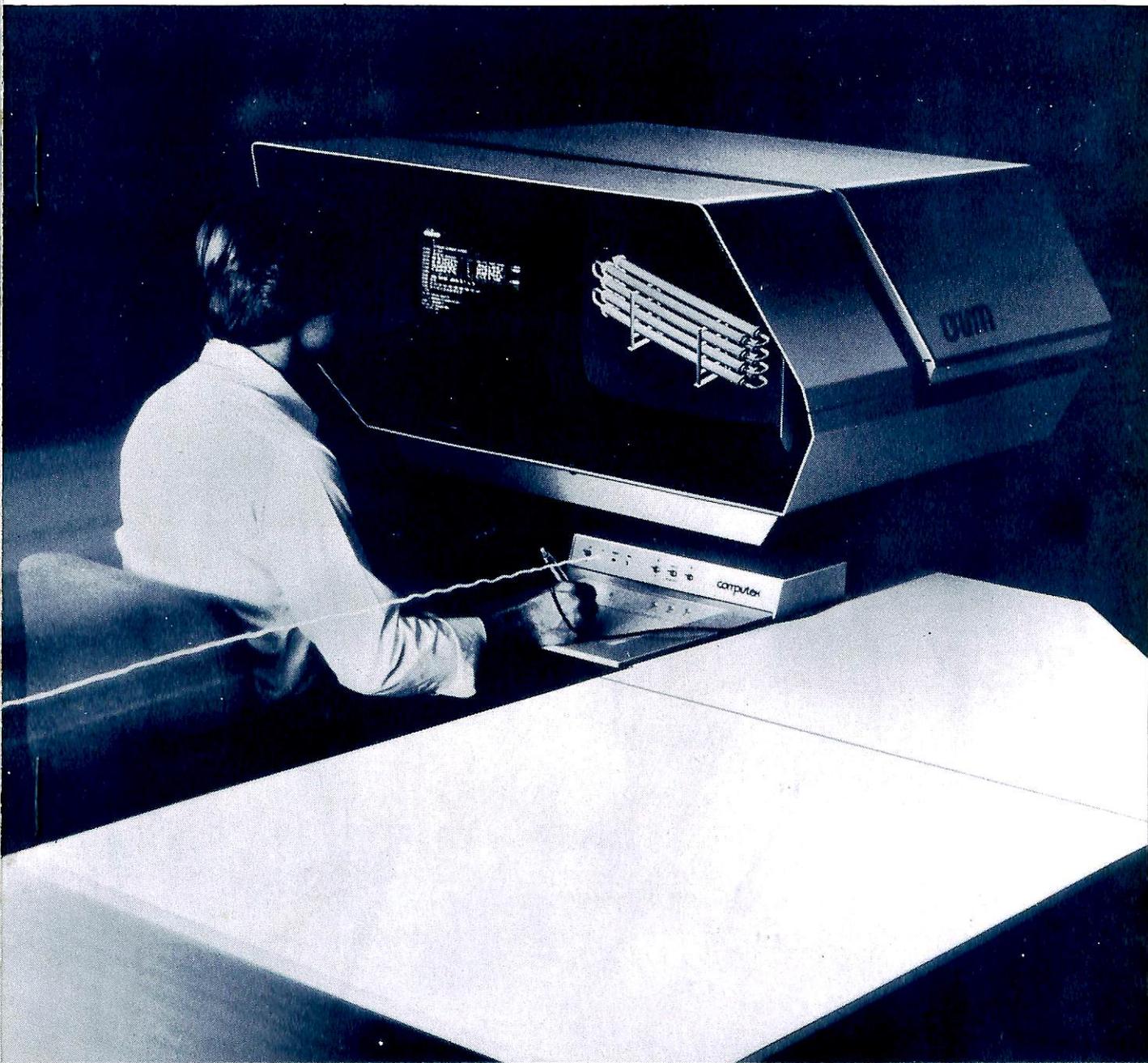


船の科学 4

1983

VOL. 36 NO. 4



・設計から製造までを一貫処理。

限りなき創造

 伊藤忠データシステム株式会社



calma
CAD/CAM SYSTEM

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

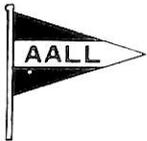
事業内容

- 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

オールアンドコンパニー リミテッド

〒105 東京都港区西新橋1-1-3(東京桜田ビル) 電話(03)(503)2030(代)
テレックス222-3266“AALL J”

〒650 神戸市中央区東町113-1(大神ビル) 電話(078)(391)7801(代)
テレックス5622-401“AALL KB J”

素材がきめて

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

PILLAR

日本ピラー工業株式会社

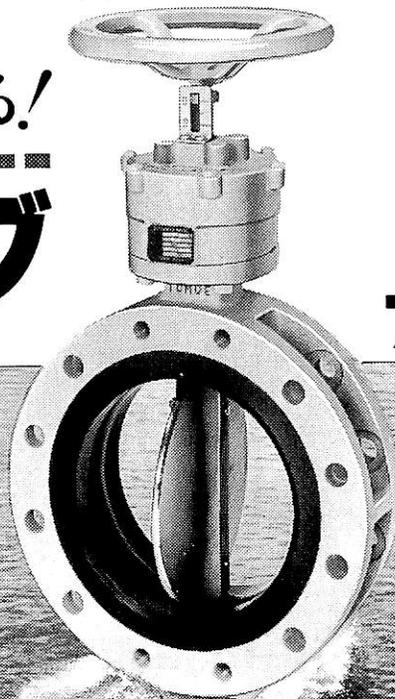
本社 〒532 大阪市淀川区野中南2-11-48

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

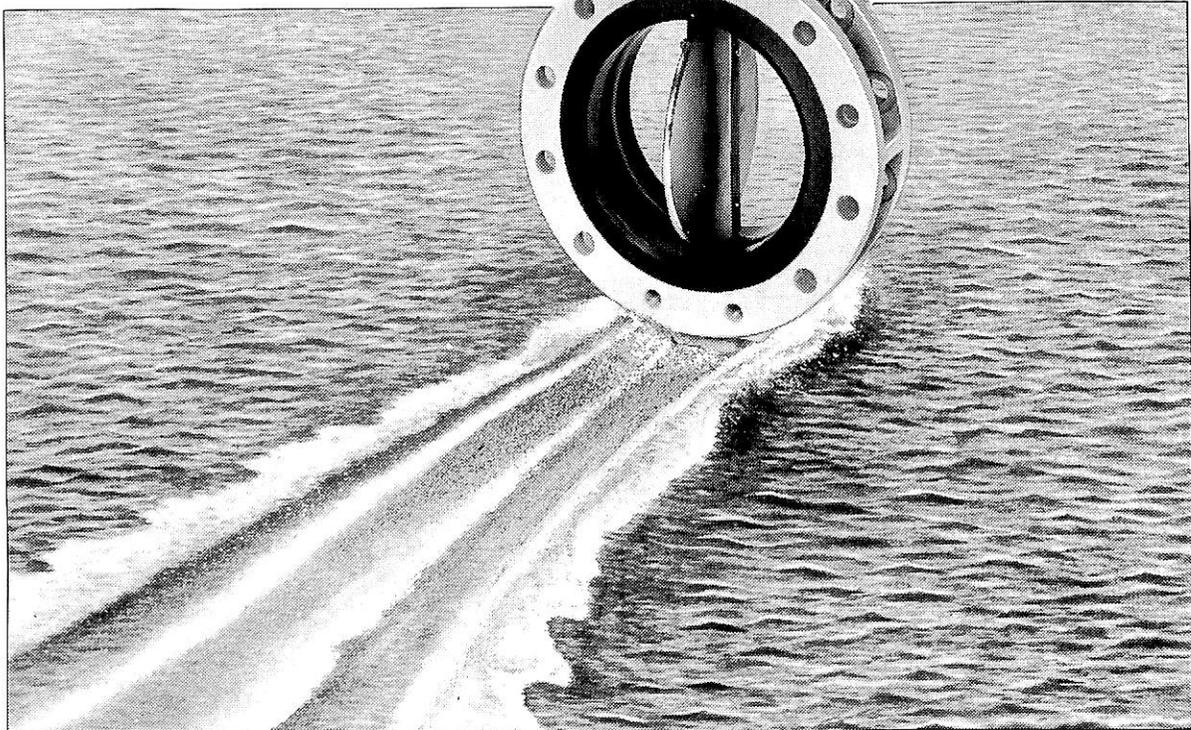
船舶・造船に
圧倒的シェアを誇る!

信頼バルブ

鋳鋼製フランジタイプ720F-2R型



720F-2R型



[完璧の気密性]で、世界6カ国の船級協会認定!!

高度の信頼性と耐久性が要求される船体付弁
タンク元弁などとして、すでに国内外の船舶・
造船業界に圧倒的ご支持をいただく巴式バタ
フライバルブ。日本はもとより世界各国の船
級協会使用許可を得ています。

●バタフライバルブの常識を破った巴独自の
気密構造(日米ほか、世界各国の特許取得)

により、流体のモレを完全に防止します。

●鋳鋼製フランジタイプで、簡単にシートリ
ングが交換できる構造です。

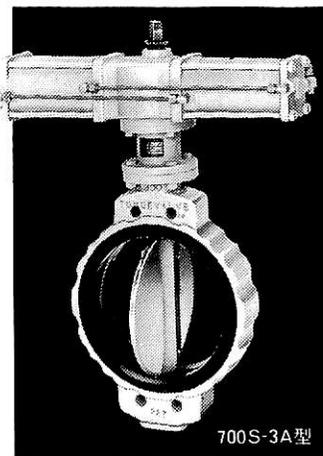
●シートリング外周には硬度の高いゴムを使用。
横圧力による変形や剪断にも十分な強度
を発揮できるよう、とくに配慮しています。

●他のバルブに比べて非常にコンパクトです。

日・米・西独・英・加 他数カ国で特許取得、世界40数カ国へ特許出願中 (UL) (FM) 米国UL・FM両規格認定 (ULC) カナダULC規格認定

実績NO.1

巴式バタフライバルブ



700S-3A型



巴バルブ株式会社

本社 千550大阪市西区鞠本町1-11-7三井ビル ☎06(448)1221(大代)
札幌 ☎011(222)4261(代) 東京 ☎03(542)2541(代)
名古屋 ☎052(451)9231(代) 大阪 ☎06(448)4301(代)
広島 ☎082(244)0511(代) 福岡 ☎092(473)6831(代)

実績、経験を誇る日防の電気防蝕！

Capac[®] エンゲルハルド=日防

自動制御式外部電源電気防蝕装置

本装置はエンゲルハードインダストリーズ社製品にて、過去12年間に30,000台が船舶に取付けられております。

M.G.P.S. 三菱=日防
海洋生物付着防止装置

船舶の海水配管を海洋微生物や貝類の付着から守るため、海水の電気分解法による本装置“M.G.P.S.”を完成いたしました。

防蝕用Al入りZn流電陽極

ZINNODE

PAT. NO 252748

防蝕用Al合金流電陽極

ALANODE

PAT. NO 254043



調査=設計=施工

日本防蝕工業株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目6-4番地(交通公社ビル8階) 〒100 ☎東京(03)211-5641(代表)
大阪事務所 ☎443-9271~5 ・名古屋 ☎231-1698 ・広島 ☎43-2720 ・福岡 ☎431-8421 ・長崎 ☎22-9185 ・仙台 ☎25-0916

電流の作用で鉄のさびを防ぐ

電 気 防 食

船舶、港湾施設、水中構造物、埋設施設、タンク・配管、その他

技術の中川が責任をもって調査、設計および施工をします



中川防蝕工業株式会社

本 社 (〒101) 東京都千代田区鍛冶町2-2-2 03(252)3171

支 店 大 阪・名 古 屋

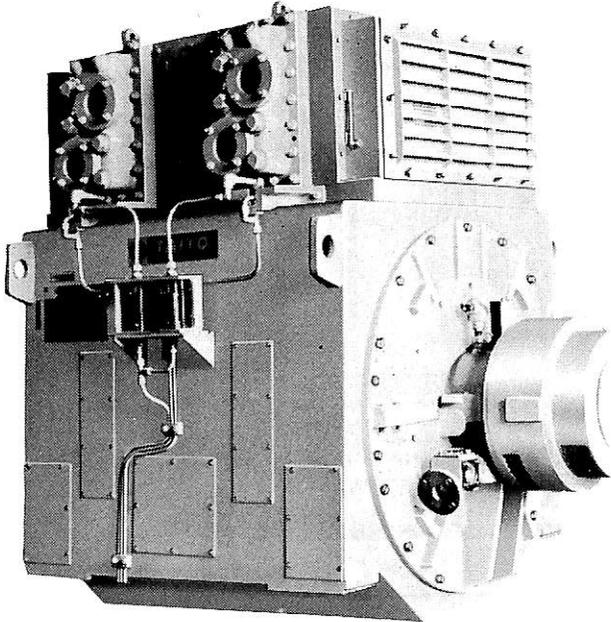
営 業 所 千 葉・京 浜・広 島・福 岡・沖 縄

出 張 所 札 幌・仙 台・新 潟・水 島・高 松・大 分・鹿 児 島

ながい経験と最新の技術



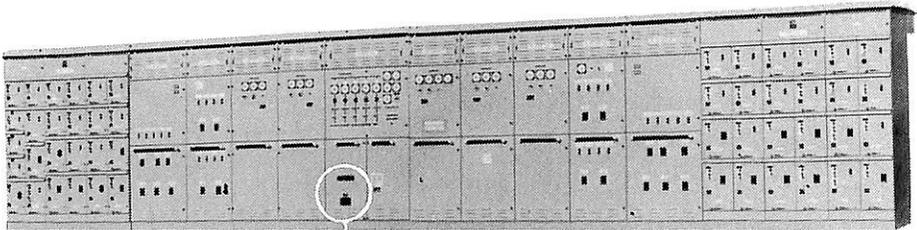
大洋の船舶用電気機器



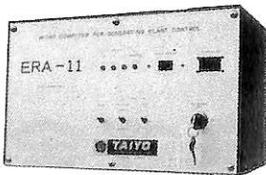
排ガス利用2極タービン発電機

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

4

Vol. 36

目 次

- 7 新造船写真集 (No. 414)
- 22 日本商船隊の懐古 No. 46 (粟田丸, 翔鳳丸) 山 田 早 苗
- 25 3月のニュース解説 米 田 博
- 28 省エネパナマックス 66,000DWT型散積船“ペがさす丸” 住 友 重 機 械
- 34 40,000dwt型高粘度・高比重原油運搬船“PHILMAC VENTURE” 三 菱 重 工 業
- 42 巡視船“そうや”による氷海中航行試験 運 輸 省 船 舶 局
- 47 超低温容器用としてのアルミニウム スカイアルミニウム
- 56 LNG船の就航記録から (その23)
LNGの流出, 投棄および大気放出 編 集 部
- 66 船用蒸気プラントの排気およびドレンシステムの改善されるべき課題 村 上 道 之
-
- 72 ケミカルタンカー (66) 恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介
- 78 船舶電子航法ノート (73) 木 村 小 一
-
- 81 ロイド商船統計表 (1982年版) ロイド船級協会
- 86 IMOコーナー (第16回)
世界海事大学について 運 輸 省 船 舶 局
-
- 18 ●外国船紹介
クルージング用客船 MS “TROPICALE” 写真集 (II) 速 水 育 三
- お知らせ 昭和58年 春季(第41回)船舶技術研究所研究発表会開催 運輸省
- 製品紹介 カルマ CAD/CAMシステム 伊藤忠データシステム
ターボ車専用のモーターオイル「共石21ターボ」新発売 共同石油
- 海外技短 海洋ガス田の陸揚げ用新システム 英国大使館

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



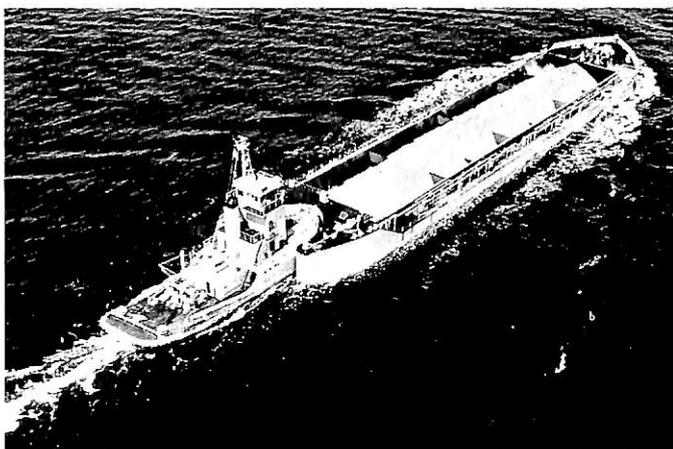
株式 福島製作所
会社

本社・工場 / 福島市三河北町 9 番 80 号 ☎0245(34)3146
 東京事務所 / 東京都千代田区西峯町 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

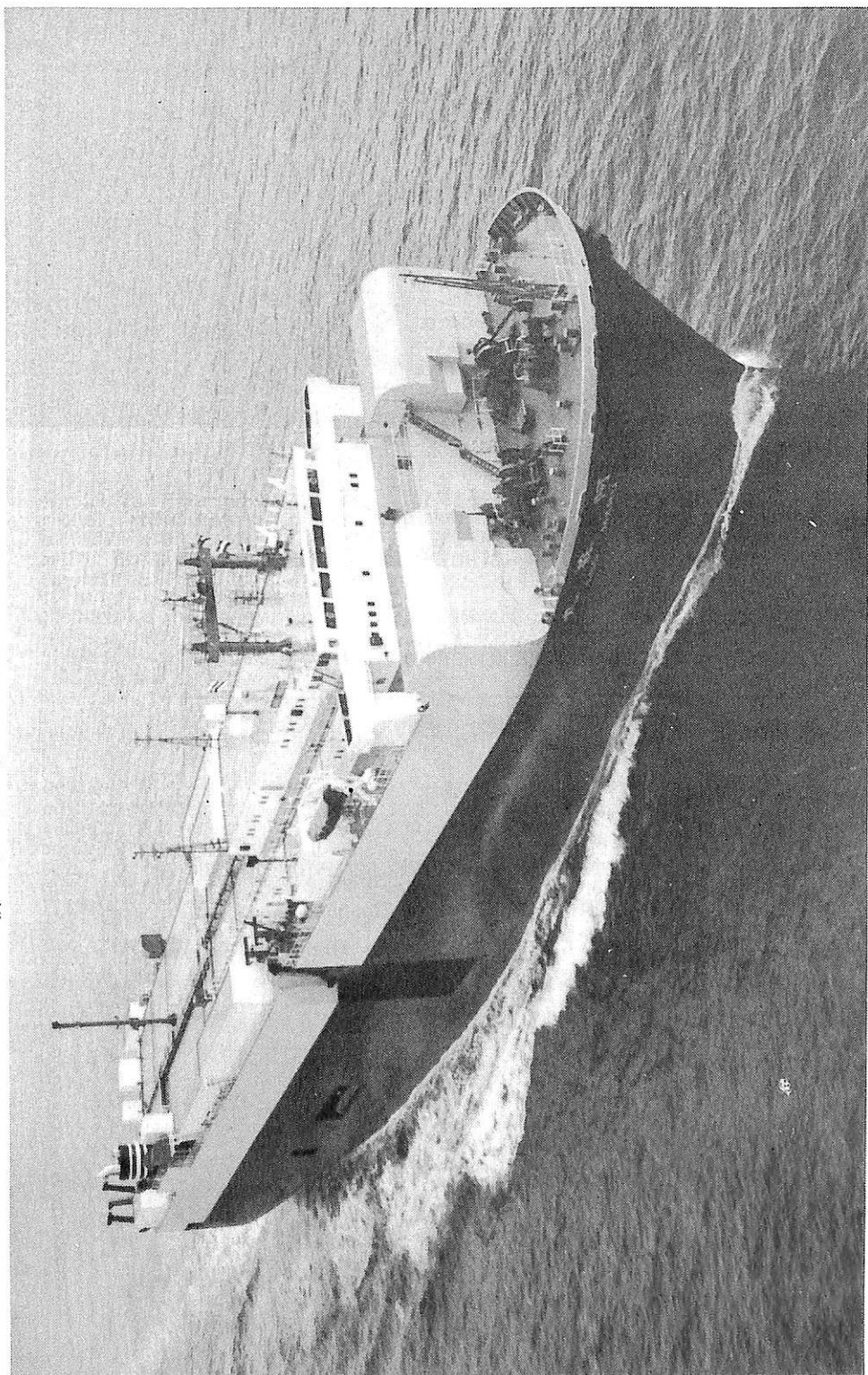


☆ 荒天時も就航可能!

☆ 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次自動車運搬船 阿蘇丸 ASO MARU 日本郵船株式会社・岡田商船株式会社

三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1906番船)
 全長 190.00m 垂線間長 176.0m 竣工 58-1-24
 満載排水量 24,101t 総噸数 36,440T 満載喫水 8.60m
 燃料油槽 2,200^{m³} 燃料消費量 30.5t/day 純噸数 10,932T Car搭載数 2,490台
 出力(連続最大) 10,550PS(450/96rpm) (常用) 8,970PS(426/91rpm) 清水槽 490.5^{m³} 10V52/55A型(宇)機関×1
 (原)ダイハツ1,300PS×720rpm×3 無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 1,500kg/h×1 プロペラ 4翼1軸 三菱MAN 10V52/55A型(宇)機関×1
 海軍衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 三菱MAN 10V52/55A型(宇)機関×1
 (満載航海) 16.5kn 航続距離 18,000哩 船級・区域資格 NK 速洋 船型 多層甲板型 三菱MAN 10V52/55A型(宇)機関×1
 補汽缶 三菱MC-15型 発電機 1,000kVA×450V×3 受(主)全波×2 (補)全波×1 船電話 19.3kn
 乗組員 32名

。乗用車の他に、背高車、15t、42tトラック、CKDを搭載可能な甲板高さ及び設備を有している。

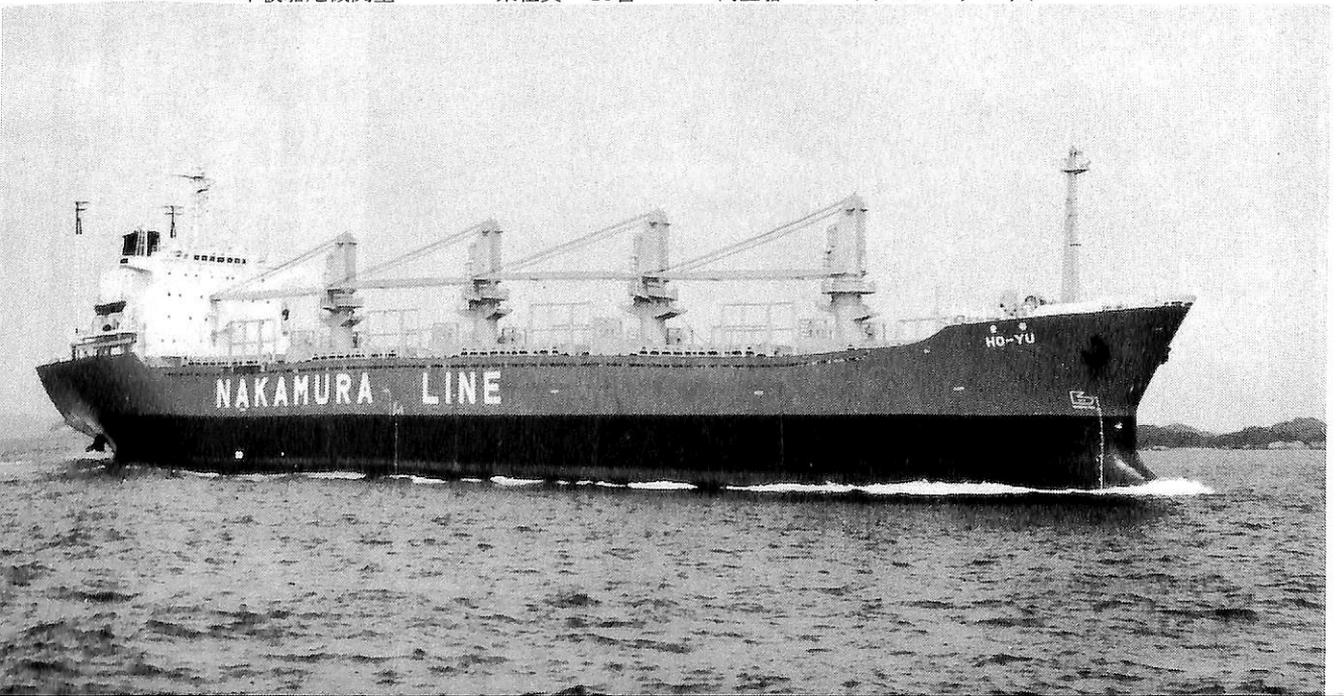


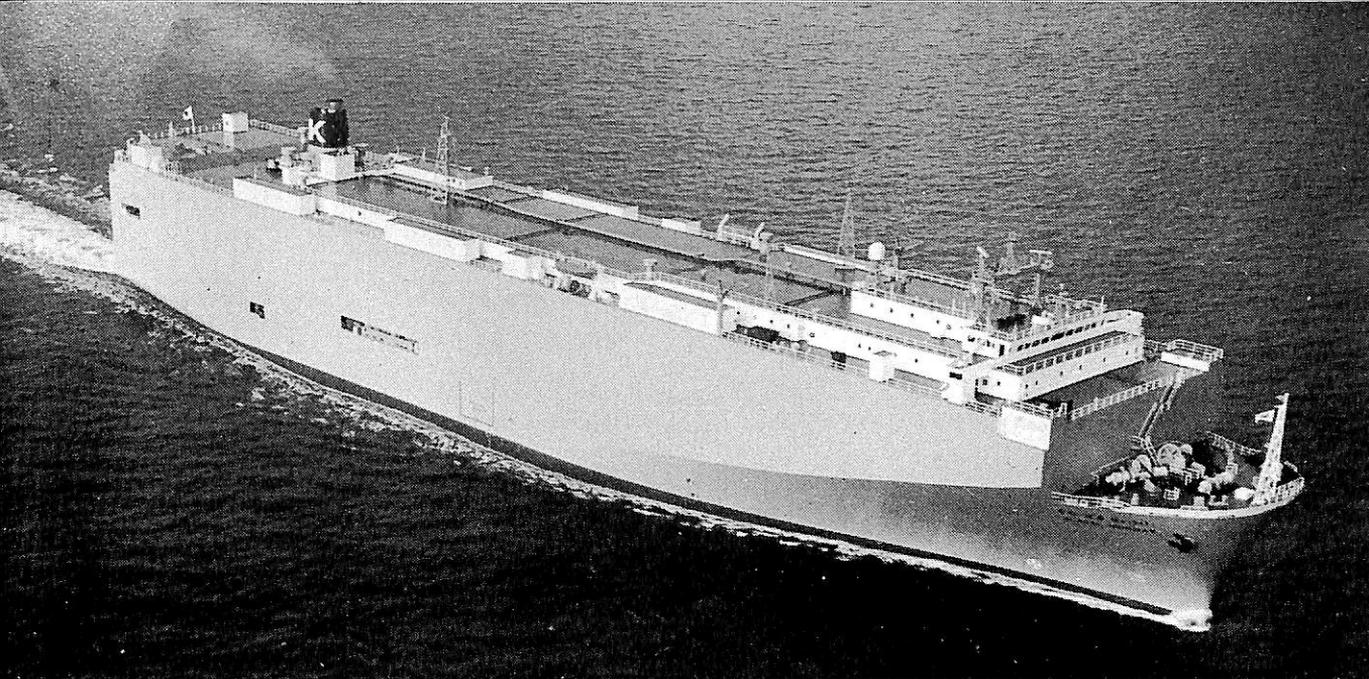
散積貨物船 **ペがさす丸** 第一中央汽船株式会社
PEGASUS MARU 丸の内汽船株式会社

住友重機械工業株式会社追浜造船所建造(第1098番船)	起工	57-2-16	進水	57-7-9	竣工	58-1-11
全長 225.031m	垂線間長	216.00m	型幅	32.20m	型深	18.20m
総噸数 36,764.37T	純噸数	24,367.62T	載貨重量	66,713t	貨物艙容積(グ)	76,173m ³
艙口数 7	燃料油槽	A 310m ³ C 3,284m ³	燃料消費量	136g/PS・h	清水槽	431m ³
主機械 住友 Sulzer 5RLB76型(デ)機関×1	出力(連続最大)	12,250PS(106rpm)	補汽缶	乾燃室式横丸型	3,500kg/h×1	
(常用) 10,410PS(100.5rpm)	プロペラ	4翼1軸	無線装置	送(主) 1.2kW×1 (補) 125W×1		
発電機(夕) 650kVA×450V×1 (デ) 650kVA×450V×2	航海計器	デッカ	デッカ	ロラン	オメガ	レーダー
受(主) 全波×1 (補) 全波×2	船舶電話	VHF	航続距離	27,900浬	船級・区域資格	NK 遠洋
速力(試運転最大) 16.25kn (満載航海) 14.10kn	船型	平甲板型	乗組員	32名		(本文28頁参照)

木材 / 散積貨物船 **豊 裕** 萬野マリン株式会社
HO-YU 山九株式会社

東北造船株式会社建造(第202番船)	起工	57-3-18	進水	57-7-16	竣工	57-11-29
全長 177.00m	垂線間長	165.00m	型幅	28.20m	型深	15.60m
満載排水量 42,780t	総噸数	20,587.36T	純噸数	14,430.24T	載貨重量	35,025t
貨物艙容積(ベ) 40,483.7m ³ (グ) 47,173.1m ³	艙口数	5	クレーン	25t×5	燃料油槽	2,046.2m ³
燃料消費量 31t/day	清水槽	248.2m ³	主機械	神発-三菱 8UEC52/125H型(デ)機関×1	出力	
(連続最大) 10,650PS(150rpm) (常用) 9,050PS(142rpm)	プロペラ	4翼1軸	補汽缶	堅型		
AQ-5×1	発電機	大洋電機 600kVA×3 (原) ヤンマー 720PS×720rpm×3	無線装置			
送(主) 1kW×1 (補) 130W×1	受(主) 1 (補) 1	VHF	航海計器	ロラン	オメガ	レーダー
(試運転最大) 16.264kn (満載航海) 14.05kn	航続距離	20,880浬	船級・区域資格	NK 遠洋	M0	
船型 ウェル甲板船尾機関型	乗組員	28名	同型船	ノートランス・グロリア		



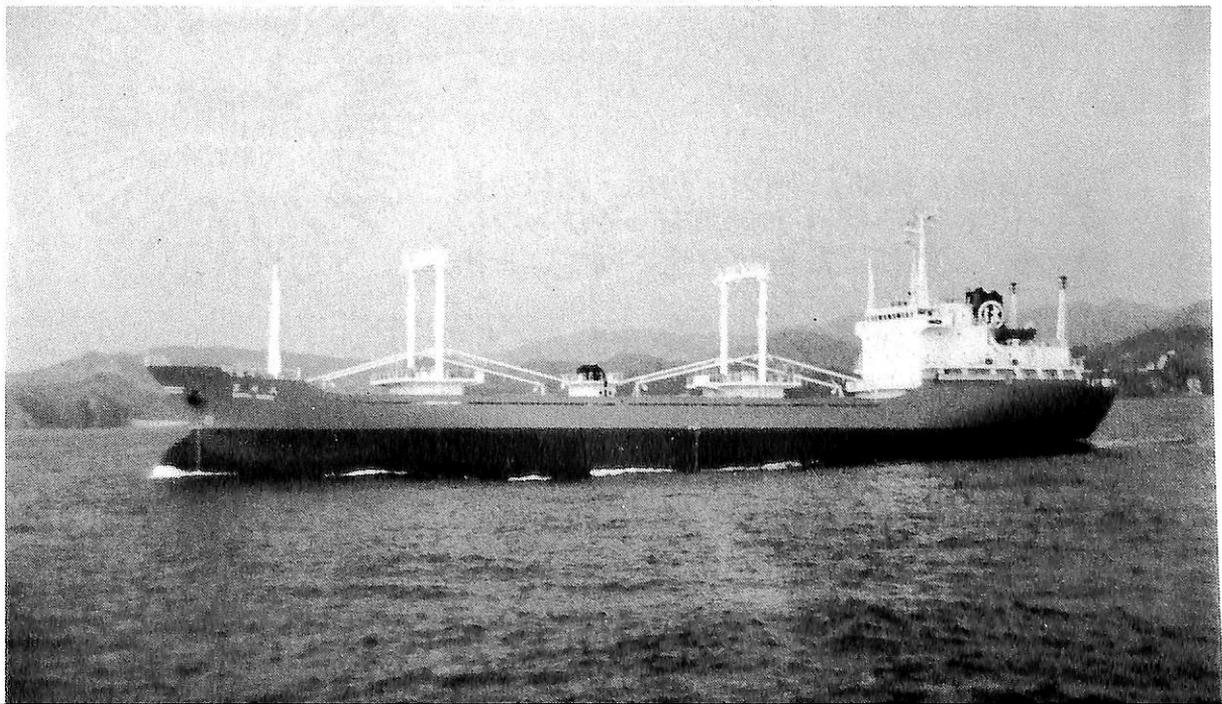


自動車運搬船 **ぐるーばる はいうえい** 太洋海運株式会社
GLOBAL HIGHWAY

波止浜造船株式会社多渡津工場建造(第817番船)	起工 57-6-11	進水 57-9-22	竣工 57-12-23
全長 199.90m	垂線間長 188.00m	型幅 32.20m	型深 31.745m
総噸数 19,700.02T	純噸数 12,224.43T	載貨重量 15,148t	Car搭載数 6,337台
コンテナ 127個	燃料油槽 2,618.0m ³	燃料消費量 43.9t/day	清水槽 513.4m ³
三井B&W7L67GFC型(デ)機関×1	出力(連続最大) 15,200PS(123rpm)	(常用) 12,900PS(177rpm)	主機械
プロペラ 5翼1軸(ハイスキュード)	補汽缶 コクラン型×1	発電機	
(デ)720kW×3, (タ)480kW×1	無線装置 送(主)1.2kW×1 (補)75W×1	受(主)1 (補)2	船舶電話
海事衛星装置 VHF	航海計器	デッキ ロラン NNSS	衝突予防装置
(試運転最大) 20.89kn (満載航海) 18.50kn	航続距離 22,600浬	レーダー	速力
船型 多層甲板型	乗組員 32名	船級・区域資格 NK	遠洋

冷蔵運搬船 **翠 洋 丸** 東京商船株式会社
SUIYO MARU

下田船渠株式会社建造(第326番船)	起工 57-5-7	進水 57-9-16	竣工 57-11-30
全長 118.92m	垂線間長 109.40m	型幅 17.20m	型深 10.00m
満載排水量 9,687.4t	総噸数 4,835.48T	純噸数 2,907.33T	満載喫水(型) 7.50m
貨物艙容積(ベ) 6,630m ³	艙口数 4	デリック 5t/3t×8	載貨重量 6,395t
燃料消費量 21.0t/day	清水槽 177m ³	主機械 神発-三菱6UEC45/115H型(デ)機関×1	燃料油槽 1,393m ³
出力(連続最大) 7,000PS(165rpm)	(常用) 5,950PS(156rpm)	プロペラ 4翼1軸	補汽缶 三浦
蒸発量 1,076kg×1	発電機 神鋼電機 445V×60Hz×500kVA×3	(原)ヤンマー 600PS×900rpm×3	
無線装置 送(主)1.2kW×1 1.0kW×1 (補)130W×1	受(主)RA-005A×2 (補)RA-601B×1	VHF	航海計器
ロラン NNSS	レーダー	速力(試運転最大) 18.22kn (満載航海) 15.8kn	航続距離 17,000浬
船級・区域資格 NK 遠洋	船型 平甲板型	乗組員 25名	





漁業実習船 大島丸 東京都立大島南高等学校
OSHIMA MARU

船崎造船株式会社建造(第1034番船) 全長 50.20m 垂線間長 43.00m 総噸数 446.98T 純噸数 142.09T 魚倉 -50°C, 準備室 -40°C) 燃料油槽 258m ³ 主機械 ダイハツ 6DSM26 A型(デ)機関×1 プロペラ 4翼1軸 CPP 無線装置 送(主)NSD-1575 500W×1 (補)NSD-1155 125W 受 NRD72×3 航海計器 デッカ ロラン オメガ レーダー ハイブリッド航法装置 (満載航海) 12.30kn 航続距離 12,200浬 船型 一層甲板型 乗組員 42名	起工 57-7-6 型幅 8.50m 魚艙容積 35.82m ³ 出力(連続最大)1,300PS(750rpm) 発電機 大洋電機ブラシレス 445V×250kVA×2, 445V×40kVA×1 船級・区域資格 JG 遠洋国際第3種漁船	進水 57-9-4 型深 3.75m 凍結室 39.16m ³ 冷却能力(凍結室 -55°C) 燃料消費量 159.8g/PS·h 清水槽 46m ³ 速力(試運転最大)13.86kn 各種漁撈装置, 海洋観測装置を搭載している。	竣工 57-11-30 満載喫水 3.45m 凍結室 -55°C 清水槽 46m ³ 船舶電話 VHF
--	---	--	--

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



船舶艙装品研究所

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)



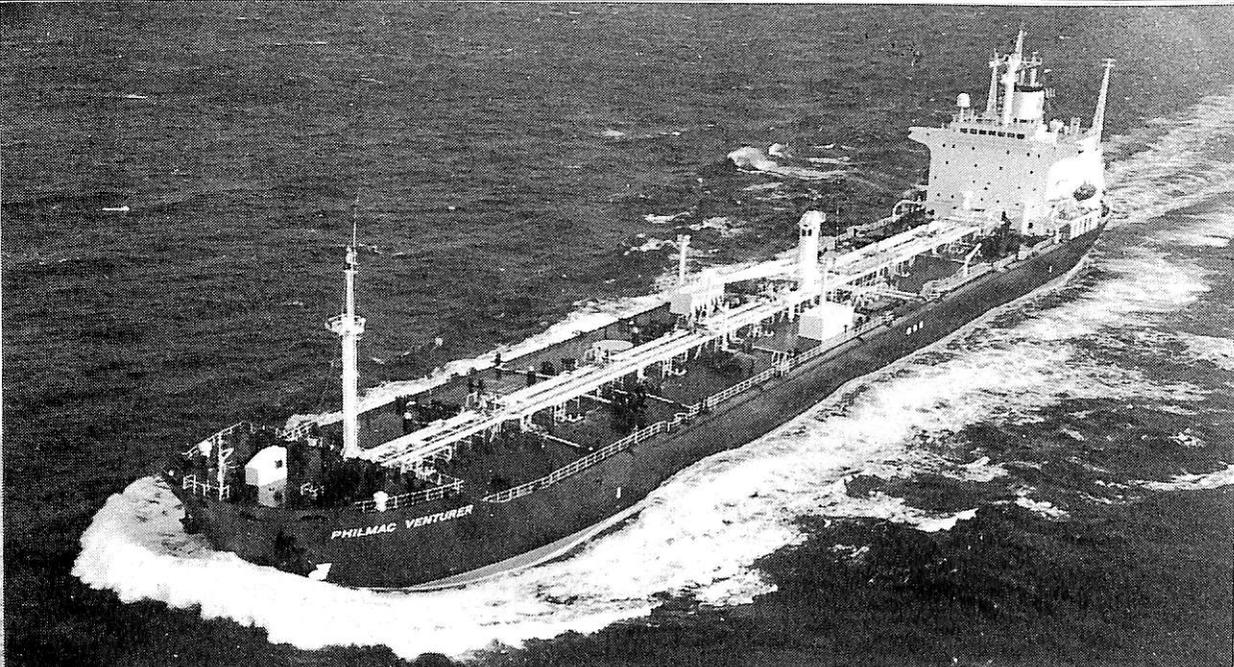
ラゴベン パリア
輸出原油 / 半精製品運搬船 **LAGOVEN PARIA**

船主 Lagoven, S.A. (Venezuela)
 日立造船株式会社広島工場因島建造(第4711番船) 起工 57-6-24 進水 57-9-8 竣工 57-12-27
 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 19,192.09T 載貨重量 55,997t 貨物油槽容積 58,515.6m³
 主荷油ポンプ 2,500m³/h×120m×3 クレーン 10t×15m/min×2 燃料油槽 3,478.8m³
 燃料消費量 53.6t/day 清水槽 518.4m³ 主機械 日立B&W 6L80 GFCA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 1,025kVA×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C NNSS 衝突予防装置 レーダー
 速力(試運転最大) 17.47kn (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

トルム アリス
輸出撒積貨物船 **TORM ALICE**

船主 A/S Dampskibsselskabet Torm (Denmark)
 三井造船株式会社玉野事業所建造(第1248番船) 起工 57-4-26 進水 57-8-20 竣工 58-1-26
 全長 182.8m 垂線間長 174.0m 型幅 31.1m 型深 16.7m 満載喫水 11.812m
 総噸数 26,693T 純噸数 14,410T 載貨重量 44,969t 貨物艙容積(ベ) 53,508m³
 (グ) 54,765m³ 艙口数 5 クレーン 25t×30m/min×4 燃料油槽 2,234.3m³
 燃料消費量 31.8t/day 清水槽 416.6m³ 主機械 三井B&W 6L67GA型(デ)機関×1 (Derating)
 出力(連続最大) 7,870kW (10,700PS) (115rpm) (常用) 7,060kW (9,600PS) (111rpm) プロペラ 4翼1軸
 補汽缶 1,400kg/h×7kg/cm², 排エコ 1,500kg/h×7kg/cm² 発電機 西芝 660kW×3 (原)ダイハツ×3
 無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 75W×1 受(主) 1 (補) 1 VHF 航海計器 デッカ NNSS
 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 15.89kn (満載航海) 14.09kn 航続距離 21,600浬
 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 33名





輸出高粘度高比重原油運搬船 **PHILMAC VENTURE**

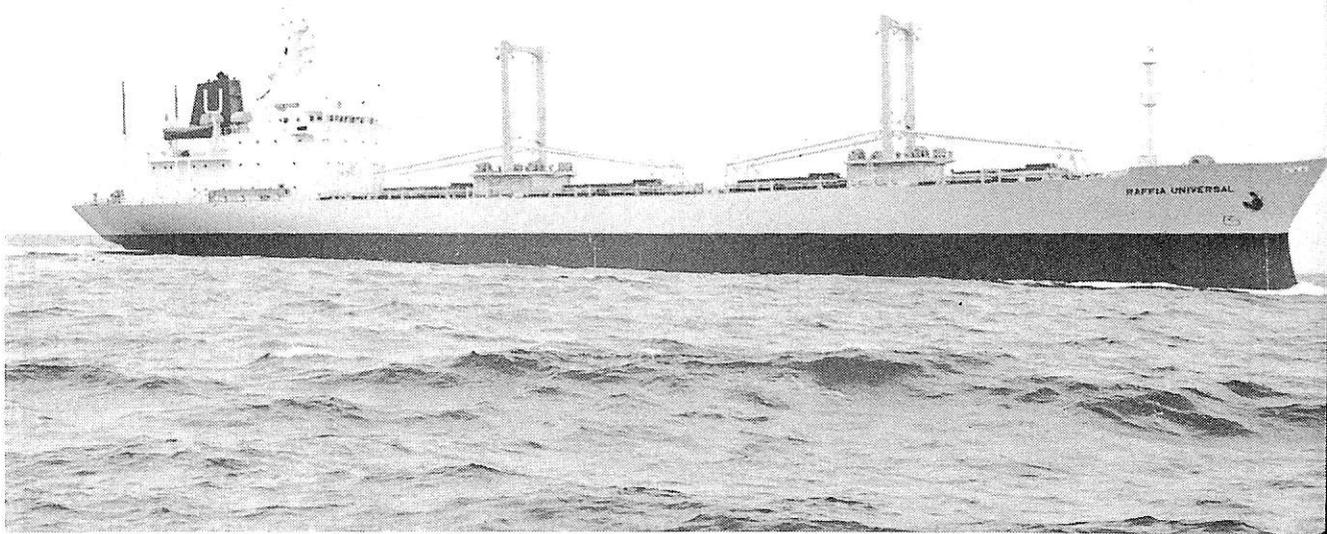
船主 Philmac Oils Limited./Philmac Panama Inc. (Panama)
 三菱重工株式会社長崎造船所建造(第1900番船) 起工 57-6-8 進水 57-9-18 竣工 57-12-20
 全長 204.20m 垂線間長 195.00m 型幅 27.40m 型深 16.30m 満載喫水 10.97m
 総噸数 20,951.72T 純噸数 14,431.7T 載貨重量 40,794t 貨物油槽容積 47,431.7m³
 主荷油泵 (タ) 1,150m³/h × 135m × 3 燃料油槽 1,786.3m³ 燃料消費量 約 35t/day 清水槽 239.5m³
 主機械 三菱 Sulzer 5 RLB76型(デ)機関×1 出力(連続最大)12,250PS(106rpm)(常用)11,025PS
 (102rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 煙管式 35,000kg/h × 16kg/cm² × 2, 排エコ
 1,500kg/h × 7kg/cm² × 1 発電機 (主) 450V × 600kW × 3 (非) 450V × 100kW × 1 無線装置 送 1式
 受 1式 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置
 レーダー 速力(試運転最大) 15.98kn (満載航海) 15.4kn 航続距離 11,000浬
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 34名 (本文34頁参照)

- 12 -

輸出散積 / コンテナ船 **EVERACE**

船主 Broyard Company Ltd. (Hong Kong)
 株式会社金指造船所豊橋工場建造(第1310番船) 起工 57-3-12 進水 57-6-25 竣工 58-1-24
 全長 207.62m 垂線間長 195.00m 型幅 31.60m 型深 15.80m 満載喫水 10.60m
 満載排水量 54,604t 総噸数 28,994.66T 純噸数 19,010.33T 載貨重量 42,149t
 貨物艙容積 (ベ) 51,825m³ (グ) 51,825m³ 艙口数 7 ガントリークレーン 41.5t × 25m/min × 2
 Cont. 搭載数 1,452個(20') 燃料油槽 3,080m³ 燃料消費量 40t/day 清水槽 309m³
 主機械 IHI Sulzer 7RLB66型(デ)機関×1 出力(連続最大)12,950PS(124rpm)(常用)11,655PS(120rpm)
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 ガデリウス サンロッド CPDB-15L × 1 1.5t/h 発電機 神鋼電機
 450V × 800kVA × 3, 440V × 210W × 1 (原)ダイハツ 950PS × 720rpm × 3 航海計器 ロラン NNSS
 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 17.525kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 25,000浬
 船級・区域資格 BV 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 34名





ラフィア ユニバーサル
輸出冷蔵貨物運搬船 **RAFFIA UNIVERSAL**

船主 Monoceros Carriers Corp. S.A. (Panama)
 林兼造船株式会社下関造船所建造(第1257番船) 起工 57-6-2 進水 57-8-19 竣工 57-12-2
 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 7,823.09T 純噸数 4,620.08T 載貨重量 8,676.6t
 貨物艙容積(ベ) 11,611.98^m 艙口数 15 デリック 7t×8 燃料油槽 1,359.9^m³
 燃料消費量 26.2t/day 清水槽 286.4^m 主機械 IHI SEMT Pielstick12PC2-6V型(デ)機関×1
 出力(連続最大) 9,000PS(520rpm)(常用) 7,650PS(492.6rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶
 縦型コンポジット型 1,300kg/h×7kg/cm³G×1 発電機 西芝 自己通風型 687.5kVA×AC×450V×3
 (原)ヤンマー 810PS×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 速力(試運転最大) 21.064kn(満載航海) 18.2kn 航続距離 12,800浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板船尾機関型 乗組員 30名 °R-22直膨床吹出型冷凍装置

ラテックスタイプ
 エポキシタイプ
 マグネシヤタイプ
 ウレタンタイプ

デッキ舗床材

カタログ見
Tightex
 タイテックス

B. O. T承認番号

MC25/8/0113

IMCO214-VII&A-60承認

N. K
 N. V
 A. B
 L. R
 B. V
 C. R
 N. S. C

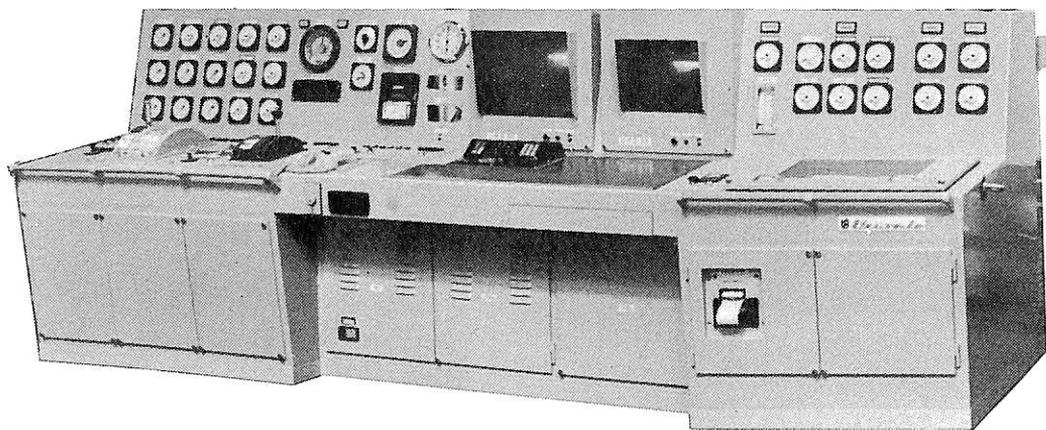
施工実績数百隻



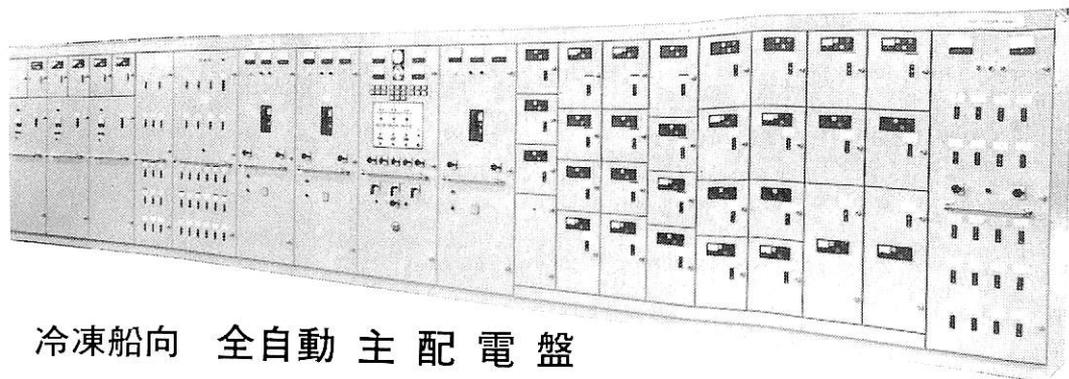
太平洋工業株式会社

本社 京都市右京区三条通西大路西 ☎(311)1101(代)
 出張所 東京都千代田区神田錦町1-3島津神田錦町ビル ☎(291)0147
 出張所 広島・神戸・呉・長崎

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・艙装

渦潮電機株式会社

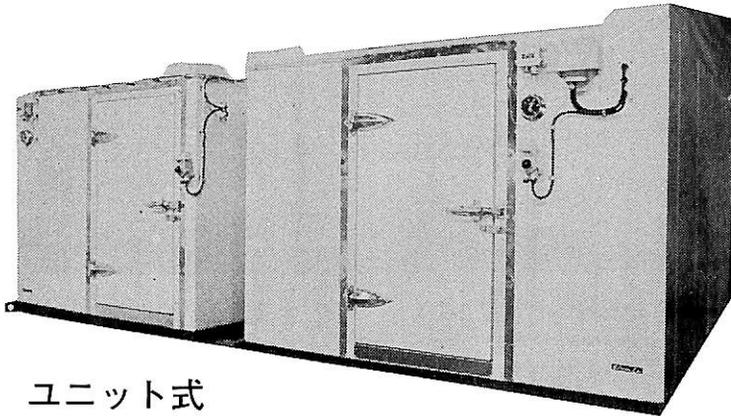
代表取締役社長

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	9.7㎡
冷蔵庫	11.0㎡
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〕

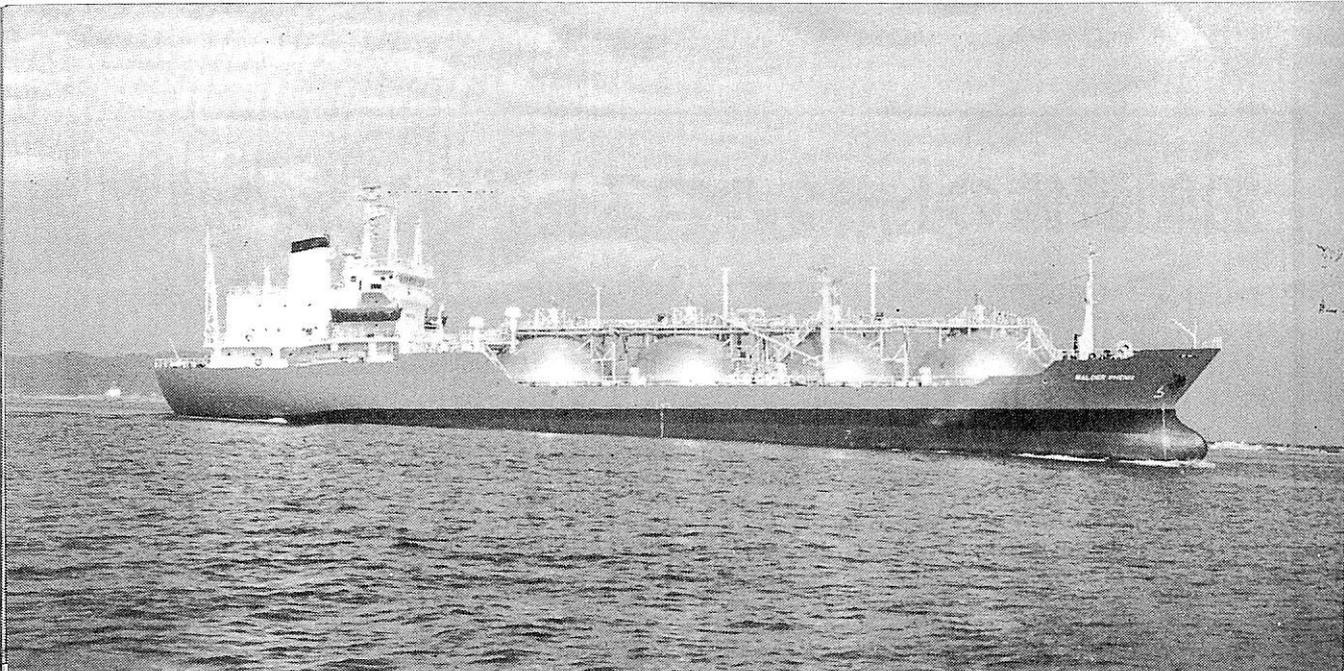
- ① セッティングシート取り付けと冷却水配管で運転OK。
- ② コンプレッサーを1ランク落とせます(当社, 従来比)。
- ③ 形状および容量は船型に合わせます。
- ④ 外部(3.2mm)ボンデ鋼板耐水塗装仕上げ, シールドロッカー, 鋼製棚(可変), 照明警報装置付, 内部よりドアロックアウト付。
- ⑤ オールステンレス製作可能。
- ⑥ 空冷式・水冷式・全閉型・開放型 各種製作。

船舶空調機装実績業界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



ボールドー フェニックス

輸出LPG運搬船 **BALDER PHENIX**

船主 Sanzo Enterprize (Panama) S.A. (Panama)

福岡造船株式会社建造(第1098番船) 起工 57-4-24 進水 57-6-21 竣工 57-12-13
 全長 105.62m 垂線間長 96.80m 型幅 17.60m 型深 7.70m 満載喫水 5.914m
 総噸数 4,121.28T 純噸数 2,721.63T 載貨重量 4,596.55t LPGタンク容積 3,539.487m³
 主荷油ポンプ 150m³/h×120m×4 燃料油槽 918.93m³ 燃料消費量 12t/day 清水槽 231.08m³
 主機械 赤阪一三菱 6UEC37/88H型(デ)機関×1 出力(連続最大)3,900PS(210rpm)(常用)3,510PS
 (203rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 堅型コンポジット×1 発電機 ヤンマー 360kW×
 445V×60Hz×3 (原)540PS×900rpm×3 無線装置 送(主)1kW×1 (補)130W×1 受(主)全波×1
 (補)全波×1 航海計器 ロラン オメガ レーダー 速力(試運転最大)15.508kn (満載航海)13.0kn
 航続距離 11,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウェル甲板型 乗組員 22名
 ○IMO Gas code 適用 Type IIPG

- 16 -

マハリカ

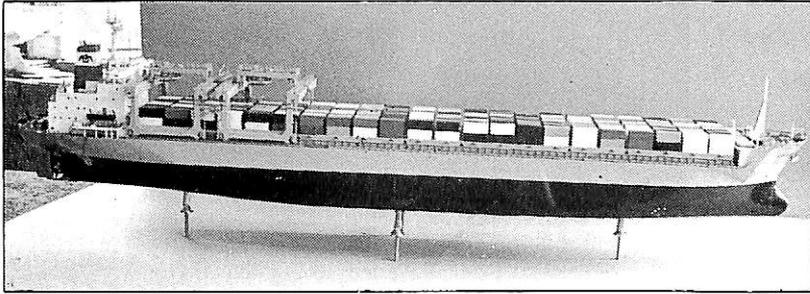
輸出旅客/カーフェリー **MAHARLIKA I**

船主 Ministry of Public Works and Highways of the Philippines (Philippine)

株式会社新潟鉄工所新潟造船工場建造(第1735番船) 起工 57-6-17 進水 57-8-25 竣工 58-1-12
 全長 66.30m 垂線間長 59.00m 型幅 12.50m 型深 9.00/4.60m 満載喫水 3.611m
 満載排水量 1,561.52t 総噸数 1,971T 純噸数 779T 載貨重量 540.87t
 Car搭載数 8tトラック 14台 燃料油槽 63.30m³ 燃料消費量 160g/PS・h(1基当り) 清水槽 31.57m³
 主機械 新潟 6MG28BX型(デ)機関×2 出力(連続最大)1,600PS×2(720rpm)(常用)1,360PS×2
 (682rpm) プロペラ 3翼2軸 CPP 発電機 神鋼電機 AC445V×60Hz×200kVA×2
 (原)新潟 250PS×1,200rpm×2 無線装置 SSB, VHF 航海計器 レーダー
 速力(試運転最大)16.29kn (満載航海)14.5kn 航続距離 1,500浬 船級・区域資格 NK 沿岸
 船型 全通船楼型 乗組員 20名 旅客 400名
 ○航路 フィリピン ビサヤ地区~サマル島のサンベルナルディノ海峡に就航



進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



Bulk/Ore Carrier Container

M.V. EVER ACE

船主 Driefontein Co.,Ltd.

造船所 金指造船・豊橋工場建造

全長 207.62m 深さ 15.80m

垂線間長 195.00m 喫水 10.35m

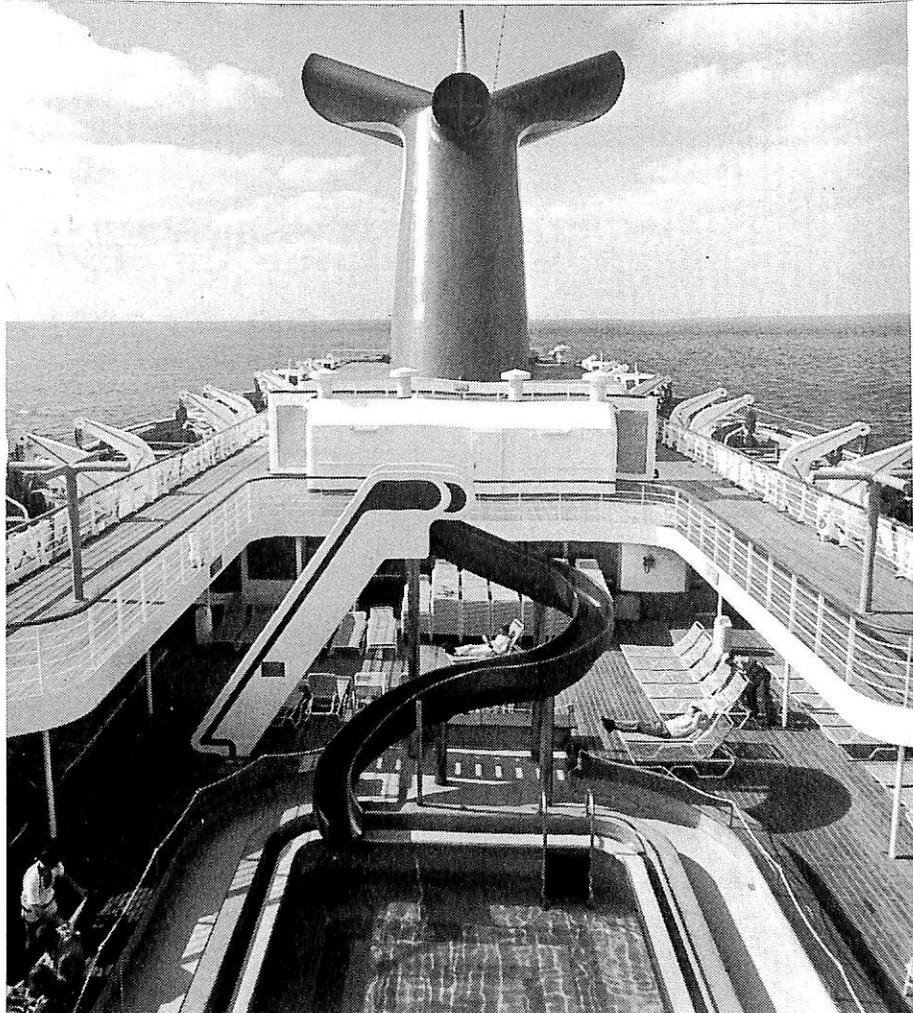
船幅 31.60m 重量 42,149t

株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭武二

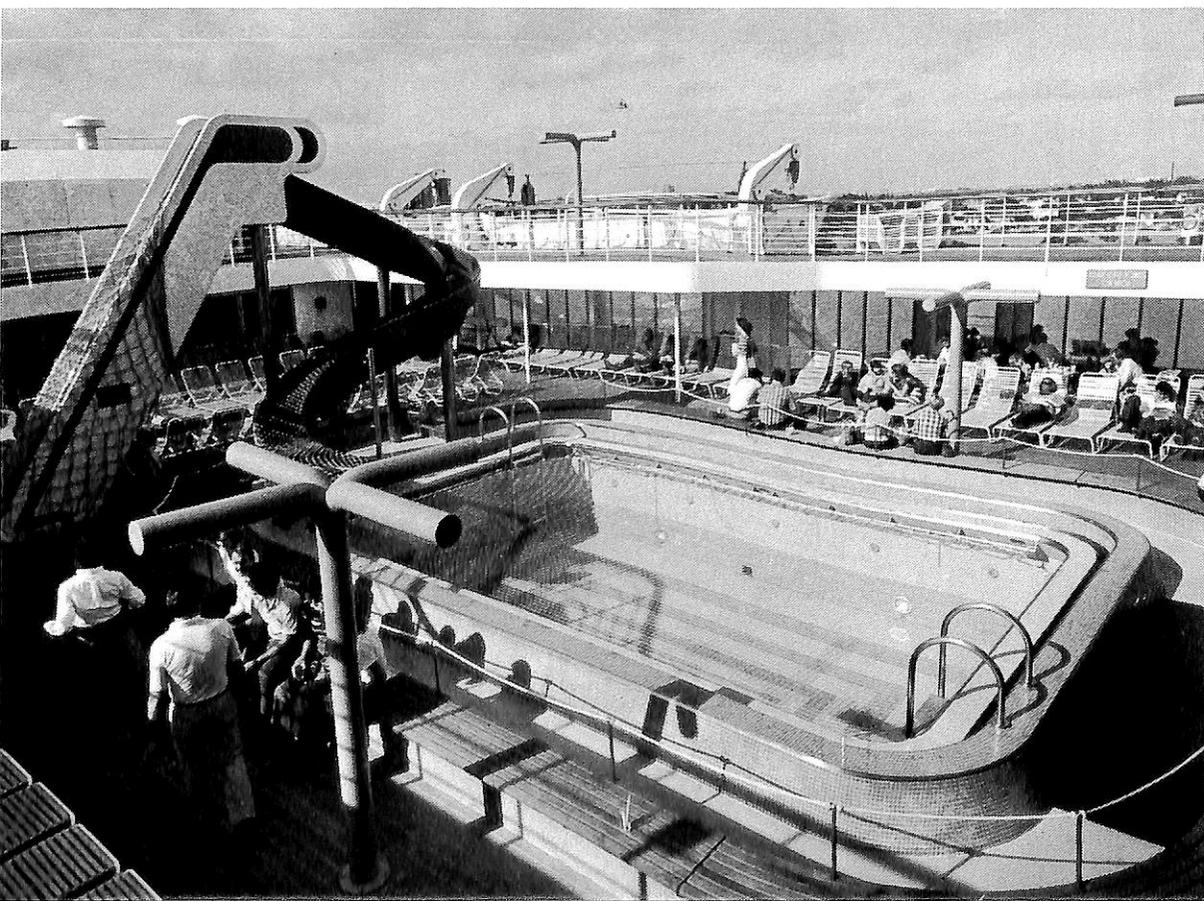
東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京 (998)1586

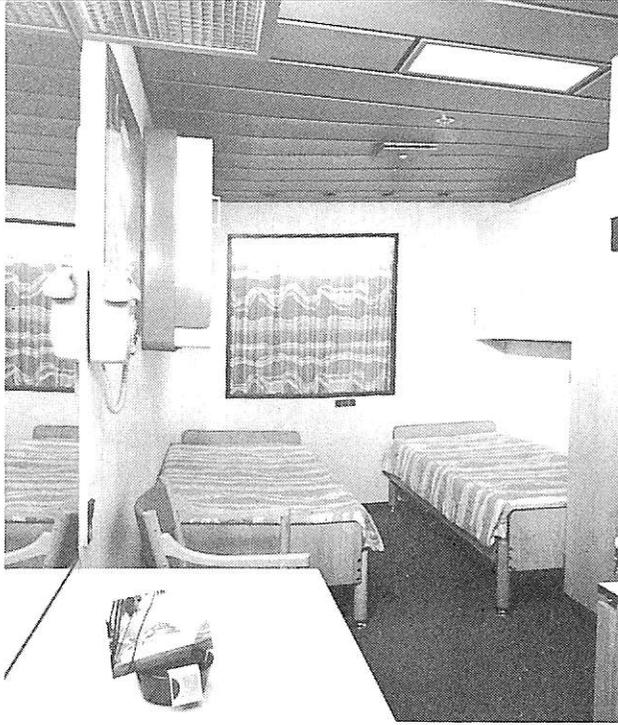
クルージング用客船
MS TROPICALE
写真集(2)



速水育三氏提供

The Patio pool area

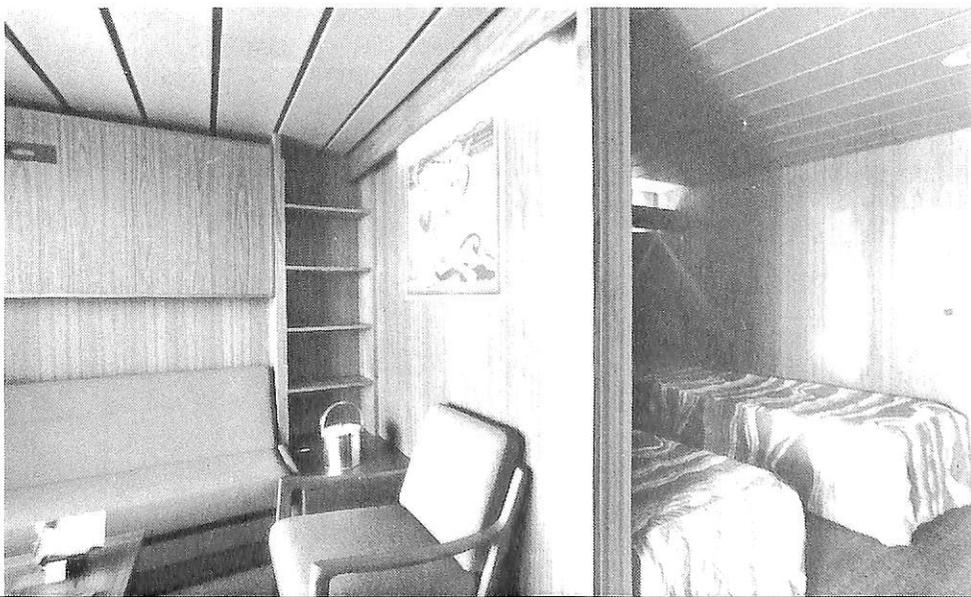




Inside cabin



Out side cabin



Verandah suite



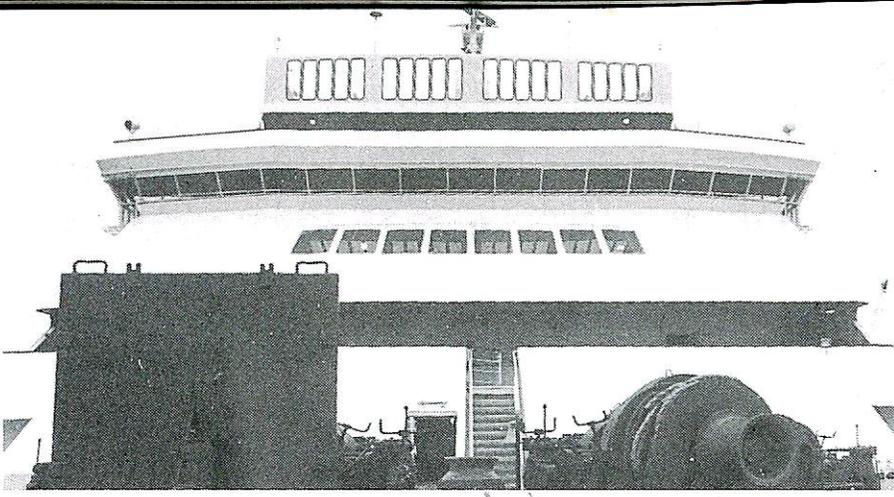
▲Shopping area



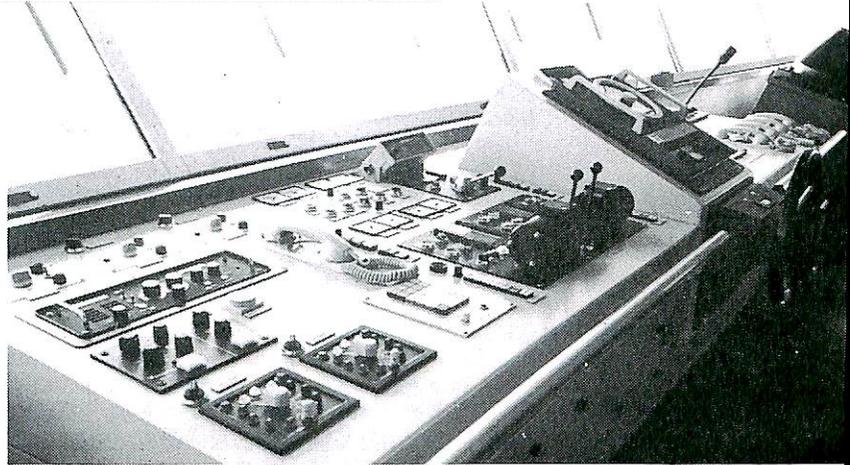
Duty free shop



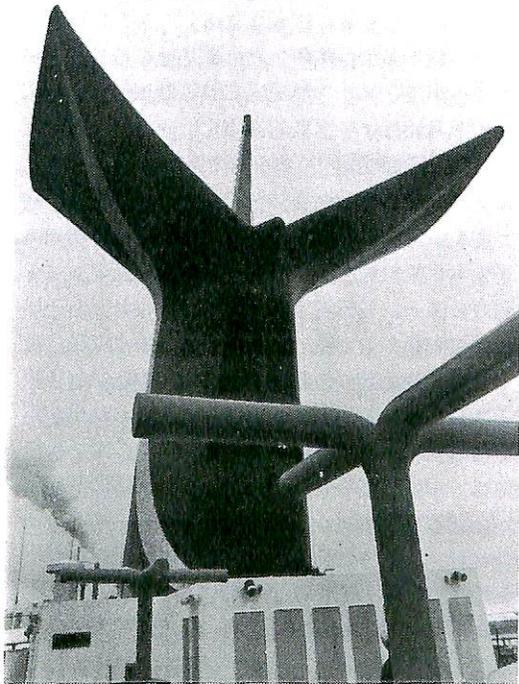
Gift shop



▲Bridge (front view)



Bridge (Wheel house)



Funnel

**FLUME SAVES FUEL
EASY AS 1** *Rolling increases resistance and fuel consumption*

2 *Bilge keels increase resistance and fuel consumption*

3 *The Flume Stabilization System reduces rolling more effectively than bilge keels, without loss of cubic or deadweight and provides substantial savings in fuel cost.*

For free fuel saving brochure, write:



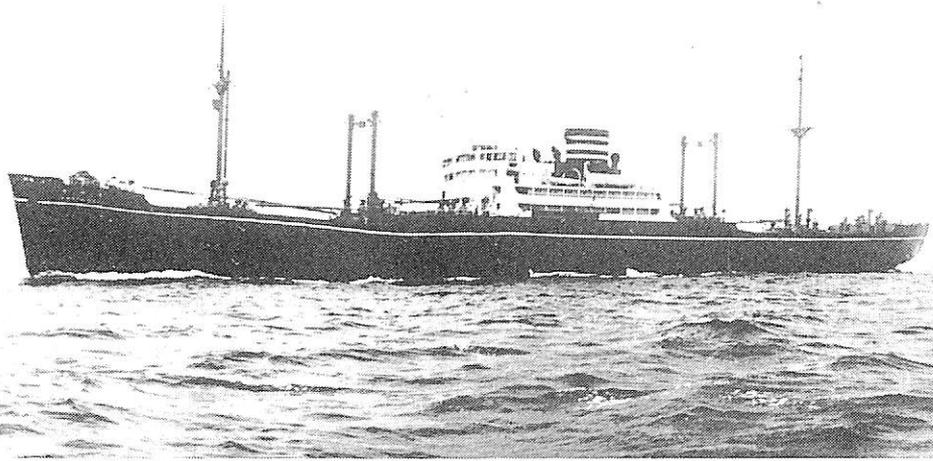
**FLUME
STABILIZATION
SYSTEMS**

Suite 3000
One World Trade Center
New York, New York 10048

日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

貨物船 粟田丸 日本郵船株式会社



三菱重工業(株)長崎造船所建造(第688番船) 船船番号 44231 船船信号 JWVL 起工 昭12-3-2
進水 12-8-5 竣工 12-12-23 全長 147.5m 垂線間長 140.0m 型幅 19.0m 型深 10.5m
満載喫水 8.39m 満載排水量 15,525.0t 総噸数 7,398T 純噸数 4,328.13T 載貨重量 9,567.96t
貨物艙容積(ベ) 14,754^m (グ) 16,147^m 主機械 三菱MS複動2サイクル無気噴油船用ディーゼル 8MSD
72/120型×1 出力(連続最大) 9,711PS (計画) 8,000PS 速力(試運転最大) 19.329kn
(満載航海) 16.0kn 船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋区域 ロイド 100A1 LMC RMC 鋼船
旅客 1等4名 姉妹船 赤城丸, 有馬丸, 浅香丸, 吾妻丸 船籍港 東京

日本郵船が昭和8年から9年にかけてニューヨーク航路に投入した6隻のN型船を一段と改良した5隻の高速船の第4船で、昭和12年8月5日午前7時長崎にて進水、本来ヨーロッパ・リバプール線用として計画されたが、昭和12年7月に開設された東航世界一周線に配船された。しかし、3年後にはヨーロッパで第2次世界大戦が勃発し、昭和15年5月完全休航となり、一時南米航路に配船されたが、これも世界情勢によって翌年8月休航となった。本船は、漢口に停泊中海軍に徴傭され三菱神戸にて改装工事を受け、14cm砲4門、25mm連装機銃2、13mm四連装機銃1、13mm連装機銃2、13mm単装機銃4、7.7mm単装機銃3、53cm連装発射管2とカタパルトを装備し、同年9月5日特設巡洋艦として軍籍に入った。

昭和16年9月6日第5艦隊・第22戦隊の旗艦となり、姉妹船浅香丸とともに北方部隊の主隊として10月20日横須賀にて第5艦隊と合流、11月下旬より千島方面の哨戒につく。

太平洋戦争開戦時には北方海域にて対ソ警戒にあっていた。昭和17年1月29日第22戦隊に姉妹船赤城丸が加わり、旗艦を同艦にゆずる。その後釧路を基地として北方海域の哨戒任務についていたが、4月18日午前7時2分東京空襲に向うドゥリットルの空母ホーネットなど2隻を発見(北緯36度・東経152度10分)、12時15分艦載機の空爆を受け至近弾により船体小破、1名軽傷の被害を

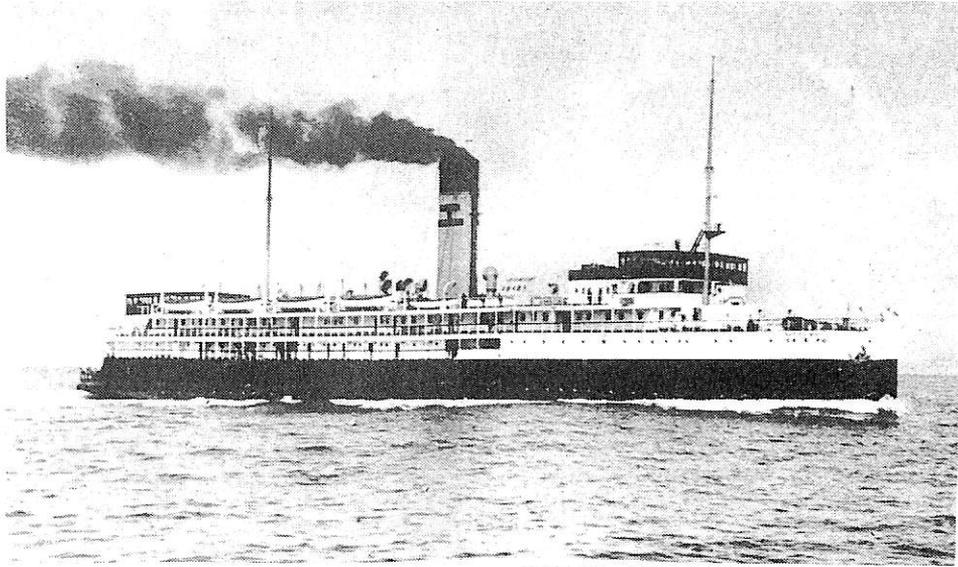
受け、4月23日釧路にもどる。

昭和17年5月10日アリュシャン列島攻略作戦のため哨戒部隊から除かれ主隊に編入される。6月8日キスカ島への上陸作戦に参加、本船は水上機基地を設営し、13日キスカ島を出港、アツ島を経て21日横須賀にもどる。

昭和18年2月18日アツ島防衛強化に向う第15船団に加わり幌筵発、「阿武隈」・「雷」の護衛で22日キスカ島に到着、32防空隊、飛行場資材を揚陸、23日午後2時19分キスカ発、27日幌筵に帰る。3月7日には再び君川丸、崎戸丸とともに第21船団・イ船団に加わり幌筵発、アツ島北海湾に進入、飛行場資材、弾薬、兵員185名を揚陸のち13日幌筵にもどる。3月21日再び哨戒部隊に復帰、キスカ島よりの兵力撤収(ケ号作戦)の応急収容隊に編入、7月15日ひそかにキスカ島沖に接近したが、霧がうすく撤収は不成功に終り17日幌筵に帰る。第2次撤収作戦では、本船は応急収容隊から除かれ幌筵に待期していたが、作戦は見事に成功した。

昭和18年10月1日連合艦隊附属の特設運送船となりトラック島に進出、海上機動兵団をボナベに輸送、ひきつづき上海に回航、同地より南方に向う陸軍部隊を乗せ丁4号輸送隊・第3輸送隊に加わりトラック島に向う途中、22日午前3時48分宮古島北方、北緯26度32分・東経125度5分の地点で米潜 Grayback (SS 208) の雷撃を受け沈没、陸海軍の将兵1,310名が戦死した。

鉄道連絡船 翔 鳳 丸 鉄道省



浦賀船渠(株)建造(第200番船) 船舶番号 29881 船舶信号 SPWB→JONA 起工 大11-8-10
 進水 12-5-29 竣工 13-4-19 全長 110.06m 垂線間長 106.68m 型幅 15.84m
 型深 6.70m 満載喫水 4.57m 満載排水量 4,529.0t 総噸数 3,460.80T 純噸数 1,269.81T
 主機械 英国メトロポリタン ピッカース社製ラトタービン一段減速歯車付×2 出力(連続最大) 5,730PS
 速力(試運転最大) 16.95kn 船級・区域資格 通信省 第3級船 輕構船 鋼船 乗組員 123名
 旅客 1等39名, 2等208名, 3等648名 姉妹船 飛鸞丸(浦賀) 松前丸, 津軽丸(以上三菱長崎)
 船籍港 東京

本州と北海道を結ぶ唯一の交通機関であった青函連絡航路は、開業当時1日当り乗客約300名、貨物1トン半であったが、大正12年頃にはこれが1,800名、1,100トンにまで増大し、これらの輸送は主として備船でまかなわれてきた。また、乗客と貨物はそれぞれ別の船で輸送され、港湾設備の不備もあって、小蒸気船や舢艫によって旅客や貨物の積卸しが行われるなど非能率的なことが多かった。その上、第1次世界大戦による深刻な船腹不足のため思うような備船をすることが困難となっていた。

そこで、鉄道省では旅客・貨物を同時に収容できる本格的な連絡船4隻を建造することになり、三菱長崎と浦賀船渠にそれぞれ2隻宛発注された。

本船はその第1船として完成したものであり、我が国における最初の旅客輸送用兼貨車渡船で、構造、汽機、汽缶などに多くの新機軸がおり込まれた。

本船の構造は、端艇甲板、上部遊歩甲板、下部遊歩甲板、車輛甲板、機関前後の正甲板より成り、二重底は船の全長に及び、船尾の形態、構造は船内に敷設した軌条と陸上軌条が完全に連絡できるようになっていた。

端艇甲板上最前部右舷に船長室、左舷に1等航海士及び2,3等航海士室、無線電信室などがあった。同甲板上に7.62mの救命ボート10隻、最前部に6.09mの伝馬船1隻を装備した。最後部には船尾操舵室があった。

上部遊歩甲板最前部に1等客室7室があり、これにつ

づいて1等喫煙室、1等食堂とつづき、食堂には4人掛テーブル4コ、6人掛テーブル2コが配置され、天井は天窗から自然の光をとり入れた。さらに後方には2等船客用の喫煙室及び寝室があり、最後部に大広間の2等客室があった。

下部遊歩甲板の前方側面には主として船員関係の設備があり、他は車輛のためのスペースにあてられた。

車輛甲板上には3条の軌条を敷設し、15トン貨車20輛以上を搭載することが出来た。同甲板の前方は船員居住区となっていた。正甲板は機関部を除いて前後に分かれ、いずれも大広間の3等客室となっていた。

端艇甲板および上下遊歩甲板には舷弧を与えたが、車輛甲板以下は船長の前部1/3から船尾にかけてはこれを省略した。前部マスト、後部操舵室上に18インチのスペリ一探照灯各1基を装備し、船首、船尾に舵を有していた。

本船は、建造中関東大震災にあい、完工が約6カ月おくれ、大正13年3月19日公試運転を実施し、最高速力16.95ノットを記録した。船価は163万4千円であった。

大正13年5月21日より一貫して青函航路に就航していたが、昭和20年7月14日米艦載機の青函地区大空襲にあい、午後3時10分頃約30発の空爆を受け、船体中央部より火災を発生、左舷より傾斜し、55分函館港第2号浮標北東2裡で船体を直立させて沈没、44名が行方不明となった。



オート バタム
輸出高速旅客船 **AUTO BATAM 2**

船主 Auto Shipping Pte, Ltd. (Singapore)

備南船舶工業株式会社建造(第5701番船)

起工 57-7-22

進水 57-11-3

竣工 57-12-10

全長 26.0m

垂線間長 24.00m

型幅 6.0m

型深 2.50m

満載喫水 1.15m

満載排水量 50.0t

総噸数 135.38T

純噸数 78.68T

燃料油槽 4.0m³

燃料消費量 162g/PS・h(100% MCRにて)

清水槽 1.5m³

主機械 MTU8 V396 TB83型

(デ)機関×2 出力(連続最大)950PS×2(1,940rpm)(常用)855PS×2(1,872rpm)

プロペラ 3翼2軸

発電機 三井ドイツ ディーゼル AC230V×30kVA×2

無線装置 SSB(JRC)

航海計器 レーダー

速力(試運転最大)28kn(航海)24kn

航続距離 247浬

船級・区域資格 NK 短国際航路

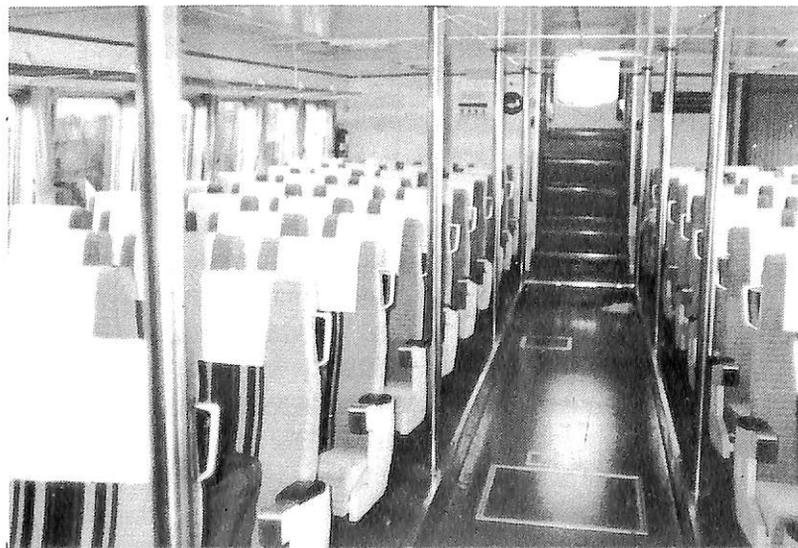
船型 ディープV型

乗組員 4名

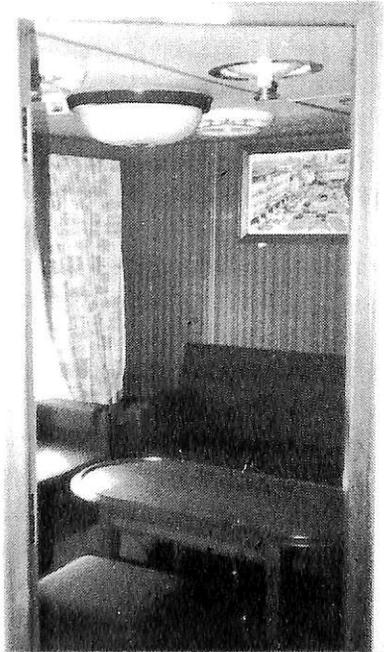
旅客 80名

航路 シンガポール～バタム島(インドネシア)～ダンジョンビナル(インドネシア)

- 本船は小型旅客船としては稀れに見る短国際の航路権を持ち1974年SO LASをクリアーしている。
- NK船としては最初の軽合金製高速船
- 12隻受注のシリーズ船の第1船



一般客室



VIP室

3月のニュース解説

米田 博

海運・造船日誌

2月21日～3月20日

- 海運・造船問題
- 一般政治経済問題

2月

- 21日○海運造船合理化審議会造船対策部会（部会長＝地（月）田知平氏）は、今後の造船対策を推進するため、地田部会長を委員長とする小委員会を設置し、初会合を開いた。小委員会では現行の海造審の需要予測を見直す一方、長期的な予測も行う予定。また6月末には特安法（特定不況産業安定臨時措置法）が期限切れとなるので、それ以降の造船設備に関連する対応も検討されるものとみられている。
- 28日●第2次臨時行政調査会は第4次答申として臨調解（月）散後の行政改革推進のための「行革推進委員会」（仮称）の設置を提案した。

3月

- 1日●海外の金相場は、石油値下げによる収入減を補う（火）ための産油国の金売りが伝えられ、2日間で1オンス当り100ドル以上の暴落となり、シドニー、香港では1オンス＝400ドルを割り込んだ。
- 3日●OPEC13カ国中主要8カ国石油相はロンドンで（木）石油価格調整を緊急協議した。（4日まで）
- 4日○ロンドン電によれば一時小康状態を示していた英（金）国営造船会社、ブリティッシュ・シップビルダーズ（BS）の経営が再び深刻な様相を呈し始めた模様。BSグループの中で特に不況の影響を受けているのは商船の新造部分で、オースチン・アンド・ピッカースジル、サンダーランド・シップビルダーズ、スミス・ドック、ゴバンなどの各造船所の経営不振が目立っているとのこと。
- 6日●西独連邦議会議員総選挙が行なわれ、連立与党の（日）キリスト教民主・社会同盟と自由民主党が過半数を制し、コール首相政権の基盤が強化された。また反核勢力の「緑の党」が連邦議会初進出を果たした。

- 9日●東京都知事選挙の社共統一候補に評論家の松岡英（水）夫氏が決定した。

○8日よりパリで開かれたOEC Dの造船部会と需給サブグループで、かねてからの懸案であった「船舶輸出信用了解」の延払い金利引上げ問題は、(1)各国金利が下がってきた。(2)市況が悪い、(3)第3造船国の台頭を助長する。——などの理由で、現行の8%を据え置きと決まった。

- 14日●8日からロンドンで始まったOPEC13カ国の石（月）油相会議で漸く合意に達したため、臨時総会に切りかえて、(1)生産上限を日量1,750万バレルとし、これを各国に配分する。(2)基準原油価格を5ドル下げて1バレル＝29ドルとする、を決定した。

●第2次行政調査会（土光敏夫会長）は2年間にわたる討議の締めくくりとして中曽根首相に行政全般にわたる改革方策を打ち出した最終（第5次）答申を提出した。機構の再編成には運輸省が最も前向きな態度を示しており、許認可官庁から政策官庁へ脱皮するために運輸政策局、国際運輸局、海上技術安全局をつくるなどとなっている。

○大阪商船三井船舶は運輸省および北米航路の邦船5社に対し、8月22日付で期限切れとなるコンテナ船の北米太平洋岸航路（PSW, PNW）にスペース・チャーター（共同配船）方式の解消と単独配船の実施について正式に方針を明らかにした。これにより昭和40年代から続いてきた邦船の共同配船体制が崩れることとなる。

○政府は、日本有事の際、わが国に向け物資を輸送する外国籍船舶に対する自衛隊護衛問題について統一見解を参院予算委員会理事会に提出した。

- 17日●西独連邦銀行は景気テコ入れのため公定歩合を1（木）%下げて4%とすることを決めた。1982年春から始まって4回目（計4%）の切下げ。18日から実施する。スイス、オーストリア、オランダも追随した。

- 18日○海造審は内航船の今後1年間の最高限度量を、貨（金）物船190万3,000総トン、タンカー98万5,000総トンとするのが適当であるとの答申をまとめ、長谷川運輸相に提出した。いずれも57年9月末現在の現有船腹量より約3万総トン低い水準となっている。

石油値下げと海運造船

OPECの苦悩

今回、OPECをテーマとするのは、もちろん石油値下げが海運造船にとって非常に重要な出来事であると考えられるからであるが、同時に、世界の石油の需給バランスと四つに取組んでいるOPECの活動状況は、業種業態が全く異なるから参考にならないという人が多いにしても、海運又は造船の国際協調を考えるに当たって大きな手がかりになると思うからである。あれだけ強かったOPECの国際カルテルさえ崩壊の危機に遭遇したではないか、という意見と逆に、私は、失敗しても失敗してもOPEC全体の合意を得るために忍耐強く会議を重ね、遂に合意をかちとったOPECに、世界の海運、造船は学ぶべきものが多いと考えるのである。このニュース解説を私が担当し始めてからだけでも、OPECが、石油の値くずれを防ぐために苦悩している様子を何回か伝えてきた。海運造船日誌から拾ってみよう。

昨年12月19～20日のウィーンでのOPEC総会に続いて今年1月23～24日にはジュネーブでOPEC石油相会議が開かれたが、国別生産割当てと、品質・地域による油種間価格差は正のいずれも意見調整に失敗し、決裂状態のまま閉幕した。23日にはOPEC全体の生産上限をそれまでより日量100万バレル引下げて1,750万バレルとすることに合意していたが、これも白紙に戻ったのである。

英石油公社(BNOC)はOPECが石油値下げを発表したらこれに追随するつもりであったと思われるが、OPECが小田原評定を繰り返してさっぱり結論を出せないうちにソ連がウラル原油を値下げしたため、2月18日に突然北海産原油公式販売価格を2月1日にさかのぼって1バレルにつき3ドル引き下げ30.5ドルとする、と提示した。英国と同じ立場のノルウェーがこれに追随したのは当然といえよう。

ところが翌19日に、北海産原油と品種の似ている原油を産するOPEC加盟国のナイジェリアが単独でその産油であるボニーライトの公式販売価格を同じく2月1日にさかのぼって1バレル当り5.5ドル引き下げ30ドルにすると発表したため、OPECは崩壊の危機にさらされたのであった。

ナイジェリアの決定に対応するために、先ず、2月22

～23日サウジアラビアの首都リヤドに、サウジアラビアの他クウェート、アラブ首長国連邦(UAE)、カタールの湾岸協力会議(GCC)4カ国に加え、イラク石油相も協議に参加した。ここでは基準原油価格の値下げについて一応の合意が得られた模様で、その後数日間はOPEC諸国および非OPECのメキシコ、英国、ノルウェーの相互間でパリなどで個別の話し合いが精力的に続けられた。

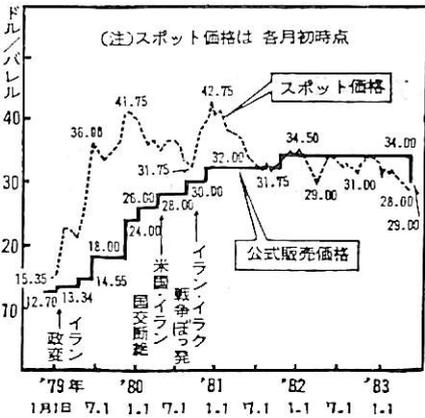
3月3日から舞台はロンドンに移った。OPEC13カ国のうちサウジアラビア、UAE、クウェートの湾岸産油国、ナイジェリア、ベネズエラ、アルジェリア、インドネシア、リビアの8カ国の石油相は原油価格・生産調整など直面する課題についての緊急協議を始めた。しかしながら、3月3～4日と続いた8カ国協議は最終的な合意にまで達せず、イラン、イラク、カタール、エクアドル、ガボンの残り5カ国に参加を呼びかけて7日に全体協議を行うこととなった。

3月7日はイランが自国内の調整不足を理由として延期を申し出たため全体協議が行われず、8日から開催されたが、その後14日まで延々7日間のマラソン協議の結果漸く合意に達したので、OPEC第67回臨時総会に切り替えて次の各項を決定しコミニケとして発表した。

- (1) 基準原油アラビアンライトの価格を1バレル=34ドルから5ドル下げ、29ドルとする。
- (2) 1982年3月のウィーン総会で合意した油種間格差を維持するが、ナイジェリア産原油は暫定的な例外措置として、バレル当り基準価格の1ドル高とする。
- (3) 産油上限は、83年内は日量平均1,750万バレルとする。サウジアラビア生産枠は特定せず、同国は市況に応じ産油量の調整役を果たす。
- (4) 加盟各国は、原油価格体系を脅かすような世界市場での石油製品の安売りや価格割引を厳に慎む。
- (5) イランは自国の産油上限を受諾するが、値下げ決定への態度を留保する。
- (6) 当面の諸困難を解決するため、いくつかのOPEC非加盟石油輸出国による協調の努力を歓迎する。

石油値下げの海運造船への影響

第2次石油危機以降の石油価格の動きは第1図のとおりとなっている。世界石油需給の現勢ではOPECの現在の生産水準は日量1,400万バレルといわれているので、今回決定した生産上限は供給過剰を解消して値下げ戦争を回避するという目的達成にはほど遠い。このためこれまでOPEC会議の行方をみていたイギリス、メキシコ



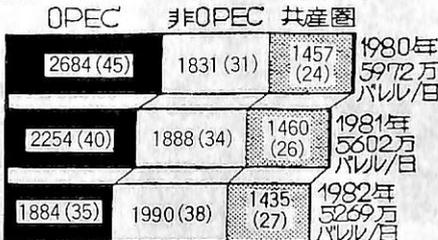
第1図 石油価格の動き(アラビアンライト)

(出所；昭和58年3月15日付読売新聞)

など非OPEC産油国、メジャーはじめ消費国石油会社の対応次第では、再値下げへの圧力がかかることも考えられ、事実上連は3月15日にさっそく2回目の値下げを実施し、ヨーロッパにおけるシェアの増大をはかり再び北海原油に脅威を与えている。

石油の値下がりには海運造船にとって朗報である。二度のオイルショックによる世界の同時不況の道を逆に辿って景気が回復するなどはないことであるが、石油の値下がりによって世界の景気が幾分かでも向上し、世界の海上荷動きが活潑になるであろうことは各種の調査機関が行なって発表しているシミュレーションの結果によっても明らかであり、船腹需要の増大方向に貢献するものと見られている。直接的には船舶の使用する重油価格の低下により燃料費が節減されるだけでも船会社経営に好影響を与えるものと期待できる。

一部に逆オイルショックなどと称して、産油国の経済失調のために世界経済が混乱することを心配しているむきもあり、例えば中東にプラントを輸出中である企業や、メキシコなどにお金を貸している銀行などにとっては大きなマイナスかも知れないが、今回の1バレル=29ドルの線は石油の生産国にも消費国にも混乱を与えない程度



第2図 世界の原油生産量 ()内は%

(出所；昭和58年3月15日付朝日新聞)

の値下げであったといえよう。

仮に再値下げがあっても、国際エコノミスト長谷川慶太郎氏などが観測しておられるように、「石油最大のユーザーである電力における競争エネルギーたる一般炭の価格との関係よりして、石油基準価格(アラビアンライト)は最終的にも25~28ドルで落ち着くのではないかとされており、これでも大変な値下がりではあるが、この程度ならば世界経済が混乱することはない。

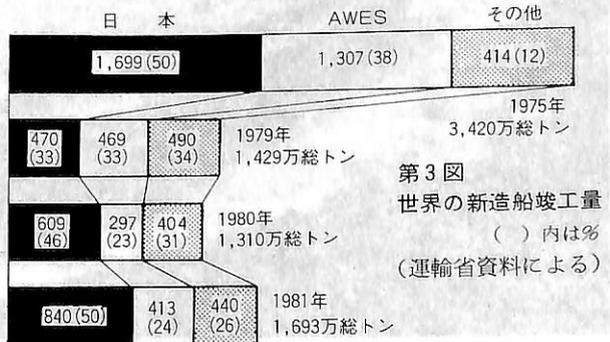
国際経済協調とアウトサイダー

OPEC及び非OPEC各国は石油価格値上げの過程ではまずOPECが値上げして非OPEC及び共産圏が之に追随するという形で問題なく推移してきたが、一度値下げが日程に上り始めるやアウトサイダーたる共産圏及び非OPEC諸国がつけた火をOPECが消しに廻ることになったことは先に詳しく述べたとおりである。

世界の原油生産量の推移をOPEC、非OPEC、共産圏別に見ると第2図に示すようになってきている。本図に示すようにOPECの生産量がどんどん減少している間に非OPEC及び共産圏ではほぼ横這いであり、結果的にOPECのシェアが急激に減っており、従って世界石油生産国間での発言権も低下しているとみられる。

翻って世界新造船竣工量の推移を見ると第3図のようになってきている。近年はシェアは年々大きく変動しているが、日本及びAWESという先進造船国で竣工量が急減している間に、韓国を始めとする「その他」は横這いを続けており、今やOEC Dメンバー70%に対してアウトサイダー30%といったシェアになっている。

先月のニュース解説でも述べたことであるが今や日本は石油におけるサウジアラビアの役割を引受け、AWESと手を結び、韓国など第3造船国に辛抱強くアプローチを続けて同じテーブルについてもらい、世界の船腹需給の調整への働きかけをしなければならない立場になったのではなかろうか。



第3図 世界の新造船竣工量 ()内は% (運輸省資料による)

●新造船紹介

省エネパナマックス 66,000DWT 型撒積船 “へがさす丸”

住友重機械工業株式会社
船舶海洋事業本部 / 計画室

1. はじめに

本船は当社が新たに開発した省エネパナマックス66,000 DWT型撒積船の第一船であり、第一中央汽船および丸の内汽船向に建造され、昭和58年1月11日に竣工した。

本船は大直径、低回転プロペラのほか、住友スターンバルブ(SSB)を採用して推進効率の向上に努め、排ガスターボ発電機等を採用して燃料消費量の低減を目指した高経済船である。

主機関は住友-スルザー5 RLB 76を採用した。一般に少数シリンダー機関は振動問題が発生しやすいとされてきたが、本船においては、後述の如く綿密な防振対策を施し何ら問題を起こす事無く無事引渡しを終えた。

以下に、本船の概要と特徴とを紹介し、参考に供する次第である。

2. 主要目等

全長	225.031 m
垂線間長	216.00 m
型幅	32.20 m
型深	18.20 m

夏期満載喫水	13.00 m
総トン数	36,764.37 T
純トン数	24,367.62 T
載貨重量	66,713 t
航行区域	遠洋
船級	NK, NS*, "Bulk Carrier, alternate holds may be empty", MNS* and M0
試運転最大速度	16.25 kn
航海速度	14.10 kn
航続距離	27,900 浬
最大搭乗人員	32名
貨物艙合計	76,173 m ³
鉱石艙合計	42,466 m ³
燃料油タンク合計	3,594 m ³
バラスト専用タンク	21,685 m ³
清水タンク	431 m ³
艙口数	7
主機	住友-SULZER 5 RLB 76 1基
連続最大出力	12,250 PS × 106 rpm
常用出力	10,410 PS × 100.5 rpm
プロペラ	固定ピッチ, 4翼, 1軸



省エネパナマックス
66,000 DWT 撒積船

“へがさす丸”

3. 船型および配置上の特色

本船の線図作成に際しては、多くの水槽試験を行い、最適のものを選んだ。

本船は一般配置図に示すごとく平甲板型船尾機関船であり、球状船首、トランサム型船尾および住友スターンバルブ（SSB）を有する。

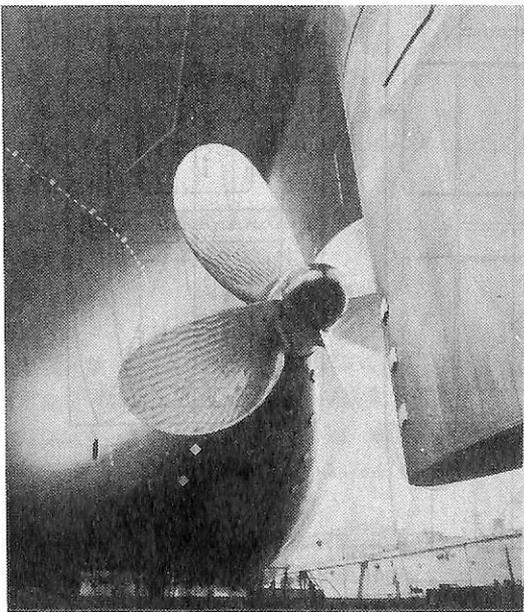
上甲板下は9枚の水密隔壁にて、船首タンク、7つの船艙、および船尾タンクに区別されている。船艙については、穀類、石炭等は全艙に、鉍石は奇数番艙に積載される。

甲板室は機関室上部に5層設け、公室、船員居住区、事務室および航海通信関係室にあてている。

4. 住友スターンバルブ（SSB）について

本船は前述のとおり、船尾に住友スターンバルブを有している。このバルブは当社において、省エネおよび振動低減対策の一環として開発に注力されてきたもので、最近の当社の建造船の多くはこの住友スターンバルブを設けている。

従来、船尾バルブ船型に関する定説として、“船尾バルブは、伴流分布を均一化しキャビテーションおよび船体振動の低減には寄与するものの、抵抗増加を押さえることが難しく、馬力低減に対しては必ずしも有効でない”と言われていたが、当社では抵抗増加なしで、自航要素の大幅な改善を得るべく研究と水槽試験を積み重ねてこ



住友スターンバルブ（SSB）

の省エネ船尾バルブの開発に成功した。

新しく開発された船尾バルブは、プロペラ前方の船体を局所的に肥らせたもので、バルブの大きさ、中心高さおよび曲率半径の変化等に工夫を凝らしたものである。また、これと並行して、船尾バルブ周辺の形状も船尾バルブの効果が最大限に発揮できるように改良されている。

この船尾バルブ船型を採用することにより、船尾流場が改善され、キャビテーションおよび船体振動の減少は言うに及ばず、同一船速での馬力比較では、従来船型に比して馬力低減が達成され、試運転においても予想通りの良好な結果が得られた。

5. 船体構造

本船の構造形式は、船艙部上甲板、トップサイドタンクおよび船底部が縦肋骨方式で、船艙側部、船首部、機関室、船尾部および上部構造は横肋骨方式となっている。艙内の隔壁はその下部にホッパーの付いた縦波板構造（除前後端）である。船首部および船尾部は、パンチングおよび船尾振動に対して補強を施しており、機関室の構造も、主機の特性（5RLB76）を十分考慮に入れて、万全の防振対策を施している。これらの対策は、海上試運転において、その有効性が確かめられた。

6. 船体機装

6・1 甲板機械

揚錨機	24t × 9 ^m /min	2台
係船機	12t × 15 ^m /min	5台

各甲板機械は電動油圧駆動で、甲板上に効果的に配置されている。

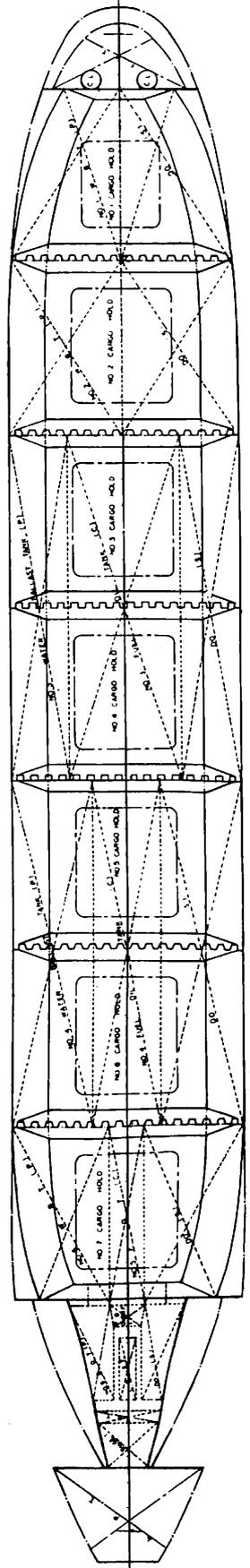
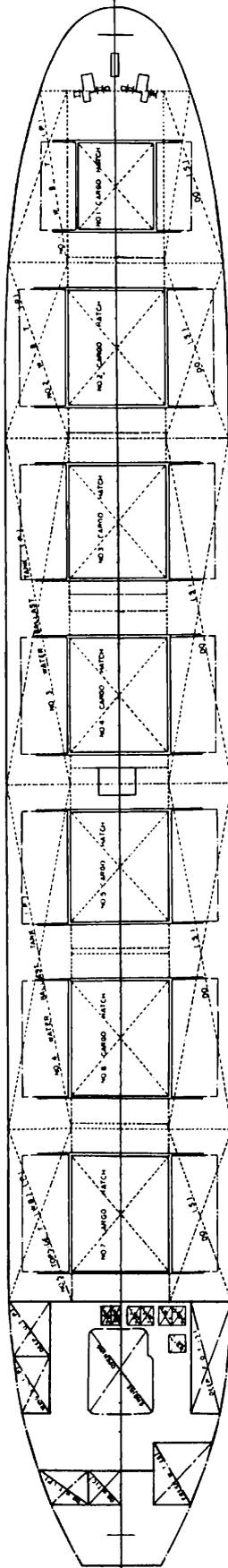
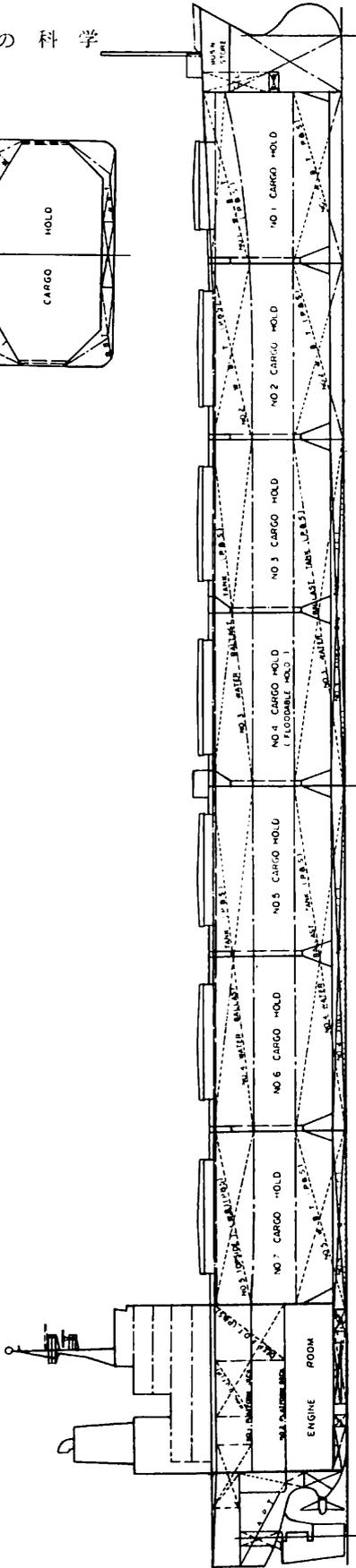
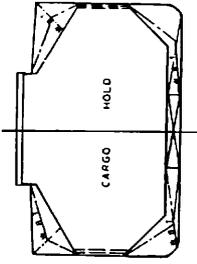
6・2 艙口蓋

本船の艙口蓋は全部で7組あり、サイドローリングタイプ鋼製風雨密蓋で、船体重量軽減のためここにも高張力鋼を使用している。開閉方式は、電動油圧駆動のオイルモーターによるチェーンドライブ方式で省力化を図った。また、艙口蓋上の作業の合理性および安全性貨物荷役の効果的積付を考慮に入れた設計となっている。

6・3 塗装および防食

本船の船底外板、立上り部および水線部には自己研磨型の防汚塗料が施され、船体汚損による船速低下を極力押えている。とくに、船首および船尾部の消耗の著しい部分には増塗り等のきめ細かい対策がなされている。

TYPICAL SECTION



第一中央汽船・丸の内汽船向け
省エネパナマックス66,000 DWT型撒積船“べがさす丸”一般配置図

住友重機械工業建造

6・4 居住区

居住区は、防音防熱関係および防振対策に十分配慮し、かつ合理的な配置とし、安全で居住性のよいものとしている。

6・5 諸管臈装

諸管の配管は、各機器の取扱い、保守に便なるように導設され、曲管部分をできるだけ少なくし、また船体運動や船体振動等に対して十分な強度を有するように配慮がなされている。また各管の材質も、その機能を十分に発揮できるものとなっており、特に、アルマ加工管を多く使用し、保守上の考慮を払っている。

燃料油管は、積み込みの便を計るため、上甲板上居住区前の両舷に給油口を設け、各燃料油タンクへ直接給油できるように考慮されている。各燃料油タンクにはハイレベルアラームを設け、燃料油積み込み場所でも監視できるようになっている。また、給油口の下部には、USCG要求に従い、漏油防止のコーミングが設けられている。

7. 機関部

7・1 機関部主要要目

主機械

形式×数 住友-スルザー 5 RLB 76 1基
 連続最大出力 12,250PS×106rpm
 常用出力 10,410PS×100.5rpm

プロペラ

形式×数 4翼一体形固定ピッチプロペラ 1基
 直径×ピッチ 6,400mm×4,550mm
 材質 ニッケルアルミブロンズ

補助ボイラ

形式×数 乾燃室式煙管横形丸ボイラ 1基
 最大蒸発量 3,500kg/h
 蒸気状態 7kg/cm²G×飽和

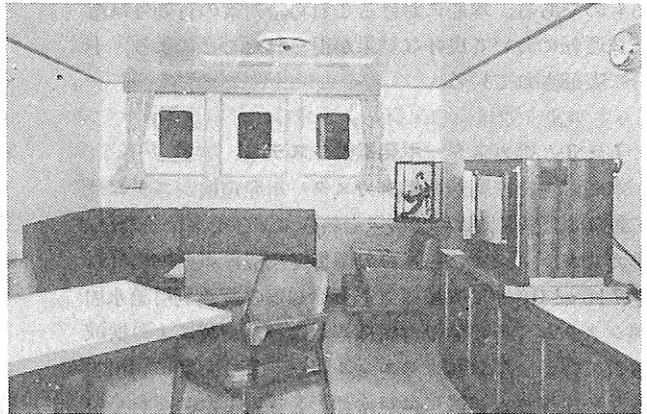
排ガスエコノマイザ

形式×数 二段圧力強制循環式 1基
 蒸発量(合計) 3,650kg/h(主機常用出力にて)
 蒸気状態 高圧蒸気 6.5kg/cm²G×250℃
 低圧蒸気 2.5kg/cm²G×飽和

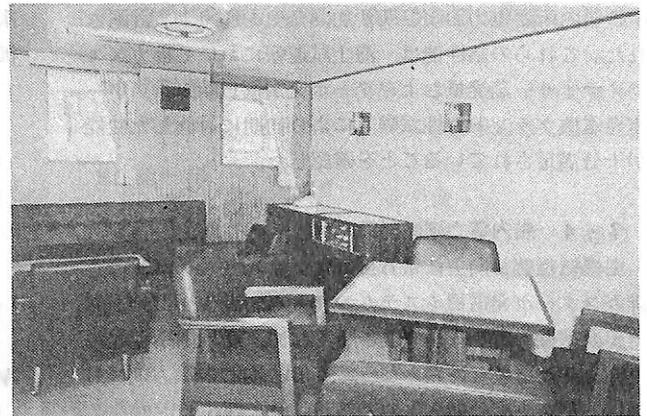
ターボ発電機

形式×数 横形真空式蒸気タービン 1基
 出力×回転数 520kW×1,800rpm
 発電機 650kVA, AC 450V, 60Hz

ディーゼル発電機



士官喫煙室



娯楽室

形式×数 立形, 4サイクルディーゼル機関 2基
 出力×回転数 780PS×720rpm
 発電機 650kVA, AC 450V, 60Hz

7・2 主機械および軸系装置

本船の主機械の選定は、省エネルギーの見地から少数シリンダ・大口徑エンジンが有利であること、ディレイティングによる燃料消費率の向上等を考慮して決定されたものである。これは先きに当社が大口徑4シリンダ主機械を搭載し、その有効性を実証した60,000DWTタンカーの主機械選定と同じ思想によるものである。勿論、5シリンダ機関採用については特に振動問題があり、軸系プロペラを含めた推進装置全体に対する十分な事前検討による解決が必要である。本船においても設計段階において船体・機関部に関する防振上の検討が行われている。振動対策は、主機械の不均衡偶力による1次、2次の振動、H形架構振動および前後振動、トルク変動による軸系振り振動、軸の前後振動および船体振動等に対す

るものである。本船におけるこれら諸対策の有効性は海上試運転において良好な結果が得られたことにより、十分に実証されている。

7・3 排ガスターボ発電機システム

本船の主機械廃熱利用排ガスターボ発電機システムは、二段蒸気圧強制循環式(蒸気過熱器および給水予熱器付)排ガスエコマイザー、高効率形発電機蒸気タービン(真空710 mm Hg)、主機械掃気空気冷却器の廃熱利用給水加熱システム、その他の付属機器および諸装置により構成されている。なお排ガスエネルギーをより有効に利用するため主機械過給機には無冷却形を採用した。これらのシステムと後述する船内電力削減対策により、通常航海中の船内所要電力および所要加熱蒸気を賄うよう計画された。これらの諸性能は、海上試運転において排ガスエコマイザー-蒸発量およびターボ発電機負荷試験、ターボ発電機プラント特性試験等により初期に計画した性能が十分満足されていることを確認した。

7・4 船内電力削減対策

主機械燃費率向上による排ガスエネルギーの減少は、排ガスターボ発電機システムの発生電力減少となり、ターボ発電機システムを成立させるため、船内の所要電力削減は益々重要な課題となっている。本船の電力削減対策は、概略下記の如きものである。

- ・冷却海水システムの合理化による電力削減
- ・主冷却海水ポンプの速度制御による電力削減
- ・各種補機類の力量、モーター出力の適正化

なお、本船に適用した冷却海水システムの合理化は、種々のシステムの比較検討を行なった結果、全冷却海水を主機械(軸系、造水装置を含む)、ターボ発電機復水器、ディーゼル発電機を含むその他の海水サービスシステムの3系統に分け、それぞれ所要電力が最少となる海水フローとした。更に海水サービスシステムには高揚程を必要とするエアウォッシャー、居住区雑用等への供給は低揚程の海水サービスシステムよりブーストポンプ(小容量、中揚程)を介して供給する海水ブーストシステムとした。

これらの電力削減対策により、通常航海中の所要電力を約10%削減した。

7・5 その他

その他の項目で省エネルギーおよび省燃費的なものを列記すれば

- 1) 主機械のC重油発停

- 2) 補助ボイラの廃油燃焼

このため補助ボイラにはロータリー式バーナを採用した。

- 3) ディーゼル発電機機関のブレンド油使用等である。

また、燃料油の低質化に対するため、燃料油の清浄は二段清浄も可能なシステムとし、主機械供給燃料の自動粘度制御を行なっている。

7・6 機関部の自動化

本船の機関部自動化は、NK-M0仕様および船舶の特別償却制度の要求を満足するものとして計画されている。機関制御室は、機関室内左舷上段に装備し機関部の集中制御および集中監視を行なっている。また、機関制御室内には約50点の自動記録装置を設けている。

主要な遠隔制御および自動化の項目は

- 1) 船橋操舵室からの主機械遠隔自動制御
- 2) 機関制御室からの主機械遠隔操縦
- 3) ディーゼル発電機の遠隔および自動制御
- 4) 蒸気発生装置の自動化
- 5) 主要補機の遠隔発停および自動制御
- 6) 諸系統の温度、圧力、レベル等の自動制御
- 7) 火災警報および操舵室/居住区延長警報装置等である。

8. 電気部

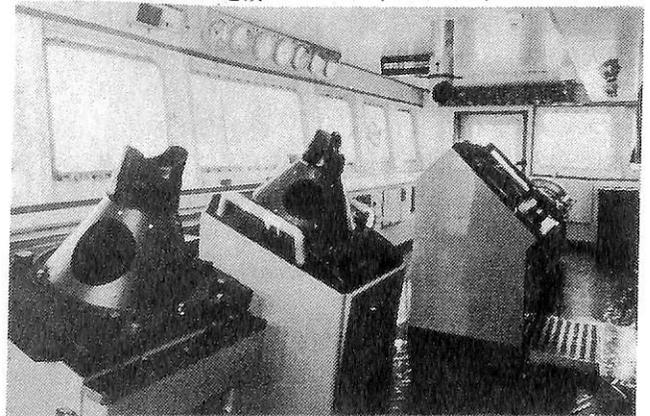
8・1 電気部主要目

- (1) 発電機

ターボ発電機：520kW(650kVA) 1台

AC 450V, 3相, 60Hz, エアフィルタ付防滴保護形

ディーゼル発電機：520kW(650kVA) 2台



操 舵 室

AC 450 V, 3相, 60 Hz, エアフィル
タ付防滴保護形

発電機使用条件：通常航海時	ターボ発電機	1台
出入港時	ディーゼル発電機	2台
荷役時	ディーゼル発電機	2台

(2) その他の電源装置

一般用蓄電池：300 AH, 24 V	2組
無線用蓄電池：200 AH, 24 V	1組
変圧器：3組（機関室用, 居住区用, 船首部用）	

(3) 航海装置

ジャイロコンパス	1台
オートパイロット（ジャイロコンパス組込形）	1台
音響測深儀（浅海警報付）	1台
電磁式測程儀	1台
レーダ	2台
無線方位測定機	1台
ロランC受信機	1台
オメガ受信機（チャートレコーダ付）	1台
デッキ受信機	1台
気象用ファクシミリ	1台

(4) 無線装置

主送信機 中波, 中短波, 短波 (SSB)	1台
補助送信機 中波, 中短波, 短波	1台
1号受信機 プリセットメモリ付	1台
2号受信機	1台
補助受信機	1台
500 kHz オートアラーム受信機	1台
2,182 kHz オートアラーム受信機	1台
その他空中線切替器等	1式
VHF 無線電話機	2式
船舶電話（コイン投入式, 電話室内に装備）	1式

8・2 電源関係

(1) 電源関係

本船は自動同期投入装置及び自動負荷分担装置を装備している。この自動負荷分担装置には、ターボ発電機とディーゼル発電機が並列運転中、主機の負荷状態の変化や電力需要の変化に対応してできる限り排ガスエコマイザの蒸気を有効利用しよう、負荷分担比率調整ダイヤルを機関制御室に装備している。

(2) 照明関係

M0 運転時に機関室内の不要照明灯を消灯可能なるよう、機関制御室にスイッチを装備している。ただし安全を確保するために居住区画の機関室入口から機関制御室、さらに主機の機側操縦場所までの通路に常夜灯を配置し

てある。

(3) 航海装置関係

近年、操舵の合理化による省エネに対する認識が深まりつつある。本船においても、従来の保針性を重視する余り過度の操舵を行う方式をあらため、外的状況に応じて自動的にゲインをコントロールするデュアルゲイン形オートパイロットを採用して、操舵による推進抵抗の増加を最小限に抑えている。

8・3 その他

(1) 積算運転時間計

機関部におけるスケジュールメンテナンスに便なるよう主機を始めとして発電機, 空気圧縮機, 油清浄機等の主要補機の積算運転時間計を機関制御室に装備している。

(2) その他

本船の暴露部における小形電線ハンガは、すべてステンレス製とし、メンテナンス作業の軽減をはかっている。

9. 結 語

今回紹介した“べがさす丸”は当造船所において建造された省エネバナマックス 66,000 DWT 型撒積船シリーズの第一船として誕生した。

本船の建造に際しては、船主の御指導、御協力を得たことに対し厚く御礼申し上げると共に、本船の航海の安全と今後の御活躍を祈る次第である。

● 海外技術短信

海洋ガス田の陸揚げ用新システム

海洋ガス田で生産された LNG や LPG を経済的に陸揚げするシステムが英国の Offshore Liquefaction & Shipping Co., Ltd. によって開発された。オラスコ (OLASCO) システムと呼ばれる。このシステムの心臓は LNG を 4~5 気圧で保つ特殊設計の“マルチローブ・タンク”にあるとされており、これによって LNG を -135℃ という状態（大気圧下で貯蔵するよりも約 30℃ 高い）で保つことを可能にする。このことによって、オフショアにおけるプロセス・プラントにおける電力消費を 20% 以上節約できる。このシステムのために PASS と呼ばれるガスのプロセッシングと貯蔵のための特殊船舶が使われるが、PASS は液化プラントと貯蔵タンクが装備されてガス田付近に係留される。ガスは海床パイプラインを通じて PASS に供給され、液化が終わったガスは、これまた特殊設計の船舶によって PASS から陸上のターミナルへ運ばれたのち貯蔵され、目的に応じて経済的に再ガス化される。

（資料提供；英国大使館）

●新造船紹介

40,000DWT型高粘度・高比重原油運搬船 “PHILMAC VENTURE”

三菱重工業株式会社
長崎造船所 造船設計部

1. はじめに

本船は、Philmac Oils Limited / Philmac Panama Incorporated 向けに三菱重工(株)長崎造船所にて建造したオイル・タンカーであり、1982年6月起工、同年9月進水、同年12月20日船主へ引渡された。

本船は、主にベネズエラ～英国間でアスファルト分の多い高粘度・高比重油である通称“MONAGAS” Crude Oilの輸送に従事する。このため、一般配置はもとより、荷役関係の諸機器の設計に当っては、高粘度・高比重油に対する諸対策が織り込まれた。

本船の主機は、燃費の改善を図るため5気筒低速ディーゼル機関が採用された。低気筒数ディーゼル機関では、一般に主機起振力による振動が問題となるが、本船では十分な事前検証を行い、主機起振力に対する種々の対策が講じられた。

省燃費、省力化についても、船主との十分な技術的討論、検討を行い種々の対策が実施された。

又、本船は、1978年IMOの議定書を含む1973年 MARPOL, 1974年 SOLAS に適合したオイルタンカーである。

2. 主要目

船級

ABS + A1[Ⓢ] “Oil Carrier” + AMS and + ACCU

適用法規

パナマ海事規則

1978年議定書を含む1974年 SOLAS

1978年議定書を含む1973年 MARPOL

パナマ及びスエズ運河規則

非米国籍船に対する USCG 規則

Non-Canadian Ship Regulations

主要寸法

全長 204.20 m

垂線間長 195.00 m

幅(型) 27.40 m

深(型) 16.30 m

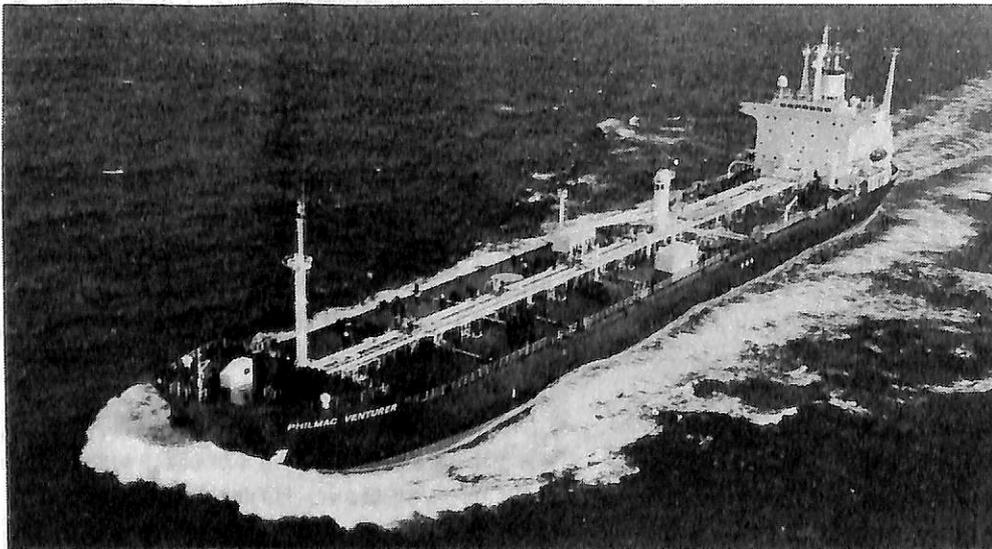
夏期満載喫水(型) 10.97 m

載荷重量及びトン数

載荷重量 40,794 t

総トン数(パナマ) 20,951.72 T

純トン数(パナマ) 14,313 T



40,000DWT型
高粘度・高比重
原油運搬船

“Philmac
Venture”

タンク容積		
貨物油タンク容積	47,431.7 m ³	
バラストタンク容積	17,581.8 m ³	
燃料油タンク容積	1,786.3 m ³	
清水タンク容積	239.5 m ³	

主機関等

主機関	三菱スルザ ターボチャージャー付 2サイクル低速ディーゼル機関 5RLB 76	1基
最大出力	12,250 PS × 106 rpm	
常用出力	11,025 PS × 102 rpm	
主ボイラ	Smoke tube type	2基
蒸発量 (合計)	35,000 kg/h	
蒸気圧力	16kg /cm ² g, Saturated	
排ガスエコノマイザ	Forced circulation type	1基
蒸発量	1,500 kg/h	
蒸気圧力	7kg /cm ² g, Saturated	
推進器	ニッケルアルミ青銅製 5翼1体キールレス型	1基
発電機	主発電機 ディーゼル駆動 450V 600 kW	3基
非常用発電機	ディーゼル駆動 450V 100 kW	1基

速力等

試運転最大速力	15.98 kn
航海速力	15.4 kn
航続距離	約 11,000 海里

乗組員

職員	9名
部員	16名
その他	9名
最大乗組員数	34名

ポンプ

貨物油ポンプ	蒸気タービン駆動 1,150 m ³ /h × 135 mTH	3基
バラストポンプ	電動モータ駆動 750 m ³ /h × 25 mTH	2基

甲板機械

係船機兼用ウィンドラス	電動油圧式 ウィンドラス 22t × 9m / min	2基
係船機	10t × 20m / min	2基
係船機	電動油圧式 10t × 20m / min	4基
デッキ・クレーン	電動油圧式 10t × 10m / min	1基

艀取機 電動油圧式、ラム型 1基

3. "MONAGAS" Crude Oil について

本船で輸送される予定の "MONAGAS" Crude Oil は、良質のタール分を大量に含んでおり、アスファルトの製造原料として使われる。

"MONAGAS" Crude Oil の物性は概略

粘度 1.350 SUS (290 cSt) at 70°C

比重 0.9868 (API = 11.9)

であり、高粘度・高比重の原油である。

従って、"MONAGAS" Crude Oil の輸送に従事する船の設計においては、次の点に留意を要する。

- 1) ヒーティングコイルの温度条件
- 2) 貨油タンクのストリップング、貨油管のドレン切り
- 3) カーゴホンプの高温対策

尚、本船の場合、陸側からの受入時40°C以上、揚荷時60°C以上の温度で、積揚荷が行なわれる。

4. 船型および一般配置

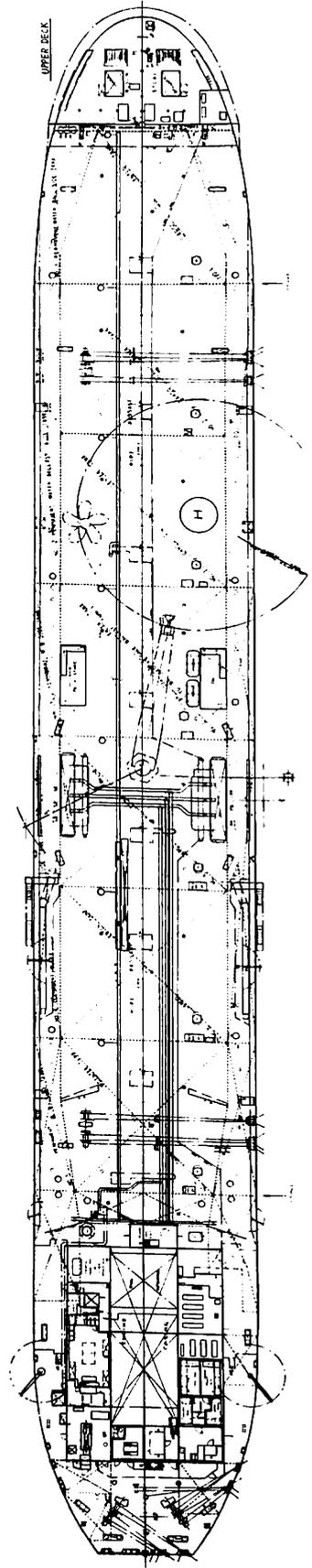
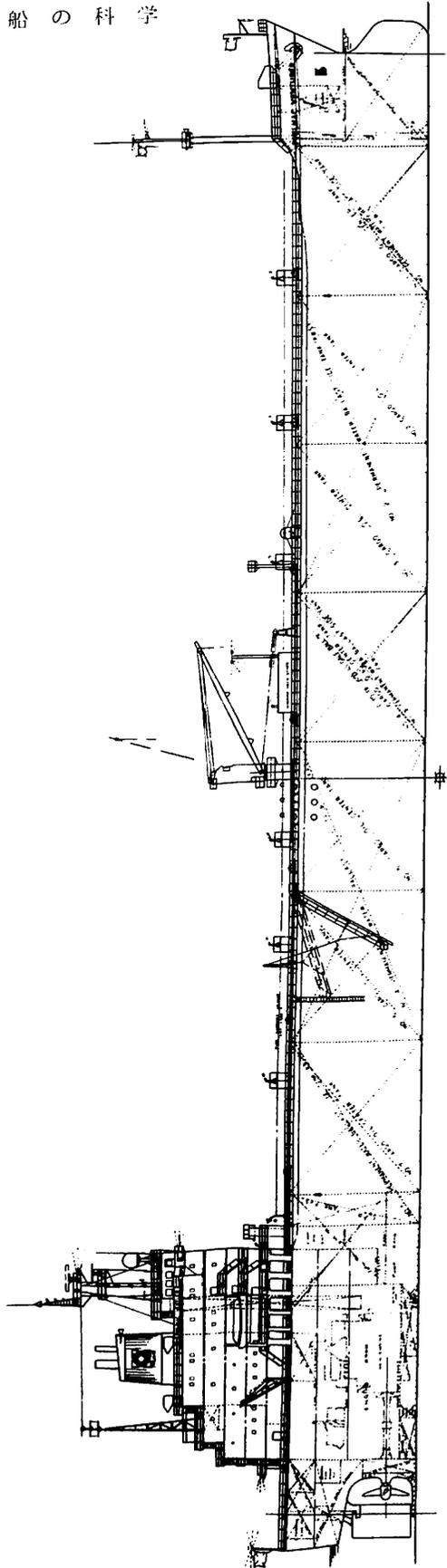
本船は、一般配置に示すごとく、船首楼付平甲板船であり、三菱型球状船首を採用し、機関室、居住区は船尾に設けられている。

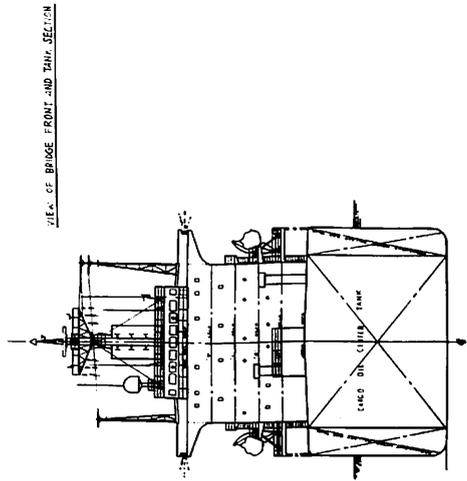
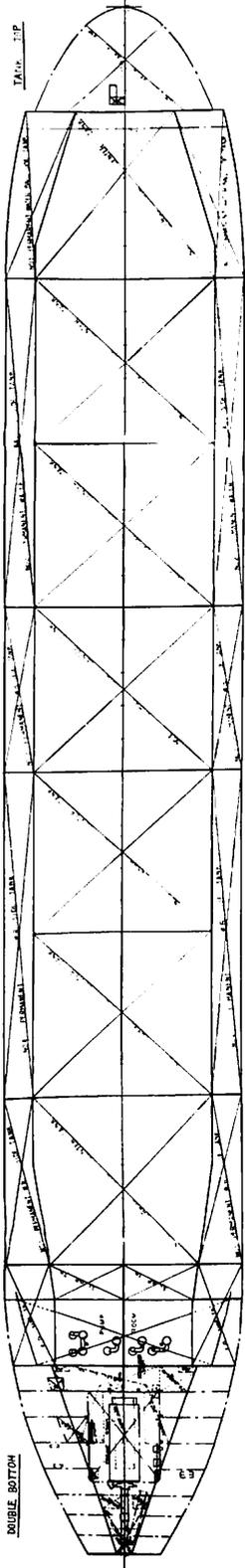
本船の荷物の積出し港は、ベネズエラのオリノコ河中流域、受入港は、英国リバプール河中流域であるため、一般のオイルタンカーに較べ、大L/Bの船型であり、Manchester Channel通航可能最大船型として計画されている。

貨物槽部は1978年IMO議定書を含む1973年海洋汚染防止条約に適合する配置である。この要求のSBT、PLを満足するため、本船はダブルハル方式を採用し、ウィングタンクのすべてをバラストタンク、センタータンクを貨物タンクという極めてシンプルなタンク配置としている。

ウィングタンクのすべてがバラストタンクとなっているため、本船は上記要求をはるかに上回るPLを有し、特にSide Damageが発生した場合の油の流出を避けることが可能である。

貨油タンクは、6枚の油密横隔壁により区切られた7タンクから構成され、その船尾側にスロップタンクが設けられている。"MONAGAS" Crude Oil という高粘度油を輸送する船では、タンククリーニングを容易にするため、貨油槽内の内構材の張り出しを極力少なくすることが有利である。この点からも貨油タンクをセンタータンクに限ったことにより、縦通隔壁付の部材が貨油槽





高粘度・高比重原油運搬船「PHILMAC VENTURE」一般配置図

三菱重工業・長崎造船所建造

内になく有利な配置となっている。

スロップタンクも同じ理由からセンタータンクに配置された。

5. 船体部

5・1 船殻構造

貨油槽部の構造は、前述の通り、二条の縦通隔壁を有するダブルハル構造であり、センターラインに1条のリングガーダが設けられている。

本船は、ダブルハル構造を採用しているため、センタータンクが相対的に幅広となり、且つ“MONAGAS” Crude Oil という高比重油を搭載するため、貨油槽部の横強度について十分な検証が行なわれた。具体的には貨油槽部を有限要素法により解析し、各部の応力レベルが妥当なものであることが確認された。

機関室については、主機振動の面からの配慮がなされ、二重底の剛性、Pillar、部分隔壁の配置等防振上適切か

つ合理的な設計が行なわれた。この結果、海上試運転において、機関室その他居住区等の局部振動について何ら問題のないことが確認された。

5・2 居住区関連

本船の居住区は、比較的ハイグレードなもので、騒音については目標値が設定された。本船では騒音源である Power Unit を機関室に配置する、Galleyに浮床構造を採用する等の騒音対策を実施し、その結果、海上試運転時の計測では、一般に60 dB以下の低い騒音であることが確認された。

5・3 “MONAGAS” Crude Oil 対策

“MONAGAS” Crude Oilのような高粘度・高比重油の輸送は未経験な分野が多く、本船の荷役関連の諸機器の仕様決定、設計に当っては、種々の実験、机上検討による十分な検討が行なわれた。この事前検証の結果行なわれた対策の主なものを以下に列挙する。

- 1) 貨油のヒーティングは、余裕を持ったものとし、熱分布の均一化を図るため、加熱管の取付高さ、配置、サポートの間隔を合理的なものとした。
- 2) 貨油ポンプの高温対策としての部分的クーリング。高粘度油対策としてのケーシングのシュムトレーシング
- 3) ストリッピングは、200 m³/hのストリッピングポンプおよび300 m³/h×2基のジェット・ストリッピング・システム採用。これのドレイン抜き対策を実施。
- 4) 肋骨のドレイン穴拡大
- 5) 弁等のパッキングの高温対策

5・4 管装置

本船のバラスト管はバラストタンク内のみを、貨油管は貨油タンク内のみを通るように配管されており、管の腐食破孔、その他の漏洩事故による不測の油汚染を未然に防ぐよう計画されている。

貨油タンクは、3つのグループに区分され、貨油管は3本のディスチャージラインと3本の独立サククションラインから成っている。ディスチャージラインは、上甲板中央部付近のカーゴマニフォールドに導かれる。各々のサククションラインは、他グループのサククションラインとバルブを介して連結されている。

貨油のストリッピングは、独立のストリッピングラインは設けず、貨油のディスチャージラインに連結された1基の貨油ストリッピングポンプおよび2基のジェットポンプにより行なわれる。

バラスト管は、両舷各1本の独立サククションライ



写真1 職員喫煙室

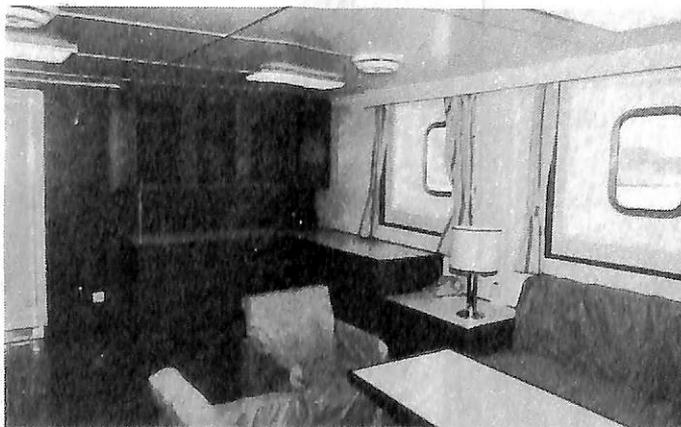


写真2 船長居室

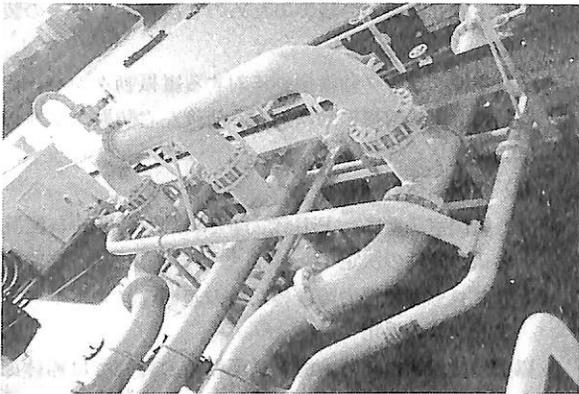


写真3 貨物油マニフォールド

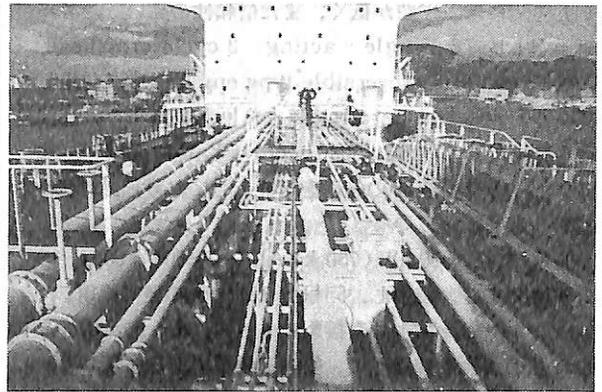


写真4 上甲板上パイプライン

ンから成っている。

5・5 荷役制御

荷役関連の諸装置の監視、制御は、上甲板を見渡せるA甲板右舷に設けられた荷役制御室から集中的に行なわれ、荷役の安全、容易さを図っている。

荷役制御室からは、下記項目の監視、制御が可能となっている。

- 1) 貨油ポンプの緊急停止。運転、吸入・吐出圧力指示
- 2) バラストポンプの速度制御、発停。運転、吸入・吐出圧力指示
- 3) 貨油ポンプ、バラストポンプのディスチャージバルブ、貨油およびバラストタンクの各バルブの連続開閉制御および開閉状態の指示
- 4) 貨油ストリップングおよびビルジポンプ、ジェットポンプの吸入・吐出圧力、駆動圧力の指示
- 5) 貨油タンク、バラストタンクの高液位警報装置付

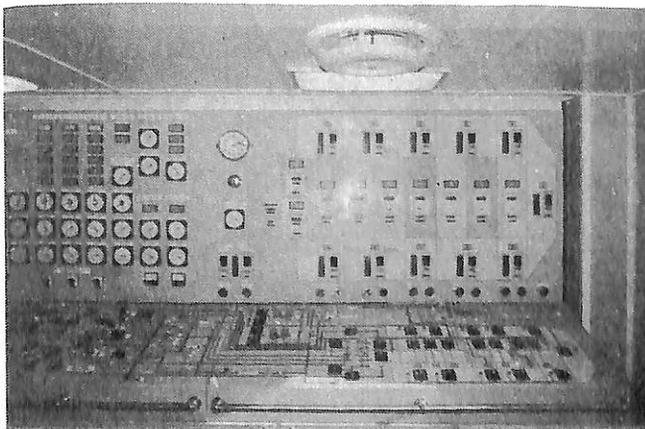


写真5 荷役制御盤

タンク液面指示

6) 貨油タンクの温度指示

7) 喫水指示

5・6 COW 装置

1本の貨油タンククリーニング主管が上甲板上に設けられ、これから固定式タンククリーニングマシンに枝管が導設されている。80 m³/hの固定式タンククリーニングマシンが、各貨油タンクに3台、スロップタンクに1台設けられている。

さらに、IMO 1978年議定書に適合するOily Water Discharge Monitoring Systemが装備され、汚染防止に十分な対策が施されている。

5・7 加熱管装置

貨油タンク、スロップタンクのヒーティングのため、上甲板上に蒸気供給主管が設けられている。

貨油タンク、スロップタンクのヒーティングコイルは高粘度油に対処するため、5℃海水、2℃大気中で、全貨油タンクの貨油を8日間で40℃から70℃に温度を上げる能力を有している。

5・8 その他の装置

1) IGS 装置

2) 消火装置

貨油タンク部：固定式泡消火装置
機関室、ポンプルーム：CO₂消火装置

3) 舵取機

SOLAS Amendmentの先取りにより、2組の独立かつ分離したアクチュエータを有しており、操舵機の故障による不慮の事故を未然に防止する対策を行っている。

6. 機関部

主機関には、燃費が低く、また信頼性の高い三菱スルザ 5 RLB 76 Single-acting, 2 cycle crosshead, turbo-charged, reversible type engine 1基を採用している。本船では Derating により回転数を下げ、推進効率を上げると共に、6000 sec. R. W. No. 1 at 38°C(比重 0.99)の低質重油の使用を可能としており、燃料費の大幅節減を図っている。

発電機は、600 kW (750 kVA), AC 450 V, 60 Hz の発電機関を 3台装備し、回転数 720 rpm の発電機用ディーゼルエンジンにより直接駆動されている。航海中はこのうちの 1台を使用して、船内必要電力を賅っている。また、上甲板上に 100 kW ディーゼル駆動の非常用発電機を装備し、非常時必要機器類に供电している。

蒸気発生装置としては、主ボイラ 2台、排ガスエコノマイザー 1台がある。主ボイラは Smoke tube type で、2基合計で蒸発量 35,000 kg/h、蒸気圧力 16 kg/cm²g で、タンクヒーティング用として十分な容量を有している。排ガスエコノマイザーは Forced circulation type で、蒸発量 1,500 kg/h を有し、通常航海中必要な蒸気はこれで賅える容量である。

推進機関用補機のポンプ、空気圧縮機、Air reservoir 類は 2台装備し、そのうち 1台を使用、1台予備としている。

機関室内の各機器の配置は、作業の簡素化、保守の容易化を配慮し、設計されている。

6・1 主機防振対策

本船は 5 RLB 76 型主機搭載の第 1 番船であり、低気筒数ディーゼル機関で問題とされる主機起振力に対処するため種々の検討がなされ対策が講じられた。その主なものを以下に列挙する。

- 1) 主機 2 次偶力の減少のための 2 次バランサーの装備
- 2) 主機クランク軸縦振動に対する縦振動ダンパーの装備。主機架構振動に対する前後左右防振ステイの装備
- 3) 主機本体の補強
- 4) 機関室二重底、Pillar、部分隔壁の合理的な配置および剛性の決定
- 5) プロペラ起振力減少のための適切なプロペラクリアランスの採用

以上の諸対策により、海上試運転時の計測では船体節振動、機関室二重底、主機本体、その他局部振動は、すべて低い振動レベルであり、振動に関しては何ら問題ないことが確認された。

6・2 自動化および遠隔制御

機関制御室が機関室第 2 甲板に設けられ、Main Control Console, Main switch board, Group starter panel 等が装備されている。Main control console には CRT ディスプレイ表示のデータロギングシステムが装備され、制御監視の容易化が図られている。

主機は、船橋と機関制御室から電空式操縦装置により遠隔操縦される。緊急停止が、操舵室および機関制御室の各々から可能である。

発電機関は、機関制御室からの遠隔発停操作、ならびに常用発電機関の異常停止時の自動始動機能を有している。

主ボイラは、機側のコントロールパネルにより自動操縦され、機関制御室より監視、緊急停止が行なわれる。コントロールパネルからは、蒸気圧力、ドラムの水位、燃料混合比が手動および自動的にコントロールされる。

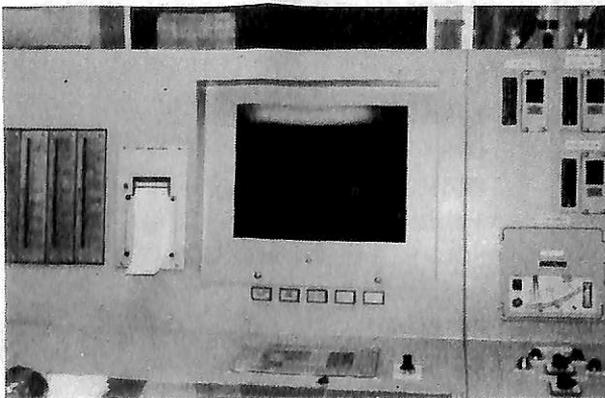


写真 6 主機関制御卓の CRT ディスプレイ

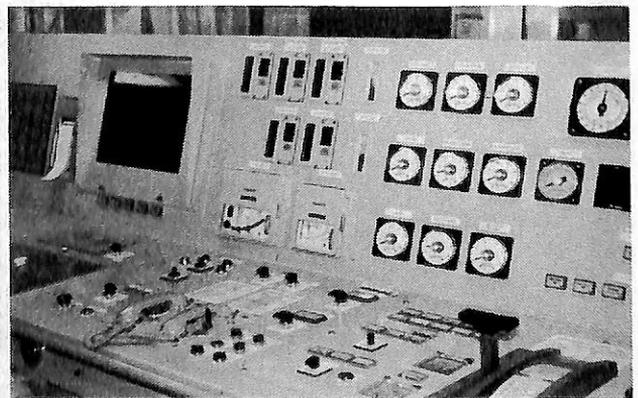


写真 7 機関制御室内の主機関制御卓

7. 電気部

レーダーは2台装備され、うち1台にはIMO規則を満足するARPA(衝突予防装置)が接続されている。

航海装置としてはこの他に、ジャイロコンパス、ドップラススピードログ、方位測定機、デッカナビゲータ、エコーサウンダ、衛星航行装置、ロランC受信機が装備されている。

船内通信装置としては、自動交換式電話を装備している。

無線通信装置としては、主および補助の送受信装置、VHF無線電話、救命艇用携帯無線電信装置、INMARSATおよび気象模写受信装置等が装備されている。

この他本船は、荷役制御室に当社製のMitsubishi Marine Loading Computer(MLC-600)を搭載し、荷役作業の簡素化、容易化を図っている。

8. おわりに

本船は、省燃費、省力化はもとより、高粘度・高比重油に対し、振動防止に対しましてその他諸機器の性能に対し徹底した事前検証の下に設計され、これらの機能が発揮できるように十分な品質管理の下に建造された最新鋭タンカーである。引渡し前に行なわれた海上試運転においても、それらの成果を発揮し、何らの問題も発生しなかった。本船は現在最初の積荷港であるベネズエラに向け順調な航海を続けており、今後行なわれる"MONAGAS" Crude OilのLoading/Unloadingにおいても実力を発揮し、十分な成果を納めるものと期待される。

最後に、本船の計画建造にあたり、終始御指導、御協力を頂いた船主、関係官庁ならびにメーカー各位に対し深く感謝致します。また本船の航海の安全と、乗組員御一同の御多幸を祈ります。

製品紹介

製品紹介

ターボ車専用のモーターオイル

「共石21ターボ」新発売

共同石油㈱では、ターボ車の急速な普及に対応し、一般ユーザー、サービスステーションからの要望に応えるため、ターボ車専用のモーターオイルの開発に取り組んできた。このたび、「共石21シリーズ」のニューフェイスとして、ターボ車専用オイル「共石21ターボ」を新発売することとなった。

「共石ターボ」の商品の特性

ターボ車にあっては、走行中からいきなりエンジンを停止した場合、オイルの供給が遮断されるため一時的にターボチャージャーの温度が急激に上昇し、中に残った

オイルは蒸し焼き状態にさらされる。このため自動車メーカは、ターボエンジンを停止する際、いきなりエンジンを切らないで、アイドリング後停止するよう勧告している。このようなターボ車に対するオイルの要求性能としては、次の3つが強調されている。

- ① 高温にさらされても炭化、カーボン化しにくいこと
- ② ターボチャージャーの軸受摩耗を防止すること
- ③ ターボエンジンの性能を維持、発揮させる清浄分散性、酸化安定性を備えること

「共石21ターボ」はターボ車用オイルとして上記の要求性能を踏まえ、特にターボチャージャーに対する耐熱性・耐摩耗性能を付与したタフなオイルを目指した。

「共石21ターボ」の代表性状と特長を表し示す。



代 表 性 状		特 長
比 重 (15/4℃)	0.8775	① 高温状態で超高速回転をするターボチャージャーの潤滑はもちろん、高性能、高出力のエンジンの潤滑を円滑に行い、ターボ車の性能を十分に発揮させる高級専用モーターオイル。
色 相	L 3.5	
引 火 点	℃ 210	② オイルがターボチャージャー内で高温にさらされると炭化し、カーボンが堆積するが、このカーボン発生を抑える耐熱性にすぐれたオイル。
粘 度 (-18℃)	cP 2450	
動粘度 (40℃)	cSt 65.45	③ ターボチャージャーの発停(ストップ&ゴー)による高温下のターボチャージャー軸受の摩耗や動弁系統の摩耗を防ぐオイル。
	(100℃) cSt	
粘 度 指 数	140	④ エンジン内部に対する清浄性や酸化安定性にすぐれており、ターボ車はもちろん、ターボ車以外のクルマに使用しても常にスムーズなドライブを約束するオイル。
流 動 点	℃ -35.0	

巡視船“そうや”による氷海中航行試験

運輸省船舶局 技術課

1. はじめに

本誌58年1月号で既報の通り、我が国初の本格的な氷海中航海実験が、去る2月4日より巡視船“そうや”の流氷パトロールの機会を利用して行われた。

本計画は、昨年6月の第5回日加科学技術協議の場において、「北極圏における海上輸送技術」に関し両国間で研究可能なテーマについて一年間フィージビリティ・スタディを行い、その結果を調整して協力テーマを選択するという合意に基づき、運輸省船舶技術研究所が氷海商船に係るさまざまな技術課題を検討するために行う研究の一環として実施されたものである。

以下に、本計画の概要等について簡単に紹介する。

2. 試験概要

試験概要は次の通りである。

実施期間：昭和58年2月4日～同2月12日

実施海域：オホーツク南西海域（図1参照）

実施船：海上保安庁釧路海上保安部所属
砕氷型巡視船“そうや”（総屯数3,137T）

調査機関：運輸省船舶局技術課・船舶技術研究所
海上保安庁水路部・第1管区海上保安本部

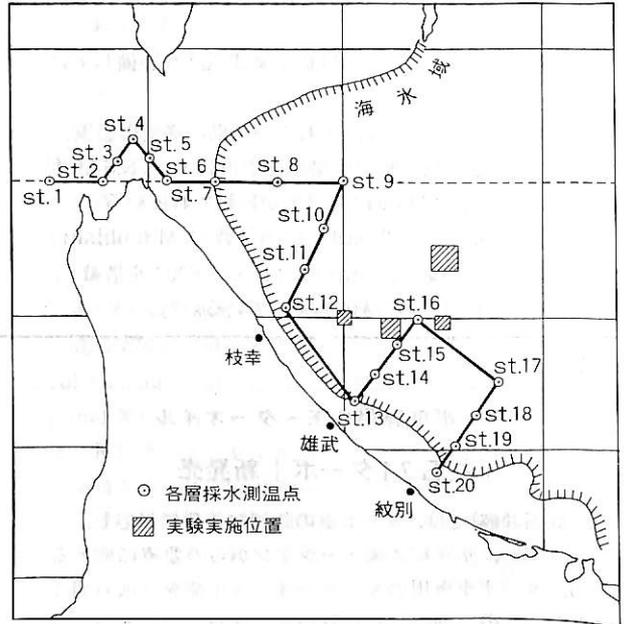


図1 “そうや”による氷海中航海実験航路図

北海道大学低温科学研究所

調査項目

1. 氷況調査



大氷盤に接岸した“そうや”

本船の運航航路上の水況の調査

- 1) ヘリコプター上からの撮影
- 2) 船上観測
 - a) レーダー
 - b) 目視

II. 水質調査

本船航路上の水質調査

- 1) 氷上

氷厚, 氷温, 塩分濃度, 曲げ強さ, 氷標本採取
- 2) 船上

標本整理, 結晶写真, 塩分濃度
- 3) 研究室内

圧縮試験, 氷摩擦試験, その他

III. 性能試験

- 1) 大氷盤中の航行試験
 - a) 直進試験

プロペラ・ピッチ角度 5, 6, 7, 9, 11, 15, 19, 23度
 - b) 旋回試験

プロペラ・ピッチ角度 15, 19度
- 2) 流水中試験
 - a) 直進試験

プロペラ・ピッチ角度 11, 19度
- 3) 計測概要
 - a) ヘリコプターよりの撮影
 - b) 船上機器による計測

船体運動, 加速度, トルク等負荷特性
外板応力, 氷圧力, 船速, 旋回径
 - c) 水上標点の利用

船速

3. 実施経過

2月4日 9:30 小樽出港, 宗谷海峡を通りオホーツク海の流水域へ向った。途中, 宗谷海峡西口の第1測点(st.1)から海洋観測を開始した。

5日 14:30 (st.7)には, はす葉氷, 板状軟氷からなる緩い水域に入った。

6日 19:00 (st.10)まで海洋観測を行ったが, この付近は砕け氷・小板氷からなる密接度3/10~6/10程度の疎氷域であったため, 北上して氷海航行試験及び氷状計測を行うのに適当な氷域を探索したところ, 雄武北東沖40マイルに大中小の氷盤からなる流水域(密接度9/10~10/10)を発見し, 径1~2km程度の大氷盤に接岸した。

7日 早朝より氷盤に作業班が降り氷厚を測定したところ13cmしかなく, また更に薄い氷が各所にあつて危険なため氷状計測は断念したが, 海水試料を採取した。そ

の後, この氷域で速力及び旋回試験を実施し, これと並行して11:50~15:50の間“そうや”搭載ヘリコプターによる第1回氷況調査及びシートルース・データ(紋別・網走・枝幸沖各30マイルの連続写真撮影)の収集を行なった。

8日 残りの観測ポイントにおける海洋観測を実施し, 12:30にはこれを終了し, 午後, ヘリコプターによる第2回氷況調査及びシートルース・データの収集を行なった。この調査中, 紋別の北方約40マイルに径10km程度ある巨氷盤群よりなる密氷域の南縁を発見し, “そうや”を誘導して接触させた。海水採取の結果, 氷厚25~60cm(平均35cm)で氷状計測を行うのに十分な堅固さであることが確認された。

9日 本格的氷状計測のため船上クレーンにより各種計測器を氷上に降ろし, 計測を開始した。まず, 氷盤上で切出しを行い数列の片持梁曲げ試験を行なったところ, オホーツク海域としても比較的低い値である200kpa前後の値を得た。また, これと同時に, 相当数の海水試料の採取を行なった。なお, 当日の天候は晴, 13:00の気温は-9.4℃であった。14:30ごろ氷状計測をすべて終了し, その後, この氷盤中で速力試験を行なった。

10日 午前中に速力試験を実施した後, 隣接する巨氷盤に移って速力試験さらに旋回試験を行なった。またこれと並行して, 午後には海水試料の採取及びヘリコプターによる第3回氷状調査及びシートルース・データの収集を行なった。

11日 午前中に予定の実船実験をすべて無事終了し, 帰途についた。途中, 低気圧の接近のため悪天候となった。

12日 9:30 小樽帰港。

4. 氷海航行試験

既述の通り, 7, 9, 10, 11日の4日間にわたって速力及び旋回試験が行われた。(表1参照)

この内, 7日は随所に氷厚の極めて薄いところがあるなど氷況にめぐまれず, あまり良好な結果が得られなかったが, 9日以降は大氷盤に遭遇したこともあり, 満足すべきデータが得られた。(表2, 表3参照)

各計測項目の計測状態を表4に示す。この中で, 船側

表1 氷海航行試験実施回数 (単位:回)

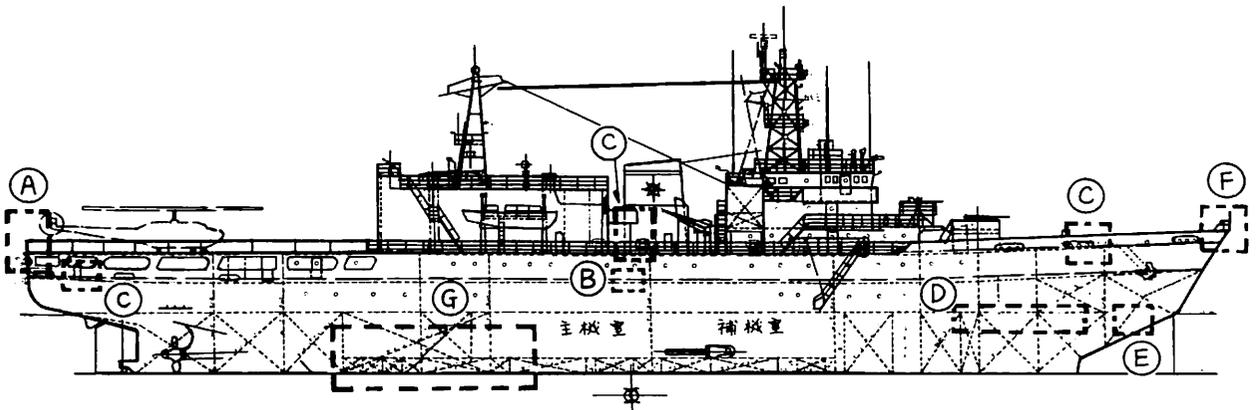
実施日	2/7日	9日	10日	11日	計
速力試験	8	4	8	4	24
旋回試験	2	0	2	2	6

表 2 氷海中航行試験一般記録 (抜粋)

* S : 速力, T : 旋回		氷海中航行試験一般記録										昭和58年2月 於オホーツク海	
* 種類	試験番号	開始時刻	天候	開始時 船方位	風向風速	主回転数	プロペラ ピッチ角	舵角 (当て舵)	船速 (進入速度)	氷象など			
											左 rpm	右 rpm	左 度
S	10 01 A	8 - 17	曇	335	70° 8 m/s	500 / 500	6 / 6	左回頭 舵動かさず	6.0 / 2.8 kts	10 / 10, h = 10~15cm 途中から h = 30~40			
S	10 01 B	8 - 28		335	70° 10 m/s	498 / 493	9 / 9		6.1	h = 20~40 (積雪 5 cm程度)			
S	10 01 C	9 - 37 (-6.5°C)		335	70° 10 m/s	500 / 491	11 / 11		9.1	h = 10 → 25~30			
S	10 01 D	9 - 00		155	50° 8 m/s	493 / 475	19 / 19		13.4	h = 25	12: 40 44-54 N, 143 - 16E 氷探本採取 h = 80cm 雪<10		
S	10 01 E	9 - 23		335	45° 12 m/s	480 / 475	23 / 23		15.4	h = 30~40	Starting Test 主機500rpm, 翼角14°		
T	10 01 A	9 - 50		150	45° 10 m/s	505 / 501	19 / 19	左15度	(13.8)	h = 10~25 180°回頭付近	90°, 180°, 360° 回頭 1'-55", 3'-57", 7'-37"		
T	10 01 B	10 - 08		100	10° 17 m/s	505 / 502	19 / 19	右20	(11.3)	h = 30~40	5'-45", 7'-32", 11'-06" へり飛行できず試験中振動のためへりの脚がもたない心配あり中止		
S	10 02 A	12 - 54		30	10° 16 m/s	502 / 498	19 / 19		10.6	h = 15~40, 雪 5~10 氷丘多し	シーチェストに氷がつかまる チャージャーがサージング中 おこす(44-57N, 143-10E)止		
S	10 02 B	15 - 41 (-5.5°C)	霧	310	50° 10 m/s	480 / 500	19 / 19	(左15)	9.1	h = 20~25 雪>5	15: 25 Starting Test h = 20, 雪<10 主機500rpm, 翼角3°		
S	10 02 A	16 - 36		310	11 m/s 120°	502 / 498	11 / 11		7.9				

表 3 氷海中航行試験一般記録 (抜粋)

試験番号		水海中航行試験一般記録										昭和 58 年 2 月 於オホーツク海	
* 種類	日付	時刻	天候	開始時刻	開始船位	風向風速	主回転数	プロベラピッチ角	舵角 (当て舵)	船速 (進入速度)	90°, 180°, 230°(中止) 2°-00°, 5°-37°, 7°-37°, (45°-07N, 143°-03E) 9:00	氷象など	
T	11 01 A	8-22	晴	0	50° → Δ 7m/s	左 498 右 475	左 15 右 15	右 35	ノット (6.2)	スターティング h = 40~50, 11.5~10 翼角 9°, 500rpm	10/10, h = 30~80 cm ハンモック		
S	11 01 A	9-17	曇	10	8m/s → Δ 120°	505 502	9 9		6.0		h = 15~40 雪 5~15		
S	11 01 B	9-25		40	6m/s → Δ 135°	505 501	11 11		6.2		h = 25~40, 雪<10 氷丘部では 50~60		
S	11 01 C	9-39		20	90° 6m/s → Δ	504 505	15 15		12.4		h = 15~20		
S	11 0 D	9-48 (-6.0°C)		10	80° → Δ 8m/s	502 504	15 15		6.6		h = 40~60, 雪 10~20		
T	11 02 A	10-31	↓	340	45° → Δ 6m/s	502 500	15 15	右 20	(10.6)		h = 15~40 氷丘部 max 80		
		-			Δ								
		-			Δ								
		-			Δ								
		-			Δ								



区分	計測項目	上記位置	計測装置
船体運動	船速	A	ドップラーレーダー
	船体運動	B	バーチカルジャイロ
	加速度	C	加速度計
船体構造	船首外板応力	D	歪ゲージ
	水圧力	E	歪ゲージ
	砕氷状況	F	VTR
軸系	縦・横振動	G	歪ゲージ

図2 “そうや”によって行われた氷海航行試験の計測項目

VTRからのデータとは、船側にVTRカメラを固定し、砕氷片の相対速度と氷厚の計測を試みたものである。また、前回のドック入りの時、船首アイスベルトに試用した特殊ペイントは、脱落がほとんど発見されなかった。現時点において記録の解析が終了していないため断定はできないが、オホーツク海域においてもかなりの氷中性能実船試験が可能であると思われる。

なお、今回の試験船となった巡視船“そうや”であるが、氷厚30~40cmの氷海中を10ノット以上で航行可能であること、1m近い氷盤に食い込んだ状態からでもスタートが可能であることなど、オホーツク海での航行に際してその砕氷能力は何ら不安を感じさせなかった。

5. おわりに

今回の試験は天候に恵まれ、また“そうや”の砕氷性能が実証されたのをはじめ、各調査項目についても相当な成果を挙げることができた。また調査の前半は、本年の暖冬気配のため比較的水温が高く、融解した泥状氷等が海氷末期のような軟弱な氷域を形成するなど海氷状況が劣勢であったが、後半には優勢な巨氷盤群(径2~10km)よりなる密氷域が南下し、それに遭遇するという幸運にも恵まれた。なお、収集されたデータは現在各調査

表4 各計測項目の計測状態

計測項目	計測状態
船速	ドップラー・レーダーは不調。投板により実施。船側VTRからのデータはほぼ良好
トルク等	概ね良好
船体運動	良好
加速度	良好
外板歪み	概ね良好(ノイズ多し)
外板外観	ペイントの脱落はあるものの、へこみはなし

注) 図2の計測項目を参照

機関において詳細に解析中であり、早ければ4月頃にその大要が判明する見込みである。

今回の氷海実験は、日本国内では初めての試みであるにもかかわらず多大な成果が得られたが、このような実船実験を今後も引き続き実施して行くことが我が国における氷海技術発展のために肝要であろう。

最後に、今回の実船試験実施に当って、献身的に御尽力下さった巡視船“そうや”の乗組員をはじめ関係者の方々に感謝して、報告の終りの言葉と致します。

■ 船用材料

超低温容器用としてのアルミニウム

スカイ アルミニウム株式会社
開発技術部

1. はじめに

LNG（液化天然ガス）がアラスカからわが国に初めて輸入されたのは1969年であり、以後電力、ガスの燃料を主体に消費量が増え、今後も大巾の伸びが予想されている。LNGの温度は -162°C なのでその貯蔵、輸送、液化、ガス化には超低温でも脆性を示さない金属を使用しなければならないが、アルミニウム合金はこの用途で優れた性能をもつ金属である。参考までに低温用金属材料を図1にあげた。

超低温の分野ではLNG以外にも空気液化、液体水素、液体ヘリウムなどの関連技術があり、溶接構造物として

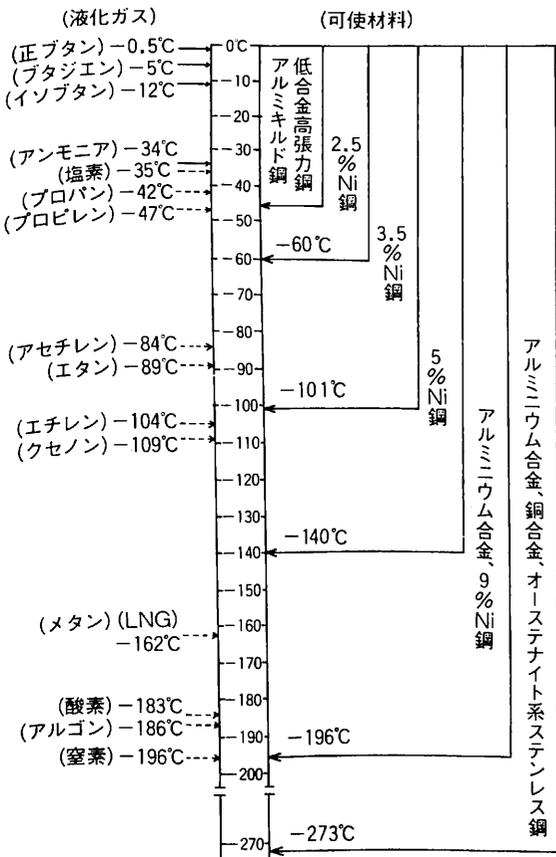


図1 各種液化ガス温度と可使材料の関係

多量のアルミニウム合金を使用しているが、ここではLNGキャリア及びLNG地上貯蔵タンクについて説明し、ついでアルミニウム合金の性質について紹介したい。

2. LNGプロジェクトとアルミニウム

2.1 LNGキャリア

1959年に世界で初めてLNGの海上輸送に成功して以来、1983年1月現在で73隻のLNGキャリアが就航、係船または建造中である。(但し、タンク容量 $10,000\text{ m}^3$ 以上のもの) タンクの構造方式別の内訳は表1のとおりであり、モス独立球型タンク方式、テクニガスマンブレン方式及びガストラנסポートマンブレン方式の3者が主流で、最近の1隻当りの積載容量は $125,000\text{ m}^3$ が標準である。

現在わが国には年間約1,600万トンのLNGが輸入され、今後のLNG輸入プロジェクトも進展している。長期エネルギー需給暫定見通しでは昭和65年のLNG需要を4,300万トンとしている。現在日本向けに運航しているLNGキャリアは23隻あり、型式はモス型14隻、マンブレン型9隻である。また日本で竣工及び建造中のLNGキャリアは8隻ありすべて約 $125,000\text{ m}^3$ モス型である。搭載している球型タンクはアルミニウム合金5083の溶接構造であり、5隻については国産の5083が使用されている。板の寸法は各船について若干の差はあるが最大巾約3.5m、長さは陸送可能長さまで、赤道部には厚さ約200mm

表1 LNGキャリアのタンク方式別建造数
(1983年1月現在, タンク容量 $10,000\text{ m}^3$ 以上, 建造中含む)

タンク建造方式	隻数
Conch方式独立角型	2
Technigaz方式マンブレン型	12
Gaz Transport方式マンブレン型	27
Moss方式独立球型	27
その他	5
計	73

MOSS Type LNG Tank (Independent Tank Type B In IMO Gas Carrier Code)

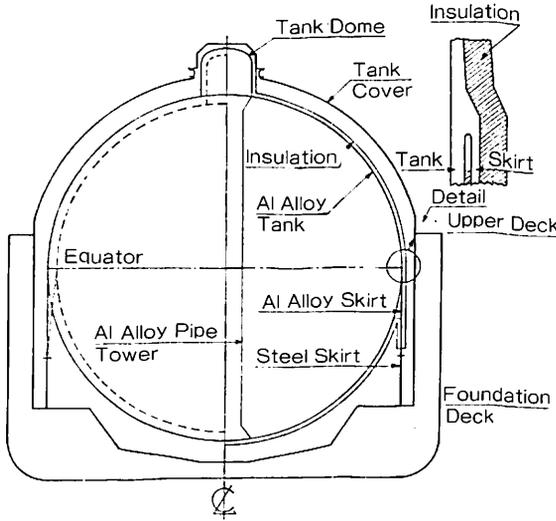


図2 LNGタンカー横断面図

かくの超厚板が使用された。一つの球の直径は約37m程度であり、図2はその横断面図を示す。

タンク材料に必要な性質は成形加工、切削、溶接性及び耐食性に優れる他に、超低温において十分な靱性が求められる。モス型タンクの場合「Small leak protection system」という手法が採用され、低温靱性の高い材料では亀裂が発生しにくく、また亀裂の伝播速度が極めて遅く、仮に少量のLNGの漏洩があっても速やかに検知が可能で少くとも船体内殻は防護される設計となっている。このためタンク本体には亀裂の生長に対し十分な抵抗をもつ材料を使用するが、5083は低温脆性が無くこのような要求を十分に満足する。

参考までにスカートは上部がアルミニウム、下部が鋼製である。アルミニウムと鋼材は直接溶接できないが、アルミニウムと鋼の間にSTJ (Structural Transition Joint: アルミニウムと鋼の複合材) を介在させ、上下を溶接で結合している。

2.2 地上貯蔵タンク

LNGの液化基地及び受入基地にはLNG貯蔵タンクが必要で、地上式と地下式の二つの型式がある。(図3)日本の各受入基地にある建設済と建設決

地上タンク構造例

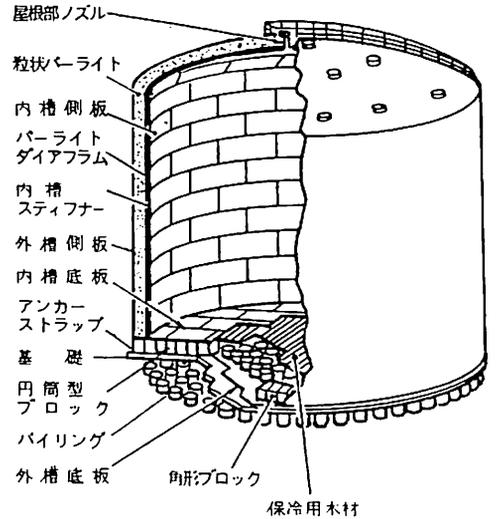


図3 LNGタンクの構造¹⁾

定タンクは96基であり、その構造は地上式と地下式があり、地上式のアルミニウム合金5083製は21基建造されており、そのアルミニウム使用量を表2に示した。地上タンクの形状は巨大な円筒であり(例えば直径約50m、高さ40m)、内槽の下から上に向かって順次板厚の薄いリングを積み重ねる溶接構造である。80,000klタンクの場合、内槽側板に使う5083の板厚は10~70mmである。

表2 LNGタンクのアルミ合金の使用量¹⁾

		使用箇所	仕様	使用量	備考
地上式タンク	アルミニウム合金製タンク	内槽側板	70mm~10mm	650トン	8万klタンク 1基あたりの概略トン数
		内槽屋根板	50mm~10mm	150	
		内槽底板	25mm~6mm	100	
		屋根骨	形材	100	
		パーライトダイヤフラム	ジップリブ	50	
		ノズル, 配管	溶接管 鍛造・鋳造品	50	
		合計		1,100トン	
地下式タンク		吊り屋根	10mm~5mm	50トン	同上
		階段, 他	型材 鍛造・鋳造品	50	
		合計		100トン	

3. アルミニウムの一般的性質

3.1 特徴

アルミニウムは多くの特徴があり、例えば軽い、強い、錆びないなどであるが、使用上では複合効果を発揮する。以下列記すると、

- 1) 軽量：比重2.7、鋼や銅の1/3であり軽量化に役立つ。
- 2) 耐食性が良い。
- 3) 加工性：展延性に優れ、板、箔、棒、型材の製品にでき、成形、切削、溶接性も良い。
- 4) 表面処理：陽極酸化による皮膜を形成し、耐候性、耐磨耗性を与えたり、カラー皮膜にしたりできる。
- 5) 強度：合金の種類、質別によって引張強さは7~60kg/cm²の範囲にあり、用途に応じて選択できる。
- 6) 低温特性：超低温においても脆性を示さない。
- 7) その他：電気伝導性、熱伝導性、反射性、非磁性、無毒性、スクラップ再生等。

3.2 アルミニウム合金の種類

添加元素の量や組合せで性能が変わり100種類以上の合金がある。その大分類は表3のとおりで添加元素によって分け、熱処理系、非熱処理系の別がある。板、折出材のような展伸材は4桁の数字で合金を表わす。

3.3 質別

冷間加工、焼鈍、焼入れ、焼もどしによって強度、成形性その他の性質を調整できる。焼鈍材は記号Oで表わし、冷間加工材はH、熱処理材をTで表わす。H材、T材は調質の程度によって細別する。

溶接構造用のアルミニウムには非熱処理系のO材を使用するケースが多く、このなかでは5083が強度も高く、溶接性も良いので溶接構造物にはまず5083-Oの使用を考える場合が多い。

3.4 代表的な合金の性質

アルミニウム合金の中から代表的な合金を選び色々な性能を比較してみる。合金の主要合金成分と特性、用途例を表4に示し、標準的な機械的性質と成形性、溶接性等の一般的性質を表5に示した。

4. アルミニウムの溶接

アルミニウム合金も他の金属と同様に色々な溶接法を使用できるが、アルミニウムの溶接の特徴をあげると、

- 1) 融点は低いが比熱と溶融潜熱が大きく、また熱伝導が高いので多量の熱を急速に与えて溶かす必要がある。
- 2) 鉄に比べ電気抵抗は約1/4であり、抵抗溶接では大

表3 アルミニウム合金の分類

展伸材	非熱処理型合金	純アルミニウム	(1000系)
		Al-Mn 系合金	(3000系)
		Al-Si 系合金	(4000系)
	熱処理型合金	Al-Mg 系合金	(5000系)
Al-Cu-Mg 系合金		(2000系)	
Al-Mg-Si 系合金		(6000系)	
鋳物材	非熱処理型合金	純アルミニウム	
		Al-Si 系合金	
		Al-Mg 系合金	
	熱処理型合金	Al-Cu-Si 系合金	
		Al-Cu-Mg-Si 系合金	

容量の電源が必要である。

- 3) 表面のアルミナ酸化膜は溶接を妨げるので除く。
- 4) 加熱による膨張、収縮は鋼の約2倍であり溶接による歪が発生しやすい。
- 5) 溶接による加熱で溶接部が軟化するので、溶接継手の強度は母材の軟質の強度になる。

実用的にはイナートガスアーク溶接法が使用され、アーク熱で溶融したアルミニウム表面を酸化防止のためアルゴンガスで被覆しながら溶接する。一般にTIG溶接(Tungsten Inert Gas Arc溶接)とMIG溶接(Metal Inert Gas Arc溶接)と呼ばれて専用の溶接機が広く

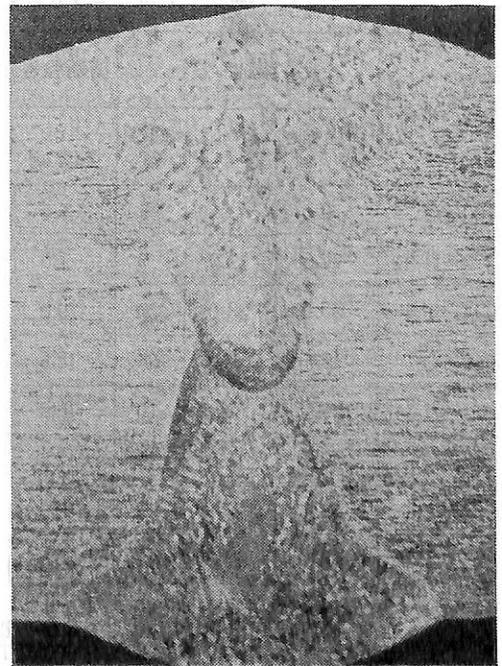


写真1 大電流MIG溶接による継手の金属組織 (32mm厚プレート)³⁾

表4 アルミニウム合金の合金成分及び特性

合金系統	合金呼称	主要合金成分(%)	材料特性の概要	用途例
純アルミニウム	1100	AL > 99.00	Al純度が99.0%以上の一般用途のアルミニウム。陽極酸化処理後の外觀がやや白っぽくなる以外は上記と同じ。	台所用品, フィン, キャップ, 印刷板, 建材
AL-Cu	2017	Si 0.5, Cu 4.0, Mn 0.7, Mg 0.6	Cuを多く含むため, 耐食性はよくないが, 強度が高く, 構造用材として主用される。鍛造品にも適用される。	航空機, ギャー, 油圧部品, ハブ
	2024	Cu 4.4, Mn 0.6, Mg 1.5		
AL-Mn	3004	Mn 1.2, Mg 1.0	3003より強度が高く, 深絞り性に優れ, 耐食性も良好である。	アルミ缶ボディ, 電球口金, 屋根板, カラーアルミ
AL-Mg	5052	Mg 2.5, Cr 0.25	中程度の強度をもったもっとも代表的な合金で, 耐食性, 加工性がよい。特に強度のわりに疲労強度が高く, 耐海水性が優れている。	一般板金, 船舶, 車輛, 建築, 缶エンド
	5083	Mn 0.7, Mg 4.4, Cr 0.15	溶接構造用合金。実用非熱処理合金の中でもっとも強度の高い耐食材料で溶接構造に適する。耐海水性, 低温特性もよい。	船舶, 車輛, 低温用タンク, 圧力容器
AL-Mg-Si	6063	Si 0.40, Mg 0.7	代表的な押出用合金。6061より強度は低いが, 押出性に優れ, 複雑な断面形状の形材が得られ, 耐食性, 表面処理性も良好。	建築, 車輛, 家具, 家電製品
AL-Zn-Mg	7075	Cu 1.6, Mg 2.5, Cr 0.23, Zn 5.6	アルミニウム合金中最高の強度を有する合金の一つであるが, 耐食性は劣る。7072とのクラッドにより耐食性は改善されるがコストが高い。	航空機, スキーストック

表5 アルミニウム合金の標準的な機械的性質と一般的性質

合金, 質別	引張性質			剪断強さ kg/mm ²	*** 疲れ強さ kg/mm ²	縦弾性係数 kg/mm ²	* 耐食性	* 耐食応力 腐蝕性	* 成形性	** 切削性	* ろう付性	* 溶接性			* 鍛造性
	引張強さ kg/mm ²	耐力 kg/mm ²	伸び %									ガス	アルゴン	抵抗	
1100-O	9.0	3.5	35	6.5	3.5	7,000	A	A	A	E	A	A	A	B	A
-H 24	12.5	12.0	9	7.5	5.0	7,000	A	A	A	D	A	A	A	A	A
2024-T 4	43.0	33.0	20	29.0	14.0	7,500	D	C	C	B	D	D	B	B	-
5052-O	19.5	9.0	25	12.5	11.0	7,200	A	A	A	D	C	A	A	B	-
-H 34	26.5	22.0	10	15.0	12.5	7,200	A	A	B	C	C	A	A	A	-
5083-O	29.5	15.0	18	17.5		7,200	A	B	B	D	D	C	A	B	-
6063-T 5	19.0	15.0	12	12.0	7.0	7,000	A	A	C	C	A	A	A	A	-
7075-T 6	53.5	47.0	11	32.5		7,300	C	C	D	B	D	D	C	B	D

注) * ; 良好なものから順にA~Dの4ラインにわけてある。AおよびBのものは実用上ほとんど問題がないが, CおよびDのものに何らかの対策が必要か, あるいは制約条件に注意を要する。成形性, ろう付性, 溶接性がDの場合は, 一般にそれらの施工を行なわないほうがよい。
 ** ; 良好なものから順にA~Eの5ランクにわけてある。Aは切削処理が容易である。ランクが下位になるほど切削速度などの条件の制約が厳しくなる。
 *** ; 回転曲げ, 5×10^8 , 10,000 rpm

使用され、鋼材の溶接に準じて溶接できる。大電流MIG溶接法によると、約60mm厚プレートの突合せ溶接が両面各1パスで可能であり、LNGタンクのような大型構造物の建造に威力を発揮している。参考までに、32mm厚プレートの溶接継手の金属組織写真を写真1に示した。

5. 低温用アルミニウム

5・1 5083 が選ばれる理由

前に述べたようにLNGキャリアと地上タンクでは、LNGと接するタンク材を5083プレートで作っている。アルミニウムの結晶構造は金、銀、銅と同じ面心立方であり、基本的に超低温でも脆性を示さない。(ASMEで認められた超低温用容器材料には多くのアルミニウム合金がある。表6) これらの合金の中から5083-O(焼鈍した軟質材)が使われる理由は次のとおりである。

- 1) 非熱処理合金の中では母材の機械的性質が最も強い合金の一つである。熱処理合金には焼入れ後にもっと強度のする合金があるが、建造後に構造物を熱処理できないし、また、熱処理合金は一般に溶接が

難しい。

- 2) 溶接性が優れ、溶接継手の強度も母材の軟質材と同等である。
- 3) 成形加工性も良い。
- 4) 耐食性が良い。また耐応力腐食性もある。熱処理系の高力アルミニウム合金は一般に耐食性が劣る。
- 5) 5083を冷間加工すると(質別H 321)表6のように母材の強度は29.4 → 37.2 kg/cm²と増加するが、この加工硬化をしても溶接部の強度は焼鈍材と同等まで低下するので、溶接構造には5083-Oが使われる。

5・2 5083 の性質

5・2・1 海水浸漬の耐食性

アルミニウムは一般的に耐食性が良いが、大気曝露、淡水あるいは海水環境下では表面に孔食と呼ばれる多数の微小な穴が生ずるが、これはゆっくりと成長するため全面腐食には至らない。表7は5083を海水に浸漬したときの孔食深さを測定した例であるが、10年間経過後の最大深さは約1mmであり、孔食による断面減少は小さい

表6 ASME Codeによって作られる極低温用容器の代表的アルミニウム合金

合金シリーズ		調 質				室温における代表的な引張性質				許容応力 ksi (ASME Code)	
シリーズ	熱処理, 非熱処理 の別	代表 合金	シート	板	押出形材	引張強さ ksi	耐 力 ksi	伸 び 4D, %	代表的溶 接強さ ksi	母 材	溶 接
1000	非熱処理	1100	O	O	O	13	5	40	13	2.35	2.35
			H 14	H 14	H 14	18	17	20	13	4.00	2.35
3000	同 上	3003	O	O	O	16	6	40	16	3.35	3.35
			H 14	H 14	H 14	22	21	16	16	5.00	3.35
		3004	O	O	O	26	10	25	27	5.50	5.50
			H 54	H 34	H 34	35	29	12	27	8.00	5.50
5000	同 上	5052	O	O	O	28	13	30	28	6.25	6.25
			H 34	H 34	H 34	38	31	16	28	8.50	6.25
		5083	O	O	O	42	21	22	43	10.00	10.00
			H 111	H 112	H 112	42	21	16	43	10.00	10.00
		5454	H 321	H 321	H 112	46	33	16	43	11.00	10.00
			O	O	O	36	17	25	35	7.75	7.75
		5456	H 34	H 34	H 111	44	35	16	35	9.57	7.75
			O	O	O	45	23	20	45	10.50	10.50
		H 321	H 321	H 111	51	37	16	45	11.00	10.50	
6000	熱 処 理	6061	T6	H 651	T6511	45	40	17	30	10.50	6.00
		6063	T6	—	T6	35	31	18	20	8.25	4.25
300 鋳 物	同 上	356	T6			38	27	5	—	7.50	—
			T 71			35	29	15	—	6.25	—

表7 海水浸漬10年間のアルミニウム合金の孔食状況

試料			半ば浸漬した場合				全部浸漬した場合			
合金・別	Mg含有	板厚	腐食速度	孔食最大深さ	孔食平均深さ	強度低下	腐食速度	孔食最大深さ	孔食平均深さ	強度低下
	%	mm	μ/年	mm/10年	mm/10年	%/10年	μ/年	mm/10年	mm/10年	%/10年
5083-O	4.5	6.35	0.91	0.97	0.31	0	1.50	0.61	0.03	0

ので強度の低下は僅かである。

低温域の耐食性については超低温物質、例えば、液体酸素、液体酸素、液化メタン、液化エタンなどには侵食されないし、これがガス状となっても耐食性は変わらない。

5・2・2 低温における機械的強度

5083の低温下の機械的性質は、図4のように-196℃まで引張強さ、耐力および伸びが増加し劣化することはない。この傾向は溶接継手についても同じである(図5)。断面収縮率は-50~-100℃で最大値をとり、-196

℃では低下して室温と同じ値になる。この傾向はステレス鋼と同様である。

機械的性質の異方性については圧延方向(L)、これと直角方向(LT)及び関係方向(ST)の3方向の試験結果によると、LとLTの違いは小さい。超厚板(例えば200mm厚)ではST方向の強度は多少低くなり、伸びが低下する。

5・2・3 シャルピー衝撃試験

金属の低温脆性を調べるためシャルピー衝撃試験により脆性遷移温度を求めることが行なわれるが、アルミニウム合金には本来低温脆性が無い。したがって材料規格の中にもシャルピー衝撃値を規定しているものはBV規格を除いて見当たらない。参考として板厚20~100mmの板のVシャルピー試験結果を図6にあげた。衝撃試験の破面は延性破断を示し低温下の遷移現象は認められない。また溶接継手部の衝撃試験でも同様の傾向である。

5・2・4 ディープ・ノッチ試験

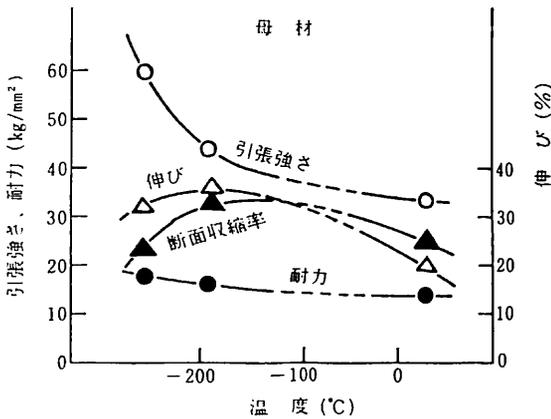


図4 A5083 P-O 母材の機械的性質と試験温度の関係⁴⁾

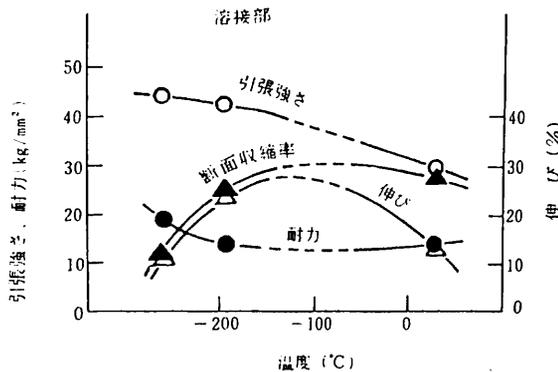


図5 A5083 P-O 溶接部の機械的性質と試験温度の関係⁴⁾

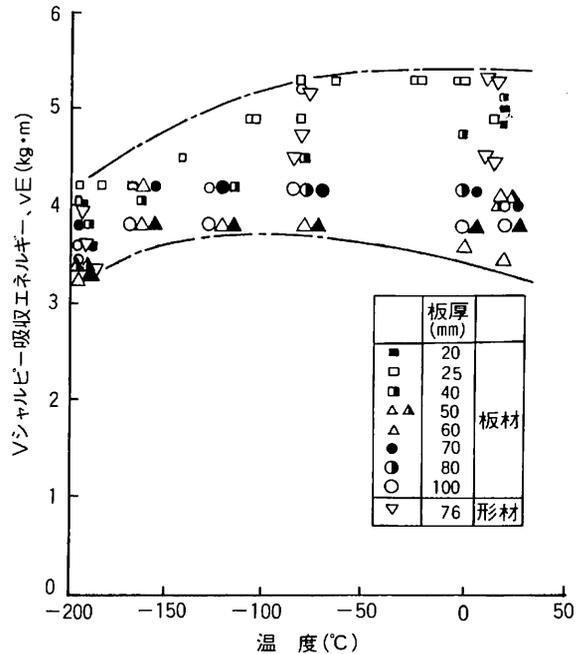


図6 板材および形材の衝撃特性 (L, 1/4t)⁴⁾

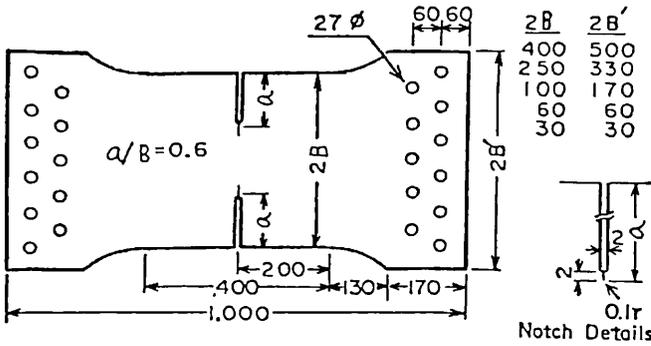


図7 ディープ・ノッチ試験片⁴⁾

金属の破壊特性を試験する方法は色々あるが、ここではディープ・ノッチ試験について説明する。図7はディープ・ノッチ試験片の形状を示す。試験片巾を400mm、切欠長さと板巾の比、 $a/B = 0.6$ の条件で破断試験したとき、室温から超低温までの破壊応力は図8のとおりである。破壊応力は引張強さよりは低いが耐力（0.2%の永久歪を与える応力を耐力と言う。）を上廻り、低温になるにつれて増加する傾向がある。この傾向は耐力の低温特性と似ている。

図9はディープ・ノッチ試験片の巾を変化させ破壊応力と耐力の比を比較したもので、巾の狭い試験片の破壊応力は高いが400mm以上では大体一定値に近づく。無限巾になってもこの値を保つと考えられ、実際の構造物に切欠きが生じたときの破壊と同様の特性を示すと考えられるが、この破壊応力比は耐力の約1.2倍であり良好な靱性を持つと言える。

つぎに大型構造物の溶接性要因について試験した結果を紹介する。溶接継手が図7の切欠き線にくるようにして試験した場合の破壊特性は母材と同様の傾向であり、 -196°C の破壊応力は -163°C よりも多少低くなるが耐力を下廻ることはない。

溶接残留応力を測定し、最大の引張残留応力のかかる位置と直角方向に切欠きをつけた場合の破壊応力を図10に示したが、低温においても延性破壊であり、破壊応力も耐力以上であって、溶接残留応力の悪い影響は認められず靱性は低下しない。

更に現場溶接時の組立てが理想的でない場合を考え、目ちがい及び角変形が存在し、その部分にさらに切欠きがある場合の破壊応力への影響も調べたが、その試験条件を図11に、試験結果を図12に示した。目ちがい、角変形の増加につれて破壊応力は徐々に減少するが、破壊はすべて最大荷重後の延性破壊である。例えば板厚25mmの

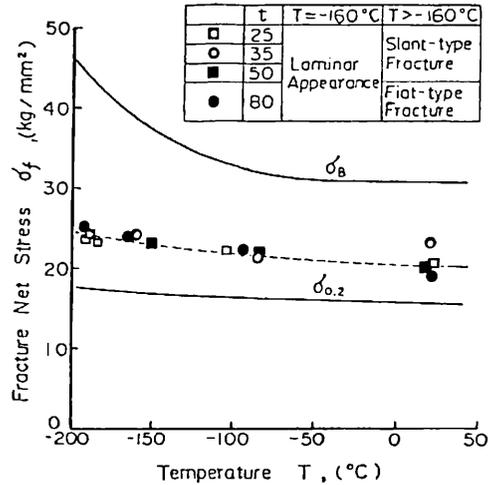


図8 板厚の影響⁴⁾

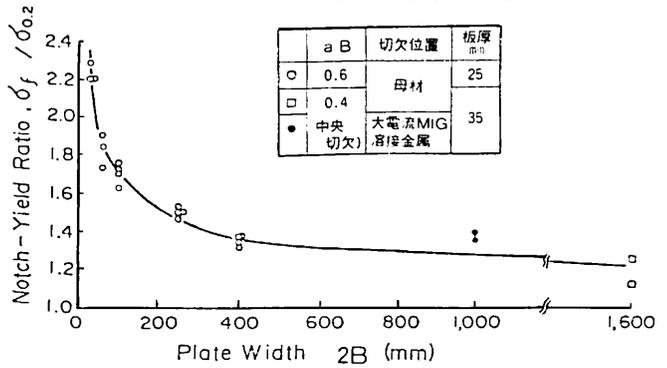


図9 板幅の影響⁴⁾

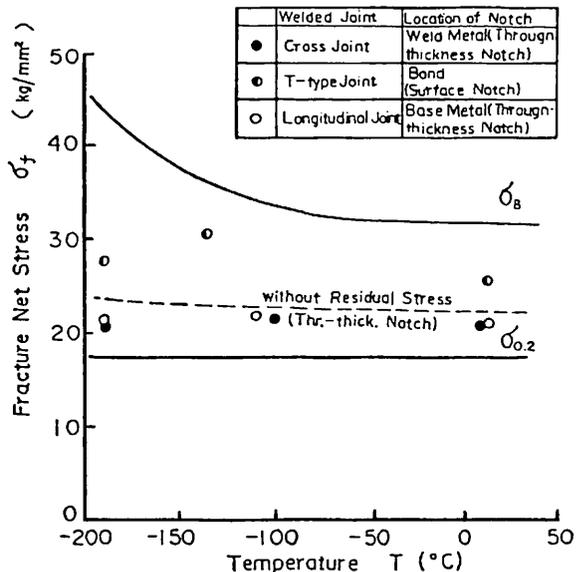


図10 溶接残留応力がある場合の破壊応力と温度の関係⁴⁾

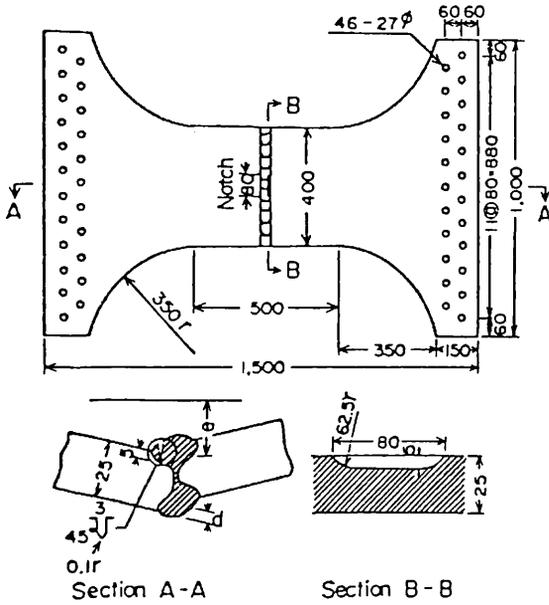


図11 目ちがい、角変形および切欠きのある試験片⁴⁾

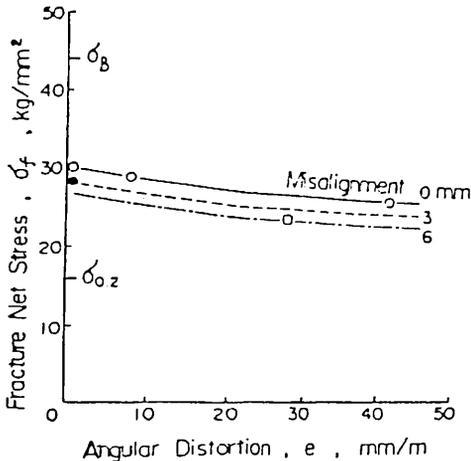


図12 目ちがい、角変形および切欠きのあるときのディープ・ノッチ試験⁴⁾

プレートを突合せ溶接する際、28mm/mの角変形と6mmの目ちがいが重畳する場合でもその破壊応力は耐力よりもかなり高い。5083のように延性に富む材料は目ちがいや角変形に対し鈍感であるため、破壊強度の面からも問題はないと考えられる。

溶接入熱については単位板厚当りの入熱量の増加につれて破壊応力は低下するので制限する必要がある。溶接姿勢の違いによる影響は少ない。

以上大型ディープ・ノッチ試験によって切欠きの条件、溶接、組立ての諸要因の影響を検討したが、5083の靱性は非常に高く不安定破壊をひき起す恐れは認められない。

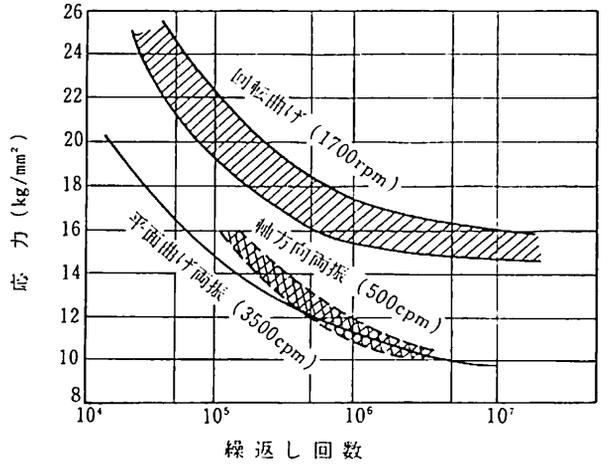


図13 A 5083-O材の回転曲げ、平面曲げ、両振及び軸方向両振疲れ強さの比較⁴⁾

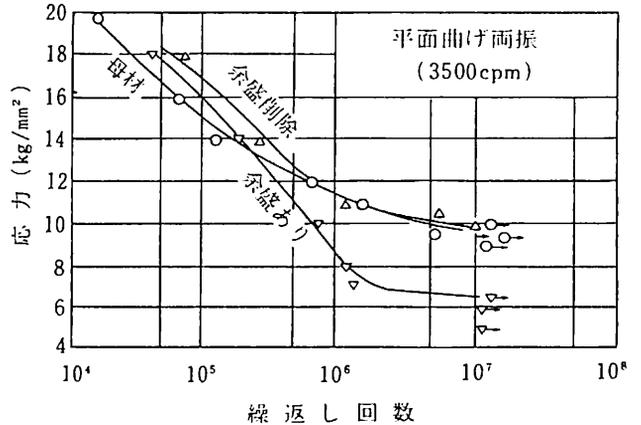


図14 A 5083-O材突合せ溶接継手の疲れ強さ⁴⁾

5・2・5 破壊靱性

脆性を表わす不安定破壊への抵抗性を示す破壊靱性の評価に K_{IC} 値があり、ASTMにその試験法の規程がある。しかし5083のように耐力が低く、亀裂の進展する際にその先端が全面降伏し、不安定破壊の起きにくい金属では K_{IC} の測定は難しい。これまでの報告で5083の K_{IC} として控え目の推定値として $40\sim 50 \text{ ksi}\sqrt{\text{in}}$ 、厚さ1インチの場合で $100 \text{ ksi}\sqrt{\text{in}}$ 以上あるいは $120\sim 140 \text{ ksi}\sqrt{\text{in}}$ などがあげられている。設計応力は20ksi以下に抑えられるので、これらの K_{IC} から巨大な先在欠陥の存在を許容し得るとされる⁵⁾。破壊靱性値の考えからも5083は優れた靱性を持っている。

5・2・6 疲れ強さ

一般にアルミニウム合金の疲れ強さは繰返し回数 10^7 回の値を用いるのが普通である。5083-O材の平面曲

げ両振疲れ強さは9~10kg/mm²である。軸方向両振り及び回転曲げを含めこれらのS-N曲線を図13に示した。軸方向両振と平面曲げ両振の疲れ強さは同程度であるが、回転曲げの疲れ強さはこれより高い。低温における疲れ強さは、室温の値より向上し、S-N曲線は上方にほぼ平行移動した曲線になる。

溶接継手の疲れ強さは余盛削除の有無により異なる。5083の場合余盛を削除すると、溶接部表面に気孔その他の欠陥が無ければ母材とほぼ同等の疲れ強さが得られる。5083-O材の突合せ溶接継手の平面曲げ両振疲れ強さ(10⁷回)は、余盛のある場合6~7kg/mm²であるが余盛を削除した場合には9~10kg/mm²に向上する(図14)。また溶接継手の低温下の疲れ強さは余盛の有無それぞれに増加する。

5・2・7 疲れ亀裂の伝播

疲れによる破壊は応力集中部に発生した亀裂が繰返し応力によって成長し、外部荷重に静的に耐えられなくなったときに生じる。構造物の場合局部的に発生した亀裂が生長し、決定的に破壊するまでにある程度長期間使用できる設計が望ましく、欠陥検査の手法と組合せて亀裂の発見、修復を行ない、安全を保つことができる。5083は靱性に優れ、不安定破壊を生じないのでこのような設計が可能となる。5083の母材及び溶接継手材の亀裂伝播速度は超低温になっても室温の値より小さく優れている。

6. おわりに

アルミニウム合金は色々の特長を持ち各種の合金が広く利用されている。超低温のLNG産業にも溶接構造物のアルミニウム合金5083が多量に使用されている。ア

ルミニウム合金は材料、加工および溶接の各面で進歩もしているし、また優れた特性を持っているので今後も需要は一層伸びるであろう。5083の性能を網羅的に紹介したが参考になれば幸である。

本稿の執筆にあたり諸氏の文献を引用させて頂き、また直接ご指導を頂きましたことを感謝いたします。

参考文献

- 1) 軽金属協会：第2回需要家から見たアルミ材料への要望シンポジウム，昭和56年
- 2) アルミニウムハンドブック，軽金属協会
- 3) WELDING, Kaiser Aluminum
- 4) LNG運搬船の安全規準に関する調査研究報告書，日本造船研究協会，RR8.
- 5) 馬場，金子；アルミニウム合金の破壊靱性，軽金属，Vol. 29, No. 12, P. 593

『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)

ケミカルタンカーの建造・取扱・積荷等について国際及び国内の規則を中心に技術的に詳述した“ケミカルタンカー”の決定版であります。ケミカル運航に携わる方々、造船所の技術・営業に携わる方々及びその関連企業に携わる方々にとって必須の座右書であると確信します。化学品名の索引を添付

株式会社 船舶技術協会

●お知らせ

昭和58年 春季(第41回)船舶技術研究所研究発表会開催

日時 第1日目 昭和58年5月23日(月) 9:30~17:20
第2日目 “ 24日(火) 9:30~15:25

会場 船舶技術研究所 講堂
場所 三鷹市新川6丁目38番1号 電話0422(45)5171

研究発表題目

〔第1日目〕

- 鋼材の溶接性及び欠陥検出法の研究
- 厚鋼材の破壊靱性評価に関する研究
- FRP利用に関する研究
- 船体用材料の強度に関する研究
- 船体用材料の強度に関する研究
- 船用原子炉の安全性に関する研究

〔第2日目〕

- 新型式船用機関に関する研究
- 船用機関の省エネルギーと信頼性向上に関する研究
- 海洋汚染防止に関する研究

LNG の流出、投棄および大気放出

編 集 部

多量の LNG の流失は、必然的に大きな蒸気雲の発生をもたらす。これは、引続いて引火爆発火災を生ずるおそれが多い。万一の場合の安全対策として貨液を海上投棄するときも、同じような問題を起こす可能性がある。

また、貨物ガスの大気放出は、ガスフリー、貨物温度圧力制御、ウォームアップ/冷却等の際、しばしば実施されている。これも、注意深く行なわないと、引火爆発の危険性がある。

LNG 船では、ごく少量の貨液の流出事故例¹⁾が報じられている。この場合、何ら問題は生じていない。多量の貨液の流出事故および投棄事例は、いずれも、これまで生じていない。しかし、そのような事態を想定した実験的研究は、各所で行なわれている。また、LNG 蒸発ガスの大気放出は、大洋ではしばしば実施されているし、港内および岸壁での放出例も報じられている。

これらの問題については、数多くの研究がなされている。その全てについて紹介するには、ぼう大に過ぎるし、また、編者が全ての文献に目を通した訳でもない。本稿では、手元にある十数編の文献をベースとして、LNG の海上流失および投棄、並びにガスの大気放出について論ずる。

1. 貨液の流失

1・1 貨液流失の原因および流失量

貨液の海上流失を起こす原因としては、次のようなケースを想定できる；

- (i) 衝突
- (ii) 座礁
- (iii) 貨物格納設備の損傷
- (iv) 貨物管系統の誤操作/損傷

このうち、(ii)または(iii)を原因とする流失事故は、原則的に生じないように設計上配慮されている。即ち、座礁により直接的にタンクが破壊しないような配置となっている。しかし、全く生じないとはいきれない。(本シリーズ・LNG/LPG 船の記録(抄訳)²⁾を参照のこと) また、(iii)は、貨物タンクからの漏えい損傷に対しては三次防壁がある。しかし、これも、全ての場合(例えば衝

突)、貨物流出を防止するものではない。

いずれにしても貨液流失は、最も大きな災害をもたらす。即ち、貨物の蒸発拡散に引続いて火災爆発のおそれがあり、これは、船舶のみならず、周囲近隣にも大きな災害をもたらす。貨物流出をもたらす可能性の最も大きい事故は、衝突である。したがって、このような衝突事故の発生を防止することが最も重要な安全対策となる。事実、LNG 船の入港に際しては、個々のケースで安全性の評価が行なわれる。そして、十分な安全対策が講じられていると認められた場合のみ、入港が許可される。

貨物タンクが衝突によって破孔を生じる確率は、各所で試算されている。例を掲げると、次のとおりである。

[LNG 船1隻当たり]²⁾

1×10^{-4} / 年

(7万ないし12万 m^3 型 LNG 船を想定)

[大型船の通行頻繁なある港]³⁾

1×10^{-4} ないし 1×10^{-5} / 年

(12万 m^3 型 LNG 船が年間20隻またはそれ以上入港するものと想定されたと思われる。

これらは、いずれも LNG 船の航行が一般船舶と同じと想定したもので、危険物運搬船としての航行規制等の影響を考慮していない。即ち、各港で実施されている特別規制による衝突防止対策によって、上記より2ないし3ケタ小さい数値が確保される。

衝突破孔による貨液の流出量は、破孔の大きさおよび位置に関連する。しかし、1たん破孔が生じた場合、そのタンクの全量(2万 m^3 のオーダ)が海上に流出する可能性は高い。

荷役時の貨物管系統の故障、誤操作または不注意な取扱いによる貨液の流出事故は、よくある。ごく少量の流出(40ℓ程度)は、LNG 船の一生のうち1回以上発生すると予想されている。実例では、荷役中1,500 m^3 程度の LNG 流出が発生している。ただし、これは陸上における管系統の弁の破壊によるもので海上流出ではない。(本シリーズ、その14、12・6参照)

最近では、緊急し断装置も完備している。故に、12万 m^3 型 LNG 船では、貨物管系統から最大500 m^3 程度の

流出量を想定すればよい。(荷役管系統長さ 2 km 程度、荷役速度 1 万 m³/hr とする)

1・2 貨物の流失および蒸発 / 拡散

LNG 等の液化ガスが海上流失した場合、蒸発拡散する。少量の液化ガスでは、ただちに蒸発する。ある程度の量になると、いったん液化ガスのまま海面に拡がり、次いで蒸発する。その後、周囲空気を冷やしながら拡散する。この場合、空気冷却により白い霧の塊まりの貨物蒸気雲が発生する。LNG では、この蒸気雲の外側は、爆発下限界 (LEL) より十分に低いガス濃度である。これは、多くの実験によって確認されている。

貨物の流失による危険範囲は、流失貨物の量、天候、

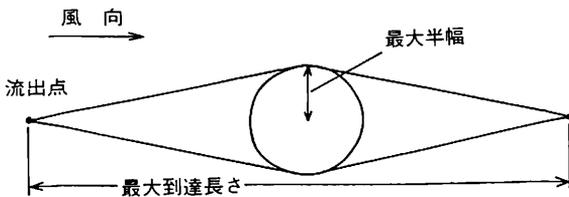


図1 LNG/LPG 流出時の危険範囲

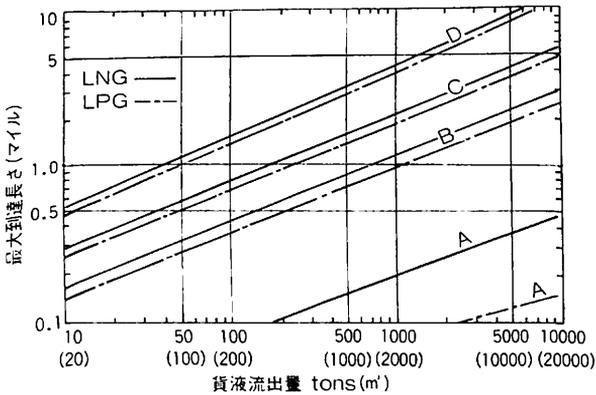


図2 最大到達長さ

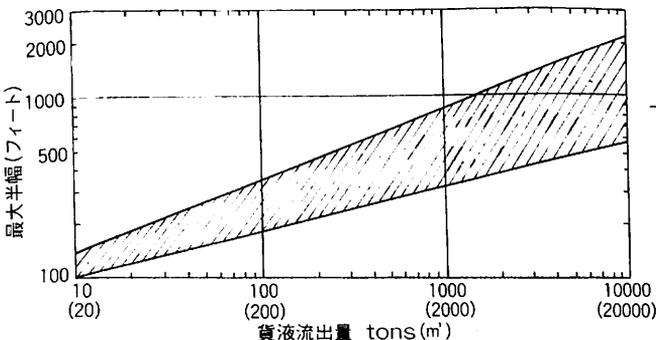


図3 最大半幅 (図中の斜線の範囲となる)

風速等を主要パラメータとして計算する。これは、次の順序で実施される。

- 貨物の拡がり
- 貨物の蒸発
- 貨物蒸気の拡散

最終的には、ある周囲条件 / 場所でのある流出量における危険な範囲を求めるものである。ここで、危険な範囲の境界は、可燃性ガスの場合 LEL (爆発下限界) となる。

貨物蒸気の拡散については、多くの研究がある。関連資料を掲げるだけで数ページに亘る。文献⁴⁾には、関連

表1 貨物蒸気の拡散

海面上 10.6 m 高さにおける風速 (kn) 括弧内は (m/s)	日 中			夜 間	
	太陽のふく射			薄曇	曇
	強	中	弱		
4 ~ 6 (2 ~ 4.1)	※	※	A	C	D
6 ~ 10 (3.1 ~ 5.1)	※	A	A	B	C
10 ~ 12 (5.1 ~ 6.2)	A	A~B	B	B	B
12 (6.2)	A	B	B	B	B

※ 最大到達長さ 0.1 マイル未満

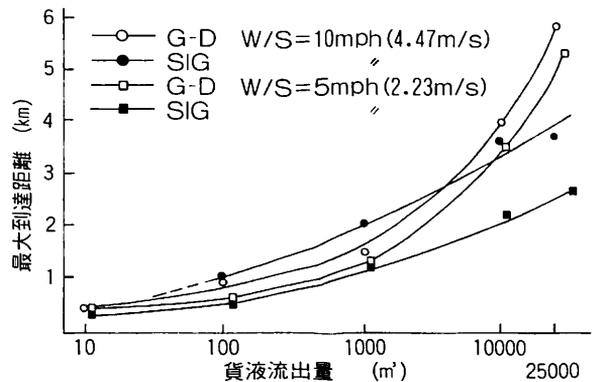


図4 貨物蒸気危険濃度最大到達距離

大気安定度; 中立 (O; -1.0 °K / 100 m)

大気温度; 68 °F (293 °K)

海水温度; 58 °F (288 °K)

相対湿度; 68 %

(0.01 kg H₂O / kg 乾燥空気)

圧 力;

海面 1,000 m bar / モデル上端 980 m bar

資料がリストアップされている。本稿末尾には、US Coast Guard が実施した研究に関連する文献名^{5) 6) 7) 8) 9)}のみを掲げておく。

貨物蒸気の拡散には、流出貨液の種類、量、流失速度および蒸発率、並びに海象気象条件およびその他が複雑に影響する。多くの計算例も発表されているが、境界条件、計算法等の相異により結果は同じでない。ここでは、2つの例を掲げておく。

1つは、表1、および図1、図2および図3に示すとおりである。これは、文献¹⁰⁾によったものである。

もう1つは、図4に示すとおり、これは文献⁹⁾によったものである。

これらから次のことがいえる；

- 危険濃度範囲の拡がり、LNGの投棄実験結果(後の図6参照)からみても、およそ図1のように風下方向に縦長な形状と見做せる。
- 蒸発速度の速い場合、ある程度速い風速の方が危険範囲は大きくなる。遅い場合、逆の傾向になる。
- LNG 流失量 1,000 m³の場合、日中で風速 5 m/s とすると危険範囲(長さ×幅)は、およそ 1,500 × 70 m となる。同じく、2万 m³とすると 3,000 ないし 4,000 × 200 ないし 300 m 程度と想定される。
- 最悪の条件の場合、2万 m³程度の LNG 流出で危険範囲は、10 km を超える。
- 陸上での流出拡散に比べて海上の場合、危険範囲は、

拡がる傾向にある。しかし、オーダ的には相異ないといえる。

1・3 貨物流失火災

LNG等の可燃性液化ガスの流出に伴う燃焼および爆発には、2つのケースがある。その1つは、流失後、ただちに着火して燃焼する場合であり、これは、プール火災と称する。もう1つは、貨物蒸気が未着火のまま拡散した後、着火し、蒸気雲中を火焰が伝ばする場合である。この場合、伝ば速度が数千 m/sec に達するいわゆる爆発、即ち爆轟(Detonation)が発生するか否かは、確定的ではない。しかし、いずれにしても災害の規模は、前者に比べて後者の方がはるかに大きく、壊滅的になることは間違いない。

プール火災発生の場合、危険範囲は火災によるふく射熱の大きさで定まる。その計算例を表2に示す³⁾。この表には、未着火による貨物蒸気拡散の計算結果も併記されている。

なお、LNGの水上流失によって引火を伴わない爆発を生ずることがある。これについては、次の1・4を参照のこと。

1・4 LNG流出による未着火爆発

LNGの海上輸送が開始された当初、USCGの依頼によりアメリカ鉱山局が行なった実験でLNGの水上流失により引火を伴わない爆発が起った。これは、当時かなり話題に登ったので、ここでとりあげておく。

この爆発は、流失LNGの蒸発に伴ない水面上の液部分が次第に小さくなり、消失前にボンという音をたててとび散るといふ現象である。これがポッピングといわれる所以である。

なお、水とLNGの混合による未着火爆発も生じる。これも本項の(3)でとりあげる。

(1) アメリカ鉱山局の実験

アメリカ鉱山局の実験結果は、次のとおり^{13) 14)}。

(a) 実験は、小規模実験(約60×30 cm水槽)および大規模実験(約7.5 m直径の人工池)の2通り実施された。消費LNGは、全量で約7.6 kℓであった。そして、何回かの流出実験のうち、小規模および大規模実験において各1回、ポッピングが起った。

(b) 小規模実験では不明であるが、大規模実験でポッピングが起ったときの流出LNGは、約120 kℓであった。

(c) LNGの水上流失後、ポッピングが起るまでの時間は、小規模実験で3.2秒、大規模実験で1/8秒であった。大規模実験の場合、LNG投棄後の僅かの期間、水面は、

表2 LNG流出によるプール火災の影響

流出量 (m ³)	流出時間 (分)	プール火災時危険距離 (m)	未着火時貨物蒸気危険範囲 (m)	
			風上側長さ	最大幅
25,000	瞬間	2,100	20,000	700
	10	900	10,000	300
	30	550	3,200	150
10,000	瞬間	1,500	14,000	500
	10	600	7,500	200
	30	350	2,700	100
1,000	瞬間	660	5,000	200
	10	190	2,800	70
	30	120	1,400	35

注1) 大気安定度は、安定(F)が想定される。その他の気象条件も、かなり悪い状態が想定されている。

2) プール火災危険距離は、流出中心からの熱放射が 5 kW/m²になるまでの距離。

非常に静かで蒸気による白い霧や泡立ちも見られなかった。

(d) いずれの実験においても、ポッピングの際、音を発した。小規模実験では、ガラス製の水槽が壊れ、大規模実験では、LNG 投棄用の容器の一部が小破壊した。このときのLNGの拡がりの速さは、48.8m/secであった。これは、衝撃波の進行状態に比べて小さい値である。

(e) 大規模実験のポッピングの際、放出されたエネルギーは、ダイナマイト1本の爆発に相当するのではないかと推定されている。

(f) 前(a)ないし(e)の実験の後にも実験が行なわれている。その実験では、LNGを連続的に流出させたとき、ポッピング現象が顕著にかつ大きく現われたとのことである。流出後、約1分の間、音は、聞きとれるほどではなかったが、次第に強かつ回数も多くなった。そして、2ないし3分後に、1ないし2回/秒で音を発し、水が3mほどはね上がった。このとき、水面上46cmのところにつり上げてあった鋼製ドラムがゆれて、ガラガラと音を立てたが変形も破損もなかった。

(2) ポッピング現象

Shell Pipe Line Corp. の研究所においてLNG以外の低温液化ガスを水上に注いだとき、ポッピングのような爆発を起こす温度が確認された。その関係は、表3に示すとおりであった。

このほかにも同様の実験が行なわれている。そして、低温液化ガスと水の温度差 ΔT がある範囲にあるとき、爆発が起こり易いとされた。これは、図5に示すような温度範囲である。

伝熱上、膜沸騰領域と核沸騰領域の間は、転移領域と呼ばれる。この領域での沸騰は、不安定で非常に激しいので熱伝達速度も大きい。故に、 ΔT の値が転移領域に達したとき、爆発を起こす。

図5からLNGは、常温の水上に流失した場合、ポッピングを生じないことになる。しかしながら不純物の多いLNGが汚れた水面に流出すると爆発を起こし易い。例えば、常温の水面上にヘキサンの薄膜があると爆発することが実験的にも確かめられている。これは、薄膜の

表3 ポッピング爆発を起こす水温

液化ガス	沸点 (°C)	水温 (°C)
イソブタン	-12	93 ~ 99
フロロ22	-41	46 ~ 82
プロパン	-42	53 ~ 70
プロピレン	-48	42 ~ 75

存在によりLNGと水との接触がよくなり、急速に熱がLNGに伝わるためと考えられる。

このような爆発は、例えば、LNGと液化ブタンの接触によっても生ずるとのことである。

(3) LNGと水との混合による爆発

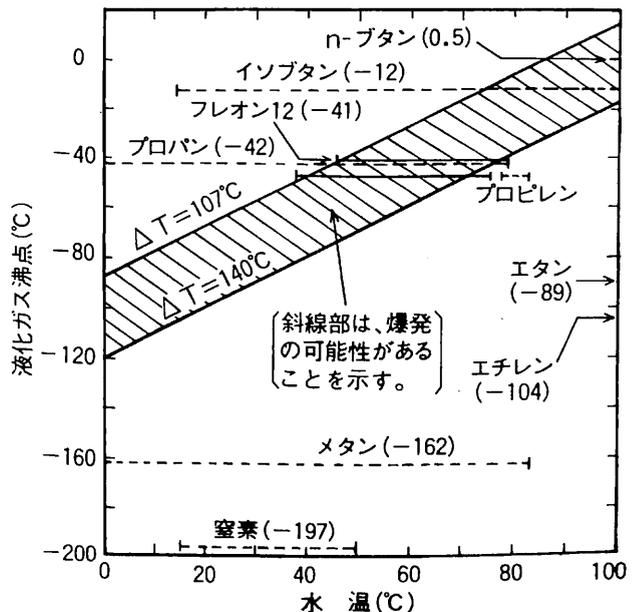
1965年、Hackensack, New Jersey の素掘りの地下タンク(5,660 m^3)の底部に漏水がある状態でLNGを注入したところ6.5時間後に爆発が起こった。続いてポンプ(漏水くみ出し用)運転再開後、1.5時間後に2回目の爆発を起こした。以後、3日間に10回の爆発を起こした。最終的には、地下タンクの屋根とトラスの一部が壊れ安全弁が開いた。このとき、内圧は水頭で約50mmであったのが約450mmに上昇した。タンク内部は、完全にインナーティングされ、酸素が存在しない状態であった。

この爆発原因解明のための実験が行なわれた。

LNGの中に水を注いでも爆発は起こらず、また、水の中にLNGを注いでも同様であった。しかし、LNGと水との混合物に水を加えたとき、爆発が起こった。同じ混合物にLNGを注いでも爆発は、起っていない。

これらの実験から混合物中では、水の中にLNGが閉じこめられており、これに水を加えたため急速に熱が供給されて爆発したものと結論づけられた。

1.5 貨液流出量と危険性



— ; 実験例(爆発), - - - ; 実験例(非爆発)

図5 低温液化ガスの水上未着火爆発をおこす可能性のある温度範囲

表4 LNG流出による危険度と発生率

流出量(m ³)	発生率(回/時間)	危険度
< 0.038	10 ⁻³	影響は、殆どない。人間に災害をもたらすおそれは非常に少なく。また、設備の損傷も非常に僅かである。
0.038 ~ 0.38	10 ⁻⁴	
0.38 ~ 3.8	10 ⁻⁵	許容限界の危険性。正しい処置をとらぬ限り、人間および設備に何らかの災害をもたらす。
3.8 ~ 38	10 ⁻⁶	人間および設備に対し、何らかの災害を及ぼす。人間および設備が残存するためには、ただちに、適切な対策を講ずること。
38 ~ 380	10 ⁻⁸	設備は、大破壊するおそれがある。また、人間に対し災害をもたらす危険性が大である。
> 380		

貨液の流出量が多ければ多いほど危険性が高くなるのは、明らかである。文献¹⁾に流出量に対応した危険性が示されている。それを表4に掲げておく。また、流出量に応じた発現確率も合わせて示しておく。これらは、いずれも推定である。

2. 貨液の海上投棄

2.1 海上投棄の実施

LNG船やLPG船では、規則上、貨液の海上投棄設備の設置は要求されていない。しかし、万一の場合を考慮して投棄設備を設ける船舶が多い。これは、次のような事態を想定したものである。

- (a) 積荷航海中、貨物格納設備に損傷が生じ、船体構造により大きな被害を蒙るおそれがある場合
- (b) 積荷船舶が座礁した際、離礁するのに貨物を排出して船体を軽くする場合
- (c) 船舶が衝突或いはその他の事故で大きな損傷を蒙り、曳航のため、貨物を排出する必要が生じた場合

いずれにしても、これらの事態が発生した場合、対策としては、まず、貨物の他船への移送を検討する。これが不可能な場合、或いは事態が切迫して時間的に余裕のない場合、始めて海上投棄を考慮することになる。投棄による船舶および周囲環境への影響を十分に検討する。そして、安全上、投棄した方が好ましいという結論を得て、始めて実施する。

2.2 投棄実験

LNGを安全に海上に投棄できるか否か、および安全な投棄設備/方法を定めるため、投棄実験が各所で行なわれた。即ち、LNG実験船“Methane Pioneer”，4万m³型LNG船(Esso運航船)および7.5万m³型LNG船

“Gadila”の実験がある。いずれの実験でも、LNGを安全に海上投棄できることが確認されている。特に、“Gadila”の実験は大規模なものであり、この実験によって多量のLNGの安全投棄の手段が確立されたといえる。以下、“Gadila”で実施された実験の概要について紹介する。

(1) ジェットソン投棄装置

“Gadila”は、船尾荷役管装置(積荷時使用)を備えている船舶である。故に、船尾ジェットソン投棄装置は、これを利用して設けられた。即ち、貨物主管から200mm径の支管をとり、これに隔離用の弁と眼鏡フランジを設けたものである。そして、末端には、102mm径まで細くした水平方向のノズルが設けられる。実験では、さらに102から51mmまで絞った追加のノズルも使用された。このジェットソン投棄装置は、排出速度40m/sで貨液を噴出できるものである。

(2) 実験プログラム

投棄実験は、結局表5に示す6ケースが実施された。計測事項は、次のとおり、

表5 LNG投棄実験

ケース	船速(kn)	ノズル径(mm)	LNG流量(m ³ /hr)	投棄LNG(m ³)
1	10.5	51	162	27
2	5.0	51	462	71
3	3.0	51	372	62
4	静止	51	456	76
5	4.2	102	1,188	198
6	静止	102	1,158	193

計 627

- (i) 船速
- (ii) 風速および風向
- (iii) 大気および海水温度
- (iv) 船舶に対する液、プールおよび蒸気雲の最短距離
- (v) ノズルを離れた点における静電気の強さ

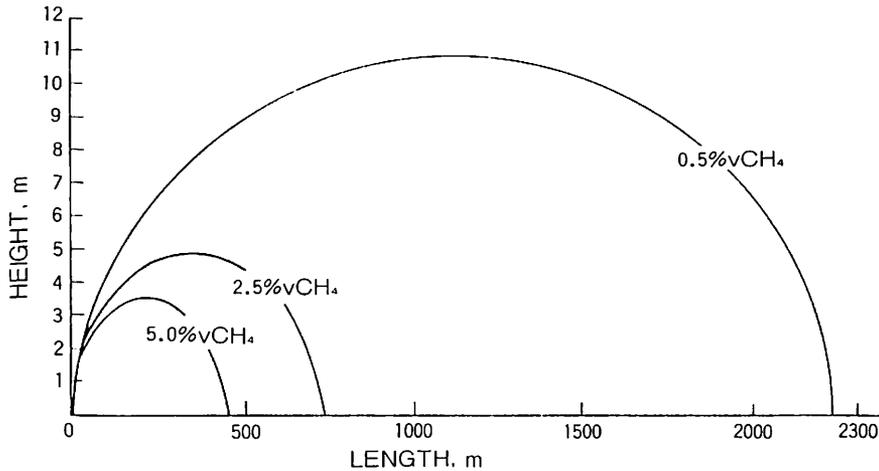
- 海面：平穏（波高1 m）
- 天候：薄曇（雲の割合、約1/8）
- 相対風速：3.8ないし10.6ノット
- 相対湿度：80ないし85%

(3) 実験結果の概要

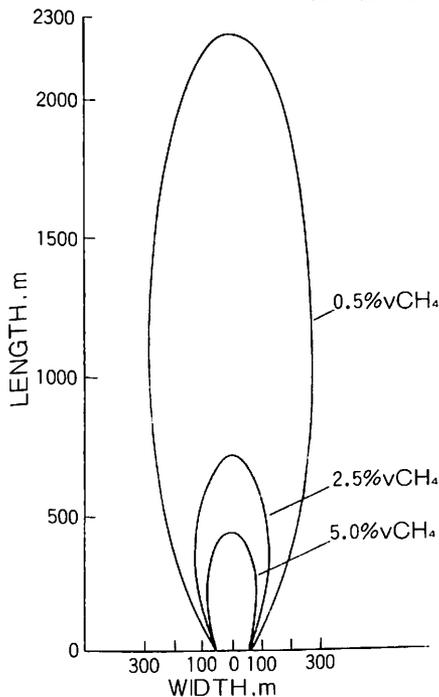
実験観測結果を要約すると、次のとおり。

実験中の気象海象条件は、次のとおりであり、実験上、良好な状態であったといえる。

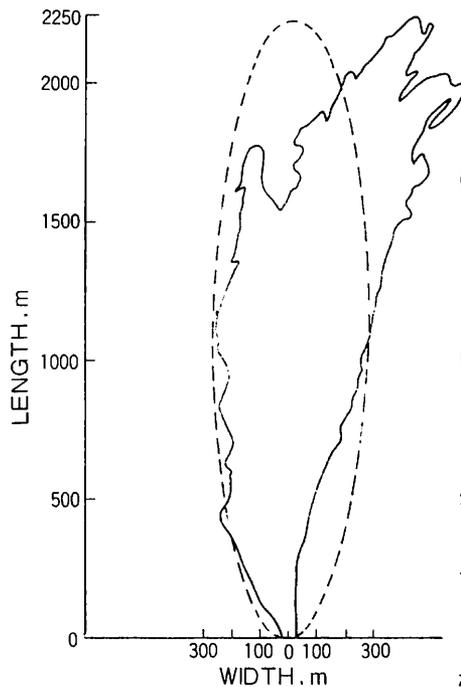
-視界：約10マイル



(a) 貨物蒸気雲の形状（縦断面）



(b) 貨物蒸気雲の形状（平面）



(c) 貨物蒸気雲の拡がり観測結果

—：観測，-----：0.5 Vol.% CH₄ライン（計算）

図6 貨物蒸気の拡散（表5のケース6）

(a) 噴射で発生した静電気は、少なく、ノズルとLNG噴射間で放電発火するおそれはないと考えられる。計測

では、貨物蒸気雲が静電気を帯びることは示されたが、定量的に評価するような結果は得られなかった。

(b) 実験の範囲では、海面上のLNGプール^注は、小さいものが点在する程度であった。これは、船体に対して危険を及ぼすおそれはない。放出LNGの大部分は海面に到達するまでに、またはその直後に蒸発してしまう。放出貨液の落下点は、ノズルの位置から74 m (102 mm φ) および92 m (51 mm φ) であった。

注：LNGプールとは、海面上にLNGが貯っているような状態のものをいう。

(c) 貨物蒸気雲は、低く拡がる。実験中、最悪の気象条件の場合でも蒸気雲の形状および境界は、はっきり識別された。

(d) 1,200 m³/hrの放出の場合、貨物蒸気雲の目視できる外周のところでは0.5 vol. %のガス濃度であった。この蒸気雲の形状および大きさは、図6に示すとおり。ピーク値と平均値の比を2：1とすると、このガス濃度は、平均値であるから2.5 vol. %のガス濃度が危険な範囲となる。

(e) 蒸気雲が船舶に最も近づいたのは、102 mm φノズルによる静止状態での放出中であ

り、それでも、水線の位置で60ないし70m離れていた。相対風速が3.8ノットの場合でも渦流や逆流は観測されず、船舶および警戒用曳船でもガスを検知することはなかった。

(f) 1,200 m³/hr 放出かつ低風速の場合でも、蒸気雲は放出停止後、20分未満で速やかに消滅した。

(4) 貨液投棄要領

この実験により定められた貨液の安全な投棄要領は、次のとおり。

(a) 放出量 1,200 m³/hr までは、安全に貨液を投棄できる。この放出は、天候状態さえ満足すべき条件であれば、船舶の航行中または静止中のいずれでも可能である。

(b) 相対風速は、5ノット以上であること。

(c) 風向きは、蒸気雲の渦流を生ずる可能性を少なくするため、船体中心線から30ないし60度の間とする。

(d) 放出ノズルは、40ないし50 m/s の速度で貨液を放出できるものとする。放出箇所は船尾がよいが、風向きによっては不可能な場合もある。中央部マニホールドからの放出も風向きによって可能である。この場合、ノズルは船体から外に十分に突き出すように設ける。

(e) 放出時には、危険範囲に他の船舶およびその他の発火源がないようにする。安全を見込んで放出点の風下側5マイルには、他船またはその他の発火源がないのを確認して投棄する。

(f) 投棄するのは、蒸気雲を視認できる日中とする。

3. 貨物ガスの大気放出

3・1 一般

(1) 大気放出の実施ケース (LNG 船)

LNG 船で貨物ガスを大気放出するのは、次のようなケースである。括弧内は、125,000 m³型 LNG 船を想定した貨物ガスの放出量の平均的な値を示す。

(i) ウォームアップ時 (14,000 ないし 20,000 N m³/H)

(ii) 貨物温度圧力の制御 (7,000 ないし 12,000 N m³/H)

(iii) ガスフリー、即ち貨物ガスをイナートガスで置換する時 (4,000 ないし 8,000 N m³/H)

(iv) イナートガス / 貨物ガス置換時 (650 ないし 1,300 N m³/H)

(v) タンク冷却時 (9,000 ないし 30,000 N m³/H)

(vi) 積荷時にガスを陸上に戻せない時 (40,000 ないし 60,000 N m³/H)

(vii) その他

上記のうち、(ii)ないし(v)のオペレーションは、いずれも大洋において通常状態でも放出することがあり得る。

(これらのケースは、また、陸上施設に貨物ガスを戻すオ

ペレーションとすることもある。) 最大の放出量となるのは、タンク冷却時またはウォームアップ時となるのは一般的である。また、(iii)の数値は、平均的な値であり、ガスフリー開始当初は 20,000 N m³/H 程度の放出量である。

(vi)は、陸上設備の故障等の緊急時のみ、基地によっては、実施することがある。ここに掲げた放出量に関する数値は、通常の積荷速度における値である。このように大量のガスを放出する場合の安全性について確認がなされていない場合、積荷速度を下げるかまたは中止する。

(i)は、入港に先立って貨物タンクの圧力を低くする場合、ボイロフガス燃焼装置の故障時等において実施する。通常、このようなガス放出を実施しないように計画するが、(その7) 6・1(3)で述べたように入港に先立って実施するケースも少なくない。また、大気放出 / 蓄圧のみに頼って貨物温度圧力制御を行なう計画の LNG 船の例も、(その17) 1・1に掲げたように二三見られる。

(vii)のその他のケースとしては、燃焼装置の未燃ガスのバージ、インタバリヤスペースのバージ等がある。これらは、いずれも量としては僅かである。

いずれにしても LNG 船の場合、貨物ガスの大気放出は、ある程度避け難い。通常時および異常時における安全な大気放出要領を確立しておく必要がある。

(2) LNG 船以外の液化ガスタンカー

LPG 船、エチレン船、アンモニア船等の場合、通常時に貨物ガスを大気放出するケースは少ない。しかし、陸上での貨物ガス受入れ設備がない場合、前(1)(iii)、(iv)および(vii)のケースで大気放出することがある。

これらの船舶では、貨物ガスの比重が空気より大きいことが多い。LNG 船の大気放出に比べ慎重な配慮が必要である。

(3) 大気放出に関する注意事項一般^{15) 16) 17)}

液化ガスタンカーの貨物ガス大気放出に関する一般的な注意事項は、次に掲げるとおり；

(a) 通常時および異常時のいずれの場合も定められた手順に従って放出する。このため、個々の船舶においてオペレーションマニュアルには、貨物ガスの大気放出の実施要領が記載されていなければならない。

(b) 如何なる場合も、港内における貨物ガス大気放出を禁止している港が多いことに注意する。また、港外においても、船舶の輻輳する水域では、貨物ガスの大気放出が禁止されている。例えば、日本沿岸においては、ウォームアップやガスフリーの際、管海官庁から指定または許可された水域で貨物ガスの大気放出を行なう必要がある。

(c) 貨物ガスは、定められたベント開口を通じて放出す

る。通常、これは船首部に設けられる。貨物ガスのベント開口から風下側には、危険範囲（爆発下限界以上の濃度）が存在することに十分注意する。この危険範囲は、開口端におけるガス濃度、放出口の径、ガス放出速度、風速、開口端の高さ等によって定まる。(4)および3・2並びに3・3の拡散の計算例を参照のこと。

(d) 貨物ガスの放出中は、火気管理、船内各種開口の閉鎖および使用制限、各種通風装置の管理、他船接近の監視、開放甲板上的作業の制限等の注意を払う。これらは、荷役中の一般的な注意事項とほぼ同じである。

(e) 海象 / 気象には、十分注意する。大気放出は原則として視界良好な日中に行なう。風速 / 風向については、特別に配慮する。風速が強い場合、危険範囲はむしろ拡がることに注意する。船舶の進行方向および速力、並びに風向 / 風速を考慮にいれ、貨物ガスが船舶の横方向にゆくようにする。

(f) 冷たい貨物ガスは、暖めて放出するのが望ましい。冷たい貨物ガスは、ベント開口端の水結による閉塞を生じ易いので十分に注意する。

(g) LPG船では、少なくとも風速5 m/sec以上で貨物ガスを放出する。アンモニア船の場合、水にガスを吸収（溶解）処理する設備を有する例もある。

4) 貨物ガスの大気拡散

貨物ガスの大気放出における拡散の傾向を模式的に描くと図7のようである。また、図8には拡散状況の計算例¹⁸⁾を示す。ここで危険範囲は、計算による爆発下限界の1/2濃度をとっている。これは、計算値が平均的なものであり、ピーク値はほぼ2倍になるという考え方による。

図8から分るように風速が弱い方が危険範囲の直径は狭くなる。しかし、風下側の距離は、むしろ長くなる。風速15m/sの場合、風下側危険範囲は3m/sの約2倍になるという結果¹⁸⁾が得られている。

3・2 貨物温度圧力制御のための大気放出要領

7万³m³型LNG船（アラスカ / 日本間）における貨物ガス大気放出の検討例が発表¹⁹⁾されている。まず最初にその概要を紹介する。

この船舶は、ボイルオフガス燃焼による貨物温度圧力の制

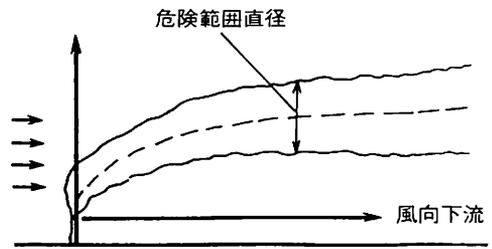
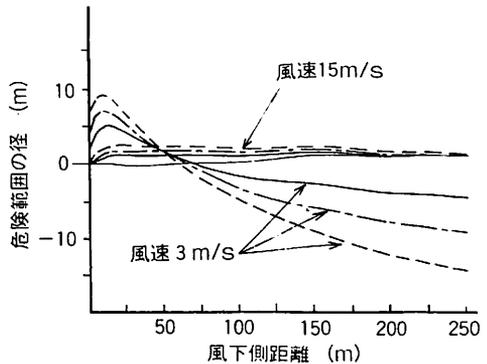


図7 貨物ガス大気放出拡散状況



物質 ; 純メタン	ベント開口径 (m)	流量 kg/h
放出速度 ; 30 m/s	— 0.24	10,000
放出ガス密度 ; 2.03 kg/m ³	- - - 0.38	25,000
放出ガス温度 ; -160 °C	· · · 0.51	45,000
大気温度 ; 0 °C		

図8 貨物ガス大気放出による危険範囲の拡がり

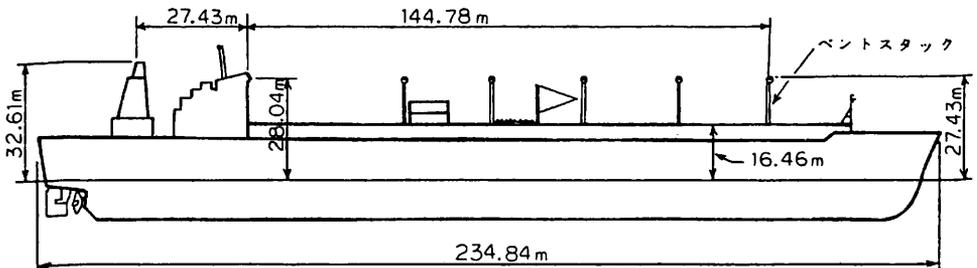
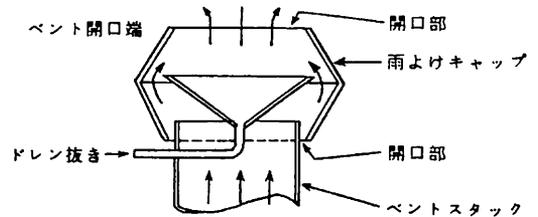


図9 71,600 m³ LNG船貨物ガス大気放出用ベント装置 (最前端的のベントスタックが大気放出用)

御を行なっている。しかし、港内では蓄圧するため、入港前に貨物ガスを大気放出して圧力を下げる操作を行なうことがあるとして安全な放出方法が検討された。

この放出は、図9に示すようなベント装置によってなされる。放出の際、貨物ガスは空気より軽くなる温度（ -103°C より高温、原則的に -70°C 以上）まで暖める。放出量は、LNGで最大約 $3,500\text{ kg/H}$ （純メタンとして約 $5,000\text{ Nm}^3/\text{H}$ のガス量）である。これは、蒸発率で表わすと 0.275% /日に相当する。

この放出の際の貨物ガスの拡散についても計算されている。例えば、大気温度 46°C で無風に近い状態（ 0.45 m/s ）において 750 ppm のガス濃度の風下側距離は、約 $1,430\text{ m}$ である。同じく $1.3\text{ vol.}\%$ のガス濃度の場合、約 76 m である。

大気温度が -18°C の場合でも、数値は上記と大差ない。また、風速が強まった場合、危険範囲は小さくなるという結果が得られている²⁰⁾。例えば、風速 9 m/s の場合、 12 ppm のガス濃度で約 790 m 。

注：前3・2(4)の例とは逆の傾向であるが、この例は、貨物放出量がかなり異なる。即ち、前記の例の約 $1/2$ ないし $1/9$ の放出量。

いずれにしても、この程度の貨物ガス放出速度の場合、実際の危険範囲はかなり狭いものと思われる。例えば“Methane Princess”のタンク冷却時の貨物ガス放出では、放出端から僅か（2ないし3フィート）離れた点で $1\text{ vol.}\%$ 未満のガス濃度であったという記録もある。（その9）2・2参照。このときのガス放出速度は、 $2,000\text{ Nm}^3/\text{H}$ 以下と推定されるが、その他の条件（放出ガスの濃度、風速、気温等）は不明である。

結論的に、貨物温度圧力制御のガス放出の際の危険範囲は、かなり狭くなる。しかし、条件によっては、ある程度の（数十m）の危険範囲が存在し得ると想定されるので慎重な配慮が必要である。

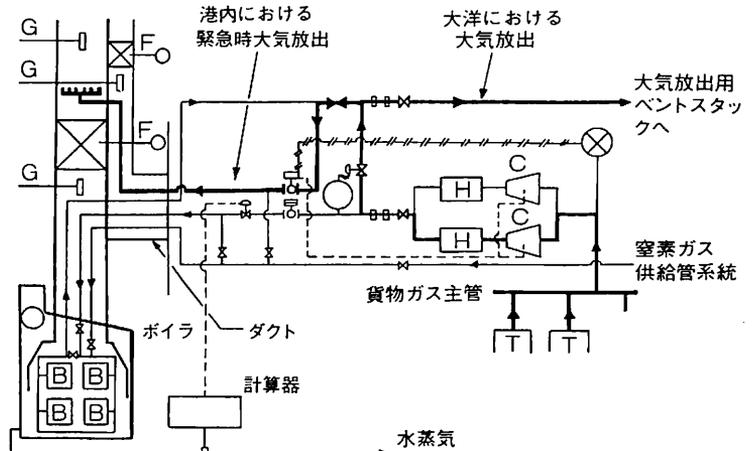
3・3 緊急時の貨物ガス大気放出

港内では、貨物ガスの大気放出が如何なる場合も禁止される。緊急時にも大気放出が禁止されると、スチームダンプ等の処理設備がないLNG船では、安全弁からガスが噴出することになる。これに比べると、むしろ制御したガスの大気放出の方が安全である。

次に、港内における緊急時の安全なガス放出設備 / 要領の1例²⁰⁾を紹介する。

この船舶は、 5 万 m^3 型LNG船“Descartes”である。（その5）表9に示すように、港内では蓄圧し、期間延長の場合、1たん港外に待避して圧力調整する。スチームダンプ装置は、備えていない。当初、本船は、米国（Boston）に入港するに際し、USCGから緊急時にもガス放出しなくてもよいような配慮が求められた。しかし大容量のスチームダンプ装置を設けることが不可能であった。対策としては図10に示すようなベント装置を設け、緊急時には、ガスを希釈して大気放出するようにした。図中の“港内における緊急時大気放出”ラインがそれである。

本船の貨物蒸発率は、約 0.24% /日である。これを全部放出して圧力上昇しないようにすると、 $3,000\text{ Nm}^3/\text{H}$ のガス放出速度である。しかし、本船の補機等に使用す



B:バーナ、C:圧縮機、G:ガス検知器、F:ファン、H:ヒータ、T:貨物タンク

図10 LNG “Descartes” の貨物ガス大気放出管系統

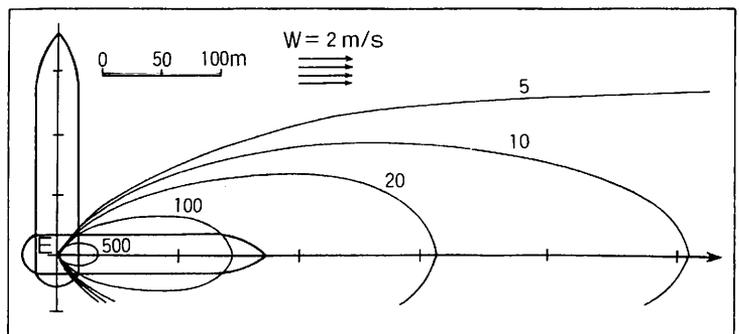


図11 緊急時希釈ガス大気放出のガス拡散平面図

（図中の数値は、ガス濃度 ppm。大気安定度（クラスA）
Eは、ガス放出点。高さ83 mまで垂直上方に放出。）

るための燃焼分を差引くと、2,520 Nm³/Hの割合で大気放出すればよい。

このガスをボイルオフガス燃焼装置のフード用換気ファンを用いて希釈し、爆発下限界以下のガス濃度にして船外に放出する。このファンの容量は、100,000 Nm³/Hである。この希釈によりボイルオフガスを全て放出する場合、ガス濃度は2.92 vol. %となる。一部を補機等に使用し、残りを放出する場合2.45 vol. %となる。

上記の要領で試験的に放出したときのガス濃度は、次のとおり；

実施場所	空気：ガス (Nm ³ ：kg / H)	計算値 (LELに対する%)	実測値
Arzew	80,300 : 1,150	38	30
Barcelona	80,300 : 1,220	39.5	39 / 43
"	100,000 : 1,220	33	33 / 37

このような放出時の貨物ガスの拡散についての計算もなされている。1例は、図11に示すとおりである。その他の周囲条件においても、本船外の場所では殆ど100 ppm以下のガス濃度である。

このようにして緊急時のガスの大気放出も、船舶および周囲環境に対し、全く影響なく実施できることが立証された。

[LNGの流失、投棄および大気放出：完]

参考文献

- 1) 造研，第8基準研究部会，LNG船海外調査報告，研究資料 No. 33 R，昭和49年11月
- 2) 液化天然ガス（LNG）技術総覧，ソフトサイエンス社
- 3) DS Allen et al, A Survey of Methods of Reducing LNG Tanker Fire Hazard, 6th Int. Symp. on TODGBSAIW, 80
- 4) 造研，第14基準研究部会，液化ガス貯蔵船の構造設備に関する調査研究報告書，No. 88 R，昭和55年3月
- 5) Havens, J. A., Predictability of LNG Vapour Dispersion from Catastrophic Spills onto Water : an Assesment, USCG Report CG-M-09, April (NTIS AD/A-0&0525)
- 6) Havens, J. A, an Assesment of Predictability of LNG Vapour Dispersion from Catastrophic Spills on to Water, 5th Int. Symp. TDGS IW, 1978
- 7) Havens, J. A., (上記と同じ表題), Journal of Hazardous Materials, 3 (1980)
- 8) Havens, J. A., A Description and Assesment

- of the SIGMET LNG Dispersion Model, USCG Report CG-M-3-79, Feb. 1979
- 9) Havens, J. A., (上記と同じ表題), 6th Int. Symp. on Transport of Dangerous Goods by Sea and Inland Water, 1980
- 10) USCG, A Manual for the Safe Handling of Flammable and Combustible Liquids and Other Hazardous Products, Sept. 1976
- 11) USCG, Fire Safety aboard LNG Vessels, Report No. CG-D-94-76
- 12) A. Kneebone et al, Shipboard Jettison Tests of LNG on to the Sea, 4th LNG Conf.
- 13) USCG Report, Hazards of LNG Spillage in Marine Transportation, Feb. 1970
- 14) 橋口，低温液化ガスの水上流失による爆発
- 15) 恵美，液化ガスタンカー，船舶，昭和53年1月以降連載中
- 16) ICS, Tanker Safety Guide (Liquefied Gas)
- 17) 造研，第8基準研究部会報告書，No. 54 R，昭和52年3月
- 18) L. P. Prew, LNG Ship Cargo System—Some Design and Operating Considerations, JIME London 1976
- 19) A. F. Dyer, Predicted Behavior from Venting of Boiloff Vapour from Normal Operation of LNG Carriers, Conf. on LNG Importation and Terminal Safety, 72
- 20) A. Pastuhov et al, Emergency Venting of the 50,000 m³ LNG Carrier Descartes, Conf. on LNG IATS 72

(次回は“LNG/LPG船の記録(抄訳)”掲載予定)

船舶技術協会 出版物の常備店

海事と一般図書 **ツキヂ書店**

〒105 港区虎ノ門1-15-16 船舶振興ビル内 ☎03-502-2040

船用蒸気プラントのドレンシステムの改善されるべき課題

村上道之
新和海運株式会社

1. はじめに

船用蒸気プラントは、省エネルギーの必要性から、排気の有効利用についても種々の改善がなされている。ここでは、省エネルギーに関する次の2~3の問題点について、実際の運転状態から考察する。

- (1) 排気系の真空コンデンサーへのオーバーフロー蒸気の問題
- (2) 排気の有効利用に関する造水器と蒸気プラントの接続の問題
- (3) クローズドシステムである蒸気プラントの効率は有効エネルギー（エクセルギー）による評価からドレンの処理方法が重要であるので、これを実際のシステムにおいて考察する。

以上3点は問題自体を把握することが難しく、メーカーとユーザーの共同研究が望まれる。

2. 基本的なフローラインの理解

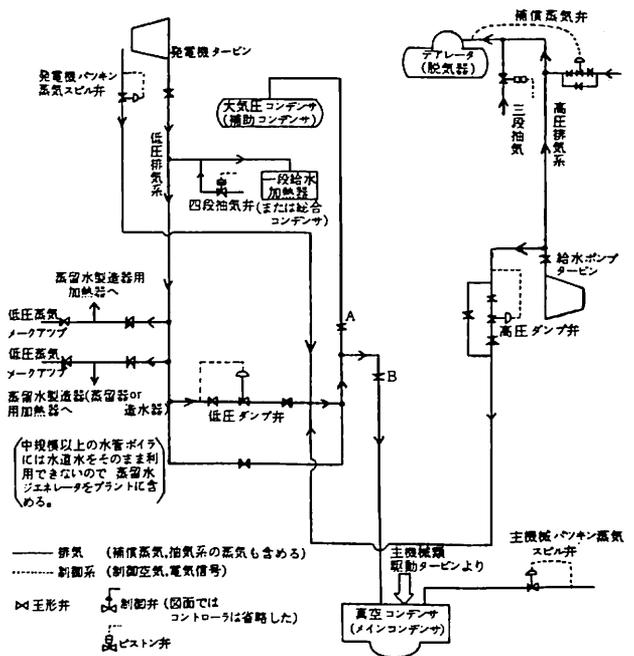
2-1 給水系統

水の補給は蒸留水タンクからなされ、補給量の信号は容量が適度に大きくかつ全システムの水量の多少を最も正直に示すところから取らなければならない。アトモスドレンタンク（大気圧ドレンタンク）や主復水器（真空コンデンサー）の水位はシステム全体の水量の多少を示すものではない。また蒸気ドラムはシステム全体の水量を反映するが、逆応答などの複雑な要素があつて、水量の多少を正直に示すものではない。

デアレータは緩熱蒸気系（最終的にドレンとなつてアトモスドレンタンクに流入する）、過熱蒸気系（最終的に真空コンデンサーで復水される）、デアレータ直行系（3・4段給水加熱器の加熱蒸気のドレン、給水ポンプタービンの排気、給水リサイクルなどのデアレータ入力を総称していうアトモスドレンタンクおよび真空コンデンサーの両方にも現われないものである）の合計の水量の多少を表し、システム全体の水量の多少を最も直接的にかつ正直に示すもので

ある。したがって、第1図の給水ラインにも示しているように、デアレータの水位信号をシステム全体の水量の多少を示すものとみて補給水の信号として取り入れればよいという結論が導ける¹⁾。

以上が蒸気プラントの考察で最も重要なベースとなる第一次の水の制御であり、このシステム制御のうえに階層的に成り立っているのが、いわゆるボイラーの給水制御である。第1図のプラントの給水制御は3要素式であることがわかる。

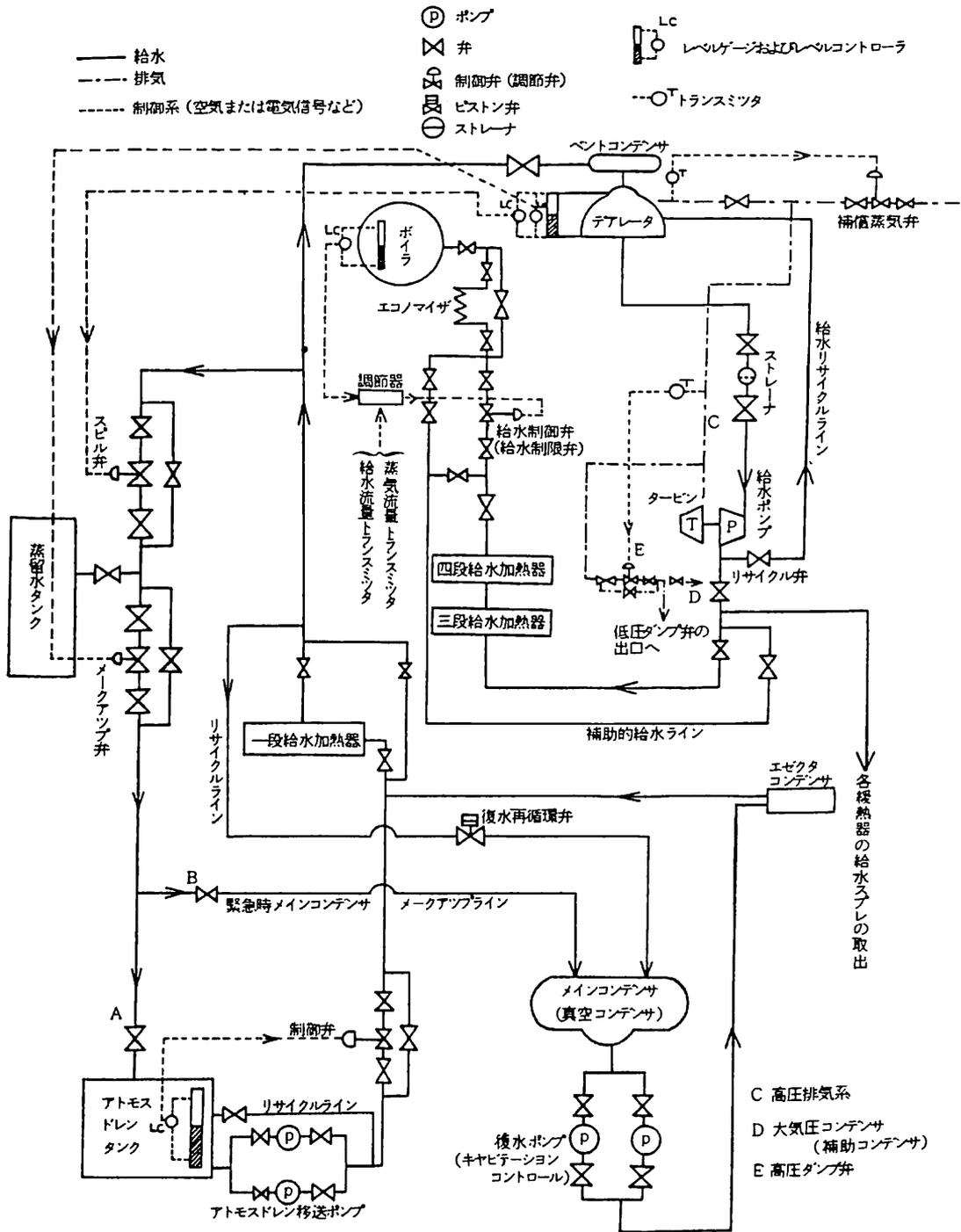


コンデンサの切替

- A弁 大気圧コンデンサ (補助コンデンサ)
- B弁 真空コンデンサ (メインコンデンサ)

切替時、両弁の開状態が長くなると発電機タービン、給水ポンプタービンの排圧上昇（トリップの危険）
両弁の開状態が長くなると、真空コンデンサの真空低下（主機械のトリップの危険）

第2図 排気ライン



緊急時メインコンデンサメークアップラインを使用するとき、
 メインコンデンサ真空の低下を防ぐため必ずA弁を全開にした後、B弁を開ける。
 失敗すればメインコンデンサ真空低下によるタービン類のトリップとなり、大きな事故に至る危険もある。

第1図 給水ライン

2・2 排気系統

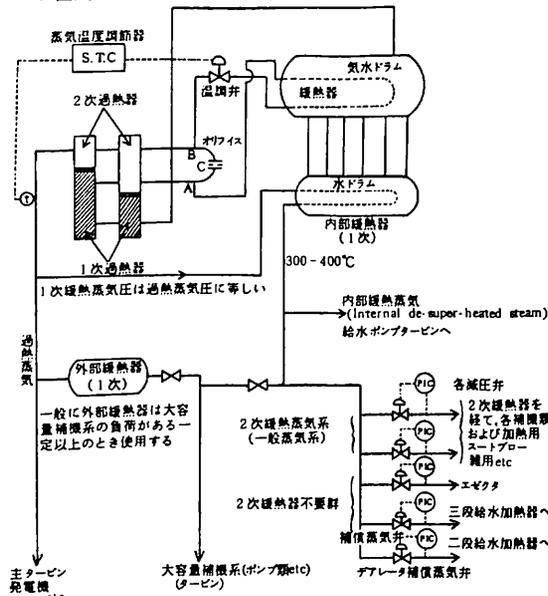
主機タービンの蒸気の主流は主復水器で復水されるので、排気系は主機タービンからの抽気と補機駆動用タービンの排気とからなる。排気系はプラントの安全と効率および排気の有効利用からも極めて重要である²⁾。排気系の基本事項については本誌 Vol. 35-5 に述べているので以下省略する。第2図に排気管系統図を示す。

2・3 蒸気系統

気水ドラムから出た飽和蒸気は一段過熱器で加熱され、主蒸気温調弁の開度によって一部気水ドラム内を走っている緩熱器に入る。緩熱器を通ったものも通らなかったものも二段過熱器入口でいっしょになって二段過熱器へ入って設定温度の過熱蒸気となる。このまま使用されるのは主機タービンと発電機タービンである。

過熱蒸気主管から一部水ドラム内を走り緩熱された蒸気を内部緩熱蒸気という。一方、スプレーにより緩熱された蒸気を外部緩熱蒸気という。第3図に蒸気管系統図を示す。

温調弁は緩熱器出口側についている。気水ドラム内緩熱器のスーパーヒータ出入口の圧力差は $P_A > P_B$ (オリフィスによる) である。



外部緩熱器および二次緩熱器は、調整弁を介し給水ポンプ吐出ラインより补水しスプレーする。調整弁の入力は温度指示調節器からの信号と差圧発信器からの出力である。

スートブロー蒸気は過熱蒸気の蒸気条件に応じて過熱度が低い場合などは、減圧弁のみで必要蒸気条件を満たし二次緩熱器を通さないか、または場合によっては一次緩熱器をも通さずに用いられることが考えられるが、要は負荷側の蒸気条件が問題なのである。エゼクタ蒸気の蒸気条件も抽気性能に関係するので精度が求められる。

第3図 蒸気ライン

3. 船用蒸気プラントの配管系統の問題点

3・1 排気の有効利用

船用蒸気プラントの最終的なバランスとして、質的に有用な余剰排気を真空コンデンサーへ損失としてオーバフローさせているという視点から、筆者は3年前より低圧ダンプ弁のダンプ開度のスケジュールを追求して来た。(詳しくは本誌 Vol. 35-5 を参照)

一方、余剰排気の有効利用として、発電機タービンの排気および給水ポンプタービンの排気を主機低圧タービンへ導くシステム (これをリエントリシステムという) が一部実施されている。

排気の有効利用について忘れてはならないことは、排気系とそれを利用する負荷との整合性である。したがって、0.6 kg/cm²G ~ 400 Torr (mm Hg) の真空の間を変動する低圧排気システムの有効利用には十分慎重でなければならない。このような低圧排気システムから1段給水加熱器の加熱蒸気をとるのはよいとしても、独立補機用の加熱蒸気をとった場合は、たとえそれが0.4 kg/cm²G の低圧の計画であったとしても事実上使えない配管となってしまふ。造水器の加熱蒸気をここから取れるのは、安定した低圧排気システムの場合のみである。詳しくは造水器と蒸気プラントの接続問題として議論する。

3・2 ドレン系統

3・2・1 ドレン系統に関する省エネルギー考察

2・1 給水系統で説明したように、真空コンデンサーやアトモスドレンタンクに、まったく流入しない系が存在する。第1図と第2図より、それは以下の系である。

- (1) 給水ポンプとデアレータ間のリサイクル系
 - (2) 三・四段給水加熱器のドレン
 - (3) 高圧排気 (該当段の抽気, 給水ポンプタービンの排気, 送風機タービンの排気, 補償蒸気等)
- これ以外の系統は最終的には、真空コンデンサーかアトモスドレンタンクのどちらかに流入すると考えられる。

主機タービンのエネルギー評価においては、エクセルギー評価のための検査面として、外界を真空コンデンサーの内部状態にとったり、次のシステムの入口状態にとることがあるが、ここでは以下のように全体考察のために外界を大気状態として考えることにする。

- (1) プロセスとして、タービン以外の外界状態より高エネルギーレベルの系を真空コンデンサー

に捕集させた場合、結局給水としてボイラーに入るまでに投入される入力エクセルギーのうち、給水プロセスの真空コンデンサー流入前と同じエネルギーレベルになるまでの全部のプロセスはまさに純然たるエクセルギー消滅に相当する。

(2) 現状のサイクルプラントを採用する場合、できるだけデアレタ器内の圧力レベルを下げることで、少しでも多くのドレン系をデアレタにて捕集できるようにすることが重要である。(しかし該当するドレン系がない場合は、このような工夫は無意味である。またデアレタの温度レベルは言うまでもなく下げる必要はない。)

(3) プラント全体の外界への伝熱損失(エクセルギー消滅)から考察しても(1),(2)のことがわかる。また(2)については、デアレタ器内圧力は給水ポンプの揚水能力と関係することからの制約が考えられる。

したがって、2・1給水システムで議論した“デアレタ直行系”や三・四段給水加熱器のドレン系のまわりのシステムは省エネルギーの観点から確認する必要がある。

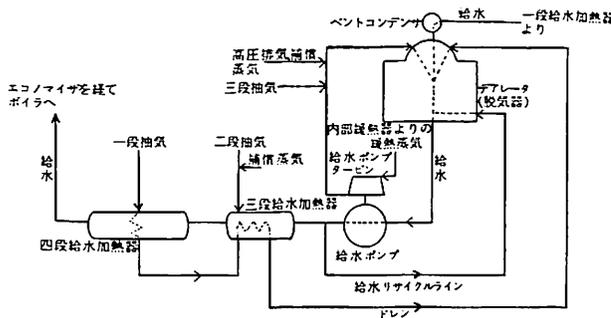
ここに、エクセルギー消滅とは、不可逆プロセスに基づく有効エネルギーの低減をいう。なお、第4図に三・四段給水加熱器まわりの配管系を、第5図にそのドレン調整法を示す。

ドレンの流れは器内の圧力差によって行なわれる。流量は第5図のようにドレン水位を検出し、水位調節器にて調整弁に信号を送り弁開度を調整する。水位調節は、熱交換を十分行うためと、加熱管の過熱を防ぐためである。このシステムはドレンとなってもかなりの圧力(ボイラーに近いものから順番に高い圧力の各抽気圧を受けている)を有しているの、最終的に三・四段給水加熱器(デアレタより下流にある給水加熱器)のドレンはデアレタに送られることにより、上述したエクセルギー消滅を回避しているのである。

3・2・2 リエントリシステムのドレン

リエントリシステムの配管中のドレンは、発電機タービン排気系統のもの真空コンデンサーに導入する。なぜならば、船用蒸気プラントにおける発電機タービン排気はプラント全体のヒートバランスに連動して、余剰排気を真空コンデンサーに導く低圧排気システムの場合、 $0.6 \text{ kg/cm}^2 \text{G} \sim (\text{真空}) 400 \text{ Torr}$ を取り得ることが考えられるからである。

一方、給水ポンプタービン排気、すなわち高圧排気系は一般に $3.0 \text{ kg/cm}^2 \sim 4.0 \text{ kg/cm}^2$ で最も安定した圧力を保持できる系でもあり、したがってそのドレンはアトモドレンタンクへ導けばよい。これは、エクセルギー評価の考察からも、できるならば真空コンデンサーに逃がして温度を下げてしまうよりも、アトモドレンタンクに逃がす方がクローズドループを形成する蒸気プラントのエクセルギーを温存できるので、結果としてエクセルギー消滅が少しでも小さくできるということが考えられるからである。すなわち、「安全と



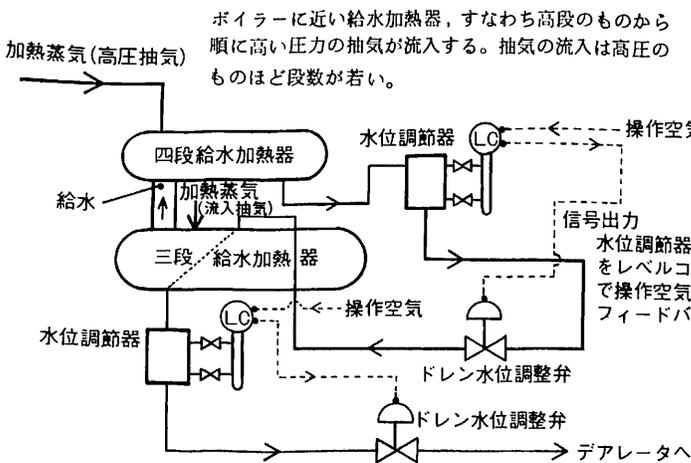
圧力の比較

四段給水加熱器加熱蒸気圧力 (一段抽気圧) > 三段給水加熱器加熱蒸気圧力 (二段抽気圧または 補償蒸気圧)

デアレタ器内圧力 (高圧排気圧または 三段抽気圧, 補償蒸気圧) > 一段給水加熱器加熱蒸気圧力 (低圧排気圧または 四段抽気圧)

二段デアレタ以降の加熱蒸気ドレンは全てデアレタ内で給水と合流する。

第4図 3・4段給水加熱器まわりの配管系



第5図 3・4段給水加熱器のドレン調整法

真空を利用する力学的出力エクセルギー(タービン効率)の上からどうしても真空コンデンサーでなければならないもののみを真空コンデンサーに導く」ということが、ドレン・排気系に対するエクセルギー評価による省エネルギー対策といえよう。

3・3 低圧排気系の問題点

リエントリシステムに限らず、低圧排気系に関係して多くの問題が生ずることが多い。これは低圧排気系に対する実用上の根本となる考え方が確立していないからであると思われる。すなわち発電機タービンの力学的エネルギーへの変換のために、タービン効率を重視して、主機タービンと同じ排気システムとするべきなのか、それとも発電機タービンの排気を主機抽気の方で有効利用する方がプラントの総合効率がよくなるのかの根本的な見解がシステム設計として貫かれていない。

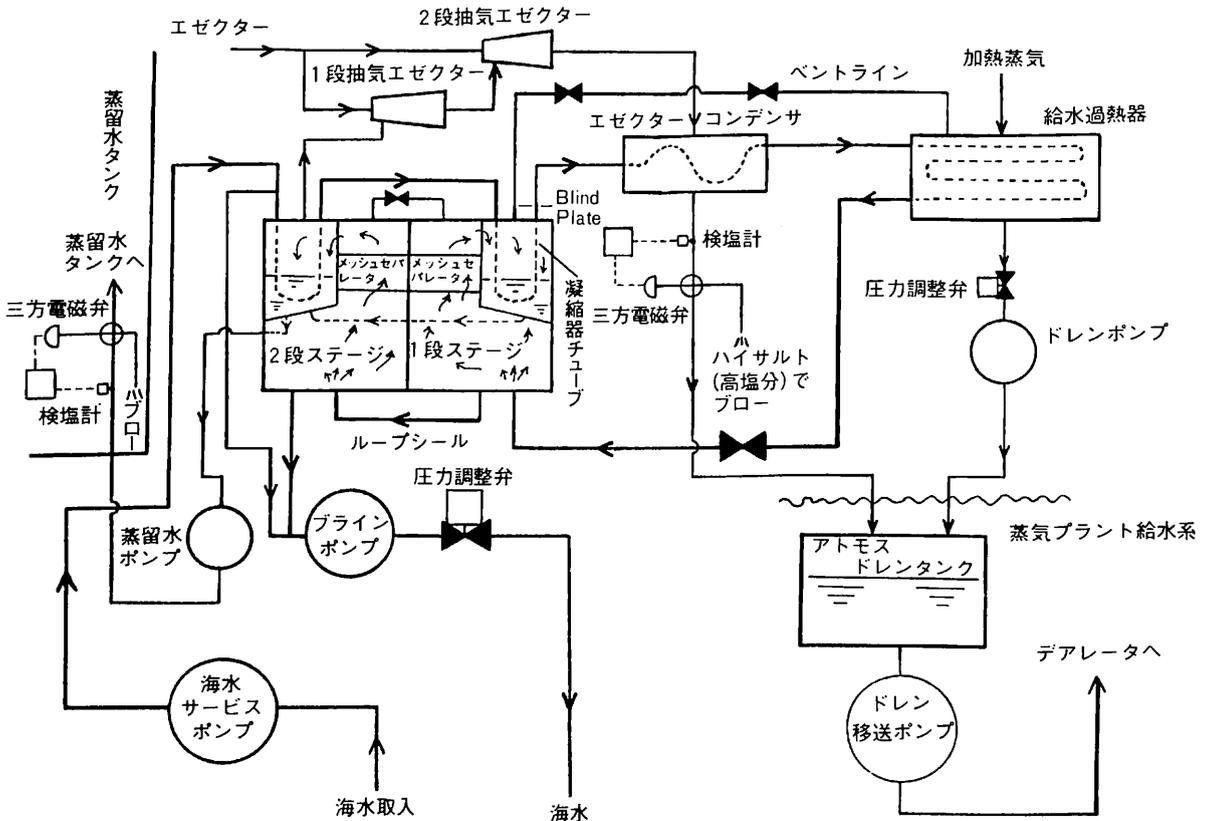
その結果、どちらともつかない配管(よく言えば柔軟性のある配管、悪く言えば応急配管でもないのに実用できない配管)が施行されることになる。

そして、事実上発電機排気は大気圧コンデンサーへの流入系、1段給水加熱器への流入系(排圧式システム)、

真空コンデンサーへの流入系(復水システム)の3つが共存する配管を行い、その選択はユーザーに委ねる手もある。しかし、低圧排気システムに造水器用加熱蒸気系を接続することは、事実上、排圧式でも復水式でも適応できないので、大気圧コンデンサーへの流入系を想定してしまっている配管であると言える。

20万トン級タンカーの蒸気プラントの運用上、大気圧コンデンサーはカーゴポンプタービン用復水器として確保すれば、低圧排気系の計画設計はまだまだ最適の域からほど遠いと言わねばならない。また、通常航海において、あるいは応急配管のうえからも圧力変動の大きい低圧排気システムによる独立補機系への排気の有効利用はほとんど意味をもたないのである。

このような場合、補機のための低圧蒸気の有効利用としては、安定した排気圧力を確保でき、しかも補償蒸気を設置する高圧排気系より、必要ならば減圧弁を介する配管こそが省エネルギーであると考えられる。この意味でたとえば高圧排気系のような1つの排気系の安定確保のために他の排気系の安定を犠牲にした明確な設計思想は歓迎されてよい。この場合、安定を犠牲にした排気系



第6図 フラッシュ式造水器および蒸気プラントの接続

からの有効利用は従属補機（給水加熱器など）以外は考えていないのである。

低圧排気システムの根本的な考え方について、自明のことかもしれないが、筆者はエクセルギーによる理論的アプローチからの簡単な結論を得ているが、ここでは結果だけを言っておく。発電機の排気は主機と同様の真空にて運転されるタービンを用いることにより、真空コンデンサーは共通にすることである。したがって、現状プラントの総合効率の向上のためには、このような小形タービンの開発が重要であると言える。

4. 造水器と蒸気プラントの接続の問題

船用造水装置は、清水タンクの容量を最小とし、船舶の積載能力を増大させるうえで、外航船舶には不可欠の重要補機であり、特にタービン船においてはその性能の良否はプラント全体に大きな影響を与えるものである。

液体を低温より沸点まで加熱すると急激な蒸発が起こる。一方高温の液体を急激に圧力低下せしめた場合は、きわめて急激な蒸発が起こる。この現象をフラッシュ蒸発という。

フラッシュ式造水器は、海水を加熱器で温度上昇させ、それを真空容器中に連続的に送り込むことにより、フラッシュ蒸発させその発生蒸気の上昇を利用してワイヤメッシュデミスタ（メッシュセパレータ）を通過させることにより水蒸気中の不純物を除去せしめる。更に、その発生蒸気気流を自然に凝縮器に導き淡水を得るものである。

4.1 蒸気プラントとの接続

蒸気プラントと造水器の接続箇所は次のとおりである。

- (1) プラントの排気の有効利用により、低圧（または該当する圧力の）排気系から造水器給水加熱器用加熱蒸気（以下これを単に加熱蒸気とよぶ）を取り出す。
- (2) 排気が足りない場合は、緩熱蒸気系より加熱蒸気を取り出す。
- (3) エゼクタ蒸気は乾き度が高いほどよいので、高温高圧蒸気を減圧弁および圧力調整弁を介して利用する。
- (4) 給水加熱器の加熱を終えた蒸気のドレンは、蒸気プラントの最終集合タンクとしてのアトモドレンタンクへ流入する。
- (5) エゼクタ蒸気はエゼクタコンデンサーを介して、ドレンとなってアトモドレンタンクへ流入する。

給水加熱器のドレンラインは、給水加熱器のチューブが破孔すれば、チューブ内を流れている海水が流出することが考えられるので、検塩計を装備するだけでなく三

方切換電磁弁を装備することが望ましい。すなわち、このドレンラインのドレン中の塩分がある設定値を超えたときは、アトモドレンタンクへの流入ラインを断って外界へブローするようにすることである。エゼクタ蒸気のドレンについても同様である。第6図に装置の略図と蒸気プラントの給水系統への接続部を示す。

4.2 造水器用加熱蒸気の導入

低圧排気系は、発電機タービンの排気と主機タービンの四段抽気より構成されるが、この排気系統はひんばんに真空コンデンサーと連動することによりかなりな圧力変動がある。

ところで、この低圧排気系より造水器の給水加熱用蒸気を取り出す配管がなされている場合、負荷状態の低圧排気系の圧力を記録してみれば、必ずしもこの配管が適切であるとは言えない。

造水器の加熱蒸気は、0.3～0.6 kg/cm²G 程度のものであるから、低圧排気系でよいと思われるかも知れない。しかし、排気の処理（真空コンデンサーにオーバーフローさせるか、大気圧コンデンサーにオーバーフローさせるかなど）によっては、低圧排気系は400 Torrの真空になることもある。したがって、3～4 kg/cm²G で安定している高圧排気系から圧力調整弁を介する配管こそ低圧蒸気の有効利用と言える。

造水器のようなバランスが重要な独立補機系に対する排気の有効利用は、その排気系が安定した圧力を有する場合のみ可能である。ダンプ弁（オーバーフロー弁）を設け、真空コンデンサーと機器負荷が連動するシステムの排気の利用法はもっと慎重でなければならない。

5. まとめ

真空コンデンサーに関連する排気系統の理解はもはや従来の直観的経験的などらえ方のみでは限界があると思う。これには「真空工学」の正しい適用が考えられ、エクセルギー効率の高いシステムが検討されなければならない。

結局、以上のエクセルギーによる考察より、真空コンデンサーへの流入に対しては、ドレン系はできるだけその流入量が少ない方がよく、動力タービン排気はできるだけ真空コンデンサーの器内圧力に整合することにより、真空コンデンサーを理想的に共用できるようにすることが現状サイクルの理想的な省エネルギーである。

参考文献

- 1) 村上；プラントのフローラインと運用に関する考察とエクセルギー、燃料及び燃焼、第49巻4号
- 2) 村上；運転技術者から見た船用蒸気プラントの省エネルギー、船の科学、Vol. 35, No 5

ケミカルタンカー (66)

恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介
財団法人 日本海事協会

10・7・4 有害物質の洗浄／排出の方法と手順

MARPOL73/78附属書Ⅱの第5規則に示される有害物質に対する排出基準と第8規則に示される規制処置を遵守／達成するための具体的な技術的要件は、“P&A”の第3および4章の“操作標準”(Operational Standards)において明らかになる。

本稿では、A～D類物質のそれぞれに対して特別海域内外でのタンク洗浄、スロップおよびタンク洗浄水の受入施設への陸揚／タンク洗浄水のスロップタンクへの移送、スロップタンクからの海上での排出およびタンク再洗浄水または貨物タンクに張水されたバラストの海上での排出の操作の方法／手順に関しIMO文書BCH 11/WP.3/Add.3に基づいて概略の説明を行なう。

(1) A類物質に対する操作方法／手順

A類物質は海中への排出が原則的に禁止されており、附属書Ⅱの付録Ⅱに示される規定濃度以下になるまでタンク洗浄しその残留物／水混合物の全量を受入施設に排出することが要求される。但し、物質によっては濃度測定が不可能であり、その場合代替として“事前洗浄(Precleaning)”(BおよびC類物質に対しては“予備洗浄(Prewash)”)という方法が採られる。この事前洗浄の具体的な方法については“P&A”付録C“予備洗浄方法”に示されるがB類およびC類物質に対して実施される“予備洗浄”によるタンク洗浄の程度をより厳しくしたものである。

揮発性のA類物質については、20°Cにおける蒸気圧が 5×10^3 パスカル(50mbar)を超える場合、通風による方法の採用が認められている。(“P&A”付録Fによる)

(2) B類およびC類物質に対する操作方法／手順

附属書Ⅱ(以下、条約という)においては、特別海域外におけるB類物質の排出、特別海域内および外におけるC類物質の排出に対して総量規制を行なっている(表10・26参照)。これに対して、“P&A”においては次の新たな手法および概念を採用し、現実的な条約対応を計っている。即ち、

- “有効なストリッピング”(非凝固性で且つ粘度が50mPa・s(50センチポアズ)未満のB類、C類物質

についてのみ適用され、各タンクの残留量が“規制値”の10分の1に減少し得るようなもの)の認知とそれに伴う新たな“有効ストリッピング量”(“規制値”の1/10)の概念の導入。(一方、“規制値”未満で且つ“有効ストリッピング量”を超える量を“許可量”(Permitted quantity)として定義)

- B類物質の特別海域内における“予備洗浄”方法の採用の認可(条約第5規則(8)(a)では、B類物質は完全に洗浄して全量陸揚げすることを規定していることに対するもの。形式上条約に反するが、特別海域内で予備洗浄後、排出が認められる特別海域外において海中で排出しようとするものである。)

以下、これら新たな概念に基いたB類およびC類物質の特別海域内外での排出の操作方法／手順について述べる。

a) ポンピングとストリッピング

B、C類物質の揚荷においては、

- タンクおよび管系を、可能な範囲で最大限に空にすべきこと
- 船の横／縦傾斜は、貨物の吸引点に正傾斜を有するものであること(最小横傾斜: 0.5°, 最小トリム: 0.2°ならば可、タンク底板の傾斜でも同様可)
- 上記条件が達成され得ない場合、そのタンクは“規制値”以上の残留物を含んでいるとみなされること

b) 残留量の査定

揚荷、ドレン、およびストリッピング後貨物タンクを洗浄またはバラスト張水する場合、残留量の査定が要求される。

c) タンク洗浄、バラスト張水および残留物排出方法

i) “規制値”以上の残留物を含んだタンク(B、C類物質特別海域内外):

1. 予備洗浄実施。予備洗浄中発生する残留物／水混合物(以下混合物という)は全量受入施設に陸揚げする。
2. 予備洗浄されたタンクを更に洗浄したり或いはバラスト張水した場合、その水は排出率(条約に

規定する後部航跡中の濃度を担保するもの)に無関係に排出できる。但し、船速、排出場所、排出口の位置の規定は遵守。

3. 予備洗浄されなかったタンクへのバラスト張水は不可。
- ii) “許可量”の残留物を含んだタンク(特別海域外のB類物質, 特別海域内外のC類物質):
1. 予備洗浄実施。予備洗浄中発生する混合物は全量受入施設に陸揚するか、またはスロップタンクに移送し海中に排出。スロップタンクからの排出は、後述の d) および e) に従うこと。
 2. 上記 i) 2. に同じ。
 3. 予備洗浄されなかったタンクに、荷揚管の当該タンクへの洗流しを条件に、バラスト張水を行なってよい。但し、そのようなタンクはスロップタンクと見なされ、後述の d) および e) に従って混合物を排出することが要求される。
- iii) “許可量”の残留物を含んだタンク(特別海域内B類物質):
1. 予備洗浄実施。予備洗浄中発生する混合物は全量受入施設に陸揚げするか、またはスロップタンクに移送し特別海域外で海中に排出。
 2. 前 i) 2. に同じ。
 3. 予備洗浄されなかったタンクにはバラスト張水してはならないが、特別海域外で排出する場合は上記 ii) 3. (荷揚管の洗流し)を条件にバラスト張水が認められる。
- iv) “有効ストリップング量”を含んだタンク(特別海域外のB類物質, 特別海域内外のC類物質):
1. 予備洗浄不要。
 2. タンク洗浄またはバラスト張水の目的で当該タンクに導入された水は、排出率規制を受けずに排出してよいが、他の排出条件(船速、排出場所、排出口の位置)を遵守すること。
- v) “有効ストリップング量”を含んだタンク(特別海域内B類物質):
1. 予備洗浄実施。予備洗浄中発生する混合物は全量陸揚げするか、または特別海域外で海中に排出するためにスロップタンクに移送する。
 2. 予備洗浄されたタンクに、再洗浄またはバラスト張水の目的で導入された水は、排出率の規制無く海中に排出して可。但し、他の排出条件(船速、排出場所、排出口の位置)に従う必要がある。
 3. 予備洗浄されなかったタンクには、バラストを張水してはならないが、特別海域外での排出を行

なう場合は認められる。その場合、前iv) 2. に従うこと。

d) スロップタンクまたは貨物タンクからの均質な混合物の海中への排出

i) 残留物/水混合物は、以下の条件のうち1つまたは2つを満足する場合“均質”混合物と見なしてよい;

- 洗浄水の温度において、あらゆる比率で水溶性の物質のみが含まれること(各物質の水溶性/非水溶性は、“P&A” Appendix B の第Ⅶ欄に示される。)
- 均質化設備が排出に使用されること。

ii) 均質な混合物の海中への排出前に、その合成濃度(C_s)を、“P&A” Appendix G に従って求めること。

iii) 当該混合物は、次の排出率(Q_D)を超えない条件で排出することができる;

- 単一排出口の場合:

$$Q_D = \frac{KV^{1.4}L^{1.6}}{C_s}$$

- 二個の排出口の場合:

$$Q_D = \frac{1.5KV^{1.4}L^{1.6}}{C_s}$$

ここに、

Q_D : 排出率 (m^3/hr)

V : 船速 (ノット)

L : 船長 (メートル)

K : 4.3×10^{-5}

C_s : 体積比率で表わした混合物の合成濃度

Q_D の計算は、“P&A”のAppendix Eに示されるノモグラムを使用して良い。

iv) 排出は、条約上の他の排出要件(排出場所、船速、排出口位置)を満足して行なうこと。B類物質を含んだ予備洗浄水は特別海域内に排出してはならない。

e) スロップタンクまたは貨物タンクからの非均質混合物の海中への排出

i) 次の2つの条件が満たされた場合、当該混合物は非均質とみなされる:

- 非水溶性の物質が1つでも含まれる場合、
- 均質化設備が使用されないこと

ii) 非均質のB類物質が含まれる混合物を特別海域外で排出する場合、その混合物は当該物質のみで構成される(純粋物質として)ものと見なし、次の排出率以下で排出すること;

- 単一排出口の場合

$$Q_D = KV^{1.4}L^{1.6}$$

- 二個の排出口の場合

$$Q_D = 1.5KV^{1.4}L^{1.6}$$

iii) C類物質のみが含まれる非均質混合物を特別海域内で排出する場合、混合物を当該物質のみと見なして、次の排出率以下で排出すること；

- 単一排出口の場合

$$Q_D = KV^{1.4}L^{1.6}$$

- 二個の排出口の場合

$$Q_D = 1.5KV^{1.4}L^{1.6}$$

iv) C類物質のみが含まれる非均質混合物を特別海域外で排出する場合、純粋物質となして次の排出率以下で排出すること；

- 単一排出口の場合

$$Q_D = 10KV^{1.4}L^{1.6}$$

- 二個の排出口の場合

$$Q_D = 15KV^{1.4}L^{1.6}$$

f) 貨物タンクのバラスト張水および排出

貨物タンクのバラスト水は、その排出に関し洗浄度 (degree of cleaning) に応じ次の4つのカテゴリーに分類される；

- i) カテゴリー 1；非洗浄の貨物タンクに導かれたバラスト。このカテゴリーのバラストの排出基準は、前c) に示される。
- ii) カテゴリー 2；予備洗浄または有効なストリッピングが実施された貨物タンクに導入されたバラスト。このカテゴリーのバラストの排出基準は、前c) に示される。
- iii) カテゴリー 3；前に積載された貨物の濃度が 1 ppm を超えない程度に洗浄されたタンクに導かれたバラスト。この程度の清浄度を達成するためには、前c) i), ii), iii) および iv) に示される予備洗浄を実施し、更に、完全な1サイクルのタンク洗浄を行なう必要がある。このバラストは、沿岸12海里以遠、水深25m以上の条件で排出する限り、排出率、排出口の位置の要件に無関係に海中に排出してよい。
- iv) カテゴリー 4；完全に洗浄されたタンクに導入されたバラスト。このバラストは条約上クリーンバラストと見なされ如何なる排出規制も受けない。

(3) D類物質に対する操作方法／手順

- a) D類物質は、条約上第5(4)規則に従い希釈して排出することが要求されるが、C類物質の操作方法／手順に従って排出することも認められる。
- b) 通風により残留物を除去する場合は、前(1)に従うこと。

以上(1), (2) および(3)においてA, B, C およびD類の各物質毎のタンク洗浄 (予備洗浄, 事前洗浄), 有効ストリッピング, タンク洗浄水の陸揚またはスロップタンクへの移送, タンクへのバラスト張水, スロップタンクまたは貨物タンクからの排出についてその操作の方法／手順を説明した。

これらの操作方法に関して“P & A”には、条約上規定のない“有効なストリッピング”, “予備洗浄”の方法が新たに導入され条約の理解を更に困難にしているが、ケミカルタンカーにおける操作方法／手順を“P & A”に基いて“流れ線図”として表わしたのがそのAppendix H であり参考までにそれらを図10・22, 図10・23および図10・24に示す。

図10・22は、残留物査定に基き条約上の“総量規制”達成のための操作方法／手順を示す。

図10・23は、予備洗浄或いは揚荷管の貨物タンクへの洗流しにより生じたスロップの、スロップタンクまたは当該タンクからの排出の方法／手順を示すものである。

図10・24は、貨物タンクに張水されたバラストの排出の方法／手順を示すものである。

附属書Ⅱの実施にあたっては、末々詳細に且つ、実船に則した検討をする必要があり今後の課題である。本稿では現時点で示されている附属書Ⅱの達成のために必要なケミカルタンカーの操作について、上記のような概略の方針のみを示すに止める。なお、ここでは“P & A”のAppendix の中引用したAppendix C, E, F, G についての詳細な説明をしていないので、関連するBCH文書を参照されたい。

●ケミカルタンカー (65) 誤植訂正

79頁 図のネーム 図7・21 → 図10・21

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

USCG : 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

表10・30 洗浄および排出の方法
(図10・22の流れ図の説明)

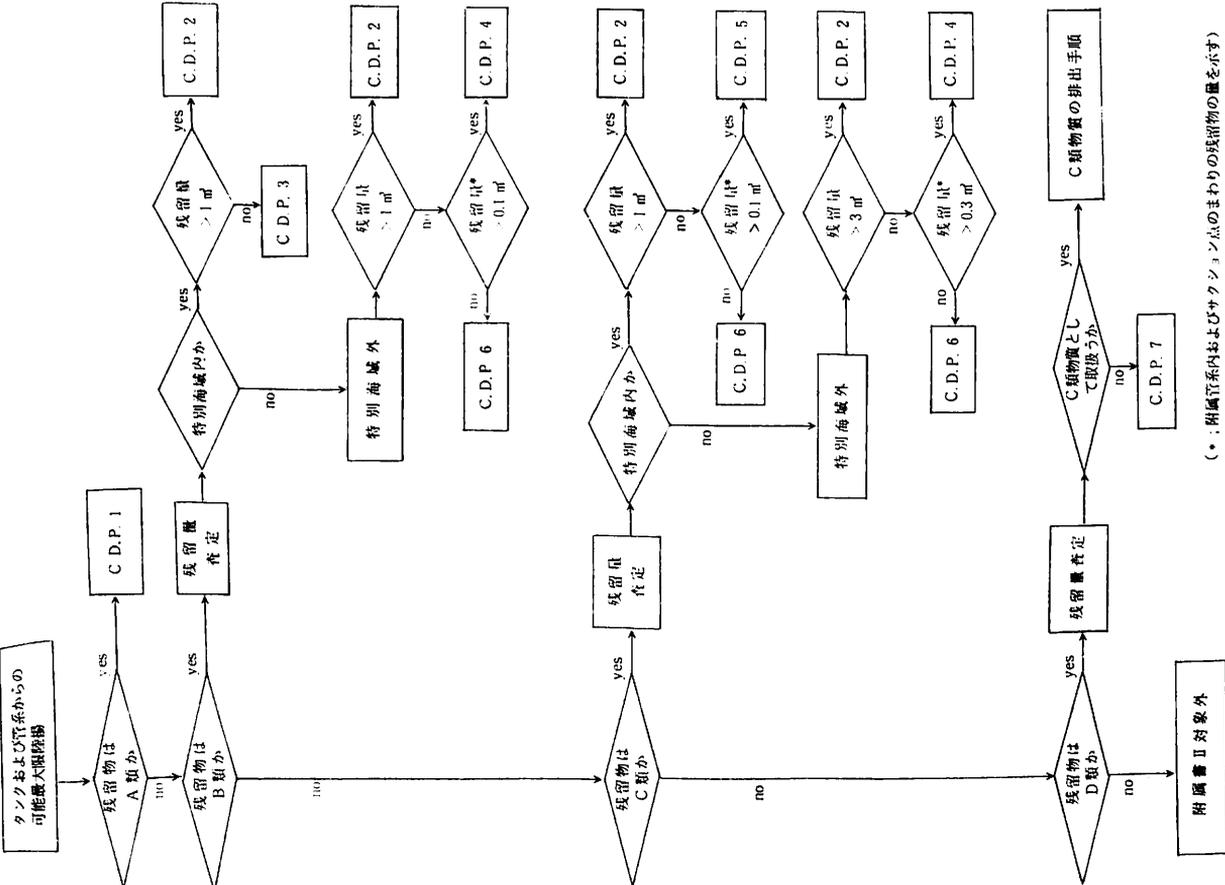
洗浄および排出 (C.D.P.)	方法 / 手順						
	1	2	3	4	5	6	7
予備洗浄*1 適用	X	X	X				
予備洗浄または揚荷管のタンクへの洗流し*2				X			
予備洗浄スロップの陸揚げ		X					
予備洗浄/管洗浄スロップの特別海域内排出のためのスロップタンクへの移送*3					X		
予備洗浄/管洗浄スロップの特別海域外排出のためのスロップタンクへの移送*3				X	X		
或いは、予備洗浄スロップの陸揚げ				X	X		
タンク容量の5%以上の水の付加/希釈		X					
残留物濃度が10%以下となるように水を付加/希釈							X
商業上必要な程度のタンク洗浄		X	X	X	X	X	
予備洗浄または管洗浄スロップ以外の残留物/水混合物の排出条件*4 ;							
- 12海里以速		X	X	X	X	X	X
- 船速7ノット以上		X	X	X	X	X	X
- 水深25m以上		X	X	X	X	X	X
- 水面下排出		X	X	X	X	X	X
或いは、残留物/水混合物の陸揚げ		X	X	X	X	X	X
引続きタンク内に入れられた水は自由に排出可	X	X	X	X	X	X	X

注) *1 "P & A" Appendix C による。A 類物質 C による。A 類物質については、受入施設への排出液中の濃度が附属書IIの付録IIに示される許容残留濃度(特別海域内と外とで2倍の差あり)以下にするための"事前洗浄 (Pre-cleaning)" に対応。B 類, C 類物質については海中への排出が許される残留物の総量基準値 ("超過量") 以下にする為に施行。

*2 "許可量" を含んだタンクにおいては、揚荷管を当該タンクへ洗い流すことにより、予備洗浄することなくパラスタ水を導入してよいが、そのタンクはスロップタンクと見なされる。

*3 予備洗浄/管洗浄水のスロップタンクからの排出は図10・23の流れ図によること。

*4 パラスタ水の排出は、図10・24の流れ図によること。



(*: 附属書内およびサクション点のまわりの残留物の量を示す)

図10・22 タンク洗浄およびタンク洗浄水の貨物タンクからの排出

表10・31 スロップ排出方法と手順
(図10・23の流れ図説明)

スロップ排出方法 (S.D.P.)	方法/手順			
	1	2	3	4
Appendix Eに従って純粋物質として排出率を確立 得られた純粋物質に対しての排出率をスロップの合 成濃度で割算する	×	×	×	×
得られた数値が許容排出率を与える	×			
得られた数値の10倍が許容排出率を与える		×		
水を付加して10%濃度以下に希釈——排出率規制無 その他の排出条件： - 船速7ノット以上 - 12海里以上 - 水深25m以上 - 喫水線下排出 - 喫水線上排出許容				×

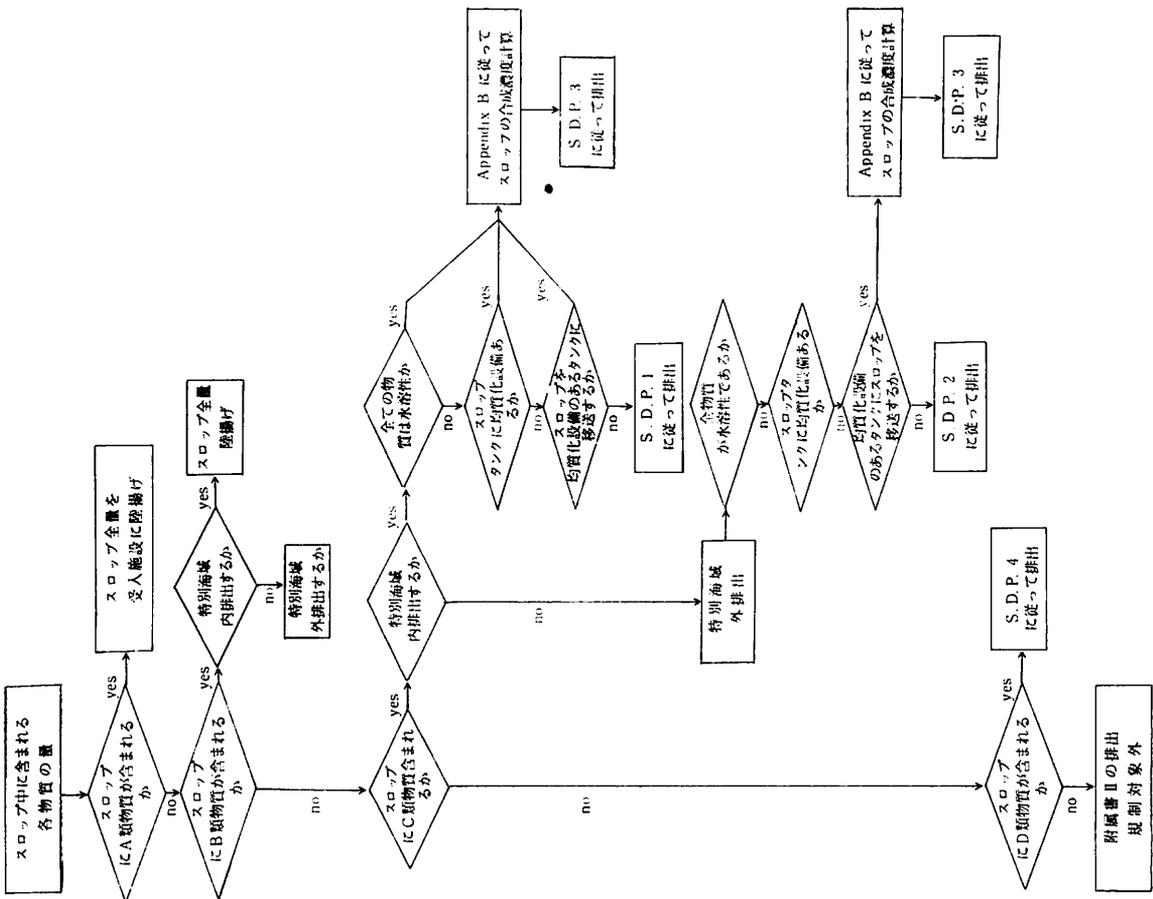


図10・23 予備洗浄水/管洗浄水のスロップタンク洗浄水を含むタンクからの排出

船舶電子航法ノート(73)

木村 小一

A・3 自動レーダプロットング援助装置 (ARPA) についての追補

1980年4月号から12月号まで、5・2衝突防止装置という項目で自動レーダプロットング援助装置(ARPA)の発達の経緯とその執筆の当時までのその状況を述べた。その連載の最後はIMO(IMCOは1982年5月に名称を国際海事機関、International Maritime Organizationと変えた)のARPAの性能標準とそれに適合するとされているいくつかの装置の紹介で終わっている。それから3年が経過しているの、その後得られた情報を中心にその項に対する追補をすることにする。

A・3・1 ARPAの搭載要件

1981年11月IMOの拡大海上安全委員会は、海上人命安全条約(SOLAS条約)の第V章(航海の安全)第12規則はARPAの船舶への装備について、つぎのような改正(追加)を決定し、この条項は加盟各国から特段の反対がなければそのまま施行されることになっている。

第12規則 船舶航行設備

- (a) この規則において建造される時は、建造におけるつぎの段階を意味するものとする。
- (i) キールを据える。
 - (ii) 明確な船舶として認められる建造をはじめ。または、
 - (iii) その船舶の少なくとも50トンの部品、或いは全構造材料の約1%の部品のいずれか少ない部品の組立がはじまる。
- (j) (i) 自動レーダプロットング援助装置をつぎの船舶に備えること
- (1) 1984年9月1日またはそれ以後に建造される1万総トン以上の船舶
 - (2) 1984年9月1日以前に建造されるタンカはつぎによる。
 - (aa) 4万総トン以上のものは1985年1月1日までに備えること。
 - (bb) 1万総トン以上、4万総トン未満のものは1986年1月1日までに備えること

(3) 1984年9月1日以前に建造されるタンカ以外の船舶はつぎによる。

(aa) 4万総トン以上のものは1986年9月1日までに備えること。

(bb) 2万総トン以上、4万総トン未満のものは1987年9月1日までに備えること。

(cc) 1万5千総トン以上、2万総トン未満のものは1988年9月1日までに備えること。

(ii) IMOで採択された技術標準に完全には合致していない自動レーダプロットング援助装置で、1984年9月1日以前に備えられたものは主管庁の判断で1991年1月1日までに保留することができる。

(iii) 主管庁はこのような装置を搭載することが不合理または不必要と考えられる場合あるいはそれぞれの施行日より2年以内に永久に船舶として使用しなくなる場合には、それらの船舶についてこの項による備付けを免除することができる。

A・3・2 電波法による規定と告示

船舶用のレーダの規定は船舶安全法と電波法とに規定されていることはすでに述べたとおりである。このARPAも同様であって、前節で示した各種の船舶への装備の強制的条項が発効するまでに船舶安全法上の規定が作られると思われる(その準備作業として日本船舶用品検定協会ではその技術基準、型式承認試験基準などの調査研究を終わっている)が、電波法ではこのような装置が親レーダに悪い影響を与えないものであることを主たる観点として昭和58年2月からつぎのような規定が設けられるよう法令の改正が行われている。

その条文は郵政省令である無線設備規則の第58条(レーダー)の中の第1項第7号で、この第7号は指示器の規定であり、そのイ、ロのあとにつぎのような規定が追加されている。なお、この規定では、このARPAを“装置”と呼ばずに“機能”としており、“その機能をもった指示器”として扱っている点に注目する必要がある。また、IMOの性能標準の大半は告示で示してあるが、その告示については“なるべく”適合することとなっているとともに、試験方法などについての規定はない。

ハ、目標を自動的に追尾し、その目標の移動に関する情報を表示し、及び目標が一定距離に至った場合は警報を発する機能（以下「自動レーダープロットング機能」という。）を有するものは、次のとおりである。

- (1) 自動レーダープロットング機能を有することにより、レーダーの他の機能に障害を与えないこと。
- (2) 自動レーダープロットング機能による表示は、必要に応じ消去できること。
- (3) 自動レーダープロットング機能に障害を生ずることにより、レーダーの他の機能に障害を与えないこと。
- (4) (1)から(3)までの条件のほか、なるべく別に告示する技術的条件に適合すること。

この(4)項の技術的条件の告示は、郵政省告示第67号でつぎのようになっている。

「船舶に設置する無線航行のためのレーダーの指示器であって、自動レーダープロットング機能を有するものの技術的条件」

一. 目標の捕そく及び追尾

1. 手動により目標の捕そく及び追尾の解除を行うことができること。
2. 自動的に目標を捕そくすることができるものにおいては、自動捕そくの範囲を限定し、かつ、その範囲を表示できること。
3. 自動的に目標を捕そくすることができるものにおいては20以上の目標、手動操作のみにより目標の捕そくを行うものにおいては10以上の目標を捕そくし、かつ、自動的に追尾できること。
4. 連続する10回の走査において5回以上表示面上に現れる捕そく目標を継続して追尾できること。
5. 目標の乗移りは、できる限り少ないこと。

二. 目標の表示

1. 表示面の有効直径は、34cm以上であること。
2. 次の距離レンジが選択でき、かつ、現に使用している距離レンジが明示されること。
 - (一) 3海里又は4海里
 - (二) 12海里又は16海里
3. 次の各状態において安定に相対運動表示（船舶の位置を表示面に固定して表示することをいう。以下同じ。）ができ、かつ、その状態の区別が明示されること。
 - (一) ノースアップ（表示面の中心からその上部を結ぶ線が真北方向を示す状態をいう。）
 - (二) ヘッドアップ（表示面の中心からその上部を結ぶ線が船首方向を示す状態をいう。）またはコー

スアップ（表示面の中心からその上部を結ぶ線が予定の針路方向を示す状態をいう。）

4. 真運動表示（船舶が移動している状態において、静止している目標または陸地を表示面に固定して表示することをいう。以下同じ。）ができるものについては、速やかに相対運動表示に切り替えることができ、かつ、その表示の区別が明示されること。
5. 追尾中の目標の予測される針路および速度は、ベクトルまたは図形により明示されるものとし、かつ、次によること。
 - (一) ベクトルによって表示するものにおいては、真ベクトル表示（地表を基準とする目標の針路及び速度のベクトル表示をいう。以下同じ。）及び相対ベクトル表示（船舶を基準とする目標の針路及び速度のベクトル表示をいう。以下同じ。）ができること。
 - (二) 図形により表示するものにおいては、真ベクトル表示又は相対ベクトル表示ができること。
 - (三) ベクトル表示の予測時間が調整できるものにおいては、その時間を表示できること。
6. 表示面上において、追尾中の目標は、その他の目標と区別可能な方法により表示されること。
7. 8分間以上継続して追尾している目標について、4以上の等時間間隔の過去の位置を表示できること。
8. 追尾中の目標に係る次の事項を速やかに数字又は文字により表示できること。
 - (一) 目標までの距離
 - (二) 目標の方位
 - (三) 目標と船舶との最接近予測距離（以下「CPA」という。）
 - (四) 目標と船舶とが最接近するまでの予測時間（以下「TCPA」という。）
 - (五) 目標の真針路
 - (六) 目標の真速度
9. 追尾中の目標が消失した場合（距離レンジの範囲外に去った場合を除く。）は、そのことを表示するとともに、その目標の消失位置を表示できること。
10. 目標を捕そく後及び追尾中の目標又は船舶が避航操船を完了後、1分以内にベクトル又は図形により目標の移動の傾向を表示し、かつ、3分以内にベクトル又は図形及び8に掲げる事項の表示により目標の移動を予測できること。

この場合において、表示の精度は別表第1号に掲げる各状況において別表第2号に示す誤差を有する入力信号を加えたときに、次のとおりとする。

(一) 目標の捕そく後及び操航操船の完了後1分以内における表示の精度 (95%確率値)

状況	項目	相対針路	相対速度	CPA
1		11°	2.8 kt	1.6 海里
2		7°	0.6 kt	/
3		14°	2.2 kt	
4		15°	1.5 kt	2 海里

(二) 目標の捕そく後及び避航操船の完了後3分以内における表示の精度 (95%確率値)

状況	項目	相対針路	相対速度	CPA	TCPA	真針路	真速度
1		3°	0.8 kt	0.5 海里	1分	7.4°	1.2 kt
2		2.3°	0.3 kt	/	/	2.8°	0.8 kt
3		4.4°	0.9 kt			0.7 海里	1分
4		4.6°	0.8 kt	0.7 海里	1分	2.6°	1.2 kt

- 距離レンジ、表示方式等の切替後、4回の走査に要する時間を超えない時間内に完全な表示ができること。
- 目標又は陸地の相対表示ができること。
- 自動レーダープロットング機能による表示の輝度は12に掲げる表示の場合の輝度と独立して調整できること。
- 船橋における通常の明るさの下で、2人以上により観測できること。

三. 警報

- 目標があらかじめ設定した範囲内に到達した場合には、可視又は可聴の警報を発するとともに、その目標は他の目標と区別可能な方法により表示されること。
- CPA及びTCPAがあらかじめ設定した値以内となる目標がある場合には、可視または可聴の警報を発するとともに、その目標は他の目標と区別可能な方法により表示されること。
- 可聴警報は必要に応じて停止できること。

四. 模擬操船

- 目標の捕そく及び追尾を中断することなく模擬操船できること。
- 模擬操船状態の表示は、通常の表示と区別できること。

五. 機能試験等

- 機能不良の場合に警報を発することができ、かつ、機能を点検できる試験プログラムを使用すること。

別表第1号 表示の精度に係る状況の種別

項目 状況	船舶の 針路	船舶の 速度	目標の 距離	目標の 方位	目標の 相対針路	目標の 相対速度
1	0°	10 kt	8 海里	0°	180°	20 kt
2	0°	10 kt	1 海里	0°	90°	10 kt
3	0°	5 kt	8 海里	45°	225°	20 kt
4	0°	25 kt	8 海里	45°	225°	20 kt

別表第2号 入力信号の誤差特性

信号種別	誤差原因	誤差特性
レーダー 信号	反射電波強度の変動	長さ200mの通常の船舶を目標とした場合、長さ方向30m及び高さ方向1mを標準偏差とする正規分布変動に相当する変動
	受信パルス幅の変動	距離に換算して20mに相当する値を標準偏差とする正規分布変動
	空中線の水平面指向特性	標準偏差0.05°の正規分布となる方位誤差
	空中線回転機構部のバックラッシュ	最大±0.05°の方位誤差*
	船体のローリング及びピッチング	全方位平均0.22°の方位誤差
羅針儀信号	装置性能	平均値0.5°、標準偏差0.12°の正規分布変動
船速距離計信号	装置性能	平均値0.5 kt、標準偏差0.67 ktの正規分布変動

* (筆者注) この値はIMOでは±0.5°になっているが、これは明らかに誤りであるので、この表では訂正されている(詳細は後述する)。

- 自動レーダープロットング機能を有しないレーダーに接続するものにあつては、その接続のための調整回路を有すること。

統計資料

ロイド商船統計表(1982年版)

1. 世界主要海運国商船船腹量

(1982年7月1日現在、100GT以上)

世界総船腹量は75,151隻、約4.25億GTで、昨年比増
加量は約391万GT(0.9%)である。昨年の増加量は

約90万GTであり、一昨年は690万GTであった。

国別の増加量では、パナマが今年も最大で494万GT
であり、サウディアラビア、ホンコンと続いている。減少
の最大は今年もリベリア(約420万GT)であり、英国、
ギリシャがこれに続いている。

国名	Steamships		Motorships		Total		対前年増減		Total
	Na	G T	Na	G T	Na	G T	G T	D W	
リベリア	308	30,763,536	1,881	39,954,903	2,189	70,718,439	△	4,187,951	139,250,179
日本	104	11,354,222	10,548	30,239,390	10,652	41,593,612	+	757,931	68,528,063
ギリシャ	153	6,551,157	3,348	33,484,047	3,501	40,035,204	△	1,969,786	70,231,771
パナマ	126	4,914,984	4,906	27,685,294	5,032	32,600,278	+	4,943,705	54,800,385
ソ連邦	329	2,308,517	7,384	21,480,151	7,713	23,788,668	+	295,770	26,626,875
英国	184	9,361,707	2,642	13,143,558	2,826	22,505,265	△	2,914,162	35,989,889
ノルウェー	61	6,943,881	2,348	14,917,754	2,409	21,861,635	+	186,749	38,760,851
米国	840	15,573,005	5,293	3,538,087	6,133	19,111,092	+	202,811	28,926,326
フランス	60	6,122,085	1,111	4,648,795	1,711	10,770,880	△	684,153	18,727,257
イタリア	142	2,535,248	1,521	7,839,718	1,663	10,374,966	△	266,276	17,043,864
中国	114	484,433	1,505	9,797,793	1,619	10,282,226	+	741,195	15,551,195
スペイン	169	2,818,317	2,466	5,312,376	2,635	8,130,693	△	2,965	13,878,611
西ドイツ	34	2,463,462	1,748	5,243,199	1,782	7,706,661	△	1,566	12,354,826
シンガポール	6	190,272	843	6,993,054	849	7,183,326	+	294,874	12,194,535
インド	54	102,515	590	6,110,974	644	6,213,489	+	193,587	10,058,546
ブラジル	85	1,279,487	581	4,398,624	666	5,678,111	+	544,887	9,410,370
韓国	14	862,373	1,638	4,667,025	1,652	5,529,398	+	387,893	8,881,818
オランダ	30	2,167,786	1,198	3,225,318	1,228	5,393,104	△	74,382	8,430,149
デンマーク	22	2,017,464	1,130	3,196,599	1,152	5,214,063	+	166,329	8,143,295
サウディアラビア	30	2,716,985	317	1,584,804	347	4,301,789	+	1,179,968	7,768,780
スウェーデン	30	1,232,594	667	2,554,973	697	3,787,567	△	246,326	5,793,918
ポーランド	23	245,388	793	3,405,227	816	3,650,615	+	71,534	5,043,480
ホンコン	3	296,916	252	3,201,596	255	3,498,512	+	918,020	5,678,835
カナダ	101	969,952	1,198	2,242,610	1,299	3,212,562	+	53,698	3,940,061
フィリピン	5	232,805	877	2,541,050	882	2,773,855	+	234,038	4,405,412
ユーゴスラビア	4	1,536	471	2,529,970	475	2,531,506	△	9,086	3,859,254
フィンランド	5	384,788	349	1,992,207	354	2,376,995	△	67,509	3,597,336
ベルギー	6	116,985	310	2,154,111	316	2,271,096	+	354,331	3,588,176
アルゼンチン	53	297,035	470	1,958,723	523	2,255,758	△	51,002	3,247,081
...
世界計 1982	3,568	120,183,918	71,583	304,557,764	75,151	424,741,682		3,906,869	701,979,762
” 1981	3,824	127,955,320	70,040	292,879,493	73,864	420,834,813			697,188,113
比較増減	△ 256	7,771,402	1,543	11,678,271	1,287	3,906,869			4,791,649

2. 世界主要海運国の国別・船種別商船船腹量

船種別に見ると、最も多い船腹は油槽船で、100G.T以上の油槽船の世界総量は約1億6,683万G.Tであるが昨年より約487万G.T減少した。総船腹に占める割合は39.3%であり、81年の40.8%、80年の41.7%に比べ依

然減少傾向を続けている。その最多保持国はリベリア(約4,120万G.T)で、以下日本、ギリシャ、ノルウェーと続いている。

6,000G.T以上のバルクキャリアの総量は約1億1,930万G.Tで昨年比約620万G.T増加した。総船腹に対する割合は28.1%で、昨年の26.9%に比べ増加した。最多

国名	油槽船		液化ガス運搬船		ケミカルタンカ ・雑タンカ		散/油貨物船 (含鉍/油)		鉍/散貨物船	
	Na	G T	Na	G T	Na	G T	Na	G T	Na	G T
リベリア	643	41,223,229	58	1,727,855	51	628,030	126	7,346,565	717	15,575,915
日本	1,514	17,295,636	232	872,415	382	257,515	33	2,797,861	370	10,916,364
ギリシャ	441	13,175,229	17	68,183	10	44,886	50	2,739,924	823	14,104,410
パナマ	488	8,722,754	55	435,999	42	134,680	25	1,506,195	539	9,302,397
ソ連邦	489	4,804,822	11	184,962	9	18,928	10	625,141	112	1,495,483
英国	370	10,371,413	43	1,139,445	53	267,284	22	1,845,783	138	3,711,169
ノルウェー	167	11,697,770	59	781,887	66	794,558	43	2,720,419	113	3,520,250
米国	332	8,219,606	17	1,174,509	12	126,820	2	80,189	136	1,834,093
フランス	89	6,556,806	9	324,243	13	57,177	6	608,838	41	1,096,629
イタリー	247	4,128,175	37	204,181	39	107,254	25	1,539,973	101	2,345,551
中国	126	1,666,069	—	—	1	1,572	2	151,617	149	2,919,433
スペイン	104	4,919,047	16	64,050	13	34,110	2	127,918	53	1,077,618
西ドイツ	99	2,651,551	13	128,362	37	68,032	1	42,384	43	1,395,622
シンガポール	141	2,582,871	2	1,742	9	18,285	4	147,502	78	1,718,659
インド	51	1,256,994	—	—	—	—	17	852,537	96	1,939,171
ブラジル	64	1,722,967	9	41,026	3	34,961	16	1,221,883	58	1,210,860
韓国	96	1,104,065	14	13,135	17	19,790	6	355,318	129	2,319,791
オランダ	64	2,180,986	8	72,035	18	33,386	—	—	26	639,031
デンマーク	66	2,557,088	35	111,266	8	29,431	—	—	21	480,855
サウディアラビア	94	2,892,932	2	66,309	4	6,997	1	143,959	9	167,662
スウェーデン	87	1,616,419	—	—	41	165,306	2	126,633	13	291,705
ポーランド	28	547,485	—	—	—	—	—	—	74	1,261,742
ホンコン	28	540,358	1	1,593	2	9,174	4	201,058	73	2,144,938
カナダ	54	304,324	—	—	3	15,013	1	20,978	115	1,868,192
フィリピン	66	577,304	11	30,895	4	1,984	5	243,359	43	717,782
ユーゴスラビア	24	231,357	—	—	—	—	—	—	50	907,639
フィンランド	40	1,134,717	2	11,173	4	17,769	—	—	27	422,893
ベルギー	12	274,145	4	86,900	5	74,394	2	141,654	31	1,085,887
アルゼンチン	75	747,594	2	11,170	—	—	1	15,996	15	356,567
...
世界計 1982	7,021	166,828,416	722	8,785,230	902	3,243,555	418	26,030,013	4,529	93,268,040
“ 1981	6,986	171,696,852	678	7,958,680	853	2,914,770	416	25,837,847	4,320	87,245,946
比較増減	35	△ 4,868,436	44	826,550	49	328,785	2	192,166	209	6,022,094

保有国はリベリアで約2,292万GTで、ギリシャ1,684万GT、日本1,370万GT、以下パナマ、ノルウェー、英国と続いている。

有国はパナマ(約1千万GT)、ギリシャ(約9百万GT)、以下ソ連邦、中国、日本、米国と続いている。

コンテナ船は総量約1,294万GT(最多保有国は米国約204万GT、日本170万GT)である。液化ガス運搬船は総量約880万GT(1,360万㎡)で、うち722隻中72隻(620万㎡)はLNG運搬船である。

世界の一般貨物船量は約8千万GTで昨年比約30万GT減少した。総船腹に対する割合は約19.0%で、81年の19.2%、80年の19.7%にくらべ漸減傾向にある。最多保

一般貨物船 (含貨客船)		コンテナ・ライター 自動車運搬船		漁 船		フェリー客船		作業船その他雑船		合 計	
Na	G T	Na	G T	Na	G T	Na	G T	Na	G T	Na	G T
438	3,155,713	69	804,793	—	—	7	117,108	80	139,231	2,189	70,718,439
2,716	3,797,343	172	2,843,073	3,042	1,091,899	583	1,035,853	1,608	685,653	10,652	41,593,612
1,641	9,013,800	12	110,273	91	34,791	271	685,151	145	61,557	3,501	40,035,204
2,524	10,080,268	122	1,092,558	407	182,224	73	306,215	757	836,988	5,032	32,600,278
1,821	7,806,848	35	396,715	4,080	6,699,729	254	642,329	892	1,113,711	7,713	23,788,668
659	2,070,756	62	1,545,899	443	120,809	145	522,273	891	910,434	2,826	22,505,265
667	1,082,581	16	266,925	658	232,508	363	536,172	247	228,565	2,409	21,861,635
455	3,401,222	122	2,617,357	2,953	605,865	60	214,244	2,044	837,187	6,133	19,111,092
197	1,111,795	20	505,865	484	157,874	53	175,820	259	175,833	1,171	10,770,880
365	914,296	17	274,429	261	80,141	221	635,437	350	145,529	1,663	10,374,966
783	4,663,586	19	372,262	321	112,329	16	70,175	202	325,183	1,619	10,282,226
516	1,074,530	28	89,542	1,651	518,455	48	157,341	204	68,351	2,635	8,130,693
1,035	1,757,736	55	1,184,781	118	90,230	134	218,154	247	169,809	1,782	7,706,661
358	2,103,190	44	595,006	13	3,133	7	12,812	193	90,126	849	7,183,326
282	1,990,285	1	1,399	53	8,778	6	6,641	138	157,684	644	6,213,489
276	1,289,002	1	498	68	12,302	21	15,061	150	79,551	666	5,678,111
388	941,507	26	323,432	887	384,586	26	15,659	93	52,115	1,652	5,529,398
469	1,443,408	13	405,032	366	95,872	24	172,410	240	350,944	1,228	5,393,104
425	743,678	29	833,185	340	74,282	83	302,210	145	82,068	1,152	5,214,063
112	676,431	2	34,706	6	1,108	10	40,304	107	271,381	347	4,301,789
232	934,655	17	290,343	80	15,947	99	244,783	136	101,776	697	3,787,567
233	1,419,815	—	—	342	330,388	32	54,072	107	37,113	816	3,650,615
27	213,617	17	340,179	7	1,781	74	39,195	22	6,619	255	3,498,512
134	237,397	6	30,648	516	159,295	127	280,892	344	295,823	1,299	3,212,562
349	969,876	5	41,184	218	55,056	92	102,699	89	33,716	882	2,773,855
263	1,287,166	6	35,743	8	1,081	74	49,756	50	18,764	475	2,531,506
155	521,039	1	3,895	17	2,608	44	206,408	64	56,493	354	2,376,995
34	264,784	5	163,568	96	15,673	20	49,788	107	114,303	316	2,271,096
147	877,251	—	—	153	84,165	19	32,961	111	130,054	523	2,255,758
...
22,487	80,541,740	997	16,236,178	21,947	13,036,165	3,526	7,684,483	12,602	9,087,862	75,151	424,741,682
22,438	80,825,950	966	15,346,824	21,800	12,922,631	3,440	7,497,284	11,967	8,588,029	73,864	420,834,813
49	△284,210	31	889,354	147	113,534	86	187,199	635	499,833	1,287	3,906,869

船の大きさと船齢 (世界計)

DIVISIONS OF TONNAGE	DIVISIONS OF AGE										TOTAL					
	0-4 YEARS		5-9 YEARS		10-14 YEARS		15-19 YEARS		20-24 YEARS				25-29 YEARS		30 YEARS & OVER	
	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross		
100 - 499	6,106	1,475,119	7,265	1,824,273	7,551	1,891,649	5,871	1,427,170	3,435	891,937	2,609	717,653	4,780	1,177,279	37,617	9,405,080
500 - 999	1,141	879,412	1,528	1,185,487	1,431	1,106,340	1,153	858,006	817	592,475	602	425,600	918	644,744	7,590	5,693,024
1,000 - 1,999	977	1,420,567	1,111	1,652,769	1,100	1,648,475	964	1,439,206	598	856,647	374	534,096	470	666,344	5,594	8,227,074
2,000 - 3,999	1,006	3,082,976	1,130	3,453,494	1,459	4,261,589	1,065	3,091,841	677	2,068,862	371	1,117,655	370	1,099,249	6,078	18,175,466
4,000 - 5,999	479	2,360,069	619	3,220,802	556	2,761,310	420	2,056,039	357	1,760,611	169	844,056	112	571,400	2,746	13,574,298
6,000 - 6,999	163	1,046,295	303	1,958,574	165	1,056,472	124	798,400	147	950,428	77	449,634	43	331,581	1,031	6,664,384
7,000 - 7,999	110	826,963	138	1,016,860	76	569,904	138	1,042,006	128	1,042,006	75	529,923	244	1,919,064	884	6,645,202
8,000 - 9,999	335	3,059,272	472	4,359,780	690	6,372,111	454	4,152,358	234	5,244,576	209	1,853,898	94	865,196	2,892	26,387,187
10,000 - 14,999	748	9,278,742	867	10,476,945	848	10,039,965	524	6,072,164	488	5,784,219	150	1,758,890	162	1,901,958	3,787	45,404,883
15,000 - 19,999	470	8,100,720	767	13,265,494	504	8,572,223	288	4,896,890	125	2,153,317	62	1,074,892	75	1,281,735	2,291	39,345,271
20,000 - 29,999	375	9,082,688	356	8,423,371	271	6,544,784	311	7,619,426	157	2,720,045	27	608,131	8	188,545	1,508	36,186,990
30,000 - 39,999	275	9,278,739	296	10,218,844	167	5,746,766	261	9,008,799	22	711,169	4	140,694	1	38,216	1,026	35,143,227
40,000 - 49,999	124	5,393,548	161	7,139,993	97	4,372,934	113	4,969,395	11	480,899					506	22,356,768
50,000 - 59,999	57	3,158,950	94	5,205,535	110	6,001,344	45	2,405,847							306	16,771,666
60,000 - 69,999	45	2,956,130	154	9,990,462	55	3,522,820	3	188,026	2	123,709					259	16,781,147
70,000 - 79,999	52	3,885,625	102	7,568,762	39	2,919,357	5	362,929	1	70,202					199	14,806,875
80,000 - 89,999	22	1,855,642	57	4,803,558	41	3,506,696	1	85,006							121	10,251,802
90,000 - 99,999	6	568,301	17	1,596,317	30	2,894,912									53	5,059,530
100,000 - 109,999	4	429,135	39	4,108,391	51	5,415,695									94	9,953,221
110,000 - 119,999	91	10,581,162	62	7,151,157									153	17,732,319
120,000 - 129,999	4	504,747	119	14,841,592	44	5,532,206									162	20,879,545
130,000 - 139,999	2	277,640	89	12,070,378	42	1,594,923									103	13,942,941
140,000 and above	20	3,696,443	115	19,963,316	11	1,694,213									146	25,353,782
TOTAL	12,521	72,617,723	15,920	158,925,969	15,372	95,188,925	11,740	50,453,587	7,609	26,971,097	4,724	10,104,080	7,265	10,480,301	75,151	424,741,682

3. 大きさと船齢

10万GT (大略20万DWT) 以上の船は633隻で、そのうち146隻は14万GT以上である。世界船腹の55%弱が船齢10年未満で、5%弱が25年を超えている。主要海運国のうちデンマークが最も近代船の保有国でその82%は10年未満である。スウェーデン (80%)、フランス (75%)、と続いている。キプロス船腹の38%、米国36%は20年以上である。タンカーの36%以上は10年以上の船である。

推進機関別船腹量

種別	隻数	GT	
スチーム シップ	レシプロケーティング	1,339	1,841,649
	レシプロタービン	70	317,408
	タービン	1,980	116,485,449
	ターボエレクトリック	119	1,539,412
	小計	3,568	120,183,918
ディーゼル シップ	ディーゼル	70,566	301,800,060
	ディーゼレクトリック	1,017	2,757,704
	小計	71,583	304,557,764
総計	75,151	424,741,682	

ロイド船級船 (世界計)

CLASS	STEAM & MOTOR		NON-PROPELLED	
	No.	Tons Gross	No.	Tons Gross
100 A	547	1,002,903	547	1,002,903
A	272	374,272	272	374,272
A (for a period of years)	298			
BS	1	1,686	1	1,686
Class contemplated	414	110,498	146	110,498
TOTAL	10,214	110,657,026	1,166	1,489,359

4. 推進機関別船腹量

世界船腹の71%がディーゼル機関推進船である。

5. ロイド船級船

ロイド船級船は11,380隻、112,146,385 GTである。

6. 損失船腹及びスクラップ船腹

1981年 (1月~12月) 中の損失船腹は1,238,250 GT、対総船腹量比0.29%で80年に比べ565,777 GT減少した。隻数では359隻 (28隻減少) である。スクラップ船腹は762隻、7,252,047 GT (1.72%) で前年より141隻、1,230,120 GT減少した。

損失船腹及びスクラップ船腹

主要海運国	全損失船腹			スクラップ船腹		
	隻	GT	%	隻	GT	%
リベリア	7	139,101	0.19	37	1,857,491	2.48
日本	29	37,256	0.09	270	1,188,460	2.92
ギリシア	55	412,107	0.98	66	877,557	2.09
パナマ	65	199,354	0.72	55	472,732	1.71
ソ連邦	1	5,923	0.03	123	157,478	0.67
英国	9	12,495	0.05	26	953,771	3.75
ノルウェー	10	2,992	0.01	13	36,797	0.17
米国	11	3,444	0.02	12	109,479	0.58
フランス	2	4,641	0.04	8	397,035	3.47
イタリア	6	49,137	0.46	22	171,918	1.62
...
世界計	359	1,238,250	0.29	762	7,252,047	1.72

製品紹介

高性能と高信頼性を誇るハードウェアシステム

カルマのCAD/CAMシステム

伊藤忠データシステム株式会社

カルマ社(米国)のCAD/CAMシステムは、設計業務に付帯する煩雑な計算や機械的作業を正確に行ない、設計のスピードアップを図れる。しかも複数のオペレーターが同時にシステムを利用できるマルチ・ターミナル対話型自動設計システムであり、設計作業の効率を高められる。2次元、3次元の設計、製図をはじめ、NCテープ出力などアイデアから製造に至るまでの一連の作業をスムーズに行なえる。

カルマは、設計者がコンピュータとスムーズに対話ができ、見やすく疲れない操作が行なえるように、デザイン・ステーション、デジタイザ・ステーションに多くの力を注いでいる。特にグラフィック・ディスプレイ装置において、ユーザーが必要に合せて選択できるように各種ディスプレイ装置を用意している。

カルマCAD/CAMシステムの応用分野

- (1) CHIPS (カルマ・ハイ・パフォーマンス・インテグレイテッド・サーキット・デザイン・システム); IC, LSI, 超LSI の設計からフォトマスク用データ作成及びデザインルールチェックまでこなすシステム
- (2) CARDS (カルマ・オートメーテッド・ルーテ



ィング・アンド・デザインシステム); プリント基板の設計、製造用データ作成、検査データ作成をするシステム

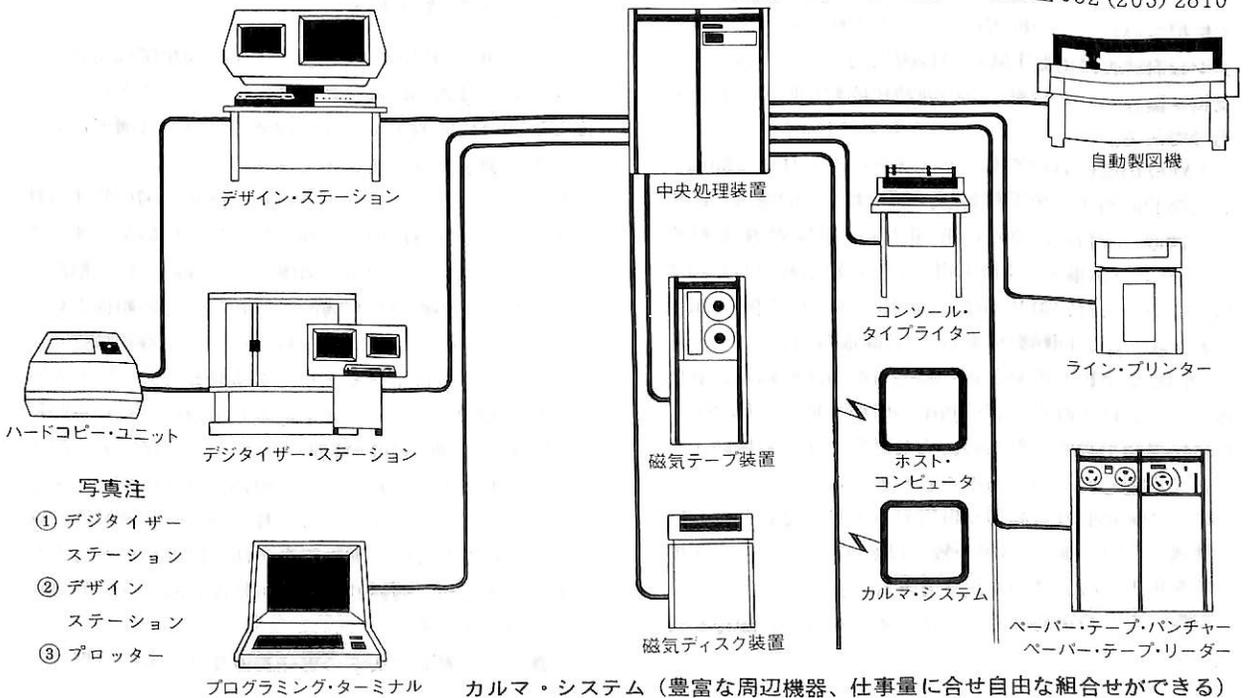
(3) DDM (デザイン・ドラフティング・アンド・マニュファクチュアリング・システム); 自動車、船舶、産業機械などの3次元設計・製図システムでNCマシン用データも同時作成

(4) AE&C (アーキテクチャーズ・エンジニアーズ・アンド・コンストラクターズ・システム); プラント、建築、橋梁などの3次元設計システム

(5) CGI (カルマ・グラフィック・インタラクティブ・データ・マネージメント・システム); 土木、建築、ガス、電力、水道などの設計システムで、地図や都市計画図の作成もできる。

● CADシステム営業部

本社 〒107 東京都港区北青山 2-5-1 電話 03 (405) 5422
 大阪 06 (252) 7161 名古屋 052 (203) 2810



カルマ・システム (豊富な周辺機器、仕事量に合せ自由な組合せができる)

第 16 回

世界海事大学について

運輸省船舶局 検査測度課安全企画室

海事専門家の養成機関としてIMOとスウェーデン政府が協力してスウェーデンのマルメに建設を進めていた世界海事大学(World Maritime University)が近く開校の運びとなったため、今回のコーナーでは、この世界海事大学の概要について記すこととしたい。

1. 設立経緯

1980年11月、スウェーデンのマルメにおいてIMO(当時はIMCO)による「海上安全及び海洋汚染防止の向上のための世界的な海事訓練基準の実施に関するセミナー」が開催された。このセミナーは、スウェーデン国際開発機関の資金援助のもとに、45カ国の発展途上国の代表及び7カ国の先進国からの招待者が参加して行われたが、その冒頭、スウェーデンの運輸大臣が、発展途上国における高度な海事専門家の養成を主な目的とした海事科学技術に関する国際大学をマルメに設立することを提案し、このような高等な海事訓練機関の設立は第三世界の海事活動に多大の便益をもたらすとして参加国の賛同を得、当セミナーの終りには本提案を支持する決議が満場一致で採択された。この提案は、IMO事務局長がスウェーデン政府代表に対しIMOの技術援助計画の一環として支援を働きかけた結果、その要請に応えた形で行われたものである。

IMOの場においても、セミナーの1カ月後に開催された第43回海上安全委員会が、このような国際大学の設立を歓迎、支持し、さらに第14回海洋環境保護委員会(1980年12月開催)の支持も得て、その旨記載された両委員会の報告書は、第46回理事会(1981年6月開催)で承認された後、第12回総会(1981年11月開催)に付記された。第12回総会では、提案された高等な海事訓練機関が発展途上国における既設及び計画中の学校を補うものであり、特に指導陣の養成及びこのような学校の運営を援助することを意図したものであることを前提に、「スウェーデンのマルメにおける高等な世界海事大学の設立」なる総会決議A.501(XII)が満場一致で採択された。これにより、世界海事大学の設立が本決まりとなった。

現在、IMO事務局を中心に、本年7月1日開校を目前に準備が進められている。



2. 大学の教育内容

大学の第一の目的は、発展途上国の海事関係各界の専門家に対し最新の設備と教授陣を提供することにより、海運業間の技術的ギャップを埋め、延いては海運における国際協調を促進することである。

教育コースとしては、IMOが発展途上国に対する技術援助の面では特に海事訓練に関し長い経験を有すること及びこれらの国の要望も考慮して、商船学校の航海学及び工学専攻の教官及び講師予定者並びに船舶検査官を対象とした2年間コース(定員25~30名)、海難調査官及び上級海事行政官を対象とした1年間コース(定員25~30名)、発展途上国のニーズを考慮して選択された専門科目に関する4週間程度の短期間コース(定員50名)の3つのコースが予定されている。短期間コースには、タンカーの安全、ケミカルタンカー及び液化ガス運搬船の安全、危険物の取扱い、海洋汚染の防止等の科目が含まれる予定であるが、最終的には今後関係各国と十分協議した上で決定される。

講義は、世界海事大学の専任教授及び各専門分野の客

員教授が担当し、すべて英語で行われる。

各コースの課程は、次のとおり。

(1) 海事教官及び講師（航海学、海洋工学、電子・レーダー・コンピュータ工学の分野）課程

教育面における訓練及び最新の人間工学の絶えぬ研究の必要性、S T C W条約に規定される要件等を念頭に置いて、航海学あるいは工学や電子工学の分野におけるかなり高度な専門家を育成することを目的としている。海事教官及び講師を対象とした課程の他、これに類似したものとして試験官のための課程も用意されている。

(2) 海事検査官（航海及び無線検査官、機関及び船体検査官）課程

SOLAS条約、MARPOL条約等の国際規則及び手続きに完全に合致して全ての必要な検査を行うことができるように、受講生に対し深い知識と理解を与えることを目的としている。

(3) 海難調査官課程

海事検査官課程と類似した課程であるが、機関、船舶の設計、無線等の国際法規及び海事法令関係の法律事項に関する短期間コースである。

(4) 上級海事行政官課程

国際海運、技術及び航海分野、造船、海洋生態学及び海洋汚染、水路学、海事国際協力、その他の高等な法律及び行政分野から成る包括的なプログラムを通じて、海運業のさまざまな技術面に関して広く深い知識を有し且つ自国の政策の策定及び実施に関し、適切な助言を与えることのできるような上級海事行政官を養成することを目的としている。

(5) 海運会社の技術管理者課程

I M O で作成された海事関係の国際条約、規則、さらに人間関係、職員管理、また、海運、船舶からの汚染の防止等に関する海事法令に精通した技術管理者を養成することを目的としている。

(6) 港湾管理者課程

この課程では、港内海上交通及び関係施設、航海設備、港内の水路測量、維持浚渫に関する事項の他、水先人の訓練、港内関係法規、海洋汚染の防止、消防等について取り扱っている。

ところで、大学は当面100名程度の学生でスタートすることになるが、その内40名ずつはアフリカ地域とアジア太平洋地域、20名はラテンアメリカ及びカリブ海地域の発展途上国からの学生を受け入れる予定である。

3. 入学者の最低要件

2年間コース及び1年間コースの入学者の選定は、I M O事務局長により任命された大学の学長、I M O事務局長代理及び3名の海事分野の著名人から成る理事会が行う。また、短期間コースについては、I M O及び大学の学長が行うが、2年間コース及び1年間コースへの入学を志望する者は、最低次の資格を有していることが必要である。

- ① 船長
- ② 機関長
- ③ 造船技術者
- ④ 海事に関する上級政府職員
- ⑤ 船舶検査に従事する上級政府職員
- ⑥ 海運会社の上級技術管理職員
- ⑦ 航海機器及び電子機器を取り扱う上級士官
- ⑧ 水先人
- ⑨ 海事法令専門家及び上級海運経済学者
- ⑩ 上級港湾技術管理者

4. 大学の施設

大学の施設としては、前身であるマルメ商船学校の施設を利用する他、管理棟が設けられる。これらには、教室及び個別実習室(35名収容できるもの2室、24名収容できるもの3室)、作業部会室、階段教室(60席)、図書室、管理室、職員収容施設、個別指導教官の控室、エンジンルームの模擬室、映写室、設備修理保守室、油・ケミカル・ガス輸送実験室、喫茶室、談話室、控室等が完備される。

屋根には、天体観測用の天窓及び磁気コンパスの羅針箱を備えた回転台が設置され、また、6階には、無線方向探知機、デッカ受信機、オメガ受信機、バルト海をカバーするレーダーが配備された実物大のブリッジを備えた回転台も備えられる。さらに、船舶の主機及び補機を備えた別棟の建物が有り、ここには、蒸発器、分離器、油分濃度計、原油洗浄装置(COW)及びビナートガス発生装置の模型、冷却室、ガス計測装置等も置かれている。また、実験室には、分光光度計、ガスの色層分析装置等の試験研究のための設備が設けられている。その他、S O L A S条約により義務付けられる航海灯やコンパス等を試験する部屋のある別棟もある。

これら世界海事大学の施設の他、ルンド大学やコッカム造船所等マルメ及びルンド地区にある技術分野、行政・経済・社会分野、医学分野、教育分野、文化・情報分野の5つの分野におけるいくつかの専門教育機関や施設の利用することも計画されている。

昭和57年度(58年2月分)新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分		4 月 ~ 2 月 分				2 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	83	1,146,851	1,673,132		9	108,800	146,800	
	油槽船	13	397,270	526,700		1	4,020	6,500	
	貨客船	1	5,450	2,450		—	—	—	
	小 計	97	1,549,571	2,202,282	330,559,442千円	10	112,820	153,300	25,645,000千円
輸出船	貨物船	121	2,055,470	2,866,761		10	111,590	184,600	
	油槽船	23	225,200	350,740		1	4,100	6,500	
	貨客船	—	—	—		—	—	—	
	小 計	144	2,280,670	3,217,501	519,119,165千円	11	115,690	191,100	21,429,250千円
合 計		241	3,830,241	5,419,783	849,670,607千円	21	228,510	344,400	47,074,250千円

● 編 集 後 記 ●

□3月14日第二次臨時行政調査会(会長・土光敏夫氏)は最終答申(第5次答申)を中曽根首相に提出し解散した。2年間にわたった答申(船でいえば設計)作りから実施(建造)段階にバトンタッチしたことになる。設計図を見ると、各部会検討中に初期の意図である画期的合理化船建造方針から大分従来型に妥協したものになってしまったようである。この設計が、建造の段階で兎に角設計図通りに建造されるか、更に手直しされて従来型と殆ど変りない船となってしまうか、または建造に携わる人達の我利と外圧により、不沈空母どころか転覆・沈没につながる非合理化船となってしまうか、それは今後の問題であろう。

□3月14日1週間続いたOPEC(石油輸出国機構)会議で、石油標準価格29ドル(5ドル減)、OPEC関係諸国総生産量日産1,750バレル(昨年と同じ)が正式に決定したようである。これが我が国エネルギー事情にどう影響するかよく分らないが、完全消費国である日本にとっては、少なくとも悪い結果にはならないであろう。景気に

どうひびくか、民生にどう影響するか、これからの動きが注目される。然し、石油は有限エネルギーであるので、折角進めてきた省エネルギー運動は今後も続けるべきであろう。

□噂によれば三光汽船が大量のバルクキャリアを建造することになるようだ。これは大手商社が資金を出し、三光汽船の子会社が裸用船し、これを三光汽船がタイムチャーターするというもののように、既に有力造船所と引合いを始めているとのこと。現在造船価格が底値であると見てのことであろう。別にギリシャ系船主からも同様の意図で引合いがきているようである。不況にあえぐ造船所にとっては干天に慈雨といたいところだが、船価維持を心掛けている造船業界にとっては複雑な心境であろう。

□このところ船用材料記事が速のいていたが、今月号に「超低温容器用アルミニウム」の記事を掲載することにした。これに次いで船用材料に関する記事を取り上げて行きたいと思っている。

☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。 予約金 { 6カ月分 6,400円 / 1ケ年分 12,000円 (送料共)

運輸省船舶局 監修 船の科学
造船海運総合技術雑誌

禁転載 第36巻 第4号 (No. 414)

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリビル)

振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

昭和58年4月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }
昭和58年4月10日発行 { 第3種郵便物認可 }

定価 1,080円 (〒55円)

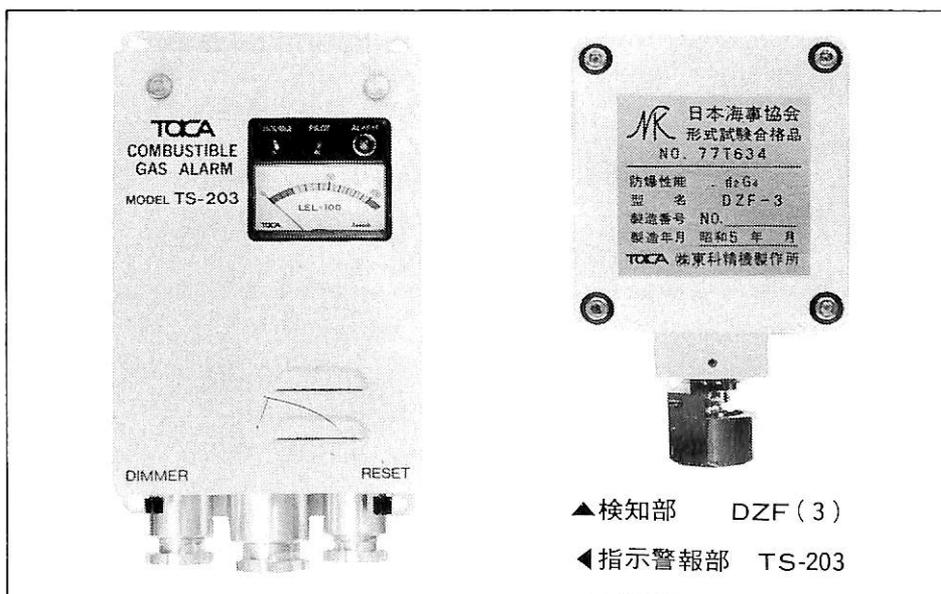
発行人 船橋敬三

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 7 Wの省エネルギー設計です。
- ディマースイッチ付き バイロッド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。

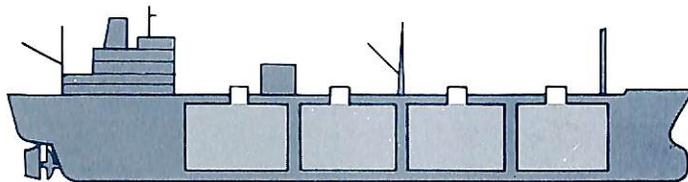
☆カタログのご請求は下記に御連絡ください。

TOCA 株式会社 **東科精機製作所**

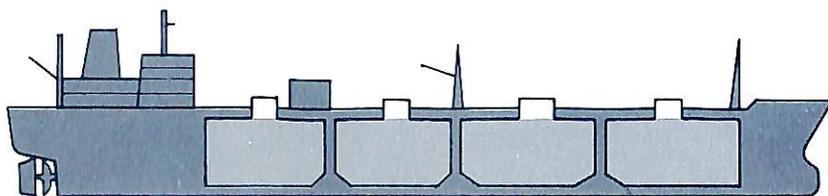
〒211 川崎市中原区新丸子町756 ☎044(733)3381(代表)

三菱の液化ガス運搬船

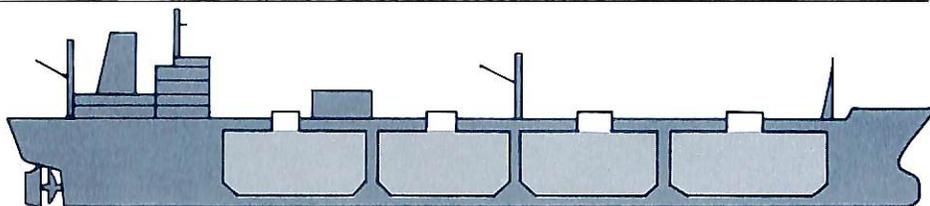
今後ますます多様化するエネルギー、化学工業用原料の液化ガス運搬船を、我が国におけるこの分野のパイオニアである三菱重工は需要にお応えし建造を続けてまいります。



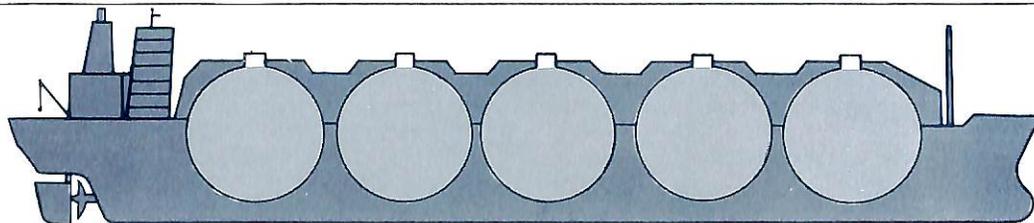
25,000 m³ LPG-NH₃-VCM Carrier



50,000 m³ LPG-NH₃-Carrier



77,000 m³ LPG Carrier



125,000 m³ LNG Carrier

代表的な建造船

船名 (船種)	タンク容量	建造年
ブリヂストン丸 (LPG)	28,837m ³	1962
金山丸 (LPG)	70,238m ³	1970
天龍丸 (LPG)	77,000m ³	1982
日山丸 (LPG)	43,500m ³	1982
新菱エチレン丸 (LEG)	1,116m ³	1972
播州丸 (LNG)	125,000m ³	1983
越後丸 (LNG)	125,000m ³	1983
出羽丸 (LNG)	125,000m ³	1984

三菱重工は、1962年以来、19隻の液化ガス運搬船を引渡し、現在3隻のLNG船を建造中です。



三菱重工業株式会社 船舶・鉄構事業本部 東京都千代田区丸の内2 5 1 千100 ☎(03)212 3111

昭和五十八年四月五日印刷
昭和五十八年四月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

船の科学

定価 一〇八〇円

東京都中央区新川一丁目三十一番七(マリニビル)
(株)船船技術協会
電話東京(55)八七九八番