

# 船の科学 1994 6

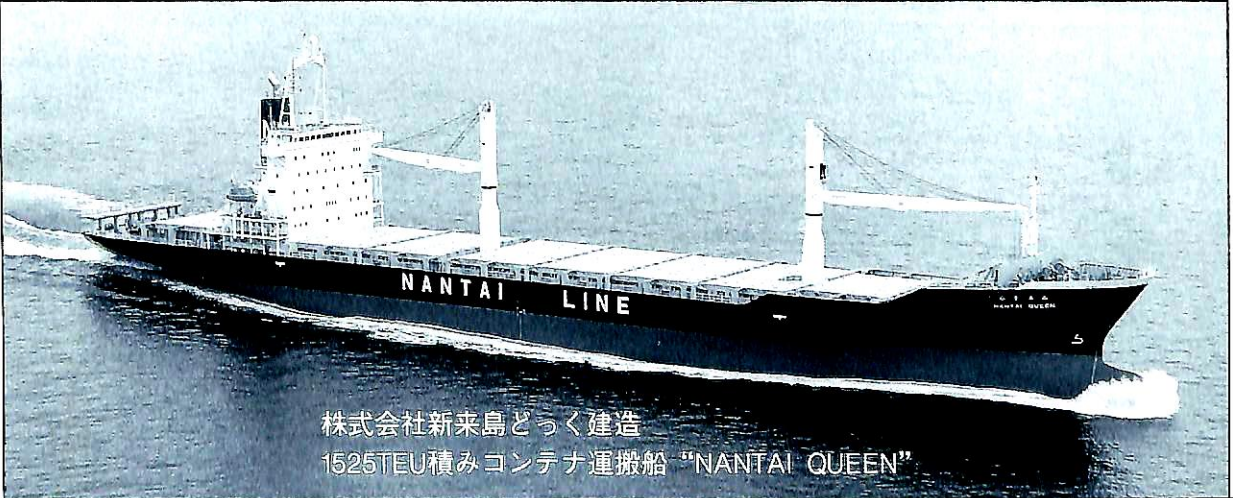
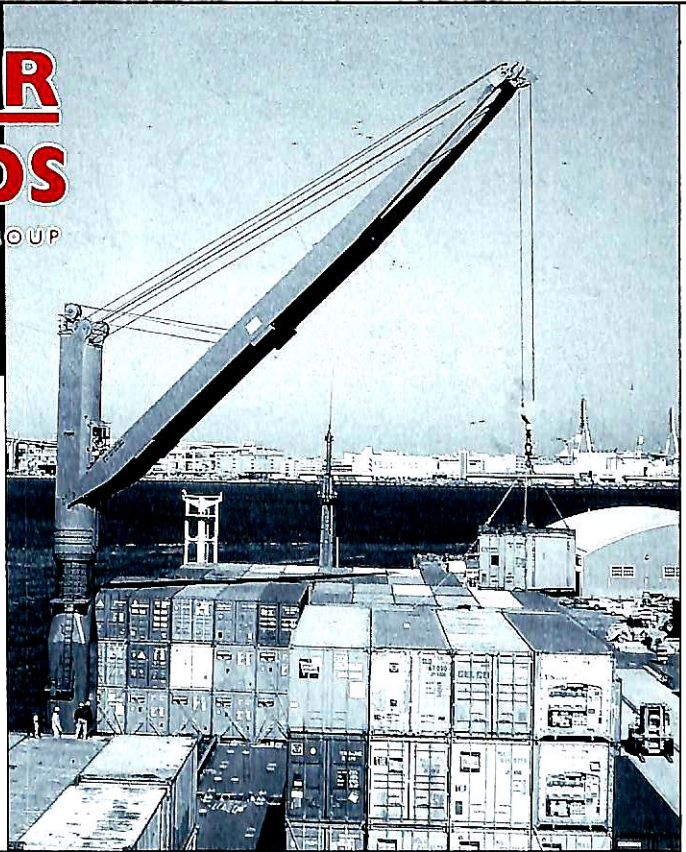
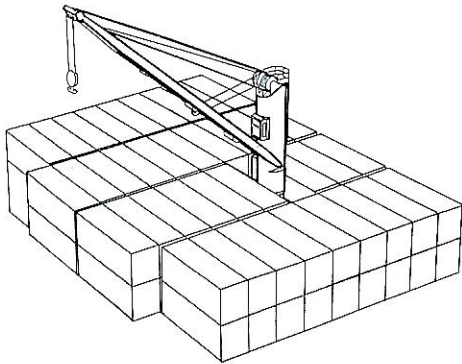
VOL.47 NO. 6

## MacGREGOR HÄGGLUNDS

MEMBER OF THE INCENTIVE GROUP

### 40TON "SLIM" CRANE

最小荷役範囲 2.4m



株式会社新来島どつく建造  
1525TEU積みコンテナ運搬船 "NANTAI QUEEN"

## ヘグラント株式会社

〒244 横浜市戸塚区川上町90-6  
(東戸塚ウエストビル9F)

TEL. 045(826)7861 FAX. 045(823)7949

## JSW 株式会社日本製鋼所

〒100 東京都千代田区有楽町1-1-2 (日比谷三井ビル)

TEL.: 03(3501)-6135

FAX.: 03(3595)-4620

# 356 SUNNY DAYS!!

修繕と改造はカリブ海“キュラソー”で…  
降雨量は年間わずか400ミリ。



- |  |           |  |
|--|-----------|--|
| 設                                      | 備         |  |
| ●修繕ドック                                 | 2基        |  |
| 150,000dwt                             | 1基        |  |
| 28,000dwt                              | 1基        |  |
| ●フローティング・ドック                           | 1基        |  |
| 10,000T(リフティング・キャバ)                    |           |  |
|  | 165×29(m) |  |
| ●1,800m(総延長)修繕岸壁                       |           |  |
| ●各種クレーン(ドックサイド)9基                      |           |  |
| 事業内容                                   |           |  |
| ●船舶の修繕・改造                              |           |  |
| ●発電機・モーターの修繕と巻換え                       |           |  |
| ●電子機器および自動化装置の修繕                       |           |  |
| ●年中無休サービス。ジェット便は北米、南米、ヨーロッパ各地へ直行便毎日運行。 |           |  |

会社別主要御得意先(順不同)

大	洋	商	船	北	真	船	船	東	京	マ	リ	ン
三	光	汽	船	英	雄	海	運	安	日	保	商	店
日	正	汽	船	萬	野	汽	運	日	雄	魯	海	業
上	村	運	会	東	興	海	運	シ	ン	洋	海	運
関	海	外	航	大	日	マ	リ	永	井	コ	マ	ム
近	タ	ン	一	乾	汽	本	汽	大	神	井	マ	運
鹿	島	汽	船	山	新	日	船	八	幡	洋	海	運
中	野	海	運	住	兵	海	運	パ	ル	運	汽	船
	フ	ア	三	ジ	友	商	事	バ	シ	共	汽	グ
	ァ	ー	井	ャ	バ	・	業	ル	ン	栄	ピ	ー
	イ	・	船	野	ン	ラ	運	共	シ	東	ン	カ
	ス	イ	三	村	野	イ	運	極	ン	東	カ	ー
	ト	ン	井	汽	シ	ン	グ				船	船

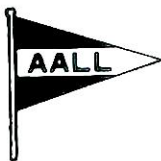


**CURACAO DRYDOCK COMPANY INC.**

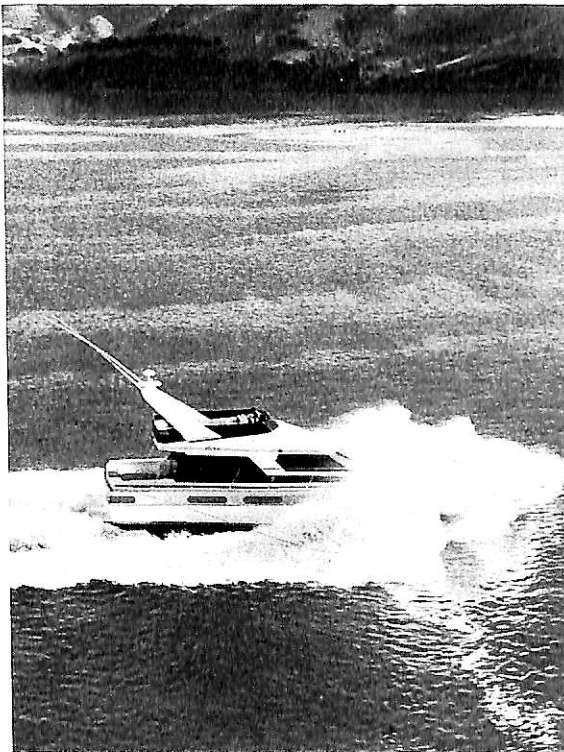
Curacao NETHERLANDS ANTILLES

総代理店

**オールランドコンパニー リミテッド**



〒105 東京都港区虎ノ門3丁目22番1号  
電話営業部 (03) 5470-2911(代) FAX (03) 5470-2918  
〒650 兵庫県神戸市中央区波止場町3番1号  
電話 (078) 391-1181(代) FAX (078) 331-2096  
〒799-21 愛媛県越智郡波方町大字樋口甲1番地1  
電話 (0898) 43-0222(代) FAX (0898) 43-0339



## クラッシュ・ストップ

ハミルトン・ジェットは 緊急停止の場合、全速力では約1.5艇身で止まります。

国内の港近辺は多忙で、しかも非常に狭くなっております。事故発生を防ぐ目的にもクラッシュ・ストップが可能な機能を選んで下さい。

常に船内部より油圧配管とシリンダ等が点検でき、船内部よりインペラ部やシャフト部も点検できます。日常の点検業務で、冬の冷たい海に潜る必要もありません。

安全運航、日常点検、乗組み員で可能なる開放整備…

これがハミルトン・ジェットです。

10～15年も安心して定期運航に使用して頂けます。

## HMシリーズ

HM422型, 461型, 521型, 571型, 651型, 721型, 811型, 等  
4000PSクラスまで準備しております。

- ⚓ 45ノットクラス高速定期運航船
- ⚓ ブースト・ジェット(増速用)
- ⚓ ロイター・ジェット(1200トン/A.U.W.まで)

## HJシリーズ

H/J211型, 273M型, 273H型, 291型, 321型, 362型, 402型  
多数準備しております。

※既に、P.C.63%の『VOYAGER』パイロット船も運航に入っており、より良い性能をめざして開発を行っております。

Distributor by……コンポーゼット屋

**株式会社 ミヨシ・コーポレーション**

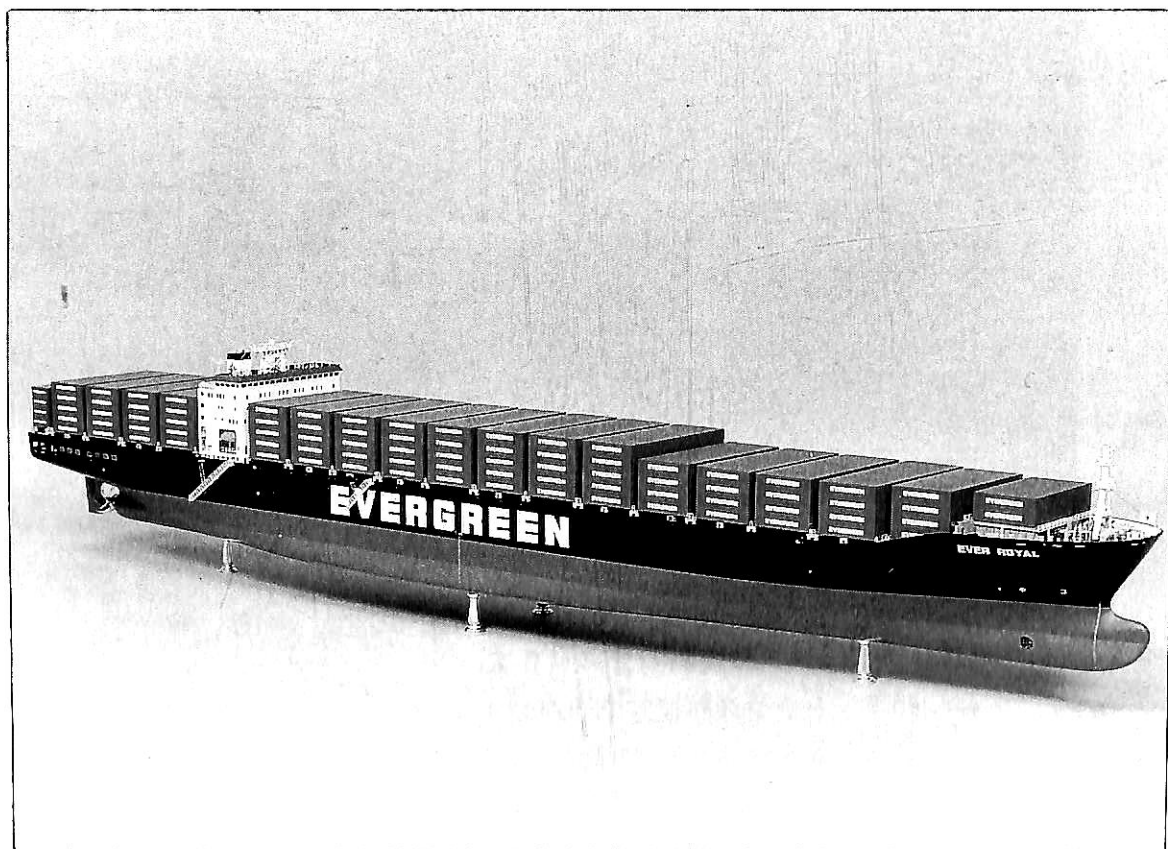
〒467 名古屋市瑞穂区松園町1-84

電話 (052) 835-3351(代)

FAX (052) 835-3354

Telex. 447-7344 MIYOSI J.

進水記念贈呈用に  
不二の船舶美術模型を



コンテナ船 "EVER ROYAL" 縮尺：1/150

発注先：エバーグリーンジャパン株式会社

建造所：尾道造船株式会社

株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭武二

東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 03(3998)1586

FAX. 03(3926)7202



やわらかい発想で、21世紀企業をめざします。

●あらゆる流体に適合○長寿命シート○ダブルメカロック○イシューメンテナンス



■船用モデル

BF バタフライバルブ Mシリーズ

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

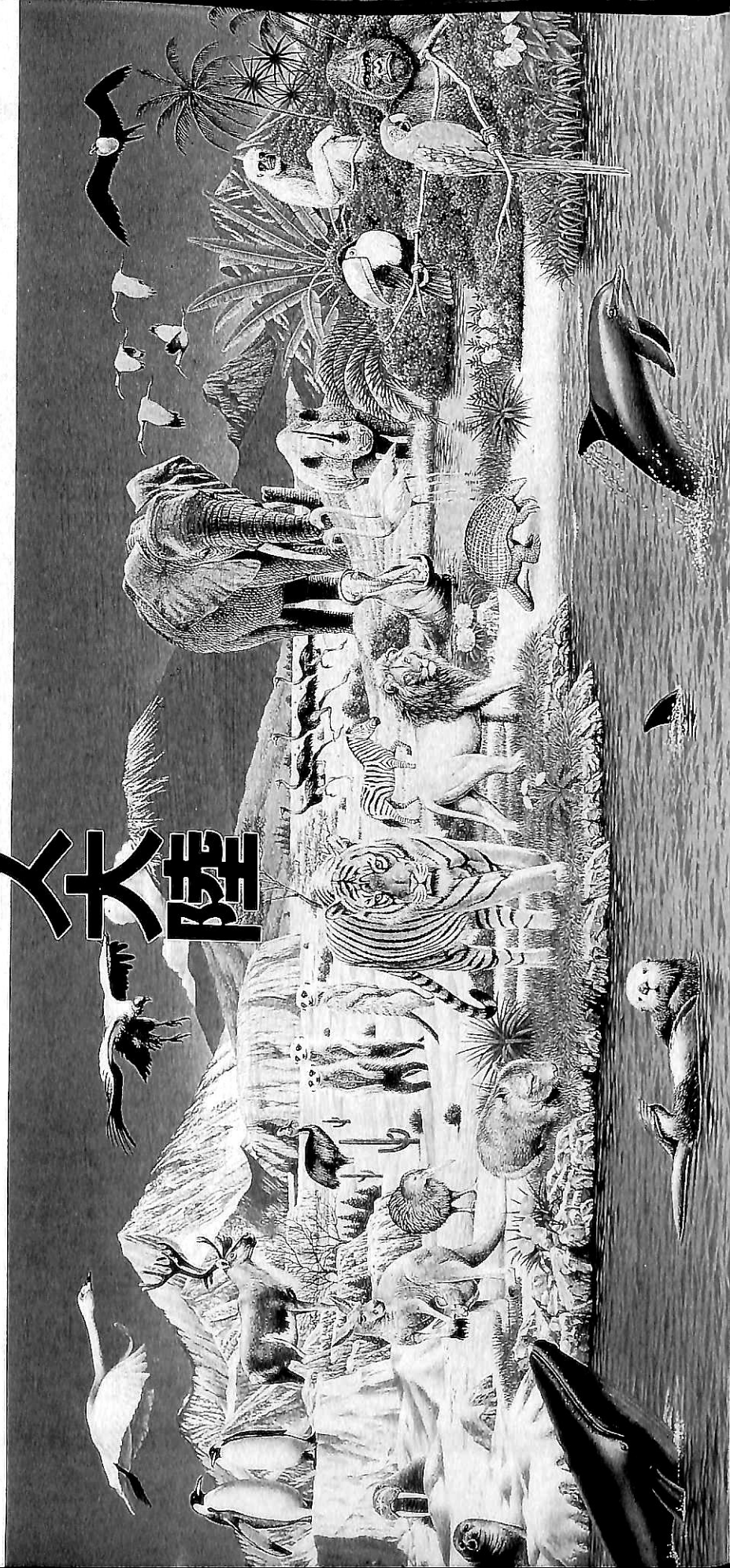
**BF** ビーエフ工業株式会社

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

# SF-SIM wire

# シム大陸

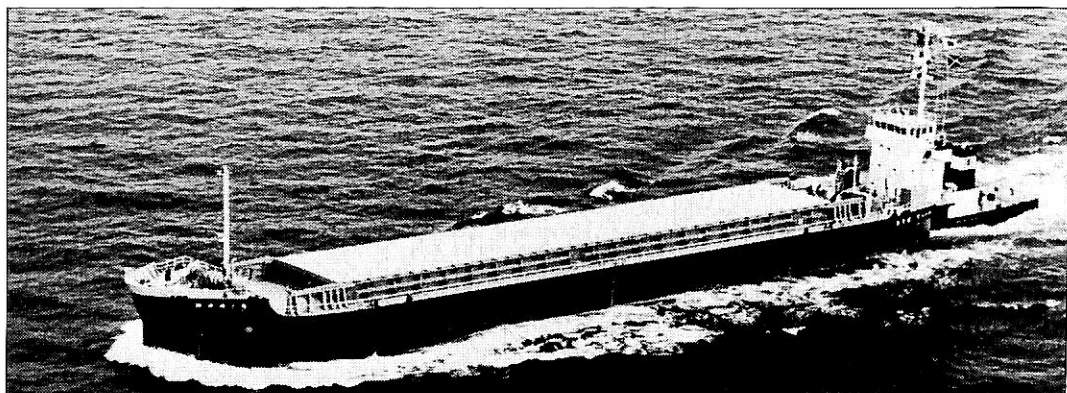
シム大陸は、  
過去から時代の変化に順応し、進化を続けてきた。  
そして生まれた。野蠻な大陸。  
だが、みなさんの健康と安全を保障し、  
快適な生活を送る。



## 目 次

- 7 新造船紹介 (No. 548)
- 15 Ship of the Year '93 "POLAR EAGLE"が受賞……………日本造船学会
- 16 日本商船隊の懐古 No. 179 (葛城丸, 伏木丸, 会下山丸)……………山 田 早 苗
- カーニバルクルーズ社(米) 5隻目 70,000 T型  
スーパークルーザーをクバルナー・マーサ・ヤードに発注……………府 川 義 辰
- 18 • S N C M社(仏), アトランティック造船所に 43,500 T型  
フェリーを発注……………府 川 義 辰
- 19 P & O社(英) 100,000 T型の超大型客船建造を発表……………府 川 義 辰
- 
- 25 5月のニュース解説(サブスタンダード船対策)……………米 田 博
- 
- 28 ●新造船紹介  
国内最大の新造レストラン シップ“ルミナス神戸2”の概要……………三 菱 重 工 業
- 35 78,000DWT型シャトルタンカー“POLYCLIPPER”の概要……………三 井 造 船
- 
- 39 ●連載講座  
船型設計ノート(15)……………森 正 彦
- 48 船舶用アルミニウム合金の溶接(3)……………簗 田 和 之
- 
- 54 ●新工作法  
線状加熱曲げ加工法の自動化……………石川島播磨重工業
- 
- 60 ●技術解説  
コンテナ船の主要目概算法—チトフの式と計算例—……………村 瀬 和 彦
- 
- 63 ●海洋造船随筆  
試運転夜話(2)……………高 城 清
- 
- 72 ●翻 訳  
クバルナー・マーサ・ヤードのLNGタンク製造設備……………編 集 部
- 
- 75 ●海洋造船随筆  
海洋開発草分け話(1)……………武 藤 郁 夫
- 
- 81 ●連載講座  
船舶電子航法ノート(204)……………木 村 小 一
- 
- 86 ●IMOコーナー(第149回)  
第37回設計設備小委員会(DE)の結果……………運 輸 省
- 
- ニュース 日本海事協会から「ISO9001」認証を取得……………石川島播磨重工業  
遠心分離機で国際的品質保証規格「ISO9001」を取得……………三菱化工機

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

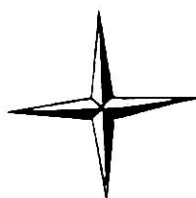


- ★ 抜群の耐航性
- ★ あらゆる用途に応じる多様な機種

- ★ 連結・切離し30秒
- ★ 指先一つで遠隔操作

**タイセイ・エンジニアリング株式会社**

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

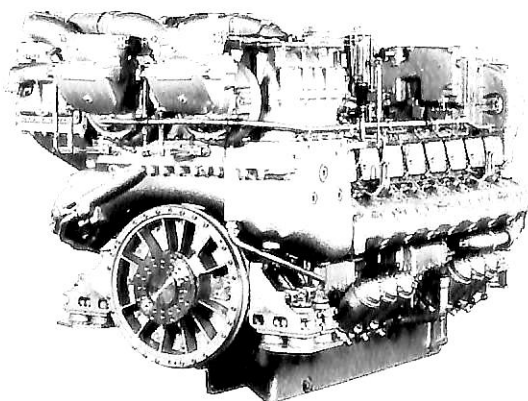


**mtu**

Deutsche Aerospace

人にやさしい  
 地球にやさしい

**mtu**



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

日本総代理店

**メルセデス・ベンツ日本株式会社**

16V396TB94  
 3480PS/2100rpm

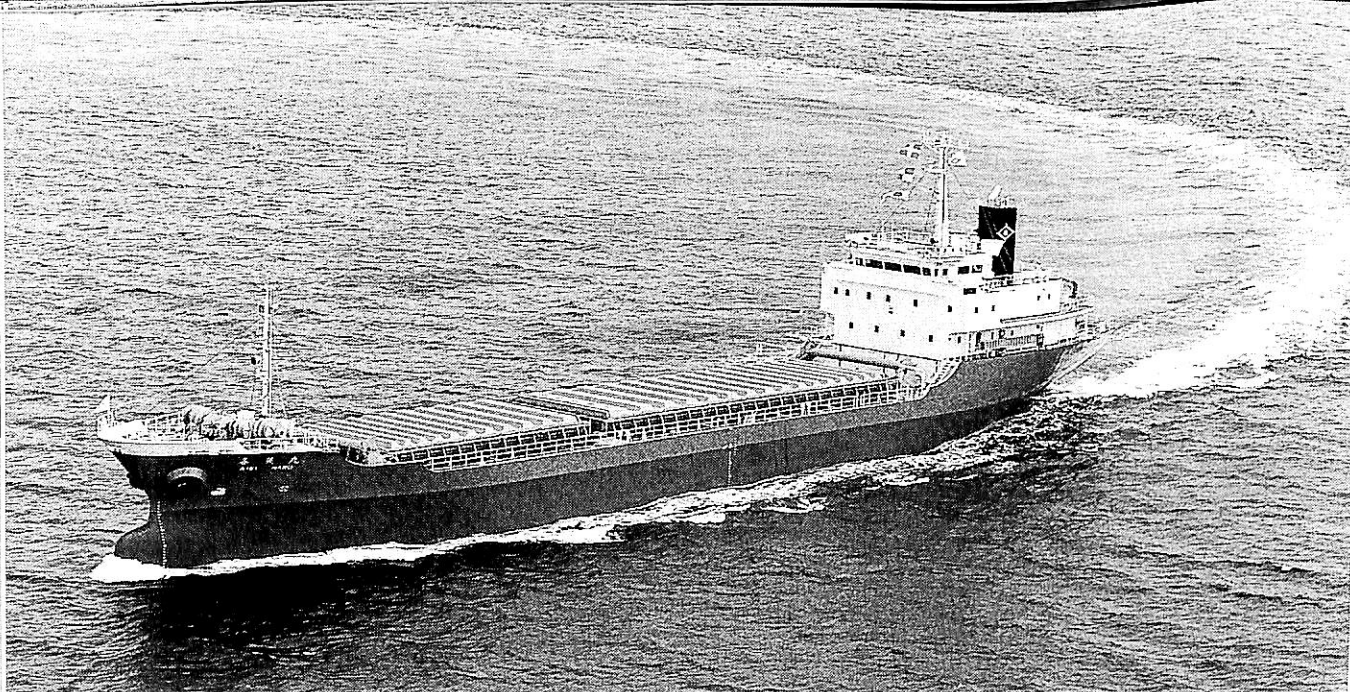
〒106 東京都港区六本木1-9-9(六本木ファーストビル)  
 電話 03(5572)7353 ファックス 03(5572)7336





レストラン船 ルミナス神戸2 船舶整備公団・豊野産業有限公司  
LUMINOUS KOBE 2

三菱重工株式会社神戸造船所建造(第1196番船)	竣工	6-1-31
全長 106.0 m	満載喫水	4.80 m
垂線間長 95.00 m	清水槽	200 m <sup>3</sup>
総トン数 4,408 T	燃料油槽	257 m <sup>3</sup>
主機関 三菱UE-8UEC33 LS II形(字)機関×1	出力(連続最大)	5,870 PS(210 rpm) (常用) 4,990 PS(198 rpm)
プロペラ 4翼1軸	発電機(主)	560 kW×3, 停泊用 100 kW×1
補汽缶 900 kg/h×2	速度(試運転最大)	19.3 kn (航海) 18.0 kn
無線装置	無線装置	無線装置
航海計器	レーダ	GPS
乗組員 100名	旅客	最大1,000名
船級・区域資格	限定沿海区域	ベクツイン舵1式, パウストラスタ1基



貨物船 喜 英 丸 神鋼海運株式会社

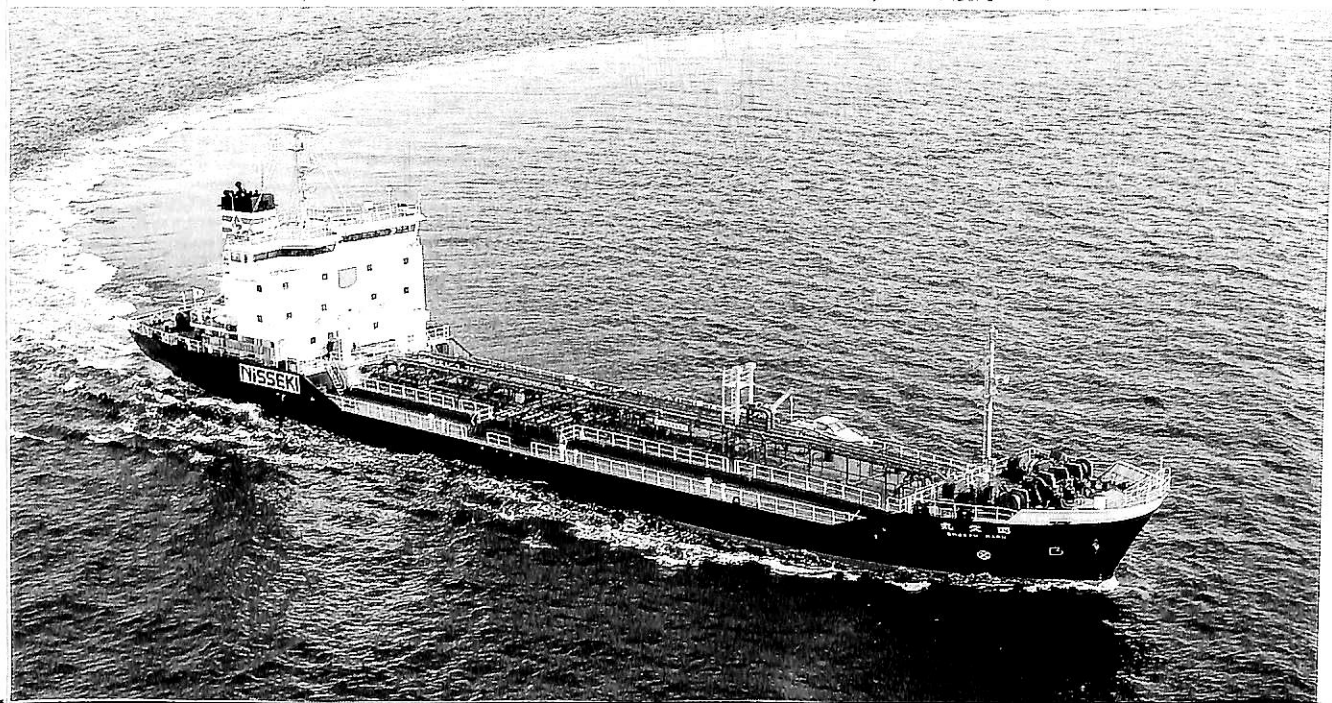
KIEI MARU

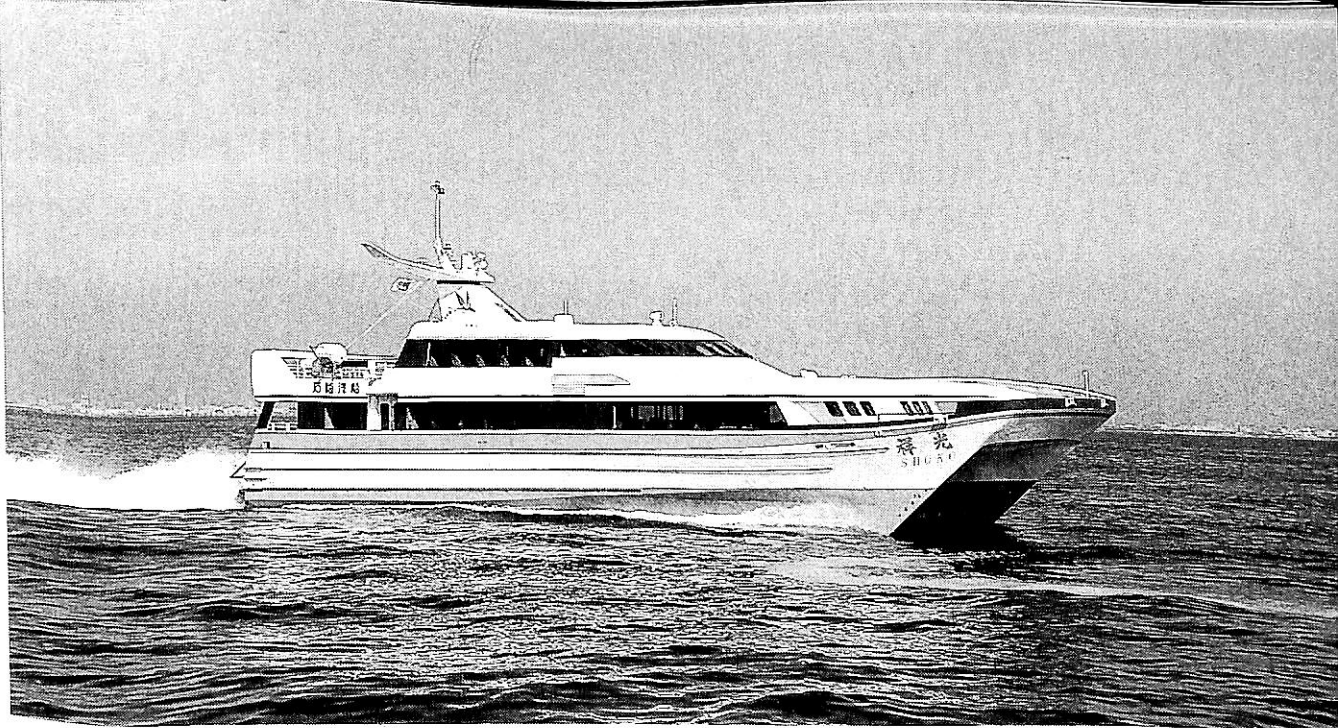
株式会社新来島どっく波止浜造船所建造(第2785番船) 起工 5-8-25 進水 5-11-15 竣工 6-1-17  
 全長 99.52m 垂線間長 92.00m 型幅 15.20m 型深 7.60m 満載喫水 6.256m  
 総トン数 2,760T 載貨重量 4,549t 貨物艙容積(ク) 4,275.13m<sup>3</sup> 艙口数 2  
 燃料油槽 FO 188.44m<sup>3</sup> DO 62.09m<sup>3</sup> 燃料消費量 10.6t/day 清水槽 82.64m<sup>3</sup>  
 主機関 阪神 6LF46形(デ)機関×1 出力(連続最大) 3,600PS(245rpm)(常用) 3,060PS(232rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 発電機 神鋼電機 250kVA(200kW)×2, (原) ヤンマー 360PS×1,200rpm×2,  
 停泊用 三井ドイツ 90kVA(72kW)×1 (原) 112PS×1,200rpm×1 無線装置 船舶電話 国際VHF電話  
 航海計器 GPS 衝突予防装置 レーダ 速力(試運転最大) 15.42kn(満載航海) 13.1kn  
 航続距離 3,800浬 船級・区域資格 NK・沿海(非国際) 船型 凹甲板船 乗組員 12名

油槽船 昭 久 丸 昭和油槽船株式会社

SHOKYU MARU

株式会社臼杵造船所建造(第1624番船) 起工 5-7-27 進水 5-11-4 竣工 6-2-26  
 全長 91.00m 垂線間長 86.00m 型幅 15.80m 型深 7.50m 満載喫水 5.32m  
 満載排水量 5,492t 総トン数 2,593T 載貨重量 3,950t 貨物油槽容積 5,049m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 1,200m<sup>3</sup>/h×80m×2 燃料油槽 96m<sup>3</sup> 燃料消費量 6.2t/day 清水槽 145m<sup>3</sup>  
 主機関 阪神 LH36L形(デ)機関×1 出力(連続最大) 2,400PS(250rpm)(常用) 1,920PS(232rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 発電機 大洋電機 400kVA×3 (原) ヤンマー 480PS×1,200rpm×1, 600PS×1,200rpm×2  
 無線装置 船舶電話 航海計器 衝突予防装置 レーダ 速力(試運転最大) 12.07kn(満載航海) 11.5kn  
 航続距離 2,500浬 船級・区域資格 平水 船型 凹甲板船 乗組員 17名  
 。ベックツインラダー、パウスラスタ、ジョイスティック、荷役貨油弁自動化、INS航海システム





翼付双胴高速客船 祥 光 石崎汽船株式会社  
SHOKO

日立造船株式会社建造

起工 5-5-18

進水 6-2-17

竣工 6-3-28

同型船 瑞光

航路 松山~広島

全長 31.50m 垂線間長 27.50m 型幅 9.80m 型深 3.50m 満載喫水 1.90m  
 総トン数 189T 燃料油槽 8.83<sup>m</sup> 清水槽 1.44<sup>m</sup> 主機関 ニイガタ16V16FX型  
 (デ) 機関×2 出力(連続最大) 2,500PS (1,900rpm)×2 (常用) 2,000PS (1,764rpm)×2  
 推進装置 ウォータージェット ニイガタMJP, J650R-DD×2 発電機 大西電機 75kVA (60kW)  
 ×AC225V×60Hz×3φ×2 (原) いすずマリン6BDIT-HU100PS×1,800rpm×2 無線装置 船舶電話  
 航海計器 レーダ GPS 速力(試運転最大) 38kn (航海) 34kn 航続距離 380 浬  
 船級・区域資格 JG・第2種(平水区域) 船型 ハイブリッド船型 日立造船開発「スーパージェット30」  
 乗組員 5名 旅客 156名 〃 動揺制御装置(補助翼をコンピュータ制御し、高度およびロールを制御する。)

翼付双胴高速客船 宮 島 瀬戸内海汽船株式会社  
MIYAJIMA

日立造船株式会社建造

起工 5-7-2

進水 6-3-7

竣工 6-4-8

同型船 道後

航路 広島~呉~松山



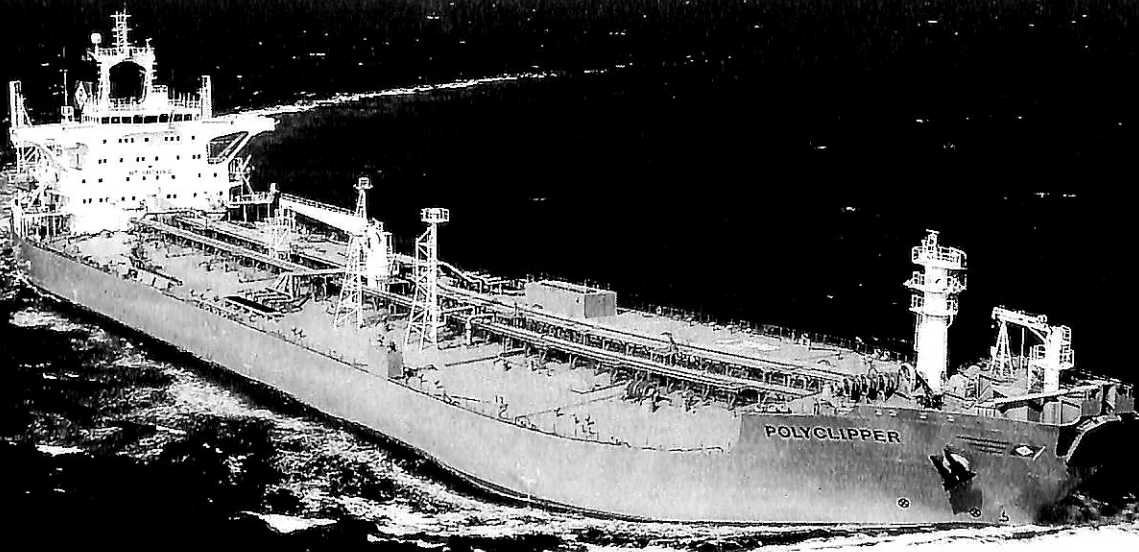


ナビックス アドベンチャー  
輸出油槽船 **NAVIX ADVENTURE**

船主 Gloria Tankers Inc. (Panama)  
 石川島播磨重工業株式会社呉第一工場建造(第3028番船) 起工 5-2-24 進水 5-7-23 竣工 5-10-27  
 全長 333.00m 垂線間長 319.00m 型幅 60.00m 型深 28.65m 満載喫水 18.933m  
 総トン数 147,421T 純トン数 76,282T 載貨重量 258,096 t 貨物油槽容積 316,073 m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 5,000 m<sup>3</sup>/h×145m×3 艙口数 13 燃料油槽 6,361.6 m<sup>3</sup> 燃料消費量 76.6 t/day  
 清水槽 512.4 m<sup>3</sup> 主機関 DU-Sulzer 7RTA84M形(デ)機関×1 出力(連続最大) 27,300 PS (62.4 rpm)  
 (常用) 24,570 PS (60.2 rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 79.0 t/h×1 発電機  
 T/G 900 kW×1, S/G 480 kW×1, D/G 920 kW×2, E/G 260 kW×1 無線装置 MF/HF無線装置, NBDP,  
 インマルA, C, 船舶電話, 国際VHF電話 航海計器 デッカ NNSS 衝突予防装置 レーダ GPS  
 速力(試運転最大) 16.02 kn (満載航海) 15.0 kn 航続距離 21,700 哩 船級・区域資格  
 NK 国際 船型 平甲板船 乗組員 30名

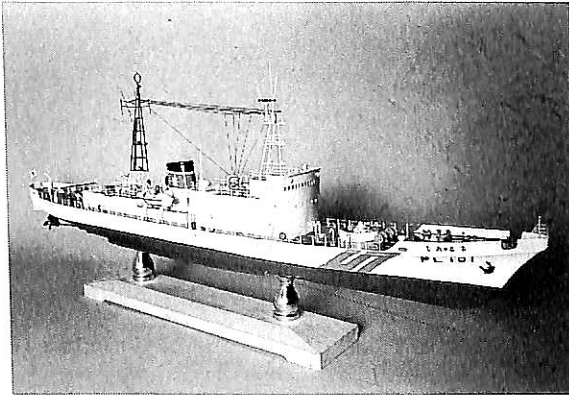
ポリクリッパー  
輸出シャトルタンカー **POLYCLIPPER**

船主 K/S Rasmussen, Teamships A/S IV (Norway)  
 三井造船株式会社玉野事業所建造(第1397番船) 起工 4-10-27 進水 5-5-20 竣工 5-11-18  
 全長 220.82m 垂線間長 210.00m 型幅 38.00m 型深 19.60 m 満載喫水 14.25 m  
 総トン数 42,159T 純トン数 22,877T 載貨重量 78,228 t 貨物油槽容積 82,000 m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 2,000 m<sup>3</sup>/h×135m×3 燃料油槽 2,200 m<sup>3</sup> 燃料消費量 43.4 t/day 清水槽 260 m<sup>3</sup>  
 主機関 三井-B & W 6 S 60 MC形(デ)機関×1 出力(連続最大) 14,400 PS (96 rpm)  
 (常用) 12,960 PS (92.7 rpm) プロペラ 4翼1軸 CPP 補汽缶 20 t/h×16 kg/cm<sup>2</sup>×2  
 発電機 西芝1,240 kW×5(原) Bergen Diesel 1,800 PS×5 無線装置 MF/HF無線装置 NBDP  
 インマルA, C 国際VHF電話 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダ  
 速力(試運転最大) 15.4 kn (満載航海) 15.0 kn 航続距離 16,200 哩 船級・区域資格 DnV 遠洋  
 船型 船楼付平甲板船 乗組員 30名  
 ・原油積込み設備(船首部), DPS 装備。(本文35頁参照)

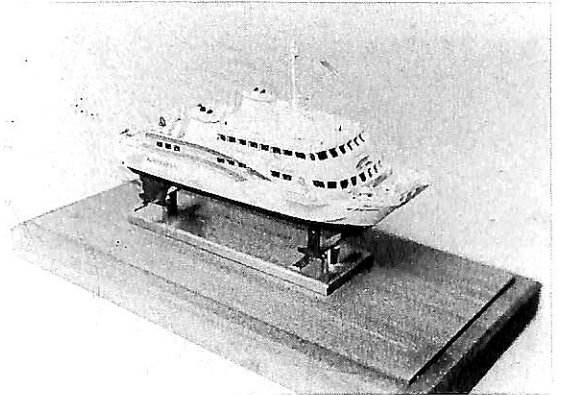


ロストワックス精密鑄造を駆使した精密模型、文鎮、タイ止めなど

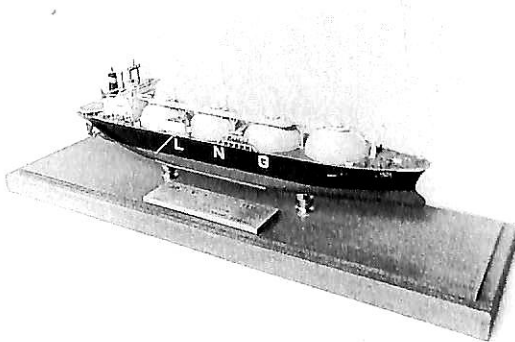
ご予算、数量に応じて、企画、製作いたします。



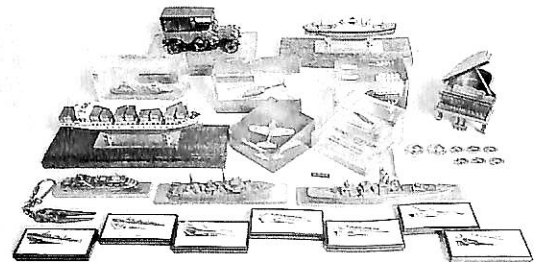
1000t型巡視船“しれとこ”  
1 / 100



三菱スーパージャトル400“レインボー”  
1 / 300



LNG運搬船“エルエヌジー フローラ”  
1 / 1250



各種記念品

オリジナル贈呈品を低価格、短納期で、量産対応いたします。

- ◆ 進水、竣工、各種式典の記念品に
- ◆ 営業・PR用品として
- ◆ 船内販売商品として

約200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)一冊 ¥1000
- 艦船部品カタログ一部 ¥300(切手可)

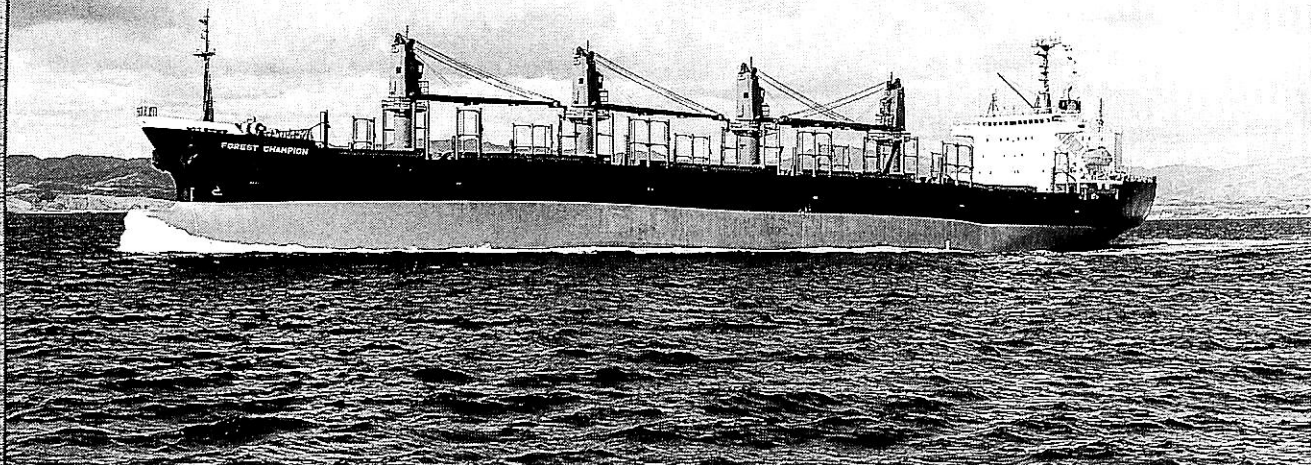
**KONISHI**  
OSAKA JAPAN

株式会社 小西製作所

〒544 大阪市生野区生野西3-13-18

TEL (06) 717-5636

FAX (06) 717-0484



フォレスト チャンピオン

輸出木材 / 撒積貨物船 **FOREST CHAMPION**

函館どっく株式会社函館造船所建造(第751番船) 起工 5-5-18 進水 5-8-25 竣工 5-11-15  
 全長 167.20m 垂線間長 160.00m 型幅 26.00m 型深 13.30m 満載喫水 3.794m  
 総トン数 15,880T 純トン数 8,992T 載貨重量 26,472t 貨物艙容積(ベ) 32,658.26 m<sup>3</sup>  
 (グ) 33,917.88 m<sup>3</sup> 艙口数 5 クレーン 30Lt×22mR×4 燃料油槽 FO 1,180.09 m<sup>3</sup> DO 188.95 m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 21.7 t/day 清水槽 FW 127.10 m<sup>3</sup> PW 127.10 m<sup>3</sup> 主機関 赤阪-三菱 6UEC52 LA形  
 (デ) 機関×1 出力(連続最大) 7,800 PS (133rpm) (常用) 7,020 PS (128.4rpm) プロペラ 5翼1軸  
 補汽缶 1,000 kg/h×1, 排エコ 900 kg/h×1 発電機 大洋電機 400kW×3 (原) ヤンマー 600 PS×3  
 (非) 大洋電機 64kW×3 (原) 三井ドイツ 98.6 PS×3 無線装置 0.8kW MF/HF無線装置, NBDP,  
 インマルA, C, 船舶電話 国際VHF電話 航海計器 ロラン GPS 衝突予防装置 レーダ  
 速力(試運転最大) 16.84 kn (満載航海) 14.4 kn 航続距離 12,850 哩 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 船首尾楼付平甲板船 乗組員 30名 同型船 GREEN STLVAN

輸出自動車運搬船 **KAI JIN (海神)**

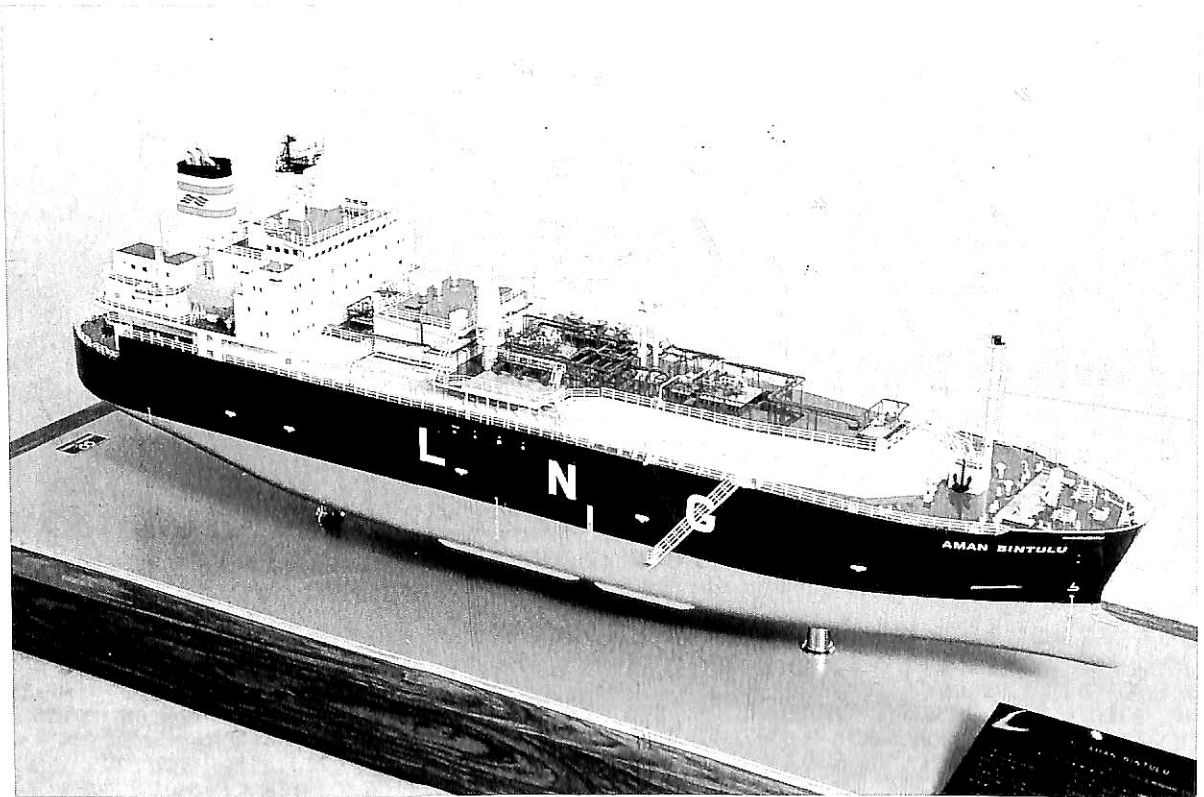
船主 Swift Shipholding S.A. (Panama)  
 株式会社カナサン豊橋工場建造(第3310番船) 起工 4-1-24 進水 5-9-28 竣工 6-1-27  
 全長 195.54m 垂線間長 185.00m 型幅 28.80m 型深 29.90m 満載喫水 9.021m  
 総トン数 41,931T 純トン数 12,580T 載貨重量 17,183t Car搭載数 4,513台  
 燃料油槽 2,626 m<sup>3</sup> 燃料消費量 41.7 t/day 清水槽 457 m<sup>3</sup> 主機関 神発-三菱 7UEC60 LA形  
 (デ) 機関×1 出力(連続最大) 14,700 PS (110rpm) (常用) 13,230 PS (106rpm) プロペラ 5翼1軸  
 補汽缶 1,500 kg/h×6 kg/l/cm<sup>2</sup>×1 発電機(主) 1,000 kVA (800 kW)×3 (非) 135 kVA (108 kW)×1  
 無線装置 800 W MF/HF無線装置, NBDP, インマルA, 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) 20.29 kn (満載航海) 18.8 kn 航続距離 18,760 哩  
 船級・区域資格 NK, M0-B遠洋 船型 多層甲板船 乗組員 29名 同型船 BUJIN  
 。バウスラスタ×1, スターンランプ×1, センターランプ×2



# 陸・海・空・総合産業用精密模型製作

(展示用, 記念贈呈用, PR用, 博物館用, 試作検討用, 等)

金属材質仕様による微妙かつ綺麗な表現をお楽しみ下さい。



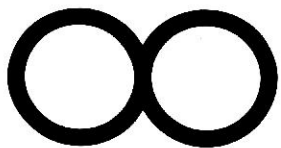
LNG専用船 S/S「AMAN BINTULU」

S = 1 : 100

船主 : Asia LNG Transport Sdn.Bhd.

建造所 : NKK 津製作所殿

横浜精密



ISAO-JAPAN

## Yokohama Seimitsu Co., Ltd.

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

TELEPHONE 045-544-0008(代) FAX.045-546-0684

〒223 横浜市港北区新吉田町835 (本社)第一工場営業所

〒223 横浜市港北区新吉田町687-2 第二工場

TELEPHONE 045-592-6131(代)



サファイア エース

輸出自動車運搬船 SAPHIRE ACE

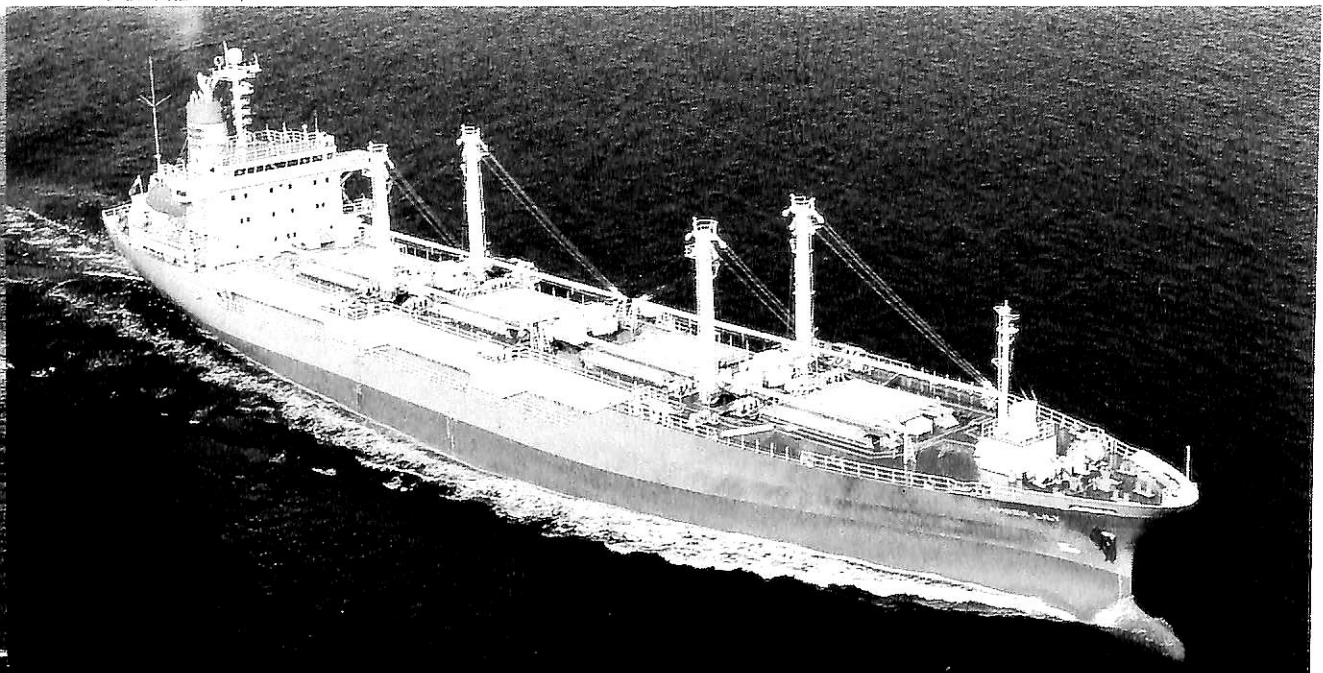
船主 Polar Express S.A. (Panama)  
 南日本造船株式会社建造(第626番船) 起工 5-3-14 進水 5-7-22 竣工 5-12-17  
 全長 188.00m 垂線間長 178.00m 型幅 31.20m 型深 30.60m 満載喫水 9.015m  
 総トン数 45,796T 純トン数 13,739T 載貨重量 15,204 t Car搭載数  
 4.5×1.7×1.4m 4,040台 燃料油槽 2,751㎡ 燃料消費量 41.5t/day 清水槽 385㎡  
 主機関 三井-MAN-B&W 6L60MC形(Mark 5)(デ) 機関×1 出力(連続最大) 15,600 PS (123rpm)  
 (常用) 13,260 PS (116.5rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 立型煙管 1.2t/h×6.0kg/cm<sup>2</sup>×1,  
 排エコ 1.25t/h×6.0kg/cm<sup>2</sup>×1 発電機 西芝 1,025 kVA×720rpm×3 (原) ダイハツ 1,200 PS×3  
 無線装置 MF/HF NBDP, インマルA, C 船舶電話 国際VHF電話 航海計器 ロラン  
 GPS 衝突予防装置 レーダ ナブテックス 速度(試運転最大) 21.18 kn (満載航海) 18.5kn  
 航続距離 20,000 浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 多層甲板船 乗組員 30名  
 。12層車輛甲板のうち2層の可動甲板, 。プロペラボス部はP.B.C.Fを装備。

14

アンバー リリー

輸出冷凍運搬船 AMBER LILY

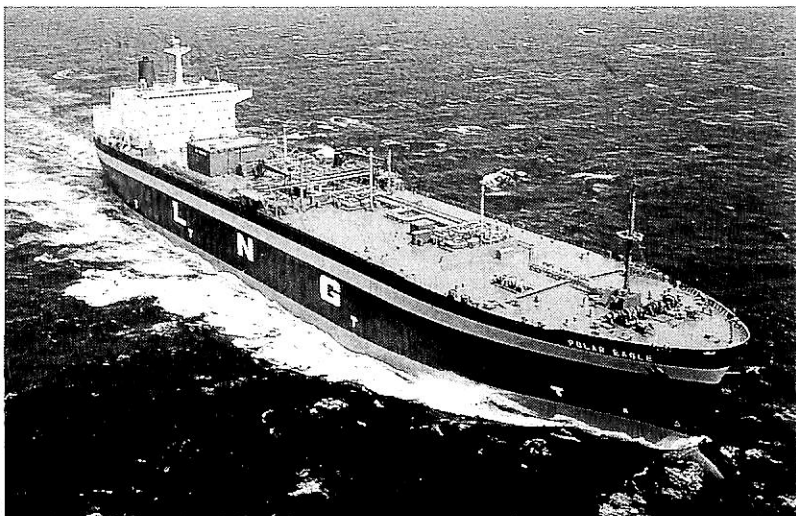
船主 Amber Ocean Corp. (Panama)  
 新高知重工建造(第7038番船) 起工 5-6-3 進水 5-9-16 竣工 6-1-31  
 全長 134.02m 垂線間長 125.00m 型幅 20.80m 型深 10.17m 満載喫水 7.573m  
 総トン数 7,313T 純トン数 4,808T 載貨重量 7,957 t 貨物艙容積(ベ) 11,140.59㎡  
 艙口数 4 デリック 5t×4 燃料油槽 1,163.90㎡ 燃料消費量 26.9 t/day  
 清水槽 339.68㎡ 主機関 神発-三菱 8UEC45LA形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 9,600 PS (158rpm)  
 (常用) 8,640 PS (153rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 コンボジット型 1,200 kg/h×6 kgf/cm<sup>2</sup>×1  
 発電機 500kW×AC450V×3 無線装置 800 MF/HF 無線装置, NBDP, インマルA, C, 国際VHF電話  
 航海計器 ロラン GPS レーダ 速度(試運転最大) 20.96 kn (満載航海) 19.3kn  
 航続距離 16,200 浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板船 乗組員 25名





## IHI・SPB方式LNG船 “POLAR EAGLE” Ship of the Year '93を受賞

社団法人 日本造船学会



SPB方式LNGタンクの技術の独創性、革新性の評価をされた“POLAR EAGLE”

(社)日本造船学会(会長:小山健夫 東京大学教授  
同選考委員長・柳原良平氏)は「Ship of the Year  
'93」に“POLAR EAGLE”(石川島播磨重工業(株)建造)  
を選定した。これは技術的・芸術的に優れた船舶の建造  
を促進し、広く一般に海洋思想の普及を図るため平成3  
年3月制定した「Ship of the Year」賞に基づいて選  
んだもので“POLAR EAGLE”は昨年の“とらいでん  
と”一昨年の“日産むさし丸”,その前の“クリスタル ハ  
ーモニー”に続き第4回の受賞作品となる。授賞式は5  
月18日,通常総会で行われた。

授賞理由としては、「これまでのLNG船に使われてい  
た球型・メンブレンタイプの型式とは異なった純国産技  
術のSPB方式による世界最初の船であることが評価さ  
れた。

タンクの形が船体にそって自由にできること。それ  
によって上甲板が完全に平らになり操船・甲板上の作業・  
係船機器の配置などにすぐれる。タンクの丈夫な骨格構  
造設計によって自由な液位による積み込み,航行ができ  
かつ安定性が高められたなど,技術の独創性・革新性,  
その技術の完成度に高い評価を得ている。従来の船型よ

りはるかにすっきりとまとめられた船姿は新しいLNG  
船の美しい外観をつくり出したと言え,船舶の造形デザ  
インの一つの進歩とみられる。

LNG船という船は一般の人の目に触れる機会も少な  
く,その構造の特殊性についても理解されにくいもので  
あるが,長い期間をついやし世界に例のない独自の開発  
によって純国産の船型を生んだということはShip of  
the Yearの授賞対象としてふさわしいものとする。

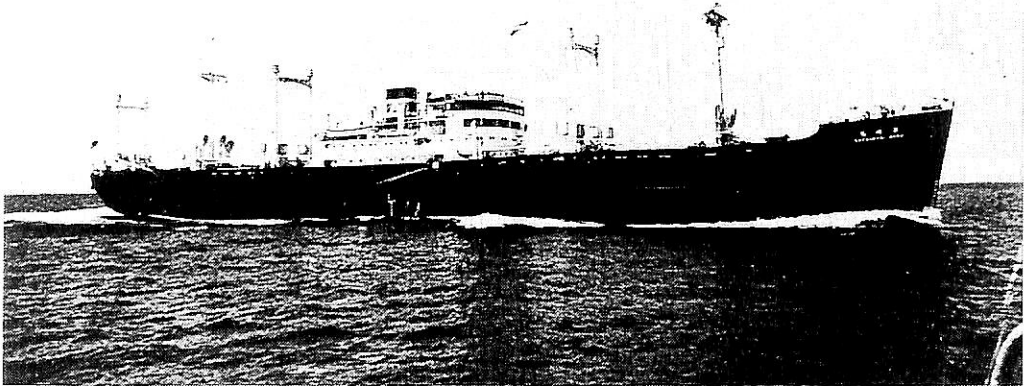
経済的合理一点ばりとみられる貨物船建造にもなみな  
みならぬ技術改革がすすめられ,各造船所の間で熱い競  
争が拓げられていることが,このLNG船の授賞によっ  
て世間に知らされ,話題を呼び関心を持ってもらえるな  
らば,本賞の目指す目的も果たされるのではないだろう  
か。」(選考委員長 談)

### 【主要目】

長さ 226.0 m / 幅 40.0 m / 深さ 26.8 m /  
喫水 11.0 m / 載貨重量 48,817 t /  
総トン数 66,174 T / タンク容積 87,660 m<sup>3</sup> /  
タンク アルミ合金製SPBタンク 4 /  
主機 蒸気タービン 21,000 PS×1 / 船速 18.5kn  
船主 Phillips Alaska Natural Gas Corp.

(タンク搭載写真は石川島播磨重工業(株)提供)

## 貨物船 葛 城 丸 国際汽船



浦賀船渠建造(第374番船)	船舶番号 35218	信号符字 JGMC
全長 142.34m	垂線間長 134.11m	型幅 18.28m
型深 12.19m	満載喫水 8.1m	
満載排水量 15,286 t	総トン数 5,840.55T	純トン数 3515T
満載積容積(ベ) 15,697 m <sup>3</sup>	(グ) 17,452 m <sup>3</sup>	主機関 三井B & W 4行程10気筒無気噴油式
ディーゼル機関×1	出力(連続最大) 6,703 PS (計画) 6,000 PS	速力(試運転最大) 17.08 kn
(満載航海) 15.5 kn	船級・区域資格 逓信省第1級船遠洋区域, ロイド100A1 LMC.with freeboard	
乗組員 51名	旅客 一等12名	同型船 霧島丸
		船籍港 石川橋立

国際汽船がニューヨーク航路用に建造した2隻の高速ディーゼル貨物船の第2船として完工した。

本船の船型の決定には逓信省船舶研究所の結果が採用された。また、我が国、初の単軸の高速船で遮浪甲板船としても最初のものであった。舵はシンプレックス舵が採用された。

昭和6年9月21日、公試運転を実施し、最高速力17.08ノットを記録した。

昭和6年10月6日、横浜を出港してマニラに向け処女航海に出る。

昭和7年3月12日、神戸発、日本郵船のニューヨーク航路に配船。その後も、昭和10年6月頃まで主として日本郵船に傭船され姉妹船 霧島丸 とともに、同社のニューヨーク航路に就航していた。

昭和10年9月21日神戸発、国際汽船のマニラ、ベナン、シンガポール線に就航、その後、再び、日本郵船に傭船されて、同社のニューヨーク航路に就航。

昭和12年12月18日神戸発、日本郵船のニューヨーク航路就航を最後に同航路を撤退、日本に帰着とともに徴用。即ち、昭和13年8月20日、海軍に徴用され、佐世保鎮守府所属、南西方面艦隊付の航空機運送船となる。

昭和13年10月9日、馬公発、広東攻略甲作戦の106隻

の船団に加わり10月12日03:30白耶士湾に部隊を揚陸した。

昭和14年2月13日00:00深尾発、広東攻略乙作戦に加わり、2月14日未明、海南島三亜に部隊を揚陸、本船からは上海に駐留していた横須賀第4特別陸戦隊、約860名が上陸した。

昭和16年12月10日付、第11航空部隊に配属、鹿屋航空隊、東港航空隊第1航空隊の輸送に当たる。

昭和17年1月5日、メナド攻略では、輸送船団の第2梯団に所属し、1月6日ダバオ発、メナド東方のケマに部隊を揚陸した。

昭和17年1月26日付、アンボン攻略計画では、輸送船の第2梯団に所属し、2月8日14:30アンボンに進入、本船から、東航空基地物件を揚陸した。

昭和17年2月19日、ジャワ島攻略作戦計画では、南方部隊航空隊の輸送部隊に配属され、物件をメナドに揚陸した。

昭和17年10月1日東カロリン諸島5°38'N, 153°8'Eにて雷撃を受けて沈没した。

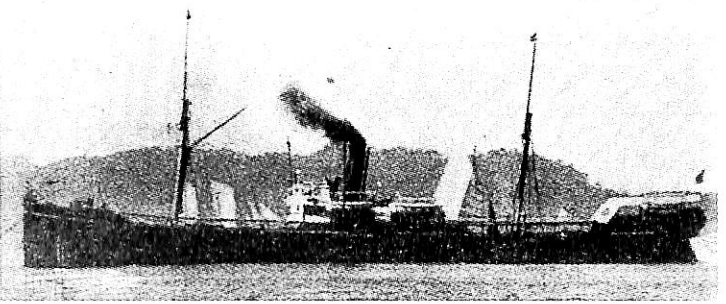
沈没後、昭和18年11月1日、本船は合併により大阪商船の所有となった。

## 貨物船 伏木丸

日本郵船→太湖汽船→佐伯俊太郎→日本海運→秋田定吉  
→奥田栄吉→武庫汽船→相良信一→戊辰商店

船主 Tynell Ship Building Co.

船舶番号 1047 信号符字 HG MF  
 進水 明18(1885) 竣工 明18-4  
 垂線間長 85.02m 型幅 10.66m  
 型深 5.57m 満載喫水 5.60m  
 総トン数 1,789.94T 純トン数 1,109.76T  
 載貨重量 2,300t 貨物艙容積  
 (ベ) 92,096f<sup>3</sup> (グ) 111,200f<sup>3</sup> 主機関  
 三連成レシプロ機関×1 出力(連続最大)  
 1,000 PS 速力(試運転最大) 10.5kn  
 (満載航海) 10.0kn 船級・区域資格  
 通信省第1級船, 近海区域, ロイド100 A 1  
 L M C 鉄船 旅客 一等2名  
 船籍港 東京→大阪→摂津小牧→尼崎→横浜  
 →高砂→御影→京都府中



日本郵船が英国ニューキャッスルの Tynell 造船所に  
 発注した鉄船で、明治20年9月、日本に到着した。

明治27年8月28日より明治29年1月4日まで494日間  
 陸軍軍用船となり兵員8,400名、馬591頭を輸送した。

明治37年2月28日より11月4日まで、および明治38年  
 6月1日より9月30日まで382日間、日露戦争の陸軍軍  
 用船となり兵177名を輸送した。

明治39年2月21日より3月21日まで29日間、日露戦争  
 の陸軍軍用船となる。

明治43年2月25日太湖汽船に売却され、大阪籍となる。

明治44年、摂津小浜籍となる。

大正4年、佐伯俊太郎に売却され、尼崎籍となる。

大正11年、日本海運の所有となり尼崎籍。

大正12年、横浜籍となる。

大正12年、¥120,000で下関の秋田定吉に売却され引  
 続き横浜籍とす。

大正13年、奥田栄吉の所有となり、高砂へ船籍を移す。

大正14年、武庫汽船の所有となり第6御影丸と改名、  
 御影籍となる。

大正15年、¥85,000で相良信一に売却され、さがら丸  
 と改名、京都府中籍とす。

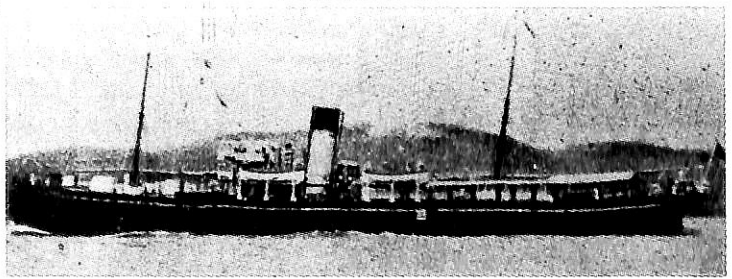
昭和3年、KK戊辰商店に売却され、引続き京都府中  
 籍。

昭和5年 ¥30,000で支那人に売却された。

貨客船 会下山丸 鍛冶米蔵→鍛冶商店→日下部久太郎→  
阿波国共同汽船

船主 W.Gray &amp; Co., W.Hartlepool (英)

船舶番号 10898 信号符字 LDGK  
 進水 明22-8(1889) 垂線間長 78.14m  
 型幅 10.09m 型深 7.04m  
 満載喫水 4.41m 総トン数 1,380.52T  
 純トン数 705.43T 載貨重量 1,390t  
 貨物艙容積 38,419f<sup>3</sup> 出力(連続最大)  
 1,625 PS 速力(試運転最大) 13.0kn  
 (満載航海) 11.0kn 船級・区域資格  
 通信省第1級船, 近海区域 乗組員 34名  
 旅客 一等18名, 二等64名, 三等372名  
 船籍港 神戸→岸和田→須磨→神戸→尼崎



元、英国West Hartlepool汽船会社所有のEmpress  
 号のち、Chinese Eastern Railway CoのNinguta号  
 で、明治40年、鍛冶米蔵が購入し会下山丸と改名、神戸を  
 船籍港とし、明治40年7月1日神戸発、鎮南浦行へ就航。

明治40年8月より、国有鉄道の関釜連絡航路に就航、

明治41年、鍛冶商会の所有となり引続き神戸籍。

明治42年、岸和田籍となる。

明治43年、須磨籍となる。

明治44年1月20日、関釜連絡船を解備された。関釜連  
 絡航路は我が国の大陸進出のため輸送量が増大し、壱岐  
 丸、対馬丸の2隻では不足となり、明治40年から本船が

備船されていたが、速力もおそく、設備も悪かったため  
 遂に解備された。同航路には代船として梅ヶ香丸が備船  
 され大正5年3月まで就航していた。

大正2年、神戸籍となる。

大正5年4月、23万円で田中仙太郎に売却され、日下  
 部久太郎の所有とし貨物船に改造、尼崎籍とす。

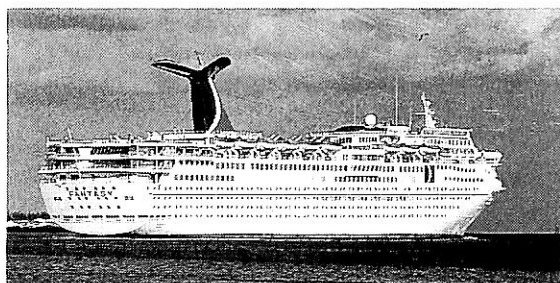
大正6年4月、阿波国共同汽船に売却され第21共同丸  
 と改名、引続き尼崎籍とす。

昭和7年12月26日、神戸、宮地民之助に売却され、東  
 洋汽船の日洋丸建造のための解体見合船としてトン当た  
 り25円で売却され、昭和8年3月10日解体を完了した。

## カーニバル社(アメリカ) 5 隻目 70,000 トン型スーパークルーザーを建造 —クバルナー・マーサ・ヤード社(フィンランド)—

Yoshitatsu Fukawa  
府 川 義 辰

去る3月30日、アメリカのカーニバルクルーズ社(Carnival Cruise Lines)は、昨年の9月9日に発表・建造契約に調印した第4番船“ファッション”FASCINATION 建造価格US\$315 million(邦貨換算約425億円)に引続き、同社として5隻目の70,000トン型クルーズ客船の建造契約に調印したと発表した。建造に当たるのはフィンランドのクバルナー・マーサ・ヤードで、その内容は同日付けで同社も発表した。発表によると、本船の建造価格はUS\$330 million(邦貨換算約445億5千万円)で先に紹介したP&O社の客船建造計画とほぼ同額の最近建造の1船当たりの建造単価としては世界最高額となっている。竣工・引渡しの時期は、1995年の秋とされている。船名は発表によると“イマジネーション”IMAGINATIONと命名されることになっている。同時に、同社が本船を含み新造船建造に投下した資金は実にUS\$1.5 billion(邦貨換算約2,025億円)を超えているという。



▲ 5 隻目の 70,000 トン型姉妹船“FANTASY”  
(1990年4月22日ナッソーで撮影)

“IMAGINATION”は昨年および昨年に竣工した“FANTASY”および“ECSTASY”と来年および再来年に竣工予定の“SENSATION”および“FASCINATION”に次ぐ5隻目の70,000トン型の姉妹船となる。

最近発表された同社の営業実績によると、1994年度第1四半期1991年12月から1992年2月における総売上はUS\$328.8 millionで、純益はUS\$46.8 million、船客実績は279,910名に達し、その乗船率は102パーセントになる。現在同社は、9隻の大型客船を運航しているが、同社グループ全体では16隻にも及ぶ大船隊を擁しており、総計17,997床を一度に提供可能な世界最大のクルーズ・オペレータである。この数値は、現在の北米におけるマーケットシェアの実に25パーセントを占めると言われている。

## SNCM社(フランス) 43,500 トン型フェリーを発注

—アトランティック造船所(フランス)で建造—

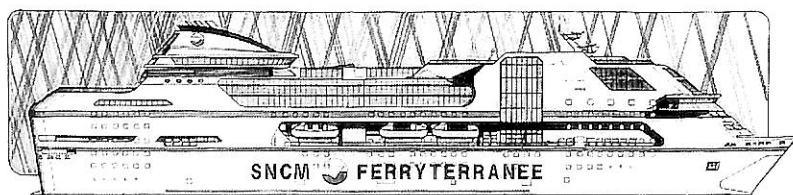
去る2月25日、フランスのChantiers de L'Atlantique社は、同じフランスのSociete Maritime Course Mediterranee(SNCM)社から、世界最大の船体幅を持つ大型フェリー(建造番号D-31)の受注を発表した。この受注に際しては、フィンランドの造船所と激しく受注競争をしたと欧州の情報誌は報じていた。

発表によると、竣工予定は1996年の春で、船客収容2,544名、車両収容700台、43,500トンの大型フェリーである。竣工後は、リビエラとコルシカ島を結ぶ航路に就航、オフシーズンのウィークエンドには北アフリカの

諸港を結ぶクルーズシップに転用されることになっている。

本船の就航後、同社のDanielle Casanovaが引退することになっている。

全長 172 m / 垂線間長 156 m / 全幅 30.4 m  
喫水 6.60 m / 載貨重量 3,400 t / 船室数 557 /  
乗員船室数 155 / 旅客数 2,544名 / 乗組員 162名  
甲板数 12 / 旅客椅子数 250 / 車輻甲板 3  
搭載台数 700台 / 中速ディーゼル 4 / 速力 23.8kn  
発電機 5 × 2,160kW / プロペラ 2 × CPP



▲ SNCM社の43,500トン型大型フェリー竣工予想図

世界のクルーズ業界の最高峰となるか

## P&O社グループ 100,000 トン型の超大型客船の建造を発表

— 総投下資金は 1,300 億円を超える規模 —

Yoshitatsu Fukawa  
府川 義辰

イギリスのP&O社グループ(P&O Group)の最近の動きについては、耳目を離すことが出来ない。

1992年1月に、同社が1795年に創立され200周年を迎える来年に向け、67,000トン型の大型客船を建造すると発表した。その翌年の1993年3月11日には、同船を“オリアナ”ORIANAと命名すると発表し、同時に受注先であるドイツのマイヤー造船所(Meyer Werft: Papenburg)で建造が開始された。本船は、竣工後、P&Oグループ傘下のP&O Cruisesの手により運航されることになっている。本船は、イギリスおよび同国圏内のマーケットおよびクラシカルワールドワイドライナーとして世界のマーケットをもターゲットにしている。建造価格はUS\$300 million(邦貨換算約315億円)と発表されている。

今年早々にも同社グループの動きは、急であった。去る2月8日、同グループは2隻の大型客船の発注を発表、世界の客船界の度胆を抜いた。同社は、この船を“スーパーライナー”と称している。1隻は、US\$295 million(邦貨換算約310億円)の建造費をかける77,000トン型で1,950名の船客収容力を擁する大型船で、現在イタリアのFincantieri社で建造が進められ1996年の1月に竣工が予定されている“サンプリンセス”SUN PRINCESS

: 建造価格US\$300 million plus: 1,950名の船客収容: 77,000 GT)の同型船である。もう1隻は、これを上回る90,000トン型の2,500名の船客収容を擁する超大型船で、その建造費はUS\$385 million(邦貨換算約405億円)と発表された。竣工予定は、両船とも1997年となっており、イタリアのFincantieri社が受注している。運航にあたるのは、ロスアンジェルスをベースとする同社グループのプリンセスクルーズ社(Princess Cruises)である。

去る4月8日には先に発表した90,000トン型の超大型船を、100,000トン型の2,600名の船客収容を擁する客船に規模を拡大したと発表、世界の客船界は只々あつげにとられるばかり、更に、もう1隻の追加発注まで匂わせており、ジョンブル意気込みはどこまで続くのか、さすが英国海運界の面目躍如といったところ、船名は未だ決定していないが、これもこれからの大きな話題になるだろう。単純に計算しても、建造中および今回発注船を含み4隻の総建造費は、約US\$1,300 million(邦貨換算約1,360億円)、これに噂のオプションが加わったら、軽く1,600億円を超えることとなり、その意気込みどこまで続くやら。

### [ P & Oグループ船隊 ]

#### 北米—プリンセスクルーズ (ロスアンジェルス)

Regal Princess	70,000 トン	1,590 名
Crown Princess	70,000	1,590
Star Princess	63,500	1,490
Sky Princess	46,000	1,200
Royal Princess	45,000	1,200
Golden Princess	28,000	830
Fair Princess	25,000	890
Pacific Princess	20,000	610
Island Princess	20,000	610
Sun Princess (発注済)	77,000	1,950

#### 英国とローロッパ (サザンブトン)

Canberra	45,000 トン	1,641 名
Sea Princess	28,000	714
Oriana (発注済)	67,000	1,975

#### スワン—ヘレニッカー (歴史、文明巡航)

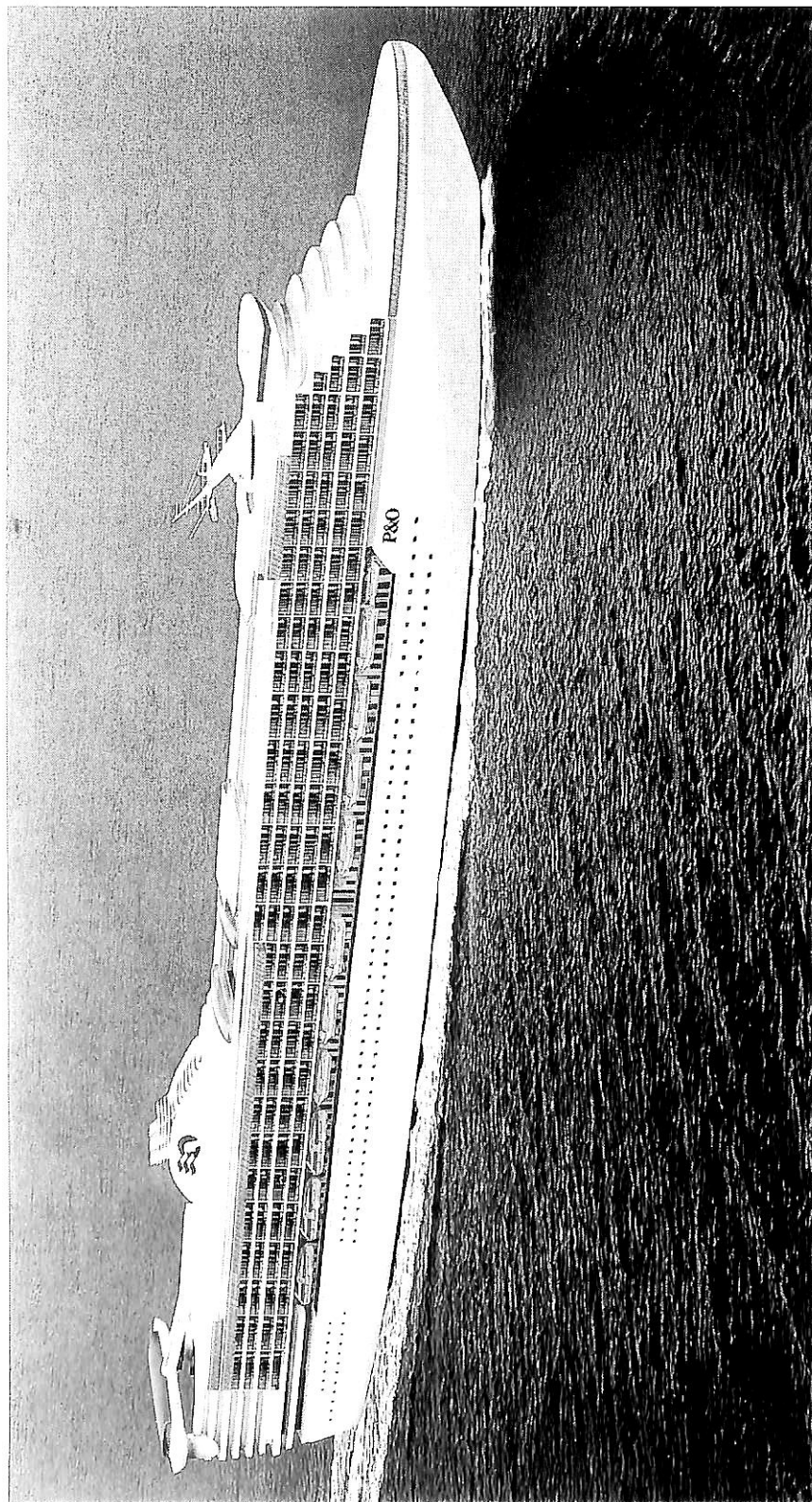
Orpheus (備船)	5,100 トン	280 名
Nile Monarck (備船)	2,000	90

#### オーストラリア (シドニー)

Fairstar	21,500 トン	1,400 名
----------	-----------	---------

(今回の2隻発注分と1隻のオプションは含まれていない。)

Photo: P&O Cruises, Princess Cruises, Meyer Werft



去る4月6日、P&O社から正式に発表された100,000トン型の超大型客船の竣工予想画、本船の名前は近い将来発表されると思うが、本船の就航海域は主にカリブ海海域でホームポートはアメリカのフォートロダデールになると併せ発表されている。この絵で見かぎり、100,000トン型の巨船にしては武骨さはない。一部にはシーブキャリアーに似てなくもない。上甲板から上の船室は、大きなベランダ(約700室)に全てであり、大きな開口部となっており、カリブ海海域向けクル

**P & O 社の  
100,000 トン型  
超大型客船竣工予想画**

Fincantieri (Italy)

ープに考慮されているのが判る。

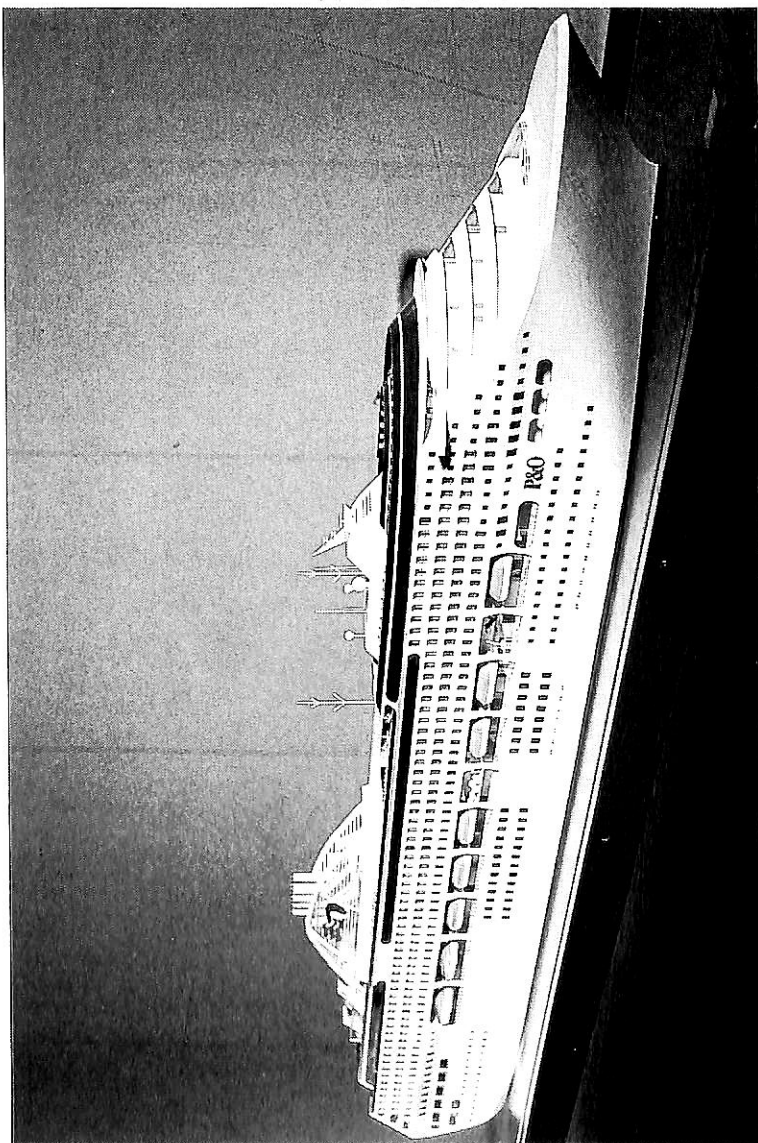
世界最大になることは間違いないが、母港以外の受入れ体制についても無関心ではられない。これだけの規模になると大きなショウ ラウンジが3ヶ所にレストランも3ヶ所、プール5ヶ所にもなる。

建造船価格は、邦貨換算約405億円、受注先はイタリアの Fincantieri 造船所で、デビューは1997年の予定である。

PRINCESS CRUISES

(主 要 目)

造船所	フィンカンチエリ造船所イタリア
設計	Njal R. Eide ノルウェー
船籍	イタリア
竣工	1996年1月
全長	856 フィート
幅	106 フィート
喫水	26 フィート
客室	1,050
	ベランダ付スウィート 4
	ベランダ付ミニ・スウィート 18
	バルコニー付外側キャビン 424
	標準外側キャビン 194
	内側キャビン 398
	身体障害者用キャビン 12
総トン数	77,000 T
旅客数	1,950 名
客比	39.5
速力(最大)	21 kn
機関	電気推進中速(デ)機関×4
乗組員	900 名
甲板数	14
クルーズ就航先	(冬)カリブ海方面 (パナマ運河経由) (夏)アラスカ方面



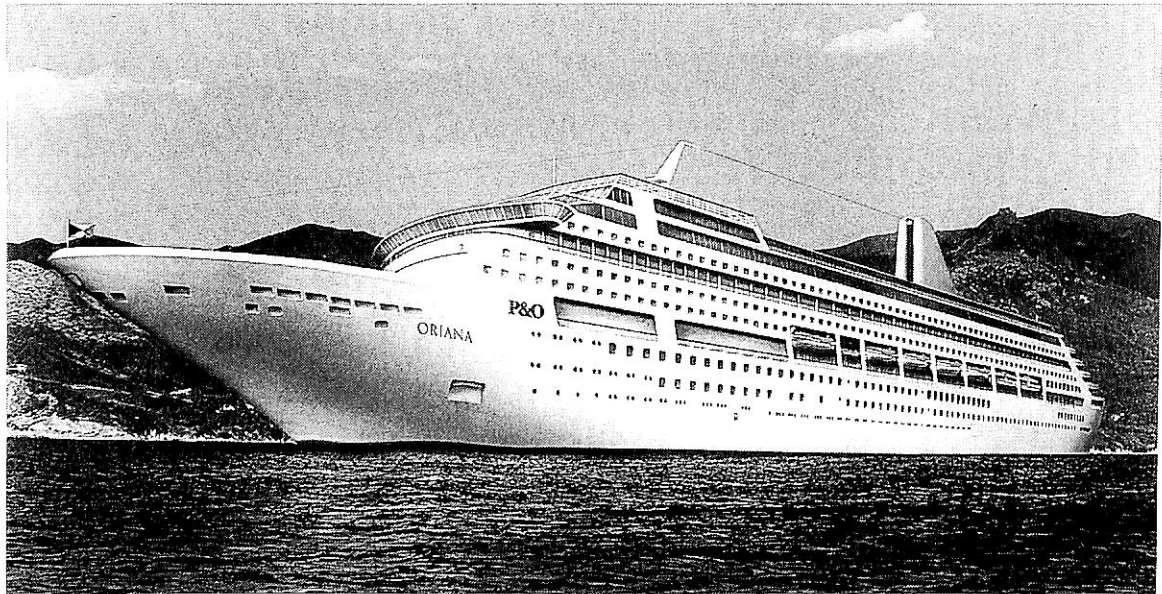
現在イタリアのFincantieri造船所で、1996年の1月に引渡しを目前に建造が進められている“サンプリンセス”SUN PRINCESS：77,000 GT：1,950名の船客収容数：速力21kn)。建造船価は、邦貨換算約315億円。

P & O 社 77,000 トン型  
客船 “SUN PRINCESS”

1996年1月竣工予定

竣工後の就航海域は、アラスカ海域、ウエストコースト、南太平洋等となっており、特にアラスカ海域に投入されることになっているため、船全体がクローズドタイプとなっている。ポートデッキから上の船室の大きな開口部は、全てそれぞれのベランダで、寒冷地海域航海に備えての思想が折り込まれているのが良く判る。外殻は、大型船としては大変良いデザインとなっており、流麗でなかなか美しい。竣工が待ちどおしい。

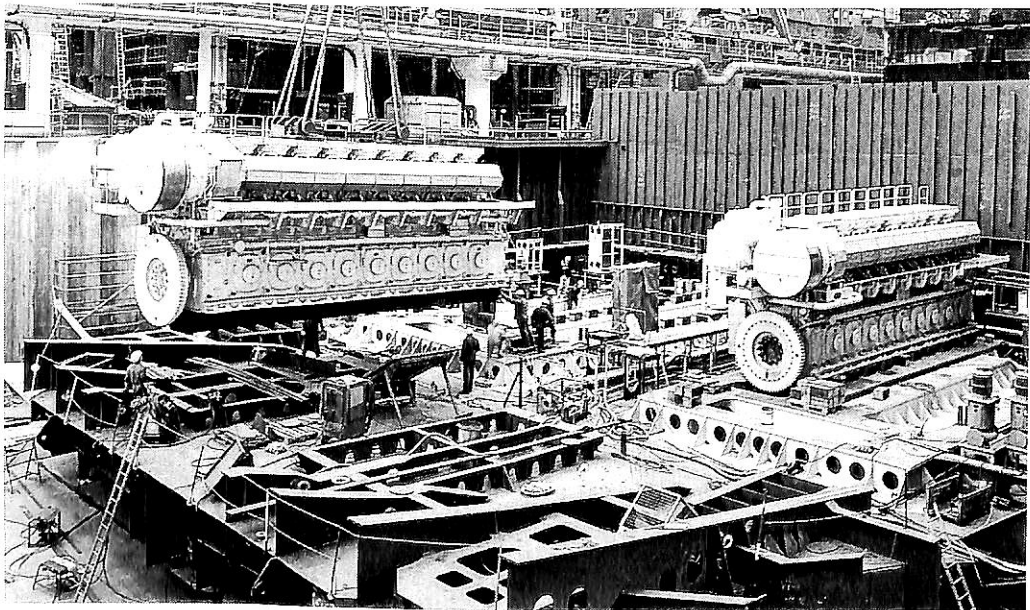
Fincantieri (Italy)



## P & O社の 67,000 トン型客船 “ORIANA”

Mayer Werft (West Germany)

P & O社がドイツのマイヤー造船所に発注、現在建造が進められている“オリアナ”(ORIANA：邦貨換算約315億円)。来年は、P & O社、創立200周年に当たる記念すべき年となる。本船は、その記念すべきジュビリーシップとしてデビューすることになる。



この写真は、昨年の10月27日に撮影された“オリアナ”の主機関の据え付け状況写真である。

本船には、次のようなMAN-B&Wの機関が装備される。

Type : 9 L58/64	11,925 kW at 428 rpm	2 基
Type : 6 L58/64	7,950 kW at 428 rpm	2 基

Type : 6 L40/54 4,500 kW at 514 rpm 2 基(補機)  
最大のもので、211トン、全長13m、幅3.5m、高さ5m余ある。

小さなものでも、149トン、全長は9.7mある。

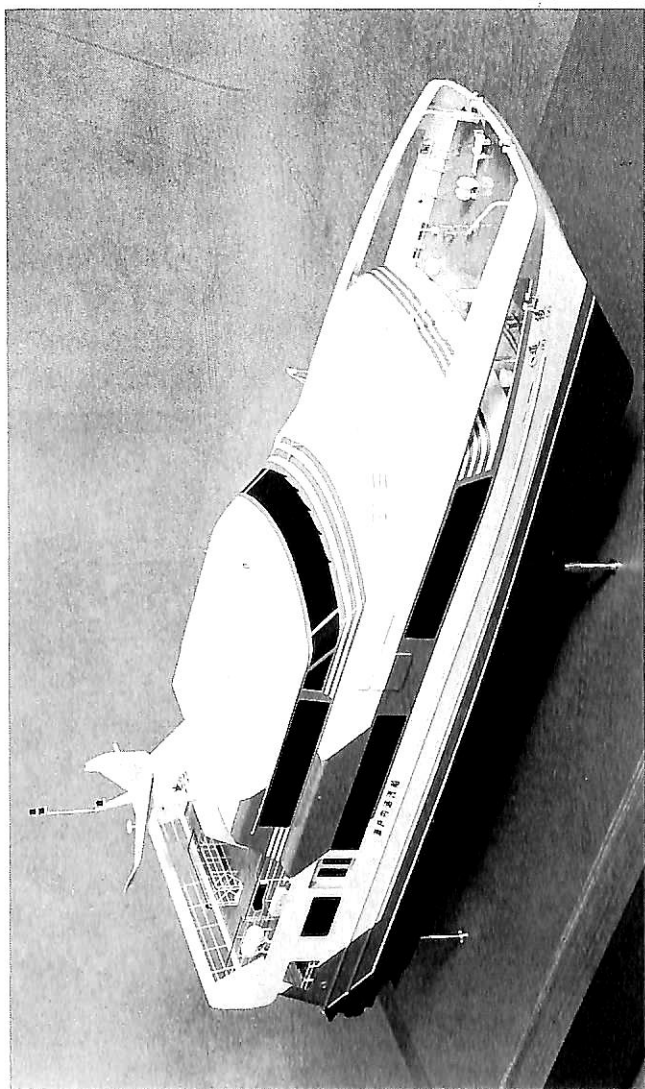
Photo : P&O Cruises, Princess Cruises,  
Meyer Werft



# 陸・海・空・総合産業用精密模型製作

(展示用, 記念贈呈用, PR用, 博物館用, 試作検討用, 等)

金属材料仕様による微妙かつ綺麗な表現をお楽しみ下さい。



スーパージェット30

“道後” “宮島”

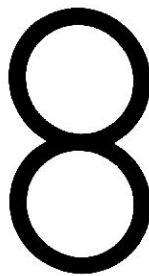
船主(御用命)

瀬戸内海汽船株式会社殿

建造所

日立造船株式会社  
神奈川工場殿

横浜精密



ISAO-JAPAN

## Yokohama Seimitsu Co., Ltd.

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

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

〒223 横浜市港北区新吉田町687-2

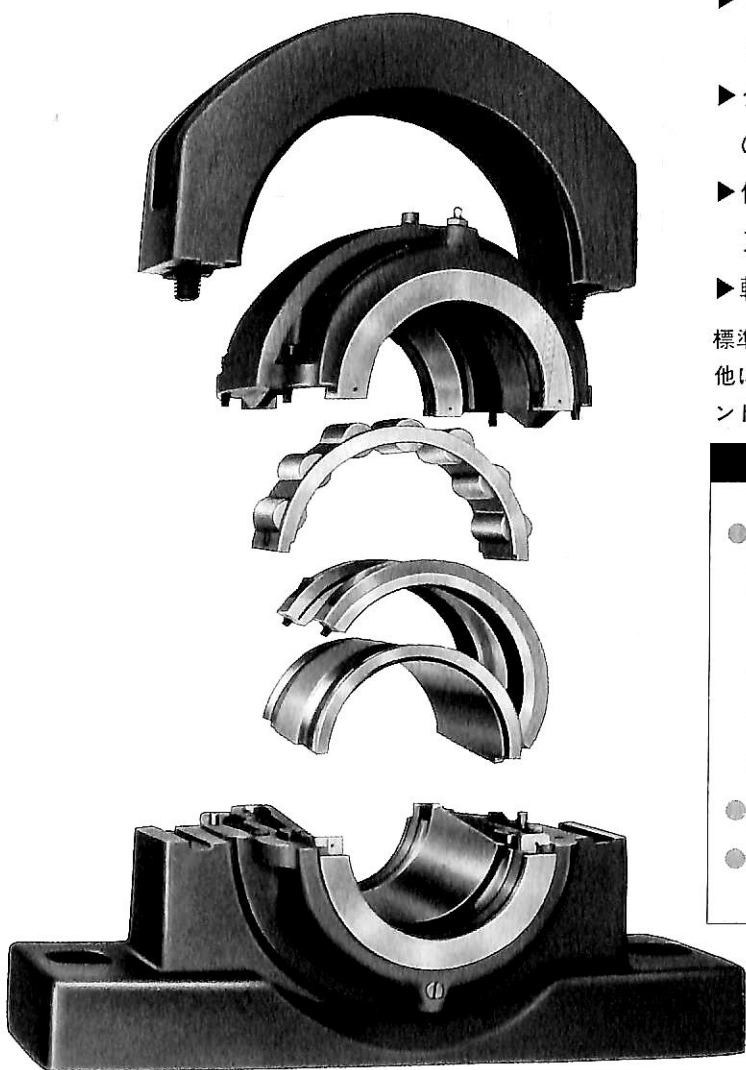
軽量化をサポートするアルミペデスタル・アルミカートリッジ

# COOPER

二つ割り

ローラーベアリング

組込み・補修を容易にする



- ▶すべてのベアリング部品は二つ割りになっています。
- ▶クランク軸、長尺軸、異形軸などの難シャフトに最適です。
- ▶他の部品を取外すことなくベアリング交換ができます。
- ▶軸径1,550mmの大口径まで製作可能。

標準ユニットとして写真のペデスタル型の他にフランジ型、テイクアップ型、ロットエンド型、ハンガー型などがあります。

### 主たる使用例

- 船舶
  - 高速艇ドライブシャフト支持
  - ドライブシャフト中間軸支持
  - テールシャフト支持
  - ディーゼルエンジンクランク軸支持
  - 船舶用減速機、船用送風機
- 風力発電機
- その他各種タービン用

※カタログ及び技術資料はご遠慮なく下記にご用命下さい。

**福田交易株式会社**

本社 〒104 東京都中央区明石町11-2  
TEL.03(5565)6811 FAX.03(5565)6816

大阪営業所	〒540 大阪市中央区谷町4-3-1	TEL.06(941)8421	FAX.06(944)0241
名古屋営業所	〒460 名古屋市中区上前津2-14-17	TEL.052(322)6421	FAX.052(322)2364
広島営業所	〒733 広島市西区天満町6-12(岩崎ビル)	TEL.082(293)1545	FAX.082(291)0113
厚木営業所	〒243 厚木市長沼245-7	TEL.0462(27)5011	FAX.0462(26)6612
北陸出張所	〒921 金沢市簡明町1-198(トミオビル)	TEL.0762(92)2811	FAX.0762(92)2510
九州出張所	〒816 春日市惣利2-54	TEL.092(595)4590	FAX.092(595)4591

## 5月のニュース解説

米田 博

## 海運・造船日誌

4月14日～5月18日

## ○海運・造船問題

## ●一般政治経済問題

## 4月

14日○OECD加盟国とアジア諸国(韓国, 香港, (木) 台湾, シンガポール, タイ, マレーシア)

の海運政策対話会合が横浜で開幕した。

19日○IMO国際船舶情報データベース(インタ

(火) ーナショナル・シップ・インフォメーション・データベース=ISID)検討のための

第2回フィージビリティ・スタディー。

20日○日本船舶輸出組合の発表によれば, 93年度

(水) の輸出船契約実績は, 197隻, 747万総トンと総トンベースで前年度の2.8倍となった。船価合計は8千億円, 昨年2月からの円高の影響を受け, ドル建て契約が急増し, 全契約の36%がドル建てだった。

25日●衆参本会議で羽田孜・新生党党首を第80代,

(月) 51人目の首相に選出した。直後に新生, 日本新, 民社, 自由の各党と衆院内会派「改革の会」の5党派が新たな統一党派「改新」を結成したため, 社会党が反発して26日連立離脱を決定した。

26日●台北発名古屋行き中華航空機140便, エア

(火) バスA300-600Rが, 名古屋空港で着陸に失敗, 炎上し, 乗員乗客271人のうち264人が死亡した。

○日本船主協会, 日本造船工業会合同の船舶解撤問題共同検討会は, サブスタンダード船対策に取り組むことを決議した。

28日●羽田連立内閣が発足した。総理以外の顔触

(木) れは新生党8人, 公明党6人, 民社党2人, 日本新党, 無所属(旧「改革の会」), 自由党, 民間が各1人。運輸大臣は二見伸明氏(公明党)。

29日○春の叙勲。運輸省関係293氏のうち勲二等

(金) 旭日重光章に相浦紀一郎・元大阪商船三井船舶社長, 園村泰彦・元海上保安庁長官, 勲二等瑞宝章に竹内良夫・元港湾局長元関西空港社長など。

○春の褒章受賞者。運輸省関係は藍綬褒章12氏, 黄綬褒章33氏の計45氏。うち藍綬褒章に苅野照・飯野海運社長, 大石鐘二郎・日本造船事業者連合会副会長など。

## 5月

6日●英仏海峡トンネル(ユーロトンネル)が開

(金) 通した。全長50キロ, 海底部分38キロ。

○山下勇氏が死去。三井造船社長, 日本造船工業会会長, 日本船舶輸出組合理事長, 運輸技術審議会会長, 東日本旅客鉄道会長, 国民の祝日「海の日」制定推進国民会議会長などを歴任された。

9日●南アフリカ共和国で初めて全人種が選挙し

(月) て選ばれた400人の国会議員が, 最大政党「アフリカ民族会議」(ANC)のネルソン・マンデラ議長を新大統領に選出した。同氏は10日同国初の黒人大統領として就任し, 11日国民統合政府を発足させた。

10日○第3回アジア船主フォーラムが北京で開催

(火) され11の船主協会が参加してサブスタンダード船のスクラップ等8項目の共同コミュニケを採択した。

11日○10日開幕の国際金属労連(IMF)第10回

(水) 世界造船会議が, 造船産業での能力拡大を憂慮している, などの30項目からなる東京宣言を採択して閉幕した。

## サブスタンダード船対策

### 船舶解撤問題共同検討委員会

日本船主協会、日本造船工業会合同の船舶解撤問題共同検討委員会は、4月26日海上安全と海洋環境保護の観点から、サブスタンダード船対策に取り組むことを決議しました。サブスタンダード船とは、直訳すれば「標準以下の船」ということになりませんが、最近各方面で使われるようになり、「国際条約の基準を満たさない安全航行上欠陥のある船」と定義できましょう。

委員会は94年度の現状認識として、92年暮れから93年初めにかけて発生した一連の大型タンカー事故や、94年年初に集中したケープサイズバルカーの沈没事故は、船舶の安全と海洋汚染防止問題を再びクローズアップさせ、とりわけサブスタンダード船の排除機運が盛り上がりを見せている、としています。

ところでサブスタンダード船即老齢船とはいえず、逆に老齢船即サブスタンダード船ときめつけることもできませんが、老齢サブスタンダード船は解撤されるべきであり、その促進は十分意義あることである、と委員会は認識しています。

このような現状認識を踏まえて、委員会の活動方針としては、老朽サブスタンダード船の解撤促進に重点を置き、さまざまな角度からサブスタンダード船の海運市場からの撤退を推進するとしています。

ただし、これは一國、特定地域を対象としていたのでは効果が薄く、世界中で同時に行うことが肝要ですので、世界的枠組みの中で検討・実施されるべきものです。

このため共同検討委員会としては、世界の関係者にサブスタンダード船の排除の必要性について理解を深めるためのキャンペーン活動を推進することとし、まず、日本の船級協会、損害保険業界、

荷主業界に働きかけ、これを出発点としてアジア、欧州その他世界の関係業界がこぞってサブスタンダード船の排除のための必要な措置・行動をとるよう働きかけることとしています。

具体的には、本共同検討委員会第3回会議における「サブスタンダード船対策について」の決議をもとに

- (1) 国内関係者（日本海事協会、船舶保険連盟、石油連盟、鉄鋼連盟など）に支持・協力を要請する。
  - (2) アジア船主フォーラムにおける共同声明に盛り込む。
  - (3) 欧州ほかの船主、造船業界に対し、共同で当該国船主協会、損保、荷主に支持・協力を要請するよう働きかける。
  - (4) 国際関係機関（ICS、IACS、インタータンコ、インターカーゴ、OCIMFなど）に支持・協力を要請する。
  - (5) これらのキャンペーン活動の上に立って、政府に対し、適切なポートステートコントロールの実施およびIMO、OECDなど国際的枠組みでのサブスタンダード船排除のための取り組みの促進を要望する。
- と決議しています。

### ポートステートコントロール

前節は船舶解撤を推進する立場からサブスタンダード船対策を述べましたが、これは海上安全と海洋環境保護の手段の一つといえます。当面有効な手段として実施されているのがポートステートコントロールです。

地球環境等に重大な被害を与えている海難の多くは、国際条約の基準を満たさないいわゆるサブスタンダード船に起因しているところから、海上人命安全条約等の各加盟国は、船舶の航行安全と海洋環境保護のため自国船に対する検査に加え、外国船舶に対する立入検査（ポートステートコントロール、以下「PSC」といいます）の実施を

進めています。

この分野での先駆者は欧州で、欧州地域においては1982年にPSCを強力かつ効果的に実施することを目的としてパリMOU（メモランダム・オブ・アンダースタンディング）と称する合意が成立し、これに基づくPSC協力体制の組織が整備され、サブスタンダード船を排除する体制が確立しています。

このような状況を受けてIMOは1991年の第17回総会で各国に対しPSCに関する地域協力を推進するよう決議し、さらに92年末から連続して発生した大型タンカーの事故に関連して、日本の提案により93年の第18回総会でPSCの強化および地域協力の促進等の決議が行われ、世界各国はPSCの地域協力に対する重要性、緊急性を認識し、早期の地域協力の実施を目指しています。

日本では、このような欧州の動向やIMO決議を踏まえて92年2月以来アジア・パシフィック地域におけるPSCの地域協力に関する準備会議を開催する等の準備作業を推進してきましたが、93年12月に、アジア・パシフィック地域の海事当局が協力して94年4月からPSCを実施する旨の合意が成立しました。

この合意に基づいて各国の海事当局の代表者で構成される委員会とその指揮下で活動する事務局が設けられることとなり、その設置場所を東京とすることになり、94年3月15日に財団法人東京エムオウユウ事務局が設立されました。

実は本節の記述はこの「東京エムオウユウ事務局」の設立趣意書に沿ったものですが、本件につきましては本誌7月号で事務局より詳しく紹介していただくことになっていますので、ここでは設立に至った経緯だけを解説することとします。

### 国際金属労連の世界造船会議

国際金属労連(IMF)に加盟する22ヶ国108人の労働組合代表者らにより、第10回世界造船会議が千葉県浦安市で5月10～12日に行われました。

同会議が開かれるのは87年のヘルシンキ会議以来7年ぶり、日本での開催は73年の東京会議以来21年ぶり、2回目とのことですが、今回世界造船会議が採択した「東京宣言」は世界の建造能力拡大を深く憂慮しており、このところ本ニュース解説で連続してとり上げた韓国造船の設備拡張に対する一つの見解を含んでいますので30項目のうちの注目すべき部分をご紹介します。

3. 我々は、造船産業における政府助成に関するOECD第6.作業部会（造船部会）で、市場破壊的助成の廃止で合意が得られるよう期待する。

7. 造船産業での能力拡大計画に憂慮している。需給の均衡が非常に微妙な現状で建造能力拡大の必要性はない。

日本、韓国、欧州連合(EU)といった先進造船国は、建造能力を抑制する責任がある。これには、新造船建造能力の拡大のための新規計画に取り組みないという合意も含まれる。

10. 最近の海上における災害に対して、造船産業の労働組合と労働者は、旧式の老朽化した危険な船舶に対する新しい基準を求めるとともに、特に世界船舶の船齢構成を考慮したスクラップ・アンド・ビルド政策を繰り返し要求してきた。

11. IMFは、海洋環境保護に関するIMOの規制の強化と、難破による環境破壊を防ぐため、規制が有効であるよう要請する。この点、無責任な船主に環境に危害を及ぼす船舶の運航をやめさせるため、ポートステートコントロールの強化が重要である。

ところで世界造船会議直後の専門紙によりますと、3月のOECD造船部会需給サブグループで韓国政府が国内の造船業界に設備拡張を踏みとどまるよう説得することを約束したことのあらわれとして、現代重工業の設備拡張が中断していることが明らかになりました。また韓国労働組合会議よりの出席者の一人は「韓国造船業の設備拡張についてあらためて問題の大きさを認識した。」と語っていると伝えられています。

●新造船紹介

# 国内最大 新造レストラン シップ “ルミナス神戸2” の概要

三菱重工業株式会社神戸造船所  
船舶・海洋部

## 1. はじめに

本船は船舶整備公団殿および豊野産業有限会社殿向に三菱重工業(株)神戸造船所において建造したもので新造船としては国内最大のレストランシップである。

本船は日本のレストランシップの草分として活躍した初代“ルミナス神戸”の代替船として一層のグレードアップをはかり『やさしさ』、『ゆたかさ』、『ゆとり』をテーマに、レストランクルーズのみならず洋上結婚式、各種イベント、パーティ等、海のロマンを提供するにふさわしい気品にあふれた国際港神戸を代表する船として本年2月20日より就航している。

以下にその概要を紹介する。

## 2. 主要目等

資 格	JG・第二種船
航行区域	限定沿海区域(3時間未満)
主要寸法	
全 長	106.00 m
垂線間長	95.00 m
幅(型)	16.00 m
深さ(型)(Cデッキ迄)	8.90 m
深さ(型)(Dデッキ迄)	6.40 m
喫水(型)	4.80 m
総トン数	4,408 T
定 員	
(旅客) 限定沿海(3時間未満)	700名
平 水(3時間未満)	800名
平 水(1.5時間未満)	1,000名
(乗組員) 運航要員	13名
サービス員	87名
速 力 試運転最大	19.3kn
航海速力	18.0kn
主 機 関	
(型式)	三菱UEディーゼル機関 8 UEC33LS II 1基
(出力) 最 大	5,870 PS × 210rpm
常 用	4,990 PS × 199rpm



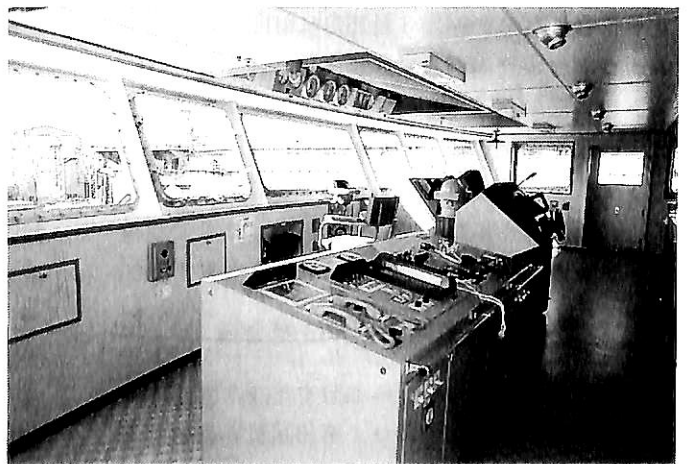
▲ 試運転中の“ルミナス神戸2”

## 発電機

(主) ディーゼル機関駆動 560kW × 3台  
(停泊用) ディーゼル機関駆動 100kW × 1台

## 3. 基本計画

本船の基本計画については計画初期より、船主、デザイナー、造船所からなるプロジェクトチームにてコンセプト、外観デザイン、基本配置、内装デザイン等につき協議を重ね、21世紀の神戸の海に映え、ルミナスの名にふさわしい光輝く船をコンセプトとして実施した。



▲ 操 舵 室

## ● ルミナス神戸 2 ●



▲ エントランス

船速は定時運行性能を確保するのに充分とするため、大型レストランシップとしては最高速の航海速力18ノットとするとともに、海上交通の頻繁な大阪湾および明石海峡でより安全な操船性を考え、客船としては日本最初の特種舵（ベクツイン舵）を採用し安全な船となっている。

## 4. 一般配置

本船の外観は添付図に示すように、スピード感あふれる船首形状および上部構造前部の傾斜、それに続く大型窓、本船を印象づける内部照明付きのロゴマークを配したストラットをアクセントとしてシャープさと雄大さを感じさせている。

船内配置は船客および調理サービスの合理的な流れを考え、中央部上下にエントランスおよびパントリーを設け、その前後にレストラン等を配置することとし、

A-デッキ前部には操舵室およびVIPルーム（ザ・ノルマンディー）、後部には展望オープンデッキを、B-デッキ前部にはレストランA（カリブ）、後部にはレストランB（ルアーブル）を、C-デッキ前部にはロビー（エル・ダイナー）および遊歩甲板を、後部にはレストランC（ラ・セーヌ）を配した。いずれのレストランも全幅とし、大型窓からの視界を確保する配置と

している。D-デッキ前部には多目的ホール（ルミエール）、後部には乗組員室を設けた。

各レストランをサポートする調理室は、本格的フランス料理、瀬戸内の食材をいかした地中海料理に対応可能なるよう、各種器材が配置できる広いスペースを確保するとともに大型のリフト、ダムウェイター、階段を介して上部パントリーと相互に結び食材の搬入からテーブルサービスまでの流れが有効に機能する配置としている。

## 5. 客用スペース

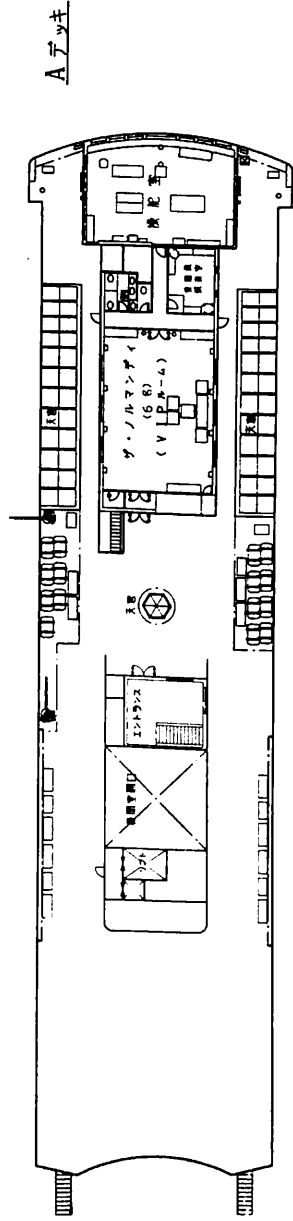
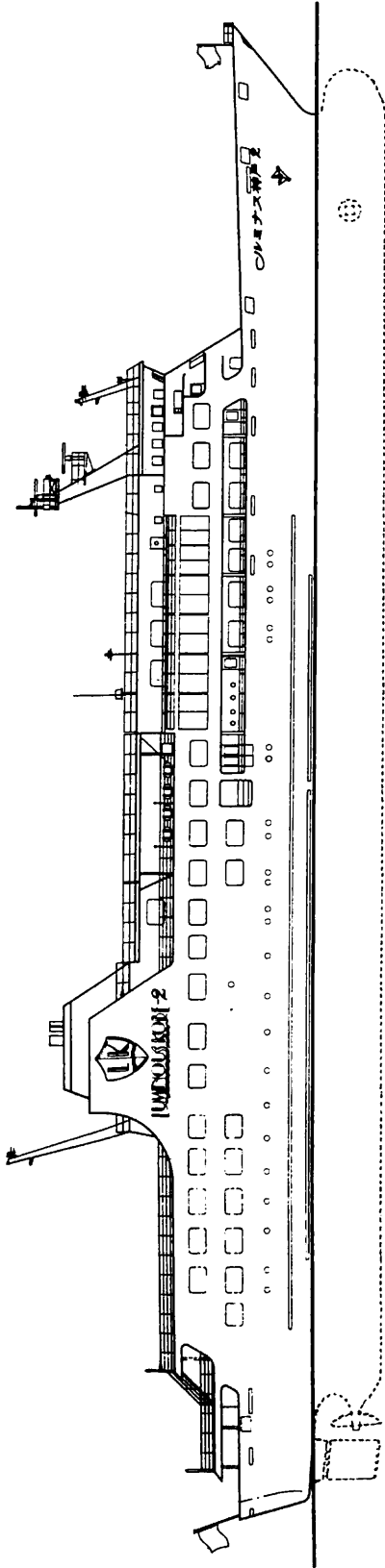
●エントランス：乗船してまず、本船の大きさを感じさせるよう2層吹抜けとし中央部には円形階段を、上部には天窗を設け広い空間を印象づけるとともにルミナスのエンブレムを中央に配し床、側壁下部には大理石を使い照明器具や備品等も1930年代を意識しルミナス神戸のコンセプトを視覚的に感じさせるデザインとしている。

●ロビー（エル・ダイナー）：大型窓からの展望をたのしめる1930年代の米国の大邸宅の大広間を彷彿させる空間とし、両サイドに長く伸びたカウンターにより本船の大きさを表現し後部には本船のオリジナルグッズや神戸を代表する土産物を取揃えたショッピング・コーナーおよびテレホンボックスをもうけ気安く寛げる空間としている。

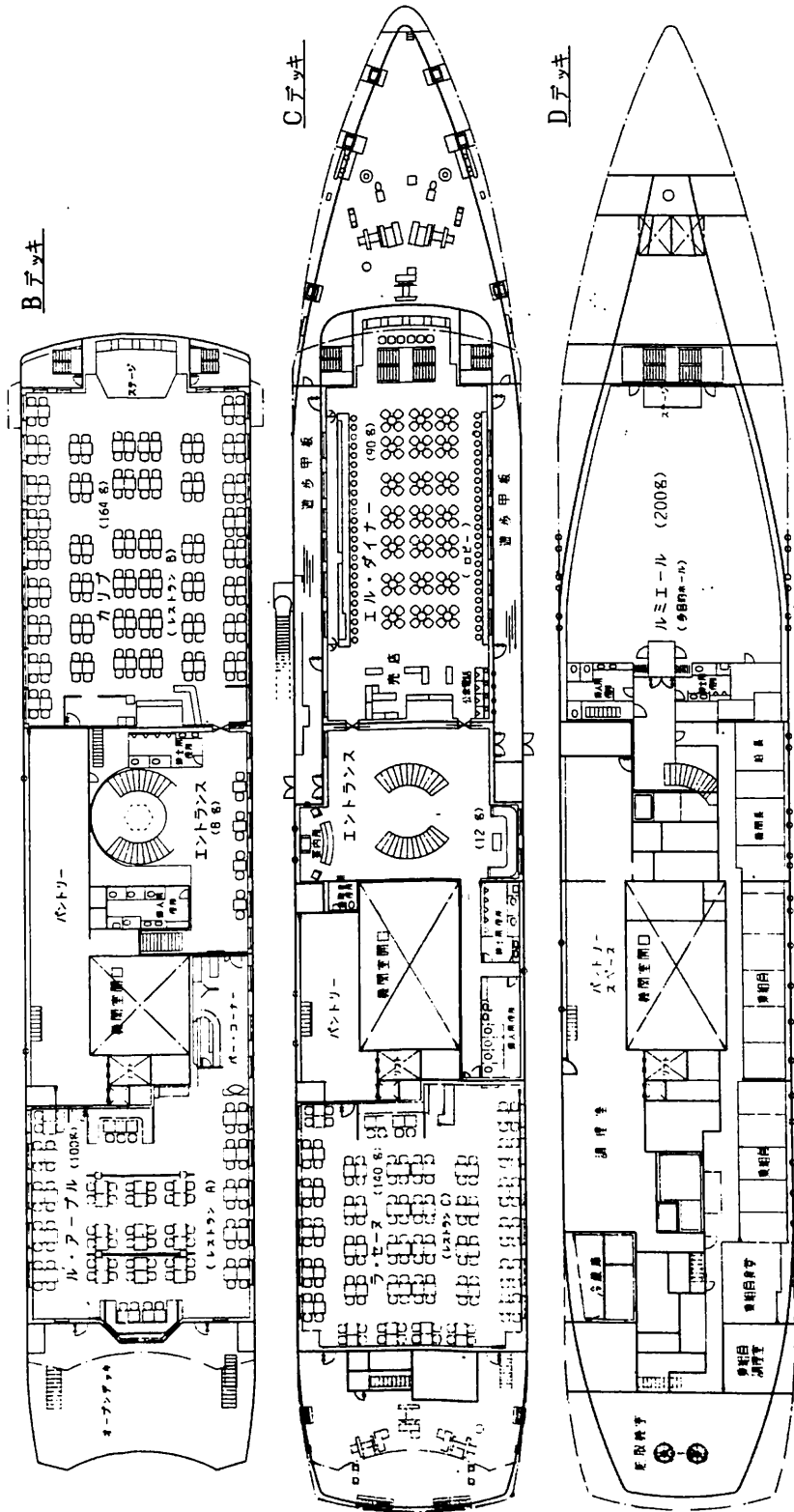
●VIPルーム（ザ・ノルマンディー）：最上階に設けられたこの部屋は、作り付けのマンテルピースやクラシックな家具、柔らかな間接照明に映える木彫の壁面等により、メンバーズクラブのような品格と落ち着きを持った居心地のいい部屋として、また船上結婚式でのパーティールーム、船長の応接室としての機能を持つ部屋とな



▲ ロビー「エル・ダイナー」







船舶整備公団・豊野産業向けレストラン船「ルミナス神戸2」一般配置図  
三菱重工業・神戸造船所建造

っている。

●レストランA (ル・アープル) : 本船のコンセプトを最も色濃く表現したハイクラスなレストランとして入口にはクロークおよびウェイトティングバーを備え、室内は木彫りの天井、壁面またステンドグラスなどを有効に使用しピアノ演奏コーナーも設け、おちついた雰囲気を醸し出している。

●レストランB (カリブ) : “ルミナス(光輝く)”のネーミングがそのまま天井サイドに設けた大型のスカイライトとそれに続く大型ウィンドーにより、空と海の輝きを存分に生かすデザインとするとともに天井には雄大に展開するサンライズパターンを施し、アールデコ調のデザインを浮彫りにしたガラススクリーン等により軽快さを演出している。

●レストランC (ラ・セーヌ) : 壁面のミラーパターン等、アールデコの特徴を取り入れながら全体をリズムカルにまとめた。肩肘を張らずそれでいてちょっと気取りとなるような、そんな活力の満ちたダイナミズムを表現している。

●多目的ホール (ルミエール) : 結婚披露宴、各種イベント、コンベンション、研修会や展示会など、多目的に使用可能なホールとし、照明装置、音響設備を完備したステージも設けている。

●遊歩甲板 : 木甲板を張り詰め、より近くに海を感じられるスペースである。

●オープンデッキ : 爽やかな風、潮の香りを満喫しながら、明石大橋、関西空港、大阪湾の雄大な景色を直に鑑賞できる。

## 6. 船体部の特徴

### 6・1 騒音・振動対策

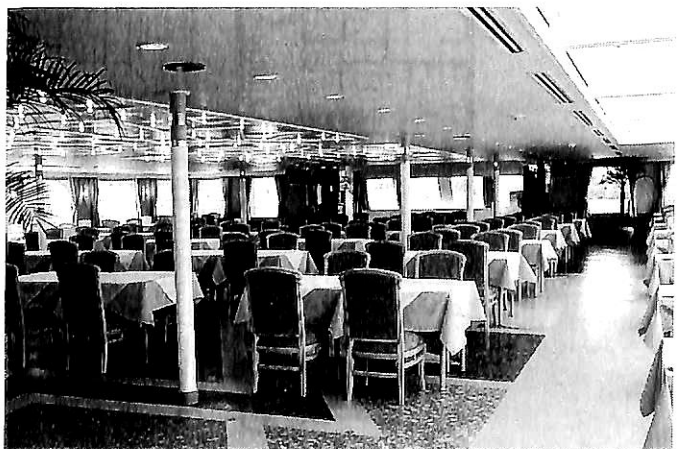
レストラン船としては比較的大馬力のエンジンを採用しているが、客船としてクリアハイトを高く柱等は少なくしつつ、騒音、振動を考慮した船殻構造配置を行うとともに、各レストラ



▲VIPルーム「ザ・ノルマンディ」

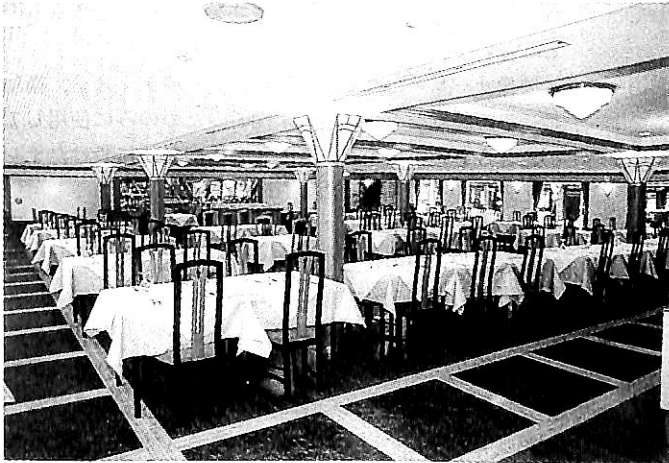


▲レストラン(A)「ル・アープル」

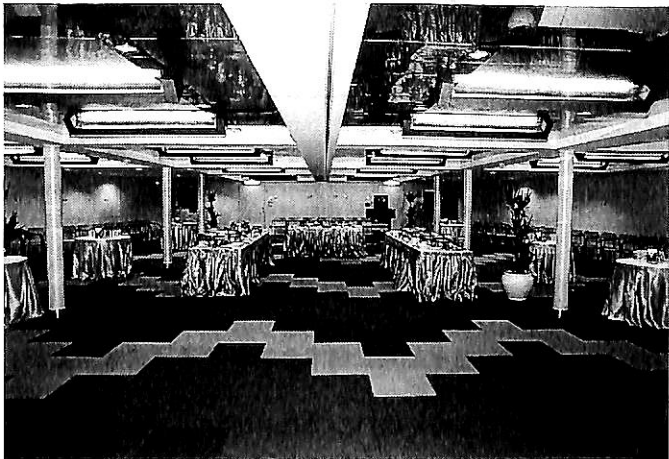


▲レストラン(B)「カリブ」

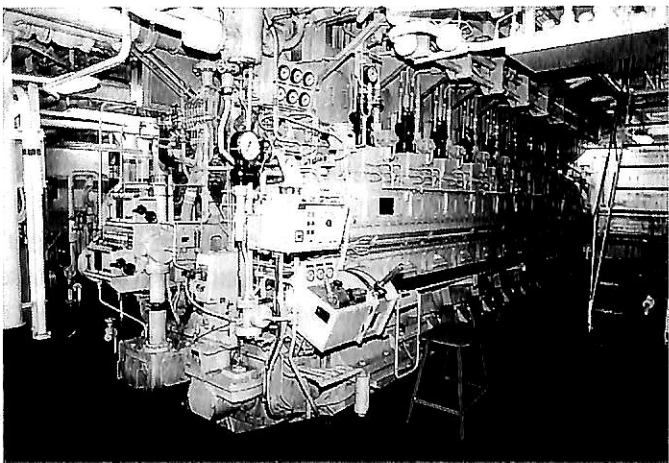
## ● ルミナス神戸 2 ●



▲ レストラン(C)「ラ・セーヌ」



▲ 多目的ホール「ル・ミエール」



▲ 機関室

ンの床、壁には制振材および防音材を採用し、また消音器の装備、ハイスキュープロペラの採用等により静かで落ち着いた食事が出来るものとなっている。

## 6・2 操船性向上設備

港内および海上交通の頻繁な大阪湾での安全な運航ができるように、従来のバウスラスト装置に加え特殊舵（ベクツイン舵）を装備した。

本装置は特殊な断面形状を有する大型の舵2基から成り、これに130度回転可能な舵取機を備え、主機の回転を操作することなくジョイスティックレバー1本にて、前進、左右への回頭は勿論、前進速度の調整、停止および後進が可能となると共に、バウスラストと合わせて真横移動も可能となり、操船性を向上させている。

## 6・3 その他の主な装備品

リフト	1基
ダムウエイタ	1基
バウスラスト	1基
サイドポート	1基
救命浮器	15基
汚水処理タンク	2基
ウインドラス	2基
ムアリングウインチ	4基
操舵機	2基
船側梯子	1基
ダビット	2基

## 7. 機関部の特徴

本船は1機1軸、固定ピッチプロペラ装備のレストランシップであり防音、防振につき充分考慮して設計しており、主機関には当社開発の信頼性のある2ストローク単動クロスヘッド型ディーゼル機関（型式8UEC33LSII）を採用し陸上運転にて耐久運転を実施した。

補助ボイラはレストラン区画の空調および調理機器の蒸気需要を賄うのに十分な容量としている。

騒音、振動対策としては、主発電機関、停泊用発電機関、主空気圧縮機、機関室通風機の弾性支持、軸系、縦振動ダンパー、振り振動ダンパーの装備、ハイスキュープロペラの採用に加えて、主機関および各発電機関に各々単独に排ガスサイレンサを装備するとともに、夜間停泊の間、主発電機3台は停止して停泊用発電機1

台のみを運転することにより、防音と省エネを実現している。

自動化はJG機関区域無人化船仕様とし、主機関等の集中制御監視のため、操舵室集中監視スペースに総合監視盤を設け、機関部監視装置1式(2-CPU, 2-14インチカラーCRT, 1-アラームプリンター)を組込んだ。また、機関室内の休憩室には14インチカラーCRT端末機1台を設け、本船乗組員の労力節減および作業能率の向上を図るとともに、安全で確実な運航を可能としている。

## 8. 電気部の特徴

### 8・1 発電・動力装置全般

発電設備は、常用主電源として主ディーゼル発電機3台、夜間停泊時の電源として停泊用ディーゼル発電機1台の構成とした。

通常航海および岸壁等におけるイベントを行う場合は主発電機2台並列運転とし、出入港時は主発電機3台並列運転をおこない営業運航終了後の夜間は、停泊用発電機により乗組員区画の照明、冷暖房、賄装置、営業用冷蔵庫、冷凍庫および船内巡視ルートの照明等に給電出来るようにしている。

本船の主電源設備はJG機関区域無人化船に適合した仕様とするとともに、主発電機と停泊用発電機の切り換えは無停電切り換え方式を採用し乗組員の労力節減に留意している。

バウスラスト電源制御装置はパワートロン始動方式を採用し電動機始動時に発生する電源系へのショックを減らし客区画の照明のちらつき等を防止している。

各レストラン等公室の電源設備には、イベント開催時の各種電気機器の使用を考慮し十分な容量としている。またリフトおよびダムウエイタは糧食、賄用として使用されるため、かご、乗場枠、扉等はステンレス製とし、リフトにはインバータ制御方式を採用しソフトな動きと着床誤差の少ないものとしている。

### 8・2 照明全般

客区画の照明の特徴は、部屋の雰囲気重視した演色性、色温度等が生かせる白熱灯を採用し、照明器具には、基本照明としてのダウンライトと間接照明を採用するとともに、各レストランには調光装置をもうけた。

舷側に設けた本船のロゴマークは軽量で鮮やかな色調の半透明シートを装備した内部照明式のものを船舶としては初めて使用し、本船の外観の特徴となっている。

### 8・3 音響、映像システム

各種AVシステムは、C-デッキの案内所にて集中管

理を行い、10系統の放送区画がコントロールできるものとしている。

映像サービスとして、VTR、レーザーディスク、衛星放送等の装置をもうけ、従来操船のためのみに使用していた『GPS航法装置』の画像を船内各所に設けたテレビに映像サービスを行えるものとした。

船内各所にITVカメラを設け、船客の安全確認と乗組員の船内巡視の省力化をはかっている。

## 9. おわりに

日本を代表するレストランシップ“ルミナス神戸2”について紹介した。本船の就航後の安全と大いなる活躍を期待している。

ここに本船の設計、建造にあたりご協力を頂いた船主殿、運輸省神戸海運監理部殿また本船の各種艀装の設計、工事にご協力頂いた関係各位に深く感謝するしだいである。

---

## ● 新刊紹介

### ● 工学技術関係者に必携の一冊

和英  
英和 燃料潤滑油用語事典

(社)日本船用機関学会燃料潤滑研究委員会編

A5判・400頁・定価6,800円・千送430円

技術革新という言葉が叫ばれて久しいが、最近の工業技術、特に石油類の環境の変化には目覚ましいものがある。一方、こうした技術を支えている学術用語については、旧態依然とした状態が続いており、新しいものを求める声が高まってきている。

そのような環境の中で出版された本書は、現在の技術にマッチした最新の用語をくまなく収録し、メーカー、ユーザー、また研究者などの立場で便利に使えるよう、詳細な解説を行ったものである。

内容は、燃料・潤滑に関連する用語を十の分野にわけ、それぞれの用語に専門家による懇切丁寧な解説を加えている。巻末には度量衡および単位換算表などを掲載している。

---

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

---

## ● 新造船紹介

## 78,000DWT型 シャトルタンカー “POLYCLIPPER” の概要

三井造船株式会社 玉野艦船工場

## 1. はじめに

シャトルタンカー M/T “POLYCLIPPER” は、ラスムッセン チームシップ社向けに三井造船玉野艦船工場にて建造され平成5年11月18日に引き渡された。

本船は現在、北海 ALBA 油田(英国領)に係留されているシェブロン社所有の原油貯蔵バージ (F S U) より原油を積み込み、近隣の港にて陸揚するいわゆる、シャトルサービスタンカーとして活躍中である。

## 2. 本船の概要

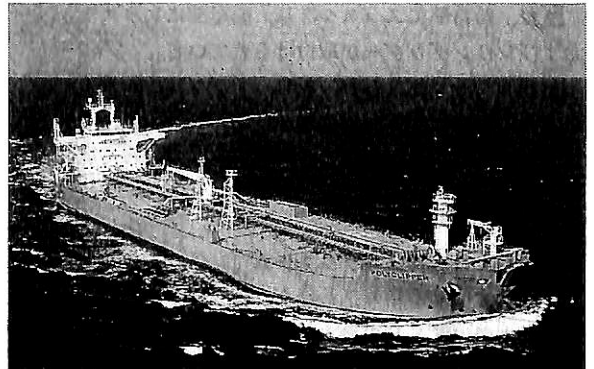
本船の建造にあたっては、本船の特殊性、即ち、

- 洋上で高蒸気圧原油の積込を行うこと。
  - シャトルサービスタンカーであること。  
(通常、1～2日間の航海(長くても3～4日間))
  - 稼働海域は北海であり冬期の厳しい海・気象下においても安定した運行・船位保持が可能であること。
  - 原油生産の中断を出来る限り回避するため、万一の故障に対してもすみやかな処理が行えること。
- を考慮した設計/メーカー選定が行われた。

主な特徴は以下のとおりである。

- (1) 船首部に原油積み込みのためのパウロディングシステムが装備されている。
- (2) バウスラスト、スターンラスト、舵(シリングラダー)およびCPPを集中制御して位置を保つ自動船位保持装置(DPS)を装備、原油貯蔵バージの動きに追従させることにより安全な積み込み作業が行えるようになっている。
- (3) DPSの主制御装置等を含み二重化することにより冗長性を持たせ安全かつ連続的な荷役作業が行えるよう配慮されている。
- (4) 従来のシャトルタンカーでは、洋上基地への接近、離脱時の操船および洋上荷役の監視、制御は船首部制御室にて行っていたが、本船ではオペレータの安全性を重視し全てコックピット型船橋にて行う。

また、本船は海洋汚染防止および油流出防止を計るためIMOで採択された新造船に対するダブルハル規則をすべて満足している。



▲ 洋上オペレーションをコックピット型船橋で行う  
シャトルタンカー “POLYCLIPPER”

## 3. 主要要目等

## 主要寸法

全長	220.82 m
垂線間長	210.00 m
幅(型)	38.00 m
深さ(型)	19.60 m
満載喫水	14.273 m
航行区域	遠洋
船級	DnV
総トン数	42,159 T
載貨重量	78,228 t
最大搭載人員	30名
仕官	10名
乗組員	18名
その他	2名
貨物油倉容積	82,000 m <sup>3</sup>
燃料油倉容積	2,400 m <sup>3</sup>
清水倉容積	340 m <sup>3</sup>
バラスタタンク容積	33,520 m <sup>3</sup>
航海速力	14.7 kn
試運転最大速力	15.4 kn
航続距離	16,200 浬
主機関	三井-MAN B&W

6 S60MC 1基

発電機関 Ulstein Bergen

1,800 PS 5基

#### 4. 一般配置

本船は一般配置図に示すとおり、船首楼付平甲板船で船首部はバルバスバウ付き、船尾部はトランサム型となっている。

また、船首部にスラスト2基、船尾部にスラスト1基およびシリングラダーが取付けられている。

貨物油タンク部は船側、船底ともダブルハル構造で長手方向に6つ、幅方向に2つに仕切られており、一対のスロップタンクとあわせて計14タンクから成っている。

#### 5. 船体構築

##### (1) バウローディングシステム

洋上にて原油を積み込む場合、イラストにしめされるように本船はFSUの後方に位置し船首部より油を積み込む。このための設備として

- ホース継ぎ手（船の動揺によりホース継ぎ手部に異常な力がかからないようにこの継ぎ手部は任意の方向に向きを変えられるようになっている。）
- チェーンストップ（係留索固定用）
- ホースハンドリングウィンチ（積み込み用ホース、係留索のハンドリング用）
- トラクションウィンチ

等より成るバウローディングシステムが設けられている。

ホース継ぎ手部等の状況は監視テレビにより船橋にて常時監視出来るようになっている。また、必要な手順が全て完了してはじめて油の積み込みが出来る安全装置を設けるとともに、非常時には原油貯蔵船上の送油ポンプを停止出来るようになっている。

なお、本バウローディングシステムはFSUのみなら

ずモノタワーやサブシーシステム（OLS）等の北海洋上積出し施設からの荷役が可能である。

##### (2) 貨物油管、バラスト管装置

本船には下記の貨物油ポンプ、バラストポンプ等を装備している。

貨物油ポンプ	2,000 m <sup>3</sup> /h	3台
残油ポンプ	200 m <sup>3</sup> /h	1台
バラストポンプ	1,500 m <sup>3</sup> /h	2台

各貨物油ポンプにはバキューム式のセルフストリッピング装置が設けられ残油ポンプあるいはエダクタに切り替えることなくスムーズにストリッピングが出来るように配慮されている。

また、バラスト管はGFRPを使用し腐食にたいする配慮が払われている。

##### (3) 荷役 / バラスト作業の制御 / 監視

居住区内A-デッキ上の荷役事務室あるいは船橋より遠隔制御 / 監視が出来るようになっている。また、従来の方式と違ってCRTおよびトラッキングボールによる方式が採用されている。

#### 6. 塗装, 防触

##### (1) 船体外板部

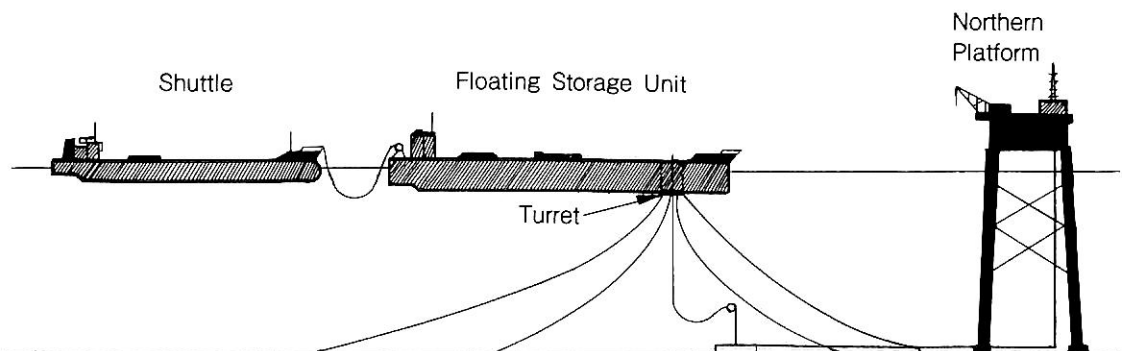
船底部および水線部に自己研磨型防汚塗料が採用されているほか、外舷部にはエポキシ系およびポリウレタン系の高級塗料を採用しメンテナンスの低減を図るよう配慮されている。

##### (2) バラスタタンク

タールエポキシ塗料を2回塗りするとともにアノードを配置してタンクの防触につとめメンテナンスの低減を図るよう配慮されている。

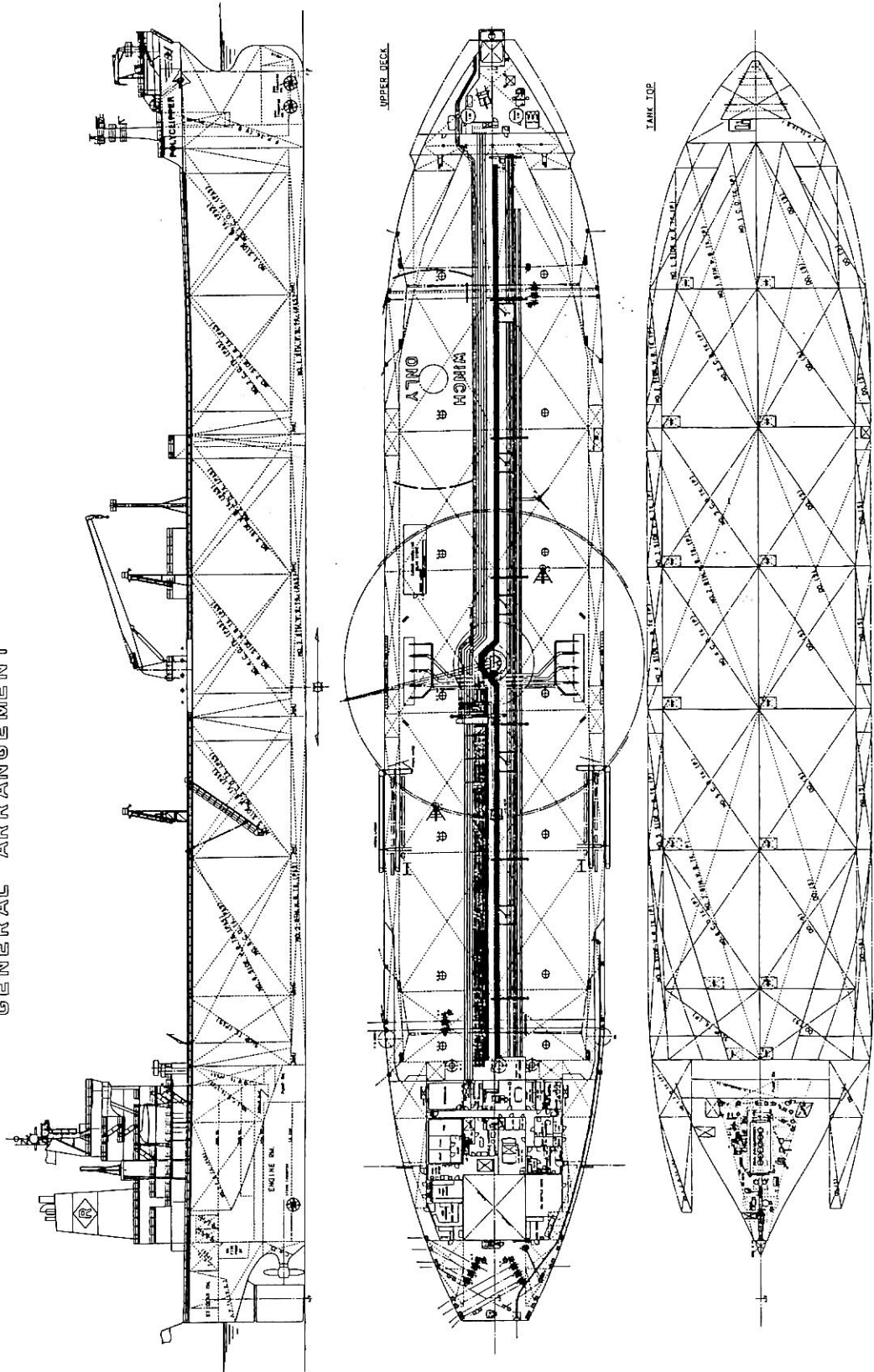
#### 7. 機関部

##### (1) 主要機器要目



▲ 原油積み込み方式略図

M.T. POLYCLIPPER  
GENERAL ARRANGEMENT



K/S Rasmussen, Teamships A/S IV 向け シャトルタンカー "POLYCLIPPER" 一般配置図  
三井造船・玉野建造

## 船の科学

主機関	三井-MAN B&W 6 S60MC	1基
	M.C.R. 10,590 kW × 96 rpm	
プロペラ	Ulstein Propeller社製 4翼, CPP	1基
排エコノマイザ	大阪ボイラー社製 1,300 kg/h	1基
ボイラー	Aalborg社製 20,000 kg/h	2基
主発電機関	Ulstein Bergen社製	5基
	1,800 PS × 720 rpm	
非常用発電機関	ヤンマーディーゼル社製	1基
	300 PS × 1,800 rpm	
スラスト	Ulstein Propeller社製	3基
	CPP型 1,500 PS	
舵取機	Frydenbo社製 ロータリーベーン型	1基

### (2) 主機関

原油積込時には長時間の低負荷状態が予想される。従って、このような低負荷運転に耐えられるようなおかつDPS仕様を考慮した設計となっている。

### (3) プロペラ

自動船位持を配慮したデザインおよび厳しい海気象下においても敏速な応答が出来るよう設計されている。

### (4) 主発電機関

発停および全ての領域で主機関と同一の重質油が使用可能であり、さらにユニフューエルシステムを採用している。

## 8. 電気部

### (1) 電源装置

本船は、主電源装置として1,550 kVAディーゼル発電機5台をまた、非常用電源として250 kVAディーゼル発電機1台を装備している。

### (2) 航海、無線装置

最新鋭の装置を装備し運航時の安全性および作業性の向上を図っている。

主な装置は下記のとおり；

ジャイロコンパス	1台
オートパイロット	1台
音響測深儀	1台
ドップラーソナー	1台
方向探知機	1台
ロランC受信機	1台
GPS航法装置	1台
NNS装置	1台
デッキ受信機	1台
レーダSバンド	1台
“ Xバンド	1台

近接レーダ	1台
気象ファクシミル	1台
VHF国際無線電話	3台
インマルサット-A	1台
“ -C	1台
SSB無線装置	1台
ナブテックス受信機	1台

### (3) DPS

原油積込時、FSUの動きにあわせて本船の方位、位置を自動的に制御するDPS装置を装備している。この装置は；

主制御装置 2組

(1組はつねにスタンバイ状態になっており、作動中の制御装置に異常が起きた場合には瞬時にスタンバイの制御装置にて制御出来るようになっている。)

スラスト (船首部2組, 船尾部1組) 3組

CPP 1組

舵 (シリング型) 1組

船位等検出装置 1式

ハイドロフォン 1組

アルテミス 1組

ディファレンシャルGPS 1組

バーチカルリファレンスセンサ 2組

ジャイロコンパス 2組

ウインドセンサ 2組

ドラフトセンサ 1組

X-Y軸ログ 1組

等よりなる。

本装置はこの分野で多くの実績をもつシムラッドアルバトロス社製のものが採用されている。

## 9. 結 び

本船の設計および建造にあたり船主、関係官庁、船級協会ならびにメーカーの方々から適切な御指導、御協力をたまわりました。ここに厚く御礼申し上げますとともに、本船の今後の活躍と航海の安全をお祈り致します。

### ● 船舶技術協会の本 ●

『船舶写真集』船の科学編集部編 B5 (〒当社負担)
1952年版 掲載船232隻 写真頁96頁 定価1500円
1978年版 掲載船252隻 写真頁159頁 定価3000円
1980年版 掲載船246隻 写真頁147頁 定価3500円
1992年版 掲載船387隻 写真頁360頁 定価7500円



## 船 型 設 計 ノ ー ト

## &lt;15&gt;

株式会社 郵船海洋科学 技術顧問

工学博士 森 正 彦

## 8・4 プロペラの主要目等の選定 (つづき)

## 8・4・4 プロペラの翼型

船舶の大型化ならびに高速化に伴って主機関の馬力は漸次大きくなってきている。また、船型の多様化によって、船の主要目、特に $B/d$ 、 $C_b$ あるいは船尾肥大度が変化に富むようになって、船尾の伴流分布も一様でなくなっている。

このような状況の下では、伴流分布は肥大船型、高速船型というような大分類による標準的な整理では対処しきれず、第7章で記したように、類似の船体要目別のきめ細かな整理が必要となる。

さて、多様な船尾伴流分布の中で比較的高馬力のプロペラを作動させるとなると、まず、非定常キャビテーションが問題となってくる。伴流がプロペラの周方向に沿って変動する限り、この非定常キャビテーションを皆無とすることは無理なことであるが、翼面上のエロージョンあるいは激しい船体振動に対する予防策を立てておかなければならない。

もちろん、プロペラ周方向の伴流変動を極力緩和させるような船尾線図を設計することが第一であるが、プロペラ側でも個々の船の船尾流場に適合するようにプロペラの形状を変えていかなければならない。

そのための最も重要な対策は、プロペラ翼型に対する迎角の基準となるNose-Tail Lineピッチの半径方向の分布を伴流分布に適合するように選定することである。

その重要性については、第8・4・3項で一端を記した。具体例は、プロペラ性能シミュレーションの章に譲るとして、ピッチ分布の次に重要な点は、やはり伴流分布に適合するように、プロペラの翼型を選定することである。

流力特性上、Nose-Tail Lineと同等に重要な基本線が翼型のキャンバー曲線である。また、この最大値であるキャンバーの翼弦長に対する比、すなわちキャンバー比も流力特性に関係する重要な因子である。周知の通り、キャンバー比は翼面上の全圧力の大小を、キャン

バー曲線はその圧力の弦長方向の分布状態を支配している。

一方、第8・4・3項で記したように、MAUおよびWageningen-B Seriesなどに代表される船用プロペラでは、翼の正面側が平面となっている。したがって、これらプロペラの翼型のキャンバーを変えようとする、最大翼厚をキャンバーの変化量の2倍分だけ変えなければならぬ。また、キャンバー曲線を変えようとする、翼型の肉厚曲線を変えなければならぬ。

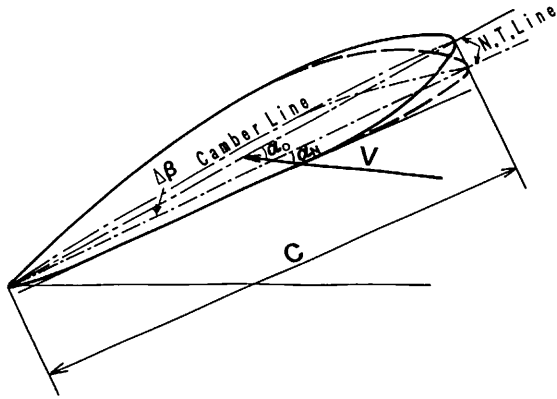
翼厚を増やすことはプロペラの重量増加であり、逆に減らすと、場合によっては、翼断面の強度不足に陥る危険がある。

この不自由さを避ける方策が、翼型の前縁あるいは後縁のウオッシュ・バック(Wash-back)の量を加減することである。特に、前縁側のウオッシュ・バックは、後縁側のそれと比べると量が大きいため、調整加減の点では有利である。なお、原翼型の前縁部あるいは後縁部を变形させる方法については、第8・3節に記してある。

例えば、前縁側のウオッシュ・バックを下げることによって、Nose-Tail Lineピッチ角は減少し、キャンバーは増加する。Nose-Tail Lineピッチ角の減少は、取りも直さず迎角の減少であるから、対象とする翼断面の揚力係数は減少する。逆に、キャンバー比の増加によって、揚力係数は増加する。結局、両者の影響は相殺されて、ウオッシュ・バックを変えても対象翼断面の揚力係数はほとんど変わらない。

一方、前縁寄りのキャンバー曲線は傾斜が急となり、局部的にみた場合のキャンバー曲線に対する流れの流入角は小さくなっていくので、翼面上の圧力分布曲線は前縁側でピークが減少した緩やかな傾向となる。具体例は、半径方向のピッチ分布の例とともに、プロペラ性能シミュレーションの章に譲る。

前縁ウオッシュ・バックの加減による迎角およびキャンバー比の変化と揚力係数の変化ならびに圧力中心の移動量との関係を初期計画の段階で大略把握するためには、



▲第8・9図 ウォッシュ・バックの変更による迎角およびキャンパーの変化

例えば偏心円の等角写像によって導かれる極めて古典的な Joukowski 翼型の揚力係数および揚力中心の式を利用すればよい。すなわち、

$$C_{L(j)} = 2\pi \frac{1+2\epsilon}{1+\epsilon} \frac{\sin(\alpha-\kappa)}{\cos \kappa} \dots\dots (8 \cdot 21)$$

ただし、

$C_{L(j)}$  : Joukowski 翼型の揚力係数

$\alpha$  : 迎角

$$\kappa = -\frac{2 c_{max}}{C} \quad \text{: 無揚力角}$$

$c_{max}$  : キャンパー

$C$  : 翼弦長

$$\epsilon = \frac{4}{3\sqrt{3}} \left( \frac{t_{max}}{C} \right) \quad t_{max} \text{ : 最大翼厚}$$

$$\frac{\xi_0}{C} \approx -\frac{\cos \kappa \sin 2\kappa}{8(1+\epsilon)\sin(\alpha-\kappa)} \dots\dots (8 \cdot 22)$$

$\xi_0$  : 翼型の空力中心まわりのモーメント・レバー

Joukowski 翼型は実用に供せられるような翼型ではないが、(8・21)式および(8・22)式に示す解析解からでも、翼型流力特性の基本的なことについての知見が得られる。

通常の翼型では、キャンパー比の1%増加に対して無揚力角の絶対値は約1°増加する。(8・21)式中の $\kappa$ の算式からも同じことが導かれる。

また、原翼型のNose-Tail Lineに対する迎角を $\alpha_0$ 、キャンパーを $c_0$ 、無揚力角を $\kappa_0$ 、一方、ウォッシュ・バックを下げた翼型については、それぞれ $\alpha_N$ 、 $c_N$ 、 $\kappa_N$ とすると、第8・9図を参照して幾何計算により、

$$\alpha_N = \alpha_0 - \Delta\beta \dots\dots (8 \cdot 23)$$

通常の翼型では、キャンパーの位置は大體翼弦長の中央付近にあるから、

$$\begin{aligned} \Delta\beta &\approx \frac{2c_0}{C} - \frac{2c_N}{C} \\ &= \kappa_N - \kappa_0 \dots\dots (8 \cdot 24) \end{aligned}$$

したがって、

$$\alpha_N - \kappa_N \approx \alpha_0 - \kappa_0 + 2(\kappa_0 - \kappa_N) \dots\dots (8 \cdot 25)$$

(8・25)式において、 $(\kappa_0 - \kappa_N)$ の値は微小であるから、

$$\alpha_N - \kappa_N \approx \alpha_0 - \kappa_0 \dots\dots (8 \cdot 26)$$

となる。

(8・26)式と(8・21)式とを照合すると、翼型のウォッシュ・バックを変化させても、揚力係数はほとんど変わらないことが分かる。

さらに、 $\kappa_0$ 、 $\kappa_N$ はともに負の値であり、その絶対値で比べると、

$$|\kappa_0| < |\kappa_N| \dots\dots (8 \cdot 27)$$

である。したがって、(8・22)式による翼面上の圧力分布の中心は、前縁ウォッシュ・バックを下げることによって後方にずれる。揚力係数はほとんど変わらずに、圧力分布の中心が後方にずれるわけであるから、定性的にみた圧力分布は、前縁近傍の負圧のピークが緩和された傾向になってくる。

航空機の翼型として開発されたNACA翼型では、キャンパー曲線と肉厚曲線は互いに独立しているので、正面側が平面のプロペラ翼のような拘束はない。対象船型の船尾伴流分布に合わせて、NACA翼型群<sup>53)</sup>の中から適切なキャンパー曲線ならびに肉厚曲線を選んだうえ、所要の揚力および強度を確保できるようにキャンパーならびに最大翼厚の量を決定すればよい。この結果、極めて自由度の高いプロペラの翼型選定法となり、比較的設計難度の高いプロペラに適用できるようになる。ただし、プロペラ翼面は正面側、背面側ともに平面とにならないから、プロペラ製作のための精度保持の点での注意が肝要である。

#### 8・4・5 プロペラの翼厚

(8・21)式によると、翼厚を増すと翼型の揚力係数が増加するように見受けられる。しかし、算式上の揚力増加量は微々たるものである。また、(8・21)式はポテンシャル理論による結果であり、粘性を伴う実際の流体に対しては適用できない。

プロペラの翼面上の境界層の厚さは比較的薄いとはいえないものの、翼の背面側での圧力分布は前縁側から後縁側に向かって勾配が正であるから、背面側の境界層は正面側に比べて厚くなる。翼厚そのものの影響と、この翼両面における境界層厚さの不均衡によって、揚力に対しても粘性の影響を無視できなくなってくる。もちろん、

翼厚が増えるほど、揚力は低下する傾向である。したがって、通常のプロペラでは、翼型の厚さは、流力特性の面からよりも、強度上許容できる限度で決めておけばよい。

プロペラ翼の強度は翼断面に働く曲げ応力によって決まる。この曲げ応力は、各翼断面に発生する揚力ならびに抗力によるものであり、通常のプロペラでは、各翼断面の正面側に生じる引っ張り曲げ応力が翼強度を判定するうえで留意すべき応力である。

上記の引っ張り曲げ応力が最大となるところは、もちろん翼根部付近である。翼根部の厚さは各船級協会によって規定されているが、その規定算式に加えて、対象船型の伴流分布に合わせた理論的な強度検討を自発的に行っておかなければならない。というのは、均一流を対象とした平均応力がたとえ同一であっても、変動応力は各船の伴流分布如何によって差異があるからである。

ところで、プロペラ翼を前進方向へ曲げようとする力の中の主な成分は各翼断面に発生するスラストであり、このスラストの半径方向の分布は半楕円状に近い形である。このような荷重分布を持つ片持ち梁に対して、応力一定の条件でもって翼厚の半径方向の分布を考えると、その分布は直線状の分布ではなく、先端に行くほど直線分布よりも厚さが薄くなった凹形放物線状の分布となる。

翼厚分布の選定は、プロペラ翼の重量軽減のうえで重要な作業である。各翼断面内の応力が半径方向にできるだけ一定になるように、適宜、凹形放物線状の翼厚分布を選定すれば、それに相応して贅肉を落とすことに役立つ。

翼厚の問題ではなく翼型自体の問題であるが、翼断面の強度に関連して留意しておくべき点がある。それは、断面係数算定のための慣性主軸の取り方である。現行の船級協定規定の基礎となっている Taylor, Burrill, Schoenherr 等の算式では、翼断面の重心を通過して基準ピッチ線に平行、垂直な両軸を慣性主軸とみなして断面係数を定めている。

しかし、この算定法は材料力学的にみて妥当ではない。すなわち、翼型前縁あるいは後縁のウオッシュ・バックの大小などによる翼型の僅かの相違によって、基準ピッチ線に対する慣性主軸の傾斜角が変化するからである。したがって、真の慣性主軸は上記の両軸と常に同軸であるとは限らない。

いま、翼断面の重心を通過して基準ピッチ線に平行な軸を x 軸、垂直な軸を y 軸とすると、

$$I_{xx} = \int_A y^2 dA$$

$$\left. \begin{aligned} I_{yy} &= \int_A x^2 dA \\ I_{xy} &= \int_A xy dA \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8 \cdot 28)$$

ただし、

- $I_{xx}$  : x 軸まわりの断面 2 次モーメント
- $I_{yy}$  : y 軸まわりの断面 2 次モーメント
- $I_{xy}$  : x, y 軸に関する断面相乗モーメント
- A : 翼断面の面積

慣性主軸を X 軸、Y 軸とすると、Mohr の慣性円により、

$$\left. \begin{aligned} I_{XX} &= \frac{1}{2} (I_{yy} + I_{xx}) - \frac{1}{2} \sqrt{(I_{yy} - I_{xx})^2 + 4 I_{xy}^2} \\ I_{YY} &= \frac{1}{2} (I_{yy} + I_{xx}) + \frac{1}{2} \sqrt{(I_{yy} - I_{xx})^2 + 4 I_{xy}^2} \\ \phi_x &= \frac{1}{2} \tan^{-1} \left( \frac{2 I_{xy}}{I_{yy} - I_{xx}} \right) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8 \cdot 29)$$

ただし、

- $I_{XX}$  : X 軸まわりの主断面 2 次モーメント
- $I_{YY}$  : Y 軸まわりの主断面 2 次モーメント
- $\phi_x$  : x 軸に対する X 軸の傾斜角

$$\left. \begin{aligned} i_{xx} &= \frac{I_{xx}}{A t_{max}^2} & , & & i_{xx} &= \frac{I_{XX}}{A t_{max}^2} \\ i_{yy} &= \frac{I_{yy}}{A C^2} & , & & i_{yy} &= \frac{I_{YY}}{A C^2} \\ i_{xy} &= \frac{I_{xy}}{A C t_{max}} & , & & \tau &= \frac{t_{max}}{C} \end{aligned} \right\} (8 \cdot 30)$$

ただし、

- $t_{max}$  : 翼断面の最大翼厚
- C : 翼断面の弦長

と無次元化すると、(8・29)式は、

$$\left. \begin{aligned} i_{XX} &= \frac{1}{2 \tau^2} \{ (i_{yy} + i_{xx} \tau^2) - \sqrt{(i_{yy} - i_{xx} \tau^2)^2 + (2 i_{xy} \tau)^2} \} \\ i_{YY} &= \frac{1}{2} \{ (i_{yy} + i_{xx} \tau^2) + \sqrt{(i_{yy} - i_{xx} \tau^2)^2 + (2 i_{xy} \tau)^2} \} \\ \phi_x &= \frac{1}{2} \tan^{-1} \left( \frac{2 i_{xy} \tau}{i_{yy} - i_{xx} \tau^2} \right) \end{aligned} \right\} (8 \cdot 31)$$

となる。

主断面 2 次モーメントの性質から、 $I_{XX} < I_{xx}$  であり、また、X 軸および x 軸から翼面上までの距離も  $Y_s > y_s$  となる点が現れてくる。したがって、断面係数の最小値を比べると、

$$\left(\frac{I_{xx}}{Y_s}\right)_{\min} < \left(\frac{I_{xx}}{y_s}\right)_{\min} \dots\dots\dots (8 \cdot 32)$$

ただし、

$Y_s$  : X軸から翼面上までの距離

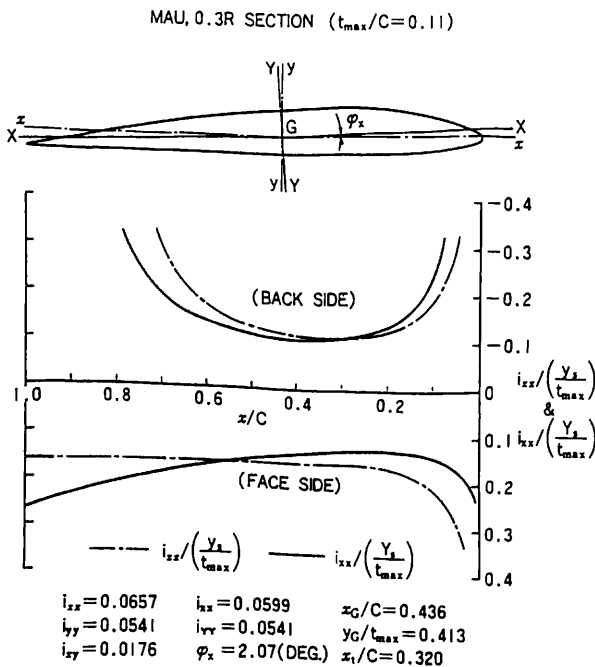
$y_s$  : x軸から翼面上までの距離

となる。

翼型によっては両者の差は20%を超える場合があり、主軸修正を施さない方法では、強度計算上非安全側の算定法となっている。

第8・10図は、MAUプロペラの0.3 R断面の断面係数について調べた1例である。この翼断面形状は比較的大きなウオッシュ・バックを付けており、慣性主軸のX軸は、基準ピッチ線に対して約2°傾斜している。そして、断面係数の無次元値  $i_{xx}/(Y_s/t_{max})$ ,  $i_{xx}/(y_s/t_{max})$  の最小値を比較すると、背面側では大差はないが、正面側では前者がおよそ25%小さい。

プロペラの正転状態においては、翼の正面側には常に引張り応力が働き、そのうえ船尾伴流によって応力は変動している。したがって、プロペラ翼の正面側は、万一の場合、疲労破壊につながる危険な面である。このため、断面形状の異なるプロペラ翼相互間の比較をする場合には、より厳密さを期して、主軸修正を施した断面係数を用いる必要がある。なお、プロペラ翼の強度試験の結果<sup>54)</sup>を見ても、この修正の必要性が分かる。



▲ 第8・10図 MAUプロペラ, 0.3 R断面の断面係数

### 8・4・6 プロペラの展開面積

プロペラの展開面積は、翼面上のキャビテーションの発生を防止するうえから選定される。この選定法としては、有名なBurrillの図表をはじめとして、Eggert, 中島の計算法などがある<sup>55) 56)</sup>。しかし、いずれの方法も均一流中における模型試験結果に基づいており、プロペラ設計の初期段階における1つの目安とするのはよいが、これらの方法で求めた値そのままを適用するのは危険である。仮に、これらの方法を適用するとすれば、計算結果に対して、何らかの余裕を持たせておく必要がある。

再三説明するように、一般商船のプロペラが通常被るキャビテーションは不均一な船尾伴流による非正常キャビテーションであり、その発生範囲もプロペラ翼の0.7 R付近から先端にかけてである。したがって、展開面積そのものよりも、伴流分布に合わせて、必要な翼弦長を選定することが第一である。まず、伴流分布からみて危険性の高い翼断面位置における翼弦長を定め、翼弦長の半径方向の分布がプロペラ効率を低下させないような輪郭になるように設計すればよい。

最終的な展開面積は、その結果の積分値であり、1指標値であるに過ぎない。また、翼輪郭についても、プロペラ設計図表の基になった供試プロペラの輪郭を踏襲する必要もない。具体例については、プロペラ性能シミュレーションの章で記すことにする。

### 8・4・7 プロペラ・ボス

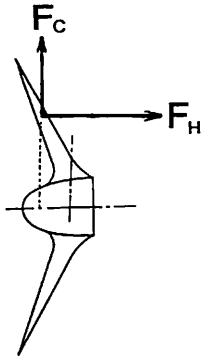
プロペラ・ボスはプロペラとプロペラ軸との取り付けの役を果たすものであり、強度的にはプロペラ軸への押し込み圧に耐えられるようにしておかなければならない。

この押し込み圧は、プロペラとプロペラ軸との接触面積とプロペラ軸およびプロペラ・ボスの半径によって規定されている。したがって、プロペラ・ボスの半径は規定の押し込み圧を充たすようにプロペラ軸径の関数として基準化しておけばよい。

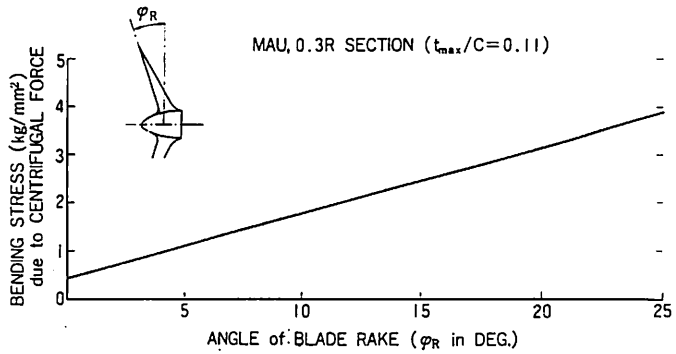
系統的試験の供試プロペラでは、プロペラ・ボスの径はプロペラ直径の比率でもって設計されているが、実際のプロペラの場合には、上記のように、プロペラ軸径の関数として設計するようにしておくのが合理的である。

また、プロペラとプロペラ軸間の所定の接触面積を取ることとプロペラ翼根部の羽根の配置を考慮して、プロペラ・ボスの長さは必要最小限の長さとしておけばよい。

とにかく、プロペラ・ボスの役割はプロペラとプロペラ軸との十分な取り付けだけにあるから、流力



▲ 第 8・11 図  
プロペラ翼に働く外力



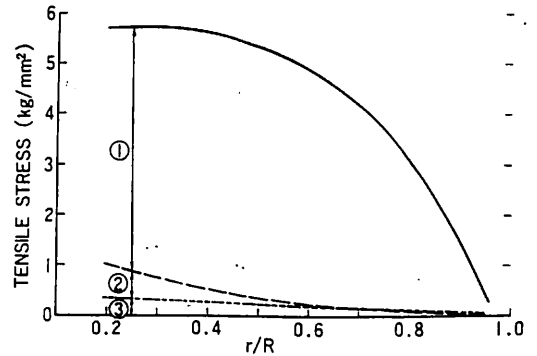
▲ 第 8・12 図 プロペラ翼のレーキ角と翼根部と曲げ応力との関係

▼ 第 8・2 表 1 軸コンテナー船用プロペラの主要目

翼 数、翼 型	5 翼、M A U	
直 径 (mm)	6,760	
基 準 ピッチ 比	0.94 (一定ピッチ)	
展 開 面 積 比	0.80	
ポ ス 比	0.18	
翼 厚 比 ( $t_{max}/C$ )	0.7 R	0.033
	0.5 R	0.061
	0.3 R	0.110
ス キ ュー (mm)	427	
翼 の 材 質	ニッケル・アルミ青銅 (比重: 7.6)	

特性あるいは取り付け以外の強度面からみると、直径および長さを極力小さくしてプロペラ重量の贅肉落としに役立てることである。

また、プロペラ・ボス後端に装着させるボス・ボンネットも単なるナット・カバーに過ぎないから、極力短くすればよい。例えば、円筒形のボンネットにすれば、長さが短くなり、重量軽減となるとともに舵との間隔を短縮させることにも寄与する。また、従来から慣用されている放物面形あるいは円錐形のボンネットと比べると、円筒形ボンネットの場合には、ボンネット後端から流出する渦も拡散された状態となり、プロペラ後方の舵に対してエロージョンの被害を与える度合いは少なくなる。また、後方への流出渦の拡散が寄与して、プロペラ単独効率もほとんど不変あるいは若干向上する。



① BENDING STRESS due to HYDRODYNAMIC FORCES  
② BENDING STRESS due to CENTRIFUGAL FORCE  
③ TENSILE STRESS due to CENTRIFUGAL FORCE

▲ 第 8・13 図 最大引っ張り応力の半径方向の分布 (均一流中)

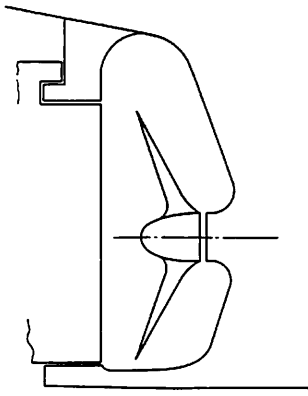
8・4・8 プロペラ翼のレーキ (Rake)

プロペラ翼のレーキは、無用の長物である。第 8・11 図に示すように、プロペラにはスラストを主成分とする流体力 ( $F_H$ ) とプロペラの回転に伴って発生する遠心力 ( $F_C$ ) が働く。そして、プロペラの正転状態において強度上最も危険なプロペラ翼根部・正面側に働く引っ張り応力に着目すると、その因となっているのは、 $F_H$  による曲げ、 $F_C$  による引っ張り力と  $F_C$  による曲げである。このうちの前 2 者は避けることのできない外力であるが、 $F_C$  による曲げモーメントは、プロペラ翼のレーキを小さくすれば、レーキ角に比例して小さくなる。

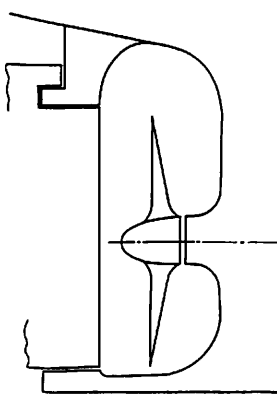
1 軸コンテナー船用のプロペラを例にとって、プロペラ翼のレーキ角と翼根部の引っ張り応力との関係を調べてみる。第 8・2 表に調査対象のプロペラの主要目を示す。

第 8・12 図は、このプロペラの翼厚を一定として翼のレーキ角を変化させた場合に、0.3 R 翼断面・正面側に働く最大引っ張り応力の変化を示している。レーキ角の増加  $10^\circ$  に対して、引っ張り応力の増加は約 1.5 kg/mm<sup>2</sup> で

(a) PROPELLER with BLADE RAKE



(b) PROPELLER without BLADE RAKE



▲第8・14図 船尾骨材の側面形状とプロペラ翼のレーキとの関係

ある。

第8・13図は、このプロペラのレーキ角を $\phi_R = 0^\circ$ とした場合の均一流中における翼正面側の最大引っ張り応力の半径方向の分布である。0.2R~0.4Rにおける最大引っ張り応力は約5.8kg/mm<sup>2</sup>である。

いま、このプロペラ翼に10°のレーキ角を付けて同一の応力を保とうとすると、応力と翼厚の2乗とが反比例関係にあるとみなして、およそ60%程度翼厚を増さなければならぬことになる。

かつては、船尾骨材にレーキを付ける設計が多かったために、プロペラ翼もそれに合わせて同程度のレーキを付けざるを得なかった。第8・14図(a)のように、船尾骨材にレーキを付けた理由は、船尾部水線のRun Angleを極力小さくして、推進性能の向上に寄与させようとする点にあった。しかし、これは極めて抹消的なことであり、第8・14図(b)のように、直立形船尾骨材としても、推進性能さらには船尾の伴流分布は変わらない。また、船尾端局部のことであるから、船体線図作成のうえで注意を払っておれば、従来と同等のRun Angleを保つことはできる。この結果、直立形船尾骨材を採用して、翼のレーキを無くした比較的軽量のプロペラの設計が可能となる。

なお、船尾形状を第5章の5・76図(a), (b)に例示したようなOpen Sternにすれば、プロペラ翼のレーキはもちろん不要である。また、Open Sternを採用し、さらに翼根部の引っ張り曲げ応力を低減させることを意図してレーキ角を負とすることも考えられるが、実施に当たっては、プロペラ製造者との鑄造技術面での協議が必要である。

#### 8・4・9 プロペラ翼のスキュー (Skew)

周知の通り、プロペラ翼にスキューを付ける目的は、

船尾伴流の周方向分布の不均一性をプロペラ側でも緩和させようとするところにある。すなわち、プロペラの1翼が、翼根部から先端にかけて、伴流の変化の激しい領域を同時に通過することを避けることによって、その翼の荷重変化を緩やかにし、ひいてはプロペラ起振力、特にサーフェス・フォース(Surface Force)を低減させることにある。第8・15図<sup>57)</sup>に、プロペラの1翼が伴流値の大きな領域を通過する状況を模式的に示す。

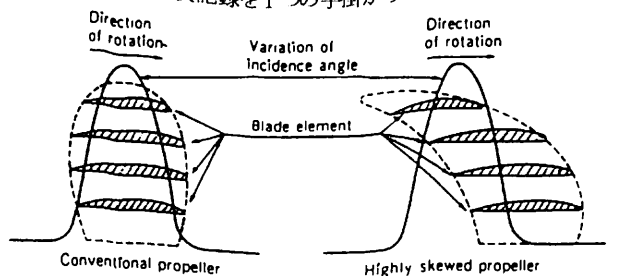
一般商船においても、船体振動、船内騒音を低減して船内の居住環境、各種機器類の信頼度などの向上を図るうえから、昨今、スキュー角を大きくしたハイ・スキュー・プロペラ

(Highly Skewed Propeller)の実用が盛んである。

防振対策としてプロペラのスキューを大きくする考えは古くからあるが、極端に大きくしたハイ・スキュー・プロペラを実用化したのは、米国海軍ならびにTaylor水槽の研究者等である<sup>58)</sup>。その成果は商船にも応用され<sup>59) 60)</sup>、防振・防音効果が実証された後、あまり費用も嵩まないという利点も手伝って、世界的に普及してきた。

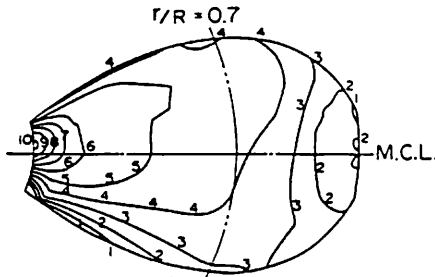
その適用に当たっては、もちろん、船尾伴流の分布状況が影響しているが、それだけではなく、プロペラ翼面上の荷重分布も従来形のプロペラと違っている影響もある。結果として、翼面上のキャビテーションに起因するサーフェス・フォースに関連してくる<sup>57)</sup>から、現象はかなり複雑である。したがって、スキュー角ならびにスキュー線の選定についての的確で簡便な方法が見当たらないのが現状であろう。

ハイ・スキュー・プロペラは、その輪廓形状からも分かるように、プロペラ揚力面理論あるいは揚力体理論を利用した設計難度の極めて高い設計法を必要とする。しかし、現在はいまだ理論だけに頼れるような状況ではないため、各所で実施された水槽試験あるいは貴重な実船試験<sup>49)</sup>の公表記録を1つの手掛かりとすることが望ましい。

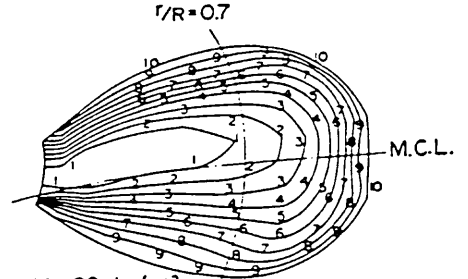


▲第8・15図 伴流値の大きな領域を通過するプロペラ翼

SKEW = 0°

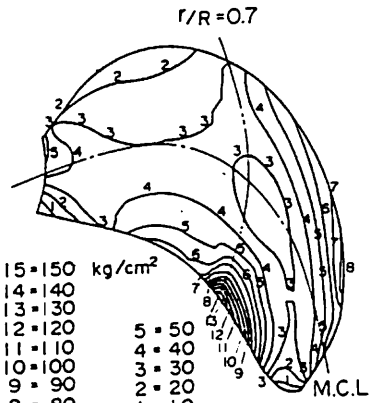


- |         |                    |        |
|---------|--------------------|--------|
| 11 = 65 | kg/cm <sup>2</sup> | 5 = 35 |
| 10 = 60 |                    | 4 = 30 |
| 9 = 55  |                    | 3 = 25 |
| 8 = 50  |                    | 2 = 20 |
| 7 = 45  |                    | 1 = 15 |
| 6 = 40  |                    |        |

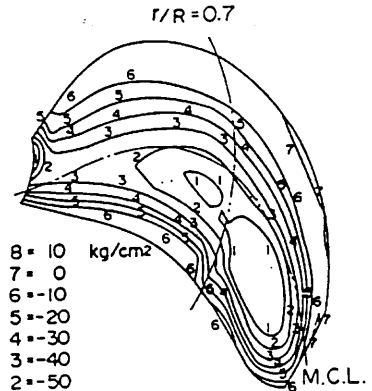


- |         |                    |         |
|---------|--------------------|---------|
| 14 = 20 | kg/cm <sup>2</sup> | 7 = -15 |
| 13 = 15 |                    | 6 = -20 |
| 12 = 10 |                    | 5 = -25 |
| 11 = 5  |                    | 4 = -30 |
| 10 = 0  |                    | 3 = -35 |
| 9 = -5  |                    | 2 = -40 |
| 8 = -10 |                    | 1 = -45 |

SKEW = 36°

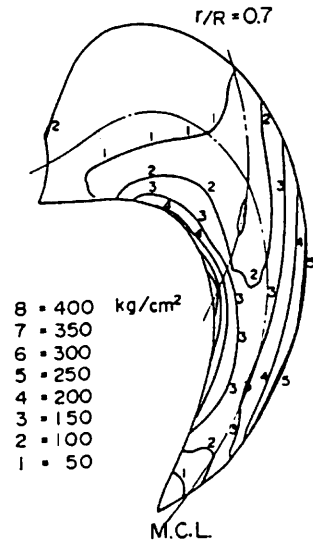


- |          |                    |        |
|----------|--------------------|--------|
| 15 = 150 | kg/cm <sup>2</sup> | 5 = 50 |
| 14 = 140 |                    | 4 = 40 |
| 13 = 130 |                    | 3 = 30 |
| 12 = 120 |                    | 2 = 20 |
| 11 = 110 |                    | 1 = 10 |
| 10 = 100 |                    |        |
| 9 = 90   |                    |        |
| 8 = 80   |                    |        |
| 7 = 70   |                    |        |
| 6 = 60   |                    |        |

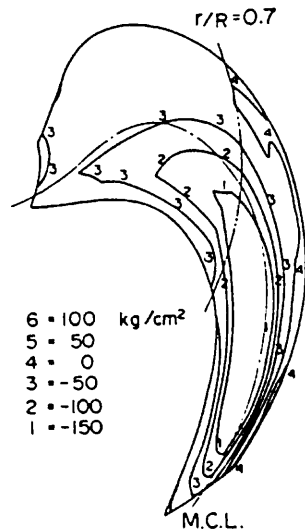


- |         |                    |         |
|---------|--------------------|---------|
| 8 = 10  | kg/cm <sup>2</sup> | 7 = 0   |
| 6 = -10 |                    | 5 = -20 |
| 4 = -30 |                    | 3 = -40 |
| 2 = -50 |                    | 1 = -60 |

SKEW = 72°



- |         |                    |
|---------|--------------------|
| 8 = 400 | kg/cm <sup>2</sup> |
| 7 = 350 |                    |
| 6 = 300 |                    |
| 5 = 250 |                    |
| 4 = 200 |                    |
| 3 = 150 |                    |
| 2 = 100 |                    |
| 1 = 50  |                    |

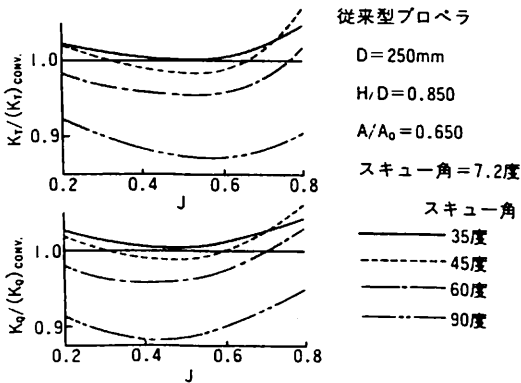


- |          |                    |
|----------|--------------------|
| 6 = 100  | kg/cm <sup>2</sup> |
| 5 = 50   |                    |
| 4 = 0    |                    |
| 3 = -50  |                    |
| 2 = -100 |                    |
| 1 = -150 |                    |

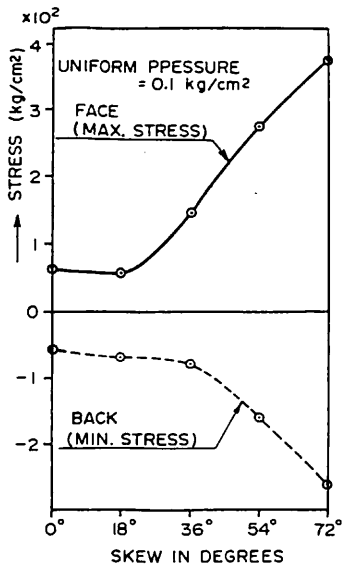
FACE  $\sigma_{max}$

BACK  $\sigma_{min}$

▲ 第 8・17 図 スラスト中心位置の集中荷重状態における主応力の分布



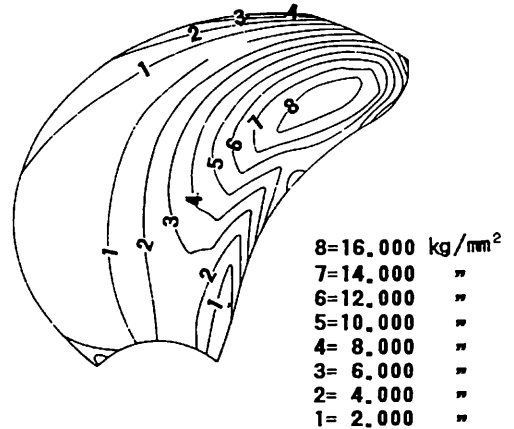
▲ 第8・16図 スキュー角によるプロペラ単独性能の変化



▲ 第8・18図 スキュー角と最大応力との関係

単独性能についても、当面は水槽試験による確認が必要である。第8・16図<sup>61)</sup>は、その1例である。この図によると、スキュー角が40°程度以下ではプロペラ作動点付近の単独性能にあまり差は認められないが、スキュー角がそれ以上に大きくなると、単独性能も大きく変わってきている。

ハイ・スキュー・プロペラの今一つの問題点は、プロペラ翼の強度である。従来形のプロペラの場合には、第8・4・5項で記したように、流体力による単純曲げと遠心力とでもって翼の強度を推定することができた。しかし、スキュー角が大きくなってくると、上記の外力に加えて、流体力によって翼面に振りが働くようになる。また、スキュー線が大きく湾曲するため、プロペラ翼先



▲ 第8・19図 後進時に発生する主応力の分布

端寄りの部分の曲げ剛性が低下する。したがって、最大引っ張り応力が作用する位置は、必ずしも翼根部だけとは限らなくなってくる。

第8・17図<sup>62)</sup>は、スラスト中心位置に集中荷重をかけた時のプロペラ翼に働く主応力の分布を示している。また、第8・18図<sup>62)</sup>は、この時の最大応力とスキュー角との関係を示している。これらの図によると、スキュー角の増加とともに最大応力は急激に大きくなり、また、最大応力の作用点も翼根部から翼先端の方向へ、さらに翼弦中央付近から翼後縁部へと移動していることが分かる。

また、第8・19図<sup>61)</sup>は、固定ピッチのハイ・スキュー・プロペラの後進時における主応力の分布を示している。第8・19図によると、最大応力位置はプロペラ翼の先端寄りにあり、応力の値も大きい。この後進時に発生する過大な応力によって、プロペラ翼が曲損した実例が何件かあるようである。

また、後進性能についても実船による比較試験が行われ、ハイ・スキュー・プロペラの後進力が弱いこと、低速時の逆転停止性能が少し劣ることなどが報告されている<sup>49) 61)</sup>。

第8・1節で強調したように、全所要馬力の半分近くをプロペラが受け持っており、そのうえプロペラの事故は船の不稼働に直結しているわけであるから、とにかく、プロペラには重い負担を掛けないことが第一である。特に、プロペラ翼の強度面での危険性を考えると、スキュー角は程々の量に止め、極端なハイ・スキューの採用には慎重を期す必要がある。

また、船尾伴流の変動を極力緩やかにするような船尾線図の設計を等閑にして大きなスキューに依存するようなことは、船型設計の根本的な方策を見誤った本末転倒



の話であろう。

(つづく)

〔 参 考 文 献 〕

- 53) I.H.Abbott, A.E.von Doenhoff : Theory of Wing Sections-Including a Summary of Airfoil Data, Mc Graw-Hill (1949)
- 54) 池の内昌弘, 岸本宏次, 田中 昇 : 推進器翼の強度に関する一研究, 日本造船学会論文集 第129号 (昭和46年6月)
- 55) 関西造船協会 : 造船設計便覧 第4版 p. 389 ~ 391
- 56) 中島康吉 : 推進器空洞現象の新しい判定法, 造船協会論文集 第92号 (昭和32年4月)
- 57) 笹島孝夫 : プロペラ起振力について, 船舶の振動・騒音とその対策に関するシンポジウム 日本造船学会 (昭和60年10月)
- 58) R.A.Cumming, W.B.Morgan, R.J.Boswell : Highly Skewed Propellers, Trans. of SNAME Vol. 80 (1972)
- 59) R.J.Boswell, G.G.Cox : Design and Model Evaluation of a Highly Skewed Propeller for a Cargo Ship, Proc. of Chesapeake Section of SNAME (1973)
- 60) T.V.Daniel, J.D.Francis : Highly Skewed Propeller for San Clemente Class Ore / Bulk / Oil Carrier Design Considerations-Model and Full Scale Evaluation-, Proc. of 1st Star Symposium of SNAME (1975)
- 61) 藤野良亮 : プロペラ設計上の諸問題, 第3回船用プロペラに関するシンポジウム, 日本造船学会 (昭和62年7月)
- 62) 藤本敏雄, 藪 忠司 : Highly Skewed Propellerの翼応力の解析, 関西造船協会誌 第184号 (昭和57年3月)

## 船 体 構 造 設 計

近畿大学工学部教授・工学博士  
間 野 正 己 著

B 5 判 / 本文 240 頁 / 定価 12,000 円 (送料 380 円)

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

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

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

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

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

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

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

■ 連載講座

# 船舶用アルミニウム合金の溶接

— Welding of Aluminum Alloys in Shipbuilding —

(3)

養田 和之\*

Kazuyuki Minoda

### 3. 船舶用アルミニウム合金溶接継手の性質

アルミニウム合金の溶接部は溶接金属、熱影響部および原質部よりなるが、炭素鋼などのように加熱、冷却熱サイクルによる変態がないので、アルミニウム合金母材の加工硬化や熱処理による析出硬化は溶接時の加熱による再結晶、過時効、部分焼なましにより熱影響部は軟化しているのが特徴である。

#### 3-1 溶接熱影響部の組織

非熱処理合金（1000系、3000系、5000系）の加工硬化材の溶接熱影響部（HAZ）のかたさ分布の一例を5083合金についてFig.10に示した。

加工硬化材では溶接熱により約250℃以上に加熱されたところから急速に回復、ポリゴン化、再結晶および粒成長による軟化が起こる。HAZの幅や軟化の程度は溶接入熱（最高到達温度）とともに大きくなり、また加工度が高いほど低い温度で軟化し始めるので軟化域の幅は広がる。なお焼なまし軟質材（O材）の場合は溶接熱によるかたさの変化はほとんど生じない。

Fig.11は5083合金をミグ（MIG）またはティグ（TIG）溶接した場合の最高到達温度とかたさの関係を示した一例である<sup>13)</sup>ここでは冷間加工度約20%、Hvで約100程度の1/4H（H32）材では約300℃から軟化し始め、450℃で完全軟化している。一方冷間加工度約40%、Hvで約110程度の1/2H（H34材）では約150℃から軟化が始まり約450℃で完全軟化している。

なおこれら加工硬化材の入熱と軟化幅の関係を示したものがFig.12であり、この実験例では同一板厚同一入熱に対して1/2H（H34）材の軟化幅は1/4H（H32）材の約3倍となっている。図中の計算値は(1)式に示される、移動熱源の熱伝導理論から誘導して得られた尾崎の式<sup>14)</sup>、すなわち

$$h = E(VI)^2 / t^2v \dots\dots\dots(1)$$

ここで、

$$h = \text{軟化域の幅 (cm)}$$

V = 溶接電圧 (volt)

I = 溶接電流 (Amp)

v = 溶接速度 (cm/sec)

t = 板厚 (cm)

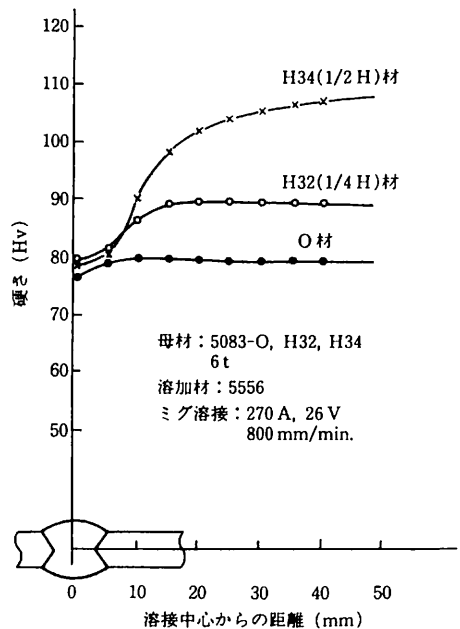
$$E = (D/Q)^2$$

Q = 最高到達温度（軟化曲線から決まる）

D = (材料の定数) × (アークの熱効率)

この計算式を基にして、Fig.13に示すように軟化部の幅はボンドから測って軟化を始めた点と完全軟化に達する点の平均までをとり、これを軟化幅(h)と定義すればFig.12に示すとおり実験値と計算値はよく一致することがわかる<sup>13)</sup>。すなわち軟化曲線の遷移点間距離を軟化幅と定義したことになり、これは軟化部をもつ継手の強度を論ずる上でも重要な意味を持つものである。

TIG溶接とMIG溶接では同じ材料を標準的な条件で溶接した場合、前者は溶接入熱で約4～10倍大きく、



▲ Fig.10 非熱処理合金（5083-O、H32、H34）の溶接部かたさ分布

\* 昭和アルミニウム株式会社 顧問 工学博士

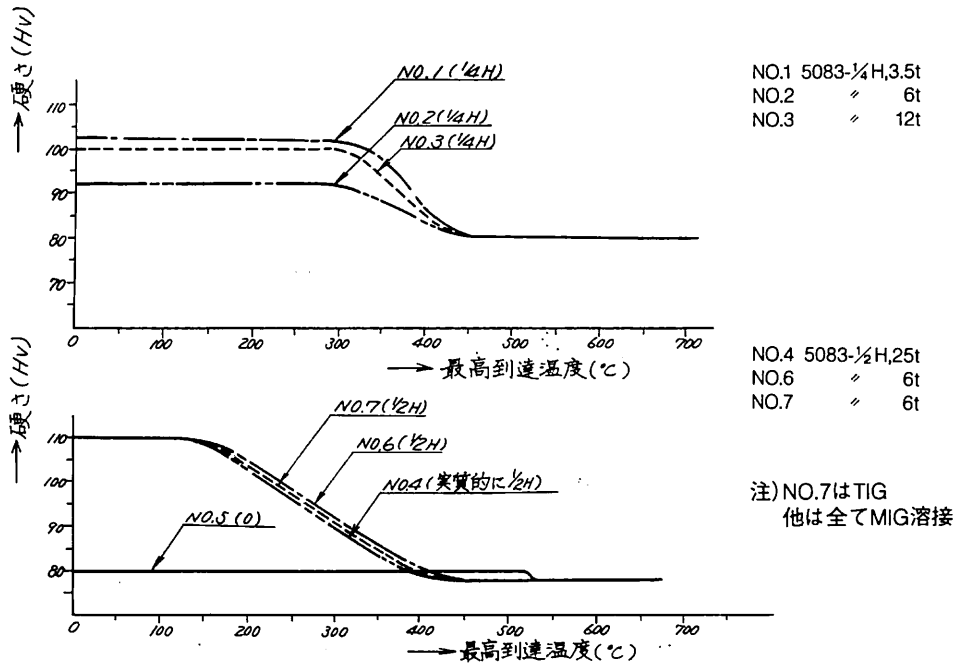
軟化に影響する再結晶温度以上に保持される範囲が広がるのでHAZすなわち軟化幅は大きくなる、その一例をFig.14に示した。

熱処理合金（2000系，6000系，7000系）は溶体処理（焼入れ），常温自然時効（T4）または人工時効（T6）などの熱処理が行われているために溶接に際しては室温から溶融温度までに加熱される各部において，さらに加熱，冷却速度の変化も加わり，HAZは複雑な組織を呈する。

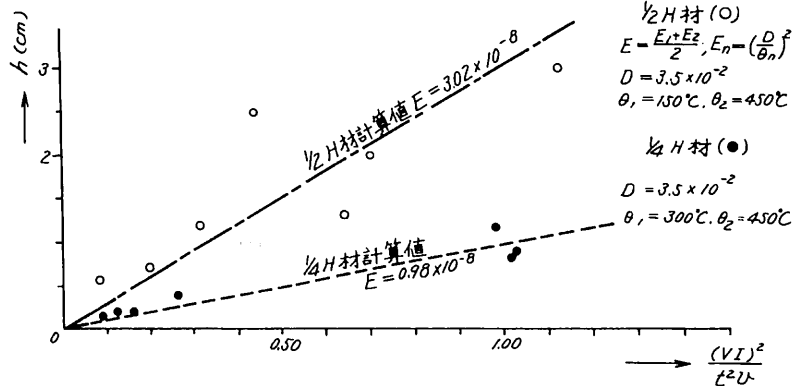
Fig.15は熱処理合金の一例としてAl-Cu系合金について铸造から時効終了に至る状態図と組織の関係を示したものであるが，溶接時の熱サイクルに応じてHAZの組織変化もこの状態図から類推することができる。

熱処理合金のHAZのかたさ分布はFig.16にその一例が示されているように夫々の熱サイクルによる組織変化に対応して変化する。すなわち溶接金属に隣接して融合域（局部溶融域，固溶域，過時効域および原質部の5領域よりなる。融合域は母材の固相線以上に加熱されて粒界が局部的に溶融した領域，固相域は第2相が固溶するに十分な430℃～530℃の溶体化温度（6N01合金は525～535℃）加熱されたあとに急冷されたため，析出物の再固溶を起こした部分で粒は粗大化している。次いで過時効域は析出物が成長し過時効あるいは部分焼なましにより最も軟化した部分であるが，完全軟質材程度にまで軟化することはない。

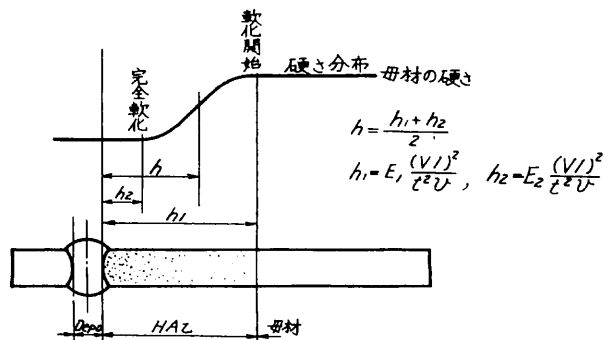
なお熱処理合金のうちAl-Zn-Mg合金は焼入れ感受性が鈍感で常温時効性が大きく溶接後1ヶ月程度の自然時効によりほぼ母材近くまでかたさが回復するのが特徴である。



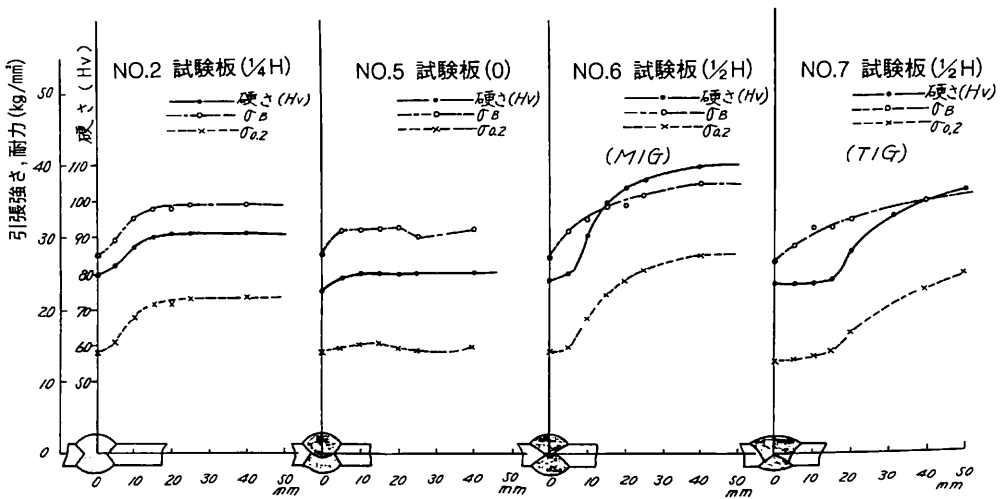
▲ Fig.11 溶接熱サイクルによるHAZ各部の最高到達温度と硬さの関係



▲ Fig.12 入熱と軟化幅の関係（5083，6 tの例）



▲ Fig.13 軟化幅hの定義

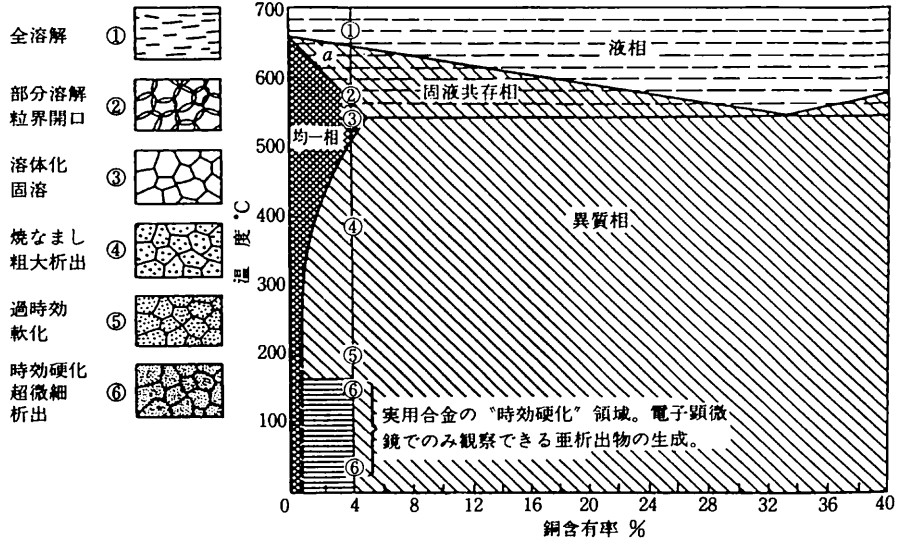


▲ Fig.14 5083加工硬化材(板厚6mm)の溶接継手各部の硬さおよび微小引張試験による耐力と引張さ

3-2 溶接金属の凝固組織

溶接金属は急速凝固した鑄造組織である。しかし一般の鑄造との差異は結晶のエピタキシャル成長である。









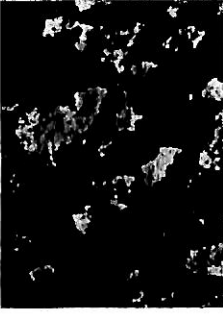



アルミニウム合金溶接金属の凝固組織は柱状晶、等軸晶、羽毛状晶により代表され、合金元素、冷却速度などの影響を受ける。柱状晶は溶融境界部でアーク熱により粗大化した母材の結晶粒を核としてエピタキシャル成長(epitaxial growth)をする。これは入熱により粗大化して溶け残った母材面の結晶粒の残部が核の役目をし、これらの粒の上に溶融金属が同じ結晶軸をもって成長するためである。これを模式的に図解するとFig.17のようになる。溶接金属の結晶粒の大きさは母材の結晶粒の大きさや冷却速度により左右される。羽毛状晶は低速溶接で生じ易く、また冷却速度の遅い溶接中央部に生ずる。等軸晶は溶接中央部に多くみられる組織であり、粒状でランダムに分布し合金成分が多いほど生じやすい。これらの結晶組織は微細化元素の添加により結晶生成のための核が多く生じ微細化すると同時に結晶形態が変化する。Fig.18は一例として5083合金を溶



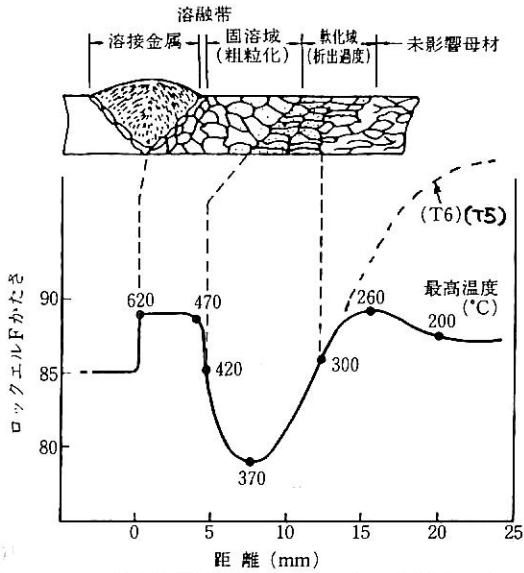
▲ Fig.15 Al-Cu系合金における状態図と組織の関係 (組織の原理図は4%Cuのものである)

加材5183でMIG溶接した場合のマイクロ組織を示したものである。母材、溶加材ともに微細化元素としてごく微量のTi+Bが添加された溶接部では微細な等軸晶となっており、微細化元素が添加されていない場合はボンド部より粗大な柱状晶が伸び溶接金属中央部の結晶粒も大きい、また羽毛状晶の発生も多くみとめられる。溶接部微細化には、溶加材よりも母材の結晶粒の微細化の方がその影響は大きい。

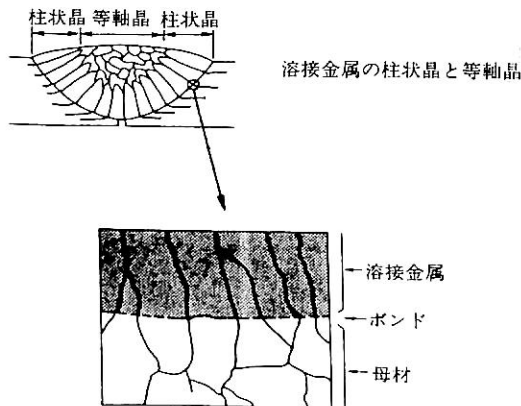
またアルミニウム合金の溶接割れは高温粒界割れであるため、溶接金属の結晶粒は溶接割れに影響し、当然の

Weldments (macro)	Weld bond (Micro×50)	Weld center (Micro×50)	Addition of grain refiner	
			Base plate	Filler Wire
			added	added
			Grain Size: 52 μ	
			added	not added
			Grain Size: 71 μ	
			not added	added
			Grain Size; 83 μ	
			not added	not added
			Grain Size; 166 μ	

▲ Fig.18 5083/5183 溶接部のマクロおよびミクロ組織



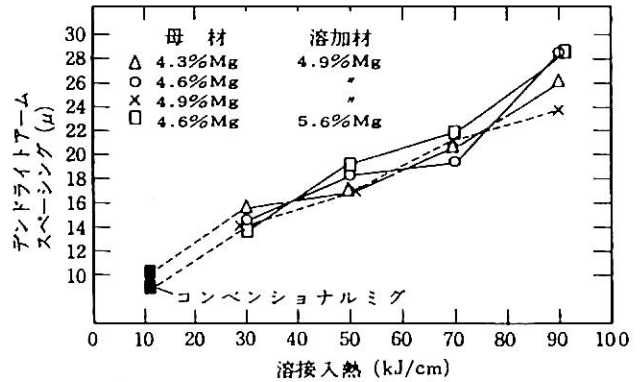
▲ Fig.16 熱処理合金 (6061-T4) の溶接部近傍と  
かたさ分布 (230 A, 63cm/min, 時効後)



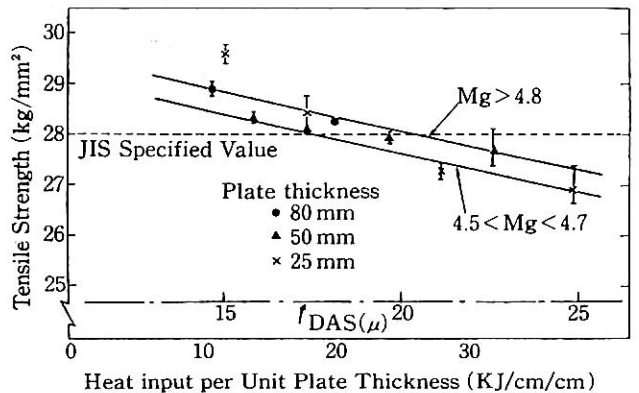
▲ Fig.17 溶接のボンド部における結晶粒の場合

ことながら結晶粒微細化は割れ防止に大きく寄与している。ただし溶接金属の結晶粒度は金属学的因子としてはその強度とくにじん性にはほとんど影響しない、それは凝固金属の dendrite 組織のサブグレインすなわち dendrite セルサイズにほとんど関係しないことによると考えられる<sup>(15)</sup>。

ミクロ的に観察される dendrite・アーム・スペーシング (DAS: 樹枝状晶間距離) は凝固が早いほど微細な組織となる。Fig.19 は 5083/5183 溶接部の DAS と溶接入熱の関係を示した一例で DAS は溶接入熱の増加にしたがって増大する。溶接金属は急凝固組織であるので非平衡凝固に伴う偏析を生じる DAS の大きいものほど偏析率は大きい。またアルミニウム合金溶接部の強



▲ Fig.19 デンドライト・アームスペーシングと入熱量  
(5083/5183 M I G 溶接)



▲ Fig. 20 溶接金属の引張強さと単位板厚当たりの入熱の  
関係 (5083/5183M I G 溶接)

▼ Table12 アルミ合金凝固金属の機械的性質に影響する  
金属学的因子<sup>(16)</sup>

因 子	強さ	延性	じん性
結 晶 粒 度	●	○	●
デンドライトセルサイズ	○	○	○
第2相	●	○	●
マトリックス濃度	●	—	●
不 純 物	●	●	○
溶 質 バ ン ド	—	—	●
羽 毛 状 結 晶 粒	●	—	●

- 著しく影響
- やや影響
- ほとんど影響しない

度は母材、溶加材の合金組成だけでなく溶接金属の凝固組織によっても影響を受け特に DAS の影響が大きい。Table12 はアルミ合金凝固金属の機械的性質に影響する金属学的因子影響度合いを定性的に評価したものである<sup>(16)</sup>。一般に溶接入熱が増加するほど DAS の増大に伴

って溶接金属の引張強さは低下する。ここで溶接入熱をパラメータとしてDASの大きさ、引張強さへの影響を評価する場合、熱源が二次元あるいは三次元かを検討しておく必要がある。

DASについては福井等<sup>(17)</sup>がAdams等<sup>(18)</sup>のDASと凝固時間に関する式およびRosenthal<sup>(19)</sup>の溶接部の冷却速度に関する式を用い解析している。DASと凝固時間の関係は次の(2)式で与えられる<sup>(18)</sup>。

$$L^2 = kt_0 \quad \dots\dots\dots(2)$$

ここで、

L : デンドライト・アーム・スペーシング  
(DAS : cm)

t<sub>0</sub> : 凝固時間 (sec)

k : 過冷却, 合金分配係数, 組成などによる定数  
さらに、

$$t_0 = \frac{H}{C_p \cdot (dT/dt)_m} \quad \dots\dots\dots(3)$$

H : 溶融潜熱 (cal/g)

(dT/dt)<sub>m</sub> : 融点近傍での冷却速度 (°C/sec)

溶接の場合、冷却速度は主として入熱の影響を受けるわけであるが同時に熱伝導が2次元熱流になるか3次元熱流になるかにより冷却速度が異なってくる。溶接熱源を移動点熱源と仮定した場合の溶接線上の冷却速度(dT/dt)は次の(4)式であらわされる<sup>(19)</sup>。

すなわち2次元熱流では

$$dT/dt = 2\pi\lambda \cdot C_p \cdot \rho (h/Q)^2 (T - T_0)^3 \quad \dots\dots(4)$$

λ : 熱伝導度 (cal/cm・°C・sec)

C<sub>p</sub> : 比熱 (cal/g・°C)

ρ : 密度 (g/cm<sup>3</sup>)

h : 板厚 (cm)

Q : 溶接入熱 (cal/cm)

T : 測定点の温度 (°C)

T<sub>0</sub> : 初期温度 (°C)

t : 時間 (sec)

3次元熱流では

$$dT/dt = 2\pi\lambda \frac{1}{Q} \cdot (T - T_0)^2 \quad \dots\dots\dots(5)$$

すなわち2次元熱流と考えた場合、DAS(L)は(2), (3), (4)式から

$$L \propto Q/h \quad \dots\dots\dots(6)$$

3次元熱流と考えた場合、(2), (3), (5)式から

$$L \propto \sqrt{Q} \quad \dots\dots\dots(7)$$

2次元または3次元熱流を決める目安として、板厚、入熱、板の初期温度、冷却速度を求めようとする温度などを考慮した(8)式があり、与えられた入熱QがQ<sub>c</sub>以下

の場合3次元熱流の適用が可能となる<sup>(20)</sup>。

$$h^2 = C_p \rho \cdot (T - T_0) = Q_c \quad \dots\dots\dots(8)$$

凝固点近傍のQ<sub>c</sub>を計算すると、アルミニウム合金の通常のコンベンショナルMIGおよび大電流MIG溶接では板厚80mm程度以下の場合、ほとんどが2次元熱流と考えてよい範囲となる。

したがって、DAS(L)は(6)式からQ/hすなわち単位板厚当たりの入熱に比例することになる。単位板厚当たりの入熱で整理するとFig.20が得られ、単位板厚当たりの入熱の増加に伴ってDASは増大し、引張強さは直線的に低下することを示している。

(つづく)

【参考文献】

13) 秋田好雄, 簗田和之: 耐食アルミニウム合金加工硬化材の軟化部をもつ溶接継手の強度に関する研究, 造船協会論文集, 第118号, 1965/11  
14) 尾崎秋男: 耐食アルミニウム合金加工硬化材のMIG溶接における軟化域, 溶接学会誌, 1965/3  
15) 簗田和之, 永岡栄之: Al-Mg合金5083-0厚板の溶接性(第1報), 溶接学会誌, 1976/1  
16) 鈴木春義, 田村博: 溶接金属学, 溶接全書1, 産報出版, 1978  
17) 福井, 寺井, 水野: アルミニウム合金の溶接凝固組織とその諸性能(その1), 水曜会誌, 1975/5  
18) P.E.Brown, C.M.Adams: Rapidly solidified alloys structures, Trans. AFS, 1969  
19) D.Rosenthal: Welding Journal, vol. 20, 1941  
20) 渡辺正紀, 佐藤邦彦: 溶接力学とその応用, 朝倉書店, 1965

●【社屋移転お知らせ】●

○株式会社ナカタ・マックコーポレーション  
〒104 東京都中央区築地6-4-8(カトキチ築地ビル)  
Tel. 03-5550-1364 Fax. 03-5550-1369  
(5月30日 月曜日から業務開始します。)

## ●新工作法

## 線状加熱曲げ加工法の自動化

石山 隆庸\* 根木 勲\*\*\*\* 椎野 正元\*  
 神近 亮一\*\* 矢垣 力\* 高倉 大典\*\*\*  
 小川潤一郎\*\*\* 神田 幸雄\*

この論文は、石川島播磨技報第34巻第2号（平成6年3月）に掲載されたものである。

戦後の造船工作に大きな革命をもたらした線状加熱曲げ加工法をいち早く取入れた同社が更に新しいアプローチを行ったものとして、本誌の読者に特にご参考になるものとする。

石川島播磨重工・技術本部にお願いしたところ快く転載を承諾されたので、ここに掲載すると共に、同社に対し感謝の意を表すものである。

## 1. 緒言

船殻の外板は、推進抵抗を低減して水中を効率良く航行するために、複雑な非可展曲面形状をもつ厚さ10~30mm程度の鋼板で構成されている。この曲がり外板を加工するには、一般に線状加熱といわれる加工法が古くから用いられている。これは、ガスバーナなどを用いて鋼板の表面を局部的に加熱して、その際に生成される鋼板の面外角変形や面内収縮変形をたくみに利用して、その組合せによって目標とする曲面形状を得る方法であり、わが国の多くの造船所で使われている。しかしながら、従来からのガスバーナによる方法では再現性あるいは制御性という面で限界があり、近年、熟練工の減少や高齢化、さらには技能の継承が問題となりつつある。加熱による変形発生を定量化把握する試みは過去多数行われており、ふるくは当社の橋本<sup>(1)</sup>、前田<sup>(2)</sup>の研究や辻の解析<sup>(3)</sup>

があり、最近でも野本らによるシミュレータの開発の報告<sup>(4)</sup>があるがいずれも直接曲げ加工の実務全般をカバーするところまでは至っていない。

著者らは3年間にわたる大阪大学との共同研究により、数値解析技術に基礎をおいた曲げ加工理論<sup>(5)-(8)</sup>を構築中である。また、専用に開発した高周波誘導加熱装置を多関節7軸ロボットに組み込んだ加熱曲げ装置の試作を行った。これらのアプローチにより、与えられた最終目的形状を得るにいたる全プロセスを具体的に指示する加熱指示書を算出することができた。これは、従来はステップバイステップに状況を見ながらつぎの処置を決めていくしかなかったのと比べて、著者らの方法のいちじるしい特色である。

## 2. 板曲げへの新しいアプローチ

著者らのアプローチの特色としてつぎの三つがあげられる。まず第一番目に、外に現れた見かけの変形のかわりに、加熱によって生成される残留塑性変形（固有変形と称している）に基礎を置いた取扱いを行っていることであり、第二番目に、加熱線の組合せによる変形がどうなるかを種々解析するのではなく、目標とする曲面形状を達成するのに必要な固有ひずみ分布を実現する加熱線の組合せを直接的に求めることを主なねらいとしていることであり、第三番目には、加熱源として高周波誘導加熱を用いたことである。第1図に、高周波誘導加熱による新しい板曲げ加工法へのアプローチ法の概念図を示すとともに、以下にこのアプローチの概要を紹介する。

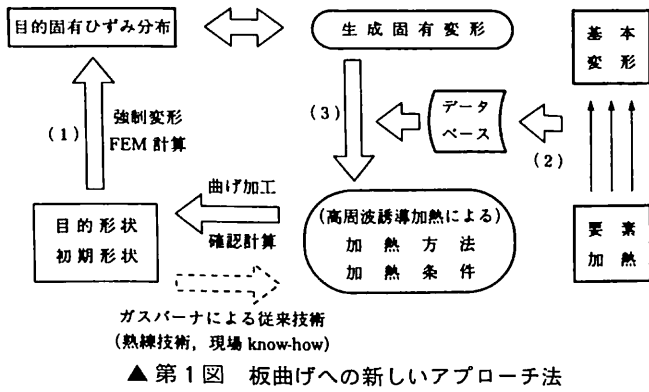
## 2・1 曲げ加工法の骨格

ここで本研究のバックボーンである線状加熱曲げ加工法の主要な骨格についてのべる。目的形状を達成するための加熱方法の算出はおおよそつぎの三つのプロセスからなっている。

(1) FEM弾性解析によって初期形状を目的形状に強制変形させ、目的形状をFEMの要素ごとの固有ひずみ<sup>(5)</sup>

\* 石川島播磨重工工業(株)船舶海洋本部生産技術部 専門課長  
 \*\* 同社 技術本部技術研究所構造強度研究所 専門課長 工学博士  
 \*\*\* 同研究所 研究員  
 \*\*\*\* 技術本部 技師長 工学博士





(これを目的固有ひずみと呼んでいる),あるいはあらかじめ意図した位置に集約した固有変形量<sup>(8)</sup>に翻訳するプロセス。

(2) 別途, 適当な大きさの鋼板に単純なパターンの加熱(以下要素加熱と呼ぶ)を加えたときの基本的な変形の起きかた, すなわち固有変形量(これを生成固有変形と呼ぶ)を定量的にとらえてデータベース<sup>(7)</sup>として準備するプロセス。

(3) 上記で求められた要素加熱-基本変形データを読んで,これを適当に組み合わせることで,(1)の各要素ごとの目的固有ひずみを実現できるセットを見つけだし<sup>(8)</sup>,あるいはそれらをリアレンジするプロセス。このセットの全体集合から目的曲面を得るための加熱指示書が作られる。

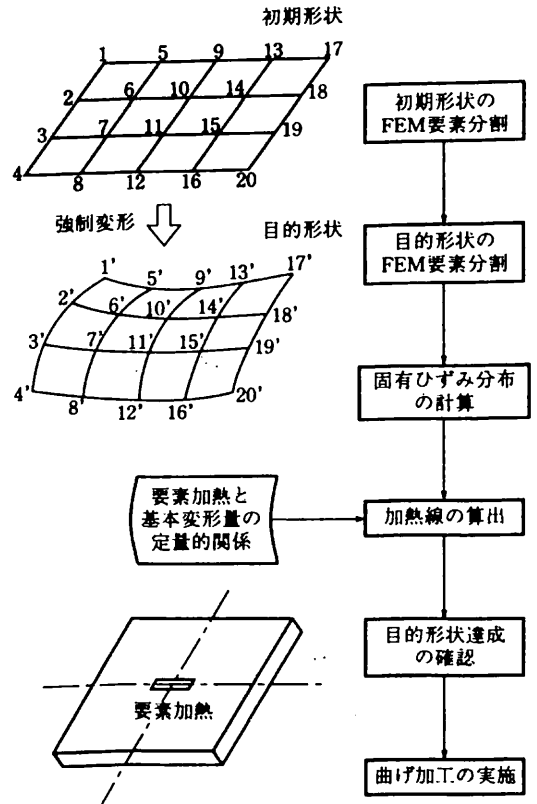
これらのプロセスによる曲げ加工法算出の背景には,本来ならば加熱順序に依存する複雑な線状加熱の現象を,固有ひずみあるいは固有変形を媒介とした取扱いによって上記(1),(2),(3)の三つのプロセスに分割したこと,個々の加熱線の間の相互干渉は小さいと割り切った上で固有ひずみについての線状加算則<sup>(2)</sup>の成立を仮定したことがある。

### 2・2 高周波誘導加熱の活用

高周波誘導加熱の原理は,加熱対象(この場合は鋼板)の近くに置いたコイルに高周波電流を流すとその電流が加熱対象の表面近くの内部に磁束を発生させ,この磁束により誘導電流が流れてそのジュール熱が対象物を直接加熱するというものである。これはガスバーナを熱源とした場合に比べて,直接的で制御性の良い安定した加熱を実現できる。このことは,著者らの実験と解析<sup>(9)</sup>によっても示されている。

### 2・3 曲げ加工法指示書作成手順と曲げ加工の実施

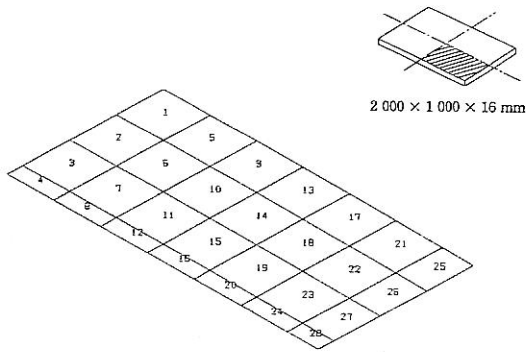
第2図に示すブロックチャートの手順で,2,000×1,000×16mmの平らな軟鋼板を,長辺方向および短辺方向対象



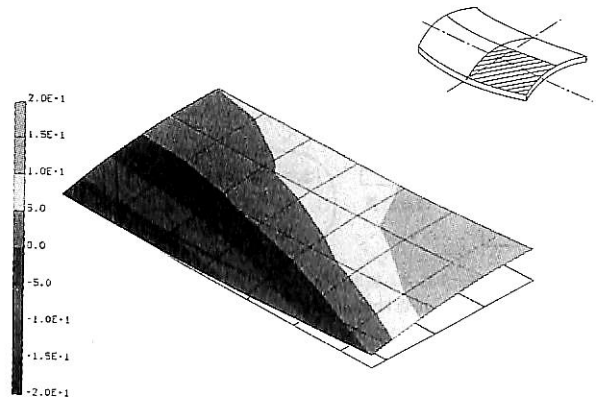
軸を有する鞍形の曲面板に加工する場合の例を示しながら,システムの処理手順を説明する。

1. 初期形状: 平らな鋼板またはプレスなどでシリンダ状に一次加工したものを考えている。この形状に対して目的固有ひずみ分布を求めるための強制変位FEM解析の前処理として要素分割する(第3図(a))。
2. 目的形状: 最終的な目標とする曲面形状に対して,初期形状の要素分割に対応した要素分割を行う(第3図(b))。初期形状の要素節点を目的形状の要素節点に強制変位させる弾性FEM計算を行う。
3. 固有ひずみ分布の計算: 強制変位計算によって得られた弾性ひずみ(固有ひずみ)分布を第4図(a),(b)に示す。同図は固有ひずみ(第4図(a))と面内ひずみ(第4図(b))とに分離し,それぞれを主ひずみのベクトル図で要素ごとに表示したものである。ただし,曲げひずみは裏面でのひずみ値で表示されている。これらの図で,矢印の方向は伸縮ひずみが最大となっている方向(主ひずみ方向),矢印の長さはひずみの絶対値の大きさ,内向きの矢印は縮み,外向きの矢印は伸びであることをそれぞれ表している。当然のことながら,

(a) 初期形状 (1/4 モデル)

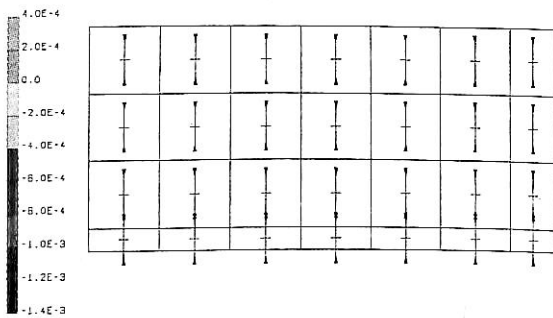


(b) 目的曲面形状 (1/4 モデル)

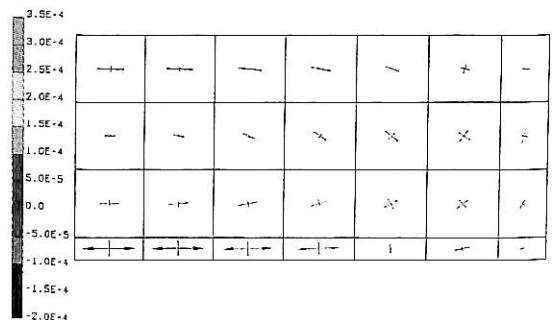


▲ 第 3 図 強制変形計算における板の形状例

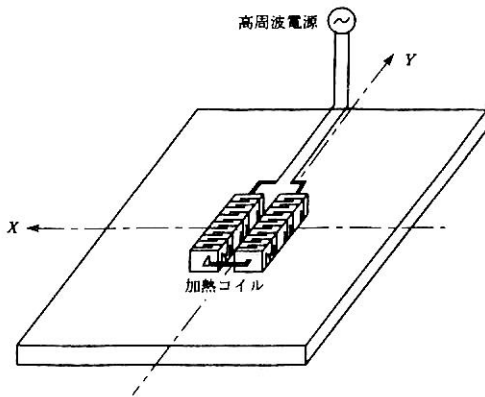
(a) 曲げひずみ分布図 (1/4 モデル)



(b) 面内ひずみ分布図 (1/4 モデル)



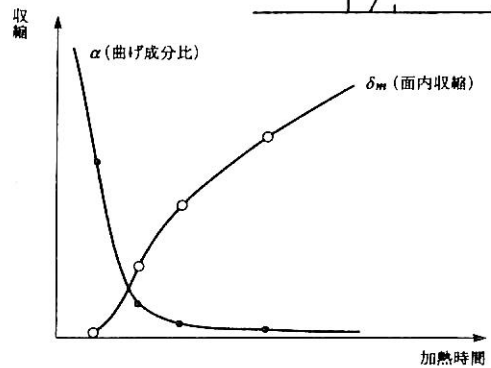
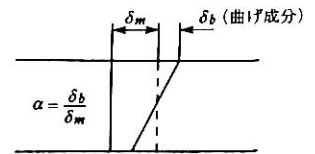
▲ 第 4 図 固有ひずみ分布ベクトル図



▲ 第 5 図 要素加熱の模式図

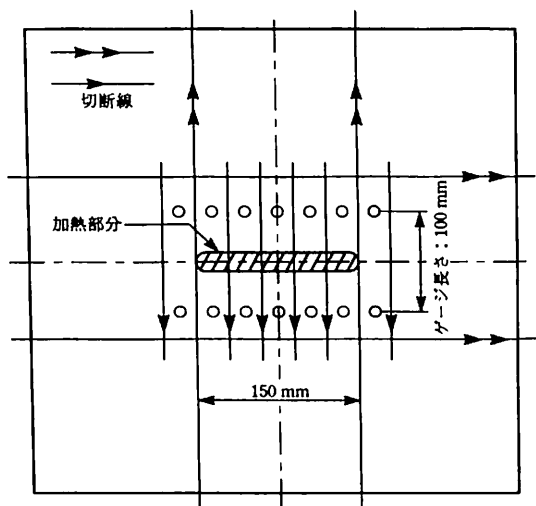
初期形状に対してこれらの固有ひずみを初期ひずみとして付加した弾性 FEM 計算を行うと目的形状が得られる。また、線状加熱によっては伸びひずみを与えることができないので、縮みだけのひずみ分布を算出する。

4. 要素加熱 - 基本変形の定量的関係：要素加熱実験あ



▲ 第 6 図 要素加熱 - 基本変形データ

るいは熱弾塑性 FEM 解析を実施することによって、種々の加熱条件での要素加熱とその結果生成される固有変形量との関係をデータベースとして整理する。要



▲ 第7図 生成固有変形測定のための切断法

素加熱の代表的なものとしては、第5図に模式的に示す静止実験あるいは移動加熱が考えられる。本研究において試作した高周波誘導加熱装置を用いて採取した静止加熱のデータの一例を第6図に示す。これは、 $500 \times 500 \times 16\text{mm}$ の軟鋼板の中央部を一定出力で、通電時間を種々変化させた静止加熱実験を行い、加熱線と直角方向の残留塑性変形量(固有変形量)を計測し、得られたデータを面内収縮と面外曲がり成分とに分解し、加熱時間をベースに整理したものである。なお、弾性変形分を取り除いて固有変形のみを抽出するためには、第7図に示すように固有ひずみ存在領域を分離切断した上で、加熱前との長さ比較を行うことが必要である。

5. 加熱線の算出：要素加熱-基本変形量データをもとにして目的固有ひずみ分布を実現する加熱の組合わせを計算する。この際、加熱方法のパラメータとしては、加熱位置、加熱線の方向と長さおよび加熱条件がある。加熱条件としては、静止加熱の場合は加熱源の出力と加熱時間および加熱コイルと被加熱体とのギャップがあり、移動加熱の場合には加熱時間のかわりに熱源の移動速度を定める必要がある。
6. 目的形状達成の確認：算出した加熱線に対応する生成固有ひずみを初期形状に付与した場合の変形形状を、実際の鋼板の線状加熱曲げ加工を実施する前に弾性FEM解析によって確認する。このしくみは、線状加熱技能のトレーニングのためのシミュレータとしても用いることができる。
7. 曲げ加工の実施：高周波誘導加熱装置を用いて曲げ加工を実施する。

### 3. 技術の実用化の方向

本研究でこれまでに得られた知見を実作業で役立たせるのに、おおよつぎの三つの場面が想定できる。

#### 3・1 自動加熱曲げ装置

緒言に述べたような環境であればこれが究極の目的になるのが当然である。しかしながら造船にとって欠くことのできない工程、技術ではありながらその加工コストに占める比率が小さく、この装置が実現してもただちにすべての造船所が導入できるというものではないと思われる。本研究においては実験装置をかねた形でその試作機を開発しており、のちにそれを紹介する。

#### 3・2 曲げ加工法指示書の算出

すでに述べたように、加熱方法を指定した上で、対象(材料、初期寸法)と欲しい目的形状とから曲げ加工法指示書を算出することができる。これは加熱位置や方向、加熱条件をごく具体的に指示しており、曲げシステムの指定する加熱装置を用いばまったくの素人でも曲げ加工ができるものである。このことは、すでに1992年度におこなった実験<sup>8)</sup>において目的の曲面形状をある程度でも達成できたことで証明されている。このような曲げ加工指示書によりデータベースに取り込まれた加熱方法を用いるかぎり、どこでもだれでも好きな形状の曲面を加工できることを示しており、修理船の損傷工事のような場面にも機動性を発揮できる。

#### 3・3 トレーニング用シミュレータ

適用する加熱方法、道具に関する加熱-変形関係データベースさえ用意しておけば、算出した加熱方法指示書の妥当性確認のための弾性計算のしくみをそのままトレーニング用シミュレータに発展させることができる。これにより、曲げ加工法指示書とはべつに、現状の線状加熱技能習得のトレーニングをおこなうツールをつくることができる。

### 4. 試作機の紹介

現在までの実現レベルを示す一環として、すでに触れている加熱曲げ装置試作機の紹介をする。本試作機の役割と位置付けとしてつぎの3点があげられる。

1. 要素加熱-基本変形量関係データを集めるための要素実験機としての役割
2. 線状加熱曲げ加工システムが算出した曲げ加工法指示書を実際に施工してみる実証実験のための装置としての役割
3. 自動加熱曲げ装置の可能性を探るためのプロト機としての位置付け

以下に、本高周波誘導加熱曲げ装置(第8図)の構成および仕様を示す。

4・1 全体構成

本試作装置は、線状加熱曲げ加工実験のために専用に開発した高周波誘導加熱装置を中心とし、既存の6軸ロボットに外部軸を追加して7軸とした加熱ヘッド駆動装置を結合し、実験時の移動加熱操作や諸計測を自動化するための制御装置と種類の運転データや計測データを処理・記録保存するための小形コンピュータより構成されている。全体としての制御系統を第9図に示す。また、ロボット先端部に結合された加熱ヘッド部を第8図に示した。

4・2 高周波誘導加熱装置

主要な装置構成と電源主要目および付加機能は以下のとおりである。

(1) 装置構成

- (a) 高周波電源
- (b) 高周波トランス
- (c) 高周波ケーブル
- (d) 加熱コイル
- (e) 冷却ユニット

(2) 電源主要目

入力部

- 相数 3相
- 電圧 200/220 V
- 周波数 50/60 Hz

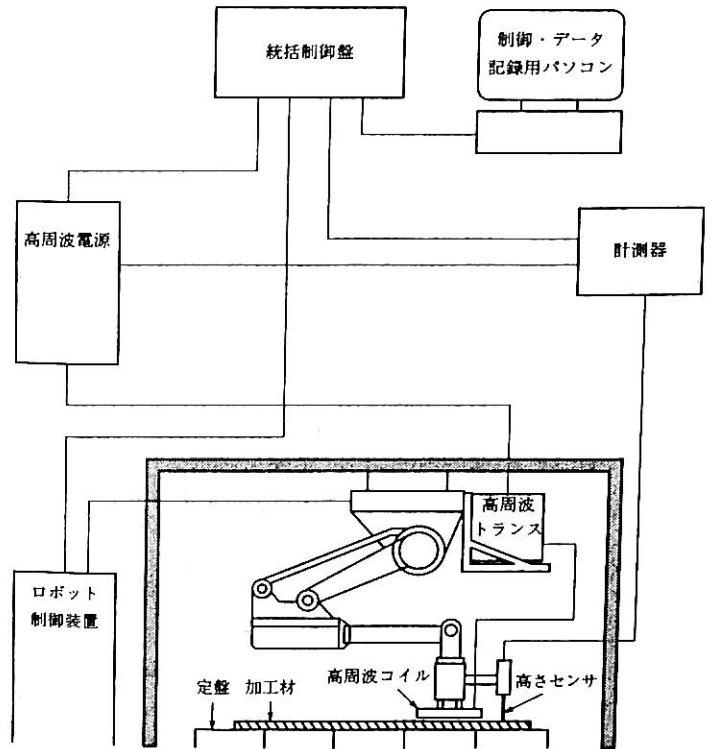
容量 75 kVA

出力部

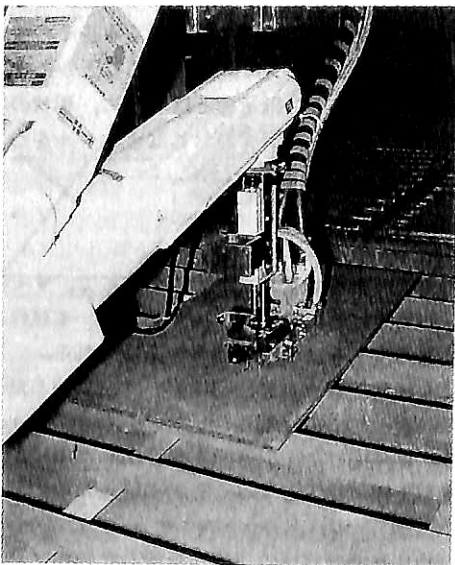
- 相数 単相
- 電圧 260 V (最大) (直流側)
- 電流 200 A ( " ) ( " )
- 電力 50 kW ( " ) ( " )
- 周波数 10 ~ 30 kHz

(3) 加熱コイル

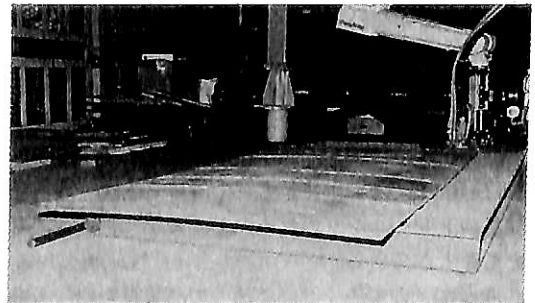
- 加熱対象 鋼板
- 加熱条件 静止面加熱および移動面加熱
- 加熱温度 表面 800 °C以上
- 冷却方式 冷却水内部循環



▲ 第9図 線状加熱曲げ加工試作装置の制御系統図



▲ 第8図 高周波誘導加熱曲げ加工試作装置



▲ 第10図 曲げテストで得られた曲面形状

## 5. 試作機による曲げテスト

試作加熱装置の性能評価を含めて、試作機による平鋼板の簡単な曲げテストを実施した。第3図(a)にその1/4を示した $2,000 \times 1,000 \times 16$ mmの平らな軟鋼板を、第3図(b)に同じくその1/4を示した鞍形の曲面形状に曲げ加工するテストを行った。目的形状の横曲がり高さは20mm、縦曲がり(反り)量は15mmとした。第6図に示した要素加熱データをもとにして算出された加熱線は、予想された結果であるが、裏面が入熱の小さな長辺方向加熱線群となり、表面が入熱の大きな短辺方向加熱線群となった。要素加熱実験と曲げテストの加熱実験を通じて、加熱装置の性能は目標としたレベルを十分に満足することが確認された。

つぎに、初期形状から目的曲面を得るために算出された上記の約300本の加熱線群の加熱を行った結果、第10図に示すような曲面形状が得られた。実験値と目標値とは若干の差が見られたが、同図から見られるようにほぼ目標とする曲面形状が得られた。目標値と実験値の定量的な差については、今後、装置および理論の両面から改良を加えていく考えである。

## 6. 今後の課題

今後、以下に示す4項目について一層の研究の推進が必要であると考えている。

1. 高周波誘導加熱曲げ装置による要素加熱条件と基本変形量の定量的な関係を数多く計測してデータベース化を完成すること。
2. 開発した線状加熱曲げ加工システムが算出した加熱方法指示書を実証テストに適用することによって、線状加熱の実務 know-how を吸い上げ、実船適用の目処をつけること。
3. 上記データベースから導かれる変形(生成固有ひずみ)に関与する要因(加熱位置、板サイズ、初期形状や残留応力)の影響の定量把握を進めることによって、得られる曲面形状の精度向上をはかること。
4. 拘束や射水冷却などの補助手段を定量的に取り込んだ効率のよい曲げ加工法を検討すること。

## 7. 結 言

以上、われわれが取り組んできた線状加熱曲げ加工の合理化の現状について実践的な立場からみた概要を紹介した。すでに述べたように実用化にいたるまでにはまだまだ課題が残されているが、とにかく全プロセスが目に見えるところまで到達した。これからはより多くの方

に参画していただいてこの技術をたくましく育て上げていたいと考えている。

## 〔参 考 文 献〕

- (1) 橋本敏郎：鋼構造物における線状加熱法 石川島技報 橋梁道路特集 1960年10月 pp.57~68
- (2) 前田豊生：局部加熱による炭素鋼板の収縮(第1報) 石川島播磨技報 第2巻第5号 1962年4月
- (3) 辻 勇, 山口喜久次：線状加熱による軟鋼帯板の解析 西部造船会会報 第39号 1970年 pp.171~189
- (4) 野本敏治, 武市祥司, 將基孝一朗, 青山和浩, 榎沢誠, 齊藤政男：面内縮みを考慮した撓鉄作業用シミュレータの開発-線状加熱による板曲げ加工用シミュレータの開発- 日本造船学会論文集 第170号 1990年11月 pp.599~607
- (5) 上田幸雄, 村川英一, R. A. Mohamed, 奥本泰久, 神近亮一：計算機支援板曲げ方案自動作成システムの開発(第1報) 成形形状と固有ひずみの関係 日本造船学会論文集 第170号 1990年11月 pp.577~586
- (6) 上田幸雄, 村川英一, R. A. Mohamed, 奥本泰久, 神近亮一：計算機支援板曲げ方案自動作成システムの開発(第2報) 固有ひずみの観点から見た現場での作業手順 日本造船学会論文集 第171号 1991年5月 pp.83~93
- (7) 上田幸雄, 村川英一, R. A. Mohamed, 根木 勲, 神近亮一, 石山隆庸, 小川潤一郎：計算機支援板曲げ方案自動作成システムの開発(第3報) 加熱条件と固有変形 日本造船学会論文集 第173号 1993年5月 pp.409~419
- (8) 上田幸雄, 村川英一, R. A. Mohamed, 神近亮一, 石山隆庸, 小川潤一郎：計算機支援板曲げ方案自動作成システムの開発(第4報) 加熱位置, 方向, 加熱条件の決定法 日本造船学会論文集 第174号 1993年11月 pp.683~695
- (9) 根木 勲, 小川潤一郎, 神近亮一：高周波誘導加熱による鋼板の熱塑性変形のシミュレーション解析 日本造船学会論文集 第174号 1993年11月 pp.535~542

× × ×

●文献紹介

# コンテナ船の主要目概算法

— チトフの式と計算例 —

村瀬和彦\*

## 1. まえがき

前回(本誌第47巻第4号)ご紹介したチトフ教授の論文の後、同教授がChetyrkin A.N.氏と共に発表された論文<sup>1)</sup>が掲載されていた。早速解読を試みたが、なかなか微細な内容については理解が出来ないところもあり、十分意を尽くしていないところもあるが、式を使用しての計算は可能になった。そこで前回同様、手持ちの資料を使って検証してみたので、以下にこれをご紹介します。

## 2. チトフの式の概要

チトフ教授は大きさの異なる5種類のコンテナ船の主要目を解析して、それらの間の関係式を簡単な略算式で表わしている。

従ってこれらの関係式を利用すれば、コンテナ船の初期計画が出来るようになっている。

もちろんコンテナ船の建造実績が豊富な日本では、コンピュータの利用と相俟って、より正確で迅速な処理が可能であろうが、ロシアの実情を知る上で、また式の精度を検証してみる上で有用なことであろうと思われる。

### 2-1 主要寸法の第一近似

Deadweightの1/1,000(DW)をベースとして次の各式により主要寸法の第一近似値を求める。

$$\left. \begin{aligned} \text{長さ: } L &= 90 + 4(DW) && (\text{m}) \\ \text{幅: } B &= 14 + 1.75(DW)^{2/3} && (\text{m}) \\ \text{喫水: } d &= 3(DW)^{3/8} && (\text{m}) \\ \text{深さ: } D &= 2d && (\text{m}) \end{aligned} \right\} \dots\dots(1)$$

### 2-2 各部重量推定式ほか

軽荷重量(LW)を3つに分けて次のように第一近似を求める。

$$\left. \begin{aligned} LW &= W_H + W_M + W_E \\ W_H &= \text{船殻重量} \approx 0.041 \{ L(B+D) \}^{4/3} \\ W_M &= \text{機関部重量} \approx 0.1 Ne_1 \\ W_E &= \text{艀装重量} \approx 0.4 LB \end{aligned} \right\} \dots\dots(2)$$

ここで $Ne_1$ は機関出力の第一近似であり次の式から求める。

$$\left. \begin{aligned} Ne_1 &\approx 10.5(DW)(Fn)^2 \times 1,000 \text{ (kW)} \\ Fn &= \text{フルード数} = V/\sqrt{gL} \\ (V &= \text{船速 (m/sec)}) \end{aligned} \right\} \dots\dots(3)$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta &= \text{満載排水量 (t)} = LW + DW \times 1,000 \\ C_b &= \text{方形係数} = \Delta / (1.025 \times LBd) \\ C_{b \text{ OPT}} &= \text{最適方形係数} = 1.8(0.59 - Fn) \\ k &= \text{主要寸法修正係数} = \sqrt{C_b / C_{b \text{ OPT}}} \end{aligned} \right\} \dots\dots(4)$$

(4)式のkを使用しkL, kBを船の長さ・幅の第二近似として再計算する。

2-3 剰余抵抗係数 $Cr$ と摩擦抵抗係数 $C_f$   
剰余抵抗係数の概算式として次を与えている。

$$Cr \approx \frac{2.8(C_b \cdot Fn)^3}{(L/B)(B/d)^{1/3}} \dots\dots\dots(5)$$

また原文には $C_f$ の計算式は与えていないので、一般的

第 1 表

	Kuntampo	Norazua Susanna
建造年	1986	1985
DWT	11,290	21,600
$\Delta$ (t)	17,130	29,700
主要寸法		
Lpp	144.7	161.5
B	23.4	28.4
D	15.0	15.4
d	7.47	9.7
$C_b$ (方形係数)	0.65	0.66
コンテナ数	865	1,650
(バラスト時 $\Delta$ )/ $\Delta$	0.35	0.28
速力(kn)	16.4	17.2
出力max/Eco(kW)	7,500/5,500	9,250/7,800
rpm	140	87
燃料消費量(t/D)	22.5	34
$Fn$ (フルード数)	0.23	0.23
排熱利用効率	0.69	0.78
KG	0.62D	0.61D

\* 株式会社 サンライト・シップ・サプライ

で計算し易い式として次のPrandtl-Schlichting の式を使用した。

$$C_f = \frac{0.455}{(\log_{10} Re)^{2.58}} \dots\dots\dots(6)$$

(Re: レイノルズ数)

2-4 アドミラルティ係数 Cad

所要馬力を求めるのに次のCadの式を与えている。

$$C_{ad} = \frac{16.4 \eta}{(0.8 C_r + C_f + \Delta C_r) (L/B + B/d)} \dots\dots\dots(7)$$

原文では分子の係数が1.64であったが、計算結果が1桁違ってくるので、これを16.4に修正した。

$\Delta C_r$  は粗度修正係数で  $0.15 \times 10^{-3}$  とした。

$$\left. \begin{aligned} \eta = \text{推進係数} &= 0.84 - \frac{n\sqrt{L}}{10,000} \\ n = \text{主機回転数} &= 70 \left( \frac{DW + 10}{DW} \right) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(8)$$

以上の結果を使用して所要出力の第二近似値としての

第 2 表

	Kuntampo	Norazua Susanna	CKH-1750	
			計算式	試設計
DWT × 10 <sup>-3</sup>	11.5	21.6	27.1	27.1
V <sub>s</sub> (kn)	16.4	17.2	21.0	21.0
d (4式)	7.4	9.5	10.2	10.0
L ( " )	136.0	176.0	197.0	194.0
B ( " )	22.9	27.5	29.8	32.2
D ( " )	14.8	19.0	20.4	18.8
Fn (v/√gL)	0.225	0.215	0.24	
出力 (kW)	6,100	10,500	16,800	
艀装数(L+B+H)	5,300	820	9,900	
W <sub>H</sub> (5式)	3,600	6,600	9,000	
W <sub>E</sub> ( " )	1,250	1,930	2,350	
W <sub>M</sub> ( " )	610	1,050	1,600	
LW ( " )	5,460	13,030	12,930	14,180
△ (DW+LW)	16,960	31,180	40,000	41,260
C <sub>b</sub>	0.72	0.66	0.65	0.64
C <sub>bOPT</sub> (3式)	0.65	0.675	0.63	
k = √C <sub>b</sub> /C <sub>bOPT</sub>	1.04	0.98	1.015	
kL	142	172	199	194
kB	24	26.95	30.2	32.2
Cr × 10 <sup>3</sup>	1.06	0.87	0.65	
η	0.67	0.72	0.70	
Cad (2式)	420	500	530	
Ne (出力)	5,200	7,400	15,500	14,875
コンテナ数(6式)	870	1,750	2,260	2,315

Ne<sub>2</sub>を次の式によって求める。

$$Ne_2 = \frac{v_s^3 \Delta^{2/3}}{C_{ad}} \times 0.736 \dots\dots\dots(9)$$

(v<sub>s</sub>は航海速力(ノット))

2-5 その他の近似式

コンテナ数 = 0.019 LBD

バラスト重量 = 0.35 DW × 1,000

KG = 0.6 D

などが示してある。

3. 原文の計算例

原文で紹介された実船の例のうち2隻を第1表に、またそれを本論文によって計算した例を第2表に示してある。

両表でこの近似式の精度を見ると、余り近似度が高いと言えない。

4. 手持資料による検証

原文には実船例として他に6隻ほど掲載してあるが、データ不足の故か近似式の検証に加えていない。

そこで当方の手持資料に若干の推定を加えて、これらを検証してみることにした。

実船のアドミラルティ係数は実出力から実船のV、△を使用して逆算したものである。

5. 結果の考察

各船の計算値と実船の数値を比較してみると、かなりの差があり、この計算式によって主要目を近似させるのは困難であるように思われる。

DWと速力でコンテナ船の要目を推定するチトフ教授らの方法は新しい試みであると思われるが、船型・主機型式その他の条件によっても変化するので、その差が入ってくるものと思われる。

アドミラルティ係数に抵抗係数を導入して、精度向上を計るようにしたところなどは、教授らの新機軸として注目すべき方法であると思われる。

6. むすび

本誌47巻4月号に報告したチトフ教授の方法の紹介に続いて、同教授の論文をご紹介かたがたあえて実績との比較を試みた。前回述べたように教授とは文通が途切れていて、この論文についての教授のコメントは頂いていない。筆者のロシア語の解読能力はまだ未熟なものである。原文の本旨を十分伝えていない部分があるかとも思うが、ご了解を得たいと思っている。

第 3 表

	A 船		B 船		C 船		D 船		E 船		F 船	
	計算	実船	計算	実船	計算	実船	計算	実船	計算	実船	計算	実船
DWT × 10 <sup>-3</sup>	59,658		43,289		28,619		23,991		18,834		6,791	
v <sub>s</sub> (kn)	24.85		20.5		22.75		20.25		21.00		15.60	
d (m)	13.89	13.00	12.32	11.59	10.55	11.03	9.87	10.62	9.02	10.02	6.153	6.462
L (m)	328.63	273.00	263.15	216.32	204.46	207.00	185.96	177.40	165.33	172.74	117.16	110.90
B (m)	40.71	32.20	35.57	32.20	30.37	31.20	28.55	27.60	26.38	25.40	20.27	20.80
D (m)	27.79	21.50	24.64	18.65	21.10	19.00	19.75	16.20	18.04	13.80	12.30	10.50
F <sub>n</sub>	0.225	0.247	0.207	0.228	0.263	0.259	0.243	0.249	0.268	0.262	0.236	0.243
出力(Ne <sub>1</sub> ) (kW)	31,711	33,088	19,587	15,882	20,514	20,264	14,985	15,714	14,235	13,373	3,995	4,706
L (B+D)	22,516	14,660	15,848	10,999	10,524	10,391	8,983	7,770	7,343	6,771	3,817	3,471
W <sub>H</sub> (t)	26,067		16,321		9,456		7,657		5,852		2,446	
W <sub>E</sub> (t)	5,352		3,744		2,483		2,124		1,744		950	
W <sub>M</sub> (t)	1,109		685		718		524		498		139	
LW (t)	32,530	18,685	20,751	14,193	12,657	13,041	10,305	9,648	8,095	8,531	3,536	3,649
△ (t)	92,188	78,343	64,040	57,482	41,272	41,656	34,296	33,639	26,929	27,365	10,327	10,440
C <sub>b</sub>	0.480	0.669	0.480	0.695	0.614	0.579	0.637	0.631	0.684	0.607	0.689	0.684
C <sub>b OPT</sub>	0.657		0.688		0.591		0.622		0.579		0.635	
k	0.855		0.835		1.019		1.011		1.087		1.041	
kL	281.01		219.78		208.36		188.17		179.74		121.98	
kB	34.81		29.71		30.95		28.89		28.68		21.10	
Cr × 10 <sup>3</sup>	0.825		0.824		1.073		1.054		1.139		1.095	
η	0.702		0.712		0.703		0.703		0.696		0.648	
Cad	527.7	627.3	535.1	596.8	487.8	534.3	495	503.0	475.9	464.4	438.3	284.5
Ne <sub>2</sub> (kW)	43,673	33,088	18,967	15,882	21,192	19,558	13,030	12,705	12,867	13,373	3,023	4,706
コンテナ数 (TEU)	5,167	3,295	3,057	2,728	2,585	1,450	2,040	1,288	1,766	1,140	601	288 (35)

〔参 考 文 献〕

1) Titov I.A., Chetyrkin

(原文ロシア語)

Approximate determination of principal  
Characteristics of modern Container Carriers

SUDOSTROENIE 1993. 1

船舶技術協会 出版物の常備店

ツキジ書店

〒105 港区虎ノ門1-15-16 船舶振興ビル内 ☎03-3502-2040



## 試 運 転 夜 話 (2)

高 城 清

### 5. Sea Trial of M.T. "JEANNE MARIE"

1958年神戸川崎でNorwegian Operator Gotaas Larsen社向けDW 39,500 LT tanker JEANNE MARIEを完成した。

draught約11mであるが、shallow water effectは大したことはないとして、淡路沖のmile postでspeed trialを行った。その時のtrial dataはT5・1に、写真はP5・1に示した。

私は当時基本計画課長で計画掛と計算掛の両方を見ていたので、計測関係の責任者としてsea trialに乗船した。

この頃からhelicopterによる試運転写真の撮影が行われていたので、4/4 outputの時にtrial courseを直進中の本船の写真をとるために、helicopterとの連絡を密にする必要があった。F5・1はF1・1の①のcourseを拡大した図である。洲本市を望むすぐ手前で左にまわらなければならない。まわってからRPM整定までかなり時間がかかるので、一度chanceをにがすとやりなおしのために次のtestの予定をくるわすことになる。

私はcompass bridge deckに上って空をにらみながらhelicopterのくるのを待った。そのうちに洲本市がだんだん近づいてくるのでハラハラしていたが、やっとhelicopterの姿が見え、撮影おわりのsignをうけた時にはホッとした。

この型のtankerは好評でsister shipは11隻に上りspeedも17.3k~17.8kの範囲にわたった。本船は4/4 outputで17.4kであったが、この時のadmiralty coefficientは440以上で、この頃のtankerの中でも最良の部類に属していた。

sister shipのtrial resultsを季節によって眺めると、水温の高い7, 8, 9月はspeedが高く、水温の低い1, 2, 3月はspeedが低い傾向がみられる。水温の高低によって摩擦抵抗がかなりちがうことによるものと思われる。

### 6. Sea Trial Results of K LINE Liner Fleet

ここでは私がかかわった川崎汽船のliner fleetsの



P 5・1

T 5・1

Name		JEANNE MARIE				
Owner		Ocean Oil				
G.T.	(T)	24,830				
N.T.	(*)	16,421				
L	(m)	205.00				
B	(*)	28.20				
D	(*)	14.80				
d	(*)	11.126				
C <sub>b</sub>		0.788				
Δ	(v)	52,164				
DW	(*)	40,331				
Main engine	Type	Kawasaki double reduction geared impulse turbine				
	SHP	16,500				
	RPM	110				
Progressive speed trial	when	Jan. 1958				
	dmean (m)	11.100				
	Δ (k)	52,225				
output	1/4	2/4	3/4	normal	4/4	
	SHP	5,160	8,950	12,895	15,540	16,760
	RPM	72.7	90.2	101.1	107.1	109.7
	speed (k)	12.5	14.74	16.28	17.08	17.62

trial resultsについて検討してみる。

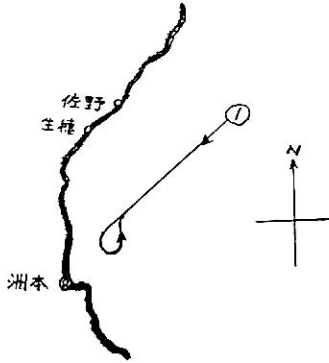
T6・1はこれらのfleetの要目をまとめたものである。

(1) 第3次New York Liner Fleet

P 6・1はこのfleetの第2船もんだ丸のsea trialの時の写真である。

F 6・1は第1船ねばだ丸と第2船もんだ丸のprogressive speed trialの結果をplotし、水温15°Cの時を想定してcurveにしたものである。

どちらもF 1・1の①淡路沖のmile postを利用して、図中破線で示

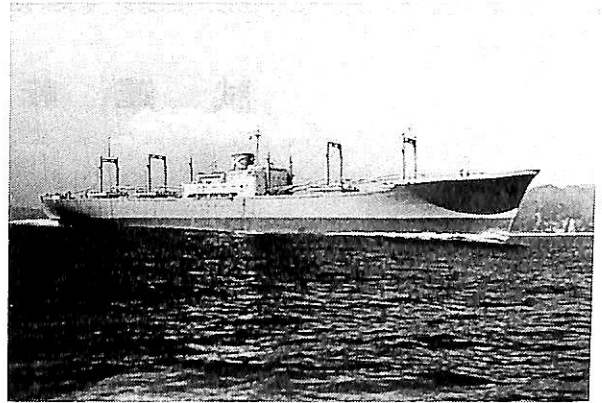


F 5・1 ①Course

したcurveはmodel experimentの成績から3/4 loaded conditionとtrial conditionのspeedの差を推定して3/4 loaded conditionにおけるBHP curveを作ったものである。

service output =  $11,500 \times 0.85 = 9,775$  BHP  
 におけるspeedはこのcurveから18.75 kで、これに0.5 kのsea marginをみこむとsea speedは18.25 kとなる。

一方このfleetの新造後5年間の就航実績を調べてみると、平均 $\Delta = 14,500$  tで18 kになっている。3/4



P 6・1

loaded conditionの $\Delta = 16,050$  t におおして schedule speed としては17.75 k位と思われる。これは上記のsea speedに対して0.5 kのport and river marginをみこむとちょうどこの数字になる。この航路では港に接続する川は比較的少ないが、往復に通らなければならないPanama Canalを川とみると、ちょうどこのようになると思う。またこのPanama Canalのおかげで、往復にfresh waterは半日ずつ接するのでbottom foulingが少なく、このmarginをみこむ必要がないので、

speed-BHP curveに対するmarginとしては、  
 sea margin + port and river margin  
 =  $0.5 + 0.5 = 1.0$  k

をみこんでschedule speedを考えればよいようである。

(2) Worldwide Express Liner Fleet

P 6・2はこのfleetの第3船いじあな丸のsea trialの時の写真である。

F 6・2の実線はこのfleet各船のprogressive speed trialの結果をplotし、水温15°Cの時を想定してcurveにしたものである。長い破線は(1)と同様にして作った3/4 loaded conditionにおけるBHP curveである。

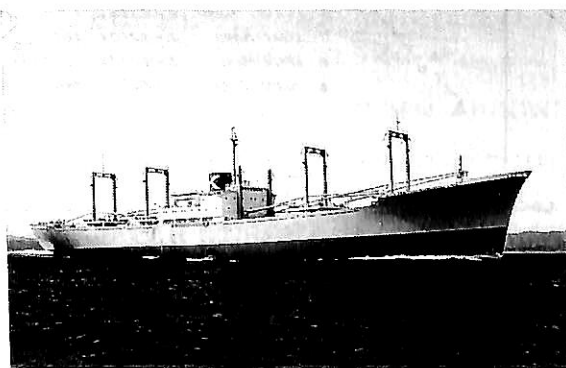
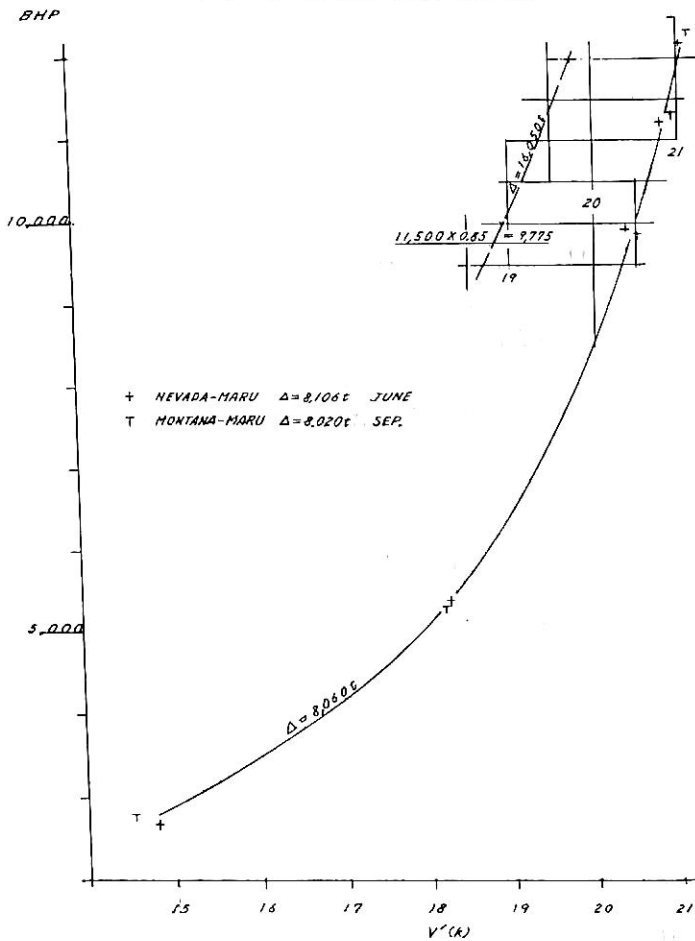
service output =  $9,000 \times 0.85 = 7,650$  BHP  
 におけるspeedは17.75 kで、これに0.5 kのsea marginをみこむとsea speedは17.25 kになる。

このfleetの新造後5年間の就航実績を調べてみると、平均 $\Delta = 14,000$  tで16.25 kになり、これがちょうど3/4 loaded conditionになっている。そして17.75 kに対して次の3つのmarginをみこむとschedule speed = 16.25 kが得られ、上記の就航実績に一致する。

T 6・1 Particulars of Liner Fleets

Name		NEVADA-MARU	FLORIDA-MARU	FRANCE-MARU
When built		1958 East Asia	1961	1967 East Asia
Service route		-New York	Worldwide	-New York
G.T.	(T)	10,193	9,004	11,042
N.T.	(*)	5,934	5,115	6,204
L	(m)	150.30	145.00	156.00
B	(*)	20.50	19.40	22.60
D	(*)	12.90	12.20	13.30
d	(*)	9.374	8.724	9.622
C <sub>s</sub>		0.651	0.674	0.583
$\Delta$	(t)	19,350	17,010	20,351
DW	(*)	13,326	12,017	14,196
Bale	(m <sup>3</sup> )	18,967	17,225	19,727
Main engine	Type	Kawasaki-M.A.N. single acting 2 cycle Diesel engine		
	BHP	11,500	9,000	13,200
	RPM	118	128	121
	3/4 loaded sea speed (k)	18.25	17.25	20.25
sister ships		ねばだ丸	ふろりだ丸	ふらんす丸
		もんだ丸	てきさす丸	いかり丸
		おれざん丸	るいじめ丸	すべいん丸
		こうらざ丸	みしつぱ丸	ほろとが丸

F 6・1 Speed-BHP Curves



P 6・2

sea margin = 0.5 k  
 port and river margin = 0.5 k  
 fouling margin = 0.5 k  
 schedule speed = 17.75 - 1.50 = 16.25 k  
 一方短い破線で示したのは第2次New York liner

Fleetの第3船国川丸の progressive speed trialの結果をCurveにしたものである。(第1船神川丸もほとんどこれと同じである。)これをふろりだ丸型とくらべてみると、8,000~9,000 BHPの辺では両者がほとんど同じであるが、4,000 BHPの辺では、両者の間に約0.5kのひらきがある。これからふろりだ丸型は light loaded conditionで低出力の時に、国川丸より speedがよく出ることが分かる。こんな状態が始終あるわけではないが、洋上でこんなことがあってもふろりだ丸型は scheduleのおくれが少なくすむわけである。

これはおそらく両者の formのちがいによるものと思われる。国川丸は V bow V sternであるが、ふろりだ丸型は cargo stowageのらくなように U型化し、medium styleとした結果であろう。

(3) 第4次New York Liner Fleet

P 6・3はこの fleetの第2船いたり丸の sea trialの時の写真である。

F 6・3の実線は大阪湾における progressive speed trialの結果にもとづく水温15°Cの時の curve、破線は3/4 loaded conditionを推定した curveである。

ふらんす丸とぼるとがる丸は水温の低い時の sea trial、いたり丸とすべいん丸は水温の高い時の sea trialで、 $\Delta$ は前者が約8,600 tに対し、後者は約9,200 tであるが、結果は両者の間に大きな差はない。低温 groupは高温 groupより 摩擦抵抗が大きい、その分だけ $\Delta$ が小さいので両者の差があまりないという結果を得たものと思う。

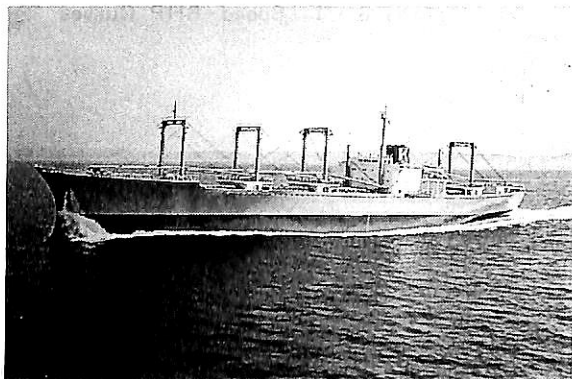
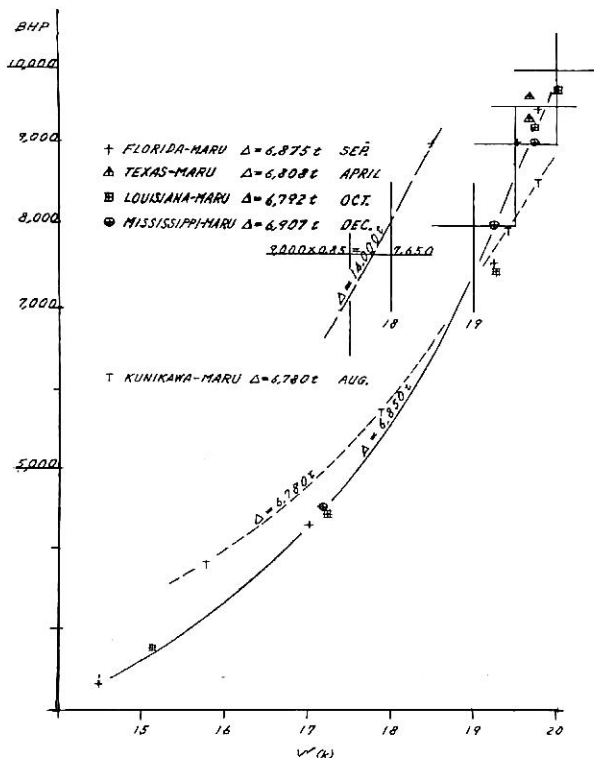
この groupの progressive speed trialは陸上局を紀淡海峡の友が島において、電波 log で計測されたが、この頃から mile postより精度がよいと思われた。

F 6・3で、

$service\ output = 13,200 \times 0.85 = 11,220\ BHP$   
 における speedは 20.75 kで、0.5 kの sea marginをみこむと sea speedは 20.25 kになる。

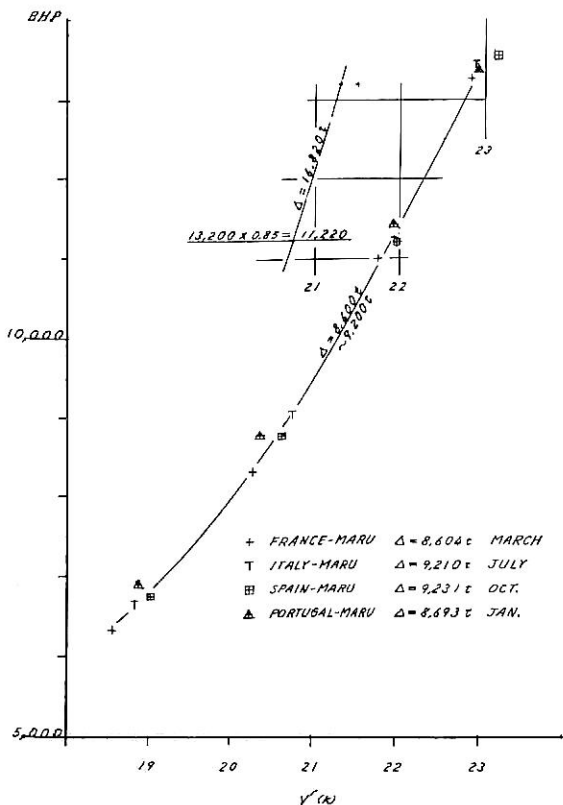
New York 航路であるから、(1)でのべたようにさらに 0.5 kの port and river marginをみこむと schedule speedが得られるといいたいが、この fleetははじめての bulbous bow つきの船であって、もう 0.5 kみこむ必要がある。船体によく matchした bulbous bow をつけると静かな海では非常に造波抵抗を小さくできるが、海がしけると波と風に対する抵抗が在来の型より大

F 6・2 Speed-BHP Curve



P 6・3

F 6・3 Speed BHP-Curve



きくなる傾向がある。そこで0.5kの weather margin を余分にみこむ必要がある。これについては N. Y. K. LINE の石井信夫氏が造船学会誌 118 号に山城丸の実績にもとづきのべておられる。

以上をまとめて

sea margin = 0.5 k  
 port and river margin = 0.5 k } total 1.5 k  
 weather margin = 0.5 k  
 schedule speed = 20.75 - 1.50 = 19.25 k

となる。

この fleet の新造後 3 年間の航海実績を調べたところ、平均  $\Delta = 14,200$  t で 19.75 k, 3/4 loaded condition になおして  $\Delta = 16,820$  t で 19.25 k となり、上記の schedule speed に合致した。

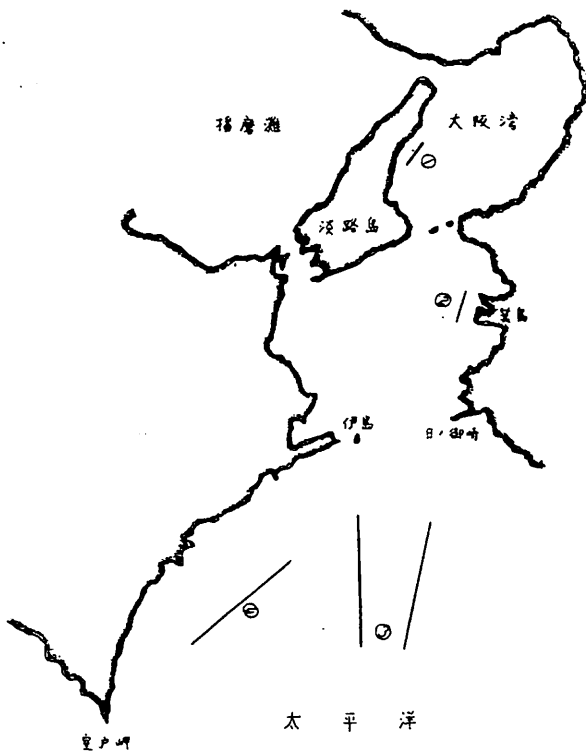
### 7. 電波 log による speed 計測

1. でのべたように sea trial における speed 計測は長らく陸上の mile post によって行われてきた。神戸、大阪付近では F 1・1 の①に示す淡路沖の course である。

1950年代後半電波による speed 計測の技術が開発され、1960年代後半から実用に供されるようになった。6.でのべた liner fleet の sea trial も(1)と(2)は淡路沖 mile

post で行われたが、(3)は紀淡海峡の友が島に陸上局において、大阪湾内で電波 log を用いて行われた。船上局と陸上局の間に電波をとばして周波数を計測し speed に換算するわけであるが、だんだん精度も上り mile post より正確と思われるようになった。

この方法によると、sea trial のたびに造船所が払わねばならない漁業補償の問題もなく、mile post がこみあって sea trial の日をかえなければならぬ心配もない。



F1・1 Sea Trial Course

1970年頃からtankerはますます大きくなり、container carrierもだんだんspeedが上って、船の往来のはげしい大阪湾内ではprogressive speed trialを行うことがむずかしくなってきた。そこで紀伊水道南端の日の御崎または伊島に陸上局をおき、F1・1の③または④のcourseでspeed計測を行うようになった。

### 8. Sea Trial of M.S. "GOLDEN ARROW"

本船は川崎汽船とJAPAN LINE共有の783 TEU積container carrierで、IHI相生工場で建造された。乗組員はJAPAN LINEの配乗であるが、私は川崎汽船の代表としてtrialに立会乗船した。本船の主要寸法等は次の如くである。

L = 175.00 m    B = 25.20 m    D = 15.30 m  
 d = 10.724 m    Cb = 0.592     $\Delta$  = 28,766 t  
 DW = 19,090 t    Engine 28,000 BHP  $\times$  108 RPM

(1) 1970年4月24日

午前本船に乗船、午後室戸岬から東北にのびるF1・1④のcourseに入った。室戸岬に陸上局をおく電波logによるspeed計測である。

海の状況はあまりよいとはいえず、230°の西南行では

斜後の追波によるrollingがはげしく、50°の東北行では斜前の向波によるpitchingがひどくて、progressive speed trialになりそうもなかった。しかたなく紀伊水道にひきかえし、speed trialは翌日に延期となった。

そして少しでも翌日のtestをすませておくために、紀伊水道の本航路をはずれた海域で次のtestが行われた。

(a) astern trial

engineを後進一ばいにかけて走りまわったが、舵がきかないのでお尻をどちらにふるか分からなかった。

(b) stop and inertia test

前進中engineをとめて惰力でどれ位走るかを計測した。

(c) turning trial at dead slow

低速の時どれ位でまわれるかをみた。

(2) 4月25日

紀伊水道の中で次の(a)~(c)の試験をすませ、後外海に出て(d)の試験が行われた。

(a) crash astern test

24k, 106 RPMのnormal runningからfull asternにかえた。telegraphでasternの指示が出てから回転のはじまるまで2 min 15 secかかった。

(b) turning trial at normal output

(c) turning trial at dead slow continued

from yesterday

(d) progressive speed trial

昨日の230°と50°のcourseで、2/4 output 88 RPMで20.29 kを得たが、昨日と同様西南行でrolling 12°東北行でpitching 2.5°に達し、とてもspeedが出そうもないので紀伊水道にひきかえすことになった。P 8・1はこの時のrollingの写真である。

そしてF1・1②の箕島沖courseで午後progressive speed trialをやり直した。

2/4 output 88.7 RPMで20.81 kを得、3/4 outputの南行を終り北行にかかった時、gasがかかってmile postが見えなくなってしまった。既に午後4時をすぎ、今日中にspeed trialが終りそうもないので、上記の2/4 outputだけが終ったことにして、残りは再度翌日に延期となった。

(e) starting test

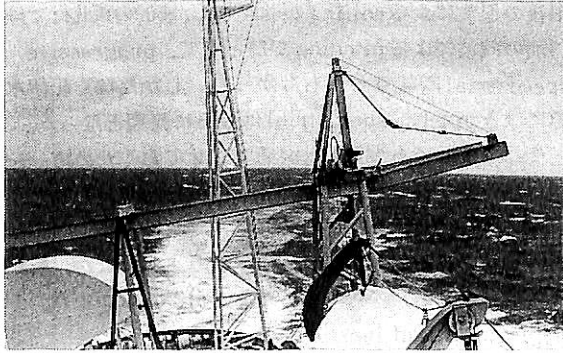
残りの時間を利用してengineの起動試験をすませた。

(3) 4月26日

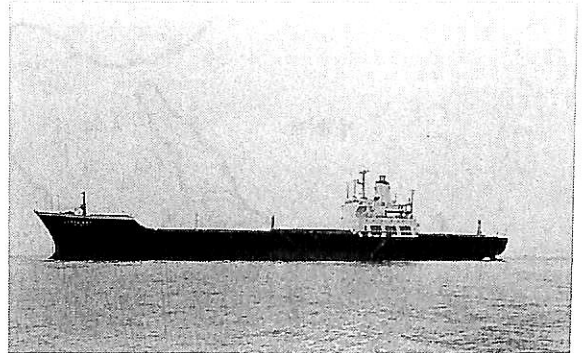
第3日目にやっとswellがおさまってprogressive speed trialの残りをcourse④で行った。本船の状態は次の如くである。

da = 7.06 m    df = 5.56 m    trim = 1.50 m

$\Delta$  = 15,143 t    成績は次の通りである。

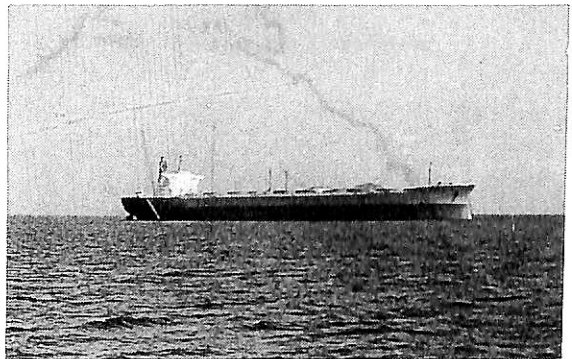


P 8・1



P 8・2

output	speed(k)	RPM	BHP
3/4	23.72	101.2	20,430
normal	24.90	107.1	24,080
4/4	25.99	112.7	28,490



P 9・1

昼すぎに sea trial を終って帰路につき、夕方 IHI 相生工場沖にもどった。P 8・2 は下船した時にとった本船の写真である。

この trial は気象海象にめぐまれず、はげしい動揺になやまされ、何回もやりなおしの大変な試運転であったが、それだけに印象の深いものがあった。

### 9. <sup>マスカワ</sup>万寿川丸の試運転

本船は川崎汽船と飯野海運共有の DW 135,000 t ore or oil carrier であるが、乗組員の配乗は川崎汽船の担当である。日立造船因島工場で造られ、1970年5月27日から30日まで瀬戸内海西部伊予灘で sea trial が行われた。

本船の主要寸法等は次の如くである。

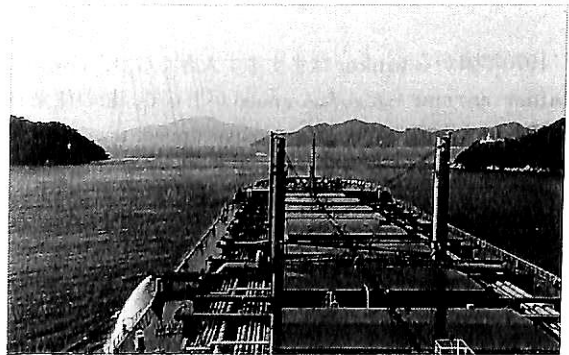
L = 265.00 m    B = 44.20 m    D = 23.30 m  
 d = 16.50 m    Δ = 161,453 t    DW = 135,000 t  
 engine 30,900 BHP × 114 RPM

P 9・1 は trial に出る前に佐島沖でとった写真である。本船は5月27日15:00佐島沖を出て17:00頃来島海峡を通り西南に進み松山沖に碇泊した P 9・2、P 9・3 は来島海峡を通った時の写真で、幅約500 m の水道を L = 265 m、B = 44.2 m の船が通ったのは圧巻であった。

5月28日は ballasted condition の trial が青島 - 小水無瀬島の course で行われ、その後6時間の無人運転につづき、終って松山沖に碇泊した。

5月29日は佐田岬半島北岸で full loaded condition の sea trial が行われた。

本船の full loaded condition で shallow water effect の必配のない水深を計算してみると次のようになる。



P 9・2



P 9・3



F 9・1 ⑤Course

$d_{mean} = 16.488 \text{ m}$        $trim = 0.135 \text{ m}$   
 $C_b = 0.815$        $\Delta = 161,885 \text{ t}$   
 progressive speed trialの成績は次の通りである。

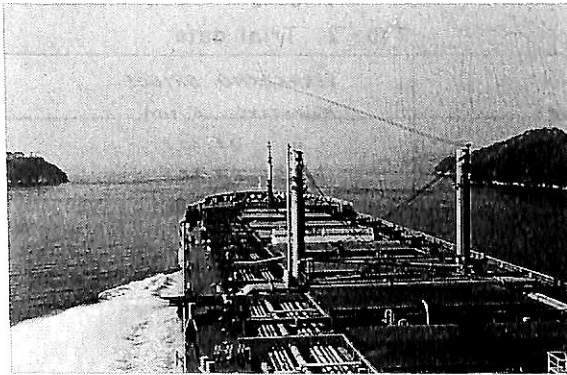
output	speed(k)	RPM	BHP
2/4	13.893	98.75	15,325
3/4	16.096	107.89	24,045
normal	16.623	110.62	26,305
4/4	17.359	116.02	31,060

5月29日朝早く engine の starting test と slowest speed test が行われた後、前記の progressive speed trial に入り、これが昼すぎまでかかった。

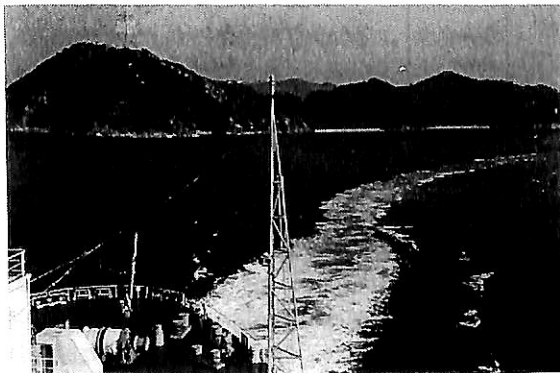
このあと turning trial について crash astern test が行われた。normal running から astern の指令が出て propeller が astern にまわりはじめるまでは 35sec 程度であった。

さらに course changing test, steering test at lowest speed, 操縦性関係諸試験などが行われた後深夜松山沖に碇泊した。

5月30日早朝松山沖をたって、07:00頃来島海峡通過 08:30頃因島工場にかえった。P 9・4, P 9・5 はかえりの来島海峡通過の時の写真である。P 9・2, P・3 と共に巨船の狭水道通過の mood が出ておれば幸いである。



P 9・4



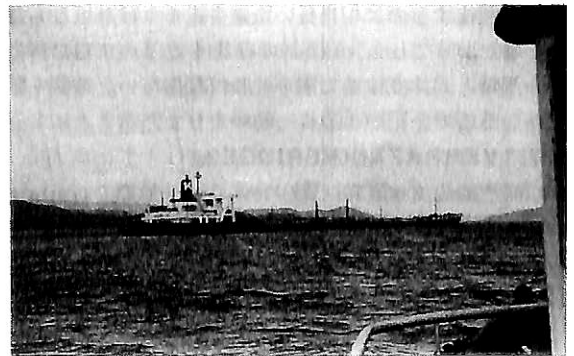
P 9・5

### 10. 紀伊水道南方太平洋での試運転

4, 5.でのべたように  $d = 11 \text{ m}$  位までは淡路沖の mile post で何とか speed trial を行うことができたが、船がますます大きくなるにつれて何とかせねばならなくなってきた。ちょうどその頃 7.でのべた電波 log が実用化されて、1970年頃から DW 200,000 t class の tanker は F・1・1 ③の course を使うようになった。

#### (1) 飛鳥川丸

川崎汽船と飯野海運共有の DW 230,000 t tanker で



P 10・1

ITTC Trial Code の式によると、

$$h_1 > 3\sqrt{Bd} = 3\sqrt{44.20 \times 16.488} = 80.99$$

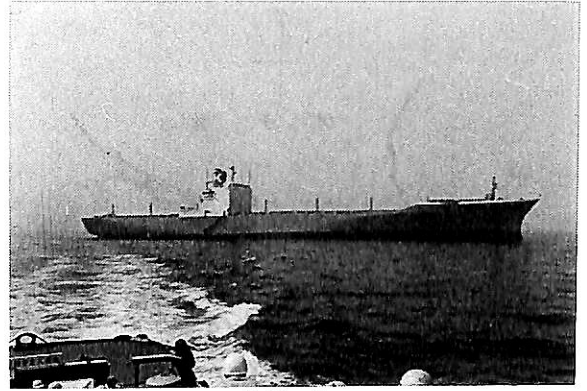
$$h_2 > 2.75 \sqrt{V^2/g} = 2.75 (17.359 \times 0.5144)^2 / 9.80 = 22.37$$

で約 81m をこえる水深が必要となる。これを満足できる course は F 9・1 の ⑤ に示す水深 85m の佐田岬半島北岸の mile post しかない。

5月29日は天候はくもり、海はおだやかであった。本船の状態は次の如くである。

T10・1 Trial data

Name		ASUKAGAWA-MARU			
Owner		Kawasaki Kisen & Tino Kaiun			
G.T.	(r)	115,962			
N.T.	(o)	88,978			
L	(m)	305.00			
B	(+)	53.00			
D	(+)	25.30			
d	(+)	19.5365			
C <sub>b</sub>		0.821			
Δ	(t)	266,205			
DW	(+)	232,339			
main engine	type	Kawasaki double reduction geared impulse turbine			
	SHP	36,000			
	RPM	90			
Progressive speed trial	when	1971-7-26-27			
	d <sub>mean</sub> (m)	19.560			
	Δ (r)	266,630			
	output	2/4	3/4	NORMAL	4/4
	SHP	18,600	28,000	35,550	36,800
	RPM	72.8	83.4	90.6	92.1
	speed (k)	13.174	15.206	17.010	17.307



P10・2

T10・2 Trial data

Name		VERRAZANO BRIDGE					
Owner		Kawasaki Kisen					
G.T.	(r)	39,153					
N.T.	(o)	23,321					
L	(m)	248.00					
B	(+)	32.20					
D	(+)	19.90					
d	(+)	12.035					
C <sub>b</sub>		0.594					
Δ	(t)	59,193					
DW	(+)	35,583					
main engine	no. x type	2 x Kawasaki-MAN single acting 2 cycle Diesel engine					
	BHP	80,000					
	RPM	110					
Progressive speed trial	when	1973-7-9-10					
	d <sub>mean</sub> (m)	7.51					
	Δ (r)	31,790					
	output	20%	50%	70%	85%	100%	
	BHP	16,560	40,620	57,390	71,510	81,140	
	RPM	67.8	92.4	102.8	110.5	114.8	
	speed (k)	17.996	24.784	28.035	30.316	31.640	

乗組員の配乗は川崎汽船の受持である。川崎重工坂出工場場で建造中私は船主監督としてたびたび本船をおとすれた。

T10・1は本船のtrial data, P10・1は下津沖に碇泊中の本船の写真である。

1971年7月26日朝和歌山港を出て、下津沖の本船に乗りsea trialに向かった。

本船のprogressive speed trialは、陸上局を日の御崎におき、南行は10°、北行は190°のF1・1③の右のcourseで26日夜から27日朝にかけて行われた。大きなtankerは一度turnするとpropellerのRPMがおち、これを回復するのに相当長い距離を走らなければならない。したがってone outputの往復を走るのに日の御崎から潮岬と同緯度位まで南下せねばならない。時間も相当かかるので上記のように一晩中走りまわることになる。

(2) VERRAZANO BRIDGE

川崎汽船の2,068 TEU積 New York 航路のcontainer carrierで、1973年神戸川崎で造られた。

T10・2は本船のtrial data, P10・2はtrialを終って神戸港にかえた時とった本船の写真である。

1973年7月9日朝神戸港で乗船し紀伊水道を南下した。本船の場合は陸上局を紀伊水道南端の伊島におき、南行

は0°、北行は180°のF1・1③の左のcourseで、7月9日夜から7月10日朝にかけて progressive speed trialが行われた。伊島沖と潮岬沖の間を南北に走ったが、本航路をはずれているので行きあう船の心配も少なかった。

本船は低速でも20kに近く、powerを上げると、すぐ30k近くになるので、大きなtankerのように助走距離を大きくとる必要はないが、伊島沖から潮岬沖までという間に走ってしまうので油断はできなかった。

speed trialの間天候もよく海もおだやかで、swellもほとんどなかった。そのおかげか100% runningで往復平均31.64 kというspeedが出た。これは今でも日本



商船の最高記録である。

私は当時鳥羽商船高専で船舶工学を教えていたが、長さ250 mに近いcontainer carrierを見るチャンスがなかった。そこで船の見学をかねてsea trialに乗ってみたく、川崎重工にお願いして乗せていただいたわけである。

## 11. おわりに

1939年神戸川崎に入社してから数々のsea trialに乗船した。そして各船ともおおむね天候にめぐまれてよい成績をおさめた。

その中で特に印象の深かった船をpick upしてepisodeをまとめてみた。

sea trial乗船にあたって色々お世話になった造船所の方々に、紙上をかりてあつく御礼申し上げます。

---

## ● ニュース

### 日本海事協会から「ISO 9001」認証 を取得

石川島播磨重工(株)は、このほど愛知工場と東京地区・船舶海洋技術統括部、品質保証部で、商船の設計(基本設計を含む)から製造および保証期間中のアフターサービスについて、品質保証の国際規格「ISO 9001」の認証を日本海事協会(NK)から取得した。

造船所が船舶を適用製品としてNKから認証取得をしたのは、今回が初めてのことになる。

「ISO 9001」は、「ISO 9000シリーズ」のなかでも最も適用範囲が広く、設計・開発・調達・製品検査・据え付け・付帯サービスなどについての品質保証システムの評価基準である。

今回の認証取得は、愛知工場で生産する商船(バージ、掘削リグ、浮ドック、浮体式生産設備(FPSO)、LNG/LPGタンク構造物を含む)を適用製品とした品質保証システムが評価の対象となった。

認証取得のためにはまず、品質マニュアルをベースに品質保証システムを作成し、その手順通りに実行し、記録を残すことが必要になり、IHIでは1年半前から取得のための準備を進めたが、今回の認証取得で愛知工場の建造商船の品質保証システムがISOの要求に従い構築され、実施されていることが証明されたことになる。

---

## ● ニュース

### 遠心分離機で 国際的品質保証規格「ISO 9001」 を取得

三菱化工機(株)は、この度国際的な品質管理、品質保証の規格であるISO(国際標準化機構)の品質保証規格「ISO 9001」の審査に合格し、(財)日本海事協会より登録証書を受領した。

今回のISO認証適用製品は遠心分離機(船用および陸用S・J・OP形遠心分離機並びに船用KVZ型遠心分離機)であり、これの開発、設計、製造および付帯サービス(保守、修繕および取扱指導)までを含め範囲で認証を取得したものである。

今回適用を受けた遠心分離機は、既に(財)日本海事協会より量産認定許可を受けており、また昨年2月に同協会が制定した船用事業所承認規則(ISO規格での「品質システム」に製品の良否判定が付加されたもの)の審査にも、今回併せて合格し、登録証書を受領した。

同社は「ISO 9001」認証の取得に向けて認証取得プロジェクト・チームを昨年9月に発足させ、業務内容の改善とシステム化の徹底をはかってきたものである。

## クバルナー・マーサ・ヤードのLNGタンク製造設備

編集部

去る2月10日、フィンランドのクバルナー・マーサ造船所 (Kvaerner Masa-Yards) はアラブ首長国連邦から4隻のタンク容量135,000立方メートル型のLNGキャリアの受注内容を発表した。発注者はAbu Dhabi National Oil Co.で発注は昨年4月になされ既に建造中である。受注総額は、約1,000億円です。単一受注としてはフィンランド全産業での新記録と言われる。竣工引渡しは96年から97年にかけての予定となっている。

竣工後の各船の運航航路は、日本向けとされている。各船とも4基のタンクを擁し、運航時の保持温度は、マイナス163℃である。

LNGタンクは厚さ30~60mmの加熱成型アルミ板で構成する。球形タンクは厚さ169mmの赤道部リングで支持する。受注した4隻のLNG船のタンクには12,000tのアルミが必要になる。

タンクを製造するのは3つの新工場で、それぞれ加工工場・第1アセンブリ工場・第2アセンブリ工場から成立している。全工場の床面積は合計約20,000㎡あり、容積にして200万㎡ある。

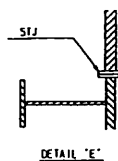
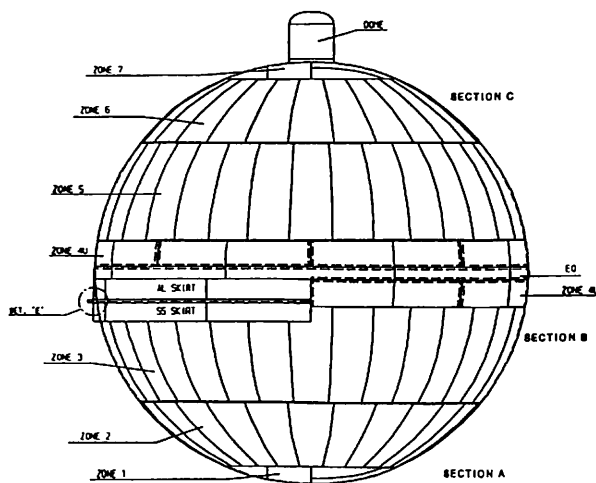
加工工場において、アルミの平板は溶接して約100㎡のパネルにする。溶接したパネルは、温度440℃で球状に加熱成型し、隣接した冷却室で制御冷却され、その後、板の縁は6軸の開先加工機を使用して機械加工する。

第1アセンブリ工場内では、傾斜台を使用して組合わせ自動溶接する。この治具は自動高エネルギーMIG溶接機を取付けた溶接塔と同期している。

第1第2アセンブリ工場とも、7基のアセンブリ治具を使用して、複数のパネルを環状にアSEMBルする。

工場の屋根はスライド式で、タンク部分は工場内ガントリークレーンを使用して移動することが出来る。完成した下部・中部および上部のタンク部分は直接船内に移送され、ポンプタワーのアセンブリを含めて、最終接合が行われる。

タンクの加工作業には精度と品質が共に要求される。LNGタンクの製造に従事する400人近い要員は工場内で2カ月以上にわたって特殊訓練プログラムを受けることになっている。



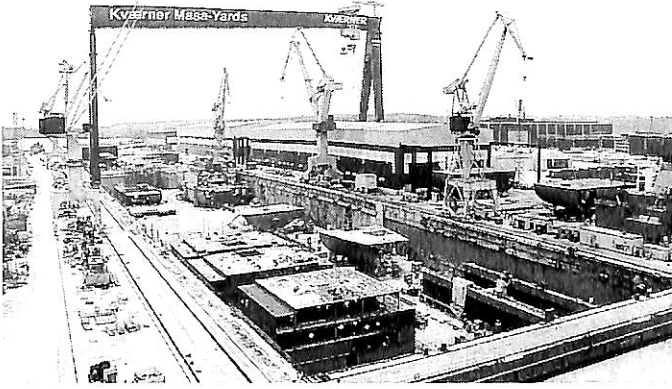
▲ 球形タンク構造図

球形LNGタンクはKvaerner Moss Technology社のライセンスで製造されるが、製造方法はクバルナー・マーサヤードのツルク造船所で新規に開発されたものである。加熱成型の前に複数の平板を製作することで、更に難しく費用もかかる湾曲部の溶接を減らすことが出来る。また溶接方法と器具は、工場の溶接研究所において開発されている。

4年間の開発作業の結果、多くの国際特許が申請された。

× × ×

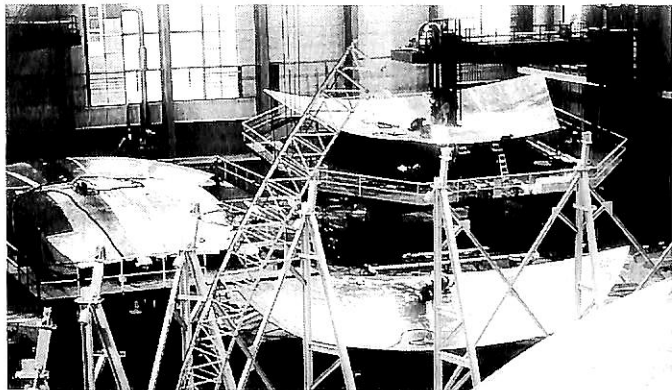
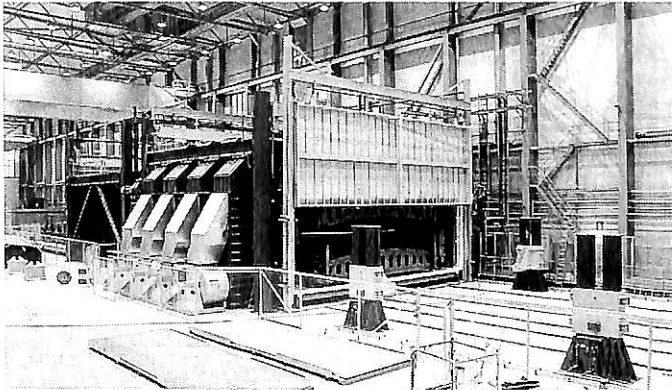
● Kvaerner Masa-Yards ●  
LNG Cargo Tank



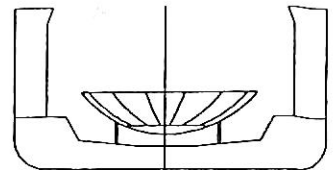
①

(写真上から)

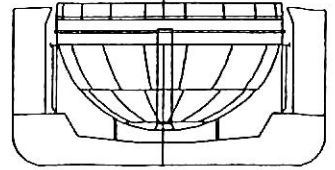
- ① ドック右側の手前2棟がアSEMBリー工場、その前方が加工工場
- ② 2.2 MWのパネル成型炉、約 100 m<sup>2</sup>の溶接パネルが 440 °Cで球面に成型され、隣接した冷却室で制御冷却される。
- ③ 大型球型パネルが3基の傾斜治具で同時に溶接される。治具は自動高エネルギーMIG溶接装置を装備した溶接塔と同期している。
- ④ 環状大型パネルのアSEMBリーが治具を使用して実施される。



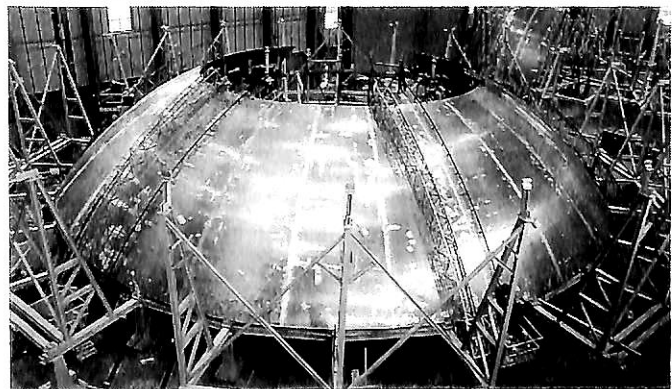
③



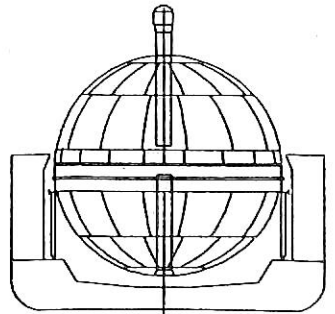
SECTION A: LIFTING ONBOARD



SECTION B: ERECTION ONBOARD  
FITTING AND WELDING OF SECTIONS A AND B  
ERECTION OF TOWER LOWER PART INTO POSITION



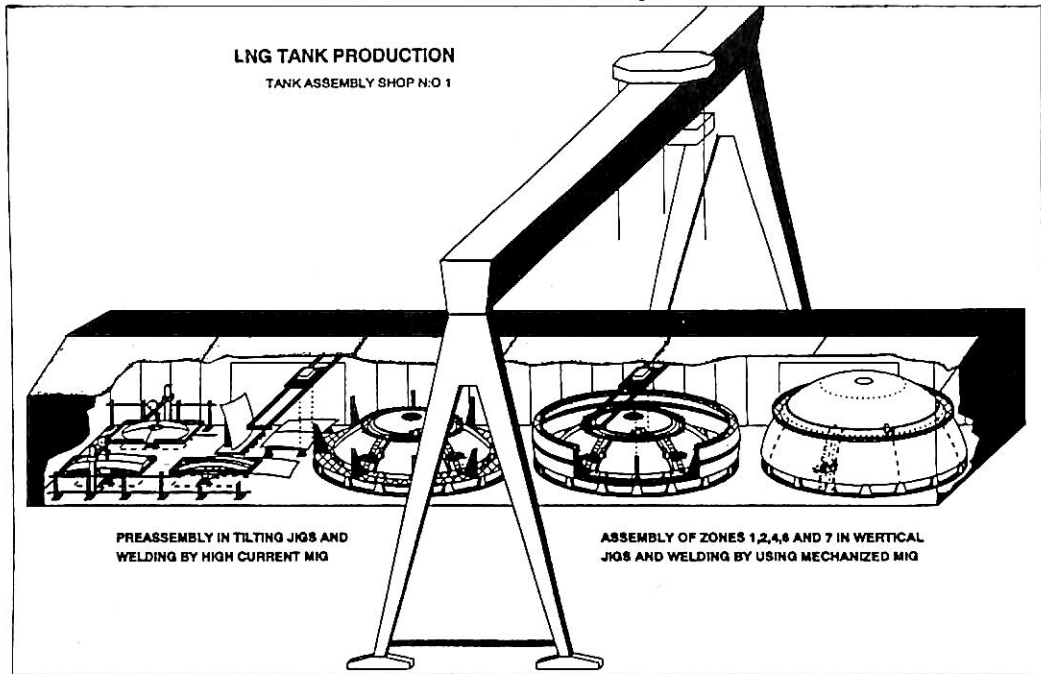
④



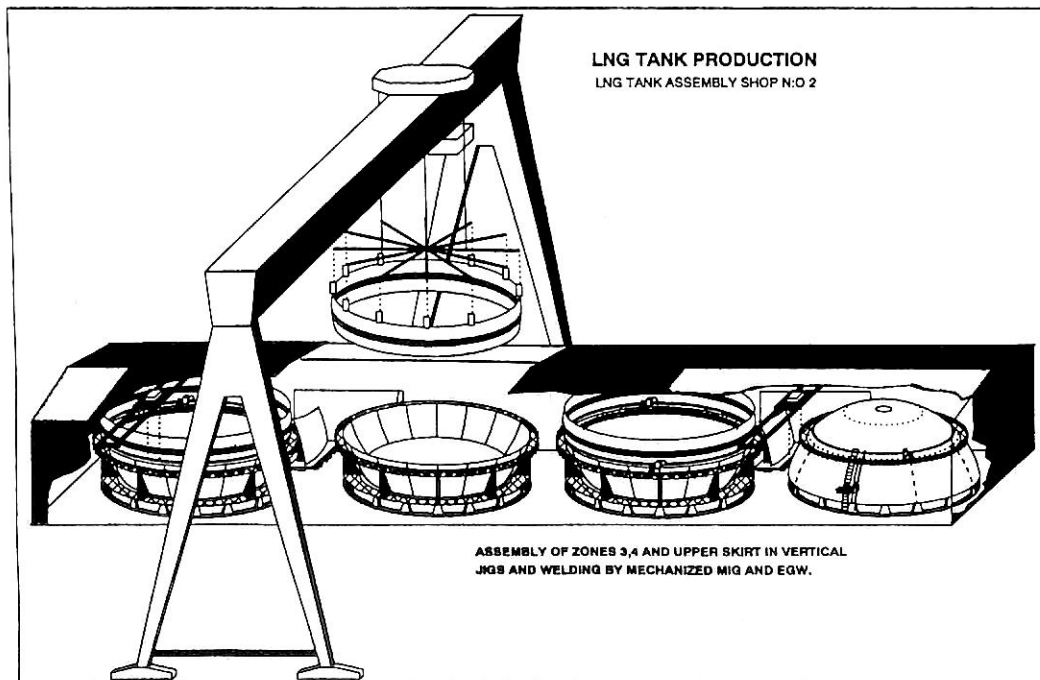
SECTION C: ERECTION ONBOARD  
FITTING AND WELDING OF SECTIONS C AND B  
ERECTION OF TOWER UPPER PART WITH DOME

▲ 上からタンクの下部・中部・上部のエレクションの過程を示す。

Kvaerner Masa-Yard LNG Cargo Tank



▲ 第1アセンブリ工場、左側で傾斜治具と大電流MIG溶接でプレアセンブリーし、右側の垂直治具内で自動化MIG溶接機を使用して下部と上部をアセンブリーする。



▲ 第2アセンブリ工場、タンクの中央部とスカート上部を自動MIGとE6Wでアセンブリーする。

## ● 随 筆

## 海洋開発草分け話(1)

武藤 郁 夫\*

## はじめに

1970年7月、当時三井造船玉野造船所の造船設計部長をしていた私は、就任早々の山下社長に三井海洋開発㈱(以後MODECと呼ぶ)への出向を命じられた。MODECの技術担当役員が突然退社したので、その後を引き継ぐ形で、永年住み慣れた玉野を後に創立されて間もないMODECに赴任し、造船設計から海洋開発に転じる運命となった。以来1987年にMODECが解散するまで17年間、海洋開発専門会社の技術開発担当役員として、日本の海洋開発の草分け時代を過ごした。

海洋開発の分野は私なりの分類では、次のようになる。

## (1) 開発利用分野

- ① 海洋生物資源：栽培漁業、海洋牧場等
- ② 海底鉱物資源：海洋石油・ガス、マンガン団塊等
- ③ 海水資源：海水淡水化、溶存物質の抽出(ウラン等)
- ④ 海洋エネルギー：波力、温度差、潮汐、海流発電等
- ⑤ 海洋空間：海上プラント、海上空港、人工島等

## (2) 海洋調査

調査船、潜水調査船(有人、無人)調査システム等

## (3) 海洋環境保全

海洋汚染防除(流出油、赤潮、ごみの除去、監視等)

振り返って見ると、MODECにいた間に、これら海洋開発分野の殆ど全てに何等かの形で参画することになった。その中には日本でも初めてというプロジェクトもあり、場合によっては先生も教科書もない状態で苦労しながらも、なんとか收拾して成し遂げて来た。計画、設計の段階は勿論、現場にも出来る限り足を運んで海洋工事の生の体験をするように心掛けた。度々失敗も経験し、どうしようかと悩んだこともしばしばあったが、幸い優秀な若いエンジニア集団の力に助けられて、いい仕事も出来たし、一つのプロジェクト終了毎に体験を積み重ねて成長していったように思う。

日本で「海洋開発」という言葉が言い出されたのは、1967、8年頃である。それからは約1/4世紀経ったことに

なるが、最近「海洋開発」を昔ほど新聞雑誌等で見掛けなくなった。往年の日本を挙げての海洋開発に対する熱気を体験している私にとっては、いささか淋しい気持ちがある。これは海洋開発が、よく比較される宇宙開発に比べてそれ程華やかな成果がなかったこともあろうし、時代の変遷とマスコミの移り気の故もあろう。然し言葉はなくても、今なお海洋開発の実体は変わらずに各分野の中で着々と進んでいるし、目覚ましい発展を遂げていることも多い。

私がMODECで手掛けた数多くの仕事は、今から思えば海洋開発の草創時代だったという感が強い。そこで、現役を半分退いた私が、MODECで自ら手を汚してやった研究開発プロジェクトを中心に、「海洋開発草分け話」という肩の凝らない形で、「船の科学」に寄稿しようと考えた。恥ずかしい失敗も幼稚なことも多いが、中には、既に時効になって今なら本音のことが言えることもあろうし、またはエンジニアリングのあるいは海洋開発の真髄の一部が垣間見えることもあろうかと思う。日本の海洋開発の草分け時代を過ごして来た、一技術者の回顧録ということで気楽に読んで頂ければ幸甚である。

「船の科学」は初版の頃から、愛読した雑誌であるが、最近は何も読むこともなく過ごしていた。船舶技術協会の前社長の高柳武夫さんは三井造船時代一緒に仕事をした先輩であり、現在の社長浜村建治君とは戦後間もない頃漁船協会ですばらく一緒に仕事をした。その後二人は、三井造船とIHIとに分かれたが、艦艇関係の仕事で一緒になったりして旧知の間柄であり、気安く筆をとることにした。

## 1970年頃の海洋開発態勢

アメリカでケネディ大統領が1961年に海洋開発の重要性を称えて、海洋の調査研究費を倍增することとして以来、1963年から海洋の10年計画が8,400億円の予算で発足した。1969年には海洋資源技術開発法が公布され、海洋資源開発を国家プロジェクトとして推進するなど、海洋開発に並々ならぬ力が入られ、メキシコ湾を中心に

\*元・三井海洋開発株式会社 専務取締役

海底石油の開発が急速に発展し始めた。同じ頃アメリカのみならず、フランス、ドイツ、ソ連、イギリス等もそれぞれ海洋開発の組織を新設して、意欲的に海洋開発を推進し始めた。

丁度その頃、1969年にアポロ11号が月面着陸に成功し、人間が月面を歩くという人類史上誠に画期的な偉業を達成した。輝かしく華々しい宇宙開発の成果で、世界中の人々がその月面着陸のシーンをテレビで大きな感動をもって見入ったものである。これが当時の海洋開発にも可成りのインパクトを与えたように思われる。アメリカでは宇宙開発の中心だったNASAの技術者を次には海洋に振り向けようという気運さえ起こった。

日本の各企業は、既に海洋開発の分野の仕事には行ってはいたが、世界の盛んな海洋開発熱に応じるかのように、アメリカの宇宙開発の輝かしい成果を見て、海洋にも同じような夢と将来性への期待と夢を託したのか、鉄鋼、造船、建設、機械、商社など既存の産業界の有力企業がそれぞれの技術を生かして海洋開発の得意な分野に進出し始めた。

一方日本を代表する企業グループは1968年の日本海洋掘削㈱を最初として、後相次いで海洋開発専門会社を設立し、それは11社におよんだ。その一覧表を表-1に示す。これら11社の中で、業務内容が海洋石油開発、探鉱、海洋工事等に明確に絞られていた3社は別として、その他は、海洋調査、潜水調査船、栽培漁業、海洋工事、環境保全、それに関連する機器、構造物等々海洋開発の関連事業はなんでもやろうという姿勢であった。それぞれのバックには造船企業がついているものが多かった。実際に初期の開発的プロジェクトはこれらの会社が中心に

なって行ったものが多い。

官庁も、運輸省、通産省、科学技術庁など関連官庁がそれぞれ海洋開発に力を入れ始め、通産省には海洋開発室が設置された。1971年には海洋開発審議会が設置され、「我が国の海洋開発推進の基本的構想および方策について」諮問を受け、1973年にその答申がなされた。私もこの審議会の専門委員として参画した。

1971年には、総合的海洋科学技術の推進機関として日本海洋科学技術センター(JAMSTEC)が設立された。

1972年には、新しい海洋開発産業のプロモーションと業界の結束を目的として、(社)日本海洋開発産業協会(JOIA)が設立された。具体的なニーズと目標をもったプロジェクトを実施することにより、海洋開発産業を確固たる基盤をもつ産業として確立することが目標だった。

また、1970年に種々の海洋開発の調査研究を行う(社)海洋産業研究会が設立された。

(社)船用機器開発協会も、活発な活動を行い、委員会組織で新しい海洋開発のプロジェクトに取り組んだ。また、船舶振興会からの研究開発に対する補助金が、数多くの新しい開発の進展を助けた。私が初期に開発した多くのプロジェクトも、この補助金に負うところが多い。

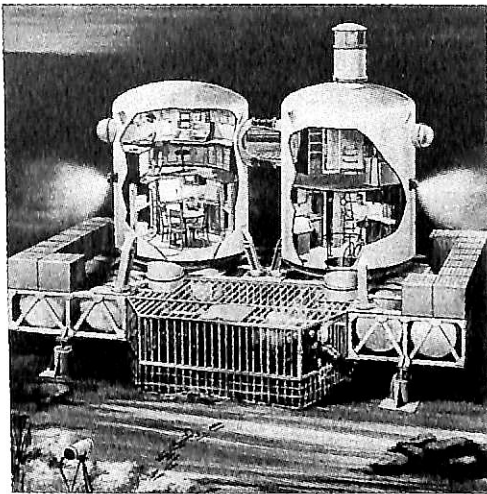
(財)鋼材倶楽部も早くから海洋開発に熱心で、海外調査や国内での研究会など活発な活動をした。

### 初期の開発プロジェクト例

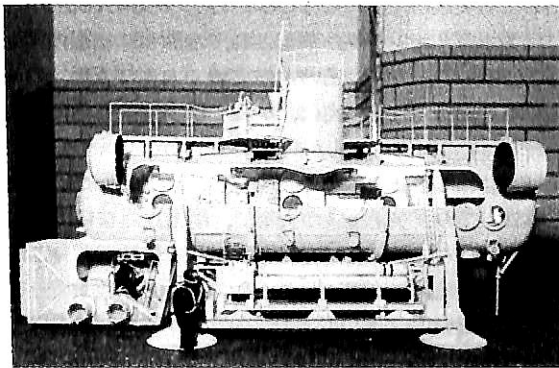
今私の手許に別冊週刊読売1970年8月号(海洋開発特集)がある。もはや紙は黄色くなり、背中の糊が老化してページがバラバラになりかかっている。それには「海

▼表-1 海洋開発専門会社

所属グループ	社名	創立	主業務
三菱グループ	△三菱開発㈱	1970-5	海洋開発一般
	日本海洋掘削㈱	1968-4	海洋石油開発, 掘削, 建設
三井グループ	△三井海洋開発㈱	1968-12	海洋開発一般
住友グループ	★日本海洋産業㈱	1969-1	潜水作業, 潜水船, 機器
	★海洋機器㈱	1969-1	SEP「かいよう」等での海洋調査
	住友海洋開発㈱	1963-6	海洋開発一般
芙蓉グループ	芙蓉海洋開発㈱	1969-11	海洋調査
三和グループ	東洋海洋開発㈱	1971-4	海洋開発一般
第一勧銀グループ	△ワールド・オーシャンシステム㈱	1972-8	養殖漁業, 環境保全, 海洋レジャー等
新日鉄グループ	★日鉄海洋工事㈱	1971-11	海洋工事
石油開発グループ	石油資源開発㈱	1970-4	海洋石油, ガスの探鉱, 開発
大洋グループ	★日新海洋開発㈱	1971-6	栽培漁業, 海洋リクリエーション



▲ 図-1 Tektite I 「ハビタート」

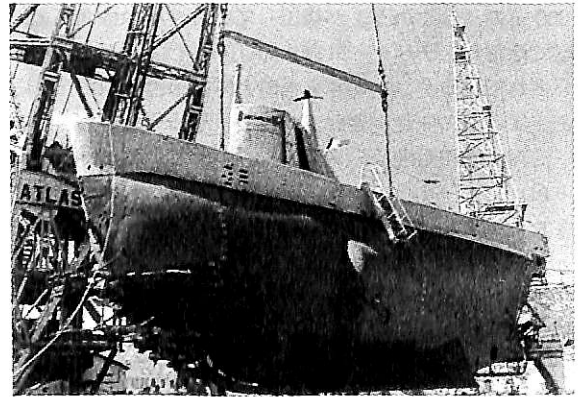


▲ 図-2 シートピアハビタートの模型

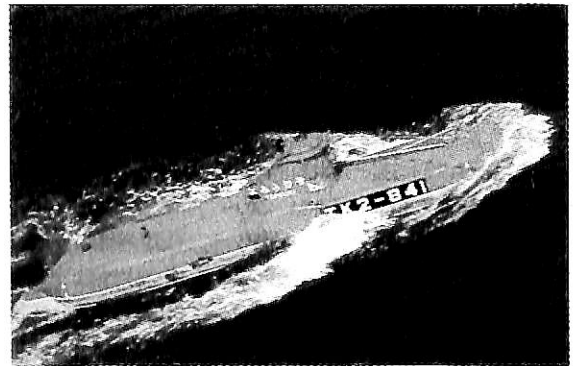
底生活」「潜水調査船の活躍」「海の資源を探る」「海中の未来都市」といったテーマで、諸外国と日本の海洋開発のトピックスが紹介されている。

「海底生活」では、当時世界各国で盛んだった水中ハビタートが中心で、アメリカのテクタイト計画（図-1）やSEALAB計画を始め、ドイツ、ソ連、フランスの計画を写真入りで紹介している。日本の実例としては、最終的に100 m水深で海中居住するシートピア計画が丁度進められるところで水中ハビタートの建造中と模型の写真が載っている。（図-2）この分野で日本の開発が諸外国に比べて格段に遅れていることが分かる。

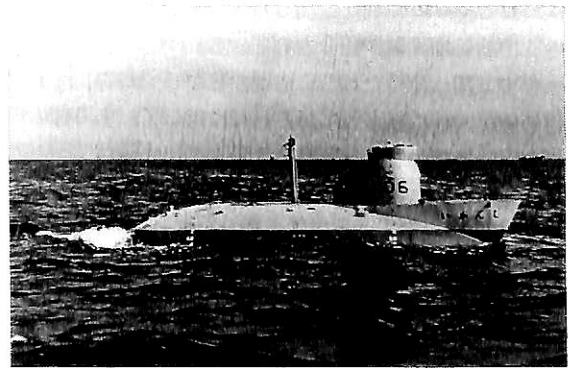
潜水調査船で、1962年に竣工して間もないフランスの深海潜水船アルシメード号（ガソリン浮力材使用で1万 m潜水可能）が来日して、日本人も搭乗して日本海溝で深海潜水を行っている。（図-3）深海潜水船ではアメリカが「トリエステⅡ」で1960年にマリアナ海溝の世界



▲ 図-3 深海潜水船「アルシメード」



▲ 図-4 潜水船「よみうり」



▲ 図-5 潜水船「しんかい」

最深度の潜水に成功していた。ロッキードの「ディープクエスト」、ウエスティングハウスの「ディープスター」6人の乗組員が1週間連続潜水してフロリダ海流の調査をした。イギリス、ソ連でも本格的な潜水調査船を保有している。日本では1964年に「よみうり号」（潜水深度300 m、三菱重工建造）（図-4）が珊瑚の採取等で活躍し、1969年には、川崎重工で潜水深度600 mの潜水船「しんかい」（図-5）が竣工し、1971年には潜水深度

300 mの「はくよう」が竣工している。その他北海道大学で活躍したテザード式潜水船「くろしお号」なども紹介されているが、いずれも当時の外国の潜水船に比べると、はるかに開発が遅れていたことがよく分かる。

海洋作業調査関係の機器も紹介されているが、ダイバーがロック・アウト、ロック・イン出来て海底で作業できる、アメリカの小型潜水船「ディープダイバー」などが注目される。

海底資源開発の主要機器である掘削リグの建造については、世界のトップレベルであった日本の優れた造船技術を生かして、既に1958年にIHIで甲板昇降型「第1白竜」が建造され、1965年には三菱重工で半潜車型SEDCO 135シリーズ(図-6)の建造が始まり、1967年には三井造船で船型リグDISCOVERER IIが、1970年にはDISCOVERER III(図-7)が、1970年には佐世保重工では半潜車型TRANSWORLD RIG61が建造されていた。

海洋資源のもう一つの目玉が魚で、クルマエビの養殖など栽培漁業が紹介されている。

海洋スペースの利用という点では、長崎の高島人工島や有明海に建造中の三井三池鉱第3人工島、京葉シーバースなどがあり、更に将来の夢として本四連絡橋の技術が紹介されている。

環境問題も取り上げ、座礁したトリー・キャニオン号から12万トンの原油が流出した大事故から、海上保安庁の流出油処理実験が紹介されている。

今まで関心の持たれることが少なかった海洋、まだ利用価値が大きく残されている海洋に対して、ある種の夢を抱き、週刊誌が海洋開発特集号まで出す時代で、当時の熱気が思い出される。

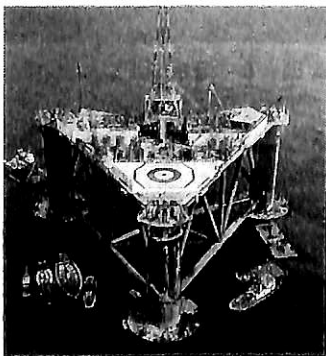
### その後の海洋開発の進展概況

1970年頃の海洋開発のプロジェクトもそれに伴う技術

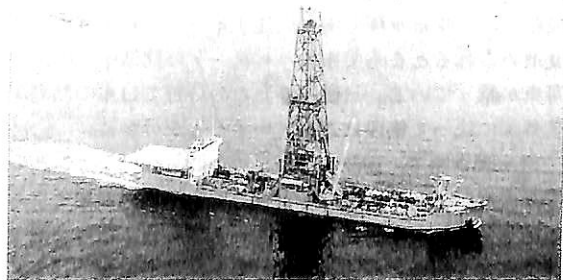
も、現在と比較すると、当時計画や夢であったものが、現在ではかなり実現しているし、中には当時予想もされなかったものが出現したりしている。私のやったプロジェクトを紹介する際に折に触れて当時の各分野の状況を述べることにするが、ここで昔と現在の状況を簡単に振り返って見よう。

最初に紹介されていたハビタートを使った海中生活は、日本でもシートピア計画で60mまでは海中生活の実験が行われた。シートピア計画は科学技術庁の所管で日本海洋科学技術センターが中心になって実施したものであるが、私はその実行計画についての検討委員会に参加して諸先生方と討議した。海中生活は高圧シミュレーションタンクで充分体験出来るし、DDCやPTCが実用化され、ハビタートでの海中生活自体に科学的意味が少ないことなど色々な事情から100m水深での実験は取止めになったと記憶する。諸外国でも何時の間にか、ハビタートによる実験は下火になってしまった。一方JAMSTECでは潜水シミュレータが装備され、水深300m迄の深海潜水シミュレーションその他の実験で大きな成果を収めている。海中居住といえば、かつて模型や想像画で紹介されて一般の関心と呼んだ向きもあったが、いくら日本で土地が狭くて高価とは言え、地上よりもはるかに高価で、危険性もあり、アクセスが大変で、陽もささない海中にわざわざ住む人はいないというのが私の持論であったが、やはりこれは何時の間にか消えたようである。

潜水調査船については、「しんかい」は海上保安庁で運用していたが、あまり実用にならず1977年に退役した。「はくよう」は民間会社で運用するのは困難な事情があり、運用会社が変わったりしたが実用的な潜水船だった。特別な技能を持った乗員と船の保全を常時維持するには、相当な費用が掛かり、営利会社では商業的運用が難しい場合が生じる。そこで民間会社でないJAMSTECによって、本格的な潜水調査船「しんかい2000」が1981

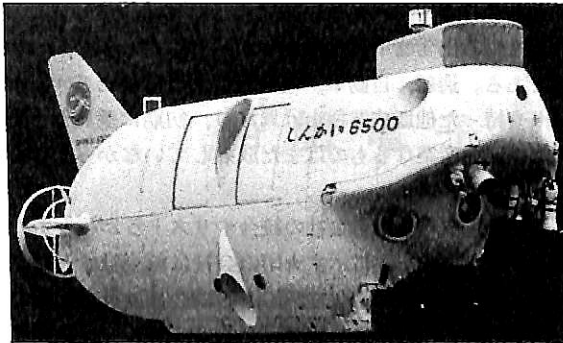


▲ 図-6 半潜車型リグ「SEDCO 135 A」



▲ 図-7 船型リグ「Discoverer III」



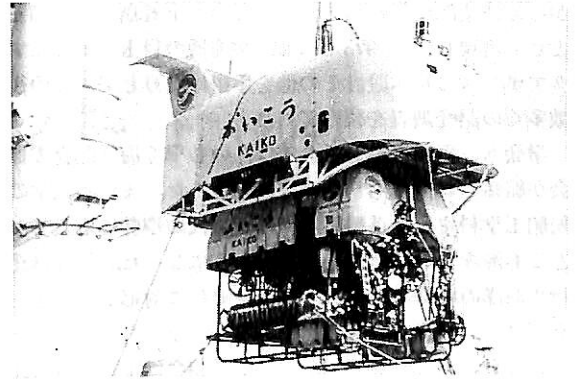


▲ 図-8 深海潜水船「しんかい6500」

年に竣工した。また1989年には世界一の潜水深度 6,500 mを誇る「しんかい6500」(図-8)が完成した。また、25年前にはあまり報じられなかった無人潜水作業艇、いわゆるROVが一部で有人潜水船にとって替わる地歩を占めるようになった。今年、1万mというこれまた世界最大潜水深度を誇るROV「かいこう」(図-9)が竣工して運転に入ったことは特筆に値する。今後の調査活動の成果が期待される。これらは何れもJAMSTECが国の予算で建造運用する形になっているが、商業ベースで建造、運用することが難しい潜水調査船は、JAMSTECによる運用で、初めて世界的レベルの潜水調査船システムが出来上がるように思う。

掘削リグの建造は1970年頃の初期段階以降、ジャッキアップ型、セミサブ型共、世界的に日進月歩の変革を経て新設計が次々に生まれた。日本の企業も初期の頃は外国の設計で建造していたが、その後自主設計(Own Design)によるリグも生み出し、優れた造船技術を生かして海外にも数多くのリグを建造輸出した。1977年から10年間は日本で最もリグの建造が盛んな時期で、今までに約130基余りのリグを建造した。これは世界のリグ建造隻数の約20%弱に当たる。日本の建造したリグの中には、主としてカナダから受注した氷海用の特殊なリグ数基も含まれる。造船所も、海洋開発専門会社もリグの建造で多忙な時期があり、その果実も比較的大きいものであった。リグの他に海洋石油開発に伴う機器や、大型デリックバージ、パイプ敷設船、運搬用特殊バージ、特殊作業船等各種の特殊船、更に生産プラットフォーム等の海洋構造物も数多く建造された。然しこのリグを始めとする海洋構造物、機器の建造ブームは、世界のリグ需要の減退に伴って1987年以降急激に衰え、現在はほとんど影を潜めてしまっている。

栽培漁業に代表される魚貝類の人工的養殖、増産システムは色々試みられ、一部実績を挙げているし、新しい



▲ 図-9 深海探査ROV「かいこう」

システムも色々提案されているが、他の分野程の目覚ましい発展は見られないように思う。このことについては実際に体験したプロジェクトの紹介の折に触れることにしよう。

海洋スペース利用の分野では、1966年から埋立造成が始まった神戸のポートアイランドが1981年に完成し、引き続き六甲アイランドなどの大規模埋立人工島が数多く造成された。1978年には長崎空港が初の埋立海上空港として完成した。関西空港も埋立ではほぼ完成し、開港を待つばかりになっている。夢の架橋と期待されていた本四架橋も完成した。明石大橋の架橋や東京湾横断道路等巨大海洋プロジェクトも進行中である。これら最近の超大規模プロジェクトについては、世界的にもトップレベルの高度な関連技術が開発されたことは勿論、日本の国力が増進したことも大きく影響していると思われる。

環境問題は、最近海洋のみならず地球規模で問題になっているが、海洋環境問題も当時とは比較にならない程大きな問題となって、時折発生する大規模流出油の処理対策に手を焼いて、タンカーの構造にまで影響を与えている事態になっている。流出油の処理対策も、大規模実験水槽が筑波の海洋油濁防止研究所に設置されたりして、油回収船やオイルフェンスなどのハードも回収処理する組織等のソフト面も当時よりは格段に発達した。赤潮の防除などについては、問題が海洋だけでは片付かないことも含まれているようで、この点についてはまた触れる機会があらう。

JAMSTECは前記潜水関連技術のみならず、海洋資源、海洋エネルギー、海洋スペース利用、深海探査システム等に関する研究開発など幅広い分野で先駆的開発の役割を果たしている。

JOIAでは、1972年に手初めとして通産省からの受託で海洋石油備蓄システムの開発調査から取り組み、(私

がこの作業部長を務めた)その後、上五島の洋上備蓄として実現した。1973年には、沖縄博の目玉となったアクアポリスの基本設計その他を手掛けたりして、その後数多くの開発調査を続けている。

学会も、例えば造船学会では、いち早く海洋開発委員会が組織され、私も初期の委員を務めた。また各大学の船舶工学科または造船工学科は、時代の趨勢に応じて、どこも海洋という名前を入れるようになった。海洋構造物や海洋の特殊船が出現すれば、それに対応した講座も必要になって来るのは当然であろう。

こうして振り返って見ると、海洋開発は宇宙開発に比べて華やかさにはやや欠けるが、着実に実績を積み重ねて来ているように思われる。

### 海洋開発専門会社の現状

前述のように、官学民あげて海洋開発に力を入れ始め、海洋開発専門会社は、その業務内容が次第に海洋調査、環境保全、潜水調査、栽培漁業という風に専門化してい

く傾向になり、色々新しい開発も行われた。然し十分な利益を生み出すまでには至らなかったことも多かったようである。造船、自動車、電機等のように確たるマーケットを持った他既成業種とは異なり、初期に夢見たような海洋開発産業なるものはまだ成熟していなかったのかもしれない。

設立15、6年後から会社の統合やリストラが行われたが、現在は、表-1に示す★印の会社は親会社またはグループの代表会社に吸収され、△印の会社は社名が変わったり、業務内容が少し変わったものである。三菱開発㈱は海洋開発部が独立して、1979年に菱和海洋開発㈱が設立された。私のいた三井海洋開発㈱(MODEC)は、1987年に解散して、現在㈱モデックと社名を変え、旧MODECの社員の一部で、MODEC時代に始めた海洋石油関連の一点係留ブイ技術を含んだ、FPSOおよびその変形、応用のシステムを主業務としている。ワールド・オーシャンシステム㈱はH Z オーシャンディベロップメント㈱に社名が変わったと聞いている。(つづく)

## 《氷海での砕氷船・海洋構造物設計の基本となる工学》

### 砕 氷 工 学

工学博士 野 澤 和 男 著

A 5 判・本文 350 頁・定価 4,500 円 (〒 380 円)

東西冷戦時代が終局を迎え、ロシアの新しい経済活動が始まると共に北極圏での船舶・海洋構造物が再び脚光を浴びる時代になった。

著者は1970年初頭のカナダ・アラスカの氷海域開発プロジェクトの開始以来、川崎重工業の船舶基本設計の主要メンバーとして、砕氷船舶や氷海構造物の設計、とくに砕氷抵抗や氷荷重の研究に従事してきた。

砕氷工学は複雑な性状を持つ海水の強度を基本とし、船舶流体力学、材料力学、構造力学、破壊力学、熱力学などの広範囲な工学との境界領域に位置付けられるため、

適当な参考書が極めて少なく、特に船舶・海洋構造物の砕氷工学についての著書は皆無であるといつてよい。

著者はドイツ・ハンブルグ船型研究所における氷工学研究に参加した経験をもとに、たんねんに海外の文献も調査し、北極圏の概要、氷海域と海水、氷板の載荷力、砕氷模型実験、砕氷船工学、氷海構造物に作用する氷荷重等の観点からこれらを体系づけた。

これから砕氷工学を研究する人々に、暗夜の灯ともなる好著として推せんする次第である。

発行所 株式会社 船舶技術協会 電話・Fax (03) 3552-8798

〒 104 東京都中央区新川 1-23-17 マリンビル 振替 東京 3-70438

## 船舶電子航法ノート (204)

木村小一

### a・7・38・2 航空機の着陸へのディファレンシャル GPS の応用

航空機の着陸に使用される電波航法として、現在は計器着陸方式 (ILS) が使用されており、その電波により着陸誘導が可能な高度、すなわち、パイロットが着陸を決断する高度と滑走路の視程 (PVR) 別にカテゴリー I から III までに分かれ、カテゴリー III は更に RVR 別に III A, III B, III C と区分され、カテゴリー I はメートル換算で、決断高度 60 m, RVR 800 m, II はそれぞれ、30 m と 400 m, III A は 0 m と 200 m, III B は 0 m と 50 m, III C は 0 m と 0 m となり、カテゴリー III, 特に III C は盲目着陸に相当するが、現在の実際の運用はカテゴリー I と II までである。この ILS を使用する空港滑走路への進入と着陸は精密進入と呼ばれている。

この ILS は VHF の電波を使用しているため、空港とその周辺に環境に影響されやすい欠点をもっている。これに対して、新しい着陸誘導システムであるマイクロ波を使用したマイクロ波着陸方式 (MLS) がすでに開発され、1990年代の終りにはある程度の ILS との併用の後に、国際的な標準の単独のシステムとして使用されることが予定されている。

しかし、GPS、特にディファレンシャル GPS の進歩が進むにつれて、この GPS で航空機の着陸誘導ができないかどうかという議論がアメリカでは盛んになり、多数の研究が行われている。以下これらの研究開発のうち、特に連邦航空局 (FAA) に何等かの関係がありそうなものを中心に紹介したい。

その前に、GPS の航空への応用の一般的な事項について若干触れておきたい。

電波航法システムの性能に関しては、測位精度、カバレッジとインテグリティ (GPS のインテグリティについては、このノートの 172 ~ 184 にやや詳しく述べ、航空用としては不完全であり、そのためのシステムの強化策についても述べてある) の他に、稼働率 (Availability), 信頼度 (Reliability), アンビギュイティなどの要件についても満足されなければならない、この内の稼働率は、システムをその業務に使用できる時間のパーセ

ントで、規定のカバレッジ地域内で有効な業務を与えるシステムの能力を示している。信号の稼働率とは外部の電波源から送信される航法信号が使用できる時間のパーセントである。稼働率は環境の物理的な特性と送信設備の技術的な機能の両方の関数である。また、信頼度は規定の時間間隔に与えられた条件のもとで故障なしに規定の機能を行う確率である。例えば、着陸誘導システムの信頼度とは航空機が着陸体制に入ってから、着陸までの時間にシステムが故障しない確率であると、それぞれ定義されている。アンビギュイティはデッカやオメガのような電波の位相の測定を使用するシステムに固有の電波の整数波長のあいまいさを解く問題である。GPS のコードを使用する測位ではアンビギュイティなしであるが、電波の位相の測定を使用するセンチメートルレベルの高精度ディファレンシャル測位にはこれが問題となる。

インテグリティおよびこれらの性能要件を総合すると、GPS は簡単には航空航法には使用されまいだろうと考えられていた。しかし、このノートの先々月号でお知らせした通り、GPS が 1993 年 12 月 8 日に国防長官の運輸長官への書簡によって初期運用機能 (IOC) に入ったのに伴って、1994 年 2 月 17 日には連邦航空局の長官が記者発表で、2 種類の航空用の GPS 受信機が大洋上、国内航空路、ターミナルと非精密進入の単独の計器飛行規則 (IFR) での機器としての証明を受けたと発表している。これらの受信機はインテグリティの要件にも適合しているので、受信機自立インテグリティ監視 (RAIM) の機能を保持していると考えられ、続いて同種の受信機も出現が期待されている。しかし、着陸の援助用にはまだ使用は無理であり、それらについては FAA を中心に各種の研究開発が進められている。

この場合、航空機の着陸用には、ディファレンシャル GPS (DGPS) の使用は不可欠であるが、それらには、(1) 局地的な DGPS (LDGPS または LADGPS) で、現在のカテゴリー I の天候での最低の視程での空港への計器進入を援助するための空港ごとまたは近くの空港群ごとにディファレンシャル GPS の基準局を置くようなシステム。

(2) 広域DGPS(WADGPS)で、北アメリカ全体を一つのディファレンシャルシステムでカバーして、かつ、LDGPSと同程度に測位精度の改善を計るとともにインテグリティ監視の両方に役立つシステム。

(3) 航空機の進入着陸にGPS電波の搬送波の位相の測定による高精度測位を使用する、いわゆるキネマティックなディファレンシャル測位方式。

これら三つのシステムのうち、(1)のシステムは一般のDGPSであるが特に航空用としてのプロジェクトはそれなりの特殊な要件も必要となる。(2)の方式の実験システムの一部はすでに予算化され、そのシステムの実験的な構築も始められている。(3)のシステムについては、その可能性の研究が実施されている。以上のような状況を以下述べる予定であるが広域DGPSと静止衛星によるGPSの補強とディファレンシャルの放送とについては、すでにこのノートでその一部を述べてあるので若干の重複をお許しいただきたい。なお、(3)のシステムの理解にはGPSの測量への応用の知識が必要であるので、それも合わせて述べる予定である。

連邦電波航法プランによれば、アメリカには、現在、1,000余りの連邦航空局(FAA)が設置したILSと国防省による160余りの同種の施設があり、これらに加えて、将来はより多くの場所で同じような機能の設備が要求される可能性もあり、近い将来にこれらを順次MLSに置換えることも必要である。もし、GPSを精密進入に利用できれば、これらの地上のILS/MLS設備の数を大きく減小する可能性があり、GPSは数千の滑走路端で精密進入用に使用できることになる。

しかしながら、単独手段の着陸システムとして考えたときのGPSには、精度とインテグリティに基本的な限界がある。カテゴリーIの精密進入の精度要件は、これも連邦電波航法プランによれば、17.1mの横方向精度(95%)と4.1mの垂直精度(95%)である。しかしながら、GPSの標準測位業務(SPS)は100m(95%)の水平精度と156m(95%)の垂直精度を与えるように選択利用性(SA)によって劣化されている。また、インテグリティは、国防省のGPS運用制御部分(OCIS)のみではカテゴリーIの精密進入に要求される6秒以内または非精密進入に要求される10秒以内に衛星の誤動作を利用者に告知はできない。

そこで、改善された精度を与えるためには、一般的には局地のディファレンシャルGPS(LDGPS)の概念を使用することが必要となる。すでに繰返し述べているようにLDGPSは測量された位置にある受信機システムはGPSの系統的なバイアス誤差とゆっくりと変わる

変動する誤差の補正値を引出すのに使用される。この補正値は無線回線経由で利用者の受信機に放送される。このディファレンシャルはまたGPS衛星についてのインテグリティ状態情報を含めることもできる。解析と飛行試験の結果では、LDGPSはカテゴリーIの横方向の精度要件に適合するが、垂直の精度要件には適合しないだろうことを開発の当初には示されていた。しかしながら、このカテゴリーI、II、IIIと言うのは従来のILSに固有の概念であり、GPSでの航空機の進入の検討はそれに対比して検討されているのであり、GPSでの進入に新しい概念の導入を妨げるものではない。そこで導入されたのが、“ニア・カテゴリーI”の精密進入という新しい概念が作られている。これは、従来の超短波全方向式電波標識(VOR)を使用した非精密進入では水平方向の誘導のみが可能であったのに対して、GPSの場合は、上に述べたように水平方向よりも若干精度的には劣るけれども、垂直方向の誘導もある程度は可能であるので、その進入はカテゴリーIに限りなく近い制限された視程での非精密進入が可能となることが確認されたためである。

このようなLDGPSでは、空港(群)ごとのように多数のディファレンシャル基準局などを設置しなければならない。このディファレンシャル基準局などの局位置の数を最小にする目的で、図1に示すような広域ディファレンシャルGPS(WADGPS)の概念が導入されている。このWADGPSはすでにこのノートでも一部紹介されているが、ディファレンシャル補正値は、衛星の擬似距離関係の補正値と電離層の補正値とを分離することで、アメリカ全体を15~20の地上局でカバーできると推定されている。LDGPSほどは正確ではないが、詳細な電離層補正モデルが使用されればWADGPSディファレンシャル補正後の誤差の残差は非常に小さいと予測されている。

このディファレンシャル補正値と衛星のインテグリティ情報はGPSインテグリティチャンネル(GIC)をベースとして静止衛星から放送することも考えられている。こうして、WADGPS/GICはアメリカ本土(CONUS)のすべてのようなGICの放送が受信できるようなところなら何処でも差し当たって、ニア・カテゴリーIの精密進入の機能を与えることができる。

FAAはこのWADGPS/GICの概念を評価するための試験プログラムを実施している\*。(次頁脚注)

プログラムは三つの段階からなる。

(1) フェイズ1：この基本的な目的は、ニア・カテゴリーI精密進入に関してWADGPS/GICの性能を評

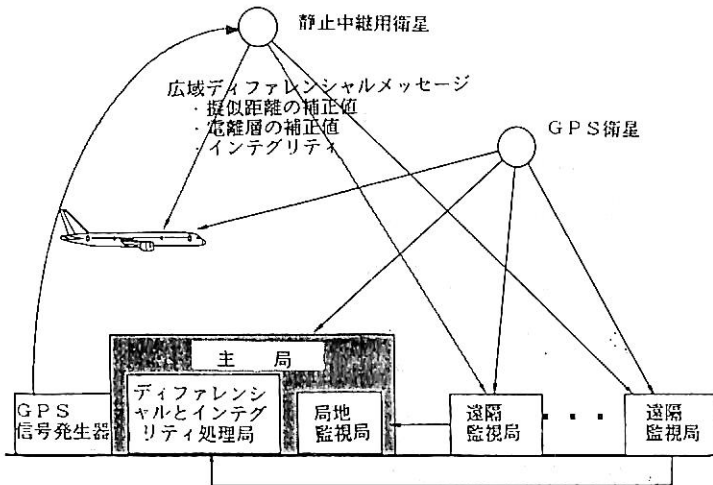


図1 広域ディファレンシャルGPS / GPS インテグリティチャネル (WADGPS / GIC)

作業	1991			1992			1993						
	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
試験の計画と実験設計													
テストベッドの開発													
シミュレーション研究													
飛行実験													
データ整理と解析													
説明(例)と報告(例)													

図2 NSTBの活動とスケジュール

価することである。これには、衛星によるGICが精密進入に対してインテグリティとディファレンシャル補正値の末端どうしの応答時間の要件が適合するかどうかの評価を含んでいる。

(2) フェイズ2：この目的はWADGPS / GIC監視局の国内の実験網を確立し、運用のWADGPS / GIC

\* R.Braff(MITRE), R.Loh(FAA), F.Persello (FAA) & C.Shively(MITRE) : FAA Testing of Wide Area GPS Integrity and Differential, Concept for Near CAT I Precision Approaches Phase 1 Plan and Activities, IEEE PLANS '92

Cの精度、運用の適性と応答時間の性能の予測である。

(3) フェイズ3：この目的は、最終的にアメリカの航空管制をしている空域(NAS)で具体化されるであろういろいろな代案のWADGPS / GICの概念、その網、アルゴリズム、冗長度とバックアップの要件の運用性能を試験し、解析し、評価をする実験プログラムを完了させることである。

フェイズ1の実験では、航法衛星試験ベッド(NSTB)の開発を行って、それによる飛行試験を行うことである。これらに対する具体化としては次が計画されている。

まず、フェーズ1のプロジェクトチームは次の機関からの参加者で構成されている。すなわち、FAA R&D業務(ARD-70), FAA技術センター(FAATC)(ACD-330), Stanford Telecommunication Inc.(STel), MITRE Corp., Computer Technology Associate (CTA), Communication Satellite Corp.(COMSAT)

計画の当初予定されたフェイズ1の主な活動とスケジュールは図2に示す。プロジェクトチームの全メンバーは試験の計画に寄与し、MITREが実験を主として計画した。NSTBはCTAとの契約により、FAATCとSTelで開発されている。COMSATは衛星地球局を与え、GIC回線のためにインマルサット静止衛星に接続される。MITREは、電離層伝搬遅延モデルの評価のような補助的な研究を行う。

STelはまた、衛星信号のハードウェアの開発をし、それは外部の衛星信号には無関係の試験ベッドの部品とアルゴリズム(例えばインテグリティ監視)の評価に使用される。飛行試験は二つの独立の評価のチームを作り、FAATCとMITREで行われる。

基本的なスケジュールとしては、2組の活動からなっている。その第一は、試験用航空機にディファレンシャル補正値を中継するのにVHFデータ回線を使用するWADGPSの評価を目指したもので、これは第二の活動に先立って実験が行われる。第二の活動は、試験航空機にディファレンシャル補正値とインテグリティ情報を中継するのに静止衛星回線を使用するWADGPS / GICの評価を行うものである。

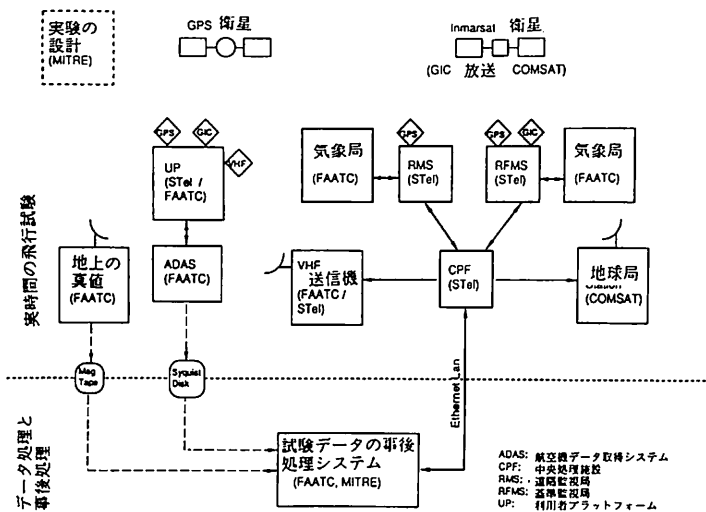


図3 NSTBのシステムと責任

航法衛星試験ベッド(NSTB)の主要部分とそれらを与える責任を持った参加者を図3に示す。WADGPS/GICの試験に必要な主要2部分の機能とハードウェアのまとめを次に示す。

**中央処理施設** NSTBの心臓部は中央処理施設(CPF)である。このCPFの主な機能として、監視局からのデータを受信し、対応するディファレンシャル補正值とインテグリティ状態のメッセージを計算する。CPFはまた試験データを記録し、速見のデータの解析を与えることができる。CPFのハードウェアはコンピュータのワークステーション、ファイル装置と通信装置から構成されている。これらの部分はEthernetのローカルエリアネットワーク(LAN)によって互いに接続されている。

**遠隔監視局** フェーズ1では、NSTBは別々の擬似距離と電離層補正值を与えるのに遠隔の監視局(RMS)を使用する。RMSsは滑走路から800 km以内の距離に置かれるようにする。RMSsのハードウェアはGPS受信機とアンテナ、コンピュータとダイヤル式の電話線経由で中央処理施設に通信するためのモデムが含まれている。

**基準監視局** 一つの監視局はCPFと同じ場所に置かれ、基準監視局(RFMS)とよばれる。RFMSは基本的なLDGPSに対する補正值を与える。その他のRMSにおけるハードウェアに加えて、RFMSにはGICの放送を監視できるGIC受信機とアンテナを含む。

**気象局** 大気圏全体の伝搬遅延を推定するには、対流圏の効果も除く必要があり、従って、各監視局での対流圏

伝搬遅延のモデル化に使用するにはその局の位置における温湿度と気圧などの気象データ源が必要である。

VHF送信機上に述べたように最初の飛行試験ではVHFのデータ回線が試験航空機にCPFで計算したディファレンシャル補正值とインテグリティ情報を中継するのに使用される。

地球局 第二の飛行実験の中では、ディファレンシャル補正值とGPSインテグリティ情報はCOMSATの地球局に電話線経由で送られ、そこから、インマルサットの静止衛星経由で実験用航空機に中継される。利用者のプラットフォーム 利用者のプラットフォーム(UP)は、航空機の位置を推定するように航法解を作るのにGPS衛星信号とディファレンシャル補正值を組み合わせる。

UPのハードウェアは、機上搭載用のGPS受信機、GPSアンテナとコンピュータから構成される。試験の段階によりUPにはまたVHF回線またはGICの衛星回線のいずれか経由でディファレンシャル補正值を受信するのに必要な受信機とアンテナが含まれ、UPの受信機に内部的または外部的にディファレンシャル補正を行う機能が利用可能となる。UPはまた、試験の実験中に試験結果の評価を決定するための速見のデータを与えることも可能である。

**航空機のデータ取得システム** FAATCで開発中の航空機のデータ取得システム(ADAS)は、UPからの航法データを受け入れ、コックピットにグライドパスとコース偏位指示器への対応する出力を与える。ADASはまた航空機のセンサとその他の航法システム、特にILS受信機と慣性航法装置(INS)にもインターフェイスする。ADASは、実験の事後処理と解析のために、これらのシステムとUPからのデータの収集と時間付けと記録をする。ADASはMotorolaの68030コンピュータ構成に基づく現存のデータ収集システムの機能を強化することで具体化される。

**地上の真値** 飛行実験中の航空機の航跡の地上の真値は、FAATCのレーザ追跡システムによって与えられる。このレーザ追跡システムのカバレッジ、精度とサンプルレートは、計画されている飛行実験を支えるのに適当以上である。

**試験データの事後処理システム** 飛行実験中の各種のシステムで記録されたデータは、FAATCの試験データ事後処理システム(PTPS)で組み合わせられ、データ処理

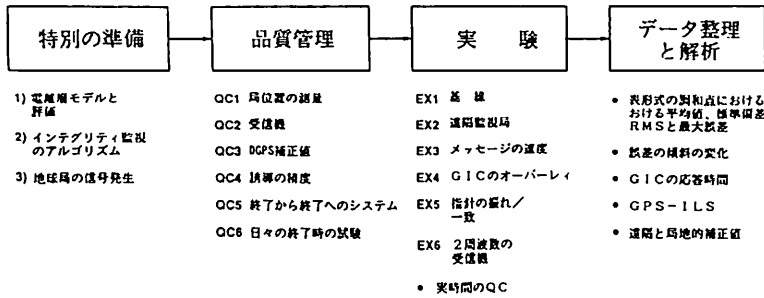


図4 フェーズ1の実験の手順

され、解析される。この処理はFAATCで行われるその他のGPS試験プログラムのために以前に開発されたソフトウェアの程度の使用をすることになる。PTPSはVAX3900コンピュータに基づいており、Syquist デスクによってADASと、磁気テープによって地上の真値とEthemet LANによってCPFとインターフェイスされる。

フェイズ1における実験の手順は図4に示す。これらの手順には、特別な準備、品質管理、実験とデータの処理と解析が含まれる。

WADGPSに固有のいくつかの特別な準備を飛行実験に先立って行う必要がある。その第一は、電離層モデルの評価であって、1周波数受信機での電離層遅延の推定に現在使用されている。Klobucharのアルゴリズムからの実時間予測の更新が検討されている。しかしながら、このモデルの精度は、FAATCからのいろいろな距離と方位の点での電離層遅延の測定値をとり、それらをスケールすることでKlobucharモデルの予測値の改善にこれらの測定値を使用することで評価されている。結果的な電離層遅延の予測値はFAATCにある2周波数のGPS受信機により測定された遅延と比較される。電離層モデルが最大利用可能距離に対して評価した後、品質管理の試験に先立ってNSTBの地上部分にそれは総合される。

第二は、インテグリティ監視アルゴリズムの評価である。試験の一部には、GICの告知のための静止衛星の利用が、非精密進入には10s、精密進入用には6sのインテグリティ応答時間に適合できるかどうかの評価が関係する。従って、代表的なインテグリティ監視のアルゴリズムが、衛星の擬似距離と距離変化率の誤差が許容限界をこえたことを検出するために、開発される。このアルゴリズムは、NSTBの地上部分と利用者部分に総合され、実際の衛星信号での飛行実験に先立って衛星信号シミュレータを使用して試験がなされる。

第三は、地球局での信号の発生で、GIC用のインテグリティメッセージとディファレンシャル補正值は、COMSATの地球局を通すので、これらのメッセージを作るための地球局の処理に、メッセージの分配の最少の遅延(<0.25s)の導入を確保することが必要となる。

飛行試験の結果が、具体的なディファレンシャルGPS(DGPS)システムでは出会わないような誤差を含まないようにするために、(1)すべての地上の基準点は

測量する、(2)機上と監視用の受信機はバイアスと雑音誤差を推定するよう試験する、(3)ディファレンシャル補正值の質を事前に受信機を動作させて評価する、(4)機上の偏位計に与えられるGPS誘導情報の精度を予め評価しておく、(5)飛行実験は完全装備の航空機で行う、(6)毎日の飛行前に地上点検を行う、の品質管理を行う。

飛行実験は、アトランテックシティ空港で基本的な進入のパターンで行われ、次の6種類の飛行実験が行われる。(1)WADGPSの絶対精度の推定と、ILSの測定値との比較、(2)空港からの監視局の距離と方位の影響の調査、(3)>50b/sでの各種のWADGPSのメッセージのレートによる精度を比較、(4)インテグリティ監視アルゴリズムの検出時間の遅れの推定、(5)GPS偏位計へのパイロットの応答、(6)電離層遅延の推定が出来る2周波数受信機での精度の比較。

飛行実験では試験飛行機上、レーザ追跡機、監視局、中央処理装置で多数のデータが集められ、図4に示す数値の価値を決定するために整理され、解析される。

(この項つづく)

× × ×

&lt; 149 回 &gt;

## 第37回設計設備小委員会 (DE) の結果

運輸省 海上技術安全局

IMO第37回設計設備小委員会は、平成6年2月14日から18日までロンドンのIMO本部で開催された。また、これに先立ち、高速船コードを今次会合において最終化するため、2月7日から11日まで高速船コードの中間会合が開催された。

今次会合における主な審議結果は以下のとおり。

### 1. 操縦性基準

今次会合では、昨年11月に開催された総会において決議された「船舶の操縦性暫定基準」(A.751(18))の解説書(explanatory note)を最終化するため、米国より提出されたコレスポンデンス・グループのレポートをベースに、我が国代表団の九州大学貴島教授を議長とするワーキング・グループにおいて検討された。

操縦性基準を満足するかの実船試験を実施する際の試験実施場所の水深は船舶の長さの4倍以上とすること、海象条件の上限として、我が国の提案どおり、波についてはSea State 4とすること、風についてはBeaufort 5とすることとなった。操縦性基準において針路不安定な船舶に対し実施される補正試験法について案文中、Simplified Spiral Manoeuvre及びVery Small Zig-zag Manoeuvreは、新しい試験方法であり、未だその評価について確立されたものではないため我が国は削除を求めたが、将来を踏まえて広く新しい方法を取り入れることも有効であるとの考えが支持を集め、概要のみを記載することとして試験項目には留めることとなった。実船試験はfull loadの状態で行うこととされているが、full loadの定義として、我が国は設計満載喫水(Design Load Line Draft)を提案したが、大勢が原案の夏季満載喫水(Summer Load Line Draft)を支持したため原案どおりとなった。旋回試験については、360度旋回とすることで合意したが、風、波、潮流等の影響を評価するには720度旋回を推奨する旨の記述を加えることとなった。また、操縦性基準の実船試験データを各国がIMOに提出する際のデータ・フォーマットが作成された。

今次会合で策定された解説書案は、第63回海上安全委員会(MSC63、本年5月開催)の審議を経てMSCサーキュラーとして、各国へ回章される予定。

### 2. 高速船

高速船の安全に関する要件を定めるSOLAS条約新第X章により、高速船について、従来のSOLAS条約の安全要件と二者択一で条約上の義務がかかることとなる高速船コードを策定するため、2月7日から2月11日まで開催された中間会合に引き続き、DE小委員会のワーキング・グループにおいて、豪のゲーリング氏を議長として審議が行われた。

#### (1) 衝突加速度と居住区の位置

船速等から算定される衝突加速度に対応して居住区の配置できる位置を制限する要件について、計算式の妥当性から、要件を設けることについて賛否が別れていたが、人命の安全のためには衝突加速度を考慮することは必要であるとの認識から原案の算定式が残されることとなった。

#### (2) 証書

証書類のうち、運航許可証(Permit to Operate)について、高速船を運航する会社がある港の主管庁(Base Port State)が発給することの可否については、旗国が自国籍の船舶の安全性について責任を有するというSOLAS条約の基本的な考え方と、運航する地域の気象・海象条件及び救助体制等についての要件はBase Port Stateがかけうるとする考え方に別れたが、最終的には、高速船を運航する港の主管庁(Port State)の意見を聞いて旗国が発給することとなった。

#### (3) MSC決議案

高速船コードをMSC63で採択するためのMSC決議案が作成され、高速船コード導入日(1996年1月1日予定)以前であっても、各国に早期に導入するよう要請する旨盛り込まれた。

#### (4) 高速船コードの適用とSOLAS条約各章の適用

高速船コードを満足する高速船は、SOLAS条約第I章から第IV章及び第V章第12規則を満足するものとみなされることとなった。すなわち、上記以外のSOLAS条約の要件は、高速船コードを満足するか否かにかかわらず、高速船にも適用されることが確認された。



#### (5) 現在のDSC (Dynamically Supported Craft) コード (A. 373) の取り扱い

現存DSC適用船にもGMDSSを要求すること、高速船コード導入後は新船にDSCコードを適用することはできないことを示すパラグラフをDSCコードへ入れる改正案が作成され、高速船コード採択と同時にMSCで採択することとなった。

なお、SOLAS条約新X章案はMSC63において承認された後SOLAS締約政府会議 (MSC63と合わせて本年5月開催) で採択され、1996年1月1日に発効する予定であり、高速船コードはMSC63でMSC決議として採択され、1996年1月1日から導入される予定である。

#### 3. タンカーの非常用曳航設備のガイドライン

ドラフティング・グループが設置され、前回の航行安全小委員会 (NAV39, 昨年9月開催) において作成されたガイドライン案を基に審議が行われた。

船首、船尾に対する設備要件については原案どおりとすること、強度基準については、5万DWT以上のタンカーに対して、2,000kN、5万DWT未満のタンカーに対して1,000kNを適用すること、曳航設備の展張時間については、港における状態で、船首の設備が1時間以内船尾の設備が15分以内とすること等が合意された。

本ガイドラインは、MSC63に送付され、総会決議案として最終化の上、次回総会 (次回第19回総会は来年開催予定) として採択予定。

#### 4. 船体強度モニタリングシステム (HSMS)

本件は、ばら積み貨物船の沈没事故に関連して航海記録計の搭載の可能性を検討することが議論の発端である。前回のDE36では、沈没事故の原因が局所的な船体腐食による構造強度の劣化にあり、航海記録計の設置は直接的にはばら積み貨物船の沈没防止には役に立たないとされた。そのかわり、荒天中等に船舶が受ける荷重をモニターすることが、船長への操船情報になるとして、船体強度モニタリング装置 (HSMD) 搭載の勧告及びその技術要件が起案された。今次会合では、適用対象を2万DWT以上のばら積み船とすること、他船種へ適用を広げること、同装置の強化の検討を含めて最終案の作成が要請されていた。審議の結果、明確化のため名称を船体応力モニタリングシステムと変更し、新船、現存船すべての2万DWT以上のばら積み船に勧告することとなっ

た。また、更なる研究データの蓄積が必要なことが合意され、現段階では強制化すべきでないとの見解が大勢を占め、HSMSの搭載に関するMSCサーキュラー案が合意された。

#### 5. 船体構造基準

船体構造に関し、国際船級協会連盟 (IACS) メンバーの基準を満たすことをSOLAS条約中に要件付ける米国提案が審議され、多数の国が米国提案に理解を示したものの条約中IACS直接引用に反対し、数か国がSOLAS条約に構造要件を設けること自体に疑問を呈した。審議の結果、SOLAS条約に船体構造の要件を設けることは海上における人命の安全の確保を強調する上で必要であるとされ、船体構造のみならず機械的要件及び電気的要件について、設計、建造及び維持にわたり、主管庁又は「旗国代行機関のガイドライン」 (A. 739)、APPENDIX 1を満足する船級協会の基準を満たすことを要件付ける内容のSOLAS条約改正案を作成し、MSC63に検討を依頼することとなった。

#### 6. その他

- 荷役中及び航海中の車輻甲板の換気について、勧告案の設計に関する指針と本船上の作業者に対する運用上の指針の2つに分離して作成することとし、コレスポネンシス・グループを継続することとなった。
- MODU (海洋掘削設備) コードについては、ダイナミックポジショニングシステムに関するガイドラインのMSCサーキュラー案及び検査と証書の調和に関するMSC決議案を作成。アンカーポジショニングシステムについてはコレスポネンシスグループを継続。
- 専用海水バラストタンクの塗装についてSOLAS条約改正案及びその技術要件に関するガイドラインの総会決議案が作成され、MSCに送付された。
- 我が国がコーディネーターを勤める「船橋及び機関室のレイアウトの標準化」のコレスポネンシス・グループが予定通り継続することとなったほか、潜水客船、汚水施設、ダイビングシステム、複合材料の防火仕切りへの適用等のコレスポネンシス・グループが継続することとなり、新たに警報と指示器、タンク及びバラスト構造へのアクセス、現存船安全基準の見直し、人的要因等のコレスポネンシス・グループが作られた。

(文責・吉原敬一)

# 平成6年度（4月分）新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分	4 月 ~ 4 月 分				4 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	0	0	0	0	0	0	
	油槽船	1	2,998	4,999	1	2,998	4,999	
	その他	0	0	0	0	0	0	
	小計	1	2,998	4,999	1	2,998	4,999	
輸出船	貨物船	16	424,700	761,228	16	424,700	761,228	
	油槽船	2	229,800	407,300	2	229,800	407,300	
	その他	0	0	0	0	0	0	
	小計	18	654,500	1,168,528	18	654,500	1,168,528	
合 計	19	657,498	1,173,527	60,136 百万円	19	657,498	1,173,527	60,136 百万円

### ● 編 集 後 記 ●

☆ 山下勇氏が5月6日、83歳で逝去された。

著名な方であるので、既に新聞紙上等で報道されているが、東大工学部機械工学科をご卒業後、三井物産に入社され造船部に配属後、B & Wとの技術提携にあたりデンマークで技術習得に長期間滞在された。当誌にも3巻3号に「最近のB & W型ディーゼル機関」を書いて頂いた。

我が国初の自動化船「金華山丸」の建造を推進され、三井造船(株)社長、同会長、造工会長、海洋科学技術センター会長、船舶標準協会会長、運輸技術審議会会長、経団連副会長、J R東日本初代会長、日口経済委員長などを歴任された。謹んでご冥福をお祈りする次第である。

☆ 造船学会の「シップ・オブ・ザ・イヤー」の93年度はIHIで建造したSPB方式のLNG船の「ポーラ・イーグル」に決定した。国産技術によるLNG船ということで評価されたものでそうである。本船の開発は同社の永年にわたる努力が実を結んだもので、幻に終わった同社のフラットタンク方式、インテグラル方式などの開発期間も加えると実に33年間の日時を要している。独自の

技術開発というものは仲々費用と時間がかかるものと改めて考えさせられる。

☆ 一見の価値ありと、かねてから言われていた「日本郵船歴史資料館」をやっと見学する機会があった。

探訪記はすでに色々出されているので、特に記述しないが、明治の初期に三菱会社として発足し、共同運輸会社との合併で誕生した日本郵船が、日清・日露・太平洋戦争と、日本海運の激動期を経てきた歴史の古さが多く資料と共に語られている。

資料も一般向けのを展示して、貴重なものだが場所をとるものは引出し式にしてスペースの有効利用を図っている。

近くに横浜マリタイムミュージアムがあり、類似点を避けてオリジナリティを工夫した点が見られる。入場料で、飲物の無料サービスとパンフレットで十分見学者にサービスしている点、おすすめ出来る施設である。

〒231 横浜市中区海岸通3-9 (電) 045-211-1923  
日本郵船歴史資料館 (10時~16時、日・祭の翌日休)

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

予約金 { 6カ月分 8,200円  
税 込 { 1ケ年分 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 47 巻 第 6 号 (No. 548)

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1の23の17 (マリンビル)

振替口座 東京 3-70438 電話・FAX 03 (3552) 8798

平成6年6月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }  
平成6年6月10日発行 { 第3種郵便物認可 }

(本体 1,359円) 定価 1,400円 (〒84円)

発行人 濱 村 建 治

編集委員長 米 田 博

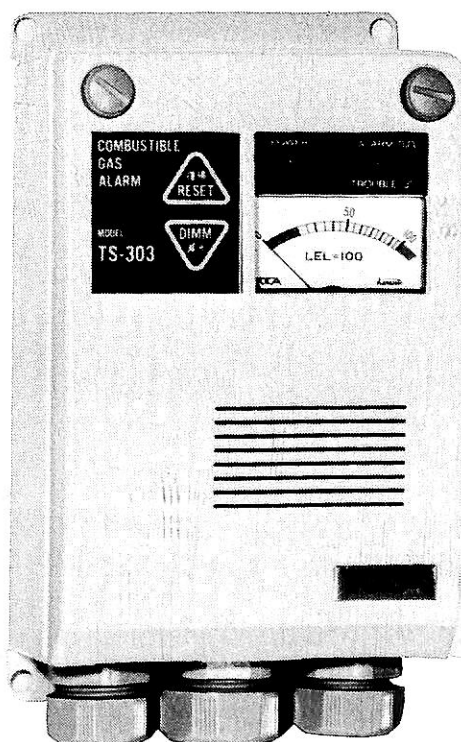
印刷所 大洋印刷産業株式会社

# 船舶用可燃性ガス警報器

## TS-303型

労働省産業安全技術協会検定合格  
日本海事協会形式試験合格  
水産電子協会型式試験合格

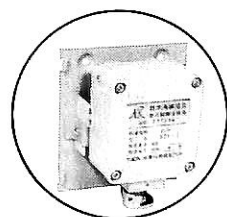
各種  
検定  
船級  
対応



内航LPG船から  
VLCCまで、各  
種危険物運搬船  
の安全管理に最  
適です。

### 特 徴

- 完璧な耐蝕性
- 向上した耐アーク・絶縁性
- 超軽量(本体わずか800g)
- ライトタッチの操作ボタン
- 豊富なオプション機能

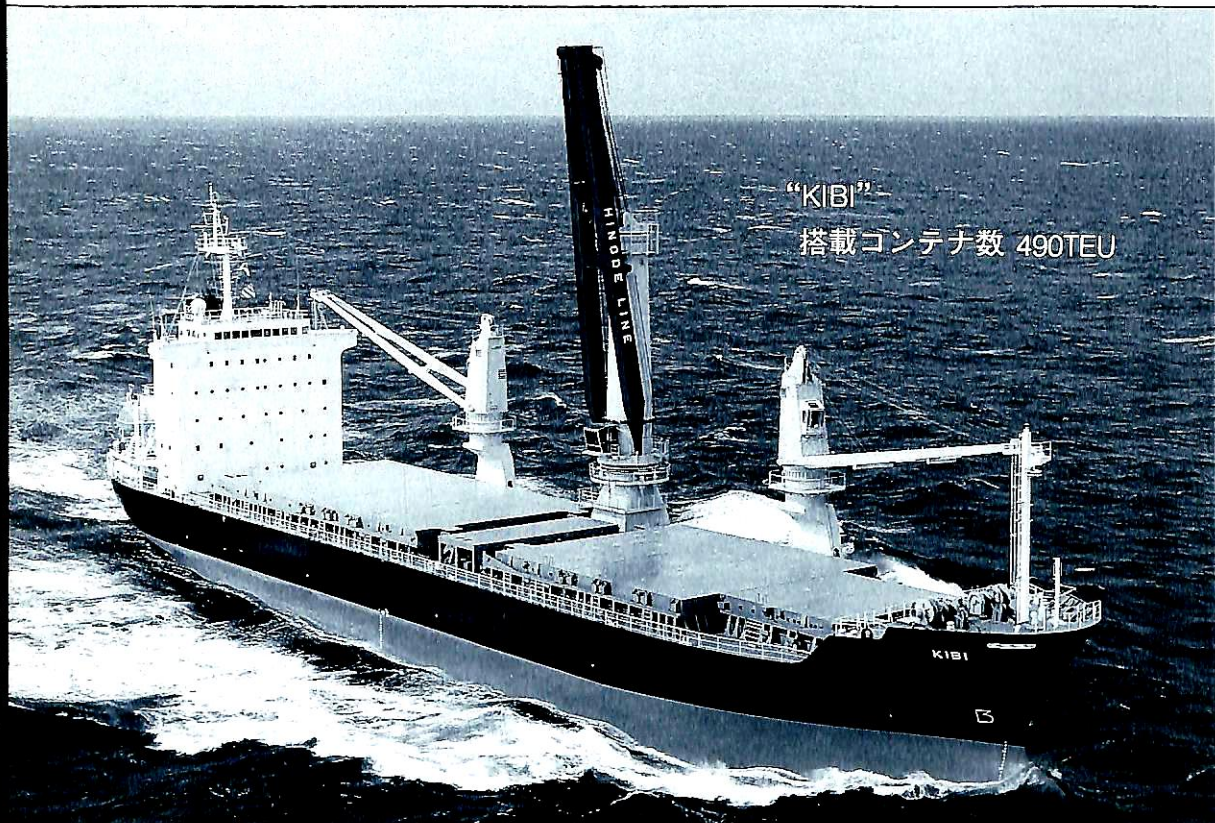


拡散式検知部DZF-3

**TOICA** 株式会社 **東科精機**

川崎市中原区新丸子町756  
〒211 ☎044(733)3381(代)

# 世界を結ぶ 三菱重工の多目的重量物運搬船



“KIBI”  
搭載コンテナ数 490TEU

## 450トン。

## 時代に先駆ける船づくりをめざして

### 〔特長〕

長大倉と広大な上甲板上に、舷側大型ヘビー450t 1基とデッキクレーン30t 2基で高能率荷役ができます。

船主	日之出汽船株式会社
垂線間長	112.00 m
型幅	21.00 m
型深	11.60 m
満載喫水	7.50 m
総トン数	8,145
載貨重量	9,433 T
速力(最大)	15.45 Kn



本社 船舶海洋事業本部  
東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎東京(03)3212-3111 ファクシミリ(03)3212-9832

平成六年六月五日印刷  
昭和二十三年十一月十日発行  
第三種郵便物認可

船の科学

定価 一四〇〇円  
本体 一三五九円

東京都中央区新川一丁目三十一番七(マリニビル)  
電話〇三(三五五二)八七九八番  
(株)船舶技術協会

保存委番号  
196011

雑誌07739 6

T1007739061400

