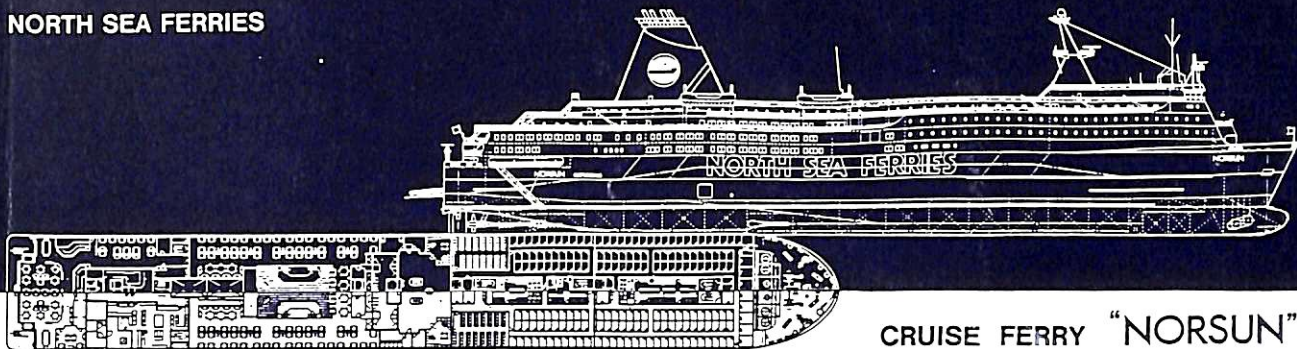


船の科学 6

1987

VOL.40 NO. 6

NORTH SEA FERRIES



CRUISE FERRY "NORSUN"



総噸数 31,593 トン / 旅客数 1,250 名 / 引渡し 1987 年 3 月 31 日

 **日本鋼管**

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
150,000 d w t 1基
28,000 d w t 1基

- 1,800m(総延長)修繕岩壁
- 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
- 電子機器及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航。



入渠中のカベラケミカル殿ケミカルタンカー

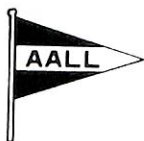
会社別主要御得意先(順不同)

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 下 新 日 本 汽 船	永 井 海 運
鹿 島 汽 船	山 下 兵 友 商 事	大 神 運 汽 船
大 阪 商 船 三 井 船 舶	住 友 商 事	八 幡 汽 船
中 野 海 運	ジ ャ パ ン ・ ラ イ ン	パ ル シ ッ ピ ン グ
フ ァ ー イ ー ス ト ・ シ ッ ピ ン グ	矢 野 海 運	共 栄 タ ン カ ー
ク リ ム ソ ン ・ ラ イ ン	神 戸 シ ッ ピ ン グ	極 東 船 舶
中 村 汽 船		



CURACAO DRYDOCK COMPANY INC.

Curacao NETHERLANDS ANTILLES



総代理店

オールアランドコンパニー 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)

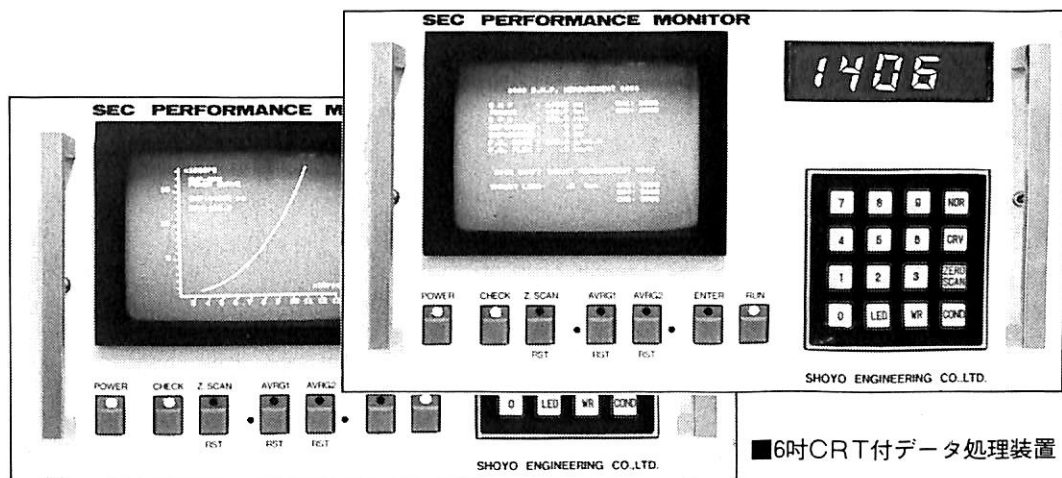
テレックス222-3266 "AALL J"

〒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

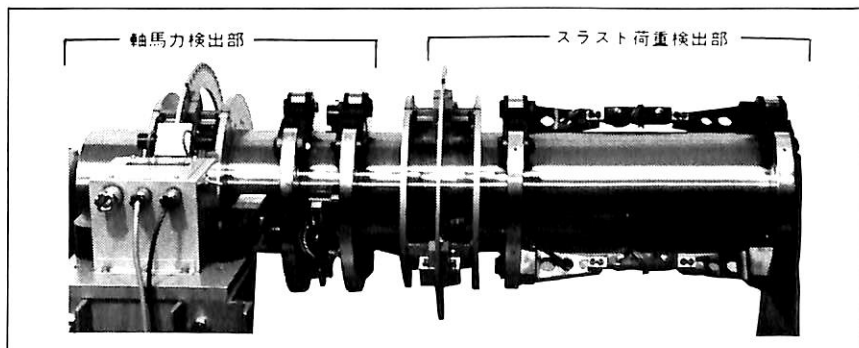
CRT表示例

SHAFT SPEED
 SHAFT HORSEPOWER
 MEAN SHAFT HORSEPOWER(1min~24h)
 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

アモルファス合金を使用した高性能センサーは軸ひずみを、 $0.07\mu\text{m}$ の分解能にて検出します。

したがってスラスト荷重により生じる微少な軸の縦ひずみも十分検出可能です。

(信頼が100隻を超える実績をつくりました。)



 (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

あらゆる姿勢を
巧みに確実に。



頂上に挑むロッククライマーと、
よりハイレベルな溶接を目指す技術者。
彼らを支えるのは、常に信頼に応える一本のワイヤ。

◎SF-1はシームレスならではの長を活かし、
さらに活躍の場を広げています。

シームレスワイヤだから

- ★さびにくい
- ★吸湿しない
- ★狙いブレがない

CO₂溶接用
シームレスフラックス入りワイヤ

SF-1



日鐵溶接工業株式会社

本 社 〒104 東京都中央区築地3丁目5番4号(中川築地ビル) ☎03(542)8611(代表) FAX03(544)0259

船の科学

1987

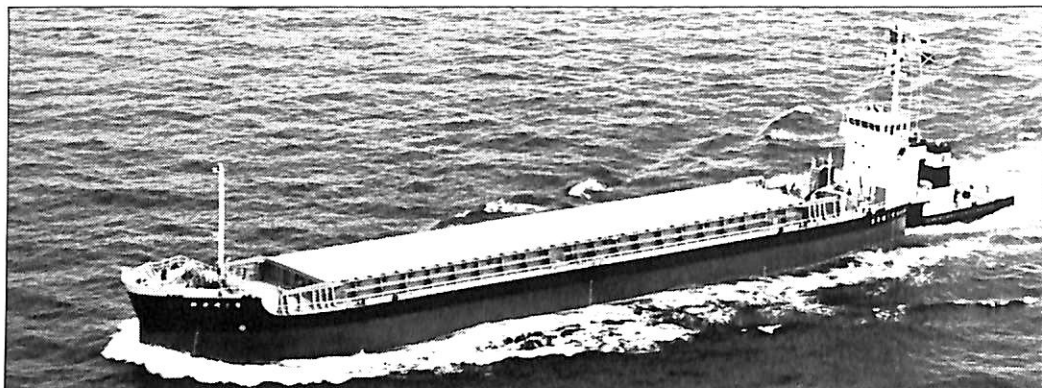
6

Vol. 40

目 次

- 5 新造船写真集 (No.464)
- 14 クルーズ・フェリー “NORSUN” 船内写真 日本鋼管
- 16 日本商船隊の懐古No.95 (広隆丸, 鳳陽丸)..... 山田 早苗
- 18 商船の映像 (46) 「クルーズの情景」 野間 恒
(レイナ・デル・マー, ゴールデン・オディッセイ)
- 21 Wärtsilä Marineの近況 (新造船紹介)
KRONPRINS HARALD, KONTIO
- 22 カリブ海にデビューをした豪華帆走船 “WIND STAR” (2) 府川 義辰
-
- 25 5月のニュース解説 (異常海難防止システム)..... 米田 博
- 28 欧州向けクルーズ・フェリー “NORSUN” について..... 日本鋼管
- 38 欧州最大のバルク・キャリアー “BRITISH STEEL” 編集部
- 41 複合型推進プラント (低速ディーゼル機関及び補助タービンの組合せ)
の概要 (下) 川崎重工業
- 46 スターリング・エンジン研究の現状と将来 (その1) 塚原 茂司
- 53 ●造船・海運各社の新事業シリーズ(5)
「ロックウール耕栽培」装置を開発・販売..... 内海造船
- 55 ●船舶と海洋鋼構造物の防錆・防食技術と施工法(10)
船舶諸配管系統における防錆・防食..... 濱田 外治郎
-
- 61 ●船舶用塗料について<その22>
第3章 タンク用塗料..... 中国塗料
- 66 ●シリーズ・日本の艦艇・商船の電気技術史<その33>
第3章 航海計器..... 庄司 和民
-
- 70 造船工学覚え書<40> 川上 益男
- 74 船舶電子航法ノート<121> 木村 小一
-
- 79 ロイド商船統計表 (1986年版) ロイド船級協会
- 83 IMOコーナー (第65回)
第28回コンテナ貨物委員会の報告..... 運輸省海上技術安全局
-
- ニュース スキューバ・ダイビング訓練用プール1号機 日立造船
- 技術短信 船内LANシステムを開発 石川島播磨重工業
- 製品紹介 ポータブル発電機「TAIYO GENERAC」シリーズ 大洋電機
MICOM ELMY-コントロールバルブ用小型電動アクチュエーター 巴バルブ

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

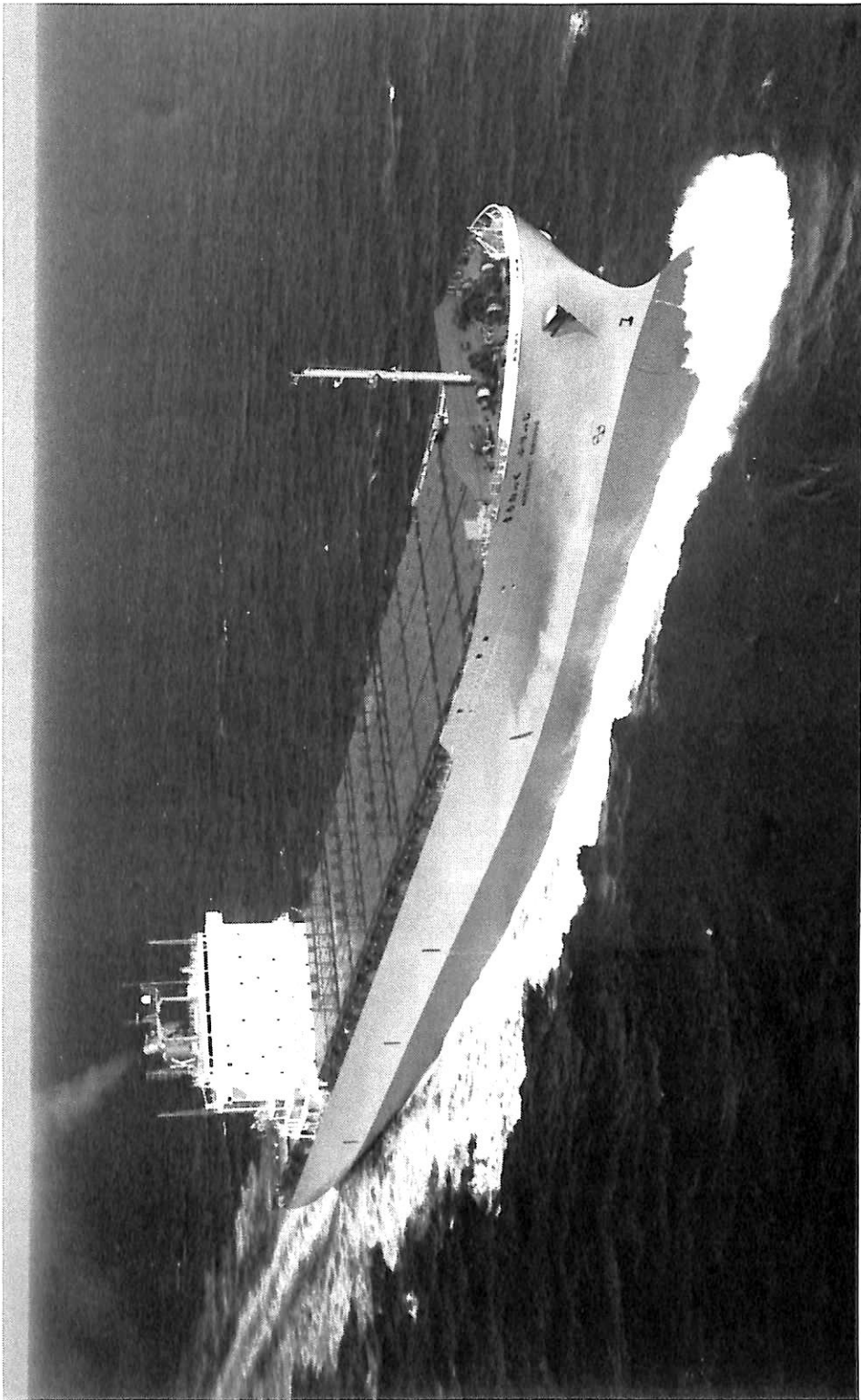
所長 芥川 輝孝

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)



川崎汽船株式会社 川崎汽船株式会社
MACKINAC BRIDGE

川崎重工株式会社神戸工場建造(第1403番船)	竣工	61-3-25	進水	61-8-22	竣工	61-12-5
全長 241.00m	垂線間長	32.20m	型深	21.20m	満載喫水	12.023m
総噸数	純噸数	14,755 T	積貨重量	40,982 t	船員数	13
(Cont. 搭載数 2,878 TEU)	燃料油槽	4,203.6 m ³	燃料消費量	86.1 t/day	清水槽	483.1 m ³
主機関 川崎MAN-B&W 9 L80MC 型(テ)機関・1	プロペラ	5翼1軸(ハイスキューブ)	出力(連続最大)	31,830 PS (83rpm)	出力(定格)	乾線室式 9,000 kg/h・1
(常用) 28,650 PS (80rpm)	(テ) (非)	150 kW・1	無線装置	送(主) 1.2 kW・1 (補) 50W・1	航海計器	ローラン NNSS 衝突予防装置
発電機 (テ) 1,030 kW・3, (タ) 920 kW・1, (テ) (非) 150 kW・1	船舶電話	海事衛星装置	VHF	無線装置	送(主) 1.2 kW・1 (補) 50W・1	衝突予防装置
受(主) 全波・2 (補) 全波・1	船速	25.1 kn (試運転)	22.4 kn	船級・区域資格	NK 遠洋	船級・区域資格 NK 遠洋
レーダー	速度	25.1 kn (試運転)	22.4 kn	同型船	じょーじ わしんとん ぶりっじ	同型船 じょーじ わしんとん ぶりっじ
船型	船首楼付平甲板船	乗組員	30名			



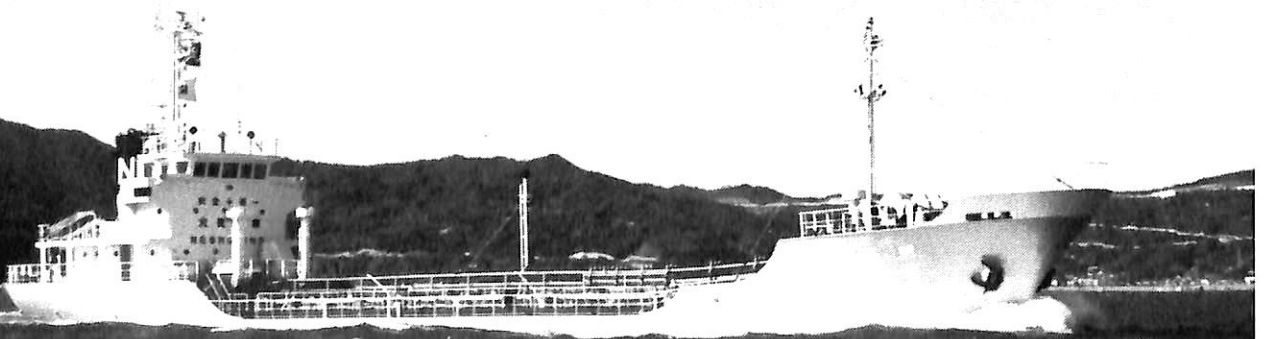
撒積貨物船 おれんじ ふえにつくす ブルー SHIPPING 株式会社
ORANGE PHOENIX

常石造船株式会社建造(第576番船) 起工 61-5-30 進水 61-7-24 竣工 61-10-24
 全長 225.00m 垂線間長 215.00m 型幅 32.20m 型深 18.30m 満載喫水 13.257m
 総噸数 36,537T 純噸数 22,996T 載貨重量 69,561t 貨物艙容積(グ) 81,803.1m³
 艙口数 7 燃料油槽 2,619.0m³ 燃料消費量 27.9 t/day 清水槽 355.2m³ 主機関
 三井-B&W5L70MC型(デ)機関×1 出力(連続最大) 11,360 PS(88rpm)(常用) 9,660 PS(83.4 rpm)
 フロベラ 4翼1軸 補汽缶 縦コンボジット型 1,200 kg/h×6kg/cm²G×1 発電機(デ) 440 kW×AC450V×
 60Hz×720 rpm×3(原)ダイハツ 660 PS×720 rpm×3, (非) 80 kW×AC450V×60Hz×1,800 rpm×1(原)三井ドイツ
 120 PS×1,800 rpm×1 無線装置 送(主) 1 kW×1 (補) 75W×1 受(主),(補) 全波各1 船舶電話 VHF
 航海計器 デッカ NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大) 16.62 kn (満載航海) 14.0 kn
 航続距離 29,500 哩 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 23名

6

油槽船 明 洋 丸 神奈川輸送株式会社
MEIYO MARU

株式会社栗之浦ドック建造(第227番船) 起工 61-6-7 進水 61-9-15 竣工 61-11-9
 全長 65.46m 垂線間長 60.00m 型幅 10.00m 型深 4.50m 満載喫水 4.028m
 満載排水量 1,684.092 t 総噸数 495T 載貨重量 1,133.584 t 貨物油槽容積 1,217 m³
 主荷油ポンプ 300 m³/h×70 m×2 艙口数 8 燃料油槽 94 m³ 燃料消費量 4.7 t/day
 清水槽 31 m³ 主機関 赤坂K-28R型(デ)機関×1 出力(連続最大) 1,000 PS(360 rpm)
 (常用) 850 PS(341 rpm) フロベラ 4翼1軸 補汽缶 三浦工業 1,100 kg/h×7 kg/cm²×1
 排エコ 9.5 kg/cm²×1 発電機 大洋電機 主機駆動 120 kVA×1,200 rpm×1, 150 kVA×1,800 rpm×1
 (原) ヤンマー 180 PS×1,800 rpm×1 無線装置 船舶電話 航海計器 レーダー 速度
 (試運転最大) 11.601 kn (満載航海) 11.0 kn 航続距離 5,000 哩 船級・区域資格 JG 近海(非国際)
 船型 凹甲板型船尾機関型 乗組員 6名 。フラップ ラダー





カーフェリー 志摩丸 伊勢湾フェリー株式会社

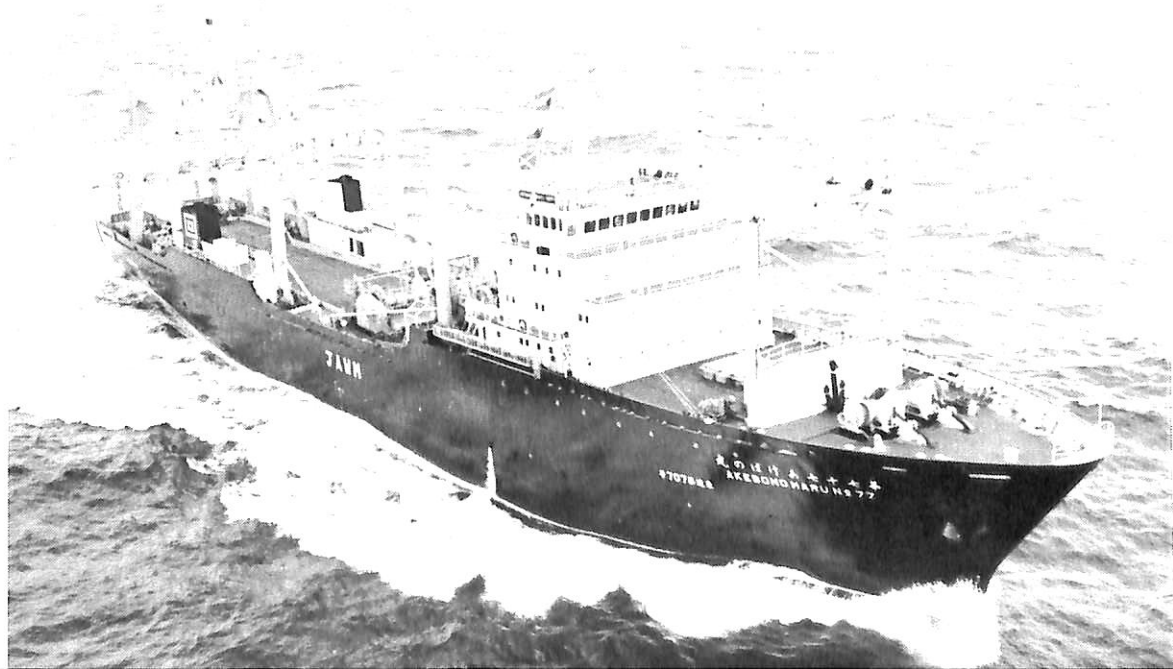
SHIMA MARU

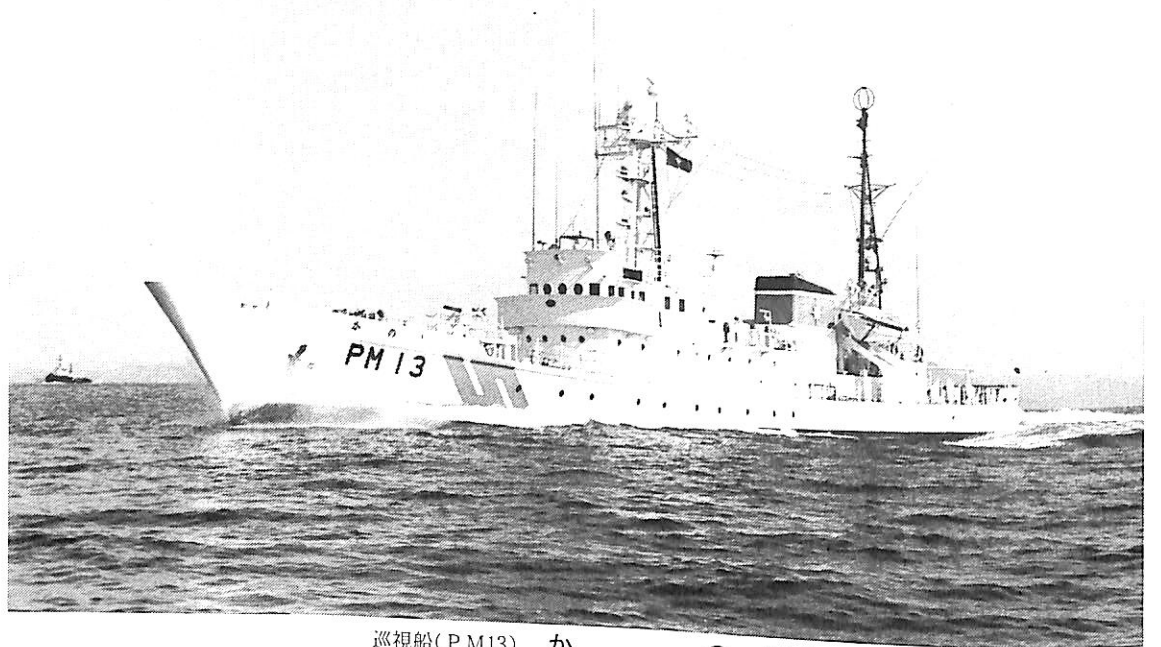
株式会社神田造船所建造(第300番船)	起工	61-7-1	進水	61-9-3	竣工	61-11-27
全長 64.30m	垂線間長	60.00m	型幅	13.50m	型深	4.50m
満載排水量 1,430.70 t	総噸数	1,286 T	載貨重量	394.40 t	Car 搭載数	大型バス 11台
乗用車 5台又は乗用車 42台	燃料油槽	58.14 m ³	燃料消費量	11.8 t/day	清水槽	39.44 m ³
主機関 ダイハツ 6DL M28 SL 型(デ) 機関×2	フロベラ	4翼2軸	出力(連続最大)	1,800 PS (700/292.5 rpm) × 2	発電機	西芝 300 kVA × 2 (原) ヤンマー
(常用) 1,530 PS (663/277 rpm) × 2	無線装置	船舶電話	航海計器	レーダー	速度(試運転最大)	16.862 kn (満載航海) 15.2 kn
360 PS × 2	無線装置	船舶電話	航海計器	レーダー	船型	平甲板型
航続距離 1,300 浬	船級・区域資格	JG・平水区域第二種船	乗組員	16名		
旅客 584名						
航路 鳥羽～伊良湖, 師崎						

船尾トロール船 第七十七あけぼの丸 日魯漁業株式会社

AKEBONO MARU No.77

三菱重工業株式会社下関造船所建造(第891番船)	起工	61-5-16	進水	61-9-19	竣工	61-12-10
全長 118.02m	垂線間長	107.00m	型幅	18.00m	型深	7.80m
総噸数 3,794 T	載貨重量	4,797 t	魚艙容積(ベ)	4,056.7 m ³	燃料消費量	20.8 t/day
クレーン 2t × 30m/min	燃料油槽	1,610.6 m ³	出力(連続最大)	8,100 PS (423/131rpm) (常用) 7,140 PS	清水槽	332.3 m ³
主機関 三菱-MA N6L 58/64型(デ) 機関×1	フロベラ	4翼1軸 CPP	補汽缶	8,000kg/h × 1, 排エコ 1,400kg/h × 1	発電機	無線装置 送(主) 1kW × 1
(405/125 rpm)			VHF	航海計器	デッカ ロラン NNSS	衝突予防装置
(デ) 1,247 kVA (1,000 kW) × AC 450V × 60Hz × 3φ × 1,500 PS × 720 rpm × 2	レーダー	速度(試運転最大)	18.35 kn (満載航海) 15.5 kn	航続距離	27,000 浬	船級・区域資格
(補) 150W × 1 受(主) 全波 × 4 (補) 27 MHz × 2						
NK 第三種漁船	船型	船首楼付二層甲板船	乗組員	76名		





巡視船(PM13) か の 海上保安庁

内海造船株式会社田熊工場建造(第513番船) 起工 61-4-17 進水 61-8-7 竣工 61-11-13
 全長 67.80m 垂線間長 60.00m 型幅 7.90m 型深 4.40m
 喫水(常備) 2.65m 排水量(常備) 688 t 総噸数 330 T
 主機関 富士-6S32F型(テ)機関×2 出力(連続最大) 1,500 PS×2 (380 rpm)
 フロペラ 4翼2軸 CPP 発電機 120kVA×145 PS (1,200 rpm)×2 航続距離 3,800 浬(16kn) 速力
 (試運転最大) 18.64 kn (航海) 16 kn 船型 平甲板型 乗組員 32名
 船級・区域資格 JG 近海 高速機動艇(145 PS ウォータージェット推進)×1, 兵装 20mm機銃×1
 救難設備 6m型作業艇(28 PS)×1 放水銃 1,200 l/min, 1,700 l/min 各1 配属 下田海上保安部

8

中型掃海艇(664) か み し ま 防衛庁(建造番号364)

日本鋼管株式会社鶴見製作所建造(第1029番船) 起工 60-5-10 進水 61-6-20 竣工 61-12-16
 全長 55.0m 幅 9.40m 深さ 4.20m 喫水(常備) 2.40m
 基準排水量 440 t 主機関 三菱12ZC15/20型(テ)機関×2 軸馬力 1,440 PS (1,350 rpm) (2基)
 軸数 2 速力 10.0 kn 乗組員 45名 兵装 20mm機関砲(JM61-M)×1
 掃海装置一式 昭和59年度建造計画 木製 配属 第2掃海隊群横須賀





ルイジアナ レインボー

輸出撒積貨物船 LOUISIANA RAINBOW

船主 Neptune Perseus Shipping Corp.(Panama)
 株式会社サノヤス水島造船所建造(第1080番船) 起工 61-2-13 進水 61-7-1 竣工 61-10-24
 全長 225.00m 垂線間長 217.00m 型幅 32.26m 型深 18.30m 満載喫水 13.297m
 総噸数 36,600T 純噸数 23,399T 載貨重量 70,280t 貨物艙容積(ベ) 78,529.3m³(グ) 81,838.9m³
 艙口数 7 燃料油槽 2,775.9m³ 燃料消費量 28.9 t/day(主機), 1.7 t/day(発) 清水槽 291.0m³
 主機関 三菱-UE-6UEC60LA型(デ)機関×1 出力(連続最大) 10,650PS(93rpm)(常用) 9,585PS(89.7rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 堅型水管式 発電機 487.5kVA×AC450V×60Hz×3φ×3
 無線装置 送(主)0.5kW×1(補)125W×1 受(主),(補)全波各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 速力(試運転最大) 15.5kn(満載航海) 14.0kn
 航続距離 25,000哩 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板船尾機関型 乗組員 26名

グリーン ホーク

輸出撒積貨物船 GREEN HAWK

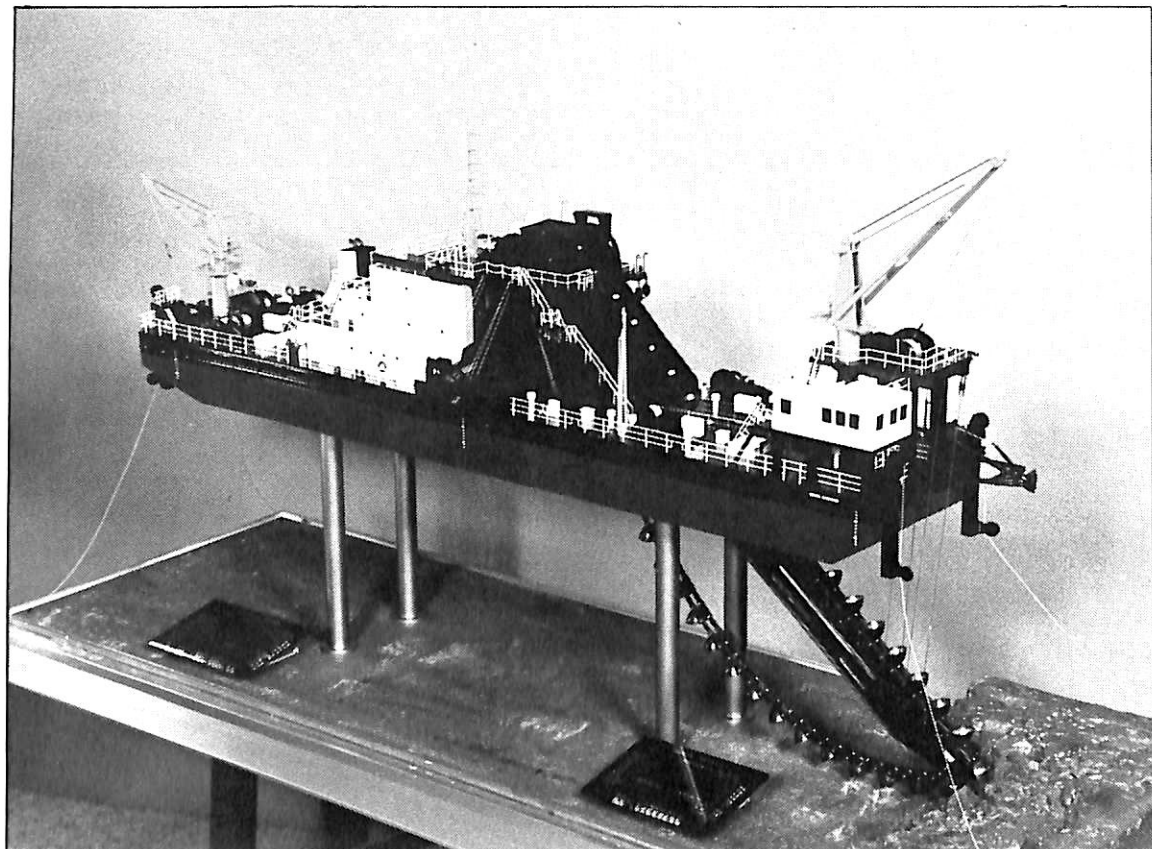
船主 Sun Lanes Shipping S.A.(Panama)
 今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1151番船) 起工 61-4-26 進水 61-8-5 竣工 61-10-14
 全長 189.94m 垂線間長 180.00m 型幅 29.60m 型深 15.50m 満載喫水 11.035m
 総噸数 23,312T 純噸数 13,714T 載貨重量 40,016t 貨物艙容積(ベ) 48,393.36m³
 (グ) 51,454.49m³ 艙口数 5 デッキクレーン 30t×4 燃料油槽 1,930.23m³ 清水槽 297.45m³
 主機関 日立-B&W5L60MC型(デ)機関×1 出力(連続最大) 8,150PS(98rpm)(常用) 6,930PS(92.8rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 堅型水管式 6.0kg/cm²(油焚) 1,300kg/h, (排ガス) 750kg/h 発電機
 軸発 360kW×1, (主) 400kW×AC450V×60Hz×2 無線装置 送(送) 1kW×1(補) 130W×1 受(主),(補)各1
 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) 15.691kn(満載航海) 13.5kn
 航続距離 21,700哩 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウエル甲板型 乗組員 23名



業界各位の皆様への御愛顧に 深く感謝申し上げます。

- 好評により7月まで特別価格にて御奉仕申し上げます。

営業品目＝各種精密模型／船舶・車輜・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

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



タミル カマラジ

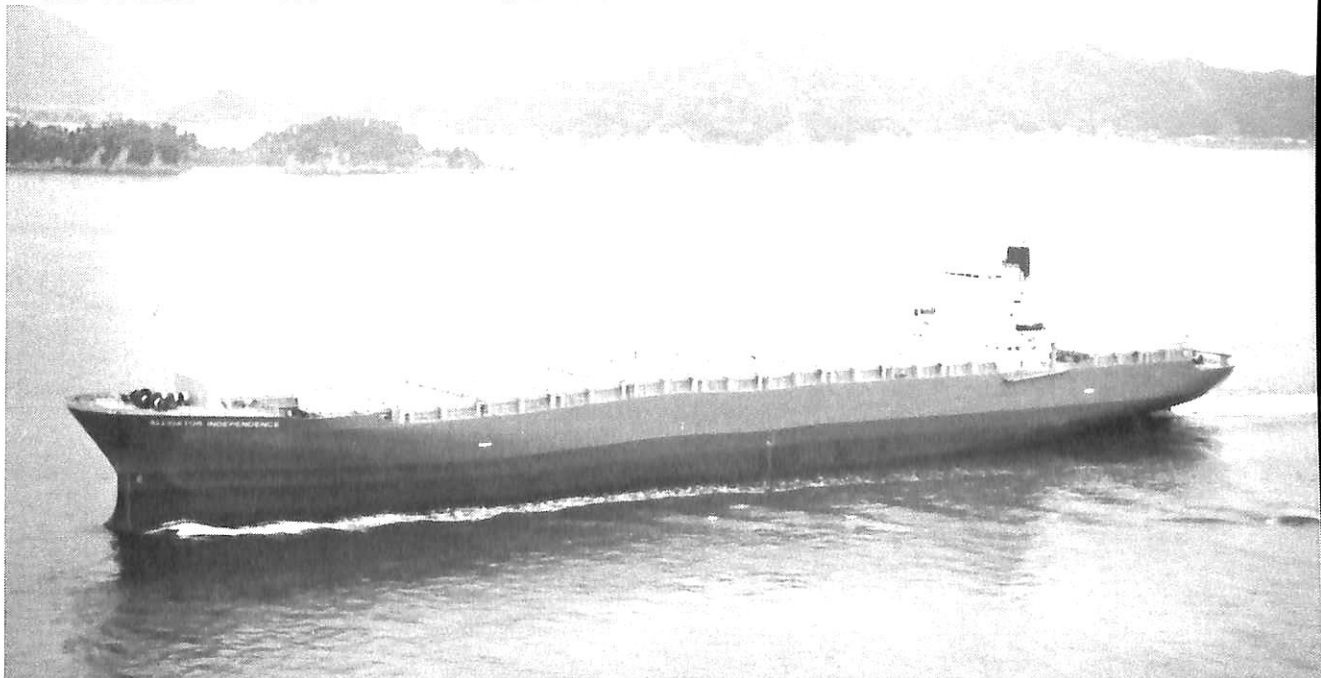
輸出撒積貨物船 **TAMIL KAMARAJ**

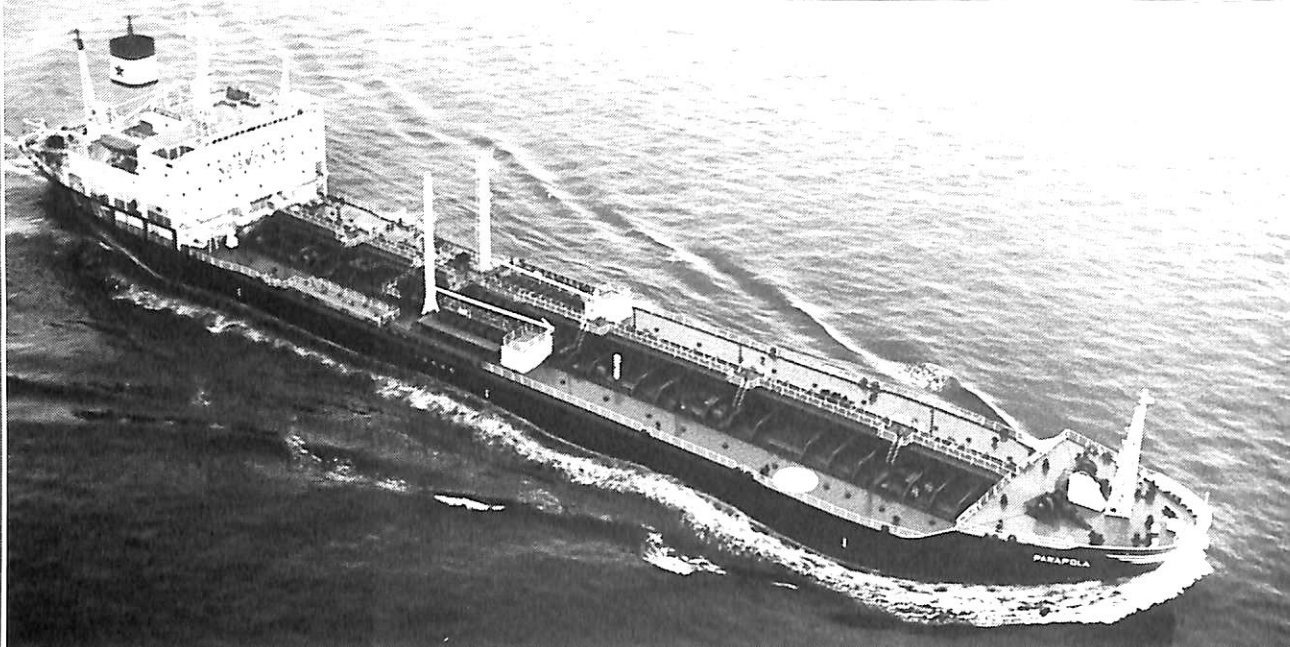
船主 Poompuhar Shipping Co. Ltd. (India)
 日立造船株式会社舞鶴工場建造(第4732番船) 起工 61-3-28 進水 61-8-28 竣工 62-1-8
 全長 210.00m 垂線間長 200.00m 型幅 29.90m 型深 14.80m 満載喫水 9.563m
 満載排水量 50,212 t 総噸数 27,997T 純噸数 11,962T 載貨重量 39,986 t 貨物艙容積 (グ) 54,718.5 m³ 艙口数 6 クレーン 25t×6 燃料油槽 1,908.6 m³ 燃料消費量 32.6 t/day
 清水槽 422.2 m³ 主機関 日立-B & W6L 60MC 型(デ) 機関・1 出力(連続最大) 11,700 PS (111 rpm)
 (常用) 9,930 PS (105 rpm) フロベラ 4翼1軸 補汽缶 堅型油焚 1,500kg/h・6.0kg/cm² 発電機
 自己通風防滴型ブラッシレス 975 kVA・1,140 PS・4 無線装置 送(主) 1.5kW・1 (補) 50W・1 受(主)(補) 各1
 海事衛星装置 VHF 航海計器 テッカ オメガ NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)
 16.04 kn (満載航海) 14.7 kn 航続距離 17,400 浬 船級・区域資格 LR・IRS 船型 船首楼付平甲板
 乗組員 50名 ○インド国内の石炭輸送、港湾条件から浅喫水船型を採用。 同型船 Tamil Anna

アリゲーター インデペンデンス

輸出コンテナ船 **ALLIGATOR INDEPENDENCE**

船主 Karakoram Maritima S.A.(Panama)
 今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1155番船) 起工 61-6-21 進水 61-10-1 竣工 61-11-7
 全長 248.10m 垂線間長 233.00m 型幅 32.20m 型深 21.20m (上甲板まで)
 満載喫水 11.519m 総噸数 41,413T 純噸数 17,573T 載貨重量 38,624 t
 艙口数 7 Cont. 搭載数 2,571 T.E.U 燃料油槽 4,825.77 m³ 清水槽 491.57 m³
 主機関 三菱-Sulzer 8RTA84型(デ) 機関・1 出力(連続最大) 32,800 PS (88rpm) (常用) 29,520 PS
 (85rpm) フロベラ 5翼1軸 補汽缶 堅型水管式 8.0kg/cm² 二段圧力式排エロ 発電機
 1,000 kW×AC 450V・60Hz・3, (タ) 1,000 kW×AC 450V・60Hz・1 無線装置 送(主) 0.8 kW・1
 (補) 75W×1 受(主),(補) 全波各1 船舶電話 VHF 航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー
 速力(試運転最大) 24.671 kn (満載航海) 22.0 kn 航続距離 21,800 浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板 乗組員 18名





パラポラ

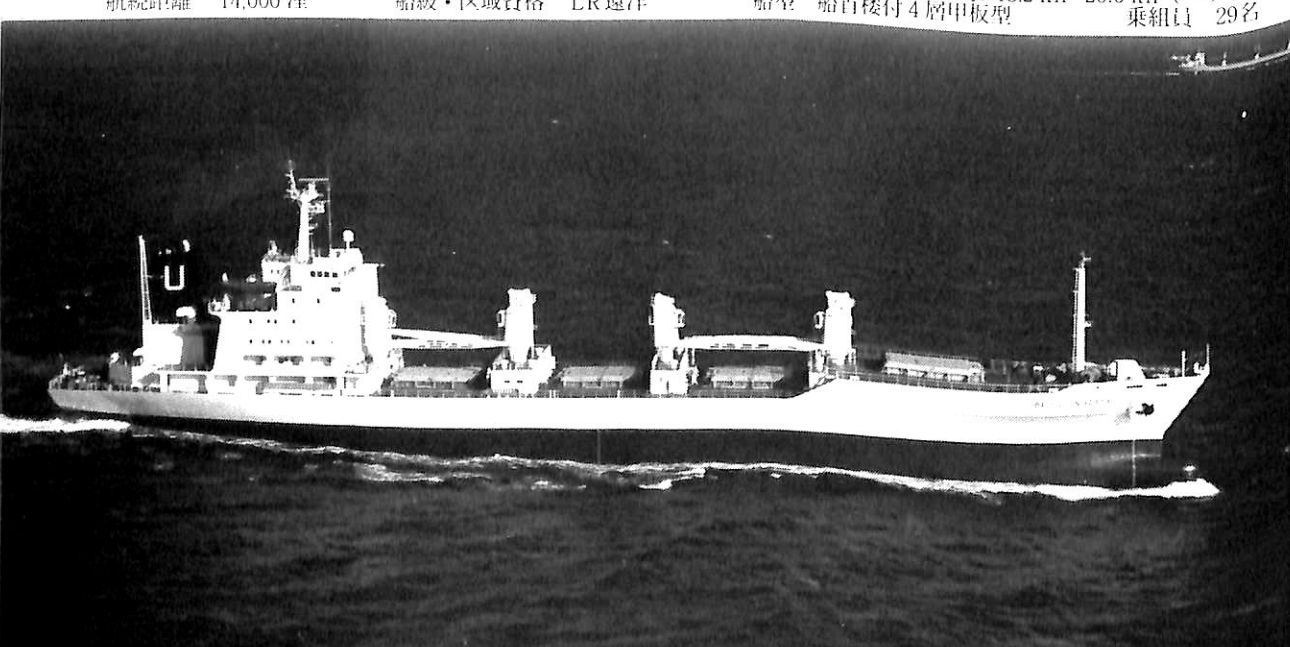
輸出プロダクトタンカー PARAPOLA

船主 Parapola Shipping(Greece)
 株式会社神田造船所建造(第290番船) 起工 61-1-11 進水 61-4-25 竣工 61-11-14
 全長 170.00m 垂線間長 160.00m 型幅 26.00m 型深 14.60m 満載喫水 10.805m
 満載排水量 37,270 t 総噸数 17,612 T 純噸数 11,802 T 載貨重量 29,990 t 貨物油槽容積
 40,388.54 m³ 主荷油泵 1,000 m³/h × 100 m × 4 クレーン 10 t × 6 m × 2 燃料油槽 A. 200.4 m³
 C. 1,328.96 m³ 燃料消費量 22.7 t/day 清水槽 428.54 m³ 主機関 IHI-Sulzer 6RTA58型(テ)機関 × 1
 出力(連続最大) 8,160 PS (98rpm) (常用) 7,340 PS (94.6 rpm) フロベラ 5翼1軸 補汽缶
 緊型煙管式(油焚) 10 t/h × 16kg/cm² × 1, 8 t/h × 16kg/cm², 排エコ 0.7 t/h × 16kg/cm² × 1 発電機(主)三菱 1,030 kW × 1
 1,500 PS × 720rpm × 2, (補) 460kW × 675 PS × 720rpm × 1, (夕) 500kW × 14.5kg/cm² × 1 無線装置 送(主) 1.5 kW × 1
 (補) 130W × 1, 受(主), (補) 全波 × 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 速度(試運転最大) 14.729 kn (満載航海) 14.5 kn 航続距離 13,000 哩 船級・区域資格
 LR遠洋 船型 凹甲板型 乗組員 29名 苛性ソーダ積可能, IGS 同型船 Sporades

バルティック ユニバーサル

輸出冷凍運搬船 BULTIC UNIVERSAL

船主 Fortuna Co.Panama(Sri-Lanka Rep.)
 林兼造船株式会社下関造船所建造(第1296番船) 起工 61-6-10 進水 61-9-3 竣工 61-12-17
 全長 145.50m 垂線間長 136.00m 型幅 22.60m 型深 13.00m 満載喫水 9.216m
 総噸数 9,622 T 純噸数 5,470 T 載貨重量 11,044 t 貨物艙容積(ベ) 13,306 t 船口数 4
 デッキクレーン 10t × 2, 30t × 2 Cont.搭載数 冷凍20'又は40' 66個又は33個 燃料油槽 C. 1,158 m³
 A. 172 m³ 燃料消費量 29.1 t/day 清水槽 286 m³ 主機関 三井-B & W 6L60MCE型(テ)機関 × 1
 (ディーゼリング) 出力(連続最大) 10,670 PS (111rpm) (常用) 9,600 PS (107rpm) フロベラ 5翼1軸
 補汽缶 緊水管式 1,300kg/h × 7kg/cm² × 1, 排エコ 1,300kg/h × 7kg/cm² × 1 発電機 富士 937.5 kVA × 4
 無線装置 送(主) 1.5 kW × 1 (補) 130 W × 1 受(主), (補) 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 速度(試運転最大) 21.516 kn (満載航海) 18.2 kn 20.0 kn (バナナ)
 航続距離 14,000 哩 船級・区域資格 LR遠洋 船型 船首楼付4層甲板型 乗組員 29名





輸出クルーズ・フェリー ノルサン NORSEAN

船主 Royal Nedlloyd Group (Netherlands)
 日本郵船株式会社鶴見製作所建造(第1033番船)
 全長 179.350 m
 満載喫水 (BxI) 6.187 m
 Car搭載数 トレーラー 2,270 m, ホイスタブルデッキ 31,598 T
 清水槽 367 m³
 出力(運転最大) 13,050 PS (135 rpm) × 2 (常用) Wärtsilä Sulzer 9 ZAL.40型
 補給(缶 Saarloos SV 30型(油焚) 3,000,000 kcal/h × 2
 (軸弁) 2,300 kW × 2, (非) 400 kW × 1
 速力(主) 0.8 kW × 1 (補) 0.8 kW × 1 変(主), (補) 各1 海事備庫装置 VHF
 レーダー 速力(試運転最大) 19.7 km (航海) 18.5 km
 乗組員 107 名 旅客 1,250 名 同型船 NORSEA

進水 61-8-29
 25.35 m
 純噸数 18,174 T
 純噸数 18,174 T
 機関×2, Wärtsilä-Sulzer 6 ZAL.40型(デ) 機関×2, Wärtsilä-Sulzer 9 ZAL.40型(デ) 機関×2, Wärtsilä-Sulzer 9 ZAL.40型(デ) 機関×2
 プロペラ 4翼2軸 CPP
 発電機(主) 2,800kW × 2, 無線装置
 航海計器 NNSS 衝突予防装置
 船型 多層甲板型
 航路 英 (Hull) ~ オランダ (Europoort)

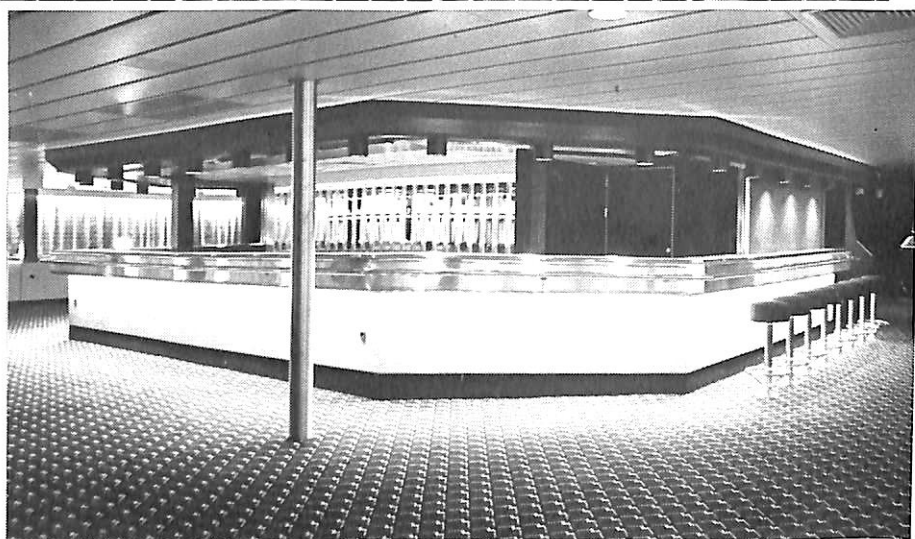
船級・区域資格 LR・短国際
 航路 英 (Hull) ~ オランダ (Europoort)

(本文28頁参照)



▲ Dance floor
(C-Deck)

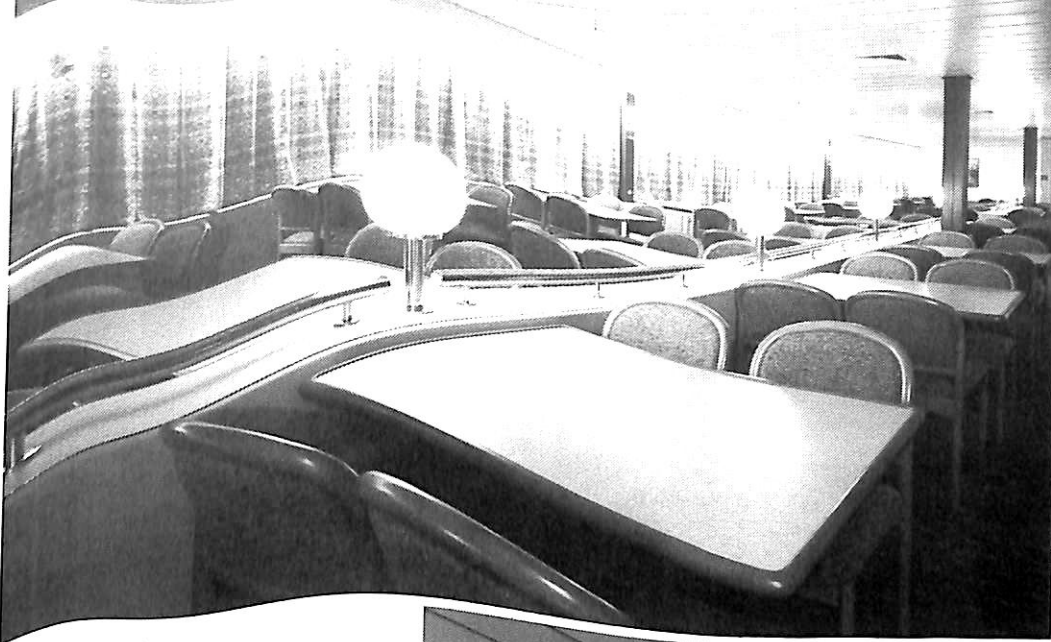
NORSUN



▲ Bar
(C-Deck)



◀ Disco
(C Deck)



▲ Restaurant
(D-Deck)

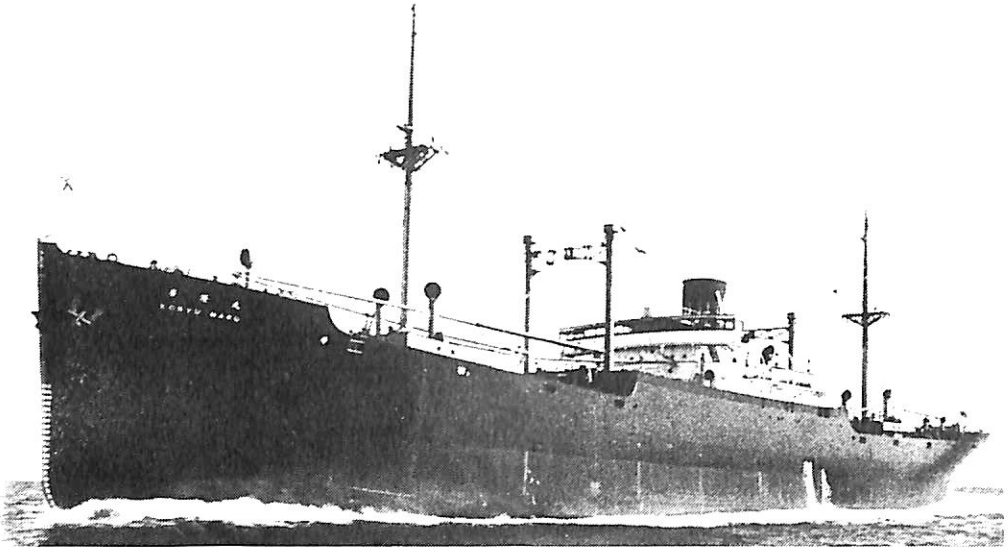


Flying Dutchman Bar ▶
(B-Deck)



◀ Lobby
(C-Deck)

貨物船 広 隆 丸 広海汽船



三菱重工長崎造船所建造(第486番船)		船舶番号 37152	信号符字 JKDK
起工 昭和5-10-11	進水 6-8-30	竣工 6-12-2	
全長 138.65m	垂線間長 132.58m	型幅 17.86m	型深 9.78m
満載喫水 7.995m	満載排水量 14,160t	総噸数 6,680T	純噸数 4,767T
載貨重量 10,211t	貨物艙容積(ベ) 14,727m ³ (グ) 15,930m ³		主機関
三菱スルザー単動二衝程無気噴油6ST68型(デ)機関×1		出力(連続最大) 3,608 PS (計画) 3,200 PS	
速力(試運転最大) 15.558 kn (満載航海) 14.0 kn		船級・区域資格 通信省第一級船・ロイド 100A1	
LMC DBS	乗組員 36名	旅客 一等6名	姉妹船 広盛丸, 広徳丸, 高栄丸, 高瑞丸
船籍 神戸			

広海汽船が北米よりの木材輸送を目的に建造した二層重構の三島型船で、同社が従来の所有船である広進丸、広裕丸などによる多年の運航経験による研究と、造船所がこれまで建造してきた三菱商事のおりんびあ丸、ころんびあ丸、山本商事の春丸などの経験などにもとづき建造されたもので、この種の船舶としては当時の最高のものといえる。

本船は、二層の全通甲板を有する重構船で2本のマストに4本のデリックホストを備え、機関室前方に2コ、後方に3コの船艙を有し、二重底は船の全長にわたり、船首、船尾水艙は荷足用となっていた。又、本船の主機は三菱スルザー単働無気噴射の6ST型機関がはじめて採用された。

昭和6年11月20日、長崎三重沖にて公試運転を実施し主機出力3,608軸馬力にて15.558ノットを記録した。12月3日、長崎を出港して、12月6日大同海運抜いて、神戸を出港してオーストラリアに処女航海の旅立つ。

昭和10年7月23日午後、サンフランシスコ南方10哩にてアメリカ商船と衝突、船首を破損する事故があった。

昭和16年11月16日、海軍に徴用され呉鎮守府所属、連合艦隊配属の運炭油船となる。

昭和16年11月20日、マレー攻略作戦の附属部隊に配属

給炭船として石炭7,000トン、ボイラー油2,500トンを積み込み前進基地に進出。

昭和16年12月1日、第1南遣艦隊附属となり12月4日より昭和17年2月20日までマレー部隊の補給にあたる。その間1月10日、アナンパス諸島基地占領作戦では、アナンパス基地部隊に配属、基地の占領と設営、水上基地の設営の支援に当る。

2月20日よりシンガポール水路啓開作戦の補給部隊に配属、補給と警戒に当り、2月23日よりベナン、サバンアンタマン方面の補給に従事。

昭和17年3月8日午後4時、北スマトラに向う近衛師団を乗せ8隻の船団でシンガポールを出撃、マラッカ海峡を北上、木曾川丸と2隻で本隊より分れてベナンに部隊を揚陸した。

その後6月6日まで、ベナン、サバン、アンタマン方面の補給に当る。その間4月10日付でインド洋作戦の南方部隊の給炭船となる。

昭和17年6月12日より7月20日まで内地にて入渠修理。昭和17年7月21日より再びシンガポールにもどり同地を基地としてベナン、アンタマン方面の補給に従事していたが、昭和19年4月22日、サンジャク沖、北緯10°0′、東経107°30′にて空爆により沈没した。

貨客船 鳳 陽 丸 日清汽船→東亜海運



大阪鉄工所桜島工場建造

船船番号 18186

信号符字 MSJV→JBJE

進水 大4-4

竣工 4-7-29 全長 97.53m

型幅 14.32m

喫水 3.84m

型深 4.495m 総噸数 3,977.13T

純噸数 2,803.30T

載貨重量 2,046 t

貨物艙容積(べ) 5,186m³

主機関 三連成レシプロ機関×2

出力(連続最大) 2,849 PS (計画) 1,800 PS

速力(試運転最大) 13.66 kn (満載航海) 10.0 kn

船級・区域資格 逋信省第4級船

旅客 1等16名 支18名, 2等10名 支60名, 3等 支200名

船籍 東京

日清汽船が上海・漢口線に配船するため建造した大型の浅喫水船で、政府の造船奨励法の適用を受けた。

明治40年4月1日、大阪商船、日本郵船、湖南汽船、大東汽船の出資により日清汽船が創立された。その結果同社は、揚子江を中心に、支那大陸沿岸に9つの航路を運航することになり政府の補助航路に指定されるなど好調なすべり出しとなった。

しかし、大正3年7月、第1次世界大戦の勃発により支那の経済は低迷し、欧州との商取引もほとんど根絶し日清汽船も大きな打撃を受けていた。反面、世界の船腹不足により外国船の揚子江運航の激減や、日本商品の支那各地への進出などから、日清汽船の役割は大きくなってきた。

本船は丁度 そのような時に揚子江航路に配船されたもので、上海、漢口航路の輻輳する貨物輸送に大いに貢献できた、大正6年より7年にかけて、世界大戦は最高調に達し、船腹の不足と船価の高騰で新造船の建造は容易でなかった。とくに揚子江航路は特殊船が必要なため他航路からの転用は不可能であった。大正6年、当地、揚子江に配船していた支那航業会社の金陵号が火災で全損となり、日清汽船はこれを購入して再生、大正

6年8月30日瑞陽丸(3,078 G_T)として同航路に配船した。その結果、同航路は8隻、毎月23航海を実現した。

本船の設計に当っては従来までの岳陽丸の実績や経験のみでは資料不足で、とくに強力曲線図を作表して材料の寸法を極度に軽減するとともに一定の強度を保持するため特別の注意が払われた。同じ頃、上海の造船所にて5隻の浅喫水船が建造されたが、運航成績は本船が断然すぐれていたといわれていた。

大正4年8月22日より、上海・漢口線に就航した。

昭和12年7月7日、日中戦争の勃発により漢口停泊中の本船は日本租界に係留され、居留民及日清汽船の社員670名を収容、8月7日漢口を出港し、日本の軍艦に護衛されて揚子江600裡を航破して、8月9日、上海に入港した。上海に停泊中、空爆により軽い損傷を受けたが大事に至らなかった。

昭和14年8月、東亜海運の設立とともに、日清汽船は吸収合併され、本船も移籍された。

太平洋戦争中は、船舶運営会の使用船となる。

昭和19年8月31日、揚子江、石炭密、北緯30°10′東経115°10′の地点に於て空爆により沈没した。

クルーズの情景

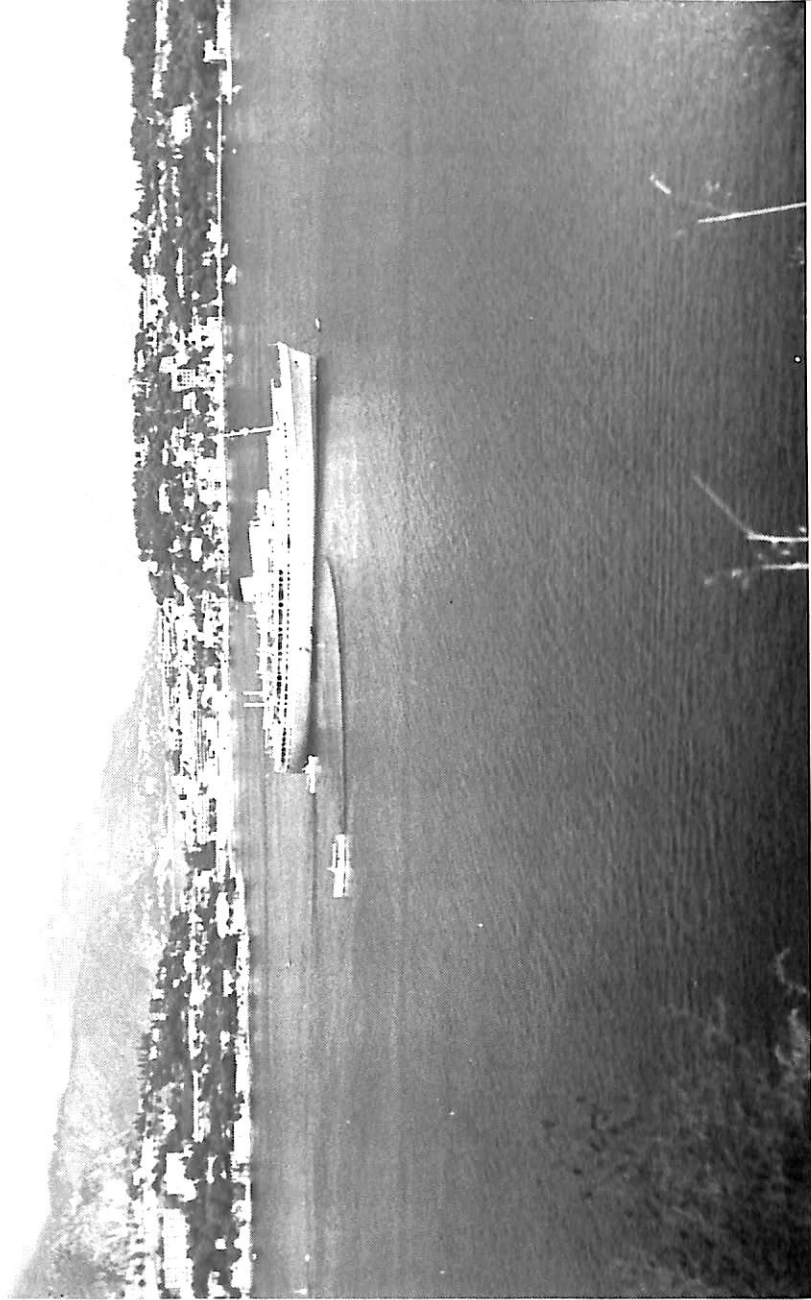
野間 恒
H・N O H A

The panoramic view of cruise.

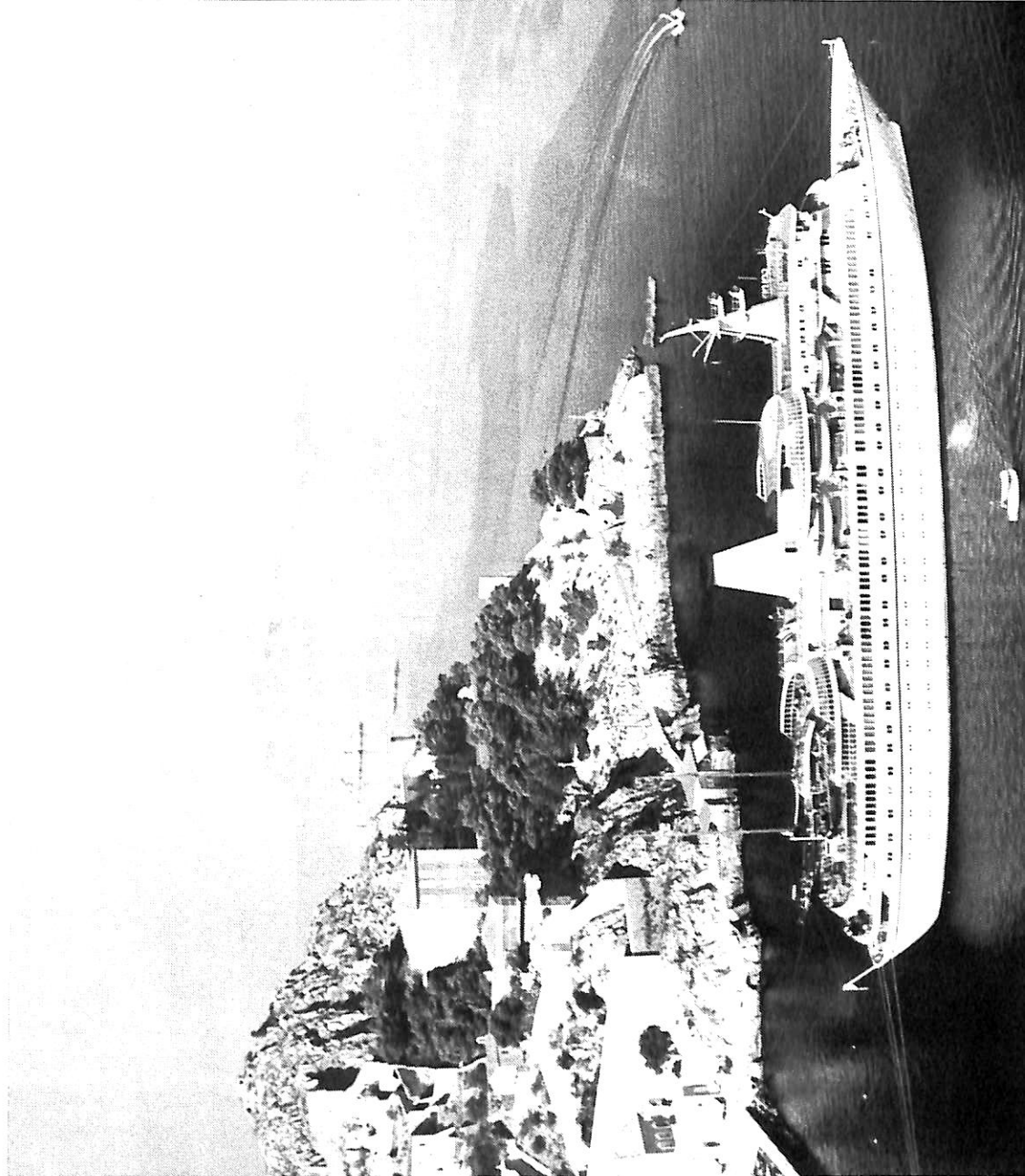
REINA DEL MAR at Villefranche

“レイナ・デル・マー”

今回は地中海のクルーズ情景を紹介しよう。この写真は、英客船レイナ・デル・マー REINA DEL MAR (20,750総トン)が、南仏ビルフランシュ沖に投錨しているものである。この場所は、ニースの東にあるリゾート地である。コート・ダジュールと呼ばれる風光明媚な海岸線にあり、英国や北欧から多数の避暑客が集う場所のひとつである。本船のほうは、1950年英国～南米西岸線用に建造されたもの。この航路に6年間就航したのち、1975年に解体されるまで、ユニオン・カースル・ライン(UCL)の手で、クルーズ専門に使われた。定期船時代は純白の船体であったが、クルーズ客船になってからはUCLの彩色になった。緑の丘をバックにした紺碧の海に浮かぶ藤色の船体—というカラフルな光景を想像して頂きたい。



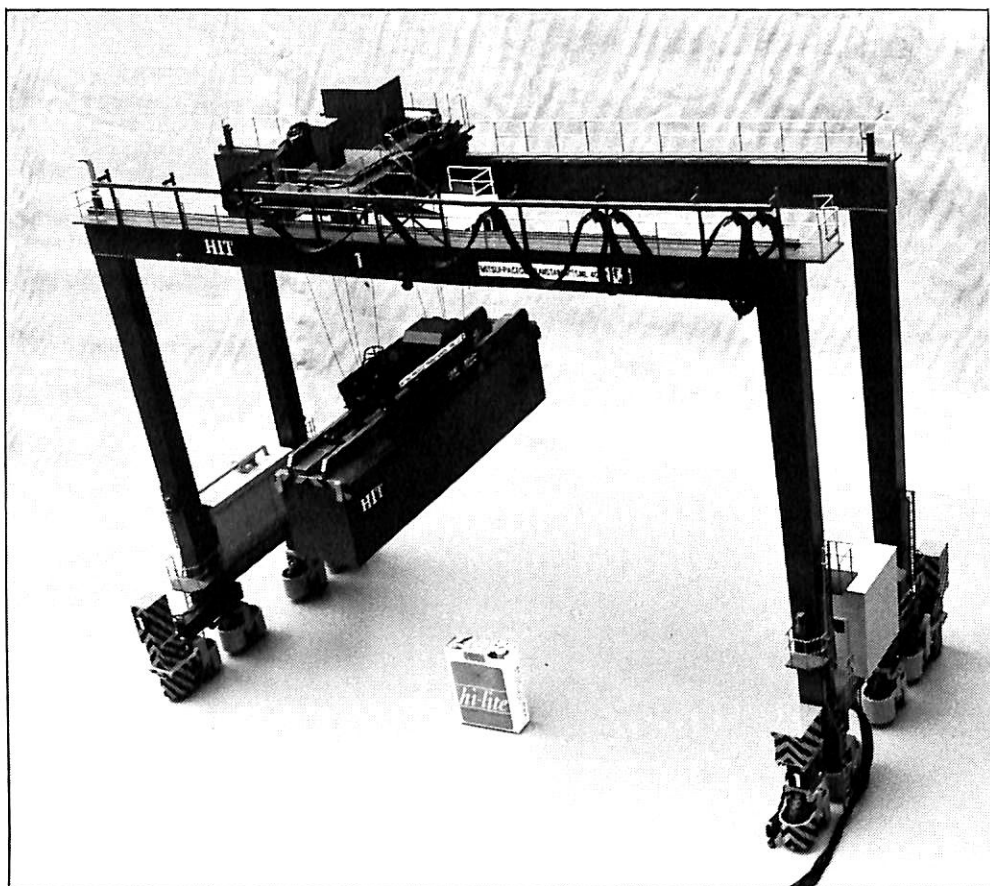
GOLDEN ODYSSEY nestled in Hydra harbor



“ゴールドデン・オディッセイ”

エーゲ海に浮かぶ美しい客船。ギリシャのゴールドデン・オディッセイ GOLDEN ODYSSEY (6,757 総トン) である。此処ハイドラ港は、ヘロネサス半島東方の沖6キロの所にある同名の島の北側にある。ハイドラ島は、16～17世紀に、ギリシャ本土から迫害されて逃げた人達に住みついた土地で、造船や商業が興った。そして、1821～29年のギリシャ独立戦争では、ハイドラ人の造った艦隊と彼等の愛国心が大きな働きをしたことが語り伝えられている。ゴールドデン・オディッセイは、1974年デนมーカーで造られたクルーズ客船で、小型ながら船内設備グレードが高く、地中海中心に活躍している。シドラ港では本船のような大型船(?)を係留する岸壁がないことから、防波堤にとり網をとおり、船首からおろした錨で船体を係留している。鏡のように静かなエーゲ海か、あたりの静かさを語っている。

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



クロンプリンス ハラルド
 旅客/フェリー **KRONPRINS HARALD**

船主 I/S Jahre Line (Norway)
 Wärtsilä Marine Industries Turku 建造(第1292番船) 竣工 1987-3-19
 全長 166.26m 幅 28.4m 満載喫水 6.5m 総噸数 31,122T
 載貨重量 4,500 t Car 搭載数 トレーラ(18m) 54台, トレーラ(12m) 19台 乗用車 283台
 主機関 Wärtsilä Sulzer12ZAV40型(デ) 機関×2 (6,600 kW×2) Wärtsilä Sulzer 6ZAL40型(デ) 機関×2
 (3,300 kW×2) 出力計 19,800 kW (補)Wärtsilä Vasa 8R22F型(デ) 機関×2 (1,180 kW×2),
 Wärtsilä Vasa 12V22HF型(デ) 機関×2 (1,770 kW×2) 出力計 5,900 kW 速力 22 kn
 旅客 1,440名 キャビン数 468室 船尾ランプ×2, パウランプ×1 航路 オスロ~西独キール

コンティオ
 電気推進式砕氷船 **KONTIO**

船主 フィンランド政府
 Wärtsilä Marine Industries Inc. Helsinki Shipyard. 建造(第478番船) 竣工 1987-1-29
 全長 99.0m 垂線間長 90.0m 全幅 24.2m 喫水(dw1) 7.3m 総噸数 7,000T
 機関 Wärtsilä Vasa 16V32型(デ) 機関×4 出力 29,700 PS 軸馬力 20,400 SHP
 プロペラ 2軸 交流プロペラ モーター Strömberg OY 15.0 MW. 乗組員 28名
 サウナ, 体育館等も完備している。○Karhuクラスで昨年1月に竣工した“OTSO”と同型の第2船である。ディーゼル4機は保守点検を容易にするため主甲板上に据え付けられている。写真は氷海に行く“KONTIO”(府川義辰)





船尾右舷
より見た
“WIND STAR”

カリブ海にデビューをした豪華帆走客船 “WIND STAR” (2)

Yoshitatsu Fukawa
府 川 義 辰



右舷前方
より見た
“WIND STAR”

〔“WIND STAR” 完成主要データ〕

船 主 Windstar Sail Cruises(U.S.A.)
 建造所 Societe Nouvelle des Ateliers
 et Chantiers du Havie
 (France)
 設計概念 Wärtsilä Marine Industries,
 (Finland)
 全 長 134.2m
 幅 15.5m
 喫 水 4.1m

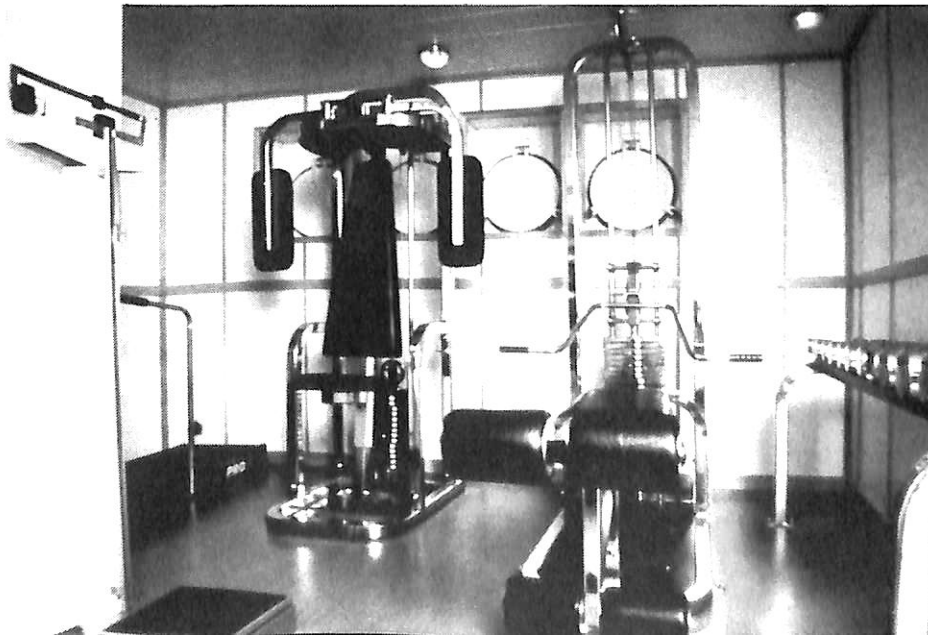
デッキ 4層
 総噸数 5,307T
 船客用オープンスペース 10,200 ft²
 マ ス ト 4基 (57m: 水線上)
 帆 数 6枚
 総帆面積 21,700 ft²
 船客収容力 150名
 キャビン 75室 (185 ft²/室)
 機 関 ディーゼル エクトリック・3基
 出 力 1,400 kW



▲ Dining room
(Deck 3 Restaurant)

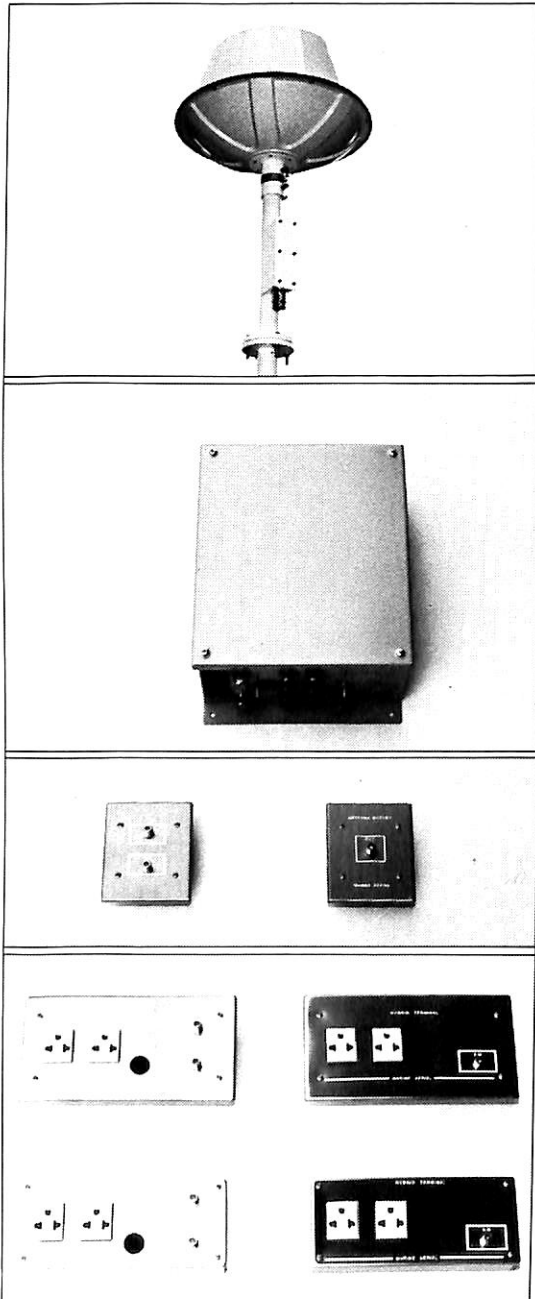


Veranda ►
(Deck 4 The Veranda)



◀ Gymnasium
(Deck 2)
photo: Windstar Sail Cruises

船舶用 TV-RADIO アンテナ システム コスト ダウンへ



- AM、TV共用アンテナ、または、TV無指向性アンテナ+AMホイップ、または、ワイヤーアンテナを使用できます。
- A.G.C.付アンプをアンテナ及びブースターに内蔵していますので、強電界から弱電界まで(40dB μ -105dB μ) 歪のない画像が受信できます。
- 1本の同軸ケーブルでAM、FM、TV、そしてVTRも各居室へ。
- グラスファイバーハードコート外装のアンテナですので長耐久性です。
- アウトレットは同軸ケーブル直付け接続で、UHF帯域まで低損失です。
- 表面プレートはステンレスヘアライン仕上コンセントは、日・米・ヨーロッパ共用ユニバーサルタイプです。

マリンアート株式会社

〒103 東京都中央区築地2-14-5
サイエスタビル

☎ 03-546-2255
FAX 03-546-7240

5月のニュース解説

米田 博

海運・造船日誌

4月20日～5月19日

- 海運・造船問題
- 一般政治経済問題

4月

- 20日○外航二船主団体と海員組合は昭和62年度の(月) 労働協約改定で、基本給についてベア・ゼロで妥結した。外航労使のベア・ゼロの妥結は昭和42年から春闘方式で協約改定交渉を始めてから初めてのこと。
- 日本船舶輸出組合がまとめた輸出船契約実績によると、61年度の受注は62隻194万総トンで前年度比32.6%減。ピーク時(48年度、2,438万総トン)の8%の規模まで落ち込み、年度間受注が200万総トンに達しなかったのは25年ぶり。この結果3月末の手持ち工事量は390万総トンで第1次石油ショック以降では最低。
- 22日○橋本運輸相は海運造船合理化審議会に対し、(水) 造船業界の設備処理や事業提携に向けた基本指針を諮問した。
- 23日○注目されていた東燃タンカーのV L C C入(木) 札に関し、先に船会社として山下新日本汽船が決定していたが、造船所としては石川島播磨重工業が内定した。省エネ技術やメンテナンスの有利性が評価されて外国勢に勝ったものと見られている。
- 21～22日の衆院本会議徹夜審議の後、原衆院議長の調停によって混乱は収拾され、62年度予算案は衆院本会議で可決され、参院に送付された。
- 24日●東京外国為替市場の円相場は一時、1ドル(金) = 139円05銭を付け、1ドル = 139円50銭

と最高値を更新した。

29日○春の叙勲。運輸省関係は284氏。うち勲一(水) 等旭日大綬賞に笹川良一・日本船舶振興会会長、勲二等旭日重光章に亀山信郎・元海上保安庁長官、勲三等旭日中綬章に大久保政賢・新潟臨港海陸運送会長、勲三等瑞宝章に内田勇・元明治海運社長、勲四等旭日小綬章に袖野実・日本小型船舶工業会会長など。

○春の褒章受賞者。運輸省関係は黄綬褒章24氏、藍綬褒章32氏の計56氏。うち藍綬褒章に大阪商船三井船舶・相浦紀一郎社長、川崎汽船・伊藤潔社長、山下新日本汽船・加地孝義社長など。

30日○21日から東京、大阪など全国7港で実施さ(木) れた全国港湾労組協議会(6万人)の港湾ストが中止された。

5月

1日○インドネシア/台湾のLNG船が三菱重工(金) 業へ正式に発注された。日本の造船所が日本以外のLNGプロジェクト向けにLNG船を受注したのは今回が初めて。

5日○飯野海運の大型タンカー秀邦丸(135,879(火) トン)がペルシャ湾北部のサウジアラビア沖約50キロの地点で、イラン哨戒艇のロケット弾2発を被弾した。

12日●自民党と社会、公明、民社、社民連4党と(火) の国会対策委員長会談で売上税の廃案が確認された。

15日○船員中央労働委員会は橋本運輸相に船員雇(金) 用対策を答申したが、陸上職域への転換を強く促しているのが特色。

19日○原子力船「むつ」の関根浜新定係港の付帯陸上施設起工式が実施された。

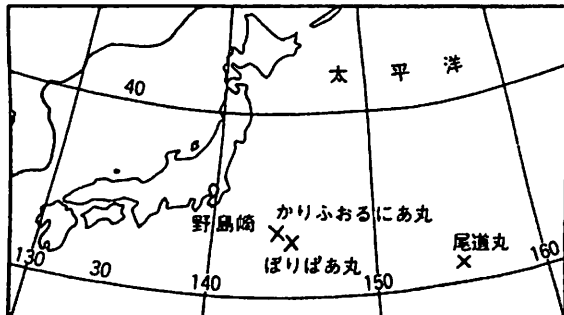
異常海難防止システム

野島崎沖の大型船海難³⁾

次第に忘れられてきたが、野島崎沖では海運造船史に残る大型船海難が数多く起っている。中でも記憶に残るのは、昭和44年1月5日の鉄鉱石専用船ぼりばあ丸（54,271 D.W.）が沈没して乗組員33人中31人が死亡行方不明となったこと、翌昭和45年2月9日に同じく大型鉄鉱石専用船かりふおるにあ丸（62,147 D.W.）が沈没し乗組員29人中死亡行方不明5人を数えたこと、その約11年後の昭和55年12月30日ばら積貨物船（石炭運搬中）尾道丸（56,341 D.W.）が船首部分を欠落させたまま曳港中事故後44日目に沈没したこと（乗組員29名は全員救助）などである。これらの海難地点は次図に示すとおりである。ぼりばあ丸以来、59年1月までの15年間で、大型船舶だけでも26件²⁾の海難事故が発生している。

当然のことながら海難が起きるたびに原因の究明と対策の検討が行なわれてきた。たとえば、ぼりばあ丸海難直後は運輸省の運輸技術審議会は鉄石運搬船特別部会を設置し、建造技術上の問題点を検討して44年9月に運輸大臣あて建議している。

ところが続いてかりふおるには丸の海難が起きたので運輸省に「大型専用船海難特別調査会」が設置され、同委員会は45年6月22日、調査結果をまとめて「早急に着手すべき対策」として気象・



野島崎沖の大型船海難地点³⁾

海象、運航、船体の3部門6項目を発表し、ただちに関係部局がその推進に着手し、それぞれの分野で見るべき成果があったが、46年6月の「調査会」最終報告書によれば「できる限りの調査・検討を加えたが、確定的な原因は見出し得なかった」とするものであった。

尾道丸の場合は乗組員が全員救助されたので、尾道丸事故に係る技術検討会（委員長：山本善之東大教授）が56年11月20日に結論を発表した段階で可成り原因の探究が行なわれていた。

乗組員の説明によると「左舷20°からの波高8mから9mの大きなうねりに対し速力約5ノットで航行中、突然船首真向いから波高10数mの大波に遭遇し、船首船底が波の底にたたきつけられ（スラミング）、同時に多量の青波（白波でない水のかたまり）が打込み、しばらく船首部が浮き上ってこなかった。浮上した船首部は既に上方に屈曲し、その後次第に屈曲度を増して遂には折損分離した。」というものである。

システムの総合研究開発¹⁾

こうして尾道丸の事故を調査した結果、野島崎沖では通常の海域で予想できないような異常な波浪が発生している疑いが生じた。このため運輸省では、冬期の本海域の気象・海象を把握し、異常波浪の発生機構を解明するとともに、このような波浪の船舶への影響を研究して異常波浪の発生が予想される場合にも船舶が安全に運航できるように運航支援システムを開発することを目的として、昭和57年度から昭和61年度までの5カ年計画（研究開発費総額は7億2,000万円）で研究を行ってきた。

研究体制は次のとおりである。

- 異常海難防止システム総合開発委員会 ——
- （委員長：高橋浩一郎科学技術庁参与）
- 1. 異常波浪小委員会
- 2. 堪航性小委員会
- 3. 船舶運航小委員会

これらの委員会によって研究計画、実施についての意見を聴しながら船舶技術研究所、港湾技術研究所、気象庁及び気象研究所が分担・協力して研究したが、そのテーマ、研究期間、担当研究所は次のとおりである。

1. 波浪実態の解明（57～59年度、気象庁）
2. 異常波浪発生機構の解明（57～61年度、気象研究所、港湾技術研究所）
 - ① 風波とうねりの重畳効果の検討
 - ② 波浪ブイのデータ解析による野島崎沖の波浪特性の解明
 - ③ 流れの場における風波の発達特性の検討
3. 船体に及ぼす波浪外力の解明（57～61年度、船舶技術研究所）
 - ① 波浪衝撃による船体構造の動的応答の研究
 - ② 船首部波浪衝撃の研究
 - ③ 実船による波浪衝撃の計測
4. 船体構造の破壊条件の解明（57～61年度、船舶技術研究所）
5. 船載型安全運航支援システムの研究開発（59～61年度、船舶技術研究所）

船載型安全運航支援システム¹⁾

上記各研究の内容および成果についてふれることは到底できないのですべて省略することとして、これらの各研究の成果の総合されたものとしての「安全運航支援システム」について紙面の許すかぎり紹介しておく。

船舶が荒天に遭遇した際の運航は、操船者の勘と経験に頼っているのが現状で、操船者は波浪状況を目視観察し、また船体動揺を体感して避航操船が必要かどうか、また必要なら、どの様な避航操船が適切か等の判断を下している。しかし体感や目視観察、経験などには個人差があり、加えて、船舶が危険な状態であるかどうかを判断するはっきりした基準もない。このように主観的なデータだけに頼り、いわば勘によって荒天時の運航を行うと、とくに大型船などでは知らないうちに船舶

を危険にさらす可能性が生じる。さらに重要なことは、荒天に遭遇したとき、避航操船が正しかっただかどうかを後で客観的に判断することができないため、正しくない操船を何度も繰り返す可能性があることと、波浪中船体応答等の客観的なデータの蓄積がないため、操船者の意見が船舶の設計にまでフィードバックされにくいことである。

そこで運輸省船舶技術研究所では、尾道丸の海難事故を契機に近代的な運航技術の早期確立を目指す一つの試みとして、船載型安全運航支援システムを開発した。このシステムは船体に取り付けた各種のセンサーから時々刻々データを取り込み、波浪やその中の船舶の状態を分かり易く操船者に知らせるとともに、現在の走り方での危険性の度合や避航操船後の変化を予測して操船判断に役立てようというものである。

このシステムを船舶に搭載した場合の具体的なメリットとしては、

(1) 操船者に現在船が置かれている状態について、客観的かつ科学的なデータを提供することができる。

(2) 今まで操船者には認識できなかった激しいスラミング発生の危険の度合を示すことができる。

(3) 船速や船の方位を変えたとき、船の波に対する応答がどう変わるかを予測することができる。

(4) 航行中の波浪中船体応答等のデータがすべて保存されるので、それらを解析することにより、船舶の運航や保守、新造船の設計に役立てることができる。

等が考えられる。

参考文献

- 1) 運輸省運輸政策局「異常海難防止システムの総合研究開発」昭和62年4月1日
- 2) 朝日新聞「“魔の野島崎沖”を乗り切る法」昭和62年5月13日
- 3) 米田 博「大型鉾石専用船海難事故」『私の戦後海運造船史』昭和58年6月刊

●新造船紹介

最新のSOLASを適用した 1,250 名乗り豪華ナイトフェリー
欧州向けクルーズ・フェリー “NORSUN” について

日本鋼管株式会社

1. はじめに

NORSUN (ノルサン) は、オランダのロイヤル・ネドロイド・グループ向けに、日本鋼管鶴見製作所において建造した大型クルーズフェリーである。本船は、イギリスのゴヴァン造船所がP&O社向けに建造した、ほぼ同型のNORSEA (ノルシー) とともに、オランダ・ロッテルダム郊外のユーロポートから、イギリス中部のハルの間を2隻で1日1往復する、いわゆるナイトフェリーである。

イギリスと大陸間の航路に就航するフェリーは、北欧、特にスウェーデンとフィンランド間のフェリーに比べると、新船投入競争も少なく、比較的古い船が運航されてきたが、近年、豪華さはないものの、近代的な設備を持つ船が投入されるようになった。本船もこの流れに沿って計画されたもので、乗客のスペースは、スッキリしたデザインの船室と広い公室の組合せ、RO/ROスペースは、広い甲板面積の確保と自家用車数の季節変動に対応するリフトブル・カーデッキの装備などが特徴である。

本稿では、運航・荷役・乗客設備に焦点をあてて、本船の紹介をさせていただく。

2. 運航スケジュール

航行時間は、ハルからユーロポートへの東行が12時間20分、ユーロポートからハルへの西行が13時間30分で、全行程約200海里のうち、スピード制限なく航行できる区画が約170海里なので、この区間を東行18.5ノット、西行16.5ノットで航行する。両港間に1時間の時差があるため、ハルとユーロポートをそれぞれの現地時間で、ほぼ同時刻に出港し、ユーロポート着が現地時刻朝8時、ハル着が現地時刻朝7時となる。

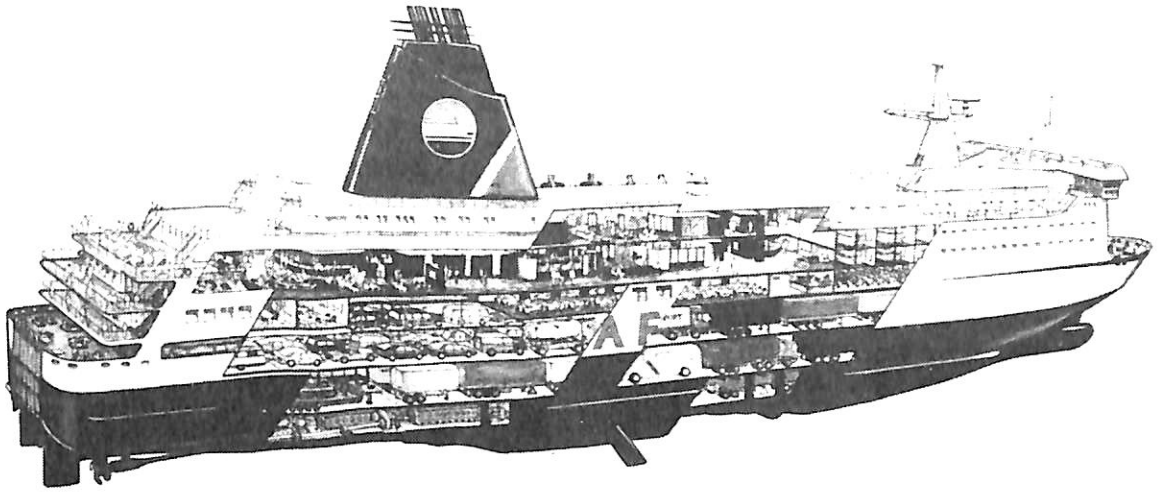
本船の主要目は表1に示すとおりである。

主要目 LRS ✦ 100 A 1 Ferry ✦ LMC and UMS,
 “North Sea and English Channel Service
 between Timits of New castle to River
 Elbe and Plymouth to Brest.”

全 長	179.35 m
全 幅	25.35 m
型深さ (隔壁甲板まで)	7.85 m
最大喫水 (型)	6.19 m
載貨重量	6,748 t



引渡し後鶴見製作所 中央岸壁を離岸する “NORSUN”



“NORSUN” 透視図

総噸数	31,598 T
純噸数	18,174 T
船室数 (乗客用)	452 室
(乗員用)	107 室
定員 (乗客)	1,250 名
(乗員)	107 名
車輛積レーン長さ トレーラ (2.80m幅)	2,770 m
	ホイスタブルデッキ
	106m × 5 レーン
主機関 Wärtsilä-Sulzer 9 ZAL 40型 × 2 基	
発電兼用主機関 Wärtsilä-Sulzer 6 ZAL 40型 × 2 基	
連続最大出力 (4 機合計)	19,200kW
航海速力 4 機運転時	18.5 kn
2 機運転時	16.5 kn
発電機 ディーゼル発電機 2,830kW × 2 基	
主機駆動発電機 2,300kW × 2 基	

3. クラス分けと運賃

本船のクラス分けは、デラックス、スタンダード、エコノミーの各キャビンと、リクライニング・シート席の4クラスである。料金は、年齢、季節、一室を何人で利用するかなどにより細く分けられているが、概略は表2のようである。この料金には、レストランでの食事代金は含まれているが、ラウンジでの酒やスナックは別料金

である。なお、パブリック・スペースの利用については、上記のクラス分けにとらわれず、すべての乗客に開放されている。

4. 乗客用船室

救命設備上の定員は1,250名であるが、表3に示すように、リクライニング・シートとベッドの総計は、1,290名分ある。代表的な船室の平面図を図1に示すが、決して広くも豪華でもないが、一晩の宿泊に必要な設備をスッキリとした感じに、まとめたところが特徴である。設計段階において、6種類のキャビンの現寸モックアップを作り、家具配置、照明、材質、加工法、取付法などについて、細かく検討を行った。

各グレードごとの仕様の概略を、以下に記す。

表2 運賃の例 (片道)

デラックス・キャビン (食事込み)	約 22,000円/人
スタンダード・キャビン (食事込み)	約 15,000円/人
エコノミー・キャビン (食事込み)	約 12,000円/人
リクライニング・シート (食事込み)	約 10,000円/人
自家用車	約 12,000円/台

注) 料金は、季節・年齢・利用人数などにより、細かく決められている。上記料金は、標準的なものと理解願いたい。

4・1 デラックス・キャビン

Bデッキ船首端に4室があり、ツインベッド、ソファ、テーブル、冷蔵庫、カラーテレビなどを配している。ユニット・シャワー内には、シャワー、洗面台、トイレを備えている。色調は、白と紺の2色だけを使い、シンプルな落ちつける部屋になっている。

4・2 スタンダード・キャビン

BデッキおよびCデッキの前半部に配置され、ベッドのほかは、小さなテーブルと鏡付テーブル、及びスツールを備えている。ユニット・シャワーはデラックス・キャビンのものに比べて、やや小さいが基本的な装備は、ほぼ同じである。このクラスは、窓の有無、ベッドの数などによって8種類あり、うち1種類は身体障害者用に設計したもので、ドアの寸法、シャワー、トイレの寸法と構造に特別の配慮をしている。

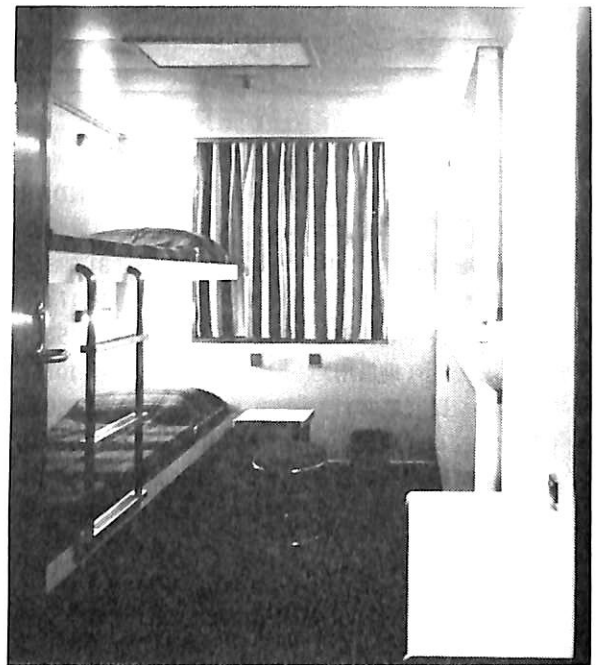
ベッドは固定式のほか、踏上げ式のプルマン・ベッドを多用している。たとえば、図1に示した2+2スタンダード・キャビンは、右側の2段ベッドがともにプルマン型になっており、ベッドを使用しない時、部屋の空間が有効に使え、広い感じを与える。

表3 乗客用船室

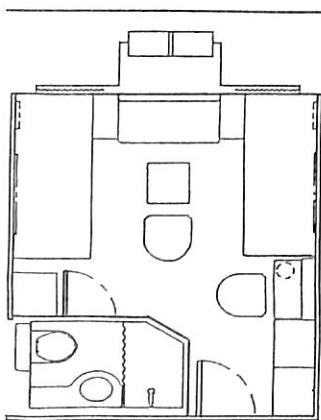
クラス	最大収容人数	室数	計
デラックス	2名	4	8
スタンダード	4名	105	420
同上	2名	152	304
同上(身障者用)	2名	3	6
エコノミー	4名	12	48
同上	2名	176	352
リクライニング・シート	76名	2	152
計		452	1,290



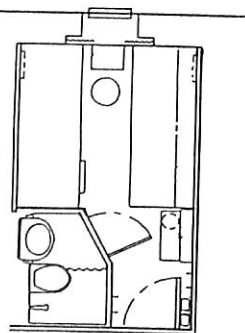
デラックス・キャビン



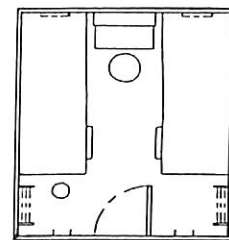
スタンダード・キャビン



2 BERTH DELUXE CABIN



2+2 BERTH
OUTSIDE CABIN



4 BERTH
ECONOMY CLASS CABIN

図1
代表的キャビン
配置図

4・3 エコノミー・キャビン

Dデッキ前半部に配置した、夜行列車のコンパートメントに近い感じのキャビンでCouchetteと呼ばれている。設備は、2段ベッド以外には鏡付のテーブルと腰掛けのみである。トイレ、洗面、シャワーは、それぞれ2ヶ所ずつにまとめて配置した共用のものを利用する。

4・4 リクライニング・シート

Dデッキ中央部の左右舷に76席ずつ、飛行機のファーストクラスなみのリクライニング・シートを配している。いすの前後間隔を、かなり広くとって就寝時の便をはかった。また、手荷物用の柵を人数分設けている。

5. 乗客用公室

前述の船室が、必要最少限であったのと対照的に、公室は多彩で、ゆったりとしている。一夜だけの船旅でいかに旅客を船室から公室へ誘い出し、収入増をはかるかに重点を置いている。

客室を船首側にまとめたため、公室がエンジンルーム

上方になったが、振動・騒音に充分配慮しながら、できるだけビラーの少ない構造とした。

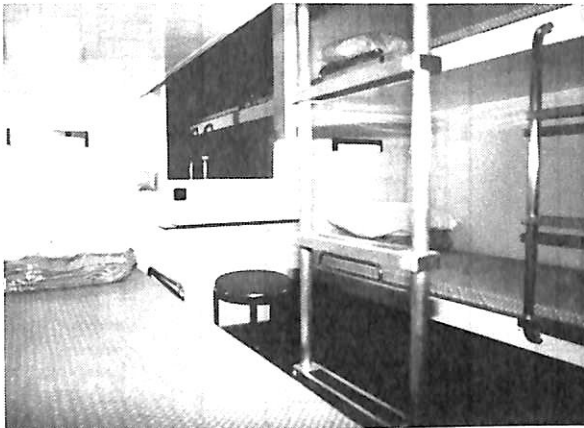
各公室の座席数は、表4に示すとおりである。レストランは、乗客が満員の状態でも、半数以上が一度に着席できる。また、全スペースの総席数は乗客定員より200以上多い。

表4 公室座席数

レストラン	2区画合計	642席
ラウンジ	2区画合計	596席
ディスコ	1区画	72席
プロムナード、ホールなど		154席
合計		1,464席

5・1 レストラン

Dデッキ中央および後部に、コの字型に厨房を囲むようにして、2つのレストランを配した。この配置は厨房



エコノミー・キャビン



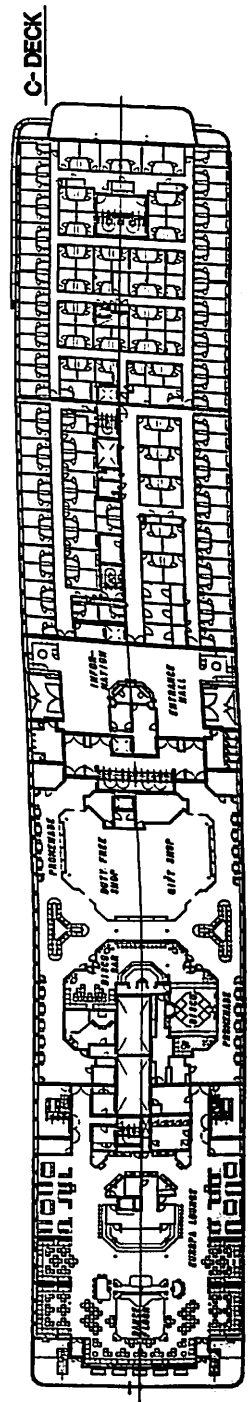
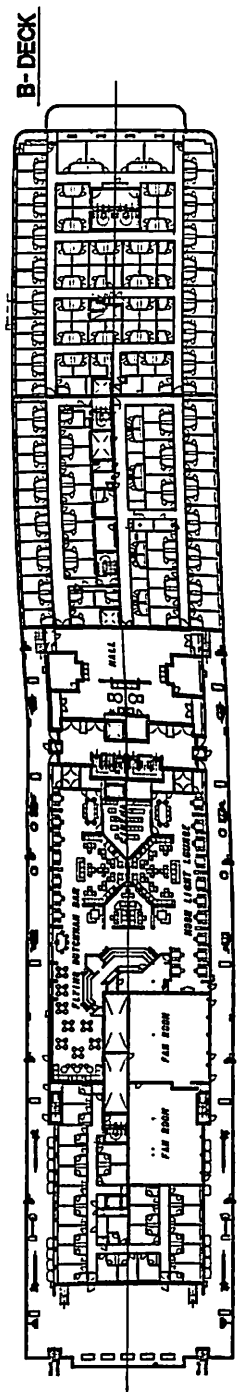
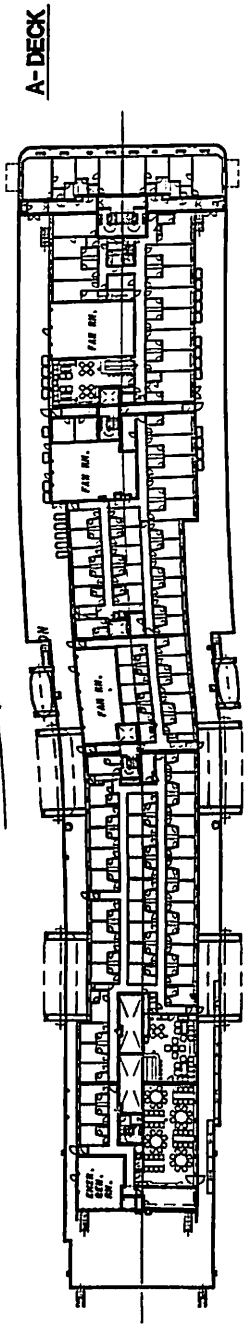
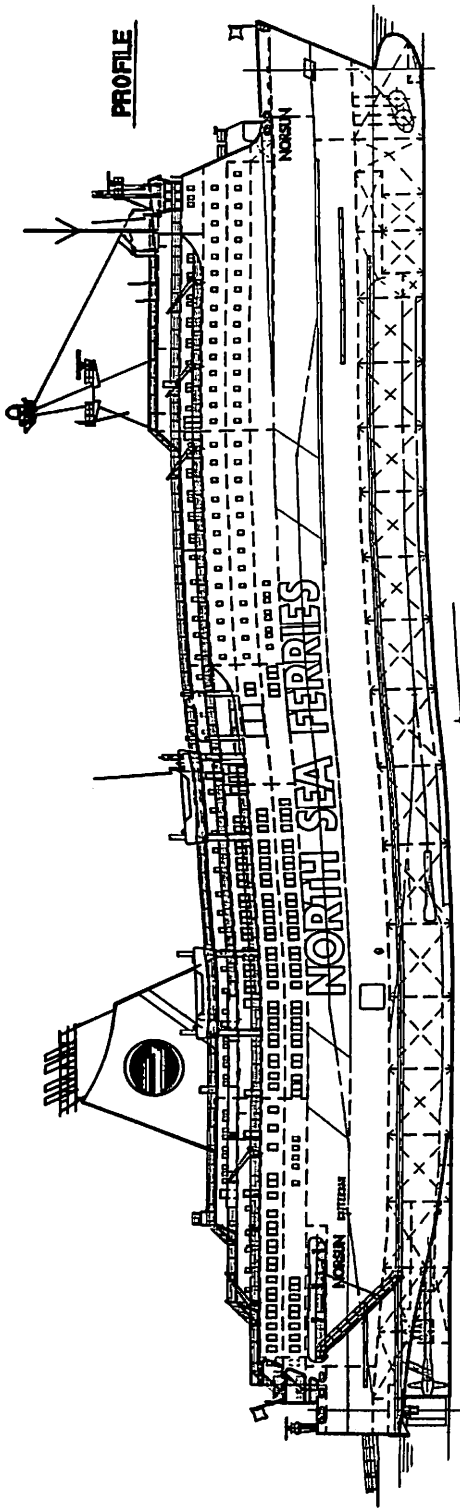
レストラン

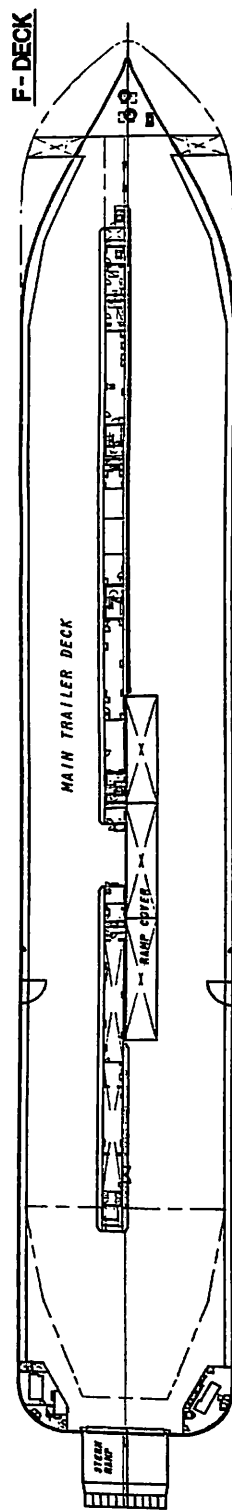
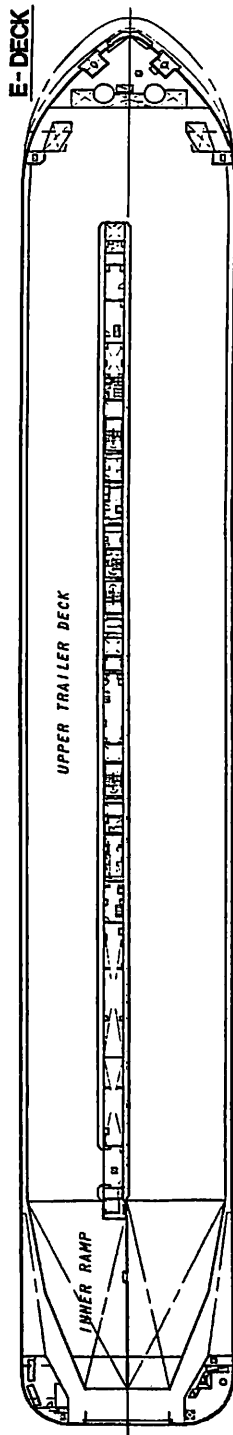
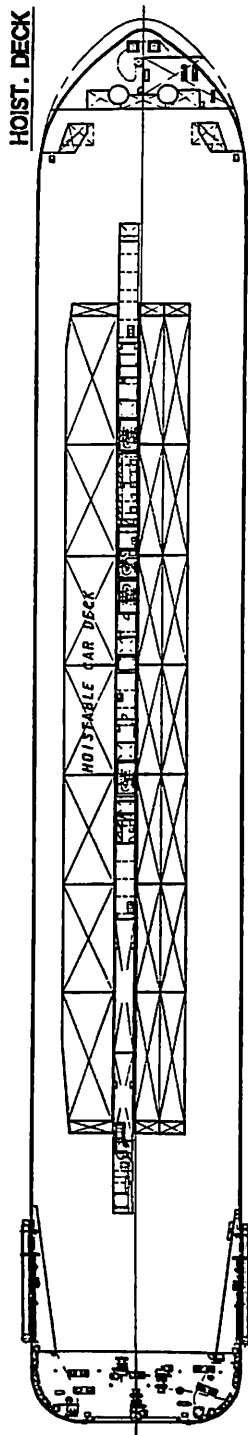
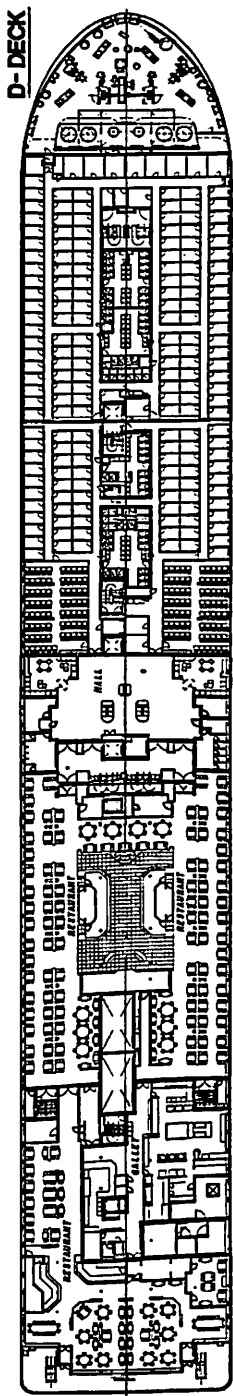


リクライニング・シート・ルーム



レストラン・セルフサービスカウンター





Royal Nedlloyd Group N. V 向けクルーズ・フェリー "NORSUN" 一般配置図
日本籍管・鶴見製作所建造

からの食事の供給に便利であるばかりでなく、乗客の少ない季節には、後部レストランを閉鎖できるメリットもある。

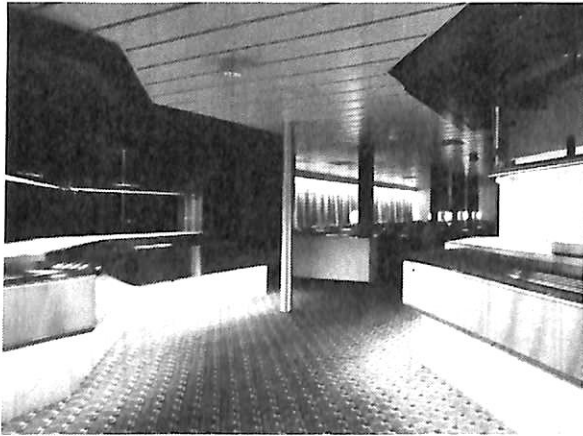
食事は、スープとコーヒー、紅茶がボーイによってサービスされるほかは、セルフ・サービスになっている。温かい料理、ハム・ソーセージ・野菜などの冷たい食べ物、デザートが、それぞれ別のカウンターで提供されるため、広いカウンター・スペースをピラーなし構造で設計した。

色は、デッキカラーの緑を基調とした明るい感じにした。

5・2 ラウンジ

Cデッキ後部にヨーロッパ・ラウンジ、Bデッキ中央にムーンライト・ラウンジを設けている。このふたつのラウンジは、船客の等級による区別でなく、好みによって、アクティブに楽しむか落ち着いた雰囲気に入るかを、選ぶことができるようにしたものである。

ヨーロッパ・ラウンジは、ディスコ後方に位置し、ゲームコーナー、バー、ルーレット、カードコーナー、ダンスフロアがあり、色々な楽しみ方ができる。



レストラン

ムーンライト・ラウンジは、階段ホールと乗員区画にはさまれた、独立した区域にある。ホールに近い最前部に、ガラス壁で仕切ったシネマを設け、ビデオ映画のほか、講演などにも利用できる。中央部は、青とグレーを基調とした家具を使い、観葉植物も多く入れて、落ち着いた雰囲気をつくっている。後部にあるバーはL字型に曲がり、左舷後部の一画はライトブラウンの家具を配し、帆船の大きな絵を掛けるなど雰囲気を少し変え、フライング・ダッチマン・バーと呼んでいる。

5・3 ショップ

航路は短いながら国際航海となるため、免税品の購入ができる。Cデッキ中央、プロムナードに囲まれた位置に、免税品店とギフト・ショップを並べて配置した。外壁には、ショーウィンドウも設けている。

5・4 ディスコ

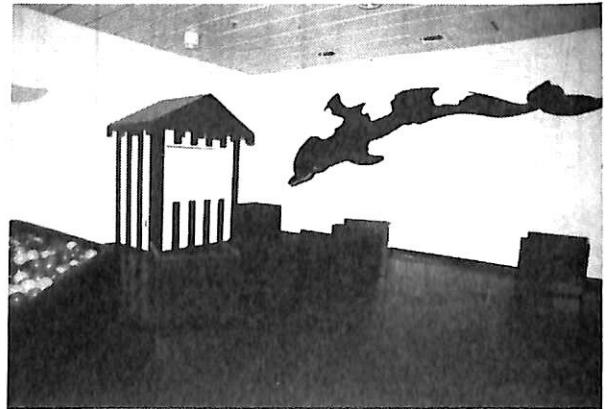
ショップの後方、やはりプロムナードに囲まれた位置に、ディスコを設けている。バーを中心に、コの字の区画で、右舷側より左舷に向って、ダンスフロア、バー



ムーンライト・ラウンジ



クワイット・ブレース



チルドレン・プレイング・ルーム

カウンター、ソファーと順に配置し、座る位置によって違った感じで楽しめるようにしている。

なお、ディスコについては、騒音が外部へ漏れないよう、特に配慮している。

5・5 チルドレン・ルーム

ディスコ左舷後方に、子供の遊び場がある。おもな設備は、すべり台とゴムボールのプールで、保母の詰所を隣接して設けている。

5・6 その他

中央階段の前方はすべて広いホールとし、ソファー、テーブルなどを配して休めるようにしている。なお、乗客の乗り込み口は、Cデッキ中央のエントランス・ホール両舷にあり、このホールにインフォメーション・カウンター、両替所のほか、バーサー事務室、船内放送室を設けている。

6. 乗組員居住区

乗組員の定員は107名で、内訳は表5のようになっており、全員にシャワーユニット付の個室がある。勤務は、2グループが2週間ごとに交替することになっており、洋服ダンス、引き出しなどは、すべて各室に2セットずつ備えている。乗員の居住区画は、最上層のAデッキ全体とBデッキ後部で、できるだけ窓付の部屋になるよう、配置にくふうするとともに、女性クルーの区画は、メインの廊下より入り込んだ部分にまとめた。

乗員のメスルーム、レクリエーション・ルームはAデッキ後部に、互いに隣接させて配置し、士官クラスのリクリエーション・ルームは、Aデッキ前方の士官クラス船室区画に置いた。なお、士官クラスのリクリエーション・ルームは、Dデッキの後部レストラン右舷側の一部を仕切ったところである。

7. 車積設備

表5 乗組員内訳

	常用	予備	計
操船関係乗員	28名	7名	35名
サービス関係	67名	5名	72名
合計	95名	12名	107名

航路が欧州最大の貿易港である。オランダのユーロポート（Europoort：オランダ語で、ヨーロッパの玄関の意）とイギリス中部のハルを結んでおり、トレーラーの輸送に特に注力している。余談になるが、英仏海峡に海底トンネルが完成しても、この地理的特徴により、本航路の受ける影響は少ないであろうと言われている。

車積甲板として、E、F、Gの3デッキを当て、トレーラー・レーンは、幅2.80メートル、高さ4.35メートルを、すべてのデッキで確保している。乾舷甲板下に位置するGデッキは、2枚のロング・バルクヘッドを入れ、この内側をトレーラー区画にした。

車積乗込み装置の概念図を図2に示す。陸上から本船への乗込み口は、Fデッキ船尾端のスターン・ランプのみである。これは、本船が一日一航海のみの運航で、港内の荷役時間に余裕があるためである。上部車積甲板であるEデッキへは、スターン・ランプのすぐ前方に位置するインナー・ランプを利用する。このインナー・ランプは、Fデッキの全幅をカバーするので、EおよびFデッキ両方の荷役の便を考え、左右舷のパネルを別々に上下させることができるようにしている。またデッキのスペース効率を上げるため、インナー・ランプ上にトレーラーを乗せたまま、パネルの上下が可能よう設計している。下部車積甲板であるGデッキへは、右舷側主機前部部に設けた固定ランプを利用する。Fデッキが乾舷甲

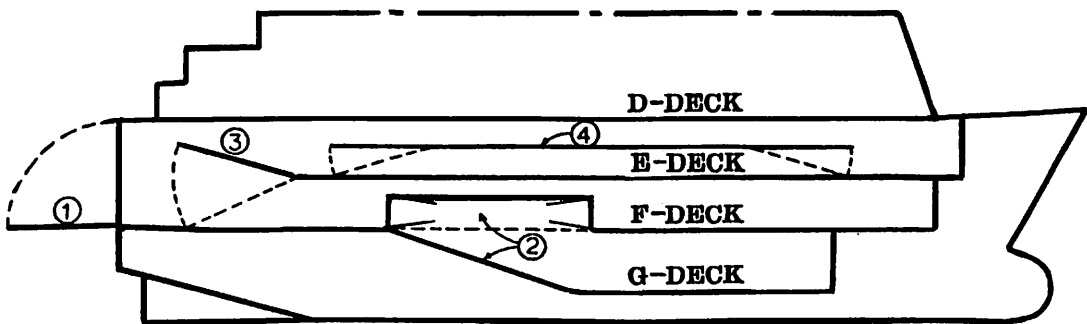
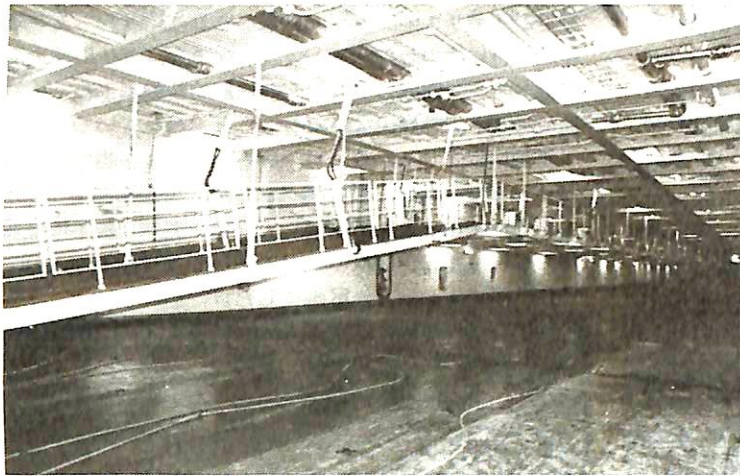


図2 車積荷役装置

- ① スターンドア兼ランプ
- ② 固定式ランプおよびランプカバー
- ③ インターナルランプ
- ④ ホイスタブルカーデッキ

板であるため、この固定ランプには、ランプ・カバーを装備している。

本船は乗用車積み専用設備として、EデッキとDデッキの間に、ホイスタブル・カーデッキを装備している。これは、乗用車の少ない時には、Dデッキ下に巻き上げて、この下にトレーラーを積む一方、乗用車の多い時期には、DデッキとEデッキの中間に下げて固定して、自家用車を2段に積むことができる。左舷側が3レーン用パネルで、右舷側は1レーン用を横に2パネル並べて別



ホイスタブル・カー・デッキ
後端のランプ部を下げたローディング状態



スターン・ランプよりインナー・ランプを見る
右舷側が下ろした状態で、上部車輛甲板へ行ける。
左舷側が上げた状態で、主車輛甲板へ行ける。

別に上げおろし可能にしている。これにより、種々の乗用車台数に対応できる。このホイスタブル・カーデッキは、前後端パネルがFデッキまで下げて、乗降用ランプとして使われる。また、手すり、配線、配管はすべて自動起倒式になっている。

8. 物資の搬入・搬出

前述のように、港内停泊時間が比較的長い場合、車輛荷役のない時間帯にカーデッキを使うことが可能である。従って、直接岸壁から積み込む設備は持たず、カーデッキまでトラックで搬入した後、本船側の設備を使う設計になっている。

食料は、厨房に隣接した食料倉庫の一面に、ハッチとホイストを設け、Eデッキに乗り込んだトラックの荷台から、直接吊り上げる。

免税品店などの商品は、同じくEデッキまでトラックで搬入し、ストア・リフト（エレベーター）を使って、店の裏側の倉庫に運び込む。

新しいリネンは、商品と同様にリフトを使って、各デッキのリネンロッカーに持ち込む。使用後のリネンは、各デッキごとに集めて麻袋に入れ、シュートを使ってEデッキにあるロッカーに集めて、車で船外に持ち出す。

ガーベージも専用のシュートで、Eデッキのガーベージ・コンテナに落とし搬出する。

9. 空調設備

キャビンについては、日照や乗客の好みにより、最適な温度に設定できるよう、冷風と温風をそれぞれのキャビン内の吹き出し口で、任意に混合するデュアル・ダクト・システムを採用している。公室についてはシングル・ダクト方式であるが、両舷と中央部の温度に差が出ないように、ダクトのゾーニングに注意を払った。冷暖房機能は、いわゆるチルド・ウォーター方式で、一箇所で作った、冷水または温水を防火区画ごとに設けたエアコン・ルームに導き、このチルド・ウォーターと空気の間で熱交換して、客室に調整後の空気を供給する。なお、省エネのため、リターン・エアと船外より取り入れた新鮮空気の間で熱交換する、ヒート・リカバリー機構も装備している。



ベッカー・ラダーを使用して舵行試運転中の“NORSUN”

10. 給・排水

給水は、清水と清温水の2系統で、海水ラインは持っていない。両給水系統とも循環方式だが、清水ラインは需要の少ない時、圧力タンク方式に自動的に切り換る省エネ設計になっている。

排水は、トイレの汚水と、その他の排水の2系統だが厨房からの排水管には、油分離装置をつけている。トイレからの排水には、真空式汚水収集システムを採用した。このシステムは、汚水管内を負圧することにより、汚物を溜めタンクに導くもので、管の傾斜に対する設計条件が大幅に緩和されるため、居住区配置が自由に行なえる利点がある。また、トイレの洗浄に必要な水の量が少ないため、腐食やつまりの問題のある海水は使用せず、清水を利用している。

11. 照明

本船の照明は、省エネのため非常口燈をのぞいて、すべて蛍光灯を使用している。船室の照明は、前述のモック・アップ・キャビンの段階で、他の設備と同時に検討を加え、種類・発光色・位置を決定した。公室については、U字型蛍光灯を利用したダウン・ライトを中心とし、窓や壁際に取りつけた間接照明の直管式蛍光灯と組み合わせている。また、多数飾られたオランダ人画家による

絵には、やはりU字型蛍光灯を利用したピクチャー・ライトを当てている。

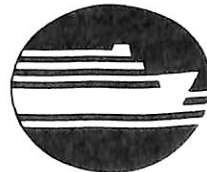
12. おわりに

本船は契約後1年10ヶ月の建造期間であり、欧州のこの種の船としては驚異的な短納期であったが、当社の総力をあげて予定通り昭和62年3月31日船主に引渡したばかりでなく、その仕上りは、船主工務の方々、インテリア・デザイナーの方から、自分たちが意図した以上であるとの、おほめの言葉をいただいた。船主、オランダ政府、ロイド船級協会、メーカー、施工業者の関係各位のご協力のたまものと感謝するしだいである。

本船は建造中、多くの見学の方々を迎え、完成時には3月30日鶴見製作所中央岸壁で当社主催の、また3月31日には、東京晴海埠頭で船主主催の披露会が開かれ、多くの方々にご覧いただいた。しかし、船は航行してこそ、本来の姿である。ヨーロッパご出張の折、本船への乗船を日程に加えていただき、一夜を本船上で過され、ご感想をたまわれれば建造者として幸いである。

☆運航会社

North Sea Ferries
社(Nedl.とP&Oの
合弁会社)のファンネ
ル・マーク



●外国新造船紹介

欧州最大のバルク・キャリア "BRITISH STEEL"

編集部 訳

載貨重量が173,000tを有する"BRITISH STEEL"は欧州における今迄の新造バルク・キャリアを凌駕する。Harland & Wolff社は断続受注の期待をもってH&W-MAN-B&W 5 L 90GBE 機関および軸駆動交流発電機を使用した経済的推進方式を強調する。本船は英国鉄鋼公社(船名は当公社名より命名)へ備船するためにLombard North Central社が引き取った。

ベルファスト市にある船舶建造会社Harland & Wolff社は本船の効率的な運航を誇り、また会長のJohn Parker氏も本船が経済性の変革への一步を代表するものであると語った。本船の低速長行程主機関がうまく設計された船尾船体の発生する良好な船尾流れのなかで作動する効率的なプロペラを駆動する。13.6knの低運航速度とあいまって、これらの特徴がこの173,000dwt, VLBCの燃料消費量を約45トン/日にまで低減させた。これは10年前のパナマックス・バルク・キャリアの燃料消費量とほとんど変わらないといわれている。

Motor Ship社も本船の海上試運転の直後に招待を受けて、記者らは経済性に寄与している機関装置をつぶさに視察した。据え付けたときそのベツプレートの上12.4mの高さになるにもかかわらず、重さ750tのH&W-MAN-B&W 5 L 90GBE主機関は広い機関室にゆったりとおさまっていて、すべての機器周りに検査およびサービス作業のため十分なスペースをもっている。50°Cにおいても最大600cstまでの重質燃料油を焚くことができ、また、14,600kW(19,850BHP)の出力が見積られている。

本船の効率追求における最重要要素は主機関の前端部にある軸駆動交流発電機である。その駆動装置は我々の訪問中にサービス工事を実施中であつた。また、我々はLohmann及びStohlerfoht Motilus IMA 630Bギアボックスを介しているリンク機構を視察することができた。Spiraflex弾性継手がこれを主機関へ連結させ、毎分97回転にて最大900kWを送り出す。これを1,200回転/分に増速してSiemens IFC 5564発電機に連結する。ただし空気クラッチをひらいて接続を切ることができる。湿気に対して防護されており、かつ、熱帯条件に対応できる油を使用する本発電機は750kWまで送電でき、また、主機回転速度が毎分67rpmにおちても運航は可能である。これもまたSiemens社によって提供されたサ


イリスタ制御方式の同期補償装置が電圧、周波数および出力を許容範囲内に保持させ440V, 60Hz, 3相電気系統へ給電する。

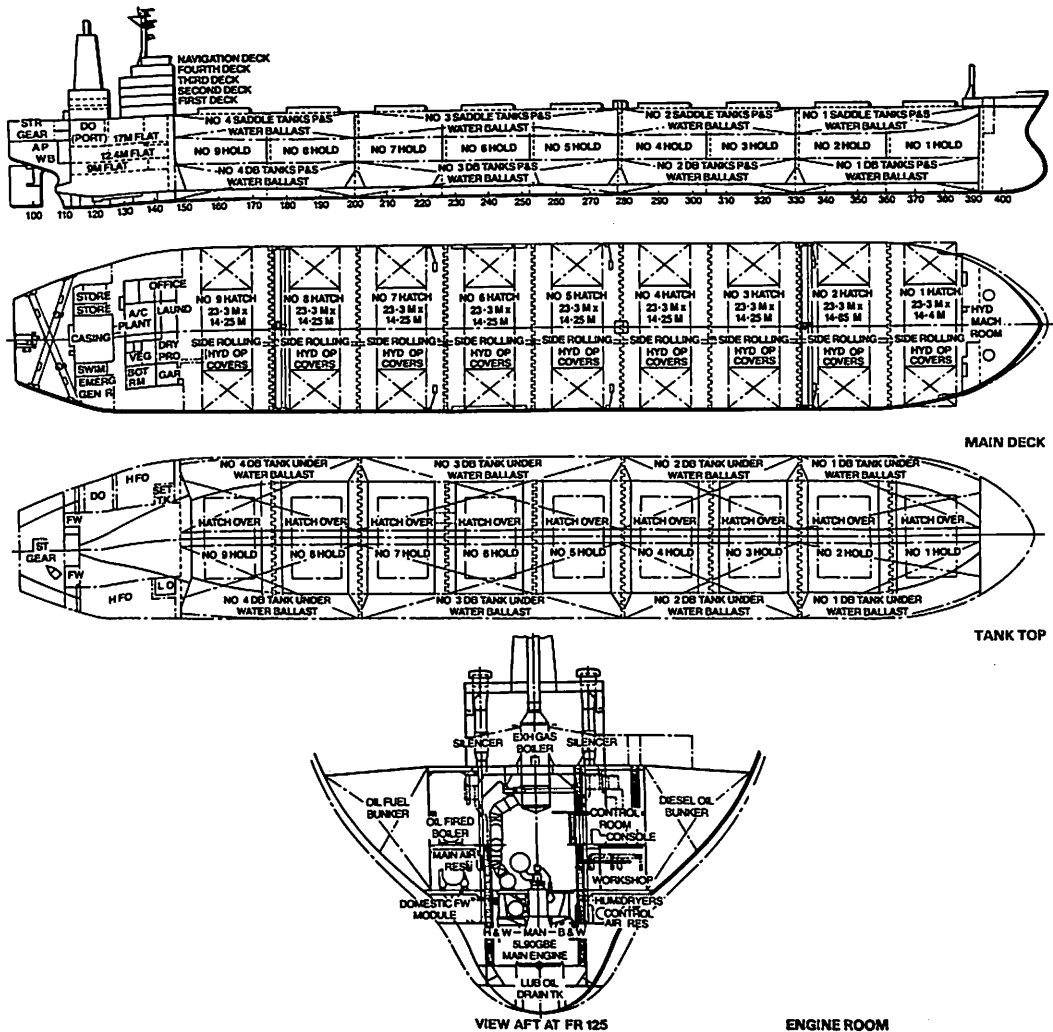
主機関クランクシャフト後端は2本の中間軸および1本の船尾軸を介した4翼固定ピッチプロペラへ直結される。直径7.6mの推進器は32.7tの重量をもちStone Manganese Marine社によってNikalium合金で製作された。

仮りに主機関が例えば保守作業のために4気筒だけで作動されるならば、振動のため軸発電機の使用は中止されるであろうと思われる。これらの状況のために、また追加の出力が必要とされる時、2基の補助交流発電機が装備される。両方とも主交流発電機と同様Harland & Wolff社によって製作されたMAN-B&W 6 L 25/30ディーゼル機関を使用する。これらのユニットの定格出力は750kWであり、EMISA Sea Star可変混合機によって製造される最大30cstまでの混合燃料を焚く、混合機は5cstの燃料油を取得するように調整でき、主機関の後部に、発電機はH&W-MAN-B&W 6 L 20/27機関および連続最大出力にて400kWを出すHarland & Wolff交流発電機を使用する。それは、主甲板レベルにあって気象条件に対して補償するように配慮されている区画内に配置される。

本船は、熱帯および凍結状態に対応できるように要求

主要目

全長	286.9 m
垂線間長	275.0 m
幅(型)	47.0 m
深さ(型) 上甲板まで	24.0 m
喫水(型)	17.8 m
載貨重量	173,000 t
貨物倉容積	194,254 m ³
主機関	H & W-MAN-B & W 5 L 90 GBE
出力	14,600kW (19,850BHP)
船級	LR  100 A 1 Strength- neened for ore cargoes; hold 2, 4, 6, 8 may be empty.



173,000 dwt Bulk Carrier "BRITISH STEEL" General Arrangement

されているので、隔壁に設けた温度制御ルーバを含み、暖房および冷房機器の両方が設けられる。

主および補機関からの排気ガスは廃熱ボイラへ導かれ、船内およびパンカー油加熱需要の一切および清水製造を満足させることができる。本ボイラーは3,000 kg/hの水からグバルにおける飽和蒸気を発生させるための323°C/11,823 kg/hの排煙を処理する。油焚きコクランボイラー2基が廃熱ボイラーを補充し、両方とも排ガスエコノマイザー、グバルにて3,000 kg/hと同じ出力を有する。これらのユニットの1基が船内暖房を賄うことを特徴としており、他の1基はその用途のなかに除水装置を含む。

清浄機室は Alfa Laval ユニット5基を収納し、その

うち1基が大抵の船ではスラッジへ廃却される、スタッフィング・ボックスからの潤滑油を処理するために装備される。本船ではそれを清浄して潤滑油タンクへ戻すことができる。Alfa Laval社が開発したこの装置は確立されつつあり、またこれは Harland & Wolff社による5番目の装備である。これと2番目の潤滑油清浄機は各各3.5 m³/hを処理し、一方2基の重質燃料油ユニットは各々3.6 m³/hを処理する。5番目の清浄機はこれも3.6 m³/hの容量であるが、重油とディーゼル油との間の用途に切りかえることができる。

モジュール式機関室

Harland & Wolff社の能率との闘いにおける武器で

あるモジュール建造は本船の機関室に全面的採用された20個のモジュールに先行艤装された機器が建造期間を短縮し、このような工事を船舶工程における早期の段階において実施することを可能としている。John Parker氏が概説したように次の段階は標準化された艤装品を用いるパイプ・バンクを導入することであり、Blue Star社向けの同造船所にある4隻の冷凍運搬船はこの新技術の恩恵を既に享受しつつある。ヤードの広範なCAD/CAM施設とリンクした新しい管工場が完成したときにはじめて、この技術が完全に導入されることになる。

機関室隔壁の前部では、船体は総容積194,254m³を有する9つの貨物倉に分割される。各貨物倉はMac Gregor Navire ハッチカバーによって閉鎖され、スツール上に据え付けた波状隔壁によって分離され、貨物倉底部はホッパー形状を持ち、バラストを収容する。横方向には、ビルジバラスト・タンクが45°傾斜にて内部表面を形成し、一方、ウイング・タンクが貨物スペースの頂部において30°の角度を与える。全貨物倉は、重量級貨物を積載するように補強されており、船体は偶数貨物倉を空倉にした場合の曲げモーメントおよび力に耐えられる。海水バラストは二重底区画内に収容されるが、No.6貨物倉もこの目的のために使用できる。

港内では、No.2,4および8貨物倉は部分注水可能である。その他にもバラスト容積がFPTおよびAPT内に配置される、No.6貨物倉内の22,293tを含み全部で78,485tのバラストを搭載できる。

ダクト・キールが貨物倉スペースの全長にわたって縦通しており、ビルジおよびバラスト配管を収納するが、弁等の機器を搬送するためのレール付きトローリーも装備している。このキールはその両端とNo.4貨物倉、後端に出口トランクを有し、呼吸具を装着した人が脱出できる寸法としている。

集中油圧装置

甲板機械は、Friedrich Kucks社(英)によって提供され、小径配管にもかかわらず送電と同じ位効率的と言うに値する同社の集中油圧装置によって駆動される。2基のコンバインド・セルフテンショニング・ウインチ/ウインドラス装置が船首楼に据え付けられ、25t張力にて毎分15mで巻き取り可能であり、あるいはウインドラスとして使用するときには毎分10mにて40tを引き揚げできる。さらに6基のセルフ・テンショニング・ウインチが装備されており、3基が後部係船甲板上に、1基が船首楼に、2基が主甲板に装備されている。これらの最後の2基はNo.8とNo.9ハッチ間およびNo.2とNo.3ハッチ間

の中心線上にそれぞれ位置決めされる。

油圧ステーションが2箇所あり、これらもFriedrich Kucks社の製品を装備しており、1箇所は前部ユニットに送圧するため船首楼甲板下方に配置され、他の1箇所は船尾ウインチを駆動させるため機関室内に配置されている。John Hastie操舵装置も油圧式であるが自蔵電動ポンプによって駆動される。それは片舷35°から反対舷30°へ28秒で転舵可能である。

高級居住設備

本船内の居住区は船尾船楼内に配備されており、高水準に従って仕上げられている。パイロットおよび船主用の特別寝台3台を含み32名分の寝台が設けられており、すべての常備乗組員はサイズのみ異なるが品質にはほとんど差のない個室をもつ、5名の士官は個別のデイ・ルームの特典を享受し、全スタッフはそれぞれの浴室を有する。士官と乗組員は別々のラウンジ施設を有し各々バーおよび隣接テレビ室を備えている。士官食堂と乗組員食堂との間に調理室が位置し、各食堂の端部にサービングハッチが付いている。これらの施設は、ゲーム場、会議室、事務室とともに第一甲板レベルを占有しており、キャビンを下の機関室と分離させている。

船楼の頂部の操舵室には、スペリー社製航海および通信装置の他にXおよびS帯域レーダが船橋に据え付けられている。スペリー社はオートパイロットとジャイロコンパスにも責任をもった。無線室がNavidyne ESZ-8000 satnavの他にDebegおよびInternational Marine Radio社製品を収納している。

Harland & Wolff社は“BRITISH STEEL”を明らかに誇りにしており、前にも述べたように第二のバルク・キャリアの受注を積極的に追求している。推進機関を異にするので実質的な設計変更をもたらすと思われるけれどもサイズの同じ同種船について目下ネゴ中であると聞いている。同ヤード会長John Parker氏がほのめかしたところでは、そのような発注も近いようである。というのは氏はSwops工事が開始する前の契約が艤装部門と船殻部門との間で成約に達したと述べているからである。

本船に織り込まれている経済的な特徴をもつこのサイズの船舶は今日の市場においてかなりのポテンシャルを有すると、彼は語った。

出典：“British Steel, Europe’s largest bulk Carrier yet delivered,” The Motor Ship

Oct, 1984

複合型推進プラント（低速ディーゼル機関及び補助タービン組合せ）の概要（下）

川崎重工業株式会社
船舶事業本部 技術室

3・3 SGM側ピニオンチャタリング

主機側ピニオン部は振り振動による変動トルクを平均伝達トルクよりも小さな値にすることによってチャタリング発生を防止することができるが、防止困難なのは平均伝達トルクが零か或いはそれに近い状態になる機会の多いSGM側ピニオン部である。チャタリング発生メカニズムは単純ではあるものの、その発生限界予測や発生時の歯面応力の予測計算などを理論的に解き進めることは現有技術では困難である。

そこでチャタリング発生防止策について検討した結果、その対策の一つとしてトルク環流型ギヤ装置（図7）を採用することにした。チャタリング発生原因であるSGMピニオン部の伝達トルクが零か又はそれに近い状態となるのは次の場合である。

(1) 油圧クラッチ離脱の場合

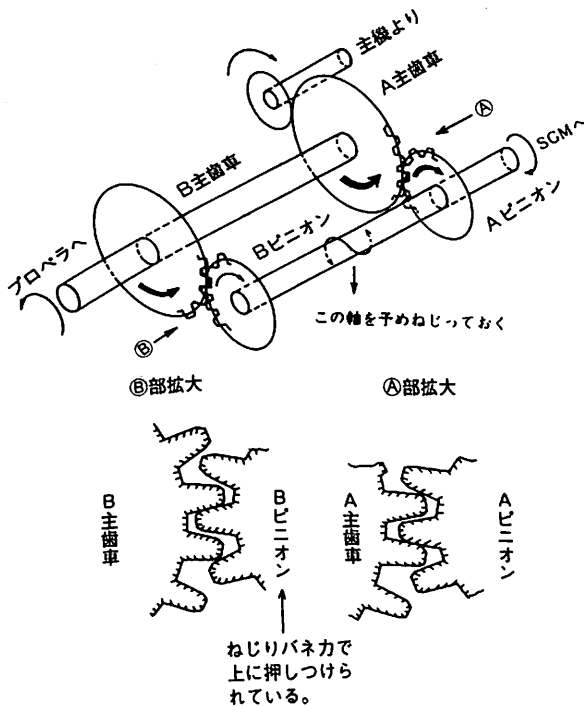


図7 トルク環流型ギヤ装置

(2) 補助タービン出力とSGM負荷が均衡する場合
このうち(1)の場合の状態は明確であるが、(2)の場合は主機及びSGMの負荷状態や季節的要因まで絡むので予防策を構想することは簡単ではない。(1)の対策については次に述べるが、この対策についての検討過程に於て対象とした主なものについても簡単に紹介しておく。

3・3・1 トルク環流型ギヤ装置

この方法は歯車を内蔵する精密機器などで歯車のバックラッシュ誤差をなくすために用いられる方法である。図7に装置の原理を示すが、同径同型の歯車を各軸に2ヶずつ持ち互いに軸を振った状態にして歯を咬み合わせると軸の振りバネ力によって歯と歯が押付けられ、振りトルクよりも大きい逆振り方向のトルクがかからない限り歯車は浮き上がらない。

即ち、チャタリングは発生しない。本船ではこの対策の採用によりクラッチ離脱時のピニオン部は確実に保護されることになった。しかし減速装置の構造的な制約のため全ゆる状態に対応できるに十分なトルクで振り上げることは不可能であったため、クラッチ離脱時の逆トルク域に於ける歯面の浮き上がり防止策が必要となった。

3・3・2 滑りクラッチによる制御方式

滑りクラッチはクラッチ面間に介在する油膜の剪断抵抗による滑り摩擦力によってトルク伝達を行う一種の流体継手である。このクラッチ板の摩擦係数は滑り速度と独立にほぼ一定であるから、クラッチ板の押付け油圧にほぼ比例したトルク伝達が可能であり、この油圧を調節することによって出力軸の回転数を入力軸回転数の70～100%の範囲に任意に保持することが可能である。

この滑りクラッチが入出力軸間に構成するトルク伝達系は、油膜の介在する一種のバネダグジュボット系を構成するものと考えられるが、油圧を調節することによりその特性を大きく変化させ得るので、図8のようなコントロール回路を設けることによって滑り率と伝達トルクを制御し入出力軸につながる歯車にチャタリングを誘起する変動トルクのみを選択して遮断又は打消することが可能となる。この変動トルクの打消しに必要な滑り率は経験的に2～5%と考えられたが、本船のシステムに採用

した場合SGMを有効に利用できる回転数範囲が狭くなることや、振動遮断現象の理論的な裏付けを得ることができなかったこともあって不採用とした。

但し、本クラッチの採用例としては一部の大馬力エンジンを持つ自動車のトルコン部や建設機械の伝達トルク変動の大きい変速機などがあるが、軸駆動補機類の駆動歯車のチャタリング防止法としては有望であり発展するシステムであると考えられる。

3・3・3 アシストモータによる動力環流方式

SGMピニオン軸に小容量モータ又は発電機を設けて電氣的にトルク環流を行う方法であり原理を図9に示すが、本船用プラントに関しては小容量ではあっても回転数の変動範囲を非常に広くとらねばならないことから、適当なシステムを実現するのが困難であったため採用するに至らなかった。

3・3・4 トルク検出による出力制御方式

図1に示すトルクセンサーの検出信号を監視して、平均トルクがチャタリング発生の危険範囲にとどまることのないよう補助タービンの出力を制御する方式で、本船では3・3・1の方式を補う方法として採用した。次にこの方法について述べる。

4. 補助タービン出力制御装置

補助タービンは次の用途を有している。

- (1) 通常航海や排エコの発生蒸気を余すことなくSGM又はプロペラ駆動用動力源として使用する。
- (2) 油圧クラッチ離脱時は補助ボイラ蒸気でSGMをターボ発電機として駆動する。
- (3) 通常航海中、ボイラドラム圧力を7kgに保つ。
- (4) SGMピニオンや増速歯車にチャタリングが発生しないよう出力を自己調節する。
- (5) 通常航走時にSGMクラッチ嵌入のための回転数整合を行う。
- (6) 非常航走時はSGMと共に推進動力源となりクラッチ嵌入のための調心動作も行う。

以上の全動作をタービン入口のガバナ弁のみで制御することは不可能なのでガバナ弁の前にブースタ付空気制御弁を設け、これをマイコン方式のコントローラで制御することにした。図1に示すタービス制御盤には市販の汎用シングルループコントローラを中心としてトルク検出本体・リレー回路・電源回路・EPコンバータなどが納められており、ボイラドラム圧力、トルク信号、軸回転数信号、ブリッジや主機制御盤からの指令信号を受けて判別・演算を行い空気制御弁開度、ガバナ位置、クラッチ嵌入をコントロールしている。

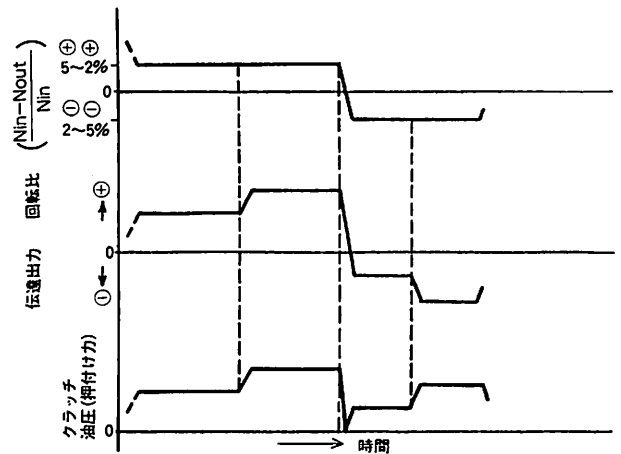
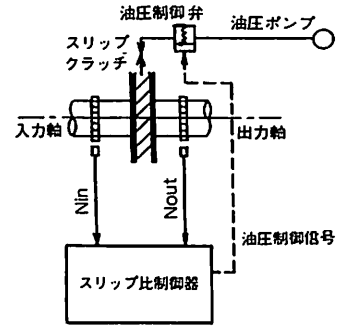


図8 滑りクラッチ制御原理図

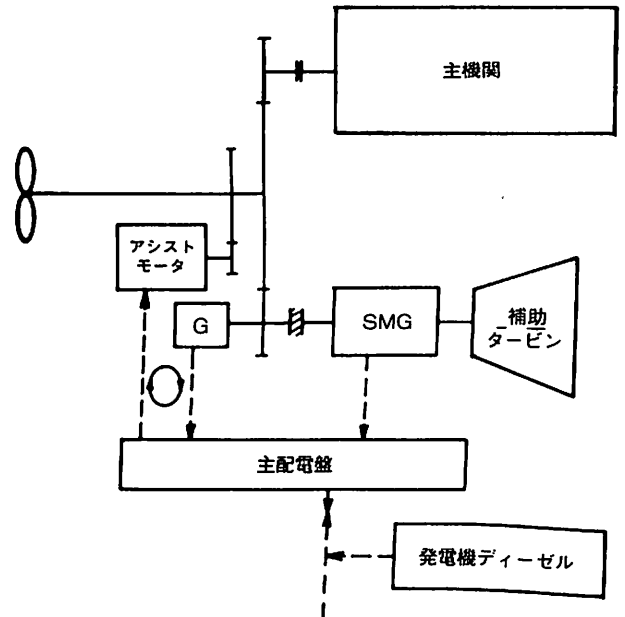


図9 アシストモータによる動力環流方式

4・1 連続運転禁止トルク領域

本船の通常航海中の船内所要電力はSGMのみが賅っているがその負荷は360 kW程度である。そのうち排エコの定格蒸発量に相当する補助タービンの出力は約220 kW分で、残りの140 kW分は主機側から供給されることになりこの状態ではギヤチャタリングは発生しない。

しかし、排エコの蒸発量は主機出力、吸込空気温度、燃料性状などにより大きく変動すること、船内消費電力、加熱用蒸気消費量なども変化すること、又、ディーゼル発電機とSGMとが並列運転されることがあるなどの条件によりSGM側ピニオンを通過するトルクも変動する。

SGM回転数の影響を無視すれば、SGM負荷電力とタービン入口制御弁開度と検出トルクを軸とする座標系の中で補助タービンの運転可能領域は図10の実線で囲む立体で表わされる。そしてドラム圧が一定に保たれていれば運転可能領域は一枚の曲面上に限定され、本船では図中の7 kg平衡面がこれに相当する。

この立体面を360 kWと100 kWの面で切断したのが図11である。主機常用出力時のタービン入口制御弁開度は約30%でバランスするので電力300 kW時は問題ないが、100 kW時にはタービンの出力バランス点が連続運転禁止トルク領域に入ってしまう。これを避けながら排エコの発生蒸気を有効に利用するために採用したのが次に述べる方法である。

4・2 タービン出力制御方法

通常航海中の補助タービン出力制御には省エネルギーと安全性の観点から次の条件を付加した。

(1) 排エコ発生蒸気の完全有効利用。タービン出力がSGMの駆動入力を超える場合には余剰動力は推進力として軸に還元されること。

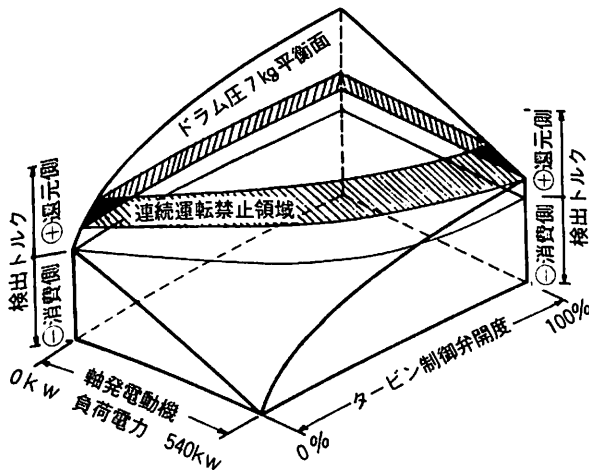


図10 SGM及びタービンの運転範囲

(2) SGMの単独運転中、クラッチが離脱してもタービンはトリップすることなく運転を続け発電機ディーゼルが自動的に並列運転に入るまでSGMを駆動し続けること。

(3) 禁止トルク域では連続運転しないこと。又、禁止域での運転回避動作を円滑に行うこと。

(4) タービンの蒸気消費率を悪化させる対策はとらないこと。

以上の条件を踏まえて本船では軸トルクとドラム圧を同時に監視し、定ドラム圧制御と定トルク制御を組合せて図12に示す方法を採用した。即ち、

(1) トルクが下限値以下にある場合は、定ドラム圧制御となりA-B線上に保持される。

(2) トルクが下限値に達し更に上がってくると入口弁を絞って定トルク制御となりB-C線上に保持される。

(3) この場合はドラム圧が上昇するが、8 kgになると入口弁開度を一時的に全開としタービン出力を上げてD-E線上にジャンプし、ドラム圧を8 kgに維持するよう制御する。

(4) ドラム圧が下がってくると入口弁を開いてトルクをD-F線上に保持するが、7 kgまで下がると入口弁を一時的に閉じてA-B線上にジャンプする。この動作により伝達トルクが連続的に禁止領域内に留まることを防止しつつ断続的ではあるがトルク還元を可能としている。以上のモードを整理したのが図13である。排エコ蒸発量が丁度禁止トルク域内出力に相当する場合には上記動作を繰返すが、1サイクルの所要時間は約30分であった。

4・3 クラッチ脱時ブラックアウト対策

SGMの運転範囲は1,260 ~ 1,800 rpmであるが、この下限値は主機の86 rpmに相当する。通常航海中に自動減速がかかったり危急後進操作が行われた場合は、SGMピニオン部の油圧クラッチが自動的に脱となりSGM駆動動力源もなくなるが、スタンバイディーゼル発電機が電力供給可能となり補助ボイラが小バーナにて追焚

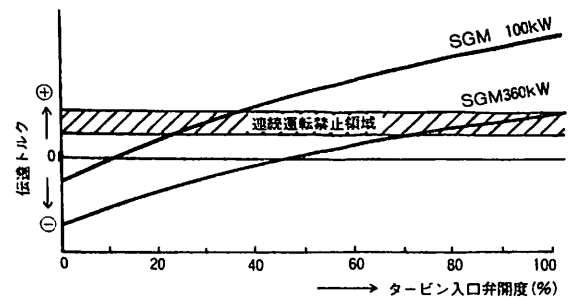


図11 SGM負荷とタービン出力の関係図 (SGM出力100 kW及び360 kW時例)

き状態に入るまでは補助タービンはSGMを駆動し続けなければならない。この目的のために補助タービンと、その蒸気供給システムは下記のような対策を施している。

(1) クラッチ離脱動作前のボイラドラム圧を7kg以上に保つ。方法は4・2で述べた通りである。

(2) クラッチ離脱と同時にスタンバイ状態にある発電機ディーゼルと補助ボイラ小バーナに起動指令を送る。

(3) クラッチ離脱と同時に電力負荷に選択遮断をかけSGM負荷の軽減を図る。

(4) ボイラドラム水容量をできるだけ大きくとり、補助タービンに供給できる蒸気量を増加する。

(5) 排エコ過熱器に設けているバイパス弁を開け、蒸気配管抵抗を小さくする。

(6) ディーゼル発電機が並列運転に入った後は電力負荷のほとんどを自動的にSGMから外し、ボイラ追焚が完了するまでタービン負荷を軽減する。

(7) 緊急に主機減速を必要としない要因の作動時は主機回転数を90rpmに自動保持し、ディーゼル発電機が並列運転に入った時点で主機回転数を下げ始める。この場合は電力負荷軽減のための選択遮断は作動しない。

以上の項目のうち(4)の意味するところを詳述する。例えば本船が危急後進をかけると、クラッチ離脱となつてからディーゼル発電機が並列運転に入るまでの間SGM発生電力は360kWであるが、これをディーゼル発電機起動までの60秒間支えるために必要な補助タービン入口蒸気圧力は5.7kg、蒸気流量は3.6t/h、雑用蒸気消費量

を加えた総蒸気消費量は70kg/minと算出される。配管抵抗を考慮してボイラドラム圧力は最低でも6.2kgを必要とすると予想し、7kgの飽和ドラム水が6.2kgに達するまでの間にそのエンタルピ差をもって70kgの飽和蒸気を発生させるに必要な水量を求めると10.3m³となった。実際のドラム保有水量はこの値に少し余裕を持たせて12m³としているが、他にタービンの性能余裕やコンデンサの真空余裕があるために、持続時間は2分間でディーゼル発電機の並列運転までのバッファとしては十分であるとの結論に達した。

海上運転時にこれを確認したところ、360kWのSGM

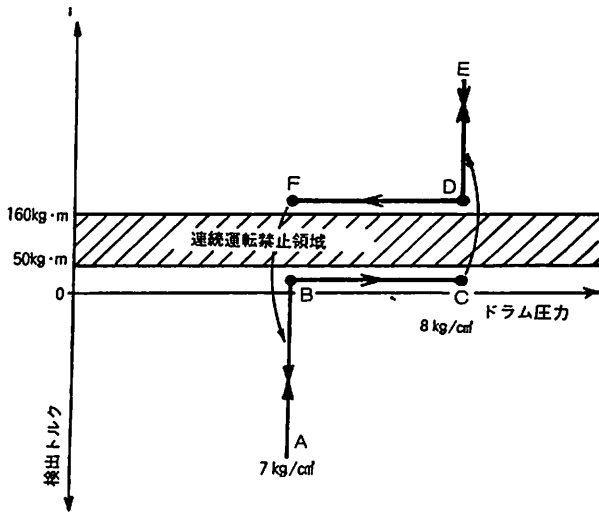


図12 補助タービンのトルク / ドラム圧制御

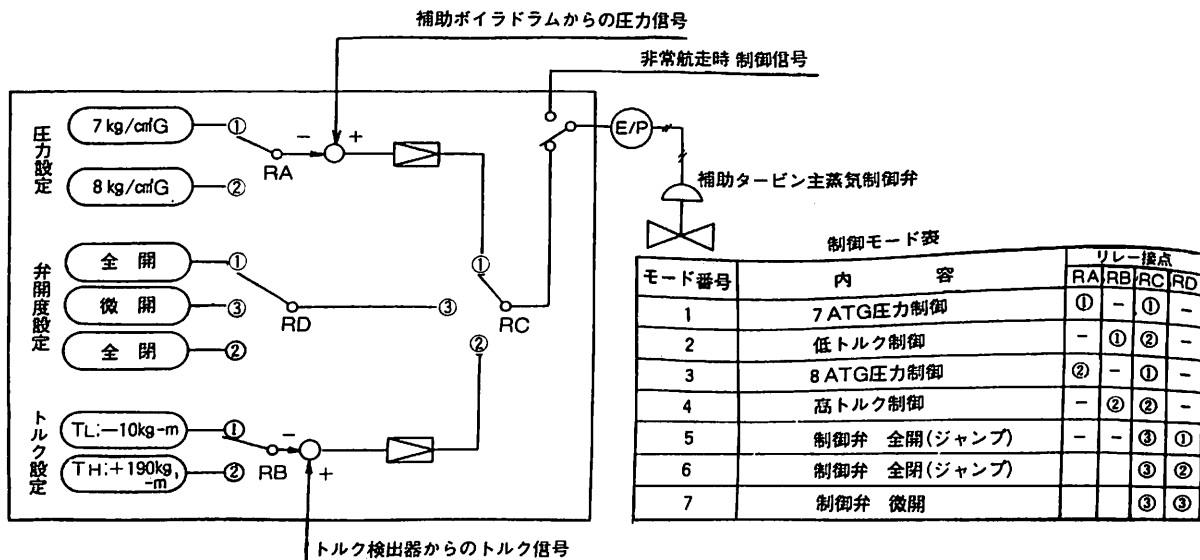


図13 補助タービン制御モード

負荷ではドラム圧7kgが6.2kgに下がるまで2.8分間かかり、実際に主機をトリップさせてブラックアウトとなるまでの時間を計測したところSGMの負荷が240kWとなつて約15分であった。これらの結果は我々の推定計算がほぼ正しかったこと、本船の電力供給システムや自動制御システムが十分に安全なものであることを証明している。

5. あとがき

ここに述べた推進プラントに採用されている多くの機構やシステムは、新しい構想の基に省エネルギー・省力化・信頼性向上などを実現するために幾多の困難を克服して開発されたものである。

発電機や大容量ポンプなどの大型補機を結合する場合の主機関としては従来から4ストローク中速機関が採用されてきたが、少数気筒機関を採用することによる省力化や高粘度燃料油に対する適合性の面から、更にディーゼル機関のロングストローク化に伴う機関回転数の低速化が相俟って最近では数千馬力の推進プラントにも2ストローク機関が採用されるケースが増加している。2ス

トローク機関を駆動源として補機を結合する場合には、多くの場合増速装置を必要とすることから推進プラント系全体の軸系は複雑化し振動などに対する問題点を解決することが必要となる。軸系の振動対策として本稿に述べている弾性継手は一般に多く採用されるが、過信するのあまり短時間の使用にて継手が破損するというトラブルを発生している例が報告されている¹⁾ので、継手の使用に当っては細心の注意が必要である。

このような情勢の中にあつて、ここに紹介した推進プラントが完成し稼動していることは、今後の各種プラントの開発に当たり多くの貴重なデータを提供してくれた。

最後に、本船のシステムをまとめて行く上で御協力をいただきました多くの関係者の方々に深く感謝すると共に、本船の安全な航海とますますの活躍を祈るものとあります。

参考文献

- 1) 高木道雄, 日本海事協会誌, No. 197 (1986〔IV〕)
- 2) 田中, 長尾他, 川崎重工技報, 第94号 (1986. 12)

ニュース

ニュース

日立造船マリン・レジャー部門への進出

スキューバ・ダイビング訓練用プール1号機

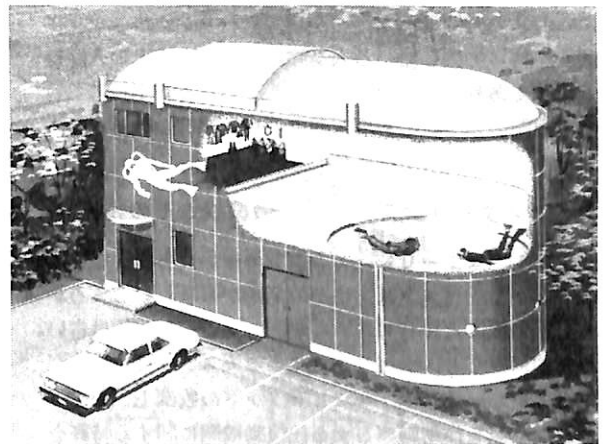
日立造船(株)は、アクアプラザ「ホテル海の中道」(福岡市)向けにスキューバ・ダイビング訓練用小型プールの第1号機を納入した。

ダイビング・プールには最近愛好者が急増しているスキューバ・ダイビングの訓練用小型プールから都市内で手軽にマリンレジャーを楽しむ、レジャー用大型プール「アクアパレス」まで目的と機能に応じた様々の型がある。

同社の訓練用小型ダイビング・プールにはA、B2つの型があるが、いずれも訓練に適した機能とファッション性を備えた施設である。

特長

- (1) シンプルな構造で狭い敷地に設置できる等建設コストが安くできる。
- (2) 断熱外装を持ち室内暖房設備およびプール水の温水循環、ろ過、滅菌設備を備えている。
- (3) Aタイプはドーム形の膜構造屋根により採光性に優れ、Bタイプは開閉機能を備えたアーチ形の膜構造屋根により採光性と通気性に優れている。



(4) Bタイプは更衣室、シャワー室、トイレ等付属施設のほかプール本体が低水深部と高水深部とからなるユニークな構造となっている。

第1号機(訓練用小型ダイビングプールAタイプ)概要
 プール径 5.0m / 水深 4.5m / 全高 8.356m
 材質 軟鋼(SS41) / 断熱外装 ホームポリスチレン+アルミ外装板 / 付属設備 プール循環ろ過装置, エアポンベ用高圧空気充填設備, 照明設備。

スターリングエンジン研究の現状と将来

<その1>

運輸省船舶技術研究所
塚原茂司

1. まえがき

例年、4月の中旬に実施されている国立試験研究機関の施設の一般公開が今年も行われた。船舶技術研究所も所内を開放して多数の見学者を迎えたが、スターリングエンジンの実験装置も公開し、エンジンの運転やピラ等によって見学者の興味を喚起することに努めた。

1日で200名近い見学者があったが、全くの素人から専門家までいろいろの方がみえた。そのため受けた質問も多岐にわたったが、それらを分類すると大方次のようになると思われる。

- 1) スターリングエンジンとは何だ？
- 2) なぜそのエンジンが必要なのだ？
- 3) 現状はどうか？ もう実用化されているのか？
- 4) 将来はどんな分野に適用されていくのか？
その見込みはどうか？

これらの質問は、ふだんからスターリングエンジンに関心を持って接している人を除けば、ほとんどの人が持つ疑問であり、興味のあるところであろう。本稿においても上記の順序に沿って記述するが、興味のあるところを拾って読めるようにしたいと思う。

2. スターリングエンジンの概説とその特長

2・1 スターリングエンジンの生い立ち

スターリングエンジンはその名前が耳新しいところから形式の機関と思われがちだが、しかしその起源は古い。歴史的にみると、ナポレオンによるモスクワ侵攻がまだ記憶に新しい1816年、スコットランドの牧師 R. スターリングは空気を作動媒体とする往復動機関に関する特許を提出した。図1はその時の提出図画と言われている¹⁾。時あたかも往復動蒸気機関の全盛期であり、あちこちで蒸気の白い煙が立ち昇っていたであろう。しかしまだ圧力計は発明以前であり、そのために蒸気圧力の検知はできず手探り運転であったことから爆発事故が少なからず発生した。そしてその対策のために“安全でしかも少ない燃料で良く動く”スターリングエンジンが発明されたのである。作動媒体として空気をういたために安全が図られ、ヒータとクーラの間に再生器（蓄熱式熱交換器）

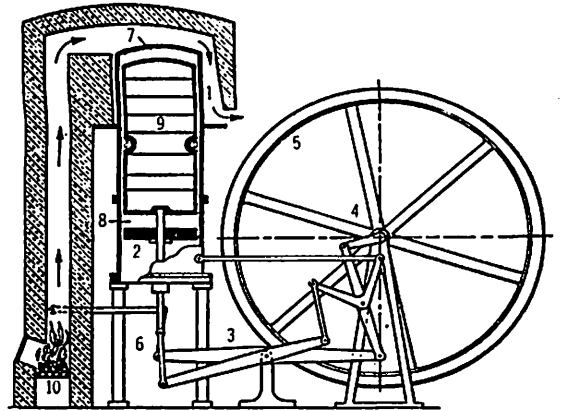


図1 R.スターリングの特許図(1816年)

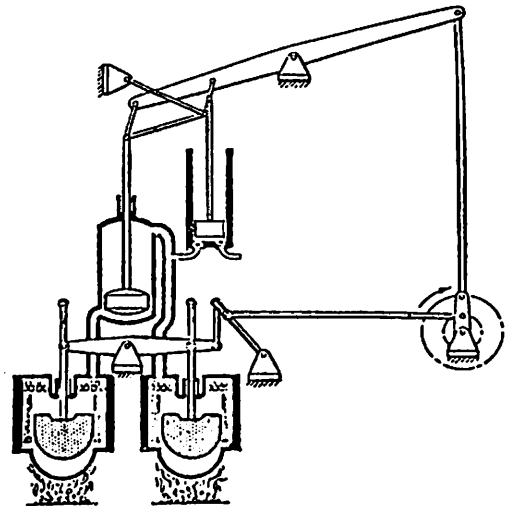


図2 改良型スターリング機関(1843年)

を入れたために熱の有効利用が図れるとした。この時点では確かに上記の利点はあったが、寸法の大きなわりには軸から取り出すことのできる出力は小さかった。それからおよそ25年経って、2シリンダのエンジンを製作し、シリンダ内の作動媒体である空気の圧力を高めて出力を大幅に増大した。図2はそのエンジンであるが、ボア/ストローク = 406 mm / 1,220 mm で、 $P_{max}/P_{min} = 15/10 \text{ atm}$ 、 $T_h/T_c = 316/38^\circ\text{C}$ のとき出力は45PS/30rpm、

推定熱効率はおよそ数%で、主に石切り場の動力やポンプの動力として用いられた。しかしヒータ部材の耐熱性が低く割れ等により寿命は短かった²⁾。

このようにある程度までスターリングエンジンは進歩したがその後大きな発展はみられなかった。そしてそうこうする内にN. オットーのガソリンエンジン(1877年)やR. ディーゼルのディーゼルエンジン(1893年)が出現し、それらが大きな出力と大幅な熱効率の改善を行ったためにスターリングエンジンは影が薄くなって行ってしまったのである。

しかし、このエンジンの静粛さと簡易さから、1938年オランダのフィリップス社は軍関係の無線の電源用動力源として開発を始め(図3)³⁾、その後排気、騒音、振動等の公害問題、省資源・省エネルギー・代替燃料利用などが社会的問題として取り上げられ、その度にスターリングエンジンの研究は進んできた。

2・2 スターリングエンジンの特長

スターリングエンジンの構成の1例を図4に示す。一般的にスターリングエンジンにはa) 燃焼系統として、燃料を燃やすバーナ、燃料が燃える燃焼室、燃焼用空気を送るブロワそしてそれを加熱する空気予熱器があり、b) 作動媒体の移動及び加熱・冷却系として、出力(圧縮・膨張)に関与する出力ピストン、作動媒体を低温室から高温室(あるいはその逆)に移動させるディスプレイサ、膨張時の温度降下を補償するヒータ、圧縮時の温度上昇を抑えるクーラ、そしてヒータとクーラの間には再生器がある。さらにc) 動力伝達系としてクロスヘッド、コンロッド、クランク等があり、そして密封装置がある。

このエンジンを熱力学的にまた機構的に分類すると、①外燃機関(シリンダ内の作動媒体はボイラの蒸気のように壁を通して加熱されたり冷却されたりする)、②密閉サイクル(作動媒体は大気と交換せず、シリンダ内に封入された状態にあって圧縮、膨張を繰り返す)、③再生式(ヒータとクーラの間には蓄熱材を置き、作動媒体がヒータからクーラの方へ流れるときは蓄熱材に熱を落として低温になってクーラに入り、その逆の場合には直前に蓄熱材に落とした熱を拾って高温となってヒータに入る)、④往復動形(通常の内燃機関のようにシリンダ、ピストン、クランクがある)、⑤圧縮専門の低温室と膨張専門の高温室がある、ということになる。

従って長所を挙げると、①外燃機関であることから多種類の燃料(あるいは高温エネルギー源)の利用が可能であり、燃焼は連続的であるので排気公害は少ない。②作

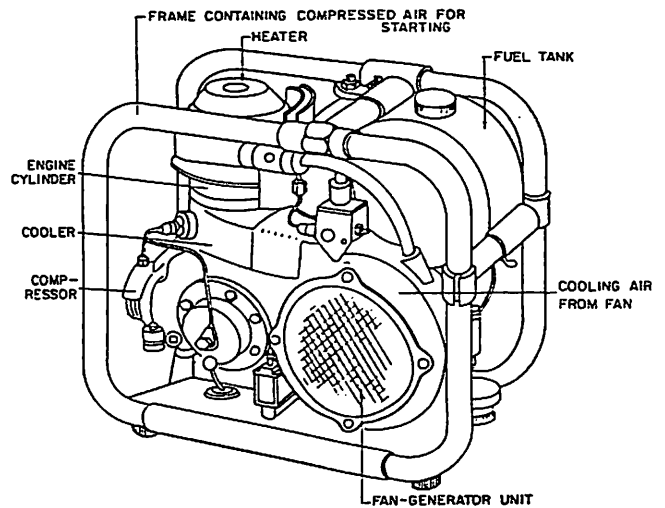


図3 スターリング空気エンジン / 発電機セット

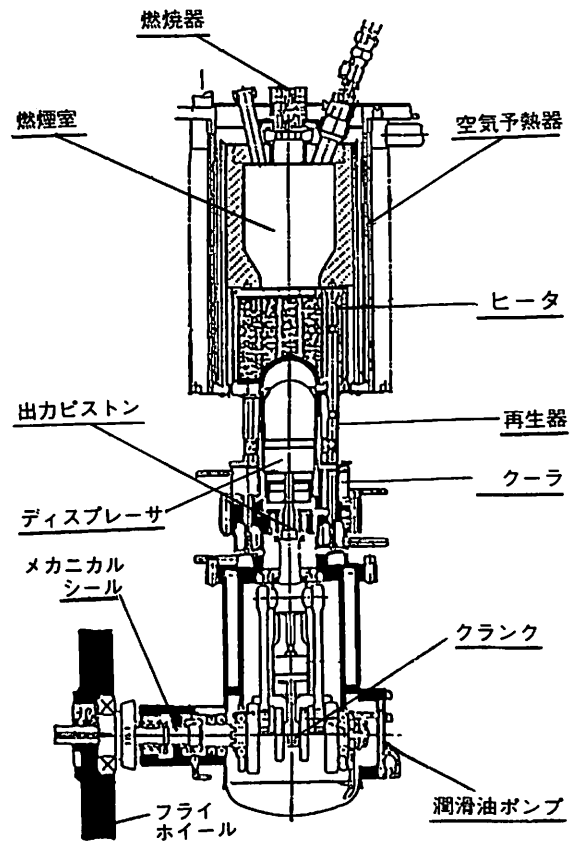


図4 スターリングエンジンの構成

動媒体の圧力は内燃機関のように爆発的に上がったり下がったりしないため振動騒音は少ない。③密閉サイクルであり、作動媒体の流れをコントロールするバルブ等がないため構造が簡単で低騒音である。④理想的にはカルノーサイクルとなるので高熱効率が期待できる。

表1には同程度の出力におけるスターリングエンジンとディーゼルエンジンの比較を示した⁴⁾。

2・3 克服すべき問題点

上記の長所に対して短所すなわち克服すべき問題点を挙げれば次のようになる。

(図5) ①外燃機関であることはヒータ、クーラの熱交換器を必要とすることで、そのため圧縮比は小さくなり、寸法や重量に対する出力(比出力)は小さい。熱交換器をコンパクトにするためには伝熱と流れの性能を向上させる必要がある。そのために、作動媒体としては分子量が小さく熱伝導率

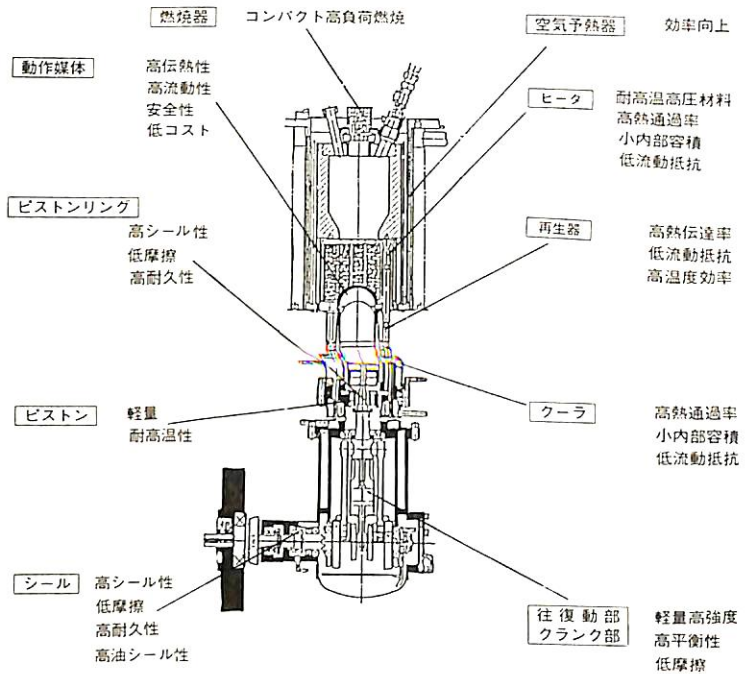


図5 スターリングエンジンの問題点

表1 スターリングエンジンとディーゼル機関の比較³⁾

	スターリング機関	ディーゼル機関
1. 燃料	軽油 A, B, C 重油 LPG, LNG H ₂ 太陽熱 核エネルギー	軽油 A, B, C 重油
2. 排ガス		
CO g/kgfuel	4~7.5 (<380ppm)	200~5,000ppm
CxHy ppm	10	200~4,000
NOx g/kgfuel	3~8	400~2,000
Smoke (Bosch nuits)	(80~380ppm) 1	2
3. 排気温度 °C	250	500
4. 騒音レベル (atfull, 1m dBA)	<83*	102~107*
5. 効率 %	35~42 ⁺	35~40
6. 重量/出力 (kg/PS)	2.6~3	3~5.3
容積/出力 (l/PS)	2~4.3	6.5

* マフラーなし + 標準マフラー

⁺ 作動流体の温度、圧力、機関回転数によ変動り

の高い水素やヘリウムが選ばれる。②出力と熱効率を上げるためには作動媒体の温度と圧力を高めなければならない。そのためには安価で寿命の長い耐高温高圧材料が求められる。③一方密閉サイクルであることから作動媒体が外部に漏れてはエンジンとして成り立たない。そのためシール性能と信頼性が高く摩擦の低い密封装置が必要となる。上述したように作動媒体として高圧の低分子量ガスを採用する場合にはシールは非常に困難となる。④作動媒体が存在する空間には、伝熱性能や流動状態を低下させる潤滑油等の流体があってはならない。長時間の安定した運転のためにはクランク室からの油上がりの防止が重要な課題となる。⑤このことは同時にピストンリングの作動状態の厳しさにつながる。すなわちピストンリングは潤滑油のない状態で低摩擦性・低漏洩性・低摩耗性が要求される。

以上は主な問題点であるが、その他にコンパクトで高性能の燃焼器、信頼性の高い制御方式、製造コストの低廉化等の問題がある。

3. スターリングエンジンの現状

3・1 技術的問題点の現状

前述の問題点に対してこれまで精力的な研究が実施されそれぞれ相当に改善されてきた。図6にはスターリン

グエンジンの比重量（比出力の逆数）を他の形式のエンジンと比較して示した⁶⁾。これによると比重量は殆どディーゼルエンジン程度であるが、最近ではさらに発達し宇宙用では比重量が大きく減少している。作動媒体はわが国では未だヘリウムが主に使われているが、スウェーデンやアメリカなどでは水素が良く使われている。水素を使用すると水素脆性や漏れ易さ等の問題があるが、それに対しては最近コーティング技術が進展していると言う。水素の平均圧力も200 kg/cm²に達している。スターリングエンジンの製造コストの中で改善すべき重要課題は廉価なヒータ材料の開発と容易な組立形態であろう。現在では耐高温高圧材料として Hastelloy X とかインコネルとか高価なものが使われているが、廉価な材料の開発も行われている。表2には各種耐熱材の特性を示し、図7には各材料の耐酸化性を示す⁶⁾。インコネル、 Hastelloy X 等は高温特性が優れている。通常のスターリングエンジンでは入熱量の確保と均一性からヒータは細管が何本も集合した形態を持っているが(図8)、そのため組立に手数がかかり、コスト上昇の原因になっている。

密封装置は、大形ではピストン軸でシールするロッドシール方式が、また小形では出力軸で行う回転軸方式が一般的である。ロッドシール方式としては基本的にリングでガスをシールするが最終的にオイルを使って止める方式が一般的である。シール性能と摩擦は大きく改善されているが、油上がり防止と寿命の点でまだ研究の余地がありそうである。図9に高性能のロッドシール方式の1例を示す⁷⁾。回転軸方式ではメカニカルシール方式(図10)が一般的であり、性能はよい⁸⁾。どちらにしてもシール部はエンジンの中心部にあり、これの故障による部品の検査・取り替え等は時間がかかるのでシールの信頼性向上も最重要問題の1つである。

ピストンリングは無潤滑状態で作動しなければならず、そのため殆どのは四弗化エチレン樹脂(テフロン)に添加剤を加えたものか、あるいはポリイミド系樹脂材が使われている。どちらもシリンダ壁との摩擦係数は潤滑油が存在する内燃機関のピストンリングのそれと比較すると約10倍ほど大きい。図11には四弗化エチレン樹

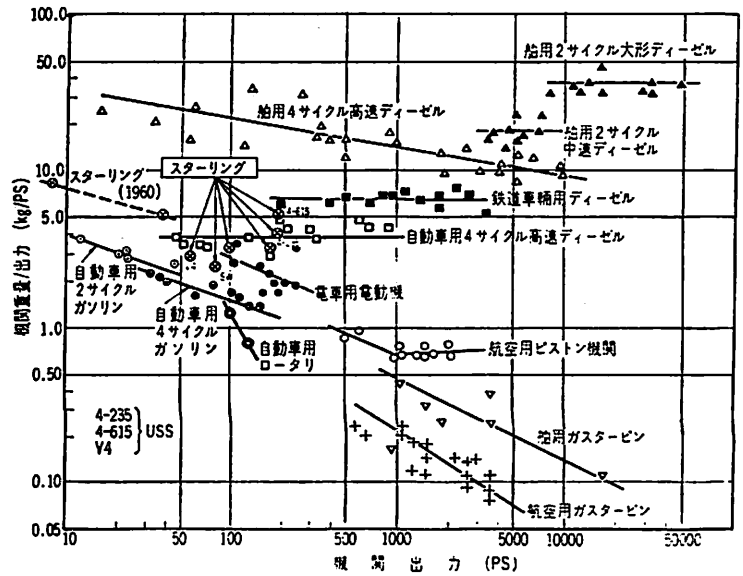


図6 各種機関の比重量 (機関重量/出力)²⁾

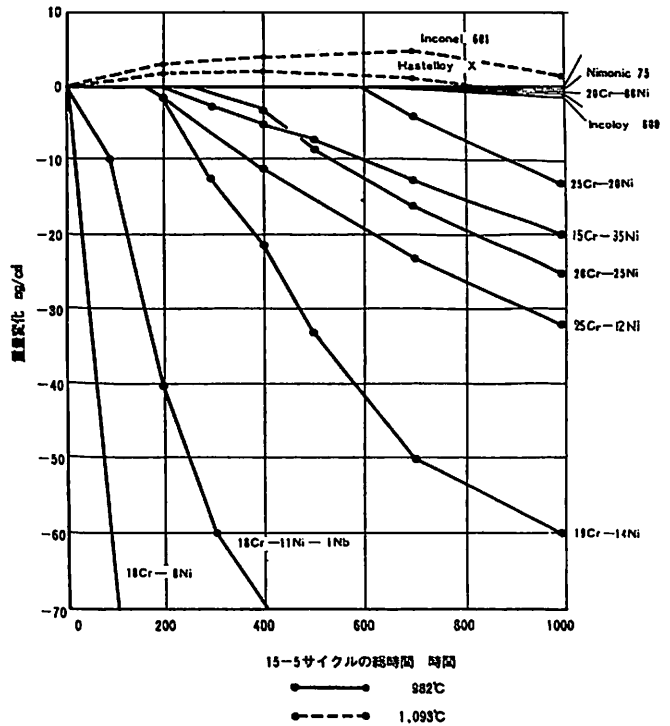


図7 Fe-Cr-Ni合金の断続加熱による耐酸化性 (15分加熱-5分空冷)

脂製の供試ピストンリングを、図12にはクロムメッキをしたシリンダ壁との摩擦係数、図13にはリングの漏れ直径を示した⁹⁾。摩擦係数は、リング自身の張力が小さければ、一本のリング高さが低いほうが小さく、ほとんど本数に

表2 各種耐熱材料の特性

特 性		マルチメット	ハステロイX	インコロイ 800	インコネル 600
化 学 成 分 (%)	C	0.15	0.10	0.04	0.04
	Mn	1.5	0.5	0.75	0.2
	Si	0.5	0.5	0.35	0.2
	Cr	21	22	20.5	15.8
	Ni	20	Bal	32.0	76.8
	Co	20	1.5	-	-
	Mo	3.0	9	-	-
	W	2.5	0.6	-	-
	Cb	1.0	-	-	-
	Fe	Bal	18.5	46.0	7.2
そ の 他	0.15N	-	-	-	
比 重		8.20	8.23	8.02	8.43
融 点 (°C)		1288~1354	1260~1355	1357~1385	1371~1427
弾 性 率 $\times 10^3$ (Kg/cm ²)	RT	20.5	20.2	20.0	22.0
	200°C	19.4	19.0	19.0	21.4
	400	18.0	17.4	17.4	20.0
	600	16.4	16.2	16.0	18.6
	800	14.8	14.4	14.4	16.8
	900	13.8	13.6	13.2	16.0
熱 伝 導 率 $\times 10^{-3}$ (cal·cm/cm ² ·sec·°C)	RT	29.0	21.0	27.0	35.0
	200	35.0	30.0	35.0	41.0
	400	41.0	38.5	42.0	48.0
	600	47.5	49.0	49.0	56.0
	800	54.0	56.5	57.0	64.0
	900	55.5	61.0	62.0	68.5
熱 膨 張 率 ($\times 10^6/°C$)	100	14.0	13.8	13.3	13.3
	200	15.3	14.1	15.7	13.8
	400	15.5	14.5	16.4	14.5
	600	16.7	15.2	17.0	15.2
	800	17.6	15.9	17.9	16.1
	900	17.9	16.2	18.5	16.5
常 温 引 張 性 質	0.2%耐力 (Kg/cm ²)	40.3	36.6	20.0	25.3
	引張強さ (Kg/cm ²)	83.0	80.2	53.0	63.3
	伸 び (%)	40	43	52	47

依存していないことがわかる。また漏れを少なくするためにはリング本数を多くするか、組合せリングがよいことがわかる。前者はラビリンス効果であり、後者はリングカット部からの漏れの減少である。図14には試験に使用したピストンリングBとC(図11)を実験機に装着して得た結果を示したが⁹⁾、リングCはBに比べて摩擦損失PSmも漏れ損失PSlも少なく、軸出力の改善が大きい。ただしこの様な薄いリングではピストンとシリンダの間隙を最適に設計しないと摩耗量が多くなり、リングの変形等もひきおこすことになるので注意しなければならない。

スターリングエンジンの出力制御は、ヒータ等の熱容量の存在や熱効率の関係から燃料の量をコントロールして作動媒体の温度を加減する方法は一般的に取らない。作動空間の容積を変える方法もあるが、現在では作動媒体の圧力を増減して出力を制御する方法が取られており、研究が進んでいる。出力を上げるために圧力を増加するとヒータ温度が下降するが、そうするとヒータ壁温を一定にする様に自動的に燃料が追加される。この場合一般的に空燃比をほぼ一定にする機器がついている。このようにスターリングエンジンの出力制御法は内燃機関に比べるとやや複雑になり、公害や燃費に対しては優位性はあるのだが自動車用エンジンとしては評価が低い原因となっている。

ヒータ、再生器、クーラ等の伝熱部分に対しては効率よい伝熱、抵抗の少ない流動の観点から研究が行われている。

ヒータは前述したように小さい内容積で大きい伝熱面積を持ち均一な熱入量を得ることが必要で、そのために細管を何本も集めて燃焼室の一部を形成しつつ高温シリンダと再生器を連結する形態のものが多い。また、宇宙用、潜水艇用など高温蓄熱源を利用するものにはヒートパイプを使うものもある。

ヒータ内のガスは出力ピストンやディスプレイサによって正弦波状の往復流となり、伝熱形態が定常流と異なることが予想されるが、熱伝達率は定常高温ガス流れの式と殆ど合うと言う報告が多い。図15には実験値の1例を示す¹⁰⁾。図中のφはピストンとディスプレイサの運動のずれをクランク角度で示したもの(位相角)で、通常は90~110度である。

再生器は熱を蓄えたり、放出したりするもので、小容量で必要な熱を素早く交換し、流れ方向に熱伝導がなく、そして流動の抵抗の少ないことが望ましい。現在ではステンレス等の金網が使われている。金網に対しては

図8 ▶
スターリングエンジンのヒーター構造

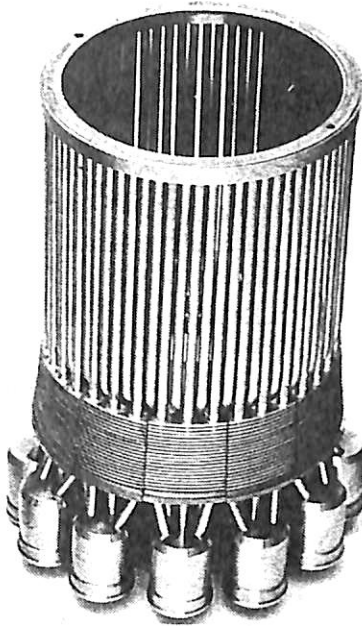


図9 ▼
ロッドシール方式

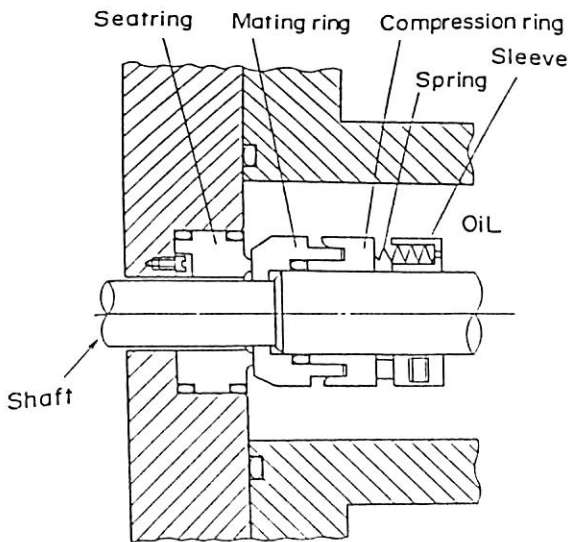
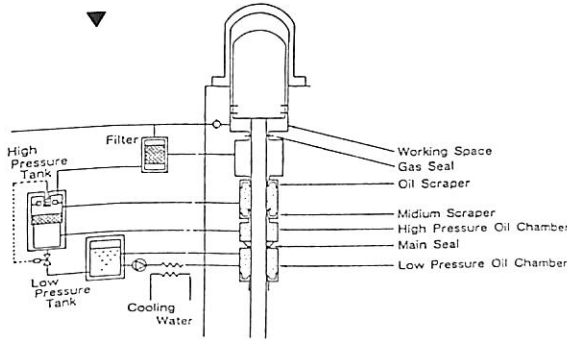
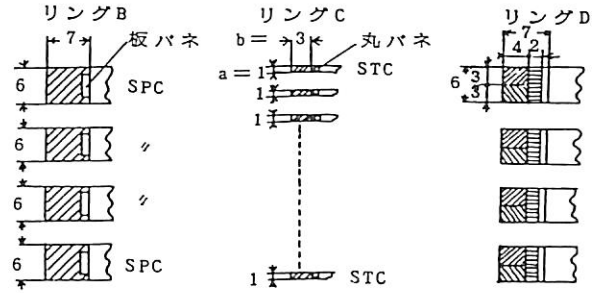


図10 メカニカルシール方式



材質：テフロン+ブロンズ粉

突合せ部、SPC：段カット、STC：直線カット

図11 供試ピストンリング比較

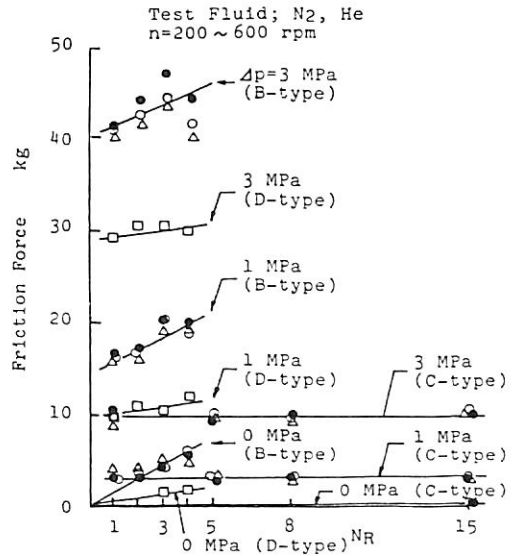


図12 本数と摩擦の関係

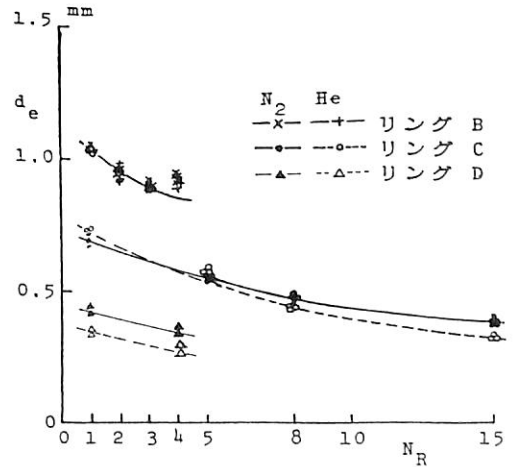


図13 リング本数と等価直径

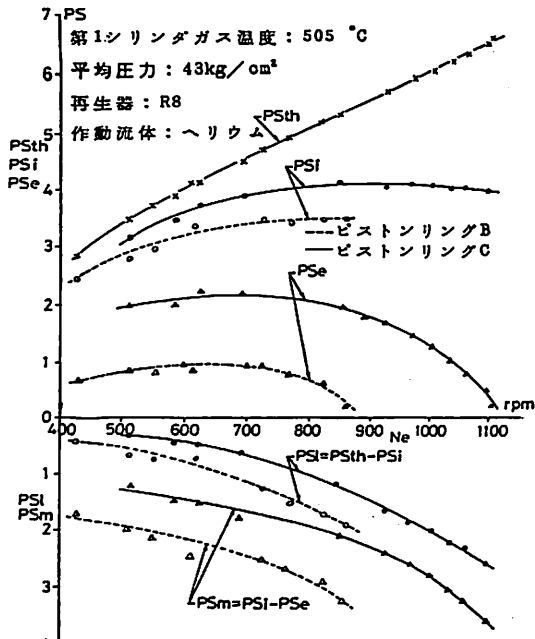


図14 ピストンリングの機関性能に与える影響

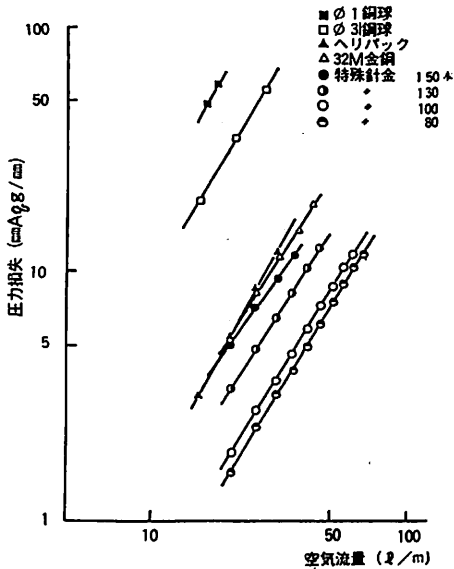


図16 各蓄熱材の流動抵抗

表3 流動抵抗測定に使用した蓄熱材(ヘリバック基準)

蓄熱材の種類	①鋼球 φ3	②鋼球 φ1	③鋼球 32M	④ヘリ バック	⑤特殊針金 (1段出りの本数)			
					150本	130本	100本	80本
材質	鋼材	純銅	純銅	鉄材	鉄材	鉄材	鉄材	鉄材
熱容量	5.79	5.79	0.69	1.00(※1)	2.59	2.27	1.77	1.44
表面積	0.55	2.18	0.89	1.00(※2)	0.98	0.85	0.66	0.53
体積率	5.78	6.06	0.71	1.00(※3)	2.59	2.27	1.77	1.44

ヘリバックの ※1) 熱容量=0.00124kcal/℃ ※2) 表面積=243cm²
 ※3) 体積率=0.21) 容器体積率=1. 容器内径=0.94. 長さ=100mm

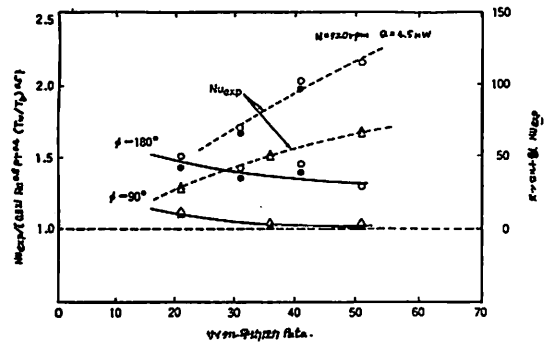


図15 往復動流の熱伝達率

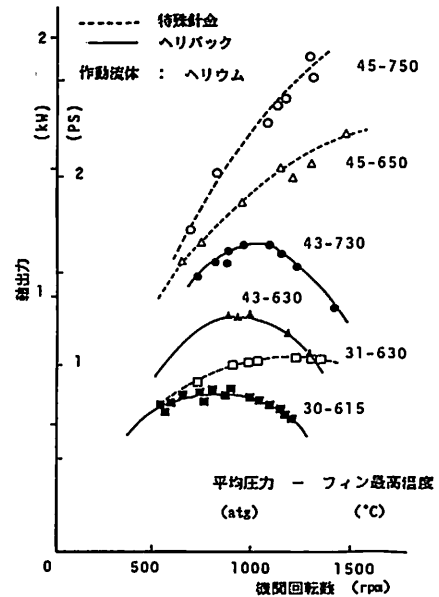


図17 出力性能曲線(蓄熱材の影響)

Nusselt数や抵抗係数が求められている。図16は表3に示す各蓄熱材の流路1mm当りの流動抵抗を示した。球状の物は抵抗は大きく、針金状の物は小さい。これは流れ方向に大きな流路断面積の変化がないほうが流動抵抗が小さくなるためと考えられる。この内の2種類を選択し、エンジンに取り付けて実験した結果が図17である。性能に大きな違いがあることがわかる。

クーラはシェルアンドチューブ方式が多く、ここでもヒータと同じに小さい内容積で大きい伝熱面積の確保が問題である。熱伝達率や流動抵抗係数は殆ど定常状態の計算式で算出できる。

その他、コンパクト高負荷燃焼器の研究、ピストンから出力軸への出力取り出し法の研究、ヒートパイプ適用の研究、フリーピストン方式など新形式機関の研究等がある。(参考文献は65頁下を御覧下さい。)

「ロックウール耕栽培」装置を開発・販売

内海造船株式会社

造船不況の中にあつて、当社も経営の多角化をはかるべく、新規事業の開発には大きなウェイトを置いてきた。全社をあげての取り組みに対して成果は徐々に上り、昨年始めに、「ふとん丸洗い事業」を中心とした新会社を発足させるとともに、不動産や観光事業をもスタートさせている。ここに紹介する「ロックウール耕栽培」もその一環であり、昨年12月に自信をもって装置の発売に踏み切った新規事業の一つである。

1. 事業化の背景

「ロックウール耕栽培」とは文字どおり繊維化された岩石、すなわち「ロックウール」を土壌代りに培地として作物を栽培するシステムのことである。オランダでは以前から相当に普及しているが、わが国ではこれまで殆んど研究されておらず、それに代るものとして水耕栽培が主流となってきた観がある。

当社は事業開発の一つの方向として、初期的なバイオテクノロジーの分野、とりわけ農業方面への進出を目標に置いてきた。まず手始めとして水耕栽培に目をつけ、調査を始めることにした。これからの農業が、恐らく労力の少ない、しかも天候や気象にあまり左右されずにすむ施設農業に向かうであろうと予測したからである。ところがこの調査によって判ったことは、主流にみえた水耕栽培にも、栽培上の難かしい問題が残っており、そのうえ設備に予想以上の費用がかかるといったこともあつて、一般農家は少なからず転向を躊躇しているのが現実であつた。

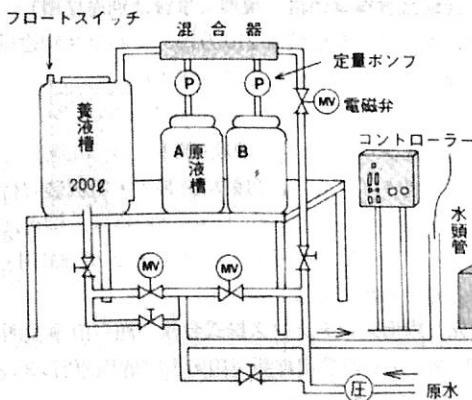
たまたまこの時、県の農業試験所を訪れる機会があり、ここで研究中のロックウール耕栽培について紹介してもらった。そしてこの新しい耕法が、今までの土耕や水耕栽培における幾多の問題を殆んど一挙に解決し得るものであることを知り、実用化を決意して開発に踏み切った次第である。

2. 当社のロックウール耕栽培システム

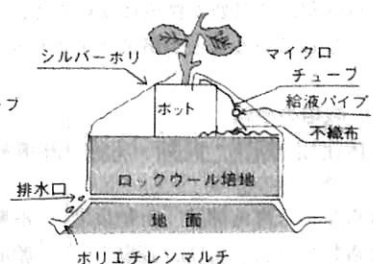
このシステムは図に見られるように、大きく三つの部分に分けられる。第1はロックウールが主体となっている培地。第2は培養液の混合と給液を行う装置。第3はこれらを自動的に行う制御装置である。以下これらについて簡単な説明を行う。

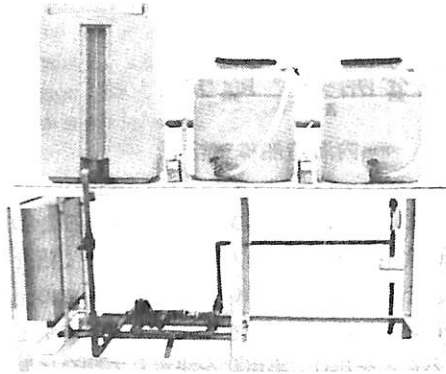
(1) 培地は低い畝の上をポリフィルムで覆い土と絶縁したうえロックウールマットを置き、更にキューブを置く構造となっている。ロックウールは元来、玄武岩を高温で溶かし繊維化したものであるので、無菌であり、通気性、保水性、拡散性など、作物の成育にかかせない培地としての要素を、土壌の数倍という値で保有しており理想的である。土耕で問題となる連作障害もなく、客土、土壌消毒の作業や、耕運、除草、灌水など全く不要で、農作業の軽減ははかり知れない。

(2) 培養液は精選された特殊な液肥を、作物の種類や成育に合せて適量に混合し混合タンクに貯える。ここから主管によって培地に導びき、マイクロチューブと呼ぶ細管に分岐されて、作物が植えられている前述のキューブ上に点滴状で給液する仕組みとなっている。この一式の



ロックウール耕栽培標準システム





栽培装置

装置が給液装置であり、ここで造船の特殊技術をフルに活かしている点、当社のノウハウと言ってよい。

(3) 給液は連続で行うものでなく、必要量だけ時間を限って行う。さきの液肥の混合や給液のコントロールを完全に自動化しているが、これが制御装置であり、作業者は何日も安心して留守にすることが出来る。

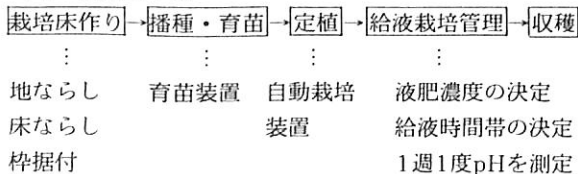
3. 栽培ノウハウ

販売先の農家や、家庭園芸を楽しむ人々が、間違いなく周年にわたって品質のよい作物を栽培し得るよう、当社では近くの社有地にビニールハウス4棟を建て、メロン、トマト、イチゴ、菊、カーネーション等1年間にわたって試験栽培をし、研究を重ねて最適栽培のノウハウを得た。この試験場を見学した地元農家をはじめ、他市から訪れた専門家の人々がその作物を見て、施設の早期販売を望まれるようになったため、61年12月から運営を子会社の内海メンテナンス㈱に移し、営業を開始したものである。

4. 本装置の特徴

特徴は前に述べたもののほか、従来の耕法に比し、成育・収穫時期の調整、製品化率、糖度管理の容易さ、病害発生率の僅少等幾多の利点が挙げられるが、何にも増して設備費、栽培費が格段に安いこと、栽培ノウハウがしっかりしていることが事業化をより安易なものとしている。

(1) 栽培の手順



栽培例：カーネーション

白/黒ポリフィルム敷込み

芽つみ、誘引、摘果

(2) 栽培できるもの

果菜類…メロン、トマト、イチゴ、キュウリ、ピーマン他。

花卉類…カーネーション、蘭、菊、バラ、チューリップ、カスミ草、トルコ桔梗他。

葉菜類…キャベツ、レタス、サラダ菜、コマツ菜他。

根菜類…食用百合、ラディッシュ、ワサビ他。

薬草類…ラベンダー、ペパーミント、オーレン他。

果樹類…ミカン、リンゴ、ナシ、ブドウ他。

(3) 栽培装置標準価格（現地工事費は別途見積）

300坪タイプ	栽培装置 210万円	ハウス別途見積
100坪タイプ	” 1,120,000円	”
50坪タイプ	” 780,000円	”
30坪タイプ	” 690,000円	”

※備考：各タイプとも、自動給液装置・希釈装置付きミニ装置およびハウス合計の標準価格は、例えば5坪タイプで170,000円、1坪タイプで73,000円と種々とりそろえている。

問合せ先 内海メンテナンス株式会社 瀬戸田事業所
〒722-24 広島県豊田郡瀬戸田町大字鹿田原27-3-32
TEL 08452(7)0151

船舶諸配管系統における防錆・防食

濱田 外治郎

10. 船舶諸配管系統における防錆・防食

10・1 プラスチック製配管系統中におけるバルブの腐食と防止方法

船内海水配管にプラスチック（主としてP.V.C.）管が使用されるようになって来た当時、種々の利点があったけれど黄銅製弁の腐食が早くなり、半年位で交換しなくてはならない事故例が多発した事例があった。

考えられた原因は、鉄系管中には、バルブ側に腐食要因があったとしても、鉄側の陽極溶解により防食されるので、問題が少なかったと判断され、如何にバルブを防食するかにある。即ち

- a. 耐食性ある金属バルブの使用
- b. プラスチック製バルブの使用
- c. プラスチックライニングバルブの使用
- d. 鉄犠牲管の採用
- e. cathodic protection の実施（実用性に乏しい）

などが挙げられ、a.～c. の場合が対象となる。d.

表 51 実験における組合せ

バルブ No.	バルブ径 mm	材質	ライニング材	配管
1	25	F. C	ネオブレン	S. T. P
3	25	F. C	エポキシ	
5	25	F. C	ポリエステル	
7	15	SUS27	—	
9	15	BC	—	
11	15	P. V. C	—	P. V. C
2	25	F. C	ネオブレン	
4	25	F. C	エポキシ	
6	25	F. C	ポリエステル	
8	15	SUS27	—	
10	15	BC	—	
12	15	P. V. C	—	S. T. P
アクリル	15	アクリル樹脂	—	

はその後、対策として採用された。

(1) 実験方法

- a. 耐食性ある金属製バルブとして…………… SUS27
- b. プラスチック製バルブとして…………… P.V.C.
- c. プラスチックライニングバルブとして、F.C製バルブに、ネオブレン、エポキシ、ポリエステルをライニング

したものを、表 51 のような組合せで、図 28 に示す実験装置の配管系に挿入して、海水を 1.7 m/sec の速度で循環させる。図中のアクリル樹脂系バルブは海水の流れる状態を観察出来るようにしたものである。ポンプの運転は、1 日 1 時間の休止を含め、又休日は運転中止の条件で、積算 2,400 時間の運転を行ってバルブ内面の腐食状況を調査した。

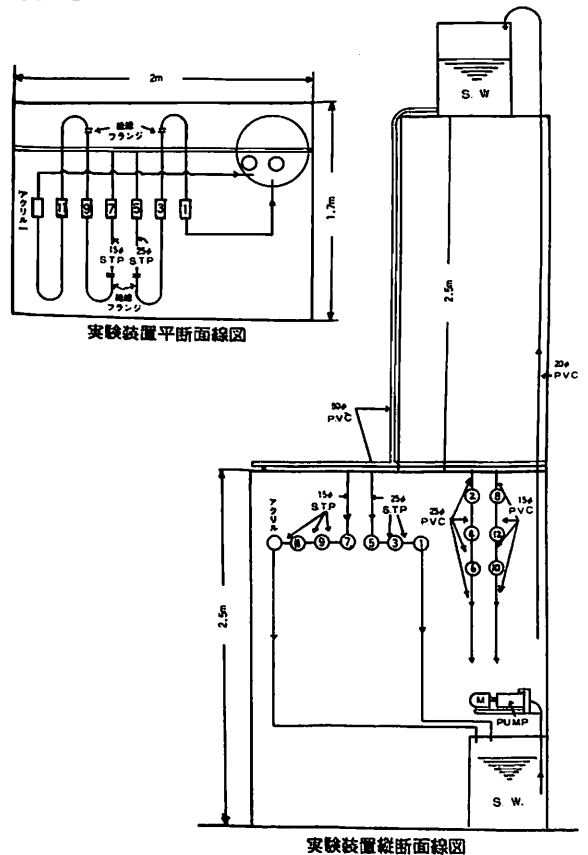


図 28 実験装置配管図

(2) 実験結果

P.V.C. 管系統に取り付けたNo 8のSUS27製バルブは、図29に示すように、海水流入側に間隙腐食を生じた。

S.T.P. 系統に取り付けたNo 7のSUS27のバルブには何等の腐食を認めていない。この事からもプラスチック配管系統における金属製バルブは、合金の種類、構造、流速等に起因して腐食が生じた場合、鉄管系における様な防食作用が受けられないので、単独での耐食性を考慮する必要がある。むしろP.V.C. 管中に取り付けるバルブは強度条件が許容される範囲内で、プラスチック製バルブを用い、場合によってはプラスチックライニングバルブを使用することもよい。

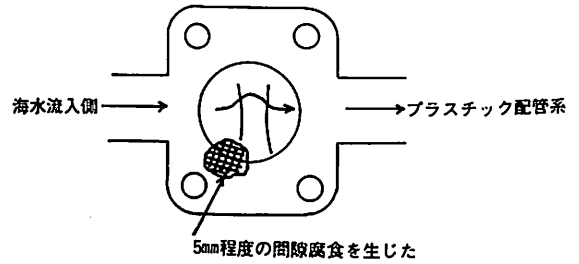


図29 SUSバルブの間隙腐食

10・2 黄銅製弁の腐食事例

Sanitary 配管系で、弁を半開にした状態で、海水を流し放しにして使用したら弁の腐食によって海水が止まらなくなった事例があった。(図30)

図のように、弁頭部の脱亜鉛腐食のために弁座との間に空隙を生じ、海水が止まらなくなったもので、弁箱部分は殆んど腐食が認められない。

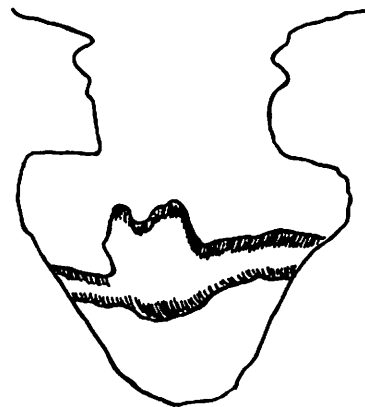
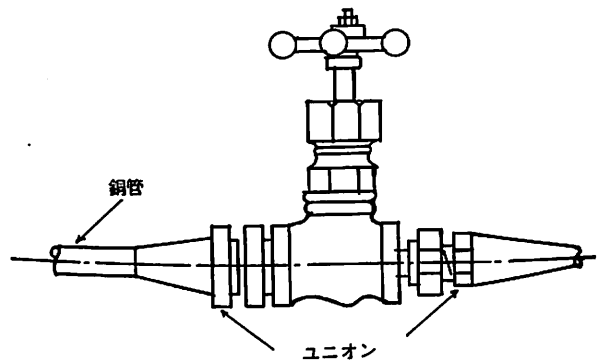


図30 黄銅製弁の腐食事例
(材質弁及び弁棒 B₅B_H, 弁箱その他 BC₂)

- (1) 脱亜鉛腐食を起した原因
- (a) 弁箱がBC、配管系が銅管である関係上、弁に対して何れも高電位金属の組合せによって弁部は陽極溶解し易い。更に弁は半開の状態では海水が流れた為、弁開口部では高流速となり、腐食生成物の除去が容易となった。弁開口部における流速が大きく、空気混入などある場合には、キャビテーション、エロージョンが加わる。
 - (b) 弁は40% Zn, 60% Cu合金で $\alpha + \beta$ 固溶体混合組織で、Sn, As等の抑制元素の添加はなかったから、条件さえ揃えば脱亜鉛腐食を起し易い。
- (2) 防止対策
- (A) 弁材質の検討, (B) 弁頭部のライニング
 - (C) 半開のままでの長時間連続使用や、高流速での空気吹込状態での使用は好ましくない。

10・3 清水ラインにおける錆水防止の配管設計

船内清水ラインにおける錆水発生の問題は、タンクコーティングの質の向上(エポキシ樹脂系塗装: PE or TE)した現在では、給水の性質と船内配管に主用されているZnメッキ鋼管のメッキ層の耐久性によって定まる。

即ちメッキ層の耐久性は、陸水(硬水) > 陸水(軟水) > エバポレーター供水の順となり、エバポレーターよりの供給水中にはCa塩等の不純物が少ないためZnメ

ッキ層の溶解が早くなるため、したがって錆水の発生が早くなる。

ウォッシュセメントを塗ったタンクよりの給水ラインでは、セメント中のCa⁺⁺が給水中に溶出するために、Znメッキ層の溶解が減じ、耐久性がよかったが、ウォッシュセメントの補修を毎年行わなければならなかった。

最近、この錆水防止のために防錆剤等の化学薬品の添加を行っている船舶がある。(図34)

給水の質、防錆剤等の化学薬品の添加・清水タンクコーティングとの関連において、船内配管の選択基準の関係を表 52 の清水ラインにおける配管設計の考え方としてとりまとめた。

(1) 亜鉛メッキ層の水中での耐食性

(a) pHの影響

中性からいく分アルカリ側に偏した水中で耐食性がよい。(pH 7~12) (図31)

呼び径 50 および 100 の鋼管に対する溶融 Zn メッキ厚実測値

内面 64~81 μ 平均 68 μ

外面 100~130 μ 平均 117 μ

で外面の方が付着量が多い。pH 7 の場合であれば 6 ヶ月位で Zn は溶解する。

(b) 水中の不純物の影響

水中に不純物として Ca, Mg 塩の様に Zn よりも単位の金属イオンがある場合は、Zn メッキの耐食性は一層よくなる。事実給水中に Ca²⁺ が加わる配管系では、pH と Ca²⁺ の効用により、Zn メッキの耐久性は一段とよくなる。これは船舶の水タンク内面にセメントコーティングした場合などに相当し、

エバポレーターで作られた純水を Epoxy coating tank に貯蔵し、給水ラインに流した場合、Zn メッキの耐久性が前者に比し乏しいのは、(a)と(b)の理由による。したがって軟水よりも硬水の方が、食塩水よりも海水の方が防食寿命が長くなるのは、この理由による。

(c) 水温の影響

図 32 に示すように、水温は大きい影響を示し、水温の上昇により、亜鉛皮膜の保護作用は消失され激しく腐食する。50°Cをこすと亜鉛の皮膜の溶解は急激に上昇す

る。

(2) 軟鋼の水中における耐食性

(a) pHの影響

図 33 の軟鋼の腐食と pH の関係に示されるように、中性域から軟鋼の腐食量は減少する。

(b) 水中の不純物の影響

Ca, Mg 塩の様な硬度成分のある水は配管内にスケールアウト (析出) して管の腐食を抑制する効果がある。

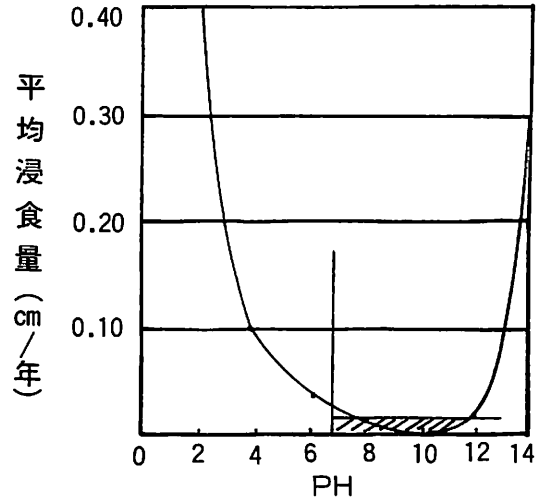


図 31 亜鉛の腐食におよぼす pH の影響

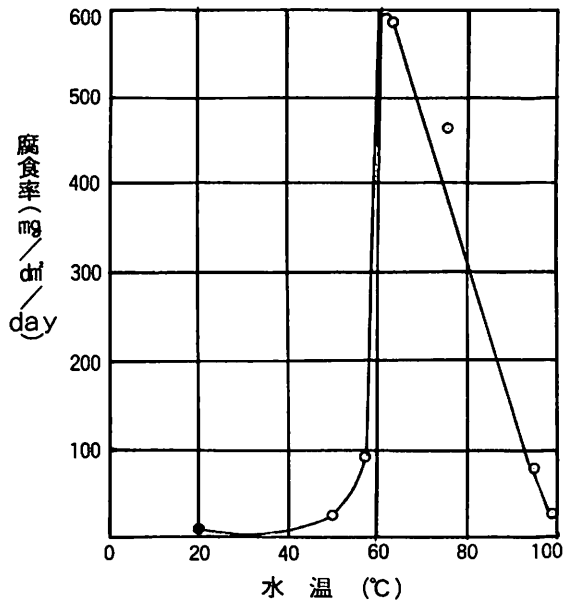


図 32 空気を飽和した蒸留水中で、亜鉛の腐食におよぼす温度の影響

表 52 清水ラインにおける配管設計の考え方

給水	防錆剤等の化学薬品の添加	清水タンクコーティング	船内配管
① 陸水(軟水)	A 有り	△ P/E or T/Eコーティング	ⓑ 亜鉛メッキ鋼管
② 陸水(硬水)			ⓑ or a
③ エバポレーターより	B 無し	△ セメントライニング	ⓑ プラスチックライニング鋼管

(c) 流速の影響

流速が増すと鋼材表面へ酸素の到達量が増すために腐食が増すが、2~3 ft/sec.付近では鋼表面が不動態化して腐食量が減少する域があるが、これ以上の流速となるとさびを剥離して鋼面を露出させ腐食を増大させるため腐食量が増大する。(海水中では不動態化域がないので流速の増大とともに腐食量が増大する)

10・4 テッキスチームパイプ外面の防食

(1) 外面塗装が早期に劣化する原因

a. 管の伸縮、蒸気供給による頻度による熱サイクル
蒸気管側がひどい(例えばスチーム温度、10kg/cm² 182℃)、排気管側は90℃

b. 海水飛沫、海塩粒子の付着、結露、降水など海洋環境における腐食条件に、上記a.の条件が加わる。

(2) 塗装による保護

蒸気管外面、ディスクサンダー処理面に耐熱アルミニウムペイント2回塗では3ヶ月経過したころから外面塗装が劣化する。

またZnメッキ鋼管とし、溶接接手部分をジंकリッチペイントでT/Uする方式でも、ジंकリッチペイント(ローバル)でも1年以内にT/U部分が全面発錆する。

(3) 試験・研究実施例

最も効果的なものとして

- a. 銅管があげられる、1年の実用において全面薄サビの発生があるが母管への侵食はない。
- b. アルミニウムメッキ鋼管、全面白く変色しているが良好、施工法として、溶接にはSUS系溶接棒を使用し、管バンド、ボルト、ナットもアルミニウムメッキを施工。
- c. Znメッキ鋼管、メッキ層がボロボロになり一部消失する。
- d. 1年後に蒸気管の補修塗装をするという条件での塗装は、サンドブラスト処理

エポキシジंकリッチペイント2回塗
変性フタル酸樹脂塗料を上塗り2回

がよい。

即ち、これらの多くの使用結果から、実用性あるものとして、

- ① 銅管
- ② アルミニウムメッキ鋼管
- ③ 蒸気管側を1年後に補修するという条件では、(3)のd.の塗装仕様。

10・5 イナートガスパイプ内面の防食

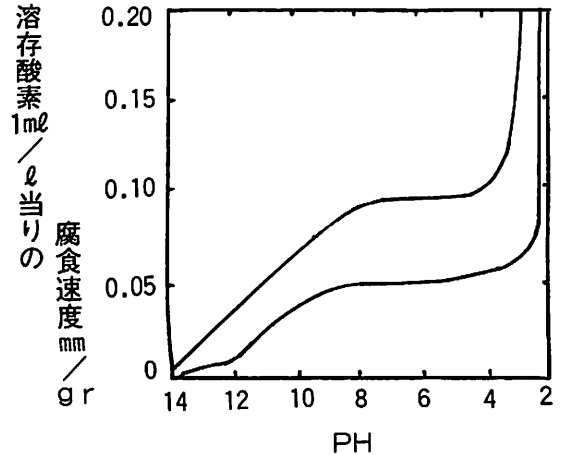


図33 軟鋼の腐食とpHの関係

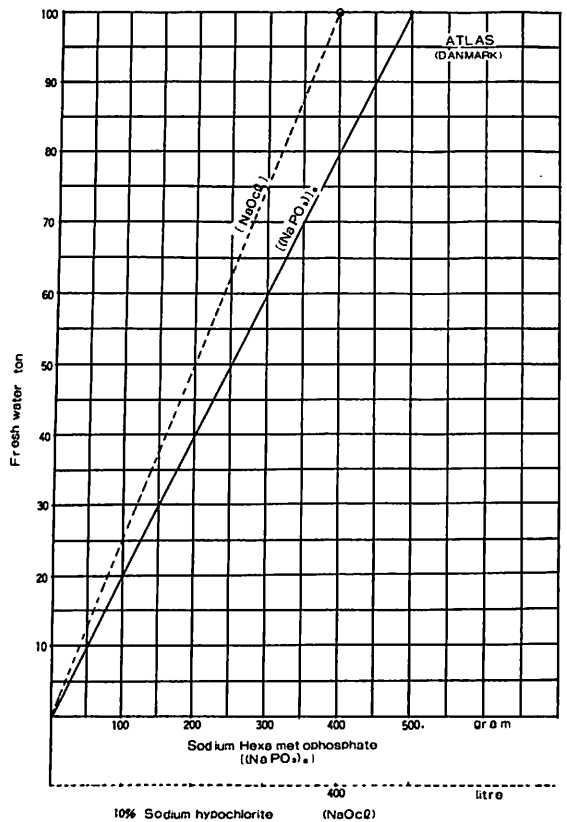


図34 Instructions for dosing of chemicals to fresh water

(1) 使用環境と条件

SO₂ gasを含む、ボイラ燃焼排ガス+海水飛沫、流速は上甲板上の主管で20m/sec. 支管で30m/sec.

主として $H_2SO_4 \cdot NaCl$ の mist による腐食。ドレンのたまる部分では、Cavitation erosion の影響を受ける。

(2) 内面タールエポキシコーティング管

タールエポキシが完全に Coating されていれば可成りの耐久性が得られる。この腐食条件では塗膜に欠陥があれば容易に Corrosion が起きる。

施工上の管理要点

- a. Coating 後、熱加工した部分の T/U の完全実施。
- b. ベンド管内面等の T/E 塗膜厚の確保、min 200 μ 以上必要。
- c. フランジ面から 100 mm 管内方向の下地処理と膜厚の確保。

(設計上、管径に応じたフランジ取付が必要、 $t \times 10 \sim 20$ の熱影響部の耐食性を cover する要あり)

- d. T/E の T/U を刷毛塗りで行った場合、膜厚が確保されにくいので、塗り回数を多くして cover するか、または T/E compound の様なものを用いて膜厚の確保を計る。

(3) その他のライニング管

ゴムライニング、ポリエチレン、グラスライニング管があるが、造船加工工程におけるライニング欠陥部分の補修方法を確実に行えなければ、耐久性が得られない。

(4) Cavitation erosion の影響を防止するための design.

- a. 曲り部分の R を大きくする。(図 35)
- b. draine 抜きを取り付ける。

10・6 亜鉛メッキ鋼管の溶接部における耐食性低下に対する施工法

船舶諸配管系統のうち、溶融亜鉛メッキ鋼管を溶接接手工法で行う場合、溶接熱による亜鉛層の損傷に対して一般的に次の如き方法がとられている。

(1) 外面

(a) 塗装を併用する場合

溶接接手部分を動力工具、あるいはハンドワイヤブッシングにて十分クリーニングしたあと、ウォッシュプライマー、エポキシ・ジンクプライマーあるいは塩酸

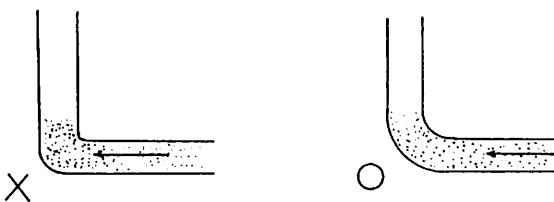


図 35 曲り R 部分

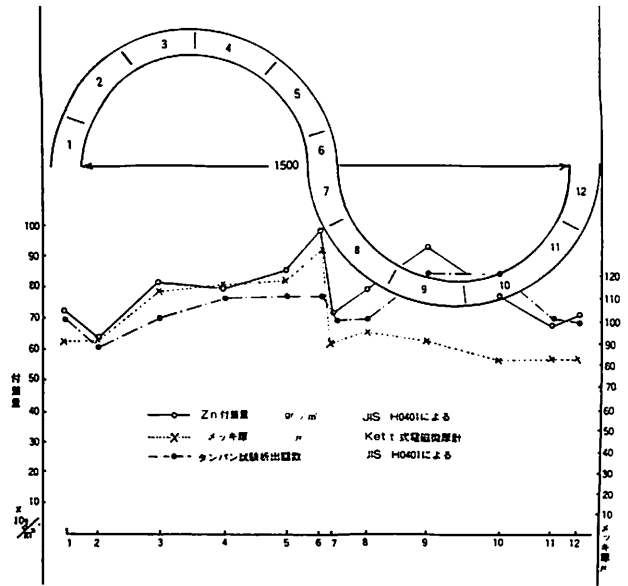


図 36 曲り管内面に対する溶融亜鉛メッキの付着分布

カルシューム系下塗り塗料で、他の亜鉛メッキ部分を含めて下塗りを行い、そのあと指定された色彩塗装 1 ~ 2 回を行って仕上げる。但しエポキシ・ジンクプライマーを下塗りする場合は、上塗り塗料は、塩化ゴム系、あるいはエポキシ樹脂系塗料に限定される。

(b) 塗装を併用しない場合

上記と同様の方法で、溶接部の亜鉛メッキ損傷ヶ所を措置したあと、高濃度亜鉛末塗料(スチレン、塩化ゴム、エポキシ系のものがある)を塗装するか、最近では化学亜鉛メッキ(余り厚くつかないせいせい 15 μ 位)を用いることもある。

(2) 内面

現状何等の防食対策はとられていないが、溶接熱により飛散し、メッキ層を失った部分に対して、未だ活性度を持っている無損傷の亜鉛メッキ層が陽極として働き、欠陥部を防食することで、初期における防食作用は説明付けられているが、実験的に試みても海水中で約10日間経過したころ、溶接部からの点発錆が認められた。

船舶諸配管系で、亜鉛メッキを用いる大部分の目的は内面の防食にあるから、この程度の防食効果で不満足な場合には、フランジ・ジョイント法、中間的な考え方としてスリーブジョイント法がある。

(註) 亜鉛メッキ鋼管の接合を突合せ、或いはスリーブジョイントによる外面溶接によって行う場合、裏面となるところの、亜鉛メッキ層の損傷部に対して高熱溶着剤をコーティングしておき、溶接熱によって Zn メッキ層上に溶着され、同時に Zn の飛散防止が計られ、

該部の防食効果は、溶接熱影響を受けていないZnメッキ層に相当する。(特許42-9454)本法では被溶接物体の熱容量、溶接方法との組合せにおいて最適な施工条件を設定する必要がある。

10・7 曲り管内面に対する溶融亜鉛メッキの付着分布

溶融亜鉛メッキ浴中へ管を浸漬する場合、内面を均一

にメッキする事はむずかしい。4"φ×1500S字管(図36)の各位置における、亜鉛メッキの付着分布を調べるため、Zn付着量、均一性(タンパン)試験、メッキ厚を測定した結果を図表に示した。すなわち付着量では、622～980gr/m²、タンパン試験では9～12回、メッキ厚は81～122μのような範囲内でバラ付きがあり、湯のたまりと関係のある事がわかる。

10・8 船舶用諸管材料の推奨仕様

表 53 船舶用諸管材料の推奨仕様

系 統	口 径	管 材	処 理	備 考
10kg/cm ² 以下の蒸気、ドレン	全 口 径	SGP-E 又は SGP-B	—	船級によっては圧力系統に鍛接管を使えぬ事に注意を要する。
暴露部・甲板蒸気・排気	全 口 径	SGP-E 又は SGP-B	アルミメッキ	同 上 船級によっては甲板上にアルミメッキの使用が問題となることに注意を要する。
常用海水 冷却海水 } 雑用海水 } サンタリー } 間欠使用海水 ビルジ } バラスト } 消防管 }	呼び径 20A 以上の全口径 サンタリー系統 の居住区内 全 口 径	SGP-E 又は SGP-B SGP-E 又は SGP-B	ゴム系または 樹脂系ライニング PVC (塩ビ管) 亜鉛メッキ	冷却海水全系統にライニング管を使用した場合、冷却器チューブもしくはBC弁体等の腐食の進展が早まるので保守新替え容易な場所にsteelの犠牲管や防食用鉄板を設ける等の対策が推奨される。
甲板上作動および制御用 油圧	全 口 径	鋼 管 圧力レベルに応じて選定	外面塗装 (タール・エポキシ)	
蒸 溜 水	呼び径 20A 以上の全口径	SGP-E 又は SGP-B	樹脂系ライニング	
イナートガス・海水ドレン	呼び径 20A 以上の全口径	SGP-E 又は SGP-B	ゴム系または 樹脂系ライニング	
冷却清水 } 雑用清水 }	全 口 径	SGP-E 又は SGP-B	なし、又は 亜鉛メッキ	防錆剤添加の場合は亜鉛メッキをしない。

註。銅および、銅合金管は推奨仕様の対象外とした。○15A以下の細管は対象外とした。

(昭和53年3月、(社)日本造船研究協会SR・146研究部会・諸管材料腐食に関する調査報告書より)

<その22>

第 3 章 タ ン ク 用 塗 料

中国塗料株式会社 技術本部

中 尾 学 編

3・6 タンク用塗料の仕様と施工法

3・6・1 塗装仕様

タンク用塗料の塗膜性能は下地処理、品質管理、すなわち塗膜の硬化、膜厚管理およびタンクの使用条件によって大きく左右されるので、塗装仕様はこれらの諸条件を考慮に入れて決定する必要がある。表3・29は現在主として採用されている塗装系を示したものである。

3・6・2 塗装と電気防食

タンク内の防食法には塗装、電気防食、腐食抑制剤の利用、イナートガス方式などの方法があることは3・1・2項で述べたが、最も効果的な方法は塗装と電気防食の併用である。電気防食はバラスト海水を積載するタンクに限って適用されるが、未塗装タンクに比べて塗装タンクは防食電流密度すなわち取付陽極数が極めて少なくてすむと言う利点がある。電気防食のみによる防食率は約60%程度であると言われているが、塗装と併用すれば100%近い効果が得られる。表3・30はロイド船級協会の示したバラストタンクの防食電流密度、表3・31はシエルタンカーのタンク内の電気防食基準を示す。また表3・32は実船における塗装と電気防食の併用による防食効果例を示す。タンクの底部や水平面は塗装後メカニカル

表3・30 防食電流密度 (ロイド)

タ ン ク	mA/ft ²	mA/m ²
バルクキャリアのトップサイドタンク	12	128
バラスト専用タンク、荷油(白油)タンク	10	108
原油・バラストタンク、二重底タンク	8	85

表3・31 シエルタンカー、タンク内電気防食基準

貨 物 油 バラストタンク	タールエポキシ塗装部	1 mA/ft ²	10.8 mA/m ²
	ショッププライマー塗装部		108 "
	裸 鋼 板 部	20 "	215 "
スロップタンク	全 面 塗 装	1 < "	10.8 < "
陽 極 寿 命		4年以上	
平均バラスト率(貨物油・バラストタンク)		25%	

ダメージを受け易く、このため孔食を完全に防止することは難しいが、本船の場合電気防食を併用したタンク(Na 2C, Na 5C)は併用しないタンク(Na 1C, Na 4C)に比べると孔食の数は極めて少なく、電気防食の効果が歴然としている。

3・6・3 施工法

タンク内の面積は船の種類と大きさによって異なるが、船の全塗装面積に対するタンク内塗装面積の占める割合は大きく、タンク内の塗装工程が円滑を欠いた場合は船の建造に著しい影響をもたらす。タンク塗装は「特殊塗装」と呼ばれることが多いが、これは主としてエポキシ、タールエポキシ樹脂塗料および無機ジンク塗料など特に塗装管理が重要で、船舶の建造工程に及ぼす影響大なるものと呼んでいるのが通例である。最近ではタールエポキシ樹脂塗料のタンク塗装は通常の塗装と同様の認識で行われており、「特殊塗装」はプロダクト/ケミカルタンカーのタンク塗装のみに使用されるようになった。

(1) 塗装工程

新造船のタンク塗装方式は大別すると、タンク内塗装とブロック塗装の二方式に分けられる。現在我が国ではプロダクト/ケミカルタンカーの貨物油タンクを除けば、殆んどブロック塗装方式が採用されている。すなわち鋼板をショットブラストした後ショッププライマーを塗装するいわゆるショッププライミング方式と船殻ブロック

の状態塗装するブロック塗装方式の併用により、塗装作業は大巾に合理化され船舶塗装工程の基本となっている。図3・11はブロック塗装方式による工程例を示す。ブロック塗装の利点は、タンク内での塗装作業が比較的少なく、足場架設費の低減、能率、安全衛生面の点などからメリットが多く、いわゆる生産性が高いことにある。したがって殆んど造船所ではこの方式を採用しており、塗装工場

内または屋外でブロック塗装を行っている。しかしブロック塗装方式による塗膜保護に種々の問題がある。すなわち塗膜が完全硬化する前に屋外で風雨にさらされ、特に水平部は雨水が停滞しメカニカルダメージを受け易く、またブロック継手部および損傷部は「つぎはぎ」の塗膜となる。タールエポキシ樹脂塗料、無機ジンク塗料などのように防食性、物性の優れた塗料はブロック塗装に適していると言えるが、エポキシ樹脂塗料のように塗膜中の残留溶剤、未硬化塗膜の冠水などが塗膜性能に大きく影響する塗料では種々の欠陥を生ずることが多い。

これに反してタンク内塗装方式では連続した均一塗膜が可能であるが、ブロック塗装方式と異なり、足場設備、除湿機、加温設備、換気装置、真空掃除機などの塗装関連機械一式が必要となる。特にプロダクト/ケミカルタンカーの貨物油タンクの塗装は商品質の塗膜を要求されることからタンク内塗装方式がとられる。表3・33にブロック塗装方式とタンク内塗装方式の比較を示す。

(2) プロダクト/ケミカルタンカーのタンク内施工
前述のようにプロダクト/ケミカルタンカーの貨物油

表3・32 電気防食併用タンクの防食効果

	No.1 C	No.2 C (電防併用)	No.3 C	No.4 C	No.5 C (電防併用)
孔食の数	2493	35	5098	1868	45

注1. 孔食はタンク内底面に発生

2. 本船概要

船種・D/W：タンカー，214,000トン

タンク内仕様：タールエポキシ樹脂塗料2回塗（250μ）

調査：引渡し2年後

タンクはタンク内塗装方式で施工するが、図3・12にタンク内塗装方式の工程例を示す。プロダクト/ケミカルタンカーのタンク塗装の成否は使用塗料の性能もさることながら、施工が大きなポイントとなる。一般にタンクの構造は複雑で、積荷の品質保持の点から「さび」などの異物の混入および付着した他の積荷の混入などを嫌うプロダクト/ケミカルタンカーの場合、特にタンクの構造が施工上重要となる。すなわち一般に塗装後欠陥の発生し易いフレーム、ロンジなどの補強材が多いとエッジ処理などの鋼材前処理および先行・後行タッチアップが不可欠となり、このため工程・工数の増加を招き、またタンク内クリーニングも難しい。

最近各造船所では、ロンジ、フレームなどの補強材の

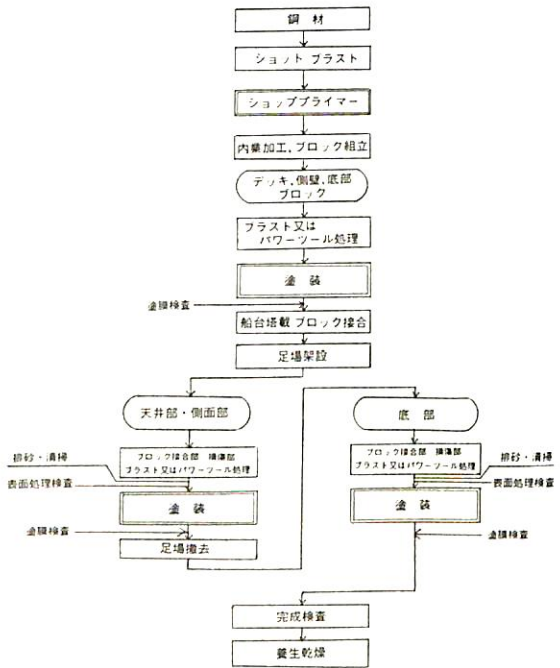


図3・11 ブロック塗装方式による工程例

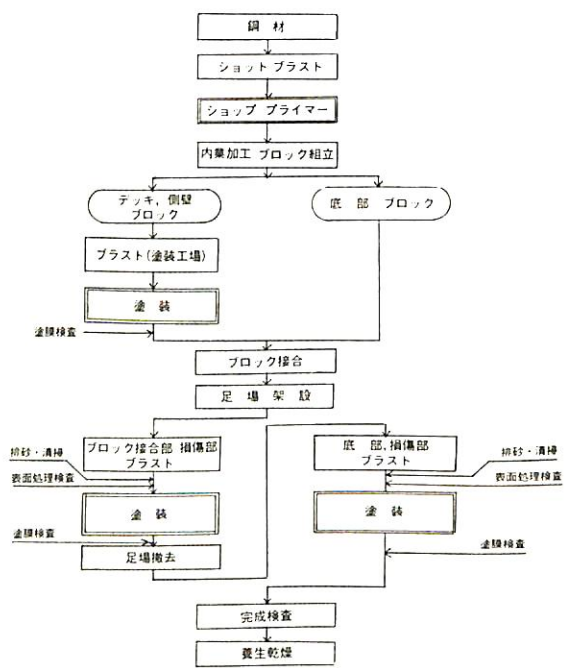


図3・12 タンク内塗装方式による工程例

ないシンプルなタンク構造を持つ船型のプロダクト/ケミカルタンカーの検討が行われ始め、日立造船(株)は「EPOCH MKII」シリーズ船を、また石川島播磨重工業(株)は「IHI シリンドリカルプロダクトキャリア」を発表している。図3・13は「EPOCH MKII」シリーズ船の一般配置図、また図3・14は「IHI シリンドリカルプロダクトキャリア」の一般配置図を示す。

これら新しいタイプのプロダクト/ケミカルタンカーはいずれも二重底を持ち貨物油タンク内のフレーム、ロンジなどの補強材、カーゴパイプなどは除去されている。また新タイプのプロダクト/ケミカルタンカーは従来船に比べると次のような特長を持っている。

- a. 貨物油タンクは均一な高品質の塗膜が得られる。
- b. タンク内容積が増加し、積荷の積載量が増大する。
- c. タンククリーニングが容易である。
- d. 荷役が迅速である。
- e. タンク内積荷の加熱効率がよい。

表3・34はEPOCHシリーズ船と従来型プロダクトキャリアの機能性比較を示す。

3・7 タンク用塗料と塗装の問題

タンク塗装を成功させるには、

- (1) 最適塗装仕様を選択。塗膜寿命と経済性の両面よ

表3・33 ブロック塗装方式とタンク内塗装方式の比較

項目	塗 装 方 式	
	ブロック塗装方式	タンク内塗装方式
工 程	建造工期	短い
	塗装工期	長い
	足場架設工数	小さい
	作業人員	多い
甲 種	アイドル	1船当りのアイドルが多い。 (船舷とオーバーラップさせることでアイドルを少なくすることができる。)
	塗装作業時間の制約	大きい。(船舷工程と密接に連繫してアイドル工数を少なくする必要あり)
防 護	安全衛生環境	良
	手直し作業	多い
	公害関係	ほとんどない
係 数	設備投資	安い。(仮設の特設工場設備が共用できる)
	品質	かなり多く、長期間使用中に欠陥発生の恐れあり
経 済 性	養生期間	十分とれる
	塗膜欠陥の発見	発見のチャンスが多い
	完成仕様の品質	B 級
経 済 性	設備投資	小
	材料・消耗品費	大
	工 費	—
	諸経費	大

り仕様を選択する。

(2) 最適塗装工程の選択および構造デザインの改善。生産性が高く、防食、施工が容易な工程および構造にする。

(3) 塗装管理体制の確立。他職種との調和を保ち、予め定めた方法に沿って管理する。

以上のようなことが特に重要と思われる。

一般にタンク塗装は換気、通風が悪く、足場のよくない状況で行われることが多く、安全、衛生面の配慮が重要である。したがって塗料設計、塗装作業およびタンクの構造デザインについて総合的な検討が必要である。

3・7・1 塗 料

(1) 水溶性塗料

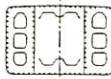
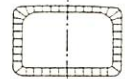
有機溶剤対策を目的とし、主としてエポキシ、タールエポキシ樹脂塗料が対象となるが、溶剤型に比し防食性、耐薬品性などの塗膜性能が劣り、また通風換気の不十分な狭隘箇所での塗装はタレ(Water wash)を生じやすいなどの欠点があり大巾な改善が必要である。

(2) 無溶剤塗料

水溶性と同様有機溶剤対策と同時に塗装作業改善に入き寄与する。使用樹脂は比較的分子量・低粘度のもの、また希釈剤の使用、コーラタール類は低沸点成分を使用するため溶剤形に比べ下記のような欠点がある。

- (a) 防食性、物性が劣る。
- (b) 可使時間が短かく、低温乾燥性が不良。

表3・34 機能性比較¹⁷⁾

	従来型 プロダクト・キャリアー	EPOCH MARK II
タンク構造		
バラスト/貨油分離	*	* * *
荷役効率	*	* * *
時間	*	* * *
ストリップング	*	* * *
タンク洗浄		
時間	*	* * *
完全性	*	* * *
ガスフリー		
貨油タンク	*	* * *
バラストタンク	* *	* *
異種貨油積替	*	* * *
貨油加熱効果	*	* * *
貨油品質保持	*	* * *
メンテナンス		
貨油タンク塗装	*	* * *
バラストタンク塗装	* *	* * *
船殻構造	*	* * *
安全性		
亀裂発生	* *	* * *
衝突/座組	*	* * *

評価 : * * * : 優 * * : 良 * : 普通

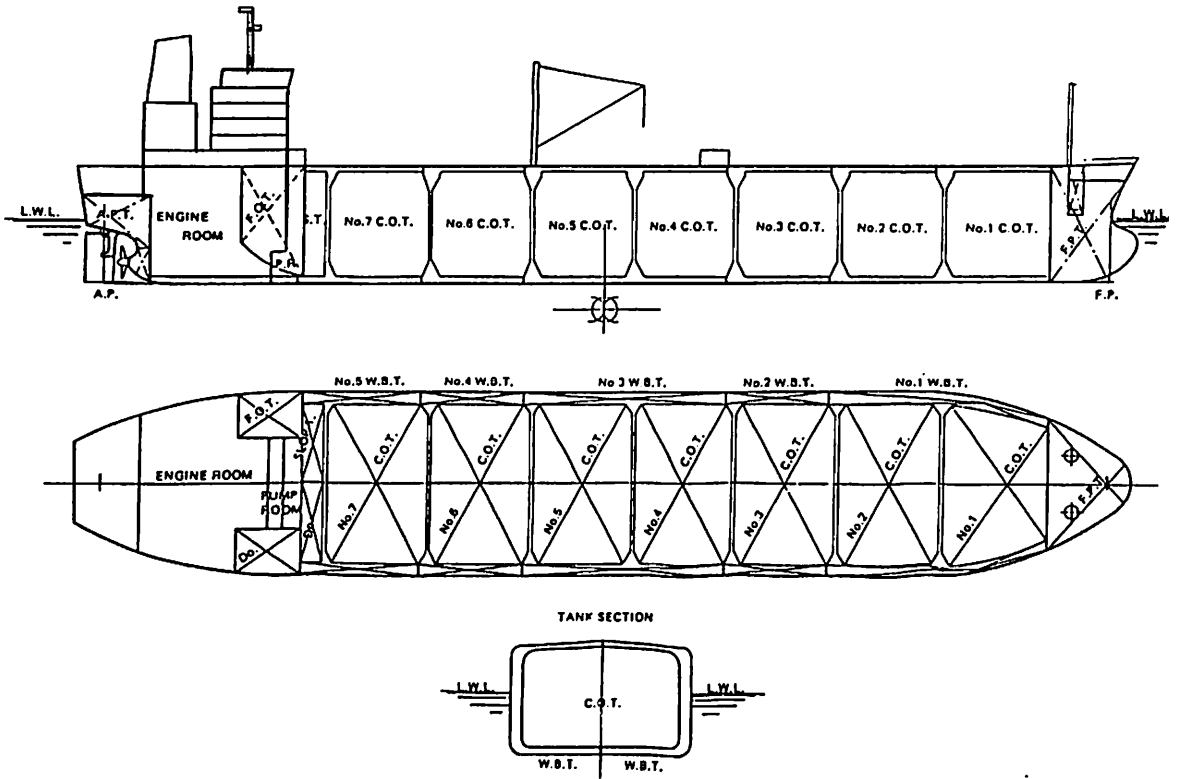


図3・13 日立造船EPOCH MK IIシリーズ船の一般配置図¹⁷⁾

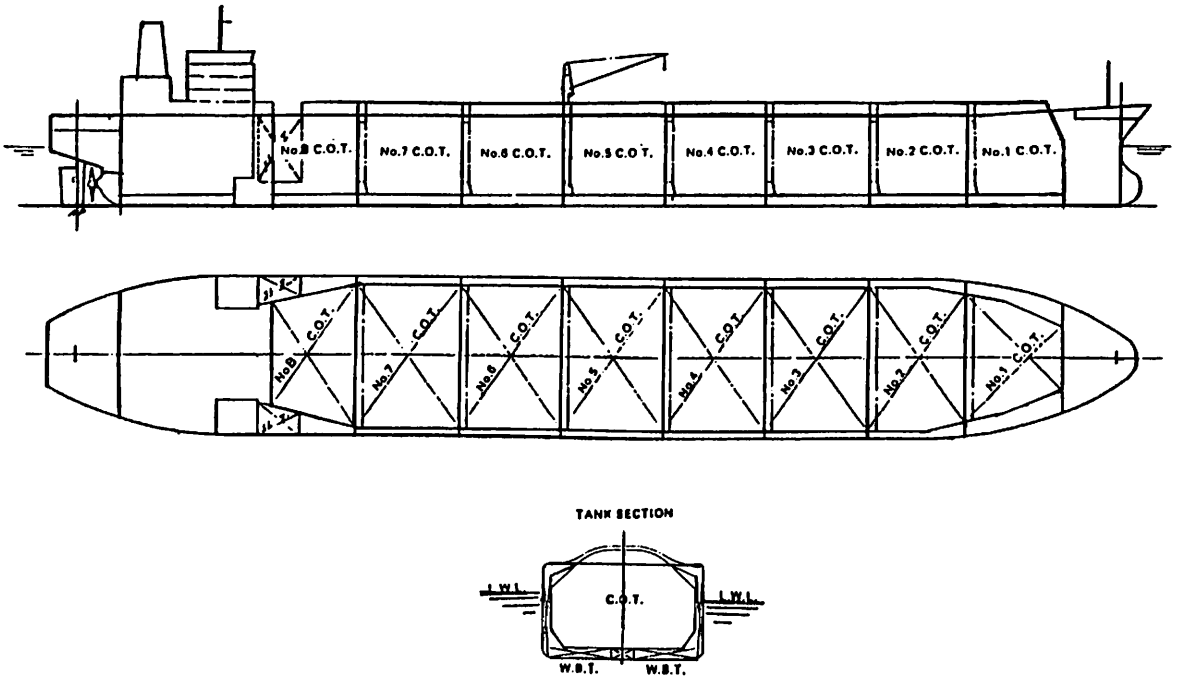


図3・14 IHIシリンダリカル・プロダクト・キャリアの一般配置図¹⁸⁾

(c) 作業性が劣る。夏期は可使時間が短かく、冬期は高粘度となり使用時の温度で作業性が大きく違ってくる。組成によっては二液型塗装機が必要である。

一般に価格も高く本格的な使用には至っていない。

なお、タールエポキシ樹脂塗料中のコールトールの衛生問題があるが、前に述べたように現在のところ、コールトールに代わる安価で防食性の優れた素材がなく種々検討されているが今後の議題である。

3・7・2 塗装

塗装関係では塗装工程および要員の確保、専門職種の導入、作業の省力化と機械化などが挙げられる。

(1) 塗装工程の確保

船舶の塗装工事は他工事の遅れによりしわ寄せされる傾向が大きく、適正な工程が確保されず、品質不良をきたしクレーム発生の要因になる恐れがあるので、船設工事、工程との調整が極めて重要である。

(2) 要員確保、専門職種の育成と導入

計画された工期を守り建造船の引渡し期日に支障を与えぬようにするためには、要員の確保と各種職別の専門化を促進させて能率向上を推進する必要がある。

(3) 塗装作業の省力化・機械化

先端技術の華やかな発展の陰で、在来型の成熟産業の典型の一つである造船業も相対的な地位の低下を続けており、またアジア中進工業国に完全に追い上げられているのが現状である。高品質と低コストの船舶を建造するために既にCAD/CAM技術の実用化が推進されているが、塗装作業は依然として労働集約型であり、省力化、機械化が急がれる。

高性能ショッププライマーの開発および除錆不要または下地処理低減型塗料による除錆作業の簡略化と低減、ハイソリッド塗料による塗装回数削減、速乾化によるブロック回転の円滑化などが省力化に大きく寄与することになる。自動ブラスト法、ブラスト代替化学処理、自動塗装法なども既に開発されているが全般的な適用化が待たれる。

(4) 安全衛生対策

タンク内作業に高所作業による危険の他に塗料の有機溶剤による引火爆発、中毒などの危険にさらされている。これらの対策として温・湿度管理、排気などの作業環境の機械的改善が必要である。また無溶剤形、エマルジョン、水溶性などの安全衛生面を考慮した塗料および塗料飛散防止法の開発も検討課題である。

(次号より第4章船舶の電気防食を連載いたします。)

第3章タンク用塗料〔参考文献〕

- (10) 恵美洋彦, 関根 隆: オイル/プロダクトタンカーの基礎 成山堂書店
- (11) 吉田高年, 塚島 寛: 石油と石炭の化学 共立出版 植野禎夫
- (12) 恵美洋彦, 角張昭介: ケミカルタンカー 船舶技術協会
- (13) 恵美洋彦: 液化ガス/ケミカルタンカーの基礎 成山堂書店
- (14) P.Voogel: Corrosion in Crude oil Tankers July 1965
- (15) 例1: 欧州マリンペイントグループの保証フォーム Guarantee from by European Marine Paint Group,
例2: 特殊塗装基準〔付録〕 1982年4月 日本造船工業会
- (16) TANK COATING-A job for expents p.25 "FAIPRLAY" 20th February 1986
- (17) 新世代プロダクトタンカー「EPOCH」シリーズの開発(日立造船)
"ケミカル/プロダクトタンカーの設計・建造・運航と規制に関する最新の技術と動向"
技術セミナー 第2回 昭和62年6月 船舶技術協会
- (18) 杉田英人: 造船技術 8月号 1985年

〔スターリングエンジン研究の現状と将来〕

(参考文献)

- 1) 2) T. Finkelstein: Air Engines, The Engineer April 3.'59 pp 522~527
- 3) R.J.Meijer: Philips Stirling Engine Activities, SAE Paper 949 E Jan. '65 pp 1~12
- 4) Torbjorn Lia: The Stirling Engine, Comb. Engine Progress '73 p 4
- 5) 塚原: 船舶用スターリング機関を目指して 海文堂 '80-1 p35
- 6) 10) 運輸省船舶局: スターリング研究開発報告書 昭56-5 P. 109 & 111
- 7) 百瀬: 30kW級冷暖房用S.E.の研究開発, S.E.ヒートポンプシステム国際シンポジウム '61-12 p 191
- 8) 野間口 他: 3kW級冷暖房用ディスプレイ型スターリングエンジン, 同上 p 163.
- 9) S.Tsukahara et al: On Marine Stirling Engine Development in Japan, IECEC 829288 '82
- 11) 塚原 他: 2kW級スターリング機関の研究, 昭62春期講演会前刷 日本船舶機関学会 '87-5

<その33>

第3章 航海計器

庄司和民*

3・1 概説

明治の初期から我が国の船舶は急激に進歩発達を遂げたが、航海計器についても、その種類や質において大きな変遷を見ることができる。明治初期には、航海計器といえば、磁気コンパス、ログ、レッド(測鉛)、そして六分儀とクロノメータ程度であったが、これらでさえ鎖国時代から明けた我が国の船にとっては高級品であった。

コンパスについて言えば、明治のはじめころは、中国から渡来した簡単な磁気コンパスで、カードに記された方位も子丑寅の12支が用いられていた。その後イギリスで開発されたケルビン式乾式磁気コンパスが輸入されて装備されていた。明治40年ころから液体式磁気コンパスが発明されて、海軍ではこれを装備しはじめた。大正に入って日本でも液体式磁気コンパスが製造されるようになった。またジャイロコンパスが発明され、イギリスで建造された日本海軍の戦艦金剛に、アンシューツ式ジャイロコンパスを搭載して日本に回航されたのが明治45年で、これが我が国へのジャイロコンパス導入の最初であったようである。ジャイロコンパスの商船への導入の最初は、10年後の大正11年に山下汽船の北光丸にスペリー式6型ジャイロコンパスを装備した時であった。その後ジャイロコンパスを利用したオートパイロットも導入された。

ログも最初のころは手用測程儀であったが、明治中ごろから曳航式のバテントログ(Patent Log)が使用されはじめて、明治、大正、そして昭和と使用された。しかし、昭和に入って流圧式の測程儀(速力計)がノルウェーで開発され、サルログの名前で優秀船に装備された。これが測程儀の近代化のはじまりで、回転翼式や電磁式の測程儀の発達を促がすもとなった。

深さを測る測深儀も、鉛の錘りを使った測鉛から、水圧によるトムソン式測深儀が使用されるようになり、さらに昭和に入ってから、音響測深儀が発明され昭和4～5年ごろから日本に輸入されはじめた。

これらの航海計器の発達は、外国の技術の導入による

ところが大きかったが、背景としての外国における技術の発達も述べながら、我が国における発達の経過を説明することとする。

3・2 コンパス

磁気コンパスが現在のような形を整えた基礎は、イギリスのグラスゴー大学の教授、ウィリアム・トムソン(William Thomson:後のケルビン卿 Lord Kelvin)であった。同氏は1876年(明治9年)従来の乾式磁気コンパスに改良を加えてケルビン式乾式磁気コンパスを完成した。その後1905年(明治38年)イギリスの海軍大佐チュットウインド(Chetwynd)が乾式の磁気コンパスの欠点であるカードのふらつき(抵抗が小さく振揺がおさまらないこと)を少なくするため、液体式磁気コンパスを考案した。液体式磁気コンパスはコンパスバウルの中に蒸溜水とエチルアルコールの混合液を入れて、カードの運動に制動を与えて上述のふらつきを少なくしたものであるが、浮室を設けることによって、堅牢な構造にもかかわらず支点にかかる重量を軽くできるので、指北用の磁石に強くて大きなものが使えて、性能も上り、大量生産も可能となって、現在はすべて液体式となっている。日本では、東京計器や布谷計器が早くから磁気コンパスの製造に取組み、布谷計器では1912年(大正元年)ごろから全部品を国産品で液体式磁気コンパスを製造するようになった。日本海軍では乾式であるケルビン式磁気コンパスを装備していたが、液体式が出現するに及び、いち早く液体式磁気コンパスを採用していたようである。商船では液体式磁気コンパスはその指度が安定であったため、操だ用として重用され、大正年代の大型船では、基準コンパスには乾式が、操だコンパスには液体式が装備されているのが普通であった。昭和に入って日本でも優秀な液体式磁気コンパスが国産されるようになり、昭和5年ごろからは、基準コンパスにも操だコンパスにも液体式磁気コンパスが使われるようになった。例えば賀茂丸(日本郵船, 7,955トン, 1907年), 扶桑丸(大阪商船, 8,196トン, 1908年), しかご丸(大阪商船, 5,849トン, 1909年), 近江丸(日本郵船, 3,394トン, 1912年)等では、基準コンパス、操だコンパス、船尾コンパスの

* (財)日本海技協会 顧問

三つともケルビン式乾式磁気コンパスであったが、日本郵船の香取丸(9,856トン, 1913年), 諏訪丸(10,672トン, 1914年), 秋田丸(3,817トン, 1916年), 浅間丸(16,975トン, 1928年), 大阪商船のらぶら丸(7,267トン, 1926年), もんてびでお丸(7,267トン, 1926年)等は, 基準コンパスはケルビン社製乾式磁気コンパスであるが, 操だコンパスおよび船尾コンパスは液体式磁気コンパスであった。1930年代になって, 日本郵船の能代丸(7,184トン, 1934年), 長良丸(7,147トン, 1934年), 三井船船の吾妻山丸(7,622トン, 1933年)等は基準コンパスにも液体式磁気コンパスが採用されるようになった。このころから以後は乾式磁気コンパスは姿を消し, すべての磁気コンパスは液体式となった^{6) 7)}。

一方ジャイロコンパスが, 大正時代の終わりごろから採用されはじめ, 直接真方位が得られること, およびオートパイロットに利用できることによって, 大型商船に取り入れられた。計画どおりに航海を遂行できるので, 運航能率の向上が実証されて当時の優秀船はこぞってこれを装備した。

ジャイロコンパスは, スペリー式, アンシューツ式, およびブラウン式の3種類が殆んど時を同じくして実用化されたが, その原理は1852年にフランスのレオン・フーコー(Leon Foucault)によって説明されたものであった^{4) 9)}。ジャイロコンパスとしての実用化は, 1900年(明治33年)ドイツのアンシューツ(Anschütz)が実験をはじめたのが最初であった^{1) 4)}。1908年(明治41年)にドイツ戦艦ドイツランド号にアンシューツ式ジャイロコンパスの試作品をのせて実験した¹⁾。一方, スペリー(Sperry)はアメリカで1909年から試作をはじめたスペリー式ジャイロコンパスの第1号機を1911年(明治44年)にアメリカ軍艦デラウエア号に搭載した¹⁾。第3・1図は当時のジャイロの構造を示す図である。[Engineering誌1912年MAY, 31による。]¹¹⁾

これらの海上における実用化の段階ではじめて分った動揺誤差を防止する対策がそれぞれに講じられ, 1912年(明治45年)にはアンシューツ式の改良型(ジャイロローターを3個とした)が, 1913年(大正2年)にはスペリー式の改良型(フローティング・バリスティック・ジャイロ)が出た¹⁾。日本海軍ではこのころイギリスで建造中であった戦艦金剛に上記改良型アンシューツ式ジャイロコンパスを搭載して帰国(1912年)させ¹⁾, 日本でスペリー式の改良型ジャイロコンパスと比較実験を行った記録がある(Sperry Scope誌1921年2月1日号Vol. 2, No. 7)⁹⁾。1916年(大正5年)アメリカのジョン・ペリー(John Perry)とブラウン(S.G.Brown)の両名は,

ブラウン式ジャイロコンパスを考案して, イギリスにおいて製造を開始した。1918年(大正7年)東京計器はスペリー社と契約して, スペリー式ジャイロコンパス2型の製造権を得たが, 製造はしなかった¹⁰⁾。日本海軍ではこのころの戦艦および巡洋戦艦にはほとんどジャイロコンパスを装備したが, 大部分はスペリー式であった¹⁰⁾。1920年(大正9年)スペリー式は指北装置に水銀安定器を用いた5型となり, 5型にはさらに変速度誤差を防ぐため, 緯度に応じて水銀安定器の容器の体積を切替えて変化させることができたり, 反変速度誤差を防止するため変針や変速のとき水銀安定器の作用点を移動させることができるような工夫がなされていた。このため運動の変化の激しい海軍の艦艇に採用され, 後に東京計器において5型の製造を始めたとき(1923年), 従来の日本海軍が用いていた2型を全部5型に装備替えを行った。外国においてジャイロコンパスを商船に装備した最初は, スペリー式の第1号機をアメリカのプリンセスアン号(Princess Anne)に1911年の夏に載せたことにはじまる⁹⁾。この第1号機が同号でニューヨークとノーフォークの間を数回往復航海して後, 1911年の暮に軍艦デラウエア号(Delaware)に移され, アメリカ海軍によってテストされたものである。日本の商船では, 1922年(大正11年)に山下汽船の北光丸(5,346トン, 1918年)にスペリー式ジャイロコンパス6型を装備したのがその最初であった²⁾。その翌年(大正12年)には, 日本郵船の

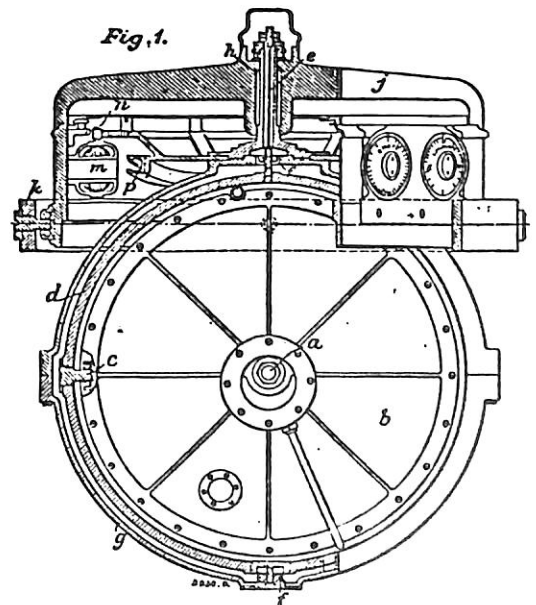


図3・1 スペリージャイロスコープ第1号機断面図

白山丸(10,380トン)や、三井物産の岩手山丸(5,834トン)等が相ついで同じく6型のスペリー式ジャイロコンパスを装備するとともに同じころ開発されたオートパイロット(シングルユニット)を採用した³⁾。

これは、商船用のオートパイロットの日本商船における装備のはじめであった。6型のスペリー式ジャイロコンパスは、東京高等商船学校の練習船大成丸(2,423トン)、青函連絡船の津軽丸(3,484トン、1924年)、松前丸(3,429トン、1924年)にも装備されたが、1925年(大正14年)に建造された相つぐ優秀船、大阪商船のさんとす丸(7,267トン)、らぶらた丸(7,267トン)、これにつづくもんでびでお丸(7,267トン、1926年)、また日本郵船の浅間丸(16,975トン、1928年)、龍田丸(16,975トン、1929年)、秩父丸(19,498トン、1929年、後の鎌倉丸)、三井物産の白馬山丸(6,641トン、1928年)、天城山丸(4,714トン、1933年)、吾妻山丸(7,622トン、1933年)等には更に改良された8型のスペリー式ジャイロコンパスが装備された^{3), 6), 7)}。6型と8型の大きな違いは、ジャイロローターが、6型は直流電動機であったのに対し、8型は交流電動機となったことであった。上記の船にはオートパイロットも同時に装備されたが、特に浅間丸、龍田丸、秩父丸はツウユニットのオートパイロットが装備された^{3), 6), 7)}。シングルユニットのオートパイロットは、装置が船橋の操だ輪の傍に置かれて、チェーンによって操だ輪の軸を回転させることによってかじをとる型であったが、ツウユニットは船橋には制御装置のみを置き、駆動部は船尾のだ機の傍に置いてかじをとる型となったため、船橋から船尾までの操だ系統が2系統あることとなり、信頼性がより高くなった。

一方アンシューツ社は、1927年(昭和2年)からニューアンシューツ型ジャイロコンパスの製造を開始し、日本海軍もこれを購入して、安式2号転輪羅針儀と称して試験を行った。商船としては、大阪商船のぶえのすあいれす丸(9,625トン、1929年)、りおでじゃねいろ丸(9,626トン、1929年)、日本郵船の照国丸(11,930トン、1929年)、靖国丸(11,933トン、1930年)等にこのニューアンシューツ式ジャイロコンパスが装備された。この型は、ジャイロローターを2個として、その軸を互いに直角に配置し、その合成ベクトルが北を指すようになっており、これらと指北装置、制振装置を球の中に組みこんで密封して転輪球とし、転輪球が液体中に浮いて自由を保っている。

また、1929年(昭和4年)には、ブラウン式ジャイロコンパスが輸入され、水産講習所練習

船白鷹丸(1,327トン)に装備された。これはA型であったが、後にB型のブラウン式ジャイロコンパスが、東京高等商船学校に教育用として昭和10年ころ輸入されたが、日本海軍に試験のため貸与された。ブラウン式ジャイロコンパスはこの2台が日本に輸入されたに止った³⁾。後に第2次大戦開始直後、フランス汽船アラミス号を拿捕して帝亜丸と改名して運航されたが、この船にブラウン式ジャイロコンパスが装備されていた。一般にブラウン式ジャイロコンパスはフランス船に多く装備されていたようであった。

そもそもジャイロコンパスは、三軸の自由を有するジャイロに、指北装置と制振装置によって、その軸を地球上で南北方向に向けつつけさせているものであるが、それを主動部として、その動きをコンパスカードを含んだ追従部に追従装置によって伝え、これらを一体として固定部に支えている。主動部、追従部、固定部からなる主体を主羅針儀(マスターコンパス)といい、その示す方位を角度伝達装置で船内の必要な場所に置かれた従羅針儀(レビータ)に伝えて再現しているものである。スペリー式ジャイロコンパスは、第3・2図のように、三軸の自由をピアノ線で吊すことによって与え、指北装置としては水銀安定器を用い、制振装置としては水銀安定器の作用点を真下の位置から僅かに重に偏らせることよっている。第3・3図はスペリー式ジャイロコンパスのシステムを示すブロック図である。アンシューツ式ジャイロコンパスは、第3・4図のようなシステムとなっていて、三軸の自由は転輪球を液の中に浮かせることによって与え、指北装置としては転輪球の重心を浮心より少し下にするこことで与え、制振装置は制振油器(転輪球内にある)の中の油の移動を抑えて油面の上下を軸の上下から90°位相をおくらせるようにして与えている。また角度伝達装置としては、スペリー式は直流を用いたステップモー

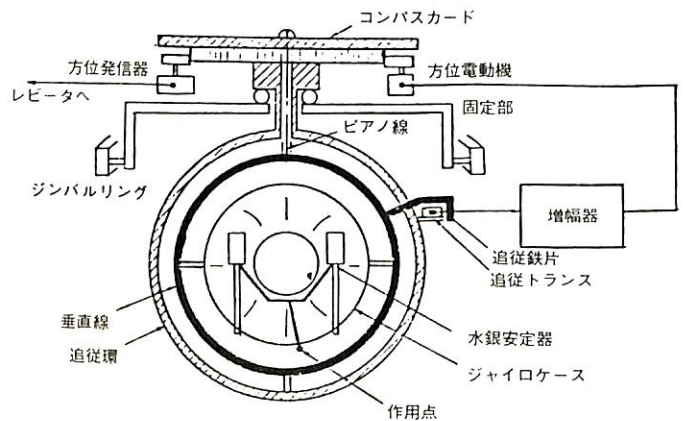


図3・2 スペリー14型ジャイロコンパスマスターコンパス構成概要図

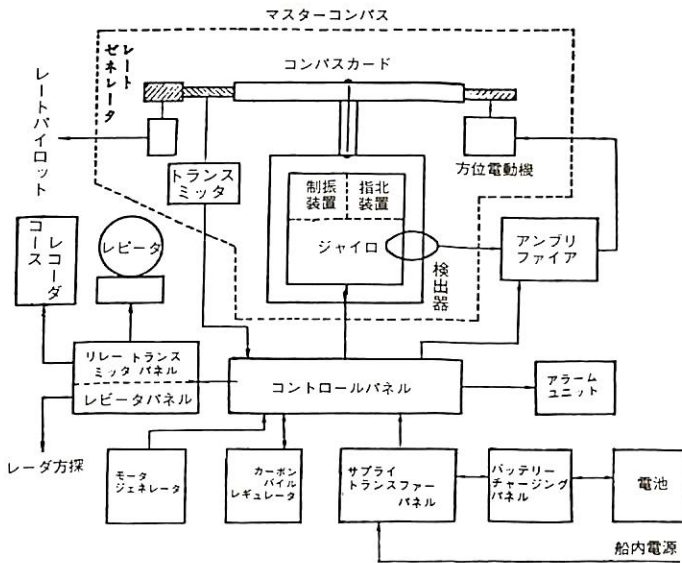


図 3-3 スペリー型ジャイロコンパス型のシステムブロック図

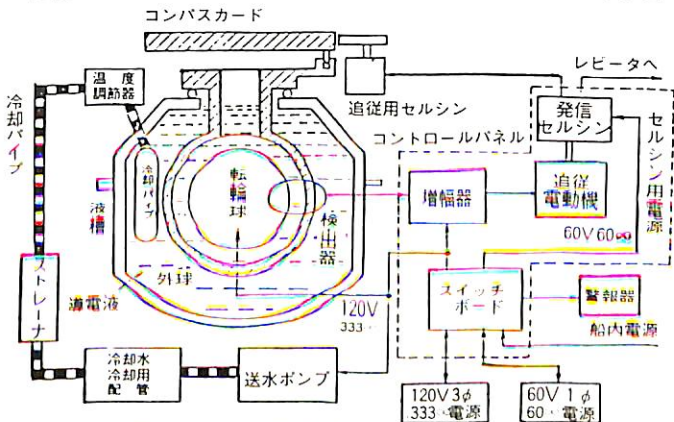


図 3-4 北辰アンシュツ水冷式ジャイロコンパスのシステムブロック図

タであり、アンシュツ式は交流を用いたセルシンモータであった。

ブラウン式ジャイロコンパスは、三軸の自由を与えるために、油圧で支持軸に上下動を与え、指北及び制振装置としては、ジャイロローターの四転によって生ずる空気流を利用して、指北用油器、制振用油器に空気圧を与え、南北の油面をコントロールすることによっている。

1932年(昭和7年)日本海軍では、砲術兵器としての評価試験を、ニューアンシュツ式ジャイロコンパスと、スペリー式11型ジャイロコンパスとの2種類について海上で行ったが、砲術兵器としてはニューアンシュツ式がよいとの結論を得たようで、その年北辰電機がアンシュツ式ジャイロコンパスの製造権を得て、海軍用の製

造に着手した¹⁾。1938年(昭和13年)に安式2号転輪羅針儀として、国産のアンシュツ式ジャイロコンパス第1号機を製造し、工作艦明石に装備された。その後潜水艦に主として装備された。東京計器も航海用兵器としてスペリー式ジャイロコンパスの試作を行い、須式2号転輪羅針儀として製造をはじめた。

1941年(昭和16年)北辰電機では、安式小型転輪羅針儀を完成し、これは特攻用の特殊潜航艇に装備され、同年12月8日真珠湾攻撃に使用された。また1944年(昭和19年)安式三式三号転輪羅針儀を製作して、これは巨大戦艦、大和、武蔵、信濃に装備された。

1945年(昭和20年)には、在来船が相当撃沈されたため、戦時標準型船(戦標船)が急造されたが、これに装備するため、北辰電機では、一般船用安式小型転輪羅針儀を完成し、これを製造して戦標船に装備した¹⁾。

〔参考文献〕

- 1) 防衛庁海上幕僚監部技術部：航海光学ハンドブック(艦船用)その1(1974)
- 2) 瀬戸口寛一：ジャイロコンパス(1930)
- 3) 井関 貢：新航用測量学(1937)
- 4) A.L.Rawlings：The theory of the gyroscopic compass(1929)
- 5) ダイアモンド社：北辰電機(1969)
- 6) モーターシップ誌(1928~1937)
- 7) 東京商船大学：汽船実習修業報告(1933~1938)
- 8) 古木益光：東京計器65年略史(1961)
- 9) The Sperry Gyroscope Co.：The Sperry Scope Vol. 2, No 7(1921)
- 10) 東京計器：東京計器技術ニュースNo11(1959) No24(1960)
- 11) Engineering誌：Engineering(5-31, 1912)
- 12) 北辰電機：測程儀の発達史(1978)
- 13) 日本国有鉄道：国鉄80年史

〔お詫び訂正〕

第2章商船の電気機装・電気機器

72頁・左側下から13行目 (誤) $R_s \times V_s = R_w \times V_w$
(正) $R_s \times r_s = R_w \times r_w$

75頁・表2・30 表中

津軽丸 横傾斜調整装置(但し、2号機) 三長相模丸(誤) 富都宮電 (正) 宇都宮電

造船工学覚え書

<40>

広島大学名誉教授(造船学)
工学博士 川上益男

18. 機関室二重底の振動

18・1 概説

船体における振動源の一つである主機を搭載してある機関室二重底の振動は重要である。即ちもしその二重底が主機の起振力に共振したならば、機関室はいうまでもなく船体が大きな振動を惹き起すことになる。それにも拘わらず機関室二重底の振動の研究は余り多くない。^{18.1), 18.2)}

最近多くみられるようになった船尾機関室二重底はその形が台形または三角形である故、別途に考察されねばならない。ここでは長方形二重底について考える。従って中央部機関室の二重底を対象としている。

主機台としての機関室二重底はその長さ、幅に対して深さが相対的に大きいので、貨物倉の二重底、他の甲板、外板などのごとき防撓板とは異なり、その変形は曲げたわみの外に剪断たわみを、また振動では回転慣性の影響などを考慮した振動の基礎方程式から出発しなければならない。

本稿でこの問題に関して取り扱った内容を列挙すると次のようである。

- (1) 二重底の曲げたわみのみならず剪断たわみおよび回転慣性を考慮した、振動の基礎方程式の誘導。
- (2) その場合の二重底の固有振動数を求める。
- (3) その固有振動数において剪断たわみおよび回転慣性の影響がどの程度であることを示す。
- (4) 機関室には一般に梁柱が配置されているが、それを通じての二重底と甲板との連成振動を取り扱う。
- (5) 主機からの起振力および起振モーメントによる二重底の強制振動について考察する。

18.1 川上益男：主機台の振動について、西船報、12 (1956)

18.2) Kawakami M.: Local Vibration and Strength in the Ship Structure, Memo. Facu, Eng., Hiroshima Univ., 1.1 (1957)

18・2 剪断たわみ及び回転慣性の影響を考慮した二重底の振動方程式

図18・1のごとく二重底の中性面内に x, y 軸をとり、図18・2に示すごとき各量の記号を用いる。この図および後で示す各記号において、内底板、底外板、肋板および縦桁に関する諸量にそれぞれ t, b, i, j など下付添字を付けることにする。任意の位置 x_i, y_j に取り付けられた桁板は上下の内底板および底外板に対して局部的に集中相互反力を与えるので、それを表記するにはDiracの δ 関数即ち $\delta(x-x_i), \delta(y-y_j)$ を用いなければならない。

内底板と底外板とで符号を適当に考慮しさえすれば、全く同じように取り扱えるので、二重底の共通の中性面から或る距離はなれた位置にある内底について、先ず振動の方程式を作ることにする。

図18・2を参照しながら、今二重底の全たわみを w ,

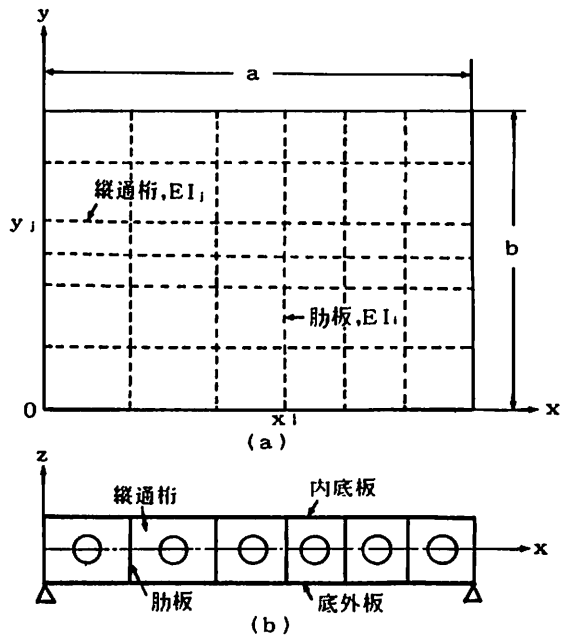


図18・1 二重底の平面および側面

剪断たわみを w_s とすれば、 $(w-w_s)$ は曲げたわみである。曲げたわみによる内底板の x, y 方向の変位を u_i, v_i とすれば次のようになる。ただし z は板の中性面からとる。

$$\left. \begin{aligned} u_i &= -(\eta_{ix} + z) \frac{\partial}{\partial x} (w - w_s), \\ v_i &= -(\eta_{iy} + z) \frac{\partial}{\partial y} (w - w_s) \end{aligned} \right\} (18 \cdot 1)$$

と表わされる。従って歪 $\epsilon_{ix}, \epsilon_{iy}, \tau_{ixy}$ は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_{ix} &= \frac{\partial u_i}{\partial x} = -(\eta_{ix} + z) \frac{\partial^2}{\partial x^2} (w - w_s) \\ \epsilon_{iy} &= \frac{\partial v_i}{\partial y} = -(\eta_{iy} + z) \frac{\partial^2}{\partial y^2} (w - w_s) \\ \tau_{ixy} &= \frac{\partial u_i}{\partial y} + \frac{\partial v_i}{\partial x} \\ &= -(\eta_{ix} + \eta_{iy} + 2z) \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} (w - w_s) \end{aligned} \right\} (18 \cdot 2)$$

従って応力は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ix} &= \frac{E}{1-\nu^2} (\epsilon_{ix} + \nu \epsilon_{iy}) = -\frac{E}{1-\nu^2} \\ &\times [(\eta_{ix} + z) \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \nu(\eta_{iy} + z) \frac{\partial^2}{\partial y^2}] (w - w_s), \\ \sigma_{iy} &= \frac{E}{1-\nu^2} (\epsilon_{iy} + \nu \epsilon_{ix}) = -\frac{E}{1-\nu^2} \\ &\times [(\eta_{iy} + z) \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \nu(\eta_{ix} + z) \frac{\partial^2}{\partial x^2}] (w - w_s), \\ \tau_{ixy} &= \tau_{iyx} = G \tau_{ixy} = -G(\eta_{ix} + \eta_{iy} + 2z) \\ &\times \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} (w - w_s) \end{aligned} \right\} (18 \cdot 3)$$

ただし、 E : ヤング率、 ν : ポアソン比、 G : 剪断係数、単位の曲げおよび捩りモーメントは次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} m_{ix} &= \int_{-h_i/2}^{h_i/2} \sigma_{ix} (\eta_{ix} + z) dz \\ &= -D_i [\zeta_{ix} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \nu \zeta_{ixy} \frac{\partial^2}{\partial y^2}] (w - w_s), \\ m_{iy} &= \int_{-h_i/2}^{h_i/2} \sigma_{iy} (\eta_{iy} + z) dz \\ &= -D_i [\zeta_{iy} \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \nu \zeta_{ixy} \frac{\partial^2}{\partial x^2}] (w - w_s), \\ m_{ixy} &= \int_{-h_i/2}^{h_i/2} \tau_{ixy} (\eta_{ix} + z) dz \\ &= -D_i (1-\nu) \frac{\zeta_{iy} + \zeta_{ixy}}{2} \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} (w - w_s), \\ m_{iyx} &= \int_{-h_i/2}^{h_i/2} \tau_{iyx} (\eta_{iy} + z) dz \\ &= -D_i (1-\nu) \frac{\zeta_{ix} + \zeta_{ixy}}{2} \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} (w - w_s), \end{aligned} \right\} (18 \cdot 4)$$

ただし、 $D_i = Eh_i^3/12(1-\nu^2)$, $\zeta_{ix} = 1 + 12\eta_i^2/h_i^2$, $\zeta_{iy} = 1 + 12\eta_i^2/h_i^2$, $\zeta_{ixy} = 1 + 12\eta_{ix}\eta_{iy}/h_i^2$, (18・5)

以上は x 及び y 断面で中性面が異なるものとして導いたのであるが、二重底のごとき防撓構造では、一般に両者は一致するので、今 $\eta_{ix} = \eta_{iy}$ とすれば $\zeta_{ix} = \zeta_{iy} = \zeta_{ixy}$ と

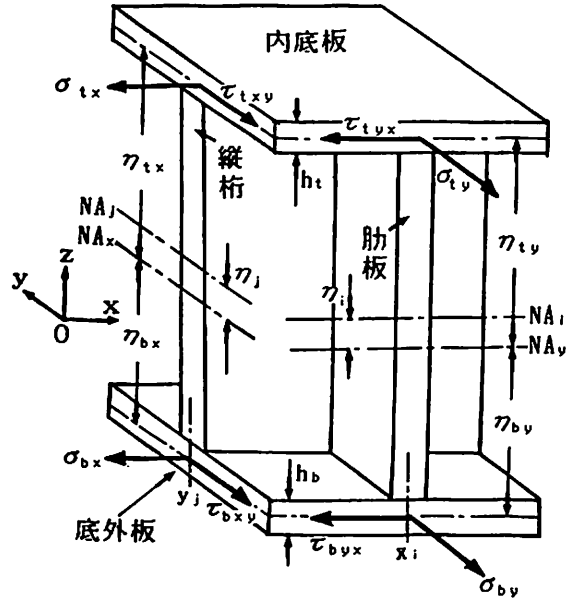


図 18・2 二重底の縦横断面

なるので $\zeta_i = 1 + 12\eta_i^2/h_i^2$ とおけば (18・4) は次のように書き換えられる。

$$\left. \begin{aligned} m_{ix} &= -D_i \zeta_i \left[\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right] (w - w_s), \\ m_{iy} &= -D_i \zeta_i \left[\frac{\partial^2}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right] (w - w_s), \\ m_{ixy} &= m_{iyx} = -D_i \zeta_i (1 + \nu) \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} (w - w_s), \end{aligned} \right\} (18 \cdot 6)$$

次に内底板の単位断面慣性モーメントを I_i 、鋼の単位質量を ρ 、時間を t とすれば、単位慣性力: q_{ix}, q_{iy} モーメント及び回転慣性力との釣合方程式は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} q_{ix} &= \rho I_i \zeta_i \frac{\partial^3}{\partial t^2 \partial x} (w - w_s) + \frac{\partial m_{ix}}{\partial x} + \frac{\partial m_{ixy}}{\partial y}, \\ q_{iy} &= \rho I_i \zeta_i \frac{\partial^3}{\partial t^2 \partial y} (w - w_s) + \frac{\partial m_{iyx}}{\partial x} + \frac{\partial m_{iy}}{\partial y}, \end{aligned} \right\} (18 \cdot 7)$$

また単位力と慣性力との釣合式は

$$\frac{\partial q_{ix}}{\partial x} + \frac{\partial q_{iy}}{\partial y} = \rho h_i \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \quad (18 \cdot 8)$$

となる。一方剪断力は、今断面係数を k_i とすれば、剪断たわみとの間に次の関係がある。

$$q_{ix} = k_i h_i G \frac{\partial w_s}{\partial x}, \quad q_{iy} = k_i h_i G \frac{\partial w_s}{\partial y}, \quad (18 \cdot 9)$$

(18・6), (18・7) を (18・8) に入れ、(18・9) を用いて w_s を消去すれば次式が得られる。

$$\left. \begin{aligned} \rho h_i \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + D_i \zeta_i \Delta^2 w - (\rho I_i \zeta_i + \frac{\rho D_i \zeta_i}{k_i G}) \\ \frac{\partial^2}{\partial t^2} \Delta w + \frac{\rho^2 \zeta_i}{k_i G} \frac{\partial^4 w}{\partial t^4} = 0 \end{aligned} \right\} (18 \cdot 10)$$

ただし、 $\Delta = \partial^2/\partial x^2 + \partial^2/\partial y^2$ である。

以上は内底板に関する振動方程式を導いたのであるが、底外板についても全く同様にして、各量の下付添字を b に代えることによって書くことができるが、その結果はここでは省略する。

(18・10)において左辺第4項は低次振動のみを考えるときには他項に比して無視できることが知られている。また、 $I_i = h_i^3/12 = D_i(1 + \nu^2)/E$ となるのでこれを代入して(18・10)を書き換えれば、

$$[\rho h_i - \rho D_i \zeta_i (\frac{1}{k_i G} + \frac{1 - \nu^2}{E}) \Delta] \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + D_i \zeta_i \Delta^2 w = 0 \quad (18 \cdot 11)$$

これは内底板に関する式であるが、上記のことにより底外板についても同様にして次式が導かれる。

$$[\rho h_b - \rho D_b \zeta_b (\frac{1}{k_b G} + \frac{1 + \nu^2}{E}) \Delta] \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + D_b \zeta_b \Delta^2 w = 0 \quad (18 \cdot 12)$$

(18・11)、(18・12)は縦横桁材のない位置における上下板の振動方程式であるが、 x_i, y_j の位置では桁材の曲げによる局部集中的な相互反力が作用している。それを内底板に対しては q_{1i}, q_{1j} 、また底外板に対しては q_{bi}, q_{bj} として δ 関数を用いて方程式の中へ入れれば次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} & [\rho h_i - \rho D_i \zeta_i (\frac{1}{k_b G} + \frac{1 - \nu^2}{E}) \Delta] \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \\ & D_i \zeta_i \Delta^2 w + \sum_i q_{1i} \delta(x - x_i) + \sum_j q_{1j} \delta(y - y_j) = 0, \\ & [\rho h_b - \rho D_b \zeta_b (\frac{1}{k_b G} + \frac{1 - \nu^2}{E}) \Delta] \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \\ & D_b \zeta_b \Delta^2 w - \sum_i q_{bi} \delta(x - x_i) - \sum_j q_{bj} \delta(y - y_j) = 0, \end{aligned} \right\} (18 \cdot 13)$$

この相互反力は縦横桁材に対しては長さ方向に分布外力として作用する。而して桁材の曲げたわみのみならず剪断たわみおよび回転慣性の影響を考慮した振動方程式において、上下板と同様に低次振動のみを考えることにして簡易化した方程式は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} & [\rho A_i - \rho I_i \zeta_i (1 + \frac{E}{k_i G}) \frac{\partial^2}{\partial y^2}] \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \\ & E I_i \zeta_i \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = (q_{1i} - q_{bi}), \\ & [\rho A_j - \rho I_j \zeta_j (1 + \frac{E}{k_j G}) \frac{\partial^2}{\partial x^2}] \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \\ & E I_j \zeta_j \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = (q_{1j} - q_{bj}), \end{aligned} \right\} (18 \cdot 14)$$

ただし x_i, y_j の位置の桁材に i, j を付し、 A_i, A_j : 断面積、 I_i, I_j : 断面2次モーメント、 k_i, k_j : 剪断力に関する断面係数、 $\zeta_i = 1 + A_i \eta^2 / I_i, \zeta_j = 1 + A_j \eta^2 / I_j$ であ

る。

二重底内に液体が充満してあるときにはその単位面積当たりの質量を ρ_l 、また周囲の水からの付加質量を単位面積当たりにつき ρ_v とすれば、二重底の振動にて $(\rho_l + \rho_v) \partial^2 w / \partial t^2$ が慣性力として作用することを考慮しなければならない。

(18・13)の2式の和を求め、その式へ(18・14)の右辺を代入して相互反力を消去して整理すれば次式が得られる。

$$\left. \begin{aligned} & [\{ \rho (h_i + h_b) + \rho_l + \rho_v + \sum_i \rho A_i \delta(x - x_i) \\ & + \sum_j \rho A_j \delta(y - y_j) \} - \{ \rho (\frac{D_i \zeta_i}{k_i} + \frac{D_b \zeta_b}{k_b}) \\ & + (\frac{1}{G} + \frac{1 - \nu^2}{E}) \Delta + \rho \sum_i (1 + \frac{E}{k_i G}) I_i \zeta_i \delta(x - x_i) \\ & + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \rho \sum_j (1 + \frac{E}{k_j G}) I_j \zeta_j \delta(y - y_j) \frac{\partial^2}{\partial x^2} \}] \\ & + \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + [D_e \Delta^2 + \sum_i E I_i \zeta_i \delta(x - x_i) \frac{\partial^4}{\partial y^4} \\ & + \sum_j E I_j \zeta_j \delta(y - y_j) \frac{\partial^4}{\partial x^4}] w = 0 \end{aligned} \right\} (18 \cdot 15)$$

この式が任意の大きさで、任意の間隔で、縦横桁材で補強された二重底の基礎振動方程式である。

次に二重底の振動に対しては底外板の外部に接する水からの付加質量はかなり大きな値となるが、これに対しては良く知られた式を用いる。任意の m, n 次の振動に対する長方形板の付加質量は

$$M_v = \frac{a^2 b \rho_w}{4 m \pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + (a/b)^2 (n/m)^2}} \quad (18 \cdot 16)$$

ただし、 ρ_w : 周囲の水の質量

従って単位面積当たりの付加水質量 $\rho_v = M_v / ab$ は

$$\rho_v = \frac{a \rho_w}{4 m \pi [1 + (a/b)^2 (n/m)^2]} \quad (18 \cdot 17)$$

のごとくに求められる。

18・3 二重底の固有振動数とそれに対する剪断たわみおよび回転慣性の影響

(18・15)において次の記号を用いる。

$$\left. \begin{aligned} M &= \rho (h_i + h_b) + \rho_l + \rho_v + \sum_i \rho A_i \delta(x - x_i) \\ &+ \sum_j \rho A_j \delta(y - y_j), \\ D &= D_e \Delta^2 + \sum_i E I_i \zeta_i \delta(x - x_i) \frac{\partial^4}{\partial y^4} \\ &+ \sum_j E I_j \zeta_j \delta(y - y_j) \frac{\partial^4}{\partial x^4}, \\ S &= -\frac{\rho}{G} [(\frac{D_i \zeta_i}{k_i} + \frac{D_b \zeta_b}{k_b}) \Delta + \sum_i \frac{E I_i \zeta_i}{k_i} \\ &\delta(x - x_i) \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \sum_j \frac{E I_j \zeta_j}{k_j} \delta(y - y_j) \frac{\partial^2}{\partial x^2}], \end{aligned} \right\} (18 \cdot 18)$$

$$R = -\rho \left[\frac{1-\nu^2}{E} D_e d + \sum_i I_i \zeta_i \delta(x-x_i) \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \sum_j I_j \zeta_j \delta(y-y_j) \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right]$$

ただし $\zeta_i = 12 \eta_i^2 / h_i^2$, $\zeta_b = 12 \eta_b^2 / h_b^2$, $\therefore D_e = E(h_1 \eta_1^2 + h_b \eta_b^2) / (1-\nu^2)$ と近似してある。

(18・18) のごとき記号を用いれば (18・15) の二重底の振動方程式は次のように書かれる。

$$(M + S + R) \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \vartheta w = 0 \quad (18 \cdot 19)$$

この方程式中の $S \partial^2 w / \partial t^2$ は剪断たわみの影響を、 $R \partial^2 w / \partial t^2$ は回転慣性の影響をそれぞれ表わしている。機関室二重底の周辺固着状態は単純支持と考える方が妥当である故、(18・19)を解くために次のごときFourier変換を考える。

$$W(m, n, t) = \int_0^a \int_0^b w(x, y, t) \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b} dx dy \quad (18 \cdot 20)$$

(18・19)の方程式をFourier変換すると $W(m, n, t)$ に関する次の方程式が得られる。

$$\frac{d^2 W}{dt^2} + \lambda_{SR}^2 W = 0 \quad (18 \cdot 21)$$

ただし

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{SR} &= [\vartheta' / (M' + S' + R)]^{1/2} = C\lambda \\ \lambda &= [\vartheta' / M']^{1/2} \quad : \text{曲げたわみのみを} \\ &\quad \text{考えたとき固有円振動数,} \\ C_{SR} &= 1 / [1 + (S' + R') / M']^{1/2} \quad : \text{剪} \\ &\quad \text{断たわみ, 回転慣性の影響係数} \end{aligned} \right\} (18 \cdot 22)$$

$$\left. \begin{aligned} \vartheta' &= D_e \pi^4 \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right) + \sum_i \frac{2\pi^4}{a} \left(\frac{n}{b} \right)^4 E I_i \zeta_i \sin^2 \frac{m\pi x_i}{a} + \sum_j \frac{2\pi^4}{b} \left(\frac{m}{a} \right)^4 E I_j \zeta_j \sin^2 \frac{n\pi y_j}{b}, \\ M' &= \rho (h_1 + h_b) + \rho_t + \rho_v + \sum_i \frac{2\rho A_i}{a} \sin^2 \frac{m\pi x_i}{a} + \sum_j \frac{2\rho A_j}{b} \sin^2 \frac{n\pi y_j}{b}, \\ S' &= \frac{\rho \pi^2 E}{G} \left[\frac{1}{E} \left(\frac{D_1 \zeta_1}{k_1} + \frac{D_b \zeta_b}{k_b} \right) \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right) + \sum_i \frac{2n^2 I_i \zeta_i}{ab^2 k_i} \sin^2 \frac{m\pi x_i}{a} + \sum_j \frac{2m^2 I_j \zeta_j}{a^2 b k_j} \sin^2 \frac{n\pi y_j}{b} \right], \\ R' &= \rho \pi^2 \left[\frac{(1-\nu^2) D_e}{E} \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right) + \sum_i \frac{2n^2 I_i \zeta_i}{ab^2} \sin^2 \frac{m\pi x_i}{a} + \sum_j \frac{2m^2 I_j \zeta_j}{a^2 b} \sin^2 \frac{n\pi y_j}{b} \right] \end{aligned} \right\} (18 \cdot 23)$$

(18・21) 或いは (18・22) の λ_{SR} (rad/s) が二重底の曲げたわみと同時に剪断たわみおよび回転慣性の影響を考慮したときの固有円振動数である。従って固有振動数 f_{SR} (cpm) は $f = 30 \lambda_{SR} / \pi$ で計算される。もし曲げたわみのみを考えたときの二重底の固有円振動数は (18・

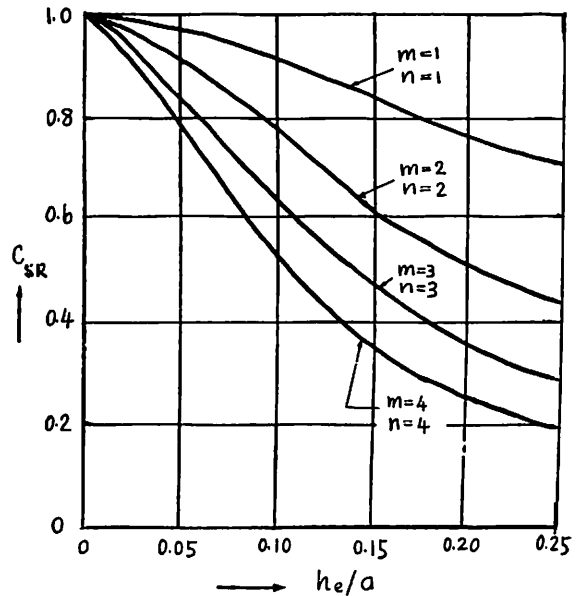


図18・3 二重底の固有振動数に対する剪断たわみ、回転慣性の影響係数

22) の λ である。この λ に対する剪断たわみ及び回転慣性の影響係数が (18・22) の C_{SR} である。剪断力に関する形状係数は二重底の詳しい強度計算を行わなければ判明しないので、ここでは近似的に5/6をとることにして、 C_{SR} を二重底の振動次数 m, n をかえて計算したのが図18・3である。これは長さ130mの貨物船の機関室二重底を例にとった。各量は次のようである。

$a = 17.85$ m, $b = 18.20$ m, 二重底高さ $h_e = 1.5$ m, $h_1 = 14$ mm, $h_b = 18$ mm, 肋板厚さ = 11 mm, 総桁は13m (1本), 17mm (4本), 11mm (4本) が不等心距に配置されており、二重底構造重量 = 160 t, 二重底内液体重量 = 440 t, 周囲の水の付加水重量 = 325 t, 主機重量 = 340 t, 3個の発電機重量 = 66 t, その他の均一分布重量 = 50 t。

この図でわかるごとく、二重底の振動が高次になるほど C_{SR} は小さくなり、また h_e/a の増加と共に小さくなることがわかる。決して C_{SR} が無視できないことが判明した。

● 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。料金は送料共々700円。当社に直接ご注文下さい。

船舶電子航法ノート(121)

木村小一

A・7・3・19 GPS受信機におけるデータ処理

GPS受信機に内蔵されているマイクロコンピュータには、大別して二つの役目がある。その一つは受信機の動作を制御し、また、アナログ電子回路の代わりに役目も果たす、受信機の一部としての役割である。第二の役割は、いろいろな計算処理をするコンピュータそのものの動作である。この後者のような計算などにはつぎのような種類がある。

(1) 受信機の視野中に余分の数の衛星があるときに、その中から最も精度良く測位のできる衛星を選びだす計算など。

(2) 測位のための計算。

(3) 測地系をその場所の海図などに合わせるための変換の計算。

(4) その他の航法計算、例えばウェイトポイントの方位やそこまでの距離などを求める受信機には付加的な機能。

(5) 必要とする諸データの記憶。

(6) その他

これらの計算の中の主なものについて紹介する。

A・7・3・20 衛星選択計算

GPSの受信機は、衛星からの信号を受信するためには、受信機の中で、受信すべき衛星の測距コード(C/AコードともしPPSを使用するならばPコード)を用意しなければならない。このためにはどの衛星が受信機の視野の中にどの衛星があるかを知らなければならず、また、視野の中に測位に必要な衛星より多くの数の衛星があれば、その中から幾何学的に最も精度良く測位のできる衛星を選択する必要がある。18衛星プラス動作をしている3予備衛星からなる運用のシステムでは普通は常に視野中にかなりの余分の衛星が見えているからである。

このような衛星選択の計算をするためには、まず、衛星が見えているか、いないかの計算がまず必要である。すでに第A・7・103図と第A・7・24表で示したように、各衛星からGPSシステムに属する全衛星の軌道データの概略の値がサブフレーム4のページ2～5と7～10、サブフレーム5のページ1～24を使って放送されている。

この放送データは衛星の軌道要素の精度が、測位用が32ビットなのに対して24ビットと短かく、また、衛星の楕円軌道からの外れを求める軌道の乱れの計算のための係数も含まれていない。しかし、この程度の軌道データでも、どの衛星が視野の中にあるかの計算には十分すぎる精度である。また、これらの放送のフォーマットの中には衛星の時計のGPS時間に対する進み遅れを計算するパラメータのこれも桁落ちしたものを含んでいる。軌道データから計算した衛星と受信点との距離と距離の変化率(速度)、および時計のデータから衛星からの信号のコードの受信状況とドップラー周波数との予測をすることによって、衛星信号の捕捉を速くすることも行われる。

システムに属する全衛星のある時間における位置はこれらアルマナックと呼ばれる衛星から放送の軌道データを使って地球の中心に原点があり、経度0°の赤道方向がX軸、東経90°の赤道方向がY軸、北極方向がZ軸で地球とともに回転する直交座標系に対して求められる。その求め方はすでに第A・7・24表の右側に示してあるとおりであるが、前述したように軌道の乱れの係数は使用していないので、その関係の三つの式は使用しない。

受信点には推測位置を使用する。その位置の緯度を φ 、経度を λ とすると、つぎにこの推測位置で地球面に接する平面をUV座標(東がU、北がV)とし、天頂をW軸とする局地的直交座標系上で、衛星の方位角と仰角を求める。衛星の仰角がプラスである衛星は受信点から見えている衛星であるが、普通は最低仰角は10°程度にとる。この衛星の方位角 a と仰角 h の計算はつぎにより行う。

地心地球固定の直交座標系XYZ上の衛星の位置 x_s 、 y_s 、 z_s を、緯度 φ 、経度 λ を中心とする局地的直交座標系UVW上に座標変換をする。そのときの衛星位置を u_s 、 v_s 、 w_s とすると、

$$u_s = x_s \sin \varphi \cos \lambda + y_s \sin \varphi \sin \lambda - z_s \cos \varphi$$

$$v_s = -x_s \sin \lambda + y_s \cos \lambda$$

$$w_s = x_s \cos \varphi \cos \lambda + y_s \cos \varphi \sin \lambda + z_s \sin \varphi$$

で求めることができる。

従って、受信点から見た衛星の方位角 a は

$$a = \tan^{-1}(-v_s/w_s)$$

但し、 $w_s > 0$ ならば

$$a = a + 180^\circ$$

また、仰角 h は受信点から衛星までの距離を R とすれば

$$R = \sqrt{u_s^2 + v_s^2 + w_s^2}$$

であるから、

$$h = \sin^{-1}(w_s/R)$$

で求めることができる。

こうして、衛星の仰角と方位角が求められれば、受信点から各衛星を向いた単位ベクトルを画くことができ、その局地的座標系 UVW の各軸に対するその分力を用いて前に述べた行列演算を用いて PDOP の計算ができる。従って、その地点である時間に見える衛星のいろいろな組合せにおける PDOP を計算して、そのうちから最小の PDOP が得られた衛星の組合せを選定すればよい。この計算は数分ごとに行い、衛星の動きに対応させる必要がある。

しかし、この PDOP の計算は行列の演算であり、とくに逆行列の計算が含まれているのでかなりの計算量になり、運用のシステムになって、見える衛星の数が増加すると衛星の組合せ数が大きくなって、その計算量も膨大になる。そこで、それが実際に GPS 受信機で実行されているかどうかは別にして、いろいろな形での簡易計算法が提案されている。それらを大別すると幾何学的に体積を計算する方法と簡易式を求める方法になる。

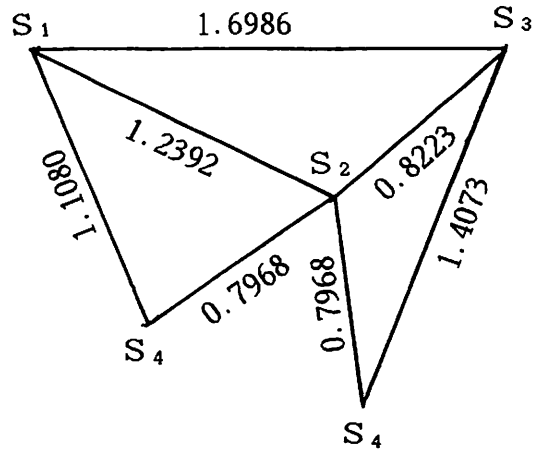
まず、体積を求める方法は、四つの衛星の方向を向いた単位ベクトルの先端を頂点とした四面体の体積が PDOP と密接な関係にあり、この体積が大きいほど PDOP が小さくなるからである。

また、PDOP は上記の四面体の四つの面の面積の二乗の和の平方根 (RSS) をその体積で割ったものに相当するという関係もある。それはまた四面体の四つの高さの逆数の二乗の RSS でもある。

その証明* は省略するが、上の高さの逆数を用いる方法の一つの例をつぎに示す。いま四つの衛星 S_1, S_2, S_3, S_4 の仰角と方位角がそれぞれ $S_1(37.6^\circ, 130.9^\circ)$ $S_2(65.1^\circ, 326.6^\circ)$, $S_3(22.8^\circ, 289.5^\circ)$, $S_4(40.6^\circ, 39.8^\circ)$ であったとする。これらの衛星を向いた単位ベクトルの局地的座標系の分力はつぎになる。

衛星	u_s	v_s	w_s
S_1	0.5987	-0.5185	0.6105
S_2	-0.2318	0.3522	0.9068
S_3	-0.8685	0.3080	0.3883
S_4	0.4865	0.5831	0.6506

* 詳細は A.H.Phillips : Geometrical Determination of PDOP, NAVIGATION, Vol. 31, No 4 (1984 ~ 5) の Appendix にある。



第 A・7・194 図 四面体の展開図

従って、各衛星を向いた単位ベクトルの先端間の距離、すなわち、四面体の各辺の長さは、例えば、衛星 S_1 と S_2 向きの単位ベクトルのときは、

$$r_{12} = \sqrt{(u_{s1} - u_{s2})^2 + (v_{s1} - v_{s2})^2 + (w_{s1} - w_{s2})^2}$$

で求めることができる。

求めた各辺の長さおよび各面の大きさは第 A・7・194 図の四面体の展開図に示してある。このあと、原論文では四面体の各頂点の高さを実測することになっており、その結果は、 $h_{s1} = 1.06$, $h_{s2} = 0.39$, $h_{s3} = 0.70$, $h_{s4} = 0.63$ であり、PDOP は、

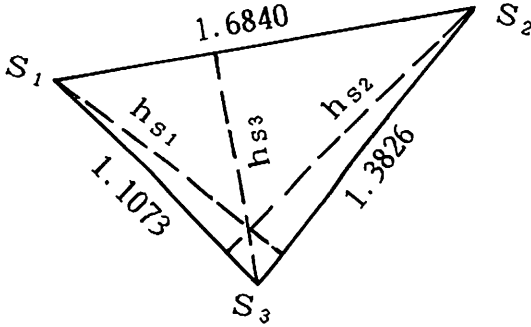
$$PDOP = \sqrt{\frac{1}{h_{s1}^2} + \frac{1}{h_{s2}^2} + \frac{1}{h_{s3}^2} + \frac{1}{h_{s4}^2}}$$

$$= 3.46$$

で求められる。これは、実際の PDOP の計算値 3.44 によく一致し、その誤差は高さの測定誤差によるものであるとしてある。

3 衛星への擬似測距による二次元測位の場合は、PDOP に代って HDOP を使うのが普通であるが、この場合はつぎによって HDOP を求めることができる。この場合も例題で示すが、前の例の衛星 S_2 を除いて、 S_1, S_3, S_4 の 3 衛星を使い、ここではそれらを改めて、 S_1, S_2, S_3 とした。従って、その仰角と方位角はそれぞれ、 $S_1(37.6^\circ, 130.9^\circ)$, $S_2(22.8^\circ, 289.5^\circ)$, $S_3(40.6^\circ, 39.8^\circ)$ である。この場合は、単位ベクトルの先端で作られる三角形には UV 面への投影した三角形を使う。従って、

衛星	u_s	v_s
S_1	0.5987	-0.5185
S_2	-0.8685	0.3086
S_3	0.4865	0.5831



第A・7・195図 二次元測位の三角形

であり、三角形の各辺の長さは、例えば $S_1 \sim S_2$ 間であれば、 $r_{12} = \sqrt{(u_{s1} - u_{s2})^2 + (v_{s1} - v_{s2})^2}$ で求められる。この場合の三角形の形とその辺の値は第A・7・195図に示すとおりである。

そして、各頂点の高さ h_{s1} , h_{s2} , h_{s3} を求めるのであるが、これは全玄の法則を使って簡単に求まる。例えば h_{s1} を求めるには、

$$h_{s1} = r_{31} \sin(\cos^{-1} \frac{r_{31}^2 + r_{12}^2 - r_{23}^2}{2r_{31}r_{12}})$$

という計算をすればよい。計算結果はつぎのとおりである。

$$h_{s1} = 1.1019 (1.10), \quad h_{s2} = 1.3759 (1.38), \\ h_{s3} = 0.9048 (0.90)$$

カッコ内は原著の値で実測によるものと思われる、5桁の値は筆者が上式から計算したものである。従って、HDOPは、

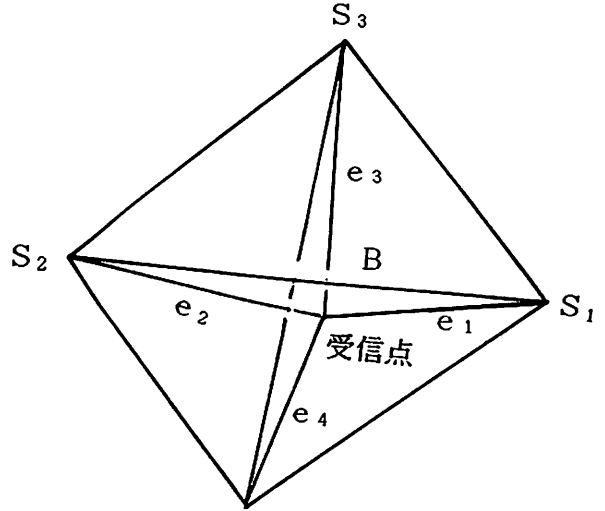
$$HDOP = \left[\frac{1}{h_{s1}^2} + \frac{1}{h_{s2}^2} + \frac{1}{h_{s3}^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\ = 1.60 (1.61)$$

となり、正式に計算をした結果 1.61 にほとんど同じである。

この3衛星による二次元測位のときには、地球の中心に“4番目の”衛星を仮定して、そこから受信点までの時計のオフセットのない距離を使って測位を行う考え方をとっている。従って、地球の中心にも頂点がある四面体を考える方法もとられる。第A・7・196図はその四面体を示す。

ここで、まず、行列を使わない代数式による計算式を示す。 u_i, v_i, w_i ($i = 1 \sim 3$) を単位ベクトルの3分力、 g を高度誤差と擬似距離誤差の標準偏差の比、 $g = \sigma_g / \sigma_r$ とする。

$$GDOP = \sqrt{t} / D$$



地球中心 (S_4)

第A・7・196図 二次元測位の四面体

$$t = a_{33}[(a_{11} + 3)a_{22} - a_{42}^2 - a_{41}^2 + 3a_{11} - a_{41}^2] \\ - a_{43}^2(a_{11} + a_{22}) + 2a_{43}(a_{31}a_{41} + a_{32}a_{42}) \\ - a_{42}^2(a_{11} + 3) + 2a_{21}a_{31}a_{32} \\ - a_{22}(a_{31}^2 - 3a_{11} + a_{41}^2) \\ - a_{11}a_{42}^2 + 2a_{41}a_{21}a_{42} - 3a_{31}^2 - 3a_{41}^2$$

ここで、 $a_{11} = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2$

$$a_{21} = u_1v_1 + u_2v_2 + u_3v_3$$

$$a_{22} = v_1^2 + v_2^2 + v_3^2$$

$$a_{31} = u_1w_1 + u_2w_2 + u_3w_3$$

$$a_{32} = v_1w_1 + v_2w_2 + v_3w_3$$

$$a_{33} = w_1^2 + w_2^2 + w_3^2 + 1/g^2$$

$$a_{41} = -(u_1 + u_2 + u_3)$$

$$a_{42} = -(v_1 + v_2 + v_3)$$

$$a_{43} = -(w_1 + w_2 + w_3)$$

また、 $D^2 = [(u_2 - u_1)(v_3 - v_2) - (u_3 - u_2)(v_2 - v_1)]^2 / g^2$ を順次計算すればよい。

このほか、前述したように四面体の体積が GDOP の信頼できる指標となる。これはつぎの関係から求めることができる。

$$V = \frac{1}{6} (A \times B) \cdot C$$

A, B, C は第A・7・196図に示すとおりであり、つぎのような定義をする。

V = 四面体の体積

e_4 = 受信点から地球の中心 (にある第4の衛星) を向いた単位ベクトル

e_1 = 受信点から衛星1を向いた単位ベクトル

e_2 = 受信点から衛星2を向いた単位ベクトル

- e_3 = 受信点から衛星3を向いた単位ベクトル
- A = 地球の中心から衛星1までのベクトル
- B = 衛星1から衛星2までのベクトル
- C = 衛星2から衛星3までのベクトル

そこで、 $(A \times B) \cdot C = [(u_2 - u_1)(v_3 - v_2) - (u_3 - u_2)(v_2 - v_1)]$

この式は前の D^2 の式と同じ形をしている。そこで、 D^2 の式を代入すれば、

$$V = \frac{1}{6} Du$$

となり、

$$GDOP = \frac{u\sqrt{t}}{6V}$$

となる。 t をほぼ一定と仮定すれば、四面体の体積 V を最大にすれば $GDOP$ が最小となる可能性がある。 t が一定であるという仮定の評価は四面体の体積と $GDOP$ の関係の計算機シミュレーションによって行わなければならない。実際には t は一定でないが、その変化は D の発散に比べて小さい。

シミュレーションは気圧高度計を使って地球中心からの距離にその高度を加える形の二次元測位をする航空機の場合を想定して行われていて、気圧高度計の誤差を擬似距離誤差の2倍にとっているが、これは、この誤差をジオイドの不確かさととれば本質的には船舶の場合と変わらない。シミュレーションは21衛星の軌道構成について、北半球の12時間分を行われたが、残りの北半球の12時間分と南半球は時間と場所をシフトすれば、このGPSの軌道構成では同じ状態が得られるからである。その10°おきの各地と10分間隔の各時間に4衛星のみが仰角5°以上の視野中にあるときを抽出して、その4衛星のおおのが故障したとして、地球中心にある擬似衛星におきかえて、行列演算、代数式演算および体積計算の3種類でどの3衛星配置を選ぶかが計算され、3計算法とも同じ衛星選択をえらび出し、行列計算以外の方法はより少い計算時間と所要計算機メモリですむことも実証されたと報告されている。

製品紹介

製品紹介

ポータブル発電機「TAIYO GENERAC」シリーズ

小型で軽量、ビッグな出力の移動発電所

大洋電機(株)は、国内向けに発売中のG-3600モデルと新たにポータブル発電機3モデル6機種を発売している。これらは低騒音、低燃費の4サイクルガソリンエンジンを搭載した交流500ワットより3,600ワット迄の4モデル8機種のラインアップとなる。本Gシリーズは、小型・軽量タイプのG-625モデルをはじめ全機種にオイ

ルが不足するとランプが点灯すると共に自動的にエンジンを停止させ焼付けを未然に防ぐオイル警告システムを標準装備、またG-1300以上のモデルには、自動電圧調整装置付となっており、さらにバッテリー充電用直流12V出力の内蔵、充電用ケーブルも付属しユーザーの便利を計っている。

「機械」のイメージから離れた斬新なデザインが特徴、非常時の電源、業務用、アウトドアのレジャー・日曜大工等々、ポータブル発電機の需要の増加が予想されており、年間約8,000台の販売を予定している。



G-625モデル



G-1300モデル

G-625	価格	88,000円
G-1300	"	110,000円
G-2300	"	168,000円
G-3600	"	243,000円

大洋電機株式会社 機電営業部
 電話 (03) 293-3061
 東京都千代田区神田錦町2-4
 (東洋ビル)

船内 LAN システムを開発

石川島播磨重工業株式会社と株式会社東芝は共同で、このほど船舶内の各部の相互情報伝達および船舶-陸上間の通信等に広範囲に利用できる、船内 LAN (Local Area Network) システムを開発した。

この LAN システムは、

- (1) 船内での共通のデータファイル装置を有し、このデータを船内各室から利用できること (船内 OA 業務)。
- (2) 海事衛星通信装置 (インマルサットシステム) を介して、船舶-陸上間の通信を行い、船舶-陸上間で統合された情報システムを構成すること。
- (3) 船内の制御・監視機器のプロセス処理データ用信号が実時間で伝送できること。

以上の3点を目標性能に、昭和59年から共同で研究を進めていたものである。両社の研究分担は、IHIが全体システムの設計と船舶総合管理用ソフトウェアの開発、東芝が情報伝送路機器 (ハード) の製作にあたり、昭和59年度には船内 LAN の概念設計・基本設計を、60年度には試作を終えた。61年度は、船舶運航管理用ソフトウェアの充実と船内 LAN の全体システムとしての機能拡張を更に進めてきた。

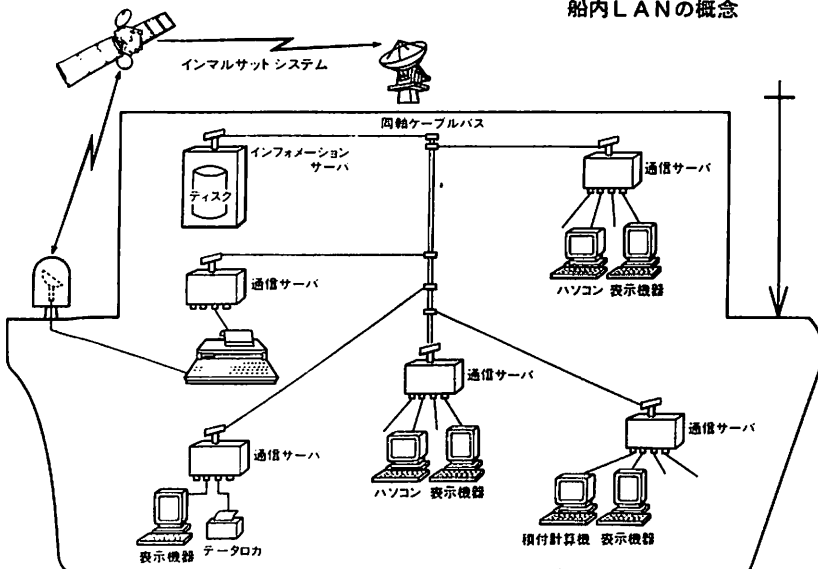
最近の海運・造船業界においては、乗組員の少人数化や省エネルギー化を図るため様々な船舶用電子機器の研究・開発が進められている。その中で、一層の船舶運航の合理化を実現するため、これまで個別のシステムとし

て開発されてきた船舶用電子機器を船内 LAN として統合し、船内情報を集中管理して、陸側船会社とオンラインで結ぶことにより情報を高度に利用するという要求が高まってきた。今回開発された船内 LAN システムは、このようなニーズに対応したものである。

船内 LAN システムの特長

- (1) 本システムは一般の OA 用 LAN と異なり、伝送応答の確定性、すなわちリアルタイム性をもっているため、事務処理主体の OA 用 LAN と制御・監視を主体とした FA 用 LAN のいずれにも使用可能である。
- (2) 汎用的なインタフェース・プロトコルをサポートしているため、船内各コンピュータシステムや電子機器を LAN に接続するのが容易である。
- (3) 伝送路は光ファイバーによる光バス、または同軸によるバスのいずれも使用できる。
- (4) LAN 上の全ステーションがバス上の動作を監視・制御する機能をもっているため、1つのステーションが万一故障しても全体のシステムの通信は影響を受けない。
- (5) 船内情報の集中管理が行えるよう、船内の各コンピュータシステム共通のデータベース装置 (ファイルサーバ) をもっている。
- (6) 海事衛星によるデータ通信を使って、船舶-陸側船会社間をオンライン化した船舶運航管理が行える。
- (7) 船内 LAN を利用した応用ソフトウェア (主に船舶運航管理用ソフトウェア) を豊富に準備している。

船内 LAN の概念



例として、運航管理システム、航海計画システム、主機関性能システム、船用金管理システム、船用品管理システム、などが考えられる。

この船内 LAN システムは工場検査完了に引き続き、実用機の年内受注を目標に営業活動を行う。また、この LAN システムは船舶用としてだけでなく、陸上分野にも広く適用できるものと期待されている。

問合せ先

IHI 広報部 電話03(244)5343
東芝広報部 電話03(457)2100

●統計資料

ロイド商船統計表 (1986年版)

船の科学 編集部

1. 世界主要海運局商船船腹量

(1986年7月1日現在, 100GT以上)

世界総船腹量は約4億491万GTで、昨年比 \uparrow 1,135万GT減であった。昨年は前年比 \uparrow 241万GT減、一昨年は390万GT減となっている。

国別の増加量をみると、キプロス242万GT、フィリピン233万GT、バハマ208万GT、香港132万GT、と続いている。減少した国は、ノルウェー604万GT、リベリア553万GT、英国278万GT、ギリシャ264万GTの順である。

国名	Steamships		Motorships		Total		対前年増減		Total
	No	G T	No	G T	No	G T	G T	D W T	
リベリア	164	18,168,512	1,494	34,480,932	1,658	52,649,444	Δ 5,530,273	101,587,640	
パナマ	79	4,476,034	5,173	36,828,975	5,252	41,305,009	+ 630,808	68,349,383	
日本	69	7,543,539	9,942	30,944,234	10,011	38,487,773	Δ 1,452,362	59,978,976	
ギリシャ	74	4,669,139	2,181	23,721,661	2,255	28,390,800	Δ 2,640,744	51,294,326	
ソ連	121	1,177,311	6,605	23,783,577	6,726	24,960,888	+ 215,453	28,145,633	
米国	687	13,778,986	5,809	6,121,857	6,496	19,900,843	+ 383,272	28,850,637	
中国	107	472,840	2,042	15,366,929	2,149	15,839,769	+ 944,046	24,007,044	
英国	97	3,830,093	2,159	7,737,024	2,256	11,567,117	Δ 2,776,395	16,871,643	
キプロス	19	1,872,982	921	8,743,827	940	10,616,809	+ 2,420,753	18,762,952	
ノルウェー	13	907,998	2,094	8,386,632	2,107	9,294,630	Δ 6,043,927	14,202,683	
香港	2	208,317	414	7,971,353	416	8,179,670	+ 1,321,571	13,664,489	
イタリア	71	616,134	1,498	7,280,435	1,569	7,896,569	Δ 946,612	12,407,125	
韓国	13	818,179	1,824	6,365,438	1,837	7,183,617	+ 14,677	11,561,917	
フィリピン	4	233,677	1,127	6,688,822	1,131	6,922,499	+ 2,328,920	11,668,566	
インド	42	71,510	694	6,468,611	736	6,540,121	Δ 64,427	10,691,035	
シンガポール	2	150,605	714	6,117,022	716	6,267,627	Δ 236,955	10,603,737	
ブラジル	71	1,195,254	626	5,017,033	697	6,212,287	+ 154,923	10,277,850	
バハマ	15	2,261,852	287	3,723,159	302	5,985,011	+ 2,077,744	10,600,356	
フランス	28	2,276,307	956	3,659,961	984	5,936,268	Δ 2,301,150	9,305,297	
西ドイツ	17	694,826	1,735	4,870,388	1,752	5,565,214	Δ 611,818	7,744,600	
スペイン	144	840,226	2,253	4,581,776	2,397	5,422,002	Δ 834,186	9,286,019	
デンマーク	11	1,321,447	1,052	3,329,777	1,063	4,651,224	Δ 290,951	6,805,176	
オランダ	5	425,650	1,329	3,898,485	1,334	4,324,135	+ 22,811	5,993,883	
ポーランド	8	19,759	741	3,437,483	749	3,457,242	+ 141,957	4,694,249	
トルコ	5	231,051	770	3,192,694	825	3,423,745	Δ 260,612	5,712,544	
ルーマニア	2	476	424	3,233,430	426	3,233,906	+ 210,136	4,843,345	
カナダ	63	602,343	1,186	2,557,700	1,249	3,160,043	Δ 183,780	3,829,724	
サウジアラビア	16	1,399,034	364	1,578,982	380	2,978,016	Δ 159,162	4,954,572	
イラン	21	1,077,121	338	1,834,238	359	2,911,359	+ 531,402	5,064,254	
ユーゴスラビア	1	219	489	2,872,394	490	2,872,613	+ 173,311	4,476,264	
クエート	8	782,406	231	1,798,518	239	2,580,924	+ 231,020	4,121,279	
スウェーデン	22	263,843	638	2,252,771	660	2,516,614	Δ 645,325	3,037,436	
ベルギー	5	115,603	350	2,304,058	355	2,419,661	Δ 19,369	3,916,538	
オーストラリア	23	308,706	650	2,059,756	673	2,368,462	+ 280,113	3,653,570	
アルゼンチン	12	56,293	442	2,060,724	454	2,117,017	Δ 340,320	3,171,154	
...	
世界計 1986	2,391	76,896,443	72,875	328,013,824	75,266	404,910,267	Δ 11,358,267	647,638,636	
“ 1985	2,713	89,856,457	73,682	326,412,077	76,395	416,268,534	Δ 2,413,908	673,691,787	
比較増減	Δ 322	Δ 12,960,014	Δ 807	+ 1,601,747	Δ 1,129	Δ 11,358,267		Δ 26,058,151	

2. 世界主要海運国の国別・船種別商船船腹量

船種別に見ると、最も多い船腹は油槽船（含むケミカルタンカ）で、100GT以上の油槽船の世界総量は1億2,840万GTであるが昨年より1,000万GT減少した。総船腹に占める割合は31.7%であり、85年の33.3%、84年

の35.2%に比べ依然減少傾向を続けている。その最大保有国はリベリア2,870万GT、日本1,240万GT、ギリシャ1,030万GT、パナマ920万GTと続いている。

6,000万GT以上のバルクキャリア（含む散/油貨物船）の総量は1億1,000万GTで昨年比133万GT増加した。

総船腹に対する割合は32.8%で、85年32.2%、84年

国名	油槽船		液化ガス運搬船		ケミカルタンカ・ 雑タンカ		散/油貨物船 (含鉦/油)		鉦/散貨物船	
	Na	GT	Na	GT	Na	GT	Na	GT	Na	GT
リベリア	423	27,828,073	54	1,418,284	120	1,965,554	86	4,824,929	553	13,203,360
パナマ	407	8,208,806	79	467,809	228	1,351,434	30	1,795,110	838	15,604,863
日本	1,220	12,116,867	224	1,478,062	471	466,726	18	1,593,050	313	12,301,709
ギリシャ	301	10,234,774	13	63,211	18	48,904	22	1,423,201	593	11,778,693
ソ連邦	412	4,086,850	11	186,625	9	23,362	13	751,515	168	2,681,809
米 国	259	7,001,599	14	1,158,242	29	431,923	4	236,517	118	1,783,799
中 国	179	2,215,865	1	2,215	13	72,259	9	604,818	237	5,264,765
英 国	216	4,302,604	23	708,166	59	244,844	6	513,536	56	1,636,180
キプロス	104	4,397,519	2	2,438	13	110,903	8	491,794	185	3,247,425
ノルウェー	70	3,201,801	44	988,463	36	380,645	20	1,122,014	44	1,357,350
香 港	31	846,155	4	129,230	9	125,088	17	1,202,432	141	4,887,192
イタリー	187	2,513,197	38	186,726	69	188,669	17	931,626	78	2,127,476
韓 国	95	965,943	21	40,863	26	39,635	9	583,705	147	3,685,369
フィリピン	74	646,514	16	16,513	12	18,677	12	572,542	180	4,232,156
インド	65	1,782,667	—	—	6	59,191	13	743,388	101	2,199,990
シンガポール	121	1,604,411	3	81,121	14	115,526	7	271,995	77	2,205,789
ブラジル	63	1,877,026	12	49,349	16	195,148	14	1,101,391	78	1,700,859
バハマ	71	4,111,092	7	73,707	12	159,542	11	563,734	17	337,974
フランス	54	2,588,580	7	257,818	17	49,079	1	131,619	27	825,622
西ドイツ	59	593,213	19	215,968	48	230,085	2	89,961	20	468,680
スペイン	68	2,350,291	16	68,643	23	123,725	2	117,168	51	1,057,714
デンマーク	37	1,830,270	32	143,804	16	216,700	—	—	9	290,177
オランダ	26	666,813	13	62,454	49	339,652	—	—	16	523,814
ポーランド	20	289,888	—	—	4	27,838	—	—	86	1,499,410
トルコ	77	1,029,048	4	5,634	21	44,071	4	199,058	57	1,153,604
ルーマニア	11	383,720	—	—	—	—	—	—	66	1,589,649
カナダ	48	260,192	—	—	10	38,927	2	110,742	96	1,740,678
サウディアラビア	90	1,587,969	1	48,920	10	78,104	1	143,962	10	228,886
イラン	33	1,241,904	—	—	2	27,047	—	—	54	1,108,991
ユーゴスラビア	25	308,214	—	—	—	—	—	—	65	1,182,146
...
世界計 1986	5,985	124,140,186	770	9,832,236	1,514	8,101,225	348	21,266,832	4,926	111,641,312
“ 1985	6,156	134,860,580	776	9,964,988	1,446	7,283,814	384	23,725,586	5,007	110,257,281
比較増減	△171	△10,720,394	△6	△132,752	+68	+817,411	△36	△2,458,754	△81	+1,384,031

30.7%に比べ増加傾向である。最大保有国はリベリア1,800万GTで、パナマ1,740万GT、日本1,390万GT、ギリシャ1,320万GTと続いている。

世界の一般貨物船腹量は7,320万GTで昨年に比べ250万GT減少した。総船腹に対する割合は18.1%で、85年の18.2%、84年の18.4%にくらべ漸減傾向にある。最多

保有国はパナマ920万GT、ソ連邦770万GT、中国530万GT、米国そしてギリシャ400万GT、日本390万GT、キプロス210万GTの順である。

コンテナ専用船(含むライタ)の総量は1,960万GTである。液化ガス運搬船は980万GT(1,470万㎡)のうち770隻中78隻(680万㎡)はLNG運搬船である。

一般貨物船 (含貨客船)		コンテナ・ライター・ 自動車運搬船		漁 船		フェリー客船		作業船その他雑船		合 計	
Na	G T	Na	G T	Na	G T	Na	G T	Na	G T	Na	G T
249	1,939,684	81	1,108,912	—	—	9	183,653	83	176,995	1,658	52,649,444
2,116	9,162,092	223	3,096,108	376	155,992	94	538,020	861	924,775	5,252	41,305,009
2,486	3,911,274	189	3,798,639	2,828	1,080,151	602	1,067,021	1,660	674,274	10,011	38,487,773
760	3,974,790	12	164,561	99	28,851	273	568,053	164	105,762	2,255	28,390,800
1,586	7,663,943	54	706,342	3,341	6,847,380	250	687,599	882	1,325,463	6,726	24,960,888
432	4,031,229	125	3,234,503	3,148	642,678	70	390,132	2,297	990,221	6,496	19,900,843
930	5,318,706	87	1,637,257	382	144,891	50	164,934	261	414,059	2,149	15,839,769
472	1,124,850	55	1,424,718	319	77,250	138	640,400	912	894,569	2,256	11,567,117
550	2,119,225	20	122,437	7	3,663	29	114,970	22	6,435	940	10,616,809
596	997,110	5	94,569	593	222,698	377	607,094	322	322,886	2,107	9,294,630
50	428,987	21	475,284	4	990	95	53,032	44	31,280	416	8,179,670
309	889,415	17	260,444	242	66,817	222	534,222	390	197,977	1,569	7,896,569
349	845,225	31	462,605	972	417,226	42	45,804	145	97,242	1,837	7,183,617
362	1,042,164	17	125,924	254	64,228	90	129,009	114	74,772	1,131	6,922,499
236	1,452,650	1	1,339	85	15,979	10	24,061	219	260,856	736	6,540,121
182	1,096,821	56	789,518	15	3,824	10	1,718	231	96,904	716	6,267,627
230	1,066,851	5	88,053	74	12,946	25	25,500	180	95,164	697	6,212,287
96	391,407	5	52,472	9	1,433	21	221,474	53	72,176	302	5,985,011
163	879,181	24	708,227	362	132,429	58	190,766	271	172,947	984	5,936,268
1,017	1,797,762	114	1,760,307	104	44,365	131	182,607	238	182,266	1,752	5,565,214
432	885,868	38	127,634	1,523	482,349	44	131,907	200	76,703	2,397	5,422,002
375	681,042	31	1,030,725	367	102,325	71	273,177	125	83,004	1,063	4,651,224
492	1,486,362	17	546,826	429	130,014	26	194,659	266	373,541	1,334	4,324,135
177	1,236,745	—	—	325	304,595	30	57,672	107	41,094	749	3,457,242
457	826,174	—	—	9	3,903	113	127,843	83	34,410	825	3,423,745
208	993,703	—	—	61	219,765	2	268	78	46,801	426	3,233,906
98	162,661	2	16,083	481	152,485	134	305,694	378	372,581	1,249	3,160,043
78	458,159	5	83,661	11	2,417	14	61,703	160	284,235	380	2,978,016
77	415,076	—	—	27	8,799	12	12,243	154	97,299	359	2,911,359
232	1,254,991	5	49,329	19	2,317	94	55,792	50	19,824	490	2,872,613
...
20,403	73,244,793	1,384	23,996,059	21,839	13,374,598	3,870	8,811,494	14,227	10,501,532	75,266	404,910,267
21,309	75,789,410	1,324	22,244,590	22,123	13,178,878	3,815	8,330,975	14,055	10,632,432	76,395	416,268,534
△ 906	△ 2,544,617	+ 60	1,751,469	△ 284	+ 195,720	+ 55	+ 480,519	+ 172	△ 130,900	△ 1,129	△ 11,358,267

船の大きさや船齢 (世界計)

DIVISIONS OF TONNAGE	DIVISIONS OF AGE												TOTAL			
	0-4 YEARS		5-9 YEARS		10-14 YEARS		15-19 YEARS		20-24 YEARS		25-29 YEARS			30 YEARS & OVER		
	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage		No.	Gross Tonnage	
100-499	3,938	1,018,210	7,454	1,768,337	7,097	1,806,984	8,995	1,893,198	4,458	1,081,656	2,709	718,473	5,465	1,361,732	38,116	9,446,690
500-999	984	721,029	1,388	1,066,853	1,483	1,142,423	1,351	1,020,820	853	643,449	640	409,602	1,045	729,275	7,724	5,793,451
1,000-1,999	718	978,330	891	1,238,222	846	1,182,911	824	1,125,757	521	675,021	303	385,341	373	482,821	4,476	6,078,503
1,600-1,999	290	535,380	159	300,981	201	370,318	272	500,290	242	447,609	101	184,073	103	188,171	1,368	2,528,903
2,000-3,999	902	2,714,794	1,160	3,528,693	1,145	3,432,662	1,294	3,708,630	791	2,295,673	331	994,728	327	964,435	5,850	17,635,618
4,000-5,999	536	2,607,598	540	2,678,869	618	3,059,642	468	2,398,378	284	1,395,075	161	780,601	103	505,089	2,728	13,425,250
6,000-6,999	129	841,812	190	1,224,617	311	2,017,529	143	918,189	82	529,595	51	329,554	43	279,729	949	6,141,025
7,000-7,999	111	836,169	123	927,035	126	933,441	88	858,026	60	450,959	53	401,918	156	1,183,114	717	5,390,662
8,000-9,999	209	1,890,231	455	4,182,138	467	4,312,298	618	5,989,070	289	2,448,931	162	1,463,435	90	800,767	2,268	20,764,890
10,000-14,999	505	6,270,893	981	12,091,477	757	9,185,537	695	8,254,835	318	3,695,832	162	1,932,648	133	1,595,702	3,649	43,034,524
15,000-19,999	489	8,557,076	610	10,436,930	671	11,601,491	381	6,443,392	159	2,711,519	61	1,059,829	74	1,269,023	2,445	42,079,060
20,000-29,999	713	17,196,256	389	9,337,760	245	8,149,059	230	5,805,160	140	3,294,204	48	1,075,045	16	371,316	1,887	45,238,000
30,000-39,999	396	13,649,931	305	10,398,530	254	8,740,121	142	4,926,525	79	2,671,873	7	233,490	3	103,040	1,188	40,921,610
40,000-49,999	129	5,678,969	132	5,790,856	157	6,937,362	75	3,361,937	20	872,614	4	168,966	...	...	517	22,810,504
50,000-59,999	66	3,545,488	63	3,486,177	116	6,364,014	60	3,251,107	3	156,827	...	...	...	...	308	16,783,613
60,000-69,999	16	1,062,892	66	4,317,925	155	10,030,371	34	2,183,229	2	123,612	...	...	...	...	273	17,718,209
70,000-79,999	37	2,776,297	56	4,212,668	67	4,986,022	19	1,420,776	1	71,337	1	70,202	...	...	181	13,537,320
80,000-89,999	17	1,454,756	29	2,425,387	59	5,051,150	11	911,520	1	85,908	...	...	...	...	117	9,928,719
90,000-99,999	26	2,394,903	13	1,239,321	14	1,327,471	8	764,404	...	...	...	...	...	...	60	5,890,099
100,000-109,999	12	1,242,584	4	420,602	32	3,377,728	6	842,258	...	...	...	...	...	...	56	5,833,160
110,000-119,999	4	459,755	2	235,030	79	9,172,989	6	688,852	...	...	...	...	...	...	91	10,556,626
120,000-129,999	1	129,325	12	1,906,412	96	11,897,435	3	381,678	...	...	...	...	...	...	112	14,004,850
130,000-139,999	2	271,440	4	545,515	66	8,917,692	3	409,489	...	...	...	...	...	...	75	10,144,138
140,000 and above	6	921,074	39	7,165,805	60	11,293,648	...	...	...	...	...	...	...	...	113	19,380,627
TOTAL	10,215	77,931,200	15,065	90,501,418	15,230	135,390,297	13,752	57,335,320	8,281	23,649,492	4,792	10,268,206	7,931	9,834,334	75,268	404,910,267

ロイド船級船 (世界計)

CLASS	STEAM & MOTOR		NON-PROPELLED	
	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage
100 A	7,939	93,355,380	744	1,178,811
A	288	166,117	165	77,283
A (for a period of years)	1	226	...	...
BS	13	83,760	1	1,686
Class contemplated	119	1,175,979	31	18,608
TOTAL	8,360	94,781,462	941	1,276,389

主要国別の損失船腹及びスクラップ船腹量

主要海運局	全損船腹			スクラップ船腹		
	隻	G T	%	隻	G T	%
リベリア	6	107,251	0.20	95	3,956,147	7.51
パナマ	46	295,895	0.71	255	2,690,458	6.51
日本	46	19,181	0.05	478	1,128,653	2.93
ギリシャ	20	342,828	1.21	186	2,911,426	9.47
ソ連邦	1	10,944	0.04	525	455,162	1.82
米国	14	10,979	0.05	41	437,072	2.20
中国	9	23,252	0.14	32	543,297	3.43
英国	8	3,818	0.03	30	374,096	3.23
キプロス	13	177,804	1.67	46	1,077,846	10.15
ノルウェー	4	829	0.01	11	273,072	2.94
イタリー	7	6,994	0.09	49	603,816	7.65
...
世界85年中	307	1,651,210	0.41	2,360	22,229,335	5.49
〃 84年中	327	2,353,941	0.55	1,785	17,750,962	4.20

3. 大きさや船齢

10万GT (約20万DWT) 以上の船は昨年の512隻から447隻に減少した。そのうち113隻は14万GT以上である。世界船腹の42%が船齢10年未満で、5%が25年を超えている。西ドイツが最も近代化船の保有国でその68%は船齢10年未満であり、オランダ64%、ブラジル62%、香港60%と続いている。またカナダの43%、マルタ35%、米国の32%は船齢20年以上である。タンカーの69%以上は船齢10年以上の船である。

4. 推進機関別船腹量

世界船腹の81%がディーゼル機関推進船である。

5. ロイド船級船

ロイド船級船は9,301隻、96,000,000GTである。

6. 損失船腹及びスクラップ船腹

1985年中の全損船腹は307隻1,651,210GT (0.41) で前年より20隻減少し、トン数でも170万GT減少している。スクラップ船腹は2,360隻22,229,335GT (5.49%) で前より575隻4,478,373GT増加した。

●船の科学刊行の本●

『船舶写真集』船の科学編集部編 B6判(〒当社負担)
 1952年版 掲載船232隻 写真頁96頁 定価1500円
 1968年版 掲載船356隻 写真頁194頁 定価2500円
 1976年版 掲載船353隻 写真頁229頁 定価3500円
 1978年版 掲載船252隻 写真頁159頁 定価3000円
 1980年版 掲載船246隻 写真頁147頁 定価3500円

<第65回>

第28回コンテナ貨物小委員会の報告

運輸省 海上技術安全局

第28回コンテナ貨物小委員会(BC小委員会)は、1987年3月23日から27日までロンドンのIMO本部において開催された。

主要な審議事項は以下のとおりである。

- SOLAS 条約第VI章の全面見直し
- 貨物、貨物ユニット及び車両の安全な積載と固定
- 固体ばら積み貨物の安全実施に関する規則(BCコード)
- 穀類の運送
- 甲板積木材を運送する船舶の安全実施に関する規則(ティンバー・デッキ・コード)
- コンテナの過積みに対して講じられるべき処置

以下、上記主要6項目について、審議の概略を説明する。

1. SOLAS 第VI章の全面見直し

前回BC小委員会以後行なわれた第53回MSCにおいて、我が国は、改正第VI章が「全ての種類の貨物」(ただし、同条約第VII章において規制対象となっているばら積みの液体及びガスを除く。)の運送に対する規定となっていることの不合理性を指摘し、対象貨物を「積み付けに際して特に注意を要する貨物」に限定すべきことを提案した。審議の結果、我が国の提案通り、対象貨物を限定して本件作業が行われることとなった。(BC28/3参照)

以下、本小委員会での主な審議概要を述べる。

(1) 適用について

改正第VI章の規定を500トン未満の船舶にも適用すべきか否かに関しては意見がまとまらず、結論は得られなかった。

即ち、500トン未満の船舶に改正第VI章の規定を適合させることが困難であり、また、当該船舶の航行区域及び運航期間を考慮すれば、改正第VI章の適用は、500トン以上にすべきであり、500トン未満の船舶に対しては、主管庁に委ねるべきであるとする意見が、米国、中国、インド等から出張された。

一方、西独、豪より、船舶の大小にかかわらず、運航者が直面する諸問題は同じであり、また、500トン未満

の船舶にも海難事故が数多く起こっていることを考慮すれば、改正第VI章の規定は、500トン未満の船舶にも適用すべきである意見が出された。

結局、本小委員会では、両者の意見の最終調整は計れず、MSCに適切な指示をあおぐこととなった。

(2) 新第VI章に脚注として引用されるIMO勧告等の取扱い

脚注に引用されるIMO勧告等は、条約の一部をなすものではないとのMSCの見解はあるものの、引用された場合の効果及び第VII章におけるIMDGコードを多くの国が、これを強制化している事実を考慮して、引用されているコード類リストの見直しを行うべきとの意見が出された。また、IMDGコードの場合と同じ表現(第VII章第1規則para 4)を使用することが適当かどうか疑問を呈する意見も出された。

適用問題と同様に、本小委員会では意見はまとまらず、MSCに適当な指示をあおぐこととなった。

(3) 酸素濃度及び有毒ガス検知器の設置

米国より、固体ばら積貨物から発生する恐れのある毒性ガスのほぼ総てに対応した検知器を開発しているが、この検知器について国際的な規格を整備すべきであるとの意見が表明された。なお、米国は、次回MEPC以降の会議に、当該規格に関する具体的な提案を行うとの約束を表明した。

また、新たに殺虫剤の船舶での使用に関する規定が取り入れられることとなった。

(4) 穀類の運送

改正第VI章では、現行の第VI章(穀類の運送)の規定を適宜改正できるようなコードに落とし、これを条約本文中で引用して強制化する構成となっている。今回、この新コードを現存船にも適用するかどうか審議され、以下のとおり合意された。

① 船舶の構造要件は、新造船から適用。

② 船舶の積載要件は、現存船及び新造船とも適用。

また、穀類運搬船が、当該コードに満足していることを証明する証書を発給するかどうかについては、その必要性はないとして修文された。

2. 貨物・貨物ユニット及び車両の安全な積載と固定

今小委員では、スウェーデン作成のコード案(BC28/4/2)を基本文書とし審議が進められた。審議の中で、大きな争点となったのは、本コードの対象貨物をどのように限定するかという問題にあった。西独、仏は、海難防止の見地から潜在的に脅威となり得る「すべての貨物」についても一般的注意事項等を記載すべきであると主張したが、大勢は、過去の経験から積載、固定に特別の注意を必要とする判断されるものを限定し、対象品目を具体的に列記するとともに、それぞれの品目に係る技術的要件、注意事項を列挙すべきとの意見を述べ、そのように起草された。(BC28/wp. 10, Annex I)

しかしながら、ドラフト案には未完成な部分が多いこと等から、次回引き続き検討することとなった。

3. 固体ばら積み貨物の安全実施に関する規則(BCコード)

(1) 液状化及び荷崩れに関する新基準の作成

豪及び英からの提案に基づき、コード改正案が作成され、次回更に検討することとなった。以下、それぞれの問題点を説明する。

イ) トリミングに関する問題

豪は、*安全傾斜角(Safe Slope Angle)を導入して、トリミングに関する考え方を大幅に変更しようとする提案を行った。その主たる変更点は、次の2点である。

- ① 安息角をやめて安全傾斜角を使用する。
- ② 傾斜箱試験をやめて、粘着力と内部摩擦角を物理量とする。

ロ) 液状化に関する問題

英国より、流動水分値(FMP)の測定精度及び積荷の現場での水分値の測定精度を考えると、運送許容水分値(TML) = $0.9 \times FNP$ は、FMPが5%程度の鉛積航などについては安全性が疑わしいため、水分値としての2%が安全マージンとして適当でないかとの主張がなされ、これに基づき改正案が作成された。この改正案について引続き次回審議さ

れることとなった

(2) 化学的危険を有する物質、隔離及び分類

石炭、環元鉄、コブラ及びシードケーキ等について各国より提案があり、BCコード付録B表に記載されている化学的危険を有する物質の隔離、積付け要件等の改正が行われた。

(3) 閉囲された区画への立入り

閉囲された区画への立入りに関連する危険性について注意を喚起する目的からIMOポスターの作成が同意された。

図柄も決定され、MSCサーキュラーとして回章されることとなった。

4. 穀類の運送

(1) 現行規則の見直し

以下の検討項目について審議が行われ、報告書が作成された。

① SOLAS条約第VI章の統一解釈に関するガイドライン

本ガイドラインは、現行条約の条文解釈が主管庁によって異なっているのを、これを統一する目的で作成されたものである。(BC28/wp. 9 Annex 1)

② SOLAS条約第VI章の同等物に関する改正MSC回章案

本回章案の趣旨は、MSC/circ. 323(特定の形状を有する船舶に対するHatch前後端部の荷繰り免除)と我が国提案に基づく回章案(BC28/6)(Immediate Shiftによる2.5° Heelの基準)とを一体化し、一つのサーキュラーで、すべてのタイプの船舶に適用できる荷繰り免除規定を作成することにある。(BC28/wp. 9 Annex 2)

③ 穀類運送の安全実施に関する強制的な規則

現行条約第VI章の全面改正に伴い、穀類の運送に係る条文をコードに落とし、IBC及びIGCコードのように、条約本文中に当該コードを引用し、強制化されることとなった。

今小員会では、この新コード作成のための第一歩として、当該コードを構成する目次が決定された。(BC28/wp. 12)

(2) 荷繰り免除に関する日本提案の処遇

前回小委員会では、我が国の提案内容が全面的に盛り込まれたMSC回章案が作成されたが、実船実験の結果等を踏まえ、更に検討される事になり、本作業は終了化さ

*安全傾斜角とは — ばら積み貨物の粘着力、内部摩擦角及び船体の動揺をパラメータとした傾斜角と定義されている。

れなかった。

今小委員会に於いても、いまだ実船実験を実施した国がないことから、日本提案の荷繰り免除に関する回章案の検討は、実船実験等により実証されるまで延期されることとなった。

これに伴い、前記(1)①のガイドラインから、日本提案の荷繰り免除に関する項目が除外されることとなった。

5. 甲板積木材を運送する船舶の安全実施に関する規則(ティンバー・デッキ・コード)

カナダより、本コード改正案のフルテキスト(BC28/7/2)が提出されたが、前回小委員会における決定(今回は、作業部会を設置しない。)及びテキストが膨大な量であることから、今小委員会では、その内容について審議はされず、今後の作業の進め方に関して議論が行われた。結局、実質審議は次回小委員会に作業部会を設けて行われることとなった。

また韓国より甲板下における丸太材の積付けについて提案(BC28/7/3, BC28/INF.5)があり、審議の結果、新コードに当該積付け方法を取り入れることが合意された。

さらに、新コードの中にパッケージ材、丸太材及び木

材パルプに関する包括的な規定をそれぞれ付録として設けるべきことが合意された。

6. コンテナの過積みに対して講じられる処置

豪州提案(BC28/9)に基づき審議された結果、以下を内容とするMSC回章案が作成された。(BC28/wp.3)

- i) 過積みに対し、適当な処置がとられるべきこと。
 - a) コンテナへの適切な積み付け、固縛を行なう。
 - b) 貨物の重心が適当となるような貨物の重量分布とする。
 - c) コンテナの最大総重量を超えない。
- ii) 可能な範囲で、コンテナの重量証明をコンテナ関連書類にて行うこと。
- iii) 実行可能な範囲で、重量計測機器をコンテナハンドリング機器(特に、フォークリフト、サイドローダー)に設備すること。
- iv) 過積みコンテナが発見された場合は、取扱いしてはならないこと。

また、小委員会は、過積みコンテナ対策についての規定をMSC/circ. 383(貨物コンテナ又は車両への貨物の収納のためのIMO/ILOガイドライン)の中に取り入れるべきことを勧告した。

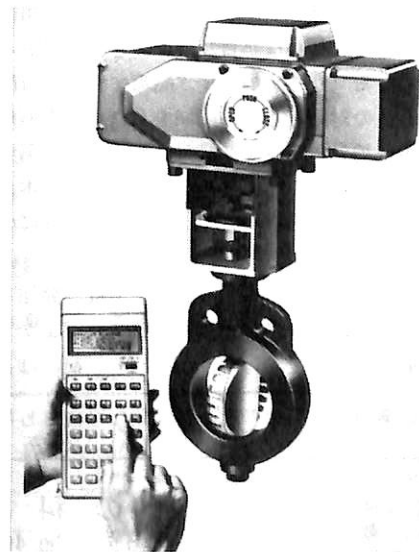
配管ラインをフレキシブルにコントロール

「MICOM ELMY」

巴バルブ(株)は、業界で初めてのバタフライバルブのコントロール用モータにマイクロコンピュータを搭載した小型で多機能なインテリジェント型アクチュエータ「MICOM ELMY」(マイコンエルミイ)を開発し、主力商品として販売活動を展開することとなった。

【特長】

- 専用端末とコントローラ内のマイコンにより、バルブ流量特性の設定、ゼロ/スパン調整など多様なコントロール特性の数値的な設定が現場で簡単に短時間で行なえる。
- 1/250以上の高分解。高精度な位置決めが可能。
- コントローラ内電源スイッチ回路の無接点化により、高信頼性を確保している。
- コントローラ部にマイコン搭載。実装技術を駆使し、多機能・小型化を実現した。
- 外装はアルミダイキャスト使用。軽量で堅牢な箱型。



巴バルブ株式会社

問合せ先 〒550 大阪市西区靱本町1-11-7 三井ビル

電話 06 (448) 1221

昭和62年度(4月分)新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		4 月 ~ 62 年 4 月 分				4 月 分			
		隻	G. T.	D. W.	契約船価	隻	G. T.	DW.	契約船価
国内船	貨物船	1	6,700	6,800		1	6,700	6,800	
	油槽船	0	0	0		0	0	0	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小計	1	6,700	6,800		1	6,700	6,800	
輸出船	貨物船	2	45,950	52,600		2	45,950	52,600	
	油槽船	2	129,700	225,899		2	129,700	225,899	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小計	4	175,650	278,499		4	175,650	278,499	
合 計		5	182,350	285,229	15,127 百万円	5	182,350	285,299	15,127 百万円

● 編 集 後 記 ●

□昨年、運輸省が提唱した「うみ猫計画」の実現に向けて本格的な調査研究事業がスタートする。日本造船振興財団内に「小型船舶の流通・利用委員会」が発足したもので、従来の保管業務に輸送を加えた舟艇サービスシステムの概念設計、フィジビリティスタディを実施。9月末には報告書をまとめることにしている。運輸省が提唱する「うみ猫計画」は、海洋性レクリエーションの振興によりプレジャーボートが欧米並みに普及する可能性があることに着目。なかなか普及が進まないボトルネックとなっているマリナーの不足、高額な保管料、閉鎖性、偏在性などへの対策として、陸域をも含めた小型船舶の流通・利用基地システムを開発し、船用工業の需要を発掘するのが狙いとのこと。はたしてどこまで日本人がプレジャーボートを持ち海洋性レクリエーションにのり出すかたのしみである。

□インドネシア/台湾のLNG船が、M社へ発注された。日本の造船所が、わが国以外のLNGプロジェクトむけにLNG船を受注したのは今回が初めて。M社はこの結

果、西豪州むけと合わせLNG船3隻の手持工事を確保したことになる。ただ、2隻がドル建てであるため、現状の為替レートでは建造コストの一層の切り下げを迫られよう。それでも、LNG船の建造シェアを増加し、ほぼ同時期にしかも極度な新造船市況不振の中で3隻を建造できるメリットは大きい。さらに、西豪州プロジェクトを含めLNG船の建造で日本の地位を確立した案件という点でも注目される。両プロジェクトは、日本以外の欧米の造船所も商談に参加しており、その中で競争に勝ち抜いた。またLNG船の建造技術の温存や研究体制が群を抜いていることも印象づけた。

□日本造船工業会はこのほど、機関誌「造船界」(87年3月号)を発刊、2年間の休刊に入った。64年度予算編成時に復刊を検討する意向だが、「やがては、休刊という事態も、昭和44年から刊行を続けてきた“造船界”の歴史的挿話となる日がくるであろう」(編集後記)と復刊への「予告」で締めくくっている。なお、同号は余百ページと内容も充実し最後の花をかざっている。

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

予約金 { 6カ月分 6,900 円 (送料共)
1ヶ年分 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 第40巻 第6号 (No.464)
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6月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }
昭和62年6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

注文受付中

●日本造船、海運およびその他の専門家の協力を得て総力を挙げて編集したケミカル/プロダクトタンカー技術資料の決定版!!

『ケミカル/プロダクトタンカー技術資料』

東京大学名誉教授 田宮 真 監修

ケミカルタンカーおよびプロダクトタンカーは、いずれも、海上貨物輸送が原料から製品へと移りつつある現在や未来において、着実に増加して行く船舶と考えられる。そして、ケミカルタンカーは、新しいタイプの貨物、即ち各種化学品を輸送するため、最新の技術で設計・建造・運航される船舶である。また、プロダクトタンカーは、永年の歴史を有するが、最近の情勢変化（安全/汚染防止の社会的要請、貨物の種類の変化、技術の進歩）により大きく変貌しつつある船舶である。

このように日進月歩のケミカル/プロダクトタンカーに関し、全ての関係者は、その最新の技術やその他の動向について周知しておくことが重要である。当社は、このような目的をもって、ケミカル/プロダクトタンカーに関する最新の技術情報を“船の科学”誌や“セミナー”で紹介してきた。本書は、これらの中から特に有益な資料、および新たにまとめた資料によって、編集したものである。

本書は、内航および外航の中小型から大型の全てのケミカル/プロダクトタンカーに関するI章基礎的な解説・資料、II章最新の条約・国内法規の解説、III章設計・建造・運航についての最新技術、IV章材料・塗装・タンククリーニングの解説、V章およびVI章最新の実船例紹介、という構成である。実船例としてとりあげたのは、最新のケミカルタンカー53隻、特徴的かつ最新のプロダクトタンカー21隻である。さらに、IV章付録としてすべての化学品の適用規則、主要物性の一覧表および品名索引を掲載した。

本書は、このような構成・内容であり、関係各方面における第一人者の執筆によるもので、ケミカル/プロダクトタンカーの設計・建造・運航の関係者のみならず、荷主、材料・機器メーカ、その他の全ての関係の方々に、必要不可欠の最新技術資料や情報を提供するものとする。

終わりに、本書の監修をして頂いた田宮真名誉教授(東京大学)、企画・編集に助言・協力頂いた多くの方々に、深く感謝申し上げます。

申 込 先 株式会社 船舶技術協会
〒104 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル
電 話 03-552-8798

※御注文なさるかたは、下記の注文書に記載の上、当方へ御送付下さい。電話にての御注文もお受けします。

注文書 『ケミカル船/プロダクトタンカー技術資料』

定価 30,000円(〒350円)

B5版 約540頁 上製本 函入り

特価 27,000円(当社直接申込みの方)

注文部数 上記の図書を_____部注文いたします。

御住所 _____

貴社名 _____

部 課 名 _____

担 当 者 _____

※代金お支払い方法(○印をお付け下さい)

銀行振込・郵便振替・現金書留

※当社に直接御注文いただけるかたには、送料を当社負担といたします。

『ケミカル/プロダクトタンカー技術資料』内容構成

第I章 基礎篇

- (1) ケミカル/プロダクトタンカーに関する物理/化学的基礎及び危険性概論
- (2) ケミカル/プロダクトタンカーの建造・運航の現状と将来展望
- (3) ケミカルタンカーのオペレーションについて
- (4) 国際電話回線の利用による危険物運送に関するコンピュータの情報検索

第II章 規則・基準および解説

- (1) MARPOL 73/78条約附属書Ⅱ適用のケミカルタンカーの設計
- (2) MARPOL 73/78条約附属書Ⅱの概要
- (3) 有害液体物質等の排出の規制に関する政省令改正のポイント
- (4) MARPOL 73/78条約附属書Ⅱの実施と内航船への影響
- (5) USCGのケミカルタンカーに対する貨物の適合性及びオペレーションに関する新規規定
- (6) ケミカルタンカーの Pumping と Piping 配置に対するロイド指針
- (7) イタリア政府危険物化学品ばら積船新規則制定
- (8) ケミカルタンカーの艀装品の試験・検査及び保守・点検
- (9) ケミカルタンカーの定期的検査に対するIMOの規定

第III章 設計・計画・建造

- (1) 大型ケミカル/プロダクトタンカーの設計とその建造に向けて
- (2) 中・小型ケミカルタンカーの設計・計画概論
- (3) 499GT型IMOタイプⅡケミカルタンカー試設計例
- (4) 損傷時復原性における残存能力の確認方法について
- (5) バルクケミカルコード及びガスキャリアコードの残存要件の統一適用に関する指針
- (6) 損傷時復原性に関する本質的安全船の設計及び評価手法

第IV章 材料・塗装・タンククリーニング

- (1) ステンレス鋼の選定・加工と溶接
- (2) ステンレス鋼の耐食性について
- (3) ケミカルタンカー用ステンレス鋼について
- (4) プロダクトタンカーのタンクコーティング上の問題点
- (5) ケミカル/プロダクトタンカーのタンクコーティングの貨物適正と貨物積載上の注意事項
- (6) プロダクトキャリアのタンク用塗料と塗装
- (7) タンカーのタンククリーニングとガスフリー
- (8) ケミカルタンカーのタンク洗浄、ガスフリー・スロップ処理
- (9) スロッシングによる損傷とその防止対策

第V章 プロダクトタンカーの実船紹介篇

- (1) 45,288 m³積中型プロダクトキャリア“CYS KNIGHT”

- (2) 省エネルギー内航油送船の試設計について
- (3) LPG/オイル運搬船“RENE MARTINES TAMAYO”
- (4) 68,000 m³積プロダクトキャリア“NESTOR”
- (5) 新構造方式のプロダクトキャリア「EPOCH MARK II」の概要
- (6) ORE/BULK/OIL 兼用船“ZARAGOZA”
- (7) USCG適用省エネ帆走式油槽船“第五新水丸”
- (8) バルジ構造式油槽船“第五ひかり”
- (9) 1,801 m³積アスファルト運搬船“仁興丸”
- (10) 36,110 m³積プロダクト/原油/ピチュメンタンカー“TAIKO”
- (11) 3,378 m³積幅広浅喫水型小型クリーンタンカー“第58浪速丸”
- (12) 54,391 m³積プロダクトキャリア“UNITED PEACE”
- (13) 75,344 m³積パナマックス型プロダクトキャリア“MARY ANN”
- (14) 3,310 m³積浅喫水幅広型河川プロダクトタンカー“DAMANSARA”
- (15) 外国建造の特徴的な最新プロダクトタンカー

第VI章 ケミカルタンカーの実船紹介篇

- (1) 27,164 m³積二塩化エチレン運搬ケミカルタンカー“FORMOSA ONE” & “FORMOSA TWO”
- (2) 13,485 m³積IMO TYPE II & IIIケミカルタンカー“GOLDEN GLORY”
- (3) 27,446 m³積IMO TYPE II & IIIケミカルタンカー“かえで” & “さくら”
- (4) 8,300 m³積IMO TYPE II & III外航ケミカルタンカー“ごうるでん くいーん”
- (5) 8,504 m³積IMO TYPE II ケミカルタンカー“VIKLA”
- (6) 16,529dwt型アンチノック剤運搬船“ESSI GINA”
- (7) 31,766dwt型ケミカル/プロダクトタンカー“FORT ASSINIBOINE”
- (8) 10,428 m³積ケミカルタンカー“STOLT AUSTRALIA”
- (9) 899 m³積内航ケミカルタンカー“第七旭豊丸”
- (10) 1,300 m³積内航ケミカルタンカー“第三越山丸”
- (11) 1,300 m³積内航ケミカルタンカー“うんじゃ丸”
- (12) 3,233 m³積近海帆装ケミカルタンカー“第51伸興丸”
- (13) 449 m³積内航塩酸タンク船“旭香丸”
- (14) 液化ガス/ケミカルタンカー紹介
- (15) 最近のケミカルタンカーの紹介

第VII章 付録篇

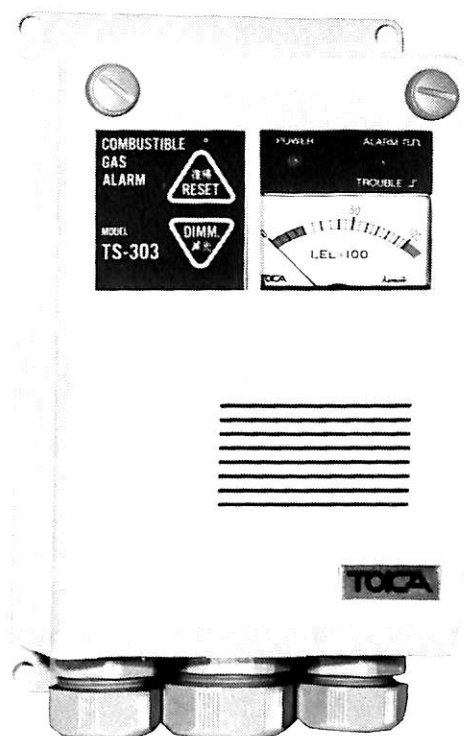
- 付録Ⅰ 有害液体物質(A類・B類・C類・D類)の物質表
付録Ⅱ 各種化学品の適用規則および主要物性一覧表

船舶用可燃性ガス警報器

TS-303型

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

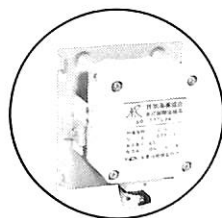
各種
検定
船級
対応



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

特徴

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



拡散式検知部DZF-3

TOICA 株式会社 東科精機

川崎市中原区新丸子町756
〒211 ☎044(733)3381(代)

 三菱重工

MITSUBISHI STANDARD
AQUARIUS-80
 80,000DWT TANKER

★超低燃費

26.6 t/D(満載14kt)

★12.19m吃水にて

81,000 DWT
 (荷油比重0.76)



経済性とトータルバランスで
 タンカー新時代をひらく **アクリアス-80**

全長	237.6m
幅(型)	41.00m
深さ(型)	19.50m
計画満載吃水(型)	12.19m
構造吃水(型)	13.60m
載貨重量 計画満載吃水	81,000トン
構造吃水	93,000トン
主機	三菱 スルザ 4RTA84M 最大 12,550PS×72rpm
航海速力	14.7ノット

お問合せは

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

昭和六十二年六月五日印刷
 昭和二十三年六月十日発行
 第三種郵便物認可

船の科学

定価 一、二〇〇円

東京都中央区新川
 (株)船舶技術協会
 電話 東京 六七八八番