

船の科学 5

VOL.39 NO. 5

最新鋭の設備と新システム

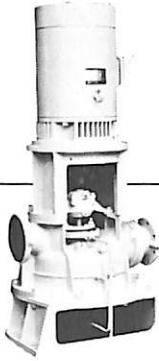


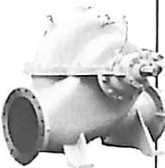
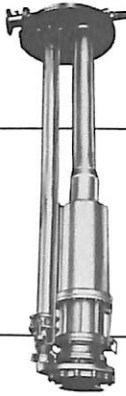

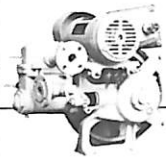

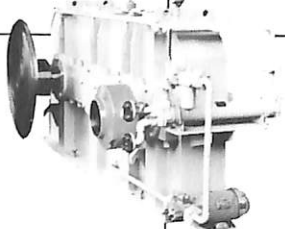


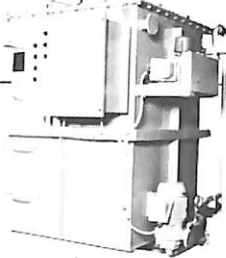


入渠できる最大船舶 長さ265m ● 幅41.5m ● 吃水8m ● G.T 59,000

 **川崎重工**

神戸工場の120,000 DWT
ニューNo.3フローティングドック
33T・16.5Tジブクレーン各1

ポンプの総合メーカー

	 遠心ポンプ	タイコ	
サブマージド カーゴポンプ			ギヤーポンプ
	タンクマウント型 潤滑油ポンプ	ピストンポンプ	一軸ねじポンプ
			二軸ねじポンプ
			三軸ねじポンプ
駆動装置		逆洗型戸過機	汚水処理装置
			
		油水分離器	
			
			

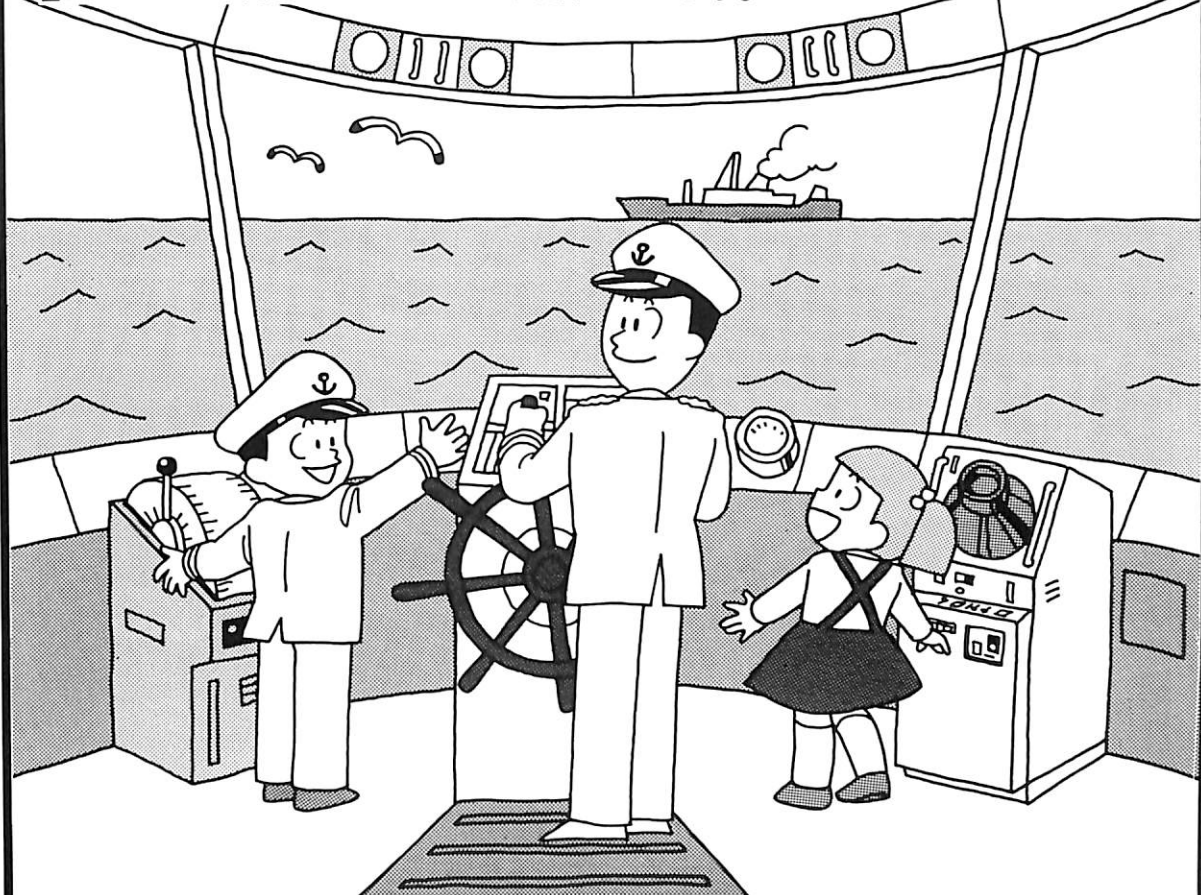


大晃機械工業株式会社
TAIKO KIKAI INDUSTRIES CO., LTD

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

海は、地球のエネルギー。

日本船舶振興会は、豊かな社会をはぐくむ
海と人との新しい結びつきを目指しています。



世界は一家 人類は兄弟姉妹

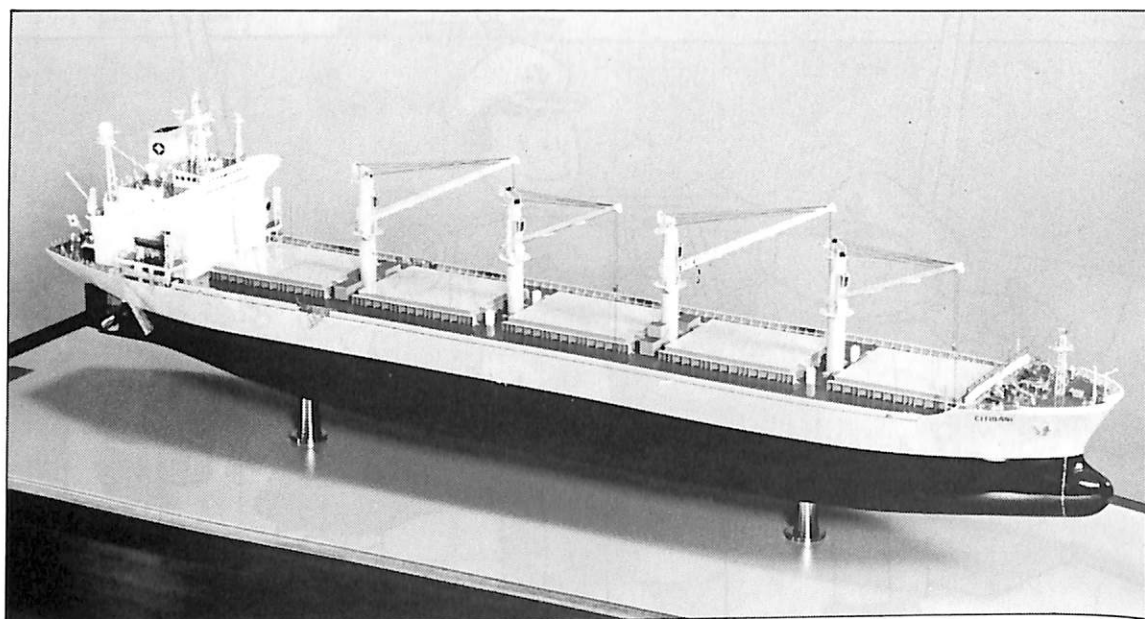
モーターボート競走の収益金は、人類の文化と経済をささえた海の正しい理解の普及、及び海洋保護、海難防止、新しい未来づくりのための海洋開発、そのための新しい技術の研究、開発などの援助のほか「世界は一家、人類は兄弟姉妹」の理念に基づき、文教、体育、社会福祉、防犯・防火、その他の公益の増進、及び海外への協力援助事業など、幅広く役立てられています。

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

財団法人 **日本船舶振興会** (会長 笹川 良一)

業界各位の皆様のご要望に 充分お応えできる横浜精密の模型！

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



43,300dwt型撒積貨物船 M/S "CITI BANK" 常石造船株式会社 建造



横 浜 精 密

代 表 堀 内 勲

本 社 工 場 ☎045-541-8742 FAX 045-546-0684
横 浜 市 港 北 区 新 吉 田 町 835 〒223
河 口 湖 工 場 ☎05557-6-7716
山 梨 県 南 都 留 郡 河 口 湖 町 大 石 278 〒401-03

可変ピッチプロペラ 100PS ⇒ 40,000PS

製造品目

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

低回転 省エネタイプ
 CPP 型式XL-180
 4翼 直径7,000mm

N ナカシマ・ストーン・ピッカーズ株式会社
ナカシマプロペラ株式会社
 〒700-91 岡山市上道北方688-1 岡山中央郵便局私書箱167号 TLX.5922320

- 本社工場 岡山 <0862> 79-5111代
- 東京支店 東京 <03> 553-3461代
- 大阪営業所 大阪 <06> 541-7514代
- 福岡営業所 福岡 <092> 461-2117代
- 仙台営業所 仙台 <0222> 23-8353代
- 札幌営業所 札幌 <011> 737-5757代



業務内容

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

楽しい船旅は安心から…
 — 備えあれば、憂いなし —

日本定航保全株式会社

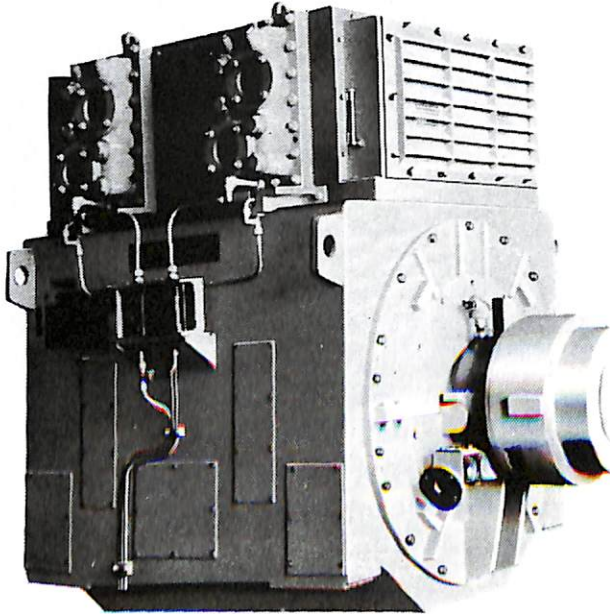
社長 渡邊 浩

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

ながい経験と最新の技術



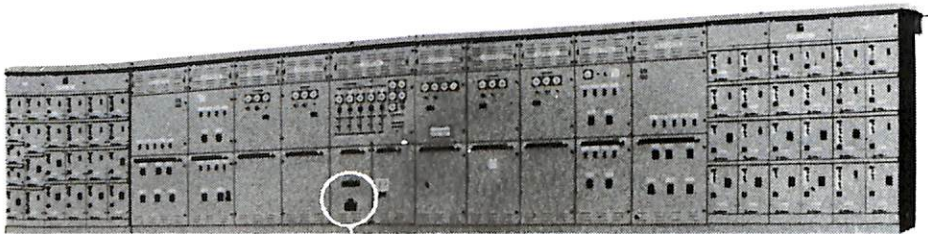
大洋の船舶用電気機器



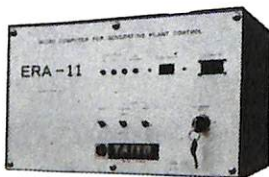
排ガス利用2極タービン発電機

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

1986

5

Vol. 39

目次

- 7 新造船写真集 (No.451)
- 12 日立造船建造超デラックスモーターヨット (120FT・140FT型) …… 日立造船
- 23 ヴェルツイラ社のデザイン21世紀の船舶(7)
(電気推進式砕氷船, 原子力砕氷船) …… Wärtsilä
- 24 日本商船隊の懐古 No.82 (日栄丸, 金龍丸) …… 山田 早苗
- 26 商船の映像 (33) 「船と摩天楼」(クイーン・メリー, モーレタニア) …… 野間 恒
- 28 西独 Meyer Werft の近況及び豪華客船 M/V “JUBILEE” の建造 …… 府川 義辰
-
- 33 4月のニュース解説 (船員制度近代化実験船) …… 米田 博
- 36 浅喫水幅広型河川プロダクトキャリアー “DAMANSARA” …… 寺岡 造船
- 44 有害液体物質を運送する自航船に対する安全規則<その9> …… 編集部
- 47 アラミド繊維ケブラーについて— 海洋環境下で 사용되는新素材— …… 東 レ
- 54 部分負荷で低質油の使用が可能な
MAN-B&W4 ストローク機関 …… 日本舶用機器開発協会
- 56 欧州造船所を救う道 …… 編集部 訳
-
- 60 ●船舶塗料について<その9>
第2章 船底塗料 …… 中国塗料
- 67 ●造船技術変遷史シリーズ
船型試験をめぐって<その27> …… 横尾 幸一
- 72 ●シリーズ・日本の艦艇・商船の電気技術史<その20>
第2章 商船の電気機装・電気機器 …… 徳永 勇
-
- 74 造船工学覚え書<27> …… 川上 益男
- 77 冷凍運搬船<33> …… 角張昭介・椎原裕美
- 80 続・液化ガスタンカー<24> …… 恵美 洋彦
- 87 船舶電子航法ノート (108) …… 木村 小一
-
- 92 ●IMOコーナー (第52回)
IMO第32回航行安全小委員会の報告 …… 運輸省海上技術安全局
- お知らせ 第1回国際海洋開発シンポジウム開催要綱 (11月19~22日) ワールド・インポート・マート
船の科学第2回 “造船・海洋構造物” 技術セミナー開催 (6月17・18日) 案内

“押船—繋船団に”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!

タイセイ・エンジニアリング株式会社

東京都中央区東日本橋3の4の14
小沢ビル 電話03(667)6633
テレックス 2655164 TAIENG J

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

受託試験、研究
施設設備の貸与
技術相談

環境(耐候・振動)・防火・防爆・情報処理
音響・化学分析・材料・加速度ピックアップの
校正等・試験研究設備が整備されています



船舶艤装品研究所

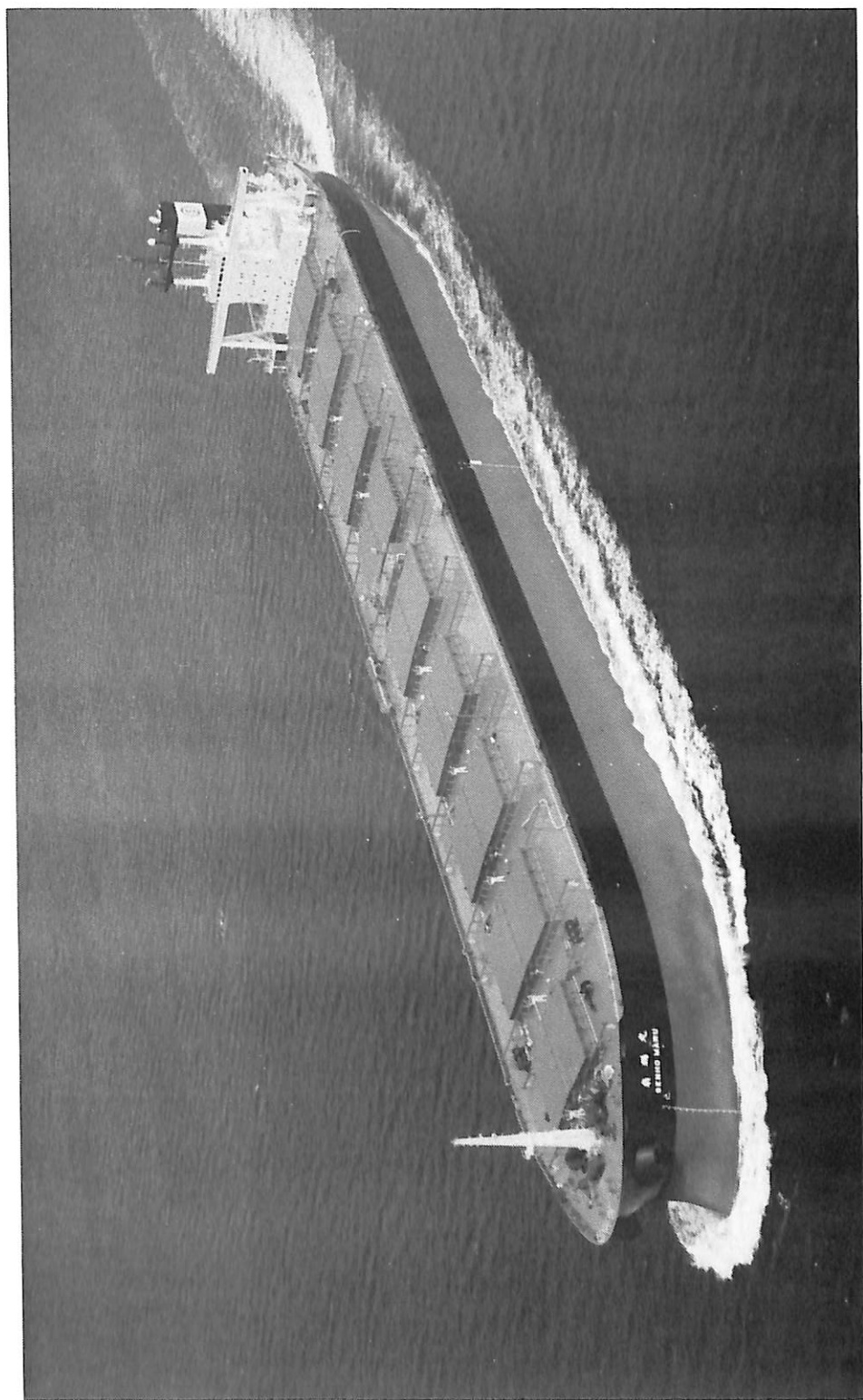
所長 芥川 輝 孝

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12

TEL 0423-94-3611~5

(競艇益金事業)



40次散積貨物船 扇鵬丸 昭和海运株式会社
SENHO MARU

日本鋼管株式会社津製作所建造(第95番船)	起工	60-3-22	進水	60-6-28	竣工	60-11-25
全長 297,000 m	垂線間長	285,000 m	純噸数	71,505 T	滿載喫水	19,833 m
總噸数 107,915 T	燃料油槽	4,879 m ³	載貨重量	50,000 m	貨物艙容積(グ)	233,456 m ³
艙口数 9	B & W 6 L 90 M C E 型(デ)機関 × 1	燃料消費量	50.2 t/day	清水槽	345 m ³	主機関
三井プロペラ	4 翼 1 軸 補汽缶 (油焚)	6.0 kg/cm ² × 6,000 kg/h, 排エコ 2,000 kg/h × 4.5 kg/cm ² × 1	出力(連続最大)	18,750 PS (63 rpm)	發電機(デ)	700 kW × AC 450 V × 2
(タ) 600 kW × AC 450 V × 1	無線装置	送(主) 1.2 kW × 1 (補) 130 W × 1	航海計器	デッカ	受(主) NRD-92 × 2 (補) NRD 93 × 1	NNSS 衝突予防装置
船船電話 海事衛星装置	VHF		航続距離	21,500 哩	船級・区域資格	NK 遠洋
船船電話 運轉最大) 15.41 kn (滿載航海) 13.5 kn	乘組員	24 名				
船尾機関・船尾船橋平甲板型						



40次撤積貨物船

建川丸
TA TEKAWA MARU

川崎汽船株式会社

川崎重工株式会社坂出工場建造(第1390番船)
 全長 290.03 m 垂線間長 280.00 m
 総噸数 93,479 T 純噸数 52,984 T
 船口数 9 燃料油槽 F.O. 4,629 m³ D.O. 557 m³
 川崎-MAN-B&W 6L80MCE 型アイゼル機関 × 1
 アロペラ 5 翼1軸 補汽缶 乾燃室式横煙管式 6,000 kg/h × 129.7 cm × 1, (排エゴ) 3,650 kg/h × 3,083 cm × 1
 (デ) ヤンマー 650 kW × 2 (タ) 川崎重工 530 kW × 1
 海事衛星装置 VHF 無線装置 NNSS 衝突予防装置 レーダー
 (満載航海) 13.3 kn 航海計器 ロラン 船級・区域資格 NK 遠洋

起工 60-3-8 型幅 46.00 m 載貨重量 169,457 t 進水 60-9-9
 型深 24.80 m 燃料消費量 45.0 t/day (連統最大) 16,800 PS (83 rpm) 清水槽 826 m³
 出力 (連統最大) 3,650 kW × 1, (補) 130 W × 1 受(主) 全波 × 2 (補) 全波 × 1 船型 平板型
 衝突予防装置 船級・区域資格 NK 遠洋 速度 平甲板型
 航海計器 ロラン 船級・区域資格 NK 遠洋 速度 平甲板型
 航統距離 27,800 哩 航海計器 ロラン 船級・区域資格 NK 遠洋 速度 平甲板型
 航統距離 27,800 哩 航海計器 ロラン 船級・区域資格 NK 遠洋 速度 平甲板型
 航統距離 27,800 哩 航海計器 ロラン 船級・区域資格 NK 遠洋 速度 平甲板型

竣工 60-12-5 破工 60-12-5
 満載喫水 17,228 m 満載喫水 17,228 m
 満載積容積 (ク) 199,442 m³ 満載積容積 (ク) 199,442 m³
 貨物艙容積 826 m³ 貨物艙容積 826 m³
 主機関 主機関
 15,120 PS (80 rpm) 15,120 PS (80 rpm)
 全波 × 1 (補) 全波 × 2 (補) 全波 × 1 (補) 全波 × 2 (補)
 船機 船機
 15.95 kn 15.95 kn
 乗組員 32 名 乗組員 32 名

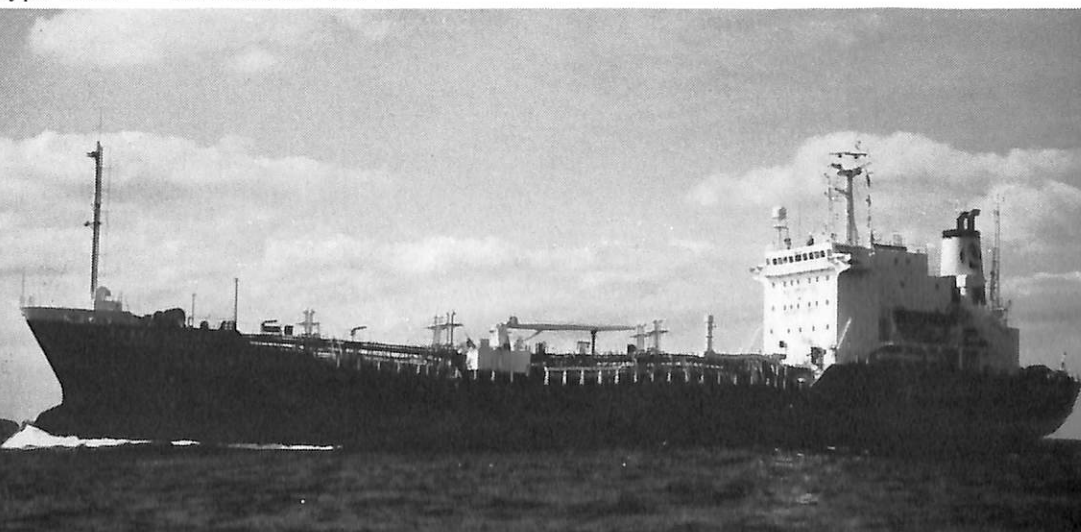


油槽船 なかた ぶりいず 株式会社中田組

尾道造船株式会社建造(第321番船)	起工 60-4-5	進水 60-6-4	竣工 60-11-22
全長 182.30m	垂線間長 172.00m	型幅 31.40m	型深 17.20m
総噸数 25,418T	純噸数 10,164T	載貨重量 39,016t	満載喫水 10.97m
主荷油ポンプ 1,300m ³ /h×120m×3	清水槽 843m ³	デリック 10t×20m×2	燃料油槽 1,862m ³
26.5t/day	主機関 日立-Sulzer 5 RTA58型(デ)機関×1	燃料消費量	貨物油槽容積 47,680m ³
(連続最大) 9,200PS (109rpm) (常用) 8,280PS (105rpm)	プロペラ 4翼1軸	出力	燃料消費量
三菱MAC-30B×1	発電機 西芝520kW×AC450V×834A×3	無線装置	補汽缶
(補)75W×1 受(主),(補)全波各1	海事衛星装置 VHF	送(主)500W×1	
レーダー	航海計器 ロラン NNSS	衝突予防装置	
船級・区域資格 NK 遠洋	速力(試運転最大) 15.15kn (満載航海) 14.0kn	航続距離 22,400哩	
	船型 平甲板型	乗組員 32名	同型船 Petrobulk Pilot

ケミカル/プロダクト タンカー ごうるでん ぷりんせす 協栄汽船株式会社

三菱重工業株式会社下関造船所建造(第885番船)	起工 60-7-19	進水 60-10-31	竣工 61-3-13
全長 108.5m	垂線間長 101.00m	型幅 17.80m	型深 9.80m
総噸数 5,359T	純噸数 2,319T	載貨重量 7,859t	満載喫水 8.00m
主荷油ポンプ 200m ³ /h×80m×5, 150m ³ /h×80m×1, 80m ³ /h×80m×12	清水槽 653m ³	燃料油槽	653.0m ³
燃料消費量 15t/day	主機関 三菱-6UEC45L型(デ)機関×1	出力	
(連続最大) 5,640PS (158rpm) (常用) 5,080PS (153rpm)	プロペラ 4翼1軸 CPP	補汽缶	
13,000kg/h×1, 排エ0850kg/h×1	発電機 625kVA×500kW×2, 軸発 625kW×500kW×1	無線装置	
送(主)1.2kW×1 (補)75W×1 受(主),(補)全波各1	海事衛星装置 VHF	航海計器 ロラン NNSS	
衝突予防装置	速力(試運転最大) 16.43kn (満載航海) 13.7kn	航続距離 12,000哩	
船級・区域資格 NK 遠洋(Ice class C.)	船型 ウェル甲板型	乗組員 23名	同型船 ごうるでん くいーん
・IMO Type II&III	総合自動航法システム		





自動車運搬船 **とうこう丸** 藤光海運株式会社

株式会社来島どっく大西工場建造(第2411番船)
 全長 149.90m 垂線間長 142.90m 起工 60-6-14 進水 60-10-22 竣工 61-1-30
 総噸数 11,433T 載貨重量 6,255t 型幅 22.80m 型深 22.96m 満載喫水 7.019m
 燃料消費量 47.3t/day 清水槽 160m³ Car搭載数 1,100台 燃料油槽 817m³
 出力(連続最大)17,500PS(140rpm) (常用)14,880PS(133rpm) 主機関 神発-三菱-9UEC60HA-B型(テ)機関×1
 縦型水管式 1.6t/h×1 発電機 875kVA×700kW×AC450V×3φ×60Hz×3 (原)1,100PS×720rpm×3 補汽缶
 無線装置 船舶電話 VHF 航海計器 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)24.07kn
 (満載航海)21.0kn 航統距離 7,600浬 船級・区域資格 NK(限定)近海
 船型 多層甲板船型 乗組員 12名 旅客 4名 船級・区域資格 NK(限定)近海
 ・スターンランプ×2

ケミカルタンカー **第三越山丸** 船舶整備公団・山根海運株式会社

株式会社今村造船所建造(第310番船)
 全長 69.90m 垂線間長 65.00m 起工 60-8-16 進水 60-10-16 竣工 60-11-19
 満載排水量 2,187.92t 総噸数 681T 型幅 11.00m 型深 5.15m 満載喫水 4.302m
 主荷油ポンプ 150m³/h×70m×2 載貨重量 1,498.25t 燃料油槽 78.70m³ 貨物油槽容積 1,288.822m³
 清水槽 52.80m³ 主機関 阪神-LH28G型(テ)機関×1 出力(連続最大)1,300PS(375rpm) 燃料消費量 4.2t/day
 (常用)1,105PS(355rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 三浦工業 VWS-1200E 発電機
 大洋電機 150kVA×180PS×1, 大洋電機 90kVA×1, 精工社 30kVA×37.5PS 無線装置 船舶電話
 航海計器 NNSS レーダー 速力(試運転最大)11.714kn (満載航海)11.065kn
 航統距離 3,500浬 船型 船首船尾楼付一層甲板型
 乗組員 8名 IMO Type II&III 船級・区域資格 JG 沿海





護衛艦 (129) やまゆき 防衛庁 (建造番号 2217)

日立造船株式会社舞鶴工場建造(第4725番船) 起工 58-2-25 進水 59-7-10 竣工 60-12-3
 全長 130.0m 垂線間長 126.00m 最大幅 13.6m 深さ 8.5m 喫水(常備) 4.10m
 基準排水量 3,050t 主機関 COGOG型式 高速用オリンパスTM3B型ガスタービン機関×2
 巡航用タインRMIC型ガスタービン機関×2 軸数 2 軸馬力 45,000PS 速力 30kn
 乗組員 190名 ◦兵装 62口径76ミリ速射砲×1, 高性能20ミリ機関砲×2, 短SAM装置, SSM装置一式
 アスロック装置, 3連装短魚雷発射管×2, 特装ヘリコプター搭載装置 昭和56年度建造計画 配属 呉第44護衛隊

中型掃海艇 (663) えたじま 防衛庁 (建造番号 363)

日本鋼管株式会社鶴見製作所建造(第SB1022番船) 起工 59-5-22 進水 60-6-17 竣工 60-12-2
 全長 55.0m 幅 9.4m 深さ 4.2m 喫水(常備) 2.4m
 基準排水量 440t 主機関 三菱12ZC15/20型(デ)機関×2 軸馬力 1,440PS(2基)
 (1,350rpm) 軸数 2 速力 10.0kn 乗組員 45名
 ◦兵装 20mm機関砲(JM 61-M)×1, 掃海装置一式 昭和58年度建造計画 木製 配属 第16掃海隊





日立造船建造 超デラックスモーターヨット

—120 FT・140 FT型—

日立造船(株)神奈川工場では、昭和59年8月に超デラックスモーターヨット部門に本格進出して以来これまでに3隻の受注をしていたが、昨年8月に第1隻目の120フィート型デラックスモーターヨットを完成し、米国船主に引渡され、現在カリブ海にその優雅な姿を見せている。

第2隻目は3月11日に竣工をした140フィート型のカナダ向け“CALLIOPE”(写真)で3月12日公開された以後カナダ・バンクーバーで開催される国際交通博覧会“EXPO'86”(5月～10月)に参加すべく処女航海の旅立ちをした。航海にあたっては海上憩いの場また社交場となるので船長、乗組員、料理人、メイドも乗船している。建造にあたっては両船共外観の優雅さ、船体のスムーズな出来上りであり高い技術水準が要求された。内装は好み的高级素材(チーク材、檜、白木)を船内各所、調度

品に使用している。また大理石、金銀の金具を取付けた浴場、各種置物、マホガニ製の搭載テンドー等豪勢をきわめている。第3隻目は米国向け140フィート型超デラックスモーターセラーで62年3月完成予定である。

本船の特徴

○船体及び上部構造は軽量、防食性を考慮し、すべてアルミニウム製としている。

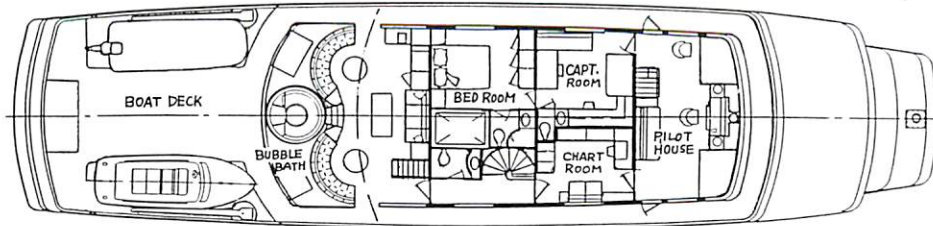
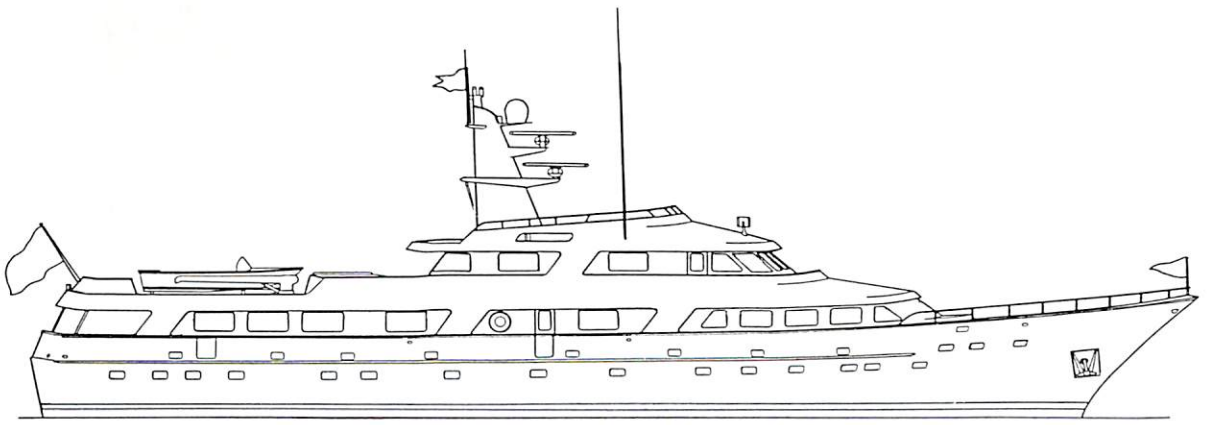
○衛星通信システム、最新エレクトロニクス技術の粋を集めた各種航海機器等を搭載している。

○世界的モーターヨットデザイナー J. B. Hargrave、内装デザイナーの P. Tanter の協力により、外観の優雅さ、鏡のようなスムーズ塗装、厳しい騒音・振動対策をほどこした、快適かつ豪華な居住区を備えた世界でも第1級のモーターヨットである。

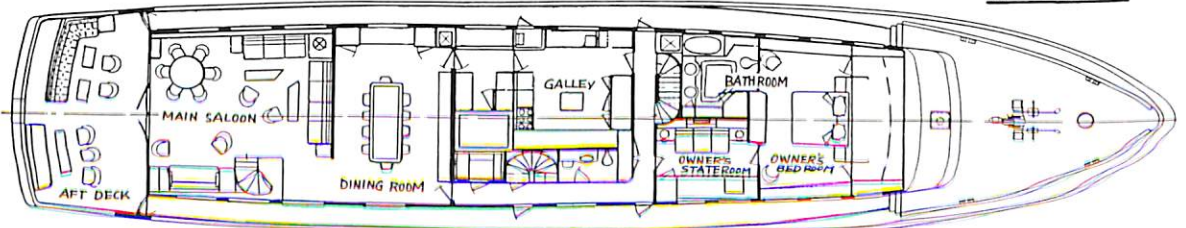
船主 Canadian, Penzance (U.K.)

日立造船株式会社神奈川工場建造 (第7090番船)	竣工	61-3-11	全長	44.01 m (144'39")	水線長	38.10 m			
型幅	8.94 m	型深	4.66 m	喫水	2.50 m	総噸数	439 T	燃料油槽	92.4 m ³
清水槽	22.6 m ³	主機関	キャタピラ三菱 3512TA型 (デ)機関×2	出力 (連続最大)	1,250 PS ×2				
プロペラ	5翼2軸	2 舵	発電機	キャタピラ 三菱 150kW ×3	無線装置	海事衛星通信 (安立)			
航海計器	衛星航法 (古野) レーダー	NAVGUIDE	速力 (試運転最大)	16.25kn	航海	13.0kn			
航続距離	9,600km (13kn)	船級・区域資格	AB	乗組員	10名	旅客	10名	バウスラスタ、減揺装置	
防犯監視装置	搭載テンドー	3 隻						最上部フライングブリッジデッキにも操船装置がある。	

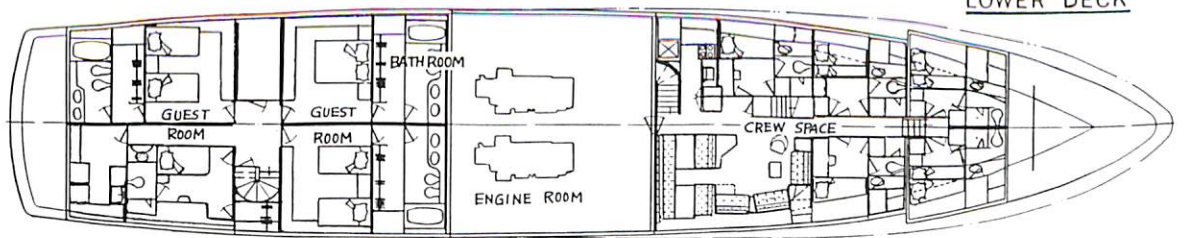




BOAT DECK



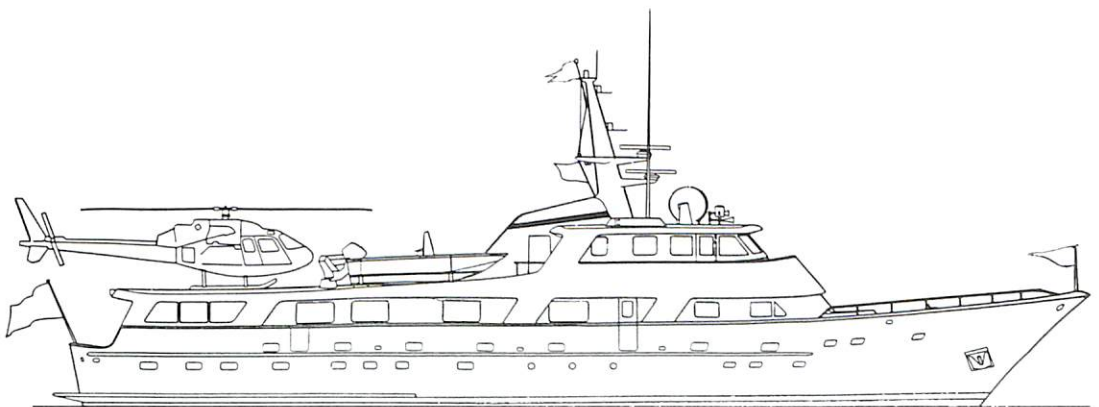
MAIN DECK



LOWER DECK

140フィート型モーターヨット“CALLIOPE”一般配置図

◀写真左は操舵室、(右)は落ち着いたムードのサロンの一部床には絨氈がひかれ木の香も新しい内装、窓内側の棧上部は飾彫刻が施されており、右側は食堂で室は多種貝殻の亚克力樹脂板で仕切られている。



120フィート型デラックスモーターヨット側面図

船主 American 全長 36.58 m (120'0") 水線長 32.40 m 型幅 7.76 m 喫水 2.00 m
 主機関 キャタピラ三菱 565 PS型 (デ) 機関×2 燃料油槽 37.5 m³ 速度 14.5kn



アイアン ニューキャスル

輸出散積貨物船 **IRON NEWCASTLE**

船主 The Broken Hill Proprietary Co. Ltd. (Australia)
 石川島播磨重工業株式会社第一工場建造(第2929番船) 起工 60-5-21 進水 60-9-6 竣工 60-12-27
 全長 283.5m 垂線間長 271.0m 型幅 47.0m 型深 21.5m 満載喫水 15.924m
 総噸数 78,625 T 純噸数 48,709 T 載貨重量 148,140 t 貨物艙容積(グ) 161,499.8 m³
 艙口数 9 燃料油槽 2,200.7 m³ 燃料消費量 41.0 t/day 清水槽 494.9 m³
 主機関 IHI-Sulzer 6RTA84型(デ)機関×1 出力(連続最大) 16,000 PS (65 rpm) (常用) 13,600 PS
 (61.6 rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 IHI 7 kg/cm²G×飽和×2.0 t/h×1, (非) 7 kg/cm²G×
 飽和×2.05 t/h×1 発電機 900 kW×AC 420 V×50 Hz×750 rpm×3 (原)ダイハツ 6 DL 26×3
 無線装置 送(主) 1.5 kW×1 (補) 0.1 kW×1 航海計器 レーダー 速力(試運転最大) 16.43 kn
 (満載航海) 14.25 kn 航続距離 15,450 哩 船級・区域資格 DNV 遠洋
 乗組員 30名

- 14 -

ハンジン ニューヨーク

輸出コンテナ船 **HANJIN NEWYORK**

船主 Highness Maritime S. A. (Panama)
 日立造船株式会社因島工場建造(第4814番船) 起工 60-7-24 進水 60-10-16 竣工 61-1-31
 全長 241.10m 垂線間長 224.00m 型幅 32.20m 型深 19.00m 満載喫水 11.73m
 総噸数 35,610 T 純噸数 14,763 T 載貨重量 43,270 t Cont. 搭載数 2,358 TEU
 燃料油槽 4,220 m³ 燃料消費量 84.8 t/day 清水槽 420 m³ 主機関
 日立-Sulzer 7 RTA84型(デ)機関×1 出力(連続最大) 30,100 PS (89 rpm) (常用) 27,100 PS (86 rpm)
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 堅型水管 2,000 kg/h×6.0 kg/cm²G×1 発電機 1,000 kW×AC 450 V×
 60 Hz×720 rpm×3 無線装置 送(主) 1.5 kW×1 (補) 130 W×1 受(主), (補) 各1 海事衛星装置 VHF
 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 24.2 kn (満載航海) 22.0 kn
 航続距離 22,700 哩 船級・区域資格 KR・AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型
 乗組員 26名





安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。

結露・氷結から視界をまもりまます。
変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、
吹き付ける氷雪、操舵室の窓は、どうしても
曇りがちです。

でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視
界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス
表面に薄い金属膜をコーティングして通電
発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融
雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金
属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜
の保護や感電防止も万全です。またガラス
は万一割れても破片の飛び散らない安全な
合わせガラスです。

ヒートライト®C

 **旭硝子**

〒100 東京都千代田区丸の内2-1-2 (千代田ビル)
☎(03)218 5397 (加工硝子事業本部)

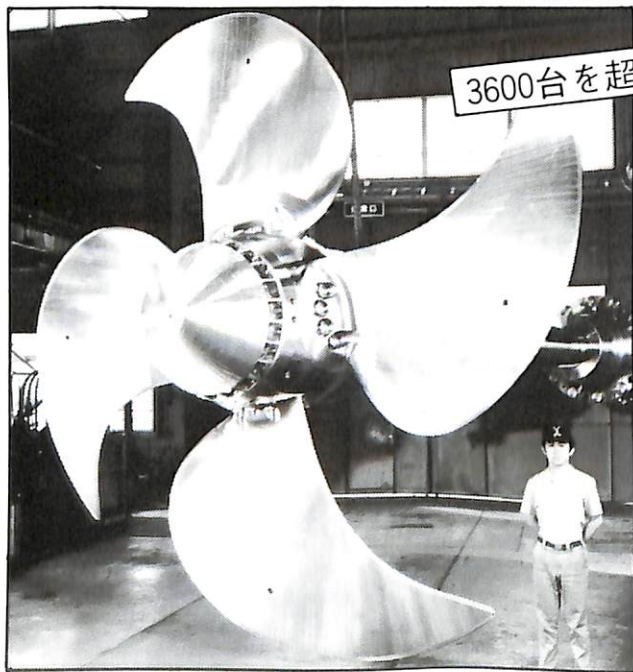


バルク ジェニー
輸出撒積貨物船 **BULK GENIE**

船主 Tres Estrellas (Panama) S. A. (Panama)
 三井造船株式会社千葉事業所建造(第1304番船) 起工 59-8-22 進水 60-6-13 竣工 60-11-6
 全長 182.800m 垂線間長 174.000m 型幅 30.500m 型深 15.750m 満載喫水 11.215m
 総噸数 24,625T 純噸数 13,871T 載貨重量 42,647t 貨物艙容積(べ)50,025.6m³(グ)51,025.9m³
 艙口数 5 クレーン 25t×4 燃料油槽 1,899.1m³ 燃料消費量 21.6t/day 清水槽 421.8m³
 主機関 三井B&W6L60MCE型(デ)機関×1 出力(連続最大)8,420PS(102rpm)(常用)7,160PS(96.6rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 西田鉄工 1,000kg/h×6kg/cm²G×1 発電機 500kVA(400kW)×900rpm×3
 無線装置 送(主)800W×1(補)50W×1 受(主),(補)各1 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器
 デッカ NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)15.75kn(満載航海)13.60kn
 航続距離 25,400浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼船尾楼付平甲板型 乗組員 32名

— 16 —

かもめ可変ピッチプロペラ



3600台を超える実績と信頼性

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

全国50カ所のサービス網完備

運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

本社：横浜市戸塚区上矢部町690 ☎245 ☎(045) 811-2461(代表)
 ファックス☎(045)811-9444
 東京事務所：東京都港区新橋5-34-7 第2三栄ビル ☎105 ☎(03) 434-3939
 ファックス☎(03) 431-5438



オアシス アルター
輸出コンテナ船 **OASIS ALTAIR**

船主 Overseas Steamship Co. S.A. (Panama)

波止浜造船株式会社多度津工場建造(第844番船)	起工 60-5-16	進水 60-8-20	竣工 60-11-25
全長 215.00m	型幅 32.20m	型深 21.10m	満載喫水 11.50m
総噸数 36,124 T	純噸数 18,038 T	載貨重量 35,241 t	艙口数 6
2,073 TEU. (ISO 20' ベース甲板上3tier)	燃料油槽 2,875.4 m ³	燃料消費量 60.5 t/day	Cont. 搭載数
清水槽 368.4 m ³	主機関 三井-B&W 7L80MCE型(テ)機関×1	出力(連続最大) 22,400 PS (83 rpm)	
(常用) 20,160 PS (80 rpm)	プロペラ 5翼1軸	補汽缶 堅型 4,000 kg/h×9at./g×1	発電機
神鋼電機 600 kW×720 rpm×3 (原)ダイハツ 6DL22型×3	無線装置 送(主)1kW×1 (補)75W×1 受(主),(補)各1	航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー	
船舶電話 海事衛星装置 VHF	航続距離 16,700 浬	船級・区域資格 NK 遠洋	
速力(試運転最大) 23.19 kn (満載航海) 20.3 kn			
船型 平甲板型	乗組員 34名		

カルフォルニア ビナス
輸出コンテナ船 **CALIFORNIA VENUS**

船主 Catalina Shipping S.A. (Panama)

今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1145番船)	起工 60-7-15	進水 60-9-18	竣工 60-12-8
全長 217.98m	型幅 32.20m	型深 21.35m	満載喫水 11.50m
総噸数 35,739 T	純噸数 11,884 T	載貨重量 34,194 t	艙口数 6
燃料油槽 3,319.97 m ³	清水槽 497.42 m ³	主機関 三井-B&W 7L80MCE型	Cont. 搭載数 1,838 TEU.
(テ)機関×1	出力(連続最大) 22,330 PS (83 rpm)	(常用) 20,100 PS (80.1 rpm)	プロペラ 5翼1軸
補汽缶 堅型水管式 8.0 kg/cm ²	二段圧力式排エ	発電機(テ) 900 kW×AC450V×60Hz×3, (タ) 650 kW×AC450V×60Hz×1	船舶電話
海事衛星装置	無線装置 送(主) 0.5 kW×1, (補) 125 W×1 受(主),(補) 全波各1	航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー	速力(満載航海) 20.3 kn
航続距離 20,100 浬	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 船首楼付平甲板型	乗組員 18名





輸出多目的貨物船 **フエンシュンシャン**
手 順 山 (FENG SHUN SHAN)

船主 Tianjin Ocean Shipping Co. (China)
 東北造船株式会社建造(第213番船)
 全長 156.00m 垂線間長 150.00m 起工 60-6-3 型幅 24.70m 型深 13.45m 進水 60-9-19 竣工 60-12-21
 24,679t 総噸数 13,367T 純噸数 7,286T 載貨重量 18,277t 満載喫水 9.618m 満載排水量 25,041.9m³
 (グ)27,789.6m³ 艙口数 上甲板7, 第二甲板6 クレーン 22T×2, 22T(II)×1 貨物艙容積(ベ)25,041.9m³
 燃料油槽 1,062.5m³ 燃料消費量 18.7t/day 清水槽 382.2m³ 主機関 三井-B&W 5L60MCE型
 (テ)機関×1 出力(連続最大)7,200PS(100rpm)(常用)6,480PS(97rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶
 油焚 1,000kg/h×6.5kg/cm²×1, 排エコ 700kg/h×6.5kg/cm²×1 無線装置 送(主)1.5kW×2 (補)130W×1 受(主)全波×2
 450V×2φ×60Hz×3 (原)ヤンマー 630PS×3 発電機 大洋電機 525kVA(420kW)×
 (補)全波×1 VHF 航海計器 ロラン オメガ NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大)
 17,490kn (満載航海)15kn 航統距離 17,200浬 船級・区域資格 ZC(BV)遠洋 船型 凹甲板船尾機関型
 乗組員 42名

- 18 -

輸出自動車運搬船 **ギャラクシー エース**
GALAXY ACE

船主 New Car Ace Shipping (Panama) S. A. (Panama)
 株式会社金指造船所豊橋工場建造(第3080番船)
 全長 168.03m 垂線間長 158.00m 起工 60-7-19 型幅 29.60m 型深 28.40m 進水 60-10-6 竣工 61-1-23
 総噸数 33,733T 純噸数 10,120T 載貨重量 13,418t 満載喫水 8.819m
 燃料油槽 1,590m³ 燃料消費量 26.5t/day 清水槽 344m³ Car搭載数 3,512台
 (テ)機関×1 出力(連続最大)10,530PS(109rpm)(常用)8,950PS(103rpm) 主機関 三菱-6UEC60LA型
 補汽缶 SSK 1,100kg/h×6kg/cm²×1 無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)130W×1 受(主)全波各1 船電話 VHF
 900PS×720rpm×3 発電機 神鋼電機 775kVA×AC450V×3 (原)ダイハツ
 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大)19.88kn (満載航海)17.9kn
 航統距離 22,220浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 多層甲板型
 。スターンランプ×1, センターランプ×2 乗組員 30名



進水記念贈呈用に
不二の船舶美術模型を



客船“ロイヤル バイキング スター”

建造所：ヴァルツィラ社 ヘルシンキ造船所(フィンランド)
縮尺：1/100模型 発注先：横浜海洋科学博物館

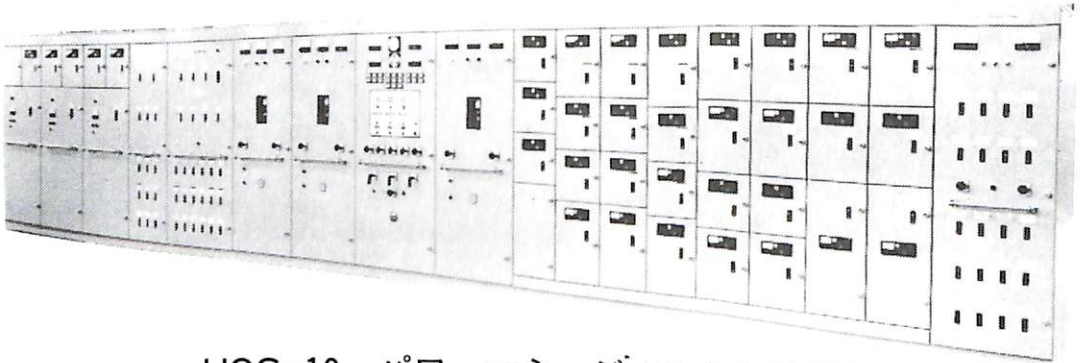
株式会社 不二美術模型

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

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!!



UMS-35 マイクロコンピュータシステム



UGS-10 パワーマネジメントシステム

船舶電機のトータルエンジニアリング 設計・製作・艤装

渦潮電機株式会社

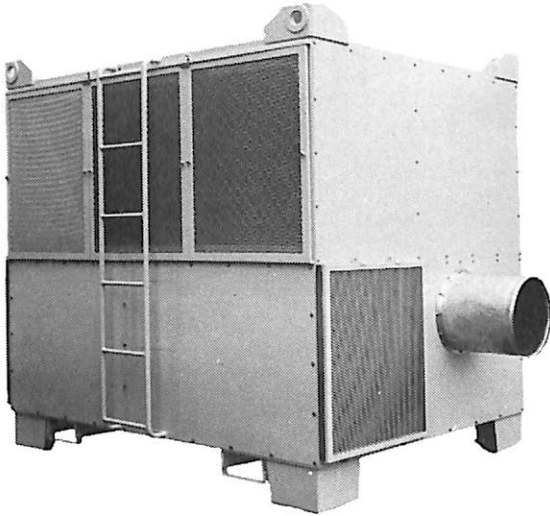
代表取締役社長

小田 道人 司

本 社 愛媛県越智郡大西町大字九王甲1520 TEL(0898)53-6111(代) FAX(0898)53-2266
東京営業所 東京都港区西新橋1丁目19-9 TEL(03)508-1266(代) FAX (03)508-1265
松山営業所 松山市南齊院町179 TEL(0899)71-9945
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958

未来を開くパイオニア!! 空調装置と冷凍装置の総合メーカー

潮スポットクーラー

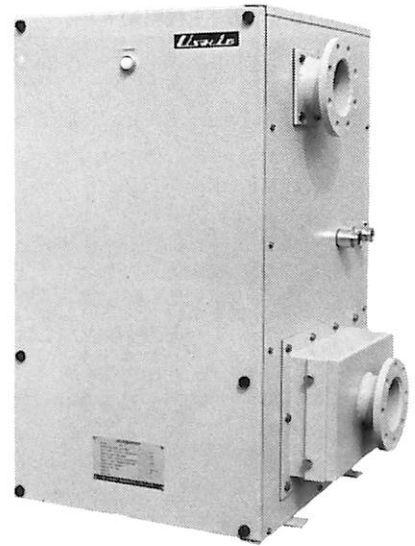
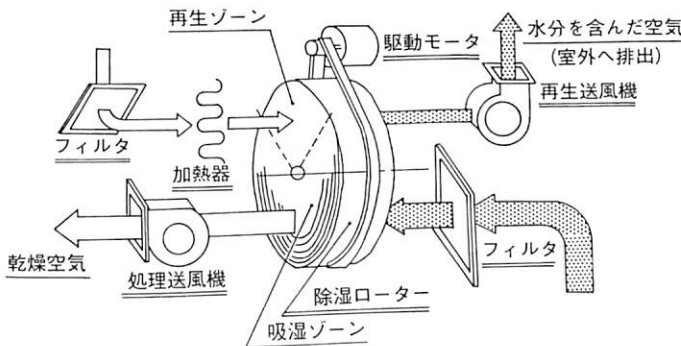


風神

こんなところにはスポット冷房を!

- 造船所(船殻・二重底・艀装工事)
- タンク製造業●金属熱処理工場
- プラスチック工場●機械組立作業所
- 土木建設作業所 その他、高温・多湿・発熱体のあるところ

貨物倉内除湿装置ドライキーパー



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) FAX(03)508-1265
松山営業所 松山市南齊院町179 TEL(0899)71-9945
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958



クイーンチー
輸出ケミカルタンカー **QUEEN CHIE**

船主 Salter Shipping S.A. (Panama)

株式会社栗之浦ドック建造(第210番船)

全長 121.70m	垂線間長 112.40m	起工 59-8-31	進水 60-10-22	竣工 60-12-4
満載排水量 11,490.42t	総噸数 4,925T	型幅 17.20m	型深 9.70m	満載喫水 7.921m
貨物油槽容積(グ) 10,643.125m ³	主荷油ポンプ 200m ³ /h×65m×13, 300m ³ /h×80m×1	純噸数 2,906T		載貨重量 8,667.705t
燃料油槽 795.3m ³	燃料消費量 14t/day	清水槽 762m ³	主機関 楨田-三井-B&W 7L35MC型	艙口数 21
(デ)機関×1	出力(連続最大) 4,760PS(200rpm)	(常用) 4,285PS(193rpm)	プロペラ 4翼1軸 CPP	
補汽缶 三浦工業 VWN-7300E	540PS×900rpm×3, 主機駆動×1	無線装置 送(主) 0.8kW×1 (補) 75W×1	受(主), (補) 全波各1	VHF
航海計器 ロラン レーダー	速力(試運転最大) 14.39kn (満載航海) 13.0kn			航統距離 17,372浬
船級・区域資格 NK 遠洋	船型 凹甲板船尾機関型	乗組員 22名		IMO Type II&III

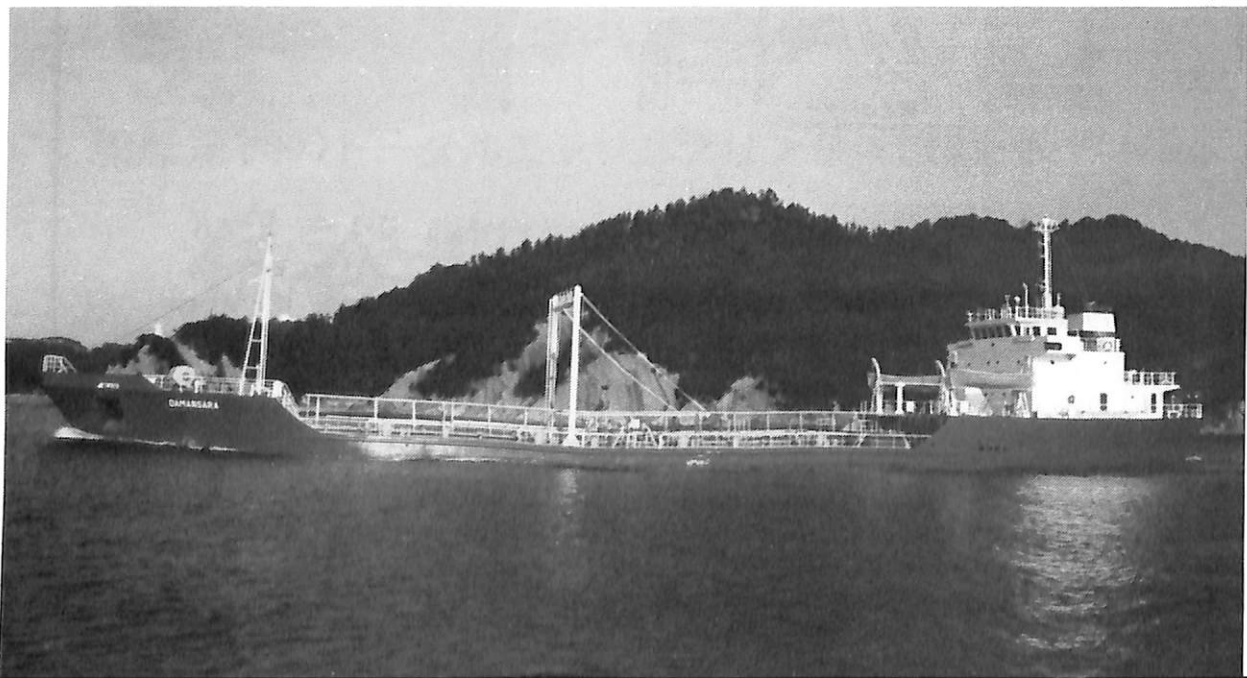
ダマンサラ
輸出プロダクトタンカー **DAMANSARA**

船主 Newcorp Hodings SDN. BHD. (Malaysia)

寺岡造船株式会社建造(第251番船)

全長 77.90m	垂線間長 74.00m	起工 60-8-11	進水 60-12-5	竣工 61-1-31
満載排水量 3,647.076t	総噸数 1,598T	型幅 15.50m	型深 4.80m	満載喫水 4.046m
3,310.557m ³	主荷油ポンプ 400m ³ /h×70m×2	タンク数 10	載貨重量 2,751.74t	貨物油槽容積 7,462t/day
清水槽 87.50m ³	主機関 ヤンマー T-220ET型(デ)機関×2	プロペラ 4翼2軸	補汽缶 温水器 4.4kW×370ℓ×1	燃料消費量 1,000PS×2(800rpm)
(常用) 850PS×2(758rpm)	80kVA×AC225V×2 (原)ヤンマー 100PS×1,800rpm×2	無線装置 受 SSB×1	VHF	航統距離 2,200浬
レーダー	速力(試運転最大) 11.44kn (満載航海) 11.01kn			船級・区域資格 航海計器
AB 遠洋(マレーシアローカルトレイド)	船型 凹甲板型	乗組員 15名		°浅喫水幅広船型(河川航行)

(本文36頁参照)



☆ 21世紀の船舶 (7) ☆

電気推進式砕氷船：

4月号でフィンランド政府向けの砕氷船“OTSU”を紹介したが本図は姉妹船の建造前の完成予想図である。同造船所ではこの分野においての次世代船型として設計されているものである。

○防凍船体、7000GT、推進装置はサイクロンコンバーター、ACプロペラモーター装着

軸馬力22,000PS



Photo : Wärtsilä
Helsinki

Wärtsilä

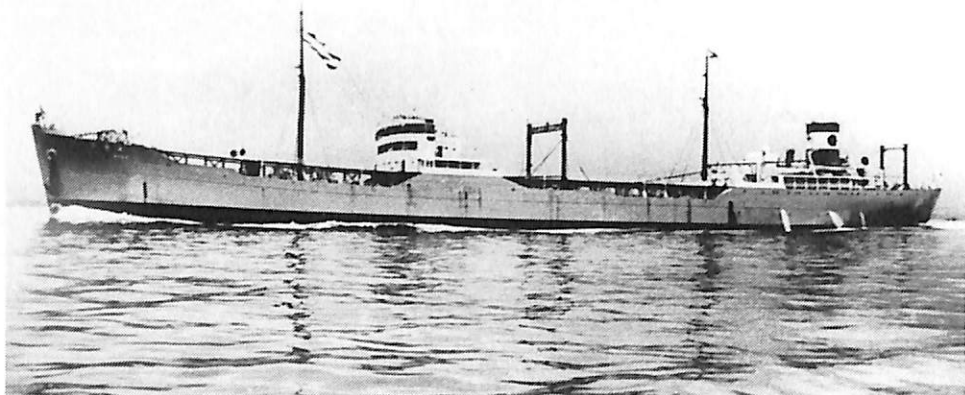


Wärtsilä

北極圏向け原子力砕氷船：今世紀後半から21世紀にかけて活躍をする原子力砕氷船のうちの1隻を紹介する。

本船の仕様は全長は約150m、幅は約28.0mの比較的に小型で喫水が8.0mの浅喫水型である。加圧水型原子炉1基、タービン機関2基を搭載、推進装置は、原子力交流発電をして交流モーターを駆動して推進をする。出力は52,000HPで3軸プロペラを装着しているTaimyrクラスである。砕氷航海時は連続スピード約2knで約1.8m厚の氷塊を割りながら進んで行く。本船はすでにV/O Sudo (ソ連邦)からヘルシンキ造船所に発注されており、1989年頃には2隻が完成の予定である。

油槽船 日 栄 丸 日東鉱業汽船



川崎造船所建造(第612番船)	船舶番号 45071	信号符字 JLPM
起工 昭12-9-4	進水 13-4-15	竣工 13-6-30
全長 160.166m	垂線間長 153.39m	型深 11.28m
満載排水量 20,295.0t	総噸数 10,020.23 T	純噸数 5,817.97 T
貨物艙容積 (ベ) 1,999 m ³ (ク) 2,268 m ³	貨物油槽容積 158,005 m ³	満載喫水 8,983m
川崎-MAN-2DA8 第D8 Z 72/120型ディーゼル機関×1	出力(連続最大) 11,570 PS (計画) 10,000 PS	主機関
速力(試運転最大) 19.99 kn (満載航海) 16.0 kn	船級・区域資格 逡信省第1級船 鋼船	旅客 1等5名
姉妹船 玄洋丸, 東栄丸, 厳島丸, 国洋丸, 健洋丸, 神国丸		船籍港 東京

日東鉱業汽船が政府の優秀船建造助成施設法の第2種船の適用を受けて(命令番号104号)川崎造船所で建造した高性能のタンカーで、昭和13年4月15日午前7時、神戸にて進水、7月4日にはサンフランシスコに向け処女航海の途上、横浜港第4号岸壁に横付けして関係者の観覧に供した。

昭和16年10月31日、海軍に徴用され呉鎮守府所属連合艦隊配属の特設給油船となる。12月8日マレー半島上陸作戦時にはプロコンドル島に停泊して往復の艦艇への燃料補給に当る。本船にはボイラー油10,000トン航空ガソリン200トン、潤滑油616トンが積まれていた。3月17日マレー部隊の補給部隊に配属、3月23日より4月4日までアンダマン島に停泊、アンダマン島攻略の補給部隊となる。4月10日インド洋機動作戦の前進部隊の給油船となる。5月20日ミッドウエー攻略作戦では支援隊に配属され5月23日南海西部を出撃したが作戦は中止されトラックにもどる。8月10日ガダルカナル島作戦では重巡洋艦「愛宕」「高雄」「摩耶」から成る支援部隊の附属となる。8月17日トラック島附近で雷撃を受け11月7日まで入渠修理す。

昭和18年12月1日シンガポール発「島風」の護衛で、12月15日トラック着、12月26日トラック発、翌19年3月頃までパレンバン、パリックパパンとスラバヤ、トラ

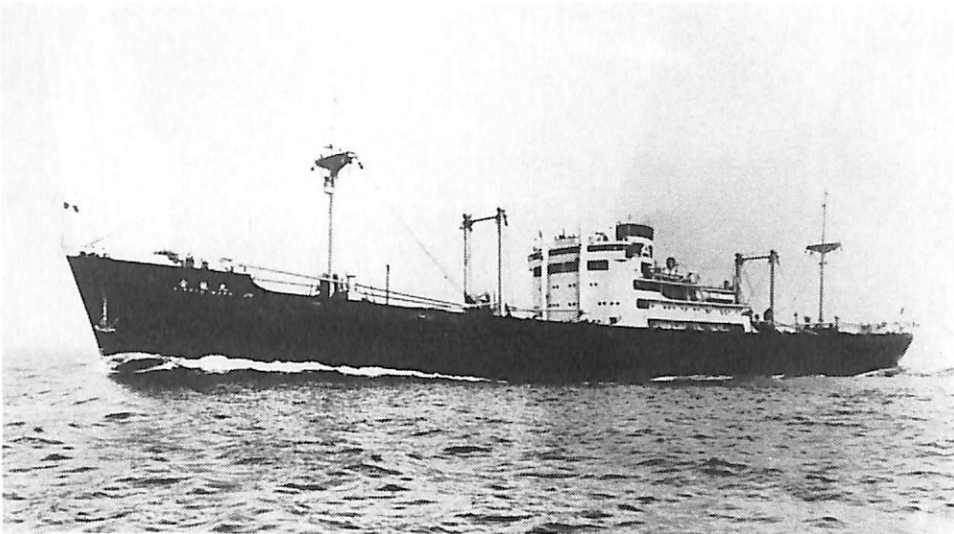
ク、ダバオ、シンガポールの間で原油の輸送を行ったのち3月26日呉にもどり、4月1日より4月24日まで神戸で入渠修理を受ける。

昭和19年4月「あ」号作戦開始時には第1補給部隊に配属。5月3日門司発、ヒ61船団(11隻)に加わり、第6駆逐隊と大鷹の護衛で5月9日マニラ着、その後マニラよりパリックパパン、タウイタウイ、ダバオ、ハコロドなどに石油を輸送したのち7月2日呉にもどり南海西部にて期待することになる。

昭和19年10月、捷1号作戦時には第1遊撃部隊に配属されたが当時、本船はヒ76船団に加わり10月12日シンガポール発、内地に向ったが10月18日三亜にて倉橋、第25海防艦に護衛され、コロン湾に向い10月27日、捷1号作戦の第2遊撃隊本隊の帰投時にコロン湾で給油に当る。

昭和19年12月12日リング泊地発、第2遊撃部隊(足柄、日向、伊勢、大淀、朝霜、霞、初霜)とともに12月14日、カムラン湾に集結、来るべき第10次多号作戦(レイテ決戦のための増援兵力輸送作戦で第1次~第9次までは実行された)にそなえて待機していたが作戦は中止された。昭和20年1月4日重油13,000トンを積んでシンガポールを出港、内地に向う途中、1月7日マレー半島東岸コタバル沖北緯4°30'東経103°30'にて米潜Besugo(SS-321)の雷撃を受けて沈没した。

貨物船 金 龍 丸 国際汽船



川崎造船所建造(第620番船)	船舶番号 45135	信号符字 JQGM
起工 昭12-11-18	進水 13-6-16	竣工 13-8-31
全長 155.00m	垂線間長 145.00m	型幅 19.00m
満載排水量 16,705t	総噸数 9,309.65T	型深 12.20m
貨物艙容積(ベ)15,868m ³ (グ)17,501m ³	主機関 川崎-MAN-D8ZU70/120型複動2衝程無気噴油式	満載喫水 8.596m
ディーゼル機関×1	出力(連続最大)10,420PS(計画)9,200PS	載貨重量 10,305t
(試運転最大)20.0kn(満載航海)17.0kn	船級・区域資格 NS 鋼船	速力
旅客 1等12名	姉妹船 金華丸(本誌32巻7号48頁参照)	乗組員 51名
		船籍港 東京

国際汽船の高速貨物船で、昭和13年6月16日午前7時30分神戸にて進水。竣工とともに海軍に徴用され呉鎮守府所属の特設巡洋艦となる。

昭和15年5月1日より昭和16年9月4日まで内地近海にて運送船として行動。9月5日呉工廠にて特設巡洋艦としての艤装工事を受け15cm砲4門、13mm連装機銃2門、53cm連装発射管2基、110cm探照灯などを装備し、第4艦隊に配属され、10月30日までトラック島方面に進出。

昭和16年11月1日ウエーキ島攻略部隊に編入、トラック島にて舞鶴特別陸戦隊1コ中隊、基地要員及び第17空の物件を積み、12月3日クエゼリンに集結、12月10日午後10時55分ウエーキ島に到着、12月11日午前0時より大発の揚陸を開始したが天候不良のため一旦揚陸を中止してピキニに引揚げ天候の回復を待つ。12月19日ルオットにて舞鶴第2特別陸戦隊1コ中隊309名、山砲1門、トラック2台、機銃車2台、弾薬、糧食1カ月分を「津軽」より移載し、12月21日午前5時ルオット出撃、ウエーキ島に部隊を揚陸、12月26日ウエーキ発、舞鶴第2特別陸戦隊を收容して12月30日サイパンにもどる。

昭和17年1月20日午後2時、カビエン攻略に向う舞鶴第2特別陸戦隊と鹿島陸戦隊を乗せた3隻の船団でトラックを出撃、第18戦隊(天龍、龍田)と第23駆逐隊(菊月、卯月、夕月)の護衛で1月22日ニューブリテン島カビエンに部隊を揚陸。2月1日ラバウル方面部隊に配属、2

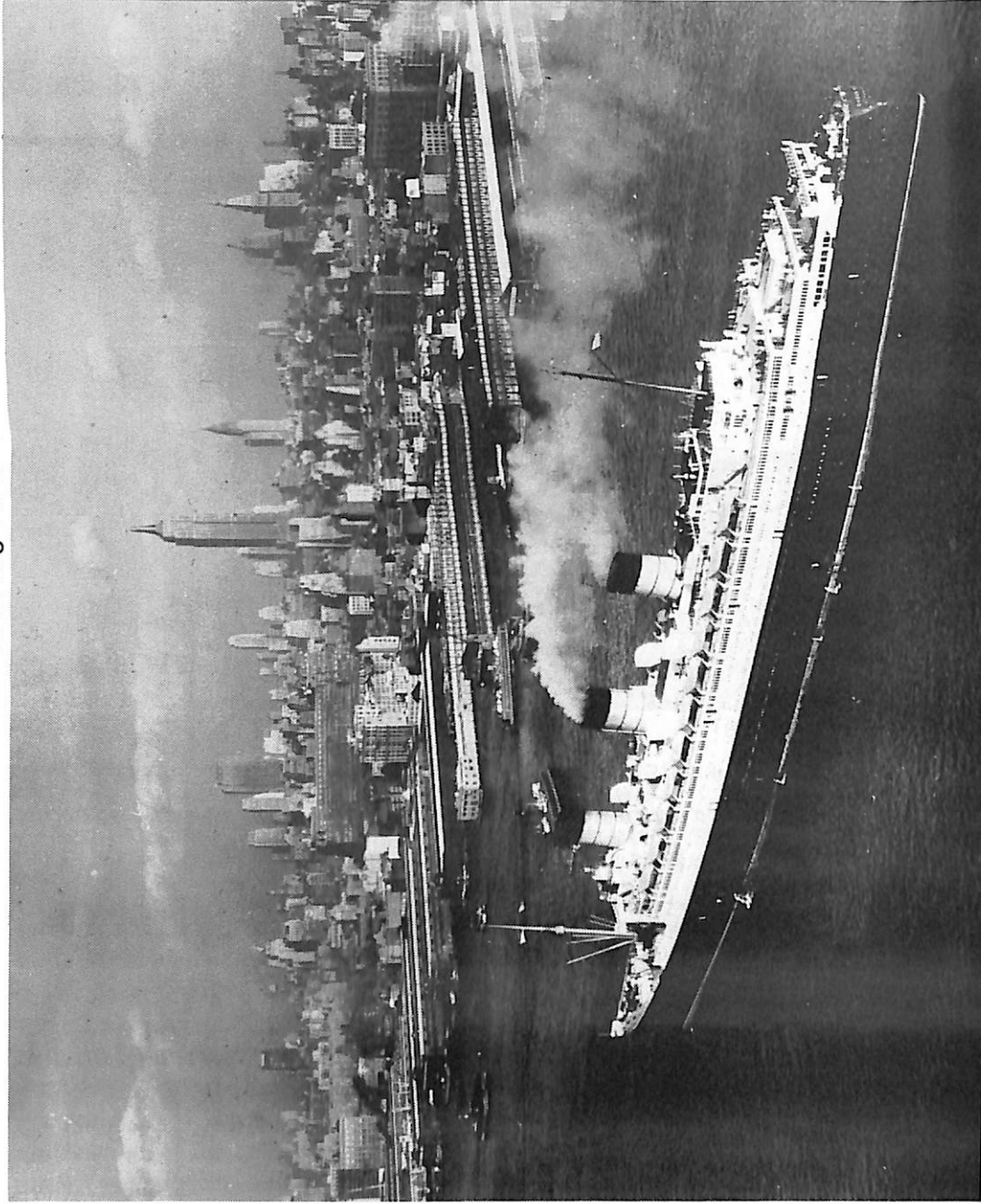
月11日午後2時30分ラバウルよりスミル攻略に向う途中、敵機の攻撃により小破す。2月25日サラモア攻略作戦の附属部隊に配属ラバウルに待機す。3月5日ラエ、サラモア攻略部隊を乗せてラバウルを出撃。3月8日未明ラエ、サラモアに部隊を揚陸。3月17日より4月22日まで南洋方面航空隊の機材の輸送に当る。4月25日ナウル、オーシャン攻略作戦(RY攻略作戦)の第2部隊に配属、5月10日午後5時ギルバート攻略部隊に加わりラバウルを出撃、5月11日午前3時47分、船団は米潜S-42の雷撃を受け「沖島」が航行不能となりクインカロラに曳航中、同艦は横転沈没したため作戦は一時中止されたが5月13日再出撃した。昭和17年5月18日ミッドウエー攻略作戦のため出撃したが作戦中止のため6月17日佐世保第5特別陸戦隊を乗せたままトラックにもどる。6月25日、ガダルカナル島への設営隊を乗せてトラックを出撃、「睦月」の護衛で7月1日ルンガ岬に部隊を揚陸。7月20日ラバウル発、東部ニューギニア攻略に向う佐世保第5特別陸戦隊433名をのせて7月21日ブナに部隊を揚陸。8月1日第12設営隊員をトラック、ガビエンに急送。8月13日横須賀第5特別陸戦隊を乗せてグアムを出撃、8月16日トラック經由ラバウルへ。8月25日午前6時、ガダルカナル島沖にて6機の爆撃機の攻撃により大火災となり、本船護衛中の「睦月」が沈没、本船も間もなく沈没した。下士官5名、兵10名、計15名が戦死した。

船と摩天楼

野間 恒
H・N O M A

Ships and skyscrapers.

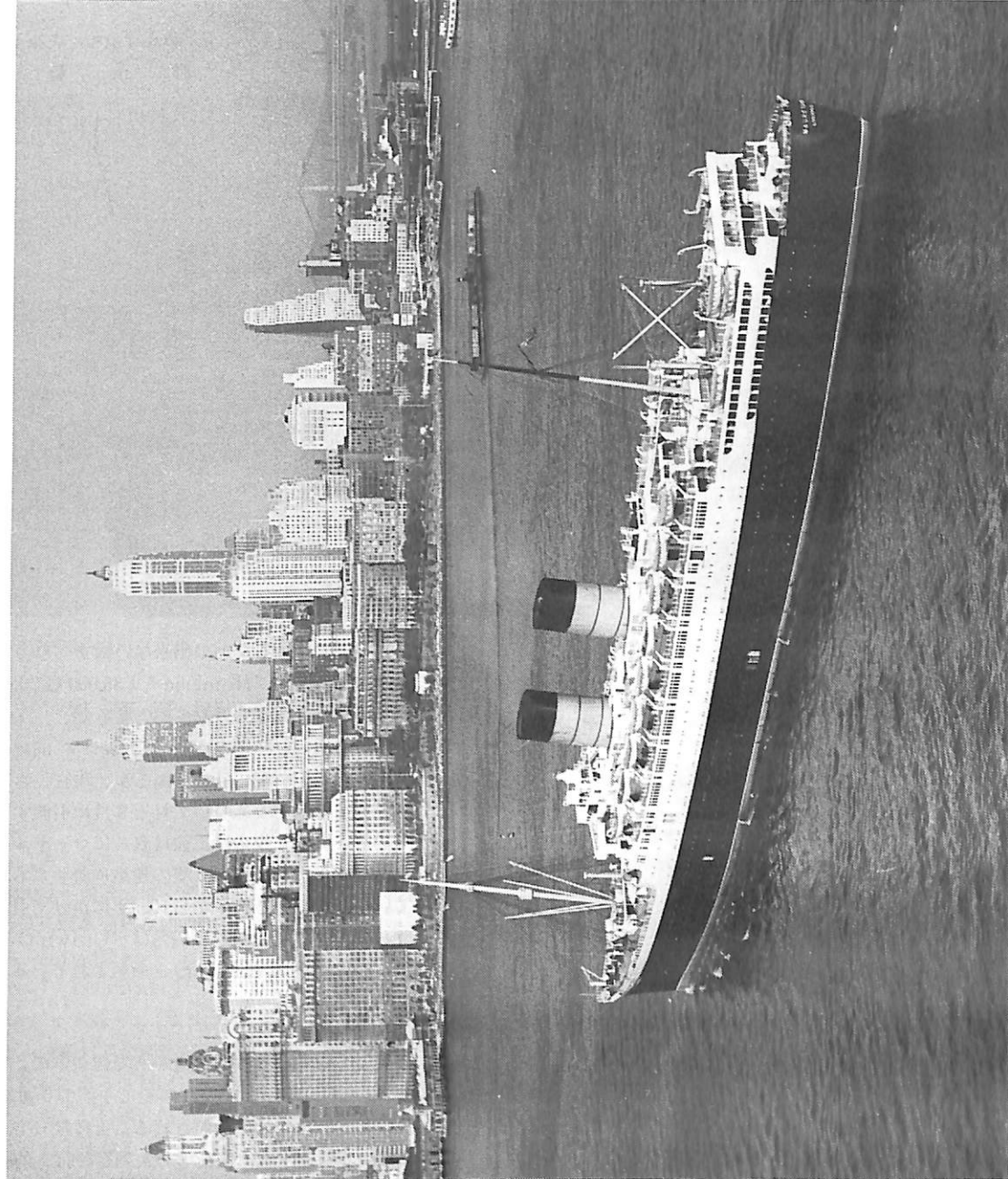
QUEEN MARY entering New York



“クイーン・メリー”

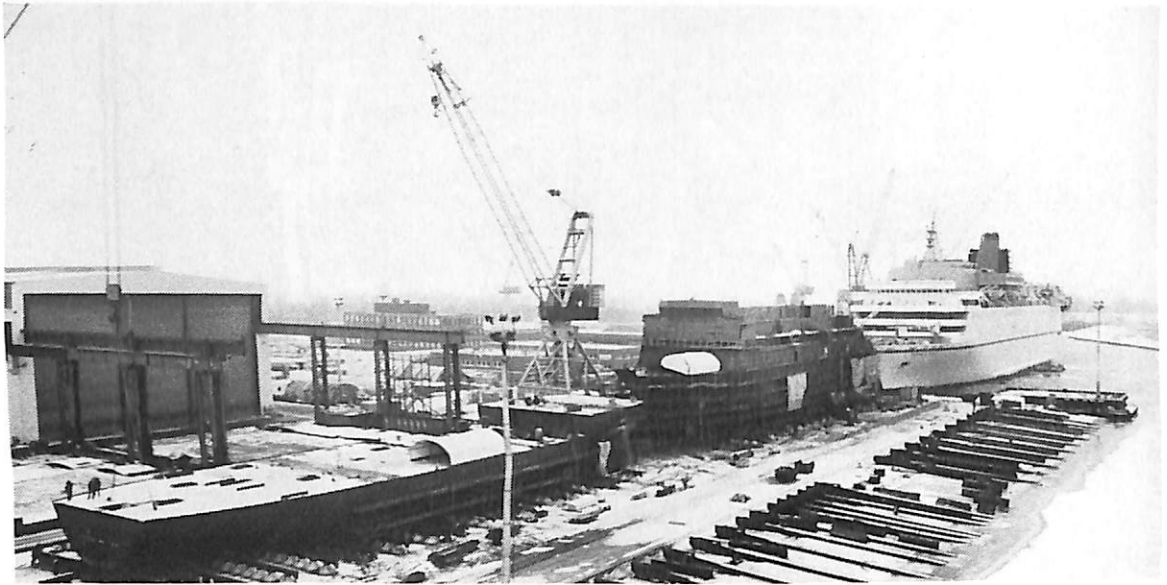
林立する摩天楼を右舷にのぞんで、ニューヨークに入港するクイーン・メリー(81,237総トン)の姿である。キューナード・ラインの誇るこの巨船は、第二次大戦をはさむ北大西洋客船サービスの末期に光芒を放ったことで、あまりにも有名である。が、本船の誕生は、造船史上に残るほど困難なものであった。それは、1930年起工直後に深刻化した経済不況のため建造作業が中断され、結局ホワイト・スター・ラインとの合併を条件に政府補助がなされ、2年後に工事再開、丸5年かかって完成したというものである。その後は、フランスの巨船ノルマンディとの華々しい競争、大戦中は兵員輸送船としての活躍、戦後も20年にわたり妹格のクイーン・エリザベスと組んだクイーン・マービスと順調な生涯を送った。そして今は、ロングビーチで永久保存の身となっていることはご承知のとおりである。同じように、東洋汽船との合併の申し子といえる日本郵船の浅間丸(1929年完成)が、戦火ゆえに15年しか生きられなかったことに較べた場合、クイーン・メリーの輝かしい生涯は対照的といえる。写真は1947年、戦後初の商業航海に就いて間もない頃のものである。附近を往来するジャージーシティやスタテン島ゆきフェリーのサイズが、本船の巨大さを物語っている。

MAURETANIA approaching Manhattan



“モーレタニア”

マンハッタン島南端のパテリー公園前にさしかかるのは、イギリス客船モーレタニア（35,655総トン）である。北大西洋横断に7日かかる（クイーン姉妹は5日間）という中速船であったから、本船は1947年から冬季クルーズに多用されていた。同年代に登場したクイーン姉妹の名声に挟まれて、余り目立たない存在であった。しかし、居心地の良い中型客船として、旅行客の間で親しまれたいわれる。1965年に解体されるまで26年余の生涯をまっとうしたが、ブルーリボン・ホルダーのタイトルに輝いた先代の華々しい生涯に較べると、ひっそりとした一生であった。ちなみに、キューナード・ラインは1985年、クルーズ客船サガフィヨルドをモーレタニアと改名しようとしたが、原名（サガフィヨルド）の知名度が高いので、取りやめた経緯がある。



▲HOMERIC の試運転 昨年12月28日から30日の3日間、北海において船主立会いのもと公試運転を実施した。この公試運転の主目的は、主機及び補機のテスト・スピード測定及び船体に及ぼすバイブレーションであったが各項目とも満足する成果を上げた。

我が国では見ることの出来ない横すべり方式による世界最大級の客船“Homeric”（35,000 GT）を進水させたマイヤー造船所の近況を報告する。

同造船所は、昨年中で インドネシア 向けの 6,400 T 型客船 4 隻を引渡し済みであるが、現在、さらに 2 隻の同型船を建造中であり、7 月と 9 月に引渡すことになっている。この 2 隻の竣工後は直ちにローヤルクルーズ社発注の 40,000 T 型客船 2 隻の建造に着手することになっている。そして 1988 年から 1989 年にかけて引渡しの予定である。すでに 1 隻目の船名は“Crown Odyssey”（Vol. 39. No 1 で概要紹介）と命名されている。

写真上：残雪のマイヤー造船所で建造中の 2 隻はインドネシア向けの 6,400 T 型の客船で手前の 6 番船は 9 月、後の 5 番船は 7 月に引渡されることになっている。

右側の艀装岸壁に係留中の大型客船は、客船 Homeric です。すでに公試運転も成功をおさめ、5 月末の引渡しを目前に控えているところである。



◀ビルディングバースの向う側に修理・改造用のドライドックがあり、この規模は長さ 240 m、幅 35 m ある。手前に入渠中の客船は、西独—Seetouristick 社所有の“Baltik Star”で、修理と改装のため入渠している。後部セクションに入渠中の船は西独の貨客フェリー“Uthlande”で修理・改装及び船体延長工事のため入渠している。本船は、全長 57.9 m だが、竣工後は 67.8 m となる。更に、姉妹船“St. Christopher”もその後に入渠、同様の工事に入ることになっている。ドライドックの左側に係留中の船は、英国のシーリン社の“St. Anselm”で、英仏海峡に就航しているもので、改装・修理のため入渠を待っているところ。

Photo: Meyer Werft Papenburg (1986-2-10撮影)



ジュビリー

豪華客船 M/V “JUBILEE” の建造

COCKUMS 造船所

Yoshitatsu Fukawa
府 川 義 辰

カーニバル・クルーズ・ライン社は48,000T型の大型豪華客船二隻をスウェーデンのマルモーにあるコッカム社(Cockums)に発注、その第1船“JUBILEE”が昨年10月26日に進水をした。

本船は、同社の持船“Carnival”“Festivale”“Maroi Gras”“Tropicale”及び昨年7月に就航した“Holiday”(本誌Vol.39.No.1,2で紹介)に次ぐ第6船である。本船はすでに本格的な試運転を厳寒の北海で実施しており、来る5月31日には正式に引渡されることになっている。その後、慣熟を重ね7月6日の処女航海にそなえることになる。就航海域は、すでに就航中の5船と共にカリブ海海域の定期クルーズに就航して来年の第1四半期には竣工・就航予定の“Celebration”が加わり、同社船隊の就航海域も、パナマ運河、メキシコ太平洋岸、ウエストコースト及びアラスカ海域への進出が発表されることになりそうである。

昨年(1986年)の第1～第3四半期におけるカーニバル・クルーズ・ライン社の現船隊、5隻の豪華客船の集客実績は“Holiday”の就航による1,452ベッドの増加にもかかわらず100%を超え、実に235,138名を数え一昨年同期と比較して46,449名の増となった。これは、一室2名の状況を100%とする基本からすると、実に114%となる。最終的な年間集客率は、113%となる見込みである。来年(1987年)には、本年就航の“JUBILEE”と来年就航の“Celebration”の船隊参画により、クルーズあたり3,000ベッドの増加となり、年間550,000名の集客をせねば、100%の大台を超えることが難しくなる。一社で

これだけの集客をする訳であるから、我が国ではとても想像の範囲を超す数値であり、米国におけるマーケット活況の一端である。次頁に本船の建造中スナップ写真の一部を紹介する。

〔主要目〕

全 長	224.8 m
型 幅	28.00 m
喫 水	7.50 m
総 噸 数	48,000 T
巡 航 速 度	21.5kn
キ ャ ビ ン	750室
乗 客 数	1,790～1,850名
デ ッ キ (船客用)	10
主 機 及 び 出 力	Sulzer 7RLB 66型×2 developing each 11.8MW at 140 rpm(30,000HP)
船 主	Carnival Cruise Lines
船 籍	Bahama
建 造 所	Cockums, Sweden
進 水	1985年10月26日
竣 工 ・ 引 渡	1986年5月31日
処 女 航 海	1986年7月26日(予定)
建 造 費	10億スウェーデンクローネ

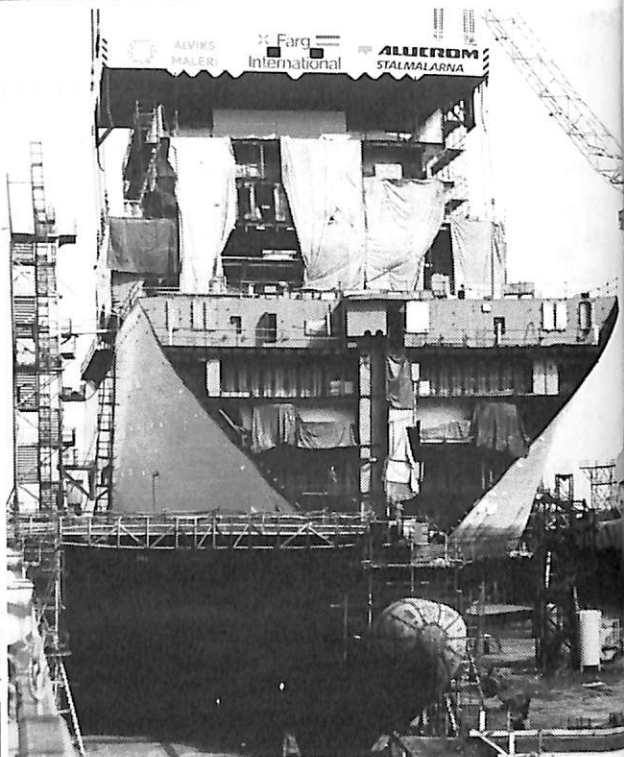
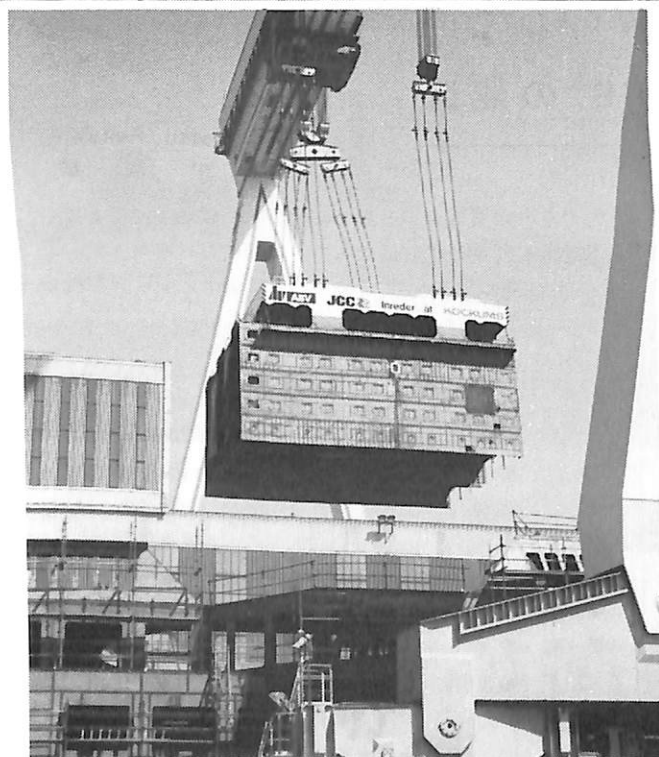
写真：昨年10月26日進水し艀装岸壁へ係留される直前の
“JUBILEE”



コッカムス社の組立工場の内部
 “JUBILEE”のブロック建造が進
 られている状況、8ブロックが同時
 進行の形で建造されている。
 (1985-3)

(中左) コッカムス社が誇る1,600Tガ
 ントリークレーンによるハウス部ブ
 ックの移動状況、手前がドライド
 ックで向側が組立工場である。ク
 レーンが双方をカバーしている。
 (1985-5)

(中右) 船首・ハウス部の据付け
 状況。
 (1985-5)



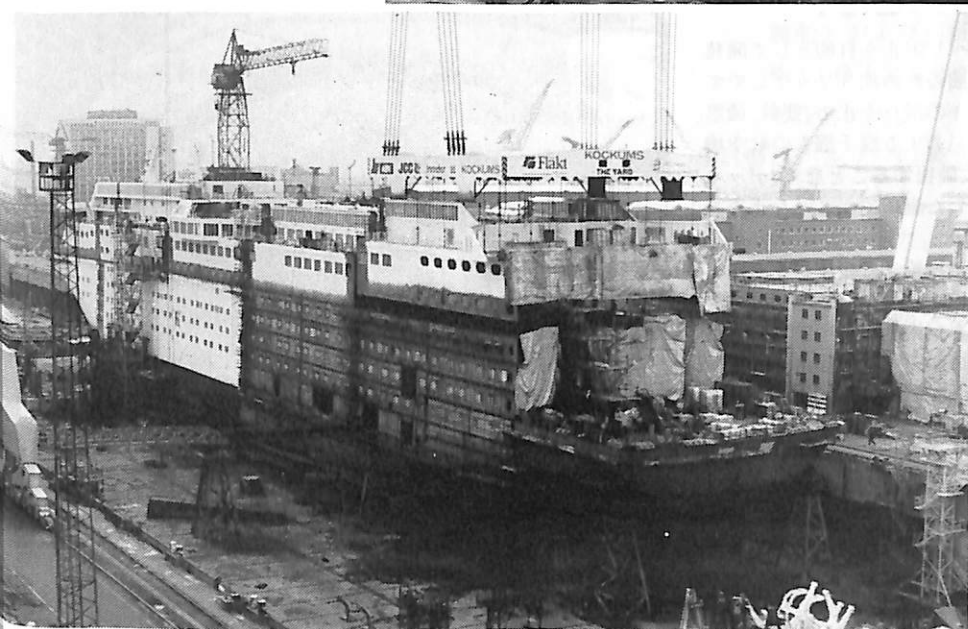
屋外で建造された船尾部
 ◀ 船底ブロックの移動状況
 (1985-5-10)

船体中央部の据付け状況

“JUBILEE”は、全体で22のブロックの建造・据付けにより一船を完成させる。(1985-9-10)

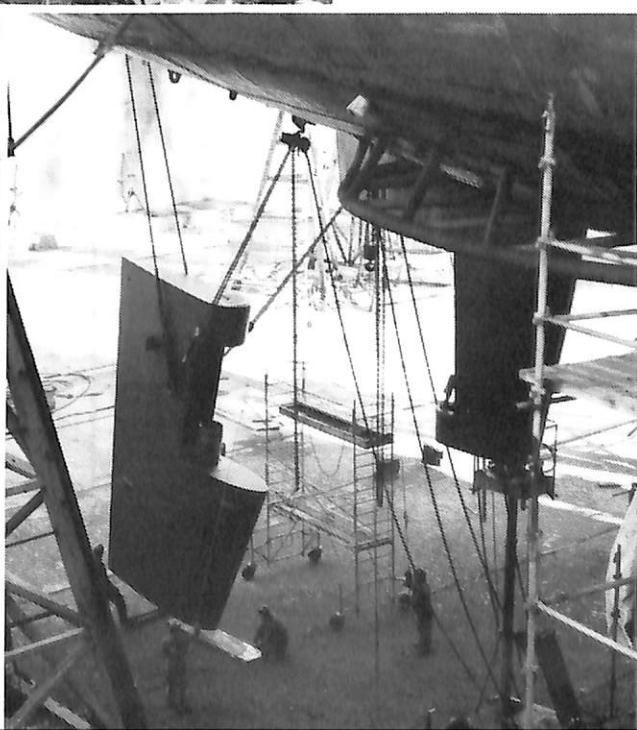


建造状況を船尾部より見たところ、本船の陰に組立工場があり右側にガントリークレーンの脚の一部が見える。(1985-9-30)



(下左)カーニバル・クルーズ社の独特な形をした煙突の据付けの状況。(1985-10)

(下右) ラダーの据付け状況。(1985-9-23)



アメリカ海軍空母用に開発された 画期的な「スベリ止め塗装材」

FERROK[®]

フェロックスとは、

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

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

フェロックスの特長

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

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

これらの特性は、フェロックスの勝れた特長です。

図1. フェロックスの粒子

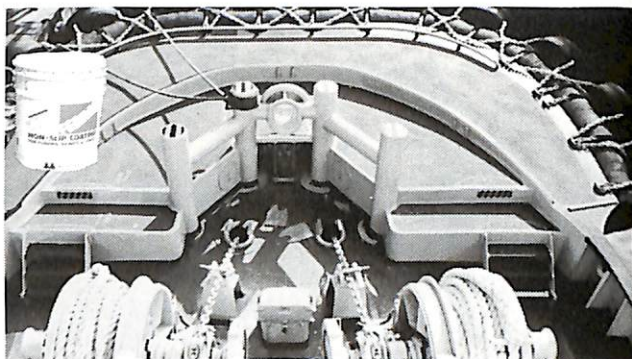


- 粒子の接着性が良く、耐摩耗性が良い。
- 表面の均一性が保てる。
- 安全性が高い。

図2. 他のスベリ防止塗料



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



「フェロックス」成分内容・特性

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

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

応用範囲/1 ガロン入 1 缶…2 回塗り約4 m²

完成時塗布厚…約0.8~1.3mm

完成時塗布重量…1 m² 当り350~450g

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

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

海洋・船用販売代理店

Ⓜ 大洋漁業株式会社

船舶事業部 工務課販売チーム

東京都千代田区大手町1-1-2 〒100

☎03(214)3943(直通)・03(216)0811(代表)

FAX 03(284)0142

4月のニュース解説

米田博

海運・造船日誌

3月19日～4月17日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

3月

19日○日本造船工業会の前田和雄会長は、造船業(水)界が62,63の両年度に独占禁止法に基づく不況カルテルを結ぶ方向で準備に入ったことを明らかにした。

20日○全日海は、東京地裁に申請していたジャバ(木)ンラインの希望退職募集差し止めを求める仮処分を取り下げた。

○協成汽船は神戸地裁に会社更生法の適用を申請し、倒産した。負債額約250億円。

23日●16日開会のOPEC臨時総会は決定事項の(日)ないままに4月15日再開をきめて中断した。

24日●リビア沖のシドラ湾で米第6艦隊が演習中、(月)リビアが米軍機にミサイルを発射し、米軍は報復としてリビア警備艇を撃沈するなど、米国とリビアの関係が険悪になった。

31日●ニューヨーク原油スポット市場で、北海原(月)油ブレント油種の6月渡し価格が1バレル＝9.80ドルと第1次石油危機以来の安値となった。4月1日には欧州市場でもブレント油の5月渡しが9.95ドルとなった。

4月

1日●雇用面での男女差別を解消するための、男(火)女雇用機会均等法が施行された。

3日○OECD第6作業部会(造船)がパリで行(木)なわれ、造船業の不況を克服するための手段を見つけることに合意した。

4日●昭和61年度予算が参院本会議で原案通り可

(金)決、成立した。一般会計54兆886億円。

○海運造船合理化審議会造船対策委員会が造船業界の余剰建造設備削減問題について審議し、造船業界は設備処理に関する運輸省提案を受け入れることを報告した。

○船員制度近代化委員会(谷川久委員長)は第55回委員会を開き、総合実験船C(C実験船)および実証船B(B実証船)の「募集」「募集要領」および「実験基本方案」などをきめた。

5日●西ベルリンの米軍管理地区にあるディスコ(土)で爆発があり、米兵ら2人が死亡し、204人が負傷した。米国政府はリビア黒幕説をとり、両国の関係険悪に拍車をかけた。

6日●ノルウェーの北海油田での原油と天然ガス(日)の生産が、従業員労組の一部が賃上げ要求でストに入ったため全面的に止まった。

9日○造船業界では3月5日にベア1万円、定昇(水)分3,900円、計1万3,900円を要求したが、三菱重工業がベア2,600円、石川島播磨重工業、川崎重工業、日本鋼管の3社が同1,500円、住友重機は10月以降ベア2,600円を回答した。これに対し全国造船重機械労働組合連合会は収束を指示した。日立造船、三井造船はベアを要求しなかったため、造船大手7社は4極分解したこととなる。

15日●米軍機がリビアの首都トリポリのリビア軍(火)司令部など数カ所を爆撃した。

●OPEC臨時総会ジュネーブで再開。第1日は予定を変更して米軍機のリビア爆撃に対する抗議声明を採択した。

17日●レバノンなどで英国に対するテロ事件が続(木)発した。

●EC12カ国の緊急外相会議がパリで開かれ、米・リビアに自重を促した。

船員制度近代化実験船

造船設備再削減の方向

世界が俄にキナ臭くなった。このあとどんな形で紛争が解決されるか予断を許さなくなった。

中曽根首相がキャンプデービッドでレーガン大統領と会談し、記者会見をおえてワシントンから帰国の途についた3時間後の、リビア時間4月15日午前2時、米軍機がリビアの首都トリポリのリビア軍司令部など数カ所を襲撃した。米政府の発表によれば4月5日の西ベルリンのディスコ爆破テロの報復であり、米軍機は英国の米軍基地や地中海の米第6艦隊から発進したとのことである。

ここに至る過程では1985年12月27日のローマ、ウィーン両国際空港での国際テロ、1986年3月24日のリビアの対空ミサイル発射、米国のリビア警備艇撃沈、4月2日のギリシャ上空でのTWA機爆発事件、4月5日の西ベルリンのディスコでの爆弾テロなどリビアのカダフィ大佐と米国との衝突が次第にエスカレートして世界平和のために憂慮すべき情勢となっていた。

その後はたしてリビアの報復テロ、ソ連・国連・ECなどによる関係国への批難・警告などが続いている。

海運造船合理化審議会造船対策小委員会が4月4日開かれたが、席上日本造船工業会（正会員23社）は工業会全体で現有設備の20%を削減することで基本的に合意したと報告した。

造船工業会の前田和雄会長は4月16日の記者会見でも、同様の趣旨の発言をしているが、4日及び16日に関する一般紙報道によれば、造船業界の合意内容は、(1)5,000トン以上の建造能力がある44社の設備能力の合計620万CGT（標準貨物船換算トン）を20%程度削減する。(2)設備処理は原則として船台やドック単位（現在は73基）で行う。

(3)合併やグループ化などで共同処理する。——という内容のようである。

また、4月の海造審では日本中型造船工業会（加盟90社）も設備を削減することでほぼ合意に達した、と報告している。

造船業界は54年、特定不況産業安定臨時措置法などに従って、当時の設備能力の約35%を削減しており、もし今回の20%削減が実施されれば2度目ということになる。造船業界はこの原則の上に、前回同様、(1)土地や設備の買い上げ、(2)企業への債務保証、(3)事業転換をする際の投資減税、(4)低利融資、(5)需要の創出——などを求めており、今後造工内で具体案を詰める、としている。

これら業界での検討結果は5月中旬にも開かれる海造審造船対策小委員会に報告されるようであるが、海造審が6月にまとめる予定の最終答申に盛り込まれるものと見られている。

船員制度近代化の経緯

船員制度近代化委員会は4月4日、第55回委員会を開き、総合実験船C（C実験船）および実証船B（B実証船）の「募集」「募集要領」および「実験基本方案」などを決めた。これにより船員制度近代化はさらにステップアップし、新段階の実験が今夏からスタートすることとなった。

この機会に、船舶の自動化と大きな拘わりをもっている船員制度近代化の経緯について概説する。

昭和30年代までの外航船では4～50人の船員が乗り組むことが通例であり、それらが甲板部、機関部、通信部および事務部に配属され、各部門は独立して多くの人手を要する作業に従事した。

その後36年ごろから自動化船が出現し始め、44年にはいわゆるMゼロ船、すなわち通常の航海状態では機関室に船員の当直を必要としない船舶が就航を開始するに至った。

昭和30年代後半から40年代前半にかけて船員制度改革を検討し始めた当初の目的の中には、船腹急増に伴う船員不足解消の手段という面もあっ

た。ところが40年代後半に入ると情勢は一変し、船員費を中心とする船舶コストが、発展途上国の船員が乗り組む外国船のコストに比べて割高になったため日本船の国際競争力が低下してきた。

このため、日本の外航海運企業の外国用船への依存傾向が強まり、これに対応して日本商船隊に雇用される日本人船員も減少し、海運企業経営の上から日本船の国際競争力の回復が急務となるとともに、雇用面では日本人船員の職域の確保も重要課題となり、船員制度の改革が強く要請されることとなった。

これをうけて運輸省では船舶自動化技術を推進する高経済性船舶の試設計と表裏一体となって、海技審議会で38年5月から40年6月までの審議を経て「今後の海技資格に関する基本構想」（いわゆる「船舶士構想」）を答申した。

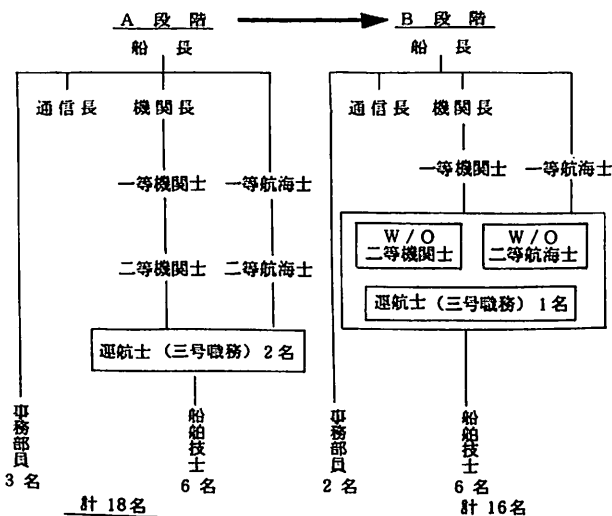
その後IMCOの「1978年の船員の訓練、資格証明及び当直維持の基準に関する国際条約」（STCW条約）への対処などもあって、52年4月、船員局長の私的諮問機関として官・労・使および学識経験者の四者構成による船員制度近代化調査委員会が発足し、その調査報告に基いて54年4月には調査委員会が船員制度近代化委員会として発

展的に改組され、新しい船員の就労体制および船内職務体制の試案を策定し、その実行の可能性および妥当性を実際の船舶において実験、検証することにより、船員制度の近代化を推進することとなった。

委員会は55年5月にいわゆる「仮設的船員像」を発表した。その詳細を解説する余裕はないが、下図に示すように在来船で約30名、Mゼロ船で約24名であった船員数を近代化船では後に述べるA段階で18名、B段階で16名、更にC段階では14名としようとしている。この中でDPCおよびW/Oという新しい海技資格が打出されているが、これは部員層については、甲板部員、機関部員としてのそれぞれの本来の専門技能のほかに共通技能をもった船舶技工士（DPC=Dual Purpose Crew）とするとともに、職員についても、本来の専門技能のほかに当直職務を中心とする共通技能を習得した運航士（W/O=Watch Officer）体制を導入したものである。

A、B、C各段階のそれぞれ実験、法制度化、実証実験、実用化のステップは極めて慎重に行なわれているが、その主なものは下表に示すとおりである。

近代化船の船内乗組体制



船員制度近代化実験・実証・実用のステップ

年 月	A 段階 (18 人)	B 段階 (16 人)	C 段階 (14 人)
56 年	実験 (段階的に 18 人体制へ)		
56 年 10 月 (委員会第 1 次提言)			
57 年 8 月		実験 (18 人体制)	
58 年 3 月	実証実験		
58 年 4 月	18 人体制が法制度化		
59 年 6, 7 月		実験 (17 人体制)	
60 年 2 月		実験 (16 人体制)	
60 年 10 月 29 日 (委員会第 2 次提言)	実用化準備	実証実験準備	実験開始準備
61 年 4 月 4 日 (第 55 回委員会)	(労働条件の設定について労使交渉が進展し、実用化ステップが選れている。)	実証実験募集	実験船募集 (当面 16 人、将来 16 人→15 人→14 人)

●新造船紹介

浅喫水幅広型河川プロダクトキャリアー

“DAMANSARA”

寺岡造船株式会社 設計部

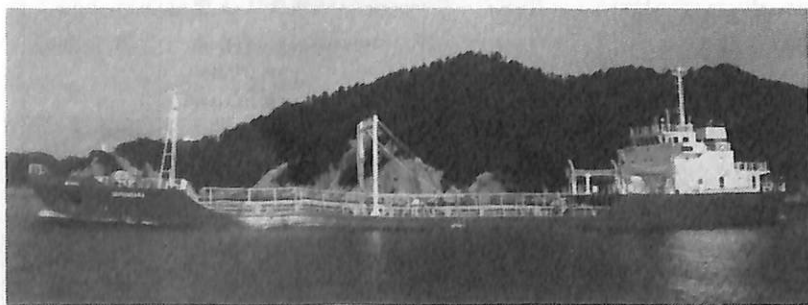
1. 主要項目

船主	Newcorp Holding SDN BHD
船籍港	Portkelang Malaysia
用船先	Shell Malaysia Trading SDN BHD
起工	昭和60年8月10日
進水	昭和60年12月5日
竣工	昭和61年1月31日
全長	77.90m
垂線間長	74.00m
幅(型)	15.50m
深(型)	4.80m
満載喫水	4.00m
総トン数	1,598T
純トン数	935T
載貨重量トン	2,751.74 t
船級	ABS ✕ A1 ⊕ Oil Carrier ✕ AMS
船舶番号	No. 325992
信号符号	9-MAQ 9
乗組人数	18人
タンク容積	3,310 m ³ (10タンク)
清水槽	87 m ³
燃料槽	105 m ³
スロップタンク	112 m ³
スラッジタンク	4.5 m ³
バラストタンク	135 m ³
試運転速力	11.44 ノット

航海満載速力	10.08 ノット
船型	低船尾楼凹甲板型
航行区域	遠洋区域 (主として東南アジア, マレーシア半島〜 ボルネオ諸島間)
用途	石油製品, ガソリン, 粗製ガソリン, ナフサ, 灯油, 軽油, ジェット燃料各種輸送運搬
適用法規	ABS 船級協会 マレーシア海運局 国際満載喫水線規則 SOLAS 1974/81 海洋汚染防止法 1978/83 シェル石油製品輸送規則, その他

2. 主要機器

- (1) 主機関
種類: 立型4サイクル単動ディーゼル機関
過給機及び空気冷却器付
型式: T-220-ET ヤンマーディーゼル 2台
連続最大出力 1,000PS×800rpm×2
常用出力 850PS×758rpm×2
使用燃料油 マリンディーゼルオイル
- (2) 減速機
型式 Y-1100 800/340rpm 比率2.35 2基
- (3) 船尾装置
船尾軸封 型式 TL8-97C 2台
プロペラ アルミブロンズ 4翼一体型 2基
Dia: 2,200mm Pitch: 1,440mm
Pitch ratio: 0.6545
- (4) 発電機関
主発電機 型式: 横防滴自己通風
型 神鋼電機 2台
出力及び電圧: AC 225V
3φ 60Hz 80kVA



◀浅喫水幅広型河川プロダクトキャリアー“DAMANSARA”

原動機 型式：立型4サイクル単動ディーゼル機関
ヤンマー 2台

出力及び回転数：100PS×1,800rpm

(5) 空気圧縮機

型式：立型二段圧縮空冷式ヤンマー-KSC-3-T

容量：10.3m³/h×30kg/cm² 2台

(6) 機関室補機及び熱交換器

機関室通風機：電動軸流可逆式 2台

VS-60A 広瀬鉄工

200m³/20mm Aq

2.2kW×1,800rpm

ポンプルームファン：シロッコファン 1台

HSC-2.25 広瀬鉄工

60m³/20mm Aq

1.5kW×3,600rpm

カーゴタンクガスフリーファン：ターボファン 1台

T-45-15 広瀬鉄工

90m³/300mm Aq

15kW×3,600rpm

油水分離器：UST-0.5 大晃機械 1台

0.5m³/h

燃料油清浄装置：遠心分離式

SJ-700 三菱化工機 1台

700ℓ/h 自動洗浄型

1.5kW×3,500rpm

居住区エヤコン：パッケージ US-15FA

45,000kcal/h ダイキン

11kW×1,750rpm

3.7kW×1,150rpm

冷凍冷蔵装置：チェストタイプ

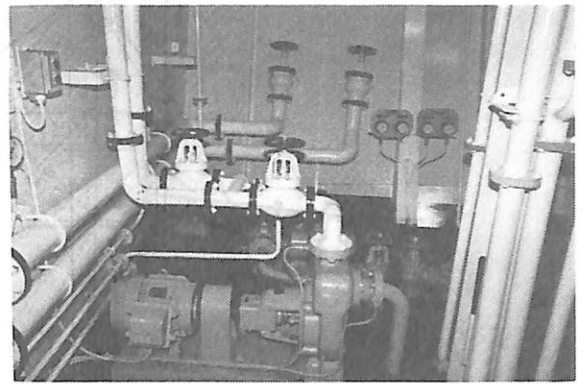
SCF/2850-1 280ℓ 三洋電機 1台

電気温水器：カロリーファイアー

HPL-3722R 東芝 1台



左舷上甲板に据付けられた汚水処理タンク



消防兼雑用水ポンプおよび配管付近

AC 220V 4.4kW 370ℓ

沸き上り湯温 約85℃

海水ポンプ：セルフプライミング 大晃機械 1台

75m³/h×54m 22kW×1,750rpm

消防兼GSポンプ：セルフプライミング大晃機械 2台

(ビルジ吸引) 40/25m³/h×20/40m

7.5kW×1,750rpm

(7) 甲板、荷役機械及び補機類

揚錨機：分離型電動油圧揚錨機 弘成興産 2台

RMC-2010A 5.5ton×12m/min

ワーピング、ジブシイ、ロープホール付

係船機：電動ムアリングウインチ 弘成興産 1台

WMS-89CPD 3ton×15m/min

11kW×1,750rpm

操舵機：電動油圧式 佐浦計器 2台

HD10-40CHA1-D 4t-m

自動操舵付

カーゴポンプ：キヤー式 大晃機械

主ポンプ CGLS-400 2台

400m³/h×7kg/cm² 主機前駆軸駆動方式

サラエポンプ CGLS-60T 1台

50m³/h×7kg/cm² 26kW×875rpm

液面計：LS-VA-H ムサシノ機器 12点

本質安全防爆型 高位液面警報付

パネル操舵室 AC220V 一面

火災探知装置：1D-3B 東京計器 1式

イオン及び熱感知方式

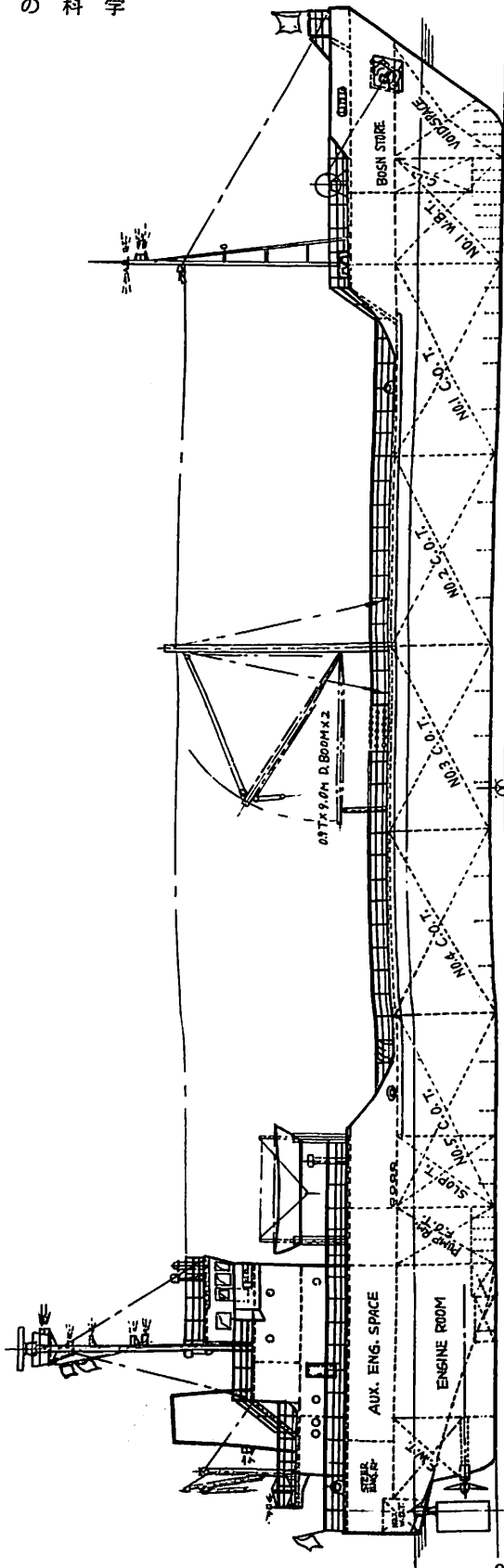
ガス検知装置：FL-1G-3W 光明理化学工業 1式

ギャレー、機関室および船首倉庫

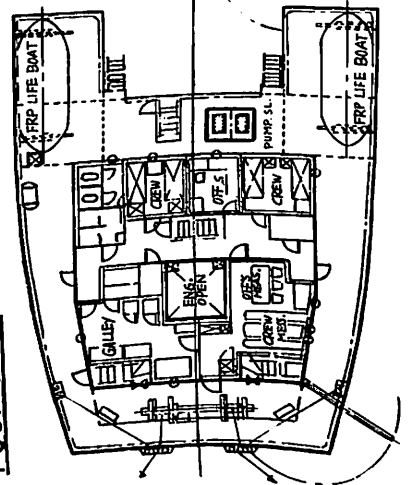
甲板泡消火装置：SPN-400 ヤマト消火器 1式

3.5kg/cm²

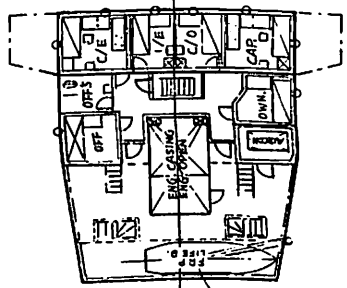
機関室消火設備：ハロン PE-J 川重防災 1式



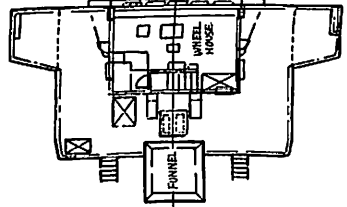
POOP DECK



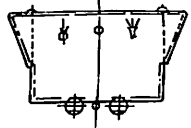
BRI. DECK



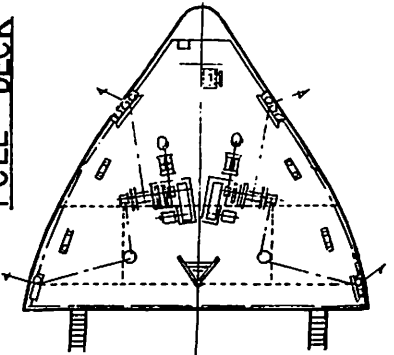
NAV. DECK



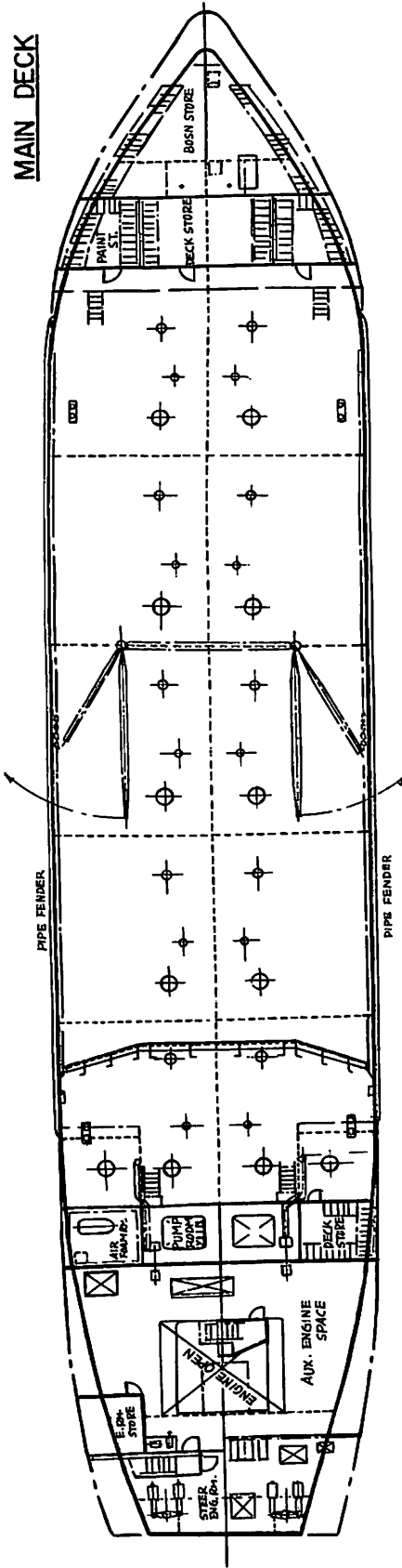
COMPASS DECK



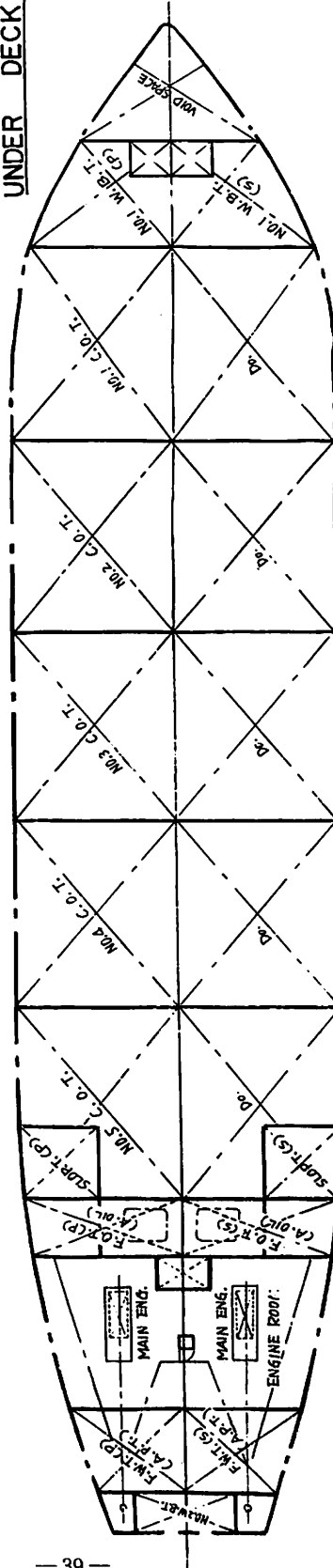
FORE DECK



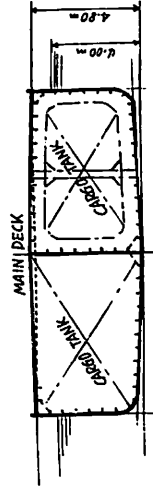
MAIN DECK



UNDER DECK



MIDSHIP SECTION



浅喫水幅広型河川プロダクトキャリアー “DAMANSARA” 一般配置図

寺岡造船 建造

救命設備

救命艇 LB-4461/4462 IHIクラフト 2式
 6.5m×2.2m×0.93m×1,263kg 20人乗り
 ヤンマー20PS×2,700rpm エンジン付
 救命艇用ダビット AH-2m, AW-2 万成工業
 巻上スピード 6~8m/min
 降下スピード 36~72m/min

救命筏 東洋ゴム TRA-10T 10人用 1台

(8) 航海計器

基準羅針儀 佐浦計器 S-165Ⅲ 1基
 操舵羅針儀 佐浦計器 S-165Ⅱ, Fスペア付 1基
 レーダー FR-1012 86.4マイル 古野電気 1台
 エコサウンダー F-851T 400m 古野電気 1台
 SSB FS-1200 古野電気 1台
 VHF FM-252 27チャンネル古野電気 1台
 ウォッチレシーバー AA-821A 古野電気 1式
 SOSラジオブイ TRP-1 古野電気 1台
 船内電話 MTC カワイ船用電子 12点 1式
 船内指令装置 TTC-30 ユニベックス 1式

3. 本船の特徴

本船はマレー半島、サラワクおよびシンガポール近辺の製油所と油槽所間の石油精製品の輸送に使用される近代的な本質安全タイプのタンカーである。

本船の各寄港地は河川に発達したところが多く、例えばサラワクの河川にあるクチン港、更に材木の産出港として有名なシブ港などは、クチンより約70マイル北側に位置されていて、7時間もさかのぼらなければならない。また、マレーシア半島のトレイタン港は軍港の近くにあり、何れも日本の河川と違って蛇行しており、浅喫水はもとより操舵性能を特に要求されるものである。従って、本船は以下の次の点に配慮して設計・建造された最新鋭のプロダクトキャリアーである。



シニアオフィサールーム



操舵室 (主リモコン・レーダー・操舵スタンド)

3・1 幅広・浅喫水型

就航地の航行条件から浅喫水としなければならず、喫水制限を4mと仮定して幅広くさせCbは0.76とし、没水部はずんぐりむっくり型、なおかつ河の流れに逆らうので速力にも気を配った船型を採用した。外観の構造上から本船は、どちらかと云うと静タイプのプロダクトキャリアーと云える。

積荷は軽質油の精製油を輸送するので、槽内スペースも熱帯での気温も考えて積付を充分余裕をもたせて95%にしてあるので、タンク容積は、DW2,700トンに対し3,300立方メートルとした。

3・2 タンクコーティング

最近のプロダクトキャリアーのタンクコーティングは大半はエポキシ系である。しかし、本船に限って無機ジंक塗料を採用、中国塗料のガルボンS及びガルボンLの重防蝕塗料を施工した。本塗料の長所としては、次のことが掲げられる。(表参照)

- (イ) 石油精製品、特に強力溶剤に対して安定している。
 - (ロ) 防蝕性及び衝撃性など有機塗料に比べて秀れている。
 - (ハ) 水溶性であるため、施工時爆発危険性もなく、安全衛生ですぐれている。
 - (ニ) 耐熱性が有機系塗料に比べて秀れている。
 - (ホ) 速乾性であるため、建造工期が短くなる。
- 塗料メーカー及び施工業者の協力により所期の目的を達成することが出来た。

3・3 液面計および高位アラーム装置

この種クリーンタンカーの積荷中のガス爆発事故の防止のため最近各製油所での積荷には密閉荷役の必要性が問われている。タンクを密閉すると各タンクの測深は判別し難いので、本システムの液面計の指示によって、概略の測深と積込速度等をチェックすることが出来る。

プロダクトキャリアー用ペイント製品説明書 (ガルボンS及びL: 中国塗料株式会社)

ガルボンS

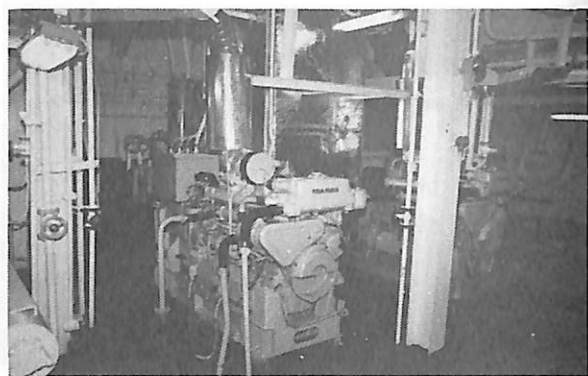
タイプ	自己硬化型アルコール溶性無機ジंकプライマー
特長	① 防錆性がすぐれている。 ② 錆取との付着性にすぐれ、かつガルボンL、Nなどの適応性に含む
用途	プロダクトキャリアー用ホールディングプライマー
塗料性状	<p>混合比率(重量比)..... 主剤：粉末 = 30:70 灰色 比重(20℃)..... 2.27 粘度(25℃)..... Fc#4 10秒 付与量(理論値)..... 150g/㎡ 厚..... ウェット 乾燥時間..... ドライ 20ミクロン (30℃) (5℃) (20℃) (30℃) 指触 4分 2分 1分 硬化 1時間 30分 20分 最短 16時間 8時間 3時間 最長 180日 48時間 24時間 8時間</p> <p>指触 14℃ 硬化 3.3 上限 19.0 アルコール類 第二種有機溶剤</p>
塗装条件	<p>気象..... 温度 0℃以上 湿度 50~95% 塗装法..... エアースプレー、ハケ塗 (ローラー塗はさけてください) エアースプレー時..... 適正粘度 10秒 (Fc#4) チップ№ キャップ63PB 1次(空知)圧 2次(塗料)圧 タンク圧 2.5~3.5kg/cm² ガン移動速度 70~100cm/秒 ガルボンSシンナー 希釈シンナー..... 0~5% 希釈率..... 直塗りの場合、Sa2.5 下地処理..... ガルボンL、ガルボンN 適合上塗.....</p>
使用上の注意	<p>① 混合かくはんの速度はゆるくして下さい。速いと粘度上昇し固化します。 ② 水分の混入はさけて下さい。混入すると粘度上昇し固化します。 ③ スプレーガンを被塗面からあまり離さないで下さい。離れ過ぎるとドライスプレーになります。</p>
荷姿	10kgセット、5kgセット
備考	耐酸、耐アルカリ性を要求する部分への使用はできません。

ガルボンL

タイプ	自己硬化型水溶性無機ジंक塗料
特長	① 水溶性さび止塗料で無臭・無毒 ② 長期耐すくぐれた防さび性を発揮 ③ 自己硬化型で後処理不用 ④ 耐油、耐溶剤性優秀 ⑤ 耐熱性優秀 (限度 400℃) ⑥ 塗膜は不燃性で引火の恐れがない
用途	船舶内オイルタンク、溶剤タンク、バラストタンク等の防食塗装、その他一般鋼材の長期防さび用塗膜等耐熱性を要する場所の防錆さび塗料等
塗料性状	<p>混合比率(重量比)..... 主剤：粉末 = 22:78 褐色 比重(20℃)..... 3.35 粘度(25℃)..... Fc#4 23秒 付与量(理論値)..... 360g/㎡ 厚..... ウェット 乾燥時間..... ドライ 75ミクロン (5℃) (20℃) (30℃) 指触 30分 15分 10分 硬化 2時間 45分 30分 最短..... 最長..... 72時間 48時間 16時間 30分以上</p> <p>塗装間隔..... 可使時間..... 引火点..... 下限 上限 爆発限界..... 消防法分類..... 有機溶剤区分.....</p>
塗装条件	<p>気象..... 温度 5℃~50℃ 湿度 30~85% 塗装法..... エアースプレー ハケ塗 (ローラー塗はさけてください) エアースプレー時..... 適正粘度 23秒 (Fc#4) チップ№ キャップ63PB, 68PD 1次(空知)圧 2次(塗料)圧 タンク圧 3~4kg/cm² ガン移動速度 60~80cm/秒 水道水 希釈シンナー..... 希釈率..... 0~5% 下地処理..... 直塗りの場合、Sa3 (厳守のこと) 適合上塗..... ガルボンS、ウエルボンド</p>
使用上の注意	<p>① スプレーガンを被塗面からあまり離さないで下さい。離れ過ぎるとドライスプレーになります。 ② 油類の混入は避けて下さい。 ③ 粉末混合後 30分以上熟成して使用下さい。</p>
荷姿	10kgセット
備考	耐酸、耐アルカリ性を要求する部分への使用はできません。



双胴船尾および舵



補機器据付まわり

一方、高位面を任意にセットすることが出来るので、貨物移送が制御される場所及び開放甲板から可視聴出来る。可視聴警報装置を取付け連動するから、ついっかりのオーバーフロー事故を防止することが可能である。

勿論、装置そのものは、ガス爆発に対して細心の注意を払い、各機器の材質は本質防爆型計器を使用して万全を期してある。

3・4 船尾部の双胴型と二枚舵

先にも述べたように、本船の就航地は河川の上下であり操舵性能は格別な迅速性を要求されるものであり、大洋での旋回性でなく、水の流れ、また、本船船尾部の追跡流等の流れを舵板に考慮し、双胴型を採用した。同時に舵効を良くするため、またその場回頭が可能な如く舵を何れも独立してある。従って、港湾の出入に際しては、舵と主機関の併用によってその場回頭が可能であり、河川での方向転換を容易にすると共に岸壁への離着棧に際しても充分なる効果が期待される。油圧系統にあって予備ポンプユニットも100%の能力をもち安全性に万全を期した。

3・5 ポンプ2台二系統配管および二重仕切弁方式

石油精製油の輸送に際しては、積荷油の汚れ・混淆を防止し、品質管理上においてバルブのもれ等は絶対に許されるものではない。本船用船先である荷主のシェル石油の要求にもとづき、ポンプ2台に対して二系統の積込みおよび揚荷の配管系統とし、何れも肝心なクロス部分はダブルシャット・バルブを入れて完全に仕切っており、バルブの洩れによる事故防止を計ってある。

万一、ポンプ1台が故障しても、何れも別系統のラインから荷役が可能であり、荷主に対してはポンプ故障等で船の運航に支障を来すことはない。落し込みラインの配管は積込み時のタンク内での静電気発生防止のため、タンク底部近くまで導管して、極力静電気の発生時間を

ミニマムに押えてある。

3・5 ガスフリーファン

セール方式、または持運び式ガスフリーファンに代えて本船では荷主要求により、揚荷後数時間にて次の積込みがなされるので、それまでに残ガスを充分排出しておかなければならない。

よって、強制循環方式をとり入れ、防爆ファンをポンプルーム上段に配置して、サクションラインにコネクションした。このことで全タンク、4～5時間程度で積込み可能な残ガスまでガスをフリーさせることが可能であり、本船の運航能率の向上を計り、火災・爆発事故防止の一役を担っている。

ファンをサクション側に吹き込むことにより、圧力による荷油のもれ、また、関連した複雑なミスを防止してある。

3・7 甲板泡消火装置

最近の規定で、引火性高圧ガスを輸送する船及び引火点が摂氏61℃以下の石油精製品を輸送する船は、貨物タンク区域に固定式の消火装置が義務づけられている。危険区域内に大がかりな消火設備をすることにより、特に火災に対処をし消火設備を完全な形で準備してある。

3・8 機関室、非常脱出口の設置

万一、機関室が火災となった場合の脱出口として、通常の出入口とは別途に防火遮蔽された非常脱出ハッチをほぼ機関室の中央に設け、安全なる上甲板まで導いた出口を設けてある。

火災事故はあってはならないことだが、過去の例から船舶の火災の殆んどが機関室より発生しているケースが多々見受けられ、その脱出に問題が山積されていた。しかし、この非常脱出口の設置で当直中のエンジニアが火災からいち早く安全に且つ迅速に安全な個所まで脱出出来る設備であり、その効果は充分期待出来るものであ

る。

4. まとめ

稼働地の気象、海象及び、港湾状況から浅喫水であって、尚かつ、操舵性能を有効にし、河川内にてその場回頭が出来ることを目標に、本船を設計した。したがって、自ずから船型に制約を受けたが荷役設備には取扱い製品が危険物であることで、用心に用心を重ね、混油、漏油、爆発事故等の一切の事故を未然に防ぐべく最新の計器を採用するなどして、構造上と装備面の両者から対処してある。

また、機関関係については、信頼性におけるメーカーを選び、極力複雑なことをはぶき、シンプル・イズ・ベストを念頭に設計し、艤装をした。保守・点検等も簡素化を計り誰にでも出来るようにしてある。竣工前に行われた海水を各タンクに満載して海上公試の旋回試験、操舵テスト等操舵に関する各テストはもとより速力その他に於いてその結果は略、当社当初の計画の数値を上まわることが出来た。

本船の建造に際し設計を担当させていただいたものにとっては、こうした好成績を得たことは何よりも喜びであり、また、今後の設計上において一段と励みになるものである。

昨今は、船舶建造の大小を問わず、我が国の造船業界は、ドル安円高で未曾有の不況を極めている。当社は、

昭和56年から58年にかけての丸三ヶ年は海外向けの輸出船の建造で、フルコンテナ船とか、海底油田掘削関係のサプライボート等特殊船が主体であったが、今回はプロダクトキャリアーである本船を建造した。

東南アジア向けであり、最新の機器を採用するなどして、安全面と輸送のコストダウンを計り、竣工時に船主をはじめ荷主の立会運転およびマレーシャ海運局検査官が来日されて、最終検査をしていただいたりした。その総評として関係者から“乗り良い船”と云う、建造した当社にとって面映ゆい好評価をいただいている。

これも偏に本船建造中に船級をいただいたABSの検査官はじめ、船主監督、関連各官庁並びに各機器を採用させていただいた関連機器メーカー各社の御協力の賜物である。

特殊船建造造船所の当社にとってここに新たな浅喫水幅広型河川プロダクトキャリアーを東南アジアに送り出すことは、寺岡社長以下従業員一同、誇りでもあり、且つまた、誠に喜ばしいことである。

稼働地へ回航されたら、石油製品輸送会社にチャーターされ、必ずや安全運航にて、荷主、運送会社及び船主の発展と繁栄に寄与してくれるものと信ずる。

最後に本船の安全なる航海と、十二分な能力を発揮して下さいますよう、船長以下乗組員の皆様様の活躍と健康を御祈念申し上げます。

●船の科学“造船・海洋構造物”技術セミナー●

<第2回>

『ケミカル／プロダクトタンカーの設計・建造・運航と規則に関する最新の技術と動向』

我が国で建造された内航／外航のケミカル／プロダクトタンカーは数千隻に及び、今後も着実に増加している船舶です。これらの貨物対象品には多くの有害・危険液体物質があります。このような物質に関する海洋汚染防止条約(MARPOL 73/78 附属書II)の発効も1987年4月と近い。この条約が発効すると内航のケミカルタンカーも全て外航船と同様に複雑かつ厳しい規定の適用を受けます。このような情勢下で、標記のセミナーが開催されることは関係者にとって、またとない技術情報収集の好機であると信じます。

運輸省・海事協会・船会社・造船所等々の多方面にわたる第一線の講師陣による詳細な解説は、今、理解しなければならないことに対する貴重なアドバイスとなると確信しています。特に内航ケミカルタンカーに対しては、

関係権威による直接的な影響と対処方針、設計の注意事項についての解説を加えました。また、有害・危険液体物質を輸送するため、ステンレス鋼溶接工作・タンク塗装上の問題点などを解説する総合的な技術情報を提供するセミナーとなるように構成・企画しました。

荷主・船会社・造船所・関連機器・材料メーカー等、ケミカル／プロダクトタンカーに関連する全ての関係者に最新の技術情報を供与するセミナーです。

皆様の御参加を切にお願いします。

(※本誌の最終頁に詳細な日程・項目・費用・申込書等を掲載しておりますので、御参照下さい。)

●お問合せは

株式会社 船舶技術協会 船の科学編集部 へ

〒104 中央区新川1-23-17 電 03(552) 8798

有害液体物質を運送する自航船に対する安全規則

—USCG 46 CFR 153—

<その9>

編集部訳

USCGのケミカルタンカー規則46CFR 153の訳は、次回で完了する。この間、1985年3月5日付で外国籍船に対する入港許可がLOC (Letter of Compliance) からCOC (Certificate of Compliance) に変更になると共に、1985年5月22日付で規則の一部改正が行われた。

本誌では、COCシステムへの変更については1985年5月号で改正規則の全訳をお届けした他、同年8月号の<その3>以降の訳にはこの改正を織り込んでいる。また、一部改正された規則については、1985年11月号の<その6>以降この改正を織り込んでいる。その部分をゴチック体にしてわかり易くした。それ以前の号の一部改正部分は次回に掲載する。

特別な貨物取扱い方法

§ 153.1000 水と反応する貨物に対する特別な操作要件

表Iがこの節を引用している場合、船長は当該貨物が次の要件に適合していることを確保しなければならない：

(a) スロップタンク、バラストタンク、スロップまたはバラストを格納している貨物タンク、これらのタンクのベント管または管系統など水を格納しているいかなるシステムからも完全に隔離した格納装置でのみ運送すること；および、

(b) この節の(a)項に例示したような水を格納しているいかなるシステムからもコファダムおよびパイプトンネルのような二重壁によって分離されていること。

§ 153.1002 熱に敏感な貨物に対する特別な操作要件

表Iがこの節を引用している場合、船長は当該貨物が次の要件に適合していることを確保しなければならない：

(a) 貨物温度が、重合、分解、熱的不安定、ガスの放出、または貨物の反応を生じる温度より低く維持されること、

(b) 貨物タンクの加熱管に盲板が施されていること；および、

(c) 断熱されていないデッキタンクに積載されないこと。

§ 153.1004 重合防止および安定化された貨物

(a) 表Iでこの節を引用している貨物を貨物格納システムに積荷する前に、貨物移送責任者は、貨物格納システムに次の作用を生じるような汚染物質がないことを確認しなければならない：

- (1) 貨物の重合または分解に触媒作用を及ぼすこと；または、
- (2) 重合防止剤および安定化剤の効果を損うこと。

§ 153.1010 アルキレンオキサイド

(a) 表Iでこの節を引用している貨物を貨物格納システムに毎回積荷する前に、貨物移送責任者は次の要件に従わなければならない：

(1) タンク船がこの節の(d)項に適合する独立の貨物管理装置を備えている場合を除き：

(i) 沿岸警備隊の海事担当検査官またはタンク船の旗国主管庁から、アルキレンオキサイドの管装置が沿岸警備隊またはタンク船の旗国主管庁の代表が承認したアルキレンオキサイド取扱い計画書に適合している旨の確認を取得すること；および

(ii) アルキレンオキサイド管装置を他の装置から分離するために要求される各メガネフランジ及び盲フランジ接合部には、針金および沿岸警備隊またはタンク船の旗国主管庁の代表による封印が施されていることを確認すること。

(2) 格納システムを、貨物タンクの酸素濃度が体積で2%未満になるまでバージすること。

(b) アルキレンオキサイドの貨物移送責任者は、次のことを確保しなければならない；

(1) 貨物移送中にアルキレンオキサイドの蒸気または液体が大気に一切放出されないこと；

(2) アルキレンオキサイドの格納システムに接続されている蒸気環流システムが他の格納システムと同時に接続されることがないこと；

(3) アルキレンオキサイドは、タンク内に設けられた貨物ポンプまたはイナートガス置換法によってのみ扱われること；

(4) 移送ホースは、§ 153.530(0)によりアルキレンオキサイド移送用として司令官 (G-MTH) により承認

され、また、“For Alkylene Oxide Transfer Only”と標示されていること；および、

(5) ノズルまで水圧がかかった水ホースが甲板上に配置され、もれたアルキレンオキサイドは全て直ちに洗い流せること。

(c) アルキレンオキサイドが船に積載されている間、船長は、アルキレンオキサイド上の蒸気区画および § 15.530(k) および (1) に規定する区画の酸素濃度が体積で 2% 未満に維持されていることを確認しなければならない。

(d) アルキレンオキサイド用に独立の管装置を備えるタンク船は、次のものを船上に備えなければならない：

- (1) 沿岸警備隊またはタンク船の旗国主管庁により承認されたアルキレンオキサイド取扱い計画書；および
- (2) 沿岸警備隊またはタンク船の旗国主管庁から取得した、アルキレンオキサイド用貨物管装置が独立である旨の証明。

§ 153.1011 アルキレンオキサイド運送のための、およびこの運送後の格納装置およびホースの切りかえ

(a) 貨物移送責任者は、次のことを確認しなければならない：

(1) 格納装置が洗浄され、多量の錆の推積がなく、また、前航海の貨物の少量の残留物もなく良い状態であることが検査により確認された場合を除き、前航海にアルキレンオキサイド以外の貨物を運送した格納システムには、アルキレンオキサイドを積載してはならない；

(2) 格納システムが、沿岸警備隊の海事担当検査官またはアルキレンオキサイドタンク洗浄を承認するため司令官(G-MTH)により特別に権限が委任された者が満足するまで洗浄された場合を除き、前3航海中に、この節の(b)項に掲げる貨物を運送した格納システムにアルキレンオキサイドを積載してはならない；

(3) 格納システムが、沿岸警備隊の海事担当検査官またはアルキレンオキサイドタンク洗浄を承認するため司令官(G-MTH)により特別に権限が委任された者が満足するまでアルキレンオキサイドを除去した場合を除き、前航海にアルキレンオキサイドを運送した格納システムにアルキレンオキサイド以外の貨物を積載してはならない；および、

(4) “For Alkylene Oxide Transfers Only”と標示してあるホースは、アルキレンオキサイド以外の貨物の移送に使用してはならない。

(b) 次の貨物は、アルキレンオキサイドと特に反応する：

- (1) 非酸化性無機酸（例えば、塩酸、磷酸）；

- (2) 硫酸
- (3) 硝酸
- (4) 有機酸（例えば、酢酸、蟻酸）
- (5) ハロゲン化有機酸（例えば、クロル酢酸）
- (6) スルホン酸（例えば、アルキルベンゼンスルホン酸）
- (7) 苛性アルカリ（例えば、苛性ソーダ、苛性カリ、次亜硫酸ナトリウム）
- (8) アンモニアおよびアンモニア水溶液
- (9) 脂肪族アミン類
- (10) アルカノールアミン類
- (11) 酸化性物質

§ 153.1020 高毒性貨物

(a) 貨物管装置およびベント装置が、この節を引用していない貨物を運送する管およびベント装置から分離されている場合を除き、表 I でこの節を引用している貨物を積載または運送してはならない。

(b) 船長は、媒体が貨物により汚染されていないと判断した場合を除き、表 I でこの節を引用している貨物中を循環した熱移送媒体が、この節を引用していない貨物中を循環しないことを確保しなければならない。

(c) 凝縮した蒸気が貨物により汚染されていないと判断した場合を除き、表 I でこの節を引用している貨物の加熱装置からの凝縮蒸気を船外に排出してはならない。

§ 153.1025 機関燃料アンチノック剤

(a) 鉛アルキル基を含む機関燃料アンチノック剤用として承認された格納システムに、工業用の機関燃料アンチノック剤以外の貨物を積載し、または運送してはならない。

(b) 船長は、次の場合を除き、鉛アルキル基を含む機関燃料アンチノック剤用として承認された格納システムからの管装置を格納しているポンプ室またはボイドスペースに人が入らないことを確保しなければならない：

(1) ポンプ室またはボイドスペースの大気分析により、鉛濃度が 0.075 mg/m^3 未満であることがわかった場合；または、

(2) この節の(c)項に述べる貨物タンク立ち入りのための方法に従うこと。

(c) 事前に司令官(G-MTH)から特別の許可を得た場合を除き、鉛アルキル基を含む機関燃料用アンチノック剤用として裏書きされた貨物タンクに立ち入ってはならない。この許可は事前に司令官(G-MTH)から貨物タンク立ち入り方法の承認を取得している場合は、電話

((202) 426-1217) によって得ることができる。

(d) この節の(c)項による許可の条件に従っていない場合は、機関燃料アンチノック剤用として裏書きされた貨物タンクに立ち入ってはならない。

§ 153.1035 アセトンシアンヒドリンの安定化

アセトンシアンヒドリンが無機酸で安定化されている場合を除き、アセトンシアンヒドリンを積載したタンク船を運航してはならない。

§ 153.1040 二硫化炭素

(a) 貨物タンクに、二硫化炭素上少くとも1 mの水封を施した場合を除き、二硫化炭素を積載、運送、または揚荷してはならない。

(b) 二硫化炭素の移送作業責任者は、二硫化炭素が置換法またはタンク内の貨物ポンプによってのみ揚荷されることを確保しなければならない。

(c) 次の場合を除き二硫化炭素を運送する格納システム用の貨物ポンプを取り外してはならない：

(1) 格納システムに、この章の§ 35.01-1の基準により発給されたガスフリー証明書が備えられていること；または、

(2) ポンプウエル内の蒸気区画が水で満たされていること。

§ 153.1045 無機酸

表1がこの節を引用している場合、貨物移送責任者は貨物移送中§ 153.955(a)で要求される警告標示に“NO SMOKING”および“NO OPEN LIGHTS”の文字が掲げられることを確保しなければならない。

§ 153.1046 硫酸

外装型タンク加熱装置による場合を除き、凍結または凝結した硫酸を液化してはならない。

§ 153.1052 酸用タンクによる他の貨物の運送

司令官(G-MTH)の特別の許可なく、硫酸、塩酸、または磷酸運送用として裏書きされた貨物格納システムに他の貨物を積載し、または運送してはならない。

§ 153.1060 ベンゼン

船長は次のことを確保しなければならない：

(a) 次の規定値を越える空気中のベンゼン濃度に船上の者がさらされないこと：

(1) 8時間の時間加重平均で10 ppm、

(2) いかなる10分間の時間加重平均で25 ppm；

(b) (a)項のベンゼンに対する暴露制限を越えそうな場合は、46CFR 153.932(a)(1)ないし(5)の任務についている者が29CFR 1910.134に適合する呼吸具を着用し、使用すること；

(c) § 153.955の警告標示上に“BENZENE CANCER HAZARD IN THIS AREA. PROTECTIVE EQUIPMENT MAY BE REQUIRED. AUTHORIZED PERSONNEL ONLY”の文字を掲げること。

§ 153.1065 塩化ナトリウム溶液

(a) 積載前に格納システムが完全に洗浄された場合を除き、前航海で他の貨物を積載した格納システムに塩化ナトリウム溶液を積載してはならない。

(b) 貨物移送責任者は、漏れた塩化ナトリウム溶液が直ちに洗い流されたことを確認しなければならない。

保 守

§ 153.1500 ベント装置のラプチャー・ディスク

船長は、ラプチャー・ディスクの損傷またはピンの破損後貨物にさらされた逃し弁が、次の貨物がタンクに積載される前に掃除され正常に作動することを確保しなければならない。

§ 153.1502 固定バラストの移動

次の場合を除き、固定バラストを除去または移動してはならない：

(a) 変更が司令官(G-MTH)により承認されている場合；または、

(b) 検査またはタンク船の修理のため沿岸警備隊海事担当検査官の監督の下でバラストが臨時に移動される場合。

§ 153.1504 人員用非常および安全用装具の検査

船長は、§ 153.214で要求される人員用非常および安全用装具が30日毎に検査され、良好な状態であり正常に作動することが確かめられることを確保しなければならない。

●船の科学刊行の技術資料●

USCG : 46 CFR
液化ガスばら積船 / ケミカルタンカー
安全規則 / 技術要件

B 5 判 本文80頁 定価2500円 (送料当社負担)

船舶技術協会

高強度・高弾性のアラミド繊維ケブラー®について

— 海洋環境下で使用される新素材 —

東レ株式会社 ケブラー事業部
酒 井 紘

1. はじめに

近年、高機能素材の要求が高まるなかで、画期的な産業用繊維として注目を浴びているアラミド繊維“ケブラー”は、1972年米国デュボン社で商業生産が開始された新しい全芳香族ポリアミド繊維であり、現在日本では東レ・デュボン社が輸入し、東レが販売を行なっている。

“ケブラー”は全芳香族ポリアミドであるポリP-フェレンテレフタルアミドを硫酸溶媒に溶かして液晶溶液とし、これを口金から押し出して乾湿式紡糸することにより製造される。

“ケブラー”は数多くのユニークな特性を備えており、天然繊維、合成繊維、ガラス繊維、炭素繊維、スチールワイヤーなどの分野において幅広い展開が可能である。デュボン社はこの“ケブラー”をフィラメント、ステープル、チョップド繊維、パルプの形でユーザーに供給している。また、“ケブラー”には3種類のタイプの製品、すなわち、“ケブラー”49、“ケブラー”29、“ケブラー”がある。“ケブラー”49はプラスチックの補強用として開発

されたもので、高い引張強度と高い引張弾性率をもつ。

“ケブラー”29は引張強度は“ケブラー”49と同じであるが、引張弾性率がやや低く、ロープ・ケーブル類や防護衣、安全作業衣など数多くの産業分野に適する。“ケブラー”は“ケブラー”29とほぼ同等の特性を有しているが、このタイプは特にタイヤやベルト、ホース類などのゴム補強材として開発されたものである。(以下特にことわりがない限り、“ケブラー”、“ケブラー”29、“ケブラー”49を総称して“ケブラー”という。)

本稿では“ケブラー”繊維の特性とこれらの特性を生かした海洋環境下での応用について概説する。

2. “ケブラー”繊維の構造と物性¹⁾

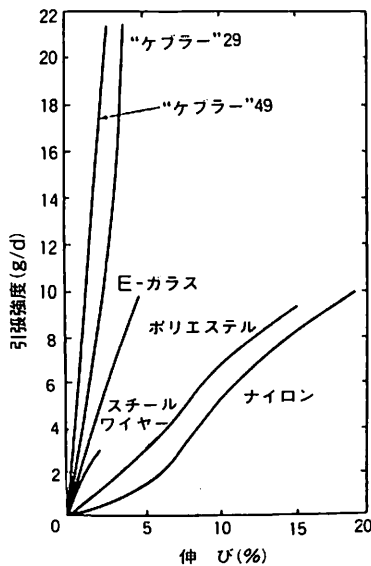
2.1 繊維構造

“ケブラー”は全芳香族ポリアミド分子からなるフィブリルが繊維軸に沿って高度に結晶化された状態で配列した繊維構造をもっている。この剛直な分子構造に起因して“ケブラー”は数多くのユニークな特性を備えている。

2.2 強伸度の性質

“ケブラー”のユニークな特性のなかでも代表的なものが強伸度の性質である。表1は通常の産業用ナイロン、ポリエステル、ガラス繊維、スチール、炭素繊維と“ケブラー”の物性値を概略比較したものである。また、図1には各種繊維の応力-ひずみ曲線を示す。

“ケブラー”の引張強度は他繊維に比べて非常に高い値を示す。また、“ケブラー”49の引張弾性率は炭素繊維には及ばないが、E-ガラスの約2倍の値を示す。破



※ “ケブラー”®
はデュボン社の
登録商標である。

表1 各種繊維の物性比較

項 目	ケブラー		炭 素 繊 維	E-ガ ラ ス	スチール	ナイロン	ポリエ ステル
	29	49					
密 度 (g/cm ³)	1.44	1.44	1.75	2.50	7.83	1.14	1.38
引 張 強 度 (kg/mm ²)	369	369	316	246	176	100	115
引 張 弾 性 率 (kg/mm ²)	8,450	12,650	22,540	7,040	20,000	560	1,400
破 断 伸 度 (%)	4.4	2.9	1.75	2.50	2.0	18	14

図1 各種繊維の応力-ひずみ曲線

“ケブラー”、炭素繊維、E-ガラスは樹脂含浸ストランドテスト (ASTM-D 2343) による。他は樹脂含浸なし、ヨリ糸によるテスト ASTM-D 2256 による。

断時の伸度は他の有機繊維に比べて小さく、“ケブラー”の高強力特性とあいまってこの低伸度特性が種々の用途に活用されている。

2・3 熱的性質

“ケブラー”は、その全芳香族ポリアミド分子からなる剛直な分子構造に起因してすぐれた熱安定性を示し、図2のとおり約180℃までの温度では室温時の特性がかなり維持できる。室温から約160℃までは繊維の収縮はない。また、“ケブラー”は熔融せず自己消火性で、約430℃で炭化する。

2・4 耐薬品性・耐光性

“ケブラー”の耐薬品性は表2に示すように有機薬品、食塩水、沸騰水などには強い抵抗力をもつが、強酸、強アルカリに対しては比較的弱い。海洋環境下で使用される場合に必要な耐海水性については後述する。

“ケブラー”ヤーンの紫外線による影響は暴露されるヤーンの太さによって左右される。表3に示すように、例えば760デニール(380×2)のような細いヤーンの場合にはウエザオメーターで200時間後の強度は半減するが、ヤーンの多い12.7ミリ径のロープの場合には外側の層によって内側のヤーンが紫外線から保護されるため、ロープ全体の強度低下が少なくなる。しかし、自己遮蔽

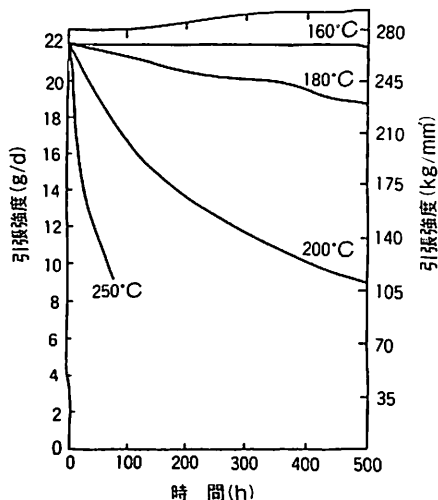


図2 “ケブラー”の引張強度に対する温度の影響

性はある種の用途においては十分ながらも過酷な条件下で耐紫外線性を増すためには、コーティング等の処理が必要である。

2・5 疲労特性

“ケブラー”は表4に示すように特に引張—引張に対してすぐれた耐疲労性を示す。

曲げ疲労に対してはガラス繊維、スチールに比して良好であるが、ナイロン、ポリエステルに比べると若干劣る。

2・6 その他の特性

“ケブラー”のもつ特異な繊維構造から、“ケブラー”の弱点は圧縮強度と耐摩耗性である。“ケブラー”の圧縮に対する低い抵抗力は圧縮により繊維中にキンクバンドと呼ばれる構造欠陥が生じることに由来する。しかしこのことが“ケブラー”繊維補強プラスチック(KFRP)の大きな特徴である金属的な破壊挙動を示す原因となっている。したがって圧縮強度が特に要求される用途

表2 “ケブラー”の耐薬品性

環境(室温で24時間暴露)	引張強度低下率(%)
酸類	
酢酸(99.7%)	なし
塩酸(37%)	なし
フッ酸(48%)	10
硝酸(70%)	60
硫酸(96%)	100
アルカリ類	
水酸化アンモニウム	なし
水酸化ナトリウム	10
溶剤類	
アセトン	なし
ベンゼン	なし
メチル・エチル・ケトン	なし
トルエン	なし
その他薬品類	
ガソリン	なし
食塩水	<0.5
沸騰水(100時間)	2

表3 “ケブラー”の耐光性

ケブラー49の形状	破壊荷重(kg)	強度低下(%)
760デニール・ヤーン		
暴露前	17	—
ウエザオメーター(200時間)	8	52
フェードメーター(200時間)	9	47
12.7mm(1/2インチ)径ロープ:		
暴露前	5,170	—
ウエザオメーター(200時間)	4,810	7
フロリダ暴露(6カ月)	4,650	10

表4 “ケブラー”の耐疲労性

繰り返し負荷する荷重(破断時引張強度の%)		繰り返し回数	破断強度(kg)	繰り返し疲労による低下率(%)
高	低			
繰り返しなしの場合			56	—
74(%)	45(%)	1,000	59	なし
52	29	1,000	62	なし
31	8	1,000	60	なし
10	0	13×10 ⁶	54	5%

テストに使用した糸は“ケブラー29”の1,500デニール双糸で、22℃、55%相対湿度のもとで25.4cmの試験長、10%/分の伸度でインストロンテスト機により測定したもの。

においては炭素繊維などとのハイブリッドとして用いることが必要である。

また、耐摩耗性についても用途によっては注意する必要がある。表面の樹脂コーティングあるいは他繊維による表面被覆を行なう必要がある。

“ケブラー”の染色についてはその繊維のもつ高い結晶性のため困難度が高く、染色手法の開発は今後の課題である。

3. “ケブラー”の海洋環境下での応用

3・1 “ケブラー”の海洋関連分野への展開の可能性

“ケブラー”はそのユニークな特性を生かしてタイヤおよびその他のゴム資材の補強、ロープ・ケーブル、防護・防弾資材、摩擦資材、コンポジットなどに展開されているが、海洋関連分野でもこれらの“ケブラー”製品が実用化され、またテストが進行中である。

その応用の中心は電気・機械的ケーブル、機械的ラインなどを含む“ケブラー”使用ロープ・ケーブル類とガラス繊維にかわる小型船体建造用材料としての“ケブラー”である。

以下、“ケブラー”使用ロープ・ケーブル類と小型船体建造用材料としての“ケブラー”について記述する。

表5 代表的なロープ特性

	直径 (センチ)	重量 (キロ/100メートル)	破断強力 (トン)
組ひも			
ケブラー	1.43	16.1	15.4
ポリエステル	1.43	14.9	7.2
ワイヤーロープ(7×19)			
ケブラー	1.27	11.9	11.3
スチール	1.27	68.2	10.3

3・2 “ケブラー”使用ロープ・ケーブル類

3・2・1 “ケブラー”使用ロープ・ケーブル類の特性

“ケブラー”は有機材料であるため密度が小さい。また引張強度、引張弾性率が高くかつ伸度が小さく、しかも非電導性、耐食性、柔軟性などの特徴をもっており、海洋環境下で使用するのに好適である。表5には各種素材で作られた代表的なロープの特性を示した。“ケブラー”で作ったロープは同じ重量において、ナイロンやポリエステル製のロープよりも約2倍強い。また、同じ強さのスチールワイヤーロープと比較すると“ケブラー”ロープの重量はスチールワイヤーロープの約1/5となる。これを水中で比較すると、“ケブラー”とスチールの比重差が影響してその重量差はさらに大きくなる。

使用中のロープには個々の構造による内部摩擦と、滑車、ガイド等に対する外部摩擦の両方が生じるのが普通であり、その各々の大きさは用途と取扱い方による。ある種の用途においては“ケブラー”の耐摩耗性の低いことが問題となることが認められており、この特性を改善するためにナイロンやポリエステルによる被覆やウレタン樹脂の含浸が効果的である。

ロープのクリープは多くの用途において重要な要素である。例えば索具や張り網ではクリープが大きすぎると応力緩和につながり、電気機器用ケーブルにおいてはクリープが大きすぎると電導体に過荷重がかかることになり、これが早期に破損する原因となる。図3は“ケブラー”繊維のクリープ特性を調べた結果である。“ケブラー”繊維のクリープはナイロンやポリエステルのような他の合成繊維に比べるときわめて小さいが、スチールワイヤーよりは大きな値を示す。

表6は“ケブラー”繊維の海水中での安定性を調べた結果である。摩擦や紫外線による劣化がない場合、海水中で長期間静荷重をかけても“ケブラー”繊維の強度が大きく落ちることはない。

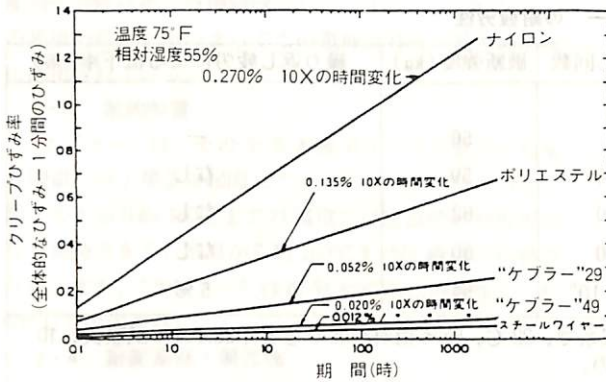


図3 破断強度の50%でのヤーンのクリープ

表6 種々の“ケブラー”29及び49のヤーンの強度

材 料	静的荷重, 空气中			海 水			海水, 8000psi		
	荷重(破断値に対する%)	期 間(時間)	強度(破断値に対する%)	荷重(破断値に対する%)	期 間(時間)	強度(破断値に対する%)	荷重(破断値に対する%)	期 間(時間)	強度(破断値に対する%)
ケブラー 29	40	2160	0	0	8760	1.5	35	2160	2
ケブラー 49	40	2160	0	0	8760	1.5	35	2160	0
スチールワイヤー	40	2160	0				35	2160	0
ナイロン	40	2160	8				35	2160	6
ポリエステル	40	2160	1				35	2160	2

3.2.2 “ケブラー”使用ロープ・ケーブルの

具体例

高引張強度と高引張弾性の特性を有する“ケブラー”は海洋システムの索具類としての機械的ラインと通信や動力供給機能をもった電気・機械的ケーブル類に使用される。機械的ラインとしては小は釣り糸から中はブイ係留索や曳航索から大は石油リグ係留ラインやペンダントラインまで幅広い展開が可能である。また、電気・機械的ケーブル類としては海底ケーブル調査機用ケーブルや海底資源探査機用ケーブル、音響探知索などがある。これらの機械的ライン、電気・機械的ケーブル類から二、三の具体例を示す。

(1) ペンダントライン²⁾

ペンダントラインとは海底油田掘削プラットフォームや掘削船を係留するための錨を展開し、位置決めをし、回収するのに用いる大口径のロープで、その重量は14kg/mまで、破断強度は1.9MN(43万ポンド)までである。これらのラインは、錨を巻き上げるためには伸びが小さくなくてはならず、しかも、掘削が深海へ進むにつれて、より長いラインとこれらのラインを支えるためのより大きな、より高価なマーカ・ブイを必要とする。このことは

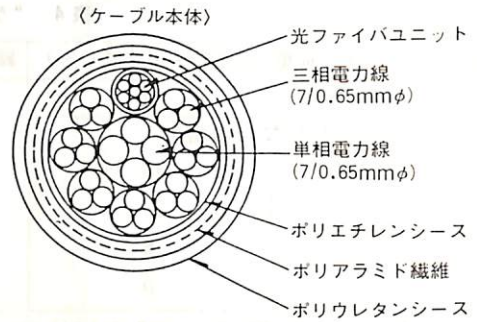


図4 ケーブル断面図

共に、作業船上での展開と回収時に、取扱いと収納に非常に大きな問題を生じる。

“ケブラー”29により作られたペンダントラインは、強度においてスチールと同じで、重量は1/3~1/4となった。これらの“ケブラー”ロープのテストはメキシコ湾、北海油田で進行中であり、ロープの取扱いの容易さ、労働力の削減、苛酷な使用と摩耗に対するロープの抵抗などが実証されるであろう。

(2) トレンチャーケーブル²⁾

直径6.86cmのこのケーブルは、“ケブラー”29によって強化されたベクターケーブル社が設計製作した電気・機械的ケーブルである。その用途は、海底にパイプを埋設する時に使う水中トレンチャー(溝掘り機)に電力を送ることである。ケーブルの強化材としての“ケブラー”29は、その高い比強度のゆえにスチールに代って選ばれた。このケーブルによって送られる6,600ボルトの電力が、水中トレンチャーのTVカメラ、照明、推進機、海底を掘り、パイプを埋めた後に土をかける高速ウォータージェットなどに動力を与える。このケーブルは、北海において300mの深度で、80KNの荷重で運転できるように設計されている。

(3) 光・電気複合アンピリカルケーブル³⁾

海底ケーブルの布設埋設状況を初めとする海底調査には、海底を自走する水中走行体と船とを結ぶ動力線、信号伝送線を一体化した可撓性のある複合ケーブルが不可欠となる。光ファイバーを信号線としてこうした用途に適用するに当たっては、イ)可撓性のある抗張体により伸び歪を許容レベル以下に抑える。ロ)電力線への通電による発熱に対しても安定した特性を示す。ハ)船上シープでの大きな側圧、しごきに耐えられる等のが要求される。

図4に海底ケーブル探査機用光・電気複合アンピリカルケーブルの断面構造を示す。中心の単相給電線の周囲に3相給電線の導体とともに光ユニットが撚り合わせら

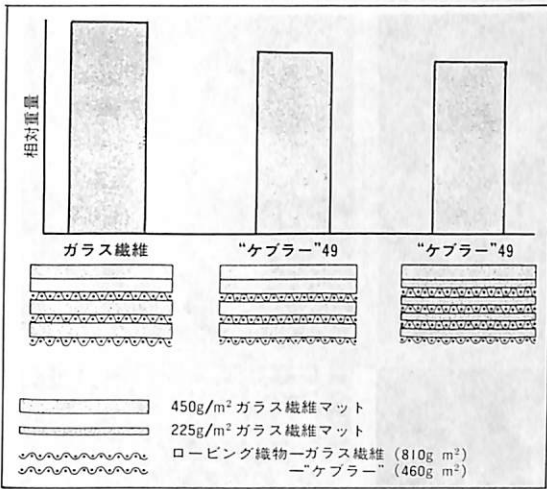


図5 代表的なパワーボート船体積層板の重量節約

れている。ポリエチレン内部シース上には、“ケブラー”が逆方向に2層に各々34万デニール、無捻回ピッチで撚り合せられ、耐摩耗性を配慮したウレタンシースが施されている。光ユニットは0.95mmφの中心金属線の周囲に6心の光ファイバーが撚り合せられた後、銅編組で補強されたポリエチレンパイプ中に、緩衝層を介して挿入され形成される。

2・3・3 小型船体建造材料としての“ケブラー”4)

(1) 軽量性

“ケブラー”49はガラス繊維に比べて引張強度が高く、約2倍の引張弾性率をもつと共に密度がガラス繊維の2.50g/m³に対して1.44g/cm³と小さいので、ガラス繊維にかえて“ケブラー”49を使うことにより性能と耐久性を犠牲にすることなくより軽い船の開発が可能となった。

ガラス繊維ロービング織物と“ケブラー”49ロービング織物とを使った典型的な船体パネルの比較重量を図5に示した。典型的な船体パネルはゲルコートの表層とチョップドストランドマット(CSM)に、図に示したようなCSMとロービング織物を交互に使用した積層から成り立っている。

この試験パネルは同じ剛性に設計されており、“ケブラー”49パネルは原型のガラス繊維パネルに対して強度と剛性を犠牲にすることなく、重量は10.5kg/m²から9.15kg/m²へ約13%軽くすることができた。より軽いCSMを使用し、同一剛性を維持するために追加の“ケブラー”49ロービング織物1層を加えることにより、より大きな重量軽減が達成できる。

現在多くのレジャー船やレースボートなどに“ケブラー”49が使用されているが、ヨットにおいても“ケ

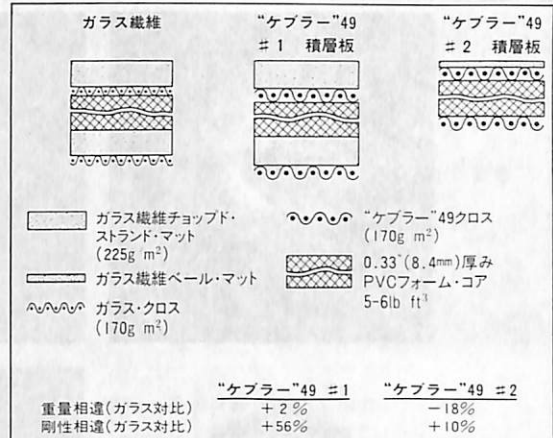


図6 “ケブラー”49対ガラス繊維ヨット船体積層板の重量と剛性の比較

ラー”49の使用は魅力あるものである。図6にはヨットの船体積層板への“ケブラー”49の適用の一例を示したものである。

“ケブラー”49の使用は船体の重量減を可能にし、燃料の経済性と行動範囲の拡大に結びつく。より少ない船体重量はより小型の燃費の良いエンジンの使用を可能にする。燃料の消費は、船のタイプ、エンジンサイズ、メンテナンス、操作の慣れにより異なるが、表7に示すようにテスト結果は“ケブラー”49の使用が燃料の経済性の改善に有効なことを証明した。25フィート(7.6m)の同一のセンター・コンソール型釣り船での“ケブラー”49とガラス繊維の試験で175HP(131kW)のエンジンを搭載した“ケブラー”49のボートは最適航海速度において235HP(175kW)のエンジンを搭載したガラス繊維のボートより35%燃料効率が悪かった。これらのエンジンにより両方のボートはほぼ同一の加速性と最高速度を達成した。

同一馬力のエンジン又は船外モーターを使用した類似比較船でも“ケブラー”49使用船の良好な燃料効率が実

表7 “ケブラー”49対ガラス繊維(25フィート=7.6mセンター・コンソール型釣り船:同性能の船外エンジン付)

	“ケブラー”175hp (131kW)	ガラス/235hp (175kW)	ガラス対比 相違
船重量 lbs(kg)	2255(1023)	2700(1224)	16%減
最高速度 mph(km/hr)	39.0(62.8)	39.5(63.6)	1%減
最適燃料効率 mpg (km/ℓ)	2.80(1.19)	2.07(0.88)	35%増
航海範囲 マイル(km) 4,000rpm:120gal 454ℓタンク	336(541)	248(399)	35%増

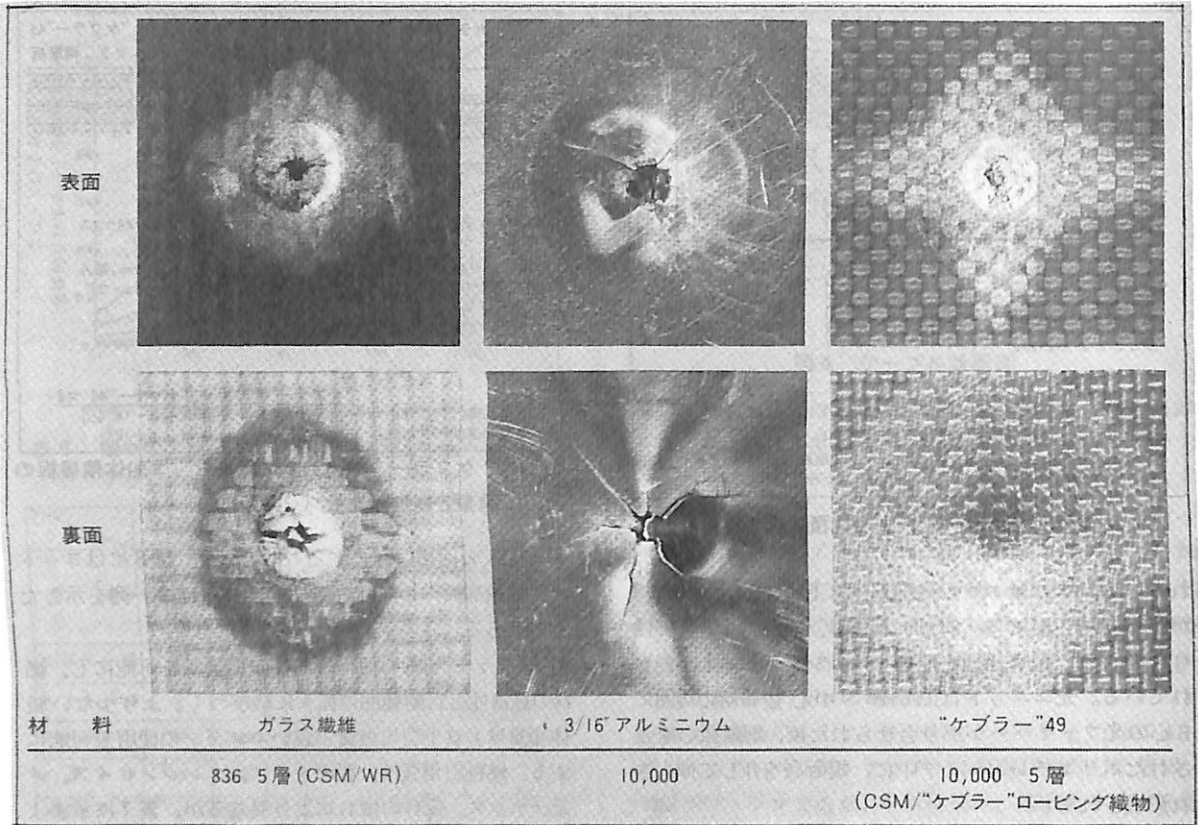


図7 衝撃写真

証されている。

(2) 強靱性・耐久性

"ケブラー"49はガラス繊維に比較して、より強靱でより耐破損性にすぐれている。例えば重要なこととして、ガラス繊維ボートの小さな刺穴は大きな穴に拡大する傾向にある。このような破損はガラス繊維のようにもろくない"ケブラー"49で作られた船では拡大しない。同様に繰返し衝撃により、ガラス繊維で強化されたパネルの場合、亀裂が広がりパネルの破損をもたらす。

図7は試験片の積層板を固定し、先端が半円球の直径1インチ(2.54cm)の棒を用いて2,000ポンド(907.2kg)の荷重で何回か衝撃を加えた結果の写真である。この結果は、ガラス繊維パネルが836回の打撃で破損することを示している。一方、同じ剛性のアルミニウム板は10,000回の打撃で亀裂が貫通する。しかし"ケブラー"49のパネルは10,000回の打撃でも若干の局所的な破損にとどまっている。

(3) 乗り心地

"ケブラー"49の成形性は船の建造者に最適の性能を出すための鋭角な線をもつ最も効率的船体の形を可能と

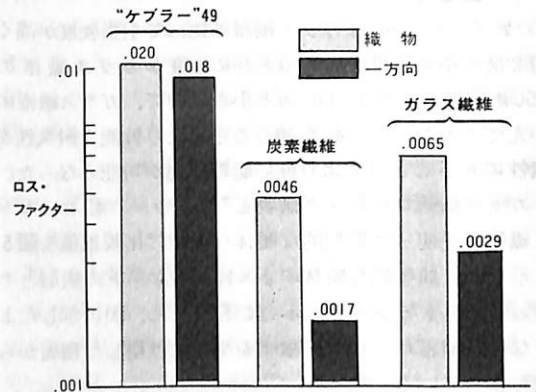


図8 成型品の振動減衰に対する強化繊維の影響

する。このことと、図8に示す"ケブラー"49のユニークな振動減衰特性とあいまってガラス繊維対比で非常に改善された乗り心地を作り出すことができる。

"ケブラー"49織物使いの積層板はガラス繊維または炭素繊維の積層板に比べて減衰性が3~4倍良い。一方、"ケブラー"49の一方方向積層板はガラス繊維又は炭素繊維の積層板に比べて減衰性が6~10倍良い。このことは

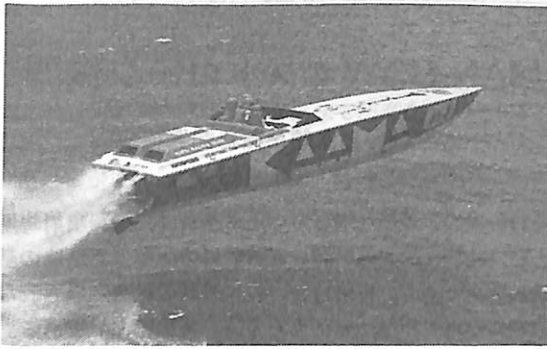


図9 レースボート-Scrab "Kaama"



図10 漁船クルーザー" Froglegos"

"ケブラー" 49 使用船が滑らかな乗り心地を達成できることを示唆している。

(4) "ケブラー" 使用小型船舶の具体例

"ケブラー" 49 を用いた小型船舶の二、三の具体例を以下に写真で示す。

(イ) レースボート-Scrab "Kaama" (図9)

レース艇の船体に"ケブラー" 49 を用いることによるすぐれた耐久性と性能が実証された。

Betty Cooks "Kamma" は最初の適用例であり、25日の沿岸耐久レースで船体に破損なく完走しており、2回の全米選手権と世界タイトルを獲得した。

(ロ) 商業漁船-クルーザー 34 フィート (10.4m)

"Froglegos" (図10)

ガラス繊維を"ケブラー" 49 で置きかえることにより、良好な性能と大きな燃料節約が可能となった。"ケブラー" 49 で強化された船体は、ガラス繊維又はアルミニウムの船に置きかわり得る。

(ハ) セールボード-Pacific Sailboard (図11)

セールボードにガラス繊維の代わりに"ケブラー" 49 を用いることにより、軽量化と剛性の向上および板の大きな耐衝撃性の増大が可能である。

4. おわりに

1972年にアラミド繊維"ケブラー" が商業化されて十数年経過するが、その間に多くの試みがなされた結果、ここ数年、"ケブラー" の需要は急速に伸びている。海洋関連分野についても、本稿で記述した応用だけでなく"ケブラー" のもつユニークな特性を生かした新たな展開が着実に増加していくことを期待したい。

参考文献

- 1) D. Tanner, et. al, "Aramid Fiber Structure / Property Relationships and Their Application

to Industrial materials" 国際繊維学会 (繊維学会主催), 1985年8月 (箱根)

- 2) W.H. Allfather 「ロープ・ケーブル用途における"ケブラー" シンポジウム講演集」(デュボンジャパンリミテッド)

- 3) 梅津, 「ロープ・ケーブル用途における"ケブラー" シンポジウム講演集」(デュボンジャパンリミテッド)

- 4) 東レ株式会社, カタログ「"ケブラー", 良好なる船体強化繊維」



図11 セールボード

『船舶用荷役装置の安全と構造設備のための要件』 B5版 本文88頁 定価3200円 (送料共)

船舶揚貨装置をとりまく最近の情勢変化には著しいものがある。これに対応して「船舶の荷役作業におけるILOの指針」"第152条約"及び"第160号勧告"が採択されたのを機会にこれを翻訳し、更に従来より利用されている現行第32号条約の"ILO 実行指針"を加えたことにより、本書1冊で荷役装置の設計・取扱い関係者に充分役立つようにまとめられた技術指針である。

船舶技術協会

●将来船技術の構想

部分負荷で低質油の使用が可能なMAN-B&W 4 ストローク機関

(財)日本船用機器開発協会

理事長 濱田 昇

1. はじめに

エンジンの主要部分の改善によって、運転時間の制限無しに15%までの部分負荷で低質油燃料の使用が可能となった。必要条件としては、全ての負荷で部品温度を一定に保つこと、点火遅れを少なくするために圧縮比を上げる。燃焼を早くして吸排気をスムーズに行うことも重要な点である。今までの実験結果と色々なエンジンの経験から、吸気を温める必要はない。

低質油を使用した部分負荷運転は、最近の業界誌に数多く取り上げられているテーマの一つである。部分負荷運転が必要とされる例は、水路を通る時、港での主機駆動発電そしてトロール船やサプライ船がある。

部分負荷運転の定義は、24時間以上、30%以下の負荷で運転することである。エンジン業界に対しては、頑丈な構造で簡単な回路しかも経済的で耐久性のあるエンジンを開発することが望まれている。

部分負荷での問題点

- (1) 質の悪い油を使用する時、燃焼室と排気系統に不純物が付着する。
- (2) 燃焼室壁が過冷却され、硫黄分の多い油と過量の空気で燃焼させることにより露点温度以下となり硫酸腐食が生じやすくなる。
- (3) 排気ガスの逆流が生じ、吸気口や空気配管がつまり空気の流れが悪くなり、高温状態となる。
- (4) 低発火点燃料の使用と燃焼ノックのためにピストンリングが壊れる。

2. 部分負荷運転への対策

下記の対策をMAN-B&Wの1シリンダー当たり90kW(回転数1,000rpm)から1シリンダー当り1,215kW(回転数428rpm)の出力範囲の4ストロークエンジンで長時間のテスト運転を実施した。炭素/水素の比が高い燃料を燃やす燃焼室の付着物は、次のような方法でほとんど防止するか、または最小限に減らすことが出来た。

2.1 圧縮比

全てのMAN-B&Wの4ストロークエンジンの圧縮比は上昇した。最高圧力や温度は高くなり、その結果点火

遅れが短い。可能な限り短い点火遅れは(燃料噴射時期と燃焼時期との間の時間)低質燃料の低残留部燃焼の基礎的要求である。燃焼は長い点火遅れの後で加熱されない燃料が冷たい燃焼室に当たる時、特に不充分である。

高い圧縮比は、部分負荷で燃費率を悪くする。

高い点火圧に設定されたエンジンは、重質油運転のために高い圧縮比と過給圧に耐えることが出来る。全てのMAN-B&Wエンジンの圧縮比は20%上昇した。

2.2 吸・排気管

吸気損失とシリンダーに残るガスを少なくするには、効果的なバルブとダクトの大きさはフリーフローの設計でなければならない。MAN-B&Wのエンジンの特長はフローテストと高い過給効果を達成したバルブシートリングの特許にあり、これらが燃焼室の掃気を十分なものになっている。

静圧加給は、排気管を最も最適な形に作られる。58/64エンジンの場合、排気ガスのエネルギーを利用出来る動圧に対応するディフューザーが装備され、エネルギーの損失が少ない。

2.3 噴射

低負荷で完全燃焼するためには、噴射のタイミングが大事であり、理想的なタイミングはTDCの近くである。TDCとは圧縮比と温度が最高になる時で、燃焼が始まるのに最適な点である。

MAN-B&Wエンジンの噴射ポンプは特に部分負荷運転のために設計されている。噴射のタイミングは、全ての回転域に亘って最適になっており、人手によって変更することはない。

完全燃焼に必要な条件の一つは、噴射装置の針が完全に閉まり、油のしたたりがないことである。さらに最も良い方法は圧力が均等であること。このシステムは、MAN-B&Wでは10年以上前から採用している。

2.4 露点腐食

硫黄の多い燃料の燃焼ガス中の蒸気や硫酸蒸気によって露点腐食が起こる。腐食は燃焼室壁とシリンダー壁が露点温度以下になった時に生じる。しかも、燃焼温度が低く、吸入空気が大過ぎる時に起こりやすい。

動圧過給と静圧過給を比較すると、後者は過給空気は少なく部品の温度も低くなりすぎることはない。部品の

温度はほとんどの負荷状態で一定である。このため、静圧過給エンジンは、露点腐食を生じない。動圧過給エンジンの腐食で問題になる部分負荷での過給空気と燃焼室壁の冷え過ぎは、次のような方法で防ぐことが出来る。

(1) 冷却水温度

あるエンジンの冷却水温度は、70~75°Cから80~90°Cに上げられ、全負荷に亘って一定に保たれた。これにより、シリンダライナーの温度も同様に上がる。

(2) 過給空気の加熱

過給空気を加熱することによって、燃焼ガス温度を上げることが出来、各部品温度が上がって腐食がなくなる。しかし、MANの動圧過給式6L23/30、6L25/30と静圧過給式12V52/55エンジンでテストした結果、600cSt/50°C油を使用した場合、過給空気を80°Cまで温めたが、5%以上の負荷では、燃焼が悪くなって排気ガスの色も変色した。結局、過給空気の加熱は、複雑なシステムが必要となるので、0°C以下でのアイドリングの様な場合を除いて、余り利得がないようである。

(3) 設計方法

MAN-B&Wの最新型のエンジンのシリンダライナーの冷却は、高負荷の時のみ行われている。よって温度レベルは一定である。さらに、ピストンの潤滑油冷却システムは、ピストンリングの接触面温度が露点温度以下に下がるように出来ており、このシステムのため、ピストンリングの溝と摺動面に使用したコストの高いクロムメッキが必要なくなった。

2.5 燃焼ガスの逆流

もしタービンの前の排気ガスの圧力が過給圧より高く、または排気ガスの脈動が起こると、たいいていの場合吸気ダクトの通りが悪くなる。この様な状態で全負荷運転をするとエンジン内の温度が高くなりすぎる。

燃焼ガスの逆流は、吸排気バルブのタイミングにより影響される。動圧過給式エンジンの場合、圧縮比を上げるとともに、最適なバルブタイミングをとった。23/30、25/30、28/32エンジンの吸気バルブ開閉時間は、燃費の増加なしに減少させた。静圧過給式エンジンの場合、脈動が少なく、掃気さえ十分であれば、動圧式より逆流が少ない。それ故、タイミングをいじることなく、省燃費と低質油の燃焼に合わせる事ができた。

既に積んである油に、合わない油がブレンドされて使用された場合、ノッキングと未燃焼が起こることが報告されている。そこで燃料の供給を少なくするか噴射のタイミングを遅らせるよう提案した。こういう場合にも点火遅れが一番大事な点であり、圧縮比を上げたためにノッキングが少なくなった。

3. まとめ

3.1 エンジンテスト結果

重質油を低負荷で使用するためのガイドラインを作るため、最低質油を使用してエンジンテストを行った。その結果を3機種についてのみ下記に示す。

<6L20/27> ボア 200 mm, ストローク 270 mm 静圧過給でシリンダ当たり90kW/1000rpm(重質油使用時)

<6L28/32> ボア 280 mm, ストローク 320 mm 動圧過給でシリンダ当たり220kW/750rpm(重質油使用時)

<8L40/45> ボア 400 mm, ストローク 450 mm 静圧過給でシリンダ当たり605kW/600rpm

テストコンディションは、ISO304%の範囲であって、空気温度27°C、過給空気の冷却水温度も27°Cである。エンジン冷却水のエンジン出口温度は80°Cで、過給空気の冷却後の温度は30°Cである。

<6L20/27> 発電機出力25%で100時間の部分負荷運転で、燃焼室部品は、少しだけ汚れた。急速に全負荷運転を行なってもどこにも問題はなかった。

<6L28/32> プロペラ出力20%で30時間の部分負荷運転で、ピストンクラウンにはほんの少し不純物がたまっていた。吸・排気管はきれいであった。腐食のきざしもなかった。急速に全負荷運転を行うことができ、性能はテスト中変化はなかった。

<8L40/45> 発電機出力5%負荷で20時間運転したが、燃焼室及び吸気管はきれいであったが、排気管にやわらかい燃焼物がたまっていた。その後70%負荷で運転を行なったところ、不純物がとれてきれいになった。

3.2 提案

部分負荷での実験結果は良好であった。これらの実験結果とMAN-B&W及び日本のライセンサーの長年の経験によって部分負荷での低質油を使用した運転が可能となった。これによって、ボア320mm以上の大きな静圧過給式エンジンが時間制限なしに15%負荷で700cSt/50°Cの油を使用することが出来る。但し、15%以下の負荷で運転する時は、時々70%負荷で運転する必要がある。

圧縮比の上昇、過給機や噴射条件の改善によって、部分負荷の状態は、時間制限なしに15%負荷で700cSt/50°Cの油の使用を可能にした。よって複雑な加熱装置の使用も不要となった。

● 船の科学ファイル ●

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

●英国造船界トップが語る

欧州造船所を救う道

—世界造船不況の将来見通し—

編 集 部 編 訳

イギリスの海運・造船専門雑誌“Shipping World & Shipbuilder”の1985年7月/8月号は、この世界的な造船不況下にも拘わらず比較的好調を続けている Harlan & Wolff 社の会長 John Parker 氏と、1985年6月に日本の造船所の視察をしたエンジニアリング連合労組の造船担当ナショナル・オルガナイザーの Jim Thomas 氏の両名に、Shipping World 誌の編集長 Alan Phorpe 氏がインタビューした内容を紹介している。前者は英国造船界トップが造船の将来をどのように見ているかを知るに役立ち、後者は労組が日本の造船所を見てどのような印象を持ち、ふりかえて欧州の造船所の将来をどう考えたかを知る貴重な文献と思われるので、その大要を紹介する。しかし、1986年の現時点での変化について言及されていないことは云うまでもない。

英国造船界トップが語る

John Parker氏へのインタビュー

— 現在、新造船発注が激減しているにもかかわらず、極東の造船所は世界の造船市場を支配し続けていくように思われるが、欧州の造船の将来に対する見通しはどうか。

「私はまず、需要の点で全世界の情勢がどうなっているかということから始め、次に誰が主要なシェアを獲得しそうであるかを見ていきたい。世界全体でみると、1985年及び1986年は恐らく史上いまだ経験したことのない需要低迷の年であると思う。我々自身の内部の予測及びAWESの予測によれば85～86年が今迄遭遇したなかで恐らく最低であろう。また全世界建造能力の約1400万CCRTに比べて年間発注量は1000万CCRTの圏内にまで落ち込むであろう。従って我々は来たる2年間に更に世界的な減退に遭遇しつつあると考えている。1986年から1990年の終りに至るまでに、代替船が建造されねばならぬ要因がより強くなり始めるので商船の需要は徐々にではあるが立ち直りをみせるであろう。係船がきわめて大量に処理されるのを見届けるまではこの立ち直りの速さについてあまり楽観視することはできない。全世界の保有船隊の8/9%が依然として係留されたままであり、

このことが市場において途方もなく心理的に過剰感を深めている。たとえこれらの係留船舶が技術的には航海に適していないとしても、その存在は依然として船主を意気消沈させ、運賃水準を低落させ、中古船の価格を引き下げ、またまわりまわって新造船価を低下させるなど心理的にダメージを与えるような船腹過剰である。従って、私の個人的見解では、商船市場は来たる2年間の不況の後に初めて需要の上昇を見るであろうということである。それはきわめて徐々にスタートするであろう、またその後では次第にはずみをつけ現在よりも高い水準で走るであろう。」

— その需要上昇はどのようにして欧州で実現するか？ 欧州造船所はたとえ低い水準でも世界造船市場のうちのしかるべきパーセンテージをなんとかうまく保持するだろうか。

「もし次の2ケ年にわたって需要が低迷し続けるならば、その後には明らかに極東及び欧州における供給力の調整が継続しなければならないだろう。我々の大部分は今だに供給力を削減しつつある、例えば我々は過去2年半の間にかれこれ1300人の労働力を削減してきた。この動きによって現在の工事量との均衡が可能となるが、欧州ではさらに多くの削減があるだろう。また私は日本ではこれよりはるかに多くの削減が行われるであろうことを信じている、なぜならば今日の全世界受注量の50%以上を取得しつつある日本及び17/18%の韓国は、この市場占有率が過去数ケ年にわたって超低船価の背景のもとに獲得されてきたこと、また韓国造船所の大部分がかなり高額な損失をこうむりつつあることを認識しなければならない。従って、私は日本及び韓国がこのような低船価でこれだけの量の供給力を維持し続けるだろうとは思わない。それは商業的自殺行為である。私の見解は日本が今まで以上に縮小しなければならないこと、また韓国拡張論者計画は来たる数ケ年のうちに放棄されなければならないことである。」

— クルーズ市場が最近活気を呈してきており、多くの新しい注文が目下この市場へ追加されつつある。この業界では過去において北欧が支配的であったが、極東がこの市場の現在参入し始めている。クルーズ市場は北欧に

留まると思うか、またH&W社は、この市場においてどのような関心をもっているか。

「まず第一に、クルーズ市場がかなり狭いことを認識しなければならない。年間わずか3～4隻が期待できる最大のものである。現在では、北欧が客船及びクルーズ船を如何に設計し建造するかについての技術的優勢と製造ノウハウを有していることは疑問の余地がないが、私は、間違いなく、この市場へ参入しようとするかなり多くの競争相手があると（欧州の内部からさえも）考えている。一年につき3～4隻の需要を満たすために、Kockums, Wärtsilä（間違いなくリーダー）、フランス造船所、Aalborg, 西独造船所及びイタリアがあり、このことはこれらの多数の造船所が大型フェリー市場にもかかわっているとは言え、必要量を明らかに超過していることを示している。しかし、次には極東へ目を向け始めた、そして在来船の市況が低迷しているために、より専門化された市場へ参入しようとする圧力が極東の方から強まるであろう。韓国がクルーズ船及び大型フェリー市場へしきりに進出したがっていると聞いている、またNorth Sea Ferryの注文を見事勝ち取った日本鋼管のケースのように日本もこの分野へ進出したがっている。たとえ市場のより専門化された分野へ入っていても、それほど長い間庇護されはしないとされる。」

—最近、貴社ならびにBS（英国造船公社）は新規の注文を獲得するに際して合理的にうまくやってきた。これはロンドンで利用できる広域バンキングシステムにどの程度負っているか、またこれは他の欧州諸国とくらべても貴社にどの程度の便益を与えているか。

「ロンドンのシティにおいて我々が世界でも最も優れた海運銀行のいくつかを有していると言われていることは絶対的に正しいと考える。我々は勿論、我々自身でも金融計画、リース計画等を計算処理でき、また事実銀行のあらゆる動きを実質的に照合計算できる複雑なコンピュータプログラムと係わりをもっている金融上の問題において、きわめて沢山の社内専門技術を構築してきた。しかしながら、このツールは我々が船主に対して来たる数ヶ年にわたる銀行の現金流動の明確な考察を提供できるように、我々によって社内開発されたものであるが、勿論、バンキングシステムにおいては商業貨幣の交換レートや、銀行が金を貸すことに確信がもてる担保条件が何であるかに依存している。今まで行われてきたものでいくつかの仮定の企画もあった、それらのいくつかに我々も参加した。だが、バンキングシステムの一部始終を知らないと、どんな造船所も国際市場で船を売りたいなどと望むはずがない。」

—H&W社は、国営であるとはいえ、BSの一部ではない。部外者の観点から見て、民営化されようとしている貴造船所が国際市場でどのような機会に恵まれるのか。「BSは別として、欧州の、あるいは、世界の他の地域におけるいずれの商船建造造船所も、注文を取るに当っては国際市場に頼っているわけであるが、来たる2～3ヶ年にわたってかなり辛苦の時期を迎えようとしていると確信する。世界的予測を見通すときこの事実を隠すわけにはいかない。現在では、各造船所がどの方向へ舵を取ることができるかについてはいつも特別な適所があり、またBSの場合には、彼らも正にその通りを行おうと努力しつつあると信じている。明らかに、艦艇建造造船所を分離して別会社を新設する際に（政府政策の一部でもある）直面するに違いない最大の危険は莫大な収益を失うことである。従ってその結果として商船建造造船所はそれだけ一層危険にさらされることになる。」

—過去2年にわたってかくも注目すべき受注実績を築き上げてきたH&W社にあって現況はどうか。

「我社は恐らく多数の強敵に抗して市況の点からみるとここ数年かなり成功を収めてきた、また我社は商船建造所としてだけでなく、商船、準艦船及びオフショア関連船舶に関与する（いわゆる3本柱の造船所とでもいべき）会社を現在確立したところだ。明らかに、我社は経営及び経営システムに多額の投資を行ってきた。例えば、プロジェクトマネジメントがあらゆる主要なプロジェクトに全社的に導入されてきて、CAD/CAM開発が加速的に推進されつつあり、かなりソフィステケータッドなプロジェクトにも取り組むことができるようになった。我社はSWOPSのようなオフショア関連活動、準艦船活動及び特殊商船を取り扱うことできるように益々プロジェクト主導型の組織になりつつある。我社がクルーズ船市場へ立ち戻るとは私自身考えていない、なぜならば仕事の山谷のある環境とかわりあって、この市場に出たり入ったりするのは我社にとって事実適していないと信じているから。私は来たる10/15年にわたってオフショア関連事業についてかなりの機会を見込んでいる。我社はこの特別の事業に一生懸命目を向けつつある。特にBP向けSWOPS船の設計のように現在我社が持っている、また得ようとしているこの種の技術的専門ノウハウを必要としている船舶はその目玉となろう。」

労組の見解

Jim Thomas氏との対話

—あなたが日本の造船業界視察の目的で日本を訪問したことに關して、その現況についてのあなたの見解をお

うかがいたい。

「私の第一印象は、日本の造船所は一昔前に建設されたにも拘わらず、それらはすべて今日の新造船に対応するように建設されたかのように見えることであった。私は一つの造船所を見学した、それは特化工場として建設された日立造船有明工場であった。それは英国の造船所概念とは全く異なっている。英国の造船所はきわめて計画性のない方法で誕生したため、その結果、製作物が造船所中を種々な生産ステーションへ運搬されなければならないというきわめて非効率な生産プロセスが生れた。

日本の造船所は連続的に計画されている。鋼材が一方の端から入ってきて、船が他方の端から出てくる。その歴史が50～60年前に遡る比較的古い造船所でさえもこの程度の計画性をもっている。従って、私の第一印象は、あの形態の効率を獲得する目的でそれが努力して到達すべき方法を明確に計画している国がここにあるということである。第二の印象は事業に対する掛かり合いであった。日本人にとってつらく、また世界中の人々にとってもつらいこの世界的景気後退に対して日本人は平気であるが、日本人の考え方は船が航海する所の海がある限り船を造るのだという気構えである。韓国及び中国が競争相手であることを認めているが、日本人同志が同等に競争しており、かつこの事業に存立する覚悟であると断言している。従って、日本人は他の国の船を安くかつ効率的に造るが、他の国は日本の船を造ってくれないことを日本人は認めているという時点から日本人は出発している。それは英国の造船所から失われつつある目的意識及び安心感を与える。」

— 日本人が船を造る方法を見てきた後、あなたは英国造船界に対して国際市場でより効率よくかつ採算よくさせるためにどんな忠告を与えることができるか。

「まず第一に、日本人がどのように自分達の事業を組織しているか、そのやり方に対して敬意を表さなければならない。彼らは契約を結んだらそのあと12週間もかけてその船をどんな方法で建造するかを計画する。次に、鋼材を切断し始める。彼らはあらゆるレベルにおけるすべての労働力を巻き込ませる。従って、種々な機能の理解、実行されようとしているプログラムの知識をもって仕事に取り組む、それゆえに共通の目標へ向けて仕事を行うことができる。日本人がより一生懸命に仕事をしている姿は見られなくて、むしろよりスマートに仕事をしている姿が見られる。彼らは物を探するために造船所中を歩きまわる必要はない、すべての機器及び部品は既に整っている。

私が観察した第二の事は彼らの品質への取り組み方

ある、これは彼らの多くの者が生涯のための仕事を持っているという安心感に付随するものである。彼らは興味をもてる仕事を欲している。その結果として彼らは最善をつくすことになる。彼らの品質への取り組み姿勢は強化され、また企業の訓練計画によって増強される。これは“これが我々がめざしている品質”ということを要求している。またその結果、従業員は品質の水準に対する必要性を理解する。彼らはまた安全を重視している、これはほめられるべきであるが、恐らく最も驚くべき事実は、彼らが特別に柔軟的ではないことである。彼らは知的に弾力性があるが、一部の人達があなたに信じさせようと望んでいるような“超柔軟的”ではない。“あなたは手作業者をどのように組織しますか？”という質問に答えて、彼らは3ヶ月の間の基本訓練コースを受講するのだと答えた。彼らは溶接その他を教えられる。彼らは次に大雑把に言えば3つの作業担当部署のうちの一つへ進む。第一の担当部署では金属板工、溶接工、及び第二の担当部署では電気工、第三の担当部署では技師（エンジニア）である。彼らは自分自身の職種の範囲内で柔軟性がある。仮りに電気工が何かを仮溶接したい場合でも彼は自分一人でその作業をやってのけるだろう。従って我々は日本の造船所の作業者が“皆が皆、どんな作業もしてのける”のを見なかったが、我々が見たことは彼ら自身の職種の範囲内で合理的に弾力性のある対応ができるように教育されていることであった。それらは思い起こされるべき教訓であり、また確かに仕事の組織に関する第一の問題である。我々は容易に実行されるべきであるマネジメントの一部に関する思想の基本的変化を必要とする。」

— 英国造船所の作業者はこれを喜んで行い、かつ行うことができるかあなたは信じるか？ 私は Govan 造船所を訪問して、作業者は私に彼らの姿勢を印象づけたとはいへ、この業界が全体として変化でき、また日本の造船業界と同じ方針に沿って仕事を行うことができると信じるか。

「私は英国造船業界が変化しつつあると信じているが、多くの異なった理由で変化するであろう。日本人は熟練者の場合“生涯のための仕事”という背景のもとで働く。Govanは、それは良い事例であるが、生き残りの背景のもとで働く。彼らは造船所の操業を保持するために闘って来なければならないかった、そして造船所の操業を保持してきたことが Govan を英国内で最も効率のよい商船建造造船所にさせてきた、これはすべての造船所の模範となっている。従って、我が国民は起るかもしれない工場閉鎖の背景のもとで働いている、たまたもしあなたが外

へ出て誰かに協力を依頼するならばそれは依頼された者にとっては不確かな守備領域である。彼らはこの協力が消滅へ導くのかあるいは進歩へ導くのか全く心もとない。キープポイントはこういうことだと私は信じる。もし、あなたが他の作業者の所へ行くと、「我々は仕事の計画を立てようとしており、これによってあなたに必ずしもより多くの仕事をさせようとしているのではなく、あなたの一日をより効率的に利用しようとしているのだ」と言えば、そうすれば大抵の場合、歓迎されるであろうと信ずる。英国において我々が抱えている問題はBSの経営がきわめて長期にわたり危機の時期にやりくりしてきたので、彼らは労働力からの積極的な対応を引き出すべきを知らないのだ。」

— すべての日本船は日本で建造されている事実をあなたは既に述べた。あなたは英国船主に彼らの船をどの国で建造してもよい自由をゆるすという政府の政策変更が実現されることを望むか。

「早ければ早いほどよい。我々是我々の業界のこの部分を十分手行き届くほど面倒を見ないというのが我々の常日頃の見解であった。我々は英国船主に対して英国で建造するように指示しない。我が国がすべてのEEC諸国のなかで最悪である。(我が国が自国の船主のために自国の業界内で建造された船舶の最低のパーセンテージを有する。我々(労組)は長い年月にわたり、この業界の指示及び慣例の支持者となってきた。もしあなたが島国に造船工業を起すならば、あなたの船を他国に建造させるのは馬鹿げている。政府は効率とコスト効果性について議論を始める。それはあなたも私にあなたに向って、「さあテニスの試合をしよう、我々がプレイしなければならない相手はジョン・マッケンローだ」と言うようなものだ。この挑戦は難かしいかもしれないが、ルールは我々両方にとって同じである。我々の業界を保護し、育成し、また強者の地位に引き戻すために十分な障壁を設けるべきである。またBSの場合、我々はBSが、今では欧州内で最高のものと恐らく比肩しうる効率水準に到達しているとなかなか公平に主張できる。これは厳しい景気後退の背景のもとで、閉鎖及び労働力の余剰の背景のもとで築き上げられた、また我々が申し述べたいことは「仮りに政府が障壁を設けて各社に対し英国国内で建造するよう指示した場合、我々がどの程度よくなるか、どの程度より安定しうるか」ということである。そうすれば我々は効率レベルを有するだけでなく、この業界内で我々が必要とする成績を収めることができるほどの注文を取るであろう。我々は今世界の市場の1.5%にしがみついているので、それは、率直に言って、意気

阻喪させるものである。」

— 多数の船主は彼らもまた激烈な競争市場の中におり、競争力を維持するには自社の船舶を可能な限り安い価格で獲得しなければならないと論議するであろう。従って、船主が造船業界をもうかるように援助できるようになるために政府は船主に対してどんなインセンティブをしなければならないかとあなたはお考えですか。

「勿論、我々は船主が競争しなければならないことを承知している。奇妙なことはきわめて多数の国々が行なっているのと異なった一連の規則によってゲームを行なっているということである。ドイツ、フランス、イタリア及びアメリカは沿岸航路をもっている。それらの国々には船舶を自国の市場のために確保するという法令及び規則をもっており、従って自国内での著しい建造率を有している。我々は好ましくない理由で自由貿易の気違いぎだの期間中にその一切切をさりりと捨ててしまった。従って船主が「アメリカや欧州がなにをしようかと我々は心底では自由貿易主義者である」と言うとき、我々は政府が新造船建造に対して、より容易に達成しやすいうように、融資しなければならないと具申すべきである。そしてあなたが欧州、アメリカ及び日本といった他の国々で何が起っているかを眺めるとき、これらの国々では初めの2～3年の間返済の支払猶与期間があること、次に返済期間が8年から15年へ延期される傾向を見るであろう。またさらにローンの利率が英国におけるよりも低いことがわかる。残念なことには、BSはこれと同じようなパッケージを船主へ提供することはできない。その理由はきわめてしばしば政府の助成が個別ベースの部類に入るからである。BSはまたEEC助成が融通のきかないもので、それらの形式のパッケージを提供することができない。BSはコストを15%低減しようと努めるが、もしBSが未だ依然注文をとることができないならばそのパーセンテージは次の取引までめぐって来ない。BSは実際に支出した金をかせぐだけに過ぎない。まず第一でかつ恐らく明白な方法の一つが政府に向って「他国と肩を並べられる今迄よりもずっと多い融資パッケージを立案しよう」と言うことであると考えたい。そして私の政府に対する第二の請願は「我々は奇妙な一連の規則(アメリカ、日本、ドイツ及びフランスでは行われぬ規則)によってゲームを行いつつある」ということである。従って、「もし国有企業が船舶を必要とするならば、国有企業を援助して、ある程度の集約を試みかつ達成するための条例をもとうではないか」と国有企業へ呼びかけるようなプログラムをなぜ政府は開始できないのか。」

〈その9〉

第2章 船底塗料

中国塗料株式会社 技術本部
中尾 学 編

(2) 防汚塗料の分類

防汚塗料は使用防汚剤、塗膜形成樹脂、防汚剤の溶出機構によって次のように分類される。

a) 使用防汚剤による分類

- ① 無機毒物型防汚塗料 (亜酸化銅型)
- ② 有機毒物型防汚塗料
- ③ 無機有機毒物併用型防汚塗料

(2・1・1参照)

b) 塗膜形成樹脂による分類

- ① 油性系防汚塗料
ロジン・油脂併用, ロジン単独または硬化樹脂併用
- ② ビニル系防汚塗料
ビニル樹脂・ロジン併用, ロジンフリービニル樹脂
- ③ 塩化ゴム系防汚塗料
塩化ゴム・ロジン併用, ロジンフリー塩化ゴム
- ④ 合成ゴム系防汚塗料
合成ゴム・ロジン併用, ロジンフリー合成ゴム
- ⑤ 瀝青質系防汚塗料
瀝青質・ロジン併用

⑥ アクリル系防汚塗料

アクリル樹脂, 有機錫アクリル共重合体

c) 防汚剤の溶出機構による分類

- ① 溶解マトリックス型防汚塗料
- ② 接触型防汚塗料
- ③ 拡散型防汚塗料
- ④ セルフポリッシング型防汚塗料

(3) 防汚剤の溶出機構と作用

防汚剤を含む防汚塗料は、塗膜に防汚性を持たせた塗料で、塗膜を海水に浸した時に防汚剤が海水中に溶け出し、塗膜面にごく接近した所に高濃度の防汚剤溶液層ができる。その濃度を汚損生物の臨界防汚濃度以上に維持できれば、塗膜に防汚性が得られ、濃度が低いときには汚損が見られる。また、防汚剤が必要以上に溶け出せば、防汚の目的は十分に達せられるが、防汚剤の消費が多くなり、塗料の有効期間が著しく短縮される。

防汚剤の溶出機構は、防汚剤が海水中に溶解する機構の相違により、図2・16に示すような4種類に大別される。

a) 溶解マトリックス型

塗膜中の塗膜形成樹脂(ビヒクルマトリックス)が海水中に溶解するとともに防汚剤が溶出する。

防汚塗料の塗膜はその表層が海水に接触すると、次第にマトリックスが溶解し、新しい防汚剤層を露出する。この型の塗料は、防汚剤の含有量を高濃度にする必要がないし、塗膜表面にすまなく防汚剤の粒子を分散させておこななくてもよい。

ビヒクルマトリックスの主成分はロジンである。ロジンの主構成成分であるアビエチン酸(図2・17)は微アルカリの海水(pH8~8.2)でヒドロキシイオンと反応し溶解する。海水中にはカルシウム、マグネシウムイオンが存在するためアビエチン酸イオンがこれらと反応すると不溶

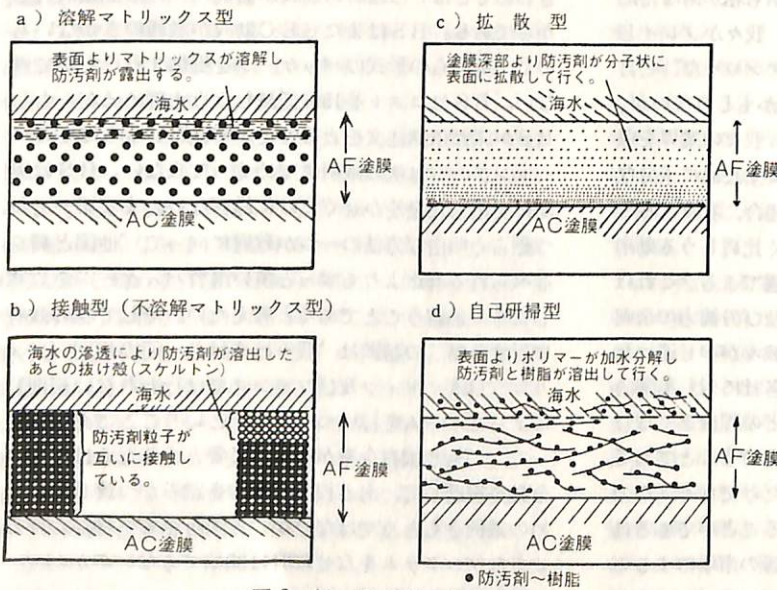


図2・16 防汚剤の溶出機構

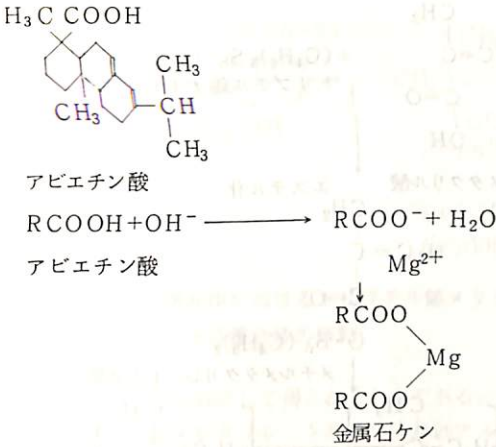


図 2・17 海水中でのアビエチン酸の反応

性の金属石ケンを作る。

この金属石ケンが塗膜表面に形成されるとロジンの溶出は減少する。従って、ロジンの溶出は初期で100~500 μg/cm²/dayであるが、経時とともに減少し12~100 μg/cm²/dayで一定となる。

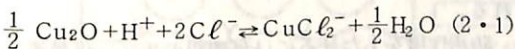
この溶出機構は油性系防汚塗料が属する。

b) 接触型 (不溶解マトリックス型)

防汚剤が不溶解マトリックス (不溶性塗膜形成樹脂) の隙間をぬって溶出するため、高濃度の防汚剤を含有し、塗膜中で相互に接触し、一つの防汚剤粒子が溶解すれば次の防汚剤粒子が海水に触れ、マトリックスが溶解しなくても、内部の防汚剤が徐々に海水中に溶解していく。図 2・18 のような 6 面体充填型モデル¹⁰⁾を想定すると、接触型を作るには74体積%の顔料が必要となる。

塗膜形成樹脂にはビニル樹脂、塩化ゴム樹脂が主として使われ、実用的にはロジンを含有させる場合もある。防汚剤が溶出した後は塗膜形成樹脂が殻状または蜂の巣状 (スケルトン) として残るため不溶解マトリックス型と称される。不溶解マトリックス型は溶解マトリックス型と比べて、防汚剤の量も多く塗膜も固い。

防汚剤は亜酸化銅と考えてよい。亜酸化銅が塗膜から海水中へ溶出するには、海水と接して塩化銅錯体が形成されマトリックス中を拡散して塗膜-海水境界層へ移動する。



亜酸化銅の溶出速度は次の式¹⁴⁾で示される。

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{(C_1 - C_2) \cdot K} + \frac{1}{(C_\ell - C_2) \cdot D} \cdot \ell$$

$$= \frac{1}{(C_1 - C_2)} \left(\frac{1}{K} + \frac{\ell}{D} \right) \quad (2.2)$$

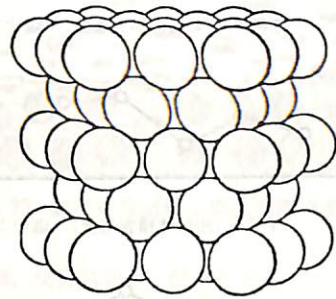


図 2・18 球体の 6 面体充填モデル

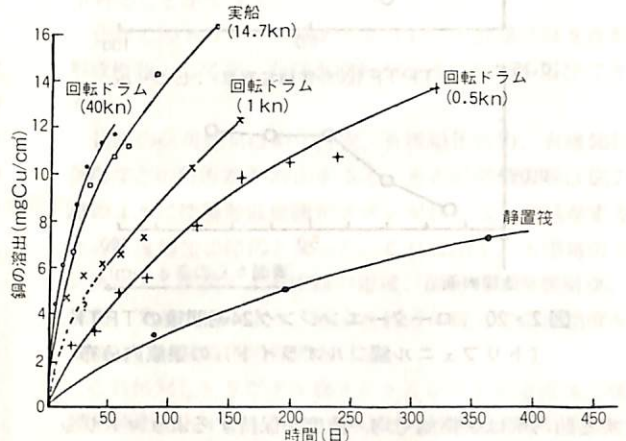


図 2・19 流速と銅溶出速度

F: 溶出速度

D: 塩化銅錯体の拡散係数

C_ℓ: 溶出-不溶境界層における塩化銅錯体の濃度

C_z: 海水中の塩化銅錯体の濃度

K: 塗膜表面の境界層から海水中への塩化銅錯体の物質移動係数

ℓ: 溶出層の厚さ

(2.2) 式から銅の溶出速度に影響を与える因子として、塗料組成面では銅の濃度、溶出助剤 (ロジンのような可溶成分) の添加量が、環境面で海水の温度、塩素イオン濃度、pH (図 2・10, 2・11, 2・12 参照)、塩化銅錯体の濃度勾配、塗膜表面の流速などが挙げられる。

Van Londen は種々の条件下で銅の溶出速度を測定し、図 2・19¹⁵⁾の結果を得た。

c) 拡散型

拡散型はビニル樹脂、アクリル樹脂、合成ゴムなどを塗膜形成樹脂とし、この樹脂マトリックスの中に有機防汚剤、主として有機錫化合物が分散している。有機錫化合物は樹脂中で固溶体を形成し、塗膜全体に一樣に分布する。防汚剤が塗膜表面より海水中に溶出すると、残存

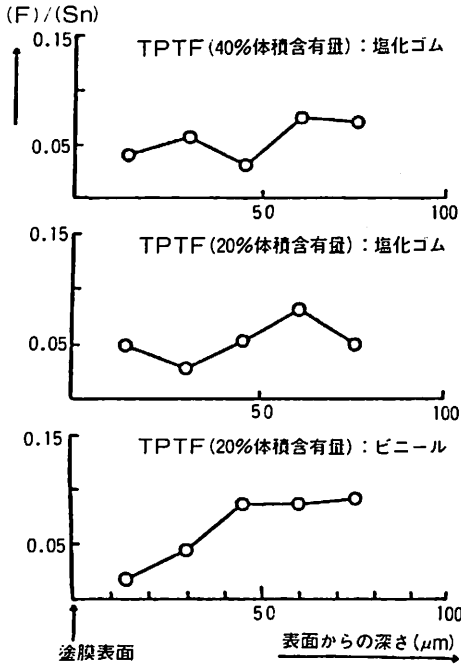


図2・20 ローターエンジン24週間後のTPTF (トリフェニル錫フルオライド)の塗膜内分布

する防汚剤は塗膜層で均一濃度を保持するようマトリックス内を表層に向かって拡散する。こうして順次表層から海水中へ溶出する。防汚剤の拡散する量はFickの第一法則から次のように計算¹⁶⁾される。

$$C = C_s \left(1 - e^{-\frac{\alpha A t}{V}} \right) \quad (2 \cdot 3)$$

$$\alpha = \frac{d_c f_1}{X_1}$$

C : バルク液中の有機錫濃度

C_s : 塗膜表面の有機錫濃度

d_c : 拡散係数

f₁ : 活性な表面分率

X₁ : 静止層厚

A : 表面積

V : バルク液の体積

t : 時間

また錫の溶出速度は次式¹⁷⁾で示される。

$$\ell_n V = \ell_n V_0 - Kt \quad (2 \cdot 4)$$

V : 浸漬後 t 時における溶出速度

V₀ : 初期溶出速度

K : 塗膜による定数

錫の溶出速度は、膜厚、拡散係数、流速などに影響されるが、塩素イオン濃度には無関係のようである。

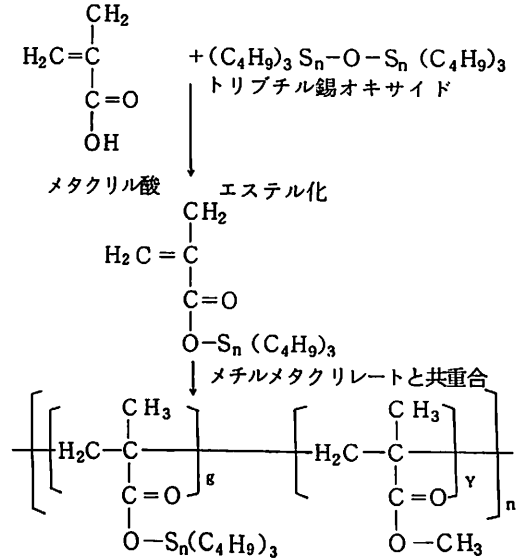


図2・21 トリブチル錫メタクリレート/メチルメタクリレート共重合体の合成

有機錫化合物の溶出特性を生かすと、長期間ほぼ一定の溶出濃度を維持することが可能となる。図2・20¹⁷⁾はトリフェニル錫フルオライド配合塗料をロータリー試験機にかけ、塗膜中の残存錫濃度分布を経時とともに追跡したものである。トリフェニル錫フルオライドは、ロータリー試験24週間後も塗膜中に均一に分布しており、拡散説が裏付けられる。

d) セルフポリッシング型¹⁸⁾

燃料節減を目的とし、海水の相対流によって粗度が減少する被膜を走航体に塗付し、船体抵抗を減少させる試みがある。

有機金属イオンと有機カルボン酸から合成した水崩壊性ポリマーは、弱アルカリ性の海水に接すると崩壊し、カルボン酸ポリマーと有機金属水酸化物あるいは塩化物に分解する。ポリマーの主鎖はアクリル、ビニル、ポリエステル、エポキシなどで構成され、これらの主鎖に結合する有機金属化合物は、有機マンガン(シマントレン)、有機鉄(フェロセン誘導体)、有機錫(トリアルキル錫、トリフェニル錫)などから選択できる。この種のポリマーは通称オルガノメタリックポリマー(OMP)と呼ばれる。

防汚作用をもたせるには有機錫ポリマーが最適である。現在実用化されているのはトリブチル錫メタクリレート共重合体である。図2・21にその合成例を示す。先ずトリブチル錫オキシドとメタクリル酸をエステル化反応させ、生成したトリブチル錫メタクリレートとメチルメ

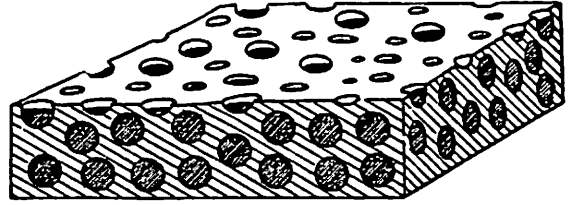
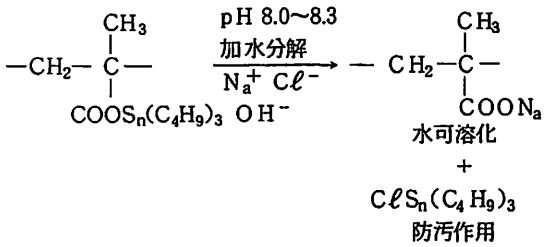


図2・23 防汚剤溶出後の従来型防汚塗料の表面

図2・22 海水中におけるトリブチル錫メタクリレート共重合体の挙動

タクリレートと共重合して得られるものである。

トリブチル錫メタクリレート共重合体は弱アルカリ性 (pH 8.0~8.3) の海水中で図2・22のように加水分解され、防汚力をもつトリブチル錫イオンを放出し、主鎖のアクリルポリマーにはカルボン酸イオンが残り、海水中のカチオン (Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺など) と結合してナトリウム塩などになり水可溶性が増大する。加水分解で生じたトリブチル錫イオンは海水中のアニオン、例えばCl⁻と結合して塩化物となり防汚効果を発揮する。

この共重合体の加水解離速度は次の因子で変化する。

- ① 共重合体中の錫含有量
- ② 共重合体の疎水性モノマーの種類と量
- ③ 共重合体の構造と分子量

トリブチル錫メタクリレートはエステル化反応で合成できるが、酸-塩基反応の性質が強く (メタクリル酸と塩基性のトリブチル錫オキサイドから合成) pH に敏感である。一般にpHが5以下、10以上になると加水分解が非常に大きくなり、pH7では殆んど加水分解しないため防汚効力も減少する。また共重合体主鎖の溶解性はカルボン酸の量が支配する。

アルカリ水溶性を示すためには共重合体主鎖中のメタクリル酸の重量が25%以上必要と言われている。この量は分子構造、モノマーの種類、分子量によって変わり、

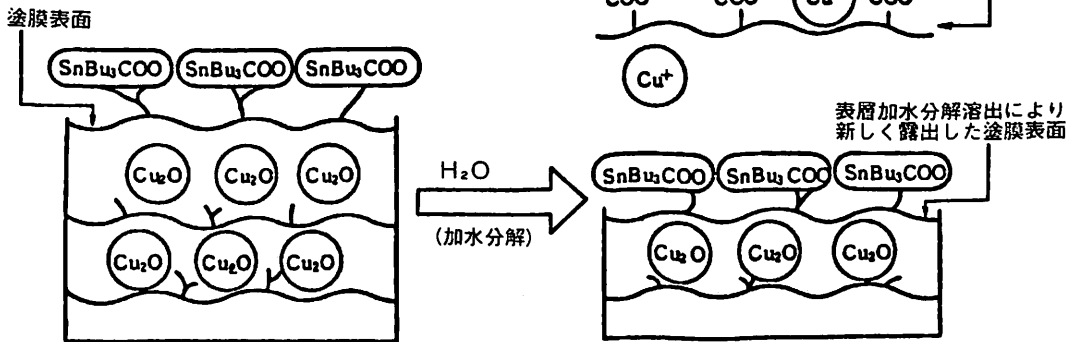


図2・24 トリブチル錫アクリルポリマー含有防汚塗膜の防汚剤溶出機構

低分子量、交互共重合、低分子モノマーあるいは親水性モノマーとの共重合によってメタクリル酸の重量を下げる事ができる。

近年このトリブチル錫メタクリレート共重合体を塗膜形成樹脂として用いた防汚塗料が急速に脚光を浴びてきた。

従来の防汚塗料は銅化合物、有機鉛化合物、有機錫化合物などの防汚剤が溶出すると、あとの塗膜表面は図2・23のように塗膜形成樹脂がスポンジ状となって残存するため粗度増加の原因となった。これに加え、入渠毎のメンテナンス塗装による塗膜の堆積、部分的な塗膜損傷、剥離、発錆などにより、船令を経るに従って表面粗度が増加し、船速低下の原因となる。

これに対しトリブチル錫メタクリレート共重合体を塗膜形成樹脂とすると、その水崩壊特性が最大限に利用でき、共重合体が海水中で加水分解すると表面塗膜より次第に崩壊研摩されていく。塗膜自体が溶解するため、従来の防汚塗料に見られる防汚剤溶出後のスポンジ状樹脂の残存は無く、表層より均一に消費していく。トリブチ

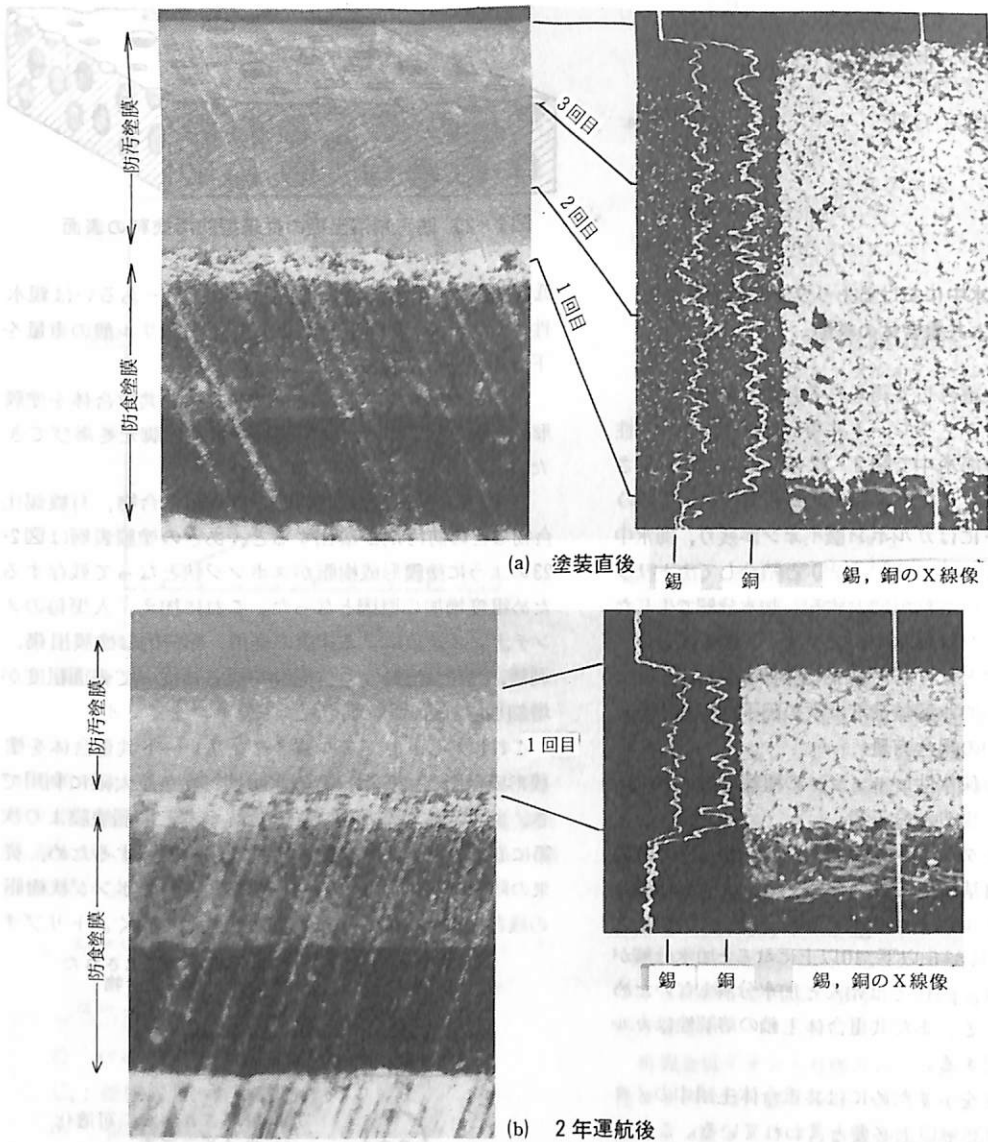


図 2・25 セルフポリッシング型防汚塗膜の断面

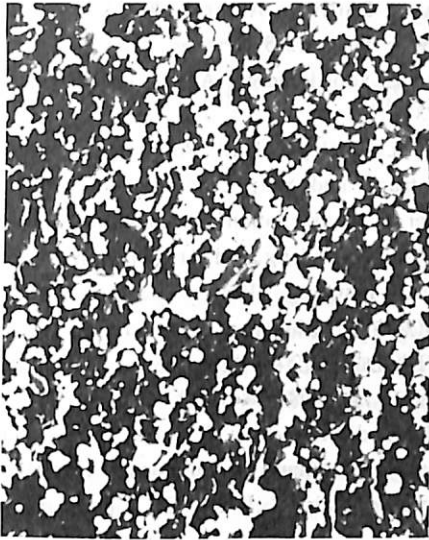
ル錫共重合体を塗膜形成樹脂とし、亜酸化銅を配合した防汚塗膜の溶出機構を図 2・24 に示す。

実際に防汚塗膜の挙動を顕微鏡および X 線マイクロアナライザーで追跡してみた。図 2・25 に示す塗膜断面写真は防食塗料上に防汚塗料を 3 回塗装し、塗装直後 (図 2・25-a)、2 年間運航後 (図 2・25-b) を撮影したものである。

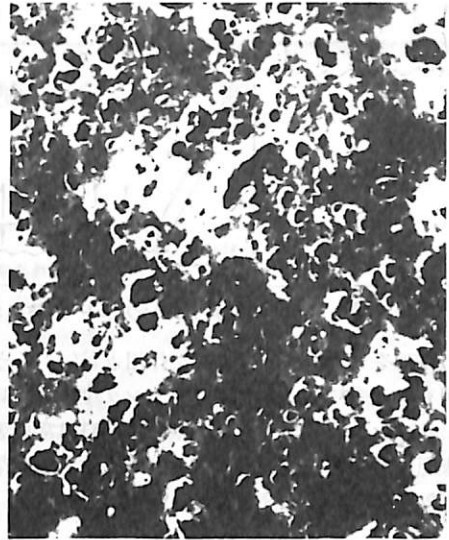
塗装直後に存在した 2 層、3 層目の防汚塗膜は 2 年運航後は完全に消耗し 1 層目のみが残っている。しかも錫、銅の分布は運航後も均一に分布しており、残存塗膜の表

層にスケルトン構造は見られない。図 2・26 は従来型防汚塗料の 2 年運航後の塗膜表面であり、図 2・27 はトリブチル錫メタクリレート共重合体を塗膜形成樹脂とする塗膜の表面である。従来型防汚塗料ではスポンジ構造が認められるが、トリブチル錫メタクリレート共重合体を使用すると表面が平滑化し、スポンジ構造は見られない。

走航体にこの種の水崩壊性ポリマーを塗膜形成樹脂とする防汚塗料を塗装すると、塗膜表面の粗度突起部は表面の相対流により選択的に研摩される。この研摩作用による表面の平滑化の様子を図 2・28 に示す。



塗装直後



2年運航後

図2・26 従来型防汚塗膜の表面

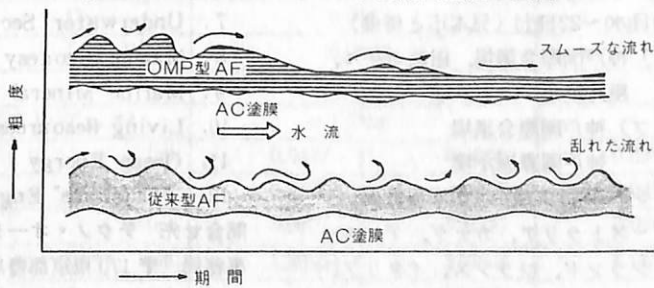


塗装直後



2年運航後

図・27 セルフポリッシング型防汚塗膜の表面



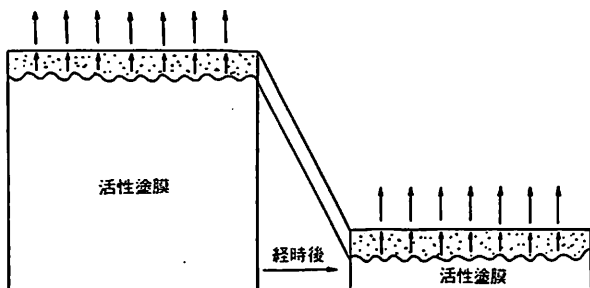


図2・29 セルフポリッシング AF の消耗状態

この挙動をセルフポリッシング作用と言い、こういった作用をもつ塗料をセルフポリッシング型防汚塗料と称している。セルフポリッシング型防汚塗料は常に活性塗膜が表面に形成されるため(図2・29)、塗膜が残存する限り有効な防汚効果を発揮する。

参考文献

- 1) 能勢義雄: 中国塗料機関誌, Vol.20-1, 1986
- 2) 村田七郎: 中国塗料機関誌, Vol.1-1, 1967
- 3) S. M. Gerchakov: 4th Ist. Congr. on Marine Corr. & Fouling, June 1976
- 4) C. E. Zöbell: "The Effect of Solid Surfaces upon Bacterial Activity", J. Bacteriology 46, 1943
- 5) 馬渡静夫: 塗装の技術, Vol. 11, No 3
- 6) T. A. Banfield: "Antifouling Compositions for Large Tankers", Pig. and Resin Tech., April 1972

- 7) A. T. Phillips: Austral OCCA Proc. and News, July 1973
- 8) A. M. van Londen: Antifouling Symposium, 1973
- 9) R. A. Hartley: "Hull Roughness, Antifouling Coatings and Ship Performance", Shipboard Energy Conservation Symposium, Sept. 1980
- 10) Marine Fouling and Its Prevention, U. S. Naval Institute, 1952
- 11) 宮島時三: 造船技術, 1979. 3月
- 12) 日東化成株式会社 技術データ
- 13) 堀口 博: 防菌防霉の化学
- 14) F. H. de la Court, H. J. de Vries: "The Leaching Mechanism of Cuprons Oxide from Antifouling Paints", J. Oil Col. Chem. Assoc., 56, 1973
- 15) A. M. Van Londen: J. Oil Col. Chem. Assoc., 52, 1969
- 16) M. L. Good: "Chemical and Physical Characterisation of Organic Containing Marine Antifouling Coatings", Org. Coatings and Plastic Chemistry, Pre-Prints, Vol. 39, Sept. 1978
- 17) F. H. de la Court, H. J. de Vries: "The Leaching Mechanism of Some Organoti Toxicants from Antifouling Paints", 4th International Congress on Marine Fouling and Corrosion, 1976
- 18) 坪井 誠: 表面, Vol. 18 No 2, 1980

●お知らせ

第1回国際海洋開発シンポジウム開催要綱

第1回国際海洋開発・港湾建設展に機会を合わせ、参加予定の各国が一同に会して、海洋開発に関する情報を発信・収集し、今後の動向を探る日本で初めての国際的な官産学が一体となった見本市とシンポジウムが、神戸にて本年11月に開催されるので、概要を紹介する。

会期: 昭和61年11月19日(水)~22日(土) (見本市と併催)

会場: (シンポジウム) 神戸国際会議場, 田崎ホール,

風月堂ホール

(ワークショップ) 神戸国際会議場

(見本市) 神戸国際展示場

主催: テクノ・オーシャン'86実行委員会・学術委員会

参加国: (政府単位) オーストラリア, カナダ, デンマーク, 西ドイツ, フィンランド, フランス, イタリア, オランダ, ノルウェー, スウェーデン, 英国, 日本等

主要テーマ:

1. Underwater Imaging Technology
2. Underwater Information Systems
3. Oceanographic Instrumentation
4. Remote Sensing
5. Undersea Vehicles
6. Diving Technology
7. Underwater Security Systems
8. Marine Geodesy
9. Marine Mineral Resources
10. Living Resources - "Aquaculture"
11. Ocean Energy
12. "Offshore" Engineering, その他

問合せ先 テクノ・オーシャン'86実行委員会

事務局 〒170 東京都豊島区東池袋3-1-3

備ワールド・インポート・マート 電03(987)3161

船型試験をめぐって

<その27>

(財)日本造船技術センター

横尾 幸一

4・7・5 内航タンカーおよび貨物船

昭和48年末の石油危機の影響は年を経過するに従って強く現われ、54年の第2次の石油危機によってその影響は一段と加速され、世界は省エネルギーを強く求めるようになった。

昭和53年における造船施設の削減が運輸省の指導によって実施されるようになり、造船技術センターへの依頼試験の数も急激に減少するようになった。

造船技術センターは第一次の石油危機以来、造船量の減少と大手造船所の水槽施設保有の情勢に対応して、筑波の油濁防止研究所や横浜の海外造船協力センターへの人員の移動や退職者の人員不補充等の対策によって目白勤務の人員を減少させてきたが、一方、仕事量の確保のために関係方面に働きかけた。

その中の一つが内航小型船関係で、船舶整備公団を訪問し、春永理事に内航船の船型改良のことについて話をしたが、全然問題にして貰えなかった。年が改まって、松尾理事に交替されたので、再び船舶整備公団を訪問して、松尾理事に省エネルギー内航船の研究開発を計画することをお願いし、その模型試験についてはセンターが協力したい旨を述べた。松尾理事は趣旨を十分理解され、その計画の実現方に努力して下さることを答えられた。

船舶整備公団内の同意を得るのに約1年かかったが、昭和54年度事業として、高経済性内航船に関する調査研究が行われることになり、この研究の一部として、999総トン型油送船を対象とした模型試験が行われた。

模型船は在来船の平均船型および新計画の省エネルギー船型の2隻で、それぞれの模型船に対して大・小2種

表6・5 平均船型・省エネルギー船型要目表

		3662 (平均船型)		3663 (省エネルギー船型)	
		模型船	実船	模型船	実船
垂線間の長さ	L_{PP} (m)	6.0000	72.0000	6.0000	76.0000
計画満載喫水線上の長さ	L_{DWL} (m)	6.1598	73.9176	6.1665	78.1090
幅	B (m)	1.0000	12.0000	0.9474	12.0000
深さ	D (m)	0.4583	5.5000	0.4342	5.5000
計画満載喫水	d^{*1} (m)	0.4182	5.0184	0.4024	5.0971
トリム	(m)	0		0	
方形係数	C_B^{*4}	0.7212		0.6789	
柱形係数	C_P^{*4}	0.7582		0.7145	
水線面積係数	C_W	0.8461		0.8330	
中央横断面係数	C_M	0.9512		0.9502	
長さ—幅比	L_{PP}/B	6.0000		6.3331	
幅—喫水比	B/d	2.3912		2.3544	
浮力中心位置 (L_{PP} の%にて)	ℓ_{cb}^{*3}	-1.3104		-0.6549	
中央部船底勾配	(m)	0.0417	0.5000	0.0395	0.5000
中央部平底半幅	(m)	0.0500	0.6000	0.0474	0.6000
中央部船底彎曲部半径	(m)	0.0667	0.8000	0.0789	1.0000
排水容積	∇^{*4} (m ³)	1.80951	3126.8	1.55297	3156.1
排水量 (平均外板厚を含む)	Δ (t)		3217.0		3247.0

のプロペラを装備した場合の水槽試験を行った。模型船の主要目を表6・5に、試験結果より求めた馬力等曲線図を図6・19に示す。この種の船を建造する造船所の能力を考えて、船型改良の手法としても、大幅な形状変更は行わなかったため、省エネルギーの達成も約10%程度となっている。

なお、調査研究の詳細は、船舶整備公団「高経済性内航船に関する調査研究」昭和55年3月を参照されたい。

499 総トン型貨物船に関する開発研究は中型造船工業

会を事務局とする委員会で行われた。55年度および56年度の2ヶ年計画で、初年度には船型の、2年度にはプロペラ起振力の研究が行われた。この研究は、運輸省船舶局の強い指導と、船舶整備公団および日本内航海運組合総連合会の協力の結果として実行されたものである。

船型計画は、総トン数が500トン未満であること、載貨重量は1,600トンを切らないこと、港湾の水深を考慮に入れること等の条件の下に行われ、最初に主要目シリーズ、次に、船体前半部形状変化シリーズ、最後に、船

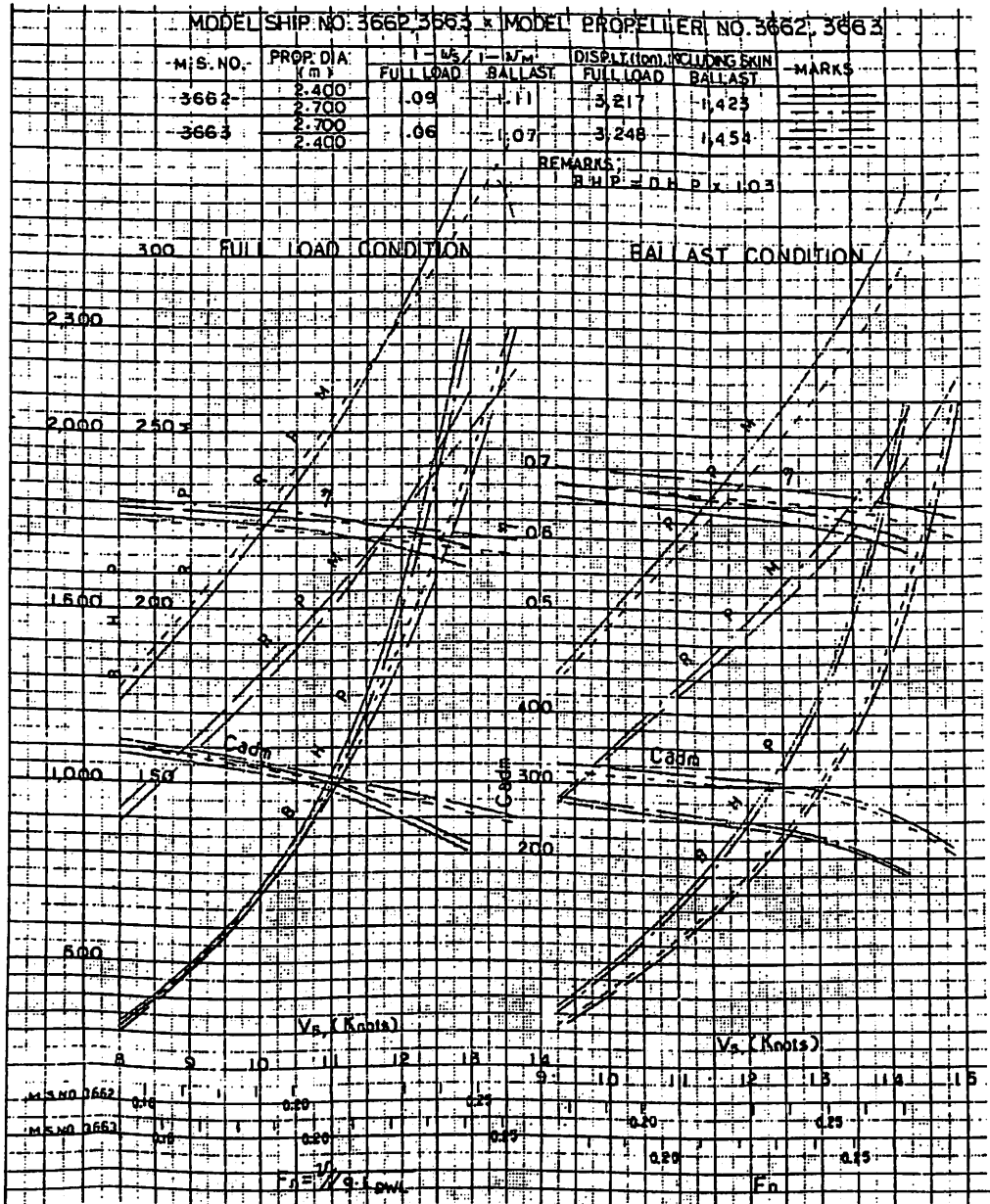


図6・19 速力・馬力曲線図

表6・6 主要目シリーズの模型船の主要目

MODEL SHIP NO.	3701		3702		3703	
	MODEL SHIP	ACTUAL SHIP	MODEL SHIP	ACTUAL SHIP	MODEL SHIP	ACTUAL SHIP
L_{PP} (m)	6.0000	64.000	6.0000	68.000	6.0000	66.000
B (m)	1.0781	11.500	1.0147	11.500	1.0727	11.800
d_{DWL} (m)	0.3938	4.200	0.3750	4.250	0.3864	4.250
C_B	0.7179		0.6797		0.6789	
C_P	0.7782		0.7130		0.7121	
C_M	0.9224		0.9533		0.9533	
L_{PP}/B	5.565		5.913		5.593	
B/d_{DWL}	2.738		2.706		2.776	
$l_{CB}(\%L_{PP})$	-1.2493		-1.0635		-1.0614	
∇ (m ³)※	1.82833	2,218.9	1.55193	2,259.2	1.68835	2,247.2

TEST CONDITION	FULL LOAD		BALLAST		FULL LOAD		BALLAST		FULL LOAD		BALLAST	
	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL
d (m)	0.3938	4.200	0.2373	2.531	0.3750	4.250	0.2283	2.587	0.3864	4.250	0.2356	2.592
TRIM (m)	0	0	0.1200	1.280	0	0	0.1200	1.360	0	0	0.1200	1.320
∇ (m ³)※	1.82833	2,218.9	1.00558	1,220.4	1.55193	2,259.2	0.85356	1,242.5	1.68835	2,247.2	0.92859	1,236.0

REMARK : ※ Values of Naked Hull.

表6・7(a) 船体前半部形状シリーズの模型船の主要目

MODEL SHIP NO.	3703		3705		3705A	
	MODEL SHIP	ACTUAL SHIP	MODEL SHIP	ACTUAL SHIP	MODEL SHIP	ACTUAL SHIP
L_{PP} (m)	6.0000	66.000	6.0000	66.000	6.0000	66.000
B (m)	1.0727	11.800	1.0727	11.800	1.0727	11.800
d_{DWL} (m)	0.3864	4.250	0.3864	4.250	0.3864	4.250
C_B	0.6789		0.6810		0.6806	
C_P	0.7121		0.7143		0.7139	
C_M	0.9533		0.9533		0.9533	
L_{PP}/B	5.593		5.593		5.593	
B/d_{DWL}	2.776		2.776		2.776	
$l_{CB}(\%L_{PP})$	-1.0614		-1.1061		-1.1253	
∇ (m ³)※	1.68835	2,247.2	1.69362	2,254.2	1.6926	2,252.8

TEST CONDITION	FULL LOAD		BALLAST		FULL LOAD		BALLAST		FULL LOAD		BALLAST	
	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL
d (m)	0.3864	4.250	0.2356	2.592	0.3864	4.250	0.2349	2.584	0.3864	4.250	0.2343	2.577
TRIM (m)	0	0	0.1200	1.320	0	0	0.1200	1.320	0	0	0.1200	1.320
∇ (m ³)※	1.68835	2,247.2	0.92859	1,236.0	1.69362	2,254.2	0.93149	1,239.8	1.6926	2,252.8	0.9309	1,239.0

REMARK : ※ Values of Naked Hull.

表6・7(b) 船体前半部形状シリーズの模型船の主要目

MODEL SHIP NO.	3702		3704		3704A	
	MODEL SHIP	ACTUAL SHIP	MODEL SHIP	ACTUAL SHIP	MODEL SHIP	ACTUAL SHIP
L_{PP} (m)	6.0000	68.000	6.0000	68.000	6.0000	68.000
B (m)	1.0147	11.500	1.0147	11.500	1.0147	11.500
d_{DWL} (m)	0.3750	4.250	0.3750	4.250	0.3750	4.250
C_B	0.6797		0.6828		0.6812	
C_P	0.7130		0.7162		0.7146	
C_M	0.9533		0.9533		0.9533	
L_{PP}/B	5.913		5.913		5.913	
B/d_{DWL}	2.706		2.706		2.706	
$l_{CB}(\%L_{PP})$	-1.0635		-1.1760		-1.1161	
∇ (m ³)※	1.55193	2,259.2	1.55904	2,269.5	1.55546	2,264.3

TEST CONDITION	FULL LOAD		BALLAST		FULL LOAD		BALLAST		FULL LOAD		BALLAST	
	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL
d (m)	0.3750	4.250	0.2283	2.587	0.3750	4.250	0.2268	2.570	0.3750	4.250	0.2269	2.572
TRIM (m)	0	0	0.1200	1.360	0	0	0.1200	1.360	0	0	0.1200	1.360
∇ (m ³)※	1.55193	2,259.2	0.85356	1,242.5	1.55904	2,269.5	0.85747	1,248.2	1.55546	2,264.3	0.85550	1,245.4

REMARK : ※ Values of Naked Hull.

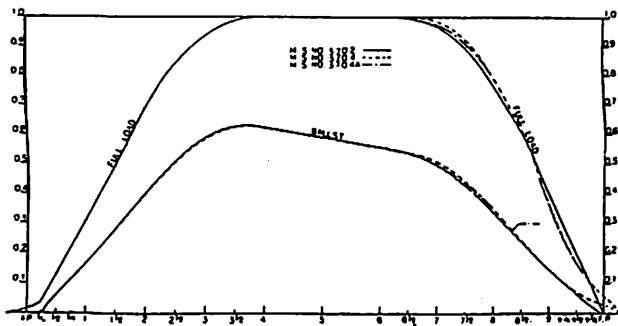


図6・20(a) 船体前半部形状シリーズの模型船の横断面積曲線図

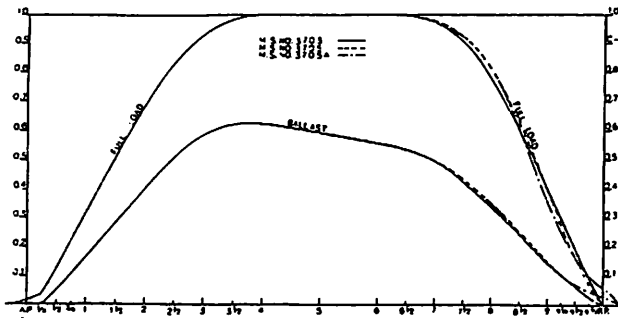


図6・20(b) 船体前半部形状シリーズの模型船の横断面積曲線図

表6・8 船尾形状シリーズの模型船の主要目

MODEL SHIP NO.	3704				3706			
	MODEL SHIP		ACTUAL SHIP		MODEL SHIP		ACTUAL SHIP	
L_{pp} (m)	6.0000	68.000	6.0000	68.000				
B (m)	1.0147	11.300	1.0147	11.300				
d_{DWL} (m)	0.3750	4.250	0.3750	4.250				
C_B	0.6828		0.6824					
C_D	0.7162		0.7158					
C_M	0.9533		0.9533					
L_{pp}/g	5.913		5.913					
B/d_{DWL}	2.706		2.706					
Ice (% L_{pp})	-1.1760		-1.1999					
∇ (m^3)*	1.55904	2.269.5	1.55815	2.268.2				

TEST CONDITION	FULL LOAD		BALLAST		FULL LOAD		BALLAST	
	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL	MODEL	ACTUAL
d (m)	0.3750	4.250	0.2268	2.570	0.3750	4.250	0.2268	2.570
TRIM (m)	0	0	0.1200	1.360	0	0	0.1200	1.360
∇ (m^3)*	1.55904	2.269.5	0.85747	1.248.2	1.55815	2.268.2	0.85699	1.247.5

REMARK : * Values of Naked Hull.

尾形状変化シリーズに対する試験が行われた。

それぞれのシリーズの模型船の主要目を表6・6、表6・7、表6・8に、船体前半部形状シリーズの模型船の横断面積曲線形状を図6・20に示す。M. S. 3701が在来船で、M. S. 3702は長さを伸ばして C_B を小にしたもの、M. S. 3703は長さと同幅を若干大きくして C_B を小にしたものであり、M. S. 3704および3705はそれぞれM. S. 3702および3703の船体前半部を変更したものである。また、M. S. 3701, 2, 3, 5はバルブなし船型である。

M.S.NO.	MARKS
3701	—
3702	—
3703	—

REMARK : BHP = DHP × 1.03

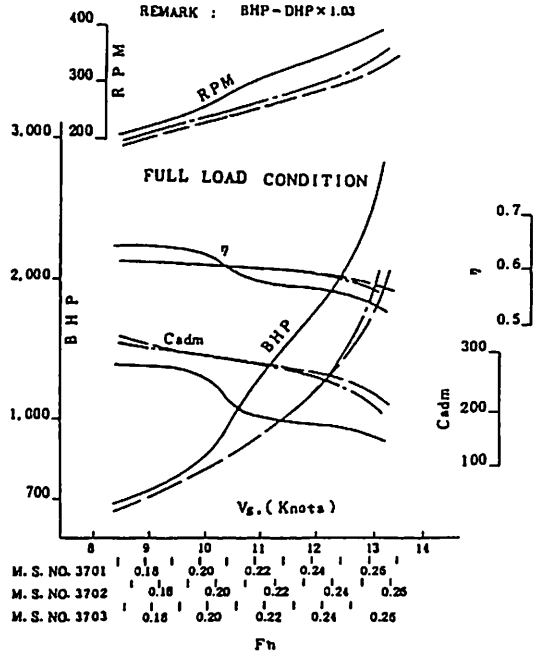


図6・21 主要目シリーズの船の馬力等曲線図

M.S.NO.	MARKS
3702	—
3704	—
3704A	—

REMARK : BHP = DHP × 1.03

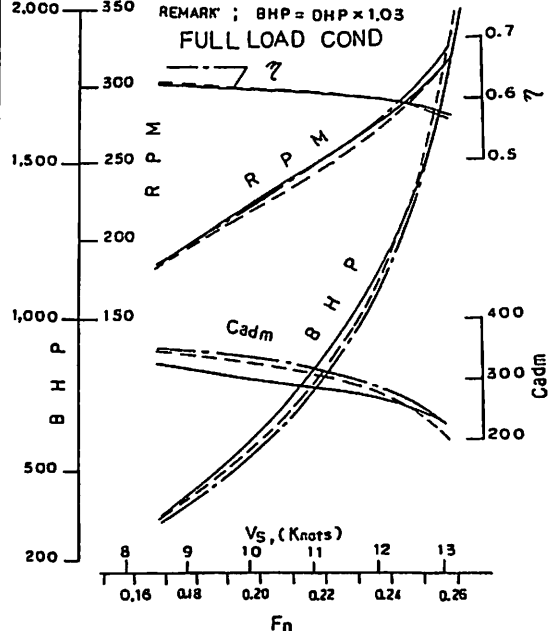


図6・22(a) 船体前半部形状シリーズの船の馬力等曲線図

表6・9 模型プロペラの主要目

PROPELLER NO.	2041A	1148A
DIAMETER (m)	0.2000	0.2138
BOSS RATIO	0.300	0.300
FITCH RATIO (0.7R)	0.710	0.626
EXP. AREA RATIO	0.477	0.444
MAX. BLADE WIDTH RATIO	0.311	0.287
BLADE THICKNESS RATIO	0.050	0.0497
NUMBER OF BLADES	4	4
ANGLE OF RAKE	10°-0'	10°-15'
BLADE SECTION	AU-TYPE	AU-TYPE

表6・10 各船の推進性能の比較表

Full Load Condition (Even Keel), $V_s=11$ knots($F_n=0.22$)								
M. S. NO.	3701	3702	3703	3704	3704A	3705	3705A	3706
EHP	717	496	501	465	452	495	465	487
$(\frac{EHP}{EHP_{3701}}) \times 100$	0	30.8	30.1	35.1	37.0	31.0	35.1	33.3
BHP	1255	842	853	787	761	845	790	775
$(\frac{BHP}{BHP_{3701}}) \times 100$	0	32.9	32.0	37.3	39.3	32.7	37.0	38.2
$\eta = \frac{EHP}{BHP}$	0.590	0.606	0.609	0.612	0.612	0.604	0.606	0.637

Ballast Condition (2% Lpp trim), $V_s=12$ knots($F_n=0.24$)								
M. S. NO.	3701	3702	3703	3704	3704A	3705	3705A	3706
EHP	748	502	520	450	430	506	442	448
$(\frac{EHP}{EHP_{3701}}) \times 100$	0	32.9	30.5	39.8	42.5	32.4	40.9	40.1
BHP	1215	819	850	700	680	815	700	698
$(\frac{BHP}{BHP_{3701}}) \times 100$	0	32.6	30.0	42.4	44.0	32.9	42.4	42.5
$\eta = \frac{EHP}{BHP}$	0.640	0.631	0.630	0.661	0.651	0.639	0.650	0.672

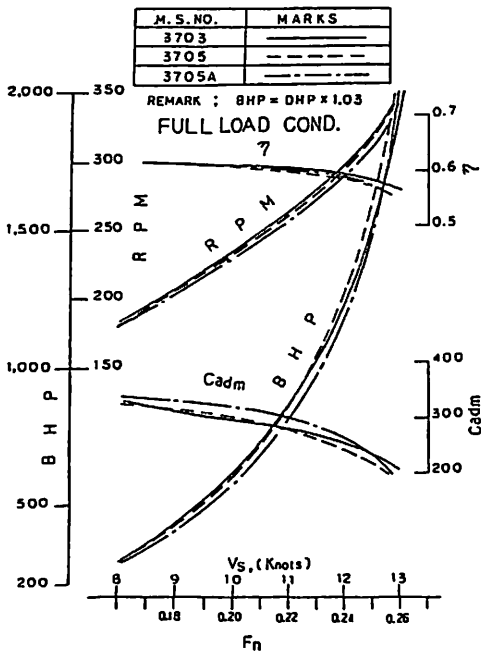


図6・22(b) 船体前半部形状シリーズの船の馬力等曲線

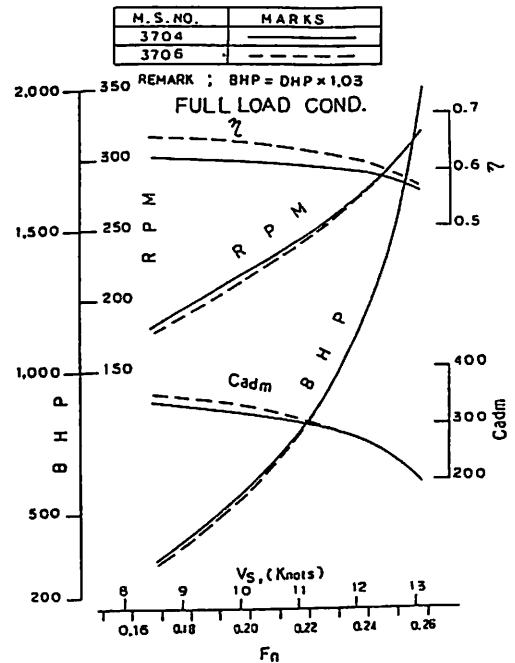


図6・23 船尾形状シリーズの船の馬力等曲線

なお、M. S. 3706はM. S. 3704の船尾形状を変更して船尾バルブをつけたものである。表6・9は試験に使用した模型プロペラで、M. P. 2041 Aが在来船用、M. P. 1148 Aが改良船用型である。

各シリーズの船の馬力等曲線（満載状態のみ）を図6・21、図6・22、図6・23に示すとともに、各船の定格速度付近の推進性能の比較表（満載およびバラスト状態）を表6・10に示した。

在来船は鋼材運搬船であり、積荷効率を上げるために船体中央平行部が長く、後部横断面積曲線の肩部が異状に張っていたので、この部分だけを削り落しても約12%

の馬力節減が得られることが分かった。

以上の研究の詳細は、K. Yokoo et. al, Hull Form Development for Energy Saving Type of Home-Waters Cargo Vessels, International Symposium on Ship Hydrodynamics and Energy Saving, Madrid, 1983に記述されている。

なか、船舶整備公団の非常な努力によって省エネルギー内航船が建造されるようになり、その追跡調査も船舶整備公団の手で行われた。その成果は、高経済内航船に関する調査研究（省エネルギー船の追跡調査）、昭和57年11月に示されている。

<その20>

第2章 商船の電気機装・電気機器

徳 永 勇*

3・1・3 全船電化論の台頭とその利害得失

前項において述べたように、モータシップの出現によって全船電化は勿論のこと、スチームシップといえども全船電化の論議が内外において台頭してきた。このことは、当時としては注目値する問題であった。次に、外国での論議を記述する。

アメリカのCutler Hammer Mfg.Co.のHilbardは大正11年(1922)ころ、次の2隻の比較論を発表した¹⁾。そのうちの1隻は、500馬力のディーゼル機関2基を有する貨物船(2,900GT)のBenowa号で、補機は電化されている。その他の1隻は、前記のBenowa号と同型船のレシプロ機関のCethana号で、ドンキーボイラを備えスチーム補機を装備している。これらの両船についての燃料消費量を比較した結果は表2・12のとおりである。

モータシップの燃料消費量が約30%の節約を示している。補機のみについてみれば、スチームの方が電気の場合の10倍以上の燃料を消費している。この船で4日間の荷役中(毎日8時間作業)では、スチームの方が電気の場合の5.3倍の燃料消費をしたという。また、彼は太平洋航路のある船において、6カ月間にスチーム補機を有する船のボイラ及びウィンチなどの修繕費が3,800ドルであったのに対して、電気の場合は92ドルで済んだ。修繕費についても節約されたとしている。

以上は利点のみをあげたが、短所について言えば、イニシャルコストの面で、当時は、スチーム補機に比べ、電気機械は1.5~2.0倍程度高価であった。また、消費電力も増すので発電機容量も増大してイニシャルコストが高価となり、更に、乗務員の電気に対する不馴れから電化の不安も当時は多少あったので電化にはためらったきらいがあった。

当時、三菱長崎造船所の故山高五郎の言によれば、価格の面では、貨客船では、全電化の価格は総船価の5~10%ぐらいであって、その全重量の面は船の排水量の0.1%ぐらいの増加にすぎないと言っている。

次に、ギヤードタービン船の電化について、大正10年

表2・12 燃料消費量の比較

種 目	船 名	Benowa	Cethana
登 簿 ト ン 数		1,788	1,800
主 機 関 500馬力 2基		ディーゼル	レシプロ
主機の燃料消費量(1日平均ガロン)		1,350	1,365
補機用ボイラの燃料消費量(同上)		—	557
補機用発電機の燃料消費量(同上)		42.5	—
燃 料 消 費 総 量(同上)		1,392.5	1,922
燃 料 節 約 量(同上)		529.5	—

備考: 1ガロン=4.546リットル(英)=3.785リットル(米)

表2・13・スチーム補機と電化補機との比較

種 目	電 化			記 事
	スチ-ム 過熱 75°F	過熱 75°F	過熱 200°F	
1 主 機 の 蒸 汽 消 費 量 (ポンド)	28,875	30,600	27,000	
2 補 機 同 上 (ポンド)	12,500			
3 タ-ビン 発 電 機 同 上 (ポンド)		2,640	2,400	
4 エキセクター 同 上 (ポンド)		4,000	1,000	
5 全 消 費 量	41,375	34,240	30,400	(1)+(2)+(3)+(4)
6 燃 料 油 消 費 量 (毎時ポンド)	3,065	2,536	2,340	
7 同 上 (毎日ポンド)	73,560	60,864	56,200	(6)×24h
8 同 上 (同 トン)	32.8	27.0	25.2	
9 同 上 (同 バレル)	23.0	189	176	
10 毎 日 節 約 量 (バレル)		41	54	
11 節 約 率 (%)		17.3	23.5	
12 一 年 間 の 節 約 量 (バレル)		8,528	11,232	208日間航海 (10)×208 1時1.5ドルとし て
13 節 約 さ れ た 燃 料 費 (ドル)		12,792	16,848	
14 一 年 中 毎 日 の 燃 料 消 費 量 (バレル)	40	20	20	
15 一 年 中 187日 間 在 港 す る も の と し て 燃 料 費 の 節 約 (ドル)		4,710	4,710	(14)×157×1.5
16 総 節 約 額 (ドル)		17,502	21,558	(13)+(15)

備考: (1)1バレル=42ガロン(石油の場合) (2)1ポンド=0.453kg
 =42×3.785リットル(米)
 =42×4.546リットル(英)

(1921)の秋、アメリカの造船協会でG.E.社のE.D. Dickinsonが発表した論文¹⁾によれば次のとおりである。これによれば、7,800DWTで2,500馬力のギヤードタービン船を例にとり、ある想定航路について、スチ-

* 日本舶用調査研究委員会 電気専門委員会委員長

ム補機と電化した補機との比較を燃料やその他の費用の違いを詳細に数字で示したものである。

その要点の摘録は表 2・13 による。

以上の結果から、電化した場合には燃料において、23%強、年額21,000 余ドルの節約となる。また、これに付帯して故障の減少、荷役その他の作業能率の増進などいろいろの点を考え合わせれば、年に55,000 ドルの節約が期待できるとしている。

また、同社の Giroux は同様な船で、一年 220 日間を航海するものとして、9,000 ドル以上の燃料節約ができ、また、荷役のときはスチームなれば50~100 バレルの燃料を要するが、これを電化すればその1/2~1/3 で十分であるとしている。

以上記述したとおり、観る人々によって多少の見解の差違はあるが、少なくみて10%以上の燃料の節約は可能であり補機の電化は有利とみられる。このように考えれば将来の船舶は、電化船となることは時日の問題であった。

さて、我が国の船舶におけるこれらの電化製品は外国製のものが殆んどであった。それゆえに自国船の機装品は自国製のものをを使用することを原則とすれば、我が国の電気製品も船用として役立つ製品を開発する必要に迫られてくることは、将来必然的であることに注目しなければならない。

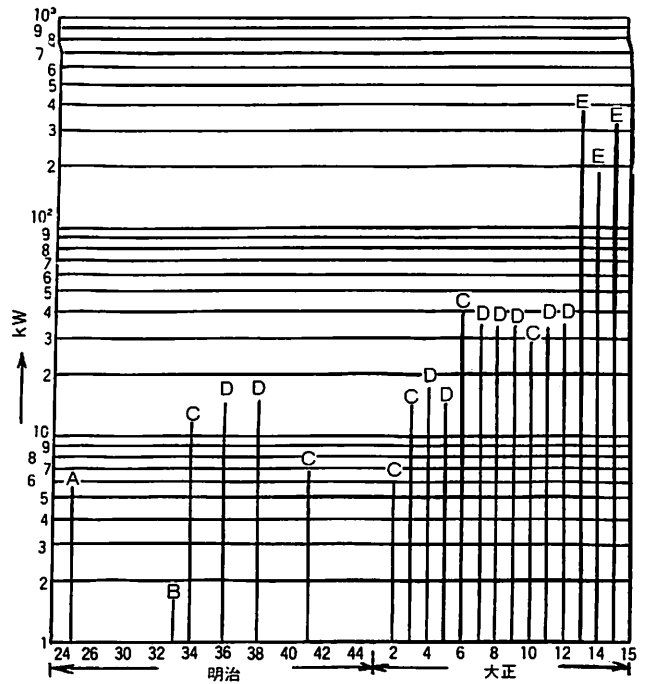
一方、我が国の重電気業社の台頭・発展については、次に述べてあるとおり、時間の問題となっておりしかも、この時期を契機として、船用電気機器に対する技術的發展に各社とも着手することになる。

3・2 電気機器の変遷

3・2・1 発電機容量の推移

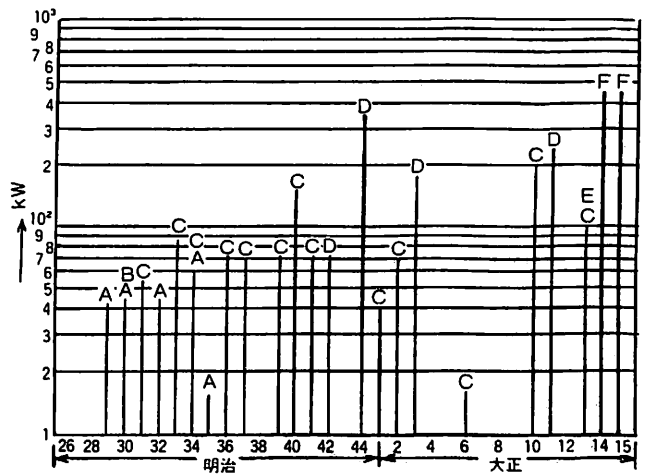
発電機容量の増大は文明・文化の発達のパロメータと言われる程、その時代の文化の程度を判断することができる。船舶における発電機容量の推移を見ることは、船内の電化の程度を如実に表し、かつ、当時の社会文化を眼のあたり見るような感がある。よって、明治・大正年間において、年間に建造中のうち最大発電機容量を有する船の発電機総容量（ただし、補助及び非常発電機は含まない）を縦軸に、年代を横軸にとり、これを貨物船と客船とにそれぞれ分けて作図したものが、図 2・10 及び図 2・11 である。

これらの図で分かるように、貨物船は客船に比べて、発電機容量は少ないし、また、明治時代から大正時代へと発電機容量は増大している。かつ、ディーゼル船が出



注) A: 62V, B: 60V, C: 100V, D: 110V, E: 220V, 記号はそれぞれ直流電圧を示す。

図 2・10 貨物船発電機総容量 (1 隻分) (補助, 非常発電機の方は含まない。建造年中最大のものを選ぶ)



注) A: 65V, B: 80V, C: 100V, D: 110V, E: 220V, F: 225V, 記号はそれぞれ直流電圧を示す。

図 2・11 客船発電機総容量 (1 隻分) (補助, 非常発電機の方は含まない。建造年中最大のものを選ぶ)

現する大正末期において、その増大は著しいことが分かる。

× × ×

造船工学覚え書

<27>

広島大学名誉教授(造船学)
工学博士 川上 益 男

14. 長倉口船の立体強度の最適設計

$L \times B \times D \times d = 125\text{m} \times 18\text{m} \times 9.7\text{m} \times 7.62\text{m}$ D.W = 8,961kt

14・1 概説

既に立体構造としての長倉口船の倉口の開閉機構と、その船の強度部材の剛性変化による倉口の開閉量の変化について検討した。そして、この種の船につき初期設計の段階で倉口の開閉量を予測し、部材剛性を適当に変化させて許容開閉量を越えない方法などを示した。しかしながら、その検討の対象とした小型船は長さ40~90mの一層甲板船であったが、中型船でも長倉口がみられ、図14・1に示す長さ125mの重量物運搬船の例では二層甲板で今まで取り扱った船と構造が異なっている。

この船の例では既に示した解析法では不十分なので、最初に二層甲板船の立体強度の解析法を示す。

次に長倉口船の立体構造としての強度における最適設計について考察する。最適設計は最小重量設計ではない。そして最適設計においては基準とすべき量が異なれば、その解析手法も当然異なってくるが、ここでは工作、組立などは除外して、長倉口船の立体強度の解析結果より各部材応力を基準として最適部材寸法について考察したものである。

ただし、前報で示したごとく、この種の船では縦曲げ応力はそれ程大きくないので、最適設計においてこの応力は無視してある。

14・2 二層甲板船の立体強度解析

図14・1に示した重量物運搬船を立体強度解析の対象として選んだが、この船のNo.2船倉は一層甲板で船側縦通桁を有し、No.3船倉は二層甲板を有するので、立体強度

14・1) 川上, 信川: 長倉口船の立体強度における最適部材寸法について, 西船報, 35 (1968)

14・2) 川上: 長倉口船の倉口の開閉変形について, 船誌, 474 (1968)

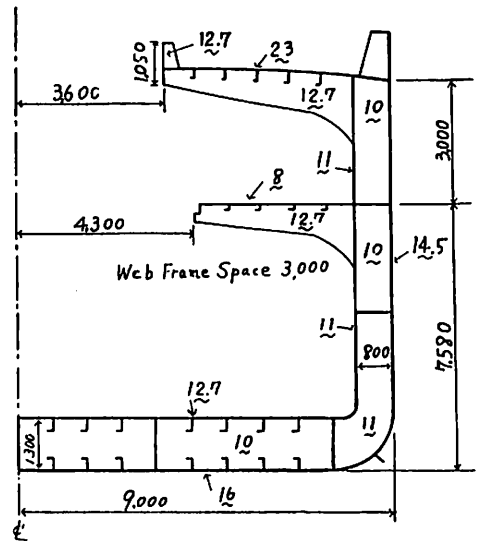
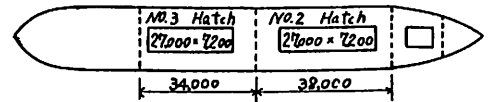
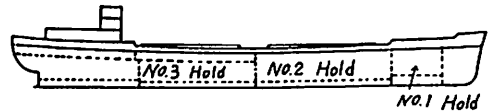


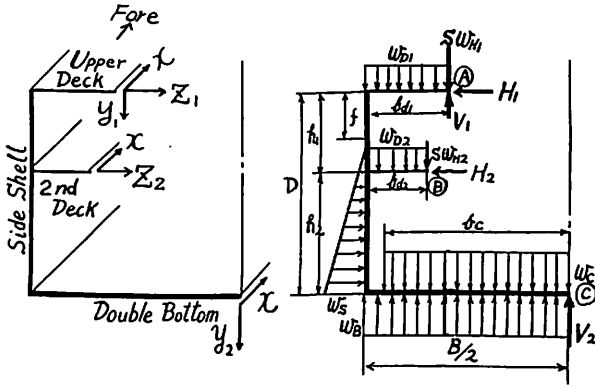
図14・1 重量物運搬船の構造

解析法は既に示した方法をこの構造に適用できると改良し、船側縦通桁をもつ一層甲板船倉にも適用される。

強度解析においては次のような取扱いをする。

(1) 一船倉間の船体を1特設肋骨心距間の横強度部材(甲板特設梁, 特設肋骨, 船底肋板)の骨組および縦強度部材(倉口側部甲板, 倉口縁材, 船側縦桁, 船底側桁および中心線縦桁)からなる立体格子構造とみなす。

(2) 一層甲板船倉における船側縦桁は二層甲板船倉の第二甲板の倉口側部甲板に相当するものとすれば、二層甲板船の強度解析が一層甲板船に適用できる。



(a) 座標軸 (b) 1 特設肋骨心距の横強度部材に作用する荷重および縦強度部材からの反力
 図14・2 座標軸および 1 特設肋骨心距間の骨組に作用する荷重、縦強度部材からの反力

- (3) 第二甲板の倉口縁材は他の部材に比し剛性がかなり小さいのでその垂直方向の拘束は無視する。
- (4) 倉口側部甲板の水平曲げに対する端部の固着度は 0.8 とする。
- (5) 倉口縁材の両端は単純支持とする。
- (6) 船側縦桁、船底の側桁、中心縦桁は何れも横隔壁位置で固定とする。
- (7) 船底の側桁および中心縦桁はたわみに関して船底側桁を含む中心縦桁におきかえ、また船側縦桁が 2 本ある場合も同様に等価な 1 本の縦桁におきかえる。この等価縦桁に置き換えることによる立体構造強度に与える誤差を調べてみたところ非常に小さいことが判明した。なおこの置き換えはこの問題の解析解を求めんがためである。

二層甲板船体の一船倉構造につき図14・2に示すごとく船倉中央に座標原点をとり、船の長さ方向にx軸、上甲板および第二甲板の倉口側部甲板の水平変位をそれぞれ z_1, z_2 、上甲板倉口縁材および船底等価中心縦桁の垂直変位をそれぞれ y_1, y_2 とする。

今、次のごとき記号を用いる。

B, D : 船の幅、深さ ; f : 乾舷 ; h_1, h_2 : 上甲板から第二甲板までの距離、第二甲板から船底までの距離 ; ℓ, ℓ_1 : 船倉、倉口の長さ ; S : 特設肋骨心距 ; b_{d1}, b_{d2} : 上甲板および第二甲板の倉口側部甲板の幅 ; b_c : 船底貨物の分布長さの半分 ; W_{H1}, W_{H2} : 上甲板、第二甲板上の倉口縁材の分布荷重 ; W_{D1}, W_{D2} : 1 特設肋骨心距間の上甲板、第二甲板上の分布荷重 ; W_c : 1 特設肋骨心距間の船底貨物の分布荷重 ; W_s, W_B : 1 特設肋骨心距間の船側下端および船底の水圧分布 ; H_1, H_2 : 上甲板、第二甲板の倉口側

部甲板より 1 特設肋骨心距間の横強度部材の受ける水平反力 ; V_1, V_2 : 上甲板の倉口縁材、船底の等価中心線縦桁より 1 特設肋骨心距間の横強度部材が受ける垂直反力 ; I_i, A_i : 1 特設肋骨心距間の横強度部材の断面 2 次モーメントおよび断面積、ただし $i = D1$ (上甲板特設梁), $D2$ (第二甲板特設梁), $S1$ (上甲板下の特設肋骨), $S2$ (第二甲板下の特設肋骨), B (二重底底板) ; \bar{I}_i : 縦強度部材の断面 2 次モーメント、ここで $i = H1$ (上甲板の倉口側部甲板), $H2$ (第二甲板の倉口側部甲板), V (上甲板の倉口縁材), G (船底等価中心線縦桁), S (船側外板) ; \bar{A}_s : 船側外板の断面積 ; M_{H1}, M_{H2} : 上甲板、第二甲板の倉口側部甲板の水平曲げモーメント ; M_v : 上甲板の倉口縁材の垂直曲げモーメント ; E, G : ヤング率, せん断弾性係数。

図14・2に 1 特設肋骨心距間の横強度部材に作用する荷重および縦強度部材からの反力などを示してある。上甲板および第二甲板の倉口側部甲板の水平たわみ z_1, z_2 はそれぞれ次のように求められる。

$$z_1 = dz_1 - \mu_{H1} H_1 - \mu_{H2} H_2 - \mu_{V1} V_1 - \mu_{V2} V_2 \quad (14 \cdot 1)$$

$$z_2 = dz_2 - \nu_{H1} H_1 - \nu_{H2} H_2 - \nu_{V1} V_1 - \nu_{V2} V_2 \quad (14 \cdot 2)$$

ただし、

dz_1, dz_2 : 縦強度部材からの反力が作用しないときのⒶおよびⒷ点の水平たわみ

μ_i : 単位反力 i によるⒶ点の水平たわみ ($i = H1, H2, V1, V2$)

ν_i : 単位反力 i によるⒷ点の水平たわみ ($i = H1, H2, V1, V2$)

また上甲板倉口縁材および等価中心線縦桁の垂直たわみ y_1, y_2 は次のようになる。

$$y_1 = dy_1 - n_{H1} H_1 - n_{H2} H_2 - n_{V1} V_1 - n_{V2} V_2 \quad (14 \cdot 3)$$

$$y_2 = dy_2 - m_{H1} H_1 - m_{H2} H_2 - m_{V1} V_1 - m_{V2} V_2 \quad (14 \cdot 4)$$

ただし、

dy_1, dy_2 : 縦強度部材からの反力が作用しないときのⒶおよびⒸ点の垂直たわみ

n_i : 単位反力 i によるⒶ点の垂直たわみ ($i = H1, H2, V1, V2$)

m_i : 単位反力 i によるⒸ点の垂直たわみ ($i = H1, H2, V1, V2$)

さらに船側外板は横隔壁間で曲げとせん断のたわみを生じる。両端を固定とすればそのたわみ y_v は次式のようになる。

$$y_v = a_{s1} x^4 + a_{s2} x^2 + a_{s3} \quad (14 \cdot 5)$$

ただし、 $a_{s1} = q/24E\bar{I}_s$, $a_{s2} = -q(\ell^2/48E\bar{I}_s + 1/2G\bar{A}_s)$
 $a_{s3} = (q\ell^3/8)(\ell^2/48E\bar{I}_s + 1/G\bar{A}_s)$, q : 外板の荷重

船側外板の付加垂直たわみを考えれば y_1, y_2 は(14・3), (14・4)に(14・5)を加えて次のようになる。

$$y_1 = d_{y1} + a_{s3} - n_{H1}H_1 - n_{H2}H_2 - n_{V1}V_1 - n_{V2}V_2 + a_{s2}x^2 + a_{s1}x^4 \quad (14\cdot6)$$

$$y_2 = d_{y2} + a_{s3} - m_{H1}H_1 - m_{H2}H_2 - m_{V1}V_1 + m_{V2}V_2 + a_{s2}x^2 + a_{s1}x^4 \quad (14\cdot7)$$

而して、縦強度部材の平衡方程式より各反力は、

$$\left. \begin{aligned} H_1 &= SE\bar{I}_{H1}z_1^{(4)}, & V_1 &= SE\bar{I}_{V1}y_1^{(4)} \\ H_2 &= SE\bar{I}_{H2}z_2^{(4)}, & V_2 &= SE\bar{I}_{G2}y_2^{(4)} \end{aligned} \right\} \quad (14\cdot8)$$

ただし $z_1^{(4)} = d^4z_1/dx^4, \dots$

で表わされる。

今、(14・8)を(14・1), (14・2), (14・6), (14・7)へ代入すれば次式が得られる。

$$\left. \begin{aligned} a_1z_1^{(4)} + a_2y_1^{(4)} + a_3z_2^{(4)} + a_4y_2^{(4)} &= dz_1 \\ b_1z_1^{(4)} + b_2y_1^{(4)} + b_3z_2^{(4)} + b_4y_2^{(4)} &= d_1 + a_{s2}x^2 + a_{s1}x^2 \\ c_1z_1^{(4)} + c_2y_1^{(4)} + c_3z_2^{(4)} + c_4y_2^{(4)} &= d_2 \\ g_1z_1^{(4)} + g_2y_1^{(4)} + g_3z_2^{(4)} + g_4y_2^{(4)} &= d_2 + a_{s2}x^2 + a_{s1}x^4 \end{aligned} \right\} \quad (14\cdot9)$$

ただし、

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \mu_{H1}SE\bar{I}_{H1}, & a_2 &= \mu_{V1}SE\bar{I}_{V1}, & a_3 &= \mu_{H2}SE\bar{I}_{H2} \\ a_4 &= \mu_{V2}SE\bar{I}_{G2}, & b_1 &= n_{H1}SE\bar{I}_{H1}, & b_2 &= n_{V1}SE\bar{I}_{V1} \\ b_3 &= n_{H2}SE\bar{I}_{H2}, & b_4 &= n_{V2}SE\bar{I}_{G2}, & c_1 &= \nu_{H1}SE\bar{I}_{H1} \\ c_2 &= \nu_{V1}SE\bar{I}_{V1}, & c_3 &= \nu_{H2}SE\bar{I}_{H2}, & c_4 &= \nu_{V2}SE\bar{I}_{G2} \\ g_1 &= m_{H1}SE\bar{I}_{H1}, & g_2 &= m_{V1}SE\bar{I}_{V1}, & g_3 &= m_{H2}SE\bar{I}_{H2} \\ g_4 &= m_{V2}SE\bar{I}_{G2}, & d_1 &= d_{y1} + a_{s3}, & d_2 &= d_{y2} + a_{s3} \end{aligned} \right\} \quad (14\cdot10)$$

(14・9)の連立微分方程式の解が各縦強度部材の水平および垂直たわみを与える。そして、そのたわみを代入することにより縦強度部材の反力は(14・8)で与えられ、さらに各強度部材に生ずる曲げモーメントは次式で求まる。

$$\left. \begin{aligned} M_{H1} &= -E\bar{I}_{H1}z_1^{(2)}, & M_{H2} &= -E\bar{I}_{H2}z_2^{(2)} \\ M_{V1} &= -E\bar{I}_{V1}y_1^{(2)}, & M_{G2} &= -E\bar{I}_{G2}y_2^{(2)} \end{aligned} \right\} \quad (14\cdot11)$$

(14・9)の連立微分方程式の一般解は対称条件 ($x=0$ で $z_1^{(1)}=0, z_2^{(1)}=0, y_1^{(1)}=0, y_2^{(1)}=0, z_1^{(3)}=0, z_2^{(3)}=0, y_1^{(3)}=0, y_2^{(3)}=0$) を考慮すれば次式のように求まる。

$$\left. \begin{aligned} z_1 &= \sum_{i=1}^4 \Phi_i + d_{z1} - 24a_{s1}(a_2 + a_4) \\ y_1 &= \sum_{i=1}^4 k_{y1}(\alpha_i)\Phi_i + d_1 - 24a_{s1}(b_2 + b_4) + a_{s2}x^2 + a_{s1}x^4 \\ z_2 &= \sum_{i=1}^4 k_{z2}(\alpha_i)\Phi_i + d_{z2} - 24a_{s1}(c_2 + c_4) \\ y_2 &= \sum_{i=1}^4 k_{y2}(\alpha_i)\Phi_i + d_2 - 24a_{s1}(g_2 + g_4) + a_{s2}x^2 + a_{s1}x^4 \end{aligned} \right\} \quad (14\cdot12)$$

ただし、

$$\left. \begin{aligned} \Phi_1 &= A_1 \cosh \alpha_1 x \cos \alpha_1 x + A_2 \sinh \alpha_1 x \sin \alpha_1 x \\ \Phi_2 &= A_3 \cosh \alpha_2 x \cos \alpha_2 x + A_4 \sinh \alpha_2 x \sin \alpha_2 x \\ \Phi_3 &= A_5 \cosh \alpha_3 x \cos \alpha_3 x + A_6 \sinh \alpha_3 x \sin \alpha_3 x \\ \Phi_4 &= A_7 \cosh \alpha_4 x \cos \alpha_4 x + A_8 \sinh \alpha_4 x \sin \alpha_4 x \\ k_{y1}(\alpha_i) &= \left[16\alpha_i^8 \{ a_4(c_1b_3 - b_1c_3) + a_1(c_3b_4 - b_3c_4) \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + a_3(c_4b_1 - c_1b_4) \right\} + 4\alpha_i^4 (c_4b_1 - a_1b_4 \right. \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} &+ c_2b_4 - b_2c_4) + b_4 \right] / \Delta(\alpha_i) \\ k_{y2}(\alpha_i) &= \left[64\alpha_i^{12} \{ a_1(c_2b_3 - b_2c_3) + a_2(b_1c_3 - b_3c_1) \right. \\ &\quad \left. + a_3(b_2c_1 - b_1c_2) \right\} + 16\alpha_i^8 (a_1c_3 - a_3c_1 + a_1b_2 \\ &\quad - b_1a_2 + b_2c_3 - c_2b_3) - 4\alpha_i^4 (a_1 + b_2 + c_3) \\ &\quad \left. + 1 \right] / 4\alpha_i^4 \Delta(\alpha_i) \\ k_{z2}(\alpha_i) &= \left[16\alpha_i^8 \{ a_1(b_2c_4 - c_2b_4) + a_2(b_4c_1 - b_1c_4) \right. \\ &\quad \left. + a_4(b_1c_2 - c_1b_2) \right\} + 4\alpha_i^4 (c_1a_4 - c_4a_1 + c_2b_4 \\ &\quad - b_2c_4) + c_4 \right] / \Delta(\alpha_i) \\ \Delta(\alpha_i) &= 16\alpha_i^8 \{ a_2(b_3c_4 - b_4c_3) + a_3(b_4c_2 - b_2c_4) \\ &\quad + a_4(b_2c_3 - b_3c_2) \} + 4\alpha_i^4 (a_2b_4 - a_4b_2 \\ &\quad + a_3c_4 - a_4c_3) + a_4 \\ \alpha_i &= (\alpha_i)^{1/4} / \sqrt{2} \quad (i=1, 2, 3, 4) \\ A_1, A_2, \dots, A_8 &: \text{積分定数} \end{aligned} \right\} \quad (14\cdot13)$$

以上において、 $y_1, z_1, y_2, z_2 = \ell^{kx}$ とおき(14・9)に代入し、 $k^4 = \alpha$ とおき、

$$\begin{vmatrix} a_1\alpha+1 & a_2\alpha & a_3\alpha & a_4\alpha \\ b_1\alpha & b_2\alpha+1 & b_3\alpha & b_4\alpha \\ c_1\alpha & c_2\alpha & c_3\alpha+1 & c_4\alpha \\ g_1\alpha & g_2\alpha & g_3\alpha & g_4\alpha+1 \end{vmatrix} = 0 \quad (14\cdot14)$$

なる行列式の根に負符号を付したものが $\alpha_1, \dots, \alpha_4$ であって、 $\alpha_1, \dots, \alpha_4 > 0$ である。実船でもこのようになる。

(14・13)の Φ_i 中の 8 個の積分定数は次の 8 個の境界条件より求められる。

(a) 上甲板の倉口側部甲板の両端が支持の場合

$$\left. \begin{aligned} x &= \ell_1/2; z_1=0, z_2=0, y_1=y_v |_{\ell_1/2}, z_1^{(2)}=0 \\ z_2^{(2)}=0, y_1^{(2)}=0, x &= \ell/2; y_2=0, y_2^{(2)}=0 \end{aligned} \right\} \quad (14\cdot15)$$

(b) 上甲板の倉口側部甲板の両端が固定の場合

$$\left. \begin{aligned} x &= \ell_1/2; z_1=0, z_2=0, y_1=y_v |_{\ell_1/2}, z_1^{(1)}=0 \\ z_2^{(1)}=0, y_2^{(1)}=0, x &= \ell/2; y_2=0, y_2^{(1)}=0 \end{aligned} \right\} \quad (14\cdot16)$$

今倉口側部甲板の水平たわみに関しこのように両端支持と考えたときのそれを z_s 、両端固定と考えたときのそれを z_f と表わせれば、実船の倉口端の境界条件は弾性固定であるが、その固着度を β (0.8 とする) とすれば、その境界条件のときのたわみ z は、

$$z = (1 - \beta)z_s + \beta z_f \quad (14\cdot17)$$

で表わされる。曲げモーメントに関しても同じように表記できる。

以上のようにして長倉口を有する二層甲板船倉の立体構造としての強度解が求まる。

船底肋板、同中心縦桁、同側桁など船底部材の曲げモーメント分布は、前記のごとく船底につき等価中心縦桁を考えた立体強度計算より求めた船の長さ方向に分布する二重底船側部の曲げモーメントを二重底部材の格子構造に作用させて計算される。この近似的取扱いによる誤差は非常に小さいことが確認されている。

●連 載●

冷 凍 運 搬 船 < 33 >

—Reefer—

角 張 昭 介・椎 原 裕 美

第 4 章 冷却システムの構成要素（補遺）

4・11 ディフロスト装置

冷凍装置の性能を低下させるものに、蒸発（冷却）管への着霜がある。霜（フロスト）は空気中の水蒸気が低温に曝されている冷却管外表面等に接触して氷結してでき、水蒸気を含んだ外気の流入のある冷蔵倉内ではこれを防止することは不可能に近い。特に冷蔵物運搬時には冷蔵倉内に積み込まれた果物類等の呼吸のために定期的に導入される新鮮外気によって、水蒸気はふんだんに冷蔵倉内に供給される。従って、倉内のエアクーラー室にあるエアクーラーの冷却管に着いた霜はしだいに成長して、冷却効果率を低下させていく。図4・54に示すように、着霜・成長した霜の密度の増加と熱伝達率の関係を示す。

この霜を除去する装置がディフロスト（霜取り）装置である。ただし、新鮮外気の導入の必要のない漁獲物等の凍結品の場合、水蒸気が倉内に供給されることは、まずありえないので、冷却管に着いた霜は成長することはない。それ故に漁獲物運搬を主目的とした船に装備されるグリッドコイル形の冷却器には、ディフロスト装置を特別に取り付けることはほとんどない。

エアクーラー方式の場合、凍結品を積むことはあっても、冷蔵品及びチルド食品等の運送にも供されるため、必ずディフロスト装置が取り付けられる。

図4・55に、温海水散布式のディフロスト装置を示す。エアクーラー内冷却管は、冷風吹出口側から冷媒また

はブラインが入り、空気取入れ口の方から出る方式のため、冷風吹出口側ではかなりの低温となり、着霜の度合いも冷風吹出口側の冷却管では、かなりの厚さになる。平均しても1～1.5mm程度の霜の厚さと推定される²⁾。

従って、この霜の層のため、冷却管を通しての冷媒またはブラインと空気との間の熱交換率、つまり、熱貫流率は悪化する。さらに、エアクーラー内冷却管の間を通過する空気の流れも阻外されて、圧力損失（この場合の圧力損失は、空気の温度を高める結果となる。）が生じ、送風機の動力増に伴う消費電力の増加並びに、倉内熱負荷の増加となって現われる。

これらは、いずれも冷凍能力の低下につながるわけで、定期的にディフロストする必要がある所似である。

さて、このディフロスト装置には表4・12に示すように数種の方式があるが、現在、主に用いられているのは、温海水散布方式とホットガス方式であり、間接冷却（ブライン）方式の場合にあってはホットブライン方式が装備される。電気ヒーター方式も、わずかに採用される程度である。ホットガス方式およびホットブライン方式の採用があっても、温海水散布方式との併用が多い。

以下に、各方式について示す。

(1) オフサイクル・ディフロスト

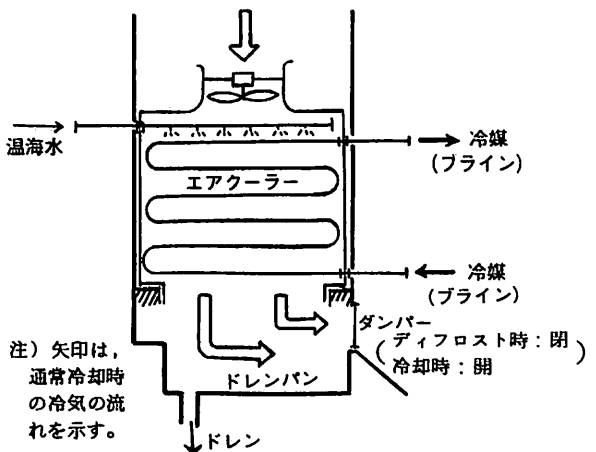
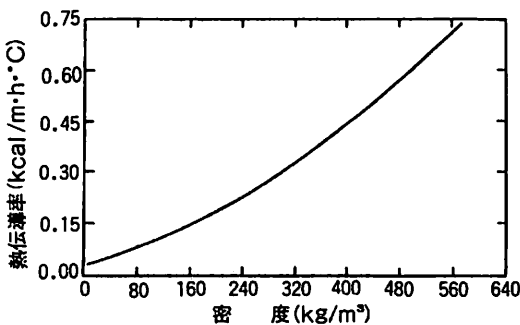


図4・55 温海水散布ディフロスト装置

図4・54 着霜密度と熱伝達率の関係²⁰⁾

冷凍装置の運転を一定期間、停止して霜の融解を待つ方式である。デフロスト時間がかかりすぎる上に、特に冷蔵貨物では倉内昇温による Cargo Damage の恐れもあり、細心の注意が必要であるこの方式は採用されることは少なく、また採用されても他方式との併用となることが多い。

(2) 電気ヒーター・デフロスト

冷却管に近接して、電気ヒーターを取り付け、ヒーターの熱によりデフロストする。この方式では、低温状態の冷蔵倉内に電気部品を取り付けることに加えて、デフロスト時に発生する多量の水蒸気が直接、電気部品にかかることになるので、通電部分の絶縁性能の低下に対する配慮を十分払う必要がある。

(3) 温海水散布デフロスト

従来からのデフロスト方式であり、現在でも多く用いられている。図 4・55 に示すように、エアクーラー内上方から温海水を散布して、冷却管に付着した霜を強制的に融解し落とす。

この方式では、デフロスト時に多量のドレンと水蒸気が発生するので、冷蔵倉内に流入して Cargo Damage を起こさないように、通風口にダンパーを取り付けたり、ドレンパンの縁を高くしたりの対策が必要となる。

この方式を自動化することは今だ少なく、デフロスト前後に作業者が冷蔵倉内に入り、弁操作等を行なう場合が多い。

(4) ホットガス・デフロスト

(Hot gas defrost)

圧縮機で高温高圧になった冷媒ガスの潜熱を利用してデフロストを行なう方式である。このシステムでは、

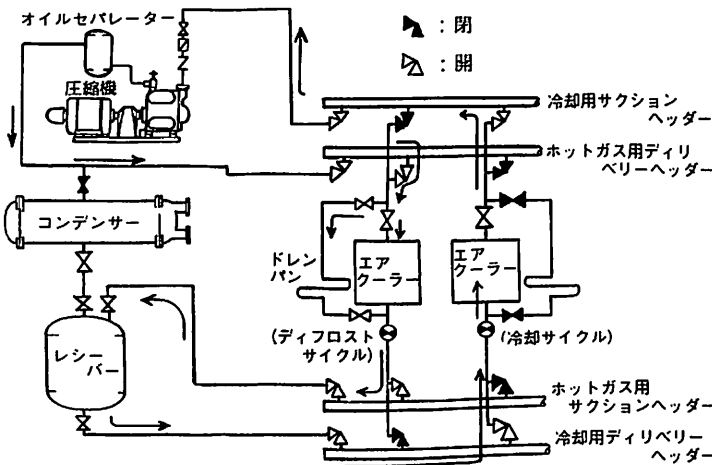


図 4・56 ホットガス・デフロスト・サイクルの概略図

表 4・12 各種のデフロスト方式²⁰⁾

方式	熱源	方法	時間	特徴
1 オフサイクル	空気ファン動力	冷凍機を停止し、送風機で室内空気を循環、冷却器の温度上昇によりデフロスト	15 60分	庫内温度2°C以上特別な設備不要で簡単、庫内温度上昇
2 電気ヒーター	電気	クーラー・コイルに隣接して取付けた電気ヒーターによりデフロスト	30 60分	設備は簡単、ヒーター絶縁低下に注意、室温上昇大、小形庫には多い(船舶では殆ど採用されない)
3 温海水又はブライン散水	水ブライン	クーラー・コイルの上部より散水デフロスト	30 90分	水(ブライン)散水設備が必要。室内に飛散しない冷却器の構造(床置型が多い)
4 ホットガス	冷凍機動力(冷媒吐出ガス)	冷媒の高圧ガスによりクーラー内部より加熱してデフロスト	15 30分	デフロストが早い、冷媒配管やや複雑、比較的モヤは少ない。一定以上の高圧が必要
5 ホットブライン	蒸気	ブラインヒーターによって暖められたブラインをクーラー内部に流して加熱デフロスト	15 60分	ブラインシステムの場合に利用が可能

図 4・56 に示すように、圧縮機からの高温高圧ガスをエアクーラーに導くが、デフロストにより、凝縮・液化した高圧冷媒液を低圧・ガス化して圧縮機に戻すために、種々の方式が考案されていて、サーモバンク方式、外部蓄熱槽(陸上において)方式、ベイホット方式等がある²²⁾。

船では、複数台の冷凍機と多数のエアクーラーが設置されるので、一区画のデフロストで作られた凝縮液を他の区画のエアクーラーの冷却サイクルに用いる。通常同時にデフロストが可能なエアクーラーの台数は、R717で圧縮機能力の1/3、R22で1/4程度である。ホットガス・デフロスト・サイクルを行なうには、一方では冷却サイクルも行なうので、弁操作が複雑になることは否めない。これを緩和するために、ホットガス・デフロスト・サイクル用の Liquid Tank(レシーバー)

を設けることも行なわれる。

図4・56では、ホットガス・ディフロスト・サイクルが判かりやすいように、各機器1台ずつとした場合を示している。圧縮機を出た高温高圧冷媒ガスは、凝縮器の代わりにエアクーラーに送られる。ここで、エアクーラーおよびその下のドレンパンの除霜を行なって、高圧液冷媒となる。その液冷媒はレシーバーに送られ、他の区画のエアクーラーの冷却システムに用いられて圧縮機に戻り、サイクルを終る。つまり、ディフロスト・サイクル中、当該エアクーラーが凝縮器の役目をしていることになる。他に液ポンプ方式の場合の例を図4・57に示す。ホットガス・ディフロスト方式においては、ディフロスト・サイクルからの冷媒と冷却サイクルの冷媒が、図4・56の例ではレシーバーで合流する。この場合、両方に圧力差が生じないようにするためやディフロスト・サイクルの冷媒がスムーズに冷却サイクルに流れ込むようにするため、減圧弁、差圧調整弁、バイパスライン等の設置など種々の方式が用いられている。

本方式を採用する場合、蒸発器の項で述べたように、エアクーラー内冷却管内を高圧冷媒が流れることになるので、冷却管も含めて、ほぼ全冷媒配管を高圧側設計圧力に従って設計する必要がある。図4・56でも低圧側となるのは、冷却用サククションヘッダー（Suction header）から圧縮機までの戻り管のみである。

本方式の利点は、システムは少々複雑となるが、自動化が可能となることであり、最近の自動化・省力化の波に乗って採用されることが多くなった。

制御方式には、タイマー方式とリレー方式がある。タイマー方式は、一定時間毎にディフロストを行う方法で、当然ロスも多く、季節によっても時間の調整が必要となる。リレー方式は、送風機の電流値を検出して制御する方式で、クーラーフィンに着霜すると通過空気の抵抗が増し、送風機の電流値が増加することを利用し、一定の増加値になったらディフロストを開始する。ディフロストの終了は、クーラー出口温度または蒸発管温度を検知することによって行なうのが普通である²³⁾。

(5) ホットライン・ディフロスト

(Hot brine defrost)

間接（ブライン）冷却方式の場合に採用される方式である。ホットガス方式と同様にホットブラインによって冷却管内側から、管を暖めて除霜を行なう。ブラインを暖める装置としては、図4・15に示すようにブラインヒーターがブライン管系の途中に設けられる。ブラインヒーターの加熱源としては、通常、水蒸気が用いられる。ディフロスト時は、ブラインクーラーをバイパスさせ

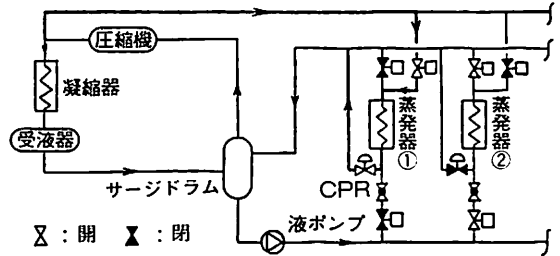


図4・57 液ポンプ方式でのホットガス・ディフロスト・サイクル²¹⁾

て、このブラインヒーターを通して、ホットになったブラインを循環させてディフロスト・サイクルを作る。従って、図4・15の例に示されるように、ブライン配管の途中に通常1台のブラインヒーターを設けることになるので、1区画ずつ、または、特定区画のディフロストを行なうことはできない場合が多く、ほぼ全ホールド、同時のディフロストとなる。各区画別々にディフロストできるようにするには、ブラインクーラーから出口管寄せおよび、吸入管寄せからブラインクーラーまでの配管も二重にしておく必要が生じる。

参考文献

- 20) 弘田正文：ディフロスト熱交付 冷蔵・冷凍ユニット 「冷凍空調技術」 Vol. 33, No. 389
- 21) 藤野泰男：ホットガスディフロストの概要 「冷凍」 Vol. 55, No. 632, P. 483
- 22) 大島 武, 早川好雄他：ホットガスディフロストの実例 「冷凍」 Vol. 55, No. 632, P. 519 ~
- 23) 前²⁰⁾, ²¹⁾, ²²⁾及び土井和典, 岩谷良平：ホットガスディフロストの実例－制御機器とその実用例 「冷凍」 Vol. 55, No. 632, P. 538 ~

● 船の科学刊行の本 ●

『船舶写真集』 船の科学編集部編 B 5判(平当社負担)			
1952年版	掲載船 232隻	写真頁 96頁	定価 1500円
1968年版	掲載船 356隻	写真頁 194頁	定価 2500円
1976年版	掲載船 353隻	写真頁 229頁	定価 3500円
1978年版	掲載船 252隻	写真頁 159頁	定価 3000円
1980年版	掲載船 246隻	写真頁 147頁	定価 3500円

『コンテナ船』 (株)日本造船研究協会編		
B 5判	304頁	上製本 定価 3000円
『商船基本設計の一考察』 渡瀬正麿著		
B 5判	180頁	ビニールカバー 定価 2000円

貨物の潜在的危険性概論<5>

恵美洋彦

5・3 貨物圧力とその危険性

5・3・1 圧力危険性

貨物の圧力は、2種類に分類できる。

1つは、物質の内部エネルギーとして貯えられる流体の圧力である。これは、さらに、圧縮気体の圧力と加圧飽和液体の圧力に分けられる。前者は、大気圧下に開放されると、内部エネルギーを外に放出する。後者は、内部エネルギーでもって激しい蒸発を起こす。

もう1つは、液体に機械的に圧力が加えられる場合である。大気圧下/沸点以下の温度で液状を保っている物質を、ポンプ、圧縮気体封入等で加圧しているケースがそうである。大気圧下に開放されても、内部エネルギーを放出することはなく、従って、危険性は小さい。

貨物圧力は、圧力自身および圧力開放時の放出エネルギーによる破壊危険性を有する。高圧力は、また、可燃、反応または腐食危険性を高める。さらに、漏えい・流出損傷を発生させたり、あるいは流出量の増加や激しい蒸

発・拡散のように危険性を高める方向に作用する。

液化ガスタンカーにおける貨物の圧力危険性として次に掲げる事例を考えることができる。ただし、前述した高温発生を伴う事例および後述する相変化に関連する事例を除く。

〔低圧危険〕

(a) 低圧破壊：低圧（周囲圧力との差圧）によるタンク破壊等

(b) 外気吸入による空気や水分と貨物との混合・接触によって発生する可燃、反応または腐食危険

〔高圧危険〕

(c) 高圧破壊：流体の衝撃圧を含む異常高圧力によるタンクやその他の貨物装置の破壊

(d) 高圧による危険物質の外部放出：破壊を伴わない場合でも、可燃危険性または毒性危険物質の圧力逃し弁からの外部放出は、何らかの危険を招く。

(e) 高圧による分解または重合反応あるいは腐食の発

表15 危険圧力の発生要因

現象	物理的要因	機械・人間系要因(例)	対象貨物
〔低圧力〕			
貨物蒸気圧	相対的圧力低下(大気圧上昇)	温度・圧力制御遅れ, 初期圧力不足	低温式貨物, 揮発性液体
および/または	貨物温度の低下	周囲温度低下, 貨物過冷却	同上
封入気体圧力低下	気相部容積増加(気体の希釈, 膨脹)*1	過剰揚荷, 戻りガス不足	同上
〔高圧力〕			
気体の圧縮加圧	気体の機械的圧縮	圧縮機故障, 誤操作	全ての貨物
	密閉容器内気体の昇温	周囲温度上昇, 温度圧力制御不足, 初期圧力過大	全ての貨物
	気相部容積減少	貨物の過剰積載, ガス排出不足	全ての貨物
	気体の供給過剰	戻りガスや封入気体の供給過剰	全ての貨物
貨物蒸気圧の上昇	相対的圧力上昇(大気圧低下)	温度圧力制御遅れ	低温式貨物, 揮発性液体
	貨物温度上昇	周囲温度上昇, 温度圧力制御不足	全ての貨物
貨物の機械的加圧	ポンプ等による機械的加圧*2	故障, 誤操作	全ての貨物
	液頭圧	誤積載, 過剰積載	全ての貨物
	貨物の昇温膨脹	過剰積載	全ての貨物
流動	高速気体流による衝撃圧	設計ミス	圧力式および低温圧力式貨物
	サージ圧	設計ミス, 誤操作, 故障	全ての貨物
	スロッシング圧力	設計ミス, 誤積載	(タンク構造による)

注：*1 相変化にも関連 *2 封入気体による液の加圧を含む。(封入気体とは、窒素等の貨物以外の気体)

表16 危険圧力の推定方法

現象・物理的要因	圧力推定法	備考
大気圧変動による圧力変化	算術的計算 (気体法則, 熱力学計算)	急激な大気圧変動は, 算術的計算による。問題となるのは, 急激変動。
気体の圧縮・膨張	気体法則, 熱力学計算	気体だけの圧力を問題とするとき
貨物蒸気圧の変化	熱力学計算	気相・液相を有する容器内貨物の圧力変化を扱う場合
貨液の機械的加圧	算術的計算 気体法則	封入気体(窒素等)が存在する場合, 気体法則による計算も必要
流動	流体力学計算	

生 / 加速

(f) 高圧気体外部放出: 高圧気体の外部開放エネルギーによる破壊危険

危険圧力の発生要因を現象別に分類すると, 表15のようになる。これらは, 必ずしも単独の現象として表われるのではなく, 複数の組み合わせによることも多い。

圧力値は, 現象に応じて, 対象船舶の設備および貨物取扱い要領並びに周囲条件から予測できる。各種圧力の推定法は, 表16に示すとおりである。

5・3・2 ないし 5・3・6 には, 問題となる圧力の予測法や危険性について考察した結果を述べる。

5・3・2 高圧流体の外部放出による破壊危険

この問題は, むしろ, 気体による圧力試験時の危険において重要である。

圧力 P_1 , 比容積 v_1 (= 密度の逆数) の高圧液体が圧力 P_2 下に開放されたときの放出エネルギー E_L は, 液体が比容積 v_2 に膨張変化したときの仕事量で表わせる。即ち,

$$E_L = \int_{v_1}^{v_2} P \cdot dv \quad (13)$$

となる。液体の圧縮率 $\beta = -1/v \cdot dv/dP$, 容積変化 $dv \Leftarrow -\beta \cdot dP \cdot v_1$ とすると

$$E_L = -\beta \int_{P_1}^{P_2} v \cdot P \cdot dP \Leftarrow -\beta \cdot v_1 \cdot \int_{P_1}^{P_2} P \cdot dP$$

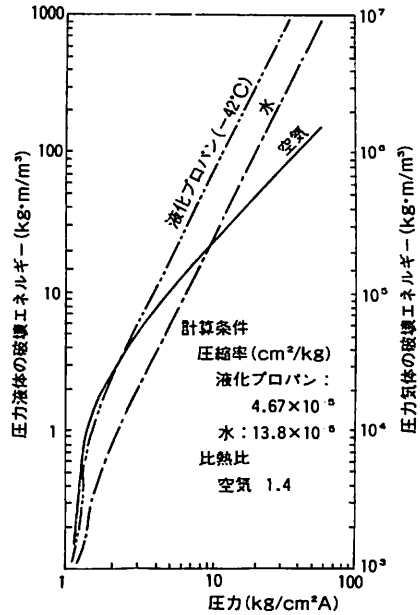
$$= \frac{\beta}{2} (P_1^2 - P_2^2) \cdot v_1 \quad (14)$$

と書ける。したがって, 容積 V (m³) 中の容器内の高圧液体 (圧力, P_L , kg/cm²A) が大気圧下 (P_A , kg/cm²A) に開放したときのエネルギー E_L は

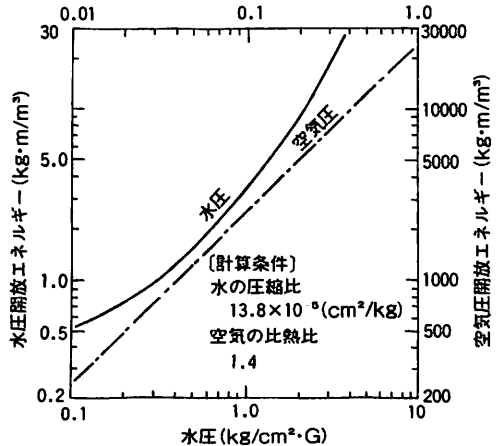
$$E_L = \frac{\beta}{2} (P_L^2 - P_A^2) V \times 10^4; \text{kg} \cdot \text{m} \quad (15)$$

で求め得る。

一方, 圧力 P_C (kg/cm²A) の高圧気体の外部放出エネルギーは, 気体の断熱膨張仕事としても推定できるが, 次の Brode の式によるのが適切といわれる²⁾。



(a) 高圧液体・気体の開放エネルギーの比較
空気圧 (kg/cm²・G)



(b) 水圧と空気圧試験の開放エネルギーの比較
注: 水圧の圧力スケールは空気圧の10倍, 開放エネルギーは, 1/1000倍となっていることに注意

図9 圧力流体の破壊危険

$$E_G = \frac{P_G - P_A}{\kappa - 1} \cdot V \times 10^4; \text{kg} \cdot \text{m} \quad (16)$$

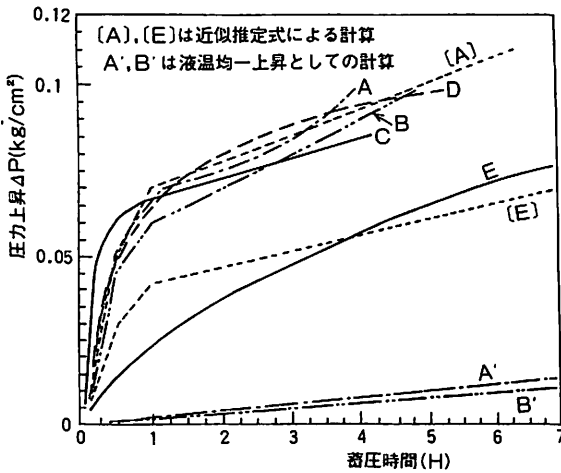
ここで、 P_A , V は(15)式と同じ。 κ は、気体の比熱比である。

(15)および(16)式による計算例を図9に示す。この図から、同容積・同圧の場合、高压気体では、高压液体の約1万倍のエネルギーが開放されることがわかる。

破壊力は、 $\text{kg} \cdot \text{m}$ 単位のエネルギー値(E)を次式による TNT 当量 (トリニトトルエン爆薬相当量) に換算すると、容易に理解できる。

$$\text{TNT 当量 (kg)} = 2.3427 \times 10^{-6} \cdot E \quad (17)$$

例えば、 $40 \text{ kg} / \text{cm}^3$ で 10 m^3 容器が破壊したとすると、空気の場合、 23.4 kg TNT 当量の破壊力である。これは、



- A : 12万 m^3 型 LNG 船 (球形, アルミ合金タンク) の実測値
- B : 7万 m^3 型 LNG 船 (メンブレンタンク) の実測値
- C : 4万 m^3 型 LNG 船 (メンブレンタンク) の実測値
- D : 2.5万 m^3 型 LNG 船 (円筒形タンク, 9%Ni 鋼) の実測値
- E : 4,500 m^3 型低温式 LPG 船 (独立型方形方式タンク) の精密計算値

図10 蓄圧による圧力上昇 (港内)

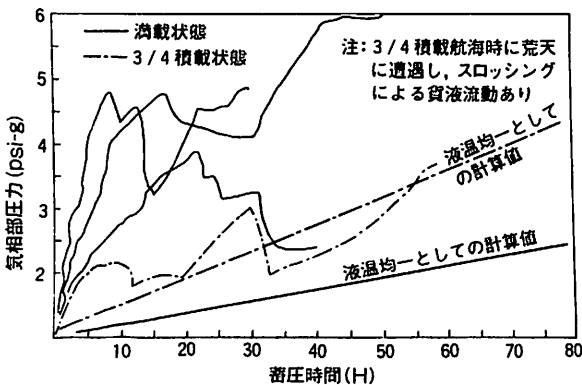


図11 LNGバージ蓄圧記録

(蓄圧式バージ, アルミ合金円筒形タンク)

単に爆風圧のみで 5 m 離れたうさぎを即死させたり、鋼製構造物を变形させる破壊力である。一方、液体は、殆んど影響がない程度の破壊力である。

液化ガスタンカーの場合、圧縮気体の外部開放エネルギーによる危険よりも、可燃あるいは毒性危険物質が外部に放出される危険の方がはるかに大きい。したがって、貨物の潜在的危険性としては、特に、考える必要はない。ただし、空気や窒素による圧力試験は、貨物装置にしばしば採用されている。したがって、気体による圧力試験時の安全対策として留意しておくことは必要である。

5・3・3 蓄圧 (封じ込め) による圧力上昇

低温式液化ガスを温度圧力制御せずに密閉タンクに貯蔵することを蓄圧または封じ込めという。LNG 船は、港内で主機関の使用を禁止され、かつ、揚地港内で貨物ガスの大気放出も禁止される。したがって、貨物積載状態での蓄圧が問題となる。また、低温式 LPG 船等では、貨物温度圧力制御装置を故障等で一時停止するときに問題となる。

蓄圧時に、安全弁やベント装置の閉塞事故が重なるとタンク頂部破壊さらに貨物ガス放出から火災爆発のような大きな事故災害に至る危険がある。液化ガスタンカーではそのような例はないが、陸上では、重大な災害に至った例もある (プロパンタンク, エチレンタンク)²⁷⁾。

蓄圧による圧力上昇は、侵入熱で貨液が均一に暖まるとすると容易に推定できる。しかし、実際には、液表面に暖かい液層が形成される上、気相部温度も均一ではない。したがって、圧力上昇速度は、液温均一上昇の蒸気圧としたときに比べて著しく速い。

図10は、LNG 船の港内における蓄圧 (即ち、静的状態) による圧力上昇である。(図中、A ないし D 船)²⁷⁾ また、低温式 LPG 船蓄圧の試算例 (E 船)²⁹⁾ も描いてある。図11は、LNG バージによる蓄圧運航時の圧力計測記録である。このうち、3/4 積航海時は、動揺・スロッシングによって、貨液が流動混合したので、平均的には、液温均一上昇としたときの圧力上昇とあっている。

図10の観測から満載入港時、即ち満載・海上平穏・短期間という条件下では、次の仮定が成立するとして、蓄圧の圧力上昇を簡易予測できる。

- (a) 蓄圧時の侵入熱は、液表面からある深さに亘って均一温度の高温層を形成する。この深さは、蓄圧時間に応じて段階的に変化する。
- (b) タンク接液部からの侵入熱を考え、気相部からの侵入熱は無視する。
- (c) 侵入熱は、表面高温液層部の貨液温度上昇に費や

される。

- (d) 気相部圧力は、高温液相部の蒸気圧に等しい。
- (e) 周囲温度一定。侵入熱量一定（貨液温度上昇による侵入熱変化無視、各種熱特性一定）
- (f) 蓄圧による貨液の温度上昇の小さい範囲では、圧力上昇は温度上昇に比例する。

蓄圧による圧力上昇 $\Delta P(t)$ の近似推定式として、前記の仮定から次式を導ける³⁰⁾。

$$\Delta P(t) = \frac{\alpha \cdot K \cdot S \cdot \Delta T_{AL}}{C_p \cdot W} \times \left[\sum n_{i-1,i}(t_i - t_{i-1}) + n_{i,i+1}(t - t_i) \right]; \text{kg/cm}^2 \quad (18)$$

- t : 蓄圧経過時間 (H), ($t_i \leq t < t_{i+1}$)
- K : タンク周囲壁の平均熱伝達率 (kcal / m² · H · °C)
- S : 貨液に熱が侵入すると見做される部分の表面積 (m²)。圧力容器形状タンクでは接液部の全て。角型形状のタンクでは接液部のうち、隣接タンク側および底部平坦部を除いた面積。ここで、平坦部を除くのは、底部からの侵入熱は貨液全体を暖めるのに寄与すると仮定したためである。
- W : 貨液量 (kg)
- C_p : 貨液の比熱 (kg / kcal °C)

n は、圧力計測例からの逆算によって次の数値が得られている³⁰⁾。

- n_{0,1} = 130 : 蓄圧開始後 0.5 H (30分)
- n_{1,2} = 50 : 蓄圧開始後 0.5 ないし 1.0 H
- n_{2,3} = 10 : 蓄圧開始後 1 ないし 数時間

α は、問題とする液温（蓄圧開始時）における傾斜を求めておく。蓄圧開始時の液温を沸点とすると、次のようになる。

- $\alpha = 0.089$: メタン
- 0.059 : エチレン
- 0.042 : プロパン
- 0.049 : アンモニア
- 0.034 : n-ブタン

計算例は、図10に示してある。実測値との比較から近似式としては、使用できると考えられる。

バラスト状態の蓄圧として、残液なしの状態を考える。初期の封入気体の温度圧力を T₀, P₀ とする。t 時間後のそれを T, P とする（いずれも、絶対単位）。すると、次式が成立する。

$$P_0/T_0 = P/T \quad (19)$$

蓄圧後 t 時間経過したとき、侵入熱 U(t) は、気体の温度上昇に費やされるとすると、単位時間 dt と、その間の温度上昇 dT の関係は、

$$\left. \begin{aligned} \frac{dT}{dt} &= \frac{U(t)}{C_v \cdot W_G} = \frac{K \cdot S \cdot (T_A - T)}{C_v \cdot r_G \cdot V} \\ \frac{dt}{dT} &= \frac{C_v \cdot r_G \cdot V \cdot T_A}{K \cdot S} \cdot \frac{1}{1 - T/T_A} \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

で表わせる。(21)式の解に、t = 0 で T = T₀ の初期条件をいれると、

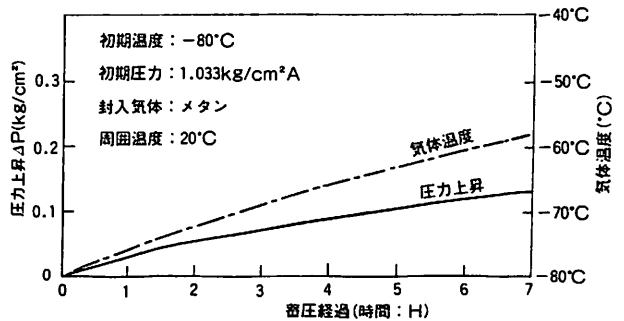
$$t = \frac{C_v \cdot r_G \cdot V}{K \cdot S} \cdot \ell_n \left(\frac{T_A - T_0}{T_A - T} \right) \quad (21)$$

を得る。ここで、

- C_v : 気体の定容比熱 (kcal / kg °C)
- r_G : 比重量 (kg / m³)
- V : タンク容積 (m³)
- S : 熱が侵入すると見做される部分のタンクの表面積 (m²)

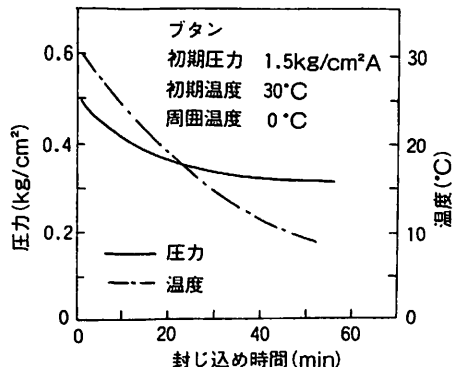
K : タンク周囲壁の平均熱伝達率 (kcal / m² · H · °C) である。(19)式および(21)式から蓄圧経過時間と温度および圧力上昇の関係を求めることができる。ただし、C_v の値の変化を無視できぬ場合、数値計算とする必要がある。

これらの式は、圧力式液化ガスタンカーのバラスト状態において周囲温度が低下したときの圧力降下を推定す



(球形タンク、1基 24000 m³、残液なし、K = 0.1 kcal / m² · H · °C)

図12 12m型LNG船バラスト状態蓄圧による温度圧力上昇



(タンク容量600 m³、残液なし)

図13 圧力式LPG船(バラスト状態)

るのにも使用できる。

図12および図13に、計算例を示す。

タンク内に少量(数%以下)の貨液が残っているときは、**侵入熱量が貨液蒸発とガス温度上昇に費やされる。**蒸発ガスによってタンク内のガス比重は増加する。ガス温度は、昇温ガスと冷たい蒸発ガスの平均温度と見做す。これらの仮定から、

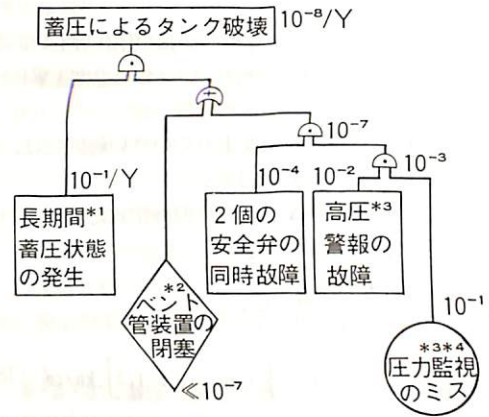
$$\left. \begin{aligned} \frac{P(t)}{T(t)} &= \frac{P_0 \cdot r_{GO}(t)}{T_{GO} \cdot r_{GO}} = \frac{P_0}{T_{GO}} \cdot \left(1 + \frac{W_{EV}(t)}{r_{GO} \cdot V_0}\right) \\ T(t) &= \frac{T_{EV}(t) \cdot W_{EV}(t) + T_{GO} \cdot W_{GO}}{W_{EV}(t) + W_{GO}} \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

を導ける。ここで、P, Tはタンク内ガス圧力と温度(絶対単位)である。V₀はタンク内気相部容積で、短期間の蓄圧では一定と見做せる。また、V_Gはガス比重量、W_{EV}は蒸発ガス重量、r_Gはガスの比重量である。添字o, tは、それぞれ、初期および蓄圧経過時間を表わす。(22)式から蓄圧記録を参考として、タンク内侵入熱量を蒸発分とガス温度上昇分に適宜配分することによって蓄圧による圧力上昇を推定できる。

LNG船の実測データでは、タンク内に残液がある場合の蓄圧による圧力上昇は、なしのときより低目の傾向にある。ただし、これは、残液率やその他の条件で変わるので、必ずしも、全ての場合、そうであるとは限らない。

以上の考察から、問題となる低温式液化ガスタンカーの蓄圧に関し次のような結論を得る。

- (a) 短期間(数時間程度)の蓄圧では、開始時の初期圧力を十分に低くしておけば、安全弁の設定圧力(一般に0.25kg/cm²G程度)を超えることはない。
- (b) バラスト状態での蓄圧による圧力上昇は、満載時に比べて短期間(数時間程度)ではそう大きな差はない。
- (c) 長期間蓄圧では、安全弁の設定圧力を超える圧力に達する。安全弁からのガス放出が禁じられている水域では、適切な対策を講じる必要がある。
- (d) 長期間蓄圧と安全弁またはベント管の閉塞故障が重なると、タンク頂部破壊のおそれがある。しかし、規則¹⁾を満足している適切な設計の船舶では、図14に示すようにそのような可能性は極めて小さい。故に、このような船舶では、危険性評価としては、とりあげなくてもよい。ただし、陸上タンクの事故災害例²⁷⁾からみても、ベント管装置が適切でない場合、発生危険は十分に高くなることは、図からみても明らかである。



- *1 港内における衝突、座礁等を想定する。液化ガスタンカーの衝突、座礁発生率は、厳しい航行規制で一般船舶より1ケタ小さいと想定。このような非常状態でも、圧力上昇を回避するような対策が講じられている例もあるが、ここでは考えない。
- *2 凝縮液やドレンまた重合性貨物では重合生成物による閉塞が考えられる。適切な設計で2個の安全弁同時故障より十分小さい発生率とする。
- *3 高圧によるベント弁開放等の処置をとる。
- *4 圧力計の故障も含む。

図14 長期間蓄圧によるタンク破壊のFTA

5・3・4 気体封入による圧力上昇

液化ガスタンカーでは、次のような場合、気相部に窒素等の気体を含むかまたは封入した状態で貨物を貯蔵・輸送する。

- (a) エチレンオキシド：分解爆発防止用窒素封入
- (b) 高沸点液化ガスおよび揮発性液体：気相部圧力低下防止用窒素封入
- (c) イナーティング、乾燥または圧力揚荷に使用した窒素等の残留

このように、貨物より蒸気圧が高い気体物質が気相部に存在すると、圧力上昇は、貨物ガスの場合に比べて高くなる。この圧力上昇は、次の条件が成立すると仮定して推定できる。

- (a) 封入気体および貨物ガス・蒸気は、理想気体とする。

- (b) 次のDaltonの法則が成立する。

$$P_{all} = P_L + P_G \quad (23)$$

$$P_L/x_L = P_G/x_G = P_{all} \quad (24)$$

ここで、P_L, P_Gは、それぞれ、貨物ガス・蒸気および封入気体の分圧である。x_L, x_Gは、それぞれ、貨物ガス・蒸気および封入気体の組成比(モル比)。

P_{all}は気相部の全圧。(いずれも、絶対圧力)

- (c) 気相部と液相部の温度が等しく、かつ、貨物ガス・蒸気分圧P_Lは液温に対応する蒸気圧に等しい。

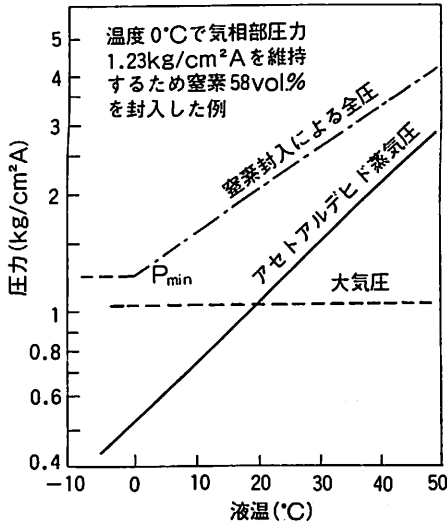


図15 アセトアルデヒドに窒素封入の圧力変化

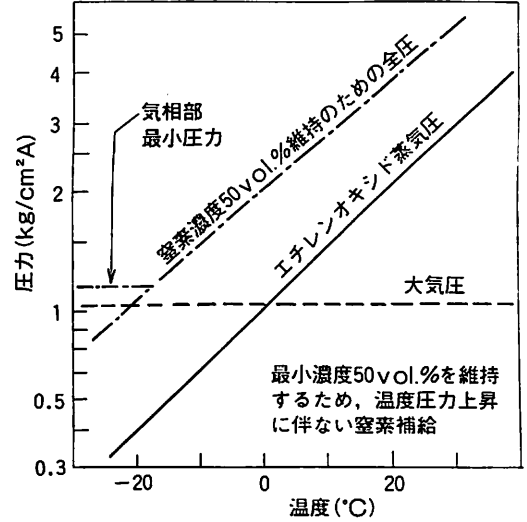


図16 エチレンオキシドに窒素封入の圧力変化

上記の仮定から次式を導ける。

$$P_{all} = x_L \cdot P_{all} + x_G \cdot P_{all} \quad (25)$$

$$x_G = 1 - P_L / P_{all} = 1 - x_L \quad (26)$$

$$P_{all} = P_{Go} \frac{x_{Go} \cdot T \cdot V_{Go}}{x_G \cdot T_0 \cdot V_G} \quad (27)$$

ここで、

V_G : 気相部容積

T : 気相部および液相部温度 (絶対温度)

添字₀ : 初期状態, 即ち気体封入時を表わす。

である。気体封入時の全圧 $P_{all,0}$ および液温がわかれば、 x_{Go} は、(26)式で求まる。その後の温度変化による圧力および組成比は(26)式および(27)式を満足する値として計算できる。なお、気相部容積は、蒸発・凝縮を無視し、液温変化による体積変化を考慮して求める。

図15および図16に計算例を示す。この計算では、温度変化による貨液の膨張伸縮を無視 (気相部容積一定) している。これは、圧力上昇を若干、少な目に見積ること

になる。

以上の考え方は、気体封入貨物の安全弁設定圧力の検討、気体封入制御の計画等の安全対策に応用できる。また、安全弁からのガス放出が問題となる場合 (例えば塩素)、危険性評価においてガス放出危険圧力の推定にも適用し得る。しかし、塩素の場合、規則¹⁾要件によってガス放出防止については、厳しい要件が定められている。

5・3・5 液膨張による過圧

液を充滿したタンクが温度上昇による液膨張で過圧破壊した例は、油タンカーや陸上容器に見られる。特に、圧力式貯蔵では、過剰充てん・液膨張による容器破壊・蒸気爆発によって、大きな災害に至った例がある。

液を充滿した容器の単位温度 dT 当たりの圧力上昇 dP は、 v を単位容積とすると、

$$\frac{dP}{dT} = \frac{dv}{dT} \cdot \frac{dP}{dv} \quad (28)$$

表17 液膨張による圧力上昇率

液 体	体 積 膨 張 率 ($^{\circ}C^{-1}$) : α_L	圧 縮 率 (cm^3 / kg) : δ_L	温度 $1^{\circ}C$ あたり圧力上昇 ($kg / cm^2 / ^{\circ}C$)
水	1.14×10^{-4} ($4 \sim 20^{\circ}C$)	4.82×10^{-5} ($10^{\circ}C, 1 \sim 100 atm$)	2.28
液 化 プ ロ パ ン	4.7×10^{-3} ($49^{\circ}C$)	13.8×10^{-5} (注)	34.0
	3.0×10^{-3} ($15^{\circ}C$)		21.7
	2.25×10^{-3} ($-18^{\circ}C$)		16.3
液 化 ブ タ ン	2.0×10^{-3} ($15^{\circ}C$)	13.8×10^{-5} (注)	14.5
	2.5×10^{-3} ($49^{\circ}C$)		18.1
ジエチルエーテル	1.66×10^{-3} ($20^{\circ}C$)	14.52×10^{-5} ($0^{\circ}C, 1 \sim 50 atm$)	11.4

注: 液化ガスとしての平均的な値

として表わせる。ここで、 $dv/dT = v(\alpha_L - \alpha_v)$ 、 α_L は液の体積膨張率、 α_v は容器の体積膨張率であり、

$$\alpha_v = \frac{1}{v} \cdot \frac{v\{(1 + \beta \cdot \Delta T)^3 - 1\}}{\Delta T} = 3\beta \quad (29)$$

で求まる。 ΔT は温度差(°C)、 β は容器材料の線膨張率(°C⁻¹)である。 3β 、即ち α_v は、10⁻⁵/°Cのオーダーとなる。一方、 α_L は10⁻³/°Cのオーダーである。したがって、圧力上昇を推定する場合、容器の体積膨張率の影響は無視できる。液体の圧縮率は、 $-dP/dv \cdot 1/v = \delta_L$ と表わせる。故に、圧力上昇率は、(28)式から、

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\alpha_L}{\delta_L} \quad (30)$$

と表わせる。計算例を表17に示す。この計算例から液化ガスの過剰充てんは、1°Cの温度上昇で20kg/cm²程度の圧力上昇を招くことがわかる。これは、過剰充てんと周囲温度上昇が重なると過圧によるタンク大破壊を免れることができないことを意味する。

これは、タンクや容器のみならず、管内に液封放置されたときも同様の問題である。

液膨張による過圧の危険性は、安全設計・計画および危険性評価のいずれの場合も、配慮すべき問題である。

●船の科学刊行の本●

恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介 共著

『ケミカルタンカー』

B5版 300頁 5000円

(※ご注文は当社に直接お願いします。送料は当社負担致します。)

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

『続・ケミカルタンカー』

B5版 424頁 7500円

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

船型百科(上巻)

—各種船舶の機能と概要—

月岡角治著 長年造船に携った著者の豊富な経験をもとに各種船舶の特色を各種図面で示し、ポイントとなる点を船型ごとに解説。A5判 定価2400円(¥300)

実務上すぐ役立つ!

船用機関データ便覧

船用機関研究グループ編 船舶機関、造船、関連工業などに欠くことのできない各種データを最新の時点で網羅し、系統的に分類。A5判 定価12000円(¥400)

船舶工学用語集 造船統計要覧

—和英対照・解説付—

日本造船学会編 船舶・海洋工学関係及び関連する基礎工学・航海・運用・システム工学・原子力工学等の用語を多数採録。A5判 定価6800円(¥350)

<1986年版>

運輸省海上技術安全局監修 造船に関する内外の各種統計資料と、これに関連した海運・船員・港湾その他一般統計を集大成。A6判 定価2000円(¥250)

61年版 うぐいす六法

運輸省海上技術安全局監修

船舶六法 A5判 1878頁 定価9800円(¥400)

▷ 運輸省各局庁監修 ◁

海運六法 定価6400円
 海上保安六法 定価8200円
 船員六法 定価8800円
 港湾六法 定価7800円



- 主要法令改正の際、追録無料進呈
- 61年1月現在の最新法令699を収録
- セット定価41,000円 分売可

好評発売中

実用海事六法

61年版 B6判 定価3400円

運輸省船員部監修

海技試験六法

61年版 B6判 定価2900円

成山堂書店

〒160 東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル

電話 03(357)5861 振替口座東京7-78174

海事図書目録請求あり次第無料進呈

船舶電子航法ノート (108)

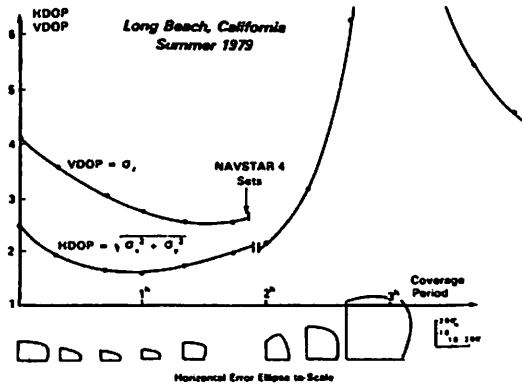
木村 小一

A・7・3・3 アメリカのコストガードによる試験の結果前節で触れたように2セットのうちの2台が国防省から米運輸省に貸与され、そのうちの1台は連邦航空局 (FAA) で民間航空用としての実験が行われ、もう1台はコストガード (USCG) へ提供され、商務省の海事局 (Marad, Maritime Administration) との共同実験が行われた。

まず、2セットはロングビーチにあるUSCGの第11地方事務所において1979年夏に77日間、1日約3時間の4衛星又は3衛星による固定位置での測位実験が行われた。この3時間の測位の開始は、当時の衛星の軌道では5月の現地時間23時45分から9月の15時45分までで、毎日4分余りずつ早くなったが、ちょうど昼間の電離層誤差の大きな時間をさけた形で行われた。

第A・7・93図は当時の衛星の状態を示す図である。測定に先立って各衛星内のデータはバンデンバーグ空軍基地にある主制御局によってすべて新しいものに改められ、開始後2時間弱は4衛星モードで測位が行われた。NAVSTAR 4衛星が沈むと、装置は3衛星モードに切り換えられ、水平位置の測位が続けられたが、2時間半を過ぎるとNAVSTAR 1と2がともにほとんど頭の上に来て、非常に大きなHDOPの値になって測位ができなくなり、その後、その状態はHDOP = 4程度にまで回復をした。

第A・7・94図(a)は4衛星による測位結果のヒストグラムで右は緯度、左は経度であり、平均位置は33°46'0.98"



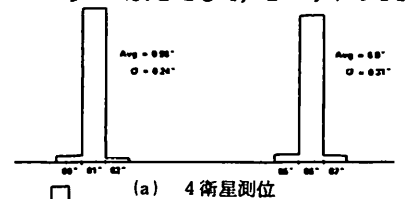
第A・7・93図 ロングビーチにおけるHDOP

N, 118°12'6.0" Wで、両者のσはそれぞれ0.24"(8m), 0.31"(10m) 高さ方向11mであり、この値はNNS Sの測位値と10m以内で一致をした。

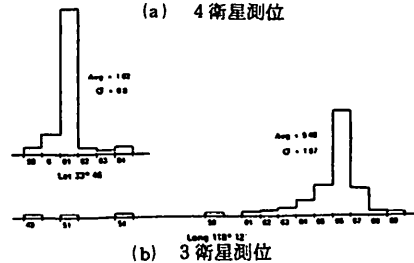
(b)図はNAVSTAR 4衛星が沈んだのちの装置に高度を入力しての3衛星による測位結果であるが、第A・7・93図に示したようにHDOPの値が大きいため良い結果は得られておらず、また誤差が1 n.m. より大きかったものはプロットされていない。このプロット値のほとんどは3時間経過以後のものであり、この結果の誤差楕円はその長径が東西方向にあり、短径の3倍程度となっている。

(c)図は24時間前の衛星からのデータを使ったときの測位点のヒストグラムであって、古い軌道などのデータを使ったための測位の劣化である。この場合の測位点を平面的にプロットすると誤差円の半径は35mと(a)の3.5倍になり、またその平均位置は27m東南方向に移った。

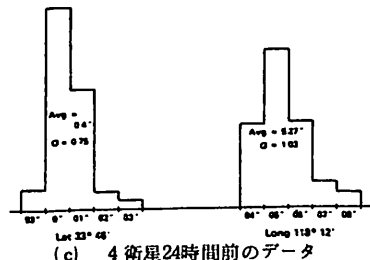
なお、これらの試験を通じて、2セットのTTFF (最



(a) 4衛星測位



(b) 3衛星測位



(c) 4衛星24時間前のデータ

第A・7・94図 ロングビーチ事務所での測位結果

初の測位までの時間)は平均3分20秒であった。これは、装置内の基準発振器が安定し、推定測位誤差が0.25n.m.以下に減小するまでに必要な時間であり、衛星からの各衛星の暦のデータはあらかじめ装置内に記憶されているとしている。Zセットを衛星が新しいデータに代えられる前に起動をさせたときは、新データを集めるのに平均34分(標準偏差12分)かかったことも報告されている。

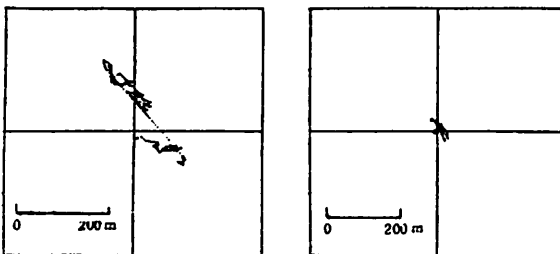
この事務所で試験が終わったのち、Zセットは移動車にのせてロスアンゼルス市内の15カ所で測位を行い、そのうち14カ所での測位に成功し、平均放射状方向の誤差28mが得られた。測位ができなかったのは大きな建物が衛星をシールドしたためであった。

このあと、ZセットはテキサスA and M大学(TAMU, 農工大学という意味)の調査船GYRE号に搭載されることになった。このGYRE号の船上では、ZセットはInternavのMk3 ロランC受信機、Tracorの自動オメガ受信機とともに同大学が開発したデータ収集システムに接続された。

集められたデータは、Zセットについては計算した緯度と経度、高度、時間、利用衛星とその軌道情報、ロランCは3つの時間差の読み(0.01 μ sに量子化)、オメガは計算した緯度と経度であり、他に船の針路と速力と操作者のコメントが記録された。オメガのデータは約30秒ごと、Zセットのそれは1.2秒ごとに記録された。各航海後にこれらの記録のテープは同大学の電気工学科に送られデータ処理が行われた。

この装置は1980年3月以降、GYRE号の運航中約100日分のデータを集めるのに使用され、1980年12月以降、Zセットの修理とデータ収集システムの改造が行われ、1981年5月以降再び使用されている。この際ロランC受信機はInternav 401に変更された。

1980年3月30日テキサスのガルベトンに船が停泊中に149点の測位点を得られた。この結果は第A・7・95図の(a)に示してあり、最大誤差122.5m、平均誤差は53.3mであったが、これは使用した衛星の1つにその偏移の



第A・7・95図 GYRE 船上でのZセットの静止測位例

予測精度の悪い周波数標準(おそらく水晶発振器)の衛星が交わっていたためであるとされている。

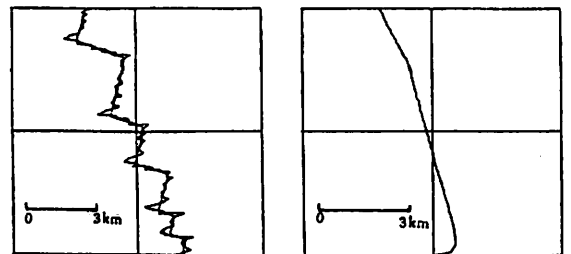
その後、フロリダのマiamiに停泊中のデータは、別の衛星によったため、精度は大きく改善されており、同図の(b)に示すとおりで、最大誤差39.1m、平均誤差12.3mであり、海図上の位置とは10m以内に、また、昼間1回だけのNNSの測位位置とは38m以内で一致をした。

航走中の測位データとしては、標準となる測位手段がないため、比較的静かな海でのオートパイロットによる航走中の直線航路からの偏移が求められた。次にその2例を示す。

1つは1980年6月16日、29.3°N、88.2°Wの海域でとった48点、約25分間のデータで、GPSのZセットはコースからの最大偏差66.1m、平均偏差19.2m、これに対しロランCはそれぞれ48.6m、21.1mであった。もう1例は、同じ日の29.6°N、75.4°Wの海域での23分間の250測位点で、Zセットは最大偏差47.0m、平均偏差18.4m、ロランCではそれぞれ79.3m、24.7mで、両者はほぼ同じような測位結果を示していることが分かる。

第A・7・96図(a)は船がジグザグな航路をとったときの航跡の比較で、上のデータの前者を示し、平滑な線がZセットによる航跡、荒い変化のあるのがロランCによる航跡である。このデータをとったときに船はロランCの覆域が余り良好でない海域にいたために、このような両システムの差がでており、これに対して同図の(b)では前述のデータの後者の場合で、ロランCによる航跡とGPSによる航跡とはほとんど一致している。

停泊時の結果はガルベトンの他、四つの港で1年半の間に行われた。そのまとめを第A・7・20表に示す。基準位置はNNS測位点との比較、海図との比較によって行われたが、アレキサンドリア港でのUSCGの電子工学研究所のベンチマークは数百回のNNSによる測定で、WGS-72測地系とは3m以内に一致しているし、ウッドホルのVS Geological Survey用のピアも同様であった。



第A・7・96図 ZセットとロランCの航跡比較

第A・7・20表 アメリカ東海岸の港での停泊中の測位結果

年月日	時間(GMT)	場 所	使用衛星 (SVNo)	予測精度 (m)	再現精度 (m - 2d _{rms})
80. 3. 31	0839-1250	Galveston	4568/4578/4567	41	97
"	0918-1200	"	4568/4573/4567	130	47
"	1037-1113	"	4568	57	13
"	1202-1257	"	4567	22	64
80. 4. 22	0858-0934	"	4568	0	3
80. 5. 17	0845-0954	"	4568/4567	39	100
80. 7. 7	0308-0621	Miami	4568/4589	46	24
80. 7. 8	0255-0612	"	4568/4589/4569	61	28
80. 7. 11	0237-0617	"	4589/4568/4569	50	46
"	0238-0458	"	4589/4568/4569	46	15
81. 3. 4	0902-1110	Alexandria	5689	21	59
81. 3. 7	1000-1100	"	4689	7	19
81. 3. 9	0800-1160	"	4689	7	97
81. 3. 10	0802-1050	"	4689	12	97
81.	0526-0728	Trmpa	5689	29	19
81.	0460-0625	Woods Hole	4689/5689/4568/4589	13	10

第A・7・21表 測位点の航跡の直線回帰からのずれ

年月日	開始時間(GMT)	航走時間(分)	平均位置(Zセットによる)		残 差		備 考
			北 緯	西 経	Zセット	ロランC	
80. 4. 2	1157	75	24.768	96.411	10	100	} ロランCのカバレ ージ
80. 4. 3	0953	25	22.947	95.275	7	89	
80. 5. 3	0750	25	26.463	86.961	30	33	航跡微湾曲
80. 5. 4	0741	25	27.621	88.252	18	7	
80. 5. 6	0737	26	28.235	90.510	9	15	
80. 5. 27	0638	23	26.982	91.172	12	20	
80. 6. 7	0619	25	28.715	89.526	28	32	航跡微湾曲
80. 6. 8	0600	25	28.691	89.307	6	17	
80. 6. 9	0440	25	28.735	89.295	70	68	航跡が終りで曲った
80. 6. 16	0445	25	29.063	89.208	41	40	航跡微湾曲
80. 6. 17	0449	25	29.302	88.249	11	12	
80. 6. 18	0453	25	29.339	87.614	21	22	航跡微湾曲
80. 6. 20	0509	25	28.299	86.181	7	10	
80. 6. 21	0401	25	28.462	84.206	18	8	
80. 6. 22	0450	25	27.462	85.277	6	7	
80. 6. 24	0555	25	27.833	85.952	3	4	
80. 6. 28	0450	25	26.604	84.130	4	12	
80. 7. 1	0430	25	25.493	84.214	8	18	
80. 7. 2	0401	21	25.168	83.473	4	15	
80. 7. 5	0357	23	24.408	83.328	10	15	

第A・7・22表 軌道データ更新後の航路のオフセット

年月日	時間 (GMT)	SV No	オフセット値 (m)	中断時間 (秒)	備考
81. 6. 30	0354	5689	26	30	(1)
81. 7. 6	0357	5689	7	25	(1)
81. 7. 8	0311	5689	15	560	(2)
81. 7. 12	0353	5689	6	5	(2)
81. 7. 14	0326	5689	20	20	(2)
81. 7. 16	0255	5689	36	20	(3)
81. 7. 18	0319	5689	8	30	(1)
81. 9. 18	2345	5689	10	5	(2)
81. 9. 19	2135	5689	13	10	(2)
81. 9. 28	2121	5689	0	30	(3)
81. 10. 1	2117	5689	10	20	(2)
"	2220	5689	7	10	(2)
81. 10. 3	2054	5689	7	20	(2)
"	2150	5689	16	25	(1)
81. 10. 4	2012	5689	9	40	(1)
"	2226	5689	126	5	(2)(4)

注：備考欄 (1)は4衛星の信号の受信中断
 (2)は1衛星の受信中断 (3)は瞬時の中断
 (4)はGDOPの高いときのデータである。

衛星のSV Noは衛星からの測距コードの番号で、SV No 4は打上げ順を示すNAVSTAR No 1で、水晶発振器で動作する衛星、SV No 7は衛星上の発振器に欠陥があり、その後利用不能になった衛星である。従って、この二つの衛星による結果は欠陥のあるデータと考えられる。表の静止点でのデータを解析した結果はつぎのようにまとめられている。

- (1) 測位点のバラツキはロランCのものとはほぼ同じであって、 $2d_{rms}$ (95%確率誤差円の径)の値はともに15m程度であった。
- (2) 衛星の軌道配置による測位データの劣化度を示すGDOPと測位値の変動とは良い相関を示した。
- (3) 使用する衛星を切換えたときに測位点のジャンプが認められ、45.7mもあるものがあったが、悪い衛星を含んでいるので、このシステムとしての代表例ではない。
- (4) Zセットは一チャンネルの受信機のため、衛星から放送される軌道データを取込むときや、新衛星の信号を取得するときに測位の中断が生じ、このあと位置のジャンプがおきることが認められた。
- (5) 一つの衛星を見る仰角が非常に低くなったときに測位誤差の増加が観測された。

航海中の船舶での測位精度の解析は航跡の直線回帰からの測位点の偏差で求められ、アメリカ東海岸における

20の航路の例を第A・7・21表にロランCとの比較を含めて示した。表から明らかのようにGPSとロランCはほぼ同じような良い測位精度を示している。

第A・7・22表は軌道データの更新による航送中のデータのオフセット例で、顕著なオフセットを示したもののうちSV No 4の衛星を含まないものを抽出して示した。軌道データの変更が分らないうちに行われた場合も多かった由である。この表には衛星からの受信が中断し、また受信に戻ったときの例を含めて示してある。

これらのGYRE号の2年間にわたる使用の結論はつぎのとおりであった。

- (1) 固定地点における測位の平均精度はおそらく15mよりも良い。
- (2) 短い時間内で好配置の衛星によるZセットの対地航跡は、信号の良好なときのロランCのものと比較できるものである。
- (3) 長時間の航跡はZセットの場合に系統的な一時的の変動が見られた。その原因は良くわかっていない。
- (4) 衛星の受信の切換によって大きな位置の変位があり(主としてSV No 4による)、また、軌道データ更新の際に小さな変位がある。

(5) 衛星の幾何学的配置が悪くなることがある。

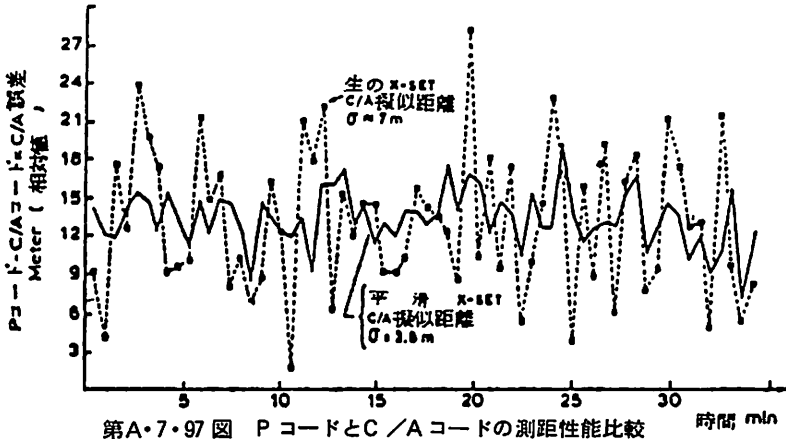
(6) Zセットは船の動きに対処できるが、船の針路と速力のデータは受信機のアンテナの動きで汚されている。

(7) 操作は容易であるが、受信機の初期設定がわずらわしい。

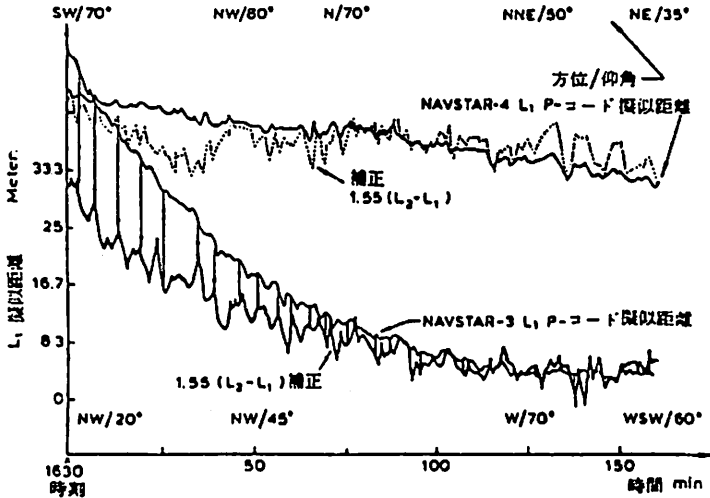
その他、USCGはジョーンズホプキンス大学の応用物理研究所に依頼をして、Pコードによる測距とC/Aコードによる測距の差の研究を行っている。第A・7・97図はその結果であって、2周波数、4チャンネルの受信機であるXセットの別の2つのチャンネルを使って、Pコードによる擬似距離の測定値から同時に測定したC/Aコードの測定値を引き算した値であり、縦軸の目盛は目盛の間隔値のみ意味があって、その数字の絶対値は意味がない。

点線で表示してあるのは1.6秒ごとにコード追跡ループの出力のところで測定した生のデータで追跡ループの雑音帯域幅は1Hzであって、これは時定数が0.25秒のフィルタに相当する。この場合の誤差の標準偏差は7mである。

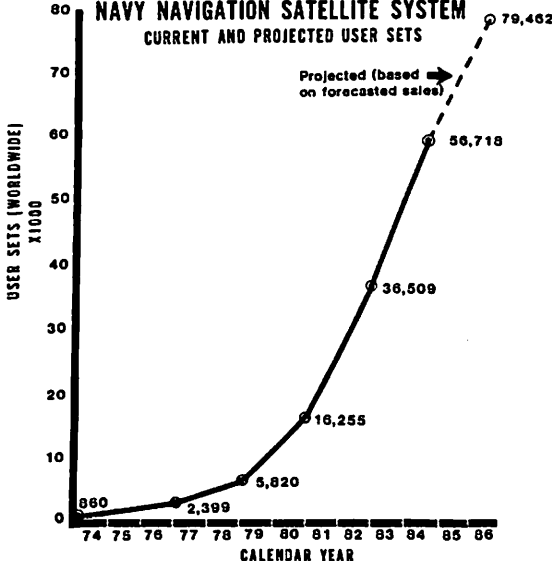
実線は船舶用受信機に使用されるであろう時定数が5秒のフィルタに相当するようこのデータの20サンプルを平滑化した場合で、結果的には、誤差の標準偏差が2.5mと減小する。この結果はコードの1チップの長さがPコードの10倍のC/Aコードでも測距性能には余り大きな



第A・7・97 図 PコードとC/Aコードの測距性能比較



第A・7・98 図 2周波数補正による電離層伝搬遅延の補正効果



NOTE: The above unsourced information is based on current and previous data received from 27 of 30 manufacturers. The Navy Astronautics Group is not responsible for its accuracy.

第A・7・63 図 NNS S受信機の製造台数の伸び数(補訂)

違いがないことが分かる。

第A・7・98図は2周波数による電離層遅延誤差の補正効果を見たもので、測定場所はメリーランド州のボルチモア、測定時間は現地時間の16時30分から約3時間である。ここで測定した擬似距離は衛星からの電波と受信機にセシウムビーム周波数標準を使ってその差をとったもので、いろいろな誤差がこれらの測定曲線の中には含まれていると考えられる。

細い実線のデータが L_1 電波のみによる擬似距離測定値、点線又は太い実線は L_1 と L_2 の二つの周波数によって電離層内での電波の伝搬遅延を補正した擬似距離である。

上側の曲線はNAVSTAR 4衛星のSW/70°からNE/35°までの移動中のデータで、衛星を見る仰角が終わりで35°と比較の高い衛星の場合であり、 L_1 周波数のみの測距に余り電離層の影響は現れていない半面、2周波補正の場合の測定距離にかえてランダムな変動が増加している。衛星の仰角が低くなったときは、既に時間が夜に入っていることにも注目する必要がある。

これに対して、下の曲線のNAVSTAR 3衛星の場合は、曲線の前半で、距離に換算して10mをこえる電離層遅延による測距誤差が見られているが、2周波数による補正で、これがほぼ完全に除去されていることが分かる。

(付) 1月号の第A・7・63 図に示したNNS S受信機の製造台数の伸びの図が、新着のNAVIGATION 誌で新しいものに改められた。30製造社中の27社からのデータをまとめたもので、1984年末には56千台余りになっており、1986年末には80千台に近づくことが予測されている。

●船の科学刊行の本●

海運造船の戦後復興から石油ショック後の今日まで
著者の眼が捉えた生の戦後史

米田 博 著「私の戦後海運造船史」

B5判165頁 上製カバー装 定価1,500円(〒300円)

<第52回>

IMO第32回航行安全小委員会の報告

運輸省 海上技術安全局

標記会合は、去る昭和61年3月17日から3月21日迄ロンドンのIMO本部において開催された。議題は以下のとおりである。

○船舶の航路指定、○1972年の衝突予防規則の付加的解釈、○捜索及び救助に関する事項、○航行援助及び関連機器、○操船小冊子に含めるべき情報、○国際気象通信における風力の単位、○沖合施設の周辺の安全区域への侵入、○危険貨物を漏洩している船舶の危険信号、○Seaspeak マニュアル、○その他

今回は上記議題のうちゴジック体にした2つの議題について報告する。

1. 航行援助及び関連機器

1・1 FGMDSS (将来の全世界的な海上遭難安全システム) 関連事項

(1) FGMDSSにおけるEPLRB及び生存艇のローケティングのためのレーダートランスポンダーの使用
この項目の下では、1990年に実施が予定されているFGMDSSにおいて船舶に設置することが義務付けられることとなっているSAR(捜索及び救助)レーダートランスポンダーについて審議された。

第52回海上安全委員会(昭和61年1月開催)は、9300~9500MHzの周波数で作動するSARレーダートランスポンダー(SART、総会決議A.530(13))は、FGMDSSにおいて生存艇のローケティングのために備えるべきであるという無線通信小委員会の見解を承認した。このため、将来的には条約の改正が必要であり、また条約が実施された時点における現存船がSARレーダートランスポンダーからの電波をキャッチすることができるように、レーダーを設置する船舶は、そのうち1台のレーダーを9GHzのものとするように勧告する総会決議(案)を作成する必要があることが認識され、本小委員会において今回審議された。

この結果74 SOLAS条約の修正の検討については時期尚早であることが合意され、また総会決議(案)については、主管庁に裁量の余地を残した形で、レーダーを設置する船舶には、少なくとも1台は9GHzレーダーとすることを勧告する総会決議(案)が作成された。

(2) NBDP(狭帯域直接印刷電信)の搭載要件について

第30回無線通信小委員会においてFGMDSSにおいて搭載することを義務付けるかどうか検討されているNBDPについて、300GRT以上1600GRT未満の貨物船の無線設備の搭載要件を1600GRT以上の貨物船のそれに比べ軽減することができるかどうかについて審議され、この結果、NBDPに関して、遠距離の航行警報及び気象警報の要件が、1600GRT以上の貨物船に比べて、300GRT以上1600GRT未満の貨物船が同様のものでよいかどうかについて無線通信小委員会にアドバイスするように要請されていた。

本小委員会は、この要請に基づき、審議が行なわれ、航行・気象警報はすべての船舶に必要であり、要件は緩和すべきでないとする意見と船舶のトン数により異なる要件を設けてもよいとする意見が対立した。このため、本小委員会としては、このような警報は全ての船舶に対し必要であるとの見解は無線通信小委員会に伝えるが、機器の搭載要件については言及しないこととなった。

(3) FGMDSS実施後の無線方向探知機の設置の義務付けの有無について

FGMDSS実施された後、捜索及び救助並びに航行の安全のために現行SOLAS条約第V章に規定されている無線方向探知機の設置を義務付ける必要がないことに鑑み、本小委員会の将来の作業に方向探知機の必要性の有無の検討を含めることに対する海上安全委員会の承認を求めている。

第52回海上安全委員会においては、本作業を本小委員会の作業計画に含めることが合意され、今回から検討されることとなっていた。審議の中で、

① 航行のためにはほとんど使用されていない現状に鑑み、無線方向探知機の設置の義務付けは必要ないとする意見

② 依然として必要であるとする意見が提出され、意見が対立したため、今回は結論に至らず、次回更に検討されることとなった。

1・2 全世界的に統一された船位測定システム

全ての海域における航行の安全確保のための検討を本小委員会で早急に行なうべきである、という提案に基づき第28回本小委員会から検討が続けられ、前回の本小委員会においては、以下の事項についてレポートがまとめ

られた。

- ① 運用基準の確認及び運用要件(案)の用意
- ② 国際的に監督及び監視する必要のある運用事項の確認
- ③ 国際的な海運業により使用されている又は使用されることを検討しているシステムの十分な確認

今次会合においては、本作業の目的及び将来の形態についてある程度検討がされた。これについては、各国の考え方は一致しておらず、

④ IMOは1つのシステムを選択すべきであると考えて本システムを運用するための別組織が必要であると主張する国

◎ 運用要件に合致していれば、複数のシステムを選択してもよいが、選定にあたっては十分経済性を含めて、評価する必要があると主張する国

があり、今回は時間的制約もあり、これ以上の議論はなされなかったため、次回更に検討されることとなった。

1.3 電子海図 (Electronic Charts)

第51回海上安全委員会において、IHO (国際水路機関) が、一部の船舶に設置され、さらに設置する船舶が増加しつつある電子海図について、運用及び法制両面からの検討を海事専門機関であるIMOの検討が必要である旨の提案がされた。これを受けて海上安全委員会は、本小委員会に検討するよう指示をし、前回の本会合から検討が始まった。前回においては、西独から今後検討するための「terms of reference」が提出され、これに対する意見を各国は求められていた。今回合会では、

① まず本件についての「terms of refernce」がIHOの提案等をもとに検討され、IHOが検討すべき事項とIMOが検討すべき事項を明確に分けた形でdraftが形成された。この草案作成の過程でElectronic Charts Display System (ECDIS) についての定義を設ける必要性が認識され、我が国提案(現段階における電子海図の位置付けは、paper chartsの補助的なものであること及び本装置はハード面とソフト面とに分けて検討する必要がある等、今後検討して行くためにたたき台となるような提案)をもとに、これに加えてECDIS(ハード)等の定義が盛り込まれた。

◎ 電子海図についての今後の進め方について議論され、IMOとIHOとが密接に連絡を保ちながら、作業を進めて行くため、ジョイント・グループを設けることが合意され、我が国も参加の意志を表明した。また本件の複雑性を考えると、当初の作業終了年の1987年は難しいため、1989年頃まで作業終了年を延期することが認識された。

◎ 我が国から提出した文書は高く評価されたが、具体的なECDISの要件については、十分な時間が取れず、次回以降検討されることとなった。

◎ 前回合会の決定を受けて、ECDISはまだ初期の段階にあり、補助的な機器であることを認識して注意して使用すべきである旨の回章(案)が作成された。

1.4 81SOLAS 条約第V章第12規則(f)の解釈

本件は、前回の本小委員会に西独が条約の解釈として提案していたものであり、前回の海上安全委員会の承認を受けて今回から検討が始められることとなっていた。提案の内容は以下のとおりである。

81 SOLAS 条約第V章第12規則(f)は、非常操舵場所のある船舶は、船首方位情報を提供するための措置をとる旨規定されている。この船首方位情報を提供するための措置として、

- ① 非常操舵場所に置かれるジャイロコンパス又は基準コンパス
- ② 航海船橋に設置されている操舵コンパスのある非常操舵場所に置かれるレベータであると考えられていたが、この規定は“船舶の航海船橋から非常操舵位置への船首方位情報の伝達のための音声通信システム”のことであると考えている主管庁があるため、解釈の明確化を図るため検討が始められた。検討の過程において、「非常操舵場所」の定義が条約にないために混乱しているのであって、まず「非常操舵場所」とはどこであるのかを明確にする必要のあることが合意された。ある国は、81 SOLAS 条約第II-1章第29規則の「操舵場所」であるとの意見であるのに対して、またある国は、補助操舵装置を操作する船橋を意味するとの意見であり、結局今回は結論に至らず次回更に検討されることとなった。

2. 操船小冊子に含めるべき情報(総会決議、A. 209 (VII))の改正

数年にわたって検討されてきた本件も本年で作業が終了されることになっており、本小委員会の作業も今回が最後であり、あとは本年5月19日から開催される予定の設計設備小委員会においてまとめられ、海上安全委員会へ上程されることとなっている。

前回合会においては、時間的制約により pilot card poster についてのみ drafting group で検討され、booklet の検討については今回に行なわれることとなっていた。booklet の content については、我が国が前回合会に提出した意見が全面的に採用された。

昭和60年度(61年3月分)新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		4月～61年3月分				3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	70	2,125,758	3,164,539		6	250,800	320,170	
	油槽船	13	853,723	1,518,310		2	145,998	262,950	
	その他	6	30,060	20,950		1	4,990	2,700	
	小計	89	3,009,541	4,703,799	340,361,000千円	9	401,788	585,820	42,475,000千円
輸出船	貨物船	123	2,699,212	3,277,286		8	234,900	166,840	
	油槽船	35	712,470	1,190,336		0	0	0	
	その他	1	30,000	6,340		0	0	0	
	小計	159	3,441,682	4,473,962	482,153,190千円	8	234,900	166,840	28,777,050千円
合 計		248	6,451,223	9,177,761	822,514,190千円	17	636,688	752,660	71,252,050千円

●編集後記●

□春闘相場形成に大きな影響力を持つIMF・JC加盟の鉄鋼・造船の各大手組合に、賃上げ回答が提示されたが、円高不況の中で示された回答は昨年の実績を下回る低めの水準となったうえ、業種間の格差が一段と広がり、しかも多極化するという結果に終わった。構造不況の造船と比較的好条件に恵まれた電機・自動車の格差はさらに広がった。不況の造船界の中でも好調な業績をあげている三菱重工を頂点に各社まちな賃上げでまさに四分五裂と云った次第。造船重機労連で大手がこのように分裂した回答を示したのは54年以来7年ぶりのことで、統一三原則の足並みは無惨にも破られる結果となった。

□運輸省は先に「異常海難防止システムの総合研究開発」をまとめた。これは57年度から5ヶ年計画で行われており、今回まとめられたものは60年度分。60年度は現地観測データの解析、水槽実験の解析結果による波浪現象の解析と波浪推算モデルの精密化を行い、さらにバルク・キャリアの波浪衝撃の実船計測の実施、船体構造破壊条件の解明のため、パネルの低サイクル疲労強度、船首部

構造の破壊強度実験を行っている。この研究開発の背景は、本州東方海上が冬期の気象・海象条件が極めて厳しく、過去10年来、多くの船舶が海難に遭遇し、多くの人命と財産が失われる。このため、同海域で異常波浪の発生が予想される場合も、船舶が安全に運航できるような船舶運航マニュアルの整備をすることを目的として研究が開始された。最終年度の61年には、実船による波浪衝撃の計測などの総合的なまとめを行う。人為的な海難は防止できるが、自然条件による海難は偶発的なもので、その衝撃の度合いが千差万別である。

□帆船のバイオニアとして知られる「愛徳」の倒産は、強い衝撃波となって伝わった。同社所有の帆装商船「愛徳丸」はテレビなどで紹介され、一般の人にもよく知られている。帆装商船は、このところ毎年1隻のペースで建造されており、びっくりした。

□船の科学主催第2回技術セミナーを6月17・18日の両日、東京・虎ノ門パストラルにて開催します。皆様の御参加を切に御願います。詳細は次頁を御覧下さい。

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

運輸省海上技術安全局監修
造船海運総合技術雑誌 **船の科学**
禁転載 第39巻 第5号 (No.451)
発行所 株式会社 船舶技術協会
〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリニビル)
振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

昭和61年5月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }
昭和61年5月10日発行 { 第3種郵便物認可 }
定価 1,200円 (〒55円)
発行人 天田尚孝
編集委員長 田宮真
印刷所 大洋印刷産業株式会社

●船の科学“造船・海洋構造物”技術セミナー●

＜第2回＞

『ケミカル/プロダクトタンカーの設計・建造・運航と規則に関する最新の技術と動向』

——セミナー受講のおすすめ——

我が国で建造されたケミカル/プロダクトタンカーは千隻余りに及び、今後も着実に増加している船舶です。これらの貨物対象品には多くの有害・危険液体物質があります。このような物質に関する海洋汚染防止条約（MARPOL 73/78附属書II）の発効も近い（1987年4月）。この条約が発効すると内航のケミカルタンカーも全て外航船と同様に複雑かつ厳しい規定の適用を受けることとなります。このような情勢下で、標記のセミナーが開催されることは、関係者にとって、またとない技術と動向の情報を収集する好機であると信じます。

運輸省・海事協会・船会社・造船所・塗料メーカー等の多方面な第一線の講師陣による解説は、いま理解しなければならぬことに対する貴重なアドバイスとなると確信します。とくに、内航ケミカルタンカーに対しては、関係権威による直接的な影響と対処方針・設計の注意事項についての解説を加えました。さらにまた、有害・危険液体物質を輸送するタンカーのため、ステンレス鋼の耐食性やタンクコーティング上の問題点なども解説する総合的な技術セミナーとなるように企画しました。

荷主・船会社・造船所・関連機器・材料メーカー等々、ケミカル/プロダクトタンカーに関連する全ての関係者に最新の技術情報を供与するセミナーであります。

関係者の方々の御参加をおすすめします。

- ※日 時 昭和61年6月17日(火) 10:00～17:00 6月18日(水) 10:00～17:00
 ※会 場 虎ノ門パストラル(東京農林年金会館)6F藤の間 東京都港区虎ノ門4-1-1 ☎03(432)7261
 ※受 講 料 1人45,000円 2人以上 1人 40,000円(テキスト・昼食代を含む)
 ※支 払 方 法 銀行口座 三菱銀行日本橋支店 普通Na 4230962 郵便振替口座 東京3-70438
 第一勧業銀行茅場町支店 当座Na 0113122 口座名 株式会社船舶技術協会
 ※申 込 先 株式会社 船舶技術協会 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル6F ☎03(552)8798

※お申し込みは、下記申込書か電話（03-552-8798）にてお申込み下さい。定員になり次第締切にさせていただきます。

.....キ.....リ.....ト.....リ.....線.....

受 講 申 込 書

●第2回 「ケミカル/プロダクトタンカーの設計・建造・運航と規則に関する最新の技術と動向」		ご意見・ご要望	
会社名			
所在地			
所属名	役 職	電 話	
受講者	専門分野		
通信欄			

●船の科学“造船・海洋構造物”技術セミナー●

<第2回>

「ケミカル/プロダクトタンカーの設計・建造・運航と規則に関する最新の技術と動向」

第 一 日 目	6月17日 (火)	10:00 ~10:50	ケミカル/プロダクトタンカーの建造・運航の現状と将来 (財)海事産業研究所 吉田 滋氏
		11:00 ~11:50	ケミカル/プロダクトタンカーに対する船舶安全法上の規則 運輸省海上技術安全局検査測度課 近藤 敏和氏
		12:00 ~12:50	昼 食 休 け い
		13:00 ~13:50	ケミカル/プロダクトタンカーに対する MARPOL 附属書 II の概要 運輸省海上技術安全局安全基準管理官 北河 国利氏
		14:00 ~14:50	MARPOL 73/78 条約の附属書 II の実施と内航船への影響 国華産業(株) 取締役 岡田 紀代蔵氏
			コーヒータイム 休 け い
		15:10 ~16:00	MARPOL 附属書 II 適用のケミカルタンカーの設計について (財)日本海事協会 船体部 神久 泰氏
		16:10 17:00	ケミカルタンカーのオペレーションについて 飯野海運(株)特殊油槽船部運航課長 松本 隆彦氏
第 二 日 目	6月18日 (水)	10:00 ~10:50	中・小型ケミカルタンカーの設計・計画概論 (財)日本海事協会 船体部 形部 聖一氏
		11:00 ~11:50	大型ケミカル/プロダクトタンカーの設計と建造 日本鋼管(株)液化ガス船計画室主任研究員 小林 富夫氏
		12:00 ~12:50	昼 食 休 け い
		13:00 ~13:50	新世代プロダクトタンカー“エボックシリーズ”の開発 日立造船(株)造船基本設計部 中村 重郎氏
		14:00 ~14:50	ステンレス鋼の耐食性について 三菱重工業(株)下関造船所造船設計部主任 森 俊哲氏
			コーヒータイム 休 け い
		15:10 ~16:00	プロダクトキャリアーのタンクコーティング上の問題点 住友重機械工業(株)追浜造船所第一設計部船装設計課 神例 昭一氏
		16:10 ~17:00	ケミカル/プロダクトタンカーのタンクコーティングと積荷適合性について 中国塗料(株)技術部総合技術室課長 上寺 孝明氏

※講師等の変更がありました時は御了承下さい。

※日 時 昭和61年6月17日(火)・18日(水) 10:00~17:00

※会 場 虎ノ門パストラル(東京農林年金会館)6F 藤の間
東京都港区虎ノ門4-1-1 電03(432)7261(大代表)

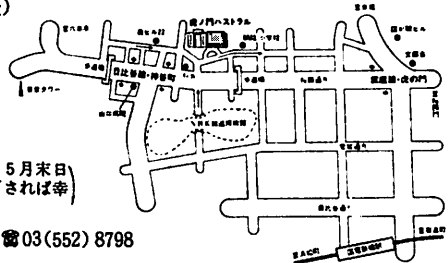
※受 講 料 1人45,000円。 2人以上 1人40,000円
(テキスト・昼食代含)

※支払方法 銀行口座 三菱銀行日本橋支店 普通No.4230962
第一勧業銀行茅場町支店 当座No.0113122

郵便振替口座 東京3-70438
口 座 名 株式会社 船舶技術協会 (お支払いは、5月末日迄にお振込下さい。)

※申 込 先 株式会社 船舶技術協会
東京都中央区新川1-23-17 マリンビル6F 〒104 電03(552)8798

●セミナー会場案内●



●船舶技術協会刊行の本(直接御注文下さい。送料当社負担します。)

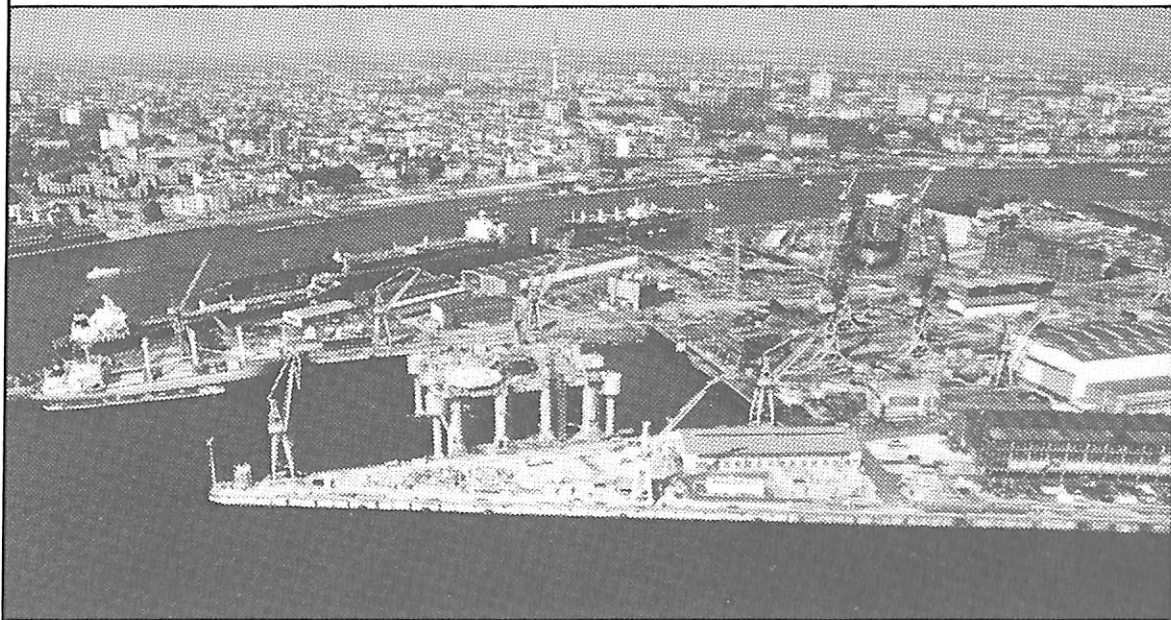
月刊「船の科学」(海運造船技術雑誌)B5判 平均100頁 定価1,200円

単行本「ケミカルタンカー」(1章~5章)B5判 300頁 5,000円 } ケミカルタンカーの設計・建造・運航
「続・ケミカルタンカー」(6章~10章)B5判 400頁 7,500円 } をトータルにとらえた技術指針
「USCG46 CFR 液化ガス/ケミカルタンカー安全規則/技術要件」B5判 75頁 2,500円

We repair anything that floats!!

Blohm + Voss AG, Hamburg, is, one of Germany's major ship repair yards. Excellent facilities make **Blohm + Voss** capable to meet the various requests of our repair customers.

A staff of qualified specialists guarantee speedy work of high technical standard at competitive prices.



[FACILITY]

FLOATING DOCK = 157.0×22.8 m (18,000D/W)	162.5×24.5 m (18,000D/W)
180.0×28.0 m (22,000D/W)	217.0×31.8 m (50,000D/W)
320.0×52.0 m (250,000D/W)	
GRAVING DOCK = 351.2×59.2 m (320,000D/W)	

Blohm + Voss AG · Hamburg

☎ (040) 311 9418

☒ 211 670 bv rep d, 21 104 730 bv d

Telefax: (040) 31 06 98

Blohm+Voss

連絡先

富士貿易株式会社

技術開発部 〒658 神戸市東灘区深江浜町6番地

☎ (078) 451-3551

テレックス: 5622171 FTC EG J

ファックス: (078) 411-0077

東京本社営業部

☎ (03) 502-5461

テレックス: 2226764 FUJI J

ファックス: (03) 504-2446



適所。

種類や用途に適した潤滑油は、
機械を順調に作動させます。

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

選んで使うことで働きはより大きくなります。

工業用機械の潤滑油も同じこと。

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

冷凍機に

- 共石フレオールS ● 共石フレオールF

タービン・軸受に

- 共石タービン ● 共石RIXタービン

油膜軸受に

- 共石ルブリタス

油圧装置に

- 共石ハイドラックス ● 共石ハイドラックスES
- 共石ハイドロW ● 共石ハイドロクリーン
- 共石NC ハイドロ ● 共石ハイドリアE
- 共石ハイドリアG

圧縮機に

- 共石レシクンN ● 共石GCオイルN
- 共石スクルー ● 共石RSコンプ

歯車装置に

- 共石レダクタス ● 共石ESギヤー

工作機械などのさまざまな用途に(汎用油)

- 共石MSオイル ● 共石レータス
- 共石ハイマルチ

摺動面に

- 共石スライダス

切削に

- 共石ルブカット ● 共石ソルカット

プレス装置に

- 共石プレスオイル

金属熱処理に

- 共石焼入油

防錆に

- 共石エハフルーフ

圧延に

- 共石ロータス

電気絶縁に

- 共石2号トランス ● 共石HSTトランス

優れた技術で、信頼に応える

**共石工業用
高級潤滑油**

 **共同石油**

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