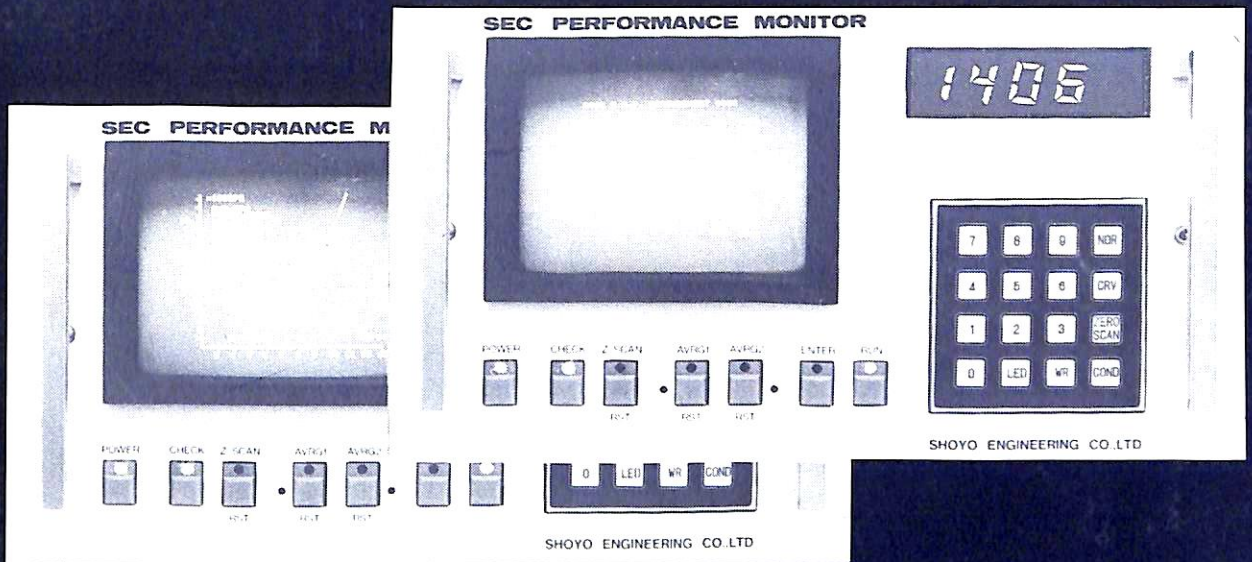


船の科学 1987 3

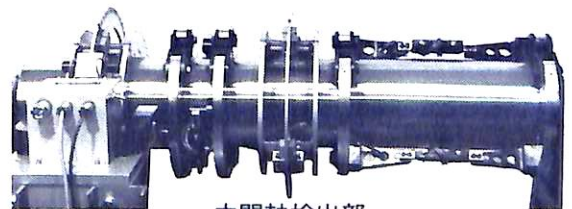
VOL.40 NO. 3

SEC PERFORMANCE MONITOR

真の推進系データを解明。



高精度アモルファスセンサーにより軸馬力、軸スラスト荷重を検出することで、あらゆる推進性能を分析します。



中間軸検出部








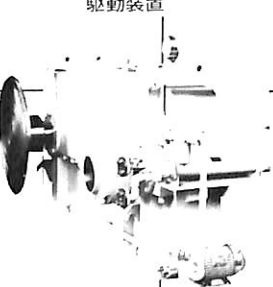


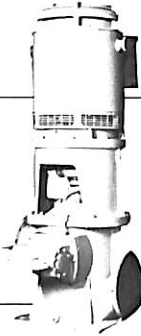



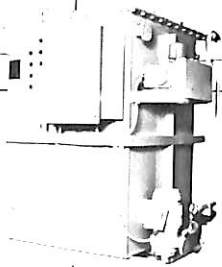
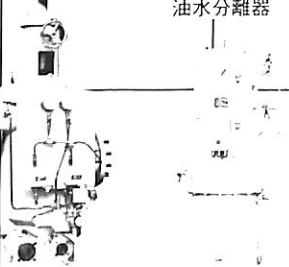
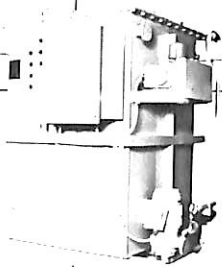


SHOYO ENGINEERING CO., LTD.

14-1, KUSUNOKI-CHO, NISHI-KU YOKOHAMA, 220 JAPAN

TEL. (045) 312-2427 • FAX. (045) 314-2907 • TELEX. 3823036 SHOYO J

ポンプの総合メーカー

		タイコ	
サブマージド カーゴポンプ	遠心ポンプ		ギヤーポンプ
			
サブマージド カーゴポンプ	タンクマウント型 潤滑油ポンプ	ピストンポンプ	一軸ねじポンプ
			
駆動装置		逆洗型汚過機	二軸ねじポンプ
			
		油水分離器	汚水処理装置
			



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

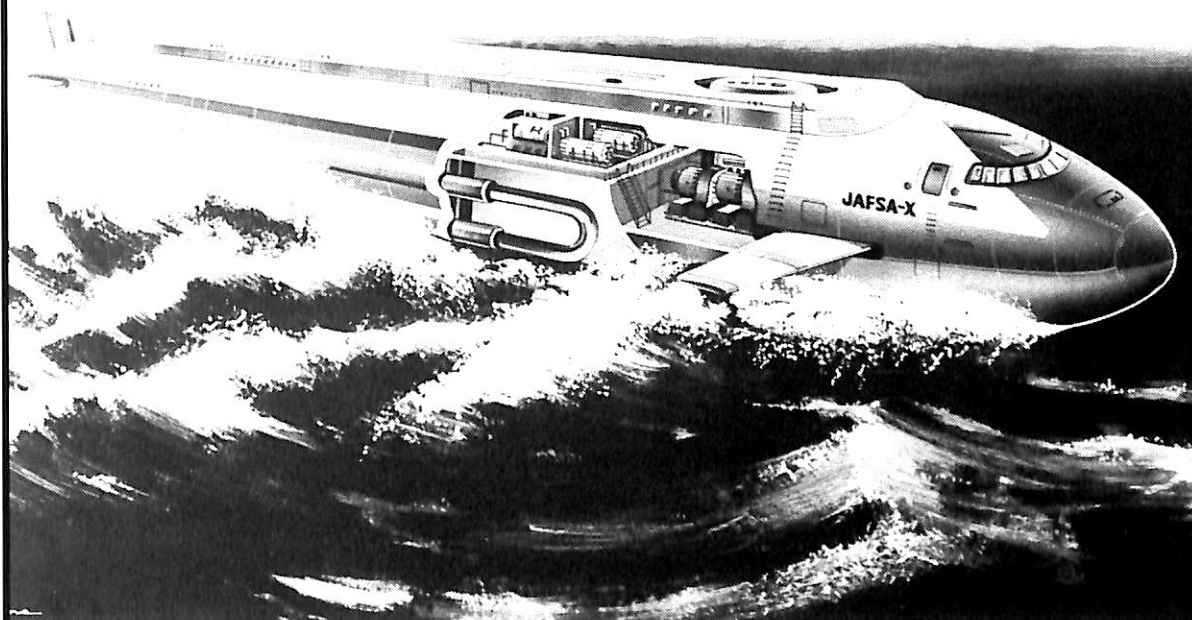
本社・工場 山口県熊毛郡田布施町下田布施209-1 (〒742-15)
電話08205(2)3111(代) テレックス 6687-96
営業部直通 電話08205(2)3112~3114 ファクシミリ08205-2-4884
東京 東京都千代田区神田佐久間町1-14 第2東ビル9階(〒101)
電話 03(255)2871(代) ファクシミリ03-255-6503
大阪 大阪市東区瓦町5の47 市川ビル4階 (〒541)
電話 06(231)6241(代) ファクシミリ06-222-3295

新・海洋時代。

船のイメージを大きく変えるか——

カナダ国際交通博に出展されたリニア推進船。

スクリューがなく電磁流体力を利用して航行します。



日本船舶振興会は、日本経済の安定を目ざし、
海洋をめぐる国民生活の未来を見つめています。

モーターボート競走の収益金は、人類の文化
と経済をささえた海の正しい理解の普及、及び
海洋保護、海難防止、新しい未来づくりのため
の海洋開発、そのための新しい技術の研究、

開発などの援助のほか「世界は一家、人類は
兄弟姉妹」の理念に基づき、文教、体育、社会
福祉、防犯・防火、その他の公益の増進、及び海外
への協力援助事業など、幅広く役立てられています。

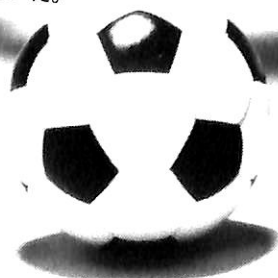
●モーターボート競走の収益金は、広く地球上のすべての人たちの生活向上、発展のために役立てられています。

財団法人 **日本船舶振興会** (会長 笹川 良一)

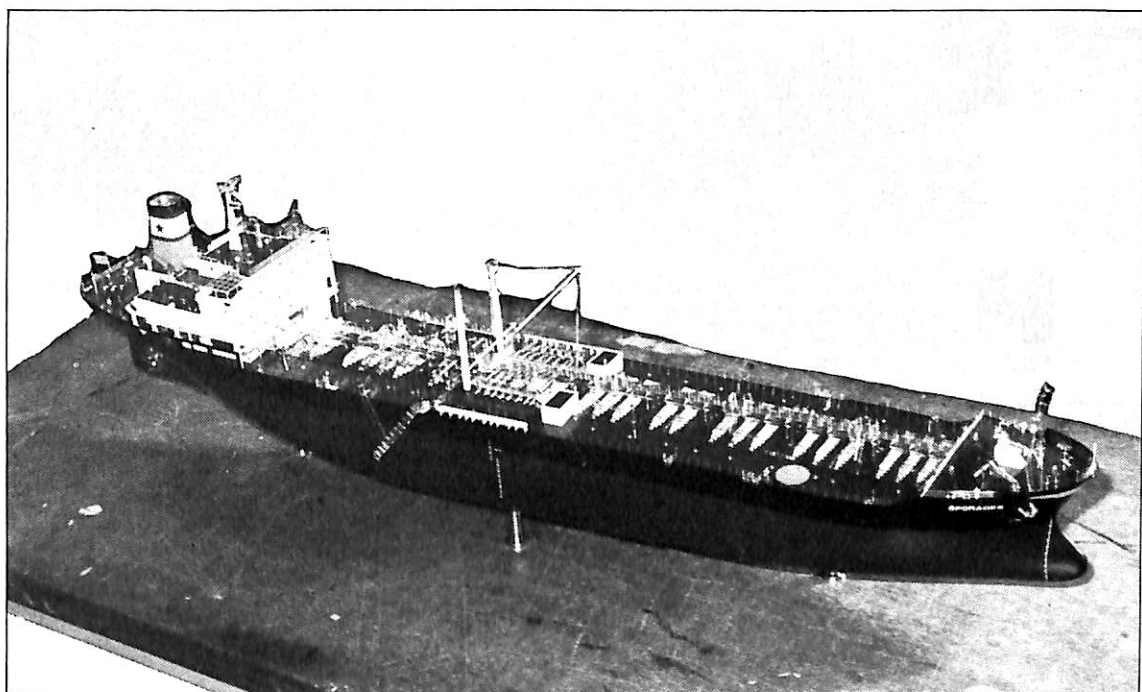
閃光シン



ヒーローの登場は、いつも眩しい。
ニッテツのSFステンレスワイヤは、
溶接棒にとって代わる、新しい時代のパイオニア。
フラックスを内蔵しているながら、
ワイヤ表面に合わせ目がない。
しかもソリッドワイヤの高能率性と
手溶接棒の使い易さを兼ね備えたおまいヤツ。
こいつこそ、ステンレス、ニューエージのヒーローだ。



進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



プロダクトタンカー “PARAPOLA”
縮尺：1/150模型 発注先：(株)神田造船所

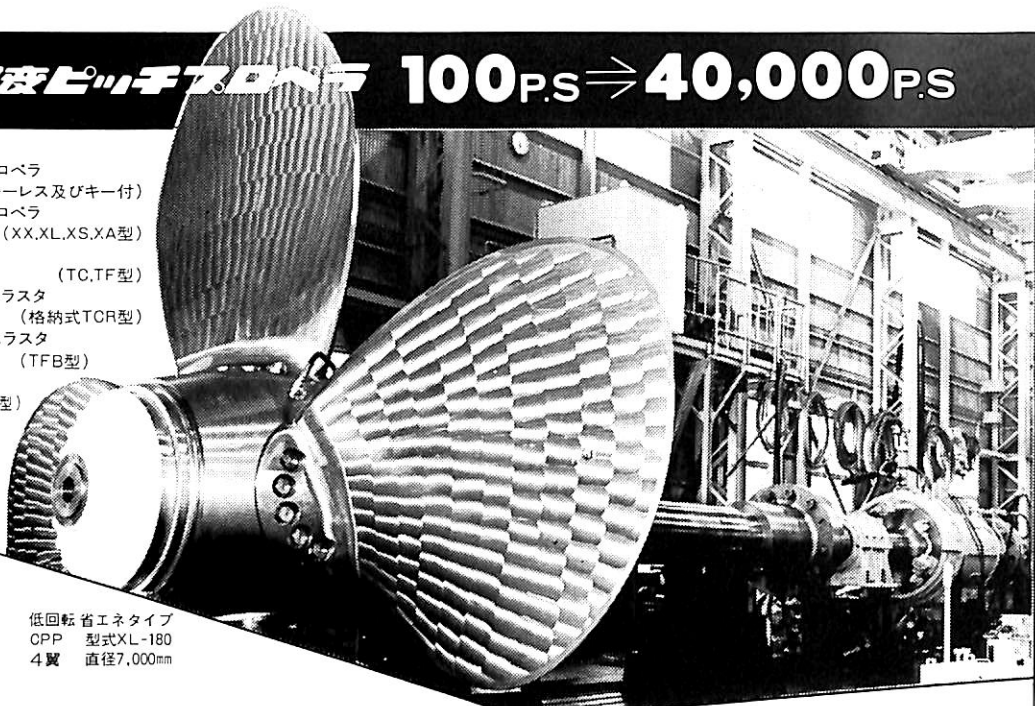
株式会社 不二美術模型

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. 東京 (998)1586

可変ピッチプロペラ 100PS ⇒ 40,000PS

製造品目

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



低回転 省エネタイプ
CPP 型式XL-180
4翼 直径7,000mm



ナカシマ・ストーン・ピッカーズ株式会社

ナカシマプロペラ株式会社

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

- 本社工場 岡山 <0862> 79-5111代
- 東京支店 東京 <03> 662-4481代
- 大阪営業所 大阪 <06> 341-0011代
- 福岡営業所 福岡 <092> 461-2117代
- 仙台営業所 仙台 <0222> 23-8353代
- 札幌営業所 札幌 <011> 737-5757代



業務内容

- 船客傷害賠償責任保険
- 自動車航送船賠償責任保険
- 日本旅客船協会船員災害補償保険
- 公団共有旅客船の船舶保険
- 交通事故傷害保険

楽しい船旅は安心から…
— 備えあれば, 憂いなし —

日本定航保全株式会社

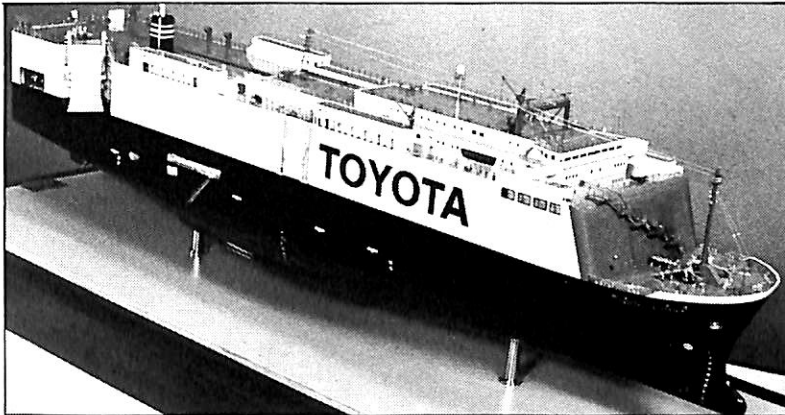
社長 渡邊 浩

東京都千代田区内幸町2丁目2番2号 (富国生命ビル17階)
電話 (03) (501) 6821 (代)

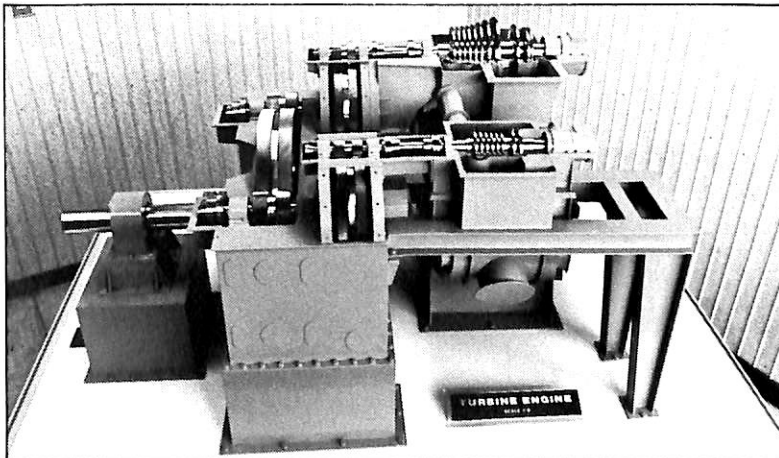
業界各位の皆様への御愛顧に 深く感謝申し上げます。

- 12月より来春4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)



自動車運搬船“センチュリー リーダー 3” 縮尺：1/100モデル
船主：日本郵船株式会社 造船所：株式会社来島どっく



船用タービンモデル(モロッコ向け) 縮尺：1/8モデル
御用命先：川鉄商事株式会社



横 浜 精 密

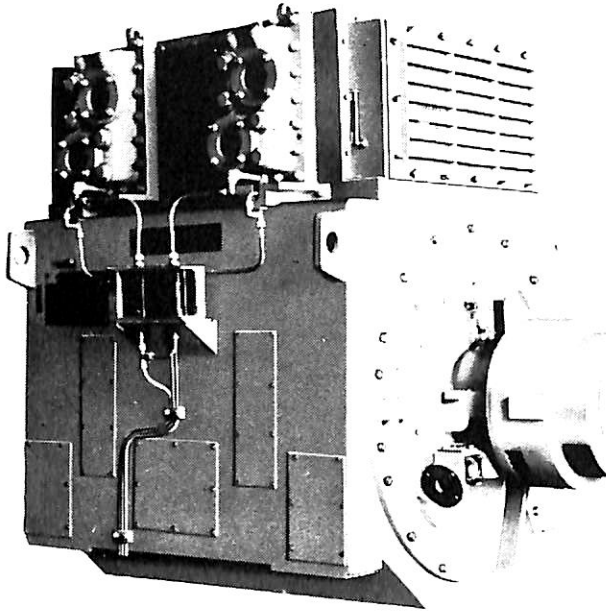
代 表 堀 内 勲

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

ながい経験と最新の技術



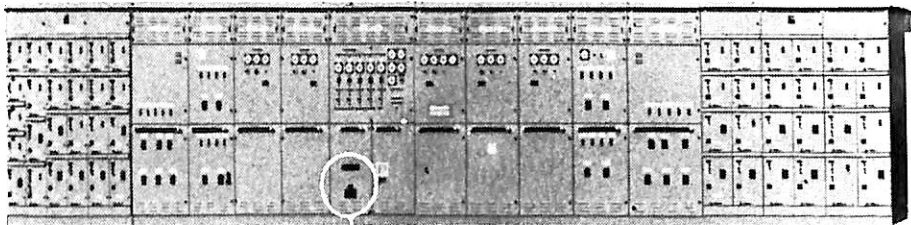
大洋の船舶用電気機器



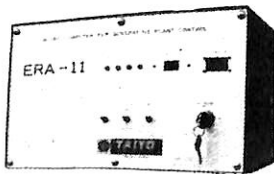
排ガス利用2極タービン発電機

主要生産品目

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



配電盤



発電装置制御用マイクロコンピュータ

大洋電機 株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町2-4 東洋ビル
電話 03-293-3061 (大代表)
工場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬
営業所 下関・三原・大阪・札幌
海外 Jakarta・Pusan・AbuDhabi
Dubai・Baghdad・Riyadh

船の科学

1987

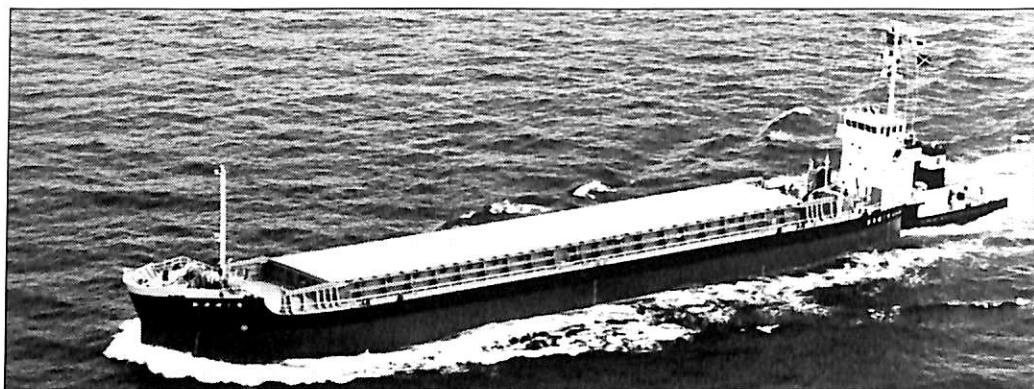
3

Vol. 40

目次

- 9 新造船写真集 (No. 461)
- 14 日本商船隊の懐古No.92 (君島丸, 能代丸)山 田 早 苗
- 16 商船の映像 (43) 「終焉の地に着いた二巨船」野 間 恒
(クイーンメリー, シーワイズ・ユニバーシティ)
- 18 Royal Viking Line第4船36,000T型豪華客船の建造
- 19 西独Paul Lindenau社が発表の双胴型帆走客船のスケッチと概要
- 21 デンマーク国有鉄道最大級パッセンジャー・カーフェリー府 川 義 辰
“PEDER PAARS”
-
- 25 2月のニュース解説 (移り行く造船適性国)米 田 博
- 28 258,000 DWT型第二世代VLCCの最新鋭船“東京丸”三 菱 重 工 業
- 33 IMOタイプII & III 393 m³積みケミカルタンカー“第三協進丸”の概要船 舶 整 備 公 団
- 36 タンカーのタンククリーニングとガス・フリー宮 崎 貞 保
- 43 浅喫水状態での速力推定の一方法について臼 杵 鉄 工
- 50 ハットン・テンション・レグ・プラットフォーム試乗記新 日 本 製 鉄
- 59 中国船舶流体力学関係施設の最近の事情<その1>横 尾 幸 一
- 64 ●造船・海運各社の新事業シリーズ(3)
第1回航海セミナー(船のことをもっと知りたいあなたに)を開催日 本 沿 海 フ ェ リ ー
- 65 ●船舶と海洋構造物の防錆・防食技術の施工法(7)
防錆・防食の事例(5)濱 田 外 治 郎
-
- 70 ●船舶用塗料について<その19>
第3章 タンク用塗料中 国 塗 料
- 74 ●シリーズ・日本の艦艇・商船の電気技術史<その30>
第2章 商船の電気機装・電気機器徳 永 勇
-
- 77 造船工学覚え書<37>川 上 益 男
- 79 船舶電子航法ノート<118>木 村 小 一
-
- 84 ●IMOコーナー (第62回)
第33回航行安全小委員会の報告運 輸 省 海 上 技 術 安 全 局
- 86 昭和61年(1~12月)主要造船所新造船進水量集計編 集 部
- 技術短信 オフライン・ティーチングシステムを開発石川島播磨重工業
小型・軽量のレーザー視覚センサを開発(溶接ロボットに搭載)石川島播磨重工業
- ニュース 6気筒で500kWを実現・高速ディーゼルエンジン2機種発売三菱重工業
- お知らせ 第2回航海セミナー|柳原良平先生と新しい客船のプランを創ろう!日本沿海フェリー
- 新刊紹介 『タンカー事故防止対策と港湾計画』田尻宗昭著成山堂書店

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



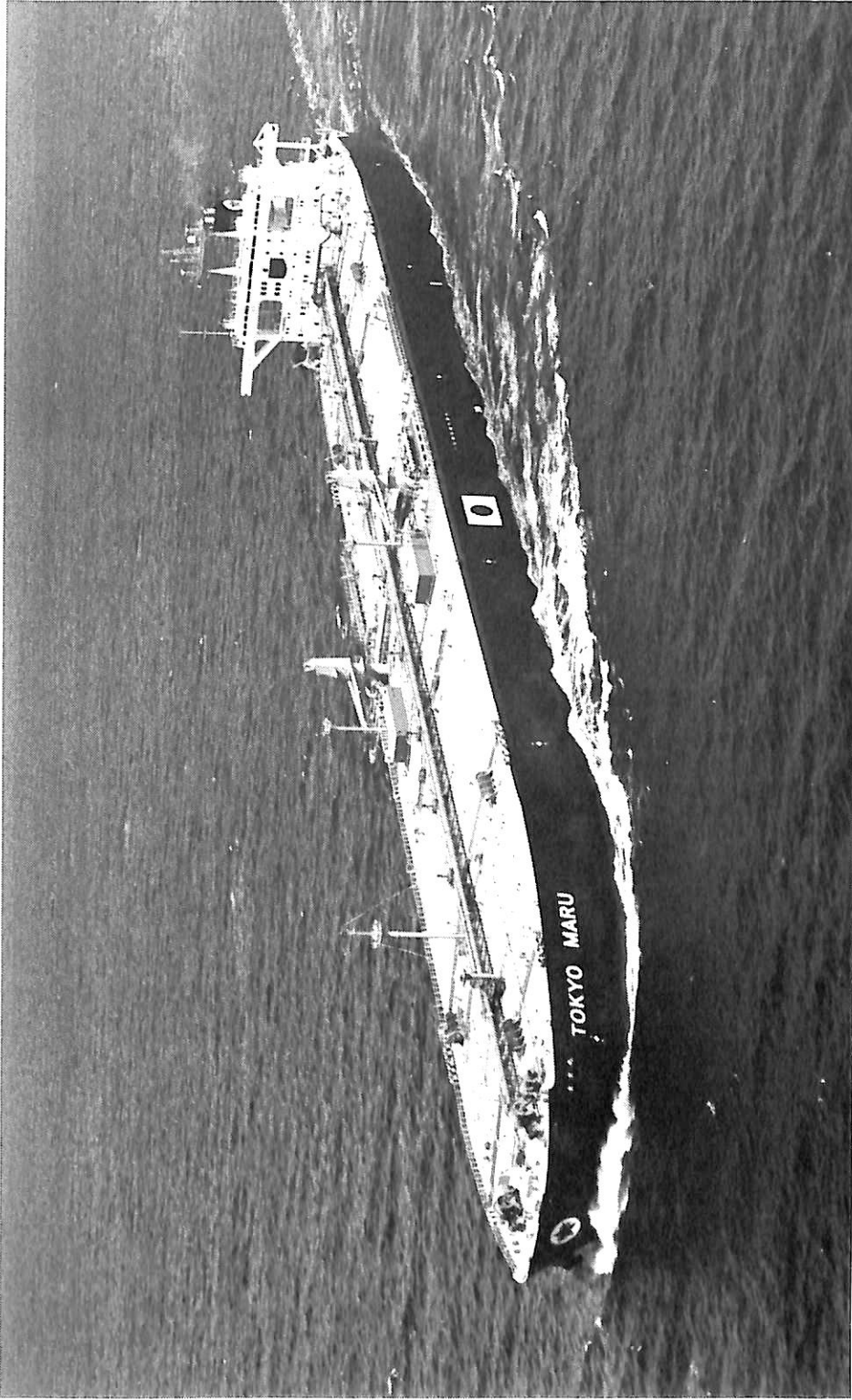
船舶艤装品研究所

所長 芥川 輝孝

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

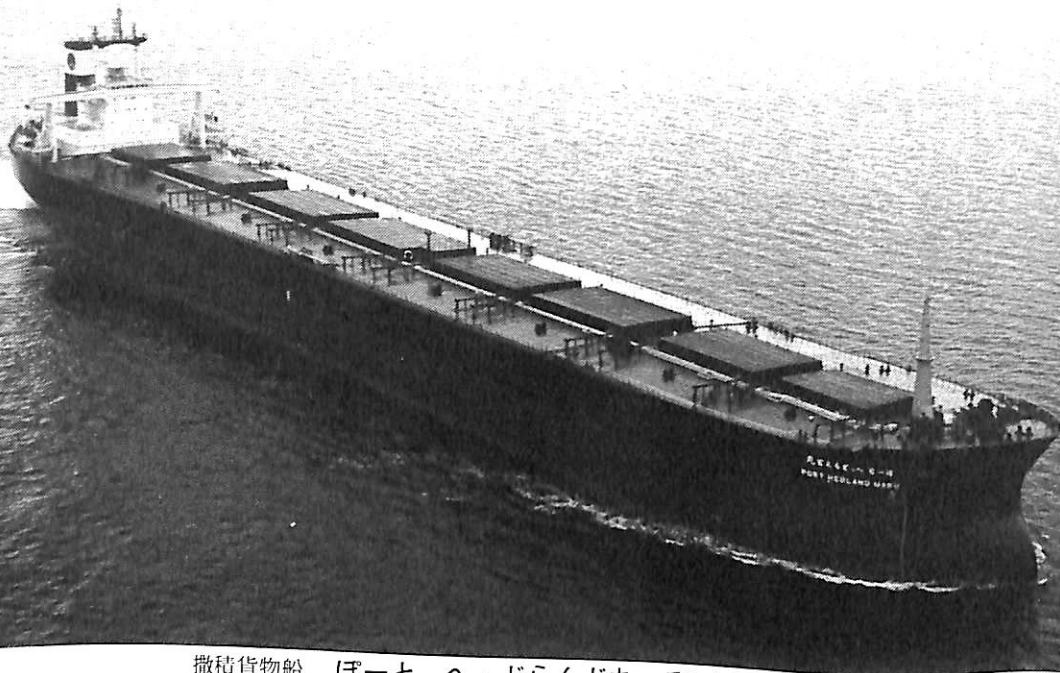
〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12
TEL 0423-94-3611~5

(競艇益金事業)



油槽船 東京丸 東京タンカー株式会社

TOKYO MARU
 三菱重工株式会社長崎造船所 (第1976番船)
 全長 321.475 m 垂線間長 310.00 m
 総噸数 145,575 T 純噸数 76,824 T
 主筒油ポンプ 5,000 m³/h × 140 m × 3 荷水筒 617.3 m³
 燃料消費量 57.3 t/day 発電機 (タ) 1,350 kW × 1 (主) 260 kW × 1
 出力 (連続最大) 22,400 PS (67 rpm) (常用) 20,160 PS (64.7 rpm) 発電機 (タ) 1,350 kW × 1 (主) 260 kW × 1
 25 kg/cm² × 飽和 9 t/h × 11 受 (主) 全波 × 2 (補) 全波 × 1
 三菱無線装置 ティッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レレーター
 航海計器 20,000 哩 船級・区域資格 NK 速洋
 航続距離 20,000 哩 船級 平甲板型
 速力 (試運転最大) 15.11 kn 乗組員 40名 (本文28頁参照)
 船船電話 海事衛星装置 VHF
 主機関 三菱-Sulzer 7 RTA 84M 型 (デ) 機関 × 1 補気缶
 プロペラ 4 翼 1 軸
 進水 61-6-11 型深 29.50 m
 起工 60-11-21 型幅 58.00 m
 竣工 61-10-24
 高載艀水 (型) 19,50 m
 貨物油槽容積 318,195.5 m³
 燃料油槽 4,869.0 m³
 機関 × 1

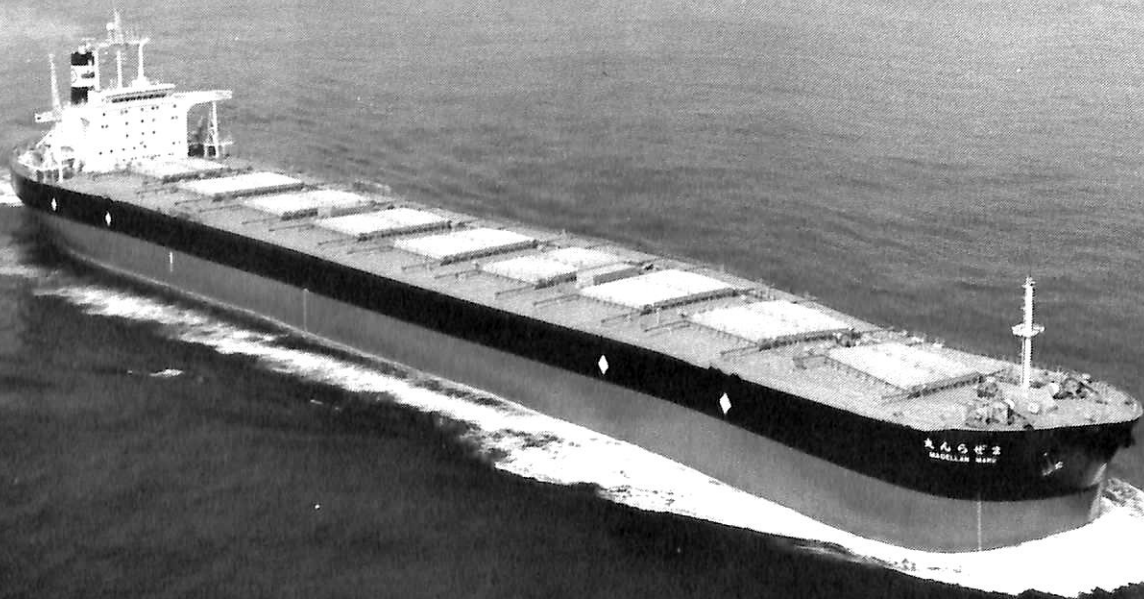


散積貨物船 ぽーとへっどらんど丸 香取商船株式会社 株式会社
PORT HEDLAND MARU

日本鋼管株式会社津製作所(第98番船) 起工 61-3-10 進水 61-6-27 竣工 61-11-27
 全長 325.0m 垂線間長 315.00m 型幅 52.0m 型深 26.5m 計画喫水 18.3m
 総噸数 126,500T 載貨重量 225,000t 貨物艙容積(ク) 153,000m³
 艙口数 8 燃料油槽 5,400m³ 燃料消費量 53.4 t/day 清水槽 400m³
 主機関 NKK-Sulzer 7 RTA84M型(デ)機関×1 出力(連続最大) 20,780 PS (59rpm)
 (常用) 18,700 PS (57rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 3t/h×1, 排エコ 18t/h×1
 発電機(主)大洋電機 680 kW×3 (非)大洋電機 120 kW×1 無線装置 送(主) 1 kW×1 (補) 130 W×1
 受(主),(補)各1 船船電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置
 レーダー 速力(試運転最大) 16.17kn (満載航海) 13.65kn 船型 平甲板船型 航続距離 21,000 浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 乗組員 31名

鉱石/石炭運搬船 まぜらん丸 東京バルクキャリアーズ株式会社 会社
MAGELLAN MARU

石川島播磨重工業株式会社呉工場建造(第2912番船) 起工 61-1-16 進水 61-5-30 竣工 61-9-25
 全長 290.0m 垂線間長 280.97m 型幅 46.0m 型深 23.7m 満載喫水 17.524m
 総噸数 88,286T 純噸数 55,566T 載貨重量 171,931t 燃料消費量 41.2 t/day 貨物艙容積(ク) 184,865.5m³
 燃料油槽 5,137.35m³ 出力(連続最大) 17,150 PS (66rpm) 清水槽 513.68m³
 主機関 IHI-Sulzer 6 RTA84型(デ)機関×1 補汽缶 トークス 9 kg/cm²×飽和×9 t/h×1, 排エコ IHI
 (62.5 rpm) プロペラ 5翼1軸 900 rpm×2 無線装置(主) 送) 0.8 kW×1 航海計器 ロラン レーダー
 強制循環二段蒸発式 発電機 SSG 750 kW×AC 450V×60Hz×1,800 rpm×1 (デ) 800 kW×AC 450V×
 900 rpm×2 速力(試運転最大) 15.94 kn (満載航海) 13.5kn 航続距離 36,600 浬
 NK 遠洋 船型 平甲板船尾機関型 船級・区域資格 乗組員 27名



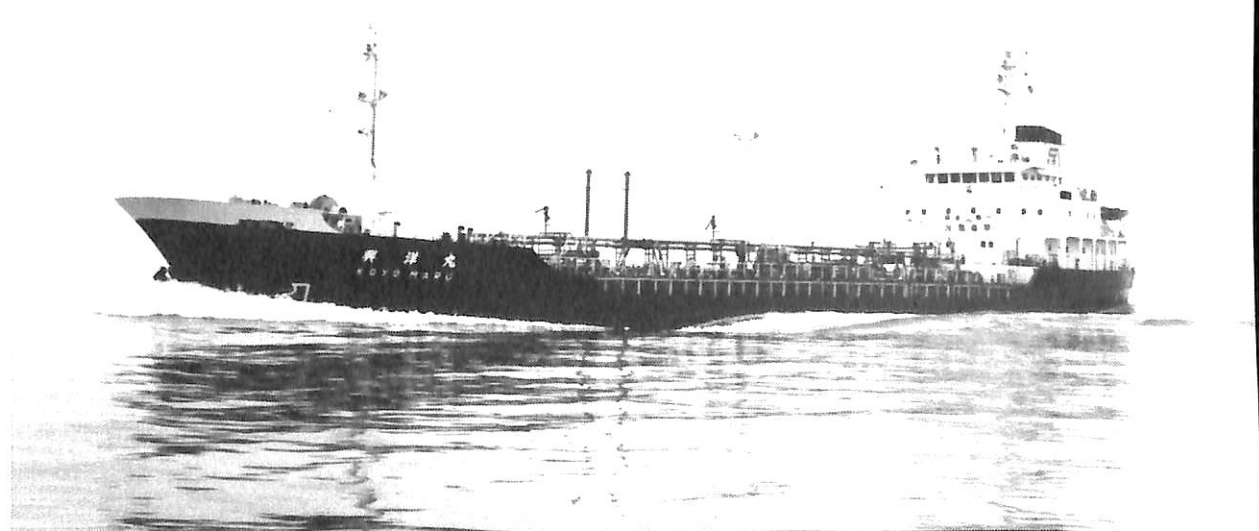


カーフェリー **クイーン コーラル 7** 船舶整備公団・照国郵船株式会社
QUEEN CORAL No.7

林兼造船株式会社下関造船所建造 (第1295番船)	起工 61-5-2	進水 61-7-9	竣工 61-10-24
全長 140.00m	垂線間長 126.00m	型幅 20.40m	型深 14.35/8.00m
満載喫水 6.115m	総噸数 4,973T	載貨重量 3,147.1t	クレーン 25t×1
Car搭載数 トラック(8t) 24台, 車輛(4.3(L)×1.60(B)) 76台, Cont.搭載数(10') 154			燃料油槽 617.60m ³
燃料消費量 33.9t/day	清水槽 392.65m ³	主機関 IHI-Pielstick 8 PC2-6 L型(デ) 機関×2	フロベラ 5翼
出力(連続最大) 6,000PS (520rpm/147.1rpm)×2 (常用) 5,100PS (493/139.3rpm)×2			補汽缶 堅型自然循環水管式 1,434kg/h×7kg/cm ² G×1
(中間軸×2)(フロベラ軸×1)			タイハツ 830PS×900rpm×3
発電機 大洋電機 700kVA×AC450V×60Hz×3 (原) 無線装置 送(主)			船舶電話 航海計器 衝突予防装置 レーダー
0.5kW×1 (補) 125kW×1			速度(試運転最大)
22.656kn (満載航海) 20.0kn	航続距離 6,500浬	船級・区域資格 近海(非国際) 第二種船	
船型 球状船首 トランソム船尾型	乗組員 40名	旅客 500名	航路 鹿児島～沖縄(那覇)

油槽船 **興 洋 丸** 船舶整備公団・興洋海運株式会社
KOYO MARU

株式会社栗之浦ドック建造 (第228番船)	起工 61-5-9	進水 61-9-25	竣工 61-11-6
全長 99.94m	垂線間長 93.87m	型幅 15.00m	型深 7.80m
満載排水量 7,434.89t	総噸数 2,898T	載貨重量 5,722.45t	貨物油槽容積 5,550.392m ³
主荷油ポンプ 1,250m ³ /h×70m×2	艙口数 8	燃料油槽 145m ³	燃料消費量 8t/day
清水槽 177m ³	主機関 赤阪DM40AKFD型(デ) 機関×1	出力(連続最大) 2,800PS (340rpm)	
(常用) 2,380PS (322rpm)	フロベラ 4翼1軸	CPP	補汽缶 三浦工業 5kg/cm ² ×1
発電機 主機駆動 大洋電機 550kVA×1,200rpm×1, 350kVA×1,200rpm×1 (原) ヤンマー660PS×1,200rpm			無線装置
×1	無線装置 船舶電話 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) 13.595kn (満載航海) 13.004kn	航続距離 9,000浬	船級・区域資格 NK 沿海	
船型 一層凹甲板船尾機関型	乗組員 13名		。ハウスラスター, スタンスラスター



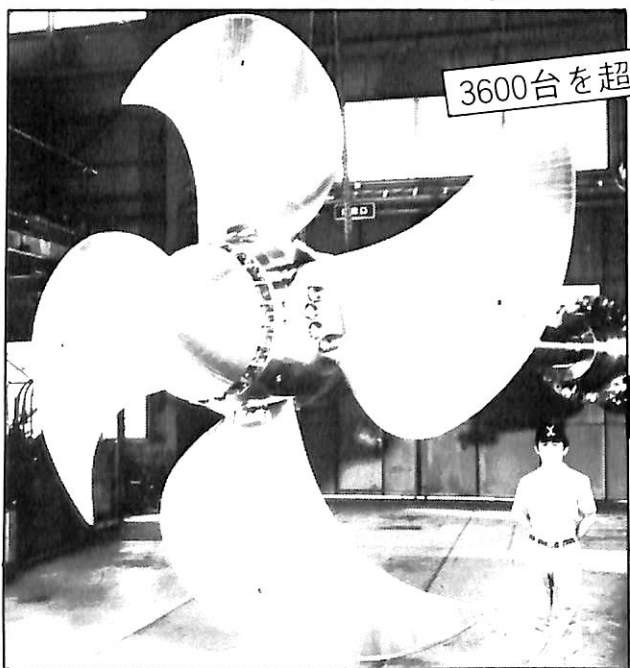


油槽船 英 雄 丸 英雄海運株式会社

EIYŪ MARU

福岡造船株式会社建造 (第1130番船) 起工 61-6-27 進水 61-8-22 竣工 61-10-30
 全長 107.84m 乗線間長 99.50m 型幅 15.00m 型深 7.50m 満載喫水 6.2935m
 満載排水量 7,288.36t 総噸数 3,507T (国際) 純噸数 1,591T (国際) 満載重量 5,232.77t
 貨物油槽容積 5,568m³ 主荷油泵 1,000m³/h×70m×2, 300m³/h×50m×1 船数10 燃料油槽
 C.373.63m³ A. 86.29m³ 燃料消費量 6.6 t/day 清水槽 86.29m³ 主機関
 三菱-赤阪6UEC37LA型(テ)機関×1 出力(連続最大)3,000PS (175 rpm) (常用)2,250PS (175 rpm)
 プロペラ かもめプロペラ4翼1軸 CPP 補汽缶 6t/h 発電機 西芝 軸発 320kW×1
 (テ)280kW×2, 460kW×1 無線装置 送(主)1kW×1 受(主),(補)全波各1 船舶電話 VHF
 航海計器 ロラン オメガ レーダー 速度(試運転最大)13.542kn (満載航海)12.4kn
 航続距離 13,000 浬 船級・区域資格 NK 遠洋(M0) 船型 平甲板型 乗組員 20名
 ・セントラル クーリング システム

かもめ可変ピッチプロペラ



3600台を超える実績と信頼性

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

全国50カ所のサービス網完備

運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

本社：横浜市戸塚区上矢部町690 ☎245 ☎(045)811-2461 (代表)
 ファックス☎(045)811-9444
 東京事務所：東京都港区新橋5-37 第三ビル ☎105 ☎(03)434-3939
 ファックス☎(03)431-5438



カクホー

輸出油槽船 KAKUHO

船主 Tokyo Specialized Tanker Co. Ltd.(Panama)
 川崎重工業株式会社坂出工場建造 (第1395番船) 起工 61-1-27 進水 61-6-25 竣工 61-10-30
 全長 332.00m 垂線間長 320.00m 型幅 59.00m 型深 29.20m 満載喫水 19.108m
 総噸数 150,479T 純噸数 74,429T 載貨重量 258,084t 貨物油槽容積 315,098^m 主荷油ポンプ
 5,000^m/h×135^m×3 艙口数 15 クレーン 20/5 t×10/20^m/min×2 燃料油槽 5,361^m
 燃料消費量 63 t/day 清水槽 464^m 主機関 川崎-MAN-B&W 8S 80MCE型(デ)機関×1 出力
 (連続最大) 23,400 PS (63rpm)(常用) 21,060 PS (61rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 二胴水管式23kg/cm²G×
 90,000kg/h, (排エコ) 5.5kg/cm²G×3,200kg/h 発電機 神鋼(デ) 1,150 kW×2 (原)ヤンマー 1,700 PS×720 rpm×2
 (タ)富士電機 700 kW×6,930 rpm×1, 軸発 富士 400kW×63rpm×1 (非)大洋電機 160 kW×240 PS×
 1,800 rpm 無線装置(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1 受(主), (補)全波各1 船舶電話 海事衛星装置 VHF
 航海計器 デッカ NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大) 15.2 kn (満載航海) 14.1 kn
 航統距離 24,500 浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 定員35名(乗組員25名 その他10名)

タミール ベリヤ

輸出石炭運搬船 TAMIL PERIYAR

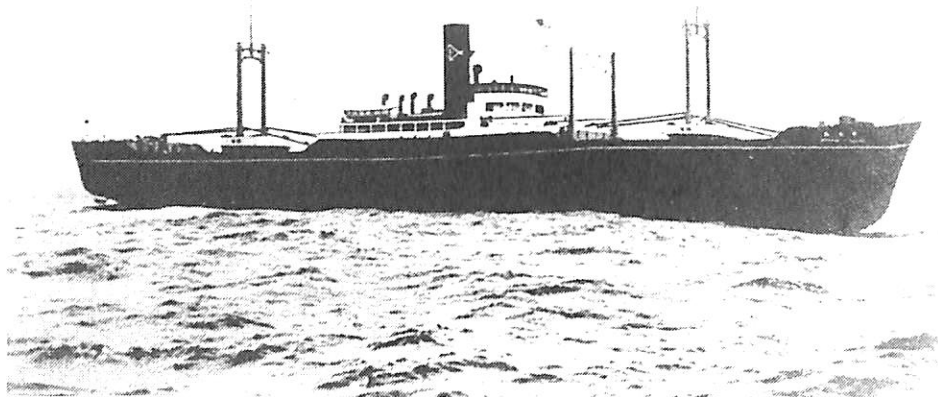
船主 Poompuhar Shipping Co. Ltd.(India)
 日立造船株式会社舞鶴工場建造 (第4731番船) 起工 60-12-16 進水 61-5-23 竣工 61-9-30
 全長 210.00m 垂線間長 200.00m 型幅 29.90m 型深 14.80m 満載喫水 9.564m
 満載排水量 50,218 t 総噸数 27,997T 純噸数 11,962T 載貨重量 39,990 t
 貨物艙容積(グ) 54,718.5^m 艙口数 6 クレーン 25 t×6 燃料油槽 1,908.6^m
 燃料消費量 32.6 t/day 清水槽 422.2^m 主機関 日立-B&W 6L60MC型(デ)機関×1
 出力(連続最大) 11,700 PS (111 rpm)(常用) 9,930 PS (105 rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 堅油焚
 1,500 kg/h×6.0 kg/cm²×1 発電機 自己防滴ブラシレス 975 kVA×780 kW×4 (原) 1,140 PS×4
 無線装置 送(主) 1.5 kW×1 (補) 50W×1 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ オメガ NNSS
 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大) 16.31 kn (満載航海) 14.7 kn 航統距離 17,400 浬
 船級・区域資格 LR-IRS 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 50名 同型船 Tamil Anna
 ○火力発電所用石炭の運搬、浅喫水の船型を採用、高性能クレーンを装備



日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

貨物船 君 島 丸 飯野海運



鶴見製鉄造船所鶴見工場建造	船舶番号 44826	信号符字 J M J M		
起工 昭12-6	進水 13-5-1	竣工 13-7-10		
全長 129.00m	垂線間長 122.05m	型幅 16.50m	型深 9.30m	満載喫水 7.55m
満載排水量 10,922 t	総噸数 5,193 T	純噸数 3,846 T	満載重量 7,693 t	
貨物艙容積 (ベ) 10,301 m ³ (グ) 11,347 m ³		主機関 石川島二段減速装置付タービン機関×1	載貨重量 7,693 t	
出力 (計画) 3,000 PS		速力 (試運転最大) 15.22 kn (満載航海) 13.0 kn		
船級・区域資格 逋信省第1級船・鋼船	乗組員 48名	旅客 1等1名	船籍港 神戸港	

函館の小熊商店が、鶴見製鉄造船所に発注した貨物船で、昭和13年5月1日午後5時30分、鶴見にて進水した。

当時、飯野海運では国島丸、光島丸を建造して船腹の増強につとめてきたが、昭和13年6月、進水後の艙装工事中の本船を240万円で小熊商店より買取り竣工とともに君島丸と命名した。

当時、飯野海運では「君国の光、民を安んず」と云う詩から船名を決めていたので、これによって君島丸、国島丸、光島丸、民島丸、安島丸と云う一連の貨物船隊が完成した。

竣工とともに近海郵船に貸船し、同社ではこれを台湾航路に配船した。

昭和15年8月1日、海軍に徴用、9月4日解除。

昭和15年10月4日、海軍に徴用、佐世保鎮守府所属の運送船となる。

昭和16年4月10日付、連合艦隊第1根拠地隊配属の特設運送船となる。

昭和16年12月8日、太平洋戦争開戦時には、第1防備隊を乗せて、フィリヒンのラモン湾上陸にそなえて奄美大島、古仁屋湾で待機。

昭和17年1月10日、マララグ湾発、バンカ泊地へ進出バリ島攻略では第1急襲部隊の補給隊となる。

昭和17年3月18日付、クリスマス諸島攻略では攻略部

隊の警戒部隊に配属、輸送、護衛、泊地警戒に当る。

4月1日、クリスマス島上陸作戦中、敵潜水艦の攻撃がはげしく、本船は、1日夜、第34哨戒艇の護衛でクリスマス島を脱出して、バンタム湾に向う、その時、本船には燐鉱石の袋詰42トンが積まれていた。

本船はバンタム湾を経由して、スラバヤにもどり、のち内地へ帰る。

昭和18年3月から4月にかけて北海道方向への輸送任務につく。5月9日パラオ発 P₅₀₉ 船団で5月18日佐伯に帰る。その後、7月2日まで、神戸、名古屋、横浜、横須賀方面を行動。

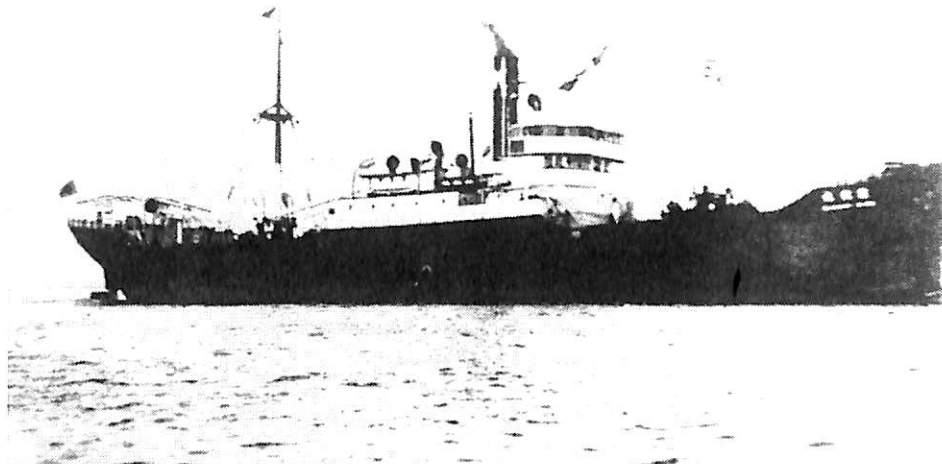
昭和18年7月2日より8月26日まで入渠修理。

昭和18年9月8日、第221設営隊の先発隊709名を乗せて佐世保発、神戸を経由して9月12日横須賀着。9月14日横須賀発、3914船団で「朝風」「雷」の護衛で9月25日トラック着、9月29日トラック発、9月30モートロク諸島のサトウワンに部隊を揚陸、10月14日トラック発、4014乙船団で10月24日横須賀にもどる。

昭和18年11月13日横須賀発、3113船団で12月10日トラック経由、12月16日ラバウルへ。

昭和19年2月21日、横須賀発トラックに向け航海中、2月23日、鳥島の南東44裡、北緯30°30' 東経140°20' にて米潜Plunger (SS-179) の雷撃で沈没した。

貨物船 能代丸 川崎汽船



Dominion S.B. Co. Ltd. トロント (英) 建造		船舶番号	29822	信号符字	SPQC → JPUA
進水 大8-6	全長 76.50m	型幅	13.26m	型深	7.38m
満載排水量 5,285 t	総噸数 2,333T	純噸数	1,390T	満載喫水	6.37m
貨物艙容積 (ベ) 4,223 m ³ (グ) 4,796 m ³	主機関	三連成レシプロ機関×1		出力 (連続最大)	1,546 PS
速力 (試運転最大) 11.3 kn (満載航海) 8.0 kn		船級・区域資格	通信省第1級船・ロイド100 A1		
LMC 鋼船	乗組員 36名	旅客	3等6名		船籍港 東京

川崎汽船では創立の大正8年4月以降、主として外国遠洋航路に配船し、近海航路については遠洋航路から帰国した大型船を時に応じて臨時に配船して、樺太などの北洋材積み取りを行なうにすぎなかった。しかし、その後、近海航路の荷動きが増加してきたので、大正12年には中古船を数十隻購入し、若松-京浜間では石炭、大連、内地間では豆粕、カムチャッカ方面よりは北洋材などの積み取りに配船してきた。その後、大正12年9月1日の関東大震災による避難民輸送や、復興資材輸送による海運界の大活況の反動として逆に深刻な不況におち入った。

川崎汽船ではこの不況を乗り切るための方策として定期航路の開設に踏み切り、大正12年より15年にかけて数隻の外国中古船を購入して近海航路に配船した。

本船は大正13年3月13日、ノールエーより購入した中古船で、能代丸と改名、神戸を船籍港とする。

本船は、大正8年、トロントのDominion造船所で建造されたGeneral Morrison号でDominion造船所の所有で、トロントを船籍港としていた。その後、ノールエーに売却されて、Bygdones号と改名、クリスティーナを船籍港とす。購入時の船名はNordhav号で同じくクリスティーナ籍のノールエー船であった。

大正14年8月より、阪神・北海道航路に就航、大正14年11月本船を最後にこの航路が休止されるまで続いた。

当時、樺太東岸は、現在の王子製紙の前身である富士製紙が知床パルプ工場を建設中で、これにともなう物資の移動が増大していた。そこで川崎汽船では、大正15年4月21日、横浜発の本船を第1船として、大阪・敷香線が開設された。往航は生活用品などの雑貨、工場建築に用いる資材や機械類、復航は紙・パルプなどの製品の輸送であった。当初は、大阪を起点に小樽、元泊を經由して知取を終点とするものであったが、その後製紙工場の完成にともない敷香まで延長され4月～12月の無氷期間には月2回の配船であった。

昭和2年4月1日日本航路は樺太庁の命令航路となり、本船は一時、同航路を撤退したが、昭和3年12月、東華丸の沈没により、昭和4年4月から再び復活した。

昭和6年には一時、阪神・芝浦間に就航したこともあった。昭和9年、冬期の輸送確保のため、本船に耐氷装置を施し、昭和9年1月より小樽-大泊間に就航、昭和10年からは1～3月の間に12航海折り返し配船され、大正12年には、大泊・京浜間に延長された。

昭和19年3月6日海軍に徴用され舞鶴鎮守府所属の運送船となり、3月13日舞鶴発3月17日鎮南浦、3月29日横須賀、4月13日室蘭を経て4月19日横須賀に帰る。

昭和19年4月26日、横須賀より大阪に向う途中、北緯33°31' 東経135°24' 紀伊水道南にて米潜Guavina (SS 362) の雷撃により沈没した。

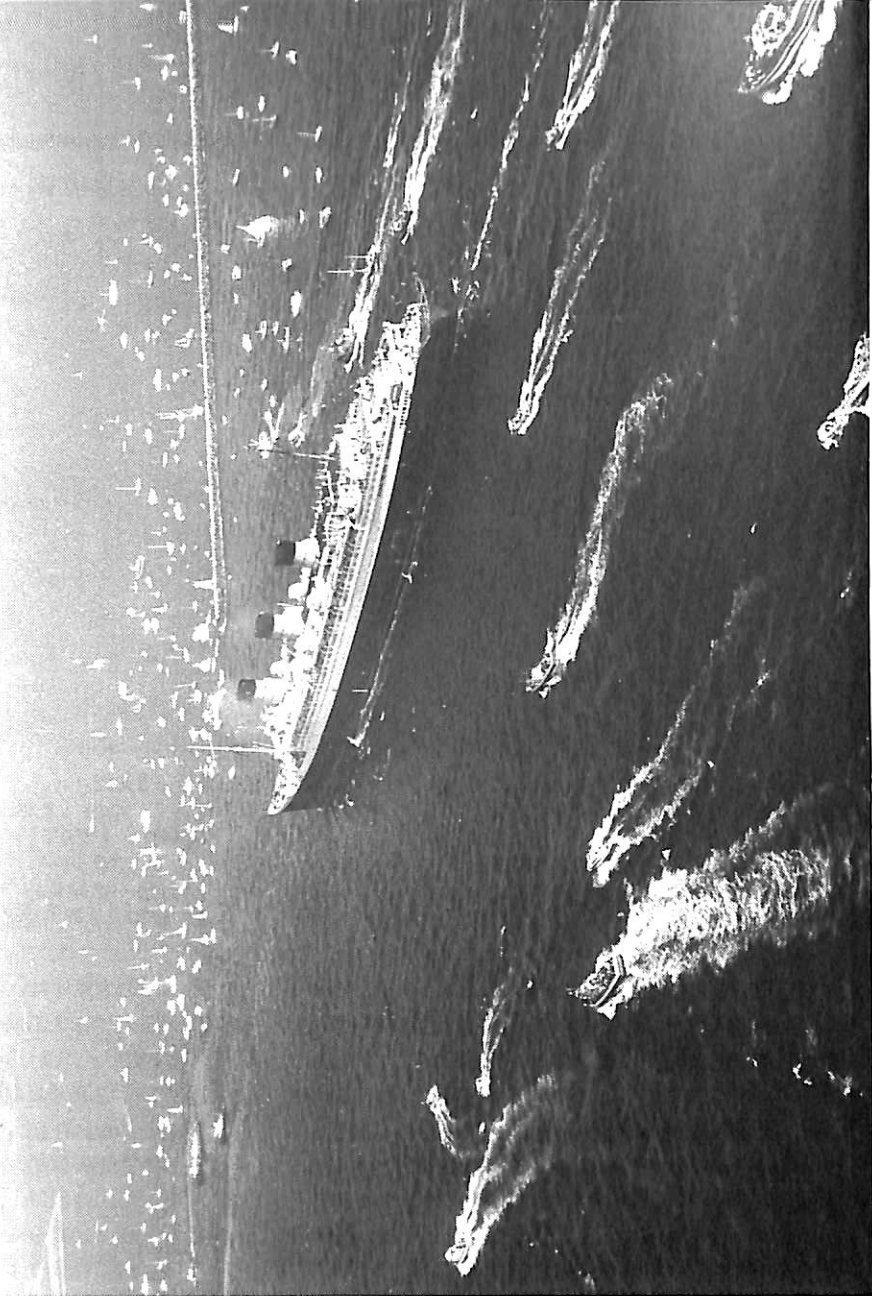
終焉の地に着いた二巨船

Two great liners at final point of rest

野間 恒
H. N O H A

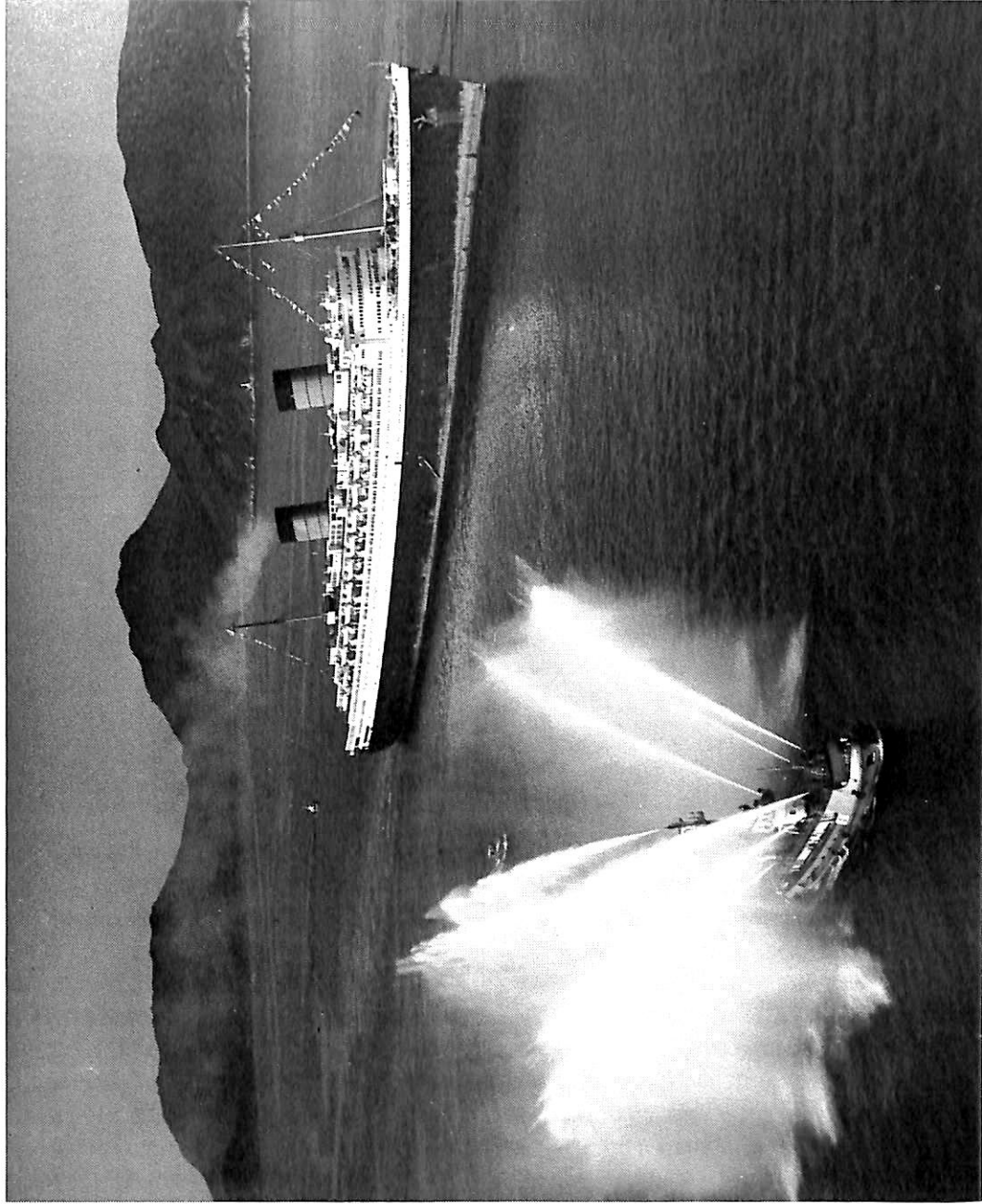
“クイーン・メリー”

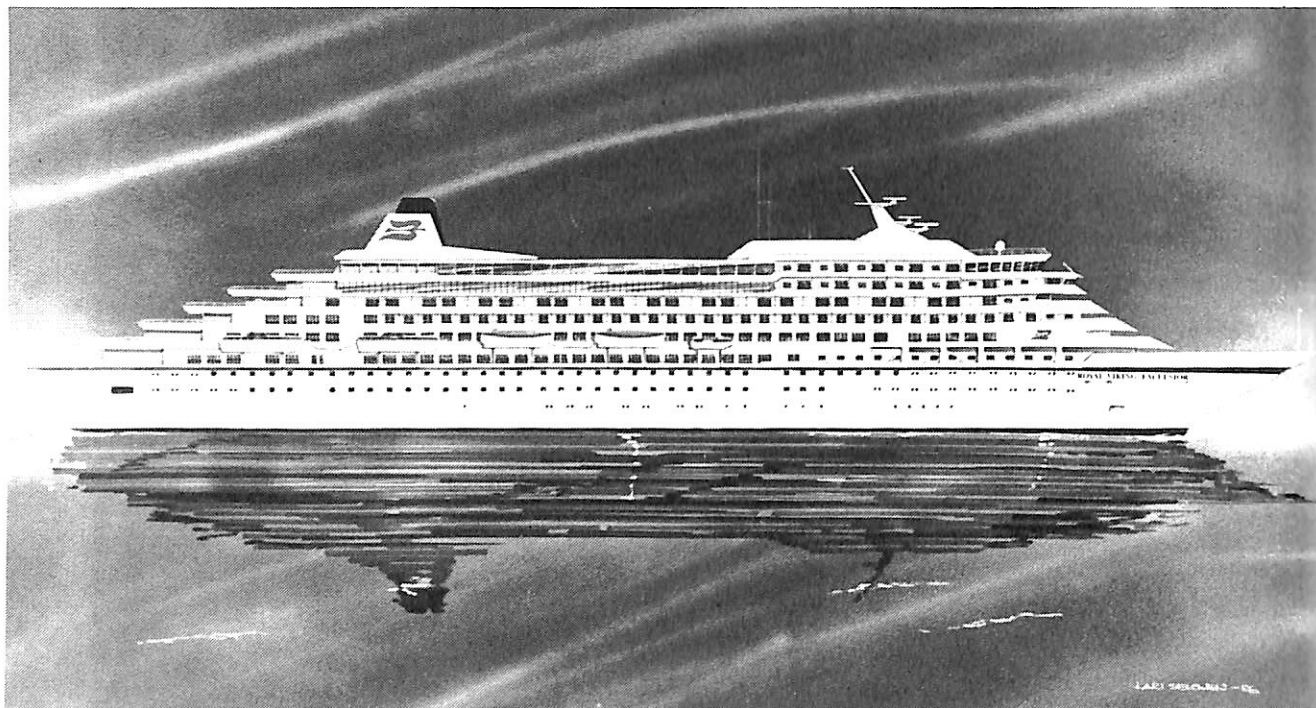
1967年12月9日、夥しい数のヨットやランチに迎えられ、ロングビーチに入港するのは、クイーン・メリー QUEEN MARY (81,237 総トン、1936年建造)である。1,000回目の大西洋横断を終えた1967年9月に引退した、この有名客船が、ロングビーチ市に買いられて、永遠の係留地に到着した時の光景である。この日に先立つ10月31日、本船は母港サウサンプトンに別れを告げている。この最後の航海には1,040名の船客が乗り、途中リズボン、ラス・バルマス、リオ・デ・ジャネイロ、バルハラソ、カヤオ、バルボア、アカフルコに寄港した。この巨船は、世界経済恐慌のため、2年余も建造が中断、船主キューナード社と、ライバルのホワイト・スター・ラインの合併により、漸く完成するという難産ぶりであった。しかしその後、仏客船ノルマンディ NORMANDIE との華々しい競争 — 第二次大戦中の兵員輸送での活躍 — 戦後20年に亘る北大西洋定期サービスと、多彩とは言えぬが、着実な生涯を送った商船である。1971年からロングビーチ港内に係留され、ホテル / 博物館 / レストランに使われている。わが国でも N Y K の米川丸が横浜港に保存されている。米川丸が現役時代から一変した彩色になっているのに比し、クイーン・メリーでは往年の塗装が忠実に保たれている。



“シーワイズ・ユニバーシティ” (クイーン・エリザベス)

1971年7月16日、香港港外に到着したこの巨船は、シーワイズ・ユニバーシティSEAWISE UNIVERSITY——というよりも、クイーン・エリザベスQUEEN ELIZABETH(82,998 総トン、1940年建造)の後身というほうが判り易い。完成と同時に兵員輸送船となり、6年間も苛酷な使用に耐えた。1946年から22年に亘る北大西洋横断定期に従事したのち、現役から引退した。フロリダで2年間も係留されたが、香港の董グループに買いとられた。写真は、フロリダからアフリカ廻りで選々と廻航してきたときのものである。途中、機関故障のためカリブ海の島(アルバ島)で2ヶ月も停船した後の到着であった。新しい船主は、本船をクルーズ兼洋上大学に改装して、世界中に運航させる計画であった。しかし、この時の香港到着が「旅路の終り」となってしまった。というのは、改装工事が略完了し、日本でのドライドックに向かう矢先の1972年1月9日、工事中の失火により忽ち炎に包まれ、5日間燃えつづけたのち沈没してしまたからである。この写真からは左様な悲惨な運命は予期すべくもなく、消防艇の放水歓迎がこの老嬢の再出発を祝っている。なお、本船の事故から丁度30年前の同じ頃(1942年2月9日)に、ノルマンディ NORMANDIE (83,423 総トン)がニューヨークで母への改装中に火災被災して全損になっている。ともに世界最大の客船と謳われた両船の終末が、同じ事由(消火放水→重心上昇→覆没)に由ったのは奇しき一致といえよう。



Royal Viking Line 社第4船 —— 1988年末に就航 ——
 36,000 T 型新鋭大型豪華客船の建造


かねてから噂のあったRoyal Viking Line社新鋭豪華客船第4船は、去る1月26日、サンフランシスコの同社とフィンランドWärtsilä Marine Industries（本年1月より新社名となる）との間で、その建造発表が行われた。それによると、現在運航されている3隻の姉妹船“ROYAL VIKING STAR”“R. V. SKY”及び“R. V. SEA”を一廻り大きくした36,000T型となり、約8,000Tの増となる。船客定員は、現在の三姉妹船が725名であるのに、第4船は760名となっており、ほぼ同じ船客定員となっている。この数字から判断できることは、船客用キャビンも広く、各公室やオープンスペースの一船客当りの余剰空間は更に大きなものとなり、快適な居住空間の創作は、現在運航されている客船の中でも抜きん出たものになる。

Royal Viking Line社は、設立当初からマーケットの高級指向層にターゲットをしぼり現在に至っており、その経営方針には変わりなく、今回の新船建造発表は更にその指向性を強調したものと見える。本船の船名は、まだ明らかにされていないが、その就航海域は世界一周航海や南米一周航海に使用されることになっており、最低でも2週間の単位のクルーズに就航する予定と発表されている。

現在就航中の三姉妹船も、世界のトップ級にランクされている客船であり、新鋭第4船が三姉妹船の船客定員とほぼ同じで8,000Tも上まわる大型船となれば、大変な豪華仕様になることは間違いなく、名実共にトップランクに位置することであろう。レストランの設計も760名

の船客と高級士官が一堂に会食できる規模となる。更に、380室ある船客用キャビンの内40パーセントにあたる152室は専用ベランダを有する豪華仕様となる。ヘルスクラブ、健康浴泉等の特殊施設は勿論、メインラウンジは船客一同が優にその席を確保できるとされている。

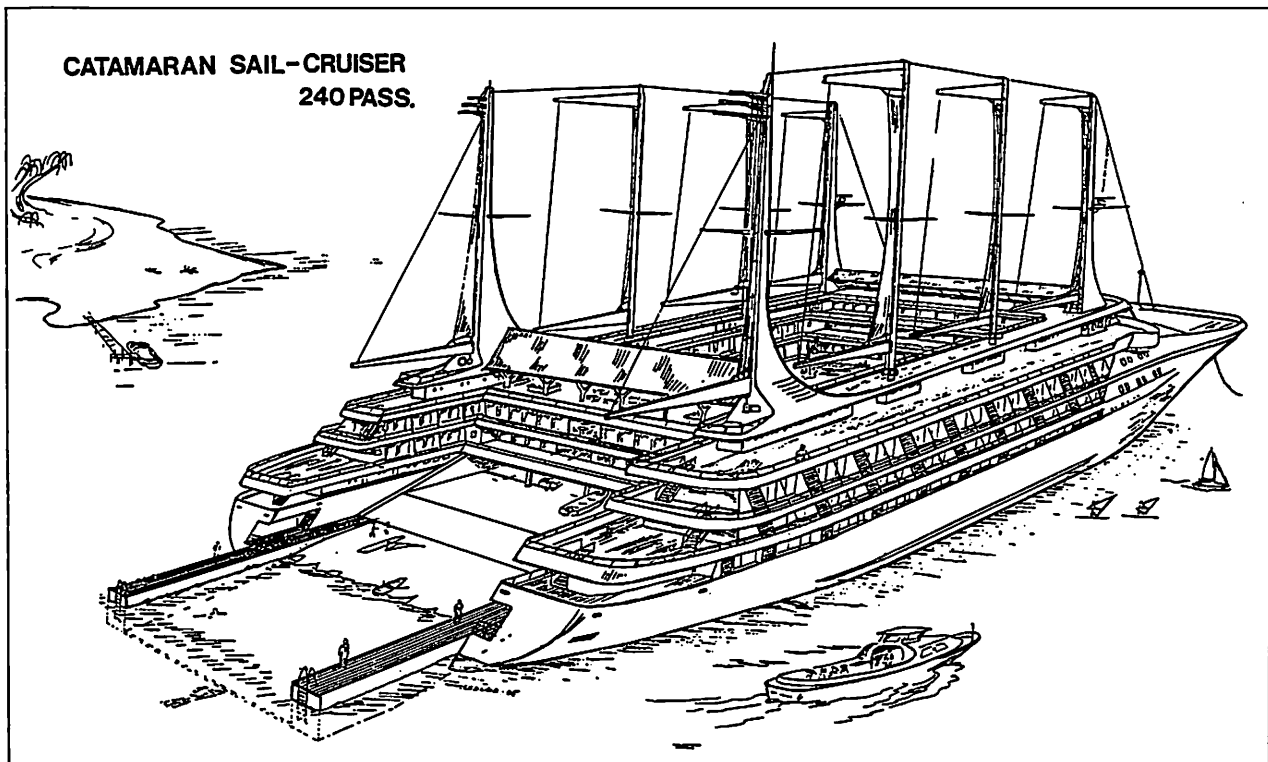
この第4船の就航予定は、来年1988年12月である。ちなみに発表されている建造船価は、U.S. 12,500万ドル（邦貨換算約200億円）で、一床あたりの船価は約16万5,000 U.S.ドル（邦貨換算約2,630万円）である。

〔要 目 概 要〕

全 長	204.0m
型 幅	28.9m
喫 水	7.0m
総 噸 数	36,000T
載貨重量	4,000 t
主 機 関	C. 21,000 kW
補 機 関	C. 9,000 kW
旅 客 数	760
船客キャビン数	380
速 力	21.5 kn

〔写 真〕

本船は36,000T型豪華客船で、全長は三姉妹船とほぼ同じ幅は3.6m長く、ハウス部デッキは2層高い7デッキとなっている。より大きく、より広い船客用のキャビン配置が、船窓の配列でよくわかる。（府川義展）



本誌12月に紹介をしたWindstar Sail Cruises社の大型帆走クルーズ客船“WIND STAR”は12月13日にカリブ海域に就航以来好調な集客状況を示し、すでに年内の予約は70パーセントを超える発表されている。このような好調さは予想されていたことだが、後続の三姉妹船が就航する時点でどのような結果がでるか注目したいところである。

昨年の9月に同種の建造プランが西独のPaul Lindenau社も発表をしており、何隻かの帆走客船の内に双胴型の帆走クルーズ客船が含まれていたため、そのプランの一部を紹介する。同社によると、現在発注を受ければ受注後20ヶ月以内には竣工・引渡し可能な設計要件をすでに備えているといわれている。デザインを担当したのは、ハンブルグ在住のJ. Issleib氏で、主要船型は双胴型(Catamaran)で本船には、展帆用マストが双胴のそれぞれに4本ずつ8本あり、展帆は全て船橋から遠隔自動操帆が可能である。船内仕様については、受注内容により異なるが、双胴に添ったデッキハウスが並列になる構造となっているので、双方のデッキハウスの間には大きなオープンスペースが出来る。受注内容によってはこのオープンスペースをルーフで覆い全天候型スペースとしての利用も可能となり、プール、オープンエアシアター、コンサートホール等の利用も考えられる場所である。

本船の帆走時におけるマキシム・ヒーリング・アングルは、2～3度におさえられ巡航速度は最高16ノットで機走時は18ノットになっている。その他船客用オープン

スペースとして使用できる部分に双胴デッキハウスの上部オープンスペースと双方のハウスを結ぶデッキスペースがあり、周回廊となっている。もう一つ本船の独特のオープンスペースに船尾部の船上(海上)ビーチがある。この特殊装置は、双胴の内側幅一杯に使用したスリップウエー状の板が傾斜角をもって水面に延び、沖波りの停泊時に安心して水浴が楽しめる構造になっている。このスペースは、幅15メートルで約300平方メートルあり、その効用として水上スキー、ボートツアー等の発着所等利用範囲は大きい。船客用のキャビンは、全てアウトサイド型式で、大部分は専用ベランダを持つようになっている。キャビン総数は、100～120室を想定している。

スケッチは船尾より見たところ、航走中は人工ビーチを船内に格納する。
 (府川義辰)

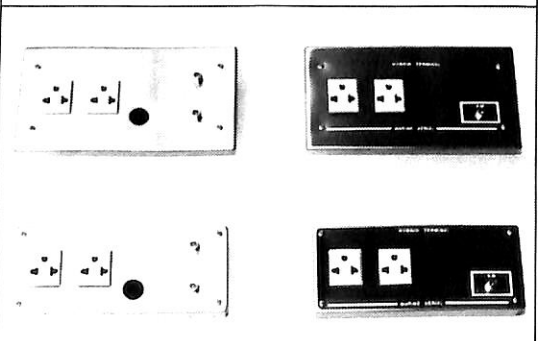
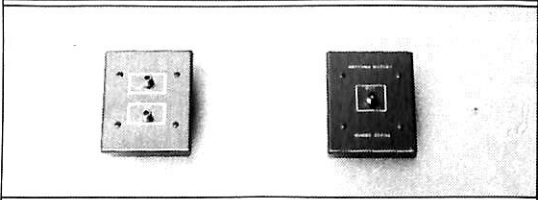
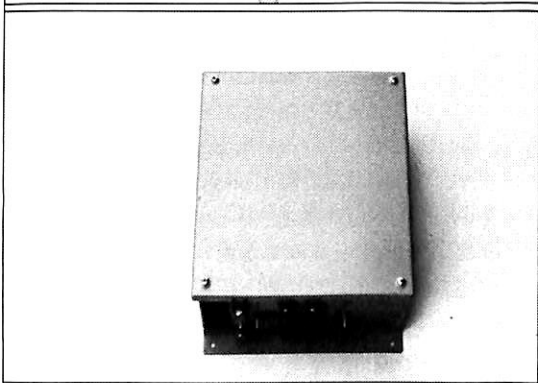
〔要目概要〕

全長	122.50m
幅	38.00m(単体幅10m)
深さ	16.50m
喫水	6.00m
トン数	9,000 B.R.T
速度	帆走16kn(機走18kn)
出力	2×2,000 kW(3,800 kW)
総帆面積	2,200㎡
船客定員	200～240名
船客用キャビン	100～120室
乗組員	100名

(府川義辰)

Photo: Paul Lindenau社

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

パッセンジャー カーフェリー "PEDER PAARS" (1)

府川義辰



現在、デンマーク国有鉄道は、国内、国際航路をあわせて8航路を有し、片道1時間から3時間の航路運航をしている。同国有鉄道の現有運航船舶は29隻であり、その内19隻が船客及び鉄道車輛航送フェリーとなっており、残り10隻が船客、自動車航送フェリーとなっている。

ここに紹介するペーザ ボーズ "PEDER PAARS" (19,763 GT) は、1985年10月18日にデンマークの造船大手であるナクスコ造船所(Nakskov S. Y.)の第233番船

として竣工した、同国鉄最大最新鋭の船客・自動車航送フェリーである。

本船の就航航路は、同国鉄の最長距離で、国内航路の Aarhus ~ Kalusdborg 間で、片道約3時間の航路である。なお、同航路には、姉妹船である "ニールスクリン" "NIELS KLIN" (19,763 GT) が昨年の6月に同じナクスコ造船所で竣工、就航し交互運航がされている。

(写真下 Lounge)



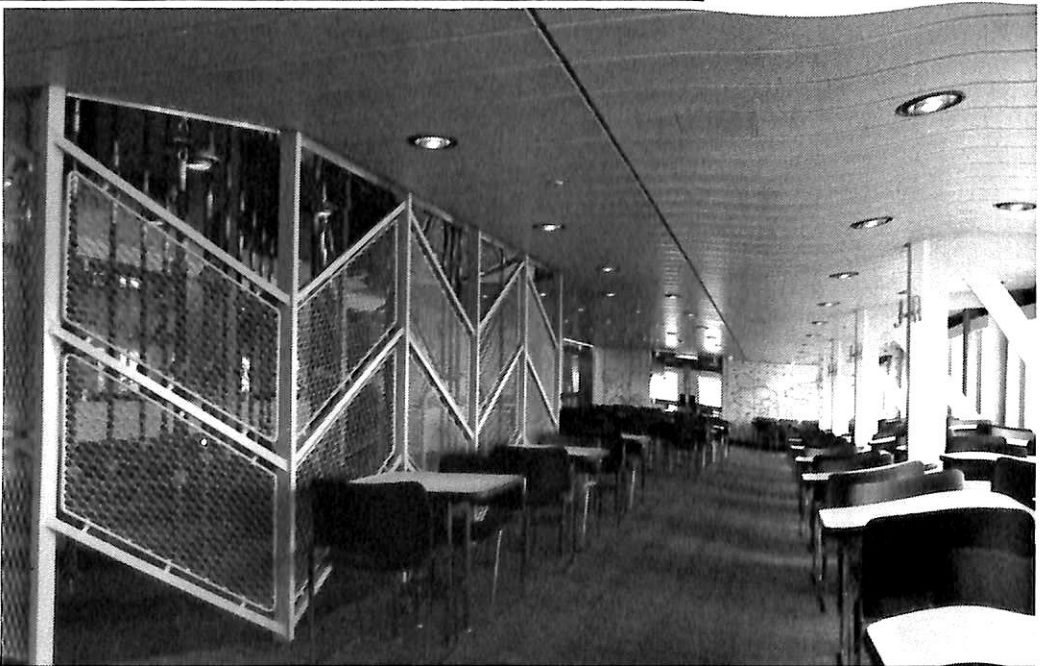


▲ Center hall



Hall

Cafeteria
Aft. upper deck

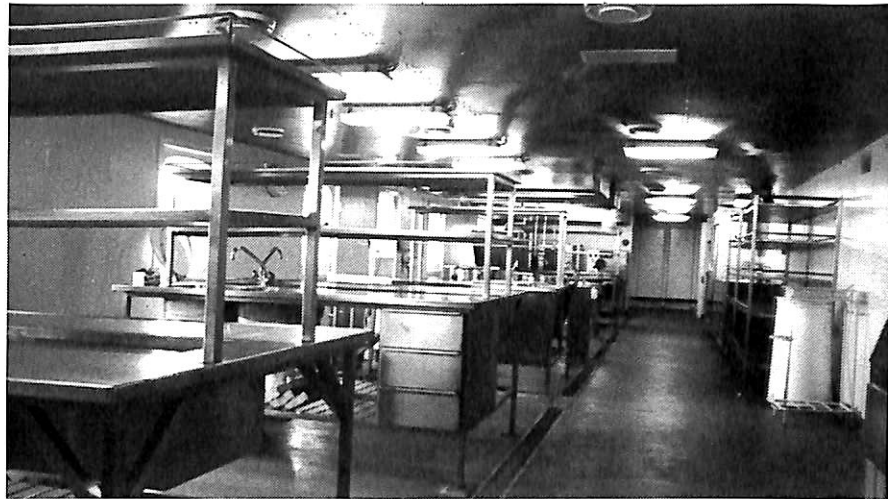




▲ Cafeteria

Galley ▶

Photo : Danish State Railways



〔主要目〕

全 長	134.00m
垂線間長	126.00m
型 幅	24.60m
深さ(5 deck)	13.45m
(トレーラーデッキ)	8.00m
総 噸 数	19,763T
純 噸 数	6,180T
載貨重量	2,400 t

燃料油槽	382m ³
燃料消費量	136 g/PS·h
清 水 槽	306m ³
バラスト槽	1,386m ³

主 機 関 MAN/B&W 8 L45GB×2
出 力 6,237 kW, 16,960 PS (175 rpm)

プロペラ KaMeWa 2

補 機 MAN/B&W 6S28 LH×4
出 力 1,110 kW (750 rpm)

速 力(最大) 19.3 kn (航海) 17.1 kn

船 級 BV I 3/3 E+Passenger
Ferry PFA, Deep sea Ice Class 1B
AUT-MS

旅 客 数	2,000名
バウスラスター	1,500 kW×2
スターンラスター	1,500 kW×1
乗 組 員	機関13~18名, 他 5~44名

車輻/トレーラーデッキ	
車輻甲板	2.60m(高) 2.5 t 152台
トレーラー	4.50m(高) 16.0 t 179台

ハウランプ	13,300×6,600m
スターンランプ	11,100×7,970m
キャビン	74室(2名) 148名
サ ロ ン	

Deck 6	ホール	115 "
"	ラウンジ	79 "
"	レストラン	118 "
"	"	96 "
"	子供部屋	25 "
"	ビデオ室	66 "
"	キャフテリア	338 "
Deck 7	ホール	119 "
"	レストラン	264 "
"	キャフテリア	352 "
"	ラウンジ	88 "
"	会議室	113 "
"	ワーキング室	40 "
Deck 8	VIP室	18 "

アメリカ海軍空母用に開発された 画期的な「スベリ止め塗装材」

FERROK[®]

フェロックスとは、

空母のフライトデッキのスベリ防止を目的として開発されたもので、海水に濡れ、油のためにスリップしやすく非常に危険な状態のデッキの滑りを止め、要員、機器、航空機を守り、かつ高速で発着する幾千機もの航空機の衝撃にも、ひび割れたり、破損することなく、デッキ上での作業を安全、円滑にした画期的なスベリ止め塗装材です。

今日では一般の船舶をはじめ漁船などの甲板や通路、階段等に使用され、その安全性が高く評価されていて、客船のデッキや通路、自動車運搬船やカーフェリー等の車両甲板、漁船や作業船の暴露甲板等に最適の塗装材です。

フェロックスの特長

フェロックスはアメリカ海軍で20年間の実績がありますが、その特長は次の通りです。

- ① フェロックスは粒子混合型の1液性塗料であるため取扱い易く、施工が簡単、短時間で完了することができます。
- ② フェロックスは図1に示されるごとく、粒子が一定で丸くなっています。これに対して、他のスベリ防止塗料は、図2に示されるごとく、鋭角的な粒子が使用されています。

これらの特性は、フェロックスの勝れた特長です。

図1. フェロックスの粒子

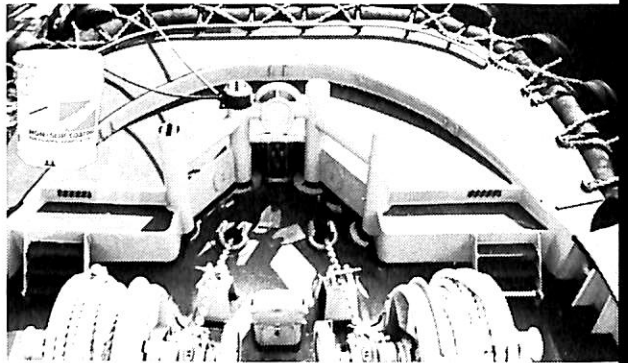


- 粒子の接着性が良く、耐摩耗性が良い。
- 表面の均一性が保てる。
- 安全性が高い。

図2. 他のスベリ防止塗料



- 粒子が不揃いで、接着性が悪い。
- 表面の均一性がない。
- 粒子が鋭角で、危険性が高い。



「フェロックス」成分内容・特性

ダイヤモンド級の硬度をもつ研磨剤粒子と色素形成成分を含むフェノール樹脂をベースとした塗料。

- 油脂、酸、アルカリや塩水に強く、摩耗、接着性に秀でたスリップを防ぐ勝れた特性を持つ。
- 粘 度……………5,000~15,000cps (21°C)
- 1 gal当り重量……約5.4kg
- 仕上り時間……………約2時間 (21°C) 手にはつきません。
- 乾燥・時間……………約4時間 (21°C) もう歩けます。
- 完全仕上り……………24時間 (21°C)

応用範囲 / 1 ガロン入 1 缶… 2 回塗り約 4 m²

完成時塗布厚…約0.8~1.3mm

完成時塗布重量…1 m² 当り 350~450g

カラ ー / レンガ、黒、緑、灰、黄、青、白、ライトグリーン
商品形態 / 1 ガロン缶 (約 4 ℓ)、5 ガロン缶 (約 20 ℓ)

弊社船に使用して、その性能は確証済で自信を持ってお勧めします。お問合せ、カタログ、サンプルの御請求は下記へ。

海洋・船用販売代理店

は 大洋漁業株式会社

船舶事業部 工務課販売チーム

東京都千代田区大手町1-1-2 〒100

☎03(214)3943(直通)・03(216)0811(代表)

FAX 03(284)0142

2月のニュース解説

米田 博

海運・造船日誌

1月20日～2月19日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

1月

24日●政府は臨時閣議で、防衛費のGNP比1%枠(土)に代る新基準として総額明示方式を決めた。

27日○香港C・H・トン・グループの再建計画が成(火)立、発効した。85年9月、負債総額27億ドルを抱えて経営難に陥ってより1年5カ月ぶりに再スタートを切ったことになる。

●関西新空港の工事着工。構想が生まれてから四半世紀ぶり。

30日○全日本海員組合と外航労務協会、中小船主(金)労務協会の汽船外航二団体の62年度労働協約改定交渉が始まった。組合はベア要求は見送ったが定昇などは要求しているのに対して、船主側はベアのほかに定昇の見送りや長期就航手当の廃止など厳しい内容の改定を申入れた。

●東京証券取引所第1部の平均株価終値は2万0048円35銭とはじめて2万円の大台に乗せた。

●米商務省が発表した61年の貿易赤字は1,698億ドルと過去最高となった。また、大蔵省の発表によると61年の日本の貿易黒字は927億ドル、経常収支の黒字は860億ドルと、それぞれ過去最高になった。

2月

3日●政府は臨時閣議を開き「売上税法案」と所(火)得税、法人税減税、マル優廃止を柱とする「所得税法等の一部改正案」を決定し、4日

の衆議院に提出した。

6日○政府は閣議で外航船舶建造融資利子補給臨(金)時措置法改正案を決定した。

9日●アブダビで8日から開かれていた湾岸協力(月)会議(GCC)石油相会議は、加盟国(サウジアラビア、UAE、クウェート、カタールのOPEC加盟4カ国とオマーン、バーレーンのOPEC非加盟2カ国の計6カ国)がOPECの原油減産政策を全面的に支持するとのコミュニケを採択して閉幕。

13日●新日本製鉄は第4次合理化計画(中期総合(金)計画)を正式に発表した。計画は65年度までの4年間に、5製鉄所で5基の高炉を休止する大幅な設備集約と、1万9,000人にのぼる製鉄部門の余剰人員減らしを進め、複合経営で鉄鋼専業メーカーからの脱皮をめざすもの。

14日●川崎製鉄は5,000人の人員削減と千葉製鉄(土)所厚板工場の休止などの設備集約を中心とする合理化計画をまとめ、同社労働組合に提示した。昨年11月に神戸製鋼所、12月に住友金属工業、今回の新日鉄、川鉄と続いたが25日には日本鋼管も合理化計画を発表する見込。大手5社計17万人のうち4万人を減員する計画となった。

16日○海運造船合理化審議会海運対策部会小委員(月)会、北米定期航路の再構築問題について審議した。席上運輸省から現状と見通しについて説明が行なわれた。

○東燃タンカーは親会社のエクソン、モービルの意向もあり、VLCCの建造、裸用船および定期用船で国際入札をオープンした。海外からの応札予定は造船所が韓国の現代重工、大宇造船、台湾のCSBC、デンマークのオデンセ。船社はA・P・モラー社。

移り行く造船適性国

日本が英国にとってかわったとき

昭和30年に日本造船業は世界一時代に入った。その後30年以上日本は世界一の造船国であり続け今日でも世界の約半分のシェアを持っている。しかし、最近では造船需要そのものが激減し、僅かに出て来る需要に関しても韓国の競争力に屈するケースが多くなっており、日本の造船能力が設備の面でも雇用の面でも超過剰であることが明らかになり、関係者苦悩の因となっていることは本誌でも毎号ふれてきたことである。今回は私なりにこの問題を整理してみたいと思う。

戦後しばらくの間、日本は英国やノルウェーなど欧州の造船国とくらべて格段に競争力がなかった。当時アメリカは卓越した造船技術を持っていたが、主として賃金の高さの故に造船は通常の経済ベースではアメリカの産業ではなくなっていた。

当時の日本の船価の国際比較を私は『私の戦後海運造船史』（船舶技術協会刊）で次のように述べている。

昭和24年4月は円が1ドル=360円に設定され、一方英国ポンドが9月に1ポンド=4ドル3セントから1ポンド=2ドル80セントに切下げられ、1ポンド=1,450円80銭だったものが1ポンド=1,008円となった後の昭和24年末当時で、一般に日本船価と欧州船価の比較は次のようであったとされていた。

- (1) 9,000 D. W. 前後のディーゼル貨物船で、日本の船価は欧州船価の約120~130%。
- (2) 大型ディーゼル油送船では約110~120%。
- (3) 4,000 D. W. 前後或いはそれ以下の大きさのディーゼル船では油送船、貨物船共に日本の方が安い或いは同じ位。
- (4) 一般にタービン船については欧州より日本の方が安い或いは同じ位。

これで見られるように当時大型ディーゼル船において日本は到底欧州の敵ではなかった。

その後日本造船業は、(1)操業度の向上、(2)労働条件向上並びに労働問題の解決、(3)設備の整備及び近代化、(4)技術の向上、(5)間接費の切詰め、(6)材料費を形成する関連工業製品価格の低下、等の生産性向上策を着々と実行に移した結果、昭和30年には遂に英独を抜いて世界一の造船受注国となったのである。

当時の世界の造船地図が最も端的に表現されている指標として昭和31年(1956年)の数字をあげると次のようになっている。(単位万総トン)

	世界	日本	英国	西独
新規受注量	1,772	350	223	331
竣工実績	629	154	146	108
手持工事量	1,782	310	442	265

日本が世界一の造船国となったのは、輸出船受注に成功したためであるが、その理由を前記『史』では次のように述べている。

- (1) 海運市況好転時にたまたま粗糖リンク廃止時がぶつかったこと、日本輸出入銀行の延払い金融実施、など助成策が成功したこと。
- (2) 日本の造船能力に比べて29年度までは手持工事量が非常に少なかったため短納期で受注できたこと。
- (3) 日本造船業の合理化が実を結んで低船価が実現したこと。
- (4) 日本の造船技術が世界的レベルであることを世界に認めてもらうことが出来たこと。

以上3~40年前に日本が英独をはじめとする欧州造船所に勝ちはじめた頃をまず想起しておいて今日の日韓競争力の検討に入ることにしよう。

発注者から見た日本と韓国の造船業

英国は数年前から既に造船適性国ではなくなっている。現在日本の造船業が韓国に敗退を続けているのは、円高と賃金高によって日本造船業が一

寸やそっとの努力では韓国なみの船価を呈示できなくなったためであるが、発注者はこの間の事情をどうみているかについて、雑誌『造船界』（日本造船工業会刊）87年1月号は在オスロ海事ジャーナリスト、J.ノーマン氏の「北欧から見た日本と韓国の造船業」を掲載しており、これは日韓造船事情を非常に冷静に観察しているのでその一部を紹介する。

- ① 過去3年間、海運マーケットは好転するどころかむしろ悪化している。ために北欧船主による新造船発注は一層減少している。資金力の不足と先行きの予測から、これらの企業が近い将来大規模な発注活動に入る可能性は薄い。
- ② 過去3年間になされた新造船発注の大部分は、最も低船価でありドル建てをオファーすることができる韓国の造船所に向けられた。
- ③ 場合によっては、韓国がオファーした船価が極めて低いために、船主が「誘惑に抗する」ことができなかったケースもある。
- ④ 韓国は技術的に非常に向上し、高品質の仕事をこなすことができるようになった。
- ⑤ しかし日本は韓国とくらべてずば抜けて信頼性が高く、より豊富な資源、より高度な技術的スキル、はるかに多くの経験を有している。
- ⑥ 北欧の船主やシップブローカーは、諸々の要素を考慮に入れれば、韓国の造船業が儲かっているとは考えられないことから、その将来に明るい見通しを持っていない。また、韓国が数年前までの低賃金という競争上の最大のメリットを、今日では生活水準の向上がそのような賃金を非現実的にしているために、失いつつあると考えている。
- ⑦ 他方、日本ですら造船業を利益減退産業としてこれから撤退ないし縮小するのに遅きに失していると考えられる向きもある。日本の技術的スキルが極めて高いのでこれを造船よりも複雑で高度な産業に活用すべきである、と彼はいう。
- ⑧ 造船業の状況を見守ってきた北欧の多くの人

達は、日本の造船設備能力の削減に感銘を受けており、事実、将来の需給バランスに対して日本が他のいかなる造船国よりも貢献していると考えている。しかし、残念ながらタフなビジネス討議やどこに発注するかという現実の商売となると、このような貢献も関係がなくなる。

- ⑨ 韓国とノルウェー間にはノルウェー船を建造するための多くの船用機器類の取引きがある。ノルウェーの関連業界はこの点に満足しており、これは両国の経済関係の向上に資している。
- ⑩ 北欧の海事情に詳しい人達は、韓国が余りにも数多く船舶を建造しすぎていること、不必要な船腹にまで魅惑的な船価をオファーしていること、これにより他のいかなる国よりも新造船を過剰供給していること、ために危機を延引させていること等々を非難している。

最後に、「日本の時代」が始まった時以来世界的に発注活動に携わり、1986年の受注面での韓国の躍進を目のあたりにした、北欧の法律専門家である海運マンの意見を引用したい。これは正に私が常に抱いている「造船適性国は時代とともに移る」という持論を裏打ちするものである。

「日韓の競争を歴史的観点から見ると興味深いだけでなく大いに教訓的でもあり、将来の事態が直接示唆される。私のみるところ造船は比較的単純な形態の産業活動である。国家が産業発展の一段と高い段階に近づくと、造船はもはやさほど魅力的でも儲かる産業でもなくなるものである。造船は経済および技術の発展の初期段階の国家に属するものであって、これが対日競争面で韓国の最大の資産となってきた。しかし、今や韓国は造船の段階を離れて、より高いレベルとより高い生活水準で特徴づけられる局面へ入ろうとしている。恐らく、ここ数年のうちに韓国は造船の分野を台湾、中国、ブラジルのような国々に譲ることとなる。日本の時代が終わり、韓国ですら最終の段階に近づいていると考えている北欧の海運・造船の観測者は私ひとりではない。」

●新造船紹介

第二世代VLCCの最新鋭船“東京丸”

— 258,000 DWT型油槽船—

三菱重工業株式会社 長崎造船所

1. はじめに

“東京丸”は、東京タンカー㈱向けに三菱重工業㈱長崎造船所にて建造された258,000 DWT型油槽船であり、1986年10月24日に引渡された。本船は、当社長崎造船所にて昨年10月に完成した日本郵船㈱向け“田川丸”に続く第二世代のVLCCであり、特に省燃費、省力化を追求した最新鋭船である。

第二世代VLCCは、第1次オイルショック前の1970年代前半に大量建造された、いわゆる第一世代のVLCCの代替需要として最近次々に建造されているが、ここ数年の技術革新は目覚ましいものがあり、本船はこれら最新技術を織込み、第二世代VLCCの中でも最先端をいくものである。

2. 主要目等

船級 日本海事協会

NS*(Tanker, Oils-Flashpoint below 61°C), MNS* & M0・B

全長	321.475 m
垂線間長	310.00 m
幅(型)	58.00 m
深さ(型)	29.50 m
夏期満載喫水(型)	19.50 m



載荷重量	258,374 t	
総トン数	145,575 T	
貨物油タンク容積	318,195.5 m ³	
航海速度	14.0kn	
主機関		
型式	三菱-Sulzer 7 RTA 84M	1基
連続最大出力	22,400 PS × 67.0rpm	
常用出力	20,160 PS × 64.7rpm	
燃料消費量(スーパーターボシステム駆動時)	59.6t/日	
補助ボイラ		
三菱二胴水管型	90t/日	1基
排ガスエコノマイザ		
三菱二段蒸気圧力式熱水フラッシュ型		1基
発電機		
主タービン発電機(スーパーターボ発電システム)	1,350kW	1基
主機駆動発電機/モーター	500kW	1基
補助ディーゼル発電機	1,100kW	2基
非常用ディーゼル発電機	260kW	1基
ポンプ		
貨物油ポンプ	蒸気タービン駆動	
	5,000 m ³ /h × 140m T.H. (海水)	3基
タンククリーニングポンプ	蒸気タービン駆動	
	2,750 m ³ /h × 140m T.H. (海水)	1基
	バラストポンプ	電動モーター駆動
	2,250 m ³ /h × 35m T.H. (海水)	2基
甲板機械		
	係船機組合せ型揚錨機	
	電動油圧式	
	53/20t × 9/15m/min.	2基

◀第二世代VLCC“東京丸”

係船機	電動油圧式	
	20t×10m/min	8基
貨物油ホース操作用クレーン	電動油圧式	
	20t×15mR×10m/min	2基
エレベータ		3基
	航海船橋甲板～機関室間	
	航海船橋甲板～“A”甲板間	
	上甲板～ポンプ室間	
乗組員	職員9名、部員9名、予備・その他	22名
	最大搭載人員	40名

3. 一般配置

一般配置図に示すように、貨物油槽として6つのセクタータンクと3組のサイドタンク、及び1組のスロップタンクの合計14タンクを有しており、これらは3グループに分けられている。

バラスタタンクはMARPOL条約に従って配置しており、またその容量を増す事により、ほとんどのバラスタ航海をSBTのみで成立つ様に計画されている。

船尾部に機関室、居住区、ポンプ室及び燃料油タンク等を設け、SOLAS81改正による防火構造等、安全性に特に留意した配置となっている。

4. 省燃費対策

本船は、その特徴の一つとして徹底した省燃費対策を上げる事ができる。最近燃料油は安値安定傾向にあると

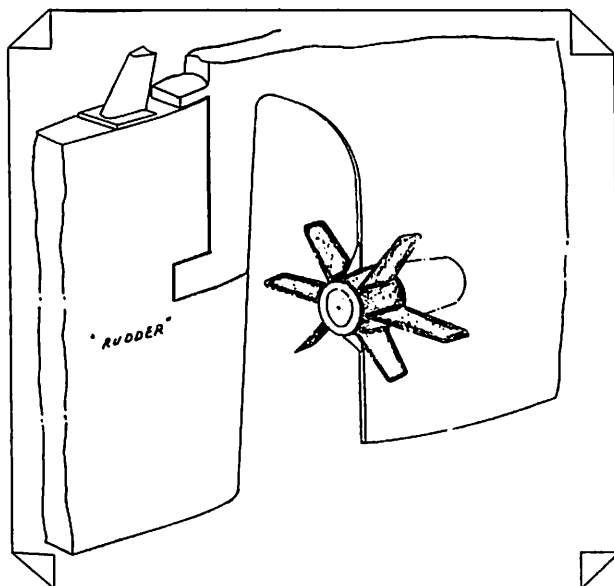


図1 三菱リアクションフィン
(リングストラットレス方式)

は言え、長期的展望に立てば省エネルギー化は必須の課題であり、船の運航採算に与える影響は大きい。

本船の計画に当たっては、運航性能のみならず、ドッキングのフレキシビリティも加味した上で、最適主要目、船速を選定し、また各種省エネルギー装置、省エネルギープラントを採用することにより、大幅な低燃費化を実現している。以下にその概略を説明する。

(1) 船体関係

本船の主船体部には大幅に高張力鋼を使用し、軽荷重量を減少させる事により、小L/B(船長/幅比)、小C₀(方形係数)、低船速という最適化を実現した上で水槽試験等による船型の改善を実施した。

更に、自己研磨型長期防汚塗料の採用、リアクション・フィン採用等による総合的な省エネルギー化を実現している。尚、本船に採用したリアクション・フィンは従来のリングストラットによる支持方式に代え、長年の研究成果を生かしたリング無し方式を装備しており、性能向上を計っている。(図1)

(2) 省エネルギープラント

主機関には新しく開発された三菱-スルザー7RTA84M(初号機)が搭載されている。この機関は従来のRTA型より更にロングストローク化、低回転化されており、これをディレーティング使用する事で主機関燃料消費率118.5g/PS・hを達成している。

また、主機関排ガスエネルギーの徹底回収をねらい、新しく開発された三菱スーパーターボ発電システム(STG)を搭載し、これに熱水フラッシュ式排ガスターボ発電システムを組み合わせる事により、総合効率の優れたプラントを構成している。

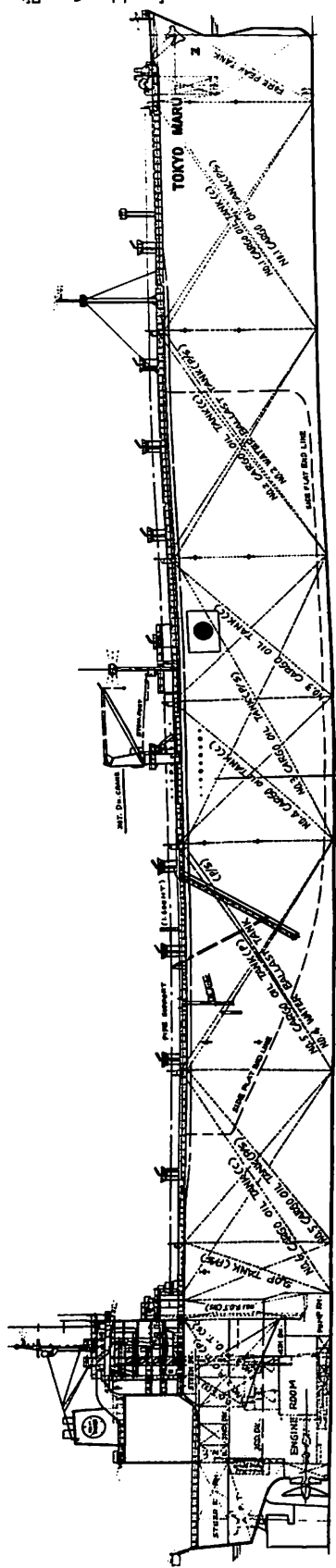
STGシステムは、高性能過給機「MET-SC」の採用により余剰となる主機関の排ガスエネルギーを蒸気タービンと平行歯車列で結合した高効率ラジアルガスタービンに直接導き、発電機用原動機として使用する事により、ターボ発電システムの成立範囲を広げたものである。

(図2)

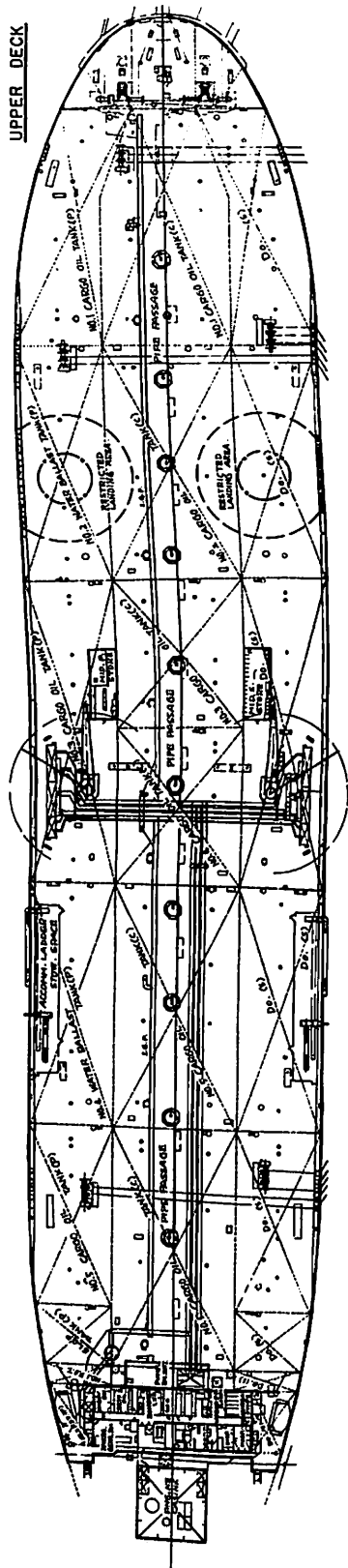
船内必要電力をこのSTGシステムにより発生する電力で賄ない、余剰電力は推進加勢モーターを使用し推進に還元することにより、結果的にディーゼル主機関の燃料消費量を低減させることができる。一方、減速運転を行なう場合、STGシステムでは不足する電力は軸発電機(推進加勢モーター兼用)により補われる。

5. 省力化対策

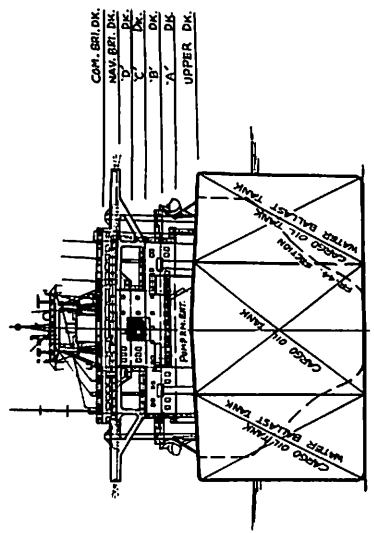
本船は、NKの自動化符号M0・Bを取得し、近代化船として16名以下での運航を可能とするよう、種々の省



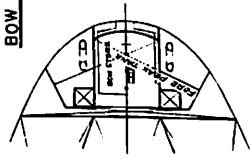
UPPER DECK



VIEW OF BRIDGE FRONT AND TANK SECTION



BOW STORE FLAT



東京タンカー向け 258,000 DWT 最新鋭 油槽船 “東京丸” 一般配置図
三菱重工業・長崎造船所建造

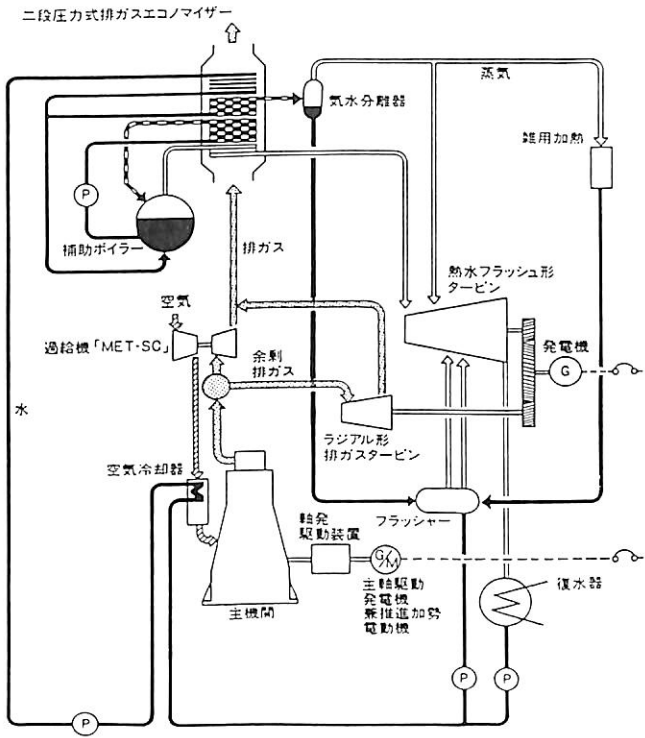


図2 三菱船用スーパーターボ発電システム

力化設備を採用している。その主なものは次のとおりである。

(1) 集中制御室の採用

航海船橋甲板に航海・機関・荷役等のすべての制御機能を集中配置している。即ち、従来の操舵関係の各装備に加え、荷役制御盤、機関部制御盤、総合事務室、無線室を集中配置し、下層とは2基のエレベータ（機関員用：機関室間、甲板員用：A甲板間）により結ばれている（図3）。更に、ポンプルームには上甲板からもう一基のリフトが設置されている。

(2) オンライン荷役情報自動監視システム採用

荷役制御盤に組み込んだコンピュータにより荷役状態が連続監視、処理できる。具体的には荷役関連の諸情報（圧力、液位、温度、警報等）を入力し、CRT上で編集処理の上、図形等により表示する。コンピュータ機能としては、オンラインでの縦強度/排水量計算等の計算機能をはじめシミュレーション機能、配管接続状態監視機能、液位、温度、ポンプ等監視機能、荷役情報編集/定時打出し機能等を有しており、大幅な省力化が可能となっている。

(3) 集中油圧式甲板機械の採用

甲板機械は電動油圧駆動方式を採用し、舵取機室に集中配置した油圧ポンプユニットにより駆動される。これらは、バルブ、コック等の切替えなしに複数のウインチを任意に操作可能であり、また、全ての係船機の正逆転、速度制御、ブレーキ、クラッチ操作は舷側にて遠隔操作可能としている。

また、荷油ホース操作用として電動油圧クレーンを2基装備しており、従来のデリックに比べ、大幅な省人化が期待できる。

(4) 居住区配置等

乗組員の少人数化に伴ない船内生活の改善は必須であ

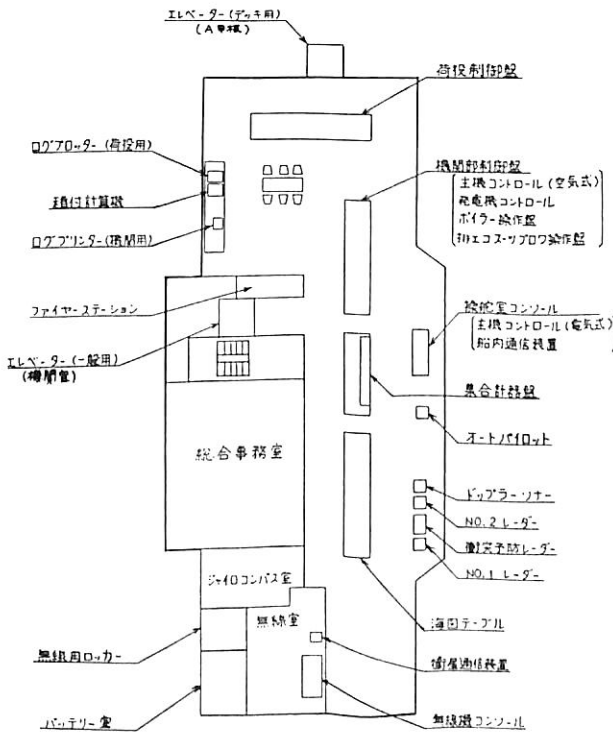
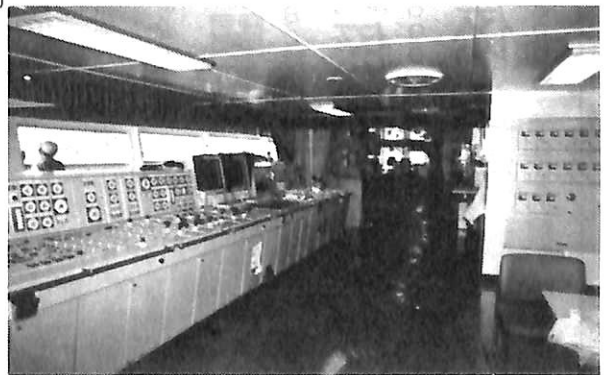


図3 集中制御室



集中制御室



船長居室



喫煙室

るが、本船は“A”甲板にラウンジ、喫煙室、レクリエーション室等の公室を配置し、潤いをもたせる様配慮している。また、同じ甲板にワンマンギャレー化可能な様に糧食庫、冷蔵室、厨房、食堂を合理的に配置している。

6. おわりに

本船は、当社の第一・二世代を通じての豊富なVLCC

設計・建造実績と、最先端技術を十分に生かして誕生した最新鋭VLCCとして、その成果が就航実績に遺憾なく発揮されるものと期待する。

最後に本船の設計・建造にあたり、御指導・御協力を戴いた船主をはじめ関係各位に対して深く感謝の意を表すとともに、本船の航海の安全と、乗組員の御多幸を祈る次第である。

62
年版

こうべいす六法

① 船舶安全法 及 **関係法令**
A5判 定価3,800円 T350

② 船舶設備 及 **関係法令**
A5判 定価2,600円 T300

③ 船舶機関 及 **関係法令**
A5判 定価2,800円 T300

④ 海上保安六法
A5判 予価8,200円 T350

⑤ 港湾六法
A5判 予価7,800円 T400

成山堂書店

〒160 東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル
TEL・03(357)5861 FAX・03(357)5867
換替口座 東京7-78174

昭和62年1月現在の最新法令を運輸行政組織に合わせて体系化し分冊収録。重要法令には、法の改正経緯と参照関連条文を注記し、法の正しい理解と迅速な業務処理に役立つように編集。

●内航小型ケミカルタンカー紹介

I M Oタイプ II & III 適合船

393 m³積みケミカルタンカー “第三協進丸” の概要

船舶整備公団 工務部工務課

1. はじめに

本船は、船舶整備公団と畑本海運株式会社との共有船で、興亜産業株式会社において建造し、昭和61年11月27日に竣工した、199 G T型ケミカルタンカーである。航路は瀬戸内～京浜間を就航の予定である。

2. 一般計画および特徴

本船の計画にあたっては、畑本海運株式会社、興亜産業株式会社および公団の間で十分な検討・打合せを行い、省エネルギーによる経済性向上、運航荷役の安全性向上、設備の合理化・省力化を重点目標として、設計・建造を進めた。

本船の基本的特徴は、以下のとおりである。

(1) 船首楼、船尾楼を有し、船尾に機関室を設けた鋼製1軸ディーゼル機関推進一層甲板船である。

(2) 貨物槽は、二重船殻構造とし、貨物槽及びクリーニングウォータータンクの底部及びコルゲート隔壁はステンレス鋼304とし、側面及び天井面、ポンプ室の床面は、ステンレスクラッド鋼板304を使用している。

(3) 主機関駆動発電システムを採用している。

(4) 航海時は、主機駆動発電機を使用し、出入港時はディーゼル駆動発電機を使用することとしている。また、停泊用発電機を採用し、カーゴポンプは、主機駆動となっている。

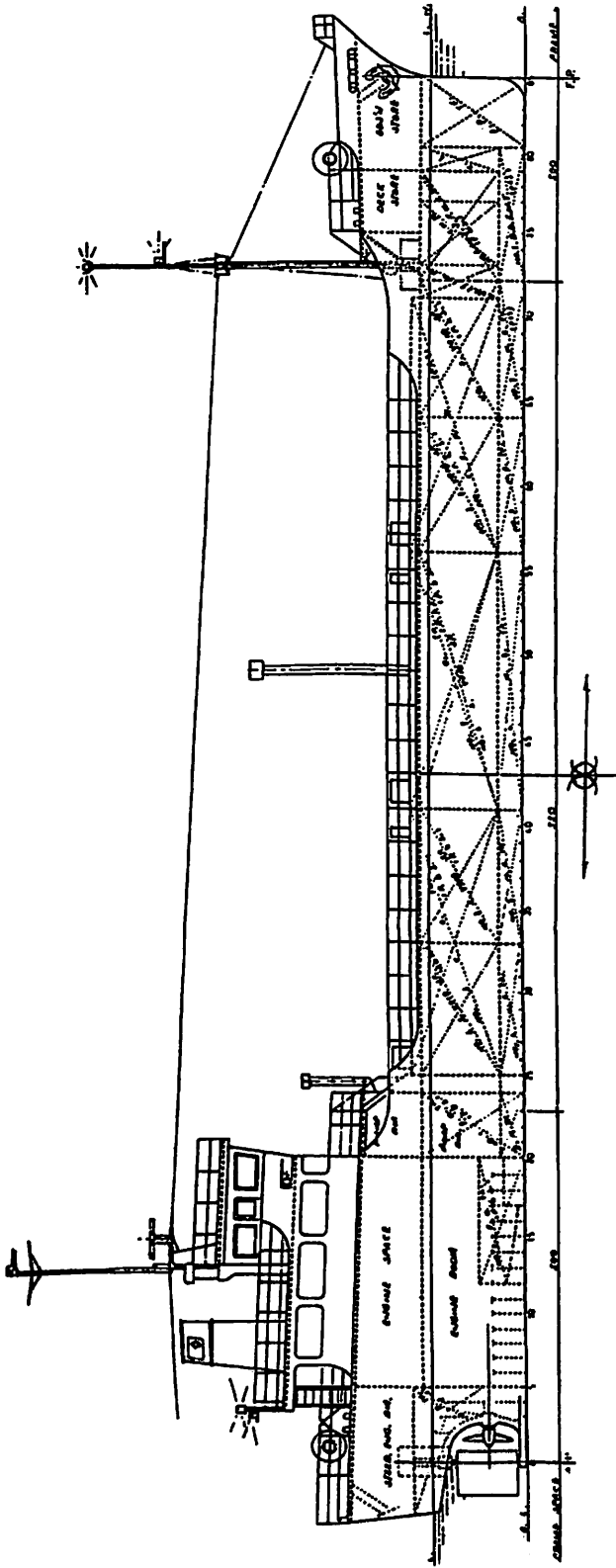
(5) I M Oタイプ II & III 適合船(1983年海上人命安全条約でI B Cコードにより適用されるものを含む)としている。

3. 主要目

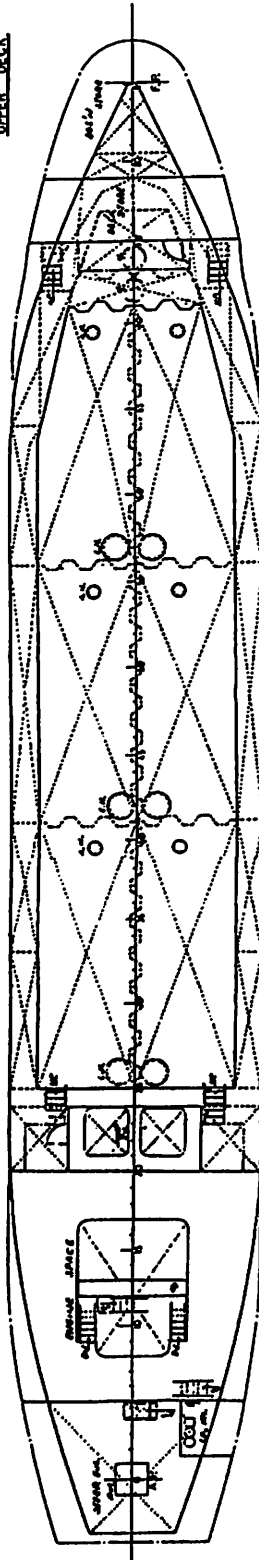
(1) 主要寸法	
長さ(垂線間)	45.00 m
幅(型)	7.80 m
深さ(型)	3.30 m
満載喫水	2.97 m
方形係数(C _b)	0.710
(2) トン数その他	
総トン数	199 T
載貨重量	485 T
貨物槽容積	393.414 m ³
(3) 船級、航行区域	
船級	J G
航行区域	沿海区域
就航航路	瀬戸内～京浜
(4) 主機関	
型式	新潟鉄工所6 M26 B G T型 ディーゼル機関
出力	1 基
連続最大	750PS×380rpm
常用(85%)	637PS×359rpm



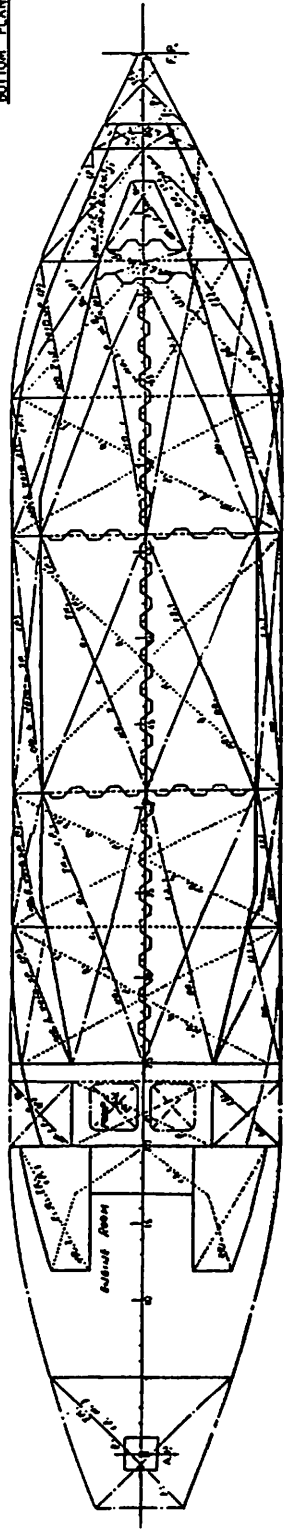
I M Oタイプ II & III
ケミカルタンカー
“第三協進丸” 全景



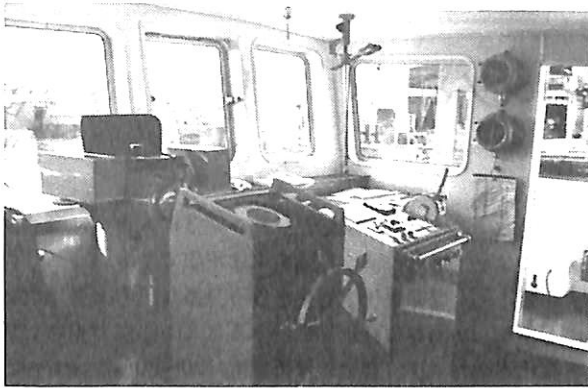
UPPER DECK



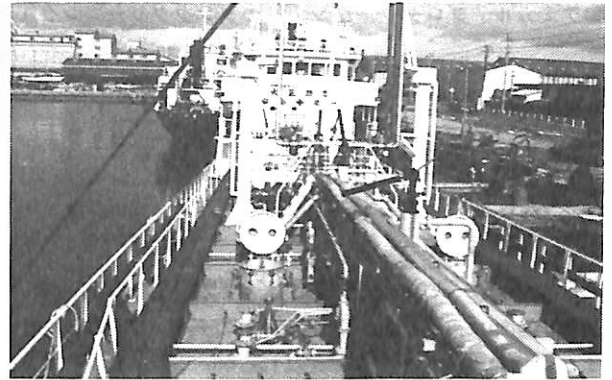
BOTTOM PLAN



船舶整備公団・畑本海運向け IMOタイプII & III 393 m³積みケミカルタンカー“第三協進丸”一般配置図
興亜産業 建造



操舵室



甲板上よりブリッジを見る

(5) プロペラ		
4翼固定ピッチプロペラ		直径 1,750 mm
(6) 試運転速力		
満載状態	380 rpm	10.544 ノット
満載状態	360 rpm	10.244 ノット
満載状態	345 rpm	10.101 ノット
満載状態	302 rpm	9.077 ノット
(7) 復原性		
軽荷	KM 3.47/KG 1.93/GM 1.54 m	
満載出港	KM 3.26 / KG 2.08 / GM 1.18 m	
満載入港	KM 3.26 / KG 2.08 / GM 1.18 m	
(8) 最大搭載人員		4名
(9) タンク容積		
燃料油タンク (A重油)		26.00 m ³
清水タンク		10.00 m ³
海水バラストタンク		154.00 m ³
(10) カーゴポンプ		
主機駆動横型ネジ式	150 m ³ /H×75 m	2台
(11) 甲板機械		
揚錨機 電動油圧式	3 T×12m/min	2台
係船機 電動油圧式	2 T×15m/min	1台
(12) 操舵機 電動油圧式	2.0 T-m	1台
(13) 蒸気発生装置		
補助ボイラー	タクマ製TM-50S	1台
換算蒸発量	446 kg/H	
	カーゴタンク洗浄用に利用する	
(14) 発電装置		
主発電機	AC 225 V×60kVA×1,800 rpm	
	ディーゼル機関(ヤンマー6CHL-N)駆動	
補助発電機	AC 225 V×60kVA×1,200 rpm	
	主機関ベルト駆動, 静止形定周波装置サイリスタ型	
停泊用発電機	AC 225 V×15kVA×3,600 rpm	

	ディーゼル機関(ヤンマーAG15S)駆動	
(15) 航海, 無線装置		
マグネットコンパスおよびオートパイロット		(東京計器) 一式
	レーダ(12インチ)	(古野電機) 1台
	船舶電話(NTT)	1台
(16) 消火装置等		
固定消火装置	炭酸ガス45kgボンベ×3	
甲板泡消火装置	耐アルコール標準兼用型	
	泡原液	1,100リットル
火災探知装置	煙感知式(イオン式)	
	手動(押釦式)	3ヶ所
固定式ガス検知装置	拡散式(可燃性ガス, LPG)	3ヶ所
(17) 海洋汚染防止装置等		
油水分離器	大見機械UST-03	0.25 t/h 1台
機関室通風機	60 m ³ /min×30mm Aq×0.75 kW	2台
	(電動軸流内装可逆式)	
ポンプ室排風機	40 m ³ /min×20mm Aq×0.75 kW	
	(電動シロッコ) 1台	
貨物艙ファン	100 m ³ /min×150mm Aq×7.5 kW	
	(電動シロッコ) 1台	

4. おわりに

最後に本船の計画・建造にあたり、終始ご指導・ご協力をいただいた船主、造船所、メーカーならびに関係官庁各位に対し深く感謝するとともに、本船の航海の安全と乗組員ご一同のご多幸を祈ります。

●船の科学ファイル●

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

タンカーのタンククリーニングとガス・フリー

宮崎 貞保*

1. はじめに

船舶で輸送される液状のもの、主に石油および石油製品等の油類は、貨物船・コンテナ船のディーブタンクおよび油槽船カーゴタンクで運ばれるか、ドラム缶詰、タンクコンテナ等でも輸送されている。そのうち大量に油類を運搬する油槽船のカーゴタンクのクリーニングに就いて取り上げることとする。

カーゴタンクの清掃を必要とする理由は、次のとおりである。

- (1) 次の航海に積載する荷油が揚荷を終了した荷油と世間の違うものを積むとき、積主の要請に基づき品質管理上の必要からクリーニングを施行しなければならない。表1にタンカー油槽検査基準を示す。
- (2) 同質の油類でも何回も積揚を繰り返して居るうちに、スラジ等の残滓が船底にたまり荷役時に揚荷の場合、支障をきたすのみならず、ひどくなれば積荷の減少にもつながり荷油の管理上問題になるためクリーニングを行う。
- (3) 船舶に於ては定められた検査(2年毎)があり、保守点検修理を行うとき(入渠)、火災・爆発事故を防止するためタンククリーニングが必要である。

以上の事由により揚荷終了後、底部に残った油、および内壁、天井に付着した油を清掃して取り除くことにより、ガス発生の源を断ち、タンクに残留しているガスを全部排出して全く危険のないようにすることをガスフリーという。このガスの有る無しの検査は、ガス検知により正確に行わなければならないが、原油は発錆部の内部や溶接部の隅々まで浸透して完全な清掃が困難でそれらの残滓(スラジ)からもガスを発生させるのでガスフリーをした後も時間が経過すると再びタンク内にガスを存在させるようになるから注意が肝要である。

表2に日本造船工業会の爆発・火災防止基準を示す。

2. タンカーの爆発・火災

爆発という現象はいろいろに実証されている。第一に

爆発とは燃焼速度(反応速度)が非常に大きく、音速以上になり、また容積の膨張を来す現象である。

第二に、爆発は化学変化を伴う急激な圧力上昇現象でもある。一例を原油から発生するガスの総称で主として炭化水素ガスは、普通の燃焼速度は30~50m/secであるが爆発のときは、それが3,000 m/secとなり、膨張容積は数十倍になると言われている。

爆発性ガス(可燃性ガス)と空気(酸素)が適度に混合して、ある限界に達しているときに限り、発火源を与えると爆発・燃焼を起す。実験によれば、爆発性ガスと空気または、酸素の混合気体を容器に入れ、これに点火するときは、爆発性ガスの濃度により、燃焼速度が異なってくる。一般にガス濃度がやや高濃度のときに、最も火焰速度が大きく、燃焼もはげしくなる。その濃度より薄くなっても、濃くなっても燃焼速度は次第に遅くなり、遂に全く火焰が伝播しなくなる。

この限界濃度のうち低濃度の方を爆発下限界といい、高い方を爆発上限界といっている。これら上限界と下限界の差を爆発範囲といい、爆発濃度とは、爆発を起し得るガス濃度で、空気中に含まれたガスの濃度を容積の比率(%)であらわしている。石油ガスの場合は爆発下限界を1%とし、上限界を14%と決めている。

要するに実験上では爆発ガスの濃度が爆発下限界以下の場合には、発火源を与えても、発熱量が不足するため、火焰を継続するのに必要な温度が得られないので燃焼は起らない。又この逆にガス濃度が高くなり、上限界を越えた場合は、空気が欠乏して完全燃焼が起らないため、発熱量が不足して燃焼を継続することが出来なくなる。

しかし、この上下限界はあくまでも実験室内での現象で、タンカーのタンク内とか大量のガスが存在している箇所では、一部のガス濃度が低くても、他の部が高いこともあり、大気中には無限の空気が存在しているので、これ等の点を考慮に入れて、タンククリーニング作業中は勿論のこと、その前後までガス検知を丹念に行い、また、五感及び第六感を働かせて、少しでも疑点や疑念が感じられたら、まず作業を中止し、躊躇することなく迅速果敢に、防止対策と取り組んで行くことが必要である。

3. タンククリーニングと防爆対策

* 株式会社ネオス 顧問

日本タンカークリーニング工業会 専務理事

表1 タンカー油槽検査基準表

前航海積荷品	自動車ガソリン類		前航海積荷品	ナフサ類	
	積み込み予定 基準・処置	合格基準		積み込み予定 基準・処置	合格基準
自動車ガソリン類	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内に汚れおよび残留物を認めない 仕切り完全 	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内拭き取り掃除または水洗後再検査 仕切り可能な場合は、仕切りの処置をし、漏洩油くみ取り掃除後再検査 仕切り不能な場合は、積み合せ禁止 	自動車ガソリン類	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内に汚れおよび残留物を認めない 仕切り完全 油槽内部(ハッチ上端から1m)気体中の炭化水素ガス濃度0.2%以下 	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内拭き取り掃除または水洗後再検査 仕切り可能な場合は、仕切りの処置をし、漏洩油くみ取り掃除後再検査 仕切り不能な場合は、積み合せ禁止 ガス抜き後再検査
ナフサ類	同上	同上	ナフサ類	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内に汚れおよび残留物を認めない 仕切り完全 	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内拭き取り掃除または水洗後再検査 仕切り可能な場合は、仕切りの処置をし、漏洩油くみ取り掃除後再検査 仕切り不能な場合は、積み合せ禁止
ジェット燃料(JP-4)	同上	同上	ジェット燃料(JP-4)	同上	同上
灯油類	同上	同上	灯油類	同上	同上
軽油類	同上	同上	軽油類	同上	同上
原油	積み込み禁止		原油類	積み込み禁止	
重油類	同上	同上	重油類	同上	同上
潤滑油類	同上	同上	潤滑油類	同上	同上
備考	<ul style="list-style-type: none"> 「仕切り」検査とは、2油種以上を積み合わせる場合、2番目の油種を積み込む前に、当該油槽内部への油の漏洩有無を検査することをいう。 配管内部の検査とは、油槽への落下バルブまたはポンプルーム内のドレンコックを開放して行なう。 		備考	「自動車ガソリン類」に同じ	

前航海積荷品	灯(軽)油類		前航海積荷品	原油	
	積み込み予定 基準・処置	合格基準		積み込み予定 基準・処置	合格基準
自動車ガソリン類	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内に汚れおよび残留物を認めない 仕切り完全 	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内拭き取り掃除または水洗後再検査 仕切り可能な場合は、仕切りの処置をし、漏洩油くみ取り掃除後再検査 仕切り不能な場合は積み合せ禁止 	自動車ガソリン類	積み込み禁止	
ナフサ類	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内に汚れおよび残留物を認めない 仕切り完全 	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内拭き取り掃除または水洗後再検査 仕切り可能な場合は、仕切りの処置をし、漏洩油くみ取り掃除後再検査 仕切り不能な場合は、積み合わせ禁止 	ナフサ類	同上	同上
ジェット燃料(JP-4)	同上	同上	ジェット燃料(JP-4)	同上	同上
灯油類	同上	同上	灯油類	同上	同上
軽油類	同上	同上	軸油類	同上	同上
原油	積み込み禁止		原油	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内に汚れおよび残留物を認めない 仕切り完全 油槽内部(ハッチ上端から1m)気体中の炭化水素ガス濃度0.2%以下 	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内拭き取り掃除または水洗後再検査 仕切り可能な場合は、仕切りの処置をし、漏洩油くみ取り掃除後再検査 仕切り不能な場合は、積み合わせ禁止 ガス抜き後再検査
重油類	同上	同上	重油類	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内に汚れおよび残留物を認めない 仕切り完全 	<ul style="list-style-type: none"> 油槽内拭き取り掃除または水洗後再検査 仕切り可能な場合は、仕切りの処置をし、漏洩油くみ取り後再検査 仕切り不能な場合は、積み合わせ禁止
潤滑油類	同上	同上	潤滑油類	同上	同上
備考	「自動車ガソリン類」に同じ		備考	「自動車ガソリン類」に同じ	

表2 LPガス船以外のタンカーの爆発・火災防止基準（日本造船工業会）

ガス濃度 (VOL) (%)	参 考		適用 範囲	作業区分	安全対策	衛生対策	備 考
	干渉型ガソ リン屈折計 指度の場合 (20~25℃)	可燃性ガス 検知器指度 の場合					
0.1 以上	0.1 以上	10以上	全船域	①入渠, 係岸禁 止 ②立入禁止	-	-	①入渠, 係岸までは本 船側においてガス濃 度を満足する状態と すること。 ②入渠, 係岸後は造船 所側でガス濃度を満 足する状態とすること。 ③イナーティングした場 合, 入渠, 係岸につ いてはこの限りでない。
0.05 以上 ~0.1 未満	0.05 以上 ~0.1 未満	5 以上~ 10未満	全船域	①入渠, 係岸許 可 ②火気を使用し ない作業許可	①火気使用禁止 ②防爆型電灯使 用 ③工具類の衝撃 防止措置実施 ④その他外部か らの衝撃防止 措置実施	①適切な保護具 着用(防毒マ スク使用の際 は吸収缶の種 類と耐用期間 に注意) ②換気を実施	①ガス濃度を 0.1 未満 の状態に維持するこ と。 ただしイナーティン グした区画につい てはこの限りでない。
0.05 未満	0.05 未満	5 未満	工事施 工区画 及び隣 接区画	①火気使用の作 業許可	①残油, スラッ ジ等の可燃物 があって火災 の危険性がある 場合は火気 使用禁止	①長時間火気使 用の場合は換 気を実施	①工事施工区画及び隣 接区画に影響を与え または隣接区画から 影響を受ける区画に ついてはガス濃度を 0.05 未満の状態に維 持すること。

注) 全船域とはカーゴオイルタンク、コッフダム、ポンプルームおよび工事のある燃料タンク、二重底タンクをいう。

3・1 タンククリーニング作業の要領

タンク清掃作業は、私ども業者の間では一般にタンククリーニングといわれているが、タンク内はもとより、パイプライン、ポンプ室、ヒーティングコイルなど閉鎖部を次の要領で連続的に一貫して行う作業である。

(1) 洗浄作業

洗浄機(クリーニング・マシン、固定式とポータブル型がある)を用いて、タンクの内壁や構造物を原油又は海水で洗浄する作業をいう。(写真参照)

(2) ガス抜き作業

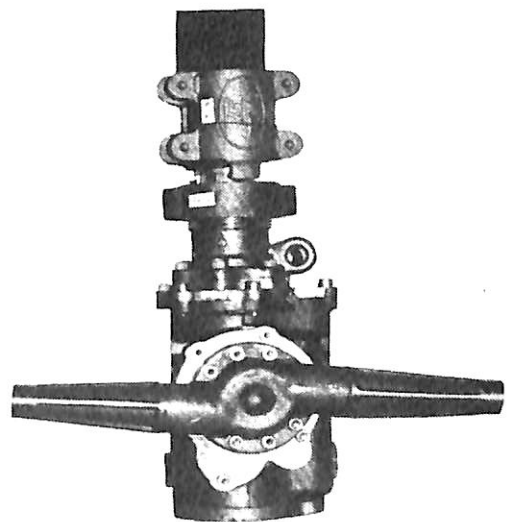
ブロワーその他通風機を用いて、タンク内のガスを強制的に空気と入れ替える作業。

(3) スラジ揚げ作業

船底、水平構造物に溜った残滓物(一般にスラジという)を集めて甲板上にあげる作業。

(4) 廃油水およびスラジの処理作業

洗浄水、スラジを集めて処理業者に引き渡す作業。場



ポータブル式洗浄マシン(ダブル)

合によっては本船側で洗浄，ガス抜き作業を施工し，業者にスラジ揚げ，その処理，廃油水の処理を依頼する場合もある。

3・2 タンククリーニングの方式

またタンククリーニングは，その洗浄中のガスの状態によって，次の3方式が採用されている。

(1) イナート・ガス方式 (Inert gas)

この方式はタンク内に充満している石油ガスをイナート・ガス（不活性，不燃性ガス）と入れかえた上，洗浄作業にかかる方式で，今のところ最も安全な方式として殆どの大型タンカーに，採用を義務づけられている。

イナート・ガスはボイラー等の排気ガスを冷却，脱硫，集じんして，タンク内に送り込み，タンク内を不燃性ガス化する方法である。経済的でかつ，高性能のガスが常に大量に速成されることがその長所となっている。

イナート・ガスの組成は，

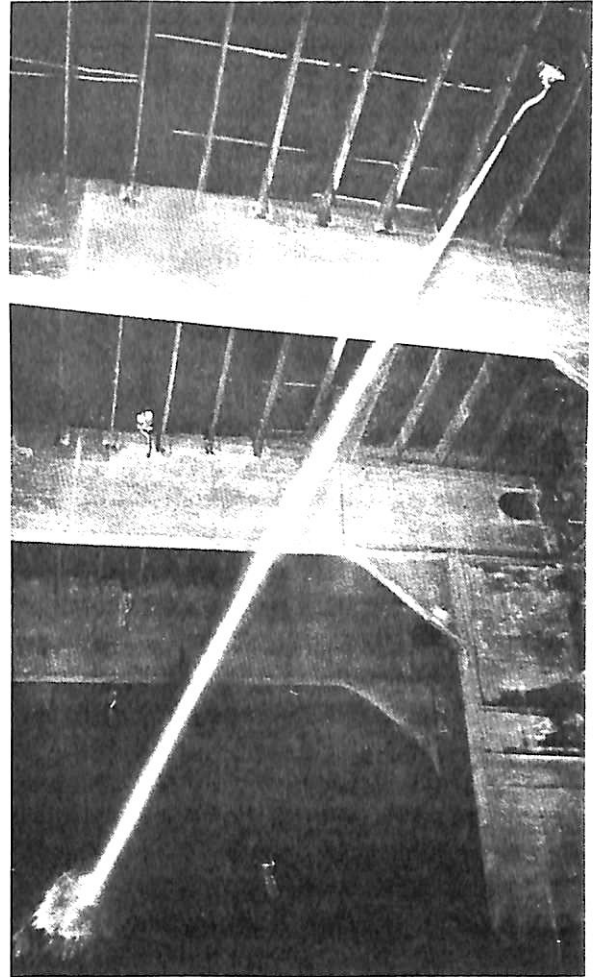
窒素	約80%
炭酸ガス	約14%
亜硫酸ガス	約0.03%
酸素	約4%

となっている。

まず爆発の心配は全くなく，また脱硫されているので，鋼材の腐蝕も少ない。そもそも，この装置が実船に設備されたのは1932年アメリカ，サン・オイル社が最初で，一般タンカーに設備されるようになったのは今から約20年前に，B.P. (British Petroleum Oil Co.) が新造タンカーに全面的に採用し，その後，相次いで発生した大型油槽船 (V.L.C.C) のタンク・クリーニング洗浄中の爆発事故（原因不明といわれているが，静電気による発火が主力説）対策も含め，海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律並に国際条約の1978年議定書 (MARPOL 議定書) により，2万重量トン以上の新造原油タンカーに原油洗浄方式 (C.O.W.) の一環として取入れられている。

(2) オーバー・リッチ方式 (Over rich)

原油揚荷役後のタンク内その他には多くの場合，爆発限界以上の石油ガスが存在していることはすでに立証されているが，このガス濃度を薄めることなく，そのまま，洗浄にかかる方式である。この方法は，まだイナート・ガス装置のないタンカーに多く採用されていて，世界的にも一般化しているにもかかわらず，その安全対策は最も原始的方法に頼る外ない現状である。このことはその高度の爆発性ガスが生のまま，タンク内に残されていて，



固定式洗浄マシン (シングル)

いつ，爆発するかも知れない危険が潜在している証拠ともなり，作業に当たって，嚴重な警戒が要求される理由もここにある。

ところが，大きなタンク内のガス濃度は常に，上限界以上に均一に保つことは，不可能に近いと言われている。つまり，タンク内のガス濃度が爆発限界内に入る危険性が多分にあると解されているからである。

その安全対策としては，発火源の発生に嚴重な警戒を行うのは勿論であるが，具体的な爆発防止策の実施要領は，次のように教えられている。

- (イ) タンク洗浄前および洗浄中は，タンク内に空気の流入することを極力，防ぐように処置する。
- (ロ) 使用していないタンクの諸開口も閉鎖し，洗浄水のさらいを注意して行い，余剰空気を吸入させない。
- (ハ) タンク洗浄前にタンク内のガス検知を充分に行い，

その濃度を確かめておく。

(二) 洗浄中およびガス抜き中は噴射水ミストの中にガス採取ラインを降すことは、スパーク発生のおそれがあるので警戒を要する。

(三) 固定式大容量の高圧洗浄機で循環方式を採用する場合には、タンク内石油ガス濃度が確実に爆発上限界以上に維持されているときに限る。

(四) 洗浄用ホースの通電性が充分保たれていることをチェックし、使用前にきれいな海水を通してから使用のこと。また、洗浄機は必ずタンクの外まで引き揚げてから、ホースより切り離す。

(五) タンク洗浄中またはタンク内を換気している場合(強制通風の場合でも洗浄後1時間以内)は、測深開口部から測深棒をタンク内に挿入しない。

(六) 揚荷後カーゴタンクのガス抜き方法のうち、タンク内に蒸気を噴射する方法は厳禁である。

(七) 洗浄用機器などの材質は、できるだけ火花発生の少ない金属のものを使用し、その表面をなるべく清潔に保つ。電気機器は防爆構造のものを使用し、その性能維持のため、保守点検を行ってから使用のこと。

(八) 無線送信時には甲板艀装物の断続的接触箇所を誘導電流による火花アークが生じ易いので導通状態にしておく。特にカーゴ・ワイヤー、デリックなど大型のものは断続的接触をさけ、船体に電気的に接地しておく。

(九) 雷が作業中に発生したときは、すべてのタンク開口部を閉鎖して洗浄作業を行ってはならない。

(十) 石油ガスの着火温度(ある種の原油では230℃)以上の熱源を存在させない。石油ガスが何らかの熱源で発火をおこすことを高温着火といい、その時の温度は炭化水素の結合によりさまざまであるが、一般にはメタンの537℃とN-ヘキサンの240℃の間にある。これまでの研究では、クウェート原油およびカタール・マリン・オイルでは230℃であることがわかっている。いいかえれば揮発性の少ない炭化水素ほど高温着火温度は低い。

これ等の資料をもとにタンク内に装備された蒸気管の熱源と積載石油ガスの高温着火の関連について行われた研究の結論として石油ガスは蒸気管の熱面附近で熱せられると、発火を起す前に対流、移動してしまうこと、蒸気管系の温度はコントロールされていて、石油ガスが高温着火を起す温度以下になっているので、危険性はないといわれている。しかし炭化水素を含む液体が大量に加熱管などに付着して、その管系の温度が液体の高温着火温度以上になっているとき、蒸気の高熱部の密着によって、引火性混合物を形成するおそれがある。

したがって、タンク内はもちろん、ポンプ室などの蒸気管系の温度を炭化水素の高温着火温度以上にしないことおよび、石油ガスの対流、移動を制限することがないようにする必要がある。

(十一) タンク洗浄中は船底に油水の混合物が蓄積されないようにさらいを続ける。排水が不調になったり、異常なスラジが溜ったときは洗浄を一時中止してさらいを続行しもとに戻るまで待つこと。

(十二) タンク内の石油ガス排気には必ず移動式ブロワーを使用する。なお、排気タンク内全体に一樣に換気できるように適当に開口部の使用をきめる。

(十三) 洗浄が完了して、換気が終わってからでないと、甲板上の洗浄機具は移動しないこと。

(十四) 本船が造船所に着く以前に指定された錨地で完全なガス検知を行う。この場合、ドック側、本船側および業者側の三者が必ず立合いの上、前述の造船工業会の勧告通りの安全基準値以下にすることが必要である。

(3) ツー・リーン方式(Too lean)

この方式は前項のオーバー・リッチ方式とは逆に、石油ガス濃度を爆発下限界以下に薄めて洗浄にかかる方式である。気温の上昇やスロップの流動による量的増減、スラジの攪拌などに伴い、ガス濃度が断続的に高下することが多いので、常にガス濃度をチェックし、充分な通風、換気を行うことが必要とされている。この方法もオーバー・リッチ方式同様、ガス濃度が爆発限界内に入る危険性があるので、この点特に警戒すること。

次に、この方式についての具体的爆発防止対策について勉強して見ることにする。

(一) 換気力は洗浄するタンク一つに集中することが必要であるが工程上やむを得ない場合は、そのタンクおよび次に清掃するタンクの二つに限る。

(二) 換気は、できるだけ、タンクの一端から他端に流通させるよう工夫する。

(三) 吸気方式では吸い込み口のごく近辺の流体しか吸い込まないので、吸い口から離れたタンク底部にガス濃度の高い部分が残る可能性が充分あって危険であること。安易に吸気方式を採用するとむしろ効率が悪くなるので、これも充分注意をしておく。

(四) タンク内の隅から隅まで、危険なガスが爆発下限界以下にあることを充分確かめてから作業にかかる。つまり、タンク内の石油ガスは、場所によって濃度が異なっているので、どこで測っても下限の15%、すなわち、0.15%を超えないよう保つことが肝要である。

(五) 洗剤類の使用は一切禁止であり、洗浄水も温めてはならない。

(ハ) オーバー・リッチ方式同様、甲板下の固定式洗浄機は強い噴射力をもっているので使用しない。小さい移動式洗浄機の使用ができない場所でやむなく、固定式を使用するようなときは、一区画毎に一台宛使用のこと。

その時は、隣り合った洗浄機を交互に使用して、なるべく換気口から離れたところより順次近くに移して行くようにする。

(ト) 換気の支障でタンク内のガス濃度がそのタンク内のあらゆる場所で下限界の40%すなわち0.4%以上に上昇しているかどうかを確かめ、もし上昇が認められた場合は直ちに作業を中止し、換気を行い、ガス濃度がもとに戻った(下限界の15%以下)かどうかを確かめてから、作業を再開する。

以上、3方式におけるタンク内のガスおよび酸素濃度の一覧を表3に示す。

4. 洗浄水 (Slop) 及びスラジ (Sludge) の処理

(1) タンカーが、揚荷を終了して、完全揚荷証明を受けた状態で、そのタンカーの積載重量トンの約0.3%程度の原油がタンク内壁および構造物に付着したり、船底やパイプの中に残留するといわれている。

(2) したがって、この計算でゆけば200,000 D/Wトンのタンカーの場合は、約600トンの残油が洗浄水やスラジに混入されるわけである。試みに200,000 D/WトンのV.L.C.C.の実績より逆算して見ると次の通りとなる。

・クリーニング・マシン等の洗浄水

(パイプラインを含む)

約7% (14,000トン)

・要処理油水混合水 (処理設備にて処理する量)

約1% (2,000トン)

・スラジ揚げ量 (全部陸揚げ焼却処分量)

約0.05% (100トン)

(3) この14,000トンの洗浄水をスロップ・タンクに集めて、自然沈下で油水分離を行い、海水は、海洋汚染防止法に準拠して排出(海洋投棄)を行い、残りの要処理油水混合水約2,000トンをスロップ・タンカー経由、陸上処理施設に引き渡すことになる。

(4) 洗浄水を排出したあと、タンクの底部や構造物の水平部に溜ったスラジの性状や量は、原油の種別、主成分別などの生成化による含有不純物、たとえば水分、アスファルト、パラフィン、砂泥などにそれぞれ影響され、また外部的には噴射器の噴射圧力、温度、洗浄水の排出能力、構造による死角、鋼材の発錆度合などにも左右される。その形態は固状のもの、泥状のもの、糊状のもの、鉛状のもの、臘状のもの、グリース状のもの等、粘度の

表3 タンク内のガス及び酸素濃度一覧

方式 作業	イナート・ ガス方式	オーバー・ リッチ方式	ツェー・ リーン方式
洗浄前 および 洗浄中	イナート・ガス中の酸素濃度を8%以下に保つ。	ガス濃度を爆発上限界(14%)以上に保つ。	ガス濃度を爆発下限界(1%)以下に保つ。
ガス抜き 作業中	空気中の酸素濃度を18%以上に換気する。		
スラジ揚 げ作業中	空気中の酸素濃度を18%以上に保つ。		

高いもの、低いものなど千差万別で、その量は推定予測が極めてむずかしく、なかなか予測しがたいが一応過去の実績から逆算して見ると、その積載重量トンの約0.07%~0.04%となっているが、発錆の多いタンカー等では10%を越す量を見ることも、まれではない。その大量のスラジは、人力により船底で丹念にかき集められ、いちいち約40kg入のバケツに入れられて、エアー・ウインチで甲板上に引き揚げ、P.P.袋に詰めかえて一ヶ所に集め、舷外の集油船に吊り卸す作業を連続的に繰返している。このことが全清掃作業を通じて、最も厄介なネックとなっている。タンカーの大型化に伴い、タンクの深さが30mを超えるようになった今日でも、なおこの原始的、非能率的な方式で、人力でスラジ揚げが行われているのが、世界的な実情である。

但し、最近のS.B.T.(専用バラスト油槽船)でしかも、C.O.W.(原油洗浄装置)を行い、さらに、カーゴ・タンク内面にエポキシ・コーティングがしてある船は、そのスラジの量が0.02%すなわち、8万D/Wトンのタンカーで、約16トンのスラジしか残ってなかった記録もあるが、昨年の全国処理事業協会の平均値は0.05%となっている。ちなみに同じくスロップの平均値は0.69%であることを付記する。

5. ケミカル/プロダクトタンカーのタンク クリーニング

これまで、おもに原油を運搬するタンカーのクリーニングに就いて述べて来たが、最後に石油製品や動植物油等の揚荷後の清掃に就いて簡単にふれておくことにする。

石油化学工業の発展とともに、化学品の各国間での物流は、質量ともに増大し、かつ又多様化しており、現在物流している主要な化学品だけで約700余種にのぼっている。これ等化学品は、各産業に於て広く活用され、有用な働きをしているがその取扱いを一旦誤れば、有害物

表4 洗浄困難な積荷の洗浄方法の例

名 称 ノニル・フェノール Nonyl phenol				名 称 オルト・ジクロロベンゼン Ortho-Dichlorobenzene			
化 学 名 Para-nonyl phenol				化 学 名 1,2-Dichlorobenzene			
商 品 名 ノニル・フェノール				商 品 名			
化 学 式 C ₉ H ₁₀ C ₆ H ₄ OH M=220.36				化 学 式 C ₆ H ₄ Cl ₂ M=147.01			
<p>* 洗 浄 方 法 (パターワース方式)</p> <p>温水洗浄→蒸気ひし→蒸剤高温水洗浄 →温水洗浄→蒸気ひし→ドレン切り→乾燥</p> <p>* 使用洗浄剤並びに使用条件</p> <p>洗浄剤 ネオスFD-20 温度 80℃ 濃度 3~5% 洗浄時間 3時間</p>		<p>* 洗浄剤の温度、濃度と洗浄性の関係</p>		<p>* 洗 浄 方 法 (パターワース方式)</p> <p>温水温水洗浄→温水洗浄→蒸気ひし→ドレン切り→乾燥</p> <p>* 使用洗浄剤並びに使用条件</p> <p>洗浄剤 ネオスFD-1 温度 40~60℃ 濃度 3~5% 洗浄時間 2~3時間</p>		<p>* 洗浄剤の温度、濃度と洗浄性の関係</p>	
物理的性質				物理的性質			
外 観	無色透明粘性液体	屈折率		外 観	無色透明液体	屈折率	1.5487 (20℃)
臭 気	石炭酸臭	融 点	—	臭 気	独特の芳香臭	融 点	—
比 重	0.953	けん化価	—	比 重	1.2973 (25℃)	けん化価	—
引 火 点	140℃	よう素価	—	引 火 点	66.1℃ (可燃性)	よう素価	—
燃 火 点		不けん化物	—	燃 火 点	647.4℃	不けん化物	—
燃 焼 限 界		水溶性	無	燃 焼 限 界	2.2~9.2%	水溶性	無
蒸 気 圧	23mmHg (101℃)	凝固点	-3.0℃	蒸 気 圧	1mmHg (20℃)	凝固点	-17℃
蒸 気 比 重	1	蒸気圧コーティングに 対する可否	否	蒸 気 比 重	5.0	蒸気圧コーティングに 対する可否	可
毒性ガス許容濃度		エポキシコーティング に對する可否	否	毒性ガス許容濃度	50PPM (有害性)	エポキシコーティング に對する可否	可
貯 留 範 圍	300℃			貯 留 範 圍	17.69~180.6℃		
粘 度	2100cp(20℃)			粘 度	1.39CP (21℃)		
法令関係及注意事項				法令関係及注意事項			
危険物船舶運 送及貯蔵規則	C F B	B B	コン	IMCO規則			
消防法に於る分類	第2石油類			消防法	石油 CO ₂ 粉末		
取 扱 注 意 事 項	40℃を超えると変色する。 強酸類と危険な反応。			取 扱 注 意 事 項	要防具。 白内障、肝臓、皮膚疾患のあるものは取扱不可。		

質として公害問題を惹起し、あるいは、危険物質として火災、爆発などの災害を招き、最も憂慮すべきは人体に対して深刻な影響を及ぼすことになる。

我々業界では、これらの有機・無機の化学品(動植物油類・石油製品を含む)を輸送する船舶を、ケミカルタンカーといっている。最近の情報では、サウジアラビアの基礎産業公社(SABIC)一社だけでも、年間330万トンの石油化学製品を生産し、そのほとんどが、日本を始め台湾・韓国など極東向けと言われている。その主なものは、メタノール、苛性ソーダ、パラキシレン、エタノール、スチレンモノマー、エチレングリコールなどで、これらを船積するケミカルタンカーは普通10,000 D/Wトン~30,000 D/Wトンの船が使用されている。

ケミカルタンカーのクリーニングも、原油積の場合と同じく、洗浄方式が主であるが、この場合、洗剤を使用した方が、それも温度を上げた方がより効果が良い結論

がでている。次に我が社(ネオス)での実績のうち、洗浄が困難な積荷の洗浄で、ネオス洗浄剤が高い評価をうけている洗浄方法の例2種を表4に示す。

6. おわりに

現在、ネオスでは化学品140種類の洗浄マニュアルを収録致しており、今後とも必要に応じて未収録化学品のマニュアルも追加して参る予定であり、関係各位に於かれてもこの分野はまだまだ研究余地の部門が多く、新しい方法、使用薬剤の研究・開発を切望し、御教授の程を御願ひしてこの稿を終わる。

●事務所移転のお知らせ(新住所)

〒100 東京都千代田区丸の内1-2-1 東京海上ビル新館
日本ヴァルツィラディーゼル株式会社 電話 03(213)8291

浅喫水状態での速力推定の一方法について

株式会社 日 杵 鉄 工 所
桑 野 三 綱

1. はじめに

船速を推定する場合、浅喫水状態での船速の推定は、浅喫水での航行比率、フェリー・ $R_0/R_0 \cdot PCC$ 等浅喫水船の増加、試運転速力でギャランティする契約条件など、満載状態での船速の推定と同様その重要性は変わらないが、手軽に推定する方法は少ないようである。

これは試運転等浅喫水状態での航行は、トリム、喫水、横断面積曲線などが複雑に変化して定量的に把握仕難い為であろうが、中小造船所にとっては時間的・経済的に手軽に模型試験を行い得ず、限られた条件の中で短時間に或る程度の精度で日々船速を推定しなければならないものである。

ここでは著者が初期計画用として使用している主要寸法、排水量、主機関要目程度の初期条件で浅喫水状態での船速を推定する方法について紹介する。勿論完全なものとは云い難いが実用上設計の一助となれば幸である。

2. 概要

まず入手し得る資料を整理して、浅喫水状態に於ける剰余抵抗係数 r_R を簡単に求める図表を作り、これよりEHPを EHP_F と EHP_R に分けて直接求める方法について述べる。次に満載状態での自航要素の求め方を述べ、プロペラ及び諸効率を決定し、最終的にBHPを求める方法について説明しその計算例を示す。

利用した資料は雑誌「船舶」、山県「船型学」、中造工技術資料、当社資料の内、浅喫水での試験結果が分かる L_{PP} が30m~180mの船の模型試験結果を利用している。

その種類は、

貨物船(木材船, 撒積物, 冷凍運搬船等)	67隻
フェリー, 客船, 貨客船	20隻
漁船	6隻
タグボート	3隻
その他	4隻
計	100隻

であり、二軸船はフェリー、客船の内計13隻である。

その主要寸法比を図1に示す。

本論で用いる記号を次の様に定める。

- L_{WL} : 計画満載喫水線に於ける水線長, m
 - B : 計画満載喫水線に於ける型幅, m
 - d_f : 計画満載喫水, m
 - d_1 : 浅喫水状態の平均喫水, m
 - Δ_f : 満載排水量, ton
 - Δ_1 : 浅喫水状態の排水量, ton
 - C_{bf} : 満載状態のblock coefficient
 - C_{b1} : 浅喫水状態のblock coefficient
 - C_{p1} : 浅喫水状態のprismatic coefficient
 - C_F : シューンヘルの摩擦抵抗係数, $R_F/1/2 \rho s v^2$
 - r_R : 剰余抵抗係数, $R_R/\rho \nabla^{2/3} v^2$
 - C_s : Dennyによる浸水表面積係数
 - C : 尺度影響係数
 - EHP_F : 摩擦抵抗による有効馬力
 - EHP_R : 剰余抵抗による有効馬力
 - V : 船速, kt,
 - v : 船速, m/sec
 - V_A : プロペラの前進速力, kt
 - S : 浸水表面積, m^2
 - D_P : プロペラ直径, m
 - w_M : 模型船のwake
 - w_S : 実船のwake
- その他、習慣的に使用される記号を用いている。

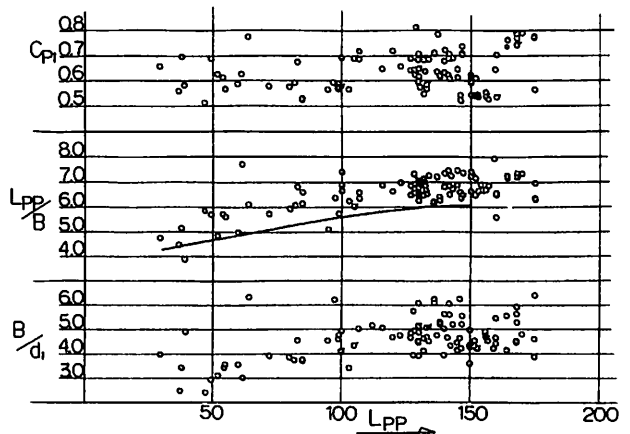


図1 主要寸法比

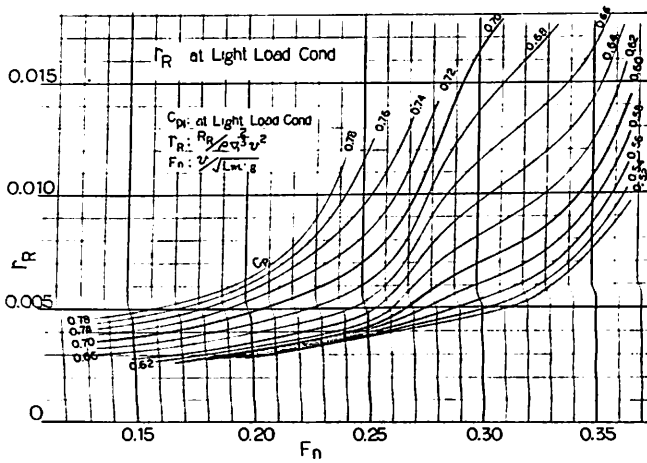


図2 剰余抵抗係数曲線図

3. 剰余抵抗係数

(1) 剰余抵抗係数曲線図

剰余抵抗を求めるため、先に掲げた資料を整理して作製した剰余抵抗係数曲線図を図2に示す。資料の中にはフルードの摩擦抵抗係数を用いたものもあるので、全てシェーンヘルの摩擦抵抗係数に換算し直して使用した。

浅喫水状態での変数は多種多様であり、限られた資料で細かく分析するとかえって誤差が入り易く、また初期計画時、それらの変数が全て既知とは云えないので、ラフではあっても使い易い型としている。

資料は中低速船が主なものであり、高速域については精度は多少落ちるものと思われるが、もしもっと高い精度が必要なときには、類似な実船船を解析して船の種類別に図2の上に表示しておけば、計画船に対しより正確な傾向がつかめるであろう。

フルード数は計画満載喫水での L_{WL} を用いるが、中型船の L_{WL} は $1.02 \sim 1.03 \times L_{PP}$ 位、小型船で $1.03 \sim 1.05 \times L_{PP}$ 位である。低速船では L_{WL} の替りに L_{PP} を用いても大差ない。

副部は、一軸船はビルジキール、舵付であり、二軸船はさらにシャフトブラケット、ボッシングが取付けられた状態である。

船側が傾斜船型のときは各喫水幅での C_b 、 C_p を使用する。

もし浅喫水での C_p が不明なときは C_b は排水量から算出できるので図3を使って求めれば良い。

(2) L/Bの修正の仕方

船型が図1に示した範囲を越えることは誤差が大き

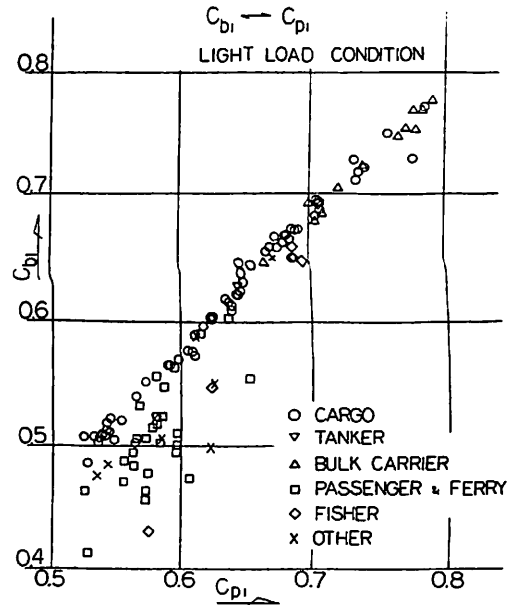


図3 浅喫水状態における C_b 、 C_p 換算図

なる恐れがある。しかし船型が相似のまま L/B を増減させる事は良くあることである。その時は次のような操作を行って r_R の修正を行う。

タイプシップがあり、その L/B を小さく(大きく)したとき、或るフルード数での r_R は幾らになるかを求めるには、 B を同一に合わせ、短く(長く)なった長さ(L' とする)での求めるフルード数(F_n' とする) $\sqrt{L'/L} \times F_n$ に於けるフルード数でのタイプシップの r_R を読み取れば、それが求める r_R である。

つまり L/B を変えた後、 F_n' での船体の回りの水の流れ方は L/B を変える前の $\sqrt{L'/L} \times F_n$ のフルード数での水の流れ方と同じであると考えられる。

これは B をベースとしたフルード数 v/\sqrt{gB} が同一なときは r_R は等しいとも云い替えられる。

例えば、 L をタイプシップの95%まで縮めたとき(または L はそのまま B を5%広げたとき)、或るフルード数に於ける r_R はタイプシップの同一のフルード数の $\sqrt{1/0.95} = 1.026$ 倍のフルード数の r_R を読み取れば、それが長さを縮めた(又は幅を広げた)後の求めるフルード数での r_R と考えて良い。

図1で L/B が図中に示した曲線より小さい船についてはこの曲線での L/B を基準に上記修正を行う。 L により L/B の基準が変わるのは本来合理的ではないが、実用船では L/B の値は図1に示す様な傾向を示し、図2をまとめる元になったデータが、小さい船は比較的高フルード数

大きい船は低フルード数の船が多く、 τ_R はその平均値を取っているのが、全体の平均より実用的とも考えられる。

勿論 C_F の変化の伴う変型を行った時は、当然変型した後の C_F に対応した τ_R を読み取る必要がある。

又、この考え方はBody Lineが概ね相似であることを前提としているが、通常L/Bを変化させるとそれに似合ったBody Lineとするので、前記の仮定が成り立たなくなる。従って限度を越えた修正は危険である。

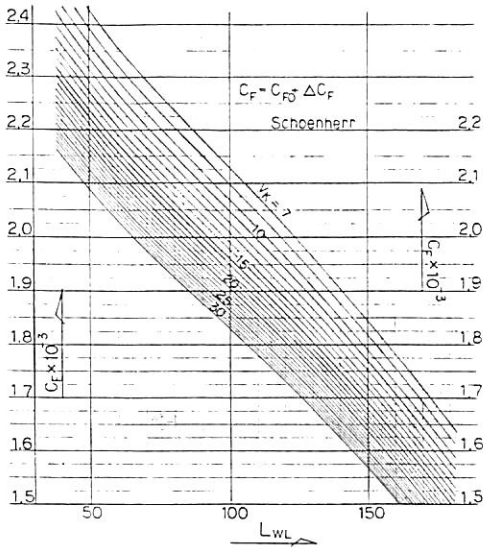


図4 シェーンヘル摩擦抵抗係数

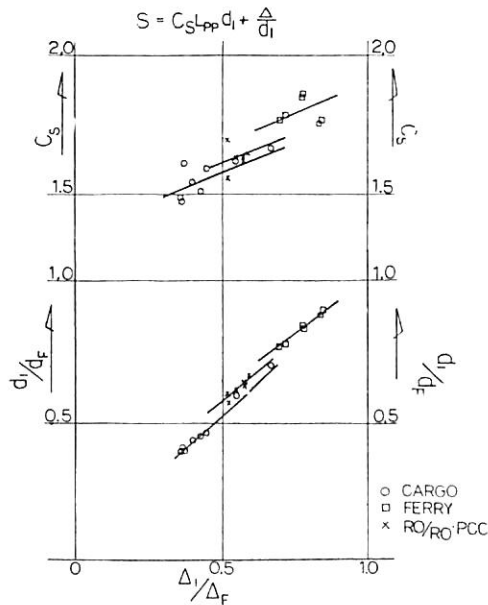


図5 浅喫水状態の喫水 d_1 及び浸水表面積係数 C_s

4. EHP

(1) 計算式

EHPを出すには、通常摩擦抵抗と剰余抵抗を求め、全抵抗からEHPを求めるが、大多数は決った計算の繰り返しであるので次の様に簡略化する。

a) EHP_F

$$\begin{aligned} EHP_F &= R_F \cdot v / 75 = 1/75 \times 1/2 \times C_F \rho S v^2 v \\ &= 1/75 \times 1/2 \times 104.51 \times (0.5144)^3 \times C_F S V_K^3 \\ &= 0.094835 C_F S V_K^3 \end{aligned}$$

よって、 $EHP_F / C_F = 0.094835 S V_K^3$ (1)

b) EHP_R

$$\begin{aligned} EHP_R &= R_R \cdot v / 75 = 1/75 \times \tau_R \rho \nabla^{2/3} v^2 v \\ &= 1/75 \times 104.51 \times (1/1.025)^{2/3} \\ &\quad \times (0.5144)^3 \times \tau_R \Delta^{2/3} V_K^3 \\ &= 0.18657 \tau_R \Delta^{2/3} V_K^3 \end{aligned}$$

よって、 $EHP_R / \tau_R = 0.18657 \Delta^{2/3} V_K^3$ (2)

(1)式、(2)式を図に表したものが図6、図7である。

(2) 計算の仕方

まず図4よりシェールヘルの摩擦抵抗係数 C_F を求める。 C_F には標準的に使用される ΔC_F を含んでいる。

次に(1)式又は図6より EHP_F / C_F を求め上記 C_F をかければ EHP_F が求まる。もしそのとき浸水表面積が不明なら、図5より d_1 、 C_s を求めDennyの推定式 $S = C_s \cdot L \cdot d + \Delta/d$ から S を計算する。但しDennyの原式は ∇ を使っているが Δ に置き替えている。

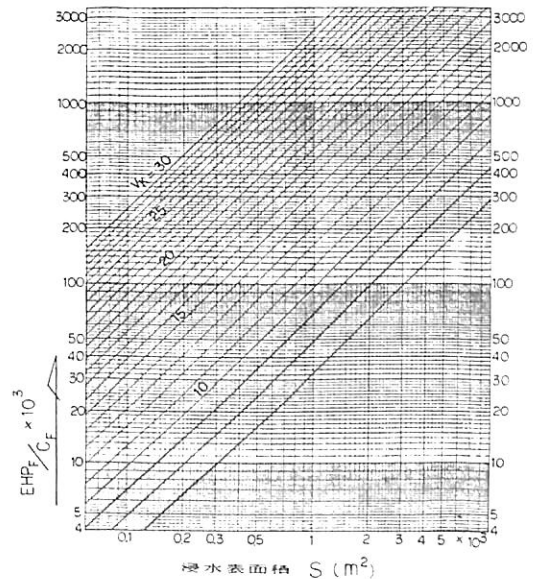


図6 $EHP_F / C_F \sim S$

EHP_Rは図2より r_R を求め(2)式, 又は図7からEHP_R/ r_R を求めて, これよりEHP_Rを計算する。

EHP = EHP_F + EHP_Rから有効馬力が求められる。特に上部構造の大きい船以外, 空気抵抗は考慮していない。

5. 自航要素の推定

(1) 考え方と方法

EHPよりBHPを求めるには, プロペラ効率等の諸効率を求める必要がある。そのためには自航要素を求めなければならないが, それぞれ使いなれた求め方があると思われるので, それを利用すれば良いが, 参考のため著者が使っている方法について述べる。

これは前述の資料のうち一軸船についてはNormal trimのないもの72隻, 二軸船については13隻全部を利用して, 以下の様な統計解析を行って推定式を求めたものである。求めた自航要素は計画満載状態, 常用出力, 計画速力に於けるものである。

資料の整理の仕方として, 笹島¹⁾のラン部の船尾肥大度を表す係数,

$$r = (B/L) / \{1.3(1-C_b) + 3.11 \ell_{cb}\} \quad (3)$$

を変形した $(1-C_b) \cdot L/B$, 及び D_P/B , B/d を変数として採用した。その他プロペラの没水率, Screw aperture, フルード数, 肋骨線形状等, wakeに影響を与えるfactorを考慮すべきであるが, 計画初期では未知である項目が多く, 又限られた資料で統計解析する場合, 変数を多くするとかえって資料のバラツキの影響が強く出過ぎるので変数の数は絞っている。

(2) 模型の長さの統一

資料には種々な長さの模型船が混っており, 資料を整理する上で模型長さによる $1-w_M$ の値の差は無視出来ないで, 笹島の式²⁾に横尾による変形³⁾を行って尺度影響の修正を行い, 全て6.0mの模型長さに統一して資料の整合を行っている。

その考え方はwakeは摩擦による成分とポテンシャルによる成分からなるので, この2つに分離可能と考え,

$$w = w_f + w_p \doteq w_f + t$$

w_f : 摩擦による成分

w_p : ポテンシャルによる成分

とすると, w_f は摩擦係数に比例し, $t_M = t_s$ とすると,

$$w_{M6} = (w_M - t_M) \cdot C + t_M = (w_M - t)C + t \quad (4)$$

(添字の6は6.0m模型船を示す。)

但し, $C = C_{FM6}/C_{FM}$

変形すると

$$1 - w_{M6} = C \cdot (1 - w_M) + (1 - C)(1 - t) \quad (5)$$

となる。

今(5)式に種々の長さの模型船のwake: w_M , 摩擦抵抗係数: C_F , 推力減少係数: t を代入すれば, 6.0mの長さの模型船のwakeに修正出来る事になる。

尚, 修正に使用する摩擦抵抗係数は15°Cの真水の動粘性係数を用いたシェーンヘル⁴⁾の摩擦抵抗係数を使用している。

$$(3) \quad 1 - w_M, \quad 1 - t_M$$

前述の様な変数を用い, 各変数は互に独立であるとして回帰方程式を立て統計解析を行って回帰係数を求める。但し, 二軸船については資料の数が少ないので, 変数は $(1-C_b) \cdot L/B$ 及び D_P/B のみとした。

最終的に得られた結果を次に示す。

一軸船

$$1 - w_M = 0.09767(1 - C_b)L/B + 0.53908D_P/B - 0.00989B/d + 0.34850 \quad (6)$$

$$1 - t_M = 0.01503(1 - C_b)L/B - 0.16719D_P/B - 0.02803B/d + 0.87960 \quad (7)$$

二軸船

$$1 - w_M = 0.00682(1 - C_b)L/B + 1.1136D_P/B + 0.6665 \quad (8)$$

$$1 - t_M = 0.00811(1 - C_b)L/B + 0.67736D_P/B + 0.6984 \quad (9)$$

(4) 実船換算

以上によって求められた $1 - w_M$ は6.0m長さの模型船に対するものなので, 次に実船に換算する必要がある。

基本的には5の(2)で述べた笹島の式を横尾による変形を行って得られる式を用いる。

$$1 - w_s = C(1 - w_M) + (1 - C)(1 - t) \quad (10)$$

但し, Cについてはそのまま $C = C_{FS}/C_{FM}$ を用いずに, 実船解析⁴⁾などから,

$$C = 0.7C_{FS}/C_{FM} + 0.3 \quad (11)$$

としている。

又, C_{FS} は15°Cに於ける海水の, C_{FM} は15°Cに於ける真水の動粘性係数を用いたシェーンヘル⁴⁾の摩擦抵抗係数を使用し, 各フルード数, Lについて計算して, 使い易い型にまとめて図8に示している。

二軸船については尺度影響は小さいので, そのまま $1 - w_M$ を $1 - w_s$ とする。

$1 - t_s$ は一軸船, 二軸船共, $1 - t_M$ をそのまま使用する。

D_P の推定は, 一次的に $1 - w_s$ の大略の見当をつけ, 常用出力の回転数及びDHPを用いて, 管, 倉持⁵⁾の簡易図表を用いて算出する。その一例としてAu4-55の場合を図9に示す。

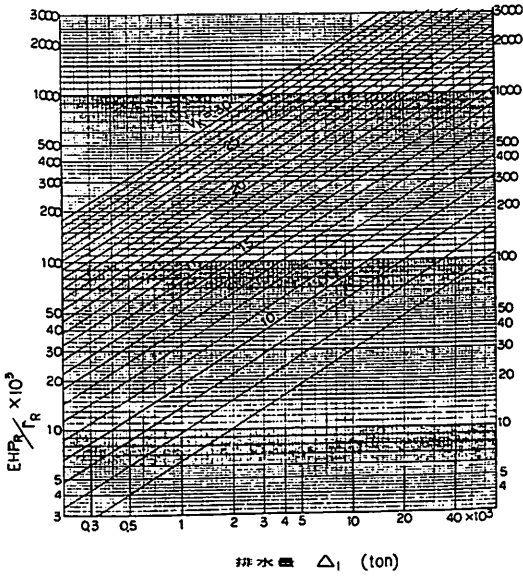


図7 EHP_R/T_R ~ Δ₁

次節で述べる様に a_E, η₀を並行して決めながら D_Pの見当を付け、上記の計算から 1 - w_sを算出するが、その算出した 1 - w_sを用いて再度 D_Pをチェックして、もし大略5%以上の誤差があるようなら、もう一度計算から求めた 1 - w_sを使って D_Pを決めて、1 - w_sを再計算する。

6. 諸効率

(1) プロペラ効率

通常、満載状態、常用出力、適当なシーマージン、さらに必要あるときは回転マージンを考慮して、計画航海速力に於けるプロペラを決定する。正式にはそれぞれの手順をふんで決定しなければならないが、初期計画時およびその見当をつけるには、先に掲げた管、倉持による簡易算出図表を利用すると便利である。

図10に抜粋して図表化したものを示している。

前節で述べたように、1 - w_sが求めればプロペラの前進速力 V_Aが解るので、DHP、回転数から D_Pが決まると、δ = ND_P/V_Aから概略のη₀を求め、図10の中に示している甘利を变形したキャビテーション判定図表でキャビテーションをチェックして、展開面積比 a_Eを求めて最終的にη₀を決める。

(2) その他の効率

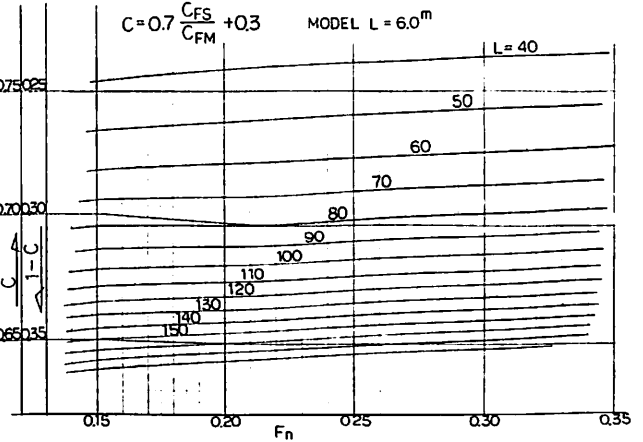


図8 実船換算係数図表

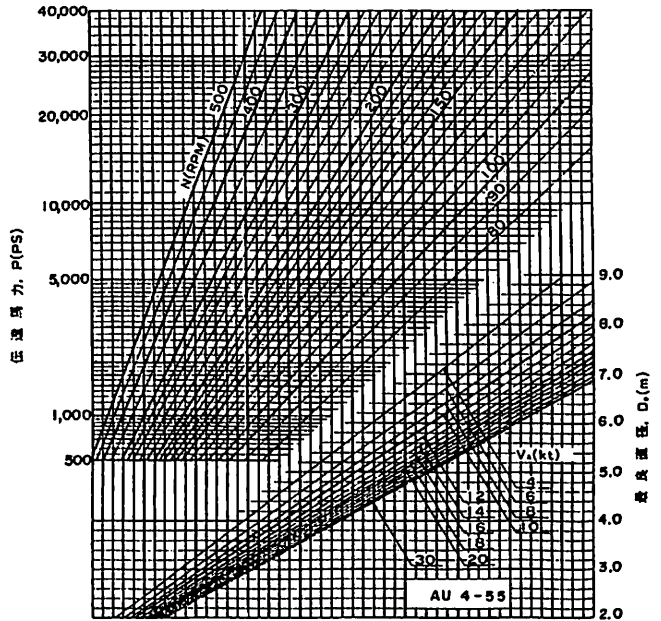


図9 最良直径算出簡易図表 (AU4-55)

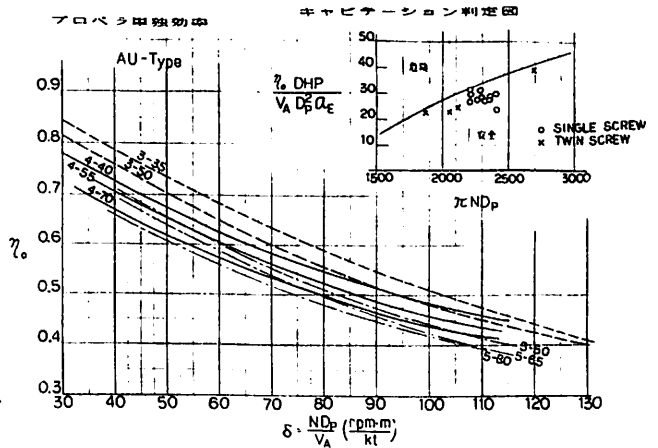


図10 プロペラ効率算出簡易図表

計算表 表1 計算例1

船種 Cargo Ship				計画航路航速 V_n 13.0 kt ④
LWL 165.06	Δ_l 37643	Δ_l/Δ_s 0.426	S 4655	同上 F_n 0.392
Lpp 162.50	Δ_l 36037		MCR 11550 ps	150 rpm
B 26.80	Cbl 0.817		NOR 9800 ps	142 rpm
d_1 10.32	Cbl 0.2265		DHP 9506	
d_1 4.685	Cpl 0.2805			

① V_s	14.0	15.0	16.0	16.979	
② F_n	0.179	0.192	0.205	0.217	①×0.5144/√LWL
③ C_F	$\times 10^{-3}$ 1.611	1.598	1.585	1.575	④
④ EHP/C _F $\times 10^3$	1211	1490	1806	2161	(1)式又は ④6
⑤ EHP _F	1951	2381	2866	3404	⑤×④
⑥ r_r	$\times 10^{-3}$ 5.50	5.95	6.60	7.45	⑥2
⑦ EHP _R /r _r $\times 10^3$	325.6	400.4	486.0	580.8	(2)式又は ⑦7
⑧ EHP _R	1791	2382	3208	4327	⑧×⑦
⑨ EHP	3742	4763	6074	7731	⑨+⑧

⑩ 1-W _M	満載状態	0.5398	(6)式又は(8)式 ⑩9 D _p =5.40 ^{*4}		
⑪ 1-t	常用出力	0.7898	(7)式又は(9)式		
⑫ C/1-C	航路速力	0.648	⑫8		
⑬ 1-W _S	で計算する	0.6278	(10)式 二輪船の時 ⑬		
⑭ V _A		9.417	⑭×⑬ *5		
⑮ η		0.643	N _{Dp} /V _A =81.4 JLN _{Dp} =2409 Q _F =0.540 (仮 η_0 =0.517 (η_0 DHP/V _A D _p Q _F =33))		
⑯ BHP	5819	7408	9446	12023	(仮 η_0 =0.517 (η_0 DHP/V _A D _p Q _F =33))
Ship	5550	7200	9150	11633	⑯10

- 注*1 未定の時は ⑤から求める。
 *2 未定の時は ③から求める。
 *3 未定の時は ⑤から求める。
 *4 既略の1-W_Sの見当を付け常用DHP, rpm から ⑩9等を使って D_pを求める。
 *5 此で求めた V_A が ⑬で見当を付けた V_A と大差ないかチェックする。D_pが5%以上の差があれば ⑬の値で再計算する。
 *6 公称馬力が減速機の入口で表示されている時は効率を挿入する。

$$\eta = \eta_M \times \eta_T \times \eta_H \times \eta_0 \times \eta_R = 0.643$$

$$/ 0.97 \times 1.258 \times 0.517 \times 1.02$$

表2 計算例2

計算表

船種 Ferry				計画航路航速 V_n 13.0 kt ④
LWL 38.9	Δ_l 358	Δ_l/Δ_s 0.293	S 291	同上 F_n 0.342
Lpp 36.5	Δ_l 284.02		MCR 490 ps	394 rpm
B 8.38	Cbl 0.540		NOR 416 ps	373 rpm
d_1 2.10	Cbl 0.506		DHP 395	
d_1 1.80	Cpl 0.605			

① V_s	11.0	12.0	13.0	13.920	
② F_n	0.237	0.258	0.279	0.299	①×0.5144/√LWL L/B Corr
③ C_F	$\times 10^{-3}$ 2.392	2.369	2.348	2.335	④
④ EHP/C _F $\times 10^3$	36.7	47.7	60.6	74.4	(1)式又は ④6
⑤ EHP _F	87.8	113	142	174	⑤×④
⑥ r_r	$\times 10^{-3}$ 6.25	8.20	10.4	(16.3)	⑥2
⑦ EHP _R /r _r $\times 10^3$	10.7	13.9	17.7	21.7	(2)式又は ⑦7
⑧ EHP _R	72.2	114	184	354	⑧×⑦
⑨ EHP	165	234	336	543	⑨+⑧ Air Resist %

⑩ 1-W _M	満載状態	0.8861	(6)式又は(8)式 ⑩9 D _p =1.55		
⑪ 1-t	常用出力	0.8399	(7)式又は(9)式		
⑫ C/1-C	航路速力	/	⑫8		
⑬ 1-W _S	で計算する	/	(10)式 二輪船の時 ⑬		
⑭ V _A		11.52	⑭×⑬		
⑮ η		0.581	N _{Dp} /V _A =49.0 JLN _{Dp} =1816 Q _F =0.44 (仮 η_0 =0.665) (η_0 DHP/V _A D _p Q _F =21)		
⑯ BHP	284	402	579	935	(仮 η_0 =0.665) (η_0 DHP/V _A D _p Q _F =21)
Ship	290	390	606	1006	⑯10

$$\eta = \eta_M \times \eta_T \times \eta_H \times \eta_0 \times \eta_R = 0.581$$

$$/ 0.95 \times 0.948 \times 0.665 \times 0.97$$

減速機が有るとき、主機の公称馬力が減速機の入口のものか、出口のものか、注意しておく必要がある。もし入口での表示であれば減速機効率： η_M (0.97~0.98位)をかける。又、軸発やポンプ類が主機に付属しているときは、それに対する出力は当然減じなければならない。

伝達効率： η_i 、推進器効率比： η_R は標準的に使っている値をそのまま用いるが、通常、
 $\eta_i = 0.97$ 船尾機関船
 0.95 中央機関船
 $\eta_R = 1.02$ 一軸船
 0.97 二軸船

としている。

船殻効率： η_H は先に計算した1-t, 1-w_sを用いる。

従って、全効率： η は、

$$\eta = \eta_M \cdot \eta_i \cdot \eta_H \cdot \eta_0 \cdot \eta_R$$

として求まる。

以上の様にして求めた効率は満載、常用出力、航海速力によるものであり、浅喫水では船速、排水量、馬力等が異なるので効率も当然変わるが、計画初期に船速の見当をつける場合には面倒なので、通常そのままの効率とし、各出力による変化に対しても一定効率として馬力を算出している。

7. おわりに

以上試運転時の様な浅喫水状態の船の初期計画時に於ける速力の簡単な推定方法について述べたが、 r_r 及び自航要素の解析に用いた資料を除き、全て当社で建造した40m~170mの船をデータとして利用している。各造船所によりそれぞれ船型に特徴が有ると思われるので、実績を図表の上にプロットして、各社に於ける傾向に合うよう修正すれば、さらに実情に合ったものとなる。又、先に述べたように、初期計画用として限られた条件から簡単に船速を求めることを目的としているので、 r_r 、自航要素の推定にも重要な変数を省略している。従って、計画船と似た船型の実績船があれば、今迄述べて来た方法で解析して、図表と比較して修正係数をかける等のことをすれば、求めようとする計画船に対しより正確な推定が出来るものと考えられる。

又、小型船に於いては、海上公試は馬力ベースでなく回転数ベースで行われることがあり、その場合はプロペラが軽く M.C.R. 相当回転数でも、馬力は Δ_1/Δ_2 に依りて約85%~95%位しか吸収出来なくて、計画速力に達しない事もある。最初に条件をはっきりさせておくことが大切である。

最後に実際の計算例と実績との比較したものを表1、表2に示す。表1は大型低速肥大貨物船であり、表2は小型の比較的高速のフェリーである。但し、実績船については海象による影響の修正は行っていない。小さい船では特に海象による影響を受け易いので、多少の余裕を取っておく方が良い。

言う motivation を与えて下さいました編集子に謝意を表します。

参考文献

- 1) 笹島外, “肥大船型の水槽試験結果の整理に関する一つの試み” 造船学会論文集 昭和44年
- 2) 笹島外, “肥大船の伴流分布” 造船学会論文集 昭和41年
- 3) 横尾外, “実船と模型船における伴流分布の比較” 造船学会論文集 昭和46年
- 4) S R 41, “超大型船の運航性能に関する研究” No.31 昭和35年

●お知らせ

第2回日本沿海フェリー航海セミナー

柳原良平先生と新しい客船のプランを創ろう!

昨年暮れから、今年正月にかけて、商船三井客船(MOPAS)・日本郵船と相次いで新造客船計画が発表になりました。航海クラブのお言葉を借りれば、「戦前のOSKやNYKが復活したやうな気がして、たった武杯で夜も睡れず」。我々船キチにとっては、これ以上のお年玉はありませんでした。

さて、船キチのあなたなら、船はこうあるべきだ、あの船のここが良かった、こんなアイデアはどう……etc、船へのポリシーがたくさんあるはず。そこでそんな構想を練りあげ、キャビンプラン(船の見取り図)やイラスト

に表現する楽しみを覚えてみませんか。ひょっとして、MOPASやNYKが採用してくれるかもしれませんよ。

今回は、イラストレーターで造船技師になりたかったところの、柳原良平先生をお迎えして、こんなクルーズを企画しました。どうぞ、奮ってご参加下さい!

実施日時: 87年3月20日(金)~3月23日(月)

使用船舶: えりも丸

費用: ¥ 49,800 (往復A寝台利用)

- 特典: 1. 日本沿海フェリーネーム入りつなぎ(作業服)とヘルメットのセット
 又は、日本全図チャートと社名入りソーラーラジオのセットをプレゼント!
 2. 修了証を発行。
 3. 優秀作品には、商船三井客船賞、日本郵船賞、日本海事広報協会賞等があります。

企画: 日本沿海フェリー株式会社

主催: 株式会社日本フェリーセンター
 (東京都知事登録第1860号)

後援: 財団法人 日本海事広報協会

募集定員: 45名様(最低催行人員30名様)

教材: 日本沿海フェリー編集
 航海科プリント(えりも丸編)
 機関科プリント(えりも丸編)
 日本海事広報協会発行 資料類

日程	予定	講座内容等	講師
3/20 (FRI)	出航式		
3/21 (SAT)	第1講 第2講 第3講 第4講 第5講	船舶概要・見学 キャビンプランを創る 実習 I 実習 II 作品講評 夕食会・表彰式 バブタイム(自由参加)	事務長 森下 久夫 柳原 良平先生 " "
3/22 (SUN)	北海道自由行動(Optional Tourがあります。)		
	第6講 第7講 第8講 懇親会 バブタイム(自由参加)	航海講義 船橋見学 通信室見学 懇親会 バブタイム(自由参加)	船長 芦崎 修一 通信長 斉藤 豊
3/23 (MON)	第9講 修了式	機関室見学	機関長 宮下 雅樹

●お申込み・お問合せは

日本沿海フェリー株式会社 航海セミナー係
 東京都港区新橋 1-10-7 電 03(574)9561

● CONOCO 社主催技術セミナーに参加して

ハットン・テンション・レグ・プラットフォーム試乗記

—講演の概要とTLP初乗りの感想—

新日本製鐵株式会社
鉄鋼海洋事業部 佐々木 俊夫

1. はじめに

昭和61年度より、日本海洋開発産業協会（JOIA）の海洋石油生産プラットフォーム研究委員会で行っているテンション・レグ・プラットフォーム（TLP）の研究に関して来たところ、CONOCO 社の主催によるTLPのセミナーにJOIA ミッションの一人として参加する機会を得た。

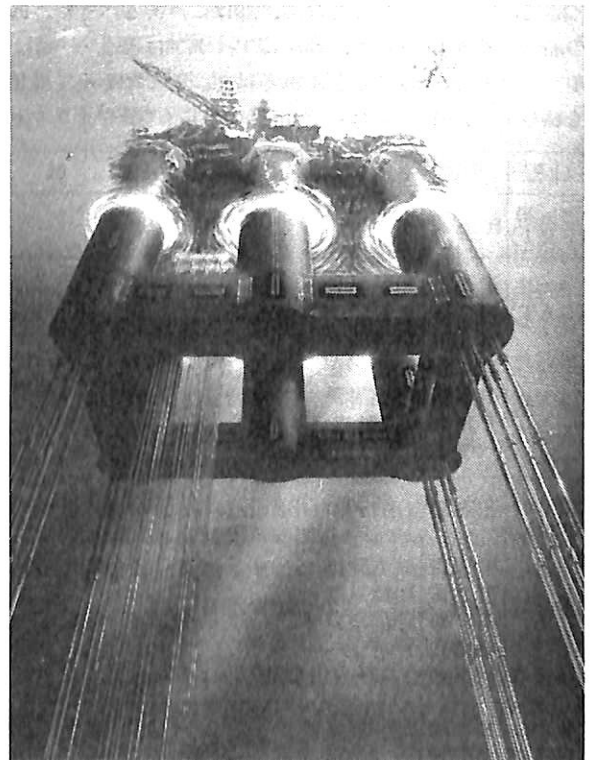
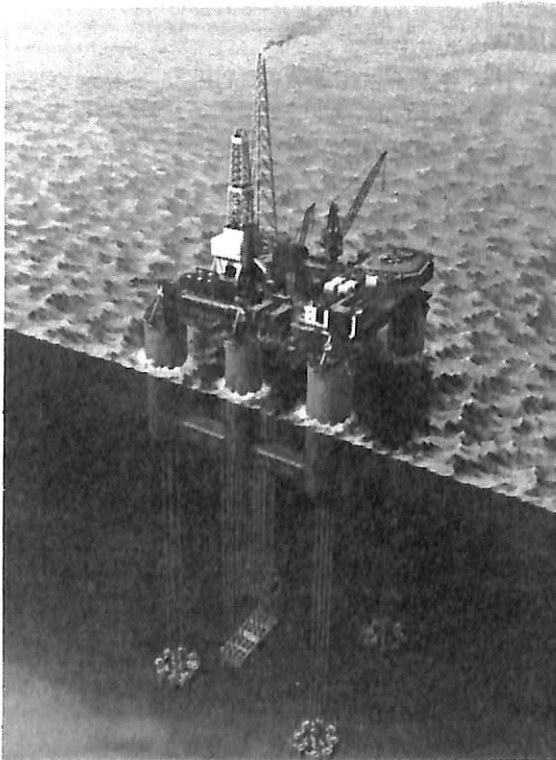
浮体を緊張ライン（以下テンドンと称する。）で係留するTLPの原理は古くから発見され、ブイ等に用いられてきたものと思われるが、多数の太いカラムを有する大型プラットフォームを複数の鉛直テンドンによって係留する近代的なTLPは意外と新しく、1967年から1975年にかけて米国のDeep Oil Technology Inc. (DOT)

によって行われたのが最初である。CONOCO 社によるハットンTLPは、この流れを組むものでTLPの唯一の実機として建造され、北海に設置されたものであり、海洋石油関連の人達の注目を浴びているプラットフォームである。

今回のセミナーではこのハットンTLPの建設にあたっての技術、その操業の実際に関する講演と、それにつづくハットンTLPの見学とから成っており、本稿では講演の概要と初乗りの感想などを紹介することとしたい。

2. セミナーの概要とハットン TLP の見学

CONOCO 主催の技術セミナーはロンドンにおいて、昨年10月27日に行われた。参加者は80名余りであったが、その殆んどは石油開発会社の人達であり、一部エンジニ



CONOCO 社のハットンTLPの全景（上方及び下方から見たところ）

アリング会社、マリン・コントラクターなども見受けられた。わが国からの参加はJOIA ミッションの5名のみであり、ハットンTLPに乗ったのも日本人として初めてであった。

セミナーは、まずハットンTLPの開発の背景経緯からはじまり、プロジェクトに要した費用（総額で約13億ドルと言う）、操業時のDATA収集状況、掘削・生産の実際、海上での操業経験など多岐にわたった。最後にハットンの経験を今後に生かしていく方向とか、次に考えているTLPについての技術的・経済的課題などの説明があった。

CONOCOによれば、この技術セミナーには、二つの目的があり、一つはTLPの開発で得られた技術を世に知らしめることであり、もう一つはデザインパッケージとしてライセンスを希望者に供与することであった。

技術セミナーの翌日、10月28日にはハットンTLP訪問のため、ロンドンからアバディーンに移動。10月29日早朝アバディーン空港の隣にあるプリストウ・ヘリポートからハットンに向けて出発した（ハットンTLPの位置は図1参照）。およそ一時間半ほどでハットンTLPに到着、到着後ただちにTLP上の安全システム、警報の種類と意味などの説明があり、さらに見学者それぞれにまさかの場合の救命ボートの割り当てが行われ、プロトタイプTLPとして安全を重視していることをうかがわせた。

約4時間にわたり、掘削リグのあるアッパーデッキ、中間デッキのコントロールルームとライザーテンショナー、またプロセス機器が配置されているメインデッキそしてカラム内部の係留装置と全般的な見学をすることができた。通常のプラットフォームと違ってスペースはかなりゆったりとしており利用されていない空間もいくつ

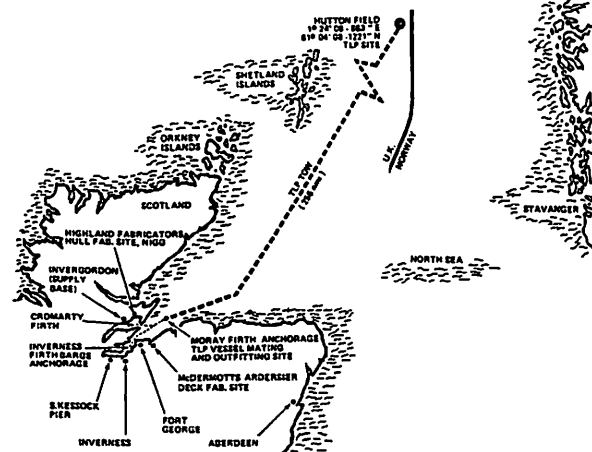


図1 CONOCOハットンTLPの位置

かあるようであった。これは、ハルのサイズが上載物に必要なスペースから決っているのではなく、ハルの安定性の方から決っているためと思われる。

見学時の気象海象条件は以下に示すとおりで、さすがに北海で、かなり厳しいものであったがここに示すようにTLPの動揺は小さかった。

気象・海象条件

- 有義波高：5～6 m
- 平均波周期：7.2 sec
- 風速：15～20 m/sec

TLPの挙動

- 水平加速度：0.01～0.02 G
- オフセット：0.1～0.5 m
- 上下動：0.0 m
- カラムのドラフト：33.6～33.9 m

風速が約20m/secと速く、帰路は向い風となったために、ヘリコプター飛行時間は往路より大幅に増え、二時間半以上かかってプリストウ・ヘリポートへ帰着。狭い所にとじ込められていたため、相当疲労したことが印象に残っている。

以下にセミナーで得たTLPの実際を項目ごとに簡単に述べることにしたい。

3. プラットフォームの構成

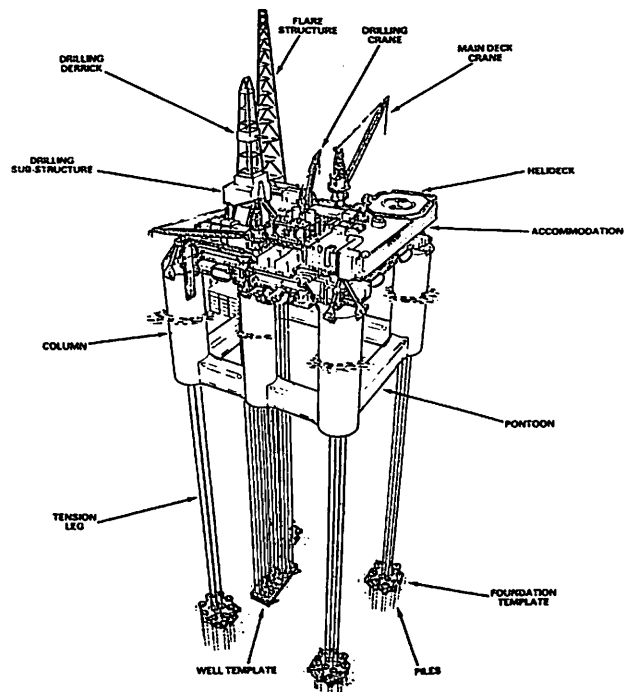


図2 CONOCOハットンTLPの全体図（写真参照）

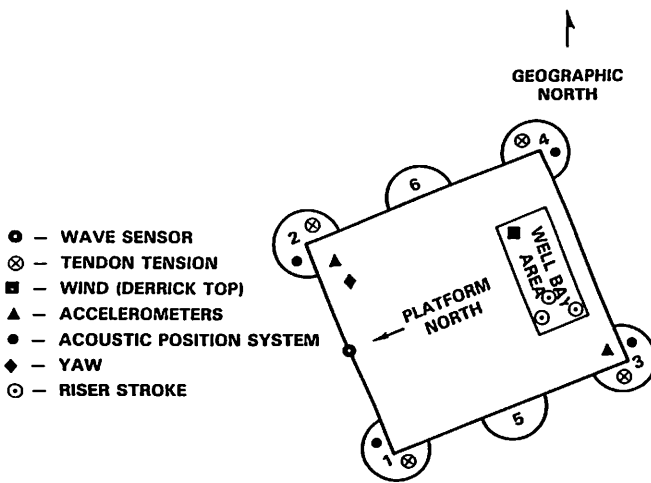


図3 ハットン TLP のセンサーとその配置

ハットン TLP のハルは図 2 に示すように半没水のカラム 6 本と水平ポンツーンから成っており、上部構造を支えている。上部構造は、居住区、掘削リグを配置するアッパーデッキ、ライザーテンショナーとコントロールルームを配する中間デッキ、石油生産プロセス機器を配するメインデッキにより構成されている。

係留用テンドンは各コーナーのカラム内にそれぞれ 4 本ずつ設けられており、カラム上部のロード・ブロックアセンブリーに固定され、カラム下部のクロス・ロード・ベアリングを介してカラムから出て海底面に設置してあるファウンデーション・テンプレートにアンカーコネクタによって固定されている。

重量及び重心のコントロールに用いられるバラストシステムはハルのポンツーン内に配置されている。

なお、坑口スロットは 32 口設けられている。

ハットン TLP の主要諸元は以下のとおりである。

デッキサイズ：95.7 m × 91.7 m × 57.7 m

カラムサイズ：コーナーカラム径 17.7 m

センターカラム径 14.5 m

ポンツーン：幅 8.0 m、高さ 10.8 m

総排水量：61,650 トン

全重量：48,650 トン

係留テンドン：外径 25.5 cm 内径 7.25 cm

高張力鍛造鋼管

テンプレート：21.8 m × 19.6 m × 9.2 m 4 個

それぞれ 8 本のパイルで固定

設置位置の水深：148 m

最大波高：30.3 m

最大風速：44.0 m

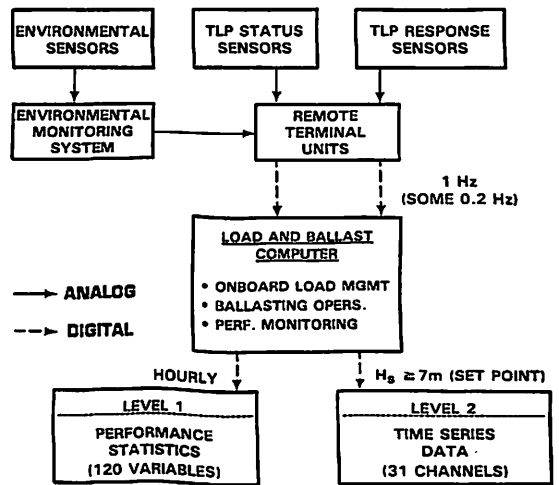


図4 ハットン TLP PMW システム

4. 諸データの計測

ハットン TLP では稼働中の環境条件、プラットフォーム上の載荷状態、プラットフォームの挙動、テンドンの張力などを計測し、安全性確認のための諸データを得るとともに理論計算値との比較をして計算手法の精度向上を図り今後の TLP の開発に用いることを目的としている。

本システムは PMV (Performance Monitoring and Verification) システムと言われ、初期設計の段階から計画されたものである。データ収集のためのセンサーおよびその配置図を図 3 に示す。各センサーによって計測されたデータは図 4 の処理フローに従ってまず Load and Ballast Computer (LBC) システムに伝送され TLP の重心位置のコントロールに利用される。また集められた各種データは統計処理されて、通常時は一時間ごとに、有義波高が 7 m を越えるときには時系列データとして出力される。

1984 年の操業開始以来、18 回の台風に遭遇し、1986 年 1 月には有義波高 12.8 m という厳しい条件を経験したが操業中止には至らなかった。

図 5 はハットン TLP のオフセット量とその出現率のグラフで、PMV システムによる 1986 年冬季のデータである。これによればオフセット量は通常 2 m 以内であり、この時期の最大でも 9 m 程度であることがわかる。

図 6 にはテンドン張力変動値 (標準偏差) と有義波高との関係が示されている。この例では大多数の張力変動値計測値は 100 トン以下であり最高でも 250 トン程度である。

本システムはこのように時々刻々の環境条件とそれに対応するプラットフォームの挙動をつかむシステムであり、安全面に大きく寄与しているが、石油生産を中断するプロセス・シャットダウンシステムとは直結していないことであった。

5. 掘削および石油生産

ハットン油田の開発において、TLPが設置される前に9坑井の生産井が掘削された。この開発井は海底で部分的に Well Completion され TLP 設置後に井戸にかけるべき手間を大幅に短縮することに成功している。このため TLP の設置が完了してから、これら既に掘削し部分的に Completion が終わっている井戸との継ぎ込みの作業、スタートアップの作業が迅速に行なえ、わずか22日で石油生産を始めることができた。

このようにして生産を始めながら TLP 上の掘削装置で順次開発井を掘りすすめ、既掘削9坑井にTLPからの掘削した井戸15坑とで計24坑井が掘られた。このうち生産井が13、水攻井が11である。

TLP 上に設けられた掘削機器は重量軽減のために小型、計量化が図られており、小型のわりには、6,000 m級の掘削能力を有している。

ハットン油田の可採埋蔵量は2億バレル弱と推定されておりピーク時生産量が一日あたり11万バレル、生産期間15年と計画されている。生産システムの多くは従来の固定式プラットフォーム上にあるものと同様である。CONOCO の説明によれば操業度は97%であり、生産立ち上り時の若干のトラブルといったもので操業できな

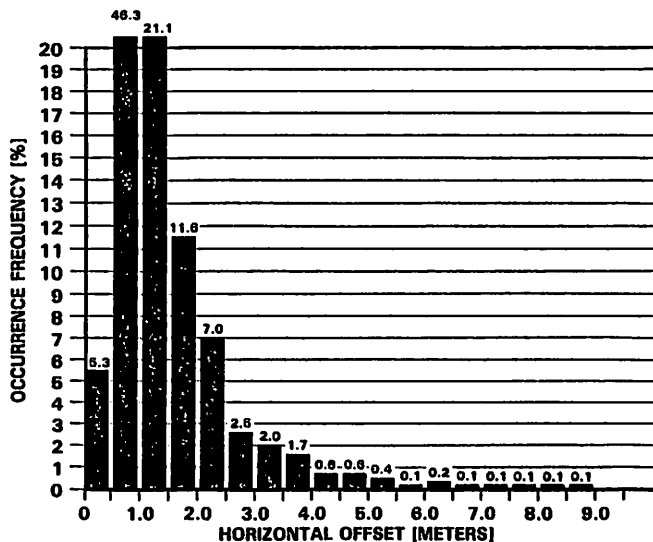


図5 ハットンTLP水平オフセットとその出現率(1986年冬季)

ったのが3%で、天候による操業中止は皆無とのことであった。

TLP 上での操業に関連して資材・食品の取込みなどのためにクレーン操作が必要となるが、TLP の挙動によりクレーン操作を中止したこともやはりなかったとのことであった。

このように全体として TLP の挙動がネックとなって操業停止、中止をしたこともなく、また動揺による船酔い現象に悩まされたこともなく結果は上々とのことであったが TLP 上の小型機器類・道具等も転倒防止のために固縛をしっかりとしたそうである。

6. TLP ハルの検査

ハットン TLP のハルの内部には57のタンクがあり、そのうち8個がパーマメントバラスト用のタンクで、残り49個がデッキとハルのメイティング時に用いた仮のバラスタタンクである。デッキとハルのメイティングは十分深い海域で行なわれる。メイティング位置でハルを十分に沈め、ハルのカラム間にデッキを積んだバージを引き入れバージからオーバーハングしているデッキ部分とコラムとをハルをデバラストして再浮上させて結合させる。その後さらに浮上させ、バージを引き抜いて作業終了となる。

49個の仮タンクはこのメイティング時のみ海水を入れられたので、設置後ただちに内部の清掃と点検がはじ

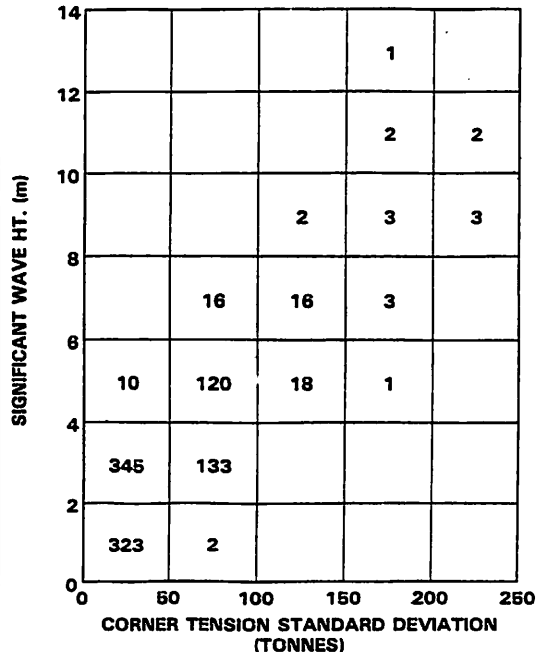


図6 テンドン張力と有義波高

られた。計画では合計57個のタンクを4年サイクルで点検することになっており、1984年設置後2年を経たセミナー開催時点で予定どおり約半分の点検が終了している。タンク内部の塗装はコールタール・エポキシで875ミクロンの膜厚である。

タンク内部をクリーニングした後、全溶接の10%を超音波検査し、異常が発見された場合には塗装除去し磁粉探傷検査を行なっている。これまでのところ、溶接部の13ヶ所でクラック様の欠陥を検出しているが、いずれも重大欠陥ではなく、グラインダーで取り除いているだけである。これまで構造上の主要部分には欠陥がでていないようである。

塗装に関しても、5~20%以上の欠落が発見された場合には補修を行うこととしており、これまでに1部補修しているようである。

ハル外面の防食に関しては、全体重量の軽減のために構造上重量なカラムとポンツーンの結合部のみ犠牲陽極を設置、その他の部分には外部電源法の陽極を設けている。なお重量軽減の徹底のため、腐食代を採用していない。

7. TLPの重心把握と重量コントロール

TLPはその安定上、重心位置がある許容範囲内に入っていることが重要である。諸データの計測の項でPMVシステムの紹介をしたが、そのなかでLBC (Load & Ballast Computer) システムが中心的役割をなしていることを述べた。1984年の操業開始以来2年間余このLBCシステムによりTLPのテンドン張力による重心位置の監視を続けてきた。

比較的気象・海象条件の穏やかな夏季では重心位置の許容範囲は設計重心から4mであるが、厳しい条件下におかれる冬季には2mというきわめて高精度の監視及びバラストコントロールが要求されている。複雑なシステムではあるものの、これまでのところ稼働状況は良好であり技術的問題はあまりないようであった。

TLPの重量は基本重量(すなわち鋼構造物の重量と各種設備機器類の重量などプラットフォーム固有の重量)、プラットフォーム上に搭載される可変重量(載荷重量)およびテンドン張力の3種類に大別されるがこのうちコントロールの対象となっているのは載荷重量とテンドン張力である。この2者をコントロールすることによって重心位置を保つわけである。

8. 係留テンドン

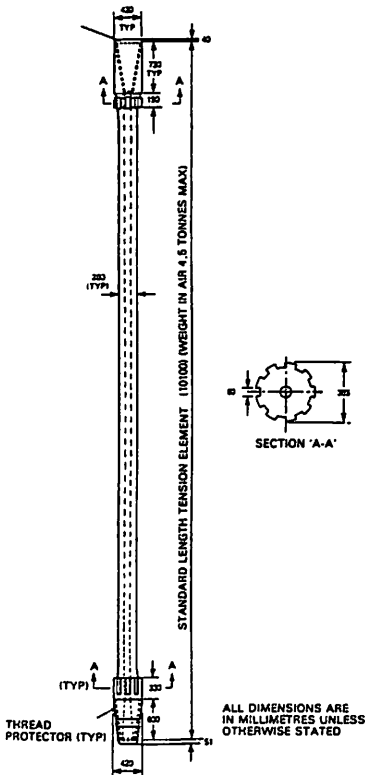


図7 係留テンドン

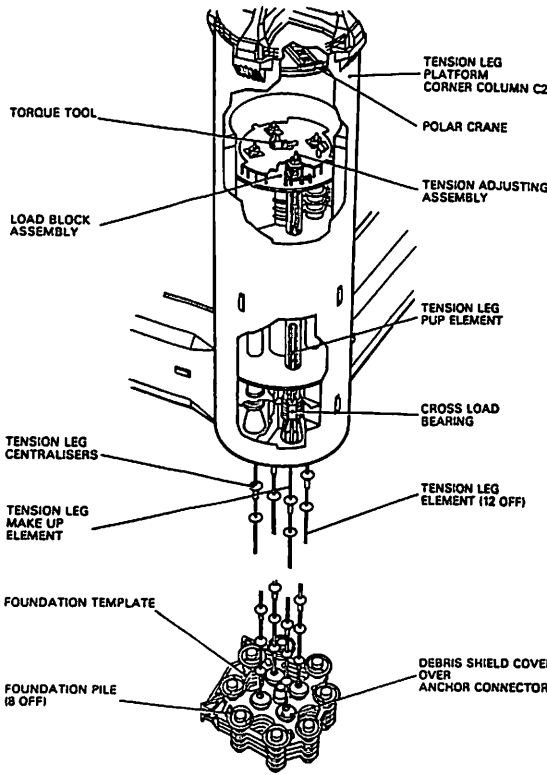


図8 テンション・レグ・アセンブリー

ハットンTLPに用いられた係留テンドンのエレメントは図7に示すもので鍛造鋼管製である。ハルのカラム内にあるロード・ブロック・アセンブリーとクロス・ロード・ベアリング及び海底面上のプレートとの結合の状況を図8に示した。

TLP設置後およそ2年を経た1986年7月にテンドンの取替を行った。テンドンのテンション除去、ラッチ解除、テンドンの撤去を24時間以内で特に問題もなく作業終了した。ネジをばらすトルクはほとんど建設時のトルクと同じであり、ネジ部には何の損傷もなく良好な状態であった。

クロス・ロード・ベア

リングには上下に海水の侵入を防ぐシールがあり、取りはずした2つのベアリングには4つのシールがあることとなるが、そのうち3つのシールに小さな傷があり、残る1つのシールにはゴムとその補強材とが剥離していた。原因について調査中とのことであった。クロス・ロード・ベアリングの形状を図9に示す。

一方、アンカー・コネクターには特に問題はなかったようである。交換したテンション・レグ・アセンブリのアンカー・コネクターの取外しおよび予備のコネクターの取付けもスムーズに行なえ問題なかった(図10)。

テンドンの防食としてはアルミ溶射が用いられている。アルミ溶射厚は200 μ でそのうえにビニール・シーラーを25 μ 塗付してある。仕様は米国、英国の海軍仕様で、6%の鉄表面が露出しても20年間の寿命が保てるように定められた。操業2年を経て15本のテンドン・エレメントについてアルミ・コーティングのチェックが成されたが、コーティングには何の損傷も見られなかったと報告されている。この防食システムは、プロダクション・ライザー、セールス・ライザーにも用いられている。

PMVの項でも述べたところであるが、テンドン張力はロードセルで常時計測されている。平均張力、最底張力、最高張力が記録され、現在までのところ好調に作動

しているようである。

さて、テンドンの欠陥検査のため、SIGMA社による超音波検査システムが開発されている。システム構成を図11に、プローブを図12に示す。この非破壊検査システムは残念ながらうまく働いていない。しかし、評価を続けるため、不完全なままTLPに備えつけられている。Harwell社がこの同じシステムを改良修正するための検討を行っており、1987年の年央には新しく体制がととのう予定である。

9. テンプレート

テンプレートにはテンション・レグを固定するファウンデーション・テンプレートと坑井のためのウェル・テンプレートがあり、その概要は図2に示すところである。ファウンデーション・テンプレートは各コーナー・コラムに対応して4個あり、それぞれ21.8m \times 19.6m \times 9.2mの大きさであり、空中重量985tである。それぞれのテンプレートは外径1.83m \times 肉厚63.5mmのピンパイル8本によって固定されている。ピンパイルとテンプレートとの結合はグラウト注入により行われている。

ファウンデーション・テンプレートとテンション・レグとの取り付け部の構造は、レグに作用している張力がレグ先端にあるアンカー・コネクター(図10)と、それに連結するテンション・レグ・インサート(図13)との結

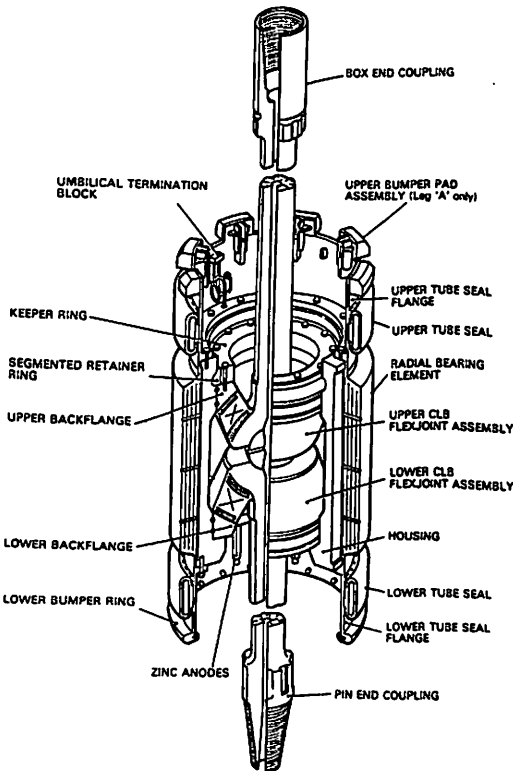


図9 クロス・ロード・ベアリング

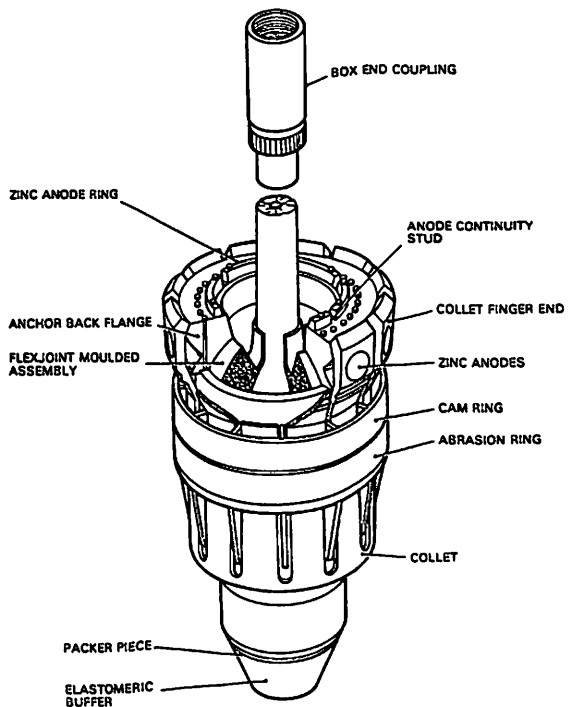


図10 アンカー・コネクター

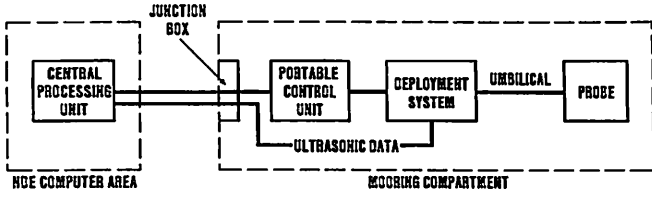


図11 テンドン非破壊検査システム

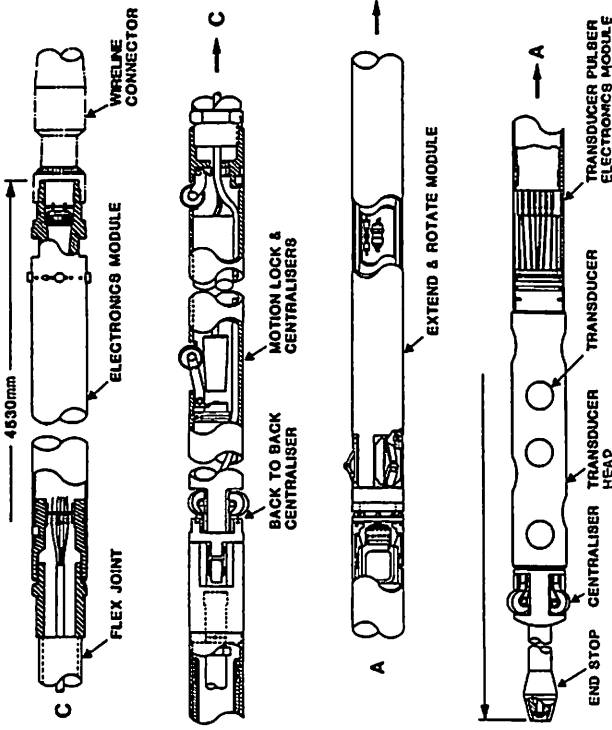


図12 非破壊検査システム

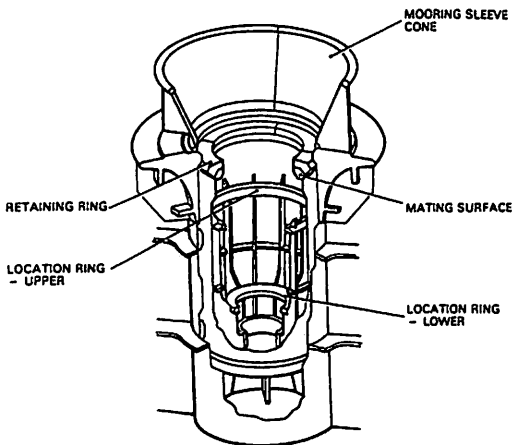


図13 テンションレグ・インサート

合部にリング状の線荷重として伝える機構となっている。テンション・レグ・インサートはテンプレートに固定されており、従ってレグの張力はテンプレート全体に伝えられることとなる。

ファウンデーション・テンプレートの据付けはセミサブ型クレーン・バジにて行なわれ、ピンパイルの打設には大型水中ハンマーが使用された。施工計画上ダイバーの利用は極力抑えられたが、実際の作業にあたっては必要に応じて配置されたようである。

テンプレート据付時の位置決めには、種々の超音波システムが用いられ、結果として極めて高い据付け精度が得られた。テンプレートの中心の許容据付誤差は50cmであったがこれに対し10cm程度の誤差でおさまり、テンプレート中心と隣りのテンプレート中心間との距離の誤差許容値50cmに対しては1cmから5cmの範囲内におさまった。

ウェル・テンプレートは、4×8配列の32スロットを有しており、寸法は33.2m×11.6m×6.6mで空中重量は400tである。

10. おわりに

ハットン TLP の概念計画は1977年に始められ1979年にはプレリナリー・デザイン、1980年1月から1981年12月までがディテール・デザインとエンジニアリングだけでも5年を要している。その後の建設スケジュールは図14に示すとおりで、1984年から操業が開始された。概念計画から実に8年近い年月を要したわけである。第1号機なるがゆえに技術的問題も多かったようであるが、一

YEAR	1981				1982				1983				1984		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
MILESTONES															
WELL TEMPLATE INSTALLATION	●														
FOUNDATION SUE									●						
DECK LOAD-OUT & INVERTNESS FIRTH ANCHORAGE															
MORAY FIRTH MATING & HUC															
TLP INSTALLATION & 1st OIL															

図14 ハットン TLP 建設工程

一つ一つ解決していった CONOCO 社の技術陣には敬服したい。

レポート、論文等である程度の予備知識もあったのではあるが、実際に TLP 上に乗って各部を見学してみると、やはり想像とは印象が異なるもので、関係者の大変な努力とその成果には目を見張った。ハットン TLP が

英国女王から表彰されたこと、全建造費中の研究開発費が3割近いことなどにも“なるほど”と素直に理解できるところである。

最後に、ハットン TLP のセミナーに参加する機会を得たことに対し、JOIA の関係者の方々に感謝申し上げる次第である。

技術短信

技術短信

小型・軽量のレーザー視覚センサを開発 —溶接ロボットFACTORIANに搭載—

石川島播磨重工業株式会社は、従来よりも小型・軽量で低コストの溶接ロボット用レーザー視覚センサを独自開発し、同社の溶接ロボットFACTORIAN（ファクトリアン）シリーズに搭載、販売活動を開始した。

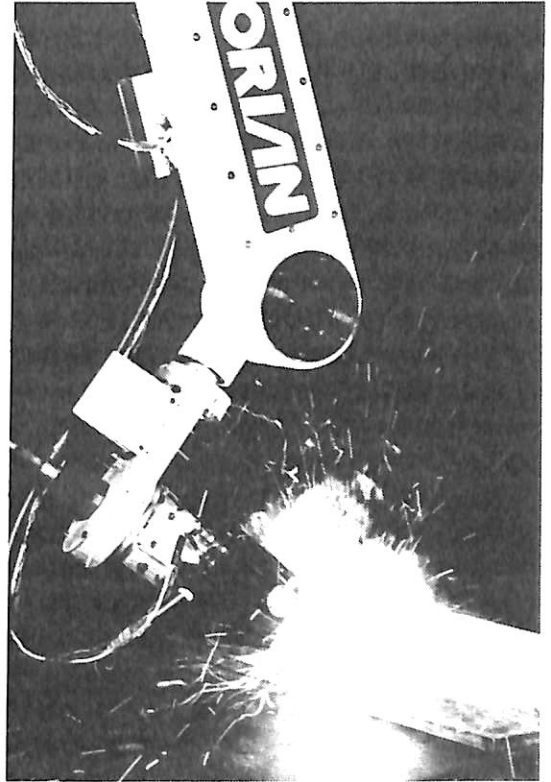
今回開発したレーザー視覚センサは、ワークに半導体レーザー光を照射し、その散乱光を集光レンズを通して受光器で一つの像としてとらえ、三角測量の原理でワークの形状を求めるフライングスポットによるセンシング方式を採用しており、計測精度は0.45mm以下、追従速度1,200mm/分（最大）という高精度・高速な視覚センサで、この実用化により各種ワークの全自動溶接が可能となる。

本レーザー視覚センサは、①小型（センサヘッド寸法69×79×35mm）である、②大電流下（最大1,000A）でワークを做ることができる、③隅肉だけでなく重ねや突き合わせの開発にも対応できる、④始終端検知ソフトにより、溶接スタート/ストップの自動化が可能など数多くの特長を持っており、同社製の溶接ロボットFACTORIAN FS-10（天吊りタイプ多関節ロボット、5軸+センサ軸1軸）、FACTORIAN FE-10（床置タイプ多関節ロボット、5軸+センサ軸1軸）に搭載できる。

同社では、本レーザー視覚センサ搭載の溶接ロボットFACTORIANシリーズの開発だけでなく、本センサに対応したオフライン・ティーチングシステムや関連した周辺技術の開発もすでに終え、高精度、高速でしかも低コストな溶接の自動化システムを実用化しており、今後とも積極的な販売活動を展開していくとのことである。

< I H I レーザー視覚センサの主な仕様 >

- ・センシング方式 半導体レーザーによるスキャニング方式
- ・視野 左右±14.5mm、深さ±11.5mm
- ・位置修正 3次元修正可能
- ・始終端検知 可能



- ・適用開先種類 隅肉、突き合わせ、重ね（板厚0.7mm以上）
- ・追従速度 1,200mm/分以下
- ・溶接電流 1,000A以下
- ・適用ロボット FACTORIAN FS-10（天吊りタイプ多関節ロボット；5軸+センサ軸1軸）
FACTORIAN FE-10（床置タイプ多関節ロボット；5軸+センサ軸1軸）

問合せ先 石川島播磨重工業株式会社 広報部

〒100 東京都千代田区大手町2-2-1（新大手町ビル）

☎03（244）5341

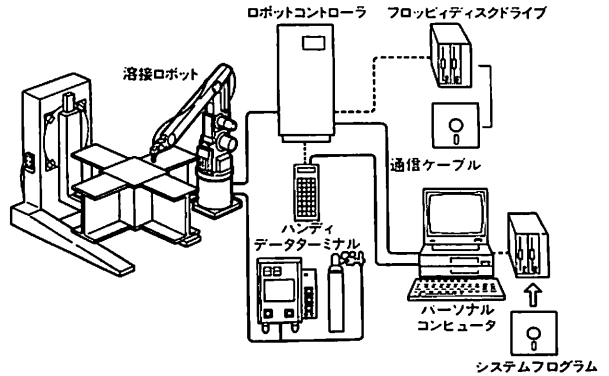
オフライン・ティーチングシステムを開発 本格販売を開始

石川島播磨重工業株式会社は、溶接ロボット等のティーチング作業を大幅に合理化できるパソコン利用のオフライン・ティーチングシステムを開発し、このほど本格販売を開始した。

オフライン・ティーチングには、①ティーチングにロボットを使用するのは最終確認のテストランのみであるためロボットの稼働率が向上する、②ティーチング作業のほとんどを安全な場所で行える、③ティーチングデータの作成作業が軽減される、④すでにつくってあるデータの変更や再利用が簡単に行えるなどの特長があるが、同社が開発した本システムは、これらのほかに、次のような優れた特長を持っている。

- (1) 汎用パソコン(PC9801E/F)が使用できるため、少ない投資で大きな効果を期待できる。
- (2) ディスプレイ画面上の3次元表示で視点を自由に変更できるので、動作の確認が簡単にシミュレーションできる。
- (3) データの入力方式は、1ステップ単位でデータの入力、追加、変更、削除を行うステップ入力方式(MDI=マニュアル・データ・インプット入力方式)と、すでに登録してあるワークモデルを利用して、パラメータの入力のみでデータを作成する簡易入力方式(パラメトリック入力方式、オプション)の2種類が可能である。
- (4) 別途に開発されたレーザー視覚センサに対応しており、ティーチングデータとワークの実際の位置とのズレは、IHIレーザー視覚センサで容易に補正できる。
- (5) データ入力作業は案内表示に従って行う方法のため、初心者でも容易に行える。また、ロボットの姿勢の立体図と条件データが同一画面上に表示されるので、ロボットの姿勢を目で確認しながらデータの変更ができる。
- (6) ロボットコントローラに記憶されているデータをパソコンに移し、変更することが容易にできるため、類似作業の入力時の手間が大幅に軽減できる。
- (7) 作成したデータは、フロッピーディスクケットに保存できる。また、漢字プリンタを使用すれば、データのプリントも可能である。

同社では、実作業への適用例として、このオフライン・ティーチングシステムを使用した建築物部材の仕口溶



IHIオフライン・ティーチングシステムの構成

接部など各種の溶接技術およびそのソフト技術を開発しており、シミュレーションの簡素化、溶接セルシステムの導入による溶接コストの大幅なダウンを可能としている。

今後は本システムに同社が独自開発したレーザー視覚センサ搭載の溶接ロボット(ファクトリアン=FACTORIAN FE10, FS10)、ロボットコントローラ(FACTORIAN RB-2A)などを組み合わせ、オフライン・ティーチングシステムによる溶接システムのソフト・ハード両面にわたる販売体制を整えていくとともに、レーザー視覚センサオフライン・ティーチングシステムの技術に加え、周辺システムの技術も採り入れ、それらの技術をベースにして、客先のニーズに対応した種々のマテリアル・ハンドリングシステム、ロボットの開発も進め、多様化するユーザーニーズに応えていくとのこと。

<解説>オフライン・ティーチングシステム

オフライン・ティーチングは、ロボットを使用せずパソコンなどのデータ入力装置で動作のデータを予め作成しておき、そのデータを通信回線やフロッピーディスクなどを介してロボットのコントローラへ入力する方法である。

現状の溶接ロボットでは、ワークの形状、配置、溶接条件などが変わる度に、動作の教示(ティーチング)をする必要がある。

従来のティーチング法(オンライン・ティーチング)は、ロボットアームとトーチの姿勢および溶接条件を、オペレータがワークを見ながらテストランをくり返して教える方法である。このため、①ティーチングに時間がかかる、②ティーチング中は製造ラインを止めなければならないため能率が悪い、③オペレータの安全を確保し難いというような問題点があるが、オフライン・ティーチング法では、これらの問題点の多くを解決することができる。

中国船舶流体力学関係施設の最近の事情

〈その1〉

横尾幸一*

国際試験水槽会議 (ITTC) の極東地区代表の理事の資格で中国船舶科学研究中心 (CSSRC) の招待を受けて、昭和61年11月2日から9日までの8日間、中国の船舶流体力学に関する主要な研究施設を歴訪したので、その概略についての報告をする。

1. 中国船舶科学研究中心 (China Ship Scientific Research Center)

上海から西へ約150 km、列車で約2時間半の所に、太湖に面した古い町、無錫 (Wuxi) があり、CSSRCはこの町にある。

11月2日間の成田発14時10分のCAで上海に16時40分に到着し、顔見知りの楊 (Yan) 氏の出迎えを受け、車で上海駅へ向う。約30分で駅に到着したが、19時発の列車の指定席を予約してあったので、軟座車 (日本のグリーン車に相当) 待合室でお茶を飲みながら、2時間近くを待つ。この間に、私の中国におけるスケジュール等の話をする。楊氏は日・英・中の3ヶ国語に通じ、非常に頼りになる。車中で夕食をすまして、21時30分頃無錫に

到着し、技術管理部副主任の周 (Zhou) 氏の出迎えを受けて、宿舎に向う。宿舎は湖濱飯店 (Lakeside Hotel) である。

3日目の8時15分に楊氏の出迎えを受けて、車で研究中心に向い、8時半に到着する。名誉所長のGu教授、所長の董 (Dong) 教授が待っていて、挨拶を交した後、董所長より研究中心の活動及び施設の説明を受ける。

CSSRCの職員数は約1,500人で、1,200人が無錫に、300人が上海支所にいる。研究者は800人で、流体力学関係が約6割、構造強度関係が約4割である。700人という管理要員は非常に多いようだが、研修所、病院、住宅等の管理も行っている。

試験研究施設の建設は、曳行水槽が1965年に完成したのを始めとして、各種の施設が次々に整備された。広い敷地内に各種の施設が散在し、各施設の見学は車を利用した。

(1) 曳航水槽

全長474 m (うち20 mが模型船貯蔵用、12 mが試験準備用)、水深7 m、幅は中央の175 m分が14 m、残りの両端は7.5 mである。図1に示すように、目白第2水槽と類似で大型のものである。

* (財)日本造船技術センター 常務理事

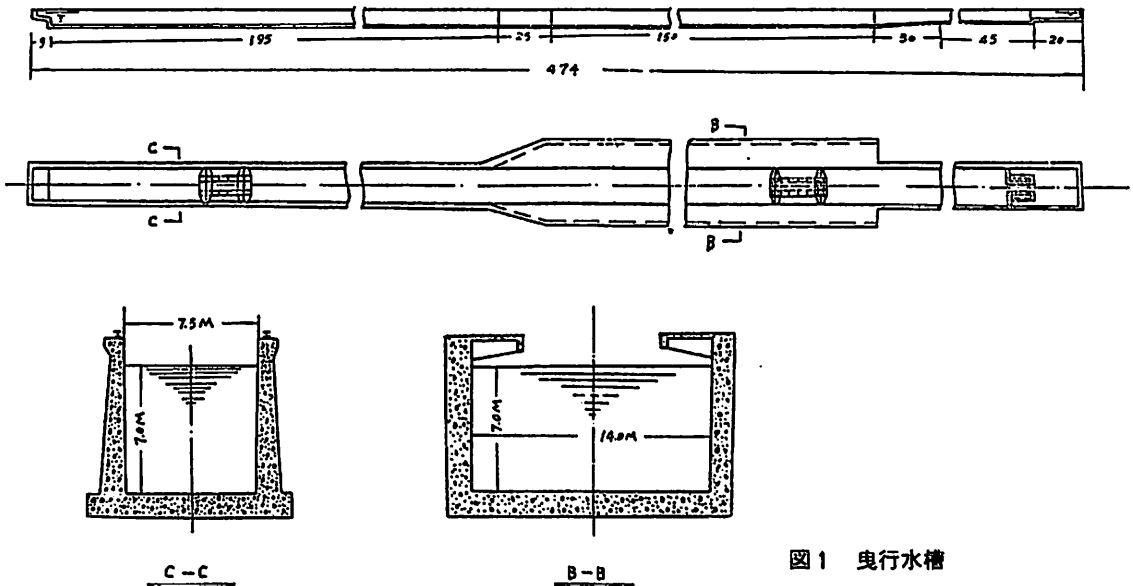


図1 曳行水槽

水槽室は空調されており、室温は20°C~30°C、水温は15°Cに保たれる。

曳引車は2台あり、No1曳引車は重さ12トン、速力0.5~20m/secで、通常の試験用であり、No2曳引車は重さ20トン、速力0.5~15m/secで没水体試験用である。

動力計は機械と電気併用のやや旧式のものである。バドル型の造波機の起す波の波長は3~16mである。

(2) キャビテーション・トンネル

1973年より稼働を開始したもので、中心線間の高さ50m、幅29.92m、計測断面の直径0.8m、長さ3.2mであり、流速は3~20m/sec、圧力0.08~4kg/cm²、最小キャビテーション数0.15である。

動力計としては、スラスト計測及びトルク計測の両方とも機械式のバランスを使っている。空気含有量の測定はVan Slykeの方法である。

キャビテーション・トンネルの高さとしては、FelthamにあるBMT (British Maritime Technology) のものとともに世界一である。

(3) 耐航性水槽

1971年に完成したもので、長さ69m、幅46m、深さ4mの角水槽であり、鋼製の橋がかかっている、その中心の周りに45°回転させることができる。曳引車は橋の下に吊り下げられており、最高速力は4.0m/secである。米国海軍にあるものの小型なものといえる。

空気式の造波装置が1辺及び1端にあり、規則波及び不規則波を起すことができる。

一点でもやった船の波浪中の挙動を調べる試験を行っていたが、私のために、うねりと波が直角方向に交差する海象での試験を見せてくれたが、模型船の揺れは案外小さかった。なお、潮流の代りに模型船のプロペラを作動させ、甲板上には風を想定しての扇風機が乗っていた。

説明をしてくれたのは技術副所長の何(He)氏と、耐波性研究室長の戚(Qi)氏である。

(4) 円形水槽

1968年に建設されたもので、水槽の長径は48m、水深は4.5mである。水槽の中心にある台に支持された回転腕の最高角速度は1rad./secである。可動のドックが水槽の外側にあり、ここで模型船の試験準備ができる。

模型船には歪計型の抵抗動力計が装備され、測定値はデータ・ロガーによって印刷される。

(5) 低速風洞

1970年に完成したもので、測定部の長さは8.5m、断面は8角形で、その内接円の直径は3mである。最高風速は93m/secで通常の試験風速は60m/secである。

計測機としては、3分力計、6分力計、歪計型動力計、

多管マノメーター等がある。

(6) 構造試験設備

船舶及び海洋構造物の強度、振動、疲労等の試験に用いられるもので、プラットフォーム、荷重フレーム、荷重系からなっている。プラットフォームの大きさは長さ19m、幅9mで、最大垂直荷重は120トンである。最大水平荷重は3,000トン、最大の長さ方向の曲げモーメントは6,300TMである。

(7) 構造及び材料試験機

800トン船体構造試験機、400トン水圧試験機、100トン汎用試験機、30トン複合荷重試験機、10トン型プログラム・コントロールの小水圧試験機等がある。

(8) 振動試験設備

プラットフォームと荷重系から成る。プラットフォームの大きさは、長さ12m、幅12m、深さ4.5mであり、水平及び垂直方向に20トンの動的荷重がかけられる。

主な装置としては、周期35Hzの500kg機械式起振機、1~60Hzの50kg機械式起振機、0.5~200Hzの超低周波数電磁式起振機、20~5,000Hzの中周波数電磁式起振機等がある。

(9) 衝撃及び振動池

長さ15m、幅5m、水深5mの池で、長さ5.2m、幅1.4mの小さな曳引車がある。船及び没水体の衝撃や振動の特性を調査するためのもので、最大衝撃速力は7m/secである。

(10) フォトエラスチック・ラボラトリー

直径300mmの散光式偏光器、直径150mmの散光式及び反射式の偏光器等がある。

(11) 深海試験用シミュレーション装置

直径380mm、長さ1,100mmのものは圧力220kg/cm²、直径1,100mm、長さ2,600mmのものは圧力100kg/cm²、直径1,800mm、長さ4,000mmのものは圧力60kg/cm²、直径3,200mm、長さ8,700mmのものは圧力75kg/cm²であり、前2者は油圧又は水圧により、後2者は水圧による。

2. 華中工学院 (Huazhong University of Science and Technology; HUST)

華中工学院は上海から西方、長江と漢江が合流する地点の武漢にある。武漢は、長江の東岸が武昌、西岸が漢口、漢口と漢江をへだてた南に漢陽があり、かつては武漢三鎮と言われた所である。華中工学院は武昌地区の東方のはずれにある。

11月5日(火)の19時の飛行機で上海空港を立ち、小型の飛行機で約2時間半飛んで、21時半に武漢空港に着く。武漢空港では黄(Huang)助教授の出迎えを受けて、

華中工学院の guest House へ行く。車で30分以上のかなりの道のりであった。到着すると程 (Cheng) 教授、石氏等が待っており、挨拶をすませた後、多少の談話をした。

華中工学院の敷地面積は 200 ヘクタール (約60万坪) の広大なもので、数多くの建物があり、総床面積は40万㎡と言われる。これは中国の大学として一、二を争う大きさである。

1930年に設立されて、次第に発展し、現在では職員数 2,400 人、その中で教授69名、助教授 339 名、講師 1,170 名がいる。学生数は 9,000 人、大学院生は 300 人である。

船舶流体力学研究所の施設は次のとおりである。



写真1 工学院の一角

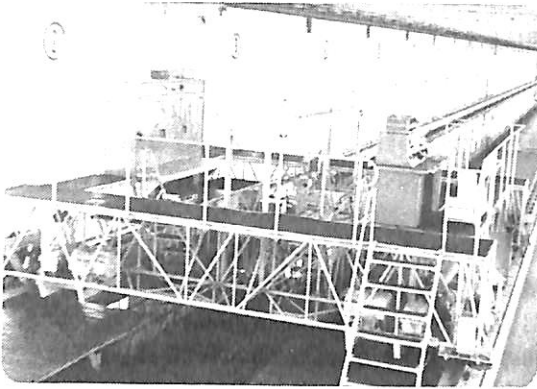


写真2 曳航水槽

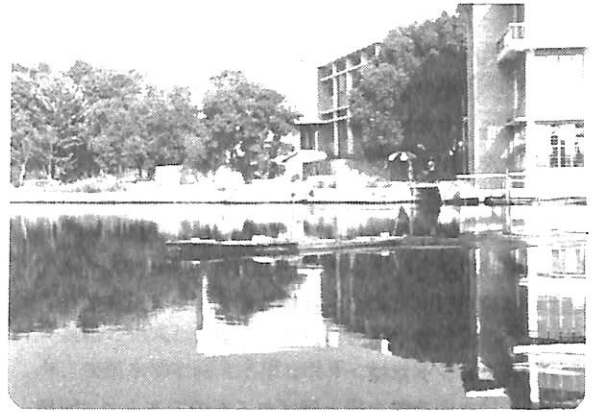


写真3 操縦性能水槽

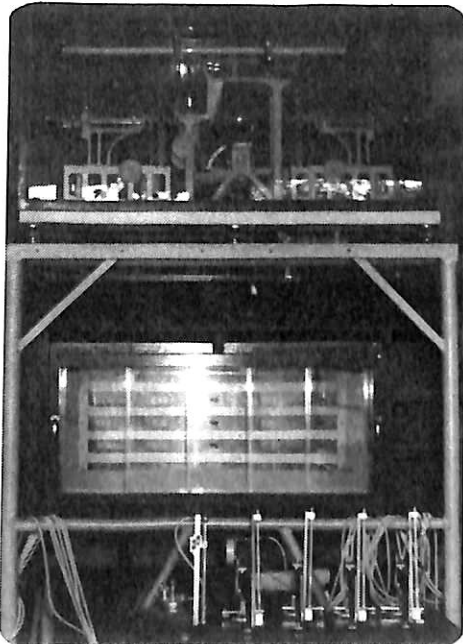


写真4 風洞



写真5 スラミング水槽

(1) 曳航水槽

長さ175 m、幅6 m、水深4 m、曳引車の寸法は7 m × 7 m、速力0.05 ~ 8 m/secであり、模型船の大きさは2 ~ 6 mである。ドックは2つあり、1つは没水体模型船用である。補助台車があって、模型船の伴流調査や海洋構造物の特殊の試験に用いられる。

造波機はマルチプランジャー型であり、各種の複合波が作れる。

(2) 操縦性能水槽

池を利用して作ったもので、底は浚渫し、側面は建造した。長さ110 m、幅90 m、水深3 mで、2.5 ~ 6.0 mの模型船を使っている。水槽の周りには沢山の木や建物があり、風の影響はあまりないようであった。

水槽の一端に3階建の小さな建物があり、模型船の無線操縦や軌跡の計測等を行う。建物の1階はドックになっていて、試験準備等を行う。

(3) 風洞

風洞は水平閉鎖型回流トンネルで、測定部の寸法は、高さ0.88 m、幅0.60 m、長さ2.0 mである。最高風速は、60 m/secで、3分力計が使用されている。

この風洞は主として、舵形状の調査を始め操縦性に関連する試験を行っており、操縦性能水槽と風洞の責任者は1人の女性教授であった。

(4) スラミング水槽

一般には水面衝撃水槽と呼ばれるものであって、水槽の寸法は、長さ10 m、幅5 m、水深4 mであって、タワーの高さは6 mである。模型船の最大幅は2 m、重量は500 ~ 1,000 kgである。

華中工学院が私のために用意した宿舍の部屋は、ドアを入ると応接室、左手に台所及び浴室、右側に寝室という大きなものであった。ロビーが禁煙であったので、5日及び6日の夜に私を訪れた工学院の人達との面談は応接室で行った。

工学院への訪問は、6日朝8時15分から行われ、お茶を飲みながら、資料の説明を受けた後、施設の見学を行った。

11時半から、ゲスト・ハウスの特別室で昼食会が行われ、私とCSSRCの楊氏を囲んで学院から6人の人が出席した。副学長の鐘氏も加わったが、程教授以外は英語は話せないようで、楊氏が通訳を勤めての会話が多かった。

昼食後、水運大学訪問に出発した。

3. 中国武漢水運工程学院 (Wuhan University of Water Transportation Engineering)

華中工学院は武漢市の南東部の外れにあり、水運学院は北東部にあるが、その間には大きな湖の東湖があるので、車は非常に大廻りとなり、かなりの時間がかかった。

水運学院に到着すると、早速応接室へ通され、主要な人に紹介される。副学長の呉 (Wu) 教授、外務事務所長の鄭 (Zheng) 氏のほか数人である。お茶を飲みながら、歓迎の挨拶や学院の紹介等があり、通訳は若い女性が勤めた。

敷地面積は40ヘクタール (約12万坪)、建物の総床面積は15万㎡であり、華中工学院よりかなり小さい。交通部 (Ministry of Communication) 直轄の大学で、1946年に組織された海事職業学校から発展したものである。1956年に現在の名前となり、工学関係の7つの学部を持っている。教授、助教授、講師、技術者等を含めた職員数は約1,000人、学生数は、大学院生、訓練生等を含めた全数で3,000人である。この大学は最近、ITTCのメンバーとして認められた。

研究施設としては次のようなものがある。

(1) 曳航水槽

長さ132 m、幅10.8 m、水深2 mで、幅が広く水深が浅い。川舟等の研究が主目的とすることである。曳引車



写真6 曳航水槽



写真7 操縦性能水槽

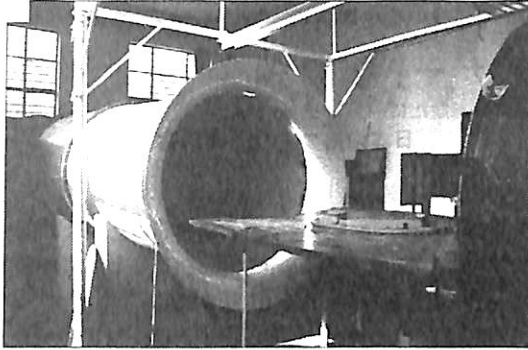


写真8 風洞

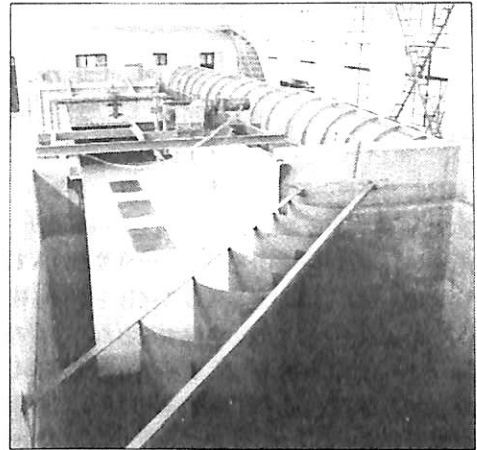


写真9 回流水槽

の寸法は、長さ12m、幅11m、高さ4mで、速力は0.065～6m/secである。

(2) 操縦性能水槽

長さ80m、幅50m、水深1.5mの戸外式のものである。

(3) 風洞

開口回流式のもので、計測部の直径は1m、長さは1.5mであり、風速は0～60m/secである。

(4) 回流水槽

水平循環式のもので、計測部の長さ6.5m、幅1.8m、水深0.9m、流速0.01～1.8m/secである。

(5) その他の施設

大型動静両用構造物試験台（長さ20m、幅9m）、船用推進軸動的試験台（軸長3.8m、軸径0.1m、回転数10～800rpm）、曲げ疲労試験機、スタンチューブ試験機、単筒試験エンジン、ターボチャージャー試験台、高周波

疲労試験機、電算機等である。

呉教授等の案内で施設見学を行った。曳航水槽は水深が浅いので大洋航行の船舶の研究には多少物足りない。華中工学院と同様に、2軸スケア船型の研究を行っているようである。

操縦性能水槽の周りはかなりオープンであって、風の影響を受け易いように思われた。風洞では帆船の研究も行っているようである。

施設の完成したのは、風洞1973年、操縦性能水槽1981年、曳航水槽と回流水槽1984年というように、比較的新しい。

夕方になって、漢口地区のレストランに行き、夕食を食べながら歓談した。

●新刊予約御案内●

(仮)『ケミカル/プロダクトタンカー技術資料』東大名誉教授 田宮 真 監修 船の科学編集部 編
B5判 上製本函入 本文約500頁 定価30,000円 (予約特価27,000円：当社直接お申込の方)

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、(a)基礎的な解説・資料、(b)最新の条約・国内法規の解説、(c)設計・建造・運航についての最新技術、(d)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20隻位、特徴的かつ最新のプロダクトタンカー16隻程を収録の予定である。

本書は3月末頃の刊行予定であり、造船・海運・関連工業の各位の皆様のお購入をお願い申し上げます。

●詳細につきましては船の科学編集部へお問合せ下さい。

●造船・海運各社の新事業シリーズ(3)

「第1回航海セミナー」を開催

—船のことをもっと知りたいあなたに—

日本沿海フェリー株式会社

今回は、海運界の新事業の例として日本沿海フェリー(後援(財)日本海事広報協会)の「第1回航海セミナー」(1月30日～2月1日)の紹介をする。新事業といってもフェリーの場合は、夏季は満杯になる旅客を冬季も確保したいところにフェリー会社の苦慮するところがある。今回のセミナーは本物の船好き、船キチを対象に据えたところに、特徴がある。(第2回航海セミナーは「柳原良平先生と新しい客船のプランを創ろう」が3月20日～3月23日開催され、また、第3回航海セミナーは「客船予備校I: Let's enjoy cocktail world」を5月2日～5月5日開催される。(詳細は同社へ問合せのこと。)

* * *

同社では、いままでにも、船を単なるモノやヒトを運ぶだけの器ではなく、「メディアとしての船」といった捉え方をして、様々なイベントやセミナーを開催している。

「メディアとしての船」のメリットとしては、次のようなことが考えられる。

- (1) コスト(運賃)が安い。
- (2) 展示会・コンサート等様々な企画が可能である。
- (3) オートバイや車を持ちこめる。
- (4) イルカの伴走やいつもとちがったアングルからの日本列島の再発見につながる体験をもてる。
- (5) 北海道到着までの時間を有効に利用して、研修・セミナー等に最適(航海教室、手旗信号教室、星座教室、修学旅行、社会人教育等)である。

また、同社でいままで催した例としては、次のようなものがある。

船上航海教室、洋上結婚式&ウェディングクルーズ、一日船長の旅、スキーツアー、修学旅行、洋上研修・青年の船、等。船そのものを利用したものと、北海道へのツアーとを組み合わせたものがある。

今回の催しは、船上セミナーと北海道へのツアーを一つのパッケージとしてあり、日程も土日を利用した参加しやすい構成となっている。

この「航海セミナー」は下表に示すように、講座の内容は、船舶概要・機関概要・通信概要のように船長石毛俊雄氏や機関長千葉喜久雄氏、通信長斉藤豊氏の講座の他に帆船「日本丸」の遠洋航海を体験した高永洋子氏の講演がスライド映写とともに行われた。また、船橋や通信室、機関室の見学やロープワーク等、1日でこなしきれない程盛りだくさんのカリキュラムであった。

「日程及びカリキュラム」(復路の道内行程は自由)

1/30 (FRI)	出航式		
1/31 (SAT)	第1講	朝食 船舶概要	船長 石毛 俊雄
	第2講	航海・通信概要	船長 石毛 俊雄
	第3講	昼食 機関概要	機関長 千葉喜久雄
	第4講	特別講義	翻訳家 高永 洋子
	第5講	ロープワーク・夜間船橋 休憩 夕食会 バブタイム(自由参加)	船長 石毛 俊雄
2/1 (SUN)	解散式 入港		

問合せ先 日本沿海フェリー株式会社 ☎03(574)9561
〒104 東京都港区新橋1-10-7 大和銀行ビル



ブリッジにて船長に六分儀の操作を学んでいる



船舶概要を講義中の船長

防 錆 ・ 防 食 の 事 例 (5)

濱 田 外 次 郎

8. 船尾部周辺から船体外板のカソード式防食

プロペラと船体との異種金属の組合せによって発生する船体のコロージョンを防止するため、船尾部外板防食用のアノードとして、Al 陽極や Zn 陽極が用いられており、その配置、取付数などの防食設計基準（後述する）は既に確立している。ここ迄に至る間のいろいろな経緯をふりかえりながら変遷を述べて見よう。

8・1 低品位亜鉛陽極から高純度亜鉛陽極の時代

船舶の電気防食法の歴史は極めて古く、1・1で述べたように1820年代に英国のDavyが英海軍の船に亜鉛を取付けて外板（銅板）の海水による腐食を防止したことに端を発しており、その後艦底には保護亜鉛（Protective Zinc）をつけることが常識となり今日まで続いている。また、蒸気缶に取付ける習慣からボイラージंकの名称を生んだ。

初期の低品位亜鉛陽極には不純物が混入されていたため自己腐食を生じ、発生電流効率が低下したり、腐食生成物が表面を覆ったり、陰極金属との間の有効電位差が失なわれたりするため、流電陽極としてこのような性質がマイナス要素となっており、十分な効果を上げられなかった。

(注) 一般に金属は、腐食生成物が表面を覆うため激しく腐食しないわけで、耐食性銅合金や、耐候性鋼等はその性質を強化したものと見える。

昭和30年頃の輸出船で船主要求により、船尾部の保護亜鉛および復水器カバーに取り付ける亜鉛板に替えて、Swedish Ironを取り付けた例があるが、炭素0.03%クラスの純鉄であり、当時のボイラージंक Gradeの亜鉛陽極の効果が乏しかったためであった。また現在、銅系機器の（復水器、熱交換器チューブなど）防食に純鉄製アノードが再登場したこともCuの防食にはFe、Feの防食にはZnを主唱した思い出もなつかしい。

高純度亜鉛（99.99）は、自己腐食率を少なく、且つ陰極金属との間の有効電位差は、ボイラージंकのそれより大きいため、現在のような純度の高い母材金属に、特殊の金属を配合した新合金が次々と出現する糸口を付けた。

8・2 船体外板部分のカソード式防食

銅合金製のプロペラと舵部、船尾部の鋼との間における電食（Galvanic corrosion）の防止が主だった時代から、船体外板没水部分全域に対するカソード式防食（Cathodic protection）の時代となって来た。その場合、カソードとなる船体部分の塗膜の条件（下地処理・塗料の種類と塗膜厚）、とアノードの性能、取付数と配置の検討が進められ設計基準が決められて来たのであるが、それまでに、いろいろな実験を行って来たので紹介する。

(1) 船体電位の測定とテストピースによる腐食量の測定

新造船の艤装期間中の船体電位の測定は、2つの目的のために行われる。その1つは船体に併用した電気防食法、例えば、防食用亜鉛陽極がどの程度有効に作用しているかを知るためであり、他は船体没水部分の塗膜の管理上から、防食電位を測定して塗膜の状態を推定するためである。船体電位は図11に示すような要領で測定する。

鋼の海水中における防食電位は飽和甘汞電極基準で、 -770mV 以下に分極することが必要で、防食状態にあるかどうかの判断の基準となる。塗膜が劣化するにしたがって、船体電位が上昇する傾向を示す。重防食塗装系

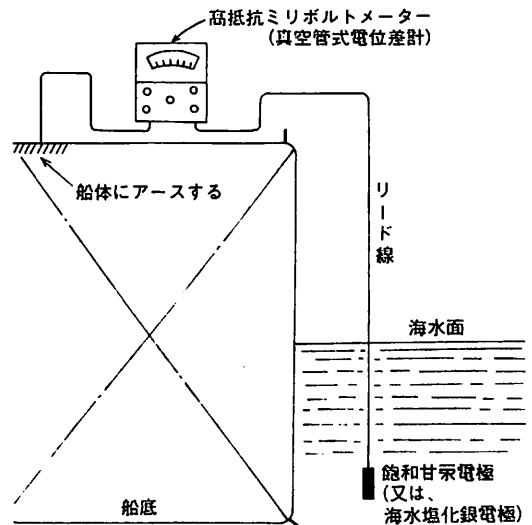


図11 船体電位の測定の方法

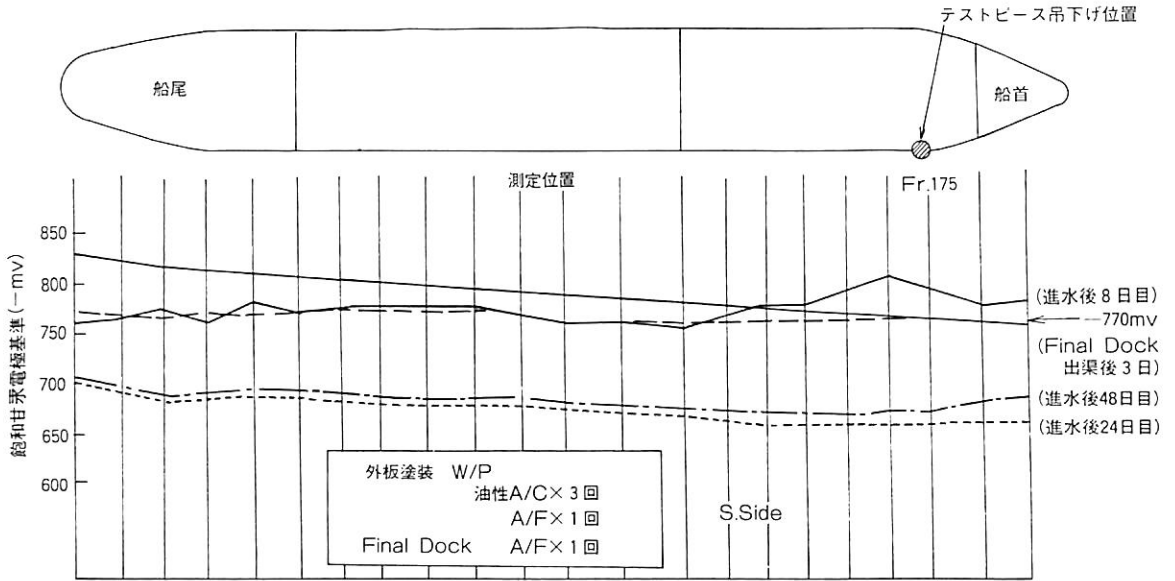


図12 S丸船体電位分布図

を適用した場合には、アノードの取付数が同一の場合でも、一般塗装系適用の場合よりも船体電位の下降が示される。これは重防食塗装系の方が塗膜の耐水性が良いことに起因している。

筆者が昭和34年頃に行った一例を紹介し参考に供することにする。

船体外板塗装、W/P、油性A/C 3回、A/F 1回の進水後8日、24日、48日の3回、Final Dock出渠後の3日目の計4回、船体電位を測定し、その結果を図12の船体電位分布図にプロットした。

また同時に、写真2に見られるような、3.2×100×100mmの軟鋼板を船体に通電したものと、絶縁したものの2組を海水中約3mに吊り下げ、41日間浸漬した場合の腐食量を表36に示した。その結果船体電位とテストピースの腐食量の関係はよく一致し、且つ船尾部だけに取り付けられた防食用亜鉛の効果は約160m位先迄の距離に及んだことを確認することが出来た。

(2) 船体の凹入部に対する電気防食の実験

船体に対してカソード式防食を効果的に実施するためには種々な条件を満足させなければならない。例えば船

表36 テストピースの腐食量と腐食抑制率の関係

	腐食量	腐食抑制率(%)
通電 テストピース	0.40 g	86
不通電 "	2.89 g	0

注) Fr. 175 付近の吊下げ位置の船体電位は平均-710mV/S.C.Eであった。

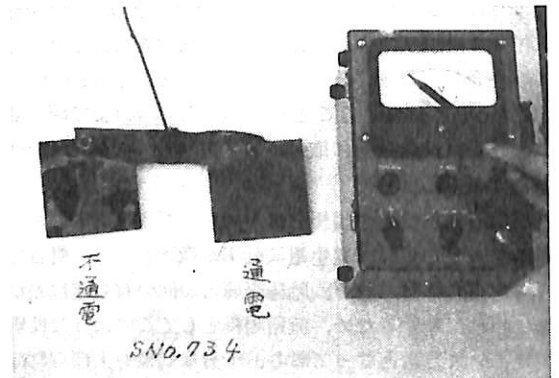


写真2 通電(右)・不通電(左)テストピースとメーター

体の凹入部および開口部に対し、遠方からの防食が不十分な場合には、これらに対する局部的保護を考慮する必要がある。シーチェストのような船体凹入部における電気防食設計指針を得るため実験を行うことになった。

(a) シーチェストの防食計画

シーチェスト内の鋼面の腐食は主として、次の条件により左右される。イ) 銅および銅合金の表面積。ロ) シーチェスト内部の塗装条件。ハ) 海水吸入速度、海水温度で、一応船体外板部と別に考慮しなければならないと考え、漸的に表37に示す防食亜鉛板の取付数を算出した。

(b) 実験方法

防食するシーチェストと非防食のシーチェストを進水前に選び、夫々の内部に飽和甘汞電極を固定し、更にテ

ストピースにより腐食量が求められるように計画した。

図 13 は、Zn 防食していないシーチェストを示し、照合電極③は通電した無塗装のテストピースの近傍に固定し、④は船体外板と同一に塗装したシーチェストに近接させてあるので、これらの自然腐食電位を知ることが出来るようにした。

図 14 は Zn による電気防食を併用したシーチェストを示し、照合電極①は通電されている無塗装のテストピースの近傍に固定、②は船体外板と同一に塗装したシーチェストに近接させ、夫々、Zn 板からの距離 200mm、300mm に位置させこれらからの分極電位を測定出来る様計画した。

図 15 に通電、不通電のテストピースの取付要領を示す。

① シーチェストのグレーチングは、何れも亜鉛メッキが施され、取付はボルト締付方式がとられている。

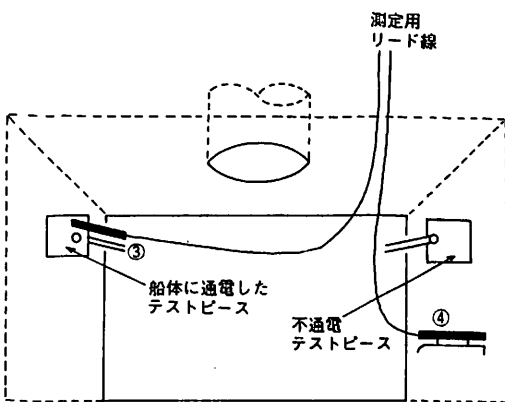
(c) 実験結果

(i) 電位測定結果

電位測定は進水した翌日から、ファイナルドックまでの 120 日間測定し、その結果を図 16 に示した。

(ii) 腐食量測定結果

入渠、Dryup、約15時間後にテストピースを取外した。その時のテストピースの腐食状況を写真 3 に、また腐食生成物の除去を行って腐食減量を求め、表 38 に示した。



③ 飽和甘汞電極…通電した無塗装のテストピースの近傍に固定
④ 飽和甘汞電極…塗装したシーチェストに近接して取付けた

図 13 Zn防食をしないシーチェスト

(Fr. No.50~51, in D. BM S)

表 37 シーチェストの防食亜鉛板の取付数の算出

取付位置	亜鉛アノード個数 $\frac{a \times n}{b \times n} \times 1$	防食面積 (㎡)	カソード/アノード面積 ※2	防食電流密度 (mA/㎡)
Fr. 26~27(S)	$a \times 1$	4.70	96	32 ~ 85
" 35~36(P.S)	$a \times 1$	4.30	87.7	35 ~ 93
" 47~49(P)	$a \times 5$	20.60	84.1	36 ~ 97
" 49~51(")	$a \times 4$	16.50	84.2	36 ~ 97
" 50~51(")	$a \times 3$	12.25	83.3	37 ~ 98
" 50~51 (in D, BM. (S))	$a \times 1$	3.89	79.4	39 ~ 103
" 50~51 (upp. Part S)	$b \times 1$	2.57	112	39 ~ 97
" 54½~55(S)	$b \times 3$	5.25	76.1	57 ~ 143
" 56~57(P)	$b \times 3$	5.57	80.6	54 ~ 135
" 108½~109(S)	$a \times 1$	3.15	64.2	48 ~ 127

※1: Zn寸法 a = 300 × 150 × 20 …… 0.15 ~ 0.4 amp.

と出力 b = 200 × 100 × 20 …… 0.1 ~ 0.25 amp.

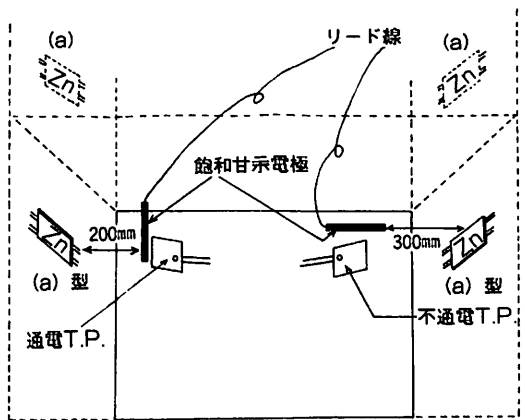
亜鉛板からの発生電流密度は、取付け個数、取付間隔、海域の水質、その他船体の状態によって異なるが、一般には1㎡あたり0.3~1mAの数値が適用されている。(昭和33年2月 日本工業規格(案)鋼船船体防食亜鉛板)

※2: シーチェスト防食面積/合計亜鉛アノード面積

(ii) Docking した時のシーチェストの防食状況

電気防食を併用したシーチェスト、および無防食のシーチェスト共に内部の塗膜には著しい差異は認められなかった。

しかし防食してある方の海水吸入弁は無塗装にかかわ



① 通電されている無塗装のテストピースの近傍に固定したZn板から200mm

② 塗装したシーチェストに近接して取付けたZn板から300mm

図 14 Zn防食を行ったシーチェスト

(P. side Sea chest Fr. No.49~51)

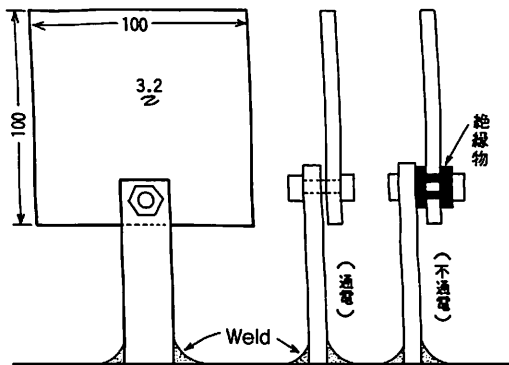


図15 テストピース取付要領

らず、薄黄色の鉄錆の発生を認める程度（これは dry up した時に発生したもので、可成り良好な防食状態にあった。防食用亜鉛の表面には何れも亜鉛の腐食生成物やフジツボが付着していた。

(d) 実験結果の考察

(i) 電位測定結果

図16の電位-時間曲線に見られるように、Zn 防食を併用した、シーチェスト内部は76日以降リード断線のため測定出来なかったが、この間、無塗装のテストピース

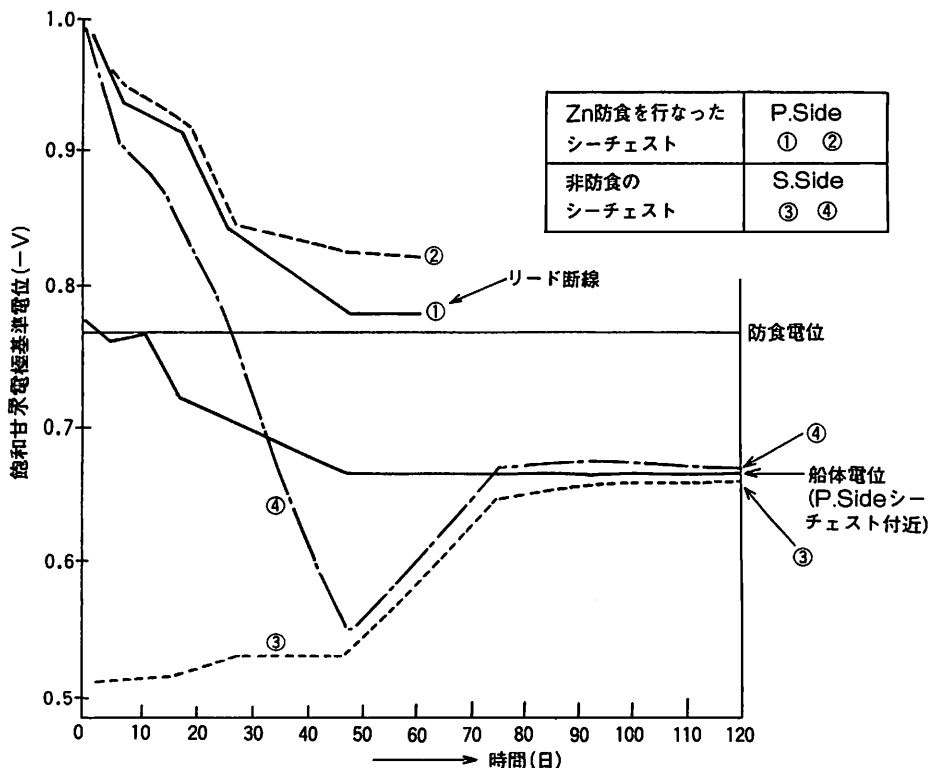


図16 電位-時間曲線

表38 試験片の腐食量

		120日間の腐食量 (g)	
防食したシーチェスト	左舷	通電	0.01
		不通電	8.92
無防食のシーチェスト	右舷	通電	2.96
		不通電	8.81

の電位は -985 ~ -785 mV を示し、塗装されたシーチェストの電位は、-985 ~ -825 mV を示して、共に完全に防食電位を保った。その後、電位の上昇傾向については、8・3において解説する。

無防食シーチェスト内の無塗装 T.P. の電位は -470 ~ -650 mV、また内部の電位は -995 ~ -660 mV を示している。シーチェスト内部の電位が初期に著しく低く分極しているのは、(b)の実験方法で注記したようにグレーチングの亜鉛メッキが締付ボルトを通じて船体と接続し、当初陽極として作用したもので、以降両者共海水中における鋼の自然腐食電位を示している。

(ii) 腐食量測定結果

表38に試験片の腐食量を示したように、亜鉛防食を

実施したシーチェスト内部の通電テストピースは120日間でわずか0.01 gr 腐食したにすぎず完全に防食されている。(写真3参照)

一方、無防食シーチェスト内部の通電 T.P. は 2.96 gr 腐食している。また両者共不通電 T.P. は、夫々 8.81 ~ 8.92 gr 腐食し、この間における海水中の腐食量を示した。これらの関係は(4)の電位測定の結果と良く一致している。

(4) 船体電位とシーチェスト内部の電位との関係

この実験の間、P.side sea chest 付近の船体電位を測定した結果は -778 ~ -655 mV を位し、P.side sea chest (亜鉛防食している) 内部の電位より -200 ~ -130 mV 高くなっている。このことから考えて凹入部に取付けた亜鉛からの防食電流の影響は船体外板部分に及ばず、逆に外板外面に取付けた亜鉛陽極の影響は、シーチェスト内部に及ばないことがわかった。

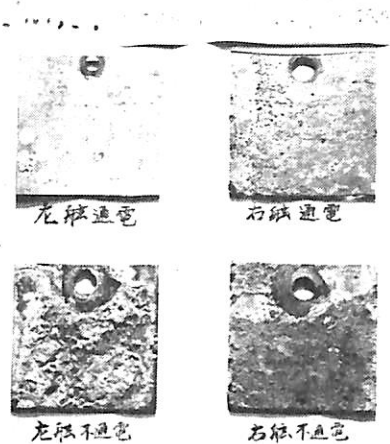


写真3 通電テストピース (上2点) と不通電テストピース

ニュース

ニュース

6 気筒で 500 kW を実現
高速ディーゼルエンジン 2 機種発売

三菱重工業株式会社は、水冷4サイクルディーゼルエンジン「S6R」、「S6R2」の2機種を開発、2月中旬販売を開始した。直列6気筒エンジンで、このクラスでは最高レベルの500 kWの出力を誇るコンパクト・高出力エンジンである。

発売するエンジンは、排気量が24.5ℓのS6R-PT、S6R-PTA、S6R-PTKの3タイプ、30ℓのS6R2-PT、S6R2-PTA、S6R2-PTKの3タイプの合計6タイプ。

常用発電機として使用した場合、従来は12気筒エンジン船用エンジンの主な仕様

機 種	S6R2F-MTK	S6R2-MTK
形 式	水冷、4サイクル、直噴式 排気ターボ過給機付、空気冷却器付	
シリンダー数	直 列 6	
シリンダー径×行程 (mm)	160 × 220	170 × 220
総 排 気 量(ℓ)	26.5	30.0
実用最大出力 〔軽作業〕(PS/rpm)	720 / 1,450	792 / 1,450
乾 燥 重 量(kg)	3,900	3,900

ンでカバーしていた500 kWという出力を、50Hz、60Hzとも6気筒で実現した画期的なエンジン。このため1馬力当たりの重量もS6Rで2.7 kg、S6R2で2.8 kgと大幅に軽量化されている。

加えて、同社が独自に開発したP S形燃料噴射ポンプを採用、このクラス最高レベルの燃料消費率を誇り、1馬力1時間当たりで、S6Rで150 g、S6R2で145 gを達成、非常に効率の高いエンジンとなっており、常用発電機、建設機械用など幅広い適用が可能となっている。

また船用主機として実用最大出力(軽作業)792 PSを誇るS6R2-MTKを開発した。このエンジンは他社の追従を許さぬ実用最大出力(軽作業)720 PSの高出力を実現し、19トンの漁船にも搭載可能なコンパクト設計で、超低燃費「低燃費適合機関」であるロングストロークのS6R2F-MTKの姉妹機で、21トン以上の漁船および商工船向けに販売する。

●お知らせ

3月9日~18日

『第2回・日本の海洋画展』を開催

併 展 海に生きる者のインターナショナル絵画展
特別出品 高橋英吉
場 所 銀座アートホール
東京都中央区銀座8-1-10 ☎ 03 (571) 5170
主 催 (財)全日本海員福祉センター
東京都港区六本木7-15-26 ☎ 03 (475) 5390
後 援 朝日新聞社

●船舶用塗料について

<その19>

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

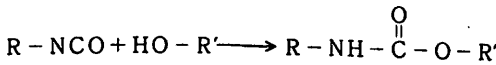
(4) フェノールエポキシ樹脂塗料

ノボラック樹脂にエピクロルヒドリンを反応させ、グリシジルエーテル化した樹脂をノボラック形エポキシ樹脂といい図3・5のような構造をもつ。

この形の樹脂は、前述のビスフェノールA系エポキシ樹脂に比べて官能基が多く、また芳香族含有量も多いため、耐熱性、耐化学薬品性、接着力も優れている。ノボラック形エポキシ樹脂には、フェノールノボラック形(R=H)と、オルソクレゾールノボラック形(R=CH₃)がある。これらの樹脂は上記のような利点をもつが、一方硬化時の収縮ひずみが大きく、船舶のタンク用塗料としては剛直すぎて物性に欠ける面がある。プロダクトキャリアなどに使用されている、いわゆるフェノールエポキシ塗料はビスフェノールA形エポキシ樹脂とフェノールノボラックエポキシ樹脂を重合したタイプが多い。

(5) ポリウレタン樹脂塗料

ポリウレタン樹脂塗料は硬化塗膜中にウレタン結合を有する塗料で、大別して4種類ありそれらの塗膜形成機構も異なる。タンクに用いられるものは2液形でいわゆるD/Dラッカーと呼ばれている。イソシアネート基(-NCO)をもつイソシアネート化合物と水酸基(-OH)をもつポリエステルまたはポリエーテルプレポリマーを塗装直前に混合して使用する。NCO基とOH基が橋かけ反応してウレタン結合を生じる。



付着性、耐薬品性、耐摩耗性にすぐれ速乾型である。

イソシアネート基は湿気の影響を受け易く、夏期高温多

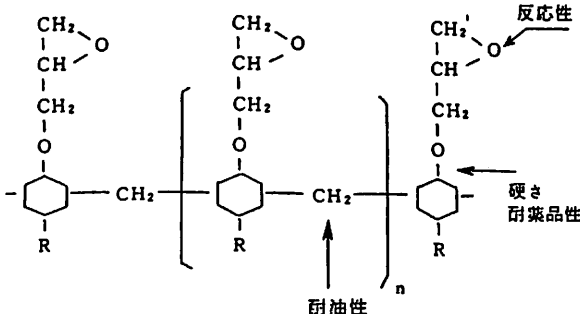


図3・5 ノボラック形エポキシ樹脂の基本的構造式

湿時での使用には問題が多い。

(6) 変性エポキシ樹脂塗料

タールエポキシ樹脂塗料は防食性が優れているため重防食塗料として広く使用されているが、反面コールタールを含有しているため色相が限定され、異種塗料を上塗りするとコールタールがブリードする。またコールタールによる皮膚炎症などの欠点がある。昭和47年にコールタールが特定化学物質に指定されたこともあり、コールタールに代る原料(タール代替品)を使用した塗料が市販されている。この種の塗料は当初“カラータールエポキシ樹脂塗料”または“ノンブリード形タールエポキシ樹脂塗料”と呼ばれているが、現在変性エポキシ樹脂塗料に統一されているようである。

変性エポキシ樹脂塗料はタールエポキシ樹脂塗料のコールタールを他の淡色の樹脂に置き換えた塗料であるが、タールエポキシ樹脂塗料に比べると耐水、耐塩水性がやや劣るため主にカーゴホールドなどの非没水部に多く使用されている。

3・3・3 タンク用塗料の性能比較

以上、各種タンク用塗料について概要を述べたが、これら塗料の性能比較を表3・14に示した。なおエポキシ、フェノールエポキシ、ポリウレタン、無機ジンク塗料については、3・5プロダクト/ケミカルタンカーの項で詳述する。

3・3・4 タンク用塗料の試験方法

性能試験は付着、衝撃、屈曲などの物理的耐性試験と耐水、耐油、耐溶剤、耐薬品性などの化学的耐性試験に大別される。本項では、規格試験2件および浸漬試験について一般に採用されている項目について述べる。

(1) 規格試験

(a) JIS K 5664 “タールエポキシ樹脂塗料”

既述の通り、JIS K 5664ではタールエポキシ樹脂塗料を1,2,3種の3種類に分類し各々の用途に準じた試験を規定している。すなわち耐油、耐薬品性の優れた1種と耐水、耐塩水性の優れた2,3種とでは試験項目と内容が異なる。表3・15にその項目と内容を示す。

表3・14 各種タンク用塗料の性能比較

項目	塗料		エポキシ	タールエポキシ	無機ジソク	
					水溶性	アルコール溶性
作業性	下地処理グレード		◎Sa 2.5	○Sa 2 以上	× Sa 3	△ Sa 2.5 以上
	ショップライマーとの適合性		○	○	△ (1)	△ (1)
	乾燥性		○	△	◎	◎
	安全性	火気衛生	×	×	◎	×
			△(溶剤アミン)	×(溶剤アミン) ×(ホルタル)	△(亜鉛)	△(亜鉛)
塗膜性能	耐候性		△チョーキング	×	△白サビ	△白サビ
	防食性		○	◎	△ (2)	△ (2)
	耐原油性		○	○	△ (3)	△ (3)
	耐白油性		○	×	◎	◎
	耐酸、耐アルカリ性		△	△	×	×
	耐摩耗性		○	△	◎	○
	耐熱性		△	×	◎	◎
	上塗り性		△	×	△ (4)	△ (4)
適用場所	バラスタック		○	◎	△ (2)	△ (2)
	原油タンク		◎	◎	△ (3)	△ (3)
	ホルド		○	○	○	○
	デッキ		○	×	○	○

注1:評価 良◎>○>△>△>× 不良

2:上記は一般的傾向を示したもので、組成により若干異なる。

3:補足説明

(1) 有機系ショップライマーは不適

(3) 硫黄分の多い原油は不可

(2) 海水中で徐々に消耗

(4) 白サビの除去、ミストコート方式、タイコートなどを要す

表3・15 JIS K-5664 “タールエポキシ樹脂塗料” における試験内容⁶⁾

項目	種類	1 種	2 種	3 種
容器の中での状態	混合性	主剤・硬化剤ともに堅い塊がなくて一様になること。		
作業性	乾燥時間	均等に混合すること。		
乾燥時間	塗膜の外観	エアレスプレー塗りの作業に支障がないこと。		
塗膜の外観	ポットライフ(h)	見本品に比べて流れ・穴・しわの程度が大きくないこと。		使用できる時間が5以上であること。
ポットライフ(h)	耐屈曲性	使用できる時間が3以上であること。		
耐屈曲性	耐衝撃性	直径10mmの棒の周りに沿っての折り曲げに耐えること。		
耐衝撃性	冷熱繰り返し試験	300mmの高さから500gのおもりを落としたとき、おもり衝撃で割れ及びはがれができないこと。		
冷熱繰り返し試験	耐アルカリ性	-20℃と80℃との冷熱の繰り返しを3回行っても塗膜に異状がないこと。		
耐アルカリ性	耐酸性	水酸化ナトリウム溶液(5w/v) 多に168時間(7日間)浸しても異状がないこと。	水酸化ナトリウム溶液(5w/v) 多に120時間(5日間)浸しても異状がないこと。	水酸化ナトリウム溶液(5w/v) 多に72時間(3日間)浸しても異状がないこと。
耐酸性	耐揮発油性	硫酸(5w/v)多に168時間(7日間)浸しても異状がないこと。	硫酸(5w/v)多に120時間(5日間)浸しても異状がないこと。	硫酸(5w/v)多に72時間(3日間)浸しても異状がないこと。
耐揮発油性	耐油性	試験用3号揮発油に48時間(2日間)浸しても異状がないこと。	-	-
耐油性	塩水噴霧試験	-	灯油に168時間(7日間)浸しても異状がないこと。	-
塩水噴霧試験	耐湿性	120時間(5日間)の塩水噴霧に耐えること。		
耐湿性	混合塗料中の加熱残分%	温度50±1℃, 相対湿度95%以上で120時間(5日間)の試験に耐えること。		
混合塗料中の加熱残分%	エポキシ樹脂の検出	60以上		
エポキシ樹脂の検出		エポキシ樹脂が存在すること。		

備考1: はけ塗りで使用することが明らかな場合には、はけ塗りで試験を行う。

2: アルミニウム顔料を含む場合は、その塗膜が直接薬品類に触れるところに使用しないので、耐アルカリ性及び耐酸性の試験は行わない。

(b) MIL-P-23236 (SHIPS) Paint Coating Systems, Steel Ship Tank, Fuel and Salt Water Ballast.

米軍のタンク用塗料の規格で、塗料を下記の4クラスに分けて適用している。

- Class 1 - Epoxy
- Class 2 - Coaltar-Epoxy
- Class 3 - Silicate, phosphate or silicate zinc
- Class 4 - Urethane

浸漬試験(サイクルテスト)の項目と内容を表3・16に示す。

(2) 一般的な試験項目

(a) 防食試験

① 耐水, 耐塩水試験

清水または3%塩水に常温または40~60°Cで浸漬し、経時後の塗膜状態、付着性を調査する。

② 塩水噴霧試験

JIS K 5400 7,8の塩水噴霧試験に準ずる。

③ 塗膜インピーダンス測定

本試験は、塗膜の劣化度を定量的に表わすことができるため、よく採用されている方法である。塗膜のインピーダンス測定は図3・6の装置によって3%塩水に浸漬された塗膜の電気抵抗と電気容量を測定し、次式によって $\tan \delta$ (誘導損失角) や吸水率を算出し塗膜の劣化度を調査する。一般に $\tan \delta$ が0.2以下の場合は耐塩水性の優れた塗料とされている。

$$\tan \delta = \frac{1}{2\pi f \cdot R \cdot C}$$

- f : 周波数 (Hz)
- R : 電気抵抗 (Ω)
- C : 電気容量 (F)

$$V_x = \frac{100 \log (cm/cm_0)}{\log 80}$$

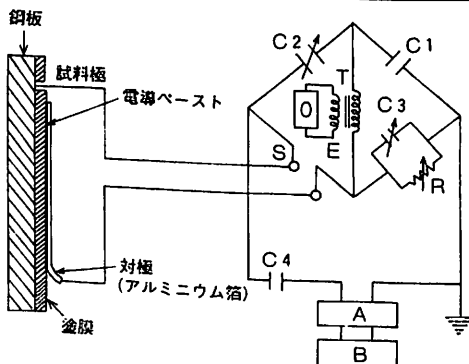


図3・6 塗膜のインピーダンス測定回路⁹⁾

表3・16 MIL-P-23236の浸漬試験(サイクルテスト)の項目と内容⁸⁾

項目	内容
塩水浸漬	3%塩水に27°Cで7日間浸漬する。
芳香族系溶剤浸漬	ベンゼン 5 Vol% } 左記配合の混合溶剤に27°C トルエン 20 " } で7日間浸漬 キシレン 15 " } する。 ナフサ 60 " }
塩水浸漬	3%塩水に80°Cで14日間浸漬する。
塩水噴射	3%塩水を80°Cで塗膜面に10秒間噴射する。 ノズル: 口径3/16インチ 圧力: 25P. S. L 距離: 1/2~2フィート

注: 上記を1サイクルとし、20サイクル試験を行う。

V_x : 吸水率 (vol%)

cm_0 : 浸漬直後の容量値 (μF)

cm : 時間経過後の容量値 (μF)

$\log 80$: 水の透電恒数

また周波数を変えてインピーダンスを測定し、電気抵抗、容量の周波数特性によって塗膜の劣化度の診断ができる。図3・7は塗膜劣化状態と電気抵抗、容量の周波数特性を示す。

④ 温度勾配浸漬試験

塗膜のフクレ発生の促進試験として、図3・8のように塗膜側と裏側に温度勾配をつけて、液浸透による塗膜のフクレ発生状態を調査する。

(b) 耐溶剤, 耐薬品試験

① プロダクト/ケミカルタンクで積載される各種プロダクトに対する耐性試験で、通常は常温で浸漬するが加温を必要とするプロダクト(原油, 重油, 油脂類など)

R : 可変抵抗

C1, C2 : 可変コンデンサー

C3, C4 : コンデンサー

O : 発振器 (200, 500, 1,000 Hz)

T : 変圧器

A : 増幅器

B : 示波器

S : 試料極

E : 対極

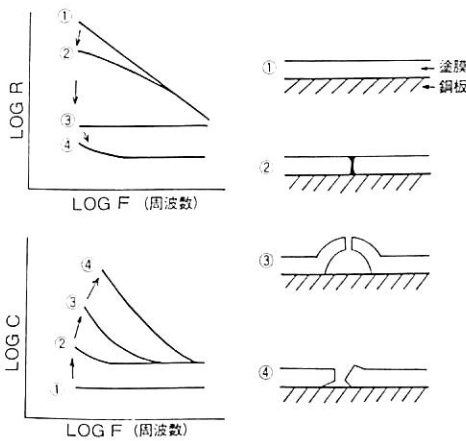


図3・7 塗膜劣化状態と電気抵抗・容量の周波数特性⁹⁾

については加温状態で試験を行い、経時後の塗膜状態と付着性を調査する。

② 各種プロダクトの交番浸漬試験

各種プロダクトに交互に浸漬し、経時後の塗膜状態と付着性を調査する。

③ プロダクトと塩水の交番浸漬試験

プロダクトと塩水を交互に浸漬し、経時後の塗膜状態と付着性を調査する。

参考文献

- 1) 山口 隆, 清水 固: 石油製品の知識, 幸書房
- 2) A.R.Cook et al: Materials Protection, Vol.1,

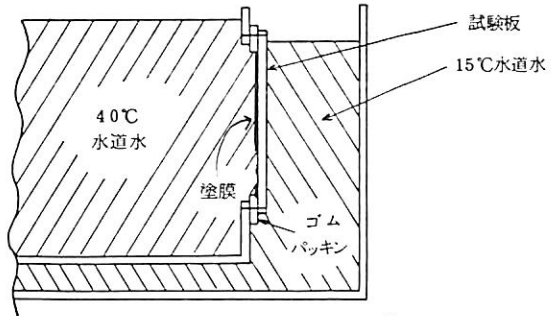


図3・8 温度勾配浸漬試験装置例

No.11 (1962)

- E.E. Nelson: Corrosion Vol. 17, No.10 (1961)
- C.P. Dillon: Corrosion Vol. 11, No. 9 (1955)
- W.B. Jupp: Corrosion Vol. 9, No.11 (1953)
- A.B. Kuny: Corrosion Vol. 9, No.11 (1953)
- A. Logan: "Corrosion Control in Tanker" Shell Tanker Ltd.

栄他: 防蝕技術, Vol. 9, No. 9 (1960)

- 3) 日本造船学会編: 塗装工作法, 海文堂
- 4) 赤沢 茂: プラスチックマテリアル 1977, [2] 36
- 5) D.W. Brooker: J.O.C.C.A 1969 [11]
- 6) JIS K-5664 "タールエポキシ樹脂塗料"
- 7) 中国塗料技術資料 "無機ジंक塗料と塗装"
- 8) MIL-P-23236 (SHIPS) Paint Coating Systems, Steel Ship Tank, Fuel and Salt Water Ballast.
- 9) 日本鋼構造協会: JSS IV 03-1982 鋼橋塗膜調査

新刊紹介

新刊紹介

『タンカー事故防止対策と港湾計画』

田尻宗昭 著

A 5版・上製本・210頁・定価2800円(送料300円)

タンカー事故は、大規模な爆発、火災をまねきやすい。ましてや主要港湾で発生すれば被害ははかりしれず、その防止対策は国家的重要課題といえる。

しかし、タンカーの急速な増大や大型化、巨大プロジェクトの推進等、海上交通環境の激変に対して、港湾計画が充分に対応しきれず、これまで防止対策は、もっぱら「船舶運航」の技術論に重点が置かれ、「港湾土木」との密接な関連で考えられる事が、極めて少なかった。

本書は、この両者に接点を求め、関係官庁の報告書、専門機関の文献等、膨大な資料を調査、分析し、これらを忠実に引用、活用することで、客観的に問題点をほり



起こしたものである。公害Gメンとして海の安全に努めてきた著者が、一触即発にある主要港の現状にメスをいれ、悲惨な事故から海の仲間を守る為に、海上災害の防止と海の安全政策の強化に、いささかでも資すればと念じて執筆したという。

なお、本書はその内容の論文によって、著者が東京工業大学より工学博士号を授与されたもので、永年の研究成果をまとめたものである。

●お知らせ 62年3月中旬発行予定

(社)日本海難防止協会 編

『ケミカル排出規制Q & A 100』

A 5判 132頁 750円(〒250円)

発行所 株式会社 成山堂書店 〇3 (357) 5861

〒160 東京都新宿区南元町4番51

<その30>

第2章 商船の電気機装・電気機器

徳永 勇*

5. 電動甲板機械の変遷

本節では、直流電動ウインチ、直流電動ウインドラス、直流電流キャブスタン及び全電気式操だ装置についての変遷を主として記述する。交流式は金剛丸が交流船であるためこの分の概略を述べる。

5・1 電動ウインチ

我が国の船舶で最初にこれを装備したと思われる船は、三菱長崎造船所で大正12年に建造の日本郵船会社の貨客船白山丸（GT 10,380トン）における一等客室の上部の荷役ウインチを試みに騒音防止のため電動式にしたことである。これは、イギリスのサンダランド・ホージ・アンド・エンジニアリング社の2tウインチ4台であった。

その後、船舶がディーゼル船及び電化船となるにつれて、甲板機械類も電動化されていった。

直流電動ウインチの世界的に代表的のものは、イギリスのローレンス・スコット社の製品である。その特長とする点は次のようである。

(1) fool proof に製作されているため、

どのような苛酷の取扱いにも耐える。

- (2) ウォームギヤを採用しているため、運転が静かで騒音が少ない。
- (3) 据付け作業が簡単で、外部ケーブルを2本接続すればよい。
- (4) 負荷選択継電器 (load discriminator) が付いてあるので、軽負荷であれば、4ノッチのスピードが自ら5ノッチのスピードになる。図2・38の5はこれを示す。なお図2・39の電路接続図を参照されたい。
- (5) 電磁ブレーキの構造が円盤形であるから、急にブレーキをかけても荷に衝撃を与えない。
- (6) 電源が切れるとブレーキがかかるが、手動でこれを積放できる。
- (7) 電気部品が苛酷の使用に耐え、かつ、雨天のときにも容易に分解手入れができる装置が別に付属されている。

*日本船用機関調査研究委員会 電気専門委員会委員長

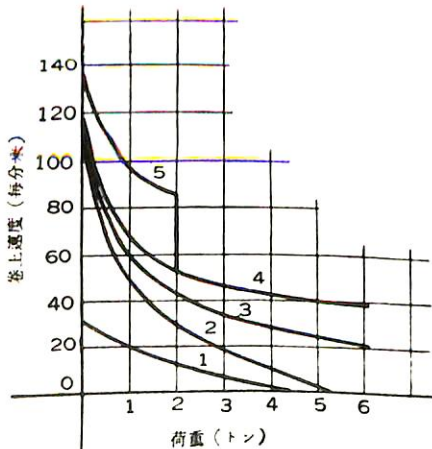


図2・38 5トン電動ウインチの荷重—速度特性曲線 (ローレンス・スコット)

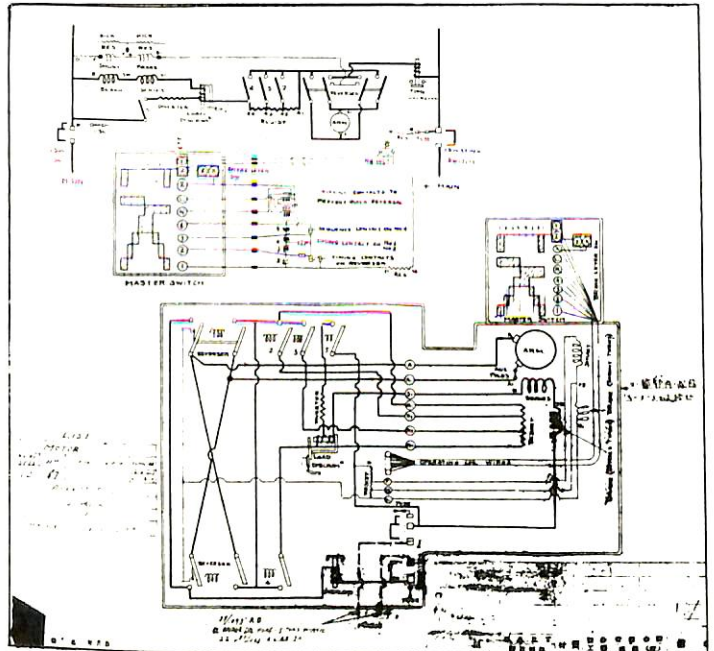


図2・39 5トン電動ウインチ電路接続図 (ローレンス・スコット社)

以上のような構造と性能のウインチであるため、古くから我が国の船舶はこれを採用した。その理由は、一般に巻上げ機類はスチーム・エンジンの特性が最適とされていたので、これに匹敵するところからである。

三菱電機会社は、いち早くこの形式の電動ウインチを研究していた。

そして、大正15年に大阪商船会社のもんてびでを丸級(7,267 GT)の貨客船に三菱電機会社は初めて⁴⁸⁾、2t、135フィート毎分、28馬力、220V DCのウインチ13台を搭載した。次いで、昭和4年に大阪商船会社の貨客船ぶえのすあいえす丸(9,626 GT)には、三菱造船会社と本格的に共同研究した三菱電機標準電動ウインチのうち、3t、100フィート毎分、30馬力、220V DC、のウインチ14台を搭載した。

以上はローレンス・スコット形電動ウインチであるが、このほかに、スウェーデンのアセア社及びドイツのシーメンス社形の電動ウインチがある。

これは、前者と異なる点は、ウォームギヤ式に反してスパークギヤ式を採用し、円盤形ブレーキに反してバンドブレーキを、また、管制器が機上形に反してスタンド形で適当な位置へ設置できる。また、巻き下しの際には発電制動がかかるので、10台以上のウインチが動作状態になれば約30%の電力が返還されるということである。

昭和5年に浦賀船渠会社で建造の国際汽船会社の鞍馬丸(6,769 GT)には、スウェーデン・アセア社製のスパークギヤ式の電動ウインチ3tを12台、5tを3台ほかに5tのムアリングウインチ1台を搭載した⁴⁹⁾。

このスパークギヤ式ウインチを昭和3年に、東京芝浦製作所が直巻直流電動機を使用した3tの電動ウインチを初めて製作し、三井物産会社の貨物船高見丸(1,992 GT)に搭載した。

昭和4年には富士電機会社がシーメンス式電動ウインチ3t、2台を初めて製作し、大阪商船会社の貨物船しどにい丸(5,436 GT)に搭載した。

次に、昭和6年には、日立製作所会社が初めてスパークギヤ式2.5tの電動ウインチを製作して播磨造船所へ納入した。

以上のように昭和の初めには、大手電気メーカーはそれぞれ船用電動ウインチを一通り製作経験をもって将来に望むことになった。

昭和11年になって、交流船の金剛丸(7,105 GT、4・1・6参照)が登場したため、電動ウインチは交流式となった。交流電動ウインチの製作は、我が国としては最初のものであることから、三菱電機会社はこの製作には非常なる苦心を払ったようである⁵⁰⁾。

結局、電動機はかご形誘導電動機とし、速度は4、8、16、32、極の極数変換式として4段速度としたものである。そして特性は、400%内外の始動電流で、250%以上の始動トルクを発生するよう計画したようである。

その要目は次のとおりである。

ノッチ段階	1	2	3	4
ローブスピード(m/min)	15	30	60	120
荷重(t)	3	3	1.5	0.5
出力(kW)	10	20.5	20.5	20.5

しかし、交流電動ウインチの欠点は、ウインチ群として運転した場合に、始動電流が直流機に比べ大なるために、発電機の瞬間電圧降下の問題及び荷重一速度特性が図2・38に示すような直流機の直巻特性でなく、分巻特性となるなど難点がある。それゆえに、戦後自動交流発電機が出現するまでは、交流電動ウインチは普及しなかったのである。

5・2 電動ウインドラス・キャブスタン

ウインドラス又はキャブスタンなど大容量の電動機で駆動を必要とする場合の電動機の荷重一速度特性や速度制御方式が問題となる。

したがって、次のような条件が必要となる。

- (1) 電動機はできる限り慣性モーメントの低いものが良い。
- (2) ケーブル(またはチェーン)の張力の限界を超えるような力が、ブレーキをかけたとき、またはモーメントイナーシャが大きすぎ又はその他の事故で発生した場合には、機械部との間にスリップが起こるようにすることが望ましい。
- (3) 荷重が軽くなれば、出力の限界内にスピードが上がることを望ましい。
- (4) アンカーが巻き上げのとき、ある物体に引っ掛かり、又は、ホースパイプに入ったときなどには自ら停動(stall)するようにする。

以上の条件を満足するように、以前からいろいろ考案されて、次のような方式が採用されている。

- (a) 抵抗制御方式
- (b) ワード・レオナルド制御方式
- (c) ブースタ制御方式
- (d) モータ・リデュース制御方式
- (e) 定電流制御方式

5・2・1 抵抗制御方式

(Series Resistance Control System)

これは最も古くから使用され、しかも一般的のものである。抵抗器を直流機の電機子巻線に直列に接続して、抵抗の値を加減して、速度を制御する方法である。

大正13年におけるディーゼル貨物船飛鳥丸および愛宕丸(7,525 GT)のウインドラスは、イギリスのクラーク・チャプマン社製のもので63馬力であった。また、大正14年のディーゼル貨物船さんとす丸(7,267 GT)のウインドラスは、上記同様のクラーク・チャプマン社製のもので55馬力であった。

また、貨客船秩父丸(4・1・1参照)はイギリスのローレンス・スコット社製のウインドラスで、その電動機の電路結線図を図3・40に示す。速度のノッチ段階は、抵抗の段階によって定まるから、円滑に速度を加減することは物理的にできない。しかし、いかりが岩などに掛かったときには停動(stall)する装置があり、軽トルクになれば再始動する。前記の条件に満足するようになった。

当時は、イギリスのクラーク・チャプマン社又はローレンス・スコット社製のものが多く使用された。

昭和4年に、明電舎が20馬力の電動ウインドラス用直流電動機を製作して、岩手県水産試験所の岩手丸に搭載した。次に、昭和8年に、広海商事会社の三菱造船所建造の貨物船広盛丸(6,666 GT)に三菱電機会社が初めて55馬力200V DCのウインドラスモータを製作し、かつ、機械部分は三菱広島造船所で15.5t×25フィート毎分のもを製作して、これを直結して搭載した。

参考文献

- 47) 徳永 勇; 所持資料
- 48) 三菱電機技報, 第2巻第9号, 三菱電機株式会社発行 T15-9
- 49) モータシップ, 第4巻第4号 S6-4
- 50) 山口良哉, 小林栄一; 三菱電機技報 S13-3

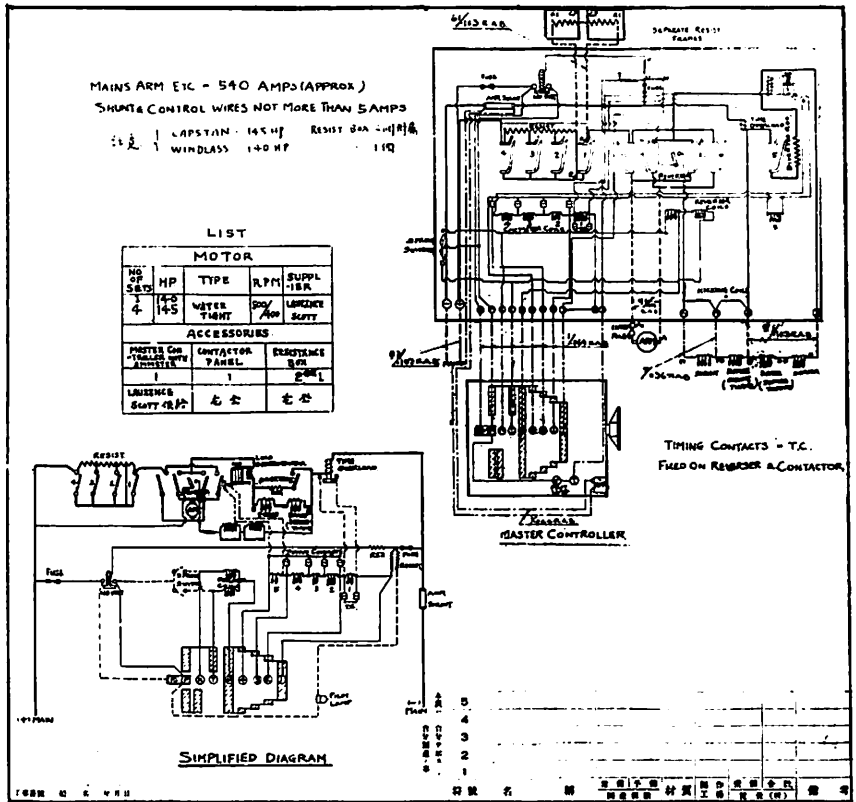


図2・40 15トン電動ウインドラス電路接続図(ローレンス・スコット社)

● 誤記訂正

本誌連載中の電気技術史(その22)の「第2章 商船の電気機装・電気機器」(1986年7月号, 39巻7号)のうち80頁の「3・3・2 喫水傾斜調整装置」の箇所を古川達郎氏の意見により下記のように訂正いたします。ご意見ありがとうございました。

3・3・2 横傾斜調整装置²¹⁾

この装置は、大正13年(1924)に三菱長崎造船所で進水した鉄道省連絡船津軽丸、松前丸の3,432 GT、タービン主機5,500馬力の船に船主の要求によって長造で初めて設備したものである。貨車を船積み又は船下ろしした場合に、船の横傾斜が極端に変れば、これを均等にすするため、ボイラー室の両舷に設けてあるタンクに水を適当に送水または排水して調節を行う方式である。このためには傾斜計等及び送排水用スチームポンプの遠隔操縦装置が必要である。

造船工学覚え書

<37>

広島大学名誉教授(造船学)
工学博士 川上益男

16・7 筒殻の最小重量設計

筒殻のなかで簡単な形状である円筒について、防撓材がない場合および周方向にリング状に防撓材を取付けた補強円筒とについて最小重量設計を考える。

円筒の半径R, 長さL, 厚さtとし, その両端は単純支持の場合を考える。外力としては水圧のごとき均一な圧力が作用しているものとする。

補強材のない円筒が外圧をうけて座屈する応力は,

$$\sigma_c = [\pi^2 \eta k E / 12(1 - \nu^2)] (t/L)^2 \quad (16 \cdot 102)$$

である。ただし,

$$k = 1.038 Z^{1/2}, \quad Z = (L^2/Rt)(1 - \nu^2)^{1/2} \quad (16 \cdot 103)$$

$$\eta = [(1 - \nu^2)/(1 - \nu^2)]^{3/4} (E_s/E)$$

$$(E/E_s)^{1/4} (1/4 + 3E_t/4E_s)^{1/2} \quad (16 \cdot 104)$$

である。(16・103)は非常に短いもの, また非常に長いものには当てはまらないで,

$$L/R > 10(t/R)^{1/2}, \quad 100 \leq Z \leq 5(1 - \nu^2)(R/t)^2$$

の範囲で実験結果とよく一致することが知られている。

(16・103)を(16・102)へ入れると,

$$\sigma_c = 0.855 [\eta E / (1 - \nu^2)^{3/4}] (t/R)^{3/2} (R/L) \quad (16 \cdot 105)$$

次に補強円筒の外圧による座屈応力は,

$$(\sigma_c)_g = \pi^2 k_g E \bar{I}_x / \bar{I}_y L^2 \quad (16 \cdot 106)$$

ここで, $k_g = 1.038 \bar{Z}^{1/2} \quad (16 \cdot 107)$

また \bar{Z} の値を詳しく書けば k_g は,

$$k_g = 1.038 (L/R)^{1/2} (\bar{I}_y / 12 \bar{I}_x)^{1/4} (\bar{I}_y / \bar{I}_x)^{3/4} (\bar{t}_x / \bar{t}_y)^{1/4} \quad (16 \cdot 108)$$

(16・106), (16・108)において, \bar{t}_x, \bar{t}_y はそれぞれ軸

方向, 周方向の有効厚さ, \bar{I}_x, \bar{I}_y はそれぞれの方向の有効断面2次モーメントである。

(16・106)へ(16・108)を入れると,

$$(\sigma_c)_g = 5.51 E (\bar{I}_y / \bar{I}_x)^{1/4} (\rho_y/R)^{3/2} (R/L) \quad (16 \cdot 109)$$

ここで, ρ_y は回転半径。

(16・109)は補強円筒の両端は単純支持とし, また $\nu_e = 0$ としている。(16・103)および(16・107)の k_g と \bar{Z} の計算式と実験値との比較が図16・21であるが, 両者はよく一致していることがわかる。

補強材の間隔が密になってくると補強材間の板は相対的に細長い板とみなされる。補強材間の板の座屈応力は,

$$(\sigma_c)_p = [\pi^2 k_p \eta_p E / 12(1 - \nu^2)] (t_s/b_s)^2 \quad (16 \cdot 110)$$

ただし, t_s, b_s は図16・22に示してあり, また,

$$k_p = 4$$

$$\eta_p = [(1 - \nu^2)/(1 - \nu^2)] (E_s/E)$$

$$[1/2 + (1 + 3E_t/E_s)/4]^{1/2} \quad (16 \cdot 111)$$

以上のごとき応力の式に基づいて最小重量設計を行う。

はじめに補強材のない円筒について考える。

外圧をPとすればそれによって生ずる周方向の応力 σ_y は,

$$\sigma_y = PR/t \quad (16 \cdot 112)$$

(16・105), (16・112)より,

$$t/R = [\{ (1 - \nu^2)^{3/4} / 0.855 \} (L/R) (P/\eta E)]^{2/5} \quad (16 \cdot 113)$$

重量比は,

$$\Sigma = 2\pi R t L / \pi R^2 L = 2t/R = 2P/\sigma_y \quad (16 \cdot 114)$$

(16・114)へ(16・113)を入れると,

$$\Sigma = 2 [\{ (1 - \nu^2)^{3/4} / 0.855 \} (L/R) (P/\eta E)]^{2/5} \quad (16 \cdot 115)$$

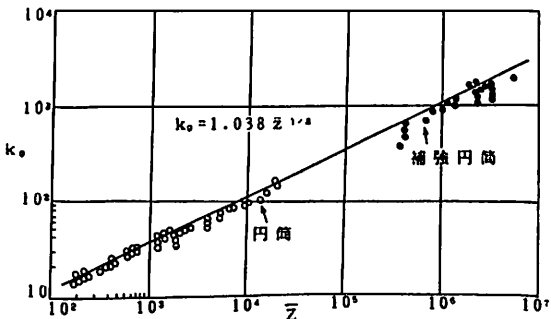


図16・21 座屈応力係数の計算と実験値

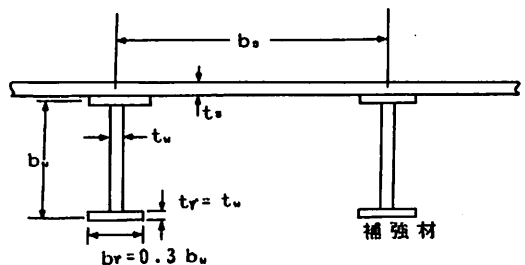


図16・22 補強円筒断面

となる。次に補強円筒について考える。図16・22に断面を示したような補強円筒の場合には、

$$\bar{t}_x = t_s, \quad \bar{t}_y = t_s + 1.6 t_w b_w / b_s \quad (16 \cdot 116)$$

或いは、

$$\bar{t}_y / t_s = 1 + 1.6 r_t r_b, \quad r_t = t_w / t_s, \quad r_b = b_w / b_s \quad (16 \cdot 117)$$

また回転半径を計算すると、

$$\rho_y / b_s = r_b [r_b r_t (0.633 + 0.37 r_b r_t)]^{1/2} / (1 + 1.6 r_b r_t) \quad (16 \cdot 118)$$

最小重量設計の条件は、加えられた応力と考えられる座屈応力とを相等しくすることである。この場合外圧による応力は、

$$\sigma_y = PR / \bar{t}_y \quad (16 \cdot 119)$$

外圧による円筒全体の座屈応力は(16・109)、局部座屈応力は(16・110)で与えられている。

(16・109)、(16・110)、(16・119)より、

$$(\sigma_c)_g^3 (\sigma_c)_p \sigma_y^2 = [5.51 E (\bar{t}_x / \bar{t}_y)^{1/4} (\rho_y / R)^{3/2} (R/L)]^{4/3} [\{ \pi^2 k_p E / 12 (1 - \nu_e^2) (t_s / b_s)^2 \} (PR / \bar{t}_y)^2] \quad (16 \cdot 120)$$

(16・120)の左辺の応力を $\bar{\sigma}$ とおき、この式の右辺へ(16・116)、(16・117)を入れると、

$$\bar{\sigma} = \alpha_c (R/L)^{4/13} E^{7/13} P^{6/13} \quad (16 \cdot 121)$$

$$\alpha_c = [(5.51)^4 \{ \pi^2 k_p / 12 (1 - \nu_e^2) \}^3]^{1/13} (t_s / t_y)^{7/13} (\rho_y / b_s)^{6/13} \quad (16 \cdot 122)$$

となる。(16・122)へ(16・117)(16・118)を入れると、

$$\alpha_c = [(5.51)^4 \{ \pi^2 k_p / 12 (1 - \nu_e^2) \}^3]^{1/13} [r_b^3 r_t (0.633 + 0.37 r_b r_t)]^{3/13} / (1 + 1.6 r_b r_t) \quad (16 \cdot 123)$$

α_c を最大にするため $\partial \alpha_c / \partial r_b = 0$ より r_b を計算し、 $\nu_e = 0.3$ とすれば、

$$(r_b)_o = 0.837 \quad (16 \cdot 124)$$

$$(\alpha_c)_o = 0.885 \quad (16 \cdot 125)$$

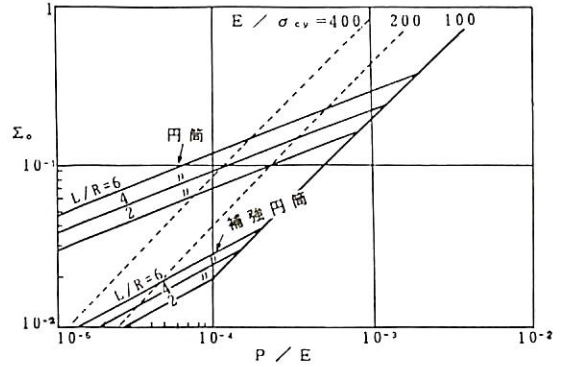


図16・23 外圧をうける補強なしの円筒と補強円筒の最小重量の比較

(16・125)を(16・121)へ入れると、

$$\bar{\sigma}_o = 0.885 (R/L)^{4/13} E^{7/13} P^{6/13} \quad (16 \cdot 126)$$

となる。このとき適当な形状は、

$$(r_t)_o = (r_b)_o = 0.837 \quad (16 \cdot 127)$$

$$\bar{t}_y / t_s = 2.12 \quad (16 \cdot 128)$$

また、そのときの重量比は、(16・121)を(16・114)へ入れると、

$$\Sigma_o = 2.26 (L/R)^{4/13} (P/E)^{7/13} \quad (16 \cdot 129)$$

となる。以上は弾性範囲での最小重量設計であった。降伏するような場合には、

$$\Sigma = 2 (P/E) (E / \sigma_{cy}), \quad \bar{t}_y / R = (P/E) (E / \sigma_{cy}) \quad (16 \cdot 130)$$

このような最小重量設計による補強なしの円筒と補強円筒との重量の比較を図16・23に示してあるが、これはP/Eをベースにして表してある。そしてL/Rを3種類に変化させて示した。E/σ_{cy}の特定の値の線では降伏した場合を示す。この図でわかるごとく補強円筒の方が同じ強度で補強なし円筒よりかなり重量が小さいことが判明する。

●船の科学刊行の本●

恵美洋彦・曾根 絃・角張昭介 共著

『ケミカルタンカー』

B 5版 本文 300頁 定価5000円

- 第1章 ケミカルタンカーの概要
- 第2章 ケミカルタンカーに対する各種規則の概要
- 第3章 ケミカルタンカーの一般計画と損傷時復原性
- 第4章 危険化学品概論
- 第5章 ケミカルタンカーの船体構造及び貨物タンク
- 付録 化学品名の索引

『続・ケミカルタンカー』

B 5版 本文 424頁 定価7500円

- 第6章 貨物用諸装置
- 第7章 防火、消火および防爆
- 第8章 人身保護・安全装具
- 第9章 材料・溶接・腐食
- 第10章 オペレーション及び保守
- 付録 最低要件一覧表、危険性評価基準、他資料15篇

(※ご注文は当社に直接お願いします。送料は当社負担致します。)

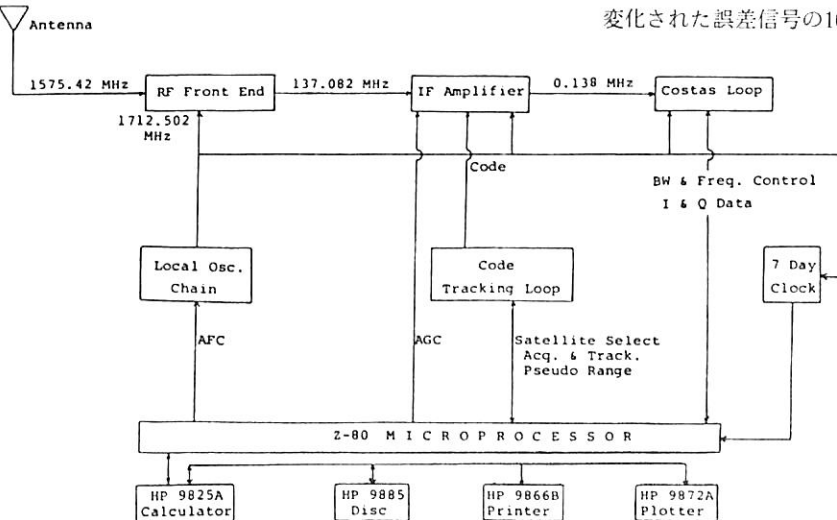
船舶電子航法ノート(118)

木村 小一

A・7・3・16 Trimbleの受信機

Trimble社はアメリカでは比較的新しい航法電子機器の会社で、最近の論文によれば、現在は第5世代のGPS受信機を作っているとしている。どれが第1世代なのかは明らかでないが、最近、いろいろと論文を出している著者がHewlett Packard社の研究所からの論文の中で、共著者の一人になっており、この論文はその後の論文にも再々引用されているものが、第1世代または第2世代の受信機であると考えられる。このHewlett Packardで試作したこのプロトタイプの実験用GPS受信機は筆者の見たところでは、最初の民間用の自動車を対象として作られたものであり、その開発当時としては安価であることを考えて設計されたものである。

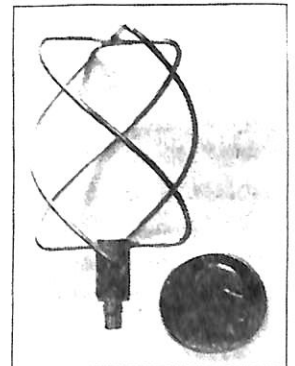
第A・7・170図はこの受信機全体のブロック図で、七つのモジュール、アンテナ、高周波(RF)前置部、中間周波(IF)回路、Costas ループ、コード追跡ループ、7日時計、局部発振器回路、からなっている。Z-80マイクロプロセッサが、実時間での受信機の制御といくつかのデジタル処理などのために使用されている。また、HP 9825A コンピュータがHP 9885ディスク、HP 9866B プリンタおよびHP 9872Aプロッタとともに航法計算などの処理のために用いられている。



第A・7・170図 HP 研究所の受信機のブロック図

アンテナは第A・7・171図に示すような4線分数巻きヘリカルで全天空に対して一様な利得を持っている小型の円偏波アンテナである。前置増幅部の主な役割は干渉除去で、TV局やある種のレーダ信号の影響をさけるためのバンドパスフィルタで、その挿入損を少なくするために3極のマイクロストリップラインのフィルタが採用され、テフロン-ガラス印刷基板のものと空気トリマコンデンサを使用し、0.5 dB以下の挿入損が達成されている。増幅器はCaAs FETで、雑音指数は約1 dBである。

IF回路の周波数は第A・7・172図に示すように慎重に選定され、第1IF段に約20dBの自動利得制御がかけられている。局部発振器の回路もまた同じ図中に示してあり、一つの位相同期ループをもった水晶発振器(VCXO)から全周波数が作られている。この水晶発振器の周波数安定度は1秒に対して 1×10^{-10} であった。Costasループは搬送波への同期を達成して、50bpsの衛星からの放送航法データを取り出す回路であって、デジタル化が試みられている。位相検出器の出力は低域フィルタ(LPF)を通したのち、16kHzでサンプルされてデジタルの形の位相同期ループの誤差信号を作り、それが、デジタル形の周波数合成器の自動周波数制御(AFC)入力となる。アキュムレータ(ACCUM, 累算器)では5ビットにA/D変化された誤差信号の16を1マイクロ秒ごとに算術平均し、この平均された5ビットの出力が周波数合成器へ入力され



第A・7・171図 4線分数巻きヘリカルアンテナ

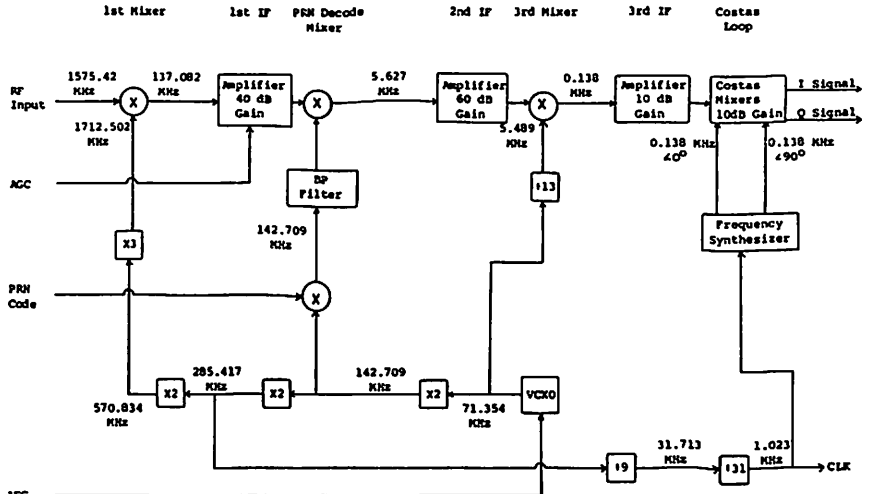
る。これらのデジタル回路は前述したようにZ-80マイクロプロセッサによって制御されている。

Z-80マイクロプロセッサは、こうしてCostasループの帯域幅の最適制御をする他、受信入力信号の自動利得制御(AGC)、局部発振器を衛星からのドップラーを受けた受信信号に合わせるための自動周波数制御(AFC)、衛星からの信号の捕捉と追跡、受信衛星の切替、衛星からの航法データ取得のためのビット同期とフ

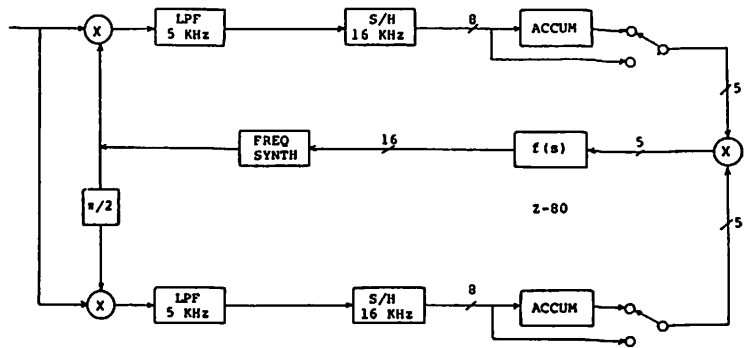
レーム同期、PRNコード追跡ループのための2次ループフィルタとしての動作を行うほか、受信周波数の測定、受信コードの位相の測定および時間の測定並びにCostasループのところのI(同相)とQ(直交位相)のチャンネルの値を測定する。このIとQのチャンネルの測定はループ帯域幅の最適制御を行うために使用され、衛星を捕捉するときには最大の帯域幅を、捕捉後は狭い帯域幅が位相雑音をなくすために必要であり、この帯域幅は200 MHz 100 Hz, 50Hzの3段階に変えられる。

HP 9825A 計算機はつぎのような機能に使われる。まず、衛星からのアルマナック(暦)のデータを用いて、すべての衛星の位置を計算し、それから受信点から見える衛星の幾何学的配置による測位の劣化係数であるGDOPを求め、最小のGDOPが得られる衛星の組合せをさがす衛星の選択計算をする。そのあと、衛星の捕捉のための衛星からの電波のドップラー周波数の予測計算をする。衛星が捕捉されれば、その周波数、コードの位相および時間の測定値を求め、つぎの衛星信号受信(順次受信のため)のときに瞬時に衛星信号に同期できるよう周波数とコードの位相の線型予測を行う。

衛星からのデータは30分ごととその中間とに1,500ビット分全部を集め、衛星位置を曲線整合により求める。測位計算は20秒ごとに行い、計算は4衛星による3次元測位、または、3衛星による2次元測位をカルマンフィルタでなく、推測位置を測定擬似距離に合わせていくニュートンの方法によって求める。この受信機の衛星の順次受信時間は1衛星当り1.5秒である。



第A・7・172図 IF回路と局部発振器回路



第A・7・173図 デジタルCOSTASループ

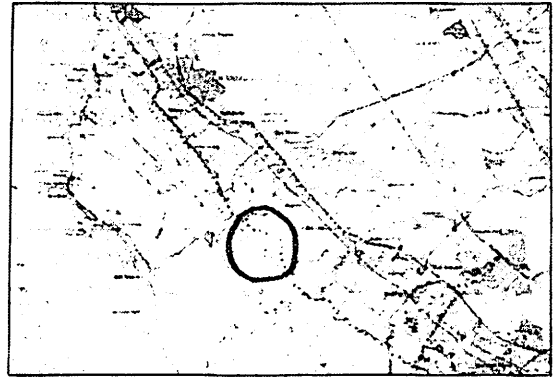
この受信機は、1978年10月から6か月間そのアンテナをサンフランシスコ国際空港の近くにある研究所の屋根に取付けて受信実験を行った。1978年10月24日の10回の連続測位では緯度方向の標準偏差17m、経度方向9mで、測位の標準偏差は約20m、地図上の位置とはほぼ一致した。また、平均測距誤差は8mであった。6か月の試験結果はほぼ同じような結果で再現性は良好であった。

そのあと、受信機は自動車に搭載され、空港周辺およびサンフランシスコのダウンタウンなどで走行実験が行われた。空港周辺では干渉信号の影響は見られず、第A・7・174図はそのプロットで、道路とよく一致している。1箇所不一致の場所(○印)があるが、これは新道路ができたが、地図がまだ未修正のところであった。

ダウンタウンでの走行試験では車両が停止したときに3個の衛星の順次受信の際の瞬時同期がやや困難であった。また、プロットが緯度方向または経度方向に若干オフセットすることもあった。このオフセットは衛星からのデータを2時間更新されなかったためと考えられた。

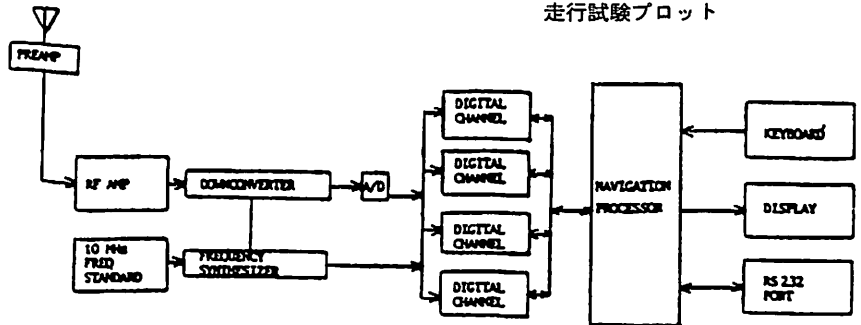
これらの試験結果によって、受信機回路に対するいくつかの新技术が研究されることになった。第一に低雑音の高周波増幅器で、4 dBの雑音指数が達成された。IF回路用のチップも開発され、更に、IFおよびベースバンド回路もCMOS化され1チップにおさめられ、また、マイクロプロセッサを2個にすることによって、3~4秒ごとの航法計算の繰返しを行うようになった。

Trimbleのつぎの世代のというよりは同社の最初の受信機は、文献的に見れば今日でも入手できる「4000A型ロケータ」と呼ばれる装置である。この受信機は第A・7・175図に示すように4チャンネルの受信機である。アンテナは前者と同じ4線分数巻きヘリカルアンテナで、

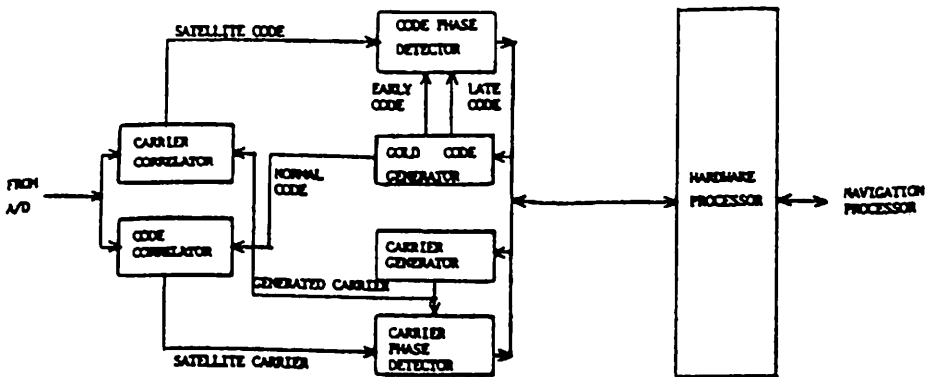


第A・7・174図 サンフランシスコ国際空港周辺の
走行試験プロット

低雑音の前置増幅器のすぐ上に置かれ、受信機本体に入る前に信号は増幅される。これはアンテナに200 ftのRG-213同軸ケーブルを接続することを可能にする。信号は更に増幅ののちデジタル処理のできるIF周波数に変換され、アナログ/デジタル変換器でデジタルに変えられる。周波数合成器は恒温槽入りの発振器からの周波数を周波数変換器および各デジタルチャンネルに必要なすべてコヒーレントな(位相関係の合った)周波数に変換する。これによってシステムの周波数はすべてが同じパーセント



第A・7・175図 Trimble 4000 A受信機の構成図



第A・7・176図 Trimble 4000A受信機のデジタル回路

のオフセットを持つことを可能にし、この時計の位相と周波数のオフセットは位置と速度の計算とともに計算され、補正される。

デジタル信号処理チャンネルを第A・7・176図に示す。ここでは、周波数のわかった搬送波と位相のわかったゴールドPRNコードを発生させて、それらを衛星からの受信信号と位相同期をさせることで衛星からの周波数とコードの位相を測定する。それには、まず、衛星信号をコード成分と搬送波成分に分ける。衛星のコードはチャンネルの搬送波と相関をとることで、また、衛星の搬

送波はチャンネルのコードと相関をとることで得られる。そのあと、衛星のコードはコードの位相誤差を求めるためにチャンネルコードを少し進めたものと、少し遅らせたものと比較をし、また、衛星の搬送波は搬送波の位相誤差を求めるためにチャンネルの搬送波と比較される。

ハードウェアプロセッサは上の二つの位相同期回路をソフトウェアで行うのに二つの位相検出器からの位相誤差信号を使う。なお、搬送波の位相同期回路にCostasループを使用するのは、2相位相変調信号では、データ信号が「I」を送信しているときは搬送波の位相が逆転さ

れるので、単なる位相同期ループでなく2重の位相同期ループが必要だからである。ハードウェアプロセッサはこの動作を行う一方で、各チャンネルごとにそのチャンネルで追跡している衛星からの航法データを連続的に集め、また、衛星の健康状態などを監視する。

第A・7・174図にある航法プロセッサはつぎの動作をする。

(1) GPSシステム時間を受信機の中で保持をする。このためには、すべての衛星からの航法データを集め、航法データの中あるZカウンタの時間情報を取出す。この取出しをどの衛星について行うかの選定は、受信機が自動的に行うか、受信機の前面パネルを通して利用者が行うか何れかによる。自動の場合は、普通の場合で軌道データがプロセッサのメモリ中にある場合で、衛星が水平線上に見えるようになってから健康な衛星を捕捉するのに2分以内を要するだろう。しかしながら、利用者が健康な見える衛星を選べば、この捕捉時間は平均10秒(2~20秒)に減小する。

(2) 受信機のデータベース、すなわち、すべての運用衛星の新しい情報、状態、軌道パラメータ、電離層補正パラメータを最新のものにして保持をする。この情報は受信機の正規の運用では周期的に更新されるが、前面パネルのキーボードからもコマンドできる。

(3) そのデータベースにあるGPS時間と軌道情報を知ることにより、航法プロセッサは視野の中にある健康な衛星を決定する。

(4) 4以上の利用可能な衛星があるときは、4衛星により3次元の位置、速度、時計と周波数のオフセット情報が計算される。視野中に健康な衛星が三しかなく、高度がわかれば、そのまま2次元の上記情報が計算される。更に、時計と周波数のオフセットもわかり、時計が高安定であれば、2次元の位置と速度情報の決定が2衛星でできる。追跡衛星数はキーボードまたはRS-232入出力部からの利用者の指示により、使用モードを入力する。上記の三つのモードのどれが使用できるかは、どれか1モード、どれも可能、指示によるの選択ができ、どれも可能なモードでは追跡衛星の多いモードが優先となる。

(5) GDOPの最も小さい衛星の組合せが選定される。このGDOPの計算はいろいろ報告されている簡易計算法でなく共分散行列をまともに計算する方法(何れも後述の予定)が使用され、この計算は15分ごとかキーボードまたはRS-232入出力部から利用者が指定したGDOPの許容上限をこえたときに行われる。

(6) 追跡する衛星がきまると、航法プロセッサはどのチャンネルがどの衛星を処理するかを割当て、その衛星

の信号に早く同期できるように、ハードウェアプロセッサに、衛星のコード、そのコードの位相と周波数情報を与える。この情報はその衛星からの以前の測定値の外挿、軌道データの使用、アルマナックデータの使用の順にもとずく値から航法プロセッサが決定する。

(7) あるチャンネルがその割当衛星からの信号を捕捉できないときは、航法プロセッサは前項に述べた次の方法での同期動作を試みるが、すべての方法でだめなときは故障発見の操作がなされる。すべてのチャンネルの測定値は1ms以内に保たれる。4衛星が同時に追跡されるので、順次受信の受信機にあるような情報がとぎれることがなく、測位に対する雑音に6dBの改善が見られる。4チャンネルからの測定値が1ms以上離れていれば、航法プロセッサは各チャンネルに同期のためのコマンドを送る。

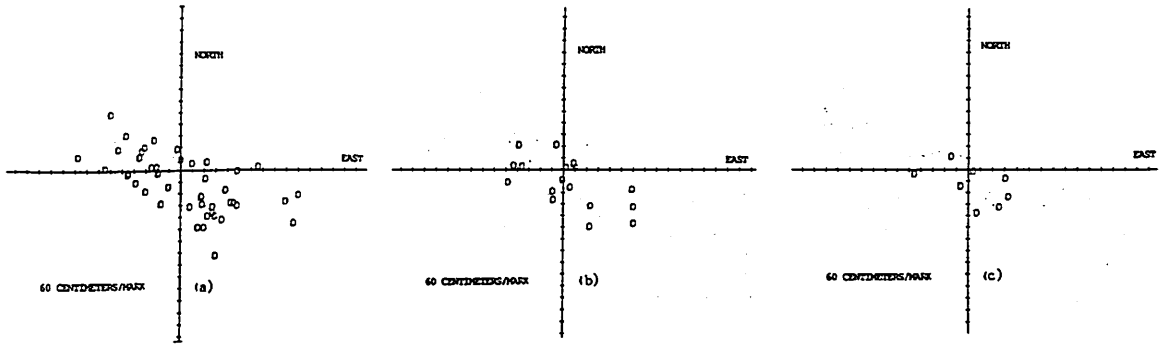
(8) ハードウェアプロセッサは常に並行的に追跡衛星の航法データ、擬似距離と周波数の測定値を集める。二重のバッファメモリが最終的に集めた航法データを記憶して、その要求により航法プロセッサにそれを引渡す。航法プロセッサは1500ビットの航法データを解読し、パリティチェックを行い、各データの長さをチェックする。すべてのチェックがうまく行けば、解読したデータはメモリに格納される。

(9) ハードウェアプロセッサは1msごとに追跡している衛星の擬似距離と周波数を測定する。これら測定値はそのN個がハードウェアプロセッサで平均される。ここでNはキーボードからの精度/速度の要求により定まる数である。平均された測定値は航法プロセッサからの要求によって引渡される。異常警報は30秒ごとにハードウェアプロセッサが集めた連続的航法データから決定される。この警報が衛星の不健康になる可能性を示したときは、航法プロセッサは1500ビットの航法データを要求し、そのデータを調べる。必要に応じて航法プロセッサの事故処理が開始される。

(10) 誤差補正が、電離層と対流圏の信号の伝搬遅延、衛星時計のオフセット、衛星時計の相対性理論効果、衛星回路における群遅延について行われる。

(11) 位置、速度、時計と周波数のオフセットの計算に使用する方法は古典的な最小二乗法の繰返し計算である。位置と時計のオフセットがまず求められ、ついで、速度と周波数のオフセットが計算される。GDOP(PDOP, HDOP, VDOP, TDOP)も測位サイクルごとに計算される。ここで測位のサイクルは測位の計算間隔で3次元の測位計算では8秒以下である。

(12) 実行する制御パラメータの値と動作モードは前面



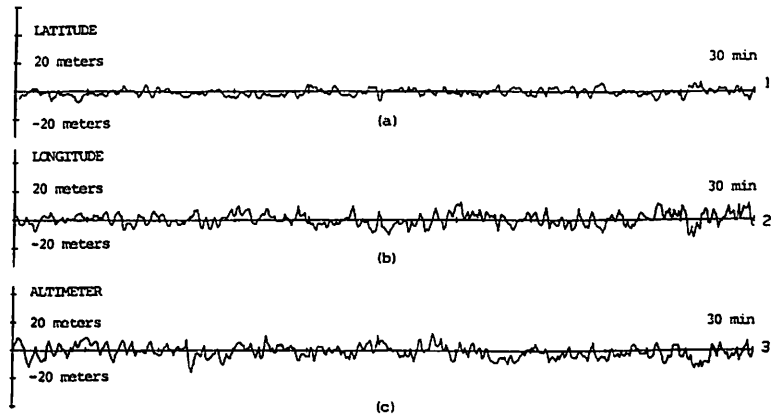
第A・7・177図 固定点における受信結果。○印は左よりN(擬似距離の事前平均個数)=10, 25, 50の場合を示す。

パネルのキーボードかRS-232 入出力部を通して遠隔制御によって変更できる。これらの制御とパラメータにはつぎのようなものがある。各衛星に対する測定値を平均する数、衛星選択モード(自動か利用者が選ぶか)、追跡衛星の最小仰角、GDOPの上限値、2/3/4衛星による測位モード、自動衛星選択での衛星の除外と採用、パスワードによるデータベースと機器操作の保全。

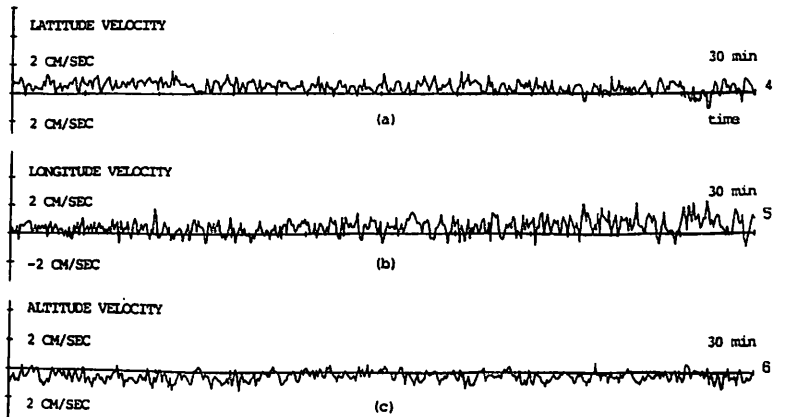
(13) 集めた航法データと計算した位置、速度、時計の情報はRS-232 入出力部を通して呼び出すことができる。また、計算データと制御データは前面パネルの表示で見ることができる。

第A・7・177図は2秒ごとの測位点500をプロットしたもので○印は左よりそれぞれN=10, 25, 50のときの測位点を示している。第A・7・178図は30分間の測位のそれぞれ緯度、経度および高度の測位値の乱れを示したもので、乱れのRMS値はそれぞれ2, 3, 3mであり、位置の絶対誤差は3次元で25mより良好であった。第A・7・179図は速度に対する同様の乱れで、そのRMSは上から緯度方向、経度方向および高さ方向それぞれ0.01マイル毎時(毎秒5mm)であった。これらのデータは1984年9月12日、SV-8, 9, 11, 13の衛星を使いサンフランシスコ近くでGDOP3.5~4の当時としては最良の衛星配置でとったものである。

なお、このTrimble 4000 A型受信機には測量用および時刻同期用の姉妹機もある。



第A・7・178図 測定結果の乱れ



第A・7・179図 測定速度の乱れ

●船の科学刊行の本●

『船舶用荷役装置の安全と構造設備のための要件』
B 5 判 本文・図共88頁 定価3200円(円共)

<第62回>

第33回航行安全小委員会の報告

運輸省 海上技術安全局

今回は昭和62年1月12日から1月16日までロンドンのIMO本部において開催された第33回航行安全小委員会(NAV)の審議概要を報告する。

1. 全世界的に統一された船位測定システム (World Wide Navigation System)

本件に対する審議は、第48回海上安全委員会において、全ての海域における航行安全の確保とGMDSSにおける正確な位置情報提供のため、衛星等を利用した船位測定システムの確立のための検討を本小委員会で行うべきであるとのオランダ提案を契機として始められたものである。

今次会合においては、まずプレナリーでの一般討議の後、ワーキング・グループにおいて1月12日から14日の間討議された。

- ① ワーキング・グループは先ず先回会合の問題点であったWorld Wide Navigation Systemの機関および運用要件に対する可能なシステムの考え方から入ったが、各国の間でWorld Wide Systemの考え方に大きな相違があることがわかり、World Wide Systemとは何か、またその必要性等の基本的問題に大部分の時間が費された。
- ② その後の議論において、IMOは本システムを唯一のシステムにすべきであるとの意見と、運用要件(精度及び使用可能地域、時間等)に合致していれば、複数のシステムの採用も可能であり、現在有効に利用されている各種のシステムを排除すべきではないとの意見が対立して意見の一致は得られなかった。
そこで先ずWorld Wide Navigation Systemの性能要件を、特定のシステムに対してではなく、幾つかのシステムに適合する様な形で検討することとした。
- ③ World Wide Navigation Systemの実施については一つのシステムが承認されない限り行わないし、SOLAS条約第5章第12規則の改正も行わないこととされた。

本件の問題は複雑であり、今後更に多くの検討を要することからtarget dateを1989年まで延ばすこととした。

2. 電子海図

本件については、ワーキング・グループの下にさらにドラフティング・グループが作られ次のような事項が検討された。

- ① 次の用語の定義が行なわれた。
ECDB : Electronic Chart Data Base
ENC : Electronic Navigation Chart
ECDIE : Electronic Chart Display Equipment
ECDIS : Electronic Chart Display System
- ② 電子海図に関して航行安全小委員会、その他の小委員会およびIHO(国際水路機関)での検討事項を再検討した。
- ③ 電子海図を不適当に拡大して使ったときの問題が検討され、それに対する注意を喚起するような表示を義務づける必要があることが合意された。
- ④ 日本提出文書(NAV32/6/10)と西独提出文書(NAV33/11)を基にECDISの要件、特に機器および表示の内容について各国政府が民間から意見を聞くよう要請した。このための資料として日本の提出文書(NAV32/6/10)が評価され、同文書中の表がNAV33/wp.3 Annex 5として添付された。

3. 非常操舵場所に船首方位情報を提供するための措置

SOLAS条約第V章第12規則(f)の規定の解釈について多くの主管庁では、船橋からの音声通信システムとともにコンパス等による船首位情報が必要であるとしているが、この規定を船橋から非常操舵場所への船首位情報伝達のための音声通信システムのことでありと解釈している主管庁があるため、解釈の統一化を図る目的で審議が進められてきた。

今回の審議においては、本件に係わる条約の解釈は、関係する政府の専横的な事項であるという見解が支配的であった。しかしながら、条約第V章第12規則(f)の規定が本来の目的を達成するために十分でないならば、条約の改正が必要であるが、本小委員会の多数意見は、条約の改正は必要なしとするものであった。航行安全小委員

会は、上記意見に合意し本件を小委員会の作業計画より削除するよう海上安全委員会に求めることとした。

4. 捜索救助に関する事項

第53回海上安全委員会において、本件に関する事項の審議は、今後救命・捜索救助小委員会（旧救命設備小委員会）で行うという決定がなされており、航行安全小委員会における本件に対する審議は、今回で最後となった。

(1) 遭難通信のルーティング

① GMDSSマスタープラン

無線通信小委員会の要請に基づき、同小委員会で準備したGMDSSマスタープラン(案) (NAV33/2/12) にSAR地域に関する情報を含ませることの是非について検討し、その必要性はないとした。

② COSPAS-SARSAT

ソ連提出のCOSPAS-SARSATシステム経由遭難警報のルーティングに係る情報(NAV33/5/2, 33/5/2/cor.1)について検討し、これに基づいて上記を周知するためのMSCサーキュラー(案)を準備した。

③ AFTN, SITAの使用

MCC(Mission Control Center), RCC(Rescue Coordination Center)相互間の通信にAFTN(Aeronautical Fixed Telecommunications Network)が有用であることを認めつつ、同回線使用に係る勧告を準備する前にAFTNが海上捜索救助の目的に常に使用できるかどうかについて確認する必要があるとした。ISAT(International Society of Aeronautical Telecommunications)については、プライベートな回線であること等に鑑み、遭難安全情報の交換には適当でないとした。

④ 非条約船へのGMDSSガイドライン

第32回無線通信小委員会で準備された「GMDSSにおける非条約船の参加のためのガイドライン総会決議案」(COM32/12Annex4)をノートし、上記船舶が条約船に比し、より遭難に陥る可能性が高いこと等に鑑み、更に検討が必要であるとした。

5. 沖合施設の周辺の安全区域への侵入

沖合施設の周囲に設けられた航行禁止区域(Safety zone)に違法に進入する船舶が数多くあり、沖合施設が船舶との衝突の危険にさらされていることから、その対応策として総会決議案(NAV32/w.p.7)がすでに作成されているが、本会議においてまず、英国がこの総会決議

案に対して支持を表明した。しかしソ連は、船の側に過大な責任を課し沖合施設の側に責任を課していないこと及び具体的な基準が何ら示されていないことを理由に反対を表明、ギリシャがこれに同意した後、本件はワーキング・グループでの審議に付された。

ワーキング・グループでは総会決議案の見直しを行うかたちで審議が進められ修正が加えられたが、根本的な変更は行われなかった。なお、総会決議案のパラグラフ5に航行禁止区域を侵犯した船舶を懲戒するための立法を加盟国に求める条文があるが、我が国の提案及び米国等の支持により、必ずしも立法を必要としない趣旨に改められ新たな総会決議案(NAV33/wp.6/Rev.1)のパラグラフ4とされた。

6. その他

① GMDSS実施後の方向探知器の搭載義務

無線方向探知器の搭載義務についてはGMDSSが実施され、さらにWorld Wide Navigation Systemの検討が進むまでは、現状のまま強制要件とすることが合意された。

② SOLAS条約第V章第2規則(a)及び第3規則(b)の改正

SOLAS条約第V章第2規則(a)及び第3規則(b)に使用されているビューフォート風力階級を国際気象通信において使用されているm/sに変更する件は、WMO(World Meteorological Organization)においてknotsあるいはビューフォート風力階級が使用される場合もあること、またIMOで風力単位をm/sに変更しknotsあるいはビューフォート階級を廃止する緊急な理由がないことから本小委員会は本件に対する審議を行わないこととし、海上安全委員会に対し本件を作業計画から削除することを求めることとした。

●本誌本年1月号の高城清氏「なつかしのパナマ運河」の中でカタカナ表記の原語及び1カ所誤植を訂正する。
ブナウ(Bunau), ウォーレス(Wallace),
スティーブンス(Stevens), ゴルガス(Gorgas),
ゲザール(Goethals),
シャグレス川(Chagres River),
ゲイラード堀(Gaillard Cut),
クレブラ山地(Mount Culebra)

訂正 81頁 写真2の説明

……壁をこする → ……壁をこすおそれもある

●統計資料

昭和61年(1~12月)主要造船所新造船進水量集計

船舶技術協会 編集部調べ

(ABC順)

造船所	工場名	昭和61年(1~12月) 進水量(全)			昭和61年(1~12月) 輸出船進水量			昭和60年(1~12月) 進水量(全)		
		隻数	G T	D W	隻数	G T	D W	隻数	G T	D W
福岡造船	本社工場	6	22,336	26,098	-	-	-	6	26,848	39,172
函館どっく	函館造船所	5	72,946	120,695	5	72,946	120,695	6	77,002	130,152
波止浜造船	多度津工場	6	254,975	347,642	1	37,800	12,950	7	180,580	244,956
林兼造船	下関造船所	6	62,737	86,966	4	52,007	77,446	9	107,510	159,699
	長崎造船所計	4	8,612	8,792	2	5,605	5,780	6	19,589	13,916
日立造船	有明工場	2	228,511	395,834	-	-	-	2	197,911	388,694
	広島工場	5	181,086	190,193	2	60,741	85,231	8	282,881	316,425
	舞鶴工場	2	55,954	79,976	2	55,954	79,976	5	87,878	136,338
	神奈川工場計	(1)	-	(△440)	1	439	-	(1)	-	(△2,073)
		9	465,551	666,003	5	117,134	165,207	4	353	-
		(1)	-	(△440)	5	117,134	165,207	19	569,023	841,457
							(1)	-	(△2,073)	
本田造船	第一工場	5	10,089	13,820	1	6,524	7,577	5	26,512	27,750
今治造船	今治工場	5	66,731	112,334	4	60,975	105,100	6	89,394	153,853
	丸亀事業本部計	8	323,077	327,372	4	159,558	203,539	9	313,278	310,839
		13	389,808	439,706	8	220,533	308,639	15	402,672	464,692
石川島播磨重工業	東京第一工場	2	880	-	1	13,661	23,283	6	58,900	90,700
	(1)	-	(△3,400)	7	233,709	382,311	13	319,598	500,168	
	相生第一工場	1	16,700	6,700	1	22,000	33,085	8	521,978	923,733
	呉第一工場計	4	361,854	649,471	1	22,000	33,085	8	521,978	923,733
	(1)	7	379,434	656,171	9	269,370	438,679	27	900,476	1,514,601
		(1)	-	(△3,400)	9	269,370	438,679	27	900,476	1,514,601
石川島造船機	本社工場	3	1,829	1,230	2	1,330	430	4	1,078	1,047
金指造船	清水工場	-	-	-	-	-	-	23	10,559	11,164
	豊橋工場計	4	135,556	99,521	2	61,951	44,250	9	187,063	205,680
		4	135,556	99,521	2	61,951	44,250	32	197,622	216,844
神田造船	川尻工場	6	55,706	90,681	3	53,224	89,970	5	76,426	126,783
笠戸船渠	笠戸造船所	4	148,714	250,711	3	112,420	182,456	5	104,200	167,000
川崎重工業	神戸工場	4	155,132	219,598	2	70,747	134,395	5	177,082	222,870
	坂出工場計	7	461,401	763,162	3	206,423	344,346	7	420,221	743,430
	11	616,533	982,760	5	277,170	478,741	12	597,303	966,300	
高知重工	本社工場	14	47,558	69,415	8	36,080	49,176	21	96,988	138,802
旭洋造船	長府工場	4	31,070	43,859	4	31,070	43,859	5	21,329	26,576
幸陽船渠	本社工場	5	202,165	357,276	3	128,098	220,801	7	166,335	277,100
栗之浦ドック	本社工場	9	15,200	31,600	1	8,200	15,000	10	27,440	46,820
来島どっく	大西工場	10	269,480	236,358	5	122,319	123,929	13	285,926	335,997

注) ()内は排水トン数で外数である。

造船所	工場名	昭和61年(1~12月) 進水量(全)			昭和61年(1~12月) 輸出船進水量			昭和60年(1~12月) 進水量(全)		
		隻数	G T	D W	隻数	G T	D W	隻数	G T	D W
三菱重工業	長崎造船所	13	690,404	1,123,935	7	186,174	268,672	21	780,606	1,271,033
	神戸造船所	4	176,447	113,277	3	126,113	99,196	6	212,167	207,392
	下関造船所	13	97,152	129,025	6	81,415	112,476	9	86,691	138,098
	計	30	964,003	1,366,237	16	393,702	480,344	36	1,079,464	1,616,523
三井造船	玉野事業所	5	156,900	153,220	5	156,900	153,220	6	150,404	231,362
	千葉事業所計	7	382,307	642,819	3	68,249	98,832	10	322,100	559,266
		12	539,207	796,039	8	225,149	252,052	16	472,504	790,628
	(1)	-	-		-	-	(1)	-	(△3,050)	
三保造船	本社工場	22	31,589	48,435	4	23,996	37,360	22	31,459	-
内海造船	瀬戸田工場	8	25,127	21,062	1	9,990	14,100	7	63,090	81,510
	田熊工場	(1)	-	(688)	-	-	-	1	233	138
	計	8	25,127	21,062	1	9,990	14,100	8	63,323	81,648
	(1)	-	(688)		-	-		-		
名村造船	伊万里工場	5	202,956	341,314	2	90,958	148,298	5	246,754	437,439
檜崎造船	本社工場	5	1,033	-	-	-	-	6	1,317	-
	祝津工場	2	137	-	-	-	-	1	160	-
日本海重工	本社工場	3	48,799	58,442	1	35,641	43,062	3	55,050	91,063
新潟鉄工	新潟造船所	20	6,498	-	-	-	-	17	4,516	-
日本鋼管	津製作所	1	123,958	251,191	2	191,098	331,343	4	223,020	404,256
	鶴見製作所	4	76,250	76,994	2	67,608	52,376	5	141,288	261,860
	清水製作所計	(1)	-	(△440)		-	-	(1)	-	(△440)
		1	20,970	32,474	1	20,970	32,474	4	71,473	117,808
	(1)	6	221,178	360,659	5	279,676	416,193	13	435,781	783,924
	(1)	-	(△440)		-	-	(1)	-	(△440)	
尾道造船	尾道造船所	3	120,900	131,400	3	120,900	131,400	5	153,900	200,160
大阪造船	大阪工場	4	23,552	35,664	4	23,552	35,664	6	112,700	185,552
大島造船	大島工場	5	174,335	110,615	3	97,487	84,682	7	247,219	143,795
サノヤス	水島造船所	5	170,167	297,929	4	121,167	215,029	7	151,436	203,702
佐世保重工	佐世保造船所	5	321,148	553,792	1	54,152	86,691	10	286,735	474,881
四国ドック	本社工場	5	33,557	47,983	2	20,563	34,710	4	39,065	60,242
下田船渠	本社工場	-	-	-	-	-	-	7	53,738	68,922
住友重機械工	浦賀工場	1	430	-	-	-	-	1	13,036	9,763
	追浜工場計	(1)	-	-		-	-	(1)	-	(△3,050)
		8	337,424	226,036	7	290,074	210,736	7	407,403	731,674
9	337,854	226,036	7	290,074	210,736	8	420,439	741,437		
	(1)	-	-		-	-	(1)	-	(△3,050)	
太平工業	本社工場	11	36,434	61,840	5	33,640	55,629	19	98,750	155,260
	波止浜分工場	6	24,101	34,951	4	19,617	27,109	12	53,759	83,277
	計	17	60,535	96,791	9	53,257	82,738	31	152,509	238,537
寺岡造船	第二工場	6	3,713	6,339	2	2,513	3,564	5	5,246	9,304
東北造船	本社工場	3	38,426	63,802	2	33,436	56,302	4	40,571	54,810
常石造船	本社工場	8	304,477	392,077	3	117,546	149,206	11	345,816	425,299
臼杵鉄工所	臼杵工場	4	14,339	21,000	1	6,302	7,719	6	16,179	17,940
	佐伯工場計	(1)	-	-		-	-	(1)	-	(△330)
		5	59,613	91,355	3	50,609	80,605	5	80,275	136,742
9	73,952	112,355	4	56,911	88,324	11	96,454	154,682		
	(1)	-	-		-	-	(1)	-	(△330)	
宇和島造船	宇和島造船所	6	60,676	87,336	6	60,676	87,336	7	90,442	149,860
山西造船鉄工	本社工場	8	3,165	2,224	-	-	-	9	7,599	7,483

注) ()内は排水トン数で外数である。

昭和61年度(62年1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1月分				1月分			
		隻	G.T.	D.W.	契約船価	隻	G.T.	D.W.	契約船価
国内船	貨物船	38	1,274,643	1,904,848		2	159,700	279,600	
	油槽船	9	748,490	1,038,300		1	145,000	258,000	
	その他	4	65,700	24,400		0	0	0	
	小計	51	2,088,833	2,967,548		3	304,700	537,600	
輸出船	貨物船	58	1,282,654	1,145,795		4	103,200	91,900	
	油槽船	12	649,590	702,079		0	0	0	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小計	70	1,932,244	1,847,874		4	103,200	91,900	
合 計		121	4,021,077	4,815,422	514,280 百万円	7	407,900	629,500	38,118 百万円

● 編集後記 ●

□日本造船工業会の広報機関誌「造船界」が不況のあおりを受け今年3月の第159号をもって2年間休刊することになった。「造船界」は政策関連の分かりやすい解説、辛口の評論や座談会、エッセイなどを掲載。時宜にかなったテーマを取り扱うということで造工メンバー会社をはじめ関連メーカー、銀行、証券会社など幅広い読者層があり、その発行部数は2,600部であった。休刊の直接のきっかけは円高が拍車をかけた造船不況の深刻化。造工メンバーの台所が苦しくなれば当然、事務局サイドのやりくりも苦しくなる。運営の予算面で何らかの節約対策を考えねばならない状況に追い込まれているわけで、「造船界」もそのとばっちりを受けた格好。「造船界」は前回不況に見舞われた53年春、やはり経費節減からそれまでの月刊から隔月刊に切り替わった。最近では誌面内容を刷新、硬軟おりませた誌面作りで読者をひきつけてきたが休刊決定は残念である。

□世の中不況の話ばかりでない景気の良い話もある。ノルウェーの客船グループ、クロスター・クルーズの超大

型客船の新造商談が再び動き出した。同商談は“スーパー・フェニックス計画”と呼ばれる25万総トン、約5,000人乗り客船の新造計画。“スーパー・フェニックス計画”は84年に“フェニックス”の名で計画が公表され、同年中にも正式発注がなされる様だったが、船型が20万から25万総トンと客船としては超大型で巨額な投資が見込まれたことから実現が疑問視されていた。それでも、毎年造船所に引き合いが出され、昨年も世界各国の造船所を対象に20万総トン型で引き合いを出している。しかし、その時も計画は中止となっていた。今回は、25万総トンという一回り大きな船型の“スーパー・フェニックス”という計画で再登場した。日本からも大手造船所が数社共同で対処していく方針。頑張ってもらいたい。

□2月6日日韓造船工業会の実務者会議が開かれた。内容は両国の受注・建造量など数字の提示とその評価などについての意見交換に終始、日・韓造船業の市場認識の違いや技術移転問題など“懸案”をめぐる話し合いには至らなかった。互譲の精神でこの不況を克服したい。

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

予約金 { 6カ月分 6,900円
1ケ年分 13,200円 (送料共)

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 卷 第 3 号 (No. 461)

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(マリビル)

振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

昭和62年3月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }

昭和62年3月10日発行 { 第3種郵便物認可 }

定価 1,200円 (〒55)

発行人 天田 尚 孝

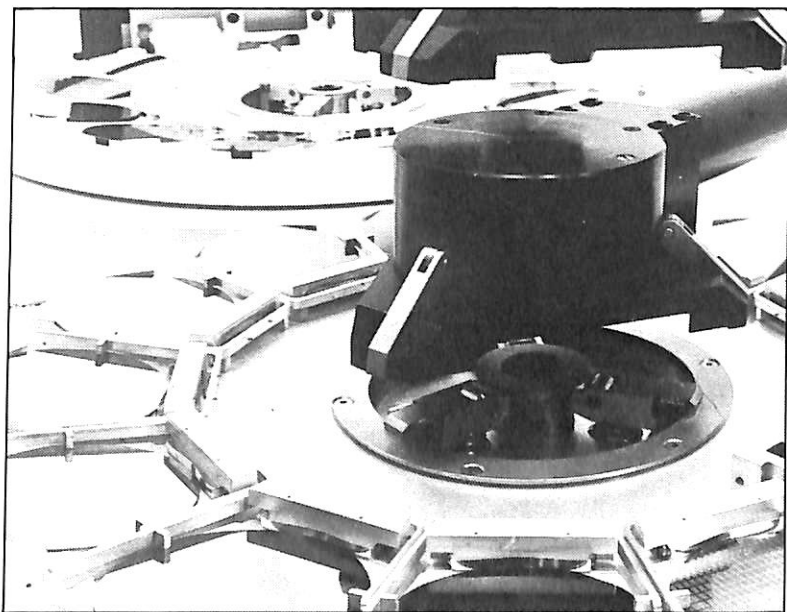
編集委員長 田 宮 真

印刷所 大洋印刷産業株式会社

21世紀に——

先端技術の パイオニアとして

半導体関連、バイオマス、極低温技術、
そして核医学関連と、先端技術の開発に
余念のない住友重機械、^{あした}未来色がコーポ
レートカラーです。



 **住友重機械工業株式会社**

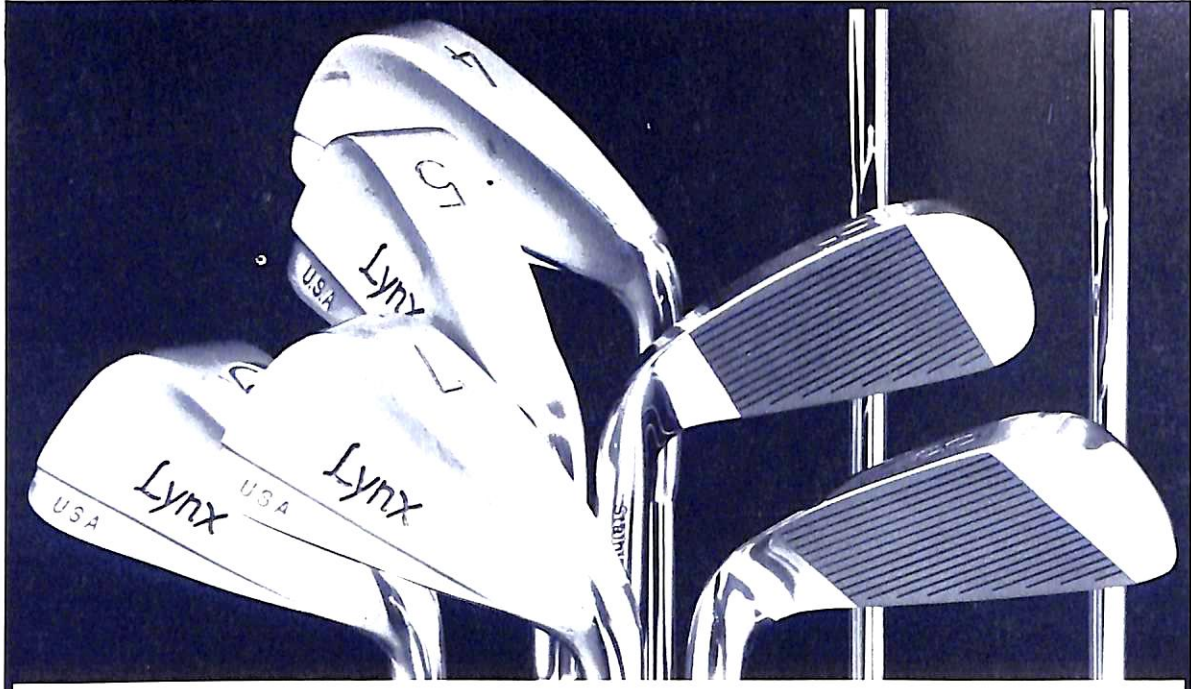
本社：東京都千代田区大手町2-2-1（新大手町ビル）
〒100 ☎(03)245-4321（番号案内）

昭和六十二年三月五日印刷
昭和六十二年三月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

船の科学

定価 一、二〇〇円

東京都中央区新川一丁目一、七、八、九番地
電話東京二〇六七九六番
（株）船舶技術協会



適所。

種類や用途に適した潤滑油は、
機械を順調に作動させます。

グリーンかバンカーか、飛ばしたい距離や方向、天候や
グリーンの状態で選ぶクラブが違ってくるゴルフ。
まさに適材適所。

選んで使うことで働きはより大きくなります。
工業用機械の潤滑油も同じこと。

順調に作動させ機械の摩耗を防ぐには、
種類や用途に応じた選択が大切。バラエティに富んだ
共石の工業用潤滑油からお選びください。

冷凍機に

- 共石フレオールS ●共石フレオールF

タービン・軸受に

- 共石タービン ●共石RIXタービン

油膜軸受に

- 共石ルブリタス

油圧装置に

- 共石ハイドラックス ●共石ハイドラックスES
- 共石ハイドロW ●共石ハイドロクリーン

圧縮機に

- 共石レシクンN ●共石GCオイルN
- 共石スクリュアー ●共石RSコンフ

歯車装置に

- 共石レタクダス ●共石ESキヤー

工作機械などのさまざまな用途に(汎用油)

- 共石MSオイル ●共石レータス
- 共石ハイマルチ

摺動面に

- 共石スライダス

切削に

- 共石ルフカット ●共石ソルカット

プレス装置に

- 共石プレスオイル

金属熱処理に

- 共石焼入油

防錆に

- 共石エハフルーフ

圧延に

- 共石ロータス

電気絶縁に

- 共石2号トランス ●共石HSTランス

優れた技術で、信頼に応える

**共石工業用
高級潤滑油**

共同石油

〒100 東京都千代田区永田町2丁目11番2号 星が岡ビル TEL (03) 593 6294(ダイヤルイン)