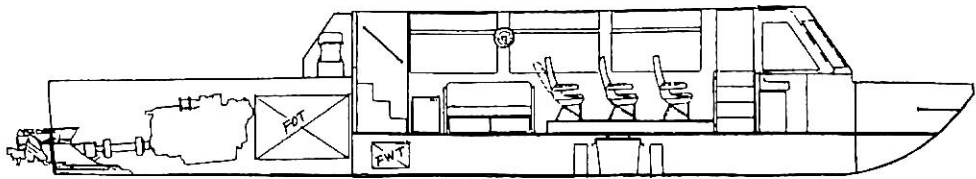
(右舷) ハンドルおよびスロットルレバー



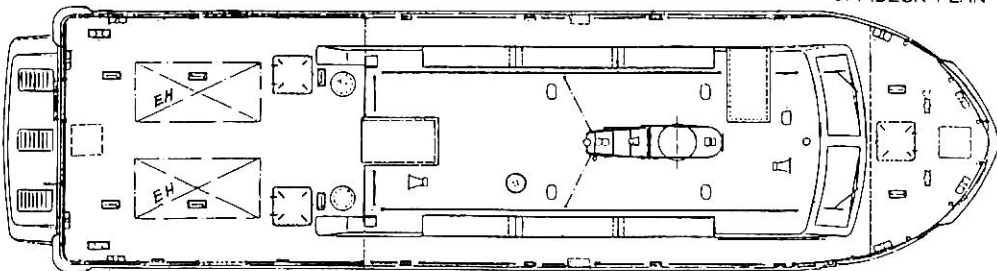
▲ 船尾より操舵室方向を見る



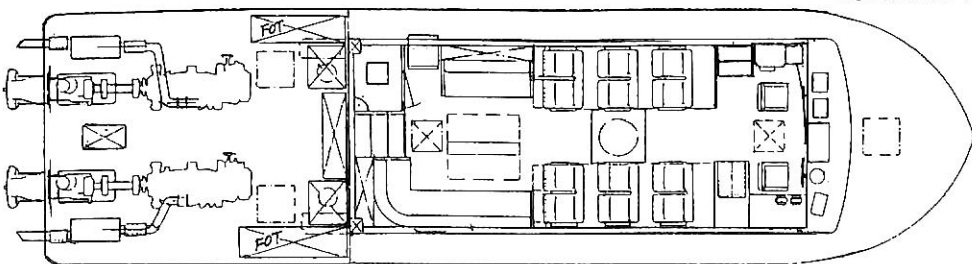
▲ ウォータージェットノズル付近



UPP.DECK PLAN



BOTTOM PLAN



▲ 一般配置図



フル コンフォート

輸出撒積貨物船 **FULL COMFORT**

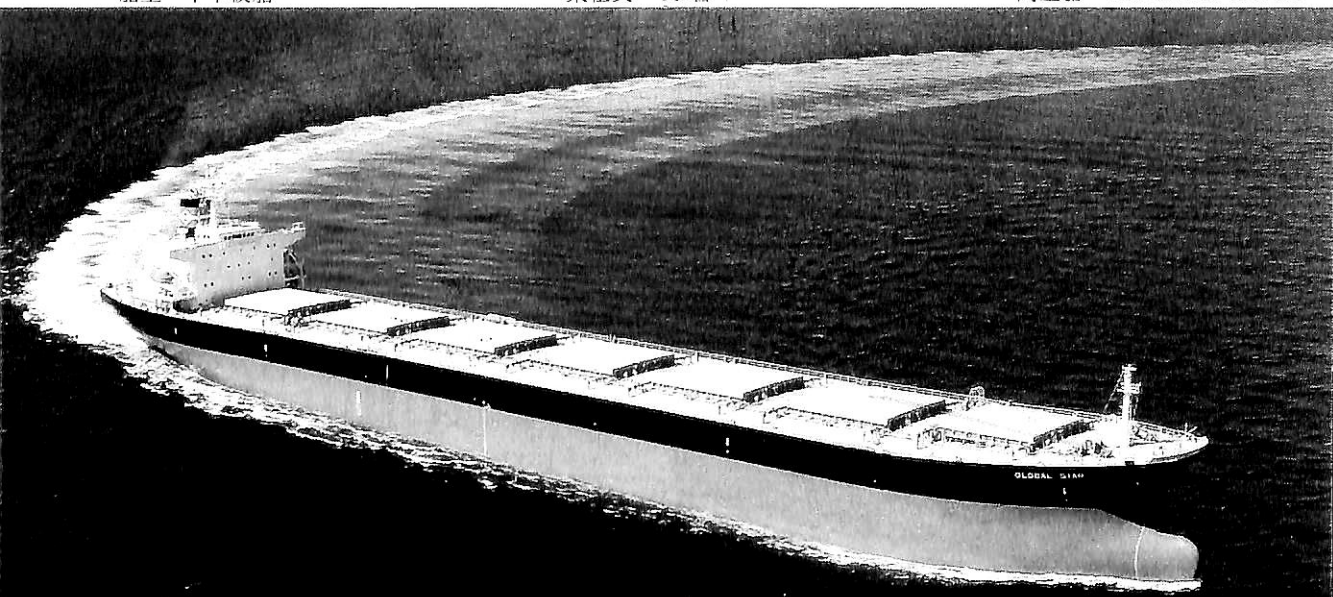
船主 Yick Fung Shipping and Enterprises Co., Ltd. (Hong Kong)  
 株式会社サノヤス・ヒシノ明昌水島製造所建造(第1121番船) 起工 5-10-13 進水 6-3-5 竣工 6-6-23  
 全長 225.00m 垂線間長 217.00m 型幅 32.26m 型深 18.30m 満載喫水 13.291m  
 総トン数 36,586トン 純トン数 23,279トン 載貨重量 70,181トン 貨物艙容積(ベ) 78,529m<sup>3</sup>  
 (グ) 81,839m<sup>3</sup> 艙口数 7 燃料油槽 2,590m<sup>3</sup> 燃料消費量 27.1t/day 清水槽 290m<sup>3</sup>  
 主機関 DU-Sulzer 6RTA62形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 12,000 PS (96.5rpm)  
 (常用) 9,450 PS (89.1rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 6kg/cm<sup>2</sup>×飽和×1,200kg/h×1 発電機  
 西芝 420kW×3 (原) ダイハツ 620PS×3 (非) 西芝 80kW×1 (原) 三井ドイツ 135PS×1 無線装置  
 MF/HF 無線装置, NBDP, インマルA, C, 国際VHF電話 航海計器 ロラン GPS 衝突予防装置  
 レーダ 速力(試運転最大) 16.07kn (満載航海) 14kn 航続距離 25,000 哩 船級・区域資格  
 NK 遠洋 船型 平甲板船尾機関船 乗組員 30名 同型船 FULL STRONG

- 20 -

グローバル スター

輸出撒積貨物船 **GLOBAL STAR**

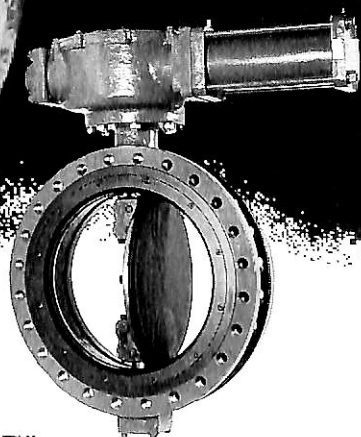
船主 H Corporation S.A. (Panama)  
 常石造船株式会社建造(第1041番船) 起工 6-4-16 進水 6-6-21 竣工 6-9-27  
 全長 225.00m 垂線間長 215.00m 型幅 32.20m 型深 18.30m 満載喫水 13.257m  
 総トン数 36,561トン 純トン数 23,007トン 載貨重量 69,659トン 貨物艙容積(グ) 81,808.7m<sup>3</sup>  
 艙口数 7 燃料油槽 2,970.8m<sup>3</sup> 燃料消費量 29.9t/day 清水槽 355.2m<sup>3</sup> 主機関  
 三井B&W 6S60 MC (MARK 3) 形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 11,640 PS (87rpm)  
 (常用) 9,890 PS (82.4rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 1,200kg/h×6kg/cm<sup>2</sup>G 発電機  
 600kVA (480kW)×2 (原) ダイハツ 720PS×720rpm×2 無線装置 MF/HF 無線装置, NBDP,  
 インマルA, C, 国際VHF電話 航海計器 ロラン GPS 衝突予防装置 レーダ 速力  
 (試運転最大) 16.66kn (満載航海) 14.1kn 航続距離 26,000 哩 船級・区域資格 NK・遠洋  
 船型 平甲板船 乗組員 25名 同型船 OCEANIC STAR





●あらゆる流体に適用○長寿命シート○ダブルメカロック○イージーメンテナンス

やわらかい発想で、21世紀企業をめざします。



■船用モデル

BF バタフライバルブ Mシリーズ

- オイルタンカー用 ●プロダクトキャリアー用
- ケミカルタンカー用 ●各種バラスト用

**BF** ビーエフ工業株式会社

- 本社・工場 〒124 東京都葛飾区東立石2-4-5  
TEL 03-3694-5251 FAX 03-3694-5258
- 磯原工場 〒319-15 茨城県北茨城市磯原町 磯原工業団地  
TEL 0293-42-0164 FAX 0293-42-0106

# UEA-35W コードレスモニタ *Uzushio*

WIRELESS ENGINE MONITOR

さらにフレキシブルに……業界初のコードレスモニタ

《現場優先》から生まれた、  
コンパクト設計とシンプルな使いやすさ。

## 特定小電力無線を搭載

特定小電力無線の搭載により、無線でリアルタイムにデータ伝送を実現。  
通信範囲は約200mまで可能で、機関室・操舵室・居住区・甲板上などで幅広く活用できます。

## 小型・軽量

ポケットにも入るサイズと、重さ250gのコンパクト設計。すぐれた携帯性により、現場での作業効率のアップを実現しました。



## 特定 小電力 無線

オートアラーム表示例  
AUTO-ALARM DISPLAY



当直員/グループ警報表示例  
DUTY ENG / GROUP ALARM DISPLAY



アラームサマリー表示例  
ALARM SUMMARY DISPLAY



リクエストデータ表示例  
REQUEST DATA DISPLAY



モニタ表示例  
MONITOR DISPLAY



(㊄) 日本工業規格表示許可工場 (A) 運輸省認定製造事業場



## 渦潮電機株式会社

UZUSHIO ELECTRIC CO., LTD.

本社・工場 〒799-22 愛媛県越智郡大西町大字九王甲1520 TEL 0898-53-6361 FAX 0898-53-2266  
東京営業所 〒105 東京都港区西新橋1丁目19-9(片山ビル) TEL 03-3508-1266 FAX 03-3508-1265



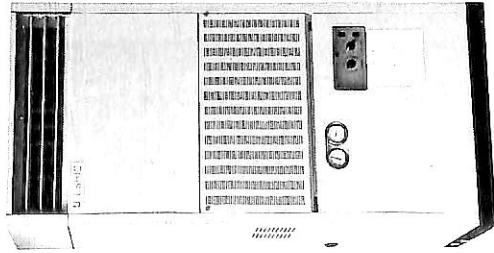
# ヒューマンスペース創りに翔る

最新オリジナル船舶空調装置ラインナップ

- UAP型パッケージエアコン
- UAD型デックユニット
- UM型マルチエアコンシステム

その他取扱品目

- プレハブ式冷凍冷蔵庫“新鮮くん”
- スポットクーラー“風神”
- 厨房汚物処理装置“ディスプレイザー”
- 船用電気温水器“湯太くん”
- 船用冷水機“アクアクール”他



**USHIO**  
潮冷熱(株)

代表取締役社長 小田 園

本社・工場

〒799-22 愛媛県越智郡大西町大字脇甲883-1  
TEL (0898)53-2400 FAX (0898)53-6363

東京営業所 / TEL (03)3508-1266

大阪営業所 / TEL (06) 320-0455

長崎出張所 / TEL (0958)24-0619



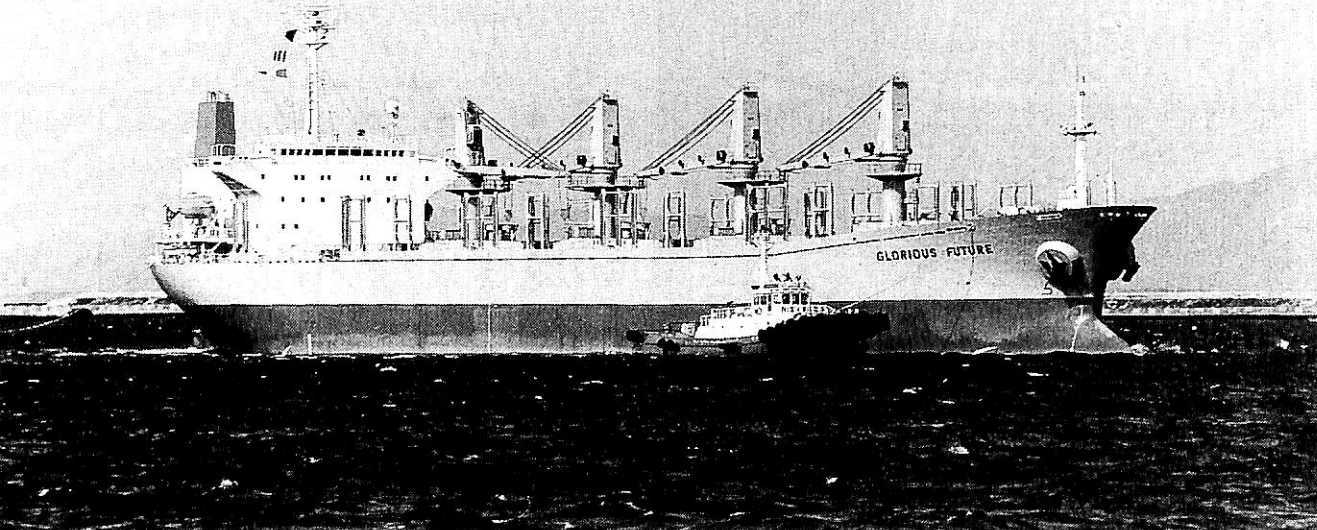
「おれんじ7」

## 《おれんじ7》 船舶概要

- 総トン数/9,917トン ■全長/156.23m ■全幅/25.60m
- 旅客定員/604名 ■自動車搭載台数/139台

## 《弊社納入機器》

■客室冷暖房装置	チーリングユニット(75kw)	3台
	エアハンドリングユニット	3台
	ファンコイルユニット	81台
	外気処理ユニット	4台
■船員室冷暖房装置		
	パッケージエアコン(15kw)	1台



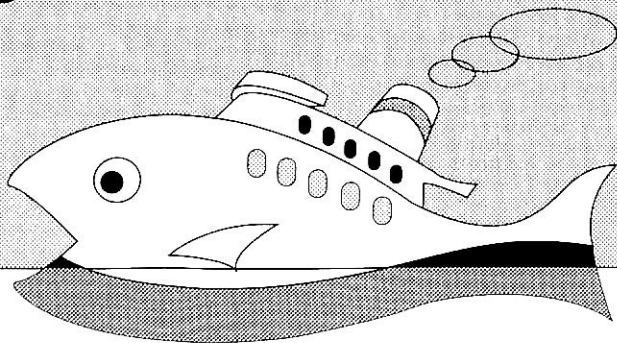
グロリアス フューチャー

輸出撒積貨物船 **GLORIOUS FUTURE**

船主 Aroma Shipping Line S.A./South-Point Marine S.A. (Philippine)  
 石川島播磨重工業株式会社愛知工場建造(第3042番船) 起工 5-11-29 進水 6-2-10 竣工 6-4-27  
 全長 180.80m 垂線間長 171.00m 型幅 30.50m 型深 15.30m 満載喫水 10.931m  
 総トン数 22,147トン 純トン数 12,665トン 載貨重量 38,852トン 貨物艙容積(ベ) 44,492.4m<sup>3</sup>  
 (グ) 46,112.0m 艙口数 5 燃料油槽 1,595.4m<sup>3</sup> 燃料消費量 19t/day 清水槽 320.6m<sup>3</sup>  
 主機関 DU-Sulzer 6RTA 52 形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 7,900 PS (94.0rpm)  
 (常用) 6,715 PS (89.0rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 立型水管式 発電機  
 西芝 450kW×450V×3 (原) ヤンマー 750 PS×720rpm×3 無線装置 MF/HF 無線装置, NBDP,  
 インマル A, C, 国際 VHF 電話 航海計器 デッカ NNSS 衝突予防装置 レーダ 速力(満載航海) 14.5kn  
 航続距離 24,000 哩 船級・区域資格 NK 速洋 船型 パルバスバウ・トランサムスターン  
 乗組員 31 名 同至船 BLEST FUTURE

24

**CMP**



海を守る  
中国塗料

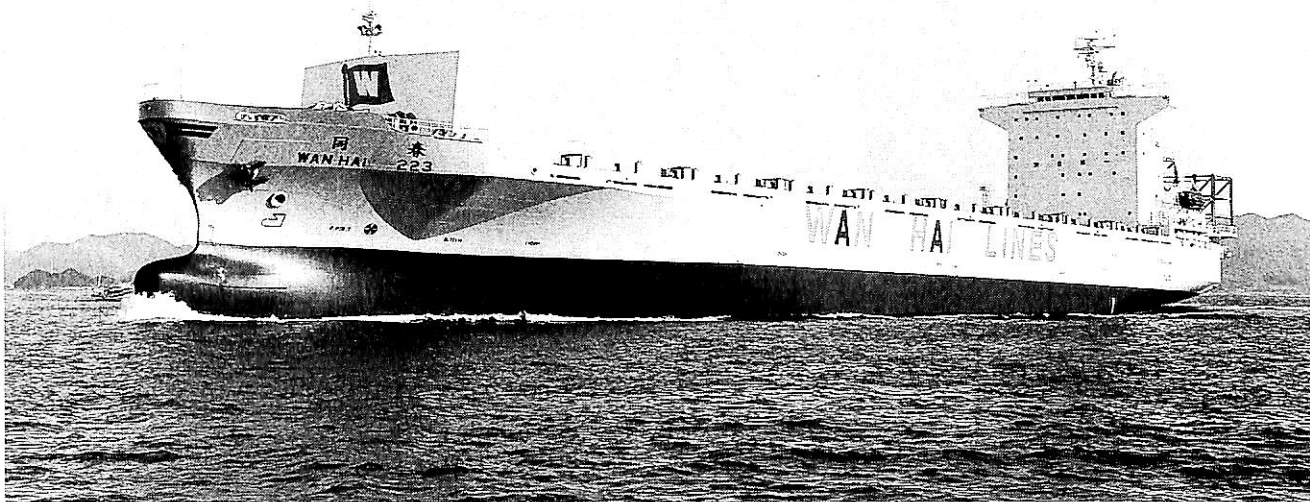
錫を含まない水和分解型の船底防汚塗料  
 マリンスターは、その卓越した自己研磨  
 性により優秀な成績と28000隻の実績を  
 誇っています。



28000隻の実績!  
自己研磨型船底塗料  
**マリンスター**

**中国塗料株式会社**

東京本社 / 〒100 千代田区内幸町2-1-1 飯野ビル TEL 03(3506)3951(代)  
 広島本社 / 〒730 広島市中区紙屋町2-1-22 興銀ビル TEL 082(248)3191(代)



ウオン ハイ

輸出コンテナ船 WAN HAI 223 (同春)

船主 Wan Hai Steamship Co., Inc. Liberia (Liberia)  
 内海造船株式会社瀬戸田事業所建造(第594番船) 起工 6-3-10 進水 6-7-11 竣工 6-9-22  
 全長 172.15m 垂線間長 164.00m 型幅 27.00m 型深 14.60m 満載喫水(型) 9.85m  
 総トン数 16,911トン 純トン数 7,238トン 載貨重量 23,799トン Cont.搭載数 1,368TEU  
 燃料油槽 1,148m<sup>3</sup> 燃料消費量 33.9t/day 清水槽 507m<sup>3</sup> 主機関  
 日立B&W 7 S 50 M C形ディーゼル機関×1 出力(連続最大) 12,200 PS (123rpm) (常用) 10,980 PS (119rpm)  
 プロペラ 5翼1軸 PBCF付 補汽缶 大阪ボイラ コンボジット 1,500 kg/h×6.0 kg/cm<sup>2</sup>×1 発電機  
 大洋電機 812.5kVA (650kW)×3 (原) 1,000 PS×3, (非) 大洋電機 100 kVA (80kW)×1 (原) ヤンマー 122 PS×1  
 無線装置 MF/HF無線装置, NBDP, インマルA, C, 国際VHF電話 航海計器 衝富予防装置 GPS レーダー  
 速力(試運転最大) 20.32kn (満載航海) 17.5kn 航続距離 12,600 哩 船級・区域資格 ABS 遠洋  
 船型 船首楼付平甲板船 乗組員 21名 同型船 WAN HAI 222  
 バウスラスト, トリムヒール制御装置 GMコンピュータ, 喫水計, エレベータ, PBCF, ログ, エコーサウンダー

# 機関室内配管の燃料油飛散を容易に防止!

## FN TAPE

燃料油飛散防止用 FNテープ

ClassNK APPROVED No.94FV905B

<財団法人 日本海事協会認承済>

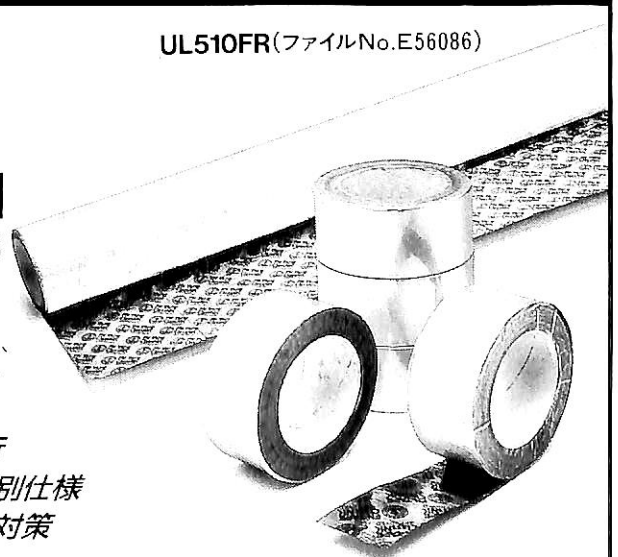
船舶機関室内の可燃油配管継ぎ手部破損又は緩みにより、内部流体が飛散し高温部に接触して起こる、船舶火災を未然に防ぐ事を目的として特別に開発した、耐熱、耐油、耐圧を兼ねた保護テープ。

- 巻きつけるだけの簡単施行
- 耐油・耐熱・耐圧に優れた特別仕様
- 安価なコストで最大の防災対策

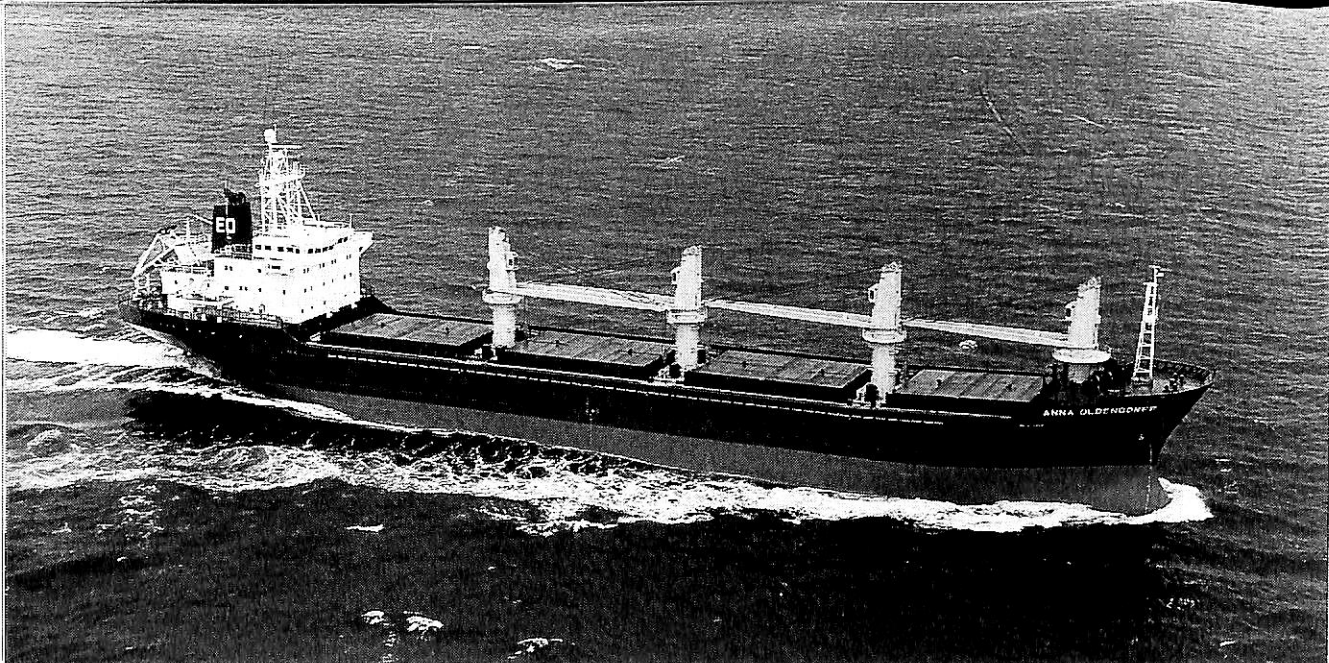


東京日進ジャバラ株式会社  
 TOKYO NISSHIN JABARA Co., LTD.

UL510FR(ファイルNo.E56086)



TEL.(03)3252-2947(代) FAX.(03)3256-7827  
 〒101 東京都千代田区内神田2-5-11 桐治ビル



アナ                      オルデンドルフ  
輸出撒積貨物船      ANNA OLDENDORFF

船主 Rosebank Maritime Inc. (Liberia)  
 四国 Dock 株式会社建造(第871番船)      起工 6-4-8      進水 6-7-16      竣工 6-10-13  
 全長 148.27m      垂線間長 136.00m      型幅 22.80m      型深 12.20m      満載喫水 9.166m  
 満載排水量 22,752トン      総トン数 11,263トン      純トン数 6,821トン      載貨重量 18,297トン  
 貨物艙容積(ベ) 22,336.6<sup>m</sup> (グ) 23,212.3<sup>m</sup>      艙口数 4      クレーン 30.5t×4      燃料油槽 1,292.4<sup>m</sup>  
 燃料消費量 23.9t/day      清水槽 403.1<sup>m</sup>      主機関 三井-MAN-B&W 6L42MC形(デ) 機関×1  
 出力(連続最大) 7,670 PS (170rpm) (常用) 6,900 PS (164rpm)      プロペラ 4翼1軸      補汽缶  
 Tortoise Composite Type×1      発電機 450kVA×AC440V×60Hz (原) ヤンマー 540 PS×720rpm  
 無線装置 MF/HF無線装置, NBDP, インマルB, C, 国際VHF電話      航海計器 ロラン      衝突予防装置  
 レーダ      速力(試運転最大) 16.57kn (満載航海) 14.0kn      航続距離 15,792 浬      船級・区域資格  
 GL・遠洋      船型 凹甲板船      乗組員 25名      同型船 ARNA OLDENDORFF

オーシャン                      セレーン  
輸出撒積貨物船      OCEAN SERENE

船主 Golden Shipholding Marine S.A. (Panama)  
 佐伯重工業株式会社建造(第1035番船)      起工 6-5-7      進水 6-6-30      竣工 6-9-1  
 全長 157.79m      垂線間長 148.00m      型幅 25.00m      型深 12.70m      満載喫水 9.115m  
 満載排水量 27,273トン      総トン数 13,865m      純トン数 7,738トン      載貨重量 21,955トン  
 貨物艙容積(ベ) 28,299<sup>m</sup> (グ) 29,254<sup>m</sup>      艙口数 4      デッキクレーン 30t×22m×1, 30t×24m×3  
 燃料油槽 A. 93<sup>m</sup>, C 1,309<sup>m</sup>      燃料消費量 22.18t/day      清水槽 215<sup>m</sup>      主機関  
 神発-三菱 6UEC45LA形(デ) 機関×1      出力(連続最大) 7,200 PS (158rpm) (常用) 6,480 PS (153rpm)  
 プロペラ 4翼1軸      補汽缶 大阪ボイラ 1,000/750 kg/h×6/5 kg/cm<sup>2</sup>      発電機  
 西芝 400kW×2 (原) ヤンマー 600 PS×720rpm×2      無線装置 MF/HF無線装置, インマルA, C, 船舶電話  
 国際VHF電話      航海計器 ロラン      衝突予防装置 レーダ      速力(試運転最大) 16,005 kn  
 (満載航海) 14.0kn      航続距離 14,300 浬      船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 船首楼付平甲板船      乗組員 25名



'93年竣工の100総トン以上の船舶600余隻のデータを写真付きで収録

# 船舶年鑑 1994

●B5判 472ページ 定価4800円(本体4661円、送料込み)

**95年版4月下旬刊行予定 只今予約受け付け中!**

〈本書の内容〉

## ■総説

造船業界の現状と課題 (運輸省海上技術安全局造船課)

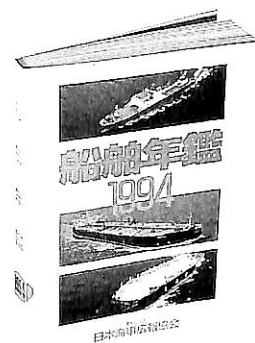
'93竣工船の傾向と特徴

## ■新船舶の紹介

1993年中に日本の造船所で竣工した100総トン以上の全船舶 (輸出船・国内船) について、船種別に各船の特徴と主要目を原則として写真付きで紹介。記載主要目……船名、船級、船主、船籍、造船所、建造番号、進水年月日、竣工年月日、総トン数、載貨重量トン数、その他積載能力、全長、垂線間長、型幅、型深さ、計画喫水、主機 (種類、メーカー型式、常用出力、基数、軸数)、発電原動機 (メーカー型式、出力、台数)、速力 (最高、航海)、航行区域、航続距離、主要航路、乗組員数など。

## ■船用機器

最新の省エネ船用エンジンの、航海計器など注目される船用機器を紹介。



## お申し込み方法

発行所 **財団法人 日本海事広報協会**

〒104 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル

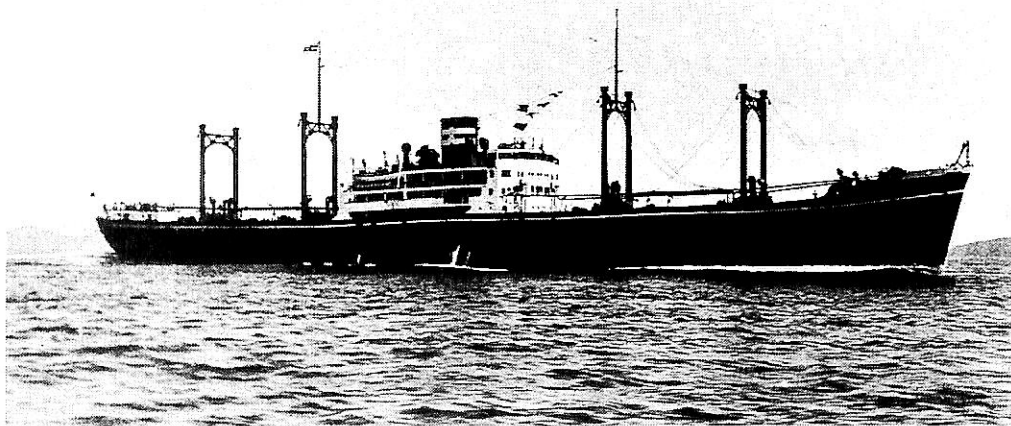
☎03-3552-5031 Fax03-3553-6580

振替口座 東京3-136412

▶本書は最寄りの書店または発行所へ電話またはファクス、はがき等で直接お申し込み下さい。

▶発行先に直接お申し込みの方へは請求書を添えてお送りいたしますので、ご送金は郵便振替、現金書留または郵便切手をお願い致します。

## 貨物船 東京丸 摂津商船



三井物産造船部玉工場建造(第217番船)	船舶番号 41929	船舶信号 JPK
起工 昭10-12-20	進水 11-6-22	竣工 11-8-31
全長 129.47m	垂線間長 128.00m	型幅 17.50m
満載排水量 11,835.0トン	総トン数 6,484.01トン	型深 11.00m
満載重量 7,089.0トン	貨物艙容積(ベ) 11,187 <sup>㎡</sup> (グ) 12,312 <sup>㎡</sup>	満載喫水 7.739m
複動無気噴油式DM662 WF-140形ディーゼル機関×1	主機関 三井B & W直接逆転2サイクル	純トン数 3,863.68トン
(試運転最大) 19.19kn (満載航海) 16.0kn	出力(計画) 7,000 PS	速力
LMC.RMC.	乗組員 61名 旅客 1等12名	船級・区域資格 逓信省第1級船・ロイド100A1 with freeboard
	同型船 かんべら丸	船籍港 大阪

大正12年、関東大震災以後、日本近海とくに朝鮮との間の貨物の動きは急速に増加してきた。大阪商船ではこれに應えるのに社船のみではまかないきれず、多くの船舶を用船して、これによって多数の航路を維持してきたが、大正末期には、これのみでは対応できなくなり持船本位の別会社を設立し、ここから安定的に用船する計画をたてた。

昭和2年2月、岸本汽船の傍系会社である摂津汽船所有の6隻を買収し、4月には岸本汽船と共同出資による新会社 摂津商船が創立され、6隻の貨物船によって営業が開始された。昭和3年5月には近海航路用として、大日本塩業より6隻を購入し、逐次船腹の増強をはかってきた。また、一方では3,000トンクラスの建造4隻を建造するとともに政府の積極的な船質改善策に就いて、昭和10年4月施行された第2次船舶改善助成施設の適用を受けて(命令番号33号)本船が建造された。

摂津商船の所有船はすべて大阪商船が用船した。

昭和11年6月22日12:30、岡山県玉にて進水、8月31日完工、大阪を船籍港とす。

昭和11年9月5日横浜、9月9日神戸を出港してオーストラリアに向け処女航海に出る。

昭和12年7月26日神戸発、第5次オーストラリア航路

を終えたのち軍徴用となり日中戦争の軍用船となる。

昭和13年、大陸との交通が頻繁となり、本船は一時、大連航路の貨物専用船として就航。

昭和14年1月24日神戸発、ボンベイ航路に一航海就航。

昭和14年6月26日神戸発、再びオーストラリア航路に復帰した。

昭和16年5月31日神戸発、オーストラリア行を最後に帰国とともに8月9日、海軍に徴用され横須賀鎮守府所屬の運送船となる。

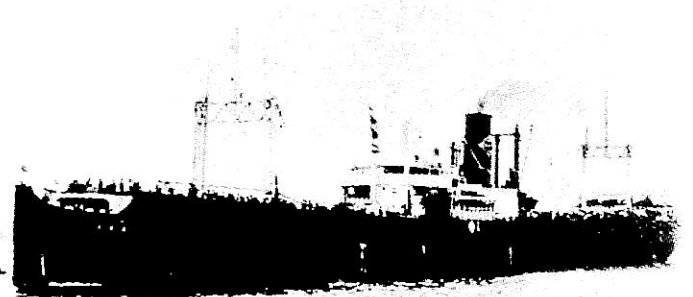
昭和18年8月13日トラック発、1133船団で8月17日ラバウル着。

昭和18年10月15日トラック発、1152船団2隻で、ラバウルに向う。10月17日カビエン北方150kmにて、コンソリデーテッドB-24 1機の空爆を受け僚船の白山丸が被弾、火災を発生したが10月18日ラバウルに到着した。

昭和18年11月8日ラバウル発、2隻の船団で「時雨」の護衛でトラックに向け航海中、11月10日04°06' 150°19'Eトラック南々西210kmにて米潜Scamp(SS-277)の雷撃を右舷機関と第4船艙の中間に受け、機関停止、僚船の御嶽山丸が曳航したが浸水が激しく、11月12日12:10遂に沈没した。

## 鯨工船 図 南 丸 日本捕鯨→日本水産

Denny & Bros Co. ダンバートン(英)建造  
 船舶番号 39660 信号符号 JRQJ  
 進水 明39(1906) 垂線間長 140.29m  
 型幅 18.29m 型深 13.11m  
 満載喫水 10.00m 満載排水量 21,000トン  
 総トン数 9,839トン 純トン数 6,147トン  
 載貨重量 12,762トン  
 貨物艙容積(グ) 3,686<sup>m</sup> 主機関  
 三連成レシプロ機関×2 出力(連続最大)  
 5,700PS 速力(試運転最大) 12.8kn  
 (満載航海) 10.0kn 船級・区域資格  
 逓信省第3級船 鋼船 乗組員 93名  
 船籍港 東京



元, Opawa号(New Zealand Shipp.Co.所有 プリムス籍, 英国)のち Antartic号(Hvalfangerisksk Antartic A/S所有, Tönsberg籍 ノールウエー)

昭和9年, 日本捕鯨が捕鯨母船を目的として購入し, 図南丸と改名, 東京籍とす。

昭和10年7月, 大阪鉄工所桜島工場にて20万円で日本式の捕鯨母船に改造, わが国初の鯨工船となり, 第2, 第3図南丸建造に大きな示唆を与えた。

昭和11年8月末, 初の南水洋捕鯨に向う。

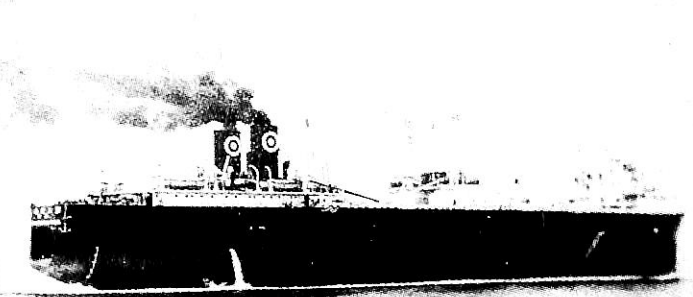
太平洋戦争中は船舶運営会の使用船となる。

昭和17年11月1日海軍に徴用され大阪発, 11月3日六連, 11月18日馬公, 11月23日マニラ, 12月7日馬公を経て12月29日神戸に帰る。

昭和18年1月12日三池発, 1月20日高雄, 1月26日マニラ, 2月8日セブ, 2月10日オボン, 2月12日セブ, 2月17日マニラ, 3月2日高雄, 3月5日三池を経て3月11日宇品着。その後, シンガポール, マレー半島, 仏印方面を行動していたが, 昭和18年11月28日カムラン湾沖12°50'N, 109°35'Eにて米潜 Bowfin (SS-287) の雷撃を受けて沈没した。

## 鯨工船 第2 図 南 丸 日本水産→共同漁業

大阪鉄工所桜島工場建造  
 船舶番号 43650 信号符号 JWQL  
 進水 昭12-5-11 全長 163.86m  
 垂線間長 163.07m 型幅 22.56m  
 型深 17.32m 満載喫水 11.06m  
 総トン数 19,262.53トン 純トン数  
 13,401トン 載貨重量 22,949トン  
 貨物艙容積(貨) 317<sup>m</sup> (油) 20,613<sup>m</sup> 主機関  
 大阪鉄工所桜島工場 三連成レシプロ機関×2  
 出力(連続最大) 8,000PS (計画) 6,000PS  
 速力(試運転最大) 13.3kn (満載航海) 12.0kn  
 船級・区域資格 逓信省第3級船 NS  
 乗組員 84名 旅客 1等10名  
 同型船 第3図南丸 船籍港 東京



昭和10年7月, ノールウエーから購入した捕鯨母船 Antartic号を日本式の本格的な母船への改造工事を行った。大阪鉄工所(現日立造船)桜島工場が, その時の経験を生かして, 日本水産の発注で建造した鯨工船で, 東京を船籍港とす。

昭和16年11月4日海軍に徴用され呉鎮守府所属の運送船となる。11月29日寺島水道発, 12月2日馬公着, フィリピン攻略部隊の附属としてボイラー油15,000トンを積み, 補給任務につく。その後, ダバオ攻略に向う海軍部隊に加わりバラオに集結ののち, 12月17日13:00バラ

オを出撃, 12月20日ダバオに混成第56旅団を揚陸した。揚陸中12月23日06:30空爆により船体に若干の損害を受く。

昭和17年5月25日トラック発, 能代丸の護衛で5月30日クエゼリン着, 8月2日サイパン発, 長運丸の護衛で8月5日トラック着。

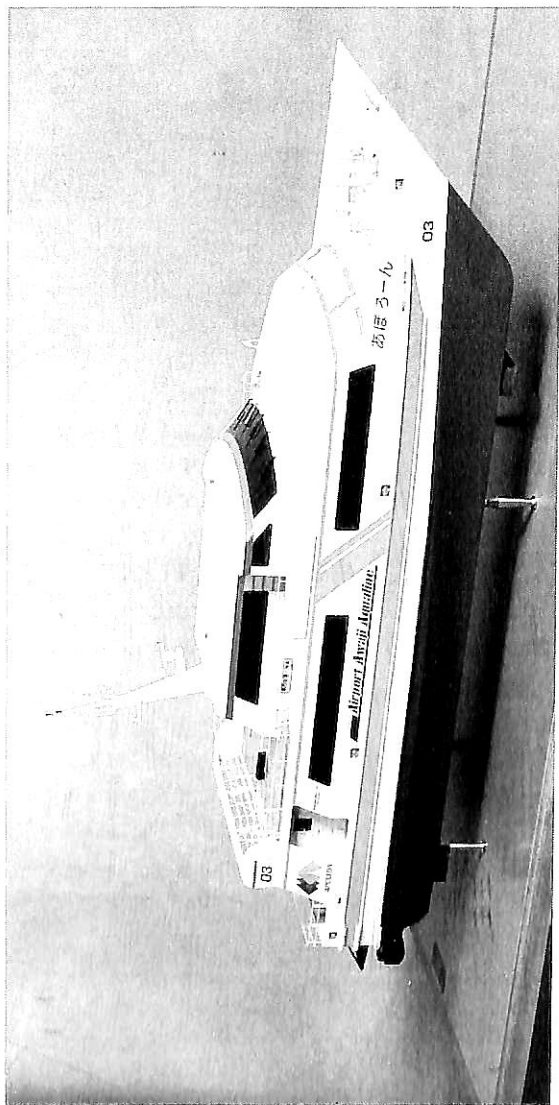
昭和18年5月16日オロール発能代丸の護衛で5月18日トラック着。

昭和19年8月22日舟山列島附近29°53.5'N, 125°17'Eにて米潜 Pintado (SS-387) の雷撃により沈没した。

謹 賀 新 年

# 陸・海・空・総合産業用精密模型製作

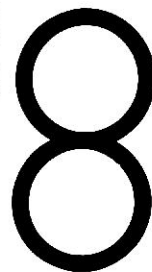
(展示用, 記念贈呈用, PR用, 博物館用, 試作検討用, 等)



スーパージェット30 “あぼろーん” 関西空港～洲本 (新設ライン)

船主(御用命) 株式会社えあぼーとあわじあくあらいん殿  
建造所 日立造船株式会社 神奈川工場殿

横浜精密



ISAO-JAPAN

## Yokohama Seimitsu Co., Ltd.

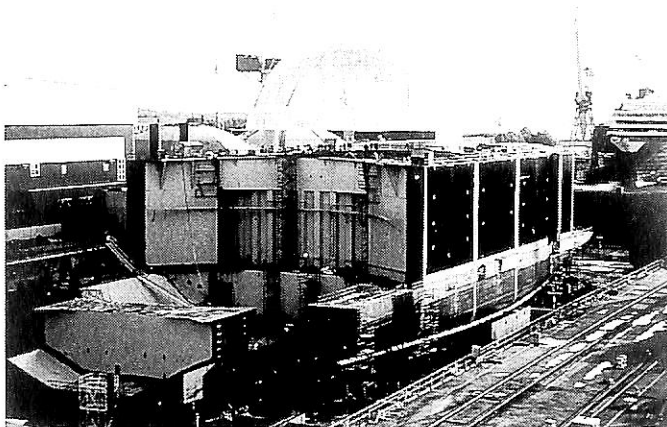
835 SHINYOSHIDA-MACHI, KOHOKU-KU, YOKOHAMA  
JAPAN 223 (日本産業模型協会広報員)

TELEPHONE 045-592-0007 (代) FAX.045-592-6212  
〒223 横浜市港北区新吉田町687-2



最初の LNG タンク搭載  
— クバルナー・マーサ・ヤード  
ツルク新工場 —

Yoshitatsu Fukawa  
府 川 義 辰



▲ 135,000 ㎡横 LNG 第 1 船のタンク搭載状況

クバルナー・マーサ・ヤードのツルク新工場で建造中の  
のアブダビ国営石油会社向け 4 隻の 135,000 ㎡ LNG 船  
の第 1 船に、最初の球形 LNG タンクの搭載が最近無事  
完了した。直径 40m を超す上・中・下の各部が、それぞ  
れ別個に新建造ドック内の船体に吊上げ搭載された。

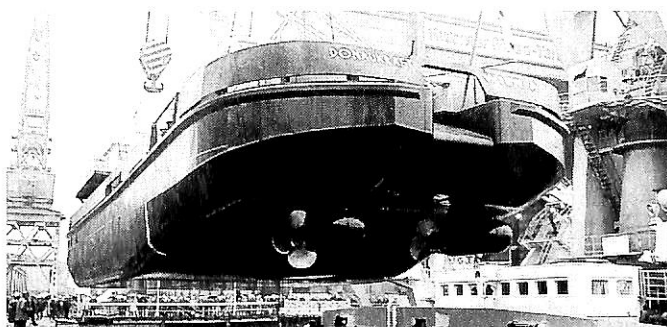
LNG 船の建造は順調に工程通り進行中である。第 1  
船の 4 タンクすべての部分が既に完成している。据付け  
はこの秋に行われることになっている。

新 3 工場を含めて、球形タンクの製造設備が、ツルク  
の新造船工場で記録のスピードで完成した。約 400 人の  
従業員は、球形アルミタンクの製造が可能ないように工場  
内で徹底的に訓練を受けた。

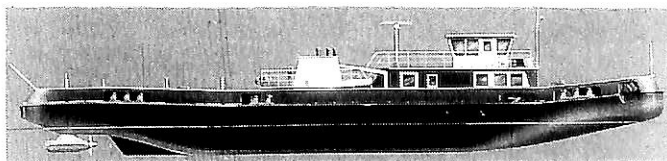
新製造設備の最初の工事が、アラブ首長国連邦のアブ  
ダビ国営石油会社(ADNOC)向け 4 隻の LNG 船の 16 個  
の貨物タンクの製造である。1993 年 4 月に発注され、引  
渡は 1996 年と 1997 年に予定されている。

新推進力“AZIPOD”  
(電動旋回式推進機)  
システム採用  
河川用砕氷船“ROTHELSTEIN”  
の進水

Yoshitatsu Fukawa  
府 川 義 辰



▲ 船尾に 2 基の AZIPOD システム搭載状況



▲ 同上河川用砕氷船の竣工モデル

昨年 10 月 26 日、フィンランドのクバルナー・マーサー  
ヤード社(Kvaerner Masa Yards) ヘルシンキ造船所  
は、オーストリアのOsterreichische Donaukraftwerke  
A/G から受注していた河川用砕氷船“ROTHELSTEIN”  
を進水させた。竣工・引渡しは、本年初頭に予定されて  
いる。

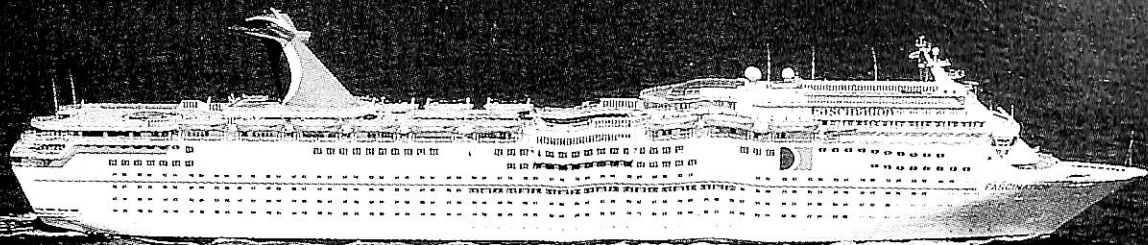
本船“ROTHELSTEIN”は、竣工後オーストリアのダ  
ニューブ川での河川航行船舶の支援と結氷水面の砕氷活  
動に従事することになっている。この新鋭砕氷船に積載  
される新推進システム AZIPOD (Azimuthing Electric  
Propulsion Drives) の開発はクバルナー・マーサ・ヤード  
社および同じフィンランドの ABB インダストリー社

との共同開発の成果である。この性能や特徴については、  
昨年 5 月号に紹介しているので参照載きたい。本船には  
2 基の AZIPOD 推進機が装備され、そのユニットが  
360°回転が可能である。河川という狭域水域でも、この  
性能により楽に回転できる。砕氷能力は、70cm プラスア  
ルファー、試運転は今冬季にバルチック海でなされるこ  
とになっている。

〔 主 要 目 〕

最大長さ 42.3 m / 最大高さ 6.0 m / 幅 10.0 m  
排水量 400 t / 喫水 2.0 m / 軸馬力 1,100 kW

Photo: Kvaerner Masa-Yards



▲クルーザー“FASCINATION”(1994年5月19日公式運転時)

カーニバル クルーズ社  
70,000 トン型クルーザーの“FASCINATION”(1)

— 6隻シリーズ第4船 —

Yoshitatsu Fukawa  
府川 義辰

世界最大のクルーズオペレータであるアメリカのカーニバルクルーズ社(Carnival Cruise)は、現在10隻におよぶ大型客船をカリブ海と西海岸に配置運行している。

常時、18,000名にもおよぶ船客収容能力を持ち、アメリカを中心としたクルーズマーケットに年間600航海を提供している。また同社は、昨年の7月18日に、先にイタリアの造船所に発注済の95,000GT型の客船について、その規模は、推定規模で最近の計測で100,000GTをマークすると発表した。1996年に同社は、その超100,000GT型の巨大船の世界の一番乗りを果たすことになる。

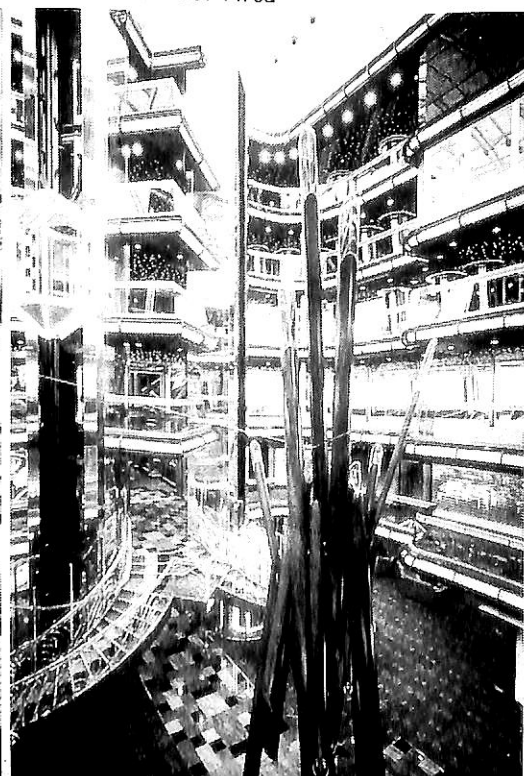
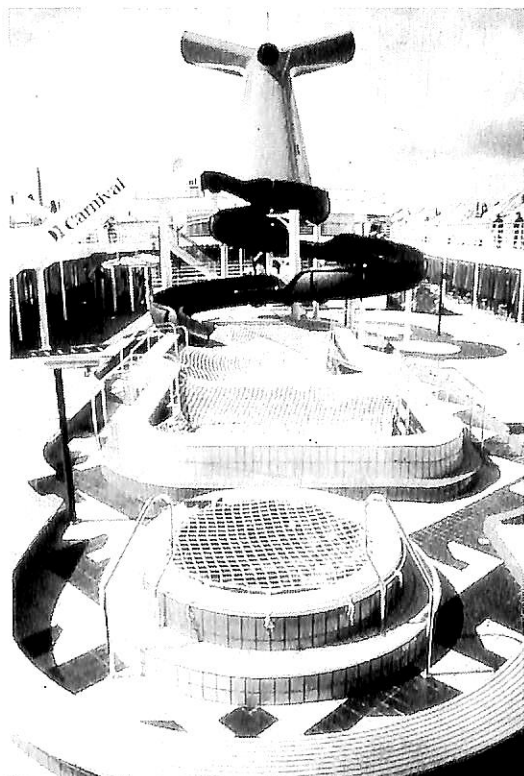
同社建造の最新鋭の客船“ファスシネーション”(FASCINATION: 70,367GT; 2,600 Pax, Panamanian Flag)については、既に昨年の9月号本誌にその一部を紹介している。今号では、本船の船内写真を入手

しているので紹介することとする。本船の主要目については昨年の9月号を参照いただきたい。

本船は、1996年6月27日、フィンランドのクバルナーマサーヤード造船所(Kvaerner Masa Yards)の建造番号第487番船で、カーニバル社から受注・建造が進められている70,000トン型客船の6隻シリーズの第4船として竣工した。アメリカ本土へのお披露目は、7月19日のニューヨーク初入港に始まり、同港起点の処女航海を皮切りに就航を開始している。

カーニバル社の発表によると、本船の建造価格は、US \$315 millionとされ邦貨に換算して約315億円になる。

▼写真(右) Grand Atrium  
(左) Pool Area





▲ Sensation Dining room  
アトランティックデッキの  
中央部にあり、650名収容  
できる。

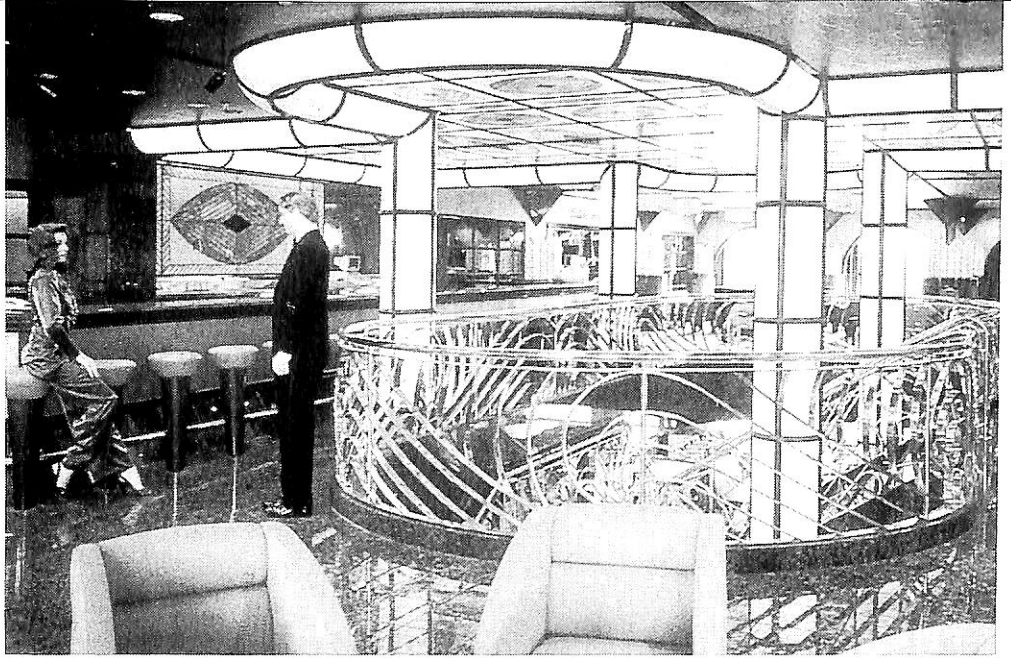


Coconut Bar & Grill ▶  
リドデッキの船尾部にあり、  
722名収容できる。

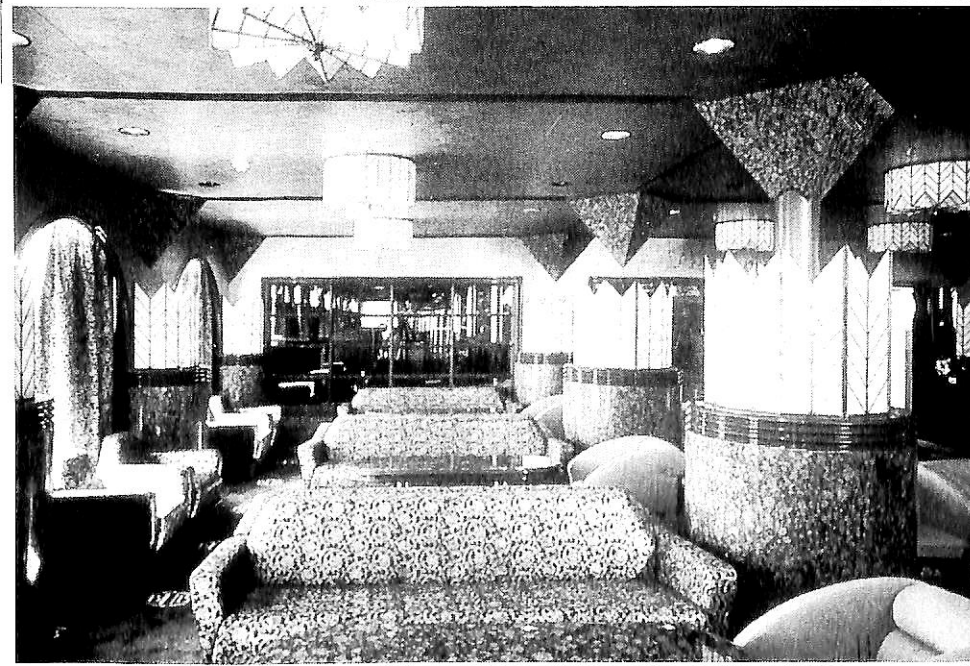


◀ 88 Piano Bar  
ブロムナードデッキにあり、  
92名収容できる。

FASCINATION

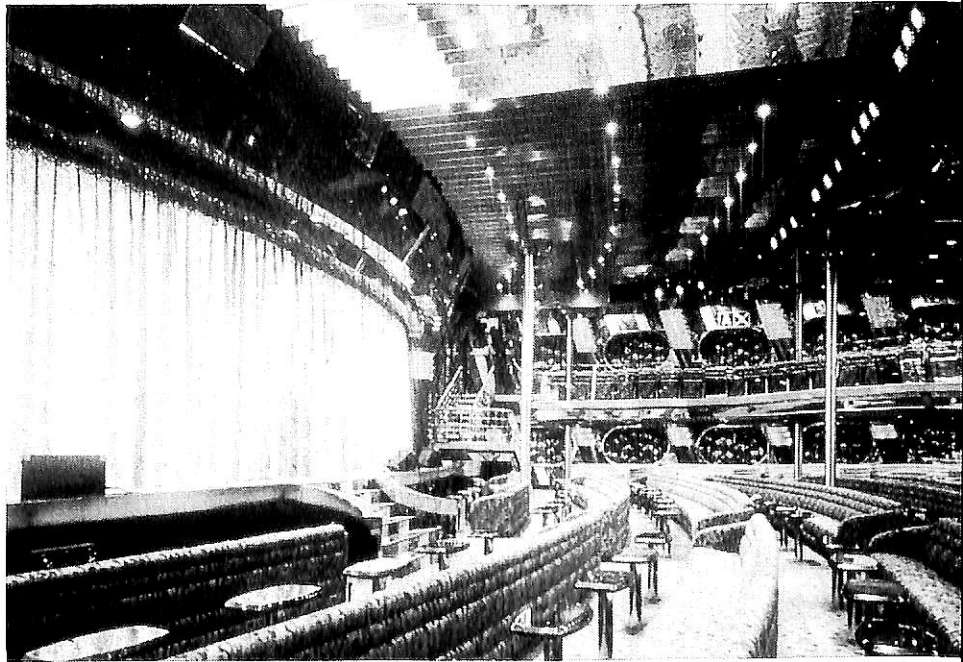


◀ Beverly hills Bar  
プロムナードデッキにあり、  
92名収容できる。  
この男女の名優の名は？





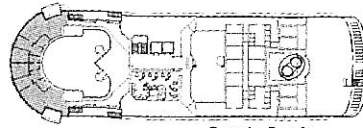
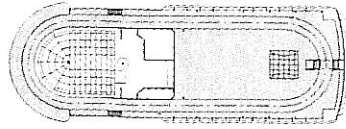
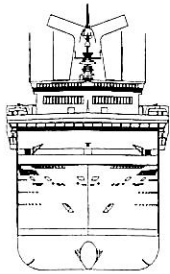
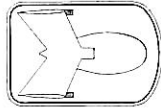
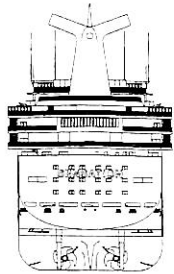
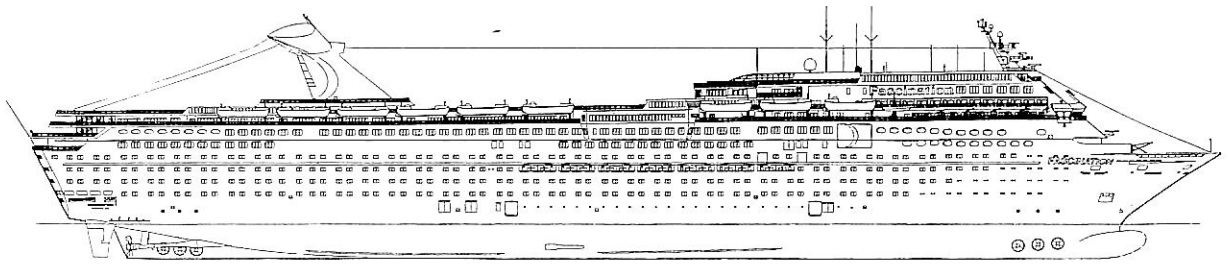
▲ Diamonds Are Forevet  
Disco



Palace Lounge ▶  
アトランティックデッキ船首部に  
ある最大の社交場 1,010 名収容



◀ Passage to India  
インドにちなんだ内装の  
社交場、109 名収容できる。



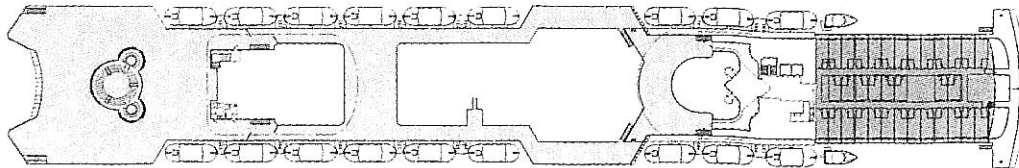
Other  
passenger  
facilities

Sun Deck

Deck 13

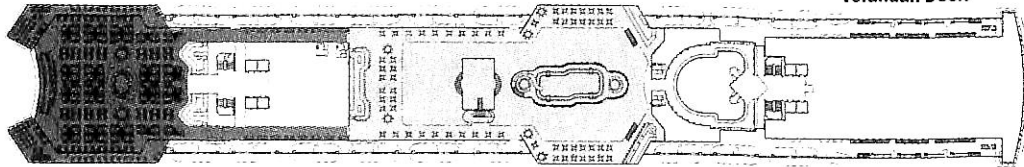
Sports Deck

Deck 12



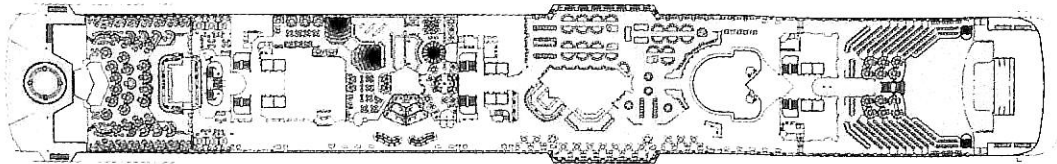
Verandah Deck

Deck 11



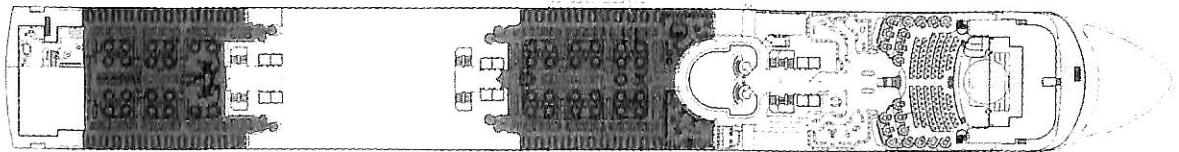
Lido Deck

Deck 10



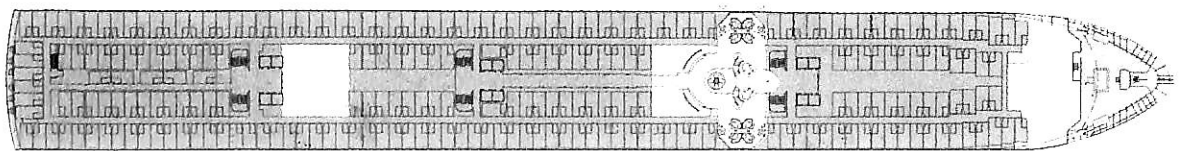
Promenade Deck

Deck 9



Atlantic Deck

Deck 8



Passenger cabins

Deck 4-7



Machinery  
compartment

Deck 1



▲ Hollywood Boulevard  
230名の船客収容が出来る  
社交場、何体かのハリウッ  
ドスターのマネキンと共に  
杯を上げるのも一興。

Hollywood Boulevard ▶  
(Bogart's Cafe)



◀ Hollywood Boulevard'  
(Bogart's Cafe)

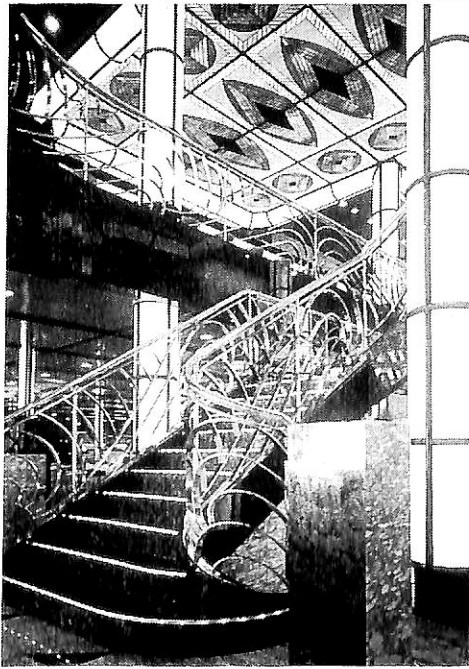
FASCINATION



▲ Hollywood Boulevard  
(The Stars Bar)

Stairs to Imagination ▶  
Dining

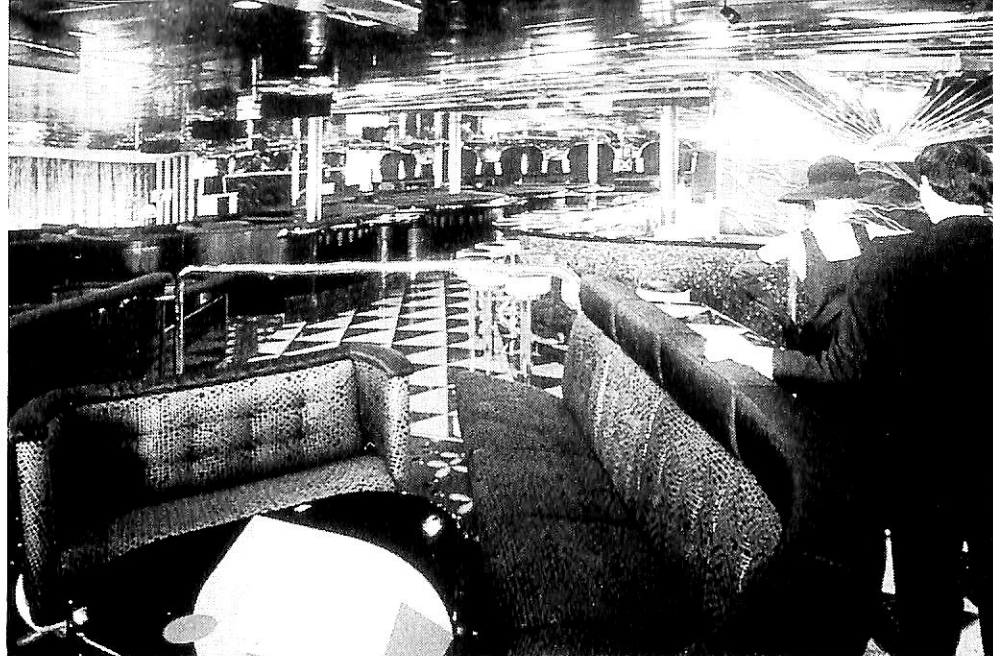
アトランティックデッキの船尾部  
にあり、その主入口、収容客数は  
658名



◀ Tara Library







▲ "Puttin' On the Ritz"  
(Aft. Lounge)  
541名の船客収容の社交場



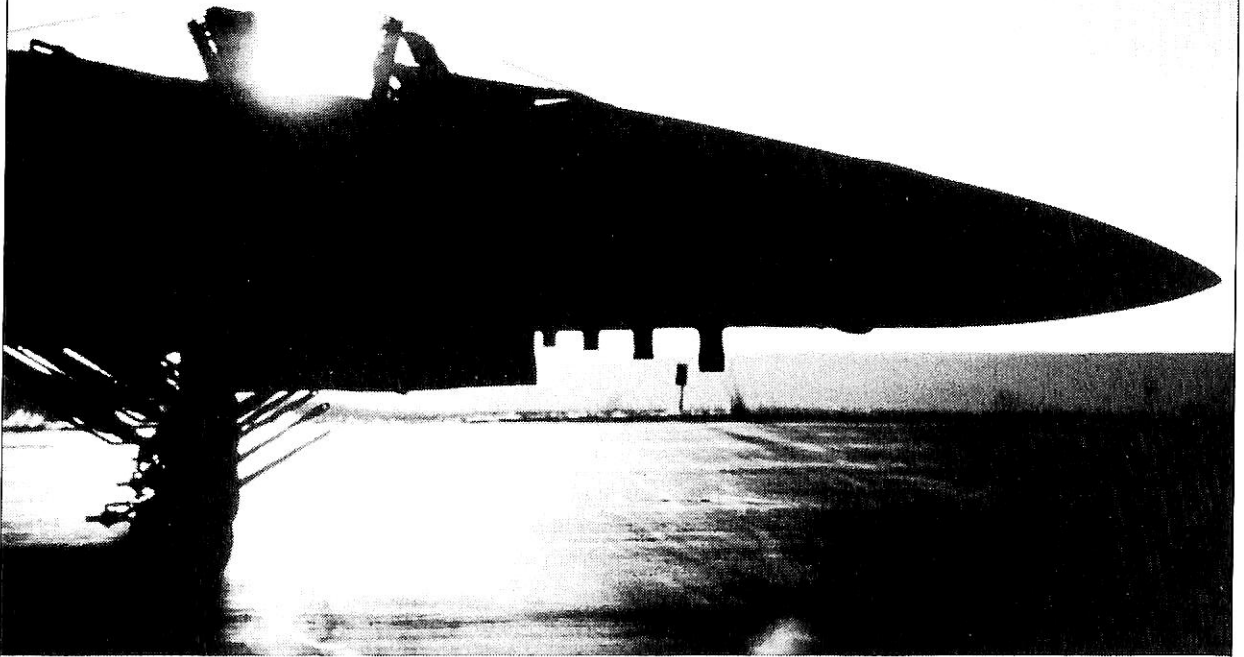
"Casino Royale"▶  
文字通り賭けごとの場、日本船  
にも是非という意向が強いが、  
450名収容



◀ Demi de Luxe  
Suite

Photo : Kvaerner  
Masa-Yards.  
Gero Mylius.

# EPOXO<sup>®</sup> 300C



## アメリカ海軍空母用に開発された 画期的な「スベリ止め塗装材」

### 重負荷に耐える強力2液性

エポクゾ300Cは強力な樹脂及び骨材により構成される重負荷用滑り止めペイントです。アメリカ海軍の全ての空母のフライトデッキ、および90%以上の大型艦のデッキに使用されてきました。また造船工業、一般工業等でも最高のノンスリップ材であることが立証されています。エポクゾ300Cは、今日のアメリカのマーケットで最高の摩擦力と最長の耐久性を有し、過去20年来の実績を誇っています。

### 使用場所の例

船 船……車輻搭載デッキ、ランプウェー、普通デッキ、ヘリデッキ、階段、通路

海洋施設……石油、ガス海上リグ、灯台  
公共施設……空港（格納庫、整備場、貨物取扱場、滑走路）、ヘリポート、  
港湾施設（岸壁、浮標、大型重機設置場所）、  
鉄道（プラットフォーム、改札口、車輛整備場、貨物作業場）、  
駐車場、駐輪場、倉庫、スタジアム、等

### 特 性

1. NK、JG 認定品
2. 骨材入2液性で、コテ、ローラー、スプレーで施工します。
3. 骨材はダイヤモンド級の硬度を持つアルミナです
4. 膜厚は薄くて軽量、しかも塗膜は強力です

## FERROX<sup>®</sup>

### 汎用、扱い易い1液性

米軍空母のフライトデッキ滑り止め用に開発されたフェロックスは、日本国内においても、フェリー、自動車運搬船、客船、タグボート、漁船等各種船舶の甲板を始め、海洋構造物、その他の床の滑り止めペイントとして多くの実績があり、お客様各位よりご好評をいただいております。

取扱代理店



## マルハ株式会社

生産技術部テクノ事業課販売チーム  
〒100 東京都千代田区大手町1-1-2  
TEL.03(3216)0832 FAX.03(3216)0280

お問合せ、カタログ、サンプルの  
御請求は上記へ。

## 12月のニュース解説

米田 博

## 海運・造船日誌

11月17日～12月15日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

11月

17日○海上安全教育審議会船員部会の20条問題小(木) 委員会は、混乗近代化船の深度化(現行8人から6～7人へ) 実験開始のため、混乗近代化船7社・7隻の船舶職員法第20条特例措置を認めた。

18日○運輸省は94年度上期(4～9月) 造船事情(金) を発表した。新造船受注量は国内船17隻27万総トン、輸出船173隻581万総トン、合計190隻、609万総トンで、総トン数で前年同期比2.26倍。輸出船のうち、ドル建て払いが54%。契約船価は6,217億円。高値で推移した91年度と比較するとCGT当たり3割下落した。

21日●政治改革関連3法(300小選挙区の区域を(月) 定める区割り法など)が参院本会議で可決、成立した。

22日○94年度運輸経済年次報告(運輸白書) 発表。(火) 今年のテーマは「国際社会の中で生きる日本～運輸の果たす役割」。

25日●税制改革関連法が参院本会議で可決、成立(金) した。97年4月に消費税率を5%に引き上げ、今年実施された5兆5,000億円規模の所得税・住民税減税は来年以降2年間継続。

28日○海運造船合理化審議会・内航部会は運輸相(月) に94年度から98年度までの内航船の適正船腹量を答申した。

○運輸省とテクノスーパーライナー(TSL) 技術研究組合は、TSLの模型船「飛翔<sup>ひしょう</sup>」

「疾風<sup>はやて</sup>」の実海域試験について中間報告をおこなったが、2タイプとも実船建造について技術的に自信ありとした。

30日○日本船舶輸出組合がロイド資料を基に集計(水) したところによれば94年1～9月の世界主要造船国の新造船受注量は1,798万総トン、シェアは日本45.3%、韓国21.1%。

12月

2日○フィリピンのマニラ湾で内航フェリー「M(金) Vセブシティー」(2,452トン)がシンガポールの貨物船と衝突し、約30分後に沈没した。フェリーの乗員乗客は500人以上とみられているが内296人の救出が確認されている。

5日●東京外国為替市場は1ドル=100円54銭で(月) 終わった。100円台となったのは一か月半ぶり。

○IMO第60回海上安全委員会(MSC)で、SOLAS条約第Ⅲ、Ⅵ、Ⅶ章の改正を審議した。

9日○6日の衆院内閣委員会で可決された「海の(金) 日」を祝日とする国民祝日法改正案が衆院本会議で可決された。次期通常国会に継続審議となった。

10日●新進党が衆参両院議員214人で発足した。(土) 8日に行われた国会議員による投票の結果、初代党首・海部俊樹元首相、幹事長・小沢一郎旧新生党代表幹事。副党首に羽田孜旧新生党党首、石田幸四郎旧公明党委員長、米沢隆旧民社党委員長。

●1994年度のノーベル賞授章式で大江健三郎氏がノーベル文学賞を受賞した。

15日○運輸省は94年交通文化賞の運輸大臣表彰者(木) として稲葉興作・石川島播磨重工業社長など7氏を表彰した。

## 不定期船運賃市況は好調

### 穀物運賃30ドルの大打

このニュース解説では、昔は時々運賃市況の動向に触れていたのですが、近頃は殆ど取扱わないできました。日本海運にとってあまりにも円高の影響が大きいために、少々の運賃市況の好転は、もちろん望ましいことではありますが、それによって日本海運の収益構造が急激に良くなるとも考えられなかったからです。しかしこの間も日本以外のかんりの海運国は結構収支バランスがとれていたのです。ところでこの不定期船市場が最近特に高騰を見せていますので、最近円が1ドル=100円割れの円安傾向もみせていることも加わって、日本海運もいくらか息を吹きかえしてくれるのではないかと期待を込めて、運賃市況の動向を眺めてみることにします。

米国ガルフ～日本のパナマックス（5～8万重量トン）穀物運賃は今年6月にはトン当たり20.50ドルまで下落していましたが、7月に上昇に転じ、8月には26.00ドルをつけました。9月には一旦落ち着きましたが、10月に向けて再び強くなり、11月下旬には30.50ドルを付け、81年に34ドルを記録して以来、13年ぶりに30ドルの大打に乗せました。

不定期船市況は、日本の粗鋼生産回復や欧州の鉄鋼原材料・一般炭需要の高まりから、まず大型船（ケーブ型=15万重量トン前後）が急伸し、続いて、これに引張られる格好でパナマックスも米ガルフ～日本の穀物運賃が好転を維持し、さらにハンディマックス市況も用船料が高進するなど全船種が急伸しました。右図は94年9月までのデータしか入っていませんが、この間の事情を示すバルグキャリヤの備船料の推移です。94年初に10,000ドル/日以下であったケーブサイズの備船料が9月には18,000ドル/日近くまで跳ね上がった

ことを示しています。

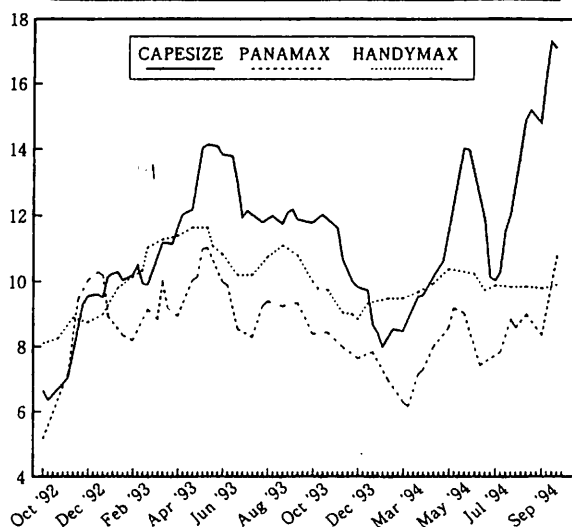
こうした中で、パナマックス穀物運賃は米国出し穀物輸出の増大に加え、①大型船の需要増でパナマックスにも輸送需要の一部が回っている。②ブラジルでの老朽ケーブサイズの沈没事故でパナマックスへのシフトが一部で行われている。—などによって続伸しました。その結果11月下旬成約の5万2,000トン積み（積み時期11月末～12月初旬）は30.50ドルを付けました。

不定期船市況とならんで石油製品タンカーの好調が目立っています。他方、原油タンカーは冬場の需要期にもかかわらず、暖冬の見強しが強まっているせいか、V L C C運賃の上げ足は鈍いようです。

### 「海の日」継続審議に

7月20日を「海の日」として祝日にする国民祝日改正案が12月6日、衆院内閣委員会（田中恒利委員長）に加藤卓二（自民）、山元勉（社会）、江田五月（改革）、の3氏により3党派共同による議員提案として提案され、質疑の後、自民、社会、統

Bulk Carrier Spot Earnings (\$ 000's/Day)



▲ 海運調査月報94年11月号より転載

一会派「改革」の賛成多数で可決され、会期末の9日には衆院本会議で可決されました。本法案は次期通常国会で継続審議となりますが、そこで成立する公算が大きいとされています。

次期通常国会は来年1月20日ごろ招集されるようですが、改めて衆院の内閣委員会と本会議で採決をやり直したうえ、参院の文教委員会・本会議に持ち込まれることとなります。8日に開かれた連立与党の議院運営委員会では次期通常国会の早い時期に成立を期すとの意向で一致したといわれており、長い間の懸案であった「海の日」の祝日制定が今度こそ成立する可能性が強くなりました。成立すれば平成8年(96年)の実施となるようです。

そこで、改めて今日までの関係各界の努力のあとをふりかえてみましょう。

「海の日」祝日化運動は平成3年11月、海事関係7団体が発起人となり、国民の祝日「海の日」制定推進会議を組織してスタートしました。全国規模で世論を盛り上げるため、平成4年、全国12地区に地区推進会議を設置する一方、超党派の国会議員と海事関係事業者で構成する海事振興連盟(原田憲会長)の支援を得て、①運動の母体である推進会議の会員の拡大、②1千万人を目標とする署名運動、③地方議会における意見書の採択-

などの運動を続けてきました。その後推進会議は同運動をさらに幅広い国民運動にするため平成5年3月、名称を国民の祝日「海の日」制定推進国民会議に改め、組織の拡大強化を図りました。その結果、経済4団体や連合が会員に加わったなど「海の日」祝日化運動は急速に国民運動としての広がりを見せ、平成6年10月11日現在、会員数191団体、署名獲得数1,038万人、地方議会の意見書採択数2,261議会(採択率68.9%)に達しました。推進国民会議は平成6年6月、署名数が1千万人を突破したのを機に、その署名を総理府に提出し、国会、政党関係者に強力な要請活動を展開してきました。

今回、「海の日」祝日化運動が国会審議に結実したのは、こうした国民世論の盛り上がりが大きな力になったといえます。

### 内航船の適正船腹量

海運造船合理化審議会・内航部会(真島健部会長)は11月28日、亀井静香運輸大臣に94年度から98年度までの各年度ごとの適正船腹量を答申しました。海造審は運輸大臣の諮問を受けて毎年5年間の適正船腹量を答申していますが今回の答申内容は次表のようになっています。

すなわち、内航船舶の主力船舶である貨物船の94年度の適正船腹量は164万2,000総トンで、これを現有船腹量(94年6月30日現在)と比較しますと3万5,000総トン過剰で過剰状態が96年度まで続き、97年度から不足ははじめます。

前回とくらべますと、景気が回復期に入り、内航の荷動きにも明るいきざしがみえてきたことから今回は適正船腹量も上方修正されました。

94—98年度の内航適正船腹量(単位・千総トン)

船種	現有船腹量 (94.6.30現在)	適正船腹量				
		94年度	95年度	96年度	97年度	98年度
貨物船	1,677	1,642 35	1,658 19	1,672 5	1,686 ▲9	1,700 ▲23
セメント専用船	440	441 ▲1	448 ▲8	455 ▲15	462 ▲22	470 ▲30
自動車専用船	172	157 15	161 11	164 8	167 5	171 1
土・砂利・石材専用船	437	387 50	391 46	400 37	417 20	420 17
油送船	971	979 ▲8	951 20	967 4	968 3	981 ▲10
特殊タンク船	278	278 0	282 ▲4	285 ▲7	289 ▲11	293 ▲15

注：下段の数字は94年6月30日現在の現有船腹量を基準にした過剰船腹量

出所：94年11月29日付 日本海事新聞

## 年頭所感

社団法人 日本造船学会会長

小山 健夫

平成7年を迎えるにあたり、謹んで新春のご挨拶を申し上げます。

一昨年、長期にわたる世界一の造船国としての地位を受注量において韓国に明け渡すというショッキングな事態を経て、昨年は経営内容はともかくとして少なくとも量的には十分な受注量を確保することができました。急速な円高のもと懸命な努力を重ねておられる造船業を支える皆様に心からの敬意をお伝えしたいと存じます。

製造業全般が未曾有の困難に直面しておりますが、日本という国を支えるものは製造業しかないという事実が変わりはありません。船による輸送はこの製造業を支えており、想像可能な範囲にわたる将来においてその重要性が失われることはありません。昨年9月ブレーメンで開かれたI C C A S (造船におけるコンピュータ利用の国際会議)でも、E U代表者の特別講演でヨーロッパにおける造船業の重要性が強調されていたことが印象的でした。彼等の主張は造船業という極めて複雑な製造業は、21世紀を代表するハイテク産業であるというものです。一時もてはやされた電子機器など、いわゆる高付加価値製品の製造拠点がつぎつぎに発展途上国に移りつつある中、高度技術の集積が必要な大規模システムの製造こそが先進工業国の役割であるという認識が深まりつつあります。多くの製品の経済的寿命が短縮化する中で、船のように将来が保証されている製品は極めて稀であるといえます。多くの困難がこれからも続くでしょうが、人類が必要とし、我々もそれを造ることに喜びをもてる船をこれからも大切に行きたいと思えます。

日本造船学会は造船技術者がその技術を相互に切磋琢磨するための団体です。造船に必要な基礎



技術に磨きをかけるべきことは当然ですが、総合技術としてのプロジェクト的研究開発に大きな夢を託すことはやはり素晴らしいことです。最近の数年間、我々はこの意味で大きな夢を共有することができました。

T S Lの開発は最終年を迎え、飛翔、疾風の実海域模型船が完成し、予定どおりの性能を発揮することが確認されました。T S L開発の当初、各社共同開発を実施するためには、不可能に近い開発目標を掲げなければならないという意見があったことを覚えています。開発可能性が見えているプロジェクトではノウハウの調整ができないという議論です。これを思えば、T S Lそのものの成果と共に、高い目標を立て参加者が一致団結して取り組めば大きな成果が得られるという経験を久しぶりに共有できたことは、造船技術者にとって極めて大きな収穫であったといえましょう。

同時に、我々造船技術者は狭い技術の世界の中に閉じこもり、社会が我々に何を望んでいるかについて鈍感であったことも体験しました。一般論として、T S Lは経済性が悪く高船価な船と言えます。しかし、モダシフトの要請の中、T S L開発プロジェクトは思いもかけないほどの歓迎を受けました。社会はこのような船を待ち望んでおり、そして多くの造船技術者はその要請にあまり気付いていなかったということ素直に反省すべきでありましょう。

A D D(高信頼度船用推進プラント)の開発も成功を収めました。長年の間期待された「日の丸エンジン」が、極めて高度な4サイクル中速ディーゼルエンジンとしてようやく製品化されたこととなります。耐磨耗、防熱セラミックス、電子制御のメカトロバルブの採用などに加え、高出力率の

実現、細部にわたる徹底的な構造解析技術による軽量化に成功しています。試運転結果では目標の高信頼性は十分に確認されていますが、エンジン市場の特性からして顧客の信頼を得るためにはこれからのさらなる努力が必要です。

次世代造船システムの基盤技術として期待されている造船CIMSの開発も平成5年度をもって一応の区切りがつけられました。CIMSは情報技術であり、日々それを改良発展させるべき性格のもので、ある時点をもって終了ということにはなりません。現在各社において、この成果を参照しつつ実際のシステム構築に鋭意努力が続けられています。成果物である「フレームモデル」は設計書であるとはいえ、その作成過程では基礎的な概念について、実際にプログラムを作成しながら検証が行われています。このプロジェクトで提案された概念は極めて先進的なものであり、他業界からも注目されており、従って、実際の裏付けを持った高度な開発のフレームワークが得られたという評価ができると思われまます。

これら大きなプロジェクトが成功裡に終了した今日、つぎに行うべきものは何かということが話題になります。一昨年末の運輸技術審議会で行われた内容については、既に当時の戸田局長が昨年の本誌の年頭所感で紹介されており、大きなプロジェクトとしては、新形式船用電気推進システムの開発が開始されており、今年度からは浮体式大型海洋建造物の開発が、鉄鋼業界、建設業界等との協力の下に、文字どおりの大型プロジェクトとして発足することが予定されています。

これら大型プロジェクトと並んで、これからの船舶技術の中心として見落としてはならない動きがあります。昨年IMOはISM(International Safety Management)コードを採択し、これが今年秋から実施される予定となっています。

ISMコードの最大の特徴を一言でいえば、これまで船長に委ねられていた安全運航の責任が組織としてのCompanyに移ることです。新し

い制度の下では、船の安全運航は陸上システムと船上システムにより分担して確保され、従って船長はCompanyの責任の一部を負うということになります。Companyは独自にSMS(Safety Management System)を構築し、適切な認定機関からその妥当性の認定を受けなければなりません。

従来の伝統から見ると正に革命的な変化が起きつつあるといえます。これまでの運航の安全性に関わる考え方を根底から再構成しなければなりません。即ち、ハードとしての船はClassにより、ソフト面はSMSにより安全性が保証されなければなりません。この枠組みの中で従来の技術の見直しが求められています。運輸技術審議会の答申では、先進安全船というテーマでこれに関連するテーマが取り上げられています。

日本造船学会は個人としての造船技術者が互いにその技術を切磋琢磨することを基本においた社団法人です。従って学会が直接的にこのような大きなテーマに取り組むことはありません。しかし、技術の根源はその分野に携わる技術者の中に存在するものです。個々の技術者が独断に陥らず、広い視野をもって自己の技術を磨くこと、学会としてはそのための環境を整えることが最大の使命と信じております。

その意味では国際性という言葉がとくに最近重要な意味を強めています。1997年には創立100周年を迎えますが、今年9月に予定しているMAR IENV(海洋環境保全の国際会議)を始めとして、秋にはInternational Journalの発刊、97年にはOMAE、ICCA Sの両国際会議の開催などを予定しております。関連各位のご協力をお願い申し上げます。

最後になりますが、来年からは海の記念日が国民の祝日になるといううれしいニュースも入ってきました。これを機会に、平成7年が船と海に関わる我々のコミュニティにとって、素晴らしい飛躍の年となることを祈りまして年頭のご挨拶いたします。

● 新造船紹介

新世代型 125,000 m<sup>3</sup>積み

## LNG運搬船“LNG VESTA”の概要

三菱重工業株式会社 長崎造船所  
造船設計部

### 1. はじめに

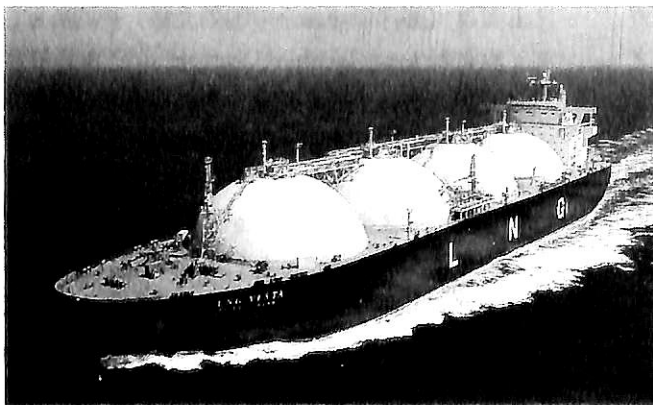
本船は、インドネシア・バダックFトレインプロジェクト向けに、東京エルエヌジータンカー㈱、大阪商船三井船舶㈱、大阪ガスインターナショナルトランスポート㈱、日本郵船㈱、東邦エルエヌジー船舶㈱、飯野海運㈱より注文を受け、当社長崎造船所にて建造した125,000 m<sup>3</sup>型LNG運搬船である。平成2年12月25日契約された後、平成4年11月20日竣工、平成6年6月30日に船主へ引き渡された。

本プロジェクトはインドネシアのカリマンタン島東岸にあるバダック基地に新設されたF系列に対応し、日本の東京ガス、大阪ガス、東邦ガスの3ガス会社向けに年間約200万トンの天然ガスを供給するプロジェクトである。本プロジェクトに投入されるLNG船は2隻発注され、第1番船は川崎重工業㈱坂出工場にて建造され平成5年3月30日に引き渡された“エルエヌジー フローラ”であり、本船は第2番船となる。

当社はこれまで、西豪州プロジェクトおよびバダックⅢプロジェクト向けに、在来船と比べ技術の新規性と経済効果の両面で抜きん出た“新世代LNG船”を設計・建造してきたが、“LNG VESTA”はこれら“新世代LNG船”の設計思想を継承しながら、更に合理的な仕様と最新の技術を織り込んだ設計を行っている。

以下本船の概要を紹介し、参考に供したい。

本船の外観を図1に示す。



▲ 図1 “LNG VESTA”の外観

### 2. 主要目

#### 船 級

日本海事協会, NS\* “Tanker, Liquefied Gases, Maximum Pressure 0.025 Mpa and Minimum Temperature -163 °C Type II G”, MNS\*, & M0・B  
適用法規

船舶安全法および関係法令, その他日本船舶として必要な法令

海上人命安全条約(1974年) (1978年議定書, 1981年及び1983年条約改正(含む国際ガスキャリアコード)を含む  
海洋汚染防止条約(1973年) (1978年議定書を含む)

USCG液化ガス運搬船の外国籍船に対する規則  
国際海上衝突予防規則(1972年), 他

#### 船 型

平甲板型船尾機関船

#### 主要寸法

全 長	272.00 m
垂線間長	259.00 m
幅 (型)	47.20 m
深さ (型)	26.50 m
夏期満載喫水 (型)	11.43 m
計画喫水 (型)	10.85 m

#### 載荷重量およびトン数

載荷重量 (11.43 mにおいて)	68,522 t
総トン数 (国際)	105,708
純トン数 (国際)	31,712

#### 容 積

貨物タンク容積(-163 °Cにて)	127,547 m <sup>3</sup>
バラスタック容積	54,840 m <sup>3</sup>
燃料油タンク容積	3,919 m <sup>3</sup>
清水タンク容積	825 m <sup>3</sup>

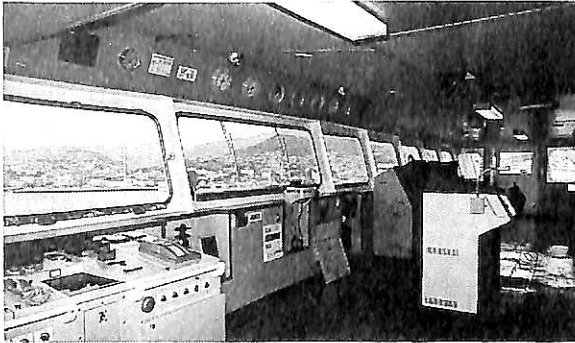
#### 主 機 関 三菱 蒸気タービン

連続最大出力	32,000 PS×85 rpm
常用出力	32,000 PS×85 rpm

#### 主ボイラ 三菱 水管ボイラ

最大蒸発量	50,000 kg/h/基
常用蒸発量	45,300 kg/h/基
加熱蒸気条件	59.5 kg/cm <sup>2</sup> g × 525 °C





▲ 操 舵 室

### 速力および航続距離

航海速力	19.3kn
航続距離(重油専焼ベース)	約9,000 浬

### 乗組員

職員 11名, 部員 18名, 職員予備 5名, パイロット 1名, 部員予備 4名, ワーカ 6名	計 45名
---	-------

### 貨物格納設備

カーゴタンク	型式	モス球形タンク方式
	数×寸法	4×直径39.46 m
	材料	アルミニウム合金
タンク防熱		パネル方式
		フェノールレジンフォームとポリウレタンフォームとの複合パネル

ボイルオフ率	0.15%/日
--------	---------

### 貨物部主要機器

カーゴポンプ	1,400 m <sup>3</sup> /h×135 mTH	8台
スプレーポンプ	40 m <sup>3</sup> /h×135 mTH	4台
ハイデューティコンプレッサ	20,000 m <sup>3</sup> /h	2台
ローデューティコンプレッサ	6,200 m <sup>3</sup> /h	2台
B O G, ウォームアップヒータ	1,500,000 kcal/h	2台
L N G 蒸発装置	18,000 kg/h	1台
強制蒸発装置	3,400 kg/h	1台
イナートガス発生装置	11,000 N m <sup>3</sup> /h	1台
N <sub>2</sub> 発生装置	20 N m <sup>3</sup> /h	6台

## 3. 本船の特徴

本船の主な特徴は次の点である。

### (1) 球形タンク方式

本船のL N GタンクはI G Cコードの独立タンク方式タイプBを適用し, L N Gタンク並びにこれを支持するスカート部はモス方式を採用している。本方式は, 安全

性・信頼性に優れた下記特徴を有している。

- 球形のため高精度のタンク構造解析が可能である。
- 球形のためスロッシング衝撃圧が小さい。また, 高圧に強く, ポンプ故障時には圧力揚荷が可能である。
- タンク容積当たりの表面積が最小で外部防熱であるため, B O R (ボイルオフ率) 低減が容易である。
- タンク形状構造がシンプルであるため, 高い溶接品質を保持できる。
- 球形タンクのため, スラック積みができる。同じくガスオペレーションが容易である。
- タンク形状構造より, 衝突座礁時の安全性が高い。
- タンク形状構造がシンプルであるため設計建造面で信頼性が高く, タンクの保守点検は本質的に不要である。
- タンクを支持する円筒形スカートはA S M Eの原子炉基準に沿った設計を行っており, タンク支持の目的に加え, タンクの熱伸縮の吸収, タンクへの船体応力の流入防止, 船体強度増大の機能を果たしている。

### (2) 4タンク船

カーゴタンク数は西豪州プロジェクト船と同様に4タンクとし, 5~6タンク船に比べてタンク管理・保守が容易かつ経済的なものになっている。同時に, タンク数の減少に伴って, タンクの内容積に対する表面積が減少するので, B O Rの低減に寄与している。

### (3) 自動制御システムによる安全性

21世紀にふさわしい自動制御システム(トータルB O G, ボイラ燃焼, カーゴポンプ自動発停, H / Dコンプレッサ自動運転等)を採用し, 安全性, 省人化に寄与している。

### (4) 低B O Rによる効率的なL N G輸送

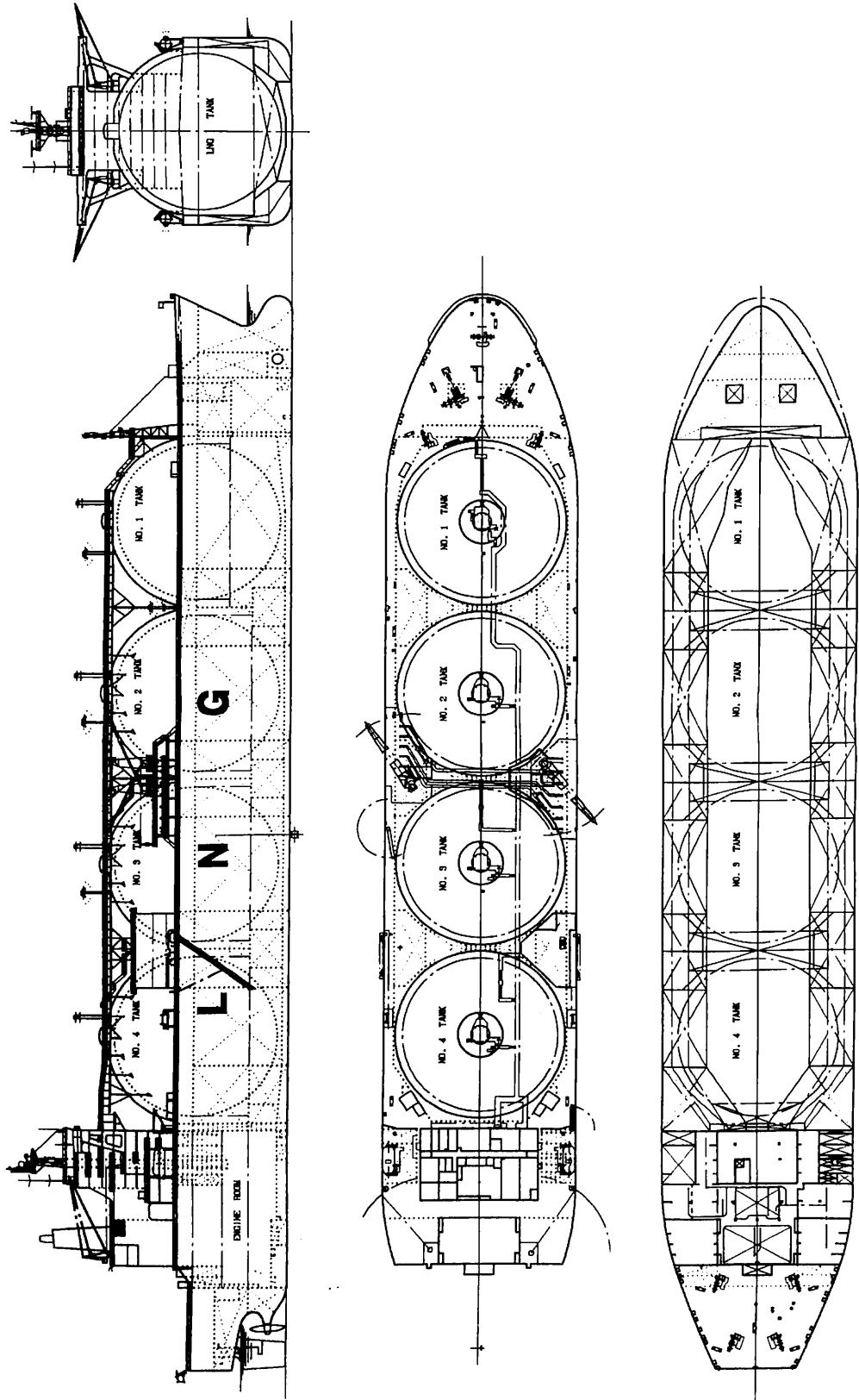
体積あたり最小の表面積である球形メリットを享受しつつ, 効果的なサーマルブレーキおよび若干の防熱増厚により, 低B O R 0.15%/日 を達成している。

### (5) 防食・レスメンテナンス対策

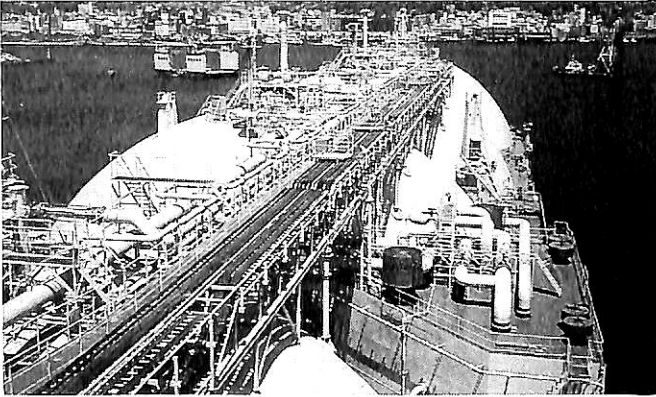
バラスタタンクは, 高仕様塗料とバックアップアノード併用とした, 長期耐用仕様としている。諸管材質は耐食, 省メンテナンス仕様とするとともに, 暴露部ボルトナットは, ステンレス鋼を採用。また, 貨物液ラインのバルブは可能な限り溶接型とし, 暴露低温管には耐食性を考慮している。

### (6) 強制蒸発装置による経済性

低B O Rとの組み合わせにより, 低速運航時の余剰B O G (ボイルオフガス) 発生を回避し, しかも高速運航の際の追焚き燃料は, 強制蒸発装置でガス燃料を賄うことが可能である。本システムにより, 実勢価格に応じ, B O G, 重油のいずれも燃料として自由に選択でき, 運航



▲ 図2 125,000 m<sup>3</sup>型LNG運搬船“LNG VESTA”一般配置図  
三菱重工業・長崎造船所建造



▲ 図3 船橋からの見通し

経済性に大きく貢献している。

#### (7) 複数基地との整合性

インドネシア・バダック以外の基地対応を考慮し、12港の相互に異なる基地との整合性を有している。

積地：インドネシア，マレーシア，豪州

揚地：日本，韓国，台湾

#### 4. 基本性能 / 一般配置

(1) 船型は、推進性能、操縦性能、耐航性能および主要基地との整合の面で確認のとれた西豪州プロジェクト船型を採用。但し、高速化に対応し、主機を高出力化している(MR 23,300 PS→32,000 PS)。更に、バウスラスタを装備し港内操船性能の向上を図っている。

振動面では、局部振動も含めて3次元FEMによる振動解析および疲労強度解析を実施し、構造設計を行った。

(2) 本船の一般配置を図2に示す。船体は7枚の横置水密隔壁で仕切られ、船尾に機関室および船橋を有し、貨物区画には4個の球形タンクを搭載し、その前部に前部ボイドスペース、前部バラスタタンク、バウスラスタ室を配置している。貨物区画は球形タンク保護のため、二重底および二重船殻構造とし、二重底内と上甲板下左右舷の二重船殻内にはパイプパッセージを設け、暴露回避と保守点検性の向上を図った集中配管・配線がなされている。また、球形タンクの間には、二重船殻内と二重底上部にバラスタタンクを設けている。二重船殻部のバラスタタンクはストリッピング性能の向上を図ってディーパタンクとし、二重底上部のバラスタタンクはバラスタ航での動揺を軽減すべくトランスバースタンクとしている。燃料油タンクは機関室付近のみに設け、操作性、保守性の向上を図った。

貨物タンクを保護するタンクカバーは独立半球型とし、風圧力軽減と上甲板上左右舷の交通の便を図った。タン

クカバーの上部にはフライングパッセージと称する直線状の通路を設け、居住区内貨物制御室～フライングパッセージ～貨物機器室～上甲板の間の交通性を配慮した。また、フライングパッセージの両側には、直線方式による貨物用配管・配線を行い、保守点検を容易にしている。

船橋の見通しについては、居住区高さを調整することにより、IMOガイドラインの条件を満たすと共に、タンクカバー上の艀装品配置についても視界を遮らぬよう充分な配慮を行った配置としている。船橋からの見通しを図3に示す。

カーゴマニホールドは、No.2～No.3貨物タンク間の上甲板上両舷に、貨物機器室はNo.3～No.4貨物タンク間の右舷に、また居住区操舵室の直下には貨物制御室が設けられている。

その他、本プロジェクト外の基地との汎用性を考え、サイドフラット長さや係船装置、貨物取扱装置等の適切な配置により、複数の基地との整合を図っている。

#### 5. 貨物格納設備

本船は、ほぼ大気圧(最大0.255 kg/cm<sup>2</sup>g, 最小0.05 kg/cm<sup>2</sup>g)のもとで比重0.50以下、温度-163℃以上のLNGを積載できるよう設計されている。

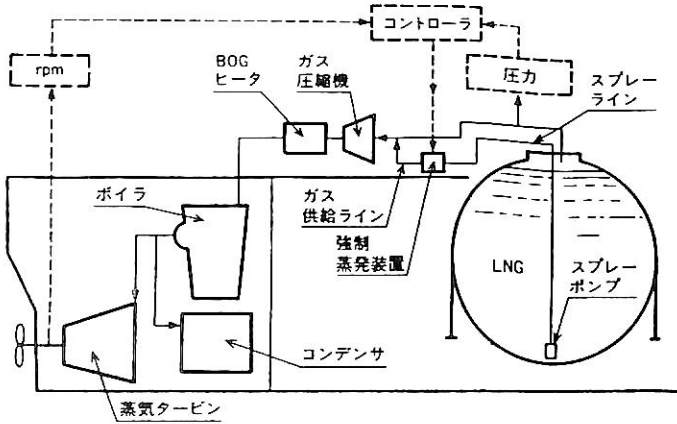
LNGタンクはモス球形タンク方式から成り、従来船に対して次の改善を行っている。

- (1) タンクとパイプタワーの上下方向の変形に対してパイプタワー下部を柔構造とし、応力集中を防いでいる。
- (2) 低BOR達成のため、スカート部からの侵入熱を減少させることを目的として、アルミ合金と低温用鋼の間にステンレス鋼(いわゆるサーマルブレーキ)を採用すると共に、水平リング防撓方式のスカート構造としている。これは迅速なクールダウンにも有効である。
- (3) スカートのアルミ合金とステンレス鋼の接合部には、低温特性の良いアルミ合金/チタン/ニッケル/ステンレス鋼の爆着による複合材を挿入している。

#### 6. 防熱

本船のタンク防熱はパネル方式を採用している。すなわち、本船仕様のBOR 0.15%/日に合わせて、防熱厚さが215 mm、長さ1,200 mm、幅900 mmのフェノールレジンフォームおよびポリウレタンフォームの二重構造の防熱パネルをスタッドボルトで球表面に取り付けている。防熱表面はアルミシートにより保護されている。

防熱パネルは工場内で製作し、安定した品質を確保すると共に、船上工事においても品質管理を徹底し、実液



▲ 図4 強制蒸発システム ボイロオフレートを低く抑え低速航行時の余剰ガスを極小化する一方、高速航行時に不足する燃料ガスは本システムにより強制的に発生させる。  
Forcing boil-off gas system

使用によるガステストにおいてコールドスポットが皆無であることが確認された。

また、部分二次防壁として、二重底上に1個のドリッパンパンを装備している。

### 7. 貨物取扱設備

LNGは可燃性の高い超低温の貨物であるので、貨物取扱設備は超低温に適する材料、熱伸縮の吸収、漏洩防止など安全性を第一にしなが、操作性と長期にわたる高信頼性を得よう設計されている。

#### (1) 強制蒸発システム

強制蒸発システムは概念図を図4に示すように、従来の貨物部配管系に強制蒸発装置を付加したものとしている。強制蒸発装置は、熱源に蒸気を使用したシェル/チューブ形式の熱交換器であり、発生ガスの温度制御用にLNGのスプレー装置を持つ。定格容量は、運航形態上ガスを最も必要とするバラスト航行時の必要最大量を賄えるものとしている。

満載航行時は、主機デマンドに応じBOGが不足すれば必要差分を本システムにより供給する。バラスト航行時は、夜間当直を避けるために昼間のみ貨物タンク低温保持のためのスプレー作業と併用して本システムを運転し、余剰ガスを発生させて貨物タンク内に蓄圧し、夜間の使用にあてることも可能である。

このバラスト航行時の運用法は、球形タンクがかなりの内圧に耐えられるという利点を活用したものであるが、蓄圧量は当然ながらタンク

許容圧以下に抑えられる。ガス専焼の場合は、夜間の主機最大出力がタンク内蓄圧量で制限されるので、本システムの昼間運転終了時までには、設定圧まで蓄圧されるよう毎昼間ごとに強制蒸発の制御を行う。

このように、本システムの採用により、その時時の状況に合わせて燃料選択の最適化が図られ、経済的運航を可能としている。

#### (2) 貨物配管

暴露部配管は防熱部SUS 304 L、非防熱部SUS 316 Lを使用し、カーゴタンク内はアルミ合金(5083-0)を使用している。ショアマニホールド付近を図5に示す。

配管継手については、原則として、液ラインは溶接継手、ガスラインはフランジ継手としている。ただし、液ラインについては、異材との接合、また、保守・修繕上の必要に応じてフランジ式としている。

パッキンはグラファイトを基本材料としたグラフォイルボルテックス、または、グラフォイルシートを使用している。

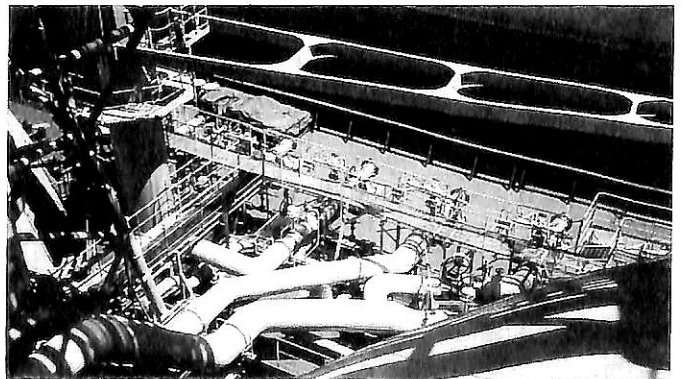
低温配管は、フライングパッセージ横に、船首尾方向の直管ヘッダ方式を採用し、伸縮吸収のため要所に高信頼性のペローズ型継手を設け、配管および管防熱の応力低減に寄与している。

配管・電路等を全てフライングパッセージに隣接させて敷設しているため、検査・保守が容易である。

#### (3) カーゴポンプ

貨物は各タンク底部に設けられた2台の電動サブマージ型カーゴポンプにより揚荷される。

また、航海中のクールダウンならびに強制蒸発用としてタンク底部にスプレーポンプを各1台設け、強制蒸発システムの重要な構成要素となっている。



▲ 図5 ショアマニホールド付近

さらに、万一あるタンク内のカーゴポンプが2台とも故障した場合のために、そのタンク内を加圧し、貨物を他のタンクに移送する圧力揚荷方式を採用している。

#### (4) 安全対策

本船には、ドック後のイナートガスバージ作業に使用したり、揚荷時タンク内圧の減少を防ぐための陸上からのガス供給が不可の場合LNGの一部を蒸発させタンク内に供給する、LNGベーパーライザーを1台搭載している。LNGベーパーライザーはカーゴポンプ不稼働の際の圧力揚荷用としても使用される。

また、大容量のイナートガス発生装置が機関室内に装備され、入出渠時タンク内の爆発雰囲気避けるためイナートガスをタンク内に送り、空気と置換させている。

さらに、N<sub>2</sub>ガスをタンクとカーゴタンクの間のアニュアランススペース内に充填し、航海中に補充を行ったり、またコンプレッサのシール部にN<sub>2</sub>ガスを充填するためのN<sub>2</sub>ガス発生装置を6台装備している。

LNG輸送中タンク内に発生する蒸気ガスによるLNGタンクの過圧を防止するために、パイロット式圧力逃がし弁を各タンクのドームトップに設け、万一許容値を超える場合には、タンクカバー上に設けたベントライザーを通し、放出できるようにしている。

ホールド内の圧力が過大/過小になるのを防ぐため、ホールド安全弁装置としてパイロット式圧力逃がし弁が設けられ、LNGタンクを過大外圧より保護するためにLNGタンク/ホールド差圧安全弁を設けている。

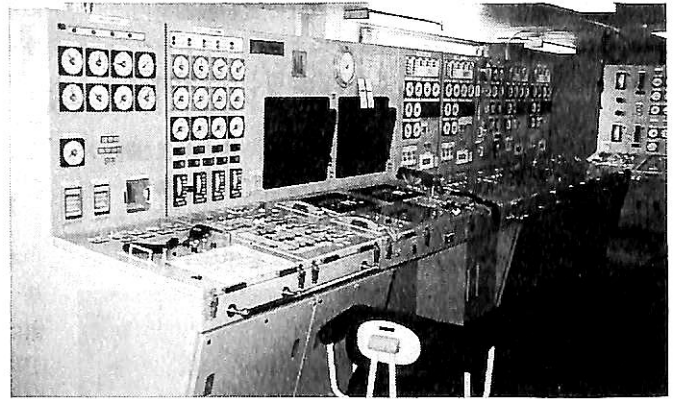
カーゴマニホールド弁、貨物ポンプおよびコンプレッサなどの貨物取扱い機器は異常事態発生時に備え、自動緊急遮断設備が設けられており、万一の火災、LNGタンクの高液位、船体異常変位などが発生した時に自動的に緊急遮断できるように安全が講じられている。

#### (5) 貨物部計装および制御装置

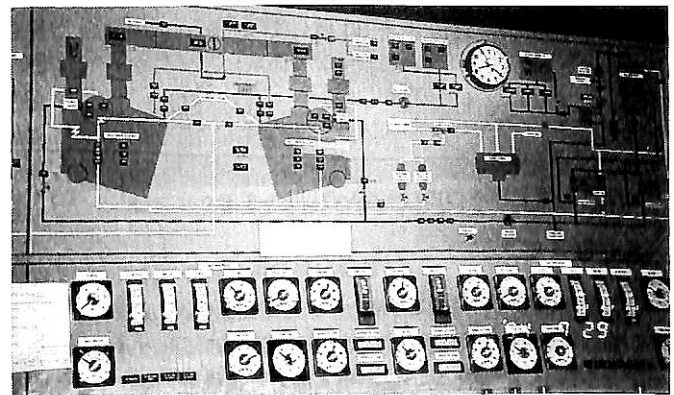
居住区内の操舵室直下に集中制御室を設け、荷役状況の監視、主要機器の制御、主要弁の遠隔制御が行えるように荷役制御盤等が装備されている。貨物制御室を図6に示す。貨物計量用および監視用機器は次の通りである。

##### i Custody Transfer System (CTS)

貨物に関する情報の集中管理を行うためのCTSが設けられている。CTSは、貨物タンク内に設けられた液面計、温度計、圧力計からの情報を中央制御室に設けら



▲図6 貨物制御室  
(操舵室直下の居住区内に設けられている)



▲図7 機関制御室  
(機関室内 2nd Deck上に設けられている)

れた制御ユニット、CTSプロセッサに取り込み取引貨物の計量等に使用される。

##### ii カーゴモニタリングシステム

カーゴモニタリングシステムは荷役オペレーションに関して、安全上特に重要な機器の作業状況および各種センサーによる計測点の温度、圧力、液面レベル等の測定値を常時監視し、Loggingを行い、また必要に応じて警報の発令、荷役制御盤に組込まれたCRT画面への表示を行う。

##### iii バラストコンソール

バラストオペレーションに関して、荷役制御室に独立して装備されたコンソールにて制御および監視を行う。

## 8. 機関部

本船は主推進装置として、ガス/重油混焼方式の三菱船用ボイラ2基および最大出力32,000 PSの3段給水型三菱船用蒸気タービン1基を装備している。

航海中に発生するBOGは上甲板上の貨物機器室内に設けられた電動ガスコンプレッサにより、ガスヒータを介し、機関室内に送られ、ボイラの燃料として使用される。

ボイラは従来のガス/重油混焼に加え、港外および港内モードでガス専焼ができるようになっている。また、燃焼制御装置(ACC)はコンピュータ制御により、カーゴタンク内圧を一定に保ちながらガスを燃焼するトータルBOGシステムを内蔵したものとなっている。

主機関は機関室内の2nd Deckに配置された機関制御室より遠隔操作できる。更に、通常航海中の機関の無人運転が可能である。図7に機関制御室の制御盤を示す。

本船の機関室内の配置は、船側の狭隘部を空所(機関室容量の30%)とする方形エンジンルーム構想により、関連する補機器を中央部に集中配置して管・交通・通風装置・消火装置の合理化と船殻構造の簡素化を図っている。

また、プロペラシャフト船体貫通部には油による海洋汚染の危険性がないエアシールシステムを採用し、環境への配慮を施したものになっている。

## 9. 電気部

電源装置として、2,500kWターボ発電機2台、1,200kW補助ディーゼル発電機、250kW非常用ディーゼル発電機を各1台装備している。出入港時と荷役時にはターボ発電機2台を使用し、その他はターボ発電機1台により必要電力を供給できる。

またSOLA S-88改正により1992年2月1日に発効になったGMDSS(全世界的な海上遭難安全システム)

に合致する無線通信装置を装備しており、安全航行に寄与するスピーディで正確な情報交換を可能にしている。

船首係船甲板およびマニホールドのようすは、テレビカメラにより船橋および貨物制御室から監視できるものとなっている。

## 10. レスメンテナンス対策

本船は、20年以上の就航を目指すメンテナンス思想に基づき、数多くの対策が講じられているが、その主要な点は下記の通りである。

- (1) バラストタンクおよび船体の防食対策として、ライフサイクルのミニマム化を目指した塗料および電気防食の採用。
- (2) 甲板上の配管は、20年間のメンテナンスフリーを考慮し、耐食ステンレス鋼など耐食性の高い材質を採用。
- (3) 回転機の振動検知、タンク検査用ブーム等の設備管理の充実。
- (4) ドライエアー雰囲気における容易なタンクの保守、点検を達成。

## 11. おわりに

本船性能・品質は海上試運転、東京ガス(株)袖ヶ浦基地におけるガステストに加え、実際の積荷航海において、その優れた性能が実証されている。

また本船は、当社における多数のLNG船の技術に加え、設計・建造にあたって、各種の経験・知見を保有するガス会社、運航会社、関係官庁、船級協会ならびに船用メーカー各位の協力のもとに建造することができた。

ここに、改めて深く感謝する次第である。

## ● 新刊紹介

### 研究者たちの海

神奈川大学理学部長・東京大学名誉教授

寺本俊彦 編著

四六判・248頁・定価2,200円(税込)・〒360円

地球表面の7割を占める海。海は多くの生命をはぐくみ、また地球環境にも多大な影響を与える。海洋汚染や異常気象等の環境破壊がとりざたされる現在、海を知り、海洋の実態を把握することは大変重要なことといえる。

本書は、その海を理解し、海洋への興味を深めるために、海の研究・調査や海洋に関する業務の第一線で活躍する49名の専門家が、それぞれの立場から海洋について

のエッセイを執筆したものである。

その内容は、・海を測り、海を探る ・海の仕組み、海の現象 ・海の利用、海の資源 等をテーマに最先端の海洋観測技術や海流、地震、火山活動等の海洋のメカニズム、資源開発や漁業との結びつきなど多岐にわたり、それらをわかりやすく、54の短編におさめている。

海の研究者たちの面白く役立つ話。一読に値する本である。

(株)成山堂書店 Tel 03(3357)5861 Fax 03(3357)5867  
〒160 東京都新宿区南元町4-51(成山堂ビル)

## ● 新造船紹介

# アル ハズナ 135,000m<sup>3</sup>積みLNG運搬船 “AL KHAZNAH” の概要

— 4隻シリーズの第1船 —

三井造船株式会社 船舶・艦艇事業部

## 1. はじめに

本船は Abu Dhabi National Oil Co. (アブダビ国営石油株式会社) より注文を受けた4隻シリーズの135,000 m<sup>3</sup>型LNG運搬船の第1番船であり、当社千葉工場にて建造され海上試運転、ガステストを経て平成6年7月29日引き渡しが行われた。

このシリーズは当社が主契約者となり、うち2隻を川崎重工業㈱、三菱重工業㈱にそれぞれ建造委託する形態を取った。また設計図面についても詳細図/生産設計図面も含めて両社に供与することにより細部に至るまで姉妹船となるよう配慮された。

本船は姉妹船とともにアブダビのガス島より東京電力㈱の富津、袖ヶ浦および東扇島基地向けに年間230万トンのLNG輸送に従事することになっている。

以下に本船の概要を紹介し参考に供したい。

## 2. 主要目

### (1) 船 級

Det Norske Veritas (DnV) + 1 A 1 Tanker  
For Liquefied Gas, E0, W1-OC, Ship Type 2G  
(-163℃, 500 kg/m<sup>3</sup>, 0.25 bar)

### (2) 主要寸法

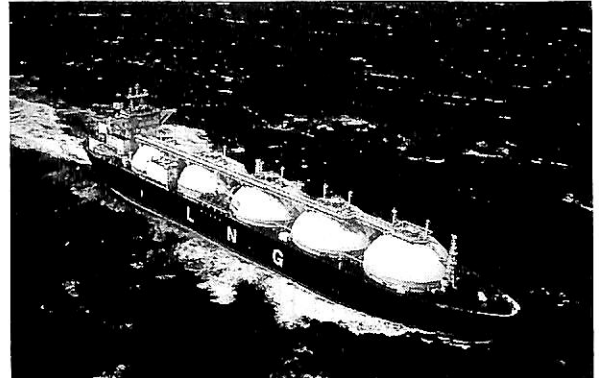
全 長	293.00 m
垂線間長	280.00 m
幅 (型)	45.75 m
深さ (型)	25.50 m
計画喫水 (型)	10.95 m
満載喫水 (型)	11.25 m

### (3) 載荷重量およびトン数

載荷重量 (11.25 m)	71,543 トン
総トン数 (国際)	110,895 トン
純トン数 (国際)	33,269 トン

### (4) 容 積

貨物タンク	137,736 m <sup>3</sup>
(-163℃, 100%)	
バラスタタンク	62,617 m <sup>3</sup>
燃料油タンク	6,364 m <sup>3</sup>



▲ タンク数5のLNG運搬船“AL KHAZNAH”

### (5) 速力および航続距離

航海速力	19.65 kn
航続距離 (重油専焼にて)	15,340 浬

### (6) 貨物タンクおよび防熱

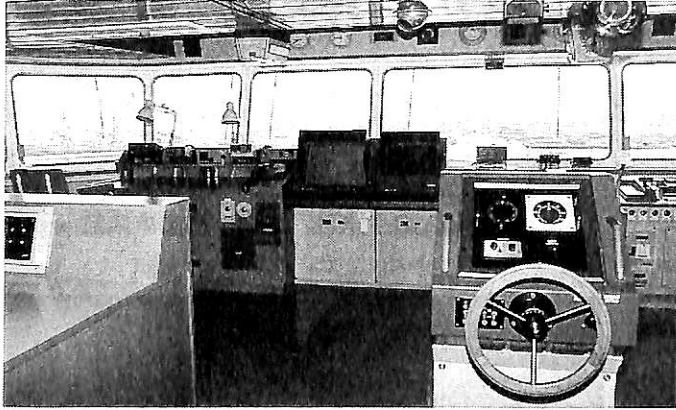
貨物タンク	モス方式球形独立タンク
直径	35.65 m (No.1)
	38.00 m (No.2~5)
材料	アルミ合金 (5083-O)
タンク防熱	スパイラルジェネレーション方式
設計BOR	0.15%/日

## 3. 一般配置

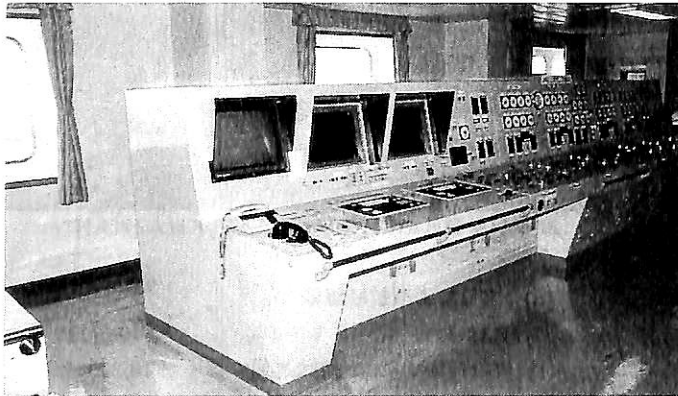
本船は日本〜ペルシャ湾というLNG船として最長の航路から推進性能が重視されるが、種々の検討・モデルテストを経て最終的にタンク数を5個とするデザインが採用された。船橋からの見通しおよび容積効率の観点からNo.1タンクは他より若干小さめの直径とした。

貨物区画の周囲にはバラスタタンク、パイプパッセージが配置され二重船側・船底構造となっている。貨物タンクは更にその内側に配置されているので、衝突・座礁等に対する安全性が高い。

貨物タンクの上部は半球形のタンクカバーで保護されており、その上にはフライングパッセージと呼ばれる前後方向の通路が居住区まで導かれている。貨物管および



▲ ブリッジ配置



▲ カargo・コンソール

電路はこのフライングパッセージの両脇に配置され、保守点検の便を図っている。カーゴマニホールドはNo.3～4貨物タンク間にまたしLNG機械室はNo.4～5貨物タンク間に配置されている。

バラスト管は二重底パイプパッセージにまたし一般諸管および電線を上甲板下パイプパッセージに効率よく配置することにより腐食防止とともに保守性・通行性の向上を図っている。

船橋内からの前方見通し距離はIMOのガイドラインを満たすと同時に船側および後方視界の確保に努めた。併せて航海計器配置に工夫をこらしLNG船として初めてDnVのW1-OC(one man bridge)のnotationを取得した。

カーゴコントロール室は船橋の一層下に、機関制御室はエンジンルームのセカンドデッキに配置した。

#### 4. 貨物タンクおよび船殻構造

本船のタンクはモス球形タンクでIMOのガスキャリアコードにおいては独立型タンク、タイプBに分類さ

れるものである。5個の球形タンクはアルミ合金で作られ、赤道部分で円筒形をしたスカートにより支持されている。スカートはアルミ合金、ステンレス鋼、クラッド鋼および炭素鋼から構成される。各タンクの頂部にはドームが、またタンク中心線には円筒形のパイプタワーが設けられており、通行用梯子、各種貨物管および液面計を保護している。

これらのタンクシステムは液荷重の他、船体運動、熱影響を考慮した詳細な有限要素法により、座屈解析、疲労解析および亀裂伝播解析を実施し、高度の安全性、信頼性を有する構造となっている。

タンクを保護するタンクカバーや船殻構造においても、全船にわたる3次元有限要素法により強度検討や振動検討を実施した。また、詳細構造についても応力集中を緩和するなどのきめ細かい配慮を施している。

一方、建造時にはアルミ合金、ステンレス鋼、高グレード鋼のそれぞれの特性を把握し、最適な溶接法を適用した。溶接後の品質管理面では、超音波試験、放射線透過試験など広範囲に非破壊検査を実施し、高い品質を保持していることを確認した。

#### 5. 貨物タンク防熱

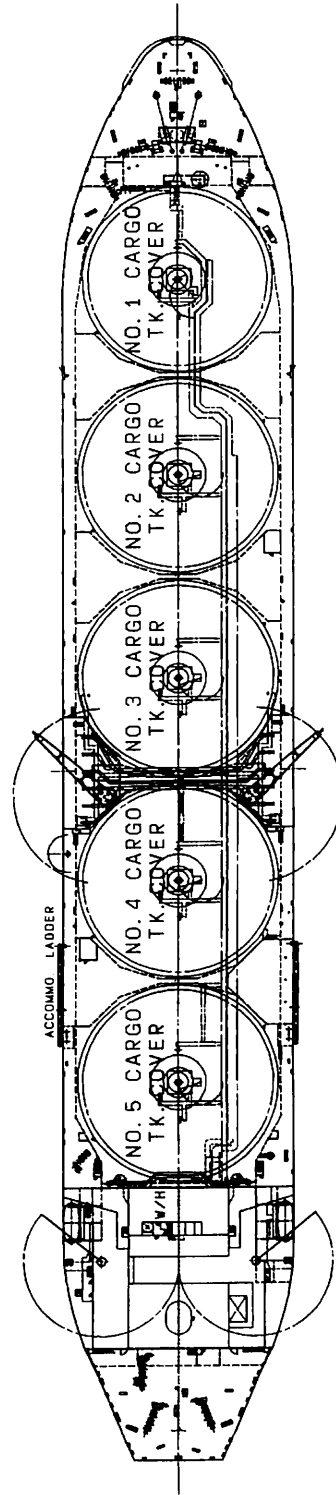
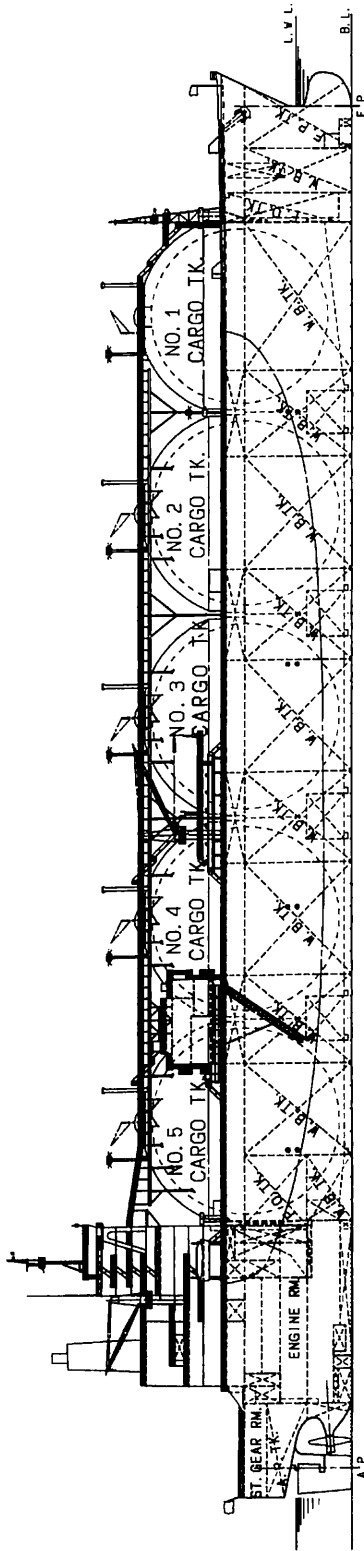
本船の貨物タンク防熱はスパイラルジェネレーション方式(SG方式)を採用している。SG方式は高度に機械化された防熱方式で、工場生産された防熱材(ポリスチレンフォーム)を回転治具上に設置されたラミネーターで連続的にうず巻き状にタンクに巻つけて行く方式である。従って、防熱工事の省力化とともに安定した均一な品質を特長とし、その信頼性は過去多数の就航船により実証されている。

球体部は曲げ半径の小さくなる極冠部を除きこのSG方式で施工される。極冠部には成型パネルが用いられるがスタッドボルトを使用せずパネルどうしを接着して一体とすることを特長とするパネル方式である。

北半球の防熱は自重で、南半球の防熱はストラップと呼ばれるスプリング付き支持バンドによりタンクに押しつけられているのでタンクの温度収縮等に自由に追従する。

スカート部は極冠部と同様成型パネルにより防熱されるが、当社ではその施工のため、専用回転足場を開発した。





Abu Dhabi National Oil Co.向け LNG運搬船“AL KHAZNAH”一般配置図

三井造船・玉事業所建造

設計ボイルオフレート (BOR) はサーマルブレイキとよばれるスカートの中央部分に熱伝導率の低いステンレス鋼を用いる構造を採用し 0.15%/日となっている。

## 6. 荷役設備

### (1) LNG機器

カーボポンプ	1,100 m <sup>3</sup> /h × 135 m	10 台
スプレーポンプ	50 m <sup>3</sup> /h × 135 m	5 台
H/D圧縮機	24,000 m <sup>3</sup> /h	2 台
L/D圧縮機	8,800 m <sup>3</sup> /h	2 台
H/Dヒータ	12,600 M J/h	1 台
L/Dヒータ	1,900 M J/h	1 台
LNGベーパーライザ	7,500 M J/h	1 台
フォーシングベーパーライザ	4,280 M J/h	1 台
N <sub>2</sub> ガス発生装置	90 N m <sup>3</sup> /h	2 台
イナートガス発生装置	11,000 m <sup>3</sup> /h	1 台

### (2) 貨物用配管

貨物管の材料としては暴露部では S U S 316 L を、タンク内ではアルミ合金 5083-0 を使用している。

配管は配置およびメンテナンスの観点から直管ヘッダー方式を採用している。具体的な配置に当たっては詳細な配管応力・変位計算を実施しベローズ型伸縮継手を適切な位置に設けることにより配管の熱応力および船体のたわみによる応力を吸収している。

低温弁としては用途・口径によりバタフライ弁、仕切弁、玉型弁、ミニチュア弁を使い分けている。このうち通常荷役に使用される貨物弁はカーゴコントロール室より遠隔操作される。また、ショアコネクション弁は緊急遮断弁となっており、本船または基地側からの緊急遮断信号により 30 秒以内に閉まるよう設計されている。

貨物タンクおよびホールドにはパイロット式安全弁が、貨物配管にはスプリング式安全弁が設けられている。タンク安全弁はモス方式の特長である加圧揚荷を考慮して 3 段設定圧となっている。

### (3) 貨物オペレーション

LNG 船のオペレーションは複雑・多岐にわたるがそのうち、代表的なものは以下の通りである。

#### a. 出渠後

- ドライング
- イナーティング
- イナートガスパージ
- クールダウン

#### b. 航海時

- 満載航海
- 揚荷

- バラスト航海

- 積荷

#### c. 入渠前

- ウォームアップ
- イナーティング
- エアレーション

#### d. 非常時

- ワンタンク開放
- 加圧揚荷

- 洋上荷役 (Ship to Ship Transfer)

貨物機器、配管および計装システムの設計においてはこれらのオペレーションが安全に効率よく行えるよう配慮が払われている。

### (4) 監視・操作・制御システム

船上の監視・操作・制御システムにおいては機能性と信頼性・保守性の調和が不可欠である。この観点から本船では監視には 20 インチ CRT を用い、操作には従来型のミミックボードを装備した。また、航海中の主なオペレーションについては分散型のプログラマブルロジックコントローラにより自動制御、自動シーケンス制御を可能とし乗組員の負担軽減を実現している。例として

- 揚荷

シーケンスを作動させるとポンプ吐出弁と積込弁が規定の弁開度にオープンされリサーキュレーション回路を形成する。この後ポンプが起動され、入力された電流値となるよう、吐出弁の開度が自動調節される。この後払い出しを指令すると積込弁がゆっくりと閉じ、同時にブランチ弁が開き始める。揚荷中もポンプは規定電流値となるように自動制御され、やがて規定の液面になるとポンプは自動的に停止し、吐出弁は閉じられる。

- タンク温度自動制御

バラスト航海においては、積地到着前までにタンク赤道温度を規定の温度まで下げしておく必要があるが、そのためのスプレーは主機出力・タンク圧力の関連があり、量・時間をこまめに調節する必要がある。本船では単に目標赤道温度を設定すれば、あとはコントローラがタンク圧力を監視しながらスプレーを ON・OFF し自動制御される。

本船ではその他の監視装置として船首部とマニホールド部に工業用監視テレビカメラを設けている。また着積中は光ケーブルを通じて係船索の張力データが送られ本船上のテンションモニター上に表示される。更にローディングコンピュータにより船のスタビリティ・曲げモーメントおよび剪断力が監視される。

## 7. 一般船体機装

### (1) 係船装置

係船機は船首部に5台、居住区前に1台および船尾部に3台、合計9台（ドラム数20個）設けられており、いずれも密閉型電動油圧駆動方式である。

#### 係船機要目

揚錨機（係船機と兼用） 65.4 t × 9 m/min × 2台  
係船機 30.0 t × 15 m/min × 20ドラム

操作は機側の他に遠隔操作が可能であり係船作業の省力化を図っている。

### (2) バラスト管装置

バラスト配管は二重底パイプパッセージに設けられており、弁はバラスト制御盤から集中遠隔としている。また各バラストタンクには磁気フロート式液面計を装備し、低液位・高液位警報を設けている。さらに高・高液位によるタンク付きバラスト弁の自動閉鎖機構も有し、バラスト注排水作業を安全に効率よく行えるように配慮している。

### (3) 消火装置

海水消火装置は小容量の加圧ポンプにより常に加圧されており即時、使用可能である。また、居住区には初期消火用として清水消火ラインが配置されている。

貨物区画の消火用として4組のドライケミカル粉末ユニットを上甲板に配置している。各ユニットから甲板上およびフライングパッセージ上に配置されたホースステーションまで固定配管が導かれている。マニホールド部については大容量のモニターが配置され、カーゴコントロール室より遠隔で発射することが出来る。

タンクドーム、主要貨物弁、LNG機械室隔壁および居住区前・横壁には延焼防止のため、水噴霧装置を設けている。

機関室、LNG機械室・モータ室の消火のためには炭酸ガス消火装置が設置されている。

## 8. 機関部

### (1) 主要目

#### 主 機 関

川崎U A-400型2段減速クロスコンパウンド

衝動タービン 1基

連続最大出力 28,700 kW × 93 rpm

常用出力 25,830 kW × 89.8 rpm

減速機 タンデムアーティキュレートッド2段減速機

主復水器 スクープ冷却方式（チタン冷却管）

#### 主ボイラ

三井-FW MSD55ER	2基
最大蒸発量	61,000 kg/h/缶
常用蒸発量	52,000 kg/h/缶
過熱蒸気条件	6.06 MPaG × 515 °C
エコノマイザ	1台/缶
スチームエアヒータ	1台/缶
バーナ	3本/缶

#### 発電装置

主ターボ発電機	2,700 kW × 2基
スタンバイディーゼル発電機	2,700 kW × 1基
非常用ディーゼル発電機	560 kW × 1基

### (2) 概 要

主推進装置は、川崎U A型主蒸気タービン1基と三井MSD型ボイラ2基より構成される。

蒸気プラントはエコノマイザ・スチームエアヒータ・3段抽気システムが採用され、さらに低圧蒸気供給用としてLPSG方式が採用されている。

主タービンは、操舵室および機関制御室からの遠隔操作ができると共に、制御室における機関室全体の集中監視が出来、通常航海中の機関室無人化運転(DnV-EO)が可能となっている。

主ボイラは、油専焼、油/ガス混焼、ガス専焼の3モードが自由に選択出来るようになっており、貨物タンクの状況や各燃料の経済性に合わせた自由度の高い運航が可能となっている。また低負荷域でのプラント効率を維持出来るよう、過熱蒸気自動温度制御範囲を拡大する等の対策がなされている。

通常航海中に発生するボイルオフガスはガス圧縮機、ガスヒータを経由して主ボイラの燃料として使用される。ボイルオフガスが不足する場合はフォーシングベーパーライザにて強制的にガスを発生させることが出来、その発生量は必要量に応じて自動的に調節される。また、余剰蒸気は主復水器へ自動的にダンプされるが、非常用として真空式の補助復水器も装備しており、ダンプ蒸気、ターボ発電機排気の処理が安全に行えるような対策が施されている。

機関部冷却システムには、セントラル清水冷却システムが採用されており、さらにLNG機械室用として補助セントラル冷却システムも装備されている。

機関室内機器の保守作業性について、作業の容易化を図るため、通常の吊り上げ装置に加えて電動カートによる機器運搬方式が採用されており、乗組員の便に供している。

## 9. 電気部

### (1) 動力装置

船内電源として前述のとおり主ターボ発電機2台、スタンバイディーゼル発電機1台および非常用ディーゼル発電機を装備しており、通常航海中は主ターボ発電機1台、出入港、荷役時は2台で船内電力を賄うように計画している。また非常用ディーゼル発電機は主発電機が使用出来ない場合でも揚荷が行えるように、カーゴポンプ1台を運転出来る容量を持っており、船級要求であるボイラのコールドスタートも可能である。

主配電盤、集合始動器盤および貨物用配電盤はそれぞれ2面あり、独立した区画に装備されているために万一、片方の盤に事故が発生しても、通常航海や荷役作業を支援なく行うことが出来る。

また監視・制御装置用の電源として専用の変圧器、蓄電池(DC24V)および無停電電源装置(20kVA)を装備しており、主電源喪失後スタンバイディーゼル発電機から給電されるまでの間も重要な監視、制御が継続して行われる。

### (2) 監視、制御装置

貨物部の監視、制御を行うため操舵室の一層下に荷役制御室が配置されており、カーゴコンソール、バラストコンソール、貨物部ガス検知装置、カスタディトランスファシステム等が装備されている。カーゴコンソールには監視警報用としてデータロガーの20インチCRTやマニホールド監視用テレビが装備され、貨物部機器の操作に必要な指示計、操作スイッチおよび配管系統が表示されたミミックボードを配置している。

機関室内には機関制御室が配置されており、エンジンコンソール、発電機制御盤等が装備されている。エンジンコンソールにも監視警報用として20インチCRTが装備され、さらに機関部システムの全体の状況が容易に把握出来るように大型のミミックボードが設けられている。また機関部、貨物部とも相互の状況が把握出来るようにそれぞれのデータロガーの延長CRTを各コンソールに設けている。

### (3) 船内通信、警報装置

自動交換式電話(80回線)、共電式電話(12回線)、本質安全防爆型電話(20回線)、船内指令装置、甲板部用・機関部用各トークバックシステム、アドレッサブルタイプの火災探知装置(機関室、居住区、船首部、LNG機械室)、船陸間通信システム(光ファイバー式および電気式)等を装備している。

### (4) 航海計器

ジャイロコンパス(2台)、オートパイロット、音響測深儀、ドップラーソナーおよび電磁式スピードログ、GPS、NNS S、デッカ、ロランC航法装置、衝突予防装置付きレーダ(2台)等を装備している。

### (5) 無線装置

400W MF/HF無線電話装置、NB DP装置、国際VHF無線電話、インマルサットスタンダードAおよびスタンダードC、ナブテックス受信機、本質安全防爆型船上通信装置、衛星系EPIRB、レーダトランスポンダー、救命艇用トランシーバーおよびVHF無線電話等を装備している。

### (6) ブリッジワンマンオペレーション

本船はブリッジワッチアラームシステム、バックアップオフィサーへのアラーム移送システム、外部音響聴取システム等を装備しており、DnVのW-OC資格を取得し、Ocean Areaでの1人当直運航と共にINSによる自動運航も可能となるよう配慮されている。また、船内業務管理システムを搭載しており、予備品の管理、機器のメンテナンス管理、文書作成業務等の船内業務の合理化を目指している。

## 10. むすび

LNG船も日本において既に多数、設計・建造され特別の船ではなくなりつつある感があるが、その使命から安全性、信頼性はLNG船にとってこの先も変わることのないキーワードであり、当社としてもこれらを最優先して設計・建造を進めて行きたいと考えている。

最後に本船の設計・建造に当たってはユーザー殿、船主殿、船級殿、更に本プロジェクトで共に苦労を分かちあった川崎重工業(株)殿、三菱重工業(株)殿から多大なご協力があったことを記し、ここに深く感謝する次第である。

---

### 【お 知 ら せ】

船舶用アルミニウム合金の溶接、船舶電子航法ノート誌面都合により掲載いたしませんでした。

次号に御期待下さい。

編集部

---

## 新海上ルートと超高速フェリー(HTH)の開発

— モーダルシフトへの一提案 —

塩田浩平\*

### 1. はじめに

複雑に多様化した産業構造を背景として輸送形態も多様化し、かつ輸送需要が増大する中で、時間的な価値がますます貴重になりつつある今日、高速船でなければ果たしえないモーダルシフトの領域はきわめて広いと考えられ、新しい高速船に対する期待は大きい。

本論では、国内の総合的な輸送能率を顕著に向上させることのできるモーダルシフトの好ましい形態として、大規模な車両搭載能力を備えた超高速フェリーを全国的規模で開設した新海上ルートに就航させる新しい輸送システムの実現を提案したい。

### 2. 超高速フェリーによるモーダルシフト

トラック等の自動車による国内の輸送トン数ベースでの貨物の輸送分担比はここ10年来90%以上を占め、ドアツードアの高い利便性と相まって総合的な輸送力向上への自動車の貢献度は大きい。しかしながら、モータリゼーションがあまりにも急速に進展したために、至るところで渋滞による輸送能率の甚だしい低下があり、多くの貴重な時間が失われ、かつ燃料の消費も嵩む上に公害が一層ひどくなっていることは周知であり、誰もが渋滞の解消を望んでいるはずである。また、諸外国に比して著しく高い燃料費や高速道の通行料に加えて人件費の高騰等による輸送コスト高が、利便性の向上とは裏腹に諸物価の押し上げ要因となっていることについても周知であろう。

そして、自動車輸送の主役であるはずのトラックが渋滞に阻まれて昼間の幹線道を往來することができず、長距離のトラック便は夜間のみという主客を転倒した陳腐な輸送システムが定着してしまっている。そのために、トラックのドライバーは孤独な夜間の長時間運転を強いられ労働条件があまりにも過酷になっていることが、一般的な労働力不足に輪をかけてトラックのドライバー不足を一層深刻なものとし、モーダルシフトを促す大きな原因となっているのではあるまいか。

しかし、程度の差こそあれ、海上においても船員不足

の問題があり、また、主要な港湾内ではしばしば過密状態が発生している。従って、国内の総合的な輸送能率を効果的に向上させ物流コストの低減を図るためには、まず、主要幹線道における交通渋滞を抜本的に解消することが肝要であり、そのために、海上における条件をも考慮して長期的な視野に立ち、如何なる態様でモーダルシフトをおこなうべきであるか、ということがきわめて重要な課題になると考えられる。また、陸上ルートが迂回ルートになる区間においては、海のバイパスとしての機能を充実させるためのモーダルシフトも必要であろう。

高速道の現状をみると、関東・関西間を結ぶ東名・名神高速道では、早朝から自然渋滞が発生して昼間では渋滞が10km以上におよぶこともまれではなく、交通・輸送機関として重要な定時性ないしは確実性を確保しがたい状況になっており、明らかに路線容量が不足しているといえよう。例えば、1991年平均(朝日年鑑データブック1993年版)では、一日の車両通行量が、東名高速道(全長346.7km)では374,447台、また名神高速道(全長189.3km)では244,336台(いずれも内約7割が普通車、3割がトラック)の多きに達している。その他の主な幹線道も、例えば、東北自動車道では226,477台、山陽自動車道109,045台、九州自動車道131,582台等々となっており、高速道の利用車数は夥しい量にのぼる。しかもなお、モータリゼーションの進展は衰えをみせないようである。

また、よく知られるように、今日のトラック輸送では、宅急便の成長が目ざましく、従来からのコンテナ積み、パレット積み、ばら積み等の他に、粉体、流体、冷凍物等では専用車により、重量物や長尺物、嵩高い物等では独特の荷作りで輸送されるように、その利用層や輸送形態は非常に多様化しているといえよう。そして、トラック以外では、各種の配送やセールス、サービス等のために使用される小型トラックやバン、ワゴン車、あるいはバス、マイカーに至るまであらゆる車両が高速道を利用しているのはいうまでもない。

従って、国内の総合的な輸送能率を顕著に向上させるためには、産業用、商業用、私用、または車種の如何を問わず、主要幹線道を往來するあらゆる車両を対象とし

\* 藤本英夫特許事務所

て、それらの車両が任意に海路を選択して時間的、経済的により有利に目的地に到達できるように、全国的規模で開設した新海上ルートに、大規模な車両搭載能力を有する新しい超高速フェリーを投入した新しい輸送システムを実現するのが効果的であると考えられる。つまり、陸上輸送を海上から強力に支援・救済する体制を整備するのである。このような輸送システムでは、当然のことながら、荷貨物そのものを移載する手間と時間は全く不要であり、また、航海中のみ運転者を不要としてドライバー不足に対処することもでき、しかも、巨額の投資を必要とする巨大なコンテナ埠頭や倉庫等を要さない利点もある。

### 3. 新拠点港の開設

新海上ルートの幹線ルートを構成する関東と関西間においては、例えば、関東地区では房総半島の木更津市もしくはそれ以南の西海岸、関西地区では大阪府下泉南市もしくはそれ以西の大阪湾岸、また、中京地区では浜松I.C.近傍の南よりの海岸等の、高速道と連絡がとれて利用車を集合させやすい都心から離れた地点にそれぞれ新たな拠点港を設け、各拠点港間を結ぶ迂回の少ない新航路を地上の幹線道と並行させて開設するのである。

都心から離れた地点に新たな拠点港を設けるのは、利用車の集散のために地上で新たな混乱が発生するのを避けるためであり、たとえラッシュ時であっても拠点港への道のりは逆コースとなるため渋滞を回避でき、かつ、湾内の過密をも回避できると考えられるからである。Fig. 1に新海上ルートと完成予定の高速道を示す。なお、拠点港となるべき地域を太線で囲み、新海上ルートを点線で示す。

前述の幹線ルート以外のその他のルートについては、関東から東北、北海道へ、あるいは関西から四国、九州等へは、それぞれ延長ルートを設けて上述の幹線ルートに接続すればよく、例えば、東北では仙台市、北海道では室蘭市および釧路市、四国では高知市、九州では日向市および宮崎市等々の既に開設されている港もしくはその近傍に新拠点港を増設すればよいであろう。なお、遠距離間の直行便も可能であろう。また、特に、冬季に道路が凍結して陸上輸送が極端に低下する東北や北海道などの豪雪地域でも港湾は凍結しないことから、これらの地域へのルートも年間を通じて高効率な輸送を確保できる利点は大きい。

新海上ルートを構成する新しい拠点港では、

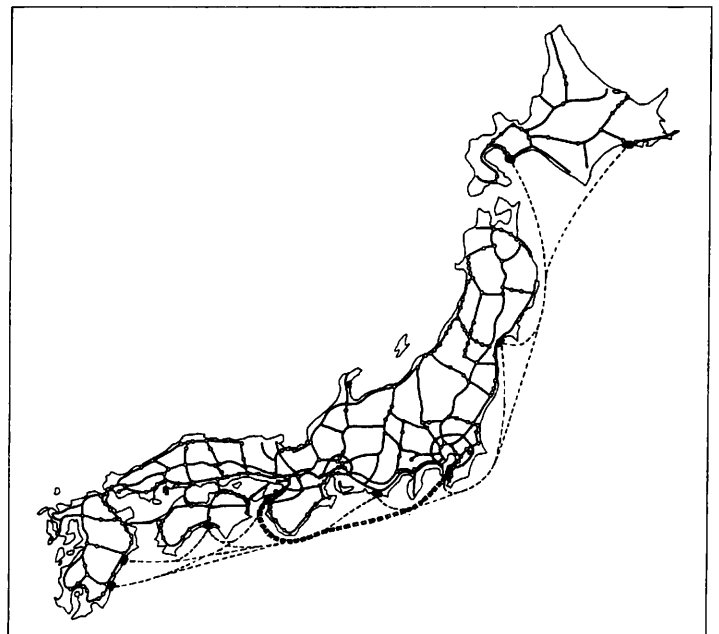
超高速フェリーの停止時の喫水がやや深いため(Table 1参照)、最先端の土木・浚渫技術や浮体構築技術等を導入して所定の水深を確保する必要がある。しかし、既述のように、巨大なコンテナ埠頭や倉庫等を要さないため、拠点港を新設する場合でも好立地な選定が可能であろうし、また、その開発事業は内需拡大路線に沿い、多くの雇用を創出でき開発の段階からその地域の活性化にも寄与しうるはずである。そして、新海上ルートが完成すれば、陸上ルートと緊密な関係が図れることにより、必ずや他国に例をみない程の高効率な輸送システムを全国的規模で確立することができると思われる。

### 4. 新しい輸送システムの有利性

新しい輸送システムには、高速性や大量性に加えてすぐれた経済性が要求され、また、定時性や確実性、利便性、快適性、安全性等々<sup>7)</sup>においても高い水準にあることが要求される。以下に、このような諸特性について考えてみたい。なお、経済性については後述する。

#### 4・1 高速性と大量性

新しい輸送システムが、その輸送システム自体の利用価値を広く一般に認められ、かつ、渋滞の解消や公害の低減等の好ましい波及効果を挙げうるためには、まず、高速道による陸上の輸送システムよりもすぐれた高速性を備え、かつ、十分にニーズを吸収できるだけの大量性を具備しなければならないと考えられる。その高速性については、目安として、例えば、主要幹線道におけるト



▲ Fig. 1 新海上ルートと完成予定の高速道路

トラック便よりも優速であることを要件とすることができよう。

また、大量性については、海上における人手不足や過密の抑制に対処しうられるためにも、超高速フェリーにかなりの規模が求められるだけでなく、例えば、超過密となっている関東・関西間でニーズを十分に吸収するためには、おそらく新幹線並みの運航便数が必要とされよう。ちなみに、同区間で、後述する超高速フェリーにより1日10往復の便数を設定した場合にも、全通行車両数のわずかに1%程度を積み取れるのみであり、果たしてニーズに満ちていられることができるか疑問である。しかし、海上では、路線容量ないしは輸送容量<sup>7)</sup>の設定の自由度は地上よりはるかに高いはずであり、運航・運営技術的には充分対処できるのではないだろうか。

#### 4・2 定時性と確実性

地上では、車両の混雑の他に、交通事故や道路の改修工事等による渋滞や停滞も多く、区間所要時間の不確定な延長があり、走行距離が長くなる程、定時性や確実性を確保するのが難しくなる。通常の旅客では、中長距離の場合、より速くて確実な新幹線や飛行機を利用することができる。

しかし、セールスマンや、セールスエンジニア、サービスエンジニア等が商品や器具、工具、部品等を持参して客先まわりをする場合には、車によれば多くの物品を搬送でき、かつ、出向先で小回りが効くこと等から、中長距離であっても、車を手放せないことが多い。このような場合に、定時性や確実性を確保できないと営業成績や作業の進捗に大きく影響する。また、長距離のトラック輸送では、前述したように、昼間では定時性や確実性を確保できないために、やむなく夜間走行を強いられている。

新しい輸送システムでは、渋滞や停滞による時間的なロスとは少なく、地上よりはるかに高い水準で定時性や確実性を確保することができるであろう。従って、昼間のトラック便の設定や、販売ルートやサービスエリアの拡大も可能になるであろう。しかし、そのためには、超高速フェリーに、すぐれた全天候性能や高稼働率を維持できる高い耐用性等が要求されるのはいうまでもない。

#### 4・3 利便性

乗船中は、従来のカーフェリーと同様に、運転者はハンドル操作から開放されて船上で自由な時間を持つことができ、話し合いや簡単なデスクワーク、顧客との情報の授受、あるいは休養、娯楽等々に充てることができ、しかも、荷貨物移載の手間と時間は全く不要である。また、特にトラックでは、積み込みと積み出しをそれぞれ別の

者がおこない航海中はドライバーを不要とすることによりドライバー不足に対処することもできる。あるいは、乗用車のみを海上輸送してオーナーは新幹線や飛行機を利用することもできよう。さらに、超高速フェリーの乗船率をラジオや電話の道路情報として広く提供したり、新海上ルートをカーナビゲーション装置に組み込む等により、新海上ルートの利便性を広く一般に知らしめる方法も多々あるであろう。

#### 4・4 快適性と安全性

行楽のためのドライブは別として、高速道での走行は狭い車室内で緊張する上に単調でもあり、エンジン音やタイヤの摩擦音、風切音等の騒音も耳ざわりである。また、雨天や降雪時、道路が凍結した時や、濃霧が発生した時等には、輸送能力が甚だしく低下するだけでなく、玉突き事故等の大きな災害の発生も懸念されるため運転には極度に神経をつかう。これに対して、新しい輸送システムでは、広い船室でリラックスできる快適で安全な航海を約束することができよう。しかし、そのためには、超高速フェリーにすぐれた全天候性能に加えて良好な操船性が要求され、また、新海上ルートには充実した航路管制システムの整備が必要とされよう。

### 5. 超高速フェリー

#### 5・1 求められる要件

前節の考察から、超高速フェリーに求められる要件として以下の諸点が挙げられる。

- (1) 東京・大阪間(距離524 km)の夜間のトラック便の平均所要時間が休憩を含めて約10時間(平均時速60km/h以下)であることから、利用車が拠点港に到達するまでに地上で要する時間や乗降時間を考慮し、45kn(83.3 km/h)程度の巡航速度で高い経済性を発揮しうること。
- (2) 少なくとも400～500台程度の車両と1,000名以上の旅客を収容できる程の規模を有すること。
- (3) 複雑な姿勢制御に依存することなく基本的に良好な耐航性、凌波性を備え、風浪階級6以上の波浪中を航行可能で、かつ一発大波等の不測の外乱に対しても十分に耐えられる堅牢な船体構造を具備すること。
- (4) 沿岸を高速で航行するため特に安全性が重要視されることから、高速時にも安定に急旋回できることや、低速時に小回りが効くこと、また、その場回頭を容易におこなえること等すぐれた旋回性能や良好な操船性を具備すること。
- (5) きわめて高い実用性が要求されることから、構造に無理がなく量産可能、かつ保守点検整備が容易で高稼働率を維持できること、等々である。

5・2 基本的な概念

上述した要件を満たすことのできる超高速フェリーを以下のように構成したい。すなわち、SWATHを高速化して両没水体間の間隔を大に設定し、その両没水体間の前部と後部にアスペクト比の高い全没型水中翼を架設して必要な揚力を負担させ、原動機としての複数基のV型高速ディーゼル機関（またはガスタービン）および発電機をストラット内に、また、串型に連結した複数基の電動機を両没水体内にそれぞれ収納配置して、主船体に広範な車両収納スペースと旅客収容スペースを得られるようにするのである。このような改良されたSWATH型の船体と全没型水中翼とを組み合わせた電気推進方式の新型高速双胴水中翼船をHydrofoil Twin Hull (Hydrofoil Twin Hull)と称し、HTHと略称する。なお、推進プラントに電気推進方式を採用する理由は、原動機、発電機および電動機を適宜に分割して分散配置することができ、大出力を得る場合にレイアウトの自由度を高く得られ、かつすぐれた操作性が得られるからである。

5・3 船型計画および一般配置

(1) 船型計画

船型を決定するにあたり、船体抵抗を求める理論計算や抵抗試験、自航試験、船体の構造解析等はおこなっていないが、すでに明らかにされている資料から、目安を得られる程度に、機関出力、船体重量、機関重量等を換算・推定した。機関出力については、ストラットと没水体部分による浮力負担部分の所要出力と全没型水中翼による揚力負担部分の所要出力とに分けてそれぞれ求め、両出力を合算した。浮力負担部分の所要出力は、資料<sup>1)</sup>に掲載されているSWATHとHTHの排水量の $\frac{1}{2}$ 乗ベースの全抵抗係数 $C_T$ を同一と仮定して同資料から比例換算により求め、また、揚力負担部分の所要出力は、資料<sup>2)</sup>に掲載されている実船とHTHの全没型水中翼の抵抗係数 $C_D$ を同一と仮定して同資料から比例換算により求めた。高張力鋼を用いた場合の船殻重量および補機・艀装品・その他の重量については高速カーフェリーの設計資料<sup>3)</sup>から推定した。原動機としてのV型高速ディーゼル機関はM社（海外）の仕様に基づき、発電機や電動機の重量は研究開発論文<sup>4)</sup>や講座資料<sup>5)</sup>から推定した。

以上の換算と推定に基づく超高速フェリーの要目の一例をTable 1に示し、推定値には\*印を付し、また、略算値には#印を付す。そして、ボディプランとプロフィールをFig. 2とFig. 3にそれぞれ示す。

(2) 一般配置

Fig. 4およびFig. 5に示すように、V型高速ディーゼル機関と発電機（各7基×2）および電動機（7基×2）を左右2系統に分離させて、それぞれストラットと没水体内に収納し、かつ2つの突敵部内に燃料タンクを設け、甲板底から上甲板までの主船体を3層構造として幅広い車両収納スペースを確保するとともに、その上にゆとりのある旅客収容スペースと視界良好な操舵室を確保する。そして、地上に乗降ラダー（図示省略）を設け、車両を後部から乗船させて前部から降船させる高能率な全通式の車両乗降方式を採用し、車両収納スペースの各デッキフロアの前部と後部を甲板底の傾斜に沿わせるように若干上方へ傾斜させる。

上述のV型高速ディーゼル機関には発電機を直結させ、7組を一行に配列して各ストラット内に収納する一方、電動機は7基を一行に配列して没水体内に収納し、重量配分を考慮し、かつ相互の軸心合わせ精度を緩和するために、各出力軸を中間軸を介して自在継手で相互に連結し最後部の電動機の出力軸を推進器側の入力軸と連結さ

▼ Table 1 要 目

主船体	全 長 $L_{oa}$ (m)	120.00	重 量 配 分	
	垂線間長 $L_w$ (m)	85.00	船殻重量 (t)	2,839*
	全 幅 $B$ (m)	42.00	補機・外装・その他 (t)	400*
	深 さ $D$ (m)	21.80	推進プラント (t)	1,585*
	喫水(浮上) $d$ (m)	7.20	V型高速ディーゼルE	(360)
	喫水(停止) $d$ (m)	11.40#	[12,840hp(MCR)×14]	
	突敵部×2 高さ(m)	4.5	交流同期発電機	(265)
	突敵部間間隔(m)	10.5	(9,200kW×14)	
	ストラット×2 $L_w$ (m)	85.00	無整流子式電動機	(960)
	$B_{min}$ (m)	2.80	(8,620kW×14)	
没水体×2	$L$ (m)	120.00	燃 料 油 (t)	320
	$\phi$ (m)	4.30	載貨重量(+マージン)	
	没水体間間隔(m)	36.30	(t)	1,932
全没型水中翼×2	スパン (m)	32.00	満載排水量 (t)	7,076#
	翼弦長 (m)	4.00	燃料消費 (t/h)	27.9*
	翼面荷重 (t/m <sup>2</sup> )	10.00	搭載能力	
	Poilbone率(%)	36.20#	旅 客 (名)	1,200
巡 航 速 度 (kn)	45	普通車/トラック (台)	195/180	
航 続 距 離 (n.m.)	500		403/ 90	



せる。ちなみに、V型高速ディーゼル機関は、M社の10,000hp級(燃費155g/psh, 回転数1,300rpm(60hz))では、縦×横×長さ=3×1.7×5.3m, 重量が20t程度、また、同期電動機は、出力7,460kW(10,000hp)級

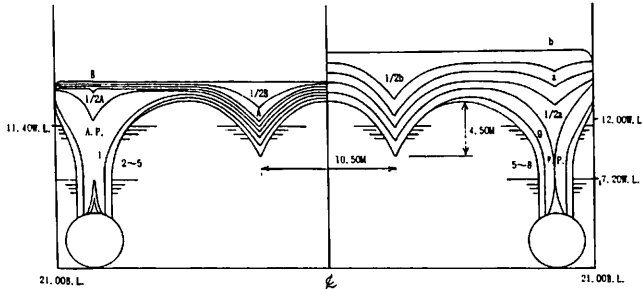
で、直径×全長=3.5×3.0m, 重量は60t程度である<sup>5)</sup>。なお、電気推進方式は、大容量機が製作可能で、かつ厳しい環境条件に耐え保守管理が容易で、同期電動機の変速、逆転等制御特性がきわめて良好で操作性に優れた無整流子電動機方式(交流)が最適と考えられる。

車両収納スペースとしての有効デッキスペースは各層それぞれ4,000㎡程度を確保でき、例えば、普通車(5メートル以下, 1.5t換算)を、No.1 Car deck(Fig.6参照)に横13列×縦15列(195台)またはNo.2 Car deckに横13列×縦16列(208台)配列でき、トラック(10メートル以下, 8トン換算)を、No.2 Car deckまたはNo.3 Car deck(Fig.7参照)に横10列×縦9列(90台)配列できる。そして最上層には3,000㎡程度のスペースを確保して

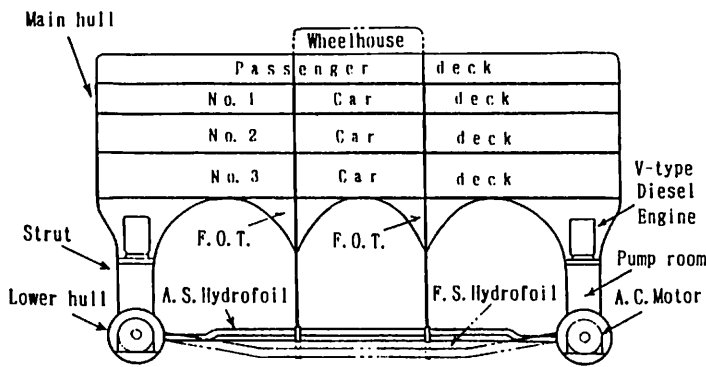
旅客1,200名程度を椅子座席にゆったりと収容でき、かつその他の広いスペースを特別室や各種の設備空間として有効に活用できる。なお、前の車両用出口扉は二重扉とする。また、デッキ高さは、No.1 Car deckが2.2m, No.2 Car deckが3.0m, No.3 Car deckが3.8mである。

5・4 諸性能を確保するための特徴点  
(1) 抵抗推進性能

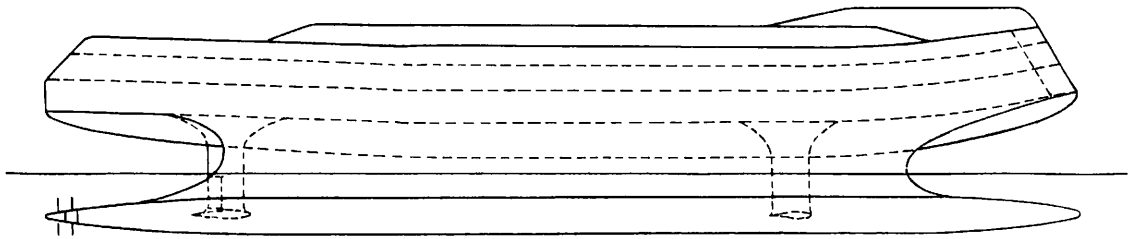
間隔を大に設定した両没水体間の前部と後部に、後述するように、効果的な中間支持を施した長スパンで広い翼面積を有する



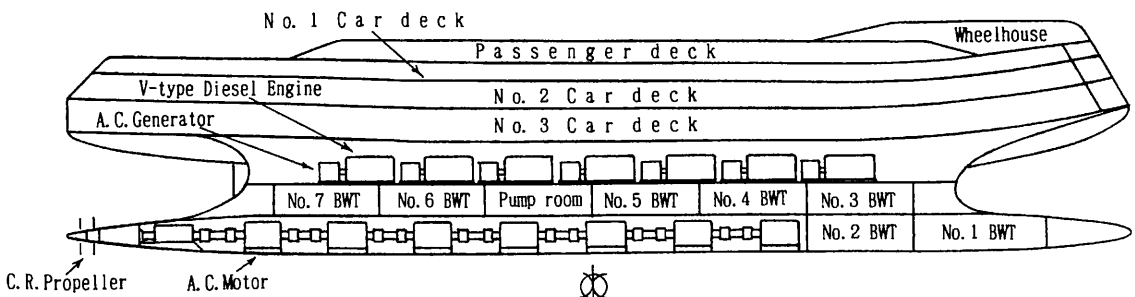
▲ Fig. 2 HTHのボディプラン



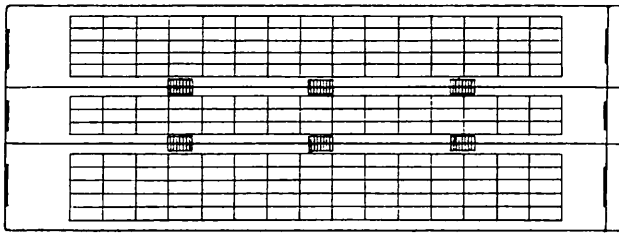
▲ Fig. 4 HTHの中央部の一般配置



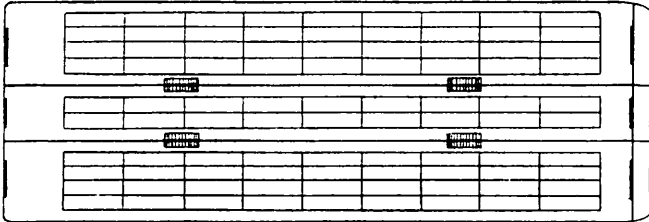
▲ Fig. 3 HTHのプロフィール



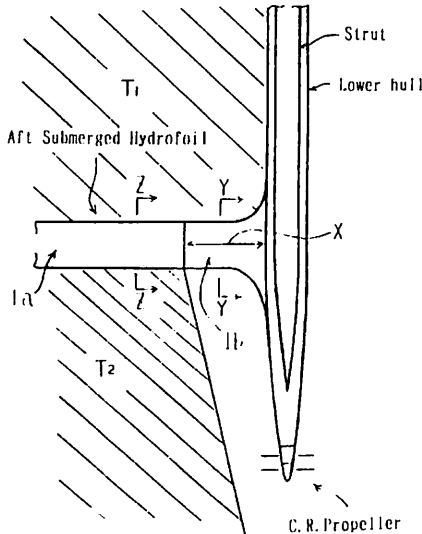
▲ Fig. 5 HTHの一般配置



▲ Fig. 6 No. 1 Car deckの車両配置



▲ Fig. 7 No. 3 Car deckの車両配置



▲ Fig. 8 後の全没型水中翼の部分平面図

アスペクト比の高い全没型水中翼を架設することによって適切な foilborne 率の設定が可能となり、これにより、没水体およびストラットの浮力負担分を適度に低減させ、かつ、浸水表面積を減じて摩擦抵抗の低減を図ることができ、抵抗推進性能上有利となる。なお、foilborne 率は、例えば、36%程度 (Table 1 参照) に設定できる。しかし、これはあくまで一つの目安であって、さらに揚抗比の高い全没型水中翼を採用することにより、また、翼面積を適宜に増加させること等により、最適な foilborne 率の設定が可能となるのはいうまでもない。

前部に設ける全没型水中翼は、その両側部分に略  $10^\circ$  の上反角<sup>6)</sup>をもたせて横安定性を向上させる一方、後部

に設ける全没型水中翼は Fig. 8 に示すように、揚力を発生させるための揚力翼形成部分 1 a の両側に整流作用を發揮する整流翼形成部分 1 b (幅 X) を連結した構成とし、激しい渦流となる揚力翼形成部分 1 a の後流  $T_2$  が直接推進器に及ばないようにする。これにより、推進器軸のまわりに集約させて周方向に均一化を図った没水体後部の伴流分布を乱さないようにすることができ、船殻効率が向上する。

大出力を發揮する電気推進方式の推進プラントで駆動させる推進器には、ハイピッチでかなり軸回転数の高い二重反転式推進器を採用し、その直径を小さく設定して充分な没水深度を確保できるようにし、また、推進器の後方にラダーを配置しないことにより、推進器の後流に対する抵抗要素が取り除かれる。

以上により、HTH では、基本的に摩擦抵抗が大きいという SWATH の難点を補え、総合的にはきわめて高い抵抗推進性能を確保することができる。なお、前の全没型水中翼の両端部にも整流翼形成部分を適宜な幅で設けることにより、全没型水中翼と没水体およびストラットとの間で発生する造波干渉や伴流干渉等の流体力学的干渉を低減抑制することは可能であろう。

### (2) 離着水動作、耐航性および凌波性

主船体の甲板底の略全長にわたる前後方向に、下方に向けて大きく突出する鋭角状に先尖りな放物線状の断面形状を有する 2 条の突敵部 (下向き高さ 4.5 m、間隔 10.5 m) を形成し、その突敵部と、上拡がり状の横断面形状に形成した両ストラットの基部とを略アーチ状に連ね、その甲板底および突敵部の後半部を船尾側に向けて若干上方に反り上げるように傾斜させている (Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4 参照)。

このような船体形状により、船速の増大に伴う揚力の増加によって主船体が浮揚する際には、喫水の減少変化に対応して排水量が連続的に漸減するため、甲板底を容易かつスムーズに離水させることができる。一方、主船体が着水する際には、船速の低下に伴う揚力の減少による喫水の増大変化に対応して排水量が連続的に漸増するため、衝撃を伴うことなくスムーズに着水させることができる。

そして、荒天時には、両ストラットの内側から這い上がる波をアーチ状に方向を変化させて逆さ落としとし、また、直接甲板底へ打ち上げる波をその突敵部で分断破砕して、甲板底への衝撃を効果的に緩和することができる。従って、特に、複雑な姿勢制御に依存することなく、波高 7 m 程度 (風浪階級 6 と 7 の中間程度) の波は充分クリアできると考えられる。

また、両没水体間に架設した全没型水中翼が充分な没水深度を得て安定翼としても機能するため、縦、横方向の安定性が向上し、良好な耐航性を得ることもできよう。

(3) 旋回性能および操船性

全長を短くできるため旋回性能上有利である上に、操作性の良好な電気推進方式の採用によって、基本的には、左右の推進力の差を発生させることにより、旋回方向の内側に船体を傾斜させて旋回でき、高速時にも安定に旋回できること、また、低速時に小回りが効くことおよびその場回頭も容易であること等により、発停時においても機敏な操船性を得られること等を大きな特徴としている。

5・5 船体構造

排水量型のSWATHとは全く異なる新しい船体構造を採用して船殻重量の軽減効果を得ることをも大きなねらいとし、縦横併用式の主船体内に2列の縦壁を縦通させ、その縦壁と裏骨を合わせて甲板底から垂下させた支持部材を、2条の突畝部の各先端部分に貫装固定させてその基部を充分に補強し、前後の全没型水中翼の中間部の2箇所をその両支持部材でそれぞれ安定強固に支持させる構造とした。これにより、逆に、その前後各一对の支持部材を介して全幅の大きい主船体の中間部を安定に支持することができ、全体として堅牢なハイブリッド構造を構成することができる(Fig. 4 参照)。

5・6 経済性

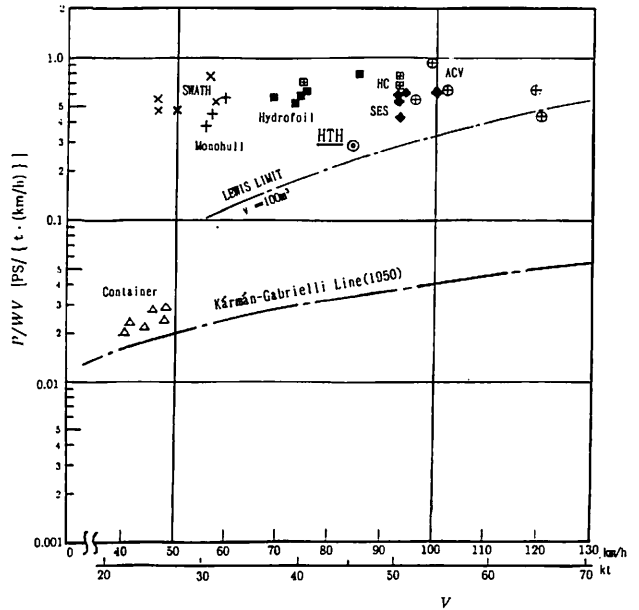
(1) 基本的な経済性

経済性を評価するための基準として、まず、輸送機関一般に適用できる輸送効率(Vehicle efficiency)<sup>7) 8)</sup>の考え方を適用したい。その輸送効率の逆数を表す指標HP/(WV)の値を求めると、巡航速度45knにおいて0.305程度であり、Fig. 9に示すように、HTHは、高速船の中でも非常に低い値を示し、基本的にすぐれた経済性を具備していると判断できる。なお、Fig. 9は資料<sup>8)</sup>に掲載されている図表から必要箇所を抽出して簡略化したものである。

(2) 運賃と燃料費

次いで、新しい輸送システムにおける超高速フェリーの運賃と燃料費について少し具体的に検討してみたい。

① 普通車およびトラックの運賃S(円)は、現行フェリーの運賃をS<sub>1</sub>(円)、その所要時間をT<sub>1</sub>、超高速フェリーの所要時間をT<sub>2</sub>、比例定数をC<sub>R</sub>とし、 $S = S_1 \times C_R \times (T_1 / T_2)$ …(1)式から求めることとする。なお、比例定数C<sub>R</sub>は、ルートに応じて運賃を調整するため、例えば、他の輸送機関との競争や、利用価値、採算性等を勘案して適宜な値に設定されるものとする。



▲ Fig. 9 高速船の輸送効率

② 旅客の運賃については、普通車およびトラックの乗員1名はそれぞれ普通車およびトラックの運賃Sに含まれるとし、また、その他の乗員の二等運賃は(1)式を準用するものとし、二等以外の運賃については省略する。

③ 関東・関西間の運賃について

幹線ルートとなる関東・関西間(距離約600km, 所要時間7.2時間)の運賃は、上述の(1)式を準用して、例えば、普通車(5メートル以下)38,553(25,750)円、トラック(10メートル以下)97,155(64,890)円、乗員以外の二等料金13,565(9,060)円程度に設定できよう。なお、括弧内の数字は現行フェリーの東京・那智勝浦(和歌山県新宮市)間(隔日便, 距離約480km, 所要時間12.3時間)の運賃を示す。但し、(1)式にて、C<sub>R</sub>=0.7とし、かつ、現行フェリーの所要時間T<sub>1</sub>を区間距離600kmに換算して15.4時間としている。

上述の運賃にて、最大積載量:普通車195台、トラック180台および旅客1,200名に対する乗船率(Load Factor)を7割とした場合の一航海あたりの運賃収入は25,337,802円になる。他方、軽油1ℓを30円とすれば、燃料費は6,026,400円になる。従って、一航海あたりの運賃収入に対する燃料費の割合は23.8%となり、この燃料費と資本費、乗員費、維持費等よりなる直接輸送コストに間接費を加えた輸送コスト<sup>7)</sup>を運賃収入から差し引いて正当な利益額を得なければならない。この燃料費の割合はやや高いようである。しかし、同区間では、前述したように、従来にない多くの運航便数の設定を要し、

かつ高い乗船率の確保が可能であろうことから、間接費の割合を従来よりも大幅に低減できるはずであり、新しい運営形態の研究により、採算性を引き出せる余地は充分あるのではないだろうか。

④ その他の区間の運賃について

例えば、関東・九州（日向市）間（距離約 850 km, 所要時間 10.2 時間）での運賃は、普通車 80,438（58,710）円、トラック 173,578（126,690）円、乗員以外の二等料金 24,264（17,710）円程度に設定できよう。なお、括弧内の数字は、現行フェリーの川崎・日向間（1 日 1 便、距離 860 km, 所要時間 21.5 時間）の運賃を示し、両区間での距離は同一と見なし、(1)式における現行フェリーの所要時間  $T_1$  の換算はおこなっていない。また、同区間では陸上ルートが迂回ルートになることから、新海上ルートの有利性を運賃に反映させるべく比例定数  $C_R (= 0.65)$  をやや低い値としている。この場合、一航海当たり（乗船率 7 割）の運賃収入に対する燃料費の割合は 18.2% となる。ちなみに、燃料が直接輸送コストの 30% を占める<sup>8)</sup>と仮定すれば、運賃収入の 60.7% を直接輸送コストが占めることになる。従って、一航海当たりの運賃収入に対して 7% の利益率を確保する場合には、輸送コスト / 直接輸送コスト = 1.53 になる。旅客用高速船における運営実績の標準的なコスト比（年間）：TOC/DOC（総運航費 / 直接運航費）= 1.5 ~ 2.0 である<sup>8)</sup>ことから、同区間では、燃料費の水準は標準的な範囲内の値であるといえるのではないだろうか。

6. おわりに

海上へのモーダルシフトの形態としては、昨今のコンテナの輸送需要増に対処すべく、コンテナを輸送対象としたものが主体となっているようである。これに対して、本論でいう超高速フェリーによるモーダルシフトでは、車載のコンテナをも含めてあらゆる車両を輸送対象とするので、より一層広い範囲でモーダルシフトを実現することができ、国内の総合的な輸送能力を顕著に向上させ、好ましい波及効果をも期待できると考えられる。

一方、輸送力の向上を図るために水中翼船の大型化を考える場合に、大きな問題と直面する。その一つは、いわゆる二乗三乗則により面積が大きくなる水中翼の配置とその支持構造の問題であり、もう一つは、巨大になる推進プラントの配置と効率の高い螺旋推進器との接続の問題であり、いずれも船型と密接に関連するレイアウト上ないしは構造上のきわめて興味深い課題である。しかるに、今日に至るまで、これらの課題については、研究対象として半ば敬遠され疎んじられてきたかの感があり、

明かな解決案がいまだに提案されていないようである。

本論で提案した HTH は、基本的には、これらの課題を解決しうる構成を具備したものであり、かつ、超高速フェリーだけでなく、コンテナ船や RORO 船等にも適用可能な船型であり、また、あとの課題を解決するために採用した電気推進方式は、技術的な進歩が著しいパワーエレクトロニクスの分野であり、先々、超電導方式への移行をも期待できるため、HTH はきわめて将来性に富んだものであるともいえよう。なお、本論中に、「交通機関論」<sup>7)</sup>および「旅客用高速船の経済性評価と需要予測」<sup>8)</sup>から重要な箇所を多く引用させていただいたことにつきまして、著者の大阪大学工学部の赤木新介教授に深く感謝致します。

終わりに、新しい輸送システムの実現に向けて、新海上ルートと超高速フェリーの本格的な研究開発が促されることを強く希望する次第である。

最後に、本論の作成にあたり、御多忙中をも厭わず熱意あふれる御指導と力強い御鞭撻を賜りました横浜国立大学工学部の池畑光尚教授と適切な御指示をいただきました同大学同学部の鈴木和夫助教授に厚く御礼を申し上げます。

————— [ 参 考 文 献 ] —————

- 1) Arena, G. and Farinetti, V.: "Introducing Eurofast", Proc. of FAST '93, vol. 2.
- 2) Kihara, K. et al., "Diesel Driven Fully Submerged Hydrofoil Catamaran": Mitsubishi Super-Shuttle 400, the "RAINBOW", Proc. of FAST '93, vol. 1.
- 3) Joo, Y. R. et al., "Parametric Design Trade-Off Study and Preliminary Design of an SES Passenger Car Ferry", Proc. of FAST '93, vol. 2.
- 4) 宝田直之助他：排水量型超高速船の開発研究（その 2）-超電導電気推進プラントの試設計-, 日本造船学会論文集, 第 170 号
- 5) 森 弘之：超電導応用技術, 第 14 回造船学会夏期講座「新しい造船学」, 昭和 63 年 9 月
- 6) 宮田秀明他：新型双胴水中翼船の開発, 日本造船学会論文集, 第 164 号, 166 号
- 7) 赤木新介：交通機関論, 機械工学大系 51, コロナ社
- 8) 赤木新介：旅客用高速船の経済性評価と需要予測, 関西造船協会誌, 第 220 号

× × ×

## ● お願い

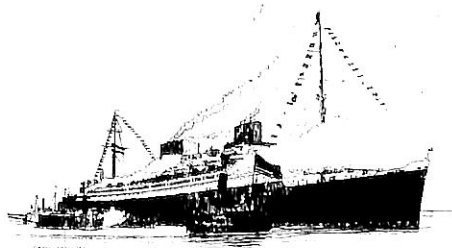
アメリカの海事史研究家  
 フランク O. ブレイナード氏が発刊する  
 「Classic Ocean Liners」  
 出版計画にご協力お願い!

私の畏友フランク O. ブレイナード氏が出版計画中の本に関して皆さまのご協力をお願いします。同氏は多数の客船関係著書で世界的に有名なアメリカの海事史研究家ですが、1976年米国独立二百年記念帆船パレードの実行委員長、1983年大阪帆船祭コンサルタントを勤めた人物です。

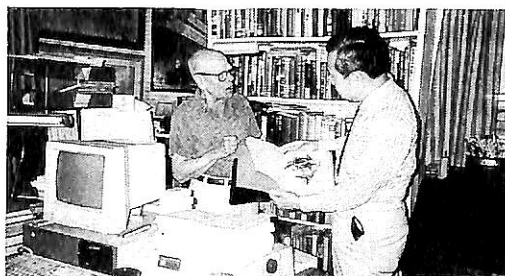
先年、同氏は北大西洋の有名客船について、自分の蘊蓄を傾け秘蔵写真を紹介する「Classic Ocean Liners」シリーズを著すこととなり、1990年の第1巻「BEREN-GARIA, LEVIATHAN, MAJESTIC」を英国Patrick Stephenson社から出版しました。続けて第2巻「REX, CONTE DI SAVOIA」, 第3巻「BREMEN, EUROPA (LIBERTE)」を出すべく準備していたところ、英国の不況のためこの出版から手を引いてしまいました。それで、同氏は自己資金と有志からの拠金を募って刊行を続ける決心をしました。(出版は同氏が館長になっている American Merchant Marine Museum 名義)。

これまで、日米の有志からの暖かいご協力のお蔭で必要な \$16,000 が集まり、第2巻(A 5版, 189 ページ, カラー写真12ページ, モノクロ約200枚, 印刷部数3千部)を1993年6月に刊行することが出来ました。

現在同氏は第3巻を1995年末発刊を目指して執筆中ですが、これは第2巻よりも更に大版(B 5版)にした145ページの本で、約200点の写真も大きく紹介したいとのことです。そのためには総額 \$25,000 かかるが、未だ \$8,000 不足しており、更に有志の協力を仰ぐほか、自分のスケッチ画集(「From Sea Cliff to Barcelona」)がゴム事業経営の友人がパトロンとなり近く出せるので、



▲ ブレイナード氏の描いた「オイローバ」のペン画  
 この絵も本書に掲載される。



▲ 書斎のブレインード氏(左)と著者

その本の売上げを費用の一部に充てる予定とっております。最近の手紙では、国内の友人からブレーメン、オイローバ(1929~30年に北大西洋ブルーリボン記録を樹立したドイツ客船)の素晴らしい写真やネガフィルムが多数提供され、自分の所蔵写真を合わせると、それだけで本文不要の写真集ができるほど多くの写真が集まった由。それでも数千ドル更に不足する=これまで同様に自分はこのように「ヒヤヒヤしながら人生を送る (live dangerously) のは自分の趣味」とユーモアを交えて連絡してきており、今年で75歳の同氏はソコヒで左目の視力はゼロに近い状態ながら上記博物館の館長の職と執筆活動を続けております。

客船史研究に身をおく者の一人として、同氏の健康が許す間に、これら有名客船にまつわる事柄を活字にし、秘蔵の写真とともに後世に残して貰いたい。そのような気持ちから、本誌読者各位にも本趣旨にご賛同頂ける方がおられましたら、下記何れかの要領での寄付をお願いします。なお寄付者芳名は第3巻序文に印刷され、著者サイン入りの本書と第2巻が送付されます。また、第3巻本文で扱われるブレーメン、オイローバについて一般の方々から《本船の想い出や知られざるエピソード》があれば、提供者の名前を入れて紹介したいとっております。その場合には当方にご連絡下されば然るべく先方に伝えます。

◎American Merchant Marine Museum Foundationを受取人とした国際郵便為替を作成し、摘要欄に“contribution to Frank O. Braynard book”として \$100 単位で下記に送って頂く：

American Merchant Marine Museum  
 c/o U.S. Merchant Marine Academy,  
 Kings Point, N.Y. 11024-1699, U.S.A

◎私宛に1万1千円単位でお送り頂ければ先方に送金します。

〒192 東京都八王子市北野台3-5-7

野間 恒 Tel.Fax 0426-35-3326

# 船型設計ノート

## <22>

株式会社 郵船海洋科学 技術顧問  
工学博士 森 正彦

### 9・2 プロペラ性能シミュレーションの適用例 (つづき)

#### 9・2・5 プロペラのベアリング・フォース

不均一流場中で作動するプロペラには、プロペラ流体力の変動によって、起振力が発生する。この起振力には、プロペラ軸を介して船体に伝わるベアリング・フォース (Bearing Force) とプロペラ回りの変動圧力が船尾船体に直接伝わるサーフェス・フォース (Surface Force) とがある。

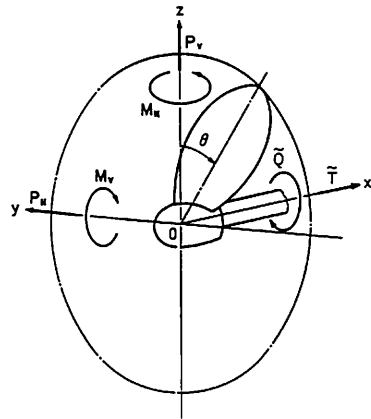
近年、防振対策が船舶設計上の重要事項となっており、とりわけ留意すべきことは、非正常キャビテーションに起因するサーフェス・フォースの低減である。

サーフェス・フォースの因となる変動圧力を求めるためには、キャビティ (Cavity) の体積、発生から崩壊に至るキャビティ体積の時間的変化などが必要である。しかし、第9・2・3項のキャビテーション・シミュレーションは簡便な揚力等価法に基づいているから、サーフェス・フォースを求めるには些か無理がある。したがって、サーフェス・フォースのみに主眼を置いた後段の精密診断シミュレーションに頼らざるを得ない。

一方、ベアリング・フォースは、1翼の変動スラストおよび変動トルクが基になるから、比較的簡単なプロペラ理論計算からでも算出することができる。したがって、プロペラの諸性能を一瞥するためのシミュレーション・プログラムの中の1サブ・プログラムとして取り込んでおくことができる。

シミュレーションの核になっているプロペラ理論は、第9・1・3項に記すように、準定常理論である。一方、振動そのものは非定常現象である。しかし、同項第9・16図～第9・19図の例示のように、準定常理論でも模型試験結果あるいは非定常理論による計算結果と比べて、実用に耐え得る精度を持っている。

さて、不均一な伴流中におけるプロペラの各翼断面に働く揚力ならびに抗力を用いて、プロペラ1翼1回転中の変動スラストおよび変動トルクが求められる。その算定方法は、第9・2・1項での説明の通りである。



▲第9・67図 プロペラのベアリング・フォースと座標系

▼第9・14表 1軸高速船型用プロペラの主要目

翼数	4	5	6
翼型	MAU		
直径 (mm)	6,760 ( $D_p/B = 0.26$ )		
基準ピッチ比	0.96 (一定)	0.94 (一定)	0.94 (一定)
展開面積比	0.70	0.80	0.85
ポス比	0.18		
翼厚比 $0.7R$	0.032	0.033	0.036

プロペラ1翼の変動スラストおよび変動トルクを翼間角度 ( $360^\circ$ を翼数で割った値) ずつずらせたうえ翼数分加え合わせると、時々刻々変動しながらプロペラ軸に掛かるプロペラのスラストおよびトルクが求められる。

次に、プロペラ1翼の各翼断面に働く変動スラストのプロペラ軸心に対するモーメントをプロペラ半径方向に積分し、さらに翼間角度ずつずらせて翼数分加え合わせると、プロペラ軸を曲げようとする変動モーメント ( $M_H$ ,  $M_V$ ) が求められる。また、プロペラ1翼の各翼断面に働く反回転方向の変動力 (トルクを対象翼断面までの半径で割った力) をプロペラ半径方向に積分したうえ上記と同様の重ね合わせを行うと、プロペラ軸に垂直に働く変

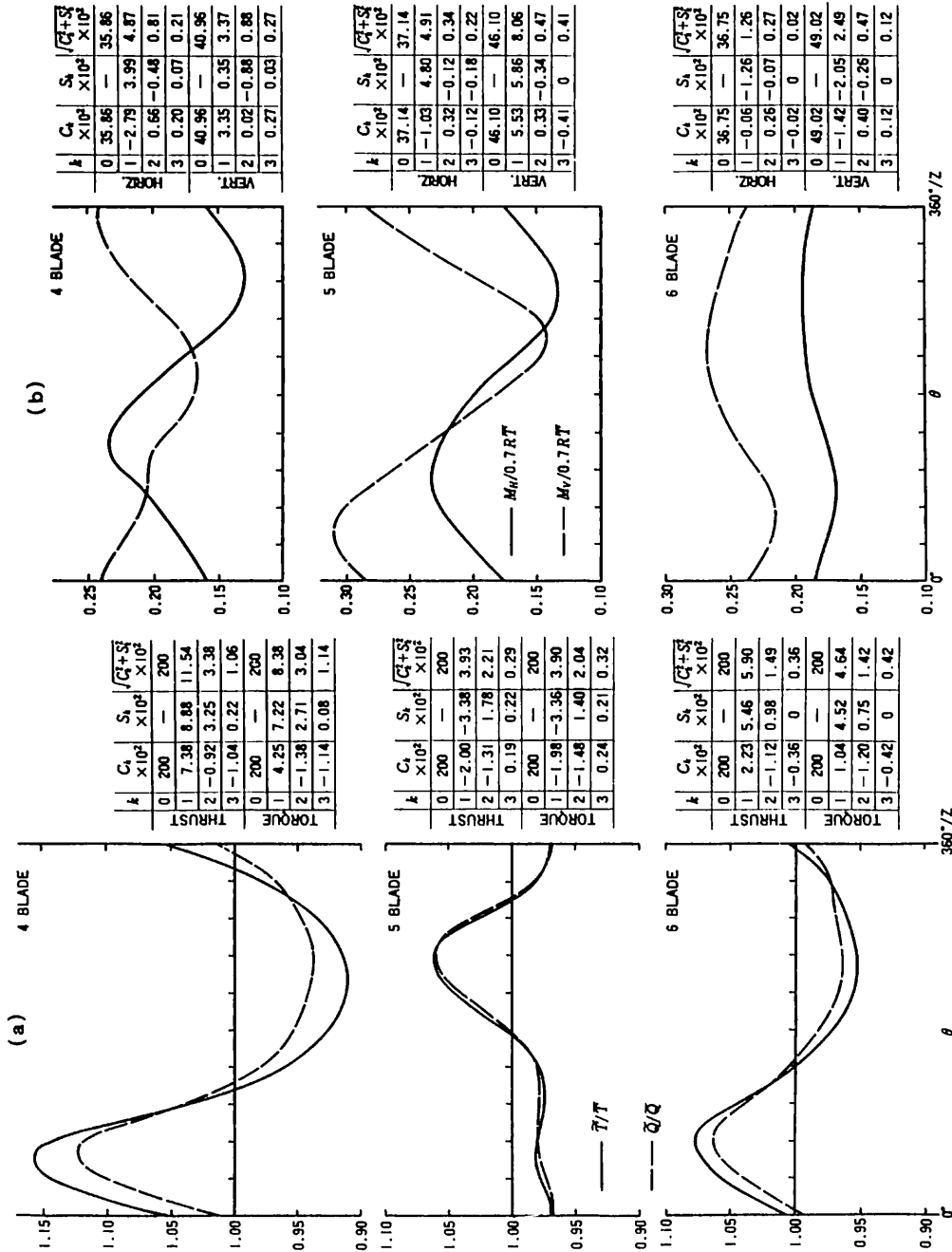
動力( $P_H$ ,  $P_V$ )が求められる。なお,  $M$ ,  $P$ のSuffix :  $H$ は水平方向成分を,  $V$ は上下方向を表している。

さらに, 変動モーメントを変動ラスタで割ることによって, プロペラ・スラスト中心の軸心からの偏心量が算出される。

第9・67図に, プロペラのベアリング・フォース6成分( $\bar{T}$ ,  $\bar{Q}$ ,  $M_H$ ,  $M_V$ ,  $P_H$ ,  $P_V$ )を示す。座標系は同図中の矢印の方向を正とする右手系である。

プロペラのベアリング・フォースについてのシミュレーションの結果は, 上記の6成分の変動値とその変動曲線, およびスラスト中心の偏心量とその変動曲線が算出される。また同時に, 変動曲線の調和解析が行われる。

まず, 1軸高速船型を例にとって, プロペラの翼数を4, 5, 6と変えてベアリング・フォースのシミュレーションを行ってみる。伴流分布は, 第7・1節第7・2図に示す3次元伴流分布である。また, 計算上のプロペラ作



▲ 第9・68図(b) 1軸高速船型プロペラのベアリング・フォース ( $M_H$ ,  $M_V$ とプロペラ翼数との関係)

▲ 第9・68図(a) 1軸高速船型プロペラのベアリング・フォース ( $\bar{T}$ ,  $\bar{Q}$ とプロペラ翼数との関係)

動点は、連続最大出力(MCR: 28,000 PS × 115rpm)に対応している。プロペラの主要目を第9・14表に示す。伴流中におけるプロペラの性能を比較するときには、伴流分布の調査面を統一しておくことが重要である。このため、プロペラ直径は3者ともに同一であり、伴流計測に供した船型の幅(B)の26%となっている。

シミュレーションの結果を第9・68図(a), (b), (c)に示す。これらの図は、プロペラの任意の1翼が最上位置から翼間角度だけ回転する間、すなわち1周期間における各成分の変動曲線を示している。各成分は、平均スラスト $\bar{T}$ 、平均トルク $\bar{Q}$ 、さらにはプロペラ半径Rを用いて無次元化してある。

また、各図中には、それぞれの成分の無次元値を下記の式によって調和解析して求めた3次項までのFourier係数を併記してある。

$$\begin{pmatrix} \frac{\bar{T}}{\bar{T}}, & \frac{\bar{Q}}{\bar{Q}} \\ \frac{M_H}{0.7 R \bar{T}}, & \frac{M_V}{0.7 R \bar{T}} \\ \frac{0.7 R P_H}{\bar{Q}}, & \frac{0.7 R P_V}{\bar{Q}} \end{pmatrix} = \frac{1}{2} C_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (C_k \cos k\theta + S_k \sin k\theta) \quad (9 \cdot 102)$$

変動曲線を見ると、ベアリング・フォースの変動成分は、やはりプロペラの翼数によって左右されている。この状況を、伴流分布と関連付けて、いまいし詳しく調べてみる。

計算対象の1軸高速船型の伴流分布を調和解析して、

$$\frac{w_e'}{1-w_n'} = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{j=1}^{\infty} (a_j \cos j\theta + b_j \sin j\theta) \quad (9 \cdot 103)$$

ただし、 $w_e'$ は、第7・1節で提示している3次元伴流係数の軸方向換算伴流係数 $w_x'$ に、プロペラ半径方向の荷重分布を近似する重み関数を掛けて求めた平均値である。また、 $w_n'$ は $w_x'$ の平均公称伴流係数である。

$w_e'$ の算定式を下記に示す。

$$w_e' = \frac{\int_{0.2}^1 \phi(\lambda) w_x' d\lambda}{\int_{0.2}^1 \phi(\lambda) d\lambda} \quad (9 \cdot 104)$$

ただし、

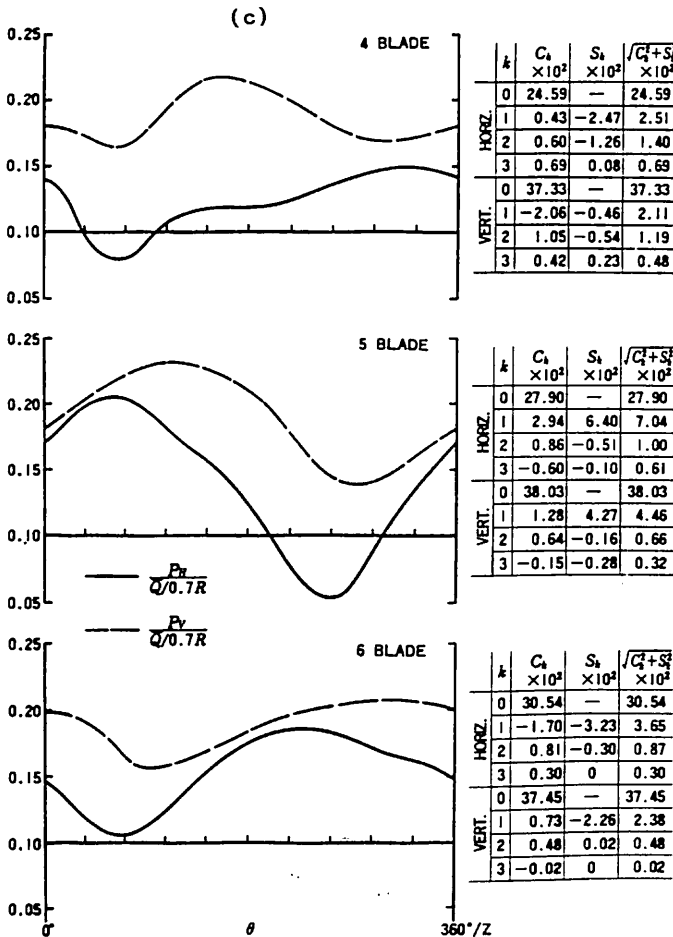
$$\phi(\lambda) = \lambda^2 (1-\lambda)$$

$$\lambda = \frac{r}{R}$$

(9・104)式は(7・12)式と同一

なお、(9・103)式は、第9・2・4項(9・93)式と同じであり、プロペラ1翼のスラスト変動、プロペラ翼に働く応力変動ならびにベアリング・フォースの検証に共用されている。

プロペラ単独性能曲線において、スラスト係数 $K_T$ ならびにトルク係数 $K_Q$ は、前進係数 $J$ に対してほぼ直線的に減少している。このことから、準定常的に考えた場合のプロペラ1翼のスラスト変動ならびにトルク変動は、 $w_e'$ の変動と類似の形とみなしてよい。したがって、プロペラ1翼のスラスト変動ならびにトルク変動も(9・103)式と同様の形で表示できる。無次元表示として、



▲ 第9・68図(c) 1軸高速船型プロペラのベアリング・フォース ( $P_H$ ,  $P_V$ とプロペラ翼数との関係)



$$\left. \begin{aligned} \frac{T_m}{T_o} &= \frac{1}{2} A_o + \sum_{j=1}^{\infty} (A_j \cos j\theta_m + B_j \sin j\theta_m) \\ \frac{Q_m}{Q_o} &= \frac{1}{2} C_o + \sum_{j=1}^{\infty} (C_j \cos j\theta_m + D_j \sin j\theta_m) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9 \cdot 105)$$

ただし、

- $T_m$  :  $m$  番目のプロペラ翼の変動スラスト
- $T_o$  : 1 翼の平均スラスト ( $T_m$  の 1 周平均値)
- $Q_m$  :  $m$  番目のプロペラ翼の変動トルク
- $Q_o$  : 1 翼の平均トルク ( $Q_m$  の 1 周平均値)

$$\theta_m = \theta + \frac{2\pi(m-1)}{Z}$$

( $\theta$  は最上点を  $0^\circ$  とし、船尾から見て時計回りを正とする)

$Z$  : プロペラの翼数

プロペラ全体についての変動スラストならびに変動トルクは、(9・105) 式を翼間角度ずらせたうえ、翼数分重畳することによって求められる。すなわち、

$$\left. \begin{aligned} \frac{\bar{T}}{\bar{T}} &= \frac{1}{2} A_o + \frac{1}{Z} \sum_{m=1}^Z \sum_{j=1}^{\infty} (A_j \cos j\theta_m + B_j \sin j\theta_m) \\ \frac{\bar{Q}}{\bar{Q}} &= \frac{1}{2} C_o + \frac{1}{Z} \sum_{m=1}^Z \sum_{j=1}^{\infty} (C_j \cos j\theta_m + D_j \sin j\theta_m) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9 \cdot 106)$$

ただし、

- $\bar{T}$  : プロペラの変動スラスト
- $\bar{T}$  : 平均スラスト  $\bar{T} = ZT_o$
- $\bar{Q}$  : プロペラの変動トルク
- $\bar{Q}$  : 平均トルク  $\bar{Q} = ZQ_o$

また、プロペラ各翼のスラストの不均衡によって生じるプロペラ軸心周りのモーメントは、

$$\left. \begin{aligned} M_H &= \sum_{m=1}^Z T_m r_T \sin \theta_m \\ M_V &= \sum_{m=1}^Z T_m r_T \cos \theta_m \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9 \cdot 107)$$

ただし、

- $M_H$  : 変動モーメントの水平成分
- $M_V$  : 変動モーメントの垂直成分
- $r_T$  : 軸心から  $T_m$  の着力点までの半径

さらに、各翼に働く反回転方向の力の不均衡によって生じる変動力は、

$$\left. \begin{aligned} P_H &= \sum_{m=1}^Z \left( \frac{Q_m}{r_Q} \right) \cos \theta_m \\ P_V &= \sum_{m=1}^Z \left( \frac{Q_m}{r_Q} \right) \sin \theta_m \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9 \cdot 108)$$

ただし、

- $P_H$  : 変動力の水平成分
- $P_V$  : 変動力の垂直成分
- $r_Q$  : 軸心から  $Q_m$  の着力点までの半径

それぞれの変動力の着力点は、

$$r_T \approx r_Q \approx 0.7 R \dots\dots\dots (9 \cdot 109)$$

と近似しても差し支えない。この近似の下に、(9・107) 式に (9・106) 式の第 1 式を、また、(9・108) 式に (9・106) 式の第 2 式を代入し、無次元化して表示すると、

$$\left. \begin{aligned} \left( \frac{M_H}{0.7 R \bar{T}} \right) &= \frac{1}{Z} \sum_{m=1}^Z \left\{ -\frac{1}{2} A_o + \sum_{j=1}^{\infty} (A_j \cos j\theta_m \right. \\ &+ B_j \sin j\theta_m) \left. \right\} \left( \frac{\sin \theta_m}{\cos \theta_m} \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{B_1}{A_1} \right) \\ &+ \frac{1}{2Z} \sum_{m=1}^Z \sum_{j=1}^{\infty} \left\{ \left( \frac{B_{j+1} - B_{j-1}}{A_{j+1} + A_{j-1}} \right) \cos j\theta_m \right. \\ &+ \left. \left( \frac{A_{j-1} - A_{j+1}}{B_{j-1} + B_{j+1}} \right) \sin j\theta_m \right\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9 \cdot 110)$$

$$\left. \begin{aligned} \left( \frac{0.7 RP_H}{\bar{Q}} \right) &= \frac{1}{Z} \sum_{m=1}^Z \left\{ -\frac{1}{2} C_o + \sum_{j=1}^{\infty} (C_j \cos j\theta_m \right. \\ &+ D_j \sin j\theta_m) \left. \right\} \left( \frac{\cos \theta_m}{\sin \theta_m} \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{C_1}{D_1} \right) \\ &+ \frac{1}{2Z} \sum_{m=1}^Z \sum_{j=1}^{\infty} \left\{ \left( \frac{C_{j+1} + C_{j-1}}{D_{j+1} - D_{j-1}} \right) \cos j\theta_m \right. \\ &+ \left. \left( \frac{D_{j-1} + D_{j+1}}{C_{j-1} - C_{j+1}} \right) \sin j\theta_m \right\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9 \cdot 111)$$

したがって、プロペラの変動スラストならびに変動トルクは、 $w_e'$  の Fourier 係数  $|a_j|$ 、 $|b_j|$  と関係している。また、変動モーメント  $M_H$ 、 $M_V$  および変動力  $P_H$ 、 $P_V$  は、ともに合成係数  $|a_{j+1} \pm a_{j-1}|$  ならびに  $|b_{j+1} \pm b_{j-1}|$  と関係している。

第 9・15 表は、 $j = kZ$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ ) ただし、 $Z$  : プロペラの翼数) において、Fourier 係数 ( $a_j$ 、 $b_j$ ) の中から、プロペラのベアリング・フォースに関係する係数を抽出した結果である。

軸方向換算伴流係数は、プロペラ翼の幾何迎角の変化のみに着目して求められたものである。一方、変動スラストならびに変動トルクを求めるプロペラ理論計算では、幾何迎角の変化のほかに、伴流の周方向成分による流入速度の増減、準定常としての Induced Camber の影響

などが取り入れられている。これらの影響は、いずれも位相を進める要素であるため、 $w_e'$ の変動とプロペラ1翼の変動スラストならびに変動トルクとの間には位相のずれが生じる。したがって、両者の調和解析によって求められた同次数 Cosine 項の係数、あるいは Sine 項の係数を互いに直接比較することはできない。このため、各次数のベクトル合成によって求めた係数、すなわち合成振幅で比較してみると、 $w_e'$ 側の合成振幅は高次の Fourier 係数を使用するため一部に無理な点も見受けられるが、両者の大小関係は一応妥当なものとなっている。以上の分析結果から、伴流分布とプロペラ翼数との組み合わせが、ベアリング・フォースに対して、第一義的な影響をもっていることが分かる。

次に、軸方向成分のみの伴流分布と3次元伴流分布とによってシミュレーションを行い、伴流の周方向成分がベアリング・フォースに及ぼす影響について調べてみる。その影響が顕著に表れるであろうという点を考えて、伴流の周方向成分が比較的大きい Transom 形船尾の2軸高速船型の伴流分布を計算例として採り上げる。この船型の伴流分布は、第7・1節第7・9図および同第7・11図に示してある。

計算に用いるプロペラは5翼とし、その回転方向を内回り、外回りとした2種類である。その主要目を、第9・16表に示す。また、計算上のプロペラ作動点は、連続最大出力(MCR: 1軸当たり、36,000 PS × 115rpm)に対応している。

ベアリング・フォースのシミュレーションの結果を、内回りプロペラについては第9・69図(a),(b)に、外回りプロペラについては第9・70図(a),(b)に示す。いずれも、軸方向、3次元両伴流分布について、ベアリング・フォースの各成分ごとに比較してある。なお、計算の際の座標系は、内回りプロペラ、外回りプロペラともに第9・67図に従っているが、計算結果の変動曲線は、両プロペラともに右舷側プロペラを対象にした表示となっている。

これらの図によると、 $M_H$ 、 $M_V$ 、 $P_H$ 、 $P_V$ 4成分の大きさが、伴流の周方向成分の有無によって、かなり大幅に相違していることが分かる。特に、定常成分の差が大きい。このことは、 $M_H$ 、 $M_V$ の合成モーメントおよび $P_H$ 、 $P_V$ の合成力の作用方向が伴流の周方向成分の影響によって変わることの意味している。また、変動成分の振幅も、伴流の周方向成分の影響によって増幅されている。

▼第9・15表  $\frac{W_n}{1-W_n}$  の調和解析による係数

係数	k	Z=4 (4翼)	Z=5 (5翼)	Z=6 (6翼)	備考
$a_{kz}$	1	$\frac{(x10^{-2})}{6.83}$	$\frac{(x10^{-2})}{-1.36}$	$\frac{(x10^{-2})}{3.10}$	$\left. \begin{matrix} \tilde{\gamma} \\ \tilde{\alpha} \end{matrix} \right\} \text{cosine項}$
	2	2.40	1.76	1.38	
$b_{kz}$	1	0.13	-0.47	0.34	$\left. \begin{matrix} \tilde{\gamma} \\ \tilde{\alpha} \end{matrix} \right\} \text{sine項}$
	2	0.34	0.23	0.14	
$a_{kz+1} + a_{kz-1}$	1	3.32	9.93	-2.57	$\left. \begin{matrix} M_V \\ P_H \end{matrix} \right\} \text{cosine項}$
	2	-1.88	-1.27	-1.21	
$a_{kz+1} - a_{kz-1}$	1	6.04	-3.73	0.16	$\left. \begin{matrix} M_H \\ P_V \end{matrix} \right\} \text{sine項}$
	2	0.53	0.08	-0.02	
$b_{kz+1} + b_{kz-1}$	1	-1.46	0.47	-0.68	$\left. \begin{matrix} M_V \\ P_H \end{matrix} \right\} \text{sine項}$
	2	-0.40	-0.33	-0.24	
$b_{kz+1} - b_{kz-1}$	1	0.51	0.21	0.26	$\left. \begin{matrix} M_H \\ P_V \end{matrix} \right\} \text{cosine項}$
	2	0.02	0.06	0.04	
$\sqrt{a_{kz}^2 + b_{kz}^2}$	1	6.83	1.44	3.12	$\tilde{\gamma}, \tilde{\alpha}$
	2	2.42	1.77	1.39	
$\sqrt{\frac{(a_{kz+1} + a_{kz-1})^2}{+(b_{kz+1} + b_{kz-1})^2}}$	1	3.63	9.94	2.96	$M_V, P_H$
	2	1.92	1.31	1.23	
$\sqrt{\frac{(a_{kz+1} - a_{kz-1})^2}{+(b_{kz+1} - b_{kz-1})^2}}$	1	6.06	3.74	0.31	$M_H, P_V$
	2	0.53	0.10	0.04	

(注) 備考欄は、各係数と関係の深いベアリング・フォースの成分を示す。

▼第9・16表 Transom 形船尾・2軸高速船型用プロペラの主要目

	内回りプロペラ	外回りプロペラ
翼数、翼型	5翼、MAU	
直径(mm)	6,760 ( $D_p/B=0.21$ )	
基準ピッチ比	1.12 (一定ピッチ)	1.15 (一定ピッチ)
展開面積比	0.80	
ポス比	0.21	
翼厚比) $0.7R$	0.033	

(注) 基準ピッチ比の決定条件

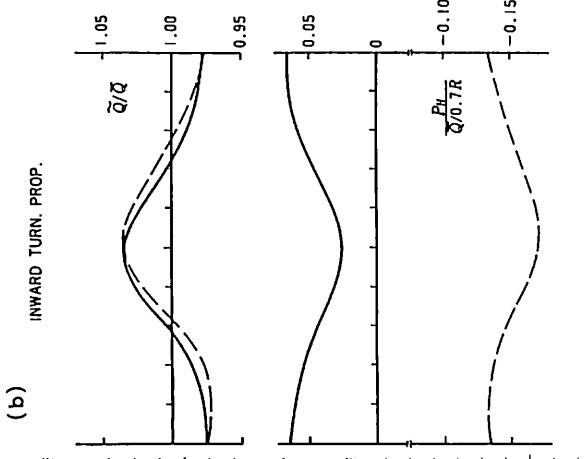
	内回りプロペラ	外回りプロペラ
船速(Knot) (満載、90%MCR)	26.9	26.7
1-w	0.80	0.85

このような伴流の周方向成分の影響について、定性的な検討を行ってみる。その方法は、軸方向換算伴流係数とプロペラの単独性能曲線とを用いて、プロペラ1翼の変動スラストおよび変動トルクを準定常的に求める簡単な方法である。ただし、伴流中におけるプロペラ翼に働

く流体力を支配する2つの要因，すなわち幾何迎角の変化ならびに周方向流入速度の変化に着目しているの、内容の吟味という点では都合が良い。

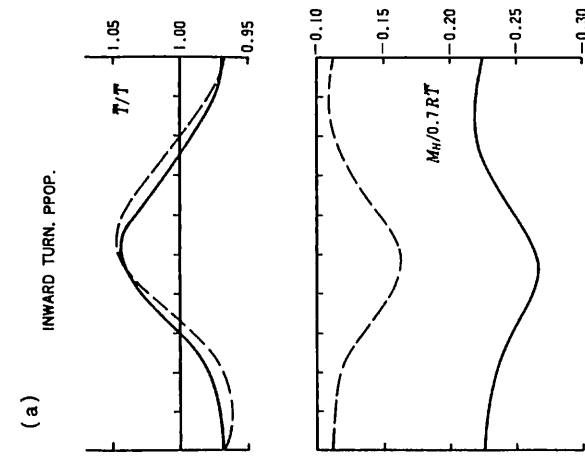
伴流中を回転するプロペラの1翼が任意の回転角 $\theta$ の位置にあるとき、その1翼の前進係数 $J_\theta$ を次式によって求める。

$$J_\theta = J \frac{1 - W_{x'}(0.7R)}{1 - W_{x'}(0.7R)} \dots\dots\dots (9 \cdot 112)$$



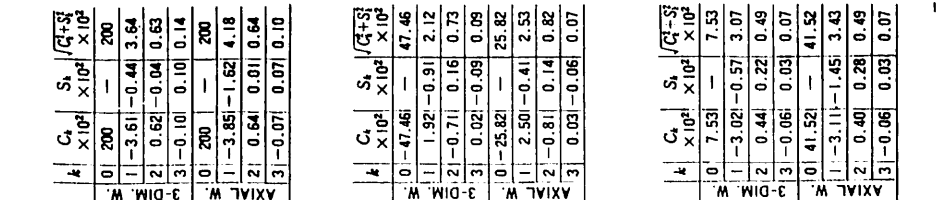
k	$C_d \times 10^2$	$S_d / (C_d + S_d) \times 10^2$	$\sqrt{C_d + S_d}$
0	200	—	200
1	-2.81	-0.01	2.81
2	0.52	-0.19	0.56
3	-0.09	0.10	0.13

k	$C_d \times 10^2$	$S_d / (C_d + S_d) \times 10^2$	$\sqrt{C_d + S_d}$
0	9.72	—	9.72
1	1.94	-0.23	1.95
2	-0.31	-0.02	0.31
3	0.05	-0.03	0.06



k	$C_d \times 10^2$	$S_d / (C_d + S_d) \times 10^2$	$\sqrt{C_d + S_d}$
0	200	—	200
1	-3.61	-0.44	3.64
2	0.62	-0.04	0.63
3	-0.10	0.10	0.14

k	$C_d \times 10^2$	$S_d / (C_d + S_d) \times 10^2$	$\sqrt{C_d + S_d}$
0	47.46	—	47.46
1	1.92	-0.91	2.12
2	-0.71	0.16	0.73
3	0.02	-0.09	0.09



k	$C_d \times 10^2$	$S_d / (C_d + S_d) \times 10^2$	$\sqrt{C_d + S_d}$
0	200	—	200
1	-3.95	-1.62	4.18
2	0.64	0.01	0.64
3	-0.07	0.07	0.10

k	$C_d \times 10^2$	$S_d / (C_d + S_d) \times 10^2$	$\sqrt{C_d + S_d}$
0	7.53	—	7.53
1	-3.02	-0.57	3.07
2	0.44	0.22	0.49
3	-0.06	0.03	0.07

▲ 第9・69図(b) Transom 形船尾・2軸高速船型  
内回りプロペラのベアリング・フォース  
( $\bar{Q}$ ,  $P_H$ ,  $P_V$ )

▲ 第9・69図(a) Transom 形船尾・2軸高速船型  
内回りプロペラのベアリング・フォース  
( $\bar{T}$ ,  $M_H$ ,  $M_V$ )

ただし、  
 $J$  : プロペラの前進係数  
 $W_{x'}(0.7R)$  : 0.7 R翼断面における軸方向換算伴流係数(第7・1節第7・11図参照)  
 $\bar{W}_{x'}(0.7R)$  :  $W_{x'}(0.7R)$  の1周平均値  
 $K_{T\theta} = K_T(J_\theta)$   
 $K_{Q\theta} = K_Q(J_\theta)$  } ..... (9・113)  
 ただし、

$K_{T0}$  :  $J_0$ におけるスラスト係数(プロペラ単独性能曲線により求める)

$K_{Q0}$  : 同トルク係数

簡易計算によるプロペラ1翼の変動スラストを  $T_m'$ , 変動トルクを  $Q_m'$ とおくと,

$$\frac{T_m'}{T_0} = \frac{K_{T0} n \theta^2}{K_{T0} n^2}$$

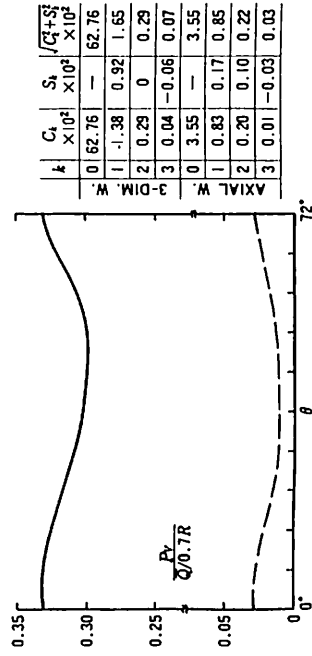
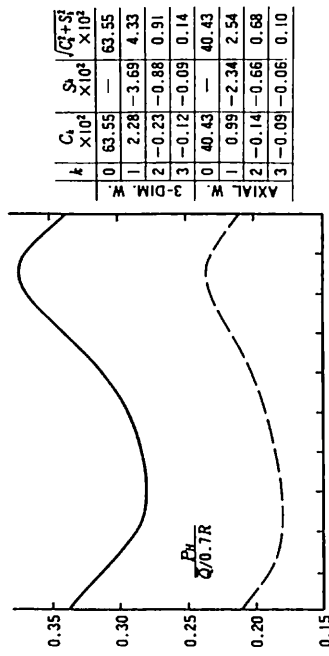
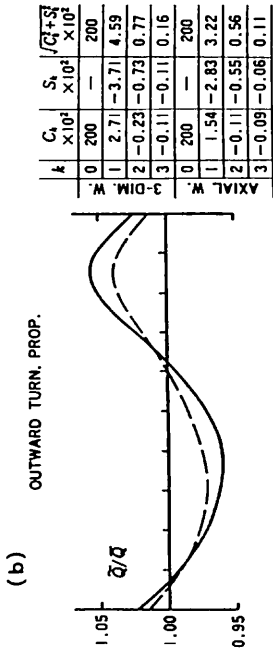
$$\frac{Q_m'}{Q_0} = \frac{K_{Q0} n \theta^2}{K_{Q0} n^2} \dots\dots\dots (9 \cdot 114)$$

ただし,

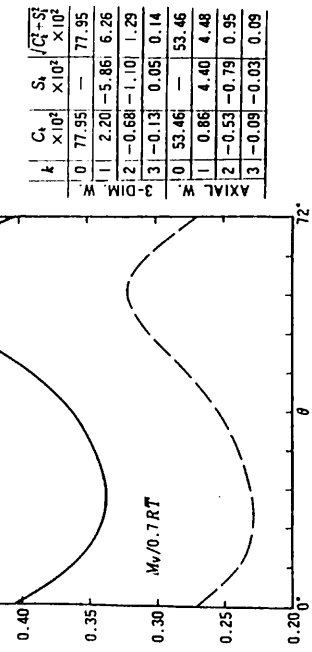
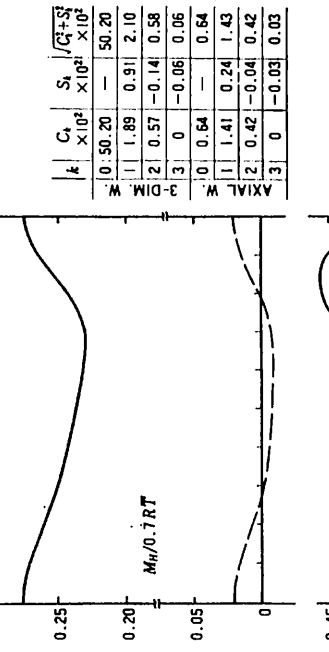
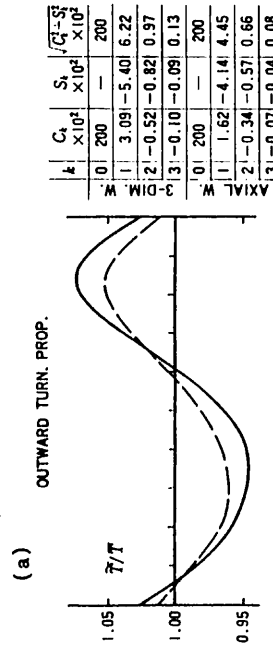
$T_0$  : プロペラ1翼の平均スラスト

$Q_0$  : プロペラ1翼の平均トルク

$K_{T0}$  :  $J$ におけるスラスト係数(プロペラ単独性能曲線により求める)



— in 3-DIM. WAKE — in AXIAL WAKE  
 ▲ 第9・70図(b) Transom形船尾・2軸高速船型  
 外回りプロペラのベアリング・フォース ( $\bar{Q}$ ,  $P_H$ ,  $P_V$ )



— in 3-DIM. WAKE — in AXIAL WAKE  
 ▲ 第9・70図(a) Transom形船尾・2軸高速船型  
 外回りプロペラのベアリング・フォース ( $\bar{T}$ ,  $M_H$ ,  $M_V$ )

$K_{Q_0}$  : 同トルク係数

$n$  : プロペラの回転数

(9・114)式の $n_\theta$ は、伴流の周方向成分 $v_\theta$ を含んだ周方向の流入速度を等価のプロペラ回転数に換算したものである。第7・1節(7・2)式を用いて、

$$n_\theta = n \pm \frac{v_\theta}{2\pi r}$$

$$= n \left\{ 1 \pm \frac{J}{\pi \left( \frac{r}{R} \right)} \frac{w_\theta}{1-w} \right\} \quad (9 \cdot 115)$$

$$= n \frac{1-w_x}{1-w'_x}$$

ただし、記号は(7・2)式のただし書きの通り。  
したがって、

$$\left. \begin{aligned} \frac{T'_m}{T_0} &= \frac{K_{T\theta}}{K_{T_0}} \left\{ \frac{1-w_{x(0.7R)}}{1-w'_{x(0.7R)}} \right\}^2 \\ \frac{Q'_m}{Q_0} &= \frac{K_{Q\theta}}{K_{Q_0}} \left\{ \frac{1-w_{x(0.7R)}}{1-w'_{x(0.7R)}} \right\}^2 \end{aligned} \right\} \dots (9 \cdot 116)$$

ただし、

$w_{x(0.7R)}$  : 0.7 R翼断面における伴流係数の軸方向成分

$w'_{x(0.7R)}$  : 0.7 R翼断面における軸方向換算伴流係数

簡易計算法の要点は、まず、 $J_\theta$ によって伴流の軸方向、周方向両成分による幾何迎角の変化分を修正し、さらに、 $(n_\theta/n)^2$ によって伴流の周方向成分による流入速度の修正を行って、 $T'_m$ と $Q'_m$ を求めることにある。

なお、伴流の軸方向成分のみを適用する場合には、 $w'_{x(0.7R)} = w_{x(0.7R)}$ とにおいて計算を行えばよい。

また、上記の等価回転数の考え方は、かつて、Gutscheが均一斜流中のプロペラに発生する横力の計測結果を検証する際に用いた方法<sup>88)</sup>に準じている。

【参考文献】

88) F. Gutsche : Untersuchung von Schiffsschrauben in schäger Anströmung, Schiffbauforschung 3, 3/4 (1964) (つづく)

# 新刊のご案内

定価・発送費(千)は消費税込み

\*海事・造船図書出版 **成山堂書店**

図書目録進呈 ▶ 〒160 東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル  
Phone 03(3357)5861・FAX 03(3357)5867

## 研究者たちの海

■寺本俊彦編著  
□四六判 248頁 定価2200円(千360)

海洋調査や開発の第一線で知られざる海の素顔に接している研究者たちが自らのテーマにまつわるエピソードをバラエティ豊かに語る。

## 海洋工学の基礎知識

【改訂版】

■吉田宏一郎監修/元綱数道・熊倉 靖共著  
□A 5判 308頁 定価4600円(千390)

海洋開発に利用される技術は広い分野に及び日々進歩を続けている。本書はそれらの最新技術を実際の開発概要と併せて基礎から解説。

## 海中ロボット総覧

■東京大学教授 浦 環/高川真一編著  
□B 5判 548頁 定価12000円(千500)

深海底や水産資源の調査、エネルギー開発、港湾建設等、様々な現場で活躍が期待される海中ロボット。最新技術とその展望を集大成。

## 新訂 船型百科

—各種船舶の機能と概要—

【上巻】 ■月岡角治著  
□A 5判 220頁 定価3400円(千390)

見やすい一般配置図を用いて各種船舶の特長を平易に説明した。今回、大型商船を中心に扱って定評のある上巻を大幅に刷新。図面70枚を追加し、新造船、T S L等の最新情報の充実を図った。

船型百科 —各種船舶の機能と概要— 曳船、特殊作業船、巡視船、艇、漁船、港湾土木作業船等を紹介。好評発売中!

【下巻】 ■月岡角治著  
□A 5判 256頁 定価3500円(千390)

Seaman's Diary '95

## 船員日記

—平成7年版—

成山堂編集部編 表紙：“飛鳥”(日本郵船)/扉の人：'94ミス マルレイナ/口絵：わが社の代表船付録：金銭出納簿、各国通貨円換算表、海事関係アドレス、住所録他  
A 5判 248頁 定価1500円(千390)

## 船用燃料の科学

野村宏次著  
各種船用燃料について化学的初步知識、製造法、諸性状の試験方法、大気汚染との関係等を図表を多用し平易に説明した書。用語解説付。  
A 5判 220頁 定価2800円(千390)

## 船会社の造船技術者より見た造船の諸問題

— より良き船を造るために —

(3)

松宮 熙\*

### 2. 「良い船」とはどういう船か

#### 1. 「良い船」の一般的条件:

「良い船」の一般的条件を次の5つの見地から考えると次のように思われる。

##### (1) 経済的見地から: (High Profitability)

- ① 船価の安い船であること
- ② Deadweight, Capacity が大きく Dead Space が少なくかつ荷の収まりの良い船であること
- ③ 速力が早く、燃料消費が少なく航続距離が必要かつ十分に船の Schedule が保てること
- ④ 荷役能率が良く、荷役関係諸経費が安いこと
- ⑤ 人件費等の固定費が安いこと
- ⑥ Maintenance Cost が安いこと

##### (2) 安全性の見地から: (High Safety)

- ① 十分な Stability および Damage Stability を有すること
- ② 十分な船体強度を持ち、衝突・座礁に際しても決定的な破壊を起こさないこと
- ③ 十分な安全設備を有すること
- ④ Bridge からの前後左右の見透しが良いこと

##### (3) 性能の見地から: (Good Performance)

- ① 運航に関する制限・付帯条件がないこと
- ② 時化に強く耐航性・凌波性に優れていること
- ③ 外洋および港内における操縦性が優れていること
- ④ 姿勢制御が容易で、適度な動揺周期が得られること
- ⑤ 風圧に強く離着岸が容易であること
- ⑥ 振動・騒音が少ないこと
- ⑦ Main Engine, Dynamo 等の Engine 関係各機器が頑丈で無理が効き長持ちすること

##### (4) 居住性見地から: (Good Habitability)

- ① 快適な居住空間を有すること
- ② 生活設備・環境衛生設備が十分整っていること

##### (5) 環境保護の見地から: (Small Environmental

#### Pollution)

- ① Oil Pollution に対する必要かつ十分な設備を保有すること
- ② その他海洋汚染防止に関する十分な設備を保有すること

端的にいうと「良い船」とは安くて、安全で、使い勝手が良く、環境に優しい船ということである。

#### 2. 船主側から見た「良い船」とは:

##### (1) 何が一番大切か:

一般的条件として「良い船」は以上の通りであるが、船主側として船を考える時、何が一番大切かという、人の命と積荷で、いったん事が起きたとき、真っ先に助けなければならないのは、人の命であり、次に積荷である。

従って人を救うために積荷を海に投棄することはしばしば行われてきたことで、海上保険でも共同海損として投棄した積荷は填補されるものである。船は浮いてさえいれば人も積荷も助かる Chance は大いにある訳である。

##### (2) 「良い船」の最大の条件:

船主側にとって「良い船」の最大の条件は、十分な船体強度と耐航性があり、座礁等の海難事故に遭っても環境汚染を引き起こさないことである。大きな環境汚染を起こすと、その会社は汚染処理で破産し兼ねない上、多くの関係者に多大の迷惑を掛けることになる。

換言すれば、船主側から見た「良い船」とは、収益性も大事、使い勝手もまた居住性も大事であるが、少々のがあっても問題を起こさない「安全な船」であることが最大の条件であると考えられる。

##### 3. 造船所側から見た「良い船」とは:

使用者側の船主から見た「良い船」と、製造者側の造船所から見た「良い船」とでは必ずから差があるが、その相違が出てくる理由は、新造船に関する諸条件の解釈なり思惑が必ずしも一致しないこと、使用者側と製造者側との立場の相違、ものに対する評価の相違等からくるように思われる。

造船所側にとっての「良い船」とは船主側から見ると

\* 株式会社 ビー・エム・シー

Pacific Marine Consultants. 代表取締役

船価は別として、前項1.の「良い船」の一般条件を受け入れつつも、更に次のような Intension を併せ持っているように思われる。

- (1) 造り易く、工数が少なく、工期が守れること
- (2) 十分な材料節減と、安価な材料の使用を計り出来るだけ Light Weight を小さく安価に建造できること
- (3) 造船所主導で設計・建造が進められ造船所の標準船型および造船所の諸標準が大幅に受入れられ、船主の標準なり特別な要求が少ないこと
- (4) 船級協会、S O L A S 条約等関係各 Rule を Minimum Level で Clear できること
- (5) 新造船契約・建造 Specification が Trouble なく Clear できること
- (6) 建造中に Spec. および図面の変更・追加が少ないこと
- (7) 建造中の船級協会 Surveyor・船主監督・艤装員との Trouble が少なく、現場から出される船主要望工事を Minimize できること

如何に「安く、速く、楽に」が建造段階での最大の目標なり Intension になっているが、建造者側とすれば当然のように思われる。

#### 4. 造船所側の Intension に対する船主側の考え方：

上記3.の造船所側の Intension と船主側の考え方とは、造船所によっても船主によっても変わると思うが、船主がどう考え、どんな Gap があり、どんな影響があるか上記3.の順番に従って探って見ることにする。

- (1) 造り易く、工数が少なく、工期が守れること：

それはそれで良いことであり、造船所への協力を惜しむものではないが、いくら造り易いからといって必要部分の強度をギリギリにしたり、簡略化したりまたは連続性を失うような基本的に重要なことをないがしろにするようなことがあってはならない。

- (2) 十分な材料節減と、安価な材料の使用を計り出来るだけ Light Weight を小さく安価に建造できること：

材料を多く使えとも、高価な材料を使えともいわないが、Light Weight を小さくする余り、構造全体の強度を限度一杯に下げたり、Balance を崩すようなことがあってはならない。

Light Weight が小さいということは Deadweight が大きいということで、それ自体は船主にとって Merit であるが、重量軽減を如何なる手段で、如何に合理的に、どんな部分がどの程度なし遂げられたか船主としても十分知って置く必要があり、Deadweight が多くなったと、喜んでばかりはいられないと考える。

- (3) 造船所主導で設計・建造が進められ造船所の標準船型および造船所の諸標準が大幅に受入れられ、船主の標準なり特別な要求が少ないこと：

#### ① 造船所の標準船型：

本来なら就航する航路なり、積荷なりに合わせて設計した船の方が造船所の標準船型より使い勝手が良いに決まっているが、船価や工期の関係で実用上それ程問題がないとの判断で標準船型を採用するのであって、仮令船として標準船型が優れていても、船主にとって必ずしもピッタリの船という訳ではない。

#### ② 造船所の標準：

また造船所の諸標準にしても、本来船社自身の標準を使用したいが、造船所の諸標準を採用しないと Extra Cost を要求され船価が高くなるからで、造船所の諸標準が必ずしも優れているからではない。船社にして見れば、造船所が違えば船の標準が違うのでは使い勝手が悪いが、Extra Cost には勝てずやむを得ず採用するものと考えて欲しい。

造船所間の標準が違うといっても、それ程大きな差がある訳ではないが、船社としては気になるところであり、造船所との設計打ち合わせ中や、艤装中にこの違いを廻っての Trouble が発生することがある。

造船所の標準にも良いものが多々あるが、造船所が違えば同じものに対しても仕様が違う場合が多く、船社は事前に造船所の諸標準を勉強し、自社の標準との違いや造船所間の標準の違いを勉強し、良いものがあれば自社の標準に取り入れるよう努力する必要がある。

- (4) 船級協会、S O L A S 条約等関係各 Rule を Minimum Level で Clear できること：

#### ① 船級協会規則の基準：

一般に製造に関する Rule は最低の基準を与えるもので、各船級協会の新造船に関する規則も例外ではないと考える。

これに反し設備なり行動指針に関する S O L A S 条約のような Rule は必ずしも最低の基準を与えているのではなく、製造に関する Rule とは自ら相違があると思われる。

#### A 縦強度基準：

船級協会規則は速力 15 knots 程度、波高  $H_w = 1/20L$ 、波長  $\lambda = L$  のトロコイド波を基準に長い間縦強度が決められてきた。しかし船舶の大型化に伴い従来の基準では実情に合わないようになったので N K は

波長  $\lambda = L$  の正弦波

波高  $H_w = 0.607\lambda^{1/2}$  またはこれを修正した形

の算式を採用し、各船級協会は独自の基準を最近まで用

いていたが、最近ようやく IACS で統一基準が作られ、同一の波高基準を用いるようになった。

#### B 船体強度基準：

一方各船級協会は直接計算を導入して強度の解析を行い、各部の強度がかなりの精度で得られるようになったとはいえ、計算の前提になる諸条件を考えると最低の基準であるといっても良いように思われる。

#### C 船体強度に対する船主の要望：

造船所が船級協会 Rule を最低で Clear するべく努力するのは当然といえば当然であるが、船主の立場からすれば Rule が完全なものでない限り、船として一番大事な船体強度が最低基準で Clear するのは心許なく、ある程度の余裕が欲しいということになる。

まして冬期北太平洋のような海象状況の悪い海面を航行する船舶に対しては、特別の配慮が必要であるが、何処を何処までどの程度配慮すべきか造船所との論争になる処である。

#### ② 座礁にも時化にも強い船：

船主としては航行中の船体強度が十分であることの他に船主によっては座礁に対しても強い船体を要求する場合がある。

かつて大手海運会社では、二重底の Floor をすべて Solid Floor にしていたが、これは座礁時に Skeleton Floor の Strut が二重底内底板を突き破り Hold 内に海水が侵入し沈没することを防ぐために取られたものであった。

Deadweight の面からも船価の面からも不利なのに、敢えて全部 Solid Floor にしたのは正に人命の尊さと積荷の大切さを十分に認識していたからに外ならず、立派な海運哲学を持っていたと言い得よう。

また太平洋を航行する船に対して No. 1 Hold ~ F'cle Side の外板の増厚、No. 1 Hold の Side Stringer の増設等々、船級協会 Rule を超えた船殻構造の船を建造してきたが、Rule Minimum を最大の目標とする造船関係者には考えられないことかもしれないが、「船の安全とは本質的に何か」に思いを致せば、このような構造の船体を建造することを考えるのは当然のことと思われる。

#### ③ 船級協会、SOLAS 条約等関係各 Rule：

船級協会の Rule は、船体の故障の実例や構造破壊の実験等の結果を取り入れて年々改訂され、安全性は高まっているといっても良いと思うが、改訂までに数年を要するので最新の Rule で建造しても最新の安全性を確保しているものとは言い難い。

従って Rule を Clear し、それなりに操船を行っても常に安全であるとは限らず Rule Minimum でよしとす

る姿勢には疑問を持つものである。

これらの問題は更に後述の船殻構造の項で論じることにする。

設備に関する各 Rule を Minimum に Clear することを目標にするのは造船所側としては当然のことといえるが、だからといってどんな質でも良いという訳ではない。

船主側としては余分な設備なり予備品類を増やしてくれというのではなく、それなりの質のものを要求するのである。船主が質の良い設備なり支給品なりを望むのは、これまた無理からぬことで、納得の行くものを用いないと Trouble の原因になり兼ねないように思われる。

#### (5) 新造船契約・建造 Specification が Trouble なく Clear できること：

新造船契約そのものが問題になることは滅多にあることではなく、万一 Trouble があるとすれば大変なことである。

建造 Spec. には契約 Spec. と Working Spec. の二つある場合があるが、Working Spec. は契約締結後の Spec. の変更・追加を契約 Spec. に加えたもので船の建造はこれによって行われる。

Spec. はどんなに綿密に打合わせ、打合議事録を作成しても全てを言い尽くせないため、建造中に Spec. の解釈を廻っての Trouble がいろいろ発生するもので、打合わせした双方の当事者がいても、時間が経ってその Back Ground を忘れていたり思い違いをしていたりしてその解決に手間取ったり、問題になったりすることがある。まして打合わせした双方か一方の当事者がいない場合 Trouble が大きくなることもある。

かつて昭和30年の初め日本が外国船を建造し輸出し始めた頃、英文の Spec. の解釈の違いから大損をし担当役員の交代まで演じた造船所が出現したが、それ程珍しいことではなかった。日本の造船所はこういう苦い経験と高い勉強代を払って成長し、やがて世界一の造船王国に申し上がったのである。

#### (6) 建造中に Spec. および図面の変更・追加が少ないこと：

Spec. の変更・追加もしかることながら、図面特に船殻関係の図面の変更・追加を、間違いなく管理施工することはかなり厄介なことである。設計としては改正図を工作部その他関係各部所に送りさえすればそれで済むが、工作部としては同一図面の改正図が 1 ~ 2 枚程度なら問題なく処理できても、5 ~ 6 枚ともなると検査関係を含めうまく管理しないと混乱を来し誤作につながる恐れがある。

言い換えれば、船殻関係に限らず艤装関係の図面も含



め Original の図面だけで済めば Smooth に誤作の少ない船が建造でき、造船所・船主共に Merrit があるものとする。

従って造船所・船主共、出来るだけ Original Plan で建造出来るように心掛けるべきであり、そのためには両者の事前の綿密な打合わせが必要であるとする。

- (7) 建造中に船級協会 Surveyor・船主監督・艤装員との Trouble が少なく、現場から提出される船主要望工事を Minimize できること：

Spec. 図面、試験方案が十分整っており、工作が問題なければ受験する項目については Surveyor や船主監督との Trouble はないと思われる。

① 船殻設計に対する改善要求：

船殻関係の設計に Surveyor や船主監督の場合には現場が図面通りに出来ていても、現物が設計的に問題があると判断されると改良を要求されることがある。

船殻図面は立体を平面に画くため、図面に現すのが難しい構造の場合、うまく図面化出来ず工作部が誤って図面を読んだ結果、設計的に問題のある構造になったり、部材の End 処理が不十分であったりする箇所等々を指摘され、通常なら見過される処を変更要求され、場合によっては設計を交えて解決するようなこともある。

これは Trouble といえば Trouble であるが、むしろ Trouble 以前の問題で、構造に関する設計標準なり設計の考え方を部分的に見直す必要があることを意味していると思われる。

② 船主監督・艤装員との間の Trouble：

一般に船主監督との間で Trouble の発生するのは塗装で特に下地処理を巡る問題が多いが、この他溶接の Spatter や Gas 切断のノロの処置についてもどこまで除去するかで Trouble ことがある。

これ等については、予め造船所/監督間で施工の範囲と Grade を決めておく必要があると考える。

その他一般艤装については、使い勝手が問題になる場合が大部分で、取付位置・高さ・修理の容易さ等が問題にされることが多いが、全て完全なものがあるわけではなく、双方面子や小事に捕らわれず互いに譲歩し合えば Smooth な艤装が出来、艤装員との間も問題が発生しないと思われる。

建造中に検査関係、艤装関係が Smooth に行くことは「良い船」を建造することにつながり、造船所にとっても船主にとっても Happy なことである。

5. 船主にとって「使い勝手の悪い船」の実例：

- (1) 船首船底補強の無い Panamax Bulk Carrier：  
ある Panamax Bulk Carrier の例であるが、船の

長さ、その他の要目は架空のものである。

① 船首船底補強に関する規則：

Slamming 対策として各船級協会は補強する規則を作っているが、NK の規則は次のようになっている。

荒天時の最小船首喫水  $d_F$  により

A 外板

$d_F \leq 0.025 L'$  ……完全補強

$0.037 L' \leq d_F$  ……補強不要

中間の  $d_F$  ……板厚補完

ここに、 $L' = L$  または 230

( $L > 230$  の場合)

B 内構材

$d_F \leq 0.025 L'$  ……完全補強

$0.037 L' \leq d_F$  ……補強不要

中間の  $d_F$  ……補完補強

この Slamming 対策規則によれば  $L = 210$  m の場合船首喫水  $d_F = 0.037 \times 210 = 7.77$  m 以上に調整して航行できれば、船首船底の補強は不要であるということを示している。

② Panamax B.C および一般貨物船の船首船底：

Panamax B.C の場合通常 7 Hold で、No 4 Hold を Ballast 兼用 Hold にしており、Heavy Ballast 状態を作る時は Ballast Hold と F.P. Tank に張水するが、F.O. の残量が 10% の場合、船首喫水  $d_F$  を 7.77 m にすることは難しく、6.5 m 程度にしかならず、従って船底補強をするのが通常であるように思われる。また Panamax B.C に限らず外航船ではどの船でも船底補強するのが一般的である。

③ 新型の Panamax B.C：

ある造船所が、新しく Lines と共に Ballast Tk, F.O. Tk を再配置した新型の Panamax B.C を開発したとして、ある Owner に持込んだことがある。

この Panamax B.C を検討している内に、この船は船首船底補強が無いことが分かり、その理由を問いただした処 F.O. 残量 10% の場合 Heavy Ballast 状態で  $d_F$  を 7.77 m 以上に出来るからとの返事であったので、重心 Trim 計算書を調べたところ正にその通りであった。

Heavy Ballast 状態を作るためには、Top Side Tk と Hopper Ballast Tk を全て Full にする外、No 4 Hold と F.P. Tk を Full にする必要がある。

Rule 上は確かにこれで良いので問題なさそうであるが船を運航する船社側にとってはこのことを問題なのである。

④ 船底補強のない船の問題点：

A Quick Dispatch が出来ない場合がある：

Operator側は荷役が完了し、Hold 掃除が終われば直ちに積地に向け船を出港させたいが、荒天時船首喫水を7.77 m以上にすることが義務付けられているためNo.4 HoldをFullにしてHeavy Ballast状態を作るまで、約半日程待たねば出港させられない場合が出てくるからである。

Heavy Ballast状態にせずNormal Ballastでの航行は可能であるが、途中で荒天に遭遇し、Slammingで船底損傷を起こしても、船首喫水を7.77 m以上に調整して航行する条件が付けられているため、損傷復旧費を保険で填補することは難しく、船長は損傷の責任を問われることになる。

荷役終了後直ちに出港しNo.4 Holdに漲水しながら航行することも可能ではあるが、漲水が完了するまで平穏な気象状況が続けば問題ないが、漲水中に時化出した場合、漲水がHold内でSloshingを起こし、BHDその他船体構造にDamageを与え兼ねない。

本船が出港するかどうかは船長の判断で決まるが天候が安定していることが確認出来ないため船長も出港の決断を下せないであろうと思われる。

結局船首船底補強が無いと本船を荷役終了後何時でも出港させ得るとは限らず、Quick Dispatchを標榜するOperatorとしては条件の付いた「使い勝手の悪い船」ということになる。

船底補強をしないで済むなら、その分安く軽く建造でき造船所にとっては魅力のあることではあるが、「使い勝手の悪い船」を船主が建造するかどうか、大いに疑問のある処である。

**B 遅れは簡単に取り戻せない：**

No.4 Holdに漲水するのに約半日必要でも、その遅れをSpeed Upで取り戻せば良いとする考え方もあるが、仮に14 knotsで半日先にし出港した船を14.5 knotsで追いつこうとした場合、

$$14 \text{ S.M.} \times 12 \text{ h} \div (14.5 \text{ kn} - 14 \text{ kn}) = 336 \text{ h (14 Days) 必要となり、}$$

馬力も14.5 knと14.0 knとの差1,000 BHP、燃費125 gr/BHP/hとすると、追いつくまでのF.O.は  
 $125 \text{ gr/BHP/h} \times 1,000 \text{ BHP} \times 336 \text{ h} = 42.0 \text{ MT}$   
 程度余分に必要になり、如何にこの半日の差が大きいか分かる。

**⑤ 船底補強に関する Rule の問題点：**

このような船は、設計者が船のOperationを良く知らずにLight Weightを出来るだけ小さくする努力をした結果得られたもので、船級協会のRuleがある以上設計者としてはRuleの範囲内で設計するのは無理からぬこ

とであるかも知れない。

問題はむしろ船級協会のRuleにあるのであって、

「 $0.037 L' \leq d_F$ であれば船首船底の補強が不要」(船級協会により表現は多少異なっている)としている処にあると考える。

このRuleは計算上からも、実験結果からも得られた結論から導入されたものと思うが「……であれば不要」となっているから造船所は、それを目指して設計するのであって、Rule上どの船に対しても船底補強を義務付け $0.037 L' \leq d_F$ に出来る船については、船主の申請で船底補強が省略出来るようにすればこの問題は解決するものと考ええる。

船級協会に対し、この部分の改正をお願いすると共に造船所に対し船の実際のOperationをもっと勉強することを勧めたい。

**(2) 大きなBallast Tankを持つCar Bulk：**

最近では自動車の輸送は殆どPCCになっているが、かつては盛んにCar Bulkの建造が行われた時代があったが、その頃の話である。

**① Car Bulkの概要およびTank配置：**

その船はDeadweight 69,000 tのPanamax Typeの5 Hatch, 5 Hold with Cargo GearのCar Bulkで、普通のB.Cと同様Top Side TankとHopper TankがBallast TankでTank配置は次のようなものであった。

ただしBallast Holdは有していない。

**A Ballast Tank：**

No.1 Top Side Tank	.....	No.1 Hold Side
No.2 " "	.....	No.2 ~ 3 Hold Side
No.3 " "	.....	No.4 ~ 5 Hold Side
No.1 Hopper Tank	.....	No.1 Hold Side
No.2 " "	.....	No.2 ~ 3 Hold Side
No.3 " "	.....	No.4 ~ 5 Hold Side

**B F.O. Tank：**

No.1 F.O. Tk	.....	No.4 Hold 二重底
No.2 F.O. Tk	.....	No.5 Hold 二重底

上記の如くTop SideもHopper Tankも各3 Tankあり、そのうち2 TankはいずれもNo.2 ~ 3 HoldおよびNo.4 ~ 5 Holdの2 Holdにわたる長さ60数mの長大なTankであった。

**② Trim調整問題：**

Ballast Tankが少なくまた長大なためTrim調整がやり難く乗組員の評判の悪い船であった。

Trim調整はF.O.で行うこともあるが、Heatingする必要がある他、F.O.Transfer PumpのCapacityは

それ程大きくないので、Trim 調整には向いているとは思われず、Ballast で行うのが本当であると考える。

船の乗組員側としては Ballast Tank は細かい方が Trim 調整がし易く便利であるのは明らかである。

### ③ Ballast Tank の適性配置：

如何に Rule 上認められ、安く建造したいからといって、この Car Bulk のように 2 Hold にもわたる長さ 60 数 m の長大な Ballast Tank を 4 Tank も持つ「使い勝手の悪い船」を建造したのは、基本設計者が実際の運用を知らないことからくるのか、低船価実現の苦肉の策から来るのか知らないが、「使い勝手の良さ」を犠牲にした船を建造すべきではなく、せめて No 3 Top Side Tank か No 3 Hopper Tank の何れかだけでも 1 Hold 1 Tank にすべきであったと考える。

### (3) Pure Car Carrier (PCC)：

船舶にはいろいろの Type があるが、PCC 程操船技術的に「使い勝手の悪い船」はなく、帆船を「最も美しい船」の代表とすれば、その対極としての「最も Ugly な船」の代表は PCC であると思われる。

「使い勝手の悪い船」になる理由は、次の 3 つあると考える。

#### ① 風圧面積が船の大きさに比べ異常に大きくかつ

Unbalance であること：

#### ② 船型が Fine で平行部が少なく接岸中の安定性が悪いこと：

#### ③ 特殊な Lines による不具合があること：

これ等を具体的に述べることにする。

##### A 風圧面積が大きいことによる影響：

##### (A) 台風の場合危険にさらされることがある。

台風が近づくとき船は港外に避難し、風に向かって Anchor を下ろし Chain を出来るだけ長く出して準備するが、いよいよ台風が来襲し風が強くなると Main Engine を回転させ、船が風下に押し流されないように保ち、台風の通過するのを待つのが通常である。

ある PCC が台風時に風に向かって立っていた時、PCC の後方に何隻かの船がいたが、一晩台風が吹き荒れ翌朝台風が去って朝見ると、後方にいたはずの船が皆本船の前方にいるのに驚いたとの船長の話がある。

船は最前列から最後部に台風に流された訳で、船長は流される途中でよく他の船に衝突しなかったと胸を撫で下ろしたと語っていたことがあるが、これは正に PCC が如何に一般の船に比べ風に弱く危険にさらされ易いか雄弁に物語っているものと考えられる。

##### (B) 強風に押し流され易い。

Course Stability が悪くなり、場合により操船が困

難になることもある。

##### (C) 離着岸が風による影響を受け易い。

Tug Boat を余分に必要とする場合があるほか、気象状況により、一般の船舶より強風対策をする必要がある。

##### (D) Lock Gate に損傷を与えることがある。

運河、Basin、Dry Dock 等の Gate 通過時、風の影響を受け Lock Gate に損傷を与えることがある。

ある PCC が Europe で Basin の Lock Gate に損傷を与え莫大な修理費を請求された例がある。

##### B 平行部が少ない船型による不具合点：

(A) 平行部が少ないことは船体が岸壁に接する面積が少ないことを意味し、風波や他船が本船の近くを通過する時に起こす波の影響を受け接岸中船体がグラグラし易いため、Midship Ramp や Stern Ramp に悪影響を与える。

(B) Barge による補油・補水を行う時、風波の影響を受け Barge の安定性が悪く作業がし難いことがある。

##### C 特殊な Lines による不具合点：

(A) 船首部外板の Knuckle Line (Chine) の処で Hawser が擦れ外板の Paint をはがしたり、Hawser が傷付き易い。

(B) 船尾形状が Freeboard Deck 位まで朝顔型の特殊な形状をしているため、離岸時船体の前後が同時に岸壁に平行に離れる場合は問題ないが、船尾部が遅れると船尾部が岸壁上に覆い被さり、Bit や Bollard 等に船体が引っ掛り外板を損傷することがある。

これ等の不具合点があるにも拘らず、営業の自動車輸出最優先主義に沿って PCC が建造されてきたのは、このように風圧面積が大きい船の安全性が理論的にも実験的にも確かめられた訳でなく、操船技術の優秀性に支えられ、それ程大事故も起こさずに来られたからである。

風圧面積と主機馬力の関係その他から見て、PCC は本当に本質的に安全な Manoeuvrability を持った船といえるかどうか疑問のある処である。

#### 6. 「使用者にとって良い船」の前提：

「使用者にとって良い船」といってもそれは飽くまで十分な安全性の上に立っての話で、造船所は少しでも安全性に懸念のある場合は十分な対策を行い、理論的にも十分な裏付けを得て初めて建造に着手すべきであり、使用者も営業最優先で安全性を損ねてまで船を造るべきではないと考える。

#### 7. 友鶴事件の教訓

かつて、昭和 11 年に日本海軍の演習中に起きた事故に「友鶴事件」というのがある。この事故は演習中に台風

に巻き込まれた水雷艇「友鶴」が転覆し乗組員全員が死

亡した事件で、原因究明の結果GMが(+)でもOG\*がある一定値を超えると転覆することが判明した。

これは軍令部の兵装に関する要求が過大であったにも拘らず、これをGMの許す範囲で受け入れたため、重心が上昇した結果であった。

海軍は直ちに重要艦船のOGを調査した処、殆どの艦船がOGに問題があることが分かり、直ちに改造を始めたが完了したのは大東亜戦争勃発の直前であった由である。

一方新造の艦船については、これを教訓とし、以後無

---

\* OG：船の重心と喫水線との垂直距離

理な兵装要求を改め Balance のよい設計に転じたことである。

これは設計者は使用者側の要求を無批判に受入れてはならず、使用者側も飽くまで Reasonableな要求をすべきであることを意味しているが、これは一般の商船にも当てはまることと思われる。

#### 8. 要約：

「良い船」とは、船の安全性を阻害しない限り「使用者側にとって良い船」こそ「本当の意味での良い船」であり、「建造側にとって良い船」が「真の意味での良い船」ではなく、また「Rule」とは最低の基準を示すものであると考える。 (つづく)

---

---

## 船 体 構 造 設 計

近畿大学工学部教授・工学博士  
間野正己 著

B5判 / 本文 240 頁 / 定価 12,000 円 (送料 380 円)

著者は30年におよぶ造船所の設計のベテランで、現在は大学の機械工学科の教授として講義をされている。

本書は船体構造を設計するに当たって、考慮すべき要件を総論・基礎論および応用論に分け、詳細に述べてある。総論では船殻設計の重要性・設計手順に始まり、船殻設計のフィロソフィー他、合理化・材料・重量・設計精度等、設計実務の考え方を述べている。

基礎論では強度理論と構造部材の設計法を梁・桁・柱・板・防撓板に分けて述べ、振り・撓みと溶接、振動等についても理論に基づく解説を行っている。

応用論では全体設計・縦強度・振り強度を論じた上で、具体的な船体構造部材につき詳細な設計法を示している。特に二重船殻・各部構造から重量推定まで懇切丁寧な設計指導書になっている。

内容は2年間にわたり「船の科学」誌に連載されたものと、旧「船舶」誌に連載されたものを集約し、更に新たな構想で加筆されたものである。

船舶構造の設計法として理論に裏打ちされた経験の結晶を集大成した不朽の名著として推薦するものである。

---

発行所 株式会社 船舶技術協会 電話・Fax (03) 3552 - 8798  
〒104 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル 振替 東京3-70438

---

● 新型機関紹介

天然ガス焚きディーゼル実証プラント

大形低速 2 サイクル ガスインジェクション ディーゼル機関の紹介

— 三井—MAN B&W 12K80MC-G1-S —

(2)

三井造船株式会社ディーゼル事業部  
ディーゼル工場第一設計部

5. 安全装置

G I D Eではパイロットオイルの燃焼で噴射されたガスに火を付ける燃焼システムを採用しているため3項で述べた噴射系の部品が正常に作動することが要求される。しかし、何らかの原因で部品の作動が異常になる可能性は当然あり、表4に示すような事態が考えられる。このような事態が起こった場合にはガス運転を即座に中止し、30%負荷のパイロット運転に切り替えるシステムになっている。これを Gas Mode Shut Down (G S D)と称している。

▼ 表4 部品の異常とその結果起きる事態

異常	その結果起きる事態
(1) パイロットポンプスティック	パイロットオイルが噴射しない。 →シリンダ内で燃焼が始まらない。 →ガスが未燃のままシリンダ内に溜まる。
(2) パイロット弁スティック	同上。
(3) ガス弁が開状態でスティック	ガスが常時シリンダ内に入る。

5・1 異常検知システム

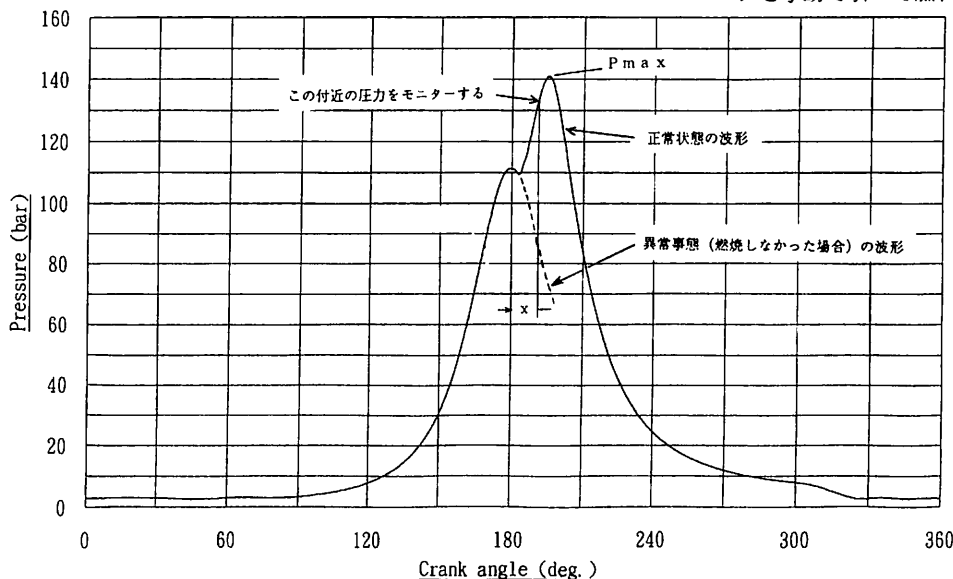
表4の(1)および(2)の異常事態はシリンダ内圧の異常として検知する。シリンダ内圧は常時圧力トランスジューサで監視するのが望ましいが、熱に弱いシリンダカバースタッドに貼った歪ゲージによりシリンダ内圧を変動歪出力として間接的にモニタリングしている。異常検知の方法はこれらがシリンダ内で燃焼が始まらないという結果になるのでシリンダ内圧の非上昇として検知する。図17に正常および異常時のシリンダ内圧と検知方法を示す。

表4の(3)の異常事態はバルブブロックのガスアキュムレータ内のガス圧異常低下として検知する。図18に異常検知方法を示す。これらを Cylinder Monitoring System (CMS)と称している。

5・2 ガスモードシャットダウン (G S D) テスト

表4の(1)と(2)をシミュレーションするため、ガス運転中にパイロットオイルポンプのラックを手動で引いて燃料噴射をカットした。この時のCMSの異常

検知バルブブロックのガスシャットダウン弁の動作完了までの時間を計測した。図19に計測結果を示す。異常検知からガス噴射遮断までできるだけ短く、理想的には次のガス噴射に至る前に完了するのが望ましい。計測結果を見ると 500 m secでシャットダウン弁の動作が完了しており、1サイクル以内であった。



▲ 図17 筒内圧異常検知方法

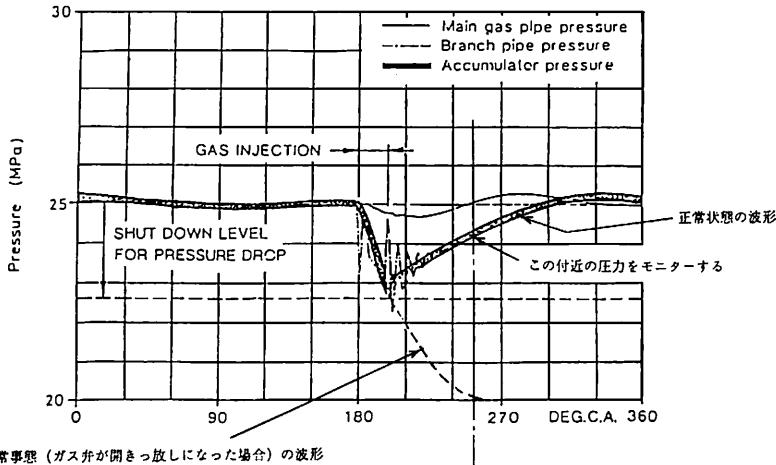
5・3 排ガス温度デビエーション警報

G I D Eでは油焚きディーゼル機関以上にシリンダ間の排ガス温度デビエーションが出る傾向がある。デビエーションは直接には燃料ガス噴射量の多少の影響が出てくるわけであるが、その主たる原因はシリンダ内への燃料ガスの噴射量を液体燃料のように自分自身の圧力で制御しないためである。

排ガス温度デビエーション警報が出た例として次の事

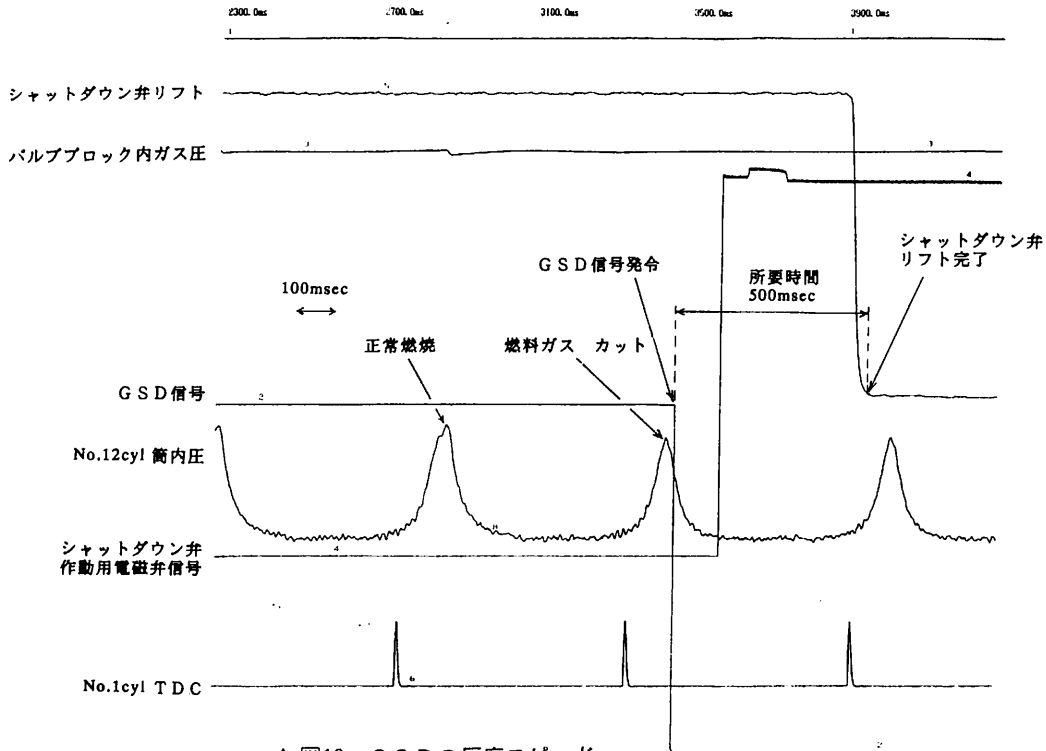
故例を紹介する。3・3項でコントロール付き安全弁の役割についてその重要性を述べたが、その安全弁を構成する1部品が破断して安全弁が開いたまま機能しなくなった事故があった。そのときのパイロットオイルポンプとコントロールオイルポンプの圧力波形を正常なシリンダと事故を起こしたシリンダを比較して図20に示す。正常なシリンダではパイロットオイルの圧力が上昇して安全弁が開いてからコントロールオイルの圧力が上昇する

のに対して、事故を起こしたシリンダでは安全弁が常時開いているため、パイロットオイルポンプの圧力とは無関係に早く圧力が上昇している。コントロールオイルのポンプマークは同じなのでガス噴射時期が早まった分だけガス噴射量が増えて排ガス温度上昇を招いた。もちろん、シリンダ内圧が異常に上昇した時はデビエーション警報よりも先にCMSで検知される。なお、この事故の原因は事故部品の形状不良と初期の過剰締め付けによるものであり、現在は設計変更と締め付け力遵守により解決している。



異常事態 (ガス弁が開きっぱなしになった場合) の波形

▲ 図18 アクムレータガス圧異常検知方法



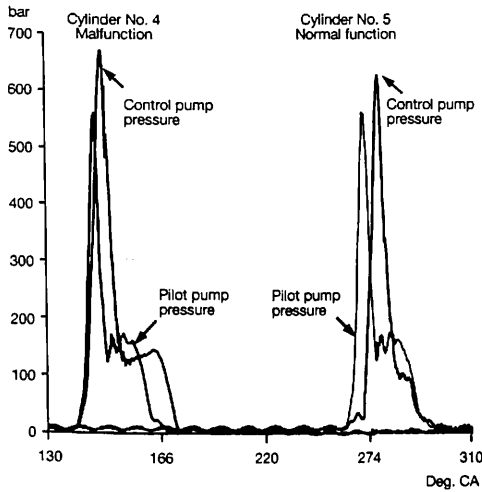
▲ 図19 GSDの反応スピード

6. エンジン性能

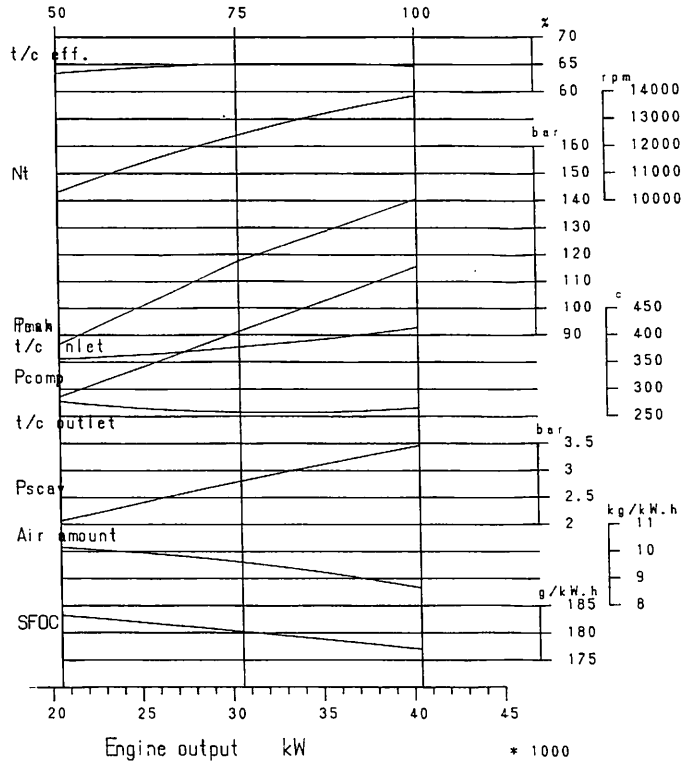
ガスインジェクションディーゼル機関に対するシリンダサイクル上の配慮は特に行っていない。即ち、排気弁タイミング、掃気ポートタイミングおよび圧縮比などは基本的に従来機関に対するものと同じである。また、ターボチャージングも基本的に同じである。しかし、本試験設備では脱硝装置がエンジンと過給機の間にあるため特殊な運

Performance curves 12K80MC-GI-S  
 Used file name Pmax corrected to measured value  
 'C0532 .5 Final confirmation 1994.05.09

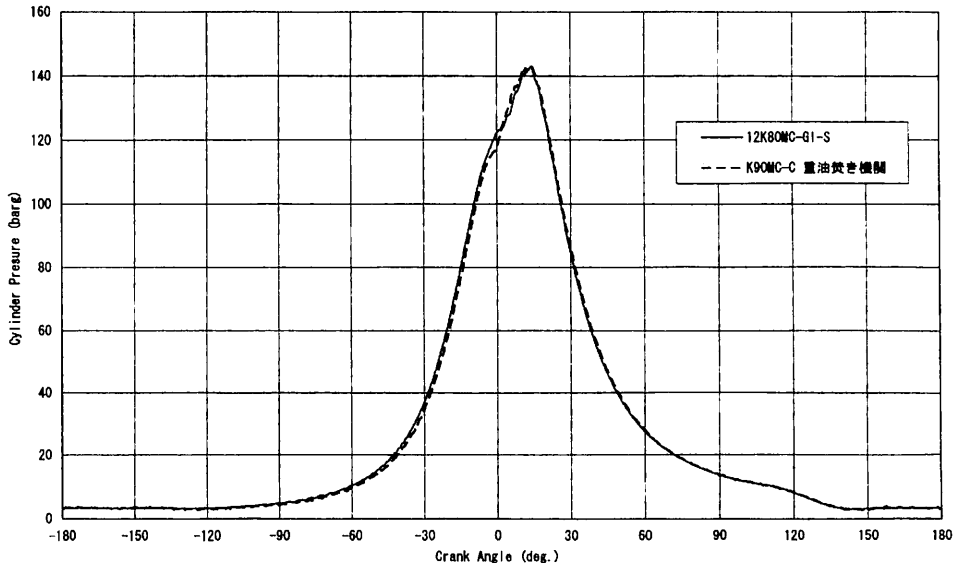
12K80MC-GI Function of the safety valve



▲ 図20 コントロールポンプ安全弁パネ受破断時



▲ 図21 千葉G I D E 性能カーブ



▲ 図22 筒内圧波形

転方法を採用している。つまり、ダクトバーナーを脱硝装置の予熱やエンジンローディング中に運転するため、条件によっては掃気圧が高くなりすぎる場合がある。このため、掃気圧が負荷に対して設定された値になるようPPCが排気バイパスをコントロールしている。ダクトバーナーを採用した理由は、本機関が毎日発停運転するため、ロードダウン時および夜間に冷えた脱硝装置を暖めて翌朝のローディング時間を短くするためである。もう一つはエンジン始動から停止までNOx規制をクリアしなければならないからである。つまり、排気ガスを過給機に流しながら、その一部を脱硝装置に流して暖めながら運転するモードは、脱硝されていない排気ガスが直接過給機から出てしまうため許されていないからである。

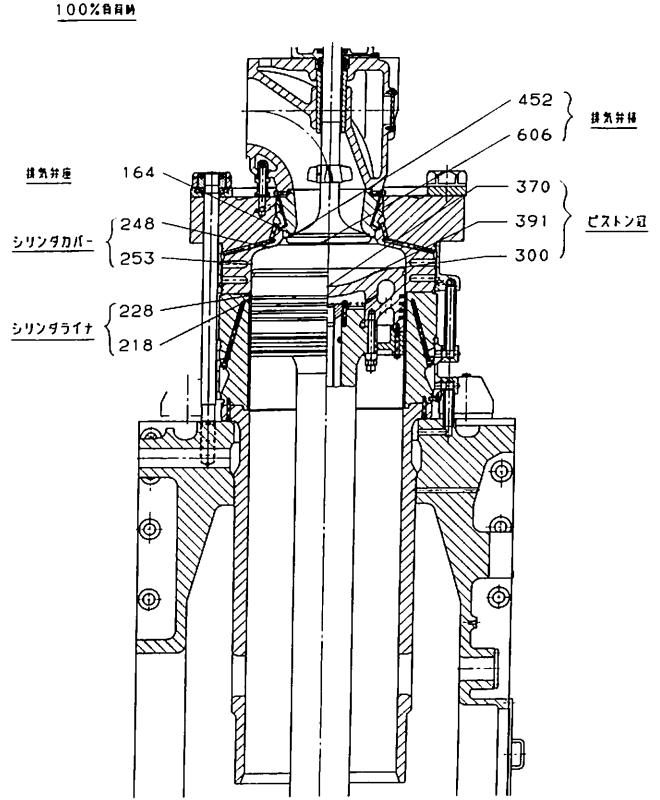
ところで、船舶にこのような脱硝装置を装備する際にはGIDEのような運転モードは考えなくても良い。航海中に排気ガスの一部を脱硝装置へ流して暖めておき、港へ近づいてから脱硝運転を行う。停泊時には脱硝装置をヒートトレースしておけば出港時にも脱硝出来る。

6・1 過給機マッチング試験

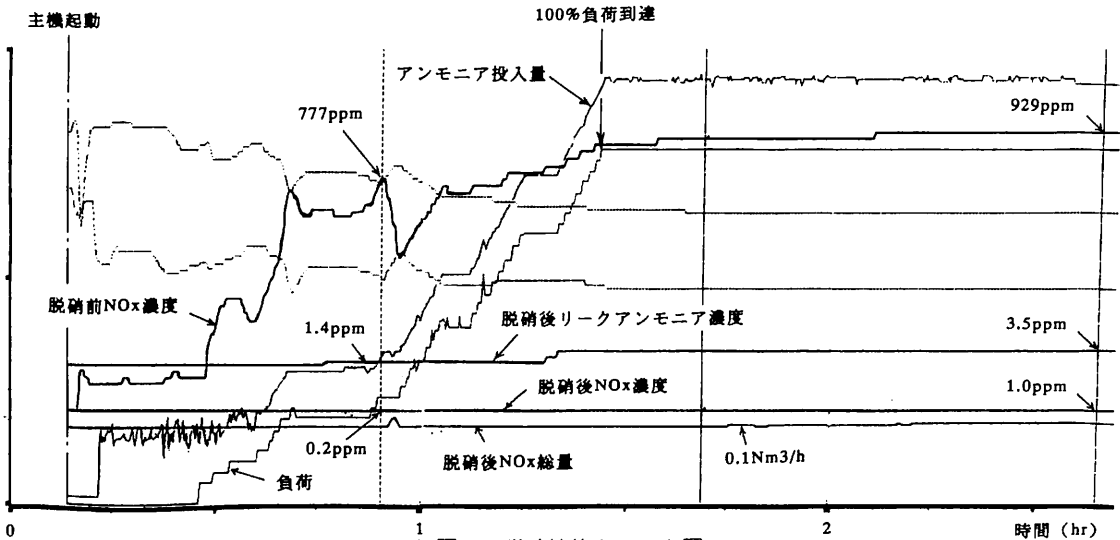
過給機はIHI-ABB製VTR 564 E-32型を4台装備しており、エンジン上に配置している。脱硝装置までの排気ダクトが長いことによる圧損および脱硝用のアンモニアを希釈するために掃気の一部をバイパスするため高効率型の過給機を採用した。図21に最終マッチング結果得られたエンジン性能をISO条件に換算して示す。熱効率はクランク軸端では47.6%(177g/kWh)、発電端では46.6%が得られた。これは従来のディーゼル機関の熱効率と比べて遜色のないものである。図22にシリンダ圧力を油焚きディーゼル機関と比較して示す。ほぼ同

等の燃焼波形が得られていることが分かる。

K80MCのMK5機関ではシリンダ最高圧140barであり、本機関でもそのように調整している。最高圧の調整方法は従来のディーゼル機関と基本的に同じで、パイ  
(°C)



▲ 図23 千葉GIDE燃焼室温度計測結果



▲ 図24 脱硝性能トレンド図



ロットオイルポンプのVITで調整する。なお、コントロールポンプは前述の安全弁があるため一旦調整した後は固定である。

6・2 燃焼室温度計測結果

図23に燃焼室温度計測結果を示す。燃焼室部品はシリンダカバー、排気弁、シリンダライナーおよびピストンクラウンについて温度計測を実施した。従来の油焼きディーゼルエンジンと比較するとピストンクラウンの温度が低い他は同様の温度レベルである。シリンダライナーは燃料に硫黄分が含まれていないため硫酸の露点に注意する必要はないが、トップリング位置で約220℃であり、油焼きディーゼル機関としても良好な温度レベルである。ピストンクラウンの温度が低い、理由は主燃料がガスであるため燃焼用空気と拡散混合が良くローカルな高温燃焼が無くなったためと考えている。

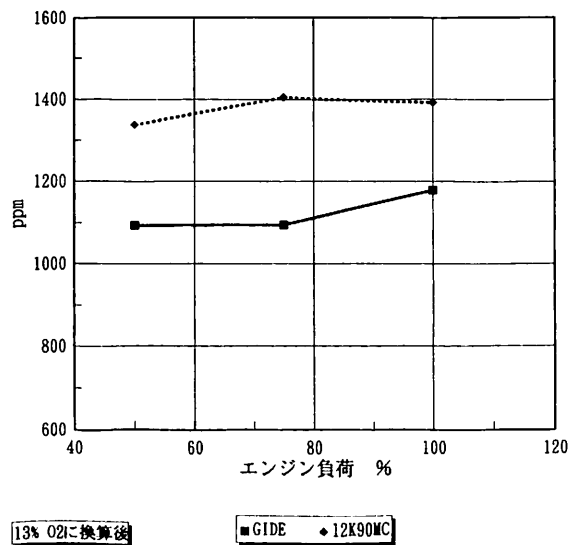
7. 脱硝装置

千葉県、市原市および千葉事業所の3社間で結ばれた公害防止協定に準拠して脱硝装置を設計した。協定によるとNOxのリミットは総量で常時5.77 N m<sup>3</sup>/h以下となり、これを達成するためには実酸素濃度ベースで21ppm以下に押さえる必要があり、このためには98.5%の高度脱硝が必要となる。それ故、脱硝装置の採用が不可避となり、本試験設備ではSCR式排煙脱硝装置を採用した。触媒はTiO<sub>2</sub>を担体としてV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、WO<sub>3</sub>を使用して、設計脱硝装置入り口温度を410℃と設定した。触媒量は99%の高度脱硝を確保するため通常より多めに使用した。

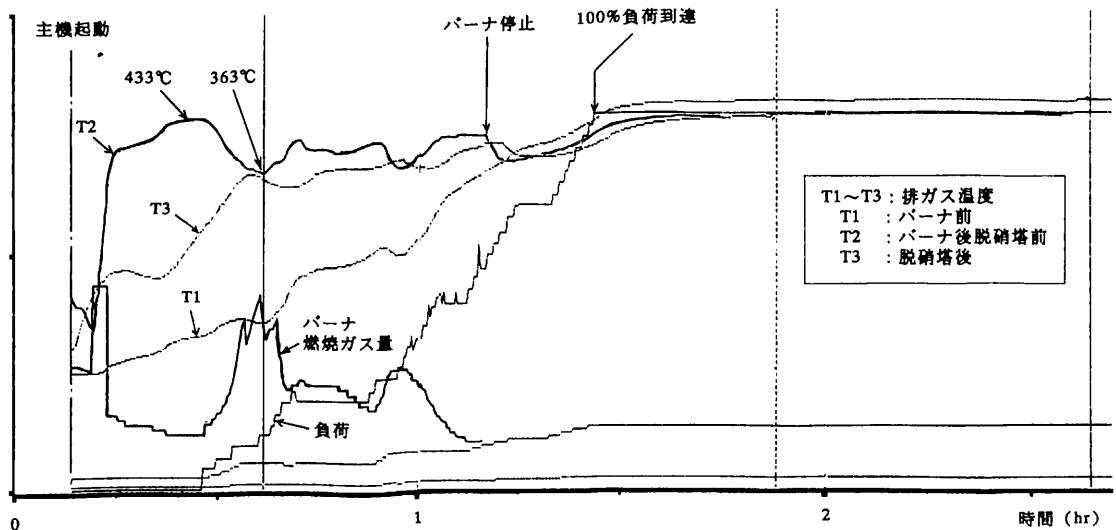
前述のようにエンジン始動から停止まで規制を遵守するため、始動時からアンモニア投入を行っている。その

条件として脱硝装置入り口温度T<sub>2</sub>が300℃とした。図24にエンジン始動から定格負荷までのトレンドを示す。脱硝率は殆ど100%に達しているが、リークアンモニアは5ppm以下と非常に僅かである。図25に各負荷における脱硝装置前NOx濃度を酸素濃度13%に換算して示す。同図に油焼きディーゼル機関の排出例を載せているが、GIDEではNOxが2割程度低くなっている。理由としてはローカルな高温燃焼が無いこととガス燃料故に火炎温度が低いことによるものと考えられる。

ダスト濃度(JIS Z8808)を煙突出口で計測した。公害防止協定では80mg/N m<sup>3</sup>であるが、計測結果は8mg/N m<sup>3</sup>であり、全く問題のないレベルであった。通常の油



▲ 図25 油焼きディーゼル機関とのNOx濃度の比率



▲ 図26 排ガス温度トレンド図

焚きディーゼル機関の工場運転時のダスト濃度は20~30 mg/N m<sup>3</sup>であるのでG I D Eでは予想通りかなり低めの排出量となっている。

### 8. 機関動特性

脱硝装置をエンジンと過給機の間配置すると排ガスダクトと脱硝装置の熱容量が非常に大きいので排ガスエネルギーがこれらに奪われてしまい、過給機を駆動するエネルギーが不足し、過給機が燃焼に必要な空気を送ることができない。また、本機関は静圧過給機関であり、もともと低力運転用に電動補助ブロアを装備しているが、この能力だけでは短時間でのロードアップに対応できない。このためエンジン始動時に無負荷でダクトバーナーを運転して脱硝装置を暖め、予熱が完了するとローディングを開始するシーケンスになっている。ローディング中もバーナーを運転して脱硝装置を加熱して過給機の追従を助け、ローディング時間の短縮に一役買っている。なお、予熱完了は脱硝装置出口の排ガス温度  $T_3=250^{\circ}\text{C}$ 、バーナーの運転停止は  $T_3=400^{\circ}\text{C}$ と設定している。図26にローディング時の排ガス温度のトレンドを示す。本試験設備はD S S運転であり、午前9時に定格負荷に達する。エンジン始動から予熱、燃料切り替えを経て定格負荷に達するまで1時間弱掛かるが、現状では余裕を見て少し

早めにエンジンを始動している。

### 9. あとがき

本試験設備は1994年3月から各種補機類の調整試験およびプラント制御装置（P P CおよびD N C）の調整を開始して以降、約3カ月間の調整運転試験を経て7月より本格運転に入っている。その間に10日間の連続運転による耐久試験を実施した後、関東通産局の使用前検査および船級協会によるガスインジェクションに関する形式承認試験を実施し、いずれも承認を受けた。これでガスインジェクションに関する形式承認が得られたので、今後L N G船等でG I D Eを搭載するときには機関本体のみ承認を受ければG I D Eとして承認が得られることになる。

本試験設備は今後15年間にわたってガスインジェクションシステム技術の確立、NO<sub>x</sub>低減技術の研究、信頼性および耐久性向上等の研究を行っていく。当社はG I D Eを陸船両分野における環境に優しい原動機と位置付け、本格的な採用を目指して邁進したい。また、従来の大形低速2サイクルディーゼル機関部門においても、エンジンメーカーとして、現在I M Oで審議されている船舶からの大気汚染防止に向けても積極的に取り組んでいきたい。

造船・海運界他専門家の全面協力を得て最新技術、動向を網羅した座右の技術資料書。

## ケミカル / プロダクト タンカーの技術資料

田宮 真監修・船の科学編集部編

本書は内航および外航の中小型から大型のケミカル・プロダクトタンカーに関する/基礎的な解説・資料/最新の条約・国内法規の解説/設計・建造・運航について/材料・塗料・タンククリーニングの解説/実船例紹介/等という内容であり、実船例としては主要70



数隻のケミカルタンカー、プロダクトタンカーを網羅している。さらに付録として全ての化学品の適用規則、主要物性の一覧表、品名索引を掲載しているので設計・建造・運航関係者のみならず荷主、材料、機器メーカー等に関係する方々に必要不可欠の技術資料と確信いたすわけであります。

B 5判・540頁・上製本・定価30,000円  
(〒350円)

(株)船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1の23の17

(マリビル) 電話 (03)3552-8798

## ● 随筆(7)

## トランスポート

尾花 皓

海のトランスポートの空間は広いが、陸のトランスポートは道路による。今東京湾横断道路が建設中である。架橋部分と海底トンネル部分とからなるが大景観となることであろう。何車線であろうか、飛行機から見ると、道路はトランスポートの血管であり、自動車はヘモグロビンであると思ってしまう。必要物資が運ばれている。

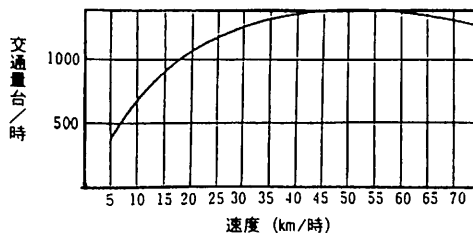
郵便の親書は電波ファックスで送られ、金は銀行間で取り扱われる。即ち信用と約束で成就するが、最終実行の物資は、トランスポートによる以外にないのである。

「腹が減っては戦が出来ぬ」のたとえの通り、トランスポートは必須のことであるが、まだ十分にはその価値と云うか、思想、有難みが我等自身にも骨髓に定着していない気がする。他人に親切に説明できない我なのである。

俯瞰するとインターチェンジでは複雑で美しいループをなしている。そこを自動車が気持ちよく流れている。しかし自動車密度即ち混雑度を増したらどうなるであろうか、或量を超えたら道路は自動車つまり、流れは、ベルトコンベア・スピードになってしまうであろう。いや、ベルトコンベアが故障するかも知れない。

道路交通運用工学の文献によると、最小車頭間隔 $S$ (m)と時間平均速度 $V$ (km/h)には $S=5.7+0.14V+0.0022V \times V$ の関係があって、(図)の如くなるようである。時速51kmで走れる状況のとき最大の交通量となっている。それがそれ以上の混雑度に詰め込まれるスピードは下がり、如何に多くの自動車が道路に並ぶとも、交通量は急落してしまうのである。それは自動車自体にも環境空間にも害悪になるのである。

このため道路ごとに、道路の特性である路線交通容量係数と交通量集中係数を用いて通行制限をしている。その様は河川の洪水時における遊水のようなものである。区間毎にチェックして敢えて一部を休ませる。すると結果的には放任状態より早く通行できるのである。



▲ 速度と最大交通量関係図

これは海上交通の将来について問題を既に示唆しているのではあるまいか。否、道路交通では立体交通によってクリアしているが、海上交通ではそれが出来ないため、更にもう一つ根本的なことは、道路は買い上げられて占有或は優先度が決まっているが、海面は、路であり漁場であり、遊び場であるため、情報とルールを、より明確にして、船舶自体が社会の船としての性能を高め、人間に人格があるように、船格を天下に表明する必要がある。後段の研究はすでに公言できる初歩に達しているが、情報による相互認識においては未だしの観がある。

海は空間的には常に疎であるから、個々のスピードで走れて有利であるが、狭水道通行と平面交差に困難な問題が存在しており、それが経済活動の拡大によって、いよいよトランスポート上の深刻な問題となってきている。

この点の総合的な視点からの問題の摘出と、技術の進歩による対策が常に成長して往かねばならないが、とかく狭間の問題は敬遠されがちで、すでにその時なのに言い出す人がない状態ではあるまいか。行政は縦割りを踏み越えて、ここを問題にすべきである。抜本的根本問題が多方面から投げかけられることを期待する。

思考する対策の一端と一例を挙げると、各船がショルダービジョンの端末器を備え、通狭せんとする狭水道、あるいは平面交差せんとする海域の実況が明確に処理されて、テレビで受像出来るようにすべきである。

これら一連のことを追求するとき、それは運輸省一省だけで出来る問題ではなく、投資額にしても関係者で済むものではない。

技術的には、今や電波通信なしには改善は出来ない時代である。そして、その利用は海の船と空の航空機とにこそ十分な枠取りを優先させるべきであったが、我等関係者の怠慢で他が占有してしまいそうになっている。

新時代の公共投資として華々しく情報機器の整備が叫ばれているが、またまた船は等閑に付されそうである。

データ通信、携帯電話等々の利用は、すさまじいものがあり、ポケットのなかでベルが鳴り、電車の中から電話する人があるが、ここに驚異の眼を光らす人は、我らの周辺には少ないのではなからうか。

さきに運輸省の運輸技術審議会で「新時代を担う船舶技術開発のあり方について」に対する18号答申がなされたが、これを受けて電波利用についての検討が即座に開始され、さまざまな提案が雨後の竹の子の如く出されて、トランスポートでがっかりと受けとめなければならない時と思う。

(海洋空間利用開発管理技術立法理論研究会)

● 海洋随筆

貨客船百花繚乱

(6)

兵頭喜明\*

2-7 大連丸, 奉天丸, 長春丸

(大連-青島-上海航路) 大連汽船

大連市に本社があった大連汽船会社は、その所有船を大連を根拠地として運航していたため、この船達は日本内地に寄港することもなく、日本船とはいふものの当時、一般人にとっては親密度のわりと薄い船達であったように思う。

この3隻のうち、奉天丸については、むかし写真集に載っているのを見たが、そのときは“Bridgeあたりにおもしろい細工がしてあるな”くらいに思ってあまり気にも止めていなかった。(図2-6A) 後年、2本煙突にクルーザースターンというホソリ美人の写真を発見した。最初“外国船かな”と思ったのだが、よくみると奉天丸とかいてある。写真の撮りようでこんなに印象の違う船もめずらしい。

(図2-6B)

そのあと同じようなことが大連丸でも起きた。この船は、3姉妹のうちの長女だがBridgeの構造が他の2船とは全然ちがう。そのうえ、喫水ラインに白線まで引いてあったのである。

さらにまた、末っ娘の長春丸もBridgeが次女の奉天丸とは少しばかり異なっているのである。

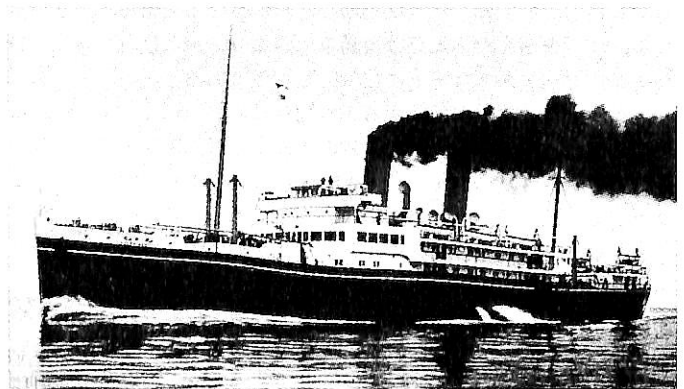
これら3姉妹のプロフィールくらべをしてみたくなったのでそれぞれのスタイルを並べてみることにした。(図2-6C)

一般配置について

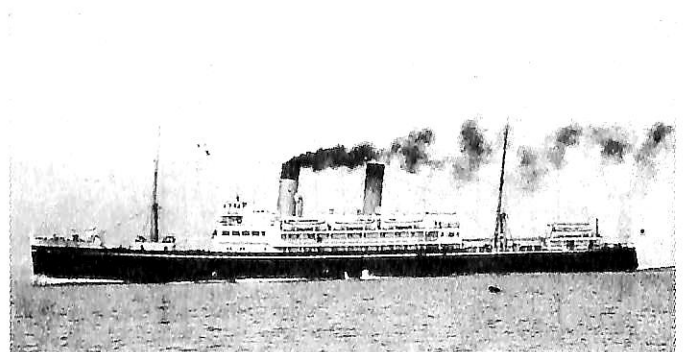
快速を思わせるこの船の外観は、練りに練って生み出された労作の成果と考えられるが、本船より数年前に完成していた英国製の長崎丸、上海丸の影響も少なからぬものがあったと考えられる。早い話、上記船の煙突は2本とも本物なのに対し、本船の後部のそれはダミーなのである。

建築もそうだが船も、平面が外観を決定する。第一船の大連丸の一等食堂は舷側一杯の広さなのだが、天井は両舷の一部を残して中央部をさらに90%程度嵩上げするという設計であった。ところが、そのあとにできた奉天丸、長春丸は、食堂の天井を全面的に高くする設計に変更されたため、それが外観に変更をもたらす原因になったのである。この場合、舷側は外板貼上げとなっているので、その変更があっても白い壁の面積が幾分増えるというだけのことですむはずだった。しかし、そこにもひとつ新しい問題がはいってきたのである。

それは、Promenade Deckを舷側からはみ出させよ

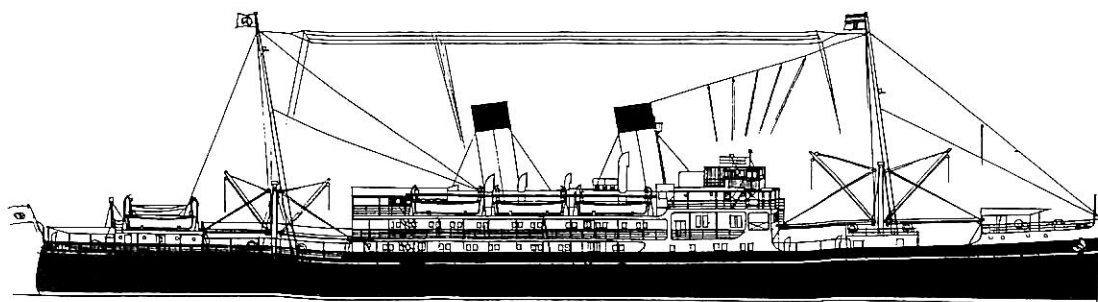


▲ 図2-6A 奉天丸 外観

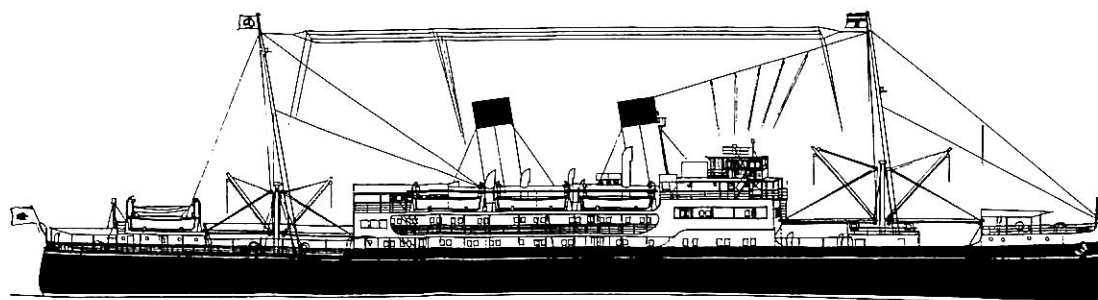


▲ 図2-6B 奉天丸 真横

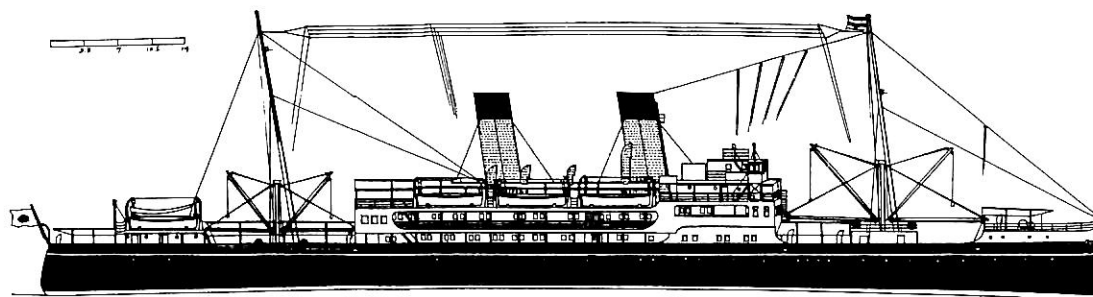
\*イラストレーター・元・日立造船株式会社



▲ 図2-6C 大連丸



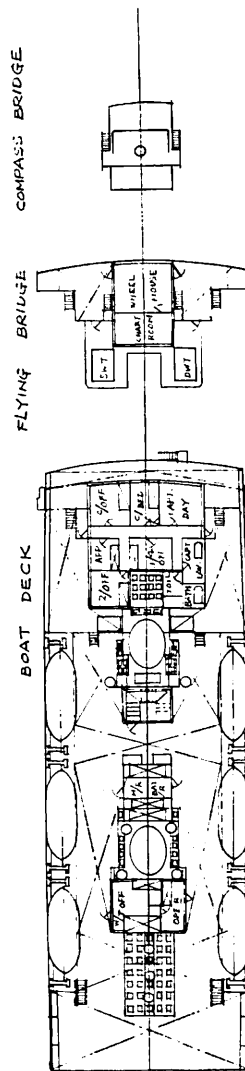
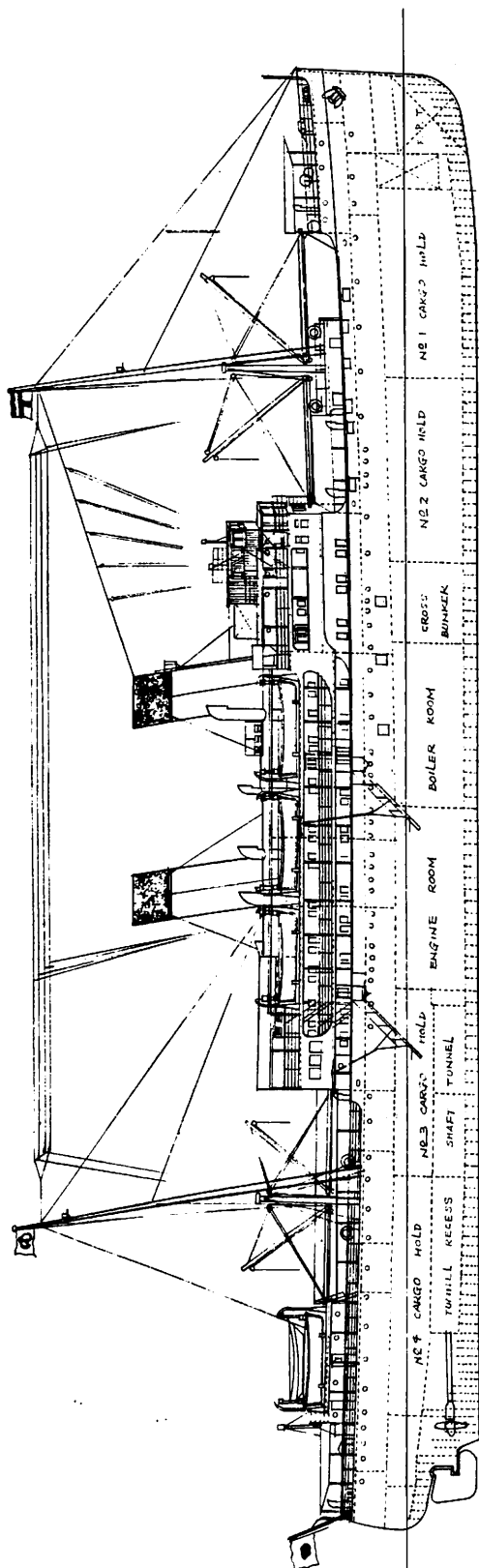
▲ 奉天丸



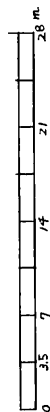
▲ 長春丸

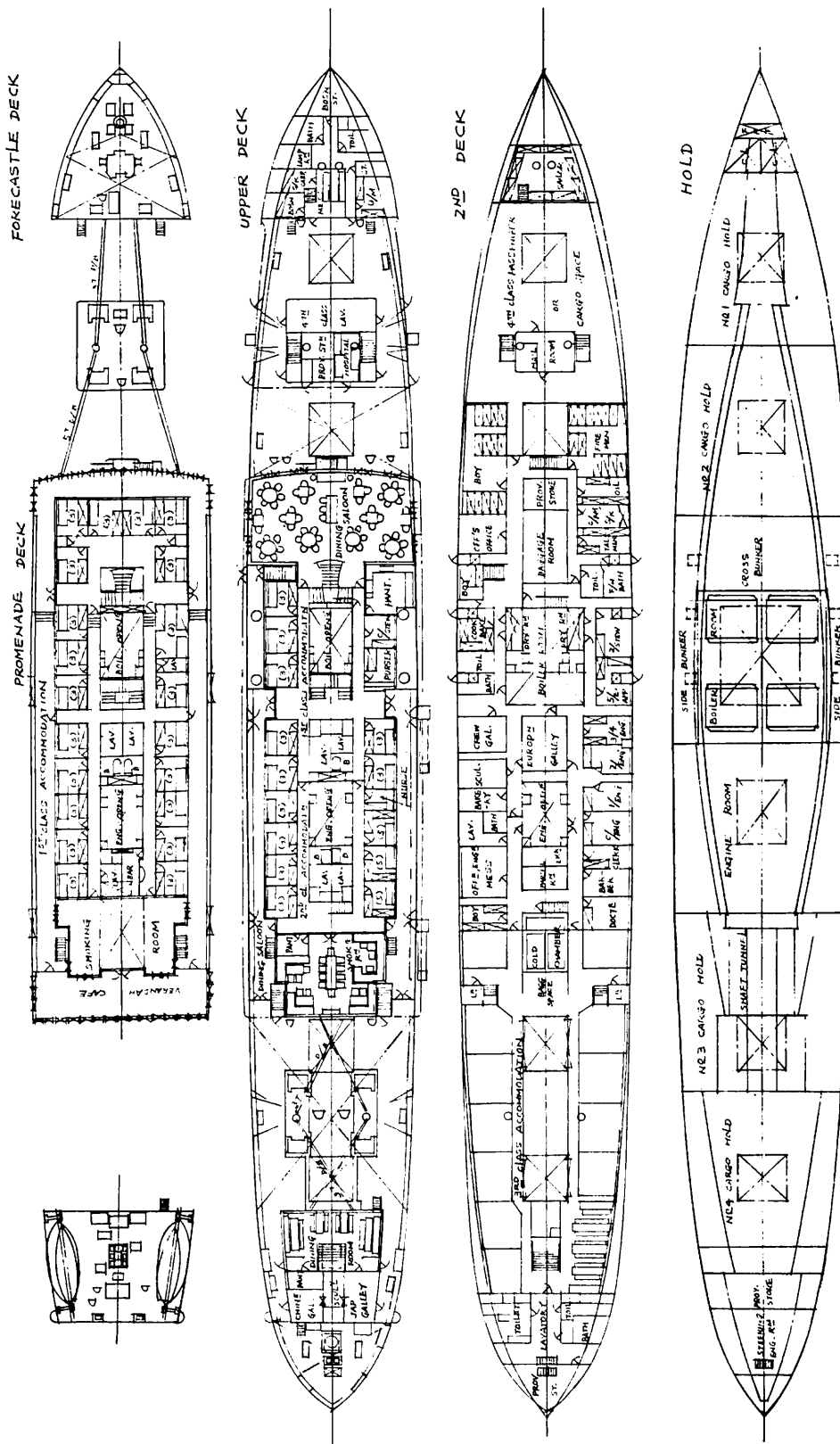
## 〔主要目〕

	大連丸	奉天丸	長春丸
建造年	大正14年(1925)	昭和3年(1928)	昭和5年(1930)
建造所	三菱神戸	同 左	同 左
長さ	OA 114.5 m	同 左	同 左
	PP 109.7 m	同 左	同 左
幅	14.0 m	同 左	同 左
深さ	8.7 m	8.1 m	9.0 m
喫水	6.1 m	同 左	5.8 m
機関	タービン×2	同 左	同 左
	4,746 HP	5,260 HP	4,642 HP
速力	17.2kn~ 15.0kn	17.9 kn	17.2 kn
乗客定員	1/55 2/34 3/200	1/63 2/27 3/200	1/84 2/27 3/220
乗組員	115名	115名	128名



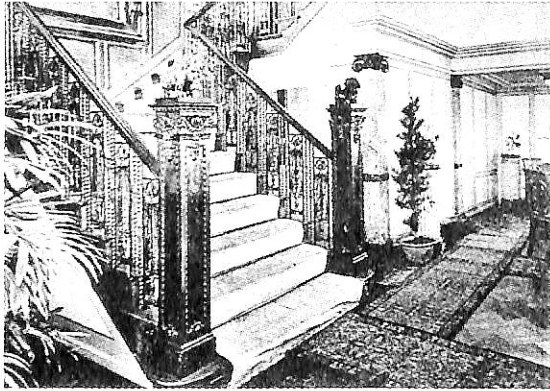
SCALE : (ABT) 1/300



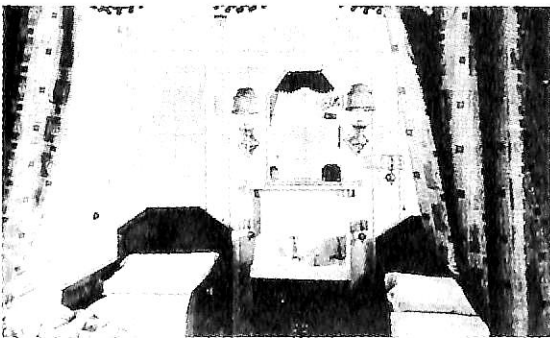


大連汽船「長春丸」一般配置図

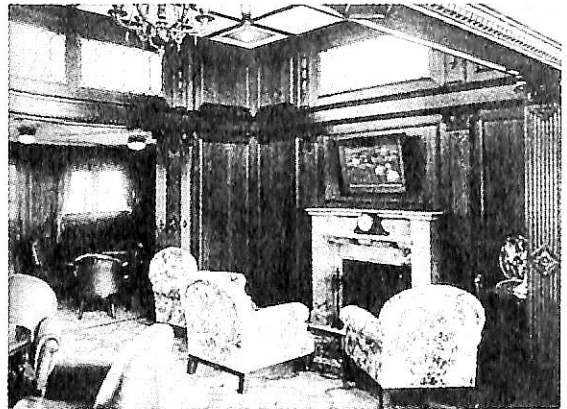
大連丸船室写真



▲ 図 2 - 6 F 1 等食堂階段



▲ 図 2 - 6 G 1 等寢室



▲ 図 2 - 6 D 1 等喫煙室



▲ 図 2 - 6 E 2 等食堂

(参考文献) 昭和船舶史(毎日新聞社)

うという計画である。すなわち Upper Deck の天井に両舷 400 % 幅程度のヒサシを Overhang させようとするものである。

そうすると、食堂の外舷壁と上部舷側のブルワーク表面との間に段差ができる。その両者の接合点の処理として行われたのが鋼板をカーテンプレート状に大きくえぐるという方法なのであった。

かくて个性的ではあるが、あまり歓迎もできないというこの格好におさまったものと考えられる。

次は平面配置。大連丸では食堂の直上に Social Hall という、いかにも豪華なたたずまいの公室があった。しかし、最後にできた長春丸はこれを廃止し、それに代って 6 つの個室が配置された。何だか淋しくなった感じで

ある。しかし社交下手で個室にひきこもり勝ちの日本人にとっては、公室に力を入れるより個室の数を増やしたり、その広さをひろげる方が、より効果的なサービスだったのかも知れない。

私は 2 番船 奉天丸の配置図をもっていないのでこれは推察なのだが、その外観写真からみると、この船にはまだ Social Hall は残っているようである。というのは Dining Saloon の上にある部屋の Deck height は長春のそれより高いように見うけられるからである。そのせいもあってか、この Deck の側面の切抜は、上部に幅広のカーテンプレートを残して、そうでなくても白い面積の多すぎるこのあたりの壁面構成にアンバランスをもたらしているように感じられる。(つづく)



## ● 随 筆

## 海洋開発草分け話(7)

武 藤 郁 夫\*

## 1. MAPS (Modec Anchor Piling System)

先述した海洋無線中継船の係留工事で、シンカー敷設に大変な苦勞をした話をしたが、係留技術は、海洋開発の中で非常に大きな要素技術である。

MODECは当時係留技術には多大の関心を持って研究していた。係留方式の一つに海底地盤に孔をあけ、孔の中に係留チェーンを入れてセメントで固め、パーマネントアンカーとする方式がある。海底に孔を掘削するには先端にビットを付けた掘削管で掘削し、所定深度まで掘削が終わると掘削管とビットを一旦引き抜いた後、孔の中にチェーンを入れてセメンティングする方式が通常の方式である。

1972年初め、入社後間もない山田健司君が新しい係留方式を考案した。新案の全体作業概念図を(図-73)に示す。

施工順序を(図-74)に示す。

- ① 作業台船上のリグからビット、パイル、解放ジョイント、掘削管を繋いで降下する。この際チェーン付リングは吊索でパイル上部のフランジ下に吊っておく。
- ② ビットが海底に達した後、吊索で吊っていたリングを海底にセットする。
- ③ 掘削管を回転させて所定の深度まで、必要な径の孔を掘る。
- ④ 掘削終了後、掘削管内からパイルの内外にセメントを充填する。セメントの硬化後(約30~60分)、掘削管を逆回転させて、掘削管とパイルを切り離す。パイル上端と掘削管はJジョイントで結合されていて逆回転させると離れるようになっている。

施工方法の味噌は、パイルに付いたビットを引き揚げることなく、海底にそのまま埋め殺しにしてしまうことと、自由回転リングに係留チェーンを付けた点であり、掘削終了と同時に係留システム完了という手際の良さにある。この案が出てきた時は、私も思わず素晴らしいア

イディアにうなった。

この新係留方式をMAPS (Modec Anchor Piling System) と名付けた。その特長は下記の通りである。

- ① 施工が容易なこと。
- ② 海底地形に関係なく確実に計画強度が得られること。
- ③ 工期が短い。
- ④ 工事費が安い。
- ⑤ 海底占有面積及び海底突起が小さいので海底を荒らす事が少ない。

所要の係留力に対してパイルの径等を決定する計算方式等も確立した上で、1972年6月27日、玉野臨海研究所で関係者を招待してMAPSの公開実験を行った。午前中はリグによる掘削、午後はセメンティング、曳船による引っ張りテスト、ジャッキによる鉛直引き抜きテストを披露した。しかしセメンティング時、セメントポンプが不調でどうしてもセメントを送り込むことが出来なくなるトラブルが生じた。ポンプを分解したりしたが、セメントは刻々硬化するので必死に鉄棒でセメントタンクをかき回さねばならず、大変な目であった。公開実験終了後の調査で、セメントポンプの故障ではなく、送り込みのホース内に第1回の実験時のセメントが付着していて、水洗だけでは流れ切れずセメントが半硬化の状態の孔を塞いでいたことが判明した。実際の工事とはこんなもので、思わぬ所に落とし穴があるのである。その後詰まったホースを掃除するのは困難を極め、出てくるものはセメントではなくため息ばかりだったと平野君の当時の手記にある。若いエンジニア集団のMODECが、仕事の苦い実体験を積み重ねて行く一こまでであった。

1974年1月には、三井造船玉野造船所の小型浮ドックの係留用にMAPSの実験を兼ねた工事を行った。海底の硬い地盤までの水深は約15mであるが、その上に相当量の軟弱地盤があるので、先ず径2mのケーシングパイプを軟弱層に打ち込み、ハンマーグラブでケーシングパイプの内部の軟弱層を除去した。(図-75, 76) その後、硬い海底上にチェーンを取り付けたリングを設置し、ピ

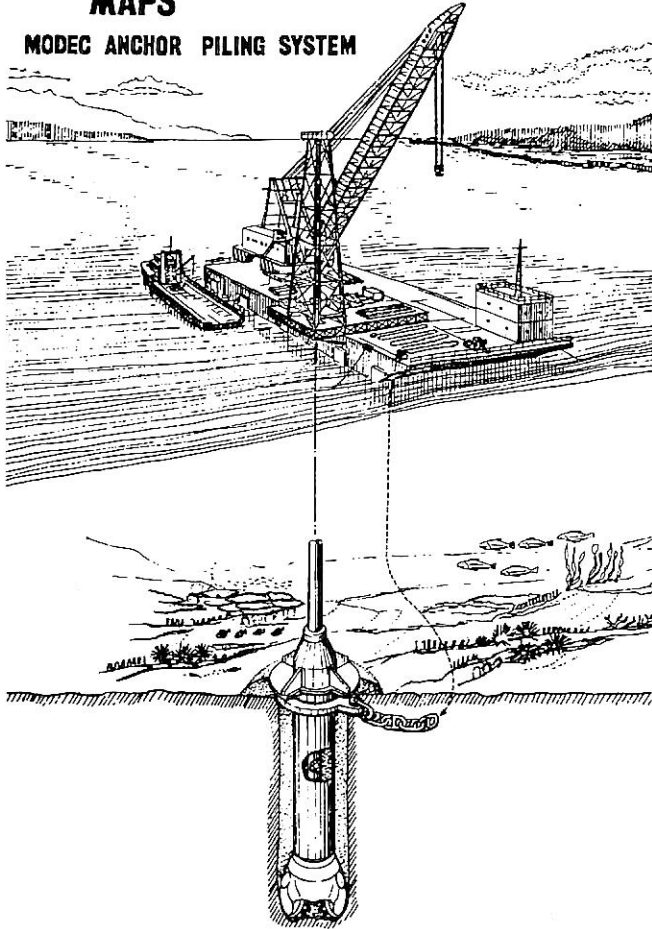
\* 株式会社モバックス 取締役

元・三井海洋開発株式会社 専務取締役

ットを付けた 600 φ 長さ約 8 m のパイルを下ろし、風化花崗岩の海底地盤を掘削した。(図-77) 掘削終了後、掘削管を通してセメントを圧入し、セメント硬化後掘削管を逆回転させて掘削管とパイルを切り離して工事は完了した。

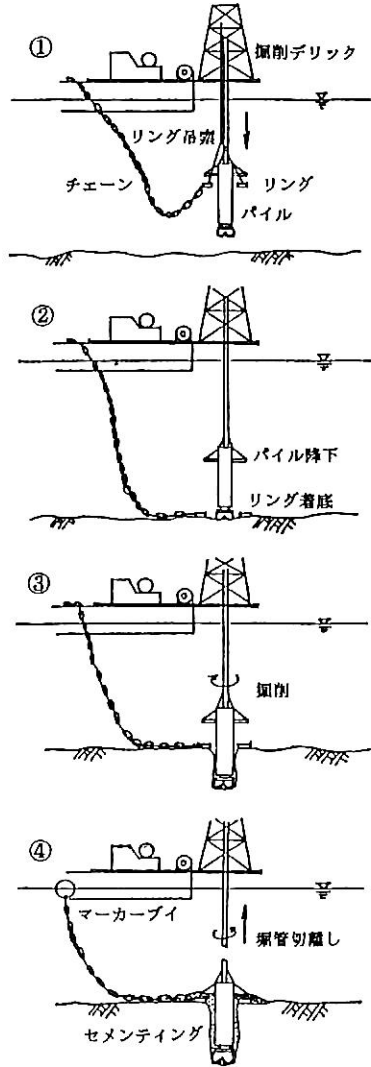
この工事でアンカーパイルの耐力試験も行った。アン

**MAPS**  
MODEC ANCHOR PILING SYSTEM

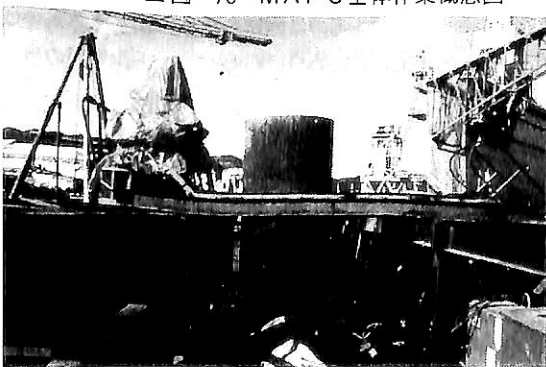


▲ 図-73 MAPS 全体作業概念図

カーパイルの頂部に 50 φ ワイヤロープを取り付け、台船上に滑車装置を搭載して陸上のウインチで 110 t の力



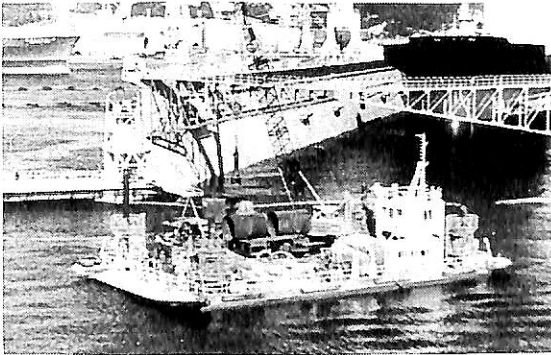
▲ 図-74 MAPS 施工順序



▲ 図-75 ケーシングパイプ打ち込み



▲ 図-76 ハンマーグラブによる軟弱層除去



▲ 図-77 掘削台船全景(背景は浮ドック)

で水平引張テストを行い、計画通りの成果が得られた。(図-78) これによってMAPSの基本設計に問題がないこと、また従来工法に比較して打設時間の短縮が確認された。この実験に使用した船団は下記の通りで、ちょっとした海洋工事にもかなり多くの道具立てが必要なおことが分かる。

MODEC-250 : ケーシングパイプ挿入等支援に使用

750 PS 曳船 : 作業台引廻し用

200 t 台船 : 引張試験用

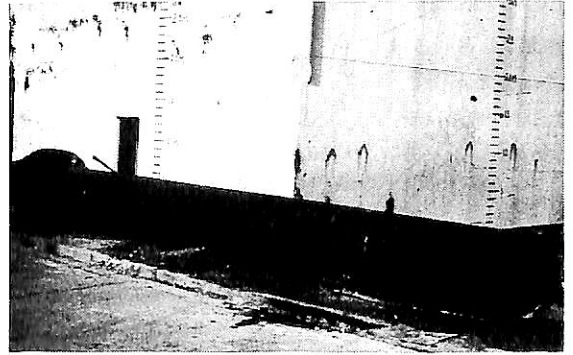
ホーバーSEP : 掘削作業台に使用(三井造船が開発したスカートを備えた自己昇降式作業台SEPで、この場合は単なる作業台として使用した)

このMAPSの発明は、早速1972年3月に特許出願した。ところがアメリカの技術誌Ocean Industryの同年3月号に、掘削、セメンティング、離脱という工程で、ビットを埋め殺すというアイデアまでMAPSと全く同様なものが紹介された。考案社は米国のBaker Oil Tool Co.であった。更に米国の有名な会社 The Offshore Co. も同じようなアイデアを1971年10月に日本での特許を出願していることも分かり、折角のMAPSのアイデアも僅かな出願日の差で日の目を見ることが出来なかったのは残念であった。グッドアイデアは誰でも考えることは同じであることを痛感したが、MODECの中からそのような独創的なアイデアが生まれ出したことは心強いことであった。

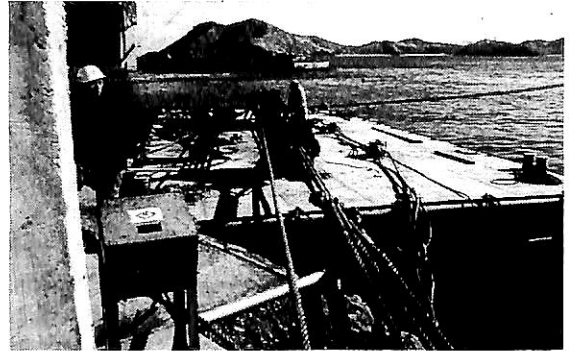
## 2. ぶらじる丸係留工事

### (1) ぶらじる丸

ぶらじる丸は1954年に大阪商船三井船舶(株)の貨客船として建造され、以来、移民船として南米航路の花形として活躍してきた船で、ご記憶の方もあろう。このぶらじる丸が年と共に移民者も減り、1973年2月末に引退しあわやスクラップにという運命にあったが、“観光の目玉



▲ 図-78 アンカーパイル



▲ 図-79 アンカーパイル耐力試験

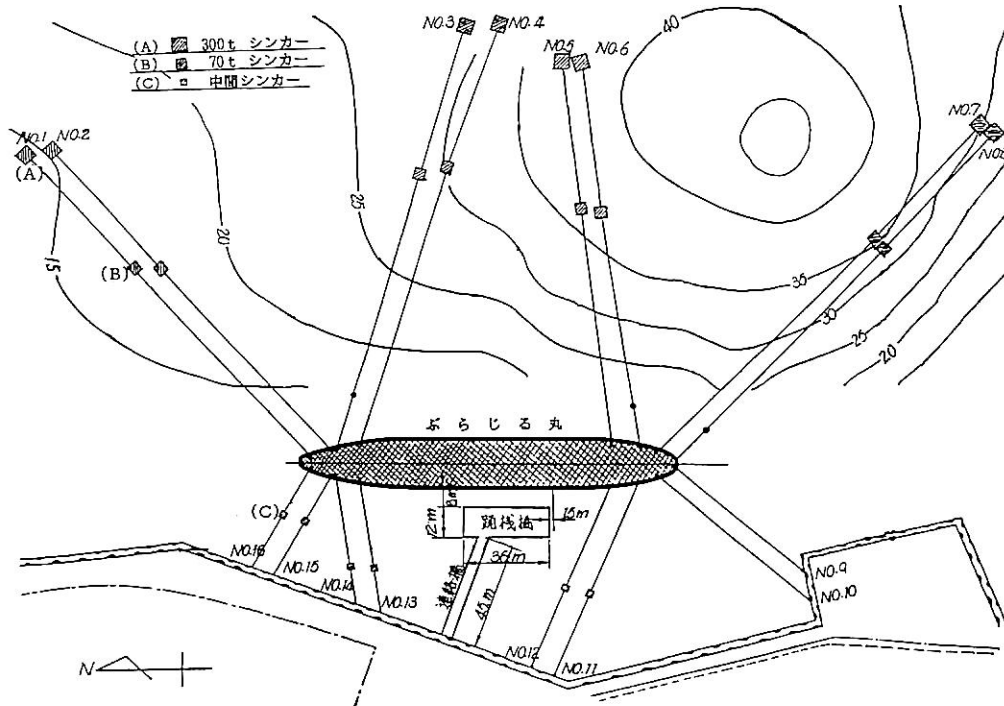
商品”という三重県鳥羽市の誘致もあって、鳥羽市の佐田浜に係留され、海洋博物館として最後のつとめを果たすことになった。米国のロングビーチにある有名なQueen Mary号は海底に着座しているが、ブラジル丸は浮遊係留することになり、MODECがこの係留工事の設計、施工を行うことになった。このプロジェクトの中心になったのは志賀雅人君だった。

ぶらじる丸の主要目は下記の通りである。

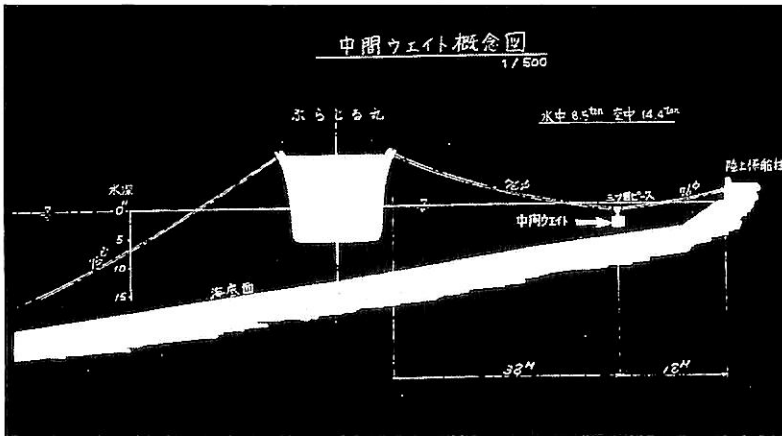
全長	: 156.0 m
幅(型)	: 19.6 m
深さ(型)	: 11.9 m
喫水(係留時平均)	: 6.19 m
総トン数	: 10,216 トン

### (2) 係留方式の選択

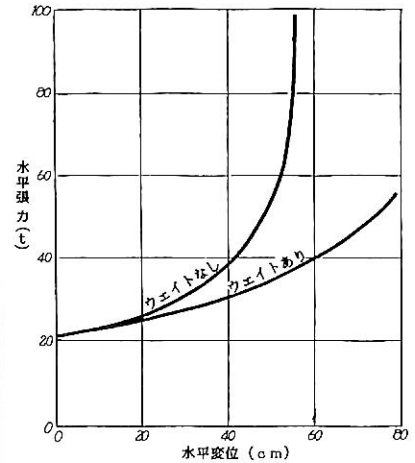
初期段階で係留方式の検討を行った。通常このような船の係留は岸壁または栈橋に係留されるが、係留予定地点の海底地盤が悪く海底土質は軟泥で層厚は厚いところで40mもあり、既存護岸も数年間で40cm程度沈下していることも分かった。従って係船岸壁を構築する方式もドルフィン栈橋方式も経済的にも維持管理上からも問題が多いので、結局、一般入場者のための栈橋は係留性能を有しない軽構造とし、本船はチェーンのカテナリー張力



▲ 図-80 ふらじる丸係留計画全体図



▲ 図-81 中間ウエイト概念図



▲ 図-82 中間ウエイトのチェーン特性への影響

によって、栈橋に隣接して係留する方式とした。更に栈橋および栈橋と本船の取合部となる渡船橋・上下水道・電線等の構造も、本船が接触すると対抗出来ないの、本船の横および前後(SWAYとSURGE)の変位には制限があり、多点係留方式を採用することとした。

本船の係留位置は、連絡橋の長さおよび水深、本船の喫水と水深、多点係留設計上の問題等種々考慮して、船首は護岸から50m、船尾は100m離れた位置とした。

把駐方式は、陸側の把駐点は陸上に容量150tの係留柱を設置することとした。海側の把駐方式は、アンカー

方式、パーマネントアンカー方式、シンカー方式等を、種々比較検討した結果、経済的にも有利で適当な安全対策を講ずれば信頼性のあるシンカー方式を採用した。

設計条件の主なものを次に示す。

最大風速：50 m/sec, 最大波高：2.5 m  
 波長：40 m, 波周期：5秒, 潮流：無視  
 当時本船のような大型浮遊構造物の多点係留については、船体運動論等でかなり精密な理論および実験研究が行われていたが、まだ確立された設計基準はなかった。

本計画では、水深10mの場所で喫水6.2mの浮体を、暴風時許容変位(SWAY)が6mという「固い係留」をしなければならない。設計上の制限は横と前後の変位だけであり、上下動、横揺れ、縦揺れ等はあまり考慮する必要がないので、2次元問題に単純化し、チェーンの非線型反力を線型化して考え、造波抵抗のうち、加速度に比例する成分は付加質量として考慮し、速度に比例する項と水の粘性抵抗は無視して運動方程式を立てた。計算は、チェーンの太さ、係留点数、チェーンの配置、初期張力があり、これらの変数を組み合わせながら試行錯誤で行った。その結果、16点係留となった。(図-80)に係留システムの全体図を示す。

チェーンは、単位長さの重量と耐力が選択の要素である。単重はチェーンの反力特性に大きく影響し、暴風時の最大張力の大きさに影響を及ぼす。しかし単重が大きいと経済面や施工面からは望ましくない。これらの要素を勘案して、チェーンは下記の通りとした。

径：76mm      耐力：129t      破断力：307t  
単重量：127kg/m

但しNo.15, 16のチェーンは58mmとした。

シンカーは計算の結果、300t(水中170t)の主シンカーを8個(No.1~8)、更に中間に70t(水中40t)の副シンカーを沈設することとした。副シンカーの位置は初期状態でチェーンが海底から立ち上がる地点とした。主シンカーは5.6×5.6×4(m)、副シンカーは3.5×3.5×2.5(m)で、共に方形のコンクリート製である。

初期張力が許容変位およびチェーンの暴風時の最大張力に及ぼす影響は大きい。一般に許容変位を小さくすると、初期張力を大きくせざるを得ず、従って船体とチェーン反力による固有周期が短くなり、波に同調するようになり、暴風時最大張力は大幅に大きくなる傾向がある。

本計画の初期張力は次のように定めた。

No. 1, 2, 7, 8	18 t
No. 3 ~ 6	20 t
No. 11, 12	17 t
No. 13, 14	23 t
No. 15, 16	16 t

No.11~16の陸側の係留チェーンでは初期張力の大きさに比較してチェーンが短か過ぎ(50~70m)、望ましいチェーン反力特性を得ることが出来ず、そのままでは暴風時には衝撃力が生じ、船体、チェーン、係船柱の破壊を招く恐れがあった。そこでチェーンの中間に空中重量14.4t、水中重量8.5tのコンクリート製ウエイトを吊下げた。中間ウエイトの概念図を(図-81)に示す。また中間ウエイトの有無によるチェーン特性への影響を(図

-82)に示す。

係留チェーンの本船への着鎖点は、いろいろの型式を検討した結果、チェーンコンプレッサを使用した。これはアイプレートとシャックル方式やムアリングホールとウィンドラス方式に比較して巻締めや調整が容易なこと、完成後は巻出し、巻込みの必要が殆どないことからあまり大きな設備投資は不経済であることなどの理由からである。何らかの原因で巻込み、巻出しの必要が生じても容易に対処できる。

### (3) 係留工事施工

本船の係留地点の近くのヤードで、シンカーの製作を行った。シンカーは主、副、中間ウエイト合計24個で、同時に製作した。製作は1974年2月から約2ヶ月かかった。製作ヤードの護岸が古い石積みで、合計3,000tを超えるシンカーの荷重で壊れるのが心配だったので、クレーン船のアウトリーチ最大限まで岸から遠ざけて置く配慮をした。(図-83, 84)

4月末には、陸側係留チェーンを50t吊起重機船で、中間ウエイトと共に組み立て、端末を係船柱に取り付け、本船到着後のチェーン取り込みが容易ように海底に敷設した。

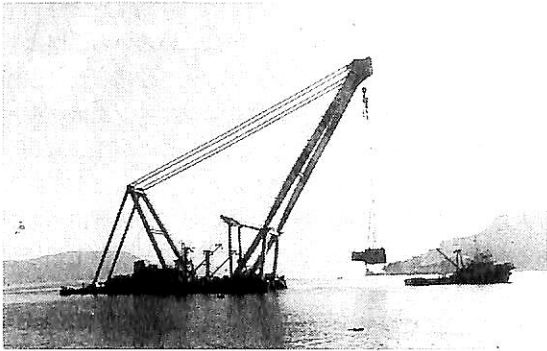
主シンカー、副シンカーの沈設は5月12日から始めた。



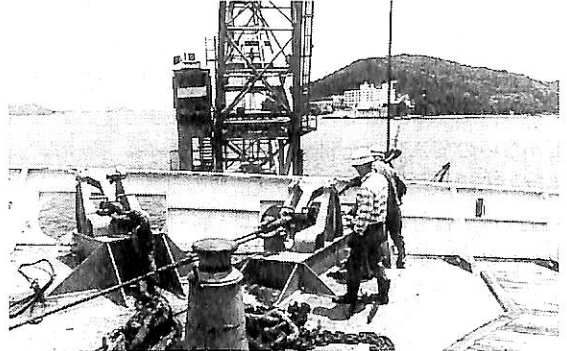
▲ 図-83 シンカー製作ヤード  
(700t吊起重機船が待機している)



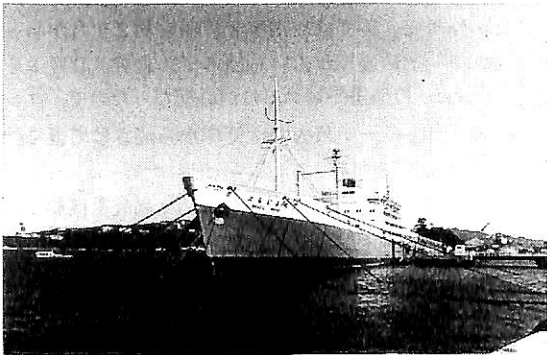
▲ 図-84 巨大なコンクリートシンカー(300t)



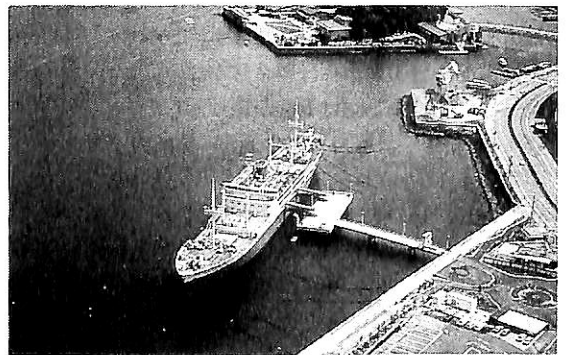
▲ 図-85 起重機船による主シンカーの敷設



▲ 図-86 本船へのチェーン取り込み、巻き締め作業  
(本船上に設置したチェーンコンプレッサー  
が2個見える)



▲ 図-87 正位置に係留された“ぶらじる丸”



▲ 図-88 “ぶらじる丸”係留状態の俯瞰

これには深田サルベージの700 t吊起重機船「伊豆号」を使用した。沈設現場は海上交通が輻輳していたので、2,400 PSの曳船を位置決め補助に使った。位置出しは陸上に設定した測点からトランシットによる前方交会法で行った。先ずNo. 8のシンカーから始めたが、14日は強風に見舞われ一日ロス。翌15日漸く±2 mの誤差で設置出来た。(図-85) 16日にはNo. 7シンカーも無事沈設完了。このままNo. 1まで一気に行くかと思われたが、No. 6シンカーを沈設した際、シンカーがあれよあれよという間に30 mも海底地盤の上を滑動するという思わぬ事件に遭遇した。仕方なく再びシンカーを引き揚げて、置き直したが3回目に漸く定位置に落ち着いた。翌17日、No. 5シンカーも同方向へ30 m滑動した。No. 5シンカーには位置確認のためピン玉を取り付けておいた。翌日から漁探装備の漁船をチャーターし、ダイバーも入れ、No. 6シンカーの行方を再確認しようとしたが、40 m以上の水深で海底付近は真っ暗で混濁し、視界が殆どゼロで難行した。22日になってやっとNo. 5シンカーに接しているNo. 6シンカーを発見できた。この思わぬ滑動現象は、海底地盤に僅かな傾斜があると、水中重量170 tのシンカーが海底のヘドロの中を通過す

るときに水平分力が生じて低い方へ滑って行き、摩擦係数がちょうどバランスする所で止まる現象であることが後日の調査で判明した。海底上の正確な位置に物を置くことさえ難しいという体験を味わったのだった。

以後はNo. 1, 2, 3, 4シンカーは滑動を見越して沈設し、5月22日には沈設工事は完了した。敷設したチェーン端末には、本船到着後の取り込みのためのワイヤーを取り付け、マーカーブイを付けておいた。

ぶらじる丸は6月1日神戸から曳航され、6月3日早朝現場に到着した。早速、3,300 PSと1,500 PSの曳船によって50 t吊旋回式起重機船を操船しながら、海側のチェーンの一部およびワイヤー計7本、陸側は60φホーサー7本を取り込み、一先ず仮係留12時間程で終了した。翌4日からは、旋回式起重機船を使って、既に敷設済みのチェーンを本船に取り込み、巻き締める作業に入った。(図-86)

ちょうどその日の夕方から最大風速20 m/sの強風が吹き始めた。この時船首の海側はワイヤーだけ、船尾はやっとチェーンの端末を取り込んだ状態だった。しかし本船のアンカーの利きが良かったのとチェーン自身の把駐

力があつたことで、本船には殆ど異常はなかつた。起重機船や曳船を本船船尾につけて警戒に当たさせた。MODECの担当者は旅館が風でガタガタ揺れるので目が覚め、夜中に心配になって寝巻のまま雨の中を見て廻った。朝、宿の女中さんがびしょ濡れの寝巻を手にとって首をひねったというエピソードが志賀君の手記にある。

ところが朝になると、本船が栈橋に接触したとの知らせが入った。大急ぎで現場にかけつけると、海は大時化で、栈橋の上を歩くにも風にあふられ、波をかぶり、よろよろ歩くのが精一杯というありさまだった。本船が栈橋に時折ジワッと接触し、その度に栈橋の構造継手に裂け目が生じ、栈橋上のケーブル引き込み塔、水銀灯がぐにゃりと曲がってしまった。やっとの思いで接触部にタイヤフェンダーを取り付けて風の弱まるのを待つだけであつた。この時計測した瞬間最大風速は25m/sであつた。この日の事故は不可抗力と認められ、損害も致命的ではなくて幸いだった。

注：文中MODECとあるのは三井海洋開発㈱の略

それ以降は天候に恵まれて、チェーンの取り込み、巻き締め工事は順調に進み、6月7日に16点全てのチェーンの取り込みが完了し、取り込みの終わったチェーンを本船の係船ウインチ、ウィンドラス、キャプスタンを使用して、各チェーンを所要初期張力まで巻き締め、船位を予定位置に定める調整工事を行った。係留工事完了後の計測によると、本船は計画位置より前後方向に15cm、横方向7cmの誤差という精度に収まった。(図-87, 88)

その後大きな事故もなく、現在もぶらじる丸は鳥羽で健在である。

この係留プロジェクトは、社内で多点係留の設計マニュアルを開発する絶好のきっかけを作ると共に、貴重な係留工事の体験を重ねることができた。

〔参 考 文 献〕

- (1) 武藤郁夫, 志賀雅人: 「ぶらじる丸係留工事の設計と施工」1975. 1 橋梁

《学生およびこれから勉強する人のために最適の入門書》

船舶・海洋工学のための  
流 体 力 学 入 門

横浜国立大学教授 池 畑 光 尚 著

A 5 判・本文 209 頁・定価 3,000 円 (送料 310 円)

流体力学の著書は数多くあるが、船舶・海洋工学のために書かれたものは見当たらない。

著者は造船所に籍をおいた経験があり、学生に「流体力学」の講義をするに当たり、特に船舶・海洋工学からみて何処に重点をおいて学ぶべきかを考えてこられた。

大学の学生向きに書かれているが、海運・造船・海洋関係の方で、これから流体力学を学ぼうと思う人にとっては最適の入門書であり、またこの方面の技術者にとっても格好の手引書として役立つことと思う。

技術史の深い知識に裏付けられた著者の語りかけは、難解といわれる流体力学をいかに理解し易くするかに苦心のあとが随所にみられる。

著者が学生時代に理解し難かった点に特に留意しながら述べられている。図版は200枚を超え、参考書も出来る限り引用し、単位の解説、無次元量・相似側などについても入門し易く構成されている。特に船舶・海洋工学に関係する好學の方々に推薦する次第である。

ご注文のご用命は下記宛に直接お願いします。

発行所 株式会社 船舶技術協会 電話・Fax (03) 3552 - 8798  
〒104 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル 振替 東京 3-70438

## 第40回航行安全小委員会(NAV)の結果

運輸省 海上技術安全局

国際海事機関(IMO)の航行安全小委員会第40回会合(NAV40)が平成6年9月5日から9日までの間、ロンドンのIMO本部で開催された。今次会合における主な審議結果は以下のとおり。

わが国からは運輸省関係者13名からなる代表団が出席した。以下主な審議結果について報告する。

### 1. SOLAS V章(航行の安全)の見直し

95年を目標として前回NAV39より引き続きSOLAS V章の見直しが行われた。ノルウェーの提案によるSOLAS V章にFunctional Approach(FA)を導入しようという主張は他の条約で既に規定されているものが決議となることでその適用が不明確になるおそれがある、との理由で我が国、香港、CIRM、IMPAが反対したが、ノルウェーの他、デンマーク、オランダ、イギリス、アメリカはコレスポンデンスグループを設置してFAの考え方でSOLAS V章の改正案のテキストを全面的に書き改めることを主張し、本件についてはコレスポンデンスグループを設置して各国の意見を求めることとなった。FAを導入した場合、V章の構成は

Part A 一般

Part B 締約国の業務

Part C 船舶の要件

C-1 航行安全のための機能要件及び一般要件

C-2 船橋の設備、機器、設計及び  
レイアウトの要件

C-3 船長及び士官の業務

となり、コレスポンデンスグループの仕事は全体的な見直しを行い、特にC-1からC-3については前回NAVのワーキンググループの作成した原案をFAの考え方で最整理し、性能要件、技術要件を条約本文から外して総会議決化することになる予定である。

また、前回NAVで作成された原案は「航行に関する基本的機能及び一般的要件」として船員の航海当直に関する事項をSOLASへ取り込むことが記述してあったが、我が国は「当直関連の規定はSTCW条約で規定すべきであり、同内容を異なった条約で規定した場合、将来条約間の不整合の問題が発生する可能性がある。」

旨発言したが、支持は得られず、結局コレスポンデンスグループでC-1としてSOLASに取り込む方向で検討することとなった。

また、「安全航行及び当直のためのコード」について全体会議で議論されたが、我が国は「当直関連の規定はSTCW条約で規定すべきであり、コードへの移行には反対である。」旨発言したところチリ、露、ICFTUが日本支持を表明したが、デンマーク、圃、ノルウェーがコード案を支持したため結論が出ず、第64回MSCでの議論を待ってNAVで検討することとなった。

### 2. 航行に関する設備

#### (1) 高速船の航行設備

高速船用のレーダ、ジャイロコンパス、オートパイロットの性能基準の総会議決案が作成され、MSCに提出されることとなった。

前回のNAVで高速船の航行条件が合意されたが、12°/secとなっていた旋回角速度について、英が現実に20°/secの高速船が運航していると指摘し、合意された。これにより高速船の航行条件は以下の通りとなった。

速力 30ノットを超え70ノットまで

旋回角速度 20°/sec

航行海域 北緯70°から南緯70°の海域

日本はこのような高緯度地域でのジャイロコンパスの誤差の規定を明確にするよう主張し、それぞれの緯度の変化ごとに10°ごとにコンパスの誤差を評価するという規定にすることで合意された。

本性能基準案は次回総会での採択に向けてMSCに提案される。

#### (2) 船舶自動識別トランスポンダシステム

船舶用トランスポンダの性能要件案が作成され、各国に対しこれに対するコメントを次回の第41回航行安全小委員会に提出されるよう要請された。

トランスポンダシステムに関する性能要件、オペレーション要件、および性能要件については次回NAV41で審議することとした。また、英国が提案したSOLAS V章へのトランスポンダの搭載要件の追加については時期尚早であるとの我が国等の意見により、今後更に検討



することで合意された。

### (3) 衝突予防レーダトランスポンダ

我が国が実験した衝突予防レーダトランスポンダの海上試験の結果を報告及び概要説明を行ったところ、米及び露よりトランスポンダの新しい応用であり興味のある情報であるとの意見が得られた。小委員会より、引き続き実験が実施される場合には、実験結果の報告をしてほしい旨要請された。

### (4) 世界的航行システム

GPSやGLONASSに代わる国際的に管理される世界的衛星航法システム(GNSS)を発展させる計画に係わるIMO/ICAOの合同グループの設立に関する会合の結果が事務局より報告された。これを受けてワーキンググループではこの件に関し国際間のワーキンググループを設立し、検討していく旨を提案した。小委員会ではこれを承認することに向けMSCへ要請することとなった。

### (5) 電子海図(ECDIS)、非同等電子海図(ECS)

ECDIS用の電子海図(ENC)の改補についての提案文書が検討されたが、本小委員会ではこの件に関しメンバー各国にコメント及び提案を出し、次回の第41回NAVで検討するよう要請した。

また、法的に紙海図と同等でない電子海図装置であるECSに関するガイドラインの必要性について検討されたが、本小委員会はこの件に関しメンバー各国にコメント及び提案を出し、次回のNAV小委員会で検討するよう要請した。

## 3. 航路指定の強制化

航路指定の強制化に関するSOLAS第V章の第8規則の改正案及び航路指定の一般通則の改正案が審議された。

我が国は避航水域の強制化は国際法上確立されている船舶の航行の権利、すなわち領海における無害通航並びに公海における航行の自由を阻害するおそれがあり、強制化の対象から除外すべき旨主張したが、議長より改正案に「航路指定並びに当該制度の遵守のためにとられる措置は、国際法の規定に合致していなければならない」という条項が存在するのでその必要がない旨の発言があり、

各国の賛同を得られず我が国の主張は認められなかった。

この点については我が国は立場を留保した。SOLAS第V章第8規則の改正案は、第65回MSCにおいて採択予定である。

## 4. 船位通報のガイドライン

前回MSCで強制化された船位通報に関し、ガイドラインが作成され、MSCに提出されることになった。また、船舶を識別するためのトランスポンダの使用に関しても審議されたが、我が国がトランスポンダが現在開発中であるためその強制化は時期早尚である旨主張し、ギリシア等が賛同を示した。議論の結果、私の主張に従い、船舶通報制度の効果の実施につながるとの観点からその運用要件に対し、ワーキンググループで検討が行われた。

## 5. VTSガイドライン(総会決議A.578(14))の見直し

総会決議A.578(14)(VTSガイドライン)の見直しについては、ワーキンググループにおいてIALAの作成したガイドラインについて検討を行ったが結果的に大勢の同意を得られなかったため、別途本件に関するコレスポネンス・グループを設置し、検討を続け、次回NAVにおいて再度審議されることになった。

## 6. 危険物積載船の夜間信号

港内航行中の危険物を輸送する船舶の夜間信号について第63回MSCより再度要請を受け、検討された。全体会議の場で、加、露、米等から各国の現状に鑑み、IMDGコード上の危険物を輸送する船舶の夜間信号は赤色灯火にすべきである旨の発言があり、我が国からもこれを支持する旨の発言を行った。さらに作業部会でこれを詳細に検討したところ、議長から衝突予防法の灯火とまぎらわしい旨の発言もあり、トルコから灯火の種類を閃光灯とすべき、仏から点滅灯とすべきとの提案があったが、各国の現状では不動灯が大勢であり、これまで問題がなかったことから不動の全周赤灯とすることとなった。

(文責：阿曾 薫)

# 平成6年度(6年11月分)新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		4月～6年11月分				11月分			
		隻	G. T.	D. W.	契約船価	隻	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船	12	316,268	446,950		1	59,000	46,100	
	油槽船	5	14,437	24,298		0	0	0	
	その他	3	10,399	4,588		0	0	0	
	小計	20	341,104	475,836		1	59,000	46,100	
輸出船	貨物船	169	4,699,530	7,272,305		9	204,000	323,300	
	油槽船	56	3,070,286	5,244,500		7	389,450	628,050	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小計	225	7,769,816	12,516,805		16	593,950	951,350	
合 計		245	8,110,920	12,992,641	807,584 百万円	17	652,950	997,450	65,310 百万円

● 編 集 後 記 ●

☆ 新年おめでとうございます。

今年も西暦では1995年になり、20世紀もあと4年になりました。また戦後50年という節目に当たるため、この半世紀の懐古と共に過去の戦争の記録も多く目につきます。

賢者は歴史に学ぶと言いますが、歴史が正しく書かれていなければ誤った学び方になります。正しい歴史というのもその時代時代の解釈・風潮によって変化するように思われます。

建艦の技術はすばらしいものでありましたが、その技術が温存され商船の技術に融合して、造船の世界一建造量になったことも忘れてはならない事実でありましょう。

商船建造よりも軍艦建造の方が忙しかった米国に対し、民需シフトした我が国は冷戦体制もあってこれだけ建造量をのばすことが出来ました。

輸出船として日本に発注してきた外国船主の中には、「チープレーバードだから造船業が成立つのだ。今に日本もハングリーでなくなれば造船業は難しくなるよ」という人もいました。

今やそれが現実の問題として、特に円高の影響も深刻で苦しい対応を迫られています。しかしこのまま海運も造船業も荒廃を待つ訳にはいきません。新しい時代の、次の21世紀へ向かって日本の海運造船業をどうすべきか、先人の智慧も学びながら質的活性化を図って行かねばならないと思います。

☆ 環境の問題がかなりシビアに言われるようになりました。海運も造船も環境には比較的関係が少なくと思われてきましたが、タンカーの座礁事故が頻発するようになると無縁どころか大きな加害者側に立つこととなります。「ゼロ排出」とか「生産から廃棄までのライフサイクルを考えた環境影響」ということも言われ始めました。

戦後の窮乏期には環境などというのは一部の科学者の理想論と考えられていましたが、先進国として自他共に認める国になった今は、かつてのようには行かず、率先して環境優良国を目指さねばなりません。それには国際的協調が不可欠であって、日本の不得意な外交分野での努力が必要とされるところであります。

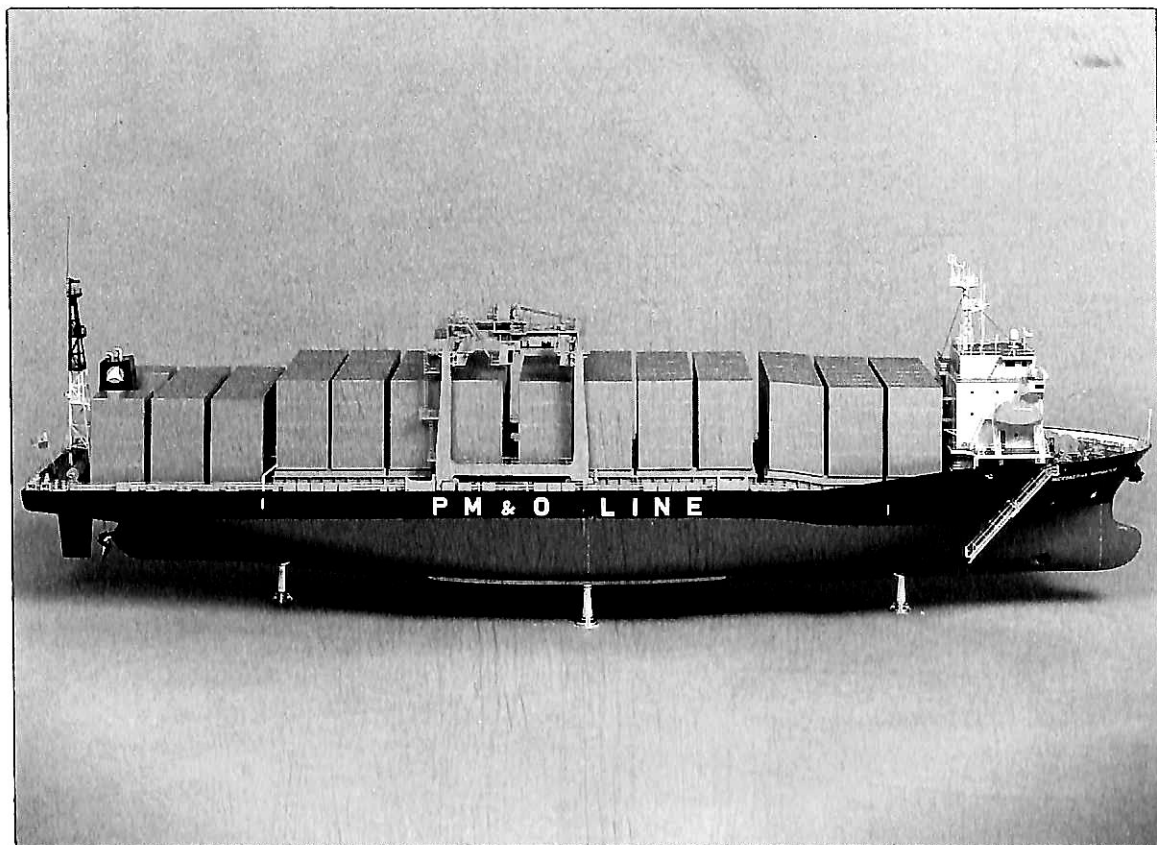
☆ 予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。

予約金 { 6カ月分 8,200円  
税 込 { 1ヶ年分 15,800円

運輸省海上技術安全局監修  
造船海運総合技術雑誌 **船の科学**  
© 禁転載 第48巻 第1号 (No. 555)  
発行所 株式会社 船舶技術協会  
〒104 東京都中央区新川1の23の17 (マリンビル)  
振替口座 東京 3-70438 電話・FAX 03 (3552) 8798

平成7年1月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }  
平成7年1月10日発行 { 第3種郵便物認可 }  
(本体 1,359円) 定価 1,400円 (〒92円)  
発行人 濱 村 建 治  
編集委員長 米 田 博  
印刷所 大洋印刷産業株式会社

— 謹 賀 新 年 —  
進水記念贈呈用に  
不二の船舶美術模型を



コンテナ船 “MICRONESIAN NAVIGATOR” 縮尺：1／100

建造所：今治造船株式会社

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. 03(3998)1586  
FAX. 03(3926)7202

# ACTA

## makes it easier for you... Complete Equipment-One Supplier

### HYDRAULIC MARINE CRANES TELESCOPIC AND FOLDED TYPE

Load 3 ton metre - 60 ton metre

### LIFE SAVINGS EQUIPMENT

Liferaft Davits, slewing type  
Liferaft Davits, luffing type  
MOB-davits, slewing type  
MOB-davits, luffing type

### WINCHES FOR DIFFERENT APPLICATIONS

E.g. cargo-towing, anchorewinch, winches etc.  
Load up to 100 ton.

### GANTRY CRANES

### PROVISION CRANES

Different applications  
Load 0.99 ton metre -  
30 ton metre.

### MOORING EQUIPMENT

Mooring winches  
Capstans

### ANCHOR EQUIPMENT

Windlasses  
Anchor-mooring winches  
Anchor capstans

### MISCELLANEOUS EQUIPMENT

### DECK EQUIPMENT

Panama Hawse Holes  
Gudderollers  
Chainslippers  
Roller Fairleads  
Bollards  
Wire Reels  
Wire Rope Stoppers

### HYDRAULIC DECK CRANES

HSC type with fixed beam  
HSC type with telescopic beam  
Load 8 ton metre - 400 ton metre.

### HYDRAULIC STEERING GEARS

### ACCOMMODATION LADDER WINCHES



販売・サービス代理店  
**富士貿易株式会社**  
船用システム営業  
〒658 神戸市東灘区舞子浜町16番地  
TEL:078-4620707・FAX:078-4620208

Maskinfabrik ACTA A/S  
Industrivej 9

DK-5260 Odense S, Denmark

Phone: +45 66 150400 Fax: +45 66 153557

東京部中央区新川一丁目二番七(マリンビル)  
(株)船 舶 技 術 協 会  
電話 〇三(三三五五二) 八七九八番

定価 一四〇〇円  
本体 一三五九円

船の科学

平成七年一月五日印刷  
昭和二十七年十一月十日発行  
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

保存委番号  
196012

雑誌07739 1

T1007739011405

