

# 船の科学 11

VOL.39 NO. 11

あすを創る技術。



## 川崎重工

川崎汽船向け

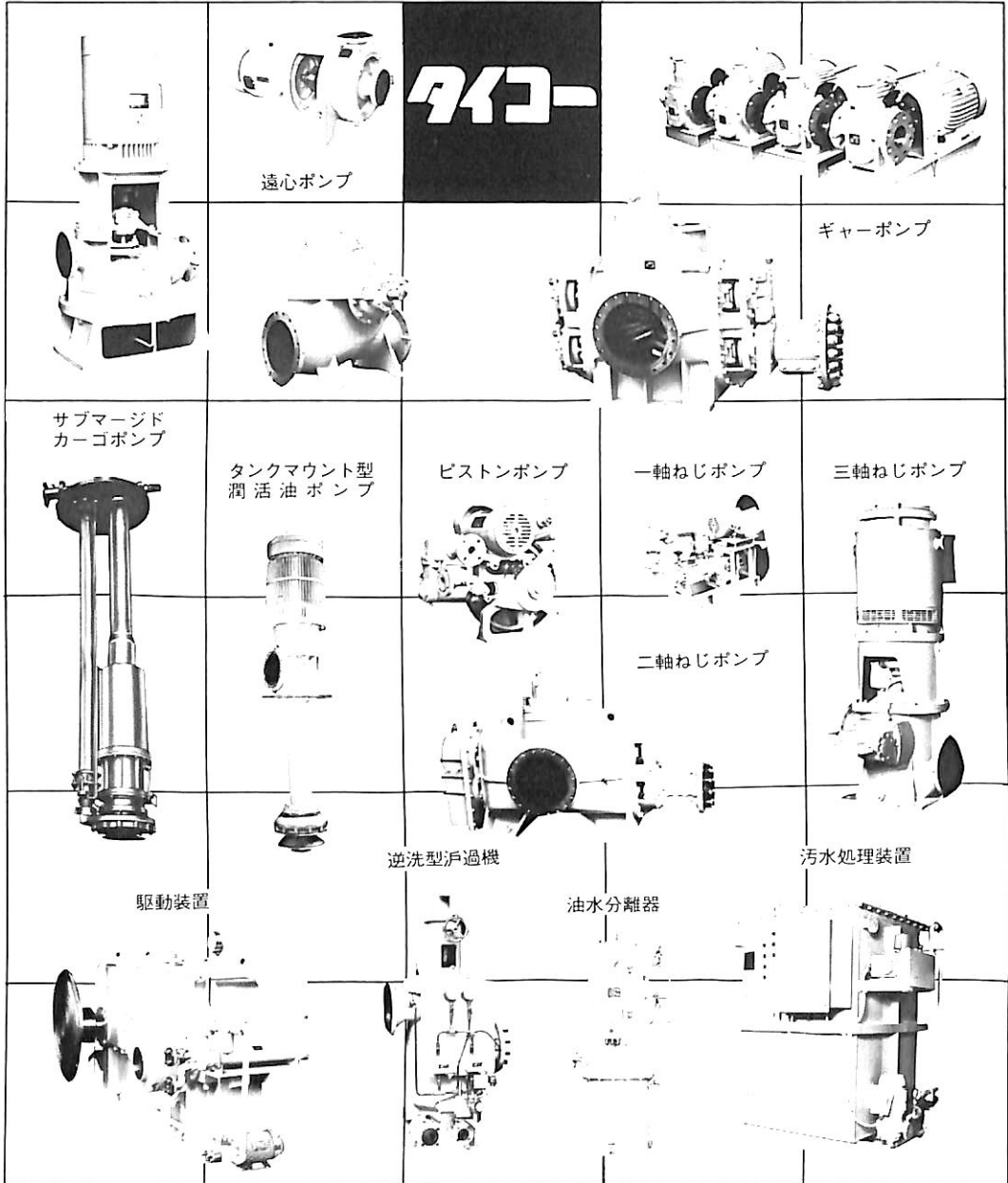
コンテナ船“じょーじ わしんとん ぶりっじ”

載貨重量44,221t コンテナ積載数3,032TEU

主機ディーゼル31,830PS 高航速22.4kn

川崎重工業・神戸工場建造

# ポンプの総合メーカー



遠心ポンプ

## タイコー



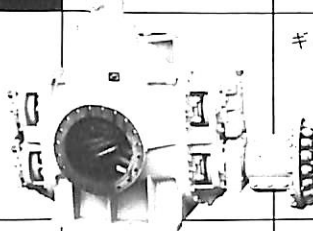
ギヤーポンプ



サブマージド  
カーゴポンプ

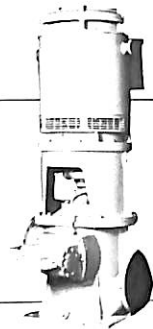


タンクマウント型  
潤滑油ポンプ

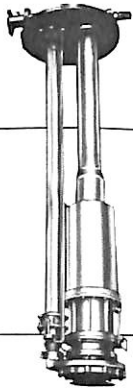


ピストンポンプ

一軸ねじポンプ



三軸ねじポンプ

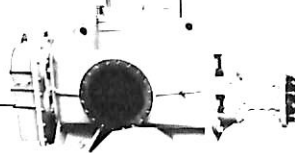


駆動装置

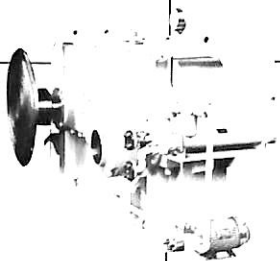


逆洗型戸過機

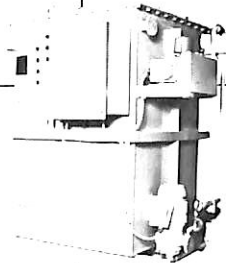
二軸ねじポンプ



油水分離器



汚水処理装置



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

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

# 新・海洋時代。

船のイメージを大きく変えるか——

カナダ国際交通博に出展されたりニア推進船。

スクリューがなく電磁流体力を利用して航行します。



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

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

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

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

財団法人 **日本船舶振興会** (会長 笹川 良一)

# 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)



自動車運搬船 “センチュリー リーダー 3” 縮尺：1/100モデル

船主 日本郵船株式会社

造船所 株式会社 来島どっく



## 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  
フラップラグ  
(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・ビッカーズ株式会社  
**ナカシマプロペラ株式会社**

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

- 本社工場 岡山 <0862> 79-5111(代)
- 東京支店 東京 <03> 662-4481(代)
- 大阪営業所 大阪 <06> 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)

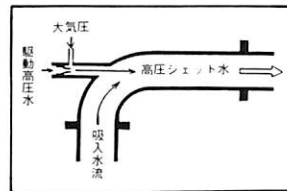
## 撒積船船倉内清掃の排出装置!!

# MJP (混気ジェットポンプ)

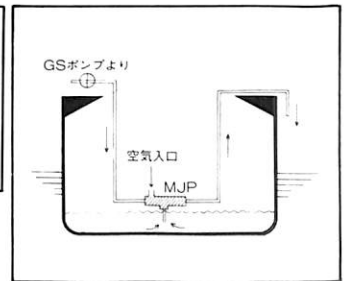
- 船倉内の残鉱石及び固形物は大きさ、形、比重に関係なくGSポンプの圧力水により吸引し全て船外に吐出されます。

### 〈特徴〉

- 吸入口径の90%以内の物はすべて流送可能。
- 構造がシンプルなためメンテナンスフリー。
- ポンプ形状が小さく、狭い場所での作業が可能。



MJP 構造



MJPのフローシート

(特許多数取得済み)

### 〈用途〉

真空ポンプ / 雪の管移送 / 土木関係 / 漁業関係  
 土砂流送 / 固形物の洗浄 / 食品及び化学関係

—————MJP開発株式会社代理店—————

**KEW** 株式会社 **國森製作所**

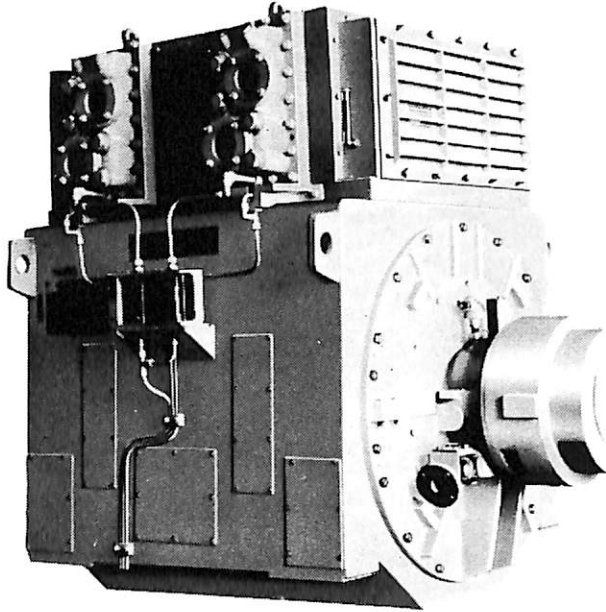
本社 神戸市中央区東川崎町七丁目12番2号 電話 (078) 651-5252(代)

東京営業所 東京都港区東新橋二丁目5番11号 電話 (03) 437-5022(代)

ながい経験と最新の技術



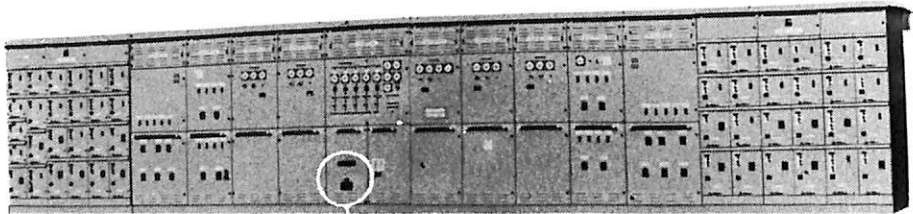
# 大洋の船舶用電気機器



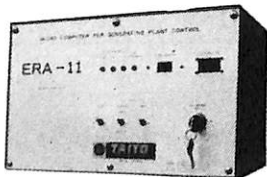
排ガス利用2極タービン発電機

## 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

11

Vol. 39

## 目次

- 7 新造船写真集 (No.457)
- 16 旅客遊覧船“御座船・備州”……………神田造船所
- 22 43万CF積み生鮮果物のシャトル・サービス……………インター・オーシャン・ SHIPPING
- 24 新鋭客船 M/V BIRKA PRINCESS(2) ……………府川義辰
- 27 欧州向け 30,000 GT型旅客/カーフェリー“NORSUN”の進水……………日本鋼管
- 28 日本商船隊の懐古No.88(慶洋丸, 護国丸)……………山田早苗
- 30 商船の映像(39)「ケープタウン港の商船」(大阪丸, S. A.パール)……………野間恒
- 
- 33 10月のニュース解説(造船業の雇用調整)……………米田博
- 36 22万CF型冷凍運搬兼仲積船“播洋丸”……………林兼造船
- 41 オープン冷凍運搬船“SPRING”シリーズ ハッチカバー……………極東マック・グレゴ
- 46 グリムベーン・ホイール装備船“来神丸”の試運転結果……………来島ドック・神戸製鋼所
- 52 ケミカルタンカー用ステンレス鋼—NSL317LNおよびCR22 ……………日本鋼管
- 62 ●船舶と海洋構造物の防錆・防食技術と施工法(5)  
防錆・防食の事例(3)……………濱田外治郎
- 
- 66 ●船舶用塗料について<その15>  
第2章 船底塗料……………中国塗料
- 70 ●造船技術変遷史シリーズ  
船型試験をめぐって<その32>……………横尾幸一
- 75 ●シリーズ・日本の艦艇・商船の電気技術史<その26>  
第2章 商船の電気機装・電気機器……………徳永勇
- 
- 79 造船工学覚え書<33>……………川上益男
- 82 冷凍運搬船<38>……………角張昭介・椎原裕美
- 85 続・液化ガスタンカー<30>……………恵美洋彦
- 91 船舶電子航法ノート(114)……………木村小一
- 
- 93 ●IMOコーナー(第58回)  
第18回救命設備小委員会の報告……………運輸省海上技術安全局

●ニュース 長崎研究所に氷海実験施設完成

●製品紹介 高速特性ムアリングウインチ

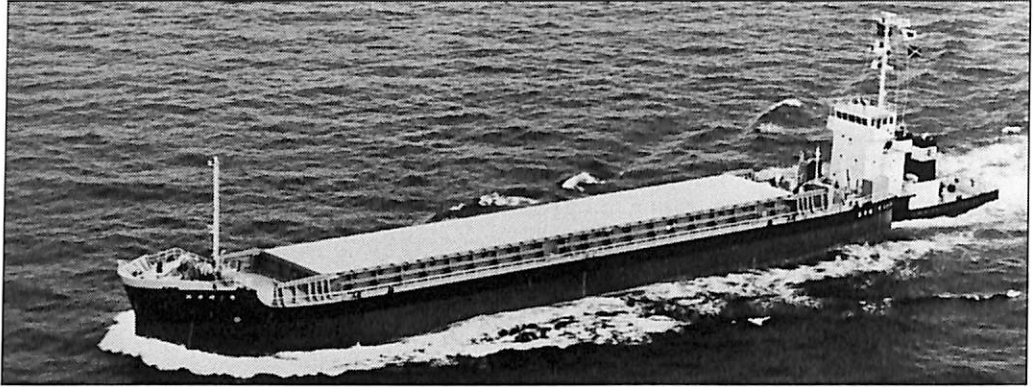
●お知らせ 船舶技術研究所秋季(第48回)研究発表会を開催

三菱重工業

日本ブスネス

運輸省

# プッシャーバージには経験と信頼性の自動連結装置 アーティカップル



- ★抜群の耐航性
- ★あらゆる用途に  
応じる多様な機種

- ★連結・切離し30秒
- ★指先一つで遠隔操作

**タイセイ・エンジニアリング株式会社**

東京都中央区東日本橋3の4の14  
小沢ビル 電話03(667)6633  
ファックス 03(667)6925

## 新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

### ■ 主要業務

受託試験、研究  
施設設備の貸与  
技術相談

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



### 船舶艤装品研究所

所長 芥川 輝孝

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING  
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12

TEL 0423-94-3611~5

(競艇益金事業)





41次コンテナ船 **じょーじ わしんとん ぶりっし** 川崎汽船株式会社  
 GEORGE WASHINGTON BRIDGE

川崎重工業株式会社神戸工場建造 (第1401番船)  
 全長 240.942m 垂線間長 228.00m 起工 60-12-20 進水 61-4-2 竣工 61-7-15  
 総噸数 41,991T 純噸数 23,130T 型幅 32.20m 型深 21.20m 満載喫水 12.523m  
 燃料油槽 3,974.8m<sup>3</sup> 純噸数 23,130T 載貨重量 44,221t 型幅 32.20m Cont.搭載数 3,032 T.E.U. (含40ft冷凍262個)  
 (テ) 機因×1 出力 (連続最大) 31,830PS (83 rpm) 87.8t/day 積水槽 483.1m<sup>3</sup> 船口数 13 主機因 川崎-MAN-B&W 9L80MC型  
 船用乾燃室式丸型 9,000kg/h×1 出力 (連続最大) 31,830PS (83 rpm) (常用) 28,650PS (80 rpm) プローペラ 5翼1軸 補汽缶  
 AC450V×1 無線装置 送 (主) 1.2kW×1 (補) 50W×1 発電機 (テ) 1,287.5kVA×AC450V×3, (タ) 1,150kVA×AC450V×1, (予) (非) 150kW×  
 VHF 航海計器 ロラン船 船級・区域資格 NK 遠洋 M0 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 30名 (満載航海) 22.4kn  
 航路距離 20,800浬 航海機能, 無線機能, 機関制御機能) を集中配置している。船橋甲板と機関室間に高速エレベーター  
 。航海船橋甲板に中央制御室 (操舵, 無線機能, 機関制御機能) を集中配置している。船橋甲板と機関室間に高速エレベーター  
 。荷役の効率化にパラレル・クロス・ラッシング・システムを採用。



石炭/鉄鉱石運搬船 海 燕 丸 有限会社 くみあい興産

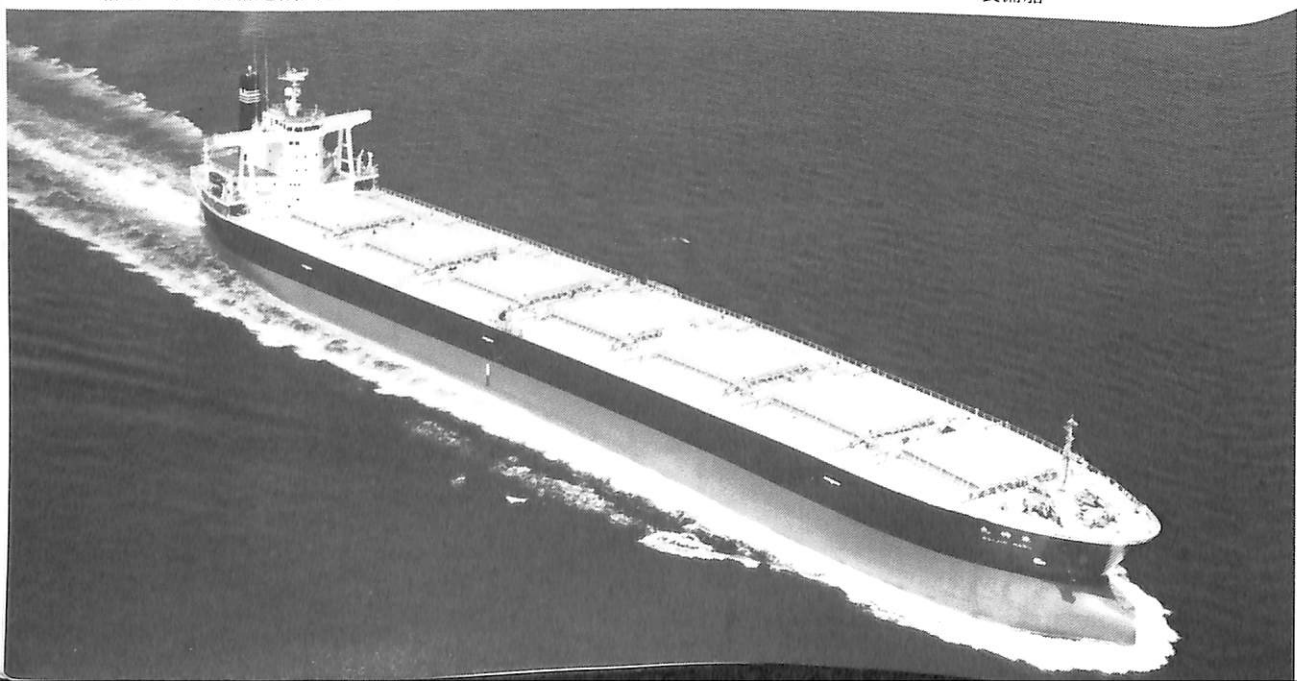
KAIEN MARU

日立造船株式会社有明工場建造 (第4821番船)	起工 61-2-4	進水 61-5-20	竣工 61-7-30
全長 290.00m 垂線間長 280.00m	型幅 46.00m	型深 24.70m	満載喫水 18.199m
総噸数 92,986 T 純噸数 59,214 T	載貨重量 182,212 t	貨物艙容積 (ク) 198,762.6 m <sup>3</sup>	燃料消費量 47.6 t/day
艙口数 9 クレーン 7tトラベルホイスト	燃料油槽 4,302.4 m <sup>3</sup> (DO)	燃料消費量 47.6 t/day	
清水槽 617.5 m <sup>3</sup> 主機関 日立-B&W 6L80MCE型 (テ) 機関×1	出力 (連続最大) 18,830 PS (83rpm)		
(常用) 16,090 PS (78.5 rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 大阪ボイラー横乾燃式 6,750kg/h×8.5 / 5.5kg/cm <sup>2</sup> ・G	無線装置 (主) 0.8kW×1 (補) 75W×1	受(主)(補) 全波各1	
発電機 大洋電機 (タ) 750kVA×AC450V×1, (テ) 750kVA×AC450V×2, 軸発 455kVA×AC450V×1	航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー	船級・区域資格 NK 遠洋	
送(主) 1.2kW×1 (補) 130W×1 受(主) 90kHz×30MHz×2 (補) 1	船船電話 海事衛星装置 VHF 航海計器	船型 平甲板型	乗組員 27名
デッキ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー	速力 (試運転最大) 15.791 kn (満載航海) 13.5kn		
航統距離 21,500 浬	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 平甲板型	乗組員 27名

散積貨物船 来 神 丸 北日本大井海運株式会社

RAIJIN MARU

株式会社来島どっく大西工場建造 (第2458番船)	起工 61-1-27	進水 61-5-10	竣工 61-8-26
全長 225.00m 垂線間長 216.00m	型幅 32.26m	型深 18.20m	満載喫水 13.281m
総噸数 36,591 T 純噸数 22,908 T	載貨重量 70,653 t	貨物艙容積 (ベ) 77,935 m <sup>3</sup>	燃料消費量 25.6 t/day
(ク) 80,354 m <sup>3</sup> 艙口数 7	燃料油槽 2,027 m <sup>3</sup>	燃料消費量 25.6 t/day	
清水槽 394 m <sup>3</sup> 主機関 日立-B&W 6S60MCE型 (テ) 機関×1	出力 (連続最大) 10,000 PS (89rpm)		
(常用) 8,500 PS (84.5 rpm) プロペラ 5翼1軸	補汽缶 1.1 t/h×1		
発電機 軸発 360 kW×1 (テ) 400 kW×2	無線装置 (主) 0.8kW×1 (補) 75W×1	受(主)(補) 全波各1	
船船電話 海事衛星装置 VHF	航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー	船級・区域資格 NK 遠洋	
速力 (試運転最大) 15.93 kn (満載航海) 13.5 kn	航統距離 22,300 浬	船級・区域資格 NK 遠洋	
船型 平甲板船尾機関型	乗組員 28名	我が国初の神戸製鋼グリム・ベーン・ホイル装備船	



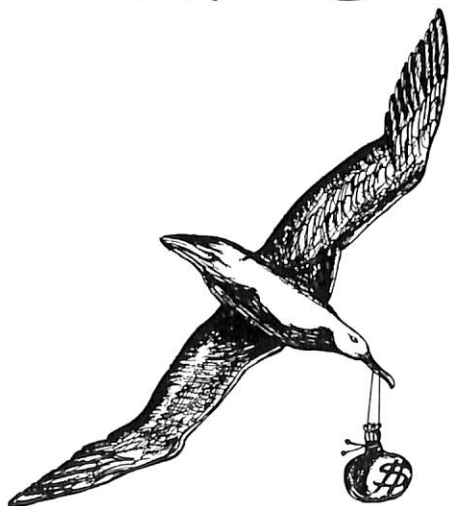


冷凍運搬船 播 洋 丸 東京商船株式会社

BANYO MARU

林兼造船株式会社建造 (第1294番船)	起工 60-12-18	進水 61-3-10	竣工 61-6-25
全長 124.50m	垂線間長 116.00m	型幅 18.00m	型深 10.40m
総噸数 5,757T	純噸数 2,483T	載貨重量 6,372.9t	滿載喫水 7.50m
艙口数 3	デリック 3t(S)/3t(U)×2gangs,	6t(S)/2t(U)×1gangs	貨物艙容積(ベ) 6,411.62m <sup>3</sup>
燃料消費量 14.68 t/day	清水槽 304.43m <sup>3</sup>	主機関 神発-三菱6UEC45 LA型(デ)	燃料油槽 2,323.5m <sup>3</sup>
出力(連続最大) 5,900PS(136rpm)	(常用) 5,015PS(129rpm)	プロペラ 4翼1軸 CPP	機関×1
自然循環水管式堅型(廃油焚可能)	発電機 自己通風防滴型	600kW×3	補汽缶 900PS×
720rpm×3	無線装置 送(主) 1.0kW×1 (補) 150W×1	受(主)(補)各1	海事衛星装置 VHF
航海計器 ロラン NNSS レーダー	速度(試運転最大) 18.468 kn	(滿載航海) 15.5 kn	航統距離 36,200 浬
船級・区域資格 NK 第三種漁船	船型 船首尾楼付船尾機関船	乗組員 30名	(本文36頁参照)

# コスト・セーブに応えるMUT...



(資料請求先)

## ●業務内容●

海 事 一 般 検 査  
海 上 保 険 業 務 代 行  
海 外 ド ッ ク 業 務 代 行



エム・ユー・ティー アンド カンパニー リミテッド

本社 東京都港区新橋 3-3-3 (新橋パイオニアビル)

TEL 03(504)0370 FAX (504)0379



カーフェリー フェリー しんあわじ 船舶整備公団・大阪湾フェリー株式会社  
FERRY SHIN AWAJI

内海造船株式会社(瀬戸田)建造(第511番船)	起工 61-3-3	進水 61-5-12	竣工 61-7-18
全長 57.45m	垂線間長 53.00m	型幅 13.00m	型深 4.10m
総噸数 960T	載貨重量 383.61t	清水槽 21.60m <sup>3</sup>	満載喫水 3.20m
燃料油槽 75.19m <sup>3</sup>	燃料消費量 11.2t/day	出力(連続最大) 1,800PS×2 (680/336 rpm)	主機関 ヤンマー
Z280ET型(デ)機関×2	発電機 横防滴型 240kW×1,200rpm×2	速力(試運転最大) 16.862kn	(常用) 1,530PS×2 (644/318 rpm)
プロペラ 5翼2軸	航海計器 レーダー	船級・区域資格 JG 平水	同型船 フェリー すもと
無線装置 船舶電話 VHF	旅客 482名	衛星放送TV受信装置	船型 平甲板型
航統距離 2,060浬			航路 深日(大阪府)～洲本市(淡路島)
乗組員 18名			
。ハウスラスター			

— 10 —



### 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)



冷凍運搬船 はなぞの丸 共栄海運株式会社

株式会社 栗之浦ドック建造 (第223番船) 起工 60-12-13 進水 61-4-11 竣工 61-6-9  
 全長 105.225m 垂線間長 96.00m 型幅 15.50m 型深 9.50/6.80m 満載喫水 6.41m  
 満載排水量 6,559.780 t 総噸数 2,236 T 載貨重量 4,200 t 貨物艙容積 (べ) 4,656 m<sup>3</sup>  
 艙口数 3 デリック 5 t × 6 燃料油槽 852.6 m<sup>3</sup> 燃料消費量 17 t/day  
 清水槽 90.8 m<sup>3</sup> 主機関 楨田-8L35MC 型 (テ) 機関 × 1 出力 (連続最大) 5,440 PS (200 rpm)  
 (常用) 4,895 PS (193 rpm) プロペラ 4 翼 1 軸 補汽缶 三浦工業 7 kg/cm<sup>2</sup> × 1  
 発電機 大洋電機 750 kVA × AC 445 V × 2 (原) ダイハツ 900 PS × 900 rpm × 2 無線装置 送 (主) 0.5 kW × 1  
 (補) 75 W × 1 受 (主), (補) 全波各 1 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS レーダー 速力  
 (試運転最大) 17.262 kn (満載航海) 15.5 kn 航続距離 19,094 浬 船級・区域資格 NK 遠洋 (国際)  
 船型 船首楼付二層甲板型 乗組員 28 名

遊覧旅客船 第15 陸中丸 船舶整備公団・岩手県北自動車株式会社

墨田川造船株式会社建造 (第N60-38番船) 起工 60-12-12 進水 61-3-25 竣工 61-4-17  
 全長 32.80m 垂線間長 28.00m 型幅 6.30m 型深 2.50m  
 満載喫水 1.21m 満載排水量 99.46 t 総噸数 109 T  
 載貨重量 35.26 t 燃料油槽 4.0 m<sup>3</sup> 清水槽 2.0 m<sup>3</sup> 主機関  
 日産-RD8TA06 型 (テ) 機関 × 2 出力 (連続最大) 360 PS (2,300 rpm) × 2  
 プロペラ 3 翼 2 軸 発電機 精工社 15 kVA × 1 (原) 日産 SD2227 速力  
 (試運転最大) 14.53 kn (航海) 13 kn 航続距離 360 浬 船級・区域資格  
 JG 限定沿海 船型 单胴角型 乗組員 船員 5 名, その他乗組員 2 名  
 旅客 (1.5 時間未満) 限定沿海 400 名 平水 423 名 同型船 第12陸中丸  
 航路 浄土ヶ浜 ~ 太田名部 (岩手県)





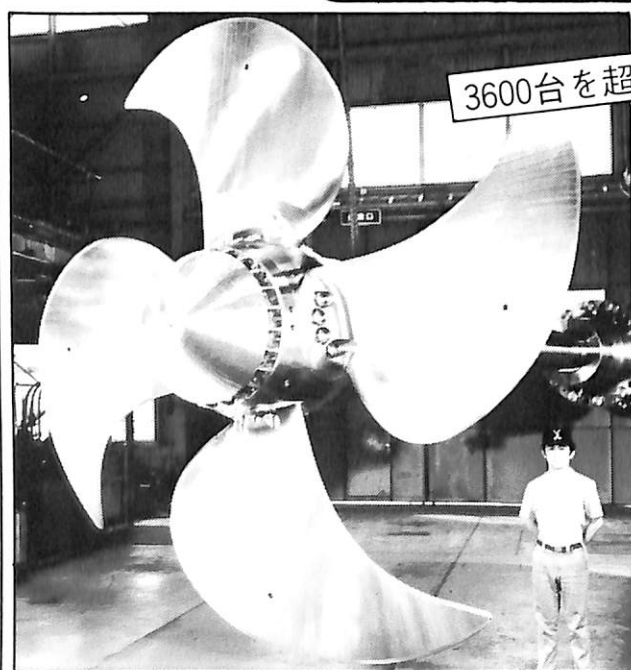
まき網漁船 日 本 丸 海外まき網漁業株式会社

NIPPON MARU

株式会社三保造船所建造 (第1286番船)	起工 61-3-3	進水 61-6-6	竣工 61-8-25
全長 78.55m 垂線間長 70.00m	型幅 14.00m	型深 8.27m	満載喫水 5.555m
総噸数 760T 1,788T (国際)	純噸数 657T	載貨重量 1,646.13t	魚艙容積
(ベ) 1,781.11m <sup>3</sup> (グ) 2,006.74m <sup>3</sup>	艙口数 22	燃料油槽 701.71m <sup>3</sup>	燃料消費量 12.9t/day
清水槽 34.16m <sup>3</sup> 主機関 赤阪-AH40AKD型 (デ)	機関×1	出力 (連続最大) 3,800PS (340rpm)	
(常用) 3,230PS (322rpm)	プロペラ 5翼1軸	補汽缶 ガデリウス 450kg/h 7kg/cm <sup>2</sup> ×1	
発電機 神鋼 750kVA×AC 445V×2 (原)	ヤンマー 900PS×900rpm×2		無線装置
送 (主) 0.5kW×1 (補) 150W×1	受 (主), (補) 全波各1	航海計器	速力
(試運転最大) 17.225kn (満載航海) 15.1kn	航続距離 23,000浬	船級・区域資格 JG・第一種漁船	
船型 二層甲板型 乗組員 20名	まき網用漁撈設備一式		

— 12 —

# 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 第三三栄ビル ☎105 ☎(03) 434-3939  
 ファックス ☎(03) 431-5438



リッチ デューク  
輸出油槽船 RICH DUKE

船主 株式会社 富洋海運 Rich Ocean Tankers S. A. (Bahama)  
 笠戸船渠株式会社笠戸造船所建造 (第358番船) 起工 61-1-24 進水 61-4-3 竣工 61-7-18  
 全長 243.83m 垂線間長 234.00m 型幅 40.00m 型深 19.00m 満載喫水 12.077m  
 総噸数 50,285T 純噸数 21,901T 載貨重量 79,999 Lt 貨物油槽容積 101,332.22m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 2,500m<sup>3</sup>/h×150m×3 デリック 15t×2 燃料油槽 3,349.22m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 34.7t/day 清水槽 508.74m<sup>3</sup> 主機関 三菱-Sulzer 6RTA76型(デ) 機関×1  
 出力(連続最大) 14,000PS(80rpm)(常用) 11,900PS(75.8rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶  
 川崎二胴水管式 16kg/cm<sup>2</sup>×2 発電機 西芝 640kW×AC450V×60Hz×3(原) ヤンマー 1000PS×3  
 無線装置 送(主) 1.5kW×1(補) 50W×1 受(主), (補) 全波各1 海事衛星装置 VHF 航海計器 NNSS  
 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大) 15.77kn(満載航海) 14.3kn 航統距離 24,000浬  
 船級・区域資格 AB ACCU NK遠洋(M0) 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 31名

スター グラン  
輸出撒積貨物船 STAR GRAN

船主 Kraft Line S. A. (Panama)  
 三井造船株式会社千葉事業所建造 (第1329番船) 起工 60-8-16 進水 61-3-3 竣工 61-5-22  
 全長 197.80m 垂線間長 188.50m 型幅 29.40m 型深 16.25m 満載喫水 11.717m  
 総噸数 27,192T 純噸数 12,918T 載貨重量 43,759t 貨物艙容積(ベ) 47,334m<sup>3</sup>  
 (グ) 47,647m<sup>3</sup> 艙口数 10 ガントリークレーン 40t×2 Cont. 搭載数 1,532 TEU  
 燃料油槽 2,160m<sup>3</sup> 燃料消費量 27.8t/day 清水槽 317m<sup>3</sup> 主機関 三井-B&W6L60MCE型  
 (デ) 機関×1 出力(連続最大) 10,120PS(104rpm)(常用) 9,110PS(100rpm) プロペラ 4翼1軸  
 補汽缶 1,200kg/h×1, 排エコ 1,100kg/h×1 発電機 800kW×3 無線装置 送(主) 受(主) 各1 船舶電話  
 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度  
 (試運転最大) 16.23kn(満載航海) 15.0kn 航統距離 25,200浬 船級・区域資格 NV 遠洋  
 船型 船首楼付船尾楼付平甲板型 乗組員 31名 同型船 Star Grip





ニューヨーク レインボウ

輸出撒積貨物船 **NEW YORK RAINBOW**

船主 Neptune Ursa Shipping Corp. (Panama)  
 株式会社来島どっく大西工場建造 (第2416番船) 起工 60-8-26 進水 60-11-25 竣工 61-2-19  
 全長 168.50m 垂線間長 160.00m 型幅 26.60m 型深 16.00m 満載喫水 10.970m  
 総噸数 20,125 T 純噸数 9,823 T 載貨重量 30,382 t 貨物艙容積 (べ) 37,991 m<sup>3</sup>  
 (グ) 39,051 m<sup>3</sup> 艙口数 7 ガントリークレーン 40 t × 2 Cont. 搭載数 1,204 TEU.  
 燃料油槽 1,400 m<sup>3</sup> 燃料消費量 27.7 t/day 清水槽 413 m<sup>3</sup> 主機関 三菱-Sulzer 6 RTA 58型  
 (デ) 機関 × 1 出力 (連続最大) 9,800 PS (102 rpm) (常用) 8,820 PS (98.5 rpm) プロペラ 4翼1軸  
 補汽缶 1,200 kg/h × 6 kg/cm<sup>2</sup>G × 1, (排エコ) 1,100 kg/h × 6 kg/cm<sup>2</sup>G × 1 発電機 687.5 kVA × 3 無線装置  
 送 (主) 800 W × 1, (補) 125 W × 1 受 (主) (補) 全波各1 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン  
 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力 (試運転最大) 17.27 kn (満載航海) 15.0 kn 航続距離 14,700 浬  
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 27名

オーシャン クレジット

輸出多目的貨物船 **OCEAN CREDIT**

船主 Pan Rex Shipping Co. S. A. (Panama)  
 林兼造船株式会社長崎造船所建造 (第935番船) 起工 60-10-22 進水 61-1-28 竣工 61-4-15  
 全長 108.58 m 垂線間長 100.0 m 型幅 17.00 m 型深 8.10 m 満載喫水 6.443 m  
 総噸数 4,181 T 純噸数 1,898 T 載貨重量 4,976.82 t 貨物艙容積 (べ) 6,003.76 m<sup>3</sup>  
 (グ) 6,447.00 m<sup>3</sup> 艙口数 3 デリック 32 t (II) × 1, 30 t × 1 Cont. 搭載数 151 TEU.  
 燃料油槽 606.48 m<sup>3</sup> 燃料消費量 12.94 t/day 清水槽 203.38 m<sup>3</sup> 主機関  
 日立-B & W 6L35MC 型 (デ) 機関 × 1 出力 (連続最大) 4,560 PS (200 rpm) (常用) 4,100 PS (193 rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 大阪ボイラー 発電機 400 kW × AC 450 V × 600 PS × 720 rpm  
 無線装置 送 (主) 1.5 kW × 1 (補) 75 W × 1 受 (主), (補) 全波各1 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) 17.038 kn (満載航海) 15.0 kn 航続距離 13,000 浬  
 船級・区域資格 NV 遠洋 船型 ウェル甲板型 乗組員 24名







パシフィック アリキ

輸出アンカー・ハンドリング/タグ サプライ船 **PACIFIC ARIKI**

船主 Swire Pacific Offshore Equipment Ltd (Hong Kong)  
 株式会社今村造船所建造 (第316番船) 起工 61-2-10 進水 61-5-24 竣工 61-7-31  
 全長 64.00m 垂線間長 54.00m 型幅 15.00m 型深 7.50m 満載喫水 6.45m  
 満載排水量 3,903.19t 総噸数 1,741T 純噸数 531T 載貨重量 2,007.44t  
 タンク艙容積 F.W. 485.542m<sup>3</sup> F.O. 669.476m<sup>3</sup> D.O. 797.865m<sup>3</sup> セメント槽 204.6m<sup>3</sup>  
 グリコール槽 63.746m<sup>3</sup> 主荷油ポンプ 150m<sup>3</sup>/h×90m×1 クレーン 10t×1 燃料油槽 685.40m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 21t/day 清水槽 485.542m<sup>3</sup> 主機関 ヤンマー Z280A-ET型 (デ) 機関×4  
 出力 (連続最大) 1,500PS (650rpm)×4 プロペラ 4翼2軸 CPP 発電機 (主) 大洋電機 400kW×2  
 (原) ヤンマー 600PS×2, (非) 120kW×1 (原) 180PS×1, (停) 24kW×1 (原) 42.5PS×1 無線装置  
 送 (主) 0.8kW×1 受1 VHF 航海計器 NNSS レーダー 速度 (試運転最大) 14.376kn  
 船級・区域資格 NV/EO/DOT 船型 船首楼付一層甲板型 乗組員 24名  
 ジョイスティック・コントロール, バウスラスタ, スタンスラスタ等

コンスタンチン ボンダレンコ

輸出航洋曳船 **KONSTANTIN BONDARENKO**

船主 V/O Sudoimport (USSR)  
 石川島造船化工機株式会社建造 (第562番船) 起工 60-11-19 進水 61-2-25 竣工 61-7-30  
 全長 40.10m 垂線間長 34.00m 型幅 10.60m 型深 4.40m 満載喫水 3.60m  
 総噸数 725T 純噸数 212T 載貨重量 236.95t 燃料油槽 172.92m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 5.37t/day 清水槽 78.92m<sup>3</sup> 主機関 ヤンマー M200-ST型 (デ) 機関×2  
 出力 (連続最大) 675PS (900/291rpm)×2 (常用) 600PS (865/280rpm)×2 プロペラ 4翼2軸  
 補汽缶 重油焚 温水 450,000kcal/h 発電機 (主) 大洋電機 120kW×2 (原) 180PS×1,500rpm×2  
 (非) 30kW×1 (原) 50PS×1,500rpm×1 無線装置 送 (主) 0.3kW×1 (補) 0.25W×1 受 (主) 全波×1  
 (補) 全波×3 VHF 航海計器 レーダー 速度 (試運転最大) 11.57kn (航海) 10.6kn  
 航続距離 5,000浬 船級・区域資格 RS 遠洋 耐水 船型 長船首楼付一層甲板型  
 乗組員 28名 同型船 Kapitan Bytko オートテンション機構付曳航ウインチ, 曳航フック



両備運輸向け遊覧船 “御座船・備州”

御座船とは、江戸時代の西国、九州の諸大名が参勤交代に使用した殿様の閑船（軍船・櫓40挺以上）のことをいい絢爛豪華をほこった。本船型では三代将軍家光が御座船として建造した豪華船“天地丸”（1630年建造・櫓50挺以上）等が有名であるが、本計画では、江戸時代岡山藩主が参勤交代に使用した縮尺1/10の本船をモデルとした。

○船型及びその他の特徴

船型は江戸時代の御座船の特徴である鋭い船首に流線型にもとずいたライン形状とし、上甲板には矢倉等を設け、外舷は木組み構造に出来るだけ類似させ、上部構造の屋根は神殿造りとし、銅板葺御殿屋根、帆、毛槍、家紋等を配置し、外舷色の朱塗り等外観的に原船の特徴に合わせた形状及び色彩としている。

船室は全て和風式として前部客室（御座の間）は舞台付大広間で両舷の大きな窓より瀬戸内海の雄大な景色を楽しむながらの食事、船旅等を楽しむ事が出来る。後部客

室（後楽の間）にも和風レストラン、売店等を配置している。前部大広間の天井には絵柄入りとして格天井として大名屋敷のイメージを出している。

上部甲板室の特別室（貴賓の間）は高級和風レストラン様式とし、必要に応じて船上で本格的な和風結婚式及び披露宴も行なえるように神殿を備えている。

上記のような外観内装を有する為排気管は船尾に導き、又通風筒アンテナ配管等の近代設備も出来るだけ人の目にふれない工夫をこらしている。

○振動及び防音対策

本船の設計に当り、機関室よりの発生源を断つ為に構造部材の連続性及び本船の剛性を十分取ると共にハイスキュードプロペラの採用、防音対策として、機関室よりの出入口は二重扉とし、機関室天井及び通風トランクにはロックウールを張りつめる事により通常の船舶より格段に振動騒音の少ない船となった。

（株式会社神田造船所）



株式会社 神田造船所建造（第295番船）	起工 61-3-31	進水 61-5-22	竣工 61-7-21
全長 49.700m	垂線間長 41.00m	型幅 11.00m	型深 4.100m
満載排水量 498.66 t	燃料消費量 2.6 t/day	総噸数 498 T	清水槽 20.38 m <sup>3</sup>
燃料油槽 21.38 m <sup>3</sup>	(デ) 機関×1	出力(連続最大) 850 PS (900/322 rpm)	主機関 ヤンマー M 200-ET 型
プロペラ 4翼1軸	無線装置	発電機 西芝 200 kW×2 (原)	ヤンマー 300 PS×1,200 rpm×2
船電話 VHF	航海計器 レーダー	速力(試運転最大) 12.998 kn	(満載航海) 12.0kn
航続距離 1,800 浬	船級・区域資格 JG	平水第二種船	船型 平甲板型
乗組員 5名	旅客 500名	帆はナイロンのメッシュ。パウスラスター	カラーレーダー
		航路 岡山港を中心とした大島周遊、北備讃瀬戸大橋方面	



▲ 御座の間

この大広間は当時のままの意匠でし  
つらえられている見上げれば格天井、  
約280名の船客収容が可能。

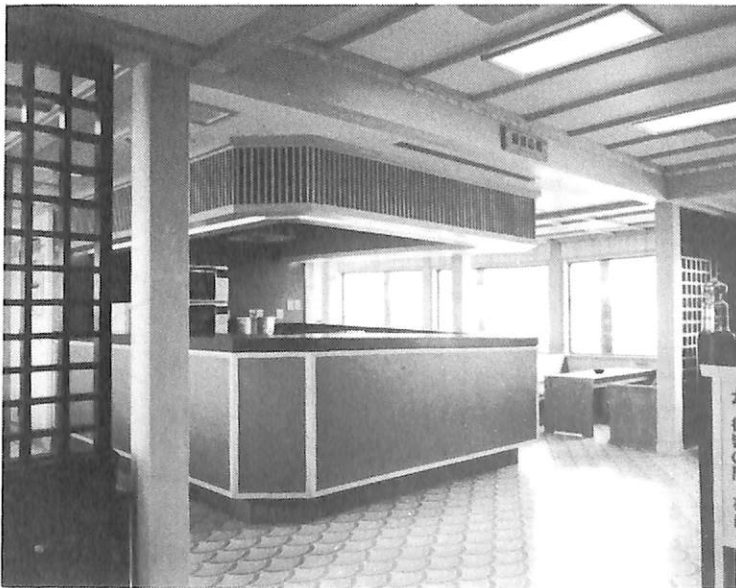
貴賓の間 (VIPルーム)

御座船遊びをよりゴージャスに楽しむ  
ための室、婚礼の用意も出来る。



▼ 後楽の間・売店

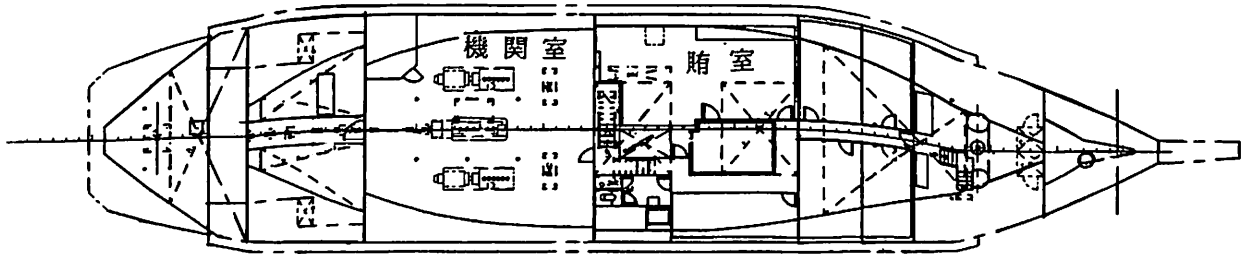
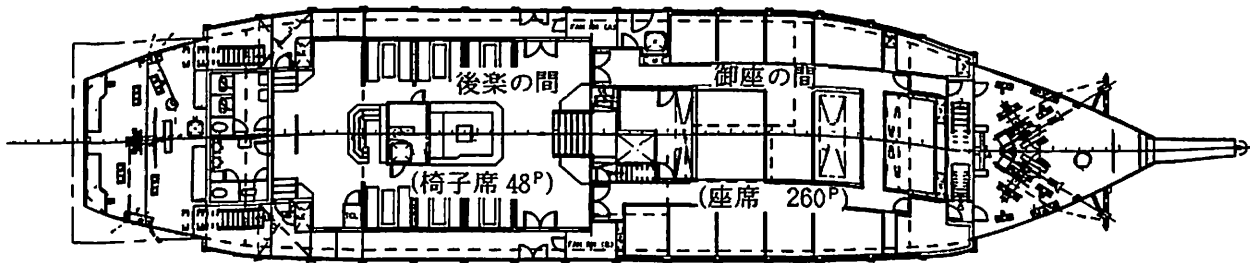
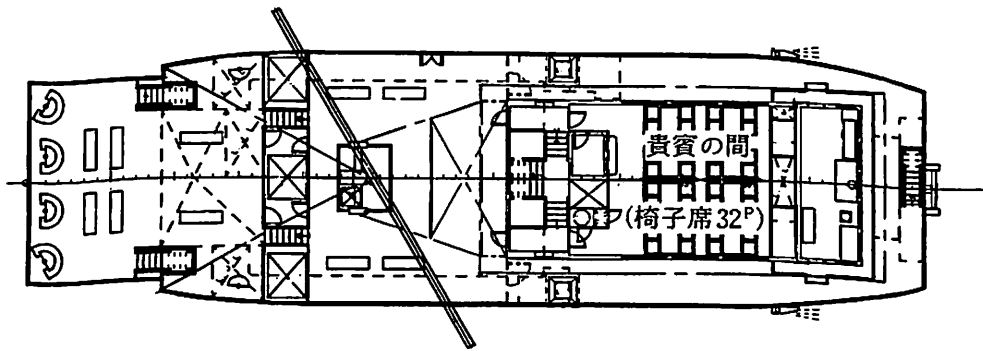
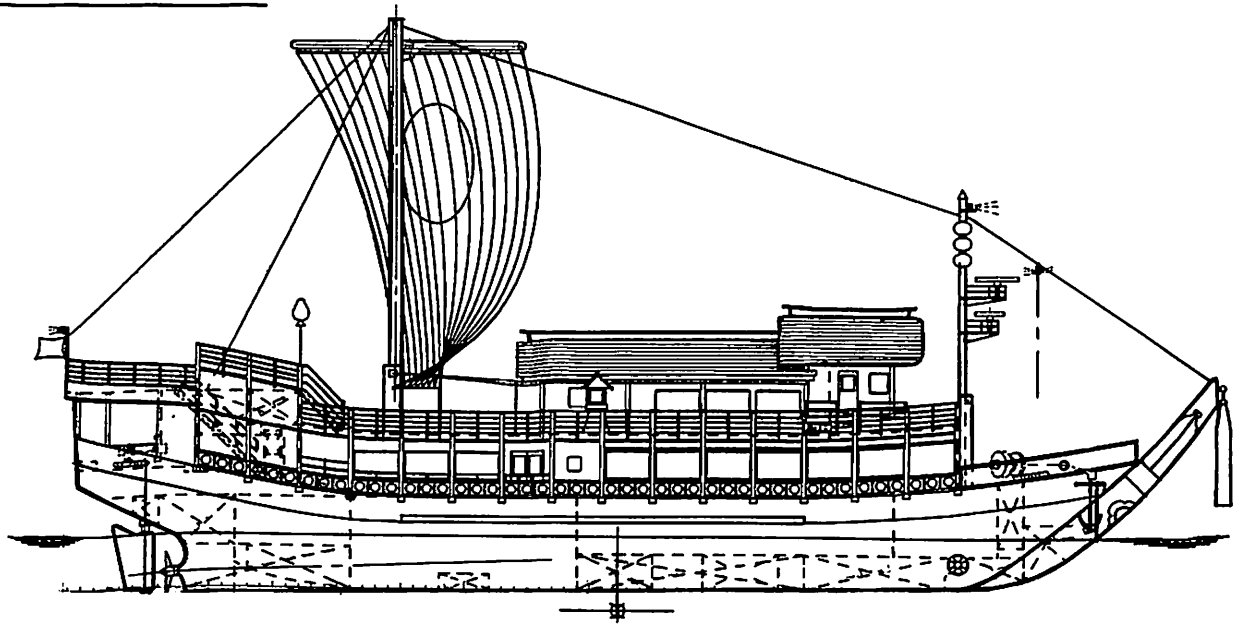
豪華なラウンジルーム



エントランスホール ▶

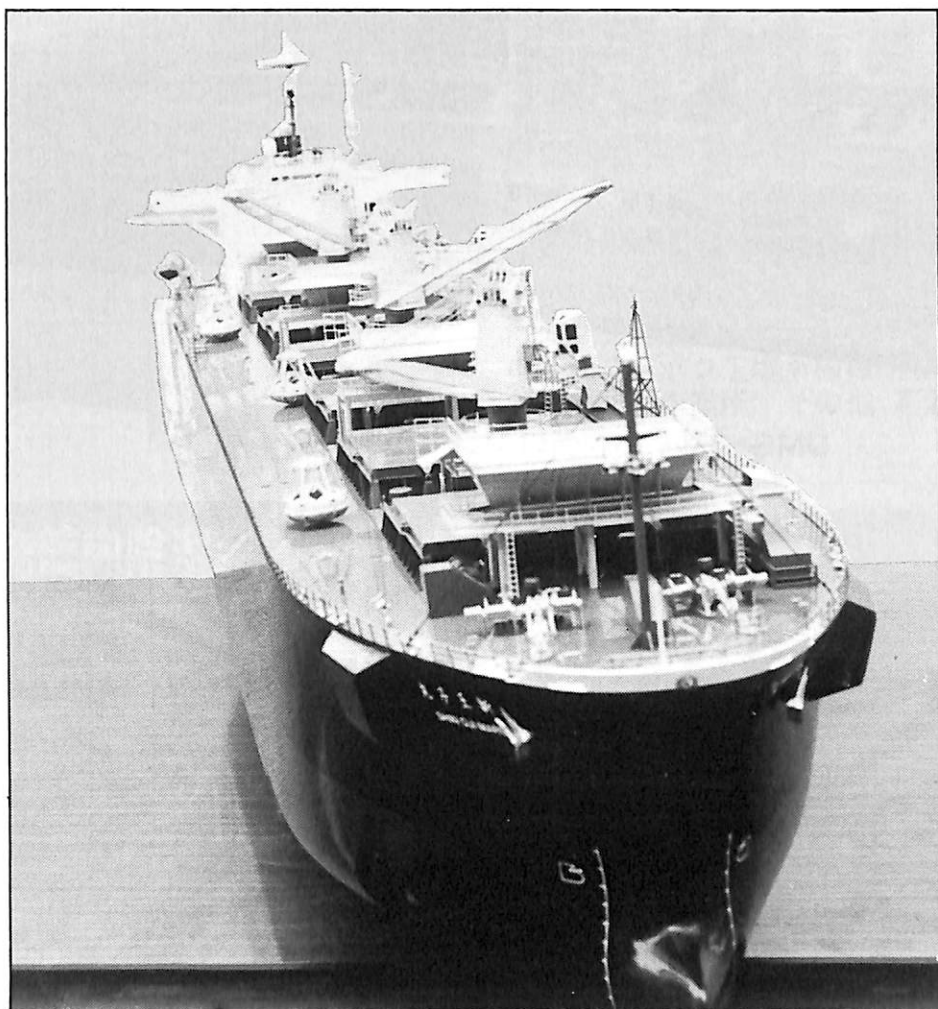
塗りの手すりに格天井、主階壁は源平合戦を絵で再現している。





両備運輸向け遊覧船“御座船・備州”一般配置図  
神田造船建造

進水記念贈呈用に  
不二の船舶美術模型を



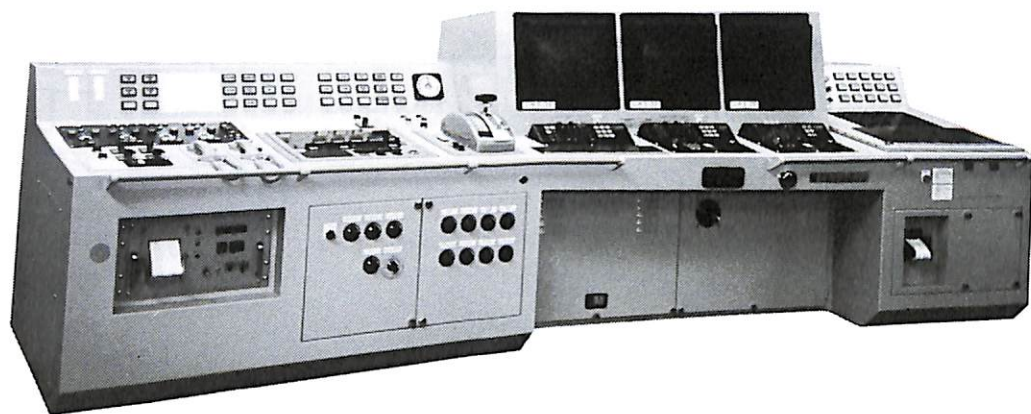
チップ運搬船“新王子丸”

縮尺：1/150模型 発注先：今治造船(株)

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

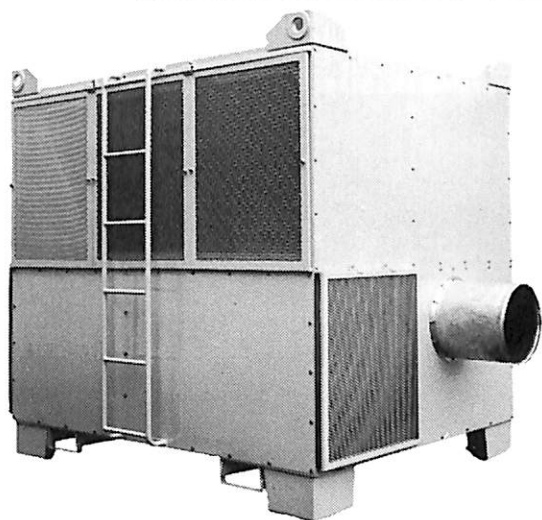
## 渦潮電機株式会社

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
大阪営業所	大阪市東淀川区東中島1丁目18-27	TEL(06)320-0455	FAX(06)320-3110
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

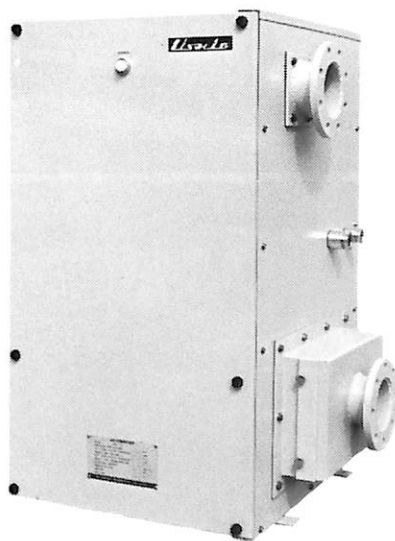
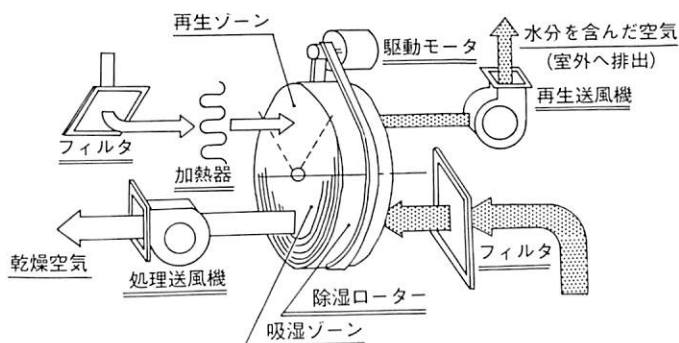


# 風神

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	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
大阪営業所	大阪市東淀川区東中島1丁目18-27	TEL(06)320-0455	FAX(06)320-3110
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	

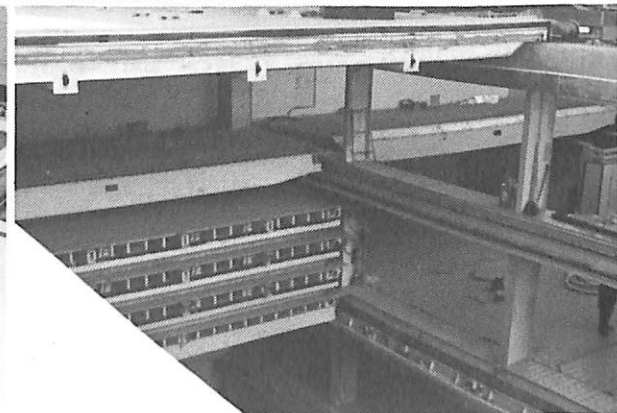
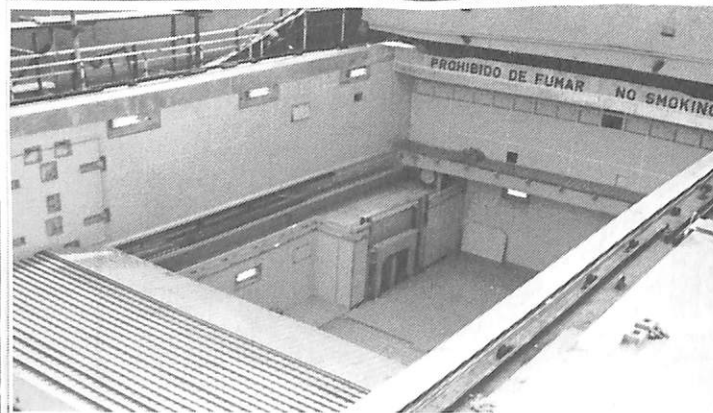
## 43 万 CF 積み生鮮果物のシャトル・サービス

SPRING Series Reefer Carrier

本年1月からCool Carriers (スウェーデン) 運航による日本向けのリーファー・キャリアー(Springシリーズ)による生鮮果物の本格シャトル・サービスを開始している。航路はエクアドル～米国西岸～日本間の9,200 浬(片道25日間)であり、往航は、バナナ、サンキスト(グレープフルーツ等柑橘類)の積荷である。荷揚げされる量は、バナナの場合は約30万カートンまた、サンキスト類は約21万カートンである。復航は自動車、コンテナ(雑貨)が主で毎月4回回の寄港をしている。

Spring シリーズは8隻で1984年頃に日韓で建造したもので我が国では幸陽船渠(株)が建造した3隻、(株)来島どっく建造の2隻(日本船主向け同船型)、韓国は現代重工工業(株)建造の1隻、大韓造船(株)建造の2隻であり、居住区、煙突の位置等は建造所により多少の設計変更がある。

特徴は、オープンハッチ型であり、コンテナ及び車輛搭載(LO/LO)も可能であり、特にパレット積みの場合に冷凍貨物はホールド内で横移動する事なく荷役ができるよう配慮されている。



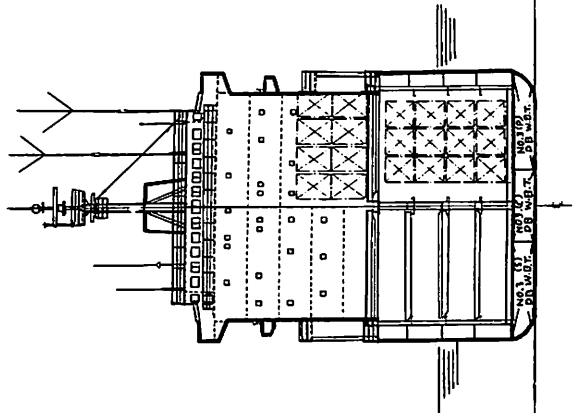
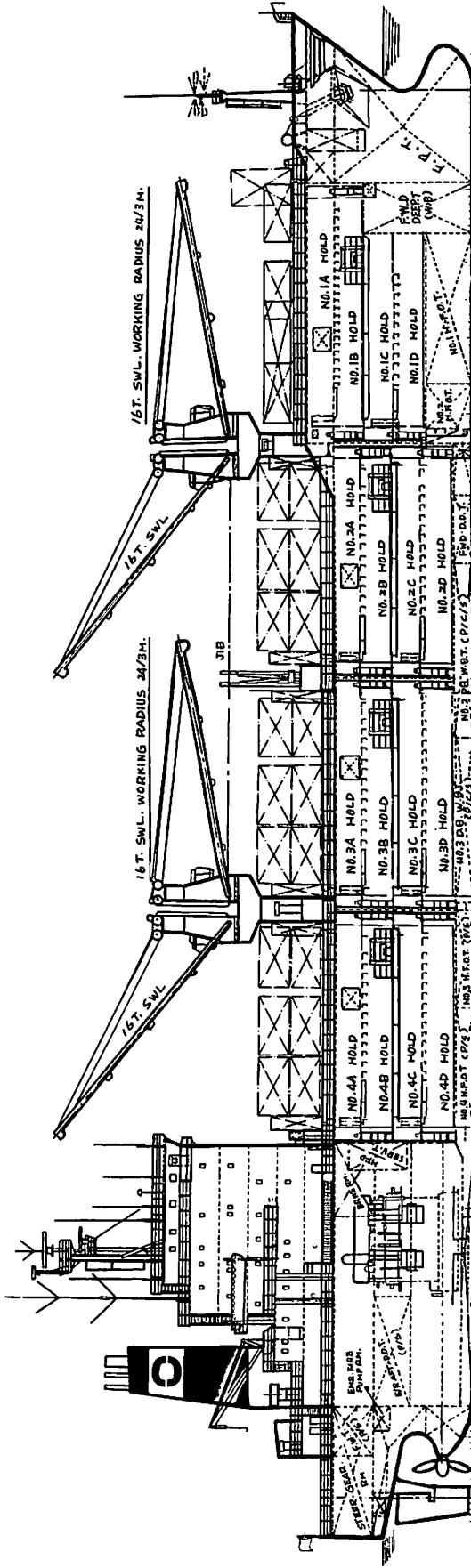
船倉開口よりA、B倉内を見下す。(上左)

左方はグレーチング・ハッチカバー、B倉中央に極東マック・グレゴリー製Lifting station(ハッチのリフティング、積み重ね装置)が見える。

Lifting stationを倉内の内側より見る。(下)

本装置は、極東マック・グレゴリー製 High-lift and rolling hatch cover(B倉床面に相当)を電動ウインチ、チェーン駆動により取りよせ同装置による同ハッチ・カバーの積み重ね(上下動)(写真右)により倉口のオープン、クローズ時を一挙動に行える装置(油圧駆動)でリモート・コントロールにより操作をする。





SPRING シリーズ冷凍運搬船の配置図及び“SPRING PANDA” 主要目

幸陽船渠株式会社建造 (第1055番船)	竣工	59-1-20	全長	150,695 m	垂線間長	140.40 m	
型幅	24.00 m	満載喫水	8.60 m	満載排水量	18,008 t	総噸数	12,187 T
純噸数	4,717 T	船口数	4	クレーン	16T (H) × 2	Car搭載数	775 (乗用車)
Cont.搭載数	290 TEU (含冷)	貨物艙容積 (≪)	13,077 m <sup>3</sup>	燃料油槽	1,741.2 m <sup>3</sup>	燃料消費量	32.6 l/day
清水槽	263.7 m <sup>3</sup>	主機関	三井B&W-6L67GBE型 (デ)	機関 × 1	出力 (連続最大)	11,600 PS (120 rpm)	
(常用)	10,440 PS (115.9 rpm)	プロペラ	4翼1軸	補汽缶	2,000 kg/h × 6.0 kg/cd × 1	発電機	西芝
1,250 kVA × 2,	625 kVA × 2,	無線装置	送 (主)	1.5 kW × 1 (箱)	50 W × 1	海事衛星装置	VHF
ローラン	レーダー	速度 (試運転最大)	20 kn	(満載航海)	17 kn	航続距離	22,156 哩
LR	速洋	船型	長船首楼付平甲板型	乗組員	37名	ホールド内室温は	-25℃ ~ +13℃ に調整している。

- SPRING シリーズ 8 隻の船名
- SPRING BIRD / SPRING BEAR (Spring Dream) / SPRING BRIDE
  - SPRING BREEZE / SPRING PANDA (Spring Ballad)
  - SPRING DISIRE / SPRING DELIGHT / SPRING BOB (Spring Blossom)

日本代理店：インターオーシャン・ SHIPPING・コーポレーション



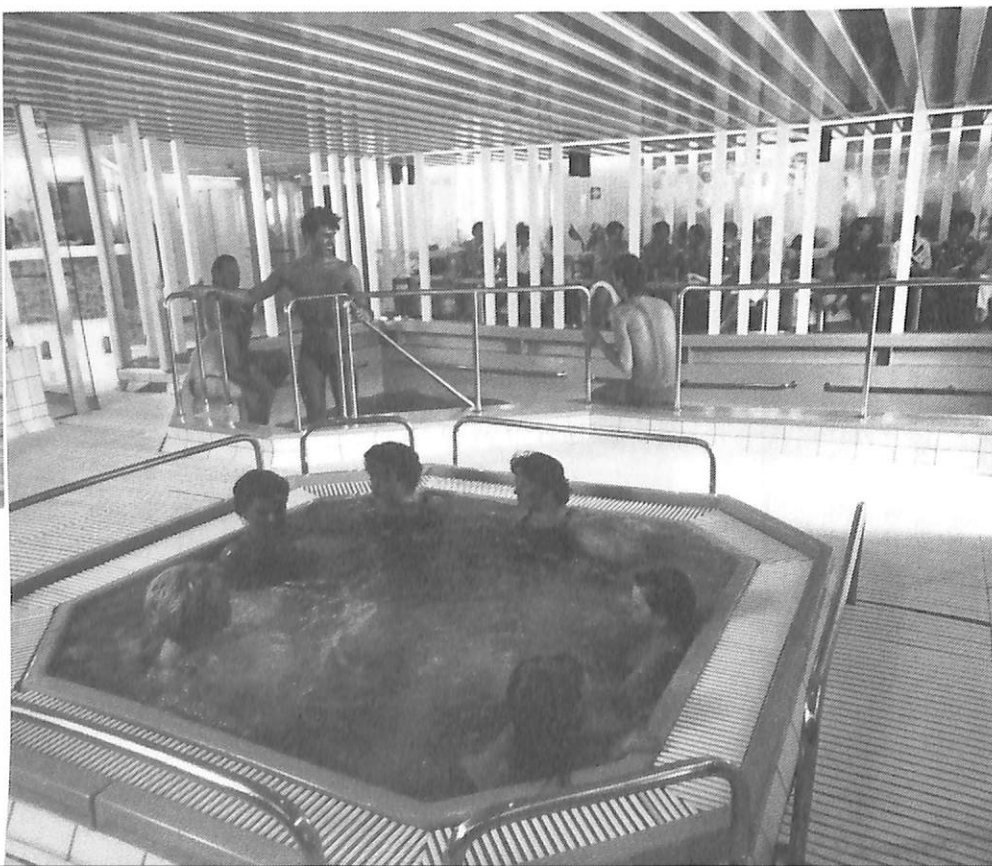
本船の航路を楽しむ大きな目的の一つがデューティフリーショッピングで5番デッキに広いスペースが用意されている。高級品を扱うコーナーとスーパーマーケット方式になっており、特に西独観光客に好評のようである。

Valmet Helsilkにおける最初で最後の建造客船

新鋭客船 M/V “BIRKA PRINCESS”(2)

ビルカ プリンセス

Yoshitatsu Fukawa  
府川義辰



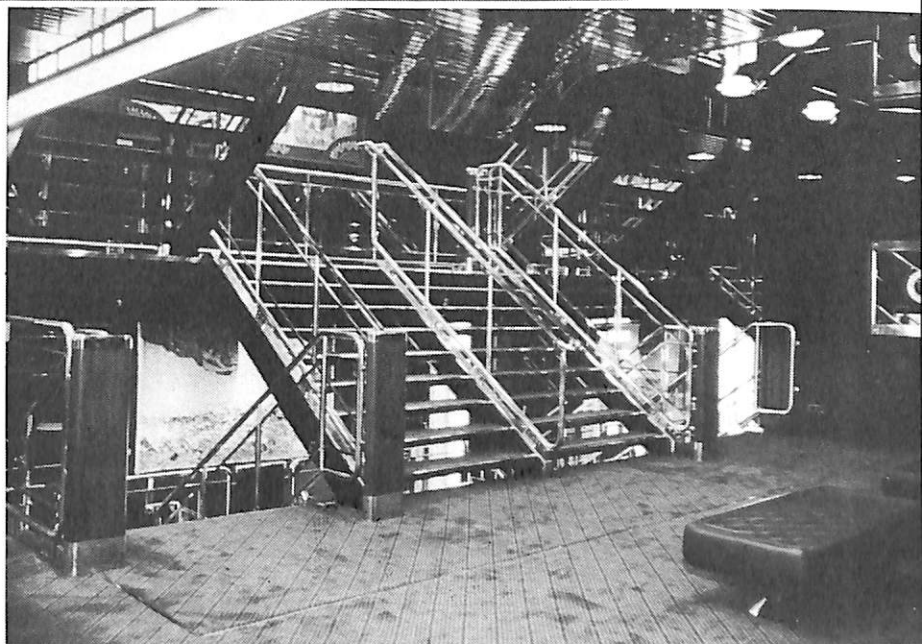
ウイルベル プール船底に近い2番デッキにある“サウナセンター”の施設で、プールと手前が最近、西欧各国で流行をしている“ホットタブ”で現在の有名客船には続々設備されているものでプールの向う側は併設されているバーで、サウナは“ホット”タブの右後にある。

# BIRKA PRINCESS



▲  
7番デッキの船首部にある大会議室で、大小14の会議室が集中しており、利用の度合に応じて2室若しくは13室共同可能になっている。この種の会議室は、この海域を航行する大型フェリーや客船には必須な場所となっている。

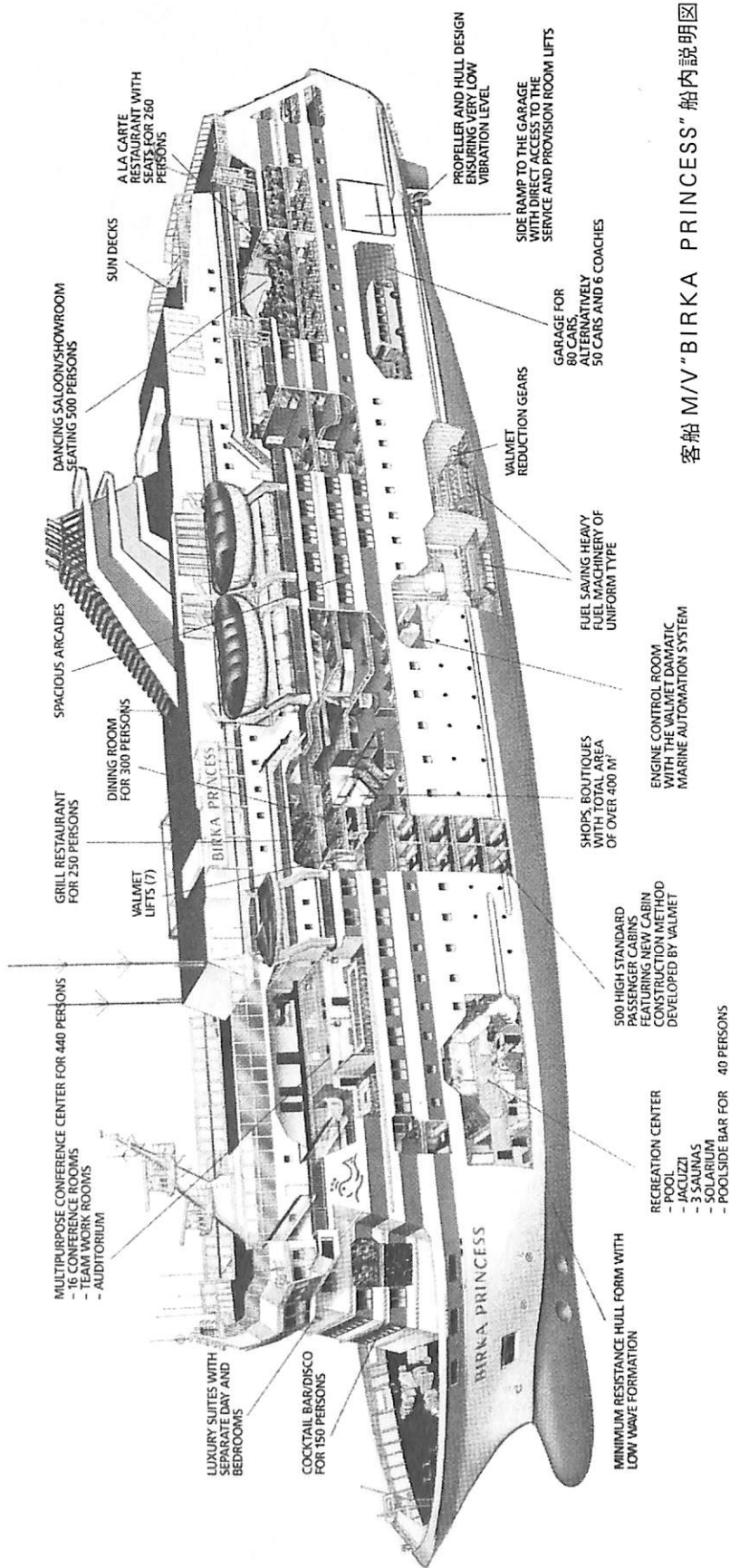
船内主階段 ▶



◀ハイクラスキャビンの居室部

Photo: Birka Line AB.  
Valmet, Helsinki Shipyard.

# BIRKA PRINCESS



客船 M/V "BIRKA PRINCESS" 船内説明図

ノルサン  
欧州向け 30,000 GT 型旅客/カーフェリー “NORSUN” の進水

日本鋼管(株)は、オランダのRoyal Nedlloydグループの子会社であるHollandse Vrachlvaart Maatschappij B. V.から30,000総噸型、乗客定員1,250名の旅客/カーフェリーを1隻受注していたが8月29日鶴見製作所で無事に進水式を完了した。

本船は62年3月末に引渡される予定であり、就航は、Hull(英)Europort(オランダ)間を予定している。本船

はRoyal NedlloydグループとPeninsular and Oriental Steam Nav.(P&O社・英)とが現在2隻ずつ共同配船をして、Hull～Europort間およびHullとZeebrugger(ベルギー)間に運航しているNorth Sea Ferriesに新規投入される姉妹船2隻内の1隻であり、他の1隻はスコットランドのGovan Shipyardに発注されている。

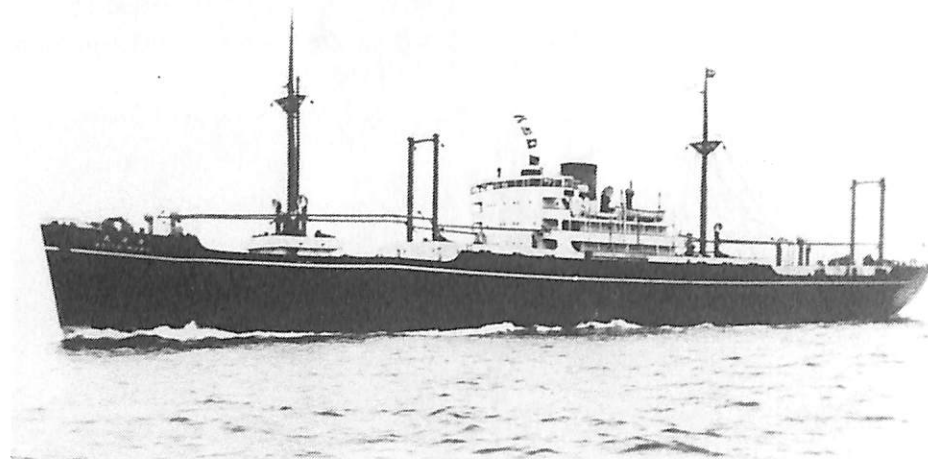


鶴見製作所で進水をした旅客/カーフェリー“NORSUN”  
写真下は完成予想図

〔主要目〕全長	179.2m	(at 10,660 PS)
垂線間長	169.5m	
型幅	25.08m	
深さ(隔壁甲板) 7.85m(最上全通甲板) 17.9m		
喫水	6.23m	
載貨重量	6,900 t	
総噸数	31,000T	
主機関	Sulzer 6ZA40型(デ) × 2 " 9ZA40型(デ) × 2	
出力	計 26,000PS	
軸数	2	
速力(巡航)	18.5 kn (4基)	
	(at 15,950 PS)	
	(巡航) 16.5 kn (2基)	
乗客定員	1,250名	
乗組員	107名	
キャビン数	452室(客用)	
リクライニング席数	152席	
公室面積席数	2,600㎡/1,350席	
Car搭載数	乗用車820台または乗用車 280台と12mトレーラー120台	
発電機	(デ) 3,780 kVA × 2 (タ) 3,070 kVA × 2	
ボイラー	Thermal oil 3,500 kW × 2	
バウスラスター	13.5 t × 2	
ヒーリングポンプ	750 m <sup>3</sup> /h × 2	
フラップ ラダー	有り	



## 貨物船 慶 洋 丸 東洋汽船



三菱重工業(株)横浜造船所建造 (第276番船)		船船番号 44001	信号符字 JWPL
起工 昭12-4-14		進水 12-8-23	竣工 12-11-15
垂線間長 133.92m	型幅 17.76m	型深 9.75m	満載喫水 7.845m
満載排水量 13,815 t	総噸数 6,441.91T	純噸数 4,835.22T	載貨重量 9,542.32 t
貨物艙容積 (ベ) 13,898 m <sup>3</sup> (グ) 15,169 m <sup>3</sup>	主機関 横浜-MAN直接逆転複動2サイクル無気噴油式ディーゼル	出力 (連続最大) 5,310 PS (計画) 4,700 PS	速力 (試運転最大) 16.61 kn
機関×1	船級・区域資格 通信省第1級 BC, BS, MBS, TK, NS, MNS	鋼船	
(満載航海) 13.8 kn	乗組員 46名	同型船 善洋丸, 山月丸, 山霧丸, 多摩川丸, 淀川丸, 加茂川丸	
船籍港 東京	旅客 1等2名		

昭和10年、新興商船の発注で三菱横浜造船所で建造された新興丸は、穀物その他一般貨物のほかに、北米からの木材積取のため特別の装置を有していた事などから他の類似の貨物船より群をぬいた優秀船であったので、同型船が多くの船主によって発注された。

本船は、東洋汽船が発注した2隻の同型船の第2船として完工したもので、全通甲板は2層で、船体を7コの水密隔壁によって8区分され、機関部前方に2コ、後方に3コの貨物艙があり、第3、第4船艙内の隔壁は第2甲板までにとどめ長尺物積載の邪魔にならない様に考慮されていた。また第2船艙も非常に長く、その結果長尺貨物は上甲板上ウエル、中甲板及び第2船艙に積取ることができた。

本船の船型は傾斜型船首、巡洋艦型の船尾を有する三島型船であった。

昭和12年11月6日、公試運転を実施し最高速力16.61ノットを記録した。

昭和16年8月17日海運に徴用され横須賀鎮守府所属第11航空艦隊配属の特設航空機運搬船となる。

昭和16年12月1日高雄発、フィリピン攻略作戦の第1急襲隊として田中支隊を乗せた6隻の船団と第11航空艦隊器材搭載の本船がアバリに向う。12月7日16時30分馬公を出撃、12月10日午前0時アバリ着、午前6時には揚陸を完了。12月13日19時、高雄經由、馬公に向う。

昭和17年5月18日 ミッドウエー攻略の設営隊を乗せて内地を出港、5月28日海軍陸戦隊を乗せた13隻の船団でサイパンを出撃、ミッドウエーに向ったが6月5日作戦の失敗により反転して6月13日トラックに入港した。

昭和17年12月24日付 第6空襲部隊に配属、ラバウル及びソロモン群島方面に配備されニューブリテン島、ソロモン方面の航空基地調査、設営、管理に当る。

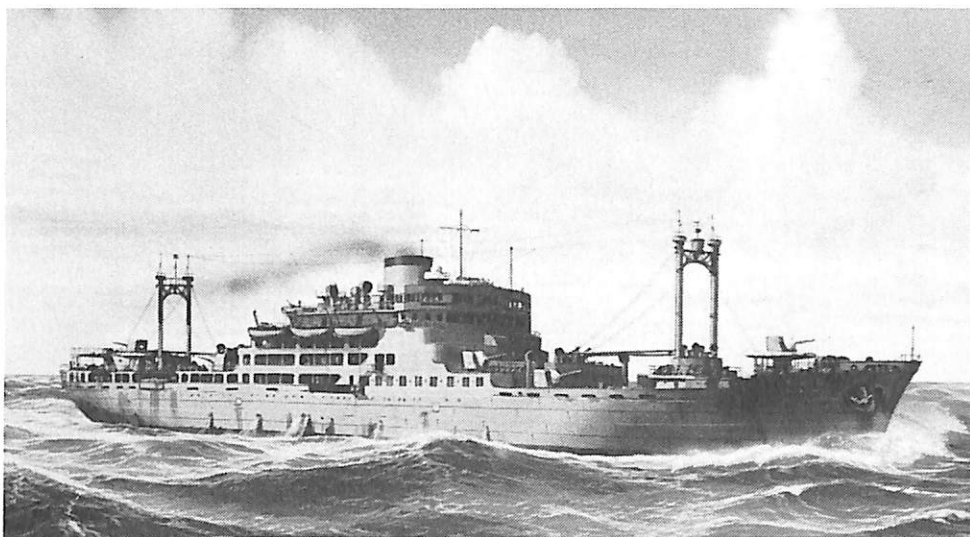
昭和18年2月9日よりフィン ショートランド、ラバウル、トラック間の輸送に当る。昭和18年2月28日横須賀発、マーシャル方面防備強化のための第69警備隊を乗せてテニアンに揚陸した。3月18日より、サイパン、父島と横須賀の間の輸送に従事。

昭和18年6月28日より9月1日まで横浜にて入渠修理。10月25日工事完了し、出撃準備に入る。

昭和18年11月14日 横須賀発、11月23日トラック着、12月1日トラック発、1013船団で12月5日ラバウル着、12月22日ラバウル発、2222船団で「朝風」「追風」の護衛で12月25日トラック着、昭和19年1月2日トラック発「朝風」の護衛で1月11日横須賀に帰る。

昭和19年3月1日横浜発、第58、第86防空隊をのせて東松1号船団の甲船団3隻に加わり、「隠岐」「満珠」などの護衛で3月12日トラック着、5月4日東京発、4517船団14隻に加わりサイパンに向ったが途中で受けた損傷を修理中6月12日、サイパンにて空爆により沈没した。

## 貨物船 護 国 丸 大阪商船



三井造船(株)玉工場建造 (第253番船)	船舶番号 49180	信号符字 JYYO
起工 昭14-7-31	進水 17-4-2	竣工 17-10-2
垂線間長 152.25 kn	型幅 20.20 m	型深 12.40 m
満載排水量 17,780 t	総噸数 10,439 T	純噸数 6,134 T
貨物艙容積 (ベ) 12,759 m <sup>3</sup> (グ) 14,275 m <sup>3</sup>	主機関 三井-B&W 2SA型ディーゼル機関×2	満載喫水 8.84 m
出力 (連続最大) 16,110 PS (常用) 13,000 PS	速力 (試運転最大) 20.6 kn (満載航海) 19.0 kn	載貨重量 9,615 t
乗組員 133名 (計画時)	旅客 1等48名, 特3等48名, 3等304名 (計画時)	同型船 報国丸, 愛国丸
船籍港 大阪		

大阪商船では大正15年3月、アフリカ東岸線を開設した。当時の就航線は第1船のかなだ丸などは、かつての北米タコマ線からの転用であり、その後も他航路を撤退した老旧船が配船されてきた。しかし、昭和9年頃から同航路の荷動きも活発となったことから、新造船の投入を計画、3隻の優秀豪華船が三井玉工場に発注された。

計画時には、本船は興国丸と呼ばれていたが途中で、護国丸と改められた。

本船は第3船として昭和14年7月31日起工されたが、その後、日米関係の悪化による軍勢力増強の影響を受けて工事が進まず、さらに日米開戦などの事情により昭和17年4月2日、ようやく進水、同年10月2日に完工した。

しかし、建造中、昭和17年7月27日、海軍に徴用され呉鎮守府所属の特設巡洋艦としての工事が進められ15cm砲8門、13mm連装機銃2門、53cm連装発射管2基などが装備され、船内設備は乗組員居住区のみ整備されて他の客室相当部分はすべて大広間のままとし、喫煙室等の窓は閉鎖されたままとし、大型デリックポスト4組のうち2組しか装備されず、姉妹船の報国丸、愛国丸とくらべると大分異った状態で完工した。10月1日、連合艦隊附属となり内地を出撃 11月30日までシンガポールを基点に通商破壊作戦及び潜水部隊への補給任務に当る。

昭和17年11月の東印ニューギニア攻略作戦に参加、12

月2日シンガポールを出港、歩兵第42連隊第2大隊長花輪中佐以下、歩兵第21連隊、野戦高射砲第58大隊、第6飛行場設営隊、道路隊、通信隊など3,724名を乗せて12月12日一旦ラバウル着、12月18日ニューギニアのマダンに部隊を揚陸したが、途中で敵機の攻撃で直撃弾を受け船体に大破口を生じ一部物件を残したまま12月20日ラバウルにもどる。

昭和18年1月には在朝鮮の第20師団をニューギニアに急送する丙1号輸送、北支那の第41師団をニューギニアに急送する丙3号輸送、2月にはスラバヤの歩兵第11連隊のニューギニアへの輸送などに活躍した。4月には、連合艦隊の指揮下に入り、シンガポールを出撃、内地—上海、南洋方面の輸送任務につく。9月には、上海に集結した第17師団をラバウルに急送する丁2号輸送、10月には丁4号輸送に加った。

昭和19年11月17日、九州五島列島宇久島北北西、古志岐島、灯台15湊沖、北緯33°31′ 東経129°19′にて、米潜水艦 Barb (SS-220) の雷撃により沈没した。本船の写真は現在残っていないが、三井造船の御好意によって特設巡洋艦に変更後の設計図が入手出来たので、これによって船舶画家の上田毅八郎氏に依頼した。本船の1/48大型模型は、兵庫県芦屋市にある海技大学の玄関に展示されている。

# ケープタウン港の商船

野間 恒  
H · N O H A

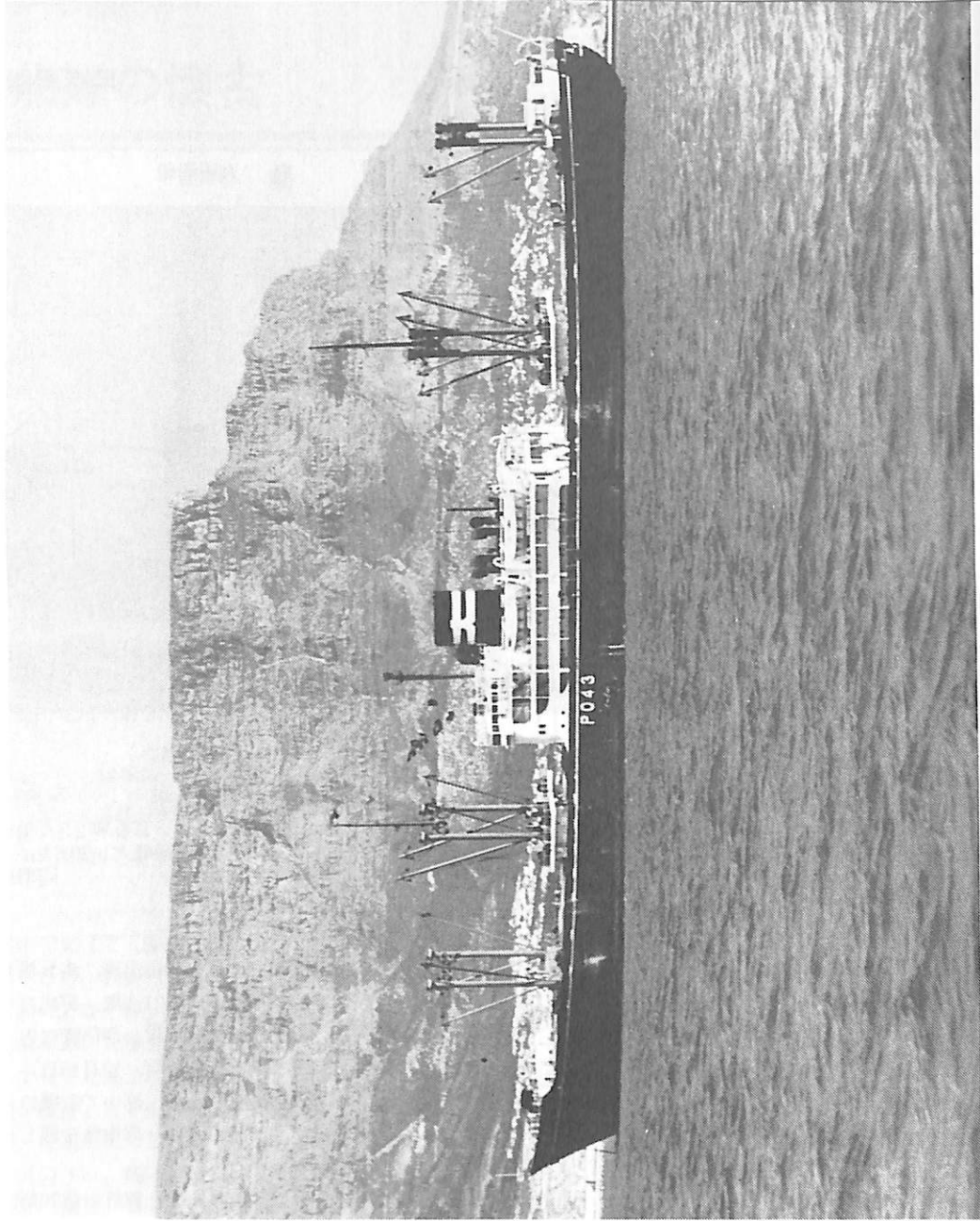
Merchant ship in the port of Cape Town

## ケープタウンの商船

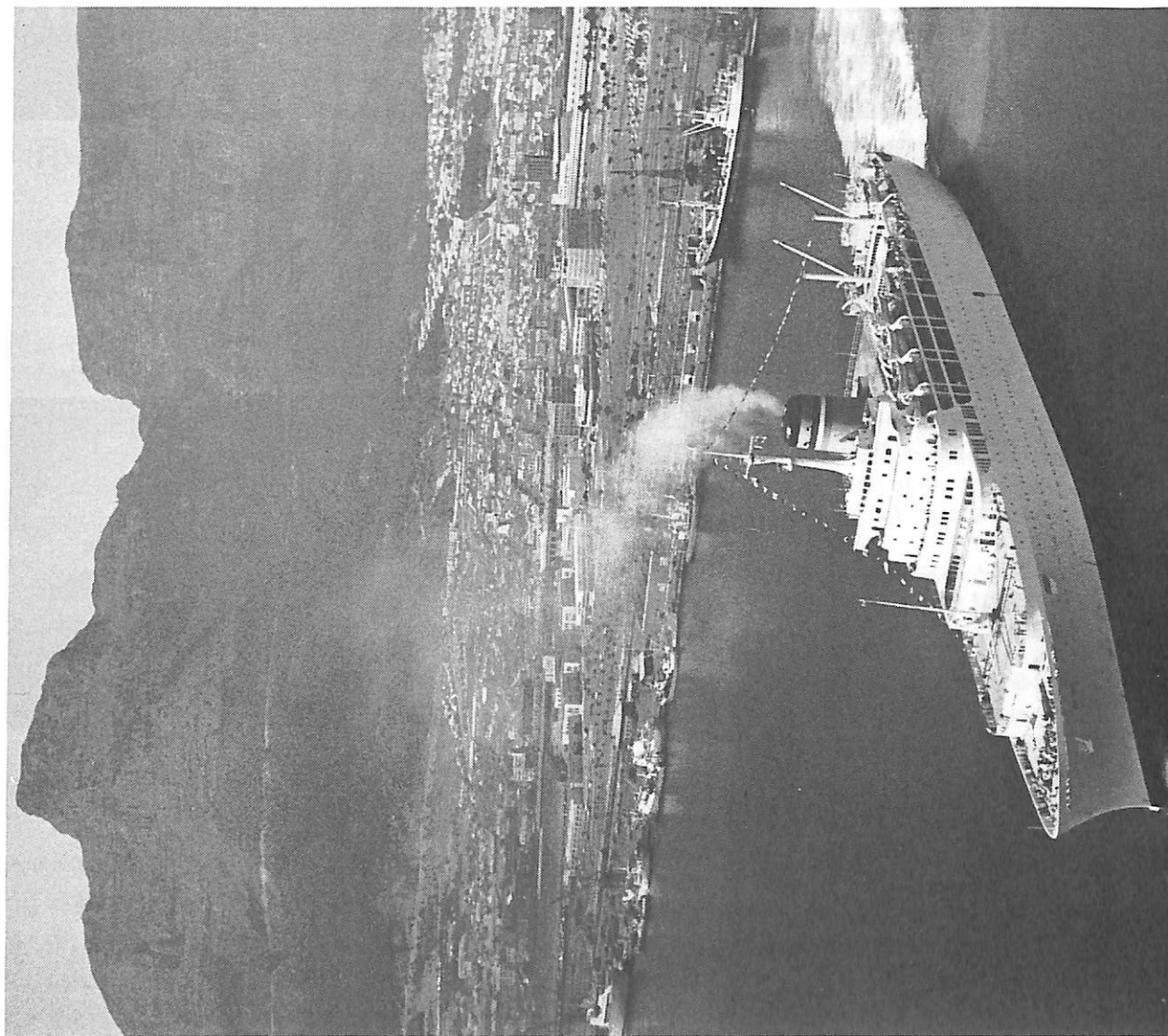
M.S. "OSAKA MARU" at anchor in Cape Town

### “大阪丸”

テーブル・マウンテンを背に投錨しているのは、大阪商船の大阪丸 (8,470 DWT) である。船腹の SCAJAPAN パーが示すように、写真が撮影されたのは、講和条約が結ばれる前であり、船尾の国旗掲揚も許されていない。戦後再開された西廻り南米線の第二船として、1951年1月に日本出帆、途中ケープタウンに初入港した時のものと想像される。これに引き続き、同年7月開始の南阿定航の第一船に、更に翌年7月再開の濠州定航にも投入されるなど、第二次大戦後の O. S. K. 定期航路再開の先駆けとして活躍した。本船は O. S. K. が戦後始めて建造 (第4次計画造船) した外航貨物船である。その建造に際しては、連合軍からの制約があった為、総トン数は5千トン以下に抑えられた。(後年、トンネージ・オブニングを閉じて大型化した)。また燃油タンクを石炭庫に流用できる構造にするなど、苦心の作品であった。今は見られなくなった「大の字」マークが目眩しい。







## "S. A. バール"

港町ケープタウンは、背後に聳える台地状のテーブル・マウンテン(標高3,550フィート)により、独特の佇まいになっている。1652年、オランダの航海家J. V. リーベックが、東インド会社のために拓殖してから今日まで、欧州、南米と東洋間の中継地として栄えてきた。テーブル・ベイの南西に位置し、長大な係船岸壁の連なる良港である。この土地は、19世紀初(1806年)から英国植民地であったから、英国との紐帯が強く、海上交通はユニオン・カースル・ライン(UCL)が長年の主役を務めてきた。写真は、南アフリカ海運のS. A. バール (32,697総トン、1961年建造)が、英国むけ出帆直後の光景であるが、本船も1966年に、UCLから移籍されたものである。ケープタウンと英国を結ぶ客船サービスには、往時の賑わいはないが、今でもこの海運会社の手で細々と続けられている。なお写真の客船は1977年米系の船会社に移り、フェスティバルFESTIVALEという名でカリブ海クルーズに活躍している。

# 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<sup>®</sup>

## フェロックスとは、

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

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

## フェロックスの特長

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

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

これらの特性は、フェロックスの勝れた特長です。

図1. フェロックスの粒子

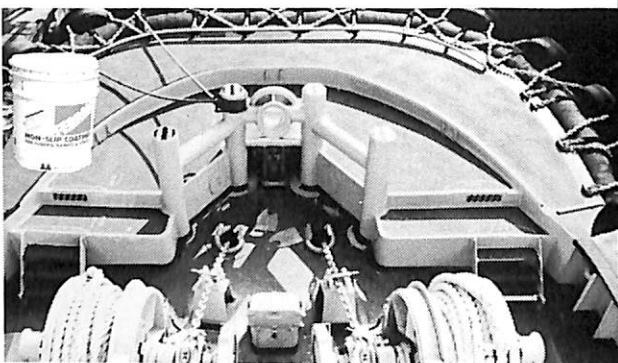


- 粒子の接着性が良く、耐摩耗性が良い。
- 表面の均一性が保てる。
- 安全性が高い。

図2. 他のスベリ防止塗料



- 粒子が不揃いで、接着性が悪い。
- 表面の均一性がない。
- 粒子が鋭角的で、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℃)
- 1gal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 m<sup>2</sup>

完成時塗布厚…約0.8~1.3mm

完成時塗布重量… 1 m<sup>2</sup> 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

## は 大洋漁業株式会社

船舶事業部 工務課販売チーム

東京都千代田区大手町1-1-2 〒100

☎03(214)3943(直通)・03(216)0811(代表)

FAX 03(284)0142

## 10月のニュース解説

米田博

## 海運・造船日誌

9月18日～10月19日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

9月

20日●ウルグアイのプンタデルエステで開かれて(土)いた関税貿易一般協定(ガット)閣僚会議が、新ラウンド(多角的貿易交渉)の開始宣言を採択した。

22日○通産省が発表した61年度第3,4半期(10月)～12月の普通鋼鋼材需給見通し(ガイド・ポスト)によると、粗鋼生産は円高による内外需要、特に造船需要の減少(前年同期比43%減)のため2,380万トン(前年同期比8.4%減)にとどまり、6期連続で前年同期を下回った。

24日○海運造船合理化審議会海運対策部会小委員(水)会。国際競争力の向上という観点から見た日本商船隊のあり方や、それに伴う船員問題などで実質審議が行なわれた。

26日●IAEA(国際原子力機関)の特別総会が(金)ウィーンで開かれ、原子力事故の「早期通報」「相互援助」の2条約を採択して閉幕した。ソ連のチェルノブイリ事故がきっかけで、原子力事故に関する国際条約は初めて。

29日○運輸省海上技術安全局は今年上半期(1～6月)のOECD造船統計を発表した。これによるとOECDメンバー14カ国で受注量は277万CGTで前年同期比25%ダウン、6月末の手持工事量は960万CGTで前年同期より約100万CGT減。

10月

3日○ソ連の核ミサイル搭載原子力潜水艦(ヤン(金)キー級、10,500トン)が、バミューダ島北東1,000キロの地点で火災を起こし、6日沈没した。

4日○来島ドックは臨時株主総会と取締役会を開(土)き、前日本債券信用銀行常務の野田勝彦氏の副社長就任、同行営業第5部長だった塩田正庸氏の常務就任を決めた。

6日●カーク島にあるイランの石油積み出し基地(月)が9月16日に続いてイラク軍により空襲され大被害を受けた。

●OPEC臨時総会ジュネーブで開会。冒頭、①9月以降の減産体制下での各国別生産数量についての報告、②価格体系の在り方、③新たな生産上限と各国別割当比率、の3項目を今回の総会議題とすることを決めた。

12日●アイスランドの首都レイキャビクで、レー(日)ガン米大統領とゴルバチョフ・ソ連共産党書記長との米ソ首脳会談が11日から2日間に4回行なわれたが、米国の戦略防衛構想(SDI)をめぐる対立が解けないまま、具体的成果に至らず会談は失敗に終わった。

15日○日本造船工業会は理事会で内部に「雇用対策室」の設置を決めた。

○石川島播磨重工業は、同社労働組合に7,000人の余剰人員合理化に関する緊急対策を提案し協力を求めた。

17日●日銀発表の9月の卸売物価指数は総合指数(金)で87.4(55年平均100)で、前年同月比11.8%減で、8月に続き統計が始まった35年以来最大の下げ幅を更新した。原油価格の下落が石油製品の値下がりへ浸透したため。

○海運造船合理化審議会海運対策部会第30回小委員会。船員雇用問題を中心に審議した。

## 造船業の雇用調整

### 造工に雇用対策室設置

日本造船工業会は、10月15日の理事会で内部に「雇用対策室」の設置を決めた。これは10月から当分の間存続する臨時的なもので、労働省が検討している、雇用安定に関する事業を行なう団体（公益法人で仮称「産業雇用安定センター」）が設立された場合、当該団体と充分な連携を行ない、所要の調整をはかることとしており、同センターに加入するとともに造工の雇用対策室は廃止されることとなっている。

雇用対策室が行なう事業は、(1)在籍従業員の出向並びに転職に関する相談、(2)他産業・企業からの求人情報の収集、(3)労働省等関係経営者団体等との連携による求人・求職関係情報の交換、(4)求人側に対する情報の提供、等であるが、これは後に述べるように個々の造船企業が大量の雇用調整を行なわざるを得ない事態に呼応して雇用の転換が円滑に行なわれるよう造工としての支援を行なおうとするもので、今となっては極めて重要な方向づけとして注目される。

なお労働省が打ち出している産業雇用安定センター構想とは、全国の職業安定所を通じて不況産業を中心に、ブロックごとに余剰人員の再就職あっ旋を計画しているもので、11月中には内容を固め、年明けにも実施したい意向と伝えられている。

### 造船業界の雇用調整目標

造工の政策委員会が運輸省の海運造船合理化審議会の審議に呼応して昭和59～60年にかけて検討したところによれば、呼称能力1万総トン以上の設備を有する主要33社の59年度新造船部門の総人員（含協力工）は5万9,000人程度であり、59年度当時の操業量水準480万CGTに対して、すでに8,000人程度過剰であった。

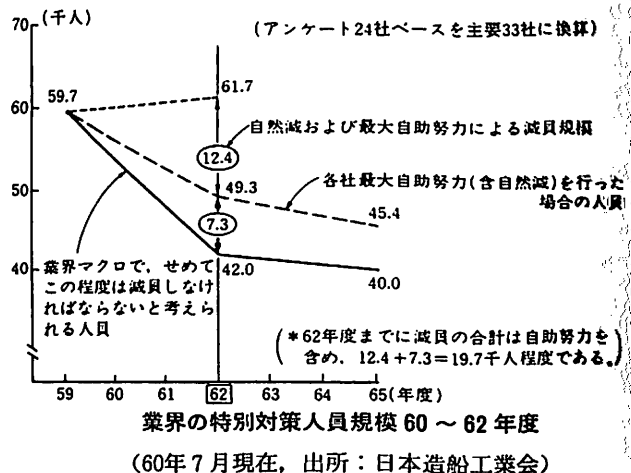
造工の造船業長期ビジョン調査研究委員会が策定した長期需要予測によると、昭和62年度の予想建造量は370万CGTであるので、生産性（CGT/人）の向上を年率4.6%と見込んで、370万CGTを供給するために必要な人員規模は3万6,000人程度と推定された。

造工政策委員会は62年度までに3万6,000人体制に移行することは至難であり、また適切でないので、62年度までにせめて4万2,000人程度まで労働力を調整することを現実的な目標値として設定している。このアプローチから算定された減員の規模は、1万7,000人程度とされている。

一方造工は、会員24社に対するアンケートにより上記理論的アプローチに対する検証をしているが、これによると60年7月以降、造船業（主要33社）は62年度に向けて次図に示すように新造船部門で2万人弱の減員を図る必要があるとしている。

### 各造船所の雇用調整計画

ここ数カ月間に日本の新聞は一般紙、専門紙を問わず殆んど連日海運・造船業およびその関連企業の不況対策、なかんずく雇用調整に関する記事を扱っている。本ニュース解説でも本年4月号で大手造船各社の人員合理化計画を紹介したが、ここで最近新聞紙上に見られた各造船所の雇用調整計画にふれることとしよう。



最近最も本格的な不況対策を発表しているのは石川島播磨重工業（以下 IHI と略称する。）である。本誌10月号のニュース解説の海運・造船日誌でもふれたように、同社は9月5日、相生工場の全面閉鎖、呉工場の船台2基中1基休止を63年度中におこない、これに伴って生じる4,000人の余剰人員と他部門での合理化と合せた計7,000人の人員を削減するなどを骨子とする合理化計画をまとめて同社労働組合に提示した。

同じく本誌10月号でもふれているように運輸省は、海運造船合理化審議会の答申を受けて新造船設備20%削減を実施するための予算措置をとろうとしているのであるが、今回のIHIの削減計画はこれを大巾に上回る6割削減ということになり、これが実施されると同社の造船所は、呉第1工場の一部と東京第1工場の船台各1基づつしか残らないこととなり、雇用調整の対象とした7,000人は全社員の実に3割に当たる。

IHIは「対応がこれ以上遅れるとダメージがさらに大きくなるので、思い切った合理化計画を立てた」と説明し、今後は航空エンジン、新技術応用などの成長分野に力を注ぐ方針だ、としている。このIHIの考え方は他の造船会社を驚かすと同時に設備削減に対する考え方に大きな影響を与えたようである。即ち、従来各社は運輸省が指導し、各社が申し合わせた造船設備の20%削減を基数単位で行なうために2~3社でグループ処理していわゆる数字あわせをしようとしていたが、IHIにならってこの際抜本的な対策を考える必要があるかも知れない、という見方も出てきた。今後の各社の動向が注目される所以である。

さてIHIは、造工が理事会で雇用対策室の設置をきめた同じ10月15日に、同社労働組合に対し、7,000人の余剰人員合理化に関する緊急対策を提案した、と伝えられている。

緊急対策は「早期勇退制度」「早期転職援助制度」の2つを柱としており、これは9月5日の合理化計画の人員対策の具体案であって、同対策は

今年末までには完了の方針、と伝えられている。

他の各社もそれぞれ不況への対応を表明している。

たとえば、日立造船は昨年秋に従業員1万7,000人であったが、61年度中に因島工場の新造船から撤退するという生産体制の見直しとともに、62年3月までに約5,000人を削減し、全社で1万2,000人規模に縮小する再建計画を打ち出したばかりであり、30数社に及ぶ新小会社設立、早期退職制度の導入などで現在1万500人程度にまで規模を縮小したが、今回更に希望退職の募集などにより3,500人の人員を削減して7,000人で操業する計画を立案し、10月下旬に同社労組に提案すると伝えられている。

次に三井造船は「危機突破総合対策」と称する合理化計画を取りまとめ今年1月31日に組合に提示し、9月末日目標に進められていた。その内容は60年10月1日現在の1万752人を8,700人体制に、このうち船舶部門は4,952人から3,590人にするというものであった。これを実現するため、同社は60歳定年制実施を当分の間延期して58歳定年を継続する一方、現行50歳以上を対象とする早期退職制度の45歳への拡大、および新会社の設立、出向、社外応援派遣制度などを促進し、この結果10月1日現在の人員規模は約7,800人となり計画を上廻るスリム化を達成した。

その他、川崎重工業は神戸造船所の商船新造からの撤退、日本鋼管の造船部門は約2,000人削減、住友重機械工業は他社へ社員を派遣、三菱重工業は配置転換など、それぞれ何らかの形での雇用調整を行なっている。

また、その他の大中小造船所もそれぞれ雇用調整を行なっていることが伝えられており、今後しばらくの間日本造船業は、石炭産業における産炭地振興事業団の例、ヨーロッパ特にスウェーデンにおける造船企業城下町の雇用転換成功例などを参考としながら苦闘を続け、ともあれ国際競争力のある優秀な造船所を残す努力をしなければならぬであろう。

●新造船紹介

## 22万CF型冷凍運搬兼仲積船“播洋丸”

林兼造船株式会社 設計部

### 1. まえがき

本船は、当社が東京商船株式会社より注文をうけ、下関造船所で建造した22万CF型冷凍貨物船(仲積船)であり、昭和61年6月25日に引渡された。

本船は船種としては冷凍運搬船であるが、さらに、事業船(トロール船など)に燃料油、食料、生産資材などを補給し、同時に製品を受け取り内地まで運搬する仲積船としての役割も兼ねる船である。

従って本船には、単に速力、貨物積載量等のみにとどまらず、荒海で事業船に接触事故もなく離接舷する能力、接舷中の荷役を短時間に、また、安全に行える能力が要求される。

従って本船には、バウスラスタ、可変ピッチプロペラ、ベッカーラダー等、他の冷凍運搬船にはない特殊装置が装備されている。

なお、これら特殊装置装備による仲積船の洋上離接舷技術については、本誌Vol. 39 1986-7に東京商船(株)佐々木部長が記されている「ベッカーラダー装備の仲積船“栄洋丸”の操船要領」を参照願いたい。

### 2. 本船の主要目

船型

船首尾楼付船尾機関船

船級

日本海事協会 NS\*, MNS\*, RMC\*

主要寸法



全長	124.50 m
垂線間長	116.00 m
幅(型)	18.00 m
深さ(型)	10.40 m
夏期満載喫水(キール下面より)	7.514 m
計画喫水(型)	7.40 m
載貨重量およびトン数	
載貨重量	6,373 t
総トン数(国際)	5,757 T
純トン数(国際)	2,483 T
容積	
冷凍貨物倉容積(ベール)	6,411.6 m <sup>3</sup>
燃料油タンク(C)容積(託送油含む)	2,181.6 m <sup>3</sup>
燃料油タンク(A)容積	141.9 m <sup>3</sup>
清水タンク容積	304.4 m <sup>3</sup>
バラスタタンク容積	675.9 m <sup>3</sup>
主機関	
神発-三菱UEディーゼル機関6UEC45LA	1基
連続最大出力	5,900 PS × 136 rpm
常用出力	5,015 PS × 129 rpm
推進器	
4翼 可変ピッチプロペラ(ハイスキュー)	
直径	4.5 m
速力, 他	
試運転最大速力	18.468 kn
航海速力(計画満載喫水)	15.5 kn
(バナナ積載時)	16.5 kn
燃料消費量	
主機常用出力(85%)	
10,200 kcal/kg	14.68 t/day
主機常用出力(85%)	
9,800 kcal/kg	15.28 t/day
航続距離	36,200 海里

◀冷凍運搬兼仲積船“播洋丸”

### 3. 一般配置等

本船は冷凍魚肉、バナナ、柑橘類等の冷凍、冷蔵貨物を輸送するため、冷凍倉は+15°～-30°Cの範囲で温度制御できるように設計されている。

冷凍倉はNo.1～No.3の3倉設け、甲板区画数は9、防熱区域数は5としている。

No.1防熱区域：No.1冷凍倉の上段、中段、下段を1区画。

No.2防熱区域：No.2冷凍倉の上段を1区画。

No.3防熱区域：No.2冷凍倉の中段、下段を1区画。

No.4防熱区域：No.3冷凍倉の上段を1区画。

No.5防熱区域：No.3冷凍倉の中段、下段を1区画。

仲積船の特徴である魚油の輸送用タンクとしては、船首タンクおよびNo.1深水タンクをバラスト兼用で使用する。また、託送油タンクとしてはNo.2深水タンクを充当し、さらに、二重底も本船用燃料油兼託送油タンクとして使用する。

### 4. 冷凍装置

#### (1) 冷凍システム

R-22直膨乾式を使用している。

装置は冷凍機器（圧縮機、凝縮器、受液器その他）、空気冷却機、冷却空気送風機、新鮮空気送風機等により構成されている。

#### (2) 冷却システム

冷風強制循環方式とし、各防熱区域の下層区画に設けた床ダクトよりの冷風吹き上げにより冷却する。

#### (3) 制御システム

倉内温度の制御は冷却機へ供給するR-22を調整して冷却機吹出し温度を一定に保つ方法で行う。

### 5. 船殻構造および工作

冷凍倉の構造は第二甲板を鋼板張り詰めとし、第三甲板はチャンネル材によるスカン構造としている。また、ピラーは各倉中央部にH型ピラーを左右舷一本ずつ設け、これを倉内クレーン用ガイド兼用として利用した。

貨物倉内の低温にさらされる縦通部材は規則により低温鋼材（E級鋼）を使用している。

冷凍倉内の船殻部材、艀装鋼材は、脆性破壊防止および温度差による熱応力の付加を考慮し、溶接脚長の選択、艀装鋼材（フラットバー、半丸鋼等）に対する開先突合せ溶接の採用、ピース取除き部のグラインダー仕上げ、不連続構造部の応力緩和法の検討により脆性クラック発生の防止を計った。

船首部に対しては、Ice Class“C”を準用し、外板増厚及び中間肋骨を設置した。洋上接舷に対し、船側外板に中間肋骨を設け補強をした。

### 6. 船体艀装

#### (1) ハッチカバー

上甲板は hidroarm 型とし、前後スライド開閉方式とした。動力は電動油圧式。

中間甲板は電動油圧によるフォールディング型を採用。ハッチカバーの種類は下記の如くとした。

鋼製気密カバー	No.1冷凍倉第2甲板
鋼製防熱気密カバー	No.2, 3冷凍倉第2甲板
グレーティングカバー	No.1～3冷凍倉第3甲板

#### (2) 倉内走行クレーン（本誌Vol.39 1986-9 参照）

冷凍梱包品の荷役用として倉内走行クレーンを設けた。本クレーンは走行レールによる縦行、左右両舷方向に伸縮するスライドビームによる横行、スライドビーム下のフォークの横行及び昇降台車によるクレーン本体の各デッキ間の昇降により荷役作業を行うものである。

#### (3) トラバース

一般配置図に示す如く上甲板右舷に装備した。

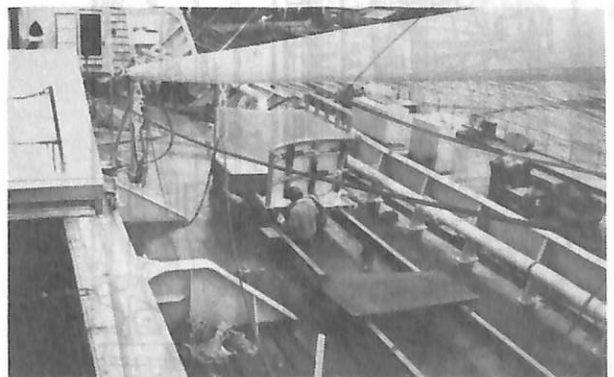
トラバースの使用目的は、接舷荷役時に相手船と本船との該当荷役ハッチが前後にずれている場合に、このトラバースに荷を積み変えて、該当するハッチまでシフトさせるために装備されているものである。

#### トラバース要目

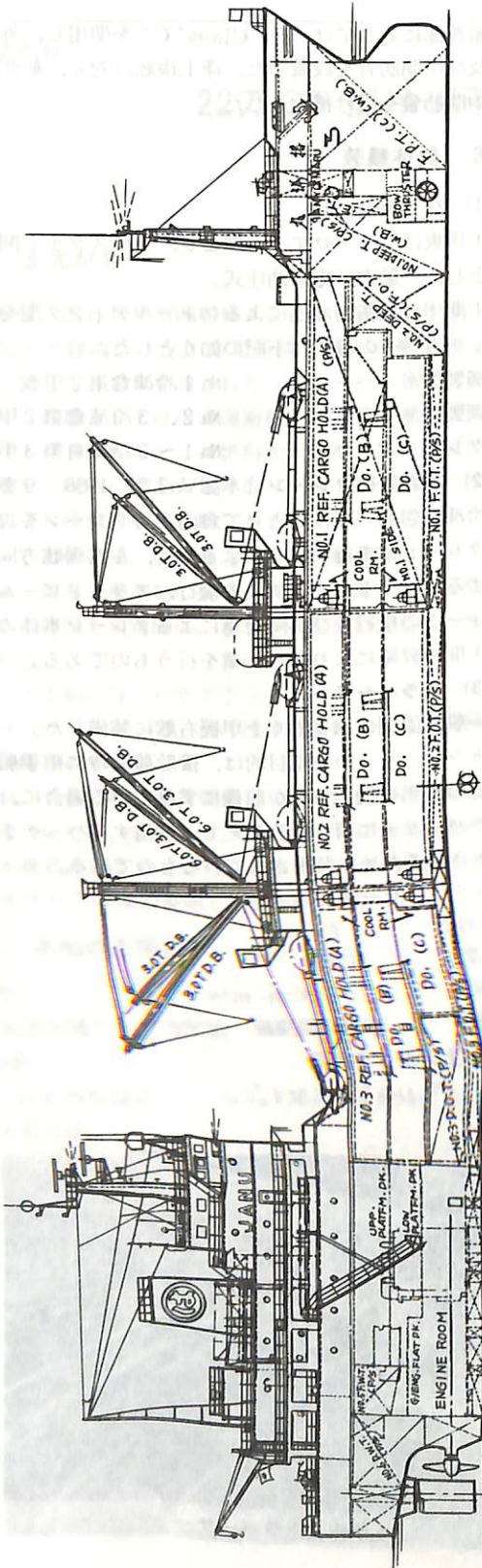
台数	1台
型式	電動式
荷重	2t×80m/min
操縦	無線遠隔操縦

#### (4) 船上デリック装置

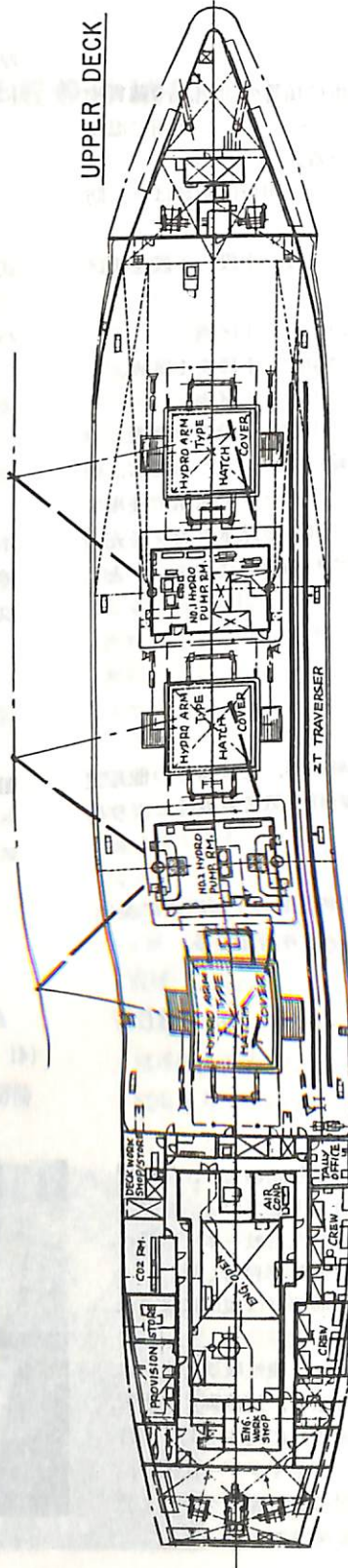
荷役システムを下記に示す。



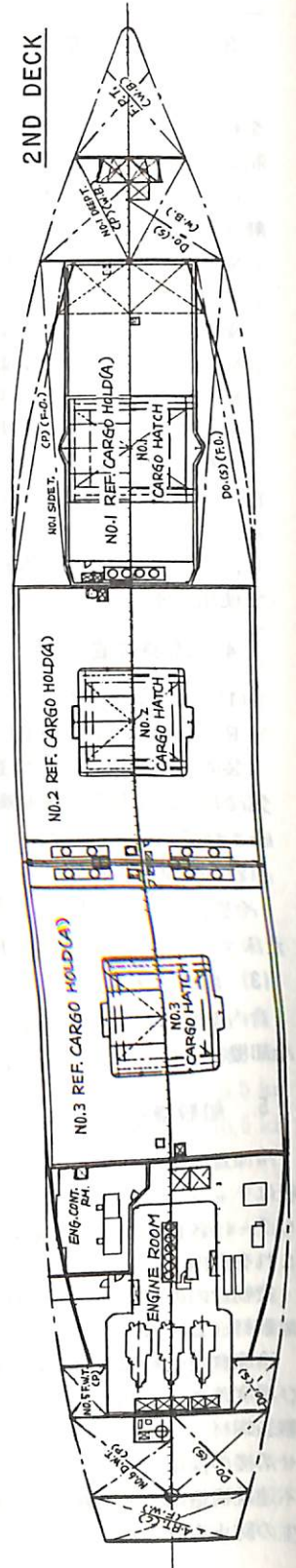
上甲板上トラバース



UPPER DECK

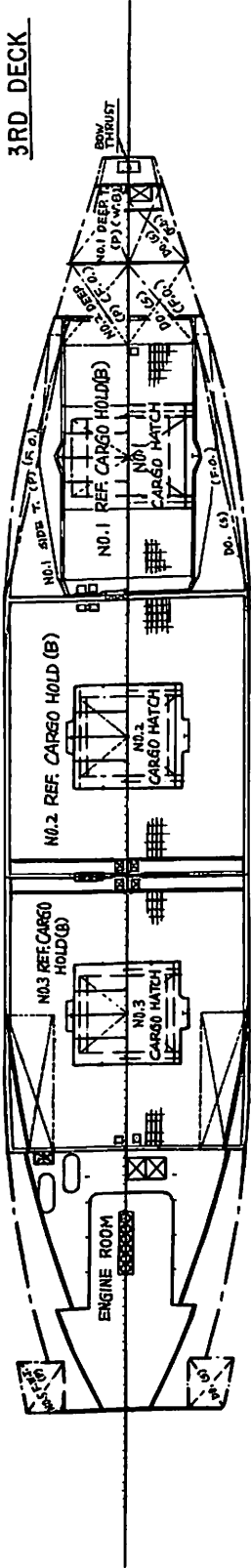


2ND DECK

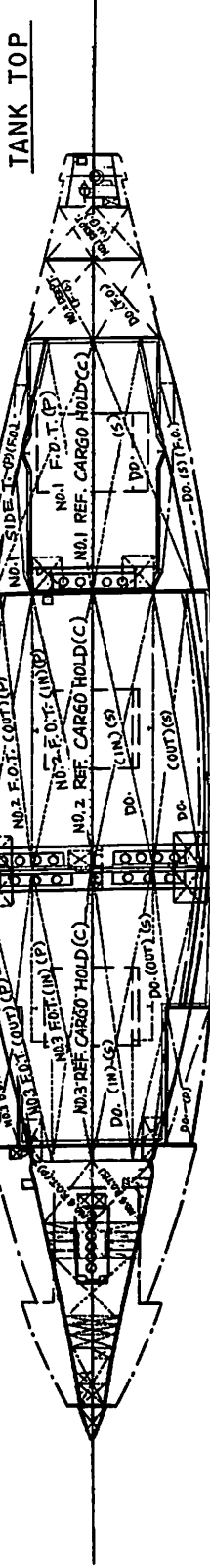




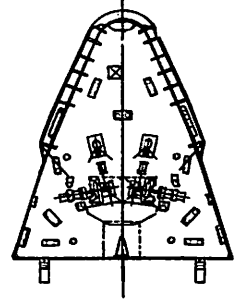
3RD DECK



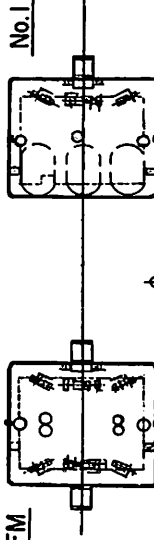
TANK TOP



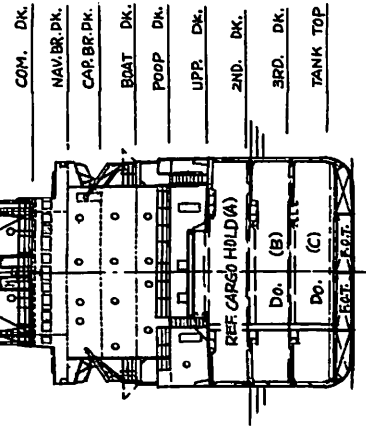
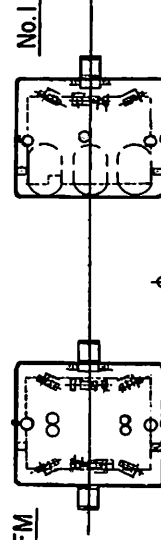
F'CLE DECK



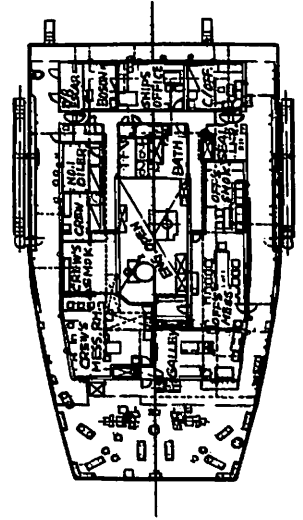
No.1 WINCH PLATFORM



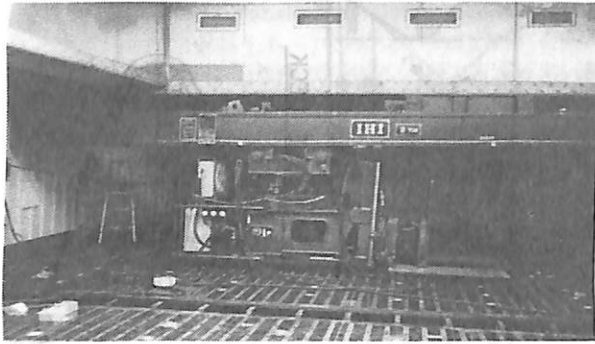
No.2 WINCH PLATFORM



POOP DECK



東京商船向け 22 万 CF 型冷凍運搬兼伸積船“播洋丸”一般配置図  
林兼造船・下関造船所 建造



倉内走行クレーン

船倉	システム	荷役ウインチ	
No.1	3t 振りし及び	カーゴウインチ	2台
	3t けんか巻	トッピングウインチ	1台
No.2	6t 振りし及び	カーゴウインチ	2台
	3t けんか巻	トッピングウインチ	1台
No.3	3t 振りし及び	カーゴウインチ	2台
	3t けんか巻	トッピングウインチ	1台

No.2のデリックが6t振りしになっているのは、託送品としてのオッターボードを積み込むための必要力量から決められたものである。

## 7. 機関部および電気部

### (1) 機関部概要

本船の主機関はUEディーゼル機関を採用し、ディレティングを行い、低燃費にて所定の船速が得られるように計画している。

燃料油の粗悪化に対応すべく主機、補助缶は3,500秒(RW No.1 100°F)油を使用し、発電機についてはブレンダーを装備し、1,500秒(RW No.1 100°F)相当油を船内でブレンドし使用するよう計画されている。また、補助缶については省エネを考慮し船内の廃油も燃料として使用できる装置としている。

プロペラは4翼可変ピッチハイスキュー型を採用することにより、船体振動の軽減を計るとともに本船の操縦性を良くしている。

機関制御室には、主機、発電機、補助缶、冷凍機器およびその他の機器の制御盤を配置し集中制御できるようにしている。また、操舵室にはCPP操縦盤を装備し、操舵室での船速制御を可能としたNK-M0相当の自動化がなされている。

### (2) 機関部主要目

主機関および推進器については船体部主要目の項を参照されたい。

補助缶	立型	1基
排ガスエコマイザー	1,400 kg/h × 7 kg/cm <sup>3</sup>	飽和
	強制循環式	1基
発電機関	790 kg/h × 7 kg/cm <sup>3</sup>	飽和
	ヤンマー-T 220 L-S T	3基
非常用発電機関	900 PS × 720 rpm	
	三井-ドイツ強制空冷ディーゼル機関	1基
	122 PS × 1,800 rpm	

### (3) 電気部主要目

#### 電源装置

主発電機	AC 450V × 3φ × 60Hz × 750 kVA	3台
非常用発電機	AC 450V × 3φ × 60Hz × 100 kVA	1台
蓄電池	DC 24V × 300 AH (一般用)	1群
	DC 24V × 200 AH (無線用)	1群

#### 通信警報装置

自動交換電話 (30回線)	1式
共電式電話	2式
船内指令装置 (100 W)	1式
一般火災警報装置	1式
CO <sub>2</sub> 放出警報装置	1式

#### 航海計器装置

ジャイロ・オートパイロット	1式
レーダー	2式
音響測深機	1式
電磁ログ	1式
衛星航法装置	1式
ロラン受信器	1式

#### 無線装置

主送信機 (1,000 W)	1台
補助送信機	1台
受信機 (主、補)	2台
VHF 電話装置	2台
無線方位測定機	1台
衛星通信装置 (電話、テレックス、ファクシミリ)	1式

## 8. むすび

本船は省燃費、省力化はもちろん、仲積船として現在要求される最高の性能を発揮すべく建造されたものである。

就航後の東京商船(株)からの連絡によると、大きなトラブルもなく、就航前の期待に沿った成果を上げているとのこと、更に今後一層の活躍と航海の安全を祈る次第であります。

# オープン冷凍運搬船“SPRING”シリーズ ハッチカバー

極東マック・グレゴリー株式会社 技術部

## 1. はじめに

1983年から1984年にかけて竣工した Spring シリーズ 冷凍運搬船は、当時のSALEN Reefer Service AB(スウェーデン)の Winter シリーズ (600,000 CFT)に続く オープンタイプ冷凍運搬船であり、更に、“進んだ”ものとすべく1982年に具体的に計画された。

荷物としては、冷凍貨物(果物を含む)の他、コンテナを暴露甲板上および倉内に搭載し、自動車も倉内に搭載するなどオフ・シーズンのない冷凍運搬船となっている。

ハッチカバーの鋼材重量だけでも、本船船殻重量のほぼ $\frac{1}{2}$ に相当する1,000トン余りになり、ハッチカバーシステムがそのまま本船の重要な要素となる事から、船主の基本計画の初期より参画する事が出来た。

いささか旧聞に属するが、Spring シリーズが、冷凍運搬船の一つの方向を示すものとして、業界の注目される場所であるので、同シリーズに装備されたハッチカバーについて紹介をする。

## 2. 本船主要目

- (1)  $L_{BP} \times B \times D \times d_{DS} / d_{BANANA}$  (m)  
= 約  $140 \times 24 \times 13.4 \times$  約  $8.6 /$  約  $6.8$
- (2) D/W : 約 10,000 トン
- (3) 倉内容積 : 430,000 CFT (公称)
- (4) 船級 : LR 又は NK

## 3. ハッチ・サイズ

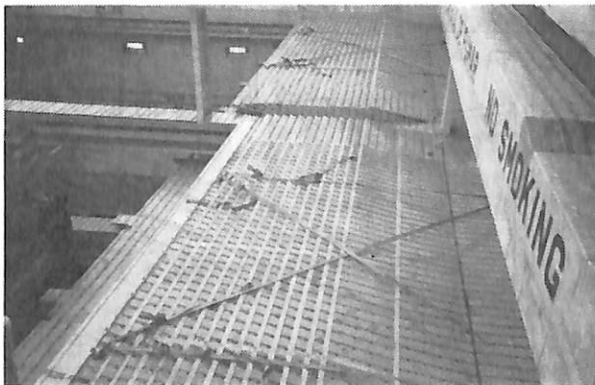
デッキ	ハッチ	(デッキ開口: 単位 m)
F'cle	No 1 (C)	23.15 × 14.64
Upp Dk.	No 1 (C)	21.8 × 13.6
“	2, 3, 4, (P/S)	18.75 × 10.16
2nd. Dk.	No 1 (C)	16.85 × 9.0
“	2, 3, 4 (P/S)	19.5 × 10.35
3rd. Dk.	No 1 (C)	14.8 × 8.0
“	No 2 (P/S)	18.75 × 8.0
“	2 & 4 (P/S)	18.75 × 10.35
4th. Dk.	No 2 (P/S)	19.5 × 6.4
“	No 3 (P/S)	19.5 × 10.35
“	No 4 (P/S)	19.5 × 8.0

## 4. ハッチカバーの概要

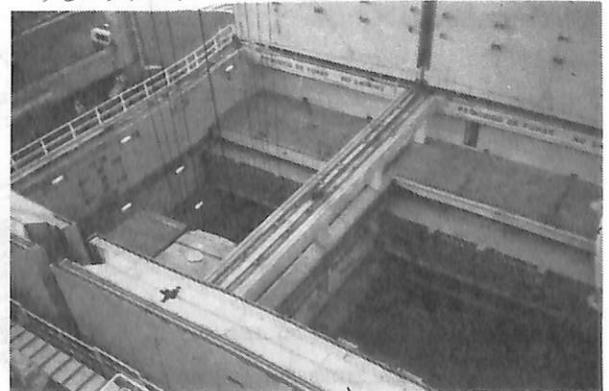
暴露甲板の他、3層の中間デッキからなる各倉内は、それぞれ上下2つの冷凍区画に分かれている。すなわち中間デッキの一つは、防熱デッキとし、残りの2つの中間デッキは、非防熱デッキとしている。

暴露甲板にはフォールディング・タイプ、防熱デッキにはハイリフト・アンド・ローリング・タイプ、また、非防熱デッキにはエンド・フォールディング・タイプとスライディング・タイプのハッチカバーがそれぞれ装備されている。

各倉内、各デッキの右舷側のハッチカバーには、いわゆるバナナハッチカバーを設けている。



格納位置で固縛されたスライディングカバー



ハッチカバーを格納し倉内へコンテナを搭載

サイドシュルドアは、各倉内の左右舷に1基ずつ計8基設けている。

中間デッキのハッチカバーの格納スペースは、デッキ開口部の内側にとり、その格納スペースは、デッキ開口長さの25%以内とし、残りの開口長さ75%が二重底からのコンテナ搭載に際し、十分なクリアランスとなるようにしている。また、格納スペース内に格納されたハッチカバーは、そのまま一括して、格納スペースと反対側へ移動出来るようになっていて、格納スペースの下の荷物が容易に出し入れ出来るようにしている。

メインのポンプユニットが故障した時の緊急閉閉は、ポータブル・パワーユニットに依り閉閉する他、適宜、デッキクレーンに依るワイヤ引きにても行なう事が出来る。ハッチカバーの設計条件は次のとおり。

(1) 船級

LR (一部の造船所はNK)

(2) 荷重条件

a) 暴露甲板ハッチカバー

- 等分布荷重：ルール通り (1.75 t/m<sup>2</sup>)
- コンテナ荷重：40ft (27Lt) × 1段  
20ft (15Lt) × 1段

b) 中間デッキハッチカバー

- 等分布荷重：ルール通り (1.6~1.9 t/m<sup>2</sup>)
- コンテナ荷重 (No 1 H. 2nd Dk)  
：40ft (30Lt) × 2段  
20ft (20Lt) × 2段
- 自動車：(1.6 t/m<sup>2</sup>以内)
- 荷役用フォークリフトの走行  
6.5 t/軸荷重 (4輪)

(3) 倉内温度

-25℃ ~ +15℃

(4) ハッチカバー構造

暴露甲板および防熱中間デッキのハッチカバーは、防熱工事を施すが、非防熱中間デッキハッチカバーは、上面に冷気吹き出し穴を有する。いずれも、部材はオープン構造とするが、バナナハッチ開口周辺は、一部分、タイコ張りにしている。

(5) カバークリート

手動操作である。但し、非防熱デッキハッチカバーには設けていない。

5. 暴露甲板フォールディング・タイプ  
ハッチカバー

(1) 開閉方式

No 1 ハッチ (F'cle) は、ハッチカバー内に油圧シリンダーを内装し、リンク機構 (いわゆるアメリカンリンク) に依り、4枚構成のカバーパネルを船首側へ片側格納する。外装シリンダー案も検討されたが、コーミング高さが450mmと低い上、格納スペース個所での通路確保のため、唯一の内装油圧シリンダーハッチカバーとなった。

No 2, 3, 4 (Upp Dk) は、外装油圧シリンダーに依り船尾側へ2枚、船首側へ2枚の両開き格納する。No 1 ハッチと同じく、コーミング高さが450mmと低いので、油圧シリンダーはデッキ付きではなく、デッキハウス付きとし、ハッチカバーメインヒンジの後方を押し下げる事により“開”の回転モーメントを与える方法をとっている。

(2) 風雨密とインシュレーションシール

風雨密については、当社標準のネオプレン表皮(3方)を有するスポンジラバーを1条配置し、インシュレーションシールとして、天然ゴム表皮(3方)を有するスポンジラバーを配置した。

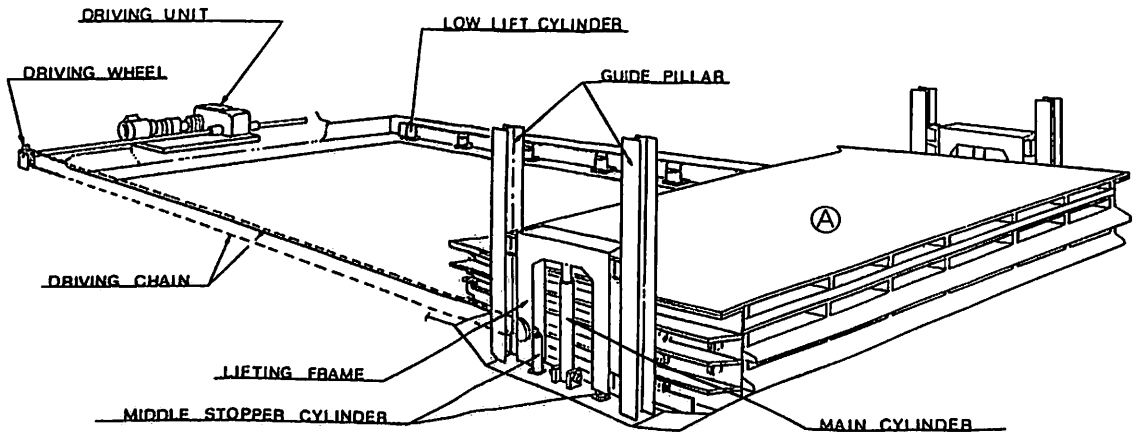


図1 防熱ハイリフト・アンド・ローリングタイプ ハッチカバー

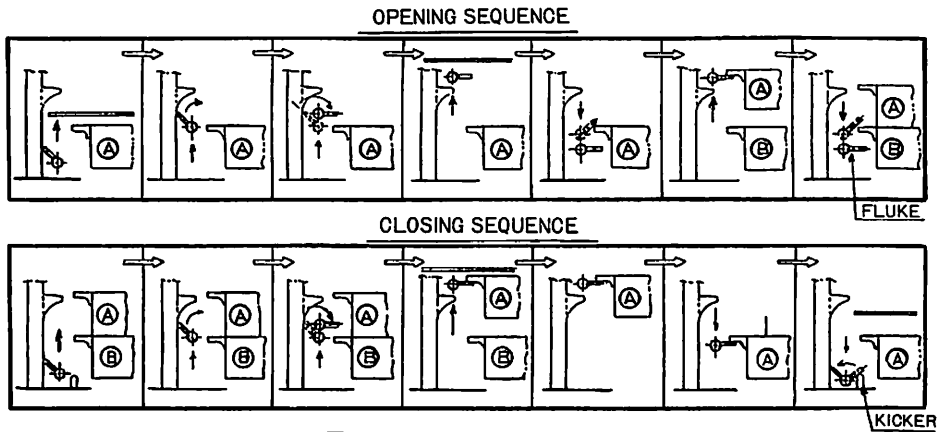


図2 フリュークの作動

### (3) バナナハッチカバー

後述のエンド・フォールディング ハッチカバー付のバナナハッチに合わせて、船尾側のカバーパネル上に、1パネル・ヒンジアップタイプを装備し、開閉は本船デッキクレーンに依るワイヤ引きとした。タイトネスは、親カバーと同じ。

## 6. 防熱ハイリフト・アンド・ローリングタイプ ハッチカバー

№1 H (2nd. Dk.) №2, 3, 4 H (3rd. Dk.)

### (1) カバー割り / 格納方向

4枚パネル構成とし、全て船首側へ格納する。

### (2) ハッチカバーの開閉

各ホイール毎にリフティングジャッキを設け、一斉ジャッキアップし、コーミング側に設けた電動ウィンチに依りチェーン・ドライブ駆動

### (3) ハッチカバーの積み重ね

ハッチカバーの積み重ね(開)/引き出し(閉)は、格納スペースの個所に設けられたリフティングステーションの作動とハッチカバーの駆動を交互に行なう事に依る。リフティングステーションは、リフティングフレームとガイドピラーとから成り、門型をしたリフティングフレームは、油圧シリンダー(メインシリンダー)に依り、ガイドピラーに沿って平行に上下する。

門型の両脚に設けられたピン構造のフリューク(Fluke)が、デッキ付フリュークガイドに沿って、回転したり(閉時)自重により復帰したり(開時)しながら、リフティングフレームの上下動に応じ、カバーパネルを引き上げたり、おろしたりする。

いま1組の油圧シリンダー(ミドルストッパーシリンダー)にて、リフティングフレームの作動行程を定めれ

ば、単にリフティングフレーム付きのメインシリンダーの上下動を繰り返す事に依り“開”或いは、“閉”の全作動中、フリュークが独りで作動する。

これは、通常のいわゆるピギーバックタイプが、カバー積み重ねのためのツメの出し入れ用に、サブシリンダーを4点必要とする場合に較べ、開閉/積み重ね操作が極めて簡単である。

### (4) カバーの一括移動

格納されたハッチカバーは、格納と反対側へ移動が出来る他、25%、50%の部分開閉も出来る。

### (5) バナナハッチカバー

2パネルのサイドフォールディングタイプとし、手動に依るワイヤ引き開閉とした。サーマルシールは、親カバーと同じ。

## 7. 非防熱エンド・フォールディング ハッチカバー

非防熱の中間デッキハッチは、スライディングタイプハッチカバーである事が原則であるが、バナナハッチの開口がとれない事から、一部をエンド・フォールディングタイプとしている。

### (1) 開閉方式

2枚構成とし、コーミング付外装油圧シリンダーに依り船尾側へ格納する。また、格納時のセキュアリングストッパーをハッチカバーに内装している。

### (2) バナナハッチカバー

2枚構成のサイド・フォールディングタイプとし、親カバーのパネルジョイントにまたがるので、結果的には4枚割のいわゆる“田”の字となっている。開閉は手動に依るワイヤ引きとした。

### 8. 非防熱スライディングタイプ ハッチカバー

グレーチングデッキのハッチカバーとして、スライディングタイプを採用するのは初めてであるが、これは、フォールディングタイプと違い、格納されたハッチカバーが、一括して移動させることが出来るからである。

スライディングタイプは、防熱工事の施行が困難なカバータイプであるが、開閉（一括移動を含め）操作が簡単な上、電動ウインチ駆動である事から、倉内を油圧作動油で汚す恐れがなく、リモート操作が容易で、この種の用途には適したカバータイプといえよう。

#### (1) カバー割り / 格納方向

格納スペースを最小に出来、かつ、グレーチングブライウッドの長さ制限（製作コスト絡み）から、パネル長さを1,000mmとし、このサイズで割ったパネル枚数の構成とした。格納方向は、エンド・フォールディングカバーのある右舷側も、スライディングカバーだけの左舷側も全てのカバーパネルを船首側へ格納する。

#### (2) 開閉方式

電動ウインチを最終格納パネルに内装し、ラック / ピニオン・ドライブとしている。カバーパネルは、開閉作動中、コーミングレセスにメタルタッチ状態で摺動させるので、防錆と摩擦係数を小さく抑える意味から、オイルスプレートをハッチカバー側に固着し、コーミング側にはステンレスクラッドを張った。

#### (3) カバー構造の特徴

カバー構造は一型をしており、トッププレートには、

150mm×150mmピッチで、冷気吹き出し穴を有する。一般にグレーチングメーカーの標準は、約100mm×100mmピッチで、ちどりに開孔しているが、本ハッチカバーに合わせて製作されたものを採用した。これにより開口作業を容易なものとし、開口の数も大きく減らした。開口面積は風量と風速の必要値より決定された。

### 9. サイドシュルドア

1枚パネル構成のサイドスウィングするタイプで、駆動は電動スクリュージャッキに依る。内側に防熱ドアが独立して装備されているので、サイドシュルドアは、非防熱としている。クリートは、手動ウエッジタイプ。

### 10. 油圧パワーユニット

各ホールド毎に独立した系統の油圧ポンプ構成とした。但し、No1ホールドとNo2ホールドとを1つのオイルタンク上にまとめ、F'cle Dk 下のボースンストアに設置し、No3ホールドとNo4ホールドも同様に、エンジンルームに設置した。

作動油は、Shell Tellus T-15相当品を使用し、併せてOil Coolerを使用。

コントロールバルブは、全てソレノイドバルブとし、リモートコントロールが出来るようにした。

コントロールバルブ類は、倉内の自動車搭載に伴う防爆区域をさける意味から、全てを暴露甲板上のデッキハウス内か、ダブルハル内(一部の造船所)に設置した。

### 11. 電気

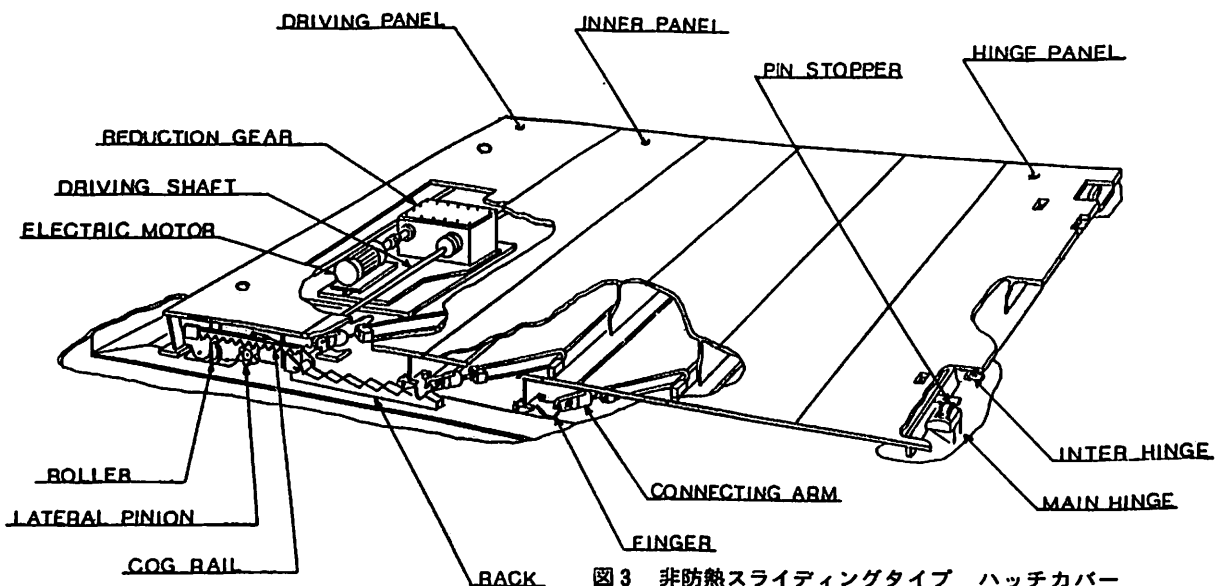


図3 非防熱スライディングタイプ ハッチカバー

ハッチカバーの開閉は、機側の他、暴露甲板からも出来るようにした。リモートコントロール・プッシュボタンは、ポータブルタイプとし、必要に応じて、各デッキに設置されたプラグインボックスに差し込み、切り換えて違ったタイプのハッチカバーの開閉が出来るようにした。ハッチカバーの操作制御盤は、油圧バルブスタンドと同じ理由で、全てをデッキハウス内に設置した。内部にはスペースヒーターを設けている。

## 12. むすび

SALÉN のスプリングシリーズ船には、合計28ハッチに、大きく分けて4種類、細分すれば9種類の多岐にわたるタイプのハッチカバーが装備された他、サイドシェルドアが8基装備された。

受注・建造した各造船所とも、それぞれに設計思想に特色を出されていたが、ハッチカバーシステムや冷凍シ

ステム等の基本概念が統一されており、2つの船級、2つの国、4つの造船所での同時建造にもかかわらず、トラブルもなく竣工されて活躍している。これは当事者である造船所各位のすぐれた技術と努力の成果であり、今迄、造船所による技術紹介がなかった事を残念に思う。

ハッチカバーメーカーであり、建造に参画した当社が、その一端を紹介することで、かえって、木を見て森を見ずの観があるやもと恐れる。なお、当時の SALÉN Reefer Service AB は、現在 Cool Carriers Co. として改組されているが、相変らず世界有数の冷凍運搬船のオペレーターである。

此の画期的な冷凍運搬船への新しいハッチカバーの試みに対し、暖かい御支援と御理解を賜った船主、船級協会、造船所各位、すなわち、幸陽船渠㈱、㈱来島どっく、㈱大韓造船公社および現代重工㈱に感謝申し上げる次第である。

## 製品紹介

## 製品紹介

### 高速特性ムアリングウインチ (特許申請中)

ムアリングウインチの定格速度は、その荷重に関係なく定格15m/min、ライトライン45m/min（定格時の3倍）がこれまで慣習として採用されてきた。しかし係船作業の合理化のためにライトラインのスピードアップが近来特に強く要請され、また他方現状調査の結果、定格時の15m/minの速度が過大であるとの事実も判明したので、同社では新しい油圧回路を開発して、高速特性ムアリングウインチを完成した。

その特性は、定格速度を7.5m/minとし、ライトライン速度を10倍の75m/minとしたシステムであり、すでに数隻の大型専用船(18~22万重量トン鉱炭船)に搭載され、乗組員から好評をえている。

#### 本装置の特徴

- (1) 係船、係留作業が短い時間と楽な作業で可能となり、著しい省力化ができる。
- (2) 油圧ポンプや駆動電動機の所要容量(台数)が半減し、配管や作動油の所要量も減少して建造費の軽減が図れる。

搭載船からのレポート(日立造船建造 No 4806 18万重量トン鉱炭船)―原文のまま―

高速特性ムアリングウインチのメリットについて  
(第一中央汽船㈱ 西浦丸船長、昭和61年4月25日)

要 目 表

型 式	定格荷重	定格速度	ライトライン速度	ドラム径	ワイヤ径 (ホーサー径)
HLS-12	Tons 12	m/min 7.5	m/min 75	530 <sup>mm</sup>	28 (60) <sup>mm</sup>
HLS-16	16	7.5	75	530	32 (65)
HLS-20	20	7.5	75	610	36 (70)
HLS-25	25	7.5	75	610	40 (75)
HLS-32	32	7.5	75	610	48 (80)

- (1) 従来は網取りボートのスピードについていけないため事前にホーサーを30~40m繰り出し、デッキ上にスネークダウンしていたが(それでもボートのスピードについていけないことがしばしばある)、本機を使用すれば事前繰り出し量が少なくて良いか、またはその必要性がない。
- (2) 離岸時ホーサーをレックしてからクリアーになるまでの時間が非常に短い(従来のは1/2~1/3)。これは荒天離岸時などエンジンをできるだけ早く使用したい時には大きなメリットとなる。

問合せ先 日本ブスネス株式会社

〒103 東京都中央区日本橋茅場町1-3-6 スガハラビル

電話 03 (669) 0471 (営業・開発部)

(669) 9821 (設計・技術部)

●省エネ技術紹介

## グリムベーン・ホイール(直径7.56m) 装備船 “来神丸”(70,000 DWTバルクキャリア) の試運転結果

株式会社 来島どっく 設計部  
株式会社 神戸製鋼所 機械事業部

### 1. はじめに

来島どっくと神戸製鋼所は70,000 DWTバルクキャリア“来神丸”に国内で最大の直径7.56mグリムベーンホイール(GVW)を採用し、1986年7月その装着前後で試運転を行い、GVWの船体への影響、効果を調べた。GVWとは、1966年、西ドイツのグリム教授により発明された遊転ホイールであり、プロペラキャップ位置に風車のように自由に回る状態で装着されてプロペラと同じ方向にゆっくり回転し、プロペラ後流のエネルギーを推力に変換する装置である。

対象船は、北日本大井海運向けに来島どっくの大西工場において建造されたパナマックス型バルクキャリアで、GVW装備以外の省エネ対策として、超ロングストロークB&W 6 S60MC E世界初号機、高効率二段式軸発電機、低風圧型タワーブリッジ、高効率KISプロペラなどを採用し、またコクピット型操舵室の採用によりワンマン・コントロールを可能にしている。

本船装備のGVWは国内で最大のものであり、Harmstorf AG/Ostermann Metallwerke GmbH & Co.から技術導入して製造と販売を進めている神戸製鋼所としては4基目にあたる。

最近のバンカーコストの下落にもかかわらず、省エネに対する業界の要請は依然として強いものがある。従来パナマックス型で12,000馬力が必要と言われているが、本船は70,000 DWTで10,000馬力を達成すべく、上述の省エネ対策とともにGVW装備に踏み切ったものである。今回、GVW装着の前後で2度試運転計画が行われて、8.5%の推進効率アップが確認された。その他にも停船性能・旋回性能への影響、軸系の安全性などが確認され、貴重なデータを得ることができたので、ここではその概要を紹介する。

### 2. GVW装備計画

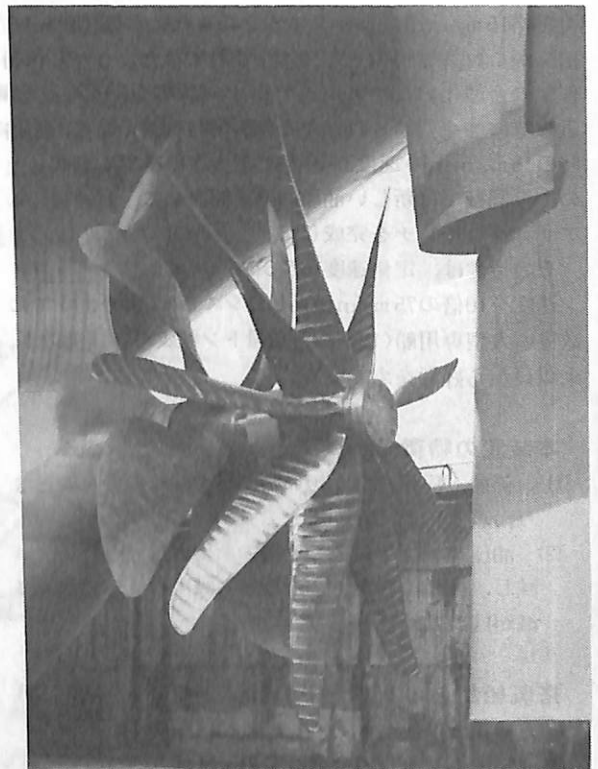
#### 2・1 船体及び主機

本船はGVWを装備するため、以下のことに注意して

船型設計を進めた。

バラスト航行時の喫水からGVWの直径は最大7.6mに制限される。一方、GVWの直径がプロペラより20%程度大きくなること及びGVWがベースラインから出ないという条件から、シャフトセンターの高さは3.8mに設定された。これは、GVWを装備しない場合より約0.6m大きい。また、GVW及びプロペラのクリアランスを得るために船尾のプロファイルを通常船型から大幅に変更した。船尾の船型については、GVWとプロペラを含めて最大の効率が得られるよう工夫した。最終船型は模型船による船型改良試験を繰り返し行なって決定した。

主機に関してはできる限り低燃費のものということで、



“来神丸”用GVW〔直径7.56m〕



S型として世界初号機となるB&W 6 S60MCEを搭載することにした。

プロペラ回転数については、GVW及びプロペラの組み合わせによる検討の結果から、最大効率が得られる回転数として89rpm (at MCO)と決定した。燃費は、常用出力 (85% MCO) において25.6 t/day (9,700 kcal/grベース)である。

本船の主要目等を以下に示す。

主要目等	
全長	225.00 m
垂線間長	216.00 m
幅(型)	32.26 m
深さ(型)	18.20 m
計画喫水	12.20 m
夏期満載喫水	13.281 m
総トン数	36,591 T
純トン数	22,908 T
カーゴホールド容積 (グリーン)	80,355 m <sup>3</sup>
(ベール)	77,935 m <sup>3</sup>
載荷重量 (夏期満載喫水)	70,653 t
主機関 日立 B & W 6 S 60 M C E 型	1 基
出力 最大	7,355kW (10,000PS) × 89rpm
常用	6,250kW (8,500PS) × 84.5rpm
発電機 ディーゼル機関駆動発電機	400 kW 2 基
主機駆動発電機	360 kW 1 基
非常用ディーゼル発電機	80 kW 1 基
試運転最大速度	15.93kt (GVW付)
満載航海速度	13.5 kt (GVW付)
(常用軸発含む 15% S. M.)	

航続距離	約 22,300海里
燃料消費量 (常用軸発含む)	25.6 t/day
船級	NK NS* (Bulk Carrier Strengthened for Heavy Cargoes Hold Nos. 2, 4 & 6 may be Empty) MNS*, M0 A
最大搭載人員	計28名

## 2・2 軸系

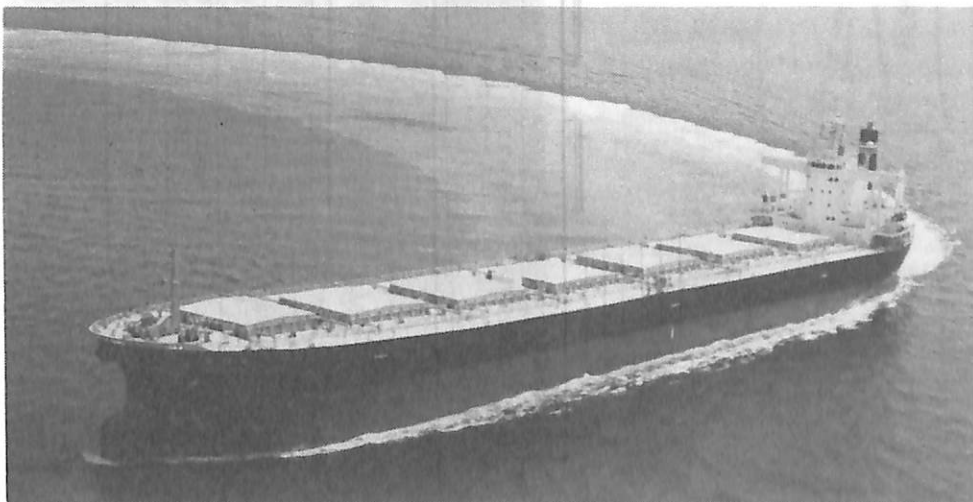
GVWを装着した場合、プロペラ軸の船尾側の曲げモーメントの増加により軸の曲げ応力が増大する。また、軸受荷重の増加により、後部船尾軸受の軸受面圧が増大するとともに、曲げモーメントの増加により軸受後端における局部面圧が増大する。

そこで、GVW付、無の状態とも問題のないように、アライメント計算により軸受の配置、軸径、船尾管軸受等を検討した。プロペラ軸径については、プロペラ軸曲げ応力、振り振動、船尾管軸受の局部面圧などを考慮して580mmとした。その結果、曲げ応力は3.0 kg/mm<sup>2</sup>となった。船尾管軸受については、軸受長さを軸径の2倍とし、また、軸受後端における局部面圧の増大を避けるために2段のスロープボーリングを採用した。船尾軸受の平均面圧は、GVW装着時6.0 kg/cm<sup>2</sup>、取り外し時3.0 kg/cm<sup>2</sup>となった。

また、軸系の横振動について、GVW取り外し時船尾軸受支点が軸受の前端部に移動するので、この点も考慮して軸受位置を定めた。

## 2・3 プロペラ及びGVW

プロペラについてはKISプロペラ (Kobe Integrated Skewed Propeller) を採用した。KISプロペラは



70,000 DWT  
バルクキャリア  
“来神丸”

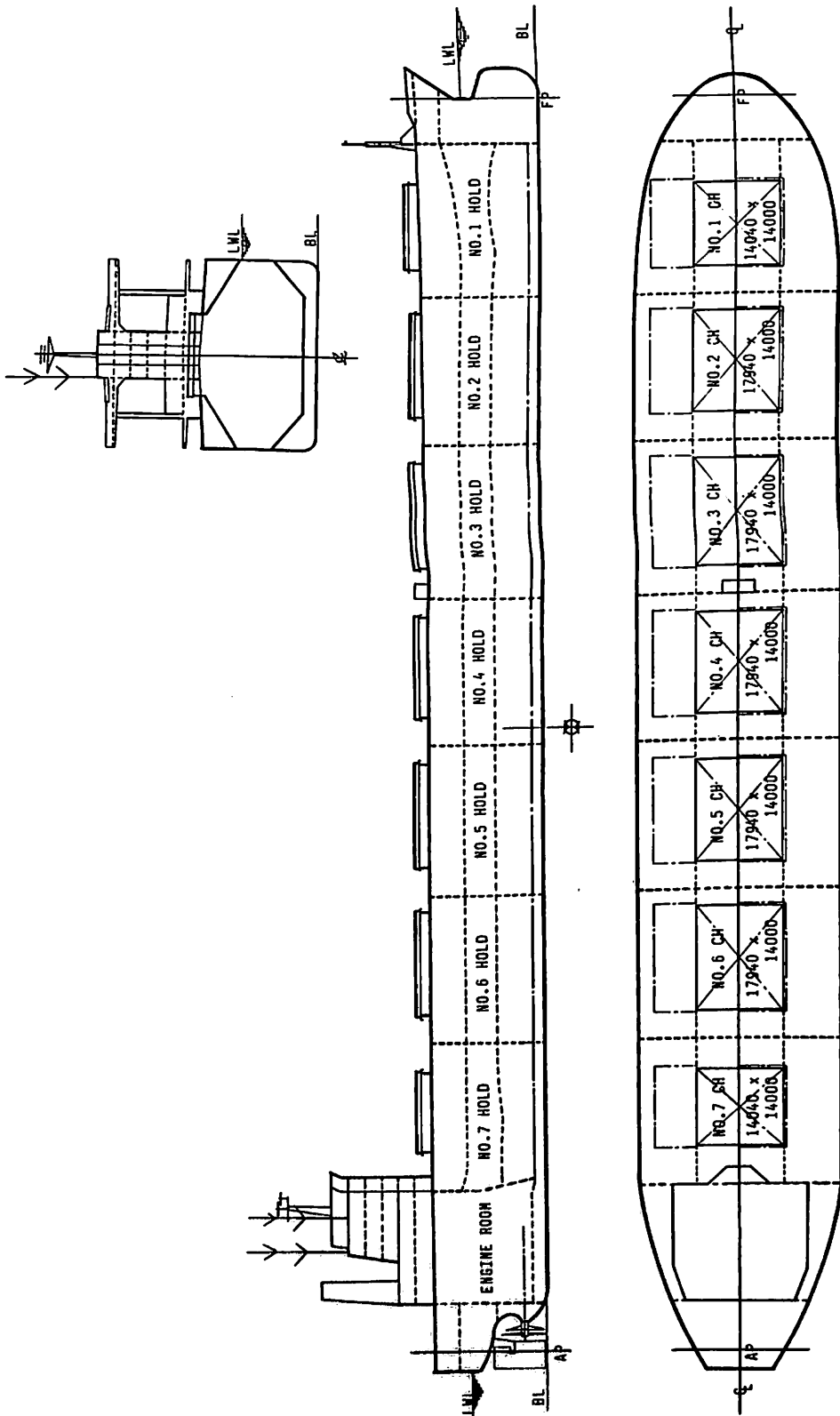


図1 “来神丸”一般配置図

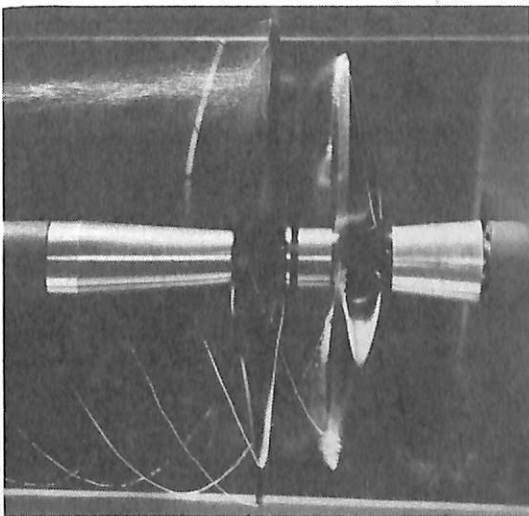
スキュー付きプロペラであり、新しい翼形状を採用して従来のハイスキュープロペラの起振力軽減効果を落とさずに、効率とキャビテーション性の向上をはかったプロペラである。

プロペラとGVWの総合効率が最適となる組み合わせからプロペラ要目を選んだ。一般的にプロペラの翼数を減らせばプロペラ効率が良くなるが、同時にプロペラ直径も大きくなる。本船ではGVW直径が最大7.6m以下に制限されたので、4翼と5翼の最適プロペラを設計し、それに直径7.6mのGVWを組み合わせて効率を比較した。その結果を、5翼プロペラの効率を100として図2に示す。5翼プロペラ(直径6.3m)と直径7.6mのGVWの組み合わせが最も効率良く、GVW装着により約10% (バラスト状態では約8%)の効率アップが期待されたので、プロペラ翼数を5翼、直径を6.3mとした。

GVWの装着によりプロペラのキャビテーション性が改善される。また、KISプロペラはキャビテーション性に優れていることから、プロペラの展開面積比を0.45と小さくしてさらに効率アップをはかった。従来、低速船では展開面積比として0.5~0.55(5翼の場合)程度が採用されている。これらのプロペラと比較して小面積比KISプロペラでは約3%の効率アップとなる。プロペラとGVWのキャビテーションについて問題ないことを模型実験により確認した。

最終的にGVWについては、9翼、直径7.56m(プロペラとの直径比1.2)とした。プロペラとGVWの主要目を表1に、船尾アーチャーを図3に示している。

### 3. 試運転結果



プロペラとGVWのキャビテーション

船の性能に及ぼすGVWの影響を正確に調べるために、1986年7月、(株)来島どっくの大西工場でファイナルドック後、伊予灘にてGVW無の試運転を行い、引き続きGVWを装着してGVW付の試運転を行なった。GVW付、無の試運転状態を表2に示す。表からわかるように、GVW付、無とも天候に恵まれてほとんど同じ条件で諸試験の計測が行われ、信頼性の高いデータが得られた。

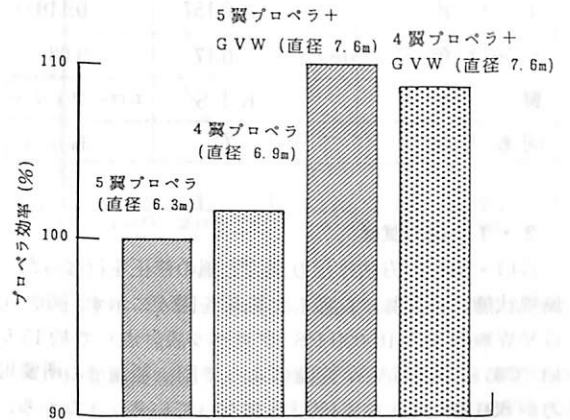


図2 GVWによる効率アップ

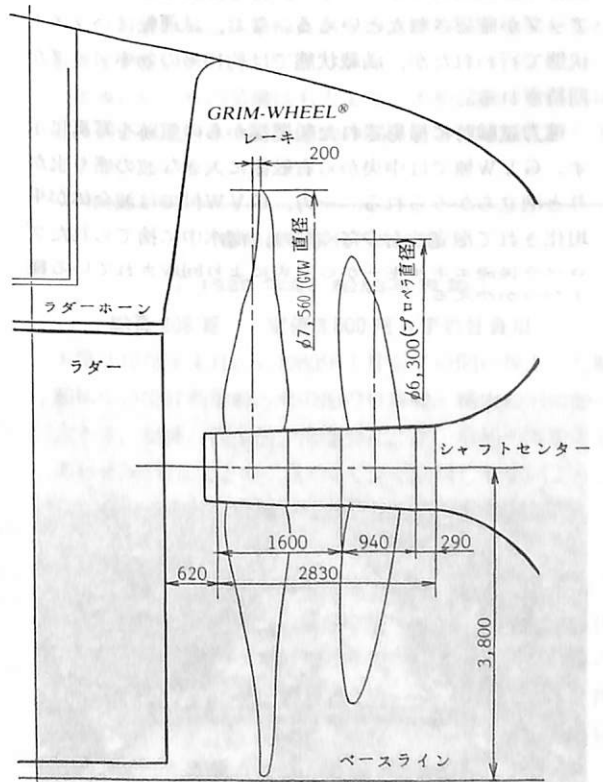


図3 “来神丸” 船尾プロファイル

表1 プロペラとGVWの主要目

	プロペラ	GVW
翼数 Z	5	9
直径 D m	6.300	7.560
ピッチ比(0.7R)H/D	0.840	1.743
展開面積比 aE	0.450	—
ボス比	0.157	0.118
レーキ角 deg.	0.17	-3.03
翼型	K I S	エローフォイル
回転方向	右	右

表2 “来神丸”の試運転状態

	GVW無	GVW付
実験日	1986年 7月15, 16日	1986年 7月21, 22日
実験場所	伊予灘	伊予灘
排水量 Δ ton	31,904	31,809
船首喫水 df m	3.691	3.708
船尾喫水 da m	7.978	7.992
平均喫水 dm m	5.836	5.850
トリム m	4.287	4.284
海象条件	穏やか	穏やか

3・1 速力試験

谷口・田村の方法により潮流と風の修正を行なった。無風状態に換算して比較した結果を図4に示す。図から、GVW無の場合10,000 PS(プロペラ設計点)で約15.6 ktであるが、GVW装備によって同一船速での所要馬力が850 PS減って9,150 PSになっている。すなわち、GVW装備により8.5%所要馬力が減少していることがわかる。推定値は8%であり、ほぼ推定通り大幅な効率アップが確認されたといえる。なお、試運転はバラスト状態で行われたが、満載状態では約10%の効率アップが期待される。

速力試験時に撮影された船尾端からの航跡を写真に示す。GVW無では中央から右舷側に大きな波の盛り上がりや泡立ちがみられる。一方、GVW付では波全体が平坦化されて泡立ちも少なくなり、海水中に捨てられたプロペラ後流エネルギーがGVWにより回収されている様子がうかがえる。

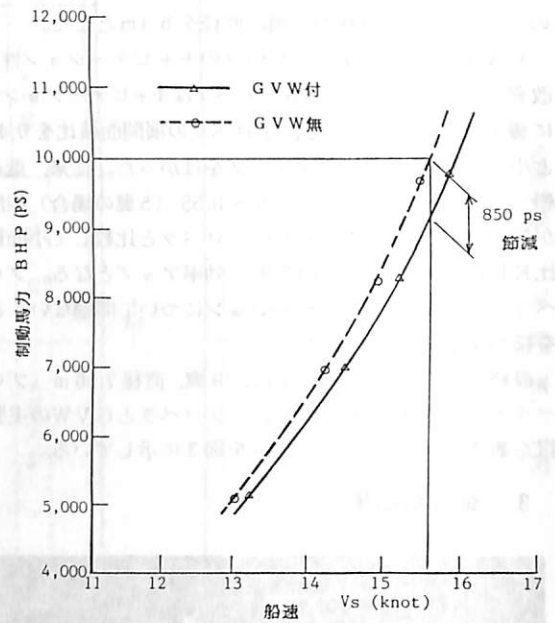
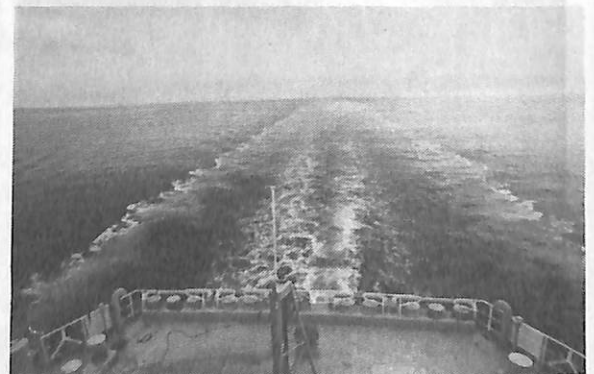


図4 “来神丸”速力試験結果



船尾端からの航跡 (GVW無し)



船尾端からの航跡 (GVW付き)

表3 クラッシュアスターン試験結果

	G V W 無	G V W 付
停止時間	8分19秒	8分11秒
停止距離	1,779 m	1,712 m

表4 惰力試験結果 (5 knまで)

	G V W 無	G V W 付
停止時間	10分55秒	10分32秒
停止距離	2,872 m	2,737 m

表5 旋回試験結果

	G V W 無	G V W 付
右旋回		
径	643 m	627 m
時間	8分32秒	8分20秒
左旋回		
径	596 m	586 m
時間	8分24秒	8分3秒

3・2 クラッシュアスターン及び惰力試験

クラッシュアスターン試験結果を表3に示す。船体停止時間及び停止距離ともにG V W付の方がそれぞれ8秒と67m短くなっている。これは、G V W付ではG V W無に比べるとアスターン発令から軸停止までの時間が短くなったためである。

惰力試験で船速が5 knまで落ちる時間及び距離について計測した例を表4に示す。惰力試験でもG V W付の方が23秒と65m短い結果となっている。

3・3 旋回試験

旋回試験の例を図5と表5に示す。左旋回、右旋回ともG V W付の方が旋回時間が約15秒短く、旋回径が約14 m小さくなっている。

4. おわりに

来神丸の試運転の結果、期待通りのG V W装着効果が確認され、プロペラとG V Wの最適設計及び実船にG V Wを装備するに当たっての船型及び軸系装置等の設計上のノウハウを得ることができた。来神丸は業界の要請にマッチした最高レベルの省エネ船といえる。

本船では試運転の間、(財)日本海事協会と共同でG V Wのスラスト、プロペラとG V Wの合スラスト及び合ト

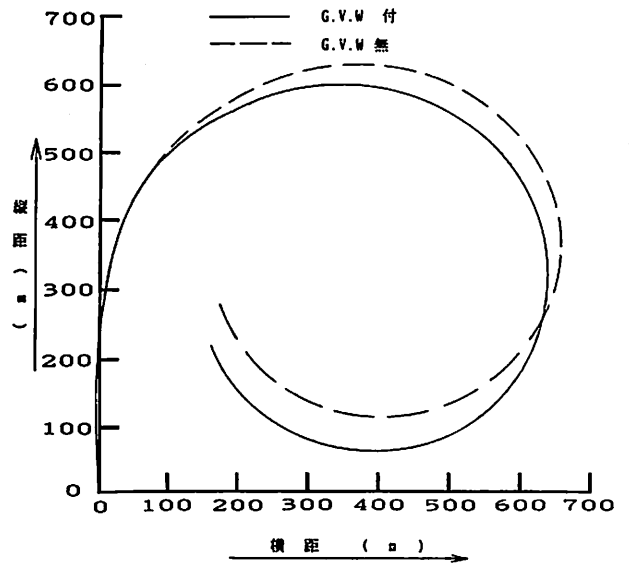


図5 “来神丸”旋回試験結果

ルク、船尾変動圧力、船尾振動などが同時に計測された。それらの結果について現在解析中であり、後日報告される予定である。今後、G V W装着効果、効率アップのメカニズム等が究明されて、さらにG V W装備船が増加するものと思われる。来神丸がその先駆的役割を果たした意義は大きい。

最後にG V Wの装備はもとより、実船試験に積極的に協力頂いた北日本大井海運の関係者各位に御礼申し上げます。

●船の科学刊行の本●

「1980年版 船舶写真集」

総頁 208 頁 定価 3,500 円 (千当社負担)

本集は1978年4月から1980年7月までの間に竣工した船舶について計画造船、その他の日本船、輸出船別に船の大きさ、船種、同型船、海運会社、建造船所等を考えあわせ246隻にまとめ〈見やすく〉〈活用しやすいよう〉にならばなおして収録したもので、更に参考としてを添付いたしました。

●写真集在庫一覧●

1952年版	掲載船 232 隻	定価 1,500 円
1968年版	掲載船 356 隻	定価 2,500 円
1976年版	掲載船 353 隻	定価 3,500 円
1978年版	掲載船 252 隻	定価 3,000 円

株式会社 船舶技術協会

●船舶用新材料

# ケミカルタンカー用ステンレス鋼

— NSL 317 LNおよびCR 22 —

日本鋼管株式会社 福山研究所  
福山製鉄所

## 1. はじめに

ケミカルタンカーは積荷のもつ特性に応じた取扱いおよび安全上の配慮によってさまざまな構造設備を持ち、その運航形態も多様である。今日これらのケミカルタンカーによって、多種の液体化学品が海上ばら積輸送されている。大量少品種なものは専用船で、少量多品種のものは非専用船で運ばれるのが普通である。

1,000 DWT以上のケミカルタンカー 872 隻（専用船と非専用船）に対する積載物とタンク材質の調査結果<sup>1)</sup>を図1に示す。非専用船で工業化学品（硫酸，粗製リン酸など），石油化学製品，アルコール類，および植物油などを積載する例が全体の約60%を占め、多くのケミカ

ルタンカーが非専用船であることを示している。これらの非専用船のなかには、多目的船（パーセルケミカルタンカー）が含まれている。典型的な多目的ケミカル/プロダクトタンカーの運航計画と基本的なタンク配置の一例をそれぞれ図2，図3に示す。まず，本船の運行計画によれば，主な貨物は粗製リン酸，硫酸などのほかに，石油化学製品および植物油などで（合計約100種類の化学品），各航海毎に貨物の種類が異なることを特徴とする。本船のタンクはIMO IBCコード<sup>2)</sup>で定められたセンタータンクとウイングタンクとから成る構造になっており，センタータンクはステンレス鋼の使用により，ウイングタンクは塗装によって，貨物に対する防食を配慮している。

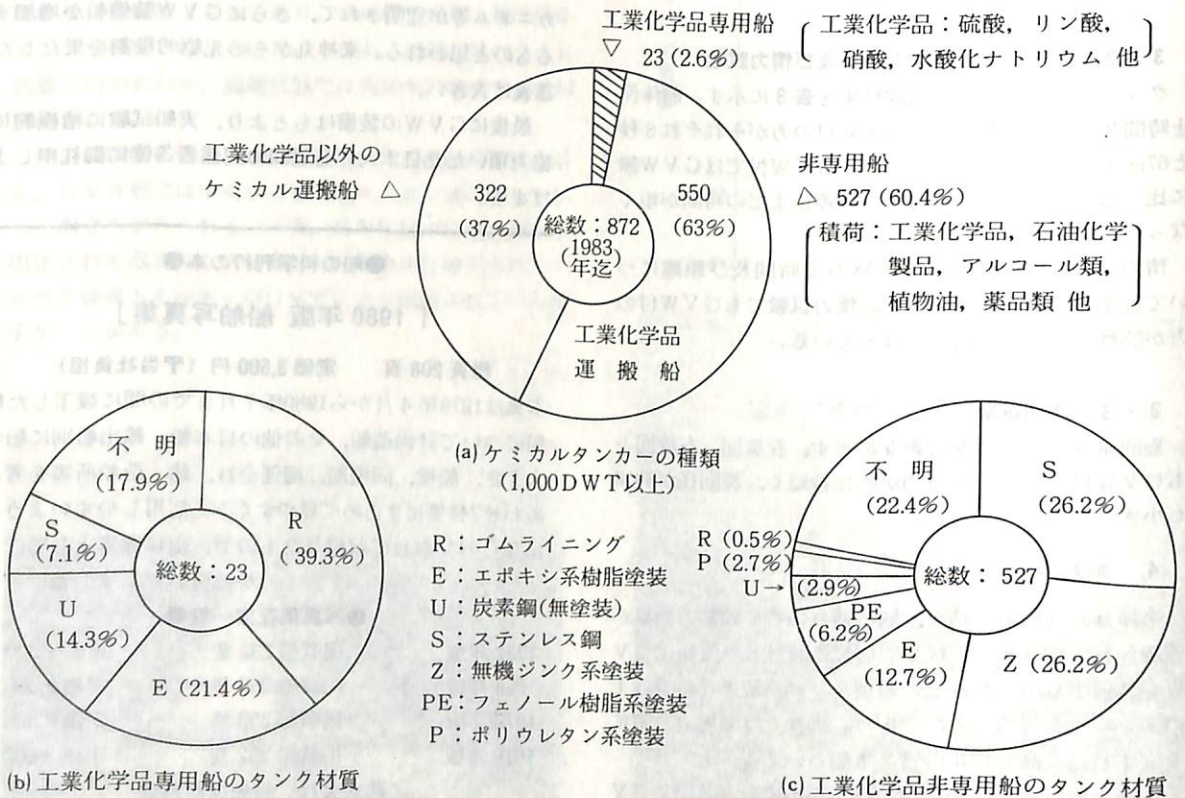


図1 1,000 DWT以上のケミカルタンカーの貨物とタンク材質

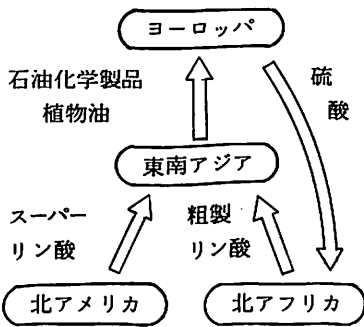


図2 貨物の運航計画の例

従来、貨物タンクの防食には、エポキシ系、無機ジंक系、フェノール系、ポリウレタン系などの塗料またはゴムライニングが採用されているが、化学品のなかには塗膜と反応を起こして塗膜の損傷もしくは化学品の品質低下を引き起こすものがある。現状ではすべての化学品に適合する塗料がないため、積載予定の化学品に応じて貨物タンク

を複数の塗料で塗り分けて多品種の化学品の積載に対応することが必要とされている<sup>3)</sup>。このような状況に対して積荷の多品種化を指向するとともにタンクのメンテナンスの低減と耐食性の向上を目的に、従来の塗装あるいはゴムライニングに替わり1975年ごろからステンレス鋼をタンク材に使用するケースが増えつつあり、現在では約1/3 (載貨重量比) を占めるに至っている<sup>3)</sup>。

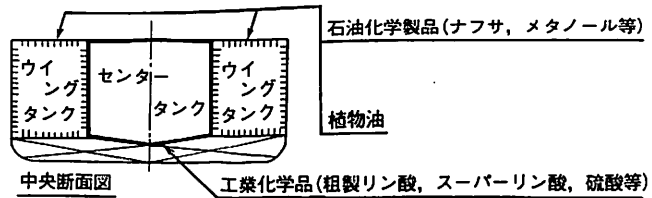
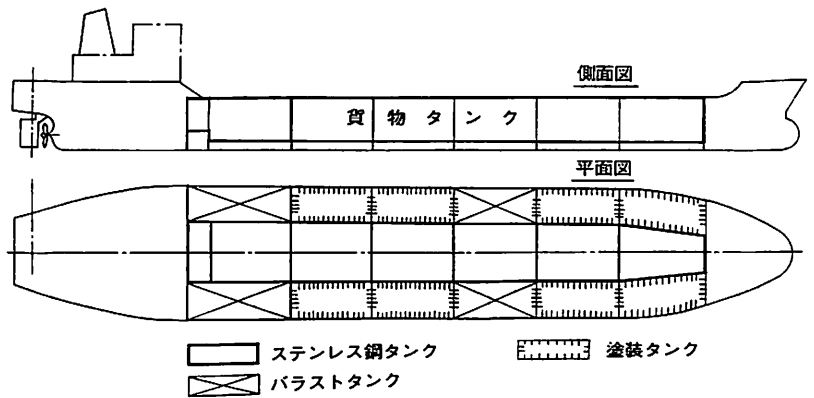


図3 大型ケミカル/プロダクトタンカーの概略タンク配置の例

従来、SUS 304 L、316 Lタイプのオーステナイト系ステンレス鋼、あるいは同鋼種のクラッド鋼板が多く使われているが、前者は低強度を補うため材料費が高くなり、一方クラッド鋼板では溶接性が悪いという難点がある。N添加により高強度化したSUS 304 LN、316 LNなども一部で使用されているが、ケミカルタンカーの代表的な貨物の粗製リン酸は腐食性が強く、これらの

表1 オーステナイトおよび二相ステンレス鋼の機械的性質 (10~20mm厚, 溶体化熱処理温度1050℃, \* : NKK商品名)

	0.2%耐力レベル	鋼種の記号	製造実績 (0.2% PS, TS) 強度, kg/mm <sup>2</sup>				規格 (JIS G 4304)		
			20	40	60	80	0.2%PS kg/mm <sup>2</sup>	TS kg/mm <sup>2</sup>	
既存鋼種	18kg/mm <sup>2</sup> ~	304L	0.2%PS TS				JIS	≥ 18	≥ 49
		316L							
		317L							
	25kg/mm <sup>2</sup> ~	304LN					JIS	≥ 25	≥ 56
		316LN							
開発鋼種	29.6kg/mm <sup>2</sup> ~	NSL317LN*					社内規格	≥ 29.6	≥ 61.2
	46kg/mm <sup>2</sup> ~	329 J <sub>2</sub> L (CR22)*							

鋼種では耐食性が不十分な場合がある。このような背景から、ケミカルタンカー用高強度・高耐食性のステンレス鋼板としてN添加型オーステナイトステンレス鋼（NSL 317 LN）と二相ステンレス鋼（CR22）が製品化されるに至った。ここでは、それらの材料の開発経緯および製品性能などについて紹介する。（注：NSL 317 LNとCR22はともに日本鋼管㈱のブランド名である。）

## 2. 高強度・高耐食ステンレス鋼の開発

現在ケミカルタンカーに使用されているSUS 304 L・316 L・317 Lなどの鋼種はいずれも表1に示すように0.2%耐力が18kg/mm<sup>2</sup>以上、またN添加型鋼種のSUS 304 LN・316 LNで25kg/mm<sup>2</sup>以上であることが要求されている。したがって、開発鋼種としてはN添加型鋼と同等レベル（25kg/mm<sup>2</sup>以上）あるいは、それ以上35kg/mm<sup>2</sup>以上の強度レベルで、かつ、耐食性の面では粗製リン酸に対してSUS 316 Lより優れたステンレス鋼を目指した。ここで紹介するNSL 317 LNとCR22（SUS 329

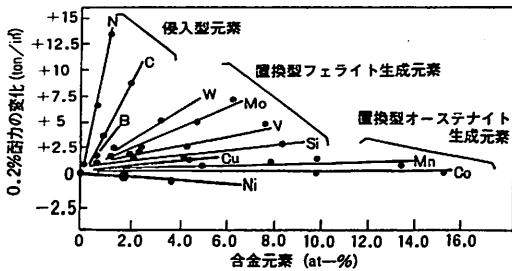


図4 オーステナイト系ステンレス鋼の0.2%耐力に及ぼす合金元素の固溶の影響<sup>4)</sup>

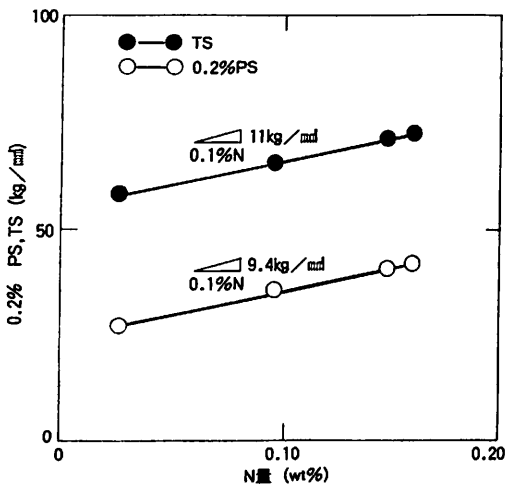


図5 SUS 317 L タイプステンレス鋼の0.2%耐力と引張強さに及ぼすN量の影響  
(50kg真空溶解材10mm<sup>2</sup>, 溶体化熱処理1050°C)

J<sub>2</sub>L相当鋼)はいずれもSUS 316 Lに比べてCr, Mo, N含有量を増すことによって高強度と高耐食性を狙ったものである。

### 2・1 N添加型オーステナイトステンレス鋼 ：NSL 317 LN

オーステナイトステンレス鋼の強度に対する固溶元素の影響については、Irvine ら<sup>4)</sup>が詳細に検討し図4に示す結果を得ている。その結果によれば、C, Nなどの侵入型元素の添加が強度の上昇に最も効果があることを示している。しかし、CはCr炭化物の析出に起因して耐食性の劣化を引き起こすため、添加元素としてはNが最適なものと判断される。そこでSUS 317 LをベースにしてN含有量を0.03～0.16%の間で変化させた実験室溶解材を用いて、強度と耐食性の観点から最適N添加量を検討した。

供試材の引張強度はN含有量とともに上昇し、図5に示すごとく0.1%Nに対する強度上昇の割合は0.2%耐力で9.4kg/mm<sup>2</sup>、引張強さで11kg/mm<sup>2</sup>である。SUS 316 Lに比べてSUS 317 LはMo含有量が多いためその分強度は高く、0.1%以上のN添加により30kg/mm<sup>2</sup>以上の耐力が得られる。

ケミカルタンカーの使用環境では、タンク建造時の溶接熱影響による粒界腐食、酸などの貨物による全面腐食ならびにタンク洗浄に使用した海水が残留したことによる孔食などが予想されるので、使用材料には耐酸性、耐孔食性、耐粒界腐食性が要求される。耐食性に対する合金成分の影響についてはNi, Cr, Moの含有量で耐酸性はほぼ決定し、Nは耐孔食性、耐粒界腐食性を向上さ

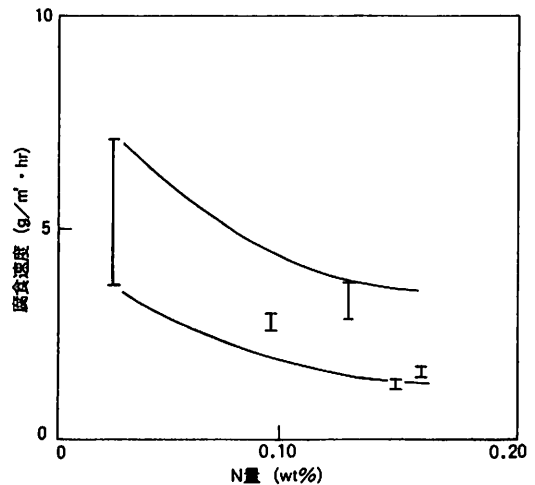


図6 SUS 317 L タイプステンレス鋼の耐孔食性に及ぼすN量の影響 (JIS G 0578 : 10% FeCl<sub>3</sub>・6H<sub>2</sub>O + 1/20 N・HCl, 50°C, 24時間)



せることで知られている。そこで、まず耐孔食性に及ぼすN添加の影響を塩化第二鉄試験（JIS G0578）で調べた結果を図6に示す。N含有量の増加とともに供試材の耐孔食性は向上する。次に、耐粒界腐食性に及ぼすN添加の影響をエッチテスト（JIS G0571）で調べた結果を図7に示す。650℃で時効したときの粒界腐食感受性はN含有量の増加とともに低下し、0.15%Nで最小となっている。

また Delong の組織図<sup>5)</sup>を用いて SUS 317 L の金属

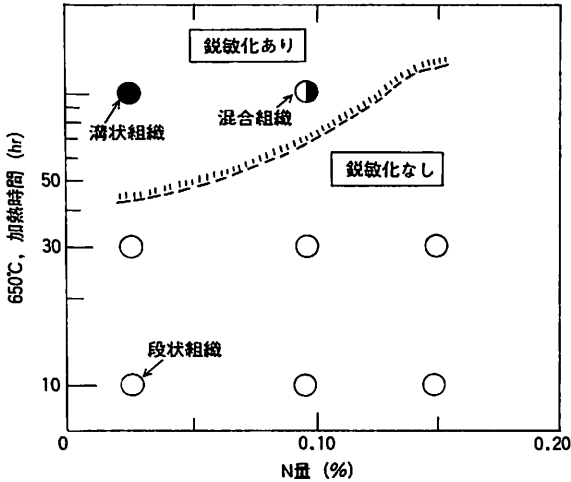


図7 SUS317Lタイプステンレス鋼の耐粒界腐食性に及ぼすN量の影響（JIS G 0571：10%過硫酸アンモニウム電解エッチング，1A/cm<sup>2</sup>，5分間）

組織を検討すると、規格成分範囲では少量のデルタ・フェライト相の混合が予想される。このデルタ・フェライト相にはフェライト形成元素のCr・Moが母材よりも濃縮しており、特にCr・Moの含有量が多いSUS317Lタイプのステンレス鋼ではシグマ相などの析出物が生成し易くなっている。シグマ相の析出はステンレス鋼の延性、靱性、および耐食性を損なうことなどで知られている<sup>6)</sup>。ステンレス鋼にシグマ相が析出しても、1100℃以上で溶体化熱処理すれば、シグマ相を固溶できる。しかし、加熱温度が高過ぎると結晶粒が粗大化するので強度は低下することに注意を払う必要がある。NSL317LNの開発に際しては、シグマ相の析出の防止の観点からMn、Ni、Nなどのオーステナイト形成元素の最適含有量を検討しデルタ・フェライト相の低減を図った。以上の結果のほか、熱間加工性および溶接時の高温割れに対しても検討を加えて、NSL317LNの成分系を表2のごとく決定した。

2・2 二相ステンレス鋼：CR22

二相ステンレス鋼はオーステナイト相とフェライト相とから成り、0.2%耐力が46kg/mm<sup>2</sup>もの高強度を特徴とするステンレス鋼である。またその優れた耐孔食性と耐応力腐食割れ性によって、化学工業用装置材料として用いられ、近年では石油関連工業材料へと適用分野が増えつつある。JIS(JIS G 4304)ではSUS329J<sub>1</sub>、329J<sub>2</sub>Lが規格化されており、両規格を通じて22~28%Cr、3~7.5%Niおよび1~4%Moを含有するほかに、SUS329

表2 ステンレス鋼規格による化学組成と機械的性質

鋼種の記号		化学組成 (wt%)									機械的性質		
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N	0.2%PS (kg/mm <sup>2</sup> )	TS (kg/mm <sup>2</sup> )	El (%)
JIS規格 (G4304)	SUS304L	≦0.030	≦1.00	≦2.00	≦0.045	≦0.030	9.00 ~13.00	18.00 ~20.00	-	-	≧18	≧49	≧40
	SUS304LN	≦0.030	≦1.00	≦2.00	≦0.045	≦0.030	8.50 ~11.50	17.00 ~19.00	-	0.12 ~0.22	≧25	≧56	≧40
	SUS316L	≦0.030	≦1.00	≦2.00	≦0.045	≦0.030	12.00 ~15.00	16.00 ~18.00	2.00 ~3.00	-	≧18	≧49	≧40
	SUS316LN	≦0.030	≦1.00	≦2.00	≦0.045	≦0.030	10.50 ~14.50	16.50 ~18.50	2.00 ~3.00	0.12 ~0.22	≧25	≧56	≧40
	SUS317L	≦0.030	≦1.00	≦2.00	≦0.045	≦0.030	11.00 ~15.00	18.00 ~20.00	3.00 ~4.00	-	≧18	≧49	≧40
	SUS329J <sub>1</sub>	≦0.080	≦1.00	≦1.50	≦0.040	≦0.030	3.00 ~6.00	23.00 ~28.00	1.00 ~3.00	-	≧40	≧60	≧18
	SUS329J <sub>2</sub> L	≦0.030	≦1.00	≦1.50	≦0.040	≦0.030	4.50 ~7.50	22.00 ~26.00	2.50 ~4.00	0.08 ~0.30	≧46	≧63	≧18
NKK規格	NSL317LN	≦0.030	≦1.00	≦2.00	≦0.040	≦0.020	12.50 ~14.00	18.00 ~20.00	3.00 ~4.00	0.10 ~0.15	≧29.6	≧60.2	≧40
	CR22	≦0.030	≦1.00	≦2.00	≦0.030	≦0.005	4.50 ~6.50	21.00 ~24.00	2.50 ~3.50	0.08 ~0.20	≧46	≧63	≧18

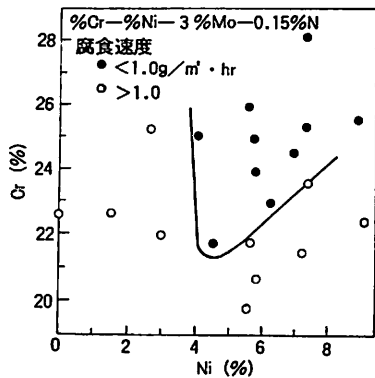


図8 耐孔食性におよぼす Cr, Ni の効果 (JIS G 0578 : 10%FeCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O + 1/20N · HCl, 50°C, 24時間)

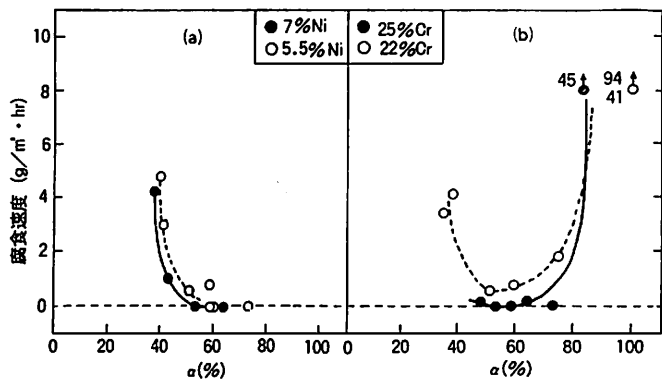


図9 耐孔食性に及ぼすフェライト率の影響 (a)ニッケル一定: 5.5 Ni系, 7 Ni系, (b)クロム一定: 22 Cr系, 25 Cr系 (JIS G 0578 : 10%FeCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O + 1/20N · HCl, 50°C, 24時間)

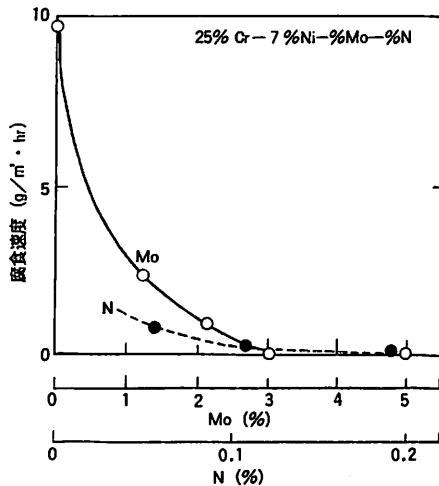


図10 耐孔食性に及ぼす Mo と N 量の影響 (JIS G 0578 : 10%FeCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O + 1/20N · HCl, 50°C, 24時間)

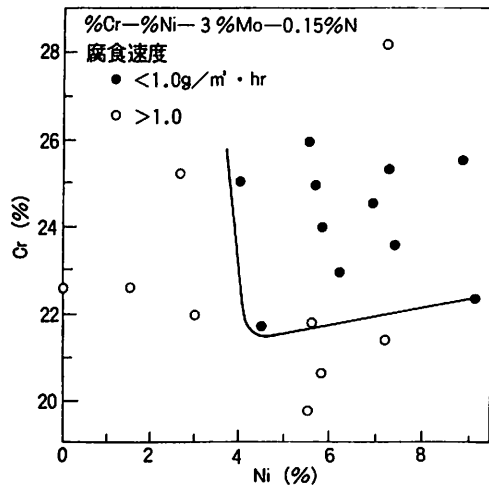


図11 耐全面腐食性に及ぼす Cr と Ni 量の影響 (JIS G 0591 : 5%硫酸, 沸騰, 6時間)

J<sub>2</sub>LではNを含有する。ここでは耐全面腐食性と耐孔食性の観点から、JIS規格に準拠する最適成分系について試験溶解材を用いて検討し、さらに最適成分系の強度レベルについても調べた。

塩化第二鉄試験で一定の耐孔食性を得るためには図8に示すごとく4%以上のNiが必要であり、かつNi量の上限はCr量に依存することがわかる<sup>7)</sup>。また、図8の結果をフェライト率について整理し図9に示す。耐孔食性の優れたものは、いずれも60%前後のフェライト率を示すことから、最適な成分系はフェライト率を勘案したCr・Ni量から決定すべきことが分かる<sup>7)</sup>。さらにMoとNについては図10に示すごとく、それらの含有量が増すにしたがい耐孔食性は向上し、22%Cr・5%Ni系の二相ステンレス鋼ではMoとNがそれぞれ3%、0.1

%まで効果が認められる<sup>7)</sup>。5%硫酸試験(JIS G 0591)によって求めた耐全面腐食性についても図11に示すごとく、耐孔食性と同様な結果が確認されている<sup>7)</sup>。

0.2%耐レベルとCr, Ni量の関係を耐食性およびフェライト率への影響を併せて図12に示す。0.2%耐力はNi量よりCr量に依存し、22%Cr系でSUS 329 J<sub>2</sub>Lの規格下限耐力(46kg/mm<sup>2</sup>)以上の高強度が得られることを示している。

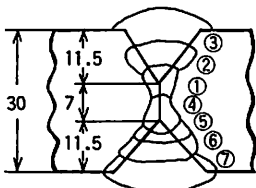
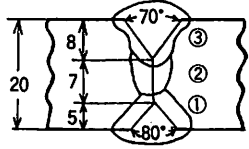
以上の結果から高耐食性を得るための成分範囲と熱間加工性を勘案して、CR22の成分系を表2に示すごとく決定した。

### 3. NSL 317 LN・CR 22の材質・溶接性および耐食性

表3 供試材の化学成分と機械的性質

鋼種	化学成分 (wt%)									機械的性質		
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N	0.2%PS (kg/mm <sup>2</sup> )	TS (kg/mm <sup>2</sup> )	El (%)
SUS316L	0.008	0.58	0.90	0.025	0.008	13.46	16.46	2.18	0.06	27.8	58.0	49
SUS317L	0.013	0.63	1.72	0.024	0.007	14.19	19.06	3.15	0.09	31.5	62.8	56
SUS316LN	0.009	0.61	1.68	0.026	0.010	12.74	17.25	2.08	0.14	31.1	64.4	61
NSL317LN	0.008	0.33	1.60	0.026	0.001	13.78	18.23	3.40	0.14	36.0	66.6	47
CR22	0.013	0.47	0.95	0.018	0.002	5.11	23.40	3.12	0.13	58.9	79.5	35

表4 NSL 317 LNとCR 22のSAW溶接条件

鋼種	開先形状	溶接材料	溶接条件	
			A×V×CPM	入熱
NSL 317 LN		ワイヤ*      フラックス* WEL 317 L×WELSUB F-6	490A×31V×32CPM	28.5 kJ/cm
CR22		第1層・第2層: ワイヤ**      フラックス** 8202 (7 Ni)×8218 第3層: 8334 (9 Ni)×8218	600A×33V×28CPM	42.4 kJ/cm

\*: 日本ウェルディングロッド(株)      \*\*: 神戸製鋼所(株) 試作品

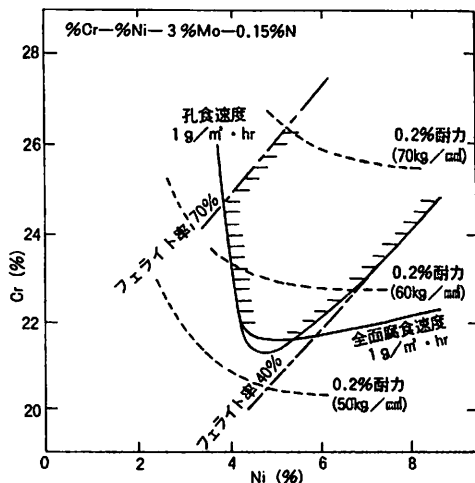


図12 耐食性、0.2%耐力およびフェライト率に及ぼすCrとNi量の影響

### 3・1 材質

NSL317LN, CR22の成分および機械的性質の例を従来材のSUS316L, 316LN, 317Lと併せて表3にまとめて示す。いずれも日本鋼管(株)福山製鉄所の熱間圧延機、熱処理炉を経て製造されたものである。0.2%耐力と引張り強さはNSL317LNで36kg/mm<sup>2</sup>, 67kg/mm<sup>2</sup>, CR22で59kg/mm<sup>2</sup>, 80kg/mm<sup>2</sup>が得られ、それらの目標を上回る高強度が得られている。またケミカルタンカーでは貨物を加温するケースがあるため、ステンレス鋼には昇温時の強度も必要になる。室温から100℃までの高温強度は図13に示すごとく、温度の上昇とともにわずかに減少するものの、100℃での0.2%耐力、引張強さはNSL317LNで28kg/mm<sup>2</sup>, 56kg/mm<sup>2</sup>, CR22で46kg/mm<sup>2</sup>, 68kg/mm<sup>2</sup>の高強度が確認されている。

### 3・2 溶接性

溶接方法としてサブマージアーク溶接(以下SAWと

表5 NSL 317 LNとCR 22のSAW溶接継手の機械的性質

試験項目		NSL317LN	CR22
引張試験	強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	66.4	80.3
	破断位置	母材	母材
曲げ試験	側曲げ	良好	良好
衝撃試験 (vE-20, kg m)	溶接金属	14.3	15.1
	ボンド	15.4	6.1
	HAZ-2mm	14.4	9.2
	母材	34.6	25.0

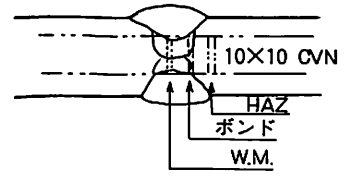


表6 ステンレス鋼の基本的耐食性

(単位: g/m<sup>2</sup>・h)

腐食試験			SUS316L	SUS316LN	SUS317L	NSL317LN	CR22
全面腐食	JIS G 0591	5% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 沸騰	11.3	9.2	7.8	3.6	0.7
孔食	JIS G 0578	10% FeCl <sub>3</sub> ・6 H <sub>2</sub> O + 1/20N・HCl, 50°C	18	12	6	3	1
粒界腐食	JIS G 0572	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , 沸騰	0.6	0.5	0.3	0.4	0.4
	JIS G 0573	65% HNO <sub>3</sub> , 沸騰	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1
	JIS G 0575	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +CuSO <sub>4</sub> +Cu, 沸騰	割れなし	割れなし	割れなし	割れなし	割れなし

略す)を採用して、30mm厚のNSL 317 LNと20mm厚のCR 22それぞれの同材突き合わせ溶接を行い、溶接性を検討した。このときの溶接条件を表4にまとめて示す。NSL 317 LNとCR 22の溶接継手はともにX開先で、入熱と積層数はそれぞれ平均23.5 kJ/cm・7パス、平均42.4 kJ/cm・3パスである。溶接材料には、NSL 317 LNに市販の317 L用溶接棒を、CR 22には試作溶接棒をそれぞれ使用した。

これらの溶接継手に対して引張試験、曲げ試験、および衝撃試験を実施した結果をまとめて表5に示す。引張強さはNSL 317 LNで66kg/mm<sup>2</sup>、CR 22で80kg/mm<sup>2</sup>となり、表3に示した夫々の母材強度に相当するレベルが得られた。曲げ試験で、いずれの溶接継手にも欠陥の発生は認められず、十分な延性が確認された。また溶接継手の靱性も良好であることが衝撃試験によって示されている。以上に示したように、NSL 317 LN、CR 22のSAW溶接継手の強度、延性および靱性はともに良好で十分な溶接性が確認されている。

### 3・3 耐食性

#### 3・3・1 JIS 腐食試験結果

耐全面腐食性と耐孔食性に加えて65%硝酸試験 (JIS G0573)、硫酸-硫酸第二鉄試験 (JIS G0572) および硫酸-硫酸銅試験 (JIS G0575) による耐粒界腐食性をNSL 317 LNとCR 22について調べた結果を表6に示す。これらの腐食試験は、実際の使用条件を必ずしも模擬するものではなく、材料間の序列を示すものと考えられる。NSL 317 LNとCR 22はSUS 316 Lなどの従来材に比べて、いずれの形態の腐食に対しても優れた耐食性を示し、なかでもCR 22の耐全面腐食性と耐孔食性に対する高耐食性が確認されている。

#### 3・3・2 使用環境を想定した腐食試験

実際の使用環境を想定して粗製リン酸と濃硫酸を用いた腐食試験により、NSL 317 LNおよびCR 22の耐食性をSUS 316 Lと比較した。

##### (1) 粗製リン酸

湿式プロセスで製造される粗製リン酸は通常リン酸濃度は約50%で、硫酸、フッ素イオン、塩素イオン、第二鉄イオン、アルミニウムイオン、カルシウムイオンおよびマグネシウムイオンなどを不純物として数%含有する<sup>8)</sup>。これらの不純物のなかで硫酸、フッ素イオンおよび

表7 産地別粗製リン酸の組成例 (wt%)

産地	南アフリカ(Triomf)			Florida	Morocco	Range
	A	B	C			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	54.7	53.2	53.5	46.7	50	46~56
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2.5	3.6	3.9	2.9	3.0	0.8~5.0
Cl <sup>-</sup>	0.01	0.01	0.004	-	-	~0.05
F <sup>-</sup>	0.6	0.3	0.3	1.1	0.5	0.1~1.3
CaO	0.1	0.01	0.1	-	0.03	~0.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6	0.4	0.2	1.4	0.5	0.2~1.7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.3	0.01	0.4	0.7	0.4	0.3~1.2
MgO	2.5	2.1	2.2	0.4	0.4	~1.7

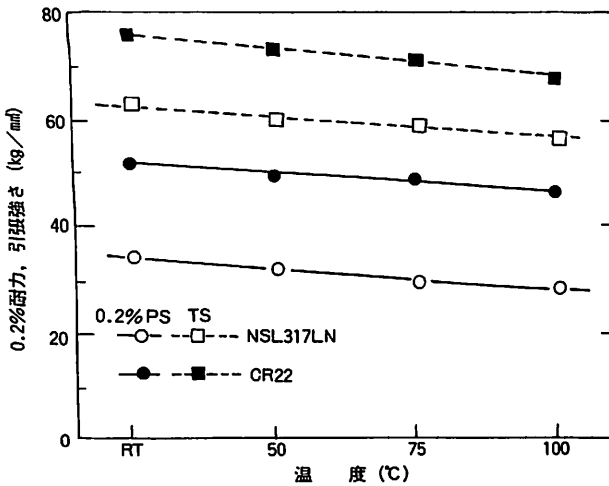


図13 NSL 317 LNとCR 22の高温強度

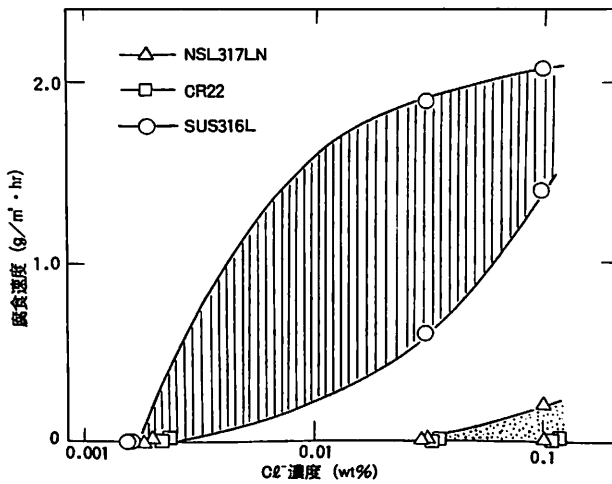


図14 湿式プロセスで製造された粗製リン酸における SUS 316 L, NSL 317 LN, CR 22 の腐食速度とそれらの腐食速度に及ぼす塩素イオン濃度の影響 (43.4%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+5.8%H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+0.45%F<sup>-</sup>+0.56%Fe<sup>3+</sup>+0.37%Al<sup>3+</sup>+0.21Mg<sup>2+</sup>+0.002%Cl<sup>-</sup>, 50°C, 120時間)

び塩素イオンなどは腐食を促進し、第二鉄イオン、アルミニウムイオン、カルシウムイオンおよびマグネシウムイオンなどは腐食を抑制することが分かっている<sup>9) 10)</sup>。しかし、粗製リン酸の化学成分は表7に示すように、リン酸濃度は46~56%と概ね一定値を示すのに対して、不純物それぞれの濃度は大幅に変動している。そのためステンレス鋼に対する粗製リン酸の腐食性は一義的なものではなく、液組成によって大きく変化することが推察できる。そこで、粗製リン酸中のステンレス鋼の耐食性を

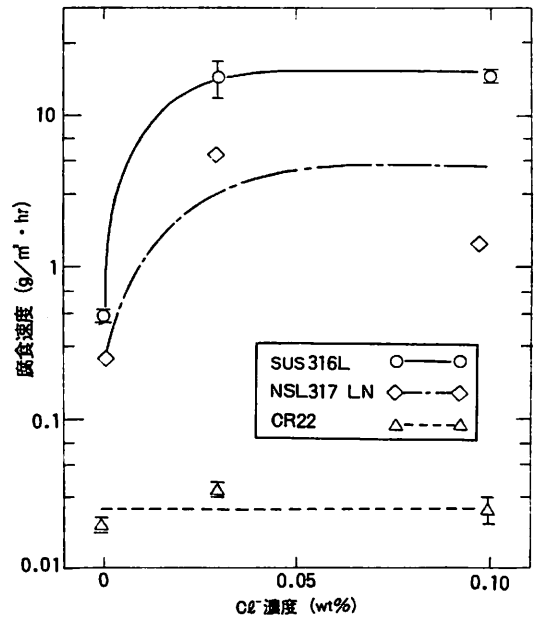


図15 ステンレス鋼の耐食性に及ぼす粗製リン酸中の塩素イオン濃度の影響<sup>11)</sup> (50%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>+3%H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+0.5%Fe<sup>3+</sup>+0.5%F<sup>-</sup>+0~0.10%Cl<sup>-</sup>, 50°C, 120時間浸漬)

調べる目的で、実際の湿式プロセスで製造された粗製リン酸を用いて腐食試験を実施した。この粗製リン酸の塩素イオン濃度は0.002%と低いため、タンク洗浄時に残留した海水による塩素イオン濃度の上昇を考慮して、実験室で塩素イオンを最大0.1%まで加えてステンレス鋼の耐食性に及ぼす塩素イオン濃度の影響も併せて検討した。それらの結果を図14に示すごとく、初期の粗製リン酸

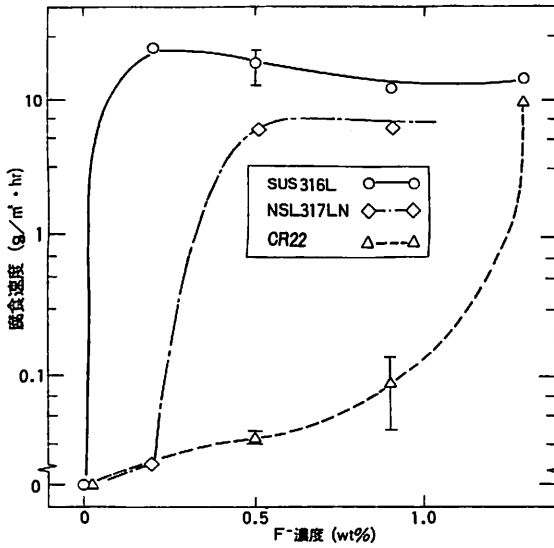


図 16 ステンレス鋼の耐食性に及ぼす粗製リン酸中のフッ素イオン濃度の影響<sup>11)</sup> (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 3% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0.5% Fe<sup>3+</sup> + 0 ~ 1.3% F<sup>-</sup> + 0.03% Cl<sup>-</sup>, 50°C, 120 時間)

溶液では、SUS 316 Lでも腐食は認められなかったが、塩素イオン濃度がわずか0.032%含有するだけでもかなり明瞭な腐食を示し、腐食速度は最大1.8 g/m<sup>2</sup>・hとなり、塩素イオン濃度の上昇とともに腐食速度は、更に増加する傾向が認められた<sup>10)</sup>。この結果はタンク洗浄に海水を使う場合、海水が残ると粗製リン酸中の塩素イオン濃度が高まるため、その腐食性を強めて、ステンレス鋼の腐食を引き起こすことを示唆するものである。一方、NSL 317 LNとCR22の腐食試験結果も図14に示したが、NSL317 LNは塩素イオン濃度が0.1%になっても0.1 g/m<sup>2</sup>・h以下の軽度な腐食であり、CR22はいずれの塩素イオン濃度に対しても明瞭な腐食を示さなかった。この実験の粗製リン酸を用いた試験結果から、SUS316 LよりNSL317 LNとCR 22の方が優れた耐食性を示すことが明らかになった。

粗製リン酸の組成と腐食性の関係をさらに詳細に調べるため、試薬で調製した粗製リン酸（以下、実験室粗製リン酸）を用いてSUS316 L、NSL317 LN及びCR22の腐食挙動について検討した。まず図15に塩素イオン濃度の影響を示す。実験室粗製リン酸でも塩素イオン濃度が増すと腐食性は増してSUS 316 Lは激しく腐食するものの、NSL 317 LNは最大でも0.1 g/m<sup>2</sup>・h、CR 22はまったく腐食しないことが示される<sup>11)</sup>。ここでSUS 316 Lより軽度であるものの明瞭な腐食がNSL 317 LN

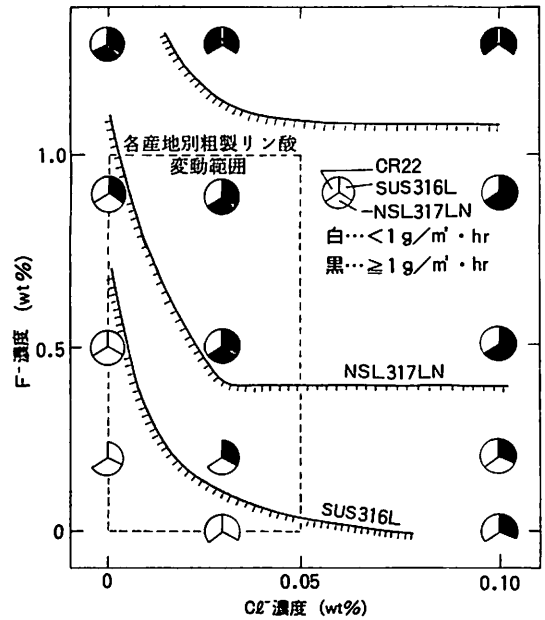


図 17 粗製リン酸中のステンレス鋼の耐食性とフッ素イオン及び塩素イオン濃度との関係<sup>11)</sup> (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 3% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0.5% Fe<sup>3+</sup> + 0 ~ 1.3% F<sup>-</sup> + 0 ~ 0.10% Cl<sup>-</sup>, 50°C, 120 時間)

で認められ、また実粗製リン酸の場合に比較してSUS 316 Lの腐食速度は約10倍ほど大きくなっているが、これはアルミニウムイオンやマグネシウムイオンなどの不純物による腐食抑制作用が主因と思われる。したがって、実験室粗製リン酸による腐食試験結果はステンレス鋼の耐食性に対する粗製リン酸成分の基本的な影響を再現し、かつ安全側の評価を与えるものと判断できる。

次に図16にフッ素イオンの影響を示す。塩素イオンと同様にフッ素イオンの影響は塩素イオンよりも顕著で、全く含有しないといずれの鋼種でも腐食しないが、ある濃度以上含有するとSUS 316 L、NSL 317 LN、およびCR22はいずれも激しい腐食を生じた。腐食速度の急激な増加に対応するフッ素イオン濃度、すなわち限界フッ素イオン濃度はSUS316 L、NSL317 LN、CR22の順に高くなることを示している<sup>11) 12)</sup>。

以上の結果よりCr・Moなどの元素を多く含有する鋼種ほど、粗製リン酸に対する耐食性に優れ腐食速度の増大に対応する限界フッ素イオン量と限界塩素イオン量は高くなることが明らかにされた<sup>11) 12)</sup>。一方、腐食の環境側因子として、粗製リン酸のフッ素イオンと塩素イオンとの組み合わせを挙げることができ、SUS 316 L、NSL 317 LNおよびCR22それぞれについて使用制限

の目安を与えることが分かった。そこでフッ素イオン濃度を0～1.3%，塩素イオン濃度を0～0.1%の間で変化させた実験室粗製リン酸を調製して、SUS 316 L, NSL 317 LNおよびCR22の耐食性を調べた。その結果、図17に示すようにSUS 316 Lはフッ素イオン、塩素イオンともに低濃度の領域で高耐食性を示すが、NSL 317 LN・CR22はフッ素イオン、塩素イオンともに高濃度側へと広がった領域で高耐食性を示すことが明らかになった<sup>11)</sup>。表7の各産地別の粗製リン酸中のフッ素イオン濃度と塩素イオン濃度の変動範囲を図17に当てはめると、SUS 316 L, NSL 317 LN, CR22の順にその適用範囲は高フッ素イオン・高塩素イオン側へ拡大し、CR22では最も高濃度のフッ素イオン・塩素イオンを含有する粗製リン酸中でも優れた耐食性を示すことが期待される<sup>11)</sup>。また、このフッ素イオン濃度および塩素イオン濃度による腐食速度の急激な変化は、ステンレス鋼の不動態皮膜の破壊による活性溶解に起因することが、電気化学試験によって明らかにされている<sup>12)</sup>。

#### (2) 濃硫酸

ケミカルタンカーに積載される硫酸は純度が高く、多くの場合94%以上である。硫酸は90%以上の高濃度になると炭素鋼やステンレス鋼に対する腐食性が弱まるので、硫酸専用船では炭素鋼を使用するケースもある。しかし多目的船では貨物相互の汚染を避けるために、タンク内面を水で洗浄するため、このとき残留した硫酸は洗浄水によって希釈されて腐食性が高まり、炭素鋼のみならずステンレス鋼も激しく腐食することがあり得る。以下にNSL 317 LNとCR22の耐硫酸性について検討した結果を示す。

表8には70～98%の硫酸中のSUS 316 L, NSL 317 LNおよびCR22の腐食速度を示す。ケミカルタンカーの積荷に相当する90, 98%硫酸ではいずれのステンレス鋼も腐食速度は小さく、優れた耐食性を維持することが分かる。また、硫酸濃度が90%から98%に増すと腐食速度はさらに小さくなっているが、これは98%硫酸のような高濃度条件ではより安定な不動態となるために高耐食性が得られるからである。硫酸濃度が90%以下になるとその腐食性は強くなり、表8に示す70%の硫酸ではいずれのステンレス鋼も激しい腐食を示すようになるので、積載後のタンク洗浄で濃硫酸が希釈される場合に注意を払う必要がある。

#### 4. おわりに

ケミカルタンカー用タンク材として、NSL 317 LNとCR22を開発した。それらはいずれも従来材に比べて高

表8 濃硫酸中におけるSUS 316 L, NSL 317 LN, CR 22の耐食性 (単位: g/m<sup>2</sup>・hr)

腐食試験		供試材			
		SUS 316L	NSL 317LN	CR 22	SS41 (参考)
硫酸	70% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 50°C	10.30	3.10	40.55	/
	90% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 50°C	0.60	0.67	0.74	6.60
	98% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 50°C	0.22	0.17	0.17	1.25

強度と高耐食性を示し、また従来材とほとんど変わらぬ溶接施工が可能である。これらの材料は高合金化しているが、強度・耐食性の面で従来材より優れたものになっており、総使用量、補修およびメンテナンスを考慮すると従来材より経済的なものになることが推測される。また、これらのステンレス鋼をクラッド鋼としても使用できることを付記しておく。

#### 参考文献

- 1) CHEMICAL TANKERS: A Fair Play Publication, (1981) p.157.
- 2) International Code for the Construction and Equipment of Ships Carryng Dangerous Chemicals in Bulk, International Maritime Organization.
- 3) 石川ら: ステンレス, Vol. 30, No. 3, p.2 (1986).
- 4) K. J. Irvine et al: Journal of The Iron and Steel Institute, Oct. (1961) p.159.
- 5) ステンレス鋼便覧, 日刊工業新聞社, 昭和59年, p.726
- 6) HANDBOOK OF STAINLESS STEELS, McGraw-Hill Book Company, p.4-63.
- 7) J. Sakai et al: Conf. Proc. ASM p.211 (1983).
- 8) W. L. Hill et al: Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 24, No. 9, p.1064 (1932).
- 9) 梅村ら: 防食技術, Vol. 34, No. 1, p.16 (1978).
- 10) T. Sydberger et al: Corrosion, Vol. 34, No. 1, p.16 (1978).
- 11) 本田ら: 腐食防食 '86, B309.
- 12) 本田ら: 鉄鋼協会中国四国支部講演大会, 1986.

#### ●船の科学ファイル●

船の科学1年分が資料とともに収められて700円(千共)

## 防錆・防食の事例(3)

濱田 外治郎

### 6・1 防錆方法(Ⅲ)とその解説

#### <解説>

㉔ 水圧試験時および、排水後に腐食が進行する。そこで対象物件によってはインヒビターの適用が便利である。しかし、機械加工を伴う小物容器類を対象とする場合には、油ぶき程度でも防錆効果があるので、不乾性油膜型の防錆油を適用した。ただし、荒切削面に適用してはいないのは引続き機械加工が行われ、多少の腐食面は機械加工により除去されるからである。

㉕ 防錆の対象物件を鉄鋼製品のみとし、銅、銅合金および、SUS-4のステンレススチール(18-8系)には適用しない事とした、しかし13Cr系のものは時には腐食を見ることがあるので、必要な条件の場合には、防錆の対象物件として加えた。

㉖ 不乾性油膜型防錆油(Res-Cor. O-332)が乾燥膜型に類する可剥性防錆被膜を形成するもの(スリーピ

ール#1号)の何れを適用するか判断は、作業性および防錆効果の点から現場判断によることにした。

㉗ 加工々程中の歯車の防錆方法として、歯切部分には不乾性油膜型防錆油をその加工々程中(研削研磨、歯切、仕上、マーキング、スロッター、仕上)に適用し、他の部分には特にマーキング性を重視して可剥性防錆皮膜を適用した。

㉘ タービンプレードに適用されている防錆油はスタンダード社製の Rust No.89である。旧日本海軍においてはコーパルワニスが使用されていたようである。コーパルとは熱帯植物の樹脂植物の樹脂をワニスとして用いられた。コンゴ産のコーパルが最も硬い。タービンプレードやローター等の精密回転物体の長期防錆皮膜として好適しているが、本件については十分調査の上適用すること。

㉙ ここでいう、甲板補機とは、ウインチ、ムアリン

表 19 回転ポンプの防錆方法

適用部分	防錆剤	適用方法
扇車 加工面	仮水圧前	— 適用せず
	本水圧前	Res-Cor. O-332 切削、研削による仕上面、 刷毛塗(但し、荒切削面は 除く。) (解説25)
	本水圧後	同上 水圧解放時 刷毛塗 同上 仕上加上面 刷毛塗
扇車軸	S. F. 材	スリーピール#1号 又は (解説27) Res-Cor. O-332 仕上加上面 刷毛塗 (解説26)
スリップ	SUS-13	同上
軸受	F. C	Res-Cor. O-332 同上
その他部品	S. F. S. S. F. C.	スリーピール#1号 又は Res-Cor. O-332 同上
完成品	運転終了後	Res-Cor. O-332 カップリング、リーマボ ルト、ナット軸、露出部、 パッキング部刷毛塗
予備品・要具	日産スラッシュ ペイント	予備品、要具、全面刷毛 塗(但し、塗装部分を除 く。)

表 20 歯車ポンプの防錆方法

適用部分	防錆剤	適用方法
ポンプ 本体 FC 19	仮水圧前 加工面	— 適用せず
	本水圧前 加工面	Res-Cor. O-332 歯車室 仕上部分内面刷 毛塗
歯 車	本水圧後 加工面	同上 水圧解放時更に 同上
	歯面 (SF材) その他の 部分	同上 歯切、仕上、加工工程中 随時刷毛塗 (解説28) スリーピール#1号 上記以外の総ての工程時 随時刷毛塗
歯車軸	SF材	スリーピール#1号 又は Res-Cor. O-332 機械加工工程間および仕 上部分随時刷毛塗
その他 完成品	接手及び その他部品	同上 同上
予備品	運転完了後	Res-Cor. O-332 本体、付属部品の内部
予備品	日産スラッシュ ペイント	予備品・要具全面刷毛塗 布(但し、塗装部分を除 く。)



表 21 蒸気タービンの防錆方法

適用部分	防 錆 剤	適用方法
タービン 仮水圧前 加工面	—	適用せず
車室及び蒸気室 本水圧前 加工面	Res-Cor. O-332	加工面、切削、研削の仕上面刷毛塗 (除荒切削面)
	同上	水圧解放時 刷毛塗
	同上	仕上加工作面 刷毛塗
ノズル	13 Cr 系 スリーピール # 1号	仕上加工作面、工程中随時刷毛塗
減速車室 加工面	同上	接合面はスリーピール # 1号刷毛塗
	Res-Cor. O-332	ボーリング仕上面刷毛塗
ロー及び歯車 加工面	スリーピール # 1号	歯切前、仕上加工作面刷毛塗
	Res-Cor. O-332	ピニオンシャフト、ギヤの歯車刷毛塗
ブレード		(解説29)
その他 台板、冷却器弁等加工面	Res-Cor. O-332	加工面に適宜刷毛塗
完成品 運転後	同上	ギヤおよび露出加工面に刷毛塗
予備品	日産スラッシュペイント	予備品・要具全面刷毛塗(但し、塗装部分を除く)

表 22 甲板補機の防錆方法

適用部分	防 錆 剤	適用方法
台盤及びフレーム 切削面	Res-Cor. O-332	軸受部分、ガイド機械加工工程中随時刷毛塗
シリンダ内面 水圧前後	ユシロゲン N	機械加工後 5%水溶液塗布、解放後、5%水溶液再塗布(ライナ、滑弁、ピストンは本項に準ずる)
軸及び歯車 歯車軸	スリーピール # 1号 又は Res-Cor. O-332	Res-Cor. O-332は歯切、仕上、加工工程中に随時刷毛塗 スリーピール # 1号は上記以外の工程に於て適用(メッキ部分も含む) 機械加工工程間及び仕上部分、保存期間中随時刷毛塗布
ドラム 切削面	スリーピール # 1号 又は Res-Cor. O-332	加工後刷毛塗布
その他部品 F. C. S. C. 材 S. S.	同上	機械加工工程中刷毛塗布
予備品	日産スラッシュペイント	予備品・要具全面刷毛塗布(但し、塗装部分を除く。)

表 23 軸系の防錆方法

適用部分	防 錆 剤	適用方法
軸 中間軸 推進軸		旋盤リーマ穴明加工後刷毛塗 (解説31)
リボルト・ナット 全 面	Res-Cor. O-332	機械加工工程中刷毛塗 リーマ合せ後刷毛塗
予備品 推進軸 その他	日産スラッシュペイント	旋盤、リーマ穴明加工後刷毛塗、予備品・要具全面刷毛塗布(但し、塗装部分を除く)

表 24 L.O.クーラーの防錆方法

適用部分	防 錆 剤	適用方法
胴体 内 面	日石 P-230	加工後刷毛塗 (解説22) (解説32)
その他 ジャマ板 間隔管 支 柱	日石 P-230	組立前に全面塗布
組立完成後 フランジ面	オリーブテープ	フランジ面に密着するように貼布する。

グ、ウインドラスを言う。

㉑ 中間軸、推進軸等に適用される防錆皮膜に要求される必要条件是、a) 乾燥膜タイプ、b) 少し位の外力によって剥がれにくいこと、c) 除去が比較的簡単なこと、d) 皮膜の外観が良好なこと……などがあげられるので、軸系に適するものについて調査を要する。差し当り、当面補修用としてスリーピールを塗布することにしたが、良いものがあれば変更のこと。

㉒ L.O.タンクの防錆方法は完成後、日石P-230を塗布するよう規定している。そこで、ここにおいても同

様のものを適用した。P-230はエンジン油をベースとした防錆油で、SEA30級の粘度のものであると同時に、エンジン潤滑油としても使用出来る。したがって、P-230を用いて油ぶきを行って防錆の目的を達することにした。

㉓ 最近、どこの造船所でも、容器類には、盲ブタを実施しているが、これは内部に雨水や湿気が入りやすくするもので、盲ブタのしかたにも種々案が加えられて来た。比較的新らしいものに粘着テープを適当な型に切って、貼布するものが市販されている。ベニア板やブリ

表 25 清水冷却器の防錆方法

適用部分		防 錆 剤	適 用 方 法
胴 体	水圧試験 (胴体内面)	重クロム酸ソーダ + 苛性ソーダ	水 1 ton に対し 重クロム酸ソーダ… 1 kg (1,000 ppm) 苛性ソーダ… 500 g (予め小容器に溶解した 後、水圧試験水に攪拌し ながら混入する。) (解説34)
	保管期間 フランジ面	防 食 テ ー プ (解説33)	排水後は十分に内部を乾 燥し、フランジ面を防食 テープで密閉する。

表 26 主復水器の防錆方法

適用部分		防 錆 剤	適 用 方 法
胴 体	水圧試験	重クロム酸ソーダ + 苛性ソーダ	水圧試験水 1 ton に対し 重クロム酸ソーダ… 1 kg (1,000 ppm) 苛性ソーダ… 500 g (予め小容器に溶解した 後、水圧試験水に攪拌し ながら混入する。) (解説34)
	保管期間 フランジ面	防 食 テ ー プ (解説33)	排水後は十分に内部を乾 燥し、フランジ面を防食 テープで密閉する。

表 27 補助復水器の防錆方法

適用部分		防 錆 剤	適 用 方 法
胴 体	水圧試験 (胴体内面)	重クロム酸ソーダ + 苛性ソーダ	水 1 ton に対し 重クロム酸ソーダ… 1 kg (1,000 ppm) 苛性ソーダ… 500 g 添加 (予め小容器に溶解した 後、水圧試験水に攪拌し ながら混入する。) (解説34)
	保管期間 フランジ面	防 食 テ ー プ (解説33)	排水後は十分に内部を乾 燥し、フランジ面を防食 テープで密閉する。

表 28 復水加熱器の防錆方法

適用部分		防 錆 剤	適 用 方 法
胴 体	水圧試験 (胴体内面)	重クロム酸ソーダ + 苛性ソーダ	水 1 ton に対し 重クロム酸ソーダ… 1 kg (1,000 ppm) 苛性ソーダ… 500 g 添加 (予め小容器に溶解した 後、水圧試験水に攪拌し ながら混入する。) (解説34)
	保管期間 フランジ面	防 食 テ ー プ (解説33)	排水後は十分に内部を乾 燥し、フランジ面を防食 テープで密閉する。

表 29 給水加熱器 (除く、脱気給水加熱器) の防錆方法

適用部分		防 錆 剤	適 用 方 法
胴 体	水圧試験 (胴体内面)	重クロム酸ソーダ + 苛性ソーダ	張水する、水圧試験水 1 ton に対し 重クロム酸ソーダ… 1 kg 苛性ソーダ… 500 g 添加 (予め小容器に溶解した 後、水圧試験水中に攪拌 しながら混入する。) (解説34)
	加工面 全面	Res-Cor. O-332	機械加工中、適時に塗る。 (解説25)
組立 保管 完了 後	フランジ面	防 食 テ ー プ (解説33)	排水後は十分に内部を乾 燥し、フランジ面は防食 テープで密閉する。
	常備 (外面)	Res-Cor. W-711	酸洗後、Res-Cor. W-711 を外面に塗布し たものを使用 (解説17)
予備 品	予備 (外面)	パイプ塗料	予備品について更にその 上にパイプ塗料を塗布す ること (解説1)
	加工 部分	パイプ塗料 スリーピール 栓	加工部分の補修用として 塗布 (解説4) (解説5)

表 30 燃料油加熱器の防錆方法

適用部分		防 錆 剤	適 用 方 法
案 材	加 熱 管 常 備 (外面)	Res-Cor. W-711	酸洗後Res-Cor. W-711 を外面に塗布し たものを使用 (解説17)
	胴 体 内 面	Res-Cor. W-711	サンドブラスト後、原液 (刷毛又はスプレー) 塗布 (解説18)
組立 保管 完了 後	胴体 組立 後	水圧試験 (フタ内面) 及び管内面	ユシロゲン N 水圧試験水に 0.2 劣添加 排水後、空気にて直ちに 乾燥のこと。 (解説12)
	管 板 加 工 全 面	Res-Cor. O-332	切削面全面、刷毛塗
予備 品	蓋 内 面	Res-Cor. O-332	内面サンドブラスト施工 後、又は、機械加工中適 時、塗布する。 (解説25)
	予備 品	フランジ面	防 食 テ ー プ (解説33)
予備 品	加 熱 管	外 面	パイプ塗料 スリーピール 栓 加工部分の補修用として 塗布 (解説1, 15) (解説4) (解説5)
	磨 部 両 端	スリーピール 栓	

表 31 バタワース加熱器および冷却器の防錆方法

適用部分		防 錆 剤	適用方法
胴 体	水圧試験 (胴体内面)	重クロム酸ソーダ + 苛性ソーダ	張水前、水圧試験水 1 ton に対し 重クロム酸ソーダ…1 kg 苛性ソーダ…500 g、 添加 (予め小容器に溶解した 後、水圧試験水中へ攪拌 しながら混入する。)
			排水後は十分に内部を乾燥し、フランジ面は防食テープで密閉する。
組立 完了 後 期間	フランジ面	防食テープ (解説33)	

キ板よりは防錆の効用は高い。

6・2 防錆方法(四)とその解説

<解説>

34) 熱交換器類は材料的に考えると異種金属の組合せで構成されている。即ち、管材の銅合金系に対し、外殻が鉄鋼製であるような場合が多い。熱交換器の内作から艀装までの間の発錆は、水圧試験にはじまり、排水後に著しい。水圧試験時には、Feよりも貴なCu合金と液中で接触し、且つその表面積も Fe < Cu 合金の関係から Fe 面は接触腐食 (Galvanic Corrosion) を受けて腐食し溶解する。このような場合の防食方法に、電気防食方法や腐食抑制剤 (Corrosion inhibitor) を適用することにより鉄の腐食を軽減することが出来る。例えば、インヒビターとして有機系アミン剤、亜硝酸塩等が知られているが、これらの類はそれぞれ下記の何らかの点で不適性であるので使用することが出来ない。

- (a) 接触腐食防止には有効でない。
- (b) Cu 合金を使用するのは腐食防止に有効でない。
- (c) 有機系のものが残存しその後、ボイラ中に入るような懸念が考えられること。

ここに提示した方法、即ち、水圧試験水 1 ton に対し、重クロム酸ソーダ 1 kg、苛性ソーダ 500 gr の混合添加であり、この処方によって次の実験を行い確認した。

水道水中にアルミプラスと、軟鋼板を電氣的に接触させて、重クロム酸ソーダと苛性ソーダを、表 32 のような割合で添加した場合、溶液の pH および各金属の電位、電位差を測定し、腐食状況を観察した。

水圧試験時および排水後、短時間の防錆をすることが可能である。この防食機構は重クロム酸塩が溶液中において、アノデックインヒビターとして作用して、鉄表面の局部陽極部の電位を上昇せしめ、Cu 系陰極部電位との電位差を減ずることが出来る。その他 Al/Fe, Cu/Fe

表 32 銅/鉄系溶液中のインヒビターの効果

水道水 1 ℓ に対し		pH	溶液中における電位 および電位差			腐 蝕
Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (g)	NaOH (g)		軟鋼	アルミ プラス	電位差 (E)	
0	0	7.1	440	95	345	Feのみ腐食
1	0	5.6	170	30	140	Fe, Cu 共に 腐食は認められず
1	0.10	6.5	205	25	180	同 上
1	0.25	7.2	195	25	170	同 上
1	0.50	12.1	180	150	30	同 上
1	0.75	12.4	170	120	50	同 上

※：飽和甘汞電極基準 -mv / 常温・静水中で浸漬 48 hr 後の測定。

系の淡水のような低電解質溶液中における接触腐食を防止出来ることが判明しており、かなり歴史のある防食方法である。

6価クロム溶液の排水は、硫酸第一鉄溶液によって還元処理する必要がある。

●船の科学刊行の本●

横浜国立大学名誉教授 吉 岡 勲 著

近代工学の唯一造船学の父

『ウィリアム・フルード伝』

B 5 判 約 400 頁 定価 15,000 円 (〒当社負担)

ウィリアム・フルードは、工学の基本原則の一つである相似則の発見者であり、その名をフルード数という語に留めることはよく知られている。フルードは、その原理を発見しただけでなく、この原理に基づく模型実験を自ら建造した試験水槽で実践して、工学における模型実験の方法論の基礎を確立した。フルードの偉大な業績は、相似則のみならず、船の動揺の理論、トロコイド波の理論、船の抵抗の法則、摩擦抵抗則、スクリュープロペラ理論などに亘り、まさに、近代工学の先駆者の一人としてその名をあげるにふさわしい偉人である。

<その15>

## 第 2 章 船 底 塗 料

中国塗料株式会社  
技術本部 中尾 学 編

### 2・6 船底塗料の塗装

船底の塗装は防食と防汚を主目的としたもので、美観を要求される他の箇所とは機能を異にする。入渠インターバルの長期化に伴ない、高性能塗料の要求はますます高くなり、防食塗料では長期耐久性に加え、耐摩耗性を要望する声も聞かれ、防汚塗料に至っては防汚効果と省エネルギー効果が必須となった感がある。

防汚塗膜の性能を十分に発揮させるには、塗料の種類、塗装仕様、塗装方法など慎重な配慮が必要である。

#### 2・6・1 塗装仕様

塗料および塗装技術の進歩により、船舶の塗装仕様も多様化の一途をたどっている。例えば厚膜塗装系、無機有機複合塗装系、耐摩耗塗装系、長期防食防汚塗装系などである。表 2・22 に新造船船底部、水線部の一般的な塗装系を示す。

最近では省エネルギーが重要視され、多くの新造船で

セルフポリッシング型防汚塗料が塗装されている。セルフポリッシング型防汚塗料の特性を最大限に発揮させるためには、下地塗膜の防食性、平滑性が要求される。従って防食塗料として長期防食性、経済性の点からタールエポキシまたはエポキシ系を使用する機会が多い。

これらの重防食塗装系を使用するとメンテナンス塗装時にシーラコートが不要で、防食塗料のタッチアップのみで直接防汚塗料を塗装することができる。入渠毎にこのようなメンテナンス塗装を繰り返すだけでなく、塗り重ねによる塗膜の堆積、表面粗度の増加、剥離などを最小限に抑制できる。

表 2・23 にセルフポリッシング型防汚塗料塗装系のメンテナンス塗装仕様を示す。

#### 2・6・2 新造船の塗装

新造船の船底部の塗装工程は造船所の設備、工期、船舶の種類、大きさなどによっても異なるが、一般的に採用されている標準の工程は第 1 章の表 8 のようなユニッ

表 2・22 新造船標準塗装仕様 (2 年)

#### (1) 船 底 部

塗料の種類	一般塗料名	塗装回数	標準総膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	摘 要
油性系塗料	油性船底塗料 1 号	3	120	
	油性船底塗料 2 号	2	90	
瀝青質系塗料 (ビニルタール系など)	瀝青質系船底塗料 1 号	3	120	HB 形 160 ~ 240 $\mu\text{m}$ / 2 ~ 3 回塗
	瀝青質系船底塗料 2 号	2	90	
塩化ゴム系塗料	塩化ゴム船底塗料 1 号	3	120	HB 形 120 ~ 200 $\mu\text{m}$ / 2 ~ 3 回塗
	塩化ゴム船底塗料 2 号	2	90	
ビニル系塗料	ビニル船底塗料 1 号	4	100	HB 形 120 ~ 240 $\mu\text{m}$ / 2 ~ 3 回塗
	ビニル船底塗料 2 号	2	90	
エポキシ系塗料	エポキシ船底塗料 1 号	2	200	
	エポキシ用船底塗料 2 号	2	100	
タールエポキシ系塗料	タールエポキシ船底塗料 1 号	2	250	
	バインダーコート	1	40	
	タールエポキシ用船底塗料 2 号	2	100	

表 2・22 新造船標準塗装仕様 (2年) (つづき)

## (1) 船底部 (つづき)

塗料の種類	一般塗料名	塗装回数	標準総膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	摘要
タールエポキシ系AC	タールエポキシ船底塗料1号	1	125	
	ビニルタール系船底塗料1号	1	75	
	バインダーコート	1	50	
タールエポキシ系AC	タールエポキシ船底塗料1号	2	200~250	
	バインダーコート	1	40	
耐 磨 耗 系 A C	耐 磨 耗 性 船 底 塗 料 1 号	2	300	
	バインダーコート	1	50	
無機・有機併用系AC	無機ジंक系塗料1号	1	65	
	タールエポキシ系船底塗料1号	2	250	ミストコート
	バインダーコート	1	40	
上記いずれかのACの上塗	セルフポリッシング型船底塗料2号	2	150~300	消耗度により膜厚変更

## (2) 水線部

塗料の種類	一般塗料名	塗装回数	標準総膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	摘要
油性系塗料	油性船底塗料1号	3	120	
	油性水線塗料	2	70	防汚型もある。
塩化ゴム系塗料	塩化ゴム船底塗料1号	3	120	HB形 120~200 $\mu\text{m}$ /2~3回塗
	塩化ゴム水線塗料	2	70	
ビニル系塗料	ビニル船底塗料1号	4	100	HB形 120~200 $\mu\text{m}$ /2~3回塗
	ビニル水線塗料	2	50	
エポキシ系塗料	エポキシ船底塗料1号	2	200	
	エポキシ水線塗料	2	100	

表 2・23 セルフポリッシング型防汚塗料塗装部の  
メンテナンス塗装仕様 (2年~3年耐用)

工程	塗料の種類	塗装法	乾燥膜厚 ( $\mu\text{m}$ /回)
下地処理	塩分および付着物除去のため、丁寧に高圧清水洗いを行なった後、損傷箇所をサンドブラストまたはパワーツールにより処理をする。(処理程度はSIS Sa 2.5またはSt 3.0)		
ホールディングプライマー	エポキシジックリッチプライマー	T/U	25
防食塗装	ビニルタールAC又は塩化ゴムAC	3T/U	60~80
防汚塗装	セルフポリッシング型防汚塗料	2A/O	75~150

注) T/U: 補修塗装 (タッチアップ)

A/O: 全面塗装 (オールオーバー)

セルフポリッシング型防汚塗料は低消耗型、高消耗型により膜厚が異なる。

トブロック塗装方式である。本表より外板部塗装工程を抜粋すると表 2・24 となる。

塗装作業はエアレススプレーを主体とするが、複雑形状部分は、はけまたはローラーで先行塗装を行なう。塗膜損傷部分は前処理を行なった後に仕様通り補修塗装を行なう。補修塗装を必要とする部分の塗膜の周辺は、補修部分と仕上り面に高低差が出ないようにゆるやかに傾斜 (テーパ) をとって仕上げる。

## (1) 外板塗装時の注意事項

塗装に際しては次の点に留意し、作業を進めなければならない。

## 1) 一般的注意事項

- ① 塗料の混合攪拌・可使時間・塗装間隔などについては、塗料メーカーの指示に従って正しく行う。
- ② 各回の塗り重ねを明示するため、さび止塗料は塗装回数ごとに着色したものを使用する。
- ③ 塗料の乾燥及び硬化を阻害する環境下での塗装は避ける。

表 2・24 外板部標準塗装作業工程

	ショット ブラスト	溶断 溶接 加工	ブ ロ ッ ク	搭 載 , 艦 装	進 水	艦 装 ・ 引 渡 前 入 渠	艦 装	引 渡
船底 部	S P		← $\frac{SP}{(TU)}$ ← $\frac{AC}{2-3}$ →	( $\frac{SP}{(TU)}$ ← $\frac{AC}{2-3}$ →)	← $\frac{AF}{1}$ →	(清水 あらい) ← $\frac{AC}{(TU)}$ ← $\frac{AF}{1}$ →		
水線 部	S P		"	( " )	← $\frac{BT}{1}$ →	( " ) ← $\frac{AC}{(TU)}$ ← $\frac{BT}{1}$ →		
外舷 部	S P		"	( " )	← $\frac{TS}{1}$ →	( " ) ← $\frac{AC}{(TU)}$ ← $\frac{TS}{1}$ →		

注) S P : ショッププライマー      T U : タッチアップ      T S : 外舷塗料      数字 : 塗回数  
 B T : 水線塗料      A C : 船底塗料 1 号      A F : 船底塗料 2 号

- ④ 塗料の特性を良く認識した上で、ウェットフィルムシックネスゲージを用いて塗膜厚を計測しながら塗装する。
- ⑤ 外板・上部構造物外面・煙突外面・居住室および居住区通路などの塗装は、外観に注意して塗膜の「たれ」「流れ」などがないように注意する。
- ⑥ 塗料の組成や性状をよく理解し、塗装の方法を誤らないようにする。
- ⑦ 機械工具は塗料の性状に適したものを選定し、異種の塗料を使用する時には十分に洗浄する。
- ⑧ 作業は地上でできる限り進めておけば、作業能率や塗膜品質を高めることができ、災害を減少することができる。
- ⑨ 均一な所定塗膜を得るためには、塗料や塗装機の調整を行い、膜厚計を併用しながら塗装する。
- ⑩ 塗り重ねの場合は、定められた乾燥時間を経て、次の塗装を行う。過度に乾燥すると、密着不良になるものがあるので注意を要する。
- ⑪ 気温が極度に低下すると乾燥が遅くなり、また、高湿度の場合には塗膜に白化現象(ブラッシング)を生じて光沢が阻害され、密着不良などの原因となる。
- ⑫ 粉じんが多く付着飛散している場所では、塗膜の性能が低下するので注意する。
- ⑬ 加工中・運搬中には塗膜を損傷することが多いが、できるだけ早く広めに損傷塗膜を除去し、周辺と同様に補修塗りを行う。
- ⑭ 足場を必要とする箇所は、足場外しの予定を確認の上作業を進める。

2) ブロック塗装作業時の注意事項

- ① 地上での船殻工程をよく調査し、関係職種とよく

- 調整した上で、ブロック塗装工程計画を立案する。
- ② ブロック塗装範囲を関係先に十分連絡し、塗装着手前には構造検査・船殻残工事(歪取り・グラインダーはつり・溶接手直しなど)および先行艦装が、終了しているのを確認する。
- ③ 作業に必要な照明・換気および足場の設置状態を確認する。
- ④ ブロック周縁部・気(水)密試験に関する箇所・野書線などの塗り残し箇所を決めて、養生を確実に行う。なお、塗装後これに使用したテープ・紙・シートなどは確実に取り外す。
- ⑤ タンク内底部などのように搭載後損傷する恐れのある塗膜は、適当な方法で保護・養生しておく。
- ⑥ 最終塗装後、乾燥してからブロックの移動を行う。また、雨天・低温期などを考慮して、換気・温度の調節ができるブロック塗装工場(特塗工場)を使用すると、工程維持が容易になり塗装品質も向上する。

3) 外板部塗装時の注意事項

- ① 組立中の塗膜の損傷部分は、ていねいに補修塗りを行う。これを怠ると発錆やはく離の原因となる。
- ② 溶接線は種々の原因で損傷が起りやすいので、下地処理・塗装には十分注意する。
- ③ 盤木・支柱の接触部は、据付前から早めに十分な塗装を行う。  
乾燥直後に直接盤木を当てると、塗膜を圧着してはく離することがあるので、ポリエチレンシートを接触部分にあてるか、ビニール塗料のような速乾形塗料を塗装するとよい。
- ④ 塗り分け線付近は塗り残しのないように注意し、塗料が異種の場合には塗装順序を誤らないようにする。

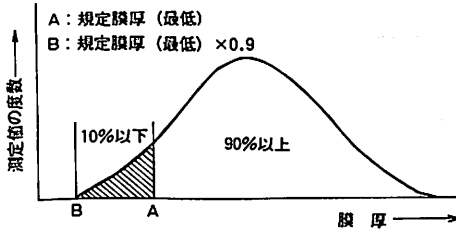


図 2・84 膜厚分布状態

- ⑤ 進水台・シーチェスト部は工程の進行に合わせて早めに塗装する。  
また、その付近は照明不足などで塗り残しがちとなるので特に注意する。
- ⑥ 保護亜鉛・プロペラ・エコーサウンダーなどは、誤って塗装したり汚さないようにするために、塗装前に養生する。
- ⑦ スカッパーからの汚水で外板面を汚さないために、仮設樋・木栓などを用いる。
- ⑧ 入渠直後には水線部・船底部に付着した水あか・塩分などの汚れをとったり、塗膜を乾燥しやすくするために高圧清水洗いをを行う。
- ⑨ 生物が付着しているときは削り落とす。削り落とす時には外力を加えすぎると塗膜を損傷するので注意する。
- ⑩ 船底部が結露するおそれのあるときは、タンク内のバラスト水を排除するか加温するかし、また、渠底に通風の処置を講じる。
- ⑪ 入渠中の工程は短期間になることが多いので、塗装間隔に無理が生じないように注意する。
- ⑫ 喫水マークははく離することが多いので、早めに描き入れて十分に乾燥させる。
- ⑬ 試運転後に外板・上甲板などの暴露部を塗装する時は、塗装前に清水洗いをを行う。

(2) 膜厚管理

最近の船舶塗装の傾向として、乾燥膜厚を規制する場合が多くなってきている。膜厚規定値に対して過度に不均一にならないようにするため、塗装中はウェットフィルムシクネスゲージで膜厚を随時計測する。なお、規定値を確認するため乾燥後の膜厚をエルコメーター、インスペクター、マイクロテスト、ケット微厚計などのいずれかで計測する。

被塗物の構造、塗装の管理状態、作業者の技量など、膜厚にバラツキを生ずる要因が多く、実際に全面を規定膜厚以上に塗装することは塗料使用量の増大となるので、膜厚の適否の判定は乾燥膜厚の測定値分布状態から判断する。すなわち図 2・84 のように、

- 1) 測定値が規定膜厚(最低)の90%以下にならないこと。

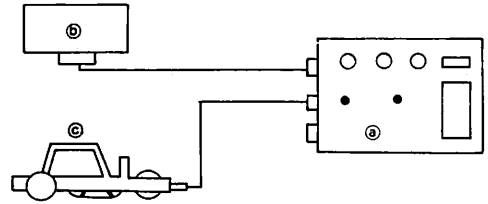


図 2・85 Hull Roughness Analyser 概略図

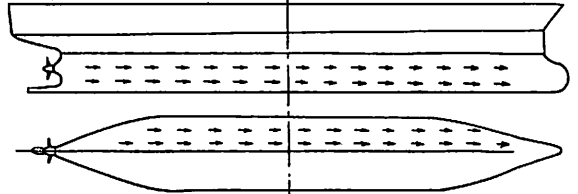


図 2・86 表面粗度の測定順位

- 2) 測定値中規定膜厚以下の測定値数が10%以下であること。

この範囲を超える場合には増し塗りをする。

(3) 表面粗度の計測

表面粗度計には各種の機種があるが、船体外板の塗膜表面粗度計測には1)携帯が容易である、2)水平面だけでなく水平上面(天井面)、垂直面の計測が可能である、3)世界的に使用されている、などの条件を満たす測定器の選択が必要である。現在広く使用されているのはBSRA (British Ship Research Association) 製の Hull Roughness Analyser である。

この装置は図 2・85 のように、③記録部分、⑥電源、④触針部の3部から成り、⑤を塗膜表面上で移動させることにより、③の記録用紙に粗度が記録される。計測範囲は15~2,000 $\mu$ mと幅広く、5cm間の  $R_{max}$  を記録する。計測は図 2・86 のような手順で行なう。

計測要領を次に示す。

- ① 計測場所：船底平底部および船底立上り部。
- ② 計測数：VLCC 100~120箇所  
5~8万トン 80箇所  
1~3万トン 60箇所  
5千トン 40箇所  
(全箇所の1/2を平底部、1/4を立上り部片舷) 1箇所につき10点計測し、その10点の平均値をその箇所における平均粗度とする。
- ③ 計測方法：触針部④を軽く塗膜表面に当て、センターキールまたはビルジキールに対して平行に移動させる。計測場所は次回計測のため展開図に記録しておく。
- ④ 解析：測定値を集計し、平均粗度、標準偏差を計算する。

## 船型試験をめぐって

## 〈その32〉

(財)日本造船技術センター

横尾 幸一

## 6・10 造手中手造船所船型研究委員会

## 6・10・1 まえがき

昭和48年末の石油ショックによって、大型タンカーを始めとして船の建造量が激減し、日本の造船界は未曾有の危機に見舞われた。日本の造船界は数年がかりで種々の対策を立ててこれに対処してきたが、昭和54年には2度目の石油危機があり、度重なる石油価格の上昇によって船舶の省エネルギー対策は非常に緊急かつ重要なものになってきた。

ULCC, VLCCといったような大型船が建造されなくなって、造手中手は大手と競合する場面が多くなり、中手造船所としては研究努力を行なって技術力を向上する必要性がでてきた。一方、大手造船所のすべてが独自の研究施設を保有する趨勢にあつて、従来大手造船所が大部分を占めていた目白水槽の予定にかなりの空を生じ、中手造船所のための水槽試験を行う余裕が見込まれるようになった。

以上に述べてきたような状態に鑑み、日本造船技術センターは昭和54年5月に三原で開催された造手中手委員会技術部会へ出席し、中手船型研究委員会結成についての申出を行なった。技術部会で大体の了承が得られたので、6～7月にかけて各社と日本造船技術センターとの間で個別の打合わせを行い、その結果、中手造船所船型研究委員会のための第1回準備会を開催することになり、7月30日に日本造船技術センターより中手造船所各社へ案内状が出された。

昭和54年9月5日に第1回準備会、11月1日に実務者による打合せ会、12月7日に第2回準備会が開催され、船型研究委員会のメンバーもきまったので、昭和55年3月21日に第1回の委員会が開催された。

以下に、委員会及び委員の変遷及び研究内容の概要等について述べる。

## 6・10・2 委員会及び委員の変遷

造手中手造船所15社のうちこの委員会に参加することになったのは次の9社であった。

株式会社大阪造船所  
尾道造船株式会社  
株式会社金指造船所  
株式会社来島どっく  
幸陽船渠株式会社  
佐野安船渠株式会社  
株式会社名村造船所  
林兼造船株式会社  
株式会社三保造船所

第1回の委員会の討議の結果、とりあえず3年間の研究計画がきまり、広幅浅喫水船の主要目が推進性能に及ぼす影響を主として調査研究するとともに、船型の影響についても若干調査研究することにした。また、本委員会の略称をHRCとすることがきめられた。

昭和55年度より57年度にかけての3ケ年の調査研究によって広幅浅喫水船の主要目が推進性能へ及ぼす影響はかなりの程度明らかになったが、船体形状の影響については調査すべき余地が多く、昭和58年度よりの3ケ年計画で1軸広幅浅喫水船の船体形状が推進性能へ及ぼす影響を調査研究することになった。

一方、HRCへ途中参加をしたい希望を表明した会社があったので、昭和57年12月17日に開催された第12回HRC委員会で途中参加の可否について諮ったところ、資料提出の条件付で参加を認めることと、昭和55年の研究開始に当って不参加になった造手中手の他の会社にも再度参加の意志の有無を尋ねることが決定された。この決定に基づいて、関係各社に連絡をとったところ、

今治造船株式会社  
笠戸船渠株式会社  
波止浜造船株式会社

の3社が参加希望の意向を表明し、所用の手続きをとったうえ、この3社は58年度よりHRCに参加することになった。

なお、58年3月中旬になって株式会社金指造船所より、昭和58年3月31日をもってHRCを退会するという連絡を受けたので、昭和58年度よりのHRCのメンバー会社は11社となった。



昭和58年度より60年度へかけての3ケ年で、1軸広幅浅喫水船の船体形状が推進性能へ及ぼす影響がかなりの程度明らかになった。また、この第2期3ケ年計画では、模型船と実船の相関に関する調査を行なった。

昭和61年度以降もHRCは続行することになり、過去6年間に行なった試験研究結果の見直しを行うとともに、近い将来の船型に関する需要の動向を見定めて、今迄の調査で不足と思われる研究を実施することになった。参加会社は第2期と同じく11社である。

以上のような研究を実施して行くに当って、各社より

委員を出し、1年間に4回の委員会を開催し、試験研究等の立案、試験結果の討議、取まとめ等を行なった。

日本造船技術センター及び各社の委員名(敬称は略させて頂きました)を表6・22に示す。委員長は3期を通じて横尾であり、各社からの委員会への出席は1名~2名である。委員会開催場所は、第1期の際は毎年東京2回及び大阪2回の計4回であり、第2期以降は東京1回、大阪3回の計4回である。幹事会社は毎年2社の持ち廻りとした。

表6・22 造船技術センター及び各社の委員名

	年度 委員名	第1期				第2期			第3期						
		55	56	57	58	59	60	61	55	56	57	58	59	60	61
日本造船技術センター	横尾幸一	←													
	大橋誠三	←													
	長谷順弘	←													
	千葉新一	←													
	国生義秋	←													
	寒河江一幸	←													
	田中幸一	←													
大阪造船	田添英士				←										
	笹本文造					←									
	上甲健一						←								
	中崎正敏							←							
尾道造船	河島信久					←									
	内田利治						←								
	岡田政人								←						
金指造船	佐々木敬之	←													
	百崎典英	←													
来島どっく	梁井泉弘					←									
	松原友明						←								
	末吉清									←					
幸陽船渠	菅一三敦														
	鈴木龍元	←													
波止浜造船	坂本城弘														
	岩城弘行														
サノヤス	塙友雄	←													
	荻野繁之	←													
	橋本美貴									←					
	木下義直										←				
名村造船	藤原芳夫										←				
	河野一幸											←			
	山崎知幸												←		
林兼造船	森山年行														←
	林功	←													
	三井哲夫														←
	古谷秀治														←
三保造船	佐々木芳夫	←													
	渡辺豊徳	←													
	杉村勉誠	←													
今治造船	二宮護俊														
	斉藤文祥														
笠戸船渠	角本幸雄														←
	田島巧治														←
	豊田貞一郎														←
	一ノ瀬貢二														←
波止浜造船	小西康男														←
	曾我峰雄														←
	森田敏幸														←
	久田了太														←

6・10・3 55年度の研究

広幅浅喫水船の推進性能の研究に関して既に公表されている資料を調査した後に、55年度に試験をするシリーズを下記のように決定した。

(1)  $C_B$  シリーズ

$L/B = 5.0$ ,  $B/d = 3.5$  の船型について、 $C_B$  の値を 0.60, 0.65, 0.70, 0.75, 0.80 とした 5 船型の模型船で  $C_B$  シリーズを構成した。

(2)  $B/d$  シリーズ

上記(1)の  $C_B$  シリーズ中の  $L/B = 5.0$ ,  $B/d = 3.5$ ,  $C_B = 0.60$  の船型を原型とし、 $B/d$  の値を 4.0 とした船型を設計し、この 2 船型で  $B/d$  の影響を調査した。

(3) 船尾形状シリーズ

上記(1)の  $L/B = 5.0$ ,  $B/d = 3.5$ ,  $C_B = 0.80$  の船型を原型として、船尾形状をさらに U 型にした船型とスタン・バルブを採用した船型の 2 船型を設計し、これらの 3 船型で船尾形状の影響を調査した。

これ等の模型船の  $C_P$ ,  $C_M$ ,  $C_W$ ,  $\ell_{cb}$ , 船首バルブ等の大きさは、従来の資料を調査のうえ、各  $C_B$  等に適するような値を求めた。模型船の主要目を表 6・23 に示す。

船型計画としては、 $C_B = 0.70, 0.65, 0.60$  の 3 船型には統計解析プログラムを使用して最適と推定される横截面積曲線を求め、 $C_B = 0.75, 0.80$  の 2 船に対しては、

SRC が所有する多数の水槽試験データより 2 船型の類似船型を抽出し、試験成績の良好な船型の横截面積曲線形状を参考にして設計した。また、素成波理論による図式設計法の稿の方式で求めたものも参考とした。

フレームライン形状等も、各  $C_B$  の船型に対してふさわしい形を求めたうえで、系統的船型変化の見地から、船型間の関連の調和をとるように若干の順整を行なっている。

6・10・4 56年度の研究

55年度の試験研究に引き続き、56年度には次のようなシリーズの水槽試験を行なった。

(1)  $C_B$  シリーズ

$L/B = 6.0$ ,  $B/d = 3.5$  の船型について、 $C_B$  の値を 0.60, 0.65, 0.70, 0.75, 0.80 の 5 種に変化させた 5 船型でシリーズを構成する。

(2)  $B/d$  シリーズ

上記(1)の  $C_B$  シリーズの中で、 $L/B = 6.0$ ,  $B/d = 3.5$ ,  $C_B = 0.80$  の船型を原型とし、 $B/d$  の値を 3.0 とした船型を設計し、これら 2 船型の模型船でシリーズを構成する。

(3) スタンバルブの影響

上記(2)の  $B/d = 3.0$  の船型に対して、スタンバルブを採用した船型を設計し、この 2 船型でスタンバルブの影

表 6・23(A) HRC 55 の  $C_B$  シリーズの模型船の主要目

M. S. No.	L/B	B/d	$C_B$	$C_P$	$C_M$	$C_W$	$\ell_{cb}(L_{PP})$	Bulb Size(% $A_M$ )
3683	5.00	3.50	0.600	0.622	0.965	0.820	1.50	6.0
3684			0.650	0.667	0.975	0.830	0.50	6.5
3685			0.700	0.711	0.985	0.840	-0.50	7.0
3686			0.750	0.758	0.990	0.850	-1.50	8.0
3687			0.800	0.805	0.994	0.870	-2.50	11.0

表 6・23(B) HRC 55 の  $B/d$  シリーズの模型船の主要目

M. S. No	L/B	B/d	$C_B$	$C_P$	$C_M$	$C_W$	$\ell_{cb}(L_{PP})$	Bulb Size(% $A_M$ )
3683	5.00	3.50	0.600	0.622	0.965	0.820	1.50	6.0
3717		4.00						

表 6・23(C) HRC 55 の船尾フレームラインシリーズの模型船の主要目

M. S. No.	L/B	B/d	$C_B$	$C_P$	$C_M$	$C_W$	$\ell_{cb}$	船尾形状
3687	5.00	3.50	0.800	0.805	0.994	0.870	-2.50	原 型
3722								U型フレーム・ライン
3723								スタン・バルブ

(注) 船体前半部のフレーム・ライン形状および横截面積形状は 3 船型とも同一である。

響を調査した。

(4) 船体後半部横截面積曲線形状の影響

HRC55で試験を実施したM.S.3722を原型として、船体後半部横截面積曲線形状を肩落ちとした船型を設計し、これら2船型で船体後半部横截面積曲線形状の影響を調査した。

上記の模型船の船型計画は55年度に採用した手法と全く同一であり、各シリーズの模型船の主要目を表6・24に示す。

また、横截面積曲線の形状と造波抵抗係数との関係についての調査研究を行なった。計算は多賀野法によることとし、計算に使用する横截面積曲線は会員会社で作成することになり、大阪造船、金指造船及び幸陽船渠の3社で作業部会を作り、予備調査及び横截面積曲線の作成等の作業を行なった。

6・10・5 57年度の研究

57年度は第1期計画の最終年度にあたり、過去2ケ年の試験研究の成果を基にして、1軸中型広幅浅喫水船の

主要目変化による推進性能推定図表の作成が可能となるように主要目変化シリーズを計画するとともに、肥大船に関するスタン・バルブの影響の調査を続行した。各シリーズの内容は以下のとおりである。

(1)  $L/B = 6.0$ ,  $B/d = 3.0$ の船型に対する $C_B$ の影響  
前年度に試験を実施したM.S.3752及び3754 ( $L/B = 6.0$ ,  $B/d = 3.5$ ,  $C_B = 0.60$ 及び $0.70$ )を原型として $B/d$ を3.0に幾何学的に変更した模型船と、前年度のM.S.3793 ( $L/B = 6.0$ ,  $B/d = 3.0$ ,  $C_B = 0.80$ )の3隻の模型船でシリーズを構成する。

また、これらの模型船の試験結果と、前年度に試験を実施した $B/d = 3.5$ の $C_B$ シリーズの対応する $C_B$ を持つ3船型の成績を比較することにより、各 $C_B$ における $B/d$ の影響を知ることができる。

(2)  $L/B = 5.0$ ,  $B/d = 3.0$ の船型に対する $C_B$ の影響  
55年度に試験を実施した $L/B = 5.0$ ,  $B/d = 3.5$ の $C_B$ シリーズのうち、 $C_B = 0.60$ ,  $0.70$ 及び $0.80$ の3船型を原型とし、 $B/d$ のみを3.0に幾何学的に変更した3船型を計画した。この3船型で $C_B$ シリーズを構成するが、

表6・24(A) HRC 56 の $C_B$  シリーズの模型船の主要目

M. S. No.	L/B	B/d	$C_B$	$C_P$	$C_M$	$C_W$	$\ell_{CB}(\%L_{PP})$	Bulb Size( $\%A_M$ )
3752	6.00	3.50	0.600	0.622	0.965	0.820	1.50	6.0
3753			0.650	0.667	0.975	0.830	0.50	6.5
3754			0.700	0.711	0.985	0.840	-0.50	7.0
3755			0.750	0.758	0.990	0.850	-1.50	8.0
3756			0.800	0.805	0.994	0.870	-2.50	11.0

表6・24(B) HRC 56 の $B/d$ シリーズの模型船の主要目

M. S. No.	L/B	B/d	$C_B$	$C_P$	$C_M$	$C_W$	$\ell_{CB}(\%L_{PP})$	Bulb Size( $\%A_M$ )
3756	6.00	3.50	0.800	0.805	0.994	0.870	-2.50	11.0
3793		3.00						

表6・24(C) HRC 56 の船尾形状シリーズの模型船の主要目

M. S. No.	L/B	B/d	$C_B$	$C_P$	$C_M$	$C_W$	$\ell_{CB}$	船尾形状
3793	6.0	3.0	0.800	0.805	0.994	0.870	-2.50	原型
3794								スタン・バルブ

(注) 船体前半部のフレーム・ライン形状および横截面積曲線形状は2船型とも同一である。

表6・24(D) HRC 56 の船体後半部横截面積曲線シリーズの模型船の主要目

M. S. No.	L/B	B/d	$C_B$	$C_P$	$C_M$	$C_W$	$\ell_{CB}$	後半部の $C_P$ カーブ形状
3722	5.00	3.50	0.800	0.805	0.994	0.870	-2.50	原型
3795								肩落ち

(注) 船体前半部のフレーム・ライン形状および横截面積曲線形状は2船型とも同一である。

表6・25(A) HRC 57のL/B=6.0のC<sub>B</sub>シリーズの模型船の主要目

M. S. No.	L/B	B/d	C <sub>B</sub>	C <sub>P</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>w</sub>	ℓ <sub>CB</sub> (%L <sub>PP</sub> )	Bulb Size(%A <sub>M</sub> )
3812	6.00	3.00	0.600	0.622	0.965	0.820	1.50	6.0
3813			0.700	0.711	0.985	0.840	-0.50	7.0
3793			0.800	0.805	0.994	0.870	-2.50	11.0

表6・25(B) HRC 57のL/B=5.0のC<sub>B</sub>シリーズの模型船の主要目

M. S. No.	L/B	B/d	C <sub>B</sub>	C <sub>P</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>w</sub>	ℓ <sub>CB</sub> (%L <sub>PP</sub> )	Bulb Size(%A <sub>M</sub> )
3814	5.00	3.00	0.600	0.622	0.965	0.820	1.50	6.0
3815			0.700	0.711	0.985	0.840	-0.50	7.0
3816			0.800	0.805	0.994	0.870	-2.50	11.0

表6・25(C) HRC 57のL/B=5.5のC<sub>B</sub>シリーズの模型船の主要目

M. S. No.	L/B	B/d	C <sub>B</sub>	C <sub>P</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>w</sub>	ℓ <sub>CB</sub> (%L <sub>PP</sub> )	Bulb Size(%A <sub>M</sub> )
3851	5.50	3.50	0.600	0.622	0.965	0.820	1.50	6.0
3852			0.700	0.711	0.985	0.840	-0.50	7.0
3853			0.800	0.805	0.994	0.870	-2.50	11.0

表6・25(D) HRC 57の船体後半部フレームライン形状シリーズの模型船の主要目

M. S. No.	3793	3794	3854	3855
L/B	6.00			
B/d	3.00			
C <sub>B</sub>	0.800			
C <sub>P</sub>	0.805			
C <sub>M</sub>	0.994			
ℓ <sub>CB</sub> (%L <sub>PP</sub> )	-2.50			
船尾形状	原型 通常の船尾形状	スターン・バルブ { aft C <sub>P</sub> カーブ, W. L カーブは原型と同一	スターン・バルブ { aft C <sub>P</sub> カーブ, W. L カーブは原型に比べて 「肩落ち」 aftフレーム・ラインは 原型よりもV型	スターン・バルブ { aft C <sub>P</sub> カーブ, W. L カーブは原型に比べて 「肩落ち」 aftフレーム・ラインは 「バトック・フロー」 形状

(注) 船体前半部は4船型とも同一である。

対応するC<sub>B</sub>の模型船の試験結果を比較することによってB/dの影響を知ることができる。

(3) L/B=5.5, B/d=3.5の船型に対するC<sub>B</sub>の影響  
55年度に試験を実施した上記の3船型(L/B=5.0, B/d=3.5)を原型として, L/Bの相違による幅及び喫水を幾何学的に変化させた3船型を計画した。これらの3船型でC<sub>B</sub>シリーズを構成するが, 55及び56年度に試験を実施したL/B=6.0, B/d=3.5のシリーズの中の対応するC<sub>B</sub>値をもった船型の成績と比較することによりL/Bの影響を知ることができる。

(4) L/B=6.0, B/d=3.0, C<sub>B</sub>=0.80のスタンバルブ付船型に対する船体後半部フレームライン形状の影響  
56年度に試験を実施したM.S. 3793及び3794(L/B=

6.0, B/d=3.0, C<sub>B</sub>=0.80, スタンバルブ無し及び有り)の試験結果を基にして, さらに広範囲にフレームライン形状を変化させた時の影響を調査することを目的とした。

船型計画にあたっては流体理論を応用することとし, 幾つかの船型案に対してHess & Smithのポテンシャル理論計算と塙法による推進性能推進計算を実行し, その結果の良好だったもの2隻について水槽試験を実施した。

上記の調査のために, 金指造船, 尾道造船, 佐野安船渠, 大阪造船の4社で作業部会を作り, 船型試案の作成及び諸計算を分担した。

上記各シリーズの模型船の主要目を表6・25に示す。

<その26>

## 第2章 商船の電気機装・電気機器

徳 永 勇\*

### 4・2・3 電動機

電動機の用途は大別して、甲板機械用と機関部補機用とに分けられるが、甲板用は5節に譲るとして、機関部について述べれば、次のようである。機関部の補機のうち大容量のものは、ディーゼル船のエンジン用スカベンジングターボブロー用である。通常1台のブローの両側にそれぞれ電動機を直結し、内1台を予備として使用している。

昭和10年から12年にかけて日立製作所は250～500馬力におよぶブロー電動機を製作した<sup>41)</sup>。これは、220 V DC, 1,880 A, 2,000 rpm 連続定格であって、125%過負荷で2時間、150%過負荷で1分間、2,100～1,600 rpm の速度調整範囲の仕様の電動機であって、巻線方式は補償巻線及び補極巻線付きの複巻界磁で、型式は防滴自己通風型で、軸受循環方式は強圧注油式を主とし、油環潤滑式を併用している。

したがって、強圧注油の油圧ポンプが故障しても油環がある時間その役目を保つことができる。その時には警報を発信して運転者にこれを通報するようになっていた。また、60馬力程度の超高速電動機が出現した<sup>42)</sup>。この用途は特殊のターボブロー運転用で、その回転速度は標準で4,800 rpm で、過速度は6,000 rpm というもので、振動と整流の2点が問題であるが、これを克服して良好に設計され、臨界速度は8,500 rpm 以上であったという。

次に、直流電動機の始動器が船舶用として適性のものが要求された。その最も代表的のものは、イギリスのブルックハウス社の製品であった。これは輸入された電動機のメーカーは違っても、始動器は必ずブルックハウス社製品が附属されていたことでも分かる。この一例として、秩父丸の電動機の始動器の電路結線図を図2・22に示す。また、操だ電動機用のクロプトン・パーキンソン社製の始動器及び警報用の電路結線図を図2・23に示す。

### 4・2・4 配電盤

型式は開放防滴形が多く使用され上部には当然キャノ

ピーが設けられている。電圧は100 V及び220 VのDCで、live front型を採用していた。本来、規則上は直流250 V及び交流150 Vを超過すれば、dead front型が要求されていた。しかし、戦後においては直流220 Vの場合でもdead front型に変わっていった。

発電機容量が20～30 kW 2台の場合には2重母線式であって、50 kWを超える場合は並行運転ができるように設計された。

配電盤材料は明治・大正時代は、大理石またはアスベストランバ材などであるから、スイッチ類の取付けには絶縁材料を使用していたが、秩父丸で初めて富士電機製

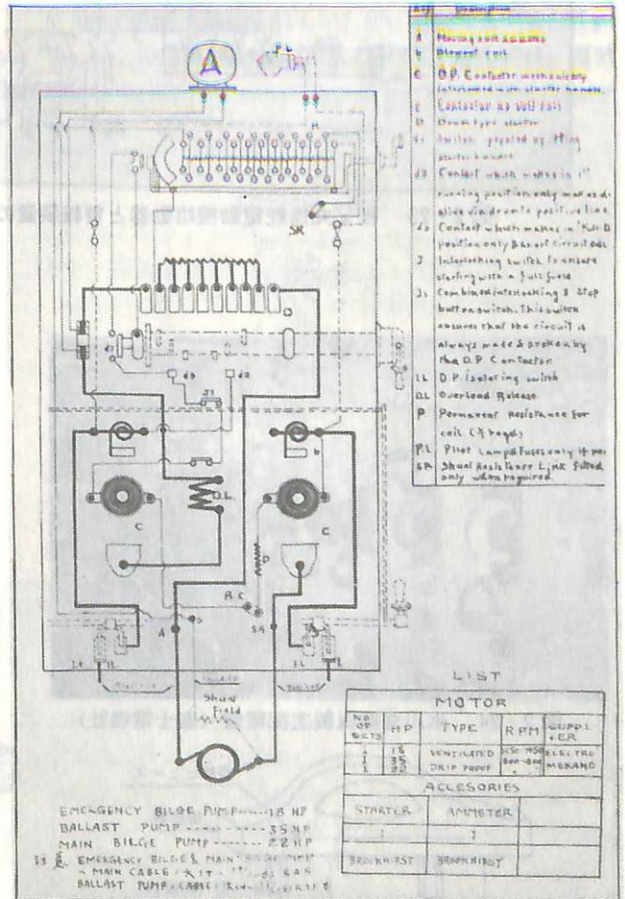


図2・22 18～35 HP 電動機始動器電路結線図

\* 日本船用機関調査研究委員会 電気専門委員会委員長

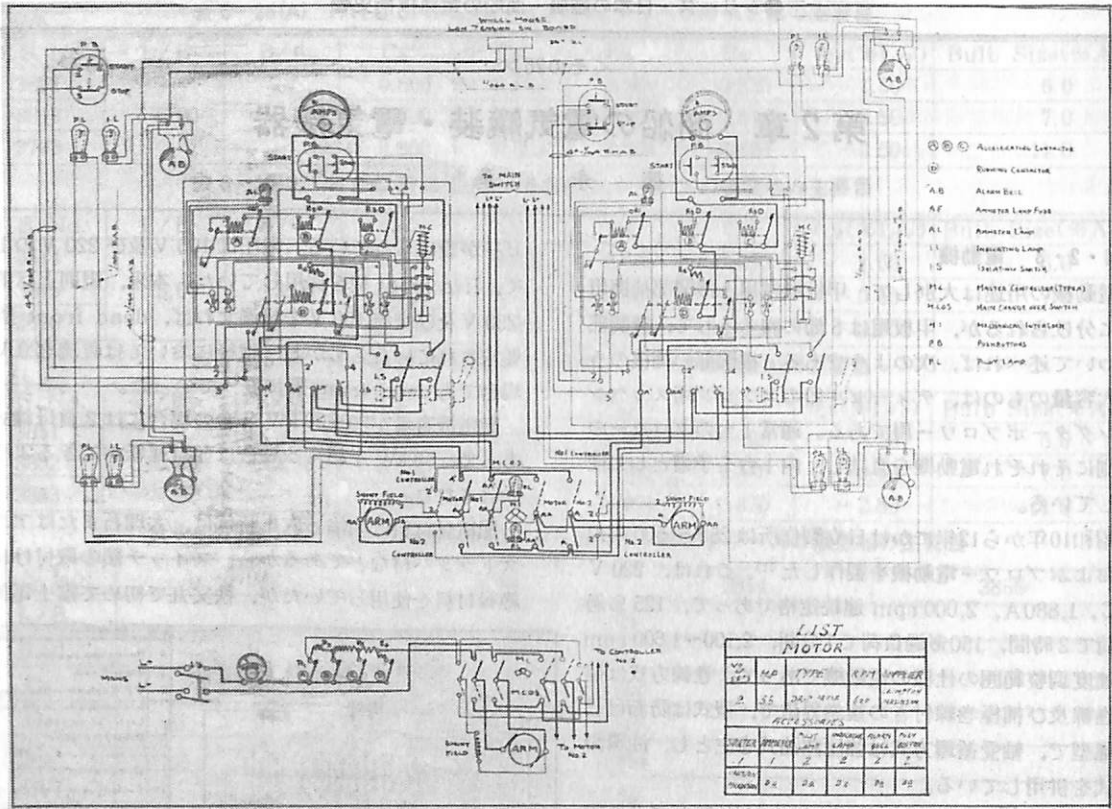


図 2・23 秩父丸操舵電動機始動器と警報装置の電路結線図 (クロプトン・パーキンソン社)

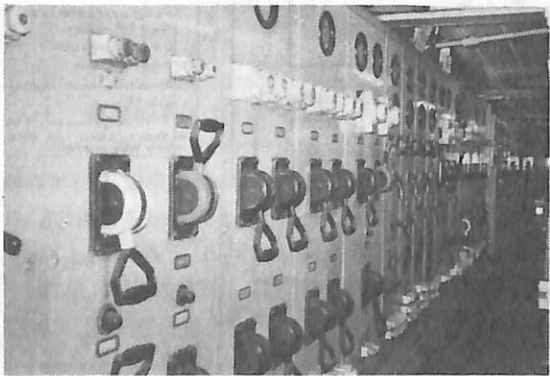


図 2・24 氷川丸鋼板製主配電盤 (富士電機社)

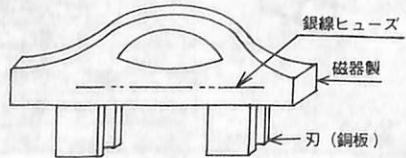


図 2・25 大形磁器製ヒューズ

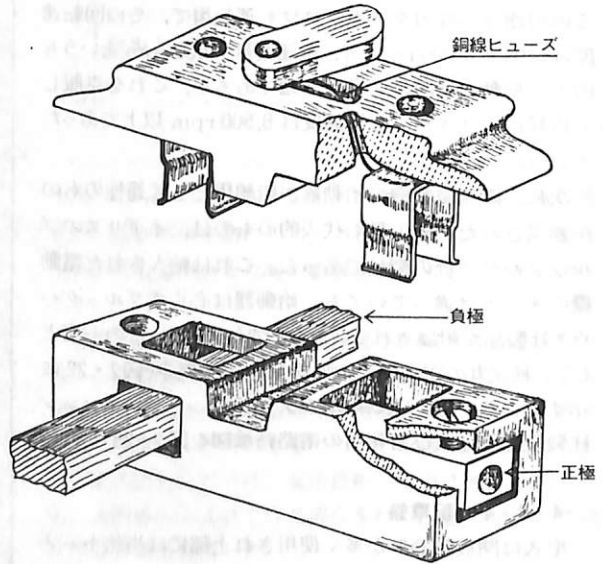


図 2・26 小形磁器製ヒューズ (サンダーランド・フォージ社)

の軟鋼板を盤の材料に使用した（図2・24参照）。その結果は良好であったために、その後の船舶には鋼板製配電盤が普及した。

フューズは、秩父丸用はシーメンス社製の栓形フューズである（図2・24参照）。浅間丸は配電盤がイギリスのサンダーランドフォージ社であったから、フューズの大型のものは図2・25のような構造で、小形のもの、図2・26に示すような構造であって、シルバーまたはカップフューズを使用している。なお、この小形フューズは、構造上分電盤などに使用するのに便利であったため、後述の戦時標準船用分電盤にまで使用し続けた。

主配電盤用発電機気中遮断器は、昭和時代になって自由引外し型となり、かつ、浅間丸などには優先遮断装置を設け、秩父丸にはドイツのカーマイエル式の安全接続法によって、優先遮断ができるようになっている。図2・27は、この接続法を示している。この詳細は、Ziemens Zeitschrift Heft 10 Oct. 1924, または富士電機時報第6巻8号を参照されたい。

4・2・5 通信器など

当時は呼鈴（よびりん）が通信器の代表的なものであ

った。また、一般の船舶には、操だ室と機関室その他船首・船尾などの通信には、伝声管（呼び笛付）が主として使用されていた。この呼び笛も後になって電鐘（ベル）に代った。

電話機は陸上では盛んに使用されていたが、船舶では故障も多く、また機関室では騒音のため、音がマスキングされ聞きとりにくいのであったが、これも改良されて、客船などの優秀船には高声電話機と称するものが使用され、イギリスやドイツで普及した。なお、3・2・4を参照されたい。秩父丸にはシーメンス社製のものを使用した。その簡単な回路接続図を図2・28に示す。

浅間丸にはイギリスのラリガホンと称する高声電話機で、送話器を人間のおごに当てて通話する型式のものが使用された。これは周囲の騒音をある程度ふせぐことができるものである。

客船などの居室や客室などには陸上用の電話機を、また士官室などにはインターホンが使用された。

次に、テレグラフ類は、これは前にも述べたが、機械的のものが多く採用されていたが、客船などのように、チェーンの道中が長く、かつ、複雑なところには、電気

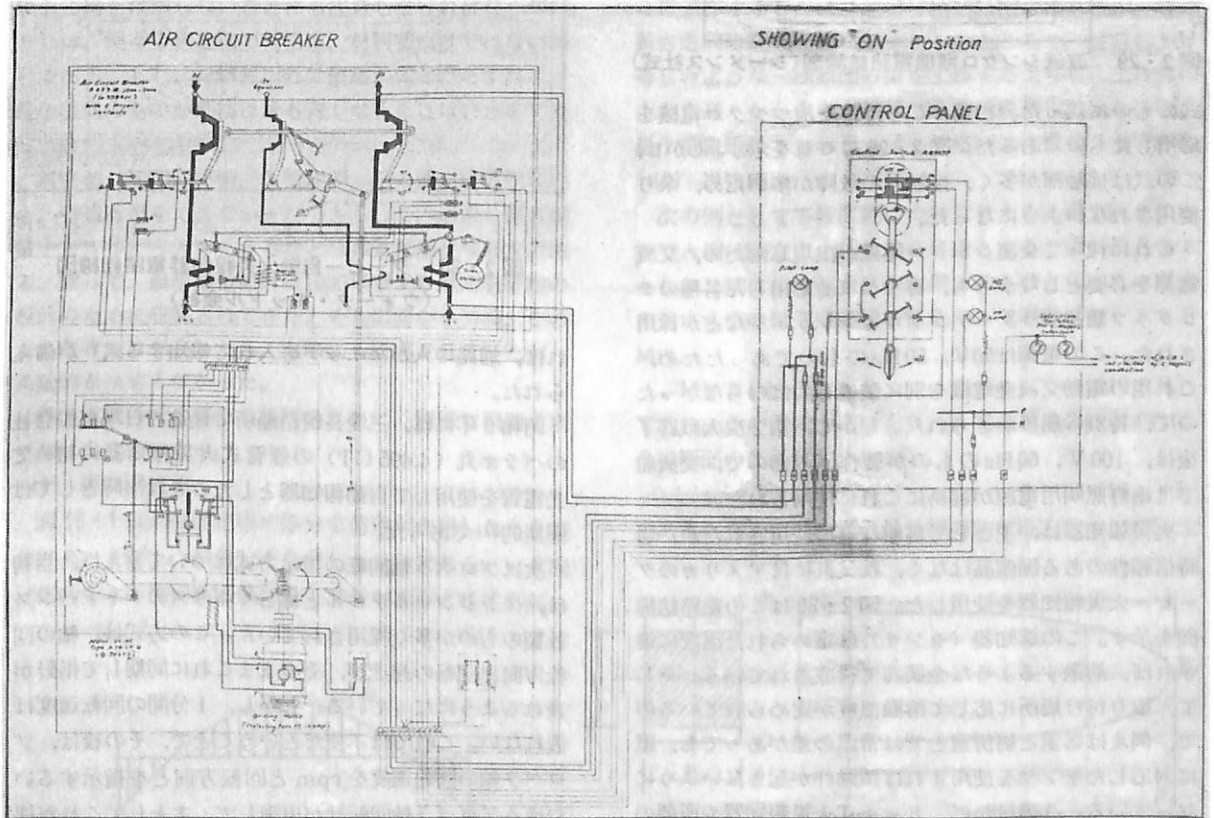


図2・27 秩父丸の主配電盤用発電機気中しゃ断器電路結線図（シーメンス社）

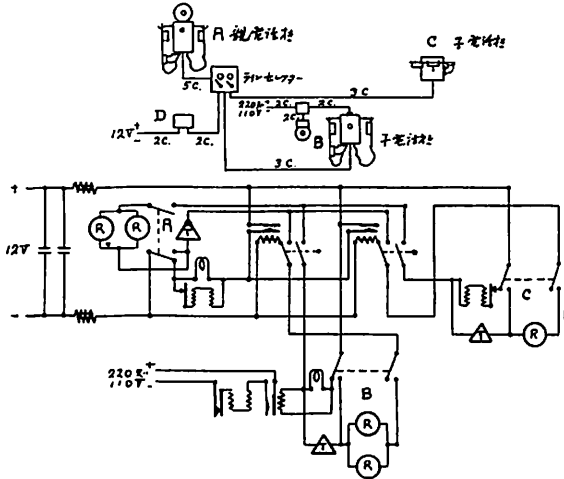


図2・28 高声電話機電路結線図(シーメンス社)

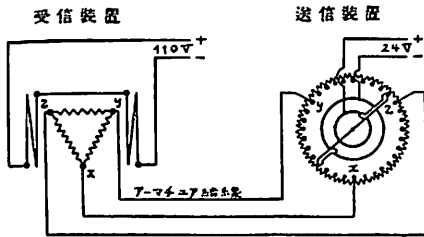


図2・29 直流シンクロ電機電路結線図(シーメンス社)

式のものに代った。初期のころは、直流シンクロ電機を応用したものであった。図2・29はこれを示す。しかし、この式は接触部が多く、接触面の故障が多いため、余り使用されないようになった。

これに代って交流シンクロ電機が出現したため、交流電源を必要としながらも、専らこれを応用した各種のテレグラフ類及びラダーアングルインジケータなどが採用された。この電源は50V、50Hzのものであったため、これ用の電動交流発電機を別に装備せねばならなかったので、特別の船にかぎられた。しかし、第2次大戦終了後は、100V、60Hzのものが製作されたので、交流船では電灯照明用電源が容易にこれに使用された。

火災報知器は、主として客船などに使用されたが、当時信頼性のある国産品はなく、秩父丸にはアメリカのダービー火災報知器を使用した。図2・30はこの電路結線図を示す。この感知器(センサ)は定められた温度に達すれば、溶融するような金属線で構成されている。そして、取り付け場所に応じて溶融温度が定められているので、例えば客室と厨房室とは常温の差があっても、室に対応したセンサを使用すれば誤動作が起きないようにしている。このほかに、リッチ式火災報知器や所要の通路に設けたガラス箱入りの警報用スイッチ(火災が起

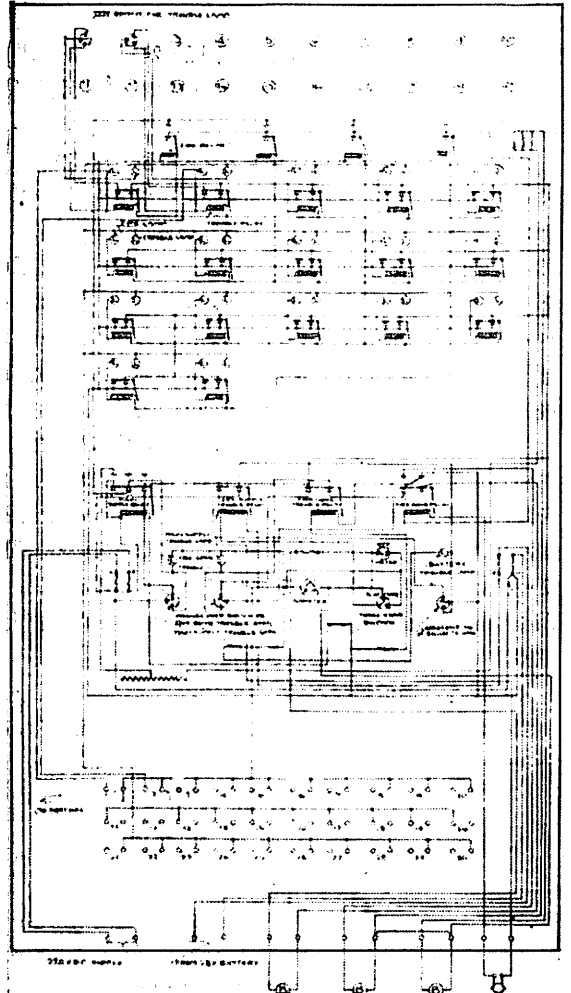


図2・30 ダービー自動火災報知器電路結線図(ウォータ・キッドル会社)

れば、通路の人がスイッチを入れて報知する式)が備えられた。

昭和9年には、三菱長崎造船所で建造の日本郵船会社のパラオ丸(4,495 GT)の煙管式火災報知器に初めて光電管を使用して自動報知器としたことは当時としては画期的<sup>21)</sup>であった。

次にプロペラ軸回転の指示方式について言えば、当初は、エンジンテルテルと称しイギリスのチャドバンス社製のものが多く採用されていた。この方式は、軸の回転方向と回転の遅速が、そのままこれに同期して指針が表れるようになっている。しかし、1分間の回転速度は表れない。これでは不便だということで、その後は、プロペラ軸の回転速度をrpmと回転方向とを指示するいわゆるプロペラ軸回転計が出現して、主としてこれが採用された。



造船工学覚え書

<33>

広島大学名誉教授(造船学)  
工学博士 川上 益 男

16. 最小重量設計

16・1 最小重量設計の概念

最小重量設計が最初に採用されたのは、航空機においてである。それは機体重量をできる限り軽くしたいが故である。最小重量解析または最小重量設計の目的は、構造物の使用材料の重量を最小にして、強度的に最も有効な材料の使い方をしようとするものである。

併しながら、最小重量設計は前章で取り扱った最適設計と同じではなく、正確には最適設計の中に最小重量設計は含まれているのである。また、最小重量は必ずしも最小価格とは限らないことにも注意しなければならない。それは、種々の構造物の価格は、材料費だけではないからである。もし、材料費以外の価格が同じだとすれば、最小重量のものが価格は最も安くなることはいうまでもない。

航空機、船舶、車輛、各種容器、その他の構造物の場合、構造重量をできるかぎり小さくして、運搬し得る重量をできるだけ大きくすることは非常に重要な要求である。従って、最小重量設計は1930年頃より最初航空機の設計のために研究されてきた。それ以前から勿論、そのような考えは存在したし、実際にも研究されていたが、系統的とは言えなかった。

最小重量設計の概念の説明のために、簡単な例題を取りあげることとする。

(1) 両端固定梁

図 16・1 は両端固定梁に等分布荷重が作用したときの曲げモーメント  $M$  の分布を示したものである。いま曲げ応力を  $\sigma$ 、梁の断面係数を  $Z$  で表わすことにすれば、

$$\sigma = M / Z \tag{16・1}$$



図 16・1 両端固定梁の曲げモーメント

である。従って、

$$Z = M / \sigma \tag{16・2}$$

である。今もし  $\sigma$  をこの梁の材料の許容応力に等しく、梁の長さ方向に一樣に発生しているものと仮定すれば、(16・2) からわかるごとく、この梁の断面係数  $Z$  は曲げモーメント  $M$  に比例するように梁の断面を設計すれば、そのような梁がこのような荷重を受ける限り最も能率的なものと言える。もっとも  $M$  が零の位置では断面を零にすることは梁の役目を果たさなくなるので、必要最小限に断面を小さく設計する。最も能率的な梁が最小重量設計されたものである。

ところが実際問題としては 1 本の梁の設計工作において、その断面寸法を長さ方向に  $M$  に比例した  $Z$  をもつように工作することは、部材寸法では損ではあるが、梁の長さ方向の最大曲げモーメントのところ、許容応力に等しいような一様断面の梁を工作するよりも、工作費の上から高くかかるのが普通である。最適設計はこの場合、最小重量設計でなく且つ最小価格の工作費のことである。

(2) 等強度梁

次の例として等強度梁について考える。図 16・2 において A 端は固定とし、B 端は自由とする。梁の長さを  $l$  とし、B 端に集中荷重  $P$  が作用するものとし、A に原点を有する梁の軸方向座標の任意の  $x$  での曲げモーメント  $M$  は、

$$M = P(l - x) \tag{16・3}$$

であり、この梁の一定幅を  $b$ 、 $x$  での深さを  $h$  とすれば、その断面の断面係数  $I/\eta$  は、

$$I/\eta = bh^2/6 \tag{16・4}$$

であるから、その断面の最外縁の曲げ応力を  $\sigma$  とすると、

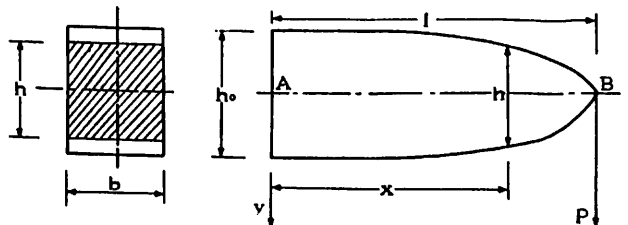


図 16・2 等しい強度の梁

$$bh^2/6 = P(\ell - x)/\sigma \quad (16 \cdot 5)$$

が成立する。この式で  $b$  は一定である故、

$$h^2 = 6P(\ell - x)/b\sigma \quad (16 \cdot 6)$$

となり、この  $h$  の式は  $A$   $B$  を軸とする放物線の方程式である。  $A$  端での高さ  $h_0$  は、

$$h_0 = (6P\ell/b\sigma)^{1/2} \quad (16 \cdot 7)$$

となり、また  $h$  と  $h_0$  との比は、

$$h/h_0 = (\ell - x)^{1/2}/\ell^{1/2} \quad (16 \cdot 8)$$

となり、これがこの梁の形を表わす。この梁は、 $x$  の各位置で  $\sigma$  なる曲げ応力を生ずるので等強度梁とよばれる。

一方、一様断面  $bh_0$  をもつ梁の場合、 $P$  なる荷重による最大モーメントは  $A$  端に生じ、そこでの曲げ応力を  $\sigma$  とした場合が等強度梁と同等の強度を有することになる。このときの両者の重量を比較してみる。

いま単位体積の重量を  $\phi$  とすれば、一様断面梁の重量  $W$  は、

$$W = \phi bh_0 \ell \quad (16 \cdot 9)$$

である。一方等強度梁の重量  $W_e$  は、

$$W_e = \phi \int_0^\ell b h dx = (\phi bh_0/\ell^{1/2}) \int_0^\ell (\ell - x)^{1/2} dx = 2\phi bh_0 \ell / 3 \quad (16 \cdot 10)$$

となり、等強度梁の重量は一様断面梁のその約  $2/3$  になることがわかる。これは一種の最小重量設計である。

ついでに述べておくと、 $B$  端の最大たわみは等強度梁の方が一様断面梁のその約  $2$  倍となる。

### (3) 深さ一定、幅が直線的に変化する梁

図 16・3 に示すとき断面は長方形で、高さ  $h$  は一定であるが幅  $b$  が変化する梁に先端に集中荷重  $P$  が作用している場合を考える。断面係数と応力などの関係は前出と同じように、

$$bh^2/6 = P(\ell - x)/\sigma \quad (16 \cdot 11)$$

であり、これより  $b$  を求めると、

$$b = 6P(\ell - x)/\sigma h^2 \quad (16 \cdot 12)$$

となり、図示のごとく  $x$  に対して直線的に変化し三角形となる。  $A$  端の幅  $b_0$  は、

$$b_0 = 6P\ell/\sigma h^2 \quad (16 \cdot 13)$$

で従って、 $b$  と  $b_0$  との比は、

$$b/b_0 = (\ell - x)/\ell \quad (16 \cdot 14)$$

そして重量は一様断面梁が  $\phi b_0 h \ell$  であるのに対して三角形の等強度梁のそれは  $\phi b_0 h \ell / 2$  であるから  $1/2$  に減少していることがわかる。これも最小重量設計の一例である。併しなから、この梁の最大たわみは一様断面梁のその  $1.5$  倍となる。

### (4) 長柱の圧縮による座屈

一般に構造物の設計条件としては変更し得ない寸法と設計によって変更し得る、即ち、設計によって適当に決

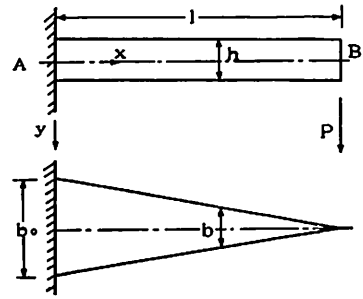


図 16・3 深さ一定、幅が直線的に変化する梁

定しなければならぬ寸法とがあることは周知の通りである。

いま圧縮荷重  $P$  を受け、断面積  $A$ 、長さ  $L$ 、単位体積重量  $\phi$  の柱を考える。この柱の重量  $W$  は、

$$W = \phi L A \quad (16 \cdot 15)$$

である。変更し得る寸法の数  $n$  で、この柱にて考える座屈の形状が  $n$  であるとすれば、作用圧縮応力  $P/A_i$  と一つの座屈形に対応する座屈応力  $\sigma_{ci}$  とを相等しくすれば、

$$\sigma_{ci} = P/A_i; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (16 \cdot 16)$$

従って、

$$W_i = \phi LP/\sigma_{ci}; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (16 \cdot 17)$$

が得られる。この式より重量  $W$  が最小なる場合には、 $\sigma_{ci}$  が最大なることがわかる。このような方法によって最小重量となるごとき各部の寸法を決定するのが最小重量設計である。

### (5) 正方形中空断面柱の座屈

幅、深さとも  $b$  で板厚が  $t$  の正方形中空断面の柱に軸圧縮力  $P$  が作用する場合の例を考える。柱の長さを  $L$  とする。断面積  $A$  は、

$$A = 4bt \quad (16 \cdot 18)$$

であり、また重量は、

$$W = \phi LA \quad (16 \cdot 19)$$

この場合  $L$  はきまわっていて、 $b$ 、 $t$  が設計さるべき寸法とする。この柱の両端は支持であるものとすれば、柱全体としての弾塑性座屈応力  $\sigma_{co}$  は、

$$\sigma_{co} = (\pi^2 E_t / b) (\chi b / L)^2, \quad E_t: \text{切線係数} \quad (16 \cdot 20)$$

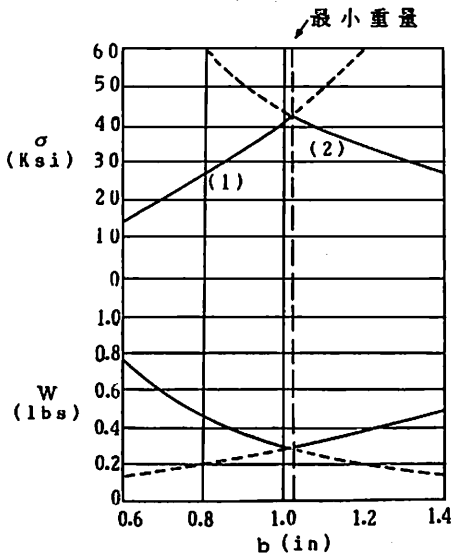
である。また柱の壁板の局部座屈応力  $\sigma_{cr}$  はポアソン比を  $0.3$  とすれば、

$$\sigma_{cr} = 3.62 \eta E (t/b)^2 \quad (16 \cdot 21)$$

ここで  $E$ : ヤング率、 $\eta$  は塑性修正係数で、人によってその表式が異なるが、

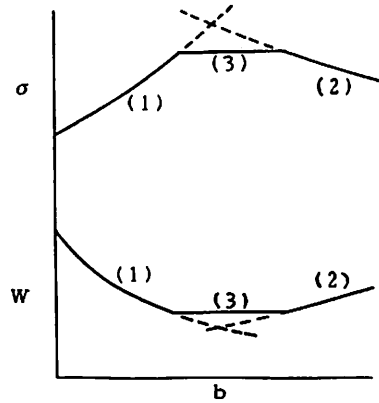
$$G. Gerard: \quad \eta = E_s / E$$

$$E. Z. Stowell: \quad \left. \begin{array}{l} \eta = E_s / E \\ \eta = E_s / E \end{array} \right\}$$



(a) 正方形中空柱の最小重量

- (1) 柱座屈
- (2) 局部座屈
- (3) 塑性



(b) 最小重量に対する圧縮降伏の影響

図 16・4 正方形中空柱の最小重量設計の例 (P=6000 lbs, L=20 in, E=10×10<sup>8</sup> psi, φ=0.1pci)

$$\eta = (E_s/E) [1/2 + (1/4 + 3E_s/4E)^{1/2} / 2] \quad (16 \cdot 22)$$

ただし、E<sub>s</sub>: secant 係数、  
を与えている。

この座屈応力が作用している圧縮応力に等しいので、

$$\sigma_{co} = P/4bt, \quad \sigma_{cr} = P/4bt \quad (16 \cdot 23)$$

この式より柱全体としての座屈に必要な断面積A<sub>co</sub>は、

$$A_{co} = 6PL^2/\pi^2 E_s b^2 \quad (16 \cdot 24)$$

また、局部座屈に必要な断面積A<sub>cr</sub>は、

$$A_{cr} = (16Pb^4/3.62\eta E)^{1/3} \quad (16 \cdot 25)$$

となる。

図 16・4 にこのような正方形中空柱の圧縮をうけるときの最小重量設計は、 $\sigma_{co} = \sigma_{cr}$  のときであるという例を示した。即ち、柱全体の座屈と局部座屈とが同時におこると考えたとき最も能率の良い構造で最小重量となることがわかる。もし座屈と降伏とがおこる場合の概念は (b) に示したような関係となる。

以上、数例を挙げて最小重量設計の概念を具体的に説明したものである。

お知らせ

お知らせ

11月27日・28日の2日間

## 船舶技術研究所昭和61年度秋季(第48回)研究発表会を開催

このたび、船舶技術研究所の昭和61年度秋季(第48回)研究発表会が開催される。

今回は、推進、運動、装備、システム、海洋及び氷海部門について、右記の課題を中心に発表が行なわれる。

日時 第1日目 昭和61年11月27日(木)10:00~17:20

第2日目 昭和61年11月28日(金)10:00~16:55

会場 〒181 東京都三鷹市新川6-38-1

電話 0422(45)5171(代)

船舶技術研究所 講堂

### <発表課題>

- 第1日目
- 浮遊式海洋構造物による実海域実験
  - 海洋構造物の係留システム及び復原性に関する研究
  - 荒天中の海難防止に関する研究
  - 数値水槽の実現に向けて
  - プロペラまわりの流場と音場に関する研究
- 第2日目
- 氷海技術に関する研究
  - 出入港自動化システムの評価技術
  - 船舶における環境及び防災対策

●連載●

## 冷凍運搬船〈38〉

—Reefer—

角張昭介・椎原裕美

## 8・3 熱平衡試験

冷蔵設備においては、冷凍機の運転調整および防熱装置の良否を判定するために、施工完成後、各冷蔵倉の冷却試験(Cooling down test)が行なわれる。

この冷却試験は、主に熱平衡試験のために冷蔵倉内各種艀装品から保有熱を除去する目的でおこなわれる予冷試験(Pre-cooling down test)、および船級協会規則等で規定されている熱平衡試験(Heat balance test)の2つに分けられる。通常、予冷試験では冷凍機の調整も平衡して行なわれ、引き継いで熱平衡試験が行なわれる。

余談であるが、この試験中は昼夜を通して、冷凍機の運転、調整を行なう必要があり、冷凍機メーカーの担当者にとっては、2、3日間連続の徹夜労働を強いられるため、称して、機械の“耐力試験”ならぬ人間の“体力試験”となり、試験終了の朝は、皆、“隈”の出来た目をして試験終了と設備の完成を喜ぶのが通例である。

## 8・3・1 熱平衡試験の方法

冷凍コンテナ程度の大きさの物では、工場内恒温室を用いて、熱の出入量が容易に計測でき、比較的容易に試験(7・4参照)を行なうことが可能であるが、船舶の場合、設備も大型となり、夏・冬および昼・夜において、その周囲温度が変化する中で、設計仕様を満足する冷蔵設備であることを確認するには、試験時の外気温度において冷蔵倉を設計温度まで冷却するだけでは不十分である。

そのために冷蔵倉全体の平均熱貫流率を用いた確認が採られ、その値を基に各設計仕様温度に対する熱負荷を算出し、熱負荷において冷凍能力を確認する方法、他に前8・2・3に示したように平均熱貫流率そのものの値において確認する方法等が現在行なわれている。

熱平衡試験の主旨および試験方法は各船級協会が定める規則、試験要領、または“Guidance”に詳細に示されている。ちなみにNK冷蔵設備規則によると、

(1) 運転試験においては各機器をできるだけ高い負荷で運転し、各部に異常がなく、予備機との切換えが容易に行えることを確認しなければならない。なお、この試験は次の(2)の冷却段階で行なって差し支えない。

(2) 熱平衡試験は、冷蔵倉防熱壁の平均熱貫流率を測定する目的で行なう。このために、外気温度との温度差が少なくとも $20^{\circ}\text{C}$ となる温度まで冷蔵倉内を段階的に冷却した後、倉内温度を一定に保つため、機器を無調節で連続運転、若しくは一定のオン・オフ運転ができるようになるまで機器を調節しながら、冷却を続行しなければならない。この時以降、少なくとも6時間この状態を保持しながら1時間に1回の割合で必要な計測を行なう。

(3) 熱平衡試験の結果によって得られた平均熱貫流率が、設計値に比べて十分な余裕があることを確認する。また、測定結果は速かに検査員に提出されなければならない。

(4) 熱平衡試験の温度が、仕様温度より高い場合には、熱平衡試験終了後、仕様温度で少なくとも2時間保持し、異常のないことを確認しなければならない。

と規定されており、NKでは、平均熱貫流率を用いて当該冷蔵設備を判定する方法を採っている。LR規則は平均熱貫流率で、またABS規則は熱負荷で確認する方法を採っている。

熱平衡試験は、図8・18に示すように全冷凍機を用いて倉内温度を一気に冷やす冷却期間(Cooling down period)、および倉内温度を一定に保つために冷凍機の調整を行なう安定期間(Stabilization period)を経て、倉内への侵入熱負荷および倉内発生熱負荷と冷凍機の出力が均衡した状態の熱平衡期間(Heat balance period)において種々の計測が行なわれる。

熱平衡状態を作り出すためには、熱負荷量に見合う能力の冷凍機(通常1台または2台程度)をフル・ロード運転し、倉内温度が適当な所で安定するのを待つ方法と、冷凍機のオン・オフ運転またはアンローダーを用いた部分負荷運転で、倉内温度を目標値近辺に保つ方法がある。

通常の冷蔵設備では、2～3台の冷凍機が設置される

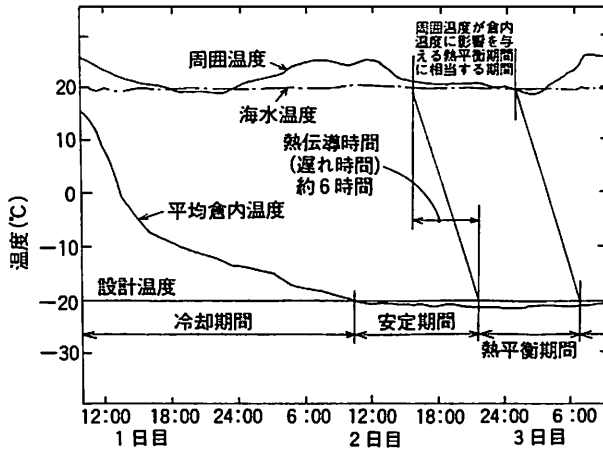


図8・18 熱平衡試験のタイムチャート例

ので、全冷凍機を用いた冷却期間後1台のフル・ロード運転でそれに見合う倉内温度での安定を待つ前者の方法で試験が行なわれる。部分負荷運転またはオン・オフ運転の場合には、熱平衡期間中に費やされた冷凍機の出力の算出に注意が必要であり、防熱壁の熱伝導に要する時間-遅れ時間(タイムラグ)も考慮に入れる必要がある。

この遅れ時間は、周囲温度の変化が倉内温度の変化となって現われるまでの時間差であり、工場内恒温室を用いた場合、防熱層内温度勾配が一定である定常熱伝導状態であるので問題とならないが、外気温度の変化する中で行なわれる熱平衡試験の場合、外気温度の変化に従って防熱層内温度勾配も変化する非定常熱伝導状態となり、侵入熱量も時間による積分計算が必要となる。

従って、計算の面倒を省くため、外気温度変化の小さい時間帯を選んで熱平衡試験を行なうことが、各船級協会規則または試験要領に示されている。NKでは各種計測を行なう熱平衡期間を深夜0:00~朝6:00の6時間を原則とし、やむを得ない場合、夜22:00~朝6:00までの6時間に行なうように指定している。

熱平衡試験は、熱平衡状態を作り出し、その中で平均熱貫流率または熱負荷を算出するための各種計測を行なうことが目的であるため、予冷試験の長さおよび冷却期間の取り方によって、安定期間の長さに違いが生じる。それは、冷蔵倉内臓装品や防熱材中の保有熱を除去するために必要な時間であり、予冷期間が短かったり、冷却期間を短く取ると、冷蔵倉内温度が安定するまで時間がかかる。また、冷凍機自身の調整も繰り返される。安定期間は、冷凍機を無調節で運転でき、倉内温度が安定するまでの期間であり、十分な期間とする必要がある。ち

なみに、LR規則では各冷凍運搬船の仕様にしたがって、例えば、

冷却期間が12時間の時、安定期間は24時間以上

“ 24 “ “ 18 “

“ 48 “ “ 12 “ 取ること

とるように、指示する方法が採られている。

### 8・3・2 熱平衡試験中の計測項目<sup>5)</sup>

侵入熱負荷および倉内熱負荷に対して冷凍機の出力が均衡し、倉内温度がほぼ一定値に安定した状態の熱平衡期間中に各種必要な計測が行なわれる。通常、日中の温度影響も少なく、比較的外気温度の変化の小さい深夜0:00から朝6:00までの6時間に、その熱平衡期間がくるようにタイムスケジュールが作られる。

6時間中は、1時間に1回の割合で計測が行なわれ、3:00頃および終了直前に行なった、これらの計測値を基に平均熱貫流率を算出して、8・2・3に示したような判定を行ない、良好の場合は予定通り試験を終了するが、疑義のある結果の場合には問題の検討が行なわれたり、場合によっては、更に一日延長して試験を行なう場合も生ずる。

各種計測項目は、熱負荷を求めるために必要なものと、冷凍機出力を求めるために必要なものがあり、それぞれ次に示す。

#### (1) 熱負荷を求めるために必要な計測項目

- (a) 冷蔵倉内温度
- (b) 冷蔵倉周囲温度(大気温度、海水温度、機関区域温度、隣接する非防熱区画の温度、二重底内温度)
- (c) 船首尾の喫水深さ
- (d) 循環送風機の駆動電動機の出力
- (e) 冷蔵倉内にあると認めらるブラインポンプおよび冷媒ポンプ駆動電動機の出力

#### (2) 冷凍機出力を求めるために必要な計測項目

- (a) 圧縮機駆動電動機の出力および毎分回転数
- (b) 圧縮機吸入ガスの温度および圧力
- (c) 圧縮機出口ガスの温度および圧力
- (d) コンデンサ冷媒側の温度および圧力
- (e) 膨脹弁手前の冷媒液の温度および圧力
- (f) ブラインシステムの場合、ブライン冷却器のブライン入口および出口温度
- (g) 蒸発器における冷媒の蒸発温度

冷蔵倉周囲温度についてはその概略図を図8・19に示す。喫水深さによって各倉の周囲温度(海水温度または外気温度)に差が生じるので試験直前に、その深さを計

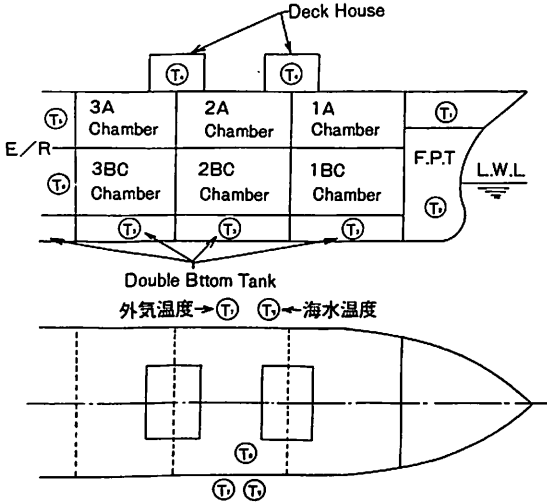


図 8・19 冷蔵倉周囲温度の計測点

注。T<sub>7</sub>, T<sub>9</sub> 船体中央部にて計測する。

測し、各倉の水面上、下の外表面積を算出しておく。  
 冷凍機周りの計測点を図 8・20 に示すが、冷凍能力線図を利用して出力を求める場合は、同図中 T<sub>1</sub>, P<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, P<sub>3</sub> のみで足りる。

冷蔵倉内温度、冷凍機各部の温度および圧力は、通常装備された温度計・圧力計および記録装置を用いるが、試験にはいる前にすべて氷水等を用いて較正 (calibration) を行なう。

ただし、この場合、圧縮機吸入ガス圧力のように大気圧以下の圧力を計測する場合、通常の圧力計では計測誤差が大きくなりやすく、また、その値を用いて算出する冷凍機出力値に与える誤差の影響が大きい時には、とくに大気圧以下をスケールアップした圧力計等を用いるのが良い。

一方、冷蔵倉周りの温度計測には、通常の水銀温度計を用いるが、この場合には以下の事に留意する。

- (1) 外気温度は船の中央部両舷において計測し、温度計は船体から少なくとも 500 mm 以上離れた位置に取り付ける。
- (2) 海水温度は、船体中央部両舷で計測する。
- (3) 冷蔵倉に隣接する非冷却区画の温度計測は、防熱囲壁より 300 mm 以上離れた位置で、計測し、二重底タンク内温度などのほぼ同一条件のものは、代表して 1, 2 点を計測する (例えばサウンディングパイプ内から温度計をおろして計測する) のが普通である。

### 8・3・3 熱平衡試験結果の評価

試験を通して、冷凍機の調整が行なわれるのは当然で

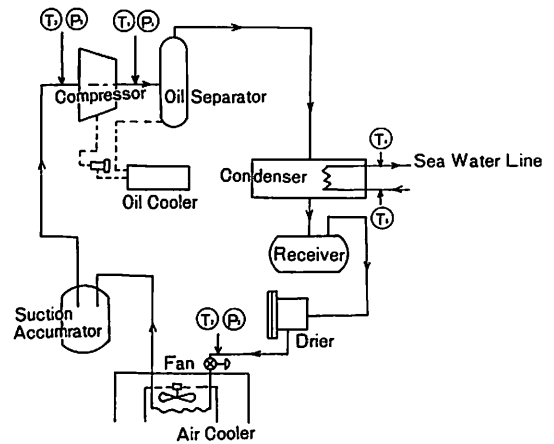


図 8・20 冷凍機周りの計測点

あり、その途中に発見された不具合箇所も、試験中または試験終了後、メーカーや造船所の手で手直しされる。

試験中、例えば、外板への結露が大きいとか、着霜が見られる箇所へは、防熱材の密度を増すとかが、場合によっては厚くする対策が取られる。ただし、結露については試験中の湿度との関係もあり、ある程度は容認されるのが普通である。<sup>9)</sup>

冷蔵設備能力の評価は、8・2・3 に示したとおりである。

#### 参考文献

- 9) 「日本海事協会会誌」No 170-1980, 日本海事協会

#### ●船の科学刊行の本●

★荷役装置の設計・取扱い関係者必須の指針!

### 『船舶用荷役装置の安全と構造設備のための要件』

B 5 版 本文 88 頁 定価 3200 円 (訂当社負担)

ILO では、1979 年 6 月 6 日開催の第 65 回会議において、荷役条約の見直しを行ない、新たに第 152 号条約として“船舶の荷役作業における職業上の安全と健康に関する条約”並びに、この条約を補足する目的で同時に採択された第 160 号勧告“船舶の荷役作業における職業上の健康と安全に関する勧告”を併せて採択した。

そこで、船舶揚貨装置を取り巻く最近の情勢変化に鑑み、上記“新条約”および“新勧告”の英和対訳並びに本書 1 冊で充分なように“ILO 実行指針”の和訳も収録し、荷役装置の設計・取扱い関係の方々の技術資料として役立てるように刊行することにした。

## 貨物災害の予測と評価(上)

恵美 洋彦

液化ガスタンカーにおける貨物災害としては、可燃性貨物の場合火災爆発、毒性貨物の場合毒性障害を掲げることができる。ほかに、貨物の低温や高圧による破壊も、それ自身、事故災害である。しかし、これらは、むしろ、その結果としての貨物流出による火災爆発や毒性障害の方がより大きな被害をもたらす。

本編では、液化ガスタンカーにおける貨物火災爆発および毒性障害による災害の形態について検討した結果を述べる。さらに、これらの災害の影響の評価法についても論ずる。

### 1. 貨物火災爆発の種類

液化ガスタンカーにおいて発生危険を有する貨物火災爆発は、発生経過および燃焼の形態によって、次の1・1ないし1・7のように分類できる。

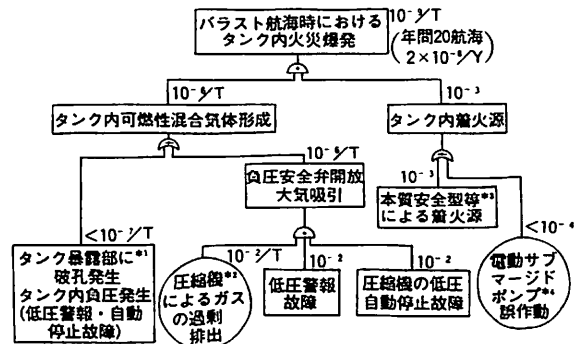
#### 1・1 貨物設備内の火災爆発

液化ガスタンカーの貨物設備内で発生する火災爆発としては、表1のような種類を想定できる。いずれの場合も、可燃性混合気体の形成と着火源の存在があって、始めて発生する。このような火災爆発は、規則<sup>1)</sup>および慣習的なオペレーション基準によって、十分に防止対策が講じられている。発生確率は、個々の船舶によって異なるが、図1には、表1のタンク内(b)および(c)の原因による事例のFTAによる検討結果を示す。これは、貨物設備内では比較的発生し易いと考えられる事例であるが、それでも、 $10^{-8}/Y$ ・隻のオーダの発生確率である。した

がって、通常状態のみを考える場合、貨物設備内の火災爆発は、危険性評価の対象外としてよい。

しかし、油タンカーや陸上タンクでは、ガスフリー時や点検・修理時のような非作業時においてタンク内で火災爆発が発生している。液化ガスタンカーでも、この傾向は同じと考えられるので、留意する必要がある。

貨物設備内の火災爆発、即ち、混合ガス爆発の場合、爆燃は生じるが、一般的には爆ごうに至ることはないと思定される。しかし、爆燃であっても、発生圧力は、後述するように十分に高くなるおそれがある。したがって、タンクまたはインタバリヤスペース内の混合ガス爆発は、



- \* 1 タンク暴露部破孔発生確率 $<(5 \times 10^{-3}/Y \cdot 基 \times 4) / 20 T$ と低圧(負圧)発生確率 $10^{-4}/E$ による
- \* 2 圧縮機の自動制御の設定/調整ミス
- \* 3 計測装置故障、静電気等による着火源
- \* 4 電動サブマージドポンプのスイッチを間違えて操作

図1 低温式LPG船のバラスト航海時におけるタンク内火災爆発のFTA

表1 貨物設備内における火災爆発(非漏えい、流出型)

可燃性混合気体の発生原因	貨物設備		
	タンク	常時貨物ガスが存在する インタバリヤスペース	管装置、機器、容器
(a) ガスフリー・イナーティング不良	関連作業時に発生危険あり	同左	同左
(b) 低圧(負圧)発生による負圧安全弁からの空気吸引	過冷却・過剰ガス吸引で発生危険	関連の環境制御装置故障で発生危険	—
(c) 破孔・低圧(負圧)発生による空気吸引	破孔と過冷却・過剰ガス吸引で発生危険あり	破孔と関連制御装置故障で発生危険あり	吸引側管装置の破孔等で発生危険あり

周囲のタンクや船体構造を破壊すると考えるべきである。

### 1・2 タンク内貨液の火災（タンクプール火災）

タンク内の低温式液化ガスや揮発性液体は、タンク頂部がほぼ完全になくなるような状態で着火した場合、タンクプール火災が生じ得る。しかし、液化ガスタンカーのタンクでは、このような破壊は想定し難い。タンク頂部破壊火災の実例<sup>2)</sup>（低温式LPGタンク頂部が爆撃で破壊・ジェット火災発生）でも、タンクプール火災には進展していない。

### 1・3 小量の貨物の漏えい・流出による火災爆発

開放区域で比較的小さい開口から漏えい・流出する貨物の火災爆発としては、次のような種類を想定できる。

#### (1) 連続的流出ガスの即時燃焼

連続的に流出するガスあるいは噴霧状貨液が即時に着火燃焼する場合、細長い円錐状火炎となって定期的に燃焼する。これをジェット火炎（Jet flame）あるいはトーチ火炎ともいう。大きなジェット火炎の場合、断続的な燃焼、即ち火炎の吹き飛びや吹き消しによって未燃ガスがばらまかれる状態になる。

ジェット火炎の危険性は、その大きさと評価できる。そして、火炎が触れる個所における新たな火災爆発の発生危険を有する。例えば、ジェット火炎が直接に当たる圧力式タンク気相部は、温度・圧力上昇による破壊、引き続くブレーブ（蒸気爆発ともいう）・混合ガス爆発の危険を有する。危険範囲は、未燃ガスとして拡がって着火燃焼した場合の方が大きくなるが、影響範囲内の被害は、ブレーブの方が壊滅的である。

#### (2) 小規模流出・拡散ガスの貨物蒸気雲

前1)のような流出において直ちに着火せず、大気中に拡散して可燃性混合気体を形成（貨物蒸気雲）した後、着火すると、爆発的に燃焼（爆燃）する。これは、貨物蒸気雲爆発といわれる。

この危険の大きさは、危険となる貨物蒸気雲の大きさ、即ち危険限界濃度以上の濃度範囲となる距離/面積<sup>3)</sup>として評価する。

#### (3) 小規模流出貨液の火災爆発

少量の低温式液化ガスや揮発性液体が流出した場合、

(a) 甲板上拡散貨液の着火燃焼（フラッシュ火炎；拡がった液面上を火炎が急速に伝ばする燃焼）

(b) ドリップパンに貯った貨液の着火燃焼（プール火災）、または

(c) 蒸発・拡散してから着火燃焼（貨物蒸気雲爆発）

の3種類の燃焼形態が考えられる。このうち、危険範囲

は、(c)のケースが最も大きくなる。これは、前(2)と同じ方法で推定できる。

### 1・4 急激に流出した貨物の火災爆発

開放区域において比較的大量の圧縮ガスまたは高圧飽和液化ガスが急激に流出した場合、拡散後に着火燃焼または短時間内で着火燃焼を想定できる。前者の場合、危険範囲は、前(2)と同じ方法で推定する。後者の場合、爆燃のほか、ファイアボールや爆ごうのような燃焼形態も想定される。ファイアボールは放射熱、爆ごうは爆風圧で危険範囲を予測する。

### 1・5 大量流出貨液による火災爆発

低温式液化ガスや揮発性液体のタンク大破壊あるいは貨液移送中の荷役管系統大破壊では、貨液が海面上に流出・拡散する。そして、比較的短時間のうちに着火した場合、海面プール火災となる。また、蒸発・大気中拡散後に着火した場合、貨物蒸気雲火災爆発となる。

海面プール火災は、放射熱による危険範囲を考えればよい。

貨物蒸気雲火災爆発の燃焼形態は、海面に拡がった貨液表面を急速に火炎が伝ばするフラッシュ火炎と爆燃が考えられる。さらに、条件によっては爆ごうやファイアボールが生じることも考えられる。しかし、危険範囲は、貨物蒸気雲の危険限界距離/面積<sup>3)</sup>が最大となる。

圧力式液化ガスでブレーブを生じない程度のタンク大破孔からの流出の場合、フラッシュ蒸発分は、貨物ガスとして拡散する。残りは、貨液として海面上に流出・拡散し、蒸発・大気中拡散する。これらは、貨物蒸気雲を形成し、着火によって貨物蒸気雲火災爆発を起こす。低温圧力式液化ガスも、同じ現象の火災爆発となる。

### 1・6 ブレーブ・反応爆発に伴う混合ガス爆発

高圧飽和状態の液体の格納容器に大破孔が生じると、ブレーブ（蒸気爆発ともいう）を起こすことは、すでに述べた<sup>4)</sup>。圧力式および低温圧力式液化ガスでは、ブレーブの発生危険を有する。

低温式液化ガスおよび揮発性液体も、圧力タンクに貯蔵され、火炎に包まれて、長時間熱せられた場合、ブレーブの危険がある。陸上では、発生事例がある。しかし、液化ガスタンカーでは、構造配置的に、そのような状態は極めて生じ難い。故に、一般的に、低温式液化ガスおよび揮発性液体では、ブレーブの危険はないと考えられる。

可燃危険性液化ガスでブレーブを生じ、大量の貨物が



瞬間的に流出・拡散した場合、引続いて混合ガス爆発も発生する。この燃焼形態としては、爆燃、爆ごうおよびファイアボールを考慮することができる。この危険は、

- (a) 燃焼生成高温ガスの急速な拡散
- (b) 爆ごうの爆風圧、および
- (c) ファイアボールによる放射熱

で評価できる。さらに、タンクの破片飛翔による他のタンクやその他の設備の破壊危険も考慮する必要がある。

タンク内で危険反応が発生し、反応爆発する場合、ブレーブあるいは最終的に混合ガス爆発に至る。この場合、災害事例によると、貨物の流出・拡散および燃焼形態は、ブレーブ・混合ガス爆発と類似している。したがって、その危険は、前述(a)ないし(c)によって評価できる。

### 1・7 閉鎖区域内の貨物火災爆発

貨物ポンプ・圧縮機室のような閉鎖区域内の貨物火災爆発は、漏えい・流出事故によって生ずる。この燃焼は、即時燃焼と区域内で形成した可燃性混合気体の混合ガス爆発とが考えられる。前者では、ポンプや圧縮機の軸封部からの漏えい・着火燃焼のような事例を考慮することができる。液化ガスタンカーでは、一般的に発生確率も高く、かつ、影響も大きい後者の事例で危険を評価すればよい。また、開放区域では考えなくてもよいアンモニアと臭化メチルの危険も考慮する必要がある。

貨物ポンプ・圧縮機室以外は、外部からの侵入ガスによる混合ガス爆発であり、貨物電動機室における発生確率は、 $10^{-4}$ ないし $10^{-5}/Y$ ・隻と推定される<sup>5)</sup>。そのほかの区域は、例えば、ホールドスペースに隣接する空所では $2 \times 10^{-7}$ ないし $10^{-8}/Y$ ・隻と極めて低い発生確率である<sup>注)</sup>。

注：独立型方形方式タンクタイプAを想定すると、混合ガス爆発発生確率 $P_{EX}$ は

$$P_{EX} = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 = 2 \times 10^{-7} \text{ ないし } 10^{-8}/Y \cdot \text{隻}$$

$P_1$ : タンクの液漏えい発生確率  $5 \times 10^{-4}/Y$ ・基  
 $P_2$ : ホールドスペース囲壁気密性喪失の発生確率  $4 \times 10^{-2}/E$   
 $P_3$ : 着火源  $10^{-3}$  (電気設備なし)  
 $10^{-2}$  (耐圧防爆型電気設備)

液化ガスタンカーの貨物ポンプ・圧縮機室のように、甲板上の閉鎖区域の混合ガス爆発では、当該区域およびその内部の設備の破壊を考えればよい。これは、液化ガスタンカーや油タンカーの爆発事例から明らかである。したがって、緊急シャ断・停止装置が有効に作動すると考えると、災害がさらに拡大するとは考えなくてよい。

甲板下の閉鎖区域では、隣接隔壁やタンクの破壊、したがって、災害の進展・拡大の危険があるので、それら

を合わせて評価する必要がある。

## 2. 開放区域における火災爆発の影響予測

### 2・1 可燃貨物蒸気雲の範囲

貨物蒸気雲爆発および貨物蒸気雲火災爆発は、爆発範囲内のガス濃度となる範囲(距離、面積)が燃焼するとして評価する。これは、ガスまたは貨物の流出拡散の状態予測法で推定できる。即ち、貨物ガスの危険限界濃度 $G_c$ となる危険限界距離 $x_c$ でもって評価する。この簡易予測法は、別途に示した<sup>3)</sup>。

### 2・2 ジェット火炎の形状

プロパン・ブタン等が流出個所で燃焼するジェット火炎形状は、次式<sup>6)</sup>で推定できる。

$$F_L = 9.1 \sqrt{Q_{GW}} : \text{火炎長さ (m)} \quad (1)$$

$$F_R = 2.28 \sqrt{Q_{GW}} : \text{火炎最大半径 (m)} \quad (2)$$

$Q_{GW}$ は、可燃ガス・蒸気の流出速度(kg/s)である。なお、文献<sup>7)</sup>によると、(2)式の係数は、3.0となる。

### 2・3 爆ごうによる爆風圧

爆ごうによるピーク爆風圧(以下、爆風圧)と燃料の爆発エネルギーとの関係は、TNT(トリニトロトルエン)爆薬で実験的に求められている。図2は、その標準曲線である。ここで、 $\lambda$ は、スケール化距離であり、Hopkinsonスケール則といわれる次式で与えられる。

$$\lambda = \frac{R}{\sqrt[3]{W_{TNT}}} : \text{m/kg}^{1/3} \quad (3)$$

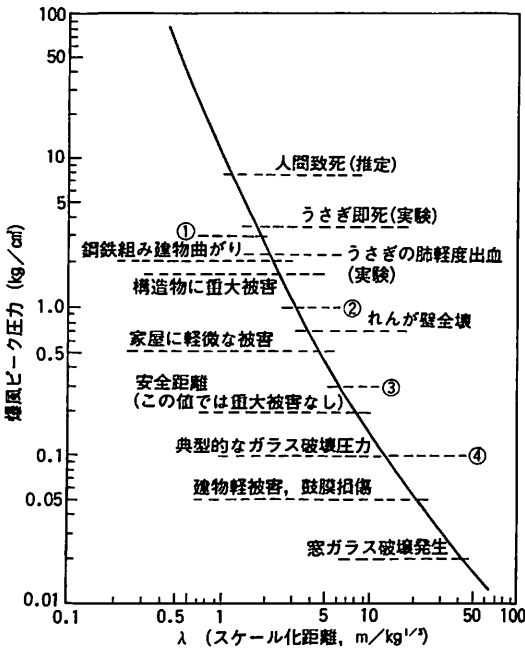
$R$ は、爆発点からの距離(m)、 $W_{TNT}$ は、TNT爆薬の量(kg)である。この式は、3乗根スケール(Cube-root scaling law)ともいわれる。

圧縮ガスや高圧飽和液化ガスが短時間で流出した量 $W$ (kg)を同等の爆風圧の被害となるTNT爆薬量 $W_{eq}$ (kg: TNT当量)に換算するには、次式<sup>8)</sup>による。

$$W_{eq} = \frac{W \cdot f \cdot \phi \cdot \delta \cdot H_m}{H_{TNT}} \quad (4)$$

$f$ はフラッシュ率(気体流出の場合1.0)、 $H_m$ は貨物の燃焼熱(kcal/kg)、 $H_{TNT}$ はTNT爆薬の燃焼熱で文献により若干異なるが1,000 kcal/kgとすればよい。 $\phi$ は爆発寄与率0.1、 $\delta$ はTNT収率即ち、爆ごうに寄与する割合で、平均的には0.064、厳しい側の値として0.2程度である。(閉鎖空間で十分に混合して爆薬で着火すると1.0)

(3)および(4)式と図2から爆風限界圧 $P_c$ (kg/cm<sup>2</sup>)に対応する限界半径 $R_c$ (m)を求め得る。問題とする爆風圧



を0.1ないし5kg/cm<sup>2</sup>の範囲とすると、図2においてλ<sub>c</sub>とP<sub>c</sub>との間には、近似的に、

$$\lambda_c = 3.3 P_c^{-0.58} \quad (5)$$

の関係が成立すると見做せる。故に、爆風圧による危険限界半径R<sub>c</sub>(m)の予測式は、(3)ないし(5)式から、

$$R_c = 0.153 P_c^{-0.58} (W \cdot f \cdot \phi \cdot \delta \cdot H_m)^{1/3} \quad (6)$$

として導ける。φ = 0.1、δ = 0.064ないし0.2とし、図2からP<sub>c</sub> = 1.0kg/cm<sup>2</sup>(人体に重大な障害を与える値)、または2.0kg/cm<sup>2</sup>(鋼枠組みが変形破壊する値)とすると、次式となる。

$$R_c = 0.06 \sim 0.09 \sqrt[3]{W \cdot f \cdot H_m} \quad ; P_c = 1.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 0.041 \sim 0.06 \sqrt[3]{W \cdot f \cdot H_m} \quad ; P_c = 2.0 \text{ kg/cm}^2$$

### 2・4 ファイアボール

ファイアボールは、その放射熱で危険の大きさを評価する。

火薬系燃料の実験式に火炎温度等の修正を行なうと、可燃ガス系ファイアボールの直径D<sub>F</sub>(m)としては、次式を導ける<sup>9)</sup>。

$$D_F = 3.33 (W')^{0.32} \quad (7)$$

$$W' = W_F \left( 1 + \frac{32n}{M} \right) \quad (8)$$

W'はファイアボールに寄与する可燃ガス燃料W<sub>F</sub>(kg)

(図2注)

図中、①、②、③、④は、爆風圧に対する影響度を表わし、それぞれ、短時間で致命的、重大な障害、軽微な障害、および恐怖感を与えるかまたは長時間曝露で障害、をもたらす限度。

{ Y. Uehara, A Rating Method of Potential Hazards of Dangerous Goods, Int. Symp. TDG, 1980による。 }

その他の損傷、被害は、各種の文献によった爆風圧による被害の程度を表わす参考。

◀図2 TNT爆発に対するスケール化距離と爆風ピーク圧力の標準曲線

と完全燃焼に必要な空気量の合計である。nは燃料の理論酸素量(モル数)、Mは分子量である。

プロパン、ブタン等のファイアボール直径(m)の実験式として次式が提案されている<sup>7)</sup>。

$$D_F = 6.48 W_F^{0.325} \quad (9)$$

これを(7)式と同じ形に書き改めると、

$$D_F = 4.31 (W')^{0.325} \quad (10)$$

となる。(10)式は、(7)式より約30%大きい直径となる。

プロパン、ブタン等のファイアボールの持続時間t<sub>F</sub>(s)としては、次式が提案されている<sup>7)</sup>。

$$t_F = 0.825 W_F^{0.26} \quad (11)$$

火炎を灰色放射体としたとき任意の位置の受熱体が受ける放射熱E(kcal/m<sup>2</sup>・H)は、

$$E = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot \phi \quad (12)$$

で表わされる。Tは火炎温度(°K)、σはStefan-Boltzmann定数(4.88×10<sup>-8</sup>kcal/m<sup>2</sup>・H・°K)、εは放射率で完全黒体とすると1である。φは形状係数で図3のような場合、

$$\phi = \left( \frac{D_F}{2R} \right)^2 \cdot \cos \theta \quad (13)$$

となる。受熱体がファイアボールに直面するときcos θ = 1となる。

火炎温度を1800°Kとすると(7)ないし(10)式と(12)および(13)式からファイアボール放射熱E<sub>F</sub>(kcal/m<sup>2</sup>・H)として、

$$E_F = 1.42 \times 10^6 \left[ \frac{W_F \cdot (1 + 32n/M)^{0.32}}{R} \right] \quad (14)$$

または、

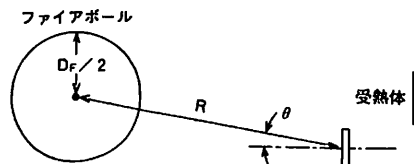


図3 ファイアボールと受熱体の関係

$$E_F = 2.38 \times 10^6 \left[ \frac{W_F \cdot (1 + 32n/M)}{R} \right]^{0.325} \quad (15)$$

を得る。\$E\_F\$としてファイアボールの危険限界放射熱\$E\_{FC}\$を置くと、対応する危険限界半径\$R\_{FC}\$は、

$$R_{FC} = 1.2 \times 10^3 \frac{\{W_F(1 + 32n/M)\}^{0.32}}{E_{FC}^{1/2}} \quad (16)$$

または、

$$R_{FC} = 1.54 \times 10^3 \frac{\{W_F(1 + 32n/M)\}^{0.325}}{E_{FC}^{1/2}} \quad (17)$$

として求めることができる。

ファイアボールに寄与する可燃ガス燃料\$W\_F\$は、寄与率を\$\psi\$とすると、

$$W_F = \psi \cdot W \quad (18)$$

で表わせる。\$W\$は短期間で大量に流出した圧縮ガスまたは高圧飽和液化ガス量(kg)である。圧縮ガスの場合、\$\psi = 1\$とする。高圧飽和液化ガスの場合、\$\psi = f\$ (フラッシュ率)とする。しかし、ブレーブの場合、\$\psi = 0.6\$ないし\$0.7\$となるようなファイアボールも観測されている。

## 2・5 急速に拡散する高温燃焼生成ガスの危険

ブレーブから混合ガス爆発に至るような急激な火災爆発では、高温の燃焼生成ガスが短時間で拡散する。このような場合、燃焼生成ガスによる高温危険も考慮する必要がある。

北川<sup>10)</sup>は、スペインのプロピレン積み43m<sup>3</sup>のタンクローリーのブレーブ事故において、

- (a) 内容物の全てが化学量論比で完全燃焼し
- (b) 燃焼生成ガスの温度は、1,500℃であり、かつ、
- (c) 半球状に拡がる

と仮定すると、実際の被害範囲とよくあうとしている。(実際の被害範囲：長さ220m、幅30ないし80m、仮定による計算：約200m)

この仮定に従うと、ブレーブ・混合ガス爆発による燃焼生成ガスの容積\$V\_B\$ (m<sup>3</sup>)は、

$$V_B = (1 + m) \frac{W}{r_G} \cdot \frac{T_B}{T_A} \quad (19)$$

と表わせる。

したがって、高温燃焼生成ガスによる危険半径\$R\_{BC}\$ (m)を求める式として、

$$R_{BC} = \left\{ \frac{3}{2\pi} \cdot \frac{(1 + m)W \cdot T_B}{r_G \cdot T_A} \right\}^{1/3} \quad (20)$$

を導ける。\$m\$は貨物の理論空気量(= \$n/0.21\$、\$n\$は理論酸素量；モル数)、\$W\$は貨物量(kg)、\$T\_B\$は燃焼生成ガス温度(°K、1800°K程度)、\$T\_A\$は大気温度(°K)、\$r\_G\$は大気圧/周囲温度下の貨物ガス比重量(kg/m<sup>3</sup>)。

## 2・6 海面プール火災

海面プール火災の放射熱\$E\_P\$ (kcal/m<sup>2</sup>・h)は、放射発散度\$r\_f\$ (kcal/m<sup>2</sup>・h)として、

$$r_f = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \quad (21)$$

を定義すると、(21)式から、

$$E_P = r_f \cdot \phi \quad (22)$$

と表わせる。\$r\_f\$は、実測値によるか、または、

$$r_f = 0.02 w_P \cdot H_m \quad (23)$$

として計算する。\$H\_m\$は貨物の燃焼熱(kcal/kg)、\$w\_P\$はプール火災の燃焼速度(kg/m<sup>2</sup>・h)であり、実測値によるか、または、

$$w_P = w_R + w_S \quad (24)$$

から計算する。\$w\_S\$は海水からの侵入熱による蒸発速度(kg/m<sup>2</sup>・h)である。(文献<sup>3)</sup>参照。ただし、時間の単位が異なる点に注意) \$w\_R\$は、火災の放射熱による蒸発速度(kg/m<sup>2</sup>・h)であり、次式<sup>11)</sup>から求める。

$$w_R = 4.56 \times 10^{-3} \cdot r_L \frac{H_m}{H_v} \quad (25)$$

\$r\_L\$は貨物の比重量(kg/m<sup>3</sup>)、\$H\_v\$は蒸発潜熱(kcal/kg)である。

(22)ないし(25)式からプール火災の形状係数\$\phi\$がわかれば放射熱\$E\_P\$を計算できる。形状係数を求めるには、プール火災の火災直径\$D\_P\$と高さ\$H\_P\$を推定する必要がある。この直径\$D\_P\$ (m)は、貨物の連続的の流出における拡がり直径に等しいと仮定すると、

$$\frac{D_P}{2} = \sqrt{\frac{Q_{LW}}{w_P \cdot \pi}} \quad (26)$$

として求まる<sup>3)</sup>。\$Q\_{LW}\$は貨物の流出速度(kg/H)である。火災高さ\$H\_P\$ (m)は、次のThomasの式による。

$$H_P = 42 D_P \left( \frac{w_P/3600}{r_A \cdot \sqrt{g D_P}} \right) \quad (27)$$

\$g\$は重力加速度(m/s<sup>2</sup>)である。\$r\_A\$は周囲からの流入空気比重量(kg/m<sup>3</sup>)であり、0.588kg/m<sup>3</sup>とすると、図4に示すように実測値<sup>11)</sup>とよくあう。これは、空気温度を600°Kと見積ることになる。

火災形状を円筒形と見做すと、形状係数\$\phi\$は、次式で計算できる。

$$\phi = \frac{1}{180} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{180} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{A \cdot B}} \times \tan^{-1} \left[ \frac{A(n+1)}{B(n+1)} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left( \sqrt{\frac{n-1}{n+1}} \right) \right\} \quad (28)$$

$$A = (1 + n)^2 + m^2$$

$$B = (1 - n)^2 + m^2$$

$$m = 2 H_P / D_P$$

$$n = 2 L / D_P$$

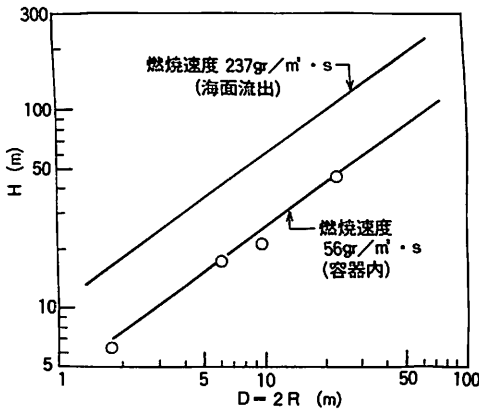


図4 LNGプール火炎の形状(Oは文献<sup>8)</sup>による実測値)

Lは火炎中心から受熱体までの距離(m)である。なお、角度の単位は度である。

図式による形状係数φの計算結果を図5に示す。限界放射熱 $E_{PC}$ と放射発散度 $r_f$ から、

$$\phi = \frac{E_{PC}}{r_f} \quad (20)$$

としてφを求め、火炎高さ $H_p$ と直径 $D_p$ から図5によって $2L/D_p$ を読みとる。そして、 $L = R_{PC}$ として、プール火炎中心からの危険限界半径を推定する。

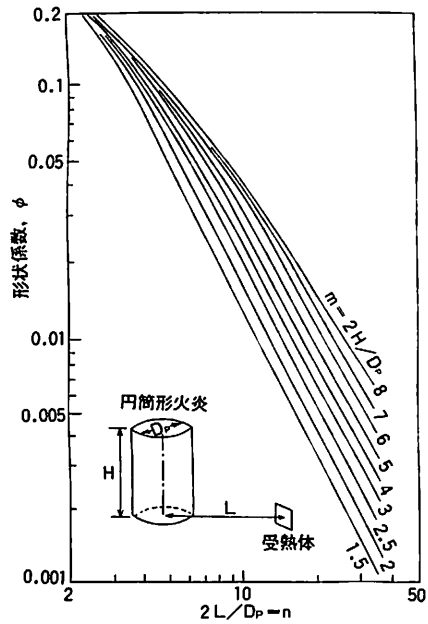


図5 プール火炎形状係数

なお、図式による $w_s = 0$ とし、火炎直径 $D_p$ を容器の径とすると、容器内プール火炎の放射熱や危険限界半径を推定できる。

ニュース

ニュース

### 水海技術の向上に貢献 長崎研究所に水海実験施設、完成

三菱重工業(株)は、世界的にも最大級の「水海実験施設」を長崎研究所深堀香焼支所に完成、研究をしている。この設備はまだ明らかになっていない大型構造物に対する水海のメカニズムを解き明かすことを目的に建設したもの。これまで海洋石油掘削装置、石油生産基地(人口島)など水海向け構造物に関する調査・研究は海外施設に依存していたが、この施設の完成によって自社設備による本格的な研究が可能となり、独自の水海技術を開発することができるようになった。

この実験施設は水海水槽と低温実験室で構成されているが、主要設備となる水海水槽は長さ28m(結水区画20m)、幅9m、水深2.3mの規模。冷気を強制循環させて結水をつくるが、冷気と風量の調節で任意の厚さと強度をもつ様々な結水をつくることことができる。

幅150mに及ぶ超大型海洋構造物に厚さ3mを超える水が押し寄せてくるという状況を30分の1の縮尺で、ま

たタンカーが氷を割って航行するといった状態をつくりだすことができる。これによって石油掘削装置など構造物に作用する水荷重、氷の機械的性質など水海と構造物に関する各種の調査・分析が可能となった。

本水槽には水中カメラによるモニター装置および曳引車等試験装置の遠隔操作システムが備えられており、結水域における実験を隣接の制御室よりコントロールできるようになっている。

一方、低温実験室は氷の強度等の物性試験のほか、寒冷地で使用する器材の実機試験にも使用でき、水槽と合わせて水海に関する総合的な実験を行うことができるようになっている。

同社は昭和50年から水海に関する調査研究を開始、北海道での実水試験、低温実験室での試験、海外企業の水海水槽での模型試験などを行ってきた。

今回、水海実験施設が完成したことによって、系統的な試験、実機対応試験を効率的に行うことができるようになり、経済性の高い水海構造物・水海航行性能に優れた水海商船の設計が可能となる。

# 船舶電子航法ノート (114)

木村 小一

## A・7・3・11 船舶用のGPS受信機の一例

Sperry Marine 社では、1981年船舶用のGPS受信機の試作例を発表している。この受信機的设计思想は、アメリカの沿岸での航法用は1分1回の測位の更新で±¼海里(95%)が要求されていることから、それを満足することを目標としての1チャンネルのC/Aコードのみの受信機で、出力は緯度、経度と時間のみとする、というものであった。

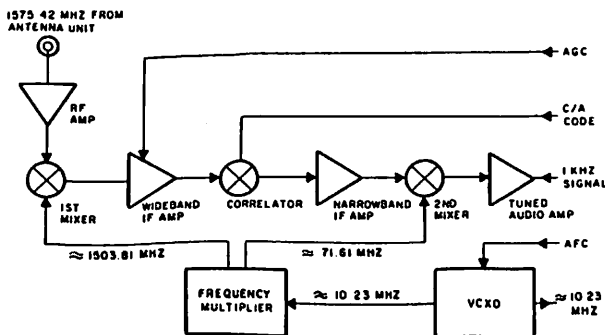
受信機の中間周波(IF)部までの構成は第A・7・142図に示すとおりで、船上の無指向性に近いアンテナで受信された信号はフィルタと前置増幅器を通したのち、ケーブルで船内に導かれる。この信号は第1混合回路で第1中間周波数(IF)に落される。

この第1IFの相関器までの回路は、将来Pコード用にも使えるよう帯域幅が30MHzとなっている。相関器(Correlator)では、受信機内で作ったC/Aコードと到来信号の相関がとられ、信号は逆拡散される。この相関器後の所要周波帯域幅は信号捕捉過程での初期周波数誤差に当たる数kHzとする。

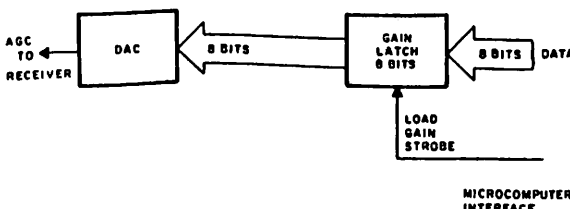
第2混合器で信号は1kHzに落され、このための局部発振周波数はフィードバックループをもった水晶発振器VCXOで作られる。衛星からの信号の一つが捕捉されると、この発振器はソフトウェア的に較正され、周波数の推定はより正確になる。

信号処理はベースバンドにすることなく、この第2IFの1kHzの搬送波のまま行われ、それによって受信機のハードウェアの単純化がはかれる。この1kHz増幅器の出力は、簡単な振幅検出器によって正規の周波数の±500Hzの信号を大きなSN比で捕捉でき、第A・7・143図に示す回路で信号はデジタル化され、コンピュータに送られる。信号の振幅は背景雑音と周期的に比較し、その比較値は第A・7・144図の回路で自動利得制御信号を作り、また、τデサと呼ばれる相関検出器のために信号の質の時間的変化の比較を行う。

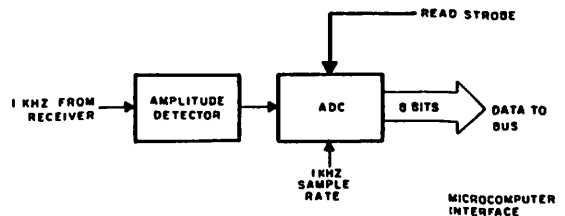
第A・7・145図は受信機のVCXOの周波数を自動制御するための回路であり、ここでの信号には衛星からのデータ変調信号が含まれているので衛星からのZカウントとビット同期出力で受信期の時計を1ms以内に合わせる。衛星からの信号のドップラー周波数は大きくなるの



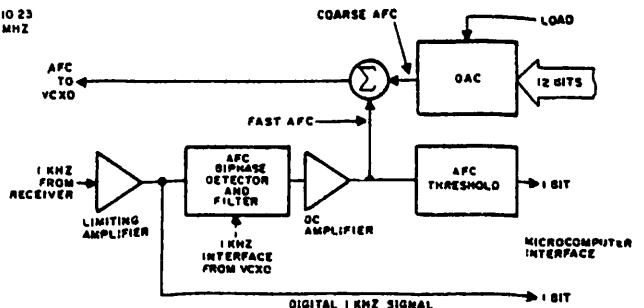
第A・7・142図 Sperry 受信機の高周波部



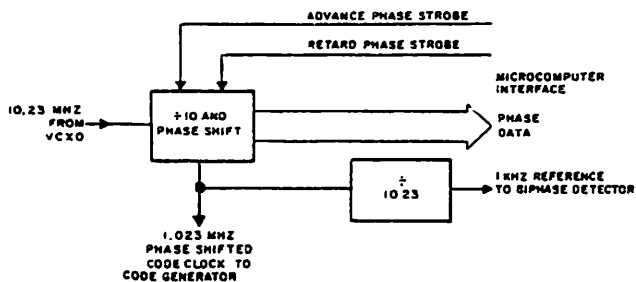
第A・7・144図 Sperry 受信機のAGC回路



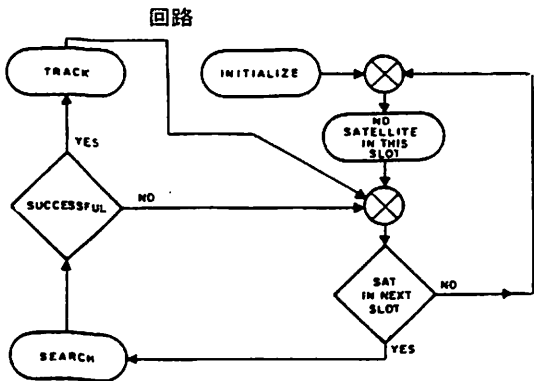
第A・7・143図 Sperry 受信機の信号検出部



第A・7・145図 Sperry 受信機の周波数制御回路



第A・7・146図 Sperry 受信機の信号の捕捉と追跡の回路



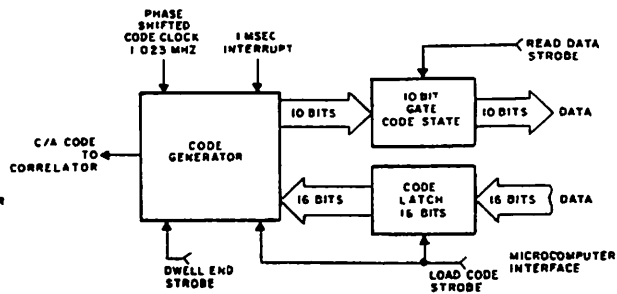
第A・7・148図 Sperry 受信機のソフトウェア

で、コンピュータのソフトウェアで概略の補正をデジタル/アナログ変換器 (DAC) を通じて行い、二相検出器の出力によって細かい位相誤差信号を作る。

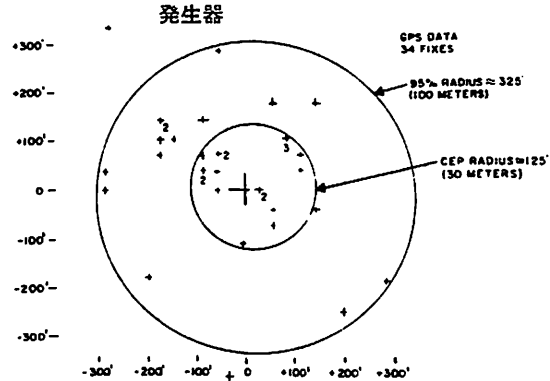
第A・7・146図は受信機で作ったC/Aコードを衛星からの到来コードと時間的に相関させ、その相関を保つための追跡をする回路である。受信機内で作られるコードの位相はコンピュータによって段階的に速い速度で、相関がとれるまでシフトされる。追跡中は相関の尖頭値を検出するため、位相を少しずつ進み遅れをさせる。これを前述したとおり「デサ」という。

第A・7・147図は測距のための回路で、その中心となるのはタイミングがとれたときに、できるだけ正確にコードを操作をしている時計を止めることである。時計の移相中も停止中も発生コードの状態はコンピュータにひまを見て取込まれる。すべての衛星に対する距離の測定値は共通の時間ベースを基準とするように自動的にセットされる。コード発生器をつぎの衛星のコードに切替えるときは、コンピュータはその衛星の状態にプリセットするようにする。

この受信機のソフトウェアには、始動と衛星選択、データ計算、受信機の制御、データの入力、表示および外へのインターフェースなどのプログラムがある。実時間プログラムの簡単な流れ図を第A・7・148図に示す。あ



第A・7・147図 Sperry 受信機のC/Aコード



第A・7・149図 静止試験結果

る時間スロットに衛星からの信号がなければ、つぎのスロットまで待つてつぎのスロットに移る。

4つのスロットのどれかに衛星が割当られ信号が来れば、このプログラムはサーチへ進み、サーチ時間を短くするようにコンピュータは、コードの状態と周波数を予じめセットする。最大のサーチ時間でもサーチが完了しなければ、つぎのスロットに移る。信号が検出されれば、プログラムは追跡に移り、データ収集がはじまる。約2分間に集められた3回の完全なデータフレームのデータを集めて受信精度を確認のうえ、測位計算のためにデータを記憶しはじめる。

追跡が行われるとデータのビット同期が確かめられ、自動周波数制御の電圧が記録される。代表的には1衛星15秒の追跡の終りに、コードの状態が擬似距離の計算用に記録される。測位計算には少なくとも同じ衛星の引き続く2回の測定距離が使用される。

これらの受信機回路は試作品として組立てられ、3衛星による二次元測位の実験が行われた。各衛星の5回の連続する距離測定値を使い、その中央の時間が位置決定に使用された。第A・7・149図は衛星の配置の幾何学が比較的良好なときの約1分間隔でとった一連の互いに独立した決定位置である。CEP (確率誤差円の半径)で30m、95%円の半径で100mの測位精度が得られている。

&lt;第 58 回&gt;

## 第18回救命設備小委員会の報告

運輸省海上技術安全局

今回は昭和61年6月23日から27日までの間開催された第18回救命設備(LSA)小委員会の審議概要を報告する。御存知のようにSOLAS条約の1983年改正によって第Ⅲ章「救命設備」は全面的に改正されたわけであるが、前回の第17回LSAはこの1983年改正の採択前の1982年1月に開催されており、それ以来4年5ヶ月間にわたり本小委員会は事実上休会状態にあり、久々の開催となった。

### 1. SOLAS条約第Ⅲ章第6規則の改正 (議題3関連)

現在COM小委員会を中心に審議されているFGMDSS(将来の全世界的な海上遭難安全システム)のうち生存艇用の無線救命設備については、LSA小委員会で取扱うこととなっており、今次会合で第Ⅲ章第6規則の改正案を作成することとなっていた。

主な審議項目は以下の4項目である。

#### (1) レーダートランスポンダー(SART)の搭載要件

我が国は本件に関し、原則としてすべての生存艇にSARTを備えつけるべきであるとのコメントを提出しており、米国、ノルウェーがこれを支持したものの、ギリシャは、各生存艇ごとの搭載はSARTの数が多くなりすぎ、船主の負担が大きいため、本船の各舷1個でよい旨主張し、英国もこれを支持した。本件については、種々の海難状況を想定したうえでの意見が多数の国から出され、結果として搭載要件は、次のいずれかを採用してよいこととなった。

(イ) 第Ⅲ章第26規則1.4による生存艇以外の生存艇に迅速に持ち込める場所に備え付ける場合は本船の各舷に少なくとも1

(ロ) 各生存艇に1

さらに本件に関連し、生存艇への搭載が要求されているレーダー反射器に関し、SARTが生存艇内に搭載されていればその生存艇へのレーダー反射器の搭載は不要であるとの意見が出され、第38規則5.1.14及び第41規則8.30の適用上SARTはレーダー反射器の同等物と見なすこととなった。

#### (2) 双方向VHF無線電話設備の搭載要件

本件に関しても我が国は、SOLAS 1983年改正の双方向無線電話設備と同様に、少なくとも3台搭載することというコメントを提出していたが、さほど議論もなくそのように決定された。

#### (3) 衛星系EPIRBを膨脹式救命いかだに収納しておく件

本件については、衛星系EPIRBの救命いかだ外部からの手動発信が困難なこと及び衛星系EPIRBの定期点検が困難であることに鑑み、勧められないということで意見の一致を見た。

#### (4) 第Ⅲ章第6規則改正の発効日

本件について我が国は、現行システムの設備の償却期間を考慮し、改正第6規則の現存船への適用はFGMDSS導入後十分な期間をおいてから行うべきであるとのコメントを提出しており、この旨主張した。

この考え方は、生存艇用以外のFGMDSS設備についてCOM小委員会で検討している「現存船への段階的導入」とも調和するため、比較的受入れられやすいものと思われていたが、これに対し、米国及び英国は、生存艇用EPIRBに比べSARTが安価であること、SARTのローケティング機能は満足できるものであることを挙げ、1983年改正の現存船には生存艇用EPIRBを要求するかわりにSARTを要求するほうが適当である旨主張し、1983年改正によって同改正の現存船に生存艇用EPIRBの搭載が義務付けられる日(1991年7月1日)をもって今回案を作成した第6規則を適用すべきと主張し、大方の賛同するところとなった。

しかしながら、この改正第6規則はFGMDSSと一体で発効するものであるため、とりあえず第31回COMで決定されたFGMDSS発効日(1991年8月1日)としておくものの、FGMDSSの発効日自体を1ヶ月早め、7月1日とすることの可能性についてCOM小委員会の意見を問うこととした。

またMSC/circ. 423(生存艇用EPIRBの同等物としてSARTを認めるが、あわせて衛星系EPIRBの搭載も勧めるという内容のサーキュラー)の内容に鑑み、SARTの導入に合わせ、①アラートのための衛星系EPIRBの導入を1991年8月1日(7月1日)からに早め

るか、又は、②衛星系EPIRBの導入日は現在のCOM小委員会での審議結果のままとするか、1991年8月1日〔7月1日〕から搭載することを勧告する総会決議をするかをCOM小委員会の意見を問うこととなった。

今日作成された第Ⅲ章第6規則の改正案はさらに第32回COMで審議されることとなっており、最終のものではないが、LSAでの結論としてはLSA18/wp. 1/Rev. 1を参照されたい。

## 2. SOLAS条約1983年改正の解釈

### (議題4 関連)

本件に関しては、10ヶ国から成る作業部会が編成され、ノルウェー、オランダ、米国、西独及び英国の提出文書をもとに審議された。以下項目ごとに合意事項を列挙するが、これらはいずれも1983年改正の新Ⅲ章の規則を表わしている。本解釈については、MSCに提出され承認を得た後、サーキュラーの形で各国に送られる予定である。主要なもののみ列挙すると以下のとおりである。

#### (1) 第13規則1.2

作業部会においては英国提案をもとに旅客船において安全上適当と考えられる救命艇等の積付高さは、〔13.5 m〕であるとされたが、本会議ではこれは条約改正となるため反対する国が多く、結局解釈には含まず次回以降検討することとなった。

#### (2) 第23規則及び第29規則

救命いかだ固縛用のフロートフリー装置は、十分な強度があれば、1個で数個のいかだに用いる設計としても差し支えないことが確認された。

#### (3) 第33規則2.3

イメージジョン・スーツの試験中、手指の耐寒作業性試験は水中6時間後でなく水中1時間後行うことで差し支えないとした。

#### (4) 第38規則1.3

膨脹式救命いかだへの飛降り試験時にキャノピー非展張の事態の飛降り実施が要求されているが、これによりキャノピーのみを非展張としうようその膨脹機構を主気室から分離し別個のものとするような設計とする要求はされないことが確認された。

#### (5) 第41規則1.1

救命艇の損傷時復原性試験に際し、没水した人体の部分の重さの減少は考慮に入れうるとされた。

#### (6) 第41規則1.2.2

5ノット航進中救命艇を進水する離脱装置の機能を試験する場合、ショップテストにおいてダビットのつり索が前後方向と左右の方向に傾斜したそれぞれのケースに加え、これら2つの方向を合成したケースについても試験する要領がまとめられ、これも行うべきであるとされた。

#### (7) 第41規則1.5, 1.6, 7.7, 8.1, 第44規則5及び第48規則1.4

フリーフォール型の救命艇は、その特殊性を勘案し、基準の適用に当り柔軟性を持たせるべきであるとされた。

#### (8) 第41規則1.5

IMO総会決議A.521中1/6.4.1の要領は条約の趣旨を反映していないとされた。すなわち、過負荷試験に際し、救命艇の艇体自重も加味して行うこととしている第41規則1.5のとおりに試験を行うべきであるとされた。

#### (9) 第41規則5

救命艇内で乗艇者が一方の舷に片寄った場合の艇の傾きの限度を定めることが必要であるとされ、横傾斜 $20^{\circ}$ 以内、また、 $45^{\circ}$ 傾斜時のGZが0.2 mあることとの意見が大勢を占めた。

#### (10) 第46規則及びA.521パラ6.17

耐火救命艇の水膜と水量の測定は、いずれか一方のみの測定で差し支えないとされた。

#### (11) 第48規則2.6

生存艇の降下速度は、定員満載状態時の降下速度を基準の式の数値とすることとした。

#### (12) 第48規則6

救命いかだ進水装置の振り出しは、手動で差し支えないとされた。

## 3. 救命設備のシンボルの検討(議題6 関連)

SOLAS条約1983年改正Ⅲ章第9規則で引用されているが、未だIMOの総会決議として完成していない救命設備の(操作方法の指示も含む)シンボルの検討は、第17回LSAにおいて作成された資料と今回米国から提出された資料(LSA17/8 Annex 6及びLSA18/6/1)を基に行われ、船舶に於て使用することとなるシンボルに係わるIMO総会決議案が米国案を中心に作成された。

審議の過程でオランダは国内的に本年7月1日に合わせてすでにISO式(LSA17/8)を取り入れる方針を取っており、今回決定のシンボルについては周知期間が必要である旨述べ、また、ソ連もオランダを支持し、さらに7月1日に向けてすでに準備したのものもあり、今回



IMOコーナー

IMOコーナー

の作成ではすでに遅すぎるため、決議案を検討し作成すること自体が無意味であるとの意見を述べた。

しかし、大勢は決議案作成に賛同し、これを第15回総会決議とするために準備し、かつ、早急に各国へ周知するようMSCに求めることとなった。

4. MODUコード第10章(救命設備)の見直し(議題9 関連)

本件については、作業部会が設けられ、LSA18/9/1(第29回DEで作成された第10章の改正案)をもとに審議が行われた。主な審議結果は次のとおりである。

- ① 第29回DEで示された次の意見が合意された。
  - トレーニング：メンテナンス等の規定を第10章に設けること。
  - Surface unitにはSOLAS第三章の要件を課すること。
- ② パラ10.1.2.3(改正案)の"Small unit"という表現はあいまいであり、明確化される方向で議論

がなされたが、具体的な数字で規定することは困難であることから、結局主管庁の判断にまかせるとの方向で結論づけられた。

- ③ パラ10.3.1(改正案)の"persons on watch"の意味は"persons on duty"のことであり、掘削作業に従事している者も含まれるというのが一般的な認識であることが確認された。

検討の結果はLSA18/wp.5及びLSA18/wp.5/corr.1にMODUコード第10章全体の改正案の形でまとめられ、MODUコード見直しのlead小委員会であるDE小委員会に検討のため送られることとなった。

以上、第18回LSAの主要議題について概説したが、パラ2(SOLAS条約1983年改正の解釈)、パラ3(救命設備のシンボル)に関しては、9月に開催される第53回海上安全委員会での審議により何らかの進展又は変更が見られると思われるのでそちらも合わせて注目していただきたい。

●成山堂の造船関係図書●

船型百科 上巻

各種船舶の機能と概要  
月岡角治著 各種船舶の機能・構造・形状等を図面を用いてわかりやすく解説。要点は簡条書きでまとめた。船舶の概要を知ろうとする人から造船に携わる人まで応えられる書。  
A5判 定価二四〇〇円(〒三〇〇)

船舶機関規則の解説 (61年版)

附・漁船特殊規程第70条  
運輸省海上技術安全局監修  
船舶機関について検査を行う際、その判断基準となる「船舶検査心得」に忠実に沿ってまとめたもの。  
A5判 定価二八〇〇円(〒三〇〇)

船体構造力学

山本善之 大坪英臣 角洋一 共著  
藤野正隆  
船体構造に関する海難史に始まり、材料と破壊力学、船体の局部強度・全体強度・構強度さらに波浪中における船体の挙動等を詳説。造船技術実務者の参考書として最適。  
A5判 定価二八〇〇円(〒三〇〇)

船舶工学用語集 和英対照

日本造船学会編  
船舶工学の分野を軸に、原子力工学・システム工学・海洋関係等の幅広い範囲から約1万語を収録。船舶関係者の必備書。  
A5判 定価六八〇〇円(〒三五〇)

造船テキスト研究会著  
商船設計の概要  
A5判・定価6000円(〒350)

面田信昭著  
船舶工学の基礎  
A5判・定価3000円(〒300)

運輸省海上技術安全局監修  
造船統計要覧 (1986年版)  
A6判・定価2000円(〒250)

橋本徳馬著  
船舶の速力と馬力の概算法  
A5判・定価2800円(〒300)

|||||||海事図書の|||||||

成山堂書店

〒160 東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル内  
TEL 03(357)5861 FAX 03(357)5867

☆図書目録無料進呈中☆  
振替口座東京7-78174

# 昭和61年度(9月分)新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		4 月 ~ 9 月 分				9 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	27	904,652	1,381,950		4	156,290	226,450	
	油槽船	3	54,590	60,980		0	0	0	
	その他	2	33,400	13,400		0	0	0	
	小計	32	992,642	1,456,330	116,104 百万円	4	156,290	226,450	17,080 百万円
輸出船	貨物船	50	953,054	847,245		1	38,000	13,500	
	油槽船	7	418,790	353,489		3	318,000	187,530	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小計	57	1,371,844	1,200,734	216,039 百万円	4	356,000	201,030	75,853 百万円
合 計		89	2,364,486	2,657,064	332,143 百万円	8	512,290	427,480	92,933 百万円

●編集後記●

□皮肉にも“ヤンキー”と名付けられたソ連の旧式原子力潜水艦が、10月6日沈没した。北大西洋の魔の海域で火災を起こし、自国船でえい航中、破損部分から浸水してのこと。この原潜には核ミサイル16基が搭載されていたが、爆発も、加圧水型原子炉2基からの死の灰流出も、目下心配ないと米ソは見ている。沈んだバミューダ諸島北東海域は水深5400mの深海だからとのこと……。地上の550倍の水圧に閉じこめられて、ミサイルにも原子炉にも「何も起こらない」と専門家は言っているが、その保証はない。また、旧式ミサイルの液体燃料は爆発しやすいとのことである。他にもソ連原潜は、過去数ヶ所で火災を起こしている。

□世界的な海運不況の影響で各国船級協会の仕事量が減少しているなかで、米国の協会ではこの事態に対処するため経費節減にとどまらず、本格的な事業拡大に乗り出した。その内容は、既存事業の拡張では、設計分析(構造・流体・疲労分析)、構造の一部計測(ひずみ・騒音測定・振動測定)。更に顧客層を拡大し、今後は官庁の仕事

(自国だけでなく他国政府も対象)にも大いに取り組む。また船級以外の事業では港湾や公共施設(電気・ガス)の開発とメンテナンスなどである。海運関係にたずさわる事業各社は、生きのびるため必死に新事業に取り組んでいる。

□海運・ニッポンの先陣を切ってきた神戸の造船所で10月15日、同工場として最後の新造船であるパナマの貨物船が進水した。設備の大幅削減などを骨子とした海運造船合理化答申後、大手造船会社で最初の船台の凍結だが、皮肉なことに、この日は同社の創立90周年記念日にあたるそうだ。現在なお造船王国として世界を支配している我が国である、各社とも何とか頑張ってもらいたい。

□先般某在京船社の船上パーティーの招きを受け、横浜港をおとづれた。船はケミカルタンカーで、世界を一周するD/W12,000トンの船である。船内に案内されて驚いたことは会場のテーブル上に、お酒でなく外国産の珍味トロピカルフルーツがたくさん盛ってあり、南国の味覚と同時に、このユニークな催しは楽しかった。

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

予約金 { 6カ月分 6,900円  
1ケ年分 13,200円 (送料共)

運輸省海上技術安全局監修  
造船海運総合技術雑誌 船の科学  
©禁転載 第39巻 第11号 (No.457)  
発行所 株式会社船舶技術協会  
〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリンビル)  
振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

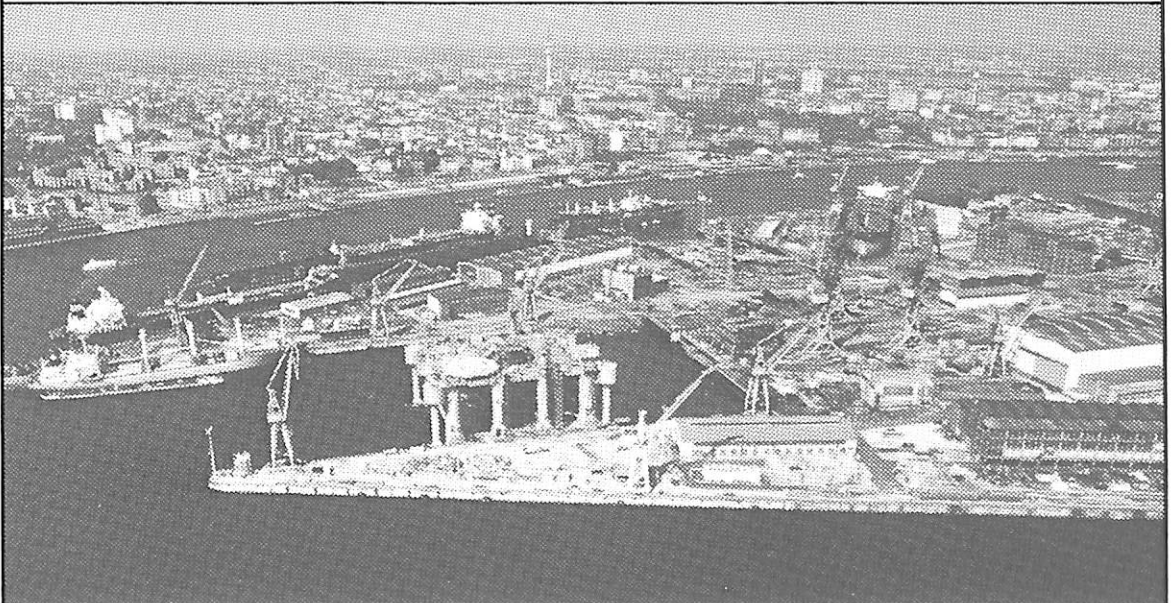
昭和61年11月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }  
昭和61年11月10日発行 { 第3種郵便物認可 }  
定価 1,200円 (〒55円)

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

# 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 = 157.0×22.8m(18,000D/W)  
180.0×28.0m(22,000D/W)  
320.0×52.0m(250,000D/W)

162.5×24.5m(18,000D/W)  
217.0×31.8m(50,000D/W)

GRAVING DOCK = 351.2×59.2m(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

昭和六十一年十一月五日印刷  
昭和六十一年十一月十日発行  
昭和六十一年十二月三日第三種郵便物認可

船の科学

定価 一三〇〇円

東京都中央区新川一丁目三十一番七号マリニビル  
(株)船舶技術協会  
電話 東京(電)八七九八番



# 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N ●共石GCオイルN
- 共石スクリュウ ●共石RSコンフ

#### 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

- 共石エバブルーフ

#### 圧延に

- 共石ロータス

#### 電気絶縁に

- 共石2号トランス ●共石HS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)