

# 船の科学 5

1991

VOL.44 NO. 5

● 高性能・FRP官庁船



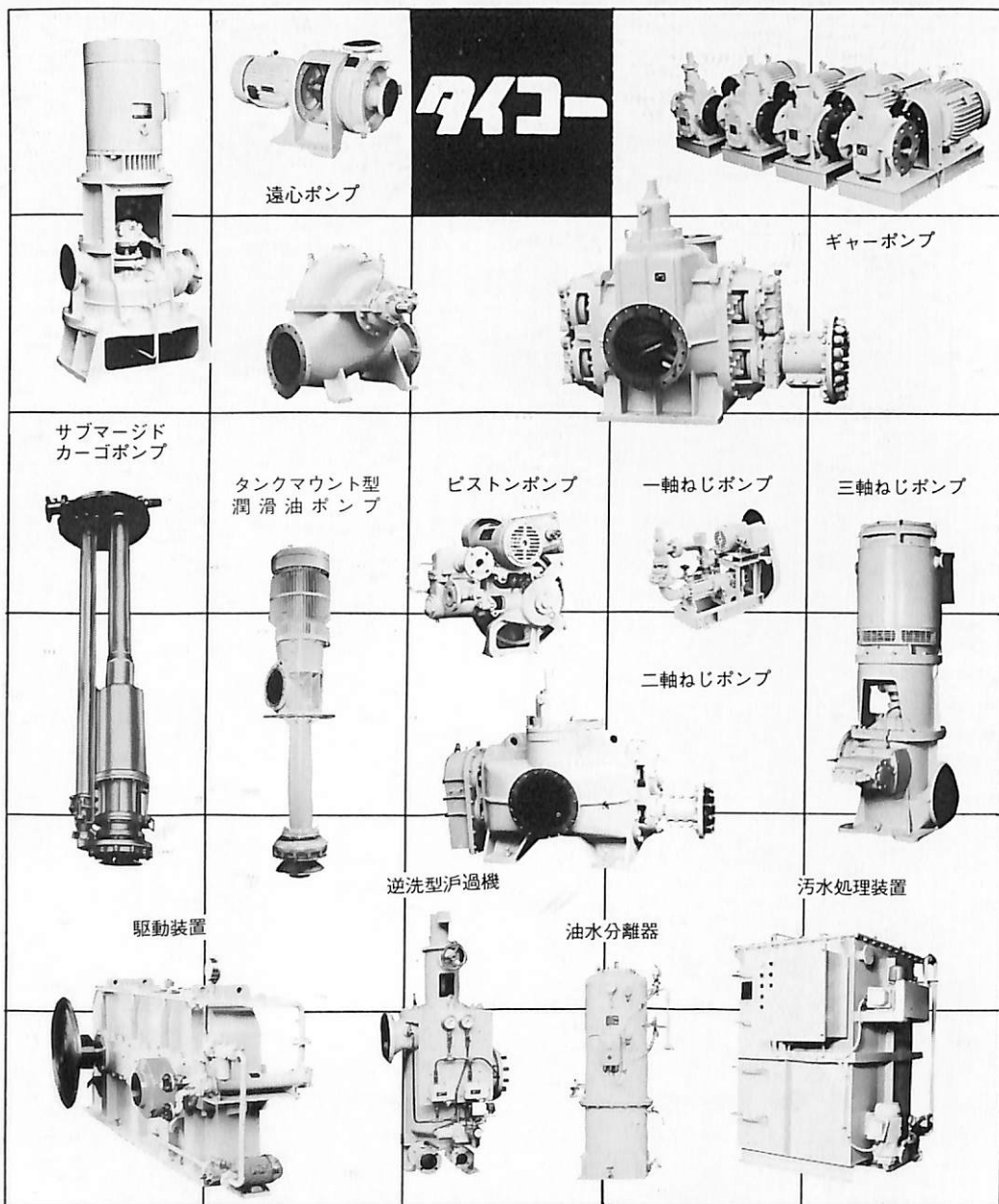
神奈川県水産試験場向け漁業調査船“うしお” 総噸数 19T



**ヤマハ発動機株式会社**

マリン本部国内営業部特需 TEL.03 (3574) 8018

# ポンプの総合メーカー



遠心ポンプ

ギヤーポンプ

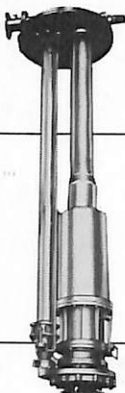
サブマージド  
カーゴポンプ

タンクマウント型  
潤滑油ポンプ

ピストンポンプ

一軸ねじポンプ

三軸ねじポンプ



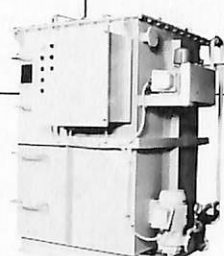
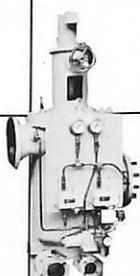
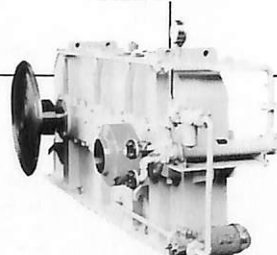
二軸ねじポンプ

逆洗型汚過機

汚水処理装置

駆動装置

油水分離器



**大晃機械工業株式会社**  
TAIKO KIKAI INDUSTRIES CO., LTD

本社・工場 山口県熊毛郡田布施町下田布施209-1 (〒742-15)  
電話0820(52)3111(代) テレックス 6687-96  
営業部直通 電話0820(52)3112~3114 ファクシミリ0820-23-2897  
東 東 東京都千代田区神保町久間町1-14 第2東ビル9階(〒101)  
電話03(3255)2871(代) ファクシミリ03-3255-6503  
大 阪 大阪市東区瓦町5の47 市川ビル4階 (〒541)  
電話06(231)6241(代) ファクシミリ06-222-3295

# 「魔の海峡」から「平穏な海」へ。

シンガポール、マラッカ海峡の安全の灯をともし続けて20年。  
(財)日本船舶振興会は国際協力の一端を担い、  
日本の経済繁栄を支えています。

▲写真：灯浮標



マラッカ、シンガポール海峡は、長さ約650マイル、最狭幅約2マイル。古来から、海のシルクロード「海のスパイスロード」と言われ、洋の東西を結ぶ重要な航路でした。しかし、航海者にとっては最大の難所としても有名で、「魔の海峡」として恐れられていました。(財)日本船舶振興会が支援し、(財)マラッカ海峡協議会を設立、資金的・技術的に全面協力。35基に及ぶ航行援助施設の設置をはじめ、技術者の派遣、インドネシア、マレーシア両国のスタッフとともにメンテナンスを続けるなど、安全航行の支援は20年を経過しています。

ファン皆さまからお預かりしているモーターボート競走の収益金は、人類の文化と経済をささえた海の正しい理解の普及、及び海洋保護、海難防止、新しい未来づくりのための海洋開発、そのための新しい技術の研究、開発などの援助のほか世界は一家、人類は兄弟姉妹の理念に基づき、文教、体育、社会福祉、防犯・防火、その他の公益の増進、及び海外への協力援助事業など、幅広く役立てられています。

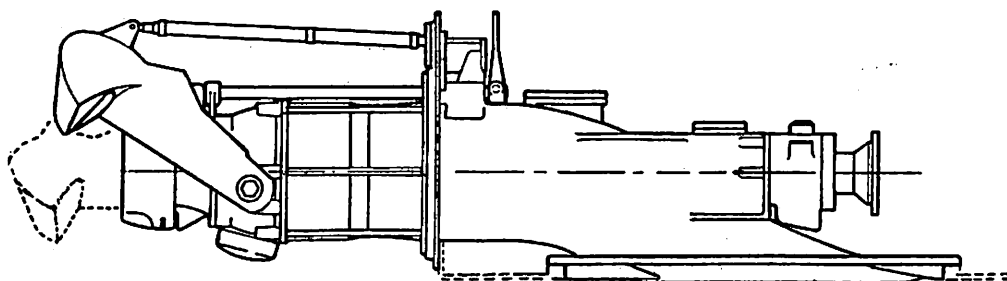
●モーターボート競走の収益金は、広く地球上のすべての人たちの生活向上、発展のために役立てられています。

財団法人 日本船舶振興会

会長 笹川良一



# 40~60ノット・クラス船 超高速船はHSハミルトン・ジェット



	モデル No.		
	HS 292	HS 363	HS 423
最大吸収馬力 PS	952	1632	2176
最大回転数 RPM	2700	2350	2100

### ●新シリーズ●

211	200PS	クラス
271	300PS	クラス
291	400PS	クラス
362	700PS	クラス
402	1000PS	クラス
422	1500PS	クラス

### ●HMシリーズ●

520	1900PS	クラス
650	3050PS	クラス
800	4500PS	クラス
960	6500PS	クラス

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)

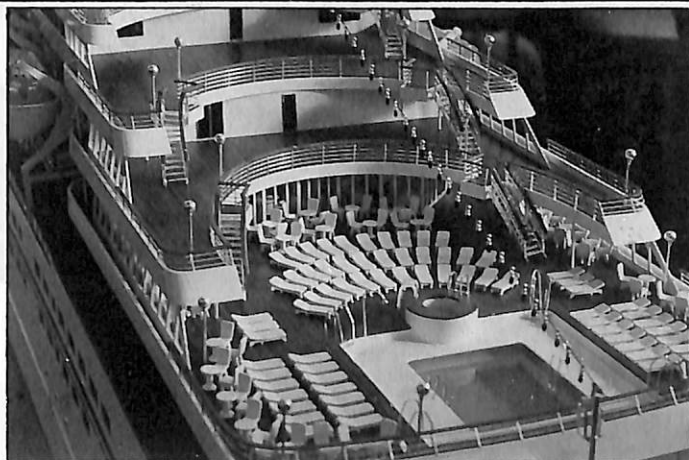
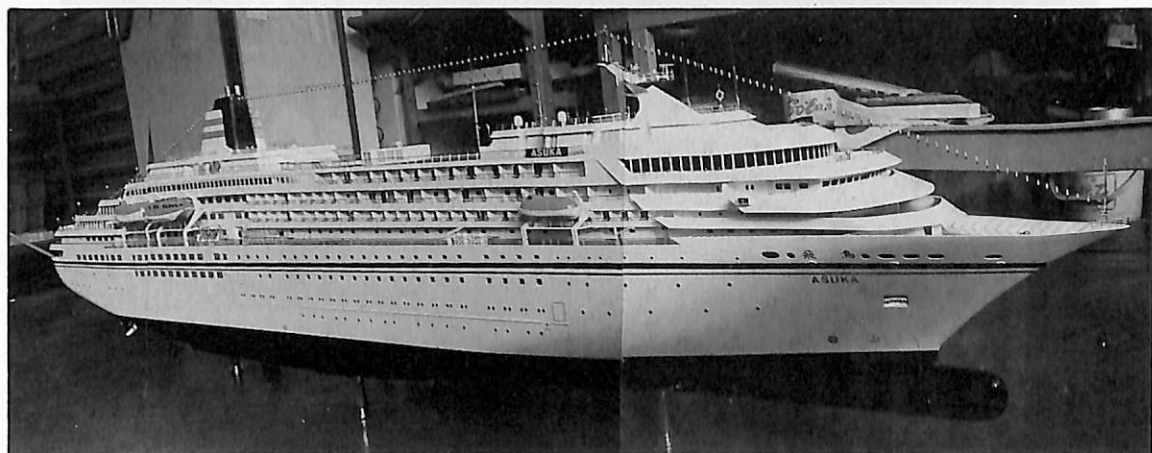
FAX (052) 835-3354

Telex. 447-7344 MIYOSI J

☆ ハミルトン・ジェットのご相談は次の特約店にお願い致します ☆

<p>(株)海栄船用 宮城県石巻市魚町2-9-24 TEL: (0225) 96-6287 FAX: (0225) 93-5550</p>	<p>鬼塚鉄工所 熊本県本渡市楠浦町錦島港 TEL&amp;FAX: (09692) 2-3974</p>	<p>(有)八重山マリンサービス 沖縄県石垣市新川2460-5 TEL: (09808) 3-1484 FAX: (09808) 2-9494</p>	<p>(株)清家商会 大分県佐伯市春日町3-6 TEL: (0972) 23-3111 FAX: (0972) 23-6666</p>
<p>(有)マリンビジネスリース 兵庫県西宮市古川町3-6-303 TEL: (0798) 41-7373 FAX: (0798) 45-1174</p>	<p>(有)ナカイ ゲンベイ マリンサービス 三重県伊勢市有滝町1998 TEL&amp;FAX: (0596) 37-3181</p>	<p>名瀬港運荷役(株) 鹿児島県 名瀬市塩浜町2266-22 TEL: (0997) 52-2311 FAX: (0997) 52-6777</p>	<p>清水ボートサービス 静岡県清水市上力町5-16 TEL: TEL&amp;FAX: (0543) 35-9640</p>

進水記念贈呈用に  
不二の船舶美術模型を



クルーズ客船 “飛 鳥” 縮尺1/100

総噸数 約27,000T 全長192.50m

船主：日本郵船株式会社

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

高品質、船舶模型の御用命は横浜精密へ……。



[官庁船]



[縮尺 1/50]

鋼製410噸型漁業実習船“やいず”

船主：静岡県立焼津水産高等学校

御用命先：株式会社 かなえ商事殿

株式会社 カナサシ殿

■日本産業模型協会(広報員)



有限会社 横浜精密

取締役代表 堀内勲

本社工場 ☎045-541-8742 FAX 045-546-0684

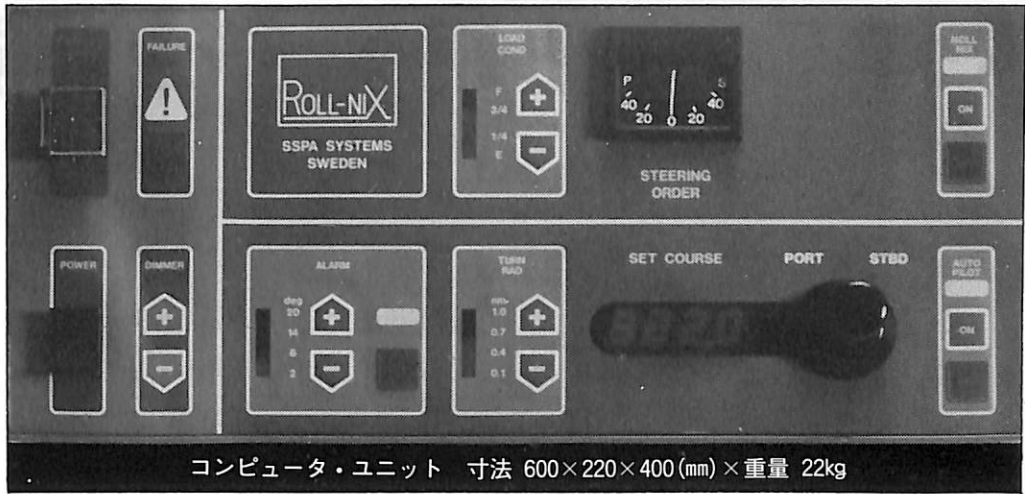
横浜市港北区新吉田町835 〒223

河口湖工場 ☎05557-6-7716

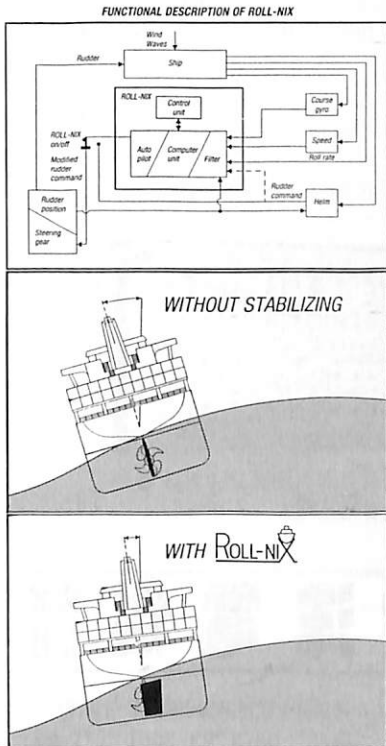
山梨県南都留郡河口湖町大石278 〒401-30

最新スタビライザ・システム

# ROLL-NIX



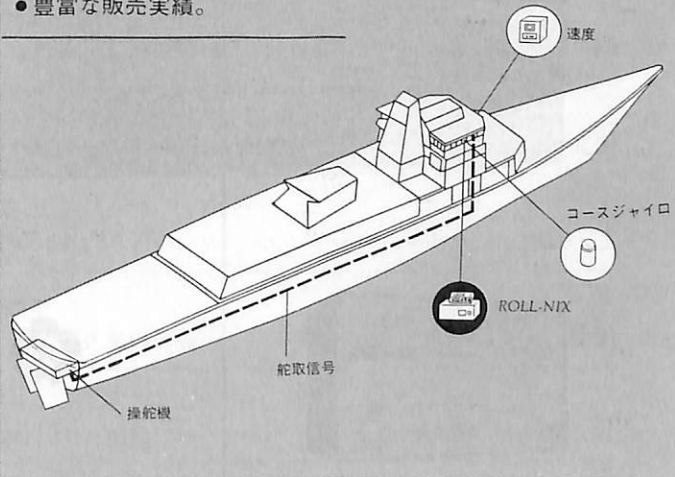
*The easy way to reduce roll !*



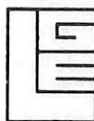
ROLL-NIX はコンピュータ技術を用いたロールスタビライザです。

- 50%以上のロール減少が可能。
- 取り付け簡単、ドック入りの必要なし。(在来船にも可)
- 高い経済性。
- 豊富な販売実績。

製造所  
SSPA Maritime Consulting A/S.  
Gothenburg Sweden.



日本総代理店



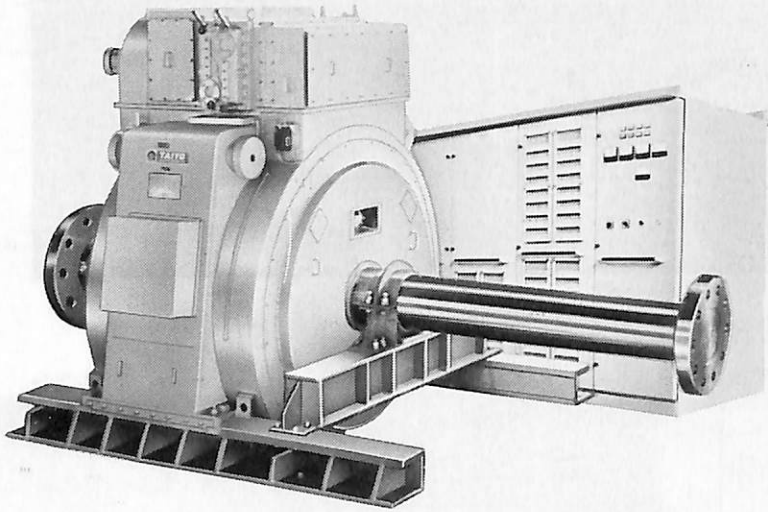
株式会社 エル.ジー.イー.ジャパン

〒533 大阪市東淀川区東中島1丁目18番5号(新大阪丸ビル本館812号)  
TEL(06)321-8885 · FAX(06)321-8617

ながい経験と最新の技術



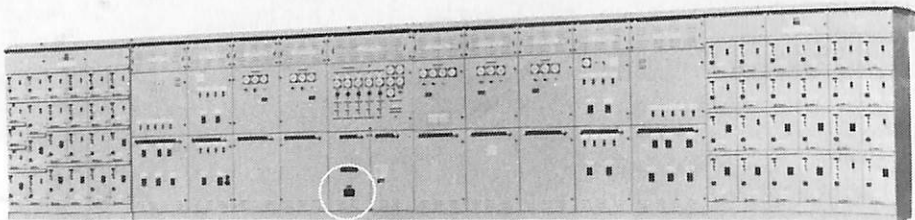
# 大洋の船舶用電気機器



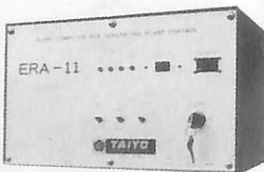
## 主要生産品目

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

サイリスターインバーター式軸発電装置



配電盤



発電装置制御用マイクロコンピュータ

 **大洋電機** 株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町2-4東洋ビル

電話 03-3293-3061 (代表)

工場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬

営業所 下関・三原・大阪・札幌

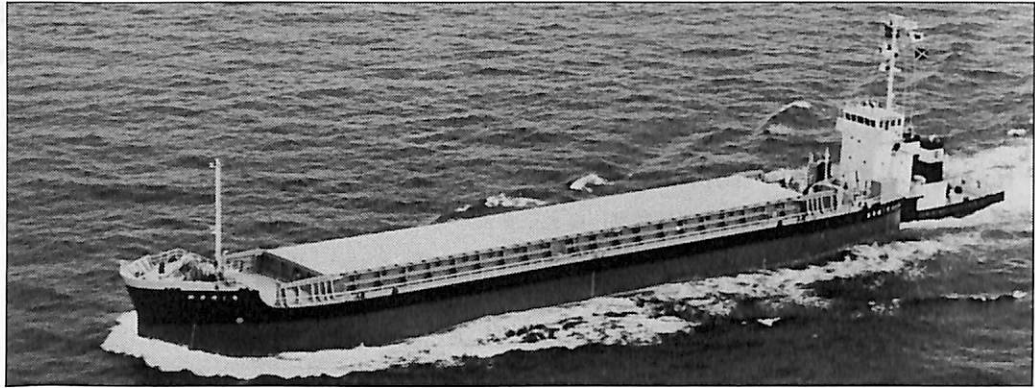
海外 Jakarta・Pusan



## 目 次

- 9 新造船紹介 (No. 511)
- 15 '91年高速旅客船 双胴水中翼船 WINGSTARの実用化 .....日立造船
- 16 日本商船隊の懐古No. 142 (因幡丸, まどらす丸).....山田早苗
- 19 華麗なる変身ボックスポートからクルーズシップ .....府川義辰  
イタリアのコスタ社“COSTA MARINA”就航(2)
- 22 ソビエトの4隻シリーズ練習帆船“DRUZHBA”と“MIR” .....府川義辰
- 
- 25 4月のニュース解説(北米西岸航路再編) .....米田博
- 
- 新造船紹介
- 28 豪州Howard Smith Industries向け  
17,000 DWTセルフ・アンローダ付  
撒積貨物船“EXPRESS”の概要.....常石造船
- 37 19GT型神奈川県漁業調査船“うしお”の概要.....ヤマハ発動機
- 
- 自立角型, IMOタイプB
- 44 IHI SPB方式87,500 m<sup>3</sup>型LNG船について.....石川島播磨重工業
- 
- 50 船型学50年(5)——漸近展開—— .....乾 崇夫
- 
- アルミ船時代
- 58 アルミ船に情熱をもつ同好の士が一堂に  
——「第5回全国アルミ船懇談会」開催—— .....菅野次郎
- 
- 公試計測の近代化
- 60 GPSの原子力船「むつ」海上試運転への適用.....日本原子力研究所
- 
- 驚異的な旋回性能を発揮する舵
- 67 ベッカラダー模型水槽試験報告(その2) .....ナカシマプロペラ
- 
- ヒューマンファクタの研究の動向
- 73 船舶の安全におけるヒューマンファクタの評価.....椎原裕美抄訳
- 
- 船のスケッチ画集(34)
- 76 国内フェリー乗船記「東北編」(1) 松島.....小林義秀
- 
- 連載講座
- 79 船舶電子航法ノート(168) .....木村小一
- 
- IMOコーナー(第112回)
- 85 第31回コンテナ貨物小委員会(BC)の報告.....運輸省海上技術安全局

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

**新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…**

■ 主要業務

受託試験、研究  
 施設設備の貸与  
 技術相談

環境(耐候・振動)・防火・防爆・情報処理  
 音響・化学分析・材料・加速度ピックアップの  
 校正等・試験研究設備が整備されています



**船舶艤装品研究所**

所長 芥川 輝 孝

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING  
 HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12

TEL 0423-94-3611~5

(競艇益金事業)



油槽船 泰 邦 丸 飯野海運株式会社

TAIHO MARU

石川島播磨重工業株式会社呉第一工場建造(第2996番船)  
 全長 330.00 m 垂線間長 321.85 m 型幅 58.00 m 起工 2-6-19 進水 2-11-16 竣工 3-3-20  
 総噸数 149,033 T 載貨重量 258,085 t 燃料油槽 5,372 m<sup>3</sup> 貨物油槽容積 319,338.6 m<sup>3</sup> 型深 29.70 m 主荷油泵 5,000 m<sup>3</sup>/h × 140 m × 3  
 クレーン 20 t × 10 m / min × 2 燃料油槽 燃料消費量 76.3 t/day 出力(連続最大) 29,530 PS (61.5 rpm) (常用) 26,570 PS (59.4 rpm) 清水槽 628 m<sup>3</sup>  
 主機関 DU-Sulzer 8RTA 84M型(デ)機関 × 1 出力(連続最大) 73.0 t/h, 16 kg/cm<sup>2</sup> × 1 × Sat. 発電機(タ) 1,000 kW × 450 V × 1  
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 IHI 二胴水管式 260 kW × 450 V × 1, (非) 260 kW × 450 V × 1 無線装置 送(主) 1 kW × 1 (補) 130 W × 1 受(主), (補)各1  
 (デ) 1,200 kW × 450 V × 2, 軸発 600 kW × 450 V × 1, (非) 260 kW × 450 V × 1 衝突予防装置 レーダ 速度(試運転最大) 16.61 kn  
 船舶電話 海事衛星通信装置 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝撃予防装置 船型 平甲板船 乗組員 24名  
 (満載航海) 15.5 kn 航続距離 20,930 哩 船級・区域資格 NK 速洋 遠洋

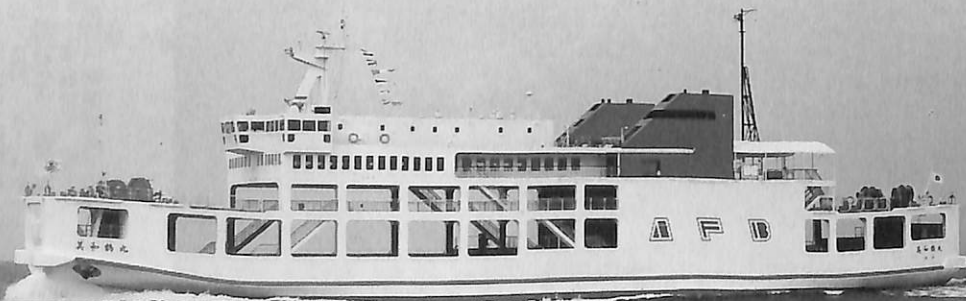


油槽船 **コスモ ディオーネ** 大阪商船三井船舶株式会社  
 COSMO DIONE 国際エネルギー輸送株式会社

三井造船株式会社千葉事業所建造(第1366番船) 起工 2-3-26 進水 2-10-9 竣工 2-12-27  
 全長 320.00m 垂線間長 305.00m 型幅 55.000m 型深 29.200m 満載喫水(ext) 19.230m  
 総噸数 135,546T 純噸数 69,576T 載貨重量 238,759t 貨物油槽容積 290,414m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 5,000m<sup>3</sup>/h×140m×3 燃料油槽 5,135m<sup>3</sup> 清水槽 880m<sup>3</sup> 主機関  
 三井-B & W7S80MC型(デ) 機関×1 出力(連続最大) 27,350 PS (66.0rpm) (常用) 23,240 PS (62.5rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 二胴水管式×1 発電機 大洋電機 1,240kW×2, パワー 4翼(タ) 800kW×1  
 (軸発) 大洋電機 400kW×1, (非) 200kW×1 無線装置 送(主) 0.8kW×1 (補) 130 W×1 受(主), (補)  
 100 kHz~40MHz各1 船舶電話 海事衛星通信装置 VHF 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) 16.4kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 17,800 哩  
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板船 乗組員 27名

カーフェリー **美和鶴丸** 淡路フェリーポート  
 MIWAZURU MARU

三菱重工業株式会社下関造船所建造(第945番船) 起工 2-6-5 進水 2-9-25 竣工 2-12-12  
 全長 76.50m 垂線間長 73.00m 型幅 15.20m 型深 5.10m 満載喫水 3.80m  
 総噸数 1,959T 載貨重量 937.2t Car搭載数 トラック 19台, 乗用車 39台 燃料油槽  
 163.4m<sup>3</sup> 燃料消費量 17.9 t/day 清水槽 75.2m<sup>3</sup> 主機関 ダイハツ 8DL M-32型(デ) 機関×2  
 出力(連続最大) 3,000 PS (600/240rpm)×2 (常用) 2,550 PS (568/227rpm)×2 プロペラ 4翼2軸 CPP  
 補汽缶 三浦工業 立型水管油焚型×1 発電機 大洋電機 500kVA×900rpm×2  
 (原) ヤンマー 600 PS×900rpm×2 無線装置 送(主) 25W×1 (補) 5W×1 船舶電話 航海計器 レーダ  
 速度(試運転最大) 18.47kn (満載航海) 15.3kn 船級・区域資格 JG 平水 第二種船 船型 平甲板船  
 乗組員 20名 旅客 600名 同型船 由賀鶴丸, 千栄鶴丸 汚水処理装置 パウラスタ  
 車両固縛装置, 防火装置 航路 淡路島(大磯)~神戸(須磨)





FRP製漁業調査船 う し お 神奈川県水産試験場

USHIO

ヤマハ発動機株式会社蒲郡工場建造

全長 20.05 m 登録長 17.00 m

喫水 (満載) 1.05 m

燃料油槽 3,500 ℓ 清水槽 1,300 ℓ

出力 (連続最大) 700 PS (2,100 rpm)

無線装置 DSB27MHz×1, 全波 (受) 90 kHz~34 MHz×1

速力 (試運転最大) 18.3 kn (航海) 17.5 kn  
丸型 (船尾部にチェーンを有する)

起工 2-10-10

(最大) 幅 4.30 m

排水量 (満載) 38.28 t

活魚倉 2,000 ℓ

プロペラ 3翼1軸

船級・区域資格 JG・第1種小型漁船

乗組員 10名

進水 3-1-30

(登録) 幅 4.09 m

総噸数 19T

主機関 三菱S6Y-MTK型 (デ) 機関×1

船舶電話 発電機 25kVA×AC220V×1

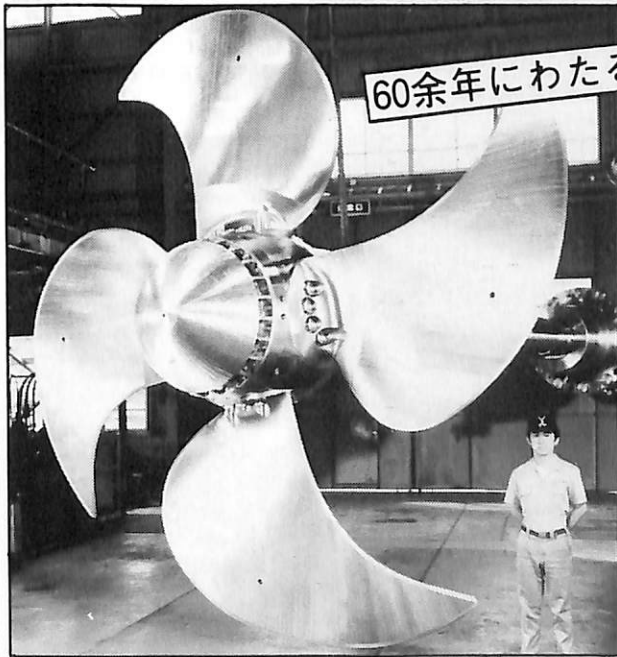
航海計器 デッカ レーダ GPS

船型 一層甲板船  
(本文37頁参照)

設計 (株)東京設計研究所

# かもめ可変ピッチプロペラ

60余年にわたる技術力の実績と信頼性



## 製造品目

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

全国50カ所のサービス網完備

運輸大臣認定製造事業場

**かもめプロペラ株式会社**

本社：横浜市戸塚区上矢野町690 ☎245 ☎(045)811-2461 (代表)  
ファックス☎(045)811-9444  
東京事務所：東京都港区新橋5-34-7 第2三栄ビル ☎105 ☎(03)3434-3939  
ファックス☎(03)3431-5438



コープ ベンチャー

輸出撒積貨物船 **CO-OP VENTURE**

船主 Co-op Yellow Corporation (Panama)

佐世保重工業株式会社建造(第379番船)	起工 2-6-5	進水 2-9-28	竣工 2-12-12
全長 224.0m	垂線間長 215.0m	型幅 32.2m	型深 18.2m
総噸数 36,080T	純噸数 23,450T	載貨重量 68,683 t	満載喫水 13.272m
燃料油槽 2,048 m <sup>3</sup>	燃料消費量 27.0 t/day	清水槽 308 m <sup>3</sup>	貨物艙容積(グ) 81,337 m <sup>3</sup>
(デ) 機関×1	出力(連続最大) 9,800 PS (81.0rpm) (常用) 8,820 PS (78.2rpm)	主機関 三菱-Sulzer 5RTA62型	プロペラ 4翼1軸
補汽缶 堅水管 1,300kg/h×1, 排エコ 1,100kg/h×1	発電機 450kW×3 (原) 660 PS×720 rpm×3	無線装置 送(主) 0.8kW×1 (補) 50W×1 受(主), (補) 各1	船舶電話 海事衛星通信装置 VHF
航海計器 デッカ ロラン 衝突予防装置 レーダ	速力(試運転最大) 15.68 kn (満載航海) 14.07 kn	航続距離 23,311 哩	船級・区域資格 NK 遠洋
		船型 平甲板船	乗組員 31名

12

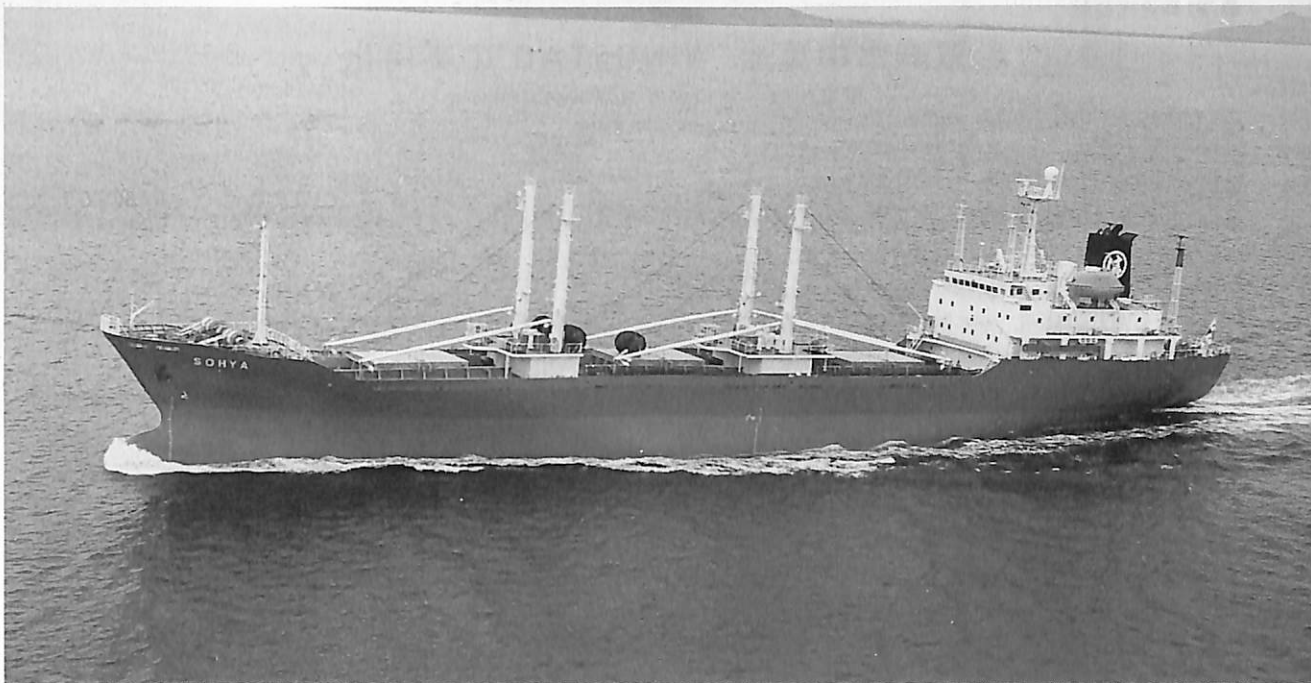
エクスプレス

輸出セルフ・アンローダ付撒積貨物船 **EXPRESS**

船主 Howard Smith Industries Pty, Ltd. (Australia)

常石造船株式会社建造(第635番船)	起工 2-2-15	進水 2-6-8	竣工 2-10-19
全長 149.508m	垂線間長 140.00m	全幅 24.00m	型深 13.10m
総噸数 14,145T	純噸数 4,244T	載貨重量 17,309 t	貨物艙容積(グ) 17,028 m <sup>3</sup>
燃料油槽 723 m <sup>3</sup>	燃料消費量 16.9 t/day	清水槽 305 m <sup>3</sup>	主機関 赤阪-三菱 6UEC45 LA型
(デ) 機関×1	出力(連続最大) 6,770 PS (155rpm) (常用) 5,750 PS (147rpm)	プロペラ 4翼1軸	発電機 大洋電機
補汽缶 コンポジット型 油焚 750 kg/cm <sup>2</sup> , 排エコ 700 kg/h×6 kg/cm <sup>2</sup> ×1	無線装置 送(主) 400 W×1	航海計器 GPS 衝突予防装置	航続距離 12,000 哩
875 kVA (700 kW)×AC 425 V×50 Hz×3 (原) ダイハツ 1,030 PS×750 rpm×3	速力(試運転最大) 16.01 kn (満載航海) 13.4 kn	船級・区域資格 DNV 遠洋	船型 凹甲板船
(補) 400 W×1 受(主), (補) 各1			乗組員 19名
レーダ			
セルフアンローダ(2,500 t/h)×1, サイドスラスト×2基			(本文28頁参照)





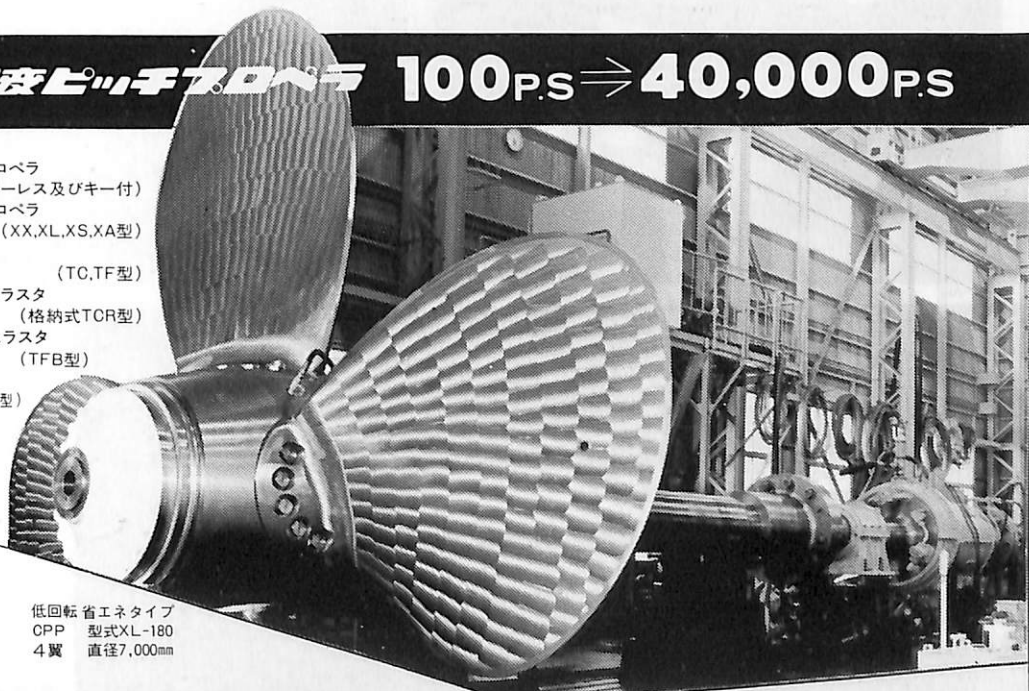
ソージャ  
輸出冷凍運搬船 SOHYA

船主 Crown Reefer S. A. (Panama)  
 福岡造船株式会社建造(第1159番船) 起工 2-7-14 進水 2-9-22 竣工 2-12-17  
 全長 120.202m 垂線間長 109.80m 型幅 16.40m 型深 9.95 満載喫水 7.164m  
 総噸数 4,574T 純噸数 2,474T 載貨重量 5,516.31t 貨物艙容積(べ) 6,614m<sup>3</sup>  
 艙口数 3 デリック 5t×3 燃料油槽 568.28m<sup>3</sup> 燃料消費量 16.4t/day 清水槽 179.0m<sup>3</sup>  
 主機関 赤阪-三菱8UEC37LA型(デ)機関×1 出力(連続最大)5,600PS(210rpm)(常用)5,040PS(203rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 豎型煙管式コンボジット型1,200kg/h×1 発電機 西芝500kW×450V×  
 60Hz×2 (原)ヤンマー750PS×720rpm×3 無線装置 送(主)800W×1 (補)50W×1 受(主),(補)各1  
 船舶電話 海事衛星通信装置 VHF 航海計器 NNSS レーダ 速力(試運転最大)18.728kn  
 (満載航海)16.0kn 航続距離 12,000 哩 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板船  
 乗組員 25名

## 可変ピッチプロペラ 100PS ⇒ 40,000PS

### 製造品目

- 固定ピッチプロペラ  
(キーレス及びキー付)
- 可変ピッチプロペラ  
(XX, XL, XS, XA型)
- サイドスラスト  
(TC, TF型)
- ダイナミックスラスト  
(格納式TCR型)
- 船底吸込式スラスト  
(TFB型)
- シャフト  
カップリング(NKS型)
- ベッカー  
フラップラダ  
(KSR, S.L型)
- 船尾装置  
エンジニアリング



低回転 省エネタイプ  
 CPP 型式XL-180  
 4翼 直径7,000mm

**テクノナカシマ株式会社**  
**ナカシマプロペラ株式会社**

〒700-91 岡山市上道北方688-1 岡山中央郵便局私書箱167号 TLX.5922320

- 本社工場 岡山 (0862) 79-5111(代)
- 東京支店 東京 (03) 3662-4481(代)
- 大阪支店 大阪 (06) 341-0011(代)
- 福岡支店 福岡 (092) 461-2117(代)
- 仙台営業所 仙台 (0222) 23-8353(代)
- 札幌営業所 札幌 (011) 737-5757(代)

## 双胴水中翼船“WINGSTAR”の実用化

— 東京大学 / 瀬戸内クラフトの共同研究 —

日立造船(株)は、5年前より東京大学船舶工学科および瀬戸内クラフトの3者によるHC(Hydrofoil Catamaran)の基礎研究を進めてきたが昨年、実験船による性能実験も確認し、数船型の基本計画を完了した。

本船型は、鋭い2つの船体を複数の全没水中翼と甲板で接合した形状を持つ、全く新しい形式の水中翼船である。本船は全没水中翼を持つためJet foilに近い優れた耐航性と推進性能を持つだけでなく、本質的に自己安定なため、すべての面でfailsafeという特長を持つシステムとなっている。このため航路に応じた自由な設計が可能であると共にカーフェリー規模までの大型化も可能である。

日立造船はすでに双胴高速船「TWIN-30」を開発しており、用途としては当タイプを平水、限定沿海用とし、「WINGSTAR」は沿海での大型化を含んだ広い用途を対象とし、将来の需要の広がりに対応して行く予定である。

### 実験船 エクセラ

昨年、瀬戸内クラフトにおいて全長12m、排水量8.6tが建造(4枚のフラップ、4枚のエロンを装備)され、8月から12月の間、実船実験が行われた。

試験内容は、速度、定常姿勢変更、旋回、緊急停止、耐航、運動制御の各試験で、50~90%foilborne率で、すべて性能が実用化に適していることが確認された。

### 【主要目】

船 質	アルミニウム合金
資 格	JCI, 平水
全 長	12.00 m
型 幅	3.70 m
深 さ	1.60 m
喫 水	0.80 m
主機関	ヤンマー4CX-ETZ×2 195 PS×2,500rpm

推進機	ハミルトン・ウォータージェット 271型×2
定 員	12名

### WINGSTAR

実験船から得られた有益な知見を基に22m型、35m型の旅客船の基本計画が完了している。

「WINGSTAR22a」は中速32knプロペラ推進タイプであり、「WINGSTAR35a」は高速40knウォータージェット推進のタイプであり、航路に応じた自由な設計が可能である。

### 〔WINGSTAR 22a〕

全 長	22.00 m
型 幅	6.60 m
深 さ	2.90 m
喫 水	1.80 m
主機関	高速ディーゼル機関×2 MCR 110 PS×2
推進機	水中プロペラ×2
速 力	航海(90%MCR) 32 kn
旅 客	90名
乗組員	3名

### 〔WINGSTAR 35a〕

全 長	35.50 m
型 幅	10.60 m
深 さ	5.00 m
喫 水	2.80 m
主機関	高速ディーゼル機関×2 MCR 3,600 PS×2
推進機	ウォータージェット×2
速 力	航海(90%MCR) 40 kn
旅 客	350名
乗組員	6名



◀ WINGSTAR 35  
完成予想図



# DOEN MARINE JET

## ドーエン・マリン・ジェット

滑走型・排水型船舶を効率良く推進させ  
快適な操船性と機動性を発揮します。

- 高効率／軽量 ●シンプル構造 ●取付／整備が容易 ●高い信頼性と耐久性



1990年6月就航“ピンク ブービーII”  
DJ-100H型×2基(主機250HP×2)



1990年12月就航“フェニックス”  
DJ-130型×2基(主機350HP×2)



1990年8月就航“ミスウナリザキIII”  
DJ-130型×2基(主機350HP×2)  
DJ-100H型×1基(主機250HP×1)



1991年1月就航“ホシノサ”  
DJ-130型×2基(主機350HP×2)

### ●ドーエン・マリン・ジェット機種●

- DJ-60型
- DJ-80型
- DJ-80H型
- DJ-100型
- DJ-100H型
- DJ-110型
- DJ-130型
- DJ-140型
- DJ-200型
- 各直進専用機

## DOEN JET PROPULSION

日本総代理店

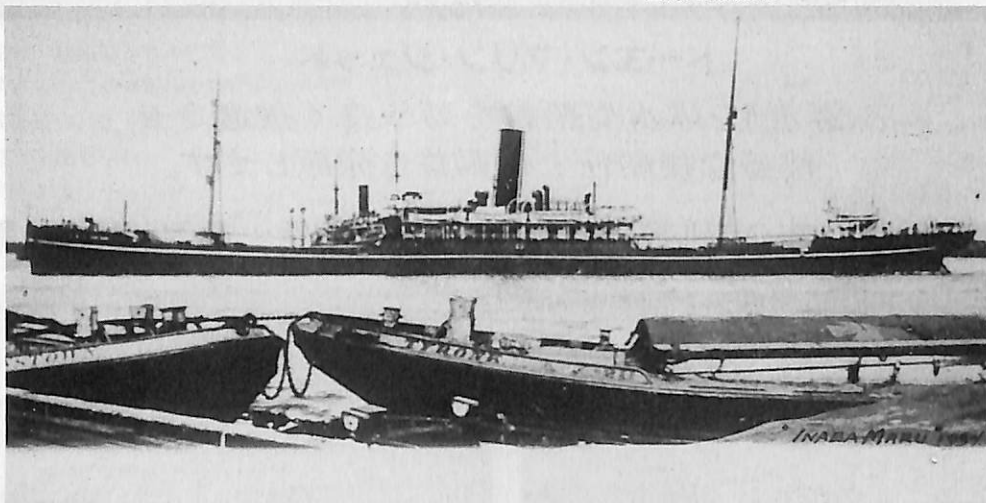
**C** **コーンズ**  
アンド・カンパニー・リミテッド  
マリン ディベロップメント

東京都中央区日本橋2-3-10 丸善ビル 千103  
☎(03)3272-5771 FAX(03)3271-0676

# 日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

貨客船 因 幡 丸 日本郵船→近海郵船→北進汽船→  
国際工船漁業



D. W. Henderson Co. グラスゴー(英)建造		船舶番号 1717	信号符字 HLFV
進水 明30-6	竣工 30-8	垂線間長 135.63m	
型幅 14.96m	型深 10.24m	満載喫水 7.86m	総噸数 6,191.86T
純噸数 3,838.95T	載貨重量 7,500 t	貨物艙容積 280,000 f <sup>3</sup>	
主機関 三連成レシプロ機関×1	出力(連続最大) 3,984 PS	速力(試運転最大) 14.21 kn	
(満載航海) 11.0 kn	船級・区域資格 通信省第1級船 遠洋区域	ロイド 100A1 LMC, BS, 鋼船	
旅客 1等4名, 3等82名		船籍港 東京→横浜	

明治20年頃から日本郵船では欧州航路の開設について強い意欲をもちつつも、実現には至らなかった。

しかし明治27年7月25日日清戦争の勃発により我が国の船舶の保有があまりにも少ないことが浮きぼりとなり、優秀な商船の建造が必要とされてきた。これらの大型優秀船を保有するにはこれに見合う航路も必要となり、日本郵船では欧州航路の開設にふみ切るべく、明治28年、取締役・荏田平五郎をヨーロッパに調査のため派遣し、同時に就航船12隻のうち10隻を英国に発注した。

一方、これらの船が竣工するまでの間、第1船として土佐丸を明治29年3月15日就航させて8月までに毎月1回社船または外国の備船を逐次配船してきた。

本船はグラスゴーのヘンダーソン造船所に発注されたもので、明治30年11月19日日本に到着した。

本船の汽缶のうち2缶は両焚口式となっていた。

明治31年1月27日神戸を出港してアントワープに向け初航海に出る。

その後、5カ月に1回の割合で定期配船された。

明治32年6月14日、英国製の水雷艇を積んで呉に入港した。

明治36年9月22日神戸を出港、第11次の欧州航路を終えて内地に帰着。明治37年2月29日、陸軍に徴用され軍用船となり明治39年3月26日解除されるまで757日間に

兵員60,658名、馬9,059頭を輸送した。

明治39年6月12日、神戸発、アントワープに向け欧州航路に復活。

明治42年9月4日神戸発を以て欧州航路を撤退、明治43年2月13日シアトル航路の定期船となる。その後、約3カ月に1回発航の定期配船となる。

大正2年2月22日神戸発を以てシアトル航路を撤退、大正2年4月29日よりオーストラリア航路に2回配船された。

大正2年11月3日神戸発よりボンベイ線の定期となる。

大正3年8月10日海軍に徴用されて軍用船となる。

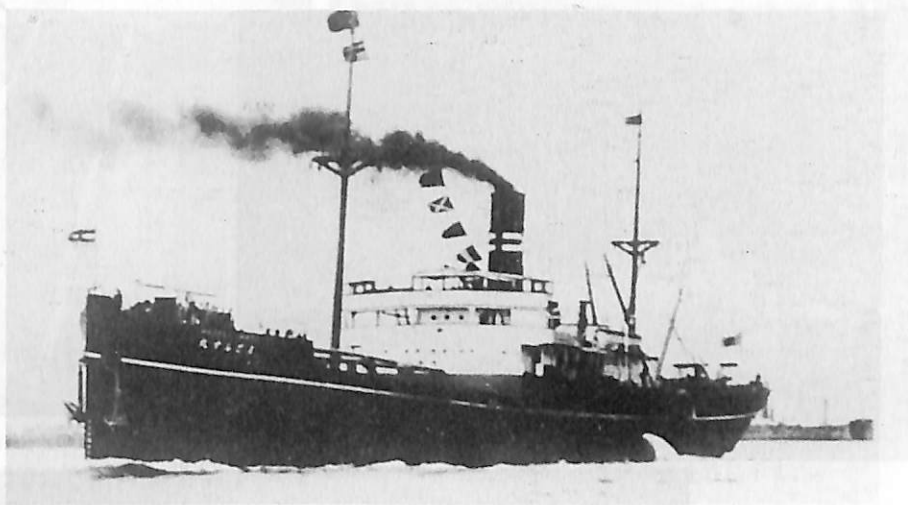
大正4年4月1日、神戸発より台湾航路の定期船となり、信濃丸、備後丸と3隻で月6回の発船となる。

大正5年6月10日、シアトル航路に復活、3カ月に1回の発航となる。大正7年9月20日より欧州航路に復活し5カ月に1回の定期発航となる。

大正11年4月12日より基隆行きの定期船となる。

大正12年3月31日近海郵船に出資され、同社の台湾航路の定期船となり、昭和3年7月18日神戸出港を最後に同航路を撤退、昭和4年¥225,000で北進汽船に売却された。昭和5年国際工船漁業に売却されたが同年には不況のため相生にて係船、昭和10年2月28日遂に解体された。

## 貨物船 まどらす丸 大阪商船→南洋海運



三菱重工業長崎造船所建造(第285番船)	船舶番号 25205	信号符字 RMLT→JIRD
起工 大7-9-5	進水 8-3-5	竣工 8-3-31
垂線間長 105.15m	型幅 15.24m	型深 8.86m
満載排水量 8,884 t	総噸数 3,802.06T	満載喫水 7.22m
載貨重量 6,165 t	貨物艙容積(ベ)7,412m <sup>3</sup> (グ)8,072m <sup>3</sup>	純噸数 2,298.56T
出力(連続最大)2,886 PS	速力(試運転最大)14.134kn(満載航海)10.5kn	主機関 三連成レシプロ機関×1
船級・区域資格 逓信省第1級船, 遠洋区域, ロイド100A1	LMC. R.M.	乗組員 62名 旅客 1等3名
姉妹船 秋田丸, 山形丸(以上日本郵船), 台海丸(明治海運), 富浦丸(三菱合資), 長野丸		船籍港 大阪

大阪商船では大正6年以降、あるぷす丸型6隻の欧州航路用貨物船を大阪鉄工所(現日立)に発注してきたが鋼材の不足のため5隻で建造を打ち切り、残りの鋼材で約半分の規模の貨物船を1隻建造した。

受注した三菱長崎ではこれを機会に同型船を建造、これを日本郵船に納め、秋田丸と山形丸が誕生した。さらに3隻をストックポートとして建造、これを日本郵船などに売却した。

大正8年4月10日、神戸を出港、シドニー・メルボルンに向けて処女航海に出る。

その後、大正の終りから昭和の始めまで一貫して内地とオーストラリアの間を往復、年3~4回の発航であった。昭和4年8月28日神戸出港が同航路の最後となり、新造船のしどにい丸クラス3隻がとって代った。

昭和4年11月24日神戸を出港、カルカッタ航路に配船されていたが、昭和7年6月15日神戸発を以て同航路を撤退、昭和8年5月16日、神戸発よりジャワ航路の定期船となり、年6回発航の配船となる。

昭和10年7月17日神戸発を以て大阪商船としての航海を終る。

昭和10年9月6日、南洋海運の設立とともに移籍され11月6日神戸を出港して同社のシンガポール航路へ。

昭和11年3月12日、神戸発、マカッサ、スラバヤ、サマラン、チェリボン經由バタビア行きへ。昭和11年6月15日、神戸発、シンガポール行。昭和11年10月31日、神戸発、パレンバン行の定期船となる。

昭和12年8月14日神戸発より、マカッサ、スラバヤ、サマラン、チェリボン經由のバタビア行の定期となり、年6回の発航となっていた。

昭和16年6月7日、神戸を出港した本船は、バタビアに向けての最後の商業航海を終えて内地に帰るとともに10月陸軍に徴用され、10月10日宇品発、10月20日海防を経て11月1日宇品に帰る。

昭和16年12月2日宇品発、釜山、上海、高雄、馬公などを経て昭和17年1月8日には、マレー半島攻略地点シンゴラに進出、さらにカムラン湾、シンガポール、フィリッピンのリガエンなどを経て、4月24日神戸に帰る。

昭和17年12月12日宇品発、8号演習輸送のO船団に属し、昭和18年1月4日、ラバウルに進出、その後、4月14日にはニューアイルランド島北方グリニッチ島附近で雷撃で中破、大阪にもどる。

昭和19年5月31日、松輪島から小樽に向う途中、12:05松輪島西方にて米潜Barb(SS-220)の雷撃により沈没した。北緯48°21'、東経151°19'の地点であった。

高品質、船舶模型の御用命は横浜精密へ……。



〔官庁船〕



〔縮尺 1/50〕

鋼製485噸型漁業実習船“玄洋丸”

(マグロ延縄・トロール漁業兼船)

船主：福岡県立水産高等学校

御用命先：若松造船株式会社 殿

■日本産業模型協会(広報員)



有限 横 浜 精 密  
会 社

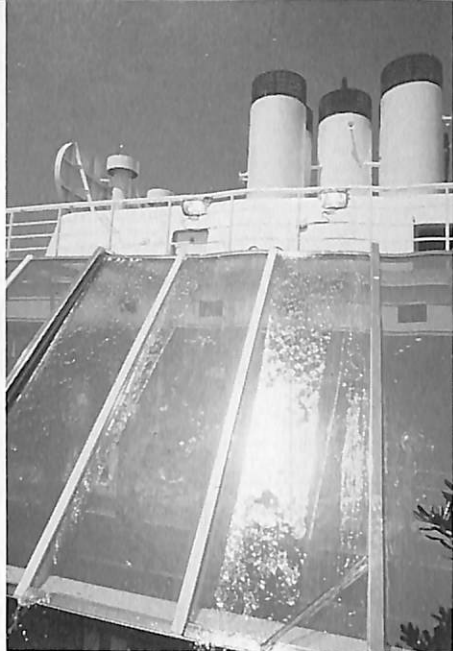
取締役代表 堀 内 勲

本 社 工 場 ☎045-541-8742 FAX 045-546-0684

横 浜 市 港 北 区 新 吉 田 町 835 〒223

河 口 湖 工 場 ☎05557-6-7716

山 梨 県 南 都 留 郡 河 口 湖 町 大 石 278 〒401-30



▲ “Atrium” への自然光採り入れ  
ガラス構造の外側 (Ponte Aurora)



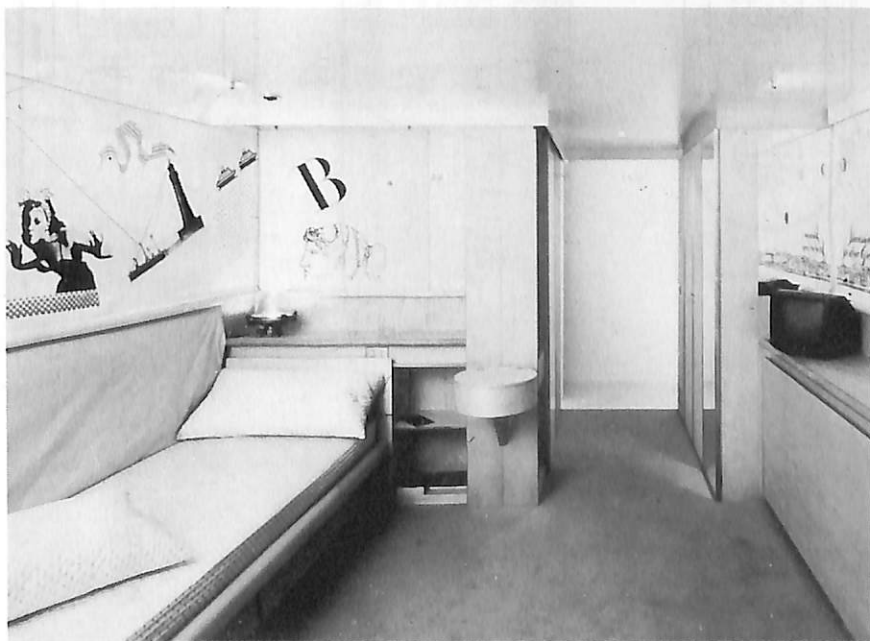
▲ “Laguna Deck” の全景, 周囲にジョギング用デッキがある。  
中央煙突下ガラス構造面を左に示す。



華麗なる変身ボックスポート  
からクルーズシップ

イタリアのコスタ社  
“COSTA MARINA” 就航(2) — 19 —

Yoshitatsu Fukawa  
府 川 義 辰

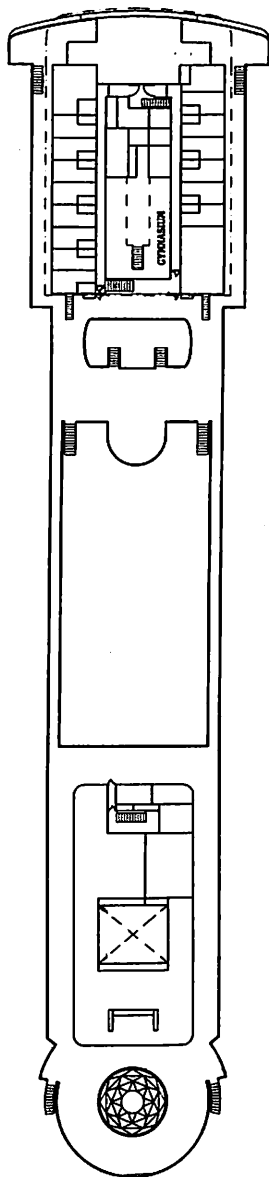
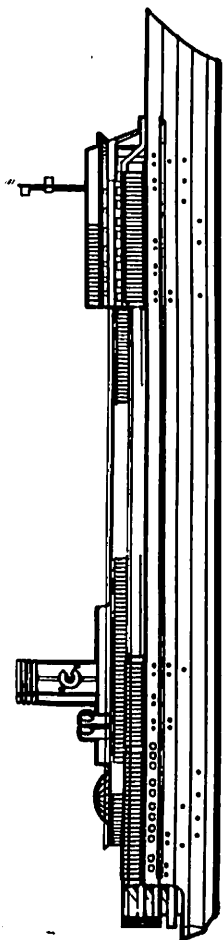


▲ Inside Cabin

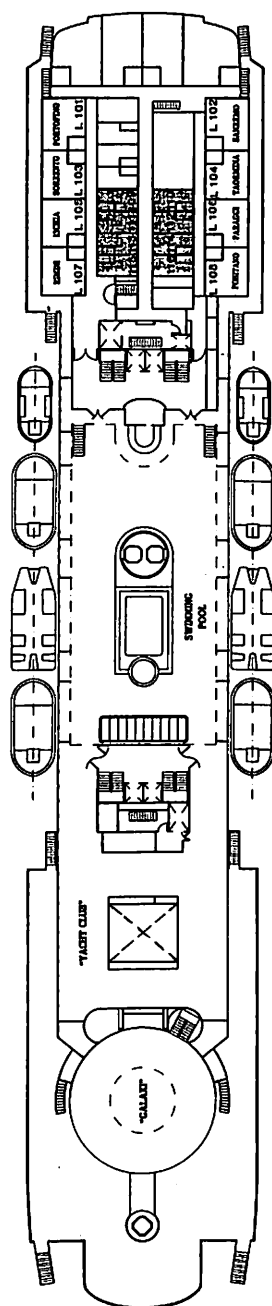


▲ “Atrium” 二層目の Veneria Deck からの撮影 (Ponte Aurora) ▲

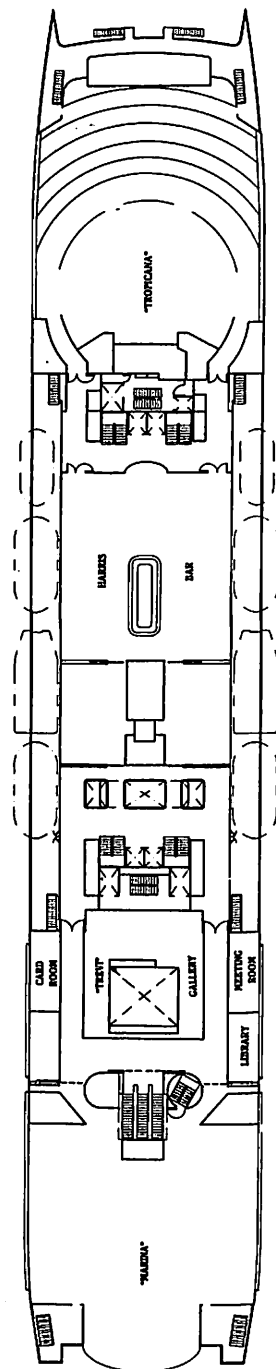
# Costa Marina



PONTE SPORTS



PONTE LAGUNA



PONTE MARINA



# ソビエトの4隻シリーズ練習帆船“DRUZHBA”と“MIR”

Yoshitatsu Fukawa  
府川 義辰

既に本船に関する一部の情報は、本誌の61年12月号 (Vol. 39 No.12)にて紹介しているが、その後の情報については客船・フェリー等の情報が多く、本誌に限られたスペースの中での紹介のため、少々時間を費やし過ぎたことをお詫びする。現在までに、この4隻シリーズの第3船までの竣工を確認している。

第1船である“ドゥルズーバ”(DRUZHBA)は1986年12月30日、ポーランドのグダニスクにあるグダニスク造船所(Gdansk Shipyard - 通称レーニン造船所)のB 810 - 1番船として進水、1989年6月に竣工している。引渡は、同年の8月7日となっている。

本船、ドゥルズーバは、日本語で“友好”英語なら“Friendship”を意味する船名で、日本にも寄港した実績のあるポーランドの練習帆船“ダル・モージェジ”(DAR MLODZIEZY)に酷似している。ヤードも固定式、船尾構造もトランザムスタイルで、船体や船容にもほとんど変わりがない。

第2船は、その船名を“ミール”(MIR / 平和=Peace)と命名され、1987年12月15日同造船所で竣工して、現在すでに就航中である。私のポーランドの友人の情報によると本船は、進水式を終え、進水を始めたところスリップウエーの途中で止り、船尾部が浸水し、横倒し状態になった由。その後の復元・浮上には長期間の時間を要したとのこと。引渡しは1987年12月上旬になされたが、こ

種の事故は同造船所の長い歴史の中でも初めてのケースと言われている。

これら4隻は、相対的に“ダル・モージェジ”との違いは差ほどなく、設備面で多少違うと言われるほか、実習生用の居室がバンクベッドの12名用となっており、“ダル・モージェジ”が25名であることから実習生諸君への快適空間の差にはソビエト船の方が良いと言える。また、前にも書いたが、本船には微風兼デコレーション用の魚網製の帆を特別に備えている。その他イルミネーション用の電飾もある。

本船は、ソビエト商船大学(Soviet Merchant Marine Academy of Leningrad)の所属で、その運航はオデッサにあるオデッサ海運技術高等学校(Odessa High Engineering Marine School)となっている。

第3船および第4船も同造船所のB 810 - IIの1および2番船として建造され、その所属はソビエト水産大学(Academy of Fisheries Training)となっている。第3船の船名は“POLLADA”、第4船は“ALEKSANDR GRIN”と命名されており、両船ともソビエトの有名な作家の名前からとられ命名された。

〔資料〕

MR. Van Ollerdyk Flor.  
MR. Piotr B. Storeczak.

## 〔主要目〕

全 長	108.60 m
垂線間長	79.40 m
幅	14.00 m
喫 水	6.60 m
深 さ	10.65 m
排水トン	2,946.00 t
総帆面積	3,000.00 m <sup>2</sup>
主 機	2 × 6 AL20/24 (2 × 564 HP)
マスト高	メインフォア 49.5 m ミズン 46.5 m
速 力	V = 11 kn
乗組員	50名
実習生	143名
建造所	Gdansk Shipyard Poland
設計者	Zignunt Choren
船 長	(初代) O. Vaidenko (副船長) K. Kovtun

〔写 真〕

(左)1987年6月9日、ベルギーのアントワープ港に入港する“ドゥルズーバ”(DRUZHBA) ▶

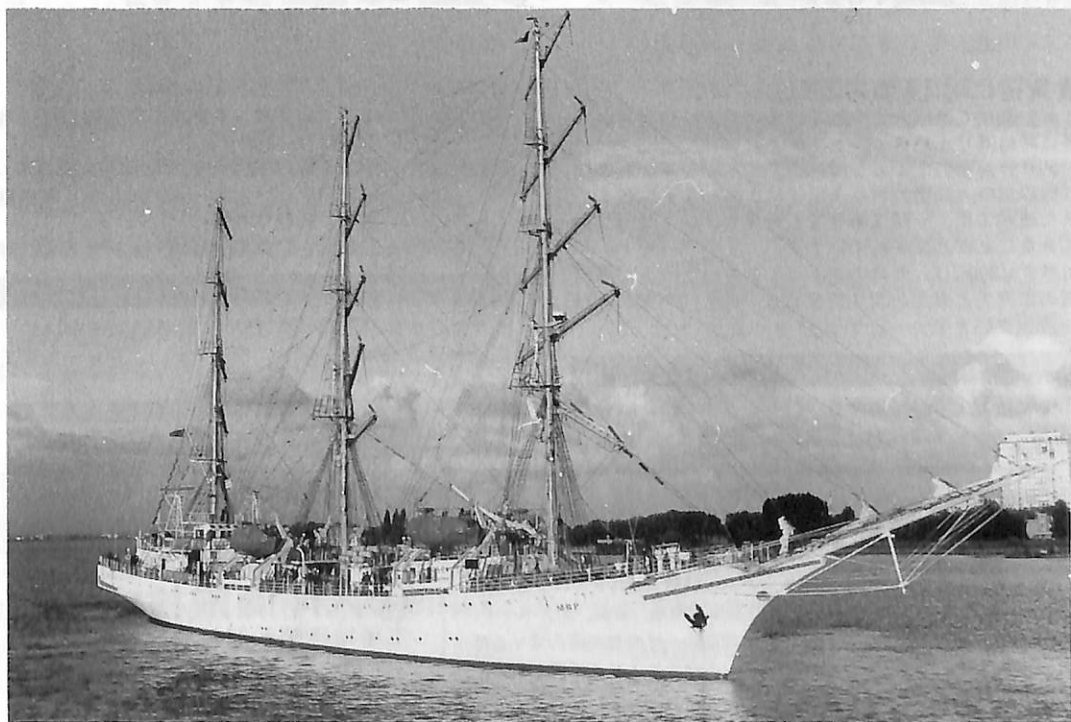
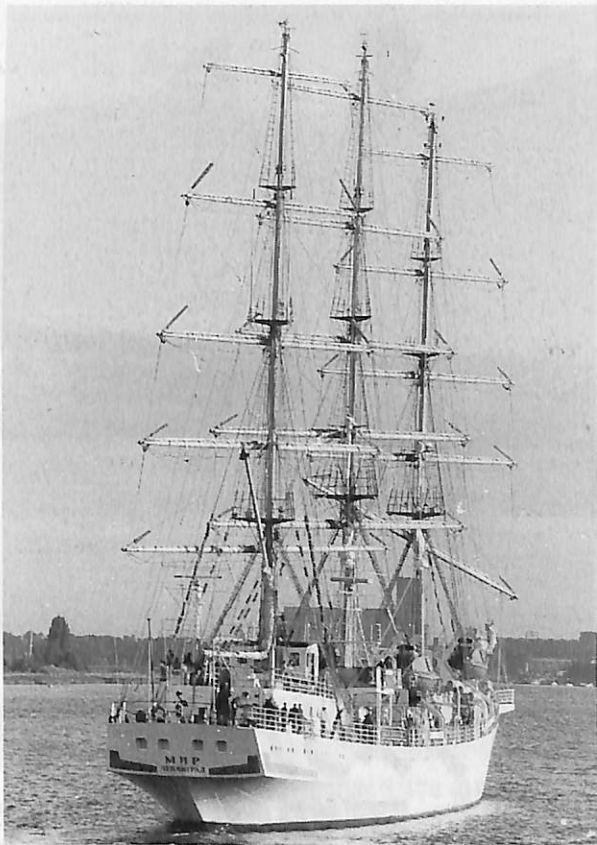
(右)1988年6月9日、“ミール”(MIR) ▶

ヤードは回転するが上下移動は出来ない“ドゥルズーバ”も同様だが、船尾はすばっと切り落されたトランザムタイプとなっている。

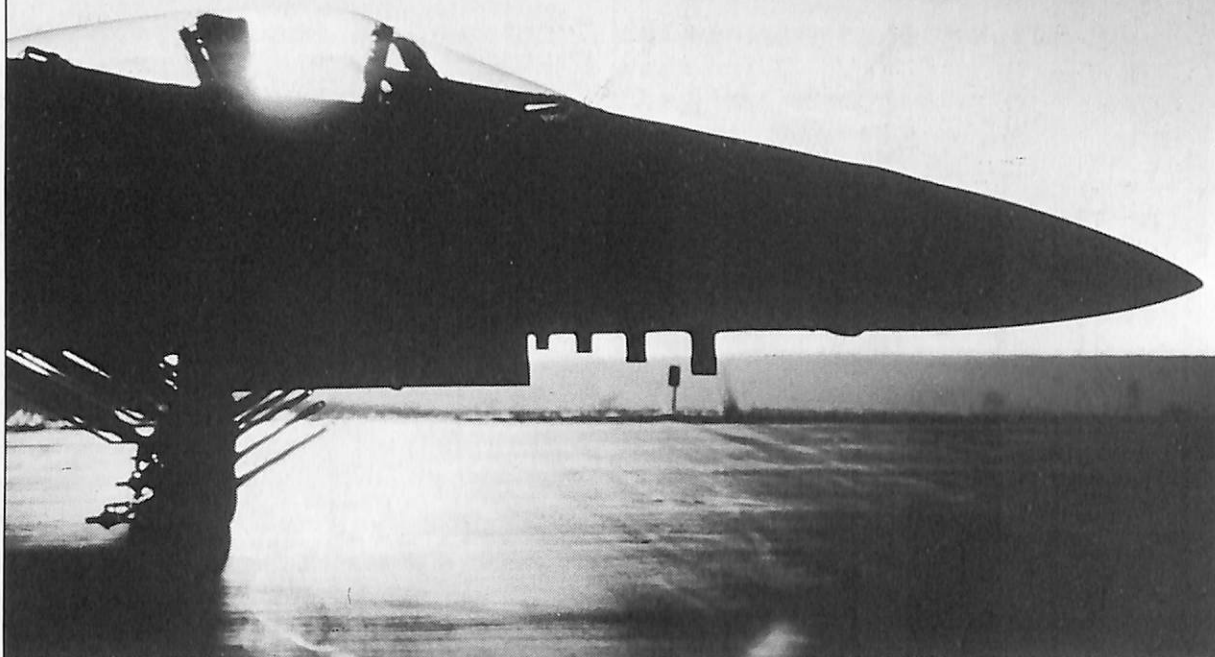
ポーランドの造船関係者の間では、このタイプの評判は良くないと言われている。

(下)1988年6月9日、ベルギーのアントワープ港に入港する“ミール”(MIR) ▶





# EPOXO<sup>®</sup> 300C



## アメリカ海軍空母用に開発された 画期的な「スベリ止め塗装材」

### 重負荷に耐える強力2液性

エポクゾ300Cは強力な樹脂及び骨材により構成される重負荷用滑り止めペイントです！

アメリカ海軍の全ての空母のフライトデッキ、および90%以上の大型艦のデッキに使用されてきました。

また造船工業、一般工業等でも最高のノンスリップ材であることが立証されています。

エポクゾ300Cは、今日のアメリカのマーケットで最高度の摩擦力と最長の耐久性を有し、過去20年来の実績を誇っています。

### 使用場所の例

船 船……車輛搭載デッキ、ランプウェー、普通デッキ、ヘリデッキ、階段、通路

海洋施設……石油、ガス海上リグ、灯台

公共施設……空港（格納庫、整備場、貨物取扱場、滑走路）、ヘリポート、  
港湾施設（岸壁、浮標、大型重機設置場所）、  
鉄道（プラットホーム、改札口、車輛整備場、貨物作業場）、  
駐車場、駐輪場、倉庫、スタジアム、等

### 特 性

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

## FERROX<sup>®</sup> 汎用、扱い易い1液性

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

お問合せ、カタログ、サンプルの  
御請求は下記へ。

海洋・船用販売代理店  
**③ 大洋漁業株式会社**  
生産技術部船舶工務課販売チーム  
〒100 東京都千代田区大手町1-1-2  
TEL. 03(3216)0832(直通)  
FAX. 03(3216)0265

## 4月のニュース解説

米田 博

## 海運・造船日誌

3月20日～4月15日

- 海運・造船問題
- 一般政治経済問題

## 3月

22日○日本造船工業会と米国造船協議会（SCA）（金）の第4回日米造船首脳会議がカリフォルニアで開かれ、環境問題や最近の造船状況を意見交換し、相互理解を深めた。

27日○平成2年度の外航貨物船整備（日本開発銀行海運融資）は、貨物船11隻81万5,000総トン、客船1隻2万7,000総トン、計12隻で確定をみた。貨物船の配乗船員は日本人のみが4隻、混乗が7隻。

29日●東京外国為替市場の円相場は年初以来の最（金）安値を更新し、一時1ドル＝141円台まで急落した。

○運輸省海上技術安全局はIMOに対する現存タンカーおよび新造小型タンカーの構造規則に対する日本案をまとめた。

○運輸省は日本船舶振興会の平成3年度事業計画を認可した。事業規模は、合計1,361億円で対前年度8.8%増。

## 4月

3日●国連安全保障理事会は湾岸戦争に恒久的停（水）戦をもたらすための決議を採択した。

○造船大手7社は各組合に賃上げ1万4,000円（定昇5,000円込み）5.26%増を回答し、組合側はこれにより妥結に向かった。

7日○第12回統一地方選前半戦で、都知事は鈴木（日）俊一氏が磯村尚徳氏を破って4選。8日小沢自民党幹事長が辞任し、後任は小淵恵三

氏。道府県議選は自民が過去最高、社会が過去最低の議席数となった。

8日○運輸省海上技術安全局は、平成2年度の新（月）造船建造許可実績は279隻1,070万総トンと前年度比24%増と発表した。1,000万トンの大台突破は昭和58年以来7年ぶり。

10日○地中海でイタリアのフェリー、モビー・ブ（水）リンスがタンカーに衝突炎上し、141人が死亡または行方不明。

11日●国連安全保障理事会は非公式協議を開き、（木）イラクによる停戦決議を確認する安保議長名の書簡を全会一致で承認した。これにより今年1月17日に勃発した湾岸戦争は公式に終結し、正式停戦が成立した。

●1991年度予算は衆参の両院協議会を経て成立した。一般会計で70兆3,474億円。

○外航2船主団体と全日本海員組合は平成3年度労働協約改定につき、標準船員の定昇込みベースアップを1万2,000円、6.03%とすることで合意した。

○日本造船学会は1990年度のシップ・オブ・ザ・イヤーに日本郵船の「クリスタル・ハーモニー」を選んだ、と発表した。

○イタリアのジェノバ港沖で、14万3,000トンの原油を積んだキプロス船籍でイラン国営タンカー会社がチャーターした原油タンカー、ヘイブン（109,000トン）が爆発し、曳航中に13日再爆発し、乗組員5名が死亡または行方不明となっており、原油が大量流出している。

12日○川崎重工業は経営再建中の新来島どっくの（金）発行済み株式の25%を取得し経営の主導権を握ることとなった。

○運輸省は運輸技術審議会船舶部会を開催した。2年ぶり。

## 北米西岸航路再編

### 郵船(NLS)と商船三井・川汽

3月15日、日本郵船とナビックスラインは、ナビックスの定期航路部門の子会社である日本ライナーシステム(略称NLS、資本金50億円)を郵船が10月1日を目途に吸収合併することで基本合意し、合併覚書に調印した。

続いて3月19日、大阪商船三井船舶と川崎汽船の両社は、日本・アジア/北米西岸(PSW, PNW)航路で提携し、今年6月1日から週4便の共同配船を開始すると発表した。

この二つの動きによって、北米定期航路で邦船は一気に2グループに集約されることになり、邦船社の北米定期航路の運営体制は2~3グループ以下が望ましい、とした昭和63年6月の海運造船合理化審議会北米定期航路問題WG報告の方向に沿ったものとなった。

世界最大の貿易圏を持つ日本・アジアと北米を結ぶ北米定期航路は、世界最強の20社近い船社が互いに激しく競争しており、最も激烈な競争の場となっている。

1990年7月以降、北米航路で成立した提携は、①現代商船/日本郵船、②セネターライン/DSR/朝陽商船、③韓進海運/ヤンミン、④日本郵船/NLS/NOL、⑤シーランド/マースク、⑥商船三井/川崎汽船の6グループ13社で、逆に提携解消を決めたのはOOCL/川崎汽船/NOLの北米東岸トライパーティーとOOCL/NLS/NOLの北米西岸トライパーティーである。

韓国3社が関係する3グループの新サービス体制は既にスタートしているが、日本2社、極東2社、欧米2社の計8社は4月から11月にかけて投入船の入れ替えや本船スペースの割り当て変更、ターミナル変更などに取り組む。これら8社が運航するコンテナ船は約100隻である。これに単独

運航を堅持しているAPLとエバーグリーンの2有力船社と、共同運航から単独運航に移行する方針を表明しているOOCL、他にBBS、ジム、ウエストウッド、COSCOを加えた計7社が単独運航船社ということになる。これらが競争しているので、北米定期航路の将来は依然としてけわしいといわざるを得ない。

### タンカー構造に関する日本提案

今年7月1~5日、IMO本部で開催される第31回MEPC(環境保護委員会)でタンカー構造規制に関するMARPOL条約(国際海洋汚染防止条約)改正案が審議されるのに伴い、各国の意見は会議開催3カ月前までに提出することになっていた。日本の意見も3月末に送付されており、運輸省はその内容を3月29日に発表した。

まず、現存船については、2万重量トン以上の原油タンカー、3万重量トン以上の精製油運搬船(プロダクト・キャリアー)は基本的にすべて新しい二重船殻またはこれと同等の措置が必要としているが、その適用については次のような猶予期間を設けている。

今回の日本案のとりまとめにあたっては、①船腹需給バランスを崩すことのないよう配慮、②現存船が通常の寿命を超えて延命を図らない。③適用猶予期間は船齢に応じて定める。一ことを原則とし、代替措置のメニューを多くすることで船主の選択の場を広げたものになっている。

すなわち、現存船対策としては二重船殻を原則としているが、船齢24年まではシングル・ハルで運航でき、これに次のような追加措置をとれば、さらに2年から10年の延命ができる内容となっている。

#### ○油流出防止のための追加措置

を講じた場合の延命年限

- |   |                       |    |
|---|-----------------------|----|
| ① | バキューム方式               | 2年 |
| ② | ハイドロバランスまたは二重底        | 3年 |
| ③ | 船側50%をバラストタンク等で保護し、加え |    |

てバキュームまたはハイドロを取り入れる 6年  
 ④ 船側を全てバラスタック等で保護 6年  
 ⑤ 新しい規則に適合しない二重船殻 10年  
 この方式ではIMOで二重構造の詳細内容が固まる前に二重構造で建造したタンカーについては⑤に該当し、実質、適用猶予期間は船齢34年ということになる。また、今後建造されることになるIMOスペックでの二重船殻船は日本提案の規制上、半永久的に使用できることになる。

一方、新造小型タンカーについては、前回のMEPCで、ノルウェーから全船を二重船殻構造にすべきとの意見が提出されている。世界に現存する小型タンカー（1万総トン未満）4千数百隻のうち、約1,300隻が日本籍船であり、日本は同問題は主務官庁が措置すべきとしたが、支持を得られなかった経緯がある。

しかし運輸省のその後の検討では、内航タンカーでも年数件の衝突事故があり、二重船殻の有効性も判明し、一方で、川船が中心の200総トン未満のタンカーは、棧橋の大きさなどで二重船殻化は不可能と判断したので、対象船を200総トン以上と絞って、二重船殻化およびそれに代わりうる構造規制を提出した。

具体的には積み荷で分け、比較的軽微な海洋汚染となる白油（ナフサ、ガソリン、灯油、軽油のみ）を積載する4,000総トン以下のプロダクトキャリアは、新規規則に適合する二重底を装備とともに、各貨物油タンクの容量を700 $\text{m}^3$ 以下に規制。

黒油（原油など）を積載するタンカー、プロダクトキャリアに関しては、1,600総トン以下の船舶について、新規規則に適合する二重底の装備とともに、各タンクの容量を500 $\text{m}^3$ 以下に規制する。現行の内航タンカーは1タンク1万5,000 $\text{m}^3$ 以下であり、それに比べ20分の1以下に抑えることで、海洋汚染防止を図るという考え方になっている。

なお、内航船の現存船対策には触れていない。

以上の日本案に関し、運輸省戸田邦司海上技術安全局長は3月29日の定例記者会見で次のように

述べたと伝えられている。

日本案は非常にリーズナブルなところでまとまった。海洋汚染問題が重要だという面とともに、造船に山ができてはいけない。船腹手当てを前広に円滑に進められるようなものを考えたということだ。船主にも了解が得られていると思う。個々のケースでは不満もあると思うが。小型タンカーは現実的には、ある程度のところで切らざるを得なかった。来年度中には改正条約が採択されるといういいタイミングで意見が出ると思う。米国は、日本が二重船殻や現存タンカーへの措置に対してもう少し後ろ向きではないかと懸念していたようだが、前向きに考えているということで、安心し感謝もしているようだ。また、一般商船のバンカーキャパシティーとの比較も考えないといけない。そこは野放しということではなく、バランスを考える必要がある。日本案は、タンカー以外の一般商船の、燃料油槽キャパシティーも横目でらんだ案となっている。

運輸省のこの案に対して、日本石油連盟と日本船主協会は、それぞれ次の要望をしている。

石油連盟は、運輸省案の既存船の使用年限を船齢24年までとしていることに対し、この期限を2～3年延長することを求めているものであり、船主協会は、その時々を情勢を踏まえ、たとえば年限を1～2年延長するなど柔軟な対応を求めている。

両者の要望の理由としているところはほぼ同一であって、1974～76年に建造された世界のVLC Cが、231隻とVLC C全体の大半を占めていることから、特定期間に既存船のスクラップが集中し、代替船建造能力がこれに対応できず深刻な船腹供給不足の発生を懸念し、運輸省案の船令24年で使用にピリオドを打たねばならない場合74年建造船77隻が98年に代替される必要が生じ、続いて99年に75年建造の81隻、2000年に76年建造の73隻をリプレースしなくてはならず、船舶解撤能力と代替船新造能力を考慮してなだらかなリプレースができることに配慮を求めている。

●新造船紹介

豪州 Howard Smith Industries 向け

17,000 DWT

セルフ・アンローダ付撒積貨物船“EXPRESS”の概要

常石造船株式会社 設計本部

1. 緒言

本船は豪州の Howard Smith Industries Pty Ltd. 御発注により建造された 17,000DW 型セルフ・アンローダ付撒積貨物船で1990年10月19日に引渡しを終了した。

当社は1987年に 13,000DW 型セルフ・アンローダ付撒積貨物船を建造した実績を有し、その経験を生かし受注したもので、同時期に他船主より 95,000 DW 型セルフ・アンローダ付撒積貨物船 2 隻も受注建造しており、この船種についての実績・経験を更に積み重ねつつある。

ここに、その概要を紹介し参考に供したい。

2. 一般

2・1 基本計画

本船は次に示すコンセプトに基づいて基本計画を行った。

(1) 高効率荷役装置

- 1) セルフ・アンローディング装置により荷役時間の短縮とステベ費用の節減を図った。
- 2) 微粉貨物にも対応できるシール機構を設けた。
- 3) 2種類の貨物倉底部ゲートを設けることにより貨物の種類に最適の排出方法が選択できる。

(2) 省エネルギー対策

- 1) 船型線図は当社で開発した省エネルギー船型線図群 TESS (Tsuneishi Economical Standard Ship) を採用した。
- 2) 船底および水線部外板に自己研磨型長期防汚塗料 (60ヶ月仕様) を採用し、経年変化による船速低下を防止している。

(3) 省力化・省メンテナンス対策

- 1) 豪州の近代化船仕様である MIDC (Maritime Industry Development Committee) の設備基準を適用している。
- 2) DNV 船級の NAUT-C を適用し、航海・機関・荷役等の全ての監視・制御機能を操舵室に集中配置している。

(4) 高級仕様居住区

- 1) 豪州船員組合の要求に従って、全乗組員ラブラト



▲豪州の近代化船仕様、TESS採用の“EXPRESS”

リーの付の広い居室、ゆったりとした豪華な公室、自然採光用の大型角窓、スイミングプール等を設けている。

- 2) 豪州船員組合の要求する振動および騒音に対する厳しい規制値を達成するために居住区構造、防振・防音対策に十分に注意を払っている。

(5) 環境汚染防止対策

- 1) 各航海毎に積載貨物の種類を変更する事を考慮して貨物倉洗浄システムを備えているが、その排水対策として、セリングタンクおよびホールディングタンクを装備している。
- 2) 揚荷中の粉状貨物の飛散による粉塵対策のため、ブーム・コンベアは閉囲型とした。
- 3) 船内で発生する生ゴミ等は、コンパクト、専用焼却炉で処理する。

2・2 主要目

船種	セルフ・アンローディング装置付撒積貨物船
航行区域	遠洋区域
船型	船首楼および船尾楼付平甲板船(凹甲板船)
船級	ノルウェー船級協会 (DNV) + 1 A 1, Bulk Carrier, E 0, bis, NAUT-C, TMON
全長	149.508 m

垂線間長	140.00 m
幅(型)	24.00 m
深さ(型)	13.10 m
満載喫水(型)	8.40 m
総トン数	14,145 T
純トン数	4,244 T
載荷重量	17,309 t
貨物倉容積	17,027 m <sup>3</sup>
バラスタタンク容積	8,431 m <sup>3</sup>
燃料油タンク容積(C)	723 m <sup>3</sup>
燃料油タンク容積(A)	84 m <sup>3</sup>
清水タンク容積	304 m <sup>3</sup>
定員	19名

主機関	赤阪6 UEC 45 LA (ディレーティング)	1基
最大連続出力	6,770 PS×155rpm	
連続定格出力	5,750 PS×147rpm	
試運転最大速度(バラスタ状態)	16.01 kn	
満載航海速度	13.4kn	
航続距離	12,000 海里	

ボイラ	750kg/時	コンボジット型	1基
発電機	700kW	ディーゼル機関駆動	3基

推進器	4翼固定ピッチ ハイスキュード型	1基
-----	---------------------	----

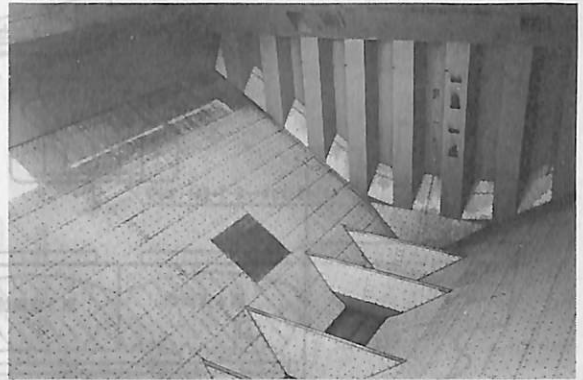
サイドスラスト	2基
---------	----

### 2・3 一般配置

船首楼・船尾楼付平甲板船(凹甲板船)であり、船首楼上にループ・ベルト・ケーシング兼ブーム・コンベア支持構造を設け、船首楼と第1倉口の間の上甲板上にブーム・コンベアの基部を配置している。ブーム・コンベアは航海中には第2倉口左舷側に設けられたブームレストに支持・固縛される。

船尾楼上には4層の甲板室を配置しており、ループ・ベルト・エレベータ・ケーシングを越えての見通しを良好にするため操舵室の下部に嵩上げのボイドスペースを設けている。

第1貨物倉とバウスラスト室の間にループ・ベルト・コンベア室を設けて、トンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベア前端立上り部、インナー・ループ・ベルト・エレベータ、クリーン・アップ・コンベアを配置し、船首楼甲板上的ループ・ベルト・ケーシングに通じている。



▲ 貨物倉およびライニング

貨物倉は4倉に区画され、その側部は燃料油タンク、バラスタタンク、清水タンク、洗浄水ホールディングタンクおよびパイプスペースが配置されている。

貨物倉下部と二重底との間はコンベアトンネル区画が設けられ、機関室および船首楼からの出入口を設け、セルフ・アンローディング装置の点検・補修および荷役中の監視に使用される。

### 3. 船殻構造

貨物倉の横断面形状は、一般配置図に示すように、船底部は二重底・コンベアトンネル区画・傾斜角35°のホッパー壁からなる三重構造、船側部はバラスタタンク、頂部船側部はバラスタタンクのトップサイド部、にそれぞれ囲われた形状となっている。

また、貨物倉の横隔壁は上部・下部にスツールを設けたコルゲート式非水密の貨物隔壁である。

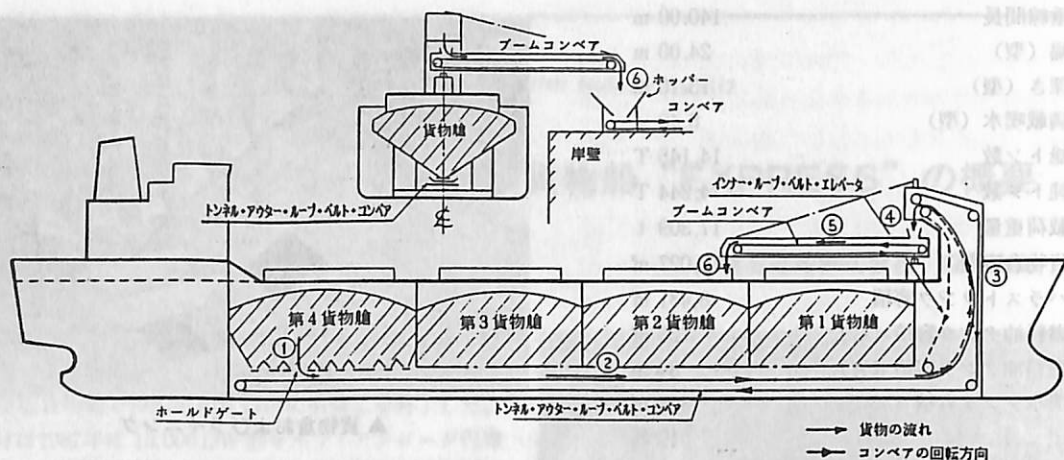
このように貨物倉内面を突起物のない平板構造とすることにより積荷貨物の荷溜り防止と揚荷効率の向上を図っている。

さらに、貨物倉底部に配置された貨物排出口(底部ゲート)に貨物を導くため、頂部60°のホグバックを各底部ゲートの前後に設けている。

貨物倉底部傾斜部には貨物の流れを良好にするため、高密度ポリエチレンのライニング材を張り詰めている。

主要構造部材は、高張力鋼(降伏点32kgf/mm<sup>2</sup>および36kgf/mm<sup>2</sup>)を採用し、重量軽減を図っていると共に積載貨物の荷重に対して船体構造が十分な強度および剛性(特に、荷役装置の機能に影響を与える構造部材の変形の防止)を有することを直接計算により確認を行い、DNV船級の詳細な検証を受けている。

### 4. セルフ・アンローディング・システム



▲ システム・フロー図

4・1 システム・フロー

貨物倉底部に設けられた32ケのホッパーは、表面を粒状・粉状貨物が滑り易いように高密度ポリエチレンライニング材で覆われており、その下端に各々ゲートが設けられている。

ホッパー下端のゲートを開けることにより貨物はゲート直下のトンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベア上に落下・排出される(①)。(各番号はシステム・フロー図の番号に対応している。)

貨物は貨物倉下部のコンベアトンネル区画を走るトンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベアで第1貨物倉前部のループ・ベルト・コンベア室へ移送される(②)。

ループ・ベルト・コンベア室でトンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベアとインナー・ループ・ベルト・エレベータの2枚のベルトに挟まれた貨物は上甲板上のループ・ベルト・ケーシング内へ垂直に移送される(③)。

ループ・ベルト・ケーシング内頂部で二つのループ・ベルトから離脱した貨物はブーム・コンベアへ移される(④)。

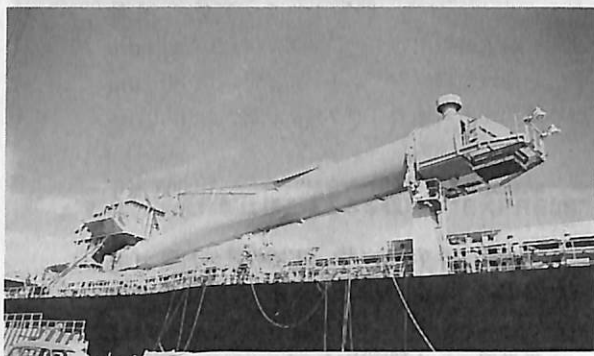
ブーム・コンベアへ移された貨物はブーム・コンベア内を陸上側へ水平輸送される(⑤)。

陸上の荷受ホッパーの上方までブーム・コンベアで移送された貨物は、ブーム・コンベア先端から荷受ホッパーへ落下・排出される(⑥)。

4・2 システム構成

システムは次の構造および装置から構成されている。

貨物倉	4倉
貨物倉底部ゲート	
ローラ・トラック型	24個



▲ ブームコンベア

バスケット型	8個
ホールド・コンベア	
トンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベア	1条
インナー・ループ・ベルト・エレベータ	1条
クリーン・アップ・コンベア	2条
ブーム・コンベア	1基
ループ・ベルト・コンベア室	1室
パイプレータ	1式

これらのシステム構成部分は操舵室内に設けられた集中制御装置および貨物倉底部コンベアトンネル区画の機側制御装置により操作される。尚、セルフ・アンローディング装置は、Stephens Adamson社製である。

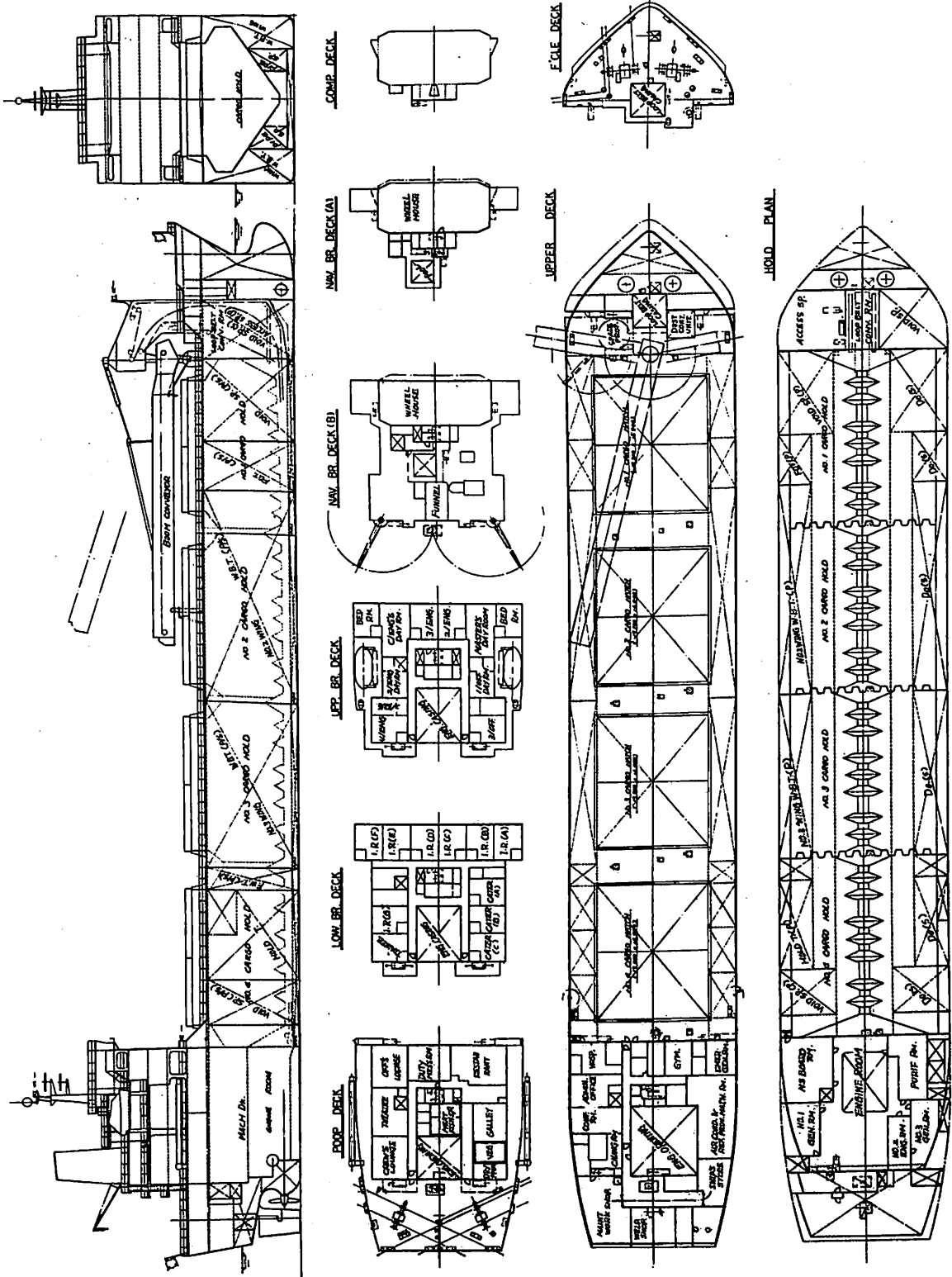
4・3 貨物倉

前述の3. 船殻構造の章を参照

4・4 貨物倉底部ゲート

貨物倉内に積載された粒状・粉状貨物を、貨物倉の船体中心部下部に設けられているトンネル・アウター・ル





豪州Howard Smith Industries Pty Ltd. 向け  
17,000DWT型セルフ・アンローダ付散積貨物船"EXPRESS"一般配置図  
常石造船建造

ープ・ベルト・コンベアに排出するため、各貨物倉毎に6個のローラ・トラック型ゲートおよび2個のバスケット型ゲートを装備している。

この2種類のゲートは積載されている貨物の性状により使いわけされ、また、貨物の排出状況によっては適宜組み合わせて使用される。

これらのゲート本体は鋼板溶接製であり、その開閉駆動は油圧シリンダーで行われ、ローラ・トラック型ゲートは船首尾方向に、バスケット型ゲートは左右舷方向に開閉され、各ゲートの開度が操舵室内に設けられた集中制御パネルに表示される。また、オーバーロード、電源のブラックアウト等の非常時にはゲートを閉鎖するためにアキュムレータが装備されている。

各ゲートのシールには特別な配慮が払われており、微粉貨物にも対応できるシール構造とクリアランスの確保がなされている。

ローラ・トラック型ゲート

0.915m×1.5m

バスケット型ゲート

2.6m×1.5m

#### 4・5 トンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベア

トンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベアはゲートの下部に設けられ、船首尾方向に走行するコンベアで船体中心線上に配置されている。このコンベアは直流電動機により駆動され、ベルトスピードは自由に設定可能で、最大2,500t/時の輸送能力を持つ。

コンベアは強化ゴム製ベルト、支持プーリー、油圧テイクアップユニット、アイドラ、ベルトクリーナから構成されている。

#### 4・6 インナー・ループ・ベルト・エレベータ

インナー・ループ・ベルト・エレベータは貨物倉の前側に配置されたループ・ベルト・コンベア室内に設置され、トンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベアで貨物倉下部を輸送されて来た貨物をトンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベアとインナー・ループ・ベルト・エレベータとの間に挟み込み、垂直方向に移送する装置である。

自らの駆動装置は組込まれておらず、トンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベアにより誘導駆動され、最大2,500t/時の輸送能力を持つ。

コンベアは強化ゴム製ベルト、支持プーリー、油圧テイクアップユニット、アイドラ、ベルトクリーナから構成されている。

#### 4・7 クリーン・アップ・コンベア



▲トンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベア

ループ・ベルト・コンベア室のトンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベアとインナー・ループ・ベルト・エレベータの垂直併走部の下方に左右各1条のクリーン・アップ・コンベアが配置されている。これによりトンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベアとインナー・ループ・ベルト・エレベータの間隙から漏れ落ちる貨物を受け止めて、貨物の流れに戻すことが可能となっている。交流電動機によりシングルスピードで駆動され、最大10t/時の移送能力を持つ。

#### 4・8 ブーム・コンベア

船首楼後壁近くの上甲板に設けられた円筒支持部上のブーム・コンベアは、船首楼甲板のループ・ベルト・ケーシング上の支持構造により懸吊されており、閉囲円筒型のコンベア架構の上を走行する、長さ40mのコンベアである。

直流電動機により可変スピードで運転され、最大2,500m<sup>3</sup>/時の輸送能力で、ブームは左右舷100°の旋回および上方18°までの仰角をつけることが出来る。

ブーム・コンベアは閉囲型となっているため、インナー・ループ・ベルト・エレベータから受取った貨物を周辺に飛散させることなく岸壁まで水平移送することが出来る。

#### 4・9 ループ・ベルト・コンベア室

第1貨物倉の前側に設けられたループ・ベルト・コンベア室は、その内部でトンネル・アウター・ループ・ベルト・コンベアの前端部とインナー・ループ・ベルト・エレベータの間に貨物を挟み込み、貨物の水平移送を垂直移送に切替えるターミナルである。垂直移送された貨物は、このループ・ベルト・コンベア室の上方上甲板上のループ・ベルト・ケーシング内を通りブーム・コンベアへ移され再び水平移送される。

ループ・ベルト・コンベア室にはクリーン・アップ・コンベアがループ・コンベアの両側に配置されている。

#### 4・10 バイブレータ

各ゲートのホグバック部分には油圧駆動のバイブレータが設けられ、荷役最終段階でホグバックに附着し残留する貨物に流動性を与える役目を持っている。このバイブレータは、その作動目的から、ゲートが開かれている時のみに制御室からの遠隔作動またはコンベア・トンネル区画内において手で作動できるようになっており、ゲートが閉じるとバイブレータは停止するようインターロックされている。

### 5. 船体機装

#### 5・1 ハッチカバー

各貨物倉には一組のハイリフト・エンドローリング（2-パネル）式鋼製二重構造水密ハッチカバーが装備されており、油圧式ジャッキアップシリンダーでリフトアップし、油圧モーター駆動チェーンにより前後方向に走行し開閉される。

このハッチカバーはローディングおよびアンローディングの方式からハッチ開口全面にわたり開く必要は無いため、部分的に開けるようになっている。なお各ハッチカバー上には4個の円型ローディングハッチ（ヒンジ式カバー付）が設けられている。

#### 5・2 積荷装置

岸壁側の積荷装置により荷役が行われるため、本船側には積荷装置は装備していない。

#### 5・3 揚荷装置

セルフ・アンローディング装置を装備しており、これが本船の最大の特徴である。（4に詳述）

#### 5・4 係船装置

揚錨機並びに係船機は低圧式電動油圧モーター駆動方式で、油圧ポンプユニットは船首部と船尾部の二系統に分かれ、前部は船首楼内の甲板長倉庫に、後部は上甲板下の操舵機室に、それぞれ配置されている。

各揚錨機および係船機は機側操作に加えて、ホーサードラムの回転速度と回転方向を油圧で遠隔操作することが出来、その遠隔操作スタンドは船首楼甲板左右舷および船尾楼甲板後部左右舷に設けられている。また、各ホーサードラムは自動張力制御装置が組込まれており、これらにより係船作業の省力化を可能としている。

#### 揚錨機兼係船機

低圧式電動油圧モーター駆動、開放型、自動張力制御装置付 2台

チェーンドラム 16.5t×9m/min 1個

ホーサードラム 8t×15m/min 2個

ワーピングエンド 5t 1個

#### 係船機

低圧式電動油圧モーター駆動、開放型、自動張力制御装置付 2台

ホーサードラム 8t×15m/min 2個

ワーピングエンド 5t 1個

係船機は船尾楼甲板後部に配置されている。

#### 5・5 諸管装置

##### 5・5・1 バラスト管装置

船首タンク、二重底バラストタンク、舷側バラストタンクにはリングメイン方式の配管が行われ、機関室内の700 $\text{m}^3$ /時×20mTHの電動バラストポンプ2台およびバラスト兼ビルジエグクターに接続されている。

ブーム・コンベア回転時の船体傾斜を調整するためにこのバラスト管装置を使用した自動傾斜制御装置を備えている。

バラストポンプ、バラスト管系の弁は操舵室のバラストコントロール盤より油圧遠隔制御することが可能になっている。

##### 5・5・2 その他主要諸管装置

一般的な諸管装置以外に、本船の特色として貨物倉洗浄管、ドレッジ・パイピングシステム、測温管、タンクレベルゲージ、空気式喫水計等がある。

貨物倉洗浄管として第3二重底バラストタンクに独立の清水注水管を設け、消火兼雑用ポンプにより貨物倉並びにコンベア・トンネル・スペースの洗浄に使用できるよう配管されている。特に、本船の場合、各航海毎に異種の貨物を積載することが多いため、この洗浄管は有効であり、各貨物倉には吊り下げ式の洗浄機を、またコンベア・トンネル区画内には持ち運び式洗浄ホースを設けている。

ドレッジ・パイピングシステムとして4台の運動防爆型ドレッジポンプ（60 $\text{m}^3$ /時×20m）と4ヶ所のドレッジポンプウエルを設け、洗浄排水はセトリングタンクとホールディングタンクに一時貯留することにより、海上汚染防止に配慮している。

##### 5・6 貨物倉通風装置

各貨物倉は自然通風装置のみであるが隣接しているコンベア・トンネル区画、ループ・ベルト・コンベア室およびブーム・コンベア内には機動通風を行っている。

本船は荷役時の粉塵による地域環境に及ぼす影響に注意を払いブーム・コンベアを閉閉円筒型にすると共に、防塵対策としてダスト・コントロール・システムが設けられている。これは排気装置、集塵フィルター、自動除塵バイブレータからなり、コンベア・トンネル区画、ループ・ベルト・コンベア室、ブーム・コンベアからの排

気に使用されている。

### 5・7 操舵機

操舵機は電動油圧式、Rapson-Slide型(1ラム, 2シリンダー)1台を装備し、ポンプユニット2台(1台当り100%能力)を設け、制御は操舵室から電気式にて行われる。

操舵機トルク 22 t-m

### 5・8 救命装置

救命関係各装置・機器はA.D.O.T.(Commonwealth of Australia Department of Transport)の要求に合致するように装備されており、その主要なものは次の通り。

#### 救命艇

密閉型FRP製, 水冷ディーゼル機関駆動  
19人乗り 1艇

#### 救命艇兼救助艇

密閉型FRP製, 水冷ディーゼル機関駆動  
19人乗り 1艇

#### 救命艇昇降装置

シングル・ピボット型重力式 2基

救命筏 膨張式 20人乗り 2基  
6人乗り 1基

水圧感知式離脱装置付

### 5・9 消火装置

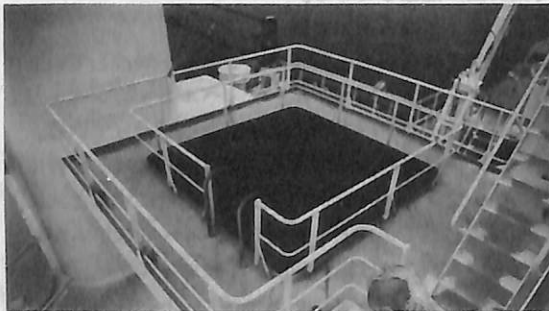
貨物倉およびコンベア・トンネル区画には海水消火装置を、機関室にはハロン1301消火装置を設けている。

### 5・10 居住区設備

#### 5・10・1 居室および公室

A.D.O.T.およびILOの要求を満足させるために騒音・振動対策に慎重な配慮を払い、居室および公室の一部には浮床構造を採用している。

居室は全てラバトリー付の個室とし乗組員の生活環境を向上させると共に、公室としてレストラン、当直員用食堂、士官ラウンジ、部員ラウンジ、シアター、サウナ



▲ スイミングプール



▲ ブリッジフロントと大型角窓

付ジムナジウム等を設け、またスイミングプールを第二航海船橋甲板に設ける等、船上における快適な生活が出来るよう配慮している。

居住区内には機関室から第二航海船橋甲板までの各甲板に通じるエレベータを設け交通の便を図っている。

さらには、豪州製のウールカーベットの採用などA.D.O.T.に承認された備品の採用を行っている。

公室および船長級居室には縦1,500mm, 幅600mmの大型角窓を設けており、本船居住区の大きな特色の一つになっている。

#### 5・10・2 調理室

調理室は少人数での調理作業に適した機能的な配置とし、調理機器および家具は豪州船員組合に承認されたものを使用し、その一部には輸入品を採用している。

調理室と同じ甲板に配膳室、レストラン、糧食庫を設けることにより効率よい作業が行えるようにすると共に省力化を可能にしている。

海洋汚染防止を考えて調理室から出る生ゴミ等は、コンパクトター、専用焼却炉により処理される。

#### 5・11 塗装

主要部の塗装仕様は次の通りである。

特徴としては、省エネルギー対策の一環として、また、中間検査を浮上状態にて受検可能となるようDNV船級“bis”を取得するメリットを生かすため、自己研磨型長期防汚塗料を60ヶ月耐久仕様としている。

外舷および暴露甲板を対象として、無機ジンク系塗料を採用し、長期間の防錆性能の維持によるメンテナンス費用の減少を可能にしている。

各部の塗装仕様は全般的に高仕様のものになっている。

バラスタンク	} ハイビルド・タールエポキシ	1回 (200μ)
船首尾タンク		
ホールディングタンク		

清水タンク	ピュアエポキシ	3回
船底・船側・水線部外板	タールエポキシA/C	1回
	ビニールタールA/C	2回
	自己研磨型A/F	3回
トップサイド外板	ハイビルド無機ジンク	1回
	塩化ゴム系バインダ	1回
	ハイビルド	
	塩化ゴム系A/C	1回
	塩化ゴム系T/S	2回
暴露部上甲板・船首楼甲板・船尾楼甲板	ハイビルド無機ジンク	1回
	塩化ゴム系バインダ	1回
	ハイビルド	
	塩化ゴム系A/C	1回
	塩化ゴム系D/P	2回
其他暴露部甲板	有機ジンク	1回
	バインダー	1回
	ピュアエポキシ	1回
	ポリウレタン	1回

6. 機関機装

本船は豪州 MIDC (Maritime Industry Development Committee) 設備基準適用船であり、省エネ、省力、防音、防振およびレスメンテナンスについては特別な配慮のもとに計画されている。

6・1 主機関

主機関には低燃費高出力エンジンである赤阪 6 UEC 45L A型をディレイティングしたものを1基採用している。

主機関要目

㈱赤阪鐵工所製

赤阪 6 UEC 45L A型

2サイクル単動クロスヘッド型

過給機付自己逆転式ディーゼル機関 1台

最大連続出力 6,770 PS×155 rpm

連続常用出力 5,750 PS×147 rpm

6・2 発電機関

発電機関としてディーゼル機関を次の通り装備しており、この機関は発停時を含めてC重油(380cst) 焚仕様を採用し燃費の低減を図っている。

発電機関要目

ダイハツディーゼル㈱製

6 DL-22

4サイクル単動トランクピストン型

過給機付ディーゼル機関 3台

出力 1,030 PS×750rpm

6・3 補機器等

補助ボイラ

㈱大阪ボイラ製作所製

豎形コンビジット型ボイラ 1台

油焚部 750 kg/h×7 kg/cm<sup>2</sup>

排ガス部 700 kg/h×6 kg/cm<sup>2</sup>

非常用発電機関

三井・ドイツ・ディーゼル・エンジニアリング㈱

型式 BF 6 L 513 R 1台

出力 140 PS×1,500rpm

プロペラ

三菱重工業㈱製

ニッケル・アルミ・青銅鑄物

4翼, 固定ピッチ, キーレス, ハイスキュード

1個

サイドスラスト

カモメプロペラ㈱製

バウスラスト 660kW 1基

スターンスラスト 660kW 1基

主空気圧縮機

㈱サクシオン瓦斯機関製作所製

電動立型往復動式 2台

容量 80 m<sup>3</sup>/h×25kg/cm<sup>2</sup>

油清浄機

低質燃料油に対処できるようFO清浄機は高比重油型を採用

三菱化工機㈱製

FO用 1,400ℓ/h 2台

LO用 900ℓ/h 3台

造水装置

アルファ・ラバル㈱製

プレート式 20t/日 1台

廃油焼却炉

㈱サンフレム 520,000kcal/h 1台

汚水処理装置

㈱笹倉機械製作所製 26人用 1台

6・4 諸管機装

主機関および補機器の全冷却系統に清水冷却セントラ ルクーリングシステムを採用し、また海水系統にはポリ エチレンライニング鋼管を採用することによりレスメン テナンスを可能にしている。

6・5 防音・防振対策

防音・防振対策の一環として、ハイスキュードプロペ

ラの採用、主機過給機に防音強化型、主発電機および空気圧縮機（往復動型）に弾性支持構造の採用、低騒音型通風機の採用、さらには各発電機閥を機関室内の各独立発電機室に配置するなど、機器単独の対策のみならず配置にも注意を払っている。

### 6・6 省力化対策

自動化設備としてDNV船級のEOを採用すると共に更に操舵室にはCRT方式による機関部プラントの集中監視制御装置を装備しCRTのグラフィックディスプレイを活用したキーボード操作による主発電機、主要補機器の遠隔発停および各種バルブの遠隔開閉が行えるよう計画されており、出入港時等の機関部プラントの運転モード切換え作業も含めて合理化を図っている。

## 7. 電気機装

### 7・1 電源装置

電源装置として

ディーゼル発電機

大洋電機㈱製

交流ブラシレス清水冷却エアクーラ付全閉型

875kVA (700kW), 750rpm AC 425V 50Hz  
3台

非常用発電機

大洋電機㈱製

交流ブラシレス自己通風防滴型

100kVA (80kW), 1,500rpm AC 425V 50Hz  
1台

を装備し、通常航海中、一般出入港、積荷作業中は1台を、荷揚作業中は2台を、スラストを使用しての出入港時に3台を、それぞれ運転して所要電力をまかなう。

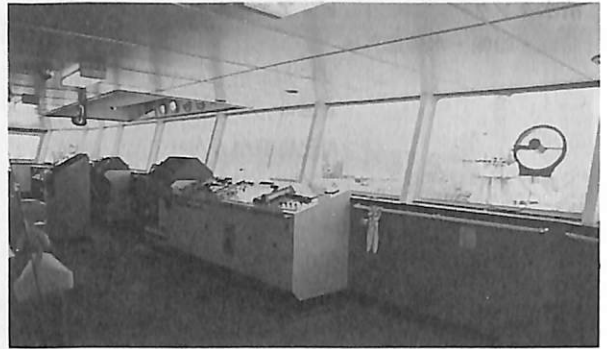
### 7・2 航海計器

航海計器として最新式の各計器を装備し、かつ、その配置もDNV船級のNAUT-Cの要件を満足させている。

ジャイロコンパス、オートパイロット組込操舵装置、磁気コンパス、ドップラーログ、コースレコーダ、レーダ2台(うち1台はARPA付)、GPS、エコーサウンダ他を装備している。

NAUT-Cを適用したことにより操舵室の窓は大型窓を採用し、さらに、操舵室前壁コーナー部を含めて、死角となる窓枠を可能な限り幅狭くし広い視野を確保すると共に窓の上下位置、前傾角度も定められた値を確保している。

各機器、計器の配置もDNV船級の要求と船主の希望とを組合せて、ワンマン・ウォッチが容易なように工夫



▲ 視界の広い操舵室

されている。

### 7・3 無線装置

400W無線装置2台、インマルサット（スタンダードC型）2台、VHF2台、双方向性無線3台、気象用ファクシミリ、衛星系EPIRB等を装備し、1992年2月1日からのSOLAS発効に先駆けてGMDSSの導入を図っている。

DNV船級のNAUT-Cに関連して独立した無線室を配置せず、操舵室内の前中央部および左舷後部に無線スペースを設置し、緊急時に対応し易いように配慮されている。

## 8. 結 言

本船は豪州とニュージーランドの航路に就航しており、各種の粒状・粉状貨物の輸送に従事し、所期の性能を発揮している。現地の業界紙にも、その高荷役効率での活躍が報道されている。

本船の建造に当り、船主、豪州D.O.T., DNV, 船主監督、機器製造担当各社から戴いた御支援、御協力に対し紙上をお借りして厚く御礼申し上げます。

【編集部より】

ロイド商船統計表（1990年版）誌面都合により次号に掲載をいたします。御期待下さい。

## ●新造船紹介

## 19GT型神奈川県漁業調査船“うしお”の概要

ヤマハ発動機株式会社マリン事業本部  
舟艇事業部設計11課 平本 常人

## 1. まえがき

本船は、神奈川県が発注により、神奈川県沿岸において、漁業に関する調査指導および、海洋観測調査等に從事する目的で建造された、第1種小型漁船であり、平成2年10月起工、平成3年1月進水、平成3年2月竣工し、神奈川県水産試験場に無事引渡された。

本船の基本設計は、(株)東京設計研究所にて行われ、本船の竣工まで監督業務にあたられた。

また、建造は、ヤマハ発動機・蒲郡工場にて行った。

## 2. 計画概要および要求性能

本船の船体は、強化プラスチック(FRP)製とし、低船首楼および隆起甲板を有する一層甲板型船とし、十分な復原性および耐航性を有するとともに、十分な作業性を有し、快適かつ衛生的な居住設備を設けるものとした。

諸調査観測機器は、最新技術を取り入れたものとし、航海計器のハイブリッド化によって、調査精度の向上と合理化を計った。

機器の配置に当っては、限られたスペース内に多くの調査機器を搭載するため、機能的な配置となるよう留意した。

また、本船のような調査船は、一般に重心上昇が見られるので、煙突、オーニング、甲板機器台、およびマストなどの艀装品は、アルミ化を計る事で、固定バラスト量をへらし、かつ十分なる復原性を計った。

推進機関は、高速ディーゼル機関700PS1機1軸とし、固定ピッチプロペラを装備する、さらに調査観測時の低速性能を確保するために、減速逆転機を2段減速式とし、前進時1速3.41および2速4.50として、操舵室内での遠隔切替えが可能な方式とした。さらに、出力軸低回転装置(トロリング装置)を設け、低速性能を確保するものとした。

## 要求性能概要

1. 復原性能は、風速19m/sにおいてC係数(乙基準)が1以上となること。
2. 速力は、試運転最大16kn以上を確保すること。



▲十分な耐航性を有する“うしお”

3. 振動、騒音に十分留意すること。

## 3. 主要要目

本船の主要要目は、次の通りである。

全長	20.05 m
登録長	17.00 m
幅(最大)	4.30 m
幅(登録)	4.09 m
深(登録)	1.44 m
喫水(満載)	1.05 m
排水量(満載)	38.28 t
総トン数	19 T
速力(試運転最大)	18.25 kn
(巡航)	17.46 kn
定員	船員 3名
	その他 7名
	計 10名
主機関	三菱S6Y-MTK 700PS×2,100rpm 1基
推進器	3翼1体型 1基
FOT	3,500 ℓ
FWT	1,300 ℓ
活漁倉	2,000 ℓ

船型 一層甲板船  
丸型(船尾部にチェーンを有する)  
資格 第1種小型漁船, 船質 FRP

#### 4. 船体部

##### 4・1 一般配置図

本船の一般配置図は、図1のとおりである。

甲板上の甲板室には、船首側より操舵室、海図室の順に配置し、海図室の後部に機関室出入口の扉および、居住区出入口階段を設けている。

甲板下は、5枚の水密隔壁により分けられ、船首より船首長倉庫、船首倉庫、活魚倉および清水タンク、居住区、機関室、燃料タンクおよび舵機室を設けた。

船首甲板には、海洋観測を行えるよう、測深機、観測用ダビットおよびSTDウインチ、ラインホーラー、ネットブームポスト、揚錨用キャプスタンを配置した。

船尾甲板には、トロール用ウインチ、油圧ホイスト、立形キャプスタン、スパンカー等を配置した。

##### 4・2 船殻構造

船殻構造については、「FRP船の特殊基準」に準拠し設計を行った。

構造様式は、縦肋骨構造とした。

船底外板は、FRP単板構造とし、各舷5条のウレタンを芯材とするハット型縦通材を設けた。また各舷2条のFRP製ハット型の船側縦通材を配置した。

横桁は約1.6mの心距で設けており、縦通肋骨を支持し、船底より、船側甲板まで連続したリング状構造となっている。

キール部は、スケグ構造とし、キールには3カ所のふくらみを設け、超音波機器用送受波器を内部に埋め込んでいる。またスケグ内のその他の空間には、固定パラストを配している。

ビルジサークル部の中央部0.4L間に、FRP単板のビルジキールを設けた。

上甲板は、FRP単板構造とし、上甲板と隆起甲板との段差部は、隆起甲板部での応力の集中を防ぐため、上甲板側壁部の縦通材を隆起甲板部分へ一部延長することで、対処した。

隔壁・上部構造ともにFRP単板構造とし、ハット形防撓材を配置した。

##### 4・3 船体機装

操舵室内は、前面にレーダ、ビデオプロッター、ジャイロコンパス、オートパイロット、汽笛、船内指令装置、分電盤などを配置し、操舵テーブル上には、保護・監視装置用の盤を設け、主機関、補機関、減速機の監視、



▲操舵室



▲船員室

各ポンプ類の発停、各非常停止装置、連絡装置、旋回窓スイッチなどを組み込み、スペースの確保および集中管理化を計った。また、操舵室天井には、キセノン探照灯・旋回式スピーカーなどを配している。

海図室には、GPS航法装置、全波受信機、DSB送受信機、デッカ航法装置を、海図テーブル上部に配置し、さらにスペースを有効に使うために、チャートテーブルは、上面をガラス板とし、はね上げ式とし、その中に航跡記録機を埋め込んだ。また、チャートテーブルの側面に凹部を設け、船舶電話、保安通信装置、インターホンなどを機能的に配置した。

海図室右舷テーブル上に、操舵室からも見る事が出来るような位置に、科学計量漁探のディスプレイおよびプリンターを配した。また、側壁には、風向風速計および記録式漁探を配置している。左舷のテーブル部分は、立面に、流向流速計およびハイブリッド化のためのインターフェースを配し、スペースの有効利用として、テーブル内にも各機器の整流器、インターフェース、空調機な



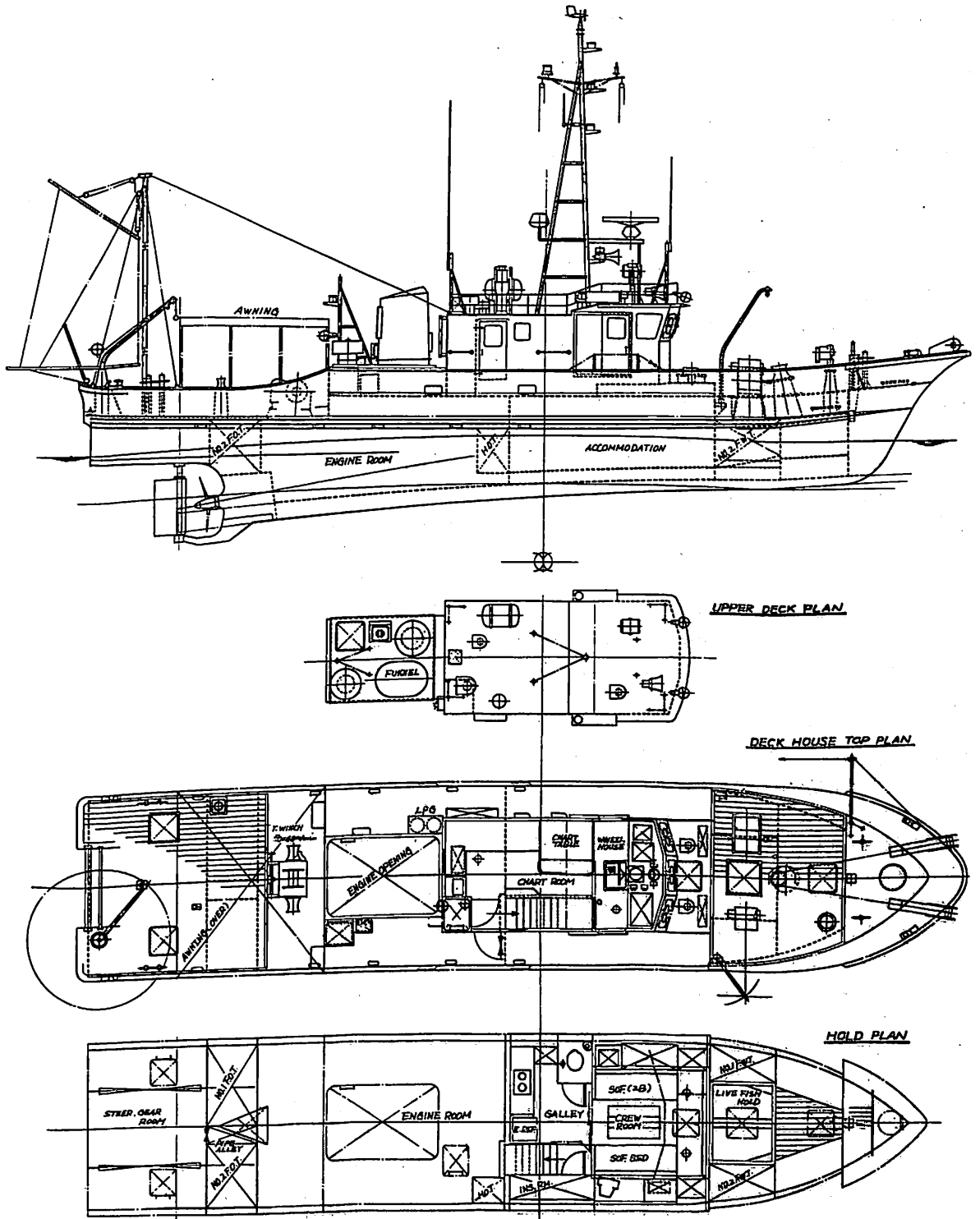


図1 神奈川県水産試験場向け漁業調査船“うしお”一般配置図  
ヤマハ発動機建造

どを配置している。また、テーブル内に配置した機器類の発熱より機器を守るために、テーブル内の換気として、テーブルの立面に、点検口をかねた大型の木製グリルを2カ所に設けている。

同位置のテーブル上には、データ解析のためのコンピュータを3台配置している。また、コンピュータの防振のために、エアダンパ式のインシュレータを、コンピュータごとに4ヶずつ取付けてある。

ギャレー設備として、甲板上の海図室後部にシンクを設け、甲板下の船員室後部に、調理台、ガステーブル、電気冷蔵庫などを設けている。

甲板下の船員室は、中央に折りたたみテーブルを配し、3つのソファがテーブルをとり囲むような配置となっていて、通常はソファとして使用し、寝る時には、ソファの背当2カ所が吊りベッドとなり、計5人が寝られるような仕様となっている。

船員室内には、テレビおよび空調機、ファクスが装備され明るい内装とあいまって、快適な居住空間を有している。

トイレは、船員室後部に配置され、電動マリンポンプを有し、機能的・衛生的な設備となっている。

#### 4・4 防熱・防音および防振対策

防熱対策として、暴露部に面する外板、天井囲壁については、ウレタン吹付け発泡厚さ50mmを施工し、また暴露部に面しない天井にも、ウレタン吹付け発泡厚さ25mmを施工した。さらに、船底からの底冷えを防ぐために、甲板下居住区床板の下面には、独立気泡ウレタン発泡厚さ50mmを取りつけ防熱に配慮している。

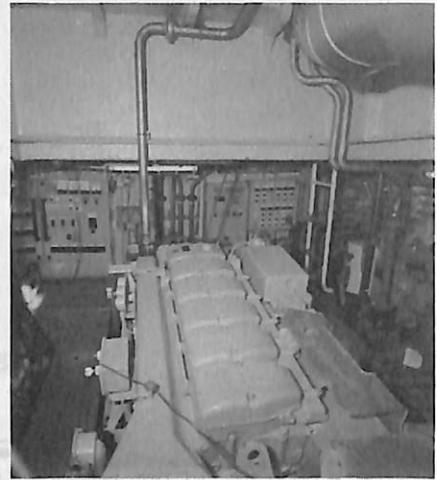
防音対策としては、甲板下の船員室がギャレーを介して機関室と接しているため、機関室の前部隔壁については、50mmロックウールボード+9mm合板+50mmグラスウールボード+内張り板を施工し、また海図室床と接する機関室の天井については、グラスウールボード厚さ50mm+ガラスクロスを施工した。

(ロックウールボード $\rho = 160\text{g}/\text{m}^3$ 、グラスウールボード $\rho = 40\text{g}/\text{m}^3$ 使用)

また、主機および補機の排気が上方排気であるため、排気音についても考慮し、主機、補機共に有効なる乾式消音器(パッフルタイプ)を選定し、補機については、直列に2ヶ消音器を配し、排気音の軽減に努めた。

以上の成果により、試運転時の騒音は、4/4(2,100rpm)時にて、操舵室、海図室にて、76dB(A)、船員室にて、76dB(A)の値を示し、良好な結果をもたらしている。

防振対策としては、ハイスキュープロペラを採用し、



▲ 機関上部

さらに、チップクリアランスを27%Dとすることで、プロペラから船体に伝わる振動を極力おさえることとした。また、船体についても、スタンポスト部の厚みを極力うすくし、さらにスタンポスト後部に有効なる整流板を設ける事で、プロペラ後部の乱流を防ぐ事に努めた。

また、機関台、補機台などより船体に伝わる振動についても留意し、機器台の構造、強度などを決定した。

以上の成果により、試運転時の振動は、4/4(2,100rpm)時にて、操舵室、海図室床にて0.48(G)、0.03(振幅)、船員室床にて0.16(G)、0.04(振幅)の値を示し、結果として、非常に振動の少ない快適な船となった。

## 5. 機関部

### 5・1 機関室配置

本船の場合、このクラスの漁業調査船としては、装備が多く、機関室内を如何に無駄なく、また機器の操作、監視、保守、整備に難点がないように配置するかに留意した。

配置としては、機関室中央部に主機関を配置し、主機前には、油圧クラッチおよび弾性接手を介して、油圧ポンプを配している。また、右舷側の機関室出入口付近に、起動盤、分電盤、主機警報盤を配し、艀に向かって、油圧油タンク、清水ポンプ、油水分離器、プロア、補機発電機の順に配置した。

また、左舷側は、艀より、主配電盤、シークロー、各ポンプ類、日誌台を配置した。

後部隔壁付近には、バッテリーを配置した。

配電盤、分電盤などの本体は、アルミ製とし、重量軽減を計った。

推進軸は、SUS 316 とし、耐腐食性に留意した。

## 6. 電気部

### 6・1 回路系統

本船の電源は、25kVA交流発電機1台およびDC 24V蓄電池2群にてまかなうものとする。

系統	電源	負荷
AC220V 3φ	補機発電機 25kVA×1	一般動力
AC100V 1φ	変圧器 5kVA×3	小型動力・一般照明 空調・航海計器 その他
DC 24V	蓄電池 200AH×2群	無線装置・非常照明 船内通信・航海船灯 機関始動 その他
	整流器 60A×1	
	主機付充電発電機 70A×1	蓄電池充電

### 6・2 電源装置

本船の電源装置は一次電源装置として、交流発電機、主機付充電発電機および、主配電盤よりなる。

2次電源装置は、変圧器及び蓄電池よりなる。

### 6・3 航海計器等

本船は、各種の航海計器および観測機器類を搭載しているが、それらの航海計器および観測機器間の交互のデータのやりとりを行うことにて、装置全般にわたり、集中管理化、省力化を計っている。

さらに、本船は、ジャイロコンパスならびに、オートパイロットを装備しており、これと、レーダ、GPS、ビデオプロッタ間との情報の入出力を行うことにより、事前に観測地点をインプットしておけば、短時間に正確な位置に到着する事が出来る事となり、観測を行うにあたり、非常な効率化が計られる事となった。

## 7. 主要装備機器類

### 7・1 航海計器

操舵機	機動油圧式	トルク 500g-m	1台
ジャイロコンパス	小型スペリー式、操舵スタンド組込		1台
磁気コンパス	卓上型	150mm	1台
レーダ	12インチCRT、10kW	AC100V	1台
GPS 航法装置	完全自動式	AC100V	1台
デッカ	ZLOP式、完全自動式	AC100V	1台
航跡表示器	14インチカラー-CRT表示式	AC100V	1台

航跡記録器	A-3判、カラー記録式	AC100V	1台
第三種汽笛	マグネットホーン	DC24V	1台
探照灯	キセノン灯	AC100V×300W	1台
旋回窓	φ400	AC100V	3台

### 7・2 漁労・甲板機械

船首キャブスタン	AC220V×2.2kW	1.0t	1台
船尾キャブスタン	DC24V	0.14t	1台
ラインホーラ	油圧式	100kg×85m/min	1台
雑用ダビット	油圧式	100kg×5m/min	1台
トロールウインチ	油圧式	1.0t×60m/min	1台
シークーラ	6,000kcal	AC220V×3.7kW	1台
ブロー	340ℓ/min×3,000mmHg	AC220V×0.75kW	1台
電動通風装置	軸流可逆	AC220V×0.75kW	1台
	"	AC220V×0.40kW	1台
空調和装置	ヒートポンプ式	AC100V	2台
	冷：3,000kcal 暖：3,600kcal		

### 7・3 調査・観測機器

測深機	AC220V×2.2kW	0.07t	1台
STDウインチ	AC220V×0.75kW		1台
流向流速計	超音波ドップラー式		
	300kHz/2.4kW	AC100V	1台
科学計量漁探	1周波式	38kHz/700W	1台
	AC220V		
記録式漁探	2周波式		
	28kHz/5kW・200kHz/5kW、AC100V		1台
風向風速計	ベーン式、発電式	AC100V	1台
水温計	デジタル式	AC100V	1台
水中テレビ装置	吊り下げ式、カラー式	AC100V	1式
多項目水質計	可搬式		
採泥器	スミスマッキンタイヤ式、柱状式		各1
CTDプロファイラ	可搬式		1台

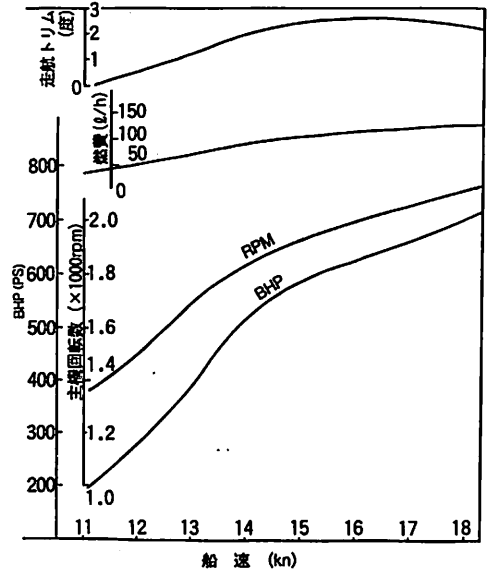
### 7・4 機関部

主機関	三菱S6Y-MTK		1台
減速機	MGA80LX		1台
	前進1速3.41、前進2速4.50		
	後進4.50（出力軸低回転装置付）		
プロペラ	3翼固定ハイスキュープロペラ		1台
	D×P×Ar=1300×1085×0.58		
発電機関	4JHL-HTN 32PS×1,800rpm		1台
油水分離器	0.15m <sup>3</sup> /h 15ppm以下		1台
	AC100V		

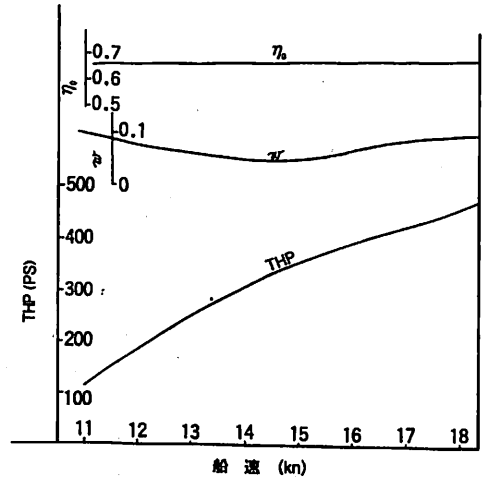
- 油圧ポンプ 高圧プランジャ  
 60ℓ/min×180kg/cm<sup>2</sup> 1台
- 雑用水ポンプ 30m<sup>3</sup>/h×15m AC 220V×3.7kW 1台
- ビルジポンプ 3m<sup>3</sup>/h×30m AC 220V×1.5kW 1台
- 清水ポンプ 1.2m<sup>3</sup>/h×22m  
 AC 100V×0.25kW 1台
- 燃料移送ポンプ 1.5m<sup>3</sup>/h×2kg/cm<sup>2</sup>  
 AC 220V×0.75kW 1台
- シークーラー用ポンプ 5.5m<sup>3</sup>/h×12m  
 AC 220V×0.75kW 2台
- 空調冷却ポンプ 1.8m<sup>3</sup>/h×6m  
 AC 100V×0.18kW 2台
- 7・5 電気部
- 発電機 補機関直結駆動 AC 220V×25kVA 1台

▼表1 “うしお” 試運転成績

試運転種類			オーナートライアル				
状 態	施行年月日	平成3年2月4日					
	施行場所	三河湾					
	標柱間距離	¼マイル(463m)					
	天候	晴れ					
	海況	良					
	風速	NNW~NW					
	前部喫水(m)	0.717					
	後部喫水(m)	1.115					
	排水量(t)	32.70					
速 力 (速)	負荷	主機回転数	速力	負荷	主機回転数	速力	
	最低速	800rpm	7.19kn	最低速	800rpm	5.73kn	
	1/4	1,323	11.09	1/8	1,050	7.54	
	2/4	1,667	12.91	1/4	1,323	9.18	
	3/4	1,908	14.84	2/4	1,667	10.60	
	90%	2,028	16.35	低回転	800rpm	2.41kn	
	4/4	2,100	17.46	装置作	一定の時	~5.16	
	11/10	2,168	18.25	動		kn	
旋 回 力 試 験	舵の種類および数		単板平衡舵×1台				
	速力 kn		17.46				
	項目	左旋回	右旋回				
	舵角(度)	35°		35°			
	最大継根距(D)	61.4m		61.4m			
	D/LWL	3.34		3.34			
前 後 追 越 試 験	回頭所要時間(sec)	44.44		42.82			
	最大傾斜角(度)	2.5		1.9			
	速力 kn	17.46					
	項目	前進中後進発令より後進速力整定迄		後進中前進発令より前進速力整定迄			
	発令より船体停止迄の時間(sec)	15.02		8.60			
惰 力 試 験	同上航走距離(m)	32		12.8			
	発令より後進(前進)速力整定迄(sec)	29.41		41.20			
	試験種類	前進中停止発令より船体停止迄					
	速力 kn	17.46					
船体停止迄の時間(sec)	69.12						
船体停止迄の距離(m)	112						



▲図2 速力・馬力



▲図3 試運転解析結果

- 主配電盤 デットフロント型  
 AC 220, AC 100, DC 24V 1台
- 変圧器 220V/105V 5kVA 3台
- 整流器 AC 220V/DC20~35V 60A 1台
- 陸電受電盤 AC 220V×30A, AC 100V×30A 1台
- 7・6 無線通信装置
- DSB 27MHz 1w DC24V 1台
- 全波受信機 90kHz~34MHz AC 100V 1台
- 船舶電話 保安通信 (DC24V),  
 ファックス (AC 100V) 1式
- 遭難信号自動発信機 2,182kHz 1台
- インターホン 共電式 DC24V 2台

▼表2 “うしお”完成重量重心

		軽荷 状態	出港 状態	漁場発 状態	入港 状態
Fuel Oil	t		3.15	0.95	0.31
Fresh Water	t		1.82	0.54	0.18
Hyd. O. T	t		0.35	0.35	0.35
L. O. T	t		0.04	0.03	0.02
Fish Hold	t			2.05	2.05
Provision	t		0.20	0.04	0.02
Deadweight Const.	t		1.50	1.50	1.50
Deadweight	t		7.06	5.46	4.43
Light Weight	t	31.22	31.22	31.22	31.22
Displacement	t	31.22	38.28	36.68	35.65
Draft Equivalent	m	0.93	1.05	1.02	1.00
Draft Fore	m	0.74	0.86	0.94	0.93
Draft Aft.	m	1.05	1.16	1.06	1.04
Draft Mean	m	0.90	1.01	1.00	0.99
Trim	m	0.31	0.30	0.12	0.11
MTC	t-m	0.71	0.88	0.86	0.84
TPC	t	0.58	0.64	0.63	0.63
L. C. G	m	1.64	1.81	1.35	1.31
L. C. B	m	0.94	1.13	1.08	1.05
L. C. F	m	1.78	2.24	2.21	2.18
BG	m	0.70	0.68	0.27	0.26
TKM	m	2.51	2.47	2.51	2.53
KG	m	1.46	1.41	1.40	1.42
GM	m	1.05	1.06	1.11	1.11
GG <sub>0</sub>	m	0	0	0	0
KG <sub>0</sub>	m	1.46	1.41	1.40	1.42
GoM	m	1.05	1.06	1.11	1.11
Fbd	m	0.55	0.44	0.45	0.46
KG/D		1.007	0.975	0.966	0.979

## 8. 海上試運転

海上試運転は、平成3年2月4～6日にわたって実施した。試運転は、三河湾にて行った。

試運転成績は、表1に示す。また速力一馬力および試運転解析は、図2、図3に示す。

速力の結果は、全力で18.25knで、燃費および排気温度から見ても負荷の状態も良く、満足すべきものであった。

また、2月4日の続航試験時は、波高、うねりともに高かったが、波さばきも問題なく、操舵室に青波を受ける事もなかった。また耐波衝撃においても優れており、衝撃をあまり感じず、また、船首の浮き上がりが早く、乗り手に非常なる安心感を与えた。

また、復原性については、傾斜試験を実施した結果、計画どおりの重心位置を確保出来ていることが確認出来た。C係数では、満載入港時においてもC=1.52であり、十分なる復原性を有する事が判明した。表2参照。



## 9. あとがき

以上、本船の概要を紹介した。

本船はすでに、海洋観測をはじめとした、各種の試験調査に就航していると聞きおよんでおります。

よって海上試運転でも確認された、その優秀な性能と、最新の調査機能を駆使して、今後のいっそうの活躍を期待するところであります。

最後に、本船の建造にあたり、御指導、御協力をいただいた、船主、神奈川県水産試験場の皆様と、基本設計、監督に当たられました(株)東京設計研究所の皆様を始め、本船に係わったすべての人の大なる御支援のたまものであると、本誌面を借りて、心より感謝申し上げます。

## ● 新刊紹介

### 海上保安庁船艇航空機整備の歩み

(財)海上保安協会編(B5判・総布クロス製本、箱入)

(本文719頁、口絵カラー写真18頁、モノクロ写真47頁、他本文中にも船艇、事件関係写真多数掲載)

1,000部限定 定価12,000円(消費税・送料を含む)

本書は、海上保安庁の開庁以来40余年に亘る船艇航空機整備の過程を詳述したものです。そして船艇航空機を駆使して昼夜を分かたず活躍した乗組員およびその整備のため全力を傾注した職員の体験・感想を記載しています。〔内容〕船艇整備の歩みとして/航空機整備の歩みとして/船艇航空機の活躍と整備として/開庁以来活躍した船艇の写真を収録

申込先 (財)海上保安協会(海上保安庁水路部内)

〒104 東京都中央区築地5-3-1

Tel. 03 (3542) 3678~3679 Fax. 03 (3541) 9085

●自立角型, IMOタイプB

# IHI SPB方式 87,500 m<sup>3</sup>型 LNG 船の概要

石川島播磨重工業株式会社

## 1. はじめに

SPB方式LNG船は自立角型方式タンクを搭載したLNG船である。自立角型タンクは最も古くから良好な実績のある大型液化ガス船のタンク技術である。SPBの名称は自立角型の英文の頭文字(Self-supporting Prismatic)とIMOのタイプBのBをつけて名づけた。自立角型タンクの安定した実績をIMOが定める苛酷な疲労強度評価を行って設計を改良し信頼性を高めて、支持、保冷、船体保護装置(二次バリヤ)を設けて設計したのがSPB方式LNG船の技術である。SPB方式設計および建造技術の研究を行い、1985年に主要船級協会並びにUSCGからIMOタイプBとしての正式承認をうけた。その後1988年に技術の実証船として霞陽丸を建造した。さらに1990年に米国から大型LNG船(87,500 m<sup>3</sup>型)2隻の注文をいただき、1993年の引渡しを目指して現在当社愛知工場で建造中である。以下SPB技術の概要と87,500 m<sup>3</sup>型LNG船について説明する。

なお、LNG船技術の分類とその中でSPBの位置づけをFig.1に示す。

## 2. SPBの基本構想と特徴

SPB方式LNG船は基本的には約30年も前から採用している大型LPG船の設計構想をLNG船として実現したものである。つまりタンクは自立角型、保冷はタンクに直接取り付けその周囲に保守点検スペースを設ける。

自立角型タンク自体はLNG船でもLPG船でも長い良好な実績が安定した大型液化ガスタンクであるが、その上にIMOタイプBによる疲労設計を行い信頼性を高めている。SPB設計の構想の概要をFig.2に示す。

さらにSPBの特徴は次のような方向から述べる事が出来る。つまり船の安全は復原性と船体強度と操船性の三つが海難を防止し安全を保つ基本的な要素であり造船の設計においてはこれらが考慮されている。この基本的な要件を満たすオーソドックスな設計がSPBの特徴といえる。つまりタンクの重心が低くタンク内に隔壁がたてられ、これで自由水の見かけ重心の上昇を抑えて復原性がよいこと、船体構造の連続性が良くかつタンクも必要に応じて制約なく強度や形状を増大できること、また、甲板上が平坦で見通しもよく風圧面積も少ないから操船もやり易く安全であることである。その他SPB船の特徴を列記すると、スロッシングの問題が無いから任意液位の積付けが出来ること、甲板が平らでタンク周囲スペースもあるから保守点検が容易かつ確実に出来ること、甲板が平坦で広いから荷役や操船設備が合理的に出来ること、内圧だけでなく外圧に対してもタンク強度が大きいからデリケートなタンク圧力制御が不必要で荷役操作が安全かつ容易であることなどである。

## 3. タイプB解析

### 1. タイプB解析の概要

1979年に日本造船研究協会第3基準部会によって「独立型方形方式タンクタイプB設計基準」が制定され、自立角型タンクLPG船のタイプB設計手法が確立した。SPB方式LNG船のタンクの設計手法は、この基準をベースとして、アルミ合金製のLNGタンクに適用したものである。

SPB方式のタンクシステムは次の三つの要件を満足するように設計される。

- (1) 疲労亀裂が発生しないこと。
- (2) 仮に建造時の検査で見逃した初期欠陥が

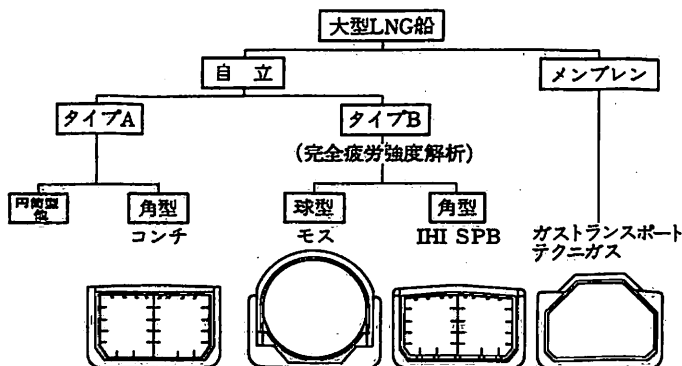
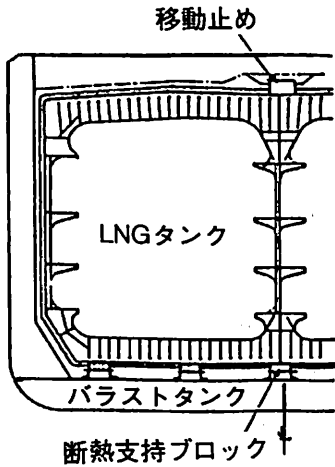


Fig.1 Type of LNG Carriers



▲ Fig. 2 SPB方式LNG船タンク船体断面図

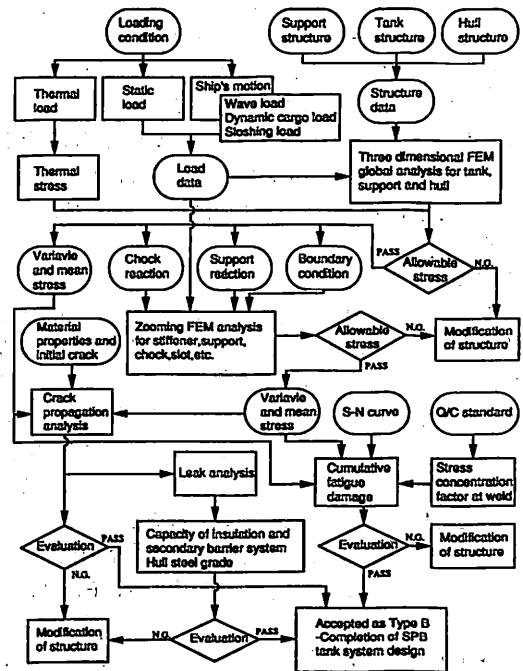
あっても、これが就航中に大きく進展しないこと。  
 (3) 仮に最も条件の厳しい箇所に貫通亀裂があっても、この亀裂が大きく進展する前に十分な余裕を持ってリークによって検知できること。

以上の要件を満たすために、いわゆるタイプB解析と呼ばれる詳細な疲労・破壊解析が行われる。その概略のフローをFig.3に示す。タイプB解析は次のような内容から構成されている。

- (a) 船体運動解析によりタンク内変動圧力、波浪荷重など設計荷重を求める。
- (b) タンク、支持構造および船殻を一体とした全体構造のFEM解析を行う。
- (c) 全体構造解析結果を境界条件としてタンクの各部分構造を各々詳細にFEM解析し、局所の詳細な応力を求める。
- (d) 各局部構造の応力と材料のS-N曲線を用いて累積疲労被害度を計算し、上記の要件(1)を評価する。
- (e) 各局部構造の応力と材料の亀裂伝播特性を用いて、仮定した初期亀裂の進展量を計算し、上記の要件(2)を評価する。
- (f) タンク外板の高応力部に貫通亀裂を仮定し、その進展量を計算すると共に荷役のリーク量を計算し、上記の要件(3)を評価する。

自立型タンクの構造は、タンク板と防凍材と桁材および隔壁の組合せであり、基本的には船体構造と類似の構造様式であるが、SPB方式タンクは以上のような詳細な疲労・破壊解析が行われ、厳しい基準で疲労強度を評価されるため、応力集中が少ない構造様式が採られ、疲労強度の高いタンク構造に設計されている。

3. タイプB解析と品質管理



▲ Fig. 3 Flow of type B analysis

タンク構造は、実際の建造においては工作精度上の誤差や溶接の仕上がりのバラツキは避けられないので、タイプB解析にはこの影響を考慮に入れる必要がある。また、建造時には、タイプB解析によって要求される品質を確保する必要がある。タイプB方式においては、タイプB解析と品質管理は切り離せない一体のものといえる。タイプBの設計思想が最初に適用されたのは球形タンクであり、かつてはタイプBが適用できるのは、構造が単純で解析および検査のし易い球形タンクもしくはセミメンプレタンクのみであると考えられていた。それに比べて自立型タンクは次の様な理由でタイプBの適用は難しいと考えられていた。

- (1) タンクの内部は複雑な骨構造であり、応力集中箇所が多いので正確な応力解析が難しい。
- (2) 多数の溶接継手があり、施工によるばらつきがあるので疲労強度の評価が難しい。
- (3) 目違い、溶接ひずみおよび残留応力等の疲労強度に対する影響を評価することが難しい。
- (4) 溶接長が長く、すみ肉溶接が多いため品質管理が難しい。

SPB方式においては、以上の問題点を以下のように取り扱っている。

(1)について：

応力解析の精度については、かつては困難であったが、現在ではコンピュータのハードとソフトの進歩によって、FEMによる大規模な全体構造解析や、細かいメッシュの局部解析など、精度の高い解析ができるようになった。このことが、自立型タンクのタイプBを可能にしたといえる。更に、荷重も含めた解析の精度は、LPG船における建造時および就航中の実船計測によって確認されている。

(2)について：

溶接継手の種類の多さについては、従来は種類に応じて疲労試験を行い、各々の継手のS-N曲線を求める方法が採られていたが、SPB方式のアルミニウム合金製のタンクについては、次のような方法を採用した。タンク構造に用いられる種々の溶接継手の疲労試験を行い、それを亀裂発生点の溶接ビードの止端部の局部応力で整理すると母材のS-N曲線に一致することが確かめられた。ビード止端部の局部応力はその点の応力集中係数( $K_t$ )によって得られるが、応力集中係数はFig.4に示すように溶接継手の形状をパラメータとして計算できるので、継手の形状が解れば母材のS-N曲線を用いてあらゆる継手の疲労寿命が得られる。したがって、設計時に施工時のばらつきの量を考慮して、疲労強度を満足するような溶接形状を設定しておき、施工時にそれを基準として品質管理を行い、タンクを疲労強度を保証する。

(3)について：

目違い、ひずみを有する部材に膜応力が働くと溶接部に偏心曲げが発生する。偏心曲げの大きさは計算によって得られるから、これと前記の溶接止端部の応力集中係数を用いて溶接止端部の局部応力を計算する。この際の見違いおよびひずみの量は工作精度基準に定められる最大許容値を用いる。溶接止端部の局部応力は例えば次のように計算される。

軸力を受ける突合せおよび十字継手：

$$\sigma_L = K_t \cdot K_m \cdot \sigma_N$$

曲げと軸力を受けるT形継手：

$$\sigma_L = K_t (\sigma_B + K_d \cdot \sigma_N)$$

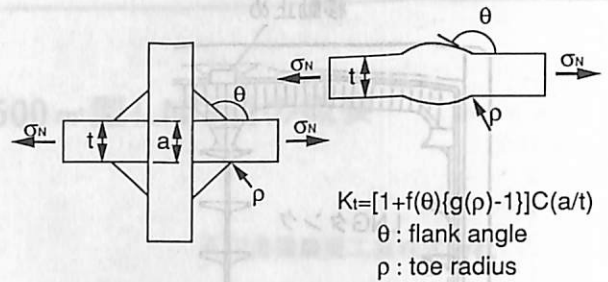
ここで、 $\sigma_L$ ：局部応力、 $\sigma_N$ ：膜応力、 $\sigma_B$ ：曲げ応力、 $K_t$ ：止端部の応力集中係数、

$K_m$ ：目違いの影響、 $K_d$ ：ひずみの影響

残留応力については、溶接継手には降伏応力に等しい残留応力が存在していると仮定し、これを疲労解析時に平均応力として考慮に入れる。

(4)について：

すみ肉溶接の品質管理については、次のように疲労・破壊強度と欠陥および溶接条件等の関係を明らかにし、



▲ Fig. 4 Stress Concentration factor of weld toe

効果的な品質管理法を確立した。

(a) 継手疲労試験により疲労破壊モードを明らかにし、疲労亀裂の発生が溶接ビード止端の応力集中に支配されることを明らかにした。

(b) 亀裂伝播試験により亀裂の大きさと進展量との関係を明らかにした。

(c) 溶接実験により欠陥を出さない標準溶接条件を明らかにした。

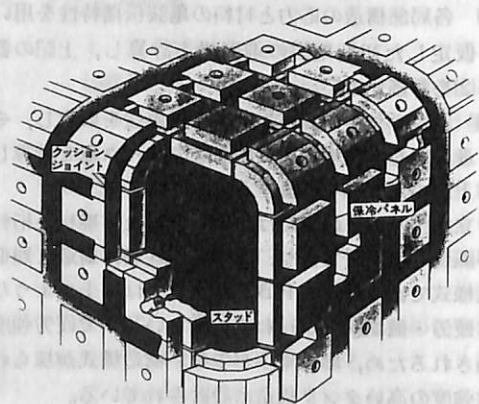
(d) 疲労・破壊解析により、疲労・破壊強度を保証するために必要なビード形状と初期亀裂の検査基準値、および検査の対象となる部材と継手を明らかにした。

以上に従って、重要部材(例えば外板、主桁等)のすみ肉溶接は次のようにして品質管理を行う。

- (I) 溶接条件の管理による欠陥の発生防止
- (II) 溶接ビード形状検査による応力集中の管理
- (III) 浸透探傷検査による表面亀裂の検知

3・3 保冷、二次防壁、支持の概要

本方式では保冷にタンクからの荷重がかからないので、保冷性能本位で設計されている。保冷は、工場発泡のポリウレタンフォーム製パネルおよびパネル間をつなぐジョイントから成り、タンク外表面にアルミニウム合金製スタッドボルトを介して機械的に止められて



▲ Fig. 5 Typical Insulation



いる (Fig.5)。各低温タンクの保冷構造設計においてはタンクと保冷の熱挙動に対する対策がポイントとなる。本保冷構造では、各パネルの中央を1点でタンクに支持し、パネル四周をクッションジョイントで隣接パネルに結合させる事により、タンク冷却や昇温時のタンク、保冷間の相対的な動きや保冷パネル自身の伸縮をジョイント部で吸収させ保冷構造内に応力を発生させないよう設計されている。

また、保冷は万が一の貨液のリークから船体を保護するためのスプレーシールドの機能を有し、漏れ液を二次防壁に安全に導く働きをする。

二次防壁は、タイプB LNGタンク方式に要求される部分二次防壁として、ドリフトレーと呼ばれる金属製のパンが二重底上に設置されている。

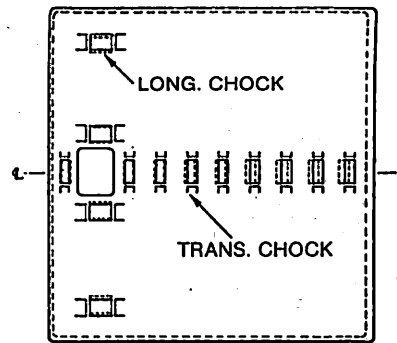
タンク支持構造は、垂直荷重を支持するタンクサポートと前後、左右荷重を支持するチョック、およびタンク浮き上がり防止チョックとで構成されている。支持およびチョックは、タンクの温度変化や船体変形によってタンクおよび船体に過大な応力が生ずることなく、タンクの温度変形を許し、静および動荷重のもとでタンク本体の移動を防止するようになっている。チョックは Fig.6 に示すように船の長手方向と左右方向に配置されている。支持台は合板系の断熱ブロックがタンクに固着され、これが内底板上の鋼製台の上に支えられ、ブロックと鋼製台の間が滑り面になっている。

#### 4. 87,500 m<sup>3</sup> SPB LNG 船

1990年7月に米国より2隻の87,500 m<sup>3</sup> SPB方式LNG船を受注した。本船は、1969年よりアラスカ-日本間のLNG輸送に従事している2隻のガストランスポート方式メンブレンタンクLNG船の代替船として計画されているもので、第1船は1993年半ば、第2船は1993年末に完成の予定である。第1船は、現在建造中であり、詳細な報告は後の機会にゆずるとして、ここでは設計を中心に本船の概要を紹介する。

##### 4・1 主要目

船 級	ABS
規 則	IGC コード, USCG (COC)
全 長	239.0 m
垂線間長	226.0 m
幅 (型)	40.0 m
深さ (型)	26.8 m
満載喫水 (型)	10.1 m
主機関型式	蒸気タービン
出 力	MCR 21,000 PS × 80rpm



— : ORIGINAL  
 - - - : COLD CONDITION  
 ▲ Fig. 6 Tank top chock

NOR	21,000 PS × 80rpm
主ボイラ	重油 / メタンガス混焼式 × 2 基
最大蒸発量	51,500 kg / h
プロペラ	4 翼一体式 × 1 基
発電機	ターボ式 × 2 基, ディーゼル式 × 1 基
航海速度	17.5 kn (Beaufort 5)
乗組員	40 人
貨物タンク	
型 式	自立角型 IMOタイプB (IHI SPB方式)
設計蒸気圧	27.5 kPa
設計温度	-163 °C
設計貨物比重	0.5
基 数	4
容 積	87,500 m <sup>3</sup> (-163 °C, 98.5%)
材 質	A5083-O材
保冷構造	ポリウレタンフォーム独立パネル方式

##### 4・2 一般配置

配置は、本船の一般配置図 Fig. 7 に示す通り、船首部に船首水槽とバラスト水槽を有し、貨物区画は、二重の横隔壁によって仕切られた4つの貨物倉に分けられている。貨物タンクは平坦な上甲板の下に格納され、上甲板には、荷役用マニホールド、貨物配管、貨物機器室が配置されている。

本船は、アラスカ-日本航路に就航することから、強風、氷雪、寒冷、激しい潮流等の厳しい気象、海象条件に対する配慮が要求される。貨物倉の外側および貨物倉間のバラスト区画の上部は、交通路および配管スペースとして、居住区画から船首区画および各タンクのドーム部に上甲板を通らずに行くことができ、荒天時にも安全

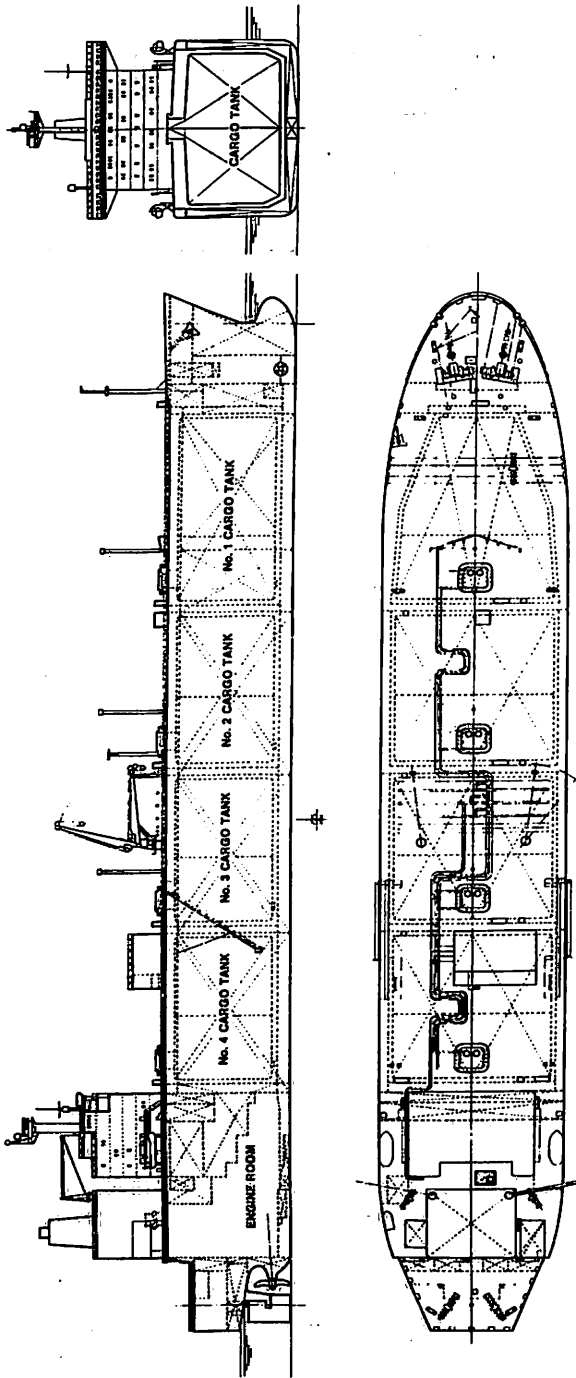


Fig. 7 General Arrangement of 87,500 m<sup>3</sup> SPB LNG Carrier

なアクセスが確保されている。また、この区画は寒冷時には加温され極寒からの保護もかねている。上甲板上は貨物荷役に必要な最少限の機器や配管を極力低い位置に配置し、氷雪付着による危険（重心の上昇や氷雪の落下）防止、強風下での操船性等に配慮した設計となっている。

カーゴマニホールは、本船が既存の複数の基地で荷役作業を行うため、どの基地にも適合する位置に配置されている。

#### 4・3 貨物格納設備

##### 4・3・1 タンク

タンクは、IMOコードに定められる独立タンクタイプBのカテゴリーに属し、第2章で述べたタイプB解析を行って設計された自立角型のタンクである。

タンク中心線上には縦通隔壁が配され、横方向にはタンクのほぼ中央に1枚の制水隔壁が設けられている。従って、タンクは4個の制水区画に区切られており、これにより、いかなる液位に積載されても貨液と船体運動との同調が完全に回避され、スロッシングの危険性が無い。桁材としては、3条の水平桁とタンク底部と頂部に横桁が配置されている。

##### 4・3・2 保冷、支持

保冷は、800mm角の工場発泡のポリウレタンフォーム製パネルおよびパネル間をつなぐクッションジョイントから成り、タンク外表面にアルミニウム合金製スタッドボルトを介して各パネルの中央1点で機械的に止められている。第2章で述べたように、この構造によりタンク冷却時や昇温時のタンク、保冷間の相対的な動きはジョイント部で吸収されるため、保冷の冷却追従性によりタンクのクールダウン速度が制限されることはなく、荷役オペレーションが容易となっている。

タンク支持構造は、垂直荷重を支持するタンクサポートと前後、左右荷重を支持するチョック、およびタンク浮き上がり防止チョックとで構成されている。タンクサポートはタンク底部に、チョックはタンクサポートと兼用のものを除いてはタンク頂部に、また、浮き上がり防止チョックはタンク頂部に、それぞれ、配置されており、タンクの熱収縮を自由に許すように船体構造との間にすべり面を有している。

2次防壁として二重底上にドリフトレーが設置されている。

##### 4・3・3 貨物機装

本船には、下記のような貨物関連機器が搭載され、荷役作業、ボイルオフガスの主ボイラへの移送、ドック時のガス置換作業等に用いられる。

貨物ポンプ      サブマージ渦巻型(950m<sup>3</sup>/h)×8基

スプレーポンプ	サブマージ渦巻型 (20 m <sup>3</sup> /h) × 4 基
非常用貨物ポンプ	持運式 (350 m <sup>3</sup> /h) × 1 基
ガスコンプレッサ	L/Dコンプレッサ × 2 基 H/Dコンプレッサ × 2 基
貨物ベーパーライザ	蒸気式, シェル&チューブ型 × 1 基
貨物ガスヒータ	蒸気式, シェル&チューブ型 × 2 基
イナートガス / 乾燥空気発生装置	× 1 基
窒素ガス発生装置	メンブレン式 × 2 基

配管は, 上甲板上は SUS 316 L, タンク内はタンク材に合わせてアルミ合金が用いられている。

#### 4・3・4 貨物計装

貨物コントロール区画が操舵室に設けられ, 貨物部の集中監視, 遠隔制御を行うために, カーゴコンソール, バラストコンソール, カスタデートランスファーステム, ガス検知装置等が設置されている。

カーゴコンソールは, BOG ガス焚きおよび荷役作業に必要な貨物機器, 貨物用弁の遠隔制御装置がコントロールパネル上に配置され, CRTディスプレイ上に各種データ, アラーム等が表示される。

LNG 取引用の計量装置として液面計, 温度計, 圧力計が各タンクに装備され, カスタデートランスファーステムを構成している。

タンクの圧力制御は, 本船に採用されている自立角型タンク方式が, 内圧だけでなく外圧にも強いことから, タンクとホールドスペースとのデリケートな相対圧制御が不要であり, 非常にシンプルで安全性の高いものとなっている。

その他に, 可燃性ガス検知および警報装置や緊急遮断システムが貨物部の安全装置として装備されている。

#### 4・3・5 一般ぎ装

##### 船 体

電動油圧駆動式の係留装置, デッキクレーン, 舵取機が装備されている。前述のごとく, 寒冷地への航行を考慮し, 特に暴露部のぎ装品は, 配置, 材質などに低温対策がなされている。また, アラスカでの接岸のために, パウスラストが装備されている。

##### 機 関

推進プラントは蒸気タービンプラントであり, 主ボイラにおいては貨物タンクからのボイルオフガスが燃焼される。ボイラ側の必要量がタンクの自然ボイルオフガス量を上回る場合は, LNG ベーパーライザ, タンクスプレー装置によりボイルオフガスを強制的に発生させ, 主ボイラに供給できるよう計画されている。

##### 電 気

電源装置としてターボ発電機 2 台ディーゼル発電機 1 台非常用発電機 1 台が装備されている。機関部の遠隔制御, 集中監視は機関制御室から行われる。また, 船内管理システム (IHI ADMAX) が装備され, 機器の状態監視, 予測が自動的に行われ, 保守, 予備品管理計画を容易にしている。

#### 5. まとめ

SPB LNG 船の技術の概要を説明した。SPB が船としてオーソドックスなデザインであり安全性が高くまたタンク方式も信頼性の高い技術であることがご理解いただけたであろうか。さらに SPB には次のような方向への発展もある。つまりその特徴を生かしてタンクユニットを大型化して船のタンクを少なくするか, またより大型の LNG 船を実現して LNG 輸送をより経済的にする方向, また LNG の海上液化貯蔵基地 (FPSO) あるいは陸ターミナルの LNG タンクに SPB を採用するなど, LNG 分野の可能性を広げる技術に育てたいとも考えている。

1991 年 1 月に SPB 方式による最初の大型 LNG 船の建造を開始した。完成は 1993 年である。皆様のご指導により良い評価をいただける LNG 船を完成すべく努力する所存である。

#### ●ニュース

##### 三菱重工業・船用二重反転プロペラに関する論文で英国船用機関学会から二つの賞を受賞

三菱重工業(株)は英国の船用機関学会(The Institute of Marine Engineers=I Mar E)から, シルバーメダル賞とスタンレー・グレー賞を受賞した。二重反転プロペラに関して発表した論文が評価されたもので, 中でもシルバーメダル賞は非会員に贈られる最高の賞である。

昨年 3 月 5 日, I Mar E のセミナーで発表した論文「大型船用二重反転プロペラシステムの開発」である。

この実用化までの技術と実船性能データ等を, 二重反転プロペラの開発にあたった長崎研究所の武隈克儀氏ら 7 名が取りまとめ発表したもので実船に搭載して信頼性を確認した点が評価され受賞されたものである。

I Mar E は船用機関工学に関する討議, 情報交換, 技術者の権威の向上と技術進歩のため 1889 年, ロンドンに設立された権威のある学会で, メンバーになるだけでも名誉と言われるほどで現在, 81ヶ国に約 1 万 6,000 人(うち日本人 88 人)の会員をもつものである。

# 船型学 50 年 (5)

— 漸近展開 —

乾 崇 夫

東京大学名誉教授

日本造船技術センター顧問



## 4月号の訂正と補遺

本稿執筆中に4月号が届いたので、例によって校正ミスと、前回紙面の都合で省略した(註)を補足しておく。

p.49 左, 上から2行目: 少しは → 少し

p.50 左, 下から14行目: X角 → 入角

同 右, 上から20行目: 年末の → 年来の

○表4・1の註: “Water-Line”の記号  $t^{(1)}$ ,  $\theta^{(2)}$ の定義は次の通り

$$(1) \quad t = \left| \frac{\partial \eta}{\partial \xi} \right| \quad \xi = 1, \zeta = 0,$$

$$(2) \quad \theta^\circ = \frac{1}{2} \text{Angle of Entrance on LWL, where } \theta^\circ = \iota \times B/L$$

○また同表中のRef. A-8 以下は

[A-8] Wigley, W.C.S.: TINA, Vol.68(1926), 124

[A-9] Wigley, W.C.S.: TINA, Vol.69(1927), 191

[A-11] Wigley, W.C.S.: Hydromechanische Probleme des Schiffsantriebs, (Hamburg, 1932), 132

[A-17] Weinblum, G.: Jahrb.S.B.T.G.Bd.33 (1932), 389

[A-24] Emerson, A.: TINA, Vol.96 (1954), 268

## 漸近展開とは

関数  $f(x)$  が漸近展開 (asymptotic expansion)

$$f(x) \sim a_0 \phi_0(x) + a_1 \phi_1(x) + \dots + a_n \phi_n(x) + \dots, \quad (5.1)$$

をもつ、あるいは上の形に漸近展開可能であるとは、任意の整数  $n \geq 0$  に対して

$$f(x) - a_0 \phi_0(x) - a_1 \phi_1(x) - \dots - a_n \phi_n(x) = O(\phi_{n+1}(x)), \quad (5.2)$$

が  $x \rightarrow \infty$  のとき成り立つことをいう<sup>1)</sup>。しかし、ここではそのうちの“積分によって定義されている関数の漸近展開”をもとめること、つまり積分記号(俗にいうワラビ)を外してしまう方法とそのメリットについて考える。そ

の目的は次節に述べる“船の波”や“造波抵抗”がいずれもある種の積分で与えられるのであるが、そのままでは計算も厄介だし、もっと重要なこととして、たとえば造波抵抗をフルード数  $Fn$  の連続関数とみた場合、積分記号を外すことによってはじめて両者の関係が explicit に把握される、という大きな利点がある。メリットはそれだけではない。後述の例に示すように、粘性抵抗の形状因子 (form factor) を全抵抗係数曲線(実測)から推定する場合、バラツキの大きい低速域のみから求める従来の方法に比し、対象領域をバラツキの少ない中速域まで延ばし、そこでの造波抵抗対  $Fn$  数の帰趨を勘案しながら求める方が精度が向上する<sup>2)</sup>。また“やよい丸”の例に見るように、造波抵抗に対する粗度影響を考慮することで、逆に粗度粘性を合理的な形で収約することも可能となる。

ところで“ワラビ”をほどく具体的な方法にまで立入る余裕はないが、手法としては“Laplaceの方法”、“停留位相の方法(stationary phase method)”などがあり、特に後者はHogner<sup>3)</sup>によるcusps付近での“船の波”の解析に効果を挙げている。筆者自身の体験を記せば、Whittaker-Watsonの“Modern Analysis”や故犬井鉄郎先生の「球函数・円壩函数・超幾何函数」(河出書房)には大変お世話になった。後者は戦後間もなく出たもので、残念ながらいまは手元がない。“漸近展開”に関する限り旧著の方が現在の「特殊函数」(岩波全書)よりは詳しく思ったように思う。なお森口繁一先生の近著<sup>4)</sup>の第8章「数表よさらば」と付録A「漸近展開の補正係数」は極めて有益。

## 素成波理論素描

“船の波”についてのわれわれの知見は、現在と、40年前とはずいぶんちがう。現在では、水線入角の大きいタンカーのような低速肥大船は勿論のこと、水線入角が

それほど大きくない船型でも、船首近傍には線形な波のほかに非線形な波ができ、それは線形波のように後方へと伝播せず、波崩れのおと微小な渦としてエネルギー散逸に関与していることが知られている。しかし、以下は、そのような知見がまだえられていなかった昭和20年代の後半に話を戻し、もっぱら線形造波抵抗理論の立場に立ち、それをどのように水槽試験や船型計画の現場に役立てるべきかを考える。この立場では、3月号の拙稿(p. 51)でハブロックの業績に触れ、その最も重要なものは、後続波の漸近的な性質に着目した Elementary Wave (案成波)の理論であることを指摘した。以下その概要を述べる<sup>4)</sup>(2)。

いま静止水面 ( $z = 0$ ) 上、船と共に動く動座標を考える。座標原点を船首に置き、船は  $x$  軸の負の方向に定速  $V$  で直進するものとし、 $z$  軸を鉛直上方にとる。自由表面上に任意点 ( $x, y$ ) での水面変位は次式で与えられる。

$$\zeta(x, y) = \zeta_1(x, y) + \zeta_w(x, y), \quad (5.3)$$

ここに

$\zeta_1(x, y)$  = 局部 (攪乱) 波 (local disturbance),

$\zeta_w(x, y)$  = 後続自由波 (free wave pattern),

さて、日常われわれが船の波を見ると、どのような視角で見ているだろうか？ 大別すると2通りある。すなわち、船と併走するような形で、ほぼ真横から見る場合と、飛行機の窓、あるいは海岸に近い高所から、ほぼ垂直に真下を見る場合とである。前者は“船側波形”、後者は“波紋”をそれぞれ見ているわけで、“船の波”に関する情報としては前者よりも後者の方が重要である。その理由は、前者は“船の波”の情報のごく一部、つまり、後者の“波紋”のほぼ  $x$  軸上の鉛直断面に過ぎない。そして、ここでは、船首(尾)端で(5.3)式右辺第1項の局部波の山が大きく、造波抵抗に直接関与する同第2項の後続自由波を正しく読みとるのには局部波についての十分な知識が必要となるからである。たとえば、(5.3)～(5.3)式の予備知識がなく、 $\zeta$  即  $\zeta_w$  と錯覚すると、しばしば大きな過誤をきたすことになる。事実、この“船側波形”は観測が容易であるため、昔から水槽試験でも多用されてきたものであるが、経験船型学的な解釈には誤りが多い。なかでも、「バルブをつけると船首波が前進する(註、 $\zeta$  を見る限りその通り。それはバルブによる  $\zeta_1$  が重なるから)、その結果船の“有効造波長さ”が延びるので造波抵抗が減るのである」とする説などはその典型例である。

ところで、もう一方の“波紋”観測のメリットは、“船の波”の全体を見ているという利点のほかに、2枚を重ね合わせてステレオ解析すれば、波高分布まで判る。す

なわち、これだけで“船の波”のすべての情報量がえられるわけである。特に船の近傍での局部波  $\zeta_1$  の影響が及ばない十分後方で、純粹の  $\zeta_w$  だけの挙動を観察できる利益が大きい。しかも、これは以下に述べる案成波理論と表裏一体となっているのである。なお、局部波  $\zeta_1$  と自由波  $\zeta_w$  とは波動としての性質が全く異なり、前者は  $x, y$  方向に対しては一律に減衰する非振動的な波であるが、後者は常識通り山・谷を繰返しながら次第に振幅が小さくなってゆく振動的な波であって、通常の船の場合の  $\zeta_1$  は船首(尾)端で cusp 状の peak (ただし粘性のため船尾のそれは船首に比し弱い)を示し、船中央で flat な浅い谷となる。また船の前進に伴い、 $\zeta_1$  は形を変えず船と共に移動するだけでエネルギー散逸に無関係であるが、 $\zeta_w$  は一見  $\zeta_1$  と同様、船と共に平行移動しているかに見えるが、ずっと無限後方まで自由波領域は広がっていて、船の前進した分だけ、あらたに自由波領域が増えることになる。この分だけエネルギー散逸に関わってくるのである。

いま船の十分後方では  $\zeta_1 = 0$  であるから  $\zeta = \zeta_w$  となり、しかもこの  $\zeta_w$  はハブロックによると次式で与えられる。

$$\zeta_w \sim \int_{-\pi/2}^{\pi/2} S(\theta) \sin\{F(\theta)\} d\theta + \int_{-\pi/2}^{\pi/2} C(\theta) \cos\{F(\theta)\} d\theta, \quad (5.4)$$

ここに、 $K_0 = g/V^2$  ( $g$  = 重力加速度), (5.5)

$$F(\theta) = K_0 \sec^2 \theta (x \cos \theta + y \sin \theta), \quad (5.6)$$

で(5.4)式の記号  $\sim$  は  $x (> 0)$  の十分大きいときの漸近解であることを表わす。 $S(\theta), C(\theta)$  はそれぞれ、案成波  $S$  波、 $C$  波 + 振幅関数、(5.6)式の  $F(\theta)$  は案成波の位相関数である。いま、

$$x \cos \theta + y \sin \theta = p \quad (5.7)$$

とおき、原点(船首)から  $x$  軸と角  $\theta$  を成す線分(長さ  $p$ )を引き、これを垂線の足とするような、この線分に直交する直線  $L$  を考えると、(5.7)式はこの  $L$  を表わすことが判る。つまり直線  $L$  上の任意点 ( $x, y$ ) での位相は等しくなり、 $x$  軸に対し  $\theta$  だけ傾いた方向に進行する2次元波を表わすことになる。また、その進行速度は次式から  $V \cos \theta$  となることも判る(定常条件)。それは、 $L$  を crest line (波の山の線) と考え、その方向の波長  $\lambda(\theta)$  は(5.6)式から

$$\lambda(\theta) = \lambda_0 \cos^2 \theta = \frac{2\pi}{K_0} \cos^2 \theta = \frac{2\pi}{g} (V \cos \theta)^2, \quad (5.8)$$

となるからである。これがハブロックの Elementary Wave の概念である。これを要するに“船の波”を十分後

方で観察すれば、邪魔な局部波 $\zeta_1$ に影響されず、造波抵抗に直接関与する自由波 $\zeta_w$ のみとなり、しかもそれは(5・4)式のように表わされる。その物理的な意味は上述の2次元的な波である案成波が、進行波軸に対し、 $-\pi/2$ から $+\pi/2$ までいろいろな方向に波速 $V \cos \theta$ で進行している、その合成波として理解できることになる。(5・4)式の積分記号を外し、その漸近展開を求めるには、直交座標系から極座標系に変換した方が便利で、これについては次節で述べる。

次に、造波抵抗(係数)曲線とフルード数 $F_n$ との関係を考えてみる。今度は前とは逆に、静止水面に固定した座標をとり、かつ船はx軸の正方向に進むものとする。船の十分前方および後方に固定調査面A, Bを考える。A, B 2つの鉛直調査面に囲まれた内部流体のエネルギーの $\Delta t$ 時間での増分 $\bar{E} \Delta x$ を計算すると、これは波の存在領域が船の進行に伴い $\Delta x = V \Delta t$ だけ増したことによる波動エネルギー(=運動エネルギー+位置エネルギー)の増分に等しい( $\bar{E}$ はx軸上単位長さについての増分の時間平均)。途中を省略して結果だけ書くと

$$\bar{E} \Delta x = \pi \rho V^2 \Delta t \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \{A(\theta)\}^2 \frac{\cos^3 \theta}{1 + \sin^2 \theta} d\theta, \quad (5.9)$$

ここに、

$$\{A(\theta)\}^2 = \{S(\theta)\}^2 + \{C(\theta)\}^2, \quad (5.10)$$

$A(\theta)$ は案成波の合成振幅関数、 $\rho$ は流体密度である。

一方、上述のようなエネルギー増分をもたらす原因は2つあり、その1は船が造波抵抗 $R_w$ に抗して成した仕事

$$W_1 \Delta t = R_w \Delta x = R_w V \Delta t, \quad (5.11)$$

であり、その2は、後方調査面B(Bを横切って波紋全体がx軸正方向に進む)を介して、その後方外側(xの負の側)の流体が、(圧力)×(x方向の流体速度成分)という形で、調査面内部の流体に対して成す仕事

$$\bar{W}_2 \Delta t = \frac{\pi}{2} \rho V^3 \Delta t \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \{A(\theta)\}^2 \frac{\cos^5 \theta}{1 + \sin^2 \theta} d\theta, \quad (5.12)$$

である。よって

$$\bar{E} \Delta x = W_1 \Delta t + \bar{W}_2 \Delta t, \quad (5.13)$$

ここで、 $\bar{E}$ 、 $\bar{W}_2$ は元来が時刻tの関数であるE、 $W_2$ の時間平均である(ただし、 $E - W_2/V$ はtを含まない)。

これより、造波抵抗 $R_w$ は

$$R_w = \bar{E} - \bar{W}_2/V = \frac{\pi}{2} \rho V^2 \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \{A(\theta)\}^2 \cos^3 \theta d\theta, \quad (5.14)$$

で与えられる。以上が案成波理論の案描であるが、ミッチェルの圧力積分の方法とは対照的で、その工学的応用面の広さからいって線形造波抵抗理論の頂点を示すもの

といっても過言ではない。

### 船の波の漸近表示

前掲の(5・4)式を極座標 $x = R \cos \theta$ 、 $y = R \sin \theta$ に変換し、かつこれの漸近表示を求めると次式をうる。

$$\zeta(x, y) = \zeta(R, \theta) = \zeta_1(R, \theta) + \zeta_2(R, \theta), \quad (5.15)$$

ここに、

$$\left. \begin{aligned} \zeta_1(R, \theta) &\sim \left(\frac{2\pi}{K_0 R}\right)^{1/2} K_1 A(\theta_1) \sin \\ &\quad \times \left[F_1 \cdot K_0 R + h(\theta_1) + \frac{\pi}{4}\right], \\ \zeta_2(R, \theta) &\sim \left(\frac{2\pi}{K_0 R}\right)^{1/2} K_2 A(\theta_2) \sin \\ &\quad \times \left[F_2 \cdot K_0 R + h(\theta_2) - \frac{\pi}{4}\right], \end{aligned} \right\} \quad (5.16)$$

上式中、添字1, 2はそれぞれ、ケルビン波の横波成分とタテ波成分を表わし、 $\theta_1, \theta_2$ は

$$F'(\theta) = 0, \quad (5.17)$$

の2つの実根として求められる。すなわち、与えられた偏角 $\theta$ に対し、

$$F(\theta) = \sec^2 \theta \cos(\theta - \theta), \quad (5.18)$$

と、これを(5・19)式に入れた2つの連立方程式の根として

$$\left. \begin{aligned} \tan \theta_1 \\ \tan \theta_2 \end{aligned} \right\} = -\frac{\cot \theta}{4} [1 \mp (1 - 8 \tan^2 \theta)^{1/2}], \quad (5.19)$$

がえられる。なお、 $\tan \theta = \frac{1}{2\sqrt{2}}$ 、すなわち $\theta$ がケル

ビン波の限界角 $18^\circ 29' = \tan^{-1}\left(\frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$ に達すると、 $\theta_1$

$= \theta_2 = 35^\circ 16'$ となり、ここでは $F'(\theta) = 0$ と同時に $F''(\theta)$ もゼロとなり、より高次の漸近展開を必要とする(Hogner)。また(5・16)式中の係数 $F_1, F_2; K_1, K_2$ はいずれも $\theta$ の関数で漸近表示の計算(省略)のなかで容易に求められるものである。注意すべきことは、(5・16)式の $\zeta_1, \zeta_2$ ともに原点からの距離(無次元) $K_0 R$ の平方根に逆比例して減衰するが、cusp近傍では上記の理由から $K_0 R$ の立方根に逆比例し、減衰の度合がはるかに緩慢になり、しばしば海難事故や環境擾乱の原因となる。なお、(5・16)式が適用できるのは大体において $K_0 R \geq 8$ (波長 $2\pi$ の約1.5倍以上)の範囲である。以下簡単な2, 3の例を示す。

#### (a) 点吹出し(Point Source)

位置(0, 0, -f)にある強さmVの点吹出しの後方に行ける波はC波で、その振幅関数は次式で与えられる。

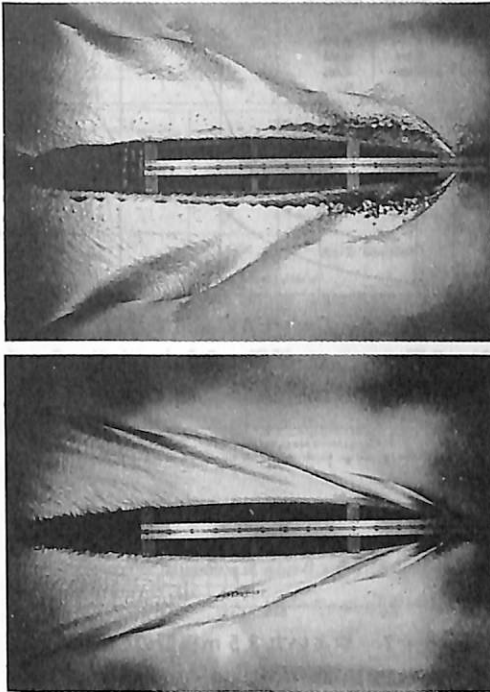


図 5・1 C-201 2.5 m 模型の波紋  
(上)バルブなし (下)バルブつき

$$C(\theta) = \frac{mK_0}{\pi} \sec^3 \theta \exp(-K_0 f \sec^2 \theta), \quad (5 \cdot 20)$$

(b) 二重吹出し (Point Doublet)

モーメントがMV, 軸が進行方向 (x 軸の負方向) を向いている位置 (0, 0, -f) にある二重吹出しの後方の波は負のS波で, その振幅関数は,

$$S(\theta) = \frac{MK_0^2}{\pi} \sec^4 \theta \exp(-K_0 f \sec^2 \theta) \quad (5 \cdot 21)$$

なお球状船首がつくる波は, その形状や, 主船体とのつながりの部分 (フェアリング部) によって当然変化しますが, 基本的には (5・21) 式に近いことが波形解析で確かめられている<sup>45)</sup>。

(c) 連続吹出し分布 (Continuous Source Distribution)

船体中心線面 (y = 0) に連続分布した吹出しを考える。簡単のため吹出し強さを表わす分布関数は水線方向 (ξ) と喫水方向 (ζ) との分離型であるとし, かつ m(ξ) およびその逐次導関数は ξ = 0 ~ L (L は船の長さ) で連続であると仮定する。いま吹出し要素の位置を ξ とし, 無次元変数 x' = x/L, ξ' = ξ/L を入れると, 船首から船尾に到る各吹出しから生ずる後続波を積分し, これに部分積分を適用すれば, x 軸上 (y = 0) では,

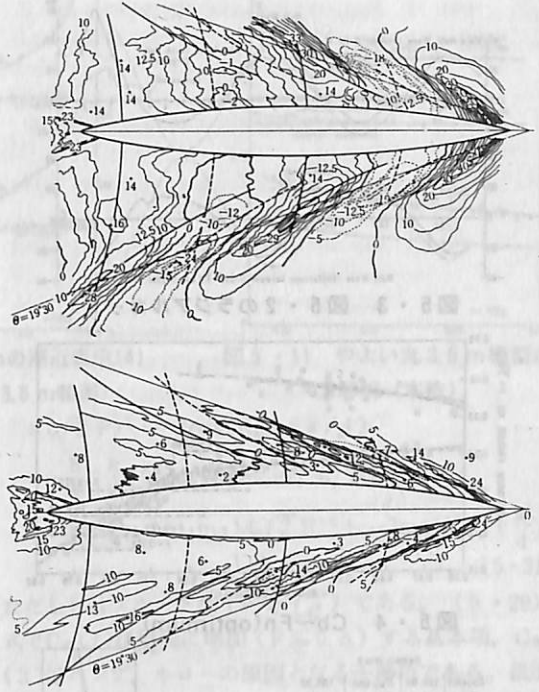


図 5・2 (左)のステレオ解析 (波の等高線)

$$\begin{aligned} & \int_0^1 m(\xi') \cos[K_0 L(x' - \xi') \sec \theta] d\xi' \\ &= -\frac{1}{K_0 L \sec \theta} [m(\xi') \sin[K_0 L(x' - \xi') \sec \theta]]_0^1 \\ &+ \frac{1}{K_0 L \sec \theta} \int_0^1 m'(\xi') \sin[K_0 L(x' - \xi') \sec \theta] d\xi' \\ &= \frac{1}{K_0 L \sec \theta} \{ m_F \sin(K_0 x \sec \theta) \\ &\quad - m_A \sin[K_0(x - L) \sec \theta] \} \\ &+ \frac{1}{(K_0 L \sec \theta)^2} [m'(\xi') \cos[K_0 L(x' - \xi') \sec \theta]]_0^1 \\ &- \frac{1}{(K_0 L \sec \theta)^2} \int_0^1 m''(\xi') \cos[K_0 L(x' - \xi') \sec \theta] d\xi'; \end{aligned} \quad (5 \cdot 22)$$

ここに,  $m_F = m(0)$ ,  $m_A = m(1)$  は船首 (尾) での吹出し強さを V で除したものを表わす。このうち, 特に船首波に関係する項だけを拾うと,  $m_F' = m'(0)$ ,  $m_F'' = m''(0)$ , ……として

$$\begin{aligned} & \left\{ \frac{m_F}{K_0 L \sec \theta} - \frac{m_F''}{(K_0 L \sec \theta)^3} + \frac{m_F^{IV}}{(K_0 L \sec \theta)^5} - \dots \right\} \\ & \quad \times \sin(K_0 x \sec \theta) \\ & - \left\{ \frac{m_F''}{(K_0 L \sec \theta)^2} - \frac{m_F''''}{(K_0 L \sec \theta)^4} + \frac{m_F^V}{(K_0 L \sec \theta)^6} - \dots \right\} \\ & \quad \times \cos(K_0 x \sec \theta), \end{aligned} \quad (5 \cdot 23)$$

ところで商船の常用速度は通常  $F_n \leq 0.35$ , すなわち

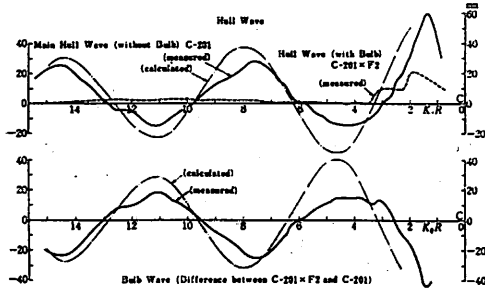


図5・3 図5・2のラジアルカット

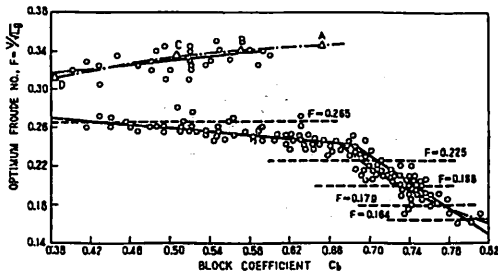


図5・4  $C_b \sim F_n$  (optimum)

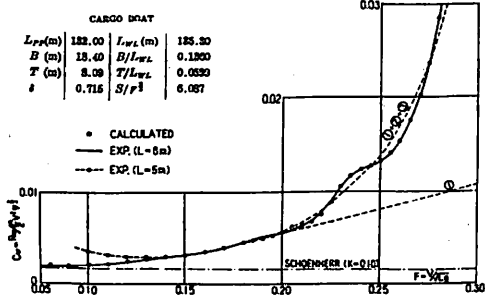


図5・5  $C_w \sim F_n$ の漸近表示(1)

$K_0 L \geq 8$ であるから、上式から $+\sin$ 波が優先し、 $\cos$ 波は約1ケタ小さいこと、および $\cos$ 波の符号は船首端での $m_f \geq 0$ によって変わってきて、水線がホロー( $m_f < 0$ )になるほど船首自由波の山は後退することがわかる。

図5・1は最初の“波なし船型”C-201(詳しくは8月号に)2.5 m模型の波紋写真、図5・2はそのステレオ解析による波高コンター(等高線)で、いずれも故高幣哲夫先生の学位論文<sup>(43), (47)</sup>およびそれを紹介した報文<sup>(57)</sup>より拾ったものである。ともに(上)がバルブなし、(下)がバルブつきで、バルブによる波消し効果(特に $\theta \leq 70^\circ$ )がわかる。また図5・3は図5・2をもとに $\theta = 19^\circ 30'$ のradial cut(実測)と上述の漸近表示による $\theta = 15^\circ$ に対する理論値を比較したものである。図の上半分の太い実線がバルブなし主船体、細い鎖線はそれに対する理論値、太い点線はバルブつきの場合である。また図の下半分は、バルブつきからバルブなしを差引いた実測波形差(実線)と二重吹出しで近似したバルブ単独の理論

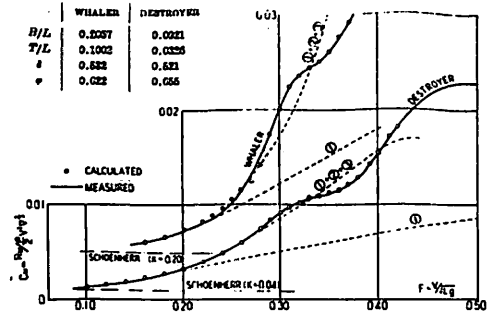


図5・6  $C_w \sim F_n$ の漸近表示(2)

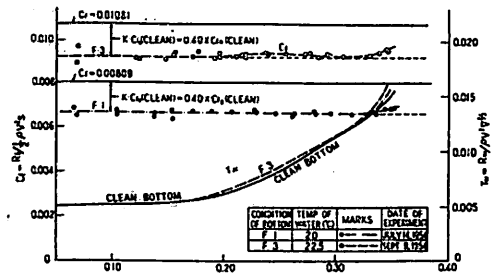


図5・7 やよい丸3.5 m模型の $C_f$ 解析(フルード法)

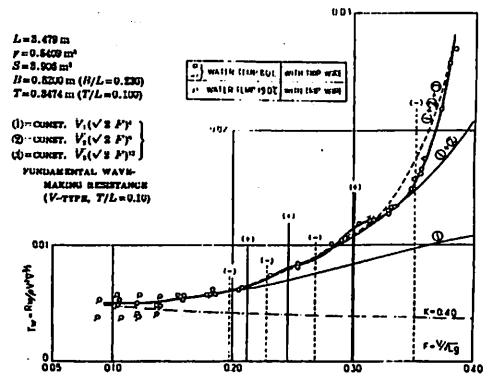


図5・8  $C_w \sim F_n$ の漸近表示(3)(やよい丸3.5 m滑面)

波形(細い鎖線)を比較したものである。ここで同一の $\theta$ 上のcutをとらず、実測波紋で $4\frac{1}{2}^\circ$ だけ外側に採った理由は非線形影響により実際の波は線形理論波よりも少し外側に押し出されていることを考慮したからで、これについては9月号(第9回)で説明する。上半分の図の太い点線を通ると船首付近で少し山らしいものが見える(局部波)のを除けばほぼ完全に“波なし”となっていることが確認される。

### 造波抵抗積分の漸近表示

簡単のため二重模型近似の意味で船体に等価な船体中心線面内の吹出し分布を考え、分布形は噴水方向一様で、



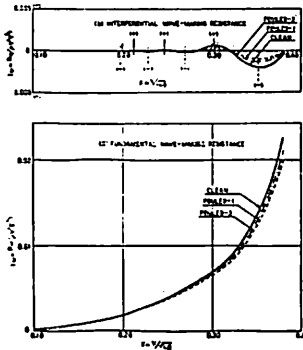


図 5・9 やよい丸 3.5 m 模型  
Cwの基本項と干渉項

前後対称船型とする。このとき造波抵抗  $R_w$  は次式で与えられる。

$$R_w = \frac{\rho V^2 L^2}{\pi} \int_0^{\pi/2} M^2 \cdot U^2 \cos \theta \, d\theta, \quad (5 \cdot 24)$$

$$M = \int_0^1 m(\xi) \sin(K_0 \ell \sec \theta \cdot \xi) \, d\xi \quad (5 \cdot 25)$$

$$U(q) = 1 - \exp(-q), \quad (q = q_0 \sec^2 \theta = K_0 T \sec^2 \theta) \quad (5 \cdot 26)$$

ここに  $\ell = L/2$  ( $L$  = 船長),  $T$  = 喫水,  $m(\xi)$  は水線方向の吹出し分布関数で  $\xi = 1$  が船首,  $\xi = 0$  はmidship である。

“波”の場合と同様に (5・25) 式の  $M$  の積分に逐次部分積分を施し変形すれば,

$$M = -\frac{\cos(K_0 \ell \sec \theta)}{K_0 \ell \sec \theta} \left[ m_0 - \frac{m_2}{(K_0 \ell \sec \theta)^2} + \frac{m_4}{(K_0 \ell \sec \theta)^4} - \dots + (-1)^n \frac{m_{2n}}{(K_0 \ell \sec \theta)^{2n}} + \dots \right] \\ + \frac{\sin(K_0 \ell \sec \theta)}{K_0 \ell \sec \theta} \left[ \frac{m_1}{K_0 \ell \sec \theta} - \frac{m_3}{(K_0 \ell \sec \theta)^3} + \frac{m_5}{(K_0 \ell \sec \theta)^5} - \dots + (-1)^n \frac{m_{2n+1}}{(K_0 \ell \sec \theta)^{2n+1}} + \dots \right], \quad (5 \cdot 27)$$

ここに,  $m_0, m_1, m_2, \dots$  は船首  $\xi = 1$  における  $m(\xi)$   $m'(\xi)$ ,  $m''(\xi)$ ,  $\dots$  の値である。いま造波抵抗係数を

$$C_w = R_w / \left( \frac{1}{2} \rho V^2 L^2 \right), \quad (5 \cdot 28)$$

とおき, 三角関数の倍角公式を入れると, 最終的に次式をうる。

$$C_w = C_w(1) + C_w(2), \quad (5 \cdot 29)$$

ここに,

$$C_w(1) \sim \frac{4}{\pi} F^4 [m_0^2 A_1 \bar{U}_1 + (m_1^2 - 2m_0 m_2) \times A_2 \bar{U}_2 (\sqrt{2} F)^4 + \dots] \quad (5 \cdot 30)$$

$$C_w(2) \sim \frac{4}{\pi} (\pi/2)^{1/2} U_0^2 F^5 [m_0^2 - (m_1^2 + 2m_0 m_2)$$

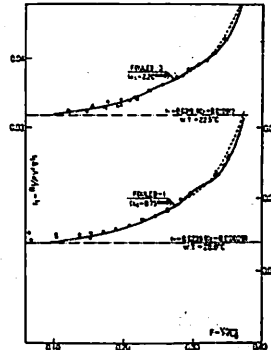


図 5・10  $C_w \sim F_n$  の漸近表示 (4)  
(やよい丸 3.5 m 粗面)

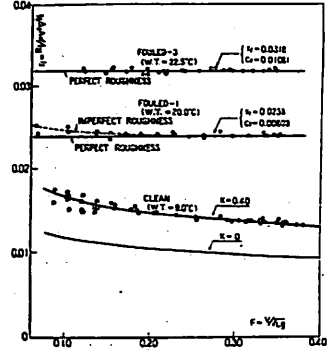


図 5・11 やよい丸 3.5 m 模型の  
Cf 解析 (本法)

$$\times (\sqrt{2} F)^4 + \dots] \cos(K_0 L + \pi/4) \\ - \frac{8}{\pi} (\pi/2)^{1/2} U_0^2 F^5 [m_0 m_1 (\sqrt{2} F)^2 \\ - (m_0 m_3 + m_1 m_2) (\sqrt{2} F)^6 + \dots] \sin(K_0 L + \frac{\pi}{4}), \quad (5 \cdot 31)$$

ただし  $F$  はフルード数 ( $V/\sqrt{Lg}$ ) である。(5・29) 式で  $C_w(1)$  は単調に増加 ( $F \leq 0.5$ ) する基本項,  $C_w(2)$  はハンブ, ホローの原因となる干渉項である。紙面の都合で  $A_1, A_2, U_0, U_1, U_2$  の説明は省略する。<sup>24, 37)</sup>

図 5・4 以下は上式の応用例を示す。図 5・4 は「船型学(抵抗篇)」p.32に出ている最適フルード数  $\sim C_b$  の関係(同書31図)と (5・31) 式とを比較したものである。(ただし  $C_b > 0.665$  では中央平行部の存在を仮定した)。図 5・5 は白馬山丸 (JTTC 共同研究供試船), 図 5・6 は図 5・4 と同様に「船型学」に出ているものから抽出した。要は (5・29) 式以下を当てはめることにより正確な  $m(\xi)$  (つまり, その船の造波特性) が判らなくても,  $F$  数の連続関数としての基本項  $C_w(1)$ , および干渉項  $C_w(2)$  の大勢を知り, これを当てはめることで形状因子も求まれば,  $C_w$  曲線の curve-fitting (曲線の当て嵌め) もできることを示した。また図 5・7 以下は造研 SR2 の供試船 “やよい丸” の滑面および粗面抵抗解析例で, 図 5・7 は  $C_w$  を不変とした従来のフルード式解析, 図 5・8 以下は筆者の方法によるものである。

【参 考 文 献】

- 1) 岩波「数学辞典」(第3版), (昭61.3), 563
- 2) 同 上, 564
- 3) Hogner, E.: A contribution to the theory of ship waves, Arkiv for Matematik, Astronomi och Fysik, Bd. 17, No12(1922/23), 1~50
- 4) 森口繁一: 「数値計算工学」, 岩波書店(平元4)

- 1968), 27-35.
- 78) T. Inui, H. Kajitani, H. Narita and K. Mori: Wave analysis of simple hull forms—Effect of frameline forms (first report),  
単純船型の波形解析——肋骨線形状の影響 (その1),  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 126 (Dec. 1969), 35-43.
- 79) T. Inui and H. Kajitani: Sheltering effect of complicated hull forms,  
Proc. 12th International Towing Tank Conference, Rome (1969), 163-167.
- 80) T. Inui and H. Kajitani: Bow wave analysis of simple hull forms,  
Proc. 12th International Towing Tank Conference, Rome (1969), 167-172.
- 81) T. Inui, H. Kajitani, H. Narita and K. Mori: Wave analysis of simple hull forms—Effect of frameline forms (second report),  
単純船型の波形解析——肋骨線形状の影響 (その2),  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 128 (Dec. 1970), 11-18.
- 82) T. Inui, H. Kajitani, N. Fukutani and M. Yamaguchi: On wave-making mechanism of ship hull forms generated from undulatory source distributions, Selected Papers from the Soc. Nav. Archit. Jpn. Vol. 4 (1970), 63-75.
- 83) K. Mori, T. Inui, H. Kajitani and Y. Eguchi: The analysis of ship-side wave profiles and its application to hull form design,  
船側波形による造波特性解析とその船型計画への応用,  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 132 (Dec. 1972), 11-28.
- 84) M. Yamaguchi, T. Inui and H. Kajitani: Flat bottom effects on wave-making resistance (first report),  
高次船型の造波機構に対する平底影響 (第1報),  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 132 (Dec. 1972), 41-49.
- 85) K. Mori, T. Inui, H. Kajitani and Y. Eguchi: The analysis of ship-side wave profiles and its application to hull form design,  
船側波形による造波特性解析とその船型計画への応用,  
J. Faculty of Engineering, University of Tokyo (A) Vol. 10 (1972), 30-31.
- 86) T. Inui, H. Kajitani, H. Narita and K. Mori: Wave analysis of simple hull forms—Effect of frameline forms, Selected Papers from the Soc. Nav. Archit. Jpn. 9 (1972), 49-64.
- 87) T. Inui, H. Kajitani, S. Kuzumi and S. Ohkoshi: Flat bottom effects on wave-making resistance (second report),  
高次船型の造波機構に対する平底影響 (第2報),  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 133 (June 1973), 1-6.
- 88) K. Mori, T. Inui and H. Kajitani: Analysis of ship-side wave profiles, with special reference to hull's sheltering effect,  
Proc. 9th Symposium on Naval Hydrodynamics, Vol. 1, Paris (1973), 687-758.
- 89) T. Kitazawa, T. Inui and H. Kajitani: Flow field measurement and analysis around an Inuid model with special reference to sheltering effect,  
高次船型の流場解析,  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 135 (June 1974), 1-11.
- 90) T. Inui, S. Ohkoshi, H. Kajitani and S. Kuzumi: Measurements of flow velocity components around small models with mini five-hole pitot tube,  
五孔管による小模型まわりの流場計測,  
J. Kansai Soc. Nav. Archit. Jpn. 154 (Sept. 1974), 59-67.
- 91) T. Kitazawa, T. Inui and H. Kajitani: Velocity field measurements applied for analysis of ship's wave-making singularities,  
Proc. 10th Symposium on Naval Hydrodynamics, Cambridge (1974), 549-564.
- 92) Y. Kusaka, T. Inui and H. Kajitani: On the hydrodynamical source singularities for surface ships with special reference to line integral,  
自由表面条件を考慮した船型の等価特異点分布——とくに線積分効果について  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 138 (Dec. 1975), 12-22.
- 93) H. Okamura, T. Inui and H. Kajitani: Analysis of ship waves propagating on a non-uniform flow,  
局部流を考慮した航走波の解析,  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 138 (Dec. 1975), 37-45.
- 94) T. Inui, H. Kajitani and N. Kato: Observation and analysis on the behaviour of stern vortices shed from wall-sided full forms, 肋骨線が垂直な肥大船の船尾渦に関する実験,  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 138 (Dec. 1975), 46-53.

- 95) T. Inui, H. Kajitani and H. Okamura:  
Propagation of ship wave on a non-uniform flow,  
Proc. 14th International Towing Tank Conference, Canada (1975)
- 96) T. Inui, H. Kajitani and Y. Kusaka:  
Analysis of hydrodynamical source singularities for surface ships,  
Proc. 14th International Towing Tank Conference, Canada (1975)
- 97) T. Inui:  
波なし船型の研究について,  
漁船 205 号 (1976年10月), 1-10.
- 98) N. Kato, T. Inui and H. Kajitani: An approach to the stern flow of full hull form by vortex singularity distribution (part 1),  
肥大船船尾流場の解析 (その 1),  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 140 (Dec. 1976), 38-44.
- 99) T. Inui, H. Kajitani, S. Kuzumi and S. Ohkoshi: Effects of local non-linear flow in ship waves,  
船体造波における局所非線形影響,  
J. Faculty of Engineering, University of Tokyo (A) Vol. 14 (1976), 26-27.
- 100) T. Inui: Introductory remarks,  
Proc. International Seminar on Wave Resistance, Tokyo (1976), 7-18.
- 101) T. Inui and H. Kajitani: Hull form design, its practice and theoretical background,  
Proc. International Seminar on Wave Resistance, Tokyo (1976), 159-183.
- 102) T. Inui:  
船の波はどこまで消えるか,  
学会会報 736 号 (1977年7月), 37-43.
- 103) T. Inui and H. Kajitani: A study on local non-linear free surface effects in ship waves and wave resistance,  
A colloquium held on the occasion of the 25th anniversary of the Institut für Schiffbau, Hamburg,  
Schiffstechnik Bd. 24 (1977), 178-213.
- 104) M. Nagano, T. Inui and H. Kajitani: Coordinate straining theory for steady ship waves and wave resistance,  
International Joint Research Report 1977 (April 1978), 9-18.
- 105) A. Fujii, K. Nakatake, T. Inui and H. Kajitani: Evaluation of low speed theory by waves and wave resistance calculations of simple bodies,  
International Joint Research Report 1977 (April 1978), 19-50.
- 106) T. Inui and H. Kajitani: A study on local non-linear free surface effects in ship waves and wave resistance,  
International Joint Research Report 1977 (April 1978), 51-85.
- 107) H. Kadoi and H. Miyata:  
最近における船用プロペラキャビテーションの試験法,  
日本学術会議 キャビテーションに関するシンポジウム (第2回) テキスト (1978年4月), 1-19.
- 108) T. Inui and H. Miyata: On the optimization of overall performance of rudders (first report),  
舵の総合性能の最適化に関する研究 (第1報),  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 144 (Dec. 1978), 30-39.
- 109) T. Inui:  
船の波はどこまで消えるか,  
日本の科学精神 3, 模型と実験 VI (工作舎) (1979年2月), 330-337.
- 110) Y. J. Lin, T. Inui, H. Kajitani, Y. Tsuchiya and M. Kanai: A hull form improvement by Guilloton's method, Guilloton 法による船型改良法,  
J. Kansai Soc. Nav. Archit. Jpn. 172 (March 1979), 65-74.
- 111) T. Inui and H. Kajitani: Local non-linear free surface effects acting upon elementary waves generated from bow through stern,  
International Joint Research Report 1978 (April 1979), 109-125.
- 112) H. Miyata, T. Inui and H. Kajitani: Experimental investigations on the wave making in the nearfield of ships,  
International Joint Research Report 1978 (April 1979), 147-174.
- 113) H. Miyata, T. Inui and H. Kajitani: Improvement of resistance property with modified rudders and stern bulbs,  
International Joint Research Report 1978 (April 1979), 175-189.
- 114) T. Inui and H. Miyata: On the optimization of overall performance of rudders (second report),  
舵の総合性能の最適化に関する研究 (第2報),  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 145 (June 1979), 18-25.
- 115) S. Nakamura, T. Inui and H. Kajitani: Local non-linear free surface effects for hull generating elementary waves, 船体各部から発生する乗成波の伝播特性に及ぼす局所流の影響,  
J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 145 (June 1979), 37-45.
- 116) T. Inui, H. Kajitani and H. Miyata: Ex-

●アルミ船時代

## アルミ船に情熱をもつ同好の士が一堂に

—「第5回全国アルミ船懇談会」開催—

菅野次郎\*

平成2年11月1日(木)快晴の天候に恵まれ、世界最大アルミ船『ピアンカ』(66m型・1,216総トン・600人乗り)をチャーターして、琵琶湖をクルージングしながら『第5回全国アルミ船懇談会』が開催された。

まだ少数派であるが、いずれ『アルミ船時代』が到来するのだと全国各地のアルミ船に情熱をもつ同好の士が毎年一堂に会し、互いにエールを交歓し、その動向を確認する場である。

記念すべき第5回を迎え、日本のみならず海外・オーストラリアおよび台湾からの参加者もあり国際的な会合となった。

参加希望者は200名を超えたが、会場の関係上、残念ながら100名に制限された。逆に限定された人数だけに質の高いメンバーとなったことは有難いことであった。

懇親会の内容は、竹内勝治博士(住友軽金属・技術調査役)の『アルミ船舶材』および金子幸雄博士(長崎総合科学大学教授)の『よりよいアルミ船』のプレゼンテーションに引き続き、メインイベントの『アルミ船をこう考えよう建造する』で11人の講師が船主・設計・建造・有識者・監察官庁各々の立場から多角的にアルミ船を浮き彫りにした。

トップバッターは、会場となった『ピアンカ』のオーナーであり琵琶湖汽船・長谷川和之社長は『どうして世界最大アルミ船ピアンカが誕生したか、ピアンカにより琵琶湖をより国際的にしたい。ピアンカに満足している』このピアンカの基本設計をした日立造船・有井俊彦参事は『なぜアルミ船でなければならなかったのか。どのような点に配慮したか』の苦勞談が語られた。

オーストラリアから300人乗り豪華アルミ船・ウェーブピアサーを輸入したシーコムクルーズ・籠手田安隆取締役は『日本はもっと独創的で魅力のあるアルミ船を開発してもらいたい』と日本のアルミ船業界に発破をかけた。

これを受けて、オーストラリアのマーリンブロードビル社・バーナードプレントイス社長は『オーストラリアのアルミ船は世界の最先端にあり、アルミ船の評価は定



▲世界最大アルミ船“ピアンカ”を後にしての第5回全国アルミ船懇談会の記念撮影

着している。日本にももっと輸出したい』とオーストラリアを代表して堂々の論陣を張った。

日本最大の造船業であり、日本初のアルミ船『あらかぜ』を誕生させて以来、常にバイオニアの三菱重工業・笈川研一課長は『三菱重工は時代にチャレンジし揺れない船“ヴォイジャー”さらに超電導船“ヤマトI”を誕生させた』と伝統と実績を披露した。

アルミ漁船を中心に日本最多・140隻のアルミ船建造実績を誇る藤本造船・藤本哲雄専務は『チャレンジの連続であったが、未知のアルミ船に社運を賭けてよかった。鋼船やFRP船をやっておれば、藤本造船はなかった』と体験を披露した。

台湾を代表して、<sup>れんほう</sup>聯和造船・<sup>たいしんとう</sup>戴進興社長は、『台湾の造船業はアルミ船に注目しており、着実に実績を挙げているが、コストが問題だ。安くてよいアルミ船づくりを目指したい』と日本の協力を呼びかけた。

日本小型船舶工業会を代表して、日本小型船舶工業会・大戸祐輔副会長(東九州造船社長・臼杵アルミ造船社長)は『アルミ船時代は必ず到来する。この全国会議の意義は大きい。アルミ船について議論する場を恒常的に持ちたい』と意欲的な提案がなされた。

日本の漁船行政の舵取り・水産庁漁船課・成澤信輔課長は『環境時代を迎えた今日にあって、アルミ漁船の普及は望ましい。ハードルはあるが、アルミ漁船が21世紀

\*住友軽金属工業株式会社



▲アルミ船“ピアンカ”の主会場ラウンジで盛り上った勉強会

の主役になる条件を備えている』と廃船とリサイクルの問題を指摘し注目を浴びた。

学界を代表して、東京大学・金原勲教授（工学博士）は『船舶材はいろいろあるが、時代がふさわしい材料を選ぶ。アルミ船は望ましいが、FRP・鋼材・木材等もよい特性があり、適材適所でよりよい姿に』と大所高所からの見解が示された。

締め括りに、造船界の長老・舟艇協会・船越卓専務理事は『造船の世界に明るい話題を提供しているアルミ船への期待は大きい。年毎に益々盛り上がる全国大会を愉しみにしている。日本全国のみならず世界への輪を広げていることはさらに有意義。後世に評価されるであろう』と万雷の拍手の内にメインイベントの幕を閉じた。

興奮さめやらぬメイン会場ラウンジを後に立食パーティのサルーンやデッキでの自由な懇談・懇親会へとさらなる盛り上りをみせた。

快晴の琵琶湖クルージングの風景を楽しむ人は殆どなく、ビールや酒を片手に、至るところで『アルミ船談義』に花が咲いた。

折角の琵琶湖ホテル特製のオードブル等に殆ど手がつけられず残念であったが、それだけ互いの紹介や情報交換が盛んであったと陰ながら嬉しい限りであった。

ただひとつ、お詫びしなければならないことは、年に一度の機会なので、たとえ1分でもしゃべりたかったのに話せなかった。こんなことを披露したかったのに多くの出席者から苦情を頂戴したことであった。

住友軽金属トップの『地球にやさしいアルミニウム』という発言がこの日の『合言葉』のようになり、会場のあちこちで評判となった。

後日、お礼の電話や手紙を沢山頂戴したが、すべて『参加してよかった。来年も愉しみにしている』『こんな盛り上った会合は滅多にない』『アルミ船に迷いがあった



▲イタリア料理レストラン、あちらこちらでアルミ船談義



▲くつろぎのひとつ、サルーンではイタリア女性によるギター演奏

が吹っ切れた』『仲間が多く心強くなった』『将来への飛躍台になった』等御心籠る有難いものばかりあった。

しかし、まだアルミ船で軌道にのっているのはわずかで、これからの分野である。アルミ船に関係する人が『苦労が多かったが頑張ったよかった』と明るい笑顔が一堂にあふれる時代にしたい。

この10年間、時にはバカにされながら、時には社運を賭けるぐらい頼りにされながら懸命に信念を貫いてきてよかった。

グローバルな環境時代、スピードが何よりも尊ばれる時代を迎えて、日本のみならず世界に『アルミ船時代』を迎えようとしているのだから。

『人に喜ばれ、世のお役に立つ事業でなければ成功しない。アルミ船こそ、時代の要請に沿った人に喜ばれ、世のお役に立つ』と気違いのように言い続けてきたのだから。

ご縁のあったすべての人々に心からなる感謝の念を捧げて……。

● 公試計測の近代化

## GPSの原子力船「むつ」海上試運転への適用

日本原子力研究所むつ事業所  
原子力船技術部 船舶工務課

### 1. はじめに

日本原子力研究所（以下「原研」という。）は、原子力第1船「むつ」（以下「本船」という。）の原子動力による推進性能および操縦性能を確認することを目的として海上試運転を実施した。

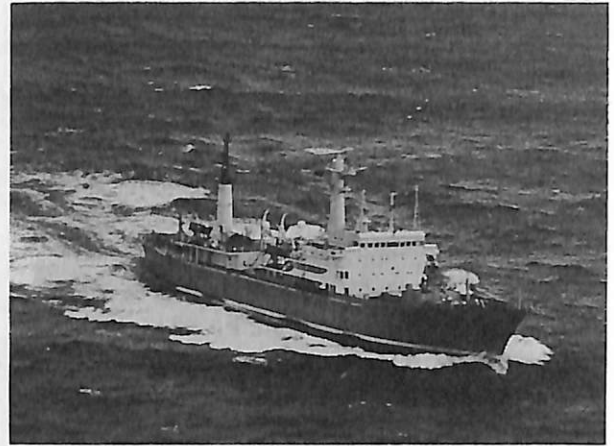
本船は、平成元年度に船体点検、燃料点検、原子炉圧力容器蒸開放点検および起動前機能試験を終了し、平成2年3月29日より関根浜港岸壁において出力上昇試験を開始した。出力上昇試験は原子炉熱出力が約20%を越える出力領域からは洋上にて行い7月および9月の第1、2次航海を経て、原子炉出力90%以上における出力上昇試験とともに10月29日から11月9日の第3次航海および12月7日から12月14日の第4次航海で海上試運転を離岸200km以上の本邦東方太平洋上において実施した。

海上試運転は、運輸省による第1回定期検査および日本海事協会による製造中登録検査として両機関の立会いのもとに行い、本船は進水以来20余年目にして船舶検査証書および船級証書が平成3年2月14日に発給され原子動力実験船として認められた。

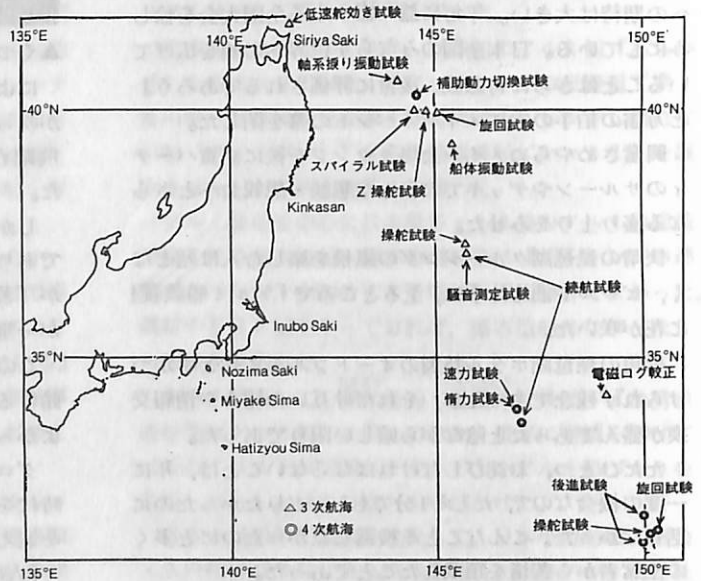
ここでは、今回我が国で初めて正式な測定装置としてGPS衛星航法装置（以下「GPS」という。）を利用し、海上試運転への有効性を確認したのでその適用方法および結果について述べる。

### 2. 原子力船「むつ」主要目等

船級	JG NK
全長	130.00 m
垂線間長	116.00 m
水線長	119.00 m
幅(型)	19.00 m
深さ(型)	13.20 m
計画満載喫水(型)	6.90 m
計画満載排水量	10,400 t
総トン数	8,241.72 T
速力(試運転最大)	17.68 kn
原子炉	
型式	軽水冷却軽水減速加圧水型×1基



▲ 海上試運転中の原子力船「むつ」



▲ 図1 主要試験の試験海域

熱出力	36MW (100% 出力時)
一次冷却水平均温度	278℃
一次冷却水流量	1,800 t/h
一次冷却系圧力	110 kg/cm <sup>2</sup> G
蒸気発生器	

型式	立置U字管式×2基
蒸気発生量	30.6 t/h (1基あたり)
蒸気圧力	40 kg/cmG
主機関	
型式	2段減速装置付クロスコンパウンド 複筒飽和蒸気タービン ×1基
連続最大出力×回転数	10,000 PS×200rpm
常用出力×回転数	9,000 PS×193rpm
補助ボイラ	
型式	2胴水管重油専焼式船用ボイラ ×1基
蒸発量	18 t/h
蒸気圧力	30 kg/cmG
発電機	
主タービン発電機	800 kW×2基
補助ディーゼル発電機	720 kW×2基
非常ディーゼル発電機	240 kW×1基
最大搭載人員	80名

### 3. 海上試運転項目

試運転は、次の項目について図1に示す海域で実施した。

- (1) 速力試験
- (2) 操舵試験 (常用出力, 低速)
- (3) 旋回試験 (常用出力, 港内前進全速)
- (4) スパイラル試験
- (5) Z操舵試験 (左右10度, 20度)
- (6) 低速舵効き試験
- (7) 惰力試験
- (8) 後進試験 (常用出力, 港内前進全速)
- (9) 船体振動試験 (含む局部振動試験)
- (10) 軸系振り振動試験
- (11) 補助動力切替試験
- (12) 続航試験 (常用出力, 連続最大出力)
- (13) 騒音測定試験
- (14) 電磁ログ校正

試運転は速力計測始め各計測にGPSを利用した。GPSを利用することにより、試験海域の制約を受けず試験を気象・海象の穏やかな海域を選定して実施することができたので、沿岸で実施したのと同等の結果が得られたものと判断している。以下、海上試運転結果の大筋を簡単に述べる。

速力試験は、連続最大出力の25%, 50%, 75%, 90%,

100%で3マイルの往復航走を行い、速力は計測開始・終了時のGPSの船位から航走距離を算出し、航走時間で除し平均速力を求めた。その結果最大速力は17.68ノットが得られた。

操縦性を確認する試験として、旋回試験・Z操舵試験等を実施した。旋回圏は水線長(116m)の約3倍で、原子力船としての良好な旋回性を確認した。また、スパイラル試験およびZ操舵試験から、本船は一般貨物船に比べ旋回力は大きく、操舵に対する追従性および安定性は同程度であることが判明した。これらは、設計の段階において計画された良好な操船性能が、実船において満足されている事を証明しているものである。

後進試験では、原子炉出力急上昇の制限から停止距離は若干長くなったが、後進力としては十分な制動を有していることを確認した。

航海中に原子炉のスクラム等により原子動力が停止した場合を想定した補助動力切替試験では、原子動力推進から補助ボイラ推進への切替えは十分短時間に行うことができた。

なお、各試験中の原子炉系各部の運転状況並びに後進試験等負荷の急変に対し原子炉出力は速やかに目標出力に安全かつ安定的に整定すること、各種自動制御系も速やかに応答することから、本船の原子炉プラントは船舶として要求される負荷の急変に対しても十分な負荷追従性を有し、船用動力源として原子動力が一般船舶の動力源と遜色のないことを確認した。

### 4. GPS衛星航法装置の海上試運転への適用

今回の海上試運転は沖合にて実施することから、洋上で船位測定が可能で、ここ数年船舶の航法装置、自動車のナビゲーションシステム等あらゆる分野で利用技術の研究開発が進められているGPSを利用することとした。

我が国で初めて正式の測定装置としてGPSを利用することから造船所およびメーカーと相談しながら次のように検討を進めた。

① GPSの測定精度等を調査し、海上試運転への適用条件を決定するとともに、その条件下での試験方法を決定した。

② 試験に必要な機器を選び、データの処理方法および機器の具体的な操作手順を決定した。

以下、これらの検討結果について述べ、最後にGPSにより得られた結果についていくつかの検討を加えて報告する。

#### 4.1 測位可能時間および測定精度の検討

船位測定の場合、GPSは上空の適当な3つの人工衛

星からの電波を受信して測位するため測位可能時間および測位精度は、衛星の上空での数および配置によって決まる。測位可能時間を衛星の配置の悪い時間帯にまで広げれば測位精度は落ち、また、測位精度を上げるために衛星の配置の良い時間帯のみを選べば測位可能時間は短くなり試験工程全体への影響がでてしまう。そこで、合理的に海上試験を進めるためにメーカーが保証するGPSの測位精度をもとに試験方法を検討し、その妥当性を陸上試験にて事前に確認した。

今回の検討に当たり、運輸省よりの指導もありマイルポストを使用した場合の速力試験の測定精度(0.3%)を目標とした。ここでは、速力試験への適用について述べるが、その他の旋回試験等においてもここでの検討がそのまま当てはめられるものとする。

速力試験の場合、計測開始時刻の船位と計測終了時刻の船位からその間の距離を算出し、航走時間で除し平均速力(以下「測位速力」という。)を算出する。この場合、誤差として問題になるのは、始点および終点での測位誤差であるが、仮に、この誤差をカタログ値の水平測位精度劣化率3のときの15m (root mean square value 以下「rms」という。)とすると、誤差の和は最大30m (rms)となり、これを目標精度0.3%以内に押さえるためには、約10km航走しなければならず、あまり実用的ではない。ここで、水平測位精度劣化率(Horizontal Dilution of Precision 以下「HDOP」という。)とは、大空を見上げた時の衛星の位置によって決まる測位精度を表す指標で、この数値が小さいほど高い精度で測位できる。なお、時間計測にはGPS時計を使用したため誤差はないものとした。また、HDOP3以下での計測可能時間は、1日のうち16時間30分(1990年4月22日計測)とのメーカーの報告がある。

測位精度および測位可能時間をこの条件のもとに試験を実施することは可能であるが、航走距離を短くした方がGPSの受信状態に影響を受けにくいことから、次のように陸上試験を実施した。まず、1地点での測位誤差を確認するために定地点連続計測を行い、次に、その誤差が速力計算に与える影響を調査するために距離計測を実施した。なお、GPSの一般的特性については既に多くの報告がなされていることから、ここでは速力試験の航走距離を決めるのに必要となる試験に限った。

#### 4・1・1 定地点での連続観測

本船母港の関根浜港の近くの陸上の三角点(四等三角点砂鉄場、北緯41°21'2.937", 東経141°15'9.966")上にアンテナを設置して3時間連続計測を実施した。収録された1秒毎の緯度経度のデータについて平均値および

標準偏差を求め距離に換算したところ、HDOP2未満のデータのみを抽出して計算した場合には平均値が北緯41°21'2.73", 東経141°15'10.08", 標準偏差が6.54m (rms)で、HDOP3未満の場合には平均値が北緯41°21'2.74", 東経141°15'10.08", 標準偏差が5.36m (rms)であった。これらの標準偏差はカタログ値のHDOP3以下の場合の15m (rms)と比べるとずっと小さな値となっている。この理由は、GPSが全数で13個ある衛星のうち計測時間中に天空上を飛んだ衛星の中で配置条件の良い3個を選び受信するため、3時間の計測時間中での衛星の組合せは限られ、かつ、1組の衛星の組における衛星の配置パターンも限られていたためと考えられる。したがって、計測時間を長くしていけば標準偏差はカタログ値に近づき、HDOPに比例して大きくなるものと考えられる。

この間、HDOP2未満での測位可能時間は全体の61.9%、HDOP3未満では87.8%と先のメーカーの報告よりも受信可能時間は長かった。

ここで計測された標準偏差6.54m (rms)から2地点の最大誤差の和を計算すると13.08mとなり、速力試験の目標精度を満足する航走距離は約4.5kmとなる。

なお、GPSによる測位位置と三角点の緯度経度の差は7.29mであったが、これは人工衛星による測量と三角測量の違いにより生じたものと考えられる。

#### 4・1・2 GPSを用いた距離計測

距離計測は、交通事情および作業性を考慮し、関根浜港の進入道路上に光波測量機器を用い測量した500mの直線距離で行った。今回は500mで実施したが、計測誤差は始点と終点での測位誤差のみが問題となるので、直線距離が変化しても測位誤差の大きさは変わらず、距離が長くなるほど距離計測誤差は相対的に小さくなる。ここでは500mとその計測結果との差に注目してデータ整理を行った。作業はGPSを車に積込み直線距離を20往復しながら両端で測位し、往路・復路ともにその距離を計算して合計40個のデータを得た。これをHDOPで整理すると、2地点ともHDOP2未満のデータは12組あり、これらの誤差はいずれも±5.0mの範囲内で、平均値は0.008mと非常に良い結果が得られた。さらに、2地点ともHDOP3未満のデータは31組(2地点ともHDOP2未満のものを含む)あり、このうち30組の誤差は±10.0mの範囲内でその平均値は3.29mであった。

距離計測で得られた2地点ともHDOP3未満の総てのデータの誤差は、定点観測結果より得られた2地点における最大誤差の和13.08m (rms)よりも小さいことから、距離計測において誤差は相殺されることが確認でき



た。この理由は、計測時間および距離が短い場合は測位点からみて天空上の衛星の配置がほぼ同じであるため、始点および終点での測位誤差はほぼ同じ方向に同じ距離だけずれることによるものと考えられる。

4・1・3 航走距離の決定

以上の事前調査によりGPSの一般的特性として、測位データのバラツキは、計測時間が短いほど小さく、さらに、距離計測の場合にはバラツキは相殺され、計測誤差は速力計測に十分な精度まで小さくなることを確認できた。海上試運転での速力計測の計測時間は今回実施した3時間よりも短く最大でも15分ぐらいで測位条件が良いことおよび定点観測の標準偏差から、測位誤差はHDOP3以下で7.5m (rms) 以下であると判断して、速力試験の測定精度を0.3%以内とするために航走距離を3マイルとし、試験実施条件をHDOP3以下とした。ただし、誤差は相殺されるため、さらに精度の高い結果が得られることは明らかである。

測位可能時間についてはHDOP3以下で16時間以上計測可能であることおよび衛星の軌道修正が行われなければ1日に4分早くなるだけであらかじめ受信状態の良い時間帯を選ぶことができることから問題ないと判断した。もし不幸にして計測中に受信状態が悪くなったとしても航走距離を延ばし受信状態の良くなるまで待つことも可能である。

4・2 利用状況

GPSを利用した試験項目および利用状況を表1に示す。今回利用したGPSはドップラー効果による速力計測（以下「ドップラー速力」という。）も可能であったことから、実際の計測に際しては、ドップラー速力と測位速力の2種類の計測を実施し、速力の時間的な変化が必要な試験についてはドップラー速力を、平均速力が必要な試験については測位速力を使用し、それぞれ表1中に“速力変化”および“平均速力”で示した。また、速力整理はドップラー速力の10秒平均値で確認した。

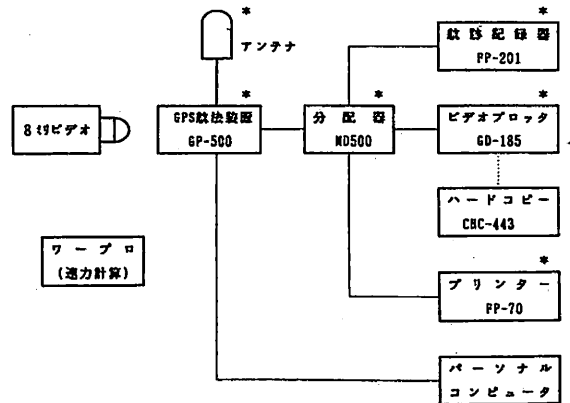
4・2・1 使用機器およびシステム構成

今回の試験には古野電気株式会社製GPSを使用し、周辺機器およびパソコン等を接続することにより図2に示すシステムを構成した。GPS (GP-500) は衛星からの電波をアンテナを介して受信した後に、GPS内部において演算処理を実施し、1秒毎に船位、速力、針路等の数値情報を時間とともに表示する。一方、この情報は接続されている他の機器にも出力され、ビデオプロッター (GD-185) では、CRT画面の緯度経度上に船位をプロットしその位置を結ぶことにより航跡図を描く。また、航跡記録器 (FP-201) およびカラーハ-

表1 海上試運転時のGPS利用状況

試験項目	整定速力	平均速力	速力変化	航跡図
速力試験	○	○	△	△
電磁ログ校正	○	○	△	-
続行試験	○	-	○	-
旋回試験	○	-	○	○
スパイラル試験	○	-	○	△
Z操舵試験	○	-	○	○
低速舵効き試験	△	-	△	△
操舵試験	○	-	-	△
後進試験	○	-	○	○
惰力試験	○	-	○	○
補助動力切り換え試験	○	-	-	-

注) △印は参考データとして計測した。



\*印は古野電気株式会社製  
 パーソナルコンピュータは日本電気製製 PC-9801MS-20  
 8ミリビデオカメラはソニー製製 CCD-P500  
 ワープロは富士通製製 OASIS

▲図2 GPSシステム構成

ドコピー (CBC-443) では紙面上に航跡図を描き、プリンター (FP-70) はこれらの情報を最短5秒毎に記録用紙に印字する。計測されたデータは必要に応じてワープロの表計算ソフトに組み込んだ漸長緯度法による距離計算プログラムで処理し速力および航走距離等を求めた。さらに、パソコンを接続して10秒毎の平均速力の計算および1秒毎の情報のフロッピーディスクへの書き込みを行うとともに、最終のバックアップとしてGPSが表示するデータを8mmビデオで録画した。

なお、ハードコピーについては試験機材として本船には搭載せず、帰港後メーカーの協力により入手した。

4・2・2 GPSの具体的操作方法

GPSを利用した試験について具体的にどのような手順で実施したのか、速力試験を例にとり、全体の試験の

流れとともに紹介する。

① コースの設定：ビデオプロッターに表示される航跡図にて試験コースに入ったことを確認する。

② 速力整定の確認：パソコンに読み込んだドップラー速力の10秒平均値の整定により確認する。

③ 船速計測開始：GPSの受信状態を確認しながら位置記憶ボタンを押し、ボタンが押された瞬間の時刻と船位を記録する。

④ 航走距離の確認：電磁ログの積算計により3マイルの確認をするとともに、GPSのビデオプロッターの航跡図上でも確認する。

⑤ 船速計測終了：計測開始点と同様の作業を実施する。

⑥ 速力の計算：表計算ソフトに組み込んだ距離計算プログラムに測位データおよび時刻を入力し速力を算出する。

⑦ 上記作業を繰り返し実施する。

以上のように計測作業はGPSの補助機能を有効に利用するとともに、一部分はパソコン等で補い実施した。

海上試運転は、船位のみならずジャイロ方位、風向・風速、主軸回転数、軸馬力等の数値情報が必要で、今後これらの情報を計算処理するより良いソフトウェアが開発されれば、これらの作業はほとんど1人で処理可能な範囲である。

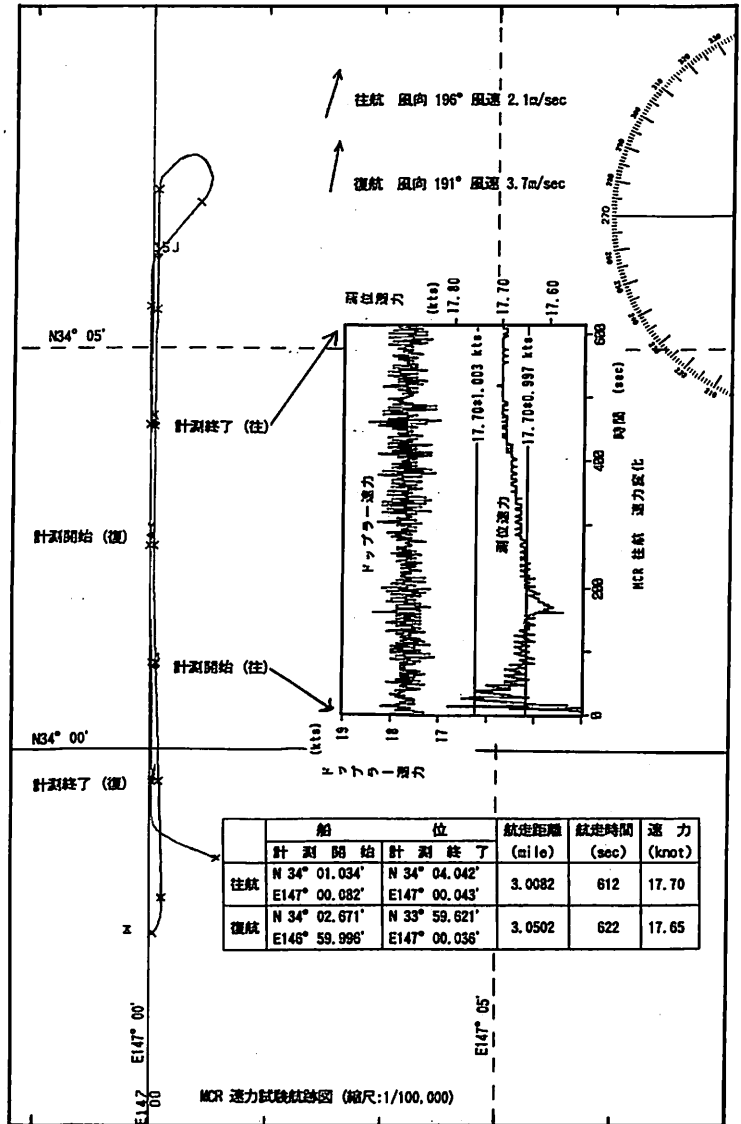
#### 4・3 計測結果

海上試運転の試験結果の中でGPSによるものに注目し、その中で特に速力計測、距離計測および航跡について整理し、若干の考察を加えた。

##### 4・3・1 速力計測

速力試験は各出力段階において4・2・2項の手順に従い進め、この間のHDOPの変化は、出力75%の往航の計測終了点においてHDOPが2.1であった他は、いずれも2.0未満と良好な受信状態であった。

連続最大速力時の航跡図を図3に示す。往路・復路ともにきれいな航跡が描かれ一目瞭然に直進していることおよび航走海域が往路・復路ともに同じであることが分かる。GPSにより観測された計測開始点および終了点の船位を図中に示したが、1/1000分まで計測でき海上試運転を行うのには十分な桁数である。この位置データから測位速力を求め、往航・復航を平均し最大速力を



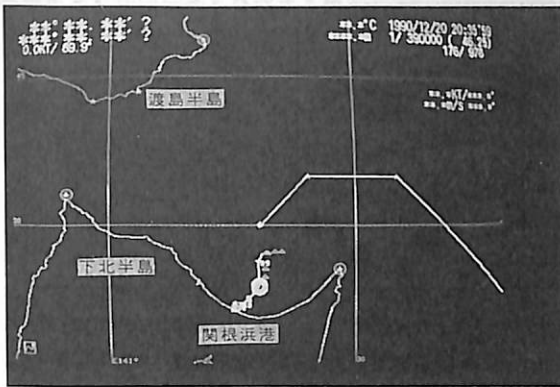
▲ 図3 MCR速力試験航跡図

17.68knとした。また、この間のドップラー速力の平均値は17.70knと良く一致していた。

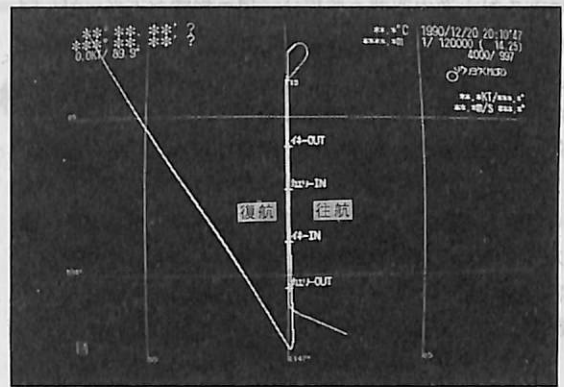
図中の四角の枠内に往航時のドップラー速力変化と計測開始点を固定し終了点を变化させた場合の開始1秒後から3マイル航走までの測位速力の変化を示した。この間のHDOPは総て2未満と受信状態が良かったこともあり、測位速力の変化は航走距離の増加とともに安定していく様子が良くわかる。この結果から航走距離を3マイルと決定したことが妥当であったと確認できた。

##### 4・3・2 進出距離の比較

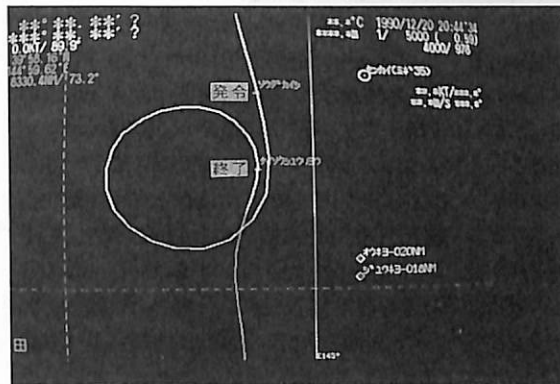
惰力試験では、原子炉が定格運転(36MW)で航走中



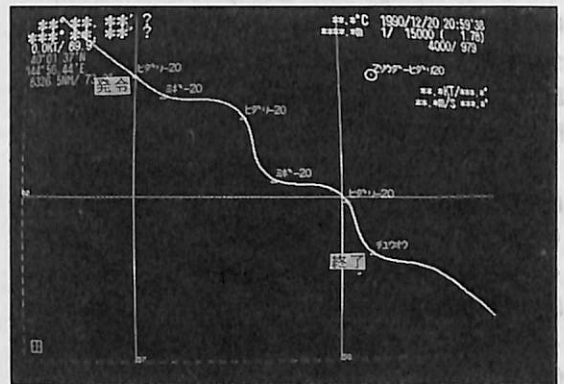
▲ 関根浜港入出港



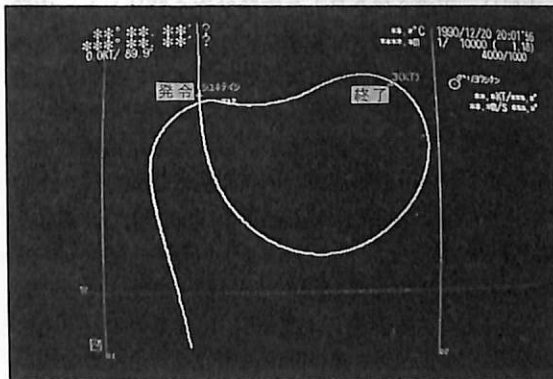
▲ 速力試験 (MCR)



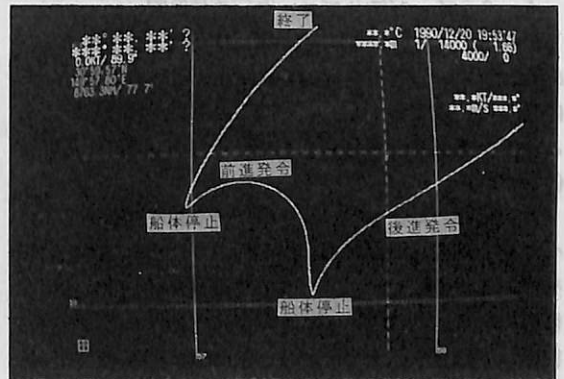
▲ 旋回試験 (常用出力)



▲ Z操舵舵試験 (左20度)



▲ 惰力試験



▲ 後進試験 (港内速力)

図4 GPSビデオプロッターの画面 (図中の日付等は試験に関係はありません。)

に主機タービンを停止して船速が3ノットに至るまでの船速等を計測した。通常、惰力試験では電磁ログによる対水速力を計測し、対水の進出距離を計算するが今回はGPSによるドップラー速力および船位も計測し、対地の進出距離も求めた。なお、試験中のGPSの航跡を図4に示すが、本船は主機停止後左に回頭したため、進出

距離の計算には10秒おきの速力または船位を用いた。電磁ログ速力変化、GPS測位データおよびドップラー速力変化より計算した進出距離は、それぞれ2,489m、2,306m、2,313mであった。2つの対地進出距離の結果が良く一致していることからこれらの値は信頼性が高いものと判断できる。また、対地進出距離と電磁ログ速力

による対水進出距離の差異は、風の影響が両者に対し同様に作用することを考慮すると、主として潮流の影響によるものと思われる。ここで、この影響を補正するために、試験発令前の直進時の潮流を用いドップラー速力を対水速力に変換し対水の進出距離を求めた。その結果、2,357mとなり、対水と対地の差が修正される結果が得られた。なお、ここでの計算は、直進時のドップラー速力ベクトルと電磁ログ速力ベクトルの差から潮流を求め、各計測点においてドップラー速力と潮流のベクトル差を計算し対水速力を算出した。

#### 4・3・3 航跡図の比較

本船の舵取機は低速時の操船性能の向上をはかるため12ノット以下の速力において最大舵角が45度とれるように設計されていることから、旋回試験は常用出力と港内全速前進（100rpm）で行った。常用出力の35度右旋回試験のGPSによる航跡図を図4に示すがきれいな旋回圏が描かれている。

また、港内速力時の左右45度旋回試験の航跡図を図5に示す。対地の旋回圏を示すドップラー速力ベクトルより作図されたものおよび測位位置によるものは比較的良く一致し計測状態が良かったことを示している。図中には、この他に電磁ログ速力ベクトルによるものおよびドップラー速力ベクトルを潮流で補正したものも示した。他に比べ、潮流により補正された旋回圏はきれいな航跡を描いているように見える。

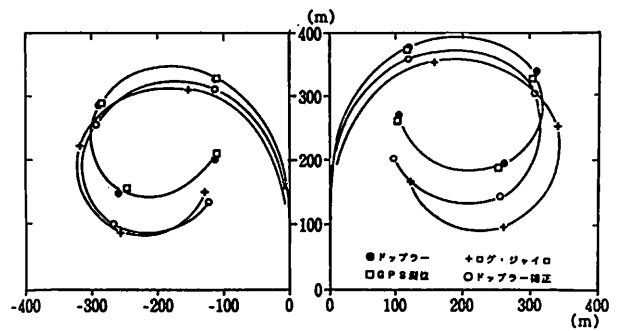
#### 4・3・4 ビデオロッターの航跡図

GPSによる代表的な航跡図を写真にとり図4にまとめたが、試験の進行を視覚的に捉えることができることは大きな利点であった。この図には写真を用いたがこれと同様の図面がハードコピーで得られ、試験速報等には便利である。

入出港時の写真には津軽海峡の海岸線とこの写真では小さくて見えないが関根浜港が描かれ、本船が岸壁の間を通り抜けていく様子を画面で確認できGPSの精度を目の当たりにした思いがした。また、港内前進全速時の後進試験の航跡図上では前進から後進に切替わる船体停止の瞬間がはっきりと分かる。

### 5. おわりに

海上試運転を冬の太平洋上で実施したが、幸いにして2航海とも気象・海象に恵まれ、原子動力による推進性能および操縦性能が初期の設計通りであることを確認するとともに、船用動力源として原子動力が負荷追従性および安定性において原子炉の特性を十分に発揮し非常に優れていること、さらに連続運転においても安定的に運



▲ 旋回試験 旋回圏（港内速力）

転が継続されることを確認した。

海上試運転にGPSを利用するに当たって、測位精度の問題、GPS周辺機器、適用方法、プログラム開発等試行錯誤で検討しながら、比較的短時間でシステムを構成し試運転に利用したが、ほぼ満足のいく結果が得られたこと、今後ともGPSの技術進歩が大きく期待でき、測位精度、測位可能時間等を気にすることなく一般の計測器と同等に扱える時代が眼前に迫っていること、GPS自体が計算機との整合性に優れ、今後のソフトウェアの開発によりさらに省力化が進み、船上での報告書の作成も夢ではないこと等、今後の海上試運転に果たすGPSの役割は大きいものと考えられ、ここでの報告がその一助となれば幸いである。

本船は、平成3年2月より実験航海を開始した。実験航海は現在4ないし5航海が予定されており、静穏海域、荒海域、高温海域等実際の海洋環境下において原子動力によって航行し振動、動揺、負荷変動等が原子炉に与える影響について詳細に調査する。これらの結果は原子力船エンジニアリングシミュレータ開発の資料となり、次期船用炉の最適設計や運転性能および安全性の評価などに用いられる。

建造以来20余年を経て船舶検査証書の入手までこれたことはひとえに関係官庁のご指導、諸先輩方のご努力、地元の皆様のご理解および関係業者の協力のたまものと考え、紙上をおかりして深く感謝を表し、特に、今回の海上試運転は石川島播磨重工業株式会社および古野電気株式会社の御協力の成果であったことを附記します。

× × ×

●驚異的な旋回性能を発揮する舵

## ベッカラダー模型水槽試験報告 (その2)

ナカシマプロペラ株式会社  
海津源治

### 2・3 模型船の舵力試験

模型船の舵力試験は、縮率1/97.9のベッカラダーおよび通常のマリナー舵を模型船に装着し、船が停止しボラードプル状態および定常直進状態で操舵した時に船全体に働く流体力を計測した。供試模型船および模型船に装着した舵の主要目を表3に示す。

試験項目はつぎの通りである。

- 回転数：10kn 相当の自航回転数 (10.25rps)
- 舵角：最大 左45°~右45°で5°間隔 (ただし通常のマリナー舵は35°の範囲)
- 曳航速度：0 kn, 10kn
- 計測：船体の水平3分力 (X, Y, N) (図17参照)

計測された流体力は、船体停止に関しては、npなるプロペラ速度で次式のように無次元化する。

$$\left. \begin{aligned} X^* &= X / \frac{\rho}{2} \cdot L \cdot d \cdot (np)^2 \\ Y^* &= Y / \frac{\rho}{2} \cdot L \cdot d \cdot (np)^2 \\ N^* &= N / \frac{\rho}{2} \cdot L^2 \cdot d \cdot (np)^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

ただし、

X\* = 船の前後方向の流体力 (ボラードプル状態)

表3 供試船主要目

	模型船	
	ベッカラダー	マリナー舵
L <sub>pp</sub> (m)	2.9113	
B (m)	0.5108	
d (m)	0.1890	
D <sub>P</sub> (m)	0.095	
P/D <sub>P</sub>	0.775	
E.A.R.	0.400	
Rake	5°	
Number of Blades	4	
A <sub>R</sub> (可動部面積: m <sup>2</sup> )	0.00893	0.00978
A <sub>R</sub> /Ld	1/61.60	1/56.25

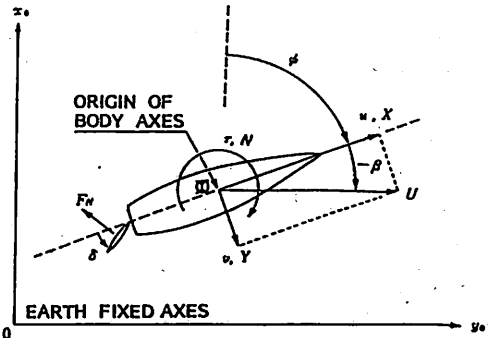


図17 模型船に働く力の座標系

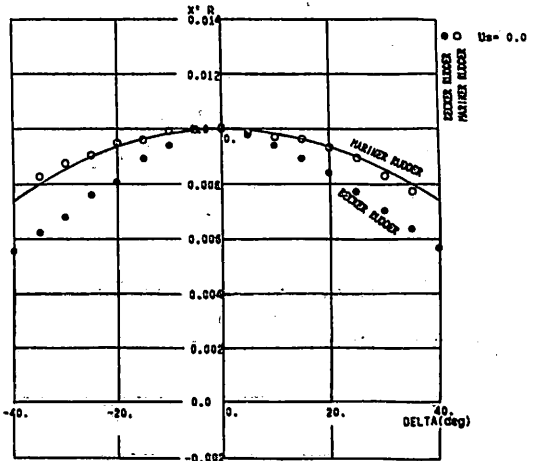


図18 操舵による船の前後方向の流体力 (ボラードプル状態)

Y\* = 船の横方向の流体力 (ボラードプル状態)

N\* = 船の回頭モーメント (ボラードプル状態)

L = 船の長さ

d = 船の喫水

図18は、船体停止のボラードプル状態における操舵による船の前後方向の流体力 X\* を示す。船の前後方向の流体力は、ベッカラダーの場合、通常のマリナー舵に比べて各舵角において小さく、舵角35°の時約80%である。

図19はボラード状態における操舵による船の横方向の流

体力  $Y^*$  を示す。船の横方向の流体力  $Y^*$  は、ベッカラダーの場合、通常のマリナー舵に比べて各舵角において大きく、舵角  $35^\circ$  の時約 1.4 倍大きな横方向の流体力が得られる。図20はポラードプル状態における操舵による船の回頭モーメントを示す。

図22はベッカラダーと通常のマリナー舵で操舵により発生する回頭モーメントの大きさの比率を舵角に対しプロットして示したものである。ポラードプル状態における舵の回頭モーメントの大きさは、破線に示ようになる。舵角中央からやや左舵角でベッカラダーの回頭モーメントが通常のマリナー舵の2倍近くになり、舵角が左右に増えるにしたがい減少し、舵角  $35^\circ$  で 1.4 倍程度となる。また、この試験の舵の抵抗  $X$  および舵の直圧力  $Y$  から、操舵による推力の方向変換の度合を調べると図21に

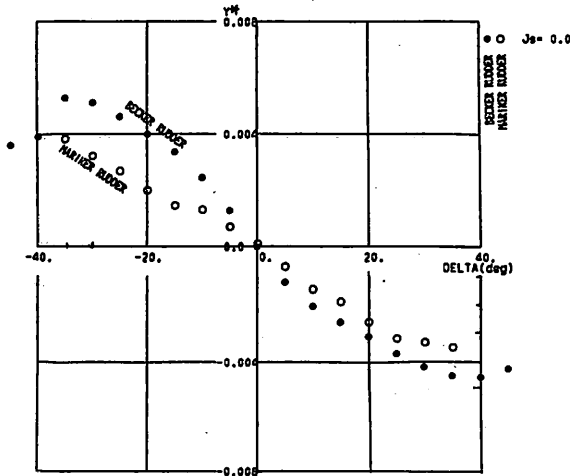


図19 操舵による船の横方向の流体力 (ポラードプル状態)

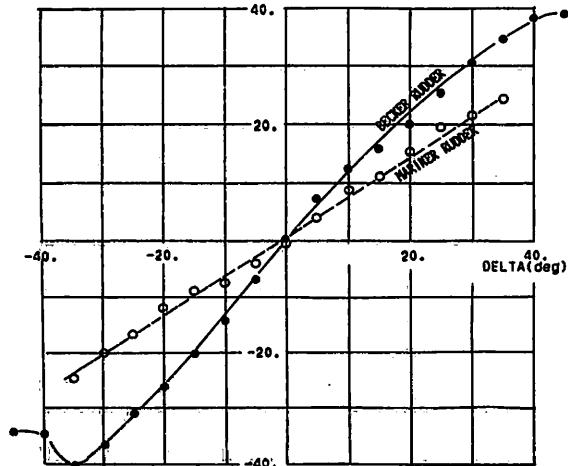


図21 操舵による推力の方向変換 (ポラードプル状態)

示すようになる。通常のマリナー舵が、舵角の70%程度であるのに対しベッカラダーは、特に舵角  $15^\circ$  以下では130%前後とかなり大きく、舵角  $20^\circ$  以上でも100%と大きい。舵角  $45^\circ$  の場合、推力の方向変換角度は約  $40^\circ$  となる。舵角  $35^\circ$  の場合、通常のマリナー舵では、その値が  $25^\circ$  に対して、ベッカラダーは  $35^\circ$  と大きいことがわかる。したがって、通常のマリナー舵に比べてベッカラダーは「その場回頭」操船の容易なことを示している。また、ベッカラダーは小舵角で舵効きがよいことも示している。

一方、10kn 定常航走時の流体力は次式に示すように無次元化される。

$$\left. \begin{aligned} X' &= X / \frac{\rho}{2} \cdot L \cdot d \cdot U^2 \\ Y' &= Y / \frac{\rho}{2} \cdot L \cdot d \cdot U^2 \\ N' &= N / \frac{\rho}{2} \cdot L^2 \cdot d \cdot U^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

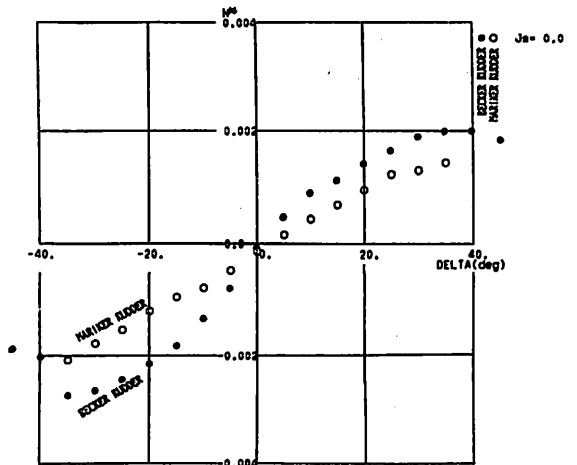


図20 操舵による船の回頭モーメント (ポラードプル状態)

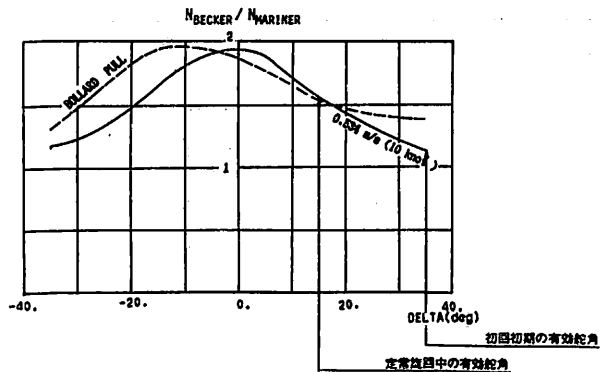


図22 通常マリナー舵に対するベッカラダーの回頭モーメントの大きさ

船体が10knで直進し操舵する時の舵力は、全般的に前述のボラードプル状態とよく似ているが、流体力の左右の非対称性は、ベッカラダーおよび通常のマリナー舵共同程度となり、両者の回頭モーメントの比率は図22の舵の回頭モーメントの大きさに示す実線のようになる。

すなわち、ベッカラダーの回頭モーメントは、舵角中央で通常のマリナー舵の2倍近くあり、舵角が大きくなるにしたがい減少し、舵角35°で1.2倍となる。ただし、厳密には、この試験に使用した両者の供試舵の舵可動部面積が表1に示すように異なり、ベッカラダーの舵面積が9%小さいことを考慮すると、上記に更に上乘せして、ベッカラダーを評価する必要がある。

2・4 自走旋回試験

表3に示す供試模型船に舵を装着し、自由に航走させ船体が停止状態あるいは直進状態から操舵して、船が旋回する時の挙動を計測した。自走試験は、まず模型船を前後2本のガイドピンで拘束し、X-Y曳引電車で所定の速力まで加速する。速度が一定になると、2本のガイドピンが模型船から引き抜かれ、この瞬間模型船は、自由に航走することができる。X-Y曳引電車は、その後模型船との相対位置を検出する特殊なテレビカメラを用いて模型船を追跡し、同時に時々刻々の模型船の位置を計測する。

自走旋回試験はつぎの状態で行った。

- 回転数：10kn相当の回転数（10.25 rps）
- 舵角：左右45°，35°，25°，15°（ただし、通常のマリナー舵は35°以下）
- 初期船速：0 kn，10 kn
- 計測：模型船の航跡，船速，横流れ速度，回頭角，回頭角速度

(a) 加速旋回試験

船体停止状態から舵角と主機を同時に発令して、「その場回頭」する加速旋回試験の運動と航跡を舵角45°および35°についての結果を図23および図24に示す。ベッカラダーの舵角45°の場合の加速旋回の運動と航跡は、図23に示すようにアドバンスが0.5L（L=船の長さ）以下と小さく、旋回半径も1.0L以下となる。図24はベッカラダーの舵角35°の場合を示す。同図にはまた通常のマリナー舵の舵角35°の加速旋回の運動と航跡を比較して示すが、旋回初期は2・3模型船の舵力試験で示したように、ベッカラダーの回頭モーメントあるいは操舵による推力の方向変換が大きいため回頭運動も早く発達する。定常旋回するに至っては、船の回頭運動および横流れ運動に応じて、船尾の流向が偏向し舵の迎角が半分程度になることから、図22に示すようにベッカラダ

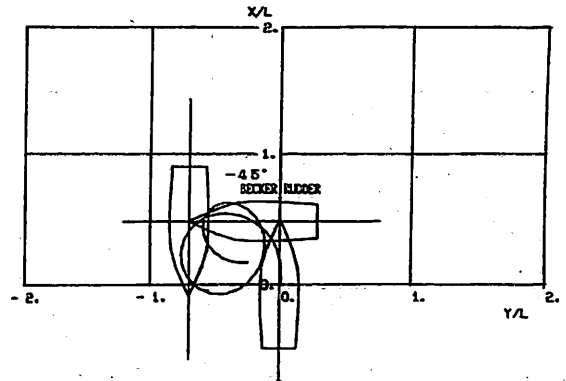


図23 舵角左45°の加速旋回試験の運動と航跡 (ベッカラダー)

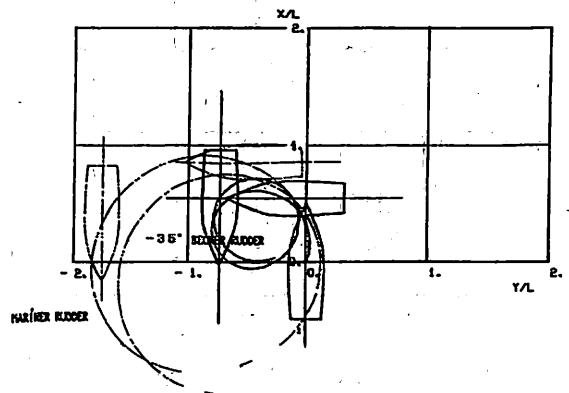


図24 舵角左35°の加速旋回試験の運動と航跡の比較

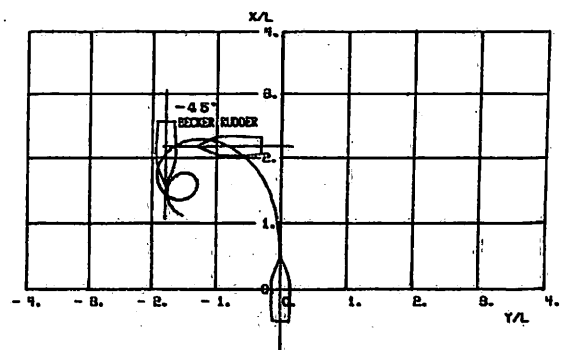


図25 舵角左45°の通常旋回試験の運動と航跡 (ベッカラダー)

ーの回頭モーメントは更に大きくなり、旋回直径が小さくなっている。

(b) 通常の旋回試験

10knで航走する時の通常の旋回試験の運動と航跡は、図25、図26、図27および図28に示す。図25は、ベッカラダーの舵角左45°の場合の旋回試験の運動と航跡であり、

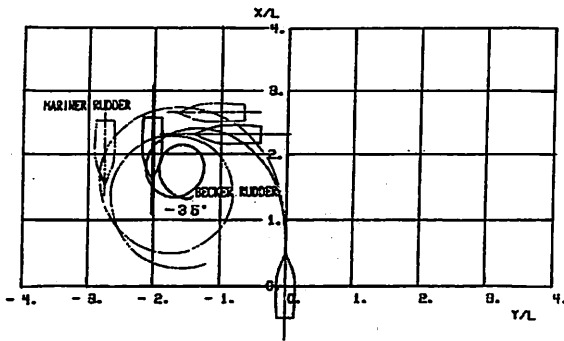


図26 舵角左35°の通常旋回試験の運動と航跡の比較

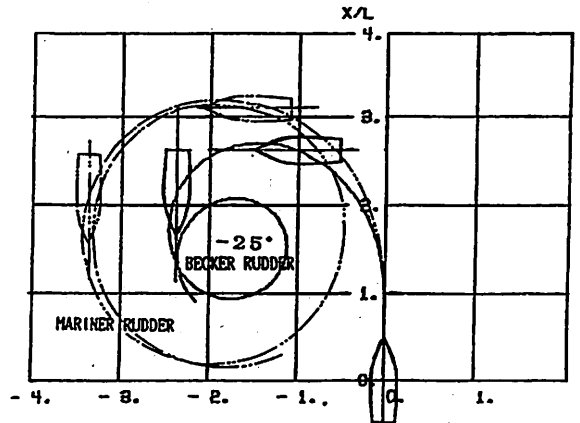


図27 舵角25°の通常旋回試験の航跡の比較

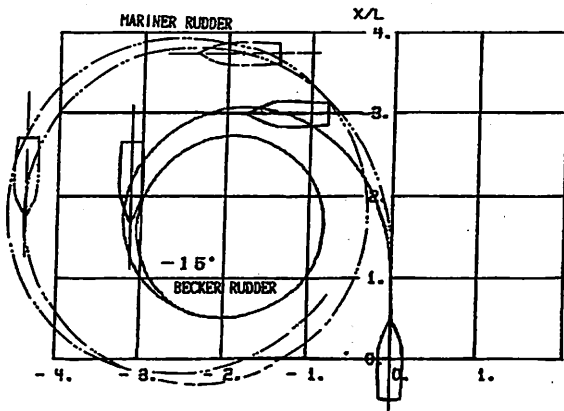


図28 舵角左15°の通常旋回試験の航跡の比較

通常旋回に入った時の運動は、2・4(a)の加速旋回と全く同一である。図26は、ベッカラダーの舵角左35°の場合で、通常のマリナー舵と比較しているが、旋回初期の回頭運動は、通常のマリナー舵よりやや強い程度であまり変わらない。したがって、アドヴァンスもそれほど短かくなっていない。しかし、その後の定常旋回に入ってから、強い旋回運動となり、旋回直径もかなり小さくなっている。この原因は、2・4(a)加速旋回の場合でも同様であるが、旋回の初期は有効舵角が35°あり、図22の実線に示すように20%の違いであるのに対し、旋回運動が発達するにつれ船尾の流れが偏向するため、有効舵角が減少する。その減少した有効舵角では、ベッカラダーの回頭モーメントが通常のマリナー舵より1.5～1.8倍大きくなることになる。図27は舵角左25°および図28は舵角左15°の通常旋回試験の航跡をベッカラダーと通常のマリナー舵を比較して示す。図29は各旋回試験におけるアドヴァンス（旋回縦距）トランスファー（旋回横距）タクティカルダイアメータ（旋回径）を要約したもので、破線は通常のマリナー舵また記号▽□はベッカラダーを示す。

(c) 逆スパイラル試験  
逆スパイラル試験は、船体の旋回角速度 $\dot{\psi}$ と舵角 $\delta$ との関係を計測し、舵角に対する定常旋回角速度の特性を求めるもので、この小舵角の特性から進路安定性を評価することができる。これらの舵角に対する定常旋回中の無次元角速度 $r' (=L/R, =\dot{\psi} \cdot L/U, L=船の長さ, R=旋回半径, U=船速)$ を舵角に対してプロットしたものを図30に示す。このS字の幅（不安定ループ幅）が大きくなると操船が困難になる。

本船は肥大度が大きく針路不安定で通常のマリナー舵では、破線に示すように5°程度の不安定ループ幅を持っている。通常のマリナー舵からベッカラダーに変えると、既に示したように小舵角におけるベッカラダーの能力が通常のマリナー舵の2倍程度あり、したがってこの不安定ループ幅もおよそ半分減少する。大舵角の旋回の場合は、2・4(b)通常の旋回試験で述べたように通常のマリナー舵からベッカラダーにすると旋回半径が小さく、それに反比例して $r'$ が大きくなる様子が定量的に把握できる。

### 3. 考察

通常のマリナー舵とベッカラダーの性能を比較把握するため、舵単独試験、プロペラ後試験、模型船の能力試験で流体力を計測し、そして最終的にその性能を自走模型試験で確認した結果つぎの通りの結論が得られた。

(1) 模型船に舵を装着し、操舵による回頭モーメントを通常のマリナー舵とベッカラダーを比較した結果ベッカラダーは、小舵角において通常のマリナー舵の2倍程度であるが、舵角の増加にしたがいその比率は減少し、舵角35°においては、通常のマリナー舵の約30%増となる。



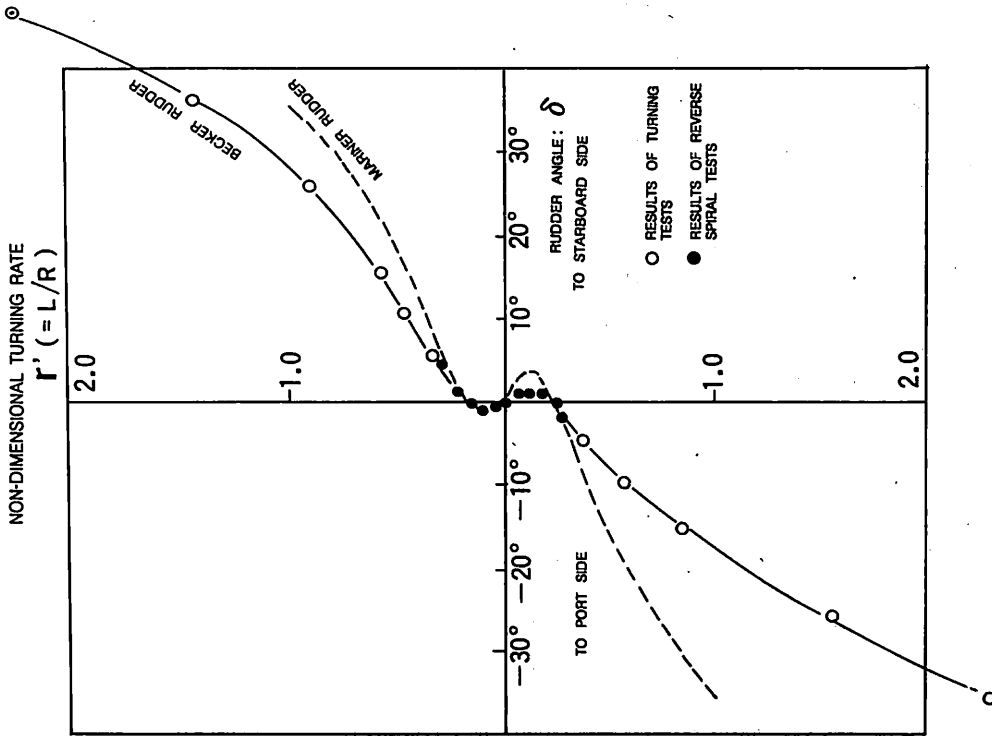


図30 定常旋回特性 ( $r'-\delta$ 特性) の比較

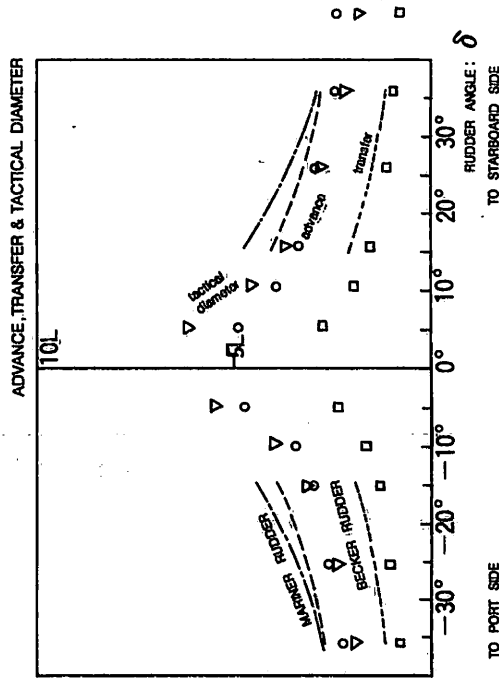
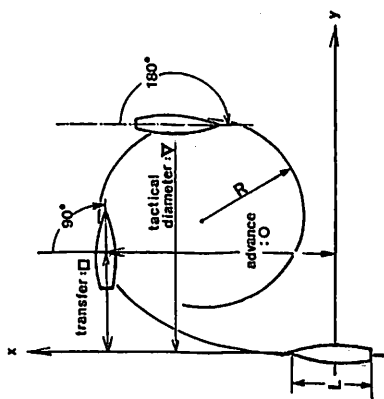


図29 種々の舵角に対する通常旋回試験のアドヴァンス、トランスファー、タクティカルダイアメータ

(ii) 船の操舵運動の性能より、図22に示すように旋回の初期の有効舵角は発令舵角に等しく、ベッカラダーを使用した時のアドヴァンスは、通常のマリナー舵より20～30%の減少しか期待できないが、旋回が発達するにつれ有効舵角が減少して舵力が増すため定常旋回直径は50～100%程度の減少が見込まれる。

(iii) ボラードプル状態で操舵する時の推力の方向変換の度合いは、通常のマリナー舵より50～80%大きく、ベッカラダーの「その場回頭」性能のよいことを示している。

(iv) 今回の舵単独試験の揚力係数の値は、揚力線理論の結果に比べ、特に舵角の大きい範囲で小さくなる。この原因は、実験船のレイノルズ数の低いことが一つの要因としてあげられる。

(v) 舵単独試験からベッカラダーの直圧力の作動位置の舵角に対する移動は、通常のマリナー舵よりすくないものの作動位置は全般的に後方にある。

(vi) プロペラが作動した時の直圧力の大きさは、運動量理論で計算される流入速度を用いてある程度推定可能であるが、その作動位置はプロペラ荷重度や舵角の大きさに大幅に変化し現象はかなり複雑である。

(vii) タンカーなどの肥大度の大きく針路不安定の船では、通常のマリナー舵からベッカラダーに変えることにより不安定ループ幅がおおよそ半分に減少する。

#### 4. あとがき

ベッカラダーと通常のマリナー舵との模型試験によって、舵性能を確認した。ベッカラダーは、小舵角において大きな揚力が得られ、ボラードプル状態で操舵による船体前後方向の力が小さく、逆に横方向の力が大きい。したがって船体回頭モーメントが大きく得られるので、「その場回頭」の性能がよいことがわかる。小舵角においては舵力が大きいことから、低速時の舵効きがよいことを示している。実船で確認されている低速時の舵効き

の船速は、通常のマリナー舵では3～4knに対してベッカラダーでは0.7knに達しているが、今回の試験結果からこれらのことが裏付けられた。

ベッカラダーによる「その場回頭」性能および低速時の舵効き性能は、最近特に船舶の省人化に伴い離着機操船性能の向上が要求条件とされていることから考えて、ベッカラダーはスターンスラストとしての有効性にすぐれていることが確認された。

旋回性能は、ベッカラダーは通常のマリナー舵に比較してアドヴァンス、トランスファー、タクティカルダイアメータ共改善されている。また、針路不安定の船では従来は舵面積比の増加によって、追従性および安定性をはかっていたが、通常のマリナー舵からベッカラダーに変え更にフラップ効果によって、舵面積比の増加することなく、不安定ループ幅が半分に減少することで、追従性および安定性がより改善される。

ベッカラダー装備船で操船者が、感覚的にベッカラダーの優位性を経験されているが、本試験報告によって、更に認識を深くされるものと考えられる。

最後に本試験は、住友重機械工業株式会社平塚研究所の御協力を得て行われたもので、平塚研究所の元所長宝田直之助殿（現横浜国立大学教授）並びに芳村康男主任研究員殿の御指導、御鞭撻さらに関係者の方々から種々の御助言を頂きました。紙上をお借りして心から深く感謝いたします。

#### 〔参考文献〕

- 1) Hirano, M. Takashina, J. Moriya, S. and Fukushima, M: (open water performance of Semi-Balanced Rudder) 西部造船会会報, 第64号 (1982).
- 2) Maneuvering Model Test Techniques at Hiratsuka Experimental Model Basin 住友重機械工業技報 Vol. 28, No.84 (1980).

● 船舶技術協会刊行の本 ●

### 『私の戦後海運造船史』

米田 博 著

B5判 165頁 上製カバー装  
(本体 1,500円) 定価 1,545円 (〒当社負担)

### 『ウィリアム・フルード伝』

横浜国立大学名誉教授 吉岡 勲 著  
近代工学の曙—造船学の父

B5判 378頁  
(本体 15,000円) 定価 15,450円 (〒当社負担)

## 船舶の安全におけるヒューマンファクタの評価

Michael Alexandrov

(Nikolajev Shipbuilding Institute, U.S.S.R.)

財団法人日本海事協会 椎原裕美 抄訳

1990年10月15日～19日に神戸国際会議場で開催された船用機関学会の国際シンポジウム“ISME KOBE '90” (4th International Symposium on Marine Engineering Kobe '90) は、国内外から多数の船用機関の研究者、技術者を集めて盛会の内に終了したが、その場で発表された多数の論文は、現在、世界で研究され、ニーズのある問題は何か？ということと合わせて、今後の船用機関の研究の主要なテーマおよび技術開発の方向を探る上で、大変有効なものであると思われる。その中でも特に多くの論文が環境問題について取り上げており、研究開発の流れがいやおうなしに環境問題の方へ強く向いていることを窺わせた。

本稿では、同シンポジウムで発表された論文の中から標題の論文について抄訳する。

### 〔概要〕

近年の多くの有用な開発にもかかわらず、海上安全に関する状況はさほど改善されていない。

ヒューマンエラーのために支払われるコストは人間-機械相互関係の問題を解決するために増える努力に十分匹敵する。本論文の中心課題は、資格等の規準のようなヒューマンファクタの数量的評価であり、この問題の解決に向けての統計的な試みを述べる。また、その有効性を示すいくつかの具体的な数字を上げて説明する。

### 〔キーワード〕

船舶の安全、ヒューマンファクタ、人間-機械の相互関係、海難、船舶の損傷、災難の確率。

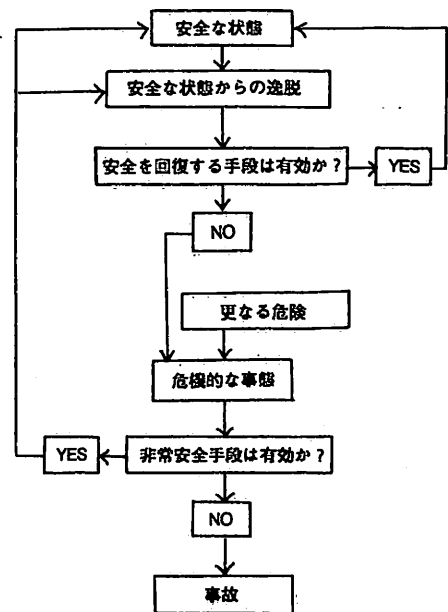
### 1. まえがき

近年に発生した大災害を見ると複雑な運転システムの安全性の問題に、より多くの注意を向けるべきであることが分かる。チェルノブイリやチャレンジャー等の事故以外にも航空機および鉄道事故等の災害のリストの中には、“Admiral Nakkimov”や“Herald of Free Enterprise”等の沈没した船の名前もまた含まれている。

1977年12月には、Dona Pas 事故で5,000人近くの人が亡くなっている。

船の災害を注意深く調査すると、事故の主要な原因の中に一つの共通な理由があることに気付く。それがヒューマンファクタである。ヒューマンエラーによって失われる金は急激に大きくなって来ており、一方では、人間-機械システムを含めた制御機能の最適配置の実現までには、はるか遠い距離があるのも事実である。予想しようもない異常な事態下では、どんな完全な自動制御システムも信頼できないものになるし、と同時に、運転者が異常事態を首尾良く切り抜けたとしても、間違いになる可能性があることも明らかな事実である。

海難事故解析を行う上で難しいことは、非常に多くの因子があることや付随する環境によるために非常に広範なものになることである。海難に到る危険な事態は、次のような事象の流れを模式化することができる(図1)。



▲ 図 1

表 1

客観的要素	事故の分類	主観的要素
視界不良 荒天 暴風雨	衝突 座礁	操船ミス 機械的故障等
荒天 暴風雨 低温	転覆 復元性喪失	設計不良 荷役状態 操船ミス等
天候状態 材料欠陥	構造的損傷	設計および構造欠陥 荷役状態等
材料欠陥	爆発 火災	設計不良 保守不良等

最初のステップは通常、良く見なかったとか、操舵機の故障、貨物の移動等のような安全な状態からの逸脱である。この場合、安全を回復する手段が設けられていなければならない。しかし、時には決定的な成果を得ることができなかつたり、また、時には安全のための手段が不可能であったりする。そして、この状態を悪化させる新しい因子が危険な事態へともっていくことになる。この新しい因子とは、レーダの故障とか、異常気象の接近とか、ローリングの増加等である。

このような危険な事態では、衝突や座礁を避けるための緊急停止や船のローリングを減らすためのコース変更等を含む緊急操縦のような緊急な操作が要求される。

事故に到る中の全てのステップには多くの種類の客観的および主観的な要素が含まれている。それらの間に境界線を引くことは問題をより複雑なものにする。場合によっては、次のような方法論も役に立つ。もしある障害のなりゆきが予測できるなら、その時は、最初の要因は主観的なもの、ヒューマンエラーまたは手抜きの結果として良い。その逆の事態では、最初の要因は客観的なものと考えられる。例えば、構造的なまたは材料欠陥を見つけ出すことは、極端に難しく、そして同じ事が寸法の評価や起こった事故の推論についても言う事ができる。異なった船舶事故の分類におけるいくつかの客観的および主観的な要因を表1に示す。それらの選定はいく分不完全なものであるが、しかし、この表から船や海洋構造物の設計、建造、運航時にヒューマンファクタが重要な要素であることが、明らかに読み取ることができる。

船の設計者および建造者は、その仕事を首尾良く仕上げるために、人間-機械システムとしての船の全ての最も本質的な要素を考慮に入れる必要がある。これには操縦性やシステムの考慮が非常に必要となり、これらの

分野との密な協力体制が要求される。これまでの経験では、技術的な分野に制限された手段は、時として予期し得ない結果をもたらすことがわかっている。例えば、'40年代には安全性を増す事を検討されずに広くレーダが導入された結果、衝突および座礁が逆に増えてしまった。

## 2. ヒューマンファクタ評価

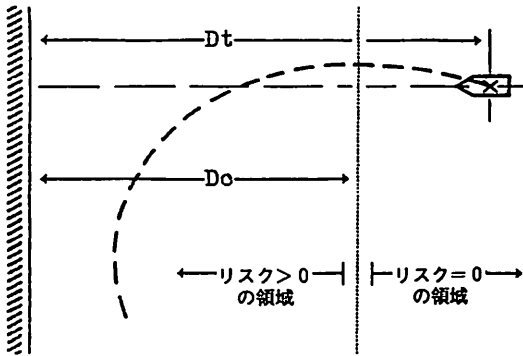
海上における全ての人間活動の本質的な怠慢は大変危険である。まず第一に、船および海上構造物は常に波(水)と風(空気)の相互作用による極端に大きな外力をひんぱんに受ける。強い突風や波、低温によって、複雑さは増し、どうすることもできない事態にさえ陥る。転覆、浸水および氷結は船の遭難の最も多い原因である。

次に、船の職員にとって特徴ある事は、環境：大気圧、気温、気候等のランダムではあるが、一定の変化があることである。それらは、仕事の能力の完全な回復を複雑なものにする。人間活動の他の方面では、仕事時間以外の状態および時間が、肉体的かつ精神的な回復に役立つ。また、とても神経質な人々にとっては、海上にある船として典型的なことである居住空間の狭さや限定された人間関係が問題となる。従って、乗組員の選定やよい職場環境を維持する時には、より厳格な資格、規律が適用されなければならない。

不幸にも、現在、乗組員の減少や船の運航時間の増加等の海上輸送効率の向上が明らかに進んでおり、これらは先述した要因のマイナスの効果を高めることになる。

我々が海上における人間活動の伝統的な形態を分析する上で、たいへん複雑な問題に直面していることは明らかである。ガスおよび鉱物資源の探査、採掘、深海調査等の新しい海上での人間活動形態が、その可能な解決を更により複雑なものにしている。現在の数学的な手法はとても有力であるが、海に關係する複雑な人間-機械システムの解析上の表現の中で、あるとても本質的なリンクが見落されている。今まで、危険な状態が進行する中のヒューマンファクタの重要性を定量的に評価する信頼できる方法は発表されていない。この問題の複雑さは、近似的な手法の使用を容認する。それらの手法の一つとして、以下に操縦者の動きの評価と合わせて船の操縦性を評価する方法を述べる。

海上における衝突と座礁の大部分は、操舵装置の効きの悪さと船の乗組員の不十分な資格によって説明できる。これらの要因は別々に分けて取り扱うことができるだろうか？ この別々に分ける企みを、座礁を避けるための最も簡単な操作を用いて以下に示す。図2に示す回転は対象物との直線距離が  $D_1$  の位置で開始される。この距



▲ 図 2

離と相当する時間は、座礁の確率に影響する要因と考えることができる。この距離の限界値  $D_c$  は、回避操作を開始する安全な部分と事故のリスクがゼロでない部分を分ける位置である。

操船データの統計的解析から、有益な情報が得られると同時に、 $D_t$  の実際の値の分布を作ることでもある。この  $D_t$  の分布は一般に乗組員の資格や船上における紀律の程度といったようなヒューマンファクタに影響されるという重要な示唆が、かなり高い確度で得られている。また、 $D_t$  の実際の値の分布は、操舵範囲や操舵時間のような操舵装置の構造的なパラメータに対する現存の規則に反映させることができる。

要因の1つのグループが一定であると仮定すると、その他のグループが変化する時でも、船の操船性や事故率の評価が可能になる。例えば、より大きな操舵範囲を取ると、初期値  $D_{c0}$  と比較してより小さな限界距離  $D_{c1}$  とすることができ、それに相当する事故の確率の低下は、 $D_{c1}$  および  $D_{c0}$  の中に含まれる  $D_t$  の関係するひん度等に等しくなる。

より熟練した乗組員による事故の確率の低下の大きさは図3の中で初期  $f_0(D_t)$  [図3中の  $f_1$  の誤りと思われる] と新しい分布  $f_1(D_t)$  [図3中の  $f_2$  の誤りと思われる] の間の部分として定義できる。

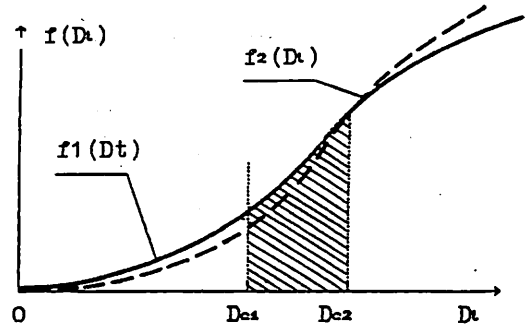
その後、独自に同様な試みが、英国海峡での船の衝突の確率を計算するのに用いられている。

操舵距離の実際の計測を基にすると、必要な分布関数  $F(D_t)$  は図4に示すように与えられる。その近似式は：

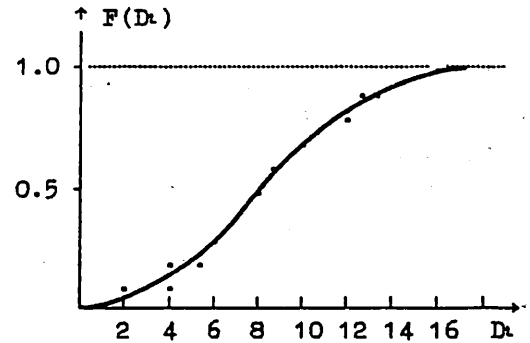
$$F(D_t) = (7218.5 D_t^2 + 4882.8 D_t^3 - 991.82 D_t^4 + 72.479 D_t^5 - 2.3242 D_t^6 + 0.0298 D_t^7) \cdot 10^{-6}, \dots (1)$$

ここで、 $0 < D_t < 16$  miles である。

分布の最も有益な部分は、リスクゾーンにあり、それは  $D_t < D_c$  となる領域である。分布のこの部分にはよ



▲ 図 3



▲ 図 4

り正確な式が必要であるが、適切なデータが不足しているので、衝突や座礁時の非常操舵距離と船体損傷の大きさの相関を仮定することによる仮定的なアプローチが用いられた。

$D_t/D_c$  分布における次式が得られた。

$$f(D_t/D_c) = 10.0 (D_t/D_c)^3 - 8.4 (D_t/D_c)^2 + 2.6 (D_t/D_c) \dots (2)$$

何隻かの商船について、この分布関数を用いた数値解析を行った所、たいへん有益な結果が得られ、rudder area と操舵機のモータの出力を20%増すと、事故の確率を20%以上も減らすことができるとの結果が得られた。

事故による経済的な損失の実質的な減少は、多くの場合、操舵装置の以上のような改良による構造的な費用の増加でカバーされ得る。

### 3. 結論

本論文で述べた試みは仮定的なものである。しかし、ヒューマンファクタの評価に伴う技術規準の効能を定量的に評価することができることを証明することはできた。

いくつかの仮定を行ったが、この問題の解を導き出した(1)および(2)式のような関数は、他の事故の分類、例えば、転覆、火災等についても導き出す事はできる。

## 国内フェリー乗船記

「東北編」(1) 松島

小林 義 秀

私はある時フト気がついた。これだけフラフラ旅して  
いながら日本三景には行った事が無いという事を。四国  
松山に住んでいた時も海を渡ればすぐの厳島に一度も行  
かなかった。「近いからいつでも行ける。」と後まわしに  
しておいたので行けなかったのである。この三景の内初  
めて訪れる事になったのが東北の松島である。実を言う  
と太平洋フェリーに仙台から乗るため、近かったので寄  
ったのである。しかし松島に就航する船達は意外な程、

魅力的だった。ここには松島湾観光汽船、丸文松島汽船、  
ニュー松島観光船、松島島めぐり観光船企業組合、塩釜  
市営船の多数の旅客船が就航している（これらの内、最  
初の3社は共同運航）。各社それぞれ多くの航路を持つ  
が、メインはやはり松島～塩釜の島めぐりルートだろう。  
松島側の乗り場は人が多く、車で行くにも渋滞するこ  
とが多いので塩釜側から船で往復した方がゆったりでき  
る。



ここで有名なのは何といてもハデな観光船  
「龍鵬」と「孔雀丸」だろう。この2隻は圧倒的  
な迫力をもっておいでになったお客様を「迎え  
撃つ」。こと、「龍鵬」に関しては洋上ですれ違

### ◀「孔雀丸」

松島湾のキャラクター船。モダンな船首まわ  
りの造りや、涼しげなブルー系の塗装からは一  
種独特の上品さがうかがえる。

「龍鵬」「はくつる」同様、松島湾観光汽船の船。

### ▶「龍鵬」

徹底したデザインで天下にその名を轟かす強  
烈なイメージのキャラクター船。「孔雀丸」同  
様、レーダは後日追加である。それにしてもこ  
ういった各地のキャラクター船を一ヶ所に集め  
パレードを行ったら全国の子供達はどんなに喜  
ぶだろうか？



った時「うっ!!」と言ったっきり二の句が出なかった。「この船の場合、『全長』というのは龍の口先から尾の先までの長さになるんだろうなあ…」等、くだらんことを考えてしまう。この船にはどうしても乗りたかったが、ダイヤがうまく合わず乗り損ねた。しかし「孔雀丸」には乗船できた。この船は3層の客室を持っているが下から二等、一等、グリーンと区別されている。乗船してか



らの等級変更も可能で切符切りのおばさんがまわって来るからその人に追加料金を渡せば良い。

一等客室の左舷後部には売店があり記念品やコーヒー等売っている。この階は最前部にブリッジがある。グリーンには行かなかったが反航船の写真を撮るには一等の階で十分な気がする。他の就航船に比べ船体が大きいのでスペースはかなりの広さがあるが、なんか「スッカラカン」だなあ…という印象も受けた。

この松島の船達は引退後も各地で活躍している。イラスト説明に記したものの以外にも本稿No.22の「よこはま丸」(元「芭蕉丸」)、やNo.30本文で紹介した「はやぶさⅡ」がある。また「はやぶさⅡ」の姉妹船「はやぶさ」は瀬戸内海の方に売却されている。これらは代船の就航により引退、売却されたものであるがその代船=新船も充分魅力的である。全面ガラス張りながら実に美しくまとまったデザインの「はくつる」、その小型版の「あすか」等である。船名もヘタにチャラチャラと横文字でない所がこれまた良い。モダンな外見にもしっとりした日本語は良く合うのである。乗組員や待合所、売店の人達も家族的で東北らしい人情味がある。

日本人独自の日本らしい船達を見たいのであれば私はこれらの諸船をおすすめしたいと思う。

(つづく)

〔写真〕上から

◀「はくつる」

本稿No.32に登場した「はくつる」の代船が全面ガラス張りの本船である。斬新ながら奇をてらったような姿になっていないのが実に見事である。

◀「第三芭蕉丸」

丸文松島汽船の観光船で「芭蕉丸」シリーズ最新船。反航する「第二芭蕉丸」より撮影した姿である。

◀「仁王丸」

松島島巡り観光船企業組合の観光船。突き出したブリッジに特徴がある。

「あすか」▶

ニュー松島観光船の新船。こういったモダンタイプの船に日本名をつけても何ら異和感が無いという好例、「はくつる」の小型版といった感じである。



◀「うらと丸」

塩釜市営渡船の一隻。同じ市営船の最新鋭「しおじ」は今ひとつつかみどころの無い姿だが、本船は在来型客船の流れをくむどっしりとした外見。



◀「はつかり」

本稿No.33、小樽の観光船となったのが本船。トップヘビーぎみだが各部の丸みがやさしいイメージを与える船である。

◎フェリー乗船記についてご質問、ご意見などありましたら(右)にご連絡下さい。電話0424(82)1014



# 船舶電子航法ノート (168)

木村 小一

今月は、連載から外れて、GPSの最近の状況を紹介する。

## (1) 衛星の現状

衛星の現状については、1990年9月号のノート(160)に掲載されているので、その後の経過を述べる。前回では、SV No20, PRN No20の3月の打上げまでが述べてある。その後8番目のブロックIIの衛星SV No21, PRN No21が、1990年8月2日に打上げられ、同22日に運用に入り、9番目の衛星SV No15, PRN No15が、10月1日に打上げ、15日から運用され、これでブロックII衛星はすべて打上げに成功し、年間5回の打上げがほぼ確保され、予定のスケジュールであった。なお、前の報告のSV No14, PRN No14はその運用がセシウム標準に戻り、SV No16, PRN No16が1991年に入ってから、ルビジウム標準に変わっている。

すでに、衛星製作の契約の完了しているブロックII衛星28の残り19は、ブロックII Aと呼ばれるブロックII衛星よりも若干大型の衛星である。その第1号である、SV No23, PRN No23衛星は、1990年の5番目の衛星として11月26日に打上げに成功した。

この衛星は、12月10日に一旦、運用に入ったが、その直後の12月12日に制御電子回路(CEU)の一つが故障し、太陽電池パネルの一方が制御不能になった。GPS連合計画室は、故障の原因は調査中であるとしているけれども、技術者たちによると、この電気的な故障は追加した衛星搭載システムによってヒューズにより大きい負荷がかかったのが原因でヒューズがとんだと推定している。この衛星は前述のように最初のブロックII A衛星であり、今後の諸試験で回路が過負荷であることが確認されれば、残りのブロックII A衛星の設計は将来の打上げに先立って変更され、改造を余儀なくされるので、次の打上げは少なくとも6月15日以前にはありえず、おそらくそれよりも大きく遅れる見込みとされている。

但し、この事故の時期は湾岸戦争の直前でもあり、自動制御が不能となった太陽電池パネルは、地上から手動で操作されていて、回路に問題があるにも拘らず、衛星

は健康な航法信号を放送している。

この故障はまた、たまたま、1980年4月に打上げられた最も古いブロックI衛星のSV No6, PRN No9が故障勝ちの平衡ホイールのために運用を中止した12月11日のすぐ一日後に起きた。この衛星は三つの運用される平衡ホイールなしでは、衛星のアンテナは、正確な位置データを24時間うまく地球に向けて送信することができない。しかしながら、湾岸の戦争が切迫した時期であったので、このSV No6衛星は、再度の位置決定がなされ、それにより、衛星がベルシャ湾岸上とアメリカの上を通るときには衛星のアンテナは正確に地球に向くようにされているとのことである。

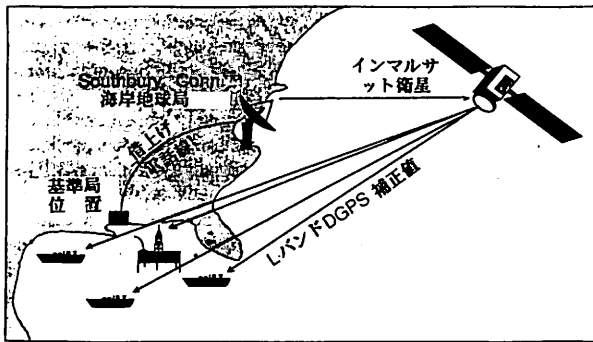
こうして困難さはあるものの、後述するように実質的に1日24時間・全世界的な2次元の測位のできる十分な数の衛星が配置されていることになっている。

なお、ブロックII Rと呼ばれるII Aの後の衛星(II RのRは置換えの意味であるが)は衛星間中継による衛星の追跡が可能となる新設計の衛星で、すでにその20が発注され、6が追加発注のオプションとなっている。

## (2) ディファレンシャルGPSの実用の現状

インマルサット(国際海事衛星機構)は、船舶その他の移動体衛星通信のための国際機関で、全世界的なカバレッジの静止通信衛星を運用しているが、その衛星を利用して行うディファレンシャル業務の重要な役割をもっており、その他を含めて基本的にはGPS測位とその精度の向上に大きな関心をもっている。(その細部は次の機会に紹介する。)

北米では、インマルサットによるディファレンシャルGPS(DGPS)の業務は、インマルサットのアメリカの署名当事者であるCom Satによって提供されている。第1図に示すように、利用者にGPSの信号の補正値を送信するのに、西経26°に静止しているインマルサットの大西洋衛星が使用され、最初の基準局はテキサスのヒューストンに置かれ、メキシコ湾をそのカバレッジとしている。更に他の地域にカバレッジをふやすために、基準局の増加が考えられている。



第1図 Com SatのディファレンシャルGPSシステム

このシステムは商用として計画されているために、最初は、オープン的にインマルサットのLバンド信号が使用できるが、その後はデータは暗号化され、その暗号のキーを使用して加入利用者のみが、DGPSのデータを使用できるとのことである。利用者は、インマルサットの標準A受信機、補助のデータ受信機とGPS受信機が必要である。

基準局は、SouthburyにあるCom Satの海岸地球局へ借上げの専用の電話線で接続されている。補正值データは、ここから衛星に送信され、衛星からは、ほとんどの市販されているDGPS受信機と両立するRTCM SC-104が勧告したフォーマットで、1200 b/sで、その情報を送信する。

インマルサットは、南米西海岸などにあるカバレッジのギャップを解消するために、大西洋衛星の一つを西経55°に移動させて、4静止衛星体制に変更しているが、この大西洋衛星にも上り回線で転送され、この方は補正值の放送は約2秒の遅延があるとされている。このDGPSの次の段階としては、遠隔地などの臨時の基準局を使用して、陸上回線または衛星回線の電話でその局にアクセスすれば、数百キロメートル離れたところでGPSにより正確な位置が得られる業務が考えられている。

英国のRacal社の“Sky Fix”業務は、4局の基準局網とスコットランドのAberdeenの制御センタで集めたデータに依存してDGPS業務を行っている。そこでデータはインテグリティ点検がなされ、その後、イングランドのGoonhilly Downs, CornwellにあるBritish Telecomのインマルサットの上り回線局から放送をするためにフォーマット化がなされる。利用者である船舶は、Racal社から供給される受信専用のDGPS端末と接続されたインマルサットの標準A無線装置を通して信号を受信する。補正值のデータは、5秒以下の更新率の

RTCA SC-104のフォーマットで送信される。これは、3～5メートルの実時間の測位精度を可能にする。こうして、Racal社は1986年から300～700 kmの運用範囲で、この通信回線を使用して、北海にDGPSを与えてきている。会社としては、油とガスの開発会社とそれらの副契約者が衛星利用のDGPSの主要なお客であり続けると予測している。また、この業務は将来のカバレッジの拡張も計画されている。

アメリカのコーストガード (USCG) といくつかのスカンジナビアの当局は、旅客フェリーの運航を含む海上交通業務 (VTS) を助け、危険な航路への進入を容易にするためのDGPSについて作業中である。1989年のExxonのValdez号の油流失事故とその後のより小さい事故の連続の後でのアメリカの法律は、アラスカのPrince William Soundを通過するすべての油槽船に対する拡張したVTS業務の試験を要求している。このような業務の実現の推定費用は、レーダによるシステムと海岸をベースとしたDGPSを使用した自動従属監視 (ADS) のシステムに対して、30百万ドルであると伝えられており、USCGは、ニューヨーク州のMontauk Pointにある中波の無線標識局を使用して、1990年8月にDGPSの放送を開始している。その他の利用方法の中で、その信号は、Narragansett湾の衛星による従属監視の海上交通システムのデモンストレーションの一部として使用されることになっている。この湾はもう一つの油の流失のあったところで、それはタンカーがVTSセンタに誤差のある位置データを与え、パイロットとの出会いに失敗したときに発生したからである。VTSは普通陸岸に近い海域で運用され、衛星回線は必要ないけれども、外海にそのような監視を拡張する利点は、VTSの担当官に一般的に知られている。単独のGPS測位とより少ない繰返間隔での衛星通信でも、外海で運航する船舶に恐らく十分であろうが、沿岸または港湾ではよりよい航法上の位置とより頻度の高い通信が必要となる。

海底探査とサルベージ会社もまた再々DGPSを使用する。メリーランド州の会社で、DGPSを使用するベンチャーとされているEastport International社によると、例えば、DGPSは、航空機や船舶の残骸の探査と地図づくりへの遠隔操縦潜水船 (ROV) の使用に有効であるとしている。このようなサルベージ動作の重要な部分は、回収動作を開始するために、ROVを地図をつくった位置に戻さなければならないことである。今日、Eastport社は、そのプロジェクトのために、臨時に海岸からのDGPS回線をつくらせているが、より距離のある運用には、衛星回線によるDGPSがより注目される

選択になるであろうとしている。

### (3) 湾岸戦争とGPS

GPSは、本来、軍用として開発されたが、いままではほとんど民間用として使用されてきた。今回の湾岸戦争でのGPSの本来の活躍は、新聞紙上でも報じられているが、それらの一部を各種の資料により紹介したい。

50万人の男女の軍人とともにGPSはペルシャ湾の戦場に派遣された。兵器としてはないけれども、それらは兵力を強化するものとして、兵器、戦術または作戦を補強するのに役立ち、百億ドル以上を要して建設された衛星システムとして意図された本来の目標を、急速に達成しつつある。

GPSは最初に派遣された部隊とともに現地に行った。1990年8月2日にイラクがクウェートに侵攻したときに、国防省はすでに4,000台以上のGPSの装置を所有していたが、これらの装置の大半は、Rockwell Internationalが組立てた5チャンネルの空軍と海軍の受信機、2チャンネルの航空機用の装置と1チャンネルのマンバックであった。Texas InstrumentsとMagnavoxの組立てた軍用規格のGPS装置もまた、この地域のアメリカ軍によって使用された。

国防省はまた、イラクの侵攻のあと、砂漠の嵐作戦に従事している陸軍と海兵隊の地上部隊に、困難な砂漠地帯の航法を助けるために、約5,000台の手持ち式の民間用の受信機を取り集めて、それらを中近東に送った。それらは、一時的な試験と訓練のために陸軍が調達し、配布していたものであった。

Trimble Navigationは、これまでに陸軍に3,000台の小型の高精度の航法援助装置を供給していたが、8月のイラクのクウェート侵入以来、国防省の発注で6,300台の追加の装置の組立をした。Magellan System Corp.もまた約2,500台の手持ち式のGPS受信機をアメリカとその他の軍に納入し、できるだけ速い組立を続けた。

前線からの報告によると、しばしば夜に不正確な可能性のある地図をもった比較的特長のない砂漠を通過する陸上の航法は、困った仕事で、多くの時間進路を外れてさまよう一部の部隊を残すことになる。GPS受信機なしで砂漠の中での効果的な作戦はほとんど不可能である。砂漠の中でこの装置なしでいることを望まない個々の部隊または兵士たちから多くの注文がなされた。ある場合には、兵士の母が装置を買って、それらを湾岸の彼女の息子に送ったと、Magellan社は語っている。

こうして侵攻以来、8,000台以上の追加の装置、それ

らのほとんどは、小型・軽量のGPS受信機(SLGR、スラッガーと通称されている)が、英国、フランス、サウジアラビアの軍を含めて注文されたが、これらの陸軍の使用した装置は何れもGPS衛星から放送されているC/Aコードの信号のみを受信できる民間用の装置であった。それと軍用のPコード使用の受信機との二つの測位精度はあまり違わないが、本来の軍の利用者用に設計されたPコードはこれらの受信機では使用できない。

前述したように、新しく打上げた直後に故障したブロックII A衛星と姿勢安定システムの故障から中近東上空の軌道にいる間だけ利用できる信号を与えるように使用されている、再度のスイッチが入れをした古いブロックI衛星を含めて、ほとんどの陸と海の作戦に適應する24時間の2次元の測位を与える十分なカバレッジと、航空機に必要な3次元機能の約21時間のカバレッジとが、この地域の作戦を支えた。

中近東で作戦するのに含まれている各種の軍用移動体国防省の用語ではプラットフォームの一部は、1990年8月にはすでにそれらの航法システムの中にGPSセンサを総合していた。全体として、国防省は1993年の予算年度の終わりに60以上のプラットフォームにGPSを装備するスケジュールとなっていた。

対イラクの戦争用として既にGPSを備えたプラットフォームの中には、B-52G爆撃機とF-111A戦闘爆撃機がある。空軍のEF-111A RavenとRC-135、陸軍のRU-21Hのような電子戦/電子情報戦を備えた航空機は、GPS装置で作戦をする。海軍のEP-3を含む監視用の航空機もまた、GPSを使用し、海軍のE-2CやSentry(E-3A)のようなAWACS(警戒・制御システム搭載機)は既にか、あるいは、間もなくGPSを搭載することになっている。

Sikorsky Pave Low(MH-53J)、Black Hawk(UH-60A)とPave Hawk(MH-60A)はGPS装置を搭載し、多くのその他のヘリコプタは、航法装置の受取を予定している。事実、航空戦の初期に墜落した海軍のF-14 Tomcatのパイロットをイラクの砂漠からの救出に使用されたのはPave Lowであった。

恐らく、ペルシャ湾で作戦する多くの海軍の各艦船はその総合航法装置にGPSを含めており、予備艦船の再就役の責任のある士官は、艦長は最終的にはGPSの航法機能を要求すると報告している。

新しいSLAM(Standoff Land Attack Missile)もまた、A-6またはF/A-18のような空母搭載機の離陸後にコース中央の補正值を与えるための1チャンネルのGPSセンサを搭載している。TVのニュースでイラ



約3,000台のTrimble Navigation製の手持ち式のGPS受信機が湾岸戦争で地上軍に送られた。この受信機は6.5×7.0×2.0インチの大きさである。兵士達は25mの精度で砂漠を航法できる。

第2図 Trimble社のSLGR

クの水力発電所を攻撃したSLAMミサイルのビデオテープを見た人もあると思うが、2月1日に、この装置の製造をしたRockwell International, Collins Avionics and Communications Divisionは、SLAM受信機の新しい製造の契約を発表しており、Rockwellの装置は、自立的または高度計または慣性航法システムとの組み合わせの航法ができる。この新しい注文で、1987年以来、全部で243台のSLAM受信機がつけられたことになる。より大型の艦船および潜水艦から打ち上げるTomahawk巡航ミサイルの将来の型もまた、GPSの機能を装備するスケジュールとなっている。

SLGR(スラッガー)の内のTrimbleのものはTrimpackと呼ばれる受信機で(第2図)、ほぼ双眼鏡または代表的なカーステレオの大きさである。この装置は約2.5年前の技術に基づいているが、信頼性があり、生産が容易で、故障間平均時間は15,000時間と計算されている。

Magellanの方の装置(第3図)はより小型で、その寸法は8.75×3.5×2.13インチで、大体大きな電卓の大きさで、普通のAAアルカリ電池6個の電源で6時間動作する。

陸軍の場合、TrimpackにはBA5800二酸化ナトリウムリチウム電池を使用しており、21時間までの動作ができる。電池込みの全質量は4.21lbである。Trimpackはまた充電式のニッケルカドミウムまたはAAアルカリ電池と外部電源でも動作できる。

SLGRの多くは、軽装甲車、輸送用のトラック、ヘリコプタのような乗り物に取付けられている。Trimpackの場合は、乗り物への装備キットと基本装置と使用する外部アンテナやケーブルのような多くの周辺機器が使用できる。120mmの大砲で武装されている55トンの戦車であるM-1A1 Abrams戦車にTrimpackを使



第3図 Magellan社のSLGR

用するときには、戦車の金属の外装が、衛星の信号をブロックするので、煙草の箱程度の大きさの外部アンテナを戦車の頂部に装備し、それで、戦場では、化学、生物、械の攻撃に対して遮蔽される使い方をするとされている。

受信機は野外で機能するために丈夫でなければならない。Trimpackは、金属入りのポリカーボネートプラスチックで作られたインジェクションモールドの外箱に納められている。丈夫で軽く、金属のケースと同様な電磁干渉からの保護が与えら

れている。

GPSで求めた位置は、標準の緯度と経度、軍用の格子基準系または万能逆メルカトルで与えることができる。また、多数の測地系が、現地の地図の座標を受入れるために基準の真の位置に対しても利用できる。

これらの装置はまた、簡単な表示の座標だけよりもより多くの航法の役にたつ。兵士たちはSLGRの中へ作戦の概要を記憶させることができ、その後、それは次の作戦のウェイポイントまでの方位と距離も与えられる。これらの装置は、支援航空機の攻撃のための接近または砲撃の目的のために敵軍の位置の計算にも使用できる。地上戦闘開始前のアラビアでの陸軍の野外試験では、スラッガーは丈夫で、信頼性があり、使用が容易であることが明らかに証明された。

戦闘行為の勃発の少し後にアメリカ軍の間に数千台のC/Aコードのみの受信機が存在することが、国防省の担当官の各種の政策のジレンマを引き起こした。システムの軍用の長期プランは、民間に利用可能なC/Aコードの信号の精度を100mに劣化することを要求し、この実際は、選択利用性(SA)として知られている。同時に、Pコードは、Yコードと呼ばれるものに変えることで暗号化され、それにより、より正確な測位機能は承認された群の利用者のみが利用可能となるとされており、これをアンチスプーフィング(AS)という。

すでにこのノートでも触れたように、SAは1990年3

月に具体化された。しかしながら、その8月の初めに、民間のGPS利用者たちは、SAは中止されたか、少なくとも大きく減小されたように見えると報告を始めた。軍の担当官は、この事実を公式に確認することを渋ったけれども、スラッガーを備えたアメリカの兵隊に、より高精度のC/A信号を与えることの決定に達したことは明らかであり、国防省は、このような民間用の受信機の使用は一時的なもので、軍用の受信機が多くなれば、連邦電波航法プランでも規定されているように、選択利用性の発動を止めたわけではないとのコメントもあると伝えられている。

このような決定があるとすれば、それは、C/AコードのGPS装置がイラク軍の手にあるとしても、アメリカの軍がGPSを使用するための広範な利点を失うことはないとの確信によるものだろう。

イラクは、GPS装置を所有しており、それらをスカッドミサイル作戦に使用したとされている。その購入した書類カバン型のGPS受信機が在来の測量技術による古い方法では貴重な時間を浪費するので、目標データをミサイルに入力できる前に必要な展開後の打上げ台の位置の瞬間的な計算に使用されたいと、Wall Street Journal紙のコラムは伝えているとのことである。イラクが、GPS装置を持っているかどうかは、この報道の段階では確認されていないが、この数カ月の調査の結果では、イラクがGPS装置を購入したといういくつかの噂がある。これらは特定の場合として明らかにできなかったと、軍当局はもらしている。軍用のPコード受信機の販売は禁止されているけれども、民間用のGPS受信機は、イラクのクウェートへの侵攻とその後の国連のイラクに対する通商禁止前に、イラクに対して法的には輸出可能であったからである。

#### (4) 1990年版の連邦電波航法プランとGPS

連邦電波航法プランは、アメリカの国防省と運輸省が、両省の共同文書として、両省長官の署名付きで隔年に公表されていて、これは、連邦政府が提供する電波航法システムの現状と将来の計画を述べている公式文書である。その1990年版は、1990年11月28日に発表されたが、その後印刷されたその全文を入手する機会を得た(表紙を第4図に示す)。この文書には、「1990年から1992年の将来の電波航法システムの組み合わせの両省の政策とプラン」がまとめてあるので、ここでは、そのGPSに関係する部分のみを抜粋して以下に紹介する。

まず、目標の項では、次のように述べてある。国防省は、新しいハイテクの電波航法システム、GPSを導入



第4図 連邦電波航法プラン  
1990年版の表紙

中で、そのシステムは、全世界ベースで広く民間用となるであろう。このシステムは、ほとんどのその他の電波航法システムの精度とカバレッジの機能に適合するかそれ以上である可能性をもっている。従って、GPSの完全な民間用の可能性が実現すれば、運輸省は、現存の電波航法システムのあるものの中止を考える予定である。

次に、個別の各システムの項では次のようになっていく。

GPS: GPSは国防省が開発した全世界的な衛星利用の電波航法システムで、十分に次の世紀への国防省の一次的な電波航法システムとなるだろう。衛星の配置は最終的には24の運用衛星(21プラス運用する予備3)から構成される予定である。21の運用する(ブロックII)衛星が、それらに割当てられた軌道で機能しているようになったときに、国防省はGPSの軌道配置が完全に運用になったと宣言するだろう。これは1993年になると期待されている。システムは開発中であり、信号の利用度と精度は国防省の判断で警告なしに変更されることが、利用者に注意されている。従って、システムが運用を宣言されるまでは、システムのすべての使用は、利用者自身のリスクである。

GPSは、標準測位業務(SPS)と精密測位業務(PPS)の二つのレベルの業務を与える。

SPSの政策: SPSは、直接の料金なしに、すべてのGPS利用者が連続的な全世界ベースでの利用が可能な測位と時間の業務である。SPSは、GPS L1周波数で与えられ、その周波数にはC/Aコードと航法データメッセージが含まれている。SPSは、100m 2 drms(95%確率)と300m 99.99%確率の水平測位精度をうる機能を与えるよう設計されている。GPS L1周波数はまたPコードも含んでいるが、それはSPS部分ではない。GPS衛星の配置が作られている間は、Pコードは周期的に利用可能であるかもしれない。しかしながら、GPSが完全な運用を宣言したときに、Pコードを一般に利用できるようにする計画はない。

PPSの政策: PPSは、国防省によって承認された

利用者に連続で全世界的ベースで利用できる高い精度の軍用の測位、速度と時間の業務である。PPSは、GPSのL1とL2の周波数で送信するデータをもつであろう。

PPSは一次的にはアメリカの軍用として設計された。それは暗号の使用で未承認利用者には拒否されるだろう。PPSは国防省と特殊な協定によってアメリカ合衆国と連合政府の(民間と軍の)利用者に利用可能にな

るだろう。国内と外国の制限された非合衆国政府の民間利用は、要求に基づいて検討され、次の事項によりケースバイケースで承認されるだろう。

- そうすることが国としての関心事であるとき
- 申請者が、規程されたGPSの秘密保持に適合できるとき
- PPS使用以外適当な代替法が利用できないとき

お知らせ

お知らせ

6月3日・4日の2日間

船舶技術研究所 平成3年度春季(第57回)研究発表会を開催

このたび、船舶技術研究所の平成3年度春季(第57回)研究発表会が開催されます。

今回は、構造、機関、材料、装備および原子力部門について、次の課題を中心に発表が行われます。

日時 第1日目 平成3年6月3日(月) 10:00~16:40  
第2日目 平成3年6月4日(火) 10:00~16:52

<発表課題>

第1日目

- 材料の強度評価および欠陥評価技術に関する研究
- プラズマ溶射による新材料の開発に関する研究
- 光複合材料の加工利用技術に関する研究
- 船体に働く荷重と動的応答に関する研究

- 構造要素の動的応答に関する研究
- 船舶の構造設計に関する研究
- 第2日目
- 新形式機関に関する研究
- 船用機関の安全性の向上、排ガス浄化に関する研究
- 海洋・地球環境保全に関する研究
- 脱出システム等に関する研究
- 船舶の振動・騒音に関する研究
- 放射性物質の安全輸送等に関する研究

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(45)5171(代)

新刊図書案内

うぐいす六法

□平成3年版□

変わらぬお引き立て  
ありがとうございます

驚色の表紙でお馴染みの海事法令シリーズ(うぐいす六法)が、おかげ様で創刊25周年を迎えました。実務用途に徹した使い易い編集が、各方面で増々好評です。

- 最新 763法令を分冊収録
- 改正法は完全に網羅
- 参照条文を正確に明示
- 改正経緯が一目瞭然

实用海事六法 平成3年版

運輸省監修 B6判/定価4,800円(〒410)  
海事法令の中から重要なものを抽出。携帯に便利。

海技試験六法 平成3年版

運輸省海上技術安全局船員部監修 B6判/定価4,000円(〒460)  
海技試験の口述試験場へ持込が認められた六法。

造船統計要覧 1991年版

運輸省海上技術安全局監修 A6判/定価2,500円(〒310)

創刊25周年

- ① 海運六法 運輸省貨物流通局監修 A5判/定価8,000円(〒410)
- ② 船舶六法 運輸省海上技術安全局監修 A5判/定価15,000円(〒510)
- ③ 船員六法 運輸省海上技術安全局船員部監修 A5判/定価12,000円(〒460)
- ④ 海上保安六法 海上保安庁監修 A5判/定価11,000円(〒410)
- ⑤ 港湾六法 運輸省港湾局監修 A5判/定価12,000円(〒460)

パソコン使用法のABC

□今枝彬郎・島田 稔・木村隆一・中原喜太・張野順共著  
■A5判/定価2,800円(〒360)

BASICの基礎と応用、ワープロ(一太郎)の使い方を、実習中心にやさしく説明。初心者必須知識を一冊に凝縮。

超電導テクノロジー入門

□武田幸男著  
■A5判/近日発売予定

電気工学と低温工学の歴史の流れから、超電導現象の発見と応用、電磁推進船ほか各種機器の実用化へと説き進める。

〔定価・発送費(〒)は  
全て消費税込みです〕

〒160 東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル  
TEL 03(3357)5861・FAX 03(3357)5867

(株)成山堂書店

## &lt;第112回&gt;

## 第31回コンテナ貨物小委員会(BC小委員会)の報告

運輸省 海上技術安全局

IMOのBC小委員会第31回会合が、平成3年1月7日から11日までロンドンIMO本部において開催された。

## 1. 固体ばら積み貨物に関する安全実施基準

## (1) ばら積み貨物の移動に関する新基準の作成

## ●液状化する貨物の判定試験法の見直し

フローテーブル法は、英国の改正提案が全面的に認められBCコード付録D表を改正することとなった。

我が国提案の貫入法に関しては、試験装置を頑丈なものとする、加振器の仕様、試験加速度の大きさ、加速度を調整する際の加速度計測方法などを明確に示すこと、および一般的な加振器であって安価なものでの試験の実施が可能かどうか問題点等の抽出を行う。

我が国は、これらの事項について研究を行い、国際共同実験の推進を図る旨回答した。

スウェーデン提案のプロクター・ファガバーク試験法については5種類の試料を用いて実験し、他の試験法との整合性を評価することとなった。

## ●ばら積み貨物船の喪失

行方不明船に関する情報が少ないため、原因を明らかにすることが困難であることおよび前回会合で作成することとなった航海状況に関するデータレコーダについて勧告を海上安全委員会が注意するよう要請することとなった。

そのほかに、ばら積み貨物の船積み状態および当該船舶がBCコードの要件を満足しているかどうかに関する情報の記入様式を次回会合に提出するよう要請することとなった。

## ●粘着性/非粘着性物質

オランダ提案のヒマの実については、非粘着性物質かつ穀類同様の性状を有するものとして合意された。他の2物質は、資料不足等を理由に次回会合で検討することとなった。

## (2) 石炭スケジュールの改正

米国からの提案は現行の石炭カテゴリーの廃止であったがこれに対する検討を行った結果廃止されることが合意されたが、詳細についてはワーキンググループに委ねられた。

米国提案がほぼ全面的に受け入れられ、我が国の提案も十分に考慮されたものの、船積時の石炭温度をできる限り低くするとの意見は、夏期における周囲温度が制御値である55℃に近い場合もあることを理由に削除された。これに代えて船積時に船長が自然発熱について助言を求めることが可能なように特別注意事項欄に記載された。

## (3) その他

ドイツより提案された閉囲空間での酸欠事故防止に関するBCコード付録Fの見直しが審議されこれをMSC回章するようMSCに要請することとなった。

本コードは固体ばら積み以外にもタンカー、ガスカヤリア等に適用可能であり、MSCでの判断で関連小委員会に本件検討を移すこととなった。

各小委員会では審議され1993年にMSCで検討され第18回総会へ提出される予定である。

BCコードのB表の隔離要件および換気要件の見直しについては今後検討していくこととなった。

主官庁の定義の明確化については次回検討することとなった。

## 2. 非標準化貨物の有効な固縛方法の評価法の作成

固縛力の計算方法につき審議が行われ、対象となる貨物は非標準化貨物のみならず半標準化貨物(非専用船に積付けられるコンテナやトレーラ等)は船級協会規則でカバーされているものもあるため、これらを含めることとした。また専用船で運ばれる特別な重量物については除外することとした。

固縛力の計算にあたり固縛装具の強度基準について(最大固縛荷重)(計算強度)などの概念を導入した。国際的に統一された概念を導入する必要があるため我が国において使われている(SWL)については支持を得られなかった。

簡単に必要な固縛力を計算するため、目安になる式を採用するとともに更に進んだ実用計算式開発のため、各種の前提条件や貨物と積み付け場所の摩擦力の計算方法につき合意した。

次回会合までにドイツは目安の式の精度の検証および貨物にかかる加速度計算のための数学モデルを提出することとなった。

この目安の式や実用計算式等の取扱いについては次回会合にて審議されることとなった。

#### ●鋼板コイルの積み付け

ピラミッド方式による積み付け方法を標準の1つとして認めることが合意されBCサーキュラーとして回章されることとなった。

### 3. 「コンテナまたは、車両への貨物の収納のためのIMO/ILO手引書」の改正

各メンバーに対し、関係する図、表、情報の提案をするよう要請しIMDGコードの改正点は本手引書にて考慮すべきであること等を考えて改正作業を進めるよう事務局に要請した。

### 4. 「CSC条約」および「CSC条約の統一解釈と実施についての勧告」の改正

(1) 本文中の質量系の単位変更については現存コンテナについては対象外とし、将来の新造コンテナを対象とすることとなった。

(2) オフショアコンテナについてはCSC条約から除外し、これらの設計、テスト、検査についてはMSCサ

ーキュラーとして回章する方針になった。サーキュラー内容については次回小委員会で審議することとなった。

(3) 「安全承認板および他のデータ板を一板の基板に取り付けることは、コンテナ所有者の選択とすべき」という日本提案は承認され、これを加えて「CSC条約の附属書」および「統一解釈と実施についての勧告」の改正案が本小委員会で承認され次回MSCにて採択されるよう要請することとなった。

本改正の発効日は1993年1月1日とするようMSCにコメントすることとなった。

### 5. 海洋汚染の防止と軽減に関するIMO条約等の見直し

(1) 廃棄物の越境移動に関するIMDGコードの新27章の作成を検討しており、またばら積み固体廃棄物に関する規定をBCコードの新10章の作成として検討することとなった。

ばら積み固体貨物の中で海洋汚染物質は2物質だけであるのでこれをMARPOL Annex VIに含めるべきであるとした。

### 6. 海難における人的要素

(1) 水分値の測定等に関するBCコードの付録Dの見直し

(2) 閉閉空間に入る時の酸欠事故等の予防に関するBCコードの付録Fの見直し

これらをMSCに報告することとなった。

### 7. 廃棄物の越境移動

BCコードの改正案が作成され、コード中にばら積み固体廃棄物の輸送に関する新10章を含めることに合意し、これをMSCで承認することを要請した。

またバーゼル条約が発効したときに再度必要な改正を行うこととした。

(文責・浅利和春)



## ◎ 近日刊行予定 予約注文受付中 ◎

絶賛を博した初版内容を大幅に改訂・増補した液化ガスタンカー技術資料の最新版／

## 改訂増補

## 「LNG 船／LPG 船技術資料」

LNG 船、LPG 船およびその他の液化ガスタンカーに関するデータを1冊に集約したものである。世界にも類例がなく、初版が発売されると共にたちまち品切れとなり、高い評価を頂くと共に再版の御要望が絶え間無かった。

この度、編著者恵美洋彦氏およびその他の方々の協力を得て、その後の内外液化ガス船に関する最新の資料を加え改訂増補版として刊行することにした。

新世代型および新規建造中のLNG船やその他の新設計の液化ガス船も加え、「写真と要目」と共に40隻を超える新造船を新たに紹介している。また図表・項目は例えば全LNG船主要目一覧は最新のデータにより刷新する等、80点以上の改廃・追加をしてある。結局改訂増補したものは実質170ページを超え、最新のデータ集として必ずや関係者のご満足を頂けるものと確信している。

液化ガスに関係される方々の必携として利用されることをお勧めする次第である。

「船の科学」編集部

申 込 先 株式会社 船舶技術協会  
 ☎104 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル  
 電 話・ファックス 03-3552-8798

※ 御注文なさる方は、「はがき」または下記の注文書に記載の上、当方へ御送付下さい。

## 注文書 改訂増補「LNG/LPG船技術資料」

定 価 39,000円(税込)

工学博士 恵美洋彦 編著

予約特価 35,000円(税込)

B5版 約650頁 上製本 函入り

注文部数 上記の図書を\_\_\_\_\_部注文いたします。

御住所 \_\_\_\_\_

貴社名 \_\_\_\_\_

部 課 名 \_\_\_\_\_

担 当 者 \_\_\_\_\_

※代金お支払い方法 (○印をお付け下さい)

銀行振込・郵便振替・現金書留

※当社に直接御注文いただけるかたには、送料を当社負担といたします。

# 平成2年度(3年3月分)新造船許可集計

運輸省 海上技術安全局

区 分		4月～3年3月分				3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	18	253,606	305,035		3	26,850	29,600	
	油槽船	7	617,359	938,291		1	2,760	3,000	
	その他	6	71,450	27,700		0	0	0	
	小計	31	942,415	1,271,026		4	29,610	32,600	
輸出船	貨物船	124	2,958,459	3,585,663		5	178,210	173,150	
	油槽船	123	6,786,604	11,535,672		1	4,630	7,500	
	その他	1	14,100	3,600		0	0	0	
	小計	248	9,759,163	15,124,935		6	182,840	180,650	
合 計		279	10,701,578	16,395,961	1,429,831 百万円	10	212,450	213,250	50,901 百万円

● 編 集 後 記 ●

□ ソ連ゴルバチョフ大統領夫妻は多数の随員を従えて4月16日来日した。筆者の如く戦争を体験した世代にとっては終戦前後のソ連の一方的暴力且非人道的行為は忘れようとしても忘れ得ないもので感情的にもどうしても好きになれない。抑留者の問題にしる北方領土の問題にしても終戦末期の混乱に乗じてソ連は日ソ不可侵条約を一方的に破棄して旧満州樺太千島列島を不法に占領し、日本固有の北方四島を今日迄保有している。従って日本は飽くまでも無条件四島即時返還を堂々と主張し続けるべきであると思う。

□ 90年度の最も優れた国産船舶に贈る「シップ・オブ・ザ・イヤー'90」に日本郵船所有三菱重工建造の豪華客船「クリスタル・ハーモニー」が選ばれ4月12日の各新聞紙上に発表された。同作品賞は日本造船学会誌739号(今年1月号)に会告で選考要領が精しく発表されているように自動車業界の「カー・オブ・ザ・イヤー」にならって今年から新に制定されたもので5月15日同学会総会の席上表彰状が授与される。尚同学会相原事務局長の

説明に依ると2月末迄に各界より22作品が応募し3月の予備審査会で7作品に絞られ4月の本審査会で「クリスタル・ハーモニー」が選ばれたとの事である。審査員の顔触れは予備審査員は大手造船設計部長、大手海運工務部長学会理事、本審査員は黒川紀章、柳原良平氏他著名なデザイナー、新聞記者等であり審査の対照作品は国産商船、官公庁船海洋構造物であるとのことである。

□ 4月5日付、日経新聞によると北海道経済連合会が東京港と苫小牧港間の貨物海上輸送に「スーパーライナー」を利用することを検討し始めた由である。これは新千歳空港をバンク状態にある成田空港にかわる国際貨物拠点とするには陸上輸送でトラック20時間JR17時間かかるものを12時間の海上輸送にする方が有利であるとの考えによるものである。「テクノスーパーライナー'93」研究開発事業については平成元年より発足し平成5年度迄に新形式超高速船の設計技術確立を目指すものである。本誌一昨年8月号に「新形式超高速船の研究開発について」と題し詳細に紹介して居り参考とされたい。

☆ 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 8,030円 税込 { 1ケ年分 15,450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 載 第44巻 第5号 (No. 511)  
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3年5月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }  
平成3年5月10日発行 { 第3種郵便物認可 }  
(本体 1,359円) 定価 1,400円 (〒56円)  
発行人 高 柳 武 男  
編集委員長 田 宮 真  
印刷所 大洋印刷産業株式会社

波浪貫通型 軽合金高速双胴旅客船

# Wave Piercer

ウェーブピアサー



波を貫くというコンセプトにより  
生まれたインキャット・ウェーブピアサーは、  
優れた操船性能と耐波性能により、快適なクルージングをお約束します。  
超高速旅客船から高速カーフェリーまで高速カタマランシリーズを  
ニーズに合わせたデザインでお届けします。

CORNES



INCAT DESIGNS 日本総代理店

コーンズ・アンド・カンパニー・リミテッド

マリン デイベロップメント

東京都中央区日本橋2-3-10 丸善ビル 〒103 ☎(03)3272-5771 FAX(03)3271-0676

昭和三十三年五月十日発行  
 平成二十三年五月五日印刷  
 第三種郵便物認可

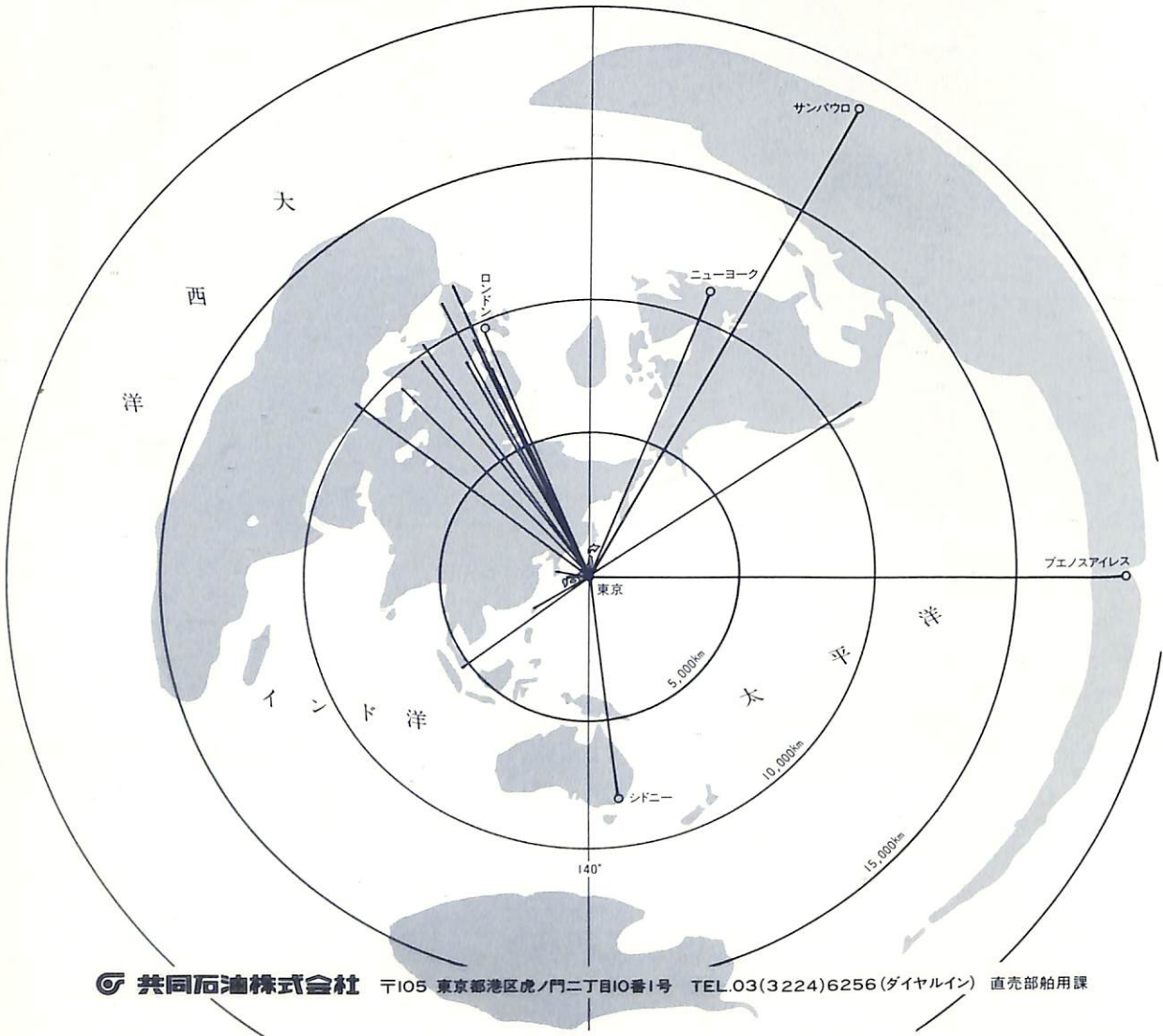
# SAFETY NETWORK

## Kyoseki — elf

共同石油はエルフ社との提携によって、日本国内はもとより、世界主要450港での統一規格品として、高品質マリンオイルの供給及び技術サービスを実施しています。

共石エルフ マリンオイルシリーズ

タルシア	XT40	ディソラ	M30I5	オーレリア	3030	アトランタマリン	30
	XT70		M40I5		4030		D3005
	XT85				XT3040		D4005
					XT4040		



船の科学

(定価) 一四〇〇円  
 (本体) 一三五九円

(株) 船舶技術協会  
 東京都中央区新川一丁目三十一番七号  
 電話 東京 (352) 八七九八番

共同石油株式会社 〒105 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 TEL.03(3224)6256(ダイヤルイン) 直売部船用課

保存委番号：  
 196008

T4910773905005

雑誌07739-5