

# 船の科学 1994 10

VOL.47 NO. 10

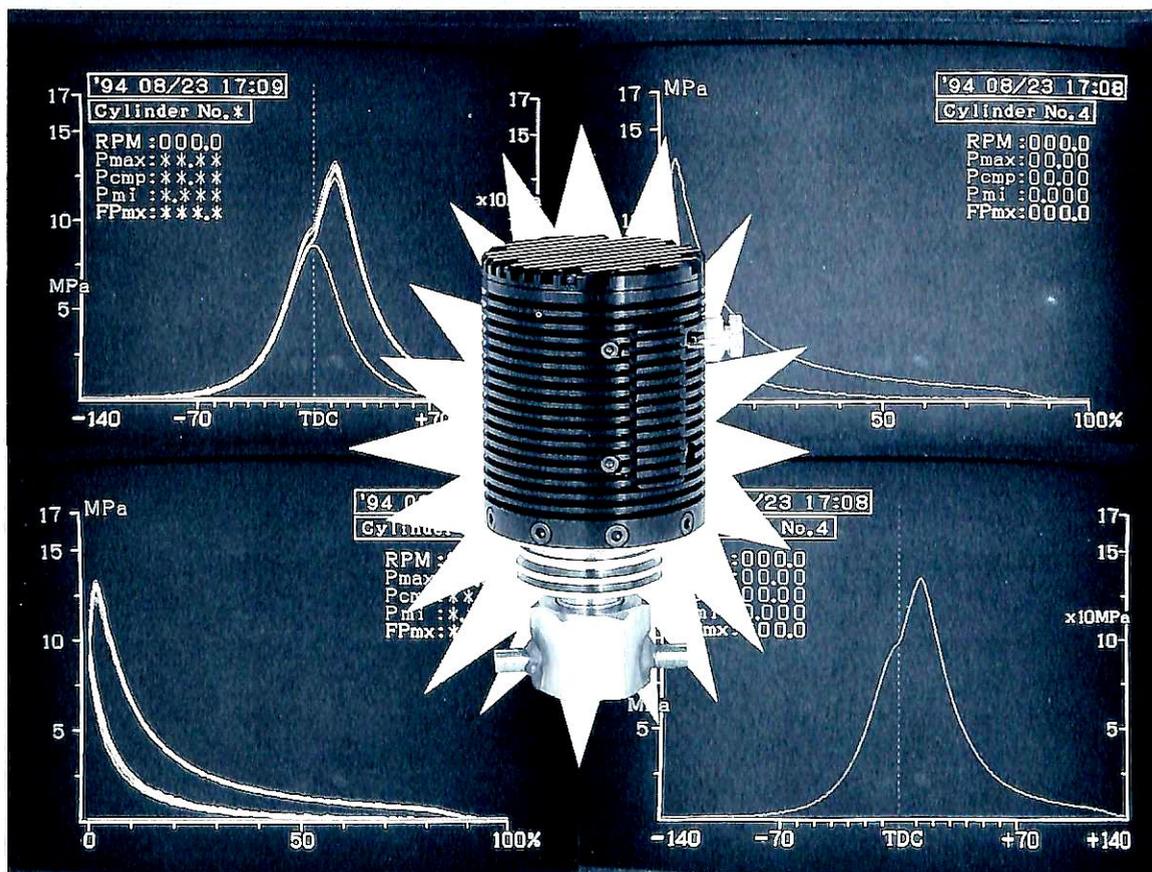
## SEC ENGINE ANALYZER



画期的な検出原理による、  
筒内圧センサの開発に成功!!

☆長期間連続計測可能。(常時装備)

☆無冷却、フリーメンテナンス。



 (株) 湘洋エンジニアリング

〒252 神奈川県綾瀬市大上1丁目5398-4

TEL.(0467)70-3601(代)/FAX.(0467)70-3605





## クラッシュ・ストップ

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

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

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

安全運航、日常点検、乗組み員で可能なる開放整備…  
これがハミルトン・ジェットです。  
10～15年も安心して定期運航に使用して頂けます。

## HMシリーズ

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

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

## HJシリーズ

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

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

Distributor by……コンポーゼット屋

**株式会社 ミヨシ・コーポレーション**

〒467 名古屋市瑞穂区松園町1-84

電話 (052) 835-3351(代)

FAX (052) 835-3354

Telex. 447-7344 MIYOSI J.

LAN対応パソコンによる造船業向けCADシステム

# Auto LANパック



世界標準CAD AutoCAD/Winを造船業向けにカスタマイズ・チューニング  
造船業向けシンボル100点以上標準装備  
既存CADからの移行もスムーズ

ピアトゥピア・ネットワーク環境／ネットワーク・プロットイング  
複数の設計者による図面の共有化  
プロッタをLAN上で共有化

ハードはプロの使用に十分応える周辺機器を厳選した特別構成  
CPU DX4/100MHz、メモリ16MB、HDD540MB、高速グラフィックスボード  
エヌエス・カルコンプ社製高速インクジェットプロッタ

パソコン、OS、AutoCAD、ネットワークの基本教育料込み  
パソコン初心者の方でも、何も問題ありません

その他追加購入は一切必要なし！全ての準備を完了して納品  
電源投入するだけで、即フル稼働  
導入後もしご希望によりCADのプロがしっかりとお相手します  
どんなご相談にも乗れます

## 標準価格

|           |                  |
|-----------|------------------|
| 10台構成システム | ¥21,518,000-     |
| 5台構成システム  | ¥11,763,000-     |
| 2台構成システム  | ¥5,922,000-      |
| 1台構成システム  | ¥3,975,000-      |
| 1台追加時     | ¥1,947,000- (税別) |

■下記、詳細はお電話にてお問い合わせください

- ・ AutoCAD LTベースによる廉価版も御用意致しております。
- ・ 各種ハード、ソフトの変更可能です。
- ・ 御社仕様の部品データ登録など、セミオーダーも可能です。
- ・ OAパソコンとの組み合わせで更なる事務効率化もできます。

お問い合わせ・お申し込みは

NECソフトウェア SI営業部 / 〒136 東京都江東区新木場 1丁目18番6号

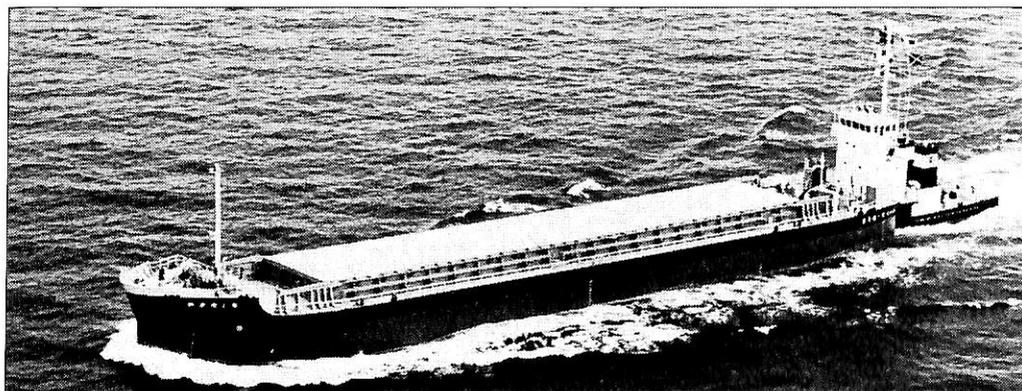
TEL 03-5569-3265 / FAX 03-5569-3283

AutoCAD、AutoCAD LTは米国AutoDESK社の登録商標です。

## 目 次

- 5 新造船紹介 (No. 552)
- 16 日本商船隊の懐古 No. 183 (相模丸, 越後丸, 洞雲丸) .....山 田 早 苗
- 18 P & O社スーパーライナー“ORIANA”進水 (1) .....府 川 義 辰  
—— 独・マイヤー造船所 ——
- 23 セレブリティクルーズ社 70,000 トン型 3 隻シリーズ  
“CENTURY” (第 1 船) 建造に着手 .....府 川 義 辰  
イタリアのクルーズオペレータ, コスタ社  
74,000 トン型新鋭客船の建造に着手
- 
- 25 9月のニュース解説 (平成7年度海事関係予算要求) .....米 田 博
- 
- 28 ●新造船紹介  
1,525 TEU積コンテナ船“NANTAI QUEEN” (南泰皇后) の概要 .....新 来 島 ど っ く
- 平成6年, 日本造船学会授賞論文要約紹介 (1)~(4)
- 34 Numerical Study on Flow and Thrust Produced by  
Oscillating 2D Hydrofoil .....土 井 康 明
- 36 計算機支援板曲げ方案自動作成システムの開発 .....村川英一 他3名
- 38 損傷情報のフィードバック手法に関する研究 .....山 本 規 雄
- 40 R P G 規 準 に よ る 疲 勞 き 裂 伝 播 挙 動 の 研 究 .....豊 貞 雅 宏
- 
- 連載講座
- 42 船型設計ノート (19) .....森 正 彦
- 49 船舶用アルミニウム合金の溶接 (6) .....箕 田 和 之
- 
- 海運・造船随筆
- 55 3 islanderの花道 — 和川丸物語 — .....高 城 清
- 
- 随 筆
- 63 海洋開発草分け話 (5) .....武 藤 郁 夫
- 
- 抄 訳
- 73 インテリジェントエンジン構想 - Wärtsilä Diesel Group -
- 
- 統計資料
- 77 ロイド海難統計1993年 .....ロイド船級協会
- 
- 連載講座
- 81 船舶電子航法ノート (208) .....木 村 小 一
- 
- IMOコーナー (第153回)
- 86 第33回コンテナ貨物 (BC) 小委員会の結果について .....運 輸 省
- ニュース 船舶の操縦性能推定法の精度向上に関する共同研究 .....日本造船技術センター

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

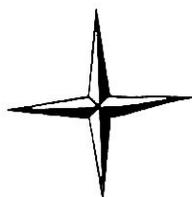


- ★ 抜群の耐航性
- ★ あらゆる用途に応じる多様な機種

- ★ 連結・切離し30秒
- ★ 指先一つで遠隔操作

**タイセイ・エンジニアリング株式会社**

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

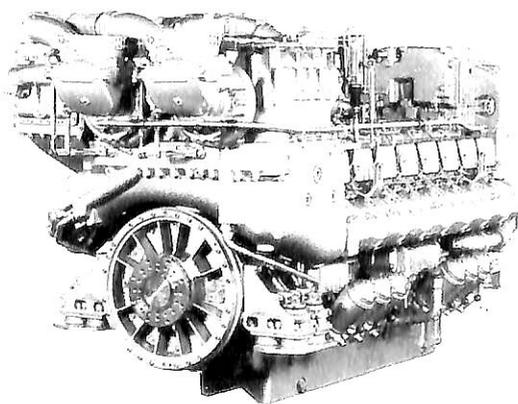


**mtu**

Deutsche Aerospace

人にやさしい  
 地球にやさしい

**mtu**



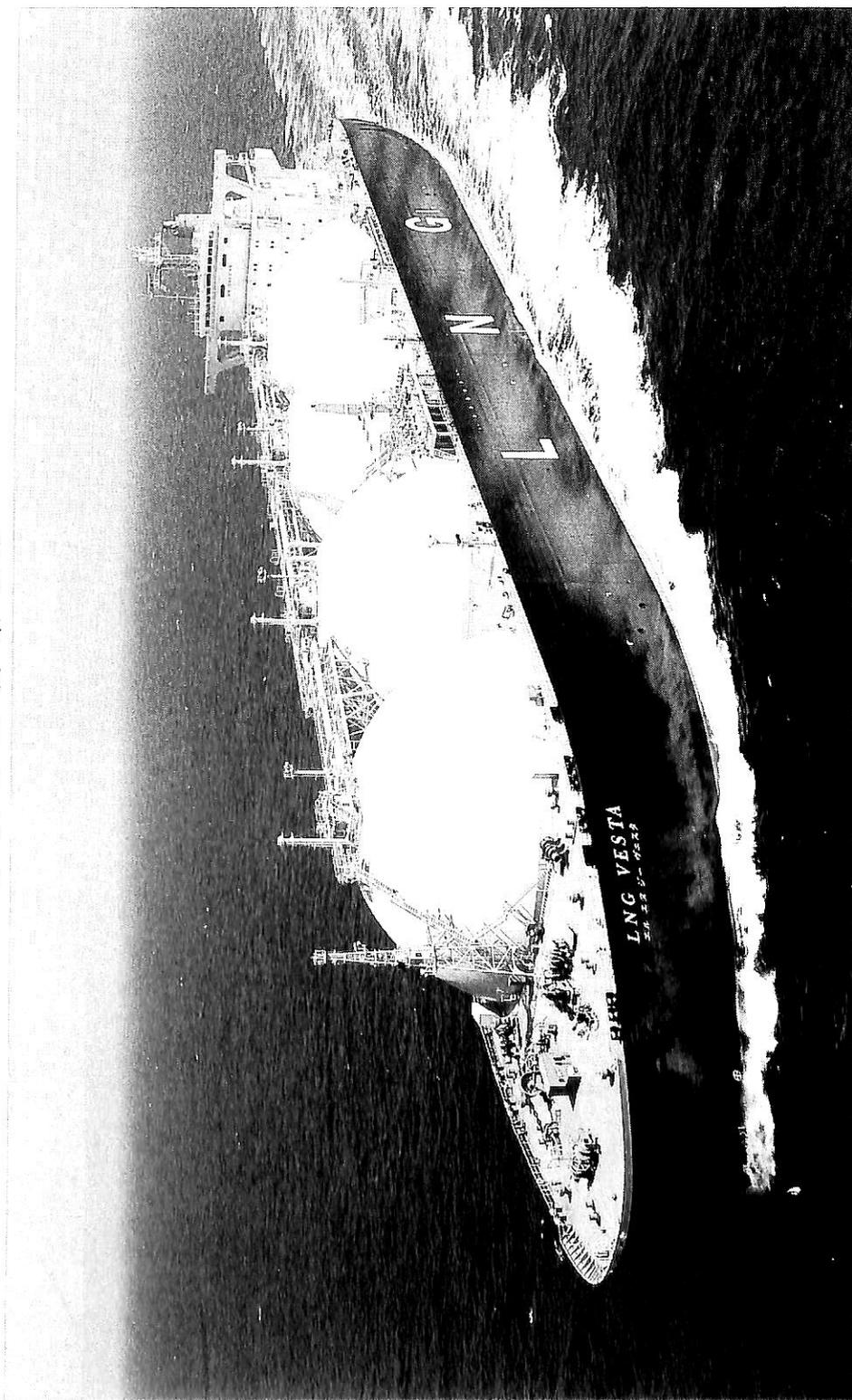
| エンジン形式   | 機関出力:PS       | 重量:ton(減速機込) |
|----------|---------------|--------------|
| 8V396TE  | 1,140 - 1,360 | 4.2          |
| 12V396TE | 1,710 - 2,040 | 5.5          |
| 16V396TE | 2,280 - 2,720 | 6.9          |
| 12V396TB | 2,180 - 2,610 | 6.5          |
| 16V396TB | 2,900 - 3,480 | 7.7    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

日本総代理店

**メルセデス・ベンツ日本株式会社**

16V396TB94  
 3480PS/2100rpm

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



LNG 運搬船 LNG VESTA エルエスジュー ヴェスタ

三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第2061番船)  
 全長 272.00m 垂線間長 259.00m 起工 4-11-20  
 総トン数 105,708トン 純トン数 31,712トン 型幅 47.20m(上甲板)  
 主燃油ポンプ 1,400m<sup>3</sup>/h×135m×8 清水槽 825m<sup>3</sup> 載貨重量 68,522トン  
 燃料消費量 157t/day 流式復水タービン機因(MS36-2)×1 主機関 三菱 Dual Tandem Articulated 形二段減速装置付衝動反動式  
 クロスパワートリプル単流式 補汽缶 三菱NE-4 発電機(タ)×1, (デ)×2 (含非)×1 出力(連続最大) 32,000PS(85rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 船船電話 国際VHF 電話 航海計器 ロラン 無線装置 MF/HF 無線装置 NBDP  
 インマルA, C, 船船電話 国際VHF 電話 航海計器 ロラン 無線装置 MF/HF 無線装置 NBDP  
 速度(試運転最大) 20.57kn(at Ballast Cond.) (満載航海) 19.30kn 航続距離 9,000 哩 航続距離 モスタイプ  
 船型 平甲板船 乗組員 45名

東京エルスエス・タンカー(株) 大阪商船三井船舶(株)  
 大阪ガス・インターナショナル・トランスポート(株)  
 東邦エルスエス・船船(株) 日本郵船(株) 飯野海運(株)

竣工 6-6-30  
 満載喫水 11,456m  
 貨物LNG容積 127,546.983m<sup>3</sup>  
 燃料油槽 3,919m<sup>3</sup>



撒積貨物船 **ブリリアント リバー** 組合船舶株式会社  
BRILLIANT RIVER

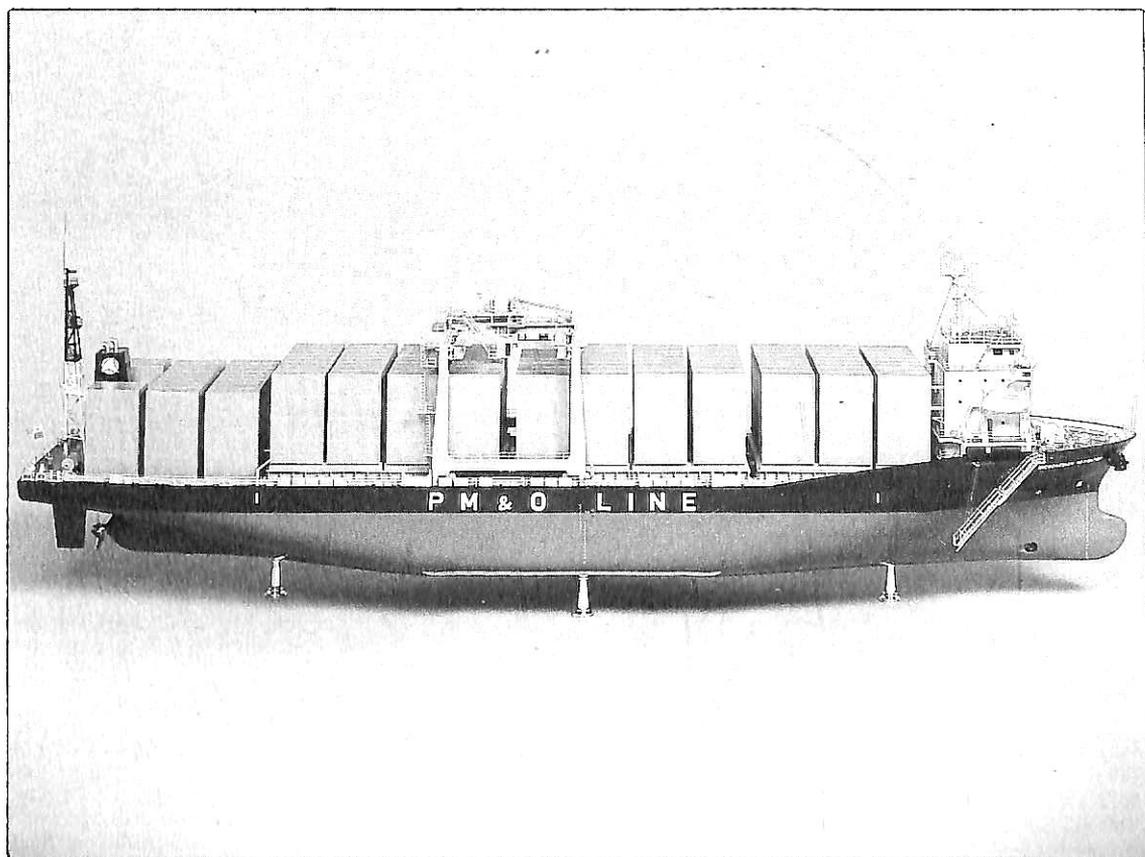
株式会社名村造船所伊万里事業所建造(第923番船) 起工 5-8-5 進水 6-1-17 竣工 6-4-11  
 全長 278.07m 垂線間長 265.00m 型幅 45.00m 型深 23.30m 満載喫水 16.724m  
 総トン数 80,044トン 純トン数 50,379トン 載貨重量 150,897トン 貨物艙容積(グ) 172,475.9m<sup>3</sup>  
 艙口数 9 燃料油槽 3,764.6m<sup>3</sup> 燃料消費量 43.3 t/day 清水槽 367.8m<sup>3</sup> 主機関  
 日立-B&W 6S70MC形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 16,500 PS (72rpm) (常用) 14,850 PS (69rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 補汽焚 コンボジット油焚 1,350 kg/h×6 kg/cm<sup>2</sup>×1, 排ガス 1,000 kg/h×6 kg/cm<sup>2</sup>×1  
 発電機 大洋電機 600kVA(480kW)×720rpm×3 (原) ヤンマー 720 PS×720rpm×3 無線装置 800W  
 MF/HF 無線装置 NBDP インマルA,C 船舶電話 国際VHF電話 航海計器 デッカ ロラン  
 NNSS 衝突予防装置 レーダ 速度(試運転最大) 15.87 kn (満載航海) 14 kn 航続距離  
 24,100 浬 船級・区域資格 NK・遠洋 船型 平甲板船 乗組員 28名

油槽船 **第十七 菱安丸** 佐藤漁業株式会社  
RYOAN MARU No.17

株川造船株式会社建造(第380番船) 起工 5-10-13 進水 6-1-13 竣工 6-3-11  
 全長 88.52m 垂線間長 82.00m 型幅 12.80m 型深 6.50m 満載喫水 5.712m  
 総トン数 1,586トン 載貨重量 2,990.3トン 貨物油槽容積 3,299.595m<sup>3</sup> 主荷油ポンプ  
 1,000m<sup>3</sup>/h×75m×2 燃料油槽 201.18m<sup>3</sup> 燃料消費量 9.6 t/day 清水槽 77.57m<sup>3</sup>  
 主機関 赤阪-A41形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 3,300 PS (230rpm) (常用) 2,805 PS (218rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 温水ボイラ×1 熱媒ヒータ×1 発電機 西芝 300kVA×2  
 (原) ヤンマー 360 PS×1,200rpm×2, 西芝 125kVA×1 (原) ヤンマー 160 PS×1,800rpm×1 無線装置 船舶電話  
 航海計器 衝突予防装置 レーダ 速度(試運転最大) 14.72 kn (満載航海) 14.0 kn 航続距離 4,800 浬  
 船級・区域資格 NK・沿海 船型 凹甲板船 乗組員 13名 バウスラスト シリングラダ



進水記念贈呈用に  
不二の船舶美術模型を



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

建造所：今治造船株式会社

株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭 武二

東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 03(3998)1586

FAX. 03(3926)7202

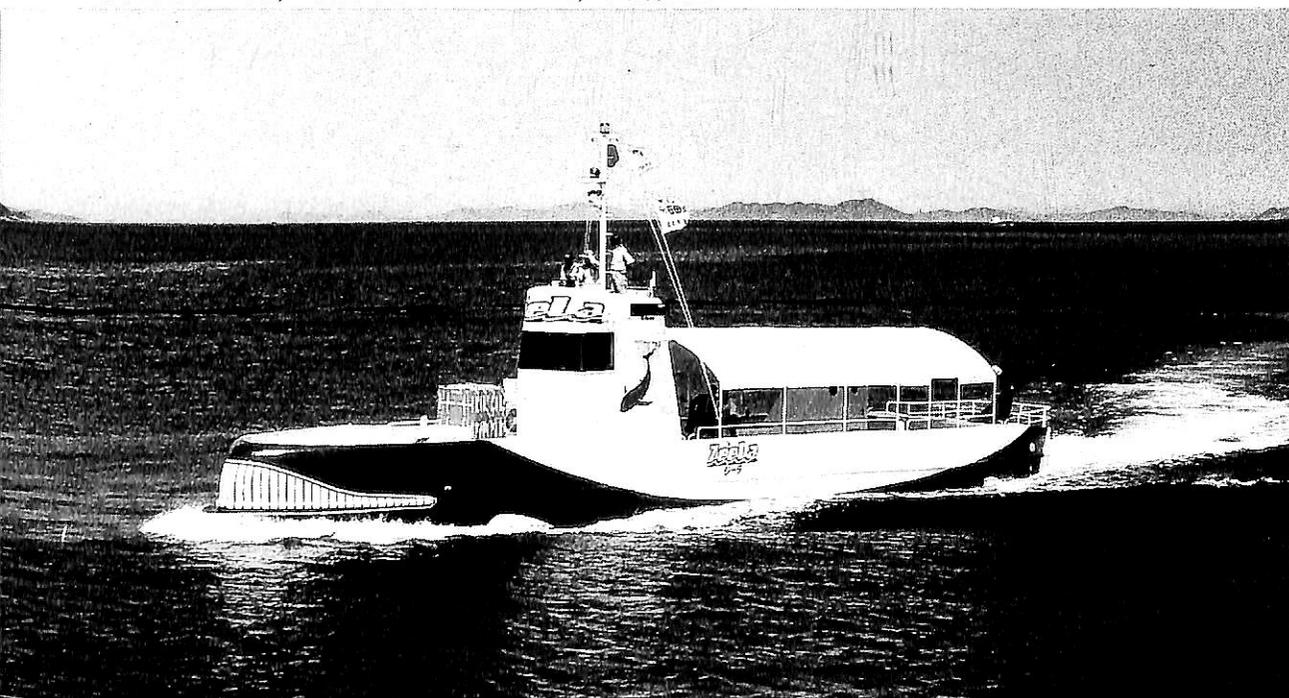


カーフェリー **レインボー のうみ** 広島県能美町  
RAINBOW NOUMI

中谷造船株式会社建造(第557番船) 起工 5-10-4 進水 5-12-30 竣工 6-2-4  
 全長 62.28m 垂線間長 45.00m 型幅 10.20m 型深 3.60m 満載喫水 2.60m  
 総トン数 380トン 載貨重量 124t Car搭載数 トラック 4台, 乗用車 12台  
 燃料油槽 26.45㎡ 燃料消費量 6.9t/day 清水槽 14.62㎡ 主機関 ヤンマーT260ST形  
 (デ)機関×2 出力(連続最大)1,100PS(660/265rpm)×2 (常用)935PS(545/219rpm)×2  
 プロペラ 4翼2軸 発電機 大洋電機150kVA×AC440V×2 (原)ヤンマー180PS×1,200rpm×2  
 航海計器 レーダ 速力(試運転最大)15.82kn(満載航海)15.0kn 航続距離 1,040浬  
 船級・区域資格 JG・平水区域 船型 全通一層甲板船 乗組員 3名 旅客 400名  
 。船首尾にランプドア, バウスラスタ, 船尾スプリット船型 航路 能美中町~広島宇品

水中観光旅客船 **ジ ー ラ** 大寿海運株式会社  
ZEELA

石田造船建設株式会社建造(第130番船) 起工 6-5-12 進水 6-6-24 竣工 6-7-6  
 全長 24.02m 垂線間長 22.50m 型幅 4.30m 型深 1.90m(水面下1.2mで海中展望)  
 満載喫水 1.30m 総トン数 19トン 燃料油槽 1.9㎡ 清水槽 0.4㎡  
 主機関 ヤンマー6GHAK-ST1(デ)機関×1 出力(連続最大)390PS×2,250rpm×1  
 発電機 ノーザンライツM843N形20.4PS×1,800rpm×1 プロペラ 3翼1軸 速力  
 (試運転最大)11.431kn(航海)10.0kn 船級・区域資格 JCI・平水区域 船型 半潜水型船  
 乗組員 2名 旅客 94名 航路 呼子~鷹島(マリンパル呼子)  
 。船首スラスタ, 船尾フラップ付舵, 減揺装置, フライングブリッジ(2ヶ所操作), GPS漁探, 監視カメラ(4ヶ所),  
 水中照明(8ヶ所), 大型水中窓(30mm×770mm), 冷暖房装置



### 第1商品展示場

大阪・京阪北浜駅地下通り  
ショーケース

### 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

### 第2商品展示場

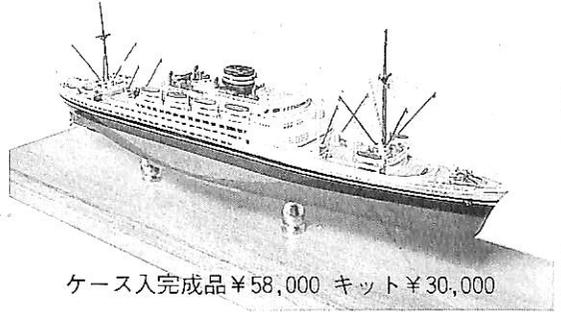
記念艦「三笠」艦内  
展示ケース

■客船クリスタルハーモニー 1/500 全長482mm



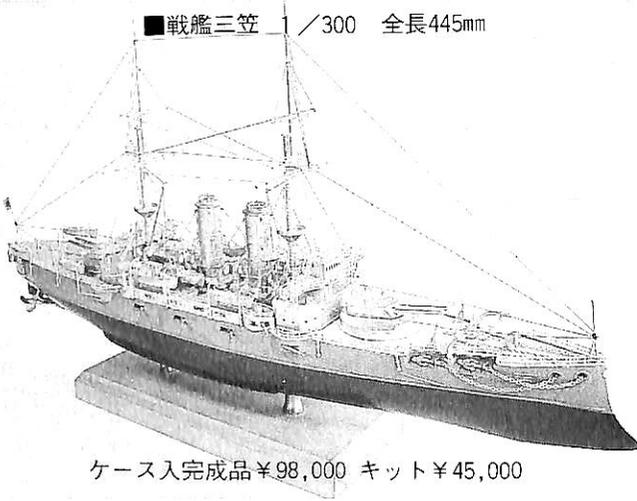
ケース入完成品 ¥120,000 キット ¥66,000

■客船あるぜんちな丸 1/500 全長335mm



ケース入完成品 ¥58,000 キット ¥30,000

■戦艦三笠 1/300 全長445mm



ケース入完成品 ¥98,000 キット ¥45,000

### 製品案内 (完成品・キット)

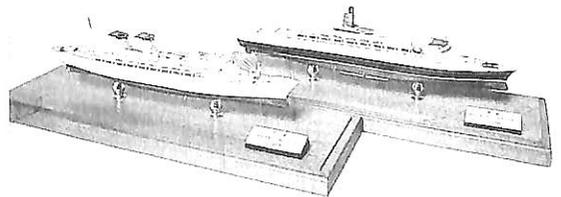
- 大型艦船シリーズ  
1/300氷川丸他5, 1/200駆逐艦雪風他12,  
1/150ビクトリー, 1/100しれとこ他4,  
1/50大発
- 1/500シリーズ  
海軍艦艇20, 商船17, 護衛艦13, 帆船1,  
巡視船1
- 1/1250洋上模型 (完成品)  
戦艦8, 空母6, 重巡13, 軽巡3, 駆逐  
艦3, 潜水艦2, 水雷艇1, 飛行機7,  
商船12, 護衛艦5
- 1/1250マイクロシップ  
商船11, 艦艇5, 護衛艦5
- 1/200マイクロプレーン  
海軍機9, 陸軍機3, 外口機1
- 1/72飛行機シリーズ  
海軍機21, 陸軍機6,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

■護衛艦こんごう 1/500 全長322mm



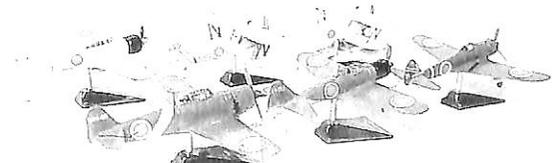
ケース入完成品 ¥48,000 キット ¥25,000

■1/1250 マイクロシップ



ケース入完成品 ¥23,000

■1/72 飛行機シリーズ



完成品 ¥15,000~60,000 キット ¥5,000~18,000

### 《展示会ご案内》

日時：平成6年10月22日出 12:00~18:00  
23日(日) 09:00~16:00  
会場：三井アーバンホテル銀座ホール  
東京都中央区銀座8-6-15  
コニシ金属模型コレクションの全商品を展示  
新製品も多数揃え、親しくご覧いただけます。

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

第3商品展示場  
神戸海洋博物館 2F  
展示ケース

### 株式会社 小西製作所

〒544 大阪市生野区勝山南2丁目8番8号  
TEL (06) 717-5636  
FAX (06) 717-0484 (船の科学係)

展示・販売  
三菱みなとみらい技術館  
「ミュージアムショップ」  
横浜桜木町



やわらかい発想で、21世紀企業をめざします。

●あらゆる流体に適用○長寿命シート○ダブルメカロック○イージーメンテナンス



■船用モデル

BF バタフライバルブ Mシリーズ

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

**BF** ビーエフ工業株式会社

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



シー グローリア  
輸出撤積貨物船 **SEA GLORIA**

船主 Sea Glory Maritime Inc. (Panama)  
 佐世保重工業株式会社建造(第390番船) 起工 5-8-5 進水 6-1-14 竣工 6-4-13  
 全長 280.00m 垂線間長 271.00m 型幅 43.00m 型深 24.00m 満載喫水 17.62m  
 総トン数 80,203トン 純トン数 52,527トン 載貨重量 157,600トン 貨物艙容積(グ) 176,294<sup>m</sup><sup>3</sup>  
 燃料油槽 4,089<sup>m</sup><sup>3</sup> 燃料消費量 39.5 t/day 清水槽 319<sup>m</sup><sup>3</sup> 主機関  
 三井B & W 6 S 70MC形(Mark III)×1 出力(連続最大) 16,350 PS(81.0rpm) (常用) 13,900 PS(76.7rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 1,800kg/h×排エコ 1,250 kg/h 発電機 812.5kVA(650kW)  
 ×AC450V×60Hz×3 (非) 100kVA(80kW)×AC450V×60Hz×1 無線装置 MF/HF無線装置 NBDP  
 インマルA, C, 国際VHF電話 航海計器 ロラン GPS NNSS 衝突予防装置 レーダ  
 速力(試運転最大) 15.72kn (満載航海) 14.0kn 航続距離 30,120 浬 船級・区域資格  
 DnV 遠洋 船型 平甲板船 乗組員 33名 同型船 SEA GRACE

オリンピック スポンサー  
輸出油槽船 **OLYMPIC SPONSOR**

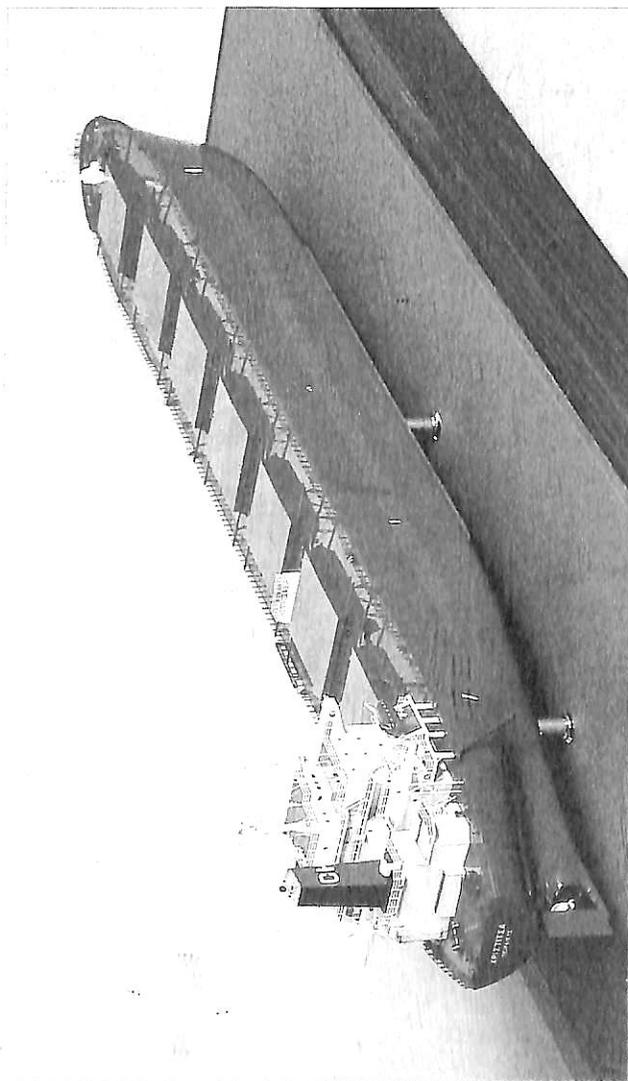
船主 Fondren Corporation (Greece)  
 住友重機械工業株式会社追浜工場建造(第1191番船) 起工 5-7-2 進水 5-12-12 竣工 6-4-20  
 全長 232.042m 垂線間長 222.128m 型幅 42.00m 型深 20.30m 満載喫水 14.20m  
 総トン数 52,196トン 純トン数 30,092トン 載貨重量 96,547トン 貨物油艙容積 114,300<sup>m</sup><sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 1,875<sup>m</sup><sup>3</sup>/h×120m×4 クレーン 15t×1 燃料油槽 2,401<sup>m</sup><sup>3</sup> 燃料消費量  
 36.8 t/day 清水槽 329<sup>m</sup><sup>3</sup> 主機関 Du-Sulzer 6 RTA 62形(デ) 機関×1  
 出力(連続最大) 14,200 PS(103.0rpm) (常用) 12,780 PS(99.4rpm) プロペラ 5翼1軸  
 補汽缶 35 t/h×1, 排ガスエコノマイザ×1 発電機(デ) 670kW×3 (非) 100kW×1 無線装置  
 800 W MF/HF, NBDP, インマルA, C, 国際VHF電話 航海計器 デッカ ロラン GPS  
 衝突予防装置 レーダ 速力(試運転最大) 14.75kn (満載航海) 13.80kn 航続距離 17,500 浬  
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板船 乗組員 34名



# 陸・海・空・総合産業用精密模型製作

(展示用, 記念贈呈用, PR用, 博物館用, 試作検討用, 等)

金属材料仕様による微妙かつ綺麗な表現をお楽しみ下さい。

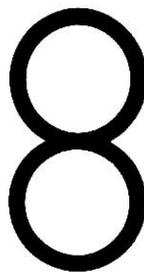


M/V "GORTYS"

BULK CARRIER  
載貨重量70,740トン

建造所(御用命)  
日立造船株式会社  
舞鶴工場殿

株式会社  
横浜精密

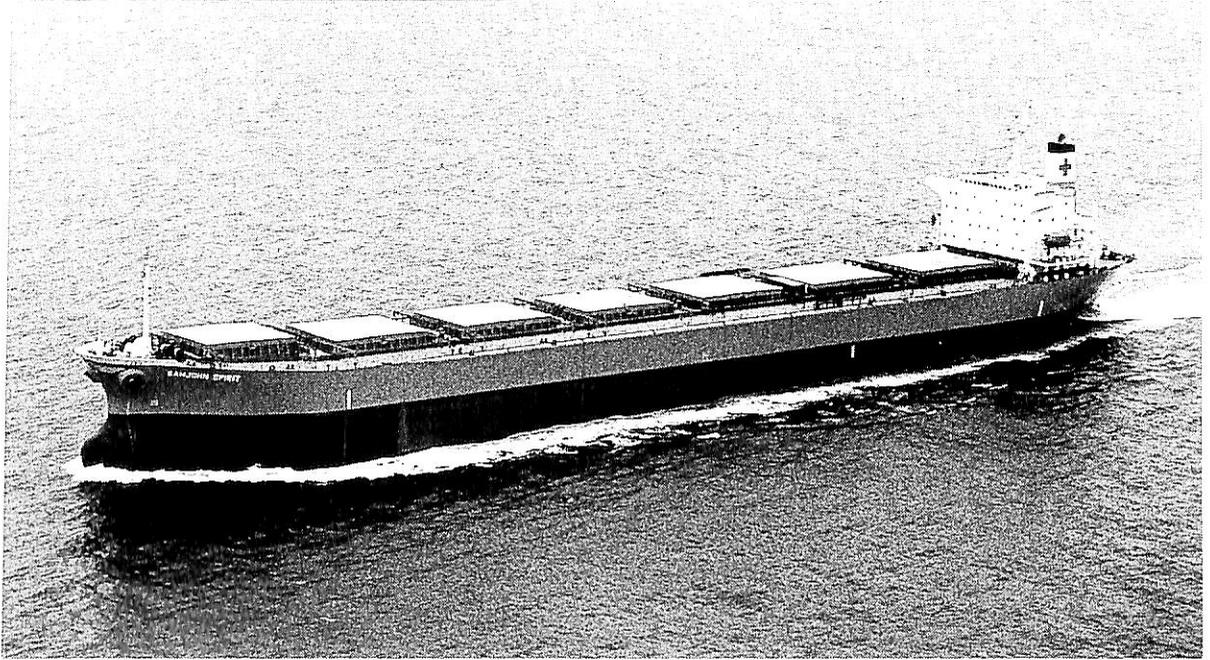


ISAO-JAPAN

## Yokohama Seimitsu Co., Ltd.

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

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



サムジョン スピリット

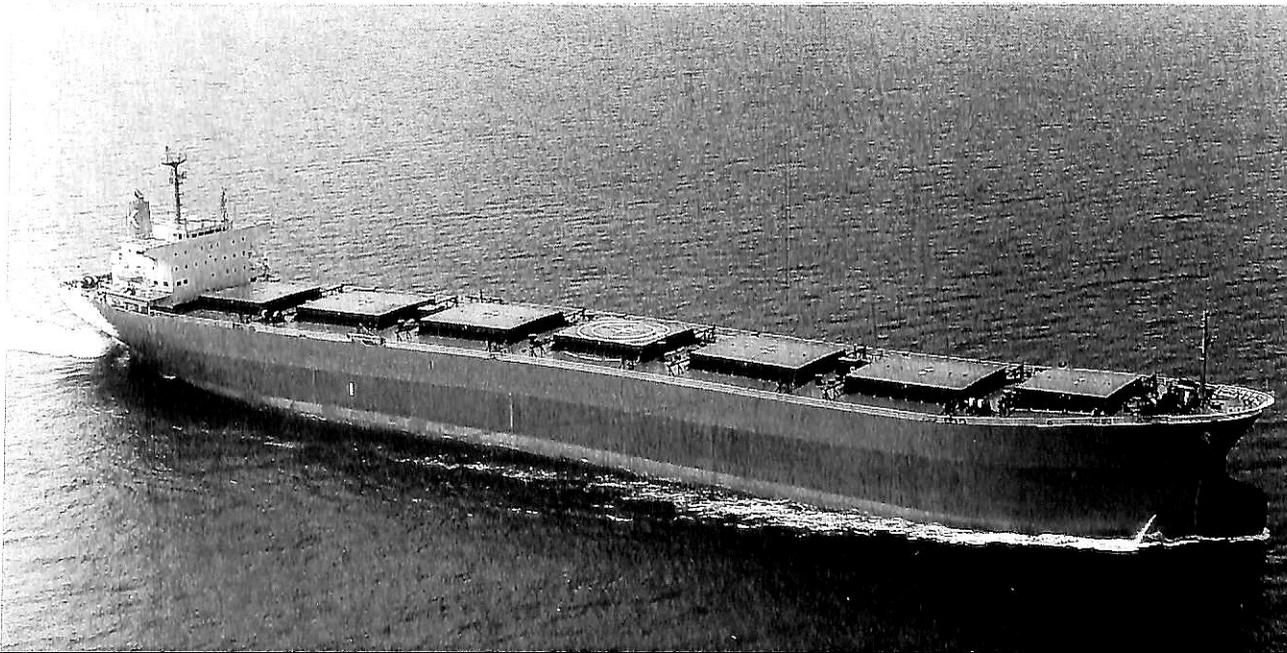
輸出撒積貨物船 **SAMJOHN SPIRIT**

船主 日商岩井株式会社 (Panama)  
 日立造船株式会社舞鶴工場建造(第4873番船) 起工 5-11-17 進水 6-3-1 竣工 6-5-31  
 全長 223.70m 垂線間長 215.00m 型幅 32.20m 型深 18.60m 満載喫水 13.46m  
 総トン数 38,077トン 純トン数 24,124T 載貨重量 71,730トン 貨物艙容積(グ) 85,108m<sup>3</sup>  
 燃料油槽 2,430m<sup>3</sup> 燃料消費量 32.7 t/day 清水槽 345m<sup>3</sup> 主機関  
 日立B&W 6S60MCE形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 12,240 PS (102rpm) (常用) 11,020 PS (98.5rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 コンポジット形 1,500 kg/h×6 kg/cm<sup>2</sup>G 飽和 発電機  
 500 kVA (400 kW)×AC450 V×60 Hz×900 rpm×3 無線装置 800W MF/HF無線装置 VHF  
 航海計器 ロラン 衝突予防装置 レーダ GPS GMDSS 速力(試運転最大) 16.60 kn  
 (満載航海) 14.5 kn 航続距離 21,300 浬 船級・区域資格 ABS 遠洋  
 船型 平甲板船 乗組員 27名 同型船 TRANS WORLD Super Stream Duct

ハーモニー

輸出撒積貨物船 **HARMONY**

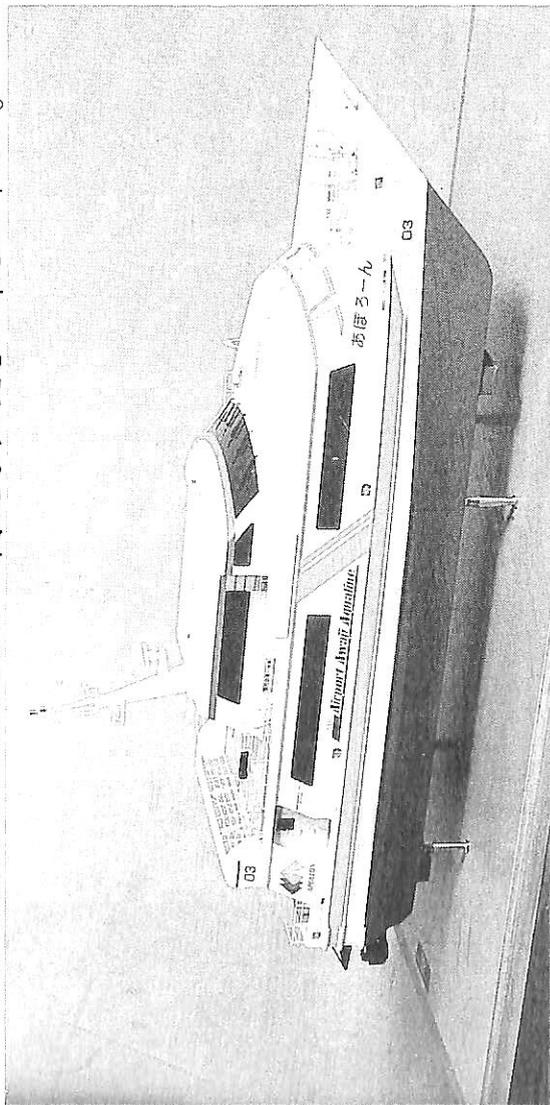
船主 II Corporation S.A. (Panama)  
 今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1220番船) 起工 5-10-1 進水 6-1-29 竣工 6-4-21  
 全長 224.98m 垂線間長 215.00m 型幅 32.20m 型深 18.30m 満載喫水(Ext.) 13.295m  
 総トン数 35,889トン 純トン数 23,321トン 載貨重量 69,073トン 貨物艙容積(グ) 81,770.66m<sup>3</sup>  
 艙口数 7 プロビジョンクレーン 4t×5.7mR×1, 4t×3.5mR×2 燃料油槽 2,666.58m<sup>3</sup>  
 清水槽 366.67m<sup>3</sup> 主機関 三菱-Sulzer 6RTA62形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 13,930 PS (106rpm)  
 (常用) 11,840 PS (100rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 立水管式 6.0 kg/m<sup>2</sup>×1  
 (油焚) 1,300 kg/h (排ガス) 1,200 kg/h 発電機 550 kVA×AC450 V×60 Hz×3 (原) 660 PS×720 rpm×3  
 無線装置 送(主) 0.8kW×1 受(主), (補) 全波各1 海事衛星通信装置 VHF 航海計器 ロラン  
 衝突予防装置 レーダ 速力(試運転最大) 17.327 kn (満載航海) 14.5 kn 航続距離 20,300 浬  
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板船 乗組員 23名



# 陸・海・空・総合産業用精密模型製作

(展示用, 記念贈呈用, PR用, 博物館用, 試作検討用, 等)

金属材料仕様による微妙かつ綺麗な表現をお楽しみ下さい。

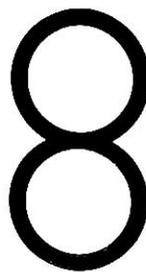


スーパージェット30 “あぼろーん” 関西空港～洲本(新設ライン)

船主(御用命) 株式会社えあぼーとあわじあくあらいん殿

建造所 日立造船株式会社 神奈川工場殿

横浜精密



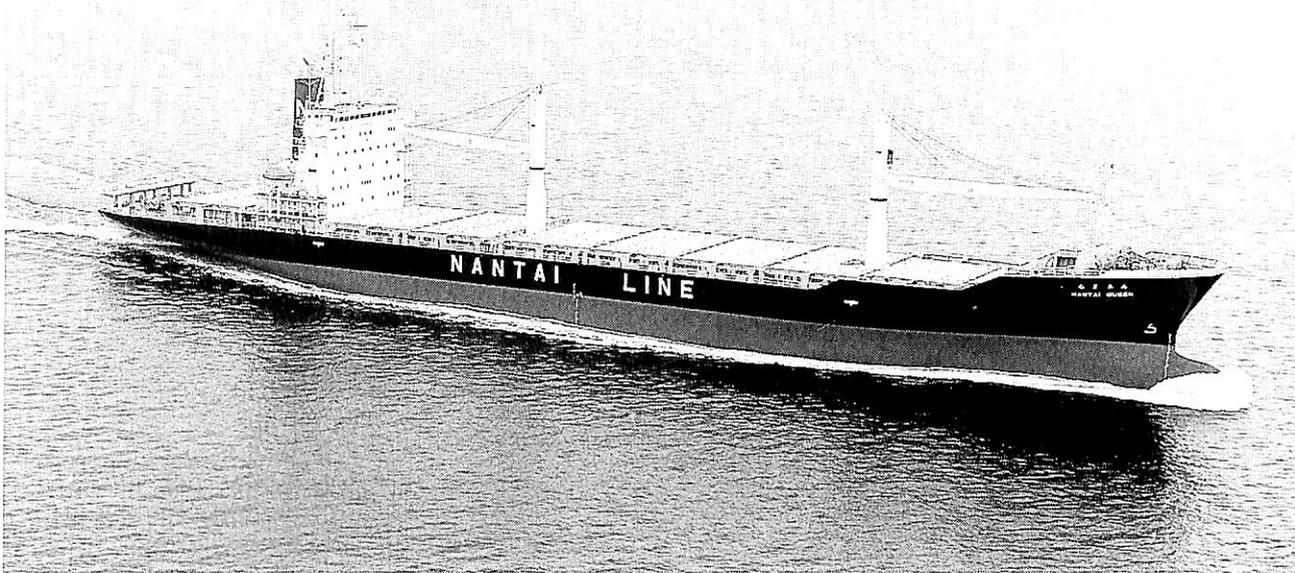
ISAO-JAPAN

**Yokohama Seimitsu Co., Ltd.**

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

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

〒223 横浜市港北区新吉田町687-2



ナンタイ クイーン

輸出コンテナ船 **NANTAI QUEEN (南泰皇后)**

船主 South Cape Line,S.A. (Panama)  
 株式会社新来島どっく大西工場建造(第2776番船) 起工 5-5-1 進水 5-10-14 竣工 6-3-7  
 全長 182.84m 垂線間長 170.00m 型幅 28.00m 型深 14.00m 満載喫水 9.530m  
 総トン数 17,651トン 純トン数 8,135トン 載貨重量 23,884トン コンテナ 1,525 TEU 艙口数 17  
 クレーン 40LT×30mR×2 燃料油槽 3,176.32㎡ 燃料消費量 43.8t/day 清水槽 358.64㎡  
 主機関 日立MAN-B&W 6S60MC形(デ)機関×1 出力(連続最大) 15,880 PS (100rpm)  
 (常用) 14,290 PS (96.5rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 大阪ボイラAQ-12 1,300 kg/h×1  
 発電機 西芝 防滴ブラシレス 562.5kVA×450V×60Hz×3φ×3 (原) ダイハツ 660 PS×720rpm×3 無線装置  
 MF/HF 無線装置, NBDP, インマルA, C, 国際VHF電話 航海計器 ロラン GPS 衝突予防装置  
 レーダ 速力(試運転最大) 20.83 kn (満載航海) 19.0 kn 航続距離 24,560 浬  
 船級・区域資格 NK, MC, 遠洋 船型 船首楼付平甲板船 乗組員 22名 (本文28頁参照)

RYUJIN

輸出自動車運搬船 **竜 神**

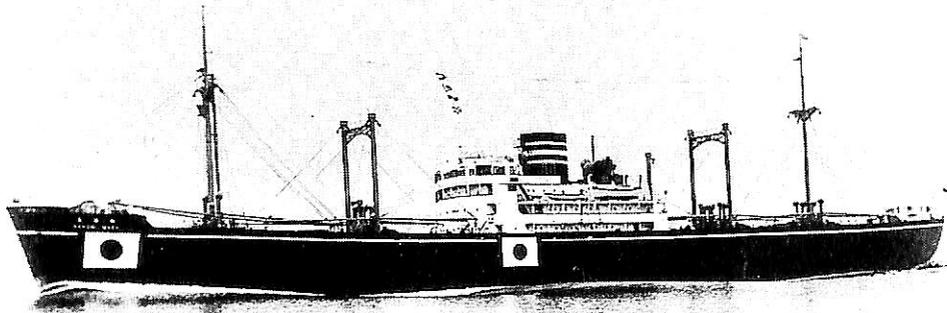
船主 Diamond Maritima S.A. (Panama)  
 株式会社大島造船所建造(第10163番船) 起工 5-5-15 進水 5-8-12 竣工 5-11-17  
 全長 180.00m 垂線間長 170.00m 型幅 32.20m 型深 32.67m 満載喫水 8.80m  
 満載排水量 25,400トン 総トン数 47,579トン 純トン数 14,274トン 載貨重量 13,977トン  
 Car搭載数 4,759台 燃料油槽 2,054.6㎡ 燃料消費量 41.7t/day 清水槽 446.3㎡  
 主機関 三菱7UEC60LA形(デ)機関×1 出力(連続最大) 14,700 PS (110rpm)  
 (常用) 13,230 PS (106.2rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 コンボジットボイラ 発電機 西芝 830kW×3  
 (原) ダイハツ 1,200 PS×720rpm×3 無線装置 MF/HF NBDP インマルA, C 国際VHF電話  
 航海計器 ロラン GPS 衝突予防装置 レーダ 速力(試運転最大) 20.991 kn (満載航海) 19.05 kn  
 航続距離 15,900 浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 多層甲板船 乗組員 27名



# 日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

## 貨物船 相 模 丸 日本郵船



|                                    |   |               |
|------------------------------------|---|---------------|
| 三菱重工業横浜造船所建造 (S-316), 三菱長崎 (726)   | 船船番号 47282  | 信号符字 J W U N  |
| 起工 昭14-5-2                         | 進水 14-11-27   | 竣工 15-7-6     |
| 垂線間長 146.20m                       | 型幅 19.0m  | 型深 12.50m     |
| 満載排水量 16,271 t                     | 総トン数 7,189 (9,246) トン                                     | 満載喫水 8.54m    |
| 載貨重量 9,480 トン                      | 貨物艙容積 (ベ) 15,980 m <sup>3</sup> (グ) 16,480 m <sup>3</sup> | 純トン数 3,938 トン |
| 横浜MANK8 Z 68/120 P 形 (デ) 機関×2      | 出力 (連続最大) 11,164 PS (2) (計画) 9,600 PS (2)                 | 主機関           |
| 速力 (試運転最大) 19.80 kn (満載航海) 17.0 kn | 船級・区域資格 逓信省第1級船   | 乗組員 71名       |
| 旅客 1等4名                            | 姉妹船 崎戸丸, 讃岐丸, 佐渡丸, 佐倉丸, 相良丸, 笹子丸                          | 船籍港 東京        |

日本郵船が昭和5年頃から計画した貨物船隊の整備計画の一環として、N型船、A型船にひきつづいて建造されたS型船7隻のうち第5船として完成したもので、戦前の郵船の最後の優秀貨物船の1隻となった。

7隻の姉妹船のうち最後の笹子丸は昭和16年6月に竣工したため遂に一度も商業航海を経験することなく軍徴用となった。本船完工時は、すでに第2次世界大戦が欧州において勃発しており、中立国であった日本は、その船腹に日の丸を掲げて航海した。

元来、日本郵船では東廻り世界一周貨物船として計画したが、その後の世界状況の変化により目的通りにはならなかった。

本船は、三菱横浜にて進水、その後長崎に回航して、同地で艀装された。主機は、横浜MAN単動式ディーゼル機関で、従来は複動式であったものを本船クラスから単動式に改良された。

本船の荷役用デリックは50トン用で当時としては最高であった。また、470 m<sup>2</sup>のシルクルームを有していた。

昭和15年8月10日、神戸を出港してニューヨークに向けて処女航海に出る。

昭和15年12月6日神戸発、南米西岸線へ。

昭和16年4月30日神戸発、南米西岸行きが本船の商船としての活動となり、わずか3航海で終わった。

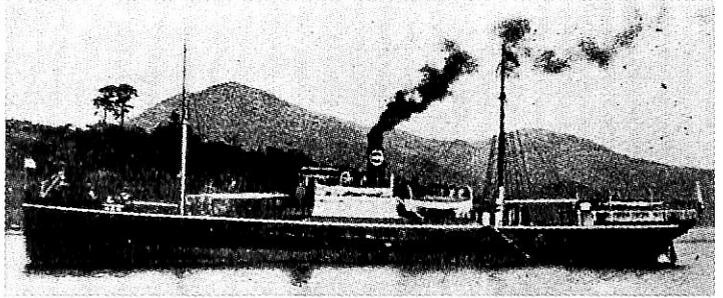
昭和16年9月11日、陸軍に徴用されて軍用船となり、11月4日柳井発、11月8日上海、11月10日広東、11月20日海口を経て、11月28日08:00三亚に集結、マレー半島攻略に向う第5師団安藤支隊を乗せて12月4日三亚を出撃、12月7日12:00タイ湾フック島南部に集結、金華丸、東山丸、長良丸とともにマレー半島東岸シンゴラに部隊を揚陸、12月20日海口を経て、12月25日広東に帰る。

昭和17年1月7日虎門、1月15日シンゴラを経て、2月1日リングエン湾に集結、バリ島攻略に向う第48師団金村支隊を乗せて2月4日リングエン発、ホロ島に向う。僚船は姉妹船の笹子丸であった。途中、マカッサルに寄港して2月18日01:00マカッサル発、19:00ロンボック海峡を通過し、2月19日00:15バリ島のサマール泊地に進入、部隊を揚陸した。揚陸中08:41 B-17爆撃機の攻撃を受け損傷、減軸航海で「満潮」「荒潮」の護衛で7ノットの速力で、2月21日ようやくマカッサルにもどり応急修理ののち、3月26日長崎に帰り本格修理を受く。

昭和17年7月16日宇品発、7月21日広東、7月29日シンガポール、10月4日ペラワン、10月9日スラバヤ、10月20日ラバウル、10月30日ダバオ着、ダバオ港にて荷役中、米潜 Seawolf (SS-197) の雷撃を受けて沈没した。

貨客船 越 後 丸 日本郵船→緒明圭造→丸→本間合名→  
松谷忠藏→浜口汽船鋳業→松谷忠藏

London & Glasgo Co.グラスゴー(英)建造  
船舶番号 792 信号符字 HFLG→JBAC  
進水 明15(1882) 竣工 明16(1883)  
垂線間長 73.70m 型幅 9.36m  
型深 5.19m 満載喫水 5.30m  
総トン数 1,148.49トン 純トン数  
712.08トン 載貨重量 1,310トン  
貨物艙容積 75,032f<sup>3</sup> 主機関 三連成  
レシプロ機関×1 出力(連続最大) 756PS  
速力(試運転最大) 10.0kn(満載航海) 8.5kn  
船級・区域資格 逋信省第1級船 近海区域  
ロイド100A1, LMC, 鉄船 旅客  
1等12名, 2等18名, 3等79名, 合計117名  
船籍港 東京→横浜→北海道増毛→西宮→  
小樽→西宮→小樽



元, 英国船 Patricio 号 (Brazil Steam Shipping Co. 所有, リバプール籍) で, 明治16年, 共同運輸が購入し, 越後丸と改名, 東京籍とす。鉄船。

明治18年9月29日, 日本郵船創立とともに共同運輸より引継ぐ。

明治27年6月5日, 陸軍軍用船として日清戦争に参加, 明治28年12月23日まで566日間に兵8,738名, 軍馬227頭を輸送した。

明治30年1月, 神戸・下関経由の大阪・仁川線へ。

明治37年1月10日より明治38年11月10日まで671日間

海軍軍用船として日露戦争に参加。

明治42年3月18日, 緒明圭造へ売却され横浜籍となる。

大正2年, 丸一本間合名の所有となり北海道増毛籍となる。

大正5年, 西宮籍。

大正8年, 小樽籍。

大正15年, ¥65,000で松谷忠藏に売却, 西宮籍となる。

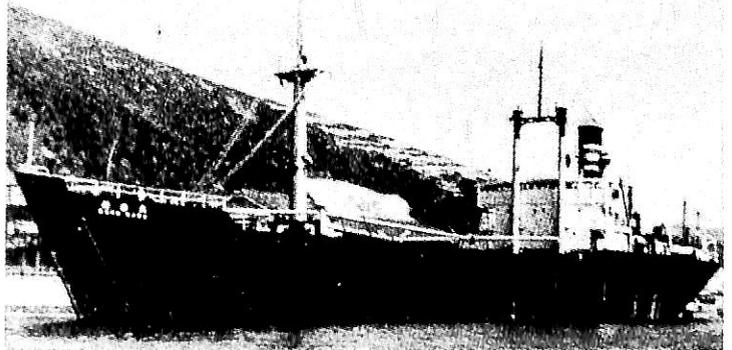
昭和5年, 沢口汽船鋳業の所有となり西宮籍。

昭和9年3月27日, 松谷忠藏の所有となり小樽籍。

昭和10年12月9日, 新潟港内にて強風のため座礁, 沈没。

貨物船 洞 雲 丸 日本郵船→丸栄汽船

三菱江南建造所建造(上海)建造(上海)  
船舶番号 52010 信号符字 JZSU  
進水 昭19-10 竣工 19-11-10  
形式 戦標船2D-9 全長 91.70m  
垂線間長 85.84m 型幅 13.40m  
型深 7.20m 満載喫水 5.88m  
総トン数 2,220.40トン 純トン数  
1,539.59トン 載貨重量 3,772トン  
貨物艙容積(ベ) 4,172m<sup>3</sup> (グ) 4,320m<sup>3</sup>  
主機関 三連成レシプロ機関×1  
出力(連続最大) 1,192PS  
速力(試運転最大) 11.6kn(満載航海) 9.0kn  
船級・区域資格 逋信省第1級船 近海区域  
NS. 船籍港→東京



上海にて竣工した戦時標準型2D-9の1隻で, 昭和19年11月15日上海を出港, 連雲港にて石炭を積み, 広畑に向け処女航海へ, 12月下旬, 広畑着, 揚陸ののち三菱神戸にて機関修理。

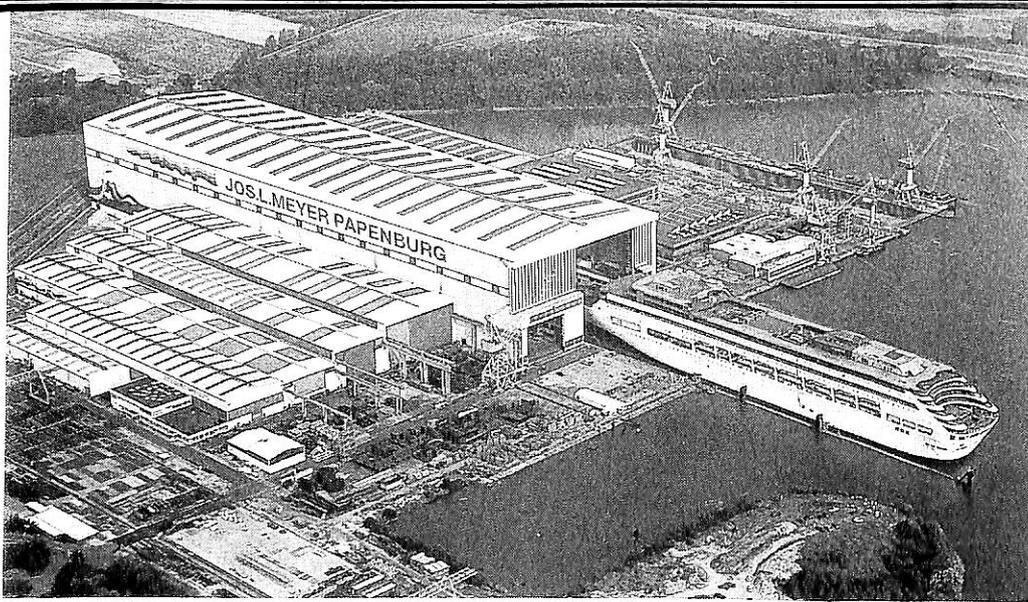
昭和20年1月下旬から4月下旬まで北朝鮮から八幡への鉄鉱石の輸送のため清津・広畑間を往復, 4月下旬, 神戸にてドック入り修理中, 神戸は大空襲を受けたが幸い本船に被害なし。5月1日神戸発, 清津に向い鉄鉱や大豆を積み5月22日清津発, 5月28日新潟へ入港, 再び清津へ, 途中清津南方25マイル漁郎端灯台に衝突したが7

月1日自力で清津に入港, 応急修理ののち7月26日清津発新潟に向ったが同地に機雷のため入港出来ず8月2日七尾に入港した。

昭和20年8月9日7隻の船団で清津に向ったがソ連の参戦により行先を小樽に変更, 同地にて8月15日の終戦となる。8月16日小樽を出港して8月18日船川に入港, 同地で停船命令を受く。

昭和20年9月から, 国内各港間において鋼材, 石炭, の輸出に当たり, 国土再建に貢献した。

昭和35年6月, 丸栄汽船に売却, 昭和37年除籍。



▲ 7月30日全天候型ドライドックで進水、艦装岸壁に曳航される“ORIANA”

## P & O 社 スーパーライナー “ORIANA” 進水 (1)

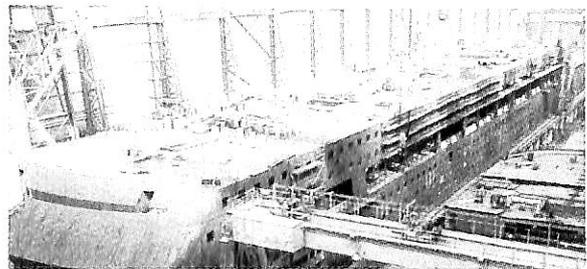
— 独・マイヤー造船所 —

Yoshitatsu Fukawa

府川 義 辰

来年1995年、ドイツのパペンブルグにあるマイヤー造船所(Jos.L.Meyer GmbH & Co.)は、同社創立、200周年の記念すべき年となる。そのジュビリーシップとなるイギリスのP & O社の新鋭客船“オリアナ”(ORIANA: 67,000 GT) 建造が進められており、去る7月30日同社の誇る全天候型ドライドックで浮上(進水)した。同船は、昨年の1月に建造が発表され、昨年の3月11日に同造船所の建造番号636番船として建造が開始され、同日正式に“オリアナ”と船名が発表されたものである。竣工は、来春とされ引渡後ワールドワイドな海域に就航することになっている。処女航海は来春4月9日から23日までの14泊15日のサザンプトンを起点終点とするキャナリー北アフリカ向けのクルーズとなっている。その外、来年一杯の16航海が発表されており、その全てがサザン

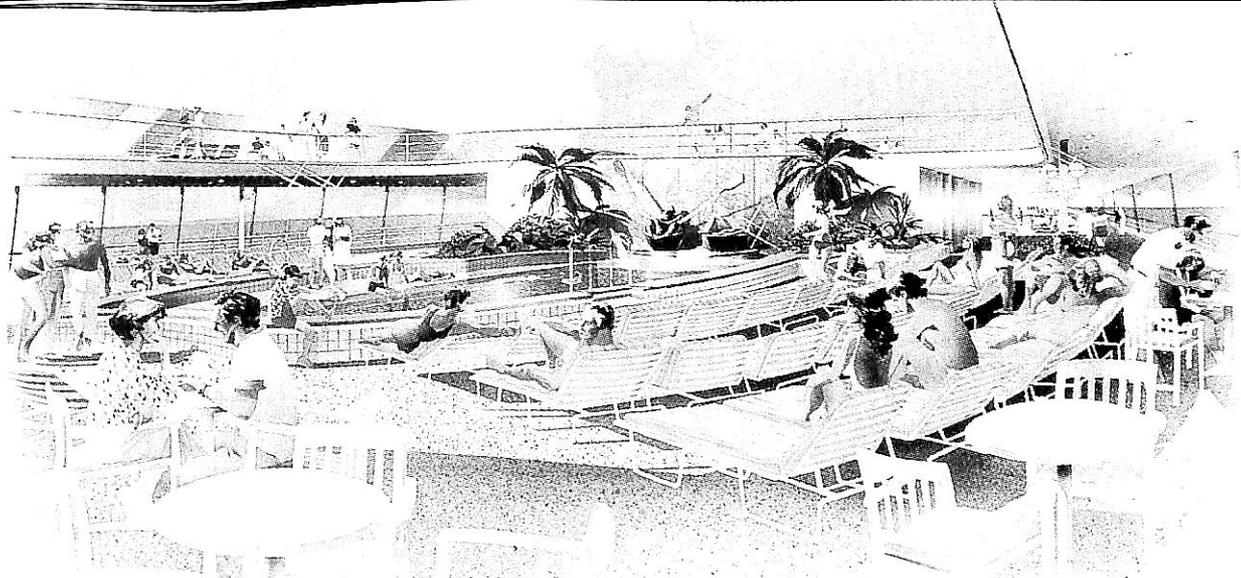
プトンを起点終点としている。ちなみに処女航海のお値段は、最低1,499ポンド(邦貨換算約24万円)から最高5,320ポンド(邦貨換算約85万円)と発表されている。今号では、現在まで公表され入手済みの“オリアナ”の内部の竣工予想画を併せて紹介しよう。



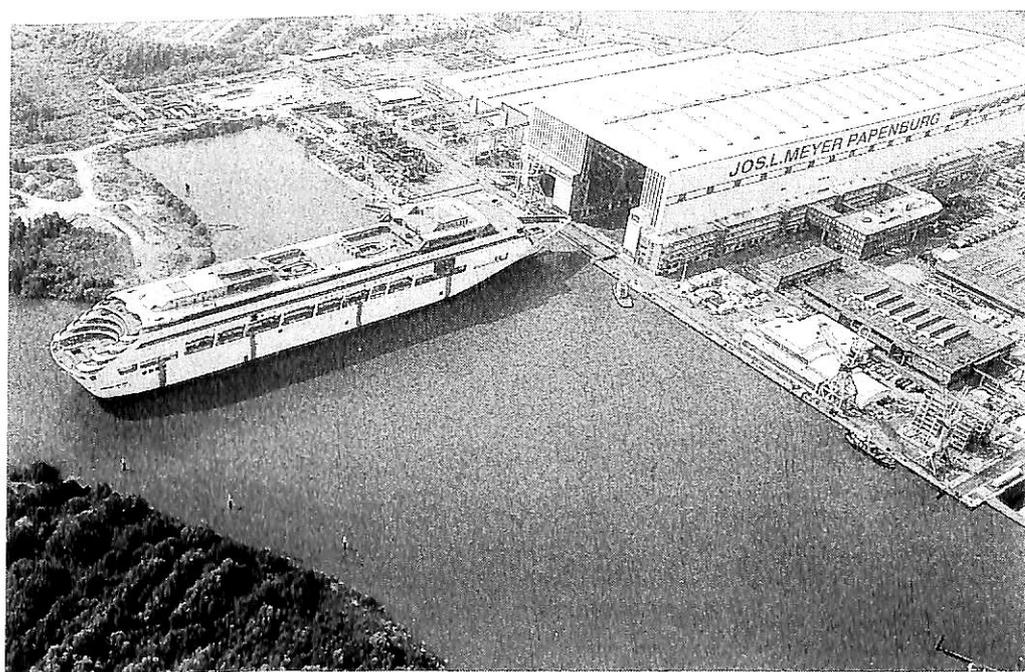
▲ ドライドック内で建造中の“ORIANA”(1994-3-4)



▲ “ORIANA”の航走予想図



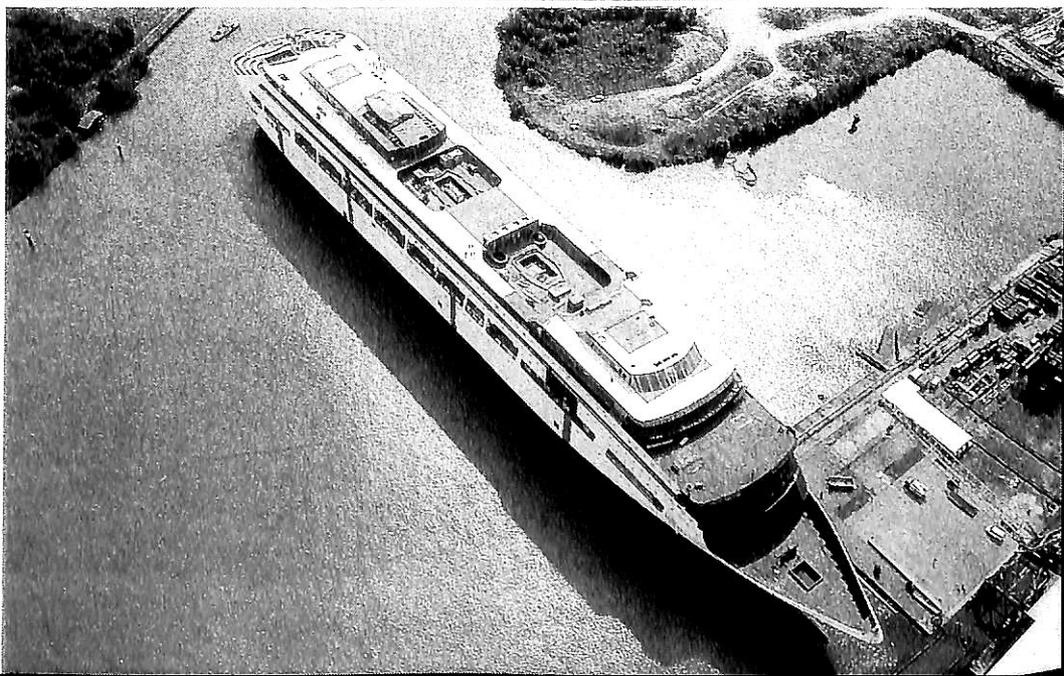
▲ Crystal Pool, 現在就航中の客船の中で最も広いプールとされている。

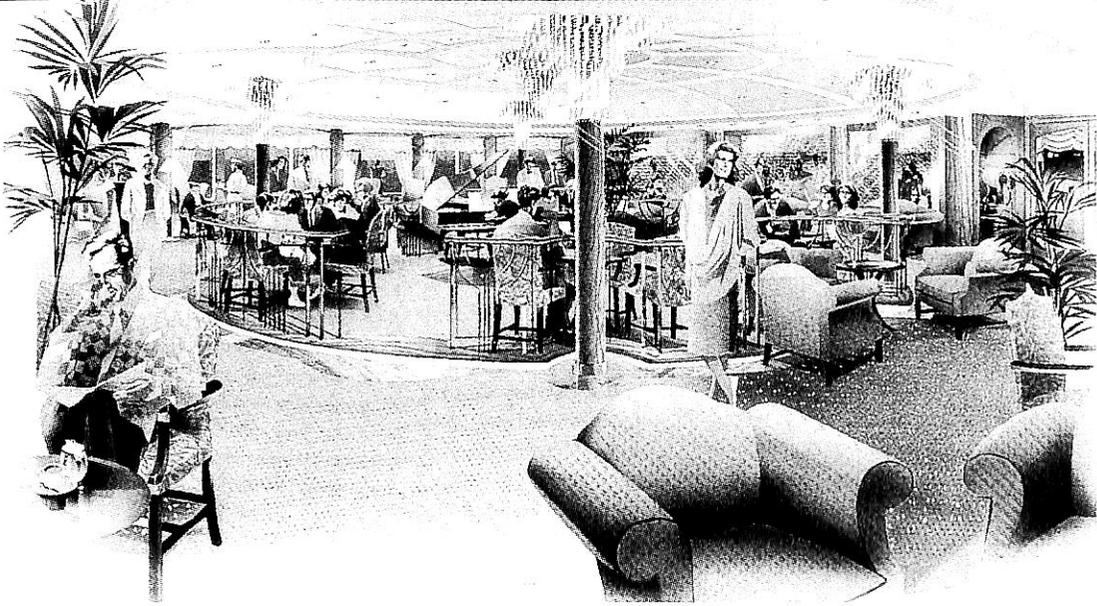


## ORIANA

▲  
7月30日、これで  
スチールワークの  
89%を終えたこと  
になっている。

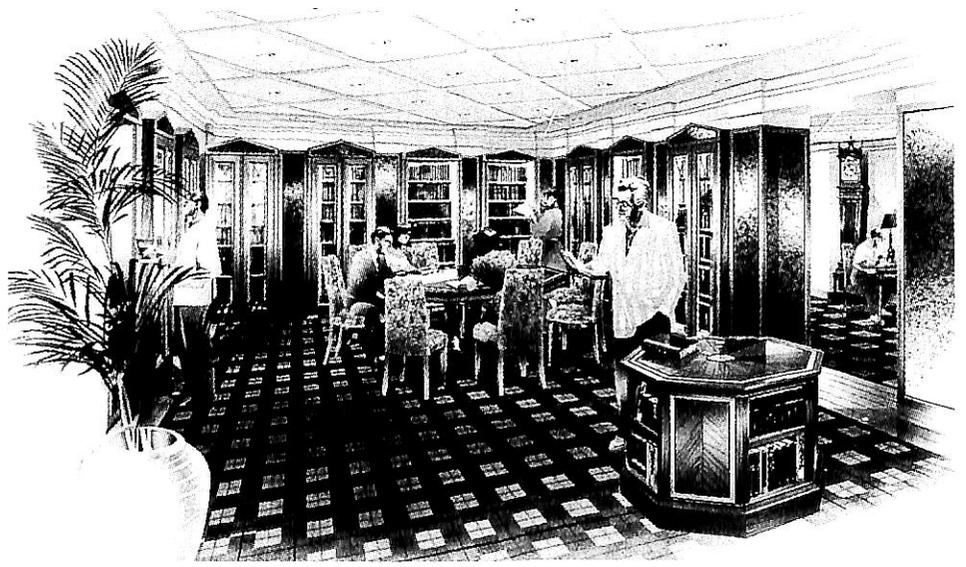
▶  
リドデッキの配置状況  
が良く判る。船首には  
乗組員用のプールが配  
慮されている。



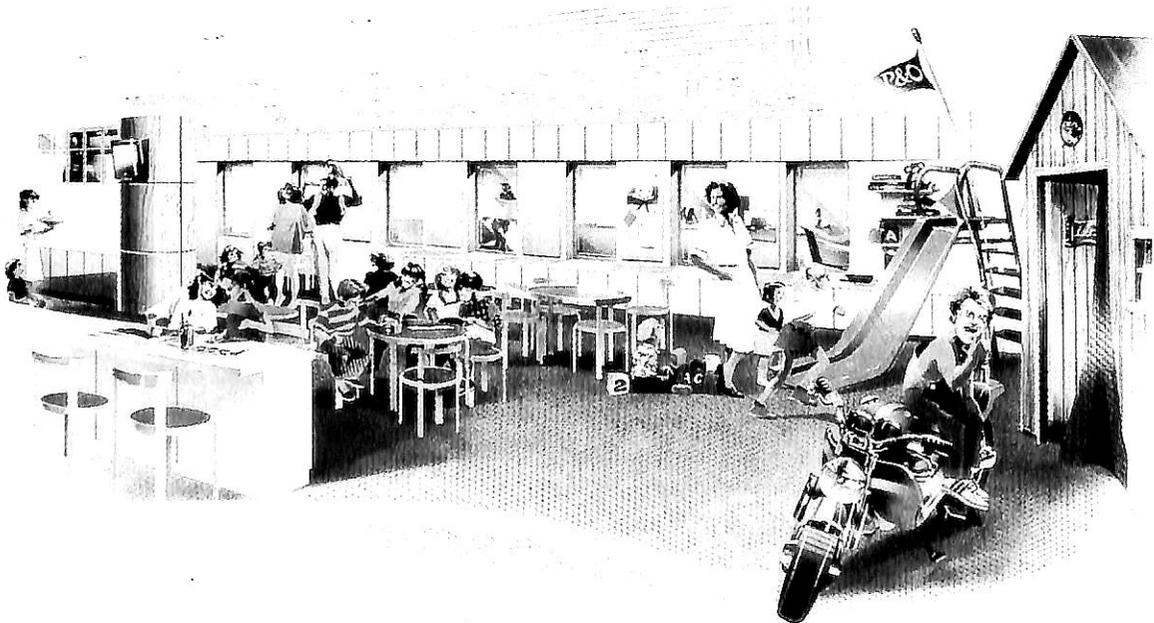


▲ The Curzon Room 1 お近付きを得るのに最適の喫茶室

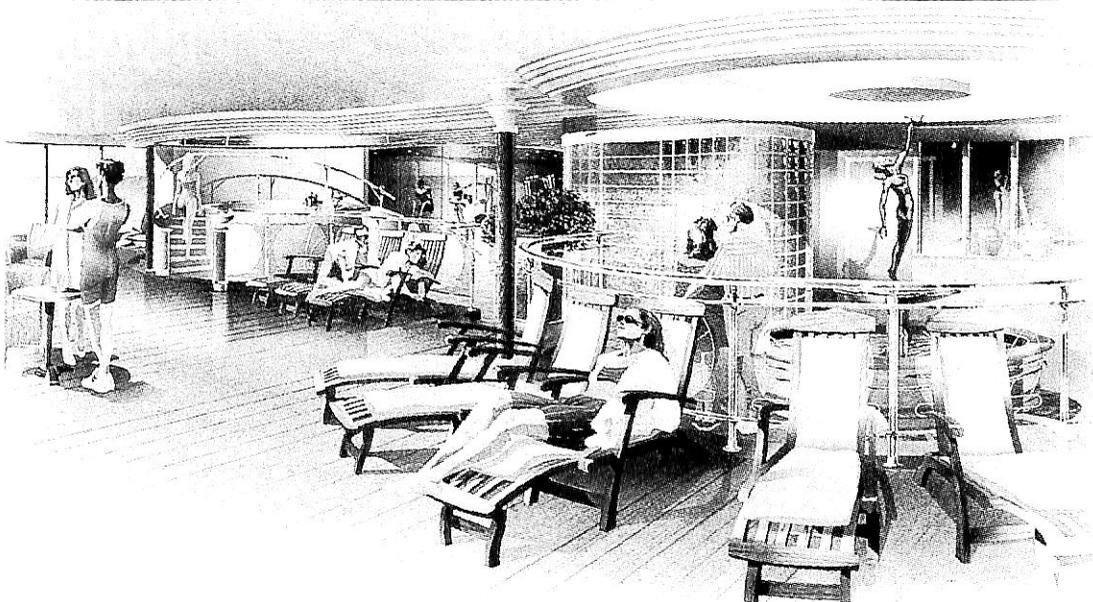
ORIANA



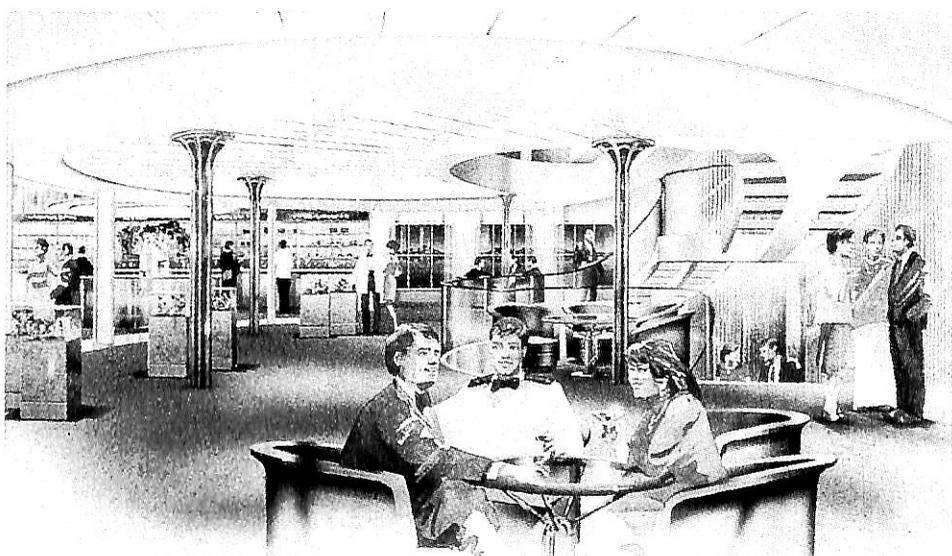
▲ The Library



▲ Peter Pan's 子供室



▲ Oasis 健康と美容のためのセクション

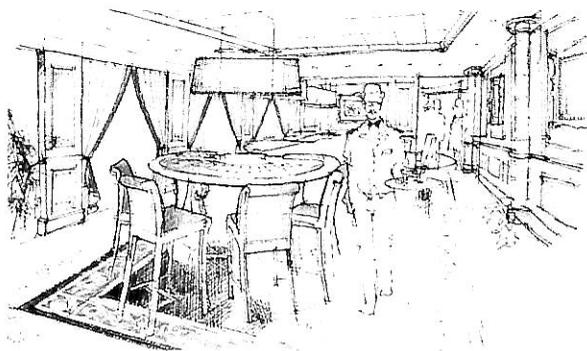


▲ ショッピングエリアに続く広間

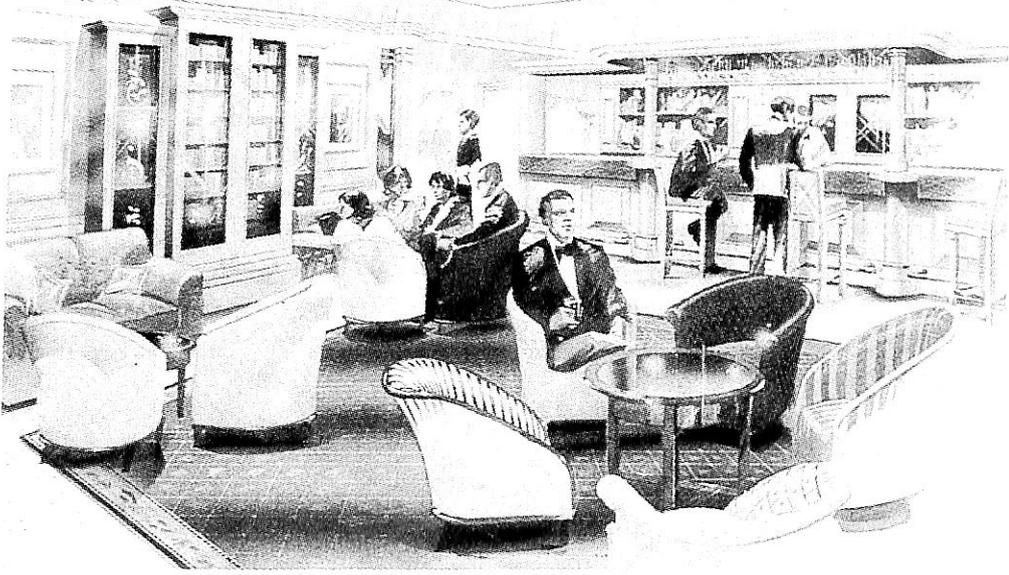
ORIANA



▲ Photo Gallery

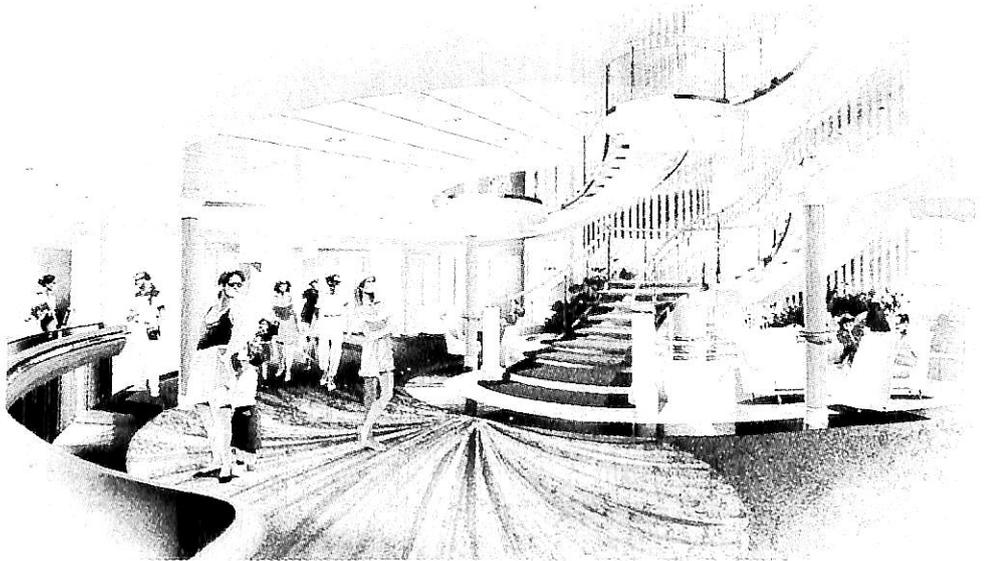


▲ Monte Carlo Club  
(モンテカルロと言えば、そうです、カジノ)

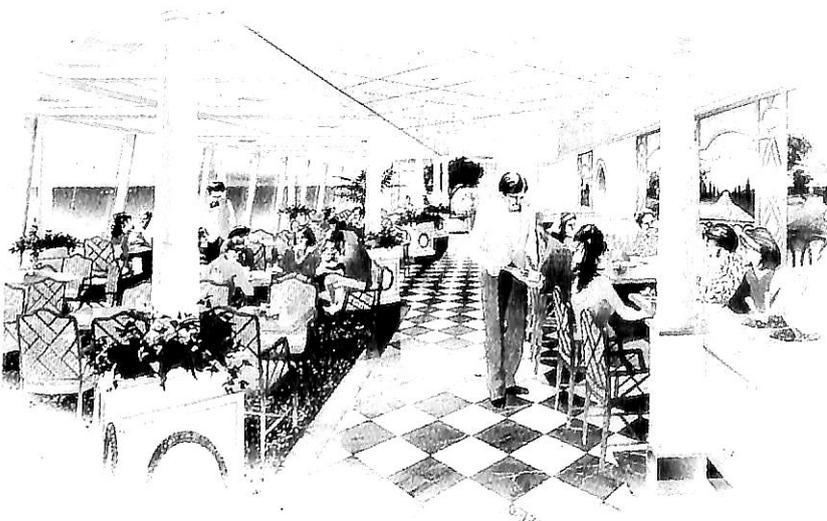


▲ Anderson's (Gentleman's Club)

ORIANA



▲ Garden Court レセプションもあり、優雅な弧を描く大きな螺旋階段を中央にした大広間



▲ The Conservatory 英国スタイルのインフォーマルなレストラン

(つづく)

● 海外ニュース

セレブリティ クルーズ社

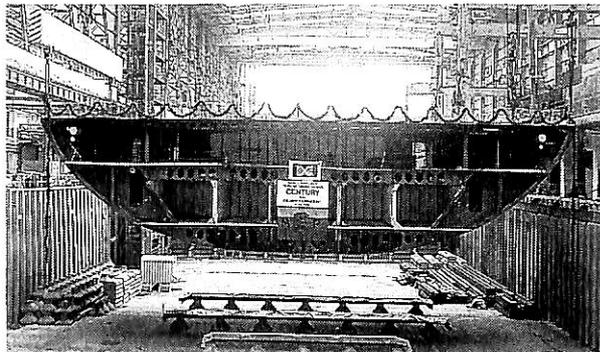
70,000 トン型 3 隻シリーズ  
“CENTURY” (第 1 船) 建造に着手

Yoshitatsu Fukawa  
府 川 義 辰

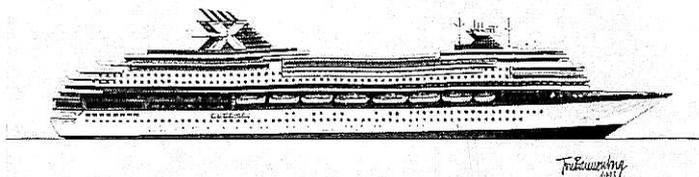
去る 8 月 3 日、ドイツのパペンブルグにあるマイヤー造船所(Meyer Werft)は、先に本誌の昨年の 9 月号で紹介した、ギリシャのチャンドリスグループ(Chandris) から受注した 70,000 トン型客船の 3 隻シリーズの第 1 船センチュリー-CENTURYの起工式を挙行、同所の S-637 番船として建造を開始した。起工式当日同造船所が誇る前天候型ドライドックで 600 トン型ガントリークレーンによる“センチュリー”最初のブロックの据え付けが行われた。最初のブロックは長さ 20 メートル、幅 32.2 メートルで、その重量は約 530 トンであった。

同船は、同グループのセレブリティークルーズ社(Celebrity Cruises)の所属となり、来年 1995 年 11 月には竣工、12 月 20 日ニューヨーク起こしの処女航海に就くことになっている。その後は、フロリダのフォート ロダーデール起こしの一週間のカリブ海海域のクルーズに就く。主要目は、全長 243 m、幅 32.2 m、1,750 名の船客収容力、キャビンは 875 室、主機出力は 29,250 kW、速力は 21.5 kn となっている。

マイヤー造船所は、同クルーズの“ホライズン” HORIZONを 1990 年に“ゼニス”ZENITHを 1992 年に竣工しており、今回の受注を含め 5 隻の大型客船の建造実績を持つことになる。



▲ 去る 8 月 3 日、マイヤー造船所の誇るドライドックで 530 トンの“センチュリー”のブロック据え付け状況



▲ CENTURY 竣工予想図 邦貨換算約 320 億円  
(写真: Meyer Werft)

イタリアのクルーズオペレーター コスタ社

74,000 トン型新鋭客船の建造に着手

Yoshitatsu Fukawa  
府 川 義 辰

イタリアの世界の五指に入るクルーズ オペレーターであるコスタ社(Costa Crociere S.P.A.)は、昨年の 12 月に 74,000 トン型の新鋭客船の詳細設計を終わり、その後、ドイツの VULKAN グループ(Bremer Vulkan Verbund AG)との間で建造契約を終えた。

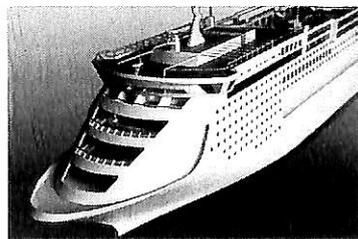
最近の情報によると、今年の 6 月に建造に着手したと言われる。受注したグループは、Bremer Vulkan Werft und Maschinenfabrik GmbH, Lloyd Werft Bremerhaven GmbH, Schichau Seebeckwerft AG

と電気部門を担当 STN Systemtechnik Nord GmbH の 4 社で、受注総額は約 600 million DM (邦貨換算約 360 億円)で竣工・引渡予定は 1996 年の夏とされている。

コスタ社は、現在 10 隻の客船を運航、約 8,300 床の船客収容能力を擁する客船会社である。今回の発注のタイプが、2,200 名の収容力と 950 室の能力のあることから、本船の竣工後は一日当たり 10,000 床を超える大手に成長することになる。更に、コスタ社は、もう 1 隻の同型船の発注を考えている。

余談ではあるが、イタリアを代表する客船会社が、大

型新鋭客船をドイツに発注したことへの反発がイタリア国内に起こったと伝えられている。しかし、同国の代表的造船会社であるフィンカンティエリ社(Fincantieri)が、山積している海外からの受注でコスタ社の要求を受け入れられなかったのは致し方ないことである。



〔主要目〕

|       |  |            |
|-------|--|------------|
| 船 級   | Registro Italiano Navale                                       |            |
| 総トン数  |  | 74,000 G T |
| 載貨重量  |  | 7,100 t    |
| 全 長   |  | 250.00 m   |
| 幅     |  | 32.25 m    |
| 速 力   |  | 23 kn      |
| 船 客 数 |  | 2,200 名    |
| 船客用客室 |  | 950 室      |
| 主機出力  | Diesel-electric, Consisting of 2 electric motors of 15 MW each |            |
| 発電出力  | Six diesel engine, with a total output of 50,700 kW            |            |

(写真 Bremer Vulhan Verbund AG)

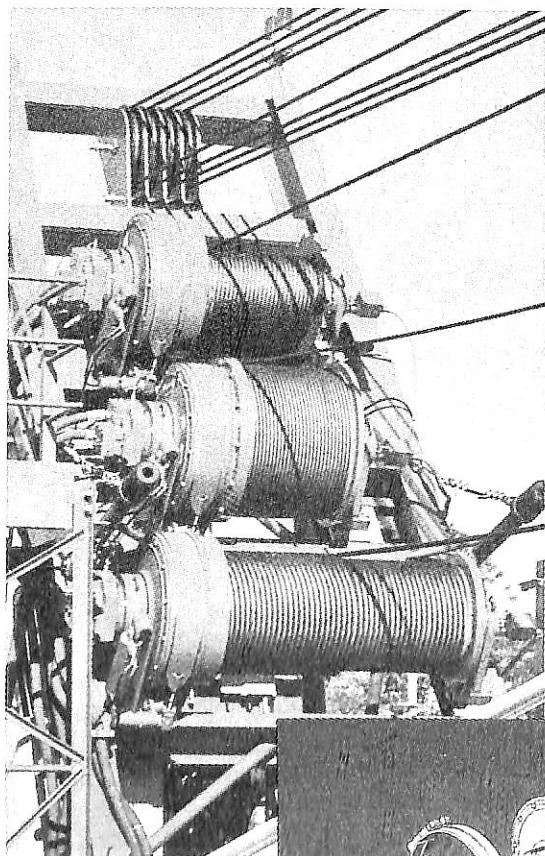
ヘグラントの

HÄGGLUNDS

DRIVES

INCENTIVE GROUP

## コンパクトでビッグなパワー 厚さ310mm 薄形油圧モータ

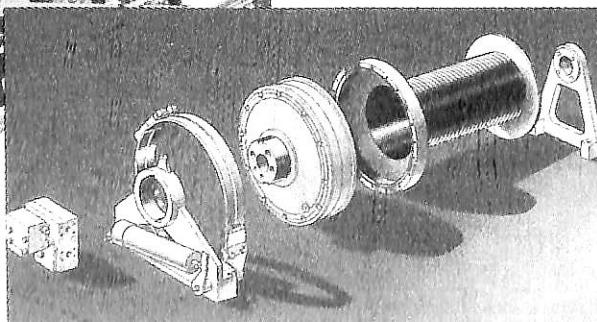


### 〔特徴〕

- ・正転／逆転が容易に行なえます。
- ・起動トルク効率は、98%の高効率です。
- ・回転数は無段階に調整可能です。
- ・超低速回転がダイレクトに行なえ、減速機が不要です。
- ・劣悪な環境にも耐えられます。
- ・頻繁な起動／停止が可能です。
- ・水中での使用が可能です。
- ・重負荷での連続運転が可能です。
- ・省スペース、コンパクト設計です。

### 〔用途〕

- ・デッキクレーン
- ・ランプウインチ
- ・トロールウインチ
- ・パドルホイール
- ・シップアンローダ
- ・ドレッジャ
- ・ムアリングウインチ



35年間、同じ外形寸法で作리つづけています。

全世界40ヶ国のサービス網がお手伝いいたします。

## ヘグラント株式会社

ドライブ事業部

〒244 横浜市戸塚区川上町90番6号 (東戸塚ウエストビル9F)

TEL.045(826)7860 FAX.045(823)7949

## 9月のニュース解説

米田 博

### 海運・造船日誌

8月19日～9月19日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

8月

19日○英国のギブソン社の調査によると、19日現(金) 在の世界のタンカー係船量は101隻・1,055万重量トンでここ1カ月で6隻12万トン減少した。

23日●村山富市首相はフィリピン、ベトナム、マ(火)レーシア、シンガポールを歴訪し、30日帰国した。

26日○運輸省は95年度税制改正の要望事項の概要(金)をまとめた。船舶の特別償却制度を2年間延長することなど。

28日●技術試験衛星「きく6号」のH2ロケット(日)での打ち上げは成功したが、31日再噴射ができず、静止軌道への移行を断念した。

29日●開港を一週間後に控えた関西国際空港の開(月)港を祝う記念式典が、皇太子ご夫妻を迎えて空港内の旅客ターミナルで開催された。

○運輸省は造船業の経営状況などに関するヒアリング調査結果を発表した。経営状況、需給、産業基盤の三つの項目を柱に、5,000総トン以上の船舶の建造能力をもつ造船会社26社を対象にしたもの。経営状況については、94年度の売上高は前年度比4.2%減、輸出船の為替採算レートは1ドル=105～115円程度、輸出船のドル建て契約は93年度17%だったのが94年度4～7月で30%。

31日●大蔵省は95年度予算に対する各省庁からの(水)概算要求を締め切った。一般会計の要求総額は76兆5,709億円で、94年度当初予算比

4.8%増。

○運輸省は造船会社49社に対し、船舶の操縦性試験データの提出を要請する通達を出した。IMOの船舶操縦性基準改正案作成のため。船舶検査官が立ち会いIMOの暫定基準をクリアした船舶には性能を記録した証書を発給する。

9月

1日○日本船舶輸出組合は、ロイド資料に基づき(木)1994年上期(1～6月)の世界主要国の新造船受注状況を発表した。世界計1,258万総トンのうち日本のシェア54.9%で首位。

3日●社会党は大会で、自衛隊合憲、日米安保条(土)約堅持、PKOへの積極参加、日の丸・君が代の認知、稼働中の原発容認など、これまでの基本政策を大きく転換する新政策を賛成多数で承認した。

4日●関西国際空港が開港した。大阪・泉州沖の(日)人工島に建設され、構想から四半世紀、着工以来7年7カ月ぶりの完成。日本で初の24時間運用可能な本格的空港。

6日○船舶技術研究所は超大型浮体式海洋構造物(火)の保守管理に関する研究成果を発表した。

8日○国際海運会議所(ICS)はロンドンで、(木)米国コーストガードが交付した米国油濁法に基づく賠償資力証明書の暫定最終施行規則問題をめぐり緊急協議した。

9日●経済企画庁長官は9月の月例経済報告で、(金)「緩やかながら回復の方向に向かっている」との判断を示し、政府として回復過程に入ったことを認めた。

○ドイツのブレーメンで日韓欧三極造船首脳会議開会。サブスタンダード船問題や新造船需要予測などが話し合われた。米国も初めて参加した。

## 平成7年度海事関係予算要求

### 造船需要関係予算

今年も大蔵省は8月31日、平成7年度(95年度)予算の概算要求を締切りました。各省庁の一般会計予算の要求総額は、今年度当初予算比4.8%増の76兆5,709億円でした。

運輸省等の概算要求のうち造船需要関係予算をピックアップしますと次のとおりとなっています。

まず海上交通局による外航船舶の整備の開銀融資は454億円を要求しています。94年度の要求額は531億円で実績は405億円でしたので、94年度実績に近い要求といえましょう。内訳は95年度新規建造分が287億円、94年度建造継続分が167億円で、新規の建造は、鉱炭・ばら積み船6隻、LNG船1隻、二重構造油タンカー1隻、LPG船1隻、コンテナ船1隻の合計10隻を想定しています。なお継続分は石炭船4隻とLNG船2隻の計6隻で、融資条件(金利、融資比率)の要求は現行のままです。

船舶整備公団の要求額は今年度予算に対し11億円増額の715億円で、内訳は資金運用部資金が711億円、産業投資特別会計が4億円となっています。船舶整備公団の自己資金は306億円が予定されていますので、要求どおりとなれば支出資金ベースでの事業規模は3年連続で1,000億円を超えることとなります。

支出資金の内訳は内航貨物船の建造に588億円、国内旅客船の建改造に409億円です。貨物船については、代替建造が順調に進んでおり、95年度中にリプレースする老朽船が94年度を下回るとみられることから、今年度予算額より25億円の減額となっているようです。一方、国内旅客船は中・長距離フェリーの建造増加を見込んで33億円が上乗せされています。

海上技術安全局は、船舶輸出の確保として日本輸出入銀行の融資を新規分として122億円要求し

ています。

海上保安庁は、95年度の概算要求において、巡視船艇18隻の建造(新規10隻、継続8隻)を要求しています。

巡視船艇の新規建造は小型巡視船2隻、大型巡視艇1隻、小型巡視艇7隻の計10隻で、これらはすべて既存船との代替です。継続分は77億6,000万円で、巡視船、巡視艇それぞれ4隻ずつの建造分です。

この他に、測量艇の1隻建造(継続分)、2億円を要求しています。

防衛庁は95年度予算では、護衛艦2隻、掃海母艦1隻、潜水艦1隻、ミサイル艇1隻、掃海艇2隻、合計7隻の調達を要求しています。95年度は第7次中期防衛力整備の最終年となり、仕上げの意味もあり、イージス艦はなく、要求内容は94年度とほぼ同じ船種となっています。

### 老朽タンカー解撤促進

海上交通局は、タンカー事故による海洋環境への被害を防止するため、新たに老朽タンカー解撤促進対策基金造成費補助制度を創設し、95年度から5年計画で実施することとしています。初年度の95年は9億円を要求して、日本籍タンカーやFOC船など実質的に日本船社が支配している老朽タンカー(84年以前に建造された5,000重量トン以上)を外航海運事業者が解撤処分する際に、生き船売船価格と解撤売船価格の差額の3分の2を国が補助し、老朽タンカーの解撤の促進を図ろうとしています。

基本構想としては、国が補助金を出して、既存の公益法人(例えば日本船主協会など)を通じ、「二重構造タンカーへの早期代替のための老朽タンカー解撤促進対策基金」として年間9億円ずつ、4年間で計36億円の基金を積み上げて、95年から99年の5年間で取崩していく形をとろうというも

ので、運輸省では解撤対象船を5年間で33隻程度と見込んでいます。

### 造船業基盤整備対策

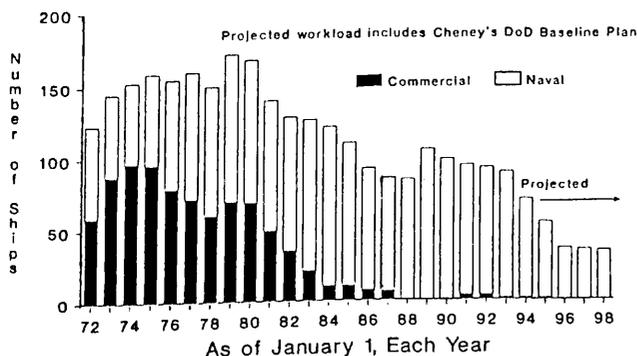
海上技術安全局の船舶関係では、重要事項として一般会計で、造船業基盤整備対策費として、10億2,000万円を要求しています。その内訳は、次世代船舶研究開発として、新たに超大型浮体式海洋構造物に関する研究に4億9,000万円を盛り込みました。継続分では、95年度に模型船による総合実験を目指すT S L開発に1億6,000万円、新形式船用電気推進システム開発に2億円を要求しています。

もう一つの柱である環境保全技術研究開発では、継続分として、船舶からの油流出防止技術に関する研究に1億1,900万円、船舶からの排気ガス浄化技術に関する研究に5,100万円を要求しています。

以上は一般会計予算分ですが、その他に財政投融资では、船舶新技術開発促進として10億円、船用メーカーへのリストラ融資など産業構造改革促進に100億円を開発銀行等の融資に期待して要求しています。

今回の概算要求ではP S C情報ネットワークシステムの構築を企図しており、このために一般会計で2,700万円を要求しています。

### 米国造船業の動向



▲ 米国民間造船所の艦艇手持ち工事量の推移  
出所：94年8月22日付日本海事新聞

ここ数年間米国の造船業は大きな動きをみせて世界の造船業を揺さぶっています。今回はその動向を概観してみましょう。

まず、米国民間造船所の手持ち工事量の推移を見ますと下図のようになっています。

このように艦艇需要がなくなったため民間造船所としては従来見向きもしなかった輸出船市場に目を向けざるを得なくなりました。ところが一般商船の建造は日韓政でのしきを削っており、従来艦艇建造というぬるま湯に入っていた米国民間造船所としてはコスト面で到底立ちうち出来る状況にありませんでした。

そこで米国造船業は8月号の本欄で解説したように89年6月、米国通商代表部(U S T R)に対して日本、韓国、ノルウェーの造船助成等が通商法301条に基づく不公正貿易慣行に当たるとして提訴し、やがて89年10月以降のO E C D造船部会での数次にわたる協議となり、遂に94年7月に政府助成措置削減と不当廉売防止を軸とするO E C D造船協定について合意をみ、96年1月1日の発効を目前に本協定締結の準備が行われています。

ところが、火つけ役だった米国が、造船所の軍民転換を促進するプロジェクトの一環として、米国政府が、輸出船受注の拡大をめざして、年間10億ドルを融資保証するという「タイトル11」を打ち出し、その実現を前提として、米国の中型造船所のマクダーモット社がギリシャ船主から750～

1,000 TEUのコンテナ船30隻を一括受注し、米国最大の造船会社のニューポート・ニューズ(N N S)がギリシャ船主のエレットソンから4万6,000重量トン型プロダクト船2隻プラス・オプション2隻を受注内定するなどの顕著な動きがあり、OECD造船部会のメンバーの注目をあつめています。OECD造船部会は9月19日から協定成案の作成のために開かれることになっていますが、審議の過程で米国の「タイトル11」の見なおしが迫られるのは必至とみられています。

●新造船紹介

## 1,525 TEU積みコンテナ船 “NANTAI QUEEN” (南泰皇后) の概要

株式会社 新来島どっく技術設計本部  
第一設計部

### 1. まえがき

本船はパナマの South Cape Line, S.A.殿向けに(株)新来島どっく大西工場で建造され、平成6年(1994年)3月7日に無事引渡されたドライコンテナ、冷凍コンテナを主貨物とする最新鋭のコンテナ船である。

以下に本船の概要を紹介する。

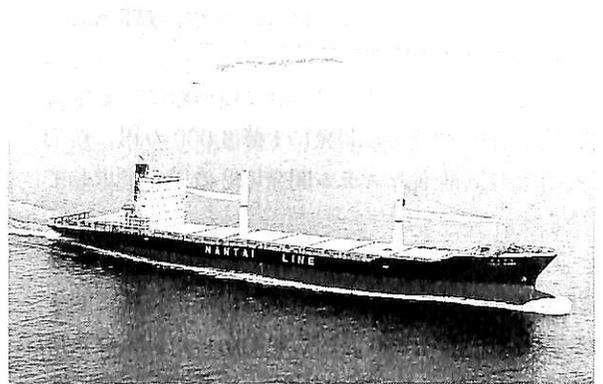
### 2. 主要目等

#### 2・1 主要目

|                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| 全長                              | 182.84 m                |
| 垂線間長                            | 170.00 m                |
| 幅(型)                            | 28.00 m                 |
| 深さ(型)                           | 14.00 m                 |
| 満載喫水                            | 9.53 m                  |
| 載貨重量                            | 23,884 t                |
| 総トン数                            | 17,651 トン               |
| 船級                              | NK NS*, MNS*, MC        |
| 船籍                              | パナマ                     |
| 試運転最大速度                         | 20.83 kn                |
| 航海速度                            | 19.0 kn                 |
| 航続距離                            | 24,560 浬                |
| 最大搭載人員                          | 22 名                    |
| コンテナ搭載個数<br>(20'換算, デッキ上5段積ベース) | 1,525 TEU               |
| 冷凍コンテナ個数                        | 133 TEU                 |
| 燃料油タンク<br>(ディーゼル油タンクを含む)        | 3,285.86 m <sup>3</sup> |
| 清水タンク                           | 358.64 m <sup>3</sup>   |

#### 2・2 船型および配置上の特徴

本船の船型は省エネルギー、安全航海の観点から、推進性能、耐航性能、復原性能等を総合的に検討し、当社の試験水槽でのモデルテストを行った上で、水線下および水線上形状を決定した。船首はバルバスバウとし、船尾はプロペラ起振力を減少せしめるためプロペラと船体との間隙を充分とるとともにスタンバルブ付きとしており、プロペラは4翼のスキュータイプを採用している。



▲ 冷凍コンテナを主に運搬する新鋭コンテナ船  
“NANTAI QUEEN”

機関室および船橋、乗組員居住区はセミアフトに配置しており、その前方貨物艙は5ホールドに分けられ、後方貨物艙は1ホールドと係船甲板上のコンテナスペースとに分けられている。コンテナは基本的に艙内は8列5段、甲板上是11列4段(あるいは5段)に積載可能となっており、20'と40'のいずれも積載できるようになっている。また、船尾係船甲板上のスペースは40'あるいは45'コンテナが積載できるようになっている。

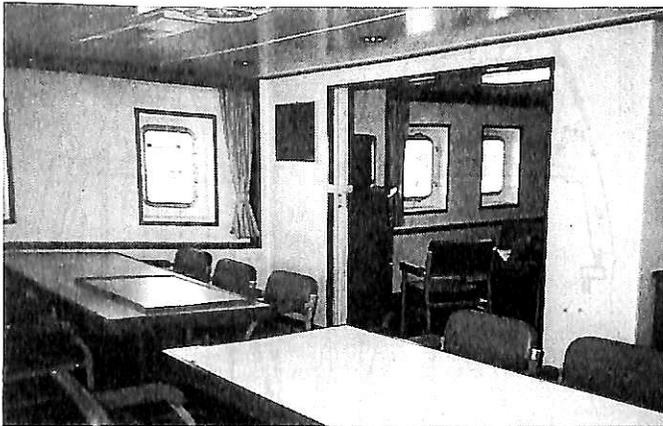
### 3. 船体部概要

#### 3・1 船殻構造

本船の中央断面は、コンテナの積個数とのバランスに注意しながら、荷役の汎用性および安全性の観点からバラストを増やし、また、就航後の船体強度およびパイプ類のメンテナンスの容易性からタンクトップをホッパータイプとし、パイプスペースに使用している。

また、構造解析を行うことにより、適正な部材配置を行い、高張力鋼の採用とあわせて、載貨重量の増加を図った。

船尾船橋構造は良好な前方見透しを確保するため7層としており、その防振対策として上部構造基部を固めることおよび居住区内鋼壁の連続性等に留意した。その結



▲ Officer's Mess



▲ Recep. Room

果海上試運転において良好な成績をおさめることができた。なお、船尾ホールドおよび船尾構造は追い波による衝撃に耐えるよう、ガーダーの配置等に特別の配慮をしている。

### 3・2 係船装置

本船の揚錨機、係船機は電動油圧駆動式とし、船首部に揚錨機兼係船機2台、係船機1台、船尾部に係船機3台を配置しており、係船ドラムとしては全部で12ヶとなっている。また、アンカーおよびチェーンは艀装数要求値よりも1ランクあげたものとし、安全な荷役、安全な係船を実現している。なお、通常の岸壁係留以外にブイ係留が可能のように、船首右舷側にムアリングパイプ等必要な備品を設けている。

揚錨機、係船機の要目は下記のとおり。

揚錨機兼係船機（分離型電動油圧）

21 t × 9 m/min × 2 台

係船機（電動油圧）

12 t × 15 m/min × 4 台

### 3・3 荷役装置

本船のデッキクレーンは、荷役の汎用性から船体中心線上に配置している。デッキクレーンはスリムタイプとし、実際の荷役範囲の増加、荷役個数の増加を図っている。また、荷役作業の軽減を図るために、パワースイベルと、20'/40' テレスコピックオートスプレッダーも装備している。

デッキクレーンの要目は下記のとおり。

電動油圧式スリムタイプデッキクレーン

40 LT × 20 m/min × 2 Sets

・(荷役可能半径：2.4 m～30 m)

### 3・4 ハッチカバー

ハッチカバーは全て鋼製風雨密ボンツーンハッチカバーとしており、全てのハッチカバーが20'/40'のどちらのスプレッダーでも吊れるようになっている。また、ハッチのサイズは、荷役作業時間の短縮を図るため、大きなエントリーガイドを設けられるものとしている。

### 3・5 その他の船体艀装

#### (1) 交通装置

艀内の交通装置は荷役中の人の動きを考察し、各艀の中央部にΛWWFに適合した傾斜梯子と、一方の端に垂直梯子を設けている。また、傾斜梯子のあるスペースは各段にステージを設け、荷役作業の効率化を図っている。

暴露部船側においてもクリアハイトを約2 mとし、安全な通行に留意している。

#### (2) 貨物艀通風装置

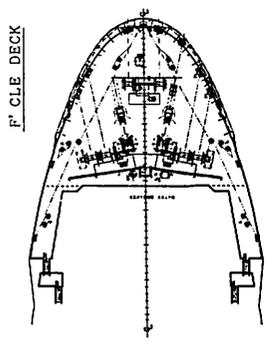
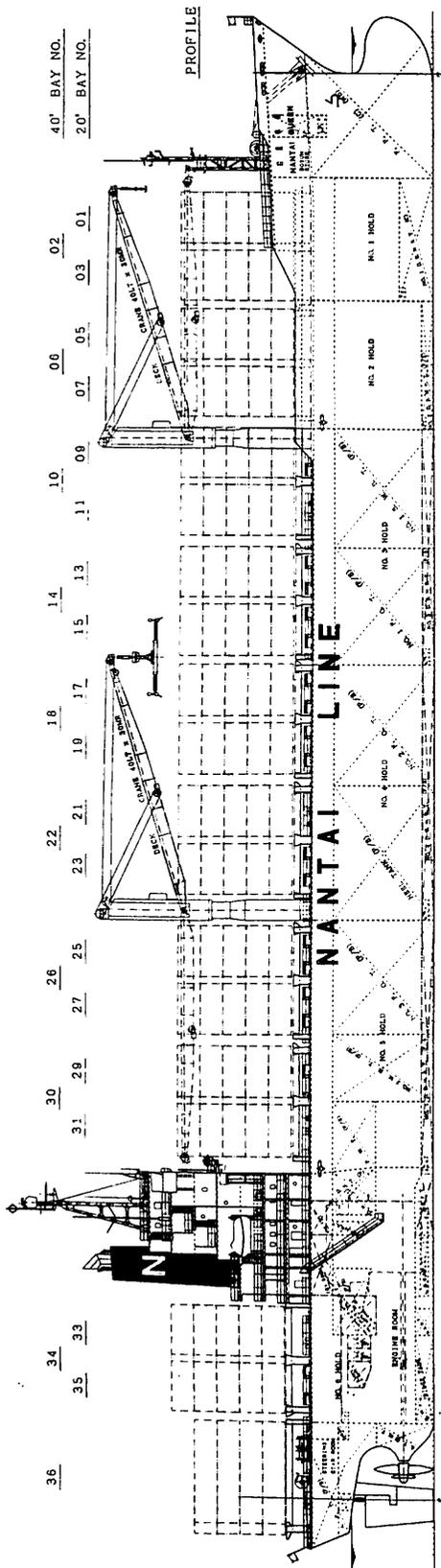
本船は規則上特に必要はないが、貨物の保全に寄与するため、機動式の貨物艀通風装置（給気式）を設け、排気はハッチカバー付の自然通風装置によるものとしている。

#### (3) 諸管装置

船体部のバラスト、ビルジ、燃料等のパイプは前述のように二重底上艀内のビルジホッパー部に導設しているため、メンテナンス作業が非常に軽減できるものとなっている。また、燃料管は艀内にあるため、完全なスチームトレースが可能であり、粗悪油に対しても充分なヒーティングを可能としている。

#### (4) 船体ヒール制御装置

本船は一对のヒーリングタンクと2対のサイドバラストタンクを配置しているが、ヒーリングタンクは喫水計、液面計と連動したオートヒール装置をもっており、事務室に設けたオートヒールコントロール装置により、バラ

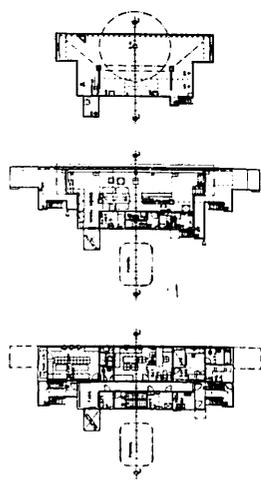


φ

COMP. DECK

NAV. BRI. DECK

E-DECK

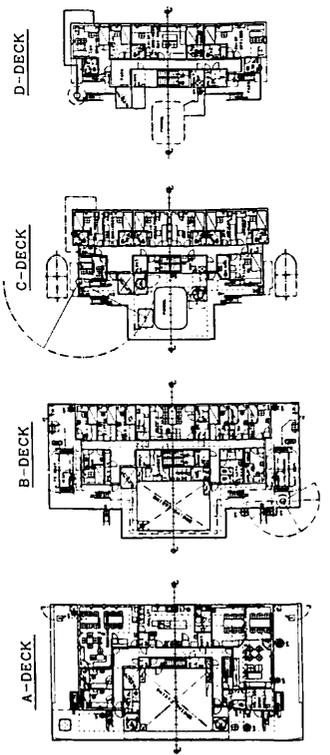


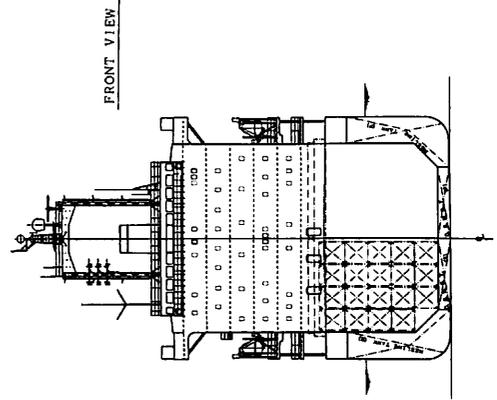
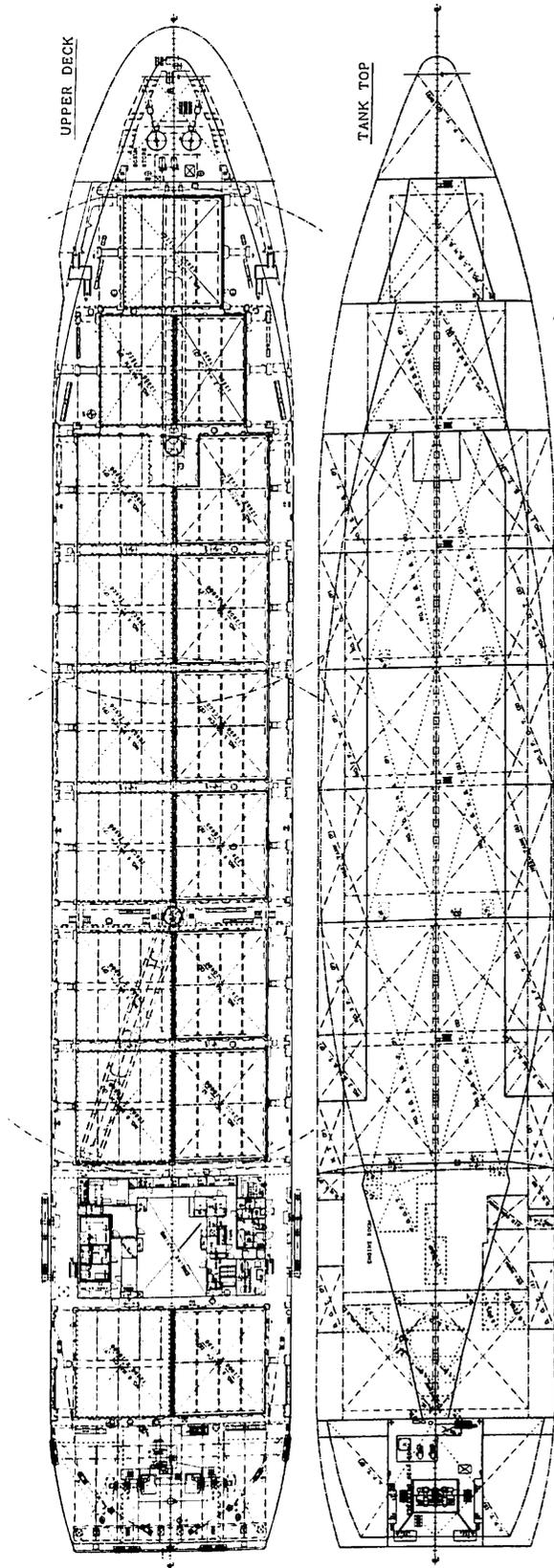
D-DECK

C-DECK

B-DECK

A-DECK

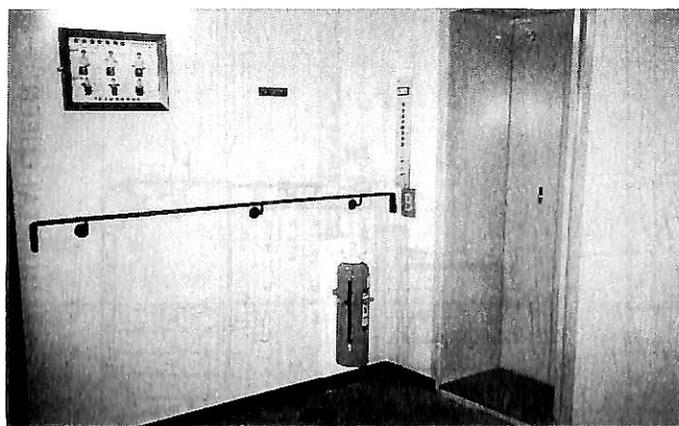




South Cape Line 向け コンテナ船 “NANTAI QUEEN” 一般配置図  
新来島どっく大西工場建造



▲ Rating's Mess.



▲ Elevator hall (B-Deck)

ストポンプの発停も含めたヒールコントロールが可能となっている。

#### (5) エレベータ

本船は電動駆動の500 kg, 6人乗りのエレベータを設置しており、機関室内機関制御室後方と居住区各層と航海船橋甲板に停止できるようになっている。

#### 3・6 居住設備

本船の居住区は、22名という少人数にも関わらず、ゆったりとした居室と十分な公室とを配置している。

##### (1) エレベータホール

本船のエレベータの各層乗り口は、全て2 m × 3 m程度のエントランスを持っており、通常の通路より広いスペースにより、オープンな感じをもたせている。

##### (2) E Deck

E Deckは1フロア全て船長の管理する部屋で構成されており、船長の居室、寝室、風呂の他、Reception Roomを配置し、10人規模のゲストに対し、心地良い

もてなしができるような部屋となっている。

#### (3) Library

C Deck 左舷側の居室から離れた場所に、Libraryを設け、航海中の乗組員の憩いのスペースを提供している。

#### (4) 各居室

各居室は士官クラスが全室シャワー、トイレ付きで、C, D, E, Deckに配置し、乗組員クラスがB Deckに配置され、A Deckは公室(一部スペアの部屋有り)といった完全に各層で区分けされた配置となっており、それぞれの居室はプライベートな空間として十分な広さと機能をもちあわせたものとなっている。

### 4. 機関部概要

#### 4・1 一般

本船の主機関は低速、ロングストローク機関のMAN-B&W 6 S60MC型機関を採用し、ディレイティング仕様で使用することにより、省エネルギー化を図っている。

発電装置はディーゼル機関駆動の主発電機3台および非常用発電機1台を装備している。

蒸気発生装置は、補助ボイラおよび排ガスエコノマイザーを各1台装備している。

機関室は作業環境、保守、点検等を考慮した配置をしている。自動化はNKのMCを適用し、防音、空調設備を施した機関制御室より、集中監視および制御が行えるように計画されている。

#### 4・2 機関部主要目

##### (1) 主機関

日立-MAN B&W 6 S60MC (MARK V)  
MCO : 15,880 PS × 100 rpm  
CSO : 14,290 PS × 96.5 rpm

##### (2) プロペラ

4翼一体、キーレススキュード型  
個数 × 直径 : 1 × 6,750 mm

##### (3) 発電装置

主発電機 : 562.5 kVA (450 kW) × 3  
原動機 : ダイハツ, 6DL-20 × 3  
660 PS × 720 rpm

##### (4) 蒸気発生装置

補助ボイラー : 立型円筒水管式 × 1  
蒸発量 : 1,300 kg/h × 6 kg/cm<sup>2</sup>G  
排ガスエコノマイザー : 強制循環式 × 1  
蒸発量 : 1,300 kg/h × 6 kg/cm<sup>2</sup>G

## 5. 電気部概要

### 5・1 電源装置

主電源設備として、ディーゼル発電機3台を装備しており、通常航海中1台、出入港時2台、荷役中（デッキクレーン使用）は2台の発電機にて電力を賄う。なお、冷凍コンテナ搭載時（133TEU分）には、航海中2台出入港時3台、荷役中3台の発電機にて電力を賄えるようになっている。また、非常用発電機1台を装備し、主電源故障時には操舵機、非常用消火ポンプ、航海無線装置および非常照明灯などに給電できるようになっている。

### 5・2 航海装置

ジャイロコンパス、オートパイロット、電磁ログ、音響測深機、ロランC、GPS航法装置1式をそれぞれ装備している。なお、レーダはラスタースキャン方式としXバンド2台で、2台ともARPA付を採用している。

### 5・3 無線装置

無線装置はGMDSSを全面採用し、保守の要件として、「設備の二重化」および「陸上保守」の組合わせによりルールを満足することで計画している。機器として、

800 WMF / HF無線装置1式、インマルサットA（ファックス付）1式、インマルサットC1式、国際VHF電話2台、方探1台、衛星EPIRB1台、双方向無線電話3台、ナプテックス受信機1台および気象用ファクシミリ1台などを装備している。

### 5・4 冷凍コンテナ監視装置

冷凍コンテナ監視装置としてCRT表示のモニターを操舵室に装備し、航海中の冷凍コンテナの状態を常に監視し、異常が発生した場合には直ちにどの冷凍コンテナが異常かが判断でき、すばやい対応が可能になっている。

## 6. 結 び

末尾になりましたが、本船の設計および建造にあたり船主殿、船級殿および各メーカー殿より適切な御指導、御協力を賜りましたことをここに厚く御礼申しあげます。

なお、本船は完工後、予定通りの航路につき、順調にその任務をはたし活躍していると聞いております。本船の今後の活躍と航海の安全をここにお祈り致します。

## ●お知らせ

12月5日～6日の2日間

## 船舶技術研究所 平成6年度秋季(第64回)研究発表会を開催

このたび、船舶技術研究所の平成6年度秋季(第64回)研究発表会が開催されます。

今回は、推進、運動、システム、海洋および氷海部門の発表が行われます。

日時 第1日目 平成6年12月5日(月) 10:00～17:35  
第2日目 平成6年12月6日(火) 10:00～16:35

### <発表課題>

#### 第1日目

- 人間・機械系としての原子力プラントの安全の研究
- 航行の安全の研究
- 船舶におけるシステム技術の研究

- 船舶の運動性能等に関する研究
- 超大型浮体式海洋構造物に関する研究

#### 第2日目

- 氷海船舶および低温用材料に関する基礎的研究
- 実氷海域における船舶に関する研究
- 海面効果翼船(WISES)に関する研究
- 推進システムに関する研究
- 水槽試験法に関する研究
- CFDに関する研究

会場 船舶技術研究所 講堂

〒181 東京都三鷹市新川6-38-1

電話 0422 (41) 3006 (企画室)

●平成6年, 日本造船学会授賞論文要約(1)

# Numerical Study on Flow and Thrust Produced by Oscillating 2D Hydrofoil

Todor Alexandrov Videv\*  
土井康明\*\*

## 1. はじめに

船舶の推進方式は、その大半はスクリーブローラによるものであるが、魚の尾ひれのように翼を振動させることにより推力を得る振動翼推進も考案されており、推進器としての可能性を追求する研究が行われてきた。筆者らもこの振動翼推進に興味を持ち、研究を始めることにした。ところで、振動翼が高効率を発生する際、翼への流入角が大きくなることもある。振動翼まわりの流場の解析法として、流場の非粘性を仮定した翼理論による解析法があるが、この解析法では、大流入角で発生する翼前縁および後縁の剥離を推定することはできない。このため、本研究では、中程度のレイノルズ数領域を対象として、流体の粘性を考慮した数値シミュレーションを行い、翼まわりの流れと推力について考察することにした。

## 2. 数値計算法

振動翼まわりの2次元非定常粘性流れを解くために、動座標系を導入し、基礎式として渦度と流れ関数による表示形を用いた。流れは層流とし、乱流モデルは用いていない。離散化を容易にするために写像法を用いて物理座標を計算座標に変換している。翼は振動するが動座標を用いていることから計算格子は単一でよい。支配方程式となる渦拡散方程式は陰形式の差分法である因数分解法を用いて離散化している。計算時間の大半を占める流れ関数に関するポアソン式の解法にはフーリエ級数法を用いて計算速度の高速化を図っている。

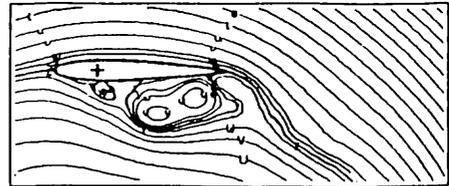
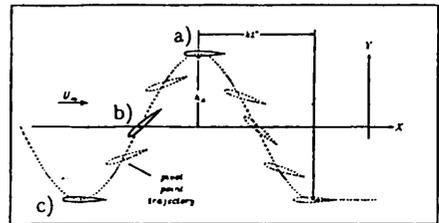
数値シミュレーションを行うに当たって、まず計算の時間刻み、格子刻みおよび計算領域の違いによる結果を系統的に比較し、収斂性や計算精度について検証し、さらに、流れの可視化実験の結果と比較することによって計算結果の妥当性を検証した。

## 3. シミュレーション結果

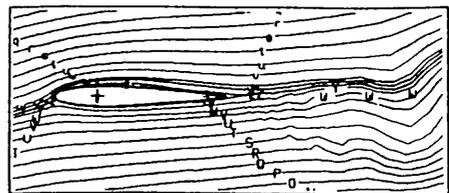
\* ブルガリア船舶流体力学研究所

\*\* 広島大学工学部エンジニアリングシステム教室

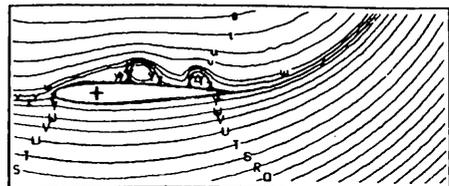
翼の振動モードとして、まず、一様流中で翼がヒービング運動する場合のシミュレーションを行い、前縁剥離や後縁剥離の特性、流体力について考察した。剥離は振動の向きを変更するときに発生し、翼後方に流されるがその程度は流れの加速に関連している。ゆっくりと大きく振動するよりは速く小さく振動する方が、推力も大き



a)  $t^* = 3.02, h^* = 1.2, \alpha = 0.0^\circ$



b)  $t^* = 4.53, h^* = 0.0, \alpha = 40.0^\circ$



c)  $t^* = 6.04, h^* = -1.2, \alpha = 0.0^\circ$

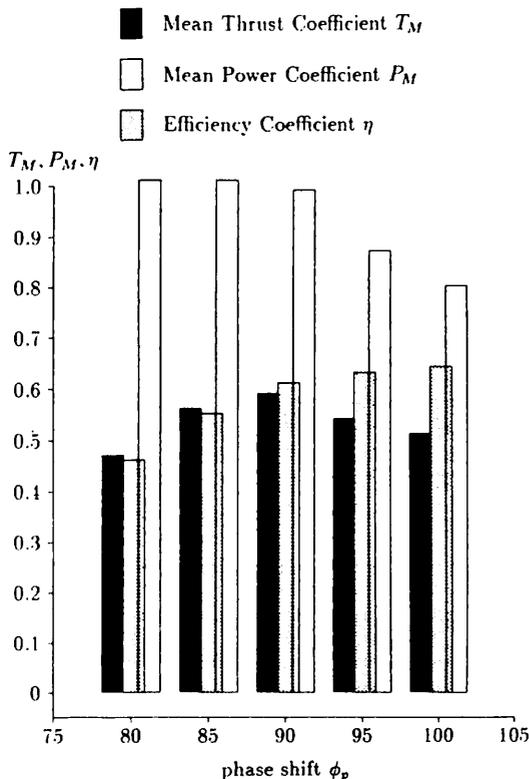
▲ 図1 ヒービングおよびピッチングする場合の翼まわりの流れ線

く効率も相対的に高くなる。しかしながらヒービング運動では高い効率は期待できない。なお、高振動数でヒービング運動する場合、非粘性を仮定した計算では後縁においてクッタの条件を課すと強い前縁推力を発生することになる。しかしながら粘性流れでは後縁をまわる流れとなり、クッタの条件が破綻することを示した。

ピッチング運動をする場合はヒービング運動よりも高い効率が得られる。ピッチングのピボットポイントが翼より前方にある場合は、強い前縁剥離を生じる。前縁剥離を抑えるという点で翼の前縁近傍にピボットポイントを置く方が効率は良い。ピボットポイントの位置が翼の後方にある場合でも翼は推力を発生するが、効率は高く

ない。

つぎに、ヒービング、ピッチングが組み合わされた場合について、振動の組み合わせによる流場、流体力への影響を系統的に調査した。図1の上図のように、ピッチングの位相がヒービングに対して90度ずれている場合に効率がよいと考えられる。この場合、図1の下図に見られるように翼が(a)の位置に近づく際に前縁剥離が発生している。この剥離は主にヒービングの減速によるためであり、翼が加速する(b)の位置では剥離は見られない。最大推力は(b)の位置で発生するのではなく、少し(c)側にずれている。図2はヒービングに対するピッチングの位相を変化させた場合の平均推力係数と効率を示したものである。平均推力は位相が90度のとき最大となるが、効率はピッチングをヒービングに対して遅らせた方が良くなっている。これはピッチングの位相を遅らせることにより、前縁剥離を抑えたことによる。



▲ 図2 ヒービングとピッチングの位相差が推進性能に及ぼす影響

また、本研算法の応用例としてローイングボートのブレードまわりの流場を2次元流れと仮定してシミュレーション計算を行った。ローイング時、オールはクラッチを中心に回転するが、艇が前進することにより水に対して、ブレードは主に艇の幅方向に往復運動することになる。このとき、ブレードへの流入は様ではなく曲がっている。一般に用いられているキャンパではローイングのキャッチ時に前縁剥離を生じている。この剥離はキャンパを大きくすることにより抑えることができるが、フィッシュ時に剥離が生じることが分かった。さらにローイングスピードおよびオール長さによる流場の特性、流体力について考察するとともに、効率の良いブレード形状について検討した。

#### 4. おわりに

本研究は粘性を考慮した2次元振動翼まわりの流場の数値計算法を示し、数値シミュレーションにより翼まわりの流れと推力についてまとめたものである。今後、さらに、弾性を持つ翼やアクティブに変形する翼の推進性能に関する研究の推進が期待される。

## 計算機支援板曲げ方案自動作成システムの開発

村川 英一\* Rashwan Ahmed Mohamed\*\*  
 神近 亮一\*\*\* 石山 隆庸\*\*\*

### 1. 緒言

最近における熟練技能者の減少や高齢化を背景として、造船所などの生産現場では、熟練作業の機械化や自動化が緊急の課題となっている。中でも、自動化にほとんど手が着けられていないのが、板の曲げ加工である。そこで、著者らは一連の研究を通して、板曲げ問題の理論的把握を試みるとともに、FEM解析に基づいた合理的な板曲げ方案作成を実現するための指針を示した。

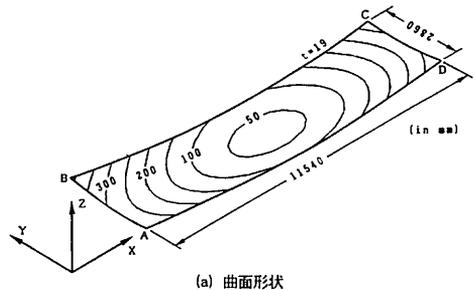
### 2. 熟練を必要とする理由

板曲げ作業がなぜ熟練を要するかという疑問に対して、次のような理由を挙げる事ができる。

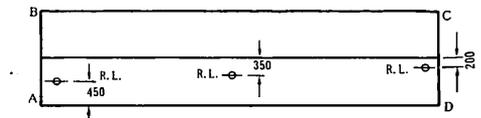
- (1) 収縮変形 板を曲げると同時に縮める作業である。
- (2) 非線形性 板の変形問題という観点から見ると、大たわみを考慮しなければならない幾何学的非線形問題であり、加熱による変形過程は、材料特性の温度依存性および塑性現象などの材料的非線形を含んだ問題である。このように問題が非線形であることは、予測を困難にするため、熟練を要する根本的原因となっている。
- (3) 多様性 与えられた板曲げの問題に対して解が唯一ではないことから、いろいろな流儀が存在し、初心者が技能を習得する際の混乱の原因になっている。
- (4) 残留応力 板を曲げるためには、板に何らかの形で塑性ひずみを与えるが、与えた塑性ひずみは100%板の変形として現われるのではなく、変形と残留応力の二つの物に形を変える。残留応力が加わることは、制御すべき要素が増えるということを意味する。しかも、この残留応力は板曲げ作業をしている作業者には見えない。
- (5) 装置の限界 加熱装置が、ガストーチに限られているために、選択できる加熱条件は限られており、必ずしも最適な条件で板曲げ作業が行われているとは言えない。

### 3. 問題解決の基本指針

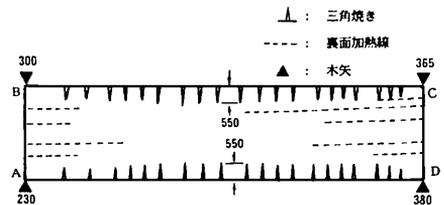
前述のように、問題が難しく見える原因が分かれば、問題解決の方針を次のように立てることができる。



(a) 曲面形状



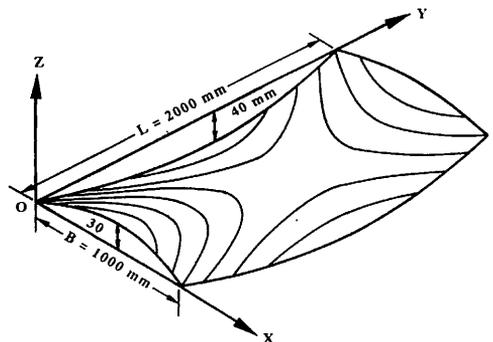
(b) ローラー曲げ



(c) 線状加熱

▲ 図1 枕型曲面の加工手順

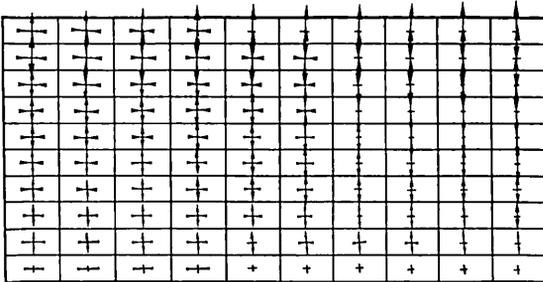
(a) 曲面形状 (b) ローラー曲げ (c) 線状加熱



▲ 図2 鞍型曲面の例

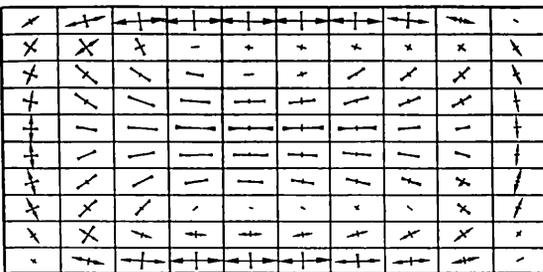
\* 大阪大学溶接工学研究所  
 \*\* 大阪大学工学研究所  
 \*\*\* 石川島播磨重工業株式会社

$\epsilon_{\max.} = 2.98 \times 10^{-3}$        $\epsilon_{\min.} = -9.77 \times 10^{-4}$



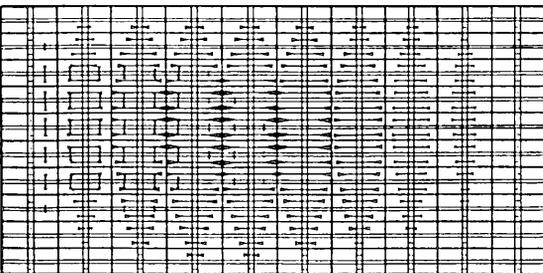
▲ 図3 鞍型曲面製作に必要な曲げひずみ分布

$\epsilon_{\max.} = 1.04 \times 10^{-3}$        $\epsilon_{\min.} = -6.17 \times 10^{-4}$

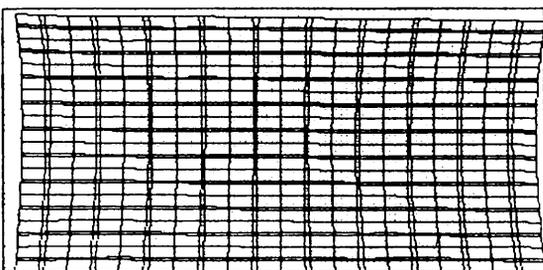


▲ 図4 鞍型曲面製作に必要な面内ひずみ分布

$\epsilon_{\min.} = -2.21 \times 10^{-3}$



▲ 図5 格子状加熱を想定した時の面内ひずみ分布



▲ 図6 格子状加熱による板の縮み

- (1) 曲げと収縮を固有ひずみの視点から明確に分離し、両者を意識的に使い分ける努力をする。
- (2) 非線形性については、FEMによる非線形解析や実験を行い十分な情報を獲得しておく。さらに、線形な要素と非線形な要素を分離する。
- (3) 多様な解の中から、使用する板曲げ装置に適合した解を選択する。
- (4) 見えない残留応力については、これを作らない状態すなわち結果的に無応力の状態になるような板曲げの手順を考える。
- (5) 制御性が良く、加熱条件の範囲が目的とする板曲げ加工に適合した、新しい加熱装置を開発する。

#### 4. 典型的な曲り外板と曲げ加工

船舶の外板を構成する曲面の形状は多様であり、曲面の形状によって曲げ加工の手順が異なる。枕型を例に、ローラーによる機械曲げと線状加熱による曲げを併用した時の一般的な作業手順をスケッチとして示したものが図1である。図1-(c)に示されるように、どの位置をいかなる条件で加熱すべきかという判断が重要であり、この判断については熟練工の経験と勘に頼らざるを得ないのが現状である。

#### 5. 曲げ方案の自動作成

そこで熟練技能者の経験と勘に頼らなくても、曲げ方案が自動的に作成できるようなシステムを先に示した指針に従って考案した。ここでは、板曲げ方案作成の概要を、図2に示される鞍型曲面について説明する。板を曲げる時に、板に与えるべき固有ひずみは、平板を目的の曲面まで強制変形させる過程をFEM解析することによって得られる。この、固有ひずみを曲げ成分と面内成分に分離して示したものが図3および図4である。特に、格子状の線状加熱を想定して、圧縮ひずみのみから構成される面内固有ひずみ分布を計算したものが図5である。この図は、格子状に加熱して板を絞る際の作業方案を示しており、板の中央をより強く縮める必要があることが分かる。さらに、図6は、格子状に加熱し、板を絞った後における板全体の縮みを示している。このような情報が事前に得られれば、いわゆる板の伸ばし量についても定量的予測が可能となり曲げ加工の合理化につながる。

## 損傷情報のフィードバック手法に関する研究

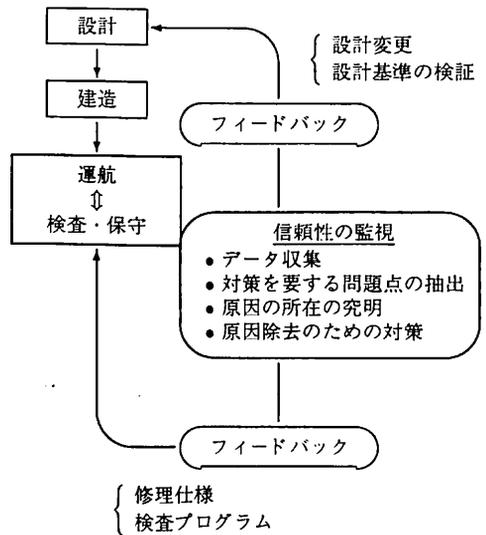
山本規雄\*

船舶は図1に示すように、設計・建造の過程を経た後に就航へと供せられるが、就航中に定期的に検査を受けて、船体構造の安全性・健全度の確認を行い、損傷等の不具合が見つければ、修理等の適切な措置が施される。即ち、就航と検査・保守のサイクルの中で、常に船体構造の安全性・信頼性の維持、回復および向上に対する措置が施されるわけである。この場合、就航中に経験した損傷に関する情報を、設計あるいは検査・保守の各々の段階で意志決定を行う際の判断基準へと有効にフィードバックすることが重要であるが、対処に困るような損傷は設計段階で考慮に入らなかった要因あるいは十分把握できていなかった要因により生じる場合が通例であって、かつ、活用できる情報の量も限られるものであろう。従って、数少ない情報から定量的な知見を引き出すための解析モデルの構築および解析手法に関する検討を、個々のケースに則って行うことが必要である。

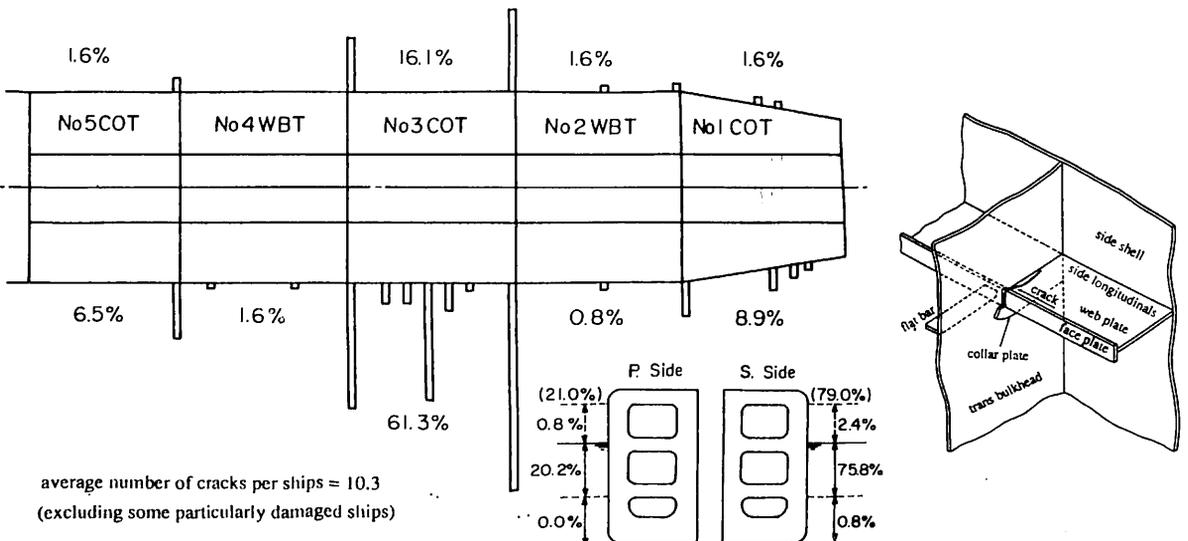
本論では、図1に示す各段階へのフィードバックの内の修理プラン立案へのフィードバック例を、V L C Cの船側縦通肋骨に生じた疲労亀裂損傷を対象として、検査において得られるこれらの損傷に関する情報を取り扱って具体的に検討した。

船体構造には、例えば図2に示したV L C Cの船側縦

通肋骨の横隔壁貫通部あるいは船側横桁貫通部のように、損傷の発生に対する強度特性が統計的に同等と見做せる多くの部材群が存在するが、実際に生じる損傷はここに示したように、各々の部材の置かれる位置の違い等により、作用する外力の空間的変動や環境条件の差異等によ

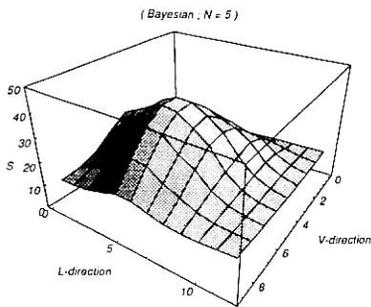
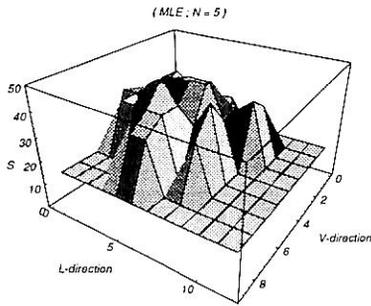
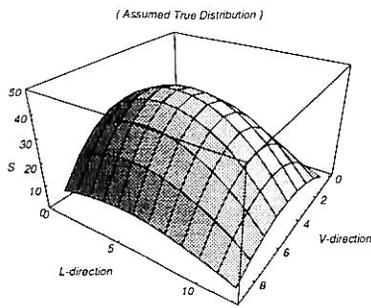


▲ 図1 信頼性の監視とフィードバックシステム

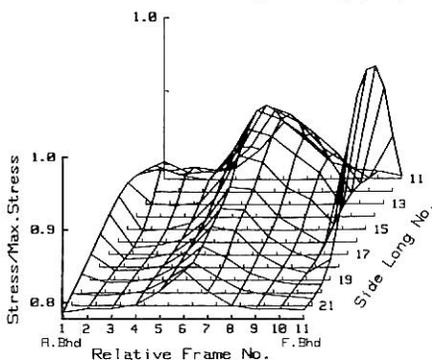


▲ 図2 船側縦通肋骨に生じた亀裂の分布と亀裂の典型例

\* 財団法人 日本海事協会技術研究所



▲ 図3 シミュレーションによる検討例



▲ 図4 V L C C 船側部の損傷の起こり方に基づく応力推定の例

って偏りがみられる事が多い。

図2にまとめたようなV L C Cの船側縦通肋骨の疲労亀裂損傷の発生の傾向は、主として船側に作用する波浪変動荷重の大きさの差に依存していると考えられるが、この波浪変動荷重の大きさは船側に沿って滑らかに分布していると想像することは十分現実的なことと考えられる。本論では、船側縦通肋骨の横隔壁および船側横桁との貫通部の各位置における応力の大きさを、互いに独立な確率変数として考え、この値に関して推論する際に以上のことに着目する。

まず、用い得る情報(損傷が生じたか否か)のみに基づき各位置の応力を最尤推定法に基づき推定し、各々の位置での推定誤差が互いに独立に正規分布に従うと仮定し、推定誤差の確率分布の結合表現として推定の精度に関するモデル化を行う。次いで、解析に用い得る情報量に限りがあることを補うため、船側に作用する波浪変動荷重が船側に沿って滑らかに変化するであろうと期待することを確率的に表現する式を導入し、これを事前分布としたベイジアン解析を実行した。

ベイズモデルの選択に当たって、実際に生じた損傷傾向と作用する波浪変動荷重の大きさに対して抱く期待の双方を勘案して最良のモデル選択を行うことを、A B I C基準に基づいて行った。A B I C基準に基づくことにより、用いるデータの数が少ない場合であっても、確率事象である損傷現象のばらつきにあまり左右されない安定した推論が行える。

以上のような手順についてシミュレーションによる検討結果の一例を図3に示すが、図の上段に示したような推論対象に対して、ベイズ手法によらない従来の統計的推論手法に基づく場合は中段のような推定結果となり、推定に用いるデータ数が少ない場合には、確率事象の実現値であるデータの影響を強く受け、推定の不確かさが存在することが分かる。これに対して、推論対象の特性に関して十分妥当な期待を抱き、これを事前分布としたベイズ手法に基づく場合、A B I C基準に基づくモデル選択の結果下段のような推定結果を得ることができ、たとえ推定に用いるデータ数が少ない場合であっても、確率事象であるデータのばらつきにあまり左右されない安定した推論が行えることが分かる。

A B I C基準に基づくモデル選択の結果、図4に示すように船側の各部分における応力の評価を定量的に行うことができ、この結果に基づいて、損傷が生じた箇所に施す補強措置あるいは未だ損傷が生じていない箇所に対する取り扱いに対する意志決定を、定量的な判断基準に則って行うことが可能となる。

## RPG規準による疲労き裂伝播挙動の研究

豊 貞 雅 宏\*

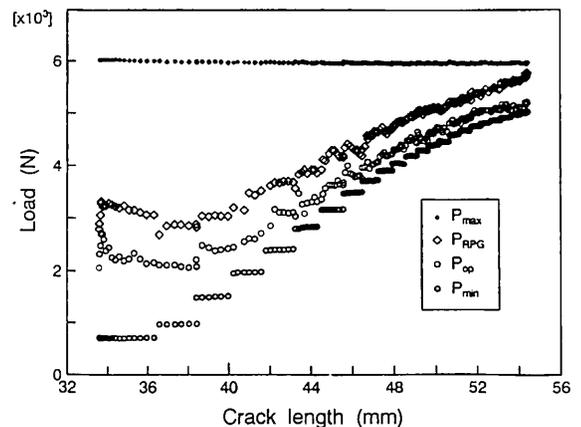
疲労き裂の伝播速度  $da/dN$  は, き裂先端近傍での応力特異場の強さを表す応力拡大係数  $K$  の最小荷重から最大荷重にいたる範囲  $\Delta K$  で表されるという Paris 則が疲労き裂伝播寿命の予測に際し, 一般に用いられている。しかし疲労き裂は自身のひずみ集中場を伝播するため, 引張塑性変形層をき裂内に含む結果, 通常の条件下では最小荷重よりもかなり高い荷重でき裂が閉口し, き裂が閉口する区間では弾力学的な応力特異場が消失する。そこで負荷過程でき裂が開いている区間に対応する応力拡大係数範囲  $\Delta K_{eff}$  が  $da/dN$  を律する最も信頼のおけるパラメータであると多くの研究者は考えている。

ところで荷重振幅を小さくしていくと,  $\Delta K_{eff}$  は小さくなるが, ある正の下限界値  $(\Delta K_{eff})_{th}$  より小さいところではき裂は伝播しなくなりき裂は停留する。しかし, この下限界値を挟む2段2重繰返し荷重を与えると,  $(\Delta K_{eff})_{th}$  以下でもき裂が伝播していることが確認されている。

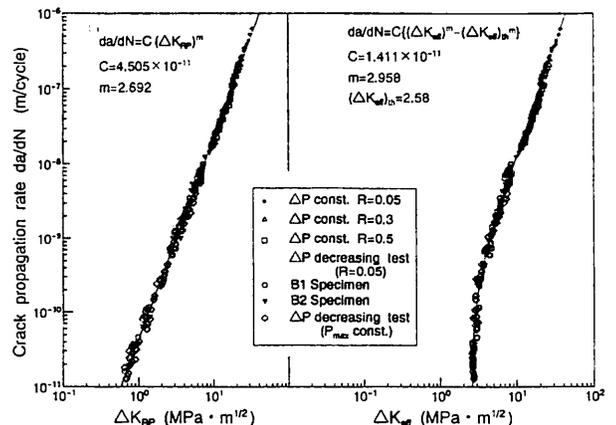
そこで著者はき裂底に引張および圧縮の塑性域が繰返して現れなければ疲労き裂は進展しないとの考えより, 負荷過程中にき裂底に引張塑性域が出現している区間に対応した応力拡大係数範囲  $\Delta K_{RP}$  が  $da/dN$  を律するパラメータであると提案した。そして引張塑性域が生じだす時点の荷重 (RPG 荷重:  $P_{RPG}$ ) を計測するシステムを開発した。(第1報)

図1は最大荷重を一定にして最小荷重を漸次増加させていった場合の  $P_{RPG}$  およびき裂開口荷重  $P_{op}$  の測定例である。最小荷重を増加させるにつれて, き裂は閉口したまま弾性挙動をする状態に近づいていくため  $P_{RPG}$  は最大荷重へ,  $P_{op}$  は最小荷重へ漸近していく傾向が現れている。図2は他の荷重パターン下の実験結果も合わせて実測結果より,  $\Delta K_{RP}$  および  $\Delta K_{eff}$  と  $da/dN$  との関係を示したものである。 $\Delta K_{eff}$  には従来の研究と同様下限界値が存在するようにみれるが,  $\Delta K_{RP}$  にはその傾向が認められず,  $\Delta K_{RP}$  と  $da/dN$  が両対数グラフ上で広領域にわたって直線関係にある。すなわち図1と図2の結果より  $\Delta K_{eff}$  には弾性変形を支配する成分も含んでおり,

その全てがき裂を進展させる成分でないことが下限界を生じさせるようにみれる原因であることが解る。また低き裂伝播速度領域において  $(\Delta K_{eff})_{th}$  を含むき裂伝播則を使用した場合,  $(\Delta K_{eff})_{th}$  の僅かの差が  $da/dN$  の推定に大きな誤差を与えてしまう。すなわち荷重振幅が大きい場合には  $\Delta K_{eff}$  は  $\Delta K_{RP}$  より少し大きいだけであり殆ど等しいが, 荷重振幅が小さくなると相対的にそれらの差が大きくなり,  $\Delta K_{eff}$  からの  $da/dN$  推定には大きな誤差を

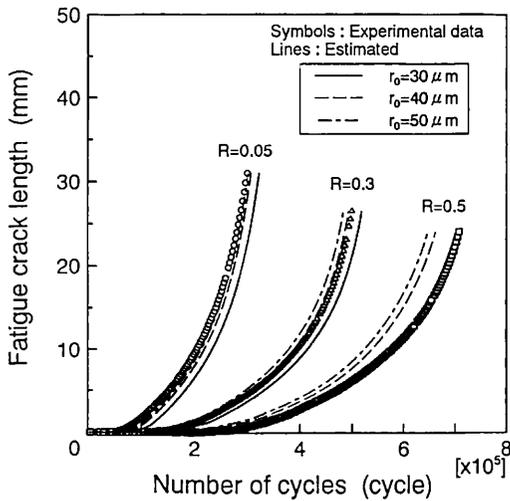


▲ 図1 最大荷重を一定に保持し, 最小荷重を漸次上昇させた  $\Delta K_{th}$  試験で得られた RPG 荷重およびき裂開口荷重の計測結果



▲ 図2  $da/dN$  と  $\Delta K_{RP}$  および  $\Delta K_{eff}$  の関係

\*九州大学工学部・船舶海洋システム工学教室



▲ 図3 疲労き裂成長曲線の実験値と推定値の比較

与える可能性を有するが、 $\Delta K_{RP}$ にはそのような問題は生じない。上記のように $\Delta K_{RP}$ が長いき裂に対する疲労き裂伝播速度を律するパラメータとして有用であることが判明した。(第3報)

ところで切欠材に繰返し負荷を与えると、切欠底の複数箇所より半楕円状表面き裂が発生し、これらのき裂が成長・合体して1つの表面き裂になり、さらに進展すると板厚貫通き裂になる。単一表面き裂の場合アスペクト比(=き裂深さ/表面き裂半長)はき裂深さ $a$ に対し線形的に変化することが明らかになっている。複数直列き裂に対しては、最も深いき裂のアスペクト比と、合体後1つの滑らかなき裂となった時点のアスペクト比とを $a$ に対して線形に結んだ線上を、アスペクト比が変化すると仮定して1つのき裂問題に置き換えることが近似的に可能であることを過去のデータを再解析することにより示した。

そしてその表面き裂の最深部の $K$ 値と計測した $P_{RP}$ より $\Delta K_{RP}$ を求め、 $da/dN$ との関係を調べた。その結果1結晶粒径以上の大きさのき裂に関しては、長いき裂で求めた $\Delta K_{RP} \sim da/dN$ 関係と一致することが判明した。

一方Dugdaleモデルの仮想き裂面に変位連続条件を満たすように完全弾塑性体の引張変形層を組み込んだき裂開口シミュレーションモデル(第2報)の解析結果より、最小荷重時の圧縮塑性域寸法 $\tilde{w}$ を $\Delta K_{RP}$ が間接的に規定していることを示した。

切欠底から最初の結晶粒内を進展する疲労き裂は剪断モードですべり線に沿って伝播する。き裂先端近傍には高密度の刃状転位が生成するが、最初の結晶粒内をき裂が伝播する間は、き裂線上に生成した高密度の刃状転位のバーガスベクトルはき裂に平行であるから、き裂を開口する成分は殆ど作用せず、応力再配分が生じないのでき裂前方の塑性域先端は結晶粒界などのあるバリアに留まったままになる。しかしき裂が最初の結晶粒界に達すると、次の結晶方位が最初の結晶方位とは異なるため、すべり線の方向が最初の結晶粒とのそれとは異なることになり、き裂前方に生成される高密度の転位のバーガスベクトルはき裂に対しある角度を持つようになる。そのためき裂開口モードが生じ、塑性域は前方に拡大する。

上記の考察から切欠底より発生したき裂が最初の結晶粒界に到達するまでは、最小荷重時の圧縮塑性域先端はき裂が成長しても一定場所に留まり、その結果剪断き裂の成長とともに圧縮塑性域寸法 $\tilde{w}$ は小さくなる。この場合の圧縮塑性域先端は、き裂が最初の結晶粒界に達した時点の $\Delta K_{RP}$ より定められる。

そこで長いき裂で得られた $\Delta K_{RP} \sim da/dN$ 関係を $\tilde{w} \sim da/dN$ 関係に換算し、この関係が剪断き裂の伝播速度にも成立すると仮定して、最初の1結晶粒を伝播する寿命を計算した。そしてその後のき裂成長は $\Delta K_{RP} \sim da/dN$ 関係より求めた。

上記のようにして推定したき裂成長曲線と実験結果を比較した結果の例を図3に示す。試験片の結晶粒径は30~60 $\mu m$ であり、実験結果と良く一致していることがわかる。すなわち初期き裂の存在を仮定することなく、き裂発生を含めたき裂成長曲線が $\Delta K_{RP} \sim da/dN$ 関係から推定できることがわかった。そして上記モデルにより切欠底での停留現象も定性的に説明できることを示した。定量的には今後の検討課題である。(第4報)

なお94年秋の造船学会で発表する第5報、第6報(現在印刷中)で長いき裂に対して最大荷重が低下した場合の $R_{PG}$ 荷重のシミュレーション結果と実験結果が良く一致し、遅延減速効果が定量的に机上で計算できること、ならびに停留条件は $\Delta K_{RP} \leq 0$ であることを示した。

今後構造要素に対し、机上でき裂発生から任意き裂長までの寿命予測を可能ならしめることを目指して研究を続けていく予定である。

# 船 型 設 計 ノ ー ト

## 〈19〉

株式会社 郵船海洋科学 技術顧問  
工学博士 森 正彦

### 9・2 プロペラ性能シミュレーションの適用例 (つづき)

#### 9・2・3 耐キャビテーション性能

プロペラ理論によって翼面上の循環分布が定まると、各翼断面位置における有効迎角と揚力係数が求められる。ここで、再び守屋教授の方法<sup>67)</sup>を適用して、翼断面周りの圧力分布を計算する。その結果、翼断面上の該当位置における圧力係数 ( $C_p$ ) は次式で定まる。

$$C_p = \frac{p - p_0}{\frac{1}{2} \rho V^2} \quad \dots\dots (9 \cdot 80)$$

ただし、

$p$  : 翼断面上の該当位置における静圧

$p_0$  : 無限遠方における静圧

$$V = \sqrt{V_a^2 + (2 \pi n r)^2}$$

$V_a$  : プロペラの前進速度

$n$  : プロペラの回転数

$r$  : 翼断面位置の半径

$\rho$  : 流体の密度

また、翼断面上の該当位置の没水深度に対応したキャビテーション数、すなわちローカル・キャビテーション数 ( $\sigma_l$  : Local Cavitation Number) を次式によって求める。

$$\sigma_l = \frac{p_{Al} - p_v}{\frac{1}{2} \rho V^2} \quad \dots\dots (9 \cdot 81)$$

ただし、

$p_{Al}$  : 翼断面の該当位置と同一没水深度における無限遠方の絶対静圧

$$p_{Al} = \rho g [l + p_a]$$

$l$  : 翼断面上の該当位置の没水深度

$g$  : 重力加速度

$p_a$  : 大気圧

$p_v$  : 流体の蒸気圧

(9・80)式による  $C_p$  と (9・81)式による  $\sigma_l$  とを比較して、キャビテーション発生の有無を判定する。具体的には、各翼断面の負の圧力係数の絶対値とローカル・キャビテーション数との比を調べ、

$$\frac{|(C_p)_v|}{\sigma_l} > 1 \quad \dots\dots (9 \cdot 82)$$

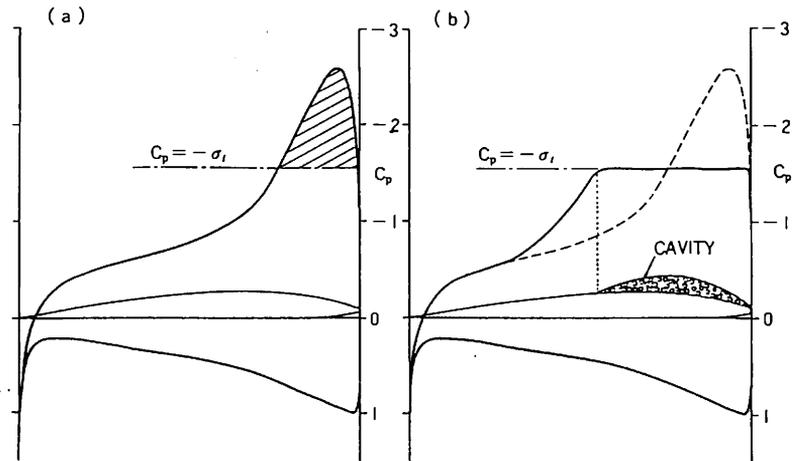
ただし、

$(C_p)_v$  : 負の圧力係数

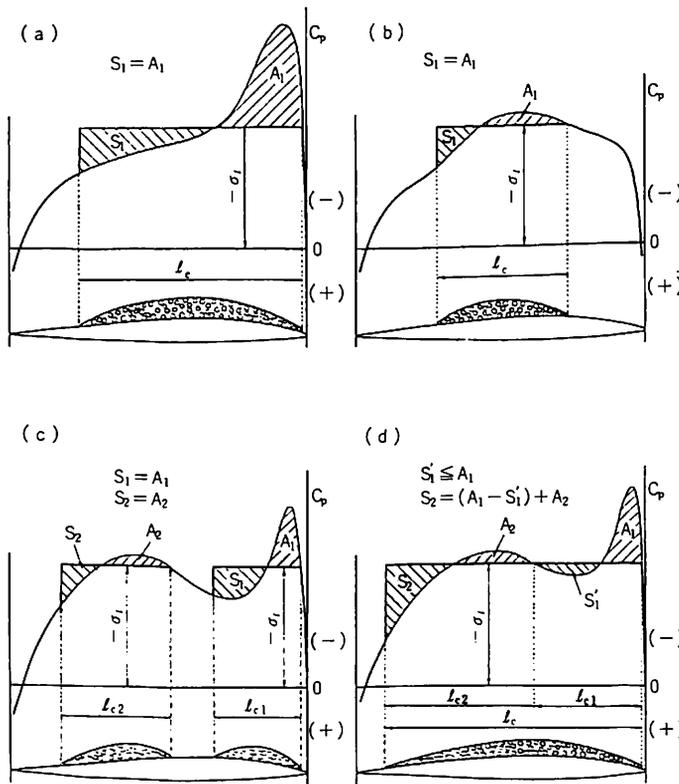
となる領域においては、キャビテーションが発生することを示すことになる。

しかし、この領域はキャビテーションが発生する源となるところであって、キャビテーションが発生している領域に相当しているわけではない。キャビテーションが発生している領域を予測することは極めて難しい問題であるが、揚力等価の考え方<sup>80)</sup>に従って、発生域を推算する実用的な簡便法を考えてみる。

第9・27図は、揚力等価法のご概念図である。同図(a)の



▲第9・27図 キャビテーション発生域算出のための揚力等価法のご概念図



▲ 第9・28図 揚力等価法によるキャビテーション発生域算定のための模式図

ように、ある翼断面上に生じる負の圧力係数の絶対値がその位置におけるローカル・キャビテーション数を超える領域では、実際の現象として、そのような負圧は現れない。一方、通常の船用プロペラで見受けられる局所的なキャビテーションの発生状態の下では、プロペラのスラストはほとんど低下していないという実験結果が得られている。

これら2つの実状を勘案すると、ひとたびキャビテーションが発生した時の負圧の分布は、同図(b)に示すような形になっていると推測される。したがって、負圧の分布がローカル・キャビテーション数を超える領域の面積を求め、その面積分だけローカルキャビテーション数と絶対値が等しい負の圧力係数が後方に連続的に発生しているとみなしてキャビテーションの発生域の長さを算出する。

ただし、この計算を行うに当たって、まず、翼断面上の圧力分布の形に注目しておかなければならない。というのは、第9・27図(a)に示す圧力分布曲線は、翼断面の背面側に現れる通常の分布形であるが、翼断面形状によっては、負の圧力係数の絶対値がローカル・キャビテーション数を超える領域が2個以上現れる場合があるか

らである。

第9・28図は、典型的な圧力分布を対象にして、揚力等価法によるキャビテーション発生域を算定する方法を示す模式図である。

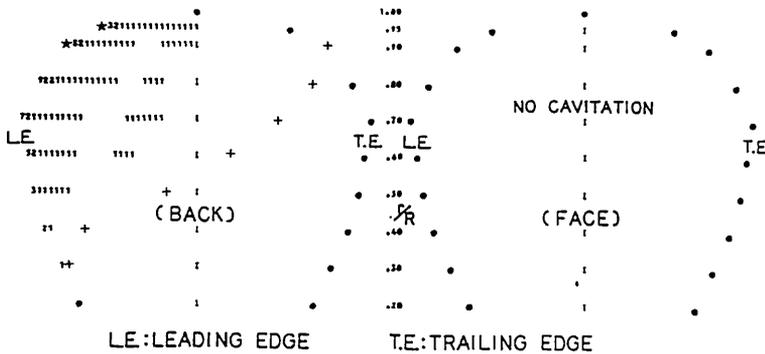
まず、第9・27図(a)のような圧力分布形の場合には、第9・28図(a)のモデル化のように、発生域算定の幾何計算は極めて簡単である。すなわち、負の圧力係数の絶対値がローカル・キャビテーション数よりも大きい領域  $A_1$  と面積の等しい領域  $S_1$  をその直後に取り、領域  $A_1$  の前端から領域  $S_1$  の後端までをキャビテーション発生域の長さ  $l_c$  とみなす。ただし、発生域の長さを少し安全側に推算しておくという意味から、領域  $S_1$  の後端は  $C_p = 0$  の基準線に垂直とする。面積計算のうえでも簡単になる。

第9・28図(b)は、前縁付近に負圧の山がない代わりに、翼断面の中央付近に負圧の隆起が現れる圧力分布形についての図式モデルである。この場合も、キャビテーション発生域を計算する

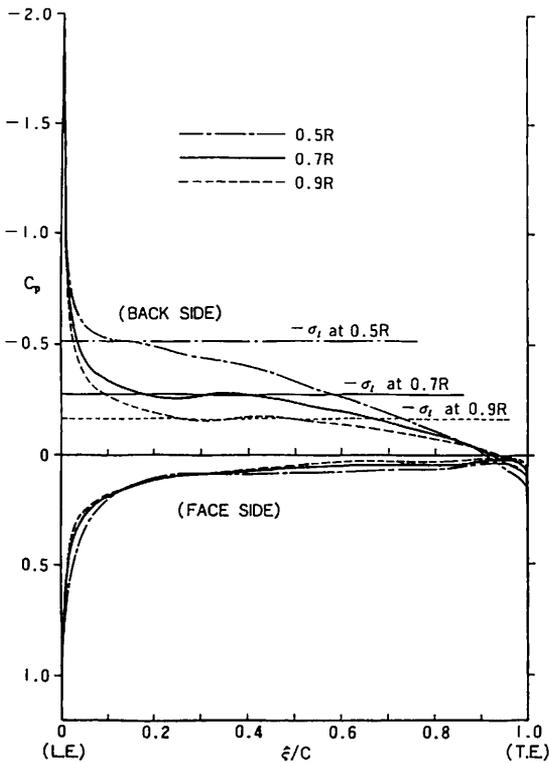
うえでは、図(a)と同類である。

第9・28図(c)に示す図式モデルは、負の圧力係数の絶対値がローカル・キャビテーション数よりも大きくなる領域が2個所あり、さらに、その前方側領域  $A_1$  と面積の等しい領域  $S_1$  をその直後に取った後もローカル・キャビテーション数よりも絶対値が小さい負の圧力係数の領域が残存している場合である。このような場合には、キャビテーションの発生域が前後2個所あるとみなし、前方側については、その前端から領域  $S_1$  の面積が領域  $A_1$  の面積と等しくなる後端までを発生域の長さ  $l_{c1}$  とする。また、後方側についても同様に、( $S_2$ の面積 =  $A_2$ の面積)の条件の下に、その発生域の長さ  $l_{c2}$  を計算する。なお、領域  $S_1$ 、 $S_2$  の後端は、図(a)の場合と同様に、 $C_p = 0$  の基準線に対して垂直である。

第9・28図(d)に示す図式モデルは、図(c)と同様の圧力分布形であるが、前方側の領域  $A_1$  の面積と等しい面積をその直後に取ったとき、ローカル・キャビテーション数よりも絶対値が小さい負の圧力係数の領域  $S_1'$  が埋め尽くされ、なお領域  $A_1$  の面積に余分が生じる場合である。この場合には、まず、領域  $S_1'$  を埋め尽くした後の残余面積(領域  $A_1$  の面積と領域  $S_1'$  の面積との差)を



▲ 第9・29図 キャビテーション発生状況のシミュレーション結果の表示例(コンピュータ付属のプリンターによる印字)



▲ 第9・30図 圧力分布曲線の作画例

後方側の領域  $A_2$  の面積に加算し、その合計面積と領域  $S_2$  の面積とを等しくするという条件の下に、後方側についてキャビテーション発生域の長さを計算する。前方側の発生域の長さ  $l_{c1}$  は、領域  $A_1$  の前端から領域  $S_1'$  の後端、すなわち領域  $A_2$  の前端までである。また、後方側の発生域の長さ  $l_{c2}$  は、領域  $A_2$  の前端から領域  $S_2$  の後端までである。したがって、キャビテーション発生域の全長  $l_c$  は、領域  $A_1$  の前端から  $l_{c1}$  と  $l_{c2}$  の和に相当する位置までである。

負の圧力係数の絶対値がローカル・キャビテーション数よりも大きくなる領域が3個所以上となる場合も、第9・28図(a)~(d)に示す一連の図式モデルの趣旨に従い、これらのモデルの組み合わせによってキャビテーション発生域の計算をすることができる。

第9・29図は、上記の方法による計算結果の表示例である。左側の図が背面側(Back Side)、右側の図が正面側(Face Side)である。

計算結果は  $0.2R \sim 0.9R$  間の  $0.1R$  毎の翼断面と  $0.95R$  断面を対象として、キャビテーションの発生状況を一瞥できる表示にしておく。すなわち、(9・82)式の条件に従って、翼断面上の各点における  $|C_p|_v / \sigma_t$  の値を小数点以下を切り捨てた整数値によって印字する。1以上の整数値が印字されている位置からキャビテーションが発生することを意味している。整数値の代わりに★印が印字されているところは、 $|C_p|_v / \sigma_t \geq 10$  となる負圧の絶対値が非常に大きくなる場所である。また、キャビテーション発生域については、前縁に最も近い整数値または★印の位置がその前端、+印の位置が後端である。

状況をさらに詳細に調べる場合には、各翼断面上の圧力分布曲線を作画し、ローカル・キャビテーション数と比較する。第9・30図は、第9・29図に対応する圧力分布曲線の作画例である。

さて、模型プロペラを用いてキャビテーション水槽内で実施するキャビテーション試験においては、通常、性能の良否を目視による判定に頼っている。より定量化を図るために、プロペラ表面についての塗膜試験、柔金属表面のプロペラを用いるキャビテーション・エロージョン量の測定試験などがあるが、実験技術、実験経費などの点から、研究用として実施される例が多い。

判定方法の定量化が難しいということのほかに、キャビテーション水槽、供試プロペラなど試験装置自体にも注意を払わなければならない点がある<sup>8)</sup>。その主なものは、水槽内の空気含有量、気泡核の数、粘性と模型プロペラの寸法効果および表面粗度である。これらの因子はキャビテーションの発生に対して微妙な影響を及ぼすため、定量的な規制を施すには細心の注意が必要とされている。しかし、現実には各水槽の慣習に頼らざるを得ない。

このような実験上の難題があるため、1水槽での試験結果を基にして、キャビテーション・シミュレーション

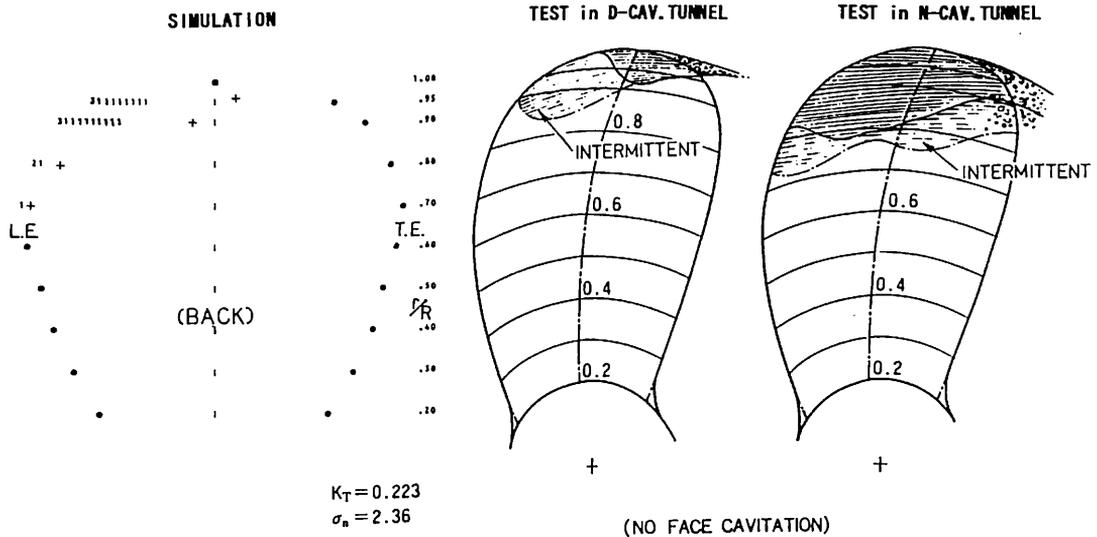
を評価することは危険である。そのため、シミュレーション・プログラムを開発する過程において、内外のキャビテーション水槽で比較試験ならびにシミュレーションとの対比を積み重ねた。

第9・31図(a)~(e)に、その1例を示す。これらの図は、プロペラ1翼について、同一回転角におけるシミュレーションの結果とD水槽ならびにN水槽における模型試験の観察結果との比較である。ただし、シミュレーション

はキャビテーション水槽での試験状態に合わせてある。すなわち、プロペラ直前の伴流分布は軸方向成分のみであり、また、キャビテーション数は前記のローカル・キャビテーション数ではなく、プロペラ軸心位置における水圧を代表値として定めたキャビテーション数

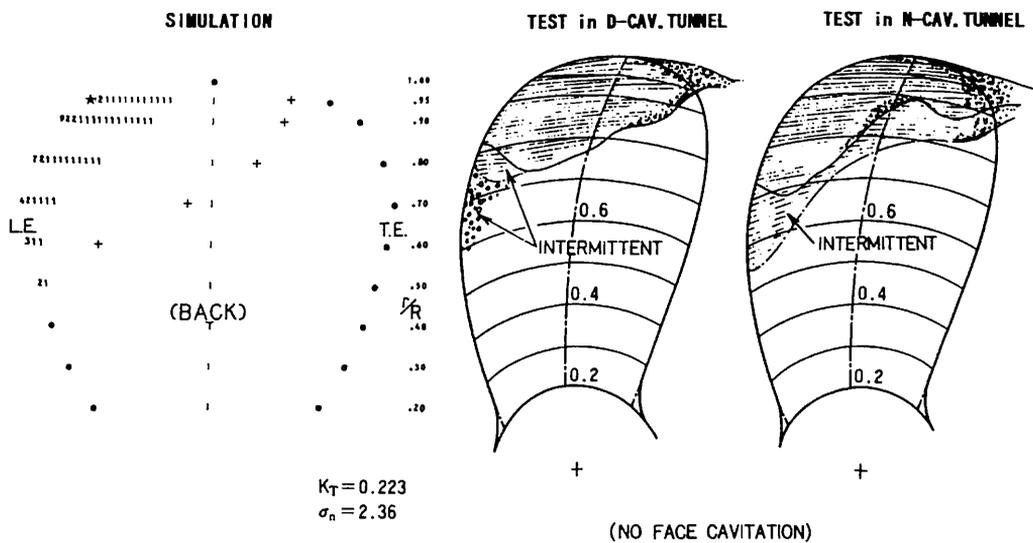
$$\sigma_n = \frac{p_A - p_v}{\frac{1}{2} \rho (nD_p)^2} \dots\dots\dots (9 \cdot 83)$$

(a) BACK SIDE at  $\theta_0 = 330^\circ$



▲ 第9・31図(a) キャビテーション・シミュレーションと模型試験との対比(背面側,  $\theta = 330^\circ$ )

(b) BACK SIDE at  $\theta_0 = 0^\circ$



▲ 第9・31図(b) キャビテーション・シミュレーションと模型試験との対比(背面側,  $\theta = 0^\circ$ )

ただし、

$p_A$  : プロペラ軸心と同一没水深度における無限遠方の絶対水圧

$$p_A = \rho g l + p_a$$

$l$  : プロペラ軸心の没水深度

$p_a$  : 大気圧

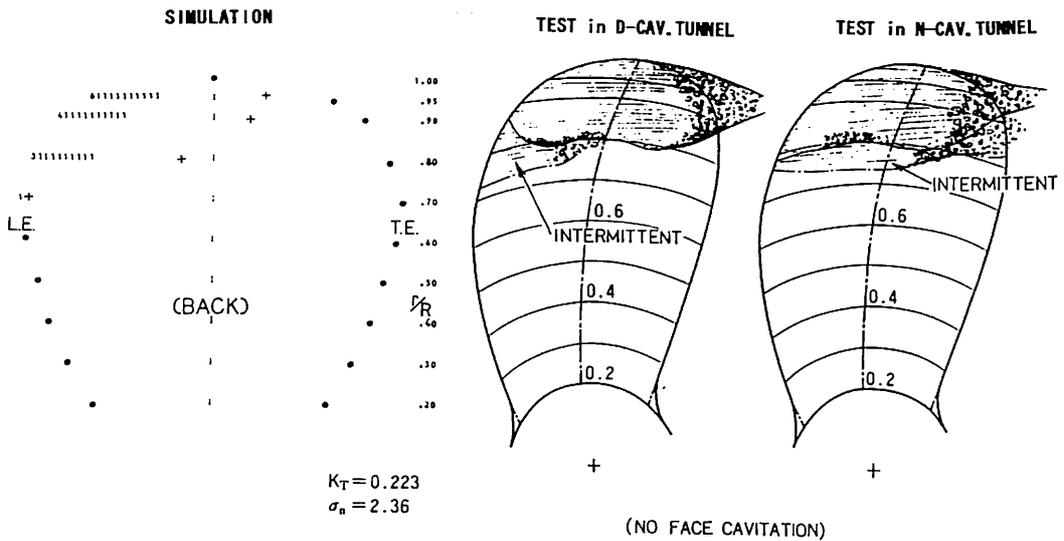
である。

第9・31図(a)~(e)をみると、両水槽における実験結果

は必ずしも一致を示しているとはいえず、前記のように、キャビテーション試験とその観測の難しさが窺われる。

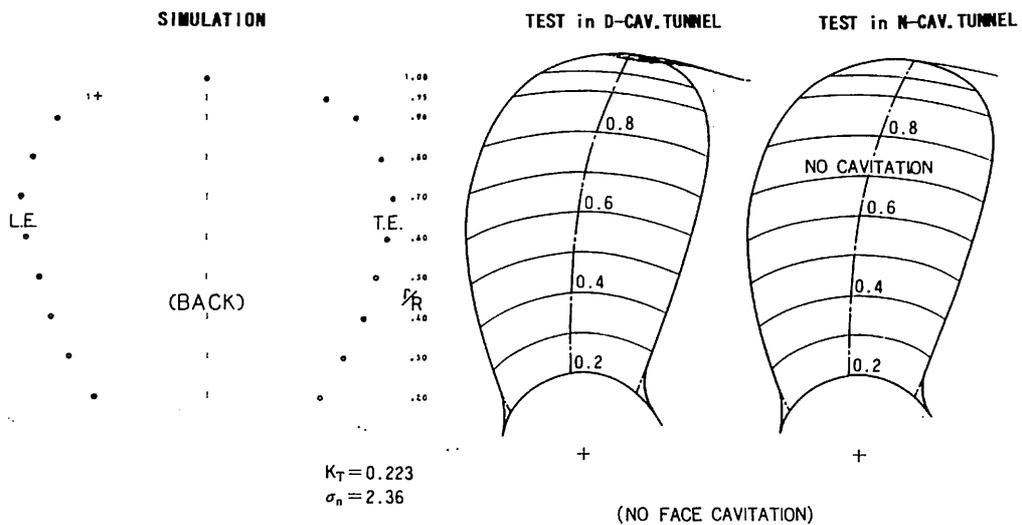
一方、シミュレーションの結果は双方の実験記録を集約したような状況となっており、キャビテーションの発生状態についての予測は一応達成されているといえよう。ただし、シミュレーションと実験との間には、若干の位相ずれが見受けられる。すなわち、キャビテーションの発生域が同程度となるプロペラ翼の回転角は、実験の方

(c) BACK SIDE at  $\theta_0 = 30^\circ$



▲ 第9・30図(c) キャビテーション・シミュレーションと模型試験との対比 (背面側,  $\theta = 30^\circ$ )

(d) BACK SIDE at  $\theta_0 = 60^\circ$



▲ 第9・30図(d) キャビテーション・シミュレーションと模型試験との対比 (背面側,  $\theta = 60^\circ$ )

が少し進んだところにある。この理由は、シミュレーションが準定常理論に基づいているためであると推察される。

不均一な船尾伴流中で作動するプロペラでは、各翼断面の迎角が常に変動している。伴流の軸方向成分が大きい流域では迎角は大きくなり、背面側の負圧の絶対値は増加する。その値がローカル・キャビテーション数を超えると、いわゆる背面キャビテーション(Back Cavitation)が現れる。逆に、伴流の軸方向成分が小さい流域では迎角が負になる場合があり、このような場合には、正面側に負圧が発生する。その絶対値がローカル・キャビテーション数を超えると、いわゆる正面キャビテーション(Face Cavitation)が現れる。第7章に掲示してある一連の伴流分布図を見ても分かるように、1軸船型の場合、背面キャビテーションはプロペラ翼が真上あるいは真下付近にある時に現れ、正面キャビテーションはプロペラ翼が真横付近にある時に現れる。

1軸船型のプロペラ翼が真下付近にある場合には、没水深度が比較的大きいため、ローカル・キャビテーション数が大きく、キャビテーションは発生し難い。したがって、プロペラ翼が1回転する間に、背面キャビテーションは真上付近での1度の発生で済む場合が多い。しかし、正面キャビテーションが発生する場合には、プロペラ翼の1回転中に必ず2度の発生をみることになる。

また、正面側に負圧が生じた場合には、その領域の後方では速く正圧に回復するから、負圧によって発生したキャビティ(Cavity)の崩壊が背面キャビテーションの

場合に比べて一般に激しく、プロペラ翼のエロージョンにつながり易い。

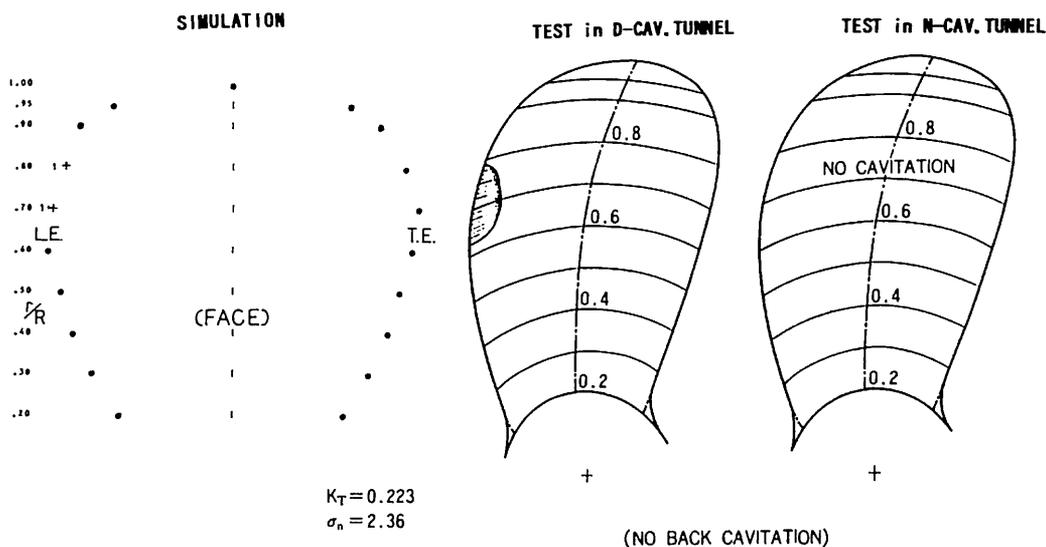
さらに、第8・4・8項での説明のように、プロペラ翼の正面側はスラストの曲げによる引っ張り応力が働く面であり、伴流中でのスラスト変動に伴って、この引っ張り応力も常に変動している。したがって、もしも正面側にキャビテーション・エロージョンによる切り欠きがあると、疲労破壊すなわちプロペラ翼の切損につながる危険性がある。

プロペラ翼を正面キャビテーションから守ることは、逆に、背面キャビテーションに対して厳しくなることになる。不均一な伴流中で作動するプロペラに対して、非定常なキャビテーションの発生を皆無とすることはまず不可能であるから、正面キャビテーションを回避するとしても、背面キャビテーションの発生は避けられない。ただ、翼面上のエロージョンに至らないように発生域を最小限に留め、さらに、エロージョンに直結する悪質なキャビテーションを防止するという消極策によって対処していかざるを得ないのが実状である。

それでも、時として翼面上にエロージョンが発生する場合があるが、その発生場所が背面側であれば圧縮応力側であるから、疲労破壊に至る危険もあまりない。また、入渠時に溶接盛りの補修を施してプロペラを再生することができる。

ところで、キャビテーション・シミュレーションと実際に起こるキャビテーション現象との関係を掴むことは難しい。特に、計算が揚力等価法であり、キャビティの

(e) FACE SIDE at  $\theta_0 = 240^\circ$



▲ 第9・31図(e) キャビテーション・シミュレーションと模型試験との対比(正面側,  $\theta = 240^\circ$ )

発生および崩壊のメカニズムまで立ち入っていないから、有害なキャビテーションであるか否かの判定に至っては全く無力である。

通常、プロペラの翼面上に発生するキャビテーションを大別すると、

- (1) Sheet キャビテーション
- (2) Cloud キャビテーション
- (3) Bubble キャビテーション

の3種である。このうち、Sheet キャビテーションは翼断面の前縁から薄膜状に発生し、発生後も翼面上に密着している。このため、エロージョンに直結することは少ないといわれている。

他の2種類のキャビテーションは、雲状あるいは気泡状態となって翼面上を不安定に動き、その発生範囲が大きくなって、エロージョンにつながる悪質なキャビテーションといわれている。したがって、背面キャビテーションの発生は避けられないとしても、それがSheet キャビテーションで留まっている状態にしておかなければならない。

キャビテーション・シミュレーションと実際の現象との関連付けは、現状では、やはりキャビテーション試験を積み重ねることに頼らなければならないであろう。

これまでの対比結果を要約してみると、Sheet および Cloud キャビテーションは、第9・28図(a), (c), (d)の領域  $A_1$  の前端が翼断面前縁を起点としている場合に相当しており、Bubble キャビテーションは第9・28図(b)の領域  $A_1$  および同図(c), (d)の領域  $A_2$  に対応しているようである。

したがって、シミュレーションの結果、第9・28図(b), (c), (d)に示されるようなキャビテーションの発生あるいは圧力分布の形が算出された場合には、そのプロペラの翼断面形状などを直ちに修正する必要がある。しかし、それが同図(a)のような状況にある場合には、発生するキャビテーションがSheet キャビテーションであるのか、Cloud キャビテーションであるのかの判定が難しい。ただ、これまでの実験観測例からみて、ほぼ共通していえることは、Sheet キャビテーションの膜が比較的厚くなってくる時に、その後端付近にCloud キャビテーションが発生していることである。

したがって、第9・28図(a)に示す領域  $A_1$  の負圧面積および負圧の最大絶対値、キャビテーション発生域の長さ、キャビテーションが発生している間のプロペラ翼の回転範囲などが目安となる。すなわち、これらの点について、既にキャビテーション試験を実施しているプロペラについてのシミュレーション結果と対比することによ

って、いずれの種類のキャビテーションであるかを予測することになる。

船用プロペラのキャビテーションは不均一な船尾伴流中における非定常現象であるから、上記の諸因子のほか、翼断面の Reduced Frequency, 圧力分布形の時間的变化、キャビティの成長速さなども要因となっている。

一方、加藤教授によって始められな基礎的研究<sup>81) 82)</sup>を核として、近年、我が国におけるこの方面の研究は目覚ましい。今後、数々の研究成果を設計実務面に応用していくことが期待されることである。

(つづく)

————— [ 参 考 文 献 ] —————

- 80) 谷林英毅：船用プロペラのキャビテーション（その1）、日本造船学会 第2回船用プロペラに関するシンポジウム（昭和46年11月）
- 81) 加藤洋治：キャビテーション、楨書店（昭和54年4月）
- 82) H.Kato：A Consideration on Scaling Laws of Cavitation Erosion, International Shipbuilding Progress Vol. 22 No 253 (Sept. 1975)

————— ● お 知 ら せ ● —————

貨客船百花繚乱、本月は誌面都合により休載いたします。次号に迄ご期待下さい。 (編集部)

————— [ お 詫 び 訂 正 ] —————

- 9月号 写真7頁 新鑿真 建造番号訂正 (誤) 第327番船 → (正) 第372番船
- 9月号 73頁 海洋開発草分け話 写真下段説明 (誤) 上下部本体の場合 → (正) 上下部本体の接合
- 9月号 77頁 日本船舶史(抄) 図説明(上右) (誤) 三菱・若林造船所 → (正) 三菱・若松造船所

# 船舶用アルミニウム合金の溶接

— Welding of Aluminum Alloys in Shipbuilding —

(6)

養田 和之\*

Kazuyuki Minoda

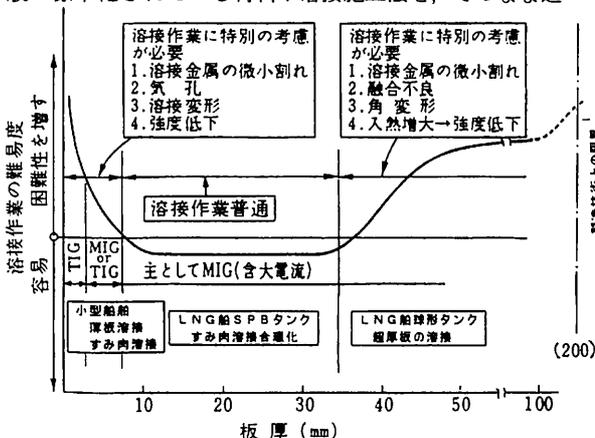
## 4. 船舶用アルミニウム合金における溶接欠陥の発生とその防止

アルミニウム合金のイナートガスアーク溶接で発生する欠陥は、溶接割れ（溶接金属割れ、HAZ割れ、またはそれらの微小割れ）、ブローホール（ポロシティ）、融合不良がその代表的なものである。

船舶用アルミニウム合金は主として5000系の5083合金と6000系の6N01-T5合金が使用されるので、ここでは溶接欠陥発生の基本メカニズムを除いて、主要実験解析データは5083合金（溶加材5183）と6N01合金（溶加材5356）について述べるものとする。

まず最初に5083合金を溶加材5183で溶接する場合を例にとって、母材の板厚に対する溶接作業の難易度（溶接欠陥の発生しやすさ）を定性的に示したものがFig.38である<sup>33)</sup>。本図にさらにアルミニウム合金を適用するLNG船のタンク、小型船舶の船体構造を、アルミニウム合金の相当板厚で割り振って示した。

5083-O材の場合、板厚35mm程度以上の厚板では、一般に標準化されている材料や溶接施工法を、そのまま適



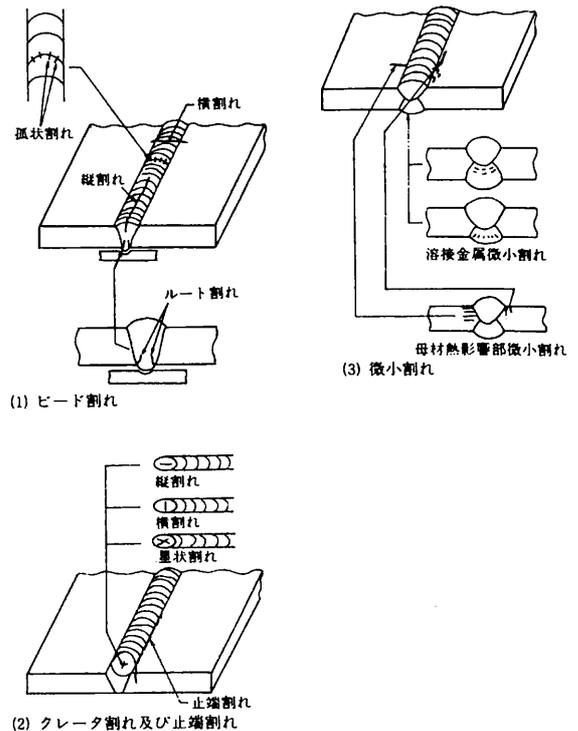
▲ Fig.38 溶接構造物におけるA5083-O材の板厚と溶接作業の難易度の関係

用したのでは、溶接金属の微小割れ、融合不良、大電流による溶接入熱の増加による強度低下やHAZ微小割れなどが問題となる。母材および溶加材の組成、特に結晶粒の微細化や溶接施工に特別の配慮が必要不可欠である。

球形タンクの赤道材などに適用される超厚板の製造技術は日本は世界のTop Levelにあるといわれているが、溶接性など品質を確保するための最大板厚200mm程度が製造技術上の限界とされており、NK船級規則にも反映されている。

板厚10~30mm程度の中板厚はアルミニウム合金(5083)の場合最も溶接作業が容易で溶接条件の許容範囲も広く溶接組立が容易となる。

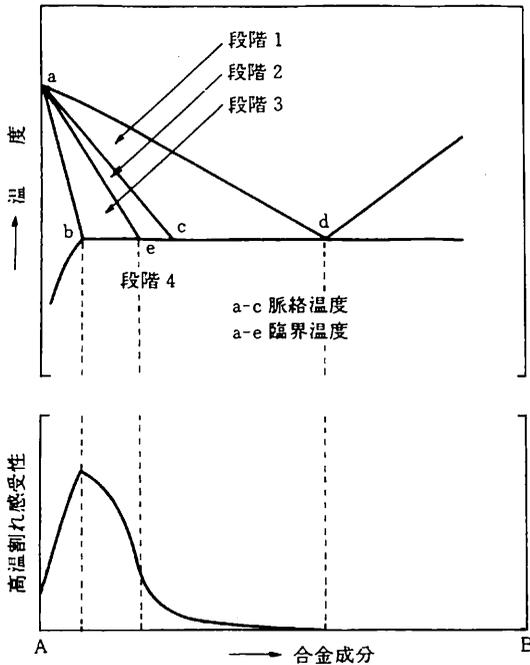
板厚6mm程度以下それが薄くなればなる程、ブローホ



▲ Fig.39 アルミニウム合金溶接部に発生する割れの名称<sup>34)</sup>

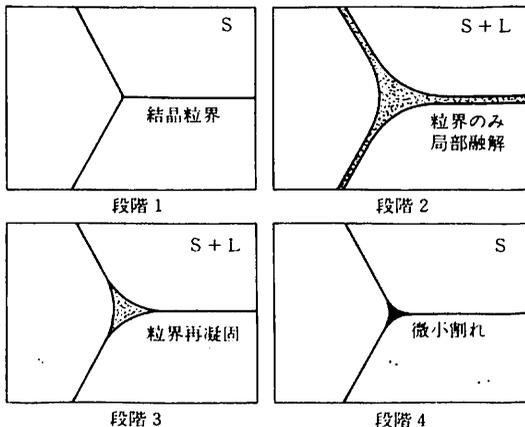
\* 昭和アルミニウム株式会社 顧問 工学博士

ールなど溶接欠陥の防止、ひずみの防止など特別の配慮が要求され、また溶接条件も許容範囲がせまくなる。薄板の大形構造物をコマーシャルベースで建造する場合、薄板溶接組立に適合した部材の選定が有効であり、これらについては項を追って別途解説することとする。



- 段階1—デンドライトが自由に分散、割れは生じない。
- 段階2—結晶粒が連結（割れを生じようとしても融液による癒着が起こる。）
- 段階3—臨界凝固範囲（癒着不能）
- 段階4—凝固（割れは発生しない）

▲ Fig.40 二元系合金の高温割れ感受性と凝固過程の関係<sup>35)</sup>



▲ Fig.41 アルミニウム合金の溶接部における融解割れの形成過程<sup>36)</sup> (S: 固体, L: 液体)

#### 4-1 溶接割れ

アルミニウム合金に発生する溶接割れを模式的に図示すると Fig.39<sup>34)</sup> のようになる。

アルミニウム溶接部割れは高温割れであり主として結晶粒界における合金元素の偏析、あるいは低融点物質の存在に起因するものである。割れは溶接金属が凝固する際、状態図でいう凝固温度範囲の低温側で凝固時の収縮応力または外力が作用したとき発生するものと、HAZの高温に加熱された粒界が局部的に溶融し膨張力により開口するものや局部融解した粒界が凝固するときの収縮力によって開口するものなどである。前者は凝固割れ、後者は融解割れと呼ばれている。アルミニウム合金の多層盛溶接で先に置かれたビード中に見られる微小割れ (microfissur) も一種の融解割れである。

##### (1) 割れ発生過程とその機構

アルミニウム合金の凝固割れは合金の凝固過程において、固相線に近い高温部におけるぜい性温度範囲の存在による shrinkage-brittleness theory と凝固の最終段階で低変形能域におけるひずみ集中による strain theory によって説明される場合が多い。すなわち Fig.40 に示すように割れは段階3の臨界凝固範囲で、一定値以上のひずみが加わった場合発生するとしている<sup>35)</sup>。

なお、融解割れは加熱によって局部的に融解した粒界が再凝固する際収縮や外部拘束力によって変形し最終段階で収縮孔として残留したものである。

これらの融解割れ（液化割れ）は多層溶接金属の下層ビードあるいはボンドに隣接したHAZの微小割れも粒界偏析層の溶融により発生するもので、その生成過程を模式的に示したものが Fig.41<sup>36)</sup> である。

##### (2) 溶接割れの防止

アルミニウム合金の場合、合金元素とその量によって割れの発生傾向は大きく異なるが、その割れは結晶粒界で発生する高温割れであるから基本的には材料の結晶粒の微細化が重要である。実用面では微量のTi, Zr, (Ti+B)などを母材および溶加材に添加して、結晶粒の微細化、結晶粒粗大化防止を行って、割れ防止に効果をあげている。Fig.42に(Ti+B)を添加した5083/5183溶接部の例を示した<sup>37)</sup>。

5000系合金である5083は一般に溶接割れは発生し難い合金であるが、実用面で母材HAZの微小割れとして知られているのは次の1~2の例にすぎない。

その1は比較的厚板（50mm程度）の大電流ミグ溶接で入熱が過大な場合（800 A.以上）に板厚中央部のHAZに微小割れが発生する場合がある<sup>38)</sup> (Fig.43)。

その2は比較的薄板（2mm程度以下）のティグ溶接で

溶け込みが大きい場合、ビードの裏側でH A Z割れを発生する  
 場合が多い (Fig.44)。

また、比較的厚板の片面溶接  
 で共金の裏当を用いる場合、初  
 相ビードの入熱が過大であると  
 裏当のH A Z割れを生ずる場合  
 がある (Fig.45)。

5083合金のこれら薄板や裏当  
 材はL N Gタンク用として開発  
 された (Ti+B)添加 (処理) に  
 よる結晶粒微細化の母材を用い  
 るのが割れ防止に有効である。

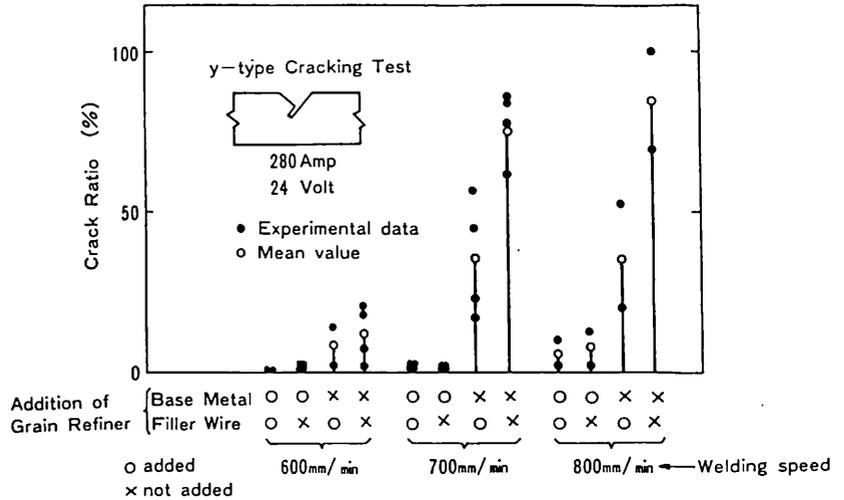
6000系合金は約1% Mg<sub>2</sub>Si  
 に割れのピークがあり、実用合  
 金はほぼ割れ感受性が最高になる組成域にある  
 のが多いので、たとえ結晶粒微細化元素を添  
 加しても共金系の溶加材での溶接は困難である。  
 したがって一般的にはAl-Mg系 (5356) ある  
 いはAl-Si系 (4043または4047) などが溶加材  
 として用いられる。

また、本系合金は溶接時の入熱が過大である  
 場合には、過熱によってH A Zで粒界割れが  
 発生し、母材の結晶粒が大きいほどその傾向は助  
 長される。

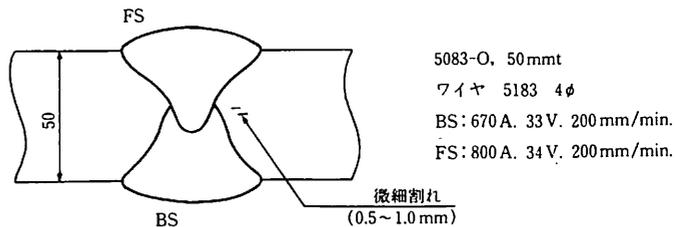
最近、押出性、溶接性が良好で強度的にも優  
 れた押出形材として6N01が開発され溶接構造  
 物に多用されている。一部船体構造にも利用さ  
 れているが、6N01-T5材の溶接工事では表  
 層部H A Zに微小割れが発生することがある。  
 この割れは主としてティグ溶接において溶接部  
 表面のクリーニング領域で押出材表層部の粗大  
 再結晶粒の層にのみ発生する。したがって割れ  
 の長さも粗大結晶粒の大きさに依存するがほと  
 んどが1mm以下の微小なものが多い。

この種の微小割れを防止するためには第1に  
 合金の結晶粒が微細とくに表層部の粗大結晶  
 粒をできるだけ少なくするように制御して造ら  
 れた材料であることが重要である。溶接施工面  
 では、この種の割れがクリーニング領域である  
 ことに注目し、シールドガスを100% ArにかえてAr  
 +Heの混合ガスを使用することによって防止できる場  
 合が多い。

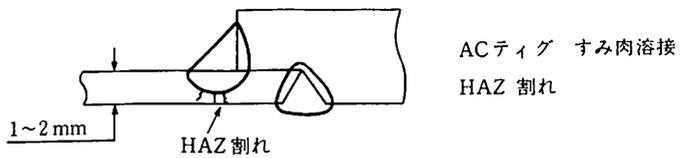
アルミニウム合金押出材の表面再結晶の問題につい  
 ては、すでに第2章 (4月号) で述べた。表面微小割れを



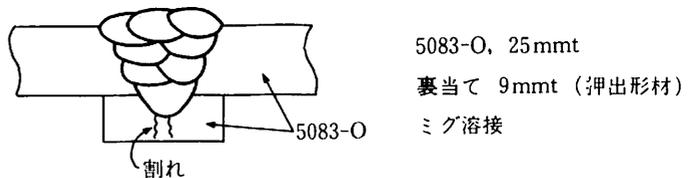
▲ Fig. 42 結晶粒微細化元素の添加と溶接割れの関係<sup>37)</sup>



▲ Fig. 43 5083-O 厚板大電流ミグ溶接H A Z微細割れの例



▲ Fig. 44 5083-O 薄板 (1~2mm) のティグ溶接 HAZ部の割れ



▲ Fig. 45 5083-O 厚板、初層過大入熱による永久裏当材の HAZ 割れ

発生しない程度に表面再結晶組織を小さく制御するた  
 めには押出材断面各部の焼入性、機械的性質、溶接性、耐  
 食性などをバランスよく確保しながら、化学組成、鑄造  
 均熱処理、押出条件 (温度、冷却速度など) を特別に配  
 慮することが必要であり、とくに押出の生産性が著しく

低くなることは無視できない。たとえば、押出型材の JIS 規格では寸法許容差(精度)について普通級(S)とそれよりも精度を高めた特殊級(SS)とがあるように、表面再結晶を特別に制御した押出材を JIS 規格上区別することが、合理的な解決策ではなからうかと筆者は考えている。

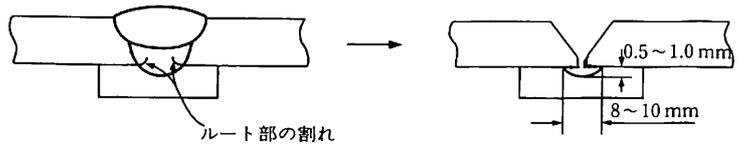
溶接金属の割れは突合せまたは T 継手で部材間のギャップが大きい場合、初層ビードの溶着量が著しく小さいときにビードの縦割れを生ずることがある。永久裏当て付や組合わせ式の片面完全溶込み溶接で生ずるルート割れは Fig. 46 に示すように裏当てまたはそれに相当する板面にあらかじめ 0.1 ~ 1 mm 程度の溝をつけることによって防止できる場合が多いので設計段階で考慮すべき事項である。

ビードのクレータは最終凝固部を中心にして割れが生じていると考えた方がよく、ビード継ぎではクレータ部をはつきり取ってから次のビードを重ねるように習慣づけるようにしている。

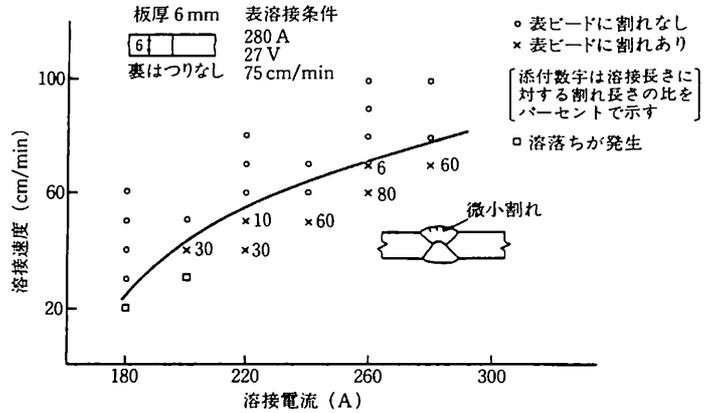
多層溶接あるいは補修溶接を行った際、先に置かれたビード中に見られる微小割れも一種の融解割れである。この種層間割れは厚板と薄板とではその傾向が異なり、6 mm 程度以下の比較的薄板の両面溶接で裏溶接の条件と微小割れ発生傾向の関係を Fig. 47 に示すが<sup>39)</sup>、本図の例に示されているように裏溶接の入熱が大となる領域で微小割れを発生する。

なお、この種の微小割れは裏はつきり後裏溶接を行う場合、反対側ビードに発生する傾向はさらに顕著になる。したがって、比較的薄板の溶接でも基本的には母材および溶加材の結晶粒微細化が微小割れ防止に極めて有効であり、また施工面では裏はつりの大きさおよび溶接入熱に十分留意する必要がある。

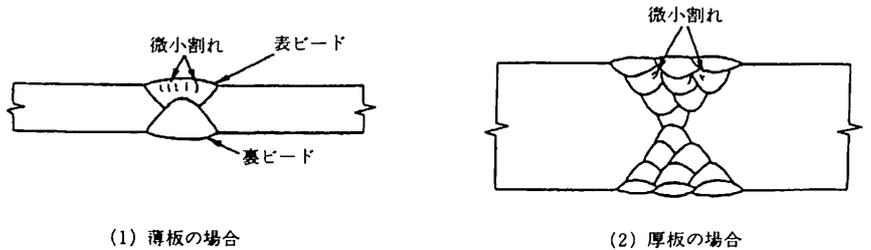
厚板の多層溶接では Fig. 48 のように比較的上層部で微小割れが発生することが多い<sup>39)</sup>。とくに板厚 35 mm 程度を超える厚板でその傾向が顕著となるので、その防止には、母材および溶加材の結晶粒微細化と施工面ではビードのウイーピング幅(約 10 mm 以下)、層間温度のコントロールが必要である。また厚板のミグ溶接ではシールドガスとして Ar+He の混合ガスの使用は融合不良のみならずこの種微小割れ発生防止に効果大きい。



▲ Fig. 46 永久裏当て付ミグ突合せ溶接ルート部の割れとその防止法



▲ Fig. 47 裏溶接条件と高温微小割れの発生傾向(5083/5183)<sup>39)</sup>



▲ Fig. 48 アルミニウム合金薄板および厚板の多層盛溶接部の微小割れの例<sup>39)</sup>

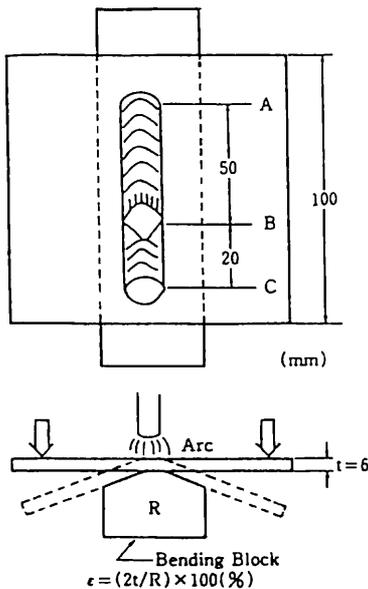
Al-Mg-Si 系合金の 6N01 の溶接では船舶のような構造物の場合溶接部の強度を第 1 義的に重要視するので溶加材は Al-Mg 系合金の 5356 が一般に用いられている。ただし補修溶接や板厚差が大きい継手、とくに拘束の大きい継手では溶接割れ防止を考慮して Al-Si 系の 4043 を (Al-5% Si) 溶加材として用いる場合もある。溶接割れの防止を最重要視する場合は同じ Al-Si 系の 4047 (Al-12% Si) を溶加材として用いるとその効果が大きい。5083 と 6N01 との異材継手あるいは 5083 の溶接には Al-Si 系の溶加材は使用しない。それは Mg 含有量の大きい母材側で過剰の金属間化合物 (Mg<sub>2</sub>Si) を生成しもしろい組織となるためである。

6N01-T5 合金について溶接割れ性に関する実験結果の 2・3 の例を次に紹介する。

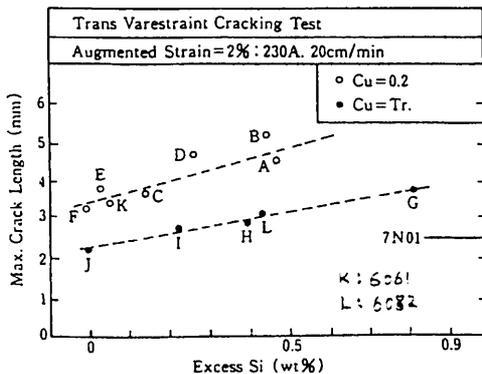
(3) Al-Mg-Si系6N01合金の溶接割れ性

軽金属車両委員会では6N01-T5合金の溶接割れ試験が行われている<sup>40)</sup>。母材合金元素の溶接割れ性に及ぼす影響を調べるために合金主成分のMgおよびSi量を種々変化させ、Cuについては添加量を0と約0.2%の2段階としている。また比較材として6061, 6082および7N01合金を実験に供しているが合金の調質はすべてT5処理としていることに注意する必要がある(溶接構造用の場合、実用合金では6061や7N01の調質はT6が普通である)。試験方法はFig.49に示す、トランスバレストレイン割れ試験法を用いている。

Fig.50に最大割れ長さとお過剰Si量との関係が示されており、この図から過剰Si量が少ないほど溶接割れ

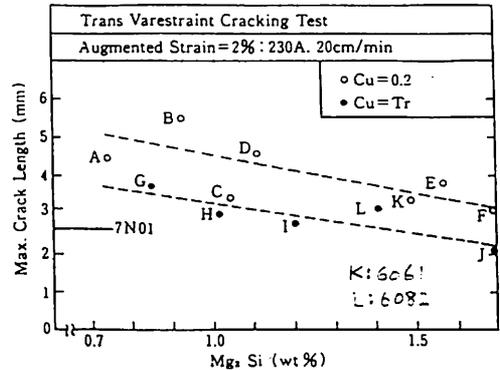


▲ Fig.49 トランスバレストレイン割れ試験方法概略図<sup>40)</sup>

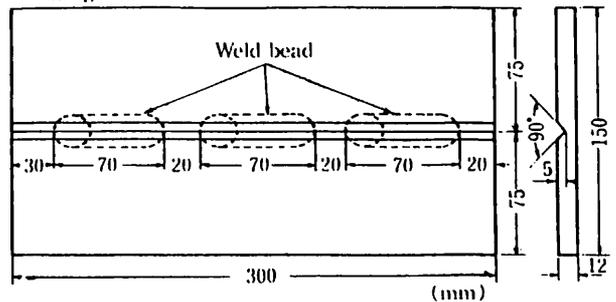
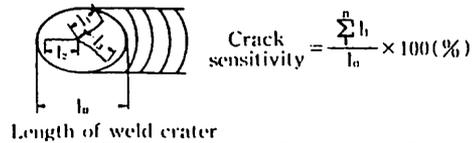


▲ Fig.50 過剰Si量が溶接割れに及ぼす影響<sup>40)</sup>

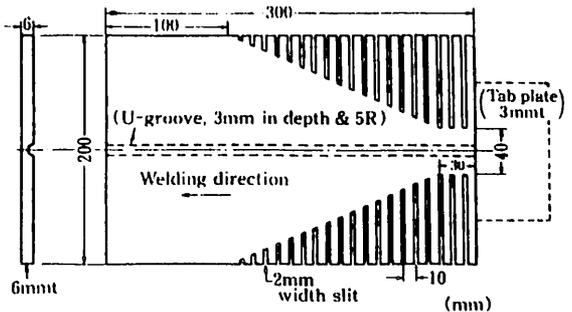
性は良好で、MgとSiの添加量がMg<sub>2</sub>Siとしてバランスするような合金が溶接性が安定しているとしている。Fig.51はMg<sub>2</sub>Si量と最大割れ長さとの関係を示したもので、この図からMg<sub>2</sub>Si量の増加に伴い最大割れ長さは減少することが判る。なおFig.50, Fig.51には、Cu添加の有無が○印および●印で示されているが、何れの場合もCuの添加によって溶接割れ性は劣化の傾向を示している。



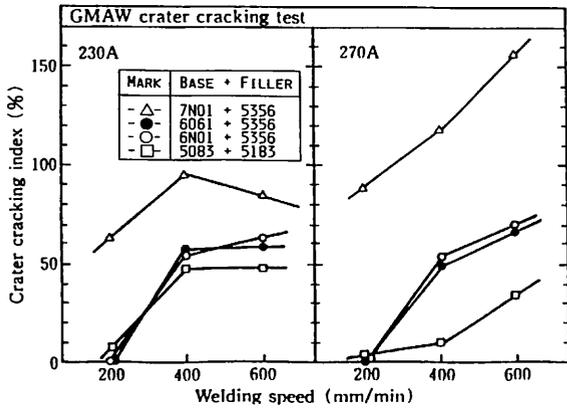
▲ Fig.51 Mg<sub>2</sub>Si量が溶接割れに及ぼす影響<sup>40)</sup>



▲ Fig.52 クレータ割れ試験方法概略図<sup>40)</sup>



▲ Fig.53 Holdcroft型割れ試験片<sup>40)</sup>



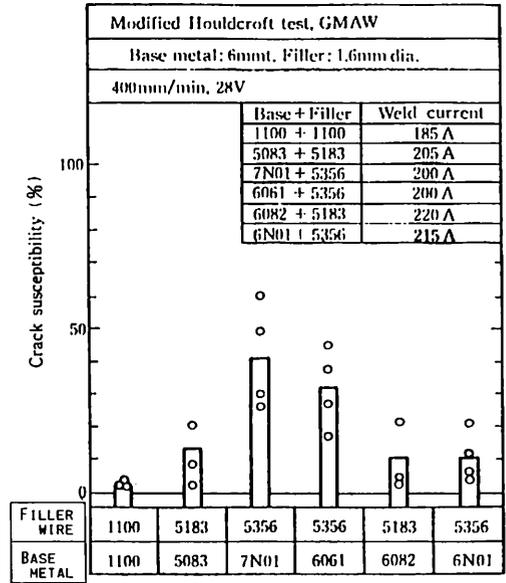
▲ Fig. 54 各種実用合金のクレータ割れ性<sup>40)</sup>

また実用合金を供試材として Fig. 52 に示すフイスコ割れ試験片によるクレータ割れ試験および Fig. 53 に示す Holdcroft 型割れ試験片を用いたビード割れ試験を行っている。クレータ割れ試験の結果は Fig. 54 に示されているが、比較的溶接電流の低いところでは 6N01 / 5356 のクレータ割れは 5083 / 5183 と殆ど差はないが比較的溶接電流の高い範囲ではクレータ割れ感受性はやや高くなることを示している。ビード割れ性試験結果は Fig. 55 に示されており、この試験では 6N01 / 5356 の溶接凝固割れ性は 5083 / 5183 とほぼ同等とみなされる。この実験に用いられた 6N01 合金は Mg : 0.52, Si : 0.78, Cu : 0.02 (夫々 wt%) であった。

(つづく)

〔参考文献〕

- 33) 簗田：LNG 運搬船におけるアルミニウム合金厚板の溶接に関する諸問題，日本造船学会誌，第 530 号，1973 / 8
- 34) 杉山：アルミニウムおよびその合金の溶接割れについて，溶接技術軽金属 Vol.20, 1972 / 9
- 35) B.Hemsworth at al. : British Welding Journal, Vol. 1, 1969
- 36) 福井：アルミニウム合金の溶接凝固組織とその諸性能，軽金属，Vol. 24, 1974 / 4
- 37) 簗田，入澤，永岡：Al-Mg 合金 5083-0 厚板の溶接性-第 2 報，日本溶接学会誌，1977 / 10
- 38) 松本，永岡，入澤：石川島播磨技報，1985 / 1
- 39) 水野，簗田，阪口：溶接全書第 13 巻 (1979)，アルミニウムとその合金の溶接，産報出版
- 40) 軽金属車両委員会報告書 No. 4, (1984)，日本鉄道車両工業会，軽金属協会



▲ Fig. 55 各種実用合金の溶接ビード割れ性<sup>40)</sup>

〔営業事務所移転お知らせ〕

かもめプロペラ株式会社 東京事務所

〒105 東京都港区西新橋 1 丁目 20 番 4 号 (重信ビル 1 F)

Tel. 03-3503-2351 (代) Fax. 03-3503-2385

● 新刊紹介

ダンピールの海

— 戦時船員たちの記録 —

土井全二郎 著

B 6 判・253 頁・定価 1,800 円

「ダンピール海峡」はニューギニア島の北端にある。題名から判るように太平洋戦争で九死一生を得た多くの乗組員の人たちの取材記事集である。浅間・竜田を始め 100 隻に及ぶ船が沈没年月日と共に巻末リストで参照しており、70 人近い人が写真と共に当時の状況を物語っている。日本海運が日本経済発展の大動脈的役割を果たしていながら一般の理解が得られていない。これらの物語を通じて、現代にも通ずる「海の男たち」の苦勞を知り、海を通して世界を見ることの大切さを訴えている。

発行所 丸善株式会社 Tel. 03-3272-7211

〒103 東京都中央区日本橋 2-3-10

## 3 islander の花道

— 和川丸物語 —

高 城 清

## 1. はじめに

1945年戦いやぶれて日本に残った商船隊は見るもあわれな状態であった。1948年D型貨物船の建造がはじまり、1949年にはC型、つづいてB型貨物船が造られて日本海運もやっと息をふきかえしたが、まだ本格的な外国航路には今一步であった。

1950年A型貨物船が造られてはじめて外国航路にふみだすことになったが、まだ不定期のtramper以上には出なかった。

以上の新造船の大部分は3 islanderで、このような運航状態には適していたかもしれない。

## 2. 3 islander への推移

Vikingの昔から大洋を航海する船の形を考えてみると、船首尾に波をかぶることに対してsheerをつけてfreeboardをkeepしようとした。

帆船の時代になってそれでも不十分とあってforecastleをつけpoopをつけるようになったのも自然の勢いであつたらう。midshipにengineをおくようになって、この開口の保護のためにbridgeを設けたのも自然の成行で、結果としてtypicalな3 islanderが生まれた。

この線にそってD型からA型まで3 islanderとして進んできた。しかしA型以上になると弱点も出てきて3 islanderではまにあわなくなってきた。

船が大きくなるとbending momentの大きい0.4 L<sup>2</sup>ではbridgeの両端にcrackが入りやすく、おもりが大変になるからである。L = 120 m ~ 130 m位が3 islanderの限界ではないかと思う。

川崎汽船が第2次世界大戦後はじめて造った外航貨物船和川丸はL = 128 mの3 islanderであるが、やはり時代にあつてbridge endのcrackになやまされた。

## 3. 和川丸の誕生

本船の建造については船の科学1993年9月号にあらましのべたが、ここではさらにくわしく記すことにする。

1949年に戦後の海運復興の手始めとして外航貨物船建造の話がもち上った。船型はA型でG.T.6,000 Tを大き

くこえないことという条件の下に造られたのが、川崎汽船の和川丸である。

speedもあまり高くないのでCb≐0.75の3 islanderとして設計を進めたが、G.T.の制約のためにbridgeの後端を2級閉鎖にしてbridge cargo spaceのtonnageをexemptするばかりでなく、poopの前端も2級閉鎖にしてpoop cargo spaceのtonnageをexemptすることも考えねばならなかった。poopをこのようにしてもfreeboard計算では100%有効な船楼とみなされた。しかし北太平洋の荒天に2級閉鎖がこわされたこともあり感心したものではなかった。しかもこのような苦心を払ってもG.T.は6,300 Tを少しこえるようなことになってしまった。

T 3・1は本船の主要項目と、full and downの状態の性能数値をまとめたものである。

P 3・1は本船のsea trialの時の写真で、F 3・1は本船のsectional profileを示している。6 cargo spacesをそなえたtypicalなA型貨物船であるが、U. S.A.航路にも使えるように、engine room後方のNo 4 cargo holdは4つのdeep tankに分かれている。前側の2つは上方のNo 4 cargo hatchとの関係がきゅうくつで荷役がしにくかったようである。船自体がも一つ大きくないのでしかたがなかったが、後続の3船では4分割をやめて2つの大きなdeep tankに改められた。

当時乗組定員は職員18名、部員36名計54名で、今から考えるとびっくりするような多人数である。これだけをbridge deckから上にaccommodateするには、3層のdeckhouseを必要とした。少々高くなってもstabilityを心配するほどのことはなかったが、G.T.の増大はさけられなかった。

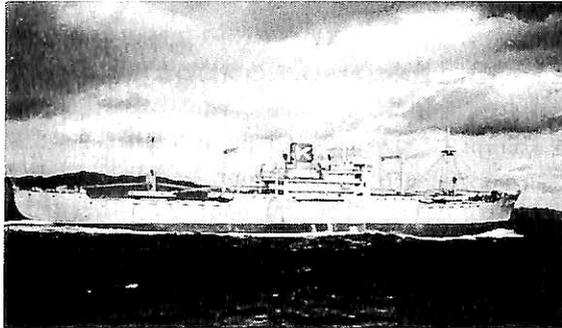
本船建造の頃はrivetをやめてelectric weldingにすることがまだ十分に進んでいなかったこともあって、light weightはそんなに軽くはならず、したがってdeadweightもそんなに大きくはとれなかった。

本船の生命線ともいべきcargo winchは戦後はじめてのelectric winchであったが、就航後どうもごきげんがよくなり、engineerはこのおもりに大変であつ

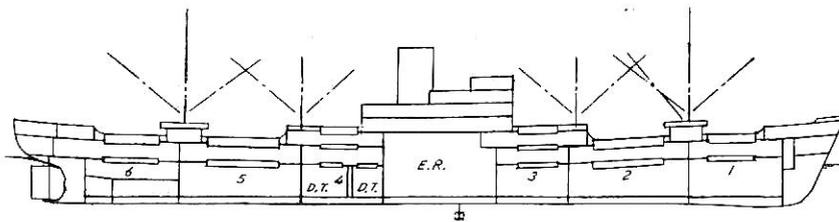
た。このelectric winchと、2.でのべたbridge endのcrackは本船の泣き所であった。

#### 4. 航海実習の思い出

私が川重神戸基本計画課計画掛長の時、艦装設計課米田篤郎君と一しょに、航海実習の目的で本船に乗船したのは1951年12月から1952年1月にかけての40日間であった。南太平洋Makatea島へ燐鉱石を積みに行った往復航海で、又とない勉強をさせてもらった。



P 3・1



F 3・1 M.S. "KAZUKAWA-MARU"

#### T 3・1 Particulars of M.S. "KAZUKAWA-MARU"

|                |          |                              |                       |
|----------------|----------|------------------------------|-----------------------|
| class          | AB, NK   | Grain                        | 14,395 m <sup>3</sup> |
| G.T.           | 6,307 T  | Bale                         | 13,100 m <sup>3</sup> |
| N.T.           | 4,350 T  |                              |                       |
| L              | 128.00 m | 1 x Kawasaki-MAN double      |                       |
| B              | 17.30 m  | acting 2 cycle Diesel engine |                       |
| D              | 9.70 m   | 5,000 BHP x 113 RPM          |                       |
| d              | 7.768 m  | sea speed                    | 14 k                  |
| C <sub>6</sub> | 0.748    | trial speed                  | 17 k                  |
| Δ              | 13,205 t |                              |                       |
| DW             | 8,931 t  |                              |                       |

#### full loaded condition

|                   |         |      |         |
|-------------------|---------|------|---------|
| d <sub>mean</sub> | 7.765 m | trim | 0.405 m |
| lcb               | -0.36 % | GM   | 0.934 m |

Makatea島はE 148°-17'-08", S 15°-49'-20"の位置にある南太平洋の孤島でFrench Tuamotu Archipelagoに属している。Hawaiiのはるか南Tahiti島に近い所にある。燐鉱石の産出で名が知られているが、今はどうか分からない。F 4・1に日本との関係位置と本船の航跡を示した。

1951年12月19日 本船は補償dockを終って川重神戸南浜岸壁を出港した。紀伊水道をすぎ潮岬をまわってからは一路東南のcourseをとりMakatea島に向かった。神戸出港時の本船の状態は次の如くであった。

$$d_{\text{mean}} = (5.40 + 2.07) \times \frac{1}{2} = 3.735 \text{ m}$$

$$\Delta = 5,741 \text{ t} \quad \text{DW} = 1,467 \text{ m}$$

出港後冬の北太平洋の航海をつづけた。waveはslight程度であるが、swellは相当にあり、片舷max. 5°位のrollingをくりかえしつつ南下した。気温は日に日に上り半袖半ズボンとなった。

12月28日 180°線を東に過ぎ翌日も28日を重ねた。この日は不連続線の影響で海上はやや時化気味で、rollingはmax. 10°に達し、船首船底はslammingにより物すごい音を発した。船首船底補強の重要性を再認識した。

12月30日 赤道を南にこえた。bridge deck後部でもちつきが行われたが、熱帯で作ったものは、も一つおいしいとはいえなかった。海は静かで夜は星空がかがやきsouthern crossが美しい。

1952年1月1日 09:00全員bridge deck後部に集まり新年を祝った。この頃から熱帯特有のsquallがときどき来襲した。船がこの中に入るとradarの画面には何もうつらなくなり全くお手上げであった。

1月2日 入港準備に着手し、cargo gearsをとりつけ、全hatchを開放した。

1月3日 洋上で一時停止し、左舷anchorをupper deck上No 1 hatchの横におき、左舷hawse pipeをclearにした。これはMakatea島港湾当局の要望によるものである。anchorの吊上げはP 4・1のように行われた。また、forecastle deck上にhawserもおいて入港準備を完了した。もっともこのhawserは使わなかった。

1月4日朝 Makatea島Temaio港に到着し

た。往航

5,367 sea mile/16 day 0 hour 26 min=13.96k  
engine output = 3,100 BHP × 100 RPM

であった。往航の振動はややひどかった。

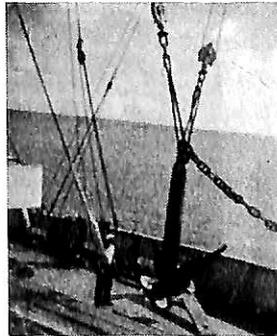
本船は沖の buoy につなぎ、 pier から barge で燐鉱石をはこび、本船の derrick boom と winch で積荷役をした。

本船をつなぐ沖の buoy の所では水深約 400 m もあり、とても anchor はきかない。 buoy は 1 個しかなく、本船をつないでも風向が変れば本船は大きくふれまわりまことに危険である。天候が急変すればにげださねばならないこともある。それでもとにかく buoy につながなければならぬ。 buoy にそなえつけの chain を、1 月 3 日に clear にした左舷の hawse pipe を通して forecastle deck に上げ、 slip で本船の chain につないだ。これは P 4・2 に示す如くである。 anchor を外す厄介な作業をやめて buoy 付 chain を船首の mooring pipe を通して forecastle deck に上げることもできるが、この場合には buoy 付 chain の角度が鋭角になる心配もあり、hawse pipe を通すのが無難である。船首に center

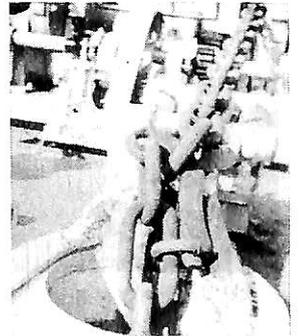
line hawse pipe を備えるのは、こういうむづかしい係船の必要な所では有効である。

先にものべたように、燐鉱石は pier から barge で、本船まで運び、 basket に入れて derrick boom によるけんか巻荷役で hatch の上までもってきて basket を転倒させて hold に落とす。 P 4・3 と P 4・4 はこの荷役の状況の写真である。

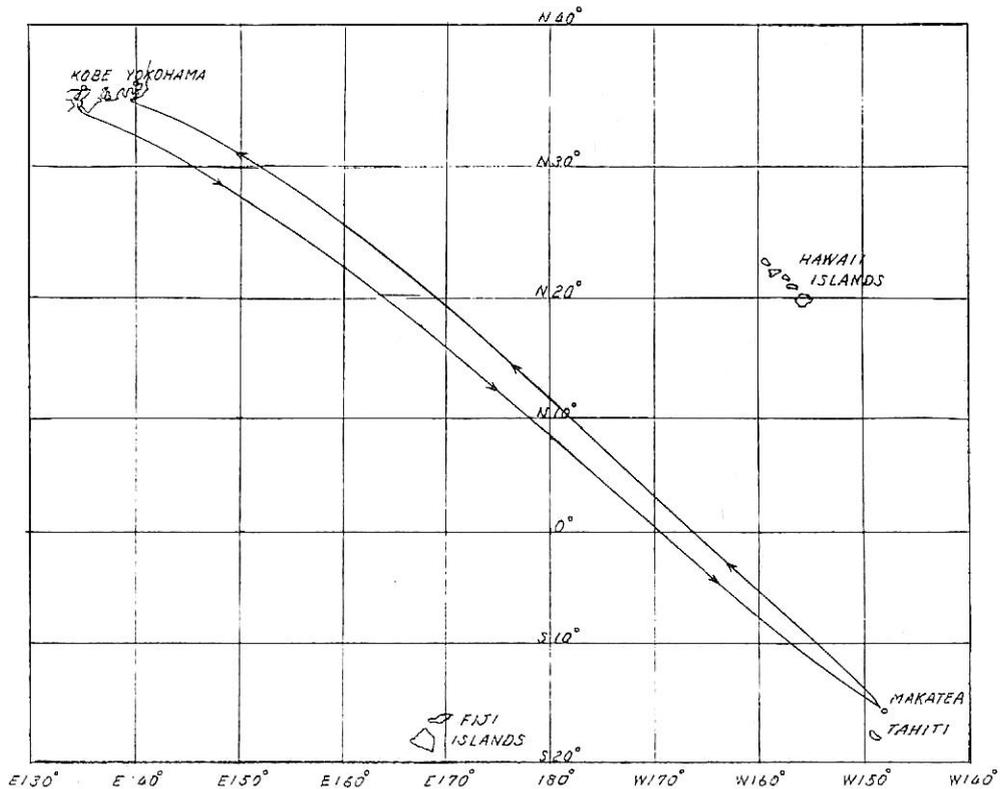
1 月 5 日 燐鉱石荷役。6 日は日曜休日のため、夕刻荷役を中止し船を沖に出した。



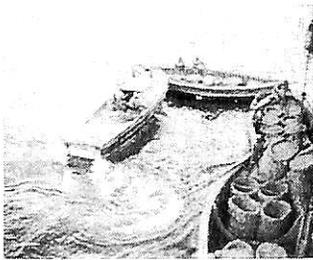
P 4・1



P 4・2



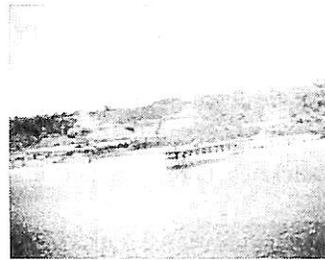
F 4・1 Japan-Makatea Route



P 4 · 3



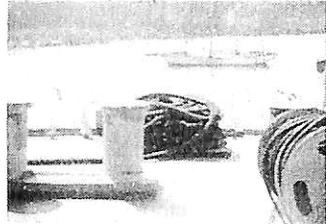
P 4 · 4



P 4 · 5



P 4 · 6



P 4 · 7

1月6日 終日沖で錨釣に興じた。flag lineの先にえさをつけてかかると数人がかりでまき上げたが、bridge deckにくるまでにあばれて海におち、えさをとられることが多く、夕方になってやっと1尾つり上げた。しかし1日のよいrecreationにはなつた。

1月7日 Temao港にもどり終日燐鉍石荷役。Frenchの達者な doctorの案内で米田君と共に島に上陸した。

P 4 · 5 は pierで、ここに上陸した。

P 4 · 6 は海岸から高台に上る cable carからとつた北岸の断崖である。

高台には緑ゆたかな住宅地があつた。ふと立ちよつた店は中国の人が経営する雑貨店で、同じような顔をした東洋人の来訪を喜んでくれた。このような絶海の孤島にまで進出している中国の人の勇氣に感心した。

本船に帰つてふと見ると Tahiti からきた島通いの帆船が近くにたもつていた。補助 engine はもつていようであるが yacht のよくなかわい帆船で P 4 · 7 がこの船である。

1月4日～8日の間、9時間程の winch trouble もあつたが、何とか積荷役を完了し燐鉍石を tropical load water line まで満載した。本船の winch は motor も contactor も全部 exposed deck におかれ、相当しっかりと cover されているが水をかぶると故障を起こしやすい。winch platform の下に部屋をとつて

これらの中に入れ点検しやすくする必要が感じられた。

cargo を積み終つて draught を見るにあつて、Temao 港のような open road では swell の影響に注意がいる。

F 4 · 2 に示したように、swell のために higher draught  $d_h$  と lower draught  $d_l$  の間にかんがひの差があると、かんたんに  $d_h$  と  $d_l$  の平均値をとるわけにはいかない。F 4 · 2 に after draught  $d_a$  を求める時の例を示したように、 $(\pi/4) \times (H_w^2/L_w)$  だけ平均値より小さく  $d_a$  をきめる必要がある。たとえば  $H_w = 1.2$  m,  $L_w = 25$  m とすると  $(\pi/4) \times (1.2^2/25) = 0.045$  m だけ小さくしなければならない。

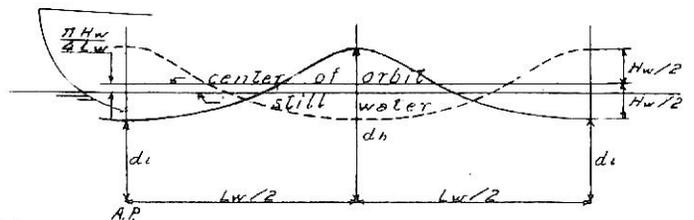
このようにして私の計算では次のようになった。

$$\begin{aligned} d_{\text{mean}} &= 8.01 \text{ m} & \text{trim} &= 0.64 \text{ m} \\ \Delta &= 13,621.5 \text{ t} & \text{GM} &= 1.57 \text{ m} \\ G_0M &= 1.35 \text{ m} \end{aligned}$$

step にかじりついて after draught を見、mooring pipe からのぞきこんで fore draught を見た結果である。

1月8日朝 荷役を終り 10:20 Temao 港を出て帰路についた。出港時の状態は公式計測の結果次の通りで、私の計測と大差なかつた。

$$\begin{aligned} d_{\text{mean}} &= (7.69 + 8.24) \times \frac{1}{2} = 7.965 \text{ m} \\ \text{trim} &= 0.55 \text{ m} & d_{\text{total}} &= 7.98 \text{ m} \end{aligned}$$



$$d_a = \frac{1}{2} (d_l + d_h) - \frac{\pi}{4} \frac{H_w}{L_w}$$

F 4 · 2 Trochoidal Wave

sagging = 0.015 m       $\Delta$  = 13,596 t

DW = 9,322 t      cargo = 8,596 t

cargoの比重が予想よりも重く、stowage factor は  $30\text{ft}^3/\text{LT}$  で bottom heavy となった。GM,  $G_0M$  は前記の私の計算と大差はないと思われる。

Temao 出港後10日程は tropical zone のおだやかな航海であった。海面は slight 程度であったが、右舷船尾からの季節風をうけ、freeboardの小さい after well にはいつも freeing port から海水が上っていた。そして上記のように  $G_0M$  過大で bottom heavy のため、いつも左右に  $10^\circ$  位の heel をくりかえしつつグラングランゆれていた。はかってみると、

rolling period = 9 sec

pitching period = 7 sec

程度であった。

general cargo carrier では rolling period min. 10sec はほしいといわれているのにくらべても stiff であったことがうかがわれる。

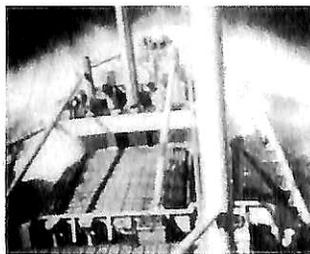
一方、この間の電力関係について次のようなことが分かった。熱帯海域では海水温度も  $30^\circ$  に近く、main engine の lubricating oil と piston cooling water の冷却に用いる main cooling water pump の電力消費は最大となり、general service pump も補助に使わなければならないこともある。臨時の power の増大にそなえて本船では 250 kW の Diesel generator を 150 kW 位で使っていた。そして main engine は 3,000 BHP  $\times$  96 RPM 位におさえて運転されていた。

本船は 2 基の Diesel generator をそなえているが、1 基ずつ 1 spare で数日毎に交代して使っていた。長期の熱帯航海ではこのように十分余裕をもって運転することが大切と思われる。

なお Temao 港で full gang で積荷中は 2 基の generator を parallel running として peak 時の power を cover していたが、おおむね 50% 以下の電力ですんでいた。



P 4 · 8



P 4 · 9

これらの航海中の power の記録、荷役中の power の記録は後日の新造船で generator の台数と power をきめるにあたって大変よい参考となった。

1月13日 赤道通過北半球に入った。

1月16日  $180^\circ$  線を西に通過17日を cut した。

1月19日 この頃から風が次第に船首にまわり、rolling と pitching が増した。そして前後の well は海水につかりどおしとなった。

1月23日 日本に近づくにつれて逆風波はさらに強くなり、pitching は max.  $3^\circ \sim 4^\circ$  になった。しかし海水温度はすっかりさがって  $20^\circ$  近くになり、generator の示す電力も 100 kW 位にさがった。これにともなって main engine の出力も 4,000 BHP  $\times$  100 RPM 位に上り speed も増加した。

船体振動は字がかけないということはないが、あまりよいとはいえなかった。からだの方もだんだんなれて、ねむけをさそうに手頃なものとなった。食欲は相もかわらず盛んで、少々の rolling や pitching は感じなくなってしまった。

横浜入港が近くなり23日から24日にかけて cargo gears の取付が行われたが、天候がよくないので hatch の開放は行われなかった。

1月25日 北太平洋の時化の平均より少し下ではあるが、本船としては就航以来最大の時化に出会った。rolling は max.  $25^\circ$ 、pitching は max.  $5^\circ$  に達した。前後部の well は半没水状態になり、poop, bridge, forecastle は正に detached 3 islands そのものであった。船首からおそいかかった波は時には P 4 · 8 のように forecastle をこえて、しぶきが wheel room の窓にかかることもあった。fore well に注ぎこんだ波は P 4 · 9 のように hatch の両側を勢よく後方に流れた。これらの水の量は一時的には 200 t 位に達したと思われる。これらの影響もあって、ついに bridge の前端的 side shell plating に crack が入った。この damage については船の科学1991年4月号でくわしくのべたのでご参照願いたい。

以上のような状態の中でも engine は 100 RPM でがんばっていたが、pitching がはげしくなると propeller が racing を起こすようになり危険になったので 90 RPM まで下げた。それでも propeller が空中に出た瞬間 120 RPM にはね上り油断はできなかった。

一方、auto-pilot は  $15^\circ$  の limit をこえるので hand steering にきりかえられた。panting も相当きつく、一瞬船は進行がとまるかと思われた。

昼食の時日の前の side scuttleの中で波頭が上ったり、下ったりするのを眺めながら食事をしたのは得がたい経験であった。

1月26日 午後風波もおさまり hatchも開放された。21:00野島崎に達し、24:00横浜港沖に仮泊した。

復航を total すると次のようになる。

$$5,143 \text{ sea mile} / 17 \text{ days } 18 \text{ hour } 30 \text{ min} = 12.06 \text{ k}$$

1月27日 京浜運河を経て川崎東洋埠頭に着岸し、直ちに揚荷役を開始した。川崎着岸公式計測の結果は次の通りである。

$$d_{\text{mean}} = (7.68 + 7.85) \times \frac{1}{2} = 7.765 \text{ m}$$

$$\text{trim} = 0.17 \text{ m} \quad d_{\text{ø}} = 7.78 \text{ m}$$

$$\text{sagging} = 0.15 \text{ m} \quad \Delta = 13,213 \text{ t}$$

$$\text{DW} = 8,939 \text{ t} \quad \text{cargo} = 8,596 \text{ t}$$

Temao を tropical load water line で出たが、川崎にちょうど summer load line で入港したことになる。

復航の BHP, RPM, speed の記録から sea margin を推定し、その結果をまとめて次のようなことが分かった。

rolling による造波抵抗の増加は大したことはないが、pitching による増加はいちじるしい。逆風波をうけると pitching が大きくなり、空気抵抗も無視できないほど増加して speed が相当低下する。順風波の場合はこの逆で、かなりの風波があっても speed はかなり出る。

風力 3, sea slight の時の比較所要馬力は次の程度と想像される。

|                 |       |
|-----------------|-------|
| Ideal condition | 100 % |
| 逆風波             | 200 % |
| 横 "             | 130 % |
| 順 "             | 115 % |

川崎入港後 hold の中に入ってみるとかなり汗をかいていた。また礪石の山は Temao を出る時、前後 40°、左右 40° に傾斜していたが、川崎に入った時は、前後 40°、左右 30° になっていた。これは rolling と振動によって表面がならされた結果と思う。

1月28日 揚荷役見学。

1月29日 bridge 前端的 damage 調査。  
夜行列車で神戸に帰った。

今次航海中乗組の方々からいろいろの問題について体験をうかがい、また discussion をすることができた。以後の design に役立つことができたと思っている。

乗組員の中には故人になられた方もありますが、ご健在の数人の方々とは川崎汽船の OB 会で今もなつかしくお目

にかかっている。

また若い技術者を次々に船に乗せて航海を体験させて次の design に feed back させる、このようなすばらしい system を作られた私の上司でもあり恩師でもある高橋菊夫氏に心から感謝申し上げる次第である。

## 5. 和川丸その後

和川丸新造後数年を経て、川崎汽船では定期航路充実の時代となり、本船は次のような航路の pioneer ship として役目をはたした。

|                 |           |          |     |
|-----------------|-----------|----------|-----|
| 北米-South Africa | 1952-9-26 | Portland | 起こし |
| 極東-中南米西岸        | 1953-9-13 | 神戸       | 起こし |
| 極東-Gulf         | 1956-8-9  | 門司       | 起こし |
| 日本-Alaska       | 1960-4-21 | 神戸       | 起こし |

新航路の開拓といっても口でいうほど楽なものではなく、乗組員のご苦労も大変なものであったろうと思う。上記の日本-Alaska 航路に就航中、復航は tramper として U.S.A., Canada からの木材輸送に従事することが多かった。この目的には本船のような 3 islander が適していたと思われる。

私は 1963 年 5 月 22 日本船が Vancouver からの木材を和歌山港で揚げた時見学を訪れたがなかなか興味深かった。この航海では Vancouver 出港時、upper deck 上約 4 m 位に log を積み上げ、G<sub>0</sub>M ≡ 0 で船がフラーツとしはじめる所で積荷をやめ、load water line 一ぱいになるまで double bottom に water ballast を入れた。しかし本船は timber freeboard をとっていないので、G<sub>0</sub>M が十分という所まで water ballast がとれず、G<sub>0</sub>M ≡ 0.20 m 程度で出港せざるを得なかった。幸い太平洋で大した時化にあうこともなく無事帰ってきたが、潮岬沖で starboard turning の時にもおそろおそろ舵をとって heel しないように気をつかったとの chief



officer のお話であった。

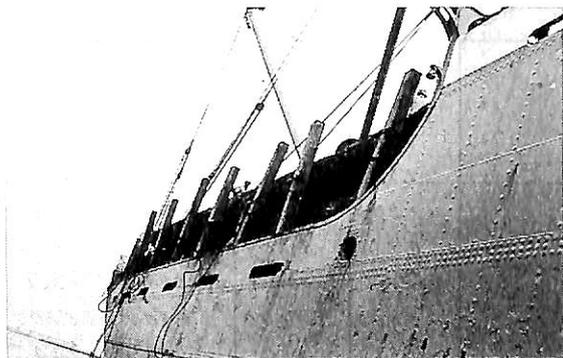
木材荷役の実況を何枚か写真にとった。

P 5 ・ 1 log 荷揚中の本船

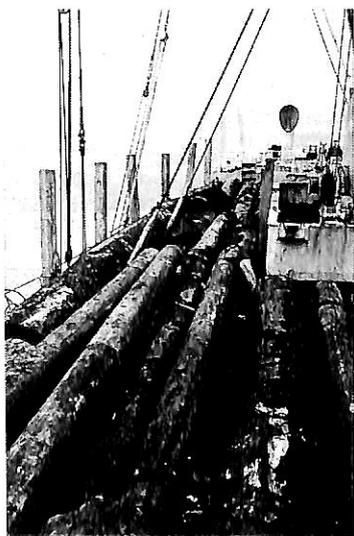
P 5 ・ 2 after well の log

P 5 ・ 3 fore well の log

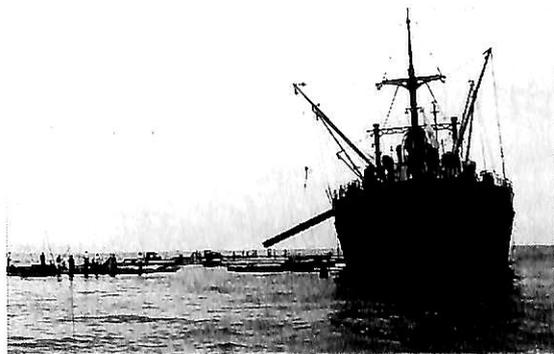
P 5 ・ 4 けんか巻荷役による log 揚荷役



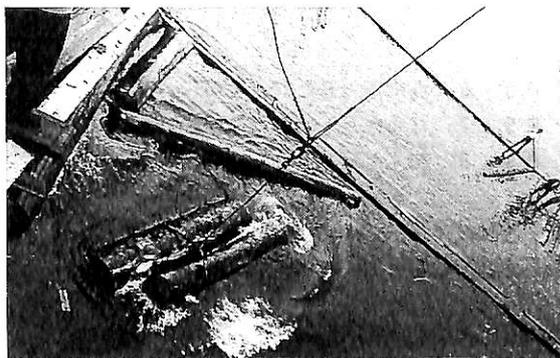
P 5 ・ 2



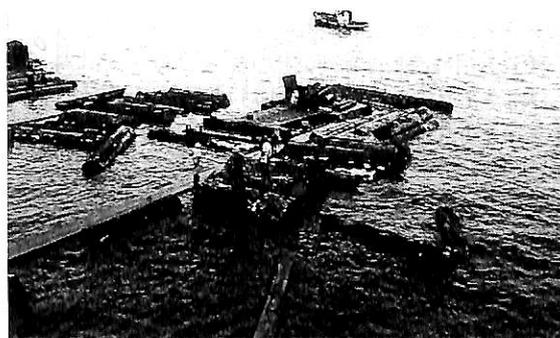
P 5 ・ 3



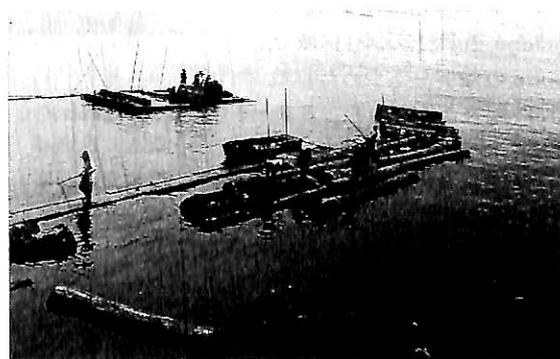
P 5 ・ 4



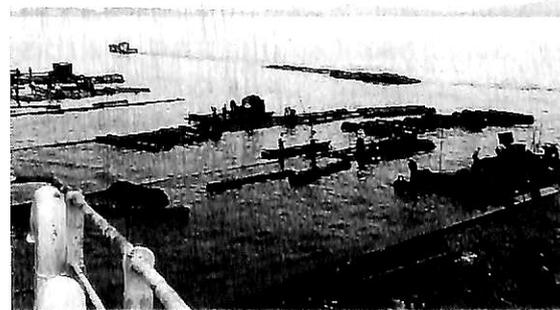
P 5 ・ 5



P 5 ・ 6



P 5 ・ 7



P 5 ・ 8

船の科学

P 5・5 けんか巻荷役により log を海に落とす。

P 5・6 海に落とした log をならべる。

P 5・7 ならべた log を筏に組む。

P 5・8 組んだ筏を tug boat で陸にひいてゆく。

新造後10数年たって、元気で川崎汽船のために働いている本船にあってなつかしい限りであった。

6. sister ships

和川丸の sister ship として1951年日豊丸、1952年第三貞盛丸と日高丸の3隻が造られた。いずれも川崎汽船の系列会社の船で、“K” LINE としては4隻の fleet がそろったわけである。T 6・1 はこれらの船の要目比較表である。

日豊丸からDを0.1 m 上げて9.80 m とし、d もそれにともなって少し大きくとれた。

日豊丸と第三貞盛丸は居住区域の一部を bridge の中に入れたのでG.T. が少し小さくなった。日高丸は和川丸と同じ bridge deck 上の居住区域で、poop の減トンもやめたので、G.T. は大きくなった。F 6・1 は日豊丸の sketch である。

日豊丸と第三貞盛丸は4,500 SHP の turbine をそなえたが、service output は Diesel engine の85% of MCR とちがって90% of MCR であるので sea speed は14k で和川丸とかわらない。

船体構造の electric welding 率は後になるほど上っており light weight も軽くなっている。d の増加と相

T 6・1 Comparison of 4 sister ship

| name            |     | 和川丸    | 日豊丸     | 第三貞盛丸   | 日高丸    |
|-----------------|-----|--------|---------|---------|--------|
| owner           |     | 川崎汽船   | 日豊海運    | 原商船     | 日豊海運   |
| when built      |     | 1950   | 1951    | 1952    | 1952   |
| class           |     | AB, NK | LR, NK  | NK      | LR, NK |
| G.T.            | (T) | 6,307  | 6,210   | 6,297   | 6,603  |
| N.T.            | (*) | 4,350  | 3,614   | 3,664   | 3,695  |
| L               | (m) | 128.00 |         |         |        |
| B               | (*) | 17.30  |         |         |        |
| D               | (*) | 9.70   | 9.80    | 9.80    | 9.80   |
| d               | (*) | 7.768  | 7.855   | 7.855   | 7.855  |
| Δ               | (t) | 13,205 | 13,380  | 13,380  | 13,380 |
| DW              | (*) | 8,931  | 9,857   | 9,840   | 9,485  |
| engine          |     | Diesel | turbine | turbine | Diesel |
| output          |     | 5,000  | 4,500   | 4,500   | 5,200  |
| RPM             |     | 113    | 110     | 110     | 130    |
| sea speed (k)   |     | 14     | 14      | 14      | 14     |
| trial speed (%) |     | 17     | 16.5    | 16.5    | 16.8   |



F 6・1

まって deadweight もそれだけ大きくなった。

7. おわりに

大形3 islander には bridge end という先天的な弱点もあるが、和川丸とその sisters はそれなりに使命をはたして川崎汽船に貢献した。いずれもすでに昇天して久しくなるが、ここに episode をまとめて彼女等をしてのぶすががしたい。

x x x

## ● 随 筆

## 海洋開発草分け話(5)

武藤 郁夫\*

1. 姿勢制御付ダイビングチャンバー  
“TADPOLE”

ダイビングチャンバーというのは、ダイバーが入った耐圧殻を所定深度まで降ろし、内部圧力を水深相当圧力と同じにした後ハッチを開き、そこからダイバーが出入りして海中作業をするものであり、海上から吊下げられている。しかしチャンバーからロックアウトしたダイバーは、潮流が強いと、海底上の目標地点に到達するのはかなり困難な作業になる。この問題を解決するために、チャンバー自体にスラストを付け、ある程度自由に遊泳しながら、スラストの力で出来るだけ目標地点に近付いて着底してから、ロックアウトしようという狙いであった。(図-36) 開発は船機協の補助金を得て、1970、71年度の開発事業として進められた。(委員長は九大の田才教授で、私は委員として参加した)

潜水船の分類から言えば、有索有人潜水船である。海上とチャンバーを結ぶテザードケーブルは動力を供給す

ると共に通信にも使用される。自航式有索有人潜水船には、北海道大学によって運用され、潜水深度200mで海中生物の調査等に大きな功績を残した「くろしおII号」がある。1951年に日本鋼管で建造され、1960年改造された。最大潜水深度200m、乗員4名、本格的な潜水調査船で、350回以上の潜水探査を行って無事故であった。ただしダイバーの出入りは出来ない。

今回開発しようとするものは「くろしお」とは異なり、主目的がダイビングチャンバーである。主要目は次の通りである。社内で名前を募集した結果、“TADPOLE”(おたまじゃくし、タドポール)と命名された。(図-37)

長さ：5.3 m      幅：3.5 m      高さ：3.5 m

ロックアウト潜水深度：50 m

観測潜水深度：100 m

耐圧殻直径：2.2 m      排水量：7.9 t

スラスト：左右各1基、可変ピッチ式15 kW

水中速力：2 kn      乗員：2名

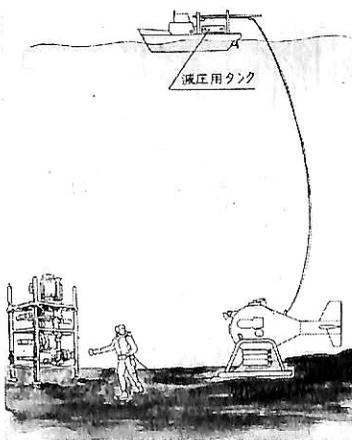
観測窓：4個      ダイバー水中作業時間：4時間

耐圧殻の構造および総組立は三井造船玉野造船所で行った。耐圧殻は板厚17mmで、6個の蜜柑状ピースの溶接構造とした。耐圧殻以外の構造物は薄板製で内部にウレタンフォームを詰めて浮力を持たせた。なお操縦時、外が見えるように4個の覗き窓を設けた。ダイバーがハッチから出入りする時の安定のため、約400kgの負浮力をもたせ、艇体下部には着底用の脚を付けている。

姿勢制御装置は左右の可変ピッチのスラストとスラストを俯仰させるステアリング装置で姿勢制御を行う。船尾には水平、垂直翼を付けて水中運動性能を高め、水銀トリム調整装置も装備した。

有人であるので、密閉耐圧容器内の生命維持装置が最も重要であるが、未経験の技術分野だった。当時MOD E Cは既に米国のGE (General Electric) 社と技術提携していたので、生命維持装置の主要装置である酸素分圧制御器は信頼度の高いGE製を使用した。生命維持装置は48時間の作動能力である。(図-38, 39)

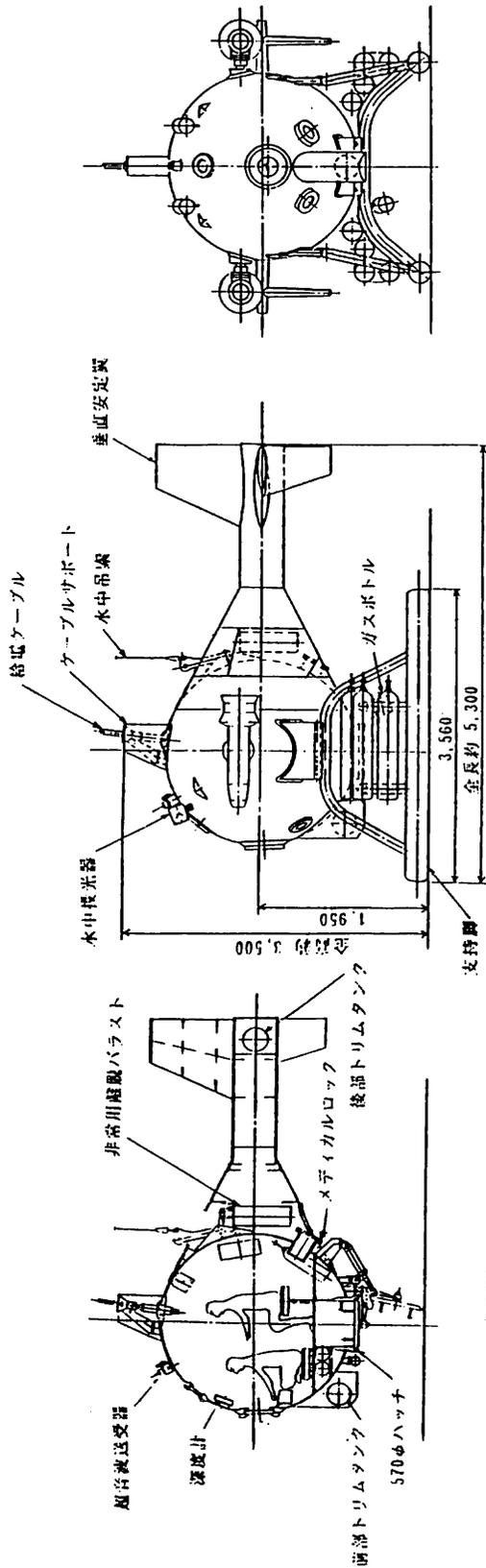
造船所のドック内で種々の確認テストを行った後、



▲ 図-36 姿勢制御付ダイビングチャンバーの概念図

\* 株式会社モボックス 取締役

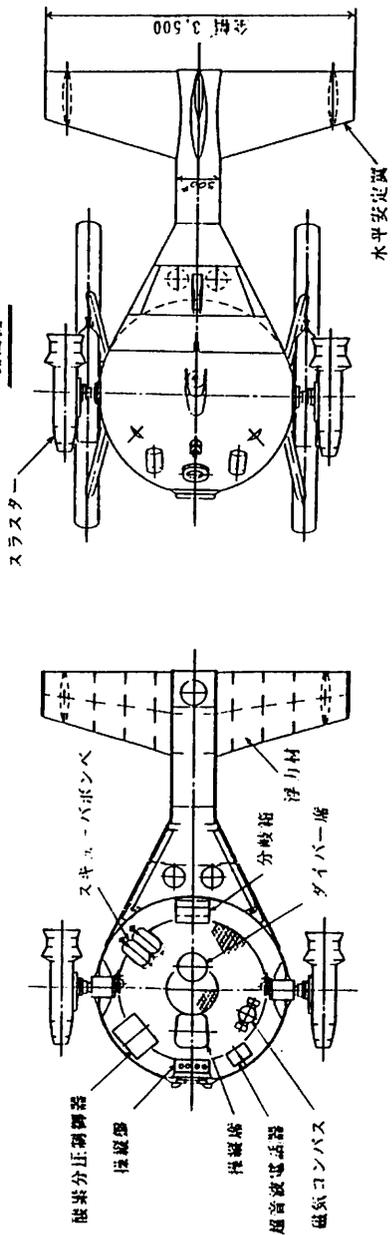
元・三井海洋開発株式会社 専務取締役



正面図

側面図

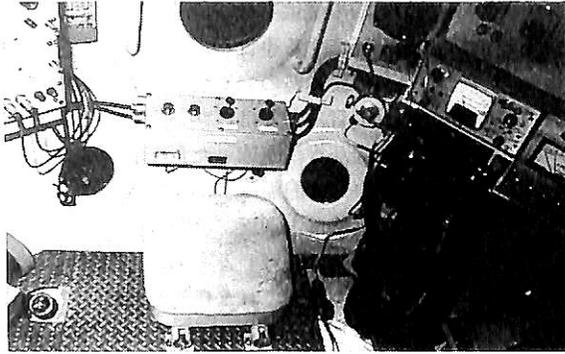
縦断面図



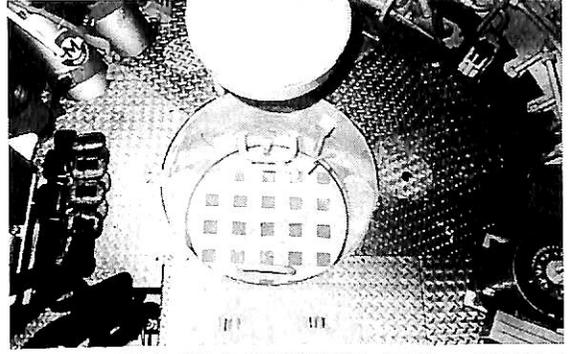
平面図

縦断面図

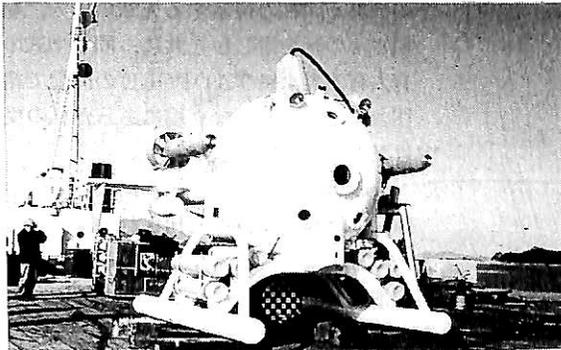
▲ 図-37 "TADPOLE" 一般配置図



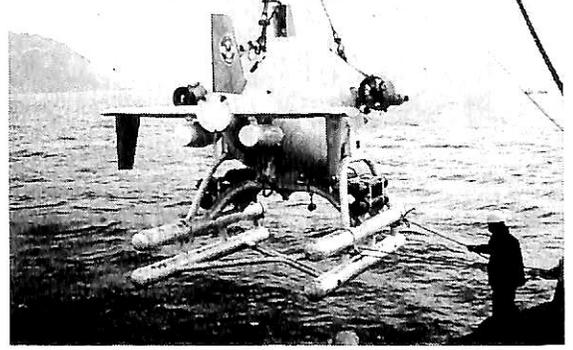
▲ 図-38 TADPOLEの内部(前方を見る。視窓が3個見える。右上に生命維持装置の一部が見える)



▲ 図-39 TADPOLEの内部(床面、下部ハッチが見える。上の丸いシートがダイバー席)



▲ 図-40 デリックバージ上のTADPOLE



▲ 図-41 TADPOLEを海面に降ろすところ



▲ 図-42 海中のTADPOLE

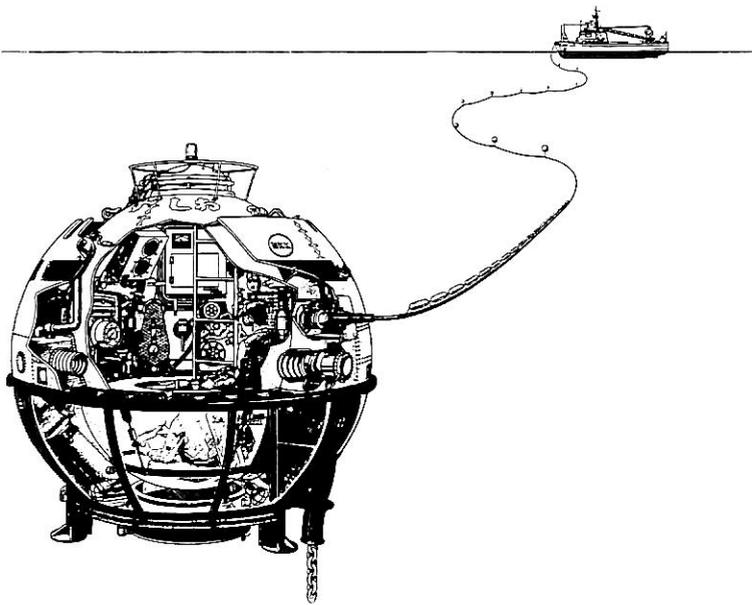


▲ 図-43 皇太子殿下(現・天皇)にTADPOLEを説明中の筆者(左側が皇太子)

1972年2月12日、山口県柱島沖で海中実験を行った、有人潜水装置であるので、万一のことも警戒して、呉の海上自衛隊の潜水部隊に援護して頂いた中で実験をした。

社船のクレーンバージ「MODEC 250」を母船とし、母船のクレーンで吊下げる。空中ではワイヤーロープで3点吊りとし、水中では小径のワイヤーロープで1点吊りとした。水深40mで気密実験、揚降訓練を行った後、開発を担当した技師2名が乗り組んで、水深30mで姿勢制御テストを行った。計画通り約2knの速力で良く運動するが、ワイヤーロープで吊下げられたままの状態

前進すると、艇体はワイヤーロープの長さを半径とする球面上を動くことになり、任意の海底上の位置に着底するためには、ワイヤーロープの長さを調整しない限り困難であることが分かった。しかしそれは非常に難しい操作で危険も伴うことであり、特別なワイヤーロープの制御装置が必要になる。また余り大きく前進すると艇体は上方へ上がって母船の係留索に引っ掛かりそうになり、



▲ 図-44 下半部透明殻潜水調査船「うずしお」

母船の上で見ている私は一瞬肝を冷やした。テザードケーブルは通信機能を持っているので、すぐにそれ以上前進しないように指示して無事に済んだ。更にまっすぐ海底上に着底させてダイバーのロックアウト、ロックインのテストも行って、一応海中実験を終了した。(図-40, 41, 42)

こうして2年度に渡る開発は終了したが、中途半端なシステムのため初期の目的を充分に果たすことは出来なかったと言える。しかし初めて潜水のための耐压殻の設計建造、特に生命維持装置の実体験を得ることが出来た。

実用的な運用の機会はなかったが、当時日本で初めての動くダイビングチャンバーという珍しさから、あちこちの海洋開発の展覧会や催しに貸し出された。1972年10月に第2回国際海洋開発展が東京で開催された時は、晴海の展示会場に展示された。10月7日には、皇太子殿下(現天皇)に御覧頂く光栄に浴し、私がお説明申し上げた。生命維持装置等専門的な質問をされて感心したのを憶えている。(図-43)

丁度同じ頃、TADPOLEの開発から1年遅れの1971年から1973年にかけて、有索式の潜水調査船が日本鋼管と舶機協との共同で開発された。潜水深度は200mで、下半部が透明耐压殻になっていて、下方全周が観察出来るようになっている「うずしお」である。(図-44)

日本鋼管で建造され、1974年6月17日に東京湾勝山沖で潜水レセプション中に水深15mまで潜水した時、内部

で電線の燃焼事故が発生して、乗組員2名が死亡する事件が起きた。そしてその2日後、本艇の発案者だった(実際には設計の責任者ではなかったという)緒明亮作氏が責任を取った形で自殺された。緒明さんは旧海軍で潜水艦設計に従事され、戦後日本鋼管で参与として前述の「くろしおII号」とその前身「くろしおI号」を設計された優秀な技術者である。「うずしお」の開発委員会には私も緒明さんと一緒に委員として出席して討議もした。物静かで明快な説明に感心したものである。私の畏敬する先輩の一人、緒明さんの死を惜しむと共に、同じ型式の有人有索潜水船TADPOLEの開発で緒明さんと同じような立場にあった私の受けたショックは大きかった。

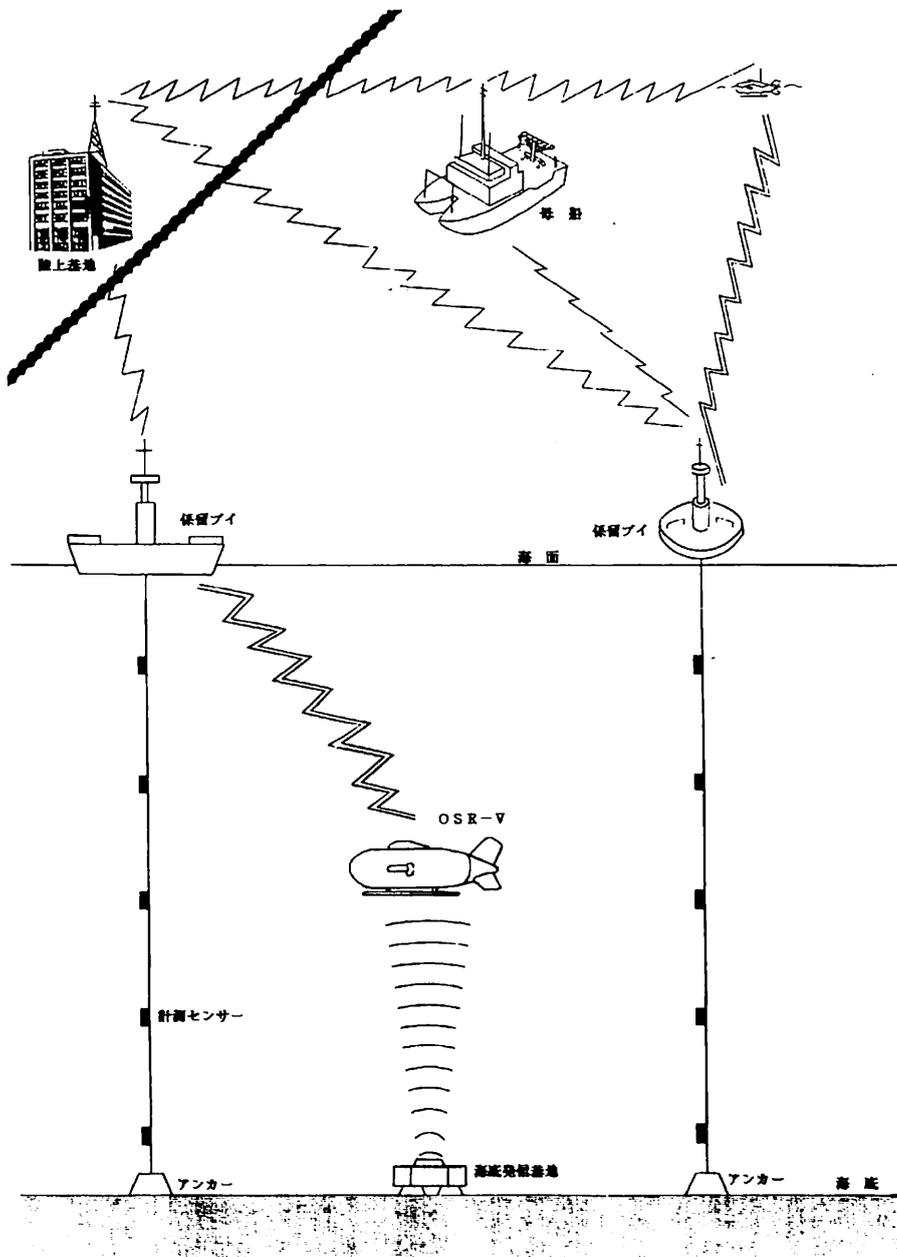
この事故は裁判にもなったが、事故の原因、経緯について公刊された記事を見たことがない。アメリカではこのような

事故についての詳細で大部なレポートが公開されているのを見たことがあるが、日本では難しい事情がいろいろあるかとは思いますが、公表されないのは残念である。この事故と緒明さんとのことを書いたドキュメンタリー小説に、飯尾憲士著「静かな自裁」があることを紹介して置く。

「うずしお」の人命事故はMODECの役員会でも問題になり、人命に関わる有人潜水船の開発は中断する方針とした。TADPOLEについては、その運用能力に疑問を抱いていたので、実際に運用することは一切せず、1973年11月に東京湾で後述の水中機器と一緒に総合海中試験を実施したのみで、後日玉野の海洋博物館に寄贈した。「おたまじゃくし」は、遂に蛙にならずじまいで終わってしまった。これで前任者の残したプロジェクトの後始末はほぼ終了した。その後、私はかねがね考えていた無人水中ロボットの開発に転換したのである。

## 2. 海洋計測ロボット「OSR-V」

1971年の初め頃、当時海域工学研究会(会長渡辺茂東大教授)もとで、OSPERという海洋ロボットの開発計画が進められていた。OSPERはOceanospace Explorerの略で、自走能力を持って海中の情報を記録して復帰するという「運び屋」的なデータ通信を行う機器である。このOSPER計画は通産省の所轄で、1971年度からMODECも開発メンバーに加わった。OSP



▲ 図-45 OSR-Vシステム概念図

ERはその後、発展して、海洋計測ロボットOSR (Ocean Space Robot)と呼ばれるようになった。

OSRは一定の海洋空間の中で多数の調査項目を同時計測し、海洋状況の空間的分布と時間的変化を、効率良くかつ経済的に把握しようとする無人ロボットシステムである。OSRには、その運動方式やデータ収集方式等機能の差から、OSR-V、OSR-H、OSR-B、

OSR-S等各種のものが計画されていた。

最初にOSR-Vの建造が計画された。OSR-Vのミッションは海洋空間を垂直に上下して海中の温度、海流等の垂直分布を計測することである。即ち垂直昇降型ロボットで、Vはvertical (垂直)の意味である。このロボットによる海洋計測システムは、V型ロボット、係留ブイ、情報システム、通信システム、計測器からなる総合システムであり、総額約10億円の予算だった。(図-45) MOD ECは、OSR-Vの機体を三井造船、北辰電機と協力して開発することとなり、1971年度から1975年度までの5年間に渡る大型開発プロジェクトであった。開発資金は(財)機械振興協会機械システムセンターが日本自転車振興会から機械工業振興資金の交付を受けたものである。

ロボット機体は、無人、無索であり、垂直に海中を上下するので、先ず機体の形状をどのような形にするかを検

討した。1971年6月に、海上自衛隊、横須賀地区病院の潜水医学実験部の水槽(深さ11m)を使って、大福餅、アジ、サバ型、魚雷型等6種類の型の木製縮尺模型によって沈降実験を行った。模型の環状半径や重心をいろいろ変えて、自然沈降時のスピード、動揺振幅、周期等を計測した。この基礎実験から大福餅型や魚形などは鉛直に沈降する時、左右の揺れが大きくなる事が分かるなど、

水中運動体の安定性についての基礎知識が得られた。実験の結果、魚雷型が最も良い事が分かり、揺れを抑えるためには翼を付け、最終的なOSR-Vの形状が決定した。これに関しては、東大宇宙航空研究所の東昭先生のご指導を仰いだ。東先生は当時まだ助教授だったが、先生の明快な論理と考え方に大きな感銘を受けたことが忘れられない。

1972年度は回流水槽と風洞での機体特性実験を行って、尾翼形状を決定し、機体構造の基本設計、詳細設計を行った。(図-46)

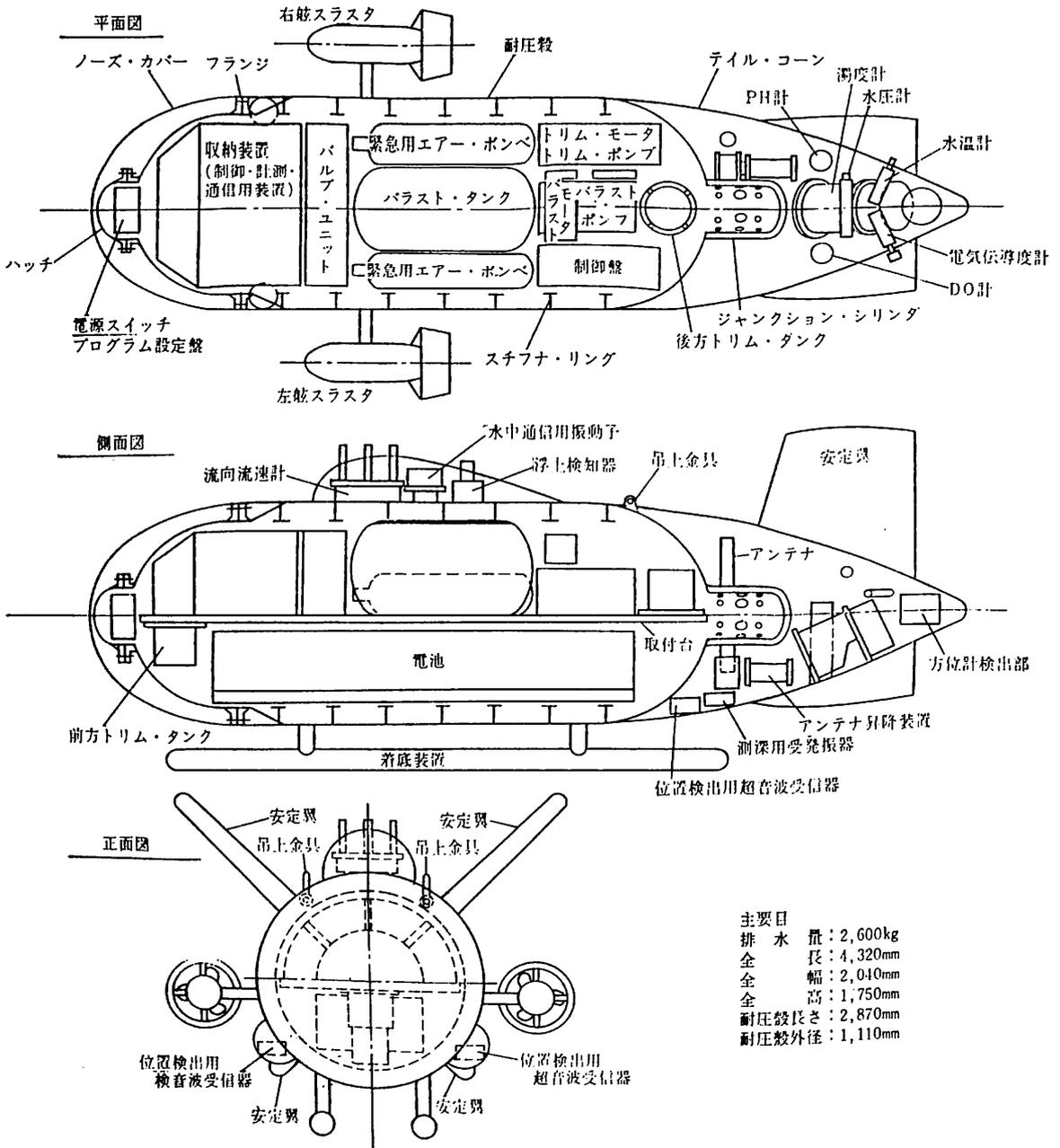
OSR-Vの主要目は次の通りである。

全長：4.80 m 全幅：2.16 m 全高：1.76 m

排水量：2,900 kg

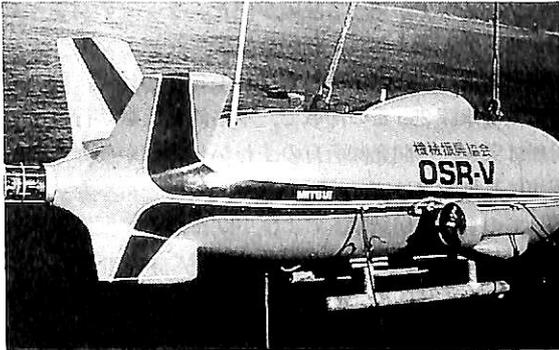
耐压殻長さ：2.87 m

耐压殻外径：1.11 m

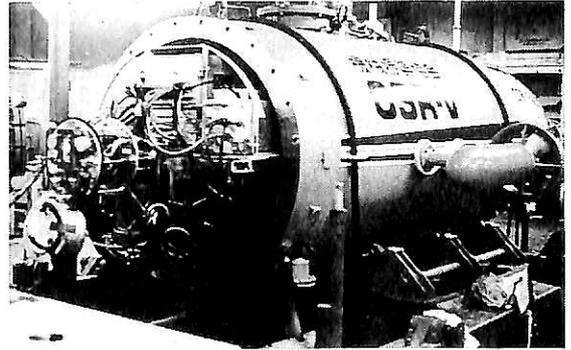


- 主要目  
 排水量：2,600kg  
 全長：4,320mm  
 全幅：2,040mm  
 全高：1,750mm  
 耐压殻長さ：2,870mm  
 耐压殻外径：1,110mm

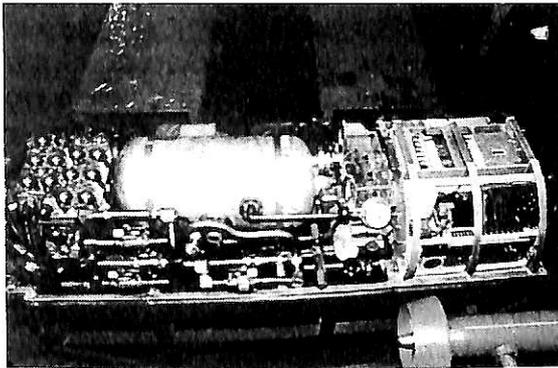
▲ 図-46 OSR-V一般配置図



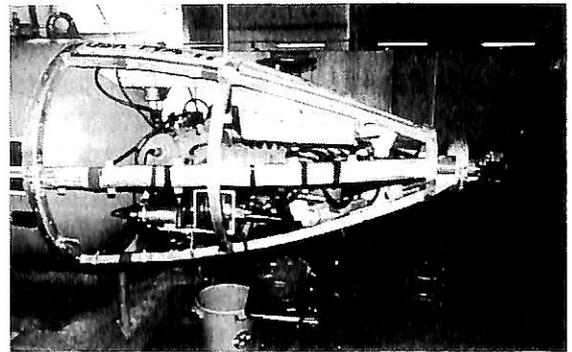
▲ 図-47 OSR-V完成



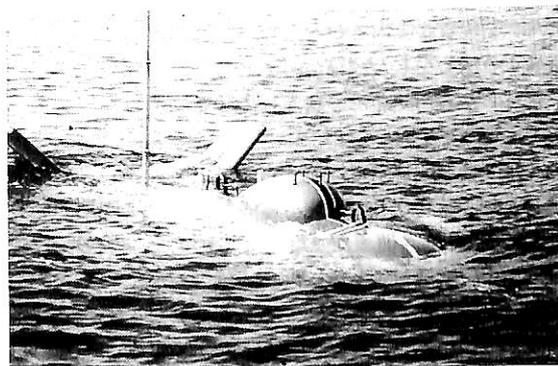
▲ 図-48 沼津基地におけるOSR-V  
(頭部のカバーを外して点検中)



▲ 図-49 OSR-Vバラストタンクと配管



▲ 図-50 OSR-V尾部のカバーを外したところ  
(この部分にカメラや各種計測装置が収められている)



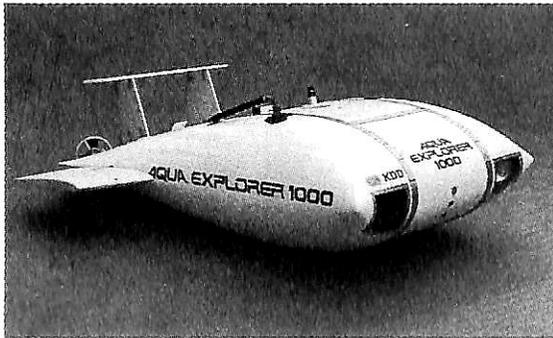
▲ 図-51 内浦湾内で水面航行中のOSR-V  
(空中アンテナを立てて情報発信中)



▲ 図-52 OSR-V用海底座標基地を母船  
から吊り降ろすところ

推進器：スラスタ2個      速力：最大4ノット  
 最大潜航深度：250 m  
 上昇・下降速度：0.3 m/s  
 主動力源：酸化銀電池 100 V × 140 AH  
 バラストタンク容量：100 ℓ  
 トリム調整：水銀型，タンク容量2ℓ × 2  
 緊急浮上装置：エアポンプ 圧力300 kg/cm<sup>2</sup>，  
 4ℓ × 2，投棄バラスト 80 kg

位置制御精度：水深の10%以内  
 位置測度精度：水深の5%以内  
 ロボットの上昇，下降はバラストタンクにバラストポンプで海水を出し入れすることによって重量調整を行行。前進と旋回はロボットの左右に1基ずつつけたスラスタによる。スラスタは電池によるDCモーターで駆動される水中プロペラであり，プロペラは水流を一定方向に整流するようにダクトの中に入れてある。約3ノット



▲ 図-53 KDDの“AQUA EXPLORER 1000”

トの潮流中でも流されずに姿勢制御が出来る。トリムの調整は前後に水銀トリムタンクを設け、トリムポンプでこのタンクを連結するパイプを通じて水銀を前後に移動させて行う。

位置の検出は、あらかじめ海底に設置された海底座標基地から発信される超音波信号と機体内に内蔵した高度計を用いて自動的に位置を測定する。機体の姿勢は、方位計と傾斜計からの情報によって検出する。その情報に基づいて機体左右に設けられた2個のスラストによって、機体の位置、姿勢を制御し定められた海洋空間内を垂直に沈降、浮上運動を行う。位置測定精度および位置制御精度は各々水深の5%および10%以内とする。

制御用計算回路を使って両舷にある2個の推進器とトリム調整装置、バラストタンクによって、機体は自動的に位置と姿勢を制御し、定められた海洋空間内の垂直線に沿って沈降、浮上運動を行う。これらの運動は、機体頭部にある、ロボットの頭脳に相当する制御用電子計算回路によって制御される、いわゆるシーケンスコントロールである。

海中を運動する間に計測した海洋データは、内蔵した磁気テープに記録しておく。機体が海面上に浮上した時にそれら情報を陸上基地に伝送する。なお、機体は海中通信機能を持ち、荒天時海底避難、故障、事故による緊急浮上等に関する緊急情報を係留ブイを中継して陸上基地または母船と交信することが出来る。

73年度は機体の製作が三井造船玉野造船所で始まり、74年に完成して、造船所のドック内で運動性能試験を行い、一応の成功を収めた。

11月下旬から12月上旬まで、内浦湾内で水深100mの水深まで潜水し、各種計測実験を行い、一通りの実験の成果は上げられた。(図-47)しかし、この実験によって不具合点も発見されたので、それらの改修も行った。例えばバラストタンクをFRPで作っていたが、バラス

ト管系統にゴミが詰まる故障が出た。タンクの材質に起因するものと考えられ、結局金属製に交換したりした。

翌75年には、10月下旬から11月上旬にかけて、同じく内浦湾で水深250mの海域で、本格的な実験が行われた。母船は芙蓉海洋開発所所有の「わかしお」が使われた。沼津に基地を設けて、ここで点検・整備を行った。水深50mでの基本運航試験、および100m離れて配置された海底座標基地の間にロボットが渡り歩くトラベリング試験を行い、最終的に250m水深での運航試験および写真撮影、採泥、採水実験等であった。何れの試験もほぼ所定通りの性能を示し、成果を上げた。(図-48, 49, 50, 51, 52)

OSR-Vの開発を始める時、渡辺先生と話をしたことを思い出す。私は海中機器の重要な点はそのミッションであるということ、既にTADPOLEの開発等で痛感していたので、先生とロボットのミッションについて話をした。OSR-Vのミッションが、海中データの垂直分布を計測記録伝送するというだけではいかにも物足りない感じがする。「海中のデータの垂直分布を記録するだけのミッションなら、他にもっと安価に出来るシステムがいくつもありますよ」と申し上げたら、一寸困った顔をされた。「それ以外のミッションについては将来いろいろ考えられる。まあ、そう言わないで、折角予算も取ったんだから私の夢をかなえて下さいよ」と言われた。開発資金もあることだし、勉強にもなると考えて開発する決心をした経緯がある。しかし、完成して実験が終了したら何処かにお蔵入りになるのではないかと、内心危惧していた。

5年間に渡る日本では初めての無人、無索のロボットが完成し、予定通りの性能を達成したことは画期的なことであった。しかしそのミッションの必然性が乏しいこと、また一度運航するには母船のチャーターから電池の補充、整備、海底座標基地設置、人件費等を総合すると莫大な費用がかかることになり、75年の試運転の際、11月8日50m水深で公開実験を成功裡に行ったのを最後に再び海に入る機会はなかった。最初の予感通り、その後東海大学の博物館に収められた。1974年当時は世界でも無人無索の水中ロボットは数少なく、その頃までに計画されたものは幾つかあったが、建造された実機は、米国の“SEA DRONE 1”、“SPURV”、“UARS”とドイツの“SF3”位のものであった。その後実用的に高い評価を受けたフランスの“EPAULARD”の建造はずっと後の1983年であり、OSR-Vが当時の日本で開発されたことは歴史的に見ても画期的だったと言える。

MODECは前述したように、有索無人ロボットを開

発しようとしていた折でもあり、OSR-Vの開発体験は実に大きな力となり、後述する予定のMURS-100（日本初の無人有索水中ロボット）の設計に非常に役立った。

最近の無人無索の水中ロボットの開発について簡単に触れておこう。ロボットの頭脳となるコンピュータの性能がOSR-Vの開発当時より飛躍的に向上したこともあり、最近の無人無索の水中ロボットの開発は素晴らしいものがある。東大生産技術研究所の浦環教授を中心としたグループが、ロボット自体が判断機能を持ち、環境に適應する機能を備えた自律型無人無索ロボットを種々開発中である。「人工知能」と呼ばれるコンピュータプログラムが主役を務めることになる。海底近くを航行して計測を行う「プテロア150」、長時間航行して自動計測を行う「R-1」、海水の計測を行う「アルバック」等種々の素晴らしい性能で海を拓く可能性を秘めた、新しいUUS（完全自立型無人無索水中ロボット）が既に動き始めている。浦教授のところで開かれる海底海中技術フォーラムには、時間の許す限り出席して、最新の水中ロボット等の技術発展の現状を知ることになっている。KDDの“AQUA EXPLORER 1000”が今年に入って

いよいよ稼働し始めた。無索無人の知能ロボットで、最大1,000 mの水深まで海底ケーブルのようすをTVカメラで調査したり、障害個所を発見したりするためのものである。既にテストも終了して実稼働に入ると言われている。(図-53) 無人無索知能ロボットの今後の発展を楽しみにして期待している。

(つづく)

#### 〔参 考 文 献〕

- (1) 日本船用機器開発協会：「姿勢制御装置付ダイビングチャンバーの試作研究報告書」昭和47年3月
- (2) 飯尾憲士：「静かな自裁」（1990.8.）文芸春秋社
- (3) 本間琢也：「海洋ロボット」海洋開発技術ハンドブック P.495（1975）朝倉書店
- (4) 渡辺 茂：「海洋ロボットとOSR」（1974）電子工業月報 第17巻第5号
- (5) 渡辺 茂：「システムとは何か」（1974）共立出版
- (6) 浦 環：「航行型海中ロボット」（1992-9）船の科学
- (7) 浦 環：「無索無人機による海洋調査の可能性を探る」（平成6年1月）日本造船学会誌 第775号

## 船 体 構 造 設 計

近畿大学工学部教授・工学博士  
間 野 正 己 著

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

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

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

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

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

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

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

発行所 株式会社 船舶技術協会 電話・Fax (03) 3552-8798

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

## 船舶の操縦性能推定法の精度向上に関する共同研究

財団法人 日本造船技術センター

(財)日本造船技術センター(理事長 今村 宏)の目白水槽に最新鋭のPMM試験装置が導入され、大型模型船を使った操縦運動試験が可能となった。また、三菱重工業(株)長崎研究所では光ファイバーを利用した2成分光レーザ流速計(FLV)が、導入・実用化されている。

両者の特徴を生かし、造船技術センターはPMM試験装置および大型模型船を、一方三菱重工業長崎研究所はFLVを、各々提供し、造船技術センター目白水槽において斜航試験およびPMM試験時の模型船の舵へ流入する非正常流れの計測を行い、これらにより、操縦運動時の非正常船尾流場の計測法および解析法の開発・確立と、その解析結果の船尾流場非正常影響に係わる操縦運動モデルへの組み込みを検討・実施することになった。

### 1. 背景

近年における世界的な環境問題と関連して、船舶の座礁や衝突などの海難事故による海洋汚染を防止することが、重要かつ緊急の課題となってきている。IMO(国際海事機関)においても、この問題に重大な関心を持ち、海難事故防止のために船舶の操縦性能に一定の基準を設けることとなり、さきとその具体的な数値が5ヶ年間の暫定基準として採択され、平成6年7月1日およびそれ以降に起工するケミカルタンカー、ガスキャリアおよび長さ100メートル以上の商船に適用されることとなった。なお、将来は本基準が設定される見通しにある。

これからの船舶は、満載状態において、IMOの定めた操縦性能基準(Criteria)をクリアーしていることを、設計の段階において、定量的に示すことが要求される。すなわち、模型試験やシミュレーション計算により操縦性能がIMO基準を満たすかどうかの予測をしなければならない。

操縦運動のシミュレーション技術は従来から研究されてきているが、IMO基準の設定によって、より高い予

測精度が必要となってきている。一般に船舶の操縦運動は舵によって制御されるが、舵は船尾の複雑な流場の中に配置されており、また、その船尾流場は船体形状やプロペラの作動により影響を強く受けるため、操縦運動のシミュレーション技術の高度化のためには、操縦運動時の非正常な船尾流場、特に舵に流入する非正常な流れの実態把握が重要な課題である。

### 2. 目的

船舶の操縦性能シミュレーション計算の精度向上のために、船舶の操縦運動中の舵に流入する流れの実態を把握する。

### 3. 内容

船舶の操縦運動を記述する運動方程式の各種の係数は、斜航試験およびPMM(Planar Motion Mechanism)試験で得られるが、これらの係数に非正常な流場の影響を取り入れるために、PMM試験中の模型船の舵に流入する非正常な流れの計測を、このような変動する流れの計測用に開発された光レーザ流速計(FLV Fiber Optic Laser Doppler Velocimeter)を用いて実施する。(模型船の定常運動中の船尾流場の計測データはいくつかあるが、操縦運動中の非正常な船尾流場の計測データは非常に貴重なものとなる。)

編集部(注)

「PMM操縦性能試験装置の紹介」については、本誌Vol.46 No.10 64頁に掲載されているので参照願いたい。

〔お問い合わせ先〕

財団法人 日本造船技術センター

〒171 豊島区目白1-3-8

Tel. 03 (3971) 0266 ・ Fax. 03 (3971) 0269

## ● 抄 訳

## インテリジェント エンジン構想

— Wärstilä Diesel Group —

本文はバルチラディーゼルのマリンニュース誌94年1号に紹介された同社常務 Börje Fågelklo氏の論文を抜粋紹介したものである。

## 1. はじめに

インテリジェント・エンジンの構想 (Intelligent Engine Concept, IEC) は80年代初期にバルチラ・ディーゼル社によって導入されたものである。これはディーゼル機関取扱者を支援し、製品のハードとソフトの解答から成っている。生産ラインは機関本体から陸上支援機能との連絡まで拡大している。

バルチラ・ディーゼル社は、このIEC構想で新技術を利用し、ディーゼル・プラントに高い知能水準を与えている。機関を智能化するのは次のような点である。

- 機関の特定監視システム
- 人工知能による機関の特定エキスパートシステム
- 機関の特定管理システム
- 通信手段

製品の系列は現在次のような個別の製品から成り立っている。:

- Aレベル — 機関制御ユニット (ECU, Engine Control Unit), マイクロプロセッサによる機側制御
- Bレベル — 監視\*, バスに連結, コンピュータによるデータ収集システム
- Cレベル — FAKS\*, エキスパート・システムによるオンライン診断
- Dレベル — ELDOC\*, マルチメディアのオンラインでの電子資料整理
- Eレベル — MAMA\*, 保守支援の補給機能
- Fレベル — 遠隔エキスパート\*, マルチメディア遠隔支援サービス

(\*は後述参照)

もし上記支援が適切でないとしても、バルチラ・ディーゼル社の全世界のサービス網を使用する可能性が残っている。

上記のものはすべて、お互いに個別に利用出来る製品

である。しかしながらシステムを総合することは使用者にとっては至難の業である。IECの総合においては、一部分はデータ・ベースのレベルで行われ、一部分はシステムのインターフェースのレベルで行われる。

通信連絡は本来情報網を通じて行われる。

本論文はエンドユーザーと、新技術が保守活動を安全かつ経済的に行えるように支持する方法に焦点を当てている。

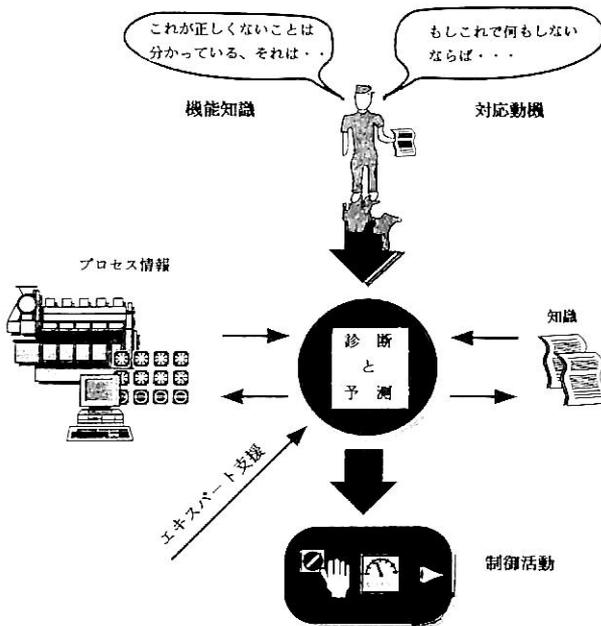
## 2. 取扱者は何をなすべきか?

どの取扱者に聞いても、答は恐らく「出来るだけ少なく」というであろう。一方、高信頼性といってもある程度の操作と保守活動が必要であると考えられている。伝統的な検査では、機器自体ないし監視システムからの視認または聴覚に基づいて検討される。それでも監査の質は取扱者の練度によるところが非常に大きい。計器類は追跡可能で、熟練した乗組員は常時その傾向を見出すであろう。明らかな異常が生じた場合、その状況を検討し、知識と経験に基づいて結論(診断)を下す。評価と密接に関連して、状態を是正するためには何をなすべきかという命題をテストすることが必要である。この決定過程には、プロセス情報(データ)と知識の両者が使用される。制御方法に迫る活動の典型的モデルが第1図に示されている。

より安全な操作をするために作業すべき要素は何であるかを示すために、このモデルがよく使用される。

- 乗員は特定の仕事に向って訓練されなければならない。
- プロセス情報は適切で判り易いものでなければならない。
- 使用説明書は判り易いものでなければならない。
- 使用説明書は教育的で、応急作業に適応したものでなければならない。
- プロセス情報は制御活動の結果を直ちに反映したものでなければならない。
- エキスパート支援は必要の際に利用出来るものでなければならない。

そこでもし我々が進歩を望むのであれば、作業領域が2つあって、1つは乗組員の能力、1つは自動化そのも



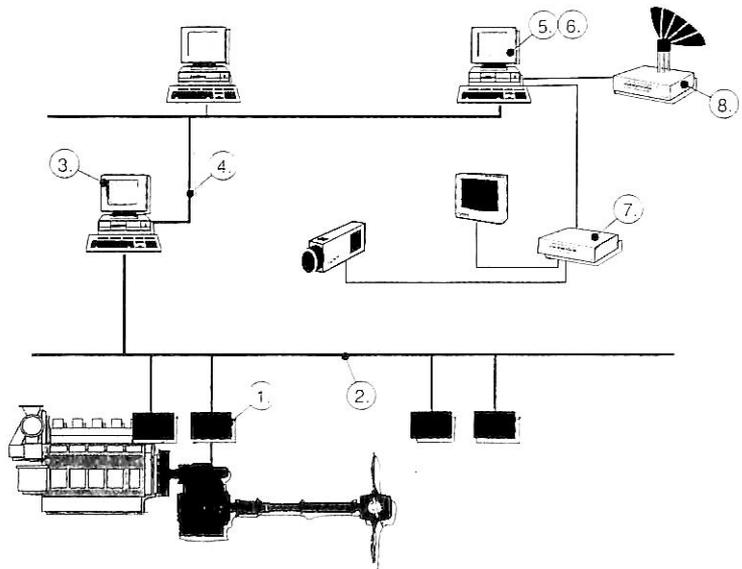
▲ 第1図 臨界作業動作

のである。バルティラ・ディーゼル社が構築しつつあるインテリジェント・エンジンの構想は両分野の要素を含んでいて、安全性と経済性においてよい達成をなすような新しい方法をもっているのである。

### 3. 使用者環境

操作・保守活動の大部分は機側で行われるので、使用者環境はかなり単純である。第2図に主要部のすべての関連が示してある。

- ① 機側制御と分散制御ユニットは機関に近接している。
- ② 分散制御ユニットはすべてバスに連結している。
- ③ 中央監視所は事実上標準原案によって、機側制御ユニットとの連絡をとる。この監視所では情報がグラフのインターフェースを通して表現される。
- ④ 監視所はローカルエリアネットワーク(LAN)すなわちエサネットに連結しているが、これは監視所がLAN上の他のワークステーションに利用可能なことを意味している。
- ⑤ 情報の心臓部はビデオ圧縮ハードと



▲ 第2図 遠隔監視網

情報ソフトを補給制御に対するMAMAシステムと同様にホストする情報提供の中にある。

- ⑥ 発送は衛星通信網へのインターフェースであり、それは船舶自身のLANを通信中のネットワークに連結しているものである。
- ⑦ もしいくつかのビデオカメラまたは監視器が船に必要であれば、ビデオのスイッチはビデオのネットワークの中で連結出来る。
- ⑧ インマルサットA64HSDのサービスを支援している衛星のターミナルは、ビデオと音声および資料の同時2方向通信を取扱うことが必要とされている。

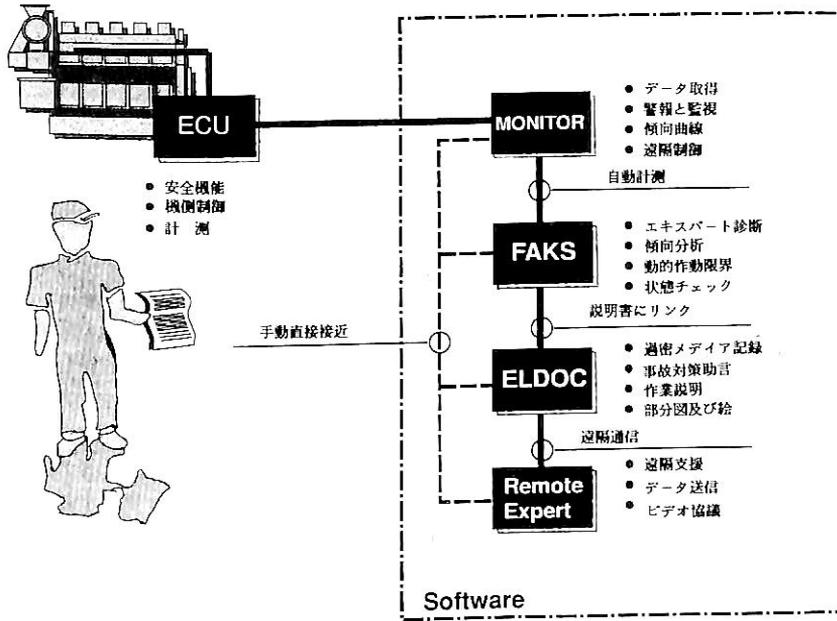
### 4. 使用者の利便

機械制御の実行は、設置のときに大きな節約になり、配線と制御盤を最少限度に減少させることになる。この2次的効果は、相互連絡が単純化により部分的に安全でまた部分的に本質的機能の大部分が機側で実施されるために、より安全であることである。

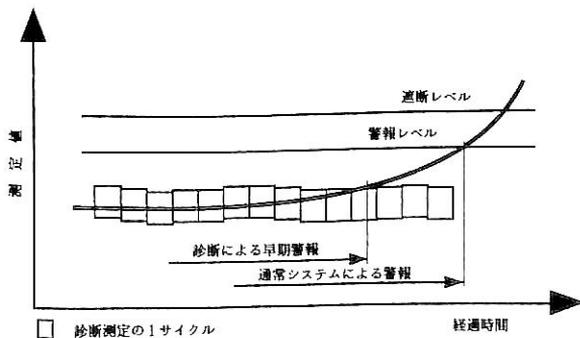
第3図は完全な破壊していないIECを表わしている。

### 5. 状態監視

1970年代よりバルチラ・ディーゼル社は、ディーゼルエンジンの監視に基づく使用状況を把握している。十分に立証されたシステムは、主軸受・シリンダライナおよび排気弁が極端な過負荷状態にあるとき、機関を保護するため限界温度測定を行うような独立したハードとソフトのパッケージである。このいわゆる Wencom 機能が現在機関制御ユニット( ECU )への動きであり、別のハ



▲ 第3図 FAKS を使用するオンライン診断



▲ 第4図 通常方式と診断監視の原理

ードはもはや必要でなくなっている。

### 6. 作動監視

作動監視は高度の運転の安全を維持するために、最も本質的な道具の1つである。主機のインターフェースについての独立の研究において、運転者は通常そのようなシステムの第1機能標準として、容易な使用であると見做している。一方ディーゼルエンジンは独得のプロセス特性を持っており、この目的のために計画されたシステム

によって監視されるべきである。監視システムにおいて運転データの図式表示は計器ないしシステムをよく知られた提示をシミュレートするように作られている。図式表示の選択はエンジンプラントを容易に運転するのに必要とする毎日の状態に基づかねばならない。システムはまた、データと標準としての警報の両方の情報を特長とする。遠隔監視は変復調装置と電話通信を介するか、一部LANを介するかによって可能である。警報報告は自動的に呼出機能を活用させ、警報の理由が声で伝達する。

### 7. オンライン診断監視

少数定員は今日では必要不可欠なものであろうが、管理水準を低下させる弁解にはならない。手動管理もよくすれば故障の早期発見と不測停止になるような状態を避けることが可能である。コンピュータによる監視(第4図)と同様に手動管理に対しても同じ基準が使用されるべきである。内部監視と連係したシステムは、故障回避知識システム(FAKS, Fault Avoidance Knowledge System)というもので、これは事前に設定した時間間隔でエンジンの完全な状態の点検を実施するものである。FAKSの原理は通常の監視システムに比べると、次の特長がある。:

- 決定は数個の同時インプットに基づく。
- 1サイクルに対する測定ウィンドウは通常の警報レベルに比べて短い。
- 測定ウィンドウはエンジンの負荷に基づいて、動的に位置をきめる。
- 診断からの回答は指示よりもとるべき行動を示す。

エキスパートシステムは人間の行動を真似した推論過程に特色がある。バルチラ・ディーゼル社が開発してきた推論過程は、ディーゼルエンジンに対して特に開発した知識ベースから結論を得たものである。

各診断は数個の測定に基づいているので、エキスパートシステムは監視システムと同様にセンサーの故障に対して敏感ではない。診断システムが与え得る援助は、少人数の装備に対し、非常に貴重なものであることを証明するであろう。

### 8. オンライン知識

手動による推論はプロセスの情報と知識の間での相互作用である。もしプロセス知識がオンラインで利用できるならば、知識が同じインターフェースを通して、利用できるのが全く自然である。正しい情報を与えることで、第1段階での知識を使用する鍵が急速で容易になる。バルチラ・ディーゼル社の電子記録(ELDOC, Electronic Documentation)システムは、ネットワークで常時提示され機器についての膨大な量の知識が備えられている。ELDOCの中で我々はいわゆるハイパーメディア記録の中のマルチメディアの豊かさやハイパーテキストの柔軟性を組合わせてきた。たとえばその中ではデジタルビデオが広範囲に利用されている。

紙のコピーと電子記録とはどのように違っているであろうか？ まず第一に検索が自動的で、いくつもの段階で行われることである。本質的な機器の仕様をカバーするELDOCを使用している船舶では、特定の装置ないし操作の選定は自動的に該当する情報を蒐集する。

その基本的形態においてELDOCはCD-ROMディスクに伝達され、1つのエンジンタイプに対しソフトと記録データを含んでいる。特定の設置に対する伝達のために、システムは機器にマッチするように構成されている。ポータブルコンピュータに備えつけられて、使用者はすべての必要な情報を持ち歩き、もし必要になればコンピュータをネットワークに接続して、エンジンの性能をオンラインで読みとる。

### 9. 機械管理

計画的保守の中で補給実行のために、バルチラ・ディーゼル社は数年間にわたり、機械管理(MAMA, Machinery Management)と呼ばれるシステムを使用・開発してきた。このシステムは数百に及ぶプログラムのモジュールからなっており、その各々には特定の使用とアクセスのために選定することが出来て、それに対し使用者グループが定義づけることが出来る。ソフトの多数

使用者を更に重点に置くべく多言語乗員が好みのメニューを利用出来るように主要数カ国語で標準として利用可能にしてある。システムは乗員がすべての技術的・管理のおよび補給的な仕事をすべて実施可能なようになっており、それらは通常船内で必要となり、同じ情報が数個の有効な伝達プログラムを経由して陸上でも可能になっているものであり、代表的な仕事は次のようなものである。

- 機関日誌と測定記録を報告し、
- 保守と予備品予報を計画し、
- 予備品補給と備蓄制御
- 予算計画と費用の追跡

これらの機能は標準パッケージ内にすべて包含されている。多くの標準報告は通常適切であるが、しかし個別生産の追加機能はもし必要であれば追加することが出来る。

### 10. 遠隔通信

新しい可能性は通信領域内で定常的にそれ自身を表現している。海事環境における利用に対し最も有望な技術の1つは、世界のどこでも利用出来る相互マルチメディアの通信である。IECに含まれる通信の生産と共に、リモートエキスパートシステムの使用者は、ISDNサービスか、地球に連結した衛星サービスを通じて任意の距離で連絡可能である。

ハードとソフトおよびサービス製品一式は、この通信の実施に利用可能である。これらツールは3つのメディア：可聴(音声)、データ、およびビデオを同じ64/56k bit/sのデジタルラインで2方向通信内で結合する。

### 11. 結語

近代的技術はマン・マシン・インターフェースによって、使用者にやさしい解決を提供する。インテリジェント・エンジンの構想は、機関とディーゼルエンジン・エキスパートによって開発されたハードとソフトによって可能になったエンジンとサービスのエキスパート間のこわれないリンクを与えている。技術がそこにあることと、われわれがそれをいかに利用するかを知っているが、その潜在力を開発するための基礎は全段階で使用者とエキスパート間の協力にある。

× × ×

## ● 統計資料

## ロイド海難報告(1993年版)

## 1. 分類

全損とは海上における災害により、船舶が復旧不能または引続き解撤されることによって、存続しなくなったものを対象としている。

海難は次の7種に分類してある。

- 1) 浸水沈没：荒天，漏水，折損等により沈没し，この分類以外には入らぬもの。
- 2) 行方不明：適正期間の後も情報がなく，その命運が決定できないもの，また信頼出来る情報によるもの。
- 3) 火災／爆発：火災か爆発により喪失した場合で，衝突や座礁の後に生じたものはこの分類に入れない。
- 4) 衝突：航行・碇泊・係留中を問わず，衝突するかされるかで喪失したもので，沈船への衝突は含めない。
- 5) 接触：船舶・海底以外のものに衝突して喪失したもので，停船・曳航中も，リグへの衝突も含める。
- 6) 難破／座礁：海底，砂州，海岸等への接触と，水中の難破船にからみ，船舶が喪失したもの。
- 7) 喪失，等：(i) 交戦中の喪失／損傷によるもの。  
(ii) 船体・機関の損傷か，他に入らぬ損傷によるもの。

(iii) その他，他の分類に入れる十分な理由のないもの。海難の日時は海難発生の日1報が入った日とする。

## 2. 1993年の全損集約

1993年中に喪失した世界の商船の全トン数は777,693 GTであり，1992年の数字より445,442 GT少ない。

その原因分類別の集約は第1表の通りである。

このうちタンカー12隻，O/Bは7隻，漁船74隻，一般貨物船は96隻で，サイズ別一覧表は第2表に示してある。

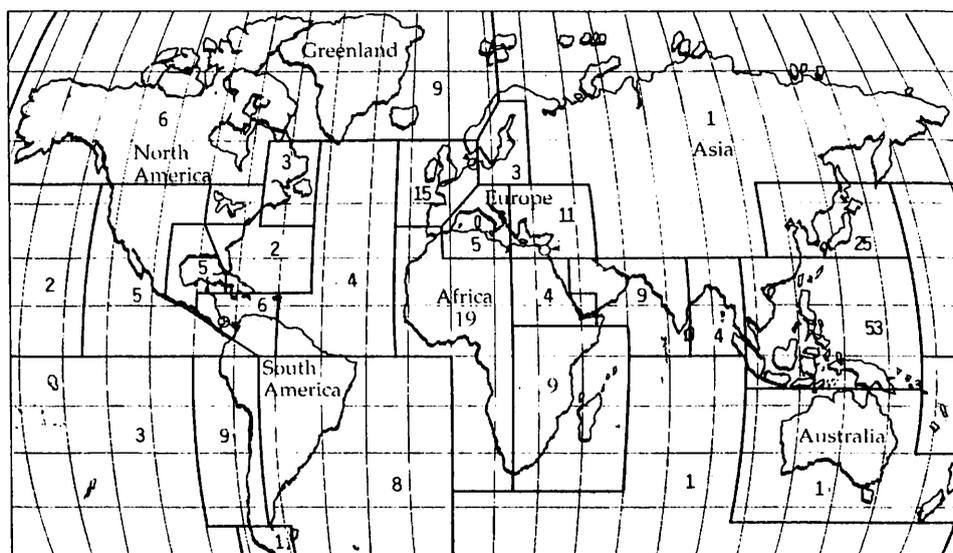
船齢は82%近くが15年以上であった。各国別は第3表に示し，海域別喪失隻数は第1図に示す通りである。

## 3. 分類毎海難の特徴

浸水沈没で最大の船はパナマのB/CでNagos(36,981

▼ 第1表 1993年の全損集約一覧表

|       | 隻数  | 総トン数       | トン数の比% |
|-------|-----|------------|--------|
| 浸水沈没  | 95  | 216,077    | 27.78  |
| 行方不明  | 1   | 8,776      | 1.13   |
| 火災／爆発 | 35  | 151,480    | 19.48  |
| 衝突    | 20  | 50,234     | 6.46   |
| 接触    | 10  | 15,729     | 2.02   |
| 難破／座礁 | 52  | 189,403    | 24.35  |
| 喪失等   | 6   | 145,994    | 18.77  |
| 合計    | 219 | 777,693    | 100    |
| 解撤等   | 832 | 10,756,093 |        |



▲ 第1図 1993年の海域別喪失隻数

船の科学

G T, 1969年)で、荒天で船倉に浸水し沈没した。リベリアのB/C, Gold Bond Conveyor(14,941 G T, 1974年)がNova Scotiaの沖で今世紀最悪といわれる海象で、50~70ftの風と100 ftの波高で沈没した。台風Beckyのためマルタ島籍のAndersonの他1隻が沈没した。ポーランドのJan Heweliusyが沈没し、55名の最大人命喪失があった。

行方不明はパナマの一般貨物船 Vast Oceanの1隻のみであった。

火災/爆発は1989年以来最少の記録であったが、米国籍 Omi Chargerが溶接作業中に爆発した。中国籍タンカーHua Hai 1が引火爆発し、チリーの港で20隻以上が焼失した。

衝突ではバーミュダ籍のBritish Trentが霧の中で他

▼第2表 1993年の船種・サイズ・原因別喪失量(G T)

|       | G T         | 浸水沈没    | 行方不明   | 火災/爆発   | 衝突     | 接触     | 難破/座礁   | 喪失等     | 全損失       | 解撤等        |
|-------|-------------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|-----------|------------|
| タンカー  | 千未満         | 210     |        | 551     |        |        |         |         | 761       | 3,552      |
|       | 千~ 9,999    |         |        | 3,572   |        |        |         |         | 3,572     | 9,774      |
|       | 1万~ 19,999  |         |        | 43,971  | 15,649 |        |         | 15,939  | 75,559    | 570,817    |
|       | 2万~ 49,999  |         |        | 20,877  |        |        | 44,989  |         | 65,866    | 876,221    |
|       | 5万~ 99,999  |         |        |         |        |        |         | 52,137  | 52,137    | 1,812,862  |
|       | 10万~139,999 |         |        |         |        |        |         |         | -         | 2,718,415  |
|       | 14万以上       |         |        |         |        |        |         |         | -         |            |
| 合計    | 210         |         |        | 68,971  | 15,649 |        | 44,989  | 68,076  | 197,895   | 5,991,641  |
| O/B   | 1万5千未満      | 21,564  |        | 11,379  |        |        | 10,886  |         | 43,829    | 320,853    |
|       | 1万5千~19,999 |         |        | 18,609  |        |        |         |         | 18,609    | 142,922    |
|       | 2万 ~29,999  |         |        |         |        |        |         |         | -         | 193,583    |
|       | 3万 ~49,999  | 36,981  |        |         |        |        |         |         | 36,981    | 377,135    |
|       | 5万以上        |         |        |         |        |        |         |         | -         | 508,855    |
| 合計    | 58,545      |         |        | 29,988  |        |        | 10,886  |         | 99,419    | 1,543,348  |
| O/B/O | 5万未満        |         |        |         |        |        |         |         |           | 217,801    |
|       | 5万~99,999   |         |        |         |        |        |         | 60,998  | 60,998    | 963,909    |
|       | 10万以上       |         |        |         |        |        |         | -       | -         | 233,344    |
| 合計    |             |         |        |         |        |        |         | 60,998  | 60,998    | 1,415,054  |
| 一般貨物船 | 千未満         | 6,429   |        | 149     | 737    | 4,339  | 6,604   |         | 18,258    | 17,075     |
|       | 千~ 4,999    | 68,628  |        | 11,136  | 23,674 | 1,247  | 25,728  | 2,341   | 132,754   | 140,868    |
|       | 5千~ 6,999   | 5,275   |        | 6,257   |        |        | 6,025   | -       | 17,557    | 182,536    |
|       | 7千~ 6,999   | 15,094  | 8,776  | 17,312  |        | 8,955  | 27,323  | 8,966   | 86,426    | 473,583    |
|       | 1万~12,999   | 43,902  |        |         |        |        | 10,982  |         | 54,884    | 284,951    |
|       | 1万3千以上      |         |        |         |        |        |         |         |           | 14,150     |
| 合計    | 139,328     | 8,776   | 34,854 | 24,411  | 14,541 | 76,662 | 11,307  | 309,879 | 1,113,163 |            |
| コテナ   | 2千未満        |         |        |         |        |        |         |         |           |            |
|       | 2千以上        |         |        | 4,827   |        |        |         |         | 4,827     | 74,204     |
|       | RORO        | 3,015   |        |         |        |        |         |         | 3,015     |            |
|       | 液化ガス船       |         |        |         |        |        |         |         | -         | 21,462     |
|       | ケミカル船       | 1,599   |        |         |        |        | 7,002   |         | 8,601     | 84,232     |
| 漁船    | 500未満       | 7,403   |        | 3,368   | 847    | 204    | 2,213   |         | 14,035    | 87,012     |
|       | 500~ 999    | 2,140   |        | 2,485   | 639    | 743    | 1,772   |         | 7,779     | 58,531     |
|       | 千~1,999     | 1,247   |        | 2,144   |        |        |         |         | 3,391     | 11,741     |
|       | 2千以上        |         |        |         |        |        | 13,350  |         | 13,350    | 21,901     |
|       | 曳船          | 303     |        |         | 199    | 241    | 629     |         | 1,372     | 183,406    |
|       | サプライ船       | 1,642   |        |         | 457    |        |         |         | 2,099     | 8,758      |
|       | 浚漕船         |         |        |         |        |        | 4,816   | 5,613   | 10,429    | 17,805     |
|       | フェリー        | 645     |        | 4,843   |        |        | 657     |         | 6,145     | 9,789      |
|       | 客船          |         |        |         |        |        | 4,195   |         | 4,195     | 6,761      |
|       | その他         |         |        |         | 8,032  |        | 22,232  |         | 30,264    | 111,285    |
|       | 世界合計        | 216,077 | 8,776  | 151,480 | 50,234 | 15,729 | 189,403 | 145,994 | 777,693   | 10,756,093 |

のB/Cと衝突し、中国の調査船とケミカルタンカーの衝突もあった。

接触は1988年以來の最低記録で、難破/座礁ではリベリアタンカー Braer が座礁して油が流出した。シェトランド島ではこの他に4隻の座礁があった。この他半潜水式甲板貨物船が喪失し、南朝鮮で荒天により9隻の船が失われた。喪失等ではキプロス籍のOBOがフレームの損傷が続いて沈没し、バハマ籍タンカーが機関故障で

漂流し、ドレッジャーが浚渫中に爆弾のために沈没した。

#### 4. 人命損失

1987年から1993年間の全損の結果死亡または行方不明と報告された人の数は第4表の通りである。

1993年は10人以上の人命損失を生じた船は14隻あり、219隻の全損のうち49の事故が人命損失を記録しており最大の人命事故は55人を生じたフェリーであった。

▼ 第3表 1993年の各国別喪失量(千GT)

| 国名       | 浸水沈没 | 行方不明 | 火災/爆発 | 衝突  | 接触  | 難破/座礁 | 喪失等 | 全損失 | 解撤等    |
|----------|------|------|-------|-----|-----|-------|-----|-----|--------|
| バマ       | 87   | 9    | 20    | 8   |     | 31    |     | 154 | 1,765  |
| キプロス     | 1    |      | 17    |     |     |       | 61  | 79  | 1,496  |
| リベリア     | 15   |      |       |     |     | 63    |     | 78  | 2,011  |
| バハマ      | 3    |      |       |     |     |       | 52  | 55  | 218    |
| セントビンセント | 6    |      | 5     | 4   | 10  | 12    | 9   | 45  | 743    |
| マルタ      | 8    |      | 17    |     |     | 1     | 16  | 42  | 658    |
| 韓国       | 1    |      | 21    |     |     | 16    |     | 38  | 265    |
| ホンジュラス   | 15   |      | 2     | 3   |     | 11    | 2   | 33  | 84     |
| オランダ     |      |      |       |     |     | 21    | 6   | 27  |        |
| 米        | 2    |      | 22    |     |     | 1     |     | 26  | 326    |
| 中        |      |      | 16    | 3   |     | 4     |     | 23  | 17     |
| インドネシア   |      |      |       |     |     |       |     |     |        |
| シンガポール   | 13   |      | 6     |     |     |       |     | 19  | 23     |
| ロシア      | 7    |      | 5     |     |     | 5     |     | 18  | 296    |
| バーミューダ   |      |      |       | 16  |     |       |     | 16  | -      |
| フィリピン    |      |      | 11    |     | 1   | 1     |     | 13  | 68     |
| 日本       | 1    |      | 1     | 9   |     |       |     | 10  | 58     |
| ノルウェー    | 2    |      |       | 1   |     | 8     |     | 10  | 155    |
| インド      | 10   |      |       |     |     |       |     | 10  | 50     |
| ペルー      | 8    |      |       |     |     |       |     | 8   | 1      |
| マレーシア    | 6    |      |       |     |     |       |     | 6   | 59     |
| ギリシャ     | 1    |      |       | 5   |     |       |     | 6   | 825    |
| スเปน     | 2    |      |       | 2   |     |       |     | 5   | 29     |
| 香港       |      |      |       |     |     | 4     |     | 4   | 153    |
| チリ       | 1    |      | 2     |     |     |       |     | 3   | 11     |
| ポーランド    | 3    |      |       |     |     |       |     | 3   | 35     |
| ラトビア     |      |      |       |     |     | 3     |     | 3   | 35     |
| タイ       | 3    |      |       |     |     |       |     | 3   | 22     |
| デンマーク    |      |      |       |     |     | 2     |     | 2   | 1      |
| イラン      | 2    |      |       |     |     |       |     | 2   | 166    |
| マルディブ島   |      |      | 2     |     |     |       |     | 2   |        |
| トリニダドトバゴ | 1    |      |       |     |     |       |     | 1   |        |
| ドイツ      |      |      |       |     |     | 1     |     | 1   | 9      |
| ポルトガル    |      |      |       |     |     | 1     |     | 1   | 78     |
| 南アフリカ    | 1    |      |       |     |     |       |     | 1   | 3      |
| 台湾       |      |      |       |     | 1   |       |     | 1   | 104    |
| バヌアツ     |      |      | 1     |     |     |       |     | 1   | 45     |
| ...      | ...  | ...  | ...   | ... | ... | ...   | ... | ... | ...    |
| 世界合計     | 216  | 9    | 151   | 50  | 16  | 189   | 146 | 778 | 10,756 |

▼第4表 過去7年間の人命損失事故

| 年<br>分類 | 1993 | 1992 | 1991  | 1990 | 1989 | 1988 | 1987  |
|---------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| 浸水沈没    | 442  | 119  | 400   | 149  | 443  | 561  | 523   |
| 行方不明    | 不明   | 24   | 62    | 128  | 26   | 29   | 78    |
| 火災/爆発   | 19   | 22   | 16    | 40   | 57   | 83   | 29    |
| 衝突      | 35   | 63   | 214   | 72   | 76   | 63   | 3,156 |
| 接 触     | 2    | 0    | 3     | 0    | 42   | 0    | 0     |
| 難破/座礁   | 6    | 7    | 509   | 0    | 34   | 23   | 34    |
| 喪失等     | 0    | 11   | 0     | 0    | 10   | 4    | 21    |
| 全人命損失   | 504  | 246  | 1,204 | 389  | 688  | 763  | 3,841 |

5. 解 撤

解撤工事は中国が1987年以来の最高水準に達した。

中国は鉄鋼の需要と、その生産能力を含め、船舶解撤の発展に恵まれた条件をすべて持っている。しかしながら1994年の初めに導入された新しい税改革は産業の将来に影響を与えることになるであろう。最初は無税であったが、スクラップ用の船舶の輸入は2万LDT以下で6%、より大きなVLC Cサイズでは3%を受ける。鉄鋼からの製品は17%の附加価値税を受けることになる。

中国は全トン数の半分以上(5,785,775 GT)を解体した。2位はインドの1,911,269 GTであり、3位はバングラディッシュの13%、1,396,289 GTである。これら3カ国で解体全トン数の85%以上を占めている。

日本は最大の196隻を解撤したが世界全体の0.5%を示すだけである。

市場への新規参入者はフィリピン、タイおよびベトナムで、新設備を開始するか、トン数を増やしたものである。

6カ国が50万GT以上解撤したが、リベリアが最大で2,010,586 GTであった。パナマとキプロスがこれに続き、1,765,430 GTと1,496,111 GTであった。またギリシャ、セントビンセントおよびマルタはそれぞれ50万GT

T以上であった。

85隻のO/Bキャリアーが解撤されたが、1992年より30隻多くなっている。206隻の一般貨物船が解撤されたが1992年より136隻少ない。タンカーは2,620,241 GT増加した。冷蔵船市場の運賃率が低いため、ブドー酒運搬船の多くが解撤された。まだそれより古い船が、昔の“東方ブロック”諸国において、船隊近代化のために排除された。13隻の米国の予備ビクトリー船が長い間の有利な過去の航海を終了した。

1986年から1993年までのタンカー、B/Cおよび一般貨物船の比較は次表の通りである。

| 年    | タンカー         | B/C(含OBO)    | 一般貨物船        |
|------|--------------|--------------|--------------|
| 1986 | 6,844,020 GT | 8,539,724 GT | 3,474,599 GT |
| 1987 | 2,458,293    | 5,579,495    | 2,591,419    |
| 1988 | 1,246,773    | 1,077,612    | 1,835,847    |
| 1989 | 659,641      | 420,736      | 916,791      |
| 1990 | 280,410      | 497,594      | 769,484      |
| 1991 | 592,212      | 602,866      | 901,148      |
| 1992 | 3,371,400    | 1,583,505    | 1,170,182    |
| 1993 | 7,406,695    | 1,543,348    | 1,113,163    |

この年に解撤した最大の船はリベリア(World Brasilia (138,894 GT, 1976年)で、中国のHuangpuで解撤された。これはWorld Wideのタンカーで数隻のVLC Cのうちの1隻で、船隊更新計画の一環として行われたものである。今年の解撤の中にパナマ籍の無線局船Peace (353 GT, 1940年)が入っているが、イスラエルとPLOの間の“平和宣言”の目的に使われるべく、Ashdodの沖で沈められた。昔のソ連の砕氷船Kiev (9,424 GT, 1965年)が6月、Alangにおいて解撤され、アイルランド籍のビール運搬船Mirande Guinness (1,540 GT, 1976年)がリバプールで解体された。

大きさ別解撤隻数

|      | 100<br>┆<br>499 | 500<br>┆<br>999 | 1,000<br>┆<br>1,999 | 2,000<br>┆<br>3,999 | 4,000<br>┆<br>5,999 | 6,000<br>┆<br>7,999 | 8,000<br>┆<br>9,999 | 10,000<br>┆<br>14,999 | 15,000<br>┆<br>19,999 | 20,000<br>┆<br>29,999 | 30,000<br>┆ | 合計  |
|------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|-----|
| 解撤隻数 | 323             | 44              | 39                  | 63                  | 41                  | 38                  | 48                  | 79                    | 32                    | 15                    | 110         | 832 |

船 齢 別 解 撤 隻 数

|      | 不明 | 0~4年 | 5~9 | 10~14 | 15~19 | 20~24 | 25~29 | 30以上 | 合計  |
|------|----|------|-----|-------|-------|-------|-------|------|-----|
| 解撤隻数 |    |      | 1   | 33    | 90    | 297   | 225   | 186  | 832 |

## 船舶電子航法ノート (208)

木村 小一

A・7・38・2 航空機へのディファレンシャル  
GPSの応用(つづき)

GPSによるCAT.Ⅲ 進入用の要件は、精度、インテグリティ、サービスの連続性、稼働率と証明の分野で提案されているが、1993年現在なお検討中であるがその概要を示す。

精度：二つの種類の精度要件が、古くから精密進入の誘導に対して与えられている：1) センサの精度，2) 全システム誤差。

計器着陸方式(ILS)の誘導に基づくCAT.Ⅲ 進入のためのDGPSセンサの精度要件は、表1に示す通りである。

ILSは角度システムで、その線形の精度は地上局からの距離によって決まるから、これらの精度は、航空機が滑走路スレッシュホールドに達したところの点で適用される。これらの精度を、航空機の制御運動と安定度に影響する高周波の雑音を含めて、バイアスと雑音の成分の中へ分解して与えられる。これらは、地上装置、マルチパスと機上の受信機によって作られるILSの精度であることに注意すべきである。全着陸システムによって達成される精度はまた、機上の航法装置とパイロットまたはオートパイロットによって追加の誤差も含まれる。

GPSによる精密進入のILSによる航法センサの適用は現在いろいろな国や利用者の組織で展望されている。

ILSと比べて、GPSの誘導は線形で、その精度は進入路に沿って比較的一定である。更に、GPSは位置の情報に加えて航空機の速度も与える。これらとその他の理由から所要の精度を改定する考え方が、GPSによる進入用に考慮されつつある。この改定の考え方は全システム誤差(TSE)で、進入と着陸の動作中に必要とする“空間のトンネル”の中に航空機を成功裡に封じ込めることに基づくものである。GPSの精度は一定で、速度の推定値を与えるから、表1に示すよりも大きいGPSの航法センサ誤差を許容し、一方で、CAT.Ⅲの進入に必要なTSEを達成することが可能になるかもしれない。

GPSによる精密進入誘導の精度要件の展望はまだ完

成されていない。しかしながら、これらの要件が作られれば、それらはCAT.Ⅲの可能性のデモンストレーション計画に適用される。TSEの条件はGPSのセンサ精度の要件を表3よりも厳しさの少ないレベルに減少される可能性がある。しかしながら、追加の要件として、GPSによる航空機の速度の出力に規定することが好ましいと思われる。

インテグリティ：インテグリティは警報までの時間と検出しない誤りの確率の両方で特性づけられる。モニタの構成と自己試験機構もまたインテグリティのレベルに影響する。表2はILS CAT.Ⅲの進入のインテグリティの要件を示す。

サービスの連続性：サービスの連続性とは与えられた時間長に規定のレベルのサービスを与えるためのシステムの能力である。サービスの連続性は部品の質と冗長性によって与えられたときの、故障に対するシステムの免疫に関係する。ILSに対するサービスの連続性の要件は、15秒当たり $8 \times 10^{-6}$ である。

稼働率：稼働率はシステムが規定のレベルのサービスを与える時間の割合である。稼働率はシステムの故障の性質にだけ関係するのではなく、また、サービスの回復にも関係する。DGPSによる誘導の稼働率の要件はなお検討中で、まだ最終のものとなっていない。現在の稼働率の要件は一つの滑走路端の一つのILSに対してのみ規定されている。広域では衛星の故障または貧しい衛星と利用者の幾何学によって影響される可能性があるので、

表1 ILS CAT.Ⅲの精度要件 (地上装置)  
(滑走路スレッシュホールドにおいて)

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 横方向 ( $2\sigma$ , メートル)  | 4.1 |
| 垂直方向 ( $2\sigma$ , メートル) | 0.6 |

表2 ILS CAT.Ⅲのインテグリティの要件

|                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| 警報までの時間 (水平/垂直, 秒)        | 2/2                  |
| 検出しない誤りの確率 (何かの1回の着陸について) | $0.5 \times 10^{-9}$ |

稼働率は重要な考察である。稼働率の要件を確立する基礎は最終的にはいろいろな頻度での運用上の満足度とDGPSのサービスの機能停止の期間である。

証明：CAT. III 進入に使用される機上のシステム（ハードウェアとソフトウェアの両方を含む）は、最終的には証明の要件に適合しなければならない。

このデモンストレーション計画の最初の段階では、提案の準備と評価が、第二段階ではプロトタイプハードウェアが装備されて、飛行試験が行われ、最終段階ではこのプロトタイプハードウェアが、GPS衛星の信号シミュレータ(GFE)を使用して試験がなされる計画で、1995年中頃には、CAT. IIIの進入に対するDGPSの可能性の仮の決定に達する予定であったが、若干の改訂があり、つぎのようになった\*

このデモンストレーションプログラムの基本的な活動のスケジュールは図1に示してある。提案要求書(RFP)は1993年9月遅くに公表された。それに対する契約者希望者からの応答は完了している。複数の契約者が1994年春に承認される予定である。参加する契約者を含めて、引き続きプログラムの活動は五つの段階に分けられている。システム設計は、プログラムの開始後約1か月の展望過程で終わる第I段階と3か月後の設計の展望で終わる第II段階から構成されている。システムの開発は第III段階で開始され、約5か月後のそれらの複数のシステムが飛行試験の準備をするデモンストレーションに引継がれる。第IV段階では、契約者の考えたこれらの複数のシステムについての二つ機関での飛行試験が、Atlantic CityのFAAの技術センターとカリフォルニアのCrow Landingにおける航空宇宙局(NASA)のAmesの2か所で平行的に行われる。選択できる第V段階では選ばれた契約者のシステムが、ペンシルバニアのWarminsterの海軍研究開発センター(NRDC)で衛星シミュレータの試験を受ける。全体の目標は変化なく、1995年中頃にCAT. IIIの進入に対してのDGPSの可

|                        | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 |
|------------------------|------|------|------|------|
| 活動                     |      |      |      |      |
| 提案要求と準備                | △    |      |      |      |
| 提案の評価と承認               |      | △    |      |      |
| システム設計(第Iと第II段階)       |      | △    | △    |      |
| 飛行試験(第IV段階)            |      |      | △    |      |
| Flight Test (Phase IV) |      |      | △    |      |
| シミュレータによる試験(第V段階-選択)   |      |      |      | △    |

図1 CAT. III可能性研究のプログラムのスケジュール

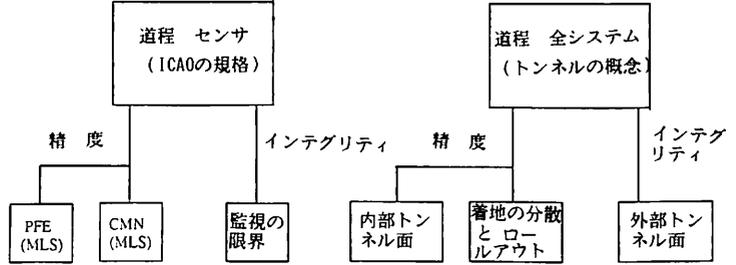


図2 飛行試験の精度とインテグリティの可能性(二つの道程)

能性を予備的な決定に達することになっている。

こうしてこのデモンストレーションは、FAAとNASAとの共同のプロジェクトで、FAAとNASAはこの開発に必要な機能と性能の要件の確定、契約者による提案の評価と契約の査定と推進、飛行試験とその施設の提供、試験データの処理と評価を、また契約者はシステムの設計とそのハードウェアとソフトウェアの提供を行うことになっている。

すでに述べてあるようにこのデモンストレーションでの主要な焦点は精度とインテグリティにある。図2に示すように、CAT. IIIの精度とインテグリティの可能性を示す要件を確立するには二つの道程が考えられている。第一の道程はセンサの要件に基づくもので、第二の道程は以下に定義するようにシステム全体の要件に基づくものである。

第一のセンサの性能に対しては、まず、センサの精度はレーザ追跡機で測定したとき真の航空機の位置に対する着陸システムとしての位置決定の精度である。センサの精度として選ばれる要件は、経路を追従する誤差(PFE)に対するマイクロ波着陸システム(MLS)または計器着陸システム(ILS)による値をそのまま使用することになっている。95%の誤差に対するこれらの要件は、国際民間航空機関(ICAO)で採用されており、表3に示してある。表3の値は滑走路の停止端よりも1,000ft先に置かれた方位用の送信機と滑走路スレッシュホールドから954ftの地点に着地の目標点をもった9,000ftの滑走路を基準にしている。国際的な規格の中では、垂直の位

\* R. Braff, P. O'Donnell, C. Shively (MITRE) & R. Swider (FAA): FAA's DGPS CAT III Feasibility Program: Update and Test Methodology, IEEE PLANS '94

表3 センサの精度の要件 (95%)

| スレッシュヨ<br>ルド上の高<br>度(ft) | 垂直誤差 <sup>1</sup> (m) |                  | 横方向誤差 <sup>1</sup> (m) |                  |
|--------------------------|-----------------------|------------------|------------------------|------------------|
|                          | PFE <sup>2</sup>      | CMN <sup>3</sup> | PFE <sup>2</sup>       | CMN <sup>3</sup> |
| ロールアウト                   | NE                    | NE               | 4.0                    | 3.2              |
| 着地                       | NE                    | NE               | 4.0                    | 3.2              |
| 50                       | 1.2                   | 0.6              | 4.0                    | 3.2              |
| 100                      | 1.2                   | 0.6              | 4.4                    | 3.5              |
| 200                      | 2.4                   | 1.2              | 5.1                    | 4.1              |
| 300                      | 3.6                   | 1.8              | NE                     | NE               |
| 400                      | 4.8                   | 2.4              | NE                     | NE               |
| 500                      | 6.0                   | 3.0              | NE                     | NE               |
| 600                      | 7.2                   | 3.6              | NE                     | NE               |
| 700                      | 8.4                   | 4.2              | NE                     | NE               |

- 1. 土の偏位
- 2. PFE は経路追従誤差
- 3. CMN は運動制御誤差
- NE. は評価せず

置の精度は、50ftのスレッシュヨルド上の高さ(HAT)まで降りたときと規定されている。しかしながら、CAT. IIIの可能性プログラムでは、50ft HATでは、航空機はスレッシュヨルドにいるか、もはや、そこを過ぎて、レーダ高度計が垂直誘導情報を与えるので、FAAでは100ft HATにおける垂直高度の値を最もきびしい要件として使用することが考えられている。

センサのインテグリティに関しては規定の時間の長さ以上にわたって規定の限界を超えないセンサ誤差を達成させることがその機能である。インテグリティに選ばれた要件は表4に示し、これはCAT. IIIのときのILSの性能要件に基づいている。適用される最もきびしい限界は、センサの精度に対して上の100ft HATで規定されたものである。センサの誤差が2秒以上この限界を超えたならば、システムは閉ざされ、パイロットは着陸復航を実行する。

第二の全システムの精度の道程では、レーザ追跡機で測定したときに航空機が所要の飛行経路に沿ってうまく誘導されているかどうかを調べることである。この全システムの精度の主要成分は、センサの誤差と飛行技術誤差(FTE)とである。このFTEは誘導の指令の逆数であり、例えば、ゼロFTEは航空機が位置のセンサによって推定されたときに所要の飛行経路に正確に従っていることを示している。この要件は図3に示すようなトンネルの概念で与えられた寸法の内側のトンネル面に基づいて考えられ、FAAの部内で承認されたもので、この内側のトンネルは95%の位置の精度を表し、その寸法は表5の通りである。

全システムを要件とする場合のインテグリティは、航空機の何処かの部分が外側のトンネル面を突き抜ける確率が $<10^{-7}$ を達成することである。このインテグリティ

表4 センサのインテグリティの限界

| スレッシュヨ<br>ルド上の高<br>度(ft) | 垂直の限界 <sup>1</sup> (m) | 横方向の限界 <sup>1</sup> (m) |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| ロールアウト                   | NE                     | 6.1                     |
| 着地                       | NE                     | 6.1                     |
| 50                       | 2.3                    | 6.1                     |
| 100                      | 2.3                    | 6.7                     |

- 1. 土の偏位
- NE. は評価せず

表5 全システムの精度の要件 (95%)

| スレッシュヨ<br>ルド上の高<br>度(ft) | 垂直の限界 <sup>1</sup> (m) | 横方向の限界 <sup>1</sup> (m) |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| ロールアウト                   | NE                     | 8.2                     |
| 着地                       | NE                     | 8.2                     |
| 50                       | NE                     | 15.5                    |
| 100                      | 4.6                    | 22.9                    |
| 200                      | 9.8                    | 33.5                    |
| 300                      | 12.2                   | 38.1                    |
| 400                      | 15.5                   | 48.3                    |
| 500                      | 18.8                   | 58.4                    |
| 600                      | 22.1                   | 68.6                    |
| 700                      | 25.4                   | 78.7                    |

- 1. 土の偏位
- NE. は評価せず

表6 全システムのインテグリティの限界

| スレッシュヨ<br>ルド上の高<br>度(ft) | 垂直の限界 <sup>1</sup> (m) | 横方向の限界 <sup>1</sup> (m) |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| ロールアウト                   | NE                     | 15.2                    |
| 着地                       | NE                     | 15.2                    |
| 50                       | 5.3                    | 41.4                    |
| 100                      | 10.7                   | 65.5                    |
| 200                      | 24.4                   | 96.0                    |
| 300                      | 32.0                   | 109.7                   |
| 400                      | 41.3                   | 138.4                   |
| 500                      | 50.6                   | 167.2                   |
| 600                      | 59.8                   | 195.9                   |
| 700                      | 69.1                   | 224.6                   |

- 1. 土の偏位
- NE. は評価せず

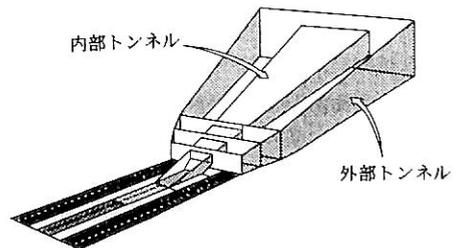


図3 トンネルの概念

の限界は表6に示し、これは与えた外側のトンネルの寸法からボーイング747の寸法を引算することで得られたものである。747の寸法は最もきびしいインテグリティの要件を与えるように選ばれた。外側のトンネルは封じ込める面であるから、実際のインテグリティ警報のしきい値は、パイロットと航空機が応答する時間を許すために表4に示すよりも低くセットすることが必要である。この警報の応答時間は2秒である。

契約者が作成したシステムが、これらの要件に適合するかどうかを決定するために、成功の尺度(MOS)がつけられた。これらのMOSはn回の進入のうちの少なくともs回の進入に成功することに基づいている。それらが精度とインテグリティの要件に適合するのならば、進入は成功である。この方法では、より共通に使用され、例えば、平均、標準偏差とRMSのようなパラメータの推定よりもむしろ、統計を前提とする検証の使用を必要とする。それによって、システムの評価を真っ直ぐな統計的基盤で可能にする。精度のMOSは95%の誤差によっているから、システムは誤差の分布または何かの重要度の基礎の解釈に対するものとして、何等の前提もなしにその条件に関して直接評価できる。それは小さい確率が関係するから、仮定の検証に使用される代償はより大きなサンプルの大きさになる。

精度のMOSの統計解析では、精度のMOSは重要度の5%レベルにおける統計的な仮定の検証が関係をし、これは1型の誤差または製造者側の危険の確率とする。この重要度のレベルは契約者の性能が実際にMOSに適合しているけれども、成功した進入の数は受入れられるしきい値に等しいかまたはそれ以下である5%の機会があるだろうことを意味している。仮定の検証を設計するためには、その性能が、行った進入の数に対して性能の限界、これは2型の誤差または使用者側の危険とする、よりも実際に悪いシステムを受け入れる確率に関してまた必要である。この関係は図4にプロットした運航特性曲線の中に示してある。

次の方法が必要とする進入数を決めるのに使用された。試験のもとの95%の限界を超えるシステムの真の確率には0.05よりもむしろ0.1が仮定された。図4を参照して、50回の進入のサンプルの大きさでは、そのようなシステムを受入れる確率はこのようなシステムの入力の確率は約0.6(2型の誤差)である。しかしながら、300回の進入があると、受入れの確率は約0.05のみだろう。従って、費用と時間が重要度の要素ではなかった

なら、300回の進入が理想的な選択となる。妥協点として、進入の回数は100回にセットされた。境界を超える0.1の真の確率に対するこの場合には、受入れの確率は約0.45で、0.05の真の確率に対しては、受入れの確率は約0.07だけである。

100回という進入のサンプルの大きさの選択は、契約者のシステムが精度のMOSに適合するためには少なくとも91の成功の進入がなければならないことになる。

センサの精度のMOSに対して、センサの精度を決定する手順は、ICAOで規定された国際的な規格で与えられたMLSの手順に基づいている。各飛行に対して測定したセンサの誤差は、二つのフィルタを通される。一つのフィルタは2次のフィルタで、その出力は経路追従誤差(PFE)の指示を与える。PFEは“所要の航路線または所要のグライドパスからの航空機の偏位の原因となる可能性のある誘導信号の誤差の部分”と定義されている。

DGPSの誤差については、PFE進入中に一定に保たれる何等かの誤差にプラスして、ウェイポイントの座標誤差やDGPS基準局におけるマルチパスのような何かゆっくりと変わる誤差であるとして解釈されている。CMNは姿勢の変化によって応答する航空機の機体のようなはるかに急速に変化する、例えば、地形からの反射の航空機におけるマルチパスのような誤差として解釈されている。

図5はPFEとCMNのフィルタの出力の評価の一般

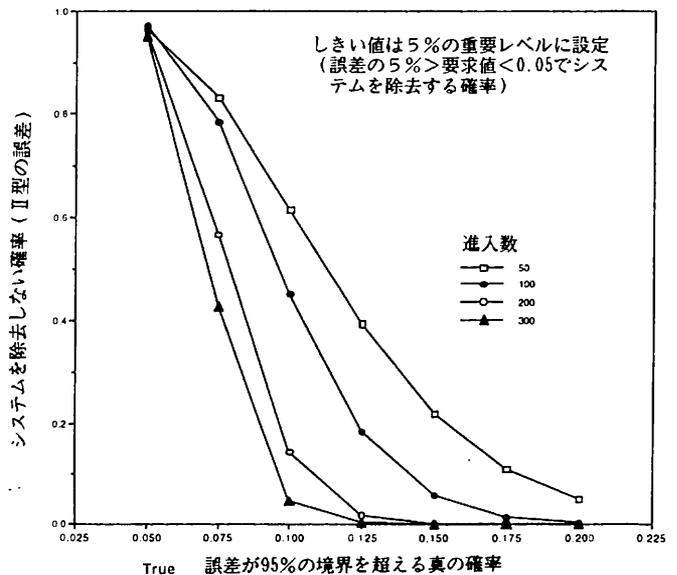


図4 進入の数によるII型の誤差の変化

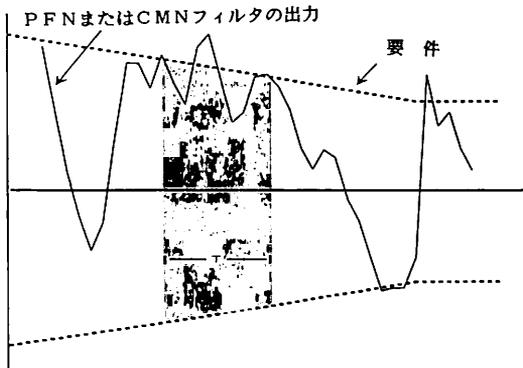


図5 PFEとCMNの測定値の方法

的な方法を説明するのに使用されている。実線は進入のためのフィルタの出力の時間的な変化を表している。傾斜している点線は表3に与えた95%の誤差の境界を表す。

影になっている部分はT秒の幅のスライドウィンドウを示している。このウィンドウは進入経路に沿ってスライドする。進入成功の条件は、各ウィンドウの中でフィルタの出力の95%が95%の境界を超えないことである。

全システムの精度に対する進入の成功の条件は、全システム誤差の測定値の全部が、表5に規定した通りの内側トンネルの要件の中になければならないことである。また、そのインテグリティの成功の尺度としては、契約者のシステムの警報の状態についてのデータが集められている。このデータは固有の警報状態を決定するためにレーザ追跡機による航空機の真の位置と比較されている。CAT.Ⅲの進入は高い危険性をもっているので、インテグリティのMOSは、高い信頼度でのインテグリティの機能をデモンストレーションすることのできる十分に厳格なものでなければならない。センサまたは全システムの誤差はそれぞれ表4と表6に与えたインテグリティの要件と比較される。進入の成功の条件は、偽の警報がないようにすべきであるが、しかし、1回の偽の警報が起きても、それは小さなサンプルサイズを与えているので、100回の進入に対して許されている。更に、監視局の限界が警報を超えるたびごとに警報しなければならない。

進入中のインテグリティ機能の評価に加えて、地上の航空機による静止状態での評価もまた行われる。正規の運航状態のもとでの進入中には警報は期待できないから、この試験は必要である。静止試験は毎分に警報の原因が発生するような人工の警報限界で行われることになっている。

これらのシステムに対しては比較的短時間に飛行試験がなされることになっているので、システムが各種の状

態での環境や故障に強いものであることを示すような余り発生しない運用状態にであうことはほとんど見込まれない。第V段階の一つの選択として、FAAはシミュレータの試験を、飛行試験で示された最も約束されたシステムに従って行うことが計画されている。このシミュレーションのためのシナリオとしては、海軍の研究開発センターのGPS信号のシミュレータからの航空機の受信機とDGPS地上施設への衛星信号はILS型の直線進入である。

このシミュレータでの試験は、飛行試験と同様なMOSは使用されない。この試験の目的はひずみのある状態においたときのシステムの特性を試験することである。ひずみのあるときのシナリオとしては、航空機と地上のアンテナにおけるマルチパスによる擾乱、瞬時の信号の中断、衛星信号の故障、衛星が水平線から上昇または水平線へ下降するときの衛星信号の捕捉と受信の停止、および、衛星信号の電力レベルの変化を含めることである。これらに対する特性付けの結果として、そのインテグリティ監視機能で示された通り、機能の連続性を失うようにシステムを駆動したときの状態を評価することでもある。(つづく)

## ● 新刊紹介

### 小型船舶・漁船安全関係法令

運輸省海上技術安全局 監修

A 5判・244頁・定価2,400円・〒430円

小型船舶の適用範囲が「長さ12メートル未満の船舶」から「総トン数20トン未満の船舶」に変更された。これに伴って、小型船舶の安全基準が全面的に見直され、小型船舶安全規則の大幅な改正が行われた。また、この改正に伴って、船舶安全法施行規則、小型漁船安全規則等の一部改正も行われた。今回の改正の主な点は、適用範囲の変更の他、船体構造基準の合理化、旅客船の消防・防火・救命・衛生設備等の強化、小型船舶用GMDSS設備の要件の制定、救命いかだの艀装品の追加などである。本書は、これ等の改正と、新たに制定された関係告示を合わせ、7月15日の改正までを収録したものである。

主な収録法令は小型船舶安全規則、小型漁船安全規則、漁船特殊規則、船舶安全法、同法施行規則等である。

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

## &lt; 第153回 &gt;

## 第33回コンテナ貨物 (BC) 小委員会の結果について

運輸省 海上技術安全局

国際海事機関 (IMO) のコンテナ貨物小委員会第33回会合 (BC33) が平成6年4月25日から29日までの間、ロンドンのIMO本部で開催された。今次会合における主な審議結果は以下のとおり。

## 1. 事務局長の挨拶

審議に先立ちIMO事務局長オニール氏より挨拶があり、昨年秋の第18回総会において、SI単位系導入に関するCSC条約の改正が採択されたこと、INFコードが決議となったこと、バルクキャリア、タンカーの検査強化に関するガイドラインが決議となったこと等について紹介があった、更に有害物質の流失海難事故が続いていることに懸念が示された。

## 2. 固体ばら積み貨物のための安全な措置に関する規則 (BCコード)

同コードの強制化について仏及び豪の提案が一括して審議された。プレナリーにおいて各国の意見を調べたところ、コードの全面強制化に賛成の国は5か国、コードの強制化に反対の国は2か国、コードの一部を強制化することに賛成の国及び組織は11、強制化のためにコードを新しく書き直すことに賛成の国及び組織は7であった。詳細についてはワーキンググループで検討された。その結果、本船に貨物積み込み時の復原性、船体強度に関する情報を持たせる等BCコードの一部を強制化するようSOLAS条約第VI章を改正する方向で作業を進めることとなり、条約改正のための草案が作成された。また各国に、BCコードを国内法に取り入れることを呼びかけるため、BCコードの前書きに追加すべき文の案も作成された。条約改正草案は、次回再検討を行うこととなったが、作業状況を報告するため、5月に開催される第63回海上安全委員会 (MSC63) に情報として送られるとともに、DE小委員会、SLF小委員会においても検討するよう、依頼することとなった。また、次回会合に向けて本草案の検討を進めるために、仏を議長国とするコレ

スポンデンスグループが設置された。

## 3. 貨物の積み付け及び固定

(1) 貨物の積み付け及び固定のための安全な措置に関する規則 (SSコード) の強制化

同コードの強制化についてコレスポンデンスグループ及び仏の提案を基に検討が行われた。その結果、主管庁によって承認された貨物固定マニュアルを本船に持たせる等SSコードの一部を強制化するようSOLAS条約第VI章の改正案が作成された。なお、本改正案の取り扱いについては、仏等の強い主張により手続き上の問題はあるが、MSC63に送付されることが合意された。

(2) スティールバンドラッシングの採用

鋼製シートコイルの安全な積み付けと固定に関して、従来からのワイヤーに加えてスティールバンドによる固定をSSコードに明記する旨の我が国提案は、蘭、スウェーデン、豪、韓国、ギリシャ、英の支持を受け、原案通りSSコードの改正案として合意された。

(3) セルラー積みコンテナ船の固縛情報

本件については、独、蘭及び仏提案文書を基に検討した結果、コンテナ船に対するCargo Securing Manual (CSM) を作成することを合意した。同CMSは現行のMSCサーキュラー385の内容もカバーした包括的なMSCサーキュラーとして取りまとめ、最終的に現行のMSCサーキュラー385に置き換わる予定である。

(4) 貨物の積載に係わる人的因子について

米提案文書に基づき検討した結果、SSコード上訓練が必要と認められる規定が数多く存在する点に留意し、これらの訓練に関して追加的な指針をSSコード上に取り入れること、更には、IMOが貨物の積み付け及び固定に関する標準訓練コースを策定するための作業に着手すべきことを合意した。

(5) 貨物の積み付け及び固定に関するポートステートコントロール

総会決議A.742 (18) (船舶の安全及び汚染防止に関する

る運航要件の検査手順)を強化すべきであるとする仏提案文書について検討した結果、ポートステートコントロールについては、本年5月のSOLAS条約締約政府会議及び本年10月のMARPOL条約締約政府会議において操作要件に係わるポートステートコントロールに対して条約上の位置づけを与えるための改正が既に予定されていることから、これら締約政府会議での結果を待つて検討することを合意した。

#### 4. ばら積み船の荷役

##### (1) 縦強度計算機(L.I.)の強化

L.I.は多くのばら積みに備え付けられており、荷役中の安全確認に有効な役割を果たすことが確認された。次回会合において船齢の高い船舶も含めてL.I.の搭載を義務づけるようなSOLAS条約改正について検討することとなった。なお、上記L.I.はPCベースの丈夫で使いやすい標準化された主管庁の承認(ソフト及びハード)機器という考え方である。

##### (2) 安全荷役のためのガイドライン

豪がばら積み船の荷役に関する実施コード案を提案し、同案をベースにガイドラインを作成することが合意された。同ガイドラインは、最終的にコードになることが予想される。

#### 5. 貨物の収納に関するIMO/ILO指針の改訂

独よりコンテナ内の収納状況につき立入検査を行ったところ、IMO/ILO指針に沿っておらず収納状態の悪いコンテナが多かったことから、運用に関し簡単なマニュアルを作る等の作業を行うべきであるとの提案があった。これに対し事務局よりUN/ECEの作業部会で同様の検討を行っており、またSPIの作業グループでの検討事項と考えられることから、事務局に対しUN/ECE作業部会への照会及びSPIグループへの作業依頼を行うことが要請された。

#### 6. SOLAS条約第二-2章第53/54規則関連

事務局よりCDG45において不燃性貨物のリストがMSCサーキュラー案として作成され、BC、FP小委員会に検討が求められていること及び本リストに対して日本が態度を留保していることが報告された。これに対し日本よりペンシルピッチ及びペトロリアムコークについては事故がなく十分な運送実績があると、リストに含めるべくFP小委員会に検討のため文書を提出する予定である旨発言を行いノートされた。

#### 7. INFコード

昨年の第18回総会でINFコードが採択されたこと及び同コードについては今後も見直し作業を行っていくこととなっている旨事務局より報告があった。本件に関しIRUよりこのような放射性物質を運ぶコンテナは流失に備えラジオビーコン等を取り付けるべきではないかと発言があったが、このような貨物は重いキャスクに入り貨物倉に固定されているため本船が沈んだ場合には本船から流失する事はなく、よって本船のEPIRBが有効であるとされた。

#### 8. 船舶における殺虫剤の安全使用に関するガイドライン

本ガイドラインは既にMSC62でMSCサーキュラーとなっているが、仏、英等より内容が不十分であるとしてさらなる検討を求めたところ支持され、次回の議題に追加することをMSCへ提案するとともにコレスポンダンスグループが設置されることとなった。

#### 9. 議長及び副議長の選出

1995年の議長にアメリカのマクナマラ氏が、副議長にアルゼンチンのレータス氏が、それぞれ再選された。

(文責：田口晴邦)

# 平成6年度（8月分）新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

| 区 分 |     | 4 月 ~ 8 月 分 |           |           |             | 8 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 | 8           | 199,049   | 301,770   |             | 2     | 64,000  | 94,660    |            |
|     | 油槽船 | 5           | 14,437    | 24,298    |             | 2     | 5,500   | 9,400     |            |
|     | その他 | 1           | 6,700     | 2,370     |             | 0     | 0       | 0         |            |
|     | 小計  | 14          | 220,186   | 328,438   |             | 4     | 69,500  | 104,060   |            |
| 輸出船 | 貨物船 | 112         | 3,055,730 | 4,690,818 |             | 20    | 416,440 | 531,840   |            |
|     | 油槽船 | 26          | 1,808,687 | 3,150,780 |             | 7     | 265,887 | 421,500   |            |
|     | その他 | 0           | 0         | 0         |             | 0     | 0       | 0         |            |
|     | 小計  | 138         | 4,864,417 | 7,841,598 |             | 27    | 682,327 | 953,340   |            |
| 合 計 |     | 152         | 5,084,603 | 8,170,036 | 507,402 百万円 | 31    | 751,827 | 1,057,400 | 88,638 百万円 |

● 編 集 後 記 ●

☆ 2兆円の経済効果、東京一極集中の是正等と共に、アジアのハブ空港をねらって関西空港が9月4日スタートした。しかし施設使用料等の割高もあり、当初から年間500億円の赤字が予想されるという。

また地盤沈下や滑走路不足から、アジアの他空港からハブとしての地位を奪われかねない不安も残している。

初年度から採算性を期待するのは無理としても、企業としては赤字を放置している訳にもいかない。経営改善には増便しかないが、増設滑走路を浮体構造とするにはまだまだ曲折が予想される。

☆ 日本初の女性宇宙飛行士出現に気を強くしたものの、技術試験衛星「きく6号」は失敗に終わったようである。

失敗の原因をフランクに解明し、次の技術へフィードバックする必要がある。

技術開発費の巨大化がいろいろ批判されている。地震予知は不可能という立場から、ロバート・ゲラー東大助教授などは日本の予算化の体質を鋭く批判している。

巨大予算は通り易いというパーキンソンの法則を立証

するのではなく、予算立案の合理性が望まれる。

☆ アメリカン フェスティバル '94 が幕張メッセで行われた。スミソニアン博物館とエンジョイ・アメリカに2大別され、後者には宇宙機器・スポーツ・ホームライフ・物販・飲食コーナ・メインステージなどが十分なスペースをもって配置されていた。これに反して前者は内容の割に狭い感じであり、日本には箱庭の文化があるとしても観客が多過ぎて、あの広大なスミソニアン博物館群を一堂に紹介するには狭過ぎたようである。一方ご本家では原爆投下機と共に被爆の惨状を展示することに対し反論が盛んなようで、彼我の差を感じさせられる。

☆ 松宮熙(ヒロシ)氏の「船会社の造船技術者の見た造船所」と題する技術随筆が近く連載されることになった。

氏は大阪商船三井船舶㈱において長年工務関係を担当し、戦後の同社の社船等の建造に関係された。多少辛口の批判があるかもしれないが、船会社から見た造船所の設計・現場のあり方に対し、参考になるところが多々あるものと期待している。

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

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

運輸省海上技術安全局監修  
造船海運総合技術雑誌 船の科学  
◎ 禁 転 載 第 47 卷 第 10 号 (No. 552)  
発行所 株式会社 船舶技術協会  
〒104 東京都中央区新川1の23の17 (マリンビル)  
振替口座 東京 3-70438 電話・FAX 03 (3552)8798

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

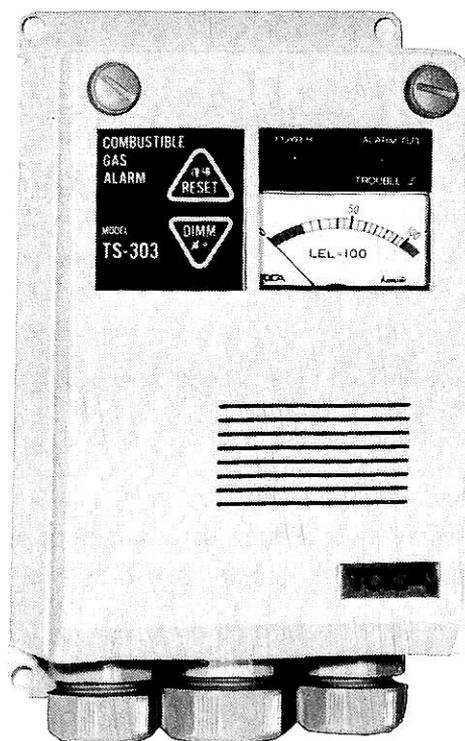
(本体 1,359円) 定価 1,400円 (〒84円)  
発行人 濱 村 建 治  
編集委員長 米 田 博  
印刷所 大洋印刷産業株式会社

# 船舶用可燃性ガス警報器

## TS-303型

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

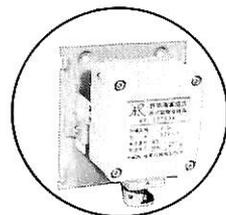
各種  
検定  
船級  
対応



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

### 特 徴

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



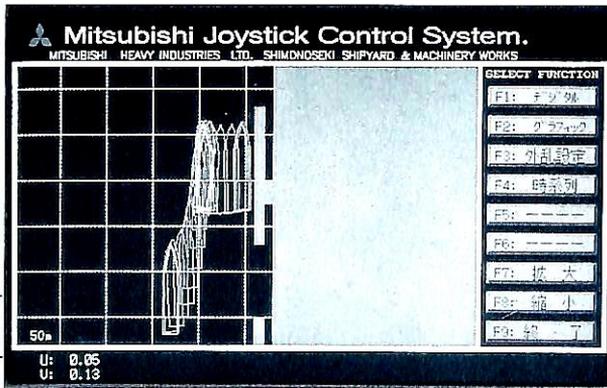
拡散式検知部DZF-3

**TOICA** 株式会社 **東科精機**

川崎市中原区新丸子町756  
〒211 ☎044(733)3381(代)

# 三菱重工のSuper Joy

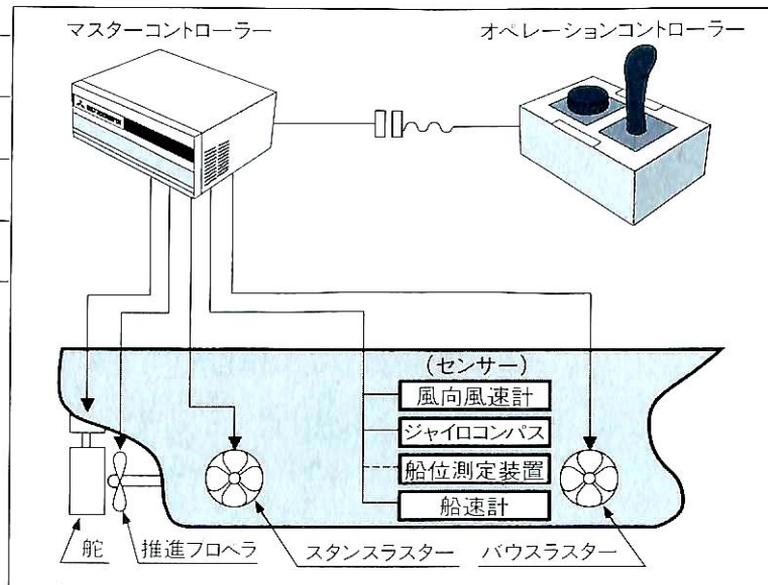
内航船舶「離・着棧システム」の近代化に  
お役に立ちたいと考えております!



シミュレーション画面表示例

(接岸状況)

## システム構成



(注) アクチュエータ構成は「1-CPP、1-特殊舵、1-バウスラスタ」以上とし、  
種々の構成に対応可能です。

船の科学

(定価) 一四〇〇円  
(本体) 一三五九円

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

三菱重工業株式会社

船舶・海洋事業本部 新製品部 〒220 横浜市西区みなとみらい3-3-1 TEL.045-224-9093 FAX.045-224-9905

保存委番号

196011

雑誌07739-10

T1007739101403

