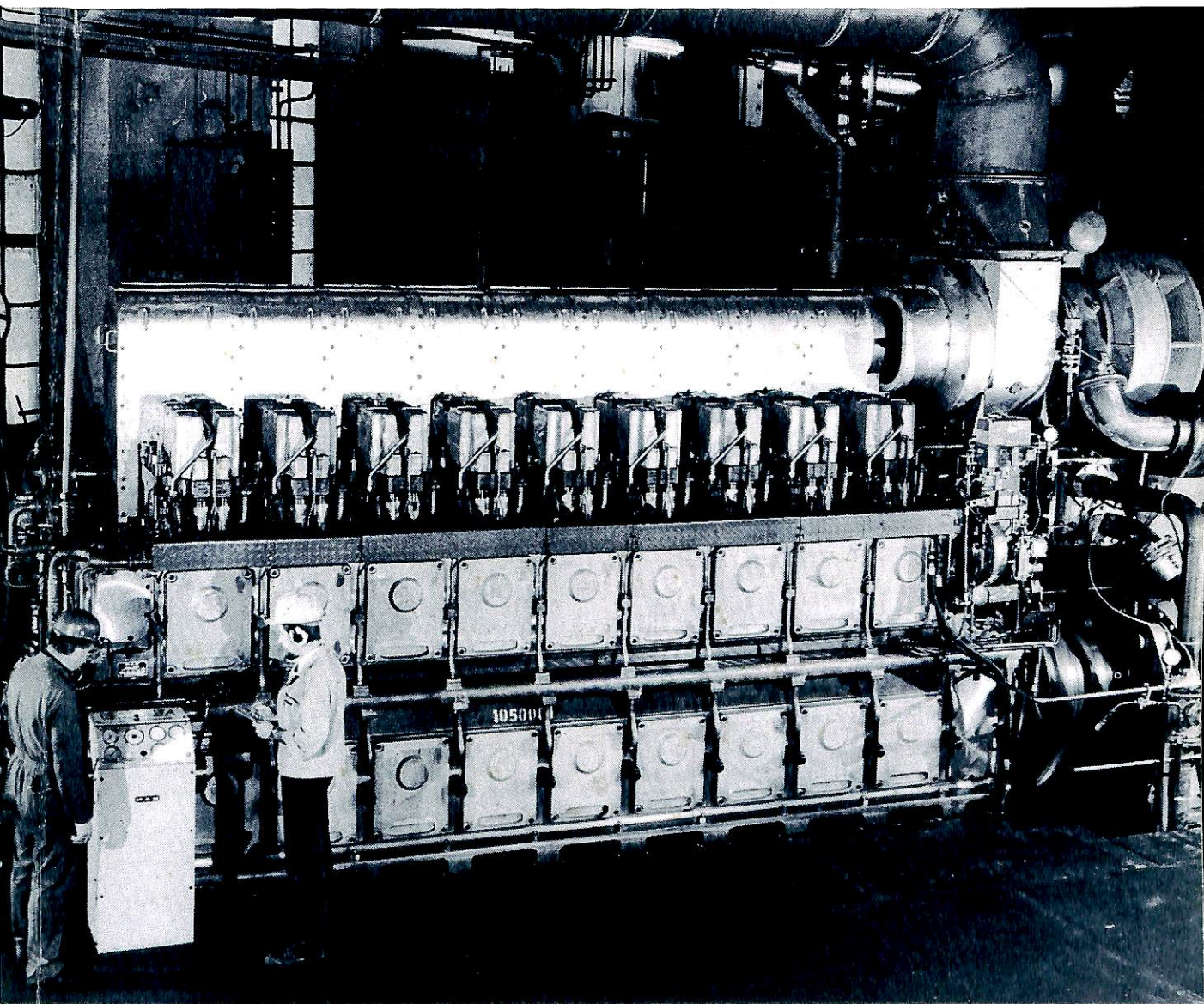


船の科学 8

1983

VOL. 36 NO. 8



M·A·N
B&W
DIESEL ENGINES

中速機関 L/V 32/36

370kW/cyℓ(500ps/cyℓ)750rpm

M.A.N.-B&W (JAPAN) LTD.

356 SUNNY DAYS!!

修繕と改造はカリブ海“キュラソー”で…
降雨量は年間わずか400ミリ。

"Antilia" graving dock
150,000dwt



設 備

- 修繕ドック 2基
150,000dwt 1基
28,000dwt 1基
- 1,800m(総延長)修繕岩壁
- 各種クレーン(ドックサイド)9基

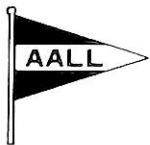
事業内容

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



**CURACAO DRYDOCK
COMPANY INC.**

Curaçao NETHERLANDS ANTILLES



総代理店

オールランド コンパニー リミテッド

〒105 東京都港区西新橋1-1-3(東京桜田ビル) 電話(03)(503)2030(代)

テレックス222-3266“AALL J”

〒650 神戸市中央区東町113-1(大神ビル) 電話(078)(391)7801(代)

テレックス5622-401“AALL KB J”

乗りがき

ピラースタンチューブパッキン

漏れが少なくビルジ排水を減少させます。

高強度繊維「タフラミド」を使用していますので長寿命です。

脱石綿パッキンなので軸スリーブを摩耗させません。

シーゴールドパッキン

No.428F

近年、船舶では機関部の合理化、省力化が進むとともに、海洋汚染防止法に見られる通りビルジ排水にはきびしい規制が加えられ、軸封部に使用されるパッキンにも、より優れた性能が要求されています。日本ピラー工業は、特に船尾管軸用パッキンNo426、No426Fにより従来から親しまれてまいりましたが、この度、画期的性能を持つスタンチューブパッキン「シーゴールド」ピラーNo428Fを開発致しま

した。シーゴールドパッキンは、パッキンの基材である編糸に従来から多くの実績を有しているラミー繊維と最近注目されている高強度アラミド繊維とを混紡した糸「タフラミド」を使用しています。従って、シーゴールドパッキンは、漏れが少なく、長寿命という、今まででは考えられなかった画期的な性能を発揮いたしますので、必ずや皆様のご期待にそえるものと確信致しております。

ピラーNo428Fの使用限界

用途	スタンチューブ、ラダー、 青海水ポンプ
流体温度	80℃
流体圧力	10kg・f/cm ²
周速	10m/s
P・V値	50kg・f/cm ² ・m/s

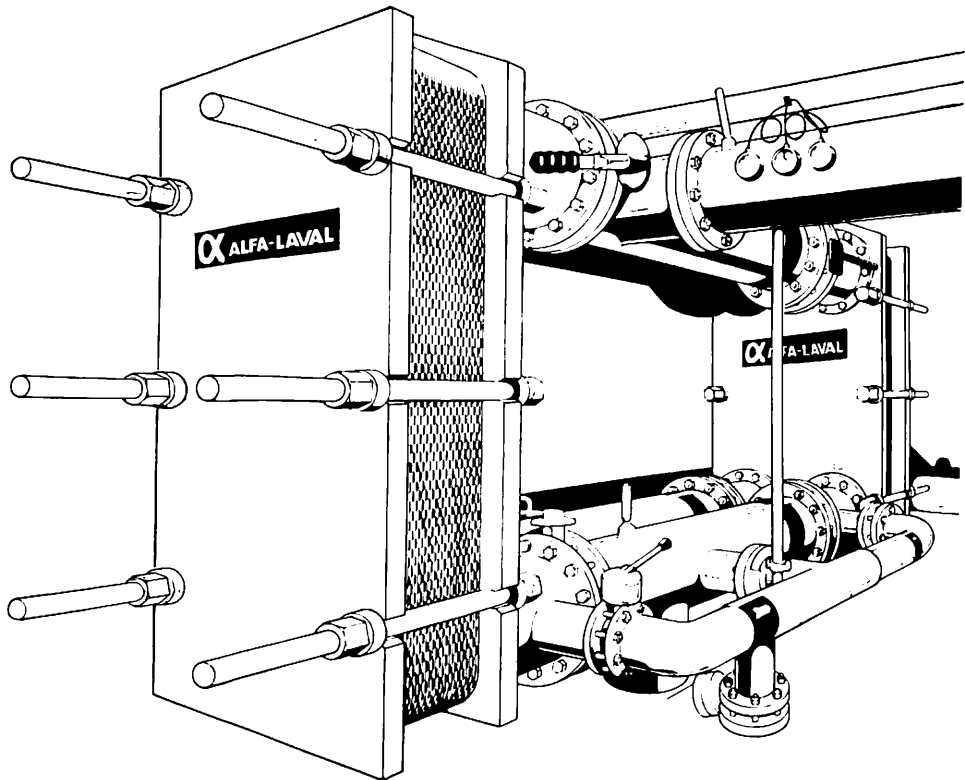


日本ピラー工業株式会社

本社 〒532 大阪市淀川区野中南2-11-48

本社 (06) 305-1941 大阪 (06) 302-5201 東京 (03) 432-1611 神戸 (078)391-3541 水戸・千葉・川崎・名古屋・姫路・広島・長崎

アルファ・ラバル セントラル・クーリングシステム



セントラルクーリングが1967年、アルファ・ラバルより開発されて以来、その技術に関して数多くの文献が発表され、「語りつくされた」と考えられたとしても無理からぬことです。

しかし、オーナーにとって、ますます厳しくなりつつある運航コスト面から、アルファ・ラバルのセントラルクーリングシステムのフレキシビリティ・信頼性・省エネは再考するに値します。

アルファ・ラバルのセントラルクーリングシステムはエンジンルームの保守全般、スベアパーツのコ

スト面のメリットはもちろんのこと、あらゆる省エネ仕様に対応できるよう設計されていますので、システム全体としてエネルギー消費量を抑え、ランニングコストを節約します。

あなたの船の仕様を決定する前に、アルファ・ラバルのセントラルクーリングシステムに関する資料を取り寄せ、その省エネ性を見直されてはいかがでしょうか。——その内容にきっと驚かれることでしょう。

部品・修理・技術員派遣の御要求は……

信頼と技術をモットーとする

アルファ・ラバルサービス株式会社

営業第2部

〒550 大阪市西区新町1-1-17

TEL (06) 538-0391

〒103 東京都中央区日本橋本町1-12(岡本ビル)

TEL (03) 279-5317

アルファ・ラバル船用機器に関する
資料御請求、御質問は下記へ……

ALFA-LAVAL
NAGASE-ALFA KK

長瀬アルファ株式会社

営業第2部

〒542 大阪市南区鯉谷西之町6(三栄ビル)

TEL (06) 281-1062

〒103 東京都中央区日本橋本町1-12(岡本ビル)

TEL (03) 279-5313

進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



自動車運搬船 M.V. "AUTOTRANSPORTER"
船主 UGLAND-AALL CAR CARRIERS LTD.
造船所 神原海洋開発株式会社

全長	99.993m	垂線間長	89.950m
型幅	17.000m	深さ	7.670m
喫水	4.200m	重量トン(計画喫水)	763t
船級	D.N.V.1 A1 ICE-C	縮小	1/100模型

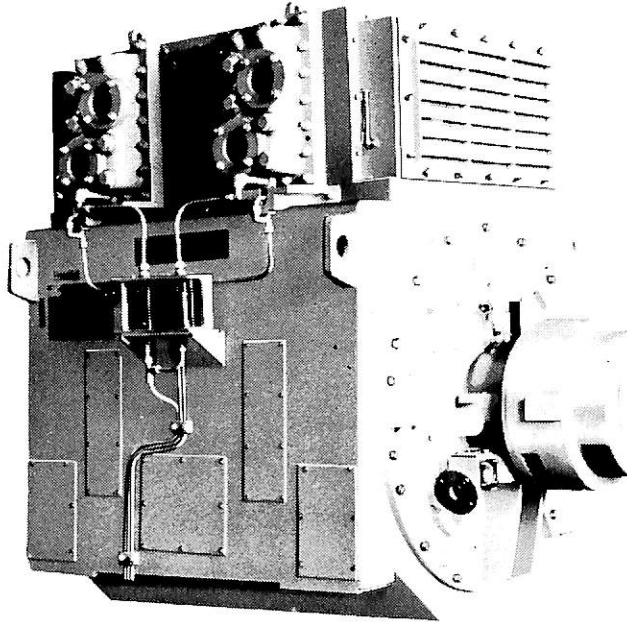
株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭武二
東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京(998)1586

ながい経験と最新の技術



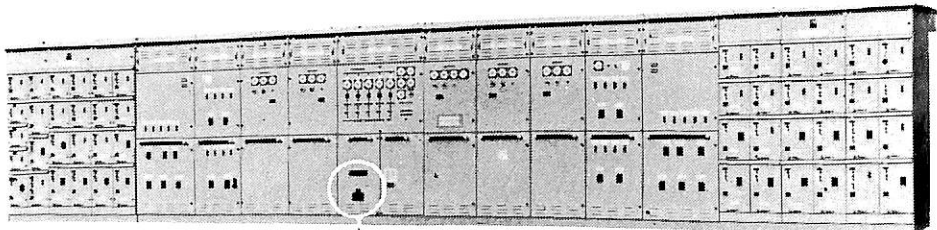
大洋の船舶用電気機器



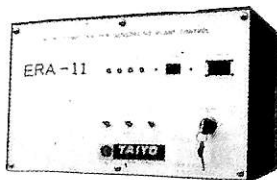
排ガス利用2極タービン発電機

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

1983

8

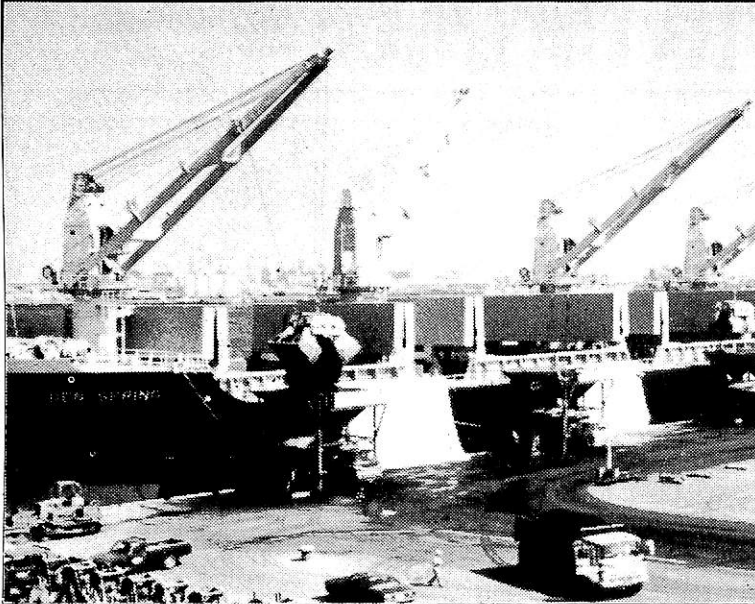
Vol. 36

目 次

- 7 新造船写真集 (No. 418)
- 18 日本商船隊の懐古 No. 50 (日光丸, 博愛丸)山 田 早 苗
- 20 商船の映像 (1)ニューヨーク港の客船群野 間 恒
- 25 7月のニュース解説米 田 博
- 28 省エネ帆装貨物船“扇蓉丸”および“日産丸”日 本 鋼 管
- 37 帆走の実態志 賀 竹 麿
- 42 リグの需要動向について運 輸 省 船 舶 局
- 46 深海調査船耐圧殻用超高降伏点鋼について新 日 本 製 鉄
- LNG 船の就航記録から (その27・最終回)
- 55 火災およびその他の重大事故の対策編 集 部
-
- 66 ケミカルタンカー (70・最終回)恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介
- 77 船舶電子航法ノート (77)木 村 小 一
-
- IMO コーナー (第20回)
- 85 第48回海上安全委員会報告運 輸 省 船 舶 局

- 製品紹介 新開発700 Z-1 Y ロックレバー式 巴バルブ
オールマイティオイル「共石21FX」 共同石油
- お知らせ 特別展「遊覧船—横浜港と芦ノ湖を中心に—」 横浜海洋科学博物館
- 新刊紹介 航海術の歴史 (原書第2版) H.-C. フライエスレーベン著 岩波書店

最新の技術と実績を誇る 福島の甲板機械



- 油圧・蒸気・電動各種
甲板機械
- デッキクレーン
- アンカー・ハンドリング
ウインチ
- 電動油圧グラブ



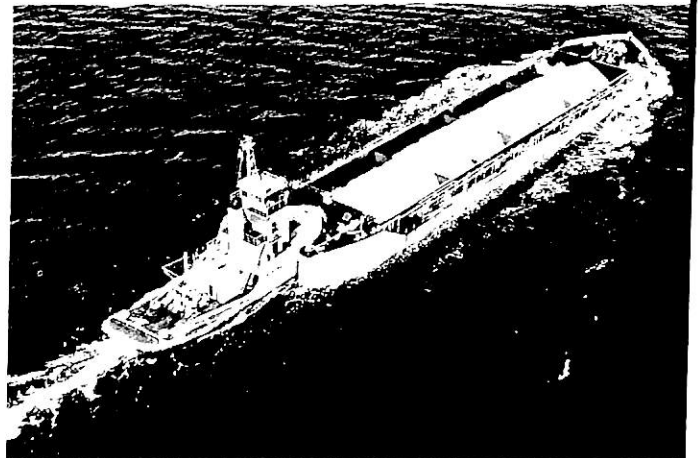
株式会社 **福島製作所**

本社・工場 福島市三河北町 9 番 80号 ☎0245(34)3146
 東京事務所 東京都千代田区四番町 4-9 ☎03(265)3161
 大阪営業所 大阪市東区南本町 3-5 ☎06(252)4886
 営業所 北海道・東北・尾道・下関
 海外駐在員事務所 ロンドン

“押船—舳船団に”アーティカップル

ピンジョイント式
自動連結装置

ボタン操作による
全自動方式

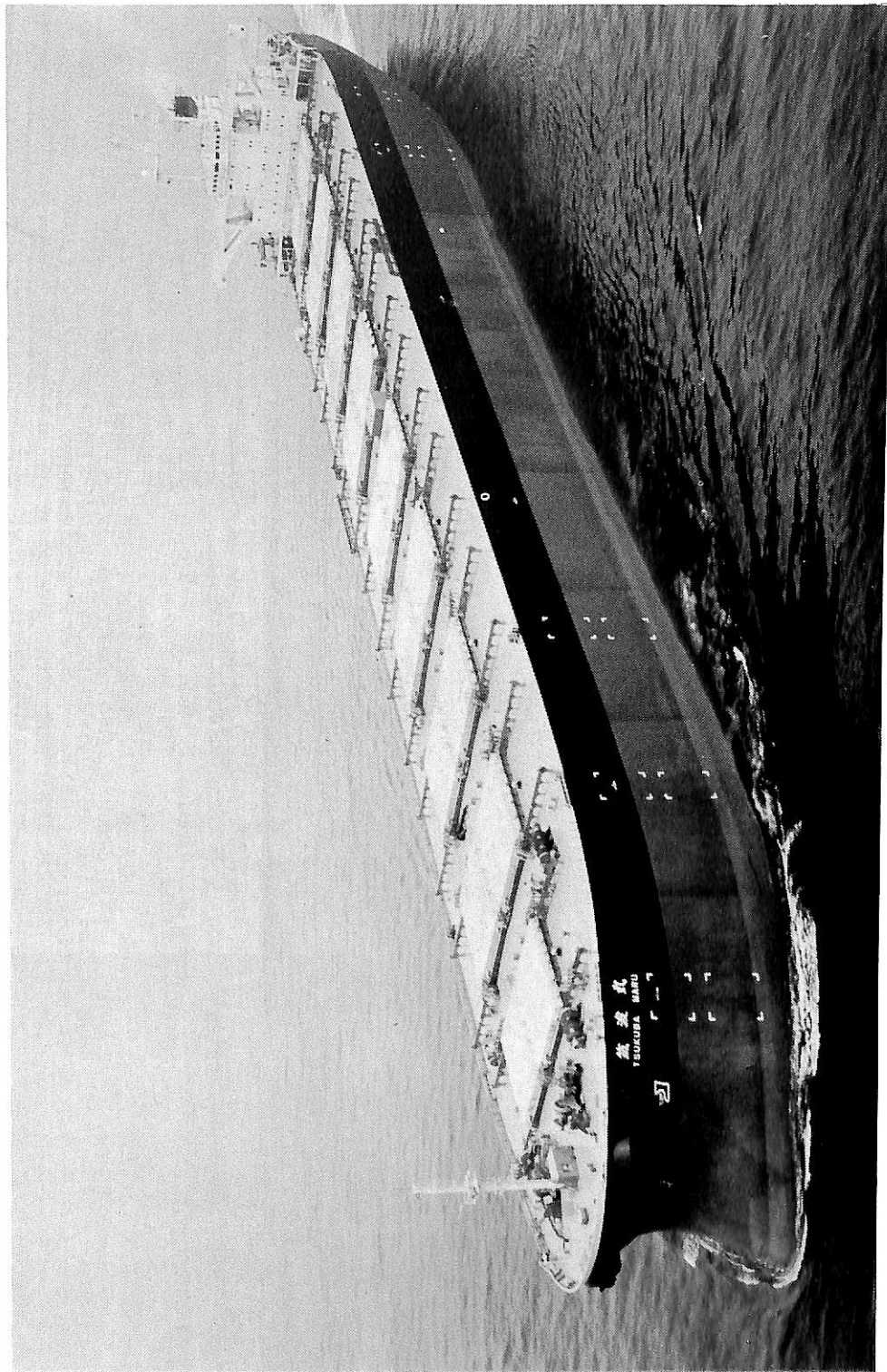


☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

大成設計工務株式会社

東京都千代田区岩本町 1-6-7
 宮沢ビル703号 電話03(851)3837
 テレックス 2655164 TAIENG J



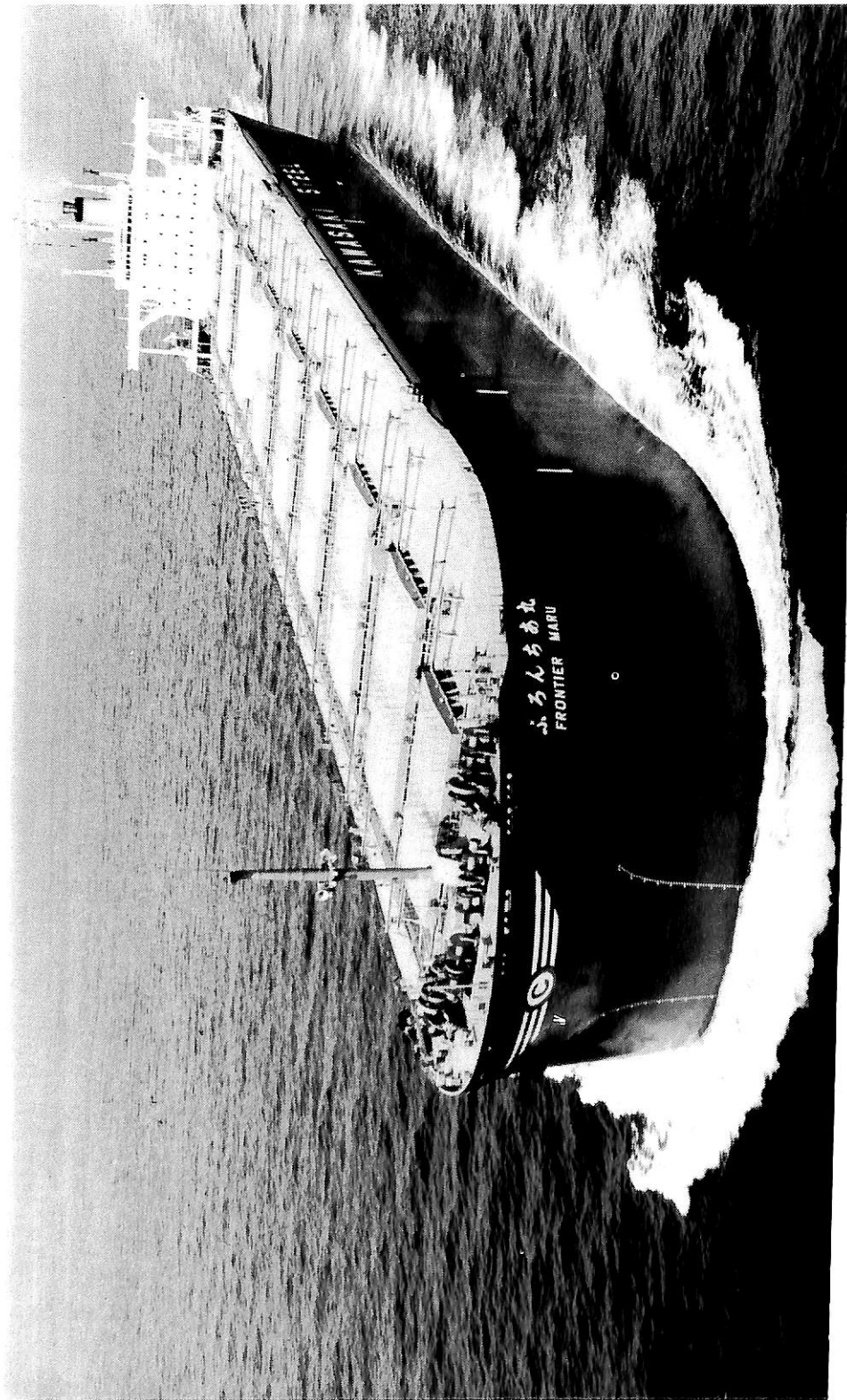
38次石炭 / 鉱石運搬船

第一中央汽船株式会社

筑波丸
TSUKUBA MARU

住友重機工業株式会社追浜造船所建造(第1111番船)

全長	298.579m	垂線間長	285.00m	起工	57-8-25	竣工	58-7-5
満載排水量	226,340t	総噸数	100,912T	型幅	50.038m	満載喫水	18.53m
艙口数	9	燃料油槽	5,210 ^{m³}	純噸数	65,387T	高載喫水(ク)	215.852 ^{m²}
出力(連続最大)	15,600PS (120/60rpm)	燃料消費量	42.5t/day	清水槽	201,227t	貨物艙容積	(デ)215.852 ^{m³}
7atg × 51/h	発電機	ダイヤハツ(デ)	700KW × 2	三菱(タ)	660KW × 1	Sulzer6RLB76型	機関×1
受(主)全波×1 (補)全波×2	船舶電話	海軍衛星装置	VHF	無線装置	送(主)1.2kW × 1	補汽缶	乾燃機室丸型
レーダー	速度(試運転最大)	15.3kn (満載航海)	12.35kn	デッカ	カウン	オメガ	NNSS
船型	球状船首付平甲板型	乗組員	30名	航海計器	25,000種	船級・区域資格	NK
パイプ型のメンテナ	ンス及び甲板洗浄などに関する省力化を計っている。			航路距離	を設け、上甲板上の配管をすべてトランク内に移すことにより		



鉾石 / 撒積貨物船

ふろんちあ丸

くみあい船舶株式会社

石川島播磨重工業株式会社呉第一工場建造 (第2774番船)
 全長 312.00m
 総噸数 112,436.40T
 燃料油槽 5,969.8m³
 出力 (連続最大) 9,450PS × 2 (164rpm) (常用) 8,400PS × 2 (157.7rpm)
 9kg/cm² × 飽和 × 10t/h × 1, 排エコ IHI 6.5kg/cm² × 飽和 × 2.15t/h × 1, 3.0kg/cm² × 飽和 × 0.57t/h × 1
 (夕) IHI 900kW × AC450V × 60Hz × 1, 800rpm × 1 (デ) ヤンマー 900kW × AC450V × 60Hz × 720rpm × 2
 受(主) 1.2kW × 1 (補) 0.13kW 1 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS
 速力 (試運転最大) 15.70kn (滿載航海) 13.0kn 航続距離 30,800浬
 船型 平甲板型 乗組員 30名

FRONTIER MARU

起工 57-3-5
 型幅 50.00m
 載貨重量 224,222t
 清水槽 603m³
 5翼1軸
 プロペラ 5翼1軸
 プログラム G × 飽和 × 0.57t/h × 1
 進水 26.65m
 貨物艙容積 (グ) 229,732.6m³
 主機械 IHI Sulzer 7RLB56型(デ) 機関 × 2
 補汽缶 大阪ポイラー
 竣工 58-4-15
 滿載喫水 19,881m
 艙口数 9
 機関 × 2
 大阪ポイラー
 發電機
 無線装置
 レーダー
 衝突予防装置
 船級・区域資格 NK 遠洋

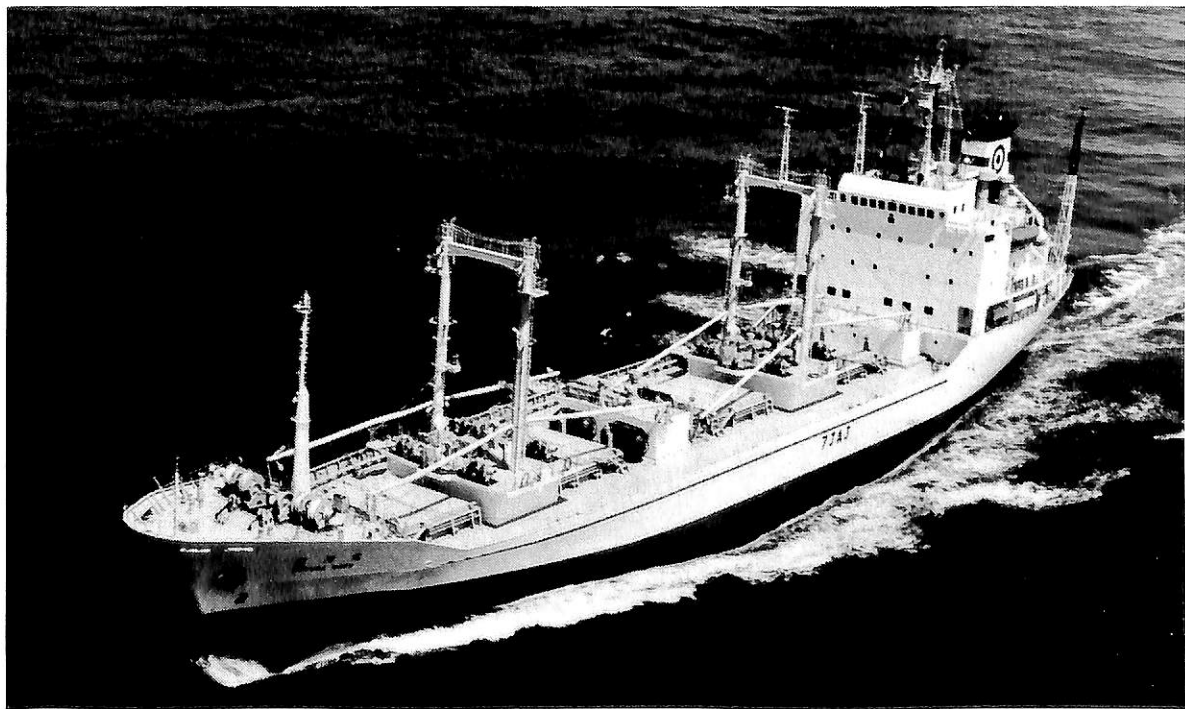


散積貨物船 雲 海 丸 中村汽船株式会社
UNKAI MARU

函館ドック株式会社建造(第716番船) 起工 57-11-29 進水 58-2-8 竣工 58-5-20
 全長 182.440m 垂線間長 172.000m 型幅 23.600m 型深 15.400m 満載喫水 10.990m
 満載排水量 38,343t 総噸数 18,641T 載貨重量 31,774t 貨物艙容積(べ) 36,936.0m³
 (グ) 37,787.3m³ 艙口数 5 デッキクレーン 25Lt×4 燃料油槽 A 356.6m³ C 1,524.8m³
 燃料消費量 29.9t/day 清水槽 F 238.8m³ D 133.6m³ 主機械 日立B&W L55 GA型(デ)機関×1
 出力(連続最大) 10,500PS (155rpm) (常用) 9,450PS (149.7rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 コンポジット
 縦型油焚き/排エコ 7kg/cm²G×1,200kg/h×1 発電機 神鋼 450V×400kW×500kVA×60Hz×3, (原)ヤンマー
 590PS×900rpm×3 無線装置 送(主)1kW×1(補)75W×1 受(主)全波×1(補)全波×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) 16.8kn (満載航海) 14.5kn 航続距離 15,300浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首尾楼付平甲板型 乗組員 29名

冷蔵運搬船 駿 河 丸 日水船舶株式会社
SURUGA MARU

福岡造船株式会社建造(第1103番船) 起工 57-12-2 進水 58-1-31 竣工 58-4-30
 全長 115.02m 垂線間長 105.00m 型幅 18.00m 型深 9.90m 満載喫水 7.78m
 総噸数 4,846T 純噸数 2,696T 載貨重量 6,197.65t 貨物艙容積(べ) 6,662m³
 艙口数 4 クレーン 5t-15.0m×8 燃料油槽 1,250.86m³ 燃料消費量 24.6t/day
 清水槽 231.61m³ 主機械 赤阪-三菱 6UEC 45HA型(デ)機関×1 出力(連続最大) 6,840PS (185rpm)
 (常用) 5,814PS (175rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 排気併用式縦型横煙管式 発電機 西芝
 800kW×445V×2 無線装置 送(主)500kW×1(補)150W×1 受(主)NRD-93×1(補)NRD92×2 船舶電話
 VHF 航海計器 デッカ ロラン オメガ NNSS レーダー 速度(試運転最大) 19.486kn
 (満載航海) 16.3kn 航続距離 18,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウェル甲板型
 乗組員 27名





冷凍運搬船 **シンガポール フォンテン** 八光商運株式会社
SINGAPORE FONTAINE

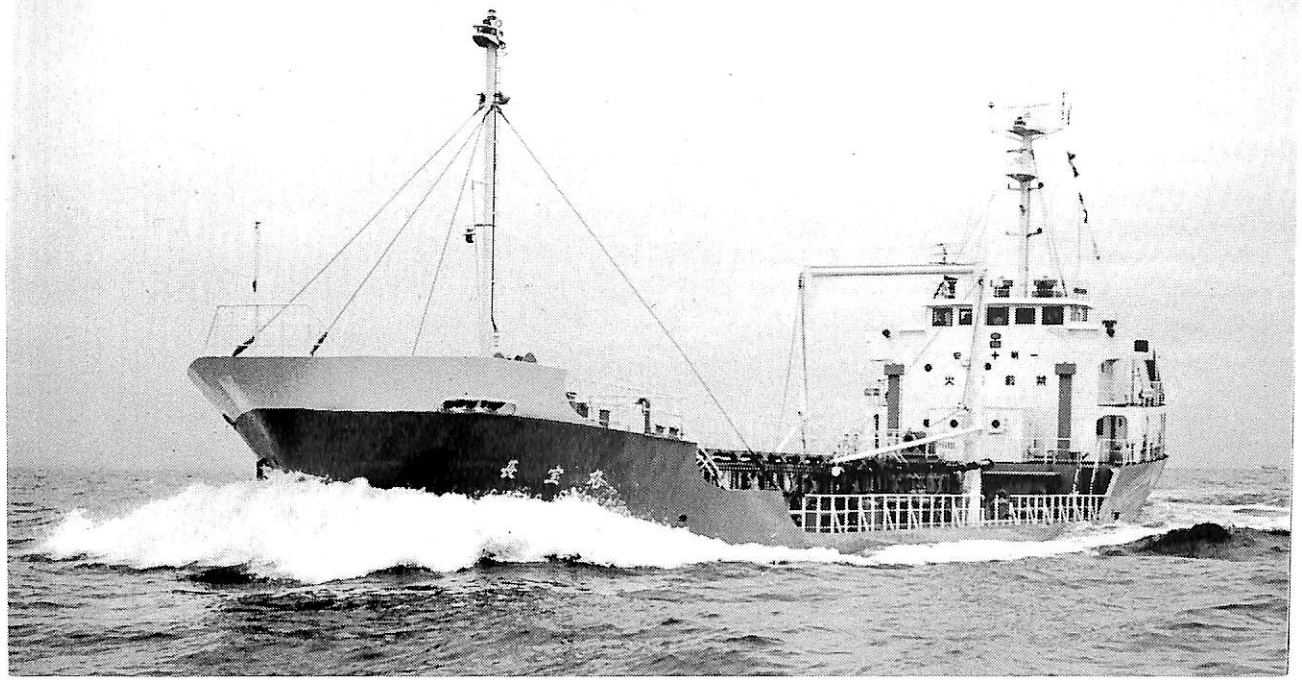
高知重工株式会社建造(第2280番船)	起工 57-8-21	進水 57-11-15	竣工 58-1-31
全長 92.23m	垂線間長 85.0m	型幅 16.20m	型深 9.5m
総噸数 1,843T	純噸数 1,589T	載貨重量 3,901.77t	満載喫水(ext) 6.568m
艙口数 3	デリック 4t 振廻し 2.5t	ケンカ×3	キャング
燃料消費量 13.76t/day	清水槽 268.12m ³	主機械 IHI SEMT Pielstick 6PC2-6L型(テ)	機関×1
出力(連続最大) 4,500PS(520rpm)	(常用) 4,050PS(502rpm)	プロペラ 4翼1軸	CPP 補汽缶
煙管コンポジット式 1,000/600kg/h×8kg/cm ² ×1	(原)ヤンマー 900PS×900rpm×2	無線装置 送(主) 0.8kW×1	(補) 75W×1 受(主) 全波×1 (補) 全波×1
VHF	航海計器 ロラン	NNSS レーダー	速力(試運転最大) 17.750kn (満載航海) 14.6kn
航続距離 12,600浬	船級・区域資格 NK	遠洋	船型 平甲板型
			乗組員 23名

- 10 -

冷蔵運搬船 **かしわぎ丸** 共栄海運株式会社
KASHIWAGI MARU

株式会社栗之浦ドック / 三好造船株式会社建造(第180番船)	起工 57-11-9	進水 58-1-31
竣工 58-4-5	全長 114m	垂線間長 105m
満載喫水 6.65m	満載排水量 7,016t	総噸数 2,723T
貨物艙容積(ベ) 5,440m ³	艙口数 3	クレーン 3t×3
清水槽 148m ³	主機械 楨田 B&W 8L 35MC型(テ)	機関×1
(常用) 4,950PS(193rpm)	プロペラ 4翼1軸	補汽缶 タクマ 10kg/cm ² ×1,076kg/h×1
発電機 大洋電機 800kVA×AC445V×2	(原)ダイハツ 1,000PS×2	無線装置 送 500W×1
航海計器 ロラン	レーダー	速力(試運転最大) 17.784kn (満載航海) 15.0kn
船級・区域資格 NK	遠洋	船型 船首楼付二層甲板船尾機関型
。-30℃冷蔵装置		航続距離 25,700浬
		乗組員 26名





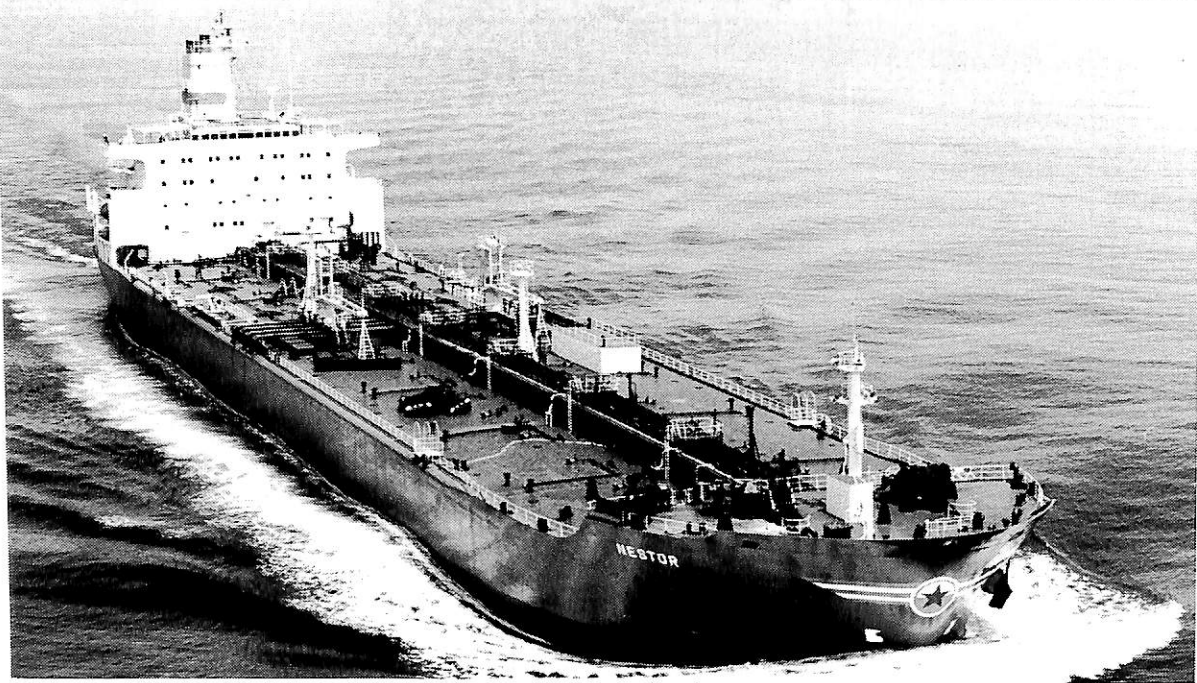
油槽船 長 宝 丸 船舶整備公団
CHOHO MARU 二宝船舶株式会社

宇部船渠株式会社建造(第177番船) 起工 57-12-11 進水 58-1-19 竣工 58-3-18
 全長 72.66m 垂線間長 68.00m 型幅 11.35m 型深 5.00m 満載喫水 4.559m
 満載排水量 2,566t 総噸数 696T 載貨重量 1,907t 貨物油槽容積 2,199m³
 主荷油ポンプ 500m³/h×85m×2 燃料油槽 107m³ 燃料消費量 5.3t/day 清水槽 13m³
 主機械 阪神 6EL 30型(デ)機関×1 出力(連続最大)1,800PS(300rpm) (常用)1,530PS(284rpm)
 プロペラ 4翼1軸 CPP 補汽缶 排エコ 熱媒油式 99,000kcal/h 発電機 大洋電機 軸発 150kVA×1
 (デ)120kVA×1 碇泊用(デ)30kVA×1 (原)ヤンマー 無線装置 船舶電話 航海計器 レーダー
 速力(試運転最大)12.6kn (満載航海)12.00kn 航続距離 -3,800浬
 船級・区域資格 JG 沿海 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 8名

オイルフェンス展張船 第2 たかほこ丸 むつ小川原石油備蓄株式会社
TAKAHOKO MARU No.2

三菱重工株式会社下関造船所建造(第853番船) 起工 57-7-22 進水 58-1-30 竣工 58-5-30
 全長 48.00m 垂線間長 38.00m 型幅 10.40m 型深 4.20m 満載喫水 3.90m
 総噸数 499T 燃料油槽 72.1m³ 主機械 新潟 6L 25 BX型(デ)機関×2
 出力(連続最大)1,300PS×2(720/323rpm) プロペラ ステアラブルノズル プロペラ×2
 速力(試運転最大)12.98kn 船級・区域資格 JG 沿海 乗組員 20名(8名+作業員12名)
 曳引力(後進)28.5t
 ○オイルフェンス展張装置(大型固定式)1,200m 1式(最高60m/minで展張をする)
 ○消防設備,消火銃(泡水・電動式)5,500ℓ/min×1,(泡水・手動式)5,000ℓ/min×3
 ○流出油処理剤散布装置(乳化剤およびゲル化剤用)各1式
 ○海面浮遊油吸着材曳航装置 1式





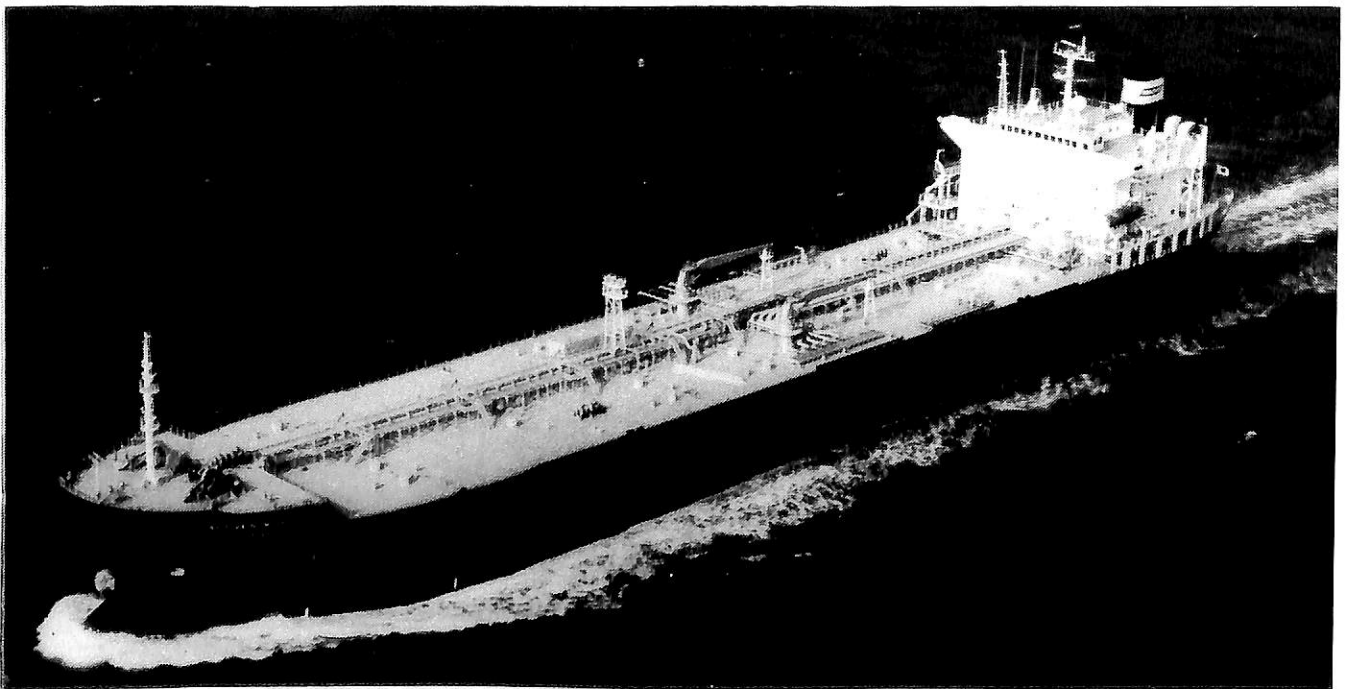
ネスター
輸出石油製品運搬船 **NESTOR**

船主 Apache Tanker Corp. Ltd. (Greece)
 三井造船株式会社千葉事業所建造(第1243番船) 起工 57-3-9 進水 57-9-22 竣工 58-5-24
 全長 218.50m 垂線間長 210.00m 型幅 32.20m 型深 18.80m 満載喫水 12.818m
 総噸数 30,479.77T 純噸数 21,691.76T 載貨重量 62,278t 貨物油槽容積 68,277.8m³
 主荷油ポンプ 1,500m³/h×165m×4 燃料油槽 3,539m³ 燃料消費量 45.3t/day 清水槽 436m³
 主機械 三井B&W 7L67GA型(デ)機関×1 出力(連続最大) 15,200PS(123rpm)(常用) 13,900PS(119rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 三井WTA-30M×2 発電機 ダイハツ 1,000PS×720rpm×3
 無線装置 送(主)1.6kW×1(補)130W×1 受(主)0.1~30MHz×1(補)0.1~30MHz×1 VHF 航海計器 デッカ
 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大)16.43kn(満載航海)15.5kn
 航続距離 25,700浬 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 42名
 。全カーゴタンク, カーゴパイプ内面ピュアエポキシ塗装

- 12 -

ラゴベン ムルイ
輸出石油精製品運搬船 **LAGOVEN MORUY**

船主 Lagoven, S.A. (Venezuela)
 日立造船株式会社広島工場因島建造(第4712番船) 起工 57-8-7 進水 57-10-1 竣工 58-4-15
 全長 208.00m 垂線間長 198.70m 型幅 35.36m 型深 16.60m 満載喫水 11.616m
 総噸数 35,810.15T 純噸数 19,198.86T 載貨重量 55,918t 貨物油槽容積 58,328.0m³
 主荷油ポンプ 1,500m³/h×120m×4 クレーン 10t×15m/min×2 燃料油槽 3,525.6m³
 燃料消費量 53.6t/day 清水槽 518.4m³ 主機械 日立B&W 6L80GFCA型(デ)機関×1 出力
 (連続最大)18,400PS(106rpm)(常用)15,600PS(100rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 堅型水管×2
 発電機(デ)820kW×AC450V×3φ×60Hz×720rpm×4 無線装置 送(主)1.8kW×1(補)150W×1 受(主)1(補)1
 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー
 速度(試運転最大)17.253kn(満載航海)15.9kn 航続距離 20,900浬 船級・区域資格 AB 遠洋
 船型 一層平甲板型 乗組員 39名





ゴールデン ファルコン

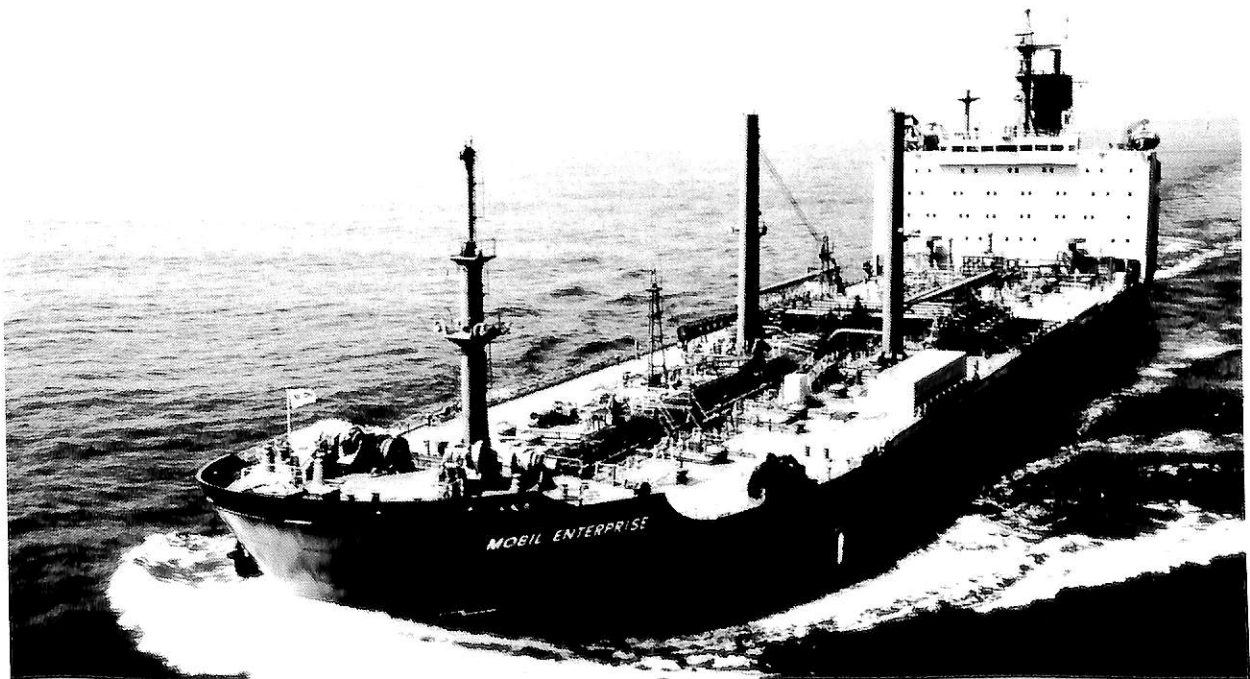
輸出貨物船 **GOLDEN FALCON**

船主 Golden Falcon Marinera, S. A. (Greece)
 佐野安船渠株式会社水島造船所建造(第1051番船) 起工 57-8-6 進水 57-11-27 竣工 58-3-24
 全長 189.80m 垂線間長 180.00m 型幅 31.20m 型深 16.00m 満載喫水 11.431m
 満載排水量 51,595t 総噸数 23,243.27T 純噸数 16,719T 載貨重量 43,219t 貨物艙容積
 (ベ) 47,990.9m³ (グ) 55,581.1m³ 艙口数 5 クレーン 15t×4 燃料油槽 2,377.5m³
 燃料消費量 33.2t/day 清水槽 360.6m³ 主機械 住友Sulzer 6RLB66型(デ)機関×1 出力
 (連続最大) 11,100PS (124rpm) (常用) 9,990 PS (120rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 堅型煙管式
 7kg/cm²×1,600kg/h×1 発電機 640kVA×AC 450V×2, 400kVA×AC 450V×1 無線装置 送(主)
 1.5kW×1 (補) 50W×1 受(主)全波×1 (補)全波×1 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) 16.35kn (満載航海) 14.8kn 航続距離 18,400浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 31名 43型BC

モービル エンタープライズ

輸出石油精製品運搬船 **MOBIL ENTERPRISE**

船主 Mobil Shipping & Transportation Co. (Liberia)
 住友重機械工業株式会社追浜造船所建造(第1093番船) 起工 57-7-14 進水 57-10-30 竣工 58-4-8
 全長 171.0m 垂線間長 162.0m 型幅 30.0m 型深 16.2m 満載喫水 12.078m
 総噸数 19,580T 純噸数 12,986T 載貨重量 38,452t 貨物油槽容積 42,484m³ 主荷油ポンプ
 640m³/h×120m×5 デリック 10t×2 燃料油槽 1,504m³ 燃料消費量 33.3t/day 清水槽 326m³
 主機械 住友Sulzer 6RLB66型(デ)機関×1 出力(連続最大) 11,100PS (124rpm) (常用) 9,990PS (120rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 40t/h×1 発電機(デ) 740kW×3, 100kW×1 無線装置 送(主) 1.5kW×1
 (補) 120W×1 受(主) 1 (補) 1 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) 16.00kn (満載航海) 15.66kn 航続距離 15,000浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 52名



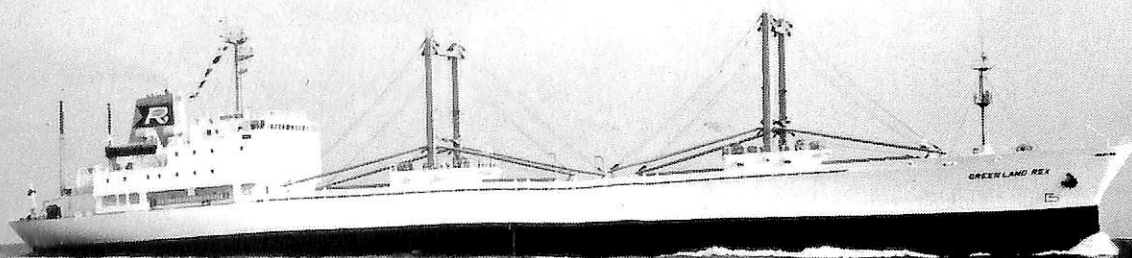


コンバル
輸出冷凍運搬船 **KONVALL**

船主 Bluebell Trans S.A. (Panama)
 株式会社新山本造船所建造(第266番船) 起工 57-11-6 進水 58-1-27 竣工 58-4-27
 全長 137.04m 垂線間長 126.00m 型幅 21.00m 型深 12.80m 満載喫水 8.716m
 満載排水量 14,423.6t 総噸数 8,245T 純噸数 3,872T 載貨重量 9,399.9t
 貨物艙容積(べ) 10,820.75m³ 艙口数 4 デリック 5t×16m×8 燃料油槽 1,621.22m³
 燃料消費量 36.6t/day 清水槽 340.54m³ 主機械 日立B&W 7L55GB型(デ)機関×1 出力(連続最大)
 11,300PS(155rpm)(常用) 10,280PS(150rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 排ガス併用横煙管式堅型
 発電機 AC450V×850kVA×680kW×900rpm×3(原) ヤンマー 1,000PS×900rpm×3 無線装置
 送(主)1kW×1(補)75W×1 受(主)全波×1(補)全波×1 VHF 航海計器 ロラン NNSS レーダー
 速力(試運転最大)21.092kn(満載航海)19kn 航統距離 14,900浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 28名

グリーンランド レックス
輸出冷凍運搬船 **GREENLAND REX**

船主 Maritima Paraiso S.A. (Panama)
 林兼造船株式会社下関造船所建造(第1258番船) 起工 57-8-25 進水 57-11-2 竣工 58-3-4
 全長 142.00m 垂線間長 134.00m 型幅 19.80m 型深 12.50m 満載喫水 8.50m
 満載排水量 13,487.7t 総噸数 7,988T 純噸数 3,840T 載貨重量 8,410.30t 貨物艙容積
 (べ) 11,378.97m³ 艙口数 15 クレーン 7t×8 燃料油槽 1,332.96m³ 燃料消費量 27.3t/day
 清水槽 289.76m³ 主機械 三井B&W 6L55GB型(デ)機関×1 出力(連続最大) 9,650PS(155rpm)
 (常用) 8,830PS(150rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 コクラン堅型 1,300kg/h×7kg/cm²G×1
 発電機 西芝 自己通風型 687.5kVA×AC450V×3(原) ヤンマー 830PS×720rpm×3 無線装置 送(主)1.2kW×1
 (補)130W×1 受(主)1(補)1 VHF 航海計器 ロラン NNSS レーダー
 (試運転最大) 21.26kn(満載航海) 18.7kn 航統距離 12,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 平甲板船尾機関型 乗組員 32名
 ○冷凍装置 R-22直膨床吹出型



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



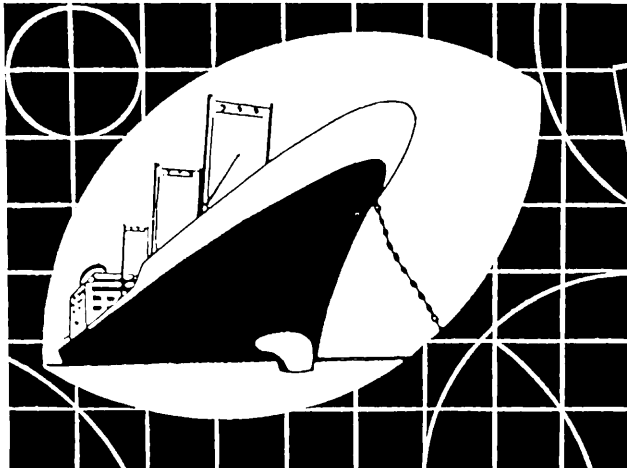
船舶機装品研究所

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)



船舶の設計

各種船舶基本計画

各部工作図

高速艇

油回収船

修繕船修理工事

配管工事

その他鉄構工事

海上運送業務

船舶回航業

船舶運航業

船舶仲立業

海水こし器

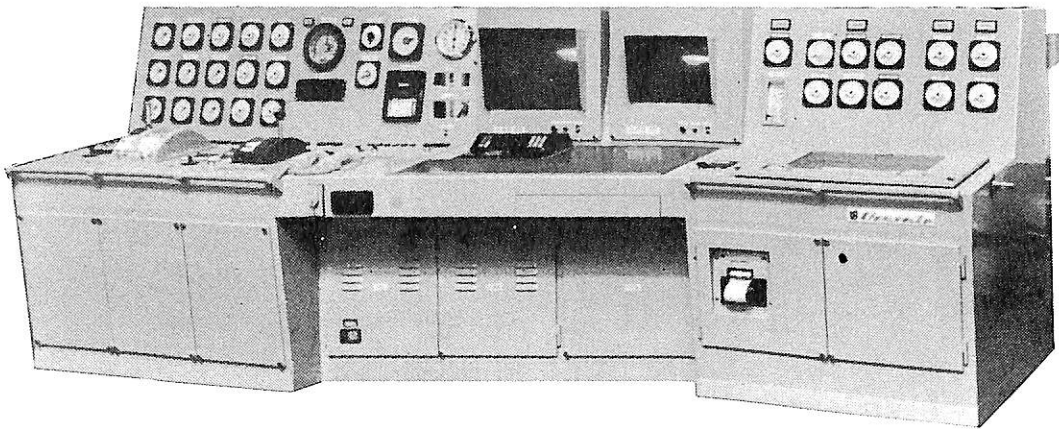


株式
会社

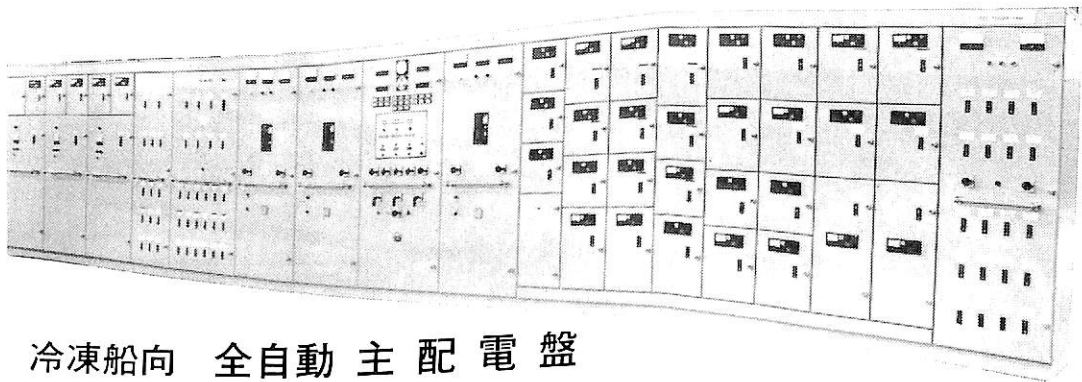
共栄船舶興業

本社 横浜市神奈川区東神奈川2-48-2
〒221 ☎ 045(441)7685(代表)
清水営業所 静岡県清水市宮代町6-25
〒424 ☎ 0543(63)0955(代表)

渦潮電機の最新技術で 船の近代化・省力化と経済性アップ!!



カラーCRT付データロガー(UMS-35)装備、3750台積PCC向
集中監視盤



冷凍船向 全自動主配電盤

船舶電機のトータルエンジニアリング 設計・製作・艤装

渦潮電機株式会社

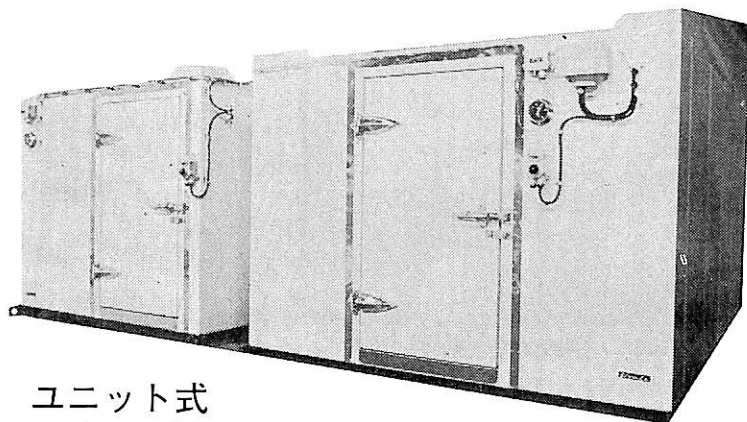
代表取締役社長

小田 道人 司

本社 愛媛県越智郡大西町大字九王甲1520 TEL(0898)53-6111(代) FAX(0898)53-2266
東京営業所 東京都港区西新橋1丁目19-9 TEL(03)508-1266(代)
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958

船舶装備のトータルコストダウンを推進!!

省エネタイプ冷凍・冷蔵庫



ユニット式
冷凍・冷蔵庫

急速冷凍OK!!

〔例〕

DW6000T 遠洋 NK規格	
冷凍庫	9.7m ³
冷蔵庫	11.0m ³
コンプレッサー	1.5kW×1水冷
(従来)	2.2kW×1水冷
冷却器	ファンコイルユニット

〔特長〕

- ① セッティングシート取り付けと冷却水配管で運転OK。
- ② コンプレッサーを1ランク落とせます(当社、従来比)。
- ③ 形状および容量は船型に合わせます。
- ④ 外部(3.2mm)ボンデ鋼板耐水塗装仕上げ、シールドロッカー、鋼製棚(可変)、照明警報装置付、内部よりドアロックアウト付。
- ⑤ オールステンレス製作可能。
- ⑥ 空冷式・水冷式・全閉型・開放型 各種製作。

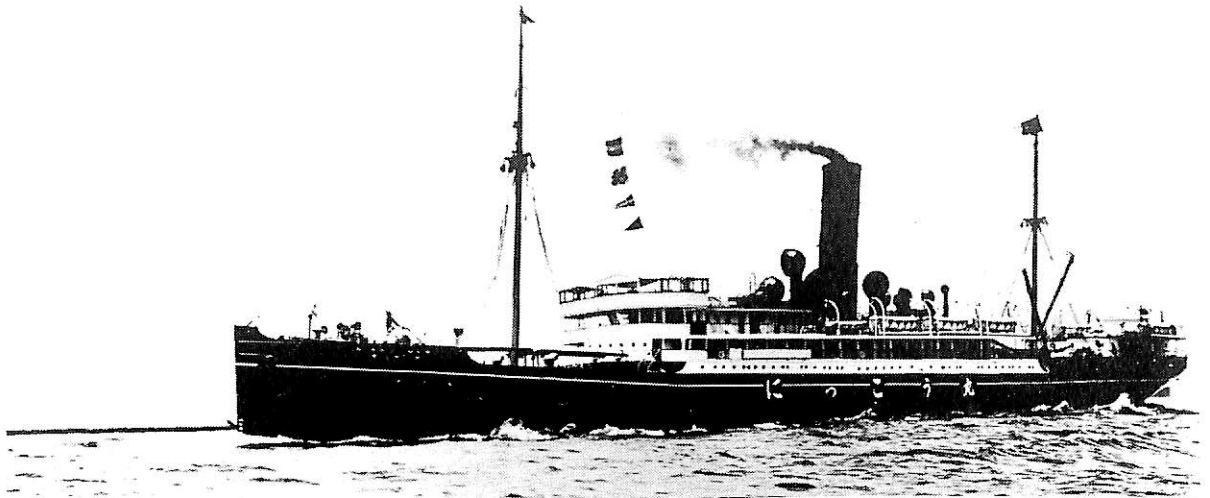
船舶空調艙装実績業界No.1 (57年; 180隻)
設計より引渡しまで安心しておまかせ下さい。

潮冷熱株式会社

代表取締役社長 小田 團

本社・工場 愛媛県越智郡大西町大字脇甲883-1 TEL(0898)53-2400(代) FAX(0898)53-6363
東京営業所 東京都港区西新橋1丁目19-9 TEL(03)508-1266(代)
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958

貨客船 日光丸 日本郵船(株)→東亜海運(株)



三菱重工業(株)長崎造船所建造(第148番船)	船舶番号 8908	船舶信号 JNFG→JNLD
起工 明35-4-11 進水 36-9-23 竣工 36-12-26	垂線間長 128.0m	型幅 15.24m
型深 9.32m 満載喫水 7.65m 満載排水量 9,600t	総噸数 5,538.94T	純噸数 3,040T
載貨重量 4,829t 主機械 三連成レシプロ機関×1	出力(連続最大)5,539PS	
速力(試運転最大)17.77kn(満載航海)12.0kn	船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋航路 ロイド100A1	
LMC BS 鋼船 旅客 1等90名, 2等24名, 3等129名	船籍港 東京	

日本郵船のオーストラリア航路は、明治29年10月3日横浜を出港した山城丸を第1船として開設され、近江丸、東京丸の3隻をもって4週1回発航の定期配船を行った。

明治31年11月には英国にて建造した春日丸、二見丸、八幡丸の3,800トンクラスが投入され、船質は一段と改善された。しかし、明治33年7月には北ロイド社がシドニー～香港間に2隻の客船を配船するに及び、これに対抗するため新造船の建造が計画され、熊野丸が第1船として建造された。本船はこれを手本として三菱長崎に発注されたもので、造船奨励法の適用を受けて新造された。

船型は、熊野丸とはほぼ同型でしかも春日丸クラスを拡大改良した三島型船で、船橋楼上短艇甲板には船長室、1,2,3等航海士室があり、船長室後方は吹き抜けとなって下階の1等食堂の採光に利用された。同甲板には4隻の救命艇が装備されていた。

遊歩甲板上最前部には1等社交室があり、前方正面にはピアノ、四隅にはテーブル及び事務机があり、中央には4コのソファーを配していた。仕切りをへだてた後方には1等食堂があり、9人掛のテーブル8コがあって72名を収容できた。食堂後方は1等エントランスで、さらに後方に2人部屋の1等船室2室があり、エンジン隔壁の後方にはバー及び1等喫煙室があった。

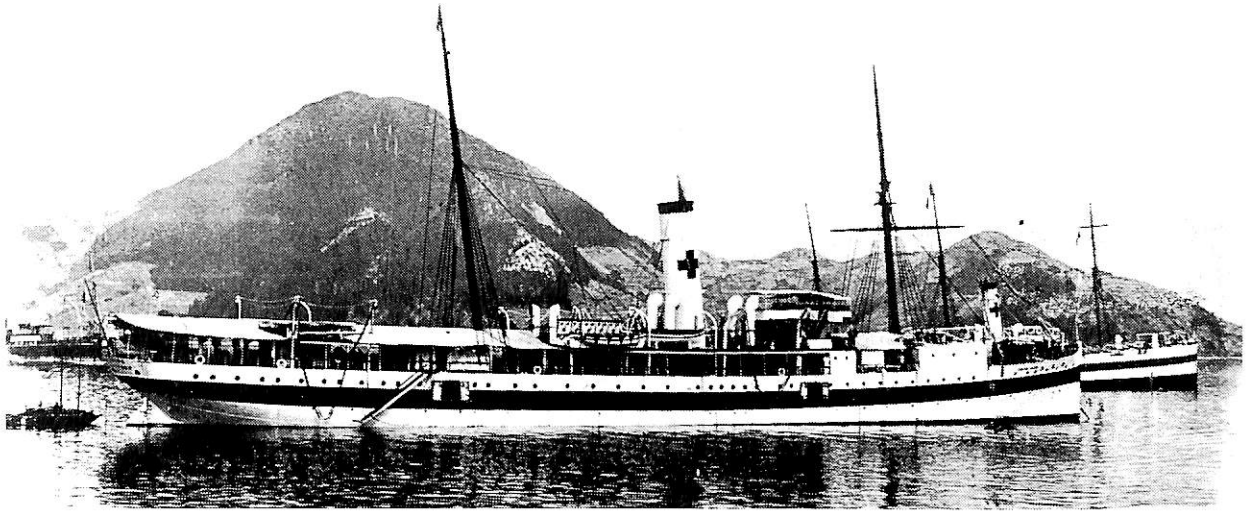
上甲板上船橋楼の最前部は1等船室で、2人部屋28室が4列に並び、その後方には理髮室、男女便所、船医室、

1等機関士室などを配した。第2甲板前方の第1船艙の周囲が3等客室で、その後方第2船艙の後方にシルクルーム、郵便室、炭庫、冷蔵庫などがあった。船尾楼甲板上に2等エントランス、及び2等喫煙室があり、その階下に4人定員5室、2人定員2室の2等船室があり、その中央には2等食堂があり、20人用の長テーブルと5人用の角テーブルが配置されていた。

本船の船内装飾には日本の工芸品が多数用いられていたこと、船室に冷暖房装置を有していたことなどが特色であった。本船の主機はその当時最大の三連成汽機で、明治36年12月10日の公試運転では5,539馬力、17.8ノットの当時としては最高の記録を示した。船価は136万円であった。本船は竣工すると間もなく日露戦争の海軍仮装巡洋艦となり明治38年12月21日まで軍務に服した。

明治39年3月3日横浜を出港して初めて本来のオーストラリア航路に就航した。昭和3年6月より春日丸に代って大阪～青島線に配船される。昭和7年1月22日午後10時青島より門司に向う途中朝鮮小黒山沖にて火災を発生、全速力で24日午前8時門司に帰り消火の結果1,200トンの積荷が全焼した。昭和14年8月12日東亜海運へ現物出資される。太平洋戦争中は船舶運営会の使用船として同航路に就航していたが、昭和20年4月9日山東半島沖北緯36度46分・東経123度36分の地点で米潜 Tirante (SS-420)の雷撃で沈没した。(写真提供 日本郵船)

貨客船 博 愛 丸 日本赤十字社



Lobnitz & Co., レンフリーユ(英建造)	船舶番号 3863	船舶信号 HWDV → JOFA	
進水 1898年	垂線間長 94.79m	型幅 11.88m	型深 9.02m
満載喫水 6.15m	総噸数 2,628.55T	純噸数 1,419.42T	載貨重量 2,480.0t
主機械 三連成レシプロ機関×1	出力(連続最大) 3,078 PS (計画) 2,100 PS		
速力(試運転最大) 15.42kn	船級・区域資格 通信省 第1級船 近海区域 鋼船	旅客(定員不明)	
乗組員 約40名	姉妹船 弘済丸(のち美福丸)	船籍港 東京→波浮港	

日本赤十字社では戦争時に直ちに病院船として使用できる船舶を所有する必要性にせまられた結果、英国のレンフリーユ市のLobnitz造船所で建造中であった貨物船を購入したのが本船であり、本船は明治32年4月10日日本に回着した。本船の主機は三連成レシプロ機関で、汽缶は両焚口式となっていた。

明治33年1月8日日本赤十字社では本船を日本郵船に委託、郵船ではこれを上海航路の定期貨客船として配船した。

日清戦争では、明治33年6月21日より同年11月13日まで146日間陸軍病院船となり傷病兵1,023名を内地に輸送した。明治33年12月1日神戸出港より再び上海航路に復帰した。

明治34年4月3日再び病院船となって上海に向い、同航路は大連丸が代船として就航した。

明治36年4月15日神戸より横浜に入港、徴用解除となり、白色の船体を黒く塗りかえて17日、日本郵船に引渡され、23日より上海航路に復帰した。

日露戦争では、明治37年2月9日より39年3月6日まで757日間病院船となり、その間に傷病兵13,893名を輸送した。青島の役では、大正3年8月19日より同年12月25日まで129日間病院船として活躍、傷病兵1,027名を輸送した。

大正4年1月より再び日本郵船の横浜～上海線に就航。

大正7年4月より大正11年3月まで鉄道院(現在の日本国有鉄道)が備船し、関釜連絡航路に就航した。

備船中、大正10年6月18日より19日まで水害のため不通となった小月～長府間の連絡のため下関～徳山間の海上輸送に従事する。

大正11年4月より再び日本郵船の神戸～上海線に復帰。

大正12年9月の関東大震災では一時神戸～上海線を休航とし、品川～清水間で難民輸送船として就航、9月13日300名、19日300名、21日300名、23日300名、27日106名を清水に輸送、30日には中国人45名を神戸に輸送した。

大正13年4月より弘済丸に代って横浜～樺太線に就航。

大正15年、林兼商店に¥225,000で売却され蟹工船となり、姉妹船弘済丸とともに北海方面で活躍。

昭和2年昭和工船漁業に売却されたが、のち昭和5年10月6日より不況のため函館にて係船されていた。

昭和7年日本合同工船に移籍、さらに昭和11年に共同漁業、つづいて12年には日本水産の所有となる。

昭和15年9月11日海軍に徴用され横須賀鎮守府所属の運送船となり、昭和16年8月31日に解除。その後は船舶運営会の使用船として北海方面で活躍中、昭和20年6月18日、北緯50度23分・東経155度6分の千島列島附近で米潜Apogon(SS-308)の雷撃により沈没し、47年間の長い一生を閉じた。(写真提供 日本郵船)

商船の映像 (1)

Image of Merchant Ships as an element of seascape.

野間 恒
H・NOMA

「商船の映像」の掲載にあたって

「フェアプレー」誌には、SHIPS IN CAMERA という欄がある。これには、いろいろな角度から見た商船の映像が紹介されており、堅い内容の同誌のなかにあって、気分転換の役目を果たしている。別に、フェアプレー誌を真似るわけではないが、このページではさような形式をとりながら、主として往年の著名商船の姿を紹介して行きたい。これら商船を紹介するにあたっては、情景描写にとどまらず、現れた船そのものの要目、経歴およびそれが建造された時代、さらには、写真が撮影された時期に関する説明も判る範囲で試みたい。

満載状態で大洋を疾駆する光景に商船美の極致があることは否定できない。しかし、港や海岸の景色を一枚の絵と見た場合、その情景の構成要素としてとらえた船のイメージにも、ある種の趣きがある。ことに、その情景

に組みこまれた商船の姿が美しければ美しいほど、その船の存在が情景を引きだてるのではあるまいか。

大洋を航走する船には容易にお目にかかれぬ反面、港内や沖合では、さまざまな船客に接することができる。今後しばらく続くイラストレーションは、昔の時代を知る世代には、その時どきの記憶を呼び起こさせるよすがになろうし、また、いまの若人にとっては、これらの情景から現代のものとは対比される何ものかを汲みとっていただきたい——というのが筆者のささやかな願いである。

(注：各船要目説明にある年代は、それぞれ建造年と終焉年を表している。現在も活躍中の船は終焉年は記入されていない。)

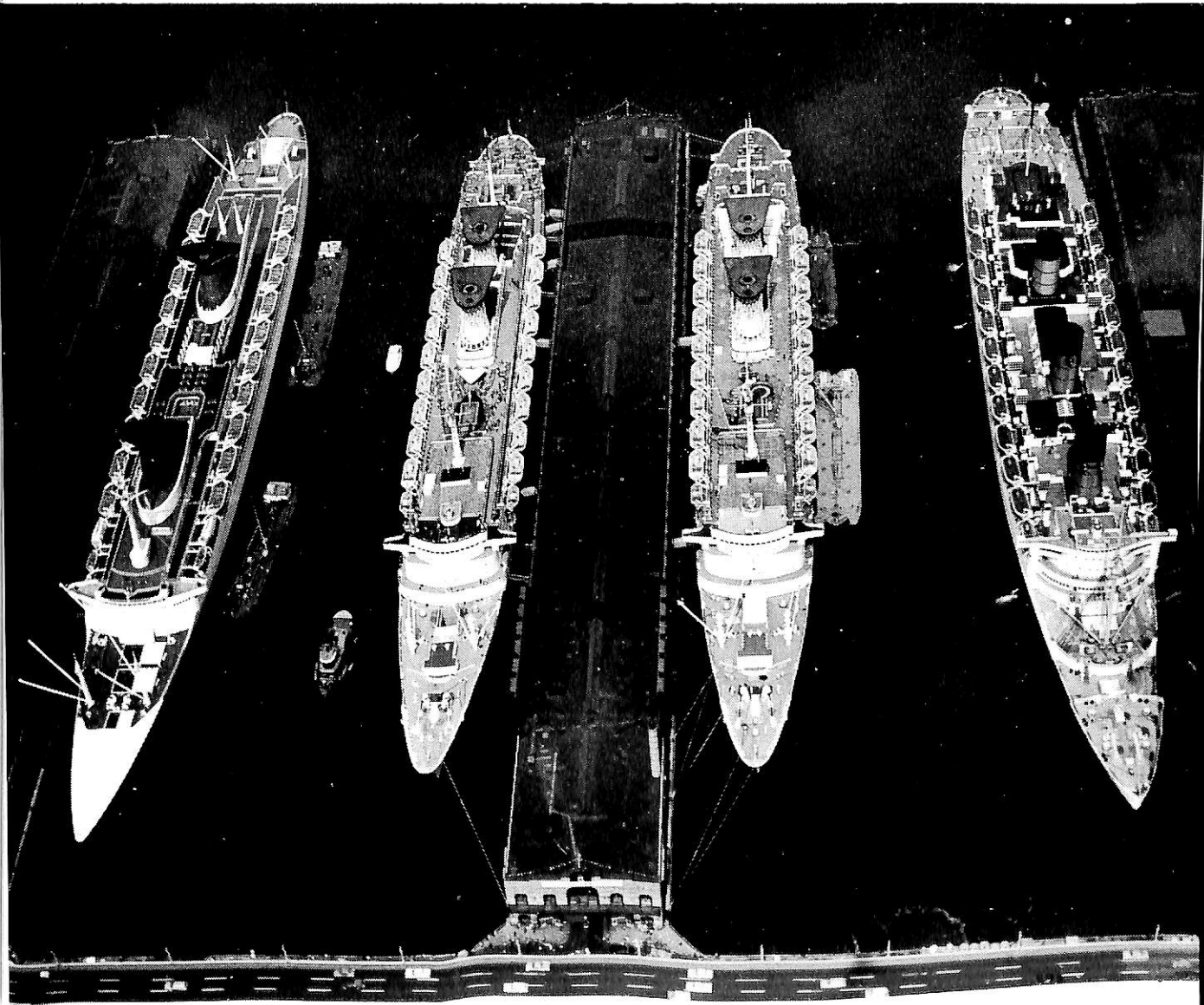
ニューヨーク港の客船群 Great Train Atlantic Liners in New York

ニューヨーク港は、伝統ある北大西洋横断航路の新大陸側ターミナルとして嘗て殷賑を極めた港である。コンテナ貨物船が対岸のニュージャージーを利用するようになった現在、ニューヨーク港の利用船は数少なくなっており、ハドソン河沿いに櫛の歯のように残る多くの埠頭が、往年の隆盛の名残りとどめている。ここに掲げる写真は、戦後の北大西洋客船サービス華やかなりし1965年と、それが黄昏の頃に差しかった1975年当時のものである。

(右)の写真は1965年8月4日撮影のもので、当時の北大西洋客船の大所が一堂に会した珍しい情景である。QUFEN MARY (81,237総トン、1936~67)とFRANCE

(66,348総トン、1961~)に挟まれて停泊しているのは、当時イタリアの新鋭船 MICHELANGELO (45,911 総トン、1965~77)と、姉妹船の RAFFAELLO (45,933 総トン、1965~77)である。このうちラファエロ(クイーン・メリー寄り)は、ゼノアからの処女航海を終えて入港したところで、オイル・バーズがいち早く接触して給油作業中である。ミケランジェロのほうは、船首の係船索が一本だけ残り、解纜の間近なことを物語っている。

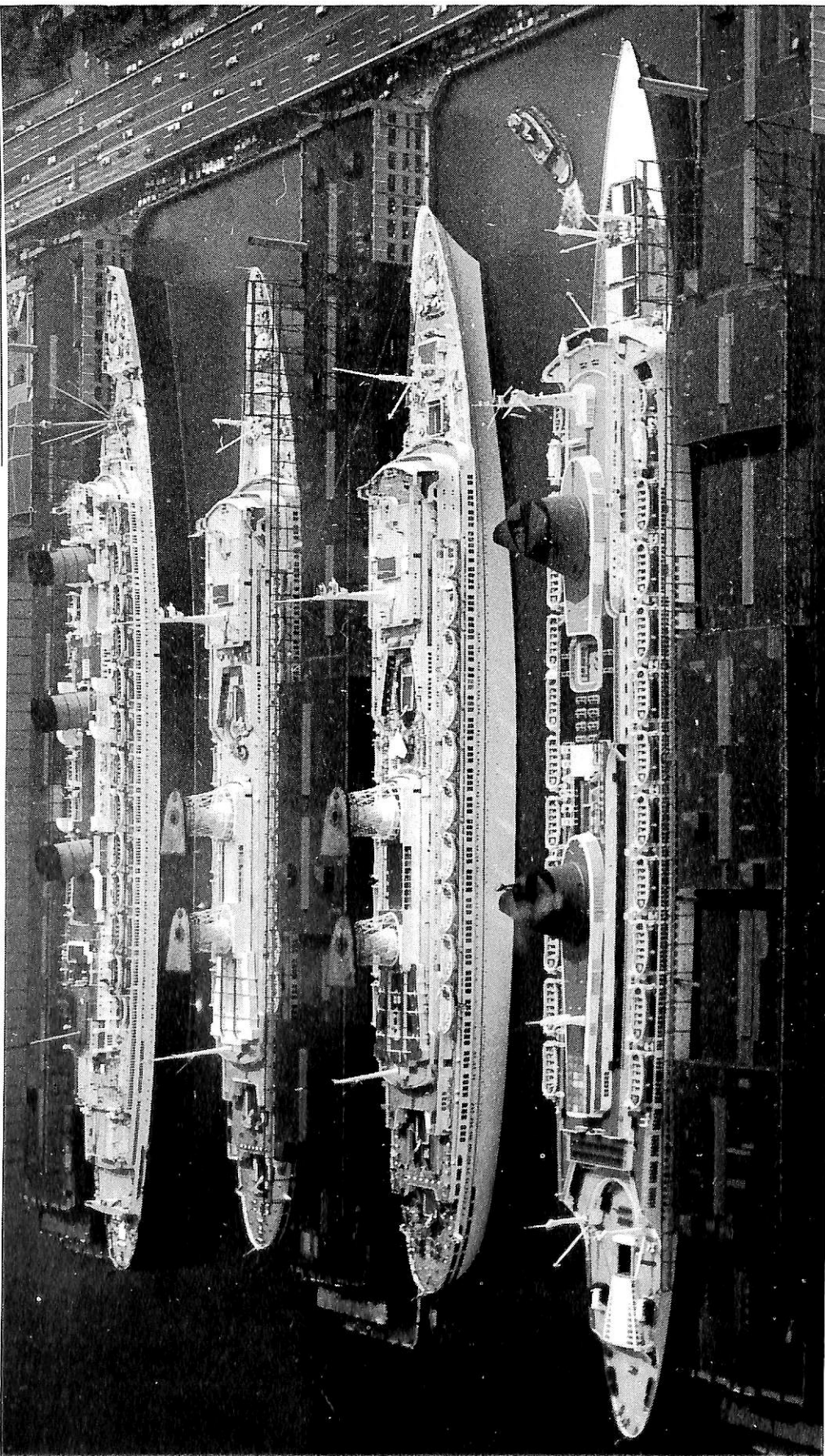
これら客船のL/B係数は、高速船のイメージにふさわしく極めて大きい。すなわち、クイーン・メリーが8.56、ミケランジェロ型8.84、フランスは9.41となっている。船首から流れる船体の美しいラインが印象的である。



ニューヨーク港の四巨船

左から FRANCE, MICHELANGELO, RAFFAELLO, QUEEN MARY

(Photo by Peter Gilchrist)



〔商船の映像〕

ニューヨーク港の四巨船

上から QUEEN MARY
RAFFAELLO
MICHELANGELO
FRANCE

(Photo by Peter Gilchrist)

上の写真は前頁のものと同時に撮影されたもの。かように真横から望見すると、各船の上部構造の特徴や、ハウスと煙突の位置関係がよくわかり興味ぶかい。QUEEN MARY と仏、伊の三客船の間には四半世紀の歳月が横たわっているが、外観の面ではさほどの変化は認められない。ただ、ミケランジェロ型は、巨大な整流プレートを被った龍型煙突を大胆に後方へ寄せて装着したことで、大いに話題になった。これら客船のうち三隻は既

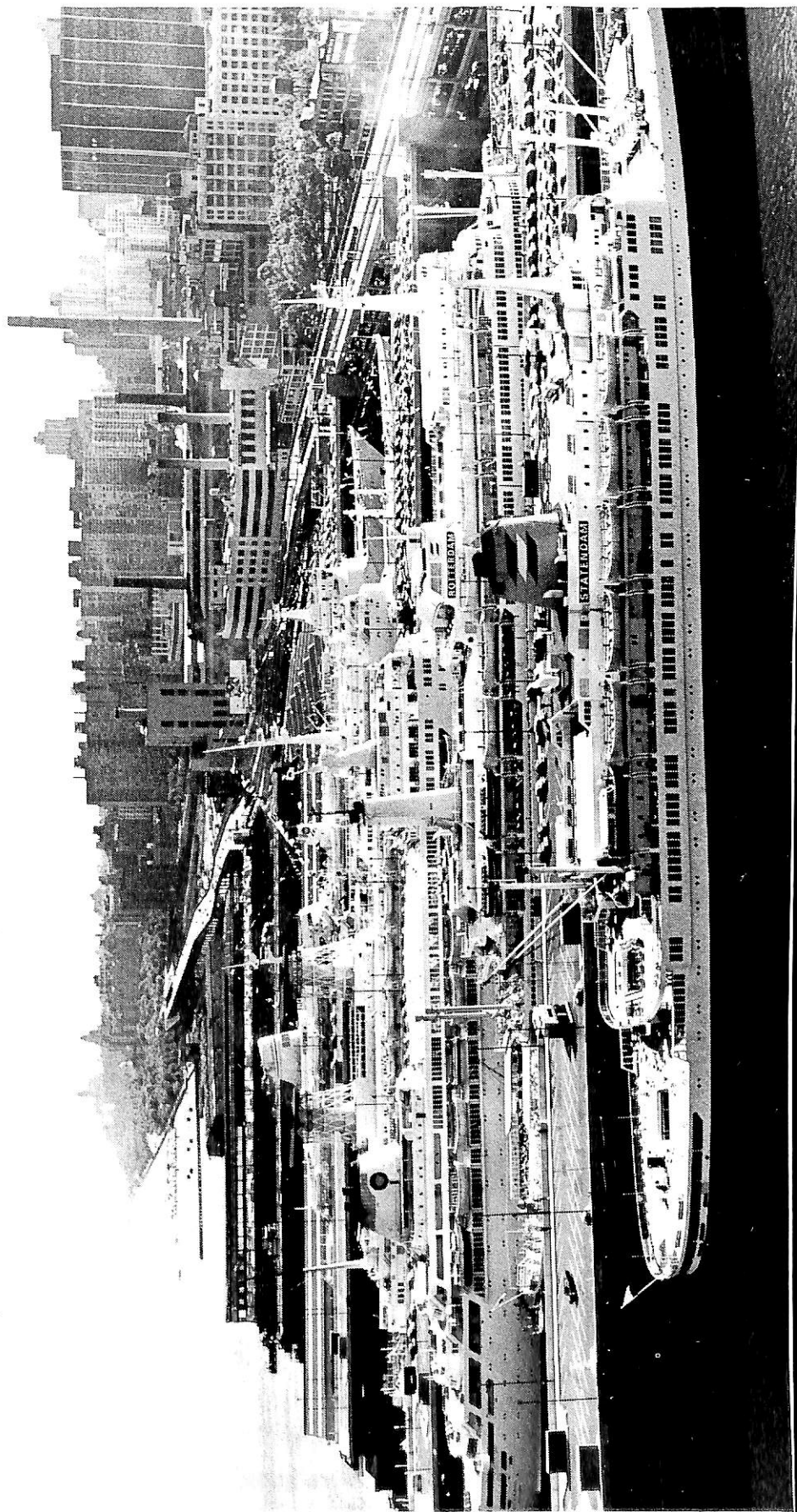
に引退してしまった。すなわち、QUEEN MARY は、この写真が撮られて2年後に米国へ売られ、現在はロング・ビーチに係留されてホテル/博物館になっている。MICHELANGELO と RAFFAELLO は、1977年イラン海軍の手に移り、バンダー・アバスで宿泊船に転身した。いっぽう FRANCE のほうは、1974~79年係船のうち、ノルウェーに売られ、1980年からクルーズ専用客船 NORWAY として再生している。

1975年代のニューヨーク港 の巨船群

この情景は前頁の写真が撮影されてから10年近い年月が経過した時のものである。手前から STATENDAM (24,414総トン, 1957～), ROTTERDAM (37,783総トン, 1959～), OCEANIC (27,644総トン, 1965～), MICHELANGELO (45,911総トン, 1965～77), DORIC (17,884総トン, 1964～) および SAGAFJORD (24,002総トン, 1965～) である。この頃には、クイーン・メリーやフランスは引退しており、ミケランジェロも北大西洋横断サービスから、ニューヨーク起点のカリブ海クルーズ専用に変更されていた。それでも運航採算がとれず、

(Photo by P. A. of NY & NJ)

この年の6月に係船されてしまう。ここに並んだ客船は、オセアニックを除いていずれも北大西洋定期船として建造されたものであるが、この写真が撮られた1975年には、すべてクルーズ分野にしか生きのびる途を見出しえなくなってしまうている。かように1970年代までは、ニューヨーク港頭は週末になるとクルーズ客船で賑わっていた。しかし1980年代に入ると、旅行客は寒気きしいニューヨークでの乗下船を避けるようになっていったため、現在の同港では、一年中客船の姿を望むことは難しくなっている。





アンディカ ベルマタ

輸出貨物船 **ANDHIKA PERMATA**

船主 Iris Shipholding S.A. (Panama)

船主 Iris Shipholding S.A. (Panama)	起工 57-10-14	進水 57-12-24	竣工 58-2-14
桧垣造船株式会社建造(第292番船)	型幅 18.00m	型深 8.00m	満載喫水 7.54m
全長 98.18m	垂線間長 89.95m	純噸数 2,262T	載貨重量 6,882.08t
満載排水量 9,186t	総噸数(国際) 5,464T	デリック 20t × 4	燃料油槽 629m ³
貨物艙容積(ベ) 12,096m ³ (グ) 13,070m ³	艙口数 2	出力(連続最大) 3,300PS	
燃料消費量 9.67t/day	清水槽 309m ³	主機機 阪神 6EL40型(デ)機関 × 1	補汽缶 竖水管型 800kg/h × 1
(240rpm) (常用) 2,805PS (227rpm)	プロペラ 4翼1軸	無線装置 送(主) 0.5kW × 1 (補) 75W × 1	受(主) 1
大洋電機 350kVA × 3 (原) ヤンマー 470PS × 900rpm × 3		速力(試運転最大) 15.077kn (満載航海) 12.0kn	
(補) 1 船舶電話	航海計器 ロラン レーダー		
航続距離 10,000浬	船級・区域資格 NK 遠洋		
乗組員 29名			

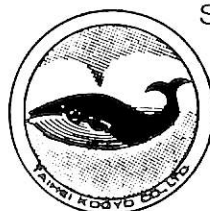


[甲板舗床材] ラテックスタイプ・ウレタンタイプ・エポキシタイプ



タイハイ
太平洋工業株式会社

〒615 京都市右京区西院金槌町8番地 ☎075-311-1101(代)
営業所 東京都千代田区神田錦町1-3 島津神田錦町ビル ☎03-291-0147
出張所 広 島・坂 出



JG. UK-DOT.
NK. NV. SBG.
AB. LR. NSA.
BV. ZC.
CR. NSC. 等
SOLAS承認材

7月のニュース解説

米 田 博

海運・造船日誌

6月17日～7月17日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

6月

17日○IMOは6日から17日までの2週間、ロンドンの(金)IMO本部で開催した海上安全委員会および条約会議(拡大海上安全委員会)で1974年SOLAS条約の第2次改正案を採択し、1986年7月1日発効を決めた。

21日○船員制度近代化委員会は第2次の実証船候補船と(火)して21隻を選定するとともに、総合実験船の実験実施方案を承認した。これにより実証船は実験中の29隻に加えて50隻となった。

22日○日本船主協会は通常総会で58～59年度の会長に川(水)崎汽船社長熊谷清氏を選任した。

○日本造船工業会は通常総会で58～59年度の会長に三菱重工業会長金森政雄氏を選任した。

26日●初めて比例代表制を導入した第13回参院通常選挙(日)が行なわれ、自民党が改選数を3議席上回る68議席を獲得して安定多数を確保した。

27日●OECDはバリの本部で日本の経済運営を点検する(月)対日審査を行なった。このなかでOECDは日本の経常収支黒字の急拡大を指摘しながら、短期的に見て「内需に比べて輸出の伸びが高い」として日本の内需拡大を迫った。

○日本船舶振興会は58年度造船関係事業の一般運転資金融資564件150億8,340万円を決定した。

28日○日本海難防止協会の58年度事業として、タンカー(火)による清水輸送の実現の可能性を探る「タンカー清水輸送システム調査研究委員会」が発足し、委員長に谷初蔵東京商船大学学長を選出した。メンバーは関係官庁・団体、造船・海運会社、商社、学識経験者、自治体代表など21名。

○政府は閣議で、特定不況業種・地域関係労働者雇用安定法と特定業種関連地域中小企業対策臨時措

置法(通称、企業城下町法)の指定業種と地域を決定し、造船業は両法の指定を受けた。

29日○商法改正後初の主要海運造船会社の株主総会が行(水)われ、それぞれ30分前後で無事終了した。

7月

3日○ベオグラードで6月6日から開かれていた第6回(日)国連貿易開発会議(UNCTAD)総会が28日間の討議の後、個別問題に関する31の決議と今総会を総括する声明を採択して閉幕した。海運関係では船舶取得の信用条件の改善、保護主義的政策・多国籍企業支配の撤廃、便宜置籍船問題について、緩やかな表現で先進国グループと途上国グループが合意に達した。

6日○船舶局の発表によれば6月の建造許可実績は三光(水)汽船用船分のハンディ型バルカーが主因となり、合計94隻188万総トンと前年同期の8倍となった。4～6月の合計は前年同期に比べて総トンベースで3倍強、CGRTベースで2.3倍となった。

○OECD第60回造船部会が5、6の両日パリで開催された。

13日○船舶局は、主要造船所の操業計画および今後の雇(水)用・経営見通しを明らかにしたが、それによると、操業計画は「5月末で、予定船も含め58年度が433万CGRT、59年度399万CGRTが確定している」とし、経営見通しでは、「59年度は赤字ではないが相当きびしい」としている。

●OECDは加盟国の経済見通しを発表し、その中で先進国の景気は年明け以降確実に回復過程を歩んでおり、加盟国全体の今年の実質経済成長率は前回見通し(昨年12月、1.5%)を上回る2.0%になるとの見方を示した。

14日○日本船舶輸出組合のとりまとめによれば、6月の(木)輸出船契約実績は、44隻86万総トン、1,440億円の前年同月比総トンで6.6倍、金額で3倍だった。外国籍船の形をとった三光汽船関係の大量発注とこれに刺激されたギリシャ系船主や香港船主が之に追随しているため。この大量受注で6月末の手持工事量は464隻1,036万総トンとなり56年12月以来1年半ぶりに1,000万総トンの大台を越えた。これは1年半～2年分の工事量に相当する。

景気回復の兆しと海運・造船

景気回復の確かな手ごたえ

最近の経済諸指標の動きを見ると世界の景気は極めてゆっくりながら確実に上昇過程にあることを感じさせる。しかし逆に、急回復を望むのはまだ早いということもいえよう。各界とも丁度1982年乃至昭和57年度の実績が出て、新年度の見通しが行なわれている時期なのでそのいくつかを拾って紹介する。

OECDは毎年2回、加盟国の経済見通しを作成しているが、7月13日、83年下期(7~12月)から84年下期までの各国の経済成長率、物価上昇率などを予測した経済見通しを発表した。その中で先進国の景気は年明け以降確実に回復過程を歩んでおり、加盟国全体のことしの実質経済成長率は前回見通し(昨年12月発表、1.5%)を上回る2.0%となり、84年は3.25%になる、と見通している。

この景気回復のけん引役になっているのが米国で、その成長率は83年3.0%、84年は4.5%の高水準になるとOECDはみており、その理由を、物価上昇の落ち着きを背景に個人消費(乗用車中心)や住宅建設が上向いていることによるとしている。これまで景気低迷にあえいでいた欧州の実質成長率も82年の0.4%から83年は0.5%、84年は1.5%とゆるやかながら上昇していく、と見ている。

日本については「過去の景気回復期に比べれば回復力は弱い」が、(1)原油値下り、円安修正が内需を支える。(2)輸出持ち直しが続く。との見方から83年3.25%、84年3.5%の実質成長率を見込んでいる。

日本での各種経済予測も同様の見方をしている。7月12日、日本銀行が発表した海外経済概観は、米国の景気回復は着実に力が加わってきており、本格的回復まであと一步のところまでできているとし、また欧州ではフランス、イタリアが停滞から抜け出せないでいるものの、西独、英国の回復の足どりははっきりしており、海外の景気は全体としてさらに明るさを増してきたとしている。

日本経済研究センターが6月末に発表した18カ月経済予測によれば、「日本経済は在庫調整完了、輸出回復をテコに上昇軌道に乗り、58年度後半には回復色がはっきりしてくる。原油価格引き下げの効果は一層の物価安定、今年度下期の企業収益好転となって現れる。大企業の設

備投資は伸び悩むが、中小企業を主体とする投資は今年度末から動き出す。この結果、58年度3.6%、59年度4.3%の経済成長を達成するが、経済収支の黒字幅は拡大し、貿易摩擦が激しくなる恐れがある。」としている。

同予測は世界経済について先進国経済についてはOECDと同様の考え方を示しているが、世界貿易については原油値下りに伴うOPECの輸入減少、累積債務国の緊急的経済運営などにより、回復はやや遅れて世界輸入(実質。日本および共産圏を除く)は、北米、欧州の増加にもかかわらず、83年はほぼ横ばい、84年は4.2%の伸びとなろうとしている。

海運・造船両業界の景気観測

このように、世界及び日本の景気回復が見込めるにもかかわらず、世界貿易についてはやや見通し難にあるため海運の先行き見通しも不透明である。

6月22日の第36回通常総会で日本船主協会会長に選任された川崎汽船社長熊谷清氏は、そのあいさつでこの問題を次のように表現している。

「最近の内外経済の動向をみますと、一部には米国経済に景気回復の兆しがみえ、また原油の値下げの影響が先行き好材料になると期待されております。しかしながら、大方の先進諸国では保護貿易主義が高まること懸念され、一方中進国、発展途上国にあっては、貿易赤字、対外債務の累積による金融不安等深刻な問題が存在しております。

国内にあっては、輸出の増加による景気浮揚は期待し得ず、内需喚起も財政再建、行財政改革の厳しい事情から、思い切った施策をとることができない情勢にあります。

先月末、先進国首脳会議が開催され、貿易自由化交渉に努力するとの首脳者の約束は、海運界にとり大変重要な意義をもつものと考えます。」

熊谷会長は更に進んで「海運界の深刻な業績不振の原因を探り、その対策を模索してみたい。」として「その一つは、世界経済の不況に起因する海上荷動量の大幅減であります。海上荷動量は1979年をピークとして年率3~4%の前年比減少をみえておりますが、昨年は実に8.4%もの大幅な減となり、どれほどの船舶の減量を行ってもその影響をまぬがれることは至難であります。米国経済に回復の兆しがみえるとはいえ、本格的回復は早くとも来年になるのではないのでしょうか。」と述べている。その後7月29日に行なわれた中核各社株主総会における各社々長のあいさつでも当然のことながら船主協会々長と殆ど同じ見解が述べられている。

一方、日本造船工業会新会長金森政雄氏は総会におけるあいさつ乃至記者会見で次のような見解を述べている。「仕事量もやや入り、落ち着いているが、最近の活況は需要の先食いだ。今後2～3年は低操業体制が続き、その先も造船業が従来のような高度成長を遂げるとは到底思えない。苦しい状況だが経営、雇用、従来の造船の発展の基礎を築くため真剣に考えてゆきたい。」

OECD 造船部会

7月5～6日に経済協力開発機構(OECD)第60回造船部会が行なわれ、日本からは運輸省船舶局国際業務室長池田信一氏が出席した。今回の造船部会は可成り重要な意義を持つと考えられるのでOECD造船部会の発足以来の動きを少し詳細に解説したい。

1964年4月、日本がOECDに加盟して以来、造船に関する国際協調は初め工業委員会第5部会で行われていたが、1965年6月の造船作業部会を経て、1966年4月理事会第6作業部会(WP6、通称造船部会)となって今日に及んでいる。

OECD造船部会における話し合いは、まず1969年5月に採決された「船舶輸出信用了解」による輸出船の延払条件の統一という形で実った。ついで1972年10月に「造船業における正常な競争条件に対する障害の漸進的除去のための一般取極」が採択された。

石油危機に端を発した世界的な造船不況に対応するため、OECD造船部会では1975年6月の第27回部会から不況問題がとり上げられたが世界の50%のシェアを持つ日本に対する風当りは相当強かった。翌1976年3月の第30回造船部会で各国政府が造船不況対策を実施する際に遵守すべき事項を定めた「造船政策に関する一般指導原則」が合意され、5月の理事会で採択された。

その後1976年10月の第32回造船部会は経団連土光ミッションが訪欧したところに関われたが、日本の造船政策に批判が集中したことは記憶に新しい。

1977年中にOECD造船部会は1月の第34回から始まって11月に第40回が東京で開かれるまで7回開かれて造船不況問題が審議されている。

1977年までは日本の受注シェアの大きさに対する西欧の批判が中心議題であったが、77年秋より進行した円高の影響により、日本の受注シェアが減少に向ったため、西欧造船諸国の対日非難は一応鎮静化した。

その後1980年に再びわが国のみ受注量の回復を見たため、再び西欧よりの非難が日本に集中したが、日本の各面よりの反論により1977年当時のようなシリアスな問題

にはなっていない。

第60回造船部会では、日本代表はわが国の造船政策について、83、84年にわたり主要33社に対して操短勧告を実施したことを報告し、さらに韓国など第3造船国の進展を念頭に置いた造船業の合理化と再活性化の努力を呼びかける一方、欧州諸国に、現在行なっている諸政府助成措置を削減するよう訴えた。第59回造船部会では日本が低船価受注の非難を浴びたが今回はなかった。これに代って、当初から予想されたことであるが、西独から最近の日本の三光汽船用船分に代表される受注増加が指摘されたが、日本側は「今年5月までは引きつづき少なく、6月に増えそうだが、これは一過性で、全体としてはそれほど大きな変化はない」と反論し、結局OECD事務局が今後短期予測を行なうことなどで了承され、次の会議に報告されることとなった模様である。

1972年の「一般取極」で定められていた漸進的に除去すべき項目には、(1)政府助成による輸出信用、(2)造船業に対する直接助成、(3)関税その他の輸入障壁、(4)差別的税政策、(5)差別的な公的規則または国内慣行、(6)投資に対する特定の援助、(7)造船業における正常な競争条件に対する障害となるその他すべての間接援助——などが盛り込まれており、1976年の「一般指導原則」では造船対策として推進すべき項目として、(1)造船能力の適切な調整、(2)新規造船能力の創造の抑制、(3)造船業の適合の過程をかく乱するような助成の禁止——などが定められた。

しかし、これら保護政策の除去を決定したものの、実効はほとんど上らないため、造船部会ではその対応策として82年12月に両取り決めの見直しを採択し、今年2月の理事会で改定された。

改定後の「一般取極」では、漸進的に除去すべき項目には基本的な変更はないが、各国が86年までに助成措置を撤廃することを目標とした削減計画を立て、段階的に除去してゆくことが新たに加えられている。一方「一般指導原則」の造船対策として推進すべき項目には、(1)市場の構造的不均衡、「一般取極」および国際協調・責任を踏まえた受注・生産に関する政策の確保およびその行動の監視、(2)正常な市場条件の回復を妨げるような休止建造能力の再活動の抑制——が新たに付け加えられた。

第60回造船部会では改定された「一般取極」を踏まえ、今年10月1日までに各国の保護政策削減計画を提出させることとした。実効がどこまであがるか疑問視するむきもあるが、一步前進した意義ある会議であったといえよう。なお第61回の造船部会は本年11月28～30日に1977年11月の第40回以来6年ぶりに東京で開催される予定。

●新造船紹介

省エネ帆装貨物船“扇蓉丸”および“日産丸”

日本鋼管株式会社
船舶計画部

1. まえがき

今世紀始め姿を消した帆装商船が装いを新たにコンピュータコントロールの帆装船として姿を現わしたのは3年前の帆装タンカー“新愛徳丸”であったが、その後、今春帆装商船としては第3、4船目に当る“扇蓉丸”“日産丸”が相次いで完成したのでその概要を紹介する。

日本鋼管は鉄鋼部門と造船部門を有しており、鉄鋼部門の輸送問題に関し従来より両部門共同で研究を行なって来たが、今回鉄鋼部門の内航輸送に於る省エネ問題についての検討委員会を発足させ、帆装を含めたトータルシステムとして最も経済性の高い内航貨物船の建造の検討を行ない、その結果として完成したのが上記二船である。当委員会には船会社として鋼材運搬船に対しては芙蓉海運(株)、原料運搬船に対しては日産船舶(株)といずれも当社と関係の深い船会社の参加を求め、一年以上に亘り諸検討、試設計を行なった後、昨年夏最終的に両船の建造方針が打出された。

芙蓉海運(株)の鋼材運搬船は旧“扇蓉丸”代船、日産船舶(株)の原料運搬船は“あき丸”代船としてそれぞれ船舶整備公団共有船として建造されることになり、前者は北海道の檜崎造船にて建造され本年4月19日引渡しを、後者は広島県佐々木造船所にて建造され同じく5月30日引渡しを受け、既に実航海に入っているが、両船共はゞ所期の目標性能を發揮し、船主からも満足戴いている。

両船共徹底した省エネ船を目標とし、内航船として取入れられる省エネ対策は出来る限り取り入れることとしたが、特に貨物船としては我国初めての帆装船となり、これはこれまで、日本船用機器開発協会ならびに(株)愛徳の協力を得て鋭意開発に努めて来た当社の帆装技術が、船主の理解と英断により実を結んだものであり、この実績を基に、当社として更に大型帆装船へと発展させるべく努力して行きたいと考えている。

2. 基本計画概要

2・1 計画概要

両船共実験の設計に先立ち、検討委員会にて両船のあ

るべき姿を定め試設計を進めた訳であるが、それぞれの目的に適った最新鋭の船を建造することを基本条件とし、下記条件を満足させる船とすることとした。

	扇 蓉 丸	日 産 丸
総トン数	699 T以下	同左
載荷重量	2,100 t以下	同左
貨物倉容積	3,500 m ³	S. F. = 48
積荷	鋼材	鉄鋼原料
定員	8名	同左
航路	福山・京浜・仙台	福山・高知・京浜
船速	11 kn (満載15% S.M.)	11 kn (満載・空船 平均, 15% S.M.)

以上の基本条件を充すよう主要寸法の選定に入ったが、総トン数、載荷重量の上限の制約があり、かつ省エネと同時に帆装船としての復原性能も考慮するといった制約の多い中で最終的には、下記に示すような主要寸法を採用することとした。従来の小型船は総トン数の制限枠内で出来るだけ大きな船を造ることを目的とし、船型的にも構造的にもかく無理の多い船が見受けられるが、その点国際トン数規則の適用により線図的に無理をする必要がなくなり、推進抵抗の見地より自由な船型が選べることとなった。従って旧トン数適用の在来船型と新しい船型について水槽試験による比較テストを行い、最終的な線図を作成したが、このクラスの船としてはこのような手続きで線図を作成したことは画期的なことと考えている。主要寸法的には諸制約上従来の船に較べそれ程大巾な違いは無いが、C_bは在来船の約0.72に対し約0.695と小さくし、スリムな船型としており、船首バルブは当社が開発したCFバルブを採用した。

また線図改良と併せ、大直径低回転プロペラを採用し推進効率の改善を図り、プロペラ径は2,900 mmと在来船に較べ大巾に大きくした。これにより船型改良と併せた推進上の改善は約20%に達した。

本船は帆を含め後述のように各種の省エネ対策を施し

た訳であるが、その主なものを列挙すると下記の通りである。

- 1) 低燃費, C重油専焼エンジンの採用
- 2) 主機による発電機ならびにその他補機の駆動
- 3) 小容量停泊用発電機の採用
- 4) 主機排熱の有効利用
- 5) 主機, CPPの最適制御による経済運航システムの採用
- 6) 自己研磨型長期防汚塗料の採用

3. 船体部

3・1 主要目等

	“扇蓉丸”	“日産丸”
全長	76.50 m	76.61 m
垂線間長	72.00 m	72.00 m
型巾	12.60 m	12.60 m
型深さ(上甲板)	6.90 m	6.90 m
(乾舷甲板)	4.82 m	4.85 m
計画満載喫水(型)	4.72 m	4.75 m
総トン数	699 T	699 T
載貨重量	2,081 t	2,098 t
貨物倉容積(ベール)	2,230 m ³	2,801 m ³
主機関	NKK-SEMT 同 左 6PA6L	
速力(満載状態)	11.0kn	11.0kn
(試運転最大)	13.656kn	13.597kn
バラスト容積	953.42 m ³	703.05 m ³
燃料油容積(A-Oil)	38.82 m ³	14.92 m ³
“ (C-Oil)	73.32 m ³	66.80 m ³
清水容積	52.98 m ³	56.22 m ³
船級	N K	N K

3・2 一般配置

両船の一般配置は図面に示すように、全通二層甲板船尾機関型の貨物船で、中央部に1個の長大貨物倉を有している。機関室上部には三層の居住区を設け居室、食堂、サロン(扇蓉丸)または娛樂室(日産丸)等従来の船に較べ余裕ある配置となっている。

一般配置上最も特徴的なことは、二本の帆が船首上甲板上および後部居住区上に配置されていることであり、計画当初は中央部に大きな貨物倉を有する貨物船に帆を付けることは配置上疑問がない訳ではなく、前部に一本のみ付ける案もあったが、帆装による効果を出来るだけ大きくするため、居住区上にも一本設けることとした。

特に後部の帆については航海灯、レーダー、煙突との

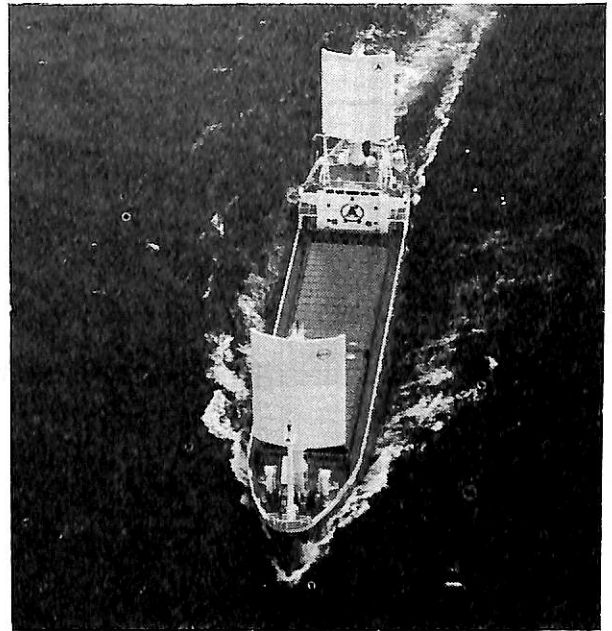


写真1 帆装商船“扇蓉丸”全景

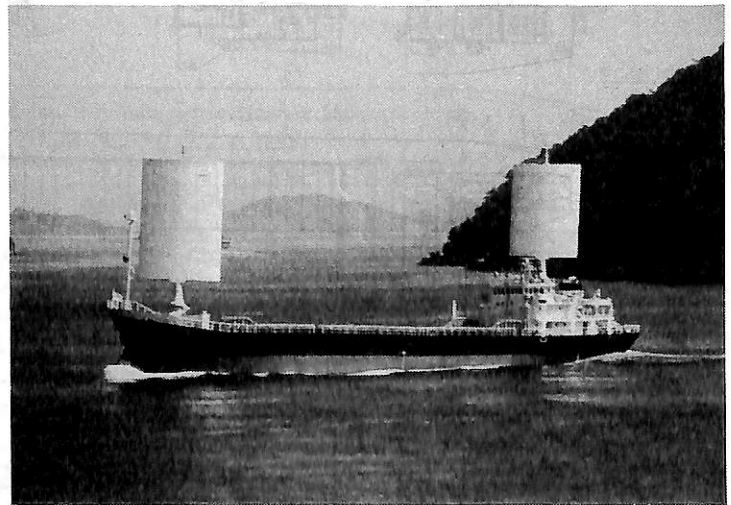
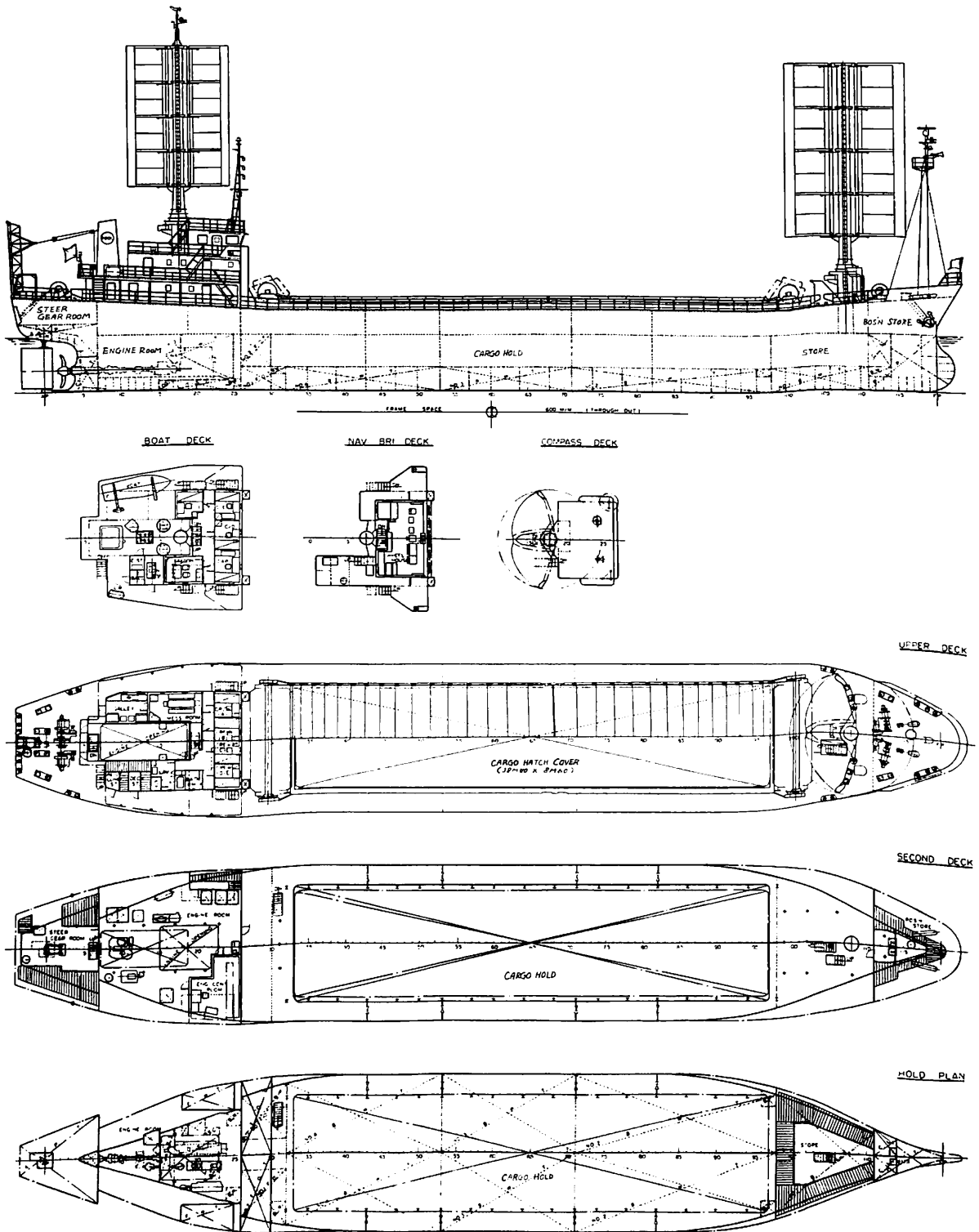
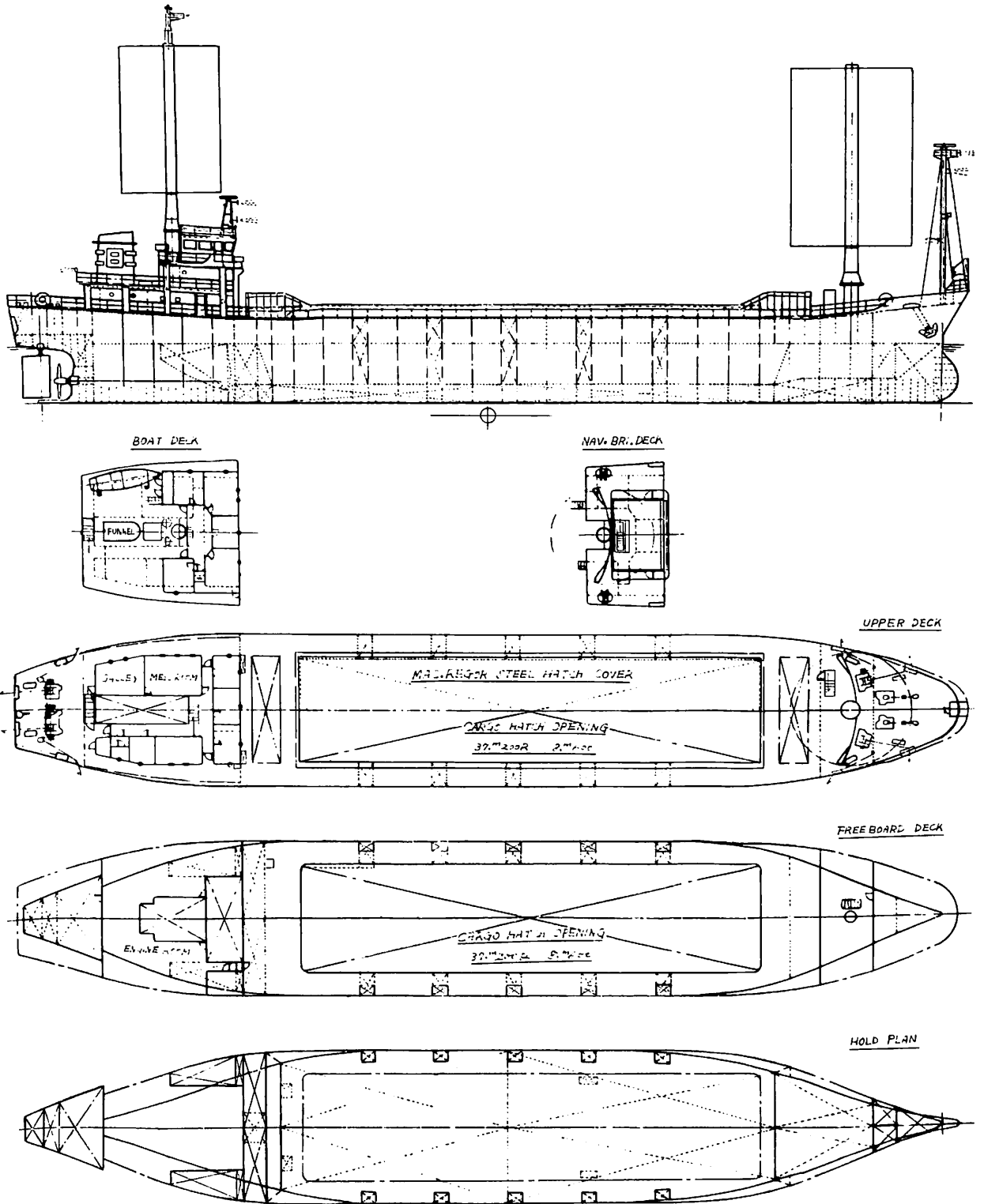


写真2 帆装商船“日産丸”全景

関係、また居住区構造との取り合い、補強、防振等の対策に苦労したが、航海灯に関しては帆柱の中心に固定柱を通し帆の上部に配置することとし、レーダーに関しては通常のブリッジ上のレーダー柱では帆により前方が遮られるため、フォアマスト上に1セット設け主として前方確認用とし、1セットをコンパスデッキ上に設け前方以外をカバー出来るようにした。また前方の帆によりブリッジからの見通しが遮ぎられないよう、前方の帆の下端はブリッジからの視線より上になるようにしてある。



船舶整備公団・芙蓉海運向け帆装貨物船“扇蓉丸”一般配置図
 檣崎造船建造



船舶整備公団・日本船舶向け帆装貨物船“日産丸”一般配置図
佐々木造船建造

貨物倉下部の二重底はバラストタンクとし、大直径プロペラに対しても十分喫水が確保出来るようにし、燃料油タンクは加熱効率を良くするためディーブタンク方式として機関室前に配置した。

3・3 船体部仕様

船体部仕様に関し、その特徴とするところを以下で紹介する。

(1) 貨物倉

外見上は似かよった二隻の船であるが、両船が根本的に異なる点は貨物倉の形状・構造である。“扇蓉丸”は鋼材を効率良く運ぶ船として必要な床面積を確保するため、前壁を出来るだけ前方へもって行くと同時に、積付効率を良くするため、完全な箱型の船倉としてある。

線図の関係で通常船倉前方ではどうしても側面を内側へ折らざるを得ないが、本船では線図を工夫すると同時に二重底を多少高くすることにより、上記条件を満足させることが出来た。

船倉内の二重底はボトムシーリングを設け、船側面は第2甲板内面に沿って3～4フレームおきにH型钢によるピラーを立て、さらにピラー間には水平方向にH型钢による荷崩れ防止材を設け、表面は積荷保護のためそれぞれ木材で覆ってある(写真3)。

“日産丸”は石炭、石灰石、蛇紋岩、ドロマイト等鉄鋼原料を撒積にて輸送するよう計画され、効率よくグラブ荷役が出来ると同時に、荷役後の清掃の手間が省けるような構造とした。このため、二重底と船側の外板の取り合いは斜板によるホッパー構造とし、ウェブフレームは適当間隔のボックス型フレームのほか組立式フレームのフランジ下部は斜板による塞ぎ板を設け積荷の溜り難い構造とした(写真4)。タンクトップは補修費のかかるボトムシーリングを廃止する代わりに、内底板のグラブダメージ防止対策として板厚を20mmに増厚してある。

(2) ハッチカバー

ハッチの大きさは荷役効率を考え出来る限り大きなものとし、また省力化のため操作性の良いものを採用した。

両船におけるハッチカバーの要目は、下記のとおりである。

	“扇蓉丸”	“日産丸”
型式	エルマン巻取型	極東マックグレゴースィングルプル型
サイズ	38.40 m×8.60 m	37.20 m×8.80 m
開閉	油圧巻取式	油圧ウインチによる
締付	サイド自動締付 その他手動締付	チェンドライブ方式 同左

4. 帆装置

4・1 概要

我々の目的としている帆装商船はあくまで機主帆従の立場に立ち、風が利用出来ない時は従来の船と同様主機により通常の航海が出来るが、適当な風のある場合は帆により風のエネルギーを推進力に変え、補助推進力として有効に活用することにより省エネを図っている。

以上の立場に立った上で、新しい帆装船として下記条件を充す必要があると考えられる。

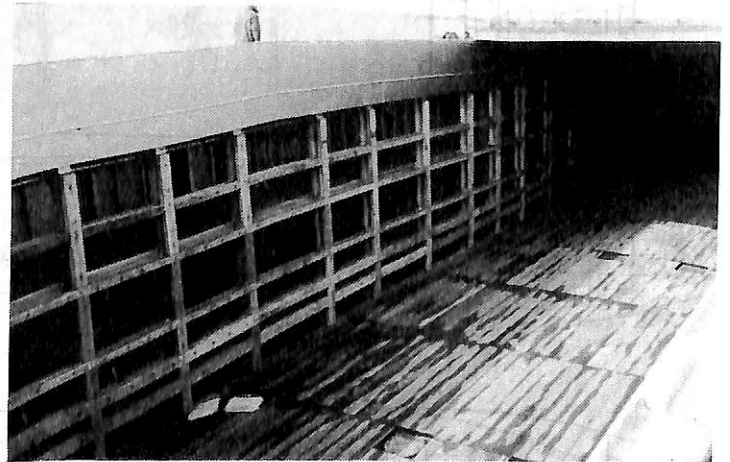


写真3 帆装商船“扇蓉丸”貨物倉



写真4 帆装商船“日産丸”貨物倉

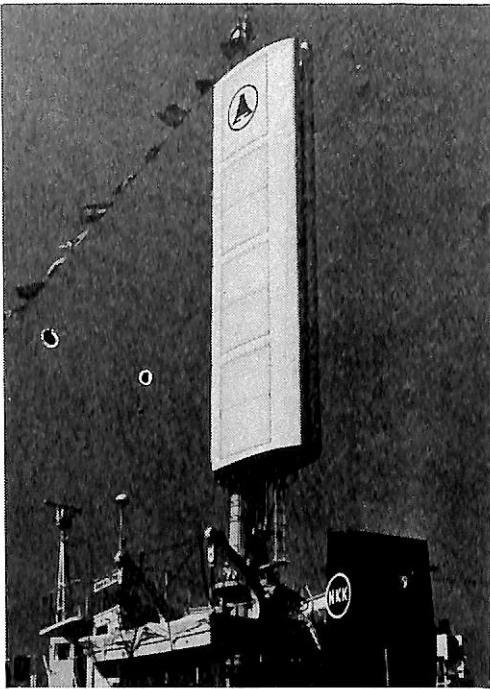


写真5 縮帆中の帆

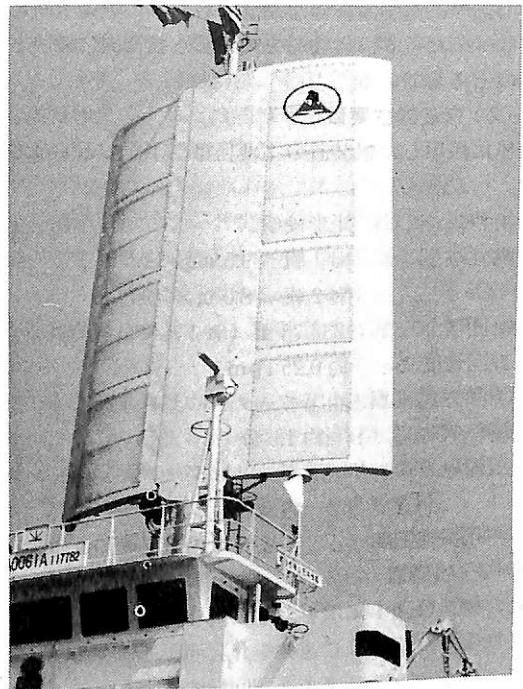


写真6 展帆中の帆

- ① 機主帆従を立前とするため、船の航路は風向きとは無関係に最適航路をとることが出来る。このため、船が受ける相対風向は前寄りとなる可能性が多く、従って帆としては切り上り性能の良いものを選ぶ必要がある。今回採用の帆はこの目的に適うよう開発されたもので、進行方向に対し左右 20° 以内を除くすべての方向の風が利用出来るようになっている。
- ② 従来の帆船では帆の操作は人手が掛り、かつ苛酷な作業であったが、新しい帆装船では帆の操作駆動は原則として機械力によるものとし、かつ出来る限り人間の判断による操作を減すようなものでなければならない。今回の帆装船では定員の増加の無いことを大前提としたため、コンピューターコントロールによる自動化を大巾にとり入れ、ブリッジからのボタン操作により常に最適、安全な操帆が出来るようになっている。
- ③ 帆を付けることによって船の安全が損なわれることがあってはならない。帆装商船に対しては今のところ適用すべき復原性の規則がないため、「新愛徳丸」建造当時学識経験者からなる「帆装商船安全性検討懇談会」により暫定的に定められた方針に基づき、各船に対する復原性規則を適用し安全を確保している。

以上が「新愛徳丸」建造以来帆装商船に対し一貫してとり続けて来た態度であり、「新愛徳丸」、「愛徳丸」の実績を見る限り我々の考えの正しかったことが証明されている。

帆の効果を考える場合、二つの側面から考えることが出来るが、一つは補助推進装置として風によって生じた推力分だけ主機出力を落し、燃料の節約分を直接省エネ効果と見る考え方である。一方、船は一般に風や波のある状態ではシーマージンが相当大きくなることが知られているが、帆装船は風の下で帆の効果により実質大きなエンジンを持った船と同じと見ることが出来、主機出力の大きな船はシーマージンが少ないという一般的事実と考え合せ、帆装船はシーマージンが減少することにより、就航率が向上するという効果が期待出来る。

いずれにせよ、帆装船の効果は多分に遭遇する風の条件に支配され、風の条件は航路、季節によっても大きく異なるため、帆装による省エネ対策を数値的に予測することは困難であるが、両船共帆を有効に活用し、我々の目指す成果を挙げてくれるものと期待している。今後船主の協力を得ながら種々実績の確認をしていきたいと考えている。

今回の船では特に後部の帆を居住区上に配置したのが特色となっているが、当初帆による居住区への振動影響、

煙突の排煙に対する影響が懸念されたが、実績上特に問題となっておらず、貨物船での帆装も技術的に解決されたものと考えている。

4・2 帆装置主要目

両船に採用した帆装置の主要目は、下記のとおりである。

- 帆型式 : 矩形硬帆
- 帆寸法 : No.1 帆 9.5 m × 14.5 m
No.2 帆 8.0 m × 12.0 m
- 帆面積 : 233.75 m² (No.1, No.2 帆合計)
- 旋回速度 : 約 0.25 rpm
- 旋回方式 : 油圧モーターによる方式
- 展縮帆時間 : 約 1.5 分
- 展縮帆方式 : 油圧シリンダーおよびロッドレバー方式
- 利用風速範囲 : 真または相対風速 19 m/sec 以下

4・3 帆構造

帆の構造は図1に示すように帆柱および帆面より成り、帆柱は減速機を介し油圧モーターによりターンテーブル上で回転するようになっている。

帆面は帆柱に固定された固定部とこれにヒンジによって結合された可動部より成り、可動部は強風下または向い風の場合、折り畳まれるようになっている。展縮帆は油圧シリンダーによりロッドを上下させ、レバーを介して帆を展縮させる構造となっている。

帆の材料は、帆柱は鋼製、帆面は鋼製の枠組上に塩ビコーティングを施したテトロン帆布を展張し取付けてある。

4・4 帆駆動装置

帆の駆動はすべて油圧により行なわれ、油圧源は“扇蓉丸”では主機駆動油圧発電機軸端に取付けられた帆装置用専用油圧ポンプによっており、また予備ポンプとして電動の油圧ポンプ一台を有している。“日産丸”は電動の専用油圧ポンプを持ち予備として甲板機械用ポンプを使用することになっている。

油圧管は甲板機械用の油圧管を兼用し、これより帆装置へ枝管にて接続している。

帆操作の指示はブリッジに設けられた自動操帆制御卓(写真7)により行なわれ、帆柱内に設けられた電磁弁により油圧回路が操作される。

5. 機関・電気部

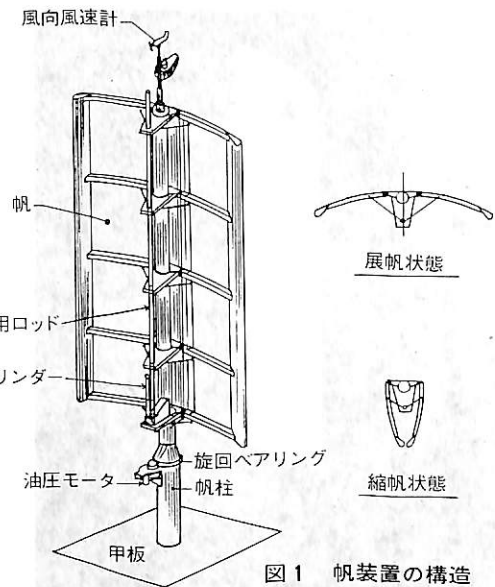


図1 帆装置の構造

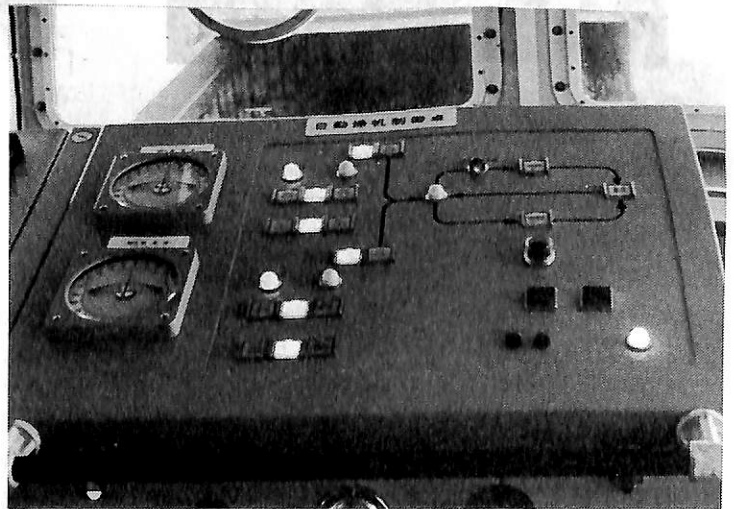


写真7 自動操帆制御卓

5・1 機関・電気部主要目

主機関

NKK-SEMT Pielstick 6 PA6L型
4 サイクル ディーゼル機関 1基

機関出力

連続最大 1,550 PS × 730/190 rpm

常用 (85%最大) 1,318 PS × 692/180 rpm

使用燃料油

C一重油, RW.No.1, 3,500 sec. (100°F)

燃料消費量 143 g/PS · h (主機単体)

減速機

推力軸受, 湿式油圧多板クラッチ付, 水平
異芯型減速機

1基

プロペラ

4翼ハイスキュー型可変ピッチプロペラ
直径 2,900 mm
材質 アルミニウム青銅鋳物

1基

補助ボイラ

油焚真空式熱媒油兼温水ボイラ
熱出力 40,000 kcal/h (熱媒油)
98,000 kcal/h (温水)

1基

排ガスエコノマイザ

※1 空気2次加熱熱媒油強制循環式
熱出力(油温) 80,000 kcal/h (150°C一定)
※2 ヒートパイプ2次加熱熱媒油強制循環式
熱出力(油温) 84,000 kcal/h (180°C一定)

1基

1基

発電装置

主軸発電機

主機減速機直結可変容量型油圧ポンプ駆動,
横防滴保護自己通風ブラシュレス型発電機
※1 110 kVA (88 kW), AC 445 V, 60 Hz
※2 120 kVA (96 kW), AC 445 V, 60 Hz

1台

補助ディーゼル発電機

ディーゼル機関駆動, 横防滴保護自己通風
ブラシュレス型発電機
120 kVA (96 kW), AC 445 V, 60 Hz

1台

停泊用発電機

ディーゼル機関駆動, 横防滴保護自己通風
ブラシュレス型発電機
40 kVA (32 kW), AC 445 V, 60 Hz
(注) ※1 ……扇蓉丸, ※2 ……日産丸

1台

5・2 主機関・プロペラ

従来, 小型船舶に装備することの少なかった操帆装置, 省エネルギー対策機器等を無理なく配置するため, 計画当初より小型, 軽量, 高出力機関の採用が不可欠となり, 低燃費型機関である当社6PA6L型機関が選定された。更に, 6PA型機関の当社の粗悪低質油への対応の実績に基づき, 機関自体の仕様はもとより, 燃料・潤滑油系の配置, 加熱, 清浄等のシステムを小型船舶としては初めてRedwood No 1, 3,500 sec (100°F) までのC-重油に対応可能なよう計画した。

機関の運転に必要な冷却海水, 冷却清水, 潤滑油等のポンプは機関駆動とし, 減速機潤滑油, クラッチ作動油, 甲板機械用油圧等のポンプは減速機駆動として消費電力

低減を図っている。また軸発電機も減速機を介して運転しており, 推進軸, 甲板機械用油圧ポンプそれぞれのクラッチの嵌脱, 主機関調整, CPP翼角変節等を船橋から遠隔操作するため, 機関部部員の手を煩わせることはなく離接岸, 甲板部諸作業が可能である。

プロペラは減速比3.8484の水平異芯型減速機を介し, 低回転大直径化を図り, 小型船舶には比較的珍しいハイスキュー型CPPを採用した結果, 推進効率向上に寄与すると共に, 船尾伴流分布の改善と相まって, 各載貨状態を通し減振効果が著しく, 乗組員の好評を得ている。

5・3 発電装置

軸発電機駆動装置は, 伝達効率, 主機関使用回転数域, 追従性, 配置, 価格等を総合的に検討した結果, 操帆油圧系, 甲板機械用油圧系とシステムの一部を共有できる可変容量型油圧ポンプ/モーター方式を採用し, 1.0 N ~ 0.82 Nの主機関回転域にて安定した電力を供給している。軸発電機は, 通常航海, 出入港, 離接岸の各状態を通して使用する。そのため, 補助ディーゼル発電機は, 軸発電機異常時に対処する以外, 主として主機関停止中のスタンバイ時に過渡的に使用するのみである。

停泊用発電機は, 内航貨物船稼働時間の約50~60%を占める停泊期間のA重油使用量を低減する目的で装備しており, 本船の一部居住, 安全機能の維持, および軽度の保守作業のみを可能とする容量を持たせた。

発電機切換えは, 瞬時並列機能のみに止めている。

なお, “扇蓉丸”の軸発電機は, 発電機自由端に小容量油圧ポンプを直結し, 帆装置駆動用油圧源としている。

5・4 廃熱利用

粗悪低質油専焼機関を採用した結果, 従来船に比べ, 所要加熱容量が増加したが, 熱交換効率の高い熱媒油強制循環式エコノマイザを装備し, 熱媒油に依る燃料・潤滑油系の加熱, および暖房, 温水供給を行ない対処している。また, 主機関高温冷却水を分離型ディープタンク内に循環し, 熱媒油と合せて燃料タンク加熱を行なう等, 従来に比べ大巾な熱回収を試みている。

5・5 その他特殊機器装置

“日産丸”では, 主機関燃料油系に水添加装置を装備し, 清水/燃料油エマルジョン燃焼による主機関燃費の改善を計っている。燃料油中に添加する清水量は燃料消費量の約3%を目安として自動的に制御する。

6. 帆装商船としての制御システム

6・1 概要

帆装船の特徴を最大限に生かすため, 風力エネルギーを効果的に推力に変換し, 得られた推力を直ちに主機関

の出力に反映することが必要である。

そのため、乗組員の数、労力の増加や、船の安全がそこなわれたりしてはならず、操作は全て、遠隔操作および自動化されている。本船ではINTEL8085をベースとした自動操帆・主機制御マイクロコンピュータ1基を装備し、次の2つのサブシステムを構成する。

- ① 操帆制御システム
- ② 主機制御システム

6・2 操帆制御システム

船橋には操帆に関係する全ての操作が集中して行なえる操作卓を装備してあり、盤面上には各帆の遠隔操作および自動制御用の指示器、表示灯、操作スイッチ等を配置し、展帆、縮帆、旋回等を実行する。内部には先の操帆・主機制御コンピュータ、制御用リレー回路、信号変換器および平均化装置等を組み込んでいる。

自動操帆の実行は、相対風向、風速から風洞実験の結果に基づいてコンピュータが最適帆角を決定し、制御目標とする。同時に、実帆角との比較、不感帯処理等を行ない油圧サーボ系が目標値との偏差が無くなるまで逐次制御を継続する。同時に展縮の判断、実行も行なう。

主たる制御機能は、帆を常に最適状態に保持することであり、風向、風速の状態により、次のモードがある。

(1) 自動適帆制御

帆が揚力を受けた場合、船の進行方向成分（推力）が最大となるよう自動的に帆角を制御するもので、相対風向が進行方向±20度以外で、相対風速、または真風速19 m/sec 以内の全ての風に対して実行する。この条件が満たされない時は、自動縮帆し向風制御に移行する。

(2) 自動向風制御

適帆制御不可能な場合には、縮帆状態で帆の風圧抵抗が最小となるよう帆角を制御する。ただし、風速上限を超えた場合でも追風の時には推力としての利用が可能であるため、縮帆状態にて側面に風を受けるように制御する。

(3) 自動縮帆制御

利用不可能な風向の時や、上限風速を超える場合には、自動的に縮帆し向風制御に移行する。また、コンピュータ異常、システム異常の場合も自動縮帆を行なう。

6・3 主機制御システム

一般のC P P船同様、主機出力を外的条件に対し一定に保つて定負荷制御（A L C）を制御しているが、特に帆船の場合は、帆による推力の変化に対応し、総合推力を常にある一定範囲内に制御し、その分主機出力を減じ、燃料節約に直接寄与させることが出来る。本船の場合、特別なアクチュエータを装備することなく、通常の出力

制御系と前述の制御コンピュータを結び付け、次の制御モードを実行させている。

(1) 自動定船速制御（A S C）

主機出力の上・下限値の間で、回転数と翼角を相互に関連をもって制御し、実船速をフィードバックして、特に帆走時に船速を設定値に保持する。軸発電機、機付補機使用上の制約、過負荷の回避のため、回転数、翼角にも制限値を設けてある。

(2) 最適化制御（O P T）

A S C運転中、実船速一定の状態が安定的に継続すると、その状態を維持したまま自動的に実行されるもので、主機関の総合効率とC P Pの推進効率の両者を考慮した燃費最小となる回転数と翼角の組合せを実際の燃料消費量の変化量をフィードバック信号として自動的に追跡する。O P T制御の成立条件が崩れた場合には一般のA S C制御に自動的に戻る。

(3) 安全維持

制御コンピュータ異常の場合は即座にA L C制御に移行するが、主機関、C P P系に異常が生じた場合には、主機関、C P P側に装備された安全機能に任せることとし、コンピュータは制御を停止する。

7. あとがき

以上、本邦初の699 T型帆装貨物船の概要を紹介したが、そもそもこの両船の計画に着手してから、今回両船が完成するまで二年半余り経過した訳である。この間、計画検討段階で種々御協力賜った芙蓉海運(株)ならびに日産船舶(株)の方々、また建造方針具体化後、帆装その他について、種々御指導、助言を賜った運輸省、日本海事協会、船舶整備公団の方々、最後に船主ならびに我々の期待に応え両船を見事に建造完成させた、檣崎造船および佐々木造船の方々に深く感謝する次第である。

今後両船が乗組の方々の御協力を得ながら、最新鋭の内航貨物船としての実力を発揮し活躍することを心より願っている。

最後に両船は計画、帆装置の設計に関し、日本マリンエンジニアリング(株)の協力を得たことを附記する。

●船の科学バックナンバー 帆装船関連記事案内

1980年9月号「船の帆走について」

12月号「省エネ帆装商船“新愛徳丸”」

1981年10月号「“新愛徳丸”の追跡調査とその成果」

帆 装 の 実 態

—帆装前後のデータによる実績の解析から—

株 式 会 社 愛 徳
船舶技術開発株式会社 志賀 竹麿

1. はじめに

昭和55年に完成した“新愛徳丸”並びに昭和57年に帆装装置を装備した“愛徳丸”の2年余の追跡調査を根気よく実行する計画を立て、この2年余の間については、全航海において、毎2時間の諸計測を実行し、これと航海毎の燃料その他の報告と共に、本部に対して報告をさせることとした。“新愛徳丸”の嶋本船長、久保田機関長、“愛徳丸”の門野船長、石田機関長を始め、乗組員一同の協力があって、この報告は確実に実行されて来た。

その結果を解析して判明して来たことは、この程度の内航船は、波の影響と共に、風の影響を受ける比率が大きくなっていることがよく判って来た。更に風或は波による船体抵抗の増加、即ちシーマージンの実体についても在来の常識では割り切れない点が残っていることがわかって来た。

従来、水と空気の比重は、800対1であるから、船の設計理論は水を主体に考えればよく、空気は無視しても差支えないとされてきたが、これらの船の航海実績を解析して行くに従って、益々空気も無視出来ないものであるとの感を深め、小型内航船は波と風にもて遊ばれていると感ずるようになった。

データについては、全てのデータが本船の計器によるデータであり、ただ馬力については馬力計の読みを参考程度に止め、主機関の回転数 (rpm) と燃料ハンドル目

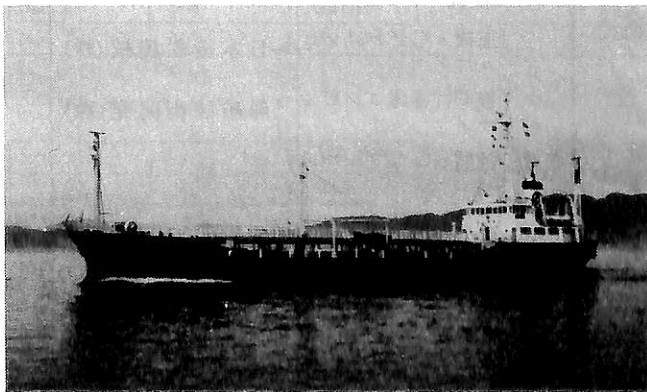


写真1 建造当初の非帆装時の“愛徳丸”

盛とを重視して、性能曲線より馬力を計算させたものを採用した。

風速、風向は船に装備されている風向風速計により読み取り、主機駆動の発電機の発電量は、kWメーターによって読み、推進馬力を計算で算出した。

船速は電磁ログで対水船速を、また電子ロランで対地船速を計っている。対地船速は電子ロランによる船速を目安に、ロランによる経緯度を地図上で読んだ実測値を示している。

今回は、これらの蓄積の中から、当初は非帆装船であり、1年後に帆装船に改造を行なった“愛徳丸”(二番船)の、帆装前と帆装後のデータよりそれぞれの実績を解析して、その差異を述べることとした。

2. 主要目

“愛徳丸”の主要目を表1に示す。“愛徳丸”は、昭和56年9月1日今村造船所で完工し、翌57年4月20日日本鋼管(株)の浅野ドックにおいて、帆装船に改造を行な

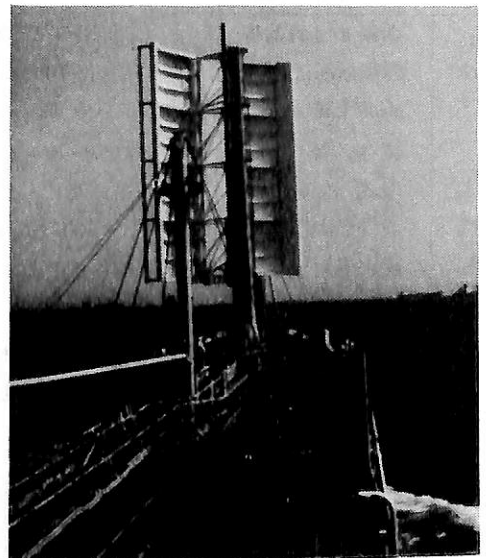


写真2 昭和57年4月20日に日本鋼管浅野ドックにて帆装後、オーナーズトライアル時の展帆の様子

表1 “愛徳丸”の主要目

項目		内容		備考	項目		内容		備考
船体主要目	L_{PP}	66.00	m		補助ボイラー	製造者	(株) タクマ	タンク洗淨用	
	B	10.60	m			型式 × 数	NE-80S		
	D	5.20	m		追焚ボイラー	製造者	(株) タクマ	停泊時用	
	d	4.755	m			型式 × 数	KVA-63TSH × 1基		
	C_b	0.68				容量	63,000 kcal/h		
	総トン数	697.25	T		FO清淨機	製造者	(株) ボルカノ		
	純トン数	408.56	T			型式 × 数	ホモジナイザ-500 × 1基		
	満載排水量	2,371.07	t			製造者	(株) 伊藤鉄工所		
載荷重量	1,680.12	t		型式 × 数	ファインフィルター × 1基				
各種タンク	貨物油槽	1,299.52	m ³		LO清淨機	製造者	三菱化工機 (株)		
	燃料油槽	133.472	m ³			型式 × 数	SJ700 × 1基		
	清水槽	42.10	m ³		発電機	主機駆動油圧発電機	内田油圧リングメン方式		
	バラスタタンク	690.029	m ³			容量	90 kVA × 1基		
	DOT	18.518	m ³			補機発電機	ヤンマー, 大西電工		
	熱媒油槽	1.557	m ³			容量	90 kVA × 1基		
帆装置	製造者	日本鋼管 (株)			停泊用発電機	ヤンマー, 大西電工	容量	30 kVA × 1基	
	幅 × 高 × 数	8.0m × 10.69m × 1基							
	帆面積	85.04 m ²							
	旋回速度	0.25 rpm			荷油ポンプ	製造者	大晃機械 (株)		
展帆・縮帆	1.50 分		型式 × 数	CWLS-300M × 2基					
展縮帆方式	油圧ピストンロッド方式		揚錨機等	容量	300 m ³ /h × 7kg/cm ² × 2				
展帆時最大風速	20.0 m/s				製造者	北川工業, 内田油圧	迅速タルミ取り型 同上		
船速等	満載4/4負荷時	12.921	kn	直焚	揚錨機	4.7t × 9m/min × 2			
	満載航海速力	12.514	kn		係船機	4.0t × 12m/min × 1			
	航海距離	8,000	浬		ホースハンドリング グウィンチ	0.9t × 20m/min × 1			
主機関	製造者	ダイハツディーゼル工業			コンピューター	操帆コンピューター	日本鋼管 (株)		
	型式 × 数	6DSM-32F × 1基				主機・CPPコンピューター	日本造船機械 (株)		
	連続最大出力	1,600PS × 500/234rpm				復原性確認コンピューター	船舶技術開発 (株)		
	使用燃料油	1500秒C重油				運航マニュアルコンピューター	同上		
CPP	燃料消費率	160 g/PS・h		予備品消耗品管理コンピューター	同上	同上			
	製造者	阪神内燃機工業 (株)			運航報告書作成コンピューター		同上		
ロラン	型式 × 数	CX68N32 × 1基							
	直径 × 翼数	2,650φ × 4翼							
排エコ	電子ロラン	JRC							
	製造者	(株) タクマ							
	型式 × 数	CTE80 × 1基							
	加熱容量	80,000 kcal/h							
	熱媒油出口温度	150 °C							

アイトワタル ウンコウ ホウコクシヨ

No.11 コウカイ

DATE-58.02.10

シ	キ	Kw	FO777	ヒ77	rpm	PS	加圧	Vs	FO °C	L/2Hr	EXT	7.7	1.5	ヒ-77	FO777 _{Ext} PS
20	E	46	17	22	361	720	P80-05	11.9	107	256	310	0.42	1.5	S1.0	721
22	E	46	17.2	22	360	720	P80-04	12.25	115	249	312	0.42	1.0	S1.5	729
46		46	17.1	22	361	720		12.08	111	252.5	311	0.42			725

FO777より換算 165.4 $\frac{\%}{\text{Hr}}$ (0.95), 157.6 $\frac{\%}{\text{Hr}}$ (0.905)

ハイキル gr/PS/hr (0.95) = 166.5

** コウカイ カイヨウ **

シユツコウ 時	ミスシマ	ニユツコウ 時	コウカ	ソウコウキヨリ	74
Start Hr	10.15.55	Arriv Hr	10.23.45	Total Hr	7.83
df	1.4(m)	da	3.7(m)	dm	2.55(m)
ハイスイリヨウ	1100	ツミニリヨウ	0	ハイキルL/ML	12.87

** コウシヨシ / FO シヨウヒ **

OILシヨウヒ	シヨウヒ Hr	コウシヨシ マイル	Acil Lt	Boil Lt	Coil Lt	セツク Kt
A OIL	0.5	3.8	34			7.6
B OIL	1.08	10.9	42	(142)	100	10.1
C OIL	6.25	74			777	11.8
コウカイ	7.83	88.7	76		877	11.3

** シフト コウカイ **

シフト Hr	シフト Miles	A oil/Lt	B oil/Lt	C oil/Lt
2.08	3.5	191	0	0

** ニヤク ウンテン **

ニヤク Hr	ニヤクリヨウ	A oil/Lt	B oil/Lt	C oil/Lt
0	0	0	0	0

** ハツチンキ / ウンテン **

ハツチンキ	ウンテン KW	ハツチン HR	C oil Lt	A oil Lt
No.1	46	7.83	127	
No.2	28	8.08		131
No.3	20	52.83		225

** テンパツン シカク **

コウシヨシ Hr	テンパツン Hr	テンパツン %
7.83	7.5	96

表2 MZ-80Bにより作成された報告書

(毎2時間ごとに計測したデータがプリンター) される。

った。この船は船舶整備公団共有船であり、帆装置は日本船用機器開発協会の資金により日本鋼管(株)が開発した。

3. 本船からの報告

本船からは、写真3に示すMZ-80Bを使用して、毎航海ごとに作成した報告書を送付して来る。この報告書は、毎2時間ごとに計測したデータを表2に示すように作成している。紙面の都合上、短距離のものを採用したが、通常は毎2時間の項は10~20行となる。

報告書の右端の手書馬力は、rpmを燃料目盛りから求めた主機馬力であり、これに基づいてFOCを求めている。

このような毎航海の報告書は、“新愛徳丸”(1番船)は2年10ヶ月、“愛徳丸”は1年10ヶ月の間は、連続作成されているので、我々の手元には毎2時間のデータが、約1万件あるわけで、これに基づいて種々の解析を行っている状況である。

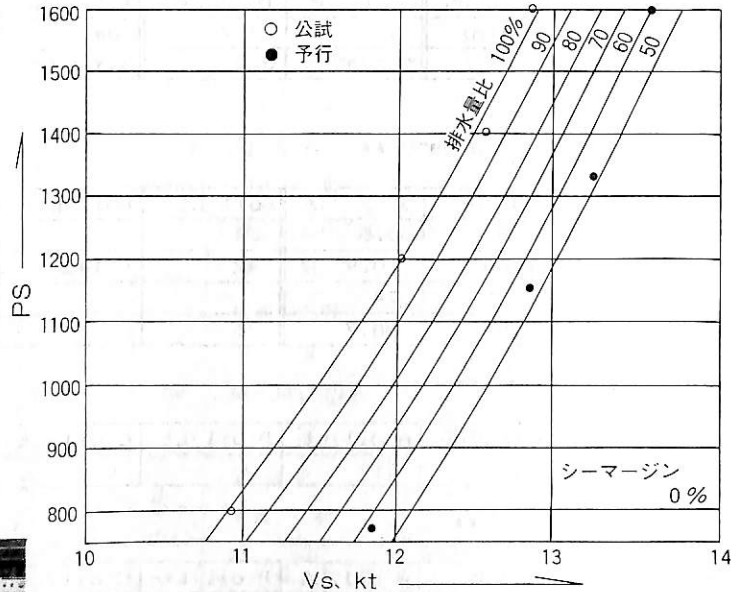
4. “愛徳丸”の帆装前と帆装後の船速比較

これらのデータを解析して判明して来たことは、風向、風速、波高によって、本船の船速に大きな変化が生じていることであった。船自体が10knで航走することは、自分

自身で5.144 m/sの風速の真向いの風で発生させていることになり、その結果として、相対風向は90°迄の船首よりのものが頻度が多いこととなる。

然るに小型船は、この船首方向より風を受けると急速に船速が低下する性質をもっている。相対風速10m/s前後のデータを対象として、且つ相対風向は0°~20°ごとに180°迄に区分して、グループに分けて集計し、それぞれの推進馬力を求めて、水槽実験の性能(海上公試時とよく合致している。)との比率を計算させた。

水槽実験と海上公試より求めた性能曲線を基にして、排水量比10%ごとの曲線を求めた。これが第1図“愛徳丸



第1図 “愛徳丸”の $\Delta \sim PS \sim kn$

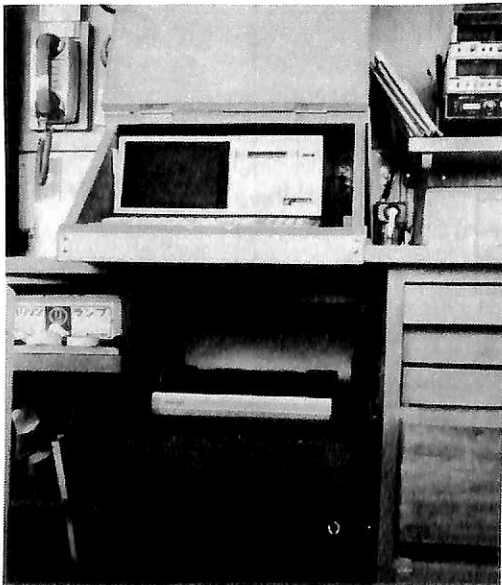
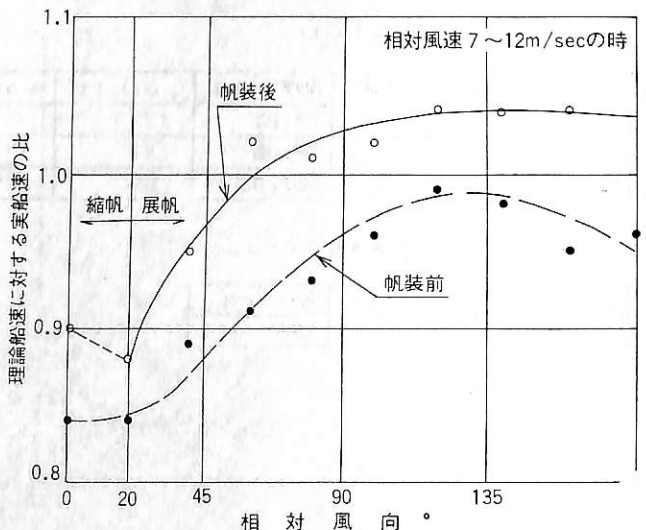


写真3 シャープMZ80Bとプリンターの据付状況(運航マニュアル報告作成)



第2図 “愛徳丸”の帆装前後の船速比較

丸”の排水量～馬力～船速の曲線図である。

この性能曲線をコンピューターに記憶させておいて、航走時の排水量と推進馬力より、シーマージン = 0 の時の船速を求めた。船において排水量を求めるのは、喫水確認と、写真3に示すMZ-80Bを使用した復原性確認コンピューターの中に、排水量、喫水等が表示されるので、その照合を行なって確認している。

シーマージン = 0 の船速との比較計算は、事務所のMZ-80Bを使用して行なった。

これらを集計して図にすると第2図の如くなり、帆装前においては、船首方向40°迄は、船速は0.85に下落する。即ち15%も船速が低下していることになる。また船尾方向でもわずかであるが低下を示している。この現象は非帆装船は、船首尾方向からの風や波には弱いことが示されている。これに対して帆装をするとどのように変化するかを実線で示している。意外なことは、帆柱があれば、縮帆をしても船速で5%程度回復していることである。展帆は20°以上であり、展帆による利得は船速で5～9%もの大差がついていることであった。

帆装を行なう前には、真向いの風の時は、帆の抵抗のために、船速は低下するであろうと言われて来たが、2年の実績は、その逆を示している。船長の発言も、真向いの風にも強くなったと言っている。

5. “愛徳丸”の帆装前と帆装後の

有効馬力比較

前節で述べたような船速低下があるとした時に、それでは推進馬力はどれくらい有効に活用されているのだろうかと疑問が生ずる。

そこで第2図のように低下した船速は、水槽実験の曲線(第1図)に照合すると、推進馬力は何馬力で事足りたかを計算させ、実推進馬力がその何%であるかを求め、これを図にすると、第3図の如くなって来る。

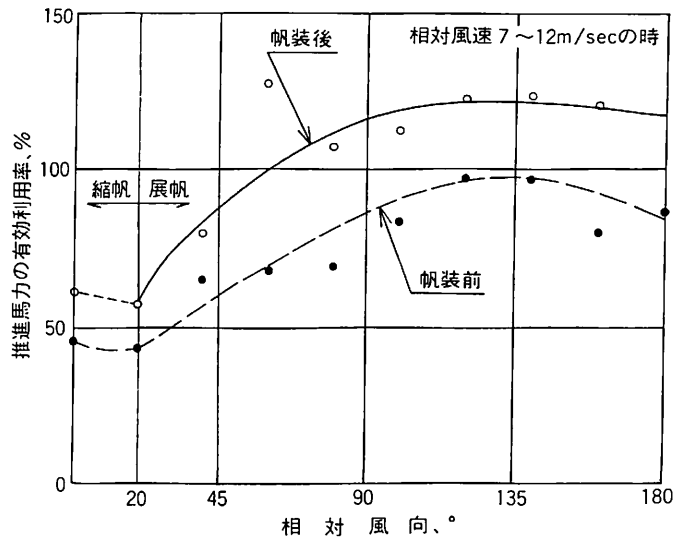
第3図において驚くべきことは、船首真向いの風の時に有効に利用される馬力は、帆装前は45%であり、帆装によって15%回復していることである。

所謂シーマージンは、馬力ベースでは、

$$100\% - (\text{推進馬力の有効利用率}\%)$$

として示されるものであり、シーマージン15%に含まれるのは、相対風向90°～180°の範囲であると言う現実であった。

帆装後に、100%以上になるのは、その部分だけが船速が速くなり、現実的に船速を同一にするならば、馬力



第3図 “愛徳丸”の帆装前後の有効馬力の比較

は低下させてよいこととなる。

帆走利得とは、第2図、第3図の帆装前と帆装後の間の面積と考えるべきと思う。

6. まとめ

現在は、非帆装船を改造して帆装としたのは、世界中で“愛徳丸”ただ1隻であり、データもわずか2年で、4000点くらいであるが、そのうちに段々と改装船の数も増加して来ることと思われるので、この疑問を解く鍵も数多く出て来ることと思われる。

小型内航船は、その運動性能については、水槽試験と海上公試に頼って確認して来たが、運航上の運動性については未だ我々の知らない点が多々あるように見受けられる。

帆装をしたからとて、肩いからしてトライしてみたら、非帆装船の実態把握が不充分であったことを痛感させられ、今後共益々努力せねばならぬことと存じて居る次第である。造船界の先輩、海運界の先輩の方々より御指導をいただき、真実の追求に進みたいと存じます。

最後に、このようにデータを採っていただいている、“愛徳丸”の門野船長、久保田機関長に厚く御礼を申し上げます。

■船の科学ファイル■

定価 700 円 (〒共)

船舶技術協会

リグの需要動向について

運輸省船舶局 技術課

1. はじめに

海洋石油掘削リグ（以下リグと略す）は1955年に第一号機が建造されて以来、海洋石油開発の発展に伴って毎年着実にその台数を増して来ている。

リグの需要動向は原油価格の動きに大きな影響を受け、73年末の第一次オイルショック及び79年からの第二次オイルショックは、図1に示すようにリグ建造台数の大幅な増加をもたらした。特に後者の影響は非常に大きく、去年1年間だけでも100基以上が市場に参入し、リグ台数の爆発的な増加をもたらした。

しかしながら、第2次石油ショック以降の世界的な景気停滞と省エネルギーの進展によって起きた石油のダブつきから今年初めには原油の値下げが行なわれ、石油開発のテンポは一時的にせよ鈍化することとなった。このため、前述のようなリグ台数の急上昇も手伝って休止するリグの台数は去年の半ばから急速に増加するとともに、リグの稼働率は1978年以来続いていた採算ラインと呼ばれる90%の線を維持することができなくなっただけでなく、80%以下という従来無かった極端な低稼働率に陥ってしまった。

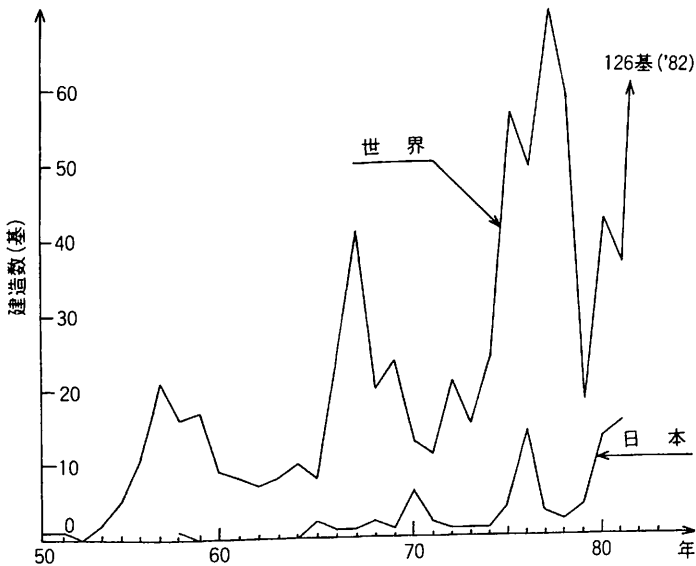


図1 建造リグ数の変化(歴年)

ところで、我が国造船業界は、第2次オイルショックによる今回のリグブームの中で、これまでに無い多数のリグを受注・建造し技術の多様化を図るとともに、経営収支の改善にも役立てて来ていたのであるが、最近のリグ稼働率の著しい低迷により新規の受注がほとんどできなくなっている。

以下に世界的なリグの稼働状況の現状分析を行い、将来の動向について考察を試みることにする。

2. リグの海域別稼働状況

全世界を8つの海域に分け、それぞれの海域における稼働数の年次変化を示したものが図2である。この図からわかるように、最近の稼働率落ち込みの主要因はメキ

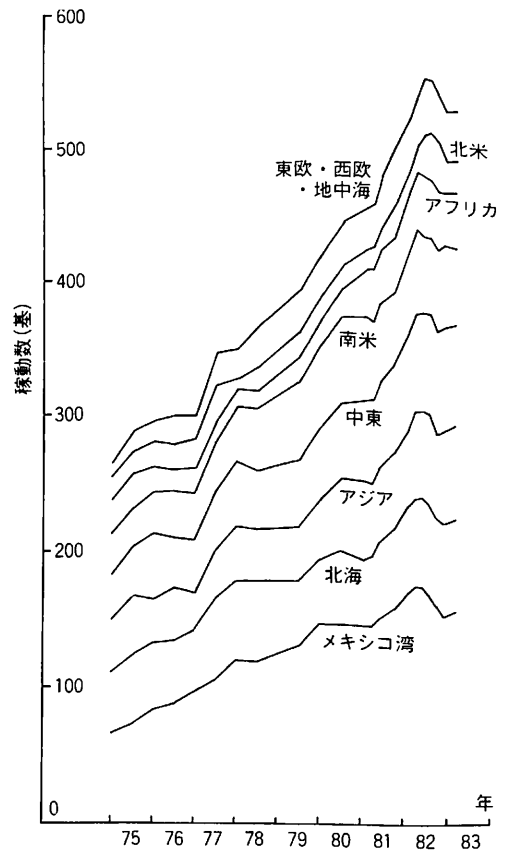


図2 海域別稼働数の推移⁴⁾

シコ湾における稼働数低下にあり、その他の海域ではそれほど大幅な落ち込みは無いことがわかる。それで、ここでは図2に示した海域毎に今年3月におけるリグの稼働状況について述べることにする。

(a) メキシコ湾

メキシコ湾	全体	型式別内訳(%)			
		着底	半潜水	甲板昇降	船舶
投入リグ総数	211台	11.8	8.5	77.3	2.4
稼働数	159台	68.0	88.8	74.8	80.0

注) 型式別内訳の稼働数の割合は、各々の型式における比率を示す。

この海域は世界で最も多くのリグが投入され稼働しているが、前述のように係船中のリグ数も世界一である。特に甲板昇降型と着底型の稼働率が低く、58年3月現在係船数は甲板昇降型41基(海域全体の25.2%)、着底型8基(同32%)にも上っている。このように本海域でリグの稼働率が落ち込んだのは、55年頃のリグ市場好況期に掘削作業の増加を見込んで湾岸の造船所に大量発注されたリグが次々と完成して来たものの、近年の石油会社における掘削予算削減のため、供給量の吸収が思うように進まず、多数の不稼働リグを産んでしまったためである。

現在各石油会社は、600フィート以深の開発を再考する等、市場の安定化に躍起になっていると言われるが、当分は市場の好転が望めないと思われる。

(b) 北海

北海	全体	型式別内訳(%)			
		着底	半潜水	甲板昇降	船舶
投入リグ総数	76台	0	60.5	39.5	0
稼働数	68台	0	87.0	99.3	0

注) 型式別内訳の稼働数の割合は、各々の型式における比率を示す。

この海域は、気象・海象条件が厳しく掘削海域の水深も深いため、大水深で稼働できしかも波浪中での動揺特性が優れている半潜水型のリグが多数配置されている。しかし、その稼働率はそれ程高くなく、新しい原油供給海域としての地位を高めて来たここ2~3年を除けば90%内外を大きく変動しながら推移している。この海域における石油開発は、他の海域に比較して時間と多額の投資を必要とするため、リグの稼働率は原油価格に直接大きく影響される傾向にある。今回の需要低下による影響をまともに被ったのはこの海域であり、上記の理由で市場の回復は当分先になりそうである。

(c) アジア

アジア	全体	型式別内訳(%)			
		着底	半潜水	甲板昇降	船舶
投入リグ総数	98台	0	17.3	57.2	25.5
稼働数	70台	0	64.7	80.4	56.0

注) 型式別内訳の稼働数の割合は、各々の型式における比率を示す。

この海域はメキシコ湾に次いで投入リグ数が多く、また他の海域と比較して船舶型の占める割合が大きいという特徴もあるが、稼働率の悪さと言う点においても世界有数の海域である。

元来、この海域におけるリグの稼働率は低く、甲板昇降型は50年以降一度も全数稼働に達したことがないばかりか、55年夏に実質的な全数稼働と言われる稼働率95%を割り込んでから、稼働率が激減し56年春には70%台を記録、その後持ち直したものの現在なお70~80%台の低水準を推移している。また、半潜水型および船舶型の稼働率も甲板昇降型以上に悪化しており、採算ベースに乗る稼働率と言われる90%から遥かに離れた値となっている。

この海域は、我が国建造リグのシェアが30%近くを占めている重要な海域であり、国内造船所の受注増加のためにも一刻も早い市場の回復が望まれる。

(d) 中東

中東	全体	型式別内訳(%)			
		着底	半潜水	甲板昇降	船舶
投入リグ総数	79台	0	1.3	93.6	5.1
稼働数	73台	0	100	94.6	50.0

注) 型式別内訳の稼働数の割合は、各々の型式における比率を示す。

この海域は掘削深度が浅く、乾燥している点を除けばリグの設計上考慮せねばならない自然条件は非常に緩やかであることから、投入リグの90%以上を甲板昇降型が占めている。また、OPEC加盟国を中心に厳しい生産体制及び豊富な油量と好条件が揃っているため常に95%以上という高い安定した稼働率を維持して来ている。現在、稼働率に若干の低下はあるものの、本質的にこの海域は、湾外に造船所が無いため完成したリグがそのまま岸壁で休止状態に入るといった事態が無いことや、原油開発に要する投資が少なく済むという利点があることから、他の海域のように稼働率の落ち込みは無いと考えられる。

(e) 南米

南米	全体	型式別内訳(%)			
		着底	半潜水	甲板昇降	船舶
投入リグ総数	66台	16.7	42.4	40.9	0
稼働数	57台	63.6	89.3	92.6	0

注) 型式別内訳の稼働数の割合は、各々の型式における比率を示す。

この海域は、半潜車型以外 100% の稼働率を記録したことが無いものの、常に95%内外の高稼働率を誇って来た。

現在、着底型の稼働率が60%台と落ち込んでいるが、近年本海域の着底型リグは投入絶対数が減少傾向にあるため、これ以上激しい低下はないと思われる。また、甲板昇降型は56年初頭より稼働率が漸次低下して来ているが、それ以降同型の新規投入リグはわずか3基にすぎないため、落ち込みも底を打ったと思われる。

(f) アフリカ

アフリカ	全体	型式別内訳(%)			
		着底	半潜水	甲板昇降	船舶
投入リグ総数	47台	4.3	21.3	65.9	8.5
稼働数	41台	100.0	80.0	87.1	100.0

注) 型式別内訳の稼働数の割合は、各々の型式における比率を示す。

この海域はリグの型式別構成比が全世界のそれと似ている。稼働率については1976~77年の不況期に大きく落ち込んだ以外、比較的安定した状態を保っていたが、今回の不況によってやはり低下の傾向を見せている。

この海域は中東と同様の条件下に置かれているため大きな落ち込みは無いように思われる。

(g) 北米

北米	全体	型式別内訳(%)			
		着底	半潜水	甲板昇降	船舶
投入リグ総数	40台	2.5	32.5	35.0	30.0
稼働数	23台	0.0	100.0	50.0	2.5

注) 型式別内訳の稼働数の割合は、各々の型式における比率を示す。

この海域は、合衆国西海岸及びカナダの東・西両海岸が中心であり、水深の大きさ、波浪条件の厳しき等が場所によっては北海並みとなるため半潜型の割合が高く、その分だけ甲板昇降型の占める割合は小さくなっている。

甲板昇降型と船型の不稼働数が多く、好転するのは当分望めない状況にある。

(h) 東欧・西欧・地中海

東欧・西欧 地中海	全体	型式別内訳(%)			
		着底	半潜水	甲板昇降	船舶
投入リグ総数	53台	0	26.4	45.3	28.3
稼働数	41台	0	92.9	83.3	53.3

注) 型式別内訳の稼働数の割合は、各々の型式における比率を示す。

これらの海域は北米に比較すると稼働率は比較的安定して推移して来ている。特に東欧の場合、社会的な条件のせいもあって稼働率は常に 100% 近く来ている。その他の海域では、世界の他の海域と同様リグの係船率が上昇しており、リグ市況は当分低迷を続けそうである。

以上、世界の海域別におけるリグの稼働状況を見て来たが、今回のリグ不況の原因は建造数が爆発的に伸びたにも拘わらず、石油価格の値下げ等のマイナス要因のために掘削作業量が増加しなかった事によるものであるのは明らかである。従って、一部海域に集中する係船リグについては、完成と同時に係船されたものを多数含んでいると見るのが妥当であろう。近年、潜水荷役方式の重量物運搬船がリグの輸送に当るようになって、リグの海域間の移動は従来に比較してよりスムーズに行なわれるようになってきているため、掘削作業量が増加して来ればこのような係船リグは各海域に投入され簡単に姿を消してしまうものと思われる。

とは言うものの、今回のリグ係船数はこれまでに無く膨大であることから、回復にはまだ数年の時間を要するであろう。

次にリグの今後の動きについて簡単な推測を述べる。

3. 今後の動き

リグの今後の動きを予測するには、次の3つを明らかにしておく必要がある。

- i) 稼働台数がどのように変化するか
- ii) 発注台数がどのように変化するか
- iii) 廃棄台数がどのように変化するか

i) について正確な予測を行うことは困難であるが、従来リグの総台数の年次変化は 0.098 乗の exponential カーブに乗っているとと言われるので、稼働台数の年次変化についてもこれを当てはめることとする。原油の値段は下がったとは言え10年前に比較すると非常に高水準にあるわけだから、この仮定で特に問題は無いものと思われる。

ii) についてはリグの採算ラインである稼働率90%以下

では発注が行なわれなとする。これは前回のリグ不況及び今回の動きを見るとほぼ正しい事がわかる。

iii)についてはリグの具体的な耐用年数が必要となるが、図1からある年に建造されたリグは5年間にわたって一様に廃棄されるものと仮定したグラフを作成して実際の廃棄台数と比較した結果、図3に見るように平均で約15年間稼動するとすれば良いことがわかる。即ち、リグは建造後13年目から17年目にかけて毎年同じ台数だけ廃棄されて行くことと仮定する訳である。

以上3つの仮定をもとに描いたグラフが図4である。このグラフでは稼動数は1984年より $e^{0.098}$ のカーブで上昇しており、既存リグ数と発注リグ数を合わせたカーブは発注が全く行なわれずに廃棄だけが図3に従って行なわれるものとして減少して行くことになっている。

これによると、リグ総数は今年末から来年初めまで増加し続けて最大720～730基に達した後減少に転じることになる。この結果リグ稼動率は来年初めに70%を一時割るものの、その後は順調に回復して'86年の初めに90%台の稼動率に達する。新基リグの発注が行なわれるのはこの前後であると推定されるので、後2年間程はリグについての大量受注は望めないように思われる。

4. おわりに

以上、世界の各海域におけるリグの稼動状況及び今後の動きについて述べて来た。現在リグ業界は非常な不況下にあると言うものの、石油の値段は依然として高く、世界の景気も徐々にではあるが回復に向っていることを考えれば、この不況が長期に亘って継続することは無いように思われる。一刻も早いリグ市況の回復を待つ次第である。

参考文献

- 1) 我が国で建造された主要な海洋機器 (56年度建造分増補改訂版) 運輸省船舶局技術課
- 2) 海洋構造物搭載機器の国産化対策に関する調査報告

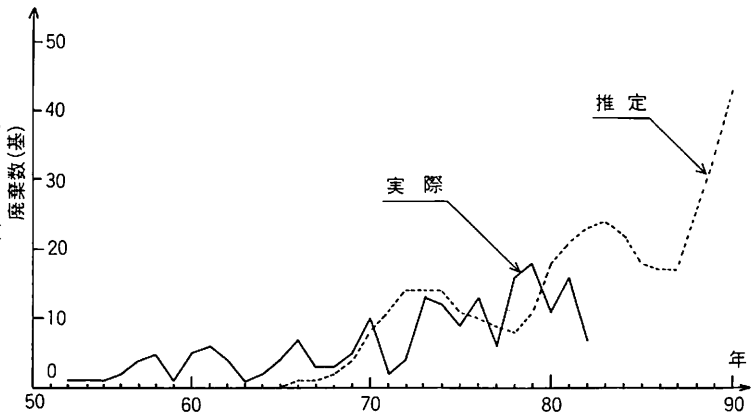


図3 リグ廃棄数の推移

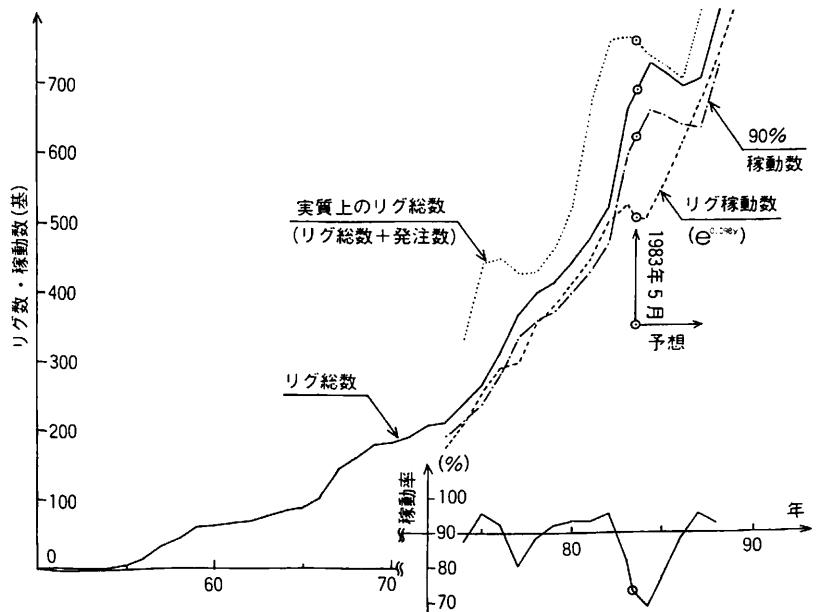


図4 リグの稼動状況の動き

書 (株)日本船用工業会

3) OCEAN INDUSTRY (1973～)

4) OFFSHORE (1973～)

ケミカルタンカー

恵美洋彦・角張昭介著

B5判 300頁 定価5,000円(〒300)

株式会社 船舶技術協会

■船用鋼材

深海調査船耐圧殻用超高降伏点鋼について

新日本製鉄株式会社 中央研究本部
 厚板条鋼研究センター 森山 康

1. まえがき

地球の71%を占める海洋は、人類の最後のフロンティアであり無限の宝庫といわれる。この海洋開発が、近年世界的にクローズアップされ、石油、天然ガス、マンガン団鉱等を始めとする各種鉱物資源の開発や、地震予知、地殻変動調査等の地球物理学、魚群調査、生物分布、生態系調査等の生物学などの社会的、経済的、学術的ニーズを充足させるものとして急速に行われつつある。

わが国でも、アメリカやフランスなどの、この方面での先進国からは、やゝ遅れているが、昭和53年から科学技術庁による2000m潜水調査船システムの建造が開始され、本格的な深海調査体制が整備され始めた。

そして昭和56年10月、三菱重工業(株)神戸造船所で“しんかい2000”が建造され、別に川崎重工業(株)神戸工場で建造された支援母船“なつしま”と共に科学技術庁に引渡された。

この“しんかい2000”の有人調査船による深海の海洋調査は、海洋開発を効果的に推進する上で必要だが、潜水調査船の耐圧殻は、ワイヤで吊り下すタイプの調査殻と異なり、運用性と機動性を高めるために小型軽量であることが必須条件とされている。

このため、人が乗れる耐圧殻は、一般に図1に示すように構造効率の高い球形殻となっており、0.2%耐力の大きい高靱性の高降伏点鋼が使用されている。深海への探査可能深さは、この種の材料の高強度化、強靱化がど

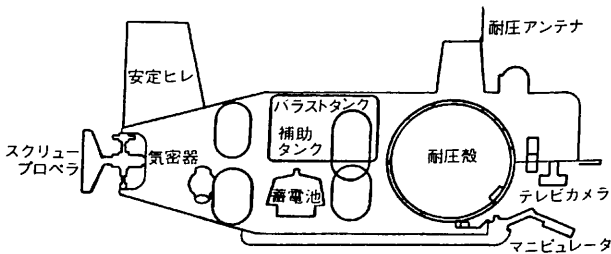


図1 2000m深海調査船の構造(海洋科学技術センター)

図1 2000m深海調査船の構造
 (海洋科学技術センター資料より)

のくらい迄できるかにかかっており、今後の海洋開発、海底学術探査の発展も、図2に示すように、0.2%耐力が大きくなればなる程調査船は深く潜水でき、0.2%耐力90kgf/mm²級の鋼材では、計算上約4000mまで潜水可能で、海洋の約50%まで探査でき、今後の深海調査船も、材料開発の成功いかんによると言っている。

2. 超高降伏点鋼の種類

深海調査船に使用される耐圧殻は、深々度における高圧に耐えられるために耐圧強度が大きく、かつ船体重量軽減化のために軽い程よい。したがって、耐圧殻材料としては、比強度(0.2%耐力/比重)が大きく、安全上、不安定破壊を生じない高靱性の材料で、かつ海水環境下の使用条件に充分耐えられる材料であることが必要である。図3は、ロケット用材料と潜水船材料の要求特性比較であるが、潜水船耐圧殻材料として要求される性能は、(材料性能)

- (1) 比強度が大きい材料で、厚手(100mm以下)の製造が可能なこと。
- (2) 破壊靱性が高く、不安定破壊を生じないこと。
- (3) 海水中における耐食性が優れていること。

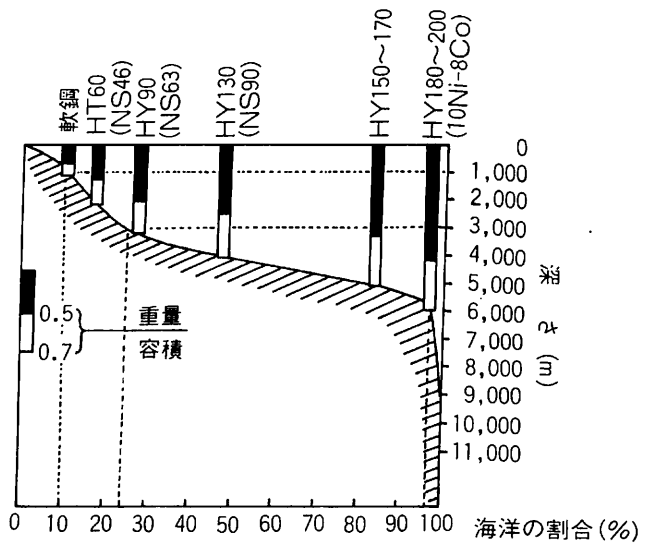


図2 海洋の深さと鋼の必要強度の関係

項目	ロケット用材料		2,000～6,000 m 深海調査船耐圧殻材料
板厚	20 mm 未満	→ 厚板化 →	60～100 mm
強度	Y.P 100～200 kgf/mm ²	→ 低い →	Y.P 90～120 kgf/mm ²
靱性	薄いため使用上、製造上比較的有利	→ 向上の必要あり →	大きな破壊靱性を必要とする
応力腐蝕	殆んど考慮不要	→ 耐海水性考慮 →	検討する必要性大
溶接性	薄肉のため比較的溶接が容易	→ 厚板の溶接技術 →	継手部の健全性を得るのが絶対的条件
疲労	考慮の必要なし	→ 疲労強度確保 →	潜航・浮上のくり返しで疲労強度重要

図3 ロケット用材料と深海調査船耐圧殻材料の要求特性比較

(4) 繰り返し高応力に対して疲労特性が優れていること。

(工 作 性)

- (1) 曲げ加工（熱間）および機械加工ができること。
- (2) 溶接性が優れ、溶接継手の性能が素材性能と同等またはそれ以上であること。

であり、以上の要件を備えた材料は現在開発済み、または開発中の各種高降伏点材料の中でも多くは見当たらず、表1に示すように、焼戻しマルテンサイトまたは、焼戻し下部ベイナイト組織を示すNi系の合金鋼、或いは、米国で開発されつつあるTi 621 (Ti-6Al-2Nb-1Ta) が僅かに存在するのみである。

潜水船の潜航深度は、前述のように耐圧殻の比強度に大きく影響されるが、一定深度に対し、payloadを最大にするには単球殻が最良であり、その場合、潜航深度が4000m以上の深々度潜水船の耐圧殻に対しては、材料の比強度が約15以上必要だと言われている¹⁾。

“しんかい2000”の耐圧殻に使用されたのは、比強度11.5のNS90 (5Ni-Cr-Mo系) であるが、科学技術庁で計画される次の6000m深海調査船の耐圧殻材料としての候補材料は、10Ni-8Co鋼およびTi 621, Ti64などのTi合金のみである。しかし、Ti 621, Ti64は現在わが国では厚板の製造技術がなく、10Ni-8Co鋼が最有力視されている。米国の潜水調査船“ALVIN”は4000mの潜水能力を持つが、Ti 621合金が耐圧殻に使用され、更に6000m級の“SEA CLIFF”が建造中で、フランスでは3000m級小型潜水調査船“CYANA”を保有しており、更に現在新しく6000m級のSM97を建造

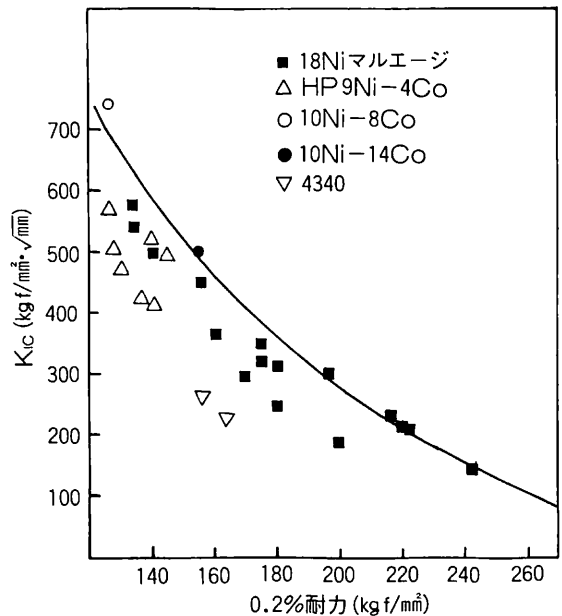


図4 各種超高張力鋼のK_{1C} (河部)²⁾

中である。これらはいずれもTi合金が使用されていると伝えられている⁴⁾。

3. 超高降伏点鋼の問題点

超高降伏点鋼は、強度の大きい反面、一般に延性、靱性が低い。そして強度が高くなる程、破壊に対する信頼性の確保が困難になる。しかし超高降伏点鋼の使用される用途は高度の信頼性を要求される分野である。

表 1 現在の主なる超高降伏点材料

分類	区分	名称	主要成分	性能		備考 (深海船への適用性)
				0.2%耐力 (kgf/mm ²)	靱性 (kgf・m)	
鋼	Q T型 〔焼戻マルテンサイトによる強度確保〕	NS46	0.1C-1.2Mn-0.5Si	≥ 46	vE-50 ≥ 2.8	5.9 極厚板製造実績有, 比強度不足
		NS63 (HY80相当)	0.1C-0.5Mn-3Ni-0.5Cr-0.5Mo	≥ 63	vE-70 ≥ 10.0	8.0 "
		NS80 (HY100相当)	0.07C-0.7Mn-4Ni-0.6Cr-0.5Mo	≥ 80	vE-70 ≥ 7.0	10.2 "
		NS90 (HY130相当)	0.1C-0.8Mn-5Ni-0.6Cr-0.5Mo-0.05V	≥ 90	vE ₀ ≥ 7.0	11.5 "
		HP9-4-20	0.2C-0.3Mn-9Ni-0.75Cr-0.75Mo-4.5Co	≥ 110	vE ₀ ≈ 7.0	14.0 厚板の実績なし
	Dual Strength型 〔Q T型とマルエージング型の中間〕	HP9-4-30	0.3C-0.2Mn-7.5Ni-1Cr-1Mo-4.5Co	≥ 120	vE ₀ ≈ 5.0	15.3 "
		10Ni-8Co (HY180相当)	0.1C-10Ni-2Cr-1Mo-8Co	≥ 120	vE ₀ ≥ 7.0	15.3 極厚板製造可能, 6000m級に最有力
		HY-240	0.16C-10Ni-2Cr-1Mo-14Co	≥ 130	—	16.9 未開発
		HY-280	0.26C-10Ni-2Cr-1Mo-15Co	≥ 170	—	21.6 未開発
		18Ni 200	0.02C-18Ni-3Mo-8.5Co	≥ 130	vE ₀ ≥ 2.8	16.9 K _{1scc} 不足
		12Ni マレージング	12Ni-5Cr-3Mo	≥ 126	vE ₀ ≥ 2.8	16.0 "
		25Ni マレージング	25Ni	≥ 147	vE ₀ ≥ 2.8	18.7 "
P Hステレンス	PH13-8 Mo	8Ni-13Cr-2Mo-1Al	≥ 120	—	15.3 厚板の実績なし	
	17-7 PH	7Ni-17Cr-1.2Al	≥ 125	—	15.9 "	
	純チタン	Ti	≥ 21	—	4.7 比強度不足	
チタン	チタン合金	Ti-6Al-4V	≥ 84	vE ₀ ≥ 2.0	18.8 極厚板製造実績なし, 靱性不足	
		Ti-6Al-2Nb-1Ta	≥ 70	vE ₀ ≥ 4.2	15.6 わが国での極厚板実績なし, 外国では有力	
アルミ	アルミ合金	Al-4.5Mg	≥ 12	vE ₀ ≥ 2.5	4.5 比強度不足, 靱性不足	
		Al-3.5Mg-4.5Zn	≥ 48	vE ₀ ≥ 2.0	17.9 厚板の実績なし	

高強度化に伴う問題点は次のようなものである。

(1) 破壊靱性

図4に各種高降伏点鋼の K_{Ic} を強度との相関で示したが、一般的傾向として、強度上昇と共に K_{Ic} は低下する。このことは、材料の強度変化と共に許容される欠陥長さが著しく小さくなることを示し、材料の適用、施工に当たって最も注意を要する点である。

(2) 遅れ破壊

図5に超高降伏点鋼の水中での遅れ破壊強さにおよぼす強度の影響を示した。一般に高降伏点鋼になるほど K_{IscC} 値の低下は著しく、 K_{Ic} 値よりもはるかに低いことがわかる。更に海水などの腐蝕環境下における K_{IscC} 値は更に低下し、一定応力下での切欠先端における亀裂の発生は、より短時間で起ることが確認されている。

(3) 溶接性

超高降伏点鋼の溶接については、当然強度上昇と共に Ceq も上昇するので一般的に劣る方向に向くのが普通である。しかしながら、溶接部の健全な強度、靱性を得る目的から、通常の高張力鋼(T.S 80kgf/mm²以下)のように、潜弧溶接や、被覆金属アーク溶接等の高能率溶接の使用は不可能で現在のところTIG溶接以外になく、後述するように、溶着鋼のコンタミネーション防止の観点から、そのシールド法については特別な注意が必要である。

しかしながら幸いなことに、潜水船耐圧殻に使用される超高降伏点鋼も、高降伏点鋼も、焼戻しマルテンサイト系のNi添加型で、強度が上昇する程、その鋼材のNi含有量は増加させているから、TIG溶接のような極低水素溶接を使用する限り、低温ワレの発生はなく、NS90、10Ni-8Co鋼などは、むしろ予熱を行わなくても溶接が可能である。この理由は、松田の報告³⁾によれば高Ni鋼ほど溶接時の相変態膨張量が大きく、また、その温度が低下するため、その効果が低温ワレを防止させる方向に働くためであると言われる。

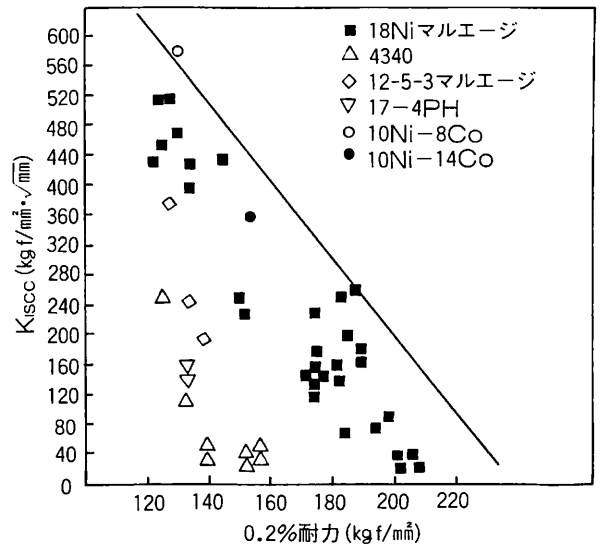


図5 各種超高張力鋼の K_{IscC} (河部)²⁾

4. 高降伏点鋼 NS90 (HY-130 相当鋼), 超高降伏点鋼 10Ni-8Co 鋼 (HY-180 相当鋼) の特性について

4.1 NS90

NS90の開発は、強度については0.2%耐力を90kgf/mm²以上とし、靱性の目標については耐圧殻材が脆性破壊の発生や伝播の起らないため Pellini らの考え方に基づき、シャルピー吸収エネルギー (vE_{shelf}) ≥ 7 kgf·m, 落重試験でのNDT (Nil Ductility Transition) 温度 $\leq -69^\circ\text{C}$ を考慮して -70°C でのシャルピー吸収エネルギー (vE_{-70}) を7 kgf·m以上とした。

この靱性は、溶接熱影響部でも確保されなければならない。またこの他に海中での良好な耐食性、疲労特性も充分兼ね備えたものでなくてはならない。一般に高張力鋼の強靱化は、Niを基本成分とし、調質(焼入れ焼戻し)によって微細焼戻しマルテンサイト組織を利用することによって得られる。本鋼材もこれを基本としたが、

表2 NS90開発に先立ち試験を実施した試作鋼

供試鋼	厚み (mm)	化 学 成 分								
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
2.5Ni	50	0.10	0.24	0.58	0.008	0.006	2.60	0.47	0.38	—
3Ni	60	0.11	0.22	0.75	0.004	0.005	3.30	0.80	0.44	0.04
4Ni	65	0.06	0.20	0.50	0.004	0.006	4.07	0.55	0.52	0.06
5Ni	65	0.09	0.28	0.83	0.006	0.001	5.20	0.50	0.53	0.05

特に60～100mm程度の板厚で半球に熱間加工後熱処理となり、水槽にドブ掛けによる、むしろ厚板工場のローラクエンチによる冷却より冷却速度の緩い不利な方法によらざるを得ないため、冷却速度の差による、または焼入温度の差による大きな材質変化があってはならない。したがって開発のポイントは如何に広い熱処理条件範囲で目的の特性を得る成分を選ぶかにあった。

図6は、表2に示すように、ベース成分を一定にした場合のNiの影響を示すが、5%Ni系鋼が焼戻し温度600～640℃で耐力90～100kgf/mm²の安定した値を示す。図7は、NS90鋼の連続冷却変態曲線(CCT線図)を示す。Ac₁点は670℃、Ac₃点は751℃であり焼入温度880℃から広い冷却速度範囲でマルテンサイト或いは下部ベイナイトを含む焼入れ組織が得られることがわかる。

図8は、強度、靱性に及ぼす焼入温度の影響を示すがQ₁およびQ₂温度を850℃および780℃から930℃および850℃と高くすると0.2%耐力は増加する傾向がみられる。延性、靱性に対しては焼入強度はほとんど影響せず、いずれの焼入温度でも良好な結果を示している。また、図9は、Q₁、Q₂温度をそれぞれ850℃および780℃とした時の強度、靱性におよぼす焼入冷却速度の影響を示す。焼入冷却速度は2℃/sec以上になると0.2%耐力を含めて強度靱性が安定することがわかる。板厚65mmの鋼板を水槽中に浸漬焼入れする時の鋼板の厚み中心の冷却速度がおよそ2.3℃/secであるから、耐圧殻に熱間半球加工後水槽中に焼入れされる現場作業で十分な材質が得られ、なお且つ焼入れ温度、焼戻し温度共に広い範囲で材質は安定して得られるから厳密な管理下のもとに施工を行えば安心である。

NS90は更に球殻を真球にする際の機械切削を考慮し、高纯净度鋼とするためにESR溶解による精錬凝固を行

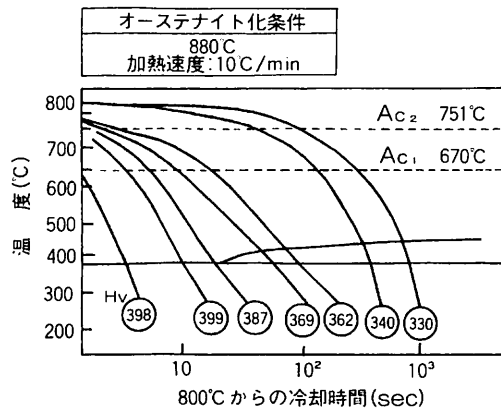


図7 NS90鋼の連続冷却変態曲線

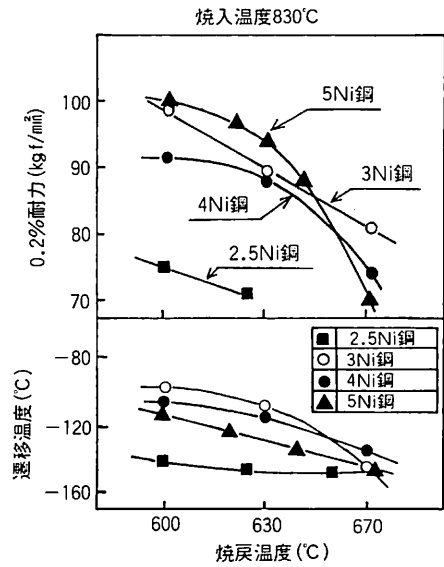


図6 各試作鋼の機械的性質に及ぼす焼戻温度の影響

ったが、表3はこうして得られたNS90鋼の材質の一例であり、極めて良好な特性を有していると言える。

次にNS90鋼の溶接であるが、溶接は球殻製作の場合、熱処理後半球を合わせる恰好で行われた。図10は、“しんかい2000”耐圧殻の製作手順⁴⁾を示す。表4はTIGワイヤと供試鋼の成分であるがTIGワイヤは2Mn-2.5Ni-1Cr-0.5Mo系の日鉄溶接工業(株)製TN-9である。また表5は、三菱重工業(株)神戸造船所で行われた

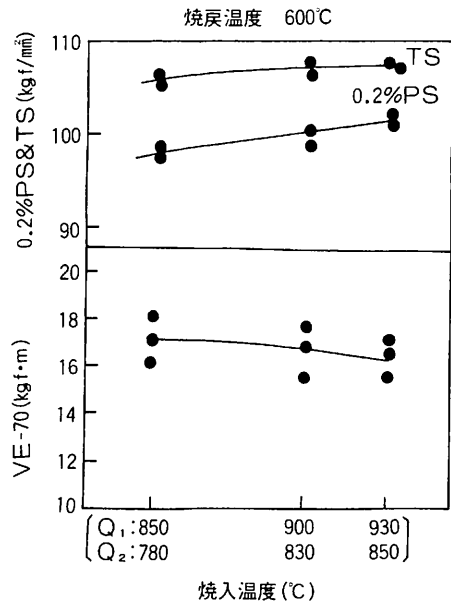


図8 5%Ni鋼の機械的性質に及ぼす焼入条件の影響

表3 NS92鋼の化学成分と機械的性質の一例

化学成分						ESR溶解				
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Al	Ceq
0.09	0.27	0.82	0.006	0.001	5.22	0.51	0.53	0.05	0.023	0.608

機械的性質								
板厚 (mm)	方向	0.2%耐力 (kgf/mm ²)	引張強さ (kgf/mm ²)	伸び (%)	絞り (%)	2mmVシャルピー試験		NDT温度 (°C)
						vE ₀ (kgf·m)	vTrs (°C)	
65	L	92.3	99.7	24.2	71.2	22.5	-114	-140
	T	92.9	100.2	23.5	69.7	21.5	-119	-
	Z	91.5	99.2	24.2	67.9	18.5	-91	-

表4 TIG溶接に使用したNS90鋼とワイヤの化学成分⁶⁾

	化学成分									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
NS90	0.08	0.22	0.78	0.005	0.001	0.03	5.20	0.48	0.53	0.05
TIGワイヤ	0.09	0.37	1.92	0.003	0.002	0.21	2.64	1.15	0.66	-

焼入温度 Q₁:850°C
 Q₂:780°C
 焼戻温度 :600°C

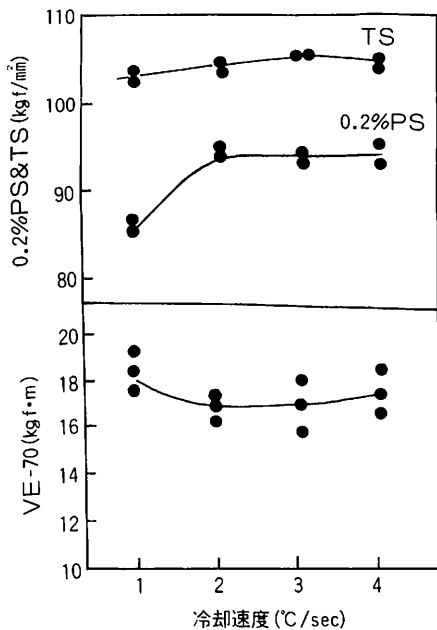


図9 5%Ni鋼の機械的性質に及ぼす焼入れ冷却速度の影響

表5 NS90鋼のTIG溶接条件⁶⁾

溶接条件 (ワイヤ径 1.6mm φ)	層数	予熱, 層間温度 (°C)	溶接電流 (A)	アーク電圧 (V)	ワイヤ供給速度 (cm/min)	溶接速度 (cm/min)
		1~3	100	250	12	40
4		100	270	13	40	12
5		100	290	13	40	12
6以上		100	300	13	40	12

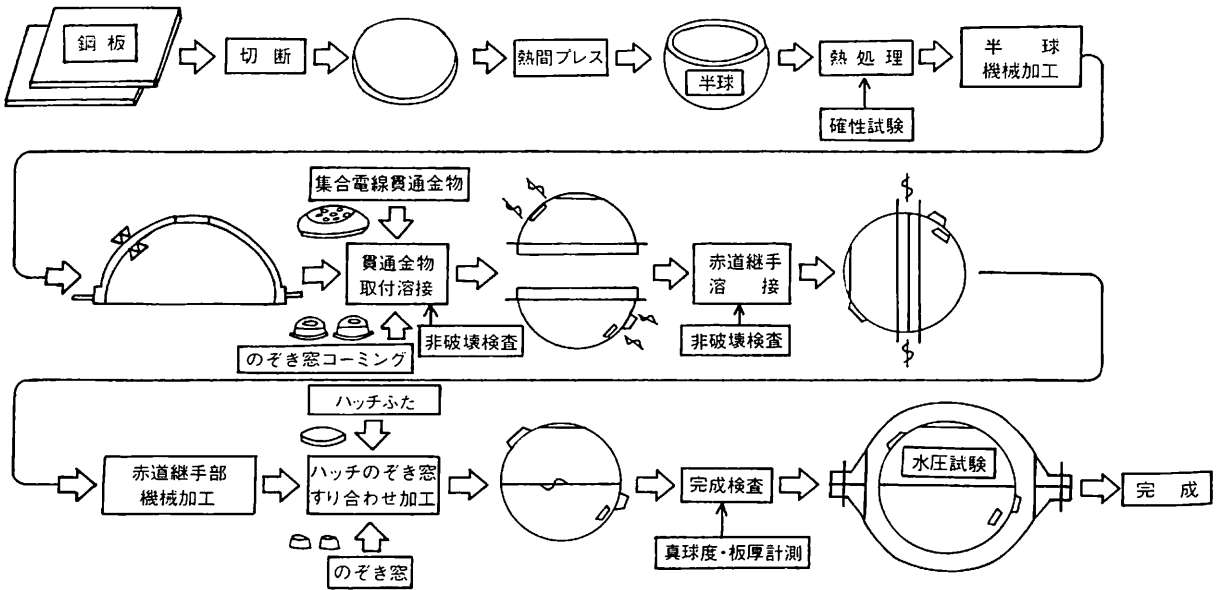


図10 “しんかい2000”耐圧殻の製作手順

表6 溶接継手の機械的性質⁶⁾

溶接継手の引張試験		溶着鋼の引張試験				溶着鋼の衝撃試験	
引張強さ (kgf/mm ²)	破断位置	0.2%耐力 (kgf/mm ²)	引張強さ (kgf/mm ²)	伸び (%)	絞り (%)	vE ₀ (kgf・m)	vTrs (°C)
100.5	母材	103.1 103.1 104.7	107.5 107.4 107.4	24 22 23	73 66 70	24.7	-138
101.7	母材	$\bar{X} = 104.3$	$\bar{X} = 107.4$	$\bar{X} = 23$	$\bar{X} = 70$		

実物モデルの溶接条件⁶⁾であるが、予熱温度およびパス間温度を100℃として溶着鋼の強度、靱性を適正にするための冷却速度から計算した溶接入熱量となっている。

このように溶接した実物モデルの溶接継手の機械的性質は表6の通りで全く問題はない。

4・2 10Ni-8Co鋼

10Ni-8Co系の超高降伏点鋼は、表1に示したようにQT型とマルエージング型の中間の区分に属し、0.2%耐力が120 kgf/mm²以上を示す現在唯一の極厚鋼板製造可能鋼材である。基本的には米国で開発されたものであるが、当社が1970年に技術導入し、それ以来13年間に亘って基礎的研究から現場試作、鍛造品の試作に至る広範囲の研究を行なったものである。

表7 10%Ni-8%Co鋼の化学成分と機械的性質の目標値

化学成分										
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	Al	
0.12	0.12	0.15	<0.010	<0.007	10.0	2.0	1.0	8.0	<0.010	
機械的性質										
板厚 (mm)		0.2%耐力 (kgf/mm ²)			2mm Vノッチシャルピー値 (kgf・m)					
25~100		≥ 120			vE ₀ ≥ 5.6					

表7はこの鋼種の代表的な化学成分を示す。すぐれた靱性を確保するため10%Ni、8%Coの他2%Cr、1%Moを含有しCは必要最小限にとどめてある。さらにP、Sを始めとする不純物元素、介在物、Oを始めとす

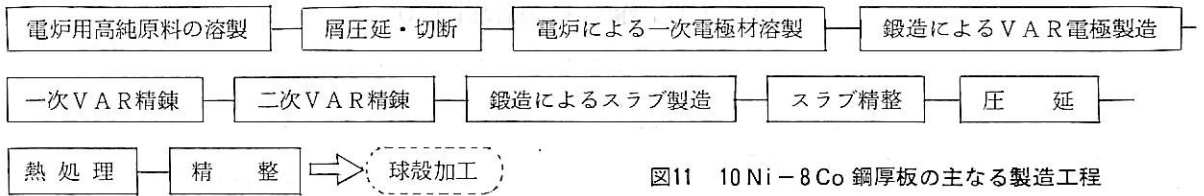


図11 10Ni-8Co 鋼厚板の主な製造工程

表8 実用炉で製造した10Ni-8Co 鋼板の化学成分と機械的性質の一例

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co
0.12	0.12	0.16	0.004	0.004	9.78	2.20	1.01	7.98

板厚 (mm)	方 向	0.2%耐力 (kgf/mm ²)	引張強さ (kgf/mm ²)	伸び (%)	絞り (%)	シャルピー試験値		
						vE ₀ (kgf・m)	vE-70 (kgf・m)	vTs (°C)
100	L	124.8	140.5	19.5	72.5	19.7	16.5	≤ -120
	C	125.2	142.1	18.2	69.5	18.5	15.7	≤ -120

るガス成分を極力低下させるため、その精錬にあたっては極めて神経を注いだ製造工程と製造管理を必要としている。

図11はその製造工程を示すが、主なる工程のみでもこれだけあり、更に各工程間の熱処理、黒皮むき等の工程を入れると実に煩雑な足の長い工程となる。また、熱処理もNS90と同じく2回焼入れ焼戻しという入念な方法をとる。その第1回目は、合金元素の十分な溶体化と粒度調整、2回目はオーステナイト粒の微細化を目的として、焼入後の均一な微細粒マルテンサイト組織を得るようにしてある。

このようにして、この鋼種は、板厚100mmまで120kgf/mm²以上の0.2%耐力と共に、シャルピー試験で0°Cの値が7kgf・m以上の値を示すのである。

表8は実炉溶解での100mm厚の鋼板の化学成分と機械的性質を示し、極めて優れた特性を持つものが得られている。写真1はその顕微鏡組織であるが微細な焼戻しマルテンサイトに写真ではわからないが(Mo, Cr)₂Cの炭化物が析出する組織となっている。



写真1 10Ni-8Co 鋼の用材顕微鏡写真 (X400)

溶接はNS90と同様にTIG溶接が適用されるが、10Ni-8Co 鋼の場合、溶接時のシールド性が継手の品質と極めて密接な関係があることが指摘され、溶接時のコンタミネーションは出来るだけ少なくする必要があることが報告⁷⁾されている。これによれば、溶接継手部の性能

表9 TIG溶接に用いた鋼板とワイヤ

	化 学 成 分									備 考
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Co	
供 試 鋼 板	0.12	0.12	0.17	0.003	0.004	9.77	2.19	1.02	7.98	鋼板厚み50mm
TIGワイヤ	0.10	0.14	0.08	0.002	0.001	10.2	2.05	1.02	8.1	ワイヤ径1.6mmφ

表10 TIG溶接条件(全自動TIG)

パス数	溶接電流(A)	アーク電圧(V)	溶接速度(mm/min)	ワイヤ送り速度(mm/min)	層間温度(°C)	入熱量(Joule/cm)
1~4	150~240	9.5~10.5	65~75	400~500	50°C以下	13~18
5~32	320	11.0	105	900~1100		

は、特に溶着金属中の窒素、および酸素含有量は極力少くする必要があり、TIG溶接の際特別な工夫を行なっているようである。

TIG溶接の溶接ワイヤは表9にその一例を示すが、母材とは同一成分の共金ワイヤが使われる。このTIGワイヤは製造の際、錆その他不純物の付着を極度に注意した厳密な管理のもとに少量ずつ製造され、真空パックされて出荷される。Cuメッキその他の防錆処理は溶着鋼への汚染防止のため施されない。

表10は、10Ni-8Co鋼のTIG溶接継手作成に使用した溶接条件である。表11は溶接後の継手の強度と靱性であるが、コンタミネーションに注意した施工を行えば強度・靱性の共に優れた健全な溶接継手が得られる。

一方、これらの超高降伏点鋼の突合せ溶接に溶接の信頼性を増すため電子ビーム溶接を適用する検討もなされている⁸⁾。電子ビーム溶接は真空チャンバー内で行うのが最も信頼性が大きい。耐圧殻は直径2m強と比較的小さいためこの方式には適しており、電子ビームがエネルギー密度の高い熱源であるために溶接ビードが狭く、厚板を1パスで溶接することが可能である。したがって溶接歪が少ないという利点があるが、TIG溶接では多層盛溶接の多重熱サイクルによる時効効果によって溶接のままに十分な強度と靱性が得られるのに対して、1パスによる電子ビーム溶接は時効効果がないため、0.2%耐力が低下し、溶接後焼戻し(時効)処理を行なって溶着金属の0.2%耐力を母材と同等に高める必要があるなどの欠点もある。いずれ今後の課題である。

5. 結 言

深海船用耐圧殻材料として0.2%耐力90kgf/mm²のNS90、および120kgf/mm²の10Ni-8Co鋼を開発した。NS90については既に“しんかい2000”に適用しており、10Ni-8Co鋼についても6000m深海調査船への適用が待たれるが、これらの鋼種開発および工作法の開発研究には、これらを建造する造船会社および他の多くの関係者と共に10数年の月日と莫大な費用を要した。如何に超

表11 10Ni-8Co鋼のTIG溶接継手の機械的性質

溶接継手引張試験		溶着鋼のシャルピー試験		溶接継手側 面曲げ試験
強度(kgf/mm ²)	破断箇所	vE ₀ (kgf・m)		
134.5	母材	溶着金属	9.1	良好
		ボンド	14.9	
		HAZ	14.3	

高降伏点鋼の実用化に対して幾多の困難とそれを克服する技術が多いかを改めて思い知らされた感じである。

しかし、わが国は海に囲まれた海洋国であり、多くの資源や科学対象を海に求めて行く必要があることを考えれば、国を挙げての諸策がもっと必要ではないかと痛感する。

参考文献

- 1) 池田, 山田ら「深海潜水船耐圧殻材料の応力腐蝕割れの研究」日本造船学会論文集 第150号(1981)
- 2) 河部「最近の強力鋼および超強力鋼」機械の研究 第29巻 第1号(1977)
- 3) 松田, 新日鉄「HY130~150系鋼(NS90~110)の溶接低温割れ性の検討とその防止に関する研究」日本溶接協会NSU委員会報告(S58.4.25)
- 4) 森鼻「深海潜水調査船の開発」日本機械学会誌 第86巻 第774号(S58.5)
- 5) 森山, 吉村, 加来「深海船用耐力900MPa級極厚強靱鋼」鉄と鋼 第68巻 第13号
- 6) 木原, 佐藤, 遠藤, 広瀬, 下山, 高野「深海潜水調査船耐圧殻用高靱性高張力鋼の溶接に関する研究」溶接学会誌 第50巻(1981)第8号
- 7) 武田, 山田, 福永「深海潜水船用超高張力鋼の溶接に関する研究」溶接学会誌 第50巻(1981)第8号
- 8) 遠藤, 広瀬, 下山, 森鼻, 淵上, 豊原, 高野「電子ビーム溶接の深海潜水船耐圧殻への適用の研究」日本造船学会論文集 第149号

■ LNG 船の就航記録から (その 27: 最終回)

火災およびその他の重大事故と対策

編 集 部

1. 船舶における重大事故

まず最初に、船舶における重大事故の発生率または発生件数がどの程度であるかを知っておくために、二三の統計を次に掲げる。ここで、重大事故とは、必ずしも統一的に定められている訳ではない。したがって、1・1ないし1・4に掲げるデータは、相互の比較には使えないので注意のこと。

1・1 一般船舶の重大事故発生率

表1に一般船舶の全損および自航不能の事故の発生率を示した調査結果を掲げる¹⁾。これは、ある船級協会の船級船の3年間の就航記録から得られた数値である。船舶の種類は、一般貨物船、タンカー、ばら積船等の全ての商船が含まれている。中には、100隻程度の液化ガスタンカーも含んでいる。

表中、L > 200 mの船舶は、12ないし13%程度である。そして、自航不能の事故は、2件発生している。3年間の各年就航合計を約2,000隻とすると、L > 200 mの大型船舶の自航不能事故の発生率は、0.1% / 年・隻 (1×10^{-3} / 年・隻) となる。

1・2 タンカーの重大事故発生率

IMOによるタンカーの重大事故の発生率の調査結果が発表されている²⁾。

ここで、タンカーには、油タンカーのほかケミカルタンカーおよび液化ガスタンカーも含まれる。また、OBOやO/Oのような兼用船も含まれる。ただし、1万DWT以上の外航タンカー（液化ガスタンカーの場合、タンク容量1万 m^3 以上）に限られる。調査対象期間は、1968ないし1979年の12年間である。

この調査における重大事故としては、次のような事故をいう、

(a) 次に掲げようような結果をもたらす火災、爆発、衝突、接触、荒天時損傷、氷による損傷、船体き裂またはその他の船体損傷、

- 船舶の耐航性を損なうような構造上の損傷。例えば、水線下の船体の貫通孔、主機の停止、居住区域における大きな損傷等
- 生命の損失
- 汚染（量の多少に拘わらず）

(b) 曳船または、その他の陸上の援助を必要とする破壊事故

(c) 全損

なお、浮上あるいは曳航されたが、損傷および汚染のいずれも生じない座礁は、含まれない。また、生命の損失あるいは汚染を招いたが、タンカーの事故とは関連しない事故（オペレーションミス等）も含まない。

調査結果は、表2に示すとおり。

この重大事故は、前述のように表1より広い範囲のものとなっている。したがって、発生率も表1より高い値を示す結果となっている。

1・3 液化ガスタンカーの重大事故発生件数

表1 船舶の重大事故発生件数

(括弧内は、発生率% / 年・隻を表わす)

(a) 全損船

	調査対象隻数	沈没	座礁	火災	計
1974年	3,169	13 (0.41)	2 (0.06)	2 (0.06)	17 (0.53)
1975年	3,641	15 (0.43)	1 (0.03)	4 (0.12)	20 (0.55)
1976年	4,209	12 (0.28)	2 (0.05)	0 (0)	14 (0.33)
1974 ないし76年	11,019	40 (0.36)	5 (0.05)	6 (0.05)	51 (0.46)

(b) 自航不能船

	調査対象隻数	沈没	座礁	火災	計
1974年	3,169	0 (0)	0 (0)	13 (0.41)	13 (0.41)
1975年	3,641	2 (0.05)	2 (0.05)	9 (0.25)	13 (0.36)
1976年	4,209	0 (0)	3 (0.08)	9 (0.21)	12 (0.29)
1974 ないし76年	11,019	2 (0.02)	5 (0.05)	29 (0.26)	36 (0.33)

表2 タンカーの重大事故発生件数 (括弧内は、発生率%/年・隻)

種類	対象船舶年・隻	火災または爆発			座礁	衝突	船体破壊	機関室浸水	その他	合計
		貨物	機関室	その他						
油タンカー ケミカルタンカー	39,245	117 (0.3)	102 (0.26)	27 (0.07)	223 (0.57)	155 (0.39)	196 (0.5)	25 (0.06)	88 (0.22)	933 (2.38)
兼用船	3,748	24 (0.64)	8 (0.21)	1 (0.03)	8 (0.21)	8 (0.21)	24 (0.64)	1 (0.03)	6 (0.16)	80 (2.13)
液化ガスタンカー	998	1 (0.1)	2 (0.2)	0 (0)	1 (0.1)	1 (0.1)	2 (0.2)	0 (0)	0 (0)	7 (0.7)
合計	43,991	133 (0.3)	109 (0.25)	27 (0.06)	232 (0.53)	164 (0.37)	222 (0.5)	26 (0.06)	94 (0.21)	991 (2.25)

表3 液化ガスタンカーの重大事故発生件数

	LNG船	LPG船	合計
航海中の衝突	2	10	12
係船中の衝突	1	6	7
岸壁、棧橋等との衝突	1	6	7
座礁	2	12	14
船上爆発/火災	4	11	15
貨物の流出	1	1	2
合計	11	46	57

1964年ないし1981年の18年間に就航した総計246隻の液化ガスタンカーの重大事故の発生件数は、表3に示すとおりである^{3) 4)}。これには、就航年・隻の累計がでないいで発生率は不明である。

ここで重大事故とは、次のようなものをいう。

- 全ての火災と爆発
- 積荷があるとき、またはガスフリーされていないとき、あるいは可燃性貨物の運搬に使用されているときの船体の損傷
- 貨物の流出または漏えい

これらの事故には、実際に重大な結果を招いたもののほか、潜在的な危険性を有する事故も含む。したがって、例えば、累計就航が約1500年・隻としても、発生率は、約4‰年・隻(4×10⁻²/年・隻)とかなり高い数値を示す。この数値からは、液化ガスタンカーが25年就航すると、一生のうち1回は、重要な事故に遭遇するおそれがある。

同じ調査で報告された事故件数は、総計385件である。

表4 液化ガスタンカー1隻当たりの事故発生件数

事故発生件数	隻数
0	130
1～3	85
4～6	20
7～9	4
10～12	4
13～15	3
総計 385	246
1隻平均	1.5

(これには、表3の57件の重大事故も含む) 各船毎の事故の発生件数を表わしたのが表4である。これによると全く事故を発生していない船舶は、半数を超える。一方1隻で10回以上の何らかの事故があった船舶が7隻ある。

調査対象船のうち、1981年に稼動したLPG船は、176隻であった。そのうち、3隻にLPGの漏えいが発生した。漏えい発生率は、1.7‰年・隻(1.7×10⁻²/年・隻)となる。(その19)に示した数値は、LNG船および低温式LPG船で5×10⁻³/年・隻である。1隻の船舶に4タンク備えているとすると、ほぼ同じ数値となる。

1・4 衝突および座礁事故の傾向と対策

LNG船およびその他の液化ガスタンカーで、最も災害が大きくなる事故は、衝突および座礁によるタンク破壊と予想される。この事故は、単に船舶乗組員のみならず、周囲近隣にも災害を及ぼすおそれが多い。

次の(a)ないし(g)に衝突および座礁事故の傾向を文献⁵⁾

によって掲げておく。これは、一般船舶の海難事故の統計的調査から得られた事実である。

(a) 衝突（軽微な接触を含む）事故は、交通密度の高い港湾、狭水道、岬沖等に集中する。一般船舶の要救助の衝突事故の80%強は、陸地から3海里以内、殆どが20海里以内で起きている。

(b) 座礁事故は、発生地点の分布が局所に集中する。

(c) 軽微な接触を含めた衝突事故の危険度（発生率）は、およそ次のとおり；

- 神戸、横浜等の大港湾： 10^{-3} ないし 10^{-4} / 回
- 狭水道： 10^{-4} / 回
- 岬沖： 10^{-5} / 回

これは、該当水域を船舶が1回航行するときの発生率である。

(d) 夜間の発生率は、昼に比べて5倍（衝突）または4倍（座礁）である。

(e) 発生率は、視界距離にほぼ反比例する。

(f) 軽微な接触を含めた衝突のうち、要救助となる率は、港内より港外の方が3倍高くなる。全損となると、1ケタ高い値となる。

(g) 衝突を起こす率は、船舶が大きいほど高い。船速も速くなるほど、衝突発生率が高くなる。

米国の記録では、重大な海難事故の発生率は、次に示すとおり⁶⁾。

- New York, Providence,
および Savannah の各港： 3×10^{-4} / 回
- Los Angeles および
Chesapeake Bay (Boston)： 1×10^{-4} / 回

そして、Boston 港におけるLNG船の入港でとった措置によってこのような数値を数ケタのオーダで減らし得たとのことである。この措置は、良い視界での入港、エスコート船、航路規制等である。

なお、液化ガスタンカーの衝突の場合、タンク破壊をもたらす衝突事故が最も厳しくなる。これは、船殻構造およびタンク配置のほか、相手船の大きさおよび速力に関連する。タンク破壊をもたらすおそれのある限界速力は、相手船が液化ガスタンカーとほぼ同程度とした場合、4ないし6ノットとなる。

これらからタンク破壊をもたらすような衝突や座礁を避けるためには、船舶の航海設備の改善や乗組員の能力向上のほか、各種の航行規制が重要なことが分る。このため、LNG船やその他の危険物運搬船は、港湾や水域毎に、航行規制が定められている。即ち、水路制限、夜間航行の禁止、速力制限、エスコート船の伴走等である。これらにより、衝突の発生率は、2ケタ以上小さくなる。

規則¹⁾によって液化ガスタンカーのタンク配置（外板との距離）および損傷時復原性が規制されている。これは、ある程度大きな衝突座礁が起ころも、タンク破壊や沈没といった大事故の発生率が小さくなることを意味する。この規制により、座礁の場合、小型船では、タンク破壊に至る可能性は零に近いと考えられる。大型船では、座礁事故の少なくとも95%は、タンク破壊を避けることができると想定される。

2. 火災爆発の事例

液化ガスタンカーの火災爆発の事例は、表2によると非常に少ない。しかし、表3によると、少なからず発生している。これは、表2には、小型の液化ガスタンカーを含まないこと、および例えばベント開口端の火災のような小火災を含まないことによる。

次には、液化ガスタンカーで発生した火災爆発の実例を示す。また、参考までにタンカーの貨物火災の調査結果を掲げる。

2・1 タンカーの火災の発生状況

タンカーの貨物火災の発生時期および場所は、表5に示すとおり、これは、表2のタンカーの貨物火災に対応するが、重複した発生状況または時期を別々に勘定しているので件数は多くなっている。

表5 タンカーの貨物火災の発生状況

発生時期 / 場所	発生件数 (比率%)
衝突	42 ^{*1} (21)
バラスト航海中 ^{*2}	32 (16)
港内におけるタンク洗浄中	31 (15)
タンク洗浄 / ガスフリー中	29 (14)
海上におけるタンク内作業中	13 (6)
積荷航海中	12 (6)
ポンプ室火災	11 (5)
揚荷時	10 (5)
貨物区域外からの延焼	8 (4)
座礁	7 (3)
積荷	6 (3)
船体破壊	4 (3)
合計	205 (100)

*1 貨物区域への衝突事故164件中、42件が火災爆発を招いた。

*2 タンク洗浄 / ガスフリー、およびタンク内作業を含まず。

表6 タンカーの貨物火災爆発の着火源

原因	詳細, その他
静電気	帯電している油への導電体のそう入, 噴霧等による放電, その他
物体落下	タンク内への物体落下 (工具, ライタ等)
衝突	衝突船体破壊による摩擦火花, その他
照明	照明灯, 懐中電灯等
煙草の火	貨物区域の甲板上での喫煙
火気使用	溶接, ガス切断等
機器 (電気品等)	モータ, 電線, 甲板機械, スイッチ, その他
居住区域 機関室等の発火源	これらの区域に貨物液やガスが侵入/混入したため, 各種の発火源により着火
落雷	ベントマスト等の着火。大火災に至った例あり。
外部	流出した貨物に他船, 陸上等の火により着火

表6 にタンカーの貨物火災記録⁷⁾ から拾いあげた着火原因の例を掲げる。タンカー貨物区域の着火源の殆どは、これらのいずれかが発火源となっている。

2・2 液化ガスタンカーの火災爆発

(その1) および (その24) で紹介した火災爆発の例を次にリストアップする;

- ベントマストでの落雷着火 (LNG船) : 5件
- ベントマストでの照明着火 (LNG船) : 2件
- 貨物ポンプ室の爆発 (低温圧力式LPG船) : 1件
- 電動ブースタポンプの火災 (LPG船) : 1件

LNG船では、このように大火災に至った例はない。いずれも、ベント開口端での着火に留まっている。これらは、イナートガスの吹込み, ガス放出停止, ベント管系統の切替等で消火して大事に至っていない。

2・3 火災爆発事例

次に、二三の興味ある火災爆発の例を掲げておく。これらは、必ずしも液化ガスタンカーとは限らないが、参

考となるものである。

(1) 第10 雄洋丸

LPG/ナフサ混載船の衝突によるナフサの火災として有名である。(その24)でも紹介されそのように、この事故では、船舶火災時における低温式LPGの挙動が注目される。即ち、このような大火災においてLPGタンクおよび防熱材は健全であり、LPGは、付着品からの噴出ガスの火災のみに留まった。

(2) 低温式LPG船の防熱火災⁸⁾

低温式LPG船の修繕工事における火災例は、次のとおり。

A丸は、中間検査工事のため入渠していた。この入渠工事中、ホールドスペースで火災が発生した。火災は、甲板部内設工事穴のふさぎ板の裏溶接の火花が、タンク防熱材に燃え移って発生した。この防熱材は、ポリウレタンフォームで表面にビニールカバーが設けられていた。そして、火災発生時のタンクの防熱材のほぼ半分が燃え、かつ、工事中の作業員5人が死亡した。火災発生から鎮火までの時間は、約40分であった。この火災は、火のまわりが早かった(ビニールに火がつき、ついでポリウレタンフォームが燃えた)。タンク周囲のすき間が狭く、脱出および消火作業が困難であったため、このような大事故に至った。

似たような火災事故は、新造時を含めてほかに少なくとも2件ある。(日本の造船所) また、外国の造船所でも同様の火災事故例があったと報じられている。

注: 最近では、このような火災は発生していない。これは、工事中の火災安全対策が完備されたこと、および防熱表面カバーに薄い鋼板を用いることによる。なお、火災を生じたポリウレタンフォームは、いずれも、ASTM D1692-59TのNBまたはSNBクラス(難燃防熱材)であった。

(3) LPG船の爆発³⁾

‘Vasco da Gama’ (6,100 m³) は、1982年8月10日、Houston で揚荷中に3回の爆発火災を起こした。貨物は、ブタジェンであった。そして、完全に鎮火するまで3日を費やした。原因は、貨物弁から貨物が漏れて引火したものと想定されている。なお、同船は、これまでに2回の事故を経験しているとのことである。

(4) 貨物ポンプ室の爆発⁹⁾

タンカーの貨物ポンプ室の炭酸ガス(CO₂)放出による火災爆発例は、次のとおり。

ナフサ積みのタンカー ‘Ava Cape’ がニューヨーク港で火災を起こした。このとき、貨物ポンプ室のイナートニングの目的でCO₂を放出したところ、静電気によ

る爆発を起こした。同様の事例は、陸上のジェット燃料貯蔵基地でも発生している。

3. LNG 船の火災および消火

これまでLNG船では、幸い、ベント開口における小火災しか発生していない。しかし、安全対策の一環としてLNG船の火災およびその消火に関する研究は、広く実施されている。次にその概要を紹介する。

3・1 LNGの流出火災の発生率

LNG船における貨物火災は、貨物圧縮機等の貨物機器室における火災を除くと、LNGの流出によって生ずると考えることができる。流出は、衝突座礁によるタンクの破壊、貨物移送中の管系統の破壊や誤操作等を考えることができる。図1にLNGの流出量とその発生ひん度の推定例を掲げておく。

図2には、LNG船およびその周辺における着火の発生率の推定例を示す。これは、図の各範囲において1時間の間可燃性蒸気が存在したときに発火する確率を示したものであり、かなり厳しい推定ではある。(その23)にLNGの流出量と危険範囲の推定例がある。LNG船の長さ250mとしてこれらの図からLNGの流出とそれ

に伴う火災発生率を概算してみると次のようになる。
〔気象条件：日中薄曇、風速3ないし5m/秒〕

流出量	1 m ³ : 10 ⁻² ないし 10 ⁻³ / 回
	5 m ³ : 10 ⁻² ないし 10 ⁻³ / 回
	100 m ³ : 10 ⁻² ないし 10 ⁻³ / 回
	1000 m ³ : 10 ⁻³ / 回以下

これは、LNG船の一生を20年とし、約半分の10万時間、LNG運送に従事するものと想定して、一生のうちLNG流出火災が発生する確率を求めたものである。基本となるデータは、火災安全対策のために厳しく推定されたものであり、実際の発生率は、これより小さくなると予想される。これまでのLNG船の就航実績は、500年・隻を超えるが、その間、貨物の流出火災は1度も発生していない。LPG船でも、ポンプ室爆発のような例はあるが、貨物の流出火災に至った例はない。

3・2 LNG船の消火可能な火災

LNG船の消火設備は、規則¹¹⁾で定められている。このような粉末消火設備で制御し得る火災の規模は、実験結果から次のとおりとされている¹⁰⁾。

〔船舶の粉末消火で扱える火災の規模〕

一般	: 約 60 m ³
実際的に制御可能な上限	: 約 185 m ³

これは、流出LNGが閉じこめられないで拡がると考えた場合、約4m³の流出量の火災に相当する。しかし、流出LNGがある面積に閉じこめられるとすると、約40m³のLNG火災を十分に制御できる。

3・3 LNG流出火災の規模

LNGの流出による火災は、プール火災と拡散した貨物ガスに着火する蒸気雲火災とがある。プール火災は、流出後ただちに着火する火災をいう。蒸気雲火災とは、LNGが蒸発拡散した後、着火する火災をいう。後者の場合、着火した火焰が蒸気雲中を急速に伝ば(伝ば速度数千m/sec)する爆轟(detonation)、即ち爆発を起こすか否かは確定的でない^{注)}。しかし、いずれにせよ、後者の方が災害規模は大きくなる。

注：ある実験¹²⁾によると、純メタンは、開放空間において爆轟を起こしそうにないという結果も得られている。しかし、約15%以上の高炭素数の炭化水素(エタン、プロパン、ブタン等)を含むと爆轟を起こすことがある。なお、純メタンでも閉鎖空間では、爆轟を起こし、プロパンの場合、いずれでも爆轟を起こす。

LNGのプール火災および蒸気雲火災の輻射熱は、火災近接箇所では、石油火災の2倍になる。しかし、火災

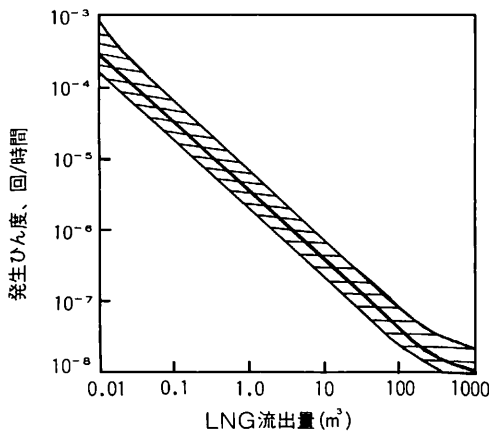


図1 LNG流出の発生ひん度推定例

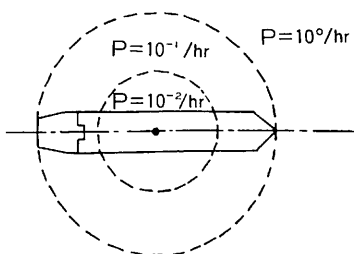


図2 発火の確率

から遠くなるにつれて放射熱は、急速に減少する。

図3にLNG大量流出火災の危険範囲の計算例を示す。これは、文献¹²⁾のデータに基づいて描いたものである。ここで、プール火災時の危険距離は、流出中心からの放射熱が5 kW/㎡になるまでの距離をいう。また、未着火時危険範囲は、貨物蒸気濃度がLELの1/2となる距離をいい、蒸気雲火災の危険範囲と見做せる。

3・4 液化ガス火災の消火

LNG、LPG等の火災の消火に関する基本的な注意事項は、次に掲げるとおり。

- (a) 火災によって大量の蒸発ガスが発生することに留意する。火災発生時には、まず、燃焼物供給のシャ断に最大の努力を払う。
- (b) 燃焼物供給を抑制する体制が整ったら粉末消火を用いるのが最も効果的である。また、水噴霧も有効である。粉末消火は、冷却効果がないため、再着火するおそれがある。冷却は、水噴霧で行なう。これには、水噴霧装置または二重ノズルの噴霧用を使用する。
- (c) 低膨張泡や放水は、液化ガスの蒸発を促進する。したがって、これらは、液化ガス火災の消火に用いるべきでない。
- (d) 貨物圧縮機/ポンプ室の火災には、鎮火性消火設備が有効である。2・3(4)に示した事例から分るように、静電気による着火のおそれのある鎮火性ガス(CO₂、ハロン等)は、イナートングの目的に使用してはならない。鎮火性ガスによる消火は、ガスの蒸発により再着火するおそれがある。したがって、鎮火後、イナートガスを注入して不活性状態を保つようにする。

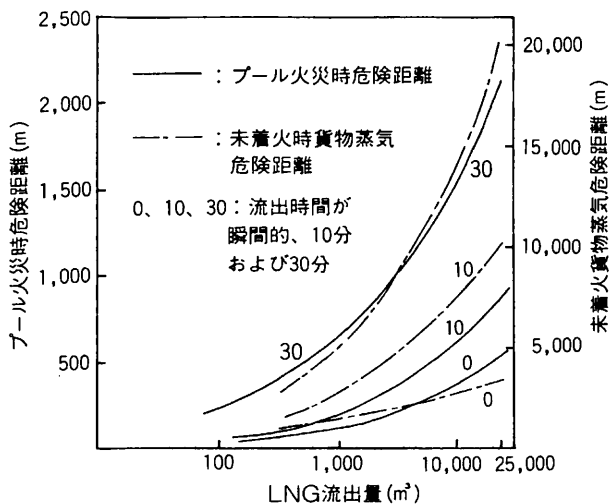


図3 LNG流出火災の危険範囲

(e) ベント開口端の火災は、イナートガス吹込み、ガス放出の停止、ベント管系統の切替、開口端への放水等によって消火する。

(f) 居住、業務および機関区域の火災発生時にとるべき処置や消火方法は、一般船舶と同じである。液化ガスタンカーでは、これらの火災で貨物タンクに被害が及ばないように設計されている。しかし、タンクが熱せられて安全弁からのガスの放出をできるだけ少なくするよう射水や水噴霧で冷却するのがよい。

(g) 電気火災は、まず最初に電源を切ることが重要である。このときは、全ての消火剤が有効である。さもなければ、粉末消火かまたは鎮火性ガス消火とする。

(h) 貨物流出火災については、5・3(2)を参照のこと。

4. その他の重大事故

液化ガスタンカーにおいて火災を除く重大事故の種類および実例並びに対策を次に示す。

4・1 貨物の漏えいおよび流出

(1) 貨物タンクからの漏えい(外部原因をのぞく)

LNG船における貨物タンクからの漏えい事故は、4件発生している。全て重大事故とはいえない軽度の漏えいであった。低温式LPG船でも、軽度の漏えい事故が発生している。これらの発生率は、いずれも、 5×10^{-3} /年・基程度である。

貨物タンクからの漏えいが発生した場合の処置および対策は、個々の船舶で異なる。いずれにしても、貨物が漏えいしても安全なように設計されているので、定められた手順に従って対策するのが重要である。注意深い監視のほか、船体の加熱、インタバリアスペースへのイナートガス吹込み等が必要な例もある。漏えい量がある程度多いと、インタバリアスペースからの貨物ガス排出を必要とする。

(2) 管系統からの漏えい

管系統(タンク取付け部、安全弁等を含む)からの漏えい事故は、比較的多い。重大な事故は、幸い、LNG船には生じていない。しかし、その他の液化ガスタンカー等では、重大事故も発生している。次に、その例を掲げる。

- 火災爆発を招いた貨物弁からの漏えい：2・3(3)参照のこと
- 液化アンモニアの大量(400トン)流出をもたらしたサージ圧による貨物ホースの破裂：(その15)2・1(2)参照
- 積荷中、サージ圧による陸上側のポンプおよびタン

クの破壊：(その15) 2・1(3)参照

■陸上基地における大量LNG流出(1500 m³)をもたらしした弁箱の破壊：(その14) 12・6参照

このような管系統からの漏えい・流出事故が発生した場合、とるべき最初の処置は、大量の水で甲板を洗い流すことである。可燃性液化ガスが甲板上に漏えいした場合でも、着火に至る可能性は少ない。これは、図2からも明らかである。さらに、10 m³のLNGがマニホール部で流出した場合でも、船尾方向に風が吹いていない限り、船尾甲板室附近が爆発雰囲気になることはない。(ただし、船尾方向に貨物が流れたらこの限りでない。)これは、実験的にも確認されている。故に、ドリフトトレイ上への漏えいは、あわてることはない。しかし、万一に備えて消火設備の準備は整えておく。

(3) 衝突または座礁による貨物流出

LNG船のみならず、その他の液化ガスタンカーでも発生例はない。万一発生した場合、最高の緊急事態である。(その23)を参照のこと。

4・2 貨物流出を伴わない衝突、座礁および自航不能

貨物の流出を伴わないLNG船の衝突および座礁は、表3の統計では、6件ある。これは、 1.2×10^{-3} /年・隻の発生率と推定できる。また、表2によると液化ガスタンカーの発生率は、 2×10^{-3} /年・隻である。損傷の程度が不明なので、厳密な比較はできないが、そう小さな数字ではない。比較的大きな座礁事故は、3件報じられている。そのうち、1件は、貨物の他船への移送が行なわれている。

衝突および座礁を除く自航不能船は、一般船舶の統計から大型船では 1×10^{-3} /年・隻の発生率と想定される。LNG船では、1隻報じられており、これも、貨物を他船に移送している。

衝突、座礁またはその他の原因で液化ガスタンカーが自航不能になった場合、次の対策をとることになる。

- 曳航
- 貨物の他船移送
- 貨物の放出

これらについては、(その21)、(その22)および(その23)を参照のこと。

LPG船では、座礁により自航不能になり、最終的には、再浮上、曳航そして人為的に沈没させて処理された記録がある。また、塩素バージが河川で座礁し、大がかりな救助および貨物の他船への移送作業が行なわれている。この両方共、(その24)に紹介したとおりである。

4・3 沈没および転覆

LNG船では、転覆および沈没のいずれも生じていない。しかし、LPG船等では、沈没や転覆が発生している。

小型のLPG船が転覆漂流した際、タンク付の管がこわれ貨物流出に至った例がある。このときは、結局、大洋において沈没し、ほかには、大きな災害を招くことはなかった。他にも小型LPG船が衝突沈没した例がある。これは、貨物流出もなく、大事に至っていない。

これらは、いずれも、規則¹¹⁾適用以前の船舶である。規則適用後の液化ガスタンカーは、厳しい復原性基準(損傷時を含む)により、沈没や転覆を起こしにくくなっている。

5. 緊急対策(火災時を含む)

これまで紹介してきたように、LNG船およびLPG船並びにその他の液化ガスタンカーでは、安全な運航が確保されてきたといえる。そして、一步誤まれば、大きな災害を招くおそれのある重大な事故も、最小限の被害におさめられている。これは、幸運も手伝っているが、緊急時の対策が適切だったからでもある。

緊急対策の基礎および注意事項は、これまでの液化ガスタンカーの運航経験に基づいて、適切な指針¹³⁾が定められている。さらに、船舶および緊急事態毎に、対策マニュアルを備えることの重要性も指摘されている。

次に、これらの概要についても紹介する。なお、これらは、LNG船のみならず、全ての液化ガスタンカーを対策としたものである。

5・1 緊急対策マニュアル

緊急事態発生の際の指揮管理体制、なすべき処置および行動は、船舶および緊急事態毎に定める。これは、緊急対策マニュアル、事故対策マニュアル等といわれる。次に、その例を掲げる。

- 緊急対策マニュアル：各種緊急対策一般
- 衝突・座礁事故対策マニュアル
- 貨物漏えい・流出対策マニュアル
- 火災対策マニュアル
- 貨物放出マニュアル：貨液および貨物ガス
- 人命救助マニュアル

これらは、緊急対策マニュアルに全て含めてもよいし、内容が多くなれば、適宜別冊とする。注意すべきは、緊急時には、このマニュアルのみを参照すればよいようにしておくことである。緊急事態に多くの資料をひっくり返して調べるのは、貴重な時間を費やすことになる。

このマニュアルは、船舶側と陸上の関連部門の両方に備えておく。

(その21)には、緊急対策マニュアルの構成例が示されている。(その24)には、このようなマニュアルの重要性および有効性が指摘されている。

5・2 緊急対策の基礎^{13) 14)}

緊急事態が発生した場合、直ちに次の行動をとる；

- 警報を発する。
- 発生した事故の種類および場所並びに予想し得る危険性の確認
- 緊急対策に従事する人間および使用する装置や装具の準備

詳細は、緊急事態毎にマニュアルに示されている。しかし、事故は、予想どおりに発生するとは限らない。事態を確実に把握し、適切な応用処置がとれるように準備しておくことが肝要である。

乗組員は、緊急時の対策の基本原則について熟知しておかなければならない。緊急対策に関する訓練および教材は、全ての乗組員に対して準備する。そして、各人が緊急時になすべき役割りを十分に認識しておくことが重要である。

5・3 火災時の対策および消防活動

(1) 一般

火災が発生した際にとるべき処置、行動等は、次に示すとおり；

- 火災警報および緊急通報の発信
- 緊急対策チーム集合
- 各部門における警戒体制
- 船舶上にいる全ての人間の確認
- 最初の消火防火活動
- 必要な場合、大規模火災に対する消火活動
- 救命艇の準備
- その他の活動

液化ガスタンカーの火災において、特に留意すべき点は、貨物火災の消火と発生する貨物ガスの危険性である。消火の原理および消火設備/消火剤の適切な使用方法については、3・4を参照のこと。

(2) 貨物流出火災

大量に流出した貨物に着火したような場合、抑制できない火災を想定するのが一般的である。また、流出の程度によっては、消火せずに燃焼を続けた方がよい場合もある。

貨物流出火災の場合、その規模に応じて、適宜、次に

示す対策や処置をとる。

(a) 対外的処置

- 緊急通信の発信。可能な場合、詳報を送る。
- 衝突時には、相手船と連絡をとり、安全圏に退避させる。
- 警戒船、支援船等がいる場合、安全圏に退避させて陸上との連絡等を依頼する。消防船がいる場合、助力を要請する。

(b) 船内処置

- 警報を発し、適切な指示を与え、緊急体制をとる。
- 火災部附近を撤水/水噴霧して冷却する。
- 貨物流出は、可能な場合、停止する。
- 船舶の設備により可能な場合、消火作業を行なう。
- 曳船用ワイヤを船首尾の水面近くまで出して、船体に固定しておく。

(c) 退船

火災の規模、状況等によっては、直ちに退船する。貨物の種類(毒性貨物等)によって、必要な場合、避難用保護具を着用する。船内の水噴霧およびその他の撤水装置は、全て運転したままとする。

(3) 近接火災

近くの陸上、または船舶において火災が発生した場合、直ちに消防体制に入る。全ての荷役作業およびその他の作業は中止する。さらに、全ての貨物弁および貨物開口は、直ちに閉鎖する。

荷役アームまたは貨物ホースも、貨物移送の停止および弁の閉鎖後、切離す。そして、いつでも船舶が動けるように機関の運転準備を整える。

5・4 貨物の船外流出事故^{13) 14)}

衝突座礁またはその他により、貨物の船外流出事故が発生した場合、次に掲げる対策/処置をとる。

(1) 対外的処置

前5・3(2)(a)と同じ。

(2) 船内処置

- 警報を発し、緊急体制をとる。
- 流出を停止または抑制できるか否かを調査する。可能な場合、そのための作業を行なう。
- 呼吸具およびその他の保護装具は、流出貨物に対して適切なものを使用する。
- 船内各部におけるガス濃度を計測する。
- 居住区域が風上側となるように操船する。
- 可燃性液化ガスの場合、船内の発火源を全て停止する。
- 有効な場合、流出貨物の蒸発を促進する手段をとる。

(撒水等)

(3) 退船

流出の規模や貨物の危険性に応じ、必要と判断した場合、直ちに退船する。避難用保護装具は、貨物の種類に応じて適切なものを着用する。

5・5 貨物の船外投棄放出

液化ガスタンカーは、一般的に、貨物の船外投棄放出を行わないよう設計されている。これは、危険物を大量に船外に排出すると、むしろ、大きな災害を招くおそれがあるからである。

しかし、それでも、貨物を船外に排出した方がより安全な場合もあり得る。このようなときでも、船外排出は、安全上、最後の手段であり、ほかに方法がないかどうかをもう一度検討すべきである。

貨物の船外投棄放出についての詳細は、(その23)を参照のこと。

5・6 衝突座礁時の対策

貨物の流出や火災を伴う衝突座礁時の対策については、本項のほか、5・3および5・4も合わせて参照のこと。本項では、衝突座礁によって船体構造が破壊して浸水に至るような事故を想定する。このような衝突損傷が発生したときのとるべき処置は、次のとおり；

- (a) 警報
- (b) 緊急対策チーム集合発令
- (c) 必要に応じ、保護装具の準備/着用（不活性状態や低温状態の区域に入るとき）
- (d) 乗組員の点呼および捜索
- (e) 水密扉の閉鎖
- (f) 座礁の場合、自力離礁の試み、および水深と海底の状況の調査
- (g) 損傷の程度および復原性/強度の検討
- (h) 貨物格納設備およびその他の貨物装置の調査
- (i) 自力航行可能か否かの調査
- (j) 事故状況の通報（本社、その他の関係先）
- (k) 移動程度の短距離航海可能な場合^{注)}、より安全な水域へ移動

貨物積載のまま、自力で長距離航海（座礁の場合、自力離礁後）できれば、問題は解決する。そうでないとき、引続いて次のような作業を行なう。

- (l) 貨物の他船移送、または貨物の投棄放出の要否の検討。必要な場合、その作業
- (m) 離礁。要すれば応急修理、補強等
- (n) 自力航行または曳航

5・7 緊急時における貨物温度圧力制御

LNG船では、船舶が大洋航海していない間、ボイルオフガスを燃焼できない。衝突や座礁あるいは主機関故障で長期間停泊するような場合、安全弁から貨物ガスが放出する。しかし、むしろ積極的にベント管を介して貨物ガスを大気に放出した方がより安全である。船舶の貨物オペレーションマニュアルには、このような緊急時の貨物ガスの大気放出の手順が記載されている筈である。担当士官は、このような問題について十分な知識を有さなければならない。

(その7)および(その23)には、このような問題に関連する事項が記載されている。

6. 人命救助

次に、液化ガスタンカーにおける人命救助の手順を掲げておく¹³⁾¹⁴⁾。これらは、貨物区域内での事故を想定したものであるが、多くは、全ての船舶に共通な問題でもある。

6・1 人身事故発生時の活動

人身事故が発生した場合の救助活動の手順は、次に示すとおり；

- (a) 警報を発する。
- (b) 救助チームを集合させ、定められた手順での救助活動を開始する。適切な配慮なしの救助活動は、かえって事故を大きくするおそれもある。
- (c) 救助者は、呼吸具を含む適切な保護装具を装着する。救助索も、実行可能な場合、装着する。
- (d) 救助者は、必要な場合、被救助者用の呼吸具を持参する。自分自身の呼吸具を取外して被救助者に与えないようにする
- (e) 閉困区域への立入りについては、所定の注意事項を守る。(ガス検知、酸素濃度、換気、見張り、呼吸具着用等)
- (f) 救助活動は、迅速が最も重要である。

6・2 応急処置

貨液またはガスとの接触の応急処置は、データシートに記載されている筈である。担当士官は、新しい貨物を扱う毎にデータシートを参照するのを忘れないようにする。

危険貨物が眼に入った場合、水で洗うことが最初の正しい処置である。清水で15分以上洗うようにする。

酸素欠乏による窒素障害は、船舶でよく起こる人身事故である。液化ガス貨物には、毒性のあるものもあり、

さらに、イナートガスには、一酸化炭素のように毒性成分を有するものもある。閉鎖区域等で具合の悪い徴候を感じたとき、直ちにその場所を立ち去る。多くの場合、正しい処置は、被害者を新鮮な空気にさらすことである。呼吸が弱かったり、停止している場合、人工呼吸や心臓マッサージを行なう。注意すべき点は、次に掲げるとおり；

- 毒物やイナートガスによる被害者を口による人工呼吸をすると、救助者が汚染されるおそれもある。
- このような場合、船舶に備え付けられている酸素蘇生器を用いる。
- この蘇生器は、通常、手動式人工呼吸器としても使用できる。色んな使い方ががあるので、その取扱いに習熟しておくべきである。

6・3 救助訓練

前述のように、人命救助は、迅速かつ適切な判断を要する作業である。これに習熟しておくためには、ひんぱんに訓練することが重要である。

ある船舶における定期的な人命救助訓練の手順を次に示す。

- (a) 月に1回、人命救助訓練を行なう。
- (b) 貨物区域内の甲板下閉鎖区域（ホールスペース等）または貨物ポンプ・圧縮機室で乗組員がガス中毒で倒れたと想定する。
- (c) 救助チームの現場指揮者は、1等航海士とする。
- (d) 実施訓練の手順
 - (i) 発見→報告（船長）→警報→救助チーム所定場所に集合→救助装置／装具の準備。固定式換気装置がある区域では、もし、作動していなければ、直ちに運転開始するのを原則とする。
 - (ii) 救助場所到着後、状況確認（ガス検知、酸素濃度計測、ビルジ測深等）、換気装置作動等。
 - (iii) 閉鎖区域立入り者は、空気自蔵式呼吸具を含む保護装具を着用する。他の人間は、吊揚げ装置の準備をする。
 - (iv) 被害者を担架にのせて吊揚げ装置で甲板上に吊上げる。開放甲板上で新鮮な空気を与える。
 - (v) 意識が回復しないものとして、酸素蘇生器による人工呼吸および酸素吸入の訓練を行なう。
- (e) この機会に、人身保護具や安全装具の点検を行なう。これらは、装具や備品の種類、数、格納場所、有効期間、メーカー名等を記載した一覧表に基づいて行なう。呼吸具の空気ポンプ、酸素蘇生器の酸素ポンプ等は、圧力が下がっていないことを確認する。

（火災およびその他の重大事故と対策：完）

参考文献

- 1) 日本海事協会誌 No. 165, Oct. 1978, 自航不能船等の調査結果
- 2) IMCO, Casualty Statistics - Analysis of Serious Casualties to Ocean-going Tanker (1968 - 1979), MSC XLIII / 7, 12 June 1980.
- 3) Lloyd's Shipping Economist, Aug. 1982
- 4) Lloyd's List, Aug. 14, 1982
- 5) 藤井, 海上交通工学ノート, 日本船用機関学会誌 Vol. 10, No. 5
- 6) B. d. Frondeville, Reliability and Safety of LNG Shipping: Lesson from Experience, SNAME
- 7) 今井, タンカーの火災とその対策, 成山堂書店, ほか
- 8) 恵美ほか, LNG船, 船舶, 昭和47年11月号~58年8月
- 9) 恵美ほか, 続・ケミカルタンカー, (株)船舶技術協会 (発行予定)
- 10) J. R. Veker et al, Fire Safety aboard LNG Vessels, Report No. CG -D - 94 - 76, USCG Jan. 1976
- 11) IMO, Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk
- 12) A. L. Schneider, U. S. Coast Guard Liquefied Flammable Gas Research at China Lake, 6th International Symp. on the Transport of Dangerous Goods by Sea and Inland Waterways.
- 13) ICS, Tanker Safety Guide (Liquefied Gas)
- 14) 恵美, 液化ガス／ケミカルタンカーの基礎, (株)成山堂書店

〔「LNG船の就航記録から」連載完〕

対訳

液化ガスばら積船／ケミカルタンカー

安全規則／技術要件

USCR : 46 CFR

大幅改正

判型B 5判 本文80頁 定価2,500円

（当会に直接注文の方、送料は当方負担致します）

株式会社 船舶技術協会

“LNG船の就航記録から” の連載を終えて

間もなく日本で建造運航する最初のLNG船が就航する。この連載は、予定に従って、今回をもって最終回とさせて頂く。当初予定していたテーマは、全てとりあげることができた。これも、読者諸氏のご声援のお蔭であり。深く感謝申し上げます。

また、このシリーズの執筆にあたっては、多くの方々からご援助を頂いた。ここに、改めて謝意を表します。

LNG船およびその他の液化ガスタンカーは、今後、爆発的な伸びを期待すべくもない。しかし、着実に増加してゆく船舶ではある。さらに、高度の設計建造および運航技術を要する船舶として、日本の海運造船界およびその他の関連業界の指標の1つともいえる。本シリーズが、今後の技術発展にも幾分なりともお役に立つことができれば幸いである。

なお、LNG船およびその他の液化ガスタンカーに関連して、とりあげたいテーマも残っている。例えば、

“LNG船、LPG船等の安全性評価”(入港における環境アセスメント等)

“LNG船、LPG船等の実船例”

“LNG船に関する新しい技術開発(新しいタンク方式、新しい機器等)”

“その後のLNG船の就航記録”

“新造液化ガスタンカーの紹介”

等である。これらは、折を見て、随時、本誌でとりあげて行きたい。

今後のより一層のご声援をお願い申し上げます。

編集部

本シリーズは、LNG船のみならず、LPG船、エチレン船、その他の液化ガスタンカーの全ての関係者の方々にもお役に立つと考えています。また、本シリーズで割愛した多くのデータもあります。

そこで、連載を補筆訂正し、さらに、LNG船およびその他の液化ガスタンカーに関連して集めた重要データを追加し、単行本とする予定です。

書名“LNG船/LPG船技術資料”(仮)

編集部では、現在、集めたデータを整理選択中ですが、図表は、数十点を追加する予定です。また、適当な解説記事をつけ加えることも計画しております。

限定出版となりますので、あらかじめ購入希望の旨御連絡いただければ幸いです。詳細につきましては、定価等の企画が固まった段階で内容詳細をお知らせ致します。

編集部あて、住所氏名等の連絡先をご一報下さい。

(あて先)

〒104 東京都中央区新川1-23-17

マリンビル

(株)船舶技術協会 「船の科学」編集部

(Tel) 03-552-8798

●お知らせ

本誌9月号からは、恵美洋彦氏執筆の“（続）液化ガスタンカー”の連載を開始いたします。これは、“船舶”誌に連載されていたものの続編です。LNG船はもちろん、その他の液化ガスタンカーについて、広範囲かつより深くとりあげる内容です。

この新連載は、本シリーズの愛読者の方々にも有益な資料と考えます。引続いての本誌のご購読をお勧め致します。

●新刊●

私の戦後海運造船史

判型 B5判 165頁

米田 博 著

定価 1500円(〒300円)

本書は、『船の科学』の昭和55年1月号から57年12月号まで36回にわたり、「私の戦後海運造船史」と題して連載したものに、海運造船と関連する政治・経済に関する昭和20年から昭和56年までの年表、それに著者の執筆論文の一覧表を付してまとめたものである。日本の海運造船史は、GHQとの折衝から始まり、鉄鉱石専用船、コ

ンテナ船、タンカーの大型化、自動化とめまぐるしく変化しながら盛衰を歩んできている。海運・造船に携わる人々にとって、自分たちが歩んできた足どりを確かめ将来を考えるのに本書は有意な資料となるであろうと確信する。

株式会社 船舶技術協会

ケミカルタンカー(70)

恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介
財団法人 日本海事協会

補遺編(その4)

10. 最低要件一覧表

表2・9に示すバルクケミカルコード第6章貨物は、同コード第8回改正分までを網羅したものである。その後第9回および第10回改正において追加された新物質の最低要件一覧表をそれぞれ表補-9および表補-10に示す。

「*」は“爆発の可能性のためにドライケミカルは使用できない”ことを示す。

「**」は“水はこの脚注が適用される化学品を含む船上火災に適しているが、ガスの発生の危険性があり、これらの化学品を含む閉鎖されたタンクに注水は許されない”ことを示す。

最低要件一覧表を次のとおり修正する。

1. 下記の化学品の(i)欄は次のとおりとする。

Diphenyl methane diisocyanate	C ** (第8回改正)
Isophorone diisocyanate	C ** (第9回改正)
Polymethylene Polyphenyl isocyanate	C ** (第8回改正)
Toluene diisocyanate	C ** (第8回改正)

2. 下記の化学品の(j)欄に次の項目を追加する。

Acetone cyanohydrin	4.18
n-Butyl acrylate	4.18.2
Butyl/Decyl/Cetyl-Eicosyl methacrylate mixture	4.18.1 ; 4.18.2
Butyl methacrylate	4.18.2
Chloroprene	4.18.2
Decyl acrylate	4.18.2
Diphenylmethane diisocyanate	4.15.2
Ethyl acrylate	4.18.2
2-Ethylhexyl acrylate	4.18.2

なお、「Methyl Tert-butyl Ether」は、第VI章貨物から除外された。

なお、最低要件一覧表から“クロロプレン”が削除された。“ジメチルアミン水溶液(40%以下)”については“ジメチルアミン水溶液(45%以下)”とし、“K”欄の特別要求のうち“4.12.2”は“4.12.1”とする。

“酸化プロピレン”のタンク型式要件“1G”は、“2G”に代える。

また、第7章貨物として、2,2-ジメチルオクタン酸、アセト酢酸エチルおよびリン酸トリブチルが追加されている。

11. “新物質危険性評価”のための新データシート様式

バルクケミカルコードに新物質を含める場合の危険性評価に使用されるデータシート様式が変更されたので、表補-11に示す。

12. ケミカルタンカーに適用される国際条約の一覧

補遺編(その1)(67回)においてIBCコードについて若干の説明を行なったが、今後ケミカルタンカーやガスカリヤーのような危険物ばら積運搬船は、SOLAS乃至MARPOL条約(附属書II)により、これまで任意基準であったIBCコードを含む各種のコードの適用が強制化されていくことになっている。

その適用は、船のサイズ、既存船に対する取扱い、内航船への適用等複雑を究めるため、IMOにおいて、83改正SOLAS第VII章およびMARPOL附属書IIの第13規則の下に各種船舶が如何様な条約の適用を受けるか一覧表を作成している(IMO文書BHC11/15 Annex IV)ので表補-12にそれを示す。

ケミカルタンカーについて説明すれば、83改正SOLAS(1986年7月1日発効目標)第VII章により、国際航海するものに対してIBCおよびBHC(第1回~10回を含んで適用すべき最新改正まで)が適用となる。また、

(72頁へつづく)

表補-9 最低要件一覧表 (新物質, 第9回改正分, 18品目)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
品名	船型	タンク型式	通気装置	タンク制御	電気設備	計測装置	ガス検知	消防設備	特別要求 (第4章参照)
(o-, m-, p-)クロロトルエン	3	2 G	制御	不要	防爆	制限	I-T	B, C	—
ジソブチルアミン	2	2 G	制御	不要	防爆	制限	I-T	B, D	4.9.3; 4.12.1; 4.14.1
ドデシルメタクリレート	3	2 G	開放	不要	標準	開放	—	A, C	4.10
n-メチルサイクロヘキシルアミン	3	2 G	制御	不要	防爆	制御	I-T	A, C	4.12.1; 4.14.1
イソフロロンジイソシヤネート	3	2 G	制御	乾燥	標準	開放	T	C**, D	4.9; 4.12.5; 4.13.1; 4.14.1; 4.15.2
イソプロピルエーテル	3	2 G	制御	不活性	防爆	制限	I	A	4.2.7; 4.10.3; 4.14.1
ギ酸メチル	2	2 G	制御	不要	防爆	制限	I-T	A	4.9; 4.11; 4.14; 4.17
2-メチルピリジン	2	2 G	制御	不要	防爆	密閉	I	A, C	4.9.3; 4.12.4; 4.14.1
トリメチル酢酸	3	2 G	制御	不要	標準	制限	—	A, C	4.8.2; 3; 4; 5; 6; .7; .8; 4.12.6
ジ-n-プロピルアミン	3	2 G	制御	不要	防爆	制限	I-T	A	4.9.3; 4.12.2; 4.14.1
ヘキサメチレンジアミン水溶液	3	2 G	制御	不要	標準	制限	T	A	4.12.2; 4.14.1
モノエチルアミン水溶液 (72%以下)	2	2 G	制御	不要	防爆	密閉	I-T	A, C	4.9; 4.11; 4.12.1; 4.13.1; 4.14; 4.17
オルト-トルイジン	2	2 G	制御	不要	標準	密閉	T	A, C	4.9; 4.13.1; 4.14.
無水マレイン酸	3	2 G	制御	不要	標準	制限	—	A*, C	—
n-エチルブチルアミン	3	2 G	制御	不要	防爆	制限	I-T	A	4.9.3; 4.12.1; 4.14.1
トリメチルヘキサメチレンジアミン (2,2,4- and 2,4,4-isomers)	3	2 G	開放	不要	標準	開放	—	A, C	4.12.1; 4.14.1
トリメチルヘキサメチレンジイソシヤネート (2.2.4-と2.4.4-異性体)	2	2 G	制御	乾燥	標準	密閉	T	A, C**	4.9; 4.13.1; 4.14.1 4.15.2
ベンゼン (10%以上)	3	2 G	制御	不要	防爆	制限	I-T	B	4.9.1; 4.13.1; 4.13.2

表補-10 最低要件一覧表（新物質，第10回改正分，33品目）(1)

a		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
品名	英 文 名	CDG :UN 番号	船 型	タンク型式	通気装置	タンク制御	電気設備	計測装置	ガス検知	消防設備	特 別 要 求 (第4章参照)
アクリルアミド50%以下溶液	Acrylamide solution, 50% or less		2	2 G	開放	不要	標準	密閉	—	—	4.9.3, 4.10, 4.14.1, 4.15.1, 4.18.1
2-(2-アミノエトキシ)エタノール	2-(2-Aminoethoxy) ethanol		3	2 G	開放	不要	標準	開放	—	A,C,D	4.12.2, 4.14.1
N-アミノエチルピペラジン	N-Aminoethylpiperazine	2815	3	2 G	制御	不要	標準	制限	T	A,C,D	4.12.2, 4.14.1
硝酸アンモニウム493%以下水溶液	Ammonium nitrate solution 93% or less	2426	2	1 G	開放	不要	標準	開放	—	—	4.8.4, 4.8.6, 4.12.10, 4.13.2, 4.14.1, 4.19
ベンゼンスルホン酸塩化物	Benzenesulphonyl chloride	2225	3	2 G	制御	不要	標準	制限	T	B, D	4.12.1, 4.14.1
セチル-エイコ酸メタクリル酸エステル混合物	Cetyl -Eicosyl methacrylate mixtures		3	2 G	開放	不要	標準	開放	—	A,C,D	4.10, 4.18.1, 4.18.2
2,2-ジクロロイソプロピルエーテル	2,2-Dichloroisopropyl ether	2490	2	2 G	制御	不要	標準	制限	T	B,C,D	4.9, 4.12.5, 4.13.1, 4.14
2,4-ジクロロフェノール	2,4-Dichlorophenol	2021	3	2 G	制御	乾燥	標準	制限	T	B,C,D	4.12.1, 4.14.1
ジクロロプロペン / ジクロロプロパン混合物	Dichloropropene / Dichloropropane mixtures		2	2 G	制御	不要	防爆	密閉	F-T	B,C,D	4.9, 4.13, 4.14, 4.17
2,2-ジクロロプロピオン酸	2,2-Dichloropropionic acid		3	2 G	制御	乾燥	標準	制限	—	A	4.8.2, 4.8.4, 4.8.6, 4.8.7, 4.8.8, 4.12.6 (Aluminium not permitted)
硫酸ジエチル	Diethyl sulphate	1594	2	2 G	制御	不要	標準	密閉	T	A, D	4.14.1, 4.12.3
ジ-(2-エチルヘキシル)リン酸	Di-(2-ethylhexyl) phosphoric acid	1902	3	2 G	開放	不要	標準	開放	—	B,C,D	4.12.2
ジメチルアミン45%~55%溶液	Dimethylamine solution, greater than 45% but not greater than 55%	1160	2	2 G	制御	不要	防爆	密閉	F-T	A,C,D	4.9, 4.12.1, 4.13.1, 4.14, 4.17
ジメチルアミン55%~65%溶液	Dimethylamine solution greater than 55% but less than 65%	1160	2	2 G	制御	不要	防爆	密閉	F-T	A,C,D	4.9, 4.11, 4.12.1, 4.13.1, 4.14, 4.17
N,N-ジメチルジクロロヘキシルアミン	N,N-Dimethylcyclohexylamine	2264	2	2 G	制御	不要	防爆	制限	F-T	A, C	4.9, 4.12.1, 4.13.1, 4.14.1
ドデシル/ペンタデシルメタクリル酸混合物	Dodecyl /pentadecyl methacrylate mixtures		3	2 G	開放	不要	標準	開放	—	A,C,D	4.10, 4.18.1, 4.18.2
エチリデンノルボルネン	Ethylidene norbornene		3	2 G	制御	不要	防爆	制限	F-T	B,C,D	4.9.1, 4.12.4, 4.14.1, 4.15.1

表補-10 最低要件一覧表 (新物質, 第10回改正分, 33品目) (2)

品名	英文名	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
グルタルアルデヒド 50%以下溶液	Glutaraldehyde solutions, 50% ^{or less}	CDG :UN 番号	3	2 G	開放	不要	標準	開放	—	—	4.15.1
過酸化水素溶液 (60%~70%)	Hydrogen peroxide solution, over 60% but not over 70%		2	2 G	制御	不要	標準	密閉	—	—	4.14.1, 4.20
メチルアミン42%以下溶液	Methylamine solutions, 42% ^{or less}	1235	2	2 G	制御	不要	防爆	密閉	F-T	A,C,D	4.9, 4.12.1, 4.13.1 4.14, 4.17
2-メチル-2ヒドロキシ-3ブチン	2-Methyl-2-hydroxy-3-butyne		3	2 G	制御	不要	防爆	制限	F-T	A,C,D	4.12.8, 4.14.1
2-メチル-6-エチルアニリン	2-Methyl-6-ethyl aniline		3	2 G	開放	不要	標準	開放	—	B,C,D	—
オルト-ニトロクロロベンゼン	ortho-Nitrochlorobenzene	1578	2	2 G	制御	不要	標準	密閉	T	B,C,D	4.9, 4.13, 4.14
n-プロパノールアミン	n-Propanolamine		3	2 G	開放	不要	標準	開放	—	A, D	4.12.2
プロピオニトリル	Propionitrile	2404	2	1 G	制御	不要	防爆	密閉	F-T	A, D	4.9, 4.13, 4.14, 4.17
水酸化ほう素ナトリウム15%以下 溶液/水酸化ナトリウム混合物	Sodium borohydride, 15% ^{or less} /Sodium hydroxided solution		3	2 G	開放	不要	標準	開放	不要	—	4.12.1
塩素酸ナトリウム50%以下溶液	Sodium chlorate solution, 50% ^{or less}		3	2 G	開放	不要	標準	開放	—	—	4.14.1, 4.15.1, 4.41
重クロム酸ソーダ70%以下溶液	Sodium dichromate solution, 70% ^{or less}		2	2 G	開放	不要	標準	密閉	—	—	4.9.3, 4.12.2, 4.21
ナトリウム-2-メルカプトベンゾ チアゾル	Sodium-2-mercaptobenzothiazol solution		3	2 G	開放	不要	標準	開放	—	—	4.12.1
トルエンジアミン	Toluenediamine	1709	2	2 G	制御	不要	標準	密閉	T	B,C,D	4.9, 4.12.1, 4.13.1, 4.14 4.17
1,2,4-トリクロロベンゼン	1,2,4-Trichlorobenzene	2321	3	2 G	制御	不要	標準	制限	T	C	4.14.1
1,2,3-トリクロロプロパン	1,2,3-Trichloropropane		2	2 G	制御	不要	標準	密閉	T	B,C,D	4.9, 4.13.1, 4.14
亜リン酸トリメチル	Trimethyl phosphite	2329	3	2 G	制御	不要	防爆	制限	F-T	A, D	4.9.1, 4.14.1, 4.15.2

表補-11 ばら積み海上輸送が提案される液体化学品の特性(1)

1. 物質の識別												
1.1 名称												
1.2 別称又は商品名												
1.3 化学式(溶液として運ばれる場合、濃度、溶媒記述のこと。混合物の場合、配合を明記のこと。)												
1.4 国連分類 (必要であれば)	国連 番号	国連 種別	副次的 危険性	容器類								
2. 物理的特性												
注意; 物質が大気温度と異なる状態で輸送される場合積載温度明記のこと。℃: さらに、大気温度と同様積載温度での下記物質データ提供のこと。												
2.1 融点	℃											
2.2 沸点	℃											
2.3 比重 at 20°:	, at 積載温度:											
2.4 水溶性	gm/ 100 ml at 20℃											
2.5 蒸気圧 at 20°C:	, 37.8°C: , kPa at 45°C: at 積載温度: ℃											
2.6 湿度												
2.7 粘度 at 20°C:	, at 積載温度: ℃ Pa sec											
2.8 色												
2.9 におい	においの限界 (ppm)											
2.10 不純度	濃度表示											
2.11 体積膨張率	:											
2.12 電導率	ps /m											
2.13 その他の物理的データ;												
3. 化学特性												
3.1 もし貨物が船体構造物質(下記に掲示)を腐食させ、あるいはそれらと反応するならば、この点について明記し、わかれば、腐食率等を記述のこと。												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">軟鋼</td> <td style="width: 50%;">亜鉛</td> </tr> <tr> <td>ステンレス</td> <td>真ちゅう</td> </tr> <tr> <td>アルミニウム</td> <td>その他</td> </tr> <tr> <td>銅</td> <td></td> </tr> </table>	軟鋼	亜鉛	ステンレス	真ちゅう	アルミニウム	その他	銅					
軟鋼	亜鉛											
ステンレス	真ちゅう											
アルミニウム	その他											
銅												
3.2 危険反応の抑制あるいは化学的安定性が要求さ												
れるか。Yes <input type="checkbox"/> , No <input type="checkbox"/> もしそうであれば適用される抑制、安定剤を明記のこと。 濃度 ; 抑制安定剤はどのくらいの間その輸送温度で効力を維持し得るか: ; 抑制安定剤を無効にする状態、物質等 ; 3.3 その物質は環境制御を要求されるか。Yes <input type="checkbox"/> , No <input type="checkbox"/> もしそうであれば下記の抑制すべき危険性及びその方法の詳細を記せ。 .1 過酸化物質の形、水分との危険反応及び可燃性等を防ぐための蒸気相の制御。 .2 危険自己反応を防ぐ温度制御等。 .3 その他の環境制御。 3.4 その物質は水や水蒸気と反応しガス、エアゾルあるいは大量の熱を発生するか。Yes <input type="checkbox"/> , No <input type="checkbox"/> そうであれば詳細を記せ。 3.5 その他上記に述べられなかった危険性及び特性について詳細を記せ。 他の貨物との相互反応、温度感受性、酸化性、爆発性、化学安定性の問題等。 3.6 高温あるいは火災下で、有毒ガスを発生しないか。もしあれば詳細を記せ。												
4. 可燃性												
4.1 引火点: ℃ (密閉容器 <input type="checkbox"/> , 開放容器 <input type="checkbox"/>)												
4.2 自然発火温度 (ASTM D 2155-66; DIN 51794)												
4.3 爆発範囲 (20℃ 1気圧の空気中で体積%) 上限 % 下限 %												
4.4 効果のある適切な消化剤												
4.5 IEC出版物79に規定される 温度クラス (T 1 から T 6)												
4.6 IEC出版物79に規定される 装置クラス (II A, II B 又は II C)												
5. 生物学的症状												
5.1 人体 急性の症状 吸入、摂取及び皮膚の吸入作用による毒性、腐食性について述べる。有効であれば、病理学的見地による情報も含む。徴候と激しい症状を生じる、												

表補一11 ばら積み海上輸送が提案される液体化学品の特性(2)

近似的な量と濃度について述べる。
慢性の症状
繰り返してさらすことが、結果的に毒性を累積したり、鋭敏になったりするかどうかについて述べ、もしそうであれば詳述する。

この物質に手を触れたり、運んだりするときの危険性に関連する過去の実験も紹介する。

5.2 他の哺乳類

研究報告のコピーの出典を含む、全ての関連した情報を提供する。

5.2.1 吸入による毒性

.1 急性のLC₅₀: 1時間: 実験動物はラット
_____ ppm
(特記) 事項: _____

.2 蒸気の吸入が、鋭敏なアレルギーを引き起こすか?
Yes , No
もしそうであれば症状を記述せよ:

.3 蒸気に腐食性や激しい刺激性があるか?
Yes , No

あれば、詳述せよ:

.4 蒸気に繰り返しさらされることが、慢性的な症状や累積された症状を引き起こすか?
Yes , No

そうであれば、詳述せよ:

.5 蒸気にさらされることが、催眠作用を引き起こすか?
Yes , No

そうであれば、詳述せよ:

5.2.2 皮膚に対する毒性

.1 急性のLD₅₀: 実験動物はうさぎ:
_____ mg/kg

.2 物質が、皮膚にたやすく吸収されるか?
Yes , No

.3 物質が、皮膚の鋭敏さを引き起こすか?
Yes , No

そうであれば、詳述せよ:

.4 物質にさらされることが、慢性的な症状や累積された症状を引き起こすか?
Yes , No

5.2.3 経口毒性

.1 急性のLD₅₀: 実験動物はラット:

_____ ppm
.2 繰り返し摂取することが、慢性的な症状や累積された症状を引き起こすか?
Yes , No

そうであれば、詳述せよ。

5.2.4 皮膚に対する腐食性

物質が、皮膚に対する刺激性や腐食性を有するか?

Yes , No

もし有すれば、皮膚の壊疽(えそ)が、

3分以内に起こるか?

1時間以内に起こるか?

4時間以内に起こるか?

4時間以上で起こるか?

5.3 魚類

5.3.1 水虫生物に対する急激な影響

下記に対する信頼限界を伴う96時間のTL_m
(実験生物のグループが96時間さらされていれば50%は死ぬ、物質の濃度)を、実施する。

	(a)海の魚類	(b)海の甲殻類
.1 試験項目		
.2 96時間 TL _m		
.3 信頼限界		
.4 試験方法 (静水, 静水循環) (断続流れ等)		
.5 試験状態		
温度	℃	℃
塩分		
試験生物数		
試験体積	ℓ	ℓ

他に有用な情報があれば、別紙によって提供して下さい。海の生物に対する情報がなければ、川の生物に対するデータを提供して下さい。

5.3.2 海の生物に対する生物学的累積

.1 吸収率

吸収に対する累積係数:

50%の生息率維持時間:

.2 オクタノール/水の比率(log₁₀):

.3 毒性:

表補-11 ばら積み海上輸送が提案される液体化学品の特性(3)

<p>4 特性:</p> <p>5.4 関連する環境の評価の重要な他の性質</p> <p>5.4.1</p> <p>5.4.2 化学的酸素要求量</p> <p>5.4.3 生物的酸素要求量</p> <p>5.4.4 海水との反応性</p> <p>5.4.5 脂質溶解度</p> <p>5.4.6 生物学的成分置換</p> <p>5.4.7 大気との反応性</p> <p>5.4.8 他の特記事項</p>	<p>6. 他の関連情報</p> <p>6.1 手を触れたり、危険時の個人的な防護を勧める:</p> <p>6.2 IMO 応急手当ガイド表番号:</p> <p>6.3 解毒剤と応急手当法を推奨する:</p> <p>6.4 (濃度に対する考慮を含む) 蒸気からの防護方法:</p> <p>6.5 次の場合のような危険時の手続きを勧める。</p> <p>6.5.1 あふれ出し:</p> <p>6.5.2 火 災:</p> <p>6.6 その他</p>
---	---

MARPOL 附属書 II (1986年10月 2日発効予定) の第13規則により、内航船まで含めて IBC, BHC コードが適用されることになっている。

あ と が き

長らくご愛読いただいたこの連載も今回をもって終わらせて頂く。途中、中断したり、また、分担執筆のため、用語の統一もとられておらず、不親切な連載であった。深くお詫び申し上げる次第である。

この連載を始めたころは、我国におけるケミカルタンカー (IMOケミカルコード適用船) 建造は、十数隻にしかなかった。当時、外航ケミカルタンカーの日本における建造実績は、欧州にはるかに遅れていた。明確な数字ではないが、当時の日本の建造シェア (載貨重量ベース) は、数%にも至らなかったと思われる。現在(1983年央)まで、日本で建造した隻数は、百数十隻に達している。これは、少なくとも、隻数では、ノルウェーやフランスに追いついたと思われる。さらに、海洋汚染防止条約附属書 II の発効 (1986年10月) を控えて IMOケミカルコード適用船は、大幅に増加するであろう。本稿がこのような情勢に対応して、いささかなりともお役に立つことができるとすれば、幸いである。

なお、6章ないし10章並びに補遺編を加筆訂正し、さらにその他の資料を付録に加えて単行本にまとめる予定である。

終わりに、未熟な連載であったにも拘わらずご声援頂いた読者諸氏並びに本誌編集部の方々に深く感謝いたします。

(ケミカルタンカー:完)

● “ケミカルタンカー” 連載の終りに当って ●

「ケミカルタンカー」は、1976年 (26巻) 4月号に第1回の連載を開始してから今回で8年目、計70回の長期連載が終了することになりました。読者の皆様の御愛読・御支援、誠にありがとうございました。

著者「あとかき」で触れられておりますように、現在著者の手にて最新の資料をもとに、加筆訂正の作業が進められております。10月頃『続・ケミカルタンカー』として刊行致す予定ですので、読者の皆様の御購読をお願いします。

連載としての「ケミカルタンカー」は、これにて終わりますが、刻々変化するIMO情報やケミカル船の技術情報、新造のケミカルタンカーの紹介など、随時掲載をしておりますので、これからも読者の皆様の継続した御支援を期待します。 船の科学・編集部

●ケミカルタンカー (63) Vol. 36 1983-1誤植訂正
92~93ページ 表10・26ケミカルタンカー保守・点検上の構成要素を本号74~76ページの表3点と差し替える。

●お知らせ

8月1日~9月4日まで
横浜海洋科学博物館にて特別展
「遊覧船一横浜港と芦ノ湖を中心に」開催
開館時間 午前10時~午後5時 (年中無休)
問合せ先 財団法人 横浜海洋科学博物館
〒231 横浜市中区山下町15 (マリントワー 3階)
電話 045 (641) 4488・4489

表補一12 83 SOLAS 第四章および MARPOL 附属書 II 第 13 規則による適用対象条約/コード一覧

船の種類	航路	トン数	建造時期	'83 SOLAS 第四章適用	IBC/IGC 適合証書保有	MARPOL 附属書 II 第 13 規則 (BCH, IBCコード) 適用		BCHコード、IBCコード適用区分	油運船の場合 MARPOL 附属書 I の適用	SOLAS 全般安全規則	注	
						適用/非適用	期日					
ケミカル	国際航海	全	'73年11月1日以前 ¹⁾	非	非	適用	'86年10月2日以降	既存船BCHコード(Para 1.7.3)	適用	500GT以上適用 500GT未満 ⁴⁾		
			'73年11月2日以降 '86年6月30日以前	非	非	適用	"	BCHコード全面適用	適用	500GT以上適用 500GT未満 ⁴⁾		
			'86年7月1日以降	Part B	要	適用	"	IBCコード	適用	500GT以上適用 500GT未満 ⁴⁾		
			'83年6月30日以前 ³⁾	非	非	適用	1,600GT以上: '86年10月2日以降 1,600GT未満: '94年7月1日以降 [*]	既存船 BCHコード (Para 1.7.3)	4)	BCHコードで 引用されるものを 除き非適用	*但し、作業 規定に因して は'86年10月 2日以降適用	
タンカー	内航	全	'83年7月1日以降 かつ '86年6月30日以前	非	非	適用	'86年10月2日以降	BCHコード 全面適用	4)	同上		
			'86年7月1日以降	非	非	適用	"	IBCコード	4)	同上		
			'86年6月30日以前	非	非	適用	附属書 I, II の貨物を積載しない限り非適用		適用	500GT以上適用 500GT未満 ⁴⁾		
			'86年7月1日以降	Part C	要	適用	同上	IBCコード	適用	500GT以上適用 500GT未満 ⁴⁾		
ガスター	国際航海	全	'86年6月30日以前	非	非	適用	'86年10月2日以降	BCHコード 全面適用	4)	**	** 国内規則のみ 適用	
			'86年7月1日以降	非	非	適用	"	IBCコード	4)	**	** 国内規則のみ 適用	
固体貨物 ばら積 貨物船	国際航海	全	'86年6月30日以前	非	非	適用	非	適用	対象外	500GT以上適用		
			'86年7月1日以降	Part A 第1, 2,5,6規則	非	非	適用	非	適用	"	同上	
			***	非	非	適用	非	適用	"	非適用	** 国内規則適用	
			'86年6月30日以前	Part A	非	対象	外	"	500GT以上適用			
その他の 貨物船	国際航海	全	'86年7月1日以降	Part A	非	適用	同上	同上	"	同上		
			*	非	適用	同上	同上	"	非適用	* 国内規則適用		

1) 建造契約日 (注: BCHコードの適用期日は、1972年4月12日以降キール据付けのものを対象とする)

2) キール据付け又は同様の建造段階 (50トン又は船殻重量の1%のうちいずれか小さいもの)

3) '83 SOLAS 発効予定日は、1986年7月1日 (建造開始/着手)

4) 未定

表10・26 ケミカルタンカー保守・点検上の構成要素（その1）

貨物タンク (貨物タンク区域 内船殻構造)	一体型タンク (船殻構造)	高応力部	各種桁材端部, 基部, コーナー部 隔壁端部, 及び中央部 船側コーナー部		疲労 亀裂 変形 衰耗
		応力集中部	マンホール, バタワースハッチ等開口 部周辺 骨部材貫通用スロット周辺 ドレンコース周辺 管貫通用開口部周辺		
		変形量過大部	制水隔壁 波型隔壁 縦横油密隔壁		
		振動発生部及び構造上のアンバランス部			
		無塗装部又は塗装不良部の腐食			
		ステンレス鋼面の腐食(溶接線, タンク底面が要注意)			
	一体型タンク周辺区 画(船殻構造)	コファダム/空所	一体型タンク構造と同様の注意を払う。 更に, 各区画の底面部の状態に留意する。		
		燃料/バラスタンク			
		二重底			
	独立型タンク (圧力タンクを除く)	貨物ポンプ室			
タンク本体		一体型タンクと同様			
タンク支持構造		亀裂, 変形, 磨耗			
圧力タンク	ホールスペース	船殻構造と同様の注意を払う。又, 支持構造取付 部に注意			
	胴板及び鏡板	亀裂, 変形, 腐食			
	マンホール, ディス タンスピース等肌付 品取付部	亀裂, 変形, 腐食			
	支持構造	支持台及び支持材のタンクへの取付部の亀裂, 変 形, 衰耗			
防熱材	ホールスペース	船殻構造と同様の注意を払う。又, 支持構造取付 部に注意			
	防熱材	劣化, はく離, 脱落			
各種肌付付着品	防熱材保持構造	亀裂, 脱落			
	各種タンク内艀装品 取付部	梯子, 管支持台, 計測装置支持台	腐食衰耗, 亀裂(特に ステンレス鋼面への取 付部に注意)		
	各種管装置のタンク 周隔壁貫通部	貨物管, バラスタ管, 加 熱管, 冷却管, 測深管, 油圧/空気圧管, ベント管, イナートガス管	腐食衰耗, 亀裂(特に 軟鋼面とステンレス鋼 管溶接部に注意)		
	各種開口カバー, コーミング	マンホール, バタワース ホール, 測深管頭	腐食衰耗		

表10・26 ケミカルタンカー保守・点検上の構成要素 (その2)

管要素	貨物管	i) 腐食・衰耗状態の追跡 ii) 特にステンレス鋼管は、点食、孔食発生に注意 iii) 貨液接触部は、特に腐食状態に注意	管系付着品要素	玉弁	i) 腐食・衰耗状態の追跡 ii) 作動状態の確認 iii) 異物噛込み・目詰まりによる不具合
	タンクベント管			止弁	
	加熱管			仕切弁	
	冷却管			バタフライ弁	
	バラスト管			アングル弁	
	タンク洗浄水管			逆止弁	
	イナートガス管			各種安全弁	
	制御・操作用管			プラグ/コック	
	蒸気管			伸縮継手	
	換気ダクト			計装品取付部	
	測深管			各種ホース	
	各種管フランジ、継手			フィルター	
				火災防止金網	
回転体 (駆動体を除く)	貨物ポンプ (バラストポンプ)	うず巻式	保守・点検要素	軸 (含軸芯)	表面状態, 変形
		スクリュー式		軸受	磨耗度, 亀裂
		歯車式		軸封装置	磨耗度, 固着, 漏洩
	換気ファン	軸流		ケーシング	亀裂, 腐食, 変形
		ターボ		インペラー/スクリュー/歯車/ノズル	腐食, キャビテーション, 磨耗, 亀裂, 変形
		シロッコ		軸カップリング	ボルト緩み
	エアブロー (又はコンプレッサー)			据え付け台	腐食, 亀裂, 変形, ボルト緩み
	タンク洗浄機				
冷凍機					
往復動体 (駆動体を除く)	貨物ポンプ (ストリップポンプ)	ウォシントンポンプ	保守・点検要素	駆動軸受	表面状態, 変形
		ピストンポンプ		シリンダー/ライナー	磨耗, 焼付, 亀裂
	エアコンプレッサー			ピストン/ロッド/リング	亀裂, 腐食, 変形, 磨耗
	冷凍機			吸引/排出弁	磨耗, 腐食, 亀裂
	各種操作用油圧/空気圧アクチュエーター				
非動作体	エダクター/エゼクター	腐食, 亀裂, 変形 キャビテーション 閉塞			
	熱交換器 (貨物直接加熱用)				
	ディフューザー (貨物拡散用)				
	イナートガスシステム (スクラバー, デッキウォーターシール等)				

表10・26 ケミカルタンカー保守・点検上の構成要素（その3）

計測・制御装置 (6・7参照)	液面計測	フロート式, パージ式, 超音波式, テープ式, 振動式, 電波式	<table border="1"> <tr><td rowspan="6">保守・点検要素</td><td>電気回路部</td></tr> <tr><td>油圧回路部</td></tr> <tr><td>空気圧回路部</td></tr> <tr><td>機械的可動部</td></tr> <tr><td>液/気密保持部</td></tr> <tr><td>ガス吸引管</td></tr> </table>	保守・点検要素	電気回路部	油圧回路部	空気圧回路部	機械的可動部	液/気密保持部	ガス吸引管
	保守・点検要素	電気回路部								
		油圧回路部								
		空気圧回路部								
		機械的可動部								
液/気密保持部										
ガス吸引管										
流量計測	容積式, オリフィス式, タービン式, 面積式, ノズル式, 電磁式									
圧力計測	ダイヤフラム式, ブルドン管式, ベローズ式									
温度計測	測温抵抗体, バイメタル, 熱電対, 棒状, ブルドン管									
濃度計測	酸素, 引火性ガス及び毒性ガス用各種									
駆動体 (動力源)	電気	電動機 (耐圧防爆)	<table border="1"> <tr><td rowspan="5">保守・点検要素</td><td>絶縁低下</td></tr> <tr><td>断線</td></tr> <tr><td>アース不良</td></tr> <tr><td>腐食</td></tr> <tr><td>液/気密保持部</td></tr> <tr><td>回転体又は往復動体としての保守・点検と同様</td></tr> </table>	保守・点検要素	絶縁低下	断線	アース不良	腐食	液/気密保持部	回転体又は往復動体としての保守・点検と同様
		保守・点検要素			絶縁低下					
					断線					
	アース不良									
	腐食									
	液/気密保持部									
	回転体又は往復動体としての保守・点検と同様									
	照明 (耐圧防爆)									
給電ケーブル (含電線管)										
油圧	油圧ポンプ/油圧モーター									
空気圧	空気タービン/往復動駆動機									
蒸気圧	蒸気タービン/往復動駆動機									
水圧	水タービン									
内燃機	ディーゼルエンジン (安全区域)									
各種減速機構	歯車, ベルト, チェーン, クラッチ	磨耗, 亀裂, 欠損, 張力異常, はく離								
人身・保護装置	保護衣, 手袋, 靴	<table border="1"> <tr><td>定期点検励行</td></tr> <tr><td>作動確認</td></tr> <tr><td>劣化</td></tr> <tr><td>有効期限確認</td></tr> </table>	定期点検励行	作動確認	劣化	有効期限確認				
	定期点検励行									
	作動確認									
	劣化									
	有効期限確認									
	面体, 防毒マスク									
	ヘルメット, 安全帯									
	呼吸具 (空気ボンベ等)									
解毒剤										
酸素吸入蘇生器										
担架										
防染シャワー, 洗眼器										

船舶電子航法ノート(77)

木村小一

A・3・3 Bole氏とJones氏共著のARPAマニュアル (つづき)

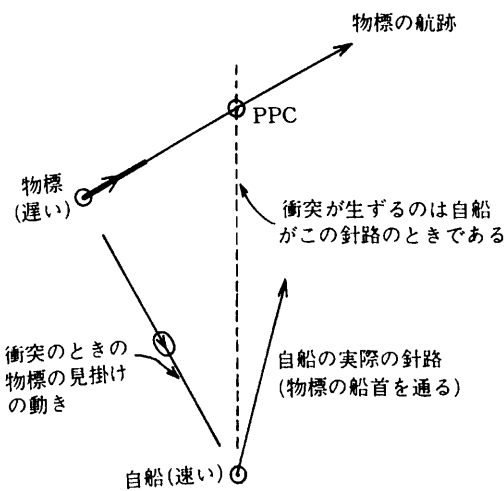
3・3 衝突危険点と衝突予測範囲

同じ海域にある2隻の船は常に衝突をする可能性があり、その衝突が発生する可能性のある点は、2隻の船の速力比と2隻の位置によりきまる。任意に2隻の船をとればどちらかの船が速いのが普通である。速い方の船は必要に応じて物標を追跡できるので、常に一点だけの衝突危険点(PPC, 船の針路を変えたときに衝突のおきるおそれのある点)があり、この点は常にその物標の航跡の延長上にある(第A・3・18図)。物標は針路を変えないと仮定しているからである。

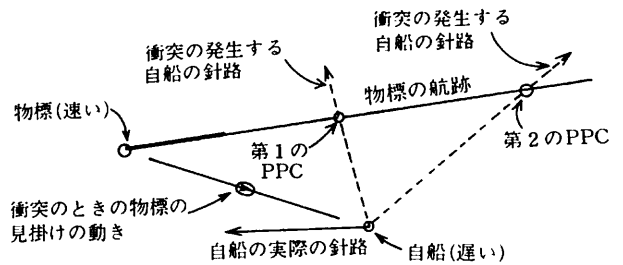
これに対して遅い方の船は二点のPPCがあり、それらもまた物標の航跡の延長上にある。その一方は遅い方の船がその物標のほうを向いて航送し、その航跡の延長上と交わるところ、もう一方はその船の方は向いていないが航跡の延長上と交わるところにある。これらの場合は第A・3・19図に示す。そのほか、遅い方の船は物標の航路にとっても追いつけないので、PPCがない場合もある。これは第A・3・20図のような場合である。この両者の境界では遅い船はやっと物標の航路に追いつくのでPPCは一つとなる。

実際の衝突の可能性があってもなくても、PPCがあるかどうかを示すことは重要であり、このPPCの点は両船とも同じである。第A・3・21図は衝突がおきるときに両船のレーダ上でどのようにその点が時間とともに移動していくかが示してある。速い船では一つだけのPPCは船首線上に現われ、衝突が迫るに従って自船に近寄ってくる。遅い船の場合は二つのPPCのうちの一方は船首線上に、もう一方は他の方位にあり、同じ方位線上を自船に近寄ってくる。

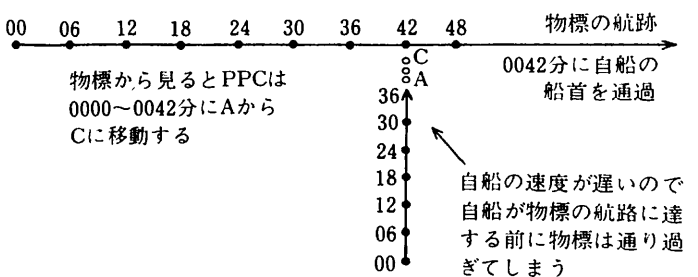
衝突の危険のないときは、このPPCは船首線を横切ることではなく、速い船では自船がこの物標の船首を横切るか、船尾を横切るかで変わり、その代表例のPPCの動きが第A・3・22図に示してある。遅い船のレーダ画面上でのPPCの動きは、それが2点あったり、全く無かったりするのでより複雑である。二つのPPCが自船の船首線の両側にあり、衝突のおそれのないときは、両点は同一方位でなく自船に近づいて来て、最後には自船の船尾で一点に合わさり、そのあと消える。この状況は第A・3・23図に示してある。遅い船が速い船の船尾を通る



第A・3・18図 PPCが一点のとき



第A・3・19図 PPCが二点のとき



第A・3・20図 PPCがないとき

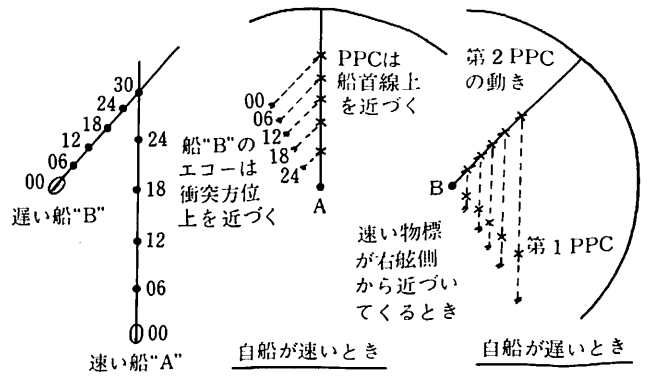
ようなときは指示器上にはPPCは一点のみが現われて消える。これは第2の点は非常に遠方にあり、速く動くが表示には現われないからで、注意する必要のあるPPCは表示されている点となる。

以上は両船が速度変更も針路変更もしないときの例である。もし、両船の速度比が無量大、すなわち、物標が停止していればPPCは明らかにその物標位置になる。自船が一定速度で、物標が停止の状態から速度を増加しはじめると、PPCは物標の航跡の延長線上を移動しはじめる。物標と自船の速度が等しく（速度比が1）なると2番目のPPCが無量遠に出現し、更に物標の速度が増すと両方のPPCは互に接近し、両船の速度比がPPCがなくなるまでに物標の速度が速くなると両PPCは一点に合わさったあと消える。これらの状態は第A・3・24図に示してある。

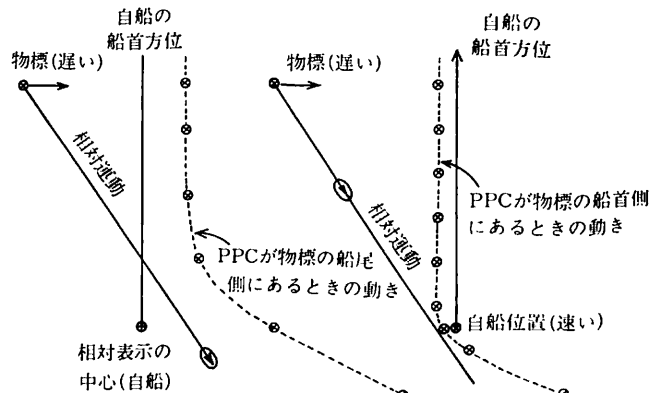
第A・3・25図はいろいろな速度比で物標のアスペクト（視線と物標である船の船首方位とのなす角）が変わったときのPPCの変化を示す。両船が同じ速度なら、PPCは両船を結ぶ線の垂直二等分線上を移動する。アスペクトが大きくなるとPPCは遠方に移る。理論的にはアスペクトの上限は90°で、この場合PPCは無量遠になるが、実際上のアスペクトの上限は85°程度と考えられる。

自船が物標より遅いときは、PPCは2点が存在し、それらは、その中心と半径とが両船の速度比で変化をす垂直二等分線より自船の側にある円の上を移動する。アスペクトの上限もまた速度比により変わり、自船が遅いほどアスペクトの上限は小さくなり、その上限以上のアスペクトでは自船は物標に追付くことができず、衝突の危険はなくなる。

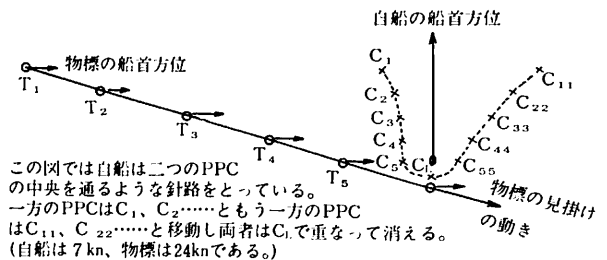
自船の方が速いときは、PPCは垂直二等分線よりも物標側の円の上を移動し、PPCは一点で、アスペクトの上限はなくなり（常に衝突の危険が残り）、アスペクトが大きくなるにつれてPPCは自船から離れたところに



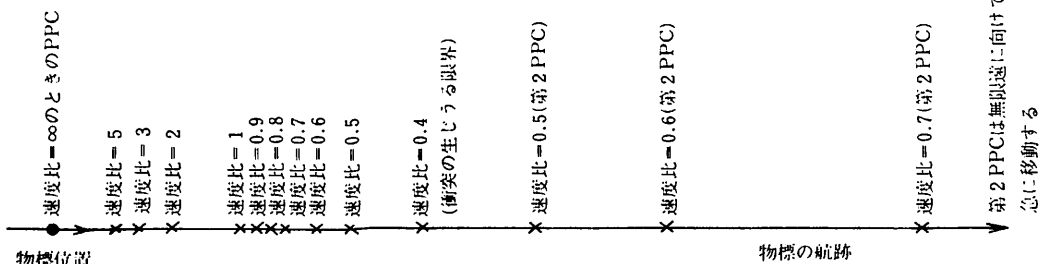
第A・3・21図 衝突のおきときのPPCの動き



第A・3・22図 PPCの移動（一点のとき）

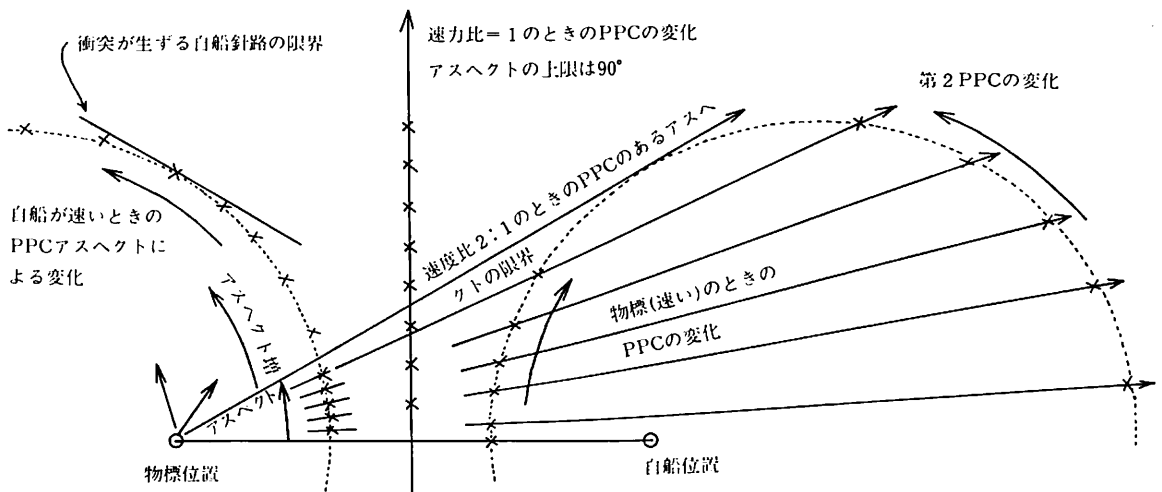


第A・3・23図 PPCの移動（二点のとき）



第A・3・24図 自船対物標の速度比を変えたときのPPCの動き

● 自船位置



第A・3・25図 速度比が2:1と1:1/3のときの物標のアスペクトの変化によるPPC(と第2PPC)の動き

なる。この図から、自船が遅いときにあったアスペクトの上限が、自船が速いときは逆にあって、自船の針路上限ができ、この上限線より上にあれば、PPCはその下側に来るし、自船の針路が上限線の下であれば、物標がアスペクトを変えればPPCが船首線を横切って動く。

以上がPPCに関する記述で、PPCの作図法は第A・3・26図に示す。

このPPCの考え方はつぎのような要素を入れれば、拡大した考え方、すなわち衝突の危険のある範囲を導く。

- (a) 取得したデータに誤差があるとき
- (b) 船の大きさを考えたとき
- (c) 航海者が避航しようとした距離(CPA)を予定したとき

などである。PPCの場合はある速度比をもった両船が衝突をする自船の針路は一つしかないが、つぎの衝突予測範囲(PAD)の場合は、物標の船首近くの許容距離(CPA)を通ると、船尾側を通るとの二つの針路の間を危険針路と考える。この両針路の間の角はつぎによってきまる。

(a)両船の速度比 (b)物標の意置 (c)物標のアスペクト
自船の方が速いときは、PPCが一点であるのと同様に、危険針路幅に相当する船首側を通る針路と船尾側を通る針路が各一つきまるが、自船の方が遅いときは複雑な可能性がつぎのようにある。

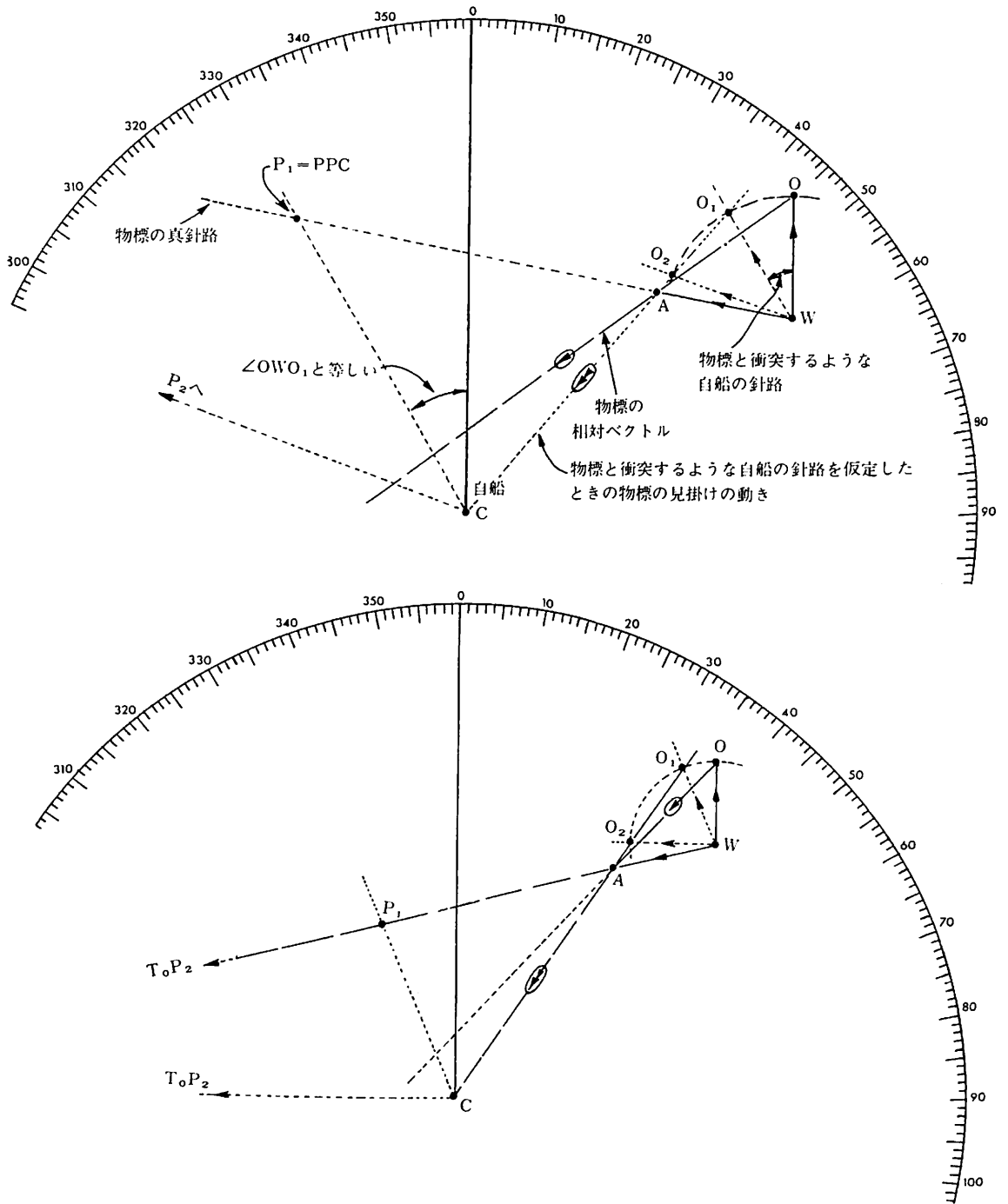
- (a) 船首側と船尾側を通る針路が各2本
- (b) 船首側を通る針路が1本と船尾側を通る針路が2本
- (c) 船尾側を通る針路のみ2本
- (d) 危険なし

自船の方が速い、すなわち、PPCが一点のみのときは、物標の航跡の延長線上で、船首側を通る自船の航路はPPC点よりも遠方に、船尾側の針路は近い側にある。自船の方が遅くて第2のPPCのときにはこれとは逆に、船首側を通る線は物標から遠方に、船尾側の線は近くの側になる。これを第A・3・27図に示す。PPCにおける避航距離をとりそれを近い方で考え、それを物標の航跡延長線に平行に引いたのが第A・3・28図である。

こうして、実際の操船上必要なPADは対称的な図で囲むこととし第A・3・29図に示すように長円(楕円)または六角形とする。楕円のときは、物標から船首側と船尾側の線との距離の差($E_1 \sim E_2$)を長軸、避航距離の2倍を短軸とする。六角形のときは E_1 と E_2 に頂点があり、この六角形は二つの二等辺三角形と矩形から構成され、二等辺三角形の底辺の長さは避航距離の2倍、高さは $E_1 \sim E_2$ の距離の1/4である。従って、矩形の辺は避航距離の二倍と $E_1 \sim E_2$ の距離の1/2となる。PPCはこれらの図形の必ずしも真中でなくてもよく、図形は安全を考え大きい目に画かれる。

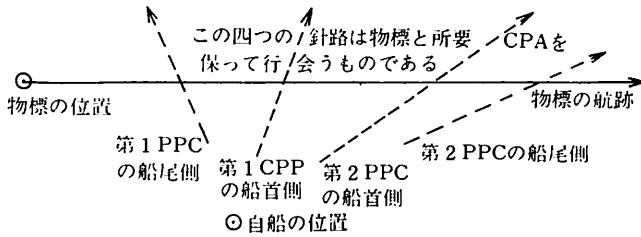
船首側と船尾側の点 E_1 と E_2 は設定避航距離によって変化をする。この際、第A・3・24図からわかるように、物標の現在位置からの距離が離れるほどPPCの移動量が大きくなるのと同様に E_1 、 E_2 点の変化も線型でない。このことからPPCは E_1 と E_2 の midpoint でないとともに避航距離の変化によってPADの六角型(楕円)は相似形での変化はしない。

自船の船首線の上に物標のPADが少しでも重なっていれば、それは、その物標と衝突または避航距離内で行合うことを意味する。両船が何の操船もしなければPAD

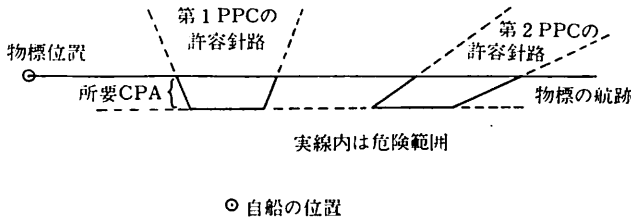


第A・3・26図 PPCの求め方

- (1) 物標をプロットして速力三角形 (WOA) を画く。
- (2) 自船位置 C と物標の最新追跡点 A とを結ぶ。
- (3) 物標の追跡開始点 W を中心とし WO を半径とする円弧を画き, CA の延長線との交点をそれぞれ O_1 と O_2 とする。
- (4) C より WO_1 と WO_2 に平行な線 CP_1 と CP_2 を画き WA の延長線との交点を P_1 (P_2) とすると P_1 (P_2) は PPC となる。



第A・3・27図 物標の船首又は船尾側を要求CPAで通る針路



第A・3・28図 PADの考え方(その1)

は船首線の両側にE₁点とE₂点をもちながら、自船に向かって近寄って来るが、PADの形は次第に変化する。しかし船首線から離れることはない。自船が遅い方ときは、船首線上にない方のPADは物標に向かって近づいて行くが、最終的には船首線上のPADと一致をする。特別の場合として、船首線に接しているPADは、時間が経過しても、その形は変化するが、船首線に接しているという状態は変わらない。

衝突のおそれのない物標のPADは自船の船首線と重なることはない。このPADの形とその場所は時間とともに変化をするが、その動きは第A・3・24図のPPCの移動とはよく似ており、自船が物標船の前を通るか、船尾を通るかで異なっている。PADが二つあるときは第A・3・23図で述べたのと同じ動きをする。

第A・3・30図にPADの作図法を示す。

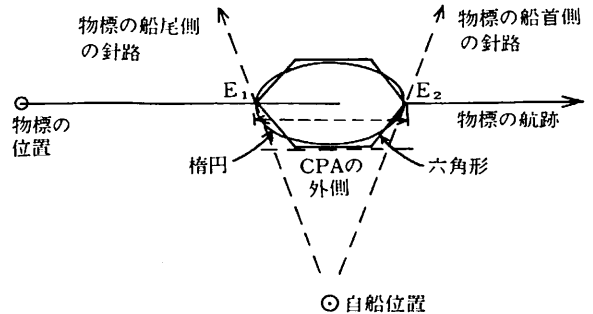
4. 表示データに誤差を生ずる原因の分類

ARPAの映像面に表示されるデータへの誤差として、避航の決断に影響を及ぼす誤差の原因はつぎの三つに大別される。

- (1) レーダなどの設備で生ずる誤差で、使用周波数に応じた信号の動きとログ、ジャイロ、追跡回路などの限界がそれである。
- (2) レーダ信号のデータ処理の不正確さによる誤差で、処理アルゴリズムの不適當、精度不足などがある。
- (3) 表示データの解釈の誤りによる誤差である。

4・1 レーダなどの設備で生ずる誤差

ARPAにレーダ、ジャイロおよびログからはデータを



第A・3・29図 PADの考え方(その2)

出力するが、それからのデータに含まれている誤差がある。例えば、ジャイロコンパスに2〜3度の固定誤差があるようなときのように距離と方位にある一定に近い誤差があり、それが物標との出会いの間がほゞ一定であれば、物標船の針路と速力の推定をする際に誤差をもたらすことになる。

しかし、その誤差が固定的な誤差であれば、すべての計算に同じ効果を与えるので、危険なものとはなりにくい結果をもたらすだろう。このような予測位置への誤差の影響はその誤差の種類、行合いの状況、データ処理と予測計算のために記憶しているデータのプロット時間によって左右される。この時間は普通1〜3分であるとされている。以下の例では、状況は衝突または衝突に近い状態を考える。

(1) 反射波のグリント(きらめき)

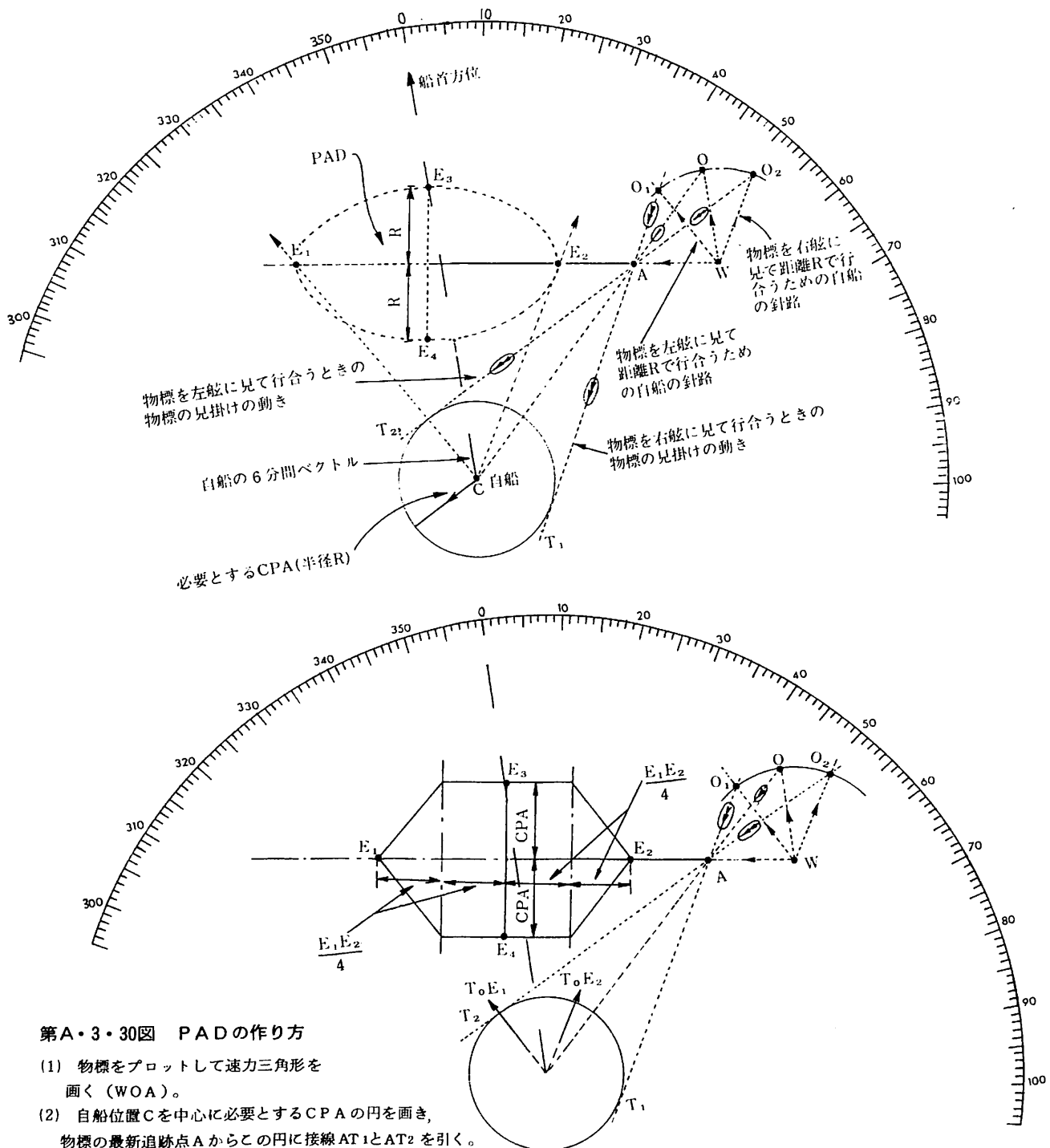
物標である船の動揺やヨーイングによって、レーダエコーの反射点が移動してその見掛けの中心が、船の大きさ全体にわたって変化をする。これをグリント(glint)という。その動く範囲は船の中央からのランダムな距離であって、標準偏差でいえば大略1/6、例えば、船長200mの船では33mをこえない誤差となるとされている。船幅方向のグリントは無視できるほど小さい。物標のアスペクトが横向きであれば、このグリントはランダムな方位誤差になる。(IMOの基準例では、このグリントは長さ200mの物標で、長さ方向30m、横方向1mの正規分布としている。)

(2) 方位誤差

方位誤差は物標である船の相対航跡の両側に観測されその相対航跡の方向の誤差となり、CPAおよびアスペクトの推測誤差となり、その最大の誤差は不幸にもアスペクトが前向きなときに生ずる。

(2.1) バックラッシュ

アンテナの回転とその回転方位を伝えるデータ伝送系の指示値の差である。アンテナの回転に対する空気抵抗



第A・3・30図 PADの作り方

- (1) 物標をプロットして速力三角形を画く (WOA)。
- (2) 自船位置Cを中心必要とするCPAの円を画き、物標の最新追跡点Aからこの円に接線AT₁とAT₂を引く。
- (3) Wを中心としてWOを半径とする弧を画きT₁AとT₂Aの延長線との交点をO₁, O₂とする。
- (4) WO₁とWO₂を結ぶ (この両者はCPA=Rで物標と行合うための自船の針路となる)。
- (5) WO₁とWO₂に平行にCE₁とCE₂を引きWAの延長線との交点をそれぞれE₁, E₂とする。
- (6) E₁とE₂の中点をとり、E₁, E₂と直交する線を引きE₃E₄=2RになるようE₃とE₄を求める。
- (7) E₁, E₂, E₃, E₄を通る楕円または下図の六角形を画くとそれらがPADになる。

によって伝達系の歯車のガタがこの原因となる。

(2.2) 自船の傾斜

自船の動揺がレーダアンテナの回転軸を傾斜させる(レーダアンテナを安定台にのせていないとき、艦艇を除き商船ではそれが普通である)。船がB(ラジアン)だけ傾くと、 $(\frac{1}{2} \cdot B^2 \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta)$ (ラジアン)の方位誤差となる。

ここで、 θ は物標の相対方位である。これは四分円誤差となり、正面、後面および正横ではゼロ、 45° と 135° 方向でプラス、マイナスは変わるが最大になる。B²であるので船が反対方向にローリングしても、逆方向の誤差にはならない。ローリング中の船では、この誤差はBの値による大きさの最大値とゼロの間のランダムな変化と波高の変化に伴う1~2分の周期での最大値の変化をするという二つの性質がある。A = 45° で物標に向かうか離れるかのとき 7.5° のローリングのときには方位誤差は最大 0.25° である。

(2.3) 自船の動揺によるパララックス

レーダアンテナが、船のロール軸からL(m)の高さにあり、船がBだけローリングすると、アンテナはL・sin Bだけ横方向に動く、船首から θ の方位で距離R(m)にある物標の測定方位は次式で示すeだけの誤差をもつ。

$$e = 180 \cdot L \cdot \sin B \cdot \cos \theta / (\pi R) \text{ (度)}$$

この誤差は時間とともに正弦波で変化しをし、ローリングの周期と同じ周期をもつ。

(2.4) アンテナビームの非対称

ARPAでは普通はエコーの中心をその物標の方位にとる。アンテナの指向性が非対称であるとエコーの見掛けの位置はエコー強度によって変化するので、このような非対称があるアンテナでは方位誤差をもたらすことになる。

(2.5) アンテナ方位の量子化誤差

アンテナの方位をデジタル化するとき、例えば12ビットで量子化をすると、最小の量子化単位は $0.09^\circ (360/2^{12})$ となり、 0.045° の量子化誤差をもたらす。同じ誤差は計算中に方位データをデジタル値に直すときにも発生しうる。

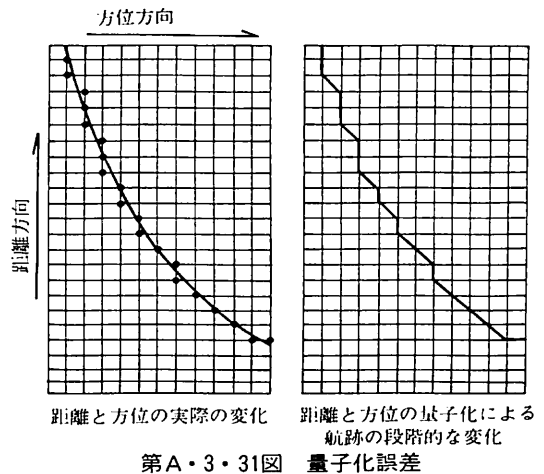
(3) 測距誤差

(3.1) 自船のローリング

(2.3)項と同じで、距離の測定値に $d = L \cdot \sin B \cdot \sin \theta$ の距離誤差を生ずる。ピッチングの影響は少ない。

(3.2) 距離の量子化誤差

測距データは計算するためにデジタル化され、その値は普通は0.01海里程度のステップである。第A・3・31図にその距離と方位のデジタル化の時間による経過の



状況を示す。

(3.3) パルス振幅の変動

測距をする際には、エコーまでの距離はエコーのパルスの立上り縁の予じめ定めた最小値の点で求める。レーダ回路の通過帯域幅の影響で矩形波パルスは用いられず、パルスの立上り縁はある傾斜をもっており、パルスの振幅によってその測定点が前後に変化をする。衝突防止に使われる距離レンズでのレーダ受信機の帯域幅は5 MHz程度であるので、このパルスの振幅変化による見掛けの距離の変化は最大40 m程度である。

(4) ジャイロコンパスの誤差

ジャイロコンパスは普通船のローリング軸よりもある高さがあり、ローリングによって横方向の加速度を受け、ジンバルなどに偽の傾斜を発生することがある。これに伴う誤差は全方位のジャイロ出力に影響し、それはランダムでゆっくり変化をし、レーダアンテナの傾斜誤差と似ている。海上での観測結果の代表例は誤差 0.25° である。ジャイロにはまた長期誤差(例えば $\pm 0.75^\circ$ の定方位)があるが、前述のとおり余り重要でないが、ランダム誤差(長期誤差の変化で、例えば $\pm 0.2^\circ$)は重要である。

(5) ログの誤差

自船のログの誤差はすべての物標のベクトルの向きと長さに、そしてまたそれらのアスペクトにも影響をする。また、静止物標がある速力をもっているように見えることもある。このログの誤差が0.4 knをこえないものとするれば、75秒のプロットでの位置誤差は約15.5 mとなる。

最大方位誤差はつぎのように思われている。

バックラッシュ	-0.2°~+0.2°
レーダの傾斜	0°~±0.25°
ジャイロの傾斜	0°~±0.25°
ジャイロのランダム誤差	-0.2°~+0.2°

航海術の歴史

原書第2版

H.-C. フライエスレーベン著

坂本賢三訳

B 6版・334ページ・3,000円 岩波書店

この本の著者フライエスレーベン氏に評者は二度お目にかかっている。最初は15年ほど前にウィーンで宇宙開発10周年記念の国際連合国際会議の席上で、氏は航行・測地部門の副座長をつとめられ、座長はわが国の森田清東工大名誉教授であった。評者は森田先生のお手伝をしたり、その部門で論文の発表をしたので、おぼえておられたのか、6年余り前、アメリカのボストンでの国際航法学会の際に「森田さんはお元気ですか」と声をかけられたのが著者との2回目の出会いであったと記憶している。著者は西独の水路業務関係に詳しく、人工衛星による航法の西独における第一人者で何回かその論文を拝見しているが、ほとんどは展望的なものであった。その著者の訳書が出たというので早速に求めて通読をした。そのあと本誌から書評を求められたので、この執筆をした次第である。

この本は訳者も訳本の表題を選んだことについて述べているけれども、実質的には「航海術の歴史」ではなく、図誌類を含めた「航法装置の歴史」といった方がよさそうである。全体は、(1)測深装置を含めた水路図誌、(2)方位と速度の測定装置を中心とした乗物上でその位置を推測する推測航法装置、(3)天文航法に使用される器具と計算方法、そして、最後に、(4)1900年代における電波航法の4部門について、それぞれの歴史と現状の技術を要領良く述べてある。各部門の中には気象を予測した最適航路の選定、慣性航法装置、今後実用の可能性は少ないと思われるが電波六分儀、人工衛星用の星追跡器、人工衛星による航法などと余り一般に知られていないものを含めて最新の技術が適確に紹介されており、また、船舶用の装置と航空用の装置の取上げ方も航空の歴史がせいぜい100年であることを考えれば当を得たものといえる。

特筆すべきは、360にのぼる文献の引用を主とした注によって、その記述の裏づけをしている点であって技術者であり研究者である著者の性格を示したものだといえるだろう。ただし、西独で発行された書籍であるから当然なことであるが、これらの引用文献のかなりのものがドイツ語の文献であり、われわれになじみの少ないものであるのは残念である。またドイツ人の業績がとくに大き

く取上げられている点は読むうえでの注意が必要であろう。

このような歴史の本であり、技術書である本書の翻訳には大変な苦勞があったであろう。訳者はそのあとがきの中で専門用語は漢語とし、それに英語読み（ドイツ語読みも一部にある）のルビを付すことにしたとある。しかし、これは余り実効があがっているとは考えられない。例えば、「転輪羅針儀」と書くよりは、むしろ「ジャイロコンパス」と書く方がよかったのではないだろうか。コンパスはもう日本語であり、訳者も部分的にはそれを使用し、混乱がある。もっと、一般の書類に使われている語を多用すべきであろう。とくに人名にその感が深い。終末近くに「コールマン濾波技術」というのがあるが、これは数学者も工学者も一致して「カルマンフィルタ」と呼んでおり、また、「ドブラ・ソナ」というのは「ドブラーソナ」が正しい用語である。そのほか、とくに電波航法の部門では不適切な用語や、原文を当てていないのでなんとも言えないが誤訳ではないかと思われる理解に苦しむ文章が何カ所か見られたのは残念であった。各所に見られる「インスティテュート・オブ・ナビゲーション」などを「航法研究所」としているのは明らかに「航法学会」の誤りであり、これらはつぎの機会に訂正されることを希望したい。

訳者もまた全部で184項目の訳注をつけ地名、人名および専門用語などを30ページ余りに亘って詳しく解説をしている。これらは本書を読むうえで非常に有益であり、良くこれだけ調査をされたものだと感心をしている次第である。しかし、詳しく見るといくつかの誤りや不適切な所もある。例えば、[179]で「この送信周波数を航海に利用」とあたかもソ連の人工衛星の送信を航海用に使う計画があったようになっている。本文を見ると「一号の周波数を観測して人工衛星を航海に利用」とここでの「人工衛星」は一般的に人工衛星をという意味で、スプートニク号をさしたものではない。

最後に、この本は原著の1978年発行の第2版を訳出したものである。原著発行後5年間のこの分野における技術の発達は無視できないものがある。アメリカでは新しい衛星航法システムが開発中であるし、カルマンフィルタの航法への応用も非常に進んでいる。このような新しい技術の現状を訳注の中でも触れてほしかったというは評者だけの考えだろうか。

いろいろと注文をつけたけれども、この本は原著の香りを十分に伝えており、航法装置の歴史と現状について知りたい一般読者の要望を十分に満足できるものと考えられ、一読をおすすめする次第である。（木村小一）

<第20回>

第48回海上安全委員会報告

運輸省船舶局 検査測度課安全企画室

標記会合は、6月6日から17日の2週間、ロンドンのIMO本部において開催され、そのうち最初の3日半及び最後の2日が、1974年SOLAS条約の2次改正案の審議、採択に当てられ（いわゆる拡大海上安全委員会）、残りの日は、各小委員会から上げられた問題の審議に当てられた。以下、審議の概要をお伝えすることとする。

〔1〕1974年SOLAS条約の第二次改正案について

1. 第Ⅲ章本文

本案は以下のような修正が加えられ、採択された。

(1) 発効日について

1986年7月1日

（当初の案より2ヶ月延ばされたことになる。）

(2) 各規則の検討

① 現存船の猶予期間中に設置された設備について
(第1規則)

現存船適用物件は6点あるが、1991年7月1日までは、これらの搭載が免除されている。しかしながら、この5年の猶予期間中、任意に設置された前記設備については、猶予期間後も、(改正Ⅲ章の要件に適合していなくとも)、そのまま搭載していいことになった。

② IMO採択の基準について (第1規則)

原案の第1.5項には、「すべての設備は、機関が今後採択するであろう勧告に従わなければならない」旨、記されているが、

(i) すべての救命設備の基準は、今回の改正方針によれば、すべてC部に記すこと

(ii) 又、C部の詳細について不明な場合は主管庁事項としていいこと (第4.3項)

(iii) 同等物規定は、一般規定にあること等の理由により、「今後採択される勧告」は原則的にはありえないことから、本規定は削除された。

③ 型式承認、検定規定の現存船適用条項について
(第1規則)

本規則は、原案では、新船搭載物件についてのみ適用されるように読める場合もあることから、現存船適用物件にも適用されるよう修正された。

④ 適用除外規定について (第2規則)

本規則も③と同様の理由により修正された。ただし条理として現存船適用物件にも適用されるのは明白、(いわゆる grand father clause 論)とする国もあった。

⑤ 型式承認、検定規定について (第4, 5規則)

第4規則につき、大量生産型のもの、そうでないものの「承認」方法の相違がより明確になるよう修正された。

⑥ 衛星用EPIRBの搭載について (第1.8, 6.2.1規則)

本設備は、FGMDSSのシステム要素として把えるという世界的な動きに従い、今回の改正には取り入れないことになった。

⑦ 進水装置の免除について (第15.1規則)

4.5 mより低いところから下ろす救命艇は重さ185 kg以下のものなら進水装置は不要である旨原案には示されていたが、重さに関係なく4.5 mより低いところにある救命艇には進水装置は不要である旨に修正された。

⑧ 5ノット進水要件について (第15.7規則)

20,000 GT以上の船舶についてのみ適用されることになった。(小さな船舶はすぐ速力が落ちる。)

⑨ 自由降下型救命艇の揚収装置について (第15.2規則)

某国より本装置は不要ではないかとの提案があったが反対が極めて多く否決された。

⑩ 膨張式救命いかだのサービス間隔について (第19.8.1.1規則)

12ヶ月を原則とし必要に応じてこれを15ヶ月とする原案は、右15ヶ月が、17ヶ月に修正された(証書の延長が5ヶ月となっていることから)。

⑪ 貨物船搭載の救命艇の型について (第26.1.1.1規則)

原案は全閉型となっているが、某国の提案により、(1) self-righting の機能と(2)自動排水の機能を付加した部分閉型の艇も搭載してよいこととなった。

⑫ "small ship" の定義について (第26.1.3規則)

原案の「80m」に対し、「100m」案と「85m」案が修正案として提案されたが、「85m」案が受け入れられた。

⑬ 筏の被曳航強度について (第38.1規則)

Fittingのみならず、raft 本体も3ノットの被曳航に

耐える強度を持つ旨が追加された。

⑭ 筏の艀装品について(第38.5規則)

短国際航海の船舶の筏に搭載する艀装品は、原案より軽減されたもの(SOLAS Pack B と呼ぶことになった)を搭載すればよいこととなった。

⑮ 救命艇のpower rechargeについて(第41.6.2規則)

エンジン始動用powerとして2個の独立した、かつ各々が recharge可能なpower sourceを備えればよい旨明確化された。

⑯ 救命艇の離脱装置について(第41.7.6規則)

本装置については、no-loadでの離脱を主とし、on-loadでの離脱は従とする設計のものとする事となった。曳航中の離脱要件は原案から削除された(これはpainter systemを使用することによって必ずしも艇が曳航状態になるということはないということによるものであろう)。このことから、進水装置の強度要件に「5ノット要件」は明記されない事となった。

⑰ 貨物船の救命筏の積付要件について(第26.1.1.2規則)

原案の“liferafts capable of being launched on either side of the ship”の意味が不明確であるとする国が多く次のよう修文された。「どちらの舷にも動かせる乗船者数100%分の救命筏、動かせない場合は各舷に同100%分の救命筏」

2. 第Ⅲ章関連勧告について

改正条約第Ⅲ章第4規則には、政府が設備を“approve”する場合には、機関が採択する試験勧告に従った試験を行う旨定めてあるが、この勧告も、原案はほぼ固まっており、これに対し今次会合において最終実質審議が行なわれた。この中で特筆すべき事項は、わが方提案の、耐火救命艇に対する水膜法のみによる、耐火性評価の手法が認められたことである。これにより、耐火救命艇に対しては実燃試験を必ずしも実施しなくてもよいこととなった。

3. その他の章の改正について

- (1) 第Ⅱ-1章、第Ⅱ-2章は、数規則の改正が行なわれ採択された。
- (2) 第Ⅳ章は、第Ⅲ章の改正に伴い、生存艇用EPIRB等の救命用無線設備の性能要件の規定が設けられ採択された。
- (3) 第Ⅴ章の改正については、電子位置測定装置の設置義務が原案として提案されていたが(第12規則)、原案の要件を満たす装置が世界的には現実に普及していないため、今回改正には本装置は取り入れられないこと

となった。

- (4) 第Ⅶ章は原案のラインで(若干の修正を加え)採択された。なおIBC、IGCコードについても採択された。

〔2〕各小委員会の報告事項について

1. SLF小委員会

24m以上の旅客船及び貨物船に対するウェザー：クライテリアの勧告案については、とりあえずMSCサーキュラーとして各国に回章されることとなり、採択は第14回総会で行なわれる見込みとなった。

2. STW小委員会

トン数条約のSTCW条約への適用については、A494のような経過措置を設けるべしとする某国の意見を支持する国多数のため、この提案が総会に送られる事となった。

3. BCH小委員会

(1) 第10回BCHコードの改正

同コード1.6の中間検査に関し、SOLAS78 PROTOCOLのもとで毎年強制検査を受けているケミカル船が本規定のために中間検査の延長が実質認められないことになっている不合理性が修正された。また本10回改正案に第1次改正の規定(防火)が依然として取り入れられた形になっていることにつき、かかる規定の先取り実施は、第1次改正との整合性を欠くものであるとの点の指摘がなされ、修正された。

4. DE小委員会

① 特殊目的船安全コード

本コード案は承認され、第13回総会に送られる事となった。

② MODUSコード

本コードの見直しについては、大巾な改正を行うことはさけるが、改正の必要性は認められ、今後、経験を積んだ上定期的に見直すことが適当であるとされた。

5. CDG小委員会

昨年12月に開催されたUN危険物専門家会合で採択されたclass 6.1の新しい毒物基準が取り入れられたIMDGコード改正案については、今後CDG小委の場で詳細に検討される事となった。

6. NAV小委員会

① Position-fixing system(船位測定装置)について
“Draft assembly resolution on accuracy standards for navigation”は承認され第13回総会に送られる事となったものの、“Draft assembly resolu-

tion on electronic position fixing system”については(1) 3.(3)で述べた如く、SOLAS条約第V章第12規則改正案が採択されなかったことにより、承認は見送られ、NAV小委で再検討されることとなった。

② 操船ブックレットの改正について

A209の改正を行うべきか否かの結論は、時間不足のため得られなかった(次回NAV持越し)。

7. FP小委員会

① 改正74 SOLAS 第II-2章第59規則に関し、イナータガスシステムを逆火防止装置と同等とみなすかどうかについて議論されたが、今回審議でも結論は出ず、本年9月のインターセッションWGでの逆火防止装置に対する試験基準に関する審議を経て次回MSCで結論を出すことで合意された。

② その他

I. G. S. のガイドラインの改正、火災試験方法の改正については、いずれも合意され、サーキュラー、総会決議の形でまとめられることとなった。

8. BC小委員会

コンテナ条約Annex I及びAnnex IIの改正案は全会一致で採択された。発効予定日は1984年1月1日、異議通告期限は1983年11月1日である。

(3) 作業計画の見直し

1985年に2週間の外交会議が合意され、検査と証書の調和システムをとり入れるため1974年SOLAS条約及び1966年満載喫水線条約が改正される予定となっている。

製品紹介

製品紹介

新開発 700Z-1Y ロックレバー式

巴バルブ株式会社

- (1) バタフライバルブ<700Zシリーズ>の専用アクチュエータとして開発。ユーザの要望に応え、中間開度で弁体が固定できる構造で5段階の流体制御ができる。
- (2) 従来のインナーロック式も好評を得ていたが、ワンハンドで操作でき、弁の開閉が一目でわかるアクリル樹脂の表示板等、より使い易さを追求した設計である。
- (3) 従来のインナーロック式でできなかった、ウォームギア式、エアシリンダとの交換を可能にした。

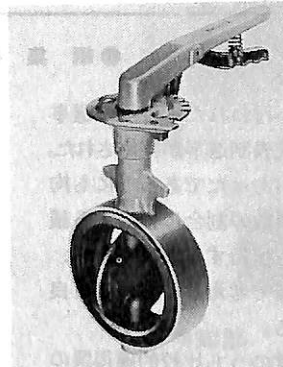
標準仕様

適用フランジ	JIS 5K, 10K兼用
使用圧力	締切り圧力0~10kg ^f /cm ²
使用温度範囲	0~80℃
本体耐圧試験	20kg ^f /cm ² (水圧)
シート漏れ試験	12kg ^f /cm ² (空気圧)
適用流体	清水、海水、工業用水、冷温水、空気、その他
標準材質	本体 ADC12
	弁体 AlBC2
	弁棒 SUS 403
	シートリング NBR
標準塗装	エポキシ系焼付塗装

オールマイティオイル「共石21FX」

共同石油株式会社

「共石21FX」は、ガソリン車、ディーゼル車およびターボ車など全ての乗用車の要求性能を満足できる画期的



巴のロックレバー式



共石21FX

なオールマイティオイルである。即ち、ガソリン車には最高級グレードのSF級、ディーゼル車には最高級グレードのCD級とし、さらにターボ性能を付与した。

具体的特性

- (1) 高温下での酸化安定性、耐摩耗性、清浄性に優れたオイルのため、エンジン寿命を伸ばせる。
- (2) オイル消費が少なくすむ。
- (3) 基油(ポリアルファオレフィン)の分子構造が安定しているため、酸化劣化が少なく、オイル交換を延長することができる。
- (4) 燃料消費を低減する。

代表特性

比重 (15/4℃)	0.8495	色 相	ワインレッド
引火点	242℃	粘度 (-18℃)	1,650 cP
動粘度 (40℃)	63.45 cSt	粘度指数	151
(100℃)	10.34 cSt	流動点	-47.5℃

昭和58年度(58年6月分)新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区分		4月～6月分				6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	29	416,940	573,740		11	140,750	156,310	
	油槽船	4	14,590	23,979		2	6,970	11,779	
	貨客船								
	小計	33	431,530	597,719	94,794,000千円	13	147,720	168,089	34,178,000千円
輸出船	貨物船	112	2,287,099	3,627,842		75	1,600,300	2,541,470	
	油槽船	8	163,870	261,658		6	135,620	215,168	
	貨客船								
	小計	120	2,450,969	3,889,500	373,580,523千円	81	1,735,920	2,756,638	251,091,312千円
合計		153	2,882,499	4,487,219	468,374,523千円	94	1,883,640	2,924,727	285,269,312千円

● 編集後記 ●

□6月26日に参議院議員の選挙が行われた。今回の選挙では、従来の全国区に替り比例代表制選挙が実施された。初めてのことで幾分のとまどいがあったであろうにも拘わらず、結果的には各党の獲得票数の割合に相当する議員が選出されたといえる。国政を担当する議員であり、政党政治を原則とするという前提で考えるなら、より良い投票制度であるように思われる。

地方区、特に一人区では、数党のうち比較的獲得票の多い政党の候補が当選することになり、他の候補の票は死票となり、国民の比持率とは相当に違う議員割合になるのは当然の帰結であろう。国会議員が地域代表であることに強くこだわる必要があるのだろうか。

しかし比例代表制は、むしろ政党色のより強い衆議院議員の選挙に適用し、参議院は政党色の少ない何らかの考え方を導入した方が良いのではないかと思う。そうすれば衆議院では選挙区の利益に重点を置くことなく全国的視野で審議し易くなり、また問題になっている定数改正問題も一挙に解決するであろうし、参議院においては

衆議院とは立場を変えた審議が行われ、チェック機構としての役割をより果せることになり、参議院選挙に対する国民の関心も深まることになろう。夢だろうか。

□公表された58年3月期の造船各社の決算によると、全般的に好調とはいえないようだ。受注高も減っており、造船界は我々末端の関係者を含め当分辛抱の時期であると覚悟しなければなるまい。

□本誌本号から野間恒氏の「商船の映像」を連載することにした。内容はかつて七つの海に雄飛した思い出の客船の美しい姿を誌上に再現するものであり、山田早苗氏の「日本商船隊の懐古」と並んで、読者の方々の商船美観賞眼を満足するものと確信する。野間氏は慶応大学経済学部在学中から商船美マニアとしてその方面では知られた方であり、何冊かの著書もある。

また野間氏には、永い間本誌に連載を続けていただいた速水育三氏の後を受けて海外新造の商船の写真を入手次第掲載させていただくことになった。あわせ御観賞いただきたい。

☆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 6,400円 (送料共)
1ケ年分 12,000円 }

運輸省船舶局 監修
造船海運総合技術雑誌

船の科学

禁転載 第36巻 第8号 (No. 418)

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(マリニビル)

振替口座 東京 3-70438 電話 03(552) 8798

昭和58年8月5日印刷 (昭和23年12月3日)
昭和58年8月10日発行 { 第3種郵便物認可 }

定価 1,080円 (〒55円)

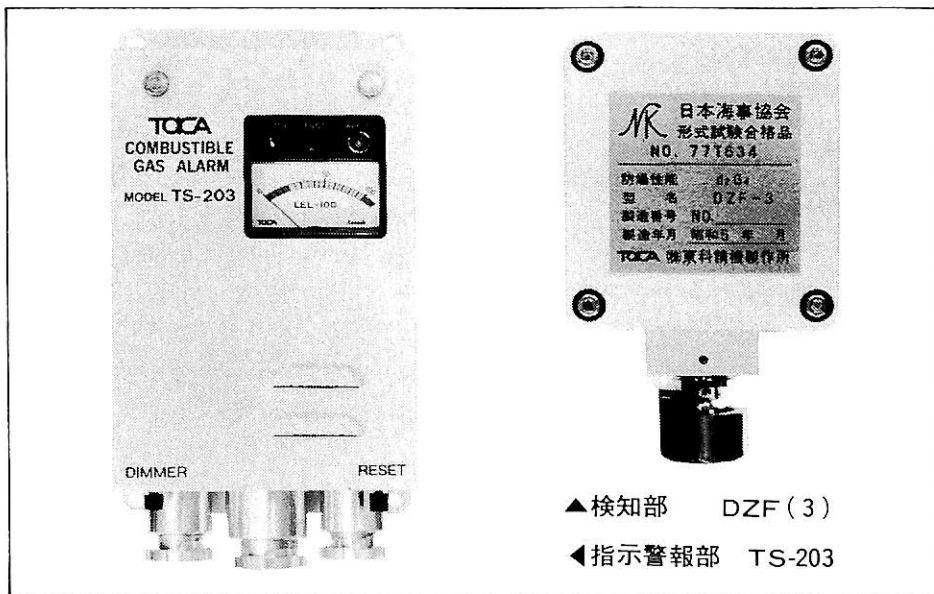
発行人 船橋敬三

編集委員長 田宮真

印刷所 大洋印刷産業株式会社

船舶用可燃性ガス警報器 TS-203型

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



- 防滴構造
- 超小形設計 表面パネルからスイッチ類を除去し無駄な凸起を極力抑えました。
- 低消費電力 スイッチングレギュレータ採用によりMax 7Wの省エネルギー設計です。
- ディマースイッチ付き パイロットランプの光量を状況に応じて切り換えることができます。
- 保守・点検が容易 定電流回路によりケーブル長の影響を受けずセンサー電流を一定に保ちますので、設置時及びセンサー交換時の電流調整が不要です。また主要部品が一枚のプリント基板上に集約されていますので、万一の故障にも調整済基板との差し替えでOKです。

☆カタログのご請求は下記に御連絡ください。

TOCA 株式会社 **東科精機製作所**

〒211 川崎市中原区新丸子町756 ☎044(733)3381(代表)

昭和五十八年八月五日印刷
昭和五十八年八月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

DIMETCOTE®

厚膜型無機亜鉛塗料

ダイメットコート

カーゴ/オイルタンクの防食塗料

Amercoat®

高性能防汚塗料

AMERCOAT® AF

甲板上機器類の保守・補修に

Amerlock™

高性能膜厚計

マイクロテスト・ミニテスト

★Mikrotest®

★Minitest®

その他、関連資材・機器

塗料販売および塗装工事

株式会社 **井上商会**

米国アメロン社技術提携塗料製造

株式会社 **日本アマコート**

本社 〒231 横浜市中区尾上町5の80
電話 (045) 681-1861(代)
取締役社長 井上正彦

本社 井上商会内
工場 〒231 横浜市中区かもめ町23
電話 (045) 622-7509・7529
取締役社長 東 常広

船の科学

定価 一〇八〇円

東京都中央区新川一丁目三十一番七(マリリンビル)
(株)船舶技術協会
電話東京(552)八七九八番