

船の科学 1987

VOL.40 NO. 10

HÄGGLUNDS

●複索グラブ・クレーン●



K型・巻上げ能力 25 T・旋回半径 24 m・巻上げ速度 40 m/min

ヘグランド日本 株式会社

〒107 東京都港区赤坂1-8-10 (第9興和ビル)

TEL.(03) 588-0291 FAX.(03) 582-3237

TLX. 2422179 HAGJPN.J

356 SUNNY DAYS!!

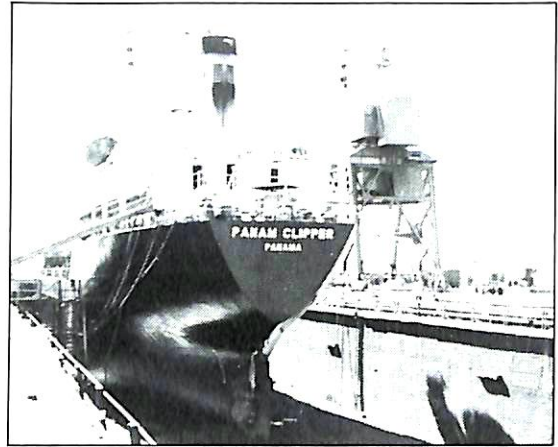
修繕と改造はカリブ海“キュラソー”で…
降雨量は年間わずか400ミリ。

- 設 備
- 修繕ドック 2基
 - 150,000dwt 1基
 - 28,000dwt 1基
 - フローティング・ドック 1基
 - 10,000T(リフティング・キャパ) 165×29(m)

- 1,800m (総延長) 修繕岸壁
- 各種クレーン(ドックサイド) 9基

事業内容

- 船舶の修繕・改造
- 発電機・モーターの修繕と巻換え
- 電子機器および自動化装置の修繕
- 年中無休サービス、ジェット便は北米、南米、ヨーロッパ各地へ直行便毎日運行。



入渠中のカベラケミカル殿ケミカルタンカー

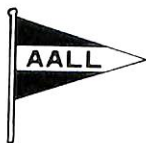
会社別主要御得意先(順不同)

大 洋 商 船	北 真 船 舶	東 京 マ リ ン
三 光 汽 船	英 雄 海 運	安 保 商 店
日 正 汽 船	萬 野 汽 船	日 魯 漁 業
上 村 海 運 商 会	東 興 海 運	雄 洋 海 運
関 汽 外 航	大 日 マ リ ン	シ ン コ ー ・ マ リ タイ ム
近 海 タ ン カ ー	乾 山 下 新 日 本 汽 船	永 井 海 運
鹿 島 汽 船 船 舶	山 下 新 日 本 汽 船	大 神 運 汽 船
大 阪 商 船 三 井 船 舶	関 住 友 商 事	八 幡 汽 船
中 野 海 運	住 友 商 事	パ ル シ ッ ピ ン グ
ファーイースト・シッピング	ジャ ン ・ ラ イ ン	共 栄 タ ン カ ー
クリムソン・ライン	矢 野 海 運	極 東 船 舶
中 村 汽 船	神 戸 シ ッ ピ ン グ	



CURACAO DRYDOCK COMPANY INC.

Curacao NETHERLANDS ANTILLES



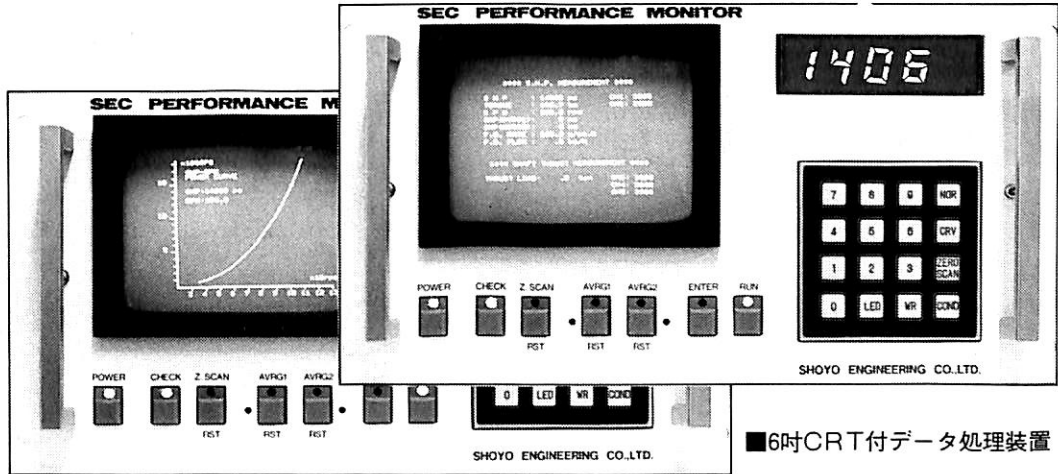
総代理店

オールアンドコンパニー リミテッド

〒105 東京都港区西新橋1-1-3(東京桜田ビル) 電話(03)(503)2030代
テレックス222-3266 "AALL J"
〒650 神戸市中央区波止場町3番1号 電話(078)(391)1181代
テレックス5622-414 "AALL KB J"

SEC PERFORMANCE MONITOR

高精度軸馬力計及び軸スラスト荷重計により、主機関を含めた全推進系の総合解析が実現します。



■6吋CRT付データ処理装置

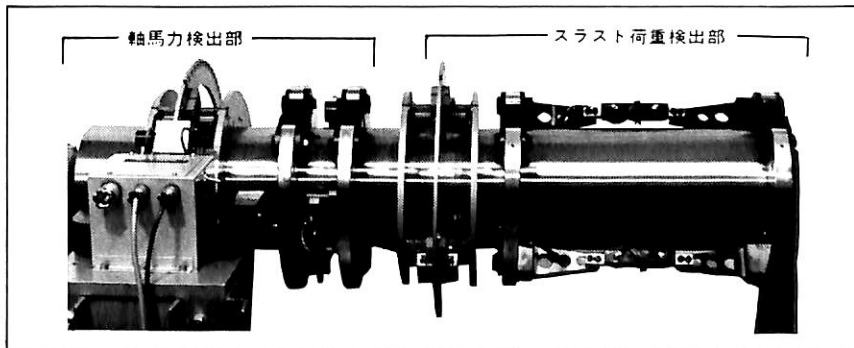
CRT表示例

SHAFT SPEED
 SHAFT HORSEPOWER
 MEAN SHAFT HORSEPOWER(1min~24h)
 INTEGRATED SHP/REVOLUTION
 TORQUE
 THRUST
 F.O. CONSUMPTION RATE(1) kg/h
 F.O. CONSUMPTION RATE(2) kg/mile
 F.O. CONSUMPTION RATE(3) g/PS-h
 PROPELLER EFFICIENCY %
 PROPLUSIVE EFFICIENCY %
 POWER CURVE/OPERATING POINT DISPLAY

110台の納入実績を持つ軸馬力計から発展したパフォーマンスモニターは豊富な演算表示機能により船舶のあらゆる推進性能を解析します。

パフォーマンスモニター納入実績(敬称略)

弓削商船高専 練習船
 神戸商船大学 練習船
 日本水産(株) トロール船



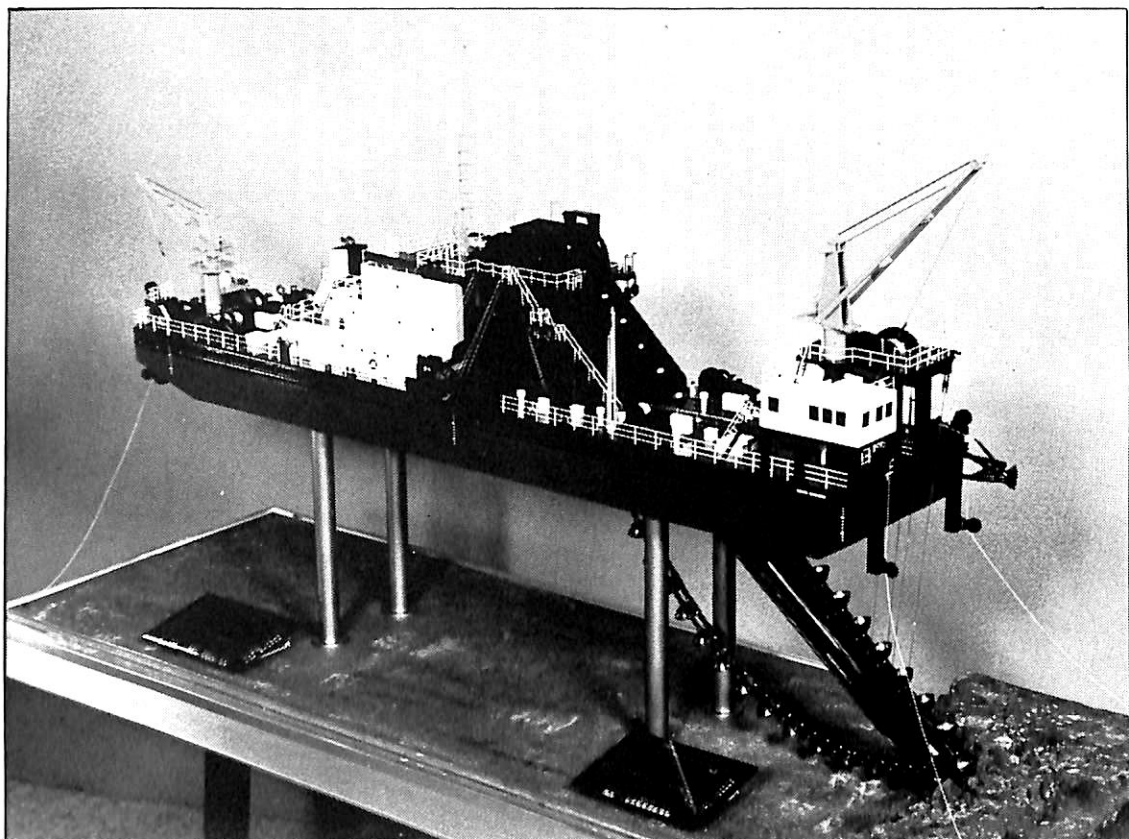
 (株)湘洋エンジニアリング

〒220 横浜市西区楠町14-1

電話 : (045)312-2427
 ファックス : (045)314-2907
 テレックス : 3823036 SHOYO J

業界各位の皆様への御愛顧に 深く感謝申し上げます。

営業品目＝各種精密模型／船舶・車輛・航空・機械・建築
電気・プラント・試作・検討用(出張製作も可)



バケット浚渫船“サンタ カタリナ” 縮尺：1/60

御用命先：日本鋼管株式会社



(有) 横 浜 精 密

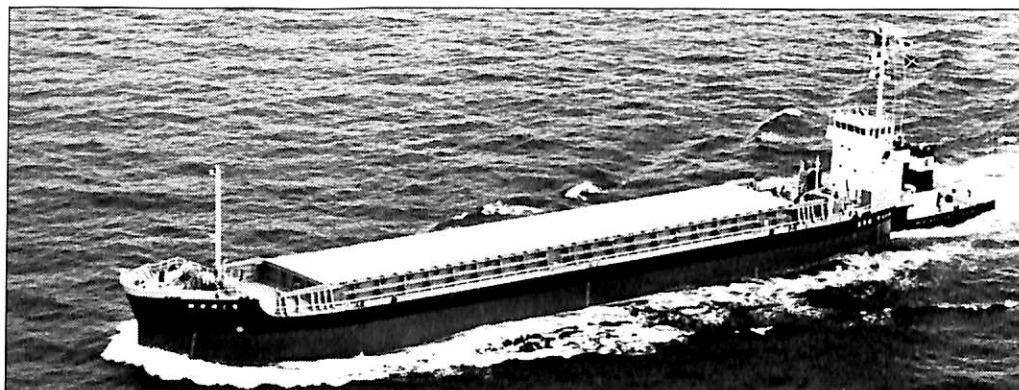
取締役代表 堀 内 勲

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 〒401-03

目 次

- 5 新造船写真集 (No. 468)
- 12 海洋レジャー IHI・Aqua Series
双胴型アクア・クリッパー, アクア・ダイバース 石川島播磨重工業
- 15 大型水中観光船マリン・キッスおよび小型水中観光船(透視図)..... 箕治マリンデザイン
- 16 日本商船隊の懐古 No.99 (博多丸, 松江丸) 山 田 早 苗
- 18 商船の映像(49)「クルーズの情景」(マリボサ, フェアウインド)..... 野 間 恒
- 20 ドイツ生まれの大型帆走客船“SEA CLOUD” 府 川 義 辰
-
- 25 9月のニュース解説(昭和63年度海事関係予算要求) 米 田 博
- 28 2,100 総噸型鋼製旅客船/自動車航送船“フェリーくにが”の概要 林 兼 船 渠
- 34 世界最大級のフローテル
自航半潜式“POLYCONFIDENCE”の概要 三 井 造 船
- 42 水中観光の夢を拓く水中観光船について
石垣島に就航した“マリン・キッス”他 箕治マリンデザイン
- 49 ●造船・海運各社の新事業シリーズⅡ
大空への進出“飛行船”新事業 大阪商船三井船舶
-
- 昭和62年度日本造船学会授賞論文要約紹介
- 50 Added Resistance in Waves in the Light of Unsteady wave
Pattern Analysis および波浪中の船に働く流体に関する一連の論文 ... 大 楠 丹
- 52 表面亀裂開口変位による大径鋼管の脆性破壊発生特性の評価 川 口 喜 明
- 54 境界要素法の直接法によるプロペラまわりの二次元流れ解析 凌 志 浩
- 56 船体骨組構造の確率的塑性崩壊解析に関する考察 岡 田 博 雄
-
- 58 海上は免震か? — 海震の調査 — 濱 村 建 治
- 62 ●船舶と海洋鋼構造物の防錆・防食技術と施工法(14)
バラスト・タンク防食の変遷(その3) 濱 田 外 治 郎
- 68 ●船舶用塗料について<その26>
第5章 船の塗料の歴史 中 国 塗 料
- 71 ●シリーズ・日本の艦艇・商船の電気技術史<その37>
第4章 水中音響機器 桑 原 新・久山多美男
-
- 75 造船工学覚え書<44> 川 上 益 男
- 80 船舶電子航法ノート<125> 木 村 小 一
-
- 86 ●IMOコーナー(第69回)
第30回設計設備(D E)小委員会 運輸省海上技術安全局
- 製品紹介 SOLAS条約適合複合型高速救助艇HB-490 RS アキレス
アルミ用亀裂探査器(SA-747シリーズ) 新栄製作所

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

東京都中央区東日本橋3の4の14
 小沢ビル 電話03(667)6633
 ファックス 03(667)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



船舶艀装品研究所

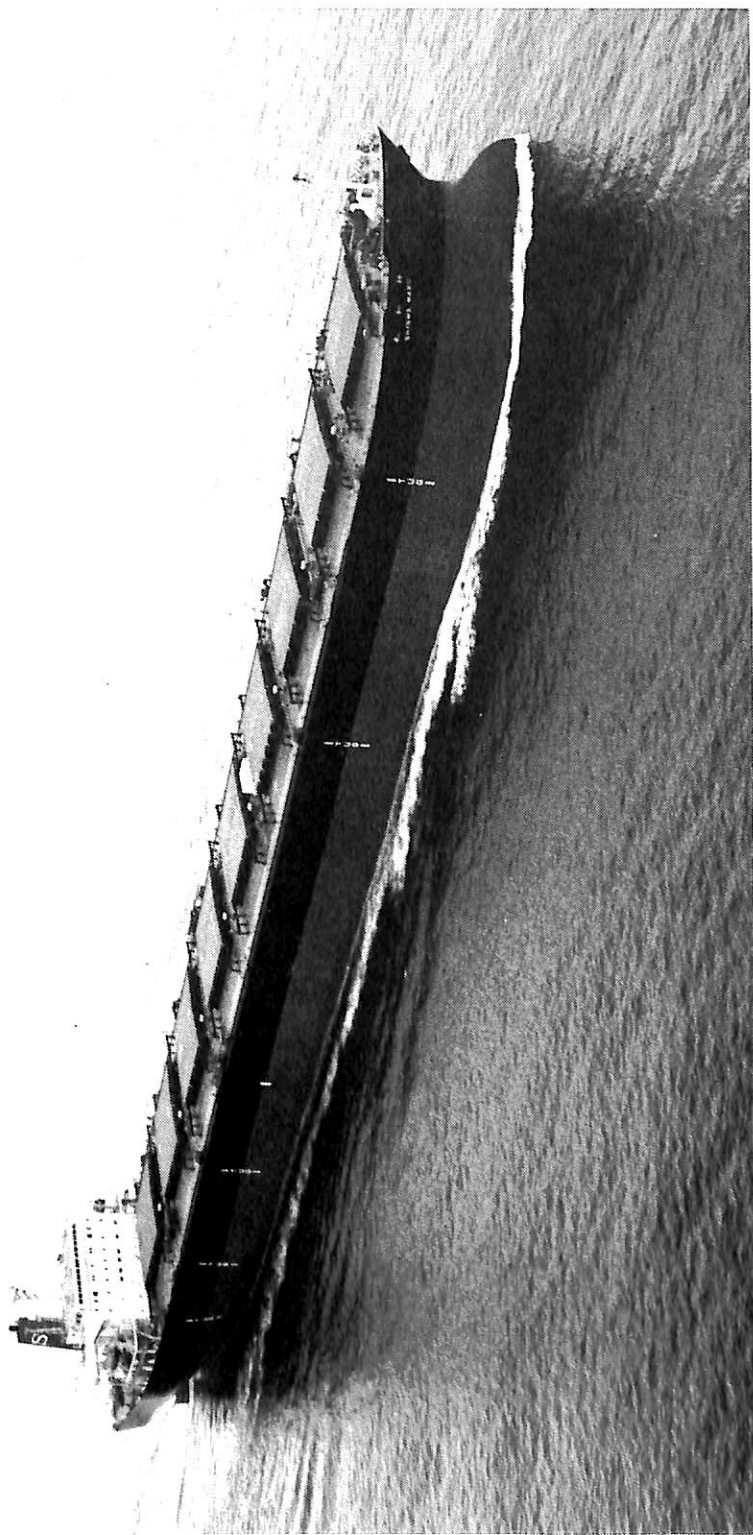
所長 芥川 輝 孝

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)



42次鉱石／散積貨物船 神 和 丸 SHINWA MARU 新和海運株式会社

三井造船株式会社千葉事業所建造(第1346番船)
 全長 290.00 m 垂線間長 276.00 m 起工 61-10-30 進水 62-6-12 竣工 62-8-28
 総噸数 87,183 T 純噸数 46,859 T 型幅 45.00 m 型深 24.20 m 満載排水 16.50 m 満載排水量 177,110 t
 燃料油槽 3,838 m³ 燃料消費量 45.4 t/day 載貨重量 156,326 t 貨物艙容積(ク) 183,255.4 m³ 主機関 三井-B&W 5 S 80MCE型(デ) 機圍×1 艙口数 9
 出力(連続最大) 17,700 PS (76rpm) (常用) 15,045 PS (71.8rpm) プロペラ 5翼1軸 50W×1 (補) 50W×1 受(主)(補) 各1 補気缶 1.5 t/h×1
 発電機 軸発 大澤電機 500kW×1 (デ) 神鋼 740kW×2 無線装置 送(主) 1.2 kW×1 (補) NNS 衝突予防装置 レーダー
 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ ロラン 船統距離 22,900 哩 船級・区域資格 NK・遠洋
 船速(試運転最大) 16.62kn (満載航海) 13.6kn 船統距離 22,900 哩 船級・区域資格 NK・遠洋
 船形 平甲板型 乗組員 28名 NK 船級の“M0-B”資格を有している。
 。機関部の無人化および各種自動化装置、安全装置を有する自動化船として計画され、



カーフェリー 第五ひやま 東日本海フェリー株式会社

HIYAMA No. 5

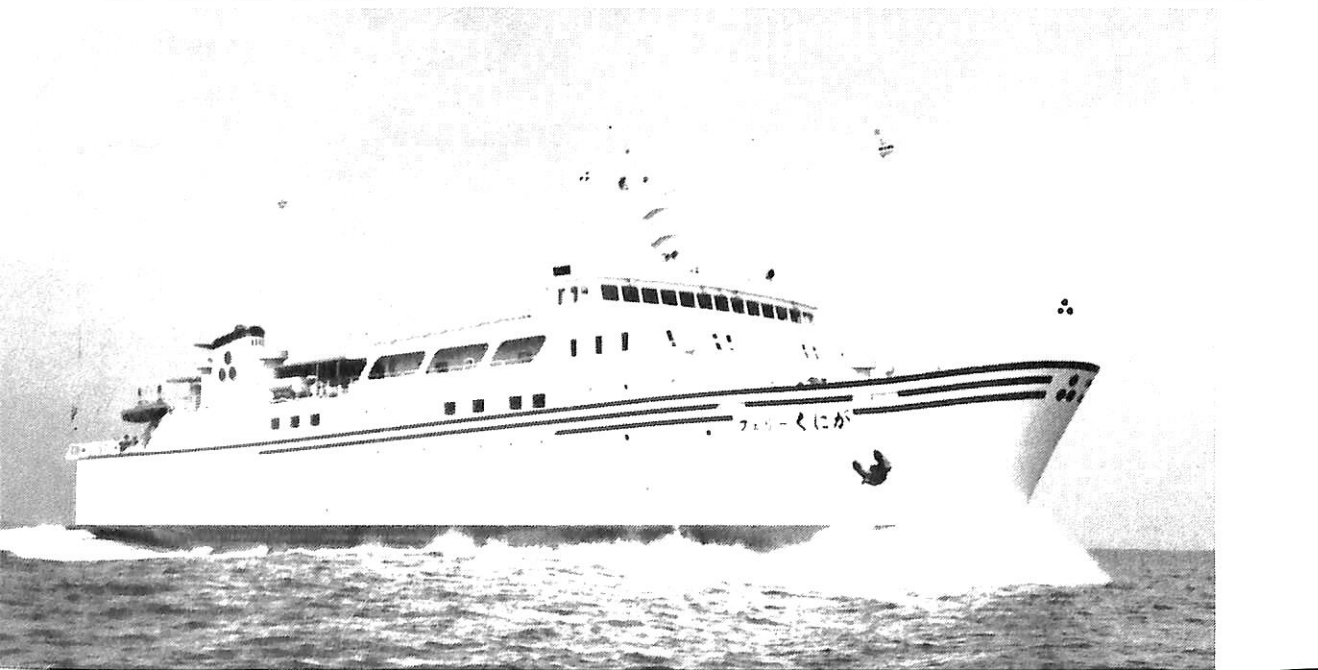
内海造船株式会社(瀬戸田)建造(第520番船) 起工 61-10-21 進水 62-1-20 竣工 62-4-24
 全長 70.20m 垂線間長 64.00m 型幅 14.50m 型深 4.70m 満載喫水 3.75m
 総噸数 1,599T 載貨重量 693.4t Car搭載数 8Tトラックのみ16台又は乗用車のみ40台
 燃料油槽 56.92m³ 燃料消費量 13.03t/day 清水槽 35.03m³ 主機関 ダイハツ6DLM-28型
 (デ)機関×2 出力(連続最大)2,000PS(720/233rpm)×2 (常用)1,700PS(682/221rpm)×2 プロペラ
 5翼2軸 補汽缶 500kg/h×4kg/cm²G×1 発電機 350kVA(280kW)×2 無線装置
 船舶電話 25W 国際VHF×1 航海計器 レーダー 速力(試運転最大)17.657kn(満載航海)15.75kn
 航統距離 1,394 浬 船級・区域資格 JG 沿海 船型 平甲板型 乗組員 16名
 旅客 夏期 370名(冬期540名) フラップ付舵×2 バウスラスター×1 航路 江差～奥尻

6

カーフェリー フェリーくにか 船舶整備公団・隠岐汽船株式会社

FERRY KUNIGA

林兼造船株式会社長崎造船所建造(第950番船) 起工 61-10-1 進水 62-2-2 竣工 62-3-25
 全長 79.52m 垂線間長 71.00m 型幅 14.50m 型深 5.20m 満載喫水 3.914m
 満載排水量 2,228t 総噸数 2,939T 載貨重量 470.83t Car搭載数 8t積トラック5台
 乗用車25台または乗用車のみ50台 燃料油槽 119.42m³ 燃料消費量 18t/day 清水槽 59.54m³
 主機関 ダイハツ8DLM32(L)型(デ)機関×2 出力(連続最大)3,000PS(600/238rpm)×2
 (常用)2,550PS(562/218rpm)×2 プロペラ 5翼2軸 発電機 大洋電機 700kVA×AC
 445V×3φ60Hz×2 無線装置 船舶電話 航海計器 レーダー 速力(試運転最大)18.828kn
 (満載航海)17.0kn 航統距離 1,800 浬 船級・区域資格 JG 乗組員 24名
 旅客 3h未満 750名 6h未満 600名 バウスラスター 5t×315kW×1 フィンスタビライザー 2.55m×1.2m
 航路 隠岐一境港(島根県) (本文28頁参照)





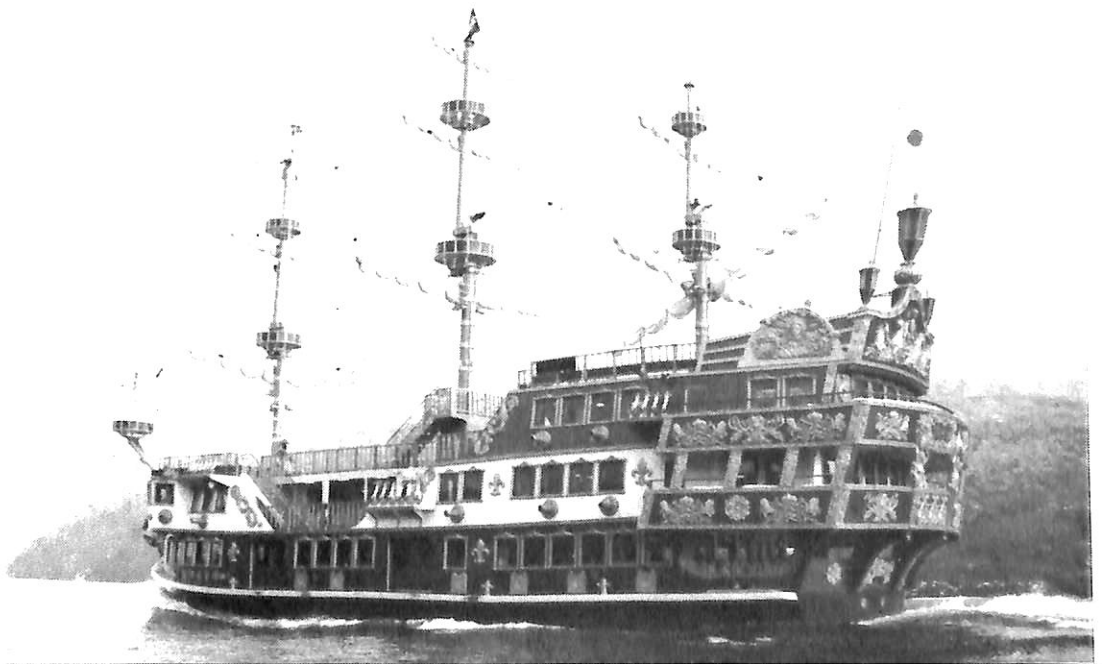
カーフェリー 石手川 船舶整備公団・瀬戸内海汽船株式会社

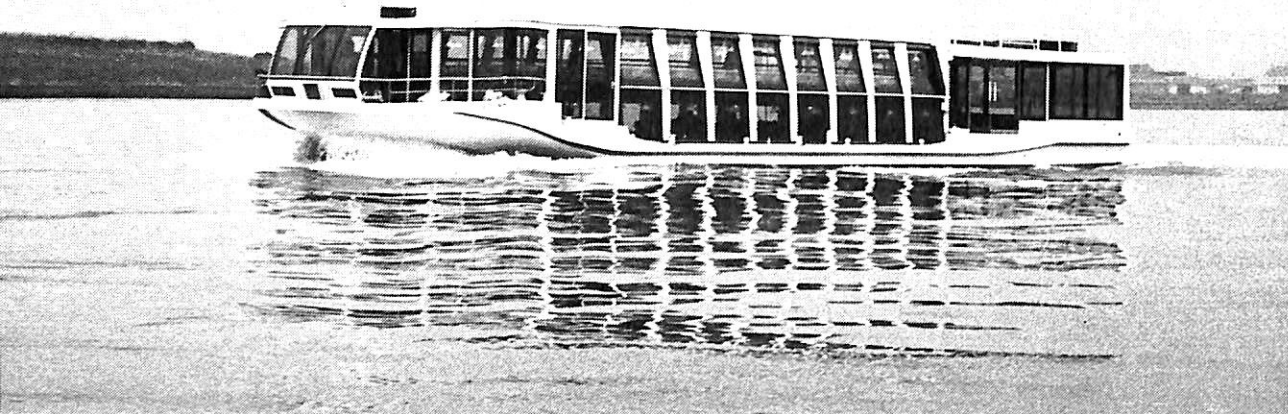
ISHITE GAWA

株式会社神田造船所建造(第301番船)	起工 61-11-21	進水 62-1-23	竣工 62-3-31
全長 55.90m	垂線間長 50.00m	型幅(水線) 12.00m (最大) 14.00m	型深 3.80m
満載喫水 2.77m	総噸数 699T	載貨重量 235t	Car搭載数 大型トラック×2,
大型バス×2, 中型トラック×6, 乗用車×4	燃料油槽 36.04m ³	主機関 ダイハツ-6DL M-26(L)型(デ)機関×2	燃料消費量 8.52t/day
清水槽 22.54m ³	出力(連続最大) 1,300 PS (700/281rpm)×2 (常用) 1,105 PS (663/266rpm)×2	プロペラ 4翼2軸	発電機
防滴自己通風式 225kVA×AC445V×2 (原) 270 PS×1,200rpm×2	航海計器 レーダー	無線装置	船舶電話
船級・区域資格 JG平水 第二種船	速力(試運転最大) 15.94kn (満載航海) 14.2kn	航続距離	1,200浬
パウスラスター, 衛星放送TV受信装置	船型 平甲板型	乗組員	16名
		旅客	355名
		航路	広島-三津浜

遊覧船 ロワイヤル 箱根観光船株式会社

日立造船株式会社建造(第4833番船)	起工 61-10-9	進水 62-2	竣工 62-3-3
全長 37.0m	垂線間長 29.0m	幅 10.0m	深さ 2.9m
総噸数 310T	主機関 赤阪-4 サイクル単動トランクピストン型排気ターボ過給機, 空気冷却器および		喫水 1.9m
逆転機付(デ)機関×1	出力(連続最大) 700 PS (440rpm) (常用) 525 PS (400rpm)		フロペラ
ハイスキュード型×1	速力(航海) 10.5kn	旅客数 650名	乗組員 10名
フラップ舵, CPPパウスラスター	。17世紀フランスのルイ14世が建造した帆船戦艦「ソレイス・ロワイヤル」をモデルとした。船体は鋼製(甲板室の一部は軽合金型)で4層甲板には3本マストと、1組の船首マスト。船首にはアポロンの船首像, 船尾は太陽の神, 四季の神々を豪華な彫刻で装飾している。船尾に2層の回廊, 遊歩甲板, 中央部に展望台を設けて各船室の窓も大きくしている。		
		航路	芦ノ湖周遊





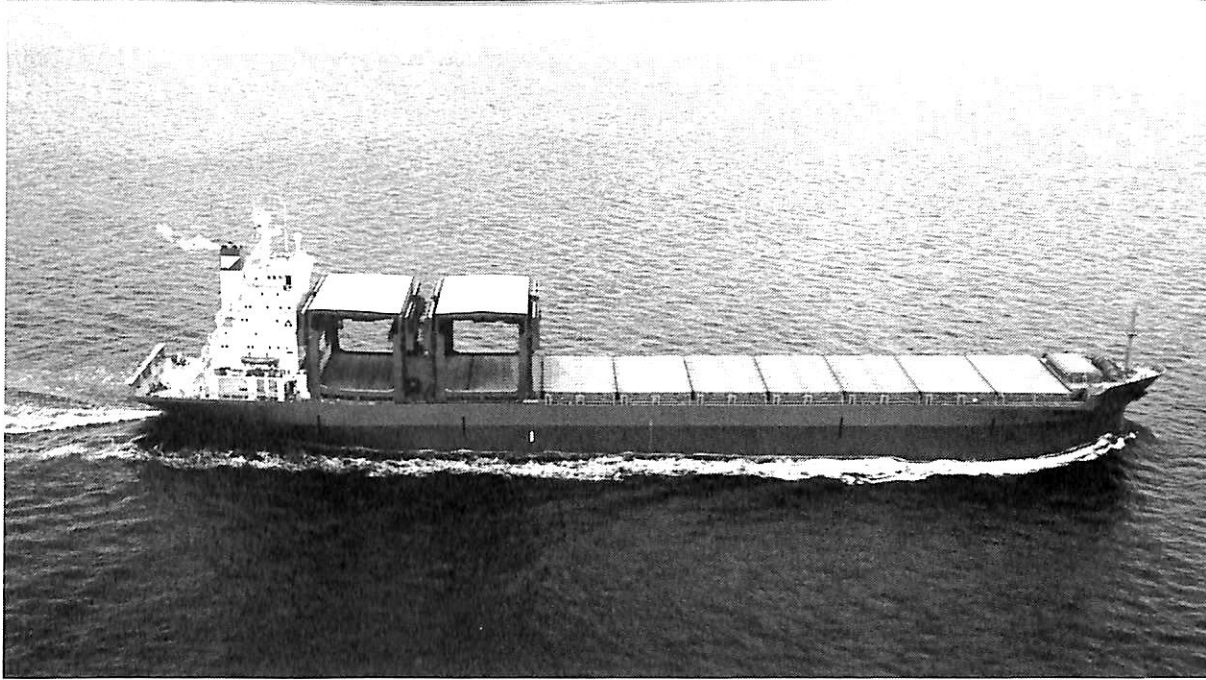
旅客船 **ユアータウン** 船舶整備公団・東京都観光汽船株式会社
YOUR TOWN

墨田川造船株式会社建造(第N61-14番船)	起工 61-10-27	進水 61-12-2	竣工 62-3-3
全長 30.60 m 垂線間長 29.03 m	型幅 7.70 m	型深 2.34 m	満載喫水 1.502 m
満載排水量 150 t	総噸数 143 T		載貨重量 42.42 t
燃料油槽 6,000 ℓ	燃料消費量 91 ℓ/h		清水槽 3,500 ℓ
主機関 ヤンマー 6LAAK-UTI型(デ)機関×1		出力(連続最大) 500 PS (1,850rpm) ×1	
プロペラ 4翼1軸		発電機 精工社 80kVA × 100 PS × 1,800rpm ×1	
速力(試運転最大) 11.92kn	航続距離 570 浬	船級・区域資格 JG・平水区域	
船型 V型 乗組員 2名	旅客 550名	同型船 マイタウン	・サイドスラスター
航路 (東京) 浅草-竹芝-13号埋立地			

FRP高速旅客船 **ホワイトアイリス** 水郷汽船株式会社
WHITE IRIS

ヤマハ発動機株式会社建造	竣工 62-7-15	全長 16.35 m	全幅 5.50 m	深さ 1.65 m
喫水 0.75 m	総噸数 19T	燃料油槽 1,500 ℓ	主機関 ヤマハV855KVH型(デ)機関×2	
出力(連続最大) 365 PS × 2,300rpm × 2	プロペラ 翼2軸		速力(試運転最大) 25kn	
(満載航海) 20kn	船級・区域資格 平水区域	船型 V型双胴型	乗組員 2名	旅客 86名
冷暖房装置(クルーズエアー) × 1台	監視用モニターTV × 3台		航路 霞ヶ浦湖上遊覧	





ウエストウッド クレオ

輸出撒積貨物船 WESTWOOD CLEO

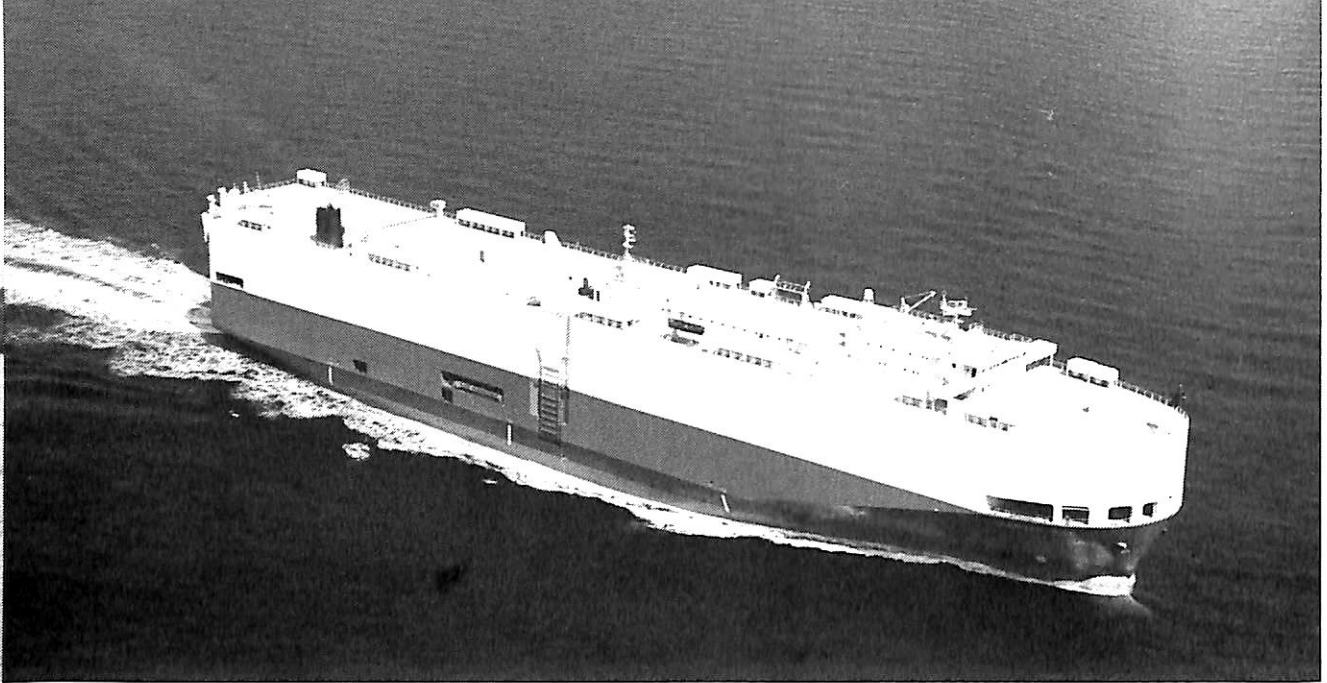
船主 K/S, A/S, Aaby Forest (Bahamas)
 石川島播磨重工業株式会社相生第一工場建造(第2953番船) 起工 61-7-9 進水 61-10-9 竣工 62-1-8
 全長 199.90 m 垂線間長 188.70 m 型幅 30.50 m 型深 16.20 m 満載喫水 11.718 m
 総噸数 28,805 T 純噸数 13,964 T 載貨重量 45,295 t 貨物艙容積(ク) 51,006 m³
 艙口数 11 ガントリークレーン 40tf(392kn)×2 燃料油槽 2,556 m³ 燃料消費量 31.5 t/day
 清水槽 154 m³ 主機関 IHI-Sulzer 6 RTA 62型(デ)機関×1 出力(連続最大) 11,370 PS (100 rpm)
 (常用) 10,230 PS (96.6rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 油焚 7 kgf/cm²×1.5 t/h
 排エコ 7 kgf/cm²×1.24 t/h 発電機(デ) 600kW×AC 450V×900rpm×3
 (軸発) 800kW×AC 450V×800rpm 無線装置 1.2kW×1 0.4kW×2
 方位測定機 速力(試運転最大) 16.91kn (満載航海) 15.00kn 航海計器 レーダー
 船級・区域資格 NV 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 30名

オーシャン チャレンジャー

輸出油槽船 OCEAN CHALLENGER

船主 Amoco Ocean Tanker Co. (Liberia)
 三菱重工株式会社長崎造船所建造(第1991番船) 起工 61-6-26 進水 62-3-14 竣工 62-6-3
 全長 192.50 m 垂線間長 184.30 m 型幅 32.20 m 型深 14.80 m 満載喫水 9.775 m
 総噸数 24,584 T 純噸数 10,936 T 載貨重量 39,729 t 貨物油槽容積 48,031.1 m³
 主荷油ポンプ 1,300 m³/h×130 m×3 デリック 10 t×2 燃料油槽 1,070.8 m³
 燃料消費量 22 t/day 清水槽 239.0 m³ 主機関 三菱Sulzer 6 RTA 58型(Derating) (デ) 機関×1
 出力(連続最大) 8,470 PS (102rpm) (常用) 7,620 PS (98.5rpm) プロペラ 5翼1軸
 補汽缶 三菱2ドラム水管式 16kg/cm²×30 t/h 発電機(デ) 600kW×3, (非) 80kW×1 無線装置 送(主)
 1.5kW×1 (補) 130 W×1, 受(主)(補) 全波各1 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS
 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 14.82kn (満載航海) 14.0kn 航海計器 ロラン NNSS
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 22名





マリナー エース

輸出自動車運搬船 **MARINA ACE**

船主 Phoenix Car Carrier S.A. (Panama)
 株式会社来島どっく大西工場建造(第2508番船) 起工 61-6-28 進水 61-12-23 竣工 62-3-28
 全長 199.50m 垂線間長 190.00m 型幅 32.26m 型深 33.90m 満載喫水 9.324m
 総噸数 54,332T 純噸数 16,300T 載貨重量 17,319t Car搭載数 5,272台
 燃料油槽 2,528m³ 燃料消費量 36.5 t/day 清水槽 380m³ 主機関 三菱-神発7UEC60LS型
 (デ)機関×1 出力(連続最大)14,400PS(95rpm)(常用)12,240PS(90rpm)
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 1,200kg/h×1 発電機 大洋電機1,000kVA×3 無線装置 送(主)
 0.8kV×1(補)125W×1, 受(主)(補)各1 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS
 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大)20.75kn(満載航海)18.5kn 航統距離 23,540浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 多層甲板型 乗組員 30名

- 10 -

アルキヨニス

輸出プロダクト運搬船 **ALKYONIS**

船主 Alkyonis Shipping Corp. (Greece)
 株式会社神田造船所建造(第297番船) 起工 61-4-25 進水 61-10-3 竣工 62-3-26
 全長 170.00m 垂線間長 160.00m 型幅 26.00m 型深 14.60m 満載喫水 10.805m
 総噸数 17,612T 純噸数 11,802T 載貨重量 29,990t 貨物油槽容積 40,389m³ 主荷油ポンプ 主機関
 1,000m³/h×100m×4 デリック 10t×2 燃料油槽 1,529m³ 清水槽 429m³
 IHI-Sulzer 6RTA58型(デ)機関×1 出力(連続最大)8,160PS(98rpm)(常用)7,340PS(94.6rpm)
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 1,030kW×AC450V×60Hz×2(原)1,500PS×720rpm×2, 460kW×1(原)675PS×720rpm×1
 1 発電機 1,030kW×AC450V×60Hz×1 無線装置(主)1.5kW×1, (補)130W×1, 受(主),(補)全波各1 海事衛星装置
 (タ)500kW×AC450V×60Hz×1 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大)15.10kn(満載航海)
 VHF 航海計器 ロラン NNSS 航統距離 13,000浬 船級・区域資格 LR遠洋 船型 船首尾楼付平甲板型 乗組員 29名





ノサク スター

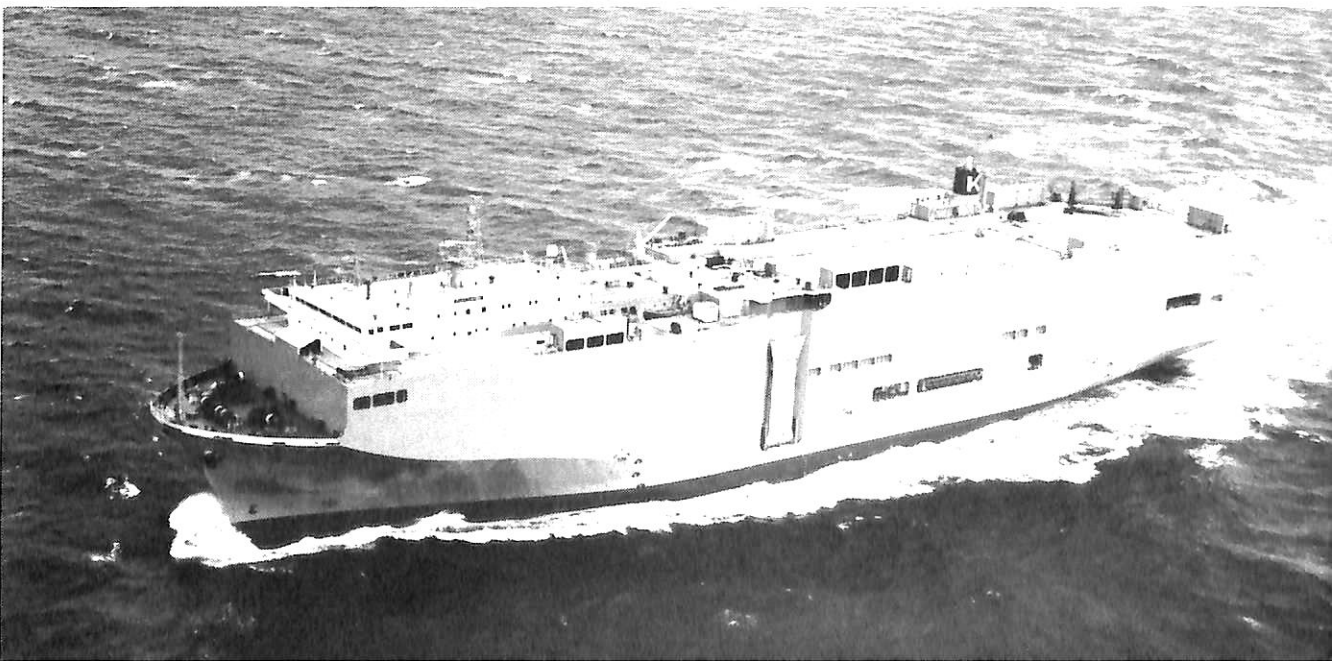
輸出自動車運搬船 **NOSAC STAR**

船主 Tsusac S.A. (Panama)
 常石造船株式会社建造(第588番船) 起工 61-5-21 進水 62-1-31 竣工 62-4-27
 全長 190.00m 垂線間長 180.00m 型幅 32.20m 型深 31.23m 満載喫水 9.12m
 総噸数 49,792T 純噸数 15,050T 載貨重量 15,536t Car搭載数 5,936台
 燃料油槽 2,750m³ 燃料消費量 29t/day 清水槽 333.3m³ 主機関 三井-B&W60MCE型
 (デ) 機関×1 出力(連続最大) 12,240PS (102rpm) (常用) 10,070PS (95.6rpm) プロペラ 4翼1軸
 補汽缶 豎型水管式 1,500kg/h×6kg/cm²×1 発電機 1,200kW×AC450V×1,800PS×720rpm×2
 700kW×AC450V×1,100PS×720rpm×1 無線装置 送(主)0.8kW×1 海事衛星装置 VHF
 航海計器 デッカ NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(満載航海) 18kn
 航続距離 35,300哩 船級・区域資格 DNV 遠洋 船型 多層甲板型 乗組員 33名

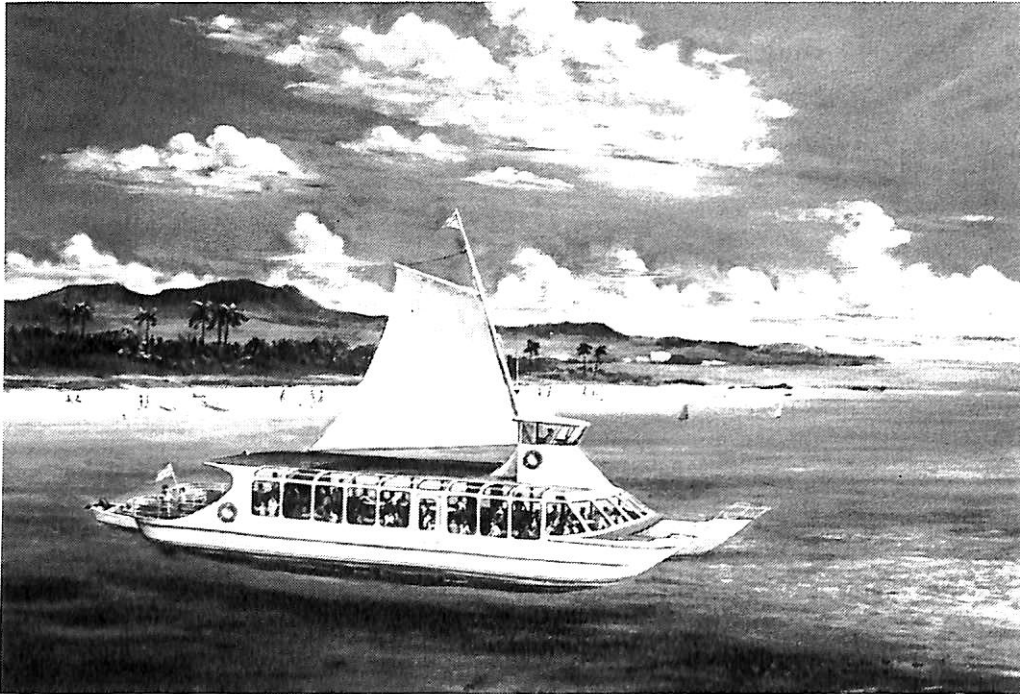
アトラス ハイウエー

輸出自動車運搬船 **ATLAS HIGHWAY**

船主 Canopus Maritime Co., Ltd. (Panama)
 川崎重工株式会社坂出工場建造(第1407番船) 起工 61-11-7 進水 62-1-29 竣工 62-4-22
 全長 179.95m 垂線間長 167.00m 型幅 32.20m 型深 14.98(乾舷甲板) 31.16(ポート甲板)
 満載喫水 9.117m 総噸数 45,742T 純噸数 13,723T 載貨重量 14,487t クレーン
 4/1.5t×10/20m/min×2 Car搭載数 4,857台(コナ RT43-L) 燃料油槽 2,592m³
 燃料消費量 37t/day 清水槽 515m³ 主機関 川崎MAN-B&W BS60MCE型(デ)機関×1
 出力(連続最大) 14,000PS (97rpm) (常用) 11,900PS (92rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 豎型水管式
 1,500kg/h×1 排ガスエコノマイザー 1,400kg/h×1 発電機 富士電機 770kW×3 東京電機 100kW×1
 無線装置 送(主)1.2kW×1, (補)130W×1, 受(主), (補)全波各1 船舶電話 海事衛星装置 VHF
 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大) 20.9kn
 航続距離 26,100哩 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 長船橋楼付平甲板船 乗組員 30名



双胴型“アクア・クリッパー”, “アクア・ダイバーズ”



海中展望船
アクア・クリッパ
ー航走予想図

石川島播磨重工業(株)は、海洋レジャー指向の高まりやその多様化の時代に応えて、双胴型多機能海中展望船“アクア・クリッパー”および、双胴型スキューバ母船“アクア・ダイバーズ”を開発し、このほどIHIアクア・シリーズとして販売活動を開始した。

“アクア・クリッパー”(FRP製)は、視野の広い展望窓を両舷の水面下20ヶ所に設け、一度に40名が、船室の椅子に座ったまま海中展望を楽しめる船で、沿岸や珊瑚礁の美しい生物を観察できるよう設計されている。目的地までの移動にはエンジンをを用いるが、観察海域ではセイルを使うので船位を保ちながら海中展望を静かに楽しめると同時に、省エネにも役立ち、船内は、ラウンジ、ステージ、ダンシングフロアの他、水上スキー他レジャーに小型高速ボートを後部に曳航している。オプションによる装備が可能。販売価格は約2億円を予定。

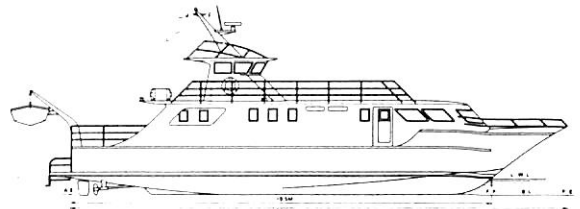
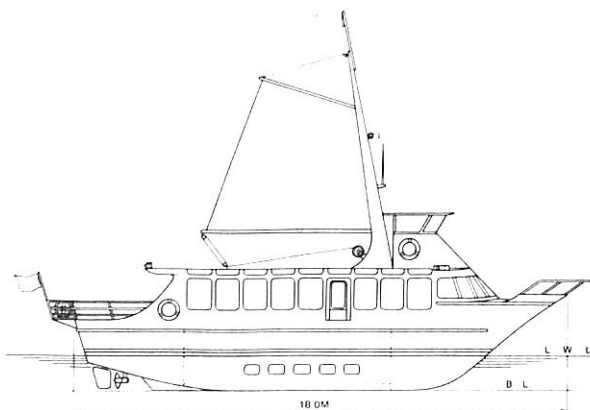
【主要目】

全長 約18.0m / 全幅 6.8m / 深さ 約2.2m
 主機関 ディーゼル2基 / 速力 約10kn / 定員
 乗組員 3名 / 乗客 74名

“アクア・ダイバーズ”は、スキューダイバーのための専用支援船でダイバーの行動パターンを詳細に分析し、合理的、機能的な船内配置とし、かつ快適な居住性を合わせ備えた理想的な設計がなされている。販売価格は約3億円の予定である。

【主要目】

全長 約23.0m / 全幅 約7.2m / 深さ 約2.2m
 主機関 ディーゼル2基 / 速力 約30kn / 定員
 (乗組員) 3名 / (インストラクター) 4名 /
 (ダイバー) 20名 /



▲“アクア・ダイバーズ”(ダイバー用救命艇1隻を搭載)

◀“アクア・クリッパー”(船底窓は海中展望用)

青年海外協力隊員 募集

秋募集期間 10/15~11/30

協力隊は、アジア、アフリカ、中近東、中南米、南太平洋の開発途上にある国々に対して経済、社会の発展のために技術、技能を身につけた日本の青年を派遣して、各国の国づくりに協力している政府の事業です。

水産分野の協力隊員は、開発途上にある国々で現地の人々に漁具漁法、養殖、水産物加工、船舶機関、航海術、水産統計等10職種で協力活動をしています。この分野では既に335名が派遣され、現在55名の隊員が20ヵ国で活躍中です。あなたも開発途上の新しい国づくりに参加してみませんか。

職種 農林水産・製造加工・電気・電子機器・機械保守・自動車整備・土木建築・保健衛生・教産文化・スポーツなど約130の職種

資格 満20歳以上、原則として35歳までの日本の青年男女

選考 1次(筆記)63年1月10日(日)各都道府県で実施
2次(面接)63年2月13日(土)~20日(土)の1日東京で実施(予定)

派遣前訓練 約3ヵ月間(訓練終了後63年7月下旬、12月中旬出発予定)

派遣期間 2年間

費用 訓練、派遣に係わる経費(往復航空運賃も含む)災害補償経費等事務局負担。現地生活費：月額240~440ドル(派遣国により異なる)。その他に無職で参加の場合国内積立金：1ヵ月あたり、本邦在住期間50,000円、海外在住期間90,000円が積立金として帰国時一括支給されます。

休職と所属先補てん制度 官公庁、会社等に勤務されている方で、本人と所属先との話し合いにより有給による休職参加が可能となった場合、協力隊事務局が所属先に対して人件費の一部を補てんする制度があります。又、民間の場合はさらに間接経費の補てん制度もあります。

応募方法 協力隊所定の願書を事務局へ提出して下さい。
11月30日(月)消印有効

●詳しい資料・願書をご希望の方は、ハガキに住所・氏名・年齢を明記し、資料請求券を添付の上事務局国内課まで。

国際協力事業団 ☎03(400)7261

青年海外協力隊

■事務局/〒150 東京都渋谷区広尾4-2-24

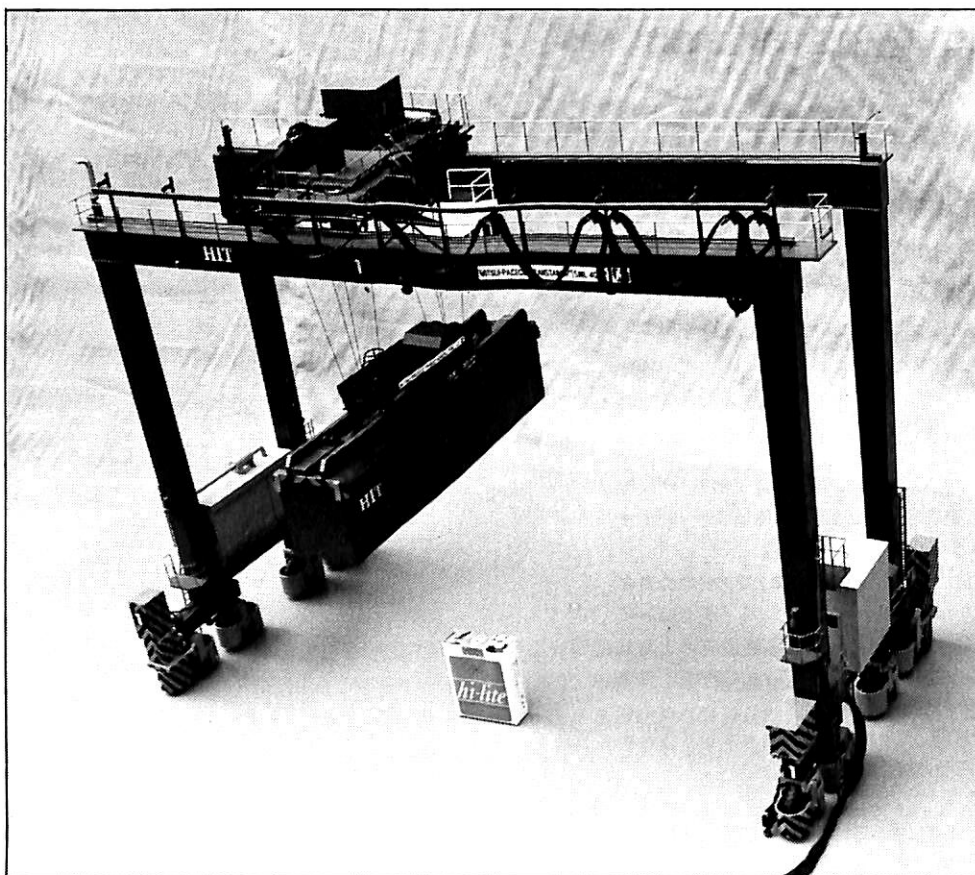
太陽のもとで
見る夢は



協力隊の雑誌 **クロスロード**
crossroad
社団法人協力隊を育てる会 ☎03(402)2153

資料請求券
船の科学

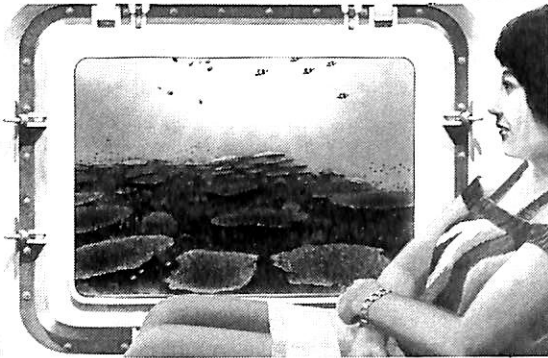
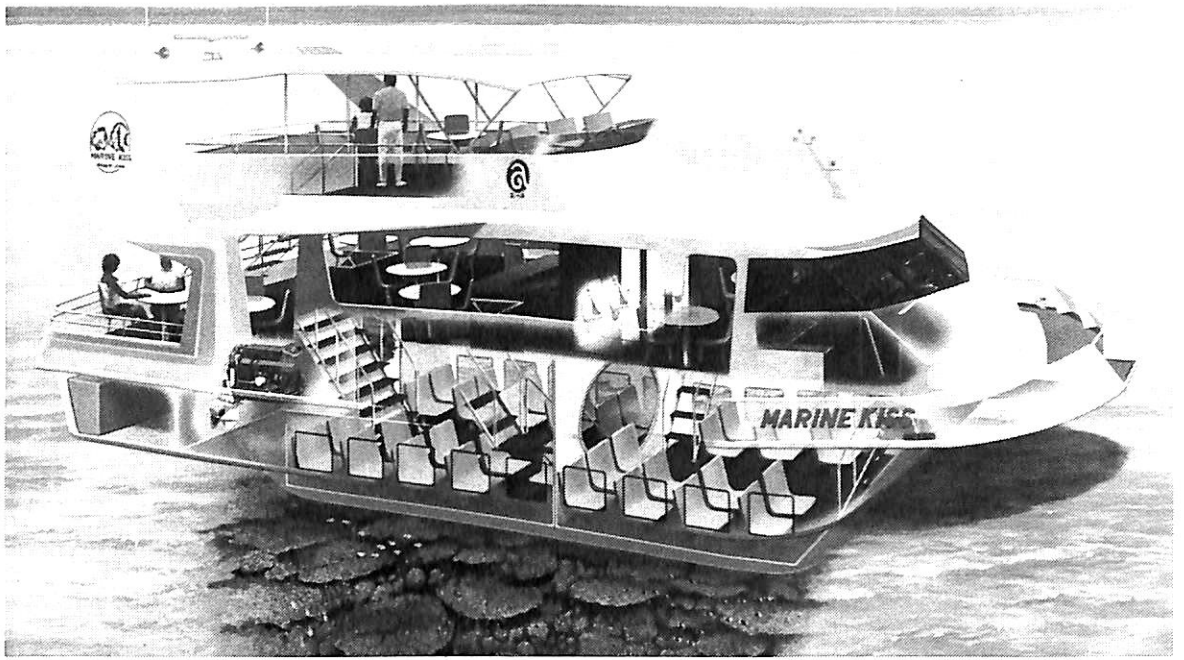
進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



“三井・トランス テーナー” 電動模型 縮尺：1/30模型

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(998)1586
FAX. 03(926)7202



アクリルウインド (670 × 500 mm) より海中を
見ているイラストレーション

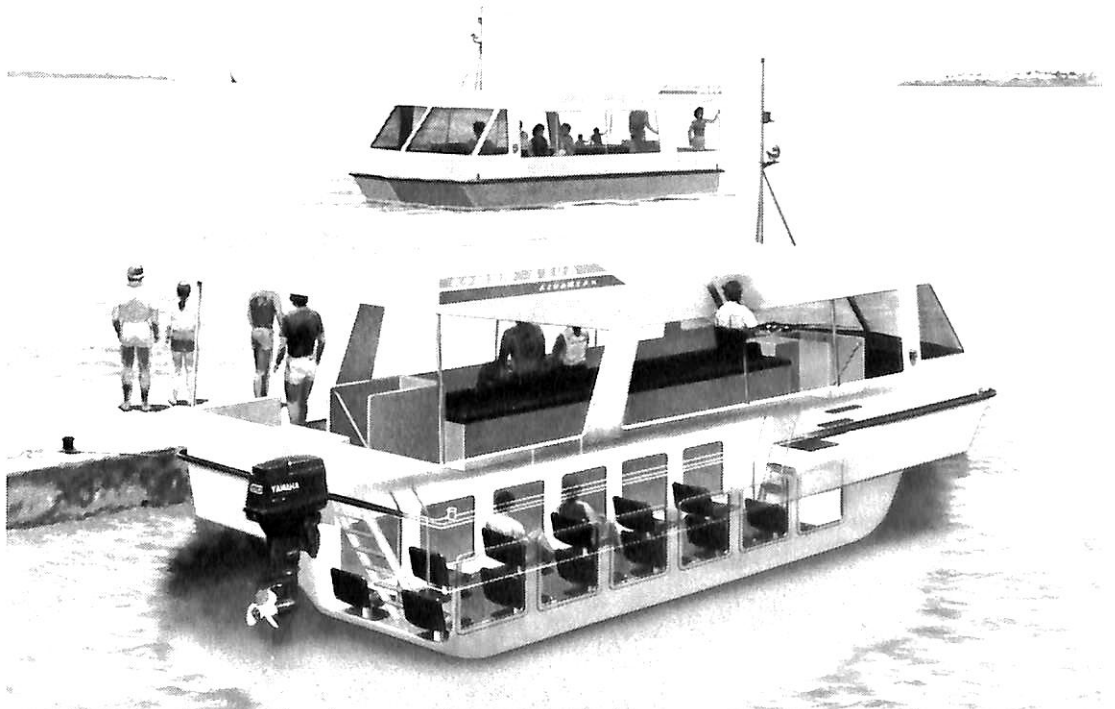
大型水中観光船“MARINE KISS” および小型水中観光船

(船内透視図)

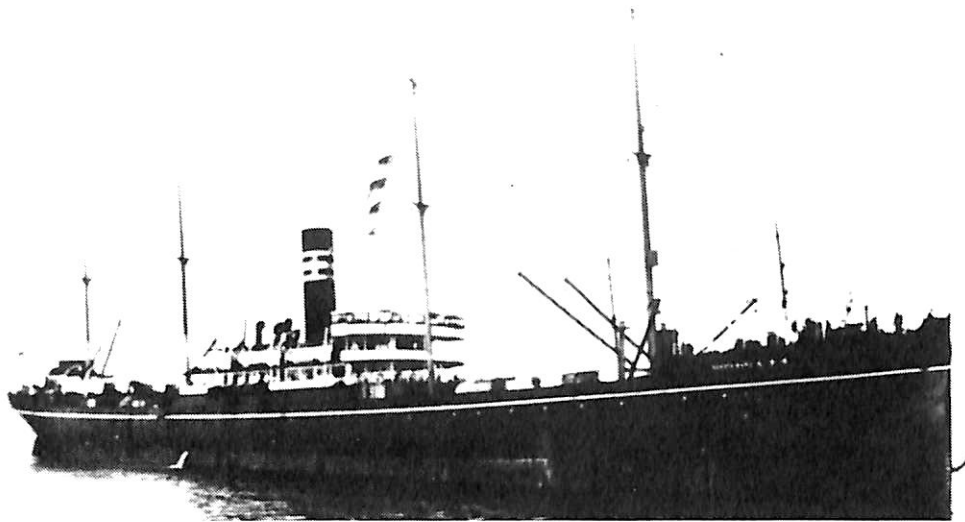
— 15 —

株式会社 寛見マリン・デザイン
(神奈川・藤沢市)

(写真42頁参照)



貨客船 博 多 丸 日本郵船



D & W, Henderson Co. グラスゴー (英) 建造		船舶番号 1661	信号符字 HLBF
進水 明29-10	竣工 30-2		垂線間長 135.63 m
型幅 15.00 m	型深 10.24 m	満載喫水 7.86 m	総噸数 6,151.02 T
純噸数 3,813.63 T	載貨重量 8,020 t	貨物艙容積 408,120f ³	主機関
三連成レシプロ機関×2	出力(連続最大) 4,229 PS (常用) 3,800 PS		船級・区域資格
通信省第1級船・ロイド100 AI LMC, 鋼船	乗組員 98名	旅客数 1等9名, 3等512名	
姉妹船 河内丸, 讃岐丸(I), 鎌倉丸(I), 神奈川丸(以上英国), 常陸丸(三菱・長崎)			船籍 東京港

明治27年8月1日、日本と清国は国交を断ち、大量の軍隊が清国に送られた。日本郵船に於ても明治28年6月には、59隻、134,200トンの船舶を軍用に供し船腹は極度に不足したのでこれを補うため緊急に9隻の外国船を購入し、これを軍用に供した。

日清戦争の戦訓によれば、当時我が国の海運力は戦時においては約40万トンが不足するといわれ、とくに、兵員、軍馬、兵器の輸送には大型船を必要とすることが明らかとなった。また、明治27年頃の我が国の外国貨物は、90%が外国船によって行われ、邦船は、約10%の割合で外国船に依存することが大であった。

そのようなことから政府では平時から優秀大型船を所有しておくことの重要性が認識され、航海奨励法の制定などにより、政府からの補助金によって大型の遠洋航路用船舶が多数建造された。

丁度、その頃日本郵船では欧州航路を大増強する必要にせまられて居り、この法令にもとずいて欧州航路用の6,000トンクラスの貨客船6隻が内外の造船所に発注された。

本船は、神奈川丸クラスと呼ばれるもので4本マスト1本煙突のスマートな姿で次々と日本に回着してきた。

本船クラス6隻のうち常陸丸のみ三菱長崎にて建造され他の5隻は、いずれも英国に発注された。ほとんど同じ頃に発注された、2本マストの佐渡丸クラス6隻と合

わせて、12隻の新鋭船により、従来4週に1回発航の欧州航路は2週1回発航に改められその面目を一新した。

本船は、英国グラスゴー市のD&W.ヘンダーソン造船所で建造され、明治30年5月17日、日本に回着した。本船クラスの第2船であった。

明治34年2月16日、ロンドンより日本に向う途中、スエズ運河を航行中、ロシアの水雷艇5隻のうちの1隻が本船を追い越そうとして本船の船尾に接触する事故があった。

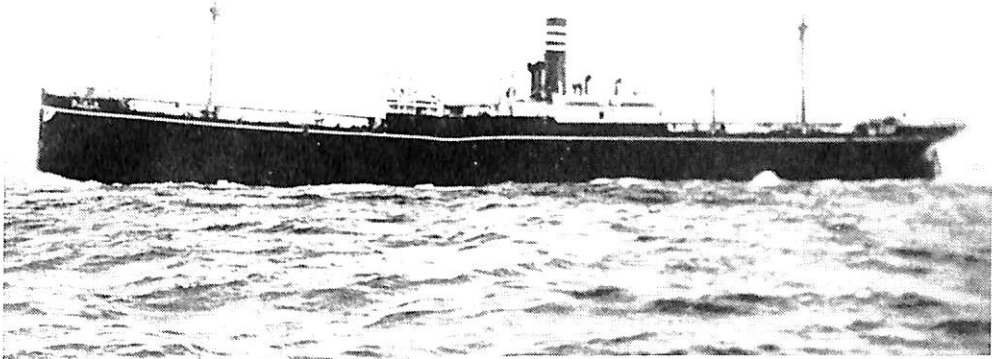
明治37年1月16日、日露戦争の陸軍軍用船となり、明治39年4月28日解除されるまで834日間に兵員89,380名馬10,461頭を輸送した。

大正3年8月19日、陸軍に徴用され青島役の軍用船となり、大正3年10月23日解除されるまで66日間に兵員2,547名、馬472頭を輸送した。

昭和5年10月7日より、不況のため因島に係船されていたが、その間、昭和6年春、大阪商船との協定で南米線が閉鎖されるまでの間に、南米線に、9航海就航し、移民5,377名を輸送した。

昭和8年トン当たり33円で大阪サルベージに売却され、船質改善助成施設法によって建造される日本郵船の那古丸の解体見合船として解体され、昭和8年5月2日、完了した。

貨物船 松 江 丸 日本郵船



横浜船渠建造 (第80番船)	船船番号 28102	信号符字 SGLM→JOFD
起工 大9-9-23	進水 10-3-6	竣工 10-4-5
型幅 17.68m	型深 10.36m	満載喫水 8.07m
純噸数 4,357T	載貨重量 10,442t	満載排水量 15,424t
主機関 三連成レシプロ機関×1	出力(連続最大) 5,584 PS	貨物艙容積(ベ) 13,366㎡(グ) 15,247㎡
(満載航海) 13.0kn	船級・区域資格 通信省第1級船	速度(試運転最大) 15.31kn
乗組員 64名 旅客 1等6名	姉妹船 松本丸, 前橋丸, 水戸丸	ロイド100A I, LMC, 鋼船.
		船籍港 東京港

日本郵船では第1次世界大戦の頃から大正14年までの10年間に多くの船を建造したり購入してきた。

本船は、その当時建造されたM型と呼ばれる貨物船でT型と呼ばれた豊岡丸クラスとほぼ同型であった。同型船は4隻であったが前橋丸のみボンベイ航路に配船されたが本船他2隻はヨーロッパ・ハンブルグ線に配船された。

日中戦争では、昭和12年から13年にかけて、また昭和13年から14年にかけて2回、軍用船となった。

昭和16年7月11日、陸軍の徴用を受け、宇品に回船し軍用船としての改装を受け広東、上海など中国大陆への補給輸送についての11月3日宇品に帰る。

昭和16年11月24日、四国坂出を出港、グアム島攻略に向う堀井少将のひきいる陸軍南海支隊、歩兵第144聯隊第1大隊855名、海軍特別陸戦隊370名を乗せ「菊月」「卯月」の護衛で11月28日母島に到着、12月10日午前2時30分グアム島アマンデス地区に部隊を揚陸ののち昭和17年1月8日宇品に帰る。その後、本船は横浜にて一部船体の修理ののち2月27日宇品を出港ジャカルタ、パレンバン、シンガポール、パラオを経て6月25日にはラバウルに進出、8月から9月にかけてニューギニア作戦に参加、バサバア泊地などに部隊を輸送したのち9月6日にはいったんラバウルにもどり、パラオ、シンガポ

ルを経て11月22日横浜にもどる。

昭和18年2月27日、門司発、サイパン、メレオン、パレンバン、シンガポール、バラオ、ラバウル、マニラ、ボナベサンジャックなどを行動し、12月20日横浜に帰る。

昭和19年2月29日門司発、軍人1,950名、車輛、軍需品を乗せ3月4日釜山にてメレオン増援部隊を乗せ門司にもどり西松2号船団に加わり、サイゴンに向う12隻の船団とモタ09船団を組み、陸軍第7派遣隊、野戦高射砲第52大隊第3中隊および軍需品を積み「若竹」「第31哨戒艇」敷設艇「前島」の護衛で3月15日高雄着、当地で3隻の船団タバ06船団を組み3月20日高雄発、3月27日バラオ着、当地でアメリカ機動部隊の接近を避けるためいったんサイパンに退避、4月7日サイパンを出てメレオンに向ったが敵潜の攻撃で新玉丸沈没、木津川丸航行不能の損害を受け、本船のみいったん、グアムに退避、4月12日になってようやく目的地のメレオンに部隊を揚陸した。釜山で部隊を乗せて以来40日を要した。

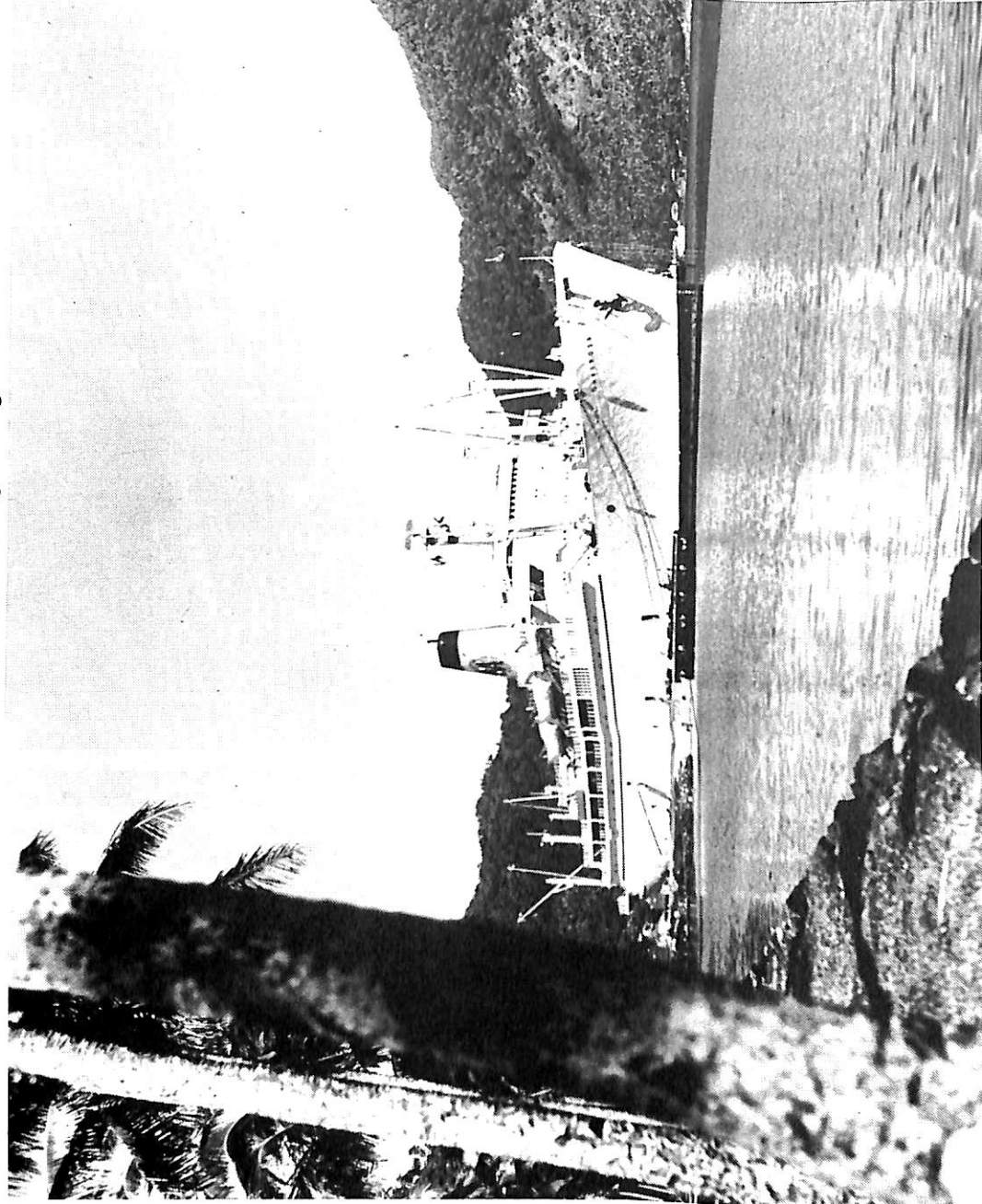
昭和19年4月16日午前5時50分メレオン発、グアムに向う途中、4月17日午前1時37分、西カロリン諸島メレオン島の北西約150マイル、グアム島南方370浬、北緯9°30′、東経142°35′にて雷撃を受けて沈没した。護衛は駆逐艦「秋風」であった。

クルーズの情景

野間 恒
H · N O M A

The panoramic view of cruise.

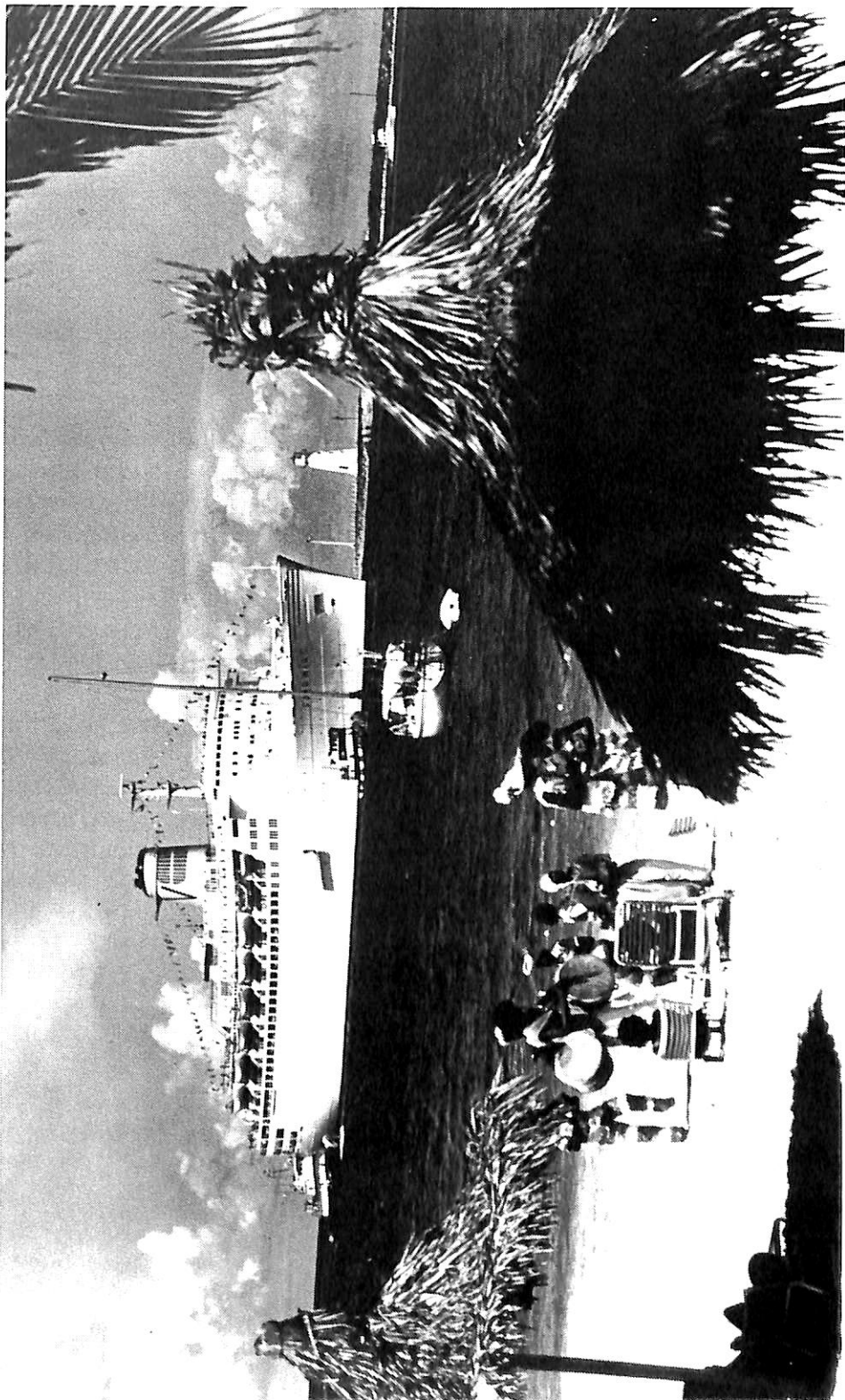
S.S. MARIPOSA at anchor in Pago Pago harbor



“マリポサ”

南太平洋に浮かぶサモア諸島の港 Pago Pago に純白の商船が憩っている。この光景は1950～60年代のもので、船はマトソン・ラインのマリポサ MARIPOSA (14,812 総トン) である。この頃マトソン・ラインは、サンフランシスコ 起点の豪州、新西蘭定期を經營しており、これに、本船と姉妹船モンテレー MONTEREY が配船されていた。このルートは途中にボラボラ、ララトンガ、ヌーメア、スバ等に寄港するものだった。ゴーンガンやモームに関するこれら南太平洋に浮かぶ島々を巡りながらの航海だったから、当時では最も觀光色の濃い航路といえた。サンフランシスコから南西 4,200 哩に位置するこの港は、南太平洋屈指の良港で、1878年からアメリカ海軍基地にされ、また給炭港にもなっていた。このユニークな客船サービスは永続きせず、1970年代になると、両船とも北米西岸クルーズに転用された。マリポサはこのうち PFF E L に売却 (1971年) され、更に1983年中国に移り、錦江 JIN JIANG と改名された。現在は主機がタービンからディーゼルに換装され、香港～上海間を走っている。

S. S. FAIRWIND entering Nassau, the Bahamas



二隻のタグボートに嚮導されてバハマ諸島のナッソーに入港するのは、シトマー・クルーズズの客船フェアウインド FAIRWIND (16,660 総トン) である。この港は既に紹介したが、この光景は港の入り口附近と思われる。椰子の葉を束ねて作ったビーチ・パラソル(?)が、

“フェアウインド”

亜熱帯の風情を醸し出している。この客船は前身がキューナード社のシルバニア SYLVANIA (1957年建造) という老艦であるが、度重なる改装により、現役客船としてカリブ海を遊んでいる。

ドイツ生まれの大型帆走客船“SEA CLOUD”

Yoshitatsu Fukawa
府川義辰

本誌5、6月号で最新鋭の帆走豪華客船“Wind Star”を紹介したが、今号ではこれと全く対称的な従来の帆走技術そのまゝを生かし運航をする大型帆走客船“SEA CLOUD”（3,075 GT）を紹介しよう。

客船や船旅好きを自認する面々が多くなってきた昨今でも、この船の存在を正確に知る人は少い。

“SEA CLOUD”は1931年にドイツのキールで建造された。初代のオーナーは、当時のアメリカのミリオネリーであるE.F.ハットン氏で、同氏の結婚記念のプレゼントとして愛妻のマージョリー・メリーウエザーに贈ったものである。建造費は、当時の金額でU.S. 100万ドルの巨費を投じたもので、竣工後は、“Hussar”（ハザール：軽騎兵）と命名され、黒い船体の世界最大のプライベート・ヨットとして大変話題になった。オーナーである夫妻の船内のキャビンは、ルイ（16世）王朝風の装飾が施され、夫妻用のベッドの上には天がいがか設けられており、余裕のある大きなキャビンの周囲には、みがき上げられた木製パネルが壁面にはめ込まれ、ファイヤーブレースまで備えてある。浴室の内装は、みがく必要のない程に金張りをほどこし、その総量は1,000カラットにも達す

る豪勢さとのことである。

建造当初は、夫妻と20名余のゲスト、そして70余名の乗組員で運航され、まさに浮かぶ社交界の名荘としてその名を馳せたものである。E.F.ハットン氏の死後も、妻M.メリーウエザーは、“Hussar”を手離さずアメリカの外交官ジョセフ・デービス氏との再婚後、本船を“SEA CLOUD”と改命した。夫J.デービス氏がロシアのベテルグラード（現在のレーニングラード）への赴任に伴い、本船を同地のレナ河畔に係留、外交社交の舞台として使用、その華やかさも輝きも増した。

1942年には、第2次世界大戦の始まりを契機にアメリカ沿岸警備隊に徴用され、その名を“IX 99”という艦名に変わり、大西洋上の監視船になった。その時の貸与費は僅かに年間U.S. 1ドルであった。

戦後は、カリブ海の独裁者として有名を馳せたドミニカのトルヒーヨ大統領の専用ヨットになったりしたが、その後は凋落の一途をたどることとなる。1978年忘れされていた本船は、パナマのコロンに係留されているのをドイツ人船長H.Paschburg氏により発見され、母国の仲間呼びかけ、有力な出資者を得て、本船の購入に

成功をした。1979年誕生の地キールに戻り、Howaldts-Werftのドックに入渠、当時の金額で約U.S. 700万ドルを費し、全面改装を施し、竣工時の美しさを取りもどすのに成功した。この全面改装により従前のオリジナルスイート13室と新たに28室のキャビンが新設され、その収容力は710名となり、乗組員はドイツ士官とインターナショナルのクルーで構成された約60名である。

もちろん、この客船は世界の最高水準にランクされているが、ドイツの豪華客船“Europa”と同じく「ドイツ人によるドイツ人のためのドイツ船」といった色彩が強く、年間を通してドイツ人船客だけでほぼ満杯の航海が続いている。年内の航海海域は、南太平洋で来年は地中海海域に戻る。

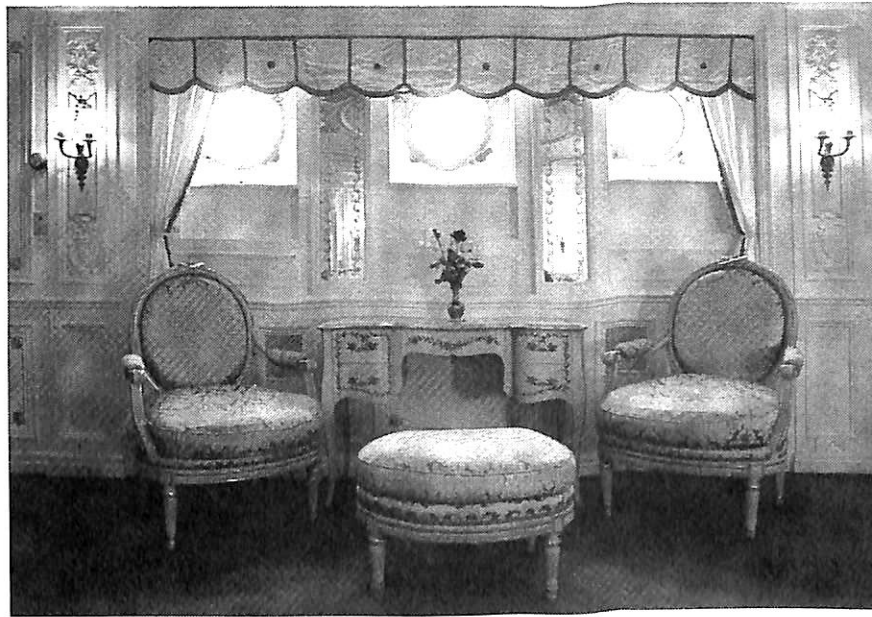
◀順風満帆で快走する“SEA CLOUD”
規模および船令は日本の“海王丸”“日本丸”1世とはほぼ同じである。

右頁の写真3点は改装前のオーナー▶
M.メリーウエザー専用のキャビン
当時の貴重な写真の一部

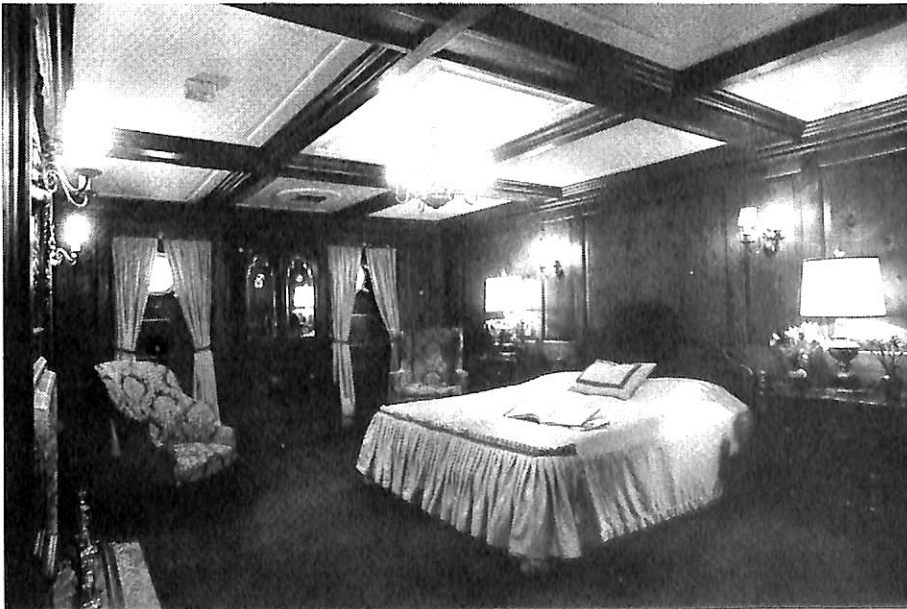




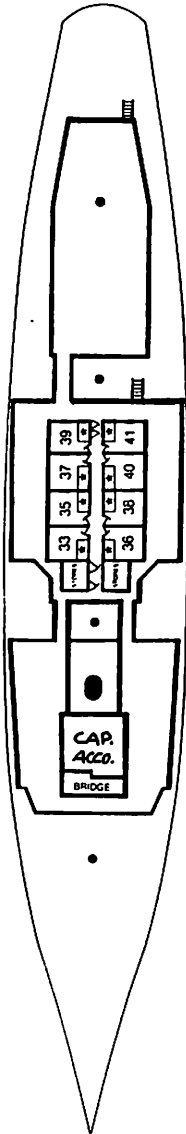
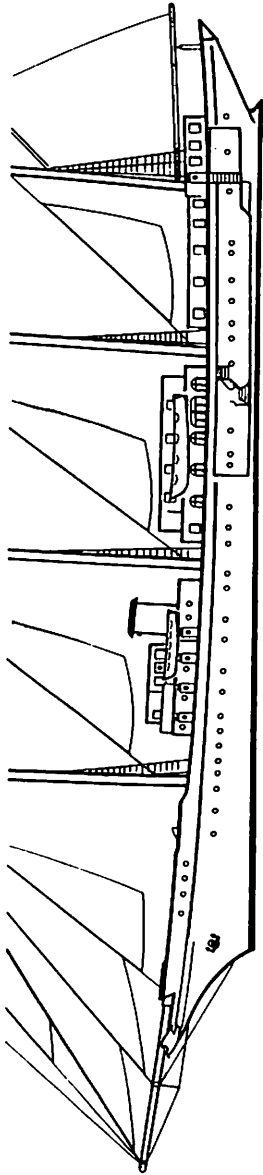
▲
オーナーズ・スイート(1)
広々としたキャビン内は正にメルヘンの
世界



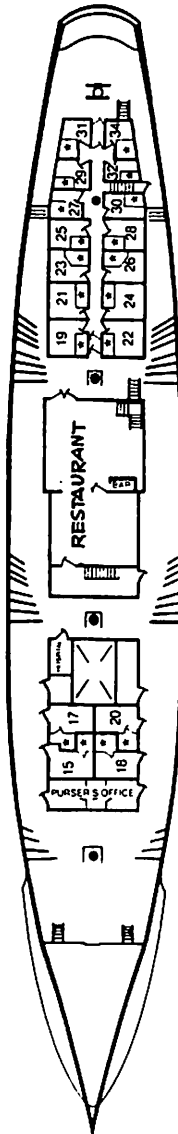
同キャビンのポート・ホール際にセッ
トされた調度品 ▶



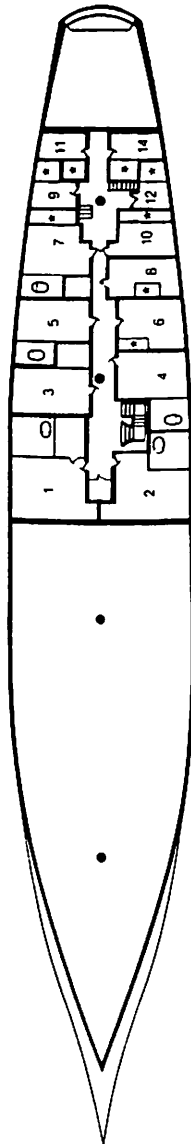
オーナーズ・スイート(2)
◀キャビン中央に大きなダブルベッド、
重厚な調度品の数々、照明器具の優雅
なこと正に玉朝気分。



Captain's and Lido Deck □ Passenger Deck/Deckchairs

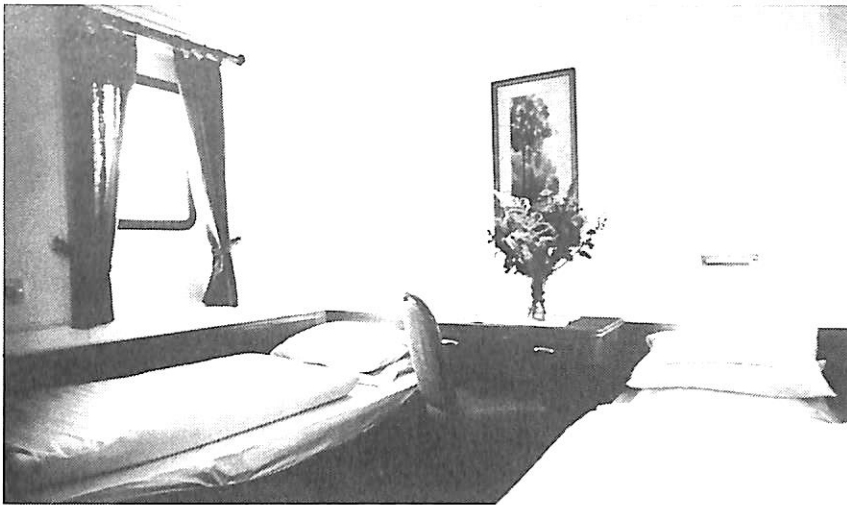


Promenade Deck □ Passenger Deck



Main Deck

大型帆走客船 "SEA CLOUD" 配置図



▲キャビン

全面改装後新設され質素なたたずまいながらドイツの清潔感が溢れている。

▶プロムナード・デッキ

甲板もキャビン・サイドも全て木部構造になっており、現代の客船では味あうことのできない暖昧がある。



◀レストラン

このレストランは、2室で構成されており、船客と士官が一同に会食できる。仕切際にはバーと図書設備があり、社室兼用となるところ。

Photo : Windjammer
Segeltouristik GmbH.

〔主要目〕	全長	109.50 m	主 機 関 Enterprise (デ) 4 8シリンダー	
	全幅	14.94 m		出 力 6,000 HP
	深さ	7.50 m		速 力 18 kn
	喫水	5.13 m		航 続 距 離 10,000 浬
	水線からメイン・マストまでの高さ	57.50 m		キャビン数 39
	帆面積	3,000 m ²		旅 客 数 71名
	帆数	30		乗 組 員 約60名
	信号符字	ZGEH		排 水 量 3,075 t
	サテライト	1756222 Sysex.		電 圧 AC 220 V

高速艇を夜間安全に運航させる——●

ナイト・ビジョン・システム〔暗視装置〕

第2世代マイクロ・チャンネル方式

VISTAR-301

パッシブ・システム / アクティブ・システム



400メートル先方から海面上の20センチメートル角の浮遊物を確認できる。

ジェット7 / ジェット8——
加藤汽船株・関西汽船株の共同運航
で神戸～高松間に就航しています。



Hovermarine International Ltd. (U.K.) 日本総代理店

株式会社 ノバ

本社 〒151 東京都渋谷区代々木1-13-9
Tel. (03) 375-1146(代)・Fax. (03) 375-9772

9月のニュース解説

米田 博

海運・造船日誌

8月20日～9月19日

- 海運・造船問題
- 一般政治経済問題

8月

20日○日本船舶輸出組合発表の7月の輸出船契約(木) 実績は、10隻50万3,900総トンと、59年11月以来はじめて50万総トンを越えた。

21日●近藤経済企画庁長官は関係閣僚会議に「景(金) 気は回復局面にあるとみられる」と景気回復をはっきり宣言した8月の月例経済報告を提出した。

25日○日本原子力研究所は原子力船「むつ」の予(火) 備点検などを青森県大湊港で行うため、原子炉の冷態停止状態を温態停止状態に変更する原子炉設置変更許可申請書を首相に提出した。

26日○機動隊との衝突で死者を出した韓国の大宇(水) 造船の労働争議は、野党第1党の統一民主党国会議員の収拾案を労使双方が受け入れ、急転解決した。

○造船重機労連の第18回年次大会が25日から修善寺で開かれていたが、今年11月に発足する全民労連(連合)に加盟することを決めて閉会した。

28日○中部電力はカナダのLNGプロジェクトが(金) 流産したため、当面の措置として四日市基地向けにインドネシアLNGの短期購入を決定し、ジャカルタでプルトミナと購入契約に調印した。このLNGの輸送は大阪商船三井船舶を中心とする海運6社と日商岩井の7社で設立したLNG輸送会社「アジ

アガストランスポート」が行なうこととなり、プルトミナとの輸送契約に調印した。

31日○大阪商船三井船舶・商船三井客船の両社は(月) 両社で共有建造する大型クルーズ客船の発注先を三菱重工業に決定したと発表した。

●63年度予算の概算要求が締め切られた。各省庁の要求総額は一般会計で62年度当初予算比12.5%増の60兆8,700億円。

9月

2日○ペルシャ湾を航行中の日正汽船のタンカー(水) 日信丸(180,200重量トン)が国籍不明の武装ボートからロケット弾3発の攻撃を受け右舷外板など数カ所に被弾した。幸い死傷者はなく火災も起きなかった。

3日○日本船主協会などの経営側と全日本海員組(木) 合の労使は、ペルシャ湾へ入る予定の日本関係船について一両日入港を見合わせるなどの緊急安全対策措置を取ることを決めた。

4日●ココム(対共産圏輸出統制委員会)規制違(金) 反の防止策として外国為替および外国貿易管理法(外為法)の改正案が成立した。

●米連邦準備制度理事会は、公定歩合を年5.5%から年6.0%に引き上げた。引き上げは3年半ぶり。

5日○7月末から操業中断など労使紛争の続いた(土) 韓国の現代重工業は8月19日に労働次官のあっせんで紛争を一応収拾し、9月1日までに賃上げ交渉をまとめることになっていたが、労働者側が部分的なサボタージュ作戦を始めた。労使間で交渉再開への糸口が探り合われたが決裂し、5日会社側は当分の間休業措置を取ることを決めた。

17日○運輸省は昭和63年度税制改正要望事項を自(火) 民党交通部会に報告し了承された。

昭和63年度海事関係予算要求

内需拡大型予算

大蔵省は例年どおり8月31日、63年度予算の概算要求を締め切り、9月8日の閣議に報告した。各省庁の要求総額は一般会計で60兆8,705億円で、62年度当初予算と比べて12.5%増と、56年度以来7年ぶりの高い伸びとなっている。

今年の予算要求の大きな特長は、過度な輸出依存型経済からの脱却や内需拡大を図るために、公共事業予算の削減措置を解除したことである。大蔵省は58年度から「投資部門は前年度比5%減、経常部門は同10%減」というマイナス要求基準を続けたので、国債費が毎年大巾に増えているにもかかわらず、この4年間の要求総額の伸び率は3.8%、8.2%、7.4%、6.7%とどうにかひとケタ台にとどまっていた。しかし63年度予算の概算要求基準については、投資部門のマイナス基準を解除し、「前年度並み」まで要求を認める方針に軌道修正した。また防衛費、政府開発援助(ODA)、年金については63年度も従来どおり例外的に高率の要求枠を認めた。

もう一つの大きな特長は、NTT株売却収入の一部を社会資本整備事業に充てる制度が新設されたことで、執行窓口となる産業投資特別会計への繰り入れの要求額が合計1兆3,000億円となった。

大蔵省は各省庁からヒアリングを済ませた9月半ばから要求内容の査定に入るが、一般会計全体を56兆円台、5%前後の伸びに抑える方針と伝えられている。

造船需要関係予算

運輸省予算としては、国全体と歩調を併せて、内需主導型や国際協調型経済への転換を図って、港湾整備、空港整備、物流拠点の高度化整備などが盛られているが、海運・造船に関しては外航船

船整備のための開銀融資、船舶輸出の確保のための輸銀融資要求の他、海運業経営安定対策、造船業経営安定対策を推進するための予算要求が行なわれている。

これらの予算要求のうち造船需要の確保に関するアイテムを拾ってみると次のとおりである。

まず国際運輸・観光局関係では、外航船舶整備のための開銀融資は、第44次計画造船80万総トンの新規事業のために281億円、継続事業である第43次計画造船のために263億円、合計544億円と62年度を150億円下廻っている。これは建造量見込みが前年度130万総トンであったものが80万総トンに減少したためと、船価が低く見積られているためである。しかし、パイオニアシップなど超省力化船については融資比率を現行の60%から80%に引き上げることが盛り込まれている。

海運業経営安定対策として開銀融資56億円を新規要求しているが、その内訳は外航客船を開銀融資対象とし、その第1船として大阪商船三井船舶、商船三井客船が建造する1万8,000総トン客船への融資36億円(船価は80億円)と、その他の事業多角化20億円となっている。

一方利子補給金は64億3,900万円、別に利子猶予に伴う開銀への特別交付金4億4,000万円がある。

次に海上技術安全局の船舶関係では、船舶輸出の確保が270億円の他、造船業経営安定対策および海上浮体施設整備事業を推進するため一般会計から18億3,500万円と財政投融资(開銀)94億円を要求しているが、これらは後に詳述する。

船員関係では外航船員緊急雇用対策として日本船員福利雇用促進センターへの補助金2億5,800万円、船員離職者職業転換等給付金3億3,200万円、計5億9,000万円を要求し、漁業離職船員対策等18億3,000万円と併せて24億2,000万円となっている。

次に運輸政策局関係では、船舶整備公団関係は事業規模549億円で62年度予算比36.9%増となっ

ている。うち財投は384億円(資金運用部資金230億円、政府引渡債154億円)で前年比べて58.7%増となっている。これにより国内旅客船整備2万5,700総トン、内航船等の建造8万3,000総トンなどを見込んでいる。

海上保安庁では広域的哨戒体制等の充実・強化のために112億600万円を要求しているが、このうち船舶の新造は、小型巡視船2隻(代替)、15メートル型巡視艇2隻(増強)で、この他に61年度および62年度継続分によるヘリコプター2機搭載型巡視船、同1機搭載型巡視船、大型巡視船、中型巡視船、小型巡視船各1隻の整備を行なう。この他に海洋調査の充実・強化のために中型測量船の建造(代替)を要求している。

船舶の建造ではないが、前月号のニュース解説で述べた海洋空間市場の開発として造船会社の仕事となる可能性の濃いアイテムが、港湾局、航空局関係の予算要求に数多くみられる。これらについて詳述する余裕がないが重要事項として表現されているものをあげると、次のとおりである。

○第7次港湾整備5カ年計画の推進

- 一般歳出2,987億2,300万円
- 財投586億円

○港湾における民活事業の推進

- 民活法特定施設整備事業等の推進123億円
- 沖合人工島整備事業の推進28億円
- 臨海部活性化対策事業の推進16億円

○第4次海岸事業5カ年計画の推進

- 一般歳出328億3,000万円

○航空3大プロジェクトの推進

- 関西国際航空整備367億円(財投)
- 新東京国際空港の整備111億円(空特会)431億円(財投)
- 東京国際空港の沖合展開778億5,000万円

○一般空港およびヘリポート等の整備
818億900万円(空特会)

船舶輸出の確保と造船業経営安定対策

輸出船の受注を確保するための日本輸出入銀行資金の要求は、日本の造船事業者に対する融資分が184億円(内62年度継続分26億円、63年度起工分158億円)、発注者に対する融資分86億円、計270億円となっている。

下表に示すように輸出船のうち輸銀を対象とする延払船は著しく少なくなっているので果して63年度に335万総トンの起工が見込まれ、その16%の52万総トンが輸銀を対象とする延払船になるかどうかは予測できるところでないが、運輸省としてはO E C Dが定める船舶信用了解の金利下げと、他の国が信用了解の条件より有利な条件を提示した場合は、この条件に対抗するよう輸銀融資条件を改める(マッチング)こととして52万総トン程度を見込んでいる。

造船業経営安定対策の内容としては歳出予算18億円、財政投融資(開銀)94億円が要求されているが、その内訳は次のようになっている。

1. 造船業経営安定対策

- (1) 特定船舶製造業安定事業協会に対する補給金 1,002百万円
- (2) 船舶解撤事業促進協会に対する補助金 826百万円(助成対象解撤船腹量 100万総トン)
- (3) 生産体制整備資金融資 5,856百万円

2. 海上浮体施設の整備(N T T関係無利子貸付金および財投)

- (1) 瀬戸内海中部開発計画
- (2) 長崎海上浮体ビル建造計画
- (3) 呉フェニックス計画

輸 出 船 起 工 量

(単位:万総トン)

区分	年度	56	57	58	59	60	61	62(見込)	63(見込)
起工実績及び見込み(A)		564	475	583	687	555	286	332	335
うち輸銀対象船(延払船)(B)		246	142	106	53	26	1	21	52
(B) / (A)		44%	30%	18%	8%	5%	1%	6%	16%

●新造船紹介

2,900総屯型鋼製旅客船兼自動車航送船

“フェリーくにが”の概要

— うねりの日本海隠岐島と本州のパイプ役 —

林兼船渠株式会社

1. まえがき

本船は船舶整備公団および隠岐汽船株式会社の発注により、林兼造船株式会社長崎造船所（本年4月より林兼船渠株式会社に新しく社名変更）にて設計建造され本年3月竣工、引渡され、現在、史跡と風景、唄と伝説で知られる隠岐の島4島（島根県）と境港（鳥取県）間に就船している最新鋭船である。

2. 船体部

2・1 船体部主要目

全長	79.52 m
垂線間長	71.00 m
幅（型）	14.50 m
深さ（型）	5.20 m
計画満載喫水（型）	3.80 m
総トン数	2,939 T
載貨重量	471 t
船級・資格	JG沿海区域、第2種船
試運転最大速度	18,828 kn
航海速度	17.0 kn
乗組員	24名
搭載車輛	8Tトラック×5台および乗用車25台または乗用車のみ50台

旅客定員

特別旅客	16名
一等旅客	80名



試運転中の“フェリーくにが”

特別二等旅客	204名
二等旅客	300名
甲板旅客	150名
旅客総合計	750名

2・2 基本計画概要

本船の計画にあたっては、船主、造船所間で充分なる打合せを行ない、旅客船兼自動車航送船として必要な諸設備を完備し、充分な復原性能、良好なる推進、耐航、操縦性能を具備し、堅牢且つ優美な外観を備えながら下記条件を満足するよう計画設計された。

- (1) 日本海の時化の中でも、安全に航海出来ると共に旅客の乗心地を良くするためフィンスタビライザーを装備する。
- (2) 狭隘な港とうねりの影響にそなえ、船の操縦性を考慮して、推進器は2機2軸とし、面積が大きい舵を装備すると共に、パウ斯拉スターを装備して、港内における操縦性能のより一層の向上を図る。
- (3) 旅客および乗組員に対し、不快な感じを与える初推、振動および騒音についてはその防止に充分な考慮を払う。
- (4) 旅客区域のエントランスは出来るかぎり広く取り、客室を含めた旅客区域は、明るい色彩を基調とし、快適な船旅が出来るようなデザインとする。

2・3 配置上の特徴

本船の配置上の特徴としては、旅客室は客室甲板と遊歩甲板上の二層に配置し、一層目の客室甲板上には二等客室を、二層目の遊歩甲板上には一等客室および特別客室を設けた。そしてこの両甲板をつなぐ広いエントランスは、中央部と前部の二箇所配置して船全体の感じをゆとりあるものとした。

遊歩甲板上中央部にはビュッフェを設け、軽食、うどん等のサービスが出来るようにすると共に後部には椅子席を配置した。

乗組員室は車両甲板下に部員居住区、客室甲板前部に士官居住区を配置した。

車両甲板上にはトラック、大型バスおよび乗用車の搭載スペースを設け、両舷側部には乗組員用設備および倉庫等を配置した。



一 等 客 室

2・4 船殻構造

船殻構造は、自動車渡船構造基準および小型鋼船構造基準（一部NK鋼船規則適用）に準拠し、車両甲板の強度は車両重量40トンに耐える構造にすると共に、航路条件に合致した充分な構造とした。

2・5 荷役装置

車輛甲板区画には自走による車輛の搬入および搬出を行なうため、外開式ランプドアを船首尾に各1組設けた。

船首尾ランプ扉 2組

開 閉 扉油圧シリンダーによるワイヤー引き

ランプ寸法扉船首 4.40 m × 5.00 m

船尾 5.40 m × 6.00 m

開閉用油圧シリンダー 27 t × 2本

船首波除け扉（バウバイザー）

開 閉 二油圧シリンダーの伸縮による反転跳ね

上げ式

開閉用油圧シリンダー式 30 t × 2本

2・6 甲板機械

揚錨機（電動油圧、分離型） 2台



デッキ・パッセンジャー・スペース

ジブシーホイル 6.5 t × 12 m/min

ホーサドラム 6.3 t × 13 m/min

係船機（電動油圧、分離型） 2台

ホーサドラム 6.3 t × 13 m/min

油圧ポンプ 60 kW × 2台

バウスラスター（可変ピッチ型） 5.0 t × 1台

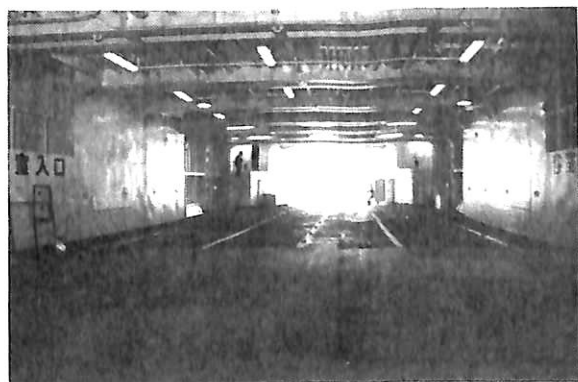
操舵機（電動油圧式） 1台

36 T-m, 11 kW 2台

2・7 冷暖房設備

本船の冷暖房設備は多数の旅客に対し、それぞれの区画において快適な条件を満たすよう、各冷暖房装置には自動温度調整装置を設け、また各吹出口の配置には充分注意を払った。なお、冬季暖房は熱媒油により行い、夏期冷房は冷凍機によるものとした。

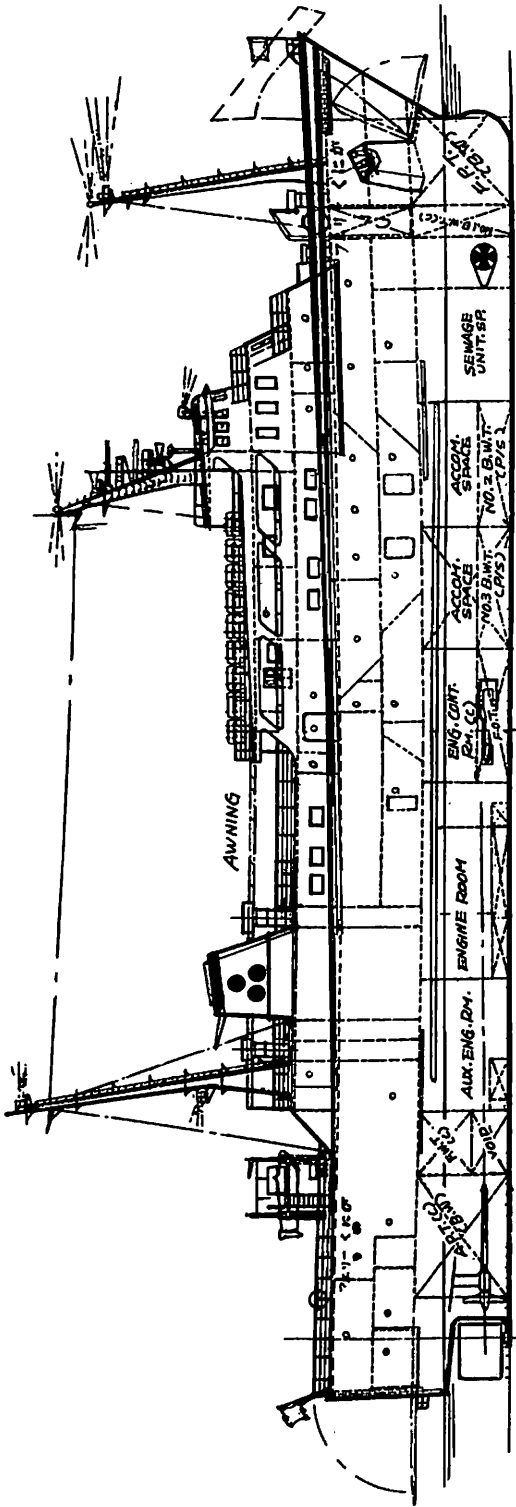
空調区画は第1系統（特別客室、一等客室、操舵室等）第二系統（特別二等客室、二等客室、売店、案内所等）第三系統（乗組員居住区域）の三系統とし、機関監視室内において冷暖房装置の遠隔監視操作を行うことが出来るものとした。



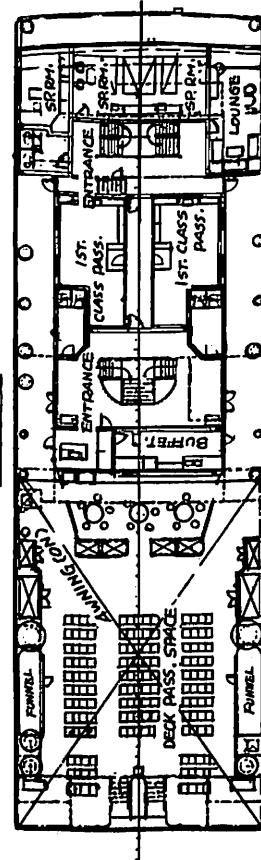
D甲板 船尾方向を見る



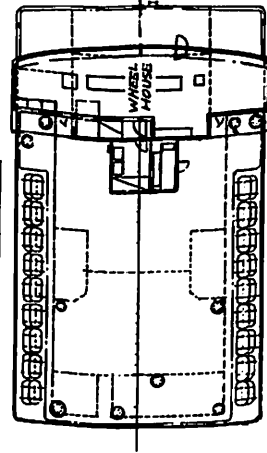
D甲板 船首方向を見る



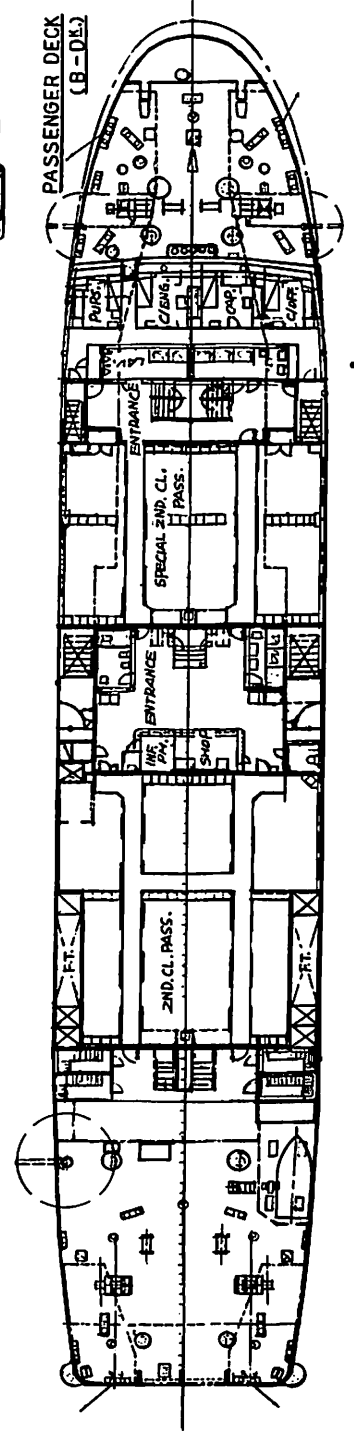
PROMENADE DECK
(A - D.B.)

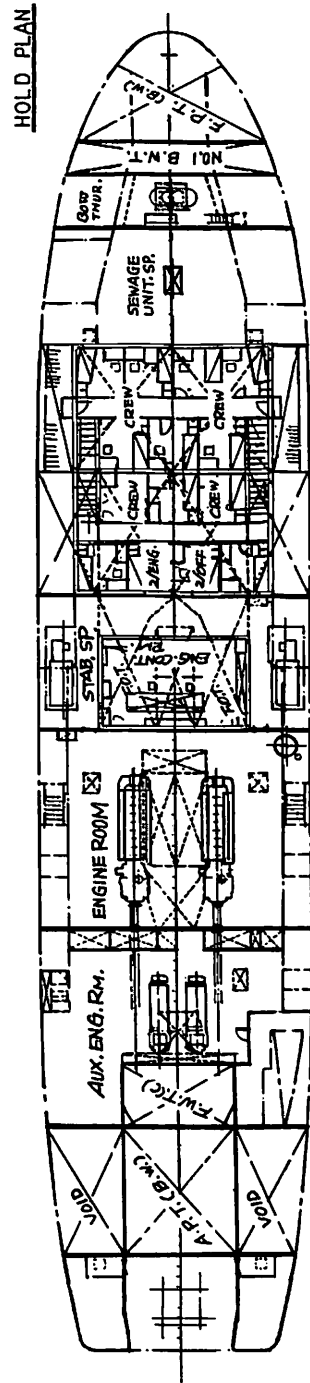
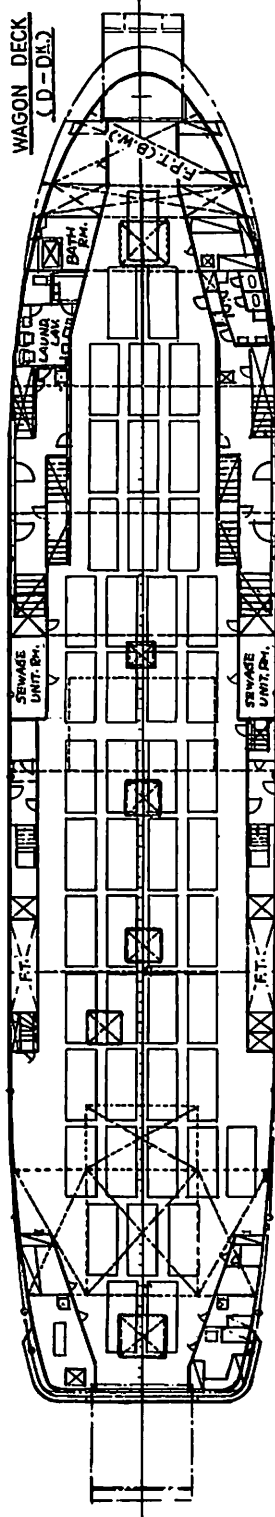
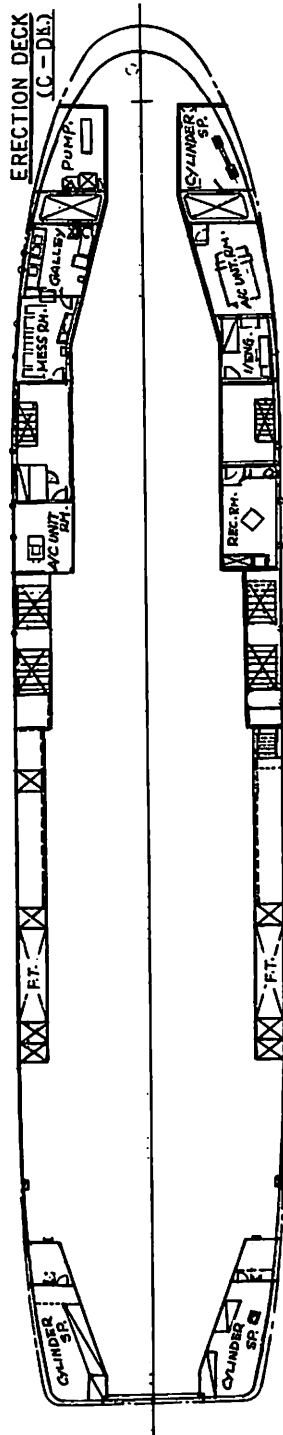


NAV. BRI. DECK



PASSENGER DECK
(B - D.B.)





船舶整備公団・隠岐汽船向け“フェリーくにか”一般配置図
林兼船渠建造

船の科学

第一系統	48,000 kcal/h	11 kW
第二系統	115,000 kcal/h	30 kW
第三系統	30,000 kcal/h	7.5 kW

2・8 救命設備

救命設備は沿海の資格を有し、次の通り設備し、脱出甲板を客室甲板とした。

第二種膨張式救命いかだ	25名用	36個
(F.R.Pコンテナ入り)		
シューター 自動膨張式	500名用	2個
救命胴衣 大人用		774個
救命胴衣 小人用		78個
救命いかだ支援艇	膨張式	1隻
支援艇用ダビット	ラジアル式	1組
救命艇	10PSエンジン付 6名用	1隻
救命艇用ダビット	グラビティ式	1組
救命浮環		6個
網梯子	3列式	2個
自己点火灯	格納箱付	3個
自己発煙灯	格納箱付	2個
落下さん付信号	格納箱付	4個
火せん	格納箱付	2個
遭難信号自動発信器	格納箱付	1式

2・9 消火設備

消火設備として次のものを完備した。

3.5 kg 持運式粉末消火器	39個
9 ℓ 持運式泡消火器	1個
46 ℓ 移動式泡消火器	2個
消防員装具	2組

機関室、補機室用として固定式ハロンガス消火装置を設け、車庫区域用として手動スプリンクラー消火装置を設けた。

機関室、補機室、車庫区域、居住区域、旅客区域等にはそれぞれの区画に適合した熱式火災探知装置および煙式火災探知装置を設け警報盤は操舵室内に配置した。

2・10 汚物処理装置

旅客用便所の汚物処理装置は、車庫甲板上両舷に、乗組員用便所の汚物処理装置は車庫甲板下処理室に設備した。

処理器(旅客用)	1,500 ℓ	2台
(乗組員用)	500 ℓ	1台

処理装置は汚水粉碎式処理器とし、粉碎兼排水ポンプは、1.5 kW 2台、7.5 kW 1台とした。

3. 機関部一般

本船は境港より隠岐各島を結ぶ唯一の島民の足として

就航するが、日本海の荒波、狭い港湾事情等悪条件が重なるので機敏な操船性と同時に客船兼自動車航走船としての安全性が要求される。

このため推進装置は2機2軸方式とし、5翼ハイスキュー型プロペラを装備すると共にバウスラスター1台並びに乗り心地を良くするためフィンスタビライザーも装備した。

機関室は主機室と補機室とに区画し、主機室艙側中央に機関監視室を配置し、室内には配電盤、集合起動器盤、スタビライザー制御盤、機関監視盤等を備準し、集中監視が出来る配置とした。また、空調装置、防音壁、強化ガラス製の大きな窓およびソファー等を装備し居住性を良くした。

また、乗組員の労力軽減を計るため、発電機関の遠隔発停、使用燃料油の遠隔切替、暖機弁の遠隔切替等が監視室から行える様装備した。

3・1 主要機器要目

(1) 主機関

型式×台数 : ダイハツ 8 D L M - 32(L) 型 × 2 基
単動 4 サイクル、トランクピストン型
過給機空気冷却器付ディーゼル機関

連続最大出力 : 3,000 PS × 500 rpm

シリンダ×直径×行程 : 8 × 320 φ × 400 mm

(2) 減速逆転機

型式×台数 : DRA-50 F (L) 型 2 基

油圧式湿式多板クラッチ付

減速比 : 前後進共 2,603 600/231

(3) プロペラ

型式×数 : 5 翼一体型 2 式

直径×ピッチ : 2,750 × 2,880

: アルミ青銅鋳物

(4) 熱媒ボイラ

型式×数 : 液相強制循環式 1 台

容量 : 400,000 kcal/h

(5) 発電装置

発電機 : 700 kVA × 900 rpm 2 台

原動機 : ヤンマー M 200 AL-ST 型 2 台
830 PS × 900 rpm

(6) 主空気圧縮機

型式×台数 : ヤンマー SC 7 N 2 台

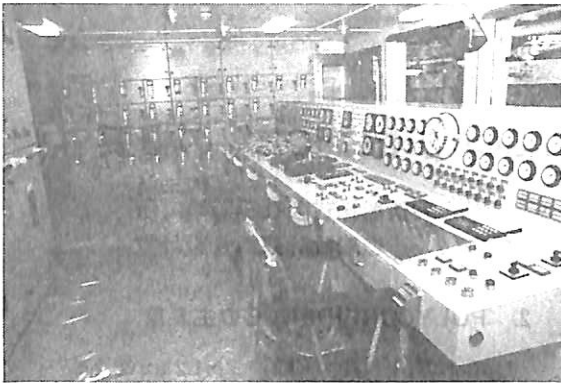
F.A. 32 m³/h × 30 kg/cm²

(7) 油清浄機

燃料油清浄機 SJ 20 T 1 台

潤滑油清浄機 SJ 20 T 2 台

“ ” SJ 10 T 1 台



機関制御室

IM-4	1台
HSN-2F	1台

4. 電気部主要目

4・1 電源装置

- (1) 発電機 自励式防滴ブラシレス
AC 445V, 3φ, 60Hz
700kVA (560kW) 2台
発電機2台を装備し、出入港時に並列運転を行なう。
- (2) 変圧器
一般給電用 AC 450V, 445V, 440V/105V
40kVA, 1φ, 乾式 3台
陸電受電用 AC 205V, 200V, 195V/445V
70kVA, 3φ, 乾式 1台
冷凍コンテナ用 AC 450V, 445V, 440V/225V
20kVA, 3φ, 乾式 1台
- (3) 蓄電池
一般用 鉛式, DC 24V, 400AH 2組
無線用 鉛式, DC 24V, 200AH 1組

4・2 配電装置

- (1) 主配電盤 防滴デットフロント式 1組
(2) 充放電盤 シリコン整流式 1組

4・3 動力装置

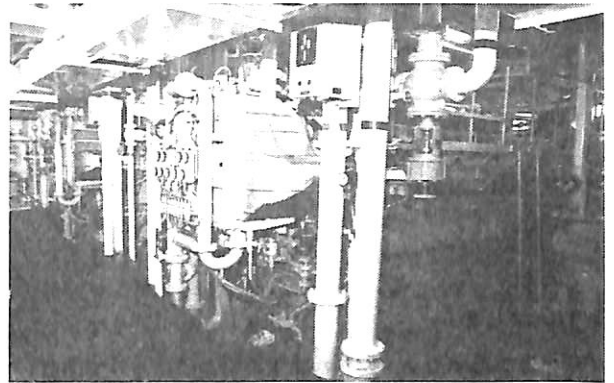
電動機はF種絶縁を採用している。機関部重要補機の始動器は主配電盤と共に、監視室に配置し、電動機付近には発停打釘スイッチを装備している。

4・4 照明装置

一般に旅客区画、乗組員居住区画、操舵室、機関監視室および機関室には蛍光灯を、諸倉庫などには白熱灯を使用した。

4・5 船内通信警報装置

自動交換式電話装置 1式



機関室

- 共電式電話装置 3式
200W船内指令装置 1式
20W操船指令装置 1式
火災探知警報装置 1式

4・6 航海装置

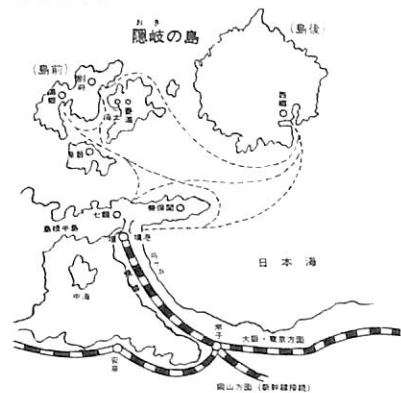
- レーダー 25kW, 12吋 1式
カラーレーダー 25kW, 14吋 1式
フィンスタビライザー 1組
テレビ監視装置 1式
電磁ログ 1式

4・7 無線装置

- 船舶電話 1式
25W SSB無線電話 1台
遭難信号自動発信機 1台
双方向無線電話 3台

5. あとがき

本船の設計・建造にあたり、御指導、御協力をいただきました関係各位に対し、本紙面上をもって深く感謝する次第であります。



“フェリー くになが” 航路

●新造海洋構造物

自航式半潜水型豪華ホテル

世界最大のフローテル“POLYCONFIDENCE”の概要

三井造船株式会社玉野事業所
造船設計部総合設計室

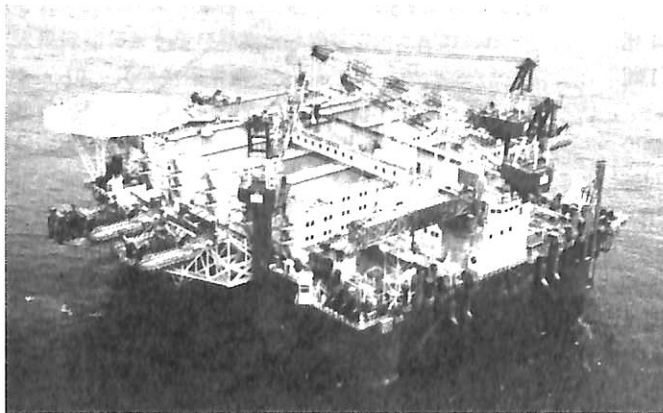
1. はじめに

62年9月契約以来、三井造船玉野事業所において建造中であつたノルウェー国、ラスムッセン、オフショア社 (K/S Rasmussen Offshore A/S) 向の世界最大のフローティングホテル (フローテル) “POLYCONFIDENCE” がこの程完成し、去る5月30日北海に向けて出航したので、ここにその概要を紹介する。

本フローテルは半潜水型プラットフォームとしては珍らしく自航にて北海へ回航された後、現地にて船主に引渡され、現在開発中のオズベルグ油田の固定プラットフォームの建設に従事する技術者、作業員の宿泊や休養設備として使用される予定である。

本フローテルは、ノルウェー、アーカー社の“Aker H-3.2 E”型半潜水型プラットフォームをベースに当社独自の設計、開発を加えたもので、800名の人員を収容できる北歐風高級ホテル仕様の居住施設のほか、シネマ、ジムナジウム等の各種の娯楽設備を備えている。また、ノルウェー海事局 (NMD) の最新ルールを適用し、8組のスラスタースおよびコンピューター制御装置からなる自動船位保持システム (DPS) を装備しており、今からノルウェーでも評判となっている。

本稿では、このフローテルの特徴、主要システムについて紹介する。



800名収容北海の殿堂“POLYCONFIDENCE”

2. POLYCONFIDENCEの主要目

Upper Hull (長さ×幅)	: 84.2m×66.2m
Column (8本)	
Corner Column	: 11.3m / 11.9m
Middle Column	: 9.5m
Lower Hull (2本)	
長さ×幅×深さ	: 97.5m×16.6m×8.0m
Draft (operation/transit)	: 22.8m / 7.5m
総トン数	: 約 33,000トン
Free Deck Load	: 約 1,050トン
定員	: 800名

3. 船級・適用規則

船級: NV, 1A1, “Column Stabilized”
“unit”, Accommodation Vessel, E0, HEL Dk,
Crane, Posmoor V, ATA, Dynposautr, FIFI-1
適用規則: NMD, NPD, DEn-UK,
SOLAS 等

4. 機器要目

1) 発電機エンジン / 8台

メーカー / モデル: Wärtsilä Nohab /
Nohab F316 B
シリンダー数 / 回転数: 16筒 / 900rpm
シリンダー径 / ストローク: 250mm φ
/ 300mm

連続最大出力: 3,150kW

2) 発電機

メーカー / タイプ: 西芝 / NTAKL-RC
容量 / 電圧: 3,975.5kVA at
3,150kW / 6,600V
周波数 / 回転数: 60Hz / 900rpm

3) アジマ・スライスター / 8台

メーカー / タイプ: K_AM_EW_A
RONU-BMS CP
プロペラ: 4-Blades, 2,800mm dia.

- グロスラスト：約42T
 駆動モータ：電動2,400kW
- 4) ウインドラス / 4台
 メーカー：Nippon Pusnes
 タイプ：電動トリプルウインドラス、
 軸速結型
 ジブシーホイール 3ヶ/台
 性能 低速ギヤー：250T×11m/min
 310T at Stall
 高速ギヤー：64T×46m/min
 ハンドブレーキ：3ヶ/1台、各620T
 保持力
 ディスクブレーキ：1,000HP
 ハイドロ・ダイナミックブレーキ
 : 5,000PH
 電動モータ：2ヶ/1台、
 DC750V×671kW×1,500rpm
- 5) ギャングウエー / 1基
 メーカー：Maline Aluminum
 最大長：最小長：42m/26m
 通路幅：1.6m
 設計荷重：300kg/m²
 設計条件：ビューフォート風力階級9
- 6) 非常用発電機 / 1台
 メーカー / タイプ：GM/16V-92T、
 2サイクル、
 エンジン：790BHP
 エンジンシリンダー：16筒、123mmφ×
 127mmストローク
 発電機：548kW×450V×60Hz×
 ×1,800rpm

5. 配置上の特徴等

本船の船型は“AKER H-3.2E”型をベースに当社独自の改良を加えたものである。本船は2本のローワーハル、8本のコラム、コラムにより支持されるアッパーハルおよびその上のアコモデーションハウスから構成される。

ローワーハルにはポンプルーム4室、スラストルーム8室、バラストタンク、燃料タンク、消水タンクが配置されている。各ローワーハルにはその前後部を結ぶパッセージが備えられ各室へのアクセス、メンテナンスが容易になるように配慮されている。

アッパーハルには、4室のエンジンルーム、補機室、電気室等の機械室の他、食堂、ギャレー、シネマ、ラン

ドリー等のホテルとして必要な機能が配置されている。ホテルとしての居住設備は、このアッパーハルとアッパーハルの上のアコモデーションハウスに配置されている。居住設備の詳細については、本稿、7.“居住区概要”を参照されたい。

本フローテルは、ホテルサービスの他に、固定プラットフォームの支援プラットフォームとしても、使用される。そのための機能として、第2デッキ暴露部には、両舷にレイダウンエリア、レイダウンエリアに近接して、パイププレートワークショップ、ウエアハウス、ストアー等が備えられ、固定プラットフォーム支援用資材のフローテルから固定プラットフォームへの移送のために船首部に100トンクレーン、サブライポートからフローテルへの資材の移送、レイダウンエリアの資材ハンドリングのために両舷に50トンクレーンが備えられている。

フローテルと固定プラットフォームとの交通は、第7デッキに配置されているギャングウエーを介して行なわれる。アコモデーションハウスからギャングウエーへの出口は第5デッキに設けられており、第5デッキ、第4デッキの船首部には固定プラットフォーム支援のためのオフィスが数多く配置されている。

6. 諸装置概要

6・1 バラスト・システム

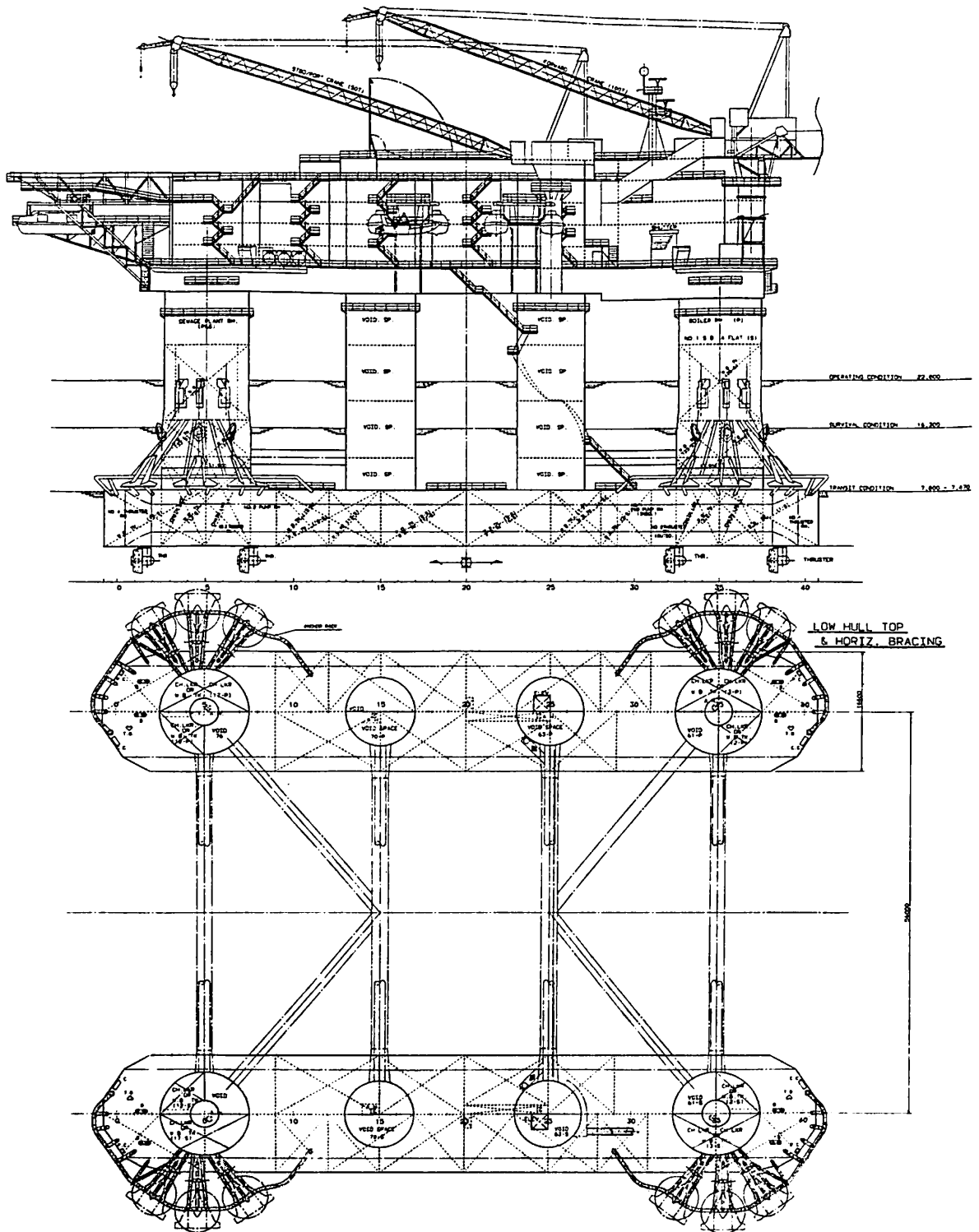
本船のバラストシステムは、オペレーションドラフトからサバイバルドラフトまで、およびトランジットドラフトからサバイバルドラフトまでのドラフト変更を3時間以内に行える能力を持つ。また、8台のバラストポンプを各コーナーのポンプルームに2台ずつ配置し、1つのポンプルームに浸水しても、他のポンプルームのバラストポンプを使用して、2時間以内にもとのドラフトおよびイーブントリム・ヒールに本船の傾斜をもどす能力を持っている。

バラストシステムは、ポンプの発停、バルブの操作すべて、ブリッジ・コントロールルームのバラストコンソールにて行うことが出来、また本船のドラフト、各タンクのレベルはアナログおよびデジタルにてバラストコンソールに表示される。

バラストシステムの設計に当っては、NMDのバラストシステムに関する最新のDraft Regulationを適用し、バラストシステムのどの部分が損傷してもバラストシステム全体が操作不能に陥らないように設計されている。

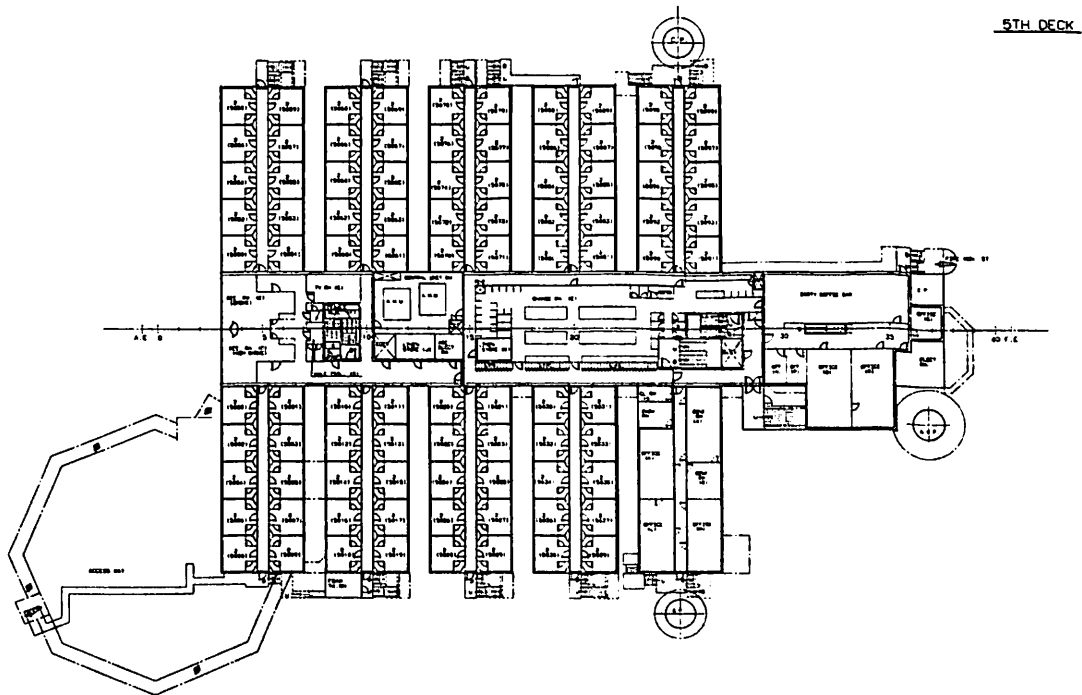
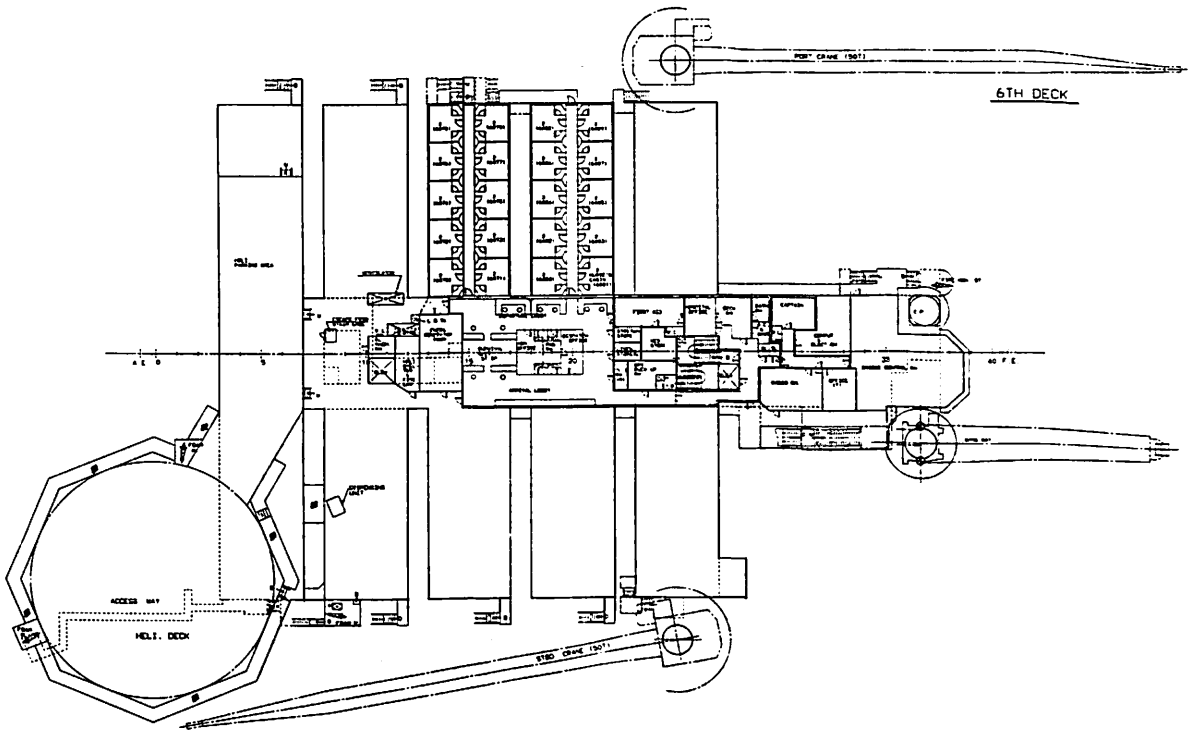
6・2 ムアリング・システム

本船のムアリング・システムは、12本のアンカーチェーンと4台の電動ウインチから構成されている。

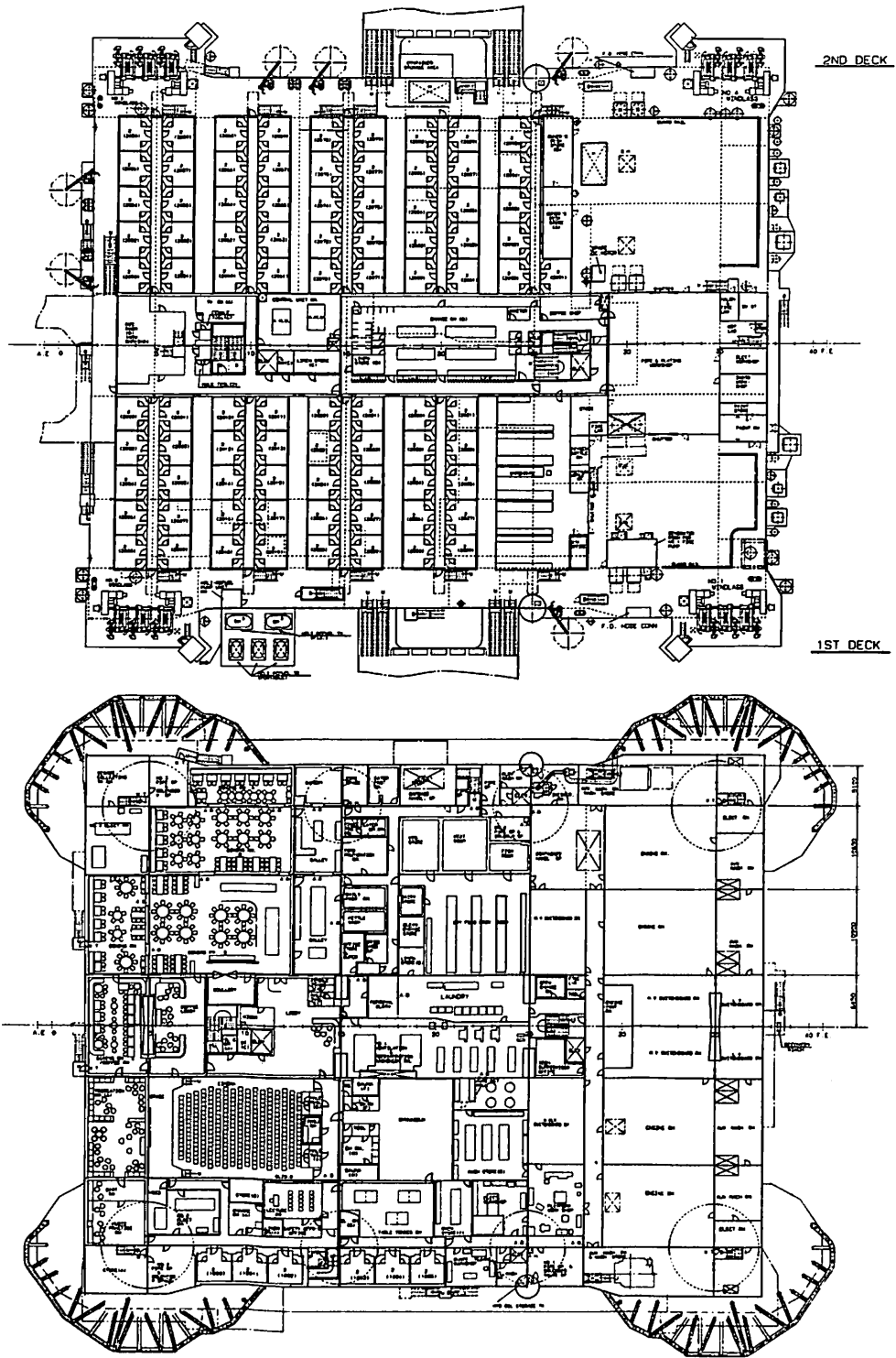


ラスマッセン・オフショア向けフローテル "POLYCONFIDENCE" 一般配置図(1)

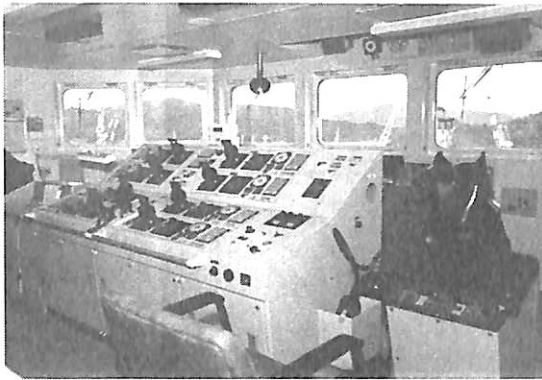
三井造船・玉野事業所建造



フオーテル "POLYCONFIDENCE" 一般配置図(2)



フローテル "POLYCONFIDENCE" 一般配置図(3)



ブリッジ・コントロール・ルーム

アンカーはStevpris 10トン、アンカーチェーンは、D_nV, K4, 76φ, 1,500mである。

本船には、また、スラスターを自動的にコントロールし、ムアリング・システムをアシストするAPM装置(Kongsberg Albatross社, APM3000)が装備されている。

ウインドラスのコントロールは、各ウインドラス機側のウイドラハウスから行う他、ブリッジコントロールルームからすべての操作がテレビを見ながら行えるように設計されている。

6・3 ダイナミック・ポジショニングシステム

前項2)のムアリング・システムとは別に、本船は位置保持装置として、ダイナミックポジショニングシステム(以下DPS)を備えている。

本船のDPSは、固定プラットフォームの建設が進み、海底にパイプラインが布設されて、ムアリング・システムが使用出来ない状況でも、ホテルサービス、固定プラットフォーム支援が行えるように装備されている。

本船のDPSは、8台のアジマススラスターのピッチ、アジマスを外力に応じてコントロール、船位・ヘッドイングを一定の位置、方向に保持するものであり、ビューフォート風力階級9の海象まで、オペレーション可能である。

船位検出装置としては、Taut Wire, TransponderおよびArtemisの3種類の装置が備えられている。コントロールシステムはKongsberg Albatross社のADP501およびADP311を使用した。

本船のDPSは、本船が固定プラットフォームとギャングウェーにて接続されている状況にて使用されるので、DPSの故障により、本船が固定プラットフォームに衝突するというような重大事故が起こらないように、DPSに関連するすべての装置が2重に装備されている。

また、スラスター、発電機はそれぞれ8台装備されているが、本船のどの区画が事故により損傷をうけても、運転が継続できるように、機器、電線、パイプの配置などが設計されている。

6・4 主要電器設備

6,600V 高圧配電盤	4面
各配電盤はブスタイで接続され、リングメイン方式となっている。	
440V 配電盤	4面
220V 配電盤	6面
ウインドラスモーター用SCR制御盤	4面
変圧器	

主変圧器	3,900kVA	6,600V/450V	2台
主変圧器	550kVA	6,600V/450V	2台
一般変圧器	300kVA	450V/225V	2台
SCR用変圧器	1,700kVA	6,600V/600V	4台

7. 居住区概要

7・1 概要

本フロッテルの居住区には、400室のキャビン(ツイインルーム)があり、800名の宿泊者のためのホテルサービスを行う娯楽施設を備えている。1ST・DECKには、400席の食堂、ギャレー食料貯蔵庫、ランドリーの他、娯楽施設として、305席のシネマ、ジムナジウム、卓球室、サウナレクリエーションルーム等が配置されている。2ND・DECK上の5層のアコモデーションハウスは各デッキ20室のキャビンからなる10個のウイングユニットと1個のセンターユニットから構成され、センターユニットの2ND・DECKから5TH・DECKまでの各デッキには、ガラスウォールで囲まれたレクリエーションルーム、テレビルーム、更衣室、ファンルーム、リネン室等が配置されている。

センターユニットの6TH・DECKには、ホテルのレセプションに相当する、デバーチャー、アライバルロビー、病院の他、ブリッジコントロールルーム、ラジオルーム、コンピュータールーム等のコントロールステーションが配置されている。

キャビンの広さは約16㎡とゆったりとした広さになっており、また各キャビンには、床にヒーターケーブルを装備したトイレ、シャワーユニットが装備されている。

7・2 騒音対策

NMD, NPDおよびUK, DE_nが要求する騒音レベル規制値を満足するため、当社開発の騒音レベル予測プログラムを使用し、設計進捗に合せ数度の騒音レベルの予測を行い、規制値を越える区画には、その原因に対応



シネマ

する対策をその都度施行し、最終的にすべてのキャビンで45dB(A)以下となるように設計を行った。実船計測結果も予測値とはほぼ一致し、非常に静かな居住区を実現することが出来た。

また、エンジン、その他の機器から発生する騒音に対する対策とは別に、キャビン間、キャビン-通路間の遮音に対しても十分の対策を行い、隣室、通路の音を完全にシャットアウトし、この面からも極めて静かな居住区とすることが出来た。

7・3 室内装飾・使用材料

室内装飾の設計、内装材の選定においては、ノルウェーの Architect Consultantとの密接な協議のもとに進め、北欧風の落ち着いた雰囲気のある居住区に仕上げる事が出来た。

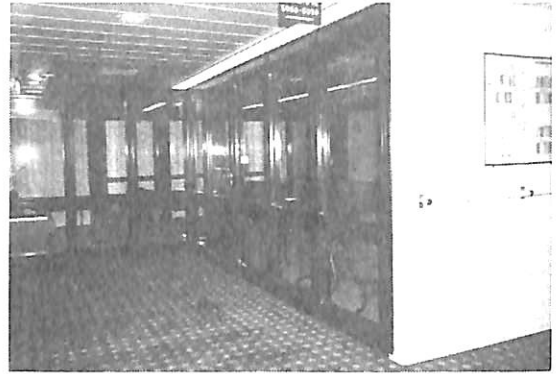
内装材はほとんどが輸入品であり、納期管理には非常に苦労をした。以下本船に使用した主要な内装材である。

Joiner Wall	- TNF, Denmark
Ceiling Panel	- TNF, Denmark
	Danacaustic, Norway
Toilet/Shower unit	- Parma Marine, Finland
Carpet	- Mandal Teppereri, Norway
Cabin Furniture	- G. Ekness, Norway

7・4 安全対策

800名の人員が安全に生活出来るように、居住区の防災、消火、火災探知設備に対しては、NMD, UK・DE_nの要求の他に、SOLASの客船ルール、NPD, D_nV, FIFI-1の要求を満足するように設計した。

特に、このフローテルは、海底油田生産設備である固定プラットフォームに隣接して使用されるので固定プラットフォームに面する居住区外壁はA-60クラスの防熱に加え、壁面および窓に水を吹きかける Deluge System



リクレーション・ルーム (5 DECK)
B-15級ガラス・ウォールを使用

により、固定プラットフォームの万一の事故・火災に対しても保護されている。

居住区内部には、自動スプリンクラー装置が設けられている他、居住区内のデッキはすべてA-60クラスとした。

また、コンピューター解析による、エバキュエーション・シュミレーションにより、十分な避難経路が確保されているかの確認を行った。

8. おわりに

世界で初めての800名定員のフローテルということでノルウェー政府も慎重な安全審議を行っていたため、契約時点から多くの設計上のオプションやベンディング項目を抱えて、ヤードデザインがスタートしたのが60年9月。以来、ノルウェー自身のルールシステムの変更にも巻き込まれながら、必死の設計作業が続き、ようやくベンディング項目をすべて消し込んだのが62年4月でもう引渡し間近という状態であった。

時間と闘いながらの大プロジェクトであったが、無事出航までこぎつけたのは、これまでつちかった当社の造船技術の底力であったように思われる。

本船が北海で存分に真価を発揮することを祈るとともに、こういうプロジェクトが造船界の新しい展望につながることを切に祈るものである。

●【催物のお知らせ】

特別展「ポスターでみる日本客船の黄金時代」

9月20日～11月8日まで

(財)横浜海洋科学博物館 横浜市中区山下町15 (マリンタワー) TEL. 045 (641) 4488

●お知らせ

全世界的な海上遭難安全システム(GMDSS)に関する1987年東京セミナーについて

運輸省は、本年11月25日～27日までの3日間にわたり、東京・三田の笹川記念館で、アジア・太平洋地域の船舶関係者を招へいし、GMDSSに関する国際セミナーを開催します。

同セミナーは、日本造船振興財団(笹川良一会長)の海外交流基金による一環として実施されるものであります。(また、IMO(国際海事機関)の協賛を得て実施されるものです。)

● 目的

現在、IMOでは、従来のモールス信号を中心とした海上遭難システムに代り、近年の衛星通信技術等を活用したGMDSSを1990年代前半に導入するため、同システムの設備要件およびSOLAS条約等関連条約の改正につき検討が行われています。

このような状況の下、GMDSSの概要の目的、搭載要件および技術基準をアジア・太平洋地域の発展途上国の

関係者に周知することが本セミナーの目的ですが、講演は広く日本国内の関係者に対しても公開されます。

● 受講料等

- (1) 受講料および配布資料は無料です。
- (2) 使用言語は、日本語および英語とします。

● 募集要領

本セミナー受講希望者は、往復葉書に、氏名、年齢、住所、職業(電話番号を含む。)を記入の上、下記事務局宛、申し込んでください。(切:10月26日事務局必着のこと。)

〒100 東京都千代田区霞ヶ関2-1-3

運輸省海上技術安全局安全基準管理官付
GMDSS1987東京セミナー事務局

(本セミナーに関する質問は、事務局(TEL 580-3111内)2474 担当:浅野、吉田)までお問い合わせください。)

(セミナー日程表)

11月25日(木)	11月26日(金)	11月27日(土)
9:30~9:45 開会 運輸省海上技術安全局長 B.V.Bogdanov(IMO事務局)		9:30~10:30 地上受信局の整備 海上保安庁通信課長
9:45~10:45 GMDSS概要と実施計画 Part. I P.E.KENT(英国)	10:00~11:00 COSPAS-SARSAT衛星システムの運営 J.Robinson(カナダ)	10:30~11:00 海上安全情報 V.Bogdanov(IMO事務局)
10:45~11:00 Coffee Break	11:00~11:20 Coffee Break	11:00~11:20 Coffee Break
11:00~12:00 GMDSSの概要と実施計画 Part II P.E.KENT(英国)	11:20~12:20 INMARSATの役割とGMDSS J.L.Fear(INMARSAT)	11:20~12:20 無線通信オペレーターの職務の概要 運輸省船舶職員課長
12:00~13:30 昼食	12:20~14:00 昼食	12:20~14:00 昼食
13:30~14:30 搭載設備の機能と設置要件の概要 運輸省安全基準管理官	14:00~15:00 救難救助体制とGMDSS G.T.Morgan(USコーストガード)	14:00~15:00 パネルディスカッション Part I
14:30~15:30 搭載設備の技術基準と開発の現状 U.Hammerschmidt(西独)	15:00~15:30 Coffee Break	15:00~15:30 Coffee Break
15:30~16:00 Coffee Break	15:30~17:00 デモンストレーション公表	15:30~16:30 パネルディスカッション Part II
16:00~17:00 WARC-MobileとGMDSS 郵政省航空海上課長	(1) レーダー・トランスポンダー (社)日本船舶品質管理協会 船舶機製品研究所 (2) レーダー・トランスポンダーの同時操作 U.Hammerschmidt(西独)	16:30~17:00 質疑応答
	(3) 406 MHz Satellite EPIRB J.Robinson(カナダ)	17:00~17:15 閉会 運輸省海上技術安全局長
	(4) L-Band Satellite EPIRB J.L.Fear(INMARSAT)	
	(5) DSC V.Bogdanov(IMO事務局)	

<龍宮城への道を探る>

水中観光の夢を拓く「水中観光船」について

— 石垣島に就航した“マリン・キッス”他 —

* 寛 治

まえがき

水中観光という名称は新しいものである。在来観光というものは陸上の風物をながめて楽しむものと理解されていたから、水中観光という「おやつ」と思われる方が多いものと思う。我が国は島国であり、まわりはすべて海であり、海は多くの分野に利用されてきたのではあるが、海の中を見るという観光はほとんど行われてきていなかった。最近になってきて、海の中を見たいとの要望が出てくるようになり、各種のアイデアが提出されてきてはいるが実用に供される段階にまでいたっているものは皆無であった。現在までのところ、実用に供せられてきたものとしては、船の底にガラス類をはったグラスボートのみである。水中観光という言葉からすぐに頭に浮かぶものは「潜水艦」である。ところが、潜水艦は、旅客船として利用することは不可能である。潜水艦を旅客船として使用する場合の法規がない。したがって検査をうけることも出来ず、許可も出ないということになる。

水中観光船の発案の発端

当社は、小型船舶の設計デザインを主たる事業としており、過去に何隻かのグラスボートのデザインを引き受け、細部にわたっての改良も続けてきたが、大幅な改良

には至らず、顧客の要求もあってアイデアを出すのに苦心をしてきた。

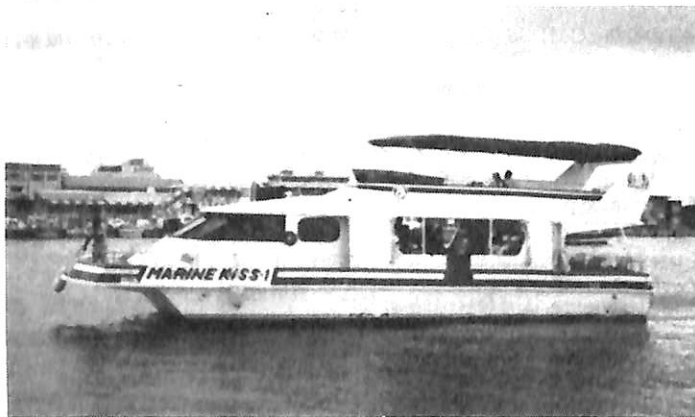
総噸数20トン以下の小型船舶については、日本小型船舶検査機構（JCI）が検査を担当しており、当方も図面説明書等を持参して何度か検査部へお伺いしたものである。

水中観光船と通常型グラスボートとの違い

通常のグラスボートが平面のガラスを上方より覗き込むのに対して、水中観光船の場合には、キャビン側面にとり付けられた窓より海中を眺めることが出来るという点である、通常型のグラスボートは、ガラスが平面となっているため、船首波のつくる泡がガラスの下面につき海底が見えなくなること、安全性の見地よりコーミングを高くとることを要求されること等のため、ガラス面と旅客の視点とが遠くはなれてしまい、視界がせまくなる。また、明るいところより暗いところを見るために、ガラス面に旅客の顔が映ってしまい、カメラで写真をとると視界がせばまって正しく撮影することが出来ず、つねに上方より見るため、魚の背中ばかりしか見えない。また、ガラスの面積を大きくすると、ガラスの面にかかる水圧によりガラスがたわみ、船がピッチング（上下揺れ）すると、たわみ面が上下に動き、不安であり、実際の強度

も低下してくる。水中観光船の場合には舷窓式としてあるためガラス面が垂直となり、泡がガラス面につかない。（全速航行中は船首波より生ずる白い泡がガラス面を横切って海底は見えない。）旅客はガラス面に視点を近づけることができ、また視点を移動しながら海中を観察でき、泳いでいる魚を側面より見ることができ、写真撮影も可能である。

最大の魅力は水の屈折率の関係で斜め下方の海底がぐっと浮きあがって手近に見えることで、海底を見る人の臨場感をもちあげてくれる。これらの点が通常のグラスボートと、水中観光船のちがいである。



石垣島港にて航行中の“マリン・キッス”

* 株式会社 寛 治マリンデザイン代表

水中観光船の安全性



前方より見た“マリン・キッス”

水中観光船は一般の旅客を乗せる目的で建造されるものであるから、第一に安全でなければならない。この点に関して日本小型船舶検査機構では細目にわたって安全対策を要求してきたが、本船では全てこの項目に関して安全性が認められ検査を受けることができた。

安全に対する要求項目の大筋概要を述べる。

- 不沈性であること。
- 不転性であること。
- 旅客の脱出が速みやかに行われる構造および配置とすること。
- 十分な強度を有すること。
- 水中窓の水密性と強度を充分なものとする。

以上のような要求を満すものとして、第1号船の“マリン・キッス”を6月に完成、石垣島にて営業を開始したわけである。主要目を次に述べる。

水中観光船“マリン・キッス”の主要目

全長	16.80 m
登録長	11.97 m



フライングブリッジの操舵スタンド

全幅	5.80 m
水中キャビン外幅	2.80 m
喫水(定員乗船時)	1.150 m
排水量(含エンジン)	28.0 T
定員	旅客75名(水中キャビン32席) 乗員3名

マリン・ガール2名

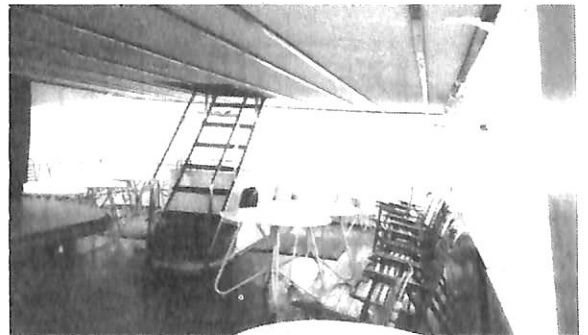
機関	ボルボ200馬力スタンドライブ×2
発電機	オナン12kW, 防音ボックス付×1
空調設備	操舵室, 前後部水中キャビン
速力	(最高)10ノット(航海)8ノット
燃料	(軽油)1,000ℓ×2
清水	800ℓ×2
汚水タンク	800ℓ×2
油圧	操舵室, フライングブリッジの2系統
水中照明設備	250 Wハロゲンランプ×8
ウインドラス	400 kg型×3
ギャレイおよび売店	1
W. C. (男性, 女性)	各1
レストラン用テーブル	10
レストラン用シート	40

“マリン・キッス”の安全対策

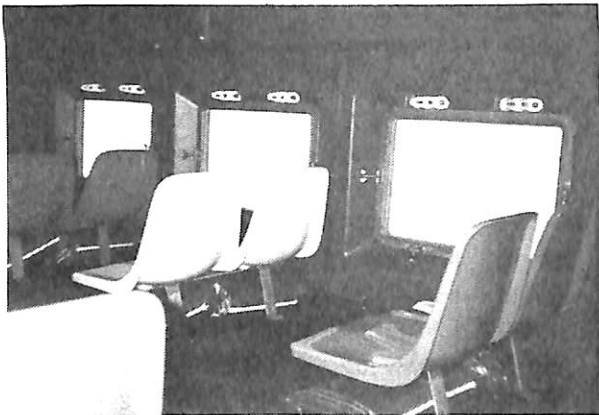
不沈性

水中キャビンのまわりをドーナツ状に13ヶ所に区分された水密のエアータンクで構成をされている。

水密なマンホールハッチがバルクヘッドにとりつけられていて、点検のためにエアータンクの中に入ることも出来る。船全体としては、水中キャビンの部分を水中に沈める必要があり、通常の小型船舶より排水量も多くする必要が生じてくる。この場合ただ単に、構造を重く造るだけとすると、重心位置が上昇し、水中キャビン部に浸水した場合の安定を保つためのGMを確保出来ないのので、排水量を増し、かつ重心の位置を低くするために鉛のパ



後部甲板のレストランスペース



水中キャビンと水中窓アクリル面が白いのは全速航行中のためバウ・ウエーブの泡が横切るため吹雪のようになる。

ラストを水中キャビンのフロアにしきつめてある。このバラストの重量は19トンである。安全性を確保するためには、船体が完全に水没した場合の水中重量の何倍の安全浮力体を用意すべきか、という点が、安全性を考える場合には重要なポイントとなるのであるが、本船の場合には、水中重量と安全浮力の比を3倍としている。安全上この比で充分であるかどうかをチェックするためには、小型の模型を作製して、重量分布を実船と同じとし、浸水する部分にはテープをはがすと内部に水の入るように工作して、浸水する部分の組合せ表を作成してテストを行っている。

不転性

浮力が充分であるという他に、安定上の問題がある。重心の位置はクルーザータイプのヨットのように、鉛のバラストを船体の最も低い所に固定してあるため120度船体を傾けても自力でおきあがるほど安定が良く、また定員80名が船端に乗っても傾きが約3度という腰の強い



乗組員と乗客の記念撮影

安定性を示している。これほどの安定特性は一見して必要のないもののように思われるかもしれないが、船舶の特性としてキャビン部が損傷した場合のエアタンクが損傷した場合等では安定性が大きく失われることが予想されるため、充分な余裕が必要であるという観点から全体計画が立案されている。

事故の場合、安全脱出を考慮した配置

水中観光船の場合には、安定的には正常に航行している場合にはT型断面の単胴船としての安定、であるものが、キャビン部が損傷をうけて船体全体の吃水が深くなった状態では、双胴船の安定へと安定状態が変化することがわかり、極端な不安定状態は発生しないことが確認されている(図1)。配置的な安全面についてはまず客室を2つに区切り、それぞれの客室には各2ヶずつの出入口をとりつけ、1つずつの客室の定員を20名以下とすることにより1つの脱出口より10名程度が脱出すればよいということになり10秒～20秒のあいだに全員が上甲板に脱出できるように考えている。また脱出用の階段は傾きをゆるくし、幅も700ミリと幅広のものとして脱出を容易のものにしている。水中観光船の場合、重要なポイン

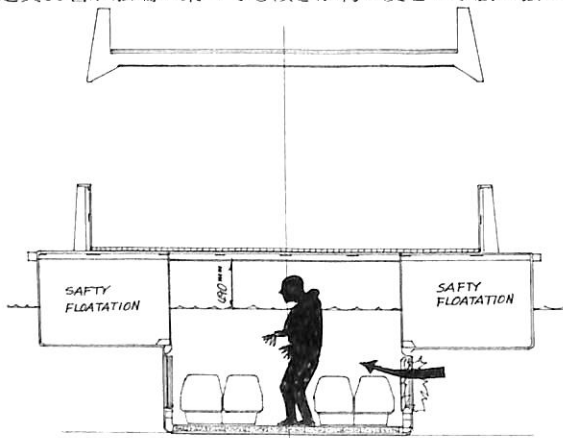


図 1

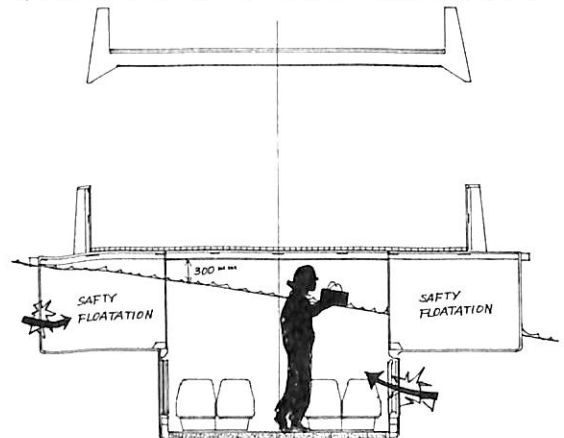
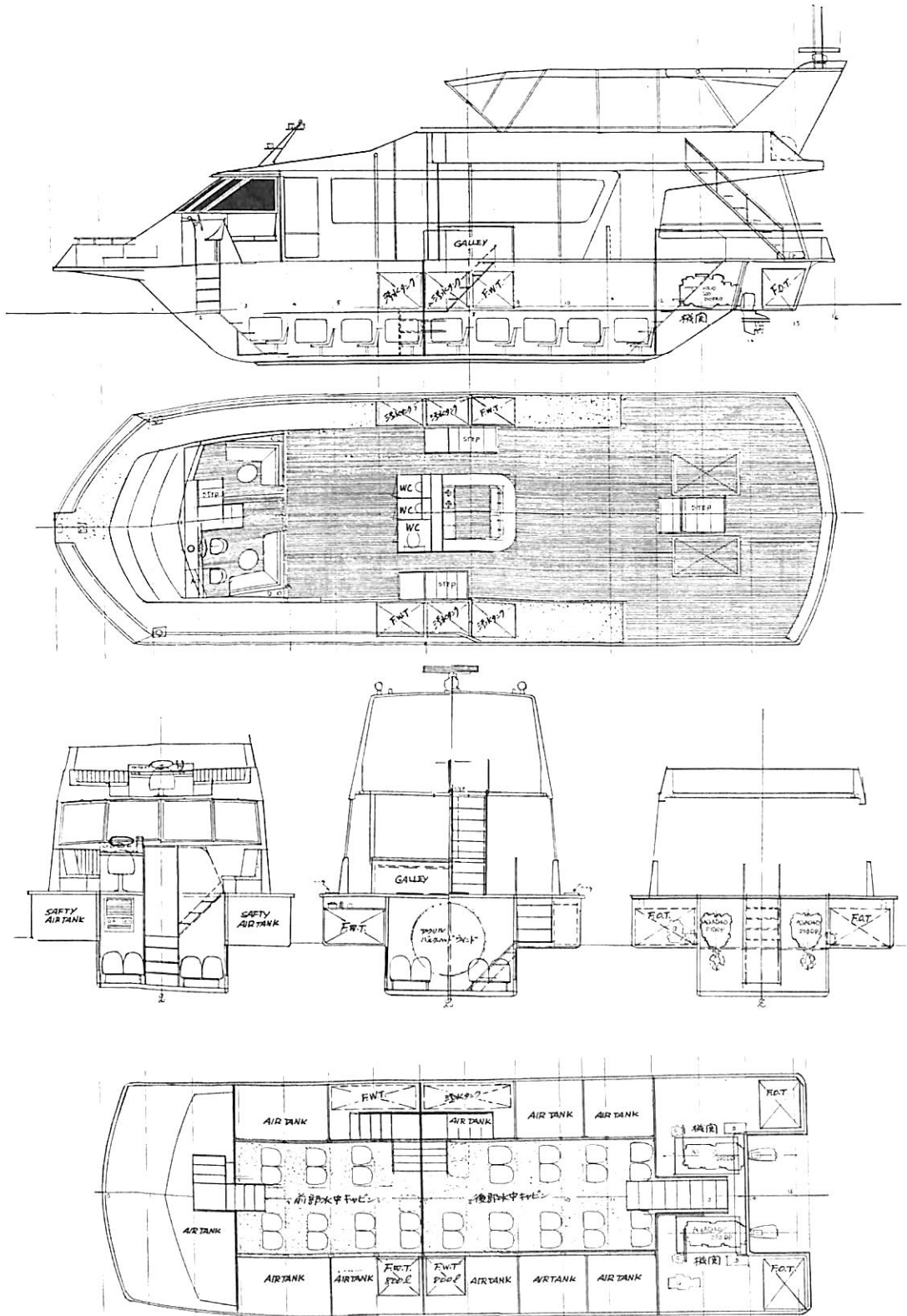
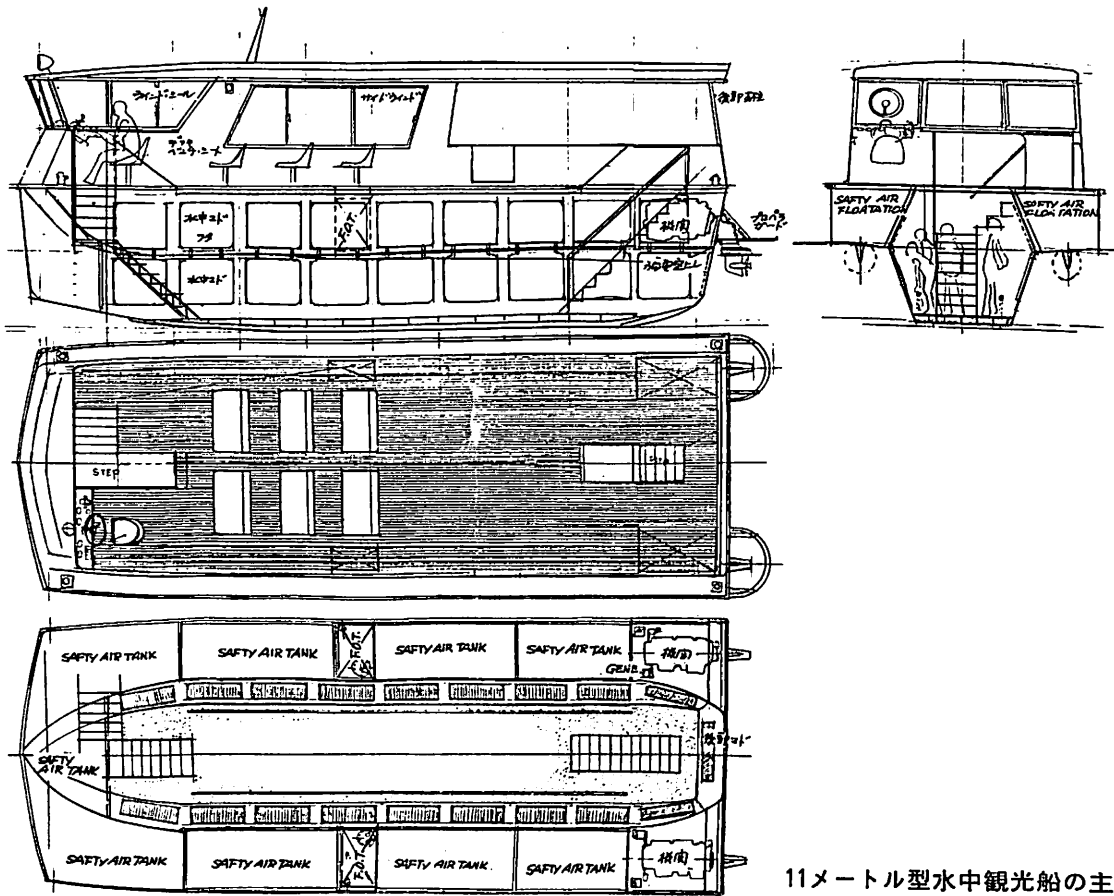


図 2



水中観光船“マリン・キッス”側断面と甲板配置図と断面図および水中キャビン配置図



11メートル型水中観光船の主要目

全長 10.70 m / 全幅 4.20 m (型巾4.0 m) / 型深さ 2.30 m / キャビン喫水 1.25 m / キャビン幅 フロア幅 1.5 m, 最大幅 2.30 m / 総噸数 約8 T / 航行区域

限定海面または指定海面 / 定員 旅客25名, 乗員2名 / 機関110馬力 スタンドライブ(デ)×2 / 速力 10~12ノット

トとしては、航行中の吃水が1.1メートルから1.2メートル程度にきめられている点であり、浸水のあった場合にも水の中を歩いて脱出可能となるように計画されている。もう1つは、水中キャビン部が浸水し、さらに安全用浮体(エアタンク)が破損した場合における、船体の吃水の増加と傾きを想定しておき、その状態においても水中キャビンの天井と吃水面とのあいだに最少300ミリの人間が呼吸できるクリアランスを有するように計画されていることである(図2)。

側面のガラス窓の安全性

海底をのぞく窓のガラスは、通常のガラスおよび強化ガラスでは衝撃強さに難点があり通常では、水族館等で使用されている三菱レーヨン社のアクリライトを使用することとし、船体外板の強度と同等に近い強度とするた

め40ミリ厚のアクリライトを使用している。これだけの厚みがあれば、ライフル弾を受けとめるだけの強度があり、充分と考えている。ウィンドウの強度については、現在のところ規準はない。水中キャビン部に浸水した場合の安全性に加えて、ウィンドウガラスにクラック等の発生した場合を考えて水密式のアルミニウム鋳物製のメクラブタを用意し、バタフライナットにて締め付けることにより水密が確保されるように設計されている。

船体構造

水中観光船は、現在のところ登録長さ12メートル以下、総トン20トン未満の船として計画されており、使用材料はFRPを使用している。構造としては、船体部は一体型のワンピースのものとして水密性の良いものとし、補

強材およびフレームには、ラワン材を使用している。エアタンク部は各々独立した水密の区画とし、タンク内もすべてFRPの積層構造として、船体外板は排水量が重いことも考えにいられて通常のサイズの船に比べて、厚い外板とし、船底部で23ミリの厚みがある。第一号船は、沖縄県の糸満市で完成し石垣島の石垣港まで約500kmを自力回航している。出港してから1日中荒天がつづき、2メートルをこえる波をかぶりながら航行したのであるが、何ら故障は発生せず、強度的には充分ということが証明された。

多彩なる営業活動

この船の営業的な用途としては昼間は水中観光のクルーズとして使用し、夕方においてはサンセットクルーズまたはディナークルーズとしてレストラン船として使用し、夜間はイルミネーションをつけて納涼船ビアホールとして、海中の照明を行って、魚を船の回りに集め水中キャビンより眺めながらカクテルをのむ、というような営業を行うため、用途に合わせたレイアウトがなされている。したがって、フライングブリッジ部には、日除けをつけ、12名～14名がひじかけシートに腰掛けて回りを眺めながら、クルージングするというスペースであり、上甲板部はレストランスペースとして、ディナークルーズ用のスペースであり、最下部の水中キャビンは、水中観察用のスペースに、といった風に上中下と三層に分れている船である。しかし、外部より見ると通常の2層の船に見えるところが面白い。

特徴

水中観光船は、速力は最高で約10ノット、通常使用では約8ノットと遅く、船体型状も外洋むけのものとしては設計されていないので、あまり波浪の激しい所や潮流の激しい所での使用には適当ではない。しかしながらキール下面に19トンのバラストがついているため、横ゆれ角度は小さく、大波の中でも転覆するという恐れがないことから耐波性もあり、船型の改良によっては、かなり波浪のあるところでの使用に耐える船型も計画が可能と考えている。水中キャビンより、海中を眺めた場合の視界は仲々良く、水の屈折率の関係で魚やサンゴ礁が大きく見えるため迫力も充分あり、またエアタンクのほり出しがひさし状に出ているため太陽光線がガラス部にさしこむことがないので、やや暗めの海中もはっきり見えて、なかなか面白い。船の速力が約3ノット程度までは船首波の影響を受けずにクリアに海中を眺めることが出来るが、速力をあげてくると、船首波により生じた泡がガラ

ス面を横切るようになり海中は見えなくなる。

水中キャビンの内部は、厚い外板と床下の鉛によりしゃべいされているため外部の音が侵入してこないため、静かであった。

建造コスト

水中観光船のコストは通常型のクルーザーに比べてやや高めといったコストとなり、20トン型：定員80名前後のもので7,500万～8,000万円程度、定員25名の11メートル型(図面参照)で約4,000万円程である。

水中観光船の建造状況

- | | |
|-----|----------------------|
| 1号船 | 「マリン・キッス」80人乗(記事参照) |
| | 運航者：㈱マリン・キッス(石垣港) |
| | 建造：㈱イースト・マリン 沖縄県 |
| 2号船 | 「1号船に同じ」80人乗 10月完成予定 |
| | 船主：㈱奥村ハウジング |
| | 建造：㈱イースト・マリン 沖縄県 |
| 3号船 | 11メートル型(25人乗)未定 |
| | 建造：加藤ボート工業 神奈川県 |
| 4号船 | 11メートル型(25人乗)起工10月中旬 |
| | 船主：阿波徳島海中公園 |

用途および利用

現在までの商談を区別してみると次のようになる。

- (1) 海洋リゾート地での新しい観光ルート造りのため。
- (2) 新開業のホテル等の設備として用意したい。
- (3) 町おこし、村おこしの目玉としての顧客集め。
- (4) 現在使用しているグラス・ボートの代船。
- (5) ダイビング・スクールの母船として利用したい。
- (6) 海中公園で特に海中を多くの顧客に見せたい。
- (7) 外国例で離島の交通艇を兼ねての水中観光をしたい。

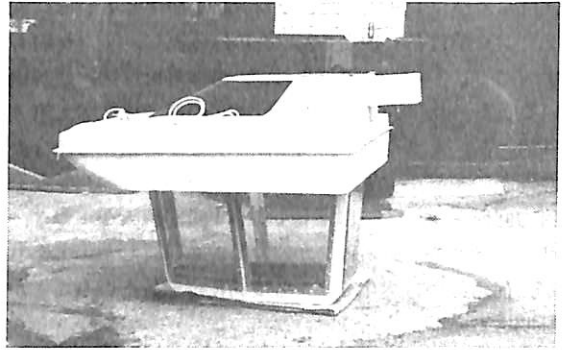
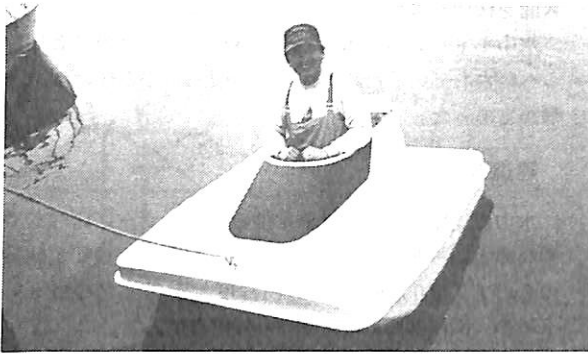
特許と業務提携先

水中観光船の名称で日本国特許出願済み、またアメリカへも特許出願済みとなっている。

また、㈱寛治マリン・デザインと三井海洋開発㈱との間で水中観光船に関する営業活動についての業務提携も行なっている。

水中観光船の発展と将来

水中観光船の考案は原理的なものであるため、各種のサイズのもの、各種の用途のものが考えられる。現在のところ使用されているものは、80名乗りの“マリン・キッス”と筆者が自家用に製作した1名乗りのミニマムサ



筆者考案による1名乗り水中観察船，中は筆者，バラストが底部にとり付けられている。モーターブラケットには2馬力の電動船外機をとり付けて、速力は3.5ノット110 AHのバッテリーで連続4時間動くことができる。

イズのものがある。(写真参照) 1名乗りのものでも結構面白い、水深の浅い所に船をとめて、海底のハゼが餌を食べているのを観察したりするのは、今まで予想もできなかった海の楽しみである。

これからの水中観光という点で考えてみると、採算性を考えてみれば、より大型の水中観光船の希望が出てくるように思われる。現在のところ、20トン以下の小型船舶を対照として設計、デザインを行なってきたが、より大型のJG船に対して、どのような検査が行われるようになるか不明の点が多く、もう少し現在の小型船舶の水中観光船での実績が出てから大型のものにとり組むというのが筋道のように考えている。

さらに動力も取り付けずに、水面に設置してしまうというタイプのものも考えられ、1970年代に、多く造られた水中展望塔に代るものとして期待されはじめています。というのは、水中展望塔は、海中にて土木工事を行うた

め海中の環境を悪化させてしまい、漁業者からも不評であり、また費用も莫大な額になるため、少ない費用ですむ水中観光船の方が有利ということになって来ている。全国各地の観光地では、顧客を集めるための新アイデアを探すのに大変苦労している所が多く、観光地からの問い合わせが多いのが現状である。

結 び

ここ数年のうちに現在使用されている平底型のグラスボートは、ほとんど舷窓式の水観光船に変っていくであろうと予想している。しかし、ここで問題がないわけではない。最大の問題は、海が汚染され水の透明度が低下することで、汚れた海では水観光船は使用出来ないものである。全国各地で水観光船の営業が可能となるように、海洋環境の回復を願わずにはいられないのである。

●お知らせ

異常海難防止システムの総合研究開発特別講演会

昭和62年11月16日(月) 10:00~16:35

会場 船舶振興ビル10階会議室 東京都港区虎ノ門1丁目15番16号 TEL 03-502-2371(代)

- ・「基調講演」 東京大学名誉教授 山本 善之氏
波浪中の船の構造強度について
- ・ 野島崎沖の波浪の特性 気象庁, 港湾技術研究所
- ・ 船体に及ぼす波浪外力の解明 船舶技術研究所
- ・ 船体構造の破壊条件 船舶技術研究所
- ・ 船舶安全運航技術の開発 船舶技術研究所
- ・「総括講演」 東京商船大学学長 観谷 宏士氏
船舶の波浪中における安全運航について

問い合わせ先・運輸省船舶技術研究所企画室

〒181 東京都三鷹市新川6丁目38番1号

TEL 0422-45-5171(内線252または254)

●造船・海運各社の新事業シリーズ(11)

大空への進出“飛行船”新事業

— 第一段階は無人船による広告宣伝 —

大阪商船三井船舶株式会社
株式会社 エム・オー・エアーシップ

大阪商船三井船舶(株)は同社の全額出資による飛行船運航会社(株)エム・オー・エアーシップを6月1日付にて発足をした。発足時の資本金は一億円で本店を商船三井ビル内においている。

同社は今後約一年間にわたり、運航要員の養成・訓練と安全運航のための準備(パイロット要員が外国にて訓練中)を行い、来年の初夏には有人飛行船による運航を開始したいとしている。

新会社は、宣伝・広告・航空測量・写真・TV・ラジオ中継などを主体とした営業活動を行うことにしているが当面有人飛行船の運航に先立ち無人のラジコン飛行船を一隻購入した。

7月26日に横浜市港湾局と(社)横浜港振興会が主催した海の旬間行事に事業を兼ねて初めて一般に公開された。

ラジコン飛行船は全長14m、大型飛行船に比べて移動が簡単で離着陸のスペースもあまり必要とせず、またワゴン車1台で日本国中どこでも行けるという手軽さと安さが売り物で、イベントや開店、開業祝い、ナイト・サインなどの利用に適している。

将来は、より大型の飛行船が開発される動きもあり、小型、軽量、高付加価値貨物の輸送や地域間航空(コンピューター)、観光、クルーズなどに事業展開する可能性もある。

飛行船は現在、全世界で15隻が主として宣伝・広告用に商業運航されており、さらに数隻が建造中、わが国でも日本飛行船事業(昭59年設立)が有人飛行船1隻を運航している。

特長は、①省エネ・低燃費、②低震動・低騒音、③空中静止が可能で空中安定性が高い、④急激な墜落や爆発がなく安全、⑤ヘリなどに比べ格段に長い滞空性・航続性があるなど。このため欧米を中心にして、飛行船の再評価・再活用の気運が増大しており、米国では200名乗り大型飛行船の開発も進められている。

お問合せ先

株式会社 エム・オー・エアーシップ

東京都港区虎ノ門2-1-1(商船三井ビル)

電話(03)584-5111(大代)



横浜大栈橋で離陸準備中の飛行船

●昭和62年度日本造船学会授賞論文要約(1)

Added Resistance in Waves in the Light of

Unsteady Wave Pattern Analysis とそれに関連した論文

大 楠 丹*

1. まえがき

船が波浪中を進行すると、波浪は船によって反射され、船の動揺は新しい波を船のまわりに造る。その結果、船の進行に対する水からの抵抗が増加する。これが波浪中の抵抗増加である。

船が動揺によって造る波や、反射波が、特に船が前進速度をもつ場合に実際にどのようなものなのか、水槽試験で観測した例は皆無である。したがって、これらの現象に対する我々の理解が正しいか否かを、実際の現象を注意深く観察して検証することも行われたことがない。抵抗増加の物理に対する理解を深めるためには、その原因となる波動を良く観察すべきであるという認識にもとづいて行ったのが表題の研究である。

2. 船のまわりの非定常波の計測

船が波浪中を走る時に造る波を計測するのは難しい。図1は、そのような波のある瞬間の形を理論計算したものである。しかし、このような波形を水槽でも海でも見た人はいない。船のまわりの波には、その他に入射波、一定速度で水面を走ることによって生じるケルヴィン波などが混在しているために、図1のような波を見ることはできない。したがって計測では、これらの不必要な波を取り除く必要がある。

さらに難しいことがある。図1のような波は非定常である。研究の対象にしている規則波中の場合でも、一定地点の波の高さは正弦的に変動する。その地点での波の

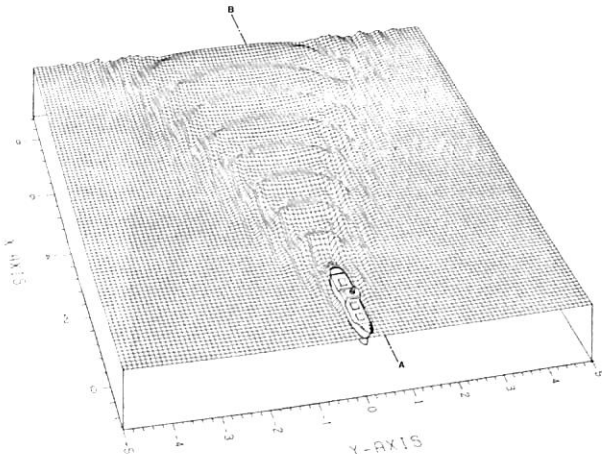


図1 船の造る非定常波紋

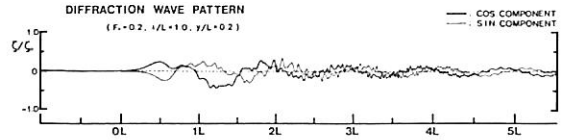


図2 AB上での波の cos, sin 成分の振幅

情報を得るためには、そこでの波の上下を少なくとも一周以上計測して、上下動の振幅、位相を知らなくてはならない。そして模型船のまわりのあらゆる地点でこれを行わなければ、図1のような波の時々刻々変化してゆく様子の定量的な情報は得られない。波高計による計測では難しいことがわかる。この点を克服して、図1のABのような直線上のあらゆる場所での波の振幅と位相を、数本の波高計とコンピュータを用いて計測する方法を開発した。

図2は、AB上の波の上下運動の cos 成分と sin 成分の振幅の分布を示したものである。船首の位置は0Lにあり、Lは船長を示す。

3. 計測した波の解析

次のキポイントは、計測した波を解析して理論的な解釈を可能にする方法である。

模型船が規則波中を走る時に造る波は、船より遠方ではあらゆる方向に素成波の集合として表わされる。一般には、一つの方向に2種類の波長の異なる波が進行してゆき、その振幅、位相も異なっている。波長は方向以外にも船の前進速度、動揺周波類によっても異なる。船より前方に進む波は、その群速度が船の前進速度より小さければ存在し得ない。この場合に、前進速度がさらに大きくなれば、進行波のない船より前方の範囲が拡大される。

ABのような直線上で測った波の情報をフーリエ解析して、種々の波長の成分にわけて、その振幅と位相を求める。

ある方向に進む波は、その方向に特有な波長をもっていているから、フーリエ解析から得られた各成分はその波長によって逆に進行方向がわかる。その結果、AB上の波のフーリエ解析で、各方向に進む波の振幅、位相が求められる。

規則波中を走る模型船の造る波を計測、解析して各方

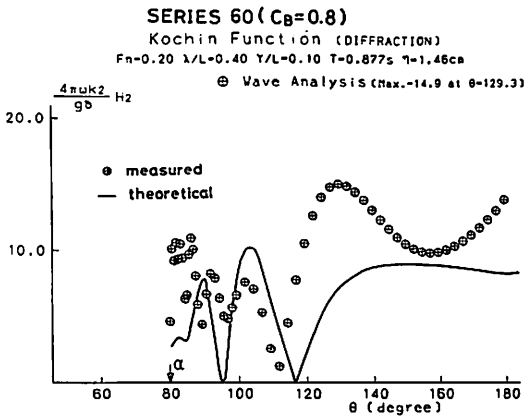


図3 素成波の振幅の方向分布

向に進む波(素成波)の振幅,位相を求める(1方向に対しては,一般に2つの振幅と位相)過程を以後非定常波解析と呼ぶことにする。

船の幾何学的形状,動揺状態,動揺周波数,前進速度をパラメタとして理論で予測される素成波の振幅と位相を,非定常波解析の結果得られるそれと比較して,船のまわりの非定常波動場の詳細な推定精度という物理的にわかり易い形で,理論の不備を明らかにすることができ,ひいてはその理論から導かれる抵抗増加の推定精度を検証することができる。

一方,計測で求めた素成波の振幅を2乗して,各方向に特有な係数を乗じ,全方向について積分すると,波浪中の抵抗増加を波形から直接求めることができる。

4. 結果とその意味

図3は, Series 60 船型 ($C_b=0.8$) を, 波長/船長 ($=\lambda/L$) 0.4の向い波中を $F_n=0.2$ で, 動揺を拘束して曳航した時に生じる反射波を非定常波解析した結果である。各方向 (θ) に進む2種類の素成波のうち, 波長の大きい方の波の振幅を無次元にして示している。計測値は非定常波解析の結果で, 実船は細長船理論による推定値である。 $\theta=0^\circ$ が船より前方, $\theta=180^\circ$ が後方を示している。 $\theta \leq \alpha^\circ$ の前方範囲に進行する波はない。 $\theta = \alpha^\circ, 120^\circ$ では若干異なるが, 細長船理論と言えども肥大船の反射波の特性を總體的に良く推定できることがわかる。

この船型の場合に力として計測された抵抗増加と, 非定常波解析の結果得られたそれとを比較した結果が, 図4である。動揺を拘束した場合, つまり反射波のみの抵抗増加を非定常波解析で求めたものが●で, 船に作用する力の計測から求めたものが▲である。○は運動を拘束しない場合の抵抗増加を力の計測で求めたもので, $\lambda/L < 0.7$ で▲と殆んど一致する。このような短波長では拘束なしでも船は殆んど動揺しないからである。点線は細

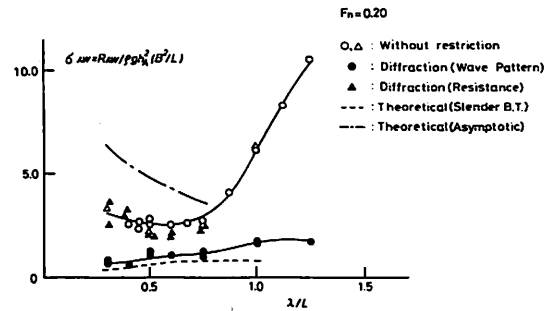


図4 抵抗増加係数の比較

長船理論で反射波のみの抵抗増加を推定したものである。

この図で注目すべき点は, 力として計測した抵抗増加の方が, 非定常波解析によって求めたものよりはるかに大きいこと, 後者は細長船による予測と良く一致することである。これは, 船の前進速度を変えても同様である。この結果は, 次のように解釈される。

船の極く近傍, 特に船首近くの波は, 線型理論で予測される波とは大分違っている。船より離れた場所での波は理論で予測されるものに近い。船に作用する力としての抵抗増加は船体表面上の圧力の積分値であるから船の近傍の波によって決定される。しかし非定常波解析の結果求められる抵抗増加は, 船より離れた場所での波のエルギ収支から求められる。したがって両者は異なるであろう。一方, 船の極く近傍での波は伝播の過程で一部が砕波して, 船より離れた場所に達する。船の近傍での流れは一様流とは大きく異なり, 船からの反射波は一様流を仮定した線型理論で予測したものと船体近傍では異なっているはずである。

5. むすび

以上の解釈は一部2次元モデルの実験によって確かめられた。物体の近傍では流体の相対速度が, 物体の前進速度より遅いため, 物体の前進速度にもとづいて反射波が物体より前方にないと考えられる場合でも, 反射波が前方に伝播する。しかし, この波は砕波して, 物体より十分前方には達しない。

一方, 非定常波解析の精度は十分であることが確認された。したがって船より離れた場所での波動を原因とする抵抗増加は, 非定常波解析で間違いなく得られていると信じられる。

非定常波解析の導入で, 抵抗増加の理論的理解には, まだ不十分な点があることが判明したわけであるが, 前節の実験結果の解釈にもとづいて, 船が動揺によってつくる波や反射波の新しい理論モデルを探る研究がはじまっている。

*九州大学応用力学研究所

表面亀裂開口変位による大径鋼管の脆性破壊発生特性の評価

町田 進*・川口喜昭**・塚本雅敏**

1. まえがき

内圧にさらされる大径鋼管の脆性破壊発生特性の評価は、石油・天然ガスのパイプラインやライザー管の安全性にとって重要な課題である。とくに管軸方向に伸びる表面亀裂の場合は、厳しい周方向応力にさらされるだけでなく、内圧によるふくれ、いわゆるバルジングによって平板の場合よりもはるかに脆性破壊発生が容易になる。本論文はこのバルジングの効果を考慮に入れ、CTOD (Crack Tip Opening Displacement) 理論に基づいて、大径鋼管の脆性破壊発生特性を評価しようとするものである。

2. 破壊モデル

表面亀裂は本来三次元であるが、図1に示すようにいわゆる Crack Opening Stretch Model によって二次元に置きかえる。亀裂底の余断面の効果を、亀裂閉応力 σ_t に置きかえて貫通亀裂とみなす。内圧負荷時の亀裂中央の開口変位 δ_o を求めて、 δ_o が材料の限界 COD 値 δ_c に達した時亀裂底から脆性破壊が発生すると考える。 δ_o は平板の Dugdale Model を用いて次式で与えられる。

$$\frac{\delta_o}{4a\sigma/E} = \frac{1}{\pi} \left(1 - \frac{\sigma_t}{\sigma}\right) I_n \frac{1 + \sqrt{1 - (a/l)^2}}{1 - \sqrt{1 - (a/l)^2}} \dots\dots(1)$$

$$\frac{a}{l} = \cos \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{M\sigma - \sigma_t}{\bar{\sigma} - \sigma_t} \right) \dots\dots(2)$$

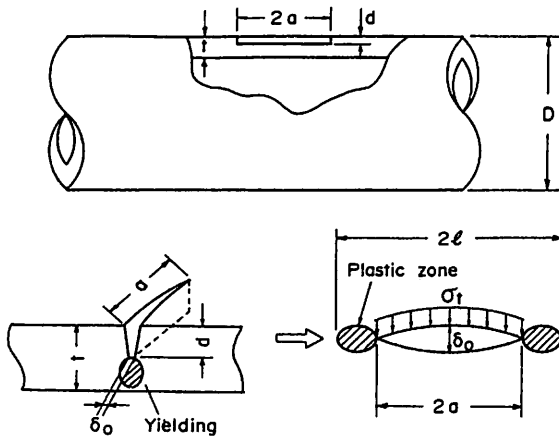


図1 想定欠陥と表面亀裂モデルの概念図

$$M = \frac{1 - \frac{d/t}{F}}{1 - \frac{d}{t}} \dots\dots(3)$$

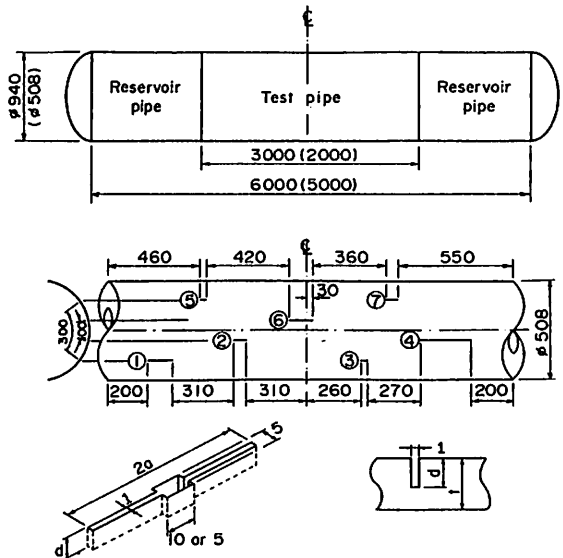
$$F = \left\{ 1 + 0.6275 \left(\frac{2a}{\sqrt{Dt}} \right)^2 - 0.003375 \left(\frac{2a}{\sqrt{Dt}} \right)^4 \right\}^{1/2} \dots\dots(4)$$

ここに E : ヤング率, σ : 周方向応力, $\bar{\sigma}$: 材料の塑性流動応力 (= 降伏強さ + 引張強さ) / 2, M : バルジングファクター, F : フォリアスファクターである。

式(1), (2), (3)および(4)から δ_o を求めるためには亀裂閉応力 σ_t を与えなければならない。理論的に求めることは困難なので、実験式を求めることにする。

3. 実験

供試鋼管は API 規格 X70 の大径厚肉管 ($\phi 940 \times t 39.2$ mm) と比較的小径薄肉管 ($\phi 508 \times t 12.7$ mm) である。図2に示すように、放電加工による切欠を管外面に多数加工し、水圧によって内圧をかけ、切欠底に取付けたクリップゲージによって圧力 P と切欠底の CTOD, δ_o の関係を計測した。試験結果の例を図3の左に示す。多数の切



Notch No	1	2	3	4	5	6	7
Notch length (2a)	120	60	30	240	30	120	60
Notch depth (d)	3.2	1.6	3.2	1.6	1.6	1.6	3.2

図2 供試鋼管寸法 (単位: mm) と切欠加工例

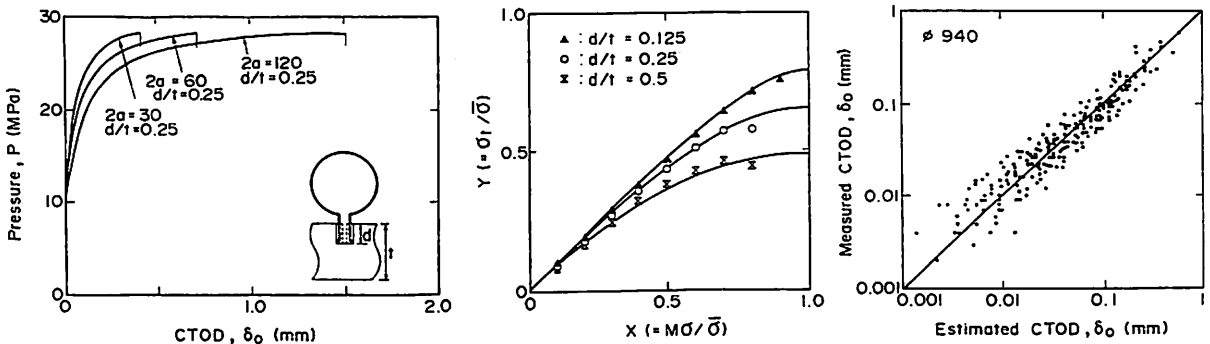


図3 切欠底開口変位の実測例，亀裂閉応力の実測例および開口変位推定精度の例

欠（計45個， $2a=19\sim 480\text{mm}$ ， $d/t=0.125\sim 0.750$ ）につき σ と δ_0 の値から式(1)~(4)を用いて亀裂閉応力 σ_1 を逆算する。 σ_1 におよぼす応力 σ ，切欠長さ比 $2a/D$ ，切欠深さ比 d/t の影響を考察して，結局次の実験式が得られた。

$$\frac{\sigma_1}{\sigma} = \frac{3-3A}{4} \left\{ \frac{3+A}{3-3A} \times \frac{M\sigma}{\sigma} - \left(\frac{M\sigma}{\sigma} \right)^{\frac{3+A}{3-3A}} \right\} \quad \dots(5)$$

$$A = \frac{1}{1 + 0.75 \frac{d/t}{\sqrt{2a/D}}}$$

図3の中央に σ_1/σ と $M\sigma/\sigma$ の実験点と式(5)による推定曲線の対応例を示す。式(5)が σ_1 におよぼす σ と切欠深さ d の影響をよく表わしていることが示されている。図3の右に $\phi 940\text{mm}$ 鋼管の場合の計測された δ_0 と式(1)~(5)から推定される δ_0 との対応を示す。 δ_0 が小さい領域では実験誤差もからんでバラツキがみられるが，全体としては亀裂長さや亀裂深さについての系統的な誤差もみられず，推定式(1)~(5)の妥当性が示されている。

4. 脆性破壊発生特性の評価

亀裂底のCTOD， δ_0 が式(1)~(5)により推定できることにより，大径鋼管の脆性破壊発生条件は次のように与えられる。

$$\delta_0 = \delta_c \quad \dots(6)$$

ここで δ_c は三点曲げCTOD試験などで得られる材料の限界CTOD値である。式(6)により，鋼管の使用条件と想定欠陥に応じて必要CTOD値を求めることも，また逆に材料のCTOD値から許容欠陥の大きさを求めることも可能である。

図4はX70の鋼管を公称降伏強さの80%に相当する内圧のもとに使用した場合のシーム溶接部に必要とされる限界CTOD値， δ_c を示す。想定欠陥の寸法 $2a$ と d/t の増大につれて必要 δ_c 値が大きくなることが示されている。

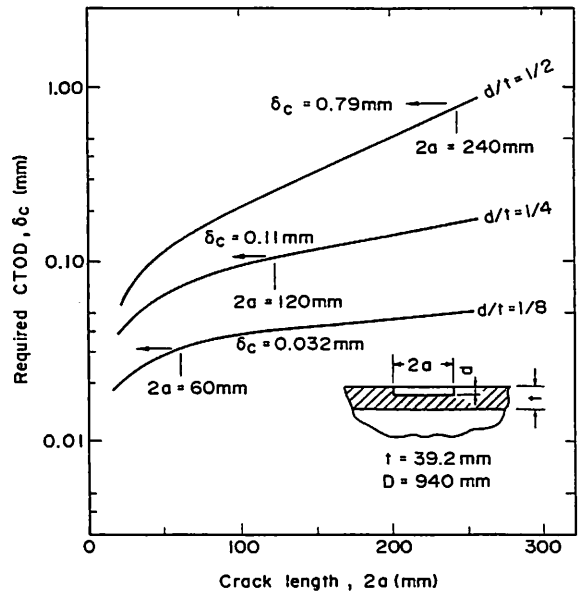


図4 大径鋼管シーム溶接部の必要靱性値 δ_c (X70)

5. おわりに

表面亀裂の開口変位は，三次元の亀裂形状により力学的解析が困難であるが，本報では亀裂閉応力を考えることによって二次元化し，亀裂閉応力を実験式で与えることによって脆性破壊発生特性の評価を実用的に可能にした。今後は本報の手法を実管の破壊試験によって検証していきたい。

* 東京大学工学部

** 住友金属工業株式会社総合技術研究所

境界要素法の直接法によるプロペラまわりの二次元流れ解析

凌 志浩*・佐々木康夫*・高橋通雄*

1. はじめに

6, 7年前のことであるが, 自動車専用運搬船など, 高速船形を有する船舶のプロペラ翼根部で, 疲労き裂発生傾向があった。これを契機にプロペラに働く変動流体力の重要性が再認識されるようになった。また近年, 船尾振動低減を目的として, 多用され始めた Highly Skewed Propeller (HSP) においては, HSPの翼先端および前後縁における強度に関連して, 該部に働く流体力を精度よく求めることが重要な課題になっている。一方, 船用プロペラに対する省エネルギー化, 低起振・低騒音化の要求はますます強くなっている。以上の諸問題の安全な解決を旨とするプロペラ設計においては, より精度の高いプロペラ理論が必要不可欠である。

現在用いられている船用プロペラ理論は主に揚力面理論(LST)である。揚力面理論は薄翼理論であるため, 直接翼厚を含んだ形でBack面およびFace面の速度分布を求め, 運動方程式より圧力分布を得ることができない。したがって, 圧力分布の計算には, 等価二次元翼の概念を適用し, 時間微分項を無視した二次元近似を行うか, または, 薄翼における肉厚効果を吹き出しの重ね合せにより近似する必要がある。二次元翼理論から明らかなように, 肉厚の翼面圧力分布に及ぼす影響は, キャンバーのそれと比べて大きい。特に, キャビテーションの判定に重要な翼前縁付近の圧力分布については, 肉厚の影響は支配的である。そのため, プロペラの翼面圧力分布を求める方法として, 前記のいずれの近似によるにせよ, 揚力面理論を基礎にする以上, 求められる圧力分布の精度には限界がある。さらに, 揚力面理論における流体力の計算では, 薄翼であるため, Kutla-Joukowskiの定理が適用される。しかし, このとき, 薄翼近似のために前縁吸引力による補正を考慮する必要がある。また, 揚力面の積分方程式は比較的強い特異性を持つため, その解法であるMode-Function法またはDiscrete-Function法を採用したとき, 翼端部や前縁近傍の解の精度を上げるための工夫が重要になる。

本研究では, 上記揚力面理論の諸問題を解決するために, プロペラの厚翼理論に基づく基礎積分方程式を導きそれを境界要素法により離散化した。以下この解析手法をBEMと略記する。つぎに, プロペラの翼面圧力分布などの実験結果との比較により, 本研究の厚翼理論に基づくプロペラ特性計算手法の精度を検証した。

2. 厚翼理論に基づくプロペラ性能の計算法

2・1 問題の定式化

問題の定式化に際し, 次の三つの仮定を設ける。

仮定 i) 流れは非粘性でプロペラに固定した動座標系に対して広義の非圧縮ポテンシャル流れである。

仮定 ii) 船尾伴流は定常で, フーリエ級数に展開できる。

仮定 iii) プロペラの後流渦面 S_w は条件『 S_w では上下面の圧力差がない, すなわち, S_w 上の上下面のポテンシャルの差 $\Delta\phi$ はその点における流れの平均流速で動く』を満足するように繰り返し計算により求めるべきであるが, 本研究では, 簡単のため, S_w はプロペラのピッチ角および前進速度により決定されるピッチ角 β_w からなるらせん面上にあると仮定する。

以上の仮定により, 連続方程式および境界条件によりプロペラの厚翼理論に基づく次の基礎積分方程式を導くことができる。

$$\begin{aligned} \hat{C}_p \hat{\phi}_j(P) - \iint_{S_A} \hat{\phi}_j \frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{1}{r} \right) dS - \iint_{S_w} \Delta \hat{\phi}_j(P_{wake}) \\ \frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{1}{r} \right) dS \\ = -e^{-i\theta} \iint_{S_A} [\{ a_j(r') + i b_j(r') \} e_x + \{ c_j(r') + i d_j(r') \} e_r + \{ e_j(r') + i f_j(r') \} e_\theta] \cdot n \frac{1}{r} dS \end{aligned} \quad (1)$$

(1)式で, 未知数は速度ポテンシャルのj次複素振幅 $\hat{\phi}_j$ であり, また, $a_j, b_j, c_j, d_j, e_j, f_j$ は伴流のフーリエ係数である。つぎに, 運動方程式より圧力Pを求めるためのロータルピIIに関する次の関係式を得る。

$$\begin{aligned} II = P/\rho + gZ + \bar{u}^2/2 + \bar{v}^2/2 + \bar{w}^2/2 - \Omega^2(y^2 + z^2)/2 \\ = -\partial\phi/\partial t + f(t) \end{aligned} \quad (2)$$

ここで, $\bar{u}, \bar{v}, \bar{w}$ はそれぞれプロペラと流体間の相対速度 \vec{W} のx, y, z方向の成分であり, また Ω はプロペラ回転角速度である。(1)式を次節で述べる境界要素法により離散化し, 連立一次方程式を解くことによって, 未知数 $\hat{\phi}_j$ が求まる。さらに, $\hat{\phi}_j$ を微分して(2)式に代入することにより圧力Pが得られる。最後に圧力Pをプロペラ境界面 S_A に沿って積分すれば, プロペラ特性およびプロペラ起振力などが求まる。

2・2 境界要素法による離散化

境界面 S_A, S_w を図1に示すように要素分割したあと, 要素mにおける曲面 Γ_m 内の座標 $x_m(\zeta_1, \zeta_2), y_m(\zeta_1, \zeta_2), z_m(\zeta_1, \zeta_2)$ およびその上の速度ポテンシャルのj次復

素振幅 $\hat{\phi}_{j,m}(\zeta_1, \zeta_2)$ を内挿関数 $N^a(\zeta_1, \zeta_2)$ で内挿する。すなわち、

$$\begin{aligned} x_m(\zeta_1, \zeta_2) &= \sum_{a=1}^i N^a(\zeta_1, \zeta_2) x_m^a \\ y_m(\zeta_1, \zeta_2) &= \sum_{a=1}^i N^a(\zeta_1, \zeta_2) y_m^a \\ z_m(\zeta_1, \zeta_2) &= \sum_{a=1}^i N^a(\zeta_1, \zeta_2) z_m^a \\ \hat{\phi}_{j,m}(\zeta_1, \zeta_2) &= \sum_{a=1}^i N^a(\zeta_1, \zeta_2) \hat{\phi}_{j,m}^a \end{aligned} \quad (3)$$

ただし、 $x_m^a, y_m^a, z_m^a, \hat{\phi}_{j,m}^a$ はそれぞれ m 番目の要素の節点 a における x, y, z 座標および $\hat{\phi}_{j,m}$ の値である。(3)式を(1)式に代入することにより、各節点 i 上の未知数 $\hat{\phi}_{j,i}$ に関する連立一次方程式を得る。なお、(1)式は CAUCHY の主値積分 \mathcal{P} を含んでいるため、この主値積分を数値的に如何に精度高く求めるかが離散化における一番重要な課題である。連立一次方程式を解き、各節点 i における $\hat{\phi}_{j,i}$ が求まると、内挿関数 $N^a(\zeta_1, \zeta_2)$ を介して $\hat{\phi}_j$ を微分することにより、プロペラ表面におけるプロペラと流体間の相対速度 \vec{W} は次式のように求まる。

$$\vec{W} = \sum_{j=1}^3 \frac{\partial \hat{\phi}_j}{\partial \bar{x}} + \sum_{j=1}^3 b_j \hat{\phi}_j \mathbf{e}_2 + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial \hat{\phi}_j}{\partial n} \mathbf{n} + \vec{V}_w + V_s \mathbf{e}_x - \Omega z \mathbf{e}_y + \Omega y \mathbf{e}_z \quad (4)$$

上式で、右辺第1項と第2項の和はプロペラによる攪乱速度ベクトル \vec{V} のプロペラ表面における接平面上の成分を意味し、右辺第3項は \vec{V} の法線方向成分を意味する。また、 \vec{V}_w は船尾伴流速度である。相対速度 \vec{W} に関する(4)式を(2)式に代入することによりプロペラ表面における圧力 P が求まる。

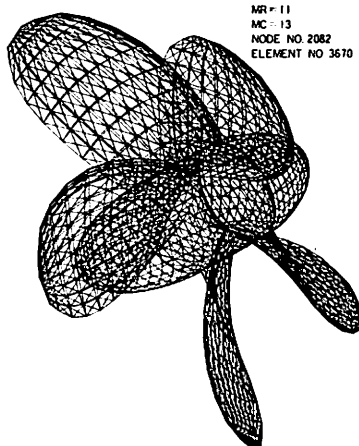


図1 プロペラ境界面 S_A の要素分割

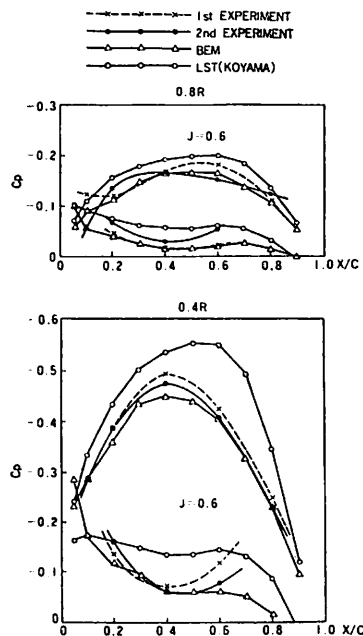


図2 プロペラ翼面圧力分布 (MP-N-S-MB)

3. 翼面圧力分布に関する理論計算と模型実験の比較
本研究のプロペラ流れ解析手法の計算精度を検証するため、プロペラの局所的な流力特性である、均一流中で作動するプロペラの翼面圧力分布について、理論計算と模型実験を行った。その結果、本研究の厚翼理論に基づくBEMの計算圧力分布は、種々の要目を持つ六つの模型プロペラの計測圧力分布と定量的によく対応することがわかった。その1例を図2に示す。図2から、BEM計算結果は各半径において計測値とよく一致することがわかる。一方、LSTの計算結果は、翼厚の三次元効果を無視した薄翼理論のため、各計測位置で計測値と比べて低い圧力値を示す。特に、ボス部近傍の翼厚比の大きい半径 $0.4R$ では、本研究のBEMと異なり、LSTでは翼厚の三次元効果のほか、ボスの存在による影響も無視しているため、計測値との差は他の半径位置と比べて大きい。

4. おわりに

以上の研究成果により、本研究で確立した境界要素法の直接法による船用プロペラまわりの三次元流れ解析手法は、従来の揚力面理論と比べて、プロペラの流力特性をより高い精度で求められることが明らかになった。

しかし、さらに精度の高いプロペラの流力特性を求めるためには、理論計算および実験のそれぞれに次のような問題を解決する必要がある。すなわち、理論計算では

2・1節の仮定iii)に示す後流渦 S_w の条件を完全に満足した非線形計算を行うこと、および本研究の厚翼理論に基づく流れ解析手法と結合した、三次元境界層計算による粘性の導入が是非必要である。また、船尾・舵および自由表面による相互干渉を考慮したプロペラまわりの流れ解析も必要である。一方、実験面では、理論モデルの改良および計算結果の検証のために、レーザ流速計などによる、後流渦、前縁・翼端の剥離渦や境界層などに代表される、プロペラまわりの流場の計測とデータの蓄積、さらに、実船における船尾伴流分布およびプロペラの翼面圧力分布の計測が望まれる。

船体骨組構造の確率的塑性崩壊解析に関する考察

岡田博雄*・室津義定*・松崎 敏**・桂 信二**

1. はじめに

本論文は船体横骨組構造の塑性崩壊解析に基づく信頼性評価法に関する基礎的研究である。

解析にあたって、船体横骨組構造が比較的剛であることを考慮し、波浪外力等の分布内外圧を等価で準静的な集中荷重として取扱ひ、また構造を剛体部付平面骨組構造にモデル化する。この平面骨組構造について、曲げ、剪断および軸力の複合荷重効果を考慮した断面の線形化塑性条件式を提案し、塑性節点法と変位法によるマトリックス有限要素法を組合せた解析法により、崩壊モードおよびその安全余裕を自動生成する。また、従来の分岐限界法と組合せて確率的に卓越する主要崩壊モードを自動選定し、構造の信頼性を評価する。最後に本方法を大型、中型タンカーおよび鉱石運搬船の横構造に適用し、二、三の想定荷重条件に対して数値計算を行った。これらの結果を基に、確率的塑性崩壊に与える剪断・軸力の影響、船種や構造形式および荷重条件による崩壊モードとその生起確率の傾向等についての特徴を考察している。

2. 両端に剛体部をもつ桁要素より構成される平面骨組構造の塑性崩壊モードと安全余裕の自動生成法の概要

まず、 n 個の要素(剛体部付も)と l 個の節点を持ち、最大3個の荷重がその節点に働く平面骨組構造を考え、要素端の左端、右端に通し番号をつけるものとする。このとき、剛体部内側の弾塑性要素端 i (その要素番号を l とする)の破損基準は、曲げ、剪断および軸力の複合荷重効果下の線形化塑性条件式を考慮すると次式で与えられる。

$$Z_i = R_i - C_i^T X_i \leq 0 \quad (1)$$

ここに、 X_i : 節点力ベクトル(図1(a)参照)、 R_i : 要素端 i の基準強度、 C_i^T : 要素端 i を含む要素の寸法により定まる定数ベクトルであり、基準強度を曲げ強度にとると次のように表される。

$$R_i = \sigma_{yi} AZ_{Pi} \quad (\sigma_{yi}: \text{降伏応力}, AZ_{Pi}: \text{塑性断面係数})$$

$$C_i^T = (a * AZ_{Pi} / A_{Pi} \cdot \text{sign}(F_{xi}), b * \sqrt{3} AZ_{Pi} / A_{Pi} \cdot \text{sign}(F_{yi}), \text{sign}(M_{zi}), 0, 0, 0) \dots \text{左側要素端のとき}$$

$$= (0, 0, 0, a * AZ_{Pi} / A_{Pi} \cdot \text{sign}(F_{xi}),$$

$$b * \sqrt{3} AZ_{Pi} / A_{Pi} \cdot \text{sign}(F_{yi}), \text{sign}(M_{zi}))$$

…右側要素端のとき

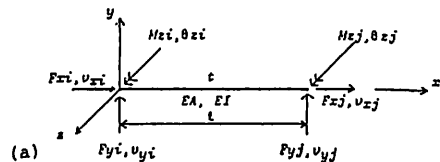
A_{Pi} : 要素断面積, A_{Fi} : 有効断面積, $\text{sign}(\cdot)$: (\cdot) の符号, a, b : 軸力、剪断力の断面の塑性化への効きを考慮した係数

上式において、 $a = b = 0$ が曲げ単独の場合に、 $a \neq 0, b = 0$ が曲げと軸力の相関を考慮した場合に、そして、 $a \neq 0, b \neq 0$ が曲げ、剪断および軸力のそれぞれを考慮した場合に対応する。船体横骨組構造のように比較的深い桁においては、 $a = 1, b = 0.5$ の値を採用することとする。

次に、 r_1, r_2, \dots, r_{p-1} の $p-1$ 個の要素端が破損した後の剛体部付平面骨組構造の弾性応力解析を行い、各要素の弾塑性端部の要素節点力ベクトル X_i をマトリックス有限要素法と塑性節点法を組合せた解析法を用いて求め、これを式(1)に代入すると、破損せずに残った要素端 i の安全余裕が下式のように得られる。

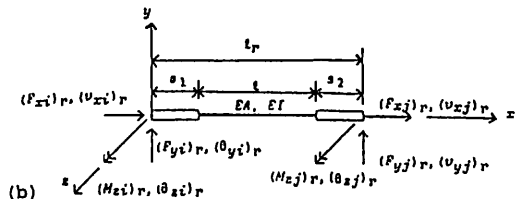
$$Z_i^{(p)} = R_i + \sum_{k=1}^{p-1} a_{irk}^{(p)} R_{rk} - \sum_{j=1}^{B_i} b_{ij}^{(p)} L_j \quad (2)$$

ここに、 $a_{irk}^{(p)}$: 残留強度影響係数、 $b_{ij}^{(p)}$: 荷重影響係



$$X_i = (F_{xi}, F_{yi}, M_{zi}, F_{xj}, F_{yj}, M_{zj})^T$$

$$\delta_i = (v_{xi}, v_{yi}, \theta_{zi}, v_{xj}, v_{yj}, \theta_{zj})^T$$

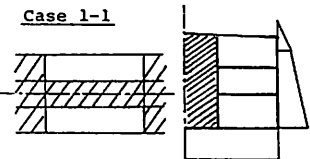
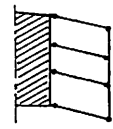
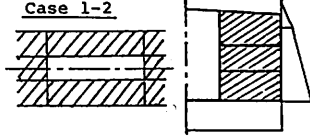
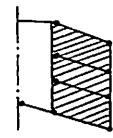


$$(X_i)_r = (F_{xi}_r, F_{yi}_r, M_{zi}_r, F_{xj}_r, F_{yj}_r, M_{zj}_r)^T$$

$$(\delta_i)_r = (v_{xi}_r, v_{yi}_r, \theta_{zi}_r, v_{xj}_r, v_{yj}_r, \theta_{zj}_r)^T$$

図1 弾塑性要素、剛体部付き要素の節点力、節点変位

表1 大型タンカーの横骨組構造の概要および各想定荷重条件下の主要崩壊モードとその生起確率

	Type of structure and notional load condition	The most dominant collapse mode and its probability of occurrence		
		Coeff. of variation CV_{R_j}/CV_{L_j}	Failure probability P_{fj}	The most dominant collapse mode
Tanker 1 DW 240,000 t	Case 1-1 	0.05/0.3	$a=1, b=0.5$ 0.7482×10^{-2} $a=1, b=0$ 0.3625×10^{-5} $a=0, b=0$ 0.7446×10^{-8}	
	0.15/0.15	$a=1, b=0.5$ 0.2911×10^{-4} $a=1, b=0$ 0.1224×10^{-8} $a=0, b=0$ $< 0.1 \times 10^{-18}$		
	Case 1-2 	0.05/0.3	$a=1, b=0.5$ 0.3896×10^{-4} $a=1, b=0$ 0.1640×10^{-10} $a=0, b=0$ 0.5120×10^{-13}	

Case -1 : Main tank fully loaded
Case -2 : Wing tank fully loaded

である。

構造破損としての塑性崩壊の生起は、いま p_q 個の要素端すなわち、 r_1, r_2, \dots, r_{p_q} の要素端が破損した段階で作成した修正構造全体マトリックス $[IK^{(p_q)}]_r$ が次の条件を満たすことで判定する。

$$|[IK^{(p_q)}]_r| / |[IK^{(0)}]_r| \leq \epsilon \quad (3)$$

ここに、 ϵ は塑性崩壊を判定する定数である。

式(2)の安全余裕を用いると構造破損基準は次のように表される。

$$Z_{r_p}^{(p)} \leq 0 \quad (p=1, 2, \dots, p_q) \quad (4)$$

ここで、最後の破損要素端 r_{p_q} に対する安全余裕 $Z_{r_{p_q}}^{(p_q)}$ が構造破損モードを与える。

3. 主要構造破損経路の自動選定と構造破損モードの生起確率の計算

確率的に卓越する破損経路を系統的に選択する効率的な方法として、既に著者らが発表している発見的手法を加味した分岐限界法を採用することとする。

選択された構造破損に至る完全破損経路に対応する構造破損モードの生起確率 $P_{r_{p_q}}$ は、最後の破損要素端の安全余裕 $Z_{r_{p_q}}^{(p_q)}$ を用いて次のように評価される。

$$P_{r_{p_q}} = P[Z_{r_{p_q}}^{(p_q)} \leq 0] \quad (5)$$

4. 船体横骨組構造への適用

原論文では、大型、中型タンカーおよび鉱石運搬船の横骨組を想定した剛体部付き平面骨組構造について検討を行っているが、本報告では表1中にその概要を示すような大型タンカーについての計算結果のみを与える。

このとき、要素端の基準強度は統計的に互いに独立な正規確率変数であるとし、諸寸法は確定値であるとした。

なお、諸寸法の算定において、特に剛体部の長さ(図1(b)参照)は曲げに対するスパン・ポイントの計算法(山口, 船論109号(昭和36.6), P213)に従って算定し、また外板の有効幅はトランス・スペース全幅を算入している。荷重の平均値は日本海事協会の鋼船規則検査要領にある直接強度計算用荷重条件を参考にして算定を行っている。代表的荷重条件としては、main tank 満載条件の場合と wing tank 満載条件の場合について検討している。また荷重の変動係数については具体的データが乏しいので、ここでは0.3と0.15の2種の場合を検討している。

5. まとめ

表1に、大型タンカーに対して想定した各荷重条件下での確率的に最も卓越する崩壊形式とその生起確率の値を示している。これらの数値計算結果に対する考察をまとめて以下に示す。

(1) 本計算対象のいずれの船種、荷重条件においても、曲げに加えて、軸力、剪断力を考慮すればするほど主要崩壊モードの生起確率は極めて大きくなる。

(2) 想定した荷重条件に対する主要崩壊モードおよびその生起確率の傾向は船種や構造形式に対応した特徴を有する。

(3) また、想定荷重の平均値ばかりでなく、変動係数や荷重間の相関の度合を考慮することの重要性が示された。

* 大阪府立大学工学部

** 大阪府立大学大学院(研究時)

●海上災害の一端を探る

海上は免震か？ — 海震の調査 —

濱村 建治

1. はしがき

堀さんを囲む午食会というのが、堀元美さんが亡くなられてからもまだ続いている。この「堀さん会」の席で、もと潜水艦部隊指揮官であった藤井伸之氏から、次のような話を伺った。「地震があると近くを航行している船は衝撃を感じずるものです。それは水上も水面下も同様で、水面下では爆雷攻撃を受けたような感じがします。」ということである。

最近、海上都市の委員会に関係していて、「浮遊式海洋構造物は免震である」というのが常識だと思っていた。従って藤井氏のご意見は意外であった。そこで、地震関係の図書を見ているうちに、「海震」という言葉があることを知った。

しかし余り一般には使われていない用語であり、日本造船学会の「船舶工学用語集」にも載っていないし、「新訂航海ハンドブック」にも出ていない。そこで差し当って手近な範囲で調べてみたのが以下の結果である。

まだ、調査不十分であるが、これから先の調査はまだ大分時間もかかりそうであるので、取り敢えずまとめて報告する次第である。

2. 海震という用語

「海震」という用語は、記載されていない辞典が案外多い。

平凡社大百科辞典、万有百科大事典、大日本百科事典、日本百科大辞典、廣文庫、世界科学大辞典、等々。

これらの百科辞典には何れも出ていないのである。英語の辞典もそうである。海震に相当する“seaquake”ないし“sea shock”について、Encyclopedia (以下E.と略す)を引いてみても、

E. Britanica, E. Americana, Colliers E. Chambers's E., E. Canadian, Academic American E., World Book 等々には記載されていない。新コンサイス英和辞典にも出ていない。外国では地震に関することは余り詳しくないのか、とも思ったが、念の為我が48年来愛蔵の市河三喜他共著・富山房発行の「大英和辞典」を引いてみると、“sea shock”はないが、“seaquake”は「海震（海底の地震、爆発等に由りて起るもの）」と

ある。Websterの辞典でも“Seaquake”について“submarine earthquake, ……”とある。

英和航海用語辞典には“Sea Shock”と“Seaquake”の両方を「海震」と訳しているが、“seaquake”が本来の用語であるらしい。

3. 海震の定義

「海震とは海底の地震動が海水中に伝わり、船舶上の乗組員が感じるもの」というのが一般的な定義のようである。またその物理的説明については、

- (1) 海底の地震動が、海水中に音波となって伝わるもので、陸上の地震と異なり上下振動が主である。¹⁾
- (2) 海水中のP波速度は約1.5km/secと小さいので、地震波はほとんど鉛直に近く屈折するため、上下動が主であると考えられる。²⁾
- (3) 海底下の岩石を伝わってきた地震波が海底面に屈折して、鉛直に近い角度で縦波として上ってくるもの。³⁾ などがある。

結局海震の震動源は、海底地震もしくは海底爆発であって、海水を媒体として伝わる疎密波である。

海底に達するまでに、各地層で屈折をくり返し、海底に達してからは鉛直に近く上昇してくるものようであるが、地層の構成がよく判らないとその屈折の径路が特定できない。

4. 海震の現象

現象についての説明はそれぞれ多少のニュアンスの違いがある。

- (1) ときにはかなり激しく感じることもあるが、船が損傷を受けたという例は殆どない。²⁾
- (2) 短い上下動として感じる。海震の激しいときは難波することがある。⁴⁾
- (3) 海底地震の上または付近を航行している船があたかも暗礁に乗りあげたような衝撃を感じる現象、……「船体が海中から跳ね上げられることもあり、つぎ目が離れたり、帆桁・マスト・甲板構造物などの船体構造に損傷が起る。このため浸水して、はなはだしい時には、沈没に至ることもある。」……

超大型タンカー時代の今日、注意すべき現象である。⁵⁾

- (4) 暗礁に乗りあげたような感じという形容の用いられていることが多い。⁶⁾
- (5) 海震の激しいときには難破船を生ずることがある。海震の強さの度合を体感で区別することができる。⁷⁾ などであり、被害については余り無いとする意見と、難破の危険性ありと警告するものがある。

5. 海震の階級

久我雄四郎氏⁸⁾によると、昭和20年頃までは海震に遭遇した時は観測して報告するように規定されていたが、現在はその規定は無いという。当時の海洋気象観測法には、海震の震度としてルードルフ (E. Rudolph) の定めた震度階級が10段階に分けて規定されていたという。次にこれを引用すると、

第 1 表

震度	説 明
1	単に一種の音響と感ずる程度にして、多くは甲板以下に在る乗員にのみ感得す。
2	睡眠中の乗員を醒ましむる位の程度にして、多くは甲板以下の人に感ず。
3	船体全部に震動を感じ、あたかも甲板上に重き器具を転落したる様の感を起こさしむ。
4	あたかも錨を深所に投げ、錨が急に操りだされる時に感ずる震動に似たるもの。
5	船体が珊瑚礁、砂洲、海底等に触れ、これを持ち越したる如く感じ、また他の小なる船体と衝突しこれを持ち越したる様に感ず。
6	皿鉢などの食器またはコップ等が動きだし、ガチャガチャと鳴り響く程度の震動。
7	甲板上に直立するの不可能なる程度の震動。
8	帆柱、帆架、卓子など並びに甲板上の物体は、衝突のために震動し、羅針儀、寒暖計などの破損することある程度。
9	船体が一方におしやられ、震動を起し、航行不可能となる程度。
10	甲板上の人は投げ出され、重き物体も投げ上げられ、甲板の接合部は剥れ難破することある程度。

この表は1898年にルードルフが多くの事例を集めて作ったものを日本式に表現を修正したもののようである。しかし、海上のしけ模様や、船の大きさ、構造、船速等によって異なり必ずしも確定できないという。

そこでその後ジーベルグ (A. Sieberg) が1923年に作った6階級式のものがあり、この方がよくできていると

言われるが、正式採用にはなっていないようである。これを次の第2表に示す。⁷⁾

第 2 表

震度	説 明
1 (軽震)	海が静かなとき、船室の中でわずかに振動し隔壁が軽くきしむ程度。
2 (弱震)	底触れまたは船体が岸壁をこするときのよう、あるいは錨鎖を急速に繰出すときのような振動を感ずる。船腹や構造物の振動がはっきりわかる。
3 (中震)	砂洲、岩礁、または暗礁に乗上げたとき、または衝突したときのような激動、あたかも甲板上に重量物を投げ出し、または樽を転がすような、あるいはスクリューの翼が折れたときのような衝撃を感ずる。吊下物がはなはだしく揺れる。索具や船体構造物が鳴動する。
4 (強震)	前記の状況がさらに強くなり船は縦横に動揺し、操舵員は舵輪を握る手に衝撃を感ずるようになり、帆桁、デリック棒が鳴動し、坐りの悪い器物は転倒転落する。
5 (烈震)	船上に立つことが困難となり大きい物体も位置がずれたり転倒したり、台から飛び出したりする。マスト、甲板構造等、全船鳴動し、構造の弱い部分は弛んでぐらぐらするようになる。船の航行が困難になることもある。
6 (激震)	船体が海中からはね上げられることもあり、つぎ目が離れたり、帆桁、マスト、甲板構造に損害が起る。この為に浸水して、甚だしいときには沈没に至ることもある。

何れにしてもかなり古いもので、報告の例も余り多くなかったものであろう。津波の事前情報としても有効でなかったと思われるし、本来耐震構造になっている船舶としては、それ程大きな被害が報告されなかったものと考えられる。例え報告されても、陸上の地震や津波のためにかすんでしまったのかもしれない。

風力や波浪の Beaufort 階級のように使用頻度が多くなく、規定も階級も消えていったものであろう。

6. 報告例

では報告例が皆無かというそうではなく、恐らく船会社や気象庁などには報告例がかなりあると思われるが、損傷や直接の被害がない限り埋没してしまって、整理蒐集はされていないようである。

しかし、刊行されたものの中に幾つかの貴重な報告例

第 3 表

船名	発生日	震央	状況
	(地震名)	本船位置	
フランス船	明治33年3月12日 金華山沖	39.3°N×141.9°E 金華山北々東40km	強い地震を感じた。 ⁹⁾
須磨丸	明治36年3月21日	33.75°N×132.25°E 33.44°N×132.18°E	深海35尋のところで強い海震を感じた。 ⁹⁾
これや丸	大正12年9月1日 関東大震災	35.2°N×139.3°E 横浜港	船体が数メートル跳上り、左右に35°も揺れた。 ¹⁰⁾
喜多丸	昭和3年5月27日 三陸沖	39.95°N×143.25°E 震央附近	航行中海震を感じ、甲板上で自己の中心を失うほど。 ⁹⁾
もんでびでお丸	昭和8年3月3日 三陸沖	39.23°N×144.52°E 40.35°N×151.27°E	強いエンジンレーシングのような振動で4分間。 ⁹⁾
平安丸	同上	同上 41.5°N×149.3°E	5分間上下、激動で、コンパスが飛出すかと思われるほど。 ^{5), 7), 9)}
黒潮丸	昭和28年11月26日 房総半島沖	33.98°N×141.72°E 33.9°N×145.27°E	震度4に相当するほど。 ⁹⁾
じょうじあ丸	昭和34年2月17日 アリュージュン	51.03°N×171°W 51.2°N×171.22°N	鳴動を伴う激しい上下震動約1分、振巾小さく、焼玉の急回転時に類似。 ^{7), 9)}
第8あけぼの丸	昭和36年8月12日 釧路沖	42.51°N×145.34°E 42.7°N×145.6°E	座礁したような激しいショック、水深89米で海面は油を流したよう。 ¹¹⁾
瑞洋丸	昭和58年5月26日 日本海中部	40.4°N×138.9°E 40.78°N×139.93°E	軽い前震のあと、舗装していない凸凹道を車で飛ばした感じが1分位。 ¹²⁾

があるので、船名や現象のはっきりしているものを年代順に第3表に示した。

この他にも、「甲板上で倒れた者がいた」とか「船の行き足が止った」とか、「全力後進の時のようであった」とか、「船が折れるかと思う程」などの表現で報告例がある。

ただ船名や位置が不明なものはここでは省略した。

7. 海震の震度比較

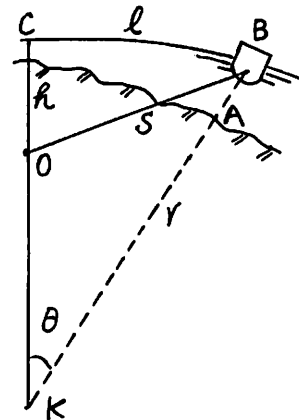
折角の報告があるが、条件がまちまちであるし、表現もそれぞれ独得である。

前出の海震の震度階にあてはめるのもなかなか困難である。

また定義のように地殻の中で屈折して海底に伝わり、平面波で伝達するとして試算してみても仲々実態に合わない。

そこで次のような比較を試みた。

第1図で、震源をOとし、震央をCとする。OC = h は震源の深さ、CB = l は震央距離である。OからBに到着するのは地層の構成によっても異なるし、h = 0 の場合にも海震を感じる例があることから、縦波だけでなく表面波なども伝わるものと考えられる。



第 1 図

そこでOBの直線距離のみで単純に表現するため、震源距離をS kmとして、EstevaとRosenbluethの式²⁾を変形して次のようにする。

$$I = 8.16 + 1.45 M - 5.66 \text{ LOGS} \dots\dots\dots(1)$$

ただしIはMM震度階の震度で、Mはマグニチュードである。

次にlは震央と船位の間の大圏距離として球面三角の公式によって求めることができる。

こうしてSは次の式で計算する。

$$S = \sqrt{r^2 + (r-h)^2 - 2r(r-h)\cos\theta} \dots\dots\dots(2)$$

第 4 表

船 名	マグニチュード	震源深さ (h km)	震源距離 (s km)	海震震度
フランス船	6.4	50	92	6.3
須磨丸	6.2	50	50	7.5
これや丸	7.9	50	67	9.3
喜多丸	7.0	40	40	9.2
もんでびでお丸	8.1	10	580	4.3
平安丸	8.1	10	461	4.8
黒潮丸	7.4	60	331	4.6
じょうじあ丸	6.25	50	55	7.4
第8あけぼの丸	7.0	80	85	7.4
瑞洋丸	7.7	14	97	8.1

ここで、 r = 地球半径 = 6,371 km

θ = 第 1 図に示す角度(3)

こうして求めたものを第 4 表に示す。

ただし震源の深さは、関東大地震以前は判っていないので、浅い方の深さの平均として 50km を仮定した。

この計算上の震度は MM (改正メルカリ) 震度階であるが、必ずしも気象庁の震度階と比例していない。しかし、欧米でも使用され、加速度との関係も判っている。そこで比較の値ということで、小数点以下の表示は一般にはないが、マグニチュードの表示のように小数点以下 1 桁まで残した。

この数値を比べてみると、関東大地震で数メートルも跳ね上がった「これや丸」と、三陸沖地震のときの「喜多丸」は震度が近いのに現象の差が大きい。これは港内と沖合の差の他に震源の深さと船位に仮定を入れたことによるものであろう。

またじょうじあ丸と同時期に、同船からそれぞれ 255 海里および 235 海里離れていた日隆丸と山興丸は、全く海震を感じなかったという。⁷⁾

そこで、この 2 船に同様の計算をすると、震度はそれぞれ 1.0 および 0.5 となる。

従って、この計算による震度 1.0 以下が、海震の有感限度と考えられる。

8. むすび

海上は果して免震であろうかという疑問に対して、過去の資料を探してみた。

船は本来耐振構造であるため、海震による被害も余りなくて済んできた。

従って海震の報告義務もなくなり、やがて忘れ去られようとしている。

何十年に 1 度、震央に比較的近く巡り合わず機会も非常に少ない。

起ったとしても、むしろその時は岸に近い船で津波による被害の方が大きくて、余り問題にされないであろう。

しかし、海震という現象は、例え言葉が減びても残っているし、海上も海中も場処によっては免震という訳にはいかない。

万一の災害の条件として、忘れてはなるまいと思うのである。

〔参考文献〕

- 1) 地学事典 平凡社
- 2) 地震学, 宇津徳治監修, 共立出版
- 3) 日本大百科全書, 小学館
- 4) ブリタニカ国際大百科事典, TBSブリタニカ,
- 5) Grand Gendai (三好寿) 学習研究社
- 6) 世界大百科事典, (松沢武雄), 平凡社
- 7) 海洋の事典, 和達清夫監修, 東京堂
- 8) “海の気象” 1978, Vol. 24, No 1 久我雄四郎
- 9) 新編日本被害地震総覧, 東大出版会
- 10) “海と安全” 81-8, 岩下豊次郎
- 11) 地球科学(8) 地震の物理
- 12) “海と安全” 83-7, 肥後道人。

● 船舶技術協会刊行の本 ●

海運造船の戦後復興から石油ショック後の今日まで
著者の眼が捉えた生の戦後史

米田 博 著『私の戦後海運造船史』

B 5 判 165 頁 上製カバー装 定価 1,500 円(〒 300 円)

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

『ウィリアム・フルード伝』

B 5 判 約 400 頁 定価 15,000 円(〒当社負担)

バラストタンク防食の変遷

(その3)

濱田 外治 郎

13. バラストタンク防食の変遷(3)

船舶の建造量の増加に伴い、塗装工事量も飛躍的に増大し、塗装方法の本流が、刷毛(はけ)塗りから、コンプレッサーを使ったエアースプレーに変ったことは、能率の面からは確かに長足の進歩であった。しかし、反面溶剤の大量消費やミストの飛散による環境汚染も増大したが、今から30年前と言えば、公害問題は今日ほど社会的に認識されていなかった時代であった。したがってこの当時船舶塗料として用いられた塗料は、エアースプレー塗装が可能であることも一つの適用条件であった。

塗装方法の改良も、圧送式刷毛塗り、圧送式ローラー塗装機器、ホットエアースプレー方式などが船舶塗装の一部で適用を見た程度であった。無機ジंक塗料が比較的早い時期に適用されたのも、エアースプレー塗装が可能であった事が幸いしていたのかも知れない。

バラストタンクに用いられる塗料として、コールトールエポキシ樹脂塗料のような従来の塗料と比べて高粘度塗料を膜厚に塗装出来るようになったのは、エアレス塗装方法が出現したことによるもので、その功績を忘れることは出来ない。

13・1 エアレス塗装方法の出現と採用

今日ではどこの造船所でも塗装の手段としてエアレス塗装方法が主流であり、補助的に刷毛塗りやローラー塗装が併用されているが、わが国ではじめて、造船所においてエアレス塗装機による塗装作業が行われたのは、昭和35年(1960年)頃であったことを思うとそんなに古い事ではない。

(1) エアレス塗装機の誕生

1947年(昭和22年)、J. A. ビーデー氏は、圧縮空気によらず、静水圧によって微小なオリフィスから塗料を噴射して霧化するいわゆる塗法を考案した。実用化に成功したのは1953年(昭和28年)、同じビーデー氏によるホットエアレスからであるといわれている。今日その結果ではエアレス塗装が船舶・鋼構造物の塗装は勿論、近代塗装の骨幹としてその地位を確保しつつづけている。

(2) エアレス塗装機の原理と発達

エアースプレーが加圧空気を媒体として塗料を噴射する

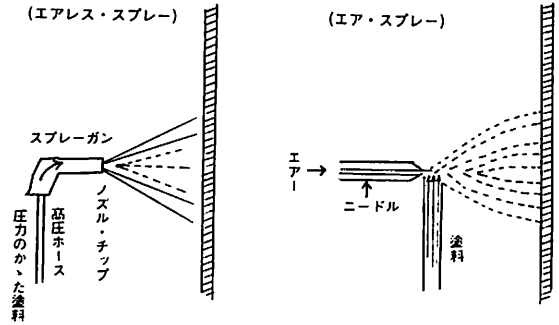


図40 エアレス・スプレーとエアースプレーの原理

のに対して、エアレススプレーは直接塗料に圧力をかけて噴射することを特徴としている。エアレスとは空気を媒体としないという意味である。エアレススプレー用加圧ポンプの動力は、広く用いられているのが、圧縮空気であるが、油圧または電動モーターを用いているものもある。エアレス・スプレーとエアースプレーとの原理のちがいを図40に示す。現在、船舶をはじめとする鋼構造物に塗料を塗装する場合、エアレス塗装機が使用されており、従来のエアースプレー塗装機では霧化できなかった高粘度塗料も良好に霧化され、また吐出量も霧化圧力とともに増化して塗装能率も向上した。従って、近年、高圧縮比、大容量の大型エアレス塗装機が次第に製品化されてきている。重工業界で多用されている塩化ゴム系塗料、エポキシ/タールエポキシ塗料を塗装する場合、エアレス塗装機は不可欠な存在となっている。

13・2 タールエポキシ樹脂塗料

エポキシ樹脂は、1930年頃、スイスの Pierre Castan が、初めて合成に成功し、次いで、アメリカの S. O. Greenlee が成功した。工業的には Shell Chemical が "Epikote", Ciba が Araldite という名称で市販を始めたのが、エポキシ樹脂の最初であり、現在では、Daw Chemical や日本国内でも製造されている。エポキシ樹脂に歴青物質を組合せた塗料が開発されたのは、1950年(昭和25年)にフェノリックピッチとエポキシ樹脂の組合せで出現した。現在のような形のタール・エポキシ塗料になったのは1956年に米国の特許(U. S. Pat. 2765288)

となった Pitts Burgh Coke and Chemical Co., のもので同社は、この特許に基づいて、Tarsetの商品名で日本の造船界に紹介された。日本において、昭和34年エヌ・ウイ・デ・バターフシエ・ペトロリウム・マーチャピイが、日本特許（昭和34-5885）を取得している。

日本におけるタールエポキシ塗料の製造、販売は1958年頃から始まり、エアレス塗装機の普及と伴って、昭和38年以降になって、ちょうどエポキシ系およびタールエポキシ系塗料が使われはじめた時期であり、その使用範囲と使用量が拡大するようになって、その耐久性に対する評価が高まって来た。S.39年に三菱・長崎造船所に於いて建造した、ore/oil carrier (65,600 D/W) に広範囲のタールエポキシ塗装をはじめて実施した。塗装仕様、W/P：エバボンド、ピチュラック#203の2回塗装、膜厚350～450 μ であり、当時の生産技術協会、第30回委員会において、本件についての質問、応答を含め問題点は次のようであった、約23～4年前の当時の状況を知る上で参考になろう。

(1) 塗装間隔

1回目はブロック塗装で、第2回目は2～3ヶ月後に塗装することで船主と協議し決定したが、エポキシの塗装間隔がメーカーごとに非常に異なるが、理論的にはどの位が適当か？ という質疑が提起され、次の様な応答がなされた。

- a. (K) 配合により異なる。ヨゴレない内に塗るか、ヨゴレの除去を十分にすること。
- b. (コ) メーカーのデータでは1ヶ月以内とされている。
- c. (O) テストではバクロの影響は大きくない。大体1ヶ月。
- d. (T) 最低24時間、エポキシは半月、タールエポ1～10日。
- e. (神) 1週間以内、但し硬化剤にもよる。
- f. (N) 硬化剤、エポキシ含有量、硬化後の条件にもよる。
- g. (C) タールエポキシで7～10日。
- h. (U) 室内では2ヶ月で良、バクロ部では2週間でも不可。
- i. (Y) 7～10日位。
- k. (特) ジンクリッチの上には2ヶ月バクロでも可。造船所側からブロックでは2ヶ月おくことがあるが配合を変えれば可能と考えてよいか？ ということに対し条件によっては可能との回答もよせられた。

(2) W/Pの適用

W/Pを使っているが、LRのコロージョンコントロー

ルシステムではエポキシの下にW/Pを塗ってはいらないと聞いているが？ 最初ジンクリッチの仕様であったがLRに申請してW/Pに変更しており、ショップ・プライマーは溶接に影響がないものであればよいという意味に解釈している。

(3) 塗布量・膜厚管理

使用塗料が40%もオーバーしているが、これは補修塗りによるものか、エアレス塗装不馴れにより必要以上に塗ってしまったものか、コーナー部の増塗りによるものか？ 膜が厚くなるとエルコメーターは測りにくい。使用計器はドイツ製マイクロテスターを使用し、またピンホールテスターも15台使ってチェックした。塗装後の膜厚計測よりも、wet gauge (ドイツ製エリクセン膜厚計) を併用してムラのない塗装が必要である。和製では上島製作所製ウェットゲージがあり、値段は外国品とあまり変わらない。塗布量に巾があるから、膜厚を規定しても、下地粗度やゲージの信頼度など問題が残された。

(4) ほこりの付着

多少のホコリの付着は影響が少ないのではないかー掃いて残る程度のホコリなら影響はない。

13・3 塗装による方法と改善策

コールタールエポキシ樹脂塗料の船舶タンクへの適用が増加しつつあった頃、この塗料が重大な欠点を持つことがわかって来た。即ち重ね塗りした塗膜と塗膜の間から剥離を起こす、層間剥離であった。この現象はタールエポキシ塗料の生命を左右するような欠点で、一時はタールエポキシ塗料の使用が中止されるような方向に行くのではないかと思われたが、塗料製造会社や塗料使用者側の施工方法の改善により徐々にではあったが改良され、また一回に厚く塗装出来るハイビルド型の塗料が開発されて、塗膜の塗り重ねが少なくなって来たため、その危機を脱した。

バラストタンクの防食は長期耐久性（メンテナンス・フリー）を前提として考えざる得なくなった。その結果、船主・造船所・塗料メーカーの間で長期防食は保証または補償問題につながり、それをそのまま塗料メーカーに転嫁した型の所謂責任施工が行われ必然的にcost高につながる結果をもたらす事例もあった。

塗装により完全な防食効果を維持するための条件をバラストタンク用塗料と膜厚に求めるとともに、実際の造船塗装工程における、多くの塗装条件づくりの因子を征服して理想的に取扱うことは、管理可能な一部のアクセプブリ工業を除き、当時の造船工業では不可能に近かった。そのため、造船所は塗装工程のレベルアップの為、

特殊塗装工場を建設し良好な塗装環境を生み出し、塗装の技術(省力化)、や管理方法等最大な努力を傾注した。しかし当時莫大な塗装面積を有するバラストタンクの塗装作業に完全な効果が期待されたが、塗装作業員の絶対数と質が不足する事態に直面した。

13・4 バラストタンクの電気防食

電気防食について正しい認識がなされないままに適用された結果、海水バラストタンクの部材に激しい腐食、亀裂が発見されたことなどにより、電気防食の效果に疑念が持たれ、次のような反省がなされた。

(1) 電気防食したタンクに何故腐食が出るか。

- a. バラスト率 — 海水を張水する期間の割合をバラスト率といい、これが高ければ、比較的小さい防食電流密度で足りる。
- b. バラスト継続日数 — 電流密度が小さいときは防食状態に達するまでに多くの日数を要する。
- c. バラスト水位 — タンクの上部は下部に比べ、張水されないことが多いので電気防食の效果は乏しい。
- d. 電解被覆 — 防食電位以上の電位になっている部分にできる電解被覆は空槽中でも可成り防錆効果が期待出来る。この当時一般に適用されている。電流密度ではこの効果はなかった。
- e. 防食率 — 防食電位以上の電位を維持している期間は防食率は90%以上期待できるが、条件が悪いと多くを望めない。
- f. 応力の集中する部分の腐食

電気防食は応力腐食の防止にも効果がある。そのためには電流密度をやや大きくする必要がある。塗装しても降伏点以上の応力を受けるところでは、鋼材と塗膜の伸びの差により、塗膜に亀裂を生じ、集中腐食を受けることになるから、重点的に考える必要がある。

g. タンクの空槽時の腐食

温度の変化、結露、酸素の十分な供給のため、海水中よりも腐食が大きい。

h. 陽極の適正配置

新造時には垂直壁にも取り付けられているが、補修の際にはタンク底部に移すとか、あるいは取り付けない場合が多く、メンテナンスに対する配慮が不足し、適正な陽極配置がされにくい。

表・64 防食電流密度 — 基準 (mA/m²)

バラスト率 バラスト日数	20 ~ 40 %				40 % 以上			
	<4~5	6~9	10~14	≥15	<4~5	6~9	10~14	≥15
クリーンバラスト	160	130	110	90	150	120	100	80
ダーティバラスト	120	95	80	65	105	80	70	60

注) 海水温度40~60℃のときは約50%増加する。

(2) 適切な電気防食設計指針

a. 防食電流密度

表64に推奨する防食電流密度として紹介された。

b. 陽極配置

面積当りに均等に分散配置する。メンテナンスの際取替えが容易になる工夫も必要。

c. 塗 装

常用度の多いバラスト水位より1.5 m 以下まで無機ジंकまたはタールエポキシなどを塗装することをすすめる。塗装部分にも5~20mA/m²程度の補助的電気防食を行う。

(3) バラストタンクに対する各種防食法の考察

- a. 塗装 — 塗装の利点、欠点、無機ジंकとタールエポキシ塗料の比較。塗装による防食は安直、安価の割に効果が大きいなど利点はあるが、補修塗装を含め完全な防食効果を求めることは不可能に近い。
- b. 電気防食法の認識

バラスト率、張水日数、陽極の種類、表面状態などに経験的要素を加えて設計しても構造の複雑性、条件の変動などのため実効は60~70%で、非浸水面では無効と考えなければならない。

13・5 塗装に電気防食を併用したバラストタンクの防食

バラストタンクのような複雑な構造面を有する陰極面に対しても、短時間に防食電位以下に分極させるような陽極配置を行えば、バラスト海水浸漬面での防食は達成出来る。(理想的にはジंक・シリケート塗料をタンク内面に塗装することによって一時的には達成出来る。)

当時の防食設計指針では、バラストタンクの内面の状態(塗膜の有無・原油によるぬれ)、バラスト率およびバラスト継続日数を変動係数とし、さらに経験的要素を組み入れて平均電流密度 (mA/m²) を設定し、これに被防食面積 (m²) を乗じて全防食電流量を求める。

これに対し、陽極の種類、バラスト率、寿命を変動条件とし、陽極の取付け個数Nを求め、これをタンク内に

平均的に分数し取り付ける。良好な防食効果を得るためには多分に経験的要素を含み、この様な経緯によって施工された電気防食の効果は80%程度で、部分的には防食の不完全なところが生ずる。

電気防食はデッキ裏、その他海水浸漬を受けない部分には全く効果がなく、バラスト張水位・バラスト日数が変動すればその効果も異なってくる。当時の電気防食法の反省は経済設計にあった様である。これらを要約すると次のように考えられた。

(1) 塗装による方法と問題点

塗装による防食は安直、安価の割に効果が大きいなど利点はあるが、補修塗装を含め完全な防食効果を求めることは不可能に近い。

(2) 電気防食法の効果

バラスト率、張水日数、陽極の種類、陰極面の状態などの他経験的要素を加えて設計しても、構造の複雑性、条件の変動などのため、実効は60~70%、非浸水面では無効。

(3) 塗装に電気防食の併用

船体外板と同様、塗装に電気防食の併用が必要であり最も経済的な防食法と考えられる。この場合塗装仕様によって防食電流密度をどうするかということ、陽極の取付位置をどうすれば良いかという問題が残された。

今迄は適当なバラストタンク用塗料がなく、そのため、電気防食に依存していたが、タールエポキシ塗料の出現によって、これに対して電気防食を併用することで完全防食を達成出来る希望が生じたわけであるが、当時まだ詳細なデータが不足していた。

13・6 タンク防食方法の標準化

各種防食法の発展と適用の初期において経験した問題点からいろいろな改善点がわかって来た。その一つとして日本海事協会のバラストタンク塗装、電気防食に関する規制を始めとして、タンク防食への造船、海運界の関心が高まった。これに対処するために、標準仕様からYard 施工基準迄を含めたタンク防食標準を作成するようになって来た。昭和40年代初期の一例を紹介する。

(1) 塗装による防食

a) グレード区分

コールタールエポキシ塗料を用い、表65に示す。グレード1~3を標準とする。ボイドスペース用としてはタールラバー系塗料の一回塗りなどが採用されていた。

b) 塗料の種類と適用区分

原油との接触面と暴露甲板下面等腐食の進行が著しい部分および、Grade 3に使用する塗料はエポキシ樹脂含

表・65

Grade	System	膜厚	※2 塗装量 (g/㎡)
1	Conventional Tar Epoxy one Coat	Mean 150 μ	400 ~ 450
2	Conventional Tar Epoxy two Coat	Mean 250 μ	700 ~ 800
3	Semi Special Tar Epoxy two Coat	※1 200 μ	900 ~ 1,000
1-R	Conventional Tar Rubber one Coat	-	-

※1 乾燥膜厚は塗装面積の85%以上の範囲が200 μ以上とする。

※2 理論塗装量の1.5~1.7の実用係数を乗じた。

表・66

Coating System	Anode	電流密度 (mA/㎡)	life (年)
Conventional Tar Epoxy one Coat	Zn	7	4
Conventional Tar Epoxy two Coat	Zn	5	4
Semi Special Tar Epoxy two Coat	Zn	3	4

有量が高い、タールエポキシ樹脂塗料を用い、バラストタンク専用のタールエポキシ塗料を適用する。

(2) 塗装に電気防食を併用する防食

塗膜自体のピンホール、機械的ダメージを受けた塗膜欠陥部からの腐食を防止するため電気防食を併用することが有効である。この場合の電流密度およびLifeは表66程度が標準として用いられた。

(3) タンク内電気防食標準

アノードのみによる防食の場合の標準は連続バラスト張水日数15日前後が基準として、表67にタンク内電気防食標準が作成されている。従って基準より大きく異なる場合には電流密度を増減させなければならない。

a) タンカーのダーティバラストタンクは油膜がタンク内面に付着し、防食効果があるが、電気防食を適用してもアノード表面にも油膜が付着し、抵抗膜となり、溶解を妨げること、および一般に張水日数の少いことからこれらのタンクの電防は適当ではない。

b) バラスト張水率が20%以下の場合にはアノードによる防食効果は少く電気防食は不適である。特に連続バラス

ト日数が小さい場合は電気防食は避けなければならない。

c) 一般に Top of Tank はバラスト海水に接することが少なく、アノードによる防食は期待できない。特にバックロデッキがタンクトップの場合は、比較的高温多湿となり腐食が激しいためデッキ下面には、コールタールエポキシ塗料のコーティングが不可欠である。

d) 大型バラストタンク、特に Tanker, Ore carrier のタンクではバラスト半載の場合もあるので、標準バラストコンディションのバラストローディングを確認の上防食面積を定めること、Immersed Areas 以外は塗装を行わなければならない。

e) アノードの種類とその特性

一般的に船舶に使用されているものは Zn 系、Al 系が主である。Al アノードの場合、その水酸化物は吸水性強く、多量のスラッジを発生する。このため、タンククリーニングが困難であったり、排海水（デバラスト）に際して海洋の汚損が生ずることや、防爆上の制限などから Zn アノードを標準とするものが多い。尚両者の特性比較は、表68の通りであり、仕様書作成にあたっては、それぞれの Ballast Tank の条件を考慮し適宜選択のこと。（特に経済性を考慮して仕様を定める場合などで Al を使用する場合は、予めOWの了解を受けること。

f) 防爆区画となるタンク

cargo oil tank / B.W.T. または C.O. tank に隣接する B.W.T. には、Al アノードの使用が各船級協会および、U.S.C.G. の規制によって制限されている。

g) T.S.T. に Grain Loading する場合には電防は不適となるので coating を考えなくてはならない。

h) F.O. タンクと接する面については塗装を併用しなければ電防の効果は乏しい。

i) After Peak Tank への陽極の取付方法

陽極から出ている芯金丸鋼を直接溶接して取付けると

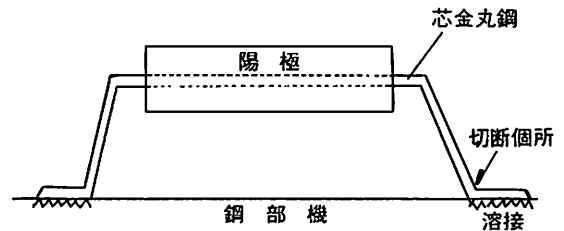
表・68

	Al	Zn
比重	2.7	7.14
有効発生電気量 A・Hr/kg	2350	780
価格(比) /kg	1	0.5
" (") /AHv	1	1.5
防爆による使用制限	有り、防爆区画下部以外可※	なし
発生スラッジの量(水酸化物)	多(タンク・クリーニング難)	少
発生電流自動調節	やゝ良	良

※ (NK) 船底より 1.8 m 以下、又は落下エネルギー 27.65 kg・m 以下となるよう取付けの事。

船体振動の大きい A.P. Tank では図41の矢印の箇所を切断し、陽極が落下することがある。

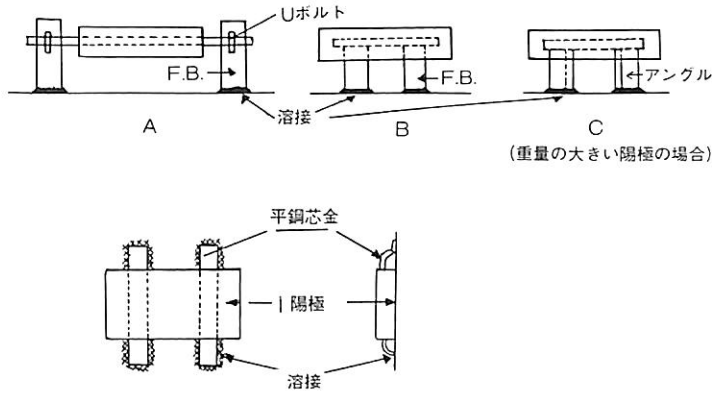
したがって、艀部付近の振動の大きいと思われるタンク内に陽極を取り付ける場合には、図42のような方法で陽極を取付けること。



図・41

表・67

Tanks	Ⓐ Ballast Water Tank Except Ⓑ & Ⓒ	Ⓑ Top Side Tank (B.W.)	Ⓒ Double Bm Tank (B.W.)
material of anode	Zn	Zn	Zn
mean protective current density	80mA/㎡	100 mA/㎡	80 mA/㎡
protected area	Immersed area	Immersed area	all over
designid ballast days	290 days	290 days	290 days



図・42

製品紹介

製品紹介

小型軽量アルミ用亀裂探査器

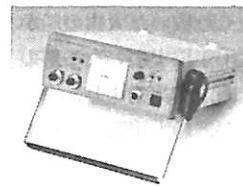
(SA-747シリーズ)

亀裂長さ2mm以上の亀裂を的確に捕え、メータの振れ音の高低、ランプの点灯で表示する。

渦電流減衰法(特許出願中)を採用し、亀裂探査を行えるようにしたものである。

<特長>

- (1)材料から製品まで非破壊で使用できる。
- (2)塗膜または油でかくれた表面亀裂でも検出できる。
- (3)他の方法では検出不可能な微細な亀裂も検出可能
- (4)被測定物の前処理は不要である。



外形寸法

240×295×93(mm)

(巾, 奥行, 高さ)取手寸法含まず。

- (5)操作はセンサープローブで表面をなぞるだけで簡単。
- (6)音の高低による表示を使用すれば、聴覚検査も可能。
- (7)GO-NG判定機構により、検査の正確比、単純化が計れる。

お問合せ先 株式会社 新栄電器製作所

〒601 京都府南区吉祥院這登中町43番地

電話 075-681-3456(代)

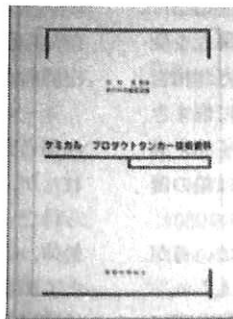
《新刊書》好評発売中!!

造船・海運界他専門家の全面協力を得て最新技術、動向を網羅した座右の技術資料書。

ケミカル / プロダクト タンカーの技術資料

田宮 真監修・船の科学編集部編

本書は内航および外航の中小型から大型のケミカル・プロダクトタンカーに関する/基礎的な解説・資料/最新の条約・国内法規の解説/設計・建造・運航について/材料・塗料・タンククリーニングの解説/実船例紹介/等という内容であり、実船例としては主要70



数隻のケミカルタンカー、プロダクトタンカーを網羅している。さらに付録として全ての化学品の適用規則、主要物性の一覧表、品名索引を掲載しているので設計・建造・運航関係者のみならず荷主、材料、機器メーカー等に関係する方々に必要不可欠の技術資料と確信いたすわけであります。

B5判・540頁・上製本・定価30,000円
(〒350円)

(株)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) 電話 (03) 552-8798

<その25>

第5章 船の塗料の歴史

中国塗料株式会社 技術本部

中尾 学 編

まえがき

これまで25回にわたり船舶用塗料について概説してきましたが、まとめて船の塗料の歴史について若干触れてみたい。

5・1 古代より近代まで

パピルス束ねた籠船、丸木をくり抜いた太古の船から現代の原子力船に至るまで、六千年以上にわたる船の歴史については、珍しい古典や絵画、発掘物より、また研究書より相当詳しく判っているが、船と塗料については極めて情報に乏しい。

旧約聖書の創世記“ノアの箱舟”に「いとすぎの木で箱舟をつくり、内外にアスファルトを塗れ」と記されている。この時の洪水は紀元前4000年頃（諸説あり）と推定されるが、当時既に船を作る技術を、しかも精巧な知識をもっていたことが判る。ちなみにこの箱舟は巡航見本市船“新さくら丸（1972年建造、13,000重量トン）”とほとんど同じ寸法である¹⁾ことは、事実とすれば驚きである。

絵画の歴史は極めて古く、紀元前より黄土、べんがら、白亜、緑青、石膏や炭などの顔料粉末が用いられているが、これらを媒体（展色剤）と混合して船の装飾・保護に用いたのは比較的後になってからと思われる。

古代ギリシャではタールとワックスを混ぜて使用した。古代フェニキア人、カルタゴ人はピッチや銅の薄板を使用し、またワックス、タール、アスファルトなどが相当古くから使用されていた。人は古くから舟食虫に悩まされていたと見え、紀元前412年には砒素と硫黄を油と混ぜて船底に使った記録があり、紀元前3世紀には鉛の薄板を張って使用したことが知られている²⁾。

わが国では既に神話時代に舟は一般に使われているが、島根県的美保神社にある諸手船（長さ8m、巾1.7m、深さ0.8m）は両側に神紋を彫り丹を以って彩色している。勿論現在のものは新しく作られたものであるが、この諸手船、浮室、埴土船、堅間小船などは古事記、日本書紀にも現われている³⁾。

万葉集（5世紀中頃～8世紀中頃）には漆で赤く塗っ

た舟のことが歌われている⁴⁾。例えば、高市黒人の「赤のそは船」、高橋虫麻呂の「さ丹塗の小舟」、作者不詳「さ丹塗の小舟」この他にも2、3の歌がある。これらより朱や丹土を用いた漆で丹塗りが施されていたことがわかる。青丹よし奈良の都と歌われたように、当時唐より漆の技術が入っていたが、万葉集には赤以外の船の彩色の記事は見当たらない。余談であるが万葉集には沙彌満誓が船木を伐る歌を詠んでいる⁵⁾。「鳥總立て足柄山に船木伐り樹に伐り行きつあたら船材を」。

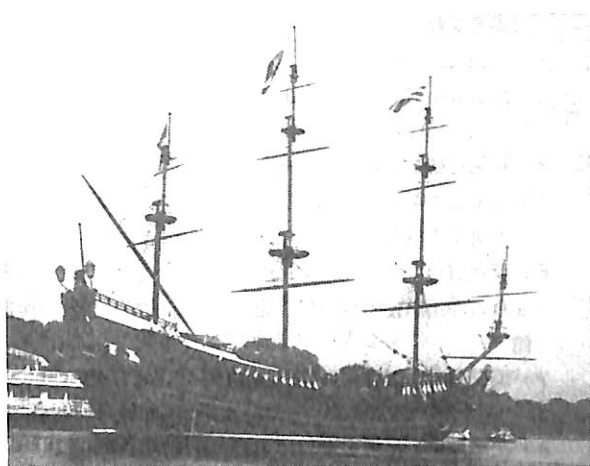
7世紀半ばから9世紀まで、十数回にわたって遣唐使船40数隻が建造され、先進文化国の唐に派遣されたが、茂在寅男氏（現東海大学教授）によれば、全体は白を中心として朱とか緑で美しく彩ったと考えられ、白は石灰を桐油で溶かして塗り、黒は単なる墨で緑は緑青を使い、また帆柱、上部構造は朱塗りで美しく塗り上げたと言う⁶⁾。

平戸の松浦資料博物館保存の「唐船之図」は18世紀前半に描かれたもので、本図をみると「寧波船」は船底は白色に描かれていて、いわゆる石灰塗装であって当時の中国の船底保存技術上興味深い。また外舷は黒く塗ってある。「南京船」は外舷は木肌色で塗装の有無は不明であるが、船首には神とも怪物ともつかぬ顔が描かれ、金色の眼が3個もついている⁷⁾。

18世紀初頭、東南アジアのシャム（現タイ国）で中国のジャンクに似た「サンパオ」という船は蒿色に塗った船体の前部の下方が特に白いペイントで塗られており、白頭船と言われていた⁸⁾。

ヨーロッパでは、地中海時代から船は海上戦力として、海運通商の手段として最高の技術をつくして進歩がはかれたが、船体の保護塗装に関しては古代エジプト時代から目立った進歩は見られず、17世紀のオランダ帆船でも、船体、デッキ、マスト、帆桁などの大部分はアスファルトで塗られ、船底は獣脂を塗る慣行であった。油性塗料は貴重品で船室内部、上構、船首、船尾の一部の装飾に用いられ、東印度会社では商船のマストや斜檣には油性塗料の使用を禁じ、外舷上部の擬砲門だけは、横行する海賊に対する威嚇のため、目立つように白く塗られた⁹⁾。

長崎のオランダ村に当時最大の武装帆船「プリンス・



長崎オランダ村展示の武装帆船プリンス・ウイナム

「ウイナム」がオランダで復元建造され展示されているが(写真参照)、当時と同色の塗装が当社の塗料で施され、往年の威容を誇っている。また神戸市立博物館にはポルトガルの大型帆船を描いた南蛮屏風が、香雪美術館には16世紀のヨーロッパ版画を模した「レバント海戦図」が飾られているが、何れも船底は白色、水上部は黒色にアスファルトで塗装され部分的に油性塗料の色彩が施されている。各国とも当時の大型帆船は同様な塗装方式であった⁹⁾。

1853年、黒船が浦賀に来航したが、この時江戸の洗塗師、町田辰五郎は米艦「ヴェンダリア号」からペイントと油を分けてもらっている⁸⁾。黒船は一部に鉄材を使用した木造船で油性塗料を塗っていたことがわかる。

世界最初の鉄船は、英国の「ヴァルキャン号」で1818年に建造されているが、1824年、英国の化学者ハンフリー・デービーは、イギリス海軍の軍艦「サラマンガ号」の銅張り外板に鉄片を陽極として取りつけ電気防食を実施、これが世界初の電気防食の船舶への適用である⁸⁾。当時木造船の船底は腐朽と虫食い防止のため銅板が張られていた。

5・2 船底の防汚

古代、船底をタールやアスファルトで塗装していたことは既に述べたが、13世紀から15世紀頃もタール、油、樹脂が混合して使用されていた。船底の防汚塗装についての最初の記録は1625年の W. Beale の特許で、鉄粉・セメント、銅化合物よりなり、これが銅の防汚剤としての最初の使用である。表は防汚塗料の歴史について簡単にまとめたものである。

船底の塗装は水漏れ防止と船食虫による被害防止が目

的と思われるが、中世になり鉛の包み板、次いで18世紀には銅の包み板が多用された。また16～17世紀には木の包み板にタールやグリースを油や硫黄などと混ぜて使用した。17世紀以降、数多くの特許が出ているがそのほとんどは効果なく、19世紀中頃に出現したホットプラスチックペイント“Italian Moravian”に効果がみられたようである。この頃から銅、砒素、水銀の化合物が防汚剤として登場してきている。鉄(銅)船になってからは、さび止塗料の上に防汚塗料が塗られるようになった。20世紀初頭に始めて米海軍により大がかりな防汚塗料の検討がなされ、この頃コールドプラスチックペイントも開発された。

表 防汚塗料の歴史

B. C. 412	○砒素と硫黄を油と混ぜて塗装。
紀元前3世紀	○古代ギリシャではタール、ワックスを使用、また鉛板を貼り付けた。
13～15世紀	○ピッチが多用され、時として、油、樹脂、樹脂が混合使用された。
1625年	○W. Beale 英国特許。鉄粉、セメント、銅化合物を混用。
1670年	○Howard and Watson 特許。タール、樹脂、密蝟などと溶剤に溶解。
1791年	○W. Murdock 特許。硫化鉄、亜鉛末をワニスと練り、毒物は砒素を使用。
19世紀中	○ホットプラスチックペイント“Italian Moravian”出現、ロジナー銅化合物。
1863年	○Tarr and Wonson 特許。亜酸化銅、タールを溶剤に溶かした防汚塗料。
1885年 (明18)	○堀田、防汚塗料特許。漆、鉄粉、鉛丹、柿渋など。日本特許1号。
1890年	○堀田、防汚塗料特許。漆、砒素および水銀化合物など。
20世紀初	○米海軍、ホットプラスチックペイントを主に各種防汚塗料をテスト、当時の防汚剤は亜酸化銅、酸化水銀。後にコールドプラスチックペイント出現。
1950年頃	○塩化ビニル船舶塗料。
1958年頃	○アクリル錫共重合体(OMP)防汚塗料特許。
1960年頃	○塩化ゴム船舶塗料。 ○エポキシ船舶塗料。

出典：Marine Fouling and its prevention, 社内資料

5・3 むすび

19世紀に入り木造船より鉄、銅製船に代わり油性塗料の全盛時代が続いた。第二次大戦後は各方面の近代化に伴い多様化する施工条件と、要求される高度の塗膜性能に対応して多種多様な合成樹脂が開発・導入された。特に1950年以降、船舶の建造・施工方式の革新により、ショッププライマー、塩化ゴム、塩化ビニール塗料の登場、そして1960年代に入りエポキシ樹脂塗料の導入、防汚塗料に有機錫ポリマーが登場したのは1970年代で、既に第2章で述べた通りである。そして現在、まさに無毒船底塗料の幕あけを迎えようとしている。

最後に長期間にわたり、拙稿を掲載いただきました船舶技術協会および読者の皆様には厚くお礼申し上げます。

〔参考文献〕

- 1) 吉田文二：船の科学，講談社
- 2) Marine Fouling and its Prevention, U. S. Naval Institute Annapolis, Maryland, 1952
- 3) 新海選読本：(社)日本海運集会所編，海文堂
- 4) 万葉集：巻3の270，巻9の1780，巻13の3299
- 5) 万葉集：巻3の390，
- 6) 茂在寅男：江上波夫編，日本中国文化交流シンポジウム「遣唐使時代の日本と中国」p.203～222，小学館
- 7) 堀元美：中国塗料技報，Vol.18-1，No67，1984，p.34
" " " " ，Vol.18-2，No68，1984，p.28
- 8) 山本洋一：日本と世界における防錆防食の歴史。
(第1巻) p.125，p.164
- 9) 能勢義雄：中国塗料技報，Vol.19-4，No74，p.58～59

製品紹介

製品紹介

焼付防止・防錆・潤滑剤

NEVER・SEEZ

ネバー・シーズ(米国BOSTIK 社製)



極東貿易(株)は9月1日より総販売元となっている米国BOSTIK(ボスチック)社製ネバーシーズの商品群に下記2種類の新グレードを加え本格販売を開始した。

○ネバー・シーズ“マリーン・グレード”

本グレードは、日本および各地にて30年にわたり使用実績があるネバーシーズ“標準グレード(MIL-A-907Eに合格)”の組成(グリース、金属微粒子)を基本にし、耐塩水、耐イオン化水、耐水洗の各特性を大幅に改善したものである。したがって、塩水、塩風、高湿潤環境でのさび、カジリ、電蝕を協力的に防止する。

〔特長〕

- 耐塩水特性、耐イオン特性、耐水洗特性にすぐれる。
- 129℃～982℃に使用可能。
- 電蝕防止効果にすぐれている。
- 二硫化モリブデン、鉛は含んでいない。

〔容量〕

454g入り缶が標準、その他の容量のものも各種

○ネバー・シーズ“ブルー・グレード”

本グレードは高品質グリースをベースにニッケルおよびその他特殊固体微粒子を配合しているため、卓越した

焼付防止特性、耐腐食性、潤滑性、耐高荷重特性が効果的に発揮される。

グラファイト、亜鉛、鉛、銅の使用が許されない箇所にも使用でき、特にステンレス製品に対して有効。

〔特長〕

- ステンレス製品に有効。
- 耐腐食特性にすぐれている。
- 35,000kg/cm²迄の耐高荷重特性
- 100℃～815℃に使用可能。
- 青色で作業完了確認が容易。

〔容量〕

454g入り缶が標準。その他大容量のものもある。

〔お問い合わせ先〕

極東貿易株式会社 プラスチック部
東京都千代田区大手町2-2-1(新大手町ビル)
電話 03(244)3880

<その37>

第4章 水中音響機器

桑原 新* 久山 多美男*

3. 水中聴音機および水中探信機

3・1 水中聴音機および水中探信機の歴史

3・1・1 主としてアメリカの歴史

非常に古い話しは別として近代の水中音響研究のスタートは、R. B. Lindsay⁶¹によって報告されているように、文政9年(1826)ジュネバ湖でD. ColladonとC. Sturmが原始的方法で水中音波伝搬速度を測定したことに始まるというよい。その後この仕事はアメリカのC. Bonycastle³¹天保8年(1837)によって発展された。喜永3年(1850)頃アメリカでは燈台における濃霧号笛(Foghorn)から輻射される空中音波の伝達距離が大変問題になっていた。M. Wilson³²によれば明治22年(1889)には水中信号ベルと水中聴音機をFoghornの代りに利用すれば大変経済的であるということが、L. Blakeによって提案された。あの有名なThomas A. Edisonと一緒に電話機の改良をやっていたE. Grayは、電話機のカーボン送話器を防水装置に入れて、水中の音波を聴くことができると考えた。このE. GrayとA. J. Mundyは空中の濃霧号笛に代わって水中音響を利用する水中信号機は将来非常に大きな発展が期待され、商業ベースにも乗ると考え、明治34年(1901)にサブマリニングナル社を創設した。かなり多くの製品を製造していたが、明治45年(1912)ころに無線方位測定機が発明されたので、上記の装置は売れなくなった。そこでサブマリニングナル社は水中通信用の水中信号機を造ることを決意し、R. Fessendenを迎えて、有名なFessenden水中送波器を造った。これは540 Hz(後に1050 Hz)の水中音波を輻射する水中信号機で、水中にモールス信号を送信することができるものであった。

このような経過を歩んでいるときに、明治45年(1912)にはタイタニック号事件、大正3年(1914)には第一次世界大戦が起こる。大正5年(1916)にドイツはUボート作戦を開始した。このドイツのUボート作戦は、水中音響機器の研究に極めて大きな刺激を与えた。

大正6年(1917)にアメリカの海軍はNew Londonに水中音響機器の研究グループを作った。この研究グル

ープの主任にH. Hayesを採用した。彼等が最初に行った仕事はEelと名づけるえい(曳)航式の水中聴音機を造ったことであつた。これは後にMV式水中聴音機として発展してゆく。以上述べたことはM. Lasky²⁹⁾によって報告されている。

3・1・2 主として我が国の歴史

このころ、我が国には水中音響機器の研究はなかつたので、大正9年(1920)には海軍からアメリカに2名の水中音響の調査官が派遣された。その当時の我が国の音響機器はすべて輸入品であつた。イギリスからはD式水中聴音機、E式水中聴音機、アメリカからはKチューブ、O Vチューブ、フェッセンデン水中信号機などが輸入され、潜水艦、駆逐艦に装備された。上述のE式水中聴音機は東京湾、瀬戸内海などの港湾の海底に沈設された。

しかしこれらの水中音響機器は、まだ技術的に幼稚なもので実用的要求を十分に満足させることは到底できるものではなかつた。

その後昭和5年(1930)アメリカのサブマリニングナル社から新しいMV式水中聴音機が輸入された。つづいて昭和7年(1932)にはドイツのエレクトロアコスチック社から保式水中聴音機が輸入された。これらの水中聴音機は潜水艦に装備され、従来のものより性能のよいものであることが確認された。そうしてこの保式水中聴音機に対しては特に国産化の研究が行われ、昭和8年(1933)には、我が国の潜水艦のほとんどにこの国産化水中聴音機が装備された。これは93式水中聴音機といわれた。

次にこの国産化聴音機を改良することによって潜水艦を聴音によって探知するための水中聴音機が製作され、深さおよそ100m以内の海底に設置されるようになったのは昭和12年(1937)ころからである。これを97式水中聴音機といった。第二次世界大戦中には、日本近海の重要な港湾や海峡に極めて多数の海底設置用の水中聴音機が沈設された。これに関連した海底ケーブルおよびケーブル布設船の研究が極めて重要なものであった。

一方で超音波探信機は、第一次世界大戦終了時に、イギリスおよびフランスで重要な問題としてとりあげられ、特にイギリスではASDICと名づける水中探信機ができていた。ASDICは第一次世界大戦終了と共に大正8年

* 日本船用機関調査研究委員会 電気専門委員会委員

(1919) アメリカに公開され、アメリカはこれを土台として新しい水中探信機の研究に着手した。

我が国ではASDICに関する情報をイギリスおよびフランスから入手し、これを土台とした水中探信機(超音波周波数20ないし40kHz位)が研究されていたが、昭和8年(1933)にフランスのSCAM社からランジバン式の超音波探信機が輸入され、駆潜艇に装備された。その後この探信機の国産化のために多くの研究努力が払われ、93式探信機ができる。ところが昭和18年(1943)ドイツの複式探信機が入手されるにおよんで、直ちにこれの国産化が研究され、3式探信機ができる。これは第二次大戦中駆逐艦、駆潜艇、海防艦、商船など多数の船舶に装備された。

これらの水中探信機は、はじめ水中送受波器に水晶振動子を用いていたが昭和16年(1941)ころから水晶の入手が困難となったため、かねてから研究が進んでいた磁わい(歪)振動子に代替えされた。また磁わい(歪)振動子には始め純ニッケル(99.9%)の薄板を重ねたものを用いていたが第2次大戦中は材料入手難となり、ニッケルの代わりにアルフェロ(87Fe, 13Al)と称する鉄とアルミニウムの合金を用いた。

第二次大戦中は水中聴音機では93式、97式、零式、1式、3式、4式、水中探信機では91式、93式、3式、軽便式など多数の水中音響機器が急速に多量生産され、各種の船艇に装備された。また軍艦ばかりでなく、多数の商船にも簡易水中聴音機が装備された。

これらの水中音響機器は、第二次大戦のために急速に装備されたため、船舶への装備法にはいろいろな技術的未解決の難問題があった。このために艦艇の主機、補機その他の機器の発生する騒音、プロペラのキャビテーションによる騒音、波浪による船体の振動音、あるいは船体外板に沿って流れる気泡による騒音などに大きな妨害を受け、十分にその性能を発揮することはできなかったものと思われる。

信号対雑音比改善のための信号処理も極めて幼稚なものであった。主機、補機の騒音を減少するために、防振ゴムの研究が行われかなりの効果を発揮した。

また一方では多数の水中音響機器を取り扱う要員の急速な養成のため、操作員および技術員の未熟もあって水中音響機器の操作、保守、整備はまことに困難を極めた。更に多数の機器を急速且つ多量に生産したために材料、部品などの検査、試験が十分に行き届かなかったこともあり、船艇に装備後の故障が多発して困難を感じたこともある。

全く別の問題であるが、第二次大戦中には音響魚雷を

如何に回避するかが問題になった。その他音響機雷、水圧機雷、磁気機雷やそれらを組み合せたものがアメリカのB29型爆撃機によって日本近海に多数投下され、これらの掃海に関する研究は水中音響機器関係者の極めて大きな問題であった。

水中通信に使用する水中信号機については、F式水中信号機が大正10年(1921)にアメリカから輸入され、主として潜水艦と潜水母艦に装備された。これは主として1050Hzの可聴音波を用いた。昭和7年(1932)にはドイツから複式水中信号機が輸入された。これは周波数3kHzの音波を用いた。更に第二次大戦中には周波数8kHzの搬送波を利用する水中電話機も試作されたが実用されるには至らなかった。

3・2 水中聴音機、水中探信機の原理と構造

3・2・1 水中受波器の構造と作動原理

前節でいろいろな名称の水中聴音機を挙げたが、それらの機器の中で水中音波を受けてこれを聴きとる水中音波受波器(ハイドロホン)について述べる。

まずE.Grayによって考えられたハイドロホンは、電話機に使用するカーボンマイクロホンをゴムの振動板の内面に取りつけたもので、カーボンマイクロホンは直接海水に触れないようになっている。水中の音波はゴムの振動板を振動させ、その振動がカーボンマイクロホンを振動させる。このハイドロホンは構造が簡単で、しかも増幅器を用いなくて水中音波を受聴器で聴くことができるので、初期の水中聴音機には広く応用された。前述のD式、E式、Kチューブ、OVチューブ、MV式水中聴音機にはこのハイドロホンが利用された。商船用の簡易水中聴音機にもこの方式のものが利用された。

大正6年(1917)ごろ試作されたCチューブと称するハイドロホンは外径約10cm、内径約8cmのゴムの中空球を用いたハイドロホンである。この球の内部はただの空気である。この球内の空気室は細い鉄のパイプで球の置かれた地点(水中)から空気中に導かれ、直接耳で音を聴く。極めて原始的なものであるが割合によく聴えるものである。これは第一次大戦中にアメリカでよく利用された。以上述べたハイドロホンは水中音圧を測定しているものであるが、高水圧には耐えられない構造になっており、あまり深い海の中では使用できない。

前述のD式水中聴音機はカーボンマイクロホンを用いるハイドロホンであるが、小さい形であるにもかかわらず、8字型の指向性をもたすように工夫されている。これは音圧を測定するのではなく、海水の粒子速度を測定するものである。

前述の保式水中聴音機に用いられたハイドロホンは可

動線輪型といわれるもので、直径4 cm位の円筒型の強い磁気空隙に黄銅製の円筒型わくに巻いた可動線輪を入れる。この線輪の巻きわくの中心が金属振動板の内面にボルト締めされている。この金属振動板の外表面は直接海水に接触し、水中音波をうけて振動する。振動板の直径は15 cm位、厚さは4 mm位あり、空気中のマイクロホンでは考えられないほど厚く重いものである。これは海水の密度が空気の密度に比べておよそ1,000倍近く大きいことによる。振動板には共振をさけるために、油のダンパーがつけてあるが、それでも800 Hz位にかなり強い感度のところがある。強い磁気空隙を作るために、はじめは電磁石を用いたが、後では永久磁石(MK鋼)を用いた。このマイクロホンの聴き得る水中音波の周波数範囲はおよそ0.3から3 kHzであった。この原理のマイクロホンは音を聴くためには増幅器を必要とし、真空管三段増幅器を用いた。増幅度は30ないし60 dB位に調節して用いる。前述の保式、93式、97式、零式などの水中聴音機にはすべてこのマイクロホンをを用いた。

次に人工的にロッセル塩の結晶を造り、これの厚み振動、または横振動を利用するマイクロホンが造られた。これは上述の4式水中聴音機に利用された。

3・2・2 水中聴音機の指向性

水中聴音機で聴こうとする海中の音波の波長は長いところで150 m、短いところで15 cm位である。そのために音波の方向を測定するには一個のマイクロホンをを用いたのでは正確に測定できない。そこで個々のマイクロホンは小さくして、音波に対して方向性のないものとし、このような小さいマイクロホンを多数配列して指向性を作ることが工夫された。

前述のKチューブ、OVチューブ、Cチューブなどは二つのマイクロホンを約1 m間隔にならべてバイノーラル(双聴覚)の原理で音源の方向を測定した。MV式、E_{EL}式では、マイクロホンを6個または12個位を直線上に1フィート(0.30 m)位の等間隔で配列して、指向性をもたせるようにした。

93式、および保式聴音機では、16個の可動線輪型のマイクロホンは、その配列形の水平面への投影が楕円形(長径3 m)になるようにした。個々のマイクロホンは船体外板に穴を明けて、マイクロホン振動板の外表面が船体の外板と同一面内にあるように取り付けられた。97式水中聴音機は13個のマイクロホンを直径3 mの円配列にして海底架台にとりつけた。その他いろいろの配列方法が考えられ、マイクロホンの数は我が国では80個にまで達した。それは4式水中聴音機である。

3・2・3 水中聴音機に指向性をもたせる装置

前述のように多数配列された一組のマイクロホンに指向性をもたせる装置を整相機といった。この整相機はインダクタンス素子とキャパシタンス素子が直列と並列にならべられた電気遅延回路網で、各素子から多数の入力端子が出ており、この端子の適当な位置にそれぞれのマイクロホンの出力端子をつなぐ。それらを集めて回路網の一番最後の端子に導きこれを合成出力端子とする。適当な位置というのはマイクロホン配列群に平面波が入射してきたときに、各マイクロホンに波面が到着する時刻は、それぞれの位置に応じて、遅速があるので、これを調節して、すべてのマイクロホン出力がこの整相機を通して合成出力端子に出たときに、同位相で重畳されるようにする。このとき入射音は最大に聴える。これで音源の方向が測定されると同時に信号対雑音比がかなり改善される。整相機の出力は増幅器に入れ、高域または低域濾波器を通して、受聴器で耳で聞か、ブラウン管に入れたり、記録器に入れたり、拡声器に入れたりする。このような原理で指向性をもたせるためには、多数のマイクロホンの性能のマッチングが大切であるから、カーボンマイクロホンをを用いたマイクロホンは次第に姿を消した。

3・2・4 水中探信機の送受波器

水中探信機は第二次大戦終了までは主として、15から30 kHz前後の超音波を利用したので、音波の波長はおよそ10 cmから5 cm位の短いものであった。したがって直径30 cm位の音波放射面をもたせれば、一個の送受波器でかなり鋭い指向性をもたせることができた。

そこで直径およそ30 cmの音波放射面をもった送受波器がフランスのランジバンによって試作された。これはXカットの厚さ3 mm位の水晶振動子を厚さ4 cm位の厚い鉄の円板2個の間にモザイク形にならべ、サンドイッチ状にはさんではりつけたものである。円板の一面の外側は直接海水に接触して、超音波を送受波することができる。放射する超音波の振動数は主として2板の鉄板の厚さによって定める。音波の放射の方向性は円板の直径と音波の波長によって定まる。ASDIC、91式、93式水中探信機はこの原理の送受波器を用いた。

ランジバン型の水中送受波器では水晶と鉄板のはり付けが一番問題であるので、アメリカでは、ADP(アンモニウム、ディハイドロゼン、フォスフェイト)の人工結晶の縦振動を利用するものが製作された。

その後ニッケルの磁わい(歪)振動を利用する水中送受波器が水晶振動子に代って作られた。これは薄いニッケル板を変圧器の鉄心形に切り取って適当な厚さに重ねたものにコイルを巻き、コイルの外側に出ているニッケ

ル板の縁に出来る一面から音波を輻射する。これは構造が簡単に堅固なもので、水晶振動子より製造が容易であった。しかし第二次大戦中はニッケルが入手困難になったので、アルフェロを使用したことは前述のとおりである。磁わい(歪)効果を利用する受波の場合には残留磁気が残っていることが必要であり、これを作るために、永久磁石がそう入された受波器があった。

磁わい(歪)振動子では2個を隣り合せに接近させて並べ、音波を輻射するときは2個並列に同時に励振し、受波のときには二つの水中受波器を別々に独立に作動させて、この両方の水中受波器に入ってくる水中音波の位相差を利用して、目標から反射してくるエコーの方向をかなり広い角度の範囲で、且つかなり正確に測定する方法がある。これは前述の3式、複式水中探信機に利用された。

3・2・5 水中探信機の作動その他

水中探信機では、まず水中送波器を励振するための電気振動を発生する真空管発振器(数kW)が必要である。振動数は、はじめ30kHz位であったが、海水中の音波の吸収を考慮して段々低周波となり、主として15kHz位が用いられた。現在は3kHz前後である。

この電気振動は送受転換器を通して水中送波器に送られ、水中に超音波を輻射する。送受転換器は電磁式のリレーで、送信と受信の電路を切り換えるものである。すなわち送波のときだけ電磁式リレーによって送波回路を造るが、あらかじめ定められたパルス幅だけの時間後には自動的に受波回路を回復させて目標から送受波器に帰ってくる超音波エコーを待ちうけるようにするのである。

目標の方向を探すには、主としてサーチライト方式が用いられた。上述の複式、3式探信機は送信はサーチライト方式、受信はおよそ60度のセクターの範囲を待ち受け受信する方式を用いた。

受波された水中音波は増幅され、汙波され、横軸に距離、縦軸に音波音圧の振幅を示すブラウン管指示装置(Aスコop)に送られる。同時に水中受信音を受聴器によって耳で聴き、本当の目標からのエコーであるかないかを判断する。またエコーを記録器に連続記録させて、エコーを時間積分して、信号対雑音比を改善する。

目標から帰ってくるエコーの強さ、波形、エコーの数、パルスの長さなどは、目標と音源の距離、目標の形、目標の大きさ、音源と目標の相対位置、視角、相対速度などによってはげしく変化する。相対速度があると、送波した音波の振動数と受波した音波の振動数とは周波数が少し増または減となる。これはドップラーシフトといわれ、目標と音源の相対速度を測定するのに利用される。

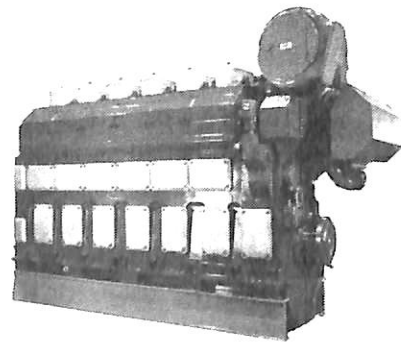
音源と目標との間の海水中の音波の屈折は音波エコーのレベルを大きく変動させる。また海面、海底からの反射波は残響となって音波エコーの受信の妨害になることが多い。このように海中の音波伝搬の性質が水中探信機の受波エコーのレベルに大変大きく影響する。これは水中聴音機においても同様である。第二次大戦中このような大きな影響があることは経験的には知られていたが、海中音波伝搬の性質が具体的にどのようなものであり、どのような処置や対策をとったらよいかということについては、今日ほどよく分かっていなかった。第二次大戦中でも、海中の自然騒音や生物の出す水中音が、水中探信機や水中聴音機の性能に大きく影響することは経験的に知られていた。

以上述べた水中音響機器は、すべてをまとめて戦後ソーナーと総称した。最近のソーナーはここに述べた水中聴音機や水中探信機に比べて、全く比較にならないほど、非常に進歩している。その原動力は、第二次大戦後の潜水艦の進歩、電子工学の発達および海洋開発の前進などであると思われる。

4. むすび

本歴史作成にあたっては、(財)日本船舶振興会からの補助金の援助を初め各方面の著者の有益な資料および図書を参考に供して頂いたことに対し、深く感謝の意をここに表します。

参考文献は8月号に掲載してあります。



日本ヴァルツィラディーゼル株式会社

Wärtsilä VASA 46

訂正お詫び 9月号表1

4,920 BHP ~ (誤) 2,140 BHP

4,920 BHP ~ (正) 22,140 BHP

● 運 載 ●

造 船 工 学 覚 え 書

<44>

広島大学名誉教授(造船学)
工学博士 川 上 益 男

20. 船体の青波衝撃強度

20・1 概 説

荒天波浪中を航行する船体の主として首部甲板上への打ち込み波浪、または船首甲板の波浪中への没入後すくい上げた波浪による、非常に大きな衝撃圧力のため、甲板間梁柱の座屈、倉口蓋の損傷或いは倉内落下、場合によっては船体中央部船橋前壁の凹入などの激しい損傷を発生していることは既に数多く報告されている。

この問題に対して、船体縦運動、船首部水面下形状、乾舷などと甲板の冠水率との関係の研究、或いは甲板上に相当する平板上に水塊を落下させて平手打および腰掛け衝撃圧力を計測したもの、青波衝撃をうけた損傷および非損傷の実船の船首部各部材寸法を調査して損傷例より損傷を発生しない部材寸法を設計基準として提案した研究などがある。

しかしながら、この問題の基本的かつ本質的解明が必要である事項すなわち、青波衝撃の発生機構、衝撃圧力の大きさ、その形および持続時間、衝撃による船全体および局所の応答その他不明な点が多い。而もこれらの問題は現在のところ理論解析は不可能な領域であると思われる。そこで船体模型の規則波中の曳航実験を行い、船首甲板に作用する青波衝撃圧力、縦揺、上下揺、船首加速度、船体の縦曲げおよび衝撃による過渡振動応答などの同時計測実験を行い、船体縦運動と青波衝撃圧力の相関関係および船の速度によるそれらの変化、青波衝撃に対するブルワークの影響、青波衝撃による船体過渡振動の発生状況とその大きさ、その他青波衝撃の実態およびそれに対する過渡応答などに関する研究^{20・1), 20・2)}につい

て報告する。

20・2 模型および実験

次のごとき主要寸法の中速貨物船の1/50の木製の分割結合模型を作製して実験を行った。

実船： $L_{pp} \times B \times D \times d = 142 \times 19.2 \times 12.5 \times 8.45$ (m),

$C_b = 0.684$, $V_s = 16.5$ knot,

$F = V_s / \sqrt{Lg} = 0.213$

模型： $L_{pp} \times B \times D \times d = 2.84 \times 0.384 \times 0.25 \times 0.17$ (m),

実験時の喫水 = 0.19 m, $C_b = 0.684$, 排水量 =

136.2 kg, 空中での縦回転半径 = 0.222 L, 水中

での縦揺周期 = 0.957 sec, 垂直2節固有振動周

期 = 0.095 sec

模型は定常波浪曲げおよび過渡振動曲げモーメントを計測し得るように6分割し、そして5分割横断面で上下、左右それぞれ2枚のAl板で木製隔壁の中央の鋼製枠を結合し、表裏に貼布した歪ゲージにより、垂直、水平の縦曲げモーメントおよびその方向の過渡振動を計測した。この模型の概略および垂直・水平曲げおよび振動の計測装置を図20・1に示した。また船首楼、上甲板上の青波衝撃計測の圧力計を図20・2に示す。圧力計のダイヤフラムには半田付けした帯状の幅の小さい曲面板により水圧計測の感度を向上させた。この圧力計はすべて手作りによるもので、市販の水圧計より数段感度が高いことを確認して使用したものである。この模型実験での計測項目および数は次のとおりである。

- | | |
|--------------------|--------------------|
| (1) 船体縦揺…………… 1 | (2) 船体上下揺…………… 1 |
| (3) 船首規則波…………… 1 | (4) 船首加速度…………… 1 |
| (5) 船首側部波高…………… 5 | (6) 甲板上水圧…………… 8 |
| (7) 垂直曲げ、振動…………… 5 | (8) 水平曲げ、振動…………… 5 |

この外に船首甲板上に波高計を取付けたが、その波高計の途中を例えば piled-up spray が寄切ったときその高さの波をかぶったごとく記録するがごとき間違っただけ情報が得られることなどにより正確な計測にはすべての場合にわたっては役に立たなかった。

実験は船型試験水槽にて規則波中を向い波状態で一定速度の曳航試験を行って全計測量の同時計測記録をした

20・1) 川上益男：船体の青波衝撃強度について、船論 125 (1969)

20・2) Kawakami, M.: On the Impact Strength of Ships due to Shipping Green Seas, Selected Papers from J. S. N. A. Japan (1970)

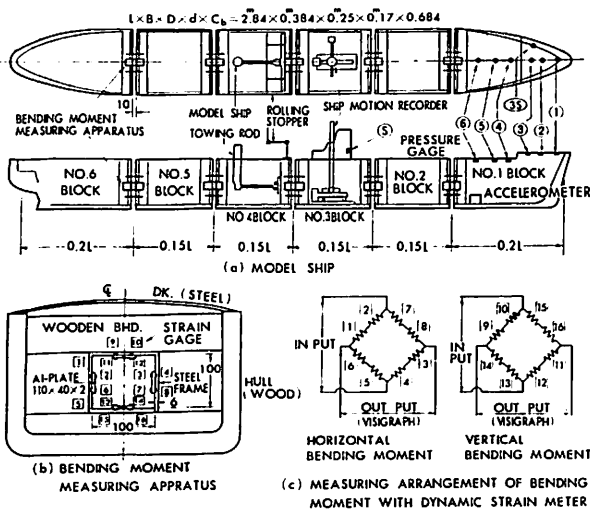


図 20・1 模型および計測装置

船体の縦揺、上下揺は自由に生ずるが横揺その他の運動は生じないように拘束されている。各計測量は航走試験を行う前に十分な校正検訂を行い正しい計測値が得られるように調整した。

図 20・3 に青波の船首甲板への冠水状態の連続写真の一例を示した。このときの波長と船の長さとの関係、波高と船の長さの比較、進行速度などは図中に記入してある。

船体の縦運動が激しくなって船首底が高速で波面に突入すると船底から船側の表面にそって比較的薄い層をなした水が上昇してゆくが、これが piled-up spray であり、またその船底の突入により船体に排除された部分だけの水が盛り上って前および側方向に進行してゆくの swelled-up wave である。船体縦運動が余り激しくない段階では甲板への冠水は piled-up spray のみであるがその運動が激しくなると piled-up spray と swelled-up wave の両方が甲板に打ち上げられるようになる。図 20・3 はそのような状態での写真である。piled-up spray は打ち上げの終了時期にはこの写真にみられるごとく粒状化して甲板に落下する。

試験水槽での曳航実験は、規則波高、波長、航走速度などを系統的に変化させて実施した。いま H : 波高, λ : 波長, L : 船の長さ, V_s : 曳航速度, $F = V_s / \sqrt{Lg}$: フルード数のごとき記号を用いるとき

$$H = L/30, L/25;$$

$$\lambda = 0, 0.75L, 1.00L, 1.25L, 1.50L;$$

$$V_s = (0 \sim 2) \text{ m/sec}; F = 0 \sim 0.38$$

の範囲でそれぞれの組み合わせに関して実験された。

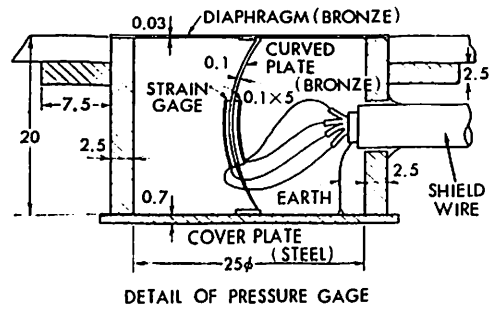


図 20・2 甲板圧力計断面

20・3 各量の同時計測記録

船首甲板への青波の打ち上げ状態の目視観察および写真考察より判明した青波衝撃の発生原因を分類すると、

- (1) piled-up spray の落下,
- (2) swelled-up wave の落下,
- (3) 船首が波面に没入して波をすくい上げる

の 3 種類に要約される。これらの現象は船の長さとの関係、波高波長比などによって変わる船体縦運動の大きさ、載貨状態による船首喫水、没入する船首形状などの影響を受けて変ってくる。

この実験によって判明する事を示すために例として、全計測量の同時記録を図 20・4 ~ 図 20・7 に示した。これらの各図においては、上から(1)船首規則波、(2)船首加速度、(3)縦揺、(4)上下揺、(5)首甲板各位置の衝撃圧力、(6)各断面の縦曲げおよび whipping などが示されている。衝撃圧、縦曲げなどの計測位置は図 20・1 に示してある。そして図 20・4、20・5 はブルワークのない首甲板、図 20・6、20・7 はブルワークのある場合である。これらの図全体を通じて判明したことを列挙しておく。

(1) 青波衝撃の発生は上下揺には殆んど無関係で主として縦揺と関連し、船首が波中に突っ込み、持ち上げようとするとき、船首の甲板から順次後方に衝撃圧の作用は移動してゆく。そして最大の平手打圧力の発生する位置は例え規則波中といえども一定していない。これは首甲板上に配置した圧力計のダイヤフラムの直径が 25mm と大きく、従って数が少いためであって、piled-up spray や swelled-up wave の落下位置の微妙な変化を捕えることができなかったことを示すものである。かかる現象を正確に計測するためには首甲板全面に圧力計を配置しなければならないのでかなり難しい技術が要すると思われる。

(2) ほとんどの青波衝撃圧力形に平手打部と腰掛部とが続いて表われている。腰掛圧力の表われるのは piled-up spray, swelled-up wave とともに甲板に最初に落下

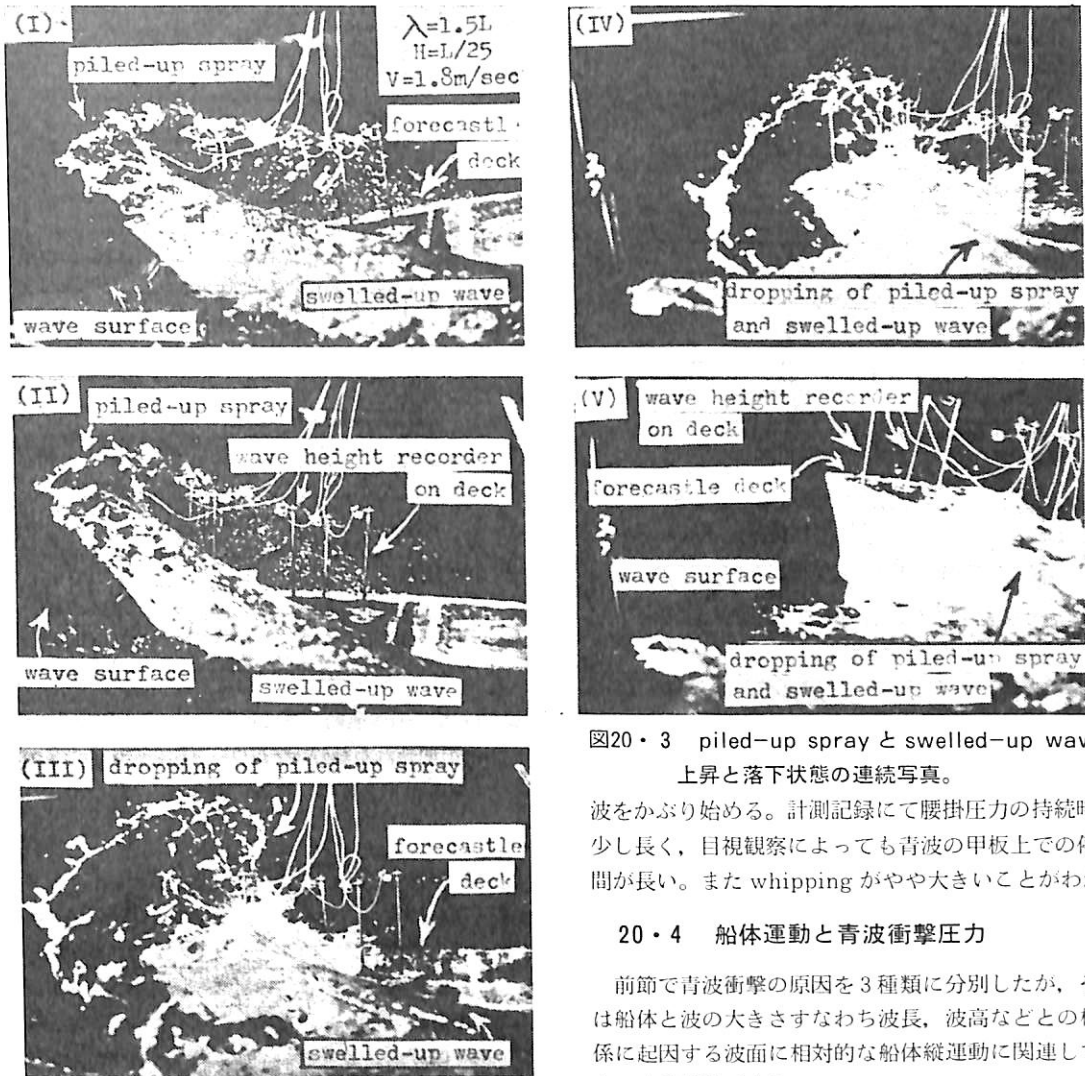


図20・3 piled-up spray と swelled-up wave の上昇と落下状態の連続写真。

波をかぶり始める。計測記録にて腰掛圧力の持続時間が少し長く、目視観察によっても青波の甲板上的の停留時間が長い。また whipping がやや大きいことがわかる。

20・4 船体運動と青波衝撃圧力

前節で青波衝撃の原因を3種類に分別したが、それらは船体と波の大きさすなわち波長、波高などの相対関係に起因する波面に相対的な船体縦運動に関連して表われてくる現象である。

(1) 船体運動

船の上下揺、縦揺、船首上下加速度などの実測結果を示したのが図20・8である。船体の沈下、船首トリムおよび両者による船首加速度の平均線の変化などとそれらをさし引いた船体運動を示してある。上下揺における船体沈下、縦揺における船首定常トリムは航走により船の造った波に基因するものであるがかなり大きな量である。青波衝撃の主原因は実船問題としては縦揺であって上下揺は無視してもほとんどさしつかえないようである。縦揺はその固有周期と規則波との出会周期がほぼ一致するところでピークを生じているが、剛体模型実験の場合に比較してそのピークはなだらか になっている。これは分割結合模型のためであると思われる。実船は少くとも弾

した水塊にひきついて水が落下することで、圧力計の上で落水がある時間停留流定するためである。

(3) 船橋楼前壁の⑤の圧力は、縦揺で船首が最ももち上がった時期に非常に大きな平手打圧力を生じさらに腰掛圧力が続いている。これは首甲板に打ち上げられた青波が後方に流走し⑤の位置に衝突したのである。

(4) 船体の定常波浪曲げモーメントに重畳して、青波衝撃の作用直後から過渡的2節振動すなわち whipping が発生している。青波衝撃による whipping の発生を実験的に指摘したのはこの研究が最初である。

(5) ブルワークを取付けることにより青波のかぶる時期はそれのない場合に比較してやや遅れる。すなわち船首が縦揺により最も低下して起ち上がりかけた時期に青

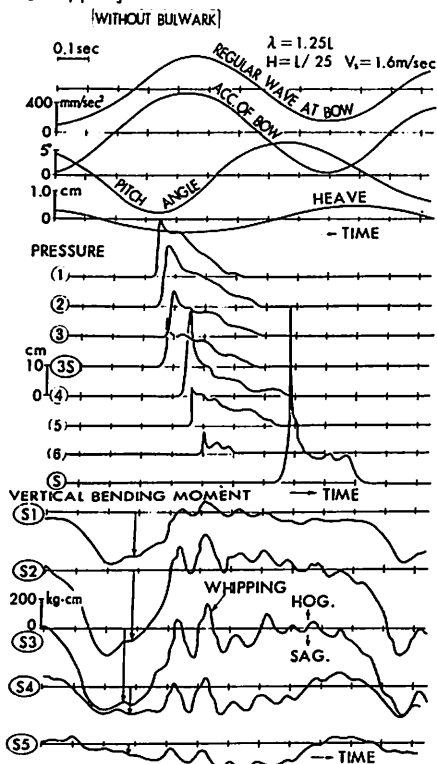


図20・4 船体運動，背波衝撃圧力，垂直曲げ，whippingの同時計測記録（ブルワークなし， $V_s=1.6\text{m/sec.}$ ）

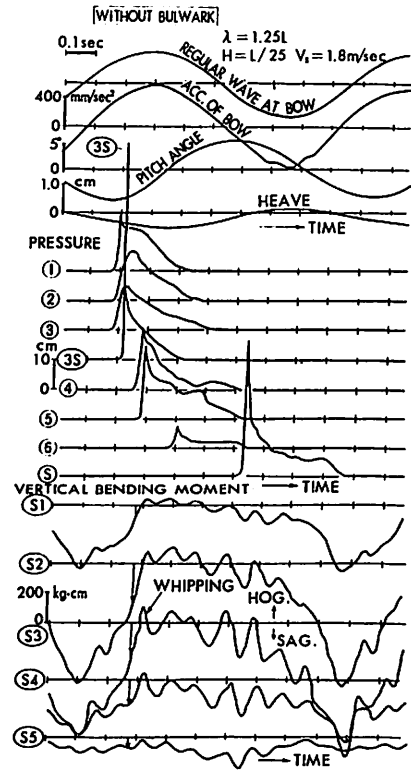


図20・5 船体運動，背波衝撃圧力，垂直曲げ，whippingの同時計測記録（ブルワークなし， $V_s=1.8\text{m/sec.}$ ）

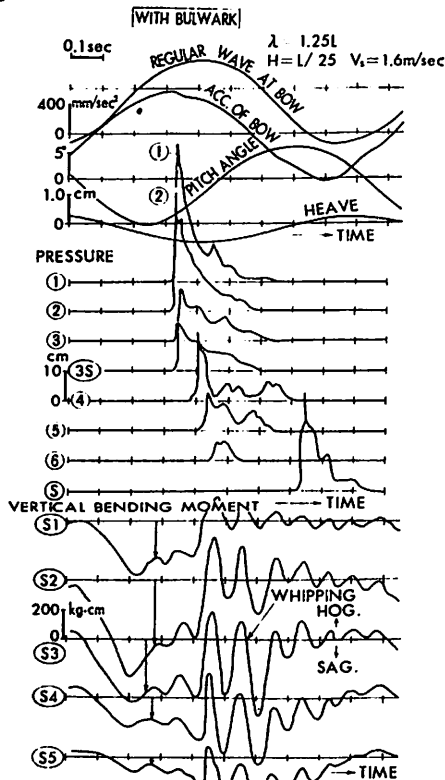


図20・6 船体運動，背波衝撃圧力，垂直曲げ，whippingの同時計測記録（ブルワークあり， $V_s=1.6\text{m/sec.}$ ）

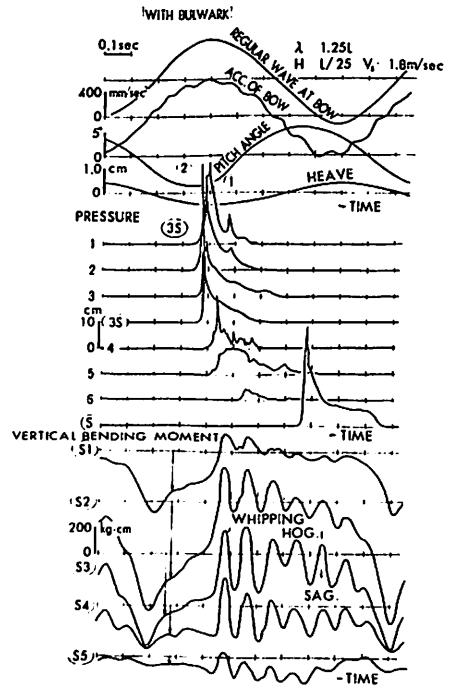


図20・7 船体運動，背波衝撃圧力，垂直曲げ，whippingの同時計測記録（ブルワークあり， $V_s=1.8\text{m/sec.}$ ）

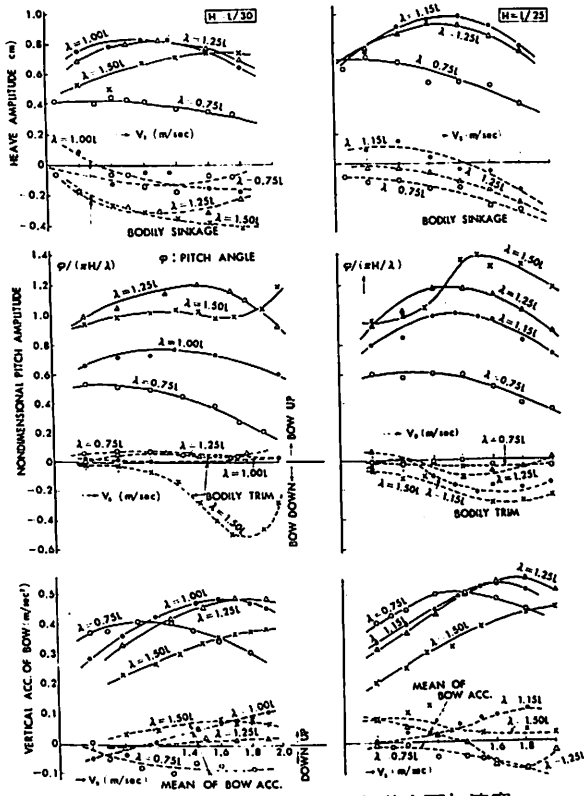


図20・8 上下揺, 縦揺, 船首上下加速度

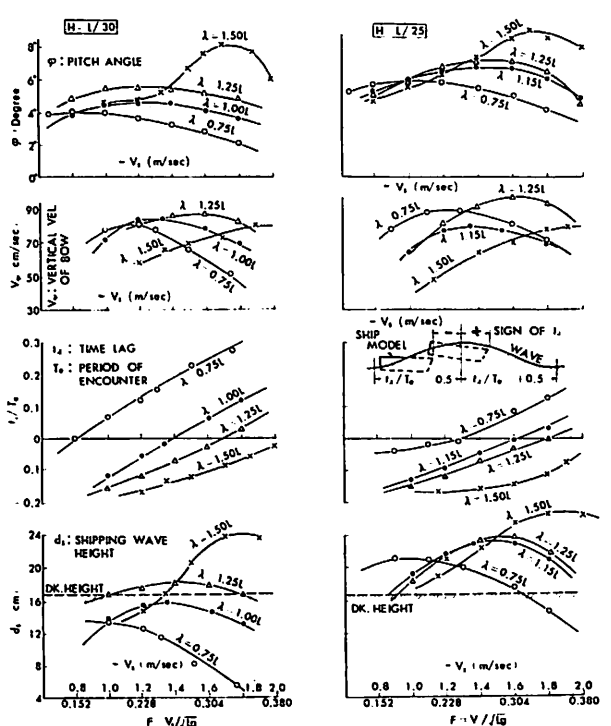


図20・9 縦揺, 船首の上下速度, 船首波かぶりの波頂に対する位相差, 船首甲板上的青波高さ

性体である故、剛体模型の縦運動の実験と実船のそれは異なることが想像できるけれども、この実験のごとき分割結合模型の弾性のごとく実船のそれは小さくないであろう。弾性を相似させた模型の作製は困難であったので、このような分割結合模型の実験によって、青波衝撃による whipping を明瞭に観察できることを意図したのであって、船体縦運動の実船との相似については差異があるであろうことを断っておく。船体縦運動の図は $H = L/30$, $H = L/25$ のごとく波高の差による比較が示されているが、船体運動の波高による増加はほぼ線型である。

青波衝撃には船首の定常トリムを含んだ縦揺が関係するので、定常値を含んだ縦揺、船首の上下速度、船首波かぶりの波頂に対する位相差および船首甲板上的青波の高さ（実測値より計算）などが関係するので、それらを波高別に示したのが図20・9である。船首の上下加速度および速度は船首の水面下船型と関連して piled-up spray および swelled-up wave の生成従って青波衝撃圧力と深い関係がある。注意すべきことは船首上下速度が $\lambda = 1.5L$ の場合は航走速度の小さいとき $\lambda = (0.75 \sim 1.0)L$ の場合より小さくなっていることである。船首

の波かぶりの波頂に対する位相差はその正負を図中に示してあるが、波長の小さい波浪中を航走するほど出会波の波頂を通りすぎた時点で波をかぶり、波長が長くなるに従って波頂に出会う以前に波をかぶることがわかるが、この関係は船首甲板上的青波の高さと関連して甲板上的青波の量と関係する。衝撃圧力の大きさは小さくても青波の量が大きければ後述の whipping は大きくなる。この青波高さは船体運動の計測値と船首の規則波の計測値より求めたもので実際の計測値ではない。この図に示した甲板高さは参考に示したのみで実際は船体運動によって変化している。青波高さは実際は前述の船首波、piled-up spray および swelled-up wave によってこれよりさらに高くなる。前述せるごとくこの甲板波高計は定常高のみ計測できる、すなわち甲板上を流走する波高は計測できるけれども、piled-up spray が波高計の途中を寄切るときには間違った情報を与えるものであったので、今後の改良が望まれる。

●船の科学ファイル●

船の科学1年分が種々な資料とともに収録できます。料金は送料共で700円。当社に直接ご注文下さい。

船舶電子航法ノート(125)

木村 小一

A・7・3・24 各衛星までの擬似距離測定データの処理

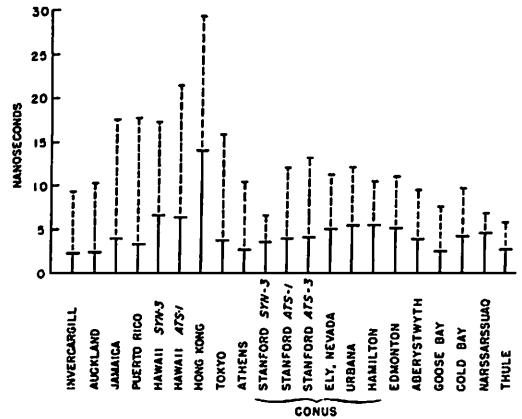
(1) 電離層遅延の補正

前項までの、GDOP等の計算によって、最小のGDOP等を有する衛星の選定がなされれば、それらの衛星の擬似雑音コードがわかるので、受信機内でそれと同じコードを作りだして、衛星からの信号との同期をとることで、各衛星までの擬似距離の測定ができる。この擬似距離には、いろいろな原因による誤差が含まれているが、その中で、測位計算をする前に補正をすることのできるものも含まれている。

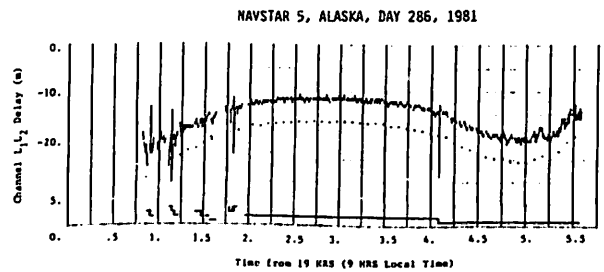
その中の一つに、電離層中を電波が伝搬するときの伝搬遅延がある。この伝搬遅延は本来のGPSの利用ではL1とL2の両周波数を使い、伝搬遅延の量が一次的には電波の周波数の二乗に逆比例することでオンラインで除去できるのであるが、これはPコードを使うPPSによる測位のみに限られ、SPSの測位コードであるC/Aコードは、L2電波には変調が加えられていないので、その補正をすることが不可能である。その代りに前述したように衛星から放送されている航法メッセージのサブフレーム4の18ページに、この伝搬補正を計算で行うための $\alpha_0 \sim \alpha_3$ と $\beta_0 \sim \beta_3$ の八つのパラメータが含まれている。これらのパラメータを使った伝搬補正法の原理と実際の計算アルゴリズムはすでに4・10・10節(Vol.32, 1979-8)とA・7・3・4(Vol. 39, 1986-6)で示してある。この計算による補正法はすでに述べたように原則として伝搬遅延の50%を除くことを目標としていて、すでにその一部を述べてあるように、1964年から1973年(太陽活動の最盛期は1968~1970年)に世界的に分布をした18の地点で、GPSからの電波によるのではなく、別の衛星からの電波を使って測定した全電子含有量(TEC)から求めたうえで、1.6GHz電波の伝搬遅延に換算して、

それと補正アルゴリズムに補正の効果とを比較してある。第A・7・206図*がそのまとめであって、点線が未補正1.6GHzの伝搬遅延量(単位m)、実線が補正後の残存遅延量である。図でハワイとスタンフォードの両局のみはTECを求めるのに別の時間に別の衛星を使ったものを分けて示してある。

これらのデータをまとめると全部で490(局一月)におよび、その月平均のTECデータ対アルゴリズムの比



第A・7・206図 全世界的に分布した各受信点において、1964~1973年にとった電離層補正アルゴリズムの効果



第A・7・207図 L1, L2=周波数による電離層遅延補正の6秒ごとの生データと5分間平滑による平滑データ

* J. A. Klobuchar: Design and Characteristics of the GPS Ionospheric Time Delay Algorithm for Single Frequency Users, IEEE PLANS '86 (1986) (この論文は同じ著者が1977年に発表したものと同一ような内容である)

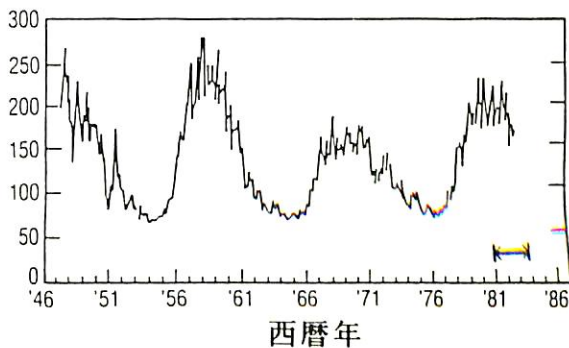
** W. A. Feess & S. G. Stephens: Evaluation of Ionospheric Time Delay Algorithm for Single-Frequency Users, IEEE PLANS (1986) (次頁)

較を示すと RMS の残存誤差は38%であり、62%の補正が行われたことになる。月平均の TEC でなく個々の TEC データに対するアルゴリズムの誤差を求めるには、データの月平均からの RMS の偏差25%を使う。この38%と25%は互いに独立であるので両者の rss (二乗和の平方根) を求めると約45%となり、この場合も55%の補正効果となり50%の目標は達成している。

その後、実際の NAVSTAR 衛星を使ってこのアルゴリズムの評価が行われている** この評価では二周波数使用による伝搬補正と補正アルゴリズムによる補正とを比較する形での差を求めている。すなわち、(アルゴリズムの誤差) = (アルゴリズムによる補正 Δt_a) - (二周波数による補正 Δt_d) である。パーセントで表わすときは $(\Delta t_a / \Delta t_d) \times 100$ になる。この評価は1980年から83年までの比較的短い期間であったが、つぎのような項目についての検討が行われている。(1)太陽の活動期による変化、(2)受信地点の地磁気緯度による変化、(3)一日の間の時間、(現地時間 local time) (4)衛星仰角、(5)太陽の F 10.7cm のフラックス値との関係。

二つの周波数による電離層補正のデータは両周波数の受信時の雑音が増加されるなどの理由でかなりの雑音ののった状態となる。第 A・7・207 図の上の曲線は6秒ごとにとった補正值 (m に換算) を示してある。そこで、これを比較のもととするため5分間にわたって平滑した。その値は図の点線で、これは見やすくするために生のデータから-5mのところプロットしてある。データの下の線はデータをとった受信機のチャンネル番号で、これはデータとは直接関係ない。

衛星から放送されている航法メッセージ中には、衛星の電子回路中における群遅延の差を補正するための T_{GD} と呼ばれるデータが含まれているが、この値は1m以下であるので、ここでは無視してある。



第 A・208 図 1947年~1983年の 10.7 cm 太陽電波のフラックス (平均値) の変化

第 A・7・58 表 データ収集期間

年 月 日	日数	太陽 フラックス		
		最小	最大	平均
1980. 11. 4~11	8	250	274	262
1981. 4. 6~20	15	201	288	250
1981. 10. 11~18	8	220	303	272
1982. 7. 7~28	22	96	274	186
1983. 2. 2~ 3. 9	36	89	157	122
1983. 7. 6~20	15	116	133	124
1983. 10. 19~11. 15	28	87	108	95
1983. 12. 20~27	8	86	101	94

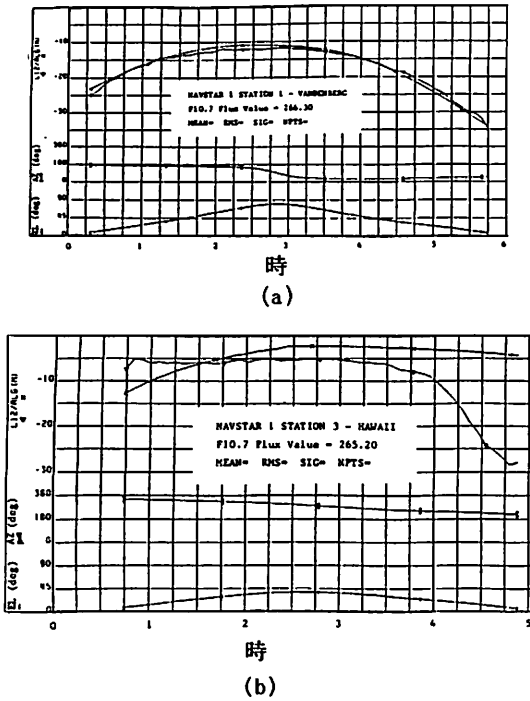
データは第 A・7・58 表に示す八つの期間について集められた。この表に示した太陽フラックスの値は NOAA (国立海洋大気圏局, National Oceanic and Atmospheric Administration) の刊行データによるもので、この期間は1947年から1983年にわたる波長 10.7cm 太陽電波のフラックスの変化を示す第 A・7・208 図の矢印で示した部分に当り、11年サイクルの変化の最大値から下降してくる部分で、1980~1981年はその最高値、1982年中、そして1983年はより低い期間に相当する。

使用した受信局の位置は GPS の初期のモニタ局の場所で、第 A・7・59 表に示すバンデンバーグ、グアム、ハワイおよびアラスカで、伝搬遅延計算アルゴリズムで求めたこれらの局の地磁気緯度 (それは北極が 78.3°N, 291.0°E にあるとして求めたもの) も表に示してある。使用した衛星は NAVSTAR No で 1, 3, 4, 5, 6 の 5 衛星であった。

測定データは二つの方法によってまとめられた。その一つはサンプルを第 A・7・209 図 示す。この図 a(a) はある衛星 (NAVSTAR 1) のバンデンバーグ局での 1 パスの受信結果で、上の 2 本の曲線は電離層遅延の値がメートル換算で示してあり、なめらかな曲線が計算アルゴリズムによる値、ぎざぎざの曲線が二周波数補正によ

第 A・7・59 表 受信点の位置とその地磁気緯度

局 名	位 置		地磁気緯度
	緯 度	経 度	
バンデンバーグ	34.8°N	120.5°W	41.9°N
グアム	13.6°N	144.9°E	4.0°N
ハワイ	21.5°N	158.0°W	21.7°N
アラスカ	61.3°N	149.8°W	63.2°N



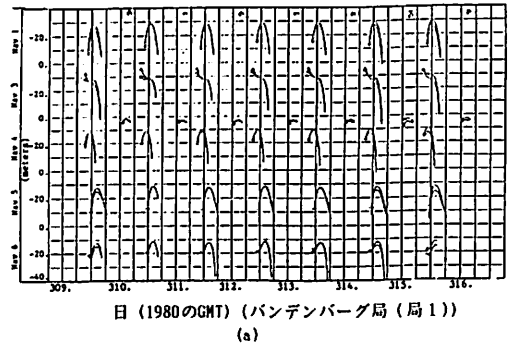
第A・7・209 図 二周波数による遅延と計算アルゴリズムによる遅延の比較データ(1)

- (a) 1980年11月7日16時GMT (現地の8時) からのデータ
- (b) 1980年11月6日8時GMT (現地の22時) からのデータ

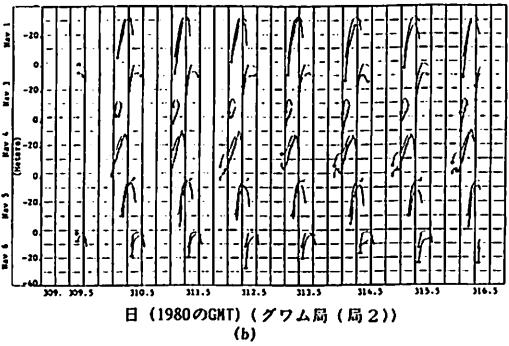
るものであり、下の2本の曲線は衛星の方位角と仰角である。この(a)図は計算による補正が二周波数補正にきわめてよく一致している例を示している。

同じ図の(b)は両者の一致がきわめて悪い例で、NAVSTAR 1衛星をハワイで夜間に受信した場合で、低緯度の受信点では夜間に電離層の電子密度が急に高くなる現象による不一致を示している。

第A・7・210 図は第二の表示法を示している。これは、それぞれの局別の8日間の二周波数補正とアルゴリズム補正の全データを示したもので、縦軸のスケールは同じく遅延値をmで示す一方、5衛星別のデータを示してある。横軸はGMTで示した日で、309日は11月4日にあたる。アルゴリズムの遅延値はこの場合も平滑で、また、毎日ほぼ同じ形であるのに対して、二周波数による遅延値はぎざぎざで、毎日形が変わっていることから区別できる。図の(a)(b)は、ともに太陽活動のはげしいときのバンデンバーグ局とグアム局のもので、北にある局の方が



日 (1980のGMT) (バンデンバーグ局 (局1))

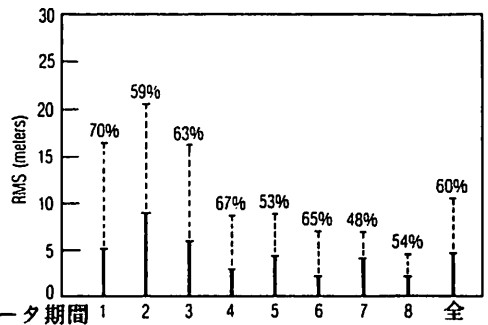


日 (1980のGMT) (グアム局 (局2))

第A・7・210 図第二の方法による二周波数遅延値とアルゴリズムによる遅延値の8日分の比較

より両遅延値が一致して、また曲線も比較的同じであることがわかる。

これらの全データをまとめて、二周波数による電離層遅延値をもとにして、この補正適用前の電離層遅延誤差のRMS値を破線で、また、アルゴリズム補正適用値の残存誤差を実線で示したのが第A・7・211 図から第A・7・215 図である。第A・7・211 図は第A・7・58表に示す八つの期間別のデータで、期間1～3は太陽活動の最盛期のものである。第A・7・212 図は四つの局別に示したもので、低緯度の局、グアム(2)とハワイ(3)の中緯度の局

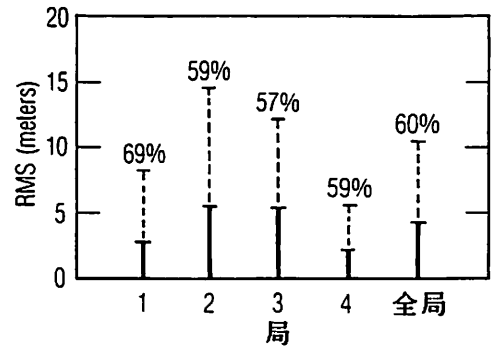


第A・7・211 図 データ期間別 (1-1980, 2, 3-1981, 4-1982, 5-8-1983) の補正効果

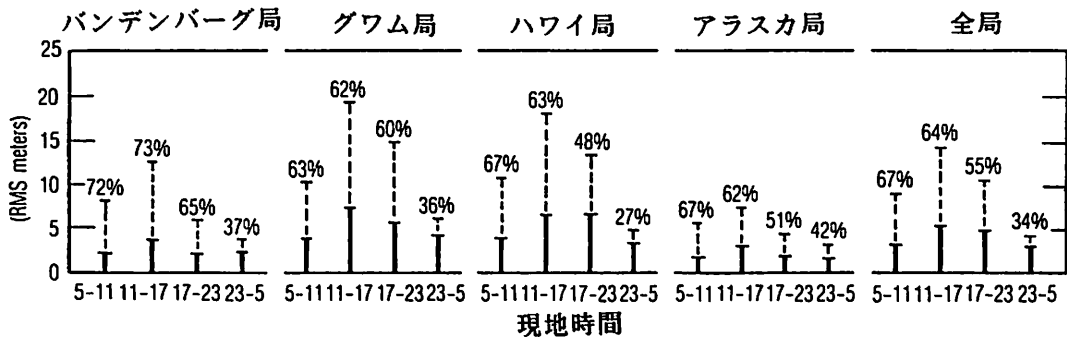
であるバンデンバーグ(1)と最も北の局であるアラスカ(4)の比較を示す。No 1局が最もよい補正効果を示している。

第A・7・213図は局別に、現地時間の略して午前、午後、夜間および深夜の補正効果を見たもので、昼間の補正効果がよく、深夜のものが最も悪い。低緯度の局はRMS値としては最も良く補正されているが、パーセント的にはアメリカ本土内の局が最も良い。第A・7・214図は衛星仰角による比較、第A・7・215図は太陽フラックス値による比較で、太陽活動が活発のときはアルゴリズム補正がより効果的に行えることを示している。

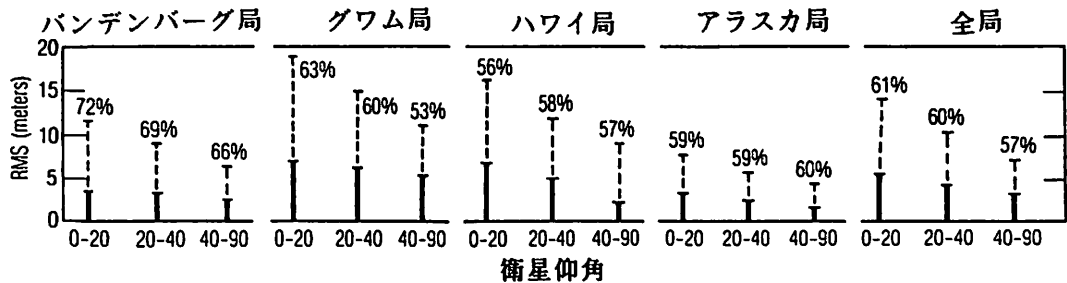
以上をまとめると、ここで使用したシステム指定の補正用の計算アルゴリズムは、RMS誤差の50%を補正することを目標としているが、北半球のみのデータである



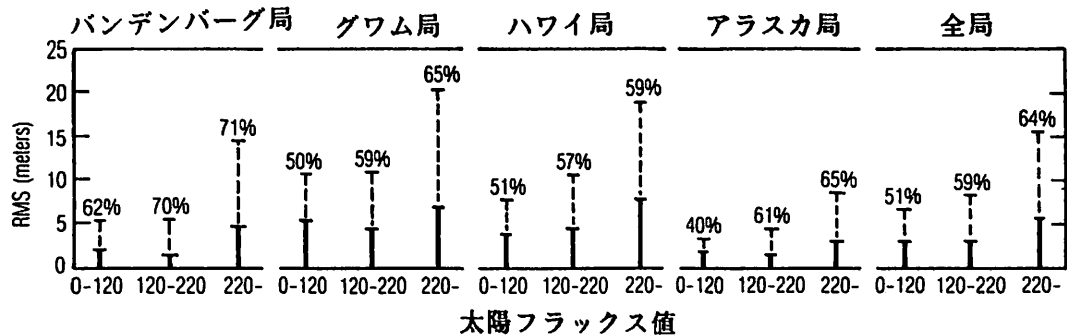
第A・7・212図 局別（1-バンデンバーグ、2-グアム、3-ハワイ、4-アラスカ）の補正効果



第A・7・213図 現地時間別による補正効果



第A・7・214図 衛星仰角別の補正効果のまとめ



第A・7・215図 太陽フラックス値別による補正効果のまとめ

点を考えても、この研究では RMS で60%の補正効果をあげている。更に、この結果を詳しく見ると、伝搬遅延値の大きい、“悪い”電離層の状態では補正効果は60%を超え、また、昼間の低仰角 (<20°) においても、少くとも60%の補正効果をもっており、残存電離層遅延誤差は、絶対値で10m以下となっている。こうして、太陽活動のはげしいときの電離層遅延の RMS である10~30m は、2~12m、平均7mにまた、太陽活動の静かなときの遅延値の RMS、2~15mは1~6m、平均3mに減小できることがわかった。

(2) 対流圏における伝搬遅延

電波が対流圏を通るときにも、伝搬遅延が生ずる。この伝搬遅延は電波の周波数によって変化をしないので、二つの周波数を使って補正することはできないが、計算による補正でかなりよい補正ができ、また、この遅延値は衛星の仰角があまり低くないときはそう大きな値とならない。

この大気圏における伝搬遅延は、気圧、温度、水蒸気圧(湿度)によって変化するが簡単には衛星を見る仰角を h とすれば、 $2.4225 / (\sin h + 0.025) (m)$ で求めることができる。このほか、つぎのような式もある。

すなわち、遅延量 $\Delta\phi (m)$ は

$$\Delta\phi = \Delta\phi_d + \Delta\phi_w$$

$$= (2.278 \times 10^{-3} \times P \times \operatorname{cosec} \sqrt{h^2 + 2.5^2} + K_w \times \operatorname{cosec} \sqrt{h^2 + 1.5^2})$$

ここで、 $\Delta\phi_d$ は乾の修正量、 $\Delta\phi_w$ は湿の修正量

P はミリバール (mb) の気圧

K_w は定数で熱帯と中緯度では、 $K_w = 0.28 (m)$

中緯度の春秋 $K_w = 0.20$ 、中緯度の冬 $K_w =$

0.12 、極地方 $K_w = 0.05$

◎GPSに関する参考文献

(18) W.H.Wooden : NAVSTAR Global Positioning System, 1st Int. Sympo on Precise Positioning with GPS (1985) このシンポジウムは GPS の測量、測地などへの利用に関するもので、2冊の論文集である。

(19) P.J.Baker : GPS in the Year 2000 and Beyond, Conf. of Royal Inst. of Nav., NAV-86 (1986)

(20) J.P.Porter & W.A.Hite : Overview/Current Status of the NAVSTAR Global Positioning System, IEEE PLANS (1984)

(21) P.J.Baker : The Global Positioning System

(GPS) DOD Policy Issues, IEEE PLANS (1984)

(22) 前々号および前号で紹介したとおり、The Institute of Navigation の会誌 “NAVIGATION” に掲載されている GPS 関連論文の主要なものを掲載している Global Navigation System 誌の Vol. III がこのほど発刊された。この Vol. III には NAVIGATION 誌の Vol. 31~33/1 の関連の記事がまとめてある。

カッコ内はその(巻1号)を示す。

(22-1) R.M.Kalafus : Overview Receiver Design Enhancements

(22-2) R.A.Maher : A Comparison of Multi-channel, Sequential and Multiplex GPS Receivers for Air Navigation (31/2)

(22-3) J.W.Sennott : A Flexible GPS Software Development System and Timing Analyzer For Present and Future Microprocessors (31/2)

(22-4) C.A.Smith & K.W.Graves : Sensitivity of GPS Aquisition to Initial Data Uncertainties (31/3)

(22-5) E.M.Copps : An Aspect of the Role of the Clock in a GPS Receiver (31/3)

(22-6) J.Ashjaee : GPS Doppler Processing for Precise Positioning in Dynamic Applications (32/4)

(22-7) G.J.Hudak : NAVSTAR Global Positioning System Collins User Equipment—An Evolutionary Assessment (33/1)

Differential Operation

(22-8) E.G.Blackwell : Overview of Differential GPS Methods (32/2)

(22-9) R.M.Kalafus, A.J.VanDierendonck & N.A.Pealer : Special Committee Recommendation For Differential GPS Service (33/1)

(22-10) T.J.Stansell : RTCM SC-104 Recommended Pseudolite Signal Specification (33/1)

(22-11) D.Klein & B.W.Parkinson : The Use of Pseudo-Satellite For Improving GPS Performance (31/4)

(22-12) P.F.MacDoran, R.B.Miller, L.A.Buennagel, H.F.Fliiegel & L.Tanda : Codeless GPS System For Positioning of Offshore Platforms and Seismic Survey (31/2)

SOLAS 条約適合 複合型高速救命艇「HB-490 RS」

アキレス株式会社

アキレス(株)は、インフレーターボート(空気膨張式ボート)のトップメーカーであり数年前より開発を進めていた救助艇を更に改良していたが、正式にSOLAS条約適合の高速救助艇HB-490RSを新開発した。

本救助艇は、世界のいかなる海面における使用にも耐えることを目標に設計されている。一般的に救助艇は、コストを考え船底が平型に近い船型が多いが、この型は荒天時の航走において、波浪によりパンチング現象を受けやすく、高速救助活動がしにくいだけでなく乗員の疲労も強くなる。

これに対し波浪に強いV型(Vの角度21度)の船底を持つ本艇は、スピーディーに現場に直行することが可能である。

【特 徴】

- (1) 空気膨張式を併用しているため軽量、保管収納、搭載スペースが少なくすむ。
- (2) 非常に浮力が強く、コックピット内に浸水しても沈没の危険性がない。
- (3) 空気膨張式のため人、艇体に損傷を与えない。
- (4) 乾舷が46cmと低いのでポートフックを使用せず直接救助が可能である。
- (5) 荒天下の海面でも安全、スピーディーに航行できるので救助エリアが大きい。

【価格】 標準艀装品付 約240万円(船外機は別)

【仕 様】

/ 定員 6名 / 全長 486cm / 全幅 195cm
 深さ 75cm / 気室数 5 / 総重量 376kg
 底形式 ディープV・FRP / 適応機関 40~60HP
 / 素材 艇体上部はハイバロンを2層のナイロン布にコーティングを施したチューブ。艇体下部(船底部)FRP

【参考】 SOLAS条約第2次改正の救助設備の章で救助艇に求められている性能要件

- (1) 艇体は固形または膨張型、あるいは両者の構造を併せ持つもの。
- (2) 艇の長さは3.8m以上8.5m以下とする。
- (3) ほぼ等しい容積の、少なくとも5つの独立気室をもつ。
- (4) 最低5名分の着席者と、横臥した者1名の搭載可能。
- (5) 推進機関として船内機または船外機を持つ。
- (6) 艇速は最高6ノット以上を必要とし、4時間の連続走行を保持できる。
- (7) 荒天中で十分な運動性と操縦性を持ち水中から人を救助できる。
- (8) 最大の救命いかだ(人・艀装品を積載)を2ノット以上の速力で曳行できること。
- (9) 転覆した場合、2名以内の力で艇を復元できること。
- (10) 風力4もしくは風力5の時に風上に艇を立てて、または荒れた水面を少なくとも30分間航走できること。



HB-490RS艇尾のヤグラは復正装置、上にレーダーリフレクター、操舵席以外の席は現在ベンチに変わった。

<第69回>

第30回設計設備(DE)小委員会

運輸省海上技術安全局

標記会合は去る昭和62年6月1日から6月5日までロンドンIMO本部において開催された。

主要な検討議題は以下のとおり。

- (1) MODUコードの機関および電気設備の規定の見直しと、IMO規則中の機関および電気設備の警報に関する規定の統一。
- (2) MODUコードの見直し。
- (3) 水密滑り戸の作業機構および航行中の運用手続き。
- (4) 貨物タンクへの甲板下の開口。

以下、上記主要議題についてその審議の概略を説明する。

1. MODUコードの機関および電気設備の規定の見直しと、IMO規則中の機関および電気設備の警報に関する規定の統一

(i) MODUコードの機関および電気設備の規定の見直し

本件に関しては、作業完了目標が1988年であることから、詳細な検討が行われており、本年1月にジェノアで開催された機関および電気設備に関するAd Hoc WGのIntersessional Meetingに引き続いて、今次会合のWGにおいて検討がなされ、MODUコード4章に対する改正案が作成された。

(ii) IMO規則中の機関および電気設備の警報に関する規定の統一

第29回DE小委員会で作成された警報および表示器のコード予備案について、米国提案に基づき検討が行われた。

また、併せて本コードの適用範囲についても再度検討が行われ、とりえず本コードはSOLAS条約(IBC, IGCコードを含む)適用船舶に対し適用されることとし、MODUその他の特殊船舶への適用については、コードの内容が確定してから検討することとなった。

2. MODUコードの見直し

MODUコードのうち、機関および電気設備に関する規定以外の規定については、本小委員会にMODU Ad Hoc WGが設けられ、規定の見直し作業が行われた。

(i) MODUの復原性に関する事項

本件に関連して我が国よりコラム安定船の復原性に関する研究報告書を提出し、この中で、風、波および流れ荷重を組み合わせた条件下でのセミサブの復原性評価法を紹介し、この評価法に基づく以下の検討結果を示した。

- (a) コラム安定船は、航行状態においては $GM > 0$ である限り100ノットの風速のもとでも傾斜は 15° を超えないが、稼働状態では、 $GM < 1.0m$ の場合70ノットの風速で容易に 15° 以上の傾斜を示す。
- (b) 外力または設備の故障による大傾斜を防ぐためGMの最小値をルールで規定する必要がある。
- (c) 厳しい環境条件下で甲板上への海水の打ち込み、あるいは上部構造等への浸入を防ぐため、適当なGM値を有し一定値以上のエアギャップを確保することが有効。

以上の検討結果から、現行コードの復原性規定はIntact Stabilityにおいては、1次交差角 θ_1 を 15° 未満とすることおよびGM値を $1.0m$ 以上とすること。Damage Stabilityについては浸水後の静傾斜角を 15° 未満とすること、以上3点の改正を考慮するよう提案した。

また、米国から、同国の復原性研究が途中の段階であり、Intact Stabilityクライテリアに支配的なパラメーターを模索中であるため、今次会合において本件に関しいかなる方向付けについても反対した。

さらに同国は、MODUコード第3章の規定のうち、再傾斜試験の実施や損傷範囲等の研究に関連のない項目について改正案を提出した。

MODUの復原性に関するこれらの提案等についての検討は、MODUのWGおよび復原性・満載喫水線・漁船安全(SLF)小委員会において行われることとなった。

(ii) MODUのPosition Keeping System

我が国は、MODUの位置保持装置が、係留状態のMODUの安全性にとって極めて重要であること、およびアンカリング等の操作要領を評価するための具体的な基準が必要であることから、MODUの位置保持装置に関する包括的な規定を新しい章を設けてコードに定めるべき旨提案した。本件に関しては、我が国提案を支持する

ノルウェーと反対する英国の意見が対立し、次回会合においてさらに検討されることになった。

(iii) MODUの火災安全

MODUの火災安全に関連してコード中の防火構造規定をSOLAS条約と同等のレベルとする必要性が認識され、防火(FP)小委員会で早急に作業を進めるよう要請することとなった。

また、MODUに対してアルミニウム製のヘリコプタ甲板を採用することについては、防火構造上特に問題がないことが合意された。

(iv) MODUの救命設備

MODUの救命設備に関する規定の改正については、前回会合におけるドラフトをベースに第18回救命設備(LSA)小委員会にて見直しが行われ、さらにこれが今次会合に送付されたが、操作要件にかかわる事項はコードの第14章へ移すこととした他、若干の修正を行い、無線に関連する一部事項を除いてその内容を確定した。

3. 水密滑り戸の作動機構および航行中の運用手続き

旅客船の水密扉の規定(SOLAS条約第II-1章B部第15.10.1)を改正して航海中開かれる可能性のある水密扉を中央操作による動力水密扉に変更する旨の英国提案に基づき、前回会合において、SOLAS条約第II-1章15規則および第42規則の改正案が作成され、これが今次会合において検討された。

(i) 動力水密滑り戸の最大開口幅

改正案第15規則の動力水密滑り戸の開口幅に関する規定については、必要最小限として1.2mに制限すべきであるという意見と、閉鎖に要する時間が規定される以上開口幅を制限する必要はなくflexibilityを持たせるべきであるとの意見が対立し、一応前者を今次会合の合意とするものの、決定は次回会合へ持ち越された。

(ii) 可聴警報

滑り戸の閉鎖中の警報についてドラフトで警報器を滑り戸の両側に設置する旨記載されている件について、滑り戸の両側において十分に警報が聴守できれば警報器の数は一つで良いとの意見が、米国および我が国から提出され、合意された。

(iii) 滑り戸の閉鎖に要する時間と船舶の状態

水密滑り戸の閉鎖に要する時間について、ドラフトでは20秒以上40秒以下とする旨規定しているが、このときの船舶の状態が明記されていないため検討された結果、船舶の状態はuprightである旨合意され、規則に盛り込まれた。また、滑り戸が水力操作である場合の水力だめの要件として、横傾斜15°の状態において滑り戸を開→閉と作動できる容量を持つべきであると規定する旨合意された。

(iv) 航海中の滑り戸の開放禁止

水密滑り戸の開放について、本来同滑り戸は閉鎖された状態であるべきであることから、開放されたまま航行することは例外とすべき旨合意された。

(v) Portable plateの代用としての幅1.2mを超える動力滑り戸の使用

機関区域に使用されるPortable plateの代用として、幅1.2mを超える動力滑り戸を許可する旨の英国の提案に対し、Portable plateは船舶が入渠した際、大型の機器の搬入のために開放されるものであることから、動力滑り戸による搬入に反対する意見もあったが、最終的に英国改正案が採用された。

4. 貨物タンクへの甲板下の開口

米国は、タンカーで貨物タンクの底にヒンジ、ボルト式の開口を設けている船舶に関し、現行SOLAS条約第II-1章および第II-2章においては、貨物タンクへの甲板下の開口についての規定が無いことを指摘し、一定の条件を満たした貨物タンクからInner bottomタンクへの開口を除き、貨物タンクのすべての甲板下の開口を禁止するため、SOLAS条約第II-2章56.4規則を改正すべきである旨提案した。

本件に関して、我が国は、米国提案の趣旨には反対しなかったものの提案中にある貨物タンクの甲板上の開口の閉鎖装置に対する規制強化については、その必要性がとばしいことから反対したが、英国、イタリアが大筋で支持したことから、次回、復原性、満載喫水線、漁船安全(SLF)小委員会およびFP小委員会での審議結果をみてさらに検討が行われることになった。

昭和62年度(8月分)新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		4 月 ~ 8 月 分				8 月 分			
		隻	G. T.	D. W.	契約船価	隻	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船	7	36,639	43,950		1	4,990	7,500	
	油槽船	4	71,790	109,780		0	0	0	
	その他	1	6,600	3,900		0	0	0	
	計	12	115,029	157,630		1	4,990	7,500	
輸出船	貨物船	16	448,270	439,700		4	85,820	124,800	
	油槽船	14	925,090	1,447,358		5	394,200	679,900	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	計	30	1,373,360	1,887,058		9	480,020	804,700	
合 計		42	1,488,389	2,044,688	147,261 百万円	10	485,010	812,200	36,816 百万円

●編 集 後 記●

□ロイド船級協会資料に基づく87年1~6月の世界新造船受注状況(百総トン以上)によると世界の新造船受注量は、804隻・725万総トンで、昨年同期の895隻・587万総トンを、20%以上上回った。また、韓国の受注量はシェア32.1%と、日本のシェア31.8%を上回り、半期ベースで初めて日本を追い越した。しかし船種別の付加価値を織り込んだ指数のCGT(標準貨物船換算トン)ベースだと、日本151万CGT(シェア29.1%)に対して、韓国の116万CGT(シェア22.3%)と日本が依然トップの座をしめている。韓国は受注量の大半が付加価値の低いタンカーであるのに対して、日本の場合、付加価値の高い貨物船、撤積貨物船、客船、漁船等が多くCGTベースでは韓国を7.8%上回ったものだ。一方第三国で着実にシェアをのばしているのがブラジルと中国である。ブラジルは国内向けタンカーを中心に35万総トンを受注、シェアも総トン・ベースで4.9%に伸ばしている。一方、中国は11万総トン、シェア3.2%を占め、成長が著しい。日本は円高の大きな影響と韓国及び第三国

の目ざましい発展によって造船王国から徐々に後退してゆくのがわかり残念だ。

□我が国初の本格派客船として注目されていた大阪商船三井船舶の2万総トン型外航客船は最終選考の結果、三菱重工に発注されることが決まった。三菱が客船建造分野について各社を一步リードする形で海外でのF.S(フィジビリ・スタディー=基礎的条件の市場調査)を展開していたことや、F・S状況の対船主フィードバックなど各船の間接的貢献度に加え、基本設計・工事を含む総合的生産技術力に評価点が集中したことによるものとされている。本船は64年4月から始まるゴールデン・ウィークに間に合うよう建造に着手することになっている。総トン数は2万トンで旅客定員は600名乗組員100名、である。戦後我が国は本格的な客船を建造したことはなく欧米に一步おとるかもしれないが、造船王国でもありまた海運王国でもある面つにかけても諸外国にまけない優秀なる客船を建造してもらいたいものだ。このあと日本郵船も3万トン級の客船の建造を計画中であり明るい話題である。

☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。 予約金 { 6カ月分 6,900円 (送料共) 1ケ年分 13,200円 }

運輸省海上技術安全局監修
造船海運総合技術雑誌 船の科学
◎禁転載 コピー 第40巻 第10号(Na.468)
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 03(552)8798

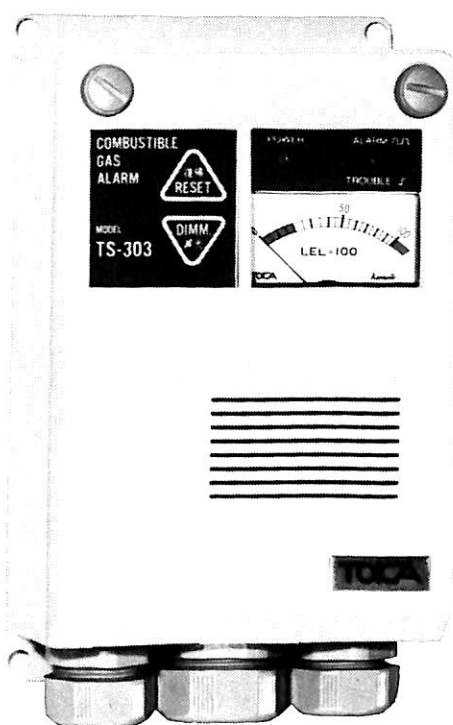
昭和62年10月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }
昭和62年10月10日発行 { 第3種郵便物認可 }
定価 1,200円 (〒55円)
発行人 天 田 尚 孝
編集委員長 田 宮 真
印刷所 大洋印刷産業株式会社

船舶用可燃性ガス警報器

TS-303型

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

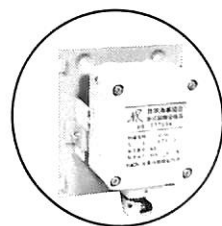
各種
検定
船級
対応



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

特 徴

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




拡散式検知部DZF-3

TOICA 株式会社 **東科精機**

川崎市中原区新丸子町756
〒211 ☎044(733)3381(代)

昭和六十二年十月五日印刷
昭和六十二年十月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

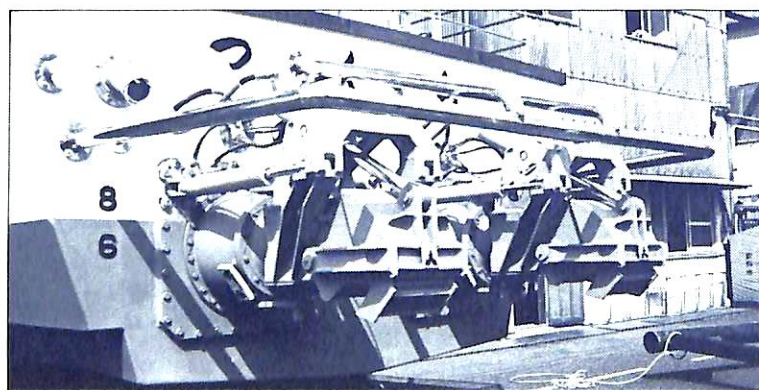
 三菱重工

19m 型 FRP 製高速旅客艇

楽しい船旅、VIP招待パーティー、釣、島めぐり等 海洋レジャーにフィットしたウォーター・ジェット採用の静かで豪華な高速旅客艇を実現しました。



全長19.00m / 主機関 (M/E) ディーゼル290ps / 2,400rpm × 2 / 最高速力17kn



ご希望に応じた最適のFRP製高速旅客艇を設計・建造致します。
詳しいことは下記にお問合せ下さい。

三菱重工業株式会社

本社 船舶鉄構事業本部

東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎東京(03)212-3111 ファクシミリ(03)201-6037

船の科学

定価 一三〇〇円

東京都中央区新川一丁目三番七号 マリンビル
(株)船舶技術協会
電話 東京(03) 八七九八番