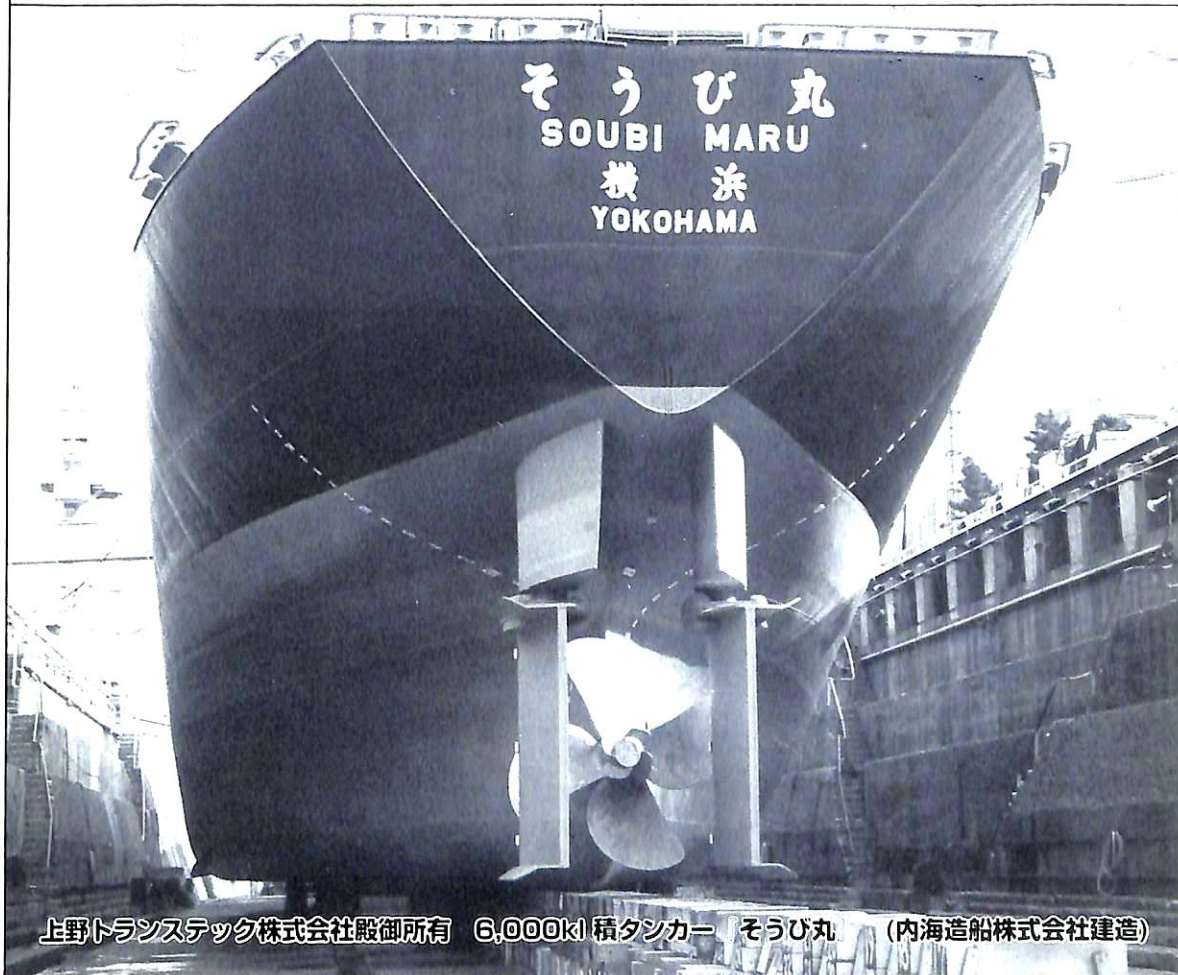


# 船の科学 1998 6

VOL.51 NO. 6

## Newベクツインシステム

2枚のベクツイン舵をジョイスティック操作すると  
自動車の車庫入れ並みに離着棧が行なえます



上野トランステック株式会社殿御所有 6,000kl積タンカー そうび丸 (内海造船株式会社建造)

JAPAN  
HAMWORTHY

ジャパン・ハムワース株式会社  
Japan Hamworthy Co., Ltd.

# 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) 1基
    - 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。

大 洋 商 船  
三 光 汽 船  
日 正 汽 船  
上 村 海 運 商 会  
関 汽 外 航  
近 海 タ ン カ ー  
鹿 島 汽 船  
大 阪 商 船 三 井 船 船  
中 野 海 運  
フ ァ ー イ ー ス ト ・ シ ッ ピ ン グ  
ク リ ム ソ ン ・ ラ イ ン  
中 村 汽 船

会社別主要御得意先(順不同)

北 真 船 船  
英 雄 海 運  
萬 野 汽 船  
東 興 海 運  
大 日 マ リ ン  
乾 汽 船  
山 下 新 日 本 汽 船  
関 兵 海 運  
住 友 商 事  
ジ ャ パ ン ・ ラ イ ン  
矢 野 海 運  
神 戸 シ ッ ピ ン グ

東 京 マ リ ン  
安 保 商 店  
日 魯 漁 業  
雄 洋 海 運  
シ ン コ ー ・ マ リ タイ ム  
永 井 海 運  
大 洋 海 運  
神 八 運 汽 船  
ハ ル シ ッ ピ ン グ  
共 栄 タ ン カ ー  
極 東 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**

- 〒105-0001 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
- 〒650-0042 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
- 〒799-2102 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



# ハミルトン・ジェット

## ……全てが新世代型に代替

クラッシュ ストップの必要な  
取締船 巡視船 警備艇……

- ⚓ 船速48.6ノットで航走中でも1½艇身以内で停船出来るのがハミルトン・ジェットです。
- ⚓ 離着岸時に船尾甲板が水流で洗われることがないのがハミルトン・ジェットです。



●米国製 15.5m P.C.C. —HSVパトロール艇—



45ps より 4000ps まで

<H/Jシリーズ>

212型 211型 213型

241型 273型 291型

321型 362型 391型

<HMシリーズ>

422型 461型 521型

571型 651型 721型

811型

日本総代理店

株式会社 ミヨシ・コーポレーション

〒467-0065 名古屋市瑞穂区松園町1丁目84番地

TEL.052-835-3351 FAX.052-835-3354

# ZEPHYR SYSTEM

## ゼファシステム (吃水計)

### 〈特長〉

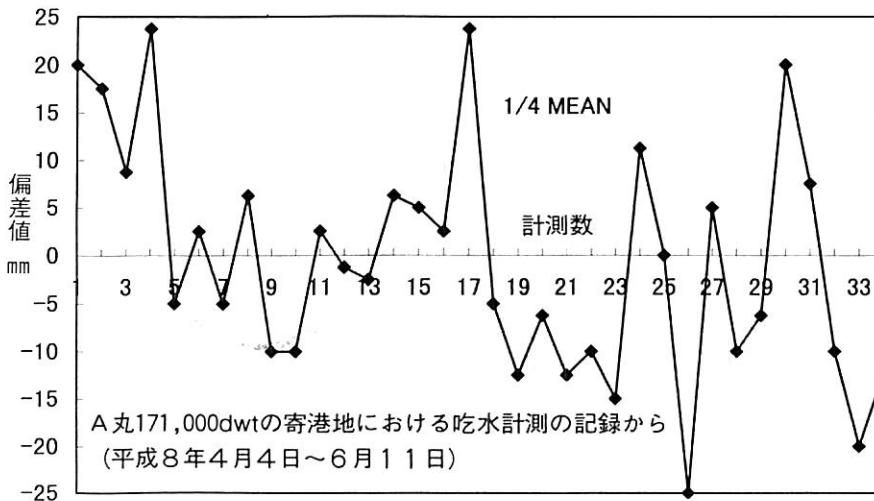
- ヒール、トリム、比重、その他の補正機能あり
- 波浪の高い外海での積荷も過積載なし
- 荒天時、船首部の状況を船室から正確に把握できる
- 縄梯子を昇降しての危険な吃水計測作業が不要
- 揚荷・積荷に伴うバラスト調整の確認が簡単
- タンクの液面計としても利用されています

### 〈正確な吃水値／水晶センサ採用〉

水晶振動子に圧力を加えると、振動周波数が微妙に変化する特性を利用した圧力センサを採用しています。

### 目視計測値を真値とした場合のシステム値の精度検証

偏差値＝システム値－目視計測値



偏差値＝1/4 MEAN(システム値)－1/4 MEAN(目視計測値)

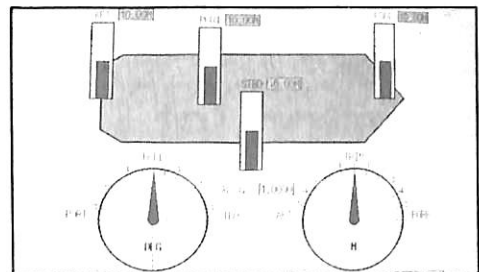
1/4 MEAN＝(船首値＋左舷値＋右舷値＋船尾値)/4

1985年以来毎年数隻の艀装実績あり

船種：鉾石船、石炭船、LNG船、コンテナ船

船主：昭和海運、日鉄海運、日本郵船、

大阪商船三井船船、川崎汽船



株式会社 救命

静岡県駿東郡長泉町下土狩991-19

〒411-0943 TEL：0559-87-8811(代)

FAX：0559-87-8812

# 船の科学

1998

6

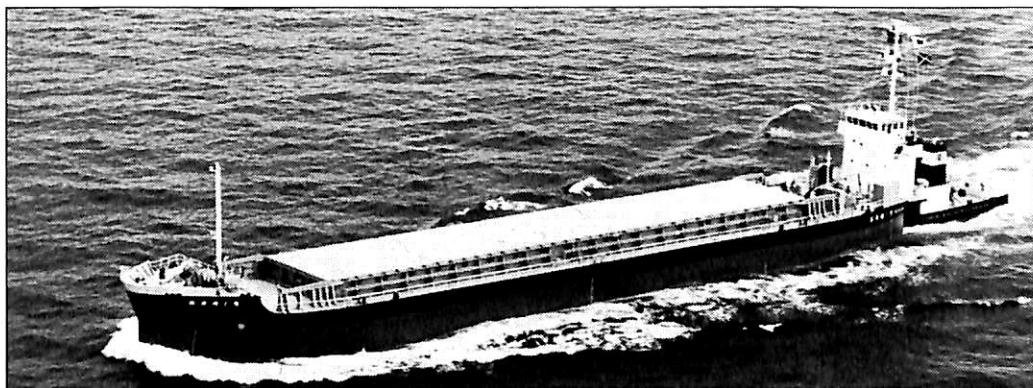
Vol. 51

## 目 次

- 6 新造船紹介 (No. 596)
- 16 日本商船隊の懐古 No. 227 (但馬丸, 崎戸丸) .....山 田 早 苗
- 19 オランダ アメリカ ライン旗船“ROTTERDAM 6”デビュー .....府 川 義 辰
- 
- 25 5月のニュース解説(船舶海洋工学と環境) .....米 田 博
- 新造船紹介
- 28 カーフェリー“シルバークィーン”の概要 .....三 菱 重 工 業
- 36 70m型SSTHカーフェリー“オーシャン アロー”の概要 .....石川島播磨重工業
- 42 世界初, 4胴型 珊瑚観賞船“オルカ”(ORCA)竣工.....石田造船建設
- 
- Ship of the Year '97
- 44 “ゆにこん”に決定 準賞に“翔陽丸”と“かいいい・かいこう” .....日本造船学会
- 
- 技術論説
- 53 青果物保鮮装置付き海上コンテナ用冷凍冷蔵ユニットの開発.....三 菱 重 工 業
- 
- 技術解説
- 66 プッシャーバージあれこれ(4) .....山 口 琢 磨
- 
- 連載講座
- 80 船舶電子航法ノート(247).....木 村 小 一
- 
- 新機関紹介
- 46 最新型川崎MAN-B&W46MC・C形機関の概要.....川 崎 重 工 業
- 
- 海洋随筆
- 58 海洋開発: 20世紀の遺訓と21世紀の展望(15) .....為 広 正 起
- 70 或る造船技術者の思い出(8) .....西 川 富士郎
- 
- 統計資料
- 75 ロイド商船統計表(1997年度) .....ロイド船級協会
- 
- IMOコーナー(第197回)
- 86 第3回無線・通信および捜索・救助小委員会(COMSAR3)の結果について  
.....運 輸 省
- 
- 海外ニュース
- 79 Wärtsilä NSD社の大型受注 ..... Wärtsilä NSD

- 
- 6 ...New ship photo & particulars (No. 596)
- 16 ...Retrospect of domestic merchant fleet (No. 227)  
(TAJIMA-MARU, SAKITO-MARU) ..... sanae Yamada
- 19 ...“ROTTERDAM VI”, flag ship of Holland America Line makes her debut  
..... Yoshitatsu Fukawa
- 
- 25 ...Summary & notes of events on May  
(Ship & ocean engineering and environments) ..... Hiroshi Yoneda
- New ship report
- 28 ...Carferry “SILVER QUEEN” ..... Mitsubishi H. I.
- 36 ...70 m long SSTH car ferry “OCEAN ARROW” ..... I. H. I
- 42 ...World first quadruple hull, coral reef observing ship “ORCA”  
..... Ishida Shipbuilding and Const.
- 
- Ship of the Year '97
- 44 ...“UNICORN” awarded with the prize, the second prizes for “SHOYO-MARU”,  
“KAIREI” and “KAIKO” ..... S N A J
- 
- Technical report
- 53 ...Development of marine transport refrigeration units using controlled  
atmosphere equipment ..... Y. Yagashira et al. (MHI)
- 
- Technical comments
- 66 ...Subjects of pusher barges (4) ..... Takuma Yamaguchi
- 
- Serial Lecture
- 80 ...Electronic navigation notes (247) ..... Shoichi Kimura
- 
- New engine report
- 46 ...Kawasaki Man-B & W 46MC-C type diesel ..... Kawasaki H. I.
- 
- Essay
- 58 ...Ocean engineering: Instructions from the 20th century and prospect  
of the 21st century (15) ..... Masaki Tamehiro
- 70 ...Memories of a shipbuilding engineer (8) ..... Fujiro Nishikawa
- 
- Statistics
- 75 ...Lloyd's World Fleet Statistics (1997)
- 
- IMO corner (No. 197)
- 86 ...Sub-committee on radiocommunications and search and  
rescue (COMSAR) - 3rd session ..... M O T
- 
- News abroad
- 79 ...New order for Wärtsilä NSD ..... Wärtsilä NSD

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



- ★ 抜群の耐航性
- ★ あらゆる用途に  
 応じる多様な機種

- ★ 連結・切離し30秒
- ★ 指先一つで遠隔操作

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

**タイセイ・エンジニアリング株式会社**

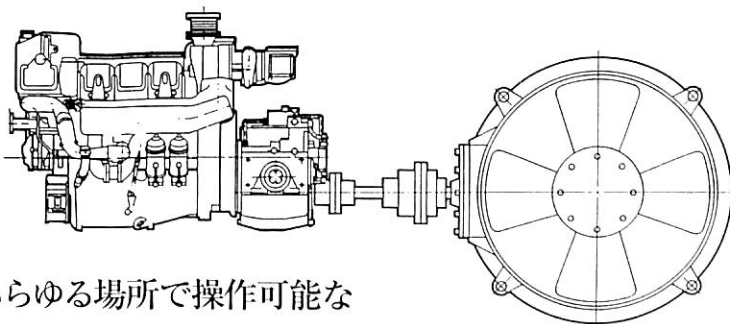
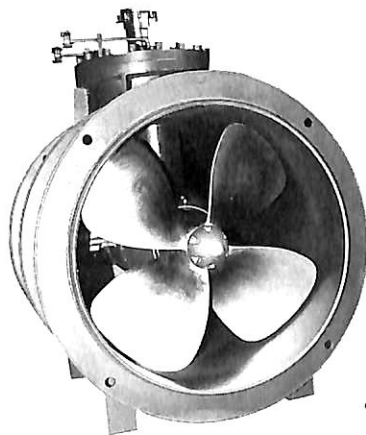
# マスミ サイド スラスタ

シンプルな構造の  
 固定ピッチ型スラスタ

可変ピッチ型に代るインバーター制御による

**電動機駆動 推力1-8 TON**

**エンジン駆動 推力1-8 TON**



あらゆる場所で操作可能な  
 電子制御リモコン装置

**株式会社 マスミ内燃機工業所**

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



カーフェリー シルバークイーン 川崎近海汽船株式会社

SILVER QUEEN

三菱重工業株式会社下関造船所建造(第1041番船)	竣工	10-1-29	竣工	10-3-24
全長 134.00m	垂線間長	125.00m	満載喫水	5.70m
総トン数 6,190トン	載貨重量	3,455トン	燃料油槽	444 m <sup>3</sup>
燃料消費量 64 t/day	清水槽	241 m <sup>3</sup>	機関×2	出力(連続最大) 12,000 PS (520 rpm) × 2
(常用) 10,200 PS (493 rpm) × 2	プロペラ	4翼2軸 CPP	補汽缶	立形円筒水管 2,200 kg/h × 6 kg/cm <sup>2</sup> × 1,
強制循環式 1,100 kg/h × 6 kg/cm <sup>2</sup> × 2	主機	DU・16 PC2-6 V形(デ)	無線装置	船船電話 国際VHF 電話
(非) Stamford 187.5 kVA × AC 450 V × 1 (原) Demp	発電機	西芝 1,062.5 kVA × AC 450 V × 3 (原) ニイガタ 1,300 PS × 900 rpm × 3	無線電話	船船電話 国際VHF 電話
航海計器 衝突予防装置 レーダー	A/S	270 PS × 1,800 rpm × 1	船船電話	船船電話 国際VHF 電話
船級・区域資格 JG 第二種船・沿海	速度(試運転最大)	23.25 kn (満載航海) 20.75 kn	航続距離	2,600 哩
ハウラススタ, フィンスタヒライイザ, エレベータ	船型	全通二層甲板船	乗組員	30名
	航路	八戸~苫小牧	旅客	600名

(本文28頁参照)





カーフェリー **オーシャン アロー** 運輸施設整備事業団・熊本フェリー株式会社  
OCEAN ARROW

石川島播磨重工業株式会社建造(第3092番船)	起工 9-3-14	進水 9-11-13	竣工 10-3-6
全長 72.09m	垂線間長 67.86m	型幅 12.90m	型深 9.00 / 4.50m
総トン数 1,687トン	載貨重量 204トン	Car搭載台数	乗用車 51台 または バス 9台
燃料油槽 67m <sup>3</sup>	燃料消費量 1.7 t/h	清水槽 20m <sup>3</sup>	主機関 MTU16V595TE70L形
(デ) 機関×2	出力(連続最大) 5,338 PS (1,750 rpm) × 2		(常用) 5,338 PS (1,750 rpm) × 2
プロペラ 固定2軸	発電機 Detroit 8V92TA 290kW × 2		無線装置 船舶電話 VHF 無線電話
航海計器 衝突予防装置付レーダ GPSプロッタ			速力(試運転最大) 31.3kn (満載航海) 30kn
航続距離 950 哩	船級・区域資格 JG第2種・平水	船型 超細長双胴船	乗組員 10名
旅客 430名	バウスラスタ×2	航路 熊本～島原(長崎県)	(本文36頁参照)

軽合金製高速水中観光船 **うみえーる** 沖縄県竹富町(パイン島海洋観光)  
UMIERU

東海船舶産業株式会社建造(第RS-8番船)	起工 9-8-22	進水 10-2-13	竣工 10-3-5
全長 18.00m	登録長 15.60m	型幅 5.80m	型深 1.75m
(キャビンアップ時) 0.85m	総トン数 19トン	燃料油槽 1,500ℓ × 2	清水槽 300ℓ
主機関 MTU6R183TE92形(デ) 機関×2	出力(連続最大) 503 PS (2,100 rpm) × 2		
プロペラ 3翼2軸	発電機 オナン 15kVA × 1		速力(試運転最大) 20.5kn (満載航海) 18kn
船級・区域資格 JCI 小型船舶・旅客船限定沿海			船型 水中翼付き双胴船
乗組員 2名	旅客 58名		同型船 トムソーヤ, ピアザ1

。本船1号艇“ユメカイナ”2号艇“アクア・エディ”との大きな相違点は、遊歩甲板(定員20名)を取付けていることで、“トムソーヤ”は平成9年4月から鹿児島市で就航中でこの船から遊歩甲板付が標準となっている。





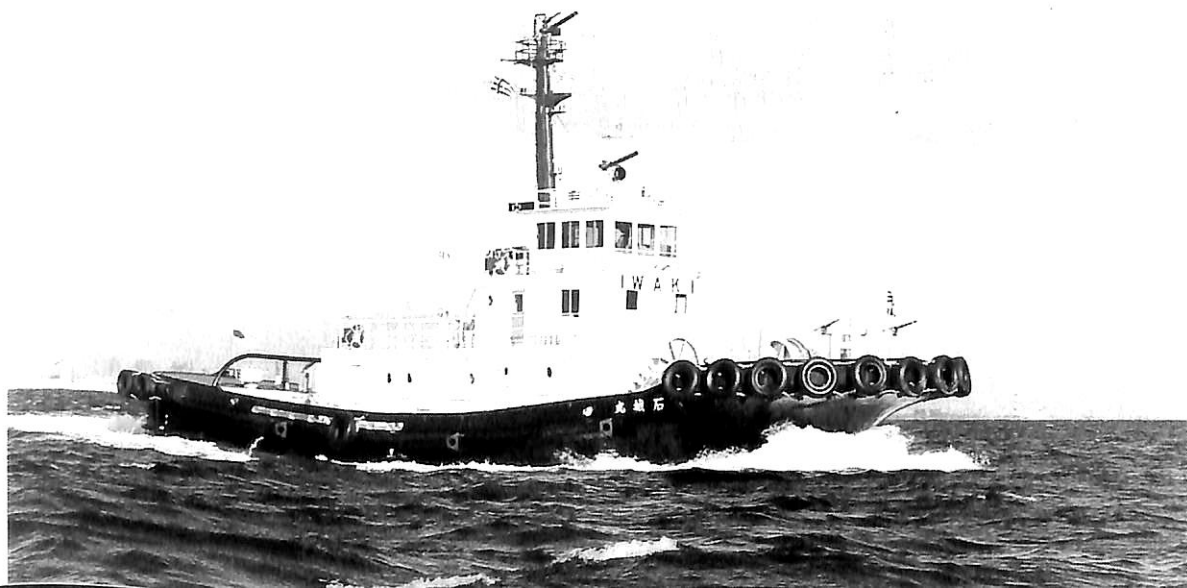
カーフェリー こまたき 広島県因島市  
KOMATAKI

石田造船建設株式会社建造(第190番船)	起工 10-1-16	進水 10-3-30	竣工 10-3-31
全長 27.30m	垂線間長 16.95m	型幅 6.60m	型深 1.60m
総トン数 19トン	載貨重量 12.31トン	Car搭載数 4tトラック 2台または乗用車6台または軽自動車10台	満載喫水 0.90m
燃料油槽 2.40m <sup>3</sup>	燃料消費量 175 l/ps・h	清水槽 0.4m <sup>3</sup>	主機関 ヤンマー 6HAK形(デ) 機関×1
出力(連続最大) 165 PS (2,000rpm) (常用) 140 PS (1,894rpm)			プロペラ 3翼2軸
発電機 大洋電機 15kVA×60Hz×20PS×1,800rpm×1			無線装置 船舶電話
速力(試運転最大) 8.0kn (満載航海) 7.0kn	航続距離 400 哩	船級・区域資格 JCI・平水区域	
船型 両頭船	乗組員 2名	旅客 90名, 車両搭載時 35名	航路 因島市細島港～西浜港

8

タグボート 石 城 丸 金川造船株式会社  
IWAKI MARU

金川造船株式会社建造(第456番船)	起工 9-9-11	進水 9-11-19	竣工 10-2-10
全長 33.30m	垂線間長 29.00m	型幅 9.20m	型深 4.20m
総トン数 197トン	燃料油槽 47m <sup>3</sup>	燃料消費量 9.8 t/day	清水槽 31m <sup>3</sup>
主機関 ニイガタ 6L28HX形(デ) 機関×2		出力(連続最大) 1,800 PS (750rpm)×2,	
(常用) 1,530 PS (710rpm)×2		プロペラ 4翼2軸(360度旋回式推進装置ニイガタ"ZP-21/3A")	
発電機 大洋電機 90kVA×AC225V×3相×60Hz×2 (原)ヤンマー 6HAL-N×110PS×2			無線装置
船舶電話, 国際VHF電話	航海計器 レーダ	速力(試運転最大) 14.481kn (満載航海) 14.0kn	
航続距離 1,700 哩	船級・区域資格 JG・沿海区域	船型 平甲板船	乗組員 8名
旅客 12名(1.5時間未満), 6名(24時間未満)	・海上交通安全法による「第3種および第4種消防設備船資格」		





エスワイケイ シリアス  
輸出コンテナ船 **NYK SIRIUS**

船主 Aquarius Shipholding S.A. (Panama)  
 三井造船株式会社千葉事業所建造(第1445番船)  
 全長 299.90m 垂線間長 287.00m  
 総トン数 76,847トン 純トン数 30,006トン  
 燃料油槽 9,728m<sup>3</sup> 燃料消費量 182 t/day  
 出力(連続最大) 72,000 PS (94 rpm), (常用) 61,200 PS (89 rpm)  
 補汽缶 立形円筒 13 t/h × 0.75 MPa × 1  
 無線装置 MF/HF, インマルB, C, 船舶電話 国際VHF・電話  
 速度(試運転最大) 26.70 kn (満載航海) 23.0 kn  
 船級・区域資格 NK・遠洋 船型 平甲板船 乗組員 30名  
 竣工 10-4-17 竣工 9-4-15  
 満載喫水 13.00m 型深 23.90m  
 満載積数 6,148 TEU 船口数 8  
 Cont.搭載機 三井MAN-B&W 12K90 MC形(デ)機関×1  
 プロペラ 6翼 1軸  
 軸発 1,500 kW × 4, (非) 2,100 kW × 1, (デ) 2,100 kW × 4,  
 航海計器 ロラン 衝突予防装置 レーダ  
 NK・遠洋 船型 平甲板船 乗組員 30名



コスミック フォーチュン  
輸出撒積貨物船 **COSMIC FORTUNE**

船主 Wealth Line Inc. (Panama)  
 波止浜造船株式会社建造(第1115番船) 起工 9-9-5 進水 9-10-30 竣工 10-1-22  
 全長 225.00 m 垂線間長 216.00 m 型幅 32.26 m 型深 19.10 m 満載喫水 13.870 m  
 総トン数 38,477トン 純トン数 25,116トン 載貨重量 74,043トン 貨物艙容積(グ) 88,331.9 m<sup>3</sup>  
 艙口数 7 燃料油槽 2,411 m<sup>3</sup> 燃料消費量 31.1 t/day 清水槽 406 m<sup>3</sup>  
 主機関 三井-MAN-B&W 6 S-60 MC (Mark 3) 形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 12,100 PS (88 rpm)×1  
 (常用) 10,290 PS (83.4 rpm)×1 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 立コンボジット GCS-22 ST  
 発電機 ダイハツ 5 DK-20 600 PS×720 rpm×3 無線装置 250 W MF/HF, NBDP, インマルB, C,  
 国際VHF電話 航海計器 衝突予防装置 レーダ 速度(試運転最大) 16.28 kn (満載航海) 14.5 kn  
 航続距離 18,000 哩 船級・区域資格 NK・遠洋 船型 平甲板船 乗組員 25 名

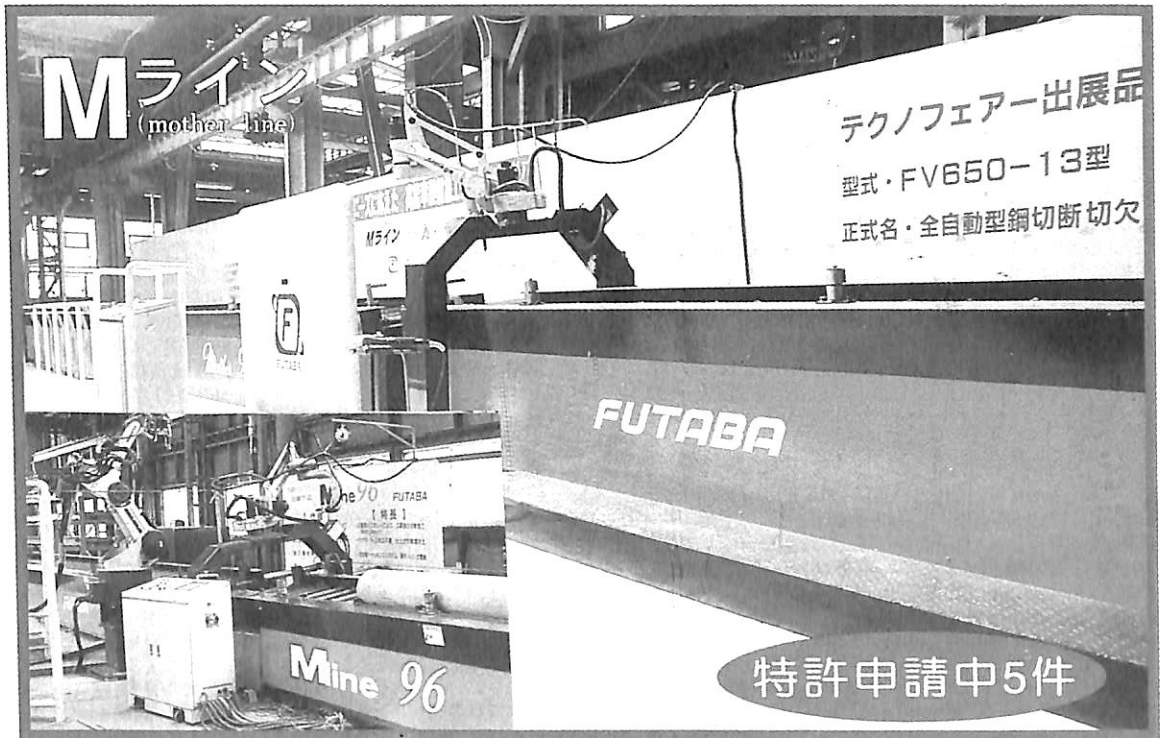
サムジョン アミティー  
輸出撒積貨物船 **SAMJOHN AMITY**

船主 日商岩井株式会社 (Panama)  
 NKK津製作所建造(第169番船) 起工 9-7-1 進水 9-9-11 竣工 10-1-12  
 全長 225.0 m 垂線間長 217.0 m 型幅 32.26 m 型深 19.10 m 満載喫水 13.75 m  
 総トン数 38,846トン 純トン数 24,517トン 載貨重量 74,744トン 貨物油槽(グ) 87,667 m<sup>3</sup>  
 艙口数 7 燃料油槽 2,662 m<sup>3</sup> 燃料消費量 31.6 t/day 清水槽 418 m<sup>3</sup>  
 主機関 Du-Sulzer 7 RTA48 T 形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 12,000 PS (115 rpm) (常用) 10,800 PS (111 rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 油焚 1.2 t/h, 排ガス 1.0 t/h 発電機(主) ダイハツ 400 kW×3  
 (非) DEMP 140 kW×1 無線装置 MF/HF, インマルサット B, C, 国際VHF電話  
 航海計器 GPS 衝突予防装置 レーダ 速度(試運転最大) 15.85 kn (満載航海) 14.60 kn  
 航続距離 24,000 哩 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 平甲板船 乗組員 24 名



# 全自動型鋼切断・切欠き 連続加工システムライン

大幅なコストダウンが実証された、次世代の  
画期的加工システムライン “マザーライン”



## ●特長

- ①製品の品質の向上と均一性が維持されます。
- ②単品部材加工、組立加工、両方のセクションで大幅なコスト低減が実現できます。
- ③システム・マシンのベースで加工が進む為、量的な計画目標が達成されます。
- ④多機能・多品種な加工が可能な為、新たな仕事に対応することが出来ます。
- ⑤多品種少量の断続的工事及び、突貫・特急工事等については、特に有効であります。
- ⑥重量物を手で持つことが一切なく、中腰の作業は無く、作業条件の向上につながります。
- ⑦海外コスト、又 将来予想されるコスト競争に充分対応できるものであります。
- ⑧新たな機能、システムアップが容易である為、導入する各工場に最も適した独自のシステムラインの形成が可能であります。

## ■製造元

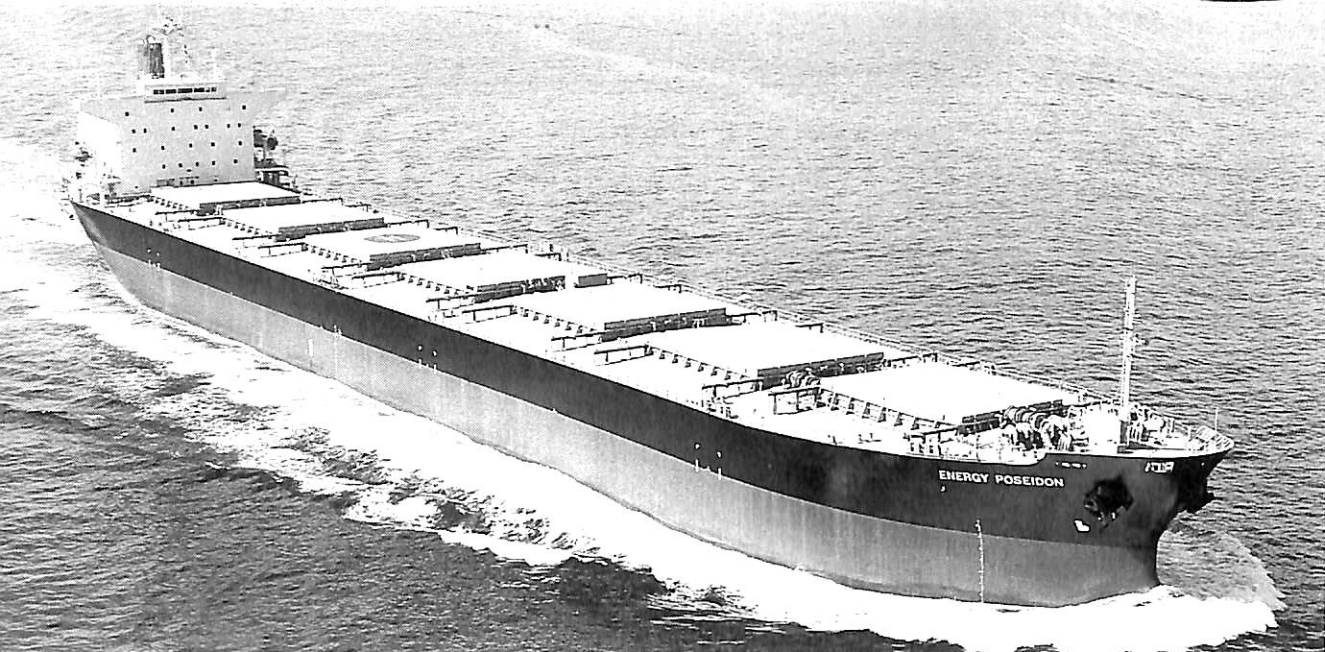
**F** 株式会社フタバ

〒675-0146  
兵庫県加古郡播磨町古田1丁目5-25  
Tel. (0794) 35-1921(代)  
Fax. (0794) 35-8520

## ■総発売元

**X** 栗本商事株式会社 特機営業部

本 社 〒550-0013 大阪市西区新町1丁目5番7号 ☎(06) 531-5040 FAX(06) 533-0917  
東 京 支 社 〒105-0004 東京都港区新橋4丁目1番9号 ☎(03) 3438-9272 FAX(03) 3438-0402  
名古屋営業所 〒460-0003 名古屋市中区錦2丁目20番20号 ☎(052) 231-3557 FAX(052) 201-2878



エナジー                      ポセイドン  
輸出撒積貨物船      ENERGY POSEIDON

船主 Bouquet Shipping S.A. (Panama)  
 株式会社サノヤス・ヒシノ明昌水島製造所建造(第1148番船) 起工 9-4-23 進水 9-8-19 竣工 9-11-20  
 全長 225.0m 垂線間長 217.0m 型幅 32.26m 型深 18.3m 満載喫水 13.294m  
 総トン数 36,551トン 純トン数 23,265トン 載貨重量 70,257トン 貨物艙容積(ベ) 78,529.3㎡  
 (グ) 81,838.9㎡ 艙口数 7 燃料油槽 2,687㎡ 燃料消費量 33.7 t/day  
 清水槽 291.0㎡ 主機関 Du-Sulzer 7 RTA52 形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 12,800 PS (123rpm)  
 (常用) 10,880 PS (116.5rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 コンボジット(油焚) 1.2 t/h,  
 排ガス 0.85 t/h 発電機 大洋電機 500kVA×3 (原) ダイハツ 6DLB-20 無線装置  
 400 W MF/HF, NBDP, インマルB, C, 船舶電話, 国際VHF電話 航海計器 衝突予防装置 レーダ GPS  
 速力(試運転最大) 16.39kn (満載航海) 14.5kn 航続距離 20,000 哩 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 平甲板船 乗組員 28名 同型船 ANNOULA

12

フ                      ダ  
輸出撒積船      FU DA

船主 Sunyuan Shipping Co., Ltd (Hong Kong)  
 株式会社名村造船所建造(第960番船) 起工 9-5-9 進水 9-10-1 竣工 9-12-3  
 全長 224.89m 垂線間長 215.00m 型幅 32.20m 型深 18.60m 満載喫水 13.472m  
 総トン数 37,644トン 純トン数 23,768トン 載貨重量 71,330トン 貨物艙容積(グ) 85,498.2㎡  
 艙口数 7 燃料油槽 2,500.6㎡ 燃料消費量 30.5 t/day 清水槽 510.4㎡  
 主機関 日立-B & W S60 MC 形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 11,600 PS (82rpm) (常用) 10,440 PS (79rpm)  
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 円筒コンボジット形ボイラ(Oil) 1,200 kg/h×6.0 kg/cm<sup>2</sup>, (Exh.) 1,000 kg/h×6 kg/cm<sup>2</sup>  
 発電機 大洋電機 562.5kVA×450V×60 Hz×3 (原) ヤンマー 600 PS×900 rpm×3  
 400 W MF/HF, NBDP, インマルC, M, 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) 16.16kn (満載航海) 14.5kn 航続距離 24,000 哩 船級・区域資格 NK・遠洋区域  
 船型 平甲板船 乗組員 26名 同型船 FU MAN, FU TONG, FU LE





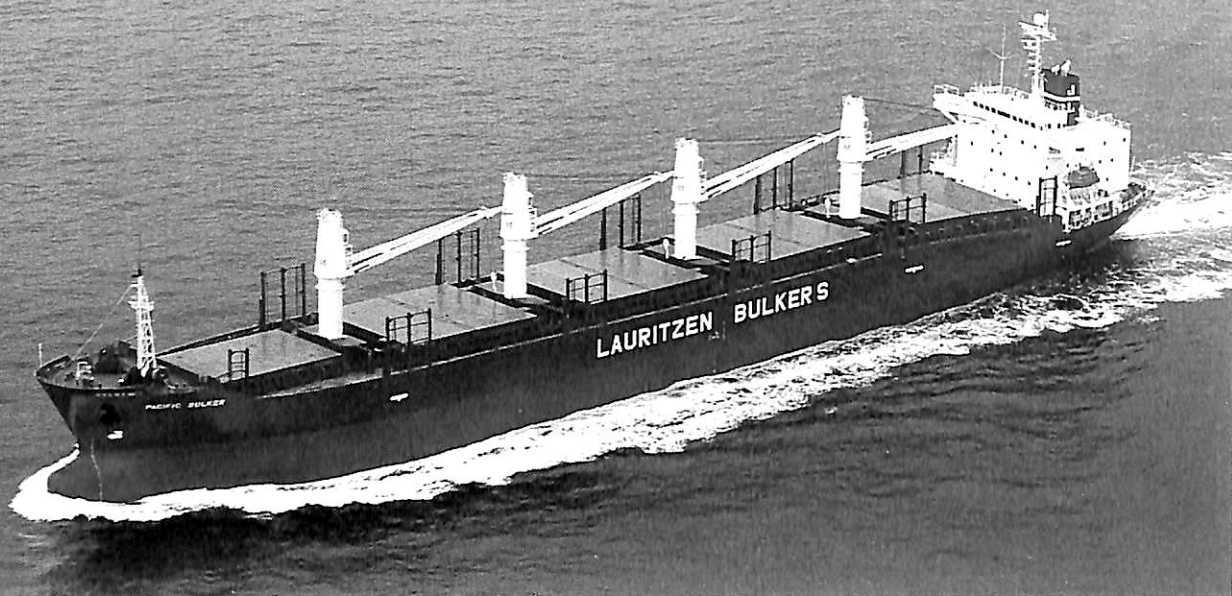
セアブ  
輸出油槽船 THEANO (旧船名 ALAM BINTANG)

船主 Mousalsa Inc. (Bahamas)  
尾道造船株式会社建造(第425番船) 起工 9-3-25 進水 9-5-22 竣工 9-10-24  
全長 182.50m 垂線間長 172.00m 型幅 32.20m 型深 19.10m 満載喫水 12.666m  
総トン数 28,400トン 純トン数 12,385トン 載貨重量 47,198トン 貨物油槽容積 53,616 m<sup>3</sup>  
主荷油泵 1,000 m<sup>3</sup>/h × 120 m × 4 艀口数 14 クレーン 10 t × 10 m/min × 1 燃料油槽 1,483 m<sup>3</sup>  
燃料消費量 32.9 t/day 清水槽 456 m<sup>3</sup> 主機関 三井B & W 6S50 MC (Mark V) 形(デ)機関×1  
出力(連続最大) 11,640 PS (127 rpm) (常用) 10,480 PS (123 rpm) プロペラ 4翼1軸  
補汽缶 水管式 25 t/h × 1 発電機 西芝 420 kW × 3 (原) ダイハツ 620 PS × 720 rpm × 3 (非) 120 kW × 1  
無線装置 MF/HF, NBDP, インマルB, C, 国際VHF電話 航海計器 GPS 衝突予防装置 レーダ  
速力(試運転最大) 16.311 kn (満載航海) 15.3 kn 航続距離 15,100 浬  
船級・区域資格 AB・遠洋 船型 平甲板船 乗組員 30名 同型船 LUDOVICA

トウインクル  
輸出木材/撒積貨物船 TWINKLE

船主 Canal Star Shipping S.A. (Panama)  
株式会社神田造船所川尻工場建造(第380番船) 起工 9-8-8 進水 9-9-29 竣工 10-1-30  
全長 153.50m 垂線間長 146.00m 型幅 25.80m 型深 13.30m 満載喫水 9.553m  
総トン数 14,397トン 純トン数 8,314トン 載貨重量 23,994トン 貨物艀容積(ベ) 30,101 m<sup>3</sup>  
(グ) 31,101 m<sup>3</sup> 艀口数 4 デッキクレーン 30 m × 4 燃料油槽 1,112 m<sup>3</sup>  
燃料消費量 20.2 t/day 清水槽 222 m<sup>3</sup> 主機関 三菱-赤阪 6UEC45 LA 形(デ)機関×1  
出力(連続最大) 7,200 PS (158 rpm) (常用) 6,480 PS (153 rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶  
1,000 kg/h × 7 kg/cm<sup>2</sup>, 排エコ 850 kg/h × 7 kg/cm<sup>2</sup> 発電機 400 kW × 450 V × 720 rpm × 2 (原) 600 PS × 720 rpm × 2  
(非) 80 kW × 450 V × 1,800 rpm × 1 (原) 122 PS × 1,800 rpm × 1 無線装置 400 W MF/HF, 国際VHF電話  
インマルB, C 航海計器 GPS, NAVTEX, レーダ/ARPA  
速力(試運転最大) 16.3 kn (満載航海) 13.8 kn 航続距離 13,300 浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
船型 船首楼付平甲板船 乗組員 23名





輸出木材/撒積貨物船 **PACIFIC BULKER**

船主 Astraea Maritime S.A. (Panama)  
 株式会社カナサン豊橋工場建造(第3436番船) 起工 9-6-17 進水 9-9-26 竣工 9-12-12  
 全長 176.62m 垂線間長 169.40m 型幅 26.00m 型深 13.30m 満載喫水 9.322m  
 総トン数 17,075トン 純トン数 9,896トン 載貨重量 27,865トン 貨物艙容積(べ) 37,313m<sup>3</sup>  
 (グ) 38,239m<sup>3</sup> 艙口数 5 クレーン 30LT×4 燃料油槽 1,126m<sup>3</sup> 燃料消費量 19.3 t/day  
 清水槽 235m<sup>3</sup> 主機関 神発-三菱UE5UEC52LA形(デ)機関×1 出力(連続最大) 7,000 PS (118rpm)  
 (常用) 6,300 PS (114rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 立門筒形 800 kg/h × 6 kgf/cm<sup>2</sup>  
 発電機 大洋電機(主) 500kVA × AC450V × 600PS × 1 (非) エムディー特機 90kVA × AC450V × 112PS × 1  
 無線装置 400W MF/HF, インマルB, C, NAVTEX, 国際VHF電話, EPIRB 航海計器 ロラン  
 衝突予防装置 レーダ GPS 速力(試運転最大) 15.44kn (満載航海) 14.0kn 航続距離 16,200 浬  
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板船 乗組員 25名 同型船 ATLANTIC BULKER

14

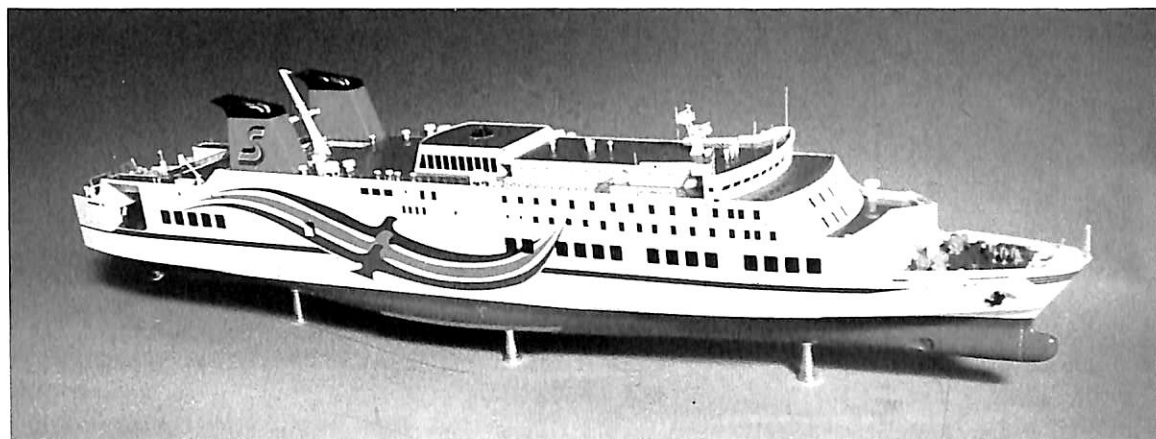
輸出多目的自動車運搬船 **TRANS FUTURE 1**

船主 Feng Li Maritime Corporation (Panama)  
 内海造船株式会社建造(第628番船) 起工 9-6-5 進水 9-11-28 竣工 10-3-20  
 全長 172.00m 垂線間長 160.00m 型幅 25.00m 型深 9.20m 満載喫水(計画) 7.50m  
 総トン数 18,079トン 純トン数 5,424トン 載貨重量 10,347トン  
 Car搭載数(クラウン換算) 1,080台, 192FEU(F-Deck上) 燃料油槽 1,516m<sup>3</sup> 燃料消費量 46.9 t/day  
 清水槽 185m<sup>3</sup> 主機関 日立MAN-B & W 9L50 MC (Mark 5) 形(デ)機関×1 出力  
 (連続最大) 16,290 PS (148rpm) (常用) 14,660 PS (143rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶  
 コンシット 1,300 kg/h × 6.0 kg/cm<sup>2</sup> × 1 発電機 大洋電機 740kW × 900rpm × 2  
 (原) ダイハツ 110PS × 900rpm × 2 無線装置 MF/HF, NBDP, インマルB, C, 船舶電話 国際VHF電話  
 航海計器 レーダ 速力(試運転最大) 23.18kn (満載航海) 20.70kn 航続距離 12,010 浬  
 船級・区域資格 NK, NS (Vehicles Carrier) MNS\* 船型 多層甲板船 乗組員 25名  
 °Stern Ramp °Liftable Deck

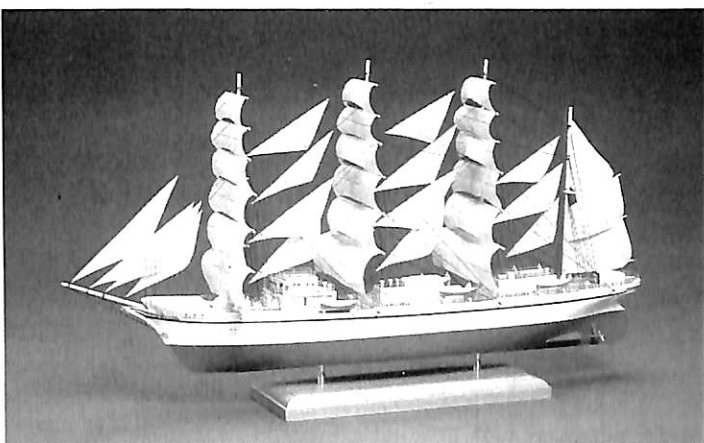
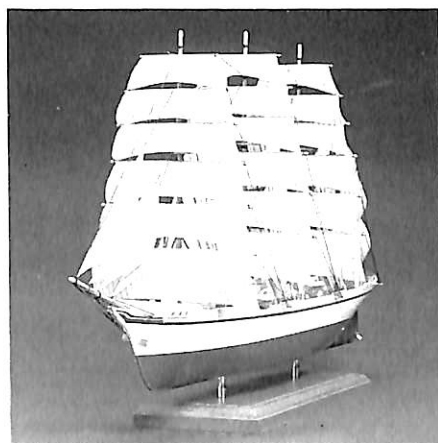




# 進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



今治造船株式会社建造 カーフェリー“おれんじ 7” 縮尺：1/150



“新日本丸” 金属精密美術模型完成品 豪華ガラスケース(タモ材)

模型寸法／長さ450mm／幅110mm／高さ250mm

ガラスケース寸法／長さ565mm／幅250mm／高さ380mm

ケース入完成品¥150,000

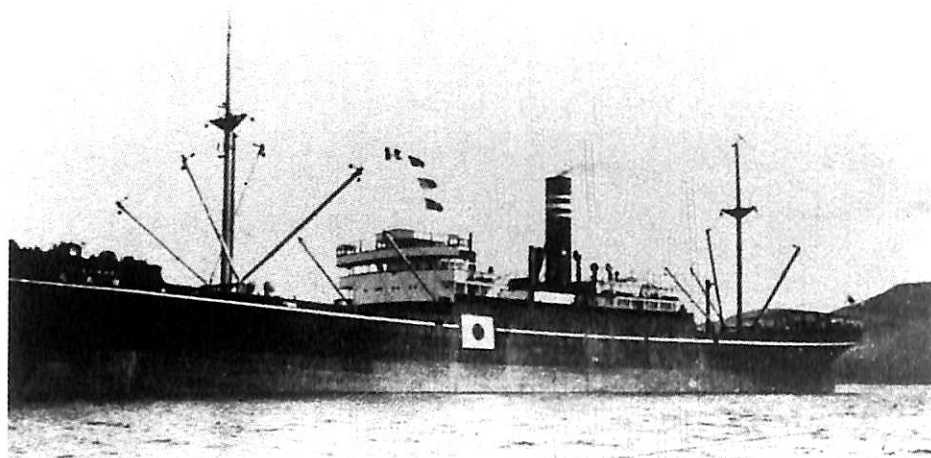
## 株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭 武二

東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 03(3998)1586

FAX. 03(3926)7202

貨物船 但馬丸 日本郵船  
TAJIMA MARU



川崎造船所建造(第380番船)	船舶番号 18483	信号符字 M TVR → J P J D
起工 大4-8-6	進水 5-2-7	竣工 5-4-11
全長 140.72m	垂線間長 135.64m	型幅 17.76m
満載排水量 15,173トン	総トン数 7,295.71トン	純トン数 4,478.29トン
貨物艙容積(ベ) 13,513㎡ (グ) 15,023㎡	主機関 三連成レシプロ機関×1	出力(連続最大) 6,100 PS
速力(試運転最大) 14.87kn (満載航海) 12.0kn	船級・区域資格 通信省第1級船遠洋区域	ロイド 100 A1 LMC
旅客 1等9名 乗組員 48名	船籍港 東京	姉妹船 豊岡丸, 富山丸, 常盤丸, 敦賀丸, 津山丸, 高田丸(NYK), 興彌丸(南満汽船), 第2興彌丸(帝国汽船), 鞍馬山丸(橋本商会)

大正の初期、日本と欧州間の貨物量が增大したので、日本郵船では最新型遠洋航路用貨物船12隻を内外の造船所に発注した。いずれも船名の頭文字がTであったのでT型船と呼ばれていた。

本船は、その第9番船として川崎造船所にて竣工、第1次世界大戦の船腹不足時代には大活躍した。本船の建造には造船奨励法が適用された。

竣工後、主として日本と欧州の間に配船。

昭和7年12月12日、ルアーブル港に入港、途中火災が発生したが間もなく鎮火。

昭和16年9月23日、陸軍に徴用され軍用船となり、東京発、9月30日海口、10月18日黄埔、10月24日高雄着、11月14日高雄発、11月17日上海を経て、11月26日宇品に帰る。11月27日宇品発、12月5日高雄に集結、12月17日夜高雄を出撃、本間中将のひきいる第14軍の大兵力を乗せ翌朝、南支那海にて他の船団と合流、84隻の大船団の第1輸送船隊第3分隊に属し、12月22日フィリッピンのリングエン湾に進入、部隊を揚陸、12月29日高雄、昭和17年1月20日香港着、カムラン湾に向かう。2月9日カムラン湾発、南スマトラ、バンカ島攻略に向かう第38師団229連隊を乗せた8隻の船団の第1分隊に属し、南支那海を南下、本船には岩淵工兵第38連隊長が乗船していた。2月14日ムントク泊地に進入、揚陸作業中、2月15

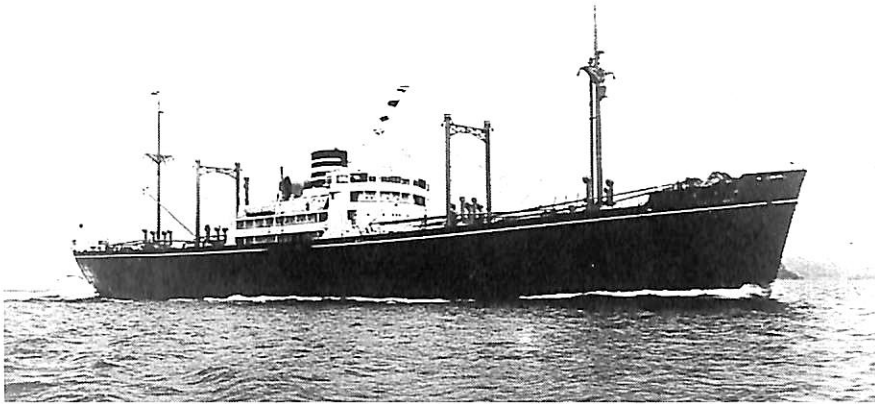
日14:00空爆により被弾、航行不能となり、2月16日にも再び船尾に被弾、3月2日シンガポールに回航され修理を受ける。3月7日シンゴラ、3月10日サンジャク、3月19日リングエン、3月23日高雄を経て、3月27日東京に帰る。

昭和17年5月より、門司、釜山間を11往復。9月10日宇品発、香港、ラバウル、パラオ、マニラ、セブ、サンジャク、サイゴン、バリックパバン、スラバヤ、シンガポール、ジャカルタ、アンボン、デリー、ラウテン、クーバン、マルメラ、昭和18年6月1日シンガポールを経て7月17日門司に帰る。

昭和18年8月門司発、シンガポール、ジャカルタを経てラバウルに進出、12月5日横浜に帰る。

昭和19年3月2日釜山発、大陸の部隊を乗せた6隻の船団で、東松2号船団として3月21日サイパンに部隊を揚陸。4月16日釜山発、大陸の第35師団を南方に急送する「竹輪送作戦」に加わり、第35師団司令部、歩兵220連隊、独立山砲兵第4連隊など2,714名、火砲12門、自動車35台を積み、ハルマヘラに向かう途中、5月6日14:03セレベス島の北端、メナドの北北西、2°42'N、124°7'Eにて米潜 Gurnard (SS-254) の雷撃を受け沈没した。

貨物船 崎 戸 丸 日本郵船  
SAKIDO MARU



三菱重工業長崎造船所建造(第723番船)	船舶番号 45508	信号符号 JQFM
起工 昭13-4-16	進水 13-10-27	竣工 14-1-20
垂線間長 147.19m	型幅 19.00m	型深 12.50m
満載排水量 1,627.8トン	総トン数 7,126トン(9,245トン)	純トン数 3,900トン
貨物艙容積(ベ) 16,263㎡(グ) 17,693㎡	主機関 三菱M S単衝形7MSD72/125型ディーゼル機関×2	満載喫水 8.75m
出力(連続最大) 10,989 PS (計画) 9,600 PS	速力(試運転最大) 19.728kn (満載航海) 17.0kn	載貨重量 10,042トン
船級・区域資格 通信省第1級	乗組員 71名	旅客 1等4名
船籍港 東京	姉妹船 讃岐丸, 佐倉丸, 佐渡丸(以上三菱長崎), 相模丸, 相良丸, 笹子丸(以上横浜船渠)	

日本郵船では、東航世界一周航路の充実を期して7,000トンクラスの新鋭船7隻の建造を計画、本船はその第1船として長崎にて完工したもので、S型船と呼ばれていた。

姉妹船6隻は、すでに本誌で紹介したので、その共通点については省略する。

昭和14年1月27日長崎を出港、2月15日神戸を経て、2月20日横浜発、11日7時間でロスアンゼルスへ、さらにパナマ運河経由、32日間23時間でロンドンに到着した。

昭和16年7月、南米ペルーにて座礁中の有馬丸を救援するため、日本サルベージの技師30名を乗せ、ペルーのモエンド沖に8月15日到着、浮揚に成功したのちカイヤオ港に曳航して準備をととのえ、10月9日同港を出港、10,000マイルの大曳航にとりかかり、41日後の10月20日無事、有馬丸を横浜に帰着させた。

昭和16年12月3日、陸軍に徴用され軍用船となり、マレー半島に集結していた鬼怒丸が速力の関係で主力船団と同行できないことが判明、海口にいた本船と乗船変更して、ようやくマレー半島の上陸作戦が達成された。

その後、昭和17年前半は、サイゴン、ラングーン、ダバオ、シンガポール方面を行動。

昭和17年8月23日門司発、シンガポール経由スラバヤへ。9月19日スラバヤ発、ガダルカナル島への緊急輸送のため第2師団の主力である歩兵第29連隊を乗せ、高射

砲4門、機関砲8門、阻塞弾4コで武装し、九州丸外1隻、計3隻で9月29日ラバウル着、10月2日ショートランド発、他の高速船団とともに14ノットでガダルカナル島に向かう。10月15日22:00ガ島タサファロンガ錨地に入泊、部隊を揚陸、10月16日ショートランドに帰る。

11月12日には再びガ島に進出、12月3日ラバウルを経て12月11日宇品に帰る。

昭和18年1月17日室蘭発、幌筈より2隻の船団で1月31日アッツ島着、独立歩兵第303大隊278名、その他290名、水上戦闘機7、水偵1、特発2、大発4を揚陸2月3日幌筈に帰る。

3月7日幌筈発、3隻の船団で3月10日アッツ島北海湾に入り、人員157、飛行隊資材、食糧などを揚陸のち3月13日幌筈に帰る。3月23日の輸送作戦はアッツ島沖会戦が起こったため中止となる。7月から8月にかけて主として小笠原と小樽の間を往復。

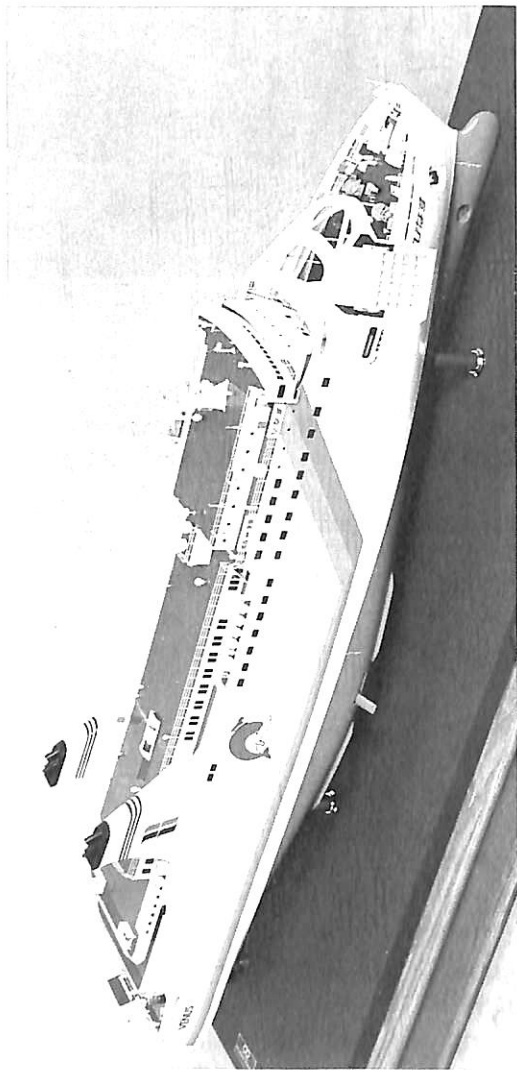
10月23日宇品発、11月10日シンガポール経由、12月11日大阪に帰る。

昭和19年2月24日釜山発、大陸の部隊を南方に輸送する松輸送に加わり歩兵第18連隊基幹・師団司令部、通信隊、帰団戦車隊などを乗せマリアナに向かう途中、2月29日17:50、大東島南方200km、22°40'N、131°50'Eにて米潜Trout(SS-202)の雷撃により沈没、2,200名が戦死した。

# 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)

金属材料質仕様による微妙かつ綺麗な表現をお楽しみ下さい。



旅客船兼自動車渡船“びなす” S=1/100  
(三菱重工株式会社下関造船所 第1000番船)

船主東日本フェリー株式会社  
ご用命建造所 三菱重工株式会社下関造船所

横浜精密



ISAO-JAPAN

**Yokohama Seimitsu Co., Ltd.**

835 SHINYOSHIDA-MACHI, KOHOKU-KU, YOKOHAMA  
JAPAN 223-0056 (日本産業模型協会広報員)

TELEPHONE 045-592-0007(代) FAX:045-592-6212  
〒223-0056 横浜市港北区新吉田町687-2

## オランダ アメリカ ラインの旗船“ROTTERDAM 6”デビュー

— 62,000 GT, 船客 1,316 名 —

Yoshitatsu Fukawa  
府 川 義 辰



▲ オランダ アメリカ ラインの新鋭旗船“ROTTERDAM 6”容積比は47, 船客・乗員比は2:1, 客室外側率は80%である。

カーニバルグループ(Carnival Corporation)配下のオランダ アメリカ ライン(Holland America Line)が運航していた旗船(Flag-ship)“ロッテルダム”5世=(ROTTERDAM V: 38,644 GT: 1,114 pax: 1959 = Rotterdam Drydock)は, 同社の同名世襲客船の第5世として, その船齢が37年に達し, 世界の現役客船の中でも終始トップクラスを維持, 世界の名船に恥じない活躍を続けていた。その本船も寄る年波には抗しきれず, 1997年9月の「グランド ファイナル ボヤジ」(Grand Final Voyage)を最後に引退した。最近の情報によると, 本船は, 1997年9月にPremier社に売却され, その船名を“レンブラント”(REMBRANDT)と改名されている。

H. A. L. は, イタリアのフィンカンティエリ (Fincantieri)社に発注していたスタテンダム クラス(State-dam Class=project Tiffany=)の4隻シリーズの4番船“ビーンダム”(Veendam: 40,000 GT: 1,266 pax)を1996年5月に就航させ, このシリーズを終了した。さらに同社は, 現役“ロッテルダム5”の引退を見越し, 62,000トン型の高級指向客船をスタテンダムクラス同様フィンカンティエリ社に発注していた。

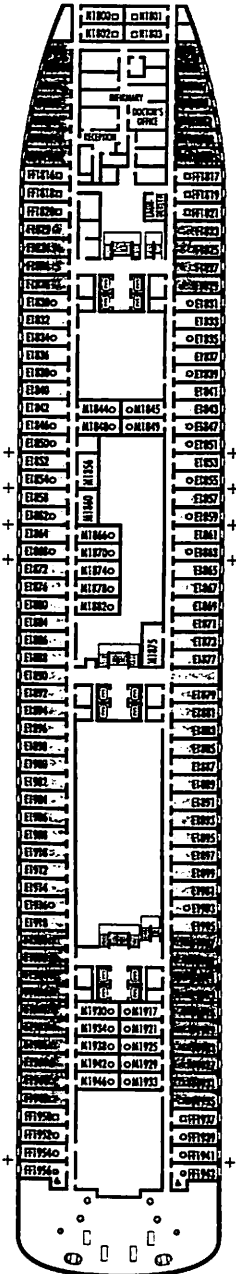
1996年3月13日, H. A. L. は, 噂どおり正式に本船を“ロッテルダム6”(ROTTERDAM 6: 62,000 GT: 1,320 pax: 25kn)と命名すると発表した。“ロッテルダム6”はH. A. L. 社が1873年にロッテルダムに創立された当時に保有されていた第1世から継承されてきた由緒ある船名で, 本船は6世となる。6世は, 5世が最後の航海「グランド ファイナル ボヤジ」に出る1997年11月11日に就航した。6世は, 5世にも優る快適な空間の提供と歴代ロッテルダムの名に恥じない優雅さを, と強調している。5世との船体規模がほぼ倍となりながら, 船客収容数は僅かに200名しか増加していない。

船体/船客比は34.7対47.0と5世を12.3も上回る快適空間を提供することからも, 現役客船の中でも名実共に世界最高位高級指向客船と言っても先ず間違いない。

当初1997年10月30日に就航を予定していた本船は, 造船所の引渡遅延により同年11月11日にバルセロナ起きの処女航海の途についた。建造に当たったのは, フィンカンティエリ社のマルゲーラMarghera造船所で, 引渡は1997年11月7日であった。

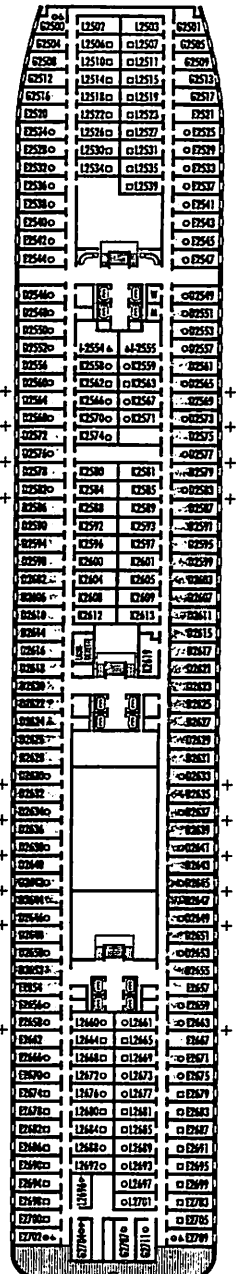
本船, 初の世界一周クルーズは, 1998年1月19日, ロスアンジェルス起点の97日間クルーズであった。

**Dolphin Deck**  
Rooms 1800-1956  
90 ft from bow  
to Rooms 1800 & 1801.



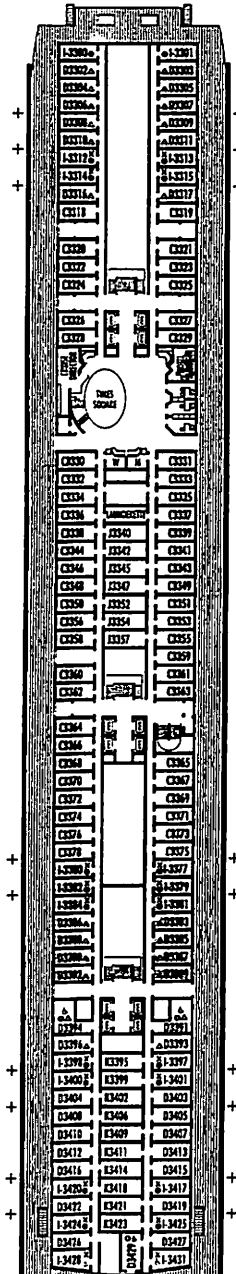
52 ft to stern  
from Rooms 1943 & 1956

**Main Deck**  
Rooms 2500-2709  
103 ft from bow  
to Rooms 2500-2503



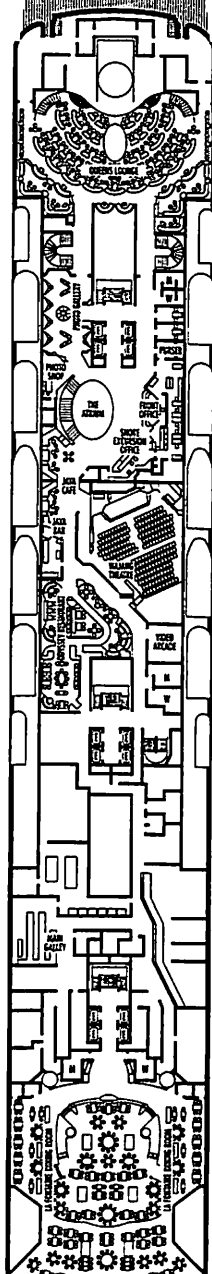
16 ft to stern  
from Rooms 2707 & 2711

**Lower Promenade Deck**  
Rooms 3300-3431  
118 ft from bow  
to Rooms 3300 & 3301.

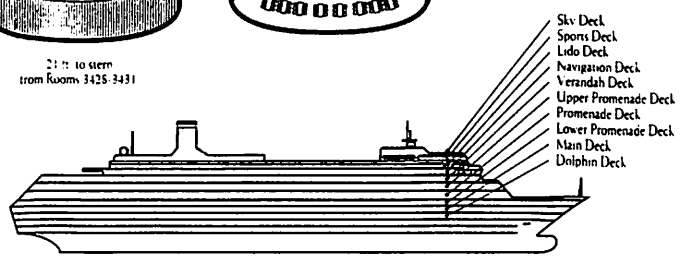
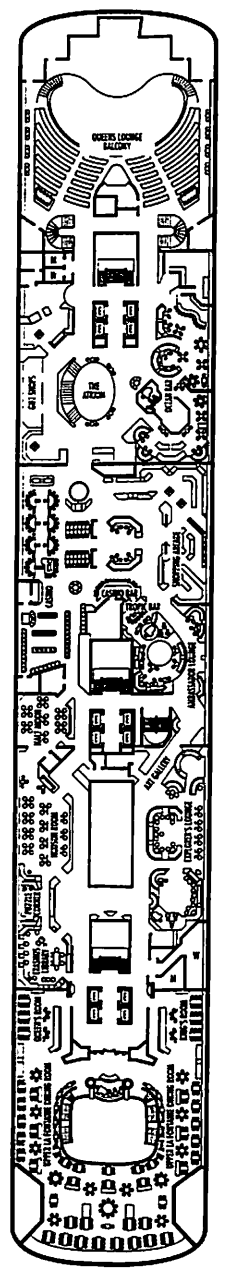


21 ft to stern  
from Rooms 3428-3431

**Promenade Deck**

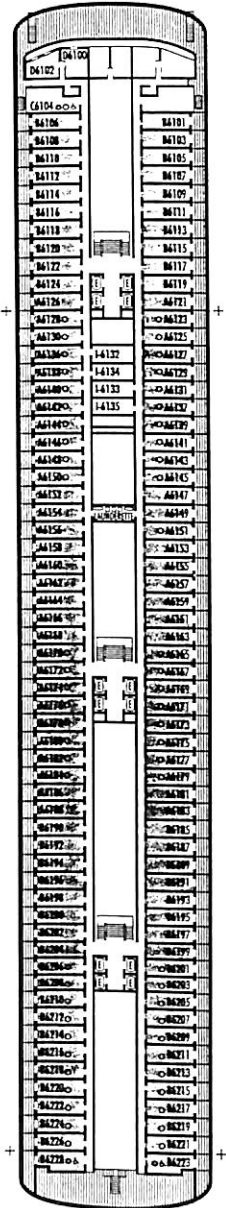


**Upper Promenade Deck**



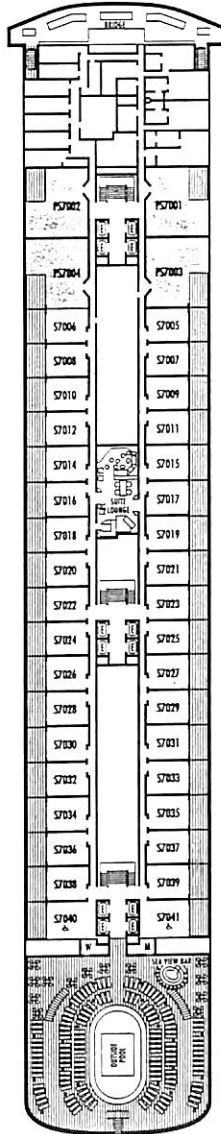
- Skv Deck
- Spots Deck
- Lido Deck
- Navigation Deck
- Verandah Deck
- Upper Promenade Deck
- Promenade Deck
- Lower Promenade Deck
- Main Deck
- Dolphin Deck

Verandah Deck  
Rooms 6100-6226  
138 ft from bow  
to Room 6109 & 6102



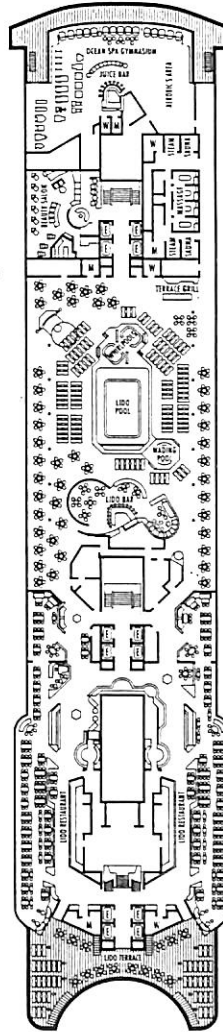
52 ft to stern  
from Rooms 6223 & 6228

Navigation Deck  
Rooms 7001-7041  
226 ft from bow  
to Rooms 7001 & 7002

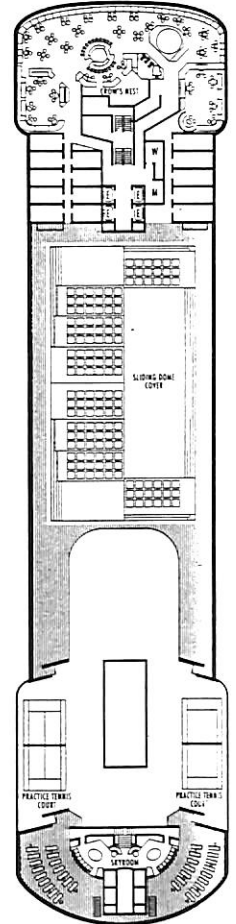


144 ft to stern  
from Rooms 7040 & 7041

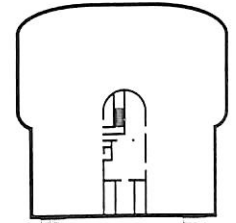
Lido Deck



Sports Deck



Sky Deck



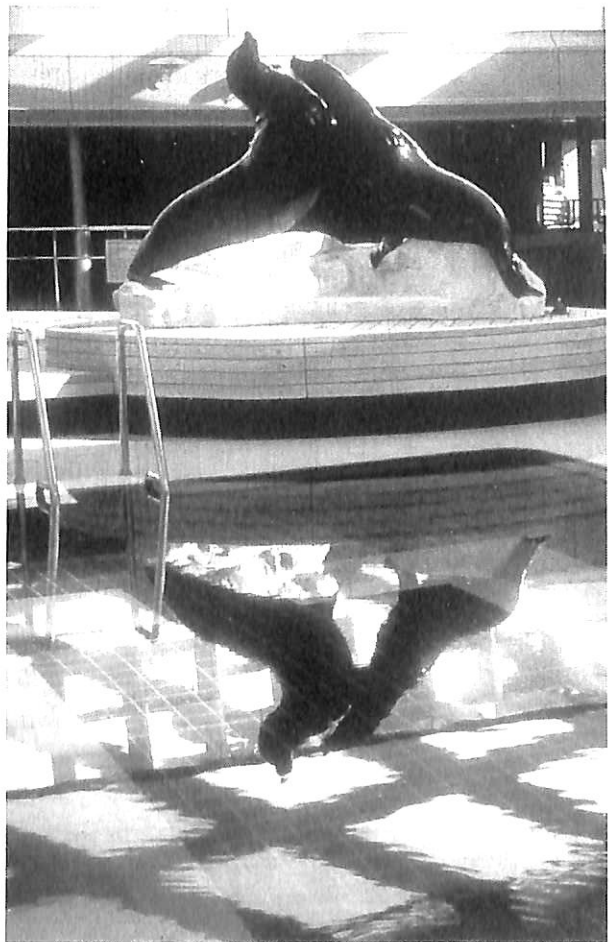
MS"ROTTERDAM 6" DECK PLANS

(主 要 目)

船 主	Carnival Corporation	全 長	218.10 m
運 航 社	Holland America Line	船 幅	30.80 m
建 造 所	Fincantieri Cantieri Navali Italiani.	喫 水	7.50 m
建造番号	6035	総 ト ン	62,000
建造価格	US\$ 300 million	船 速	25.00 kn
竣 工	1997-11-7	旗 籍	Holland
命 名 式	1997-12-9	船客収容力	1,316 名
	(Fort Lauderdale)	船客用客室数	658
命 名 者	Her Royal Highness Princess Margriet	海側客室比	80 %
処女航海	1997-11-11	乗組員数	644 名
		主 機	Sulzer ZA 40 S V 16 × 5



▲ "Atrium Clock Tower"



▲ "Lido Pool / Sea Lions"





▲ "La Fontain  
Dining Room"



"Odyssey Restaurant" ▶

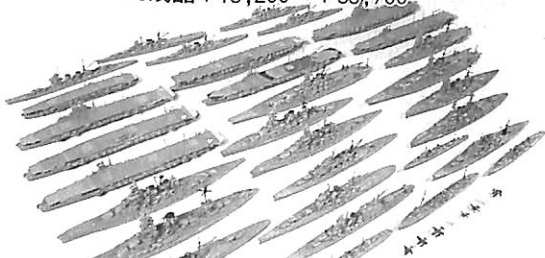


◀ "Queen's Lounge"

Photo :  
Holland America Line

# 真鍮ロストワックス精密鑄造 コニシ金属模型コレクション

■マイクロシップ1/1250 55種  
完成品¥13,200~¥38,700



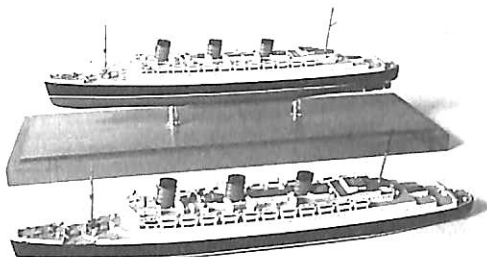
ケース入クイジメリー¥26,000 洋上¥20,500

■客船 飛鳥1/500 全長385mm



ケース入完成品¥81,000 キット¥39,000

■金属製 洋上模型 1/1250 85種



完成品¥1,100~¥28,500

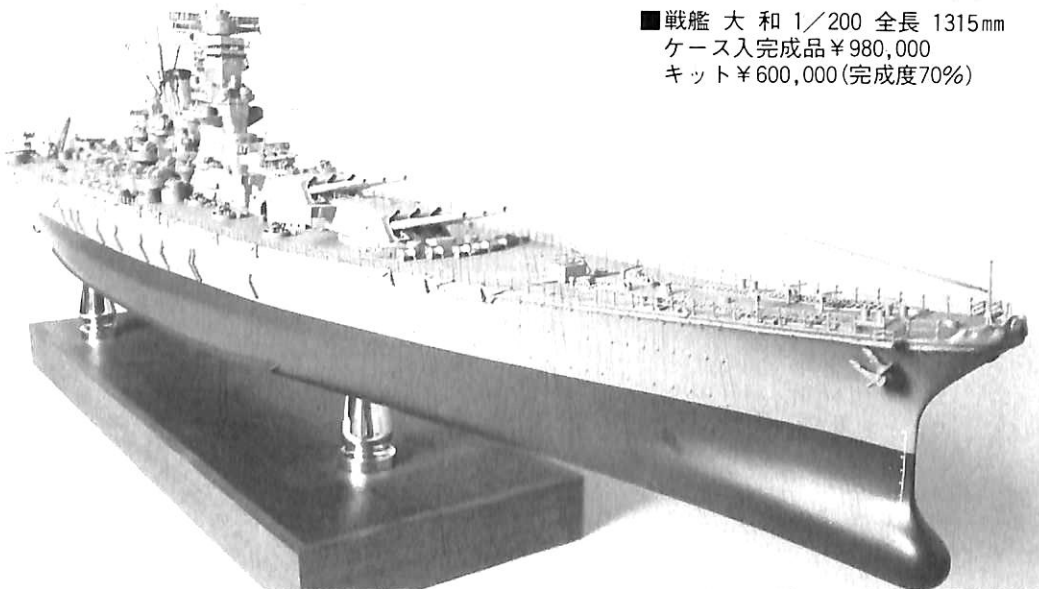
製品案内 (完成品とキット)

- 大型艦船シリーズ 30点 (金属・レジン製)  
1/50, 1/100, 1/200, 1/300 などがあります
- 1/500艦船シリーズ 61点 (金属・レジン製)  
海軍艦艇22, 商船24, 護衛艦15  
帆船1, 保安庁船3, 外国艦1
- 1/1250マイクロシップ 54点 (金属・レジン製)  
艦艇25, 商船24, 護衛艦5
- 1/1250洋上模型 85点 (金属製)  
戦艦12, 空母9, 巡洋艦18, 駆逐艦4  
潜水艦2, 飛行機10, 商船25, 護衛艦5
- 1/200マイクロプレーン 64点 (金属製)  
海軍機28, 陸軍機12, 自衛隊機14  
外国機9, 民間機3
- 1/72飛行機シリーズ 44点 (金属・レジン製)  
海軍機28, 陸軍機7, 自衛隊機4  
外国機6, 民間機3
- 1/20飛行機シリーズ 3点 (金属・レジン製)
- 世界の火砲シリーズ 15点 (金属製)

■戦艦 大和 1/200 全長 1315mm

ケース入完成品¥980,000

キット¥600,000 (完成度70%)



360点の完成品およびキットのほか、多数の部分品があります。「艦船」「飛行機」カタログ(写真集)各¥1,000(切手可) 艦船部品カタログ¥500(切手可)

☆割賦販売も致します

展示場

- 記念艦「三笠」艦内展示ケース
- 神戸海洋博物館2Fケース
- 三菱みなとみらい技術館ショップ 横浜桜木町
- 広島市交通科学館ショップ 長泉寺
- 東京都千代田区内幸町筋野ビルB1 ツキチ書店
- 日本郵船歴史資料館 横浜桜木町
- かかみかはら航空宇宙博物館

展示と販売  
展示のみ  
展示と販売  
展示と販売  
展示のみ  
展示と販売

製造  
・  
直販

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

## 5月のニュース解説

米田 博

## 海運・造船日誌

4月17日～5月20日

## ○海運・造船問題

## ●一般政治経済問題

## 4月

24日●政府は追加の景気対策として16兆6千億円(金)の総合経済対策を決定した。国、地方合わせた財政支出は約12兆3千億円で過去最大。

27日●13日に事実上スタートしていた新しい民主(月)党が統一大会を開いて正式に旗揚げした。民主、民政、新党友愛、民主改革連合の旧4党が合流し、衆院93人、参院38人の計131人で自民党に次ぐ勢力となった。

29日○春の叙勲。運輸省関係は286氏。海事関係(水)では勲二等旭日重光章に石月昭二元海上保安庁長官、勲二等瑞宝章に山岡淳男ヤマディーゼル社長など。なお勲二等瑞宝章に元良誠三東大名誉教授、吉村真事元参議院議員。

○春の褒賞。運輸省関係は藍綬9氏、黄綬40氏の計49氏。

## 5月

2日●ブリュッセルのEU首脳会議で99年1月か(土)ら始まるユーロによる欧州通貨統合に参加する11カ国が決まった。

4日●インドネシア政府はIMFとの合意による(月)政府補助金の削減政策の一環としてガソリンや電気などの大幅値上げを発表した。5、6日各地でスハルト政権に抗議する学生や市民による暴動が起き、治安部隊との衝突が相次ぎ、通貨ルピアも急落した。その後12日ジャカルタで大衝突があるなどで15日

までに死者約500人。

7日●ドイツのダイムラー・ベンツと米3位のク(木)ライスラーが来年初頭合併を発表した。

●英国ビッカースは傘下のロールスロイス・モーターカーズをドイツのフォルクスワーゲンに4億3,000万ポンド(約950億円)で売却する方針を発表した。

11日●インド政府はポカランで24年ぶり2度目の(月)地下核実験3発を実施した。国際社会が非難するうち13日に再度2発実施した。

12日○「造船ウェブ」(船用機器の設計・技術情報(火)の高度化に関する開発研究)の運営委員会発足(神津信男委員長)。プロジェクト参加者は21造船所と57船用機器メーカー。

14日○日本造船学会総会でシップ・オブ・ザ・イ(木)ヤー97に東日本フェリー所有の単胴型超高速フェリー「ゆにこん」(三菱下関建造、最大速力42.2ノット)を表彰した。また運輸省に設置された「ナホトカ号事故原因調査委員会」が日本造船学会賞を受賞した。

16日●第24回主要国首脳会議(パーミンガム・サ(土)ミット)が英国で開幕。

19日○日本人船員2人配乗実現のための船舶職員(火)法改正法案が衆院本会議で可決・成立した。

●インドネシアのスハルト大統領は辞任要求に対し、即時退陣は拒否し、早急に議会を解散して総選挙をし、その後の大統領選挙には立候補しない、とテレビで演説した。在インドネシアの邦人は臨時便の航空機で順次帰国しているが、政府は緊急出国に備えてシンガポールに航空自衛隊の輸送機6機を待機させ、海上保安庁の巡視船「みずほ」を那覇からジャカルタ近海へ向かわせた。日本船主協会もシンガポール近海の商船を邦人の緊急帰国に備える構えでいる。

## 船舶海洋工学と環境

### 大学の船舶工学科

たまたま手元にある平成2年度の日本造船学会名簿によれば、現在日本の大学で「船舶工学科」を持っている大学は名簿の記載順に、東京大学工学部船舶海洋工学科、横浜国立大学工学部船舶海洋工学教室、大阪大学工学部船舶海洋工学科、大阪府立大学工学部船舶工学科、広島大学工学部第4類船舶・海洋工学教室、九州大学工学部造船学科、長崎総合科学大学船舶工学科、東海大学海洋学部船舶工学科、日本文理大学工学部船舶工学科の9校です。このうち純粋に船舶工学または造船工学を名乗っているのは、戦前からの九州大学と戦後にできた大阪府立、長崎総合科学、東海、日本文理の5校で戦前は船舶工学科または造船工学科と称していた東京、横浜、大阪と戦後の広島の4校は「船舶海洋」と称し「海洋」の分野を取り込んでいます。その後平成10年現在までの間には更に変化があったようです。

古い学科名の船舶・造船に海洋がくっついたのは、造船学会の研究発表内容でもみられるように、造船学は既にならかなり成熟した研究分野であって、現実には船そのものの工学ばかりではなく、海洋・環境・安全・電子技術など関係周辺との取り合わせがかなり重要な研究分野となっている、ということのようです。

卒業生の進出分野をみてもこれは明確で、例えば平成9年東京大学船舶海洋工学科卒業生名簿によれば、平成元年～6年の学部卒業生は卒業後かなりの人が大学院修士課程2年を終了してさらに少なくとも1年たっていますが、卒業生年平均約40人のうち、従来の船舶工学科の卒業生がたどっていた道（造船所、海運会社、造船関連工業、海上火災保険、船舶関係官庁、船級協会、商社船舶部、鉄鋼会社、船舶関係大学・大学院など）に進

んでいる人は約3分の1に過ぎません。そのほかの卒業生は自動車、鉄道、金融、電機、生命保険、など実に多彩な分野に職を得ています。

### 東大工学部環境海洋工学科発足

私は東京大学が長い間の「船舶工学科」を改称して「船舶海洋工学科」としたときの関係者のご苦心をよく記憶していますが、この東京大学では平成10年4月から「環境海洋工学科」と改称し、ついに船舶・造船の名前が消えてしまいました。

ここに至る経緯は単純なものではないと思われませんが、東京大学によればその意図するところは概ね次のとおりようです。

従来、工学の対象の多くは製造業の製品であり、その製品に関する解析を行い技術を集積し、さらに進歩した製品を作り出すという製品ローカルな解析・改良サイクルを実施することに主眼を置いてきました。しかし、21世紀を目前にした現在の社会は新しい局面を迎えており、環境、エネルギーのような技術、社会、人間が複合した問題を中心に、多くの問題が発生し一日も早い解決を迫られています。例えば、経済活動だけでなく、その基盤となる人類の生存環境を作ることも工学の重要な目的となっています。これらは従来の工学では対応することはできず、工学研究と教育に対する変革の重要性が強調されています。このためには、従来の個別分野的製品概念とそれを支える工学分野を超え、工学を総合的に展開し問題を解決しようとする新たな工学が必要です。

従来東大の船舶海洋工学科は船舶工学だけではなく海洋の空間、資源、エネルギーの利用に関する工学の教育・研究を進めてきました。これらはそれ自身複雑かつ大規模で総合工学的な取り組みが必要な分野でしたが、対象は人工物たる製品が中心でした。当初東京大学は「マクロシステム工学」という概念を狙っていましたが、これは人工物そのものだけでなく、人工物と自然と社会を総合したシステムを主要な対象とし、自然現象に対

する工学的理解を基に、グローバルな視点と解析方法を持ち、人類にとって重要なシステムを創出する工学の研究と教育を実施しようとするものでした。結果的には「環境海洋工学」と名付けられましたが、その狙っているところは以上のとおりです。

東京大学によれば、講座内容は「海洋・輸送システム」と「調和システム」と「実現化学工」に大別され、次のとおりです。

#### A. 海洋・輸送システム講座

海洋空間の利用や保全、および地球規模のグローバルな社会活動を支える海上輸送などをシステム工学的に捉え、人類として構築すべき海洋・輸送システムを総合的に計画・設計するための教育と研究を目的とする。

海洋・輸送システムの構成要素となる海洋構造物や船舶に代表される大型海上輸送機器などの計画、設計、開発、建造に関する技術、それらの基盤工学と基盤技術を総合的にとりまとめるためのシステム工学、およびシミュレーション工学などの総合工学的な教育と研究をおこなう。

#### B. 調和システム講座

人類の活動領域の拡大、文化水準の向上、環境問題の解決と持続可能な社会の実現、ゆとりのある生活と社会福祉への貢献等、人間・人工物・自然の調和を実現するための教育・研究を行う。

本講座では、従来の船舶海洋工学専攻で培った実現化学工の素養を基に、調和のある人工物とそれを作り出すシステム、さらに自然システムの解明、自然と調和した応用・開発、災害の防止・対策、プロジェクトマネジメント学について教育し、研究する。

#### C. 実現化学工講座(大学院)

実現化学工講座は、船舶、海洋構造物、環境、エネルギーシステム等の供用型単品生産大規模システムを、着想、設計、製造、運用するための基礎的・一般的な知識と手法についての教育と研究にあたる。

### 船舶技術研究所での環境への取り組み

本誌でも98年1月号で「地球環境と海運造船」をテーマとしたように、船舶海洋と環境問題との絡み合いは年々注目されてきています。

4月18日に船舶技術研究所で一般公開が行われ、私も久しぶりで見学させていただきましたが、研究テーマのほとんどが地球環境保全を意識して取り上げられているのに驚きました。

例えば、船舶技術研究所の98年パンフレットをみますと、南部伸孝所長の挨拶のなかにも「安全や環境に対する社会的な要請が変化していることもあり、船舶に対する研究のニーズも高度化、多様化しています。更に、輸送のみならず海洋空間を有効利用するための研究、地球環境を保全するための研究に対するニーズも高まっています。」とあり先に述べました東大の考え方と全く一致しています。以下に主要研究項目の一部の説明を「環境」に注目しながらピックアップしてみます。

1. 船舶の操縦性能評価技術に関する研究 — 衝突や座礁等の海難を防止することを目的とする。(運動性能部)
2. 荒天下における航行不能船舶の漂流防止等に関する研究 — 船舶が荒天中に漂流して油流出等による甚大な被害を引き起こさないようにするために、その漂流防止技術および安全な曳航技術の研究を行う。(海洋開発工学部、運動性能部、推進性能部、装備部、システム技術部)
3. 次世代海洋汚染監視システムに関する研究 (平成10～11年度)
4. 寒冷地域での油流出に関する研究 (8～10)
5. 船用機関における大気汚染物質の抑制技術に関する研究 (10～12)
6. 流出油回収システムに関する研究 (10～12)
7. 二酸化炭素海洋貯留技術評価法に関する研究 (9)
8. 水海域における油流出、油汚染、水中流出油の拡散挙動に関する研究 (9)

● 新造船紹介

## カーフェリー“シルバークイーン”の概要

— 航路 八戸～苫小牧間に就航 —

三菱重工業株式会社下関造船所  
船舶・海洋部

### 1. まえがき

本船は、川崎近海汽船株式会社殿より御注文戴いた6,190総トンのカーフェリーで、平成9年9月29日开工、平成10年1月29日進水、平成10年3月24日竣工後、八戸～苫小牧航路に就航している。以下、その概要を紹介する。

### 2. 船体部

#### (1) 基本計画概要・特徴

本船は、旅客サービスの集約化、モダリティシフトに対応したドライバ設備のグレードアップ、荷役効率向上等に配慮して計画されており、主な特徴は以下の通りである。

- 幅広い層の利用客の要望に応えるため多種多様な客室を備えており、振動・騒音対策についても細心の注意が払われている。
- エントランスをベースにしてその直上の公室スペースを展開することで、旅客サービスに対して機能的な幅を持たせている。
- 最上層に展望浴室を備えており、雄大な海原を眺めながらゆっくりと旅の疲れを癒すことができる。
- レストランはオートレストラン方式を採用しており、気軽にかつ手軽に食事を楽しむことができるように配慮されている。
- エレベータを装備し各甲板への迅速な移動が可能である。
- 船内ランプ配置にあたっては、車両搭載スペースの有効利用、荷役の効率化および船体強度を十分検討の上計画している。
- 合計24,000馬力の主機により、航海速力20.75ノットの推進性能を確保している。
- 2機2軸可変ピッチプロペラの推進機構に加え、バウスラスト、マリナー舵2枚を備えており、良好な操船性能を有している。
- 快適な乗心地を確保するため、横揺れ防止装置としてフィンスタビライザを装備している。



▲ 試運転中のシルバークイーン



▲ 操 舵 室

- 主機関は信頼性の高いV型中速ディーゼル機関を採用すると共にハイスキュードプロペラを装備し、高出力に伴う振動騒音対策に、細心の配慮をしている。

#### (2) 船体部主要目

資 格	JG第二種船, 沿海
全 長	134.00 m
垂線間長	125.00 m

幅 (型)	21.00 m
深さ(型) (3 甲板)	7.00 m
(4 甲板)	12.03 m
満載喫水(型)	5.70 m
総トン数	6,190 トン
載貨重量	3,455 t
試運転最大速力	23.25 ノット
航海速力	20.75 ノット
航続距離	約 2,600 浬
車両搭載台数	
9.0 mトラック	92 台
旅客定員	
特等室(洋室)	10 名
一等室(洋室)	8 名
一等室(和洋室)	60 名
一等室(和室)	20 名
二等寝台室(ベッド室)	60 名
二等和室(和室)	362 名
ドライバ室(ベッド室, 和洋室)	80 名
旅客合計	600 名
乗組員定員	30 名
タンク容量	
燃料タンク (C-Oil)	444 m <sup>3</sup>
(A-Oil)	66 m <sup>3</sup>
清水タンク	241 m <sup>3</sup>
バラスタタンク	2,629 m <sup>3</sup>
荷役設備	
船首舷側ランプ	1 基
船尾中央ランプ	1 基
船内はね上げ式ランプ	2 基
フィンスタビライザ (引き込み式)	1 組
パウ斯拉スタ	1 基
エレベータ	1 基

### (3) 一般配置

本船は、一般配置図に示すように突出バルブ付傾斜型船首、トランサム型船尾、2機2軸2舵を備えた全通二層甲板船である。

強度甲板は4甲板、乾舷甲板は3甲板とし、乾舷甲板下は15枚の水密横置隔壁により仕切られている。

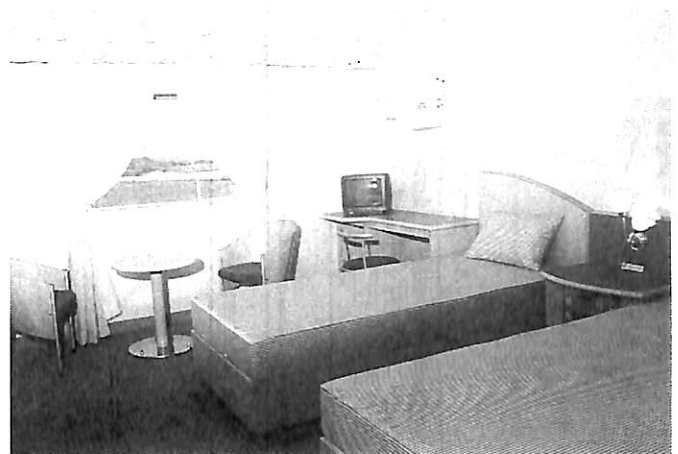
甲板は下方より1～7甲板の各甲板を配し、最上部2層には操船区画・乗組員居住区画・旅客区画を、さらにその下部に2層のトラック搭載区画を設けている。

車両乗降甲板となる3甲板には舷外ランプ2

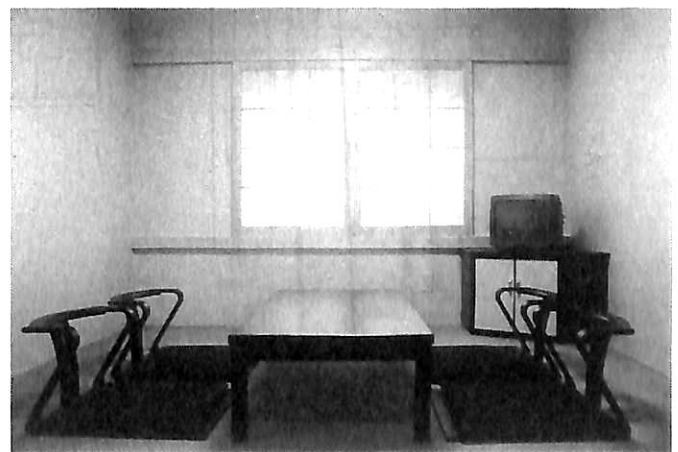
### ● シルバーQueen ●



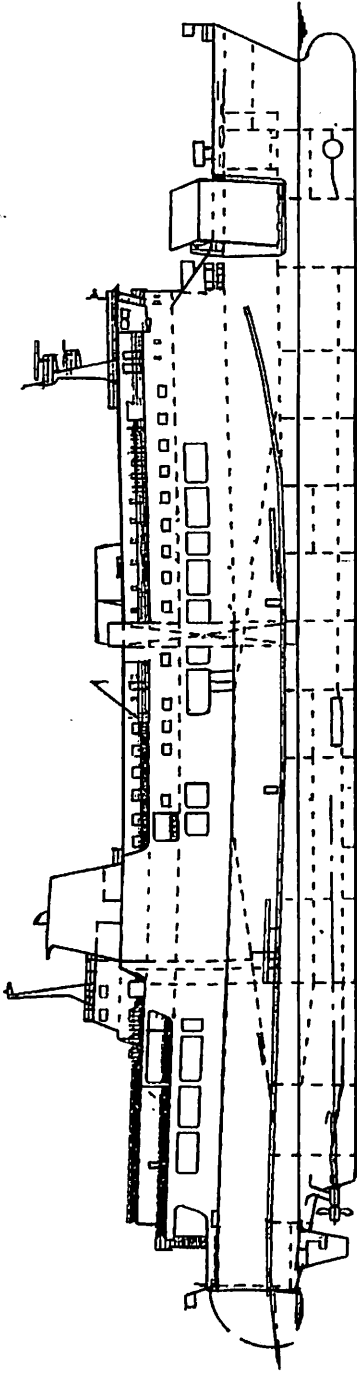
▲ エントランス



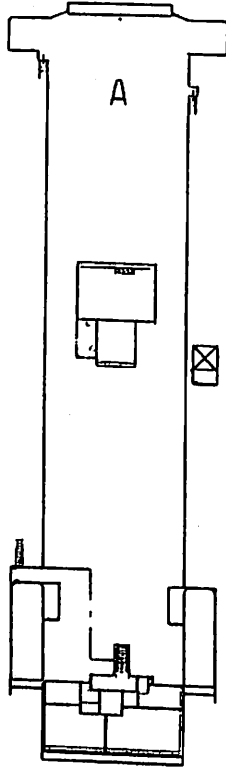
▲ 特等室



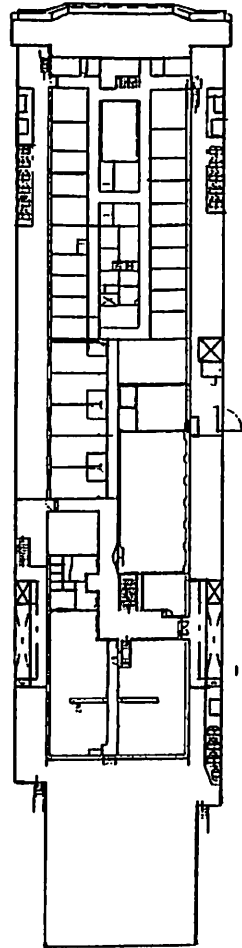
▲ 一等室(和室)



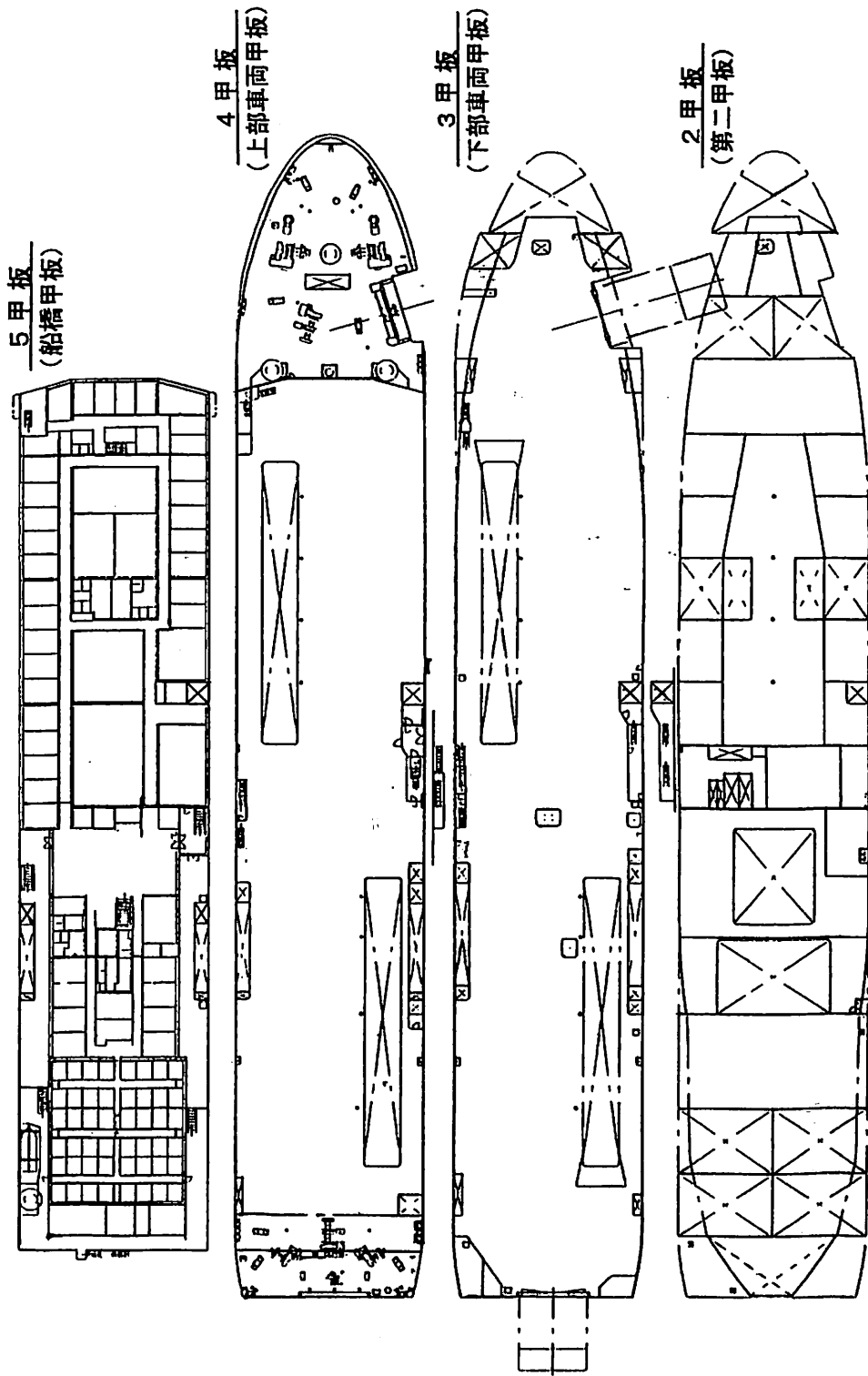
7 甲板  
(羅針儀甲板)



6 甲板  
(航海船橋甲板)







川崎近海汽船向けカーフェリー“シルバークイーン”一般配置図  
三菱重工業・下関造船所建造

基を備えている他、車両搭載甲板間にははね上げ式の船内ランプを2基配置している。

また、3甲板下部には主機室、補機室、汚物処理室等の機械室と各種タンクを配置している。

#### (4) 旅客設備

本船は、5甲板および6甲板に各種の公室・客室を設けており、旅客定員600名の収容能力を備えている。

公室および客室の概要は、以下の通りである。

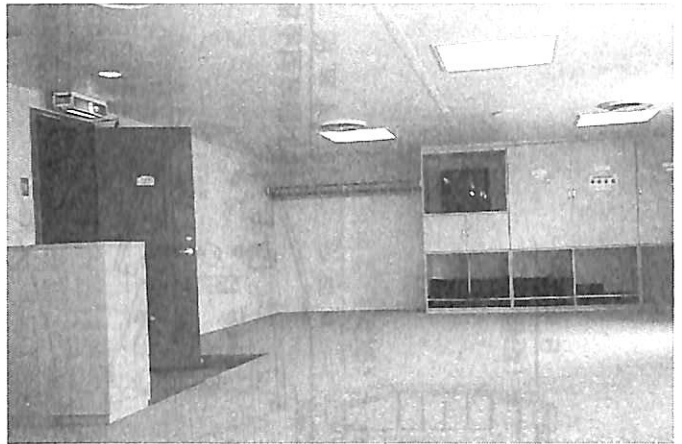
##### 4・1 公室設備

5甲板の中央に位置するエントランスホールには、案内所、売店、自動販売機コーナー、レストスペース、公衆電話を効率的に配置している。また、レストラン・ゲームルーム・展望浴室等の旅客用施設、客室区画、車両区画へのアクセスを集中させた機能的な空間でもある。インテリアは柔らかな木目を基調としており、暖かみのある雰囲気となっている。

6甲板にあるレストランは全46席で、内部に設置された自動販売機を利用したセルフサービス方式を採用しており、自由にゆっくりとくつろぎながら食事を楽しむことができる。

最上層7甲板に設けられている男女別展望浴室には大型窓を配しており、大海を見ながらまさに露天風呂に浸かっているような気分を味わうこと

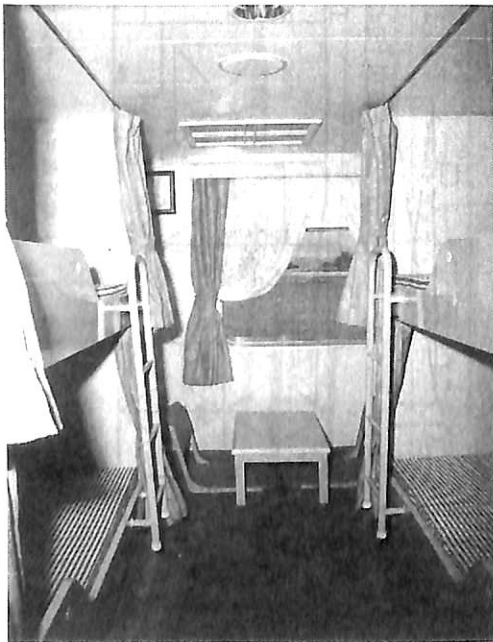
● シルバーキーン ●



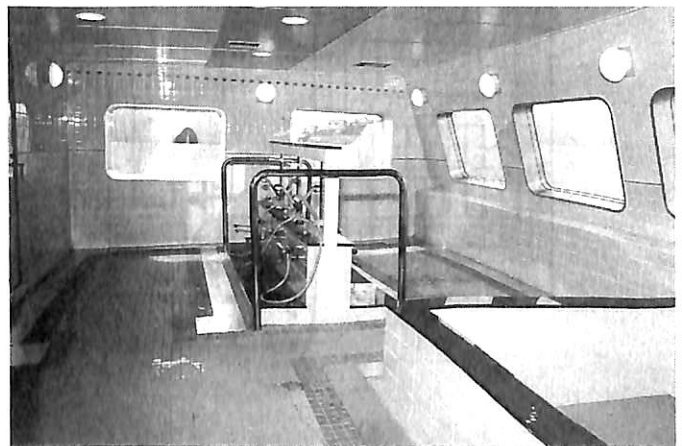
▲ 二等和室



▲ レストラン

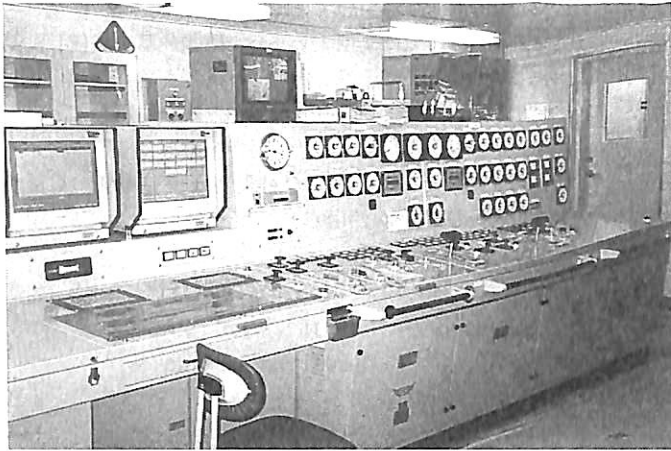


▲ 一等室 (和洋室)



▲ 展望浴室

## ● シルバーキーン ●



▲ 機関制御室



▲ トラックススペース (3甲板)

ができる。

#### 4・2 客室設備

##### 〔特等室〕

専用通路を配したツインルームで6甲板左舷に計5室ある。海側に面した明るい室内には、テレビ・バス・トイレを完備しており、シティーホテル感覚でゆっくりと船旅を楽しむことができるよう配慮されている。

##### 〔一等室 (洋室)〕

5甲板左舷側にエントランスと隣接して配置された4人部屋で計2室ある。それぞれ両サイドに2段ベッドを設けている。また、1室は明るい窓側にゆったり座れるソファを設置しカジュアルに楽しく過ごせるように、もう1室は体の不自由な方のための部屋として、入口扉幅や室内通路を広くし洗面カウンターを車椅子で利用で

きるよう配慮されている他、部屋の前には通路を挟んで専用のトイレを設け船旅を気兼ねなく楽しんで頂けるよう配慮されている。

##### 〔一等室 (和洋室)〕

5甲板両舷に配置された4人部屋で両サイドに2段ベッドを設け、明るい窓側に座席スペースを組み合わせた和洋折衷の間取りとなっている。

##### 〔一等室 (和室)〕

5甲板に5室ある4人部屋で、子供連れのご家族やお年寄りの方に落ち着いた雰囲気の中でゆっくりと船旅を楽しんでいただけるよう配慮されている。

##### 〔二等寝台室〕

5甲板の通路を挟んだ内側の部屋で、両サイドに2段ベッドを設けている。

##### 〔二等和室〕

6甲板に1室、5甲板に4室で計5室ある。6甲板後部に配置された定員162名の部屋は、3方が窓の眺めの良い明るい大部屋となっている。5甲板には通路を挟んで内側に定員77名と53名の2室を、右舷窓側に定員45名と25名の2室を配置しており、どの部屋も足を伸ばしてゆっくりと休むことができるよう配慮されている。

##### 〔ドライバ室〕

5甲板のエントランスホール後方にあるドライバのための専用区画で、客室、サロン、浴室、洗面・化粧室、給湯スペースで構成されている。客室は、シングルベッドを備えた個室と2段ベッドを備えた個室と2段ベッドを備えた4人部屋の和洋室がある。サロンではテレビを見ながら、足を伸ばしてゆっくりとくつろぐことができる。

#### (5) 乗組員設備

乗組員区画は5甲板および6甲板の船首部とし、旅客区画を経由せずに船首・船尾の係船スペース、機関制御室、車両甲板へ行けるように配慮されている。

また、乗組員の生活環境を重視して予備室以外は全て個室にすると共に男女乗組員の区画は完全に分離した配置とし、それぞれに浴室、トイレ等を設けている。

#### (6) 車両搭載設備

車両乗降甲板である3甲板の船首部右舷、船尾部中央に各1基の舷外ランプを装備している。

また、3甲板と4甲板間は船首部左舷側、船尾部右舷側に各1基配置されたはね上げ式ランプで結ばれており、各甲板へのロールオン・オフを可能にしている。

乾舷甲板上の二層のトラック搭載区画には最大92台の

トラック(9.0 m × 2.5 m)を効率良く運ぶことが可能である。

船内外のランプは油圧式ランプウインチまたは油圧シリンダにより作動し、ポンプユニットの発停を含め各操作は全て制御盤で操作可能とし、乗組員の作業軽減を図っている。

(7) 空調設備

旅客室および乗組員室に対し、自納型空気調和装置一式を装備し年間を通じて冷暖房を可能としている。

冷房は、直接膨張式冷凍機により作られた冷水と熱交換器で作られた温水に、それぞれ送風空気を通して冷却・加熱し、これらの混合比によって送風空気の温度調節を行える仕組みになっている。また、暖房は熱交換機で作った温水で送風空気を加熱すると同時に蒸気で加湿して目的温度を満足するようにしている。

特等室は冷風・温風のツインダクト方式を採用しており各室での温度調整が可能である。一等室はマルチゾーン方式を採用しており、ゾーン毎に温度調整が可能である。

その他の旅客室、乗組員区画は、独立した系統とし、シングルダクト方式を採用している。

(8) トリム・ヒール調整装置

車両乗降時の岸壁と舷外ランプの高さを適正に保つため、船首部バラストタンクと船尾部バラストタンクを利用して船体のトリムを調整しやすいように配管されており、操舵室、3甲板の船首部および船尾部の計3箇所にした遠隔制御盤よりポンプ、弁の遠隔操作が可能となっている。また、制御盤には喫水計、タンクレベル計等も組み込んでいる。

ヒール調整についても、ヒーリングタンク(P & S)を利用してトリム調整と同様に遠隔制御を行うことができる。

(9) 消火設備

車両区画固定式消火装置は手動スプリンクラ方式とし、ポンプは補機室に、操作バルブは5甲板のスプリンクラバルブ室に配置している。

主機室および補機室の固定式消火装置はCO<sub>2</sub>を採用している他、消火設備として海水消火管、持ち運び式消火器、消防員装具等を法規に従って装備している。

3. 機関部

(1) 機関部概要

本船の機関室は船首側より補機室、主機室、発電機室および軸室の4区画に分かれ、それぞれ機能に応じた機器を合理的に配置している。機関制御室は補機室2甲板

の右舷側に配置して低騒音化を図り、主要な機器の制御・監視に最適な作業環境を確保している。

主機関は16気筒V型ディーゼル機関2基を装備し、高弾性継手および減速機を介してハイスPEED型可変ピッチプロペラを駆動する2機2軸方式を採用しており、迅速な港内操船、低振動、低騒音を実現している。

主機関、発電機関および補助ボイラは低質のC重油(380 cSt/50°C)が使用できるように計画されている。

(2) 機関部主要目

主機関	DU, SEMT-PIELSTICK16PC2-6V	2基
連続最大出力	12,000 PS × 520 rpm/基	
常用出力	10,200 PS × 493 rpm/基	
プロペラ(可変ピッチプロペラ)		2基
補助ボイラ	2,200 kg/h	1基
排ガスコノマイザ	1,100 kg/h	2基
主発電機関	1,300 PS	3基

(3) 機関部自動化

乗組員の労力軽減、作業能率の向上および安全確実な運航を目的として「機関区域無人化船」資格相当の自動化を実施している。機関制御室から主機関、発電機関および関連補機類の遠隔操作・遠隔監視を可能としている。

また、2速制御を採用し港内時と航海時の回転数を変化させることで経済運航を可能としている。

4. 電気部

(1) 電源装置

船内一般負荷、スラスト給電回路用としてディーゼル機関駆動の主発電機3台を装備している他、非常用としてディーゼル機関駆動の発電機1台、鉛蓄電池2組を装備している。

(2) 電機部主要目

主ディーゼル発電機	850 kW	3基
非常用発電機	150 kW	1基
変圧器	60 kVA (450 V / 105 V)	1組
	30 kVA (450 V / 225 V)	1組
	25 kVA (450 V / 225 V)	6組
	25 kVA (450 V / 105 V)	1組
蓄電池	DC 108 V, 108 Ah	1組
	DC 24 V, 300 Ah	1組

(3) 保冷車および冷凍コンテナ用レセプタクル

車両甲板には、AC 220 V、3相の保冷車用レセプタクルを合計33個装備している他、冷凍コンテナ用としてAC 440 Vのレセプタクルを合計8個装備している。

(4) 船内通信装置

船内指令装置は、400 Wの増幅器から客室、車両甲板

等への一斉放送を行う他、案内所からBGM選択等が行えるようになっている。

また、乗組員通話用の自動交換電話、共電式電話の他、非常連絡用として案内所と操舵室の間にはインターホンを、身体障害者用客室・化粧室・浴室には非常時に旅客部員を呼出すことのできるシステムを装備している。

その他旅客サービス用としてBGM放送装置、テレビ・ビデオ放送装置等の娯楽装置が用意されている。

#### (5) 航海・無線装置

オートパイロット、ジャイロコンパス、磁気コンパス、電磁ログ、音響測深機、ラスタースキャン式レーダ2台(内1台はARPA付)、GPS受信機、気象用ファクシミリ、風向風速計等を操舵室に効率的に配備し、円滑な操船、安全性向上、省力化を図っている。

無線設備としては、国際VHF無線電話装置(DSC聴守受信機)、ナブテックス受信機、衛星系EPIRB、レーダトランスポンダ、双方向無線電話装置を装備しており、一般海岸局や他の船舶局と通信を行うことができる。

また、AM/FMラジオ受信機、衛星放送受信装置、一般乗客用へのサービス用を含め6回線の船舶電話を装備している。

#### (6) 安全装置

本船の安全航行を確保するため、火災探知警報装置をはじめランプドア開閉表示装置、車両甲板浸水警報装置および載貨扉監視カメラ装置等を備え、操舵室からの集中監視・制御を可能としている。

また、機関制御室にはデータロガーの他、機関室監視テレビシステムを備え、機関室での異常を早期に発見できるようにしている。

### 5. おわりに

以上、本船の概要を紹介しましたが、本船の今後の活躍を祈念すると共に設計・建造にあたり御指導・御協力を戴いた船主殿並びに運輸省海運局殿、メーカーの関係各位に対し誌上を借り厚く御礼申し上げます。

## ● 新刊紹介

### 電磁クラッチ / ブレーキ 総合カタログを全面改訂

— 国内最大 62 シリーズ 482 機種を掲載 —

神鋼電機株式会社は、電磁クラッチ / ブレーキの総合カタログを8年ぶりに全面改訂し発刊、3月より広くご利用いただけるようになりました。

電磁クラッチ / ブレーキは、FA/OA機器のほとんどに使われモーションコントロールをする重要エレメントです。当社は62シリーズ・482機種と国内最大の製品シリーズを持ち、電磁クラッチ / ブレーキの国内トップメーカーです。当社の総合カタログは、詳細で行き届いた記載内容のため、機械設計者必携の基本資料として広く愛用されてきました。

今回の全面改訂の柱は、これまで、ISO規格に基づく国際単位系(Le Système International d'Unités = SI単位)と従来単位(使用猶予期限:1999年9月30日)との併記を廃止し、SI単位の単独記載にしたことです。

一本化により、同じ内容をSI単位、従来単位に書き分け左右ページに対照させて記載してあったり、同じ



ページに両系統の単位が混在するというわずらわしさがなくなりました。この結果、各ページが見やすくなっただけでなく、全体の構成もシンプルになり、より設計現場での使い勝手が増しました。

#### 【概要】

体 裁 : A4判 475 ページ 2色刷り (初刷 1万部)  
掲載機種 : 62 シリーズ, 482 機種  
掲載内容 : 特長, 仕様, 外形寸法図, 構造図, 形式選定, 特性, 使用上の注意, 取付け例など  
その他, 張力制御器, コントローラ,  
ACサーボなど, 関連製品

#### 【お問い合わせ先】

神鋼電機株式会社 広告宣伝室  
〒135-8387 東京都江東区東陽7-2-14 東陽MKビル  
TEL. 03-5683-1113 FAX. 03-5683-1162

●新造船紹介

70 m型SSTH

## カーフェリー“オーシャンアロー”の概要

— 航路 熊本～島原間に就航 —

石川島播磨重工業株式会社  
船舶海洋事業本部

### 1. はじめに

本船は熊本フェリー(株)殿および運輸施設整備事業団のご注文により建造された、超細長双胴船SSTH(Super Slender Twin Hullの略称)の70m級カーフェリーの第1番船である。

平成9年3月に起工、同年11月進水し、平成10年3月に船主に引き渡され、現在、熊本～島原間に就航している。これまで片道1時間の航路を半分の約30分に短縮しただけでなく、観光航路として利用される方にも十分満足いただけるよう、外観や内装のデザインに意匠をこらしている。

以下にその概要を紹介する。

### 2. SSTHとは

SSTHとは、船体の没水部が競技用ボートのエイトのように極めて細長い二つの船体を並べ連結した双胴船である。

船体を細長化することにより、高速航行時の造波抵抗を低下させて所要馬力を小さくした。優れた波浪中の縦揺れ性能と曳き波が小さいという特長を有する。

在来船と同じく浮力で船体重量を支持する排水量型で



▲写真1 熊本港に浮かぶオーシャンアロー

あるため小型高速船から大型高速船までさまざまな仕様に対応でき、乗り心地の良い高速カーフェリーに適した特徴を持っている。

### 3. 開発の経緯

SSTHは所要馬力が少なく、乗り心地の良い高速カーフェリーに適した船として、東京大学船舶海洋工学科宮田教授とIHIで共同開発した船型である。

この共同研究では単胴部の抵抗を最小にする船型の研究、双胴間の造波干渉を低減する双胴間隔・船型の研究、



▲写真2 航走中のオーシャンアロー

動揺を抑える船首形状の研究、操縦性能の研究、および推進器の研究などを主体に、膨大な数値解析、水槽試験を実施した。

S S T H船型は全く新しいコンセプトであるため、実海域での速力性能、耐航性能、操縦性能および構造強度等についての総合評価を行い、またこれを実船に反映させることにより信頼性を高めることを目的として全長30mの実験船、S S T H-30を建造した。(参考文献：「超細超双胴型高速フェリーとその30m実験艇による実海域試験 石川島播磨技報 第32巻第4号 平成4年7月」)

速力試験、操縦性試験、耐航性試験を行い、回航時に波浪中の抵抗特性等を計測し、所期の性能が確認された。全長30mでありながら1～2m程度の波を難なく乗り越える耐航性能には特筆すべきものがあった。

1992年にこのS S T H-30を客船「とらいでんと」として深日海運殿に納入した。この「とらいでんと」は日本造船学会からShip of The Year 1992を受賞した。現在、南大阪の深日と淡路島の洲本の間を運航している。

S S T H-30の建造および実海域での諸試験から得られたデータは、大型・中型のS S T HカーフェリーやRo-Ro船の試設計にフィードバックされている。

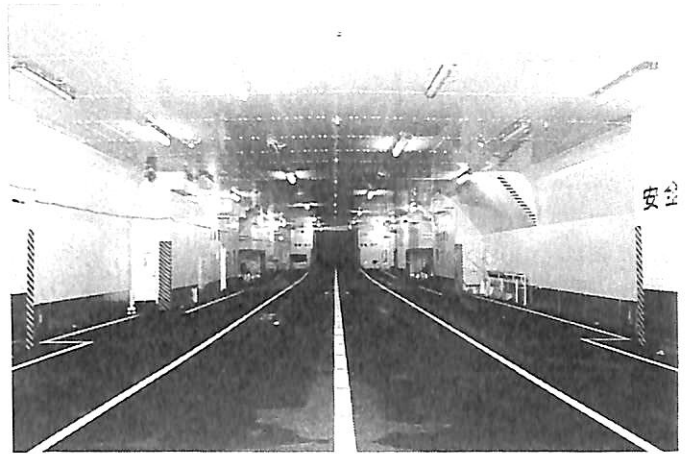
「オーシャンアロー」の基本的な船型はこの「とらいでんと」をベースに設計されている。

#### 4. 主要目および一般配置

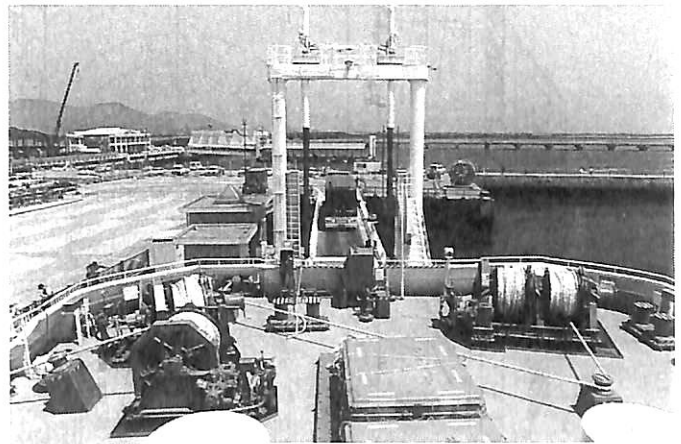
##### (1) 主要目

全 長	約72.1 m
全 幅	12.90 m
深 さ	4.50 m
満載喫水	2.05 m
載荷重量	204 t
総トン数	1,687 トン
試運転最大速力	31.3 ノット
航海速力	30 ノット
資格・航行区域	JG 第二種船, 平水区域
旅客定員	430 人
車両搭載	乗用車 51 台(または大型バス 9 台)
主 機 関	MTU16V 595 TE70L (2基)
連続最大出力	5,338 PS × 2 基
推 進 器	プロペラ × 2 基

#### ● オーシャンアロー ●



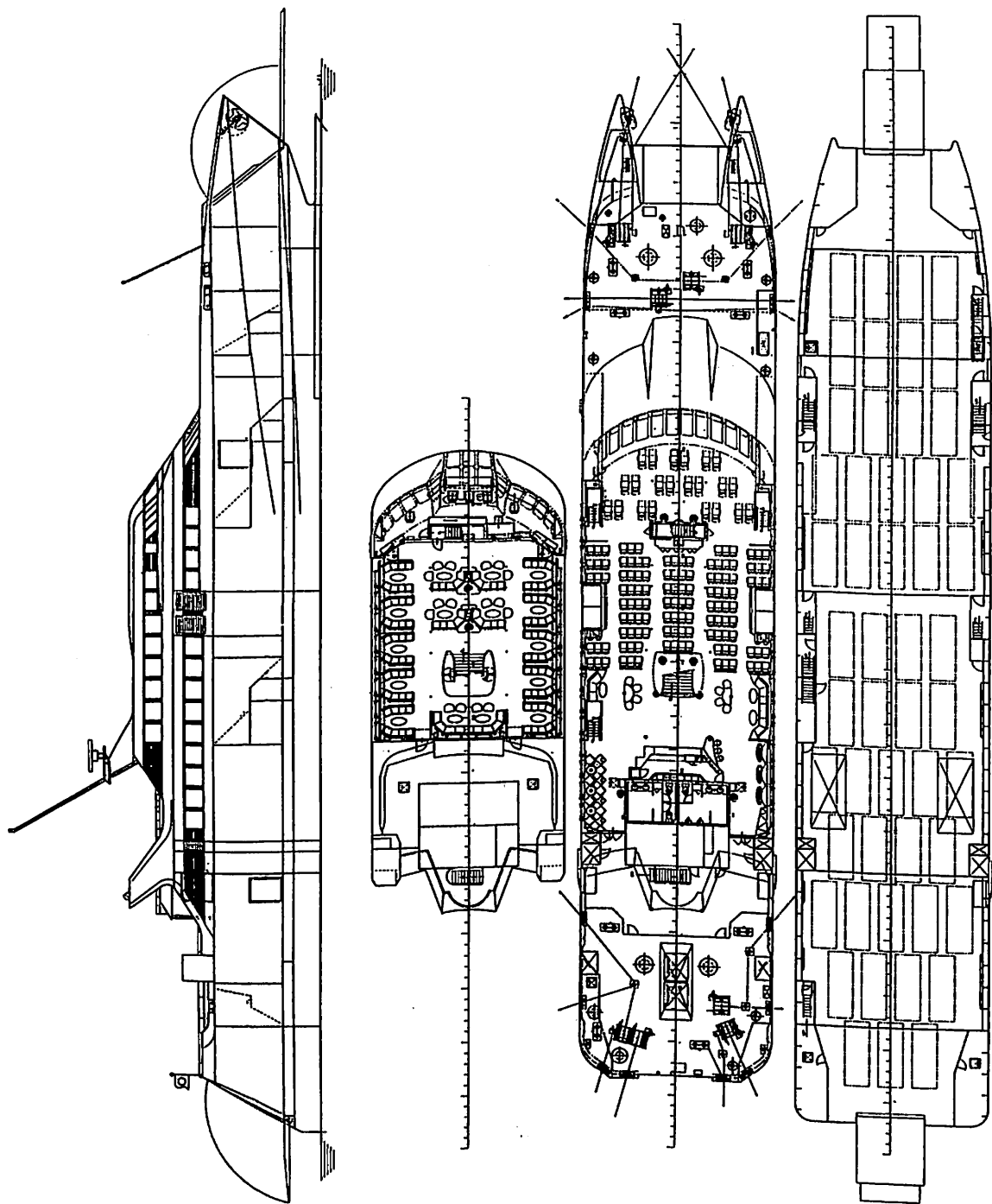
▲ 写真3 ピラーレスの車両甲板



▲ 写真4 後部係船甲板



▲ 写真5 下層の客室



運輸施設整備事業団・熊本フェリー向けカーフェリー「オーシャンアロー」一般配置図  
石川島播磨重工業建造



## (2) 一般配置

本船の一般配置を図1に示す。

上甲板には2層の旅客スペースおよび操舵室を配置した。

上甲板の下方は車両スペースとした。大型バス9台が搭載可能である。車両甲板はピラーレス構造を採用して車両搭載の自由度を高めて、使い勝手をよくした。

(写真3)

## 5. 船体部

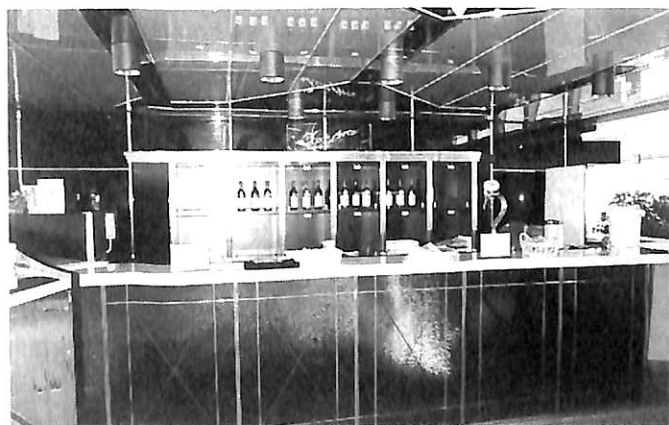
### 5・1 外観設計

本船の外観には、熊本～島原間の観光ルートに就航する高速船にふさわしいイメージが要求された。デザイナーおよび船主殿との共同設計により、従来の船舶にない流麗な外観に仕上げた。曲面とシャープなラインを多用したスマートな形状と、有明海をイメージした鮮やかな

### ● オーシャンアロー ●



▲ 写真6 下層船首部分の客室



▲ 写真7 カフェバースタイルの売店

青を基調としたカラーリングとによって、観光などで本船を利用される方に限らず港を訪れる方にも美しい姿を楽しんでいただいている。

### 5・2 船体構造・材質

高速船は船体重量軽減のためにアルミニウム合金を使用することが多い。本船も主船体・上部構造の全てを耐食アルミニウム合金で建造した。船体主要部の板材をA5083P-H 321, 骨材をA5083-H 112とした。上部構造内の支柱材には6N01S-T5, 艀装品関連の一部にA5083P-0を用いている。また、可能な限りプレリブ材(板H 321と骨H 112の組み合わせ)を使用している。

構造様式は主船体および上部構造とも縦肋骨方式を採用した。

本船は積載車両の搬入・搬出を容易にするために車両甲板にはピラーを設けていない。従って、強度面にも増して振動面での検討が重要である。最新の解析ツールと技術を用いて固有振動計算を実施し、本船の主要起振力との共振状態を回避した。

建造にあたっては、溶接品質確保のため大型アルミ合金船用の建て屋を整備し、主船体の建造は全て屋内作業とした。

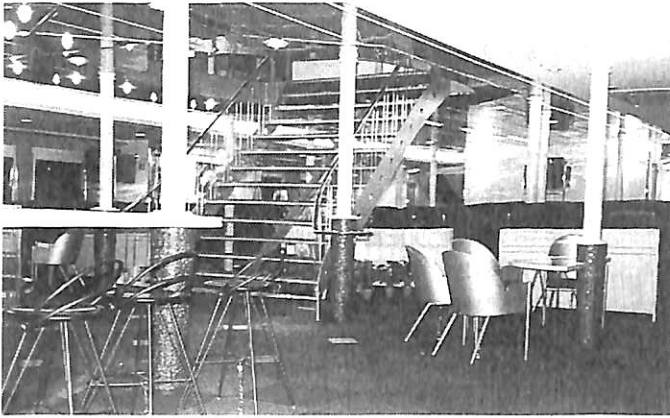
### 5・3 船体艀装

上甲板客室部分前後に係留場所を設けた。前部の係留スペースには係船・揚錨機×2台、係船機2台を、後部の係留スペースには係船機3

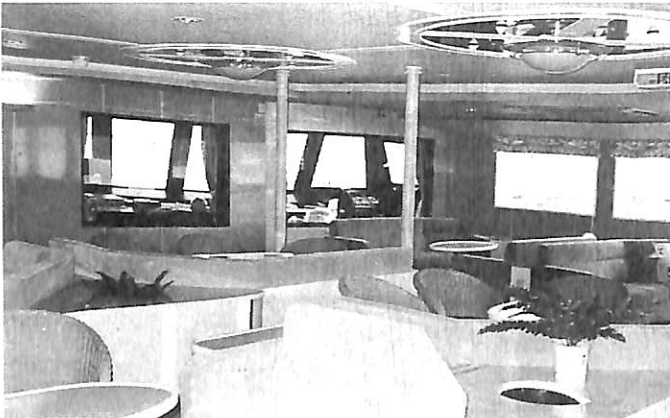


▲ 写真8 客室左舷後方、ハイチェアとテーブル

● オーシャンアロー ●



▲写真9 階段およびその周辺



▲写真10 上層客室、中央左2つ窓から操舵室が見える



▲写真11 操 舵 室

台を配置し、スペースも十分とって省力化を考慮している。

前述のとおり本船は外観の美しさを重要視しているため、救命器具を除く艤装品の塗装色はデッキと原則統一するなど十分な配慮をした。(写真4)

#### 5・4 諸室装備

客室は2層である。外観の美しさだけでなく内装にもデザインに配慮し、前方窓ガラスを設ける等、視界を大きくとって明るく開放感のある客室としている。

下層の客室は椅子席を主としている。客室船首部分は新幹線のグリーン席クラスの2連シートを配置した。リクライニングに加えフットレスト、サイドテーブルも装備した。前方の広い前方窓ガラスを通して風景を眺めながらゆったりとした空間を楽しんでいただけるようになっている。(写真5, 6)

後方中央には売店を配置し、売店の横および後方舷側にはソファ席、テーブル席やハイチェアなどを装備した。全体にカフェバーの雰囲気をもつスペースとしている。ドリンク類を飲みながら窓から見える景色を楽しんでいただける。(写真7, 8)

売店前方には上の客室への階段スペースを広く設け、大きな天窓も装備して開放された豪華な空間を演出している。(写真9)

上の客室はソファ席である。全体に柔らかな色で上品にまとめて、後壁には絵画を展示している。前方の操舵室との仕切り壁には大きなガラス窓を設け、操舵室内が見えるようにした。(写真10)

操舵室は機器類を含めて黒を基調とし、コックピット形式で精悍なイメージで仕上げている。客室から見たときに高速船を操船しているイメージに合うようにした。(写真11)

## 6. 機関部

### 6・1 概要

本船は双胴船であり、しかも細長船型をしているため、主機関はこのスペースに収めるために小型軽量高出力の高速ディーゼル機関を採用した。主機は防振ゴムにより弾性支持され、振動はよく押さえられている。

各胴の機関室の幅は決して広くないが、配置に

十分工夫して点検等の作業に支障のないようにスペースを確保した。

各舷機関室に設けられた監視モニターテレビによって操舵室において常時監視できるようにした。

主機関の点検時に本船から取り出せるように、車両甲板の主機上に2箇所と、上甲板後部の中央に1箇所とにハッチを設けた。

## 6・2 機関部要目

主機関：4 サイクル高速ディーゼル機関

MTU16V 595 TE70L型 2基  
連続最大出力 5,338 P S / 1,750 rpm

減速機： 2基

プロペラ：固定ピッチ 2基

## 7. 電気部

### 7・1 概要

本船の主電源装置として左右各舷の機関室にディーゼル機関駆動の発電機を1台(計2台)装備した。常時は1台運転で、バウスラスト使用時のみ2台並列運転としている。

### 7・2 電気部要目

発電機：290 kW, 1,800 rpm, AC 450 V, 3φ,  
60 Hz × 2台

変圧器：450 / 105 V, 3φ (一般用) × 2台  
450 / 215 V, 3φ (空調用) × 1台

蓄電池：DC 24 V, 200 AH × 1組  
ジャイロコンパス × 1式  
レーダ × 1式  
GPSプロッタ × 1式  
風向風速計 × 1式  
魚群探知機 × 1式  
船内放送装置 × 1式  
操船指令装置 × 1式  
監視用ITV装置 × 1式  
VHF無線電話 × 1式  
船舶電話 × 1式  
気象用ファクシミリ × 1式  
船内TV放映装置 × 1式

## 8. おわりに

熊本県と長崎県をむすぶ新たな動脈となった「オーシャンアロー」。人や物の交流による地域のさらなる発展のために、今後の本船の活躍が期待されます。

SSTHの30m客船、70m級カーフェリーの建造で多くの技術を蓄積し、SSTH船型を用いて今後のさまざまな高速海上輸送の要求に対応できると確信しています。

最後に、本船の設計・建造にわたり多大なご指導ご協力をいただいた熊本フェリー株式会社殿ならびに運輸施設整備事業団殿に厚くお礼を申し上げます。

## 船 体 構 造 設 計

近畿大学工学部教授・工学博士 間野正己 著

B5判 / 本文 240 頁 / 定価 12,230 円 予 380 円

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

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

計法、振り・撓み・振動等との関係を詳述している。

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

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

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

● 新造船紹介

## 世界初、4 胴型 珊瑚観賞船“オルカ”(ORCA) 竣工

— 沖縄県那覇港に就航 —

石田造船建設株式会社

本船は、ナビックス テクノトレード(株)発注により、石田造船建設(株)にて設計・建造された19トン型の4 胴型半没水式水中展望船で5月26日進水、6月1日引渡しされた。

本船は沖縄県那覇港を基地に今までに体験出来なかった夜間の珊瑚観賞を目的としてスポット4ヶ所を周遊するものでウエストマリン(株)が運航をする。

4 胴型で安定性にもすぐれたバランスを保ち、この型としては世界でも初めてである。中央部の2 胴体が水中展望室となっており、1 mまでに広げた窓を透して見られる珊瑚と熱帯魚類のたわむれは船底からのライトアップが効をそうして夜間しか観察することの出来ない珊瑚の産卵等、幻想的で壮大な光景も観賞可能となった。

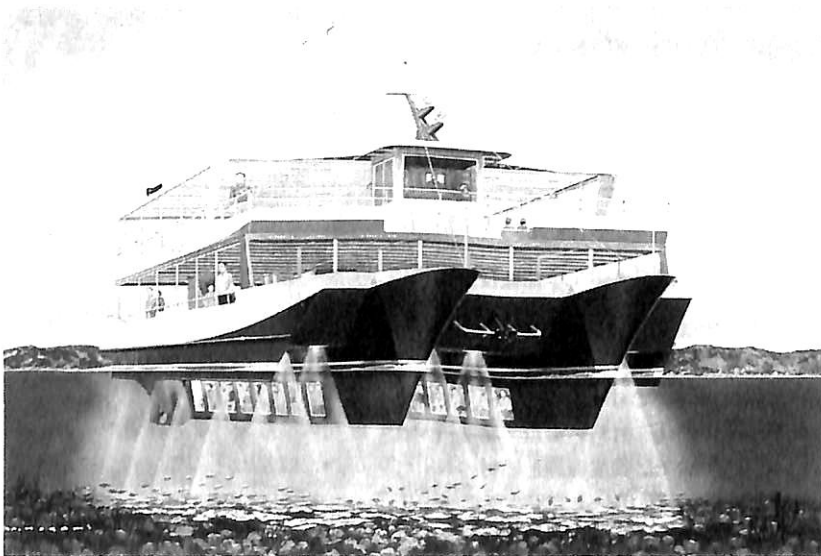
従来の珊瑚観賞船とは異なり、定員202名の大人数を収容出来て、一度に100名の乗客が珊瑚を観賞出来るので団体旅行にも最適である。

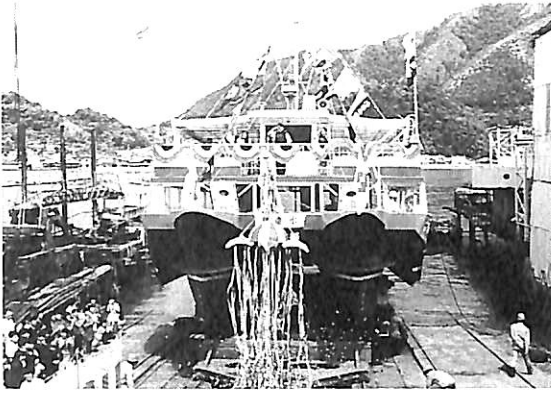
“オルカ” 主要目

船 型	4 胴型船
総トン数	19 トン
検 査	日本小型船舶検査機構

水中展望	双胴にて固定
船 体	鋼 製
主要寸法	全長 23.90 m
	幅 8.40 m
	喫水 1.10 m
船客定員(水中展望室内)	86名(100名可能)
(甲板上)	116名
	合 計 202名
乗 組 員	2名
主 機 関	450 P S × 2
速 力(公試)	13 kn
航行区域	限定沿海
水中展望室窓	550 × 1,000 mm × 16枚(単胴にて) × 2ヶ所
	合計 32枚
甲 板 数	2
載貨重量	14.54 トン
発 電 機	30 kVA × 1
発電機用機関	380 P S × 1,800 rpm
監視カメラ装置	2台

水中観光 ▶  
予想画

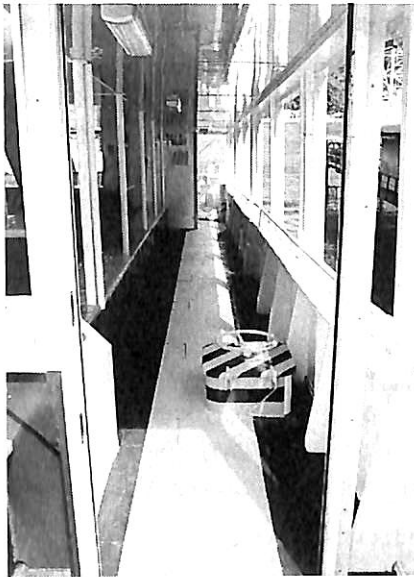




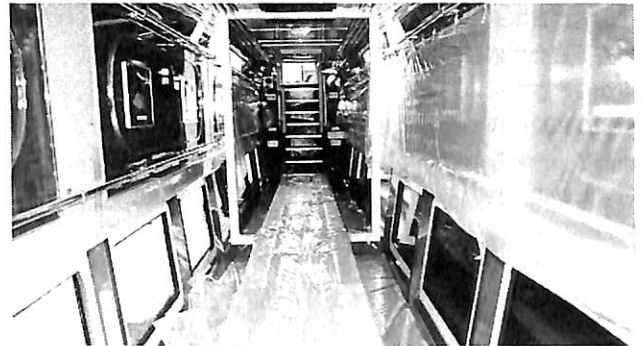
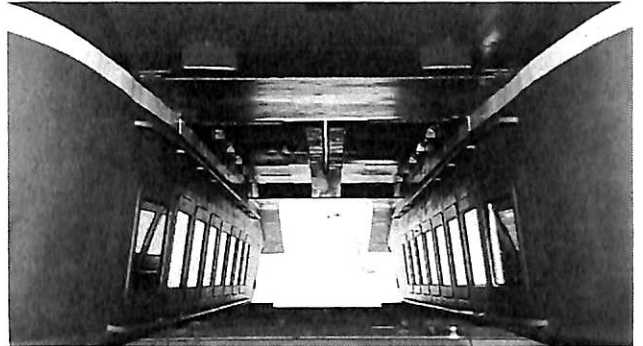
▲ 進水式と航走中のオルカ (右)



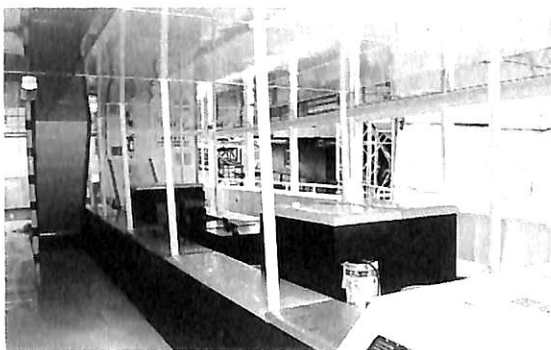
“オ ル カ”



▲ 通路



▲ 水中展望室, (下)内部上部に魚類パネル床中央にベンチ



▲ 上甲板客室



▲ 遊歩甲板

## “ゆにこん”に決定 準賞“翔陽丸”, “かいいい・かいこう”

社団法人 日本造船学会

(社)日本造船学会(会長・吉田宏一郎 東京大学教授)は、Ship of the Year '97に超高速フェリー“ゆにこん”を選定した。

また、今回から制定したShip of the Year '97 準賞に内航近代化貨物船“翔陽丸”および深海調査研究船と1万m級無人探査機“かいいい”・“かいこう”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月に制定した日本造船学会作品賞“Ship of the Year”として選んだもので“ゆにこん”は第8回目の授賞作品となる。授賞式は5月14日、通常総会で行われた。

選考は日本造船学会内の造船技術者15名からなる予備審査委員会で応募作品5点を対象に、主として技術的観点から審査を行い、引き続き、船舶に造詣の深い有識者および報道関係者合わせて12名で構成されるShip of the Year 選考委員会(委員長・柳原良平氏)で審議を行った結果、1997年5月に竣工し、青函航路に就航している超高速フェリー“ゆにこん”に贈ることに決定した。

また、今回から「Ship of the Year」賞 授賞作品以外で特に優れた作品に「Ship of the Year 準賞」を選定・表彰することが出来るようになり、内航貨物船の近代実証船“翔陽丸”および深海調査研究船と無人探査機“かいいい”・“かいこう”の組み合わせによる深海調査システムが選定された。

Ship of the Year '97の選考委員会は去る4月7日に行われた。今回の応募作品は5点6隻で造船学会員による予備審査を経てそのまま全作品が選考委員会にかけら

れることになった。当日2名欠席、10名の選考委員によって進められた。まず選考に先立ち各作品の推せん者によるプレゼンテーションが行われ、質疑応答。その後、選考委員によって討議、最終的に投票によって決められた。

### “ゆにこん”

三菱重工工業建造、東日本フェリー所有の青森～函館航路の高速フェリーである。単胴船型でありながら、最高42.4ノットの高速を出し、青森～函館を2時間で航海するという建造目標を満たした技術の革新性を高く評価された。さらに船型も美しく芸術性も高く、社会への波及効果、話題性いずれも他の作品を凌駕している。

(船の科学 Vol. 50. No 8に掲載)

### “翔陽丸”

中谷造船建造、運輸施設整備事業団、エヌケー物流所の一般貨物船である。人員の削減、若手乗組員の確保に対して、従来の8名から5名で運航できる操船設備の向上と居住の改善など画期的な合理化近代化で打開した努力を高く評価した。(船の科学 Vol. 51. No 7に掲載)

### “かいいい”・“かいこう”

川崎重工工業建造、海洋科学技術センター所有、“かいこう”は三井造船建造、商船とは全く別の世界、海洋科学技術の分野で活動する船で、その設備、技術のレベルの高さが評価された。特に水深10,000mまで潜水できる無人探査機の“かいこう”は先頃、太平洋戦争中に沈められた学童疎開の対馬丸の発見など社会的貢献で記憶に新しいものもあり、準賞に値すると考えた。

(船の科学 Vol. 50. No 7に掲載)

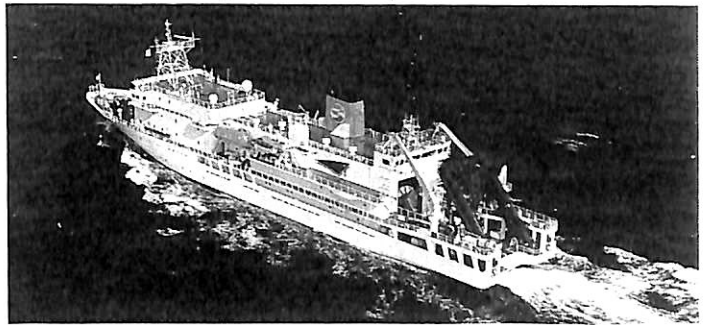
Ship of the Year '97

▼ “ゆにこん”

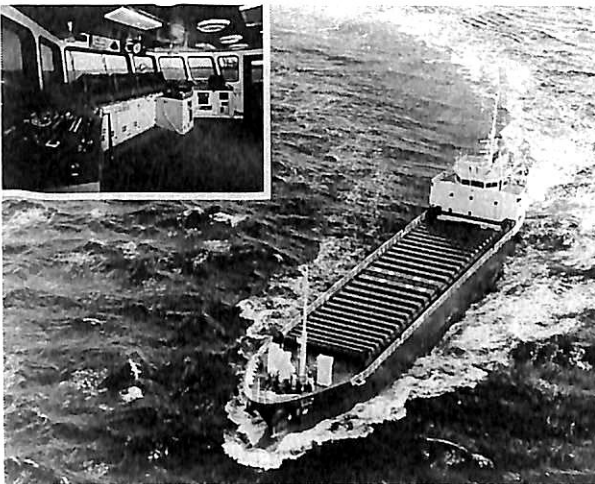
全 長	101.0 m
幅	14.9 m
深 さ	10.3 m
喫 水	2.7 m
総トン数	1,498 トン
旅 客	423 名
車両搭載	乗用車 106 台 または乗用車78台と大型車両5台



全 長	105 m
幅	16.0 m
深 さ	7.3 m
喫 水	4.6 m
総トン数	4,628 トン
研 究 員	31 名
乗 組 員	29 名



▲ “かいらい”



全 長	76.22 m	幅	12.00 m
深 さ	7.12 m	喫 水	4.14 m
総トン数	497 トン	載貨重量	1,600 トン

▲ “翔陽丸”



最大使用深度	11,000 m
ランチャー	長さ 5.2 m 幅 2.6 m 高さ 2.0 m
ビークル	長さ 3.1 m 幅 2.0 m 高さ 2.3 m

▲ “かいこう”

● 新形機関紹介

## 最新型の川崎—MAN B&W 6 S46MC・C形機関の概要

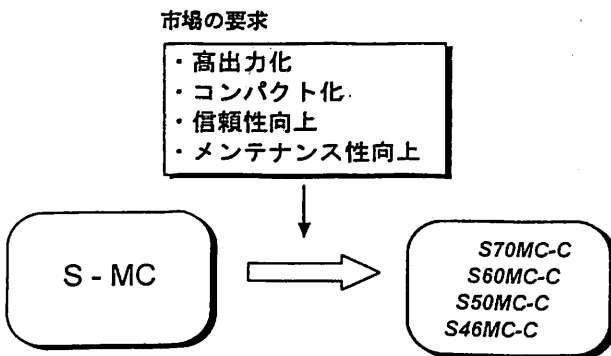
当社は2月20日、3万重畳トンクラスのばら積み船(ハンディ・バルク)向けとして、高出力、コンパクトで振動の低いMAN B&W船用ディーゼル機関の世界初号機を完成させ、ABSやNK、ロイド、NVなど世界の13の船級協会の型式承認を得た。この新型機関は、川崎—MAN B&W 6 S 46 MC・C形で、ハンディ・バルク向けとして最大級の出力(10,710 PS)と低く抑えた定格回転数(129 rpm)を持ち、新設計のシリンダ径460 mm、6シリンダの機関を採用した最新鋭の機関である。この機関は、ハンディ・バルクに加え、800 TEUクラスの小形コンテナ船にも搭載が決定しており、今後、広範囲な船型への適用が期待される。

この機関の主な特徴は、従来の同クラスの機関と比べ、出力を10%増大し、全長を10%短縮し、重量を10%低減して、馬力当たり重量が18%減少するなど、高出力でコンパクトな機関となっていることである。また、燃焼室周りと構造部に新設計を採用するとともに、軸受に強度の高い新材料を採用することで、いっそう信頼性を高めている。

以下、簡単に、最新型の川崎—MAN B&W 6 S 46 MC・C形機関の概要を紹介する。

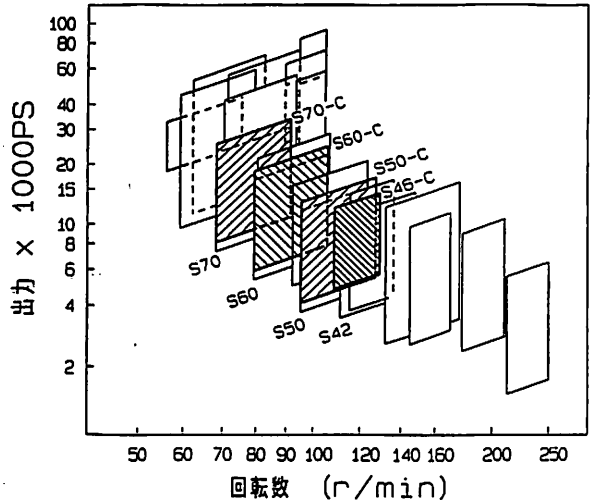
### 1. 機関主要目と主な特徴

MAN B&W 6 S 46 MC・C形機関はMC・Cシリーズの中の一つであるが、図1にMC・Cシリーズ開発の背景を示す。MAN B&W大型船用主機のS・MC



▲ 図1 MC・Cシリーズ開発の背景

川崎重工業株式会社  
原動機事業部船用機械部



▲ 図2 MC・Cシリーズのレイアウト

シリーズは10年前の1986年に導入されて以来、出力を増大しつつ顧客の好評を得て市場をリードしてきたが、最近の高出力化、コンパクト化、信頼性向上、メンテナンス性向上等の市場要求の高まりに応えるため、新たにMC・Cシリーズが開発された。MC・Cの2番目のCはCompactのCを意味している。

図2にMCシリーズのレイアウトに重ねてMC・Cシリーズのレイアウトを示す。図示のように、S50/60/70 MC・Cは、従来のS・MCの回転数が市場で支持されているので、回転数を変えず出力のみを10%上昇させている。そして、新たに、S46MC・C形を投入したわけである。

表1に6 S 50 MC形機関と比較した6シリンダのMC・Cシリーズ機関の主要目を示す。表より、S50/60/70 MC・C形では、正味平均有効圧力Pmeを18 bar から19 barへ、ピストン平均速度Cmを8.1 m/sから8.5 m/sに上げることにより出力を10%増大させていることが分かる。回転数をMC形と同じにするためストローク・ボア比S/Dを3.8から4.0へ増大させている。新たに投入したS46MC・C形では、Pmeを19 barに上げると共に、Cmは8.3 m/sとやや低めに抑え、より低回転化をねらってS/Dを4.2としている。



図3にMC形とMC・C形の機関外形の比較を示す。MC・C形の高さはS/Dが増大した分増えるが、接続比を2.29から2.05へ小さくすることでこれを極力抑え、機関高さをほぼMC形と同じにしている。また、MC・C形では、シリンダ間隔を短縮すると共にチェーンケース幅を縮小することにより、機関全長をMC形より10%短くしている。これらにより、重量も10%低減した。

図4に、従来の十分信頼性が実証されたMC形機関を基に、コンパクト化、信頼性向上、メンテナンス性向上を図るため、MC・C形機関に採用された新設計をまとめて示している。図に示したMC・C形機関の特徴を、項目別にまとめて箇条書きで示すと次のようになる。

コンパクト化

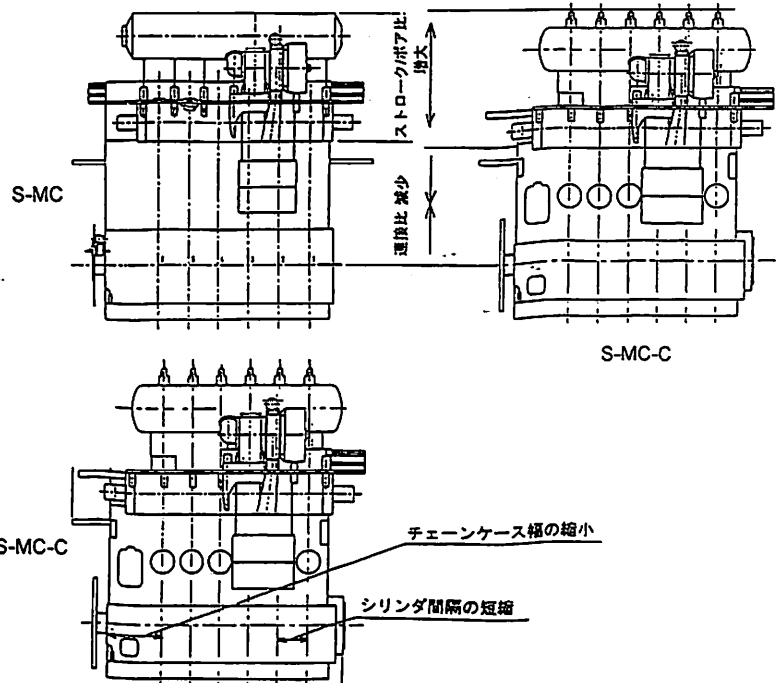
- ① 従来の小型MC機関で実績があり、ホワイトメタルと比較して強度の高いアルミメタルを主要軸受に採用し、軸受面積を縮小してコンパクトな軸受を実現した。アルミメタルで問題とされるなじみ性、異物の埋収性は、すずの含有率を増加することにより改善をした。
- ② 架構を締結するステイボルト配置を見直し、ツインステイボルトを採用して、主軸受径の増大を可能とした。信頼性向上のため、主軸受面圧を従来機関と同等に保ちつつ主軸受け幅を縮小し、機関全長を短縮した。
- ③ ストローク・ボア比が増大したにもかかわらず、接続比を短縮することにより機関高さを従来と同等となるよう抑制した。
- ④ 上記の機関寸法の短縮と、シリンダフレームの高さを短縮したショートシリンダフレームの採用により、機関重量の低減を図っている。

信頼性の向上

- ① ピストン頂面からトップリングまでの距離を長くしたハイトップランドピストンを採用して、ピストンリングの作動温度を下げ、リングの作動状態の改善を図

▼表1 6シリンダのMC・Cシリーズ機関の主要目

機関型式		6S46MC-C	6S50MC-C	6S60MC-C	6S70MC-C	6S50MC Mk6
定格出力	PS	10,710	12,870	18,420	25,320	11,640
定格回転数	r/min	129	127	105	91	127
ストローク/ボア比		4.2	4.0	←	←	3.82
平均有効圧力	bar	19.0	19.0	←	←	18.0
平均ピストン速度	m/s	8.3	8.5	←	←	8.1
重量	ton	185	210	345	525	236
据付高さ	mm	8,200	8,600	10,300	4,400	8,500
機関全長	mm	6,200	6,700	8,000	9,400	7,500



▲図3 MC形とMC・C形の機関外形比較

った。

- ② トップリングにCPR (Controlled Pressure Relief) リングを採用し、リング間の負荷配分の均一化をはかってリングの摺動性を改善した。
- ③ シリンダカバーの足部の高さを長くしたディープシリンダカバーを採用して、上死点付近の高温・高圧のガスに曝される部分を鋳鉄性のシリンダライナーから材料強度の高い鍛鋼性のシリンダカバーに移し、信頼性の向上を図った。
- ④ ステイボルト下端の締結位置を主軸受下部から上部へ移し、ステイボルト締付によって生ずる主軸受の変形を抑制した。
- ⑤ 主軸受台構造を見直して、軸受の剛性を増大させ、機関運転時の軸受変形を抑制した。

メンテナンス性の向上

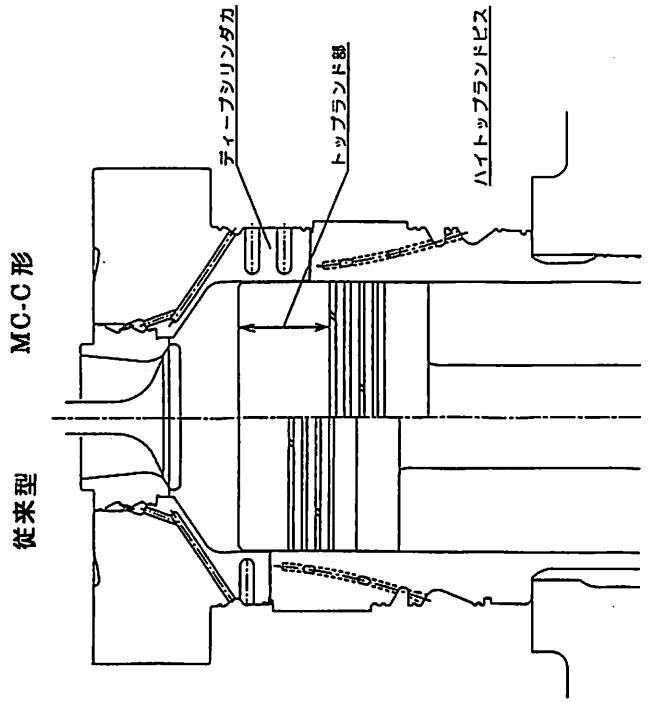
- ① 従来のMC形では、シリンダカバー締付けボルトは16本で、4個の油圧ジャッキで数回に分けて締付けていた。MC・C形では、これを8本に減らし、8個の油圧ジャッキで1回の作業で締付けができるようにした。
- ② 従来のMC形では台板据え付けボルトを台板側壁の内側にあったが、MC・C形ではこれを外側へ移し、作業性を改善した。

以上に述べたMC・C形の特徴のうち、特に重要な燃焼室の設計、主要軸受の設計、ツイステイボルトと全体構造について、以下に少し詳しく説明する。

2. 燃焼室の設計

図5に従来形と比較したMC・C形の燃焼室の設計を示す。図示のように、MC・C形にはハイトップランドピストンとディープシリンダカバーが採用されている。

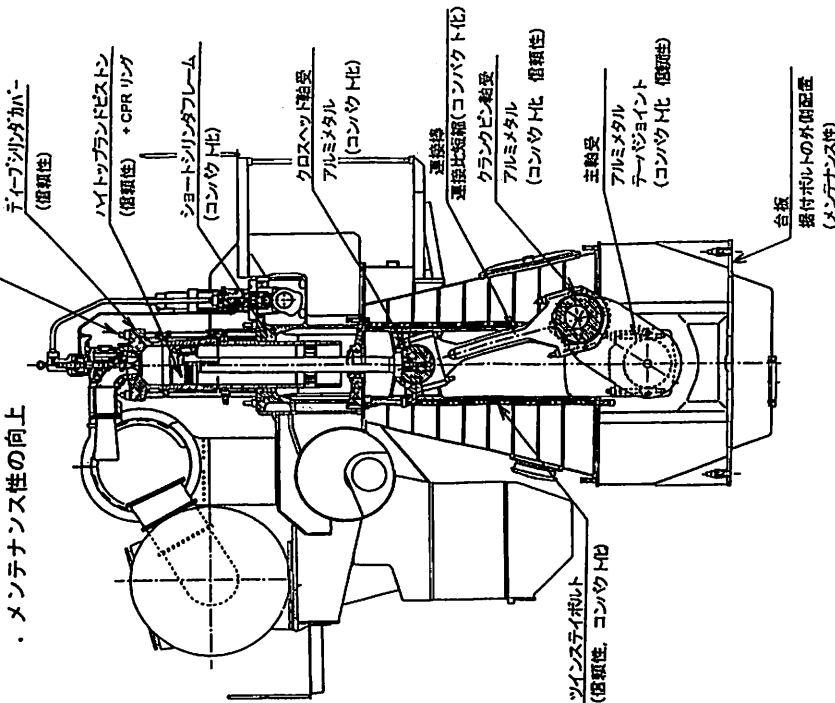
ここで、トップランドとは、ピストン頂面からトップリングまでの距離を言うが、ハイトップランドピストンではトップランドの距離が従来の約2倍となっている。ハイトップランドピストンの



▲ 図5 MC・C形燃焼室の設計

デザインコンセプト:

- ・コンパクト化
- ・信頼性の向上
- ・メンテナンス性の向上



▲ 図4 MC・C形に採用された新しい設計

ねらいは次の点にある。ピストンの圧縮行程ではトップランドに清浄な空気が流入して、圧縮されて溜まり、燃焼・膨張行程になると、燃焼室の圧力に押され最初にトップランド部の清浄な空気がピストンリングの隙間部を流れ、次いで、汚れを含んだ高温の燃焼ガスが流れることになる。ハイトップランドピストンを採用してトップランドの距離を長くすると多くの清浄な空気を溜めことができ、燃焼ガスのリング部への流入を抑えて、リングの汚れ、固着等を防止することができる。また、ピストンリングの温度も低下するため、リングの摺動性も改善され、このようにして、ハイトップランドピストンによりシリンダー潤滑の改善を図ることができる。

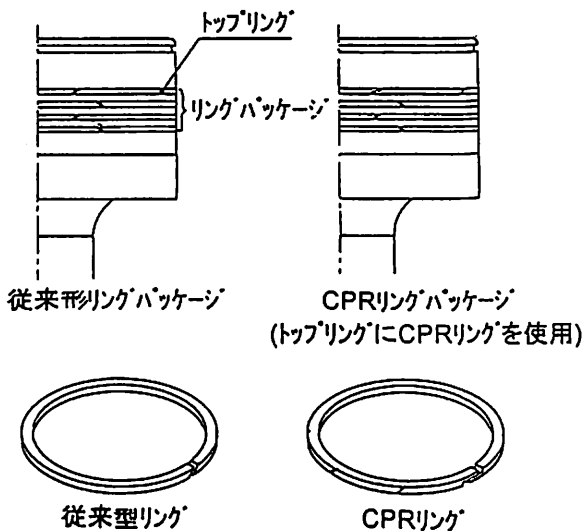
また、ディープシリンダカバーとは、図5に示したようにシリンダカバーの足部の高さを長くしたものである。これは、燃焼火炎に直接接する部分を材料強度の高い鍛鋼製のシリンダカバーで覆い、鋳鉄材のライナーには熱負荷を与えないようにしたものであり、機関の高出力化

に十分耐え、信頼性の向上が図られている。

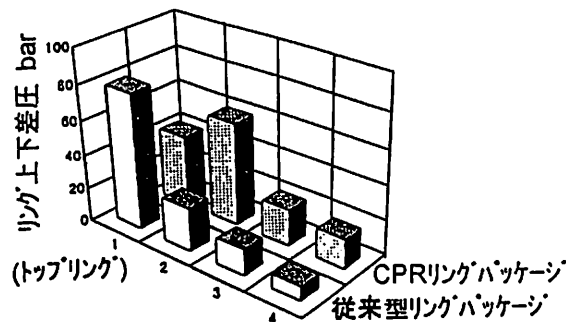
さらに、MC・C形では、図6に示すように、CPR（Controlled Pressure Relief）リングが4本リングの内のトップリングに採用されている。CPRリングとは、リング合口をガスタイト構造とし、その代わりにリング摺動面に複数のガス逃がし溝を設けたものである。CPRリングは、この複数の逃がし溝によりリング間差圧を積極的にコントロールし、ピストンリングの摩耗率低減をねらったものである。図7に従来形と比較したCPRリングパッケージのリング上下間差圧分布の実測値を示すが、従来形がトップリングに極端に負荷がかかるのに対し、CPR形では荷重が分散されていることが良く分かる。

また、従来のリングでは合口部より高温のガスが吹き抜けていたものを、CPRリングでは複数の逃がし溝に分散させるので、局所的なガス吹き抜けによる2番リングのへたりや折損を低減する効果も期待できる。

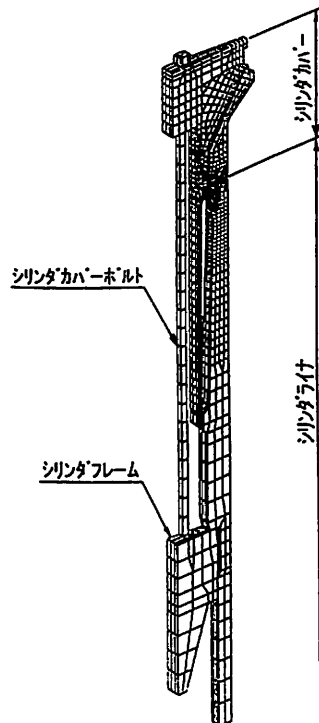
ピストン、シリンダカバーおよびシリンダライナーの燃焼室部材については、実機運転時に温度測定を行うと共に、実測温度に基づいた3次元FEM応力解析を行っている。一例として図8に、シリンダカバー、シリンダライナー、シリンダカバーボルトおよびシリンダフレームを一体とした応力解析モデルを示す。以上のような温



▲ 図6 CPRリングパッケージ



▲ 図7 ピストンリングの負荷配分



▲ 図8 燃焼室部材の応力解析モデルの例

度、応力の測定と解析により、MC-C形の燃焼室部材の温度、応力はともに十分安全であることを確かめている。

### 3. 主要軸受の設計

図9にS50MC形と比較したS46MC・C形の接続棒と主要軸受の設計を示す。

まず、MC・C形の接続棒は、接続比を小さくしているので長さが相対的に短くなり、重量が低減されている。

クロスヘッド軸受に従来のホワイトメタルに変えてアルミメタルを採用した。アルミメタルはホワイトメタルと比較して約1.5倍の面圧に耐えるため、軸受面積を縮小してクロスヘッドピンおよびハウジングを小型化することができ、クロスヘッド部の小型化による重量低減は、往復動慣性力を減少させ、2次不平衡モーメントを減らす効果がある。

クロスヘッド軸受は揺動軸受で潤滑条件が厳しいので、初期なじみ性を改善するため鉛錫を主成分とするオーバーレイを設けている。また、アルミメタルとオーバーレイの間のボンドとして、従来のNiボンドに替えてより摺動性の優れた銀ボンドを開発し、採用した。アルミメタルのクロスヘッド軸受はS26MC、S35MC、S42MC等の小形MC機関で既に多数の実績があり、信頼性が実証されている。

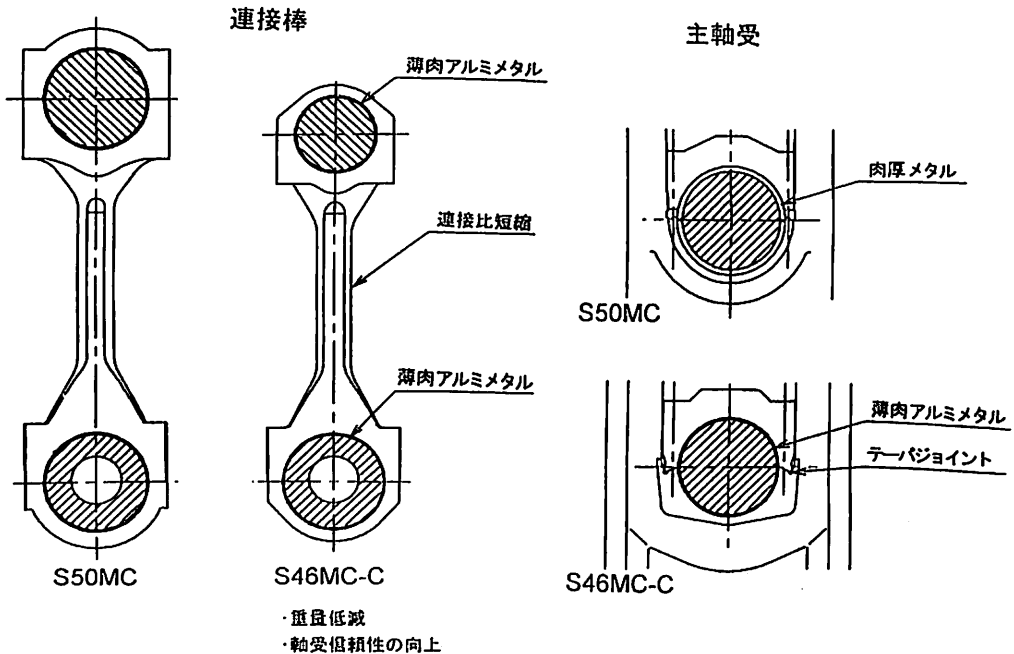
クランクピン軸受は、シリンダ間距離を抑えるため軸

方向長さを短くしているが、軸受径を大きくすることにより軸受面圧を従来機関と同等に抑えている。したがって、メタルをホワイトからアルミに変えることにより、軸受許容面圧に対する余裕が増え、信頼性が向上している。アルミメタルのクランクピン軸受も、S35MC、S42MCなどですでに実績がある。

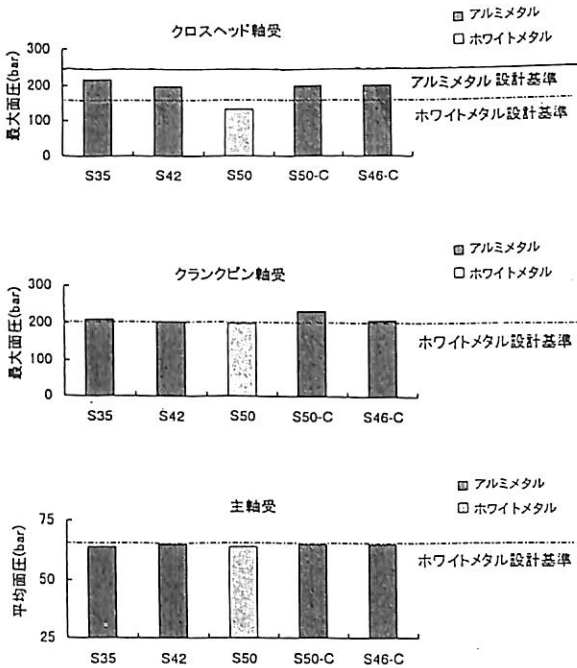
主軸受は、シリンダ間距離を縮めるため軸方向長さを短くしているが、軸受径を大きくすることで軸受面圧を従来機関と同等にしている。したがって、クランクピン軸受と同様、メタルをホワイトからアルミに変えることで信頼性が増している。また、メタルを厚肉メタルから軸受性能の良い薄肉クラッシュメタルに変え、軸受キャップと軸受台の締付け面にテーパジョイントを設けて、横方向荷重に対する軸受の剛性を高めている。この新しい設計は、S26MC、S35MC、S42MC等の小形MC機関で多数の実績がある。

図10に、従来のMC形機関と比較したS50MC・C形およびS46MC・C形機関の主要軸受の最大面圧と軸受の信頼性評価を示す。MC・C形のクロスヘッド軸受、クランクピン軸受の最大面圧は、小形MC機関のアルミメタルの実績と同等であり、アルミメタルの設計基準に対して十分な余裕があり、MC・C形の主軸受面圧は従来のホワイトメタルと同等であり、アルミメタルを採用することで信頼性が向上している。

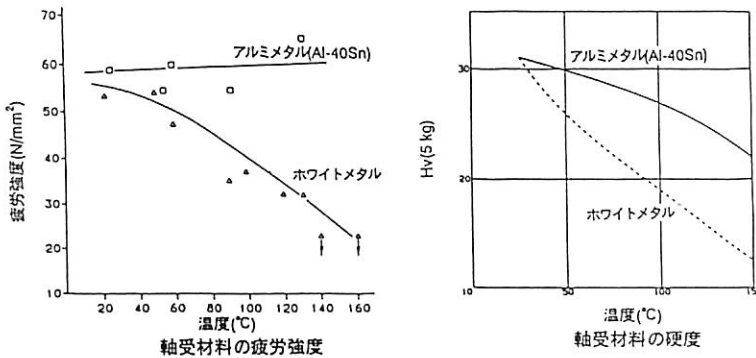
図11に、温度を横軸にとって、ホワイトメタルとア



▲図9 主要軸受の設計



▲ 図10 主要軸受の面圧評価



▲ 図11 ホワイトメタルとアルミメタルの材料強度比較

ルミメタルの材料強度変化を比較して、図より明らかなように、温度上昇に伴いホワイトメタルの疲労強度も硬度も急激に低下するが、アルミメタルの疲労強度はほとんど変化せず、硬度低下も緩やかである。一般に、ホワイトメタルのクラックは、局所的な高面圧によりメタルの温度が上昇し、温度上昇と共にホワイトメタルの疲労強度が著しく低下するため、亀裂発生に至ると言われており、これに対し、アルミメタルは温度が上昇しても疲労強度がほとんど変化しないので、高い面圧に耐えることができる。

今回採用したアルミメタル (Al-40 Sn) は錫を40% 含んでおり、ホワイトメタル (錫含有率約90%) と比べ

て硬度に大きな差はなく (通常の運転時のメタル温度で硬度差約20%)、異物埋収性もホワイトメタルと大きな差はない。

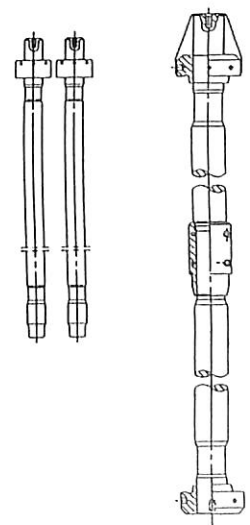
#### 4. ツインステイボルトと全体構造

MC・C形機関では、機関のコンパクト化と、高出力化および接続比短縮による荷重増加に対応し、かつ、主軸受の信頼性向上を図るためツインステイボルトを採用している。

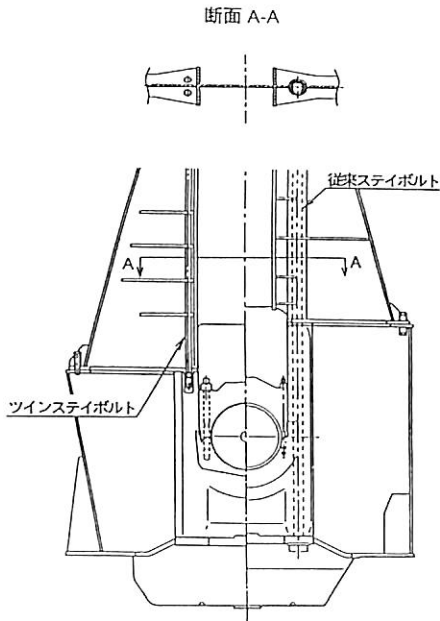
ツインステイボルトとは、図12に示すように、従来、シリンダ間の隔壁毎にカム側と排気側に1本ずつのステイボルトで締付けていたものを、2本ずつペアになったステイボルトで締付けるもので、その配置は、図13に示す通りであり、従来のステイボルトは、シリンダフレーム上面から軸受台下面までの間を主軸受をはさんで締付けるため、締付けにより主軸受に変形が生ずるといふ不具合があった。しかし、新しい設計では、ツインステイボルトが主軸受台に埋め込まれており、締付けによる力が直接主軸受部に働かないため、主軸受の変形を小さく抑えることができる。これにより、設計通りの軸受形状を保持することができ、軸受の性能と信頼性を向上させることができる。

ツインステイボルトを含む全体構造については、図14に示すような3次元応力解析モデルを用いて解析を行うと共に、陸上運転時、各部応力の計測を行って、それらが十分安全であること

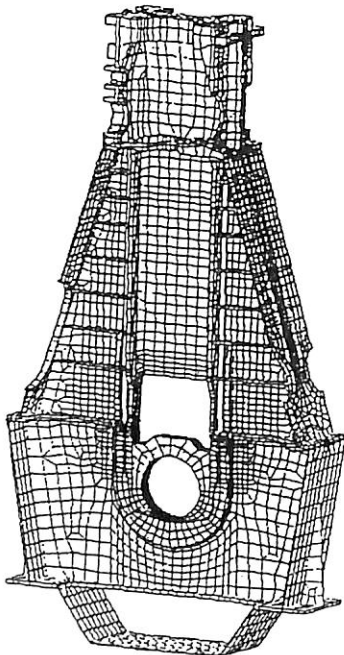
ツインステイボルト 従来デザイン



▲ 図12 ツインステイボルト



▲ 図 13 ツインステイボルトの配置

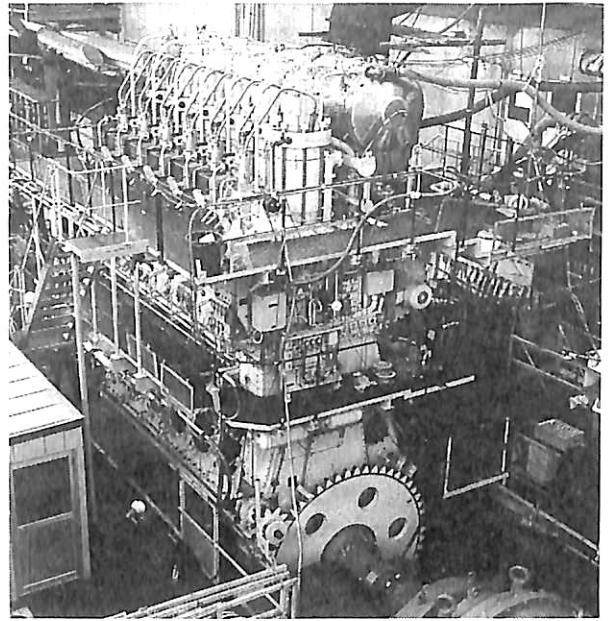


▲ 図 14 全体構造の3次元応力解析モデル

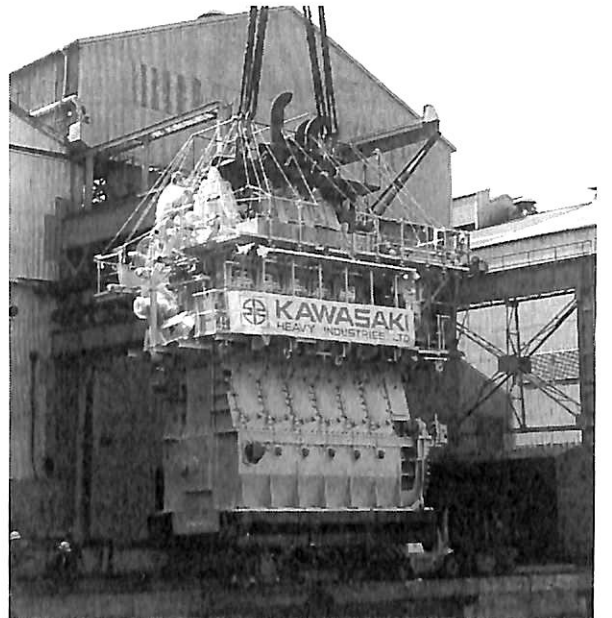
とを確かめている。

## 5. まとめ

以上、簡単に紹介したように、6 S46MC・C形機関は、高出力で小形・軽量・低回転であると同時に、燃焼室周りや主要軸受等に十分配慮された新設計が施されて



▲ 図 15 陸上運転中の6 S46 MC・C形機関



▲ 図 16 搬出中の6 S46 MC・C形機関

いるので、信頼性の高い最新鋭の機関であると言えることができる。図 15、図 16 に陸上運転中と搬出中の 6 S46 MC・C形機関の写真を示す。この機関が、ハンディ・バルクや小型コンテナ船だけでなく幅広く適用されることを期待してやまない。

## ● 技術開発

## 青果物保鮮装置付き 海上コンテナ用冷凍冷蔵ユニットの開発

三菱重工業株式会社 矢頭義信\*1 須藤光敏\*2  
泉 順\*3 葛谷博之\*4 北田卓也\*5

### 1. まえがき

近年のグルメブーム、輸送コストの削減、食品物流の多様化などにより、青果物を鮮度良く長期間維持、輸送するニーズが急増している。従来、温度管理のみが可能であった海上輸送用コンテナにもその技術を取込む必要性が出てきた。従来の海上コンテナで行われてきた鮮度維持方法は、コンテナ庫内に特殊なガスを封入し輸送する方法であったが、コンテナのような輸送を伴う装置ではコンテナの空気漏れが年々大きくなるため、使用開始後、数年で十分な効果が得られなくなるという問題があり、本格的な Controlled Atmosphere (以下、CAと称す) 装置付き海上コンテナ用冷凍冷蔵ユニット(以下、海上レフユニットと称す)の開発が期待されていた。

そこで、本開発では、海上レフユニットを設計する場合に考慮しなければならない以下の3点を念頭に置き、開発を行った。

- (1) コンパクトであること。すなわち、海上コンテナは外形寸法が規格化されているため、装置をコンテナ外へ配置することができず、またコンテナ内は荷物の積載効率を向上させる必要があるため、コンパクトであることが要求される。
- (2) 安価であること。近年、海上レフユニットの市場価格の下落が著しいため、安価でなければ競争力がない。
- (3) 装置の信頼性が高いこと。海上輸送中に故障した場合の対処が困難である点を考慮した設計とする必要がある。

### 2. 製品概要

海上輸送用コンテナは、縦8ft6in、横8ft、長さ20または40ftの箱形構造となっており、海上レフユニットは、

▼表1 CA装置付き海上レフユニットの仕様

ユニット形式	CPE 15-CA
電源電圧	180~230 V、360~460 V 50 Hz 200~250 V、400~500 V 60 Hz
最大消費電力	15 kW (CA装置は1.5 kW)
外形寸法	高さ2235×幅2026×厚み740 mm
重量	760 kg (CA装置は200 kg)
酸素除去方式	1筒式PSA
酸素供給方式	外気導入
酸素濃度設定範囲	0~21%
酸素センサ	ジルコニア式
二酸化炭素除去方式	1筒式PSA(エチレンと同時に除去)
二酸化炭素供給方式	二酸化炭素ボンベ
二酸化炭素設定範囲	0~15%
二酸化炭素センサ	非拡散型赤外線分析法
エチレン除去方式	1筒式PSA
湿度制御装置(オプション)	噴霧式加湿装置付き湿度制御装置
湿度設定範囲	60~95%

その箱の一端壁を形成している。

図1にCA装置付き海上レフユニットの外形図を示す。CA装置はコンテナ内側に、冷蔵ユニットはコンテナ外側に位置する構造である。

当社ユニットは、CA装置の稼働率を上げるため、CA装置とレフユニットが分離できる構造を採っており、当社方式の特長の一つでもある。

表1に本装置の主な仕様を示す。

酸素センサとして、小形で高性能なジルコニア式を、二酸化炭素センサとして、応答性が良く高性能な赤外線分析を採用し、信頼性の向上を図っている。また、オプション機能として、湿度制御装置も組込める設計となっている。

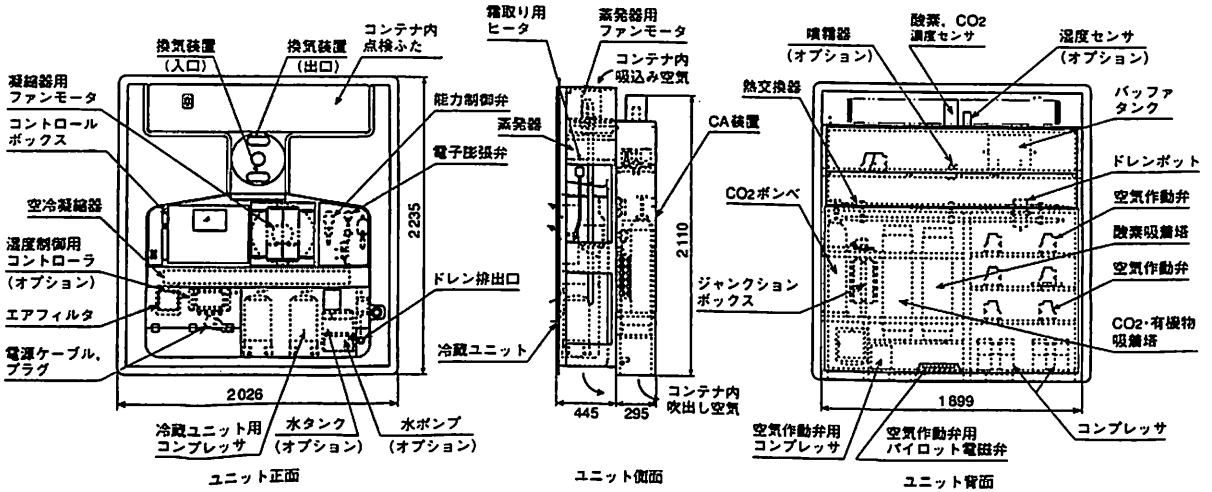
### 3. CA貯蔵システムの開発

#### 3・1 システムの概要

CA貯蔵は、以下の三つの要素機能で構成される。

- (1) 低温貯蔵
- (2) 高湿度の維持

\*1 エアコン製作所 技術部主査  
\*2 " 技術部  
\*3 技術本部 長崎研究所 化学研究室主査  
\*4 " " 第一実験課  
\*5 名古屋研究所 高分子・化学研究室



▲ 図1 CA装置付き海上レフユニット外形図 (CA装置付き海上レフユニットの正面、側面、背面を示す)

(3) 酸素、二酸化炭素濃度の調整、揮発性有機物質 (特にエチレン) の除去

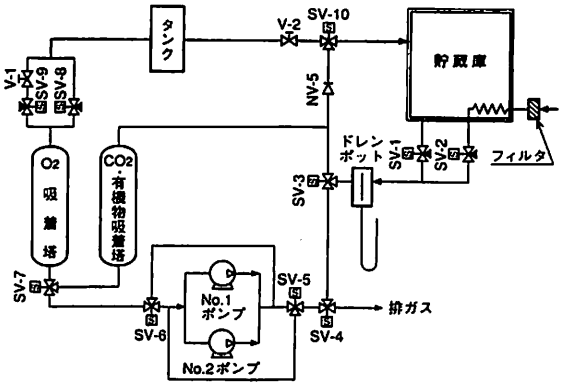
このうち(1)は、レフユニット本体により行われ、(2)は加湿器などを整備した湿度制御装置 (オプション機能としてレフユニット組み込み可能) により行われる。

ここでは、(1)、(2)については既存技術の流用であるため、説明を省略し、(3)の酸素、二酸化炭素濃度調整、揮発性有機物質の除去について説明する。図2は、本方法の現行フローシートであり、装置は雰囲気ガス中の、①酸素を除去する活性炭系モレキュラーシーブカーボン (MSC-3A) を充てんした酸素吸着塔、②二酸化炭素、揮発性有機物質を吸着除去する高SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>比ゼオライトであるシリカライトを充てんした吸着塔、③吸着した酸素、二酸化炭素、揮発性有機物質を系外に排出して吸着剤を再生する真空ポンプ (循環圧縮機としても兼用する)、から構成される。

CA貯蔵の操作としては、以下が実施される。

- (1) 保冷库の冷却
- (2) 庫内の酸素濃度を1~10 vol %に設定する酸素除去 (酸素プルダウン)
- (3) 庫内の二酸化炭素濃度を1~10 vol %へ設定
- (4) エチレン等揮発性有機物質の除去

この貯蔵条件下においては、農作物の代謝は雰囲気組成をコントロールしない通常の冷却条件の1/20以下に低下するため、長期にわたり鮮度が保たれることとなる。貯蔵時には代謝が低下しているとはいえ、農作物は庫内の酸素を消費して二酸化炭素を放出するため、連続的な二酸化炭素の系外への排出と、この消費に見合う酸素の補給が必要である。また、農作物から放出されるエチレ



▲ 図2 CA貯蔵システムのフローシート

(CA貯蔵システムの主要な構成部品と接続図を示す)

ンは青果物の鮮度を落とす成熟因子となっており、0.1 ppm以上の共存で影響を受けるといわれている。

エチレンと共に放出されるアセトアルデヒド、テルペン等も貯蔵に対し悪影響を与えたり、着臭の原因になるため、できる限り除去することが望ましい。

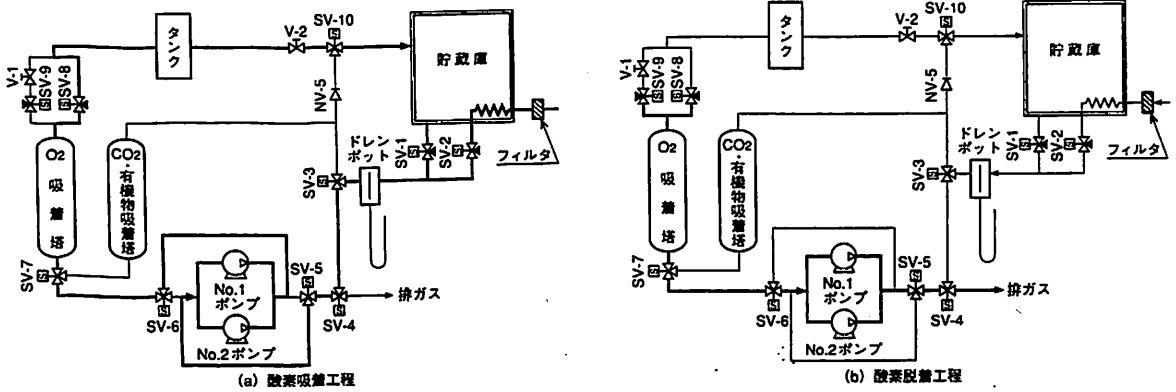
3・2 酸素プルダウン

酸素吸着剤MSC-3Aが1塔式の酸素吸着塔に充てんされており、貯蔵の初期にMSC-3Aを利用したPSA (Pressure Swing Adsorption) による高濃度窒素製造操作により、庫内からの酸素プルダウンが実施される。

PSAは、操作圧の高低で吸着と脱着を交互に繰返すことにより、ガス成分の分離を行う方法である。

高濃度の窒素製造操作のシーケンスを図3に示す。図3(a)は吸着工程であり、入口から供給された空気が吸着





▲ 図3 酸素ブルダウンのシーケンス（酸素除去運転時のバルブ、コンプレッサ等の動作状況と空気の流れを示す）

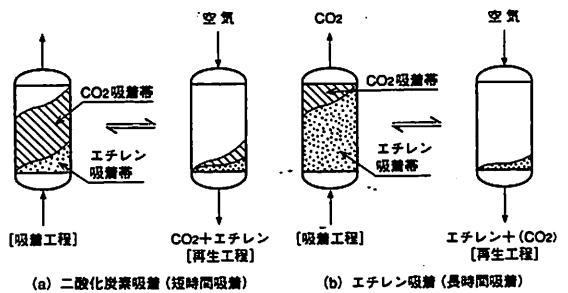
剤を用いたPSA窒素製造では8 atm吸着-1 atm再生で99 vol%程度の窒素が得られるが、CA貯蔵では95 vol%程度の純度があれば、それ以上の高濃度の窒素は貯蔵農作物の代謝により達成されるので、経済性と貯蔵の要求仕様から判断して、4 atm吸着、0.5 atm再生を操作条件として窒素製造を行った。

また、庫内からの酸素ブルダウンにより低濃度酸素が流出してくるので、これを原料空気の一部として使用することによりPSAによる窒素製造工程の性能向上を図っている。

### 3.3 二酸化炭素除去

サイクルタイムが短いと、図4 (a)に示すように吸着塔の前方からエチレン、二酸化炭素の順で吸着帯が形成されるが、サイクルタイムを長時間に設定すると、図4 (b)のようにエチレンの吸着帯が前方から後方まで移動し、エチレンのみを吸着することとなる。このため二酸化炭素の濃度が設定値を超える場合、二酸化炭素+エチレンの両者を除去したいときにはサイクルタイムを3~5 minに設定し、エチレンのみを除去したいときにはサイクルタイムを10~30 minの長時間に設定することとなる。図5に二酸化炭素除去時のシーケンスを示す。図5 (a)は二酸化炭素、エチレンの吸着工程であり、シリカライトを充てんした吸着塔を雰囲気ガスが流過するとき、二酸化炭素、エチレンが除去される。図5 (b)は二酸化炭素、エチレンの外部空気との向流接触による系外への排出工程である。二酸化炭素の系外への排出により生じた庫内の負圧を補償するように外部空気を供給することで、コンテナ内の酸素、二酸化炭素濃度を調整することができる。吸着剤の再生において必要な系外から取込む向流バージ用の空気の必要量については、高圧PSAでSkarstromにより提唱された式(1)が減圧条件下においても有効である。

$$G_p = K \cdot G_0 \cdot P_d / P_a \quad (1)$$



▲ 図4 二酸化炭素、エチレン除去

（二酸化炭素、エチレン除去運転時の吸着時間に対する吸着対象物質の変化を示す）

ここで、

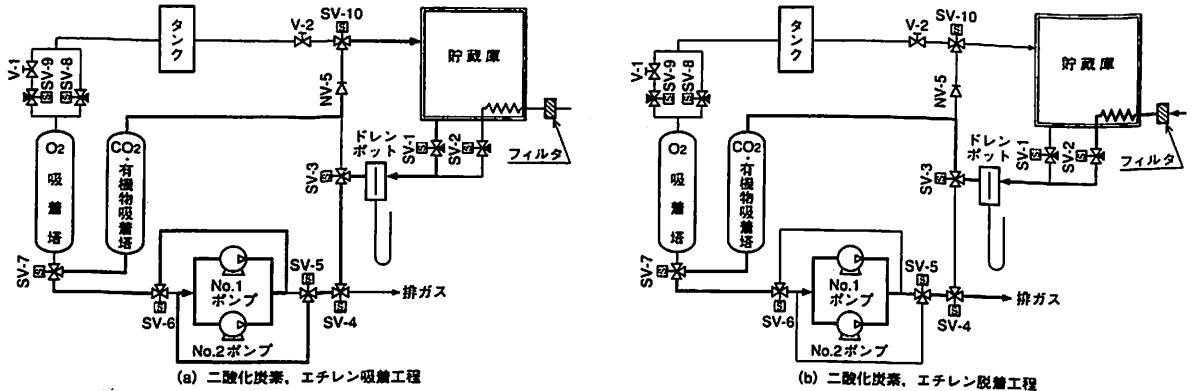
- $G_p$  : バージガス量 (cm<sup>3</sup>)
- $G_0$  : 入口ガス量 (cm<sup>3</sup>)
- $P_d$  : 脱着圧力 (Pa)
- $P_a$  : 吸着圧力 (Pa)
- $K$  : バージ率

### 3.4 揮発性有機物質除去(二酸化炭素との同時除去)

揮発性有機物質の除去に関し3.3節に述べたように、エチレンの吸着帯は二酸化炭素の前方に位置し、二酸化炭素の除去時に同時に排出されることとなる。このため貯蔵中にエチレン等が極端に放出されない限り（極端に放出されるのは、鮮度が低下した段階である）、二酸化炭素の除去によりエチレンも同時に除去されることとなる。通常、農作物からのエチレンの放出は極めて微量のため、感受性の限界といわれる0.1 ppm以上になることはないと考えられる。

## 4. CA貯蔵試験

一般に青果物のCA条件は、大気組成に対して、酸素は1/3すなわち2%程度、二酸化炭素は100倍、すなわち



▲ 図5 二酸化炭素、エチレン除去のシーケンス

(二酸化炭素、エチレン除去運転時のバルブ、コンプレッサ等の動作状況と空気の流れを示す)

3%程度が目安といわれている。しかし、青果物の種類によって、最適なCA貯蔵条件および貯蔵の効果は異なる。海上輸送においても今後さまざまな青果物の輸送が想定されるため、本試験では5種類の野菜についてCA貯蔵試験を行った。

4・1 試験方法

供試青果物は以下の5種類で、試験前日に収穫された物（ブロッコリーを除く）を卸売市場から入手した。

- ① カリフラワー（長野県伊那産）
- ② セロリー（長野県諏訪産）
- ③ ブロッコリー〔米国産（氷温輸送）〕
- ④ キャベツ（長野県産）
- ⑤ レタス（長野県産）

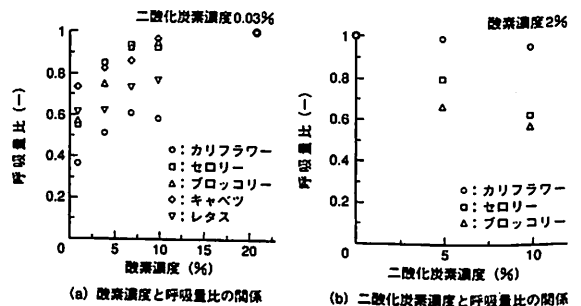
供試青果物をCA試験装置の密閉チャンバに収納して、雰囲気組成を酸素濃度1～21%、二酸化炭素濃度0.03～10%（残りは窒素）に設定し、二酸化炭素濃度が設定初期値より2%増加した時点で、窒素および酸素ガスにより設定条件に戻す制御を行った。また、チャンバ内の設定温度は10℃とした。

鮮度保持効果は、青果物の代謝抑制の有無とその程度を目安と考え、呼吸量で評価した。つまり呼吸量が半分になることで、鮮度保持効果は2倍となると考えた。呼吸量は、チャンバ内の二酸化炭素濃度の増加速度から、青果物1kg当たり、時間当たりの二酸化炭素呼吸量で表した。

4・2 試験結果

CA貯蔵初期の条件を想定し、酸素濃度のみを低下させたときの酸素濃度と呼吸量の関係を図6(a)に示す。

カリフラワーおよびレタスについては、酸素濃度が低いほど呼吸の抑制が認められ、酸素濃度1%では大気条件の呼吸量のそれぞれ約40%および60%となった。一方、



▲ 図6 青果物の呼吸量変化（各種青果物の酸素、二酸化炭素濃度に対する呼吸量の変化を示す）

セロリー、ブロッコリーについては酸素濃度7%以下で、キャベツについては10%以下で顕著な呼吸の抑制が認められ、酸素濃度1%では、大気条件の呼吸量の60～70%となった。

CA貯蔵が定常状態に達した条件を想定し、低酸素下で二酸化炭素濃度を高めたときの二酸化炭素濃度と呼吸量の関係を図6(b)に示す。セロリー、ブロッコリーについては、低酸素による呼吸の抑制に加えて、二酸化炭素が高いほど呼吸の抑制が認められた。二酸化炭素10%の呼吸量は酸素濃度のみを低下させた場合の60～70%に低減した。一方、カリフラワーについては、顕著な呼吸量の抑制効果は認められなかった。

4・3 考察

いずれの青果物についても、酸素濃度が低いほど呼吸の抑制効果が高く、酸素濃度と呼吸量の関係には二つのパターンがあった。カリフラワー、レタスは酸素濃度の低下に伴って呼吸量が抑制されるが、セロリー、ブロッコリー、キャベツについては、酸素濃度5～10%以下で、呼吸の抑制効果が顕著となる。

これらのことから、CA貯蔵の酸素濃度の設定値は5%以下にする必要がある。

また、変色等の低酸素濃度による青果物の障害は、今回試験した5種類の酸素濃度1%でも認められなかった。しかし、実際の貯蔵においては、局所的に酸素濃度が設定値を下回る可能性があり、今後、設定値と実際貯蔵時のコンテナ内の酸素濃度分布を確認する必要がある。

一方、二酸化炭素濃度を高める効果は、酸素濃度を下げる効果に比べて小さく、効果のほとんどない種類もあったことから、二酸化炭素濃度の設定値は5%程度が妥当であると考えられる。

## 5. まとめ

本開発では、1筒式酸素吸脱着システムおよび二酸化炭素、エチレンを同時に吸着可能な当社開発の特殊吸着材を使用した吸脱着システムを考案し、コンパクト化を実現した。また、常時連続的操作を繰返すのではなく、使用機器に複数の機能を持たせ、間欠的に性格の異なる操作を順次繰返すことによって、安価でコンパクトなユニットを開発することができた。1台のコンプレッサを

酸素吸着工程では加圧ポンプとして、再生工程では排気ポンプとして使用し、さらには、二酸化炭素、エチレン吸脱着用としても同じコンプレッサを使用し、機器点数の削減を図り、コンパクト化とコストダウンを実現した。また、PSA圧力条件を低圧仕様とすることにより、信頼性の向上とコストダウンも図ることができた。本装置は、現在主流のCA機能を付加していない方法より優れた性能を示すことは明らかであり、コンテナの空気漏れに対してもある程度までは許容できるが、漏れが極端に大きくなると、本装置でも十分な効果が得られない可能性がある。したがって、CA輸送を行う場合は、コンテナの空気漏れ防止方法も検討しておく必要がある。

本開発では、主にCA装置のハードウェアについての開発状況を紹介したが、今後はCA輸送のソフトウェアについても高度化を進める必要があるため、対象とする青果物ごとに酸素、二酸化炭素およびエチレンなどの設定濃度の適正化システムの開発に取り組んでいく。

(三菱重工技報 Vol. 35 No. 2 1998より)

## 船 型 設 計

株式会社 郵船海洋科学 技術顧問・工学博士

森 正 彦 著

B 5 判 / 本文 341 頁 / 定価 13,250 円 (送料 380 円)

著者は30年に及ぶ造船所の基本設計のベテランで、現在は(株)郵船海洋科学で技術顧問として、船に関する各種技術のアドバイザーを務めておられる。

本著は船の基本設計に当たって、重要な要素である速力・機関出力・排水量等の要目を決定するために必要な知識を細大漏らさず記述してある。

日本の造船技術はここ数十年急進な進歩を遂げたが、中でも船体抵抗・推進については、各研究者・設計者の協力のもとに、理論・実験・実証の各面から長足の進歩を遂げた。

著者はこれらの理論研究をなるべく分かり易く、しかも実際に設計に応用する立場から、これを広く紹介しながら設計の理論的根拠を示している。

内容は絶賛の中に本誌に43回にわたって連載された「船型設計ノート」を単行本として補正取りまとめたものであり、船体線図の設計法から馬力・速力計算法・舵の設計・シミュレータ・省エネのための各種開発等々、最近に至る船型設計のノウハウを詳細に網羅している。

造船技術者としては必読の書として、推薦する次第である。

発行所： 株式会社 船舶技術協会 Tel. Fax. (03) 3552-8798

〒104-0033 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル 振替 東京3-70438

## 海洋開発：20世紀の遺訓と21世紀の展望

(15)

為 広 正 起

## 15. 海洋開発ものづくり(3)……世間の批判

技術的な立場からいえば、むしろ砂漠の中に都市を作るほうが難しいかも知れない。にもかかわらずアブダビやジェッダのような大都会がそこに生まれた理由は何か？ それはこれらの都市がその国の人々にとって必要だからできたのである。海洋都市が作られ、かつ存在するためには、従って経済的にまた社会的に、なんらかの必要性を伴わなければならぬ。

真藤 恒<sup>1)</sup>

## 15・1 アクアポリス

いつの世でも作られた物への第三者の批判は痛烈である。しかも作った者は常にそれを甘受しなければならない。1975年に行われた沖縄海洋博覧会の政府出展施設として建造されたアクアポリスはいまでも沖縄の海岸に係留されているはずだ。私は1990年に再度沖縄を訪れた時、アクアポリスの係留されている国営沖縄記念公園の海岸に行ってみた。maintenanceが行き届いていないためであろうか、主甲板から上下の甲板に通ずる階段の手摺は赤く錆びて薄皮一枚となり今にもちぎれそうな哀れな姿であった。アクアポリスは洋上の未来都市を指向する形で作られたのに、まるで形骸化の印象であった。内装もなんとなく力がなかった。

旧三菱開発（現三菱海洋）に籍を置いていた私の友人の一人はバブルの最盛期に、

『海洋構造物は出来上がった瞬間から、どんどん腐食して値下がりするのに、二束三文の里山を崩して作った埋め立て地はどんどん値上がりして行く』

と言って嘆いていたが、耐用年数100年などという海洋構造物を頭に描いた場合、どういうmaintenanceを実施すれば形骸化を阻止できるのか十分考えなければならぬと思ったものである。

1974年に行われた第1回造船学会海洋工学シンポジウムにおいて、私は半潜水式プラットフォームの構造形状の変遷について触れ、このアクアポリスの建造にも言及したが<sup>2)</sup>、その時一参加者より『未来都市として、あんな

剛構造の代物が果たして必要なのでしょうか』と反論されたことを今でも忘れることができない。これは全く予期しなかった質問であったが、当時この構造の設計を担当した設計部長も地方新聞の意地悪な質問に『進んで、このような雰囲気の中で住みたいとは思わない』と言う意味の発言をしているので、特に驚くことではなかったが、終始アクアポリスの実現に協力してきた私にとっては相当に大きな打撃であったことは間違いない。

三井造船の福岡哲二氏は日本造船学会海洋工学委員会、構造部会の席上で100年の耐用年数を考えなければならない超大型浮体に対しては200年回帰の海象を与えて設計すれば十分である旨の論文を発表されているが<sup>3)</sup>、これを満足させようと思えば勢い剛構造は避けられない。しかし未来の洋上都市に期待される人間居住の必然性を誘惑する姿は、飽くまで柔構造の雰囲気ではなくてはならない。ここが戦争目的の艦船、公衆施設としての洋上空港などと根本的に異なる所以であろう。柔、剛の互いに矛盾する意識の調和された浮体構造こそ真の人間の住める海の殿堂であると考えるが、これは大変に難しい21世紀への宿題である。

常に冷静かつ痛烈な批判をしてくれる大学時代の友人は私に次のような一文を送ってきた。曰く

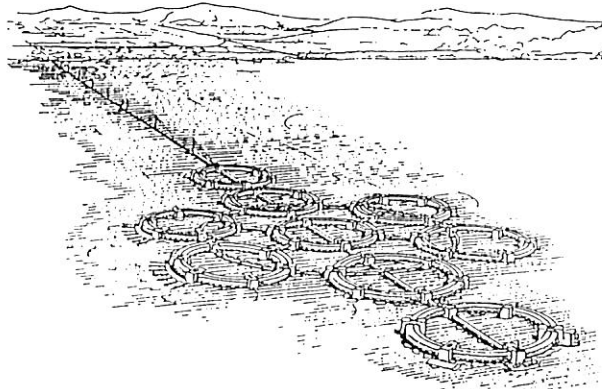
『沖縄のアクアポリスは海洋に人間が居住する試みだなどと言っていましたが、南支那海沿岸の水上市民族蛋民の貧困を救うため、補助金を出して陸上に住まわせる努力がなされていると聞いています。アクアポリスは逆行だったと思ったものです』と。

できた物に対する世間の風当たりは、責任が無いことを割り引きしてもかなり厳しいと言わざるを得ない。冒頭の元NTT会長の真藤 恒 氏のお言葉は我々に対する頂門の一針である。真藤氏はブラジルのアマゾン河畔にバルプラントバージを沈設したり、わが国の超大型タンカーの曙を築かれた先覚者であり、霞ヶ関ビルを建設して超高層ビルの曙を築いた武藤 清 氏と共に昭和時代の忘れ得ぬ人物である。このような大型化の先哲ですら、経済と社会の必要性のない所に海洋都市は生まれなくて

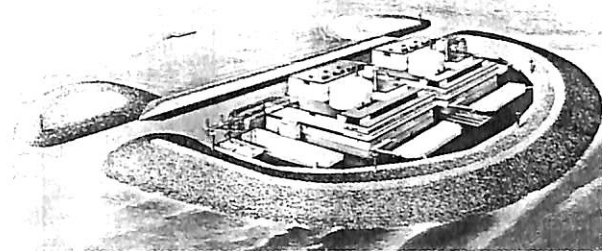
とを明言しておられるのである。ましてや人間の住む環境を兼備した海上都市の出現を期待することは益々困難な問題であると認識せざるを得ないのである。そのため、経済と社会の要請に応じて柔剛兼備の海上での居住環境を作るとすれば、その姿はどんなものであれば良いのか、常日頃から考える習慣がついてしまった。未だ完璧な結論を持っているわけではないが、次のような基本的な考えを頭に描いている。

- ① 柔構造を強調するためにできるだけ鋼構造が表面に現れない形を選択する。
- ② 浮体に対する信頼感と連帯感を与えるために、浮体の平面形状は閉曲面で構成する。
- ③ 浮体の居住環境を良好にするため、浮体の波浪中の運動、漂流、傾斜、振動を最小にする。
- ④ 陸上に比較して緑色の喪失は避けられず、洋上の色彩に対する技術の再検討をする。
- ⑤ 規模と供用年数に応じた維持機構を確立する。

①、③に対しては半潜水式の構造が最適であるが、見える部分は人間の視覚を緩和するため、ドームの形状を大胆に採用したら良い。アクアポリスも初期の検討段階で主甲板上にドームで構成された展示館が提案されていた記憶があるが、最終的には空間に解放型の構造が採用



▲ Fig. 15・1 semisub を利用した洋上都市 (吉田)<sup>4)</sup>



▲ Fig. 15・2 洋上原子力発電所構想<sup>5)</sup>

された。その結果は上述の批判となって現れている。

②に対しては例えば東大吉田研究室より発表された Fig. 15・1 のような構造<sup>4)</sup>が望ましいが更に信頼感を与えるために、円の内側または外側に固定核の存在が欲しい。これは上五島の石油基地や、アメリカの洋上原子力発電所の構想の中にその片鱗を見ることができる。

(Fig. 15・2 参照)

④は人間の目を楽しませる考え方で、塗装技術や材料の選択によってある程度陸上の自然の雰囲気再現することが可能であると考え。ヒントは伊勢神宮や厳島神社にあるような気がする。檜の素木の色と周囲の緑の調和は陸上の自然の最も美しい姿であり限りない安らぎを覚えるからである。中国の湖水の側に建立されている朱と緑の回廊の美しさにも惹かれるものがあるが趣味の問題かも知れない。

⑤はシステム内の腐食の激しい構造を新品と交換するために、構造の一部を取り外し交換ができることが肝要であるが、防食 / 防汚を含めた保守技術についてその時代の技術の粋を結集しなければならないと考える。私の経験では塗装やライニングの技術に関してはこれでおしまいということは無いようだ。

寺井精英氏は著書の中で工業化社会と情報化社会と巨大資本を3軸において5km四方の洋上情報都市構想の成立の可能性を論じている<sup>6)</sup>。そして洋上情報都市の価値基準として3C(Comfortable, Convenient, Charming)を挙げているが、我々は少なくとも最後のCharmingの段階で最初のつまずきを経験しているように思える。21世紀への期待は大きいといわねばならぬ。

## 15・2 魚の悲鳴と trade-off

九大応用力学研究所においてになった田才福蔵教授は生前関西造船協会誌に、大変良く理解できる動揺制御型の浮消波堤の原理を発表されている<sup>7)</sup>。筆者らは1977年Cochin関数を利用して同じ問題の実用化形式について、土木学会海岸工学委員会に発表しているが<sup>8)</sup>、余り読まれた形跡が無い。この論文を土木学会で発表するに際しては、このような進行波に対して受動型の浮消波堤に関して海洋土木の関係者に特に関心をもって戴こうと考え、当時東大工学部土木工学科にお出でになった堀川清司教授に特にお願いして発表の機会を与えられた経緯がある。基本の概念は田才教授の結論と全く同じであるが、要するに

『進行波に対する浮消波堤の動揺運動の上下動の位相差と左右動の位相差を等しくするように浮体を設計することができれば、透過波高を0にすることができる』

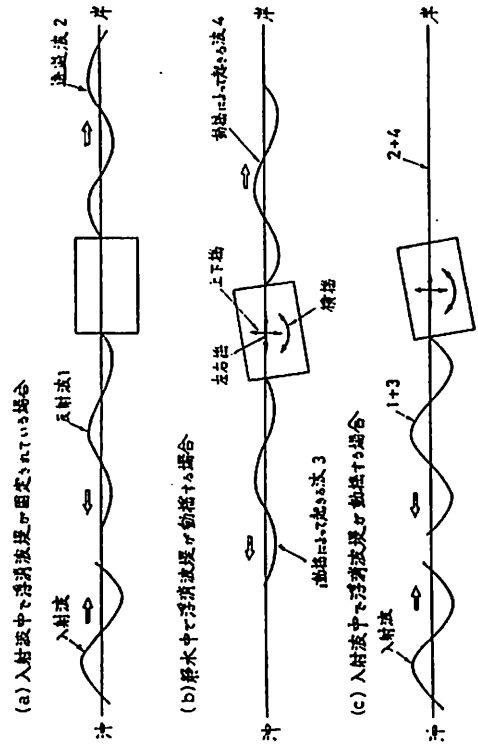
という内容である。(Fig. 15・3, Fig. 15・4 参照)

ところがこの浮消波堤の波上側には反射波が存在するから、進行波と重畳して当然波高が大きくなる。この現象は進行波に対して能動的に働く中古タンカーを直立、浮上させて浮消波堤としても全く同じである。

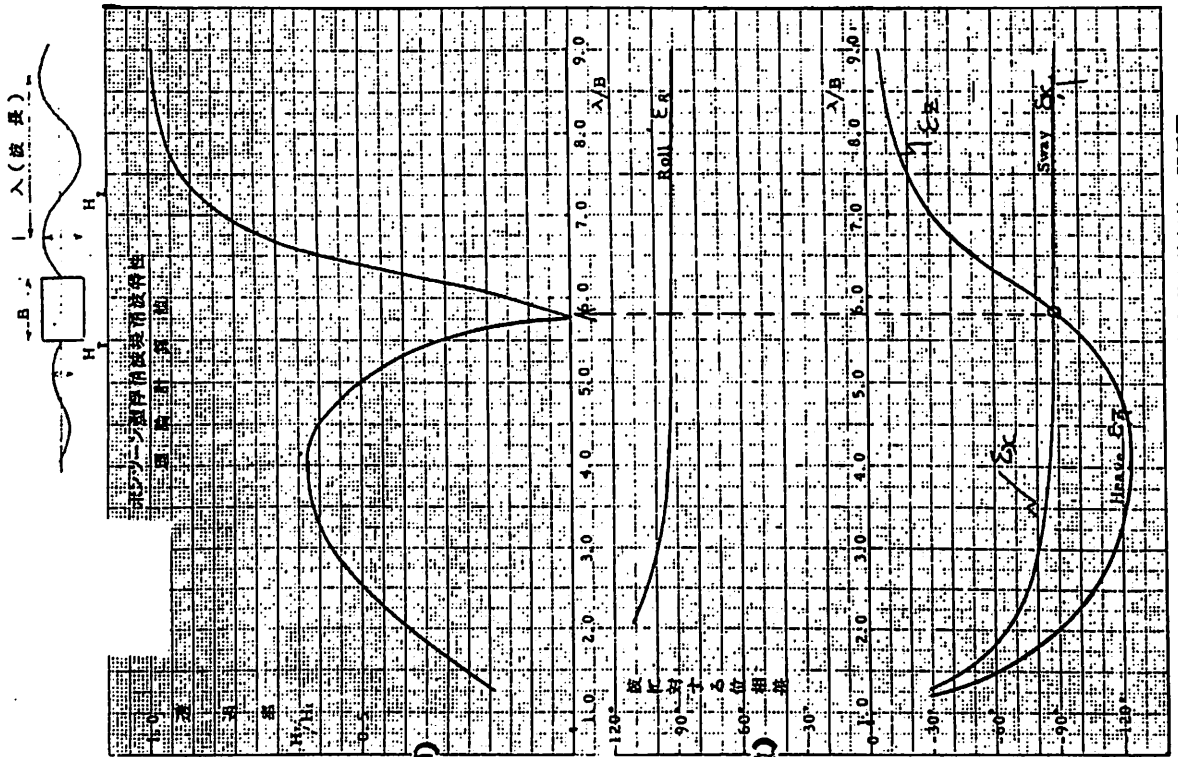
急に波が荒くなった波上側に住んでいた魚はこの異変に気が付いて寄り付かなくなるという事態となってきた。漁業組合の人々は『何とかならないか』と言って来る。ある浮消波堤の現地調査報告によると、定置網漁業関係者から次のような指摘を受けている。

- ① 魚の道が変わった。
- ② 反射波のために作業がし難い。
- ③ 流れが少なくなったようだ。
- ④ 漁船が港へ出入りする際の障害になっている。(特に夜間)

理論を尊重して透過波高が小さくなるような浮消波堤が設計出来て、消波堤の内側の養殖漁業に従事する漁業関係者にはhappyでも、すべての漁民をhappyにすることは出来ないようである。波上側の波を静めるには、またいろいろな細工が必要であるから、そのような付加物を添加すれば到底採算には乗らない浮消波堤が出来上がる。どうやら波上側の魚には我慢してもらうしかないだろうというのが私の本音である。



▲ Fig. 15・3 動揺制御型浮消波堤の原理<sup>8)</sup>



▲ Fig. 15・4 浮消波堤の上下/左右動と位相差の関係図

勿論、海は自然のままが美しく、安定している。そこに人間が勝手に何らかの障害物を設けようとするならば、必ず trade-off の原則を覚悟しなければならないと考える。trade-off とは元来両立し得ない事項の兼ね合い、妥協、引き換えを意味する。海野文男、和子の共著になる実用英語辞典には次のような例文が載せてある<sup>9)</sup>。

"The trade-off is correspondingly longer drawing times for increasing degrees of realism

……(その反面)犠牲になる点はリアリズムを向上させるためには、その分、長く掛かる描写時間である……”  
という調子である。私の随筆(4)で紹介したメッシナ海峡を横断する水中トンネルの安全性を議論した論文の中には次のような一節がある。

"The safety approach to the design of Messina Strait Crossing is quite simple and effective. In fact, passengers inside the tunnels have no real means to realize where they are but the overall length of the system and, in turn, the crossing time. In other words, safety measures inside the tunnels may be addressed making reference to conventional accidental scenarios first. Of course, conventional safety measures may be improved, and they were, but it was soon understood that matching specific safety goals for the project was a matter of sound tradeoffs while feasibility was not a topic of real concern."

この文章は浮遊式海中トンネルが海峡横断に対する革新的な提案であり、海の世界から来る通常考えられないような安全性の問題、例えば海中トンネルに海峡通過中の船舶が何らかの事故で沈没しながらトンネルの上部か

ら衝突してくるとか、テロの集団が海上から破壊工作の暴挙に出る場合の安全の問題などをどこまで考えるかという議論の中で、水中浮遊型のトンネルの監視や保守施設、避難施設の兼ね合いの問題を論議している。

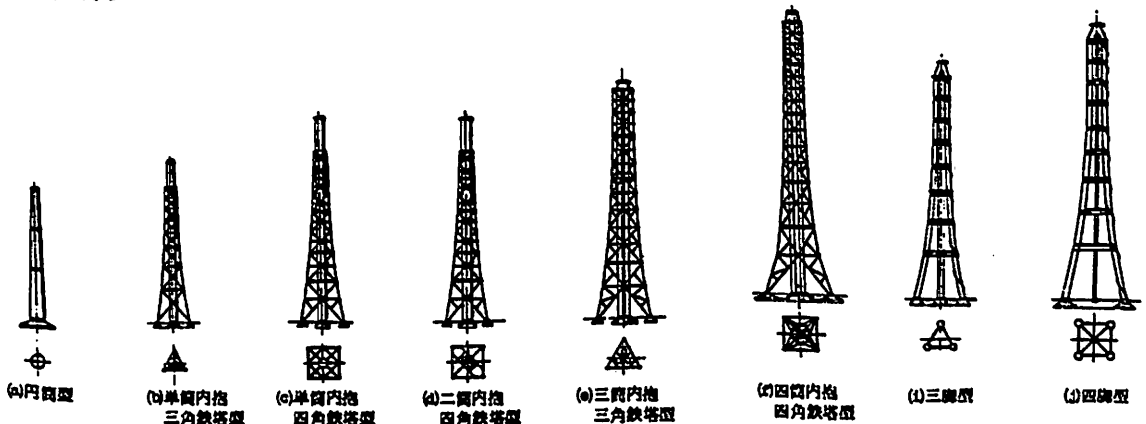
どうやら海の中での安全や安定の問題は、それを考察するためのシナリオに際限が無く、何かを犠牲にして妥協点を探さなければならないようだ。今問題にしている浮消波堤にしても、堤の両側の波を消すことは、ある程度はできない相談では無いかもしいが、人命に直接被害が及ばないなら、trade-off の精神より波上側の魚には我慢してもらうしかないと思う。技術者は無駄な努力をしてはならないと思う。

余談ではあるが、海底の珊瑚の分散能力と競争能力には負の相関が働いているようで、動物学者はこの現実を trade-off と解釈している。珊瑚に分散能力が大きければたとい競争に弱くとも絶滅しない<sup>11)</sup>。彼等の方が余程海の世界を達観している。

我々技術者は顧客の意見に対しては常にその時点における最高の技術で接しなければならないが、海の中のプロジェクトに対しては trade-off の精神が無ければ成立しないことも事実で、この点に関して顧客の了解を得る努力もまた必要ではないだろうか？

### 15・3 Spar Buoy と 超高煙突

この二つの物はいずれも鋼製の柱状構造物であるという共通点がある。私は三菱重工業に在職中に、超高煙突の開発に従事した経験がある。鋼製の煙突は船舶の接合構造が鋸から溶接に変換を遂げた時期にその技術の応用として有田行雄博士(故人)が手掛けた新機種であった。高さ41mの火力発電所の煙突から出発して220mの超高煙突まで開発が進められた。400mまで試設計をした経験がある。既に400本以上の煙突が三菱一社で建設され



▲ Fig. 15・5 鋼製煙突の変遷<sup>12)</sup>

ているがライバルであった日立造船の煙突を加算すれば、その倍の数がわが国の高度成長期の象徴として君臨したことになる(Fig. 15・5)。一方 spar buoy も海底石油の探査が大陸棚から海盆にまで発展する間に、波浪中の安定性が認識されて、最近では深海における海底石油の生産施設として脚光を浴びるようになった(Fig. 15・6)

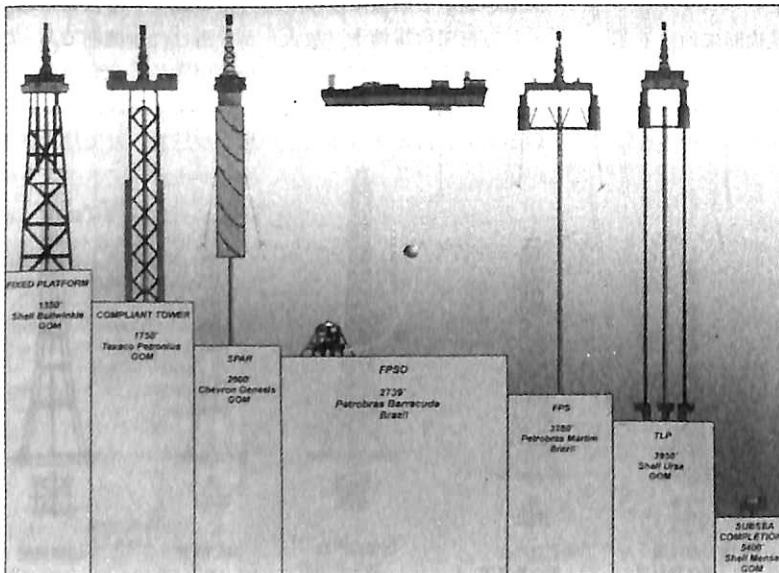
超高煙突の開発の過程において問題になったことは沢山あるが、中でも煙の希釈拡散と、煙突構造の耐風/振動対策は終始私の頭を悩ました問題であった。私が膨大な煙に舌を巻いたのは、中学4年(1941年)に修学旅行で九州一周の途次、汽車が小倉駅に到着した時であった。八幡製鉄所の低い煙突からもくもくと絶え間なく排出される黒い煙に仰天した。戦後1955年に神戸の川崎製鉄所を訪れた時は煙突の煙は茶色であったが、その凄まじさには恐れを成したものである。実際に鋼製煙突を設計するようになって拡散と振動対策は相乗して私に重くのし掛かって来た。

『お前の設計した煙突の煙でピーマン島が全滅した。対策のために直ぐ来い』

『お前の設計した煙突の頂部が随分大きく揺れている。危なくて側に近寄れない。善処してくれ』

『お前の塗った航空標識の色は腰巻きの色だ。直ぐ塗り替える』

などといった緊急連絡が入ると、その度に重い足取りで客先の事務所に赴いたものである。煙突が竣工すると足場を解体するから、そう簡単には対策を講ずることができない。しかし客先も操業の死活に拘わる重大問題であ



▲ Fig. 15・6 海底石油生産施設と水深<sup>13)</sup>

った。

エレベータ黙し語らぬ人々の

その重さをも吊り上げてゆく

原田真一郎

の歌が頭を過ぎることしきりであった。上空の大気は通常温度勾配が地上から離れるにしたがって低くなるのが普通であるが、時には地上から直ぐに温度勾配が逆になったり、途中から逆転したりする。Fig. 15・7のc以下の図がそれに当たる。

そのため我々は煙の有効高さの概念を導入し、煙突の実際の高さに加えて、煙の吐出速度、煙の浮力効果を勘案し憎らしき逆転層を突破することを考えた。

Bryant-Davidsonによると、煙の速度上昇分と大気の密度差による温度上昇分の合計による煙突の見掛けの高さの増分hは次の式で示されている。

$$h = d (V_s/U)^{1.4} \times (1 + \Delta T/T_s) \dots\dots\dots 15 \cdot 1$$

h = 見掛けの煙突高さの増分 m

U = 風速 m/秒

V<sub>s</sub> = 煙の吐出速度 m/秒

d = 煙突の頂径 m

ΔT = (煙突出口のガス温度) - (大気温度) F°

T<sub>s</sub> = 煙突内ガス温度 R°

この式は必然的に煙突の実高さを大きくし、煙の吐出速度を上げることの必要性を示唆しており、八幡製鉄の人々と研究の結果Fig. 15・5の最左翼の集合型煙突を

誕生させた。問題が起こった時、製作者にclaimを出すだけでなく、進んで製作者に協力して新しい解決の方向を見出す努力をして戴いた八幡製鉄には今でも感謝している次第である。逆転層の問題は音波の伝達にも問題を生ずるが、海には密度の逆転などがあるからspar buoyも安閑としているわけには行かない。

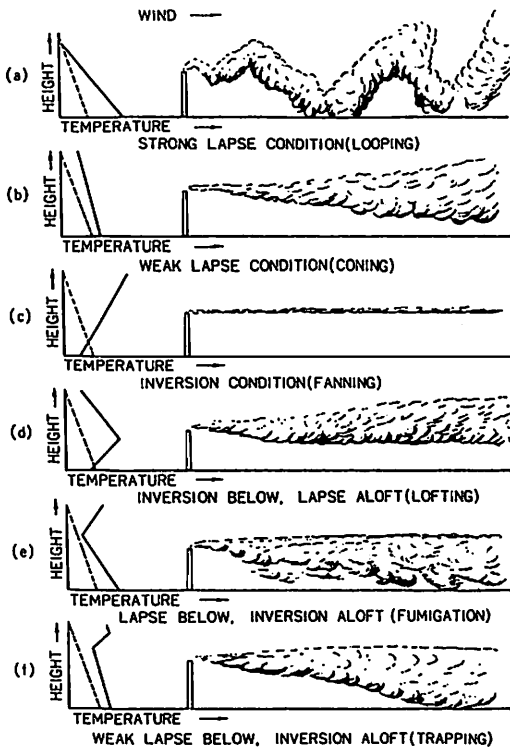
ところで我々は流体力学でカルマン渦なるものを学んだ。流体の流れの中に置かれた円柱は、この渦が発生すると流向直角方向に振動する。その振動数fは15・2式で示されている。

$$f = V \cdot S/D \dots\dots\dots 15 \cdot 2$$

V = 流体の速度 m/秒



D = 円柱の直径 m  
 S = ストローハル数



Six types of plume behavior under various conditions of stability and instability. At left: broken lines, dry adiabatic lapse rate; full lines, existing lapse rates. (By E.W. Bierly and E.H. Hewson, the University of Michigan)

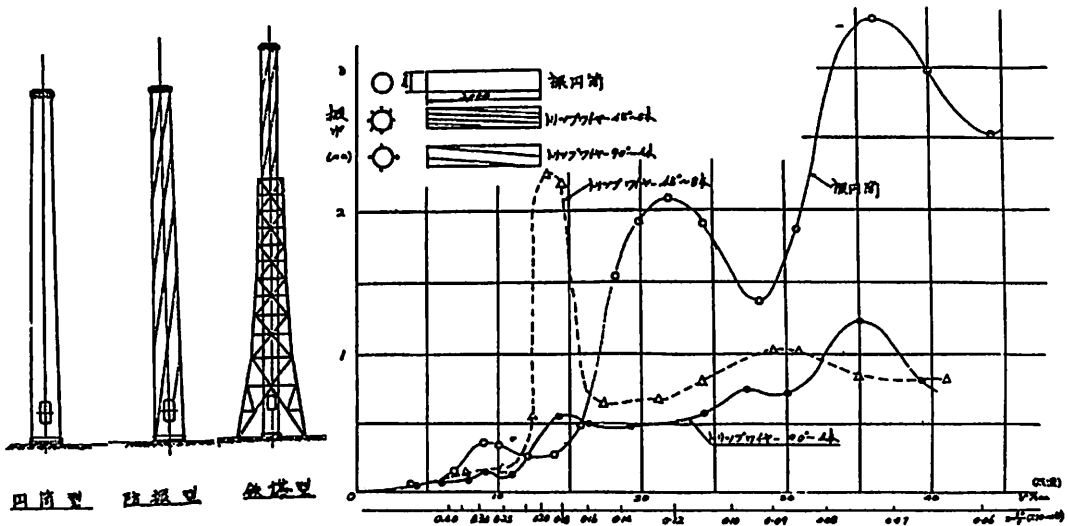
▲ Fig. 15.7 煙と温度勾配<sup>14)</sup>

この振動は流体の流れのある所に置かれた鋼製煙突, Spar Buoy のいずれでも起こる可能性がある。そのため規則正しいカルマン渦の発生を妨害するために Fig. 15.8 a に見るように trip wire や flat bar を円柱に巻き付ける方法が取られている。Fig. 15.6 でもその片鱗を伺うことができる。私は1963年春アメリカの自動車産業の発祥の地デトロイトの町を訪れた。その火力発電所の鋼製煙突には trip wire の鉢巻きの代わりに flat bar が螺旋階段状に取り付けてあった。煙突の振動に深い関心を持っていた私は『何処の国の人の知恵も皆似たようなもの』を感じたのであった。しかしこの方法では wire の巻き方によって効果に著しく変動があることを有田博士は建築学会に発表している。(Fig. 15.8 a) 煙突が超高化するに従って、振動問題はますます複雑になりこのような手段では簡単に防振することができなくなっていた。このような時に注目されたのがスクルートン数の概念である。これは一口にいえば煙突のような片持梁の全長に渡って質量配分を再吟味することによって防振効果を得ようとする考えである。この考え方の根拠は次のようである。

$$m\ddot{y} + c\dot{y} + ky = f \dots\dots\dots 15 \cdot 3$$

減衰力      外力(空気力)

しかるに振幅  $y$  に正弦振動を仮定すると



▲ Fig. 15.8 a ストローハル数と振幅

$$\begin{aligned} \text{減衰力} &= c\dot{y} = 2h\omega \cdot m \cdot \dot{y} \\ &= 2h\omega^2 \cdot m \cdot y \\ (\dot{y} &= \omega y) \end{aligned}$$

y : 振幅, h : 減衰比, ω : 円振動数  
m : 質量/m, D : 直径

$$\text{外力(空気力)} = \frac{1}{2} \rho V^2 \cdot C_L \cdot D$$

従って

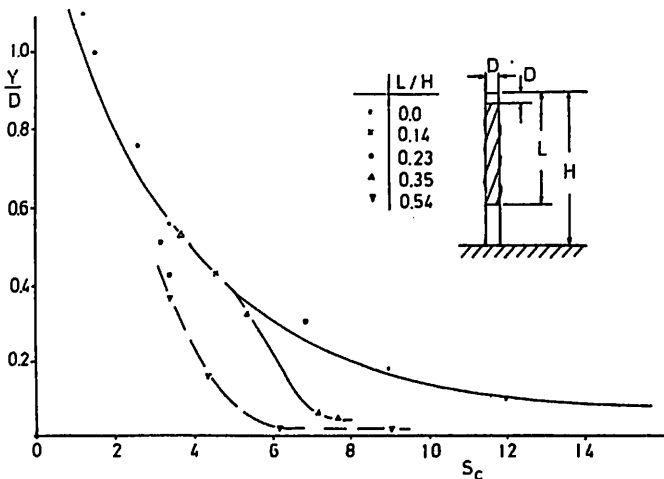
$$\begin{aligned} \text{減衰力/空気力} &= \frac{2h\omega^2 m \cdot y}{\frac{1}{2} \rho V^2 C_L D} \\ &= \frac{4hm}{\rho C_L} \cdot \frac{\omega^2 y}{V^2 D} \\ &\propto \frac{4\pi hm}{\rho D^2} \cdot \left(\frac{D\omega}{V}\right)^2 \cdot \frac{y}{D} \\ &= \frac{2\delta \cdot m}{\rho D^2} \cdot \left(\frac{D\omega}{V}\right)^2 \cdot \frac{y}{D} \end{aligned}$$

└ スクルートン数  $S_c$

└ ストローク数

└ 無次元振幅

しかるにストローク数は渦励振動が発生する時はある一定値になることを考えれば、最終的には減衰力と空気力の比は  $(2\delta \cdot m / (\rho D^2)) \cdot y / D$  に比例することが判る。換言すれば空気力に対する煙突の damping range をある幅に押さえれば無次元振幅  $y / D$  はスクルーション数に反比例することになる。このことは、煙突の全長に渡る質量の配分が非常に重要な役割を持っていることを示している。(Fig. 15・8 b)



▲ Fig. 15・8 b 無次元振幅とスクルーション数の一例<sup>15)</sup>

つまり21世紀に入って本格的に spar buoy が洋上の石油生産プラットフォームとして採用されたら、buoyの質量配分には最大の関心を示さねばならないと考える。海の中で一旦振動が始まったらその修復のための作業の困難さは陸上の比ではないからである。このような結論の誘導は顧客の厳しい製品に対する批判のおかげである。ピカソは

『平和な時は何でもできる。金魚が空を飛び、小鳥が水の中を泳ぐことができる』と言った。

trouble が続出する時の技術者の心は決して平和ではない。しかしその間に技術者は鍛えられ、やがて大きな飛躍を遂げるのではあるまいか。

#### 15・4 21世紀の大型プロジェクト

最近私は海洋関連の未来の大型プロジェクトを描いた二つの長文の書物を見る機会にめぐまれた。一つは元横浜国大学長の太田時男先生の『ポルシェコンビナート計画』<sup>16)</sup>、いま一つは現在海洋都市開発研究会で活躍しておられる寺井精英氏の『海洋情報都市』である<sup>6)</sup>。前者は太陽エネルギーを直接利用して熱電発電を行い、その転換エネルギーで海水の淡水化、純水の電気分解、を行って、究極的には水素を得ようとする試みである。太陽熱を吸収するために1km四方の洋上浮体を48基配置する計画である。後者は5km四方の洋上浮体(semi-sub)の上に6層の情報都市とインフラストラクチャーを構築しようとする大計画である。勿論人間の住環境も拵えてある。世間には随分遠大な構想を持った人々がいるものだと驚

くとともに、私の海に対する開発精神が大いに刺激されたことを否定することができない。

寺井氏の示された工業化社会と情報化社会の軸は21世紀も堅実な主軸の役割を果たすであろうが、もう一つの巨大資本の軸はバブルの崩壊とともに崩れてしまい、現時点ではプロジェクトは3次元的なものから2次元的なものに萎んでしまっていると考えられる。

太田先生の水素抽出の構想も実現までの道程を考えるとまず資金と場所の点で暗礁に乗り上げそうな気がする。このような大型プロジェクトに接近するためには、アクアポリス程度の小規模のものから検証の段階を踏んで開発を進めるべきであろう。この点は土木技術者が100mずつ堤防を検証しながら構築して行く辛抱強さに学ばねばならない。21世紀の経済環境を私の力で忖度することはできないが、このような大型プロジェクトに当面する度に、もう故人にな

られた元三菱重工業㈱の会長であった古賀繁一氏が私に下さった言葉を思い出すのである。

『忙しく海の大規模構造物の問題で苦勞するより、里山の開発をしたほうが遥かに安上がりだ。海の大規模プロジェクトには、その構造物の維持のためにどれだけのお金が掛かるかという点に確信が持てるまでは、手をつけてはならない。』

太陽のエネルギーも、海洋の広大な空間も一般には『ただ』の資源であるとの認識であろうが、『ただ』より高いものはないのである。里山の開発にも環境の問題が内在し、コンビナートをその方向に発展させることを長い間阻んできた。海洋立地の問題が表面化してきたのもこの隘路の打開策であった。従って会長は私に対して、海の仕事にはtrade-offの精神が必要であることを説かれたものと考え、発言の後段に重点をおいて考えることにしている。特に住環境に対しては、

- どういうneedsが発生すれば、人間は海に住む気になるか。
- 3C (Comfortable, Convenient, Charming) に加えて confident な構造はどうあるべきか。
- 供用年数に相応しい具体的な保守技術はどうあるべきか。

という問題を21世紀には完全に解決してもらいたいものである。海に浮かぶプラットフォームに人間が愛情と信頼を持つようになるまで、何度でも考えたい。

(つづく)

---

【参 考 文 献】

- 1) 真藤 恒; 海洋情報都市の今後を探る — 明日の日本を拓く海洋情報都市 — 海洋情報都市開発研究シンポジウム Jan. 1985
- 2) 為広正起; 半潜水式プラットフォームの構造形状の変遷, 第一回日本造船学会海洋工学シンポジウム Nov. 1974
- 3) 福岡哲二; 超大型浮体構造物の構造安定性評価法について, 第121回日本造船学会海洋工学委員会構造部会
- 4) 吉田宏一郎ほか; 中水深域空間利用構造物の開発 その1, その2 日本造船学会論文集165号, 170号
- 5) Offshore Power System 社 バンフレット 洋上原子力発電所 1980
- 6) 寺井精英; 海洋情報都市 — 動き出した超巨大プロジェクトの全容, TBSブリタニカ 1986

- 7) 田才福蔵; 規則波中の二次元物体に働く漂流力について 関西造船協会誌 第152号 1974
- 8) 為広, 辻田, 土岐; 動揺制御式浮消波堤の消波性能 土木学会第24回海岸工学講演会論文集 1977
- 9) 海野文男, 海野和子; 実用英語辞典 日刊アンソエーツ 1994
- 10) L.Colombo et al; Messina Strait Crossing, Safety analysis for submerged floating tunnels, Strait Crossing '94 1994
- 11) 丸山直樹; 地球は誰のもの — 地球を丸ごと考える 岩波書店 1993
- 12) 三菱鋼製煙突カタログ
- 13) Leonard de Blanc; Spar-shaped drilling unit designed for 8,000 ~ 10,000-ft depth corridor, Offshore Nov. 1996
- 14) 釜口, 有田; Wind Tunnel Testing on Stack Gas Diffusion, Mitsubishi Technical Bulletin May 1964
- 15) G.Hirsch; Practical Experiences respective passive control of steel chimney vibrations by means of new type of aux. damping system 第5回国際煙突会議 1984
- 16) 太田時男; ポルシェコンビナート計画 ポルシェ計画研究会編 アイビーシー 1981

---

【お 知 ら せ】

都合により、「船会社の造船技術者より見た造船の諸問題」本月は休載いたします。

次号にご期待下さい。

(編集部)

---

【訂 正 お 詫 び】

5月号 目次(3頁)中、技術解説、海洋随筆中の 頁数に誤りがありました。訂正しお詫び申し上げます。

(誤) (正)

- |    |    |                       |
|----|----|-----------------------|
| 66 | 68 | プッシャーバージあれこれ          |
| 58 | 60 | 映画「タイタニック」に見る(省略)     |
| 68 | 70 | 海洋開発: 20世紀の遺訓と21世紀の展望 |
| 74 | 76 | 或る造船技術者の思い出           |

5月号 55頁 回天付記 表中

(誤) 2名 (正) 1名

5月号 68頁 標題「内陸水運とプッシャーバージ」は削除

## ● 技術解説

## プッシャーバージあれこれ

(4)

山口 琢 磨\*

## 切り離し性能(2)

SOLASが人命に危険を及ぼすと考える事故は、転覆と火災と浸水の三つを最も重要なものとしている。

これらのうち転覆は非損傷時復原性として扱われ、狙いは「転覆は絶対に起こってはならないもの」とすることにある。従来、プッシャーバージで発生している転覆事故は、すべて解満載時に起きているが、この状態では解の排水量は押船のその10倍ないし20倍あるのが普通であり、転覆は解の復原性が荷崩れ等で失われたことよって起きたもので、押船の復原性が悪いため解が転覆することはあり得ない。1979年2月に日本海で転覆したソ連のBorsheretsk船団は甲板積木材が固縛不十分で移動したもので、また1990年12月にバルト海で転覆したFinn-Baltic船団は甲板積み含水微粉鉄鉱石の移動で転覆して、これら二回の事故で計20名の人命が失われた。切り離し時間は前者が40秒余、後者は2分数十秒と言われているが、転覆は30秒以下で起こったという。但し転覆前に貨物の小移動で静的傾斜が発生し、危険が感じられていた。Finn-Balticの事故は、これを契機にIMOのDE部会の下に分科会がつくられて、プッシャーバージに安全諸基準を適用するための標準の作成が審議されることになった。結論として、一体船として扱わないB型プッシャーバージはSOLAS適用除外であるが、微粉精鉱や甲板積木材のような復原性に影響がある貨物を積む場合は、IMOによる積付けに関する安全実施基準を守るべきことが勧告された。一部に切り離し所要時間がもっと短かったならば押船は転覆せずに済んだらうという意見もあったようであるが、この意見は当然ながら考慮されなかった。「転覆所要時間」が予測も制御もできないものである以上、これは当然のことである。そうでなければ、切り離し時間が十分短ければ、人命の安全に関係ない解は転覆してもかまわないし、無人の曳航解はなおさらである、といった暴論が成り立つかもしれない。

次に火災であるが、まず押船に火災が発生した場合は普通の自航船舶の火災である。解の貨物に延焼したり、

これを爆発させたりする危険がない限り切り離しの必要はないだろうし、押船の乗員は解に避難でき、解の消火装置を押船の消火にも利用できようが、火災で切り離し装置が作動不能になることもあるから、船長は難しい判断を迫られることもあろう。解に火災が発生した時は、押船の乗組員は連結運航する解の安全を守る義務があるから、当然解の消火に当たることになる。押船を切り離すのは、押船に延焼する危険が迫った時や、解が爆発するおそれがある時ということになる。しかしこれら火災に際しての切り離しは緊急時切り離しの一つではあっても、時間に迫られて切り離すというものでなく、次に述べる浸水時緊急切り離しとは性質が異なるものである。

船を沈没に至らしめる可能性が最も高い事故は外板損傷による浸水であり、その主な原因は衝突である。特に船首寄り部分の衝突が最も可能性が高いことは、1991年のSOLAS改正で加えられた長さ100m以上の貨物船の区画に関する規定の内容から見ても明らかである。プッシャーバージでは解の船首付近が衝突されて浸水する可能性が最も高いことになるが、SOLAS適用除外となっている解は区画などが等閑に付されている場合があるから、破口が大きいと大きな範囲に短時間に大量浸水をきたすこともあろう。損傷と同時に始まった浸水は、同時に解の喫水とトリム（時には横傾斜も）を変化させ、押船はもち上げられ、または押し下げられて、押船を解につなぐ連結装置が受ける荷重も浸水と同時に増加し始める。このような緊急事態下では、当然緊急切り離しをかけることになるが、状況は先に述べた「切り離し試験」の時のような平衡状態ではなくなっている。処置が遅れて、解の喫水と、特にトリムの変化が大きくなると、連結装置の受ける荷重が異常に増加し、作動動力が不足して切り離しが困難になるかも知れない。事例にも解の座礁によるトリムの大変化で切り離し不能となったものがある。もし連結装置が異常荷重で作動不能となれば、切り離し不能となり、押船と解は一体のものとして沈没するだろう。例え通常運航時の商行為としての連結・切り離し（それにはどんな準備も許される）は自由自在で、また前記のような切り離し試験に合格して一体型でないプッシャーバージと認められていても、現実の

\* タイセイエンジニアリング株式会社 社長

緊急切り離しを要する事態では人工的準備は全くできず、むしろ切り離しにくくなる状況が時々刻々深刻化する。ここで、平素の商行為として予定された切り離しが順調に行われようと、いざという時に一体の船として沈んでしまうものが、安全上から見て一体型プッシャーバージでないとは言えないだろう。

また緊急切り離しは、舳が沈没に瀕しても、押船には危険が及ばないようにこれが分離でき、分離された押船が独立の船舶として船内の人命の安全を守るということが実現されるために行われるものであるから、切り離しはできても、その過程で押船が落下や滑落などで安定を失うおそれがあったり、船体に浸水や安全運航に支障をきたすような損傷をおこすおそれがあったりしてはならないのは当然である。このようなおそれがないことは、緊急切り離しとその目的通り行われるための必要条件である。

また切り離し動作はある時間を要するので、その間に舳の姿勢は浸水により変化し、連結の緩みによって両船の相対高さが増減すると、連結装置が設計上予想しなかった異常荷重にさらされ、あるいは異常運動を強要されて、変形や作動不能をひき起こし、切り離し不能となることもあり得よう。

緊急切り離しを要する事態の一般論はこのくらいにして、実際面を考えてみよう。

大部分の連結装置では、連結は出港直前に両船がそれぞれ平衡状態にあるまま行われ、その状態のまま航海に入るから、航行中に舳が衝突をうけて浸水したとしても、衝突の瞬間には、航海による消費で生じた僅かな不平衡があるだけで、切り離し所要時間が舳船尾の喫水変化に比べて十分短ければ、切り離しは通常の営業上それと大きくは違わないだろう。つまり時間が重要な要素になる訳であり、それには事故が起きてから切り離し措置がとられるまでの時間と、切り離し動作に要する時間とがある。そしてこの前者を扱う場合、操船、保船等の人間が関わるすべての所作と同じく、good care (良心的でゆきとどいた面倒見、の意) の存在を前提としなければならない。つまり沈没の危険さえある重大事故が起きた時に、船長はじめ乗組員は遅滞なく直ちに人命の安全のための方策を判断してそれを実行するだろうという前提であり、事態が真に深刻になるまで拱手傍観しているほど無責任でも無能でもないだろうという前提である。

多少説明がくどくなるが、先に挙げた三点支持固定連結に代表される固定連結の場合、舳の船首が大量浸水で沈下すると、舳の船尾に固定連結された押船は抱き上げられる。しかしプロペラから船底の大部分まで空中に出

てしまえば、発電機原動機の冷却海水ポンプが海水を吸えなくなって冷却清水の温度が上昇し、発電機が非常停止して押船船内はBlack-out状態となり、この段階で切り離そうにも動力源がなくて切り離せないだろう。また二点支持リンク式連結で同じような舳の浸水が起これば、押船は船尾が水につかっただま船首が高く持ち上げられる。発電機原動機は、例えばNK規則によれば、

縦方向	静的および動的傾斜	10°
横方向	静的および動的傾斜	22.5°

(非常用発電装置の値、数百馬力の小型のものは、多くはこの基準に拠っている)

の角度の傾斜までは正常に作動することが求められているが、裏をかえせば、これらの角度を超える傾斜で停止してしまう発電機関は承認されるということである。従って上記のような舳の浸水による押船のトリム角が10度を超えた場合、発電機が停止しても異常とは言えないが、Black-out状態で切り離し不能となるだろう。これらは舳の重大事故に際して押船機関部の非常装置が正常作動して、切り離し不能となる場合である。しかしここまでの事態となるには、浸水が始まってから相当の長時間を要するのであり、その間にまだ動力源が活着している間に一般に切り離しは可能なので、それをいち早く実行するのがgood careである。そのgood careがないとすることはむしろ非現実的であろう。

このようなgood careの存在を前提として、緊急時切り離しが可能であるための必要十分な条件を考えると、下記のようなものではなかろうか。

- (1) 切り離しは押船側から一方的に行えること。
- (2) 切り離しに必要な動力源、機器、装置が正常に作動し、または作動可能であること。
- (3) 連結装置は舳の浸水による喫水、トリム変化が過大となる前に速かに押船を切り離すことができること。
- (4) 連結装置は舳の浸水による喫水、トリム変化により増大した荷重に抗して切り離しを強行できる能力を有していること。
- (5) 切り離しの過程で、押船が安定を失い、また浸水や安全運航に支障をきたすような損傷をおこすおそれがないこと。これには、航海中の緊急切り離しには、波による動揺の影響があることを前提とする必要がある。一般的ないし抽象的に言えばこういうことで、これは昭和62年の運輸省海技局からの指示と大略一致している。これらは実際の試験により検証されるべきであろうが、現実の場で簡単に検証できるのは(1)、(2)だけで、これは切り離し試験として現在世界中で既に行われている。

(3)と(4)は必要条件であると同時に十分条件、(5)は必

要条件と見るべきであろうが、(3)と(4)の取扱いが難しいのは、事故の形や規模が千差万別、それを受け取る方の船も千差万別とあって、そのすべてをカバーする普遍的十分条件が具体的に定義できないからである。従ってその十分条件を満たしていることを検証する試験方法も存在しない。しかしそれでも事故による緊急事態は発生し、それに対して適切な対応措置がとられねばならないから、何をどうするのが適切か見定められねばならない。

そこで次善の、具体的な見当をつけるための手段として、模型化を試みることにする。

まず衝突による損傷の模型化であるが、衝突によって幅1 m、水面から深さ5 mの破口ができたとする、浸水初期の浸水量は毎秒約30~25 Tであるが、浸水区画内の水位が上昇すると毎秒浸水量は急速に減少する。舳の排水量10,000 Tの場合、例えばその5%に当たる500 Tの浸水がおきるのには、浸水区画の大きさ、形、内容物(貨物等)によってかなりの差があるが、30秒ないし1分程度かかると推定される。もっと小さな舳では、5%相当の浸水量も小さいが、破口の深さも浅いため毎秒浸水量も小さく、所要時間も大きく変らぬか多少短い程度だろう。但し区画が少ないため浸水範囲は限定されにくい。

次に、舳の排水量の5%にあたる浸水があった場合、押船を連結している舳の船尾の高さの変化を調べてみると、舳の長さ喫水比、肥瘠係数等によってかなりの差があるものの、大雑把な平均として、舳の船首から長さの10~20%の位置に浸水すると、舳の船尾の上昇は、2点支持リンク式連結では舳の長さの0.4~0.9%、固定連結では同じく0.2~0.4%ほどである。この上昇量が小さいのは、全体としての沈下とトリムによる上昇が相殺するからである。舳の船尾から10~20%の位置に浸水すると、これら二つが加わって、舳船尾の沈下は、2点支持連結では舳の長さの1~1.6%、固定連結では同じく0.65~0.8%ほどである。

因みに浸水量が舳の排水量の10%になると上の数字が約2.5倍になるが、実際には区画の効果が現れてくるだろう。例として、長さ100 mの舳に30×10 mの押船を固定連結した場合、船尾近くに舳の排水量の10%近い浸水がおきると、押船は1.6 m押し下げられ、400~450 Tの浮力増加を連結装置で支えることになる。前出図のような三点支持固定連結で船側連結機が浮面心よりかなり前にあると、片舷機がうける荷重が250 Tを超え、この荷重をうけながら切り離しを強行せねばならない。これは大仕事に見えようが、この荷重は事故発生の瞬間のゼロから始まって、恐らく1~3分程度でここまで増大するのであり、これから見ても、短時間の切り離しの大切

さがわかるのである。

これに反して浸水が舳の船首付近であると、押船の持ち上がりは60%程度で、従って連結装置の荷重も60%程度であり、あまり問題にしなくてもよいが、持ち上げられた押船が切り離し後に落下する時の動きの自由度が大きいので、別の面で考慮を要する。

さて、そこで先に挙げた切り離し可能なための条件の検証をどうして行うかであるが、(3)、(4)項については、押船を舳に連結した後に舳の喫水なりトリムなりを変えて押船を持ち上げ、あるいは押し下げて、実際に切り離し試験を行ってみるほかはなかりうと思われる。但し、切り離し作動速度が特別に速い装置にあっては、連結直後に行う従来式の切り離し試験で切り離し完了までの所要時間がある限度以下のものは、荷重の増大が著しくなる前に切り離しが完了するものと見做して、上記の押船を持ち上げ、または押し下げ後の試験を省略しても差し支えないだろう。

押船を持ち上げ、あるいは押し下げて行う切り離し試験は、装置の切り離し力の試験ならば荷重の大きい方、つまり押し下げ量に相当するだけ喫水を変えてやることになるが、これは舳の船尾付近に衝突をうけた時にあたり、もしこれの確率が少なくても重要でないということであれば、持ち上げ量、つまり舳の船首に衝突をうけた時の小さい方の喫水変化量を用いてもよいだろう。力の影響を調べるのであるから、試験に際しては押船の喫水は増減どちらの方向をとってもよいだろう。押船の喫水変化量は、二点支持リンク式連結では連結機位置で測り、固定連結では船体長さの中央で測る。押船の持ち上がり、押し下がり量は、先の計算では舳船尾の上昇または沈下量として舳の長さの百分比で示したが、同じ押船が複数の舳を押し下たり、また国内の大部分のように舳が無検査のため長さが確認できないといった場合を考えれば、多少大胆ではあるが、むしろ押船の長さの百分比で示した方が便利だろう。一般に舳の長さは押船のその3倍程度が大部分である。特に大型では4倍もあるが、それらは区画により安全性が高いから、特別に考慮してよからう。

方法としては、連結後押船を一定高さ持ち上げ、または押し下げ、そこから切り離しを始めて一定時間内に完了したものを合格とする。以下にこの考え方による試案としての私案を述べる。但し( )内の数字は多少条件を甘くした場合の数字、[ ]内の数字は舳船首部の浸水により押船が持ち上げられる場合に基づく数字である。

(1) 押船を舳に連結した後、そのままの状態でも切り離しを行い、切り離し完了までの所要時間が30 (40) 秒以下下のものは切り離し能力が十分なものとして、下記(2)

高さ変更と所要時間 方式	(イ)		(ロ)	
	押船の高さ変更 押船長さの比 (百分)	切り離し 所要時間	押船の高さ変更 押船長さの比 (百分)	切り離し 所要時間
2点支持リンク式 連結方式	4.5%〔2.5%〕	60秒(90秒)	9%〔5%〕	120秒(180秒)
固定連結方式	2.5%〔1%〕	60秒(90秒)	5%〔2%〕	120秒(180秒)

くという面がある。しかし翻  
って考えてみると、港内の静か  
な水面で行われる試験で損傷を  
生じるようでは、外海の波のあ  
るところでは当然損傷をおこす  
おそれがあり、そのような押船  
の船体では困るので、結果にお

の試験を省略できる。

- (2) (1)の試験で切り離し能力が十分と認められないものは、押船を解に連結した後に解の船尾喫水を押船の高さが上表の(イ)または(ロ)に示すものだけ変るまで変更し、切り離しを行い、切り離し完了までの所要時間が(上表)の(イ)または(ロ)にそれぞれ示す時間以下であるものは切り離し能力が十分なものとする。
- (3) (2)の試験の結果、切り離し能力が十分と認められないものは、一体型プッシャーバージとして取扱う。但し装置を改良の上、再試験を受けることができる。
- (4) 上の(1)および(2)という切り離し完了とは、押船と解との間の連結のための物理的接触がなくなり、押船が自由に後退できるようになった状態をいい、切り離し所要時間とは、切り離し操作開始の時点から切り離し完了に至るまでに要する時間をいう。但し押船と解の船体の一部が上下に重なっている場合は、それらの間に空隙があっても、切り離しが完了したものを見做さない。
- (5) 複数の構成要素からなる連結装置で、その一部の構成要素を作動させるだけで(4)に定める切り離し完了の状態を実現でき、残余の構成要素が押船の後退によって実質的な抵抗なく自動的に切り離し完了の状態となるものは、前者の一部の構成要素の作動により実現された切り離し完了をもって切り離しは完了したものを見做す。
- (6) 上記の切り離し操作を行う間、操作に必要な動力源機器、装置はいずれも正常に作動可能であるものと見做す。  
現在世界で行われている切り離し試験には、緊急時切り離しという性格が加味されておらず、強いて言えば商業的性能の確認に終わっているものが多い。上述した試案はこれに模型化された緊急事態を加味して、起こり得る異常事態下での切り離し能力を確認する方法の一案を示そうとしたものである。勿論、試験に用いる数字はまだ検討の余地がある。  
上記の試案のもつ一つの問題は、解の船尾を上げて押船を持ち上げ、切り離しをやれば押船が落下し、その過程で解の船体に触れて損傷をおこすのではないかという懸念である。一般的には、完成時および完成後の試験はすべて非破壊的に行われるのが原則であり、提案の試験のようにこの原則に反するおそれがあるものは実行しに

いて損傷なしに切り離しができることが、切り離し可能であるための条件である。これは押船船体の保護の問題であり、現在の主流をなす解の船尾ノッチに押船船体を差し込んで機械的連結装置で連結するものでは、具体的には防舷材技術の問題である。上記のような形の試験が強制されるならば、それを完全な非破壊試験とするために船体保護の技術の進歩が促され、程なく定式ができるだろう。

残る問題は、試験は造船所岸壁や港内で行われても、実際の緊急切り離しは航海中に必要になるから、波の影響が避けられない点である。しかし考えてみると、上記の緊急切り離しは、解の船尾喫水が何等かの原因でかなり大きく変化した時点で連結を緩め、あるいは解除して押船の喫水を正規の平衡状態に戻し(いわゆる「喫水調整」)そのまま再連結することなく押船を分離してしまうことを意味する。とすればこれは、世界に比類ない器用なプッシャーバージ技術をもつ我が国で、10年も前から冬の玄海灘の荒海で行われてきた砂採取用プッシャーバージの喫水調整と酷似したもので、それが特に危険なく行えることは既に実証済みと考えてよい。無論、連結を緩め、あるいは解除した途端に、両船は相互の拘束がなくなって自由な運動を始める。このうち大きい相対運動自由度がある上下動と縦揺れは、解のノッチが底なしである限り自由であり、問題とはならない。左右動と横揺れと前後動と船首揺れは押船船体周囲の防舷材とノッチ壁との間隙だけ自由度内の動きなので、これが10cmまたはそれ以下という小さい間隙に保たれている限り、多少の衝撃は感じられても実害が発生するほどのことはない。適切な種類と寸法のゴム防舷材を適切に配置すれば、十分解決可能な問題である。

リンク式の機械的連結を行うもので、解の船尾にノッチがなく、解の船尾端と押船の船首端にそれぞれ装置を備えて相対縦揺れが自由になるようにつなぐものがあるが、この形式は切り離し性能には全く問題はない。

(つづく)

x x x

## ● 随筆

## 或る造船技術者の思い出

— アルミとのかかわり —

(8)

西川 富士郎\*

## ● 思い出の少年倶楽部のこと

この私のつたない思い出話を読んで下さる方にはまたかと思われるかも知れないが、この章のアルミニウム (Al) およびその合金に関しても、造船所生活40余年の間に沢山のかかわりがあったが、その発端は小学生時代から中学生時代に読んだ少年倶楽部等の雑誌から始まったと言って良いと思う。

Alと言うものが鉄の次に銅合金やニッケル、錫、亜鉛等と並んで私の前に出てきたのは、アルミの弁当箱であり、鍋や食器であり、貨幣であったと思う。そして、軽いから飛行機の材料に、腐蝕しやすいからジュラルミン等のさびにくい合金で使うとかアルマイト加工をすればよい…等ということを知識として覚えていったのも少年倶楽部であり、軍事小説や同種の記事であったと思う。そしてアルミというのは貴金属ではなくとも鉄に較べれば高価な金属であり、航空機の材料ではあっても、船の材料になんていうのはとてもとても遙か未来のことという印象であったと思う。

## ● コンパスと木製品のこと

あらゆる科学技術の発達と同様に、予想以上のスピードで造船の材料としても登場し、沢山使われるようになった…というのではないだろうか。大手造船所ではLNG船のタンクの材料として、中・小手の造船所でもアルミの船体、溶接なんて何の抵抗もなく…というのが現在だと言えよう。

船橋の最上層、コンパスデッキ (Compass DK) の上にはその名の通りコンパス、すなわち磁気羅針盤が装備されており、これを囲繞する風除けには昔から木製のものが多く使われていた。もちろん磁性体である鋼材をできるだけ少なく、また遠ざけようとするためだったと思う。このマグネットコンパスを囲む風除けだけでなく、コンパスデッキ (羅針甲板) そのものを木甲板にしたり、航海甲板から羅針甲板までの囲壁も木製にした船が戦後

にも建造されている。私の記憶に誤りがなければ、昭和25年頃、三井玉野で建造されたA.P. モーター向けの5,000 DWT位の貨物船“エルゼメルスク”が完成した時、竹芝桟橋へ見に行ったのだが、このブリッジフロントが木製であったと記憶している。

このマグネットコンパスを囲む風除け板にアルミを使おうとするのは当然な訳で、戦後かなり早くから試されたと記憶している。今から考えてみれば当たり前すぎて馬鹿馬鹿しいのだが、始めて実施したと“船の科学”誌が何かに紹介されていたのを読んだ記憶がある。

## ● アルミ合金製船舶のこと

このような状態であった昭和30年代の初頭、浦賀ドックでは当時としては桁違いにアルミ合金を鋼材代わりに使用する船を建造することとなった。すなわちS No 702の“SUNWALKER”とS No 712 “SUNEK”の2隻であり、手許の資料によれば主要寸法等は次のごとくだ。

S No 702 “SUNWALKER”

132.00 × 19.20 × 9.00 × 6.094 m

9.060 DWT / 6.639 GT M.ENG.

RECIPRO 2,150 HP × 89.5 rpm 11.0 kts

KL : S 32.3.7 L : S 32.7.30 D : S 32.11.5

S No 712 “SUNEK”

157.00 × 20.40 × 12.50 × 9.31 m

16,610 DWT / 12,576 GT M.ENG.

Turbine 8,100 HP × 110 rpm 15.6 kts

KL : S 33.1.24 L : S 33.7.28 D : S 33.12.19

両船ともアルミの原鉱石のボーキサイト運搬船であり、上部構造、ハッチカバー等を全部アルミ合金でという船だった。

この最初の方の“SUNWALKER”を建造した時期には、私は富山の日本海重工へ出向中であり、その建造には全くタッチしなかったし、実船も一度も見なかった。しかし、第2船の“SUNEK”の方は船台で建造中の昭和33年の3月に浦賀へ戻って来たので、途中からだが、

\* 元・常石造船株式会社 取締役工場長



内業係長として建造に参加することができた。と言っても起工が1月の船の3月末からだから、その内業工事にはギリギリで間に合ったと言うところだった。従ってこの2隻の船の建造に全面的に参画した人々に比べれば、40年近い昔の船のことなど余り記憶してなくても当然なのだが、印象に強く残っているのはいくつかの理由がある。

その一つは会社中アルミ、アルミ…と騒いでいるのだから、私一人我関せずと言う訳にはゆかなかったことだ。最小限の知識は吸収しておかないと問題だし、後日困るであろうと考えたこと。もう一つはこのアルミ合金を大量に使用した船の建造記録を8mmシネで残そうということになり、当時造船所部内で一番8mmの経験者と言うよりは凝っていたのは私だったために、お前がまとめろ！と言うことになったのであった。(エルモ8と言うような撮影機を持っている人は他にいなかった)

### ●私とアルミ工事のこと

始めは好きな8mmがじゃんじゃん撮れると喜んだものの、これも仕事となればやはり大変だった。映画の勉強も改めて一応はしなければならぬし、Producerの仕事を中心にArtist的なことから何から何までやらなければならなかったからだ。それよりも何よりもやはりアルミ工事そのものを熟知しなければ、記録映画なんて作れっこないんだから。従って内業工事だけでなく、地上組み立ても外業も艦装も一応全部アルミ関係の仕事勉強しなければならなくなった。そして、これはという撮影のチャンスにはカメラをぶら下げて飛び出して行かなければならぬことになった。

従ってアルミ工事についての勉強はスタートこそ大幅に遅れたが、猛スピードで追いかけていったと言って良いと思う。そして、これは私自身にとって大変役に立った。LNG船の開発こそ住重としては実際にはものにはならなかったが、一応トライしたテクニガスマークII方式の開発研究に参加して、一応どんなものか知ることができたのもこの最初のアルミの勉強が役に立った。関西汽船の客船“すみれ丸”の上構のアルミ工事も平気でこなしていったし、住重における最後の仕事と言って良い3,000 T護衛艦52DDのアルミ工事や、日本で最初と言って良いSTJの仕事に取り組む時も大変役に立った。

### ●STJのこと

“SUNWALKER”と“SUNEK”の2隻はアルミの使用カ所がまったく同じではなかったと記憶している。前者では確かハッチカバーがアルミ製で苦労したと記憶し

ているし、後者ではハッチカバーはアルミではなく、代わりに上構が全部と言って良い程アルミであり、アルミのPRのため無塗装でアルミ合金の地肌のまま引き渡されたはずだ。従って歪み取り、表面磨きが大変だったし、鋼材との接合部の電氣的絶縁方法などが大変だった。そして、この鋼材部との電氣的絶縁の問題が非常に厄介であること、なかなか効果が上がらないことなどをよく理解していたからこそ、護衛艦52DDの建造時、つまり昭和50年代になってもなお20年前と同じ方式での絶縁に疑問を感じていた訳だ。

護衛艦では多種多様なたくさんの電波兵器、航海機器を装備する訳だから、その完全なアースと絶縁は大変な仕事だった。それだけにSTJと言うと、絶縁どころか完全にアースしてしまっただけで、防蝕対策となるこの新方式を防衛庁が簡単に採用しかねたのもうなづけることだった。しかし横須賀と言う米海軍基地に接触して、米国の護衛艦が次々と紙構造、ボルト構造をSTJに改造しているのを見ていた私たちは、やはり思い切って画期的な新しい護衛艦である52DDにもSTJを使うべきだと考えるようになってきていた。

(STJ=Structural Transition Joint)

これは他人からのまた聞きで正確さには欠けるが、たまたま緊急事態で下関の造船所に入港したソ連の魚雷艇がSTJを使用しているのを見て、防衛庁もSTJの採用に踏み切ったとか、真偽の程は判らない。しかしそれから急いで本格的にSTJの調査、実験…へととなったのだが、これもまた思い出に残る仕事だった。何よりもSTJを開発したデュボンから技術導入した旭化成の工場が琵琶湖の西岸の櫻庭野という所にあり、工場と言っても山の中で隣に陸上自衛隊のナイキミサイル基地がある所の、横穴の中で爆薬を使ってSTJを実際に製造する所を見学できたのも良い経験だったが、どれもみんな“SUNEK”のアルミ工事につながっていると思う。それにしても以前はアルミとの接続部の鋼材は亜鉛メッキを施し、間にネオブレンをはさんでメッキボルトで締める所もゴムのチューブで絶縁し、座金にもベークライトのようなリングを入れて絶縁し、それでも絶縁不良でこのところから真っ先に電蝕が始まるという訳だったから、逆手にとって電導性をよくして防蝕すると言うやり方には感心したものだ。大分以前のことで記憶もアヤフヤだが、造船に使用していたアルミ合金と鋼材とを直接STJすることはできないが、間に純アルミかチタンをかませるとうまくゆく、つまり金属間にも合い性とそうでない性質があると言うのも実に面白いことだと思う。

### ●福田 烈氏と係長時代のこと

“SUNEK”のアルミ工事に続いて今度はS Na 837 “すみれ丸”でもかなりのアルミ工事を行うことになった。

“SUNEK”のS33年に進水、完成に対し“すみれ丸”はS37年12月進水、S38年4月完工となっているから、4～5年遅れであった訳だが、私は内業係長のあとS35年の夏から川間分工場の工作係長に転任している。小さい川間工場とは言え2本の船台でいろいろな船の船殻工事を内業から進水までまとめるという仕事であり、前に(2)でも書いたP.S.Dredgerの連続建造以外に小野田セメント向けの7,000 DWTセメント船“瑞洋丸”(S36年3月進水)防衛庁向け給油艦“はまな”(S36年10月進水)、ジム・イスラエル向け10,000 DWT貨物船の第1船“SHAVIT”(S37年6月進水)等かなりバラエティーのある船を建造して、工作係長としての仕事にも馴れ、自信を持ち始めていた時だった。いうなれば入社して10年、10年選手として一杯仕事できていた時であり、日本の造船業も建造量世界一に躍り出して7年目と言う時代でもあった。自画自賛、我田引水を承知で書かせて頂くならば、どれも良い船を安く造った自信のある時代だった。小野田セメント向け7,000 DWTセメント船は“雲洋丸”、“久洋丸”に続く準同型の3隻目であり、先行2船をそれぞれ川間工場、横須賀工場で建造した担当係長が2年先輩のS氏、1年先輩のK氏だったが、所要工数でも大幅に低減させることができた。給油艦“はまな”は別の章でもふれたが、いろいろと思い出の多い船だったし、立派な出来栄の船であったと思う。この頃は67～8歳になっておられた訳だが、福田 烈氏をご案内した記憶がある。福田氏は船台上の船首形状を御覧になって「これは護衛艦の船型だなあ。もっと給油艦らしい船型にならなかったのかなあ」と言われたことを覚えている。事実、高速船の船型に良く似たラインだった。

ジム・イスラエル向けの貨物船はどんなことがあったか余りよく覚えていないのだが、ギリシャ船に比べれば監督対策もそれなりに馴れてきていたのだろう。ただ、第一船の“SHAVIT”とは確か彗星で浦賀の船台で造った第二船の“SAHAR”が月、第三船の“TSEDEK”も何か天体の名であったという記憶があるが、間違っているかも知れない。

### ●豪華客船と船会社のこと

こうして川間工場へ移って約1年半、浦賀にとっては2隻目の関西汽船向け瀬戸内海別府航路の客船が“すみ

みれ丸”だった。

関西汽船は戦後いち早く内海航路の客船の再建造を始め、確か“さくら丸”をNKKの鶴見で建造し、この時私は学生で進水式の見学に行った記憶がある。その後、阪神から別府へ、新大阪の弁天町棧橋を出て、神戸の夜景を眺めながら、神戸、今治、松山などに寄港して別府へ翌日の昼頃着く、当時としては豪華客船を始めたのだった。新婚旅行のカップルを狙い、大成功でもあった最初の2隻が“くれない丸”と“むらさき丸”であり、浦賀船渠としては“むらさき丸”をS Na 770としてS35年5月に進水させ、9月に竣工させている。つまり、私が川間工場へ転任になる4か月前の進水だった。

この時から関西汽船は三菱神戸と浦賀に1隻ずつ同時建造と言う形で発注し、第2回は“すみれ丸”と“こはく丸”、第3回は“あいぼりい丸”と“こぼると丸”と、いずれも三菱神戸と浦賀に1隻ずつ発注したのだった。当然両造船所は比較される訳だから自分の方が良い船を！と競い合う訳で、この辺は関西汽船の商売上手というところだろう。第1回の判定は浦賀が優勢だったようで、最初は神戸だったが、後の2回はいずれも浦賀が幹事会社となった。つまり、基本設計と第1船建造を浦賀が担当する訳だ。

関西汽船の思惑が的中して最初の2隻“くれない丸”と“むらさき丸”は大成功であったようだ。当時の新婚旅行として関西地区のたくさんの方々々が2隻を利用した上に一般の旅客もたくさん乗船してくれたようだった。昭和35年というと、現在の天皇陛下のご成婚がS34年、長嶋がプロ野球に登場したのがS33年、つまり白黒テレビの売りあげが急増し、池田内閣がスタートした時だった。

現在運航中の航洋客船“クリスタルハーモニー”や“飛鳥”に比べれば、正に大人と子供のような客船だが、当時としてはそれなりに豪華客船だった。こんな船、こんな高い運賃の船なんて一生縁がないなあと思いながら船を造り、客室や食堂を眺めていたのを覚えている。

そして関西汽船の担当者から、当時の新婚旅行のカップルの船内宿泊での珍談を聞かされて、だからこうしてくれ、ああしてくれと追加注文が多かったことを覚えている。私の担当したのは最初の建造船“むらさき丸”が就航して好調に業績を伸ばし、正に二匹目のどじょうを狙って建造しようとした“すみれ丸”だったから、余談だが当時S35年のベストセラー「性生活の知恵」という本があった。

### ●すみれ丸とむらさき丸のこと

関西汽船にとっては2回目の“すみれ丸”であったが、

どういふ目標だったのであろうか。船は一回り小さくして、乗客数は減らさないようにと、船殻重量を減らすため、6mmのところは4.5mm、4.5mmのところは3.2mmと大幅に板厚を落とした図面が出てきた。

（“むらさき丸”はL 80.0 m/GT 2,912 T, “すみれ丸”はL 77.0 m/GT 2,694 Tとなっているし、主機も2,700 HP×2を2,350 HP×2と小さくしてVsは当然同じ18.0 ktsだ）

最上層の上構や煙突兼用のマストをアルミに！というのと同じ目標からだったのであろうが、それ以外に大量のエコンハットウォール（ $\perp$ ）を使用することになった。当時の私にとってはアルミならまかしとけ！という心境であり、それより3.2mm、2.3mm材を主力とする上部構造、ハットウォールの方が難物であったと記憶している。アルミ以外の思い出ばかり書いたが、本当にいろいろと苦勞させられたと言う点で非常に印象に残る船だった。関西汽船ではドック修理の際の工期短縮も考えて、パイプ類の修理などがやり易いように、細い配管にまで要求が多く、船体部の補強にも大変苦勞した思い出が残っている。

アルミ工事ではBridge wingの曲面加工が大変だったが、当時の職人たちは何とかこなしてくれたし、あとあとまでの問題はやはり鋼材部との電蝕防止だった。

### ●三菱神戸の岡本氏のこと

三菱神戸では“こはく丸”を同型船として一寸遅れて建造したのだが、この担当が1年先輩の岡本氏だった。以前から知らない仲ではないし、姉妹船の建造に当たって、情報交換をしようと言うことでいろいろと話し合った。両船の建造中、私は神戸へ、岡本さんは浦賀へ行き来して船を見せ合い話し合い、通常は行わない所要工数の交換まで行った。最終的には所要工数と出来栄えでどっちが勝ったか賭をしよう！と言う訳だった。最終的には出来栄えでも船殻屋の目で見て“すみれ丸”の方が決して劣っている所はないし、所要工数では浦賀の方が少なかったと言う訳で、最後に岡本氏は神戸のレストランでビフテキをおごってくれた。ひとつの良き時代であったと思う。

神戸との競い合いはともかくとして、いろいろな点でこの“すみれ丸”は私の記憶に残る船だった。アルミの室壁にまでハットウォールを使ってみたり、2.3mm、3.2mmの薄板の加工を、歪み防止と精度確保のためガス切断はmin.に止め、殆どEdge plannerで行った。特に側壁のハットウォールの波をブロック接ぎ手でピタリと合わせるために随分注意をしたことも忘れられない思い出

だった。

### ●山高五郎氏とすみれ丸のこと

大学時代“船用電気工学”の先生であった山高五郎先輩は乗り物がお好きな上に、船の絵をよく画いておられた。私はその瀟洒な画風が好きで、卒業して大分たった頃船の画を一枚お願いしたことがある。先生は大変親切にあの船は…、この船は…と相談にのってくださったが、いろいろ考え抜いた末にお願いしたのは、この“すみれ丸”だった。現在も我が家に大切にかざってある一枚だが、眺めるたびに先生のこと、“すみれ丸”のこと、当時の仕事のことを思い出す。“すみれ丸”の進水式には家内もまだ小さかった娘二人をつれて見に来てくれた。

ただふと、山高先生との何度かのお話し合いを通じて先生は昔の日清・日露戦争時代の軍艦を画いて下さりたかったのではないかと思う。

先生は昔の艦船の方が画になる…というようなことを話しておられたし、私が若干なりとも海軍に籍を置き、そういう昔の軍艦にも乗ったことを話して知っておられたから。最近になるまでいろいろな艦船の絵を良く見るようになって、確かに昔の船の方が絵になるなあ…と感じているからだ。“すみれ丸”でのアルミ工事は予想以上に順調に行ったと思うが、これも最初に述べたように、“SUNEK”での経験が基本的に役にたったことは間違いないことだと思う。

さてこの三菱神戸と1隻ずつ造った関西の客船は3回で終わった。4回目は船価の点で関西汽船の希望に合わなかったのだろう。そして波止浜造船が“まや丸”“ゆう丸”を建造している。そして関西汽船も坪内氏の来島ドックグループに入り、私は再建後の波止浜造船に入社して、幾度か大西工場に係船されていたこの客船群の姿を眺めたのだった。人生には本当にいろいろな縁があり、喜びと共に淋しさがつきまとうものだ。船として思い切って板厚を落とし性能を上げたにせよ、耐久性の点ではやはり無理だったのだろう。“すみれ丸”は割と早く、大阪のサノヤスで解体されたという記事を読んだ記憶がある。

### ●LNG船研究開発プロジェクトのこと

その後設計、現場の兼務時代、管理部、大島造船所建設時代などを経て再び工作部へ戻った時、LNG船の研究開発プロジェクトに首を突っ込むこととなり、久しぶりにアルミが対象物としてやってきた。実に15年ぶりのことだった。しかし、確かにLNGの貯蔵タンク材としてアルミは優れている訳だが、住重が選定したのはテク

ニガスのMark II方式だったから、これはもう特殊合金という訳でアルミとのかかわりとは言えないと思う。

● 護衛艦“はつゆき”のこと

LNG船開発を試みたものの、結局は住重としてはLNG船開発をあきらめることとなり、そのあと直ぐやってきた護衛艦(52DD)“はつゆき”の建造でまたもや私にアルミとのかかわりができたと行って良いだろう。

STJについては前項でだいぶ書いてしまったので、重ねて書くことは致さないが、それまでの護衛艦と比較して、画期的に新しい、近代化されたこの“はつゆき”は本当にやり甲斐のある仕事だった。それまでに何隻か建造した“あめ”級、“くも”級の護衛艦と違って、住重にとっては初めての同型一番艦の建造であったことももちろんだが、戦後の海上自衛隊にとって初めてのガスタービン艦であり、砲撃兵装が殆どミサイル化され、電波兵装も一新された新鋭艦だった。それまでは艦橋の一隅にあったCIC(Combat Information Center)が上甲板の下にもぐって大型化され、Double hullの中に収められたのも新しい試みだった。そしてこの時期、世界各国の護衛艦が一斉に同様に新型化されたのだった。口火を切ったのは米海軍であったと思うし、そのTop BatterはDD-963(スプルーアンス)と行って良いだろう。

これ等各国の護衛艦でおおむね共通しているのはガスタービンの採用、対潜ヘリコプターの積載、ミサイル化等々であり、最後に残った砲撃兵装としてはそれまでの砲に比べて発射速度が倍になった、イタリアオットメララの3吋砲が多用されていた。そして、ガスタービンの採用は上構または煙突に設けられた空気の入水孔の関係で、上構が大型化し、また対潜ヘリの格納庫も上構の大型化につながり、ここからこれ等上構のアルミ合金化への要望へとつながって行ったのだった。

このような画期的と言っても良い新鋭護衛艦のしかも一番艦だったから、住重にとってはやり甲斐はあるものの、他の護衛艦メーカーに対する意地や防衛庁に対しての責任もあり、苦労も多かったことは事実と言って良いだろう。その中の一つ、初めてのSTJに急拠決定したことを含めて、アルミ関係の作業は順調にうまくいったと思う。アルミ関係は内業、組み立てを全部追浜工場の一角に集中して行い、精度、品質を始めとする諸管理を“SUNWALKER”以来のアルミのベテランであり、つい最近までLNGのプロジェクトで仕事を共にした中村氏がまとめてくれた。結局、“SUNWALKER”以来のアルミの経験と実績が基礎になった。伝え聞く所では、後続の“ゆき”級護衛艦のアルミ工事はどこの造船所で

もかなり苦労したそうだ。確かにこのころでは各造船所共それなりのアルミ工事を手がけ、経験していたと思う。しかし、この“ゆき”級の対潜ヘリの格納庫はかなり大きく、ヘリ収納時の余裕スペースもギリギリであり、精度的にも簡単なものではなかった。

● 印象に残った最後の仕事のこと

52DD“はつゆき”(SNo.1080)の仕事は私の浦賀ドック→住重の30年の造船所生活での最後の印象に残る仕事だった。そしてこの最後の仕事にもアルミ工事が色どりを添えているを感じる。

ただ、この“ゆき”級のアルミ構造も、その後昭和57年(1982年)に起こったフォークランド戦争に参加した英国海軍の護衛艦の戦訓から鋼製に変更されることとなり、消えて行った。

そして現在、LNG船での大量のアルミ工事を始めとし、どこの中小造船所でも客船、巡視船を始めとしてたくさんアルミ船が建造されるようになった。私の最後の造船所と言って良い常石でもアルミ客船が建造されている。その鈍い白銀色に私は一人40年の人生を思うのだ。  
(つづく)

● 新刊紹介

フェリー・客船情報 '98

池田良穂 編集



A4判・200頁・定価12,800円(消費税・送料は別)

このたび「フェリー・客船情報98」を発行いたしました。昨年発行いたしました97年版に続くもので、世界の客船界のさまざまな情報を紹介した「客船の年鑑」として編集を行いました。特に、最近話題の高速カーフェリーを中心としており、他にバリアフリー、自動係船装置、シーマージンなどの技術解説も掲載しており、写真点数は246枚、客船の一般配置図が42枚と、ビジュアルな構成になっています。プロ向けの書籍のためやや硬い内容の記事が多くなっていますが、新造客船、フェリーの乗船記など一般の船ファンにも楽しめる記事もあります。

○神戸・海文堂、東京・ツキチ書店で扱っていますがその他は出版元の「船と港編集室」に直接の申込みとなっています。  
(Fax. 0722-70-0612)

船と港編集室 池田良穂

〒593-8303 堺市上野芝向ヶ丘町1-23-420

## ● 統計資料

## ロイド商船統計表(1997年度)

## 1. まえがき

昨年に引き続き、1997年の年間統計が発表になった。

この統計表には非自航船、100GT以下の船、プレジャーボート、海軍補助船艇、米国予備船隊、港湾・河川/運河専用の船舶は算入されていない。

船型分類の定義は本文に示すものによっているが、基

本的には初期の設計機能に基づき、船体構造および貨物の取扱い方法などにより分類してある。従って旧統計(1992年版以前)とは若干の相違がある。

本文の方にはGTの他、DW、液化ガス貨物容積、TEUの他、船種別船齢を示した表もある。旧ソ連船の転籍は完了したが、中国の船籍は完成したものではない。

この統計表は本誌の従来からの方式に基づいて紹介するものであるから、詳細については本文を参照することにされたい。

▼ 第1表 世界主要海運国商船船腹量(1997年12月現在100GT以上)

国名	合 計			貨物輸送船			各種用途船		
	隻数	千GT	船齢	隻数	千GT	船齢	隻数	千GT	船齢
パナマ	6,188	91,128	17	5,043	90,035	16	1,145	1,093	23
リベリア	1,697	60,058	12	1,601	58,993	12	96	1,065	17
バハマ	1,221	25,523	16	1,105	25,219	16	116	304	19
ギリシャ	1,641	25,288	24	1,381	25,205	24	260	83	29
キプロス	1,650	23,653	16	1,549	23,368	16	101	285	14
マルタ	1,378	22,984	19	1,344	22,928	19	34	56	22
ノルウェー(NIS)	715	19,780	15	683	19,632	15	32	148	15
シンガポール	1,656	18,875	11	1,043	18,681	13	613	193	8
日本	9,310	18,516	11	5,509	17,251	9	3,801	1,265	13
中国	3,175	16,339	18	2,247	15,493	19	928	845	17
ロシア	4,814	12,282	17	1,807	7,487	18	3,007	4,795	17
米国	5,260	11,789	24	461	10,250	28	4,799	1,539	23
フィリピン	1,699	8,849	22	1,165	8,707	19	534	142	27
セントビンセント	1,343	8,374	22	964	8,025	23	379	349	20
韓国	2,441	7,430	20	882	6,770	16	1,559	659	22
ドイツ	1,125	6,950	17	753	6,758	14	372	192	23
インド	941	6,934	15	432	6,567	15	509	368	15
トルコ	1,146	6,567	23	1,002	6,520	24	144	47	20
マーシャル群島	168	6,314	13	129	6,280	12	39	34	17
イタリア	1,324	6,194	22	757	5,966	22	567	228	23
台湾	692	5,931	18	273	5,784	14	419	147	21
デンマーク(DIS)	469	5,075	15	406	4,994	15	62	81	17
マレーシア	838	4,842	21	575	4,714	24	263	128	14
マン島(英)	202	4,759	14	150	4,374	13	52	385	15
バミューダ(英)	110	4,610	15	96	4,591	14	14	19	22
ブラジル	536	4,372	24	262	4,266	26	274	107	22
オランダ	1,178	3,880	16	544	3,334	13	634	545	18
イラン	417	3,553	22	200	3,455	22	217	98	21
英国	1,424	3,486	21	382	2,749	21	1,042	736	22
インドネシア	2,383	3,195	23	1,471	2,895	24	912	300	21
ノルウェー	1,559	3,059	27	774	2,449	30	785	610	24
スウェーデン	588	2,754	28	366	2,653	28	222	101	28
ウクライナ	1,025	2,690	19	463	2,032	20	562	658	19
オーストラリア	617	2,607	18	162	2,159	16	455	448	19
カナダ	852	2,527	26	282	2,192	28	570	334	26
フランス(南極領域)	79	2,463	14	68	2,420	14	11	43	16
ルーマニア	413	2,345	18	239	2,183	18	174	162	19
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
世界計	85,494	522,197	19	45,830	496,481	18	39,664	25,716	20

2. 世界主要海運国商船船腹量 (第1表参照)

この表は旗国別の保有GTの大きさ順に並べ直してある。100GT以上の船は全体で85,494隻で5.222億GTであり、船齢の平均は19年である。今年度の竣工船は1,820隻で2,520万GTに達した。廃棄ないし喪失した船は666隻、810万GTであり、平均船齢は26年であった。

3. 国別船種別商船船腹量 (第2表参照)

旗国の順番は第1表の順番に合わせてある。貨物輸送船は全体で45,830隻、7億5,780万DWT(4億9,650万GT)で、平均船齢は18年、今年度の完成は1,276隻3,700万DWT(2,470万GT)であり、廃棄ないし喪失船は494隻1,320万DWT(780万GT)平均船齢は26年であった。

▼第2表 国別、船種別商船船腹量 (1997年12月現在100GT以上)

国名	液化ガス船		ケミカル船		オイルタンカー		オア/バルク		貨物船	
	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT
パナマ	187	2,461	342	1,984	599	21,314	1,283	38,618	1,430	6,438
リベリア	90	2,716	159	2,393	419	28,140	473	17,712	144	1,926
バハマ	22	524	54	643	341	13,073	151	4,728	367	3,860
ギリシャ	9	53	45	532	172	10,864	326	9,472	236	777
キプロス	6	57	28	268	127	3,740	521	11,819	602	4,192
マルタ	1	22	56	475	229	7,372	367	8,623	459	3,121
ノルウェー(NIS)	92	1,960	105	1,667	1,113	5,856	107	3,888	164	1,517
シンガポール	27	366	65	567	97	7,669	128	4,358	181	1,530
日本	196	2,043	595	259	382	2,192	599	4,558	2,109	918
中国	34	52	58	121	371	6,633	348	6,465	983	4,704
ロシア	2	1	-	-	317	1,933	127	1,568	1,092	3,449
米国	13	1,109	19	338	118	3,647	71	1,275	63	23,510
フィリピン	25	35	15	32	129	160	243	5,951	438	1,167
セントビンセント	4	32	65	567	46	396	147	3,202	537	2,570
韓国	22	73	95	160	123	382	141	3,542	267	436
ドイツ	5	47	14	140	27	17	1	-	305	788
インド	10	114	15	266	90	2,516	40	3,013	136	504
トルコ	6	16	37	90	104	533	189	4,444	493	960
マーシャル群島	-	-	1	17	37	3,388	58	1,666	8	54
イタリア	196	2,043	65	278	160	1,652	31	1,303	90	169
台湾	-	-	2	-	33	958	56	2,348	63	126
デンマーク(DIS)	26	209	32	515	17	751	15	522	222	417
マレーシア	19	836	34	384	91	761	54	1,305	233	735
マニラ島(英)	8	145	23	202	65	2,403	50	831	24	189
バミューダ(英)	7	590	-	-	25	2,069	18	1,018	1	1
ブラジル	14	60	9	94	65	1,854	50	1,706	80	163
オランダ	16	44	34	367	10	22	8	68	366	1,009
イラン	1	9	2	27	44	1,846	46	1,015	70	483
英国	3	81	8	17	92	476	15	64	100	99
インドネシア	6	18	18	30	243	851	23	335	850	1,188
ノルウェー	1	-	17	127	43	1,424	10	20	318	241
スウェーデン	1	44	36	203	50	318	12	38	86	172
ウクライナ	-	-	2	11	51	90	12	254	261	1,081
オーストラリア	4	420	4	64	9	380	31	1,036	19	50
カナダ	-	-	7	39	19	254	73	1,352	31	74
フランス(南極領域)	6	125	5	17	20	1,409	4	351	8	37
ルーマニア	-	-	-	-	18	249	39	865	165	930
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
世界計	1,045	16,576	2,260	13,644	7,280	147,706	6,552	162,169	17,726	58,562

## 4. 貨物船種別構成(第3表参照)

オイルタンカーと乾バルク船は多年にわたり、世界の貨物輸送船の2大主要船種を占めてきた。第3表はその内訳を示し、第1図は1981年以來のDWの値を示す。

この図はまた専用化した船、特にコンテナ船が着実に増加しているのと対照的に、一般貨物船が次第に減少していることを示している。

## 5. 国別竣工船(第4表、第5表参照)

日本と韓国は引続き世界の主要建造国であり、GTの割合はそれぞれ39%と32%であった。全建造GTの98%は貨物輸送船であり、主要建造国順に第4表に示してある。

2,400万DWTの輸出船舶の76.6%は日本ないし韓国で建造されており、主要船種別国別内訳を第5表に示す。

コンテナ船		冷蔵船		RO-RO船		フェリー/客船		漁船		オフショア/作業船	
隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT
421	10,322	331	1,605	257	5,686	193	1,608	444	340	701	753
154	3,735	71	634	52	1,608	41	1,474	11	73	85	992
47	957	145	1,201	62	926	94	1,550	7	2	109	303
42	1,081	6	43	19	124	364	1,218	95	27	165	56
116	2,078	69	486	24	282	42	400	47	231	54	54
40	666	42	247	53	479	48	249	12	39	22	18
6	86	14	105	76	1,973	20	587	2	2	30	146
149	2,850	9	55	47	1,114	50	31	4	1	609	193
35	958	50	136	132	1,245	716	1,588	2,105	619	1,696	647
100	1,411	91	112	16	128	225	484	427	188	501	657
23	250	109	288	13	72	117	199	2,287	3,790	720	1,005
85	2,786	4	4	23	622	76	199	2,886	752	1,913	787
13	204	26	81	61	610	229	463	445	112	89	31
24	129	39	221	46	453	48	155	137	146	242	204
62	1,427	27	60	14	580	127	98	1,274	537	285	122
240	5,223	2	22	11	91	146	428	149	67	223	125
6	84	1	-	-	-	34	69	211	41	298	326
7	59	2	3	18	241	146	175	15	9	129	39
24	1,120	-	-	1	36	-	-	11	19	28	15
14	377	50	136	41	626	321	1,340	170	44	397	184
84	2,284	17	38	1	2	17	27	305	104	114	43
61	2,212	14	110	9	125	10	133	2	-	60	81
42	570	2	6	37	87	63	30	22	10	241	118
18	322	3	14	14	226	5	42	2	1	50	384
17	588	15	164	4	81	9	81	3	4	11	16
11	194	1	5	12	168	20	22	88	16	186	91
1,846	46	1,015	70	483	90	38	462	370	158	264	388
1	2	3	41	16	14	17	17	65	23	152	75
21	791	-	-	6	65	137	1,157	457	158	585	578
6	66	5	4	131	102	159	288	330	77	582	223
-	-	4	8	8	75	373	554	559	307	226	304
-	-	1	16	53	1,276	127	587	110	30	112	71
5	55	34	181	14	149	84	212	272	403	290	255
3	106	-	-	24	39	68	63	257	50	198	398
1	2	-	-	7	55	144	416	290	117	280	217
10	368	2	7	11	106	2	1	3	2	11	41
2	15	-	-	9	80	6	44	46	78	128	84
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2,187	48,859	1,443	7,146	1,742	21,979	5,595	19,841	23,540	12,673	16,124	13,044

▼第3表 貨物船種別構成

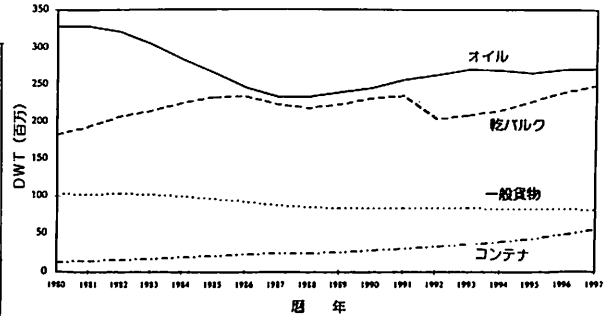
船種	隻数	×10 <sup>6</sup> DWT	×10 <sup>6</sup> GT	船齢
オイル	7,280	271.9	147.7	18
オア/バルク	6,552	284.3	162.2	14
一般貨物	17,726	82.8	58.6	21
コンテナ	2,187	55.5	48.9	10
ケミカル	2,260	22.6	13.6	13
液化ガス	1,045	16.0	16.6	14
RO-RO船	1,742	11.8	22.0	16
冷蔵船	1,443	7.6	7.1	17
フェリー/客船	5,595	5.5	19.8	20

▼第4表 主要国別竣工船

建造国	全体		国内		輸出	
	隻数	×10 <sup>6</sup> DWT	隻数	×10 <sup>6</sup> DWT	隻数	×10 <sup>6</sup> DWT
日本	519	9.8	351	4.5	168	5.3
韓国	191	8.0	52	1.6	139	6.4
中国	102	1.4	18	0.1	84	1.3
中国(台湾)	22	0.7	12	0.4	10	0.3
ドイツ	68	1.1	48	0.6	20	0.4
ポーランド	39	0.6			39	0.6
デンマーク	15	0.5	6	0.4	9	0.1
スペイン	16	0.2	7	0.0	9	0.2
イタリア	17	0.4	11	0.2	6	0.2
オランダ	53	0.3	29	0.1	24	0.1
世界計	1,276	24.7	631	8.6	645	16.1

▼第5表 船種別国別竣工数

船種	建造国	国内		輸出	
		隻数	×10 <sup>6</sup> DWT	隻数	×10 <sup>6</sup> DWT
オイル	中国	2	0.0	8	0.2
	日本	11	0.3	14	1.2
	韓国	3	0.5	20	1.3
オア/バルク	日本	87	2.6	65	2.2
	韓国	15	0.6	49	2.9
一般貨物	中国	3	0.0	27	0.6
	日本	92	0.2	17	0.2
	オランダ	22	0.1	17	0.1
コンテナ	ドイツ	36	0.6	8	0.3
	日本	30	0.5	37	1.3
	韓国	15	0.3	53	1.8
液化ガス	フィンランド			2	0.2
	日本	11	0.3	14	0.1
ケミカル	日本	32	0.1	9	0.1
	韓国	4	0.0	10	0.2



▲第1図 船種別船腹量の変化

6. 全損と解撤(第6表参照)

出版期間中の暫定数値であるが、666隻、810万GTの船舶が平均船齢26年でこの年間の世界船隊から消失した。

これら船舶は解撤(処分)と、不慮の事故の後解撤(構造的全損)ないし海上での喪失(実全損)の何れかであった。

一般貨物船と漁船は世界船隊の二大船種グループであるが、解撤と全損にそれが反映されている。

第6表には船種別の内訳を示してある。

GTでいえば、実全損の44%は乾バルク船に属する一方で、乾バルカーとオイルタンカーは(報告による限り)解撤されたGTのうちのそれぞれ38%、22%を占めている。

▼第6表 全損と解撤

船種	実質			構造全損			解撤		
	隻	×10 <sup>6</sup> GT	船齢	隻	×10 <sup>6</sup> GT	船齢	隻	×10 <sup>6</sup> GT	船齢
オイル	7	0.025	27	3	0.132	23	34	1.652	27
オア/バルク	5	0.161	17	3	0.057	25	112	3.460	26
一般貨物	44	0.108	23	4	0.031	22	185	1.280	26
冷蔵船	4	0.013	20				8	0.041	27
その他貨物	9	0.045	25	2	0.041	22	74	0.767	29
漁船	26	0.007	22	3	0.001	23	95	0.163	26
他の全船種	3	0.003	20	1	0.001	32	44	0.119	32
世界合計	98	0.363	23	16	0.264	23	552	7.483	27

× × ×



## ● 海外ニュース

## Wärtsilä NSD 社の大型受注

フィンランドの Wärtsilä 社は、Kvaerner Masa-Yards から重要な複数の発注を受けた。Kvaerner 社は、Costa Croisiere, Carnival Cruise Line 向けおよび Royal Caribbean Cruise Lines 向けに建造するクルーズ船のシリーズに装備するために Wärtsilä 46 型のエンジンを多く発注した。これらの発注はクルーズ船市場における Wärtsilä 46 形の地位を世界のリーディングエンジンとして確固たるものにするであろう。

## 計 538,650 kW の完成

Costa Croisiere と Carnival Cruise Line 向けに建造した各クルーズ船には 1 船当たり 6 基の “Wärtsilä” 9 L46 のエンジンを装備し、全出力合計 62,370 kW になる。

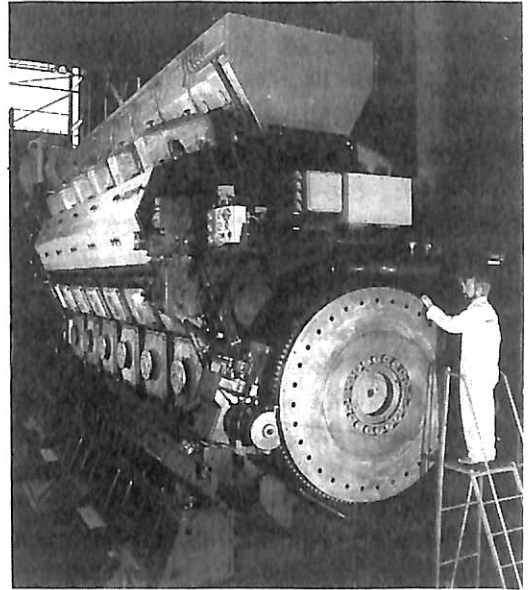
フィンランドの Turku にある Kvaerner Masa-Yards は Royal Caribbean Cruise Lines 向けの世界最大のクルーズ船を建造中である。この Eagle クラスの船の 1 船当たり 6 基の Wärtsilä 12 V46 を装備し合計 75,600 kW になる。第 1 船のエンジンは 1998 年 4 月に納品された。

これらの発注は今後の発注（5 隻 + オプション 3 隻）に対する造船所のオプションと共に、Wärtsilä NSD Finland Oy から合計 538,650 kW になる Wärtsilä 46 を引渡すことになる。

## Kvaerner グループからのその他の発注

ノルウェーの Kvaerner Kleven 社は 9 隻の海洋補給船向けに Wärtsilä NSD から機関・歯車類およびプロペラを発注した。これらの船は油田およびガス田用に使用される。

この発注は 1 隻当たり 2 基の Wärtsilä 12 V32 型機関になる。機関はフィンランドの Vaasa にある Wärtsilä NSD から納入し、プロペラと歯車類はノルウェーの Wärtsilä NSD から納入する。この見積り価格は 220 MNOK である。



▲ 12 シリンダ Wärtsilä 46 機関

更にスコットランドの Kvaerner Govan は多くの補給船に対し、同様のパッケージを発注した。

全部で Kvaerner グループに Wärtsilä NSD の最も重要な顧客の 1 つになる。

Wärtsilä NSD は動力装置、船用推進機関および産業機械に集中した国際的技術会社である。この会社の中核技術は重ディーゼルとガス機関および 1 基当たり 520 から 66,000 kW の関連システムに基づく広い製品範囲をカバーしている。商標は Wärtsilä および Sulzer である。Wärtsilä NSD は 1998 年内に 12 兆 FIM の純売上と見積られている。Wärtsilä NSD は Metra Company である。

〔お問い合わせ先〕

Wärtsilä NSD Finland Oy.

副社長 Mr. Leif Rönnskog

Tel. +358 6 327 1530

+358 40 506 0743

## 船舶電子航法ノート (246)

木村小一

## A・8・2・2 GLONASSシステムの現状

(前号ではGLONASSシステムの衛星その他の現状について述べた。この号でも、もう少しGLONASSのGPSとの相違などを含めて、その現状などを追加する\*、\*\*)

前回も述べた通り、1970年代の早くに、多分、アメリカのGPSの開発に刺激されて、かつてのソ連の国防省はGLONASSを開発することに着想をした。その結果としてのGLONASSは、多くの点でGPSに似ているけれども余りにも大きな差がある。

1993年に、ロシア政府は公式にGLONASSの計画をロシアの宇宙省(VKS)の保護の下においた。VKSはGLONASS衛星の展開、軌道上の保守と利用者装置の証明の責任がある。VKSは協同科学情報センターを運用しており、GLONASSの情報をインターネットその他を通じて公衆に配布している。

1980年代はGLONASSについての情報は少なかった。航法信号の送信に使用する周波数と衛星軌道の一般的な特性とは別に、旧ソ連の国防省は少しだけその他の情報も知らせていた。しかしながら、英国のLeeds大学のP. Daly教授とその学生たちの追跡は、その信号構成についてのある程度の詳細を与えた。ベレストロイカの到来とソ連の崩壊はGLONASSについての情報をより容易に得ることができるようになった。

最終的には、ロシアはInterface Control Document(ICD)を公表した。この文書は民間利用を意図したシステム、その成分、信号の構成と航法を述べてあり、GPSのその文書と構成が同じである。その最新版は作業文書GNSS P/2-WP/66への43ページの付録として見ることができ、ICAのGNSSパネルの第2回の会合に1995年11月14日に提出された。この作業文書

はこの版のICDはGNSSのSARPの作成に寄与する目的で作ったと述べてある。

GPSと同様にGLONASSは、宇宙、制御と利用者の三つの部分から構成されている。

制御部分：前回にも詳しく述べた通り、地上基地制御の複合体として引用される制御部分は、システム制御センターと旧ソ連全体に散在しているコマンドと追跡局から構成されている。GLONASSの制御部分はGPSと同様に、衛星の状態をモニターし；衛星の軌道データとGLONASS時間とロシアの国の標準時の目盛りに対する衛星時計のオフセットを決定し；衛星に航法データをアップロードする。アップロードは1日2回行われる。

GLONASS衛星は宇宙部分を構成する。完全な軌道構成は24衛星から構成されるはずであるが、前号の表2に示した通り、1996年に運用開始となった2衛星を含めて、1995年末以降は打上げがなく、現在、送信をしていない予備衛星1を含めて18衛星で運用されている。これらのGLONASSの衛星の軌道は前回の表2と今回の表1にあるように1, 2, 3と番号のついた三つの面に置かれ、その昇交点経度が120°離れた各軌道面に8衛星をもっている。一つの面内の衛星は等間隔で45°の緯度の偏角がある。隣の面の衛星とは15°の緯度の偏角がある。これらの衛星は、傾斜角は64.8度、長半径が約25,510 kmの円軌道で、約675.8分の軌道周期を与えている。これらの衛星は17軌道ごとまたは8恒星日ごとに繰返される同じ地上軌跡をもっている。それぞれの軌道面の衛星は表1にあるスロット番号1~8, 9~16, 17~24を持っている。図1はGLONASS衛星の打上げ開始以来1997年末までの打上げ衛星と運用衛星の数を示している。図2は1995年始めから1997年半ばまでの各衛星の運用状況を示している。図にあるようにこの図は受信の状況は上中下の三つのレベルでの一般のGLONASS受信機での衛星からの信号の受信状態に基づく衛星の健康状態を示している。上のレベルの+の印はそのアルファナックの番号の衛星が一つ以上の他の衛星からのアルファナックの航法メッセージの中でその日に不健康にセット

\* R. B. Langley : GLONASS : Review and Update, GPS World, July 1997

\*\* G. L. Cook : GLONASS Performance, 1995 - 1997, and GPS-GLONASS Interoperability Issues, NAVIGATION, Vol. 44 No 3 (1997)

されていたことを示している。中の記号はその衛星自身から放送される航法メッセージが不健康にセットされていたことを示している。下の段は衛星からの航法メッセ

ージが放送されないかモニター用の受信機の故障で航法メッセージが受信できないときを示し、図の左上のいくつかの衛星は1995年打上げの衛星で、メッセージの放送開始までは+印の連続（太い線に見える）となっている。

表1 GLONASS衛星の状態(1997年6月27日現在)

軌道面	スロット	状態	打上年月日	コメント
1	1	U	X	運用中止
	2	U**	930217	食による運用除外 時計に問題あり
	3		941120	
	4		941120	
	5	U	X	運用中止
	6		941120	
	7		930217	
	8	U	X	運用中止
2	9		951214	
	9		951214	予備・送信せず
	10	*	950724	時に悪い信号
	11		950822	
	12		940907	
	13		951215	
	14		940811	
	15	*	950724	1996年に運用除外あり
3	16		940811	
	17		940411	
	18	**	940411	食による運用除外
	19		950307	
	20		950307	
	21	**	920730	食による運用除外
	22		950307	
	23		950307	
23		940516		
24	U	X	運用中止	

状態の注：U 不健康  
 \*\* 大きな問題あり  
 \* 小さい問題あり

スロット番号18の衛星は1995年中頃から6月おきに6週間送信が停止しているのは衛星が地球の影にはいる食のための衛星の放送の断で、電力または姿勢制御に問題があるためと見られている。スロット2と21にも食での影響が見られている。

スロット5の衛星は運用の末期にあり、1996年4月にほとんど使用できなくなり、8月に運用から外されている。スロット24の衛星も同様である。スロット1の衛星は1996年10月に運用停止になったように見えるが、公式には12月までは運用されていることになっている。よりきびしい一つの問題は、図2には示されていない正しくない時計の補正值のある衛星が出現したことで、その現象は数時間続き約60kmの測距誤差がみられたことである。この図の期間の終り近くにスロット8の衛星が5月23日に送信を停止したが、公式に運用から除かれたのは6月25日であった。

表1は図の終りのある日(1997年6月27日)のGLONASS衛星の運用状態の一覧表である。

利用者部分：GPSと同様にGLONASSは軍と民間の二重のシステムである。軍と民間のすべてのGLONASSの利用者は利用者部分を構成している。利用者部分のロシアで製作されている装置の一部は前号の表3に示してある。

次にGLONASSシステムの特性を(これは1989年のときにすでに示してあるが)GPSのそれと対比して(表2参照)もう一度示しておく、GPSの衛星と同様に、GLONASSの衛星は二つの擬似ランダム雑音(PRN)コードを2相PSKで送信をしている。しかしながら、GLONASSのPRNコードのクロックレートは、GPSのPコードとC/Aコードに相当するものが、それぞれGPSのその約半分の：5.11 Mb/sと0.511 Mb/sである。50ビット毎秒の航法メッセージもまたこの信号に重畳されている。信号は二つの周波数帯L1は1,602-1,615MHz, L2は1,246-1,256.5 MHzで送信され、L1は0.5625 MHz, L2は0.4325 MHzの周

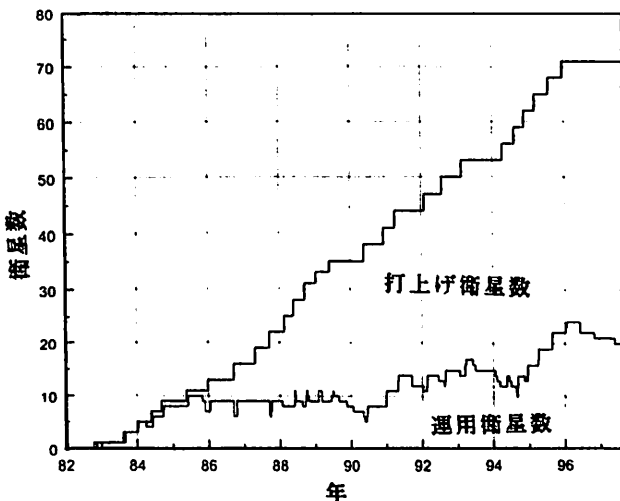
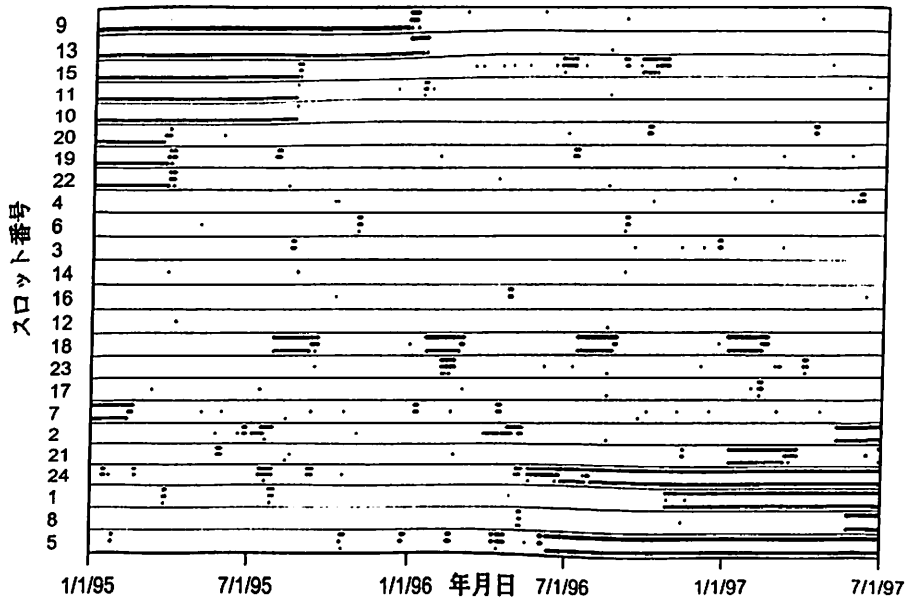


図1 打上げと運用衛星の数の変遷

波数間隔で衛星ごとに別の周波数で送信をする周波数分割多元接続の送信である。これはGPSの場合の全衛星が同じ周波数で送信をして、変調をするPRNコードを衛星ごとに異なる符号分割多元接続の送信とは大きく異なっている。この周波数構成ではシステムの開発の当初は25チャンネルの周波数が与えられ、それで全24衛星の軌道配置の各衛星は単一の周波数(残りの周波数は試験用に保留)が割当てられている。

GLONASS衛星からの送信のあるものは最初は、GLONASSの周波数の近くにある非常に弱い自然の電波放射である電波天文への干渉の原因となった。この電波天文では星間空間の水酸基の放射雲からのスペクトルの放射を観測するために1,610.6 - 1,613.8 MHzと1,660 - 1,670 MHzの周波数帯が使用され、ITUはそれらをこの周波数スペクトルの主利用者状態に割当てられている。また、ITUは1,610 - 1,626.5 MHz帯をLEO(低軌道)の移動体通信衛星の運用者に割当てた。それらの結果として、GLONASS当局は衛星に使用する周波数の数を減らすことを決定し、その帯域をやや低い周波数に移すことになり、2005年までにその切換えが行われることになった。



注: 各衛星の不健康は毎日記録  
 +は少なくとも一度起きたことを示す  
 +アルマナックが不健康  
 +航法メッセージが不健康  
 +傍受なし

図2 GLONASS衛星の健康状態

表2 GLONASSとGPSの定格特性の比較

パラメータ/技術	GLONASS	GPS
衛星数	21 + 3 spares	21 + 3 spares
軌道面の数	3	6
軌道面の傾斜(度)	64.8	55
軌道半径(km)	25,510	26,560
信号		
基本のクロック周波数	5.0 MHz	10.23 MHz
信号の分離方式	FDMA	CDMA
搬送波周波数(MHz) L1	1602.0-1615.5	1575.42
(初めの割当) L2	1246.0-1256.5	1227.60
コードクロック C/A	0.511	1.023
レート(MHz) P	5.11	10.23
コード長(チップ) C/A	511	1,023
P	5.11 x 10 <sup>6</sup>	6.187104 x 10 <sup>12</sup>
C/Aコード航法メッセージ		
スーパーフレーム長(分)	2.5	12.5
スーパーフレーム容量(bit)	7,500	37,500
同予備容量(bit)	-620	-2,750
語長(秒)	20	0.6
語容量(bit)	100	30
フレームの語数	15	50
衛星の軌道データの表示法	地心直交座標系とその変化	ケプラーの軌道要素とその摂動値
時刻基準	UTC (SU)	UTC (USNO)
位置の基準(測地系)	PZ-90	WGS 84

表3 軌道面, スロットとチャンネル

軌道面 1								
スロット:	01	02	03	04	05	06	07	08
チャンネル:	—	05	21	12	—	13	21	02
軌道面 2								
スロット:	09	10	11	12	13	14	15	16
チャンネル:	06	09	04	22	06	09	04	22
軌道面 3								
スロット:	17	18	19	20	21	22	23	24
チャンネル:	24	10	03	01	24	10	03	—

表4 GLONASSの周波数

在来
$f_{k1} = 1602 \text{ MHz} + k \times 0.5625 \text{ MHz}$ $f_{k2} = 1246 \text{ MHz} + k \times 0.4375 \text{ MHz}$ where $k = 0, 1, 2, \dots, 24$ (0 — for testing only)
現在から1998
$k = 0, \dots, 12, 22, 23, 24$ New satellites might use $k = -7$ to $-1$
1998-2005:
$k = -7, \dots, 12$
2005以後
$k = -7, \dots, 4$ (5, 6 -- for testing only)

そこで最終的には、このシステムは12だけの主周波数チャンネル（プラス試験目的の追加の2チャンネル）が使用されることになった。この周波数帯は1,598.0625-1,604.25 MHzと1,242.9375 - 1,247.75 MHzに移されることになった。この12チャンネルだけで24衛星に使用するためには、地球の反対側の衛星、すなわち同じ軌道面で180° 緯度偏角だけ離れた衛星、が同じチャンネルを共用すればよいことになる。この方法では地球上の何処かの位置にある利用者はそのような対の衛星からの信号は決して同時には受信しないから可能である。

この新しい周波数割当てへの移動は、衛星チャンネルの最初の対にすることで1993年9月に開始された。現在、8対の衛星がチャンネルを共用している（表3と前号の表2参照）。表4は現在と将来のGLONASSの周波数チャンネルの詳細である。

GPSと同様に、GLONASSはL1とL2の両方に、現在はL1信号にだけはあるが、近い将来はC/AコードとともにPコードを送信する計画である。C/Aコードは前述したように511キロチップ毎秒のレートで、511チップ長であり、1msの繰返し間隔を与えている。

Pコード（Pコードは公表されていないが解読されている）の方は5.11メガチップ毎秒のレートで533, 554, 432チップ長である。このコード列は1秒の繰返し間隔を与えるために桁落ちされている。前述したようにGLONASS衛星は同じコードを送信する。それらは5MHzで動作をする3台のセシウム原子時計から信号のタイミングと周波数を引出す。GPSと同様に信号は右旋円偏波で、同様な信号強度である。

50ビット毎秒の航法メッセージは2進符号であって、搬送波を変調するC/AコードとPコードに加えられている。C/Aコードのメッセージには、GLONASS時間からの衛星の時計のエポックとレートのオフセット；基準のエポックにおける衛星の位置、速度と加速度のベクトルの項で与えられる衛星の軌道データ；と、ロシア連邦の国の時間と周波数業務（NTFS）により保たれるUTC、すなわちUTC(SU)、からのGLONASS時間のオフセットとすべてのその他の衛星のアルマナック（近似的軌道データ）が含まれている。全メッセージは2.5分続くが、軌道データとクロックの情報は30秒ごとに繰返され、これはGPSの場合よりは早い。

GLONASS当局は少なくとも公的にはPコードの航法メッセージの詳細を公開していない。しかしながら、全メッセージは12分を要し、軌道データとクロック情報は10秒ごとに繰返すことが知られている。

GLONASSとGPSは別の時と位置の基準システムを使用している。GLONASS時間はUTC(SU)を基準とし、一方、GPS時はアメリカ海軍天文台が保っているUTCであるUTC(USNO)を基準にしている。この時間はバリーにある国際的なUTCを保っている国際度量衡局(BIPM)のUTC(BIPM)の約20ns以内である。

UTC(SU)はUTC(BIPM)から数 $\mu$ s違っている。このオフセットを1 $\mu$ s以内に減少するための努力をしている中で、NTFSはUTC(SU)を1996年11月27日に9 $\mu$ sまで修正した。GLONASS時間はUTCに約35 $\mu$ s進んでいるというデータもある。システム時間をUTCの数百ナノ秒以内に導くには、報道によれば、GLONASSの制御部分は1997年7月1日に始まる夜半に前に告知したUTCのうるう秒とともに約35 $\mu$ sの時間のステップを適用した。GLONASS時間はまたUTCのうるう秒を含むが、一方でGPS時間には含まれていない。

両システムの準拠測地系には次のような違いがある。GLONASSの軌道データはParametry Zemil 1990(PZ-90)測地系を基準としている。PZ-90は

表5 PZ-90 測地系の規定パラメータ

パラメータ	値
地球の自転速度	$72.921\ 15 \times 10^{-4}$ radians $s^{-1}$
重力定数	$398\ 600.44 \times 10^9$ $m^3s^{-2}$
大気重力定数	$0.35 \times 10^9$ $m^3s^{-2}$
光速	$299\ 792\ 458$ $ms^{-1}$
地球ポテンシャルの 2次帯調和関数	$-1082.63 \times 10^{-6}$
地球の長半径	$6\ 378\ 136$ m
地球の偏平率	$1/298.257$
重力の赤道加速	$978\ 032.8$ mgal
大気による海面上の 重力加速の補正值	$-0.9$ mgal

1993年までGLONASSに使用されてきたSGS85に置き代わったものである。PZ-90は国際世界基準フレーム(ITRF)と同じ方法で決めたその座標フレームとともに世界基準システムである。表5はPZ-90の定義した定数とパラメータの表である。

適用された基準局の座標を通じてのPZ-90のフレームの実現は、ITRFまたはGPSの基準測地系である。WGS-84に関するスケールの差とともに原点のオフセットと向きの結果である。GLONASS受信機はまだその多くを世界的に配置されていないので、両システムのフレーム間の関係の正確な決定にはある程度の困難を伴っている。しかしながら、少なくとも二つの研究グループが予備的な関係を確立することを試みている。

ヨーロッパの六つの位置(Canary島のMaspalomasとロシアのZwenigorodを含む)とGLONASSのPコードの追跡のできる2周波数のGPS/GLONASS受信機を使用して、U.Rossbachとドイツの測地学会からの他の人はPZ-90とITRFの間の予備的な変換を決定した。GLONASSの放送軌道データを使用して、PZ-90とITRF-94の間の統計的にのみ重要な変換のパラメータはZ軸について回転したと彼等は決定した。彼等はITRFはWGS-84のフレームと同一と仮定して、基線解に基づく変換を次の通り仮定した：

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_{WGS-84} = \begin{bmatrix} 1 & -1.6 \times 10^{-6} & 0 \\ 1.6 \times 10^{-6} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix}_{PZ-90}$$

$1.6 \times 10^{-6}$  ラジアンまたは0.33秒の回転は赤道に沿っ

た約10mの変位を与える。Rossbachのチームはまた単独測位と基線解をそれぞれ使用した7と4のパラメータの変換を推定したが、追加の推定変換パラメータは統計的に重要でないと結論付けた。

MITのLincoln LaboratoryのP.Misraと共同研究者はまたPZ-90とWGS-84に関する一組の変換パラメータを決定した。彼等はSGS-85とWGS-84に関するパラメータを決定した。広く分布をしたGLONASS受信機の基準網が不足していることは、そのチームがRossbachのグループのそれからの別の方法を使用することを導いた。二つのシステムの地球面での受信機の座標に関するよりはむしろ、彼等は二つのシステムに表現されているGLONASS衛星の軌道上の位置に関係している。

彼等は放送軌道データからPZ-90フレームでの衛星の位置とレーザ追跡局とレーダシステムの全世界的網からWGS-84フレームのそれらを求めた。1, 2, 4, 7のパラメータの変換の推定値はZ軸についての回転のみが明らかにされ、恐らく、Y軸に沿った原点のオフセットは統計的に重要であった。従って、Misraとその共同研究者は次の変換を報告している：

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_{WGS-84} = \begin{bmatrix} 0 \\ 2.5 \text{ m} \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & -1.9 \times 10^{-6} & 0 \\ 1.9 \times 10^{-6} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix}_{PZ-90}$$

この変換パラメータの誤差の主な原因は衛星からの航法の放送パラメータのようである。

わが国におけるGPSとGLONASSの測位の比較例は日本の各地における結果が表6\*のように電子航法研究所で発表されている。この値は欧米における換算式によるものとは若干の差が認められている。

GLONASSとGPSの組み合わせ使用を推奨するために、ロシア当局は航法メッセージの中の二つのシステムの時間と位置の基準の間の差を含める計画がある。GLONASSの受信機についての二、三の情報をあげると次になる。

最近まで、GPSの装置と比較できるような価格でのGLONASS受信機を容易に入手できることはまだ不足している。このGLONASSシステムの幅広い使用には上に述べた衛星の不足、システムの信頼性などの障

\* 新井直樹：GLONASSの現状とGPSとの共用、GPシンポジウム'97、日本航海学会・GPS研究会

表6 PZ-90座標系とWGS-84座標系の差

	モニタ局の位置		PZ-90 - WGS84	
	緯度	経度	緯度方向	経度方向
札幌	43 06'	141 23'	北へ0.7m	西へ14.1m
所沢	35 48'	139 28'	北へ0.6m	西へ15.0m
福岡	33 40'	130 23'	北へ1.0m	西へ15.4m
那覇	26 12'	127 39'	北へ2.1m	西へ13.5m

害が課せられている。しかしながら、アメリカの会社を含めていくつかの製造者が製品としての受信機を導入することによってこの状態は変化を始めている。にも拘らず、現在使用されているGLONASSを可能とする受信機は、まだ恐らく世界で数万台以下でGPSのそれとは比較にならないだろう。旧ソ連でのGLONASSの受信機の生産は設計機関と製造プランとの組合わせ作業で、ロシア、UkraineとBelarusに主なプラントがあった。本質的には二つの世代のロシアのGLONASS受信機が開発されている。第一は1、2と4チャンネルの大きく重い装置であった。第二の1990年代の早期の年月の大規模集積回路とデジタル信号処理に基づくものは大きくよりコンパクトでより軽かった。大に世代の受

信機は5、6と12チャンネルの設計を含み、民間用はGPSとGLONASSの二重機能を持つようになってきているらしい。

前号の表にもあるように少なくとも一つの測定の質のロシアのGLONASS受信機が開発されて存在しているが、この6

チャンネルのL1受信機は重さ約5kgで、報告によれば、センチメートルレベルの測位機能を持っているとされている。

旧ソ連の外では、一連の製造者、研究機関と大学がGLONASS受信機を設計し、組立てている。あるものはGLONASSの経験を得るために開発されたプロトタイプであった。他のものはLEOの衛星で使用するような特定の応用のために開発された受信機であった。少なくとも二つの会社が現在C/AプラスPの2周波数の装置を含めて、GLONASSまたはGPSとGLONASSの受信機を市場に出している。これらの例については次の機会に紹介する。

(つづく)

### 《 必読の技術解説書 》

船の性能を左右する表面処理法ここにわかり易く登場!!

## 船舶の塗料と塗装

中尾 学 著

B5判・本文195頁・定価9,990円

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

☆内容は / 第1章 船と塗料 / 第2章 鋼材表面処理と

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

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

発行所 株式会社 船舶技術協会 電話 (03) 3552-8798

〒104-0033 東京都中央区新川1の23の17 (マリンビル6F)

## &lt; 第197回 &gt;

第3回無線・通信及び搜索・救助小委員会  
(COMSAR 3)の結果について

運輸省海上技術安全局

## 1. はじめに

標記会合は、平成10年2月23日から27日まで、ロンドンの国際海事機関（IMO）本部において開催された。我が国からは運輸省及び郵政省関係者等17名からなる代表団が出席した。

## 2. 審議結果

標記会合は、無線設備の搭載・性能基準及び1979年の海上における搜索・救助に関する国際条約（SAR条約）に関する検討を行っている。今次会合での審議結果は以下のとおり。

## (1) 全世界的海上遭難安全制度（GMDSS）関連

明年2月1日のGMDSS完全移行を控え、誤発射対策、GMDSSに関する規則の明確化及び非条約船に対するGMDSSの実施等について審議された。

## イ) GMDSSへの完全移行スケジュール

GMDSSに誤警報が多いことを理由に、旧機器の使用延長を求めたICFTU提案は、どの国からも支持が得られず、受け入れられなかった。

## ロ) VHF 16chの聴取継続

SOLAS条約第IV章第12規則パラ3は、船舶に対し「1999年2月1日又は海上安全委員会が決定するその他の日まで、VHF 16chで無休聴取すること」を義務づけている。一方、同章第12規則パラ4は、同様な規定で2,182kHzで無休聴取することを義務づけている。

COMSAR Iにおいて、GMDSS完全移行前に上記のようなあいまい規定を払拭する観点から、「海上安全委員会の決定する日」をそれぞれについて定めることとなった。

前国会合において、2,182kHzの聴取義務は、一部船舶に対し2,182kHzで運用する聴取設備の設置義務が1999年2月1日以降なくなることから、同日までとすることが決定された。しかしながら、VHF 16chの聴取期限については、各国の意見がまとまらず、COMSA

R 3で再検討することとなった。

今次会合においては、仏、伊等が2002年を主張したものの、大多数の国が2005年までの聴取継続を主張したことから、2005年とすることで合意された。

## ハ) 誤警報対策

上記イ)に関連し、誤警報対策を充実するため、加盟国にボタンの保護等の取り付けを推進するMSCサーキュラーが作成されることとなった。同MSCサーキュラー案に関連し、我が国より、同サーキュラーがハード上の対策を中心としており、誤操作防止のオペレーション上の対策も併記すべき旨主張したところ、これが受け入れられ、加盟国に対し、COMSARサーキュラー（下記参照）の周知を促す規定が追加されることとなった。

誤中継防止のための操作手順に関するフローチャート（内容は下記参照。）に関連し、我が国提案及びオーストラリア提案が審議された結果、両国が共同で修正案を作成することとなった。本修正案は、国際電気通信連合（ITU-R）の作業部会（WP 8 B）で検討された後に、COMSARサーキュラーとして回章されることとなった。

① 2,182kHzの5分間聴守（搜索・救助機関と遭難船の通信を確認）

② 受信情報（ID, 位置）の確認

③ RCCからの受信証の確認

## ニ) 衛星利用の一般無線通信

SOLAS IV/9.3は、A2水域までを航行する船舶に対し、MF/HF無線設備又はインマルサット無線設備の設置を義務づけている。

スウェーデンより、多くの国が自国沿岸のVHF/MF無線施設の閉鎖を宣言しており、A2水域で有効に使用できる一般通信がインマルサットのみになってしまうことから、GMDSSに何らかの一般通信のための手段を組み込む必要があることを提案しており、そのような一般通信用の無線設備としては、セルラー電話又は衛星利用セルラー電話の可能性あることを示唆していた。

審議の結果、小委員会は、そのようなセルラー電話が、



GMDSS一般無線通信の同等物として取り扱うことができるという見解を示した。しかしながら、船舶に搭載するからにはそのようなセルラー電話も最低限の基準に適合する必要があることから、一般無線通信の基準を開発するための作業計画が加えられることとなった。

#### ホ) 遭難ボタンの誤発射防止規定に対する解釈

1995年のIMO第18回総会(A18)において、遭難ボタンの誤発射防止のために、GMDSS各種設備の性能基準の改正決議が採択された。

COMSAR小委員会において、同改正規定中の「不慮の操作から保護されていること」という規定の解釈があいまいであるとして、その解釈を一意に定めることとなった。

今次会合で審議された結果、ヒンジ式のカバーの他に、遭難ボタンを3秒以上押し続けることが必要であることとなった。本解釈は、1999年2月1日以降に設置される設備から適用されることとなった。

#### (2) 救命いかだ用低出力無線追尾装置

1995年に採択されたSOLAS条約締約政府会議決議6は、9GHzレーダートランスポンダー(SART)を補完し、捜索・救助用航空機からいかだを発見するための設備の性能基準を開発することを勧告している。これを受け、COMSAR1において、ノルウェーより、121.5MHzの誘導信号発信器の性能基準の作成の必要性が提案され、検討を行うこととなった。

前回会合(COMSAR2)において、121.5MHz帯の使用について、

- ① 近接して同時発信すると相互に干渉し合う、
- ② 121.5MHzを使用するCOSPAS-SARSATシステムに電波障害を与える可能性がある。

ことから、今次会合で再検討することとなっていた。

今次会合では、冒頭、議長より、本設備をRoRo旅客船に限らず戦線に搭載すべきとのノルウェー案を受け、本議題においては、RoRo旅客船への搭載を前提に審

議していることが明確にされた。

その上で、121.5MHzの採用を主張するノルウェーと121.5MHzを複数のいかにから同時に発信した場合に生じる上記①の問題点を指摘する英の提案がそれぞれ紹介された。

我が国を始めとして多くの国が、英の指摘する混信等の問題点を支持した。さらに、米より、121.5MHzのかかえる問題点は認識するものの同周波数を使用する方式についても引き続き検討を続けるべき旨発言があった。

上記①を理由に121.5MHz帯の使用に反対する英、日等と121.5MHzの誘導信号発信器の有用性を主張するノルウェー等が対立したが、審議の結果、小委員会は、121.5MHzを使用する方式を現時点では採用すべきではないことに合意した。

本件については、次回COMSAR4以降でも引き続き検討することとなった。

#### (3) ヘリコプター着船基準の緩和

SOLAS III/28の1995年改正により、RoRo旅客船を含む非RoRo旅客船は、段階的にヘリコプターの着船エリアを設けなければならないこととなった。同改正は昨年7月1日発効し、同日以後建造されたRoRo旅客船には既に適用されているものの、非RoRo旅客船への適用は、1999年7月1日以降に建造された船舶からとなっている。

今次会合には、本規定に関しICCLより、非RoRo旅客船への適用が過剰であるとして適用免除を求める提案文書が出されていた。ICCL及びノルウェーは、FSAの評価を根拠に上記設備が不要であることを主張した。WGの審議では、病人の救助等の観点から適用を免除すべきではない等の反対意見が大勢を占めた。

審議の結果、今次COMSARにおいては、改正提案の審議は行わないこととなった。

(文責・山田安平)

# 平成10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	2	7,305	10,449		2	7,350	10,449	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小 計	2	7,305	10,449		2	7,305	10,449	
輸出船	貨物船	33	886,670	1,299,860		33	886,670	1,299,860	
	油槽船	8	347,350	595,594		8	347,350	595,594	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小 計	41	1,234,020	1,895,454		41	1,234,020	1,895,454	
合 計		43	1,241,325	1,905,903	123,671 百万円	43	1,241,325	1,905,903	123,671 百万円

● 編 集 後 記 ●

★ 高城 清 氏よりロンドンからの絵葉書を頂いた。  
5年ぶりとのことで、グリニッジの馴染みの書店を訪れて、船に関する数々の本を購入されて、帰りはテムズ川をリバーバスでウエストミンスターまでクルーズを楽しまれ、その後ユーロスターでドーバー海峡の底を潜って、ベルギーの小京都ともいわれるブルッゲで1泊されたとのことで、綺麗なロンドン塔の絵葉書の裏に、原稿でいつも拝見する貴重な字で書かれてあった。

3～4か月に1度は当社にお見えになり、在京の方々との交遊を温めておられるとのことであるが、そのお元氣なことには、毎度敬服して止まない。貴重な資料に裏付けされた随筆がまだまだ継続すると期待されるので、真に有り難い次第である。

★ 5月号にはいろいろ珍しい記事があるとのことで、読者の方々からご連絡を頂いた。

1つは長塚氏の「映画「タイタニック」に見る船舶安全の原点への反省」に対してであり、映画の大ヒットもあり、長塚氏の貴重なデータの裏付けもあって、始めて

知ったとのご意見も寄せられている。

また大原氏の「回天二型および四型の推進機関について」も戦後発表されていない貴重な記録として評価されている。

その他氷海用ダブルアクティング タンカーが後進で砕氷するとか、アジポッド推進装置が砕氷船にも採用されていることなどなどである。

勿論連載されている記事についても評価の高いものがあり、為広正起氏の随筆も格調高い内容で評判であり、故西川富士郎氏、松宮熙氏など貴重な文献である。

★ 5月2日に石川島資料館が開館したというので、訪ねてみた。

場所はもとの佃島の第1工場があった所で、現在は隅田川沿いにそびえる摩天楼群の間にあるピアウエストスクエア1階のこじんまりした所に作られている。水戸藩によりペリー来航の年に創設以来126年の歴史をコンパクトにして展示してあるが、周囲は全くモダンな街に変貌している。(問合せ先：03-5548-2571、水・土開館)

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

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

運輸省海上技術安全局監修  
造船海運総合技術雑誌 船の科学  
©禁転載 第51巻 第6号 (No.596)  
発行所 株式会社船舶技術協会  
〒104-0033 東京都中央区新川1の23の17(マリニビル)  
振替口座 東京3-70438 電話・FAX 03 (3552) 8798

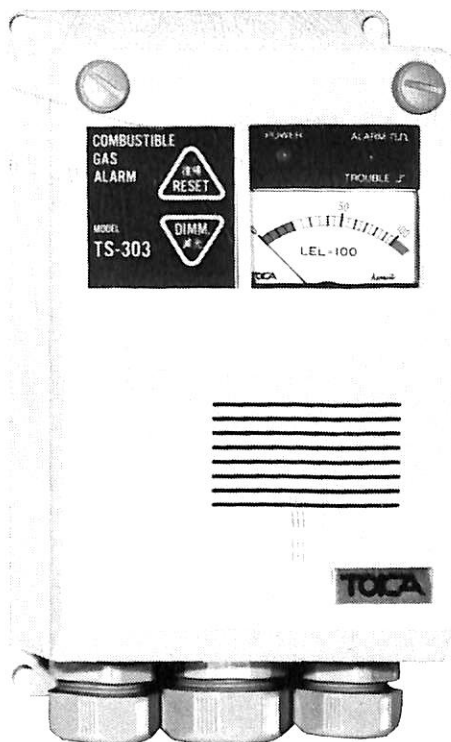
平成10年6月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }  
平成10年6月10日発行 { 第3種郵便物認可 }  
(本体 1,352円) 定価 1,420円 (〒84円)  
発行人 濱 村 建 治  
編集委員長 米 田 博  
印刷所 株式会社タイヨーグラフィック

# 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

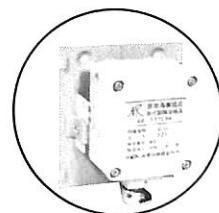
各種  
検定  
船級  
対応



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

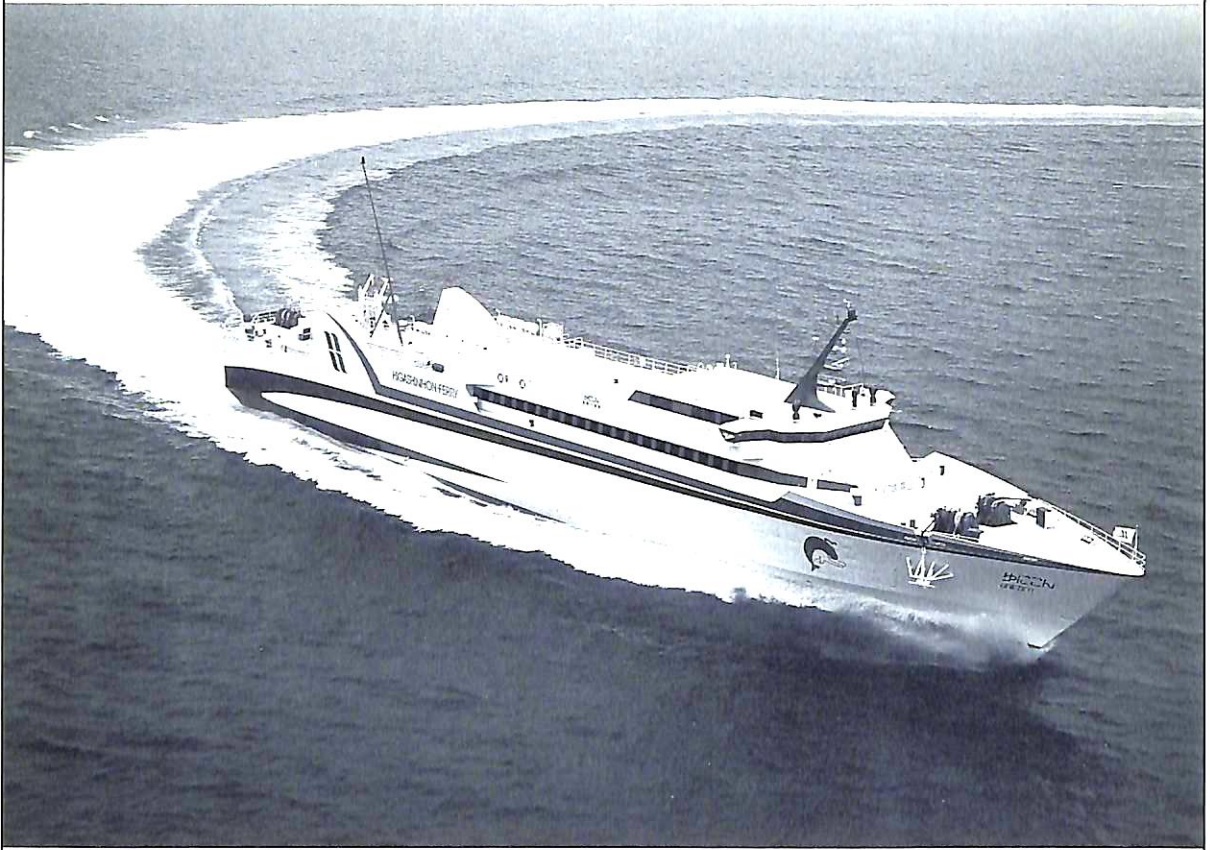


拡散式検知部DZF-3

**TOCA**株式会社 東科精機

川崎市中原区小杉町3-239-2

〒211-0063 ☎044(722)2000



船の科学

Ship of the Year '97 受賞

# 超高速カーフェリー“ゆにこん”

三菱重工の伝統と技術は、ディーゼル駆動鋼船としては世界最高速の  
'42.4ノット' を達成した“ゆにこん” を誕生させました。  
「人」と「物」を大量に高速で運ぶ新時代の船が、栄えある Ship of  
the Year '97 を受賞致しました。

定価 一四二〇円  
本体 一三五二円

東京都中央区新川一丁目三十一番七号（マリニビル）  
（株）船舶技術協会  
電話 〇三（三五五二）八七九八番

