

# 船の科学

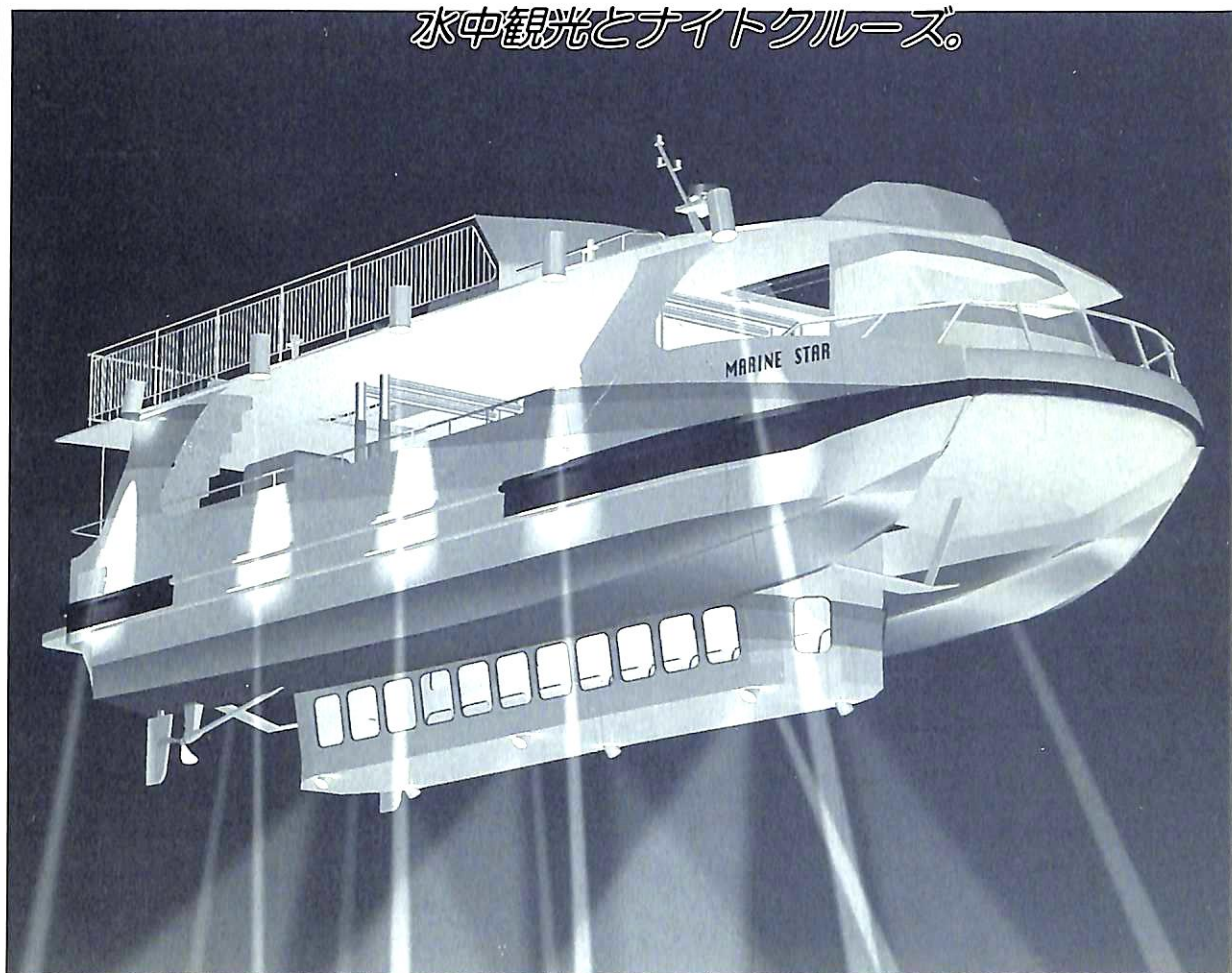
1998

# 11

VOL.51 NO. 11

## 新時代の多目的観光船

グレードアップしたライト16基での  
水中観光とナイトクルーズ。



System of Underwater Biological view Ship.



株式会社 **そごう** 海洋開発

〒130-0051 広島市中区大手町1-5-11  
TEL 082-225-2737 ・ FAX 082-248-6556

# KAMEWA Group

## □製造品目

カメワ プロペラ (固定ピッチ、可変ピッチ、サイドスラスト)

カメワ ウォータージェット

アクアマスタ アジマス スラスト (旋回式スラスト)

ラウマ ウインチ (油圧式、電動式)

カメワ サービス

東日本フェリー殿 高速カーフェリー「ゆにこん」  
カメワ ウォータージェット 112 II型 4基搭載

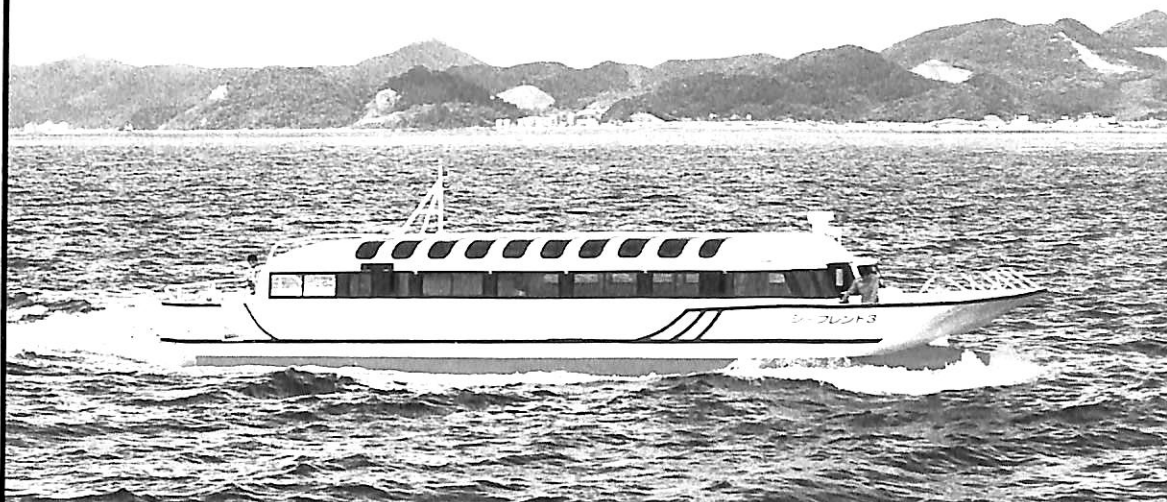


## カメワ ジャパン株式会社

〒102-0074 東京都千代田区内九段南2-5-1 トーブン社ビル  
TEL: (03) 3237-6861 FAX: (03) 3237-6846

# ハミルトン・ジェット 362型

観光船、旧北上川～牡鹿半島を運航



## [シーフレンド3]

L.O.A. 19メートル      L.W.L. 17メートル      MaxB 5メートル  
主機 コマツ 6 M108A-1      最大 430ps/2700r.p.m.      総重量 26トン  
ハミルトン・ジェット 362型 × 2基掛け

### 〈船主〉

(株)ハタヤマ工業  
代表取締役 畑山 東吾  
☎986-0026  
石巻市大門町2-3-46  
(TEL) 0225-23-1007

### 〈機装〉

佐藤機械  
代表者 佐藤 尋昭  
〒037-0524  
青森県北津軽郡小泊字水潤17-22  
(TEL) 0173-64-3815

### 〈建造 設計〉

福井造船(株)  
代表取締役 福井 裕二  
〒030-0911  
青森市造道1丁目3番1号  
(TEL) 0177-41-8144

### 〈コーディネーター〉

パートナーショップ きせん  
代表者 気仙 宣明  
〒038-0031  
青森市三内字稲元69-23  
(TEL) 0177-81-1562

日本総代理店

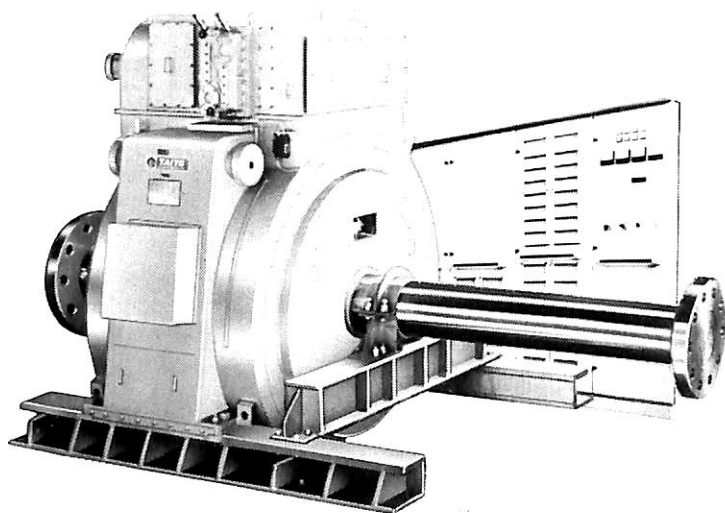
株式会社 ミヨシ・コーポレーション

〒467-0065 名古屋市瑞穂区松園町1丁目84番地  
TEL.052-835-3351 FAX.052-835-3354

ながい経験と最新の技術



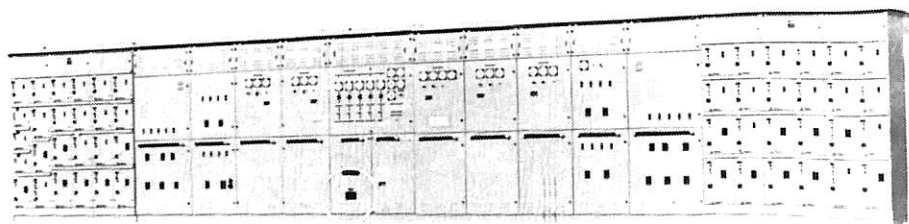
# 大洋の船舶用電気機器



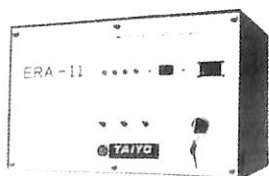
主要生産品目

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

サイリスターインバーター式軸発電装置



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

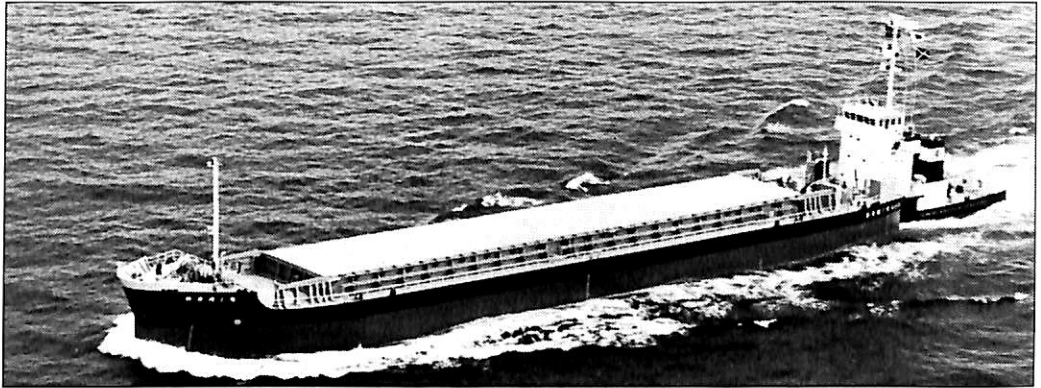
本 社 千代田区内神田1-16-8 (三立社ビル)  
電話 03-3293-3061 (代表)  
工 場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬  
営業所 下関・三原・大阪・札幌  
海 外 Jakarta・Pusan

## 目 次

- 6 新造船紹介 (No. 601)
- 12 日本商船隊の懐古 No. 232 (ほのる丸, 勝立丸, 天海丸)……………山 田 早 苗
- 14 ドイツHapag Lloyd: クバルナーに発注  
世界最高級客船“EUROPA”(6世)
- 15 カーニバルのファンタジークラス  
8隻シリーズ最終船“PARADISE”トライアルに成功
- 16 世界初, Azipods 装備第1船“ELATION”の海上公試運転
- 19 VISION OF THE SEAS(2)
- 
- 25 10月のニュース解説(「船の科学」創刊50周年)……………米 田 博
- 新造船紹介
- 28 最大500トン荷役可能  
多目的重量物運搬船“DA ZHONG”の概要……………川 崎 重 工 業
- 
- 平成10年, 日本造船学会奨励賞(乾賞)論文要約(1)~(3)
- 48 Distributed Mass/Discrete Floeモデルを用いた水況予測……………林 昌 奎
- 50 弾性支床上の梁モデルによる長大浮体構造の動的撓み挙動特性  
に関する考察……………坪 郷 尚
- 52 溶接変形の予測に基づく精度管理システムに関する研究……………武 市 祥 司
- 
- 技術論説
- 33 船会社の造船技術者より見た造船の諸問題(37)……………松 宮 熙
- 39 航海支援システム開発と実証実船テスト成果概要(その2)  
— 最適OMBO指向システムの安全性の造り込み — ……………下 野 雅 生
- 
- 技術解説
- 54 サイドスラスターの性能について(1) ……………森 正 彦
- 61 プッシャーバーजあれこれ(8) ……………山 口 琢 磨
- 
- 連載講座
- 81 船舶電子航法ノート(249)……………木 村 小 一
- 
- 海洋随筆
- 65 海洋開発: 20世紀の遺訓と21世紀の展望(19)……………為 広 正 起
- 72 巨船“NORMANDIE”罷り通る(1) ……………兵 頭 喜 明
- 
- IMOコーナー (No. 202)
- 86 第6回旗国小委員会(F S I 6)の概要について……………運 輸 省
- 
- 海外製品紹介
- 新型改良インマルサット-C GMDSS 装置 ……………Thrane & Thrane
- 79 Autronicaの火災警報装置……………Autronica
- 初のエコロジカル防汚塗料BIOMARINE……………Oxalis/MONOPOL G.

- 
- 6 ...New ship photo & particulars (No 601)
- 12 ...Retrospect of domestic merchant fleet (No 232)  
(HONORURU-MARU, KACHIDATE-MARU, TENKAI-MARU)  
..... Sanae Yamada
- 14 ...The world highest class passenger ship "EUROPA" (the 6th generation)  
is ordered to Kvaerner
- 15 ...The last Carnival Fantasy class of 8 sisters had succeeded in sea trial
- 16 ...The sea trial of "ELATION", the world first cruising ship installed  
with Azipods
- 19 ...VISION OF THE SEAS (2)
- 
- 25 ...Summary & notes of events on October  
(The 50th anniversary of "FUNÉ-NO-KAGAKU")..... Hiroshi Yoneda
- 
- New ship report
- 28 ...Multi-purpose 500 ton heavy lifter "DA ZHONG" ..... Kawasaki H. I.
- 
- Awarded 3 papers ("INUI PRIZE") by SNAJ on 1998
- 48 ...Prediction of ice conditions used with "distributed mass/discrete floe  
model ..... C. Lim
- 50 ...Considerations for dynamic flexural motion characteristics of large long  
floating construction, used with beam model supported on elastic floor  
..... Hisashi Tsubogo
- 52 ...Accuracy control system based on prediction of deflection by welding  
..... Hisashi Takechi
- 
- Technical comment
- 33 ...The concept of shipbuilding seen from the naval architect belong to  
the ship operation company (37) ..... Hiroshi Matsumiya
- 39 ...Development of navigation support system and results of actual  
proofing tests (2) ..... Masao Shimono
- 54 ...Performance of side thruster (1) ..... Masahiko Mori
- 61 ...Subjects of pusher barges (8) ..... Takuma Yamaguchi
- 
- Serial lecture
- 81 ...Electronic navigation notes ( 249 ) ..... Shoichi Kimura
- 
- Essay
- 65 ...Ocean engineering : Instructions from the 20th century and prospects  
of the 21st century (19) ..... Masayuki Tamehiro
- 72 ...Large ship "NORMANDIE" goes her own way ..... Yoshiaki Hyodo
- 
- IMO corner (No 202) ..
- 86 ...Sub-committee on flag state implementation (FSI) - 6th session ..... M O T
- 
- New products abroad
- 79 ...Improved new Immarsat-C GMDSS ..... Thrane & Thrane  
Very first distributed, interactive fire alarm system ..... Autronica  
New ecological anti-fouling paint "BIOMARINE" ..... Oxalis/Monopol G

# 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

東京都中央区日本橋小伝馬町9-10  
(小伝馬町ビル7階)  
電話番号 (03) 3667-6633  
F A X (03) 3667-6925

## タイセイ・エンジニアリング株式会社

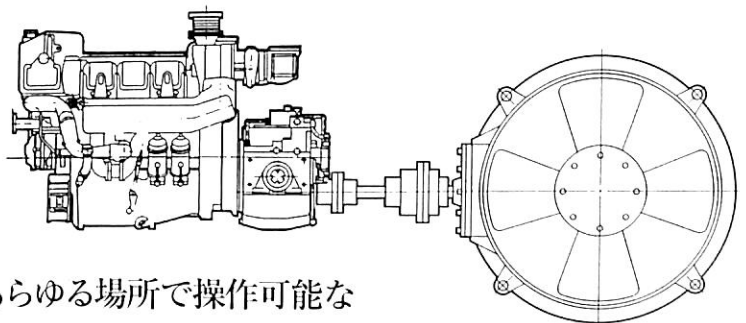
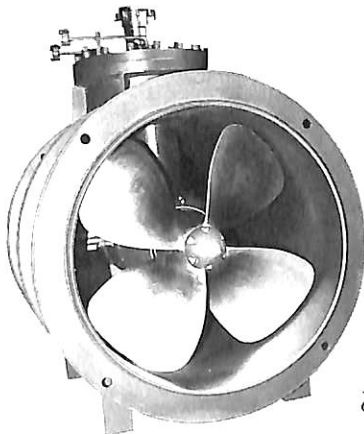
# マスミ サイド スラスター

シンプルな構造の  
固定ピッチ型スラスター

可変ピッチ型に代るインバーター制御による

電動機駆動 推力1-8 TON

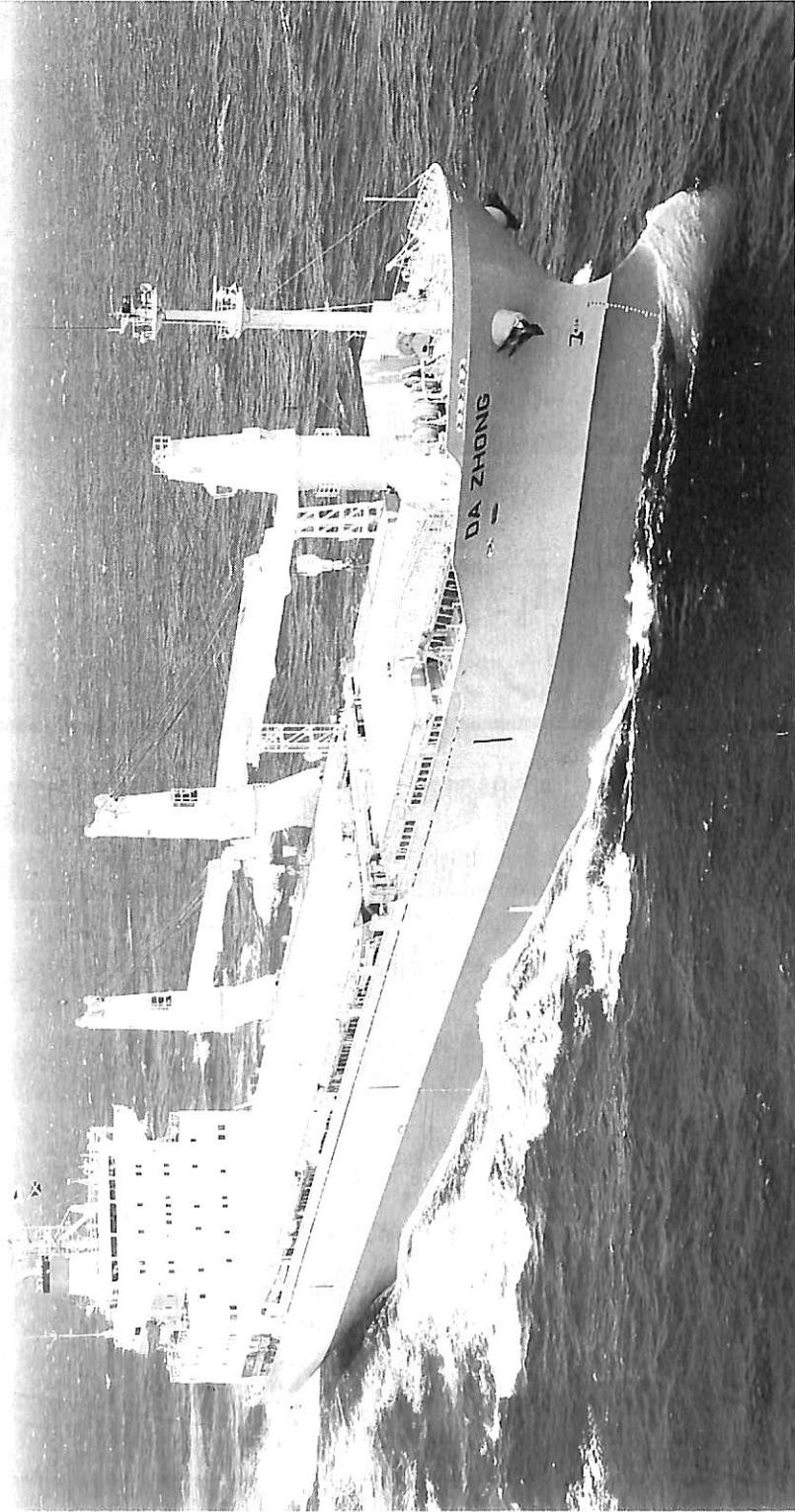
エンジン駆動 推力1-8 TON



あらゆる場所で操作可能な  
電子制御リモコン装置

## 株式会社 マスミ内燃機工業所

本社・工場 〒104-0054 東京都中央区勝どき3丁目3番12号 TEL 03-3532-1651 FAX 03-3532-1658  
清水営業所 〒424-0942 静岡県清水市入船町8番16号 TEL 0543-53-6178 FAX 0543-53-6170



ター  
ジュン  
輸出重量物運搬船 DA ZHONG

船主 Da Zhong Maritime Inc. (Panama)  
 川崎重工株式会社坂出口場建造(第1480番船)  
 全長 153.00m 垂線間長 144.00m  
 箱口数 2 純トン数 5,417トン  
 クレーン 250 t × 2, 30 t × 1  
 主機関 川崎MAN-B&W5S50MC形(デ)機関×1  
 フロベラ 4翼I軸 補汽缶 1,100 kg/h × 1 (排ガスヒーター×1 (非)Stanford 90kW × 1 (原) Demp  
 衝突予防装置 レーダ GPS 無線装置 MF/HF NBDR, インマルB, C 国際VHF電話  
 乗組員 25名 速度 (満載航海) 15.0kn 航続距離 DA HUA 他2隻  
 船型 平甲板船 同型船  
 起工 9-11-26 型幅 23.00m Cont.搭載数 685TEU 出力(連続最大) 8,200PS (127rpm) (常用) 7,380PS (123rpm)  
 進水 10-3-6 型深 14.10m 型深 16,957トン 燃料油槽 1,450m<sup>3</sup> 貨物艙容積(ベ) 21,600m<sup>3</sup> 清水槽 323m<sup>3</sup>  
 竣工 10-6-30 満載喫水 9.10m 貨物艙容積(ベ) 21,600m<sup>3</sup> 貨物艙容積(ベ) 21,600m<sup>3</sup> 清水槽 323m<sup>3</sup>  
 航海計器 ロラン  
 船級・区域資格 LR 遠洋 (本文28頁参照)





マリア ツァコス  
輸出油槽船 MARIA TSAKOS

船主 Kingsbridge Shipping Co., Ltd.  
(Panama)

幸陽船渠株式会社建造(第S-2100番船)

起工 10-3-31 進水 10-4-20

竣工 10-7-14 全長 246.80m

垂線間長 235.00m 型幅 42.0m

型深 21.30m 満載喫水 14.798m

総トン数 57,925トン 純トン数 31,693トン

載貨重量 107,181t 貨物油槽容積 122,296m<sup>3</sup>

主荷油ポンプ 2,500m<sup>3</sup>/h×135m×3

タンク数 17 クレーン 4t×1, 0.9t×1

燃料油槽 3,842m<sup>3</sup> 燃料消費量 123.0g/PS・h

清水槽 507m<sup>3</sup> 主機関 三井-MAN-B&W

7S60 MC (Mark 3) 形(デ)機関×1 出力

出力(連続最大)17,850 PS (102.0rpm) (常用)

15,170 PS (96.6rpm) プロペラ 4翼1軸

補汽缶 水管式 25t/h×2 発電機

ヤンマー 750kW×3, (非) 三井 120kW×1

無線装置 MF/HF, インマルB, C 国際

VHF電話 航海計器 衝突予防装置 レーダ

GPS 速力(試運転最大)15.854kn

(満載航海)14.6kn 航続距離 23,400 浬

船級・区域資格 NK NS\* MNS 船型

平甲板船 乗組員 31名

## WEATHERTIGHT

GRP - ask us about it



©TECHNIBEN

Quality standard  
EN ISO 9002  
implemented.  
DnV approved

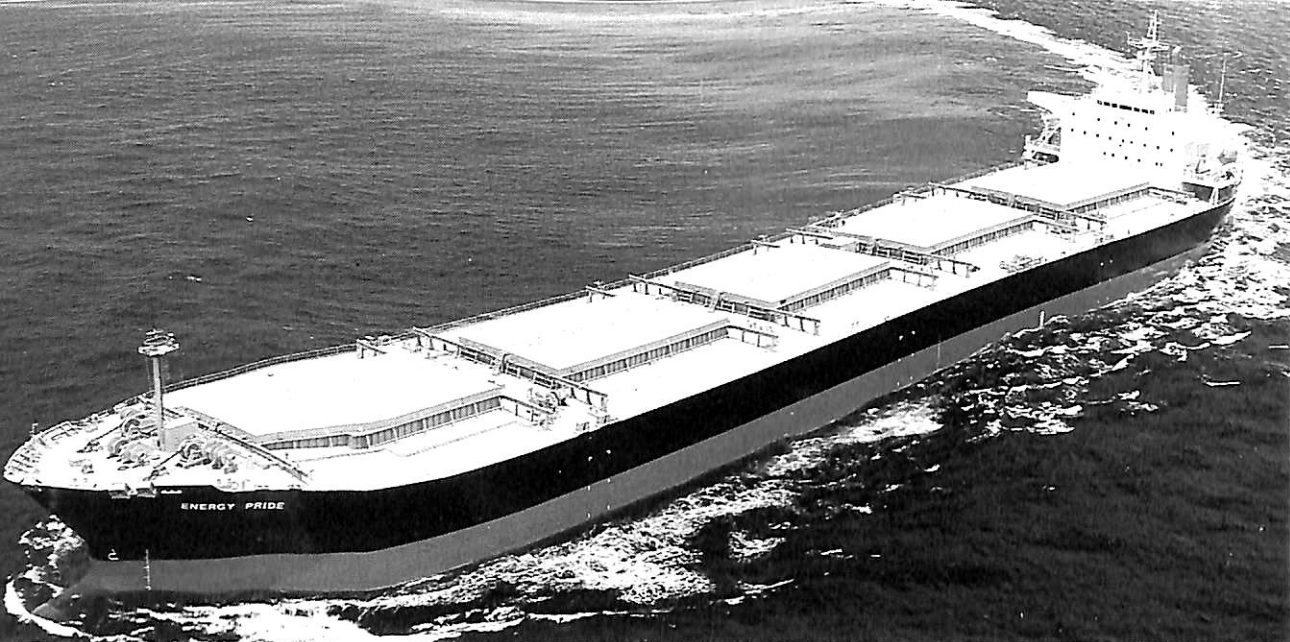
LIBRA DOORS

*Libra*

**LIBRA-PLAST AS**

N-6060 Hareid, Norway

Tel. +47 70 09 54 00, Fax +47 70 09 54 01, E-mail: office@Libra.no



エナジー      プライド  
輸出石炭運搬船      **ENERGY PRIDE**

船主 Bouquet Shipping S.A. (Panama)  
 三井造船株式会社玉野艦船工場建造(第1439番船)      起工 9-11-7      進水 10-4-2      竣工 10-7-10  
 全長 229.0m      垂線間長 218.0m      型幅 36.5m      型深 18.5m      満載喫水 12.26m  
 総トン数 43,351トン      純トン数 23,540トン      載貨重量 77,679トン      貨物艙容積(グ) 90,493.2 m<sup>3</sup>  
 艙口数 5      燃料油槽 2,767 m<sup>3</sup>      燃料消費量 37.7 t/day      清水槽 314 m<sup>3</sup>  
 主機関 三井-MAN-B&W 5 S60 MC形(デ) 機関×1      出力(連続最大) 13,900 PS (105.0 rpm)  
 (常用) 11,820 PS (99.5 rpm)      プロペラ 5翼1軸      補汽缶 大阪ボイラ OEV C 2-120 / 120-20  
 1,200 kg/h × 6 kg/cm<sup>2</sup> × 1      発電機 460 kW × 3      無線装置 MF/HF, NBDP, インマルB, C, 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(試運転最大) 16kn (満載航海) 14 kn  
 航続距離 20,000 浬      船級・区域資格 NK(M0) 遠洋      船型 平甲板船      乗組員 28名  
 。浅喫水幅広船型, 省エネ設備(MIPB) 装備, 係船装置: 日本海仕様, 荷役効率化のためロングボールド採用。

ジャスティス      コンテナ  
輸出コンテナ船      **JUSTICE CONTAINER**

船主 Powick Marine(s) Pte., Ltd. (Singapore)  
 株式会社新来島どっく大西工場建造(第2948番船)      起工 9-11-13      進水 10-2-4      竣工 10-5-26  
 全長 182.83m      垂線間長 170.00m      型幅 28.00m      型深 14.00m      満載喫水 9.50m  
 総トン数 17,609トン      純トン数 8,215トン      載貨重量 24,116トン      艙口数 9  
 Cont.搭載数 1,510 TEU.      燃料油槽 3,160 m<sup>3</sup>      燃料消費量 43.8 t/day      清水槽 378 m<sup>3</sup>  
 主機関 三井MAN-B&W 6 S60 MC形(デ) 機関×1      出力(連続最大) 15,880 PS (100 rpm), (常用) 14,290 PS  
 (96.5 rpm)      プロペラ 4翼1軸      補汽缶 1,300 kg/h × 0.69 MPa × 1, 排エコ 1,300 kg/h × 0.59 MPa × 1  
 発電機 850 kVA (680 kW) × 3, (原) ヤンマー M 220 L-EN 1,000 PS × 720 rpm × 3      無線装置 800 MF/HF,  
 NBDP, インマルB, C, 国際VHF電話      航海計器 GPS 衝突予防装置 レーダ      速力  
 (試運転最大) 20.97 kn (満載航海) 18.9 kn      航続距離 24,200 浬      船級・区域資格 AB・遠洋  
 船型 船首楼付平甲板船      乗組員 22名      同型船 FREEDOM CONTAINER 他2隻





SHIN CHUETSU

輸出木材/チップ船 新 中 越

船主 Superior Chipcarriers S.A. (Panama)  
 日立造船株式会社建造(第4939番船) 起工 10-3-20 進水 10-5-15 竣工 10-7-31  
 全長 162.00m 垂線間長 153.00m 型幅 27.60m 型深 18.20m 満載喫水 9.07m  
 総トン数 22,601トン 純トン数 6,781トン 載貨重量 25,331トン 貨物艙容積(グ) 51,534m<sup>3</sup>  
 艙口数 4 クレーン Electric motor driven type 142kN×92m/min×2 燃料油槽 1,656m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 19.8t/day 清水槽 296.1m<sup>3</sup> 主機関 日立MAN-B&W 5 S 50 MC (Mark VI)形(テ)機関×1  
 出力(連続最大) 7,600 PS (127.0 rpm) (常用) 6,460 PS (120.3 rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶  
 コンポジット 1,000 kg/h×0.59 MPa×1 発電機 西芝 防滴 600kW×900 rpm×3 (原) ヤンマー  
 無線装置 送(主) 0.5kW, 海事衛星通信装置 VHF 航海計器 衝突予防装置 レーダ  
 速力(試運転最大) 15.69 kn (満載航海) 14.0 kn 航続距離 20,300 浬 船級・区域資格 NK・遠洋  
 船型 平甲板船 乗組員 25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-アラダー 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

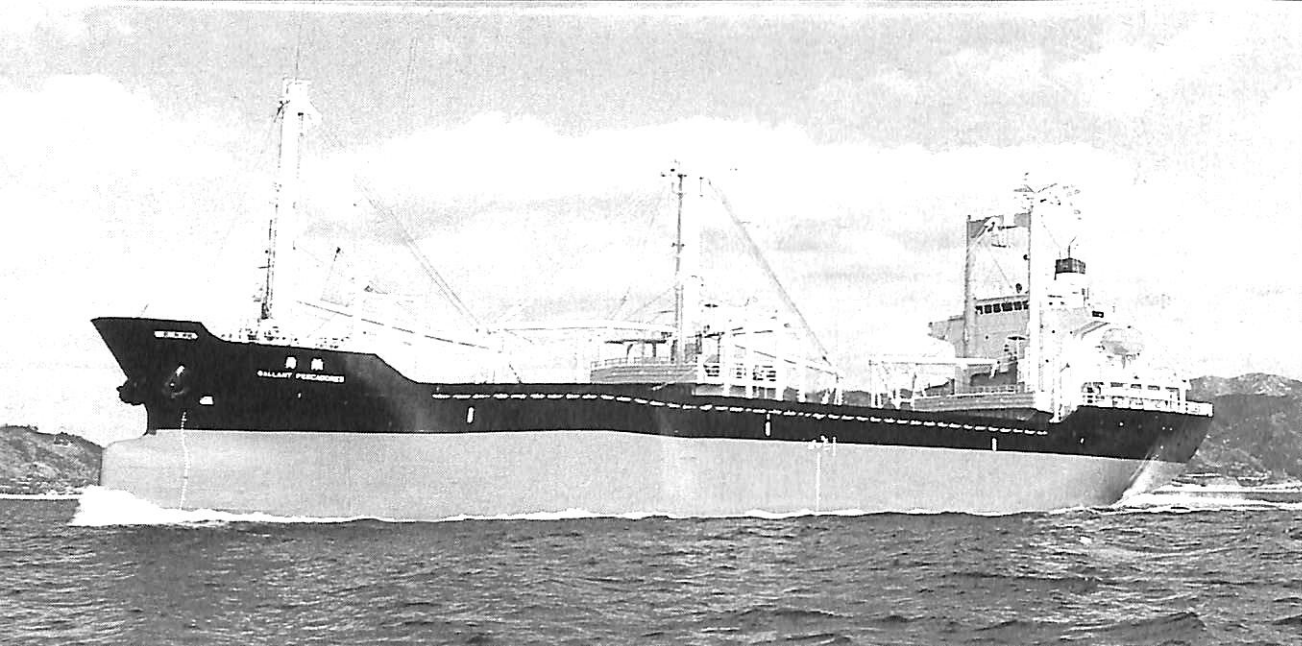
 **かもめプロペラ株式会社**

本社:

〒245-0053 横浜市戸塚区上矢部町 690 番地

TEL (045) 811-2461 (代表)

FAX (045) 811-9444

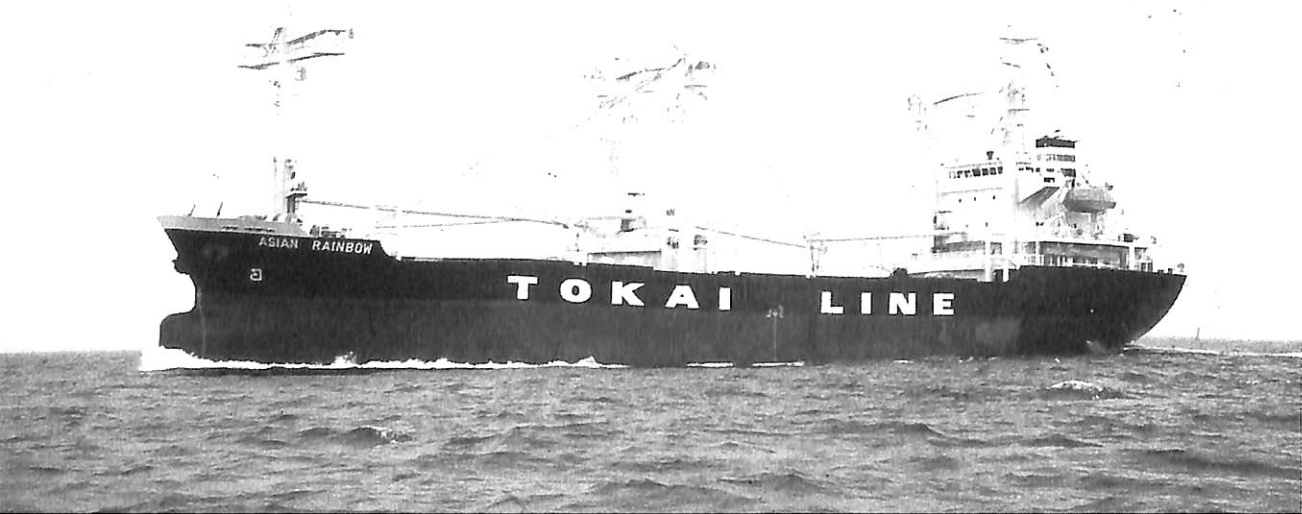


ギャラント                      ペスカドーレ  
輸出貨物船      **GALLANT PESCADORES**

船主 Gallant Pescadores S.A. (Panama)  
 檣垣造船株式会社建造(第490番船)      起工 9-7-25      進水 9-11-13      竣工 10-2-9  
 全長 100.74m      垂線間長 93.83m      型幅 19.60m      型深 9.80m      満載喫水 7.817m  
 総トン数 5,002トン      純トン数 3,188トン      載貨重量 8,595.10トン      貨物艙容積(ベ) 9,980.84㎡  
 (グ) 10,814.34㎡      艙口数 2      クレーン 25t×19.5H×2, 30t×19.5H×2      燃料油槽 644㎡  
 燃料消費量 12.8t/day      清水槽 470(Incl.F.P.T.)㎡      主機関 赤坂-三菱6UEC33LSII形(デ) 機関×2  
 出力(連続最大) 4,400PS(210rpm)(常用) 3,960PS(203rpm)      プロペラ 4翼1軸      補汽缶  
 立形コンボジット形      発電機 300kVA×AC450V×6P×2 (原) 360PS×1,200rpm×2      無線装置  
 400W MF/HF, NBDP, インマルC, 国際VHF電話      航海計器 GPS レーダ  
 速力(試運転最大) 15.267kn (満載航海) 12.5kn      航続距離 9,000 浬      船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 ウェル甲板船      乗組員 20名      同型船 EVER ELITE

エイジアン                      レインボウ  
輸出貨物船      **ASIAN RAINBOW**

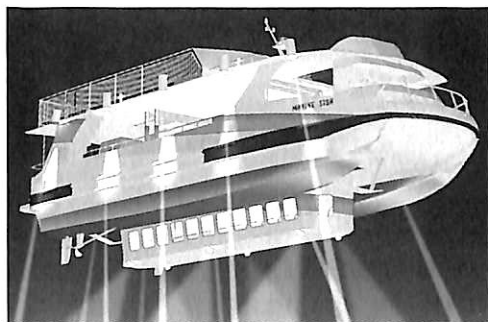
船主 Shine Treasure S.A. (Panama)  
 株式会社 三浦造船所建造(第1206番船)      起工 10-1-7      進水 10-3-4      竣工 10-4-20  
 全長 100.00m      垂線間長 94.51m      型幅 18.80m      型深 9.80m      満載喫水 7.749m  
 総トン数 5,014トン      載貨重量 8,501トン      貨物艙容積(ベ) 10,099.76㎡(グ) 10,836.00㎡  
 艙口数 2      クレーン 25t×30°×2, 30t×30°×2      燃料油槽 DO 167㎡ FO 546㎡      燃料消費量 12t/day  
 清水槽 313㎡      主機関 赤坂-三菱6UEC33LSII形(デ) 機関×1      出力(連続最大) 4,400PS(210rpm)  
 (常用) 3,960PS(203rpm)      プロペラ 4翼1軸      発電機(主) 西芝, (非) 大洋電機 合計 390kVA,  
 (原) ヤンマー      無線装置 MF/HF, NBDP, インマルC, 船舶電話, 国際VHF電話      航海計器  
 衝突予防装置 レーダ      速力(試運転最大) 15.122kn (満載航海) 12.8kn      航続距離 10,500 浬  
 船級・区域資格 NK・遠洋      船型 一層甲板船尾機関船      乗組員 20名  
 同型船 AKI RAINBOW



# 海をもっと身近にする 可変喫水システム

可変喫水双胴型  
高速水中観光船

**S.U.B. Ship**  
System of Under-water  
Biological world view Ship  
「サブシップ」国際特許出願中



**可変喫水**  
**高速移動**  
**収益性**  
**安全性**

高い信頼性を誇る油圧昇降システム。すべての操作は操舵室で。通常走行状態から潜水完了まで約1分。

走行安定性に優れた双胴船。快適走行を生む前後2枚の水中翼。500馬力のエンジンを2基搭載。

高性能が観光エリアを拡大。移動時間の短縮が就航回数を増やす。夜間照明付で夜間海中観光も可能。

独立した3つの船体。軽く強く、資源価値の高いアルミの船体。

## 可変喫水双胴型高速水中観光船

用途	水中観光船(水中調査船)及び交通船など多目的観光業務船
主要寸法	長さ 約18.0cm(日本国内仕様) 幅 約6.0cm 深さ 約1.75cm
総トン数	19トン JCI 小型1級で運航可
船速	(軽荷最大) リフトアップ時21.5ノット 巡航18.0ノット (水中観光時) リフトダウン時8.0ノット 巡航4.0ノット
航行区域	限定沿海
定員	旅客50名 船員2名 計52名(キャビン定員44名) ※ 目的用途により増員可能深さ
主機関	(標準)MTU高速ディーゼル機関 500PSX2基
納期	6ヶ月~8ヶ月
設計	限定沿海

可変喫水双胴型特殊船  
河川・海洋アクセス船

**Reversea**  
「リバーシー」



油圧により中央展望室を上下させるこのシステムは、浮力変化によって喫水を変化させ、水深のない川と高速を要求される海の両方を航行させるために開発された。災害、非常時の防災活動にも威力を発揮。

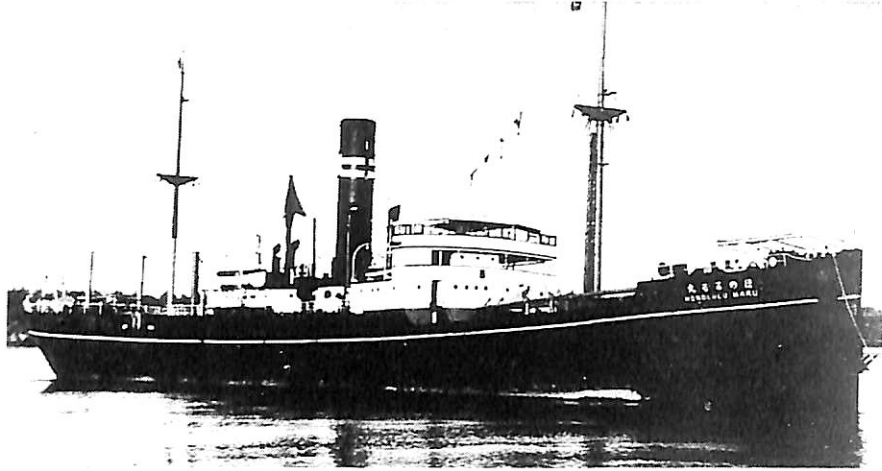
(株) **そごう海洋開発**

730-0051 広島市中区大手町1-5-11

お問い合わせ **TEL/082-225-2737**

FAX/082-248-6556

貨物船 **ほのるる丸** 大阪商船→日本合同工船→共同漁業  
 HONORURU MARU →日本水産→日本海洋漁業



大阪鉄工所因島工場建造	船舶番号 26771	信号符字 SCRG→JNED
進水 大9-6-28	竣工 9-7-31	垂線間長 124.14m
		型幅 15.49m
		型深 9.03m
満載喫水 7.97m	満載排水量 12,345トン	総トン数 5,750.95トン
		純トン数 3,540.62トン
載貨重量 8,582トン	貨物艙容積(ベ) 12,147 <sup>m</sup> (グ) 13,399 <sup>m</sup>	主機関 三連成レシプロ機関×1
出力(連続最大) 3,328PS (計画) 3,500 PS		速力(試運転最大) 13.10kn (満載航海) 9.0kn
船級・区域資格 通信省第1級船・遠洋区域, ロイド 100A1 NF, LMC		乗組員 55名
旅客 1等3名, 2等2名	同型船 はあぶる丸, はばな丸, へいぐ丸, 蓬萊山丸	船籍港 大阪

大阪商船のへいぐ丸型の第4船として大正9年7月31日竣工、大阪籍とす。

当時、ヨーロッパからの鋼材の輸入が止まり、船価は高騰していた。大阪商船では必要な鋼材をアメリカミッドベール製鉄社に発注し、自社船にて日本に輸送、造船所に引渡して建造したのが本船ならびに同型船であった。

大正9年9月22日神戸を出港してニューヨークに向け処女航海に出る。

大正10年10月21日神戸発のニューヨーク行を以て同航路を撤退。

大正11年4月7日神戸発よりボンベイ航路に配船。年3回発航の定期となる。大正13年2月、オーストラリアへ1航海したが、それ以外は一貫してボンベイ航路に就航。昭和5年11月11日神戸発を以てボンベイ線を撤退。

昭和6年5月10日神戸発よりカルカッタ航路へ配船、年3～4回発航の定期となる。

昭和8年12月24日神戸発を以てカルカッタ航路が終航。

昭和9年3月25日、50万円で日本合同工船に売却、北辰丸と改名、引続き大阪籍。

昭和11年、共同漁業の所有となる。

昭和12年、日本水産の所有となる。

昭和16年9月、陸軍に徴用され軍用船となり、11月19日宇品発、ルソン島攻略に向かう第14軍を乗せて基隆に

集結。南支那海にて他の船団と合流し、84隻の大船団の第3輸送船隊、第10分隊に所属し、12月22日フィリピンリングエン港に進入、部隊を揚陸、昭和17年1月8日一旦高雄にもどり台湾、香港とリングエンの間を往復したのち3月6日にはサイゴン、3月10日シンガポール、3月27日高雄を経て4月3日宇品に帰る。

その後昭和18年始め頃までは、主として内地と大連、青島、基隆、上海、釜山、西貢、香港などの間を行動していた。

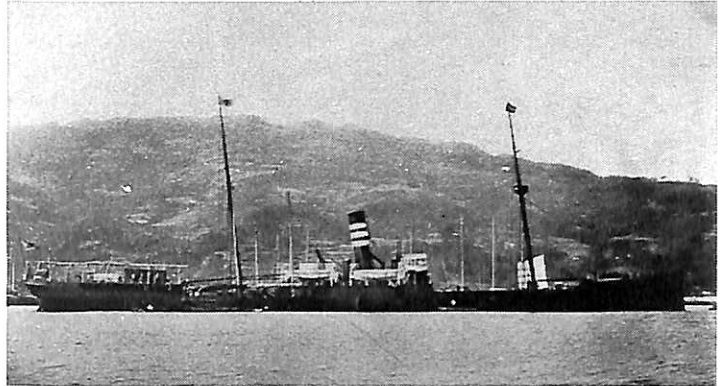
昭和18年1月31日門司発、2月19日にはラバウルに進入、マニラ、バラオ、エレベントを経て、6月12日門司に帰る。

昭和19年3月25日東京発、内南洋方面防衛強化のための兵員、資材を輸送する東松6号船団に加わり、4月15日18隻の船団で「夕風」「卯月」「三宅」第6、第10、第12号駆潜艇、第20、第28掃海艇「猿島」「巨済」「由利島」の護衛で木更津沖を出撃、4月23日サイパンに部隊を揚陸、4月27日サイパン発、東松6号船団の復航で、5月4日東京に帰る。5月6日横浜発、5月31日マニラ、6月22日セブ、6月23日マニラ経由、7月9日海南島、榆林着、同日時化のため榆林沖18°0'N, 109°30'Eにて沈没した。(写真提供 野間 恒)

貨物船 勝立丸 三井物産→韓国海軍→原田商行→八馬永蔵  
KACHIDATE MARU

Sir Raylton Dixon & Co.

ミドルスブロー(英)建造  
船舶番号 1521 信号符字 HKLT  
進水 明21-5(1888) 垂線間長 104.92m  
型幅 12.51m 型深 8.27m  
総トン数 3,457.27トン 純トン数 2,143.50トン  
出力(連続最大) 263.4PS 速力(満載航海)  
8.0kn 船級・区域資格 逓信省第1級船  
遠洋区域 船籍港 長崎, 口之津, 天王寺



英国 Charente Steam Shipping Co. 所有の Pallas 号で、リバプール籍であった。

明治27年、三井物産が季浦にて本船を購入、当時、三井の代表的炭礦であった三井三池勝立坑に因み、勝立丸と改名、長崎を船籍港とす。

その後、三井鉱山の備船となり、主として九州の口之津と香港の間で石炭の輸送に当たる。

明治30年9月より、陸軍運輸通信部の御用船となる。

明治36年8月、仁川にて55万円で韓国海軍に売却、軍

艦「揚武」となり大砲を装備し、船体を白く塗装した。

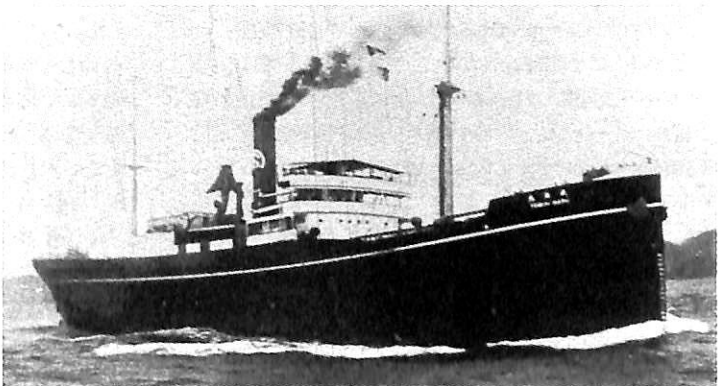
明治42年、原田商行が購入し、再び勝立丸となり、天王寺に船籍を置く。船舶番号、信号符字は以前の勝立丸の時と同じであった。

大正2年、八馬永蔵に売却、西宮籍となる。

大正5年9月10日、支那湖北省から上海經由、八幡に向かう途中、荒天のため東支那海 32°40'N, 124°30'E にて遭難し、沈没した。(明治43年、日韓併合条約以前は韓国で後に朝鮮となった。)

貨物船 天海丸 小柳七四郎→台湾製糖→明治海運  
TENKAI MARU  
→嶋谷汽船→三井船舶

三菱重工業長崎造船所建造(第272番船)  
起工 大5-12-16 進水 6-9-2  
竣工 6-9-22 垂線間長 92.96m  
型幅 13.38m 型深 8.32m  
満載喫水 7.04m 満載排水量 2,010トン  
総トン数 3,203トン 純トン数 1,944トン  
積貨重量 4,986トン 貨物艙容積 211,792f<sup>3</sup>  
主機関 三連成レシプロ機関×1  
船級・区域資格 逓信省第1級船・遠洋区域・  
ロイド 100A-1 LMC. 乗組員 46名  
旅客 1等2名, 2等12名, 3等42名  
姉妹船 元明丸  
船籍港 尼崎, 高雄, 垂水, 京都府中, 神戸



鈴木商店が三菱長崎に発注した貨物船で小柳七四郎の所有とし、尼崎籍。

大正7年1月10日神戸発、太平洋海運の備船で、日本・マニラ・北米線に就航。2月には、日本・シアトル線へ。

大正8年、台湾製糖の所有となり高雄籍となる。

昭和2年、台海丸とともに合計975,500円で明治海運に売却され、垂水籍となる。

昭和3年12月24日神戸発、大阪商船の大連航路へ。

昭和4年5月6日から昭和6年12月21日まで北日本汽船が備船し、大阪・小樽線へ。

昭和6年4月2日未明津久見に入港、翌3日06:00出火、5日に鎮火した。

昭和8年3月31日、トン当たり48円で嶋谷汽船に売却、京都府中籍となる。昭和13年神戸へ移籍。

太平洋戦争中は陸軍軍用船となり、昭和18年7月24日佐伯発、オ406船団でパラオへ。9月2日パラオ発2隻の船団で、弾薬、ガソリン、自動車、舟艇を積み第8次ウエワク輸送のためウエワクに向かう途中、9月5日11:30米潜 Swordfish(SS-193)の雷撃を受け1°35'S, 141°45'Eにて沈没した。沈没後、三井船舶の所有となる。



Photo : Kvaerner Masa Yards & Hapag Lloyd Cruises

## ドイツHapag Lloyd : クバルナーに発注 世界最高級客船“EUROPA” (6世)

— 1999年9月就航予定 —

1997年12月1日、フィンランドのクバルナー マーサ (Kvaerner Masa-Yards) は、ドイツの海運・観光産業の分野の大手であるハパク ロイド(Hapag Lloyd) から1隻のクルーズ客船を受注したと発表した。発表によると、これは、1997年9月にハパク ロイド社が、マレーシアのスター クルーズ(Star Cruises)に売却した“オイローバ”(Europa 5)に代わる代船として発注したもので、竣工の予定は1999年夏とされている。竣工後は、“オイローバ”同様、ワールドワイドに就航することになっており、オールスイートタイプとされている。なお、今年1998年はハパクロイド社は150周年のアニバーサリーヤーとなっている。

本船ニュー“オイローバ”は、ハパクロイド社の歴史の中で第6代同名世襲船としてデビューする。さらに本船は、ドイツが自信をもって、名実共にドイツ旗船いや世界の最高級指向客船として、誇らしく「七つの海」にデビューさせることになる。

その根拠として本船は、28,600総トンの船体で船客収容力は僅かに408名である。船室総数は204室である。船体規模に対する船客のスペース比は、実に71になる。大型客船のトップといわれているクリスタル姉妹でも51シーボーン姉妹でも49である。このことから、本船が如何に広い快適空間をもつ船であるかお判りいただけるかと思う。勿論本船は、すべての客室が外側となっている。154室あるベランダスイートは、広さが33㎡、ベランダのない38室のスイートは27㎡ある。2室あるベントハウスグランドスイートは、60㎡もある。その他「いたれりつくせり」の施設が設けられるのは勿論だが、レストランは3箇所設けられ、メインでの食事はワンシッテイ

ングである。

第6代同名世襲船としてデビューする本船は、1999年8月末に現在建造がすすめられているフィンランドのクバルナーマーサ造船所で竣工が予定され、9月17日に処女航海に鹿島立つことになっている。

1998年6月30日、ハパク ロイド クルーズ(Hapag-Lloyd Cruises)は、ようやく本船のベールを剥ぎ、その麗しき容姿を公表したのでここに披露する。設計に当たっているのは、ノルウエーのYran & Storbraaten社である。

### 〔主要目〕

船主	Hapag Lloyd
運航社	Hapag Lloyd Cruises
建造所	Kvaerner Masa-Yards
建造価格	US\$ 150 million
竣工	1999-8(予定)
処女航海	1999-9-17
全長	196.00 m
船幅	24.00 m
喫水	6.00 m
総トン	28,600.00トン
船速	21.00 kn
船級	Germanischer Lloyd
旗籍	Germany
船客収容力	408
船客用客室数	204
海側客室比	100%
乗組員数	245
主機	ABB Azipod units × 2





▲ アジポッド推進装置搭載の8番船で、7番船“ELATION”と同型船

## カーニバルのファンタジークラス

### 8隻シリーズ最終船“PARADISE”トライアルに成功

— 10月に禁煙クルーザーとして就航 —

“パラダイス”は、フィンランドのクバルナーマーサヤード（Kvaerner Masa-Yards：KMY）社のヘルシンキ造船所で同社の494番船として建造が進められており、1998年8月18日から22日までヘルシンキ港の面するフィンランド湾にてランニングテストが実施された。

これらのテストは、他の姉妹船同様完全なる成功を収めた。同船に積載されたアジポッド推進システムは、第7番船の“エレーション”ELATIONに続く大型客船搭載の2番船となり、その確かさが再確認された。

当然のこととして、船尾サイドスラストやラダーは据えつけられていない。

本船は、ファンタジークラス Fantasy Class、8隻シリーズの第8番船で、1998年10月末に発注者であるアメリカのカーニバルコーポレーション（Carnival Corporation）に引渡された。

本船は、竣工後ノン・スモーキングクルーズライナー（non-Smoking Cruise liner）として就航することとなっている。

（Photo：Kvaerner Masa-Yard）

#### 〔主要目〕

船主	Carnival Corporation
運航社	Carnival Cruise Lines
建造所	Kvaerner Masa-Yards
建造番号	494
建造価格	US \$ 300 million
竣工	1998-10
全長	260.60 m
船幅	36.00 m
喫水	7.75 m
総トン数	70,367 トン
船速	22.50 kn
船級	Lloyd Register of Shipping
船客数	2,077 (max. 2,634)
船客室数	1,020 (out 618)
海側客室比	60%
乗組員	980
乗組員用室数	520
主機	Diesel-electric, Power station Azipod Propulsion
総出力	Azipod 14,000 kW × 2 47,520 kW (64,600 HP)

## 世界初、Azipods 装備第 1 船

### クルーズ客船“ELATION”の海上公試運転

Azipodsを装備した運航中の船は他にもあるが、クルーズ船でAzipodsをつけたのは本船が最初である。この変更は船主にも造船所にも利益があるが、本船の操船のためには異なった解決法が必要である。

Azipodsが完成したユニットとして船に支給され、装備されるので、本船の建造に対しては、KMYの見地から有利な効果がある。これは船内工事が少なく建造が早くなることを意味する。

伝統的な軸系、推進原動機、舵およびスターンスラストは装備するのに長くかかり、従ってAzipodsの使用はより効果的で資本費を減少させる。船主にとって主な利点は機関室の必要スペースが減少することである。

また、これを装備しない場合は別の重量分布で若干の

相違はあるが、Azipodsの1基当たりの重量は170 tになり、全体としては重量の軽減になる。

Azipodsの各1.6kVの推進電動機用の電力は、サイクロコンバータ経由の6.6kVの主要動力源から直接供給する。

Azipodsは360°の旋回が可能であるから、ビルジポンプとLOポンプに対する配管と同様、動力と制御用にスリップリングを必要とする。このビルジポンプは船級協会によって要求され、Azipodsはオイルシールを装備する。ポッドには船内のハッチから近付け、これによって限られた保守と点検は船が入渠しなくとも可能である。軸受は振動の状況検査によって点検出来る。

ELATIONにAzipodsを装備するに当たって、設計が当初の仕様に基づくと、矯正を必要とする制御電線内の好ましくない磁場が生ずる。ABBのAzipodsは主電線に対し別の光ファイバのスリップリングと共に光ファイバを装備することが出来た。

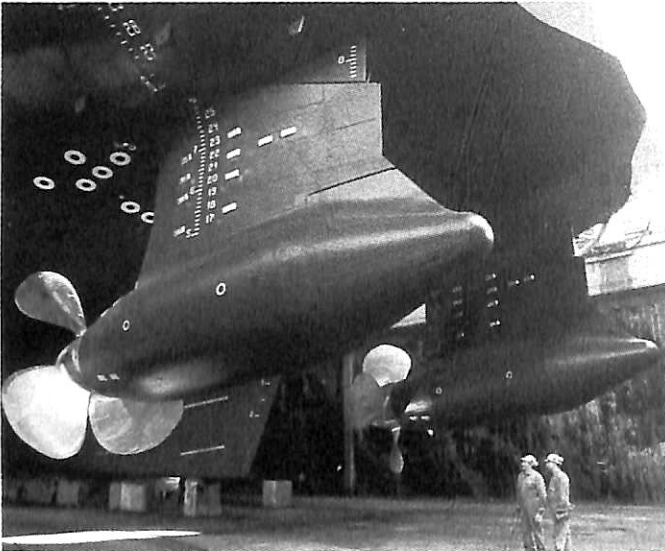
Azipodsは各ユニットにある2基のファンと予備用の1基を持ち、冷却用に再循環空気を使用している。各Azipodには煙探知器があるが、固定の消火装置はない。

火災の際のロイドの勧告は、モーターとファンを止め通風を閉じることである。海水の自然冷却効果と限定区画と材料であるために、これはいかなる火災でも消火することになる。Azipodsはまた高速制御と高温制御の装置を持っている。

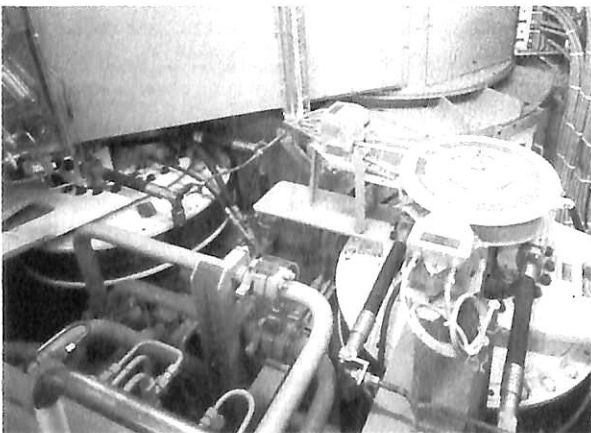
Azipodsの回転は機械的に4基のヘグランドの油圧モータによっている。各Azipodは僅か2基の油圧モータを作動させることで走行出来る。この2台は対角線状に設置したもので、他の2基は自由輪モードになっている。油圧ポンプは4台が前後組合せの主・補になっている。油圧タンクは通常運航では共通だが、通常運航水準以下では邪魔板で分割出来る。漏洩した場合、板は有効に油圧タンクを要求に合致するように2個に分割する。

推進モーターを喪失した場合は、Azipodsは旋回効果を備えるように回転することが出来る。早く装備したタンカーのUikkuは2knまで推進せずに速力を落とし、Azipodを舵として使用して操船を制御出来たとKMYは言っている。

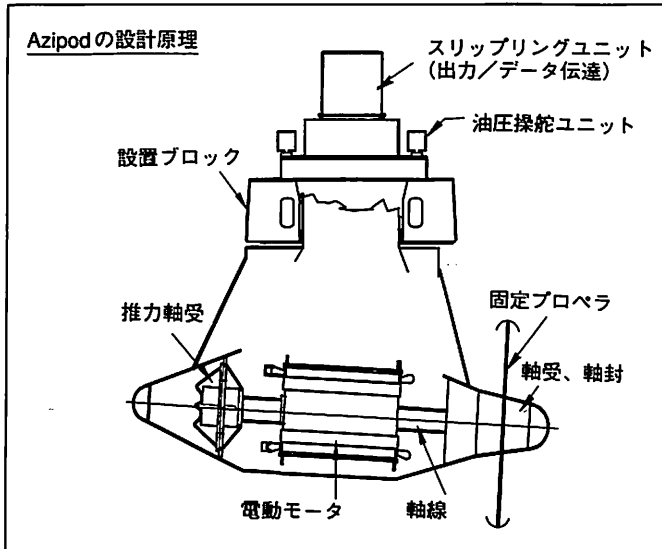
前進する時にAzipodsはプロペラを前方に向ける。右舷のプロペラは反時計方向に回転し、左舷プロペラは後



▲ 効率改善のために前方に向けたAzipodプロペラ



▲ Azipodの内部配置



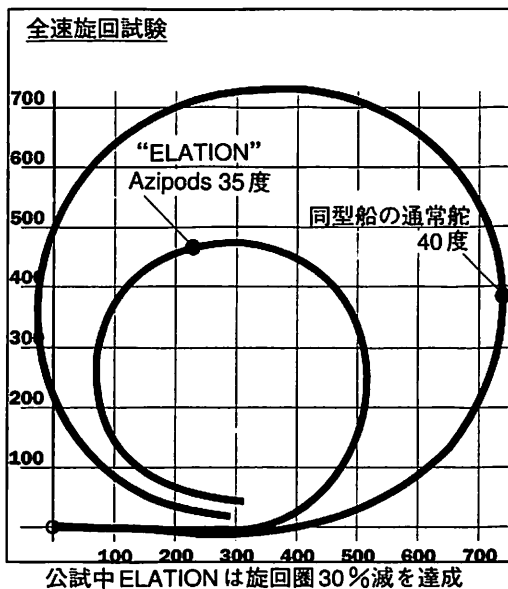
両翼操船ステーションに装備された。

本船には操船用のオプションとして更にジョイスティック・コントロール・システムが装備される。ELATIONは3個所のジョイスティック操作位置を持っている。1つは中心線のコンソールで、他の2つは完全閉閉船橋の両翼である。中心線コンソールのみが、開放位置にスイッチを持っている。

ジョイスティック操船モードにおいて、中心線から45°のAzipodスイッチと出力は旋回をさせるPLCを通じて変化する。第3のオプションは各Azipodを別々に制御することが出来ることである。もう1つのオプションは、海上公試の後にシステムを変更することによって追加された。これは停泊オプションとも呼ぶべきもので、混乱を避けるために1基のAzipodは中心線に沿って前方向きに装備され、沖側のAzipodが90°にセットされた時に、単一の船尾スラストとして後進動力

が作動するようにしてある。船長は通常船を岸壁に沿って、適当なウィングから操船する。

船体はFantasyクラスの他船から修正されず、中心線のスケグはなにがしかの干渉を生ずることがあり得る。推力がAzipodからスケグに向けられるのを避けることは重要なことである。Azipodsが360°を通じて旋回が可能で、逆転可能なFPプロペラを装備しているので、推力が向けられる所を考えるのは大事なことである。指向方向から180°を指すAzipodで後進することは、指向した方向と反対の効果を持つ。



から見た時、時計方向に回転する。海上での通常運航時、2基のAzipodsは中心線から僅かに外舷側に傾斜している。この方向は効率を増大するために設計されている。

本船はAzipodsの中で推力を逆転するか、Azipodsを180°回転して後進するように設計されている。Azipodsの回転速度は8°/secなのでAzipodsを180°回転するのに22.5秒かかり、一方前進全力から後進全力にするのに推力を逆転する方法では20秒かかる。

船橋の操舵パネルは姉妹船と同じである。操舵はプログラムされた論理コンピュータを通して行われ、操舵には3種類の方法がある。深海通航中はNacos Auto-pilotを経由して操舵する。

伝統的な舵輪配置はAzipodsの両方を同期的に変更し、Azipodの動きを35°転舵に制限する。これは衝突回避操舵ないし、港内接近初期に通常使用される。また他の装置に乗った中心線操縦コンソール上に、Azipod 1基ずつの2基の舵柄がある。同様の舵柄配置が引渡前に各

制限された操船中に転回中の不必要な推力を避けるために、転回前にスラストを止める必要が生じ得る。

相互空洞現象は、Azipodsのある位置で相互に生ずることがあり得る。これが生ずる1つの位置は船が15°以上で22knで旋回中である。KMYは、相互空洞現象が生ずる時、これを知らせる特定の方法はないが結果としては高い振動が発生するといっている。ELATIONはAzipod 1基で操船出来、Azipodsの旋回速度は船の操船にとって重要なことである。初期の設計の旋回速度は、ELATIONのAzipodユニットの設計パラメーターをベースにして用いていた。

試運転中本船は、ストロボの光を用いて可視記録が出来るようAzipod上のPlexiglasパネルを取付けた。本船は速力試験を容易に終えた。5日間の海上公試は大変うまくいき、旋回圏テストの間、船は105°/分の旋回速度を達成し、旋回半径は通常の推進装置の姉妹船よりも約30%小さくなった。推進効率は初期の船に比べ約8%増加した。

# 真鍮ロストワックス精密鑄造 コニシ金属模型コレクション

■客船 クリスタルハーモニー 1/500  
全長482m/m



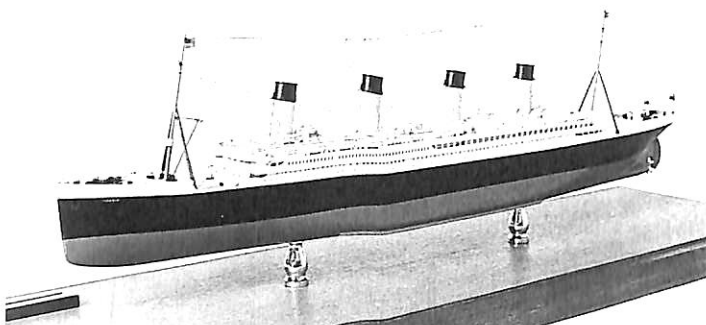
ケース入完成品 ¥122,000 キット ¥67,000

■客船 ふじ丸 1/500 全長335m/m



ケース入完成品 ¥71,000 キット ¥34,000

■客船 タイタニック 1/500 全長540m/m



ケース入完成品 ¥110,000 キット ¥60,000

■客船 にっぽん丸 1/500 全長335m/m



ケース入完成品 ¥71,000 キット ¥34,000

■客船 飛鳥 1/500 全長385m/m



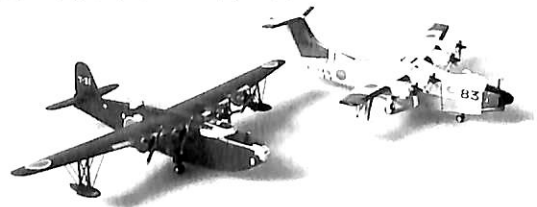
ケース入完成品 ¥81,000 キット ¥39,000

■洋上模型 1/1250



完成品 ¥1,100 ~ ¥28,500

■マイクロプレーン 1/200



完成品 ¥2,600 ~ ¥20,000

約460点の完成品およびキットの他 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)

☆割賦販売も致します

- |                         |       |
|-------------------------|-------|
| ■記念艦「三笠」艦内展示ケース         | 展示と販売 |
| ■神戸海洋博物館 2F 展示ケース       | 展示のみ  |
| ■三菱みなとみらい技術館ショップ 横浜桜木町  | 展示と販売 |
| ■広島市交通科学館ショップ 長楽寺       | 展示と販売 |
| ■東京都千代田区内幸町飯野ビルB1 ツキチ書店 | 展示と販売 |
| ■日本郵船歴史資料館 横浜桜木町        | 展示と販売 |
| ■かみかみはら航空宇宙博物館          | 展示と販売 |
| ■大阪・京阪北浜地下通り ショーケース     | 展示のみ  |

展示場

## 製品案内 (完成品とキット)

- 大型艦船シリーズ43点(金属・レジン製)  
1/50、1/100、1/200、1/300などがあります。
- 1/500艦船シリーズ77点(金属・レジン製)  
海軍艦艇30、商船26、護衛艦16  
帆船1、保安庁船3、外国艦1
- 1/1250マイクロシップ83点(金属・レジン製)  
艦艇42、商船33、護衛艦7
- 1/1250洋上模型110点(金属製)  
戦艦16、空母10、巡洋艦20、駆逐艦4  
潜水艦2、飛行機11、商船32、護衛艦7
- 1/200マイクロプレーン88点(金属製)  
海軍機33、陸軍機12、自衛隊機23  
外国機16、民間機3
- 1/72飛行機シリーズ51点(金属・レジン製)  
海軍機28、陸軍機8、自衛隊機6  
外国機6、民間機3
- 1/20飛行機シリーズ3点(金属・レジン製)
- 世界の大砲シリーズ15点(金属製)

製造 株式会社 **小西製作所**  
 〒544-0021 (船の科学係)  
 直販 大阪市生野区勝山南2丁目8番8号  
 TEL(06)717-5636 FAX(06)717-0484



▲ 試運転時の“VISION OF THE SEAS”

## “VISION OF THE SEAS” (2)

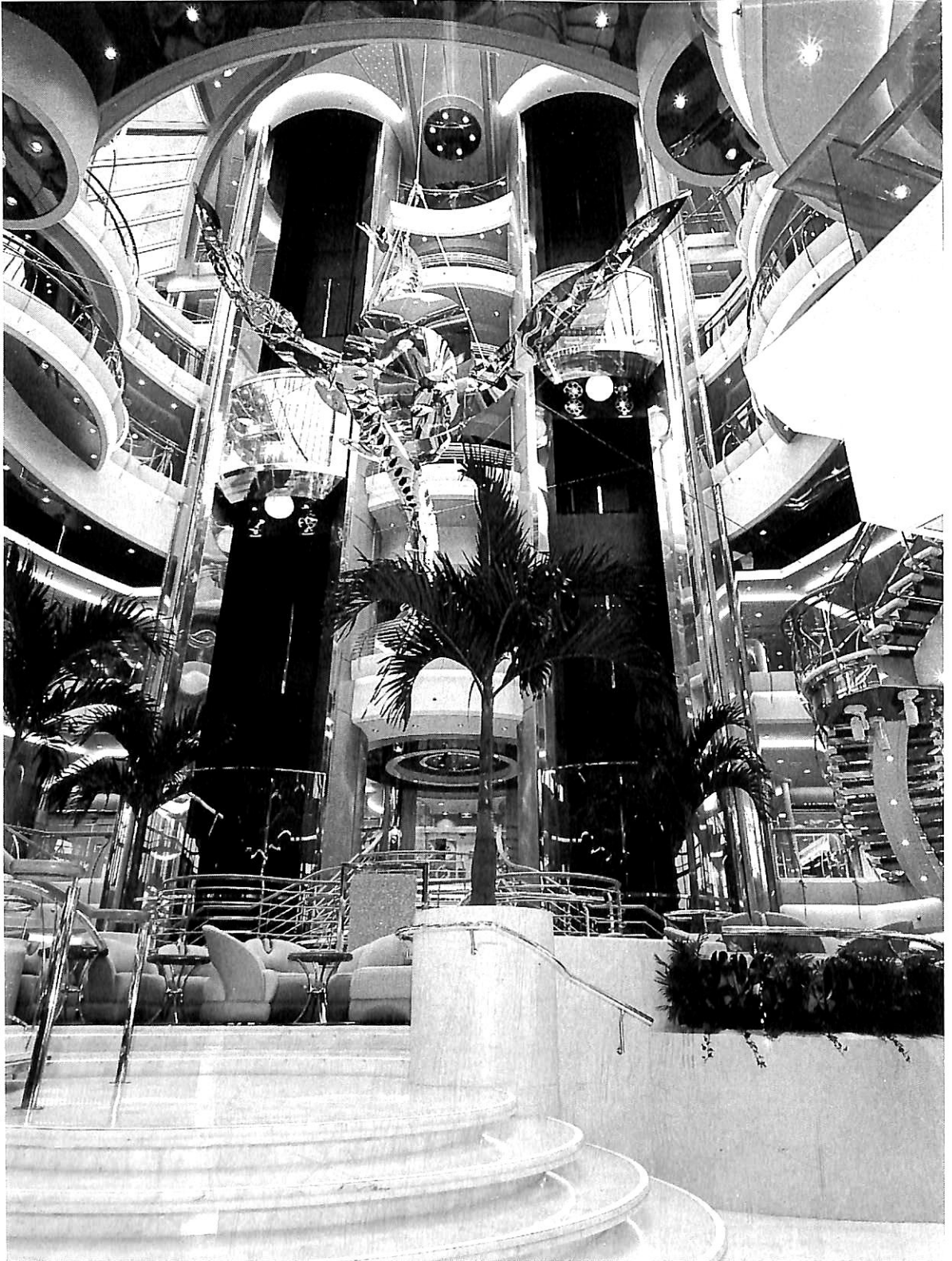
— Royal Caribbean International —

(Photos : Chantiers de L'Atlantique)

— 19 —



▲ “Windjammer Cafe”



▲ Centrum

VISION OF THE SEAS

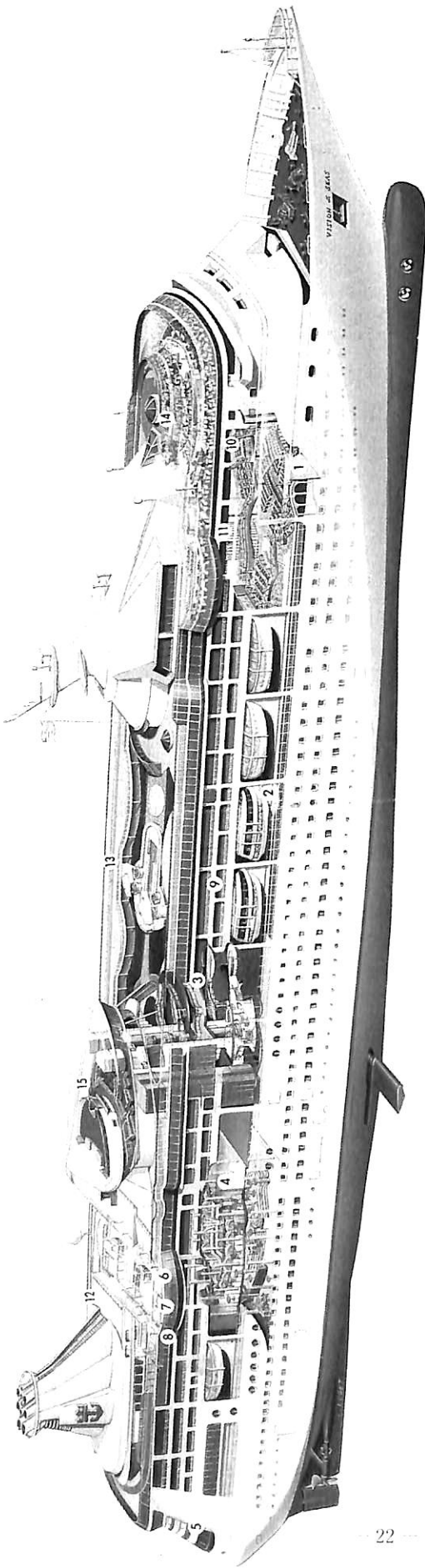


▲“Windjammer Cafe” Self Service Restaurant 540 席

▼“Suite Room”



VISION OF THE SEAS



- ① "Masquerade" show room
- ② Casino "Royal"
- ③ Centrum
- ④ Dining Room "Aquarius"
- ⑤ Salon "Some Enchanted Evening"
- ⑥ "Show Boat" midship lounge
- ⑦ Conference Center
- ⑧ "Schooner Bar"

- ⑨ Boutiques of Centrum
- ⑩ Suite Royale
- ⑪ Suite de luxe
- ⑫ Solarium "Crystal Canopy"
- ⑬ Sun deck
- ⑭ "Windjammer Cafe" self service restaurants
- ⑮ "Viking Crown"





▲ "Viking Crown Lounge"  
from Lido Area

"Aquarius"  
Dining Room 1,241 席

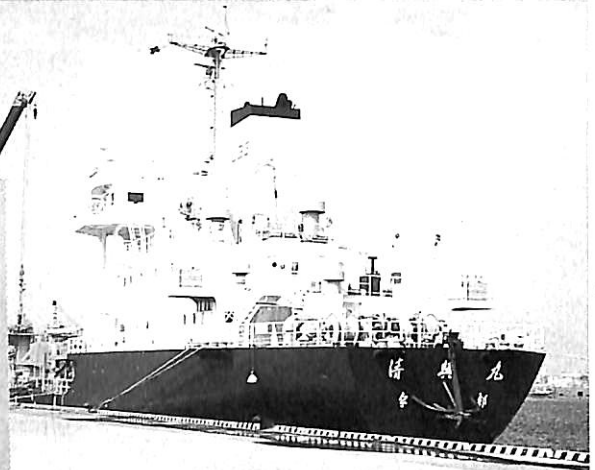
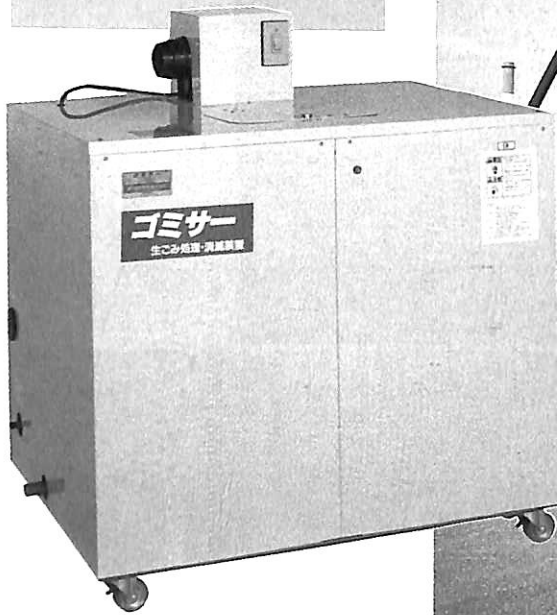


"Crystal Canopy"  
Salarium 268 席 ▼



# 「エス・ゴミサー」

## 船用消滅型生ごみ処理機



「エス・ゴミサー」は生ごみを水に変えて消滅処理、堆肥さえも残しません。

自然にやさしい  
テクノロジー

### 1 「エス・ゴミサー」に生ゴミを入れる

「エス・ゴミサー」のフタを開け、バクテリアの付着したチャーフコアの上に生ゴミを入れます。



エス・ゴミサーの中には…。



これがチャーフコア。このチャーフコアに付着したバクテリア(安全な土壌菌)の働きによって、生ゴミを分解し、数時間で炭酸ガスと水に変化させるのです。

### 2 フタを開めると自動的にスイッチがONに!

生ゴミを入れフタを開めると、自動的にスイッチがONになりますので、どなたでも簡単に操作できます。



### 3 生ゴミは水となって排出

自動的に投拌を繰返し、バクテリアによって分解され、生ゴミは排水口から水となって排出されます。



※生ゴミの種類や量によって処理時間は異なります。

Beautiful  
nature is  
our precious properties.

# 山口興産株式会社

本社：〒755-0056 山口県宇部市文京町8-7  
TEL.0836-34-1140 FAX.0836-22-0790

## 10月のニュース解説

米田 博

## 海運・造船日誌

9月21日～10月18日

## ○海運・造船問題

## ●一般政治経済問題

## 9月

27日●日本リースが会社更生法の適用を東京地裁(日)に申請した。負債総額は約2兆1,800億円と、これまでの企業倒産で最大。

28日●ドイツ連邦議会総選挙で社会民主党(SPD)が勝ち16年間続いたコール政権終了。

○運輸省は旅客船の船舶検査方法について大幅な緩和を目的とした通達改正を行った。

10月1日から施行。

29日○海運造船合理化審議会の内航部会(宮本春樹部会長)は98年度から2002年度まで5年間の内航適正船腹量を策定し運輸相に提出した。これによると98年度の適正船腹量との比較で見た6月末現在の現有船腹量は、貨物船で6.5%、油送船で11.1%の過剰となっており、この状態は今後5年間続く見通しとなっている。

○海運造船合理化審議会は第68回総会で新委員長に千速見日本鉄鋼連盟会長(新日本製鐵社長)を選出した。

○造船機械・海洋技術国際見本市「SMM98」がハンブルグで開催された。10月3日まで。

30日○海事振興連盟は98年度通常総会で来年度予算・事業計画を決めるとともに9項目からなる決議を採択した。

## 10月

1日○84年米海運法の改正法案「オーシャン・ SHIPPING・リフォーム・アクト1998」

(S414)が上院を通過し、来年5月にも発効する見通しとなった。

5日●東京証券取引所第1部の平均株価が12,948(月)円12銭で引け、終値としては12年8カ月ぶりに1万3千円台を割った。

○運輸省発表の98年度上半期(4～9月)の建造許可実績は前年度同期より4.1%減の601万4,800総トンだった。

7日●米国経済失速への懸念が強まり、ニューヨーク市場で1ドル=118円台までドルが急落し、8日には一時111円台に突入し、乱高下の様相をみせた。

12日○OECDのジョンストン事務総長は川崎二郎運輸相を表敬訪問した。運輸相は廃止が検討されている海運委員会と造船部会の重要性を強調した。

13日●金融再生関連法については野党案をもとにした与野党共同修正案を参院本会議で可決し成立した。

○日本造船工業会発表によれば98年度上半期(4～9月)の造船用鋼材消費量は前年同期比3.9%増の131万7千トンだった。98年度の鋼材消費量見込みは266万トンを超え84年度以来14年ぶりの高水準が見込まれている。

15日○日本船舶輸出組合の発表によれば、98年度(木)上半期(4～9月)の輸出船契約は前年同期実績の46%減の374万総トンに落ち込んだ。

16日●金融機能早期健全化緊急措置法が、参院本(金)会議で自民党、公明、自由党、社民党などの賛成多数で可決、成立した。

●株式市況、円相場とも乱高下。米国利下げで週末の株式は急反発して13,280円、円相場は円高が進行して116.42円。

## 「船の科学」創刊50周年

### 創刊 50 周年に思う

月刊誌「船の科学」(Vol. 1 No. 1. Nov. 1948)を創刊したのは昭和23年(1948)11月1日で、その後一度も合併号はなく、本号(Vol. 51 No. 11 Nov. 1998 通巻 601 号)は創刊51年目の第1号にあたります。本号は11月10日に発行されますが、それに先立って11月5日に本誌の創刊・発行・執筆および船舶技術協会の設立・運営に関係したものでささやかな記念パーティーを開きました。

10年前の昭和63年(1988)11月は創刊40周年に当たったため、本ニュース解説では平成元年(1989)2月号で創刊当時とその後の40年間を回顧しました。重複しますがその一部を再記します。

「船の科学」は東京大学船舶工学科昭和16年12月卒業生によって企画され発行されましたが、創刊号は編集委員長に井口常雄先生、編集委員に和辻春樹、朝永研一郎、横山涉、古武彌輔、村田義鑑、渡邊恵弘、大瀬進、加藤弘、原田秀雄の諸先輩が名を連ねておられます。実務は編集人として名がでている田宮真、船橋敬三、藤波哲太、前田文雄、朝永(三輪)信雄、田中幸生の16年組が担当されており、創刊号の奥付には編集人田宮真、発行人藤波哲太とあります。

ニュース解説は昭和25年7月号から始まりました。当初吉田精頭氏が担当していましたが、その死去に伴い27年5月号から船橋氏のご指示で私が担当しました。34年2月号から57年12月号までは編集部の名前で当初松尾進氏、続いて赤岩昭滋氏が担当し、その後は本誌の監修を行っている運輸省船舶局の若い職員が交替で担当してきました。ところが運輸省の業務が多忙になったため、船舶局で担当しきれなくなり、当時船舶技術協会の社長であった船橋氏のご依頼により58年から私が再登場することとなり今日に至っています。

## 平成の10年間の造船

昭和23年以来63年までの「船の科学」誌および海運造船史については40周年のときに詳しく書きましたので重複を避けることとし、今回は41年目からの10年間の造船について主としてニュース解説から回顧してみることとします。この間はちょうど平成に入ってからの10年間となっていますので、平成年号を使用することとします。

平成に入ってからの10年間にニュース解説で扱ったテーマのうちこの間の造船業を象徴するものを各年3つずつあげてみますと次の通りです。括弧内の数字は「〇月のニュース解説」の月数です。

平成元年 (1989)

- 明るさを取り戻した造船業界 (3)
- 造船業基盤整備事業 (7)
- 造船不況からの脱出 (10)

平成2年 (1990)

- 海洋汚染防止とダブル・ハル/ボトム (3)
- 米国の油濁防止法 (10)
- IMOの海洋油汚染防止策 (12)

平成3年 (1991)

- 運輸省の組織改正 (6)
- タンカー構造規則 (7)
- 21世紀を展望した造船対策 (12)

平成4年 (1992)

- MARPOL条約改正 (3)
- LNGの輸入とLNG商談 (6)
- テクノスーパーライナー (11)

平成5年 (1993)

- IMOの海上安全委員会 (6)
- 円高と造船・船用工業 (8)
- 新時代を担う船舶技術開発 (12)

平成6年 (1994)

- 韓国造船業の能力増強 (4)
- サブスタンダード船対策 (5)
- 低船価受注の危機 (11)

平成7年 (1995)

- 阪神・淡路大震災（2）
  - メガフロート技術研究組合発足（4）
  - 海運造船円安で一息（11）
- 平成8年（1996）
- OECD造船協定批准（6）
  - 海上浮体ヘリポート（10）
  - 船舶検査のあり方見直し（11）
- 平成9年（1997）
- タンカー事故と流出油防除（8）
  - 中小造船業構造対策（11）
  - 地球環境と海運造船（12）
- 平成10年（1998）
- 内航船と中小造船（2）
  - 内航海運暫定措置事業（3）
  - ISMコード発行強制化（7）

### 当面の造船の問題点

前節にあげたテーマを整理してみますと、造船界の当面の問題点は次の通りでしょう。

まず外航海運のための大型船舶の建造ですが、世界の造船能力増加を防ぎ、無用の受注競争を避けて適正船価を維持するためには、OECD造船協定の発効が有効と考えられていますが、今後もOECDの場で折衝が続くでしょう。

韓国をはじめとする中国、EU諸国など強敵が控えていますので、日本の造船所は自動化などで高賃金をカバーしようとしています。円が不自然に高いときはどうにもなりません。この10年間だけを見ても1ドルは80円から145円の間で大きく動いており、ただ今は120円前後を前提として国際競争力を考えねばならない実情にあります。

当面最も大きな問題は中小造船所の造船需要確保です。このために運輸省も中小造船業界も必死の努力をしています。

近年急激にクローズアップしてきたテーマは海上安全の確保と環境の保全です。これへの対処は海運経営を難しくする要素であるだけに今後も重大テーマであり続けるでしょう。

### 海事振興連盟と海運造船

海事振興連盟（原田昇左右会長）は9月30日、98年度通常総会を開催し、来年度予算・事業計画を決めるとともに外航海運・造船・港湾運送・倉庫・内航海運・港湾・海上保安など9項目からなる決議を採択しました。この決議は海事各方面の現下の問題点を網羅していますので紹介します。

1. 外航海運業の国際競争力強化のための日本人船長・機関長2名配乗体制の実現および船舶の特別償却制度の存続などをはじめとする税制上特別措置等諸施策の実施。

2. 造船業の産業基盤整備、技術開発による新しい需要の創出。

3. 中小造船業における不況対策の推進。

4. 内航海運における「内航海運暫定措置事業」の着実な実施、過剰船腹の解消、適正な運賃・船舶料の確保、船主経営の改善。

5. 国内旅客船事業の需給調整規則の廃止問題に対する適切な対応、離島航路補助の充実、架橋等の建設に伴い発生する離職船員等の雇用の確保、輸送需要に対応する運輸施設整備事業団による旅客船の整備促進。

6. ～ 9. 略

総会後の海事7団体との意見交換会では、造船関係団体からは、超大型浮体式海洋構造物（メガフロート）の総合的信頼性評価に関する調査研究費用、税制では来年3月末で期限切れとなる技術など海外取引に関する所得の特別控除（日本造船工業会）、官公庁船建造・修繕予算の確保（日本中型造船工業会）などが出されました。

海運関係では日本船主協会が海運関係の税制要望のほか、日本籍船外国籍船を問わず日本開発銀行の財政融資資金の確保を求めました。また日本内航海運組合総連合会は、「内航海運暫定措置事業」の着実な実施のための国の支援を、日本旅客船協会は、需給調整規制の廃止後に生じるとみられる各種問題への適切な対応を求めました。

●新造船紹介

最大 500 トン荷役可能

多目的重量物運搬船 “DA ZHONG” の概要

川崎重工業株式会社  
船舶・車両事業本部  
技術総括部 造船設計部

1. はじめに

本船は、Da Zhong Maritime Inc. 向けに当社坂出工場にて建造した 16,000 DWT 型重量物運搬船で平成 9 年 11 月 26 日起工、平成 10 年 3 月 6 日進水、平成 10 年 6 月 30 日竣工し、引渡しが行われた。

以下にその概要を紹介する。

2. 本船の概要

本船は、重量物貨物、プラント、建設機械、鋼材、一般雑貨、コンテナ(含む冷凍コンテナ、危険物コンテナ)等あらゆる形態の貨物を効率よく輸送出来るよう計画された多目的重量物貨物船である。

本船の特長としては次のようなものが挙げられる。

- 1) 重量物荷役用として 250 t の大型クレーン 2 基を上甲板左舷舷側に装備しており共吊りで最大 500 t の重量物の荷役が可能である。更に 30 t デッキクレーン 1 基を上甲板左舷前部に装備している。
- 2) 貨物倉は 37.4 m 長さの第 1 倉と長尺/重量物用の 72 m 長さ(世界最大級)の第 2 倉があり、この第 2 倉には、積み荷によって据え付け高さを 3 段階に変えられる機能を持った第 2 甲板を装備しており、多様な積み荷をフレキシブルに積載可能としている。
- 3) 操舵室には、荷役中の重量物貨物の動きを見ながらヒール調整をするための、バラスト制御コンソールを配置しており、荷役時の安全性および効率の向上を計っている。

3. 主要目および一般配置

(1) 主要目

船 籍	パナマ
船 級	Lloyd's Register of shipping +100 A1, LI, +LMC, and UMS, descriptive Pt. H.T.
全 長	153.00 m
垂線間長	144.00 m



▲ 試運転中の “DA ZHONG”

型 幅	23.00 m
型 深	14.10 m
満載型喫水	9.10 m
載貨重量	16,957 t
総トン数	14,021 トン
純トン数	5,417 トン
主 機 関	川崎-MAN B&W 5S50MC 型 ディーゼル 1 基
連続最大出力	8,200 PS× 127 rpm
常用出力	7,380 PS× 約 123 rpm
航海速度	約 15.0 kn
荷役クレーン	250 t×2 基, 30 t×1 基
コンテナ積載個数	甲板上 305 個, 船倉内 380 個 合計 685 個
最大搭載人員	25 名 (船員 23 名, その他 2 名)

(2) 一般配置

本船は一般配置図に示すとおり、バルバスバウ、トラサンサム型船尾、マリナー型舵を備えた船首楼付き平甲板型船である。

貨物倉は二重底および二重船殻構造としており、この区画を燃料タンクおよびバラストタンク等にあてている。また、この二重船殻構造の左舷上甲板下には電線およ

びパイプ等の導設用レセスを設けており、上甲板上の荷役時における各種作業スペースおよび安全通路を確保している。

船尾部には機関室および6層の居住区画を配置しており、船橋からの見通しについてもパナマ運河の要件を満たすべく荷役クレーンのジブ格納位置等、上甲板上の艤装品配置に工夫を凝らしている。

#### 4. 船体構造

##### (1) 構造配置

本船は主貨物倉である超長貨物倉（第2貨物倉）を船体中央部に、サブ貨物倉（第1貨物倉）を船体前部に有し、各貨物倉の幅と同じ幅の超長大倉口が上甲板に明けられた構造となっている。

船底構造は二重殻構造としており、二重底は11ton/m<sup>2</sup>のuniform load, 20'/40'コンテナ5段積みおよび12ton Axle loadのFork liftに耐える構造としている。また、第2貨物倉の二重底板は本船の重要貨物である重量物の積載/固縛のため、Lashing piece等を直接溶接することを想定し、増厚している。

船側構造も二重殻構造としている。

上甲板にはハッチコーミングを設けハッチカバーを置き、ハッチカバーは2.5ton/m<sup>2</sup>のuniform loadに耐え、コンテナも積載できるよう、艤装金物が取り付けられている。また、ハッチコーミング/ハッチカバー間にはピッチングおよびローリングストッパーが設けられており、ハッチカバーに作用する動揺荷重を船体に伝達するようになっている。

第2貨物倉内の第2甲板は3.5ton/m<sup>2</sup>のuniform load, 20'/40'コンテナ3段積みおよび上述のFork liftにも耐える構造としている。

##### (2) 大型クレーン下部構造

第2貨物倉上甲板左舷側には、250tonクレーン2基を装備しているが、クレーンポストは、直径(約φ4m, 円形)が二重船側幅(2.6m)より大きく、船幅をはみ出さないようにするため、船倉側に大きくオーバーハンクした構造としている。更に、円形形状を角型形状に絞り込む必要があったため、特別な形状を採用し、入念な構造解析を実施し設計を進めた結果、本構造近傍の採用板厚は30~50mmの高張力鋼としている。また、クレーンポスト上端フランジ部は精度の高い水平度が要求され、厳しい精度管理および非破壊検査の基に建造されている。

##### (3) 二重船側構造の変形

船側構造は二重殻構造を採用しているが、その幅は限



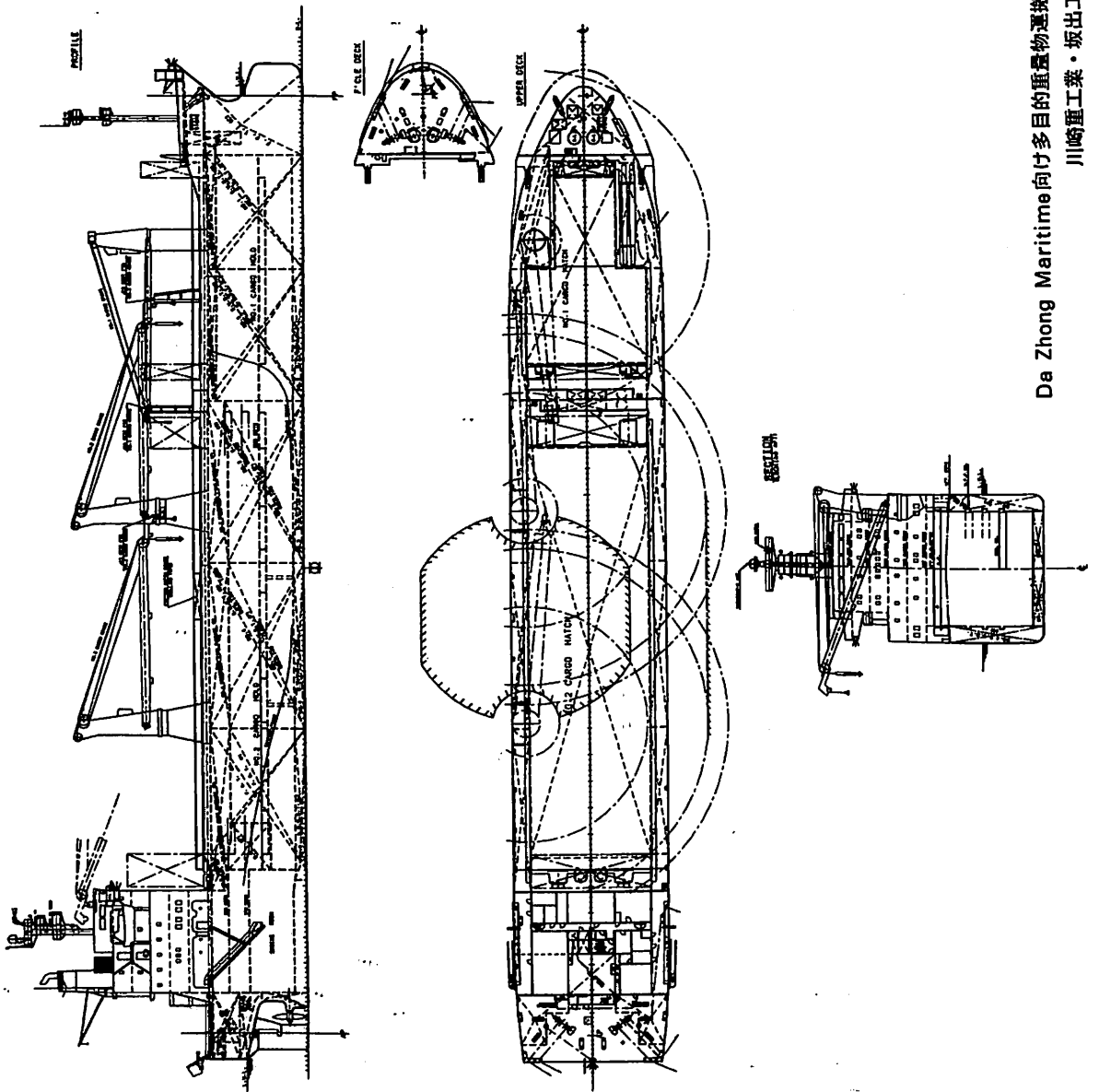
▲ 船首附近とハッチカバー

られた寸法の中で最大のホールド容積を確保する観点から極力小さくした。これを実現したことおよびこの幅に比べて倉口の長さがかかなり大きいことより、倉口の船体横方向開閉変形および振り変形が一般船に比べてかなり大きな船となった。

この変形は積付状態や波浪、更にクレーン荷重の移動によっても大きく変化する。この変形を軽減する目的で、ハッチカバーとハッチコーミングにピンと長円孔または円孔をそれぞれ両舷に設け、ある程度以上の変形は拘束する構造を採用した。長円孔の寸法設定に当たっては、荷役中の変形を拘束して荷役機器に支障を来たすことがないように、更に、製造上の精度等も考慮して定めている。

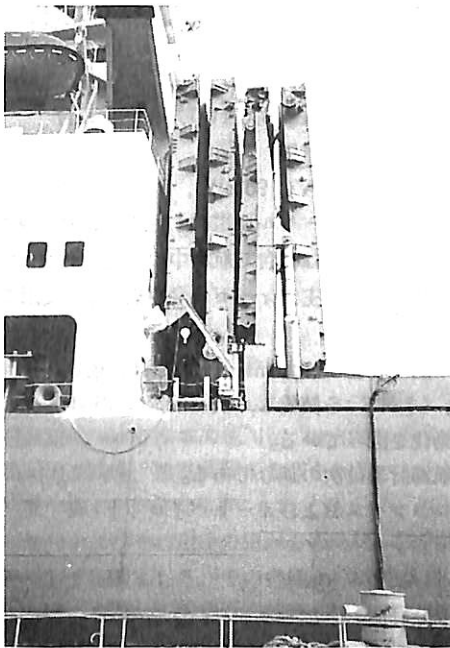
##### (4) 第2甲板支持用レセス

船側縦通隔壁には、第2甲板支持用レセス(概略形状; 幅×高×深=1m×1.2m×0.5m+エントリーガイド構造+前後・上下方向支持構造+補強構造)が両舷で120個(2舷×2対×10パネル×3段)設けられている。本構造は、第2甲板の各パネルが有する両舷各2個の突起を支持するためのものであるが、船体強度面からみれば重要部材に無数の開口を設けたようなもので、要注意箇所がレセスの数だけ増えたことになり、それだけ設計の難しさも増したわけである。このレセスの存在は、船側縦通隔壁に開口が付加されたと言うだけではなく、レセスと交差するストリンガー甲板および縦通隔壁の第三縦通梁にいわゆる切欠を入れたことに相当しており、細部に渡る解析検討を行い、寸法/形状設定を行った。更に、進水後には応力計測も実施し強度確認を行った。

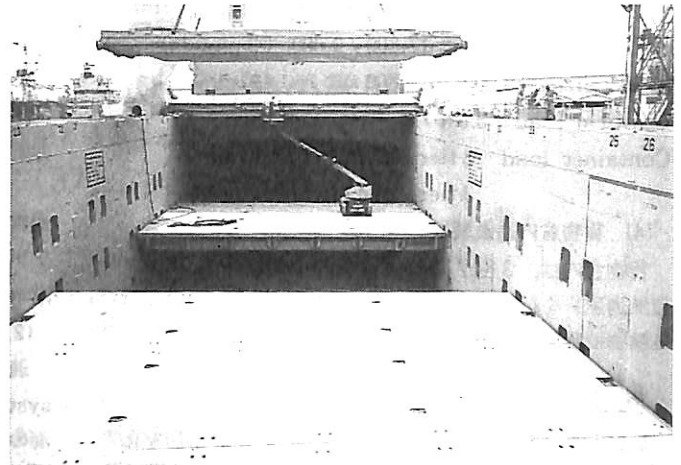


Da Zhong Maritime 向け多目的重量物運搬船 "DA ZHONG" 一般配置図  
川崎重工業・坂出工場建造





▲ 上甲板ハッチカバー



▲ 第2甲板ハッチカバー

## 5. 船体艤装

### (1) カーゴクレーン

第2船倉には吊り能力250トンの大型クレーン2基を装備し、共吊りで最大500トンの重量物の荷役を可能としており、第1船倉には吊り能力30トンのデッキクレーンを装備している。この大型クレーンはシングルデリックの250t吊りでは世界最長の18mの作業半径を持つほか、25, 40, 90, 150, 200, 250トンの各荷重レンジ毎に作業半径(最大30m)、巻上速度が設定されており効率の良い荷役を可能にしている。

また、艤装終了後には操舵室前面の自動ヒール調整機能を備えたバラスト制御コンソールのシステムと組み合わせ、クレーン吊りおよび共吊りの荷重試験を行いその性能を確認した。

### (2) 上甲板ハッチカバー

第1船倉、第2船倉共、上甲板には操作が簡便でかつ開時の占有面積の少ないフォールディング(折畳み)方式のハッチカバーを採用しており、第2船倉については前述の通り超長船倉なのでこの種ハッチカバーとしては世界最大級である。

第2船倉のハッチカバーは前後に各4枚のフォールディングパネルと1枚のボンツーンパネル(合計9枚)に分割されるが、それでも開放時高さは約12mと5階建てのビルほどもある。ボンツーンパネルについてはフレキ

シブルな運用が出来るよう、LIFT ON/OFFだけでなく前部あるいは後部のフォールディングカバーに連結しての走行も可能としている。

また、荷役中/航海中の船体変形に追従させるため各部に変形量吸収のための工夫をすると共に、航海中の貨物の固縛を考慮して一定以上の船体変形に対しては逆に拘束するよう工夫している。

### 上甲板ハッチカバー概略仕様

No 1 H Size	28,000 × 17,800 / 9,000	(4 panels)
No 2 H Size	62,400 × 17,800	(9 panels)
Uniform load	2.5 t/m <sup>2</sup>	
Container load	3 tiers of 20 ft (60 t/slot)	
	3 tiers of 40 ft (90 Lt/slot)	

### (3) 第2甲板ハッチカバー

第1船倉には簡便な運用を目的としてヒンジ式を、第2船倉には様々な形状の貨物に対応出来ることを目的としてボンツーン式の第2ハッチカバーを装備している。

また、第2船倉ハッチカバーはLIFT ON/OFFのボンツーン式であるが、簡便かつフレキシブルな運用が出来るよう、下記の工夫がなされている。

- パネルは総計10枚に分割されるが、この内8枚には互換性を持たせている。
- 各パネル共、上中下3段の高さの掛け替えが可能である。
- パネルの支持はパネルに内蔵したサポートアームにて行うがこの操作は上甲板からの遠隔としている。
- 航海中のパネルの移動が出来るだけ小さくすると共に船体変形にも追従できるようなローリングストッパーを採用している。

## 船の科学

### 第2甲板ハッチカバー概略仕様

No.1 H Size 28,400 × 17,800 / 9,000 (3 panels)

No.2 H Size 68,000 × 17,800 (10 panels)

Uniform load 3.5 t/m<sup>2</sup>

Container load 3 tiers of 20 ft (72 t/slot)

3 tiers of 40 ft (90 Lt/slot)

### (4) 貨物倉内通風装置

貨物倉内は、3回/時の機動通風(排気のみ。給気は自然通風)を行っている。但し、第1貨物倉については危険物積載を考慮して、6回/時としている。

## 6. 居住区

居住区画は船尾部に6層で配置されている。各居室には専用のシャワー/トイレが設置されている。

第2層目は公共区画とし食堂、娛樂室、体育室、賄室、食料冷蔵庫を配置し使用勝手を考慮したものとなっている。

また機関室に面する個所には防音対策が施工されており、騒音が少ないことが試運転で確認された。

## 7. 機関部

本船の主機は低速、2サイクルディーゼル機関を採用し、燃料油供給系統の関連補機は、主発電機関(3台)補助ボイラを含めて低質燃料油(380 cst/50°C)が使用可能であるよう計画されている。

機関室内機器の冷却には集中清水冷却システムを採用し、メンテナンス作業の軽減を計っている。

機関制御室は機関室内に設置されており、主機・発電機・各補機器の遠隔制御・監視が可能であり、機関室無人化規則(LR UMS)を満足している。

### 機関部主要機器要目

主 機 関 川崎MAN-R&W 5S50MC 1基

最大出力 8,200 PS × 127 rpm

常用出力 7,380 PS × ab. 123 rpm

プロペラ 4翼一体型

補助ボイラ 立円筒、コンポジット型

蒸 発 量 1,100 kg/h (油焚)

700 kg/h (排エコ)

### 発電機関

最大出力 610 kW × 900 rpm × 3台

## 8. 電気部

### (1) 発電装置および給電システム

本船の発電装置はディーゼル発電機3台と非常用ディーゼル発電機1台で構成されており、それらの主要目は

次の通りである。

### 発電機主要目

主ディーゼル発電機

762.5 kVA (610 kW), 8 P × 3台

非常用ディーゼル発電機

112.5 kVA (90 kW), 4 P × 1台

通常航海中は主ディーゼル発電機1台で、また冷凍コンテナを積載した場合は2台で航海中の電力を賄う。出入港時および荷役中は主ディーゼル発電機を2台使用する。

### (2) 航海装置

通常の航海計器に加えIntegrated Navigation system (INS)を装備し、航海情報の集約化および航海の自動化を図っている。

主要航海計器は次の通りである。

ジャイロコンパスおよびオートパイロット

エコーサウンダー

ドップラースピードログ

GPS航法装置およびロランC航法装置

レーダ(Xバンド、Sバンド各1台ARPA付)

INS.

### (3) 無線装置

GMDSSのA1、A2、A3海域航行艇として次の機器を装備している。

MF/HF無線装置

インマルサットBおよびC

国際VHF無線電話装置

ナブテックス受信機

救命用無線装置(EPIRB、SART、双方向VHF)

### (4) 冷凍コンテナ関連設備

冷凍コンテナを積載するための電気設備として次の機器を装備している。

冷凍コンテナ用ソケットアウトレット × 40ヶ

冷凍コンテナモニタリング装置 × 1式

## 9. おわりに

本船は欧州と中国間の航路で活躍中であるが、本船の性能、品質は客先より高く評価されている。

以上、本船の概要・特徴を紹介しましたが、本船の航海の安全を祈念すると共に、設計・建造にあたり御指導御協力を戴いた船主ならびに船級協会およびメーカーの関係各位に対し誌上を借りて厚く御礼申し上げます。

× × ×

## ● 技術論説

## 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 —

(37)

松宮 照\*

## 8. 新造船の思い出：

## 2. 在来型定航貨物船の建造：

## (4) 諸管装置：

諸管装置については本論説 Vol. 49. 1996-6. (18) 船体艤装関係諸問題、諸管装置を参照されたい。

## ① 概説：

帆船時代およびそれ以前の遙か昔の時代、陸上諸設備に木製にして陶製にしる、その他種々の材料の Pipe が利用されている例は、瘠物なり歴史的建造物等で見受けるが近代的な船舶が建造される以前、Pipeが使用されていたかどうか、使用されていたとすれば、どの部分にどのように使用されていたか、資料が乏しいためか分からない。

想像するに船舶ではPipeの漏洩が船の安全に影響するようなMainの箇所には使用されず、使用されたとしても居住区の清水Line、Scupper Line (喫水線より上部へ排水) または伝声管 (使用されていたかどうかは分からない) 位の程度ではなかったかと思われる。

Pipe 船舶にとって重要な役割を果たすようになったのは近代的船舶が建造されるようになってからで、材質も安定し取付方法も信頼性が高まってからであると考えられる。

以下諸管装置について新造船で得た諸経験を下に、主として定航貨物船の場合について、前述の船体艤装関係諸問題で述べた諸管装置を、やや異なった見地から敷衍する。

## ② 定航貨物船の配管の基本的考え方：

配管は“居住区関係”“Engine関係”および“その他船体全般”の3 Block に分けて考えられるが、ここでは居住区関係の配管は次項の居住装置で述べ、Engine関係の配管は本題と外れるので除外し、“その他船体全般の配管問題”について述べることにする。

この問題を更に“Cargo Hold”“諸Tank”および“そ

の他”に分けて取り上げる。

## A. Cargo Hold：

Cargo HoldにはPipeに限らず積荷に損傷を与える恐れのあるものは、出来るだけ設置または通過布設させないのが基本原則であるが、艤装上設置または通過布設の必要がある場合は、それなりの保護対策が必要である。

定航貨物船の場合Cargo Holdに設置または通過布設するPipeは通常次のものが考えられる。

## (A) Cargo Holdに関するPipe：

## a. Cargo Hold内に設置するPipe：

## (a) 通常のCargo Holdの場合：

‘Bilge Suction Pipe, Bilge Sounding Pipe, 2nd or 3rd Deck Scupper Pipe, CO<sub>2</sub> Pipe 測温Pipe

## (b) Cargo Chamberがある場合：

冷却関係諸PipeおよびScupper Pipe

## (c) Cargo Oil Deep Tankがある場合：

Heating Line, Suction Pipe (通常Bell-mouthは取り外し盲している)

Sounding Pipeはなく、Deep Tank Cover 上にあるUllage Holeを利用し量計を計る。

## (d) 油圧開閉式Tween Deck Hatch Coverの場合：

油圧関係各Pipe類一式

## b. Cargo Holdを通過布設するPipe：

Hold下部Tank or CofferdamのAir Pipe or Air/Filling PipeおよびSounding Pipe, 当該Hold上部Upper DeckのScupper Pipe, 当該Holdの前部のHoldのBilge Suction Pipe, およびTelemotor Pipe

上記の各Pipeについて以下簡単に説明する。

## (B) Cargo Hold内に設置するPipe類：

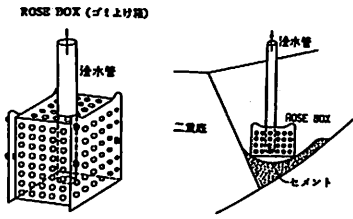
## a. Bilge Suction Pipeの導設：

## (a) Bilge Suction Pipeの導設：

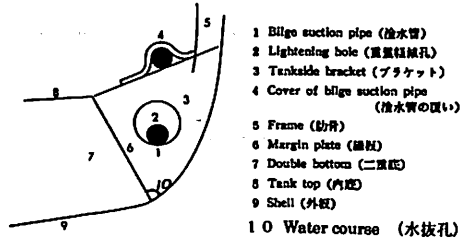
Cargo Holdにとって最も重要なPipeで各Hold Bilge Wayの最後端両舷の最低部にRose Box (Fig. 160 a, b参照) を設けTank Side BracketのLightening Holeを貫通するかまたはその上部に沿っ

\* 株式会社 ビー・エム・シー

Pacific Marine Consultants 代表取締役



▲ Fig. 160 a (左), 160 b (右)



▲ Fig. 161 Bilge Suction Pipe

- 1 Bilge suction pipe (排水管)
- 2 Lightning hole (真鍮製挿孔)
- 3 Tankside bracket (ブラケット)
- 4 Cover of bilge suction pipe (排水口の覆い)
- 5 Frame (肋骨)
- 6 Margin plate (縁板)
- 7 Double bottom (二重底)
- 8 Tank top (内底)
- 9 Shell (外板)
- 10 Water course (水抜孔)

て導設する。(Fig. 161 参照)

また Bilge Suction Pipe は各 Hold を独立して配管する。

例えば, No 3 Hold には No 1 Hold と No 2 Hold の 2 本の Bilge Suction Pipe が両舷に布設される。

当該 Hold の Eng. Rm 側 BHD の貫通直後に Non-return Valve を設置する必要がある。

これは, 布設時通過する他の Hold が衝突等により浸水し, 同時に当該 Bilge Pipe が破損しても Bilge Pipe を通し当該 Hold に浸水するのを防ぐためである。

(b) Bilge の排水 :

① Hold Bilge Way の排水 :

Hold Bilge Way に水が溜まると Pump で排出するが, Tank Side Bracket の Lightning Hole の下縁まで早く引ける。それ以降は途端に引きが遅くなる。

これは, Tank Side Bracket の Water Course を通してだけしか, Rose Box のある Space に水が集まらないので, その量が吸引 Pump の Capacity より少ないため, すぐ Air を吸い引けなくなるので休み休み引く必要があるからである。

② Bilge Well の排水 :

Double Bottom の Side の構造が Margin Plate を使用せず Flat な構造の場合は, Hold 最後部に長さ 1 Frame, 深さ 400 mm 位の Bilge Well を設け, Hold Frame 下部 Bracket の toe に沿い 50 mm × 6 mm 程度の Flat Bar または丸棒を取付け Bilge Way を形成した。

(c) Bilge Suction Pipe 配管上の注意 :

- ① Ballast Line とは別の独立系統とすること
- ② Non-Return Valve を使用すること
- ③ 出来るだけ Double Bottom を通さず Tank Side Bracket の Lightning Hole の中を通すこと
- ④ 適当箇所に Expansion Joint または Bent を設けること
- ⑤ 接手は Flange Joint とすること
- ⑥ 先端には Rose Box を取付けること

Rose Box の穴の面積は Pipe の断面積の 2 倍 (A B は 3 倍) とし, 穴の径は 10 mm 以下とすること

⑧ 荷役および航海中に損傷を受けないように適当に保護すること

⑨ Rose Box の位置は船の Trim を考慮し最低部に設置すること

b. Bilge Sounding Pipe :

(a) Sounding Pipe の配管 :

Upper Deck から通常 BHD または外板に沿い出来るだけ垂直に Hold Frame や BHD の Stiffener より出っ張らないように配管する。

後方の Tank の場合, 曲がり外板に沿わせる時, 場所により Sounding Pipe を曲げざるを得ない場合があるが, 出来るだけ曲率半径を大きくし, 曲率は約 1.00 m の Sounding Rod が自由に通るようにする必要がある。

(b) Sounding Pipe の Deck 上の取り付け :

Sounding Pipe は使用しない時は真鍮製の Cap で蓋をされ, Deck 上の通行 Area に取り付けるものは Deck に Flat になる真鍮製の台座を使用するが Bulwark Stay の中にあるものや通行の邪魔にならない場合は, Deck 上 150 mm 程度上げて取り付け Deck 上の水が入らないようにしている。

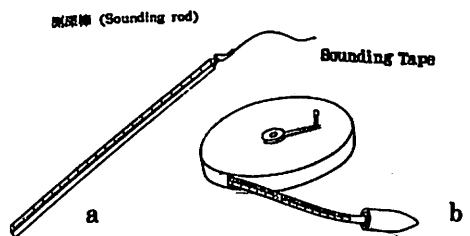
(c) Sounding Pipe の Size :

- 水 Tank や Bilge Well 等 …………… 40 φ 肉厚鋼管
- 油 Tank …………… 65 φ “

出来るだけ冷蔵庫を避けて導設するべきであるが止むを得ない場合は防熱材の中を通し内径を 65 φ 以上の鋼管とすること

(d) Sounding Rod の取出し :

Sounding Rod (Fig. 162 a 参照) の紐が切れ Sounding



▲ Fig. 162

Pipeの中に落ち込んだ時、Sounding Pipeを切断しない取り出せないで、最下部より上方1 m位の箇所にFlange継ぎ手を設ける必要がある。Sounding Rodの他に、巻尺式のSounding Tape (Fig. 162 b参照)も使用する。

(e) Striking Plate:

Sounding Pipe直下のSteel PlateにはStriking Plateを取り付けるのは、他のSounding Pipeと同様である。

c. 2nd or 3rd Deck Scupper Pipe:

各Deck共Scupper Pipeは各々の四隅に設けるが、Cargo ChamberやSilk Room等で中甲板に凸部がある時は、水が溜まる箇所にScupper Pipeを設置しHold Bilge Wayへ導く。

2nd DeckのScupper Pipeは3rd Deckがあれば、まず3rd Deckへ導いて排水し、その直下または近傍に3rd DeckからHold Bilge WayへのScupper Pipeを取り付ける。3rd Deckがなければ2nd Deckから直接Hold Bilge WayへScupper Pipeを取り付ける。

d. 測温Pipe:

Hold Spaceに石炭や発熱の可能性があるBulk類を積載する時、航海中Upper Deckから温度計を下げHold内温度を定期的に測定するために取り付けるPipeであるが、取り付けない船も多い。

e. CO<sub>2</sub> Pipe:

火災探知およびCO<sub>2</sub>による消火の共用管としてHoldおよび各Tween Deck直上のDeck裏に内径約20 mmのCO<sub>2</sub> Pipeを各区画毎に1回路を原則として布設し、吸煙器は天井のどの部分からも12m以内に、Ventilatorの開口縁からVentilatorの径の3倍以上離して配置する。

定航貨物船には必ず装備されるものである。

f. Cargo ChamberのPipe:

当時は冷凍船も冷蔵船もまたRefer-Containerもなく輸出入の冷凍・冷蔵貨物は専ら定航貨物船で輸送された。

現在このようなCargo Chamberを持った船はないと思うが何かの参考になるかと思い、以下簡単に説明する。

(a) Cargo Chamberの位置と区画:

Cargo Chamberは、Eng. Rmに隣接する前部または後部の2nd Deckに造られる適当な区画に仕切られ温度管理はEng. Rmにある操作盤により行われていた。

(b) Cargo Chamberの冷却管とScupper Pipe:

Cargo Chamberの各区画は、Engine Rmの冷凍機からBHDを貫通してCargo Chamber壁面に取り付けられた冷却Pipeで冷却保冷され、各区画の床には4隅にScupperがあり、それぞれWater Seal(Syphon Trap)を経て1本にまとめられ更にWater Sealを行いHold Bilgeへ排出していた。

(c) Cargo ChamberのScupper PipeのTest:

定航貨物船の甲板部の新造船監督をしていた時Cargo ChamberのScupper Pipeの検査の時のことである。

ChamberのScupperから水を流してもうまくHold Bilgeに水が流れない。いろいろ検討したが良く解らないので、透明のVinyl Pipeで簡略化してTestの上対策を考えることにした。Testの結果1本にまとめられたPipeにAir Pipeを取り付ければ良いことが判明しAir Pipeを取り付けたことがある。

以前建造された新造船のChamberのScupper Pipeも同一設計であったが、就航後ScupperについてClaimがなかったので問題が表面化しなかったが、これはCargo ChamberにはScupperに流れる程のDrainが出なかったのと、荷揚後Chamber内を水洗いせず多量の水が流れることがなかったためと思われる。

g. Cargo Oil Deep TankのPipe:

定航貨物船がCargo Oil Deep Tankの設備を有するかどうかは、その船を建造する船社の営業方針によるので、常に定航貨物船に設備されるものではない。

現在はCargo Oil Deep Tankの設備のある船は恐らく存在していないと思うので、Deep Tankについて余り役に立たないと思うが以下簡単に説明する。

(a) Deep Tankの位置と設備:

Deep TankはEng. Rmの直前または直後のHoldに3rd Deck~Hold間に2~4区画に仕切られたTankで、食用油・蜂蜜その他液状のCargoを積載するためのもので、3系統(Bottom, Wall, Bell-mouth)のHeating Coilを有し、3rd Deck上のCoverはWireとBlockを使用しBoomでRailの上を移動させて開閉するようになっていた。

(b) 雑貨の積載:

荷のない時は通常の雑貨を積載するのでHeating Coilを保護するため、取外し容易なBottom Ceiling, Side SparringおよびBell-mouth Coverを使用し、液状のCargoを積む時は3rd Deck上に格納していた。

(c) 液状のCargoの荷役:

液状のCargoは専用のPumpを使用して積込・陸揚げを行い、Deep Tank用のSuction PipeはDeep TankへのBallast汲排水の時にのみ使用され、それ以

外は取外して盲にしていた。

(d) Deep TankのAir Pipe:

Deep TankのAir Pipeは外板側にExpansion Spaceがあり、そこからUpper Deckへ導設していた。

(e) Deep Tank CoverのPacking:

また1960年当時は未だNEOPRENEのPackingがなかったため牛革のPackingを使用していた。

そしてDeep Tank Coverの漏洩TestはAir Testで行い、石鹼水で漏洩の有無を確認したが、後にも先にも牛革のPackingを使用したのはこの時だけで強く印象に残っている。

(f) Deep TankのWallの板厚算出用Head:

余談であるがDeep TankのWallの板厚とStiffener Sizeを決めるHead(H)は、その板の下縁からAir Pipe Head(NKの場合Upp.Dk上760mm)とDeep Tank Top間の垂直距離の $\frac{1}{2}$ (h)の位置(ABの場合は $\frac{2}{3}$ )までの距離を取っている。(Fig. 163参照)

h. 油圧閉閉式Tween Deck Hatch Coverの油圧関係各Pipe類一式については省略する。

(C) Cargo Hold内を通過布設するPipe:

これに該当するPipe類については特に説明を要しないと考えるので省略し、Tele-motor Pipeについて説明する。

a. Tele-motor Pipe:

Tele-motorはWheel Houseにある操舵装置の舵輪の回転による舵角の変化を水圧PistonによりTele-motor Pipeを通して船尾の舵取機に伝える伝導装置で、Tele-motor Pipeは2系統あり、1系統はEng. RmおよびShaft Tunnelを通り、もう1系統はHold内に配管した。

(D) Cargo Hold内に設置/通過布設するPipeの保護:

a. Cargo Hold内のPipeの保護:

Pipeは液体用にしろ気体用にしろ、Cargo Hold内

で破損すると、多くの場合、積荷にDamageを与えるので破損からPipeを保護する必要がある。

(a) Pipeの破損の原因:

通常Pipeの破損は腐食に因るものを除き、下記の原因が考えられる。

- ㊶ 積荷の移動によるもの
- ㊷ 貨物の定位置移送中のBulldozerによるもの
- ㊸ Lashingの一方の端に使用され強く引張られることによるもの
- ㊹ Pipe Support BandのPitchが大ききPipeが固定されない場合およびBandが外れる場合

(b) Pipeの保護:

Hold内のPipeの取付けまたは布設の基本的な考え方は出来るだけ船体の構造部材の陰を利用することである。例えばBHDのVertical Stiffenerに沿わずかWeb Frameに沿わずとかである。

これで十分Pipeが保護される場合は良いが、不十分と思われる場合はPipeをGuardする必要がある。

Pipeの保護の方法として下記の3種類があると考えられる。

㊱ Steel Flat PlateのPipe Guard:

PipeをBHDのFlat面に取り付ける場合や、Pipeが構造部材より出っ張る場合、Flat Plateを格子状に組み合わせ、適当な間隔で修理用に取外し可能なPipe Guardを使用する。

㊲ 木材によるPipe Guard:

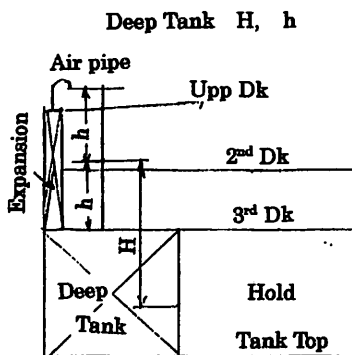
定航貨物船はTank TopおよびBilge WayにはBottom CeilingやLimberboardを敷き詰め、外板SideはSide Sparringを取付け積荷の濡損等の損害を防止しているが、Hold内のPipeで荷役時や航海中にDamageを受ける恐れのあるものは、木材でGuard出来るものは、Limberboardのような頑丈な材木でPipeをGuardする。

例えばTank Topを貫通したAir PipeがBHDのStiffenerに沿って立ち上がるため、水平方向に曲がる部分が出る時があるが、この部分はPipeが剥き出しになるので保護する必要がある。

この場合Bottom Ceilingと同じ材料で囲う。

㊳ Guard Plate:

Tele-motorのPipeの1系統はHoldまたはTween Deckの天井に布設される10mm程度の銅管で荷役時や航海中積荷の移動によってDamageを受けないように保護する必要がある。この保護の方法として電線のGuard Plateと同様なものが使用されている。



▲ Fig. 163

## B. 諸 Tank (Cofferdam, Void Spaceを含む) :

定航貨物船に限らず Leisure Boat のような小型の船を除き、通常どの船でも船体付きの Tank を有している。

ここでは液体を入れる容器としての常圧の船体付きの Tank に関する Pipe について、かつての定航貨物船 (1950~1970年) を Base に述べることにする。

### (A) 船体付き Tank に必要な Pipe 類 :

船体付き Tank は、その大小に関係なく必要とする Pipe は下記の 3 種類であるが、Oil に関する Tank の中には Heating Pipe を必要とする Tank がある。

#### a. 船体付き Tank に必要な Pipe :

##### (a) Air Pipe or Air Pipe & Filling Pipe :

###### ① Air Pipe の位置 :

Tank の大きさによるが Tank 前後の端部に各 1 本取付け、小さい Tank では適当な箇所に 1 本取付ける。形状により Filling 時 Air が抜けないと考えられる箇所には Air Pipe を設置する必要がある。また船体が傾斜しても Air Pipe の途中に液体が溜まらないように 5° 以上の傾斜をつけて導設し U 字を作らないようにする必要がある。

###### ② Air Pipe の Size および高さ :

Air Pipe の最小内径は 50 mm, Filling Pipe の内径の 1.5 倍の合計断面積とする。

Upper Deck 上の最低高さは Rule で 760 mm 以上と定められているが、測り方は船級協会により  $H_1$  とするか  $H_2$  とするか異なるので注意が必要である。

(Fig. 164 参照)

###### ③ Air Pipe の Bonnet :

Air Pipe 上部を囲う Bonnet は海水が逆流しないように工夫した種々の Type のものがあるが、油 Tank のものは防火用として、また Fresh Water Tank はゴミの侵入を防ぐため Mesh の細かい金網を取付けている。

###### (b) Sounding Pipe :

Sounding Pipe については前述の Bilge Sounding Pipe の項で述べたのと同じなので、ここでは省略する。

###### (c) Suction Pipe or Filling & Suction Pipe :

Suction Pipe の Tank 内の先端は、Bell-mouth を付け Tank の船尾側の最も低位置に設置する。

最低部の位置は一般的には最後部にあるが、船の後方

の Tank は Lines の関係で必ずしも Tank の最後部が最深部とは限らない。この場合には最深部に Bell-mouth を取付ける必要がある。

これと同時に Sounding Pipe もこの位置で計量するように配管する必要がある。

油 Tank の場合油の種類にもよるが、Bell-mouth の周囲に通常どの油 Tank にも Heating Coil を取付ける。

###### (d) F.O. Heating Pipe :

F.O. Tank Bottom には通常 Heating Coil を取付けた。

油の種類や粘度によるが、Heating Ratio = 0.05 ~ 0.1  $\text{m}^2/\text{m}^2$  としていた。

最近 F.O. Shifter を装備し、F.O. Tk に Heating Pipe を取付けない船が出現している。

###### b. かつての定航貨物船当時の Tank 類の特徴 :

##### (a) Fuel Oil Tank/Ballast Tank の兼用

F.O. Tank は Ballast Tank と兼用するものが多く、No 2 ~ 5 Hold 下部の Tank は、この兼用 Tank が殆どであった。

当時は未だ海洋汚染防止法の発効以前で、海洋汚染が問題にならなかった時代で、空になった二重底 Oil Tank に海水 (または清水) を張り、船の重心を下げ Stability を改善して運航することが可能であった。

このため、最近の船のような Xmas Tree 方式や Ring Main 方式の配管は、信頼性のある Valve Remo-con System が未開発であったためでもあるが、採用されず専ら独立配管方式のみが使用されてきた。

(b) Fresh Water, Drinking Water Tank の区別がなく、F.P.T. および A.P.T. を Fresh Water として使用しており、特に専用の Fresh Water Tank となるものはなかった。

しかし Boiler 用の Feed Water Tank は、Eng. Rm の Double Bottom に作られていた。

(c) F.O. Settling/Service Tank および L.O. Settling/Service Tank は船体付のものではなく、総て置 Tank であった。

(d) Waste Oil Tank, Sludge Tank, Bilge Tank 等の Tank は海洋汚染防止法の発効以前は必要なかったので作られなかった。

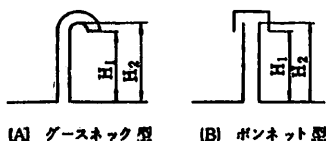
## C. その他の Space の配管関係 :

ここでは甲板機械および甲板関係機器に関する配管は除外して考える。

### (A) Upper Deck (Exposed Deck) :

#### a. Upper Deck に配管取付けられる Pipe 類 :

(a) 各 Tank の Air Pipe, Air & Filling Pipe



▲ Fig. 164 Air Pipe

- (b) 各TankのSounding Pipe
  - (c) 各Hold BilgeおよびBilge WellのSounding Pipe
  - (d) Cofferdam等のAir Pipe & Sounding Pipe
  - (e) Wash Deck Line
  - (f) Compressed Air Line
  - (g) Fresh Water Line
  - (h) Upper Deck Scupper Pipe
  - (i) F.O./D.O. Filling Pipe
  - (j) Steam & Exhaust Line
  - (k) Winch PlatformのScupper Pipe
- b. 上記の内船の前後方向に導設されるPipe:
- (a) Wash Deck Line
  - (b) Compressed Air Line
  - (c) Fresh Water Line
  - (d) Steam & Exhaust Line

Bulwark StayやHatch Coaming StayのLightening Holeの中を通して配管されていた。

Hatch Coaming Stayに導設する場合、Hatch Coaming間はDeck上を配管することになるのでPipeの保護と同時に左右の交通が安全容易になるように

Cross Coverを設置する必要がある。

c. Upper Deck Scupper Pipe:

Upper Deck Scupper Pipeは適当間隔で設置する他TrimとSheerを考慮し、最も水の溜り易い場所にも追加して設置する必要がある。

なお、Accommodation Ladderの作動範囲は、昇降時排水が人に掛かからぬようにScupperの位置に注意する必要がある。

(B) 何等かのPipeが導設されているSpace:

a. Boatswain Store:

Suction Pipe (Eductor), Wash Deck Line, Anchor Chain Wash Line

b. Chain Locker:

Suction Pipe (Eductor), Sounding Pipe

c. Steering Eng. Room:

Suction Pipe (Eductor)

d. Emergency Fire Pump Room:

Suction Pipe (Eductor), Fire Line

e. Rudder Trunk:

Air Pipe

(つづく)

# 話題の本のご案内

定価・発送費(〒)は消費税5%込み

\* 海事関係図書出版

## 成山堂書店

目録進呈 ▶ 〒160-0012 東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル  
Phone 03(3357)5861・FAX 03(3357)5867

### 大型構造物ロボット溶接教本

— 建築鉄骨・造船・橋梁 —

新刊

竹内直記・菅 哲男共著

溶接ロボットはどう使うのか? その種類・基本操作や溶接方法・材料などの基礎知識から、建築鉄骨・造船・橋梁での実用例までを詳解。溶接ロボットを使う為の手引書。

A 5判 214頁 定価3570円(〒390)

### 船舶安全学概論

新刊

船舶安全学研究会著

海難や船内労働災害を防ぐ為の方策や事故発生時の非常応急処置や対処方法など海上安全に対する考え方を解説。

A 5判 234頁 定価2730円(〒390)

### 豪華客船スピード競争の物語

デニス・グリフィス著/粟田 亨(あきら)訳

タイタニック号やQ.エリザベス号も登場。北大西洋航路で活躍した豪華客船の機関部を全て。B 5判 300頁 定価6930円(〒500)

### キャプテン ジェイムス・クックの生涯

J. C. ビーグルホール著/船長 佐藤皓三訳

名艦長と誉れの高いジェイムス・クックの生涯と航海の全てが記された伝記を忠実に翻訳。A 5判 626頁 定価8400円(〒500)

## 海上保安ダイアリー

(平成11年版)

▼ 軽い・安い・使いやすい、3拍子そろった便利な手帳!!

海上保安ダイアリー編集委員会編  
ポケット判 210頁 定価1000円(〒260)

海上保安業務に携わる人をはじめ、その他多くの海事関係者が日常便利に利用できるように編集した安全手帳!!  
▽ 記載欄 — 基礎データはもちろん、海上イベント、日出没、潮汐、特定港(港則法)一覧、国内外主要港間の距離表、航路標識、SI単位表など収録。

\* 100冊以上のご注文には、表紙に名入れ(社名団体名等)をサービスします。



## ● 論 説

## 航海支援システム開発と実証実船テスト成果概要 (その2)

— 最適OMB O指向システムへの安全性の造り込み —

共和産業海運株式会社  
下 野 雅 生

安全運航・環境保全・労働安全・品質管理および効率の追求は永続性ある社会発展につながるの、企業体はより一層これらの諸問題に真剣に取り組み、かつ社会貢献が求められている。それらの達成はどこまでやればよいといえるのかは、時代と共にその質、内容の変化・向上していくものであり、容易に結論付けはできない。多様性時代、右か左かの選択をするだけでは対応できない状況となっている。即ち、単一最低限のルールをパスしていれば100点(ON)、パスしていなければ0点(OFF)というON-OFFの時代は過ぎ去り、たとえONでも種々の目的・観点に基づき多様レベルにて評価される時代である。規定/ルールを守るのは最低限である。高度の安全性が重要であり、これは正当に評価されるべきであり、このため各種動機付けも必要であろう。

乗組員の高齢化、若年者の不足の時代である。これをカバーするのは熟練者の知識・経験の共有化である。今までの徒弟訓練制度・免許制度および帆船時代の延長線にて船の大きさ等で当直体制の員数等が決められている。一方、運航技術を支援するハードの進歩・導入を無視し続ければ、新技術の開発を遅らせ、安全が阻害される事実がある。結果的には体制の閉鎖性を増し自由経済の中では競争手段が奪われ、日本人にとってハンディが大きくなる。練れた諸システムの導入により事務処理、実作業等において本来の省力化が可能となる。これらを統合したシステムにより複数当直船の同程度以上の安全確保ができる一人当直支援システムが実証されれば、これを認知しながらさらに安全性を強化していく手順が一番時代にマッチした緩和規制の手法であろう。大事故発生のため、後手対策の迎発では運航者としても反省があるが、民間の自主努力・自主責任に対しては行政のフレキシブルな対応等を期待する。今までの発想の転換と多様性の採用である。

平成4年7月全国内航タンカー海運組合のもと省力化・安全性向上のため、近代化船研究をスタートした。こ

こにおいて荷役自動化システム、機関部診断システム/スタンバイシーケンス等の省力化装置、着離棧時の操船の容易化装置(高次のジョイスティック着離棧システム)等を開発および実証等を行い、当初期待した評価が現実的なシステムとなり一般化・普及されている。

近代化船計画の中で一人当直(OMB O)航海支援システムの開発が最後となったが、これを開発・装備する機会を得たので、使用者(乗組員)の声等を取りまとめ、今後将来にわたり、これら上述の支援装置すべてが搭載されたバランスのとれた近代化仕様船建造に結びつけて、快適な省力化船として社会ニーズに適合させ、今後共、内航海運と造船業界の持続性ある発展に寄与できるものとしていきたい。詳細については「航海支援システム開発に関する共同研究報告書」(平成10年3月)を参照のこと。

事務処理の合理化および統合情報システム(CIM等)を推進する上で、各社が、各部、各人が保有する異なるプログラムで作成したアプリケーション(AP)を共通プラットフォーム、PC(パソコン)等で使用出来るようにすることが必須事項であるが、これは分散オブジェクト技術により今まで利用している各APを生かしながら(新規作成では再投資がいる)、情報の伝達路(ORB)にのせてどの端末からでも簡易にどのデータベースをも利用出来るシステムが必要である。現在このミドルウェアは高価なものと想定されるので安直に情報の共有化が利用出来るよう研究中の各種団体の英知を望む。

## 〔研究経過〕

作業経過としては、内航船の航行における問題点を抽出するため、内航船が航行する狭幅海域や狭水道の航行および沿岸海域における長時間の一人当直の状況等を船舶技術研究所にあるシミュレータで再現し、操船者がそれぞれの状況でどのような情報、機能を欲しているか、また、どうあって欲しいか等をシミュレータ実験で求めた。併せて、実際の内航船の航行に関してより深く理解

するため実船への乗船も行い、乗組員へのインタビューや実船データの収集検討等を行った。

こうして得られた結果を基に、新しい航海支援システムに関する仕様を作成した。この航海支援システム

は、人に優しいことをキーワードとして、経験ある航海士として、居眠りをしない有能な見張りとして、また熟練した操舵手として一人三役を同時に果たして、人間の操船者を補助し、負担を大幅に軽減してくれるものである。この仕様を基に、造船会社や、機器メーカー等の数社に対し、設計コンペを実施した。仕様書に基づき提出された各社の提案書を検討し、仕様の基本的考え方を満足する三菱重工工業株式会社を選び航海支援システム実機の試作を行った。

この仕様の特色は、音声の全面的採用である。操船者は、航行中見張りに専念しながら音声により情報を入力し、かつ音声で、変針等の指令を発することが出来ることである。

〔OMBOのための概念設計〕

OMBOにおいて1名の操船者が余裕を持って安全に船舶を操船できるように、狭水道航行も含めたあらゆる航海の局面で、従来の複数乗組員の当直体制における乗組員の役割を機械（支援システム）に代行させることを目指して、その機能、配置等を検討した。

狭水道航行時には、複数乗組員による従来の当直体制では、船長（航海士）の他にレーダ監視者、操舵手が船橋で操船に従事している。このレーダ監視者、操舵手の役割を機械に代行させるとともに、船長等が実施する通常の船橋作業の自動化、省力化、効率化を考慮して、航海支援システムの概念設計を実施した。

従来の船橋における船長、レーダ監視者、操舵手の操船業務分析を行うと、表1の通りとなる。但し、船橋における業務のうち、通信、離着棧、事務等の業務は除いている。

OMBOにおいては船長または航海士が一人で操船を実施するため、上記の業務のうち、機械が遂行できる業務は機械にまかせて、操船者が航海業務の中で最も重要な目視による見張りに専念できるようにする必要がある。

従来操船者が多大な労力をかけて行っていた業務の一部分を機械（支援システム）が肩代わりしたとしても、操船者と支援システム間で意志疎通が十分に図れない場

▼表1 業務分析

乗組員	業務内容
船長	航海／航路計画、気象情報把握、見張り、航行状況把握・計測、自船位置出し、潮流情報把握、航路標識／航行警報情報把握、操船判断・指示、避航判断・指示
レーダ監視者	見張り、自船位置出し、他船動向把握・報告、航海記録
操舵手	操舵、見張り、自船状況把握・報告

合には、操船者は支援システムが実施した業務の結果が十分に把握できず、操船者の業務負担は減少しないばかりか、逆にストレスが増加する可能性がある。また、支援システムの操作が複雑であれば、操船者は支援システムの操作に手間を取られ、目視による見張りに専念できないとともに、システムから有用な支援を得ることができない。

従って、支援システムの構築のポイントは、操船者とシステムの最適な機能分担と操船者とシステムとの間で円滑な意志疎通が実行できるヒューマンインターフェースの採用である。

今回開発したシステムでは、操船者にとって真に有用な高いレベルの支援機能を準備するとともに、ヒューマンインターフェースに音声を採用し、操船者は、あたかも他の乗組員と協力して業務を実施しているかのように、支援システムと自然な形で対話することができるようにした。これにより、操船者の「見逃し」、「誤認」、「誤判断」、「誤操作」等のヒューマンエラーを回避して航行安全性の向上を図るとともに、操船者の業務負担の大幅な低減を狙っている。

〔本システムの設計方針〕

- 船内の航海計器、監視装置、センサ類、操船装置等を接続して航海に必要なかつ有用な情報の一元管理を行うが、単に収集したデータを表示・提供するだけでなく、処理を施してレベルの高い情報に加工し、操船者の高度な判断の支援を行い、操船者の業務負担の軽減を図る。
- 音声をフルに活用し、操船者が見張りを継続しながら必要な情報を音声でタイムリーに取得できるようにするとともに、音声での操船を実施可能とする。人間にとって最も自然なコミュニケーション手段である音声を使用することで、人に優しいヒューマンインターフェースの実現を目指し、操船者は余裕をもって業務を行えるようにする。
- 航行の局面毎にその状況に適合した操船に必要最小限

の情報をノータッチ（自動）で画面および音声により提供する。これにより、操船者は氾濫する情報に悩まされることなく、また情報の不足による誤判断を避けることができ、ヒューマンエラー・業務負担の低減を図る。

- 国際標準の電子海図を採用し、航海中の紙海図の参照頻度をゼロにする。また、操船判断に必要な情報を集中させる表示装置、システム操作端、操船手段等をコンパクト化する。これにより、操船者の動線を短くして、見張り、操船判断、意志決定等の難しい重要な業務に専念できるようにする。
- 座礁・衝突危険時に危険情報提供と警報発令のみではなく、一歩進んで避航操船方法の提示を行い、海難事故で圧倒的に比率の高い座礁・衝突事故の防止を図る。
- OMB Oにおいて、操船者の就労状況を乗組員の負担にならない自然な方法（機械からの問いかけに対する人間の応対や定時報告への応対確認による）でチェックするとともに、異常時には居住区に延長警報を発することで、操船者の不就労（急病等）によって引き起こされる事故の防止を図る。
- 最新の気象海象予報データをシンプルな操作で取得可能とするとともに、これらの精度の高いデータを用いて航海スケジュールの分析を行い、定時運航と省燃費運航の支援を行う。
- 航海データは自動収録され、航海日誌の作成をする。
- ヒューマンエラー防止対策をシステムに新規に造り込む。

上記の設計方針に基づき、航海支援システムに受け持たせる機能を検討した。検討結果を表2（次頁）に示す。

#### 〔航海支援システムの開発の目的とその有効性例〕

最近、外航船用IBSをコストダウン化またはミニチュア版（バージョンダウン版）として、内航船用に導入するケースがあるが、使用環境と目的に合ったシステムでないとい何事も無用の長物である。航海業務負担の大きいのは輻輳湾内、瀬戸内等であり、かつ着離桟時である。内航船用支援装置が初めに「ありき」である。この面での次のやり取りがよくある。「内航船では高くは、性能がすぐれ、取り扱い易い、良い製品であっても買ってくれぬので簡略化/安価なシステムとした。（メーカー発言）→→→内航船用の目的・ニーズ・使い易さに合っていないければ購入以前の問題。内航船はむしろ最近、値段優先より安全確保上良い性能のものを使用している（ユーザー発言）」。本来期待する目的・機能によってそ

れぞれの特徴が自然と備わり、それに沿った操作性が求められるべきであるが、広告まがい品には目的と機能・操作性が異なるケースがある。選択する場合、展示品のオペによる判断では不十分で実使用による見聞が必要であろう。

現状マーケットにある内航船用航海支援システムの内容により次の3ケースが考えられる。結論として若干のコメントを含めた解析を試みた。

#### 1. 外航船向き航海支援装置を内航船に導入したケース（よくみられるケース）

……複数当直船向きのシステムであり、外航船の如く余裕のある大洋海域の航海支援向きであるので、そのままソフト、ハードを輻輳海域である内航船向きに導入してもシステムとして実用性が乏しく形式化している。輻輳海域でのARPAによる危険エリア解析表示には二次元より三次元提示が判り易く实际的であろう。実用性あるのは電子海図程度である。従い内航船に導入する場合の目的/目標、運用方法/使われ方をはっきりさせておかないと単なるカッコイイ設備が増加した程度となりがちである。

#### 2. 従来からOMB Oにて運航しているGT 699以下の乗組員用支援システム（小型内航船向き）

……操船には従来から最低限の設備にて運航しており、従来設備にて充分慣れ実績がある。従い操作に難しい機器であるとか、性能が不足/不十分であると従来と同じく実績上オートパイロット中心の使用範囲となりがちで実質負担軽減度が少ない。従い開発に当たり有効性上無意味とならぬようコスト投入部分についてのバランスを取り失敗とならぬよう注意がいる。大型船用のミニチュア版（コストダウン版）の提供では期待出来ない。メーカーは内航船の使われ方、厳しさ等を理解不足であり、かつ過去の造船不況時の合理化のせいでニーズを理解できる開発スタッフ不足となってしまう。日本は世界に希にみる漁船アウトロー国であり輻輳度が違ふと同時に効率性、合理、省力化を強く求める超先進産業国である。これらの状況に合わせる必要がある。

#### 3. 従来複数当直体制から1人当直体制（OMB OS）へ移行した/する乗組員向きシステム（内航タンカー開発支援システム）

……従来複数当直体制を1人当直体制に移行する際、支援システム構築においてなかなか厳しい意見が出るのは当然。使い易さ、性能、修正の容易さ、航海計画時の利便性の追求、コンピュータへの期待感の大

▼表2 支援システムの機能設計

機能条件	機能項目	支援システムにおける機能	効果
船長の補佐	航海／航路計画	・電子海図上における航路作成・修正 ・航路分析（船速／ETA計算）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・省力化</li> <li>・見張り専念</li> <li>・安全性向上</li> <li>・定時性確保</li> </ul>
	気象情報把握	・気象海象データオンライン入力（船舶電話経由） ・気象海象データに基づく航路分析（船速／ETA計算）	
	航行状況把握・計測	・音声情報サービス／警報発令 ・音声航行状況問い合わせ・応答 ・必要最小限情報の自動表示	
	自船位置出し	・電子海図上への自船プロットイング ・音声座礁警報発令 ・音声座礁問い合わせ・応答	
	潮流情報把握	・潮汐データの推定・表示	
	航路標識／航行警報情報把握	・登録音声メモ自動提供 ・航行警報オンライン入力	
	操船判断・指示	・音声操船指令 ・ルートトラッキング・針路制御 ・船速計画・船速制御	
	避航判断・指示	・衝突／座礁予防避航操船計画 ・避航シミュレーション	
レーダ等監視員の役割	自船位置出し	・電子海図上への自船プロットイング ・音声座礁警報発令 ・音声座礁問い合わせ・応答	<ul style="list-style-type: none"> <li>・省力化</li> <li>・見張り専念</li> <li>・安全性向上</li> </ul>
	他船動向把握・報告	・音声他船情報サービス ・音声他船問い合わせ・応答 ・電子海図上への他船プロットイング ・電子海図・レーダ映像重畳表示	
	航海記録	・航海データ自動保存	
操舵員の役割	操舵	・ルートトラッキングに基づく針路制御 ・ドリフトを考慮した針路制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>・省力化</li> <li>・見張り専念</li> </ul>
	自船状況把握・報告	・音声情報サービス／警報発令 ・音声航行状況問い合わせ・応答 ・必要最小限情報の自動表示	

きさ等、製作上ユーザー間との「コミュニケーション」により現状／目標間のギャップ評価を当初より実施し、把握しておく必要がある。これが内航船を知るということである。これらはISO 14000構築スタート時点に必要な（航行）環境側面の把握と現状／目標のギャップ評価をまず行うことと同手法である。これを心得ていると結果的には使い易く喜ばれ、結果的には経済性が充分期待されるシステムとなる。本来説明する側（メーカー）はいかに安全であるかを説得するのではなく、設計者がどのような前提条件を設定して、安全性を想定したかを開陳することに重点／目的がある。

……余裕の少ない海域で運航するので過去の習慣、こだわりが輻輳し、個人によりヒューマンな難しさ、即ち思い込み、概念固定化したところがあるので誰にも受け入れ易くするために情報提供入手等を各個人向きに自由に配置揃え可能とするシステムにしておかないと、収まりがつかず前進しない面がある。また、オベに冗長性をもたせておくことも（過渡性を含め）判断として必要。ある程度の実物が出来てからの意見がかなり多い。これは乗組員の体質、開発経験不足等やむを得ぬ面もある。しかし、これにフォロー出来なければOMBOシステムへのスムーズな移行は難しい。フレームが大きい製品（レーダ、

INS, ジャイロ……等々)とCRT画像内情報位置を含め使用者が意見を全部出して制作したパーソナルユーズ品であるという自覚、動機付けを持たせる上で、事前の実物大の簡易なモックアップ・シミュレーションは不可欠である。

……議論を判り易くする上で安全は、余裕の幅であるとする尺度をとる、とすれば、各々により余裕の幅に差異があることがシミュレータ実験により判っている。個人差を含め、安全確保上、早めの行動を起こすことが肝要であろう。

### 〔航海支援システムの機能要求分類〕

有効なる支援システムとして要求機能レベルは大きくわけて2ケースある。即ち

#### 1. 主として船長が要求するレベル (計画関係)

航海計画とシミュレーション, 航海実績のストア, 計画のため過去の航路の再現/再利用, 計画の修正利用。次航海のアンカー投入位置の記録と, 船のつれまわり半径/海底地質の把握。

#### 2. 一般航海士が要求するレベル

##### イ) 操作性

- 使い易さ, 視認性の良さ, 操作・オーダーの修正の容易性。音声 (最も自然なコミュニケーション手段) による操作・オーダー。質疑応答。

##### ロ) 支援の良さ

- 個人好みによる情報表示の配置を可とする
- 使い方, 情報入手, オーダとしての冗長性
- 各CRT画像を注視せず前方監視が続けられるシステム

いかなる海域にても正確なるオート・ルートトラッキングが可能で音声による指示, 情報提供が可能

- 避航操船の事前シミュレーション可
- 航海 (入出港) 信号, ルール, 航法 (含む漁法) 等のレビュー・検索が容易なこと

##### ハ) 省力化

- 航行局面に応じた情報の自動提供
- 航海日誌の自動作成
- 「シフト航海」オーダーが可能  
→見合い船を回避する際, 現航路と平行移動して航行する機能。例えば「シフト右200 m」とオーダーすれば現航路と平行して右200 mの位置の航速を実現する
- 音声による操船オーダー, 質疑応答, 画面切

り換え

### 〔航海支援システムの評価方法〕

評価対象である内航タンカー (新ぶろばん丸, GT 749) の運航では, OMB Oを前提にしており, 作業に応じて当直者がシステムの様々な高度の支援機能を, 安全に使いこなす作業を実施できる必要がある。このため, 本システムが航行上必要とされる様々な作業に対して, 人間を含むマン・マシンシステムとしての使用上の安全性を十分検討する必要がある。

図1は, マン・マシンシステムを評価する際の評価モデルである。マン・マシンシステムを評価する場合, システムの機能自体に対する評価の他, それを実現するために必要なコストの評価が必要になる。また, 運航の安全を確保するという立場から, 各機能の評価だけでなく人間を含めたシステム全体としての安全性の評価が必要になる。

システムの機能の評価においては, 機能側の信頼性, ユーザビリティおよび人間の信頼性が確保される必要がある。



▲ 新ぶろばん丸 749 GT と航海支援システム装置

ここで、人間および機械それぞれについて信頼性を求める必要があるが、その定義に基づいて有為な統計値として信頼性を求めることは困難である。このため、機械側の信頼性については、間接的に利用者のシステムの使用経験に基づいた主観的な有用性等として求めることとした。

また、人間の信頼性は、支援機能の有用性等とそのユーザビリティに左右され、この2つの向上により、アップすると考えられる。しかし、人間は元来、間違いを犯すものであり、システムの安全を担保するという立場から、人間が間違いを犯した場合に、システムとして対応できているかどうかが重要である。

〔註〕  
「有用性」は経済の範疇で使用され、工学部門での定義はない。従い経済性、信頼性、安全性を含んだ概念とする。絶対的評価はマン・マシン・システムでは複雑系にて困難であるので主観的数量化アンケート方式にした。

このため、まず、支援機能の有用性とそのユーザビリティについての評価を行い、次に、人間の機能不全を前提にしたシステムの安全性評価を、人間もしくは機械が機能不全になった場合の対処が来ていることを確認する形で行った。システムのユーザビリティは、図2に示すように、7つの項目に分けられる。

本航海支援システム（以下システムと呼ぶ）の評価に際しては、シミュレータ実験および乗船調査の結果から、在来船舶の航海における主要な作業内容を要素作業に分類し、各要素作業における操船者とシステムの支援機能

または役割分担を整理した。次に、図1および図2の評価モデルに基づいて、要素作業、支援機能およびマン・マシンシステム全体の安全性に関する評価項目を洗い出し、各要素作業ごとに、作業負担や支援効果および支援機能の有用性の主観的評価を行った。

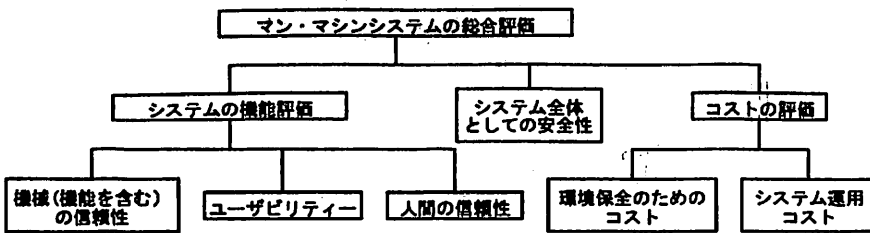
これに併せて、システムを使用した当直時の精神的負担と音声による支援の有用性の主観的評価の経時変化を見るために、精神的負担と音声による支援に対する主観的評価を、就航時から継続的に計測した。これにより、習熟に必要な時間についての検討を行った。

また、本システムを定量的に評価するため、在来船および近代化船において、作業内容を解析評価するための実船調査を行い、近代化船における当直者と支援システムの役割の分担状況の確認とOMB Oの可能性について検討した。乗組員等からの情報入手、ヒアリング結果等の詳細については引用文献4を参照願うとして、後日再度アンケート用紙を配布し、1人当直船(新ぶろばん丸)と複数当直船3,000GTタンカー(999GT LPGタンカーを含む)を交互に乗船する乗組員からの知見収集を実施し、各位に自己報告法によりその主観的評価点数を記入してもらった。この数量化評価により乗組員の主観的OMB Oシステムに対する概念を把握した。頁の都合上このフォーマットの一部のみを別表1に提示する。

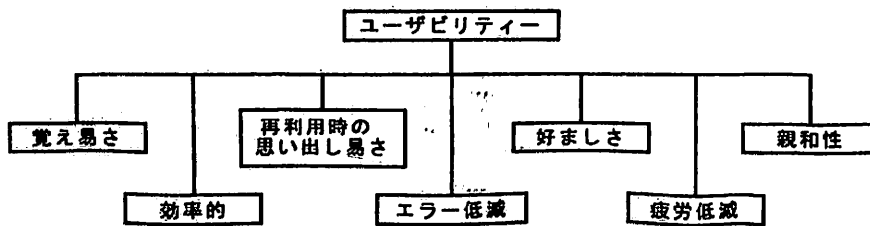
別表1の縦は評価項目としてシステムの有用性、ユーザビリティ、安全性、精神的負担等評価できる項目を抽出し、各項目の乗組員の評価点数を記入してもらった。その点数の多い順に並べると次の如くなる。

- ①自船測位作業(75点), ①情報の入手性の良さ(75点),
- ②安全への配慮(69点), ③航海上の指令/音声, タッチスクリーン(68点), ④座礁回避(66点), ⑤船橋全体の便利の良さ(65点), ⑥居眠り防止(65点), ⑥避航計画(60点), ⑦操作性(59点), ⑧孤独感のなさ(57点), ⑨航海計画(46点)

なお、開発当初「航海計画」の利用者は船長に限られているせい一般航海士にとってあまり関心が少なく点数が低い。これについても十分なる評価を得るよう後日記憶容量の増加、拡張性を持たせるべく改善された。システムの含蓄する



▲ 図1 マン・マシンシステムの安全性評価モデル



▲ 図2 システムのユーザビリティに関する評価項目

パートナー性についてのアンケートに1人未回答部分が  
あったので点数は削除したが、全体として当直者以外に  
システムが1～2名(主観)のパートナーとして存在し  
ていると感じているようだ。

新システム/在来船の評価点数比率(別表1)をまと  
めて別表2の如く結果を得た。

概略として別表2の「比」から推定するに乗組員は2  
人当直船に比べ、本システムの1人当直船がより有用等  
(ほぼ140～160%)と表明していることが判る。かつ、  
システムをワッチの一員として(パートナーとして)充  
分感じている。これはシステムを十分に使いこなし、か  
つ当初の目的である「乗組員がシステムの一員として認  
めるレベル」を本システムが十分に達成していると評価  
できるであることが判断される。その他諸項目について  
客観的に記述されているので引用文献を参照されたい。

〔音声認識システム〕

乗組員からのオーダーに対してシステムから反復アンサ  
ーが実施され、これに対して乗組員がOK等の確認、指  
示により各アクチュエータに指令が出される。船体等が  
実行動を起こす前に再度その行動内容を知らせてくれる  
ので人間の思い違いのチェックにもなり実質上システム  
全体として音声誤認識はゼロといえる。また人間がよく  
行うオーダーの訂正、修正も容易である。

〔終わりに〕

以上、航海支援システムの開発実証実船テスト結果と  
して、誰にも短時間に使用可能であり、経済性も考えた  
システムとなった。使えないものは経済性うんぬんはい  
えぬことをよく自覚して進め、目的達成のための手法/  
ステップを踏み違えぬよう慎重にかつ数多くのコミュニ

ケーション/委員会等を開催した。一方NKのOMBO  
符号であり機能要件の高いレベルであるBRS1Aの採  
用と開発過程においてJIS F9002総合ブリッジシステ  
ム/設計指針作りにも参加知見を得た。今後この種の大  
型プロジェクト/研究開発の際の実施推進上必要事項を  
自覚したのでその一面を今後の参考として下記に記す。

1. 自覚あるユーザの集まり
2. 運用プログラムの実行性/見透しある計画
3. 持続性、忍耐力
4. 技術力、実行力、人的資源の確保
5. 適切なる運用資源
6. 波及効果

全体としてバランスのとれた定員6～7人を目標とし  
た総合的大型内航タンカー近代化船の実現のため「当直  
基準」の規制緩和とOMBOのノウハウの創出、共有化、  
ガイダンス等諸般をスムーズに推進していく手段がこれ  
から必要となるであろう。本開発は平成5年4月より平  
成10年7月航海支援システム発表会まで長期にわたる調  
査研究期間中、東京商船大学今津教授、船舶技術研究所  
システム技術部、内海造船株式会社、船社近代化メンバ  
<sup>ら</sup>の方々および開発担当の三菱重工株式会社社長崎造船  
所設計部の方々の努力の結果である。豊富な人的資源と  
新しく多くの開発済要素技術に恵まれた結果である。既  
に開発、数多く使用されている「荷役自動化装置」と「着  
離棧支援システム」を含めこの「航海支援システム」は  
官学民共同の数少ない目的指向型による計画から実船実  
験にまで到る成果であり、全世界に誇れる内容となった  
ことを自負し、ここに厚くお礼を申し上げる。

なお、前号の「ISO/IECガイド51」の安全についての定  
義中、人命、物損に加えて「環境」が改訂版に追加された  
ことに言及することを失念していたことを申し添えたい。

▼別表2 新システム(OMBO)船と在来船の数量化評価比較比率

	システム	大洋 OS	輻輳海城 RW	狭水道 NW	狭視界	
					OS	RW
CAP	在来船	42	42	42	42	42
	新システム船 OMBOS	60	61	61	62	61
	比 (%)	143	145	145	148	145
C/O	在来船	39	39	39	39	39
	新システム船 OMBOS	56	55	55	56	55
	比 (%)	144	141	141	144	141
2/O	在来船	42	42	42	42	42
	新システム船 OMBOS	69	63	62	63	60
	比 (%)	164	150	148	150	143

別表1 在来船/新システム船数量化評価比較表

評価点数 (在来船ベースとす) 1. 使いものならぬ 2. 劣る 3. 普通(ベース) 4. 効果的 5. 非常に良い  
平成10年3月5日

作業内容/船型	在来船/評価ベース 985LP船/SOODK船/カカ(2人当直システム船/DMBO船)												新システム船/評価ベース 新ぶるぼん丸/SOODK船/カカ(1人当直システム船/DMBO船)												
	沿岸大洋		離島		狭水道		O S		R W		狭水道		O S		R W		狭水道		O S		R W		狭水道		合計
	CA	PO	CA	PO	CA	PO	CA	PO	CA	PO	CA	PO	CA	PO	CA	PO	CA	PO	CA	PO	CA	PO	CA	PO	合計
自船測位作業	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	合計
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	75
A欄	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	25
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	25
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	25
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	合計
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	55
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	20
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	15
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	20

A欄の内容

- 1. 自船測位作業
- 2. 自然環境(予想)情報入手
- 3. 航行状況判断
- 4. 航海上の指令、音声、タッチスクリーン
- 5. 避航計画
- 6. 座礁回避
- 7. 航海計画
- 8. 不安感
- 9. 孤独感
- 10. 操作が面倒か
- 11. システムに対する信頼感
- 12. 安全への配慮性
- 13. 船橋全体の便利性
- 14. 情報入手の為、船橋内の歩き回り
- 15. 居眠り防止システム
- 16. システムを当直員の一員として感じるか
- 17. システムに対する慣れ
- 18. 当直時間の長さ感

- カテゴリ分類：1～7項
- 8, 9, 18項 → システム有用性の評価項目
- 11, 12, 14, 15, 16項 → 精神的負担の評価項目
- 10, 17項 → システムの安全性の評価項目
- 13項 → システムの運用評価項目
- 船橋配置、船橋機器の有用性評価

在来船のメリット: カメラ/ARPA 自動 10点 捕捉 手動 10点

- 白黒カメラ: 1台
- ホットロッド (ジャイロ)
- 主機リコソ (CPP)
- GPSプロット: 1台
- GT: 3000型、白カカ/12人乗船



## 〔参考文献〕

1. 航海支援システム開発に関する共同研究報告書  
船研・内タン・三菱重工 平成10年3月
2. 内航タンカー近代化船中間報告書・3分冊  
平成6年3月

3. 内航タンカーシステム共同研究報告書  
平成7年3月
4. 内航タンカー近代化船研究発表会講演集  
平成7年10月

## ●お知らせ

12月10日～11日の2日間

## 船舶技術研究所 平成10年度秋季(第72回)研究発表会を開催

このたび、船舶技術研究所の平成10年秋季(第72回)研究発表会が開催されます。

なお、今回は、推進性能、運動性能、システム技術、および海洋開発、氷海技術の各部門の他、特別テーマとして「シミュレーションが拓く21世紀の船舶技術」を発表いたします。

日時 第1日目 平成10年12月10日(木) 10:00～17:20  
第2日目 平成10年12月11日(金) 10:00～16:50

## 〈発表課題〉

## 第1日目

特別テーマ：「シミュレーションが拓く21世紀の船舶技術」  
氷海技術：寒冷海域での油汚染、塗膜・着氷の特性、氷海船舶の安全・性能の試験

推進性能：実験・計測による推進性能研究の新展開、新形式高速船まわりの流場の数値計算、次世代CFDによる船体抵抗低減

## 第2日目

海洋開発：メガフロートの安全性評価法、航行不能船舶の漂流防止

運動性能：船舶の操縦性能評価法、船舶の波浪中性性能評価法

システム技術：海難救助に関する支援、物流ネットワーク運航支援、マンマシン・インターフェース

会場 船舶技術研究所 講堂

〒181-0004 東京都三鷹市新川6-38-1

電話 0422(41)3006(企画室)

## 近刊 ● 新刊書お知らせ ●

〈造船世界一に至る「船の科学」の文献目録〉

## 「船の科学」項目別総目次(第1巻～第50巻)

(株)船舶技術協会 編

B5判・本文81頁・定価1,500円

(平成10年内に直接お申込の方に限り送料込1,400円で販売します)

月刊誌「船の科学」が創刊されたのは昭和23年(1948)11月1日であり、今年で丁度50周年に当たります。

そこでこの機会に従来発表された記事をすべて網羅し、これを、1. 新造船解説、2. 論文と解説(一般)、3. 論文と解説(船体関係)、4. 論文と解説(機関関係)、5. 所感・随筆、6. 連載記事、7. 定期的掲載項目に大分類し、更にそれを8～36の項目に中分類して、これを項目毎に年代順に記述し、その巻一号を記載したものであります。

従って海運・造船・海洋その他項目別に索引することが出来、また著者別にこれを検索することも出来ます。

当時はまだ戦後の混乱期が続き、計画造船が始まったばかりであり、船の建造量が世界一になるとは予想もつかない時期でありました。この時にいち早く「船の科学」を創刊された諸先輩の慧眼に驚くと共に、造船世界一に至る施策・経営・創意・努力の跡が一冊一冊に込められています。船の建造に関する文献目録として、座右に置いて活用されることを期待しています。

発行所 株式会社 船舶技術協会 振替口座 東京 00130-2-70438 電話 (03)3552-8798

〒104-0033 東京都中央区新川1の23の17(マリビル6F)

## Distributed Mass/Discrete Floe モデルを用いた氷況予測

林 昌 奎\*(リム・チャンキュ)

流水の運動とそれによる氷荷重を精度良く予測することは、自然環境や沿岸住民の生活という側面ばかりでなく、氷海用構造物、船舶などの経済活動にも極めて重要である。例えば、氷荷重は構造物に作用する外力の主成分である。また、構造物の設置による流水運動の変化が予測できれば、周辺環境への影響の評価につながるばかりでなく、流水制御用構造物の効率的な設計に用いることができる。さらに、数日先まで流水の運動が精度良く予測できるようになれば、氷海域を航行する船舶の最適航路設定に、大いに寄与する。

流水は、様々な大きさや形状の氷盤により構成され、お互いの氷盤が衝突・接触により力を伝達しつつ移動する。広範囲の流水運動を計算する際には、この氷盤同士の相互作用力を直接計算に取り込むのは不可能で、種々のモデル化が行われる。地球物理学や気象学の分野では、流水域全体を一つの連続体として捉え、相互作用力を変形にする力としてモデル化することがよく行われる。このようなモデルは、広範囲・長期間の流水運動を大雑把に表現することは有効だが、構造物や船舶を対象とするような狭い範囲の運動を予測するには本質的な限界があり、また、氷盤の衝突による衝撃的な力を表すこともできない。一方、最近の氷海工学の分野では、円盤で近似した氷盤をLagrange的に追跡する個別要素モデルによる計算がいくつか行われ始めているが、個々の氷盤の

運動を追跡し、極めて短時間に起こる衝突を計算しなければならぬため計算量が膨大になり、実用的でない。

Distributed Mass/Discrete Floeモデルは、流水域を計算格子に合わせていくつもの氷群に分割し、個別の氷群の移動と変形の解析により氷域の変動を表現する。全く新しい流水運動の数値シミュレーションモデルで、流水が本来持っている離散的な特性を考慮しつつ、連続体モデルに近い広範囲な流水運動の計算も可能とするものである。風・海流によるせん断応力、コリオリ力 氷盤の形状抵抗力および流水の相互作用による内部応力を氷群の移動および変形に關与する外力としており、流水と海流との相互干渉を考慮するために、流水運動と海流との連成計算を行っている。また、海面での海水の流れをより正確に評価するため、多層モデルを用い海流の解析を行う。

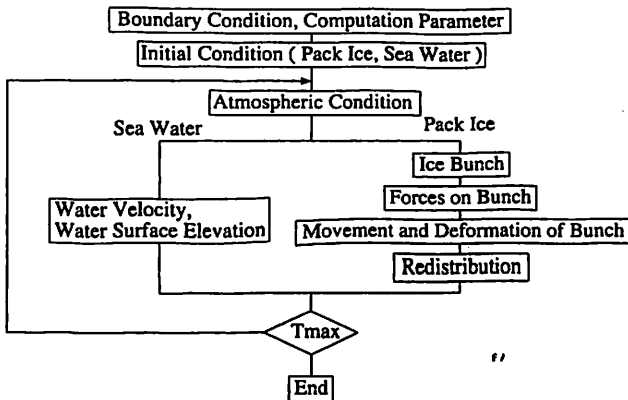
流水を計算格子ごとに分割した氷群は次の運動方程式に従って移動する。方程式の左辺は計算でのタイムステップ  $dt$  の間の氷群の運動量の変化を、右辺の積分内の各項はその間に氷群に与えられる力を表している。

$$M_i(\vec{v}_i^{t+dt} - \vec{v}_i^t) = \int_t^{t+dt} (A_i \vec{\tau}_a + A_i \vec{\tau}_w + \vec{F}_f - M_i \vec{k} \times \vec{v}_i^t + \vec{F}_i) dt$$

ここで、 $M_i$ は氷群の中の全氷の質量、 $A_i$ は氷群の中の全氷の断面積である。 $\vec{\tau}_a$ と $\vec{\tau}_w$ は海流によるせん断応力で次のように考えられる。

$$\vec{\tau}_a = \rho_a C_a |\vec{V}_a - \vec{v}_i| (\vec{V}_a - \vec{v}_i)$$

\* 東京大学生産技術研究所



▲ 流氷運動数値シミュレーションフローチャート

$$\vec{\tau}_w = \rho_w C_w |\vec{V}_w - \vec{v}_i| (\vec{V}_w - \vec{v}_i)$$

ここで、 $\rho_a$ と $\rho_w$ は空気と海水の密度、 $C_a$ は水と空気との摩擦係数、 $C_w$ は水と海水との摩擦係数、 $\vec{V}_a$ と $\vec{V}_w$ は風速と海水の流速である。 $\vec{F}_f$ は氷盤の形状による抵抗成分で、海水域と開水域の境界である氷縁での氷の移動に大きく関わる力成分であり、次のように与えられる。

$$\vec{F}_f = \frac{1}{2} C_f \rho_w d l i h_i N_{ix} N_{iy} |\vec{V}_w - \vec{v}_i| (\vec{V}_w - \vec{v}_i)$$

$$C_f = C_{f0} (1 - C_i)$$

ここで、 $C_{f0}$ は氷盤の形状抵抗係数、 $d l i h_i$ は氷盤の水面下投影面積、 $N_{ix} N_{iy}$ は氷群内の氷盤の数、 $C_i$ は氷群内の氷の密接度である。 $-M_i \vec{k} \times \vec{v}_i$ は氷群に働くコリオ

リ力を表しており、北半球では物体の移動方向に対して右方向に作用する力である。 $\vec{F}_f$ は氷群と氷群の間の相互作用力であり、氷群間の衝突および流氷の横移動による氷群の運動量の変化から氷盤の形状を考慮した流氷と流氷との相互作用のモデル化(定式化)を行った。

氷群は移動中に、海岸および海洋構造物等の固定境界、あるいは周りの氷群との衝突によって変形する。モデルでは、個々の氷群の移動と変形の統合することで、流氷域の拡散、縮小および氷密度の変動を表す。このモデルによる流氷運動および流氷域変動の数値シミュレーションのフローチャートは左記の図のようである。

このモデルとDMSP衛星のSSM/Iセンサーから得られた海水データを用いて行ったオホーツク南部海域の8日間の氷況の数値予測では海水の移動、氷域の拡大および縮小を精度良く表しており、予測に必要な計算時間はDEC alpha 433 MHzのWindows NT PCを利用する場合約20分であった。同じ計算手法と計算機を用い、1週間の北極海の全海域を対象に氷況の数値予測を行う場合、約3時間の計算時間が必要になると思われ、予測システムとして十分活用可能なものと判断される。なお、本格的な氷況の数値予測に向けて、氷況データはもちろんのこと、気象データ、衛星計測海水データなど用いるデータ間のインターフェースや通信手法の確立が最も重要な課題になると思われる。

## 弾性支床上の梁モデルによる長大浮体構造の動的撓み挙動特性に関する考察 ほか2編

坪郷 尚\*

今日、日米を中心にVLFS (Very Large Floating Structures) に関する実験的研究, 理論的研究が精力的に行われている。特にここ1, 2年の間に5,000 mクラスのマガフロートの波浪応答, 海震時の応答, 不規則波による応答, 過渡応答等が次々に報告されているのには, 時代の進歩とはいえ, 少々驚かされる。この5,000 mクラスのポンツーン型浮体は喫水が数m, 水深が数十mであるのに対し, 長さや幅が数kmと非常に大きく, ほんの2年前までは実験や計算は困難であった。このような状況の中で, 設計的な観点からポンツーン型浮体構造の波浪応答の特徴を捉える, という目的で本研究は行われた。模型実験結果をシミュレートできる種々の高速な解析ツールが開発された今日, 本研究の内容はいささか古さを感じるが, 応答のイメージを捉えるという点ではわかりやすいものではないかと考えている。

まず, 本研究の基礎ともいえる鈴木らの研究<sup>1)</sup>について触れておく。本研究に先立つこと2年, 鈴木らは, 長大浮体構造を弾性床上の梁にモデル化し, この梁が正弦的なフルード・クリロフ力を受ける場合について考察し, 以下のような結論を得ている。

1. VLFSの波浪応答は大きく波数支配領域と(固有)周波数支配領域とに分けられる。
2. VLFSの波浪応答では低周波側に共振とは異なる応答の極大値が存在する。
3. VLFSの波浪応答の低周波側に現れる応答の極大値は特性周波数に関係している。ここで, 特性周波数とは, 特性波数を適当な分散関係を用いて周波数に変換したものである。

$$\text{特性波数: } k_p = \left( \frac{\rho g B}{EI} \right)^{\frac{1}{4}}$$

EI: 梁の剛性,  $\rho g B$ : 浮力による弾性

特性波数は, 曲げ応力の極大値やその周波数を予測する上で重要なパラメータであると考えられる。また特性波数に対応する波長(長さ)はVLFSの端部影響の範囲の目安となる。設計的には, このような簡単な指標で応答の極大値や極大となる波周波数がある程度予測できることは有益である。

「弾性支床上の梁モデルによる長大浮体構造の動的撓み挙動特性に関する考察」では, この数学モデルについて再考し, 弾性床上の梁の振動方程式の完全な解析解を導出すると共に, 鈴木らの見いだしたVLFSの基本特性について定式的・数値的に別の証明を与えた。また以下のような知見も得た。

4. VLFSが長大・柔軟な場合にはその固有周波数は連続的になり, 波浪応答の周波数支配領域は連続共振領域となる。
5. VLFSが長大・柔軟な場合, 波浪応答の波数支配領域では, 境界条件の影響は境界付近のみで, 中央部の応答(特解)は境界条件によらない。
6. VLFSの波浪応答で現れる共振とは異なる応答の極大値は, 主に振動方程式の特解の性質による。
7. 浮力を弾性床と考えると鉛直方向振動の固有振動数は相対的に高周波側に移る。よって水平面内振動の固有振動数についても注意を促す必要がある。

このうち4の共振問題は, モデル化に起因する面もあり, 再検討の必要がある。

次に, 「超大型浮体構造の撓み波動伝搬挙動と強度に関する基礎的考察」および, その第2報では, VLFS

\* 大阪府立大学工学部

を非粘性・非回転流場の境界条件ととらえ、考察を行った。まず、上記5、6より重要と思われる梁の振動方程式の特解（正弦進行波）について考察した。これは物理的には無限長の梁を境界条件の1つとしていることになり、線形水波理論とは自由表面の力学的境界条件のみが異なることになる。梁の端部の境界条件まで含めた流場を解析式で与えることは困難であるが、梁の長さが無限であるならば、線形水波理論と同様にして、速度ポテンシャルならびに分散関係式を得ることができる。

$$\text{分散関係式: } \omega^2 = \frac{\rho g + \frac{EI}{B} k^4}{\rho d + \frac{\rho}{k \tanh kh}} \quad "$$

$\omega$  : 円振動数,  $\rho$  : 海水の密度

$k$  : 浮体波の波数,  $d$  : 喫水,  $h$  : 水深

このようにして得られたV L F S上を伝播する波動ならびにV L F S下の流場（をあわせて仮に浮体波とよんでおく）は、以下のような性質を持つことがわかった。

8. 浮体波は無限遠方の水波より高速かつ長波長で伝播する。
9. 水深やV L F Sの剛性が増すと浮体波は長波長になる。

また、入射波の一部が透過すると考え、さらに梁の端部においても無限長梁で求めた浮体波の速度ポテンシャルが支配的であると仮定し、波浪応答の簡易推定式を提案した。この推定式では、波の反射率には分散性の異なる波動間で成立する関係式を用い、透過率の波動間のエネルギー流束の保存から決定している。得られた波浪応答の簡易推定式は、背景に以上のような多くの仮定があり、また仮定の成立条件も明確ではなく、理論的に完全とは

言い難い。しかし、1,000 m以上の長大で相対的に柔軟な浮体構造に対しては、分散関係式を含め、簡易推定式は非常に簡単な数式であるにも拘らず、他の研究報告等と概ね同様の結果を与える。現在、波の反射率をはじめ、これらの点について再検討中である。

当時は不勉強のため知らなかったが、このような、V L F Sを流場の境界条件と捉える考え方は、土木工学や海岸工学の分野で、水塊や水塊群の波浪応答の問題に対して提案されている<sup>2)</sup>。また造船の分野では、大楠らがこのような捉え方で、明快な波浪応答の解法を示している<sup>3)</sup>。

最後に、本研究以降もメガフロートの波浪応答・海震時の応答については、様々な興味深い現象が報告されており、これから過渡応答や不規則波による応答、上部構造体との連成問題等の研究が進むと、さらに多くの現象が明らかにされることであろう。メガフロートに関する問題はとても刺激的である。

#### 【 参 考 文 献 】

- 1) 鈴木英之, 吉田宏一郎: 超大型浮体の構造挙動および構造設計に関する考察, 日本造船学会論文集, 第178号(1995), pp. 473-483
- 2) 堺茂樹, 堀合孝博, 笹本誠, 平山健一, 佐伯浩: 氷板による波浪変形に関する基礎的研究, 海岸工学論文集, 第39巻(1992), pp. 11-15
- 3) 大楠丹, 難波康広: 浮体式人工島の流力弾性挙動の研究, 日本造船学会論文集, 第183号(1998), pp. 239-248

## 溶接変形の予測に基づく精度管理システムに関する研究

武市 祥 司\*

### 1. はじめに

船殻形状の精度向上は完成船体の外観・設計された品質を保証するだけでなく、生産性の向上や損失コストの削減、さらには今後益々期待される自動化・機械化を推進するためには不可欠である。このため、造船工作の過去において、精度管理は重要なテーマの一つであったし、将来にわたっての価格競争の維持向上のためにも精度管理は一層重要になってくると考えられる。

本研究では、計算機を利用した新しい精度管理のあり方を検討し、さらに、東京大学海洋環境工学専攻野本研究室で開発されている「造船のための設計・生産システムのプロトタイプ・システム」SODAS(System of Design and Assembling for Shipbuilding)をベースに、精度管理システムのプロトタイプを実装することを目的とする。これにより、統合化された生産システム環境における実用的なアプリケーションの一例を提案するとともに、新しい精度管理システムの可能性を示す。

### 2. 精度管理

本研究では、精度管理活動を以下の二つに大別する<sup>1)</sup>

- (1) 生産計画時に行う「事前」の精度管理活動
- (2) 生産の実施中あるいは実施後に行う計測などの「事後」の精度管理活動

前者の「事前の精度管理活動」は、生産準備段階において、適切に目標を設定する計画である。最終的な船体形状で精度が良くなるためには、その前の搭載・総組・大組・中組・小組の各工程において十分に良好な精度が確保されたブロックを製作する計画を立てることが必要である。具体的には、事前に各工程における変形量を予測することにより、適切な組立手順を検討したり、各工程における工作要領(伸ばしや逆ひずみを考慮したねらい形状、変形を防止する補強の検討など)を検討することが必要である。

また、後者の「事後の精度管理活動」は実際に製作されたブロックを計測し、計画との乖離を把握し、必要に応じて対策を打つことである。具体的には、

製作途中における不具合を早期にチェックし再発防止の歯止めを掛けること、また、不具合が発生した場合に後工程において不具合から発生する余分な調整作業を最小化するための方策を早い段階で講ずることである。

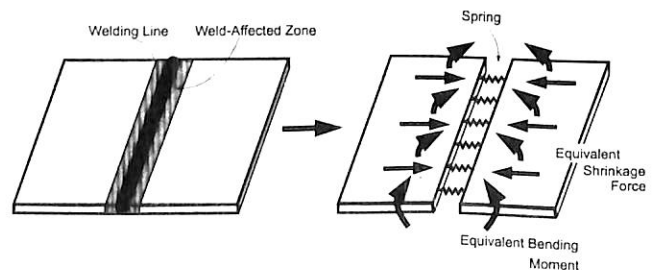
「事前の精度管理活動」「事後の精度管理活動」の二者が互いに他方を補完することにより、一層高いレベルでの精度管理活動を展開することが可能になると考えられる。「事後の精度管理活動」に関しては文献1に詳しく、本報では「事前の精度管理活動」を検討する。

### 3. 研究の概要

造船工作中においては、特に溶接変形の把握・管理が困難であり、これが精度管理を難しいものにしていく大きな要因の一つである。本研究では、線形FEM解析を利用して、簡易に溶接変形を推定する手法を提案する。

予測のために溶接変形生成の機構を以下のように単純にモデル化する。図1に示すように、溶接部を適当な収縮剛性および曲げ剛性を有する線形バネと見なし、基礎実験によって求められた入熱量と変形量の関係を利用して、この線形バネの剛性を求める。溶接部、すなわち収縮剛性と曲げ剛性を持ったバネに対して、入熱量から定まる等価圧縮力と等価曲げモーメントを負荷する。これらの等価力をビード・突合わせ・すみ肉溶接に具体的に適用したモデルを案出し、FEM線形解析を用いて、各溶接作業において生じる溶接変形量を予測することが可能である。

計算機内でブロックの仮想組立を行い、組立手順に従って発生し累積されていく溶接変形を把握することによ



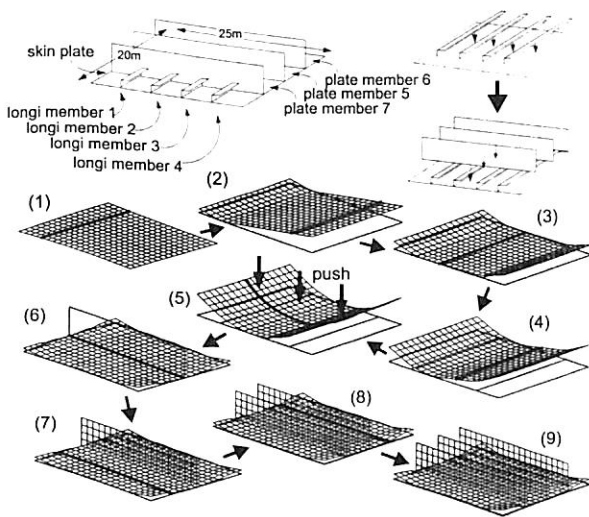
▲ 図1 溶接変形生成モデル

\* 住友重機械工業株式会社 船舶艦艇鉄鋼事業本部 工作部

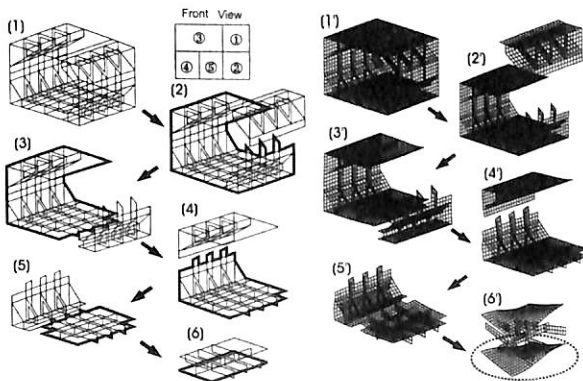
り、許容できない溶接変形を生じる工程を突き止め、変形を低減または防止する方策を事前にとることが可能になる。さらに、伸ばしと呼ばれる製作マージンを含めた部材の適切な初期形状を定めるために、上記の等価力を逆に与え、最終形状から分解していくことで部材の初期形状が求める方法を提案する。このように最終工程から逆にさかのぼり、逆ひずみを含めたブロック形状や伸ばしを考慮した部材形状を求める推定方法を「逆方向の変形予測」と呼び、作業手順に沿って部材→ブロック→船体とそれぞれの製作工程で生じる溶接変形を計算して、

この変形を累積していく通常の方法を「順方向の変形予測」とは区別して、この順および逆の二つの方法をうまく利用して変形予測を行う。

以上の考えを基にして、変形予測システムのプロトタイプを構築した。このシステムはベースであるSODASと同様にオブジェクト指向言語であるSmall talk (Visual Works 1.0)を用いて記述されている。このシステムを利用して、単板パネル作成における順方向の溶接変形を予測した例を図2に示す。また、逆方向の変形予測の例として、バルク・キャリア平行部の1タンク長さのブロックの製作において一品部品の初期形状を求める様子を図3に示す。なお、いずれも可視化できるように変形は拡大して表示されている。



▲ 図2 溶接変形の予測



▲ 図3 逆方向の溶接変形の予測

#### 4. おわりに

本研究では、精度管理活動を計算機により支援するために、精度管理活動全般を取り込む体系的な枠組みを提案した。すなわち精度管理活動全般を、実際の製造に先立って行われる計画・準備の活動と、製造中あるいは製造後に行われる計測・評価・対応に分類し、それぞれの役割を明確にした。特に事前の計画・準備に着目し、製造対象である部材やブロックの理想的な形状を求めることが重要であること、そのために溶接変形の力学モデルを提案し、簡便なFEM線形解析によって溶接変形を予測する手法を示した。さらに、上記の考えに基づいて、CIMSを念頭に置いた変形予測システムのプロトタイプを構築した。

なお、この研究は東京大学野本敏治教授・青山和浩助教授および研究室の方々のご指導・ご協力を頂いたものであり、深く感謝いたします。

#### 【参考文献】

- 1) 野本・青山・武市：組立工程における製品の精度管理システムに関する基礎的研究，日本造船学会論文集178号(1995)，pp.725 - 737
- 2) 例えば，青山・野本・渡辺：ペトリネットを利用した造船工場シミュレータの構築，日本造船学会論文集182号(1997)，pp.795 - 807

● 技術解説

# サイド・スラスターの性能について

## < 1 >

株式会社 郵船海洋科学 技術顧問  
工学博士 森 正彦

### 1. はじめに

港内における船舶の輻輳，船型の大型化さらには自力による離着岸など，操船環境はますます厳しくなっている傾向にある。このような厄介な状況下での操船を支援するための1つの装置であるサイド・スラスターは，今後ますます採用基数も増え，その効力を発揮して行くことは間違いのないであろう。

図1・1は，サイド・スラスターの国内大手メーカーの中にある1社が製造した基数の推移を示している。ただし，コンテナ船用のみを対象とした年別・出力別の記録である。図1・1によると，この10年間ほどの間にサイド・スラスターのコンテナ船への採用基数が漸次増加していること，ならびに所要出力も次第に大きくなってきていることが分かる。

図1・1は1996年末までの記録を基にしており，図中の1997年分は1996年末の時点における受注確定基数のみである。したがって，その後も多少の増加はあったであろうと考えられ，1997年の採用基数，特に大出力の採用基数が過去最高となることからみて，大型船への採用が増えてきている傾向にあることが推察される。あるメーカー1社のコンテナ船のみを対象とした記録に基づいたものであるが，大手メーカーである点から推測して，国内造船所の新造船全体での採用基数の傾向は図1・1と

同様とみなしてもよいであろう。

なお，1983年の製造基数が非常に多いのは，台湾の1大手海運会社が我が国の造船所に大量発注した2,700 TEU級の大型コンテナ船の全船にサイド・スラスター（パウ・スラスター）が装備されたためである。

図1・2は，同一メーカーのコンテナ船対象の年別全製造基数と所要スラストの平均値についての推移を示している。年別の全製造基数は図1・1の年別の合計基数と同一である。年毎の全製造基数の増加とともに，平均スラストも僅かながら増大しているようにも窺われる。

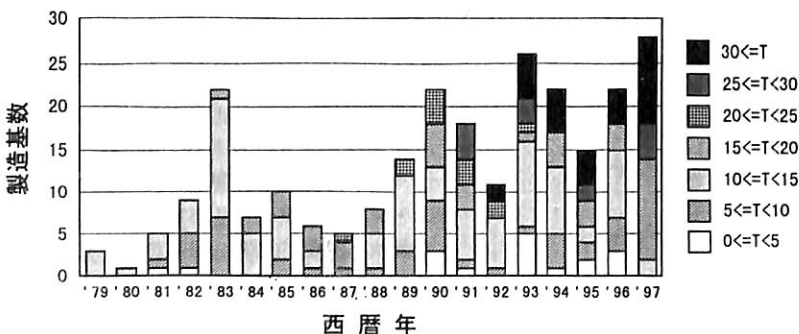
図1・3は，同一メーカーの1979年から1997年にわたるコンテナ船対象の全製造基数の出力別の集計である。全般的に見ると，10ton～15tonの出力のものが大半を占めている。しかし，図1・1中の最近の五年間ほどで見ると，この出力よりも1段ないし2段上の出力に移行しており，さらに所要出力が30ton以上の大出力のものが増えてきている傾向にあるのは注目すべき点である。

サイド・スラスターは，船用スクルー・プロペラと同類のスラスト発生装置である。しかし，その駆動用動力装置との結合機構，可変ピッチ・インペラー採用による操舵室からの遠隔操作，主機関ならびにプロペラの回転とを組み合わせた自動制御によるワンマン操船への適

用などの点を考えると，船用プロペラよりも付加価値は高い。

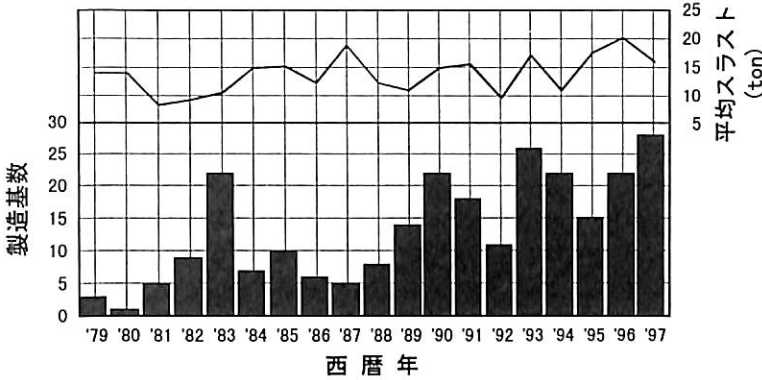
出力，寸法などの点で見れば，サイド・スラスターは船用プロペラに比べてはるかに小さいが，上記のような周辺機構からみて比較にならないほどの技術を必要とする。

船用プロペラも羽根の設計，特性の計算あるいは大型鋳造品としての鋳造技術などの点でそれなりの高度な技術が要求される。しか



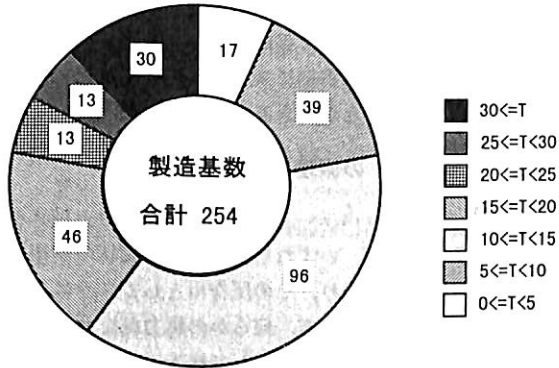
▲ 図1・1 コンテナ船用サイド・スラスターの年別・出力別製造基数の推移  
 (注) 1997年の製造基数は1996年末時点における受注数のみを示す。





▲ 図1・2 コンテナ船用サイド・スラスターの年別製造基数(総計)と平均スラストの推移

注) 1997年の製造基数は1996年末時点における受注数のみを示す。



▲ 図1・3 定格スラスト別のコンテナ船用サイド・スラスターの製造基数 (1979年1997年間の製造基数について示す)

し、製品としてみれば、単なるニッケル・アルミブロンズの塊に過ぎない。この点が、諸々の機構あるいは操作方式を付加したサイド・スラスターとは異なる点であろう。

作業船、海峡横断の渡船などを対象にしてみると、サイド・スラスターの歴史は古い。しかし、コンテナ船、航洋フェリーなどの大型商船への装備が普及してきた昨今の趨勢を踏まえて、まず、サイド・スラスター本体の性能関係を調べてみることにした。

その主な内容は、

- サイド・スラスターの効用
- スラスターの原理
- インペラーの理想効率
- 回転する作動円板への拡張
- インペラー前後の流れ
- インペラーの特性

- サイド・スラスターの特性
- サイド・スラスターの所要力量
- サイド・スラスター装備位置
- インペラーとダクト間のクリアランス
- ダクトの長さ
- ダクト開口部両端の形状
- ダクト開口部のグリッド
- ダクト内のガイド・ヴェーン
- ダクト開口部の傾斜壁
- サイド・スラスターと船底との距離
- ダクト内面の形状
- サイド・スラスターのインペラーの翼輪郭
- サイド・スラスターのインペラーの翼数

- サイド・スラスターのインペラーの翼面積
  - サイド・スラスターのインペラーのボス径
  - サイド・スラスター後方の流れ
  - 船の航走あるいは回頭によるスラストの低下
  - 可変ピッチ・インペラー
- であり、5回にわたる連載である。

特に、模型実験に関しては、かつて日本造船研究協会第59研究部会で実施された研究の報告書<sup>1)</sup>が貴重な参考資料となっている。

なお、サイド・スラスターによる操船に関しては、船種、プロペラ軸数、舵の基数、サイド・スラスターの基数、制御方式などの組み合わせによって船の操縦運動が千差万別となるので本稿では割愛している。

## 2. サイド・スラスターの効用

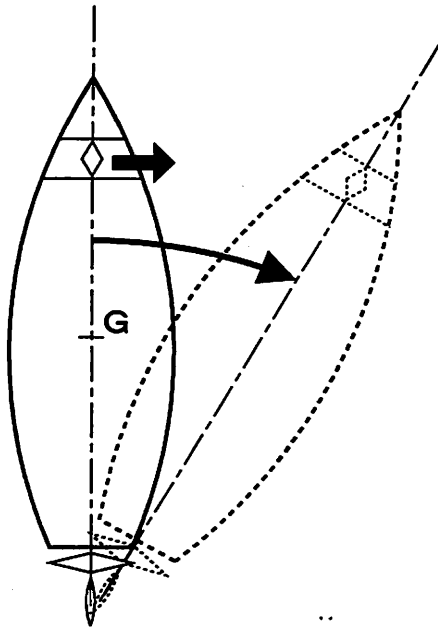
船後に装備されるスクリュー・プロペラが主機関を動力源として回転すると、プロペラはスラストを発生し、船を前進させる働きをする。これは周知のことである。

この作用に倣って、電動機などを動力源とした回転羽根を船の横方向に装備すると、回転する羽根は船の横方向にスラストを発生する。この装置がサイド・スラスター(Side Thruster)である。この装置を船首寄りに設置すると、発生するスラストの船体重心周りのモーメントが船を回頭させる働きをする。(図2・1参照) この働きをする装置がバウ・スラスター(Bow Thruster)である。

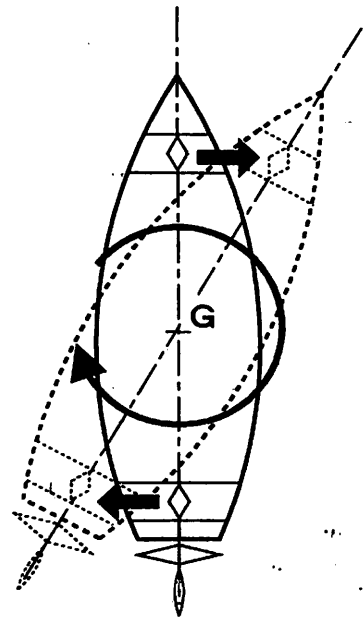
通常、船の舵はプロペラの直後に配置され、ある舵角を取ると、舵は船の前進速度と強いプロペラ後流を受けながら舵力を発生し船を回頭させる。すなわち、斜板が前方からの流れを受けて力を発生するという受動形の旋回装置である。しかし、舵力に対するプロペラ後流の影

響は大きいから、一旦プロペラの回転が低下すると、多少の船速があっても舵はほとんど効かなくなる。この事情も、操船体験を通して知り得ることである。

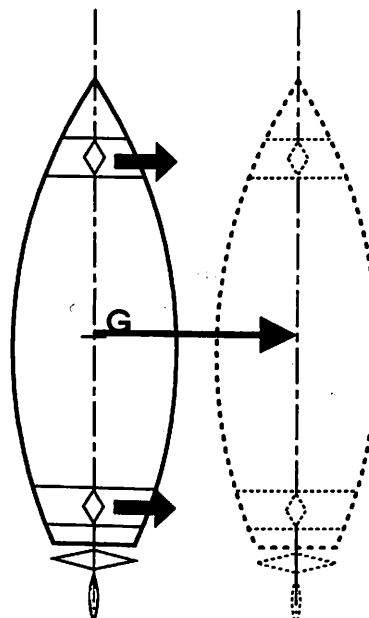
この低速状態での舵力の劣化を補い、船の回頭を支援するうえでバウ・スラスタが役立つ。したがって、狭隘な航路を低速で常時航行しなければならない船、曳船



▲ 図 2・1 バウ・スラスタによる船の回頭



▲ 図 2・2 バウ、スターン両スラスタ併用による船のその場回頭



▲ 図 2・3 バウ、スターン両スラスタ併用による船の幅寄せ

の支援なく自力による離着桟を余儀なくされる船などには、バウ・スラスタが極めて有効である。

バウ・スラスタと同種のサイド・スラスタを船尾側に設置するのがスターン・スラスタ (Stern Thruster) である。通常、船体後部は機関室であり、また、推進軸が縦通するところであるから、スターン・スラスタを装備するにはスペース面での余裕が少ない。したがって、バウ・スラスタの装備数に比べるとその数は少ない。また、スターン・スラスタのみを装備する船はまずない。

しかし、バウ・スラスタとスターン・スラスタとを併用すれば、低速状態における操船に対して、バウ・スラスタのみの場合よりもはるかに優れた効力を発揮する。すなわち、スターン・スラスタのスラストがバウ・スラスタのスラストと逆方向に働くように両者の羽根の回転方向を正・逆とすれば、船をその場回頭させることができる。(図 2・2 参照) また、両者の羽根の回転方向を同一とし、同方向にスラストを発生させると、船を幅寄せさせることができる。(図 2・3 参照)

### 3. スラスタの原理

スクリュー・プロペラ、バウ・スラスタおよびスターン・スラスタは、いずれも回転する螺旋状の羽根によって後方に水流を送り、その反作用としてスラストを発生する装置である。一方、何らかの動力源を介してスラストを発生し、その反作用として後方に流れを送る装置として軸流ポンプ、送風機などがある。スラストの発生が主であるか、送水あるいは送風が主であるかという利用目的は異なり、また、装置の種類も多岐にわたるが、これらの装置に共通した原理は、運動力学の基本であるニュートン (Newton) の 3 法則にある。以下、文献 2) を引用しながら、この 3 法則からスラスタのスラスト発生が導き出される過程について整理してみる。

ニュートンの 3 法則は、

第 1 法則：慣性の法則

第 2 法則：運動方程式

$$F = m\alpha$$

$F$ ：外力、 $m$ ：物体の質量

$\alpha$ ：加速度

第 3 法則：作用・反作用の法則

である。

この 3 法則は物体に働く力と物体の

運動との関係を示しているわけであるが、3法則は相互に関係を持っており、完全に独立した法則ではない。例えば、第2法則において、 $F=0$ とおくと $\alpha=0$ であるから、物体に対する外力の作用がなければ加速度は発生せず、物体の運動はいつまでも現在の速度を一定に持続するという慣性の法則、すなわち第1法則に帰す。さらに、物体に速度がない静止状態で外力の作用がなければ、物体はいつまでも静止しているということにもつながっている。また、第2法則を $F + (-m\alpha) = 0$ と書き換えると、慣性力 $(-m\alpha)$ とその反作用として発生する力 $F$ とが釣り合い、作用あれば反作用ありという第3法則に帰すことになる。

上記の法則を流体の運動に当てはめてみても、全く同一の見解が得られる。すなわち、質量 $m$ の流体に外力 $F$ が加われば、流体は加速度 $\alpha$ で加速される。逆に、質量 $m$ の流体が何らかの作用によって加速度 $\alpha$ で加速される時には、その反作用として、慣性力 $(-m\alpha)$ と釣り合う力 $F$ が発生している。

次に、ニュートンの第2法則、

$$F = m\alpha \quad \dots\dots\dots (3 \cdot 1)$$

において、加速度 $\alpha$ は単位時間当たりの速度変化であるから、

$$\alpha = \frac{dV}{dt} \quad \dots\dots\dots (3 \cdot 2)$$

ただし、 $V$ ：物体の速度  $t$ ：時間  
 $d$ ：微分記号

である。

(3・2)式を(3・1)式に代入すると、(3・1)式は、

$$F = m\alpha = \frac{d(mV)}{dt} \quad \dots\dots\dots (3 \cdot 3)$$

と書き換えられる。

(3・3)式において、 $mV$ は質量 $m$ の物体が速度 $V$ で運動する時の運動量であるから、(3・3)式は、物体が運動する時の単位時間当たりの運動量変化はその物体に作用する外力に等しい、ということの意味していることになる。もちろん、(3・3)式はニュートンの第2法則の別の形式に外ならない。

スクリュー・プロペラ、サイド・スラスタなど、流体中で回転によってスラストを発生する羽根装置をまとめて、以下、インペラー(Impeller)と称することとし、まず、(3・3)式をインペラーに適用してみる。(3・3)式の長所は、物体(今の場合はインペラー)に働くスラストを直接計算したり計測するというようなことではなく、流体の単位時間当たりの運動量変化に着目して、逆に、インペラー前方の流速とスラストとの関係を求める

ことができるという点にある。この手法が、いわゆるインペラーの運動量理論(Momentum Theory)である。

いま、一定の流速 $V_0$ で一方向に流れる一様な流れの中に、流体を加速させる厚さのない作動円板(Actuator Disk)を置いてみる。ただし、この作動円板自体は前後運動と回転はなく、かつ、何の抵抗もなく流れを自由に通過させることができる仮想の静止円板である。また、流れは流体の粘性を無視して非粘性流体と考える。

この時、作動円板のはるか前方の一様な流れは作動円板の加速作用によって漸次加速され作動円板に流入する。作動円板を通過しても、円板の加速作用によって流れは加速され続け、やがてはるか後方に至る。

作動円板のはるか前方における一様流の流速を $V_0$ 、その位置における静圧を $p_0$ とおくと、流れは非粘性と考えているからベルヌーイ(Bernoulli)の定理が成り立ち、作動円板の前面位置での流速が $V_0$ よりも低下する。すなわち、作動円板の前面位置においては、増速成分を $v$ とおくと、流速は $V_0 + v$ であり、この流速に対応する静圧は $p_F$  ( $p_F < p_0$ )と記すことができる。

一方、作動円板の後面位置においては、流れは連続しているからその流速は作動円板前面における流速 $V_0 + v$ と同一であるが、流れを後方に加速させている静圧 $p_A$  ( $p_A > p_0$ )が働いている。すなわち、静圧に関しては、作動円板の前面と後面との間で突発的な圧力増加を生じているわけである。

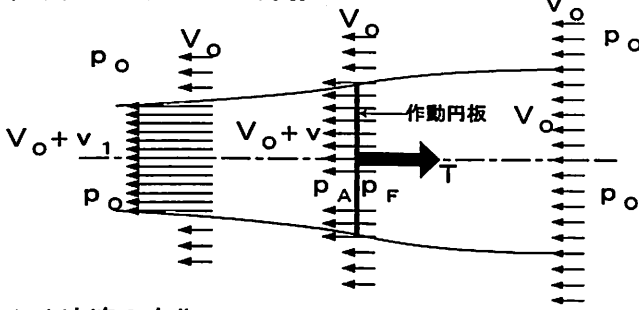
作動円板の後方では流れはさらに加速され、はるか後方においては、流速は $V_0 + v_1$  ( $v_1 > v$ )となっている。ここでも、ベルヌーイの定理に基づいて考えると、流速の増加に対応して、はるか後方での静圧は低下している。そして、はるか後方であるから、作動円板後面上の静圧 $p_A$ の影響は及んでおらず、はるか前方の静圧 $p_0$ に戻っている。これら一連の状況を図3・1に示す。

以上の状況をベルヌーイの定理を適用して定式化してみる。ただし、作動円板の位置では、その前面と後面との間で静圧の突発的な増加があるわけであるから、作動円板によって新たなエネルギーが流体に与えられていることになる。したがって、作動円板のはるか前方からはるか後方に至る流れ全体に対して、エネルギー一定則であるベルヌーイの定理を適用することはできない。すなわち、静圧の突発的な変化のない作動円板の前方側の流れと静圧が変化した後方側の流れとに分けてベルヌーイの定理を適用することになる。

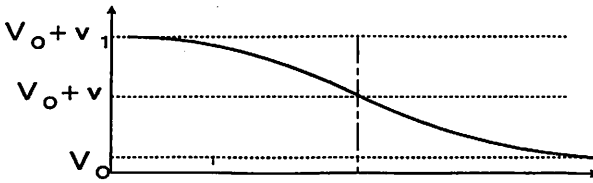
したがって、作動円板の前方側に対しては、

$$p_0 + \frac{1}{2} \rho V_0^2 = p_F + \frac{1}{2} \rho (V_0 + v)^2 \quad \dots (3 \cdot 4)$$

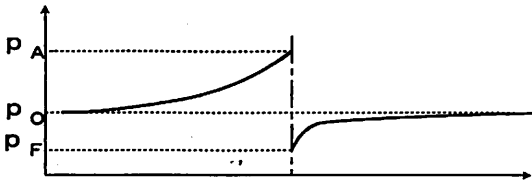
(a) 作動円板前後の流場



(b) 流速の変化



(c) 静圧の変化



▲ 図 3・1 インペラー前後の流場ならびに圧力場

ただし、 $\rho$ ：流体の密度

$V_0, v_0, p_0, p_F$ ：図 3・1 参照

作動円板の後方側に対しては、

$$p_A + \frac{1}{2} \rho (V_0 + v)^2 = p_0 + \frac{1}{2} \rho (V_0 + v_1)^2 \quad (3 \cdot 5)$$

ただし、 $V_0, v, v_1, p_0, p_A$ ：図 3・1 参照

である。

(3・4)式と(3・5)式から、

$$p_A - p_F = \frac{1}{2} \rho \{ (V_0 + v_1)^2 - V_0^2 \} \\ = \frac{1}{2} \rho v_1 (2V_0 + v_1) \quad (3 \cdot 6)$$

となる。

次に、作動円板を通過する単位時間当たりの流体の流量を  $q$  とおくと、

$$q = \frac{\pi}{4} \rho D^2 (V_0 + v) \quad (3 \cdot 7)$$

ただし、 $D$ ：作動円板の直径

である。そして、この流量  $q$  の流体が、作動円板のはるか前方の一樣流の流速  $V_0$  からのはるか後方の流速  $V_0 + v_1$  に変化するわけであるから、作動円板を通過する流体の単位時間当たりの運動量変化は、

$$q \{ (V_0 + v_1) - V_0 \} = qv_1 \\ = \frac{\pi}{4} \rho D^2 v_1 (V_0 + v) \quad (3 \cdot 8)$$

である。

この単位時間当たりの運動量変化に相当する慣性力は、ニュートンの第 3 法則に従って、外力すなわち作動円板に発生するスラストと釣り合っていないから、

$$T + \left\{ -\frac{\pi}{4} \rho D^2 v_1 (V_0 + v) \right\} = 0 \quad (3 \cdot 9)$$

ただし、 $T$ ：スラスト

である。

あるいは、逆に、作動円板のスラストが流体を加速させていることに着目すれば、ニュートンの第 2 法則、すなわち単位時間当たりの運動量変化は外力に等しいことを意味する運動方程式の形で表わすことによって、

$$T = \frac{\pi}{4} \rho D^2 v_1 (V_0 + v) \quad (3 \cdot 10)$$

である。もちろん、(3・9)式と(3・10)式とは同一である。

一方、作動円板に発生するスラストは、作動円板の前・後面上の圧力差と作動円板の面積との積であるから、

$$T = \frac{\pi}{4} D^2 (p_A - p_F) \quad (3 \cdot 11)$$

で表される。

(3・11)式に(3・6)式を代入すると、

$$T = \frac{\pi}{4} \rho D^2 v_1 \left( V_0 + \frac{v_1}{2} \right) \quad (3 \cdot 12)$$

である。

ここで、(3・10)式と(3・12)式とを比較すると、

$$v_1 = 2v \quad (3 \cdot 13)$$

の関係が得られる。すなわち、作動円板のはるか後方における増速成分  $v_1$  は作動円板位置における増速成分  $v$  の 2 倍に等しい。このことは、運動量理論によって得られる極めて重要な関係である。

(3・13)式の関係をも(3・10)式、あるいは(3・12)式に代入すると、

$$T = \frac{\pi}{2} \rho D^2 v (V_0 + v) \dots\dots\dots (3 \cdot 14)$$

であり、作動円板に発生するスラストは、円板よりはるか前方の一樣流速  $V_0$  と円板位置における増速成分  $v$  とによって決まることになる。もちろん、作動円板よりはるか前方の一樣流速  $V_0$  は既知の量であるから、(3・14)式右辺の中での未知の量は作動円板位置における増速成分  $v$  だけである。

未知の量が1つだけということは、インペラーに関する問題などを調べるうえで甚だ都合がよい。しかし、(3・14)式の基になっている単純な作動円板からは  $v$  を求めることはできない。 $v$  を求めるためには、やはり対象となるインペラーの形状を用いて理論的な解析を行わなければならない。理論としては、最も簡単なインペラー揚力線理論があり、より高度な揚力面理論さらには揚力体理論がある。ところが、これらの理論では、いずれもインペラーの羽根周りの循環(Circulation)を微積分方程式によって解くということになるから、演算はかなり難しい。ただ、(3・14)式がインペラーに関する諸理論の基本になっているわけであり、換言すれば、複雑な理論の目的は一にインペラー位置における増速成分、いわゆるインペラーの誘導速度(Induced Velocity)を求める問題にあるといえる。

もっとも、本資料ではそれについて子細に言及することが目的ではないので割愛し、ここでは(3・14)式の意味するところまでに留めておく。

4. インペラーの理想効率

まず、作動円板に発生するスラスト  $T$  を次のように無次元化してみる。

$$C_T = \frac{T}{\frac{1}{2} \rho \left(\frac{\pi}{4} D^2\right) V_0^2} = \frac{T}{\frac{\pi}{8} \rho D^2 V_0^2} \dots\dots\dots (4 \cdot 1)$$

ただし、 $C_T$  : スラスト係数

この無次元化したスラスト係数  $C_T$  を用いると、前記の(3・14)式は、

$$4 \left(\frac{v}{V_0}\right)^2 + 4 \left(\frac{v}{V_0}\right) - C_T = 0 \dots\dots\dots (4 \cdot 2)$$

となる。

(4・2)式は  $(v/V_0)$  についての2次方程式であるから、これを解いて、

$$\frac{v}{V_0} = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + C_T} - 1) \dots\dots\dots (4 \cdot 3)$$

である。

$(v/V_0)$  は作動円板のスラストによる増速成分  $v$  の一樣流速  $V_0$  に対する無次元値であるから、この値をあらためて作動円板の増速率  $a$  と記すと、

$$a = \frac{v}{V_0} = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + C_T} - 1) \dots\dots\dots (4 \cdot 4)$$

この増速率  $a$  を用いて(4・2)式を書き換えると、

$$C_T = 4 a (1 + a) \dots\dots\dots (4 \cdot 5)$$

で表わされる無次元形の式となる。そして、(4・5)式は、前記(3・14)式の無次元表示に外ならない。

さて、作動円板に発生するスラストは、一樣流速  $V_0$  に抗して円板を流れの中で静止させているから、スラスト  $T$  による単位時間当たりの仕事は  $TV_0$  である。したがって、

$$TV_0 = \frac{\pi}{2} \rho D^2 v (V_0 + v) V_0 = \frac{\pi}{2} \rho D^2 V_0^3 \left(\frac{v}{V_0}\right) \left(1 + \frac{v}{V_0}\right) = \frac{\pi}{2} a (1 + a) \rho D^2 V_0^3 \dots\dots\dots (4 \cdot 6)$$

ただし、式の誘導については、(3・14)式および(4・4)式を参照

一方、作動円板自体は、はるか前方の一樣な流れ  $V_0$  をはるか後方の流れ  $V_0 + v_1$  まで増速させるわけであるから、作動円板が流体に対して行う単位時間当たりの仕事は、流体の運動エネルギーの増加を伴っている。そして、この運動エネルギーの増加は、とりもなおさず、作動円板を作動させるために必要な動力である。すなわち、

$$P = \frac{1}{2} q \{ (V_0 + v_1)^2 - V_0^2 \} \dots\dots\dots (4 \cdot 7)$$

ただし、 $P$  : 作動円板を作動させるための動力

$q$  : 作動円板を通過する単位時間当たりの流量((3・7)式参照)

である。

ここで、(3・7)式、(3・13)式および(4・4)式を用いて(4・7)式を整理すると、

$$P = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\pi}{4} \rho D^2 (V_0 + v) \right\} \{ (V_0 + 2v)^2 - V_0^2 \} = \frac{\pi}{2} \rho D^2 v (V_0 + v)^2 = \frac{\pi}{2} \rho D^2 V_0^3 \left(\frac{v}{V_0}\right) \left(1 + \frac{v}{V_0}\right)^2 = \frac{\pi}{2} a (1 + a)^2 \rho D^2 V_0^3 \dots\dots\dots (4 \cdot 8)$$

となる。

作動円板に発生するスラストの単位時間当たりの仕事  $TV_0$  とそれに要する動力  $P$  との比は、作動円板の効率である。したがって、(4・6)式を(4・8)式で割って、

$$\eta_i = \frac{TV_0}{P} = \frac{1}{1+a}$$

$$= \frac{2}{1+\sqrt{1+C_T}} \dots\dots\dots (4 \cdot 9)$$

ただし、 $\eta_i$  : 作動円板の効率 (理想効率) が得られる。

ところで、これまでの一連の運動量理論の論旨に従うと、流体は非粘性であり、その中に置かれている作動円板は回転をしていない。また、円板は何の抵抗もなく流れを自由に通過させ、さらに、円板であるから羽根の数は無限数である。

しかるに、現実には流体には多少なりとも粘性がある。むしろ、非粘性の流体などは実存しない。また、実際のインペラー自体は摩擦などの抗力を伴った有限数の回転羽根で構成されている。したがって、非粘性流体として、回転なし、摩擦などの抵抗なしの無限数の羽根という考えで導かれた運動量理論の作動円板の効率に比べると、現実の粘性流体中にある実際のインペラーの効率は、当然のことながら、(4・9)式で与えられる値よりは小さい。

すなわち、現実には照らしてみると、(4・9)式は実際のインペラーがどのようなことをしても超えることができない効率である。つまり、(4・9)式の効率  $\eta_i$  がインペラーの理想効率と称されるものである。そして、現実には到達することのできない効率であるが、インペラーの効

率を検証する際の一つの指標として銘記していなければならない効率である。

ところで、(4・9)式は簡潔な式であるが、インペラーの効率についての重要な事柄を含んでいる。すなわち、インペラーの羽根位置における増速率を小さくすれば効率は良くなる。そのためには、(4・4)式に従って、インペラーのスラスト係数が小さければよい。

スラスト係数は(4・1)式で表わされるから、スラスト一定の下でスラスト係数を小さくするためには、インペラーの直径を大きくし、インペラー前方の流速を速くすればよい。この2点は、インペラーの効率を高めるうえでの基本事項である。この内、インペラー前方の流れは、通常、境界条件として与えられる。したがって、スラスト一定、インペラー前方の流速は既知という条件の下では、インペラーの直径を大きくすれば効率は上がる。最近の商船で採用されている大直径プロペラがその好例である。 (つづく)

【参考文献】

- 1) 日本造船研究協会：第59研究部会「系統的模型によるサイド・スラスターに関する研究」, 研究報告第42号 (昭和39年6月)
- 2) 田中一朗, 永井 実：抵抗と推進の流体力学—水棲動物の高速遊泳能力に学ぶ—, シップ・アンド・オーシャン財団 (平成8年9月)

● 技術書紹介

船舶の塗料と塗装

中尾 学 著

B 5判 / 本文 195 頁 / 定価 9,990 円

☆海運界においては、近年、省資源対策として運航経済性の向上が真剣に検討されているが、これらの施策が船舶塗料、特に船底塗料の性能に大きく依存しており、船底摩擦抵抗低減による推進効率の向上、高性能防食システムによる長期耐食性の維持等いずれをとっても、船舶塗料の性能が鍵を握っているのは明白である。本書は船舶塗料と塗装法に関しわかり易くより役立つように解説をしている。

☆内容は / 第1章 船と塗料 / 第2章 鋼材表面処理と

ショッププライマー / 第3章 船底塗料 / 第4章 タンク用塗料 / 第5章 船舶電気防蝕 / の五章からなり船舶の塗料および塗装全般にわたり解説している。このような本は外国にも極めて稀れであり貴重な技術資料といえよう。☆筆者は中国塗料機技術本部長を経て同社顧問として研究開発の指導にあっていた。

☆海運・造船界および塗装その関連企業などにたずさわる方で船舶用塗料の基礎技術に関与される方々にとって必読の書でありおすすめいたします。

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒104-0033 東京都中央区新川1の23の17

電話・ファクス 03 (3552) 8798

## ● 技術解説

# プッシャーバージあれこれ

## (8)

山口 琢磨\*

### 船体成形 (1)

#### 1. 船形成形一般

プッシャーバージ船団の設計は、普通の一隻の船の場合と違って、大きさも性格も全く異なる二隻の船をしつくりと関連付けがあるように設計するので、それなりの厄介さがある仕事である。プッシャーとバージは連結体を構成してはじめて動く経済単位となるもので、これが普通の船に対して競争力をもつ程の性能をもたねばならないのであるが、その性能・特に推進性能は二つの組み合わせ方によって大差があるので、組み合わせを構成する二隻は一貫した設計思想によって設計されなければ良い結果は生まれにくい。

船を設計する場合、最初に船体の寸法と形をきめねばならないのであるが、先ず寸法についていえば、解は載貨能力に、また押船は推進装置に合わせて寸法をきめるので、それだけとしては全く関連はない。従って統一した設計方針に従って、後は部分的な形の調整でなんとかなる範囲で両船の寸法を選んでおかないと、よい形の連結体は構成できないし、形の調整のやり方の見当をつけずと寸法もきまらないという相互関係がある。

次に形であるが、第二次大戦後の東京大学の乾崇夫先生を中心とする造波抵抗研究に始まった船型学の巨大な進歩の成果は、低速領域に属するプッシャーバージ船団でも、少なくとも日本国内では広く応用されている。しかしプッシャーバージ船団の速力は、載貨重量と主機出力を同じくする普通の一体型貨物船のそれより例外なく低く、その差は一般にかなり大きい。両者の違いは、前者が二隻の船の連結体であることで、これが速力差の原因であるから、この連結体であることに関わる船体成形上の問題が別にあることになる。

以上は推進性能に関する形の問題であるが、それ以外にも連結装置の波浪による荷重と船体の形や組み合わせ方、連結体の保針性等の問題がある、これらの船体成形に関わる諸問題を、連結体全体、押船、解に分けて以下

に述べることにする。以下の記述では特記の場合を除き、連結体全体の姿としては、解の船尾のノッチに押船の船首が差し込まれて連結された通常の形を考える

#### 2. 連結体全体に関する問題

- (イ) 解の水抵抗は連結体の水抵抗の最大の部分を占めるもので、解の船型がよくなければ、押船の船型がどれほど凝ったものであろうと、連結体全体の推進性能は決してよくなる。上に述べた「船型学」が役立つのは主にこの解の、特に前半部の船型である。「解は安いもの」という「常識」に従って過度に簡易化した船型としておきながら、押船にすばらしい曲面の立派な船型と大出力の主機を備えて速力を無理に出そうとするのは怠かな試みであろう。解は所要の載貨重量や容積をとる必要から、ある大きさを必要とするもので、船型を変えても材料が大幅に減ることはないから、船価を下げるには工作費を下げるほかはないが、抵抗を大きく増さないほどほどの簡易化はあるものである。
- (ロ) 解の船型がよくても速力が出ないのは、解の船尾の押船を連結するところの両船体間の段差部で渦が発生して、これが抵抗を増加させているためである。連結部分の船体の段差には、後にある押船の船体の方が幅や深さが小さくなるマイナス段差と、押船の方が大きくなるプラス段差があるが、通常あるのはマイナス段差で、この場合は両船体間に空隙があろうとなかろうと渦が一般に発生する。プラス段差であれば、両船体間に空隙がなければ渦は発生しないことが多いが、空隙があれば空隙そのものがマイナス段差となって渦が発生する。但し空隙が非常に狭い場合は、後述するように渦が発生しないこともある。かつて昭和40年代頃、深ノッチ差し込み式ロープ連結の船団が多く造られた頃、押船が大きい方が速力が出ると言われたものであるが、これは船体間段差、特に喫水段差が小さいことから実際に現れた経験を言ったものである。また先に「切り離し性能」の項で述べたアメリカの嵌め込み式船団は、主目的では押船と解を一体となるよう剛連結して普通の船舶と同じ耐航性を保たせるようにしたも

\* タイセイエンジニアリング株式会社 社長

のであるが、同時に連結体の外形を普通の船のようにして推進性能の向上も当然狙っており、これら両目的とも先ずは達成されたものであるが、この構成そのものが日本でいう一体型プッシャーバージと見做され、市場から消滅してしまった。いずれにせよ連結部分でマイナス段差の大きい船型は、その他の部分がよくても、渦の発生で性能はよくなく、この渦による抵抗は恐ろしく大きくなることが多い。両船体の形の関係を調整して、渦の発生を防ぐことの意味はここにある。

(イ) 通常的设计では、舢の満載喫水は押船のそれより常に深く、これが上記のマイナス喫水段差の一番の原因である。両船の喫水がほぼ等しい場合さえ極めて少なく、押船の方が喫水が深いことは殆どない。舢の喫水は積荷により大きく変化するが、押船の喫水はいくらも変わらないので、浅い港に入る時には、舢は積荷を減らせばよいが、押船は喫水が減らないため入港できず、そのような就航をあきらめなければならないこともあり得る。つまり押船の喫水を浅く造ることは営業政策的な意味があることもあり、全体として船が浮き上る普通の舢と事情が異なる。但し舢の喫水が浅くなってプラス喫水段差となった場合の推進性能上の効果は、半載またはバラスト状態で見違えるように速力が出ることがあることから見ても明らかである。逆に、バラスト状態でプラス喫水段差、満載状態でマイナス喫水段差となる(通常の場合、バラスト状態で行われた試運転の速力と満載航海速力との差が、普通の一体型船舶のものより大きくなる場合があることになる。

(ニ) 押船の船首喫水はマイナス喫水段差を減らすため、できればプラス段差とするため、深い方がよい。主機出力とプロペラ回転数の関係でプロペラ径が大きく、船尾喫水が深いため初期トリムをつけて、このため船首喫水が浅くなることがよくあるが、なかには曳船の習慣に従って意味なく初期トリムをつけているものもある。この点、曳船と押船の違いを十分理解しておく必要がある。低回転、大径プロペラの採用で効率が上がったとしても、深い船尾喫水をとるために大きな初期トリムをつけて船首喫水が浅くなれば、大きなマイナス喫水段差ができて渦抵抗が増加し、折角の効率向上分を喰ってしまうかも知れない。

(ホ) 曳索で横に引かれることがある曳船と違い、押船は通常航海時は舢にしがみついておればよく、たまに単独航行時は自船の安定がともかく保てればよいから、押船の復原性は単船として必要な程度のものでよいことになる。曳船と違って、GM値を大きくするために幅を広くする必要はない。上記のように喫水段差は小

さい方がよく、また舢の船尾ノッチはどうしても渦がゼロにはなりにくい、ノッチ幅が小さい方が渦抵抗は少なく、結局、連結体の推進性能に関しては押船の幅が狭く喫水の深いものがよいことになる。従って初期復原力GMは確保しにくく、これを確保するためにMが高くできないからGを下げるほかはない。しかし押船は大きな舢の上を越えて前方を見るために高い船橋を必要とするほか、それやこれやで重心が高くなりがちであり、このあたりが押船設計のむずかしいところの一つである。また幅が小さめであると、二点支持式連結装置で船体の前寄りに連結機がつく場合でも、船首端から連結機付近までの船体成形はやり易くなるが、波浪中連結機荷重の主要成分である前後方向成分が大きくなる傾向がある。

(ヘ) 現在の船型学は乱れない流れ(undisturbed flow)が正面から真直ぐに船の船首にぶつかってくることを前提としているのであるが、プッシャーバージ連結体でこの前提が成立するのは舢の前半部だけで、従って舢の前半部は船型学の応用そのもので設計できる部分である。しかし舢の後半部は凹んだノッチを形成し、ほっておけば強烈な渦が発生する形であるが、実際はここを押船の船首が埋めて渦を多少とも押し殺すのである。一方、押船を単船が走るものと見做してフルード数を求めると、0.30~0.38程度の高い値となり、舢がない単独航走ならば、この高速領域で大きな造波抵抗が発生するはずである。しかし押船は舢の後にあり、船型学が前提とするような乱れない流れの中でなく、舢のつくった渦流の中にあつて、流入速度もフルード数も定義できない状態にある。押船と舢の船体間の間隙が極く小さい場合は、押船の「船首波」らしい波は立たないし、舢の船尾付近の外側に押船の船首波らしい八の字波も見えないことはない。このような両船体間隙の小さい組み合わせは、舢の出す渦と押船の立てる波の両方を消し合う組み合わせ方といえる。この形の押船の船首は舢のノッチを埋め込む太った形であり、高フルード数領域で造波抵抗を低めるために使う剃刀のような鋭い形とは似ても似つかぬものであるが、これが押船の船首のもつ独特な「役割り」を果たすことになる。

押船の船首がもつ、或いはもつべきこのような形と役割りは、押船(Pusher)と似たものと考えられ、または同じものと誤解されている曳船(Tug)の船首のそれとは全く異なるものである。曳船は高速で単独航走する時も低速で曳航する時も、正面から乱れない流れがぶつかってくるという前提は常に満足され、先頭を切つて波にあたる船首として鋭い形と、凌波性確保の



ための広いフレアをもっている。条件は普通の船と同じであり、設計様式も普通の船と当然同じになる。つまり押船の船首だけが特殊なのであって、特殊な「流体力学的環境」に応じて、特殊な形と役割りを付与されるのである。このような押船(Pusher)と曳船(Tug)との区別が一般にはっきり認識され、両者が全く別種の船に区別して扱われているのは、筆者が知る限りでは未だ日本国内だけのようで、一步外国に出ると、このような明確な範疇的区別を造る方も使う方も持っている国は殆どないといってよい。その原因としてはプッシャーバージ船団の普及度の低さがその一つであるのであろうが、かなり普及した国で、しかも直接これを扱っている人の間でも、なおかつ区別がないのを見ると、これは彼等が使う呼び名からきているように思えるのである。話が脱線するが、本稿で言葉を短くするために押船と呼んでいるものは、日本では通常英語を使ってプッシャーバージと呼んでいる。これは正しい英語であるのだが、これを使っている国はフィンランドなどごく少数で、大部分の国ではタグTugと呼んでいる。ドイツのように曳船はSchlepper、押船はSchubbootと別の名前があるにも拘らず、英語を使うとなると両方に短いTugを使ってカッコよいとも思っている風情である。ゲルマン語源学ではv, wとgは入れかわり可能な音で、Tugはtowからきた言葉で、引く意味のみあって押す意味はないのであるが、アメリカ人が両方を区別せずにTugと呼んでいることからこうなったのであろう。しかしプッシャーとタグは上記の流体力学的環境の差に基づく船型の差のほか、就航目的、船の姿から機関室構成、プロペラ設計等々の広汎な違いがあり、両者は全く別の種類の船である。この区別は両者をプッシャーとタグという別な名前と呼んでいる日本では極めてよく認識されている。ところが外国、特に英語を常用ないし多用している国では両方をTugと呼んで、二つが違う概念のものであるという認識は殆どなく、プッシャーはタグの一種ないしはタグの使い方的一种という程度にしか考えていない。想像するところ、人間は二つの違うものを同じ呼び名で呼び、特にそれらに出会う時期が違ると、後からきたものは先に頭に入っていたものについての概念(固定概念)の範囲内のものだと思い込んでしまうらしい。こういう人には、この二つが全く違う概念のものであることを繰返し説明しても、概ね馬の耳に念仏であることが多い。こんな話しは、日本の造船技術者には釈迦に説法なのだが、一步国外に出ると、そういう混同に基づいて設計をやっている人はザラにいるのである。

このような混同を防ぐ方法としては、二つの違うものを別な名で呼ぶのが一番よいので、我々は、例え英語国民が両方をタグと呼んだとしても、概念の混同を起こさぬために、進んでプッシャーという呼び名を使うべきである。

- (ト) 上に述べたように、押船と解は組み合わせるものであるから、組み合わせた形において計画しなければよい設計はできにくい。これが案外行われず、バラバラな設計が無造作に行われるのは、概ね両船が別個の造船所で建造されるため別の人によって設計される場合であり、押船が勝手に設計されると、解の設計者は甲板の輪郭をもらって、それに合わせて勝手に設計するという具合である。これでは最小限度の必要条件を満たしているのみで、立体的構成をもつものとしてのよい設計は生まれない。設計はもっと念の入ったものでありたいと思うのである。

### 3. 船体寸法と船型一般

#### (イ) 解

解の船体寸法は普通の自航船とくらべて幅が広く、喫水の浅いものが多い。長さ幅比は通常4～6の範囲にあり、時に4を切るものもあるが、6を越えるものは少ない。普通の船では幅が狭く喫水が深い方が抵抗が小さいのであるが、解の喫水をあまり深くすると押船との喫水段差が大きくなり、この部分の渦抵抗をふやす。これを防ぐためには解の船尾を高く切り上げるのであるが、貨物倉の関係でそう早ばやと切り上げる訳にゆかぬ場合も多く、喫水の浅い押船に合わせて高く切り上げると、尾翼を失った飛行機と同じで保針性が悪くなる。これの対策としては大きなスケグをつけるのだが、これがまた抵抗となる。また切り上げ角が過大である場合や、切り上げ始めが滑らかな曲線になっていない場合も渦が発生する。これらの事情から、喫水をあまり深くしたくないことが多い。

幅喫水比は、実際の設計では2.5を切ることは少なく、大型の航洋解では3程度になることが多い。

解の寸法をきめる場合には、予想される主機出力を収容する押船の概略寸法から船尾ノッチの深さを予測し、これに貨物倉長さ、重心位置を考慮して、無理な船型にならないよう配慮する。石炭のような軽くて大容積を要する貨物では意外と難しいことがあるが、これは解が意外と軽くできるために船体寸法の割に載貨重量が大きくなることと関係があって、解は機関室がないから案々貨物倉がとれるとはゆかない場合もある。

固定連結法、例えば三点支持固定連結では、解船尾

のノッチが深く、それだけ貨物倉容積と排水量を喰ってしまうので、それに相応するだけ長さを伸ばす等の寸法調整と浮心位置の調整が必要となるが、ノッチ両袖を伸ばすことで対応する場合は、固定連結法では舳の縦強度は連結体合計長さで決めることになるから、合計長さを変えない限り所要縦強度には影響しない。

舳の船首は通常の自航船と全く同じ考え方で扱ってよいが、船尾部は押船を連結するノッチを構成するため、普通の船と違って舷側下部を船尾に向かって早ばやと瘦せさせてゆくことが困難であり、また船底をあまり早ばやと引き上げる訳にもゆかないから、横断面積曲線で見ると、船尾20%あたりから急に細くなって間もなく船尾ノッチが始まり、急激に断面積を減じるといった形になることが多い。船尾端、即ちノッチ両袖後端では渦の発生を防ぐため断面積を大きく残す訳にはいかない。このような事情から船尾付近の船型の調整の自由度は著しく少なく、その影響で浮心位置を人為的に調整する自由度も少なく、ひいては船体前半部の船型にも影響が及ぶことが少なくない。船尾ノッチが深いと貨物倉が前に寄り、重心は前寄りになるが、船型調整の自由度がないため浮心を動かすににくい場合、結局は長さを多少のばす他にないこともある。こういった点から見て、特に軽い貨物の場合、寸法を多少長めで広めにとっておいた方が無難であろう。

喫水段差ができるのは押船が入るノッチ部分だけであるから、排水量が欲しくて船尾船底をあまり切り上げたくない場合、ノッチを含む適当な幅の浅いトンネルを設けて喫水段差をへらす方法があり、これは効果ある方法である。

#### ロ) 押船

押船は巨大な推進機関を備えた小型船であるが、この点でよく似た船で、流体力学的な意味で単独行動する曳船とは行動する環境が異なるため、形の違うものであるべきことは先に述べた。

舳は運賃を稼ぐもの、押船はこれを動かす道具とすれば、押船は推進装置を水に浮かべるための台ということで、いくら小さく造ってもよいことになるが、まわりの水流が上記のようにいたずらをするため、そうは参らないことになる。

一般に垂線間長と幅との比は2.7～3.5の範囲にあり、大きいものは多少長めになることが多いが、この比は曳船のそれとよく似ている。方形肥瘠係数 $C_b$ (垂線間長による)は0.60～0.67程度であるが、特に浅喫水のものでは船底傾斜が少なく、またはゼロとなつて $C_b$ は0.70またはそれ以上のものもあり得る。これで

船首が太って、船尾の瘠せた船型を作ると、浮心位置は当然垂線間長中央よりかなり前寄りになるので、これに合わせた適切な燃料タンク配置、その消費後の代償バラスト配置を考えておく必要がある。上記のような大きな $C_b$ 値であっても、排水量の主要部分が前に寄っているため、小さな長さ幅比に拘らず、船尾を滑らかな形にするのが特に困難になることは少ない。

幅と喫水の関係は、先に述べた通り、水抵抗の見地からは幅が狭く喫水の深いものがよいが、押船は高い操舵室や何やかやで重心が高くなりがちで、初期復原性 $GM$ 値がとりにくいものが多い。幅喫水比は、幅が特に広いもので3程度から、大型で喫水が特に欲しい場合の2を切るもので広い範囲にある。中型・大型の押船で低回転の大径プロペラを使う場合、深い船尾喫水を要するが、このような場合は舳も大きいので、押船の船首喫水も欲しくなり、結局全体の喫水が深くなって船をそこまで沈められないことがよくある。そういう場合は船型上一般に $GM$ が不足することになるので、船を沈め、重心を下げるために固定バラストを入れることが多い。程度が小さければ入れればなしの清水バラストでよい場合もあるが、燃料でやるならば消費時の代償バラストを考える必要があつて容易でない。

舳の船尾は喫水段差をへらすため高く切り上げられることが多く、これが保針性を悪くするので、ここに喫水の深い押船をつなげば、その船体が巨大なスケグとして働くため、保針性は改善されることにはなるが、実際の設計にあつて保針性を著しく改善できるほど深い喫水を押船に与えることは、特に大型船団では容易でない。従つて左右2枚のスケグは大部分の場合に不可欠であるが、どんな舳にどんな押船をどう連結した場合、どんなスケグを付けるかを明らかにする方法は今のところは残念ながらないのが実状である。

二点支持式でピッチングを自由とした連結では、後述するように押船の船尾を平たく広く造っておけば、舳がピッチングしても押船の船首が上下するだけで船尾は水面に張りついたままでいるから、プロペラが水上に跳び上がることはなく、従つて船尾喫水を特別深くすることはない。しかし固定連結式船団では、舳のピッチングで押船の船体が空中に抱き上げられることになるから、プロペラがなるべく空中で空転しないため、押船の喫水は益々深い方がよいことになるが、通常の自航船と同じプロペラ没水深度をとることは先ず不可能である。

(つづく)

× × ×

## ● 随 筆

## 海洋開発：20世紀の遺訓と21世紀の展望

(19)

為 広 正 起

規則的水面波の研究に比べて、海洋の風波の研究が非常に遅れたのは、風波の確率的性質の理解と、その表現が困難であったためである。

光 易 恒<sup>1)</sup>

## 19・1 一途に一つこと……A.マインケルソン

随筆(12)で私はマラヤ大学の Arifin Bey 客員教授が広島大学での講演で発言された「日本は文化について殆ど発言していない」という趣旨の言葉を載せた。随筆を書きながら果たしてそうであろうかと反発していた。たまたま同時期に文化勲章の受賞者の一人である小田 稔博士の「海洋における科学の未来」という特別講演を聞いた時、先生は戦前に世界的な業績を残された15人の日本人の名前を挙げられた<sup>2)</sup>。私の記憶が正確でないので文献によって名前と業績の再確認をしてみた。

長岡半太郎；(1903)原子模型の提案

菊池 正士；(1928)電子解析の研究(菊池像の発見)

仁科 芳雄；(1928)宇宙線の研究( $\mu$ 粒子の発見)木村 栄；(1902)緯度観測により緯度変化式を改良  
(2項の発見)高峰 譲吉；(1902)アドレナリンの結晶抽出、タカジ  
ヤスターゼの創製真島 利行；(1926)漆の主成分インドール誘導体、紫  
根などの天然色素などの究明鈴木梅太郎；(1911)ビタミンB<sub>1</sub>の発見など水島 三郎； 分子構造、構造化学の創始者、電  
(1961 文化勲章) 波吸収の研究、分子の双極子理論  
の実験的証明北里柴三郎；(1890)ジフテリア・破傷風の血清療法の  
発見

志賀 潔；(1897)赤痢の病原体の発見

野口 英世；(1911)スピロヘータ・パリダの純粋培養  
に成功

山極勝三郎；(1915)皮膚癌の人工発生に成功

木原 均；(1930)小麦の先祖の発見、ゲノム解析

岡部金次郎；(1929)分割陽極マグネロン法の発見

(実用レーダの基礎)

高柳健次郎；(1933)テレビカメラの開発

そして、これらの人々が戦前においてすら世界に対して日本文化のレベルの高さを示していたと述べられた。日本人の Arifin Bey 氏のいうが如く「殆ど発言していない」などとは到底言えないと私個人は思ったものである。山極勝三郎、北里柴三郎、鈴木梅太郎がノーベル賞を逃した経緯には大変に不運な事情があったようだが、とにかく上記の15人の人々の足跡は、ある一つの目標に対して長年研鑽を積み重ねた苦節の人生を私たちに披瀝していると思うのである。こうして改まって提示されて見ると、私の小学校の理科実験室の壁に張り出されたノーベル賞受賞者の年表の中に、一人の日本人の名前もなかった戦前の寂しさがまるで嘘のように思えるのである。

ところで小田博士の列举された人物の中に、私は、真島敏行という名前に目が止まり、全く別の人物のことを回想していた。真島利行博士は漆の研究で有名な化学者であり1949年文化勲章を受賞されているが、私の回想は物理学者の真島正市教授のことであった。真島という同名が偶然にも私の頭を刺激したようである。真島教授は私の在学中は応用物理学を担当しておられたが、わが国の応用物理学の開拓者であり、1947年学士院賞、1965年文化功労者として表彰されている。同教授は原爆後の広島にいち早く赴いて調査をされたので、多くの学生がその報告を聞いたが私にはもう一つの強烈な思い出があった。東京大学の工学部に、戦時中の航空工学科と造兵工学科が潰されて計測工学科ができたのは1947年であるが、その創立一周年に当たり私は真島教授の次に示す要旨の記念講演を聞いた。

『アメリカのアルバート・マインケルソンは死ぬまで光の干渉の研究に没入した。我々の人生は短い。多岐にわたって手を広げるよりも、徹底して一つの研究に没入したマインケルソンの生涯を大変に尊いものと思う。しかも彼は principle 以外には(光は波動であり、地球は回転している)なにもものも使用しなかった。principle を徹底的に解析して横にも縦にも、あらゆる方面から突

っ込んでいくのは決して模倣ではない。高尚なことを知ることと簡単なことを知らないことは全く別物である。我々科学者は簡単なことを知り、更に高尚な境地に達するべきで、それには「一途に一つこと」の態度こそ望ましい。

またマインケルソンは親友モーリーと共に常に研究を押し進めた。我々はモーリーの如き一心同体となって終生努力する友人を持ちたいものである』

という趣旨であった。別の資料によると<sup>3)</sup>、「光速度の測定に費やした生涯」という標題で、

『鏝競り合いの競争の中に獲得されるノーベル賞の中に置いてみる時、殆ど時代離れのした悠々たる研究、一生を通じてただ一つの地味な目標を、一步一步追い続けていったいかにも古き良き時代の研究によってこの賞を獲得した、唯一の例外的受賞とさえ見えるのがマインケルソンの光速度の測定であった』と述べている。

私がこの真島教授のお言葉を今日まで覚えているのは、光の媒質として考えられていたエーテルの存在を完全に否定するマインケルソンの大変な業績に心を奪われたからに他ならない。

「一途に一つこと」という境地は工学を志し企業に入り込めばそう簡単に望むべき環境ではない。しかし私が三菱重工業に入社早々の1940年代の終り頃には、社内はいわゆる apprentice から叩きあげて会社を辞めるまでその道一筋に船殻畑、艦装畑を歩いてきた craftsman が沢山いたことを記憶している。黄綬褒章はこのような「その道一筋」の貴い人生を送った人に贈られるようだ<sup>4)</sup>。

翻って海洋開発関連のプロジェクトを考えてみると、仮に「一途にものづくり」を考えても、自分の活躍する時代にそれを完成させることが大変難しいものが多いように思う。また企業のトップはそれに備える忍耐力が稀薄のように思う。サハリン・海底石油プロジェクト、第二パナマ運河の建設、海洋情報都市構想の実現、黒潮発電などが良い例である。「一途に一つこと」を自分の一生の間に実現できる人は全く幸福という他はない。

本稿では少し見方を変えて、私の学ぶ心を直接磨いて下さった「一途に一つこと」の実践者を挙げて見たい。

## 19・2 ヤコビヤン先生とH-stress function

東京大学から早稲田大学に移られた佐藤常三教授は私の敬愛する応用数学の先生であった。早稲田大学では学生たちからヤコビヤン先生と呼ばれて親しまれていたようだ。先生は1979年11月9日73歳の生涯をとじられたが、当日の朝日新聞の夕刊は次のように報じていた。

『午前9時10分、食道癌のため豊島区の大同病院で死

去。交換教授として赴任していたモスクワ大学から1967年応用数学の業績に対しLomonov銅メダルを授与された。勲四等旭日小綬賞を受賞。応用数学、力学の権威。著書に「積分方程式とグリーン関数」「平面応力問題の新解析法」などがある。理博、工博』

先生は大変な愛煙家であった。紫煙の向こうで、自己の打ち立てた新しい関数論への思索に耽っておられたのだと思う。1948年の秋に先生は「直交異方性体応力問題の新解析法」という書物を著しておられるが<sup>5)</sup>、私は東大在学中の1946年先生の応用数学の特別講義でその一端に触れることができたのは幸いであった。

この著書の冒頭で先生は

「 $x$ と $y$ との線形一次結合  $x+iy$  がラプラスの方程式  $\Delta f = 0$  の解となるためには媒介変数  $i$  は

$$i^2 + 1 = 0 \quad (19 \cdot 1)$$

なる方程式で定義されなければならない。かくの如きポテンシャル論の立場から複素変数関数論が要求されたと同じように、二重調和方程式  $\Delta \Delta f = 0$  の解を求める手段として  $j$  を方程式

$$1 + j^2 + j^4 = 0 \quad (19 \cdot 2)$$

によって定義し、 $f(x+jy)$  なる関数系について、その解析性の研究をしようとした著者の考え方は自然的であろう』と述べられている。

このような考え方に到達された直接の動機は太平洋戦争中、たまたま航空技術協会の数学分野の課題として、弾性論における直交異方性版の、平面応力分布を求めるために必要な Airy の応力関数  $F$  が満足すべき、微分方程式の解法が宿題になってからだ。現在の航空機はアルミ合金や、チタニウム合金などを用いた全金属製機体がほとんどであろうが、一昔前には木材の合板が使用された。たとえば甲式4型戦闘機(1925)の主翼は2張間の複葉だが、胴体は美しい円断面のモノコック構造である。これはチューリップ材(ユリの木)の細長い合板を、合板製の隔壁の周りに斜めに巻き付けた特殊構造であったと記録されている<sup>6)</sup>。木材は典型的な直交異方性板であるから論議的になるのは当然であった。問題の微分方程式は

$$e_1 \frac{\partial^4 F}{\partial x^4} + e_2 \frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} = 0 \quad (19 \cdot 3)$$

であったが、当時東大の第2工学部においてになった池田健教授は見事な解法を示された。私はこの解法のコピーを直接池田教授から戴いた記憶がある。この結果に刺激されたヤコビヤン先生は俄然(19・2)式を武器にして(19・3)式の解法に挑まれた訳である。先生の新解析法をここで示すことは書物に譲るとして、ここでは私

の理解した範囲でそのさわりだけを示し先生の素晴らしい関数論の展開を眺めて見たい。

いま  $z = x + jy$  なる超複素平面(以下  $z$  平面と呼称)を考え

$$z_1 = x + i\lambda_1 y, z_2 = x + i\lambda_2 y \quad (19 \cdot 4)$$

なる2個のリーマン面を考える時、 $z$  平面における任意の関数  $f(z)$  は

$$f(z) = a + bj + cj^2 + dj^3 \quad (19 \cdot 5)$$

または ( $w$  は複素数とする)

$$f(z) = f(z_1) + w^{-1} [f(z_2) - f(z_1)] \omega \quad (19 \cdot 6)$$

(19・5), (19・6)式はヤコビヤン先生の建設された関数で、H-Complex functionと呼んでいる。 $w$  と  $\omega$  および  $\lambda$  と  $j$  との間には次の定義をする。

$$\omega^2 = w \cdot \omega, \quad \omega^n = w^{n-1} \omega \quad (19 \cdot 7)$$

$$\lambda_1^2 \lambda_2^2 + (\lambda_1^2 + \lambda_2^2)j^2 + j^4 = 0$$

(19・4)式の  $\lambda_1, \lambda_2$  は直交異方性を示す係数で板の種類によって決まった値である。関数(15・5)および(15・6)の正則条件より ( $a_s = \partial a / \partial s$  の意味を表す)

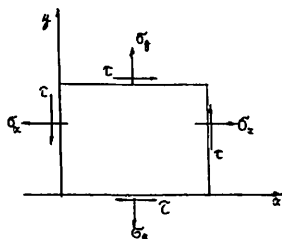
$$\begin{aligned} a_x &= b_y, \\ b_x &= c_y - \frac{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}{\lambda_1^2 \lambda_2^2} a_y \\ c_x &= d_y, \\ d_x &= -\frac{a_y}{\lambda_1^2 \cdot \lambda_2^2} \end{aligned} \quad (19 \cdot 8)$$

が導かれる。しかるに弾性学の教える所によれば、Fig. 19・1の如き平板の応力はbody forceのないときは、

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau}{\partial x} = 0 \quad (19 \cdot 9)$$

$$\begin{aligned} \text{いま } a &= \lambda_1^2 \lambda_2^2 \sigma_y \\ b &= b \\ c &= -\sigma_x \\ d &= \tau \end{aligned}$$

とおけば、(19・8)の最後の2式は、(19・9)式と全く一致することが判る。つまりヤコビヤン先生は  $j$  表示のH-Complex number



▲ Fig. 19・1

と従来の平面応力問題を結び付けることに成功したのである。

$$f(z) = \lambda_1^2 \lambda_2^2 \sigma_y + jb - j^2 \sigma_x + j^3 \tau \quad (19 \cdot 10)$$

はH-Complex Numberにおけるstress functionと

呼ばれている。この誘導の過程で次の関係も求められている。

$$\begin{aligned} E_x/E_y &= \lambda_1^2 \lambda_2^2 \\ E_x/G_{xy} - 2\nu_x &= \lambda_1^2 + \lambda_2^2 \end{aligned} \quad (19 \cdot 11)$$

先生の思想はこの基本原則を基調に発展した。我々が  $j$  表示による関数  $f(z)$  を発見することができれば平面応力は容易に求まることになる。先生は著書の中で一端に荷重を受けた片持梁の曲げ、無限板に点荷重が作用する時、円孔を有する無限板などのH-stress functionを求めている。そして従来弾性論で等方性板で計算された結果 ( $\lambda_1 = \lambda_2 = 1$ ) と比較して理論の正しさを検証している。勿論、池田健教授が示した直交異方性板に円孔がある場合の結果とも全く一致するものであった。ヤコビヤン先生は自分の作り上げたH-Complex numberに関する論文を英文にまとめ、弾性学や材料力学の著者として世界的に有名なTimoshenko教授に送って批判を請われたのであった。1947年の秋、先生のお部屋を尋ねた時、紫煙に煙る部屋の片隅で、「為広君、Timoshenko教授に昨日論文の英訳を送りました。やっと一里塚を越えることができました」と述べられ、深い安堵のご様子であった。全く独創的な(19・2)式の創案から壮大なH-Complex Numberを建設されたヤコビヤン先生の業績は全く関数論一筋のご研究の賜物であるが、それが工学と結びつく所が誠に素晴らしく、それを私の拙い文章で示すのは適当ではないが、一人でも多くの人に知ってもらいたいと思って敢えて取り上げさせて戴いた。ちなみに上記で示した諸係数の一例として、繊維方向を  $y$  軸とした柁目の板では、( $E, G$  の単位は  $\text{kgf}/\text{mm}^2$ )

木種	$E_x$	$E_y$	$G_{xy}$	$\nu_x$	$\nu_y$	$\lambda_1$	$\lambda_2$
かしわ	219	582	132	0.12	0.33	1.04	0.60
赤ぶな	229	1,400	164	0.073	0.45	1.06	0.39
松	112	1,660	118	0.038	0.42	0.88	0.30

実際に我々が遭遇する板の直交異方性は単に  $E_x, E_y$  だけでなく、 $x, y$  軸方向に曲げ剛性や軸剛性の異なる船や海洋構造物のなかにも見られるが、先生の理論は純粋に結晶学的見地から進められており、斜方晶系の板に焦点が当てられていることを付記したい。

### 19・3 スペクトル

#### 1) 元賞勲局長からの難題

大学の同窓会でのことである。わがクラスの逸材である、元総理府賞勲局長の川村皓章君は、バイキング料理

を楽しみながら私に「波の粒子のorbital motionをエネルギーとして利用しない手はない」と、難問を持ち出してきたのである。彼は沖縄開発庁事務次官なども勤めたから、海洋開発にも多大の関心を示していたのは当然であった。冒頭に示した光易教授のお言葉はこの川村君の言葉をすんなりと実現するには海の波は大変に困った対象であることを示している。内心は「波のorbital motionは半潜水式の海洋作業台に十分利用してきたから、もうこれ以上のお付き合いは助けてくれー」と悲鳴を上げたい気分であった。

しかし彼の眼は日本の将来の無公害エネルギーとして何とか風波の持つポテンシャルを抽出する努力を工学を志す者は続けるべきであると語っていた。我々の学生時代には風波が確率過程にあるなどという高尚なことは学ばなかった。ただ日常の観察より、波は大変に変化が多いことを経験的に知っただけである。時代が推移してもこの事実は変わっていない。1980年代に波浪発電船『海明』が山形県の由良沖で、実船実験をした際、記録された空気出力、電流、タービンの回転数の変動はFig. 19・2の如く大変に激しいもので、東北電力は到底電力の幹線に繰り入れる訳にはいかないと宣言していた。

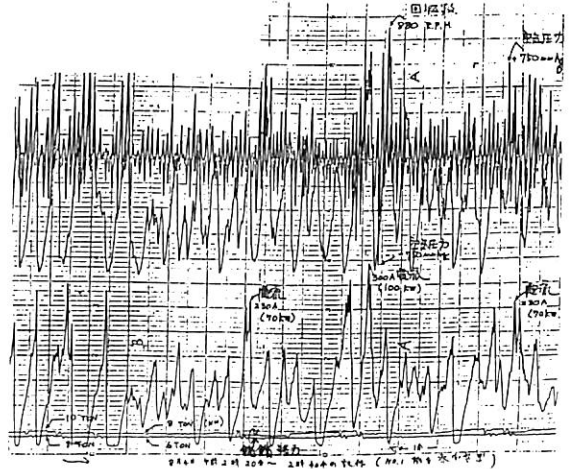
その後海洋科学技術センターは『海明』の浮室配置、経済船長の理論研究、タービンの形式の検討、空気流位相制御弁の採用などを検討して出力向上対策を行ったことが報告されている。またその成果は現在建造中のマイティホール設計に取り入れられているようだ<sup>8)</sup>。この報告によると経済的な船の長さの算出に波のスペクトルとしてJONSWAPの式が利用されたことが示されている。

ともかくも、1960年代にはとらえどころのなかった風波がスペクトルという形でまとめられるようになった。試みに手元にある造船学の書物をしらべてみると、1967年に著されたN.Muncleの教科書には船体の強度計算に関して一言もスペクトルの問題に言及していないが<sup>9)</sup>、同じ年に発刊されたJ.P.Comstockの編集になる教科書にはE.V.Lewisが船の運動に関して、スペクトルの概念を採用して丁寧に解説している<sup>10)</sup>。W.G.Priceらが船舶のDynamicsを確率論の対象として書いた書物は1974年の発行でありISSCが第6回の総会で正式に波浪スペクトルを発表したのは1976年である。発表に当たって多くの参考文献が載せられているが、光易 恒博士や合田良実博士の名前も発見することができ

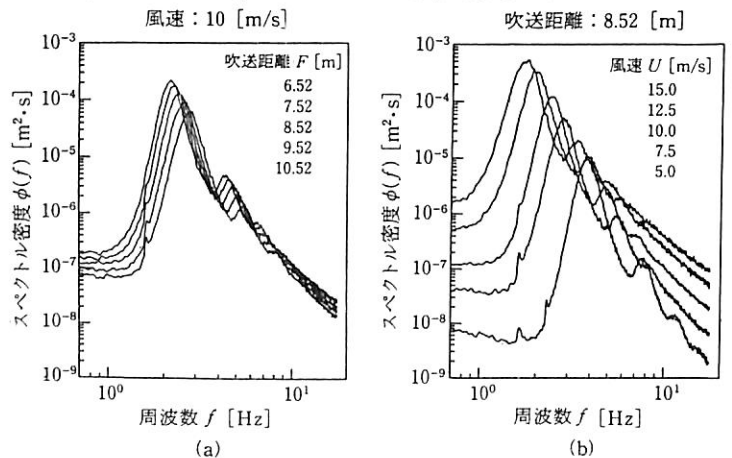
る。ISSCのスペクトルに到達するまで実に多くの海洋学者が風波のスペクトルの解明のために正にその道一筋に研鑽してきた姿を彷彿とさせるものがある。

光易博士は私の母校である旧制広島高等学校のご出身で、丹下健三、阿川弘之らとともに世界的な有名人である。1995年2月『海洋波の物理』という本を書いておられる。スペクトルの嫌いな学生にも良く判るように書かれているが、書物の中には、特に海洋波のスペクトルの解明に貢献されたO.M.Phillips, M.S.Longuet-Higgins, K.Hasselmann, H.U.Svedrup, W.H.Munkに関する逸話が挿入されているのが楽しい。本書のスペクトラムに言及した章の冒頭に次のような重要な記述がある。

『実験水槽で発達過程にある風波のスペクトルが安定した相似形を示すことを見た(Fig. 19・3)比較的安定した風が長時間吹き続いた場合には、海洋の風波のス



▲ Fig. 19・2 波浪発電船「海明」抽出電力の変動<sup>7)</sup>



▲ Fig. 19・3 風波の周波数スペクトル発達特性<sup>11)</sup>

ベクトルにおいても同様な性質が見られる。したがってこのような風波の分布形を表現する実験式を求めることが可能となり各種の理論計算や実用的な計算に対しても有用である」

これは Bretschneider-Mitsuyasu スペクトルに到達する過程の端緒となった現象を端的に示したものであるが、絶えざる実験と観察と思考の中に一途に一つことを根気良く続けることのできた人の遠観であると思う。NHK の文化セミナーで文学博士の鎌田茂雄さんは中国の書物「菜根譚」の思想を受けた佐藤一斎が

「一つのことを続けることの出来る人は天才である。死のことを考えればその時その時に充実観がなければならぬ。死を見つめれば現在の自分、現在の時間が判るはずである。仕にして学べば老いて衰えず、老いて学べば死して朽ちず」

という言葉を残していることを紹介していたが、一途に一つことをやり通した人は幸福な天才であると思う。

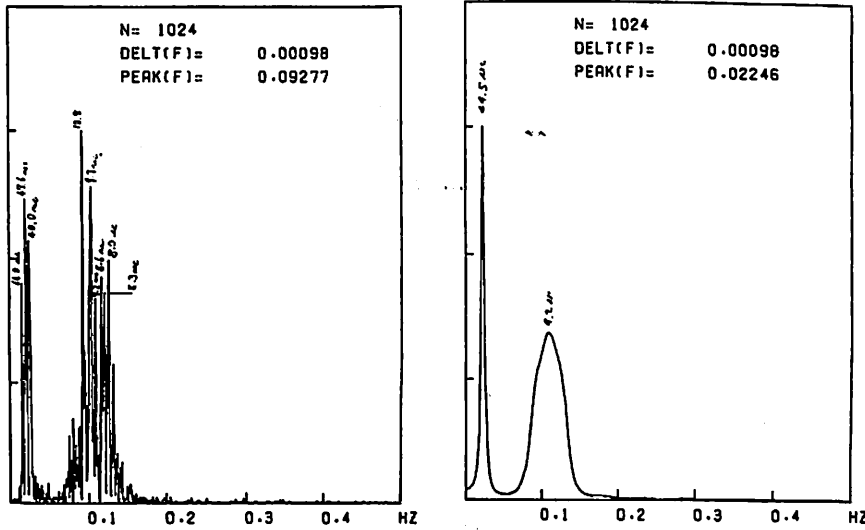
2) Semi-Subの動揺スペクトル

動揺現象をしている物体の回転エネルギーをスペクトルの形で表すと、その浮体構造物の特徴が良く判ることがある。Fig. 19・4 は日本海洋掘削機に属する第5白竜が宮古島沖で台風遭遇時の動揺データをフーリエ解析して得られた加速度を基調にスペクトルを描いたもので、b 図はウィンドウ処理をしたものである。

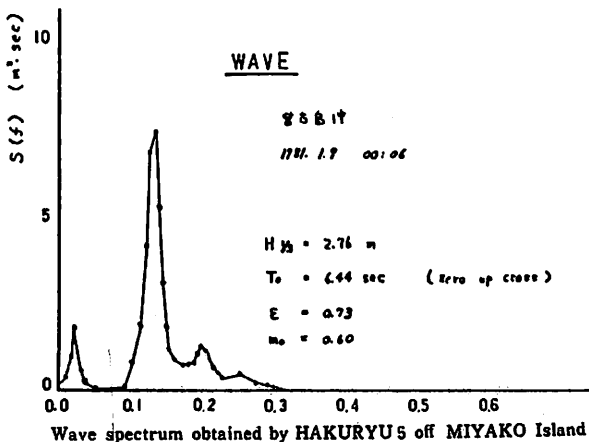
いずれのスペクトルにも動揺周波数の二つの値でピークが現れている。動揺周期に換算して  $T_w = 44.5$  秒の山は明らかに風による動揺であり、 $T_w = 9.2$  秒の山は風波によるものである<sup>12)</sup>。このことは風波のスペクトルと重ねて見れば良く理解出来る。(Fig. 19・5 参照)

この事実は 2-Lower Hull Type の Semi Sub が風

の息に容易に揺れる可能性を示唆するものである。しかしこのような現象は 4-Lower Hull Type では余り経験されていない。操業時の周期 10 秒～20 秒の波浪に対しては容易に揺れないのに拘らず、周波数の低い風(周期換算 40 秒前後)の息には比較的揺れるのはこの周波数付近での風のエネルギー密度が高いことを示している。この事実は鋼製煙突や大型クレーンの頂部での実風計測などでも確認されている<sup>12) 13)</sup>。Semi-Sub の platform はその特徴と

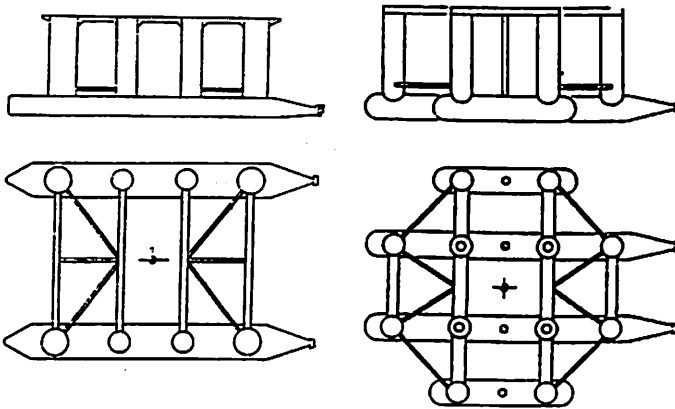


▲ Fig. 19・4 Semi-Subの動揺スペクトル<sup>11)</sup>



▲ Fig. 19・5 Semi-Subの稼働海域の波浪スペクトル<sup>11)</sup>

して水線面積が小さく復原力の絶対値が比較的小さいため動揺周期が長い。ピッチングローリングの固有周期も 50 秒前後である。したがってこのような風の息に同調する可能性を否定できない。この動揺角は小さく動揺の原因が風の息で、直ぐに消滅することを承知しているため、乗組員には「あまた揺れているな」程度の軽い感触しかないようだ。また暴風下の環境では風の息は荒いが、波浪の周期までが 50 秒前後になるのは極めてまれであるため、浮体が風と波の両方の周期に同時に同調することは考え難い。風の息に対して揺れる現象は一過性の問題と考えているが、随筆 17 で示した台風 VERA のように風の息が長時間衰えないで繰り返されることも考えられ最悪の場合浮体より乗員の離脱もあり得る。しかし巨大



▲ Fig. 19・6 (左) 2-Lower Hull Type S/S<sup>11)</sup> (第5白竜)  
(右) 4-Lower Hull Type S/S<sup>11)</sup>  
(Ocean Prospector)

川村皓章君の難題を題材に少々脱線したが、海洋開発の仕事は息が長い。それに対して人生は余りにも短い、企業はその長い波長に息があわないのが実情だ。私はわが国の沿岸の波浪エネルギーが海岸線当たりどれ程あるかを学生にも話し、大西洋の沿岸との比較も試みて将来の奮起を促したが、それを効率良く抽出することは21世紀の彼等に委ねたい。それよりも砂漠を利用した太陽光発電を利用する水の電気分解からの水素の抽出や、定常流れを期待出来る黒潮発電に期待したいのが本音であるが皓章君は納得してくれるであろうか。

(つづく)

な構造物も僅かな風の囁きに簡単に揺れる事実は大変に面白い現象であり、注目に値する。初期設計時に一考の価値があるというものだ。

スペクトルによる現象の変化の表現形式は我々に多くの教訓をもたらすものである。しかもそれを利用して確率的に現象を予測することが出来るようになったのは大変な進歩であると思う。勿論造船学や海洋構造工学もスペクトルを利用し現象を確率的にとらえることに成功して格段の進歩を遂げた。過去には輝線スペクトルやスペクトル分析しか知らなかった私自身も大きく進歩したように思う。試みにスペクトルという言葉カタカナ語辞典で引いてみると<sup>14)</sup>、

「可視光をプリズムで分光して現れる赤、橙、黄、緑、青、藍、紫などの色の色帯。またこれが光の波長の順に並ぶ所から、一般に雑多なものをその成分の波長やその他の性質によって順にならべたものをいう」

と書かれている。我々の関心はこの引用文の後半にあるようである。スペクトルを上手に描くには本項に引用した光易博士のお言葉にあるように観察こそが有力な武器である。スペクトルは我々にとってより身近な存在にならなければならない。

21世紀は我々が当面する困難な問題や複雑な問題に関して新しい表現形式が生まれなければならない。今、世界を覆う経済不況には実態の把握の表現が明瞭に示されない所に最大の不安がある。何時までも棒グラフや折れ線グラフばかりの表現形式では変化の予測が適正に行われるはずがないし、新しい発想が浮かばないと思える。

【参 考 文 献】

- 1) 光易 恒; 海洋の物理 岩波書店 1995
- 2) 小田 稔; 海洋における科学の未来 平成9年度 海洋科学技術センター報告会 1998
- 3) 科学朝日編; ノーベル賞の光と影 朝日新聞社 1987
- 4) 川村皓章; 勲章ものがたり 青雲書院 1983
- 5) 佐藤常三; 直交異方性体応力問題の新解析法 現代工学社 1948
- 6) 木村秀政, 田中祥一; 日本の名機百選 中日新聞社 1985
- 7) 増田善雄; 波浪発電船「海明」の出力試験 「海明」係留検討委員会報告資料 1979
- 8) JAMSTEC研究報告; 波力発電装置「海明」の研究開発, なつしまNo56 1981
- 9) William Muckle; Strength of Ships' Structures Edward Arnold (publishers) Ltd. 1967
- 10) Edward V. Lewis.; The Motion of Ships in waves, Principles of Naval Architecture (edited by John p. Comstock) SNAME 1967
- 11) 為広正起; 半潜水式海洋掘削装置の建造および操業実績から見た計画設計上の問題 日本造船学会論文集 第152号 1982
- 12) 塩谷正雄; 強風の性質 開発社 1979
- 13) 塩谷正雄; 暴風時における突風の横方向の構造 (中間報告) 日本大学物理研究室 1967
- 14) カタカナ語の辞典 (第2版) 小学館 1998



## ● 催物紹介

## 横浜マリタイムミュージアム

## 特別展

## 「港と船の所蔵品展2」開催

- 会 期 平成10年10月10日(土)  
～11月23日(月・祝)

- 会 場 横浜マリタイムミュージアム特別展示室

## ● 趣 旨

横浜マリタイムミュージアムは、港や船とわたしたちの暮らしとの関わりについて、学び、考える博物館として1989(平成元)年にオープンしました。開館以来、当館では博物館活動の大きな柱のひとつとして、港と船の文化を伝えるさまざまな資料の収集に努めています。今回の「港と船の所蔵品展2」では、平成4年に実施した第1回の「港と船の所蔵品展」後に収集した資料をテーマごとに展示して今後の資料収集活動へのさらなる協力を呼びかけようとするものです。

## ● 展示内容

平成4年以降に収集した資料を、「横浜港」「海運」「客船」「造船」「港の荷役」「街の中の港と船」のテーマに分けて展示します。総資料点数は約500点です。

## ● 横浜港

横浜開港のきっかけともなった黒船関係の資料、横浜港や横浜を歌ったレコード、テレビや映画でおなじみの新港ふ頭の赤レンガ倉庫のレンガや瓦、横浜港の主要輸出品だったお茶や生糸の貨物につけたラベル、横浜の観光パンフレットや明治・大正期の横浜の写真絵葉書などを展示します。

## ● 海 運

主に明治から昭和初期にかけての日本海運資料を展示します。明治初期の運航表や配船表、航路案内パンフレット、船の絵や写真の絵葉書、機関士や運転士の免状、乗組員の辞令など。カーフェリーや油タンカーの模型も展示します。

## ● 客 船

日本および外国の客船のポスター、メニュー、食器、客室用品、さらに明治から昭和にかけての北米や南米への移民資料を多数展示します。また、昭和戦前期に多数の客船の船内装飾設計を手掛けた建築家・中村順平関連資料を特別コーナーを設けて紹介します。

## ● 造 船

船の誕生ともいわれる進水式に関連した資料を中心に展示します。

進水支網切断用斧、進水記念品、進水記念絵葉書などです。

## ● 港の荷役

コンテナ船が登場するまで、広く港で使われていた荷役道具(手カギ、バイスケ、尺棒など)を展示します。こうした道具類はコンテナ化の進展によって港から消えつつあり、当館が収集に最も力をいれている資料分野です。

## ● 街の中の港と船

港や船が舞台となった映画のポスター、船のおもちゃや双六などを展示します。

## 【お問い合わせ先】

横浜マリタイムミュージアム

〒220-0012 横浜西区みなとみらい2-1-1

Tel. 045-221-0280

財団法人 帆船日本丸記念財団

海と船と人の確かな歴史を、後世に伝える

## 海の自分史、記録集

自費出版の編集・制作は専門集団にお任せを

社史、体験記録、人物伝など実績25年

よりライト、資料構成、聞き書き編集にも、

第一線の海事ジャーナリストが格安に対応

全国販売対応/海運編集の

東京都荒川区西日暮里4-14-5 (有) 海流社

〒116-0013・TEL 03-3821-9724・FAX 9722

## 巨船 NORMANDIE 罷り通る

(1)

兵頭喜明

## はじめに

—なんで今更 Normandier?—と思われる人もいるであろうが実は筆者の私もその中の一人であった。

最近この船に関するある素朴な疑問の解明に頭をつっ込んだ私は、ズルズルと船の魅力に引きずり込まれ遂にあと戻りができなくなってしまったのである。

やっぱりこの船は凄い、さすがに世界を驚倒させた空前絶後の名船である。今回あらためてその美しさ、斬新さに魅せられてしまった私は、せっかく感動したのだから、せっかく勉強したのだからその分だけでもかき留めておけばあとで何かの役にたつのではと考えついたのである。それともうひとつ、第二次大戦直前までの世界の客船黄金時代に想いを致し、当時、特に私が関心をもち今に到るものお忘れ得ない数隻の国外船をとりあげ、も一度昔を偲んでみたいという願望から敢て筆をとった次第である。

さて、ここで私は最初に述べたこの船に対する疑問の解明とは何だったのかについて説明しておく必要がある。それは、この船の船腹中央を貫いて走る巨大な空洞の存在に関する問題である。そしてこの空洞こそこの船において初めて実現することのできた甲板三層を連結して構成された大食堂の空間なのだが、この船殻構造の大きさを実感してみたいと考えた私は現実の船をこの空間

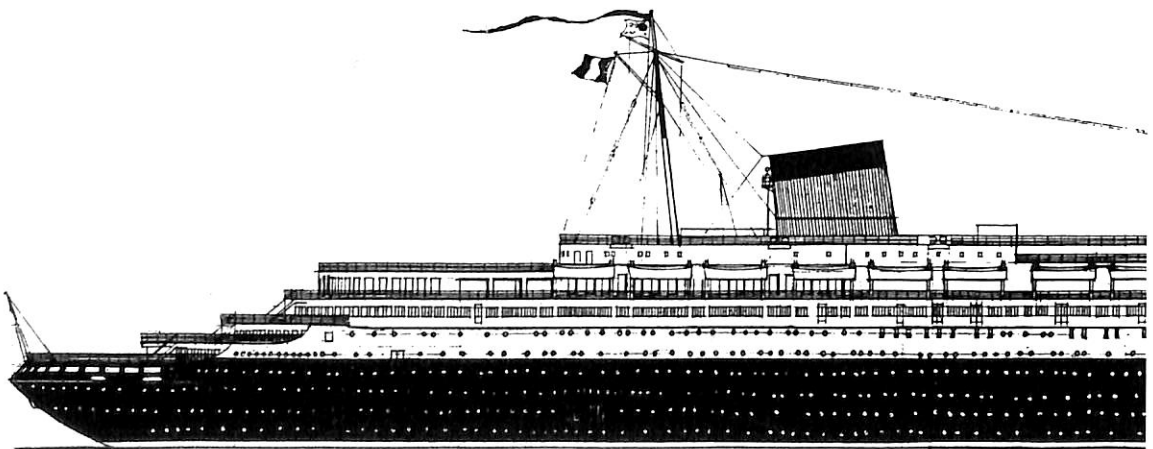
に嵌め込んでみることを思いついた、これが今回の執筆の出発点となったわけである。(図0-1)

しかしこの空間の平面型なかなか複雑で、ここにびっしり船を入渠させるわけにはとてもいかない。いちばん幅が広くて長いところを選んでいろいろやってみた結果ここにピタリ入渠させることのできたのは、かの小型客船 志ろがね丸(1938, 1,000 ㏄, 59.0 m(L)×9.5 m(B))だったということをやっと収まりがかった。(図0-2)

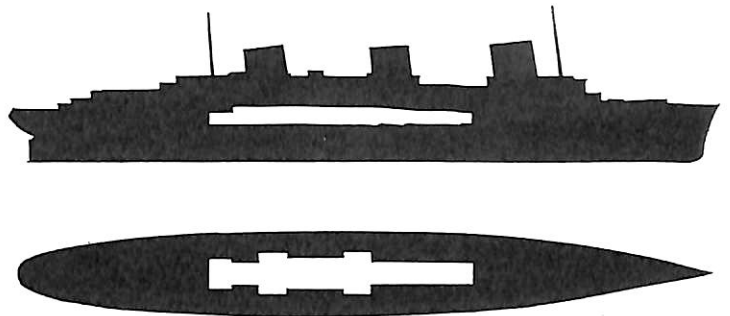
では、高さ方向についてはどうか、ということになるのだが、こちらは残念ながら最上階と煙突が邪魔になって完全にはこの空間にすべてを収容することはできなかった。しかし一応船体だけなら1,000 ㏄を丸のまま呑み込むことのできる容量をこの空間はもっていることがわかったし、その長さにおいてはエントランス部も含めると優に100 mを凌駕する空洞なることの確認もできた。

いよいよ Normandierさまのお出ましである。あたかも「下に、下にィー」の呼びわりに合わせたかの如くに小山の巨体は自信満々、貫録充分の姿で今ここに罷り出したのである。(図0-3)

この真黒の船体に洗い赤色の三本煙突をおっ立てた船



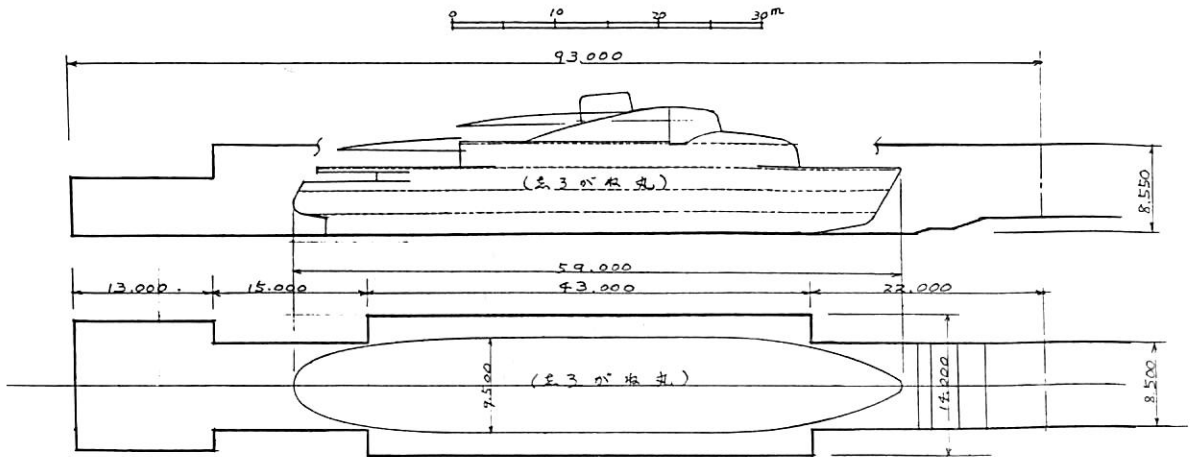
体は、80,000 94, 313 m (0A) × 36 m (B) で 1st class 848, 2nd class 670, 3rd class 454, Crew 1,345 を収容する。しかも船体構造や推進装置に独想的新機軸が盛り込まれて世界の注目を浴びながら、世に現われた大客船であるだけにこの船、一目ただけで「やっぱりコイツはハンパじゃないぞ」と誰をもスグ夢中にさせてしまう魔力もっている。この船は今を去る60数年前の1935年フランスのSaint Nazaire (サン・ナゼール) 造船所において建造された。



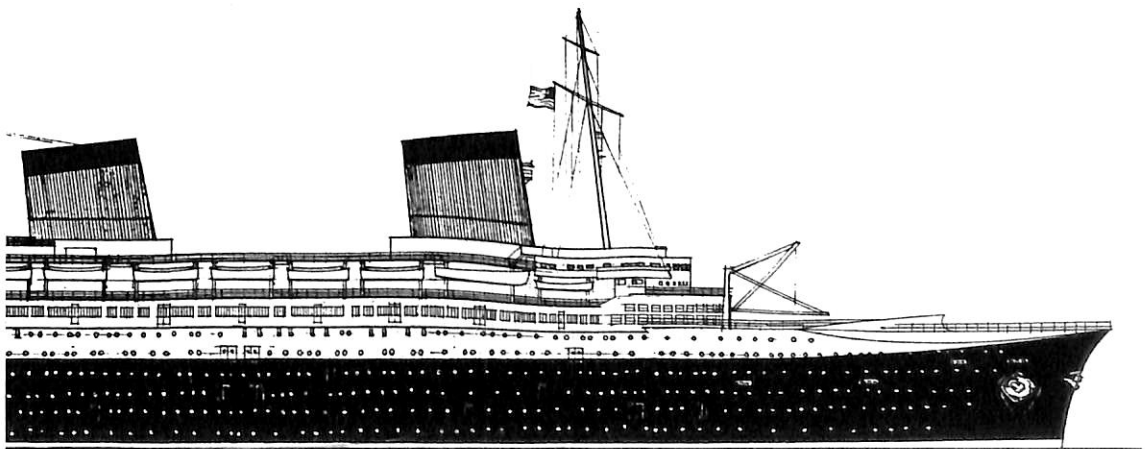
▲ 図0-3 船体芯の空洞

前檣の先端に見えるのは行先旗、本船のは星条旗、後檣 (メイン・マスト) の頂点に見える細長い旗、これぞ北大西洋を横断する客船が、スピードでその獲得に血道を上げて来た栄光のブルー・リボンそのものである。船名が鮮やかに染め抜かれているが、地色がブルーだから文字は黄色くらいであろうか? 或いは黄金かも知れない。

その下で誇らしげにはためくのが船主, French Line (フレンチ・ライン) の社旗で白地に赤というわが日章旗と一脈相通ずるところの美しい旗である。Compagnie Generale Transatlantique (コンパニ・ゼネラル・トランスアトランテック) の社名のすべてを正直に描き込んだものなのだが、文字の格好といい、字



▲ 図0-4 志ろがね丸と空洞



配りといい、如何にもオシャレでスマートである。この旗から受ける印象がそのまま Normandie の雰囲気象徴するものとして私はこの旗が大好きである。(図0-5)

### 1. 船体美の観賞

#### A-船首

この船の第一印象は何といってもネガティブ・シア－を思わせる船首の浪切り構造であろう。(図1-1)

弓なりの傾きをもった船首材の頂点と船首尖端で絞込まれた舷側外板が船首最尖端で1点に交わったその鋭い鋒先を見据えることのできる者がいるであろうか。さらに船首を超えて突っ込んで来る波浪を今や遅しと待ち受けているのが第二の陣営に控えた浪切り板(ブレイク・ウォーター)である、曲線の刃を研ぎすまして構えている姿が頼もしい。

もう一つわれわれの目に異常に感じられるのがノペラボウの船首甲板の淋しきで、甲板上の突起物は何一つなくヒソリと静まり返って無気味なくらいである。これは係船装置等の甲板機械がすべて一段下の Upper Deck に配置され、ここがその作業甲板になっているため、われわれの目に映るこの甲板は単に遮浪のための覆いに過ぎない存在と考えることができよう。

#### B-船尾

次に気になるのがカウンター型(楕円型)船尾である。クルーザー型(巡洋艦型)でないものは船じゃないといわぬばかりの当時の風潮の中、超近代船を自負するこの船がクルーザーでないのが残念で口惜しくて私はどうしても納得できなかった。ところが後年ふとした機会に入手した写真を見るに及んでそのモヤモヤは一気に氷解し、そのダイナミックな形態に恐れ入ってしまったのである。

流線曲線に沿った船尾外板は普通船底から登ってくる曲線に沿って上ひろがりに上方に延びてゆく、ところがこの船の場合 B-DECK まで登ってきた外板がここからは逆に上すばかりにかわるのである。そのショックを受けてか、この船尾の外板は甲板の縁線に沿って相当に強いナックルの線を刻み込んで船尾の形態を特に印象深いものに変えてしまった。発想の自由を貴ぶ彼の地の気風がうらやましい。(図1-2)

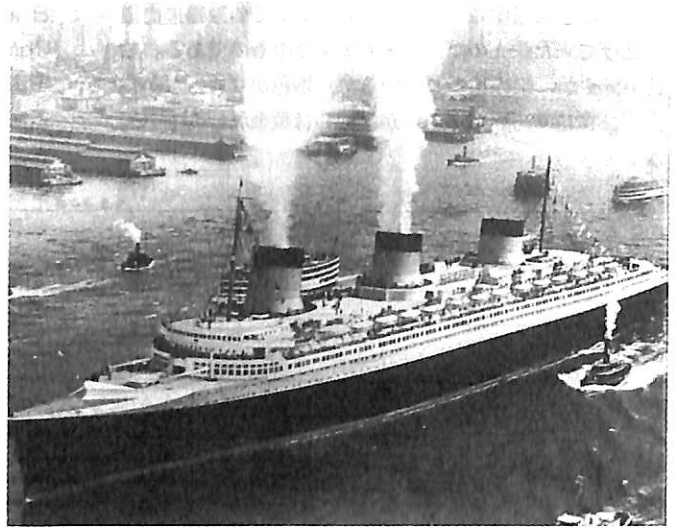
#### C-煙突

ぜいたくで写真も豊富な今の時代ではさほどの苦勞もなく理解できる船体の構造も、昔はさ

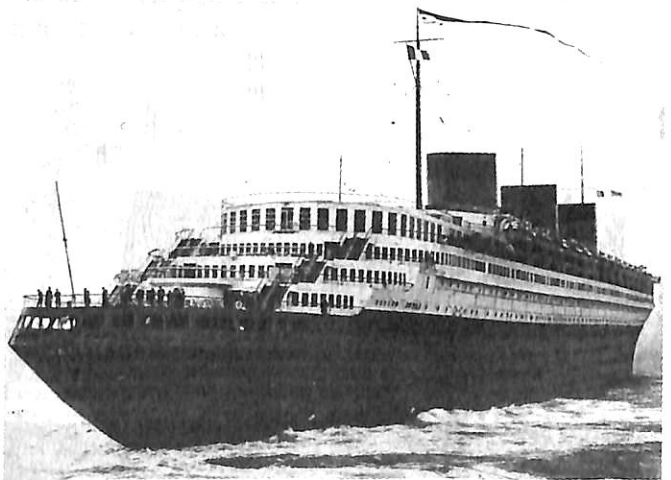
んざ苦勞して考え抜いたが遂に解決できなかったということもよくあった。その中の一つがこの船の煙突である。写真で見るときその基部が拡がっているとき、そう



▲図0-5 船主旗



▲図1-1 船首



▲図1-2 船尾

でないときがあるのである。また次の機会にとそのまま放っておいたこの問題、数多く写真を見ているうち少しずつ判ってきたようで結局、煙突を真正面から眺めたときは、その両基部に袴をはいたような出っ張りが見えること、しかしこれを真横から見たときは何の出っ張りもなく煙突の頂点から基部までただ一本の直線が降りるのみということがやっとわかった。

そのあと更に船の横断面を眺めるに及んで、これは斬新な船内配置を得んがための新しい試みなのだが、ボイラーケーシングを両舷に分けて煙突に導いてみたり、サン・デッキを超えてもなお煙突の中に入り切れなかったケーシングが煙突の相当上の方でやっと納まっているのを見たり(図1-3)、また第1と第2煙突は実際に煙を吐く生きた煙突だが、3番目のは他の2本と同じく袴まではかしてもらっているけれど、ただ飾りだけのものであることを知ったりして、ちょっと大袈裟だがシカツメらしい造船話の中に人情話が割り込んできたような結果となり結構、頭のリフレッシュに役立っておもしろかった。

さて、この樽型の3本煙突、最上甲板にデンと根をおろして大盤石の気風を漂わせる。形態引締めの主役として何とも心憎い存在である。

#### D-マスト

煙突と並んで船の放射性感覚を締めくくるこの船のマストは、あまり他船に見られぬ全く新感覚の地点に位置することから、この船の近代感覚を更に高揚させる結果となっている。それはそれでいいのだが、両檣とも著しく煙突に接近しているため、せっかくのマストの存在がやや中途半端になった感がしないでもない。せっかく太

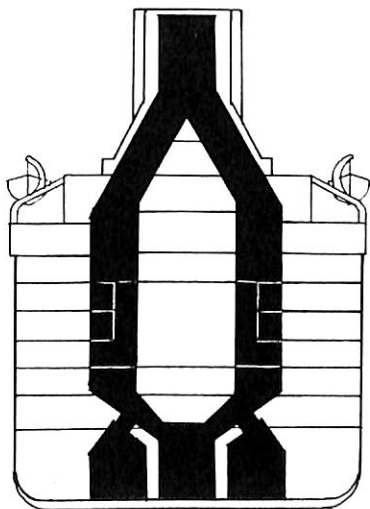
い煙突なんだからマストの径も、もう少し太目にしたら如何なものであろうか。戦後の船の象徴ともいべきかの重々しいレーダーマストに馴らされた目にはちょっと物足りないのである。

#### E-角窓

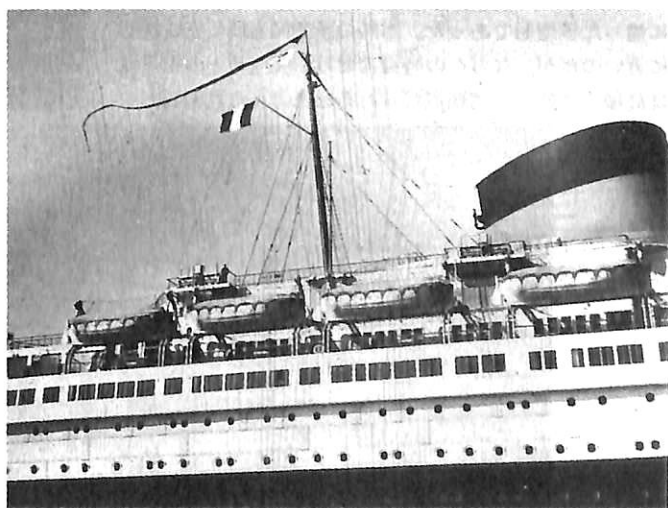
どの船にでもいえることだがプロムナードに並ぶ規則正しい窓の配列は船に節度と美しさを与える重要な要素となっている。しかもその大型窓は船ごとにそれぞれ個性あるスタイルと機能で最新式を競い合っているのだから眺める側からはそれが楽しくて耐えられないわけである。ところがこの船、外舷をピッシリ角窓で埋め尽くしてはいるのだが、その窓配置サッパリ規則正しくもどうもないのである。(図1-4)

この窓は一枚が約1,500㎜(高)×約500㎜(幅)の一枚ガラスの引き違い戸と考えられるが、更にそれらは金属枠に囲まれてそれぞれ2枚組、3枚組、4枚組の三種類のユニットになっている。それが船に取りつけられたときの並べかたに全然統一性がないといって私は怒っているのである。これはあるいはプロムナード内側の配管を優先させ窓をその空間に配置せんとしたためと考えられないこともないが、それはあまりにも常軌を逸している。

では、乱雑に並んでしまったこの船のプロムナードの外観一体どんな具合に目に映るのであろうか。驚いたことにそれがスッカリ、スマートなのである。窓の不規則による白黒の縦縞模様がかえって新鮮でシャレたパターンを創造してくれてしまった。もしこれが最初からこの面白い効果を見越して計画されたデザインだったとしたら私は是非一度そのデザイナーの龍顔を拝ませてもらいたいものである。



▲ 図1-3 船体断面



▲ 図1-4 角窓

近頃巷に見る商品に付けられたバーコードのパターンに私は興の醒めたニガ笑いを禁じ得ない。この美しい窓のイメージをそれがぶっ壊してしまったからである。

F-救命艇

この船の乗客と乗組員の総計は3,317名である。それだけの人数を収容する救命艇なのだからこのような隻数になるのであろう。しかもそのほとんどが親子式なので救命艇の総数は実に56隻ということになる。これだけあれば“タイタニック”にはなるまい。

最新鋭のグラビティダビットが建ち並び、粋な三本ロッドのハンドレールがその基部を飾るボートデッキはまさに機構美の極である。この親子型救命艇(Nested Boat)ダビットの作動要領、私は今回初めて知って珍しかった。一般型と共にここに紹介しておく。(図1-5)

親子式のもの副艇は重なる格好で親艇に潜り込む、外見ですでに副艇の上辺が親艇の上部に盛り上って見えることから容易に二重収納の様子を伺い知ることができる。

G-完成予想図(図1-6)

昭和8年(1933)の少年倶楽部には「列国最新優秀船写真帳」なる別冊付録がついた。最後のページに建造中の船としてNormandieとQueen Marryが紹介されている。前者のものは完成予想図だが、後者は船体を真白に塗った模型船であった。本船の予想図も既に完成状態に近いのだが、なおこの時点における完成時との相異点は最後まで残った問題点だったものと考えられ興味ある

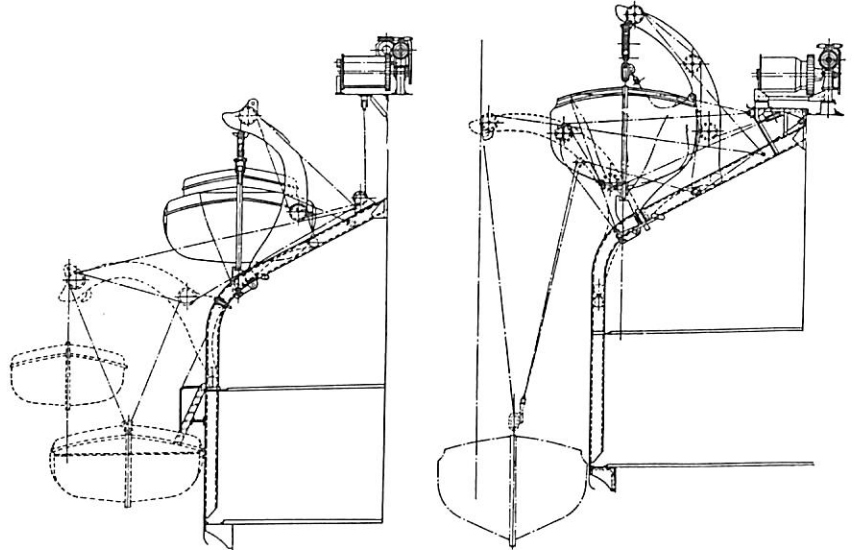
事項なのでそれらをここに拾ってみることにする。

a. 煙突基部

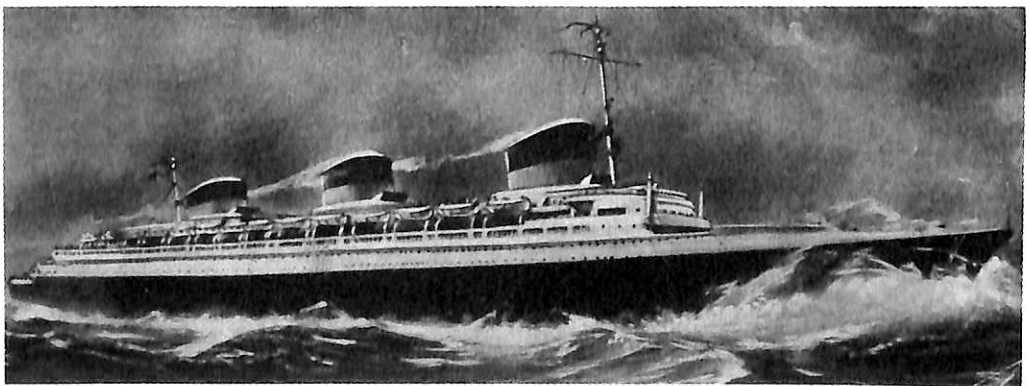
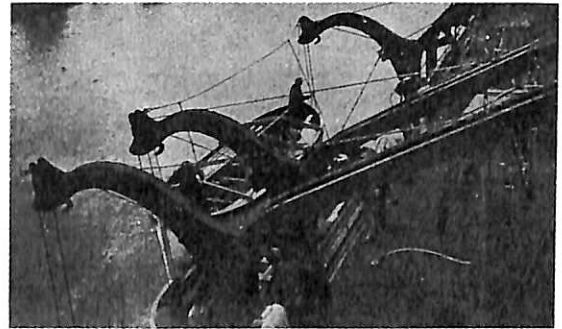
大きい箱型の土台が敷かれた上に直接煙突が据えられて基部の拡がりはまだ計画されていない。

b. 新鮮空気取入口

完成状態では第2煙突土台前方の一角のみだが計画ではすべての煙突に取付くことになっていた模様である。



▲ 図1-5 救命艇



▲ 図1-6 完成予想図

c. ウィンター・ガーデン

プロムナードのフロントは眺望豊かなことから大型窓を配し、展望ベランダ的空間として用いられる。しかし場所が場所だけに風浪の影響甚だしく、せっかくの窓をあとなになって鉄板で潰してしまう例さえ見られた。この船は高速を第一としたため、その辺を充分考えたのであろう、絵で見るとおり初めは鉄板張りにする計画だったようである。しかしこの絵の様子何かアヤフヤで自信なげである。このあと最後の決断として大型角窓にふみ切ったわけなのだが、あの船首のブレイク・ウォーターに波浪防御の一切を委ねてしまったのであろうか。なお、心もとなさを拭いきれない。

d. マスト

大空にもその航跡を残さんと欲してか、その両端に水平の角を持つ念の入ったデザインのマストが描かれているが、これは採用されなかった。残念である。

2. 推進装置

A-タービン, 発電, 電気モーター

蒸気タービンの推進装置は、先ずボイラー内での重油の燃焼によってつくられた蒸気を羽根車を内蔵する密室中に吹き込むと車は凄い速さで回転を始める。この軸と推進器の軸とは連動するようになっているが、この回転速度ではあまりにも速過ぎて船の推進用には不向きのため両軸の接合点に歯車室を設け、歯車の組合せによって回転数を自由に調整できるような機構が組み込まれている。

しかし回転速度を調整するという事は機械のもつ本来の性能を削減することにほかならず、このような方式

での船への適用は熱効率の点からもなお一考の余地があるということは既に明らかにされているところである。

もともとタービンとは「ガス、水蒸気、水などの作動流体を羽根車に作用させて機械的エネルギーを得る原動機」と定義されており、タービン本来の使命は機械的エネルギーを得るための装置であった。

そうときまれば、タービンを性能一杯に回転させて、もっとも能率的にふんだんに電気エネルギーを作ろうじゃないかというのがNormandieの推進装置の発想であろう。

一方、船の操縦性、就中推進装置の操機性能は電気モーターをもって最適とする。電気モーターは変圧器の操作によって自由にその速度を調節できることわれわれ日常生活の中に見聞きするとおりである。しかも騒音皆無の機関であることも客船として最大の魅力であることはいうまでもなく、この船の電気推進装置の採用は当然の成り行きだったということができよう。

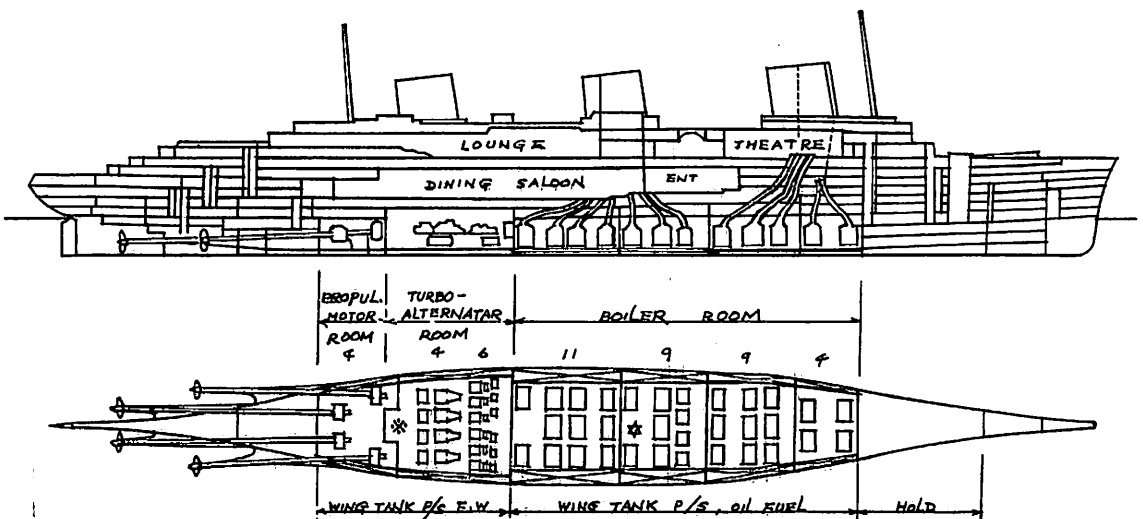
B-ボイラーおよび機関室配置

以上の装置が本船に納められている状態を示したのが(図2-1)である。4区画のボイラー室には合計29個のボイラーが据えられ、それらの煙道は両舷のケーシングに分かれて第1、第2煙突に到る。

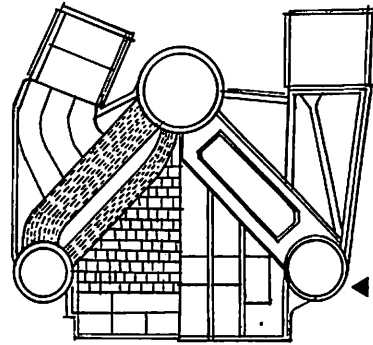
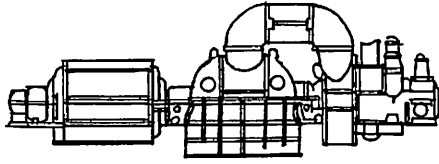
発電室には4台の主力発電機と6台の補助発電機がある。恐らくこの4台が推進モーター用のものであろう。

ボイラーと発電機の外観図を示しておいた。これだけでは「象を撫でた盲人の言」にもなりかねないが、まあこんな格好をしたものだそうである。(図2-2)

以上、機関関係については門外漢の私だが興味に釣られて綴ってみた、間違いなければ幸いである。



▲ 図2-1 機関部配置



◀ 図 2-2

(☆) MAIN WATER-TUBE BOILER

### 3. 処女航海, 走航

4基のターボ交流発電機の毎分2,430回転によって得られた30,900kWの電力が、4基の推進用発電機に分配されて船尾のプロペラを廻すという、そのNormandieがいよいよニューヨークに向けて母港ル・アブルを出発し処女航海の途についたのは1935年(昭和10)5月29日のことであった。

一時は経済恐慌による資金面のゆき詰まりで建造中止まで囁かれたこの船ではあったが、国民の絶大なる激励によって遂に完成に漕ぎつけることができたのであった。

その期待に背かずこの航海は、ニューヨークへの往航4日13時間50分、平均速力28.9knでみごとブルー・リボンを奪取してしまった。さらに復航では4日3時間28分、平均速力30.31knを記録した。

ちょうどその頃、ニューヨークからの帰りのNormandieにプリマス港から乗船ル・アブルまでの海峡横断の6時間を船上で過ごしたという乗船体験者(平井好一氏・日本旅客船協会)の記事を「世界の艦船」No.240誌上で発見した。転用させていただくことにする。

「乗船中の6時間、船内隈なく見て廻った。その豪華さ

には感嘆したが船体後半部で振動の激烈なものにも驚いた、船室に戻ってみるとスーツケースが始め置いた反対側の壁でなおブルブル震えていた」と述べられると同時にこの船のプロペラについて、さきにさるドイツの水槽試験の権威が現在のものでは必らずや不具合な結果が生まれてくるであろうことを予言し、その改良型を推奨されていたという事実も述べられている。今にして思えばこの旧型、新型こそ、そのまま3枚羽根、4枚羽根を指すものと考えられ、4枚になって振動はピタリと止まったと聞かされている。

さて、これだけのぜいたくな推進装置をもち更に異様なバルバスパウ(最初は筆者も印象悪かった)までつけたこの船の走航上の優位性とは、はたして如何なものだったのであろうか? 「客船・昔と今」で著者 野間 恒氏は「処女航海で平均30ノットを出してブルー・リボン・ホルダーとなった本船で特筆すべきは燃料消費量の節減である。すなわち29knで走航時の重油消費量がイル・ド・フランス(1926, 42,000%, 主機-減速歯車つきタービン)の23.5kn走行時のものと同量であった」と述べられている。蓋し期待に背かぬ大成果と賞讃すべきところである。(つづく)

## 船 体 構 造 設 計

近畿大学工学部教授・工学博士 関野正己 著

B5判/本文240頁/定価12,230円 千380円

本書は船体構造を設計するに当たって、考慮すべき要件を懇切丁寧に述べた設計指導書である。

内容は総論で設計手順・合理化・材料・重量・精度等の実務と考え方を述べ、基礎論では強度理論と部材の設

計法、振り・撓み・振動等との関係を詳述している。

応用論では全体設計・縦強度・振り強度と、具体的な部材の詳細な設計法を示している。

船体構造設計の実務者および他部門の船舶設計者にも好適な解説書として好評発売中である。

● 株式会社 船舶技術協会 千104-0033 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル 振替 東京3-70438 ●



## ● 海外製品紹介

● 新型改良インマルサット-C  
GMDSS 装置

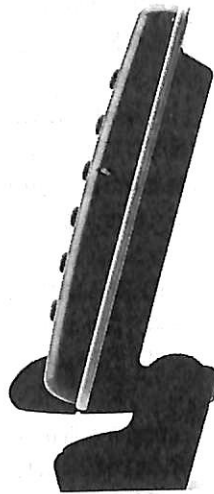
デンマークの Thrane & Thrane A/S で新しい Capsat<sup>®</sup> GMDSS 装置を発売した。

このシステムは従来のもより総合されコンパクトなものである。小型でスリムな TT-3606 E メッセージ端末がこの新システムを非常にコンパクトなものにしている。

端末装置は船が必要とする世界中の通信に対して信頼性のあるものである。

メッセージ端末は 10.4 インチのカラー高解像度の TFT フラットパネル表示装置で成立している。光センサは日夜にわたり最適の作業状態を確保する。

極端にコンパクトな設計なので、GMDSS 装置は場所が限られたところにも容易に装備出来る完全な通信装置である。



▲ インマルサット-C GMDSS (上) は側面

メッセージは船からどの国の telex や e-mail, Fax ないしコンピュータ (PSDN) にも送られる。

e-mail 経由の伝達能力は、デジタルの映像や図面を送信可能である。

この新 GMDSS 装置は 4 月 20 日のインマルサット承認であり、CN 114 に準拠して承認された 2 番目の Thrane & Thrane 装置である。

また GMDSS 装置はユーザーに Safety NET や Fleet NET のような EGC サービスを提供する。

〔お問い合わせ先〕

Thrane & Thrane A/S,  
Anette Sander Christoffersen  
Tel. +45-39-558800, Fax. +45-39-558888  
E-mail: Sales @ tt. dk

## ● Autronica の火災警報装置

Autronica AS 社は相互式自己検査式の火災警報装置 — “AutroSafe Self Verify” — を船用として開発した。

このシステムは安全保証とコストダウンに新生面を開くものである。デジタル技術によって形状の柔軟性、最適の発見、フェールセーフの作動および対応のすぐれた能力を保証している。またこのシステムは — 煙と温度の検知を兼備した新しい火災探知の分野を包含するものである。

“AutroSafe Self Verify” は注意深く自己テストが行える世界でも初めてのものである。それでテストガスないし煙を省略し、各検知器は自動的にそれぞれ試験を毎日実施し、その感度と発見能力を立証する。これは日常ないし定期保守を省略することでランニングコストを節約する画期的なものである。ほとんどの専門的警報装置は少なくとも年 1 回検査し、臨界作業はしばしば実施される。

Autronica の製品は大概の船用警報装置の生涯コス

## ● 初のエコロジカル防汚塗料

## 「BIOMARINE」

船の艇体には生物が付着する傾向があり、これが船の減速・燃料費用の増加に関係し、重量や、最終的には船の安全問題に発展することがある。防汚塗料は、これらの生物から船底を保護する塗料である。

国際海洋研究所 (MONOPOL /モノポル塗料グループ) によって研究開発されたBIOMARINEは、組成中に重金属、有毒物質、シリコンを含まない、環境保護と船底保護を同時に実現する画期的な防汚塗料であり、これは、光沢と、きわめてすぐれた帯電防止性を兼ね備えたポリマーで、特殊なアクリル樹脂系素材を原料とし、非常に精巧な製造工程を経て製造される。

また、BIOMARINEは従来の製品と違い、微生物に毒害を与えたり、殺したりすることなく、これらを排除できるので海洋動植物を保護しつつ船底を清潔に維持することができる。

BIOMARINEの塗布は、スチール、鋳鉄、アルミニウム、ポリエステル、木、亜鉛メッキ鋼板、コンクリート等、あらゆるタイプの表面に可能である。

耐久性も現在の平均レベルを2～3倍上まわっており、BIOMARINEは、商船、プレジャーボート、海軍船艇、いずれにも使用可能である。ヨット用には安全を考えて蛍光色も用意されている。

BIOMARINEはフランス国の名で、国際特許登録 (DGA/DCN 9500872) されており、ライセンス使用許可 (製造・販売) は、国際海洋研究所のみにあたえられている。

モノポルグループでは、輸入・販売代理店を探している。



▲ 船用火災警報装置

トを根本的に節約させるものである。

本装置は検知器の分布情報の革新的発達を通じ検知能力のレベルを向上させている。新システムはLON (Local Operating Network) へのインターフェースのデジタル技術に基づいている。

これは従来のアナログの装置のものより70%の電線重量で済む。更なるネットワークプロトコルは極端に頑丈である。また従来のネットワークを使い、その数分の1の費用でグレードアップが図れる。

システムの要素にはそれ自身のプロセッサが入っていて、有名なDYFI (Dynamic filtering process) の技術を各検知器に持たせ、中央制御にはしていない。

このアルゴリズムは誤差動の70%を消去することを実証した。

新しい相互式マルチセンサは信頼性を増し、保守費用を急激に減少させた。

〔お問い合わせ先〕

Signar Kulseth  
Autronica AS  
N-7005 Trondheim, NORWAY  
Phone: +47-73581000, Fax.: +47-73919490

〔お問い合わせ先〕

OXALIS/MONOPOL Group  
Mr. Gérard Florsch  
44, route de Libourne 33670 Cursan France,  
Tel. (33-5) 56-23-37-41, Fax. (33-5) 56-23-30-53  
E-mail GFLORSCH @ compuserve.com

# 船舶電子航法ノート (250)

木村 小一

## A・8・2・4 リアルタイムキネマティックとその受信機 (つづき)

一二のその他の試験結果を示すと図3は移動受信機が静止状態で200秒ごと(図の水平軸はGPS時間を秒で表しているので、200秒は水平軸の半目盛り)に初期状態にリセットしたときの位置誤差の変化を示しており、ほぼ200秒で水平位置は10cm以下に収束していることが分かる。また、図4は移動局が移動後3分間停止して測定したときの3次元の位置の誤差を示している。

これらをまとめると、RT-20の浮動解のよりよい性質は、アンビギュエティの固定解によって出会う基線長の限界を克服し、短いから長い基線への継ぎ目なしの移り変わりを提供することができる。

こうして、NovAtel社のRTK用のGPS受信機RT-20は開発の当初はアンビギュエティの固定解を目指して、それは可能であったが、その安定性の点から浮動解によるものとして、次のような用途に使用できる受信機

となった：ロボットの誘導、農業用の精密誘導、高精度の地球上の移動、高精度の探鉱、重量機械の衝突の防止システム、コンテナの追跡システム、トラックの誘導警報システム、地震探査測定、地図情報システム(GIS)と測量、水路測量と浚渫、地滑りの監視。

以上述べたように、RT-20の浮動解が、その限界の多くを克服すると同時に、その問題の最小化の方法で

あるとNovAtel社は主張をして、L1の浮動解とL1の固定解の各種の利点と欠点を表1のようにまとめている。

以上のRT-20のアンビギュエティの浮動解をより精度のよい固定解に変えた新しいRTKシステムを求めるには、電離層誤差の補正が重要で、これはNovAtelによって導入された2周波数機能の利点をとることとなった。その他のこの新システムの開発に当たってはRT-20の長所(安定なこと、位置出力の頻度が高いこと、適度なデータ回線の要求と使用の容易さ)がそのまま残され、

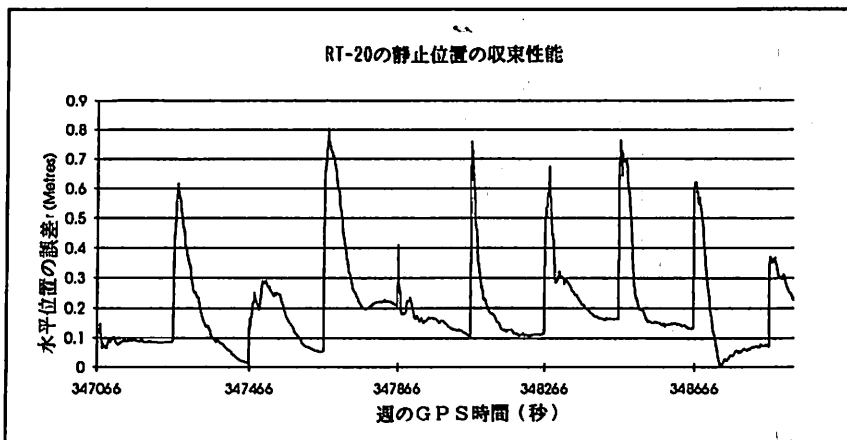


図3 静止測位性能の例

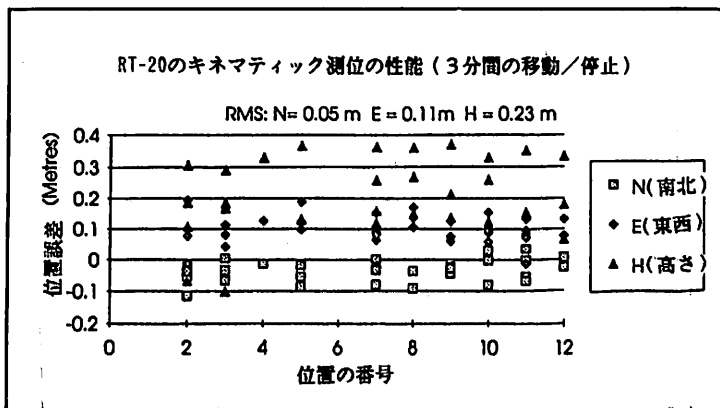


図4 3分間のストップアンドゴーの測位誤差

表1 RT-20のアンビギュィティの浮動解と固定解の長所と短所

RT-20のL1の浮動解	RT-20のL1の固定解
<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常に収束する</li> <li>・常に位置を与える</li> <li>・CPUとRAMが厳しくない</li> <li>・統計的に適度な精度</li> <li>・安定な動作</li> <li>・短基線から長基線間で安定な動作</li> <li>・低価格なプラットフォーム用</li> </ul> <p>欠点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・代表的にはデシメートルレベルの精度</li> </ul>	<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・短基線でセンチメートルのレベルの精度</li> </ul> <p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・悪い答を取りやすい</li> <li>・答えが正しいことを知りにくい</li> <li>・必要とするCPUとRAMの要求が過大</li> <li>・長基線では機能しにくい</li> <li>・良い位置を得るには同期外れのときを含めて時間がかかる</li> <li>・運用上の制約がある</li> </ul>

更に、新しい技術の追加が含まれることになった。すなわち、それらは初期化時間の高速化、精度の改善と使用可能な基線長の範囲の拡大のための2周波数のアルゴリズムの追加である。このシステムは新しくRT-2と呼ばれ、2周波数のGPS受信機でL1とL2の観測値が短基線におけるアンビギュィティの固定解の決定と、より長基線での電離層効果の減少が使用されている。すべての処理は基準局と移動受信機の基盤で行われる。初期化は移動または静止中のどちらかでなされる。安定さ、使用の容易さと変化する基線長機能を保つために、RT-2は解の状態と基線長によっていくつかの別の推定子と測定値の型式を使用する。効率的で丈夫なフォーマットが2周波数の基地局の送信用に具体化され、RT-20の基地局の観測値の予測と運動検出アルゴリズムはL2の観測値を含むために拡張された。これらの特長とともに、4Hzでのセンチメートルレベルの位置の作製とともに、適切なデータ回線の使用がなお可能である。定格測定値の精度は2cmよりも良好で、基地局の観測値の予測は小さい精度の劣化で、基地局のメッセージの送信率よりも高いレートで短いデータのない時間での位置の更新が可能である。より長い基線長への移り変わりは穏やかであり、そのときの収束時間は徐々に増加し、精度は徐々に減少する。

このシステムは使用が容易なように設計された。基地局へのデータ回線が設定されるとすぐに、移動受信機は

\*J.B.Neumann, A Manzt, J.Ford & O.Mulyk (NovAtel): Test Results from New 2cm Real Time Kinematic GPS Positioning System, Proc. of ION GPS-1996

簡単な形の一つのコマンドを使用し、受信機は自動的にRT-2のモードになる。現在の位置の精度を示す標準偏差値とともに NovAtelの位置の記録器に短いデータなしの時間のRT-2の位置が受信される。移動受信機がその動作としてストップアンドゴーをするには何も追加のコマンドを入れることはない。以下に述べる各種のモードと推定法はすべて明らかだろう。より興味のある利用者はまた静止とキネマティックモードの選択、短いデータのない時間の位置よりもむしろ整合位置の受信の選択、整数値のアンビギュィティ関数の決定、既知の基線からの初期化もできる。しかしながら、これらの機能は完全に別注文による。

RT-2システムは基地局の受信機と移動局の受信機から構成されている。基地局の受信機はその観測値をRTCAの7型専用のメッセージ(NovAtelに特定)にパッケージし、それらを移動受信機に送る。メッセージのフォーマットはL1とL2の擬似距離と搬送波位相の観測値を一つのメッセージ、それは140+92Nビットで、Nは追跡している衛星数に整合するように各種の観測値の冗長度を使用する。利用者はそれを希望するならば、衛星の数を制限でき、それらはその後仰角によって選定される。メッセージはまた12+8Nの予備のビットを含み、それは将来フレキシブルに使用できる。処理の残りは移動受信機で行われる。

このシステムの利用者は全く多種多様であると期待される。位置の出力のデータなしの時間はあるものに対しては、大きな考察がなされるであろうし、他に対しては、精度がそれらの関心事に対して優勢になるかも知れない。あるものは非常に短基線でのみ動作されるかも知れず、他のものは数十センチメートルまで、またはそれ以上の基線に拡張するようになるかも知れない。この理由から、このシステムはいくつかの基線とアンビギュィティの推定子を含んでいる。図5は移動受信機におけるこの測位システムの非常に簡単なブロック図である。この推定子は二つの流れ、すなわち、データなしの短い空白時間の流れと測定値整合の流れに分けることができる。測定値の組が移動受信機でとられるときはいつでも、データなしの短い時間の推定子はその基準時間における基地局の観測値の予測を行い、データ回線のボーレートに関係なしに約100msの代表的なデータなしの時間を持つ位置の推定値を与えるためにそれらを移動受信機の観測値と組み合わせる。利用者が動いていても、RMSの位置誤差

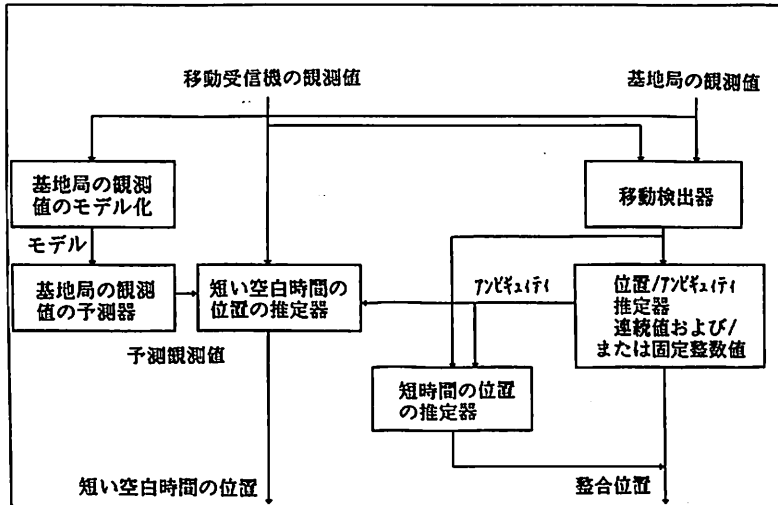


図5 RT-2の移動局の測位のブロック図

は短基線で1~2cmである(メッセージは1~2秒ごとに送ることができる)と仮定し、合理的なよい幾何学を仮定する)。整合推定子はその基準時間に達するまで基地局の観測値に対して待ち、遅延を与えるが、より正確な位置が推定される。この整合と短い空白時間の推定子は二つの別のタスクでランをし、それで短い空白時間の位置の出力は遅延することはない。

データなしの短い時間の基線は簡単な3状態(ECEF(地心原点の地球固定の直交座標系)のXYZ)のカルマンフィルタを使用して推定される。速度のモデル化よりはむしろ、このフィルタは各基線の推定で再初期化される。その位置には平滑化はなされなかった。主要な入力、衛星の位置、予測した基地局の観測値、現在の移動局の観測値と1組のアンビギュイティで、それは整合の流れの中で推定される。これらのアンビギュイティはその時点でえられる最良で、連続値または固定の整数値である。

観測値は1組の3状態のカルマンフィルタを使用して予測され、それはL1の搬送波位相の観測値とその速度と加速度をモデル化する。これらの状態は将来の基準時間の基地局の観測値を予測するのに使用される。このL1の状態はまたL2の予測にも使用される。フィルタは基地局で追跡した各衛星に対して保たれる。残差が計算され、二重差の基準衛星を選定し、それらの精度による各種の観測値の重み付けをし、正確な標準偏差値を出力するために基線の推定子の中で使用される。

この整合観測値の処理は一連の関数を作る整合の流れの中で行われる。主要な関数は1) 運動の形成、2) アンビギュイティの推定、3) 位置の推定、4) インテグ

リティ監視の形成である。

測位における搬送波位相の観測値の使用の利点は、擬似距離で測定できるよりも大きくより精度よくその測定ができるという事実にある。不幸にも、それにはアンビギュイティの測定であり、追跡の最初における利用者と衛星の間の全搬送波位相のサイクル数がわからず、推定しなければならない。この推定値は(RT-20システムのように)連続値の形でできるか、整数のアンビギュイティ値の最良の組合わせを推定することができる。後者は整数値のアンビギュイティ解決として知られている。これは1周波数(L1のみ)または

2周波数(L1とL2)のデータの何れかですることが周波数の余分な情報が解の速度と信頼度を大きく増加する。

RT-20で使用された連続値のアンビギュイティと基線の推定子は、L1の観測値に加えてL2の観測値の使用に拡張される。この推定子はカルマンフィルタの中の状態として基線の成分とアンビギュイティの値の両方をモデル化される。これは移動受信機の位置の推定値は基地局の位置と基線の推定値から直接求められ、この推定子は整数値のアンビギュイティを解決するのに先立って位置の推定値を与えるアンビギュイティを探す空間を初期化し、固定整数値基線の推定値を監視し、電離層に関係のない観測値を使用したより長い基線での位置の推定値を作るのに使用される。固定整数値のアンビギュイティと基線の推定子は、短と中の基線長の一次の位置の推定値として使用される。基線の簡易推定子もまた4秒間隔にセットされた世紀の更新間のキネマティックモードの整合位置を与えるようにランをする。それは最新のアンビギュイティの組と最新の観測値を、三つの基線の成分を推定するのに使用される。推定値の整合の流れにはまた移動する検出器も含まれ、それで、最良の使用は受信機への停止と移動のコマンドを静止で入れることかも知れない。移動検出器は基地局の観測値の組が受信されるときはいつでもランをする。それは2cm/sより大きい動きを検出する。正規の動作状態では貧弱なカバレッジと幾何学の状態でのみ誤警報を作る。利用者はまた好むならばこのシステムに静止またはキネマティックのモードを手動で規定することもできる。基線の推定子は観測値の二重差機構を使用する。

L1とL2の二つの周波数の利用が可能となき、そのような受信機の観測値はいろいろな方法で使用が可能である。それらの観測値は別々に使用でき、また別々にアンビギュイティを解くことができるが、またそれらを組合わせてアンビギュイティを持った線形の組合わせを作ることできる。L1とL2の両方の観測値を使用したある共通の線形の組合わせをすると、それらは広幅レーン、狭幅レーンと電離層誤差補正済みの観測値となる。それらは次の通りである。

$$\text{広幅レーン: } \Phi_{WL} = \Phi_{L1} - \Phi_{L2}$$

このときの雑音とマルチパスによる誤差は広幅レーンのサイクルの中の $\sigma_{L1}^2 - \sigma_{L2}^2$ の分散とともに、広幅レーンのサイクルの中で $\epsilon_{L1} - \epsilon_{L2}$ である。

ここで、 $\Phi_{L1}$ と $\Phi_{L2}$ はそれぞれL1とL2の搬送波位相の観測値、 $\epsilon_{L1}$ と $\epsilon_{L2}$ は雑音とマルチパスによるL1とL2の搬送波位相の観測値の誤差、 $\sigma_{L1}$ と $\sigma_{L2}$ はこれらの誤差の標準偏差である。

$\sigma_{L1}$ と $\sigma_{L2}$ が0.05サイクル(それぞれ、約0.85と1.2 m)ならば、 $\sigma_{WL}$ は $0.0707 \times$ 広幅レーンの波長(86 cm)で、距離の測定値として使用したときは約6 cmである。

整数の広幅レーン値は約85 cmであり、この広幅の間隔はアンビギュイティの探索過程を容易にするが、誤差の大きさにより広幅の位置の精度を劣化する。

$$\text{狭幅レーン: } \Phi_{NL} = \Phi_{L1} + \Phi_{L2}$$

雑音とマルチパスによるこの誤差は狭幅レーンのサイクル)<sup>2</sup>の中の $\sigma_{L1}^2 + \sigma_{L2}^2$ の分散とともに、狭幅レーンのサイクルの中で $\epsilon_{L1} + \epsilon_{L2}$ で、 $\sigma_{L1}$ と $\sigma_{L2}$ が0.05サイクルならば、 $\sigma_{NL}$ は $0.0707 \times$ 狭幅レーンのサイクル(11 cm)で、約0.78 cmである。

整数の狭幅レーン値は約11 cmごとである。これはそのアンビギュイティの探索を困難にするが、それは一度決定されれば正確な位置を決定できることになる。

電離層誤差の除去は、

$$\Phi_{\text{iono-free}} = 2.546 \Phi_{L1} - 1.984 \Phi_{L2}$$

雑音とマルチパスによるこのときの誤差は電離層誤差のないサイクルの中で $2.546 \epsilon_{L1} - 1.984 \epsilon_{L2}$ であり、その分散は電離層誤差のないサイクルの中で、

$$(2.546)^2 \sigma_{L1}^2 + (1.984)^2 \sigma_{L2}^2 \text{ である。}$$

$\sigma_{L1}$ と $\sigma_{L2}$ が0.05サイクル(それぞれ約0.85 cmと1.2 cm)ならば、 $\sigma_{WL}$ は $0.161 \times$ 電離層のないサイクルで、約3.07 cmである。

この組合わせでは電離層の影響のない観測値を作るが、雑音とマルチパスによる誤差が増加をする。この増加した誤差によって、この組合わせはより長い基線でのみ使用されるようになる。

二重差は各種のL1とL2の組合わせのどれにでも形成することができる。

このRT2システムで10 km以下の基線長では広幅レーンの整数値のアンビギュイティ解決は固定整数探索技術を使用して最初になされている。この探索方法はカルマンフィルタによる方法であり、広幅から狭幅レーンへのアンビギュイティへの移し換えは、それが信頼できるようになったあとすぐに生じる。狭幅レーンの位置の解はそのあと利用者に対する主たる出力として使用されるようになる。L1のみの整数値のアンビギュイティの推定も、L2の信号が受信不能になり、一方でL1の信号はなお追跡されていれば使用することができるように保持されている。広幅レーンと狭幅レーンのアンビギュイティが知られているときはL1とL2の個々のアンビギュイティは直接計算できるようになる。

整数値にアンビギュイティを推定するために必要な時間は固定整数値にアンビギュイティを求めるシステムでは常に興味のある問題である。もしも、それに対応する信頼性のレベルが示されていないければ、解の速度は非常に小さいことを意味することが規定される。これらは解の速度と信頼性の両方に大きく影響することができる。この解の速度とマルチパス環境と基線長のような信頼性のレベルの規定に必要な運用状態の一般的な記述をするためにそれはまた有用である。

整数解を得るための速度を証明するために使用されたデータは、基地局用には低いマルチパスのためにチョークリングを使用したアンテナを使用し、移動局用には代表的な屋根上の環境に置かれた別のアンテナを使用し他環境の下でNovAtel社の屋根の上から集められた。これは代表的な利用者の環境を表したものである。普通は基地局ははるかに低いマルチパスの状態の場所にあるが、移動受信機の利用者は一般的にその環境を制御することが困難である。RT2に使用される仰角(11°以上)では、搬送波位相の二重差の主としてマルチパスによる残差はL1とL2では代表的に0.05サイクルであるが、ときには僅かにそれより大きい0.1サイクルに達することがある。基線長は約4 mであり、垂直の差は1 m以下であった。

観測データは上に述べた屋根の上の環境で39時間集められ、記憶された。このデータはその後、5分ごとに強制的にリセットされるアルゴリズムで静止とキネマティックの両モードでRT2のアルゴリズムで使用して処理をされた。これらのランと僅かに違ったリセット時間で行われたその他のいくつかのランで、誤差のない整数値のアンビギュイティ決定が行われた。図6はキネマティ

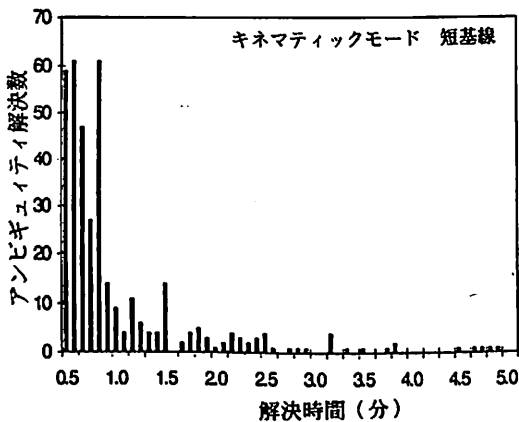


図6 RT2の狭幅レーンの解決時間

ックモードの狭幅レーンの整数値解に要した時間のヒストグラムを示している。図7は両モードの狭幅レーンの整数値解を得るのに要した時間の累積統計値を示している。利用可能な衛星の与えられた数に対して、利用者が動いているときにマルチパスがなくなってからの実際のキネマティックの解は一般的に1ビット早くなる。大半の短い基線の場合は、静止とキネマティックのモードの解の時間に僅かの差があるけれども、解が困難の場合には静止自身がシステムを助けることが知られている。しかし、図7には、両モードの統計値が与えられている。RT2に用意されている運動検出器はこの種の決定を利用者に明らかにしたものである。この図6と図7はマスク角 $11^\circ$ 以上の6以上の衛星の軌道配置の場合の代表的な統計値を表したものである。このシステムはまた5衛星で各モードを解決することができるが、それはよりゆっくりで、その時間は一貫していない。また、現在の衛星の配置ではこのマスク角上に5衛星だけのときは限られた時間があるだけであるので統計値の意味は少ない。これらのデータに対しては、静止とキネマティックモードの5衛星の狭いレーンの整数値の解の時間の中央値はそれぞれ1.8分と3.6分であった。

移動受信機に対しては各種の他の場所での試験もなされたが、マルチパスが過大になったときのみこのシステムには誤差のある選択がなされることが見いだされている。解を得るのに要する時間は基線長が5kmまでではよく一致することが見いだされ、基線長が10kmに増加したときは僅かに増加をした。短基線での精度は屋根の上で見たものと一致をした。

10kmと30kmの間のより長い基線長ではこのシステムは広幅レーンから狭幅レーンの整数値アンビギュエティ推定に移行させる試みはなされない。利用者は静止モ

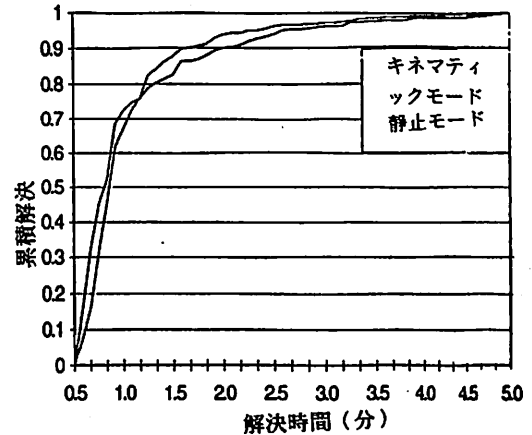


図7 RT2の狭幅レーンの解決時間の積算統計値

ドの平均した広幅の位置で与えられる。キネマティックモードでは広幅レーン情報を使用した連続値のアンビギュエティ解が与えられ、これは広幅レーンの位置に固有の誤差でなされる平滑化を可能にする。独立した連続値のアンビギュエティ解はまたインテグリティ監視目的の使用も保持している。(つづく)

---

【お 知 ら せ】

11月号 和辻型客船を想う(3) 紙面都合により本月は休載いたします。次号にご期待下さい。 編集部

---

【お 詫 び 訂 正】

10月号 和辻型客船を想う 74頁右欄上から7行目  
(誤) ハッチカバーが覆われている……」  
(正) ハッチカバーが露われている……」

---

&lt; 第 202 回 &gt;

## 第 6 回旗国小委員会 (FSI 6) の概要について

運輸省海上技術安全局

標記会合は、平成10年6月22日から26日までロンドンIMO本部において開催された。

同小委員会は、IMO関連条約の実施、履行の責務を十分に果たしていない旗国に対して、海上と安全と海洋環境の保護のため、これらの国が抱える問題点の把握と解決策について検討を行っている。今次会合における主な審議は以下のとおり。

## 1. ナホトカ号事故に関連する我が国からの提案

## (1) 日本提案の概要

1997年1月、日本海で発生したタンカー「ナホトカ号」の折損事故は、我が国沿岸に甚大な海洋汚染をもたらしたことから、老朽船舶による事故の再発防止策として、今次会合に次の2の提案(タンカーに限定)を行った。

① タンカーに関し、船体縦強度評価の導入による構造に関する旗国の検査の強化の提案で、具体的な内容は次のとおり：

- ・ 旗国は、板厚計測が要求される定期的な検査時にIMOが作成するガイドラインに従って、船体の縦強度を評価すること。
- ・ 縦強度の評価の記録をPSCでチェックできるよう、検査報告書の一部として、船上に保持させること。
- ・ これらの提案は、技術的観点から検討する必要があるため、DE(設計設備)小委員会で検討を行うべきこと。

② 船体構造の健全性に係るPSCの強制通報制度について、次の具体的なスキームを提案した。(通報制度は、船齢15年以上のタンカーを対象とする。

- ・ 船体構造の健全性に係るPSCにおいては、貨物船安全構造証書(SC)、国際満載喫水線証書(LL)及び検査報告書(板厚計測結果、縦強度の評価結果)の確認を行う。
- ・ 上記確認において書類に不備がある場合又は明らかな欠陥がある場合には、寄港国は、IMOが作成するガイドラインに従って、適切な措置を取り、旗国及びIMOに対し、その旨通報する。
- ・ 旗国は、寄港国から通報を受けた船舶に関し、取った措置をIMOに報告する。

- ・ IMOは、旗国からの報告が一定期間内(日本提案、2年半)に行われなかった場合には、船舶名等を締約国政府に回章する。

## (2) 審議結果

① 構造に関する旗国の検査を強化する提案については、多数の国の賛成を得、次回MSCで承認された後、今後DE(設計設備)小委員会で技術的な観点から検討されることとなった。

② 構造のPSCの通報制度の具体的なスキームについては、多くの国からの賛成、反対の表明を含め活発な議論がなされた。

この議論を通じて、PSC検査官が工学系でない場合に船体構造をチェックすることの困難性、PSC検査官の責任問題の発生の可能性に対する懸念等種々の論点が明らかになり、今回合意するに十分な支持は得られなかったが、日本提案は旗国と寄港国の関係を築く上で有益であるとの観点から引き続き検討することを多くの国が支持し、今回の議論を踏まえた日本からの新たな提案を基に、次回FSI小委員会において更に検討することとなった。

## 2. 条約の実施を促進するための措置(政府責任)

前回のFSI5において、旗国のIMO条約に基づく責務と措置の履行について、旗国実施の評価のための内部外部クライテリアの更なる見直しを条件に作成することに合意し、また、旗国の自己評価様式案を検討するため、CG(コレスポンデンス・グループ)が設置された。

今次会合においては、CGのコーディネーターである英国より、旗国の自己評価様式が紹介され審議された。

パナマ、サイプラス等多数の国から、本様式を何のために使用するのか目的を明確にしないと議論できないとの意見が出されたが、議長より、とりえず自己評価のためということで、様式を完成することが要請された。

様式は、安全及び汚染防止の強制条約に限定すること、国連海洋法条約を考慮すること、未発行の条約及び漁船は対象としないこと、STCW条約に関する質問は重複することになるので除くこと、寄港国の責任に関する質問は含まないこと、ISO9000規格への言及は削除する



こと等の一般原則の下、ドラフティングが行われた。この旗国の自己評価様式は、承認され、委員会（MSC、MEPC）へ送られる。

続いて、旗国の自己評価様式の今後の使用に関するフォローアップ案が共同提案国である英国、豪州、カナダより紹介されたところ、本様式を自己評価のための使用に限定するべきであるというリベリア等の反対が強い一方、今後は各国が様式をIMOに提出し、客観的な評価を行うことが有益とする欧州諸国の支持もあり、今次会合では決着せず、今後の使用方法については、MSC、MEPCで検討することになった。

### 3. 検査と証書

#### (1) 検査ガイドライン

（総会決議A.746及びA.560）の見直し

MSC67に対して英国が提案していた非常曳航装置の検査を構造に関する年次検査として扱うべきであるという提案が合意され、A.746の改正案がワーキング・グループ（WG）により作成されて承認された。

COMSAR3（無線通信・捜索救助）小委員会から付託されていた衛星系EPIRBの試験、運用方法に関するA.746の改正案についても承認され、MSC70に送られた。A.746は88SOLASを締結しHSSCを実施している国が対象となるため、88SOLASの発効の際に締約国とならない国に対する措置として、A.560を改正するMSC決議案も作成され併せて承認された。

#### (2) 免除証書

印がMSC67に提案した、SOLAS第II-2章第53規則に定める不燃性貨物のみを積載する貨物船に対して、貨物倉の固定式消火装置を免除する場合に必要な免除証書の書換を省略するべきではないかとの提案については、1996年の条約改正により、免除証書の発給が義務づけられていること、免除証書の有効期間についてはI/14(A)に記載のとおり親証書（この場合SE証書）の有効期間を超えないことが明らかであるので、特段の措置はとらないこととした。

しかし、レポートの審議の際にキプロスより、バルクキャリア等で未だ免除証書を有していない船舶が存在し、これらの船舶に対する7月1日以降の免除証書の免除措

置を求める案が出され、パナマ等多くの国から支持があった。また、蘭はPSCサイドから、免除の要件を満たしている船舶に対しては証書がない場合でも、3ヶ月の猶予を与えるとのキプロス案は認められると述べ、加、スウェーデンからの支持があった。

我が国は、このような問題は、条約採択時に議論すべきであり、条約の発効間際になって扱いを変更するのは条約違反であり、かつこのような措置はMSCの承認を得る必要がある旨指摘し、これを米も支持した。

本件は、PSCにおいて各国の取り扱いに任せることとなるため、結局、報告書には合理的猶予を与えるよう考慮する表現ぶりにとどめられた。

### 4. IMO基準への不適合の報告

事務局から、最近、IMOとロイド海事データ（LMIIS）の間で契約が結ばれ、個別船舶の情報との照合が可能となったため、次回以降の拘留船舶のリスト作成時にIMO番号の掲載も可能となる旨報告があった。このリストに船主、運航者、用船者、荷主、保険引き受け等の情報を含めるか否かについては、今後、引き続き審議することになった。

事務局提出の統計のうち、拘留船舶リスト掲載船舶に対し、旗国コメントがなされなかった隻数の統計について、我が国から、かかる統計は旗国貨務遂行に関する外部評価に有益であり、統計に拘留隻数、コメントされた隻数及びコメントされていない隻数を併せて表示することを提案した。次回会合では、我が国提案の様式で統計作成の上、評価方法等について検討することとなった。

また、リベリアから余りに頻繁な条約の改正が、不適合隻数の増加を招いた一因ではないか、との懸念が示された。

蘭、パナマ等から、寄港国が船舶を拘留した場合の旗国への通報が不十分、または著しく遅延する例がある、との不満が述べられた。旗国への通報については、条約を遵守して旗国に通報することが小委員会として確認され、更に最寄り外交代表が通報先として適切でない場合もあるとして、船舶を拘留した場合は、旗国主管庁の連絡先にも連絡することが要請された。

（文責・梶田雅紀）

# 平成10年度（9月分）新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		4 月 ~ 9 月 分				9 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	4	62,710	93,970		0	0	0	
	油槽船	4	120,555	82,948		0	0	0	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小 計	8	183,265	176,918		0	0	0	
輸出船	貨物船	113	3,276,080	4,685,288		10	336,800	421,750	
	油槽船	42	2,555,496	4,152,208		3	159,250	273,000	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小 計	155	5,831,576	8,837,496		13	496,050	694,750	
合 計		163	6,014,841	9,014,414	595,302 百万円	13	496,050	694,750	43,065 百万円

● 編 集 後 記 ●

★ お気付きの読者も多いと思われるが、前号を以って本誌「船の科学」も通巻600号となった。つまり創刊以来満50年を迎えた訳である。

この間1冊の休刊もなく月遅れもなく無事今日までこられたのは、歴代編集発行に携ってきた社員の並々ならぬ苦勞の賜物であると、敬意と感謝の意を表すものである。

更にこの間、ご多忙の中に記事を寄せて頂いた著者の方々のご努力ご支援には唯々お礼を申し上げる他はなく、本務の傍、内外の資料を参照し、珠玉の原稿を作成されるには数々のご苦心があったものと拝察する。失礼な催促も数々あったことと思ひ、この際ご寛恕を頂きたいものである。

本来ならばご縁を頂いた方々すべてにお出で頂いて、祝賀の宴を設けるべきところながら、社会の経済状態はご承知の通りであり、当社も無縁でいられる訳にいかないので、ごく少範囲の方々にお出で頂き、それも会費制で記念の会合を持つことにしており、本誌11月号が発行

になる前に行われることになっている。

当誌としても長生きにおごることなく新しく次の半世紀をスタートさせたいと一同決意を新たにしており、読者諸賢のご支援を一重にお願いする次第である。

★ 長塚誠治氏((財)海事産業研究所客員研究員)が新しく「21世紀の海運と造船——世界と日本の動向——」という本を成山堂から出版された。

早速購入して読んでみたが、流石に永年この方面の研究を積まれてきた長塚氏のノウハウが被歴されていて、他の追隨を許さないものがある。

「海とは」から始まって、海運と造船・海洋構造物の基本にある知識を述べ、一般人や学生にも理解し易い展開になっている。しかもその海運と造船に関する統計資料はそれぞれの専門家でもとても及ばない適切なものが選ばれ、両者の関連を持たせながら合理的な将来予測を行ってある。

これだけ高度のものは、今後ともなかなか得難い名著であり、将来予測に不可欠のものであると考える。

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

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

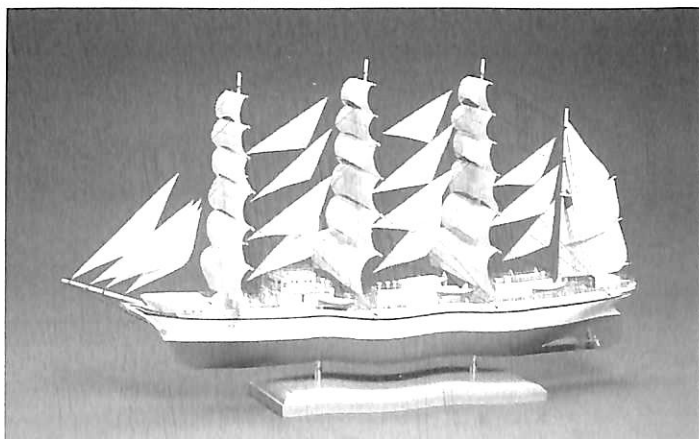
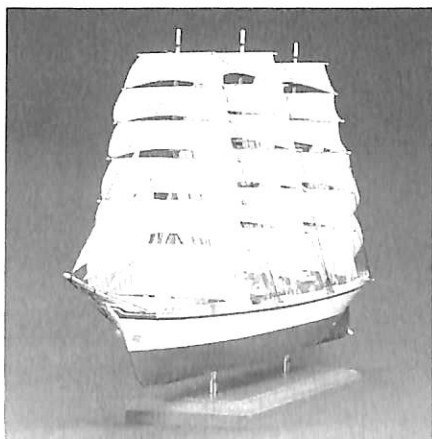
運輸省海上技術安全局監修  
造船海運総合技術雑誌 船の科学  
◎禁転載 第51巻 第11号 (No. 601)  
発行所 株式会社船舶技術協会  
〒104-0033 東京都中央区新川1の23の17(マリンビル)  
振替口座 東京 00130-2 電話・FAX 03 (3552) 8798  
70438

平成10年11月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }  
平成10年11月10日発行 { 第3種郵便物認可 }  
(本体 1,352円) 定価 1,420円(〒84円)  
発行人 濱 村 建 治  
編集委員長 米 田 博  
印刷所 株式会社タイヨーグラフィック

# 進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



今治造船株式会社建造 カーフェリー“おれんじ 7” 縮尺：1/150



“新日本丸” 金属精密美術模型完成品 豪華ガラスケース(タモ材)

模型寸法/長さ450mm/幅110mm/高さ250mm

ガラスケース寸法/長さ565mm/幅250mm/高さ380mm

ケース入完成品¥150,000

## 株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭武二

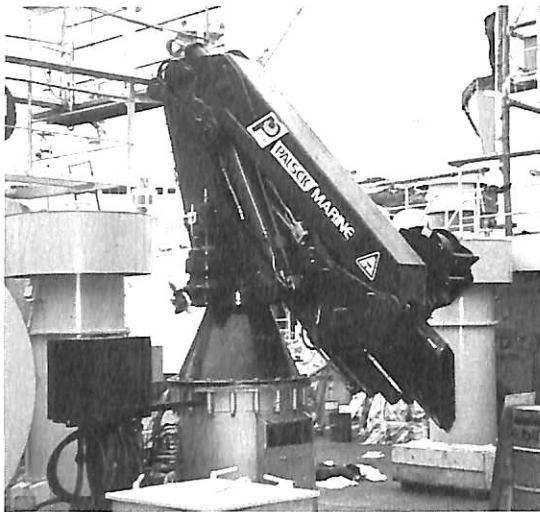
東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 03(3998)1586

FAX. 03(3926)7202

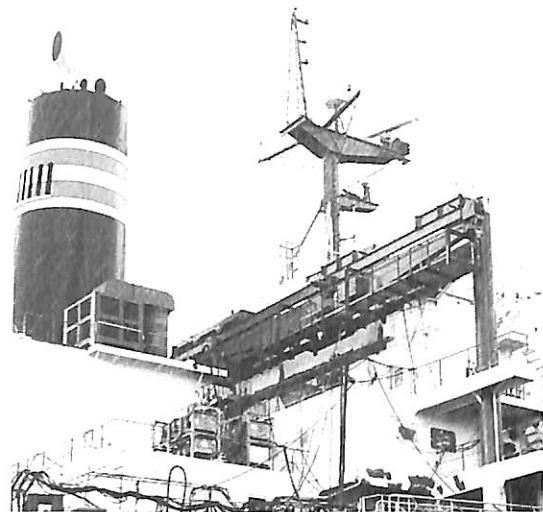
# 新しい価値発見!

オーストリア「PALFINGER」社と販売代理店契約を締結し、軽量・コンパクトで高品質な船用油圧クレーンを「PALSEK MARINE」ブランドでお客様のニーズに合わせて提供致します。

従来のモノレールホイストに代わる新型クレーン「RGEタイプ」を開発しました。構造の簡素化、イージーメンテナンス、操作性の向上等多くの優位点があります。



観測船向多関節クレーン PK32000MC



91,000DWT バラ積み船向 RGE-5/1.5

[PALSEK MARINE CRANE 製品群]

[船用在来製品群]

- ★多関節ブーム型 (PKタイプ)
- ★中折れブーム型 (PKMタイプ)
- ★シングルブーム型 (PSMタイプ)
- ★レスキュークレーン (PRMタイプ)

- ボートダビット
- ホースハンドリングクレーン
- ガントリークレーン
- モノレールクレーン
- 機関室天井クレーン
- プロビジョンクレーン

## PALSEK MARINE

**SEKIGAHARA SEISAKUSHO LTD.**  
株式会社 関ヶ原製作所

本社/工場：岐阜県不破郡関ヶ原町2067 〒503-15  
TEL (0584) 43-1211代 FAX (0584) 43-1218

東京営業所：東京都中央区京橋2-17-11 三栄ビル別館 〒104  
TEL (03) 3562-5611代 FAX (03) 3561-0399

岐阜工場：岐阜市菊池町3-5 〒500  
TEL (058) 272-2433代 FAX (058) 275-0419

広島営業所：広島市中区八丁掘12-22 築地ビル 〒730  
TEL (082) 227-2431代 FAX (082) 227-2432

平成二十一年十一月十五日印刷  
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

船の科学

定価 一四二〇円  
本体 一三五二円

東京都中央区新川一丁目一七(マリンビル)  
(株)船船技術協会  
電話〇三(三五五二)八七九八番

