

船の科学 4

1986

VOL.39 NO. 4



大阪商船三井船舶・馬場大光商船向け
重量物運搬船“あるふす丸”

載貨重量21,183t 1機ディーゼル8,750PS
ヘビーテラック400t他4基 満載航海15.0kn

日立造船・舞鶴工場建造

 **日立造船株式会社**

356 SUNNY DAYS!!

修繕と改造はカリブ海“キュラソー”で…
降雨量は年間わずか400ミリ。



- | | |
|--|----|
| 設 | 備 |
| ●修繕ドック | 2基 |
| 150,000 dwt | 1基 |
| 28,000 dwt | 1基 |
| ●1,800m(総延長)修繕岩壁 | |
| ●各種クレーン(ドックサイド)9基 | |
| 事業内容 | |
| ●船舶の修繕・改造 | |
| ●発電機・モーターの修繕と巻換え | |
| ●電子機器及び自動化装置の修繕 | |
| ●年中無休サービス、ジェット便は北米、南米、ヨーロッパ各地へ直行便毎日運航。 | |

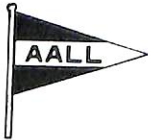
会社別主要御得意先(順不同)

大	洋	高	船	北	真	船	船	東	京	マ	リ	ン
三	光	汽	船	英	雄	海	運	安	保	商	店	業
日	正	汽	船	萬	野	汽	船	日	魯	漁	業	運
上	海	運	会	東	興	海	運	雄	洋	海	運	運
関	汽	外	航	大	日	マ	リ	シ	ン	コ	マ	リ
近	タ	カ	一	乾	マ	リ	ン	ン	コ	マ	リ	タ
鹿	島	汽	船	山	新	日	本	永	井	海	海	運
	阪	船	三	下	兵	海	汽	大	洋	海	汽	船
	野	三	井	住	友	商	運	神	運	汽	船	船
	中	海	船	野	野	商	事	八	幅	汽	船	船
	中	運	運	矢	野	商	運	共	シ	船	船	船
	中	送	送	野	野	商	運	共	シ	船	船	船
	中	送	送	野	野	商	運	共	シ	船	船	船
	中	送	送	野	野	商	運	共	シ	船	船	船



CURACAO DRYDOCK COMPANY INC.

Curacao NETHERLANDS ANTILLES

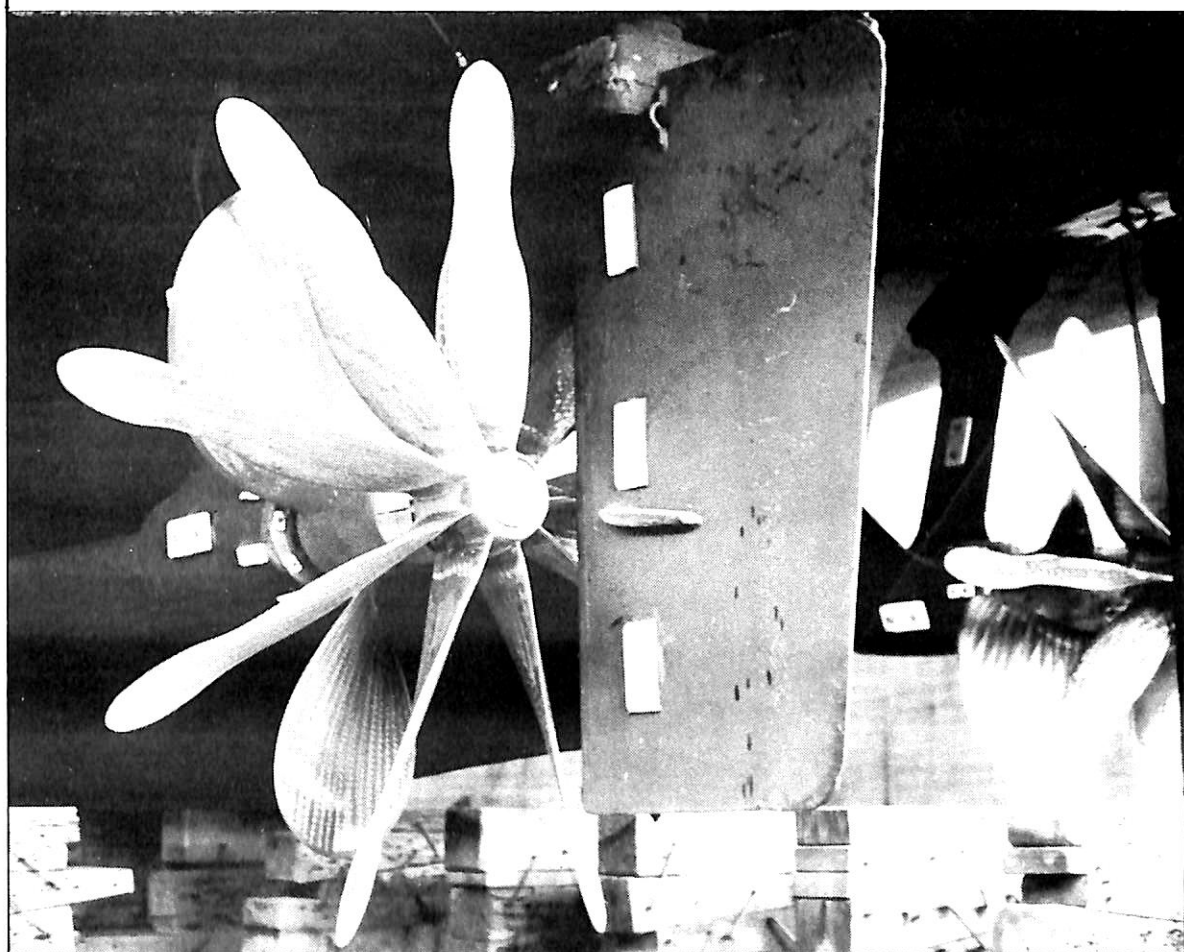


総代理店 オールランド コンパニー リミテッド

〒105 東京都港区西新橋1-1-3(東京桜田ビル) 電話(03)(503)2030(代)
テレックス222-3266 "AALL J"
〒650 神戸市中央区東町113-1(大神ビル) 電話(078)(391)7801(代)
テレックス5622-401 "AALL KB J"

技術のナカシマ

世界に活躍する



ナカシマプロペラ株式会社

ナカシマエンジニアリング株式会社

ナカシマ・ストーン・ビッカーズ株式会社

株式会社 システムズナカシマ

本社・工場 岡山市上道北方688-1

〒700-91 Phone(0862)79-5111

Fax (0862)79-3107

東京支店 Phone (03) 553-3461 Fax (03) 533-3420
札幌営業所 Phone (011) 737-5757 Fax (011) 737-5733
仙台営業所 Phone (0222) 23-8353 Fax (0222) 64-3620

大阪営業所 Phone (06) 341-0011 Fax (06) 347-0348
岡山営業所 Phone (0862) 79-5126 Fax (0862) 79-3107
福岡営業所 Phone (092) 461-2117 Fax (092) 473-8746

主機の大幅な回転変動にも追従できる!!

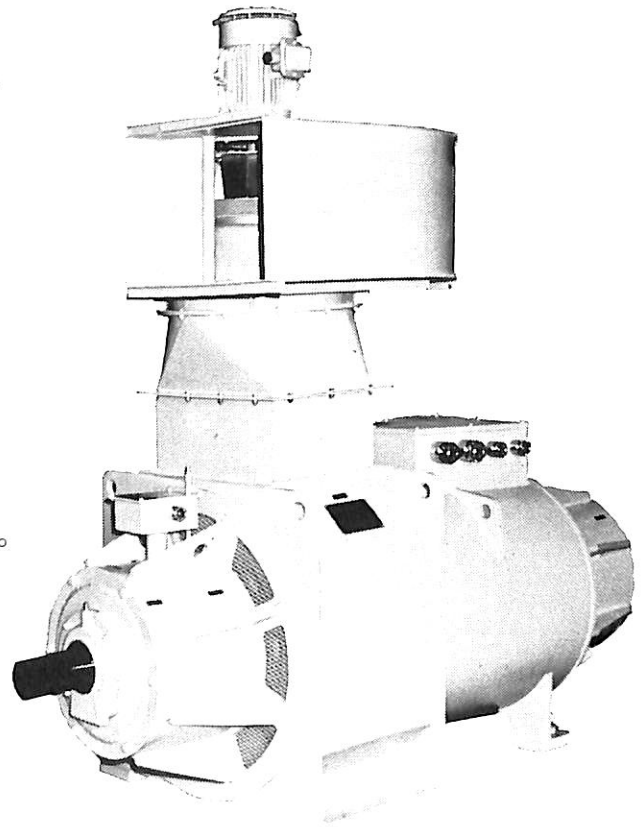
三信定速発電装置

—CG形《主機駆動三相交流発電機》—

■7.5KVA~250KVAまで各種豊富

運輸省設計承認・予備検査受検品

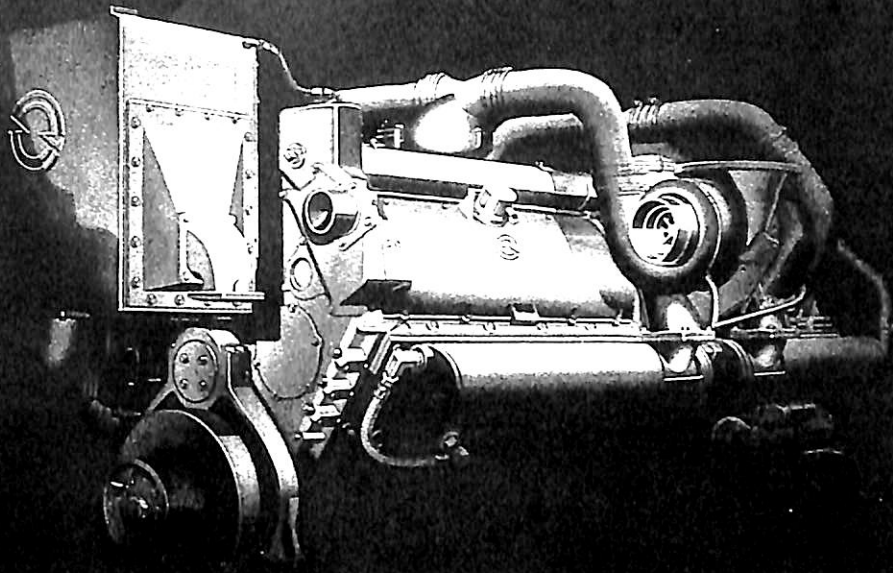
- 主機の大幅な回転変動や負荷変動にも常に一定の電圧と周波数が得られます。
- 電気特性が優れており、また動力負荷の始動にも優れた特性を発揮します。
- 他の発電機への負荷移行の瞬時並行運転はもとより、並行運転用の調整器使用により常時並行運転も可能です。
- 無線障害防止用対策は万全です。
- 主機特性に合わせた効率のよい使用方法により省エネ効果がより発揮されます。
- ブラシレス構造ですから保守が容易でしかもベアリング寿命対策も考慮してあります。
- 小形、軽量で設置しやすく、取付けスペースも節減できます。
- 各種絶縁対策も万全で、過酷な条件下でも長期の使用に耐えられます。
- 冷却は空冷方式であり、水冷方式などに比べ安全で設備も低減できます。



三信船舶電具株式会社
日本工業規格表示許可工場
三信電具製造株式会社

■本社 / 東京都千代田区内神田1-16-8
☎電話 (03) 295-1831 (大代)

■営業所
●福岡 (092) 771-1237代 ●室蘭 (0143) 22-1618代
●函館 (0138) 43-1411代 ●高松 (0878) 21-4969代
●石巻 (0225) 93-2115代 ●大阪 (06) 261-6613代



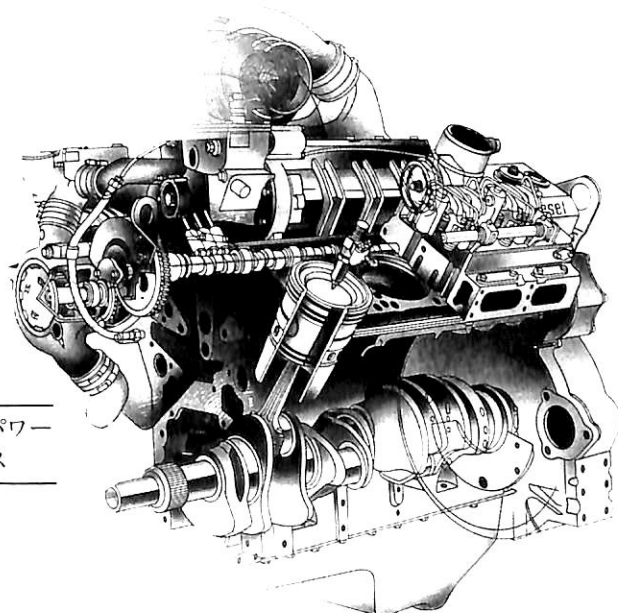
DETROIT DIESEL TECHNOLOGY

先進 高性能

先端の思想と技術で築いた

新たなディーゼル
テクノロジーコンセプト

コンパクトなボディに秘めた強力パワー
ハイオリティー・ハイパフォーマンス



THE SILVER ENGINES

GMからのコミットメント

Dependability

Fuel Economy

Serviceability

東京都中央区日本橋小舟町4-1
電話(03)662-1855(代表)

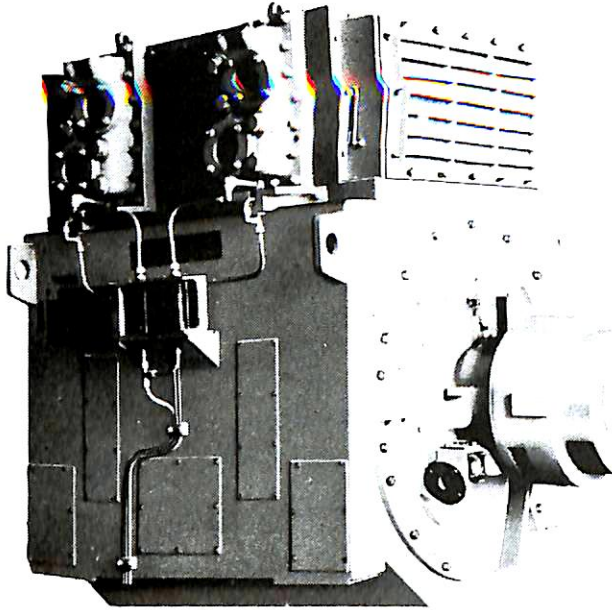


大阪市北区西天満2-6-8
電話(06)361-3836(代表)

ながい経験と最新の技術



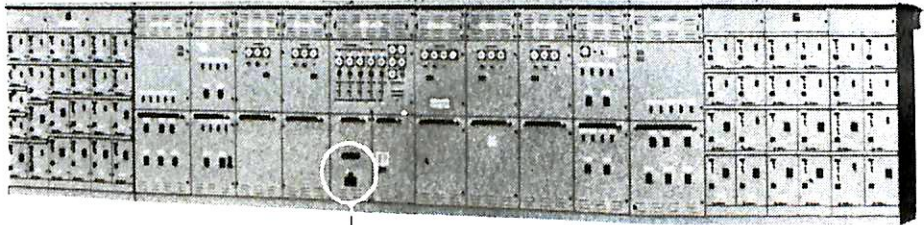
大洋の船舶用電気機器



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

4

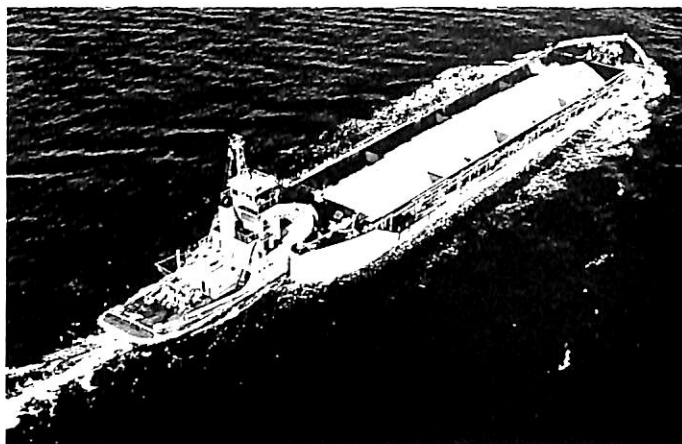
Vol. 39

目次

- 7 新造船写真集 (No.450)
- 17 フィンランドの最新鋭電気推進式砕氷船“OTSO” Wärtsilä
- 18 日本商船隊の懐古No.81 (マカッサ丸, 豊津丸) 山田 早苗
- 20 商船の映像 (32)「船と摩天楼」(パリ, ノルマンディ) 野間 恒
- 22 豪華クルーズ客船“HOMERIC”(スケッチによる船内紹介) 府川 義辰
-
- 25 3月のニュース解説(苦悩する造船労使) 米田 博
- 28 最新鋭重量物運搬船“あるぷす丸” 日立造船
- 35 $C_B = 0.78$ 低速中型船の1軸船型と2軸スケグ船尾船型との比較 船舶技術研究所
- 43 海外造船におけるCAD/CAMの導入 編集部
- 49 小型自航潜水艇用ディーゼル機関(CCDE)の開発 日本船用機器開発協会
- 51 国産初の高効率遊転プロペラ(ターボプロペラ)を実船に装着 ナカシマプロペラ
-
- 53 ●船舶塗料について<その8>
第2章 船底塗料 中国塗料
- 59 ●造船技術変遷史シリーズ
船型試験をめぐって<その26> 横尾 幸一
- 63 ●シリーズ・日本の艦艇・商船の電気技術史<その19>
第2章 商船の電気機装・電気機器 徳永 勇
-
- 67 造船工学覚え書<26> 川上 益男
- 71 冷凍運搬船<32> 角張昭介・椎原裕美
- 77 続・液化ガスタンカー<22> 恵美 洋彦
- 82 船舶電子航法ノート(107) 木村 小一
-
- 86 ●IMOコーナー(第51回)
第52回海上安全委員会の報告 運輸省海上技術安全局
- ニュース 「三井B&W型」ディーゼル機関世界初の累計生産1900万馬力を達成 三井造船
- 海外技短 暴風雨に強い浮揚服 G. R. ウッドフォード
- お知らせ 第2回技術セミナー開催「プロダクト/ケミカルタンカーの設計
・建造・運航と規則に関する最新の技術と動向」 船の科学編集部

“押船—舢艀船団に”アーティカップル

ピンジョイント式
自動連結装置



ボタン操作による
全自動方式

☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

タイセイ・エンジニアリング株式会社

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

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

受託試験、研究
施設設備の貸与
技術相談

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



船舶艀装品研究所

所長 芥川 輝 孝

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12

TEL 0423-94-3611~5

(競艇益金事業)



40次重量物運搬船 **あるぶす丸** ALPS MARU 大阪商船三井船舶株式会社・馬場大光商船株式会社

日立造船株式会社舞鶴工場建造(第4804番船)
 全長 152.637m 垂線間長 145.00m
 満載排水量 29,010t 総噸数 15,350 T
 (ベ)24,891.1m³ (グ)21,862.9m³ 燃料油槽 1,365.2m³ 艙口数 2
 デリック 30Lt×2 燃料消費量 24.5t/day へビーデリック 400Lt×1, デッキクレーン 50Lt×2,
 日立 B&W 7 L50 M CE 型(テ)機関×1 出力 (連続最大)8,750PS (133rpm) (常用)7,440PS (126rpm) 活水槽 763.5m³ プロペラ
 4翼1軸 補汽缶 コンボジット水管型×1 発電機 自己通風防滴型 762.5kVA (610kW)×AC450V×60Hz×3
 無綿装置 送(主)1.2kW×1 (補)125W×1 受(主),(補)RA-005A各1 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ ロラン
 NNSS 衝突予防装置 レーダー 船型 (試運転最大)17.09kn 船首楼付二層甲板型 航続距離 14,000哩
 船級・区域資格 NK 遠洋M0.A 船員 30名 乗組員 30名
 。居住区は、前方の見通しをよくするため8層とし、後部クレーンを居住区船側に格納するために左右非対称としている。(本文28頁参照)

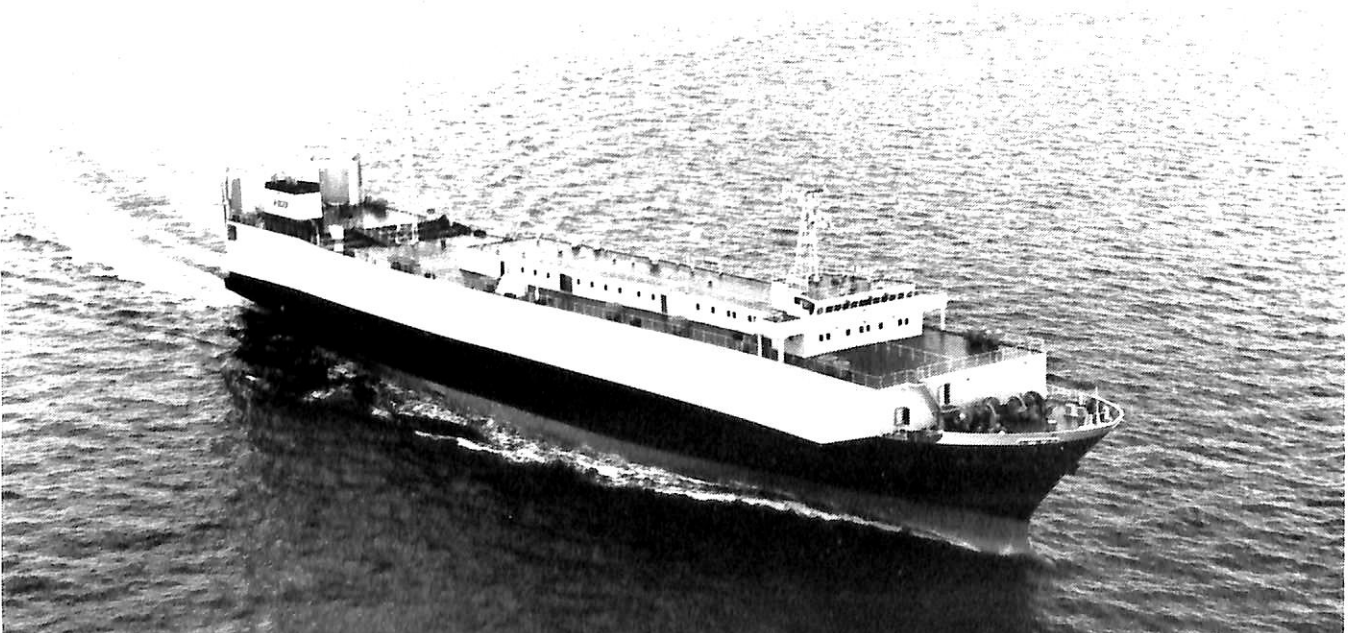


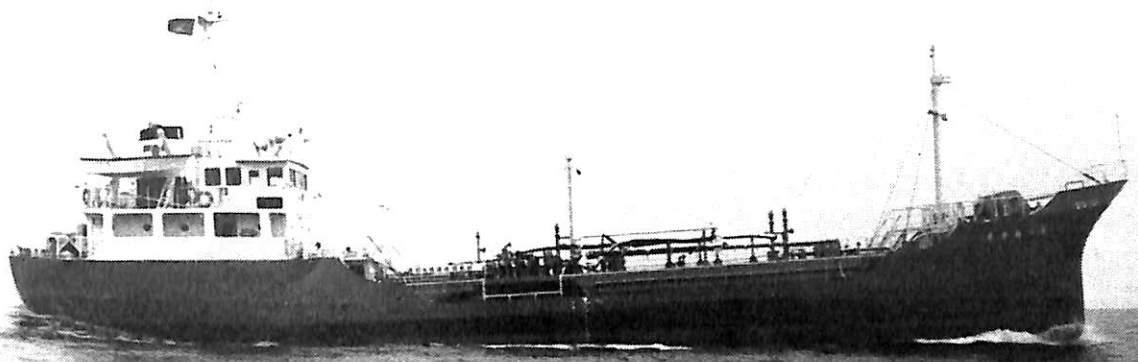
撒積貨物船 **かなでいあん れいんぼう** 東海商船株式会社
CANADIAN RAINBOW

株式会社サノヤス水島造船所建造(第1078番船) 起工 60-5-21 進水 60-8-20 竣工 60-11-15
 全長 169.33m 垂線間長 160.00m 型幅 26.60m 型深 16.00m 満載喫水 10.918m
 総噸数 20,929T 純噸数 9,446T 載貨重量 30,168t 貨物艙容積(べ)37,748.8m³(グ)38,884.1m³
 艙口数 6 ガントリークレーン 40t×25m/min×2 Cont. 搭載数 1,240 TEU/588 FEU
 燃料油槽 1,495.9m³ 燃料消費量 30.5t/day 清水槽 276.8m³ 主機関 住友-Sulzer 6RTA58型
 (デ)機関×1 出力(連続最大)10,050PS(108rpm)(常用)9,045PS(104.5rpm) プロペラ 4翼1軸
 補汽缶 1,200kg/h×7kg/cm²×1, 排エコ 1,100kg/h×11kg/cm²×1 発電機 大洋電機 600kW×3
 (原)ヤンマー 900PS×720rpm×3 (非)大洋電機 80kW×1 無線装置 送(主)0.5kW×1(補)110W×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)17.28kn(満載航海)15.0kn 航続距離 16,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 船首楼付平甲板船尾機関型 乗組員 28名 同型船 はわいあん れいんぼう

自動車運搬船 **第十一 とよふじ丸** トヨフジ海運株式会社

内海造船株式会社瀬戸工場建造(第507番船) 起工 60-7-6 進水 60-10-3 竣工 61-1-19
 全長 124.64m 垂線間長 112.00m 型幅 18.30m 型深 6.15/17.30m 満載喫水 6.05m
 総噸数 4,010T 載貨重量 3,515t Car 搭載数 750台 燃料油槽 480m³
 燃料消費量 15.1t/day 清水槽 109m³ 主機関 日立-B&W 8L35MC型(デ)機関×1
 出力(連続最大)5,080PS(168rpm)(常用)4,310PS(159rpm) 発電機 大洋電機 550kVA×AC450V×2
 補汽缶 堅形 パッケージ 6kg/cm²×1,076kg/h 無線装置 船舶電話 航海計器 レーダー
 (原)ダイハツ 600PS×720rpm×2 船型 多層甲板型 航続距離 9,100浬
 速力(試運転最大)18.58kn(満載航海)16.0kn 乗組員 16名
 船級・区域資格 NK 沿海
 ・自動車艙 6層。ホールランプは固定式で各甲板に1ヶ所ある,乗船甲板は後端両舷にショアランプを装備。



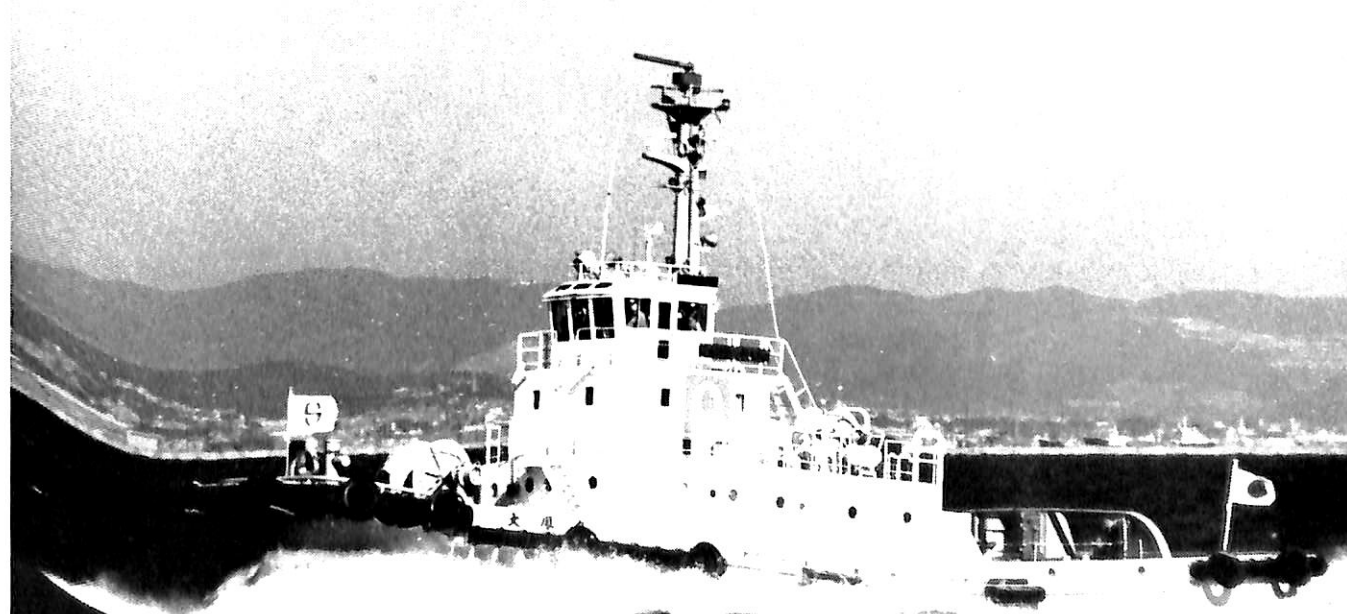


油槽船 **第八鶴廣丸** 船舶整備公団・京浜油槽株式会社
TURUHIRO MARU No.8

村上秀造船株式会社建造(第246番船)	起工 60-7-12	進水 60-9-18	竣工 60-10-11
全長 50.85m	垂線間長 46.00m	型幅 8.50m	型深 3.60m
満載排水量 1,012.30t	総噸数 284T	載貨重量 687.7t	貨物油槽容積 819.23m ³
主荷油ポンプ 400m ³ /h×50m×2	艙口数 6	燃料油槽 29.70m ³	燃料消費量 6.2t/day
清水槽 12.01m ³	主機関 新潟-6M26BGT型(デ)機関×1	出力(連続最大) 850PS(400rpm)	
(常用) 723PS(379rpm)	プロペラ 4翼1軸	発電機 ヤンマー 50kVA×70PS×1,200rpm×2	
無線装置 船舶電話 レーダー		速力(試運転最大) 10.757kn (満載航海) 10.33kn	
航続距離 1,026浬	船級・区域資格 JG 沿海	船型 膨張トランク付単底構造	
乗組員 5名			

タグボート **大鳳丸** 新東運輸株式会社
TAIHO MARU

株式会社大阪造船所建造(第438番船)	起工 60-9-27	進水 60-11-21	竣工 60-12-27
全長 31.10m	垂線間長 26.50m	型幅 8.70m	型深 3.90m
総噸数 157T	載貨重量 80t	燃料油槽 41.0m ³	満載喫水 2.90m
主機関 ダイハツ-6DLM-28型(デ)機関×2	出力(定格連続最大) 1,700PS×2(720rpm)	清水槽 34.5m ³	
プロペラ 4翼2軸	発電機 昭和精機 90kVA×AC225V×60Hz×115PS×1,200rpm×2		
無線装置 船舶電話	航海計器 レーダー	速力(試運転最大) 14.6kn (航海) 14.0kn	
船級・区域資格 JG 沿海	船型 平甲板型	乗組員 5名	旅客 12名
航力 前進最大 42t, 後進最大 40t			





ア ナ フ ィ
輸出散積貨物船 ANAFI

船主 Theal Shipping Corp. (Greece)

日本鋼管株式会社鶴見製作所建造(第1025番船)

全長 222.000m	垂線間長 212.000m	起工 60-4-2	型幅 32.240m	進水 60-5-24	竣工 60-9-11
総噸数 34,626T	純噸数 21,233T	載貨重量 65,282t	型深 17.800m	満載喫水 12.902m	船口数 7
燃料油槽 2,010㎡	燃料消費量 29.2t/day	出力(連続最大) 10,900PS (104rpm)	清水槽 231㎡	貨物艙容積(グ) 74,938㎡	主機関 住友-Sulzer 7RTA58型
(テ)機関×1	出力(連続最大) 10,900PS (104rpm)	発電機 大洋電機 (常用) 9,810PS (101rpm)	無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1	防滴ブラッシュレス 480kW×AC450V×720rpm×1	プロペラ 4翼1軸
補汽缶 堅型 油焚 AQ-3	(原)タイハツ 720PS×720rpm×1	無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1	受(主), (補) 90kHz~30MHz各1	衝突予防装置 レーダー	速力(試運転最大)
海事衛星装置 VHF	航海計器 デッカ ロラン NNSS	航続距離 21,500浬	船級・区域資格 DNV 遠洋 E.0.		
15.7kn (満載航海) 14.8kn	乗組員 26名				

ハーバ-ブリッジ
輸出コンテナ船 HARBOUR BRIDGE

船主 Kingfisher Shipping Co., S.A. (Panama)

常石造船株式会社建造(第563番船)

全長 224.00m	垂線間長 210.50m	起工 59-8-30	型幅 32.20m	進水 60-6-27	竣工 60-10-26
総噸数 34,285T	純噸数 12,193T	載貨重量 36,377t	型深 19.50m	満載喫水 11.522m	Cont. 搭載数
2,051 TEU. (冷) 265 FEU.	燃料油槽 2,810.8㎡	燃料消費量 57.4t/day	船口数 12	清水槽 445.6㎡	出力(連続最大) 22,140PS (83rpm)
主機関 三井-B&W 7L80MCE型(テ)機関×1	プロペラ 5翼1軸 (ハイスキュード)	出力(連続最大) 22,140PS (83rpm)	補汽缶 AQ-3 7,000kg/h	航海計器	
(常用) 18,820PS (79rpm)	無線装置 送(主) 1kW×1 (補) 130W×1	受(主), (補) 全波各1	発電機 (テ) 1,125kVA×3 (タ) 787.5kVA×1	衝突予防装置 レーダー	速力(満載航海) 20.0kn
非エコ 強制循環二段蒸気圧力式 5,500kg/h	航海計器 デッカ ロラン NNSS	航続距離 17,300浬	船級・区域資格 NK 遠洋	船首楼付平甲板型	
乗組員 30名					





安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。

結露・氷結から視界をまもりま。

変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、吹き付ける氷雪、操舵室の窓は、どうしても曇りがちです。

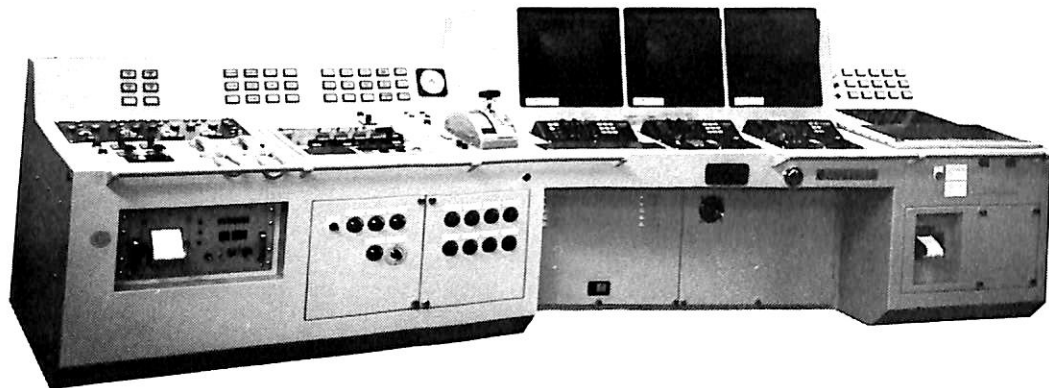
でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス表面に薄い金属膜をコーティングして通電発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜の保護や感電防止も万全です。またガラスは万一割れても破片の飛び散らない安全な合わせガラスです。

ヒートライト® C

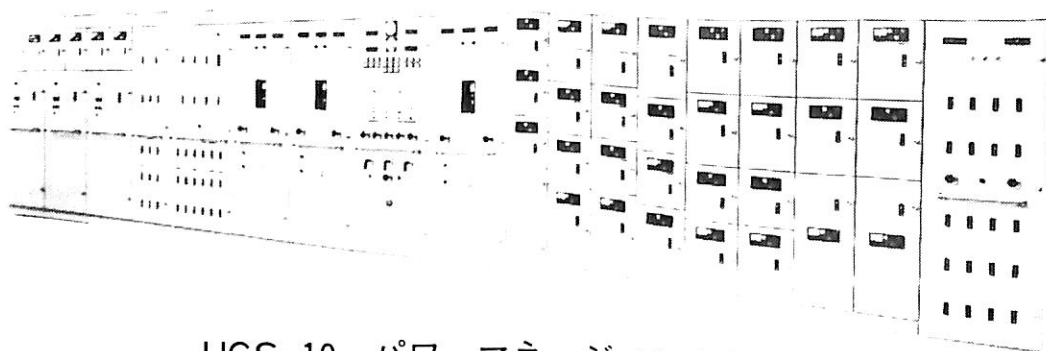
 **旭硝子**

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

渦潮電機の最新技術で 船の近代化・省力化と経済性アップ!!



UMS-35 マイクロコンピュータシステム



UGS-10 パワーマネジメントシステム

船舶電機のトータルエンジニアリング 設計・製作・艤装

渦潮電機株式会社

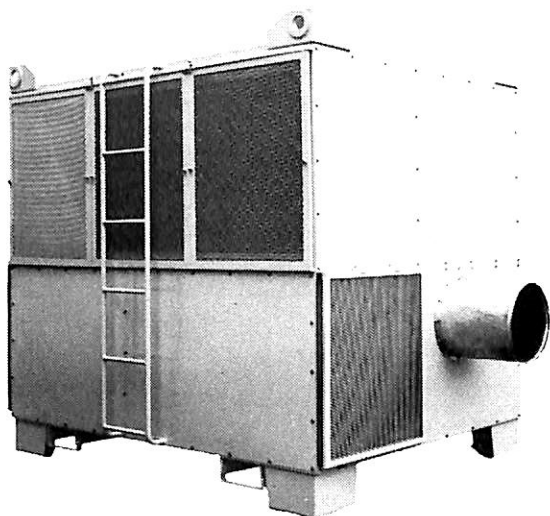
代表取締役社長

小田 道人 司

本 社 愛媛県越智郡大西町大字九王甲1520 TEL(0898)53-6111(代) FAX(0898)53-2266
東京営業所 東京都港区西新橋1丁目19-9 TEL(03)508-1266(代) FAX(03)508-1265
松山営業所 松山市南斎院町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

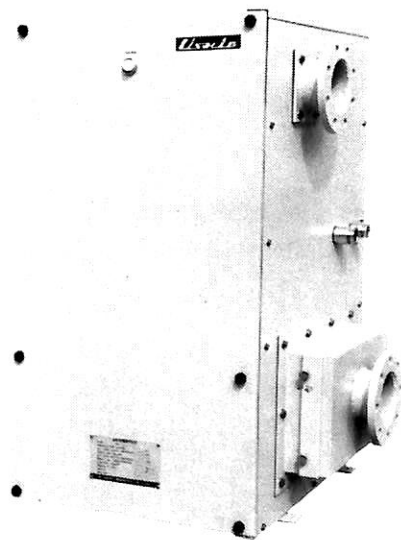
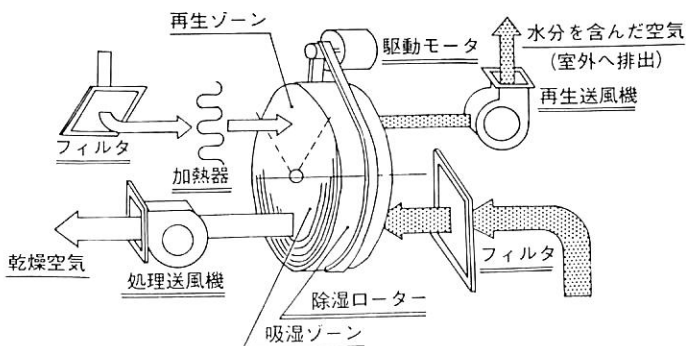


風神

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

貨物艀内除湿装置ドライキーパー

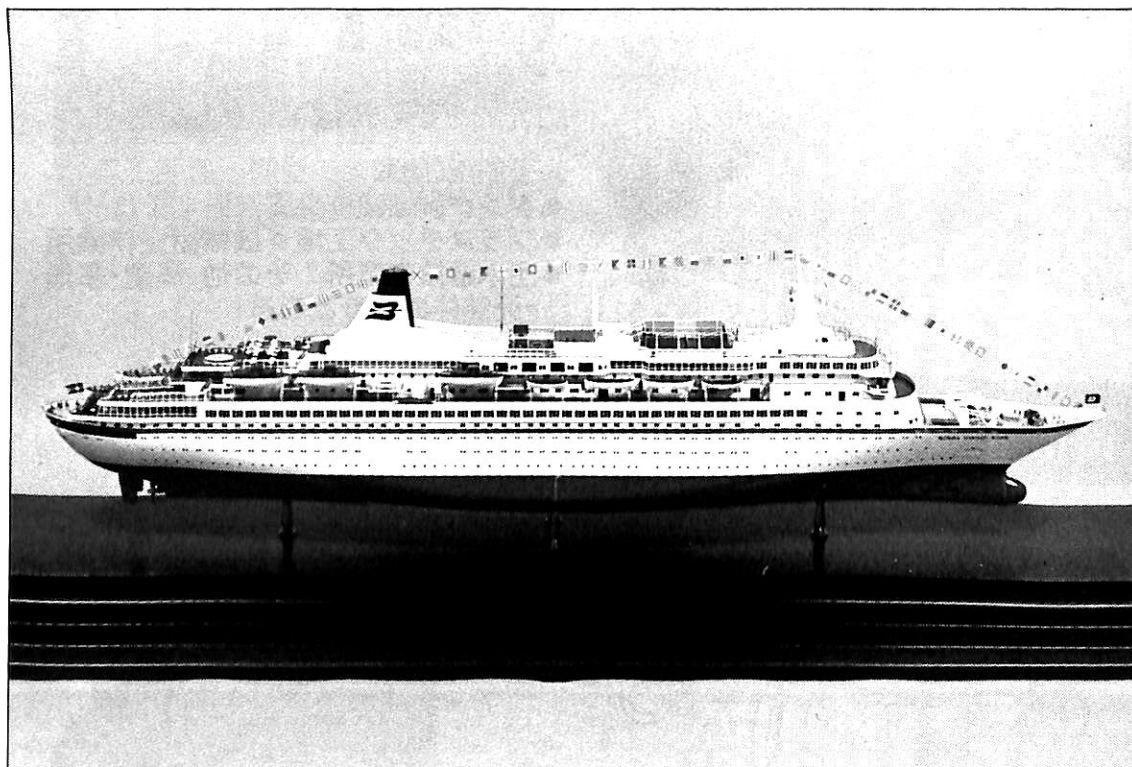


潮冷熱株式会社

代表取締役社長 小田 園

本社・工場	愛媛県越智郡大西町大字脇甲883-1	TEL(0898)53-2400(代)	FAX(0898)53-6363
東京営業所	東京都港区西新橋1丁目19-9	TEL(03)508-1266(代)	FAX(03)508-1265
松山営業所	松山市南齊院町179	TEL(0899)71-9945	
広島営業所	広島市中区本川町2丁目6-10	TEL(082)291-0958	

進水記念贈呈用に
不二の船舶美術模型を



客船“ロイヤル バイキング スター”

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

株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭 武 二
東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京 (998)1586

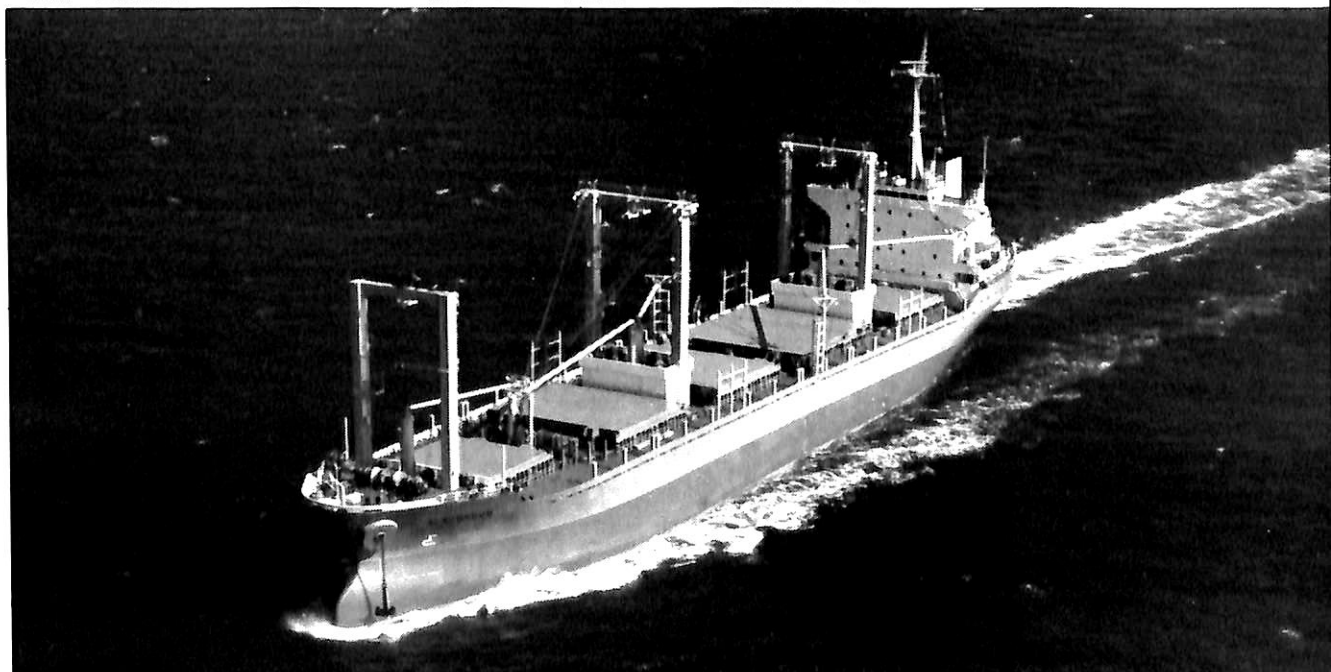


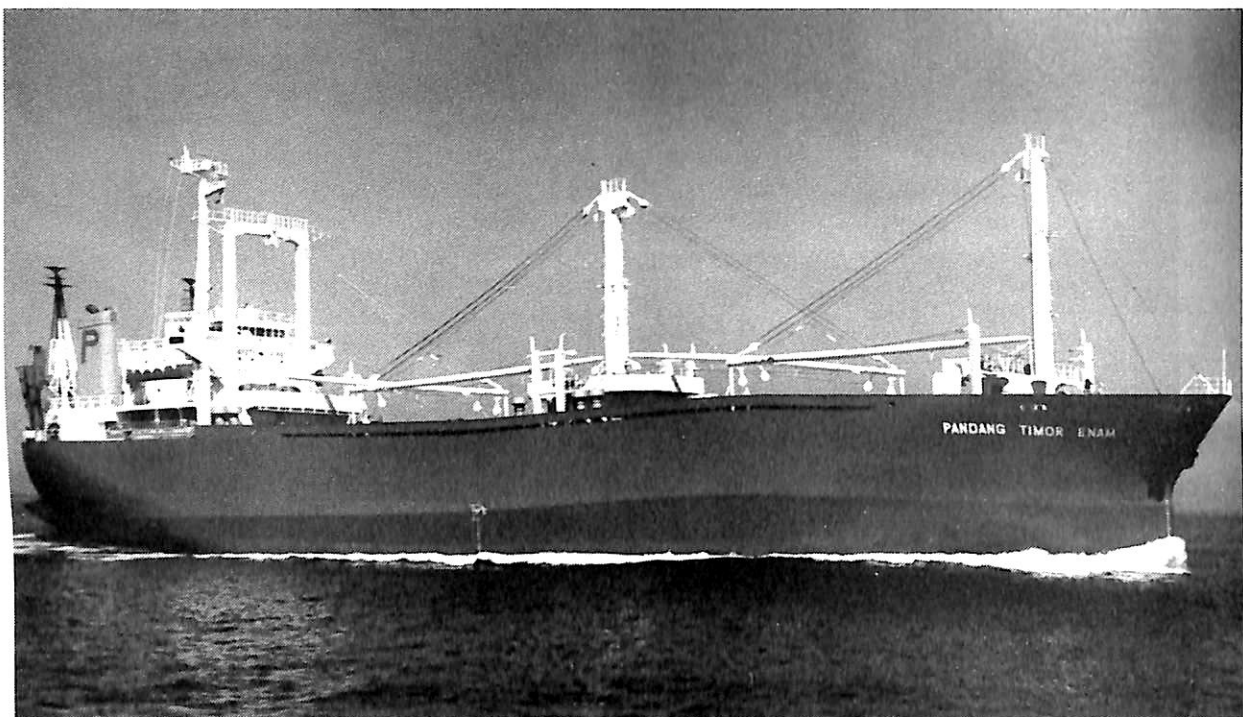
タワー ブリッジ
輸出コンテナ船 **TOWER BRIDGE**

船主 Eagle Express S.A. (Panama)	起工 60-5-27	進水 60-9-3	竣工 60-12-24
川崎重工業株式会社神戸工場建造(第1393番船)	型幅 32.20m	型深 19.50m	満載喫水 11.534m
全長 226.81m 垂線間長 210.00m	載貨重量 34,775t	艙口数 12	Cont. 搭載数
総噸数 34,487T 純噸数 13,140T	燃料油槽 2,056.2m ³	燃料消費量 64.0t/day	清水槽 467.9m ³
2,069TEU(含冷258FEU)	出力(連続最大) 24,500PS(83rpm)	(常用) 20,830PS(79rpm)	主機関
川崎-MAN-B&W 7L80 MC型(デ)機関×1	排エコ 4,900kg/h	発電機 富士電機(デ) 940kW×3	
プロペラ 4翼1軸	補汽缶 7,000kg/h	無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 130W×1	受(主),(補) 全波各1
(タ) 600kW×1, (非) ヤンマー 120kW×1	航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー	速力(試運転最大) 23.9kn	
船舶電話 海事衛星装置 VHF	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 船首楼付平甲板型	
(満載航海) 20.6kn	航続距離 17,100浬		
乗組員 30名	同型船 Bay Bridge		

アラコンバス
輸出散積貨物船 **ALACONBUS**

船主 Alacritas Shipping Corp. (Liberia)	起工 60-3-26	進水 60-7-4	竣工 60-10-4
林兼造船株式会社下関造船所建造(第1275番船)	型幅 27.20m	型深 13.45m	満載喫水 9.8995m
全長 155.00m 垂線間長 145.00m	載貨重量 24,682.7t	貨物艙容積(ベ) 31,618.0m ³	
総噸数 15,622T 純噸数 9,017T	トムソン, シップクレーン 25t×3, 35t×2	Cont. 搭載数 795 TEU	
(グ) 32,519.3m ³ 艙口数 5	燃料油槽 1,876.2m ³	燃料消費量 23.9t/day	清水槽 381.5m ³
主機関 三井-B&W 6L50 MC型	出力(連続最大) 8,640PS(133rpm)	(常用) 7,775PS(128rpm)	プロペラ 4翼1軸
(デ) 機関×1	補汽缶 堅円筒水管型 7kg/cm ² , 1,200kg/h×1	発電機 600kVA×720PS×720rpm×3	(原) ヤンマー
M200L-ET	無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1	受(主),(補) 全波各1	VHF
NNSS 衝突予防装置 レーダー	速力(試運転最大) 17.050kn	(満載航海) 14.5kn	航海計器
船級・区域資格 NK 遠洋	船型 ウェル甲板型	乗組員 39名	航続距離 22,000浬





輸出多目的貨物船 **PANDANG TIMOR ENAM**

船主 Jam Transport S.A. (Panama)
 16 本田造船株式会社建造(第733番船) 起工 60-5-21 進水 60-6-27 竣工 60-9-20
 全長 108.30m 垂線間長 99.80m 型幅 18.00m 型深 12.20/7.05m 満載喫水 6.65m
 満載排水量 9,448t 総噸数 6,295T 純噸数 2,229T 載貨重量 6,676.81t 貨物艙容積
 (ベ)13,017m³ (グ)14,494m³ デリック 25t×4 Car搭載数 105台,トラック(2t)50台
 燃料油槽 490m³ 燃料消費量 12t/day 清水槽 307m³ 主機関 赤阪-三菱 6UEC37H-II B型
 (テ)機関×1 出力(連続最大)3,900PS(210rpm)(常用)3,510PS(203rpm) プロペラ 4翼1軸
 補汽缶 油焚 600kg/h, 排ガス側 538kg/h, 常用圧力 7kg/cm² 発電機 大洋電機 346kVA×2
 (原)426PS×1,200rpm×2 無線装置 送(主)0.5kW×1(補)75W×1 受(主),(補)全波各1 船舶電話 VHF
 航海計器 レーダー 速度(試運転最大)14.2kn(満載航海)12.7kn 航続距離 8,200浬 船型 二層甲板型
 船級・区域資格 NK 遠洋 乗組員 23名 同型船 Pandang Timor Lima

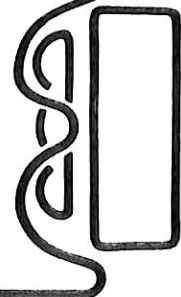
中川の総合防蝕エンジニアリングを!

ALAP®	(アルミニウム陽極)	NACC	(自動制御外部電源方式)
ZAP®	(亜鉛陽極)	CHLOROPAC	(海水電解式防汚装置)
MAGNAP®	(マグネシウム陽極)	ジンキー # 10	(無機質高濃度亜鉛塗料)
PT電極	(不溶性白金チタン電極)	NAFES	(電解鉄イオン供給装置)



中川防蝕工業株式会社

本社 (〒101) 東京都千代田区鍛冶町 2-2-2 ☎03(252)3181





ヴァルツィラ ヘルシンキ造船所は、フィンランド政府から1984年3月に受注をした砕氷船の内の1隻である“OTSO”を本年1月に竣工・引渡しをした。本船は、1950年代に建造されたKarhuクラス(9隻)の砕氷船にとって変わるもので本年冬からバルト海海域で姉妹船“KARHU II”との活躍が期待される。

主要目

全長 99.0m / 垂線間長 90.0m / 全幅 24.2m
 幅(WL) 23.5m / 喫水(DWL) 7.3m / 総噸数 7,066T
 / 機関4× Wärtsilä Vasa 16V 32 / 出力 29,700HP
 (軸馬力) 20,400 SHP / プロペラ2軸 /
 エア・バブリング 1.9MW / 燃料油槽 C 1,500 m³
 D 340 m³ / ヒーリングウォーター 630 m³ / 乗組員25名 /
 砕氷能力 0.8m厚 / 巡航速度 18.5 kn

本船の特徴

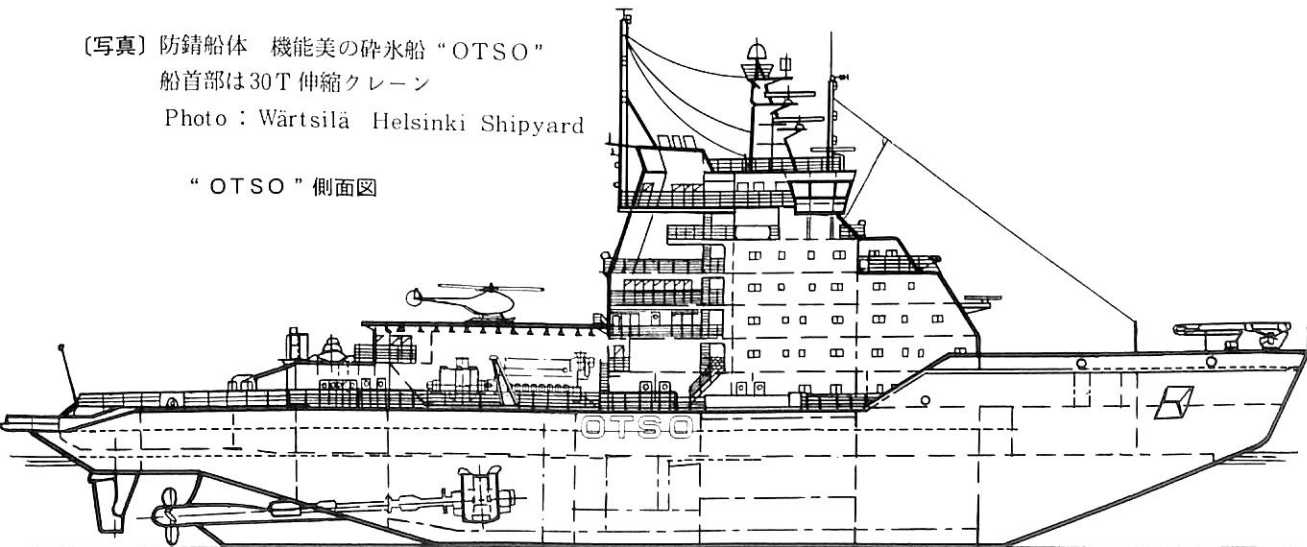
- 砕氷航行時は従来採用されていた船首部のプロペラを Wärtsilä air bubbling System に変え泡で船体に近づく氷塊を排除し航行を容易にしている。
- 船体はカソード防蝕装置を備えており、不活性ペイントを塗布している。
- 暴露部はステンレスの複合鋼板を使用している。
- 主要推進システム(発電機、プロペラモーター等)を縦方向に配置している。
- 電気推進式であり、交流プロペラモーターとサイクロコンバーターによって航行をする。
- ディーゼル機関4基(交流発電機と直結)は保守点検を容易にするために主甲板に据え付けられている。

(写真) 防錆船体 機能美の砕氷船“OTSO”

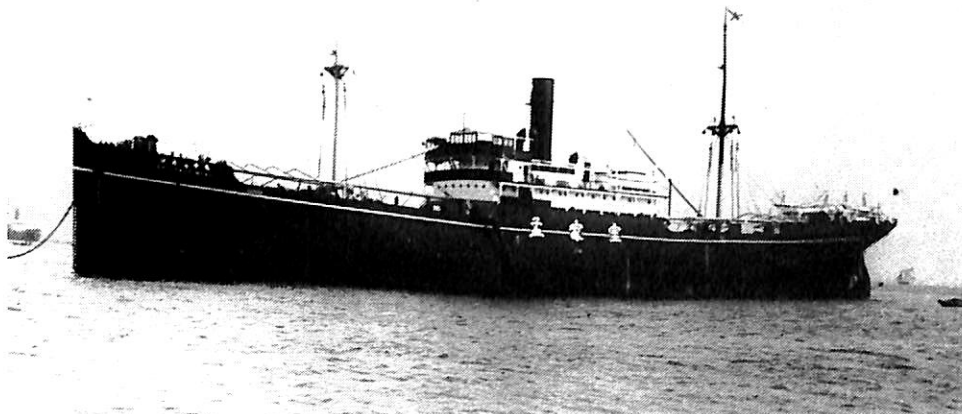
船首部は30T伸縮クレーン

Photo: Wärtsilä Helsinki Shipyard

“OTSO”側面図



貨物船 マカッサ丸 南洋郵船→南洋海運



三菱重工業(株)神戸造船所建造(第85番船)	船舶番号	26862	信号符号	RWHQ→JNVD
起工 大9-8-18	進水	9-11-27	竣工	9-12-24
垂線間長 105.15m	型幅	15.24m	型深	8.86m
満載排水量 8,941t	総噸数	3,981.28T	純噸数	2,519T
貨物艙容積 (ベ) 7,304 ^m (グ) 7,983 ^m	主機関	三連成レシプロ機関×1	出力	(満載航海) 10.0kn
(連続最大) 2,511PS (計画) 1,900PS	速力(試運転最大)	13,601kn	乗組員	54名
船級・区域資格 逡信省第1級船	ロイド	100 A1 LMC	旅客	1等 26名 3等 47名
姉妹船 チェリボン丸 サマラン丸	鋼船		船籍港	神戸

日本と旧オランダ領東インド間の航路はオランダの会社であるジャワチャイナ会社によって独占されていたが、大正元年、南洋郵船が設立され旧オランダ領東インドと内地を結ぶ船路を開設した。当初、就航船3隻で運航を開始したが大正4年、資本金150万円を500万円に増資するとともにフランスよりCambodge号を購入し、ボルネオ丸(3,929GT)と改名して所有船とした。

オランダ船は第1次大戦中は一時配船を停止していたが、その時以外は終始、活況を呈していた。ところが、大正5年には大阪商船が、大正7年3月には日本郵船が大正9年10月には南洋鉱業公司(大連)が設立されて配船されるに及び各社競合の形となった。そこでオランダの会社も含めて5社が相寄って日本ジャワ同盟を組織してその調整に当たっていたが昭和10年2月同盟は決裂し、日本の四社の共同出資によって南洋海運を設立、オランダ船に対抗した。

本船は、南洋郵船が備船を逐次へらして自社船を所有し始めた頃の新造船で3隻を三菱神戸に発注した。これらはいずれも三菱長崎造船所設計の大・中・小型スタンダード船の中型に属するもので、本船はその第2船として完工した。

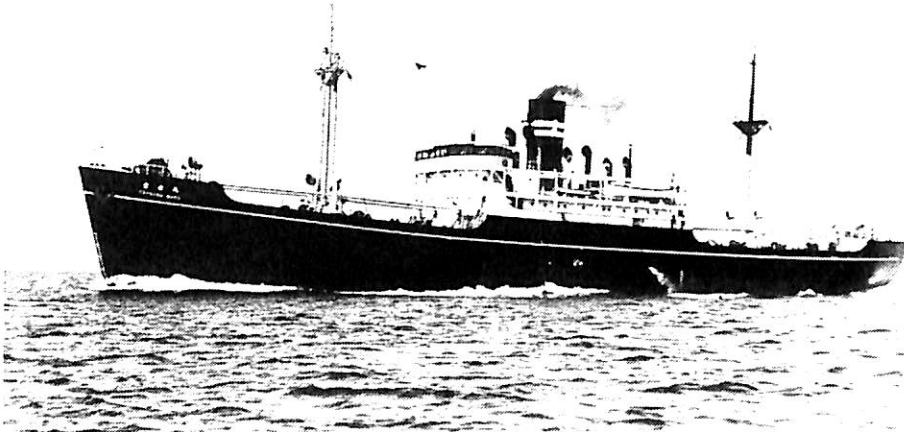
昭和10年7月6日、南洋海運が設立され、9月4日に本船は移籍された。船籍港は当初より神戸となっていた。

昭和16年10月陸軍に徴用され軍用船となり10月11日宇品発、10月21日海防を経て11月6日宇品に帰る。

昭和16年11月7日宇品発、11月17日カムラン湾を経てマレー半島東岸のシンガラに向い、昭和17年1月2日、カムラン湾にもどり、1月3日広東、1月8日香港を経てパレンバン攻略に向う第38師団を乗せてカムラン湾に集結、2月11日、18時カムラン湾を14隻の師団で出撃、ムシ河口に到着、2月18日5時ムシ河の遡航を開始、15時パレンバンに部隊を揚陸2月20日に完了し3月3日、シンガポールにもどる。3月10日にはスマトラ島のラブハンルク 3月22日にはハルマヘラ 4月2日にはラングーン 4月25日にはバダンなど、いずれもシンガポールを基点に行動した。11月18日、昭和18年1月24日にはラバウルに進出。4月28日佐伯より8号演習輸送のK428船団でパラオ經由ラバウルへ進出。6月29日宇品にもどる。

昭和18年8月以降、シンガポールを基点にジャカルタパレンバンなどを行動したが11月6日には再びラバウルに進出、12月5日には佐伯にもどる。昭和19年に入ると2月6日、パラオ 4月9日サイパン 6月22日ハルマヘラなどを行動、9月7日宇品発、9月17日高雄經由、マニラに向う途中、10月7日ルソン島リンガエン湾西方沖、北緯17°30' 東経119°52'にて米潜Aspro(SS309)の雷撃を受けて沈没した。(写真提供 三菱神戸)

貨物船 豊津丸 摂津商船



三菱重工業(株)神戸造船所建造 (第 439 番船)	船舶番号 43474	信号符字 JSRL
起工 昭12-2-24	進水 12-6-28	竣工 12-11-18
全長 97.795m	垂線間長 93.06m	型幅 13.80m
満載排水量 6,340.0t	総噸数 2,930.88T	型深 8.00m
貨物艙容積 (ベ) 5,314㎡ (グ) 5,791㎡	主機関 三菱リアクション2段減速装置付蒸気タービン機関×1	満載喫水 6.60m
出力(連続最大) 1,900 PS (計画) 1,400 PS	速力 (試運転最大) 14.627kn	載貨重量 4,325.0t
船級・区域資格 逓信省第一級船	乗組員 43名	(満載航海) 12kn
姉妹船 富津丸 (本誌33巻1号 47頁参照)		旅客 1等2名
		船籍港 大阪

大阪商船では日本と朝鮮間に定期便や臨時便として多くの船舶を投入してきた。とくに大正10年から14年にかけて貿易量は増大し、米の輸送量のみをみても676トンから1,291トンへと倍増の状態であった。これらの輸送には自社船の他、多数の備船を配して航路経営に努めたが備船が多くなるにつれていろいろなへい害も生れ、統一を欠くきらいがあった。

そこで大阪商船では持船本位の別会社を設立し、これを備船源とする計画を立てた。当時、同方面に配船していた岸本汽船と交渉し、同社の傍系会社である摂津汽船の貨物船6隻など共同出資して、大阪商船、岸本汽船、摂津汽船の3社で昭和2年4月資本金200万円の摂津商船が設立され、当初、前記6隻の貨物船で営業を開始した。昭和3年5月、大日本塩業より6隻の中古船を購入大阪商船はこれら12隻全部を備船して近海航路に投入した。その後、我が国の大陸進出にともない交流は増大の一途をたどり、当社では積極的な船隊増強が進められ、第1次計画として昭和11年より13年にかけて4隻の中型貨物船が新造された。本船はそのうちの1隻で三菱神戸で建造された中型高能率の優秀船で構造は全通二重底で一層の全通甲板を有し、船首楼、船橋楼、船尾楼の三島型船であった。船橋楼上に士官室、士官集合所、食堂、浴室があり端艇甲板上には船長室、運転士室、無線電信

室などがあつた。船橋楼内の前部は船艙となり、後部には普通船員室及び食堂が配置されていた。

船首楼内は倉庫及び貨物艙があり、船尾楼内は操舵機室、貨物艙、倉庫となっていた。機関室の前、後部に貨物艙があり、前部に2カ所、後部に2カ所の艙口がありそれぞれ2本宛のデリックがあり、2番船艙にはさらに20トン用のヘビーデリック1本を備え、小型船の割合には揚荷能力は強大であった。

本船の舵は流線型複板式平衡舵で抵抗を減ずるため特別の考慮が払われていた。操舵機室内には流動式操舵機1基を備え、テレモーターにより船橋から操作された。

昭和12年11月より大阪—仁川—鎮南浦線に就航した。

昭和16年9月5日 海軍に徴用され特設砲艦としての装備を終えたのち、10月1日第4艦隊、第6根拠地隊の特設砲艦兼機雷敷設艦として10月15日よりマーシャル群島ウオッゼ海面防備隊の指揮艦として、鹿島丸、第10昭南丸、第11昭南丸の3隻を統括していた。

昭和17年2月1日、ハルゼー中將のひきいるアメリカ空母エンタープライズの艦載機による内南洋方面の空爆で、ウオッゼ附近で被弾し、大破ののち船体は放棄された。戦死者28名、負傷者49名を出した。

〔訂正お詫び〕 Vol.39 No.3 27頁 神川丸

(誤) ポートモレスビー → (正) ポートモレスビー

船と摩天楼

Ships and skyscrapers.

野間 恒
H・N O H A

これから6回にわたり、ニューヨーク市の摩天楼をバックにした商船の映像を紹介する。「天にとどく」という意味で名付けられた摩天楼という語は、今は殆ど使われていない。これは、幾十階もの高層ビルが各国で建てられるようになり、今さら珍しくなくなったせいでもある。しかし、第二次大戦前までは、摩天楼という言葉は、ニューヨーク市街の代名詞として使われていた。それくらい、この高層建築群がニューヨークの特徴を表現していた。またそれは、旧大陸の欧州から渡ってきた移住民を含む数々の旅行客にとり、新天地に灯された希望の灯であったといえる。ここにとりあげられる写真は、北大西洋横断客船が入出港するものが多いが、これら写真の一枚一枚から、乗船客の感慨やドラマを読みとって頂きたい。

20



出港するフランス客船“パリ” PARIS leaving New York in 1930s

フレンチ・ライン (CGT)の北大西洋定期船パリ(34,569総トン)がハドソン河を下り、出港している。本船は1913年に起工されたが、第一次大戦のため工事が中断、1921年に漸く完成した。当時のCGT北大西洋横断サービスは、週二便を数えていた。そのサービスの特徴は、船の大きさや速さでなく、船内設備の豪華さと、「花のパリ」のエスプリに富んだサービスであった。CGTは当時の広告で「ニューヨーク57番埠頭 (CGTの専用棧橋) から、もうフランスです」と宣伝していた程であった。そ

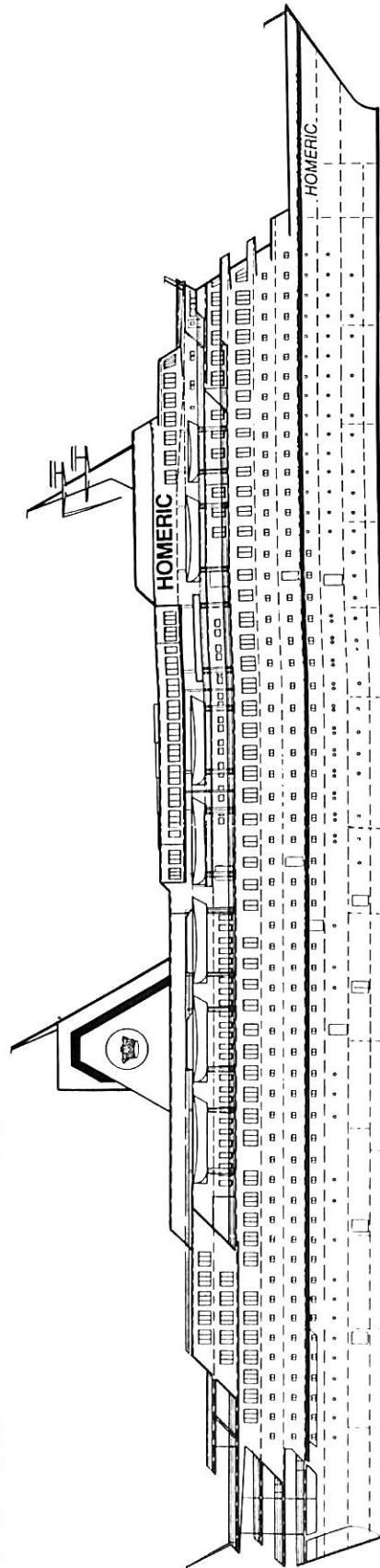
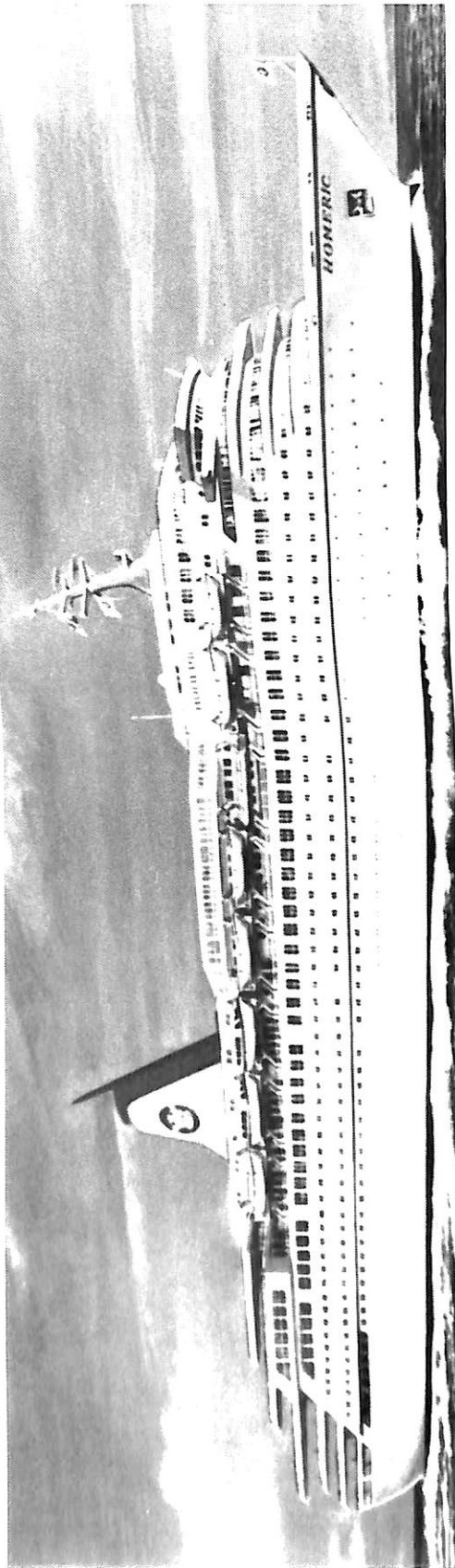
して本船は、当時のCGT船隊のフラッグシップであった。ただ本船は生涯火災に悩まされた。1929年の火災で上部構造が焼失したが、この後に進歩甲板が写真のように全通遮蔽型となった。背景にはエンパイヤ・ステートビル(1931年完成)が見えることから、この写真は1930年代に撮られたものである。結局1939年、ルアーブル港で火災をおこして覆没してしまっ。その7年後にCGTのリベルテ (49,746総トン)が本船の残骸に衝突、港内に擱座するという後日譚がある。

NORMANDIE's maiden arrival at New York

“ノルマンディ”

ニューヨークの摩天楼群を目前に、微速で入港するノルマンディ（79,280総トン）の姿である。戦火のために四年余の薄命に終ったこの巨船は、壮大な船容のもつ美しさと、ライバル（クイーン・メリー）との間に繰りひろげられた競争のゆえに、いまま伝説的な人気をもたれている名船である。V.ユークベッチの手になるこの巨船は、空気抵抗まで考慮された均整美のある船容を有していた。また船内設備は、どの等級をとっても、他船の水準を超えていたが、とくに一等のそれは、そのスケールと豪華さでは、人知と贅沢の限りをつくして造られたと言っても過言でなく、旅行客を瞠目させたといわれる。クイーン・メリーが世界不況で工事中断しているのを尻目に、本船は1932年進水、35年5月に完成した。この写真は1935年6月3日、平均速力30.31ノットの北大西洋横断記録を樹立してニューヨークに入港する時のものである。かように、造船史上に残る名船であったが、本船が商業的に成功したかとなると別問題であった。しかし、もうひとつの目的、即ちフランス国威の発揚と、CGTのPR面では、充分過ぎるほどの効果をあげた商船であった。





M/S HOMERICは、西独のマイヤ造船所(Meyer Werft)において横すべり方式の進水をしたクルーズ客船(Vol.39.3月号にて紹介)で5月下旬の竣工・引渡しを目前にしている。本誌ではめざらしくスケッチによる船内の想像図を紹介する。

このHOMERICのデビューによりホームライン社は、1982年4月に就航した、同社の自社建造第2船“Atlantic”と共にパミュエータ航路のクイーンとして当分の間はその座を他社に譲ることはないであろう。

就航間近いパミュエータ航路のクイーン

豪華クルーズ客船 “HOMERIC”

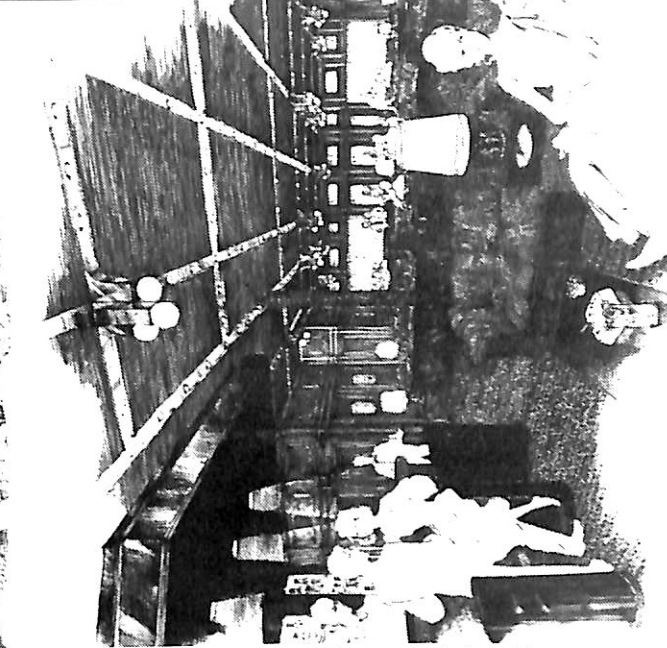
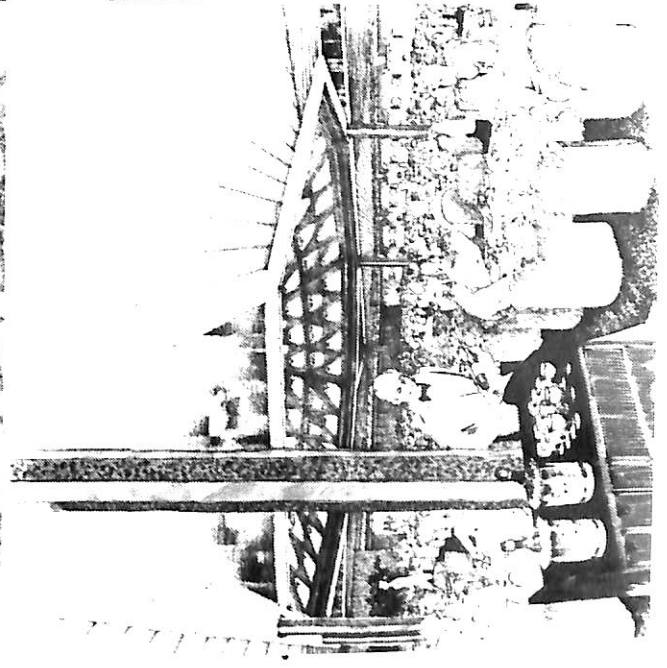
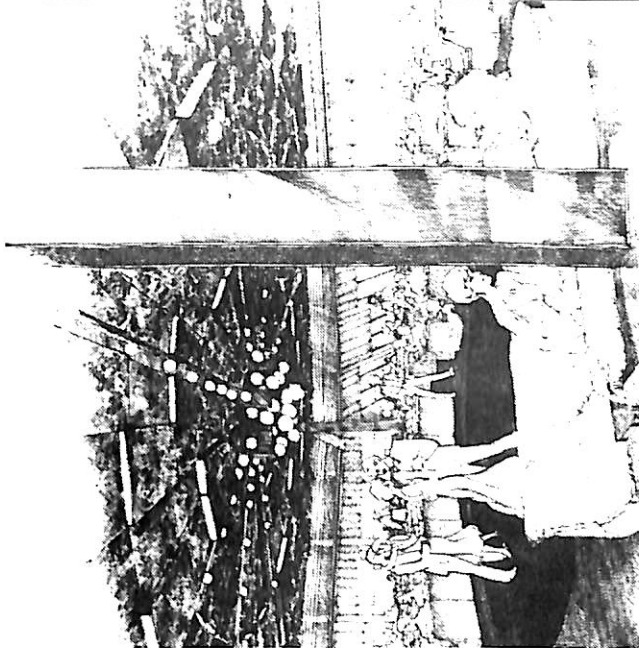
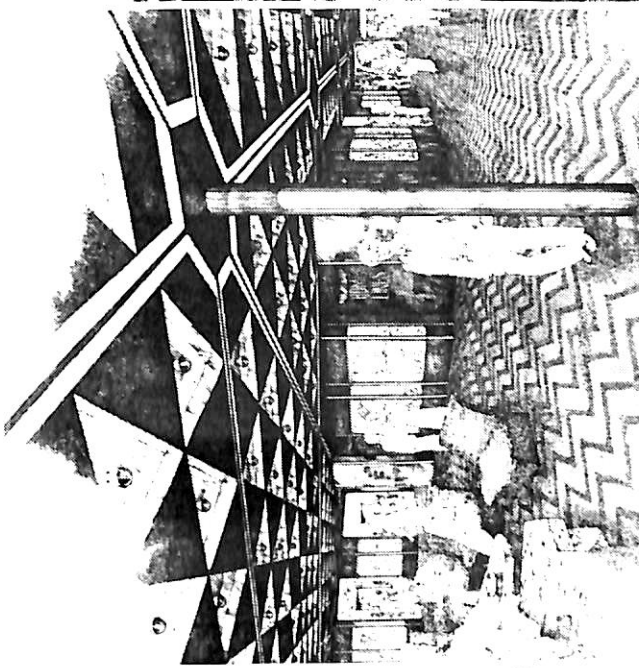
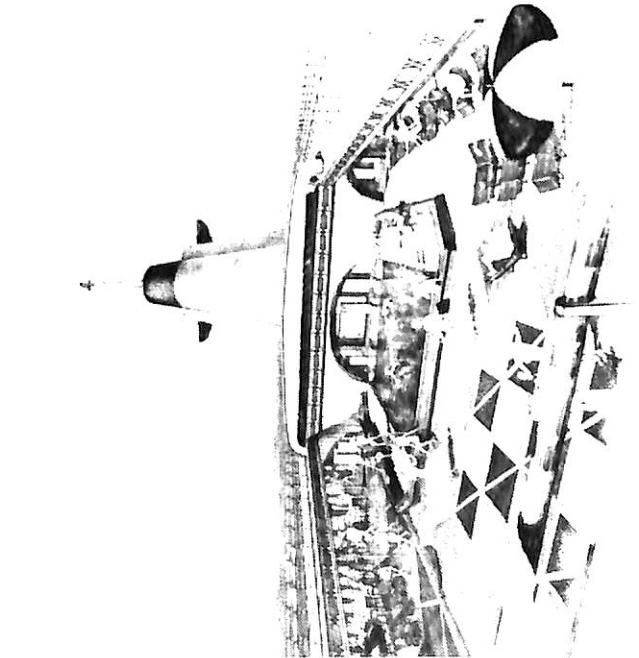
— 35,000 GT —

Yoshitatsu Fukawa
西川 義 辰

“HOMERIC”
 スケッチによる乗客公室及びブール

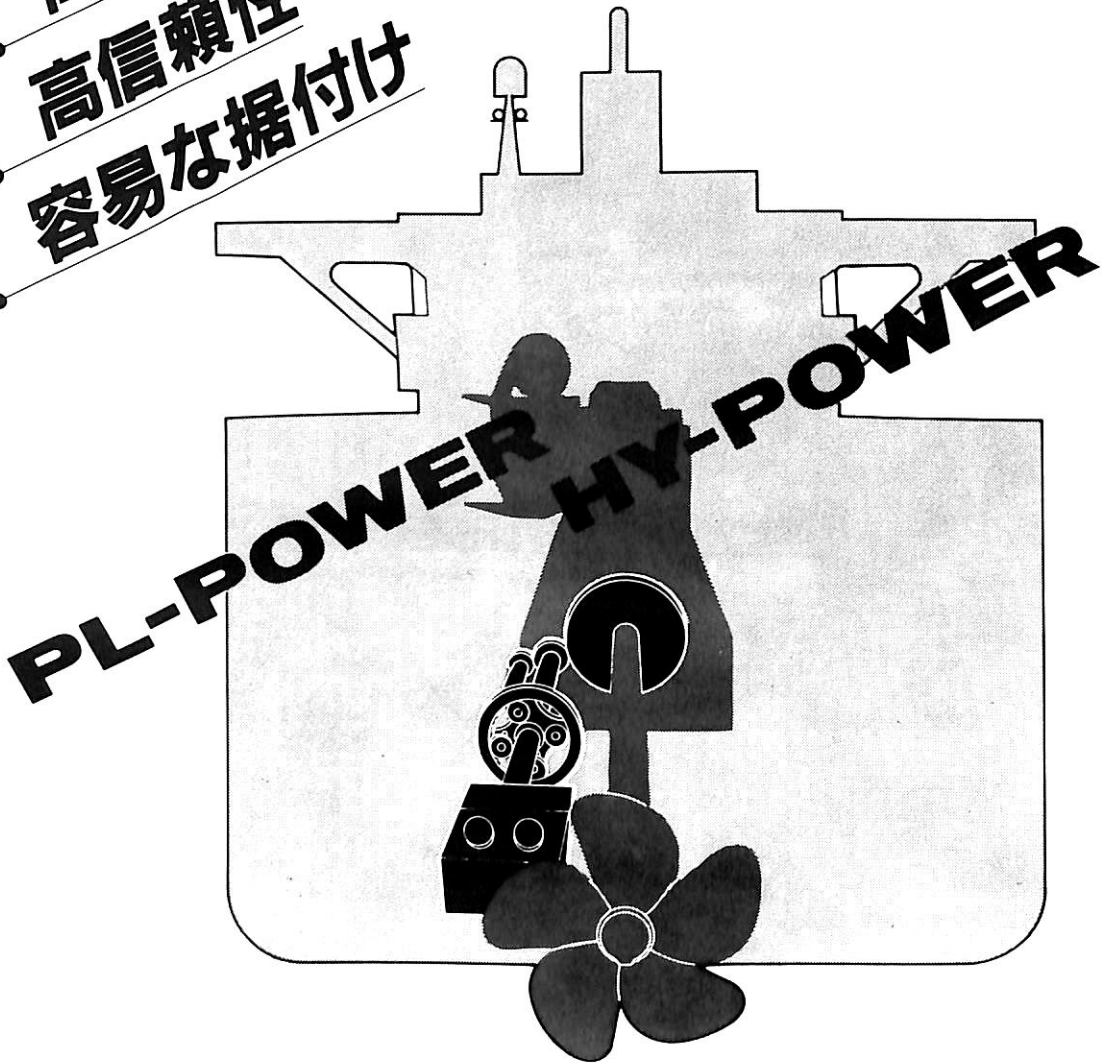
- 上左から 「ベランダブール」 —— デッキ11
- 「ショッピング エリア」 —— デッキ8
- 「キャラクシー ラウンジ」 —— デッキ8
- 上右から 「ダイニング サロン」 —— デッキ4
- 「アメリカン バー」 —— デッキ8

Photo: Home Line Inc.
 Meyer Werft Papenburg.



三菱主軸発電装置

- 高効率
- 高信頼性
- 容易な据付け



三菱重工業株式会社

本社 原動機第2部船用機械課

東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎東京(03)212-3111

3月のニュース解説

米田 博

海運・造船日誌

2月20日～3月18日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

2月

20日○中村汽船が東京地裁に自己破産を申し立て
(木) た。負債総額は567億円で海運業では三光汽船に続く大型倒産。東京地裁は25日同社の破産を決定した。

21日●住友銀行と経営不振におちいった平和相互
(金) 銀行が合併覚書に調印した。

○運輸相は海運造船合理化審議会に61年度の内航船腹最高限度量の設定を諮問した。

25日●混迷が続いていたフィリピンではアキノ夫
(火) 人とマルコス大統領がそれぞれ大統領就任を宣誓し、二人大統領という異常な事態となった。これより先22日エンリレ国防相とラモス参謀総長代行がマルコス大統領の退陣を要求して軍基地にたてこもるなど民衆の反マルコス派支持が明白になったので、マルコス大統領は26日フィリピンを離れグアム経由ハワイへ入った。26日アキノ新大統領はラウレル副大統領が首相と外相を兼ねるなど新内閣を発表した。各国は相次いでアキノ政権を承認した。

26日○海運造船合理化審議会造船対策部会第6回
(水) 対策小委員会で長期造船需要予測についてのコンセンサスをまとめた。

28日●反核・平和運動で知られたスウェーデンの
(金) オロフ・パルメ首相が暗殺された。

3月

3日○海運造船合理化審議会造船対策部会。造船

(月) 対策小委員会が今後の新造船需要見通しをまとめ、部会に報告した。

●全日空グアム路線の第一便が就航した。国際定期便に日本航空以外が初めて乗り入れたもの。

5日○造船重機労連に加盟する各組合は平均1万
(水) 3,900円の賃上げ要求などを会社側に出したが、大手7組合のうち日立造船、三井造船の2労組はベア要求の提出を断念した。

○昨年12月19日ジャパンラインは合理化案を全日海など労組側に提示したが話し合いのつかないままに3月1日希望退職募集に踏み切った。全日海は募集中止を求める仮処分を東京地裁に申請し、のちにとり下げた。

7日●日本銀行が公定歩合を0.5%引き下げて年
(金) 4%にし、10日から実施することを決定した。西独、仏、加などとの協調で米国も0.5%下げて7%とした。

12日○海運造船合理化審議会内航部会で61年度の
(水) 内航船腹量の最高限度を設定して三塚博運輸相に答申した。最高限度量は貨物船203万5,000総トン、油送船91万7,000総トン。この結果内航海運の61年度不況対策実施による減船目標値は現有船腹に対し貨物船は3万3,000総トン、油送船は1万3,000総トンとなる。

14日○特定外航船舶解撤促進臨時措置法案及び日
(金) 本小型船舶検査機構を民間法人化するための法律改正案が閣議で決った。

16日●ジュネーブでOPEC臨時総会開会。19日、
(日) 20日OPEC、非OPEC産油国の会合、23日中断。4月15日再開予定。

17日○東京為替市場では一時1ドル=174円80銭
(月) の市場最高値を記録した。18日には174円60銭に記録を更新した。

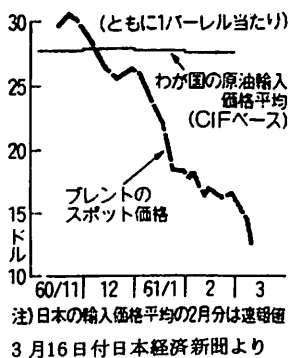
苦悩する造船労使

原油安・円高・利下げ

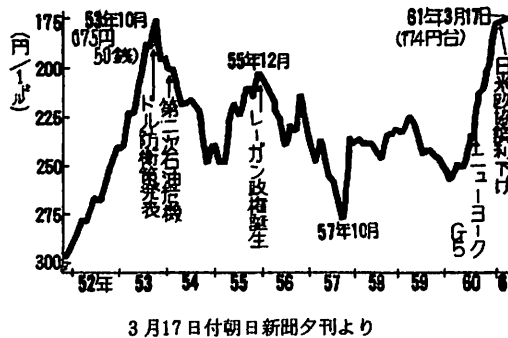
今次原油安を先導している北海原油の代表油種ブレントは3月10日のロンドン・スポット市場で第2次石油危機以降最低の1バレル=12.50ドルをつけた。もっとも日本が輸入している原油はネットバック（石油製品の実勢価格から精製コストなどを差し引く原油の値決め方式）契約を導入したサウジアラビアが全体の2割で、残りはインドネシア、中国、メキシコなどと市場実勢を反映した値決め方式をとっているが、その価格は15~20ドルの水準である。その結果3月に日本に到着する原油の平均価格は20ドル前後の水準に落ちつきそうだとされている。昨年末の輸入平均価格は28ドルだから、それでも差し引き8ドル以上の値下りとなる（第1図）。

3月16日よりOPECの臨時総会がジュネーブで行なわれ、昨年12月の定例総会での生産シェア拡大方針を修正して、OPEC全体の生産量を抑制することで原油市況急落に歯止めをかける方針に戻った。3月19日、20日にはOPEC、非OPEC産油国の合同会が行われるが、この対話集会に参加するOPEC非加盟国はエジプト、メキシコ、マレーシア、オマーン、アンゴラの5カ国に

第1図 日本の輸入価格平均とブレントのスポット価格



第2図 円・ドル相場の動き



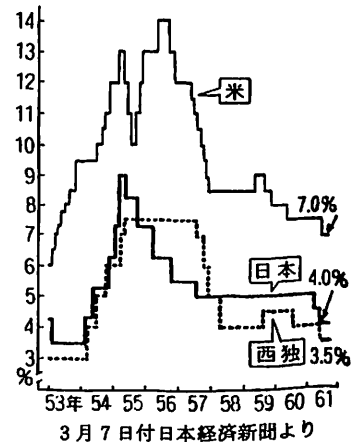
過ぎず、肝腎の英国、ノルウェー及び大産油国のソ連、米国などが参加していないので原油価格安定は期待薄とされている。

2月下旬~3月上旬の円相場は1ドル=180円前後で横這いであったが、3月7日の日米欧協調利下げを好感した後、内外の銀行証券筋が投機に走ったため14日にニューヨーク、ロンドン市場で円高が急激に進行した挙句、週明けの17日には東京外国為替市場の円相場は一時遂に1ドル=174円80銭となり、昭和53年10月31日の175円50銭を越えて史上最高値を記録し、18日には更に174円60銭へと記録更新した（第2図）。為替専門家の中には1ドル=160円台もあり得るとの観測をする人もあり、俄に日本の公定歩合の再再下げが話題となってきた。

原油価格下落により、世界各国とも物価上昇が沈静化し、先進国の間で、時期を合わせて協調利下げに踏み切る機運が高まり、まず西独連邦銀行が3月6日の定例理事会で、公定歩合をこれまでの年4.0%から3.5%に引き下げることを決めた。フランス国立銀行も6日、同国の基準価格である市場介入金利を0.25%引き下げて8.25%とした。

これをうけて日本銀行も1月30日に公定歩合を0.5%引き下げた上に更に3月7日0.5%下げて4%とすることを決定し10日から実施した。これら

第3図 日・米・西独の公定歩合の推移



G 5（五カ国蔵相会議）加盟各国の公定歩合連動引き下げを受けて米国も7日公定歩合を0.5%下げて7%にした。

この結果5月の東京サミットで討議されるであろう世界経済の活性化や深刻化する累積債務問題の打開の道も出てくるものと期待されている。しかし、日本国内では「内需拡大は金利政策だけでは無理」との意見が多い（第3図）。

造船業の人減らし計画と労使

原油価格の急低下は世界中の原油の取引を手控えさせる結果となり原油の海上荷動きは極端に細ってきた。

円高は海運・造船を直撃している。1ドル=200円で既に国際競争力を失っている両産業はなすところなく推移を見守っているばかりである。

世界の協調利下げは世界の設備投資を促して景気振興に役立つものと期待されているが、果して世界の海上荷動きを促進する程の効果があらわれるかどうか。いずれにしても効果があらわれるまでには可成りの年月を要するものと思われる。海運設備投資=船舶建造、も若干案になることも考えられるが現在の世界海運は余剰船腹を沢山かかえており、その撤消こそが先決問題であるので利

下げを享受できる日はまだまだ先のことである。

海運業大不況の影響を受けて造船業の不況も日一日と深刻な事態となってきている。新聞雑誌は昨年8月の三光汽船の会社更生法適用申請のころから、大中小造船所の経営不振と人員削減計画について報道し続けてきたが、今年の春闘を控えて労働者側にも大きな動きが出てきた。

造船業界は不況対策として業界全体の操業調整、設備削減の実施方法について論議を進めているが、これとは別に、昨年末以来、大手各社は個別の不況対策の実施に乗り出している。

各社の不況対策は生産体制を一工場に集中する方策と各工場の操業を均等沈下させる方策に分れているが、その人員合理化計画は下表のとおりで6社あわせて約16,000人に上るが、これに伴い各社とも60才への停年延長凍結、関係会社への出向・派遣、人員受皿用新会社の設立などの努力をしている。

このような過程で当然のことながら経営側と労働者側で真剣なやりとりが行われているが、今年の春闘に向っては従来見られなかったベア要求断念をする労働組合が出てきた。

同盟系の造船重機労連（17万人）に加盟する各組合は3月5日、平均13,900円、6.0%の賃上げ

要求などを会社側に出したが、大手7組合のうち日立造船、三井造船の2労組はベア要求を断念した。その後内海造船も同様の措置をとったが、大手の一部がゼロ要求になるのは昭和47年の同労連結成以来始めてのことで、労組側の不況認識の強さを示している、と同時に労使双方の苦悩が明確に読みとれる出来事であった。

大手造船各社の人員合理化計画²⁾

会社名	会社全体	実施時期	船舶・海洋部門	実施時期
石川島播磨重工業	24,000人→20,000人 (4,000人削減)	63年度末まで	1,800人余剰 400人余剰	61年度 62年度
日立造船	17,000人→12,000人 (5,000人削減)	61年度末まで	8,000人→5,000人 (3,000人削減)	61年度末まで
川崎重工	22,560人→19,900人 (2,660人削減)	62年度末まで	4,200人→2,900人 (1,300人削減)	62年度末まで
三井造船	10,700人→8,700人 (2,000人削減)	61年度末まで	4,955人→3,600人 (1,355人削減)	61年9月まで
日本鋼管 (海洋・鉄構事業部)	5,677人→4,320人 (1,357人削減)	61年度末	4,740人→3,540人 (1,200人削減)	61年度末
住友重機械 (建機除く)	8,150人→7,300人 (850人削減)	61年度末	1,950人→1,600人 (350人削減)	62年9月まで

注：1) 三菱重工業は新規中期経営計画策定中。

2) 雑誌海運61年3月号による。

●新造船紹介

400 Tヘビーデリック搭載

最新鋭重量物運搬船“あるぷす丸”

日立造船株式会社

1. はじめに

“あるぷす丸”は第40次計画造船として建造された大阪商船三井船舶㈱・馬場大光商船㈱向け重量物運搬船で昭和60年12月、当初舞鶴工場で竣工した後、その性能を遺憾無く発揮している。

本船は、400tヘビーデリックと40mの超ロングハッチを有して大型重量貨物に対処するとともに、重量物荷役時のトリム・ヒール調整を遠隔操作で行えるなど、高い安全性を備えているのに加えて、NK-M0・A取得等各種の省エネ・省人化を図った最新鋭重量物運搬船である。

以下に本船の概要と荷役設備を主体にした特徴を紹介する。

2. 主要目

船級	NK NS*, MNS* & M0・A
全長	152.64m
垂線間長	145.00m
幅(型)	26.80m
深さ(型)	13.80m
満載喫水	9.528m
載貨重量	21,183 MT
総トン数	15,350 T
純トン数	6,428 T
主機関	日立-B&W7L50 MCE型 1基
出力	MCO 8,750 PS×133 rpm



最新鋭重量物運搬船“あるぷす丸”全景

C S O	7,440 PS×126 rpm	
試運転最大速度		17.09 kn
満載航海速度	(計画喫水, 常用出力, 15% S.M.)	15.0 kn
荷役装置	400tヘビーデリック	1基
	30tコモデリック	2基
	50tデッキクレーン	2基

3. 船殻構造

本船は重量物・長尺物の貨物を積載するために、船殻構造については特に下記のような配慮を行なった。

3・1 ヘビーデリックの基部構造

ヘビーデリックの基部は、400トン吊上げ荷重による大きな支持反力が働くとともに、その周辺は各種ウインチ等の機械室として使われ、さらに、船底及び船側にかけてアンチローリングタンクが設けられているため、支持構造部材の対法や配置面に多くの制約を受けた。そのため、有限要素法(FEM計算)などによる詳細な強度検討を行い、所要の強度を持った基部構造とした。

3・2 船倉構造

二重底・中甲板・上甲板は縦肋骨式とし、サイドタンク部、船側構造は横肋骨式とした。

二つの船倉は、いずれも大型貨物の積載に適するよう各甲板を片持梁構造とし、柱は設けていない。また、広範囲にわたって二重船側構造とし、サイドタンクを重量貨物積載時のヒール調整用タンクに利用するとともに、倉内に船殻部材が突出しないようにした。

さらに、グレン積みを考慮し、グレンがたまらないよう部材形状に配慮を行なった。

使用鋼材は、重量物の固縛を直接船体に溶接することもあるため軟鋼ベースとしたが、片持梁・特設肋骨、肋骨等には高張力鋼を使用した。

また、ハッチカバー上からブルワーク上にまたがって重量物を積載するため、ブルワークの高さはハッチカバー上面と同じ高さとし、ハッチコーミングおよびブルワークは十分耐え得る堅牢な構造とした。

3・3 上部構造

本船は上甲板にも荷物を積むので安全対策上、前方の見透しを十分確保するために、航海船橋甲板の高さを通常の船よりも2層程度高くし居住区は8層とした。

さらに、後部クレーンのジブを上部構造左舷側に抱き込むように格納するため、左右舷非対称のタワー状の構造となった。このため振動防止については精緻な計算を実行して部材寸法を決めるとともに、詳細構造についても連続性を向上するような細やかな配慮を行なった。

4. 一般機装

本船は配置図に示すとおり、船首楼を有する船尾機関甲板二層船であり、ホールド、ハッチ、荷役装置などは、大型重量貨物を効率よく積み付けられるよう設計されている。

ホールドは長大貨物の積載が可能になるよう長さが、50.15m(前部)と44.2m(後部)の二つのホールドに区切られており、ホールド間には400トンヘビーデリックが、No 1ホールドの前部およびNo 2ホールドの後部には50トンのデッキクレーンが、それぞれ1基ずつ設けられている。

なお、重量物荷役時のヒールを調整するために両舷に2個ずつのサイドタンクが設けられている。

4.1 管機関係

本船は重量物荷役時のヒール調整をはじめ、省人化のため事務室内に設けた制御盤により、下記の制御および監視が集中して行えるようにした。

(1) バラストタンクおよびヒールタンクの遠隔液面監視(バラストタンクは高位、ヒールタンクは高低位液面警報付き)

(2) バラストポンプおよびヒールポンプの遠隔発停と注排水弁の遠隔操作

(3) 船体の喫水(船首、船尾、左舷および右舷、合計4箇所)およびヒール監視

(4) 燃料補給時の関連弁の遠隔操作

(5) 燃料タンクの遠隔監視(高位油面警報付き)

(6) 積込燃料油の量、温度および圧力の遠隔監視

(7) 弁駆動用油圧ポンプの遠隔発停および圧力監視

さらに、重量物荷役時のヒール調整に必要なヒールタンク液面監視、注排水弁の操作、ヒール監視、およびP→S、STOP(idling)、S→Pのシーケンスを組込んだ可搬式操作盤を設けて、荷役状態を見ながら任意の位置より操作可能とした。

4.2 外機関係の主要装置

4.2.1 ハッチカバー装置

(1) ハッチカバーのタイプ

上甲板：フォールディング型(風雨密構造)

中甲板：右舷側 2パネルフォールディング型

左舷側 1パネルサイドヒンジ型

(2) ハッチサイズ

上甲板：40.8m×12.8m(6枚パネル)

中甲板：40.8m×12.0m(長手方向に6組)

(3) 荷重条件

上甲板：等分布荷重 ルールの外に 3tf/m²

集中荷重 30tf/箇所(部分的)

中甲板：等分布荷重 ルールの外に 5tf/m²

集中荷重 5tfフォークリフト

(総重量12tf)を考慮

(4) 開閉方法

上甲板：内装型油圧シリンダーによる。

(部分開閉も可能)

中甲板：油圧シリンダーによる。

4.2.2 デッキクレーン

型式×台 : 電動式×2台

安全使用荷重: 50t

作動半径 : 5.5m~30.0m

格納方法 : 上甲板をクリアにするために、前部クレーンのジブはトップアップ格納・後部クレーンのジブは居住区側面に水平格納とした。

4.2.3 貨物ラッシング装置

貨物のラッシングに便利のように、上甲板・中甲板および二重底上に、10~50tfのアイプレートを配置した。

5. ヘビーデリック

本装置は400トンの吊り荷重を掛けたままで、360°旋回できることを特長とする船用ヘビーデリック装置で、船体中心線上にタワーマストを1基装備している。

タワーマスト基部に自由に回転するグースネックリングを設け、その上に二脚型ブームのグースネックブラケットを配置している。ブームの旋回はグースネックリングの外周にワイヤロープを巻き付け、これを旋回用ウインチによって巻き込み、または繰り出すことによって行われる。

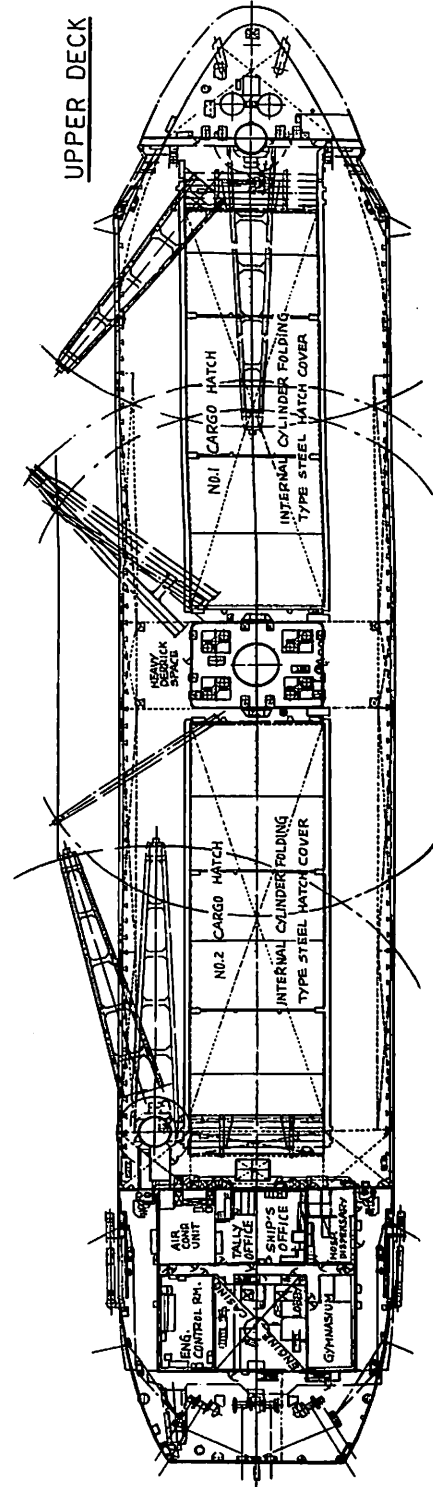
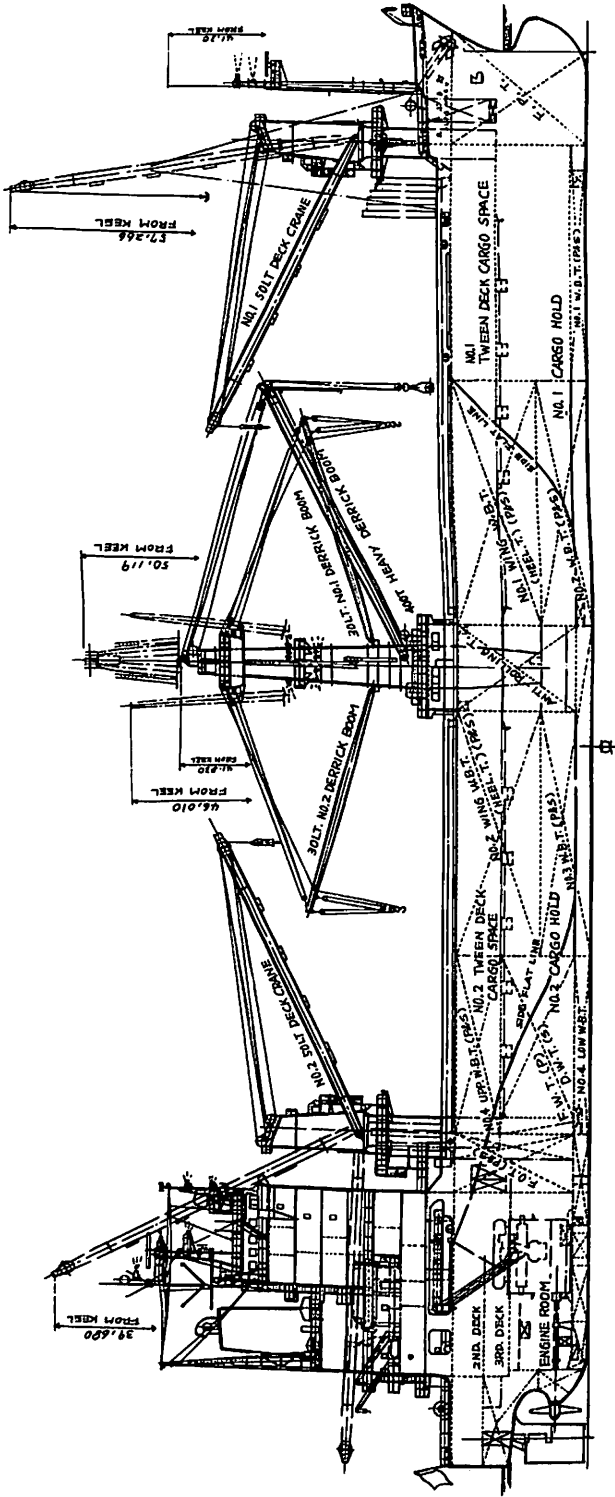
カーゴフォールおよびトッピングワイヤは、ブーム先端よりマストトップを経由してマスト内を通し、機械室内に配置された各ウインチに導いている。

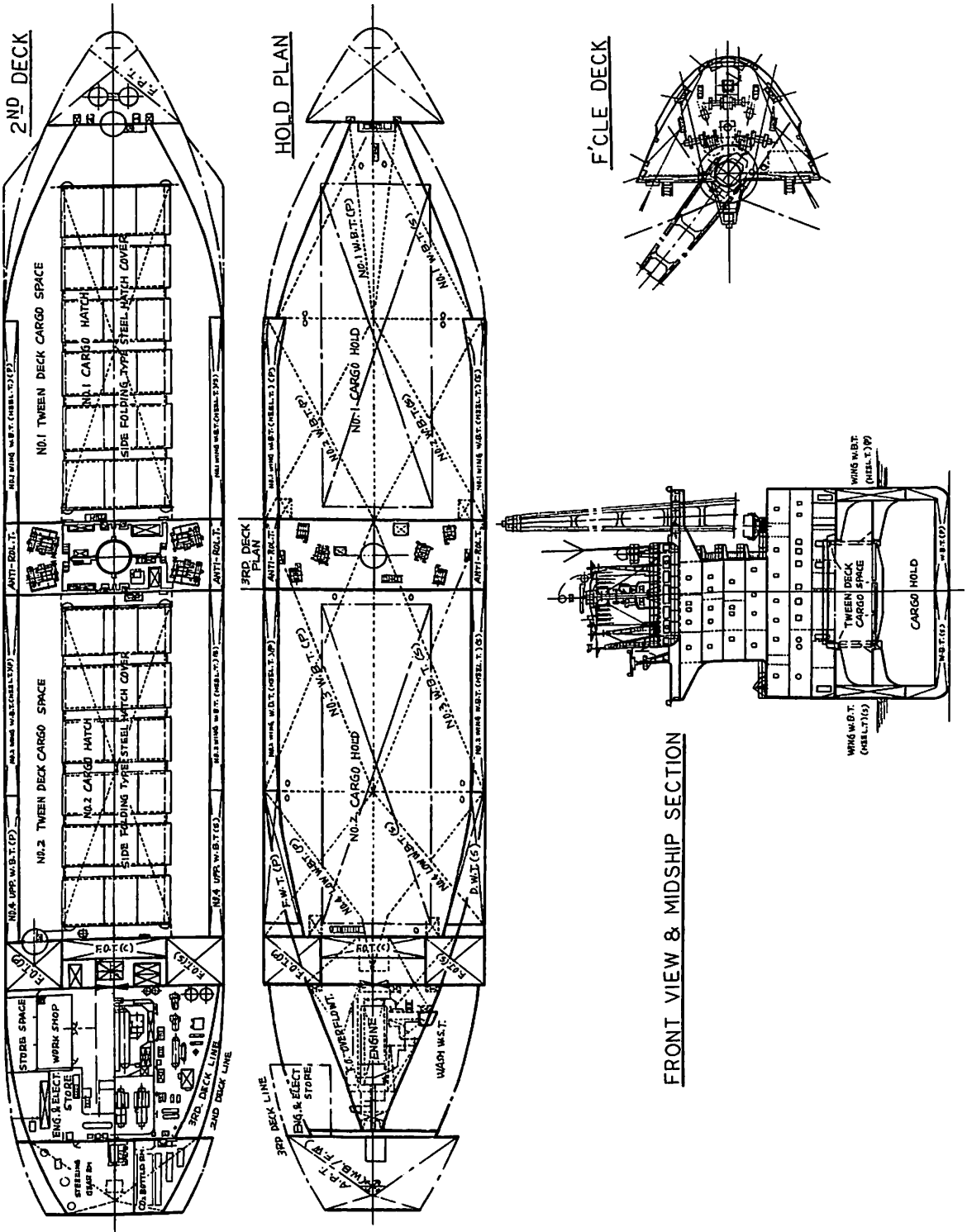
タワーマスト前後面には補助デリック装置として各1基の30トンガイレス1本デリックブームを設けている。

5.1 デリックの主要目

(1) デリックの型式: ガイレス360°旋回型

(2) 安全使用荷重(制限荷重): 400t(ブーム仰角 45°)





大板商船三井船・馬場大光商船向け重運物運搬船“あふす丸”一般配置図

日立造船・舞鶴工場 建造

- (3) ブーム有効長さ：31 m
- (4) 船体傾斜：ヒール5°・トリム 2°以内で使用可能
- (5) ブーム使用仰角：25°～75°（スリングピース下安全荷重は下記の通り）

400t×45°以上	325t×30°以上
370t×40°以上	300t×25°以上
345t×35°以上	
- (6) ブーム旋回角：360°（オーバースルーイング各65°を含めると490°可能）
- (7) ブームの作動範囲

マスト中心を旋回中心として船体がアップライトの時にブームの最大作動半径（ブーム仰角25°）および最小作動半径（ブーム仰角75°）で360°旋回した時に囲まれる投影面積内とする。なお、ブームの旋回は左舷90°より左右方向に各々245°の旋回が可能である。

ただし仰角70°以上でブームがタワーマスト付のアウトリガーに接触する部分があり、この範囲は作動範囲より除外される。

(8) 作動速度

- 巻上速度：400t×1.33m/min
 - 無負荷時 約3倍速度
- 俯仰速度：11.25分（25°～75°）
 - 無負荷時 約2.5倍速度
- 旋回速度：1 / 34rpm
 - 無負荷時 約1 / 10rpm

(9) タワーマストおよびブーム

タワーマストは、上甲板高さ27.7m、最大外径4.4mで60キロ級高張力鋼板を使用、ブームは2脚型フレーム構造とし50キロ級高張力鋼板を使用している。

(10) 索具および滑車

カーゴおよびトッピングワイヤは45mm径鋼索7×7+6×WS(36)、スルーイングワイヤは63mm径鋼索7×7+6×WS(36)、滑車はすべてローラーベアリング入りを使用している。

(11) ヘビーウインチ

電動サイリスターレオナード制御でホイスティング、トッピングウインチとも機械室内に設置されている。ホイスティングウインチ：30t×12m/min×2台
トッピングウインチ：31t×12m/min×2台

(12) 旋回駆動装置

タワーマスト基部に回転が自由なグースネックを設け、旋回はグースネックリングの外周にワイヤロープを巻き



ヘビーデリックの荷役試験（SWL 400）

つけ、4台の電動油圧モーターで旋回させる方式を採用している。

スルーイングウインチ：68t×0.7m/min×4台

(13) 安全装置

過巻込み、過巻出しおよび旋回角制限等のリミットスイッチを設けている。また荷役時船体傾斜が5°を超えるとすべてのウインチが自動的に停止する。

6. 居住区設備

本船は船員制度近代化委員会の実験に参加することになっており、船内の機器類を合理化するとともに、省人化に対応する配置になっている。

また上甲板上に大型貨物を積載するため、操舵室は8層目に設け前方の見通しを確保している。

諸室配置は、上甲板に機関制御室、総合事務室、体育室、病室、空調機室等があり、総合事務室にはバラストコンソールや、テレフォンプースを設置するとともに、ミーティングコーナーを設けている。

A甲板にはギャレー、ダイニングルーム、ラウンジ、娯楽室等を配置し、ギャレーの近くに糧食冷蔵庫と糧食関係倉庫を効率よく配置している。

居住区は静かな環境で、快適な居住性を確保するために、B甲板以上に配置した。

ダイニングルームには円形の回転テーブルを採用し、家族的な雰囲気でき事ができるようにし、ラウンジの一画にはバーコーナーを設け、くつろいだコミュニケーションができるようにしている。これら2室はアコーディ



ラウンジ

オンパネルで仕切り、このパネルを開放すると広いパーティー会場として使用できるように考慮している。

娯楽室には和室コーナーを設け、床の間や障子によって落ちついたムードを持たせている。

なお、ダイニングルームとラウンジは明るくて、広い雰囲気をもたせるよう、700B×750Hの大きな角窓を、その他の居室、公室は、400B×600Hの角窓、上甲板には、400B×550HのC級の角窓を装備している。

甲板被覆の仕上材は、寢室のすべてにクッションフロアシート、操舵室・無線室・機関制御室は4mmウレタンシート、その他の公室はビニールタイルを採用している。

乗組員の居室は、すべてプライベートトイレを設けるとともに、有効巾700mmの広いソファを装備し、乗組員が十分くつろげるよう配慮している。

また、居住区の室内階段は安全性を配慮し、45°傾斜に統一している。

7. 機関部

7・1 機関部概要

本船は、NK-M0・A船として、機関の無人運転設備および甲板機械等の省力化設備を有するとともに、省エネルギー、省メンテナンスを図っている。

主機関は熱効率の高い低速2サイクルディーゼルを採用して、省エネルギーを図るとともに、入出港および航海中はC重油（粗悪燃料油）を常用し、運航費の低減を図っている。

発電機関も主機と同じ粗悪油を使用し、従来装備していたブレンド装置を削除して燃料ハンドリングのレスメンテナンスを行なっている。

7・2 機関部要目

(1) 主機関

型式:日立-B&W7L50MCE型低速ディーゼル機関

出力: MCO 8,750PS×133rpm
CSO 7,440PS×126rpm

(2) プロペラ

型式: 4翼1体キーレス型 1基
プロペラ直径: 5,300mm

(3) 発電機

主発電機: 610kW×720rpm 3基
発電機関: 900PS×720rpm 3基

(4) 補助ボイラ及び排ガスボイラ

型式: コンボジット型 1基
蒸発量: 油焼き時 1,550kg/h×6kgf/cm² Sat
排ガス時 1,150kg/h×6kgf/cm² Sat
(主機85%出力時)

7・3 機関部特徴

(1) 主機関・軸系

主機関は、B&W最新の省燃費の2サイクル、クロスヘッド型ディーゼル機関で、これを常用出力85%で使用し、FOCR 124.5g/PS・hと高い熱効率（約50%）により、燃料消費量（A重油ベース）24.5t/day（含発電機）と省エネルギーにより、運航費の低減を図っている。

B&W機関は燃料弁内の燃料の循環方法が改善されており、長期の停泊時を除いて粗悪燃料油の使用に際しても、循環ポンプで燃料油を循環させるだけで主機関燃料油供給管系をディーゼル油に置換する必要がなく、燃料油置換のレスメンテナンスとなる。

軸シール装置は船尾部予備リングをもつ4本リング型で、不慮の事故に際して運航の中断と云うことがないよう安全対策を行なっている。

(2) 発電機関

発電機関は粗悪油燃料（380cSt/50°C）直焼き型で、主機関と同一燃料の使用により、A-Cブレンダーおよび発電機関用燃料タンク等を廃止して、シンプルな燃料システムとなっている。

(3) 補機・管系・その他

本船は、NK-M0・A船であり、特に機関員の環境衛生向上のために、機関制御室を上甲板に配置し居住区との近接化を図っている。さらに以下に述べる機関室内作業の省力化として遠隔化・自動化を図っている。

a) FO移送ポンプによる、FOセッティングタンクへの自動張込み、および助燃剤供給ポンプ運動により助燃剤を自動供給する。

FOサービスタンクは、FO清浄機の連続運転により、FOセッティングタンクにオーバーフローさせて一定レベルに保つようになっている。

b) シリンダー油供給ポンプにより計量タンクへの張り込みをする。また、シリンダー油使用量は、フローメータによって計測する。

c) 主空気だめ出口弁および主機エアークーラー冷却海水バイパス弁に電動弁を採用し、機関制御室から遠隔操作を行う。

d) 軸馬力計を装備して主機関の出力を監視する。

e) エアバージ型レベルゲージを機関制御室に装備し、F Oセッティングタンクとディーゼル油サービスタンの液面の遠隔監視を行う。

f) 主機関および発電機関は、粗悪油使用に対して加圧循環方式を採用しており、主機関は温度制御、発電機関は粘度制御によって正常燃焼を図っている。

なお、主機関は機関制御室からのA-C遠隔切替が可能である。

g) クリーンビルジタンクの適用

機関室内のビルジ系統は、クリーンビルジをオイルビルジと区分してクリーンビルジタンクに落とし、これをビルジバラストポンプによって直接船外に排出させ、ビルジ処理量を低減、省力化を図っている。

8. 電気部

8・1 電気部概要

船内電気設備への配電方式として、440V, 3相, 60Hz, および小型動力、自動化、通信、照明回路は100V単相を原則としている。なお非常電源としては、DC24V蓄電池方式を採用している。

主電源としてディーゼル発電機3台を装備し、通常航海中は1台、出入港および荷役時は2台並行運転としている。また400トンデリックは発電機2台運転の条件で使用できるようインターロックされているとともに、逆電力吸収用の抵抗器が設けられている。この抵抗器は発電機の低負荷対策用としても使用され、発電機負荷が30%以下の場合抵抗器が自動的に入り、エンジン負荷を維持する。

主発電機、主配電盤、集合始動器は機関室内に配置し、機関制御室のコンソールから電源装置の遠隔制御・監視を行なっている。

8・2 電源、配電装置の主要目

(1) 発電機

主発電機：610kW, 450V, 60Hz 3組

主配電盤：1面 充放電盤：1面 始動器：1式

変圧器：機関室用・居住区用・前部照明用 各一式

蓄電池：DC26V・300Ah 2組

DC24V・300Ah 1組

8・3 照明電灯

(1) 一般照明：蛍光灯および白熱灯

(2) 投光器：白熱灯および水銀灯

8・4 通信装置

電話装置・指令装置・警報装置・火災警報装置他一式

8・5 航海無線装置

(1) 無線装置(含、インマルサット) 1式

(2) 航海装置(以下各1式)

磁気コンパス、ジャイロコンパス、オートパイロット、レーダー、衝突予防援助装置、ドップラーログ、音響測深儀、NNSS&ロランC、風向風速計、舵角指示器、主機回転計

9. 自動化

NK-M 0・Aを取得し、上甲板の機関制御室に、主機および主要補機の制御・安全装置・監視装置を備えて、機関室無人化運転が可能としている。

特に、グラフィックパネルとCRT表示を中心とした集中監視装置及びデータロガーを採用することによって乗組員の省力化を図っている。

上甲板の総合事務室にはカーゴコントロールコンソールが設けられ、バラスト系およびF O系タンクの液面監視、その他圧力計、液面警報など荷役および燃料積込時に必要な操作および監視を集中管理できるよう省力化を図っている。

10. おわりに

本船は、安全性、省エネ・省人化は勿論、重量物運搬船としての性能を最大限に追求した最新鋭船であり、今後の活躍に寄せる各方面の期待には大きなものがある。

最後に、本船の設計、建造にあたり御指導、御協力いただいた関係各位に深く感謝する次第である。

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

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

船舶技術協会

● 推進性能の研究報告

C_B = 0.78 低速中型船の 1 軸船型と 2 軸スケグ船尾船型 との比較

運輸省 船舶技術研究所
川上 善 郎 ・ 柳 原 健

1. まえがき

2 度にわたる石油危機が契機となって天然資源の節約が真剣に考慮されるようになり、造船界においてもその影響は大きい。

推進性能は 1 軸船が多軸船に比較して有利であるとされてきたが、船によってはどうしても多軸化の計画を進めねばならない場合もあるし、広幅浅喫水船の場合には多軸船の方が 1 軸船より推進性能が良い場合もある。

今回、すでに、すぐれた推進性能が明らかにされている 2 軸スケグ船型^{1), 2), 3), 4), 5), 6)} と対応した 1 軸船型との推進性能の比較を C_B = 0.78 の船型について主要寸法を変化させた試験を行なったので、その結果について報告する。

2. 船型計画

C_B = 0.78 の船型といっても、対象とする船種によって要目はさまざまであるが、本研究は、中型低速船、一般的に言えばバルクキャリアを対象として計画された。

したがって、長さ(L)/幅(B)比や幅(B)/計画喫水(d)比の値も自づと限定されるわけであるが、そのなかでの L/B や B/d の変化が推進性能に及ぼす影響を調査した。

2 軸スケグ船型で、主として推進性能上の多軸化のメ

リットが超広幅船型で活かされることは、すでに報告されている⁵⁾。広幅の程度や肥大度による影響を示す資料はそれ程多くないし、個々の場合にあってそれぞれ検討されてきたものと考えられる。

まず、ひとつの手がかりとして、基準となる船型の主要寸法を決めねばならない。しかし数年にわたったこのシリーズを後でふり返ってみると、時代の移り変わりもあり、必ずしもシリーズの中心と考えられる船型が、最初に基準として考えられた船型になっていない。図 1 にみられるようにシリーズの中心は B 船型 (L/B = 5, B/d = 4.50) であるが、最初に実施されたのは A 船型 (L/B = 6, B/d = 3.06) であった。

2-1 A 船型の設計計画

以下 1 軸船は A 1, 対応 2 軸スケグ船尾船を A 2 のように表現することにする。

a) 主要目

L_S (m) × B(m) × d(m): 270.0 × 45.0 × 14.7

b) 計画速力及び主機出力

計画速力は主機の 85% 出力, 15% sea margin において F_n = 0.13 とした。直径 8.5 m の 4 翼 C. P. P. を採用した場合の馬力推定を行なった結果、主機出力としては次のようになった。

主機出力: 13,600 BHP × 75 rpm

c) C_M 及び l_{CB}

C_M は、ビルジ半径を 3 m として 0.9942, l_{CB} は、F_n = 0.13 での optimum l_{CB} の範囲内で -3.2% L_{PP} を目標値とした。

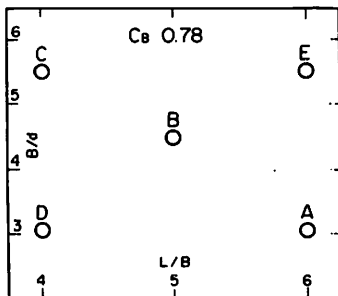
d) 船体前半部

プリズマチック曲線 (C_P カーブ) は、肥大船線図の標準作製要領に従っており、フレームライン形状も肥大船標準フレームラインをベースとして作成された。船首バルブ形状は、肥大船標準バルブ形状をベースとしている。

e) 船体後半部

1 軸船尾:

C_P カーブもフレームライン形状も肥大船の標準にならった。船尾フレームラインは U 型で stern bulb つきである。



SHIP	A	B	C	D	E
L _{pp} (m)	270.00	272.00	250.50	206.00	328.20
B (m)	45.00	54.40	62.60	51.50	54.70
d (m)	14.70	12.10	11.40	16.83	9.96

図 1 シリーズの構成

舵はハンギングラダーである。

2軸スケグ船尾：

広幅浅喫水船の2軸スケグ船尾船型⁴⁾を参考にした。詳細を以下に示す。

- 1) C_p カーブは極力1軸船型のものに近い形状とするが、スケグ部分の排水量増加は肩の部分で調整する。
- 2) スケグ形状は、スケグ中心線に対して対称とする。
- 3) スケグ中心線と船体中心線との距離は前記文献⁴⁾より決める。
- 4) 左右のスケグ間 tunnel部の tunnel top line と B.L. (基線) に対する傾斜角をゆるやかにする。
- 5) スケグ中心線を水平面内で開き角をつける。これは、tunnel 内部の断面積を増して抵抗減少をめざすものである。
- 6) 舵は2舵とし、1舵の面積は次式により求める。

$$[A_R]_{2軸スケグ船} = \frac{1}{2}[A_R]_{1軸船}$$

2軸スケグ船尾船型では、1軸船型船尾と比較すると、プロペラ前方の船体が非常に細くなっている。前者が後者と同一幅となる位置は、後者より16m船首側に移る。したがって、機関室の Front B^{mid} が1軸船より船首よりになる。

実際の比較を行うには、機関室位置を1軸船と同じにした船型、すなわち、プロペラ前方スケグ部分を太くした船型を考慮せねばならないわけであるが、このシリーズではとりあえず、そこまで突っ込まず、資料の蓄積をはかるために計画された。

決定したA船型 ($L/B=6.0$, $B/d=3.06$)が基準となつて、B船型 ($L/B=5.0$, $B/d=4.50$) およびC船型 ($L/B=4.0$, $B/d=5.50$)、さらにD船型 ($L/B=4.0$, $B/d=3.06$) が、そしてC船型に基いてE船型 ($L/B=6.0$, $B/d=5.50$) が計画された。

すなわち、A, B, Cの3船型は、排水量を一定とした L/B , B/d のシリーズであり、AとD, EとCが B/d を一定とした L/B シリーズである。同時にAとE, DとCはそれぞれ L/B を一定とした B/d シリーズにもなっている。(図1参照)

計画に際し、模型船長さを一定にしてシリーズを考えると模型プロペラ直径が過小にすぎることが含まれ、逆に模型プロペラ直径を一定にすると模型船長が過大になって、そのままでは模型船の製作が困難となる場合も起るために、模型船(長さと同幅を主に考えて)を製作し得る寸法のリミットや、使用し得る模型プロペラ(主とし

て直径)を考慮して、シリーズが決められた。

2・2 その他の船型の設計計画

基準となったA船型から他の船型の線図を作成する際の方針を以下に示す。

a) 船体前半部

1軸船と2軸スケグ船で同一である。

C_p カーブは極力基準船型(原型)に合わせ、フレームライン形状は、各横断面(S.S.)で、原型より B , d の比で修正する。ただし、船首バルブ部は適宜修正を行う。また、船首プロファイルは原型より L_{PP} , d の比で修正する。

b) 船体後半部

1軸船尾：

C_p カーブは極力原型に合わせ、フレームライン形状は各S.S.で原型より B , d の比で修正する。船尾バルブは適宜修正を行う。船尾プロファイルは原型より L_{PP} , d の比で修正するが、船型によっては、このままではプロペラの入る余地がなくなるために、さらに修正を加えてある。舵は、原型と等価な舵面積を持つようにしたが、プロファイルの制約もあり必ずしも同一値とはなっていない。

2軸スケグ船尾：

- 1) C_p カーブは極力1軸船型に合わせる。
- 2) 船尾プロファイルは原型より L_{PP} , d の比で修正する。船型によっては、船体・プロペラ・舵の相対位置の関係から原型と同一としたものもある。
- 3) スケグ中心線と船体中心線との距離の幅に対する比は原型に合わせる。
- 4) Tunnel top line と B.L. との接点は、原型と同じである。
- 5) Tunnel top line の形状は原型より L_{PP} , d の比で修正してあるから、tunnel top line の B.L. に対する傾斜角は L_{PP} に応じて変化する。
- 6) スケグ中心線を水平面内で開き角をつける。
- 7) 舵は、原型とほぼ同等の操縦性能を保持するよう舵面積を定める。船尾プロファイルの制約があつて、必ずしも同一の舵面積比とはなっていない。

全般的に、船体要目がかなり異なるために、線図作成は機械的に行つくと無理を生ずるおそれ(例えば run angle が大きくなる等)があり、そのときに応じて適宜修正を行なっている。

3. 模型船及び模型プロペラ

表1 模型船の主要目

模型船	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2
模型船長(m)	7.00		7.00		7.00		4.80		8.80	
対象実船長(m)	270.00		272.00		250.50		206.00		328.20	
C_B	0.78									
L/B	6.0		5.0		4.0		4.0		6.0	
B/d	3.06		4.50		5.49		3.06		5.49	
模型プロペラ	A_R	$A_{R,L}$	B_R	$B_{R,L}$	B_R	$B_{R,L}$	A_R	$A_{R,L}$	C_R	$C_{R,L}$

注 1) 模型船の添字1は1軸船を, 2は2軸ステグ船を表わす。
 2) 模型プロペラの添字Rは右回り用の, Lは左回り用のプロペラを表わす。

上記計画に基づいて製作された模型船はシリーズによって寸法は異なるが, すべてパラフィンワックス製である。

また, 模型プロペラは限られたストックのなかから選んで結局3種類が使用された。

模型船の要目等を表1に, 模型プロペラの要目を表2に示す。 C_p カーブは各船ともほとんど変わらないので, 一例として, シリーズの中心であるB船のものを図2に示した。基準船型(A船)の形状を図3に示す。

4. 試験状態等

試験は, 満載(トリムなし)及びバラスト(約44%満載排水量, 船尾トリム1.5%)の2状態において抵抗・

表2 模型プロペラの要目

模型プロペラ	$A_{R,L}$	$B_{R,L}$	$C_{R,L}$
直径(m)	0.2233	0.1787	0.1552
ボス比	0.180		0.180
ピッチ比	0.800		0.733
展開面積比	0.550		0.720
翼厚比	0.050		0.050
傾斜角	10°		0°
翼数	4		5
翼断面形状	MAU		MAU

注: 模型プロペラの添字Rは右回り用の, Lは左回り用のプロペラを表わす。

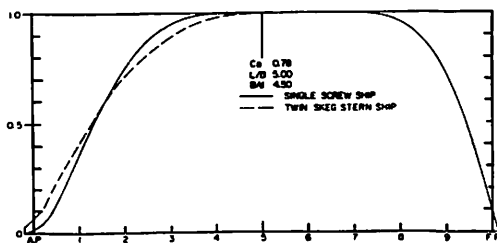


図2 C_p カーブ (B船)

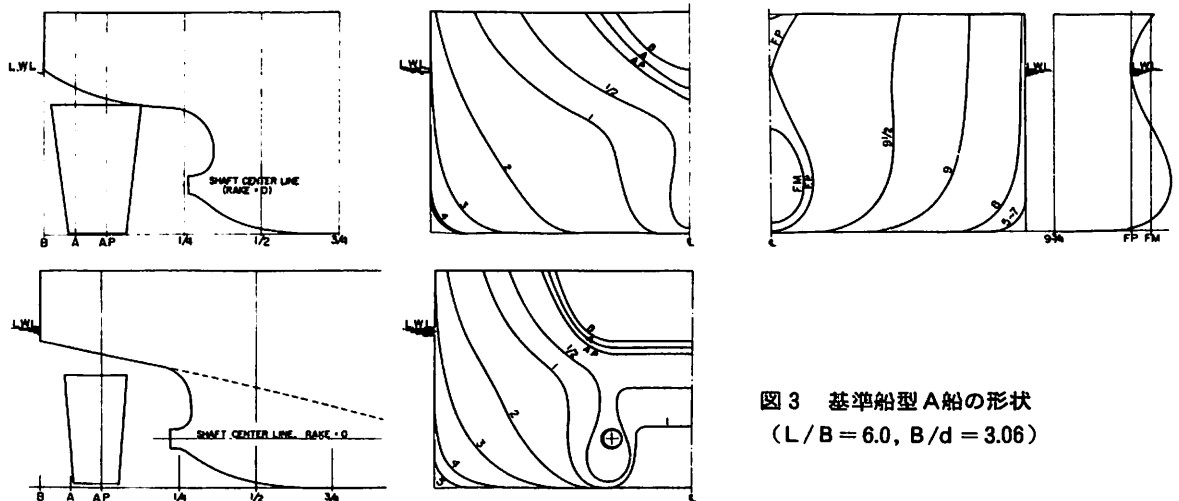


図3 基準船型A船の形状
(L/B = 6.0, B/d = 3.06)

自航試験を行い、さらに、満載状態においてプロペラ面の伴流計測を行なった。

解析にはシェーンヘル摩擦抵抗係数を使用し、対象とした実船に応じて、実船に対する粗度修正量 ΔC_F は変えてある。

また、E船型のみについては、バラスト状態の試験が都合で出来なかった。

5. 試験結果と考察

試験の結果は、個々の1軸船型と対応2軸船型の比較

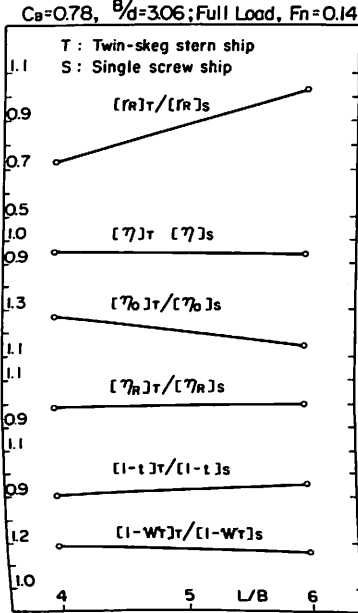


図4 L/Bの影響 ($B/d = 3.06$), 満載状態

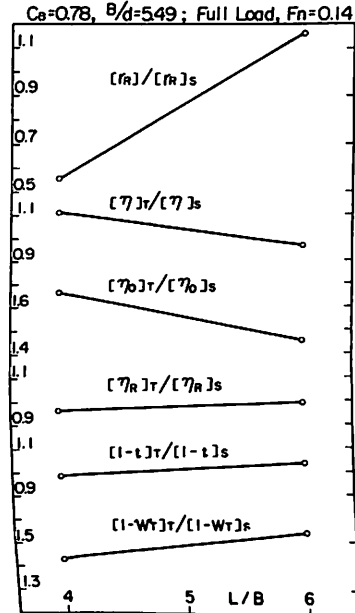


図5 L/Bの影響 ($B/d = 5.49$), 満載状態

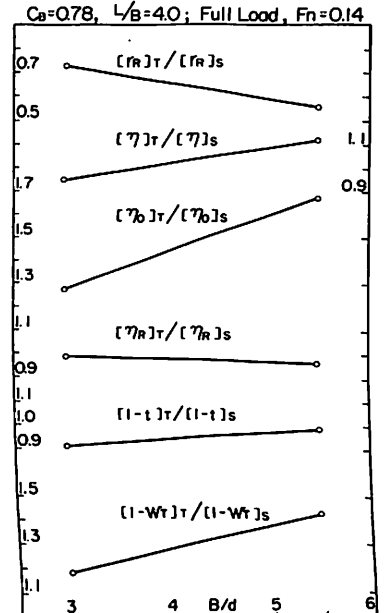


図6 B/dの影響 ($L/B = 4.0$), 満載状態

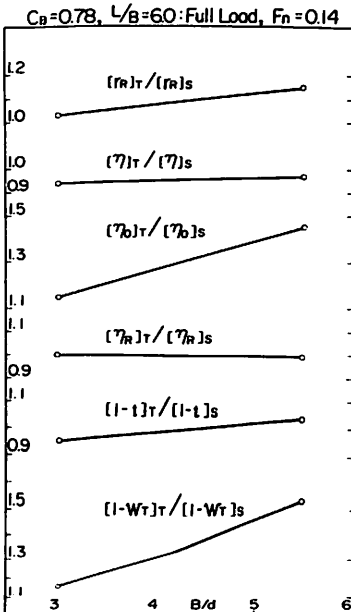


図7 B/dの影響 ($L/B = 6.0$), 満載状態

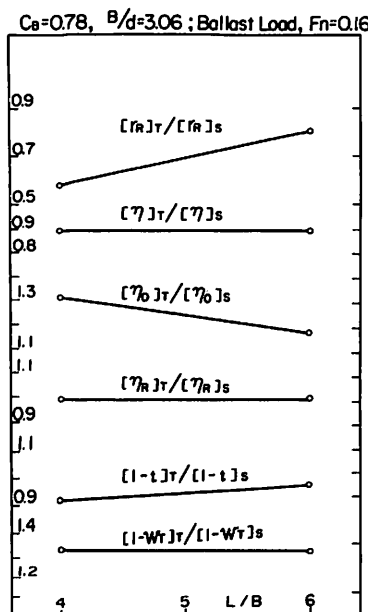


図8 L/Bの影響 ($B/d = 3.06$), バラスト状態

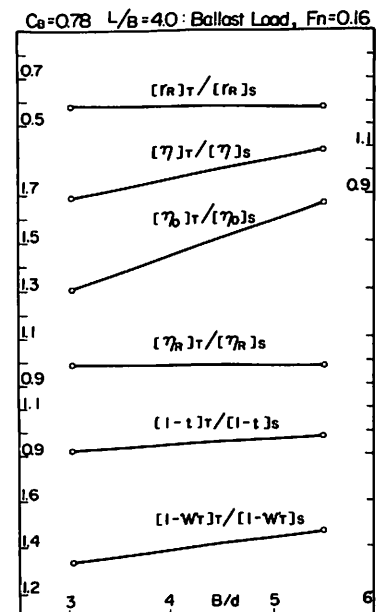


図9 B/dの影響 ($L/B = 4.0$), バラスト状態

の形で表した。

満載状態, $F_n = 0.14$ 及びバラスト状態, $F_n = 0.16$ の各速度について, L/B ベースまたは B/d ベースで, 形状影響係数 K や 剰余抵抗係数 R_r , 自航要素すなわち伴流係数 W_T , 推力減少係数 t およびプロペラ効率比 η_R , さらにプロペラ単独効率 η_0 と推進効率 η を併せて置点して, 図4~図9に示す。

これらの図から次のようなことが考えられる。

(1) 満載状態, B/d 一定で L/B が変化した場合

2軸スケグ船型は1軸船型と比較すると, L/B が6に近づくとき R_r が増加する。すなわち, L/B が小さいと2軸スケグ船型の R_r は1軸船型の R_r の60~70%であるが, L/B の増加とともに増加して, $L/B = 6$ になるとほぼ等しいかまたは10%増加している。

自航要素は, B/d により1軸船型と2軸スケグ船型との差は異っているが L/B の変化に対しては, 2軸スケグ船と1軸船の値の大小関係は変わらない。すなわち, $1 - W_T$ は1軸船に比して2軸スケグ船が高く, η_R はほとんど変わらないが, $1 - t$ は逆に $B/d = 3.06$ の場合は2軸スケグ船が1軸船に比べて低目で, $B/d = 5.49$ の場合はほぼ等しい。さらに η_0 は, すべて2軸スケグ船が1軸船より高く, ことに, $B/d = 5.49$, $L/B = 4$ の場合60%以上にも達する。最終的に, η としては, $B/d = 5.49$, $L/B = 4$ の場合以外は, 2軸スケグ船の方が1軸船より低い。

(2) 満載状態, L/B 一定で B/d が変化した場合

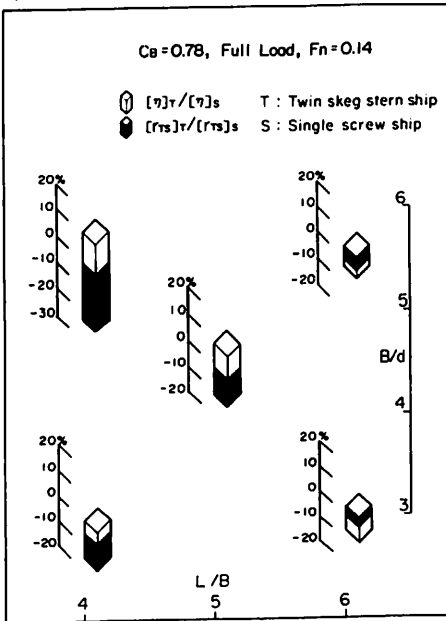


図10 各船の比較(満載状態, $F_n = 0.14$)

L/B によって B/d の影響が全く異って見えるのは R_r である。すなわち, $L/B = 4$ では2軸スケグ船の R_r が1軸船の R_r より低く, さらに B/d の増加とともに低くなっているが, $L/B = 6$ では2軸スケグ船の方が1軸船より高い上に, さらに B/d の増加とともに増加している。

自航要素では, L/B にかかわらず, $1 - W_T$ は2軸スケグ船が1軸船より大きい値を示し, かつ, B/d の増加によってさらに大きくなっている。 η_R は変わらず, $1 - t$ はほとんどの場合2軸スケグ船が1軸船より低目である。 η_0 は, B/d の増加とともに2軸スケグ船が1軸船に比べてより高目となる。 η は, $L/B = 4$, $B/d = 5.49$ の場合のみ, 2軸スケグ船の方が1軸船より高い。

(3) バラスト状態

$B/d = 3.06$ の L/B シリーズとしてみると, 満載状態の同じシリーズとほぼ同様である。 L/B の大小にかかわらず, R_r は2軸スケグ船の方が1軸船より低いが, η は2軸スケグ船が1軸船の90%位である。

$L/B = 4$ の B/d シリーズとしてみると, やはり満載状態の同じシリーズと比較して, B/d の大小にかかわらず2軸スケグ船の R_r が1軸船より低い。一方 η は, $B/d = 5.49$ の場合のみ, 2軸スケグ船が1軸船より高くなっている。

次に, 満載状態 ($F_n = 0.14$) とバラスト状態 ($F_n = 0.16$) において, A, B, C, D, E の各2軸スケグ船型と1軸船型の比較——実船全抵抗係数 R_{TS} および推進効率

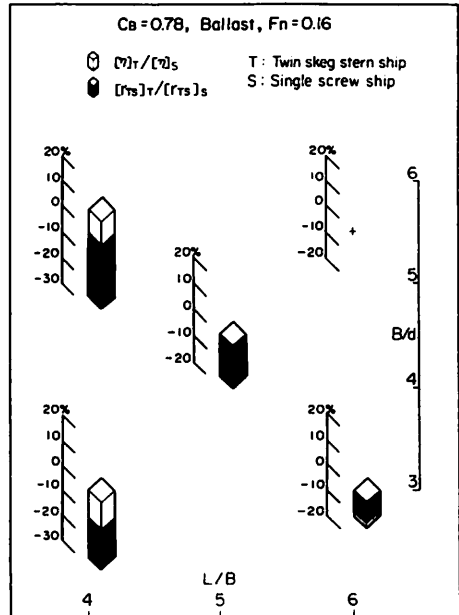


図11 各船の比較(バラスト状態, $F_n = 0.16$)

η の—を図10及び図11に写す(Γ_{TS}/η は軸馬力となる)。

比較は、1軸船型の値を基準とした%表示で表されているが、これによると、各状態を通じて、L/Bが小さく、B/dが大きい方が、1軸船型に比べて2軸ステグ船型の推進性能がすぐれていることがわかる。

すなわち、 Γ_{TS} においては(-)を表わし、 η において(+)を表わす場合が、軸馬力としてはもっとも効率の高いことを意味すると思われるから、これらの図の左上、L/B

=4, B/d=5.49の船型がこれに相当しているわけである。

そして、右にずれる(L/Bが大となる)にしたがって、 Γ_{TS} のマイナス分すなわち2軸ステグ船型の1軸船型に比しての有利さが減少してくることがわかる。 η も同様であるけれど、一般にB/dの小さい船型においては、2軸ステグ船型が1軸船型より不利になることを表している。

以上、総合して考えると、1軸船型に比較して2軸ス

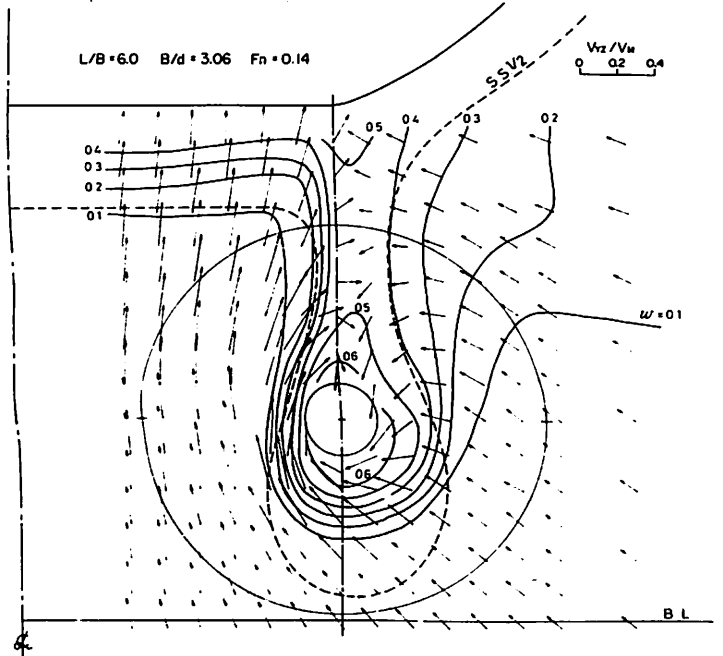
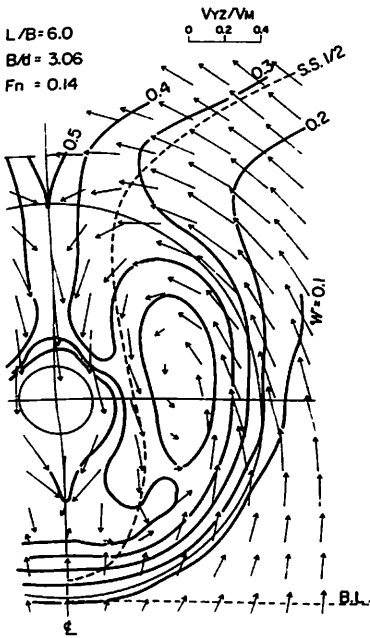


図12 A船の伴流分布図

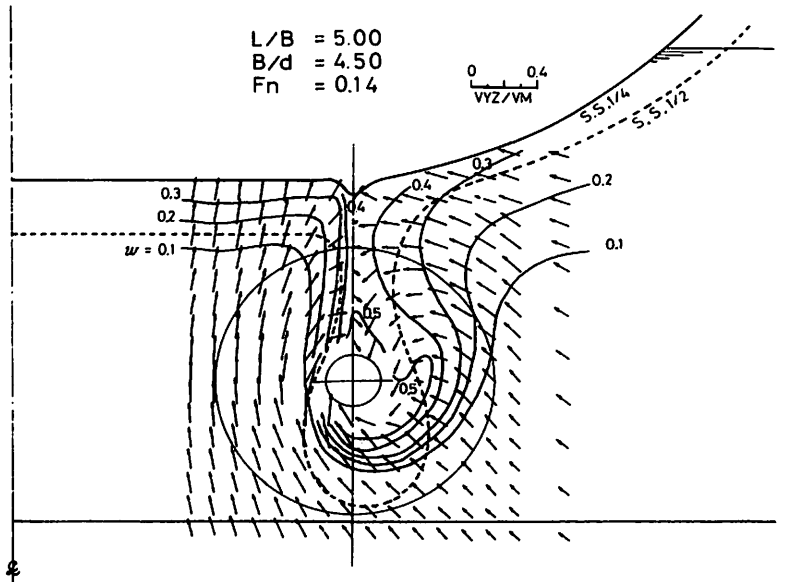
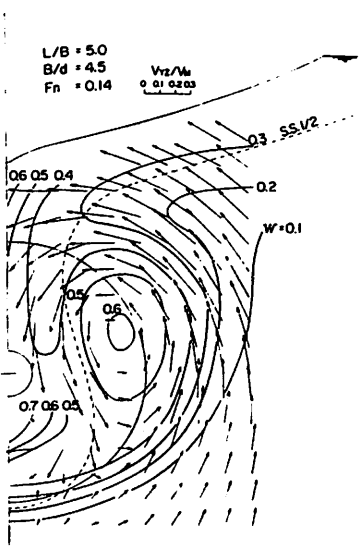


図13 B船の伴流分布図

ケグ船型のメリットを生かせる領域は、これらの図で $L/B=4$, $B/d=3$ の点と, $L/B=6$, $B/d=5.5$ の点を結ぶ線より上であろうことが予測される。

いずれにしても, $C_B=0.78$ として計画に述べられているようにして求められた船型での例であるから, これはひとつの目安として参考にされる分には特別に支障はないものと考えられる。

また, 以上の結果は, 比較のために, すべて伴流係数の実船換算は行っていない。それぞれの値に対する修

正を行えば若干数値としては変るであろう。

なお, 以上の結果は, 2軸スケグ船の場合, すべてプロペラの回転方向は内回りである。外回りの場合も試験は行なったが, 内回りに比較して推進効率の低下を示しているので, 1軸船との比較は割愛した。

プロペラ面における伴流分布を 図12~図16に示す。2軸スケグ船型の場合, スケグ中心より内側は, 投影速度成分としては, ほとんど垂直上向きであるが, スケグ中

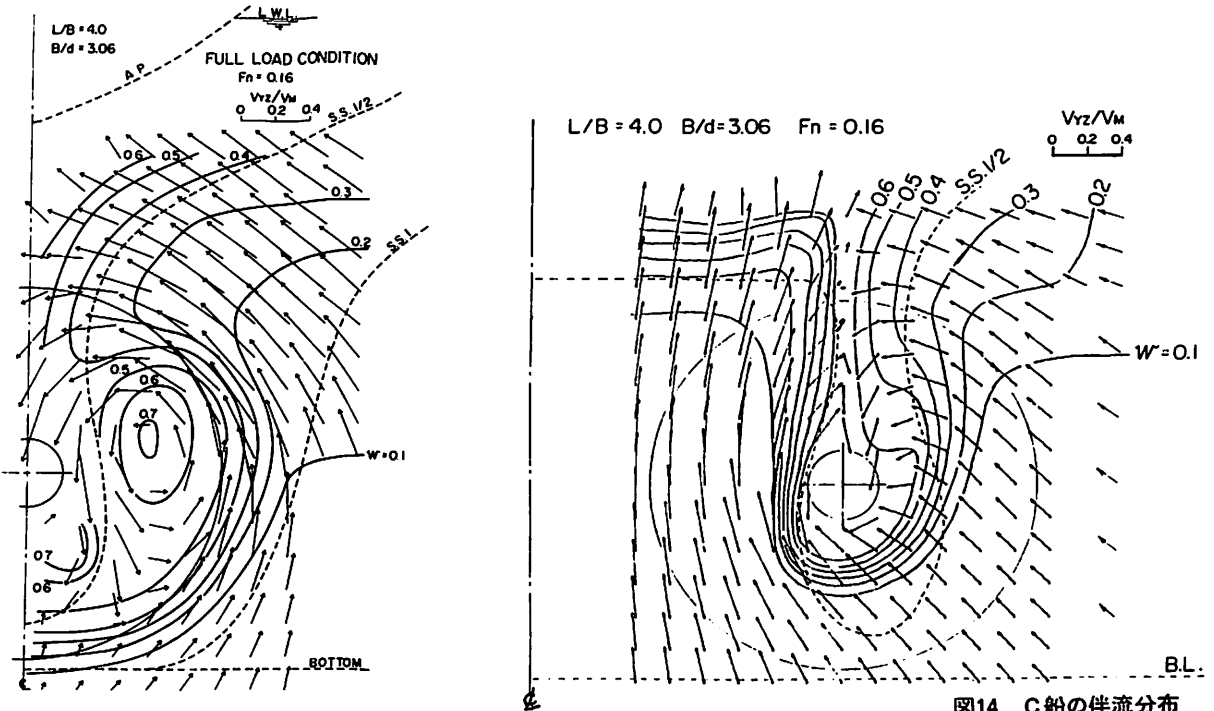


図14 C船の伴流分布

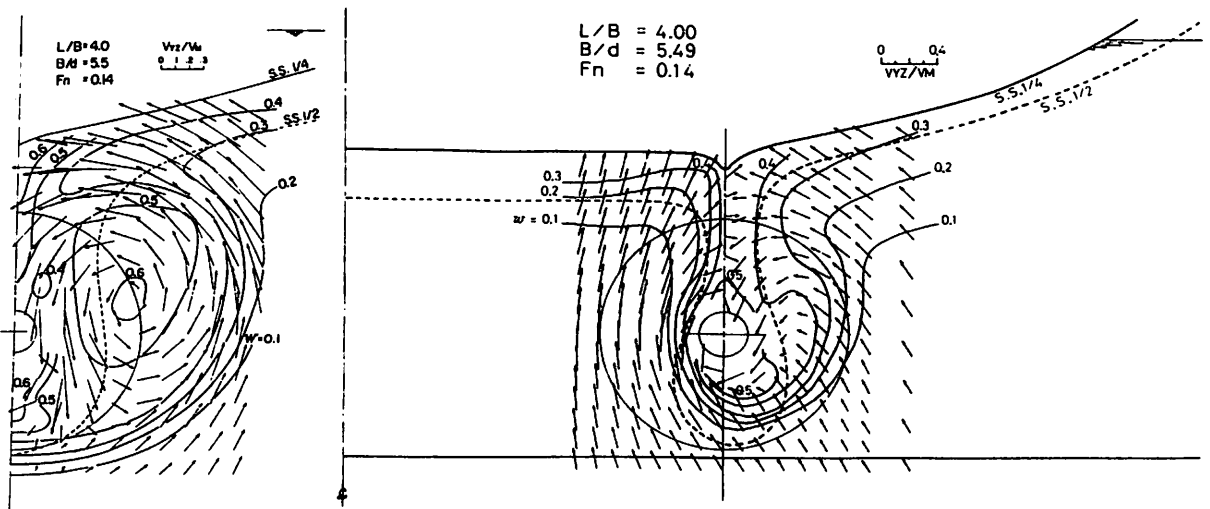


図15 D船の伴流分布

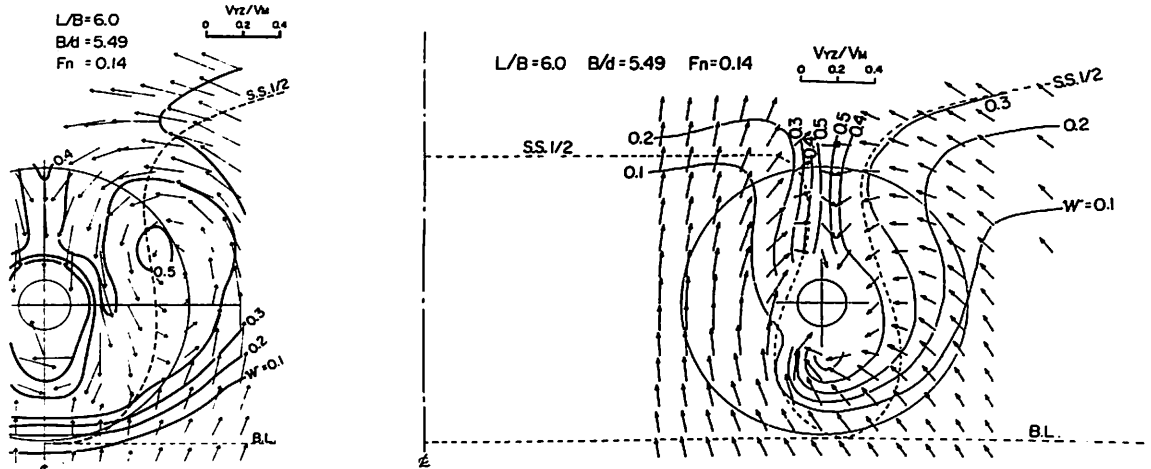


図16 E船の伴流分布図

心線より外側は、スケグ（船体中心）に向かっている。

6. 結言

$C_B = 0.78$ の低速中型船を対象にして、主要目変更シリーズを1軸船及び2軸スケグ船型において行い、 L/B が小さく B/d が大きい超広幅浅喫水型の場合は、2軸スケグ船型の推進性能が1軸船を凌ぐことが確かめられた。

しかし、模型船や模型プロペラの寸法の差や、解析の過程での伴流係数の実船換算用修正など、さらに詳細に検討すべき問題が多く残されている。これらを綿密に検証しないと、最終目的である実船の推進性能は、精度よく推定できないかもしれないが、ここに得られた結果すなわち同一条件の下での2軸スケグ船と1軸船との比較は、それなりに、実際の設計にさいして手がかりとなるものとする。

最後に、本研究の遂行にあたり多大の御指導と御助言をいただいた財団法人日本造船技術センター 横尾幸一常務理事に心から感謝致します。

参考文献

- 1) Captain Harold E. Saunter; "The Multiple-skeg Stern for Ships", Trans. SNAME, Vol. 55, 1947
- 2) A. Williams; "Single-and Twin-Screw Propulsion of Tankers and Bulk Carriers", SNAME STAR Symposium, 1975
- 3) T. Hanawa, et al; "Study on the Hull Form with "Catamaran Stern" — Applied to Tanker / Bulk Carrier —", 関西造船協会論文集 No.181, 1981
- 4) 川上善郎他; "Twin-Skeg Stern 船型の推進性能に関する実験的研究", 船研報告 18巻6号, 昭和56年11月
- 5) 財団法人日本造船技術センター; "超広幅浅喫水船の推進性能に関する調査研究", 昭和59年3月
- 6) Willem B. van Berlekom; "Twin Skeg Afterbodies can save fuel", Workshop on Developments in Hull Form Design, 1985

海外技術短信

海外技術短信

暴風雨に強い浮揚服

英国のG.R. ウッドフォード (G.R. Woodford)社は、冷たい水につかっても通常の衣服より3倍も長く耐えることのできる浮揚スーツ "サーモチックX3" (Thermotic X3)を開発した。

炎色として知られている視認性の大きいオレンジ色をしており、軽くて着やすく、暴風雨にもよく耐え、船上

での耐寒服としてもよく、万一、水中に落ちてでもウェットスーツの働きをする。船、沖合作業、港湾労働、曳航、サルベージ作業、土木作業用に適している。

独立気泡型の架橋ポリエチレンフォームでライニングしてあるので、浮力、耐熱性がある。種々のポケットがついており、必要な場合は、水で作動する遊離灯をつけることもできる。

問い合わせ先：英国大使館広報部（電話03-264-2171）へ

海外造船におけるCAD/CAMの導入

— スウェーデン・スペイン・ノルウェー・米国・英国 —

編集部訳

1. はじめに

最新鋭のCAD/CAMシステムは極めて多様化しているが、一方それらは各々特別の強みと弱点を有しており、従って造船専用システムもその例外ではない。システムを購入しようと考えている造船会社は、まず、第一にどんな作業(タスク)をそれに要求するかを見きわめて、それから自分たちの要件に関して利用できるシステムを評価すべきである。単にその装置が特定の機能を遂行できるかどうか(ほとんどの場合遂行可能である)きめるというよりは、それを使うときの効果が問題である。

この要件を確定することも簡単な問題ではないかもしれない、なぜならばそのシステムの能力は仕事(ジョブ)に取り組む方法に影響を及ぼすからである。造船会社がCAD/CAMに深い経験をもっていない場合、この選択を行うに際して専門家の支援を得ることがほとんど必須である。

戦略的レベルにおいて、会社は次の特定のオペレーションに関して相対的重要度を決める必要がある。

- 設計・製図オフィスにおけるパフォーマンスを向上させる。
- さらに一層総合的な製作情報を提供する。
- 構造用鋼工作物対艦装システム
- 数値制御(NC)工程とその他の自動化された製作工程との併合
- 資材調達及び生産計画システムを含む造船所管理との併合

改良設計に関して、その装置が設計・解析を通じて質の高い技術的能力を提供すべきなのか、あるいは単により多くの作業を処理すべきなのかをはっきり決める必要がある。比較的早期の造船システムはNCガス切断機用に準自動化されたデータ生成を可能とするために開発された。それらは、特に構造詳細を作成するためにある程度設計上役に立ったが、それらは主として生産定義および現図機能にかかわりを持ち、創造的な設計段階においてはほとんど助けにならなかった。今日でも、多くの高性能造船システムは主要な設計配置が先行して検討済

みであると仮定しており、また手で作成された図面からのデータ検索の要素がインプット作成の際に含まれる場合がある。

2. CAD/CAMの利得

CAD/CAMから得られる主要な技術的利得は次のものである。

- 最新の製造技術および精度制御要件に照応した生産定義が精密なこと。
- 技術分析、材料明細、工事内容分析、原価計算およびその他のこの種処理のために応答指令信号を受けられることのできるデータベースのなかにモデルとして設計情報を電算機で読める形態で創成すること。
- 一貫した幾何学的定義が設計のあらゆる段階において維持され、そして精度制御のために利用できること。
- 設計標準を制御して、それらの利用を推進すること。
- 設計変更が容易に行えること。
- 特定のワークステーション図面を含む、設計情報を余分の努力をせずに異なる部門で使用するのに最適な形態で作り出す能力、および
- あらかじめ定義された設計アルゴリズムおよびその他の繰り返し作業によって創成される詳細を迅速に生成するための能力。

この最後の利得はCAD/CAM構想にとって特に重要である。それがないと他の利得を実現させるのに必要な設計、製図および現図に関する情報蓄積の解放が可能になるとは思えない。設計データ生成をどの程度自動化すべきかは慎重な判断を要する問題である、というのは自動化は融通性と設計者による調整機能が若干失われることを含意するからである。

造船会社の製品系列がシステムを選択するのに重要な意義をもつ。たとえば英国造船公社(British Shipbuilding)は、商船建造工場に対しては、小型商船や軍艦建造工場とは異なるCAD/CAMシステムを採用した。前者では主な要件がパネルを要素した構造物の詳細な定義と加工処理であり、後者では複雑なスペースエンジ

アリングと艀装が主な考慮事項であるからである。

製品系列に関連して検討すべき問題点には、特殊標準およびアルゴリズムが組み込まれかつ使用される場合の容易さに加えて、内蔵標準および設計あるいは詳細部生成アルゴリズムに関連するすべてが含まれる。非幾何学的データ、特殊な部品の番号づけシステム、材料等級および他の識別名の取り扱いに備えることも考慮すべきである。三次元電路、平面および立体モデリング設備、ならびに、例えば、機関室配置の視覚表示をディスプレイする能力の相対重要度も念頭に置かねばならない。

造船所の生産技術および工程が装置の選択に関係する。たとえば広範囲のNC機械制御システムに対する情報処理者（ポストプロセッサ）が通常利用できるとはいえ、規準は包括的ではない。もっと基本的な要件は、このシステムがヤードの組立実施（プラクティス）、特に一体に組み込まれるべき機能的に独立した部品に関する情報を必要とする先行艀装技術の特別な要件にブロック分割を確実に適応させることである。そのうえ、この業界は全般的に益々CAD/CAM主導型になって来ているので、設計データを供給メーカーや下請会社が操作するシステムと交換できる能力が考慮されるべきである。

以上のような考察に基づいてBritish Shipbuilders内部の大型商船建造会社の要件を満たすようにシステムBritships 2の仕様決定がなされた。汎用CAD/CAMシステム（この場合Computervision）も小型商船および艦艇建造会社に適用されつつある。BSRA（英国造船研究協会）はComputervisionとBritships 2との間にかなりな程度の互換性が維持されるように技術的援助を提供し、かつ標準を調整している。

3. 各国におけるCAD/CAM導入の状況

3・1 スウェーデン：造船所との関係によるSteerbearの成功

Kockums Computer Systems (KCS) 社とKockums造船所との間の緊密な関係がSteerbear開発に対して重要な貢献をしたと認められている。この全体パッケージはCAD/CAM設備ばかりでなく管理およびソフトウェアも提供する。

設計は主に二組のプログラム、Steerbear Hull 3 (SBH 3) およびSteerbear Pipe 3 (SBP 3) によって処理されている。SBH 3 は各船舶設計のための唯一のデータベースを中心に展開しており、データベースには船の3次元モデルがおさめられている。作業が進行するにつれて、このモデルはより詳細なものとなり、またより明確に定義される。

Steerbear を装備する一社のWärtsilä 社における開発作業によって、NAPAとして知られている初期設計設備が標準SBH 3ルーチンに追加された。これらは初期船殻形状を処理することができ、普通の船舶算法諸計算を遂行できる。従って、排水量等曲線および復原性能推定値が早期の段階で入手できる。

必要とされる要素あるいは幾何形状を作図するために設計言語が使用される、またSteerbearは二次元図形によってそれを説明する。この言語は標準船殻部品を呼び出すことができ、また多数の部品で構成される甲板、隔壁、および大型パネルのような大型構造物を取り扱うことができる。スクリーンディスプレイを使用する対話方式作業もまた可能であり詳細部分をひき出して別個に検討したり、図化を行ったりすることもできる。

多数の船殻標準がソフトウェアのなかに設けられ、カットアウト、ブラケット、ホールおよび防撓材がわずかに二、三のパラメータを定めることによって選定できる。例えば、最少の入力でブラケットの寸法を求め、その各辺のなす角度を計算し、また、必要とされる防撓材も決定できる。構造物の他の部品を見込んでおくために必要なカットアウトもすべて自動的に組み込まれる。各工場は自身の要件に適合するように、これらの標準を変更、修正することができる。

対話方式平面フェアリングはSBH 3の一部でもあるが、このデータベースは形状が最終的に決定されるまで初期設計線図を使用する。そのあとではこのデータベースはすべての船殻構造情報に関してフェアリングの済んだ船殻を引用する。

ベベルをとった板の縁やオーバラップや余分の材料といった製作上の細部情報がすべてデータベースに加えられると、数学モデルが平板組立図、サブアセンブリの透視図はもちろん、寸法入りの図面や部品リストまで対話型式で作成可能になる。

これらの図面も蓄積され、またあとで変更するために検索できる。治具や型取り工具もまた詳細に決められ、また外板のための精確な寸法測定および曲げ詳細が行われる。パネルおよびブロックの重量および重心もまた解析の結果出てくる。

管生産ソフトウェア、SBP 3は管だけでなくポンプや他の機器に関する情報を含む構成部品ライブラリーを使用する。SBH 3と同じように、国家規格およびその他の規格がそのプログラムの一部となっており、これらとライブラリーの両方ともが更新可能である。

特定の配管系に対する仕様を定義して標準化することができる。たとえば船を通じて材料や部品の型を指定し

ておくと、配置を示し、使用部品をリストアップした図面が作成される。

詳細設計段階において、すべての寸法、材料要求事項および他の属性がこれらの系統図から検索できる。再び三次元モデルが生成されるが、これは船殻構造データベースから取り出される背景に基づいて対話方式により構築される。ポンプ、電動機およびその他の部品の位置を決定し、それらの間にパイプラインを導くことができる。このソフトウェアは多数の構成部品および曲げ管の位置を計算でき、特に曲げ管が加工機にかかるかどうかをチェックする。

径路にそって部品をならべて行って配管を生成することもできる。前にのべた方法と混用することも可能である。このシステムの物理的構造に基づいた設計言語を用いて、バッチモードコンピューティングを採用することもできる各ステートメントは構成部分、直管または曲げ管に対応する。管路を単管へ分割し、また各一品ごとにスケッチ、材料表およびNCデータを作成すると、生産情報が生成される。このねらいは出来るだけ余分な努力をとまわずに管を製作することである。

3・2 スペイン：New Foran 20が対話を改良する

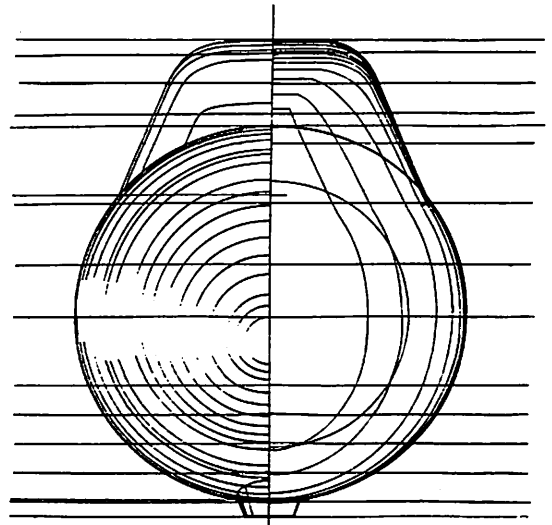
Foranソフトウェアの全面的な改訂がスペインのSenermar社にて完成に近づきつつあり、十分に確立されたバージョン10もバージョン20に更新された。改良されたアクセスと情報完全性を有する新しいプロダクションサブシステムもまた開発されつつあり、その新規パッケージが間もなく利用できるであろう。

ForanCAD/CAMオプションは対話型ネスティングおよび鋼板データベースを導入するための改訂を行なった後間もなくモーター・シップ誌のスペイン増刊号(The Motor ship誌1982年11月)において論ぜられた。

船体形状を生成するための対話型設備が間もなく利用できるであろう。新形状生成モジュール(F3G)は船首および船尾プロフィールおよび水線以下のナックルを定義できるものと思われる。インプットデータには横断面積曲線および垂直モーメントのデータを含めることができる。

現用のF30フェアリングモジュールは新フィッティングルーチンF3Tと取り替えられる、これはオプションによるディジタイザーインプットとの対話型作業を再び利用する。補足的なジオメトリモジュールF4は甲板室および他の上部構造を定義することができる。

新製図ソフトウェア、モジュールF25も書き込まれており、それはまた、対話方式により作動する。それは他



Foran が描いた潜水艦の正面線図
(船型生成モジュールは Foran 20ソフトウェアの一部)

のモジュールから図形情報を検索でき、かつ加工できるので、その結果最終図面を調整し、かつ字句と寸法を追加することができる。

馬力推定法も改訂され、新推進モジュールF1は、有効馬力を計算するための最新の手法を含む。それはまた他の喫水における推進状態を推定するために計画喫水に対するプロペラデータを使用することもできる、計画スクリューあるいはストックプロペラのいずれを作業に使用してもよい。操縦性能の推定および舵力もまたこの新しいソフトウェアから求められる。

Foranの新プロダクションサブシステムは二つの主要な機能をもっている、構造物を定義することならびに工場および他の部門へ情報を提供すること。三つのモジュールF9、F10およびF11が定義に当てられ、また一つのモジュールF55がネスティング改良技術へ当てられる。さらに一群のユーティリティ・モジュールが部品表、組立コードを生成し、各建造ブロックごとの発注鋼材の仕様を決定する。重量および重心計算がこのグループに組み込まれる。

この三つの定義ルーチンは各々特定の領域を処理する。モジュールF9は標準ピースに関するデータを内蔵し、一方F10はすべてのプロフィールをそれらのエレメントまたはアセンブリーブロックのいずれかによって定義することができる。F11はシェルモジュールであり、これは以前のバージョンよりも改良点を有しており、シェル定義に要する時間を劇的に減少させると言われている。

Senermar社の最近の開発はForanを広範囲の用途に

適用させることをねらいとしてきた。1980年にミニコンピュータが利用できるようになって以来、小型造船所がそれを利用できるようになった。最も最近に、インドネシアのPT Adiguna造船所(最大10,000 載貨トンの船舶を建造する)がインドネシアの国有建造会社PT Pal社とのサブライセンス(再実施権)契約のお陰で、Senermar社の照会先一覧表に追加された。

Senermar社による最近の発表によると、Foranは軍艦建造にも使用できるとのべている。新しいルーチンの融通性がさらに改良されたのでそれが可能になったと言われている。また潜水艦設計作業を処理するため新しいサブシステムを開発中である。

海軍関連事項についてはほとんど詳細が利用できないけれども、Senermar社は哨戒艇、輸送船団護送用小型快速艦およびフリゲート艦が同社のマドリッド事務所において外国人設計チームと同社所属のスタッフの協力によって設計されてきたと述べた。

3・3 ノルウェー：最も使用されてきたAutokon

世界中の会社が、ノルウェーのShipping Research Services (SRS)社によって提供されたAutokon 装置から現図費および設計費の両方において相当な節約を図ったと言われている。このソフトウェアはSRS社は言うまでもなく、同国の中央工業研究所、およびAker Groupの協力体制によって開発された。Autokon は造船専門家によって考案され特に造船所向けに利点を提供するものと言われている。

スカンジナビアおよび欧州諸国のユーザは言うまでもなくAutokonはMaritime Administration(米海運局)を含む米国、ならびに韓国(現代、大宇、三星および大韓はすべてこのソフトウェアを使用している)での売上げ高を誇りとしている。事実、Autokonは世界で最も広く使用されているCAD/CAMシステムであるとSRS社が断言している。

Autokonの構造は総合モデルで始まり、それが次第に図面へ分解されていくという通常の造船設計手順に適合するようにつくられている。SRS社によると、初期概念が定義されると直ちにデータベースのなかにモデルが確立でき、モデルが更新されていくにつれてその詳細がつつぎと精密になってくるということである。データベースを使用するいかなる表示(例えばプロダクションリストあるいは図面)も準自動的にシステム内で改訂される。

既に若干の仮計算を実行したこのシステムの排水量等プログラム(下記参照)から、あるいはグラフィックス・

ターミナルでの対話型によって生成された形状のいずれかから線図を転換させることによってAutokonは船体形状の予備図形をその初期データとして取り出す。甲板、タンク頂板、隔壁及び防撓材を含む内部構造は適合するように構成される。初期設計はフェアリングあるいはその他の変更が完成された後に改訂されるが、図面は任意の段階、縮尺、または任意角度からの透視図でも、このデータから得ることができる。

これらの図面は、作画モジュールによって作成される。モジュールは各ユーザーの要求に答えるようコンパイルされたシンボル・ライブラリーと、重量、重心その他の詳細計算を行う機能とを内蔵する。

<排水量等プログラム>

排水量等計算はAutokonパッケージの重要な部分の一つである。これらの仕事を実施するプログラムを複製し、改良したのはスウェーデンのSikob AB社である。それはSikobとSRSが共同で開発した2方向コミュニケーションシステムによって他のAutokonルーチンへ連結される。

排水量等スーツから船殻設計への3つのアプローチが利用でき、各々が特定の情報源となる。第1のアプローチは初期データベースを構築するために線図及び配置図からの限られた量のデータを必要とする。その精度は利用できるデータの量によって決まるが、双胴船型を含む任意の船型をも取り扱うことができる。

第2の技術によって現状の船殻を変更することが可能となり、またいくつかの船型を組み合わせる新しいオフセット表と横断面を創成することも可能となる。利用できる形状は船殻ライブラリーに格納されており、例えば、縮尺、平行中央部、縦浮心位置及び肥せき係数のような様々なパラメータを変更するように操作可能である。

第3の方法は最終チェック及び文書化のために利用できる。主要なAutokonソフトウェアによって完全にフェアリングされた船殻はその曲面の完全な定義を備えて排水量等モジュールへと送り返される。船殻協会及び他の機関はその出力を使用することができ、また引渡し諸計算を実施することができる。

一旦船殻が図形描写されてしまうと、排水量等データを船舶全体あるいはその部分のいずれかについて引き出すことができる。いくつかの波形でさえも組み込むことができる。可浸長、進水計算及びボンジャン曲線を含む他の伝統的な情報もこのモジュールから得ることができる。

3・4 米国：現図をベースにした SPADES

数値制御された現図技術が米国の Cali & Associates 社による SPADES (Ship Production and Design Engineering System) CAD/CAM ソフトウェアの開発のための出発点であった。事実、同社はテープや型板を製作したりあるいは鋼板加熱の段取りまでもする広範な現図コンサルタンシーサービスを提供する。

SPADES の顧客はすべて米国系の会社であって、Tacome Boatbuilding, Tampa Shiprepair, Ingalls Shipbuilding, Avondale Shipyards, Levingston Shipbuilding Co, Galviston Shipbuilding Co, 及び Halter Marine を含む。

このシステムの設計思想は構造用図面、生産管理報告及び NC 現図情報を生成するために利用されるあらゆる船殻情報を内蔵する中央データベースを使用する。このアクセスプログラムはデータベースそれ自身に影響を与えずにデータ選別及び書式において出来るだけ多くの柔軟性をゆるすように配慮されており、これを変更するには特別なプログラムを用い、またパスワードを必要とする。

SPADES が他の CAD/CAM にまさると言える重要な長所はグラフィックファイルを一切保持しないことである。各図面について、設計者の指示を表わすデータが格納され、またコピーや改訂が必要であるときには再成される。注釈に対する変更は図面が作成されるたびに織り込まれ、データベースに対する変更から生ずる変化を自動的に含めることが可能である。

Cali 社によると、図面の各部分の位置及び縮尺は付随する表記の位置をわざわざ移さなくても変えることができる。また誤って図面ファイルを消したりする心配はない。図面の複写は従来のシート形式あるいは小冊子のいずれでも製作できるし、またサイズと様式の両方ともユーザー指定にできる。

データベースそれ自身は目下のところ、パッチモード操作を用いて、最初にキーボードにおいて打込まなければならないが、Cali & Associates 社はこの操作をスピードアップさせるためにグラフィックターミナルへ連結される対話型ソフトウェアを開発中である。一旦この開発が完了すると三次元等大図法も可能である。

SPADES は主に現図及び加工システムであるけれども、それはたしかに造船屋に多様な便宜を提供している。線図フェアリング及び復原性計算はこのシステムに任せることができる。このシステムはクロスカーブ、ボンジャン曲線、可浸長曲線図、進水計算及び縦強度計算などを実行する。外板展開図及び現図場用オフセットとともに、シーム、甲板及び縦通材を示す正面線図も描出される。

3・5 英国：小型造船所向けの Computervision

Computervision を使用する設計装置は、小型造船所（大型コンピュータよりもミニコンピュータの方が適合している）において見られることが多い。英国の Apple-dore Shipbuilders におけるこの施設を調査のため視察した後、モーターシップ1982年12月号に「Computervision CAD/CAM の全貌」が掲載された。

Computervision はそれ自身のハードウェアのうえにソフトウェアを提供することによって大部分の他の供給メーカーと趣を異にしている。各々がキーボードによって補足される Instasview ターミナル、ディスプレイ操作ユニット及びディジタル化タブレットによって、対話型二次及び三次元モデルが構築される。

共通データベースを使用すると、影響を受けるあらゆる図面上に修正や追加を確実に行うことができ、部品表及び他の関連仕様が確実に更新される。ソフトウェアの机上型バージョンは開発中と思われる。

幾何形状はワイヤーフレームとしてでなく完全に寸法を入れた形で生成される。平面シェーディングルーチンが設計中の部分の模式図を作成することができる。これらの固体像のいくつかを併合させて、例えば芯出しや間隙を容易にチェックすることができる。ロボグラフィックルーチンは工作ロボットをシミュレートすることもできるので、設計通りに製作できるか否かをチェックすることができる。

Computervision がもっていると公言できる利点の一つは機械を制御するための NC テープがないことである。適切なインターフェースがあればコンピュータが機械を直接に駆動することができる。

特に造船に関連する特徴としては製造会社が適合な書式で利用できる多数のアイテム図形描写を含む部品ライブラリーが含まれる。造船ソフトウェアは今でも開発途上にあり、また我々は小型の Supervision 装置を持っている B S R A がその製造会社に代わってこのシステムを評価しつつあると考えている。

3・6 英国：Britships 2—Swan Hunter での成功の基礎

英国造船公社の Swan Hunter 造船所と英国造船研究協会 (B S R A) との間の共同開発研究の結果として大型造船所のニーズにねらいをつけた CAD/CAM システム、Britships 2 が生まれた。

B S R A への最近の訪問中に、幹部の Mike Parker 氏が我々に、Britships が他の CAD/CAM 設備（設計がある程度まで既に定義されていることを必要とする）と

はきわめて異なっていると説明した。

Britships 2は、前に作られたBritships 1からデータをとりだすことができる。Britships 1は、船型が単胴か双胴かをきめさえすれば、ゼロから船体を展開することのできる曲面定義プログラムを持っている。このやり方は骨組を生成して、それを鋼板で覆うことである。手で作成される船型もまたソフトウェアによって使用できる。

比較的早期の造船設計法からの新機軸は確立された汎用CAD/CAMプログラミングを含みオリジナルなBritshipsシステムのために特別に開発されたソフトウェアの組み合わせにあると言える。ロッキード・コーポレーションが作成したCADAMソフトウェアが選定され、IBM大型電算機で稼動している。

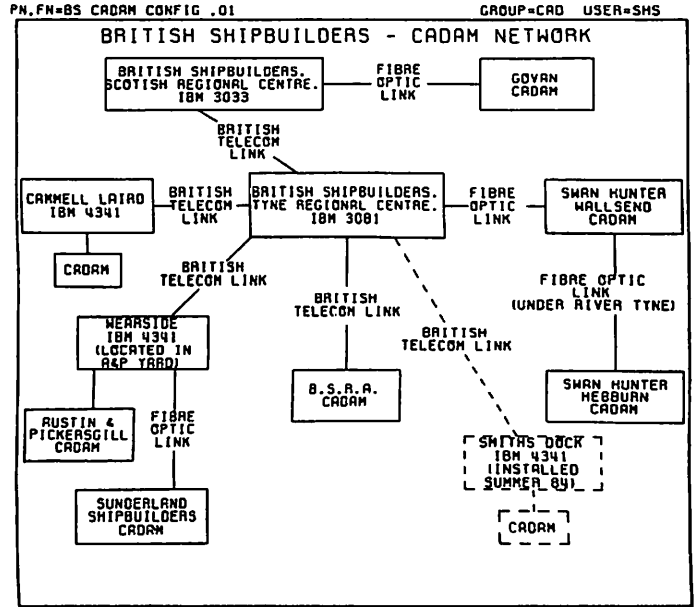
この組み合わせの結果として多岐にわたる一般設計及び作図システムが生まれると言われている。一方、特殊プログラムは詳細設計を取り扱う。第2のターンキープログラム、CATIAもこのシステムに含まれる。これは3次元技術を利用するが、CADAMと適合する。

一旦、船型及び基本構造が固まると、CADAMは任意の構造部分に対して概略図面を作成できる。グラフィックスクリーンで作業している設計者は、これらのアウトラインに関して鋼工作物を定義する。

またこの場合、防撓材、桁板、縦通材及び外板シームは作業が進捗するにつれて追加される。詳細設計はブラケットのような標準形状のライブラリーを利用するが、選別ルーチンは所要の断面係数をもつ標準圧延形鋼の詳細を提供でき、これらのコストの指標も表示される。

Britships 2は設計者がプロダクションユニット及びアセンブリーの観点から思考するのに便利のように配慮されていると言われている。工場床レイアウト平面図ならびに機械及びクレーンの能力とともにアセンブリー順序及び標準サブアセンブリーを詳細にきめるために関連情報呼び出すことができる。別なルーチンで定義されることになっているネスティング及び切断順序を除き、現図及び切断データは図面から直接に引き出すことができる、対話型ネスティングが使用されており、またCADAMのNCモジュールがカッターパスを定義する。

我々は幸いにもSwan Hunter Shipbuilders社において機器を調査する機会を得た。常務取締役のAlex Marsh氏と技術担当重役のPeter Forrest氏とそれの掛かりあいについて論議できた。彼等はCAD/CAMを造船所の生産性向上の重要な部分として見ている。その



英国造船公社は英国の北部に電話線で連結された2つの地方計算センター（スコットランドとニューカッスル）を設立した。計算センターと造船所の設計部は、電話線や光ファイバーで結ばれ、造船所のハードウェアが施設を補完する。

主な根拠はCAD/CAMによって作業がより良く組織化できるからである。

組立は近くのパレット上にすべての関連部品をおき、複数の作業場に分割して行われている。重畳40tまでのセクションがこのような方法で製作される、またこのアプローチはMarsh氏によると「成功に導く基本的な建造ブロック」であるという。作業場を再編成するために設計アプローチを改訂する必要があった。そしてCAD/CAMは各作業場のための特定図面を提供することに対して必須のものであると見られている。

事実、組織編成の改善は作業の簡易化よりももっと重要であると見られている。Alex Marsh氏はSwan Hunter社の船舶に対する多量の事前塗装を指摘し、これは良い作業計画の証拠であると語った。

(出典：The Motor Ship誌 1984年6月より)

●船の科学刊行の本●

海運造船の戦後復興から石油ショック後の今日まで
著者の眼が捉えた生の戦後史

米田 博 著『私の戦後海運造船史』

B5判165頁 上製カバー装 定価1,500円(〒300円)

●将来船技術の構想(2)

小型自航潜水艇用ディーゼル機関 (CCDE)の開発

(財)日本船用機器開発協会
理事長 濱田 昇

1. はじめに

現在、海底探査や海底石油資源の開発等に使用されている潜水艇や水中作業ロボットの動力源は、すべてバッテリーかもしくは海面に浮かぶ支援船からのケーブルによる電力供給にたよっており、潮流の影響を受けて行動範囲が狭く連続稼働時間も短い上に、パワーが小さいことが悩みになっている。しかも海面上の支援船を使うことから海上の気象状況によっては稼働できないことも多く、年間稼働率が30%を切る地域もあると言われている。

そのような悩みの根本的な解決策として、世界的に小型自航潜水艇の出現が待たれている。そこでこの潜水艇の主機関として、クローズド・サイクル・ディーゼル・エンジン(CCDE)に着目し、(財)日本船用機器開発協会の指導の下に三井造船株式会社と開発を開始した。

開発中のCCDEは、水中基地などの電力源としても使用できる他、このような海洋開発に使用される潜水船や水中作業ロボットの動力源としての実用を目的としている。これと同様の目的を持った水中動力源の研究は、既に米・英・仏・イタリア等の欧米各国においてもディーゼル機関やスターリング機関を使って進められている。

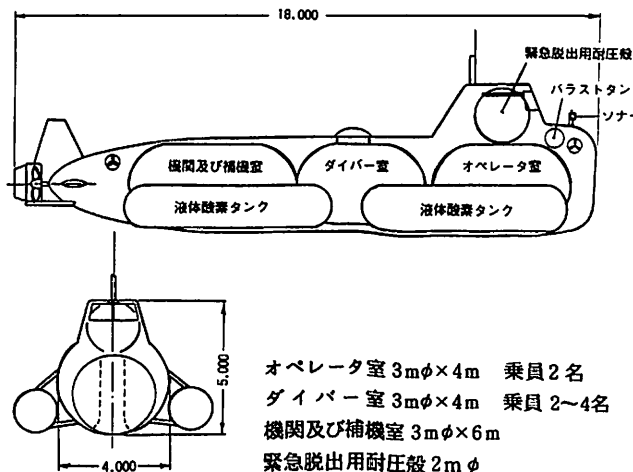


図1 CCDE搭載用モデルとして考えられている小型潜水艇

2. CCDEの作動原理

通常のディーゼル機関とCCDEの違いは、通常のディーゼル機関が大気から空気を吸入し、それで燃料を燃焼させて排気を大気に放出するいわゆるオープンサイクルで稼働しているのに対して、CCDEはディーゼル機関から排出される排気ガスを冷却してそれに酸素を加え、再びディーゼル機関に供給して燃料を燃焼させる機構であるため、空気のない所での稼働が可能にある。

ここで酸素の供給量は、燃料流量に見合ったように調整してやる必要があり、この制御技術の確立はCCDEを開発する過程での重要な課題の1つである。また、燃料の燃焼によって発生する炭酸ガスによって、徐々にCCDE内部のガス量が増加するため、その分だけは外に捨てる必要があり、CCDE開発のポイントの1つもこのガスの捨て方に有る。

これまでに研究されたCCDEの例では、燃料として軽油を使い、発生する炭酸ガスを水酸化カリウムの水溶液で吸収させたり、動作流体そのものを炭酸ガスにして、常にその一部を取り出して放出するなどの方法が行われている。水酸化カリウムを使用する方法では、動作流体として任意の気体を使用できるため、燃料消費量や酸素消費量の面で有利である反面、水酸化カリウムが高価な上に再生使用ができないため大量に携行しなければならず、その重量の大きさから見て移動式の源動力には向いていない。また炭酸ガスを動作流体にした場合は、機構が簡単にはなるが熱効率が低下し、ガス排出仕事の負担が大きいため、どちらの方法にも一長一短がある。

3. 開発中のCCDE

開発中のCCDEは、図1に示すような小型潜水艇に搭載することを目指しており、その仕様は、軸出力が320馬力、機関回転速度が1800回転/分、燃料消費率220g/馬力時、連続稼働可能時間200時間、稼働最大水深450mなどで、既に開発研究が進められている諸外国のCCDEに比べて、出力や連続稼働可能時間などは10倍以上になっており、全般的に大幅に性能を向上させた仕様になっている。

今回開発するCCDEに対しては、燃料として灯油を、また酸素は液体酸素を使用する方針で、全体の効率を高める観点から、排熱や冷熱の有効利用をはかるとともに、すべての機器の小型・軽量化を進め、コンピューター制御による無人運転可能なシステムを完成することを目指している。

開発期間は5年で、開発の実施場所である三井造

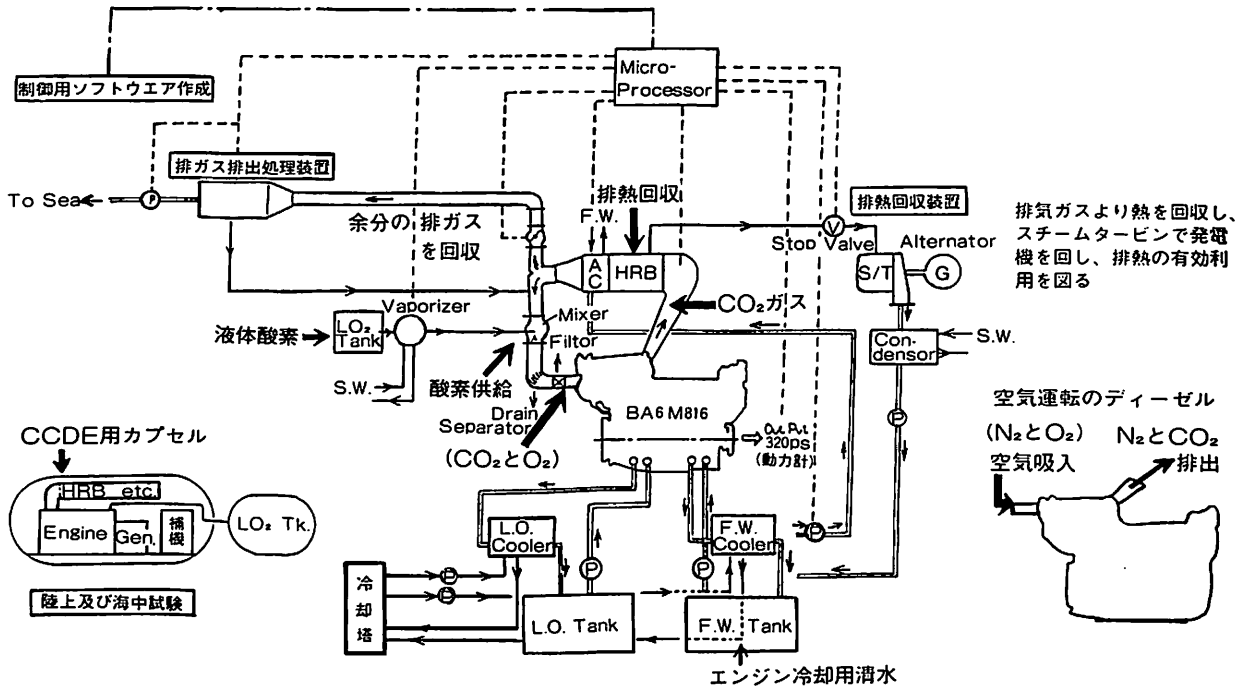


図2 クローズド・サイクル・ディーゼル・エンジン (CCDE) 試験装置フローダイヤグラム

船の玉野研究所では、既に主機関の設置を終り、排気冷却器や酸素供給装置などの周辺機器の一部についても、その設計・製作が進んでいる。昭和61年度にはプロトタイプ機関による陸上運転試験を行うとともに、排ガス処

理用機器や排熱回収機器の設計製作を行い、コンピューターを使った自動制御システムの研究開発を進め、63年度には、実機関による海中実証試験を実施することになっている。

●資料

近代帆装商船の実績 (帆面積の比較)

(財)日本船用機器開発協会 (昭60.10)

	竣工	船名	所属	計画担当	船種	DWT	L×B×d(m)	帆の数	帆の合計面積(m ²)	建造造船所	
小型帆船	1	新造船(80,8)	新愛徳丸	脚愛徳	JAMDA,INKK	タンカー	1600	66×10.6×4.76	2	200	今村造船
	2	新造船(82,4)	愛徳丸	脚愛徳	JAMDA	タンカー	1680	66×10.6×4.76	1	85	今村造船
	3	新造船(83,6)	日徳丸	脚愛徳	JAMDA	ケミカルタンカー	633	52×10×3.6	1	96	今村造船
	4	新造船(83,4)	図巻丸	芙蓉海運	NKK	バルクキャリア	2081	72×12.6×4.72	2	233	槽崎造船
	5	新造船(83,5)	日産丸	日産船舶	NKK	バルクキャリア	2098	72×12.6×4.72	2	233	佐々木造船
	6	新造船(84,5)	第一協栄丸	神戸船舶	JAMDA,STK	タンカー	4894	95.8×15×7.8	1	216	桧垣造船
	7	新造船(84,10)	カルビーポテト丸	八千代船舶	JAMDA,STK	バルクキャリア	1480	71.0×13.0×3.6	1	96	三浦造船
	8	新造船(85,2)	帆洋丸	国華産業	JAMDA,STK	タンカー	1077	60.0×10.2×4.1	1	96	共栄造船
	9	新造船(85,2)	北伸丸	伸清海運	JAMDA,STK	ケミカルタンカー	390	43.5×8.4×3.25	1	54	寺岡造船
	10	新造船(85,8)	第51伸興丸	西邸タンカー	JAMDA,STK	ケミカルタンカー	3150	77.0×14.0×5.6	1	150	関門造船
	11	新造船(85,11)	山邦丸	邦和海運	JAMDA,STK	バルクキャリア	6500	99.95×17.5×7.1	※1	220	本田造船
	12	新造船(86,2)		八千代血漿生産組合	JAMDA,STK	遠洋船運調査船	G/T 319	44.0×8.5×3.22	2	96	勝浦船渠
	13	新造船			JAMDA,STK	バルクキャリア	8000				
	14	新造船(86,)			JAMDA,STK	バルクキャリア	6500	95×18×7	※1	220	
大型帆船	1	新造船(84,11)	USUKI PIONEER	田中産業	JAMDA,STK	バルクキャリア	26000	152×25.2×10.57	2	640	日舩鉄工
	2	計画			NKK	バルクキャリア	34550	167×29.5×10.5	6	2600	
	3	計画			西独	バルクキャリア	12000	160×22×10	5	8000	
	4	計画			ベルギー	バルクキャリア	30000	167.5×27×10	5	12160	
	5	計画			ソ連	バルクキャリア	50000		7	14000	
	6	計画			米国	バルクキャリア	28000	156×24.4×9.7	5	2680	

※：デリックポスト兼用

国産初の高効率遊転プロペラ(ターボプロペラ)を実船に装着

ナカシマプロペラ株式会社

1. はじめに

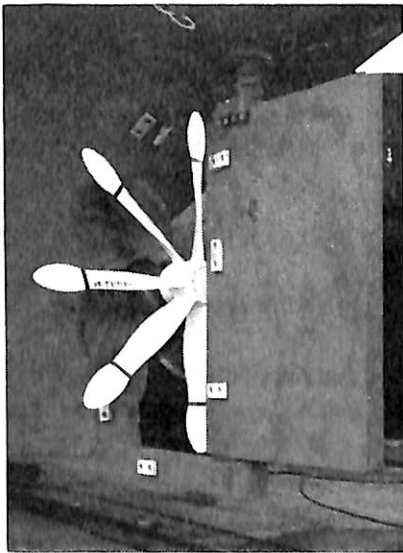
最初の石油ショックからすでに10年以上を経過し、今日では船舶の省エネルギー、省燃費に対する対応は、最大な具備条件のひとつであろう。推進性能向上の方法として、船型の改善、船体付加物、船体クリーニング、塗装、低回転大直径プロペラ、ノズル、フィン、プロペラ翼断面の改善など種々の方法が考えられるが、そのひとつにプロペラ後流の回転エネルギーを回収し、推進効率を向上させる種々の装置が考案、実用化されてきた。

これらの装置の中で、15年ほど前に開発され、実用化が期待されていた省エネルギー効果が高い、プロペラ後流中で遊転する遊転プロペラ(ターボプロペラ)を開発した。我国で最初の実船に装着し、ターボプロペラの装着前後の性能を実船実験で確認した。ターボプロペラは、勿論のこと就航船にも簡単に装着可能で、しかも信頼性の高い構造のものである。

2. ターボプロペラのスラスト発生原理

ターボプロペラは図1に示すように、通常のプロペラ(主プロペラ)の後部に装着される。ターボプロペラは主プロペラとの間で回転運動に関しては、機械的結合がなく、プロペラ軸とは無関係に自由に遊転可能な構造となっている。

図2に示すように、ター



“幸盛丸”に装着したターボプロペラ

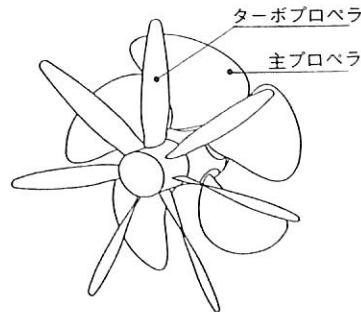


図1 主プロペラとターボプロペラ

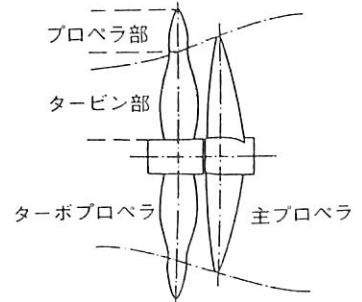


図2 ターボプロペラの原理

ボプロペラの直径は主プロペラの直径より大きく、主プロペラの半径より内側の部分で、主プロペラ後流の散逸エネルギーを回収するタービン部と、外側の部分でスラストを得るプロペラ部から成る。ターボプロペラは遊転し、プロペラ部とタービン部のトルクが釣り合い、回転数においてタービン部とプロペラ部に働く軸方向の力が正になる必要がある。

すなわち

$$\text{タービン部のトルク} + \text{プロペラ部のトルク} = 0 \quad \text{①}$$

$$\text{タービン部のスラスト} + \text{プロペラ部のスラスト} > 0 \quad \text{②}$$

の関係を満たすとき、ターボプロペラとして機能を有することになる。①の条件は、ターボプロペラの形状が与えられれば自動的に決まるが、その状態で②を満たすには、幾何形状を正しく決める必要がある。それにはターボプロペラ回りの速度場を知ることが不可欠となる。

図3に主プロペラおよびターボプロペラ翼素の速度線図を示す。図中速度はUとVで表わされ、スラストはdTでトルクはdQで表わされている。このうちVは船速などによって決まり、Uは主プロペラやターボプロペラにスラストが発生することによって生ずる誘導速度である。

ターボプロペラでプロペラ部の dQ_p とタービン部の dT_p のトルクが釣り合うとき、①式がプロペラ部の dT_p がタービン部の dT_T より大きいとき②式が成り立つ。それには、VとUによる合成流入速度の方向、すなわち U_1 と U_2 を求め、必要とされるdTとdQに応じた迎え角 $(\theta_p - \beta_1)$ を設ける必要がある。

3. ターボプロペラの特徴

- (1) 10～15%の省エネルギーが可能

ターボプロペラの直径が大きいほど、また、肥大傾向のある高荷重度の船ほど高い省エネルギーが可能である。

(2) 船尾水圧変動の減少

ターボプロペラの直径を主プロペラ直径より大きくする必要から、船体とのチップクリアランスが主プロペラ以上に狭くなり、船尾水圧変動の増加が懸念される。しかし、実船計測の結果によると、むしろターボプロペラを装着することにより、船尾水圧変動の翼周波数成分が減少することが判った。

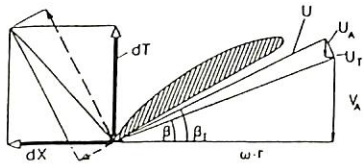
この減少効果の原因として、ターボプロペラのプロペラ効果により、主プロペラの翼先端近傍での海水の流入角度に変化を生じ、キャビテーションが起り難くなるためであると推測される。

(3) 船体振動

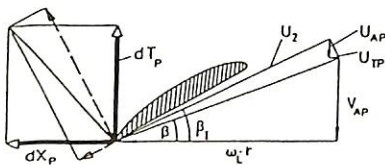
実船計測の結果によると、船尾水圧変動の影響で主プロペラの翼周波数成分における船体振動の減少傾向があることが判った。

(4) 推進軸系振り振動

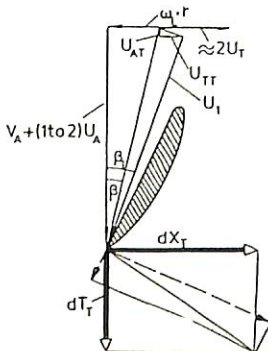
推進軸系振り振動に関しても、ターボプロペラ装着に



(a) 主プロペラ速度線図



(b) ターボプロペラのプロペラ部の速度線図



(c) ターボプロペラのタービン部の速度線図

図3 各翼素の速度線図

よる影響はない。

(5) 良好な操船性能

実船計測の結果から、ターボプロペラの装着による旋回性能、クラッシュ・アスターン性能などの影響はないことが確認された。

(6) その他への影響

実船でターボプロペラ装着による種々の影響について調査を行なった。その結果、上述以外の要素に関する影響、すなわち、推進軸系縦振動、プロペラ軸テーパ大端部の曲げ応力、遊転プロペラ翼の翼応力など、特に問題は無いことが確認された。

(7) 就航船にもターボプロペラの装着可能

ターボプロペラの装着は、特に面倒な取付け工事ではない。ターボプロペラは完備品で納入されるので、プロペラ、キャップを取り外し、主プロペラにボルト締めするだけの簡単なものである。また、プロペラ軸および船体の改造は特に必要としない。

4. 我国で初めて実船に装着

総トン数199T鋼製貨物船“幸盛丸”で、昭和60年10月小豆島沖で、ターボプロペラ装着前後の比較実船実験が行われた。

試験項目は、各回転毎の累進試験、速力試験、停船試験および旋回試験で、これらの試験と平行して、ターボプロペラの回転数、スラスト、翼応力、中間軸のスラスト、トルク、プロペラ軸テーパ部大端部の曲げ応力、船尾水圧変動、船体振動の計測を行なったが、ターボプロペラ装着による悪影響は認められなかった。

ターボプロペラの装着によって、約8%の省エネルギー効果が確認された。また、上述のターボプロペラの特徴も確認された。

5. おわりに

我が国で初めての遊転プロペラ（ターボプロペラ）を装着した“幸盛丸”の実船実験の結果から、省エネルギー効果が約8%確認された。また、ターボプロペラ装着による船体振動、操船性能などの影響がないことが確認された。

今後、省エネルギー効果の高い高効率ターボプロペラがますます装着され、船舶の省エネルギーに貢献するものと確信する。

※ 本誌1頁広告写真説明：

第77玉高丸（四国フェリー株式会社）ターボプロペラ装着状況。

〈その8〉

第2章 船底塗料

中国塗料株式会社 技術本部

中 尾 学 編

2・2 船底防汚塗料

船舶の運航にあたって最も重要な問題は、海中生物の着生をどのように防止するかということである。汚損防止方法としては超音波の発振、海水の電気分解による塩素イオンの放出、防汚剤含有シートの貼付、特殊膜の塗装、防汚塗料の塗装など種々の手段があるが、防汚塗料以外の方法は特別な箇所のみ使用されるか、テスト段階であり、広範囲の実用化には時期尚早のため依然として防汚塗料の塗装に頼らざるを得ないのが実情である。

防汚塗料の生物着生防止方法とは、塗膜から海水中に防汚剤を溶出させることによって海中生物を忌避あるいは死滅させる方法であり、昔から亜酸化銅が防汚剤として広く使用されてきた。造船技術の画期的向上から船舶の大型化、高能率化が進み、ノンファイナルドック用塗料、長期耐久性防汚塗料、海藻防止塗料、耐スライム性塗料などの高性能塗料が続々開発され、最近では摩擦抵抗低減型防汚塗料も製品化されている。

防汚塗料は一般に防汚剤溶出の媒体となる溶出助剤、塗膜形成樹脂と防汚剤の種類と量の組み合わせによって性能、有効期間を異にする。

防汚剤に対する感受性は生物の種類で異なる。亜酸化銅の場合、銅の最低防汚溶出速度は、フジツボに対して $10\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ を必要とし、珪藻やバクテリアにはこの2倍以上の溶出が必要とされている。

また、汚損植物の代表とも言えるアオノリ属の胞子は2～3時間でしっかり船体に付着してしまい、それが航行する熱帯の海で強い太陽光線を受け、特にパラスト航海時には湿った状態で直射日光を受け、急速に成長し2～3週間で15～25cmの長さに達する。これらの付着防止

には有機錫化合物が有効で、その最低防汚溶出速度は $1\sim 1.5\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ とされている。

2・2・1 防汚塗料の種類と防汚機構

(1) 防汚剤

従来より防汚剤には主として亜酸化銅が使用されているが、これは動物汚損の防止に効果があるものの、耐薬性が十分でない。これを物理的に解明した一つの報告⁶⁾がある。図2・5はアオノリの胞子(約0.1ミクロン)と亜酸化銅(約1ミクロン)の粒径の大きさを比較したものである。亜酸化銅の粒径がアオノリのそれと比較し大きいいため、アオノリの胞子は亜酸化銅粒子の間隙に容易に入り込み付着する。一方、フジツボの幼虫(約100ミクロン)と亜酸化銅の粒子を比較すると、フジツボの幼虫が余りにも大きいため、体のいずれかの部分が亜酸化銅に接触し、その薬効のため付着が阻止される。

耐薬性の防汚剤として過去の一時期有機砒素、有機水銀などが使用され非常にすぐれた効果を発揮したこともあったが、人体への毒性も強く安全衛生の立場から現在は使用禁止となっている。現在有効な防汚剤として広く使用されているのが有機錫化合物である。中でも一般式 R_3SnX で表わされるトリオルガノ錫化合物が有効である。表2・5⁷⁾に R_3SnX の海藻類、フジツボ類に対する活性濃度を示す。 R_3SnX は亜酸化銅に比較して5～10倍の効力がある。Xはハロゲン又は酸残基であるが、これによって融点、溶解度などの物性が大きく変わる。

昭和48年安全規制に始まる日本造船工業会の防汚剤使用規制は表2・6の通りである。

表2・5 防汚剤の海中生物に対する活性濃度

防 汚 剤	活性濃度範囲(ppm)	
	海 藻 類	フジツボ類
R_3SnX	0.01～5	0.1～1
Cu_2O	1～50	1～10
R_3PbX	0.1～1	0.1～1
R Hg X	0.1～1	0.1～1

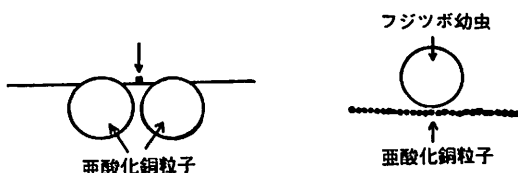


図2・5 亜酸化銅と付着生物の大きさ

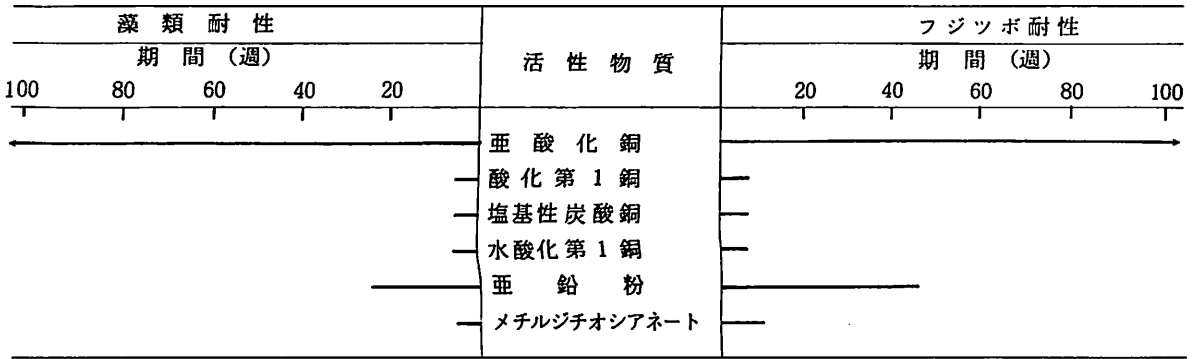


図2・6 銅化合物の防汚効果

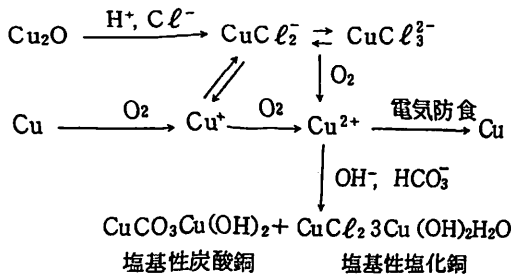


図2・7 海水中の亜酸化銅の反応

表2・6 日本造船工業会承認防汚剤

No	防汚剤	塗料中含有量	採用許可年月日	
1	トリフェニル錫ハイドロオキシド	トリフェニル錫ハイドロオキシドに換算して20%以下	昭和48年9月25日 造工審輪48第4第52号 昭和53年4月11日 (含有量改正) 造工審輪53第4第2号	
2	トリフェニル錫アセテート			
3	トリフェニル錫クロライド			
4	テトラメチルチウラムジサルファイド			
5	ジメチルジチオカルバメート			
6	亜酸化銅	制限なし		
7	トリブチル錫フルオリド	トリブチル錫フルオリドに換算して20%以下	昭和53年9月20日 造工審輪53第4第35号	
8	トリブチル錫メタクリレート共重合体			
9	ビス(トリブチル錫)α, α'ジプロムサクシネート			
10	トリブチル錫アルキド共重合体	トリブチル錫フルオリドに換算して20%以下	昭和53年12月15日 造工審輪53第4第64号	
11	トリフェニル錫フルオリド	トリフェニル錫ハイドロオキシドに換算して20%以下	昭和54年4月16日 造工審輪54第第4号	
12	トリフェニル錫パーサチン酸			
13	トリフェニル錫ジメチルジチオカルバメート			
14	ビス(トリフェニル錫)α, α'ジプロムサクシネート			
15	トリフェニル錫モノクロルアセテート			
16	トリフェニル錫ニコチン酸			
17	トリフェニル錫アルキド共重合体			昭和54年7月13日 造工審輪54第第20号
18	トリフェニル錫メタクリレート共重合体			

(注) 日本造船工業会では船匠塗装作業における労働衛生の立場から、船匠防汚塗料に使用する防汚剤を表9の如く規制し、昭和48年より実施されている。

国内における防汚塗料の開発は、当然これ等の承認防汚剤を使用する必要がある。

a) 無機系防汚剤

現在最も多く使用されている防汚剤の一つに亜酸化銅がある。亜酸化銅そのものの防汚性についてはアオノリ、フジツボに対して100週間近くの効果があるという図2・6⁸⁾の報告もある。

しかしながら現実には前述したように、亜酸化銅の粒径と付着生物の大きさによって防汚効果が異なるとか、塗膜表面に付着するスライム、油膜などで亜酸化銅の溶出が抑制され、さらに海水中の種々のイオンと反応して銅化合物を生成するので、その効力は理論よりかなり低下してくる。亜酸化銅は海水に接すると酸素の存在下で反応が始まる。海水中での反応を図2・7に示す。

海水中の水素イオン、水酸化イオン、塩素イオン、炭酸イオンなどと反応し複雑な化合物を形成し、色相も次のように変色する。

赤色→橙色→橙緑色→青緑色→青白色→白色

銅化合物の色相を表2・7に示す。

浸漬塗膜表面に生成する青緑色の物質は、珪藻と銅イオンとの接触で生じる。

生物の付着を防止するために必要な銅の最小溶出速度

表2・7 銅化合物の色相

化合物	色相	化合物	色相
塩化第1銅	白	塩化第2銅	青緑
水酸化第1銅	黄	水酸化第2銅	青
亜酸化銅	赤	酸化銅	黒
硫化第1銅	青	硫化第2銅	黒
硫酸銅	青	硝酸銅	青
塩基性炭酸銅	緑		

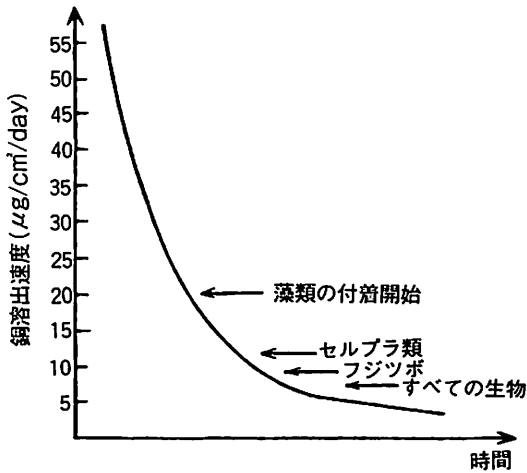


図2・8 油性系防汚塗料の銅溶出速度と防汚性

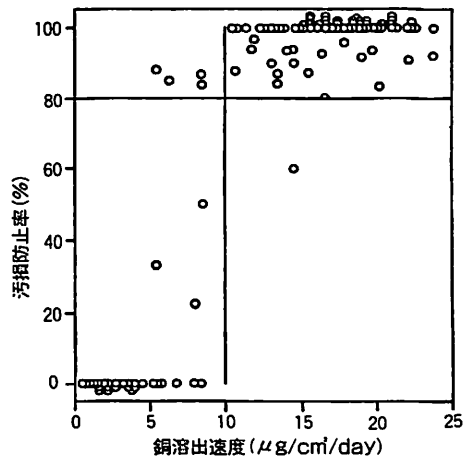


図2・9 銅の汚損防止率

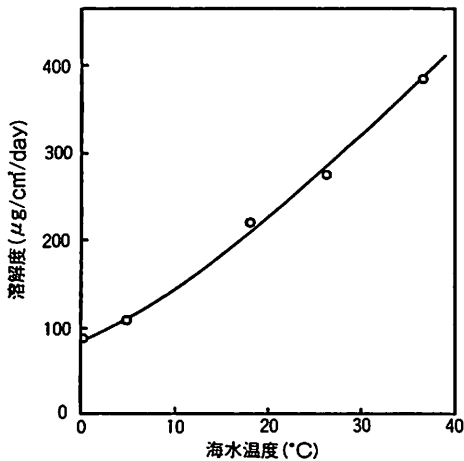


図2・10 亜酸化銅の溶解速度 (海水温度の影響)

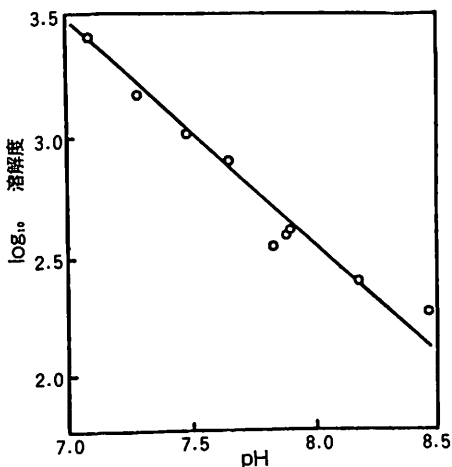


図2・11 亜酸化銅の溶解速度 (pHの影響)

は生物の種類などによって必ずしも一定ではないが、一般にフジツボ、セルプラ類などの動物性汚損生物に対して $10\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ の値が適用される。図2・8⁹⁾は油性系防汚塗料を海水に浸漬した場合の亜酸化銅の溶出形態と汚損防止に必要な溶出速度を示したものである。

B. H. Ketchumは、銅の溶出速度と汚損防止率を調べ図2・9のような結果¹⁰⁾を得た。

この結果は、銅の溶出速度が $10\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ 以上となると汚損防止率が統計的に80%以上となると解釈すべきもので100%汚損防止が可能ではない。しかも防汚限界の値は、海域により一定せず、生物の繁殖の激しい温暖な海域や、栄養の豊富な港湾においては、この値以上でも汚損を防止できない場合がある。

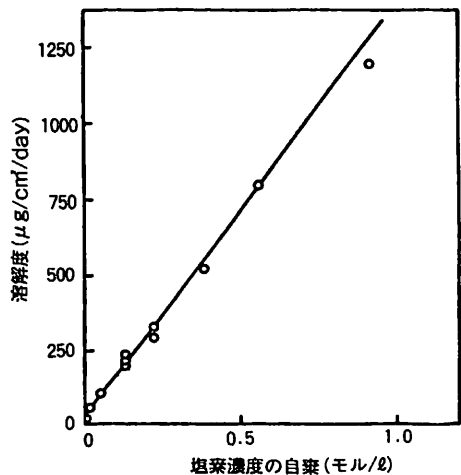


図2・12 亜酸化銅の溶解速度 (塩素濃度の影響)

表2・8 海水中での銅化合物の溶解度

化合物	溶解度		値
	mol/l	μg銅/ml	
クエン酸第2銅		> 176,000	実験値
塩化第1銅	0.051	3,100	計算値
亜酸化銅	8.6×10^{-5}	5.4	実験値
塩基性炭酸銅	8×10^{-6}	0.5	実験値
海水中で1年経過後の塩基性炭酸銅	10^{-6}	< 0.1	実験値
スライム化合物		低	実験地
塩化第2銅	2.1×10^{-7}	0.013	計算値
酸化第2銅	1.4×10^{-8}	0.0009	計算値

また、亜酸化銅の溶出は、海水の温度、pH、塩素イオン濃度によって大きく変化する。図2・10、図2・11、図2・12にこれらの因子の影響を示す¹⁰⁾。温度、塩素イオン濃度が上昇すると銅の溶解度も上昇するが、pHは酸性になる程溶解度が増す。図2・11の勾配よりpH=6とpH=8における銅の溶解度は前者が後者の100倍となることが想定される。

海水中での銅化合物の溶解度を表2・8¹⁰⁾に示す。亜酸化銅が酸化されて酸化銅となると溶解度は1/6000となる。

b) 有機系防汚剤

有機系防汚剤は一般に汚損生物に対して選択性があり、数種類の防汚剤が併用されていた。有機防汚剤の中でも比較的毒性が低く、多種類の生物に対して防汚効果を発揮するものに有機鉛化合物、有機錫化合物がある。表2・9は外国文献に見られる有機鉛、錫化合物の例である。

有機防汚剤が使用されたのは、従来の無機防汚剤を使用した防汚塗料が汚染海域で黒変し、腐食を促進したり防汚効果が低下するので使用できず、これに替わるものとして脚光を浴びたからである。更に、軽金属艇(水中翼船、巡視船など)の腐食防止、漁船、レジャーボートなどの鮮明な色彩要求、海藻着生防止などの諸問題に対処するためであった。

有機錫化合物は海中生物の防汚スペクトルが広いことで多方面で研究が進んでいる。特にトリアルキル錫化合物(R_3SnX)については多種多様の研究がなされている。

R_3SnX の生物活性は、 R_3SnX^{\oplus} (トリアルキル錫カチオン成分)にあり、 X^{\ominus} (アニオン成分)には無関係とするならば、どのトリアルキル錫化合物も一様に有効に作用するはずであるが、実際には X^{\ominus} によって異なる。図2・13⁷⁾にトリアルキル錫化合物の生物活性作用を示す。

現在使用されている有機錫化合物はトリブチル錫系とトリフェニル錫系に大別される。トリブチル錫系防汚剤

表2・9 有機防汚剤の一例

TPLA	Triphenyl	Lead	Acetate
TPLL	Triphenyl	Lead	Laurate
TBLA	Tributyl	Lead	Laurate
TBLL	Tributyl	Lead	Laurate
TBTO	Tributyl	Tin	Oxide
TBTF	Tributyl	Tin	Fluoride
TBTA	Tributyl	Tin	Acetate

としては海水に対する溶解度が比較的大きいトリブチル錫オキシド(略称TBTO:溶解度25ppm、日本造船工業会では使用承認していない。)及びTBTOよりやや溶けにくいトリブチル錫フルオライド(略称TBTF:溶解度10ppm以下)が広く使われている。トリフェニル錫系防汚剤の中では、トリフェニル錫フルオライド(略称TPTF:溶解度1ppm以下)、トリフェニル錫ハイドロオキシド(略称TPTH:溶解度1ppm)が主として使われる。

トリブチル錫化合物とトリフェニル錫化合物の防汚性能比較は防汚塗料組成によって性能が異なるため単純には比較できないが、TBTFとTPTHをビニル/ロジン系塗膜樹脂に配合した防汚効果を図2・14に示す。両者とも6ヶ月迄は良好な防汚性を示すが、以後はTBTFの防汚効果が急速に低下している。これはTBTFの溶出速度が大きいためである。一般にトリブチル錫化合物はトリフェニル錫化合物に比べ溶出が大きいため有効

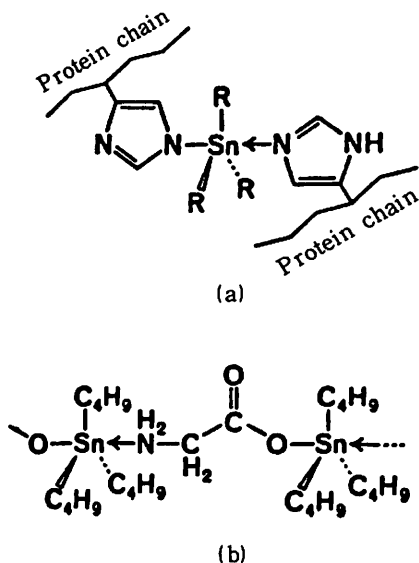


図2・13 トリアルキル錫のタンパク質及びグリシン錯体

表 2・10 有機錫化合物の防汚効果 (ヒラアオノリ)

有機錫化合物名	濃度 (ppm)	培養日数		
		3日	7日	10日
トリブチル錫オキシド	1.25	-	-	-
	0.125	-	-	±
	0.0125	-	+++	+++
トリブチル錫フルオライド	1.25	-	-	-
	0.125	-	+	+++
	0.0125	+	++	+++
トリフェニル錫 ハイドロオキシド	1.25	-	-	-
	0.125	-	-	-
	0.0125	±	+	+~+++
トリフェニル錫 フルオライド	1.25	-	-	-
	0.125	-	-	-
	0.0125	±	+	++
トリフェニル錫 クロライド	1.25	-	-	-
	0.125	-	-	-
	0.0125	±	+	+
トリフェニル錫 ジメチルジチオカーバメート	1.25	-	-	-
	0.125	-	-	-
	0.0125	±	+	+~+++
コントロール		+	+++	+++

判定基準: - 成長せず ++成長
 ± 微かに成長 +++良く成長
 + 少し成長

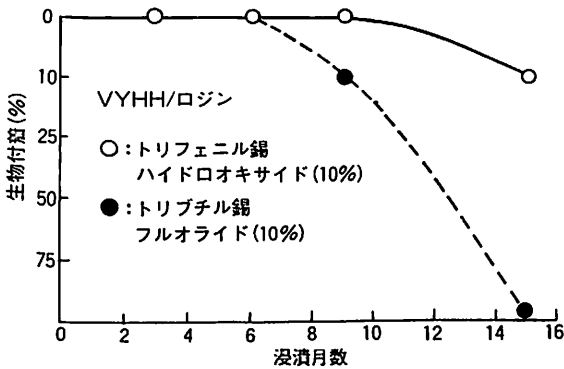


図 2・14 有機錫化合物の防汚効果 (SR141)

期間を延長させるには防汚塗料の組成に工夫がある。

ヒラアオノリに対する有機錫化合物の作用を表 2・10¹¹⁾ に示す。この結果をみるとブチル錫化合物はフェニル錫化合物に比較し、成長抑制効果が劣っている。こうして見てくるとトリフェニル錫化合物の防汚性がクローズアップされるが、TPTH, TPTFともにロジンと反応しやすく、特にTPTHは熱分解、亜酸化銅の共存下での分解など塗料設計上での難点が多く、外国においては扱い易いトリブチル錫化合物の方が広く使用されている。

有機錫化合物の経口毒性を表 2・11に示す。

トリアルキル錫化合物の経口、経皮毒性、蓄積性、代謝性、発癌性について多くの研究がなされている。防汚剤として使用されるトリアルキル錫化合物は人体にはいった場合、肝臓で代謝作用を受け無害化され排泄されると言われている。環境への影響は毒性をもつトリ型有機錫の分解性が問題となる。トリブチル錫及びトリフェニル錫化合物の分解過程を図 2・15に示す。トリ型は紫外線やバクテリアによってジ型、モノ型、無機錫となり毒性を失なう。

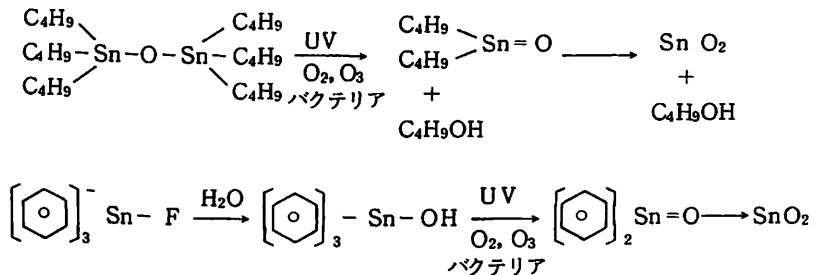


図 2・15 トリアルキル錫化合物の分解過程

トリブチル錫化合物とトリフェニル錫化合物の分解性をミクロ的にみると次のような報告¹²⁾がある。水中における紫外線分解で、塩化トリブチル錫と塩化トリフェニル錫を比較すると後者の方が分解しやすい。又、海水中における自然光による分解でトリブチル錫オキシドとトリフェニル錫オキシドを比較すると大差はなく、いずれも1ヶ月程度の半減期となる。

有機錫化合物の発癌性については種々の動物実験が行なわれているが、現在の処問題とはなっていないようである。

ある。

有機殺菌剤を防汚剤として使用する試みもなされている。殺菌剤の殺菌機構は表 2・12¹³⁾のように説明される。このように殺菌機構は多種にわたっており、一つの化合物が広い抗菌スペクトルをもっていないのが通常である。

従って亜酸化銅、有機錫化合物のように単独では使用しにくい。防汚剤として検討された殺菌剤は、ジチオカーバメート系、チウラム系、トリアミン系、ニトリル系

表2・11 有機錫化合物の経口毒性

No.	防汚剤	採用許可年月日	経口毒性 LD-50(マウス)mg/kg
1	トリフェニル錫ハイドロオキシド	昭和48年9月25日	565*
2	トリフェニル錫アセテート		450*
3	トリフェニル錫クロライド		439**
4	テトラメチルチウラムジサルファイド		860**
5	ジンクジメチルジチオカルバメート		1,400**
6	亜酸化銅		200~300
7	トリブチル錫フルオライド	昭和53年9月20日	486*
8	トリブチル錫メタクリレート共重合体		750*
9	ビス(トリブチル錫)α, α'ジプロムサクシネート		358*
10	トリブチル錫アルキド共縮合体	昭和53年12月15日	
11	トリフェニル錫フルオライド	昭和54年4月16日	460*
12	トリフェニル錫パーサチック酸		225*
13	トリフェニル錫ジメチルジチオカルバメート		731*
14	ビス(トリフェニル錫)α, α'ジプロムサクシネート		719
15	トリフェニル錫モノクロルアセテート		275
16	トリフェニル錫ニコチン酸		359
17	トリフェニル錫アルキド共縮合体	昭和54年7月13日	
18	トリフェニル錫メタクリレート共重合体		2,000*

*: 日本造船研究協会報告 **: 主要化学品1,000種, 毒性データ特別調査レポート(1973)(海外技術資料研究所)

表2・12 殺菌剤の殺菌機構

No.	殺菌剤	殺菌機構
1	濃厚塩類	酵素タンパク質の沈殿, 細胞質よりの脱水
2	ホウ酸, ホウ酸塩	磷酸代謝酵素との反応
3	フッ化水素, フッ化物, ケイフッ化物, ホウフッ化物	酵素の結合原子族との反応および酵素タンパク質の活性基との反応
4	塩素, クロラミン, 三塩化窒素, 活性塩素放出物, 過酸化水素, 硝酸塩, 酸化剤	酵素タンパク質中の-SH基の破壊およびタンパク質中の-S-架橋結合の破壊
5	亜硫酸ガス, 亜硫酸塩, 酸性亜硫酸塩	炭水化物の分解によって生成したアルデヒドとの縮合および酵素タンパク質の-S・S-結合との反応
6	フェノール, クロロフェノール, ナフトル, ナフトル・スルホン酸, 桂皮酸	細胞壁の破壊および酵素タンパク質の変換
7	低級脂肪酸, アルコール, 高級脂肪酸アルデヒド	細胞壁の破壊および低級脂肪酸による酵素障害
8	フォルムアルデヒド	酵素タンパク質および細胞タンパク質の活性NH ₂ 基との反応
9	クロロ酢酸	細胞壁の破壊および酵素作用阻止
10	サリチル酸, 安息香酸, P-オキシ安息香酸およびそのエステル	細胞壁 助酵素, 酵素のアミノ酸との反応
11	エチレン・オキシド, エポキシ化合物	酵素タンパク質の-COOHのエステル化, およびその他の活性基との反応
12	カチオンおよびアニオン界面活性剤	細胞壁の破壊および酵素タンパク質の変質

酸アミド系, キノリン系, 尿酸系などが列記される。これらの化合物はいずれも海中生物に対する抗力に選択性があり複数併用すると、亜酸化銅あるいは有機錫化合物と併用するとより効果的となる。

殺菌剤は、人体、環境に対して安全性の大きいことが

必須である。生分解性、蓄積性、魚毒性を十分に考慮して使用しなければならない。現在、日本造船工業会で承認されているものは、テトラメチルチウラムジサルファイド、ジンクジメチルジチオカルバメートの2品目だけである。

船型試験をめぐって

<その26>

財団法人日本造船技術センター
横尾 幸一

6・7・1・2 50年度の研究

50年度の標準設計で対象とした6,500総トン型カーフェリーは垂線間長143m, 航海速力20.5knで, 49年度に研究したもの ($F_n = 0.33$) に比べるとやや低速である ($F_n = 0.28$)。

主要目等は各種文献を調査して定められ, 船体形状は前年度と同様な手順で求められた。模型船は合計6隻で C_B とバルブの大きさの影響を調査することにした。 C_B は0.55と0.58, バルブの大きさは3, 6, 9%とした。線図の代表例を図6・11に示す。

試験結果の一例として, C_B が r_R に及ぼす影響を図6・12に, バルブの大きさが r_R に及ぼす影響を図6・13に示す。

6・7・2 内航コンテナ船の研究

我が国のコンテナ輸送は, 陸上貨物の新しい輸送形態として昭和30年代に行われるようになり, 昭和40年代には外航航路にコンテナ専用船が就航するようになった。

昭和50年代には内航コンテナ船が使用されるようになったが, その船型については十分解明されていないので, 運輸省船舶局は内航コンテナ船建造のための技術指導書を作成することを決め, 中造工が事務局となって, そのための委員会を作り, 各種の検討を行なった。

コンテナ船の船型としては, リフトオン・オフ船とロールオン・オフ船とあり, 前者は一般貨物船に, 後者はカーフェリーと類似した船型である。49, 50年度にカーフェリーの研究を行なったので, 推進性能の研究にはリフトオン・オフ船を取り上げた。

計画船の主要目は, 就航中の船を調査して定められ, 船体形状はカーフェリーに対するのと同様な手法で求められた。ただし, 高速船型 ($C_B = 0.58$ 及び 0.62 , $F_n = 0.26$) 及び中速船型 ($C_B = 0.70$, $F_n = 0.225$) を選び, $C_B = 0.62$ 船型に対しては船首バルブの突出量を変化させての試験も行なった。実船の要目は, 高速船型が114m × 17.5m × 8.40m × 6.30mであり, 中速船型が105m × 17.5m × 8.4m × 5.70mである。

それぞれの船型の正面線図を図6・14および図6・15に, 馬力等曲線図を図6・16および図6・17に, バルブ突出の r_R に及ぼす影響を図6・18に示す。これらの図により, C_B の推進性能に及ぼす影響およびバルブ突出量の r_R に及ぼす影響を知ることができる。

6・7・3 特殊タンク船の研究

我が国の内航海運は, 国内における長距離大量輸送機関として重要な地位を占めているが, 昭和48年の石油危機以来燃料費等諸経費の高騰により急激に輸送コストが

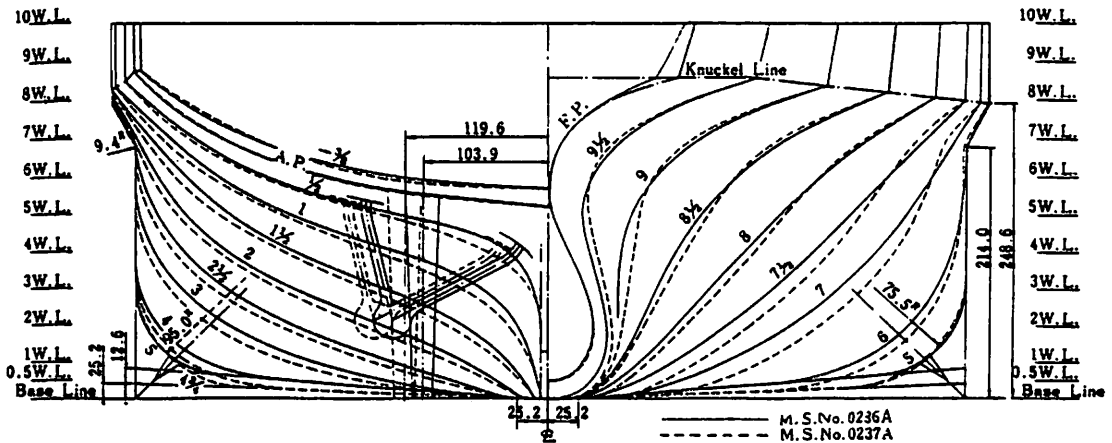


図6・11 143m型カーフェリーの正面線図 (L=143m, B=22.0m, d=5.8m)

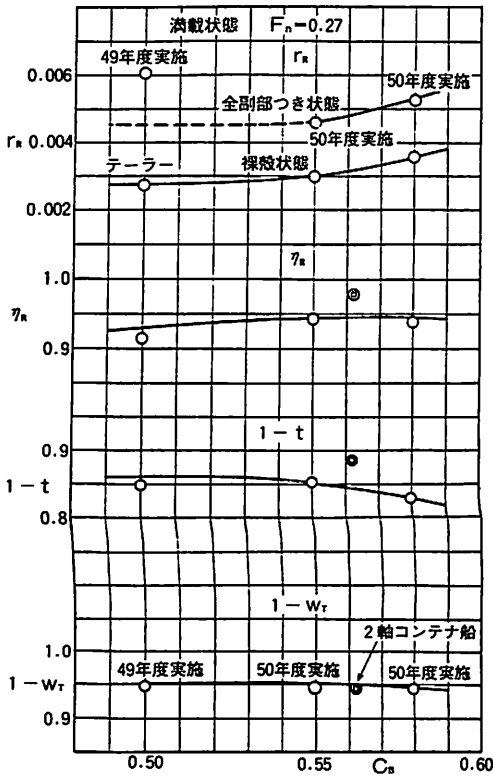


図 6・12 C_B が r_n および自航要素に及ぼす影響

上昇した。

一方、IMCO（現在はIMO）のガスコードも示され、在来船に比べて一層の安全性が要求されるようになった。また、造船界の構造不況は長期化の様子を示していた。

この様な情勢に対処して、日本中型造船工業会は、液化ガス輸送特殊タンク船についての研究を昭和52～53年度にわたって委員会により実施した。委員長は平本教授、主査は設計関係が佐々木氏（三保造船）、性能関係が筆者であった。

52年度の特特殊タンク船はLPG船で、その主要目は、長さ55.00m、幅11.70m、深さ5.50m、喫水4.00m、 $C_B = 0.720$ であり、53年度の低温式特殊タンク船の主要目は、長さ92.00m、幅16.00m、深さ7.00m、喫水5.40m、 $C_B = 0.738$ であり、在来の水槽試験関係資料よりその推進性能を予測することにしたので、この種の船に対する模型試験は行っていない。

詳しくは、中型造船工業会作成の技術指導書（昭和53年5月及び54年5月）を参照されたい。

6・7・4 中高速内航船

特殊タンク船の研究を行う一方、中型造船工業会は、

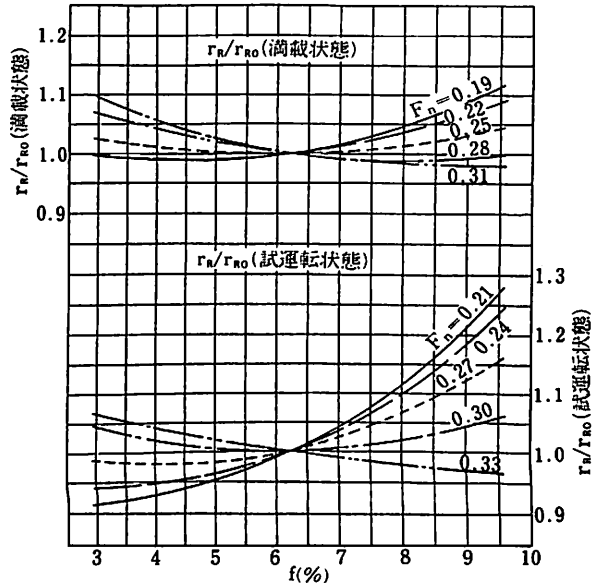


図 6・13(1) バルブの大きさが剰余抵抗係数に及ぼす影響 ($C_B = 0.55$)

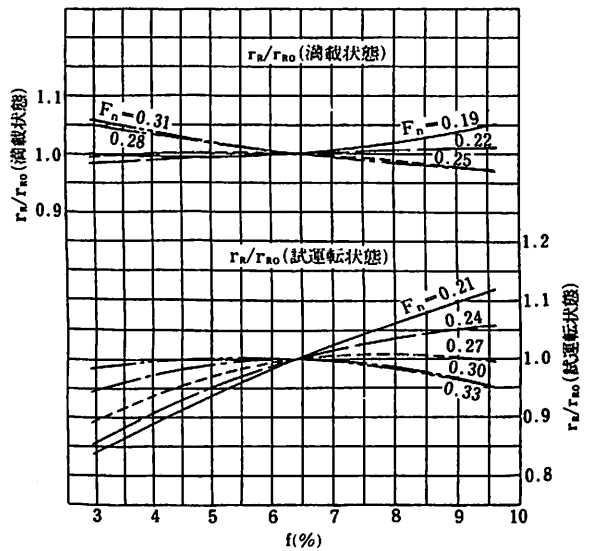


図 6・13(2) バルブの大きさが剰余抵抗係数に及ぼす影響 ($C_B = 0.58$)

人件費、燃料費の高騰に伴う省エネルギー対策の観点から、まだ十分な設計資料を得ていない中高速船に関して、主要目等を変化させた系統的模型試験を計画した。

高速船及び中速船の主要目変化の様子は表 6・3 及び表 6・4 のとおりである。

表中の模型船を利用して、船首バルブの高さや形状の影響、パラスト形態のトリムの影響、パウ・スラスト有無の影響、プロペラ直径の影響等を模型試験により調査

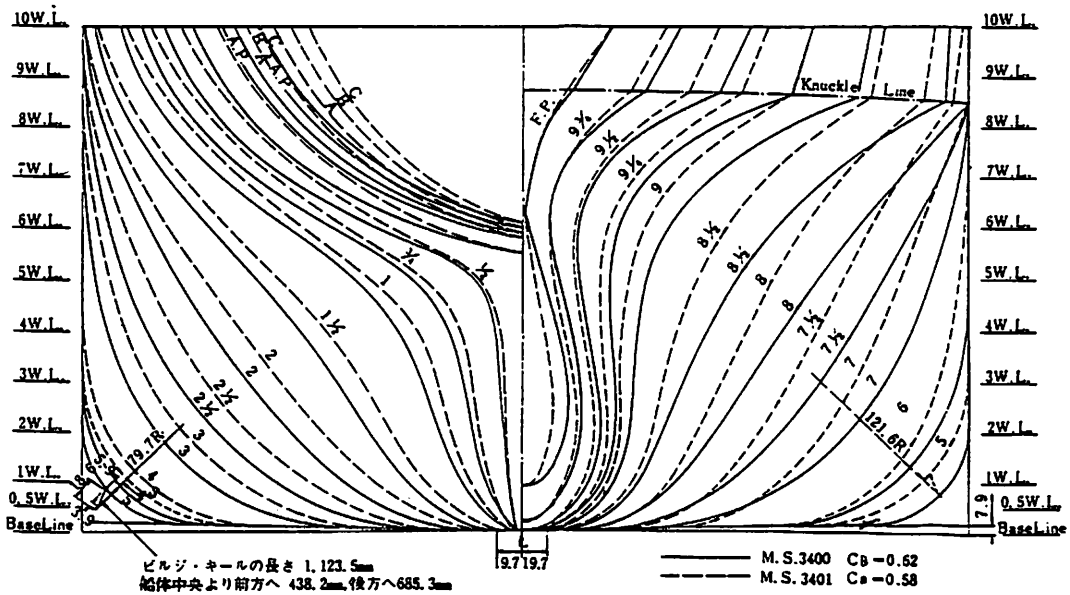


図 6-14 高速船型の正面線図 ($C_B = 0.58, 0.62$)

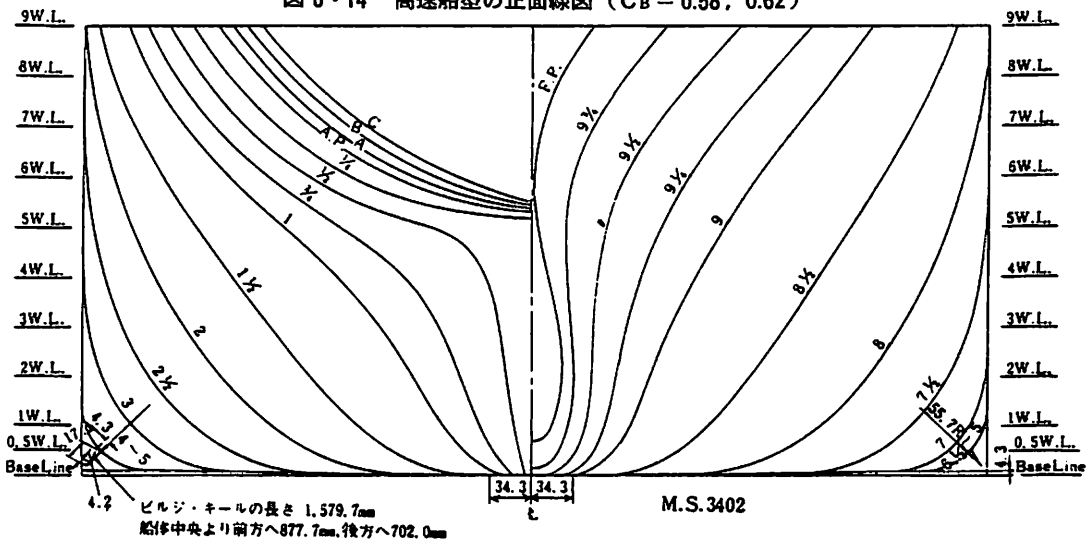


図 6-15 中速船型の正面線図 ($C_B = 0.70$)

表 6-3 高速船型の主要目変化

L/B	B/d	C_B	l_{CB}
6.5	2.78	0.62	0.56
"	3.20	"	0.56
6.0	2.78	"	0.56
"	3.20	"	0.38
"	"	"	1.26
"	3.20	"	-1.28
5.0	3.0	0.55	2.0
"	3.7	0.55	2.0

表 6-4 中速船型の主要目変化

L/B	B/d	C_B	l_{CB}
5.0	2.70	0.70	-0.22
"	3.70	"	"
"	2.70	0.78	-1.02
"	3.70	"	"
"	3.70	0.70	-0.38
5.4	"	0.78	-1.02
5.0	"	0.74	-0.71

模型船 番号	C _B	載貨 状態	喫水(m)			トリム (m)	排水量		記号
			A.P.	M.S.	F.P.		Δs(m ²)	Δs(ton)	
3400	0.62	満載	6.300			0	7,777	7,971	---
		75% 排水量	5.558	4.958	4.358	+1.200	5,358	5,980	---
3401	0.58	満載	6.300			0	7,319	7,502	---
		75% 排水量	5.568	4.968	4.367	+1.200	5,491	5,628	---

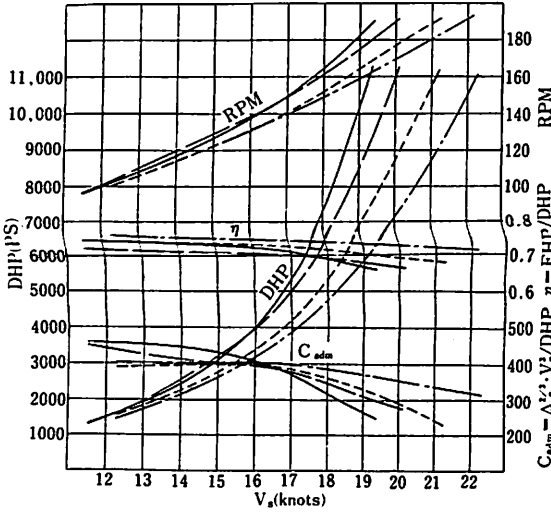


図 6-16 伝達馬力等曲線図 (C_B = 0.58, 0.62)

載貨状態	喫水(m)			トリム (m)	排水量		記号
	A.P.	M.S.	F.P.		Δs(m ²)	Δs(ton)	
満載	5.700			0	7,373	7,558	---
75%排水量	4.967	4.417	3.867	+1.100	5,528	5,666	---

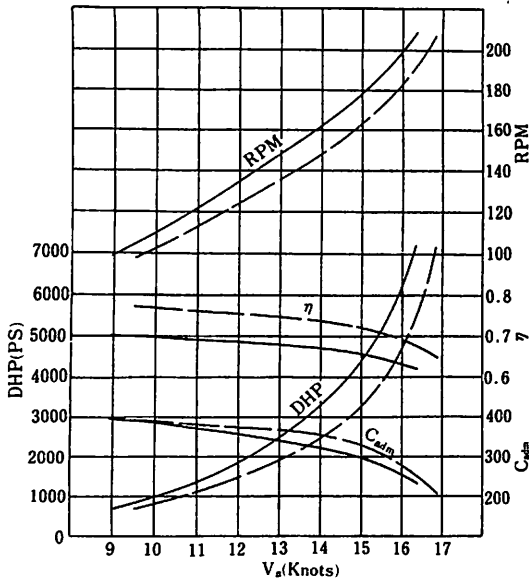


図 6-17 伝達馬力等曲線図 (C_B = 0.70)

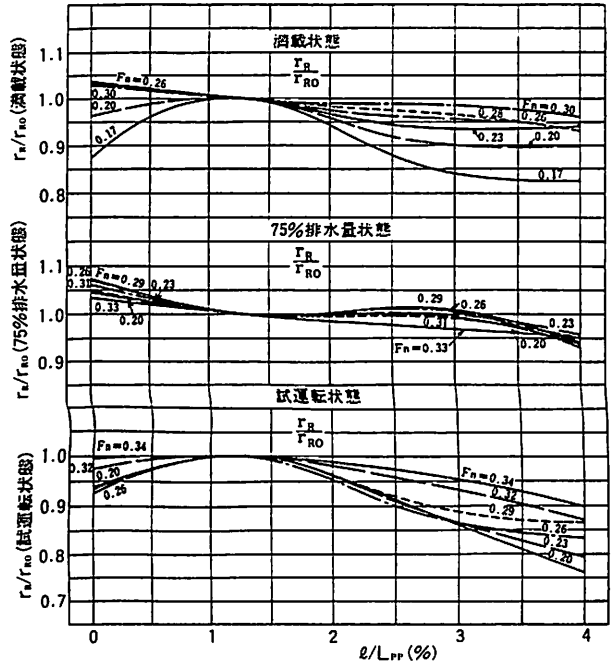


図 6-18 ハルブの突出量が残余抵抗係数に及ぼす影響 (C_B = 0.62)

した。

以上の試験研究は52年度から55年度にかけて行われ、水槽としては三翼及び目白の水槽が使用された。なお、模型船の船型計画に当っては、造波抵抗理論に基づいた統計的手法によった。

また、この研究と平行して、船研でも内航船に関する研究が精力的に行われた。その成果は船研報告別刷(斉藤 勇及び松田 登、内航船に関する系統的模型試験、昭和55年8月)として公表されている。なお、中造工で行なった試験研究は委員会資料としては配布されたが、まだ公表されていない。

● 船の科学刊行の本 ●

『船舶写真集』	船の科学編集部編	B 5判(丁当社負担)			
1952年版	掲載船 232隻	写真頁 96頁	定価 1000円		
1968年版	掲載船 356隻	写真頁 194頁	定価 2500円		
1976年版	掲載船 353隻	写真頁 229頁	定価 3500円		
1978年版	掲載船 252隻	写真頁 159頁	定価 3000円		
1980年版	掲載船 246隻	写真頁 147頁	定価 3500円		

船舶技術協会

<その19>

第2章 商船の電気機装・電気機器

徳 永 勇*

3. 明治・大正時代

3・1 電気機装の変遷

3・1・1 明治の初・中期

明治初年ころは輸入船であった。その中において初めて電灯設備を施した船は、明治17年(1884)にイギリスで建造した共同運輸会社(日本郵船会社の前身)の客船の長門丸(1,810GT)で、点灯したら昼のように明るかったという大評判であった¹³⁾。その後、明治25年(1892)にイギリスで建造の日本郵船会社の貨物船土佐丸(5,622GT)に62V、5.6kW直流発電機1台を、また、明治30年イギリスで建造の日本郵船会社の貨客船佐渡丸に80V、23kW直流発電機2台を装備していずれも電灯照明用と思われる。

次に、明治30年イギリスで建造の日本郵船会社の春日丸(3,492GT)の貨客船には100V、26kW直流発電機2台を装備しているが、一等食堂には扇風機がなく、天井からののれん状の扇をボーイが引いて風を起こしていたという¹⁴⁾。

明治31年になって、三菱長崎造船所で建造した日本郵船会社の貨客船常陸丸第一世(6,172GT)に我が国の建造船として初めて電灯設備を施したという²¹⁾。

以上のように、配電電圧は、明治30年ころまでは62V~80Vで、31年から34年までは65V~100Vであって、35年以降は100V級が多い。しかし、大正末期においてモータシップの出現によって220V級となる。いずれも直流2線式で樹枝状の配電方式であった。

次に、熊野丸及び日光丸の電気設備要目を表2・2及び表2・3に示す。

(1) 豪華客船天洋丸の出現

明治40年になって東洋汽船会社の豪華客船天洋丸13,454トン(姉妹船地洋丸、春洋丸)が三菱長崎造船所で進水した。

この船は、当時世界最高水準の客船で、東洋汽船の社長が大英断をもって、太平洋航路の独占を目指して奮闘

しようと思っただけであって、総べてが斬新で、当時としては珍しい重油焚きとした(後日石炭専焼となる)19,000馬力のタービン船で、速力、室内装飾、サービスの点などで他船に劣らじと計画された。したがって当時の人々は非常に注目を引いたものである。

電気要目の詳細は表2・4に示されたとおりである。他船と違って発電機は75kW、100DC2台を装備しているが、当時は非常発電機の装備は強制されていなかったようである。無線機は出力1.5kWのドイツのテレフンケン会社製で、官営船舶無線電信局として初めて開局された。また、大正2年にTYK式無線電話機を装置した。

その他、ブリッジから遠隔操縦可能な電動水防扉、サ

表2・2 熊野丸の電気設備要目

船名	熊野丸		主 機	レシプロ	総トン数	4,703トン	進水	明治34年(1901)
船種	貨客船			5,253馬力				
船主	日本郵船会社			造船所	イギリス、フェアフィールド			
電 気 要 目	発電機	容量	30kW、100V(W.C MARTIN社製)					
	原動機台数		レシプロ(W.C MARTIN社製) 2					
電 気 要 目	電動機	3.3kW(2台)	サーモタンク用					
	扇風機	42インチ-2、12インチ-8						
	荷役灯	クラスタ 16CP×4-8、500W(N)-2						
	室内灯	24CP-18、16CP-303						
	機関室灯	16CP-47						
電 気 要 目	モールス信号灯	5CP-5						
	信号灯	5CP-4、32CP-5						
	無線機用電動交流発電機	1kW-1、1/4kW-1						
備考	1インチ=25.4mm、1フィート=12インチ、1CP=1.0067cd、(N)はネトロランプの略(2・2・3(2)参照)以下これによる。							
特 記 事 項	<ul style="list-style-type: none"> ○サーモタンク用電動機的全電力の3.3kWは想定値である。同型の日光丸の値を採用した。 ○サーモタンクをこの船に装備してあることは、我が国としては最初のものである。 ○電気要目は日本郵船会社の明治15年5月末の調査によるもので、建造当初との違いは不明である。 							

表 2・3 日光丸の電気設備要目

船名	日光丸	主	レシプロ	総トン数	5,539 トン	進水	明治36年 (1903)
船種	貨客船	機	6,694 馬力	造船所	三菱長崎造船所	船主	日本郵船会社
電	発電機	容量	36kW, 100V (C. CHAPMAN社製)				
	原動機台数	レシプロ (C. CHAPMAN社製)	2				
気	電動機	3.3kW (2台) サーモタンク用					
	扇風機	60 インチ-1, 16 インチ-8 26 インチ-8, 12 インチ-59					
要	荷役灯	500 W(N)-4, 100W(N)-2 300 W(N)-1, クラスタ 16CP×4-3, 16CP-15					
	室内灯	50CP-61, 24CP-6, 16CP-311, 5CP-4 32CP-9					
目	機関室灯	16CP-57 モールス信号灯 6CP-5					
	信号灯	16CP-4, 64CP-4, 32CP-1) 無線機用電動交流発電機 4.7kW-1, 1.3kW-1					
特記事項	<ul style="list-style-type: none"> 我が国で最初に製作したサーモタンクを装備している²¹⁾。 電気要目は日本郵船会社の 大正15年5月末の調査¹⁵⁾によるもので、建造当初との違いは不明である。 						

表 2・5 高麗丸の電気設備要目^{17) 18) 19)}

船名	高麗丸(新羅丸)	主	レシプロ	総トン数	3,102 トン	進水	大正元年 (1912)
船種	関釜連絡船	機	4,495 馬力	造船所	川崎造船所	船主	鉄道院
電	発電機	容量	30kW, 225V, DC				
	原動機台数	汽機直結 (新羅丸はカーチスターボゼネレータ)	2				
気	扇風機	各室					
	電灯	450灯					
要	信号機	総べて電灯式					
	電話機	航海船橋-機関室					
目	公衆電話機	本船係留中に使用					
	無線機	通信省式無線電信機					
特記事項	<p>鉄道院として我が国で最初に建造した関釜連絡船である。したがって、旅客に対するサービスに意を用い、長途の旅に飽きないような施設を十分に施したらしい。また、船内装飾殊に公室には、現代式の京都川島西陣織物工場の意匠によったものらしい。</p>						

表 2・4 天洋丸の電気設備要目^{16) 17)}

船名	天洋丸(地洋丸)	主	タービン	総トン数	13,454 トン	進水	明治40年 (1907)
船種	客船	機	19,000 馬力	造船所	三菱長崎造船所	船主	東洋汽船
電	発電機	容量	75kW, 100V, DC (W. H. ALLEN製)				
	原動機台数	汽機	2				
気	扇風機	12 インチ-215, 25 インチ-1, 40 インチ-8, 60 インチ-4					
	電動機	56.3kW (29台) (内電動水防扉あり)					
要	サーモタンク	暖房用					
	探照灯	12,000CP-1					
目	高声電話機	(グラハム社) 数個					
	屋内電話機	数個					
目	電鈴	各室					
	荷役灯	200 W(N)-1, 300 W(N)-1, クラスタ 16CP×3-16					
目	室内灯	24CP-628, 32CP-209, 16CP-324, 300 W-2					
	機関室灯	300 W-3, 24 W-39, 32 W-2, 16 W-102					
目	信号灯	32CP-4, 16CP-5					
	モールス信号灯	8CP-6					
目	無線機用電動交流発電機	10.5kVA-1					
	特記事項	<ul style="list-style-type: none"> 無線機はドイツのテレフンケン社製で、我が国最初のもの。 当時電動水防扉とか、電動通風機(サーモタンク式)などは珍しい施設に数えられた。 					

表 2・6 阪防丸の電気設備要目^{15) 17) 20)}

船名	阪防丸(伏見丸)	主	レシプロ	総トン数	10,927 トン	進水	大正3年 (1914)
船種	貨客船	機	10,958 馬力	造船所	三菱長崎造船所	船主	日本郵船会社
電	発電機	容量	85kW, 100V, DC (三菱電機製)				
	原動機台数	汽機	2				
気	電動機	85.7kW (10台) (ボートウィンチモータあり)					
	扇風機	36 インチ-12, 24 インチ-26, 12 インチ-119 26 インチ-15, 14 インチ-1,					
要	探照灯	18,000CP-1					
	アーク灯	2,000CP-4					
目	モールス信号灯	8CP-5					
	信号灯	16CP-4, 64CP-5					
目	荷役灯	500 W(N)-2, 16CP-2, クラスタ 24CP×4-12					
	室内灯	100CP-2, 32CP-78, 8CP-47, 50CP-237, 24CP-111,					
目	機関室灯	24CP-121					
	無線機用電動交流発電機	4.7kW-1, 1.8kW-1					
目	電話機	1等船客用一式, 船首-船尾					
	特記事項	<ul style="list-style-type: none"> クラーク チャップマン社の電動ボートウィンチ (800rpm, 284 A) を装備したことは特記すべきであろう。 					

表 2・7 箱根丸の電気設備要目^{15) 17)}

船名	箱根丸(榛名丸)	主 機	タービン	総トン数	10,423トン	進水	大正10年 (1921)	
船種	貨客船		9,600馬力					
船主	日本郵船会社		造船所 三菱長崎造船所					
電 気 要 目	発電機	容量	100kW, 100V, DC (三菱電機製)					
	原動機	台数	ギヤードタービン 2					
電 気 要 目	電動機	58.3kW (10台)						
	扇風機	36インチ-55, 26インチ-22, 12インチ-119						
	荷役灯	32CP-8, 500W(N)-6, クラスタ50CP×4 16CP-24, -12						
	室内灯	10CP-2, 32CP-310 16CP-417, 50CP-12						
	機関室灯	16CP(N)-2, 16CP-96						
	モールス信号灯	16CP-3						
	信号灯	16CP-4, 32CP-4						
	無線機用電動交流発電機	7kW-1, 1.9kW-1						
	特 記 事 項	<ul style="list-style-type: none"> ○要目は日本郵船会社の大正15年5月末の調査による。 ○この船にはジャイロコンパスを装備したと思われる²¹⁾。 						

表 2・9 白山丸の電気設備要目^{15) 17)}

船名	白山丸	主 機	タービン	総トン数	10,380トン	進水	大正12年 (1923)	
船種	貨客船		9,600馬力					
船主	日本郵船会社		造船所 三菱長崎造船所					
電 気 要 目	発電機	容量	100kW, 110V (三菱電機製)					
	原動機	台数	タービン (三菱造船所) 2					
電 気 要 目	電動機	63.6kW (11台)						
	扇風機	36インチ-45, 12インチ-122						
	荷役灯	500W(N)-10, 16CP-8, クラスタ50CP×4-12						
	室内灯	5CP-4, 1.5CP-108, 24CP-139, 50CP-58 2.5CP-14, 16CP-512, 32CP-172						
	機関室灯	100W-6, 16CP-151						
	モールス信号灯	32CP-3						
	信号灯	50CP-5, 16CP-5						
	無線機用電動交流発電機	7kW-1, 1.9kW-1						
	特 記 事 項	<ul style="list-style-type: none"> ○要目は日本郵船会社の大正15年5月末の調査による。 ○新造船当初からジャイロコンパスを装備した最初の船であろう。その後、自動操舵装置が発明されて、これをイギリスで取り付けた¹³⁾。 ○特別の試みとして、一等客室の上部に装備された第3船倉用の荷役ウィンチを騒音防止のため、イギリスのサンダーランドホージアンドエンジニアリング社の2t電動ウィンチ4台を装備した。これが電動ウィンチ採用の初めであろう²¹⁾。 						

表 2・8 宮崎丸の電気設備要目^{15) 11)}

船名	宮崎丸	主 機	タービン	総トン数	10,413トン	進水	大正11年 (1922)
船種	貨客船		9,600馬力				
船主	日本郵船会社		造船所 三菱長崎造船所				
電 気 要 目	要目	主 発 電 機	補助又は非常発電機				
	容量	125kW, 100V, DC		27.5kW, 100V, DC			
電 気 要 目	原動機	ギヤードタービン		石油発動機			
	台数	2		1			
	電 灯	1450灯		クレーンマシン 1			
	扇風機	110個		工作機モータ 1			
	電熱器	14個		バツゲージホイスト 1			
	無線機用電動交流発電機	5kW-1		換気ファン 6			
	ボートホイスト	2		洗濯機 1			
	操だ機(ヘルシヨ-)	2		ジム用機機モータ 1			
	油清浄機	1					
	厨房機械、呼鈴、火災警報装置、プロペラ軸回転計、電話機、電気式自動吹鳴制御器、その他機関用補機など						
特 記 事 項	<ul style="list-style-type: none"> ○日本最初の電動油圧のヘルシヨ-式操舵装置を装備した。 ○125kWタービン発電機を三菱電機会社は初めて商船用として製作搭載した¹¹⁾。 ○ジャイロコンパスを装備していたが、イギリスにおいて自動操だ装置を装備したようである^{13) 21)}。 ○火災警報装置は手動式であった。三菱長崎造船所の電気技師三浦一が苦心して²¹⁾、時計式のものをも考案し装備したが、良好に動作せず、後日に、ランプ式に装備替えした苦心談もある¹⁰⁾。 						

表 2・10 飛鳥丸の電気設備要目^{17) 22)}

船名	飛鳥丸	主 機	ディーゼル	総トン数	7,523トン	進水	大正13年 (1924)
船種	貨物船		4,979馬力				
船主	日本郵船会社		造船所 イギリス・ヘンダーソン				
電 気 要 目	発電機	容量	100kW, 220V, DC				
	原動機	台数	ディーゼル機関 3				
電 気 要 目	(1) 機関部補機電動機						
	空気圧縮機 180 HP-1, バラストポンプ 22 HP-1, カーゴオイルポンプ 22 HP-1, ビルジポンプ 10 HP-1, 消火ポンプ 14 HP-1, 冷却水ポンプ 65 HP-2, 海水循環ポンプ 23 HP-2, 燃料油移送ポンプ 8 HP-1, 潤滑油ポンプ 8 HP-2, ターニングギヤ-モーター 10 HP-2, CO ² 機械 10.5 HP-1, ブラインポンプ 2 HP-1, 通風機モーター 3 HP-2, ドリルモータ 2 HP-1, レースモータ 1.5 HP-1, 潜水ポンプ 2 HP-1, 油清浄機モータ 2 HP-1						
	(2) 甲板部補機電動機						
	ウインドラス 63 HP-1, ワーピングウィンチ 30.5 HP-1, 3tカーゴウィンチ 23 HP-14, 5tカーゴウィンチ 30.5 HP-2, 7tカーゴウィンチ 34 HP-2, かじ取機機用モータ 25 HP-1						
	(3) その他電気機器						
	厨房用 35 kW, 電灯 6.6kW, 電熱器 35kW, 荷役用電灯 3.3 kW, 航海灯 0.88 kW, 無線機用電動交流発電機 4.4kW						

表 2・11 さんとす丸の電気設備要目¹⁷⁾²³⁾

船名 船種	さんとす丸(らぶらた丸)		主 機	ディーゼル	総 トン 数	7,267 トン	進 水	大正14年 (1925)
	貨 客 船							
船主	大阪商船会社			造船所	三菱長崎造船所			
電 気 要 目	要目	主 発 電 機		補助発電機		補助発電機		
	容量 原動機 台数	150kW, 225V, DC ディーゼル 3		37.5kW, 225V, DC ディーゼル 1		3.5kW, 225V, DC 石油発動機 1		
特 記 事 項	電動機 1065kW (60台) 無線機用電動交流発電機 3kVA-1, 1/2kVA-1 無線方位測定機, 音響測深機, ともになし。 スペリー式ジャイロ, パイロットは装備されていた。 その他は不明である。							
	○三菱長崎造船所で建造した最初のディーゼル船であって, 全船直流 220 V で電化された我が国最初の船であろう。 ○照明電灯も 220V, DC であるため, 当時としては画期的なものである。 ○三菱長崎造船所ではこのころから電力調査表を作成し ²¹⁾ , 発電機容量の計算などの便に供した。							

ーモタンク式電動通風機, 探照灯, グラハム社製高声電話機, 室内用電話機など斬新な施設内容であった。また, 無線機用の電動交流発電機(高周波交流を発生するもの)の 7 kW は明電舎が我が国で初めて製作したもので特筆に値する。

3・1・2 大正期

大正1年から10年までの537隻の建造商船のうち使用した主機の種類を調べてみれば, レシプロが94%, タービンが0.035%, ディーゼルは皆無であって, 断然レシプロが多かった。これは補機がスチーム駆動で, ほかは照明, 無線機などであるため発電機の容量は少ない(表2・5, 表2・6を参照されたい)。タービンは客船に使用されたため, この場合の電気設備は相当程度である(表2・7~表2・9を参照されたい)。更にその後の主機の種類を調べれば, 大正11年で31隻中, 0.77%がレシプロ, 19%がタービン, ディーゼルは僅が1隻であった。しかし, 大正12年には26隻中, 0.77%がディーゼル, 大正13年で24隻中30%, 大正14年で15隻中21%, 大正15年で17隻中40%が, いずれもディーゼル主機で, いわゆるモータシップの建造が次第に増加したことになる。

我が国における最初のディーゼル船は, 大正11年(1922)

に外国造船所で建造の下村汽船の貨物船大仁丸(5,155 GT)で, 70kW, 220V, D 発電機3台を装備している。その他の電気設備の内容は不明である。

その後, 日本郵船会社の船で, 大正13年(1924)にイギリスのリスゴウ造船所建造の貨物船愛宕丸(7,542GT)及び, イギリスのヘンダーソン造船所建造の貨物船飛鳥丸(7,523GT)がある。前者は, ズルツァ社製のディーゼルエンジンで, 後者は, B & W社製である。この2隻は姉妹船であるがディーゼルエンジンの種類が違う。

当時, 日本郵船会社としては最初のディーゼル船であったため, ディーゼルエンジンを初め全船電化された船の運航状態の利害得失についていろいろの方面から研究されたもようであった。(飛鳥丸についての電気要目は表2・10を参照されたい。)

以上は外国の造船所で建造したディーゼル船を述べたのであるが, 我が国の造船所で最初に建造したディーゼル船の第1船は, 大正12年(1923)に三菱神戸造船所で建造の貨客船音戸丸(688GT)で, 発電機は5kW, 100V, DC 1台である。

次に, 大正13年(1924)に玉造船所で建造の三井物産の貨客船赤城山丸(4,631GT)であって, 発電機は50kW 225V, DC 3台を装備している。翌年の大正14年には三菱長崎造船所で建造の貨客船さんとす丸(姉妹船らぶらた丸)であった。(詳細は表2・11を参照されたい。)

第2章 参考文献

- 1) AEG ELEKTRIZITÄT SCHIFFEN 1923
AEG BERLIN
- 2) ソビエト科学アカデミー版(山崎, 橋本, 小林訳)
「技術の歴史」東京図書発行 1966-8
- 3) 二見一雄著「電気の世界」コロナ社発行 S.43-1
- 4) あかりの科学展資料 エジソン電灯発明100年記念
行事組織委員会 1979-10
- 5) 山崎俊雄, 木本忠昭共著「電気の世界史」オーム
社発行 S.57-9
- 6) 関 英男著「電気の世界史」日本放送出版協会
S.55-10
- 7) 岩田倫典著「エレクトロニクスはいかにして創ら
れたか」日刊工業新聞社発行 S.44-5
- 8) 関 重広著「灯火の変遷」河田書房発行 S.17-11
- 9) H. J. KOSACK著 Entwick lungslinien inder
Schiffs - electrotechnik Antrieds systeme für
die Propulsion Siemens Zeitschrift 42, 1963 H3
- 10) 徳永勇 「船舶電気設備の揺らん期」日本船用機関
学会誌 S.56-9

●連載●

造船工学覚え書

<26>

広島大学名誉教授(造船学)
工学博士 川上益男

13・4 倉口開閉量に及ぼす各構造部材の影響
(つづき)
(VI) 特設肋骨の剛性変化による倉口開閉量の変化率
特設肋骨の剛性変化による倉口開閉量変化率を図13・11(a)(b)(c)に示した。(a)は Sag., Full, 単底構造, L =

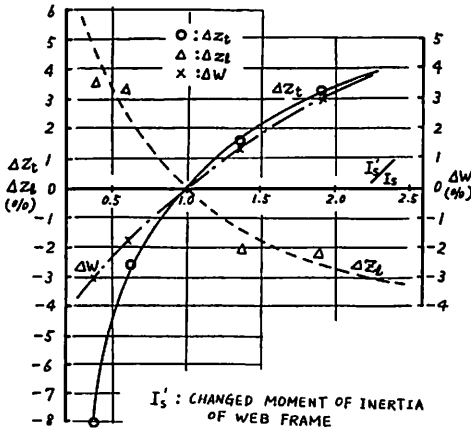


図13・11(a) 特設肋骨の剛性変化による倉口開閉量の変化率 (Sag., Full, 単底構造, L=40, 50m)

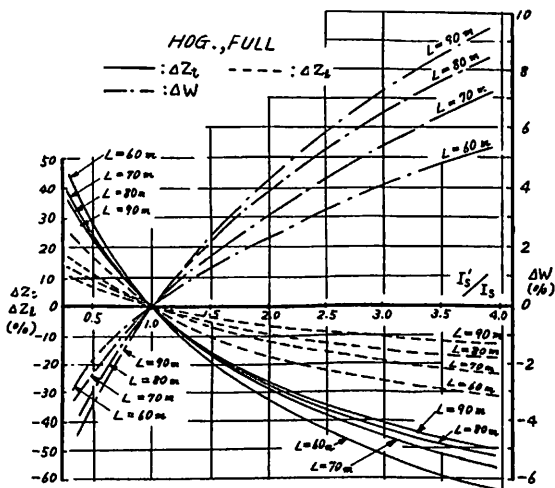


図13・11(b) 特設肋骨の剛性変化による倉口開閉量の変化率 (Hog., Full, 二重底構造, L=60~90m)

40, 50 m; (c)は Hog., Full, 二重底構造, L=60~90 m:(c)は Hog., Ballastの場合である。これらの図で判るごとく特設肋骨の剛性変化による倉口開閉変化率は荷重状態及び船の大きさにより著しく質的量的に変化する。

特設肋骨の剛性を大きくすれば、縦強度要因による開閉量は減少するが、横強度要因によるものは Hog., Full では減少するが、Sag., Full および Hog., Ballast では却って増加する。Hog., Ballast 状態は船底の荷重は倉口を開き、船側の荷重は倉口を閉じるように働くが、前者が大きいため倉口は開く。この場合、特設肋骨の剛性を大きくすれば、船側荷重による閉じ量は減少する結果、倉口の開き量は増加する。

Sag., Full 状態では、船底および船側に作用する荷重は共に倉口を閉じるように働く。この荷重状態において特設肋骨の剛性を大きくした場合、船側荷重による倉口の閉じ量は減少するが、船底荷重による倉口の閉じ量は増加し、前者の減少量よりも後者の増加量の方が大きいため、結果的には倉口の閉じ量は増加する。

このように特設肋骨の剛性を大きくしても、Hog.,

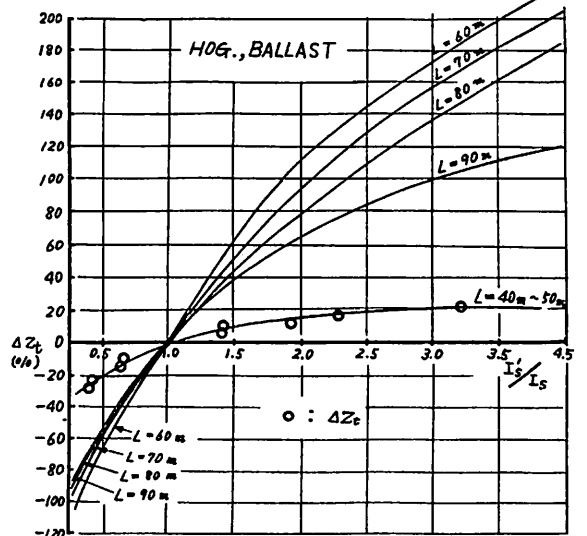


図13・11(c) 特設肋骨の剛性変化による倉口開閉量の変化率 (Hog., Ballast)

Ballast 状態では却って倉口開閉変化率は増加し、その増加率も大きいので、この状態での倉口開閉量の減少には有効でない。従って特設肋骨の効果を大きくするためには、Hog., Ballast 状態では倉口の開き量が小さくなるよう船底の剛性を大きくしておく必要がある。

(Ⅶ) 倉口中央の特設設肋骨と倉口開閉量の変化率

倉口中央に特設肋骨より大きい強特設肋骨を設置することは、特設肋骨を大きくした場合と同様な効果がある。図13・12(a)には、船の長さが60m以上の二重底構造の船の倉口中央に、強特設肋骨を設けた場合の倉口開閉量の変化率を示してある。この図より判明するごとく、強特設肋骨の効果は船が大きくなるにつれて減少している。

二重底構造では、船底の剛性は充分大きいので、標準船のHog., Ballast 状態での倉口の開き量は小さいのであるが、この図にみられるごとくこの荷重状態において強特設肋骨により倉口の開閉量の変化率は大きい。

従って、強特設肋骨の効果を大きくするためには、Hog., Ballast 状態での倉口の開き量を更に小さくするには、もっと二重底の剛性を大きくすべきである。Hog., Full では、変化率はHog., Ballast より小さく、縦強度要因による倉口開閉には余り効果はない。

図13・12(b)では単底構造において強特設肋骨のみを大きくすれば、Sag., Full および Hog., Ballast とも横強度要因による水平たわみは却って増加するが、強特設肋骨と連結された船底部材の剛性 I_{BS} を大きくすれば両荷重

状態とも倉口開閉量は減少する。

この場合、強特設肋骨と連結された船底部材の剛性を一定にして強特設肋骨の剛性を大きくすれば、開閉量は Hog., Ballast 状態では漸次減少し、Sag., Full 状態では増加する。

強特設肋骨の倉口開閉変化率に及ぼす影響は各種荷重状態や他部材の剛性との相関々係などで上記のごとく複雑であるが簡単に要約すれば次のようである。

単底構造においては、縦強度要因による倉口開閉量は強特設肋骨のみならず、それと連結される船底の剛性を大きくすれば著しく減少する。二重底構造の場合は、強特設肋骨に連結される船底部材の剛性を大きくしても、すでに二重底構造のため船底の剛性が大きいので、倉口の閉じ量の船底の変形によるもの占める割合が小さく、その影響は小さい。

ここでは強特設肋骨の倉口開閉への影響のみを論じているので、貨物載貨の得失と強度の兼ね合いについては設計上充分な配慮が必要であることはいうまでもない。

13・5 倉口開閉からみた合理的部材配置

図13・6～図13・12により各構造部材の倉口開閉に及ぼす影響が明らかになった。さらに、構造部材の合理的配置のためには、倉口開閉の減少に対してどの部材が最も有効であるかを調査する必要がある。すなわち、各部材の剛性を増加すれば当然船殻重量も増加するが、重量増加率は同じであっても倉口開閉量に与える各部材の効果は異なってくるので、その検討結果を示す。

表13・1は倉口部の船殻重量の2%の増加にともなう最もきびしい荷重状態間の標準船の各構造部材寸法の変

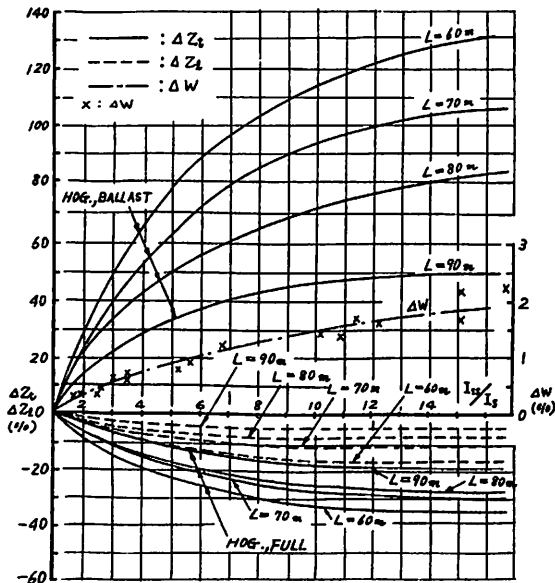


図13・12(a) 強特設肋骨の剛性変化による倉口開閉量の変化率 (二重底)

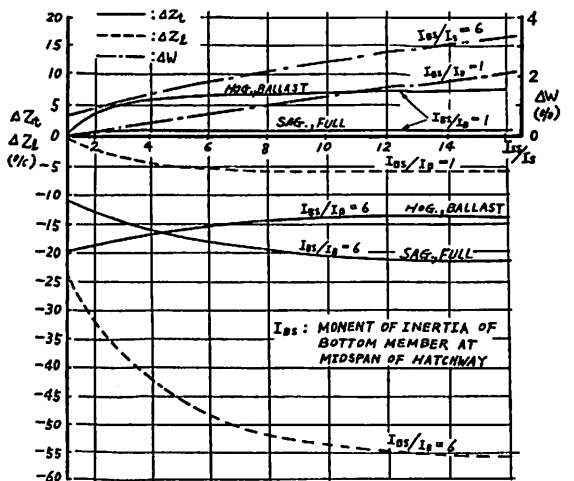


図13・12(b) 強特設肋骨の剛性変化による倉口開閉量の変化率 (単底構造, L=40m)

化による倉口開閉量の変化を示す。

この結果をみると、長さ40mの単底構造においては強特設肋骨を設けた場合（強特設肋骨およびそれと連結される船底部材の剛性を大きくする）、および船底の剛性を大きくする場合が最も効果的で、標準船の倉口開閉量が23.7mmに対して、それぞれ7.5mmおよび7.4mmの減少となる。

それについて倉口側部甲板幅の増加により3.4mm、倉口縁材の剛性増加により2.5mmそれぞれ減少となり、特

設肋骨を大きくすることは、却って開閉量を1.4mm増加させることになる。併しながら特設肋骨を極端に小さくすればHog., Full 状態での倉口の閉じ量が大きくなる。

二重底構造において、船の長さが60mでは強特設肋骨を設置する場合が最も効果的で、標準船の倉口開閉量14.5mmに対し、2.1mmの減少量となり、以下倉口縁材の剛性増加、倉口側部甲板幅の増加、特設肋骨の剛性増加の順となる。

船の長さが90mとなれば強特設肋骨の効果は低下し、

表13・1 標準船の各構造部材寸法変化による倉口開閉の変化（船殻重量2%増加）（+：増加，-：減少）

船の長さ (m)	倉口部の船殻重量増加	変化する部材	倉口閉じ量の変化量 (mm)	倉口開き量の変化量 (mm)	倉口開閉量の変化量 (mm)	標準船の倉口開閉量 (mm)
40 (単底)	倉口部の船殻重量の2%	特設肋骨心距	-0.1	-0.4	-0.5	23.7
		特設肋骨の剛性	+0.1	+1.3	+1.4	
		強特設肋骨の剛性	-1.6	-5.9	-7.5	
		船底の剛性	-1.2	-6.2	-7.4	
		倉口縁材の剛性	-0.5	-2.0	-2.5	
		倉口側部甲板の幅	-0.9	-2.5	-3.4	
60 (二重底)	倉口部の船殻重量の2%	特設肋骨心距	-0.3	+0.1	-0.2	14.5
		特設肋骨の剛性	-2.7	+1.4	-1.3	
		強特設肋骨の剛性	-4.0	+1.9	-2.1	
		船底の剛性	+1.3	-1.8	-0.5	
		倉口縁材の剛性	-1.3	-0.4	-1.7	
		倉口側部甲板の幅	-1.2	-0.5	-1.7	
90 (二重底)	倉口部の船殻重量の2%	特設肋骨心距	-0.4	+0.3	-0.1	19.5
		特設肋骨の剛性	-1.7	+1.3	-0.4	
		強特設肋骨の剛性	-2.7	+2.1	-0.6	
		船底の剛性	+1.8	-2.4	-0.6	
		倉口縁材の剛性	-1.7	-0.7	-2.4	
		倉口側部甲板の幅	-1.4	-0.9	-2.3	

表13・2 各構造部材の剛性変化（2倍）による倉口開閉変化量（+：増加，-：減少）

船の長さ (m)	変化する部材	部材剛性の増加率 (倍)	倉口閉じ量の変化量 (mm)	倉口開き量の変化量 (mm)	倉口開閉量の変化量 (mm)	標準船の倉口開閉量 (mm)
40 (単底)	特設肋骨 船底部材 倉口縁材	2	+0.2	+1.6	+1.8	23.7
			-1.0	-5.3	-6.3	
			-0.5	-2.0	-2.5	
60 (二重底)	特設肋骨 船底部材 倉口縁材	2	-3.2	+1.6	-1.6	14.5
			+1.6	-2.0	-0.4	
			-1.3	-0.4	-1.7	
90 (二重底)	特設肋骨 船底部材 倉口縁材	2	-3.5	+2.8	-0.7	19.5
			+2.1	-2.8	-0.7	
			-1.7	-0.7	-2.4	

倉口縁材の剛性の増加が最も有効となる。

すなわち標準船の倉口開閉量 19.5mm に対して 2.4 mm の減少、倉口側部甲板の幅増加により 2.3 mm の減少となる。特設肋骨心距の多少の変化に対しては、何れの船においても開閉量の減少は小さい。二重底構造では船底の剛性は充分大きいので、多少の剛性増加に対しては倉口開閉量はあまり変化しない。

表13・2は各構造部材の剛性を2倍に変化させた場合の倉口開閉に及ぼす影響を示したものである。この表より判明するごとく、船底の剛性を大きくすれば、二重底構造では倉口開閉の減少量は小さいが、単底構造ではかなり大きい。

また二重底構造では特設肋骨の剛性を大きくすれば、Hog., Full 状態における倉口の閉じ量はかなり減少するが、逆に Hog., Ballast 状態における倉口の開き量が増加するため結果的には倉口開閉量の減少はそれほど大きくならない。これに対して倉口縁材の剛性および倉口側部甲板の幅を大きくすれば、倉口の閉じ量および開き量ともに減少するのでその効果は大きい。

長倉口船の倉口開閉量に及ぼす各部材の剛性の変化の影響について前章の理論計算式に基づきこの種の船の強度設計に直接役立つ資料を提示した。この資料により明らかになったことを簡単に要約しておく。

- (1) 長倉口船の運航中での荷重状態の変化の中での立体強度としての倉口の最大開閉量が判明した。そして最大開閉量が船の大きさおよび各部材の剛性の関

係により異なることがわかった。

- (2) ここに提示した資料を用いて一層甲板を有する船の倉口開閉量を初期設計の段階で予想し、ハッチ・カバーの種類により異なった要求の倉口の許容開閉量を越えないよう各構造部材寸法を調整することができる。
 - (3) 単底構造のごとく船底部材の剛性が小さい場合は倉口の閉じ量よりもむしろ開き量が問題となり、二重底構造では倉口の閉じ量が開き量に比して著しく大きくなる。従って、二重底構造においては、特設肋骨を大きくして倉口の閉じ量を減少させ、単底構造では船底の剛性を大きくして倉口の開き量を小さくするのが有効である。
- 二重底構造において、特設肋骨を大きくすれば倉口の閉じ量は著しく減少するが、倉口の開き量は却って増加し、また二重底の剛性を大きくすれば、倉口の開き量は減少するが閉じ量は増加する傾向にある。これに対して倉口側部甲板の幅および倉口縁材の剛性を大きくすれば、倉口の開き量および閉じ量ともに減少させることができる。
- (4) 倉口中央に強特設肋骨を設ければ、特設肋骨の剛性を大きくした場合と同様な効果があるが、強特設肋骨を設ける方が重量的には有利である。
 - (5) 以上のごとき各種の検討は実船の部材寸法を調査し、その平均値の寸法をもつ標準船を設定した結果得られた成果である。

●船の科学第2回技術セミナー開催（6月中旬）御案内●

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

我が国で建造された内航/外航のプロダクト/ケミカルタンカーは数千隻に及び、今後も着実に増加している船舶である。これらの貨物対象品には多くの有害・危険液体物質がある。このような物質に関する海洋汚染防止条約（MARPOL 73/78 附属書Ⅱ）の発行も本年10月と近い。この条約が発行すると内航のケミカルタンカーも全て外航船と同様に複雑かつ厳しい規定の適用を受ける。このような情勢下で、標記のセミナーを開催することは関係者にとって、またとない技術情報収集の好機であると信ずる。

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

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

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

皆様の御参加を切にお願いします。

（※次号に詳細な項目・日時・費用等を掲載します）

●詳細のお問合せは

株式会社 船舶技術協会 船の科学編集部 へ
〒104 中央区新川1-23-17 ☎ 03 (552) 8798

（内容の一部変更がありました時は御了承下さい。）

● 連 載 ●

冷 凍 運 搬 船 < 32 >

— Reefer —

角 張 昭 介 ・ 椎 原 裕 美

7・3・4 冷凍コンテナ用冷凍ユニット

冷凍コンテナに装備される冷凍ユニットには、以下の設計条件が考慮される。

(1) 耐振性

海陸を問わず輸送され、さらに、道路事情によっては、悪路走行を強いられることもある。これら冷凍ユニットに加わる大小の振動によってユニットに不具合が生じてはならない。

(2) 防水性

船上において、甲板積みされた場合、波浪を直接・間接に受ける。また、コンテナは通常、屋外放置されるので、防水対策が必要となる。

(3) 耐食性

もとより、海上の腐食性雰囲気の中を運ばれるので、特に、配管等には耐食性材料が用いられる等の対策が講じられる。

(4) 電源対策

国際間を流通するコンテナにおいては、供給される電圧・電流が国によって異なることによる対策が必要となる。電圧には、200 V系と400 V系があり、両方から接続可能とするために、電源変圧器を装備したり、モーターを2重定格方式のものを使用し、どの国でも使用可能な電源プラグやアダプターを備えることとなる。各国の電源電圧を表7・6に示す。

(5) 水冷・空冷の並設

コンデンサーは、水冷・空冷の両方による運転が可能となるように設計される。通常、船上においては水冷により、陸上においては空冷により運転される。

(6) 騒音対策

冷凍機運転時の騒音対策も場合によっては必要である。

(7) メンテナンスフリー

コンテナ輸送中において、多数の取り扱い者を経ることに対するメンテナンスフリーの条件も必要といえる。

冷凍ユニットの構成は、4章で示した構成機器を各1台ずつ組み合わせ、コンパクトに効率良く配置されたものといえる。その一例を図7・12に示す。通常、冷却方式は表4・5における、直膨空気循環方式が採用される。

各構成機器をコンパクトに配置することにより、使用冷媒に余裕を持たせる必要もなく、冷媒液溜めとしての受液器は省略される。代りに熱効率を上げるために、途中に中間冷却器が装備され、冷却フィン付の空冷コンデンサーに加えて水冷コンデンサーも並設される。

ディフロスト方式は自動運転のためにホットガス式となり、そのためバイパスラインが設けられる。

配管材料は、そのほとんどに銅管

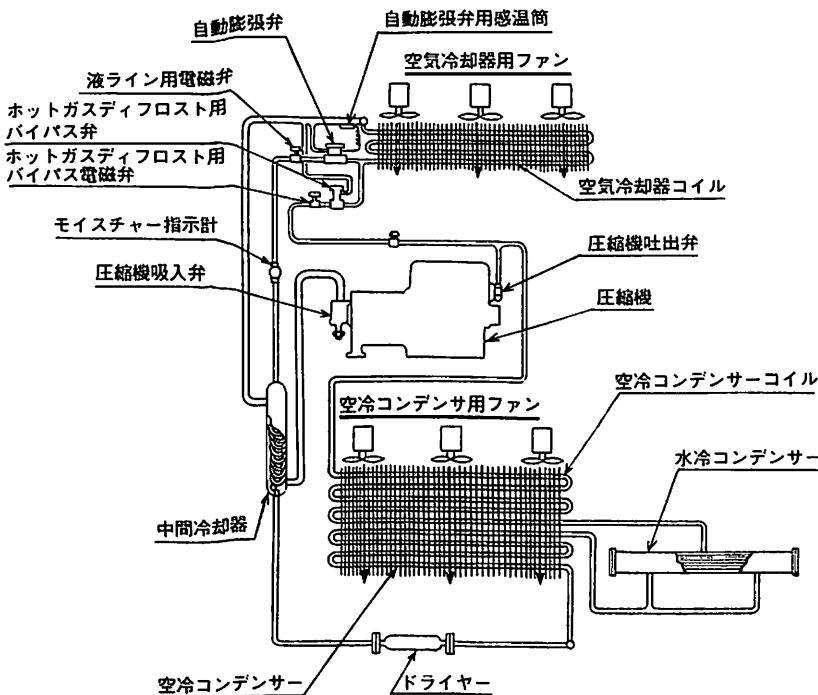


図7・12 冷凍コンテナ用冷凍ユニット冷媒系統例

が用いられる。銅管は耐食性に良く、加工性が良い利点がある。

更に冷凍ユニットには、先の設計条件を加味して、次のような付属機器が取り付けられる。

- (1) 電源変圧器
- (2) 電源プラグ

ISO 1496/II (Series 1 freight containers—Specification and testing—Part II: Thermal conta-

iners) に規定されているが、国によっては同規格を取り入れていないものもある。大別すると U.S.A 型, CEE (International Commission on Rules for the Approval of Electrical Equipment) 型および豪州型があり、その一例を表7・7に示す。WILCO 製のものは豪州トレードのみに使用されるローカル規格である。

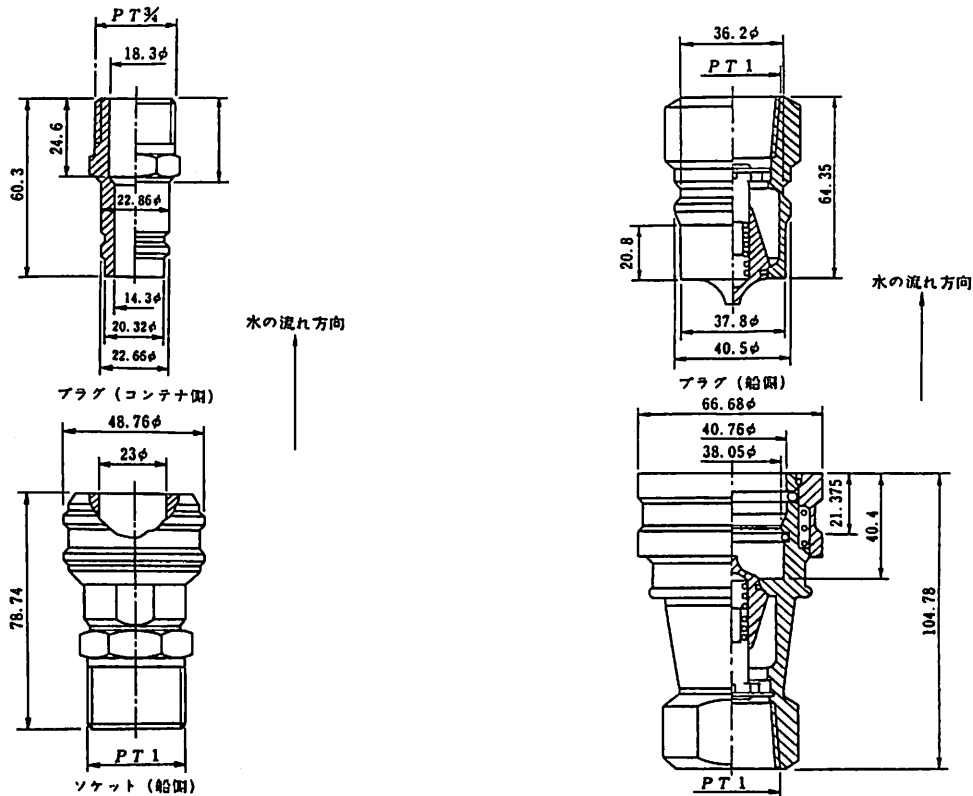
- (3) 冷却水用接続金具
輸送機関の区別なく冷凍ユニットに冷却水を供給する

表7・6 世界各国別動力電源用電圧および周波数

国名	電圧	相数	周波数	国名	電圧	相数	周波数
Aden (アデン)	400	3	50	Italy (イタリア)	380	3	50
Algeria (アルジェリア)	380	3	50		220	3	50
Alaska (アメリカ…アラスカ)	208	3	60	Jamaica (ジャマイカ)	220	3	50
	240	3	50	Japan (日本)	220	3	60
Argentina (アルゼンチン)	380	3	50		200	3	50
Australia (オーストラリア)	415	3	50	Kenya (ケニア)	415	3	50
Austria (オーストリア)	380	3	50	Korea (大韓民国)	200	3	60
Bahamas (バハマ)	200	3	60	N. Korea (朝鮮人民共和国)	200	3	60
Belgium (ベルギー)	220	3	50	Kuwait (クウェイト)	415	3	60
	380	3	50	Lebanon (レバノン)	190	3	50
Bolivia (ボリビア)	220	3	50	Libya (リビア)	220	3	50
	220	3	60		400	3	50
Brazil (ブラジル)	220	3	60	Macao (マカオ)	220	3	50
	380	3	60	Malaysia (マレーシア)	415	3	50
Bulgaria (ブルガリア)	380	3	50	Mexico (メキシコ)	220	3	60
Burma (ビルマ)	400	3	50	Mozambique (モザンビーク)	380	3	50
Canada (カナダ)	230	3	60	Netherlands (オランダ)	380	3	50
Ceylon (セイロン)	400	3	50	New Zealand (ニュージーランド)	400	3	50
Chile (チリー)	380	3	50	Nigeria (ナイジェリア)	400	3	50
China (The People's Republic of China)	220	3	50	Norway (ノルウェー)	230	3	50
中華人民共和国	220	3	60	Pakistan (パキスタン)	400	3	50
	380	3	50	Panama (パナマ)	220	3	60
	380	3	60	Peru (ペルー)	220	3	60
Colombia (コロンビア)	220	3	60	Philippines (フィリピン)	220	3	60
Congo (コンゴ)	380	3	50	Poland (ポーランド)	380	3	50
Cuba (キューバ)	230	3	60	Portugal (ポルトガル)	380	3	50
Czecho-slovakia (チェコスロバキア)	380	3	50	Puerto Rico (プエルトリコ)	230	3	60
Denmark (デンマーク)	380	3	50	Rumania (ルーマニア)	380	3	50
Dominica Republic (ドミニカ共和国)	230	3	60	Scotland (スコットランド)	415	3	50
Ecuador (エクアドル)	220	3	60	Singapore (シンガポール)	400	3	50
Ethiopia (エチオピア)	380	3	50	South Africa (南アフリカ共和国)	380	3	50
Finland (フィンランド)	380	3	50	Spain (スペイン)	220	3	50
France (フランス)	220	3	50		380	3	50
	380	3	50	Sweden (スウェーデン)	380	3	50
Gambia (ガンビア)	400	3	50	Switzerland (スイス)	380	3	50
Germany (FDR) (ドイツ連邦共和国)	380	3	50	Taiwan (台湾…中華民国)	200	3	60
Ghana (ガーナ)	400	3	50	Thailand (タイ)	380	3	50
Greece (ギリシア)	380	3	50	Turkey (トルコ)	380	3	50
Greenland (グリーンランド)	380	3	50	United Arab Republic (アラブ連合共和国)	220	3	50
Guam (グアム)	220	3	60		380	3	50
Guatemala (グワテマラ)	240	3	60	United Kingdom (イギリス)	415	3	50
Hawaii (アメリカ…ハワイ)	240	3	60	USSR (Union of Soviet Socialist Republics) (ソビエト連邦)	380	3	50
Hong Kong (ホンコン)	346	3	50	United States (アメリカ)	208	3	60
India (インド)	400	3	50		240	3	60
Indonesia (インドネシア)	220	3	50		460	3	60
Iran (イラン)	380	3	50		480	3	60
Ireland (アイルランド)	380	3	50	Vetnam (South & North) (ベトナム南北)	208	3	50
Israel (イスラエル)	400	3	50	Yugoslavia (ユーゴスラビア)	380	3	50

表 7・7 冷凍コンテナ用電源プラグの分類および製品例⁶⁾

分類	定 格	製 品 例 (メーカー / タイプ)			
U.S.A.型	60A250VA・C3P +E	アメリカ RUSSELL STOLL/F26534	アメリカ MIPCO/634MP2	日本 高工社/P-W4602B-A	ISO 1496/ II
	50A250VA・C3P +E	アメリカ RUSSELL STOLL/F25359P	アメリカ MIPCO/534MP	日本 高工社/P-W4506B-A	
	30A250VA・C3P +E	アメリカ RUSSELL STOLL/F21138 O	アメリカ MIPCO/334MP	日本 高工社/P-W4301B-A	
	30A460VA・C3P +E	アメリカ RUSSELL STOLL/CH334FP	アメリカ MIPCO/SL334FP	日本 高工社/P-W4313B-A	ISO1496/ II
CEE型	32A3h440VA・C3P +E	西ドイツ WISKA/32/ST-3h	フランス KHEOPS/R323F1	日本 高工社/P-W4332B-3h	ISO 1496/ II
豪州型	30A500V・3P +E	WILCO, 高工社 / WIP-430			



圧 力	接 続 時		切りはなし時	
	MPa *	kgf / cm ²	MPa *	kgf / cm ²
常用圧力	10.5	105	2.8	28
耐 圧 力	63	630	6.3	63

* 1MPa = 1MN / m² = 10kgf / cm²

図 7・13(a) 冷却水用接続金具 (入口側)¹⁾

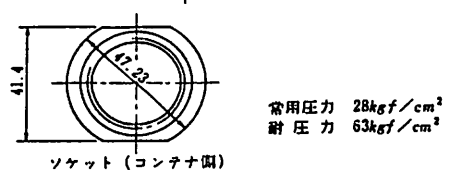


図 7・13(b) 冷却水用接続金具 (出口側)¹⁾

ために、冷却水の取り入れ口および排出口に図7・13に示される規格化された接続金具を取付ける。これらは同様な金具を持った船内設備または陸上設備と接続することが可能である。

7・4 試験・検査

製造された冷凍コンテナ及び冷凍ユニットは各検査機関の試験・検査を受ける。これらは通常、各型式毎にシリーズ生産されるので、「工場承認」された工場では、各型式について「型式認定」を受けることになる。この流れを示したのが図7・14である。

「工場承認」では、同一の品質を維持しうる工場であるかどうか審査される。「型式認定」試験では、その設計上の構造・強度に対する審査に加えて、見本コンテナを用いて表7・4の各荷重条件に対する認定試験が行われる。冷凍コンテナに対しては、更に断熱性能および冷却試験が行われる。

「型式認定」されたコンテナおよび冷凍ユニットは、完成後「製品検査」として図7・14に示す各々試験・検査が行われる。

また、製品検査と並行して、完成品50個（R1船級では25個、GL船級では積み重ね試験だけ250個）につき1個の割合でバッチテストが行われる。GL船級においては500個毎に再度、表7・4の全項目にわたるタイプテストが行われる。

冷凍コンテナとしては、更に、通常のコンテナの試験・検査項目に加えて断熱性能試験、冷却性能試験が行われる。各試験・検査の項目を次に示す。

(1) 外観検査

構造・材料・工作結果および開閉部分の作動状態等をコンテナ内外から目視で確認する。

(2) 寸法検査

規格に合った寸法であることを確認する。

(3) 重量計測

抜き取り方式で適正な重量範囲にあることを確認する。

(4) 風雨密試験

外部から射水（2kg/c㎡G）して、内部に漏水が生じないことを確認する。

(5) 冷凍ユニット運転作動試験

冷凍コンテナに取り付けられた冷凍ユニットの作動確

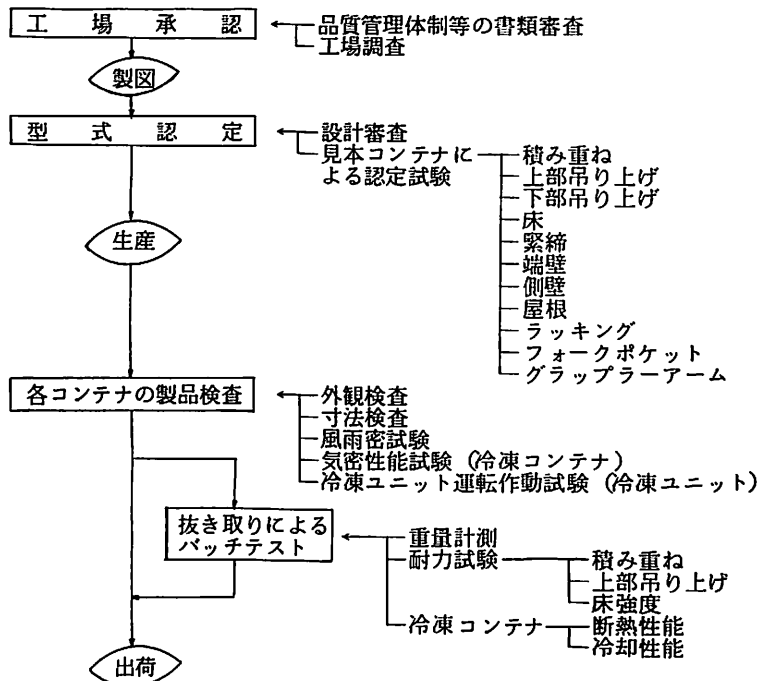


図7・14 コンテナの試験・検査項目とその流れ

認を行う。

(6) 耐力試験

型式認定試験では、表7・4の各荷重条件に対する試験を行い、その後の抜き取りによるバッチテストでは、積み重ね、上部吊り上げ、床強度の各試験を行う。

(7) 気密性能試験

サーマルコンテナにおいては気密性能試験は下記によって行う。¹⁾

試験方法：

(a) 気密試験は、断熱性能試験に先だち行う。

(b) コンテナは、通常の使用状態とし、通常の方法で閉鎖する。

(c) コンテナの内部および外部の温度は、15℃から25℃の範囲に保持し、それぞれ3℃以内で安定させる。

(d) 冷凍および加熱装置は、取り付けた状態とする。但し、冷凍ユニット別置きのもので接続部に閉鎖装置を有するコンテナの場合は、冷凍および加熱装置を取り付けず閉鎖装置は閉める。

(e) 排水口は、すべて閉鎖する。

(f) マノメーターおよび流量計を経た空気供給管は、気密接続金具によりコンテナに接続する。また、マノメーターは空気供給管に直接取り付けてはならない。

(g) コンテナの内部圧力が、250±10Pa (25±1 mm

水柱圧)に上昇するまで空気を送り込み、その圧力を維持するように空気供給を調節する。試験圧力が安定した後30分以上その状態を保つ。

計測方法：

- (a) コンテナ内外部の温度を計測する。
- (b) 試験圧力が安定した時、その圧力を維持するために要した空気漏れ量を記録する。

判定方法：

標準気圧で表わされる空気漏れ量は、下表の値を超えてはならない。但し、この値を超える場合には、ISO 1496/II によることができる。なお、空気入口及び出口を持つ冷凍ユニット別置き式のサーマルコンテナにあっては、最大許容空気漏れ量は8m³/h未満でなければならない。

類別	1AA, 1A	1BB, 1B	1CC, 1C	1D
空気漏れ量m ³ /h	30	23	16	9

(8) 断熱性能試験

サーマルコンテナにおいては、断熱性能試験を下記によって行う¹⁾。

試験方法：

- (a) 断熱性能試験は、気密性能試験の終了後行う。
- (b) コンテナには、冷凍ユニットおよび加熱装置を所定の状態に取り付けて行う。但し、冷凍ユニット別置き式装置の場合は、それを取り外し、空気入口および空気出口を閉鎖して行う。
- (c) 試験は、庫内を加熱する方法または、冷却する方法を用いて、定常状態で行う。
- (d) 試験は定常状態の下で連続8時間以上行い、30分以内の間隔で測定する。
- (e) 試験中は下記の状態を保持する。
 - (i) 平均壁温度は20℃以上32℃以下の範囲とし、且つ内外の温度差は20℃以上とする。
 - (ii) 試験中は庫内の最高と最低の温度差は、3℃以下とする。
 - (iii) 試験中は庫外の最高と最低の温度差は、3℃以下とする。
 - (iv) 各測定時における庫内の平均温度 θ_i の最高と最低の温度差は1.5℃以下とする。
 - (v) 各測定時における庫外の平均温度 θ_e の最高と最低の温度差は、1.5℃以下とする。
 - (vi) 最低と最高の電力消費量の差は、最低量の3%を超えてはならない。
 - (vii) コンテナの内外に配置されたすべての温度測定計器は、輻射熱から保護されなければならない。

(f) 温度測定位置

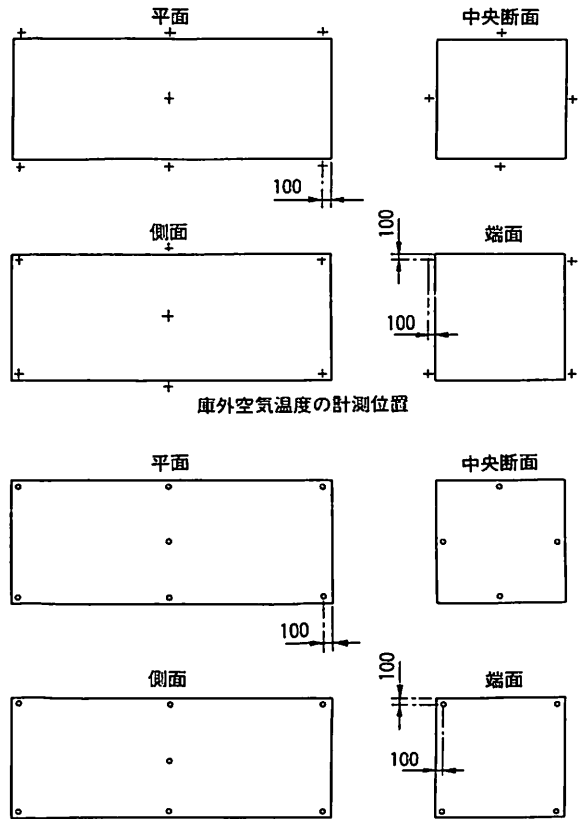


図7・15 庫内外空気温度の計測位置¹⁾

コンテナの温度測定位置は、図7・15に示す位置で計測する。

- (g) 電熱加熱器を用いて試験が行われる場合は、輻射熱の影響を避けるよう加熱器に適当な覆をつける。加熱器と送風機は、コンテナの中心付近に設置する。
- (h) 試験成績に影響する霜を生じさせるような試験方法は、採用してはならない。

計測方法：

- (a) K値決定に必要な定常状態の下でのコンテナ内外部の温度、電力消費量を、8時間以上にわたり30分の間隔で計測する。
- (b) 平均壁温度の算出は次による。

$$\theta = \frac{\theta_e + \theta_i}{2}$$

- (c) 熱通過率の算出は次による。

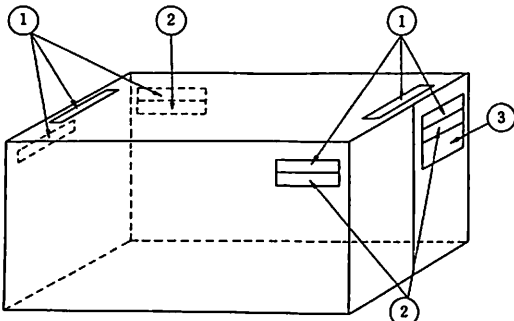
$$K = \frac{U}{S}$$

$$S = \sqrt{S_e \cdot S_i}$$

K : 熱通過率 (W/m²℃)

U : 全熱貫通率 (W/℃)

$$U = \left| \frac{Q}{\theta_e - \theta_i} \right|$$



- ①：所有者の記号，一連番号およびチェック・ディジット
- ②：国籍，コンテナの種類および形式を示す記号
- ③：最大総重量および自重（kg および pound）

図7・16 ISO/IS790-1973 (Marking of Series 1 freight container) によるマーキング位置

- S : 供試コンテナの平均表面積 (㎡)
 - S_e : 供試コンテナの外部表面積*(㎡)
 - S_i : 供試コンテナの内部表面積*(㎡)
 - Q : 供試コンテナ内部の加熱器や送風機などにより消費される電力 (W)
 - θ : 平均壁温度 (°C)
 - θ_e : 供試コンテナの外部平均温度 (°C)
 - θ_i : 供試コンテナの内部平均温度 (°C)
- 備考) * : コンテナの外部及び内部表面が波形の場合には投影面積とする。

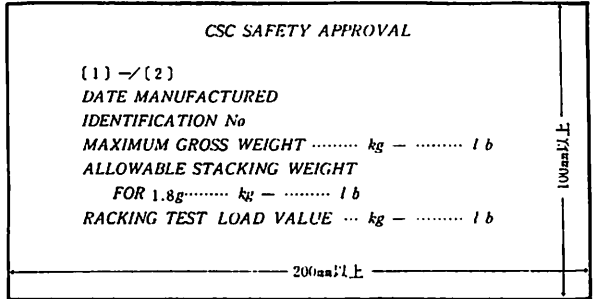
判定方法：

断熱性能試験で得られたKの値は，最大0.4 W/㎡°Cを超えてはならない。

(9) 冷却性能試験

冷凍ユニットを備える冷凍コンテナの冷却試験は，下記によって行う¹⁾。

- (a) 供試コンテナを，外部温度が一定に保てる試験室に置き規定された外気温度 (38°C) に保持する。
- (b) 供試コンテナの外部温度測定位置は，図7・15に示す位置とし，内部温度測定位置は，少なくとも，空気吹出し口および吸込み口の2点以上とする。
- (c) 供試コンテナを通常の使用状態にして試験を行う。但し，換気口は閉じる。
- (d) 冷凍ユニットを運転し，供試コンテナの内部温度を規定された温度 (-18°C) まで低下させた後，その温度を8時間保持させる。
- (e) 上記の試験終了後，供試コンテナの内部を前(8)に規定する試験で算出した，全熱貫通率 (U) 値の25%に相当する容量を持つ加熱器で加熱しつつ，少なくとも4時間冷凍ユニットを運転する。



備考：

- 1) 1行〔1〕は承認国で識別符号で表示し，〔2〕は承認識別番号を表示する。
- 2) 安全承認板は恒久性，耐食性および耐火性を有するものでコンテナに恒久的に取り付けられなければならない。
- 3) CSC SAFETY APPROVAL の文字の大きさは8mm以上，他の文字および数字は5mm以上とし，板上に刻印または浮彫するか，または他の恒久的かつ読みやすい方法で表示する。
- 4) 端壁および側壁がそれぞれ0.4P および0.6P より大または小の荷重に耐えるように設計されているコンテナでは，安全承認板下部の空白に端壁および側壁強度を表示する。
- 5) 安全承認板を保守検査期日を記入する目的にも使用するとき，そのための空白を残しておかなければならない。

図7・17 CSC安全承認板¹⁾

(f) この加熱器の容量は，次式による。

$$0.25 K \cdot S (\theta_e - \theta_i)$$

K : 前(8)で算出した熱通過率 (W/㎡・°C)

S : 供試コンテナの幾何学的平均表面積 (㎡)

θ_i : 規定された内部温度 (°C) …… -18°C (NK)

θ_e : 規定された外部温度 (°C) …… 38°C (NK)

計測方法：

- (a) コンテナ内外部の温度を計測する。
- (b) 加熱器の電力消費量を計測する。

検査方法：

試験中，コンテナの平均内部温度が規定の内部温度 (-18°C) に保持されていることを確認する。

7・5 マーキング

試験・検査に合格したコンテナには図7・16に示すような位置に，少なくとも次の事項を表示する。

- (1) 製造年月日および製造場所
- (2) 製造者名
- (3) 型式
- (4) 最大総重量
- (5) 自重

CSC (International Convention for Safe Container) による安全承認板を図7・17に示す。

参考文献

- 6) 森下幸作；「コンテナリゼーション」No 107, 1978-7

●続・液化ガスタンカー<23>

貨物の潜在的危険性概論<4>

恵美洋彦

4・2 毒性危険一覧

貨物対象品の毒性危険についての文献調査結果⁶⁾⁷⁾¹¹⁾²²⁾²³⁾を表12に示す。

規則¹⁾で毒性危険と指定されていない貨物に、何らかの毒性を有する物質もあることに注意すべきである。

4・3 窒息(酸素欠乏)危険

閉閉区域に漏えい・流出または残留によって、液化ガ

スマまたは蒸発ガスが存在すると、窒息危険になる。含有酸素の許容限を17 vol.%とすると、空気との混合気体における貨物ガス・蒸気(およびイナートガス)の濃度が23.5 vol.%を超えると、窒息危険となる。

揮発性液体も、密閉区域内では、液温(周囲温度)に対応した平衡状態になるまで蒸発を続ける。したがって、換気不十分あるいは温度が高い閉閉区域では、窒息危険となる。空気と揮発性液体の蒸気のみ存在する区域にお

表12 貨物対象品の毒性危険一覧

品名(Tは規則 ¹⁾ 毒性危険物質)	TLV-TWA (ppm)	TLV-STEL (ppm)	吸入毒性 (特記のほかは致死量) (*はLC 50)	接触毒性 (特記のほかは、皮ふLD 50)
アセトアルデヒド(T)	100	150	20,000 ppm (ラット, 30分)*	640 mg/kg (ラット)
アンモニア(T)	25	35	2,000 ppm (ラット)	眼, 呼吸器を刺激
ブタジエン-1.3	1,000	1,250	270g/m ³ (マウス, 2H)*	
ブタン-n	600	750	眠気 10,000 ppm (10分)	
ブチレン (1.3-ブテン)			20 vol.% (マウス, 2H)	
塩素(T)	1	3	293 ppm (ラット, 1H)*	
ジエチルエーテル(T)	400	500	10 vol.%以上 (人)	
ジメチルアミン(T)	10	10		眼, 呼吸器を刺激
塩化エチル(T)	1,000	1,250	23ないし24 vol.(モルモット, 5分)	粘膜を刺激
エチレンオキシド(T)	50	75	4,000 ppm (ラット)*	0.55 mg/kg (ウサギ)
イソブレン			157 mg/kg (マウス)	160 mg/m ³ で眼, 呼吸器刺激
イソプロピルアミン(T)	5	10	4,000 ppm (ラット)*	
メチルアセチレン	1,000	1,250	82 mg/m ³ (マウス, 2H)	
臭化メチル(T)	15S		3,000 ppm (モルモット)*	TDL。800 ppm (人)
塩化メチル(T)	100	125	3,146 ppm (マウス, 7H)*	
モノエチルアミン(T)	10	10	8,000 ppm (ラット, 4H)*	530ないし580 mg/kg (マウス)
プロピレンオキシド(T)	100	150	4,000 ppm (ラット)*	1,500 mg/kg (ウサギ)
冷媒ガス, R-22	1,000	1,250	LC L。25 ppm (ラット, 4H)	
二酸化硫黄(T)	{2}	{5}	1,350 ppm (マウス, 10分)*	粘膜刺激
塩化ビニル(T)	Ala {5}	Ala {10}	麻酔性 5,000 ppm (短時間)	
ビニルエチルエーテル(T)	{100}	{125}	反射消失 6 vol.% (マウス)	15 g/kg以上
塩化ビニリデン(T)	10	20	6,350 ppm (ラット)*	粘膜刺激
(参考)一酸化炭素	50	400	1 vol.% (30分以内)	
(参考)二酸化炭素	5,000	15,000	10 vol.% (長時間)	

注: Sは皮ふ吸収の危険性。Alaは発がん危険性。{ }は暫定値。TLV値はACGIH(米)の値。

いて平衡状態の貨物蒸気が23.5 vol%を超える周囲温度は、窒息危険温度である。液体蒸気の分圧が周囲温度(=液温)に等しいと仮定すると、Antoineの蒸気圧の式とDaltonの分圧の式から計算できる。即ち、当初100%空気であった容器気相部が組成比 y_L/y_A となる液温 t (°C)は、

$$t = \frac{B}{A - \log\left(\frac{y_L}{y_A} \cdot P_A\right)} - C \quad (10)$$

から求まる。A, B, Cは物質に応じて定まるAntoine式の定数、 P_A は大気圧(760 mmHg)である。(10)式は、液体蒸気組成比 $y_L = 0.235$ 、空気組成比 $y_A = 0.765$ とすると、次式のようになる。

$$t = \frac{B}{A - 2.4843} - C \quad (11)$$

計算結果を表13に示す。

なお、揮発性液体の全ては、毒性危険貨物である。そして、危険濃度は、毒性危険の方が高い。

窒息危険性は、閉鎖区域における安全対策(防毒マスク使用の不適等)として配慮する。危険性評価の対象と

表13 揮発性液体の窒息危険温度

品名	窒息危険温度(°C)	沸点(°C)
アセトアルデヒド	- 2.5	20
ジエチルエーテル	11.1	34.5
イソブレン	9.9	34.1
イソプロピルアミン	9.6	33
モノエチルアミン	- 3.8	16.6
プロピレンオキシド	11.2	34.2
ビニルエチルエーテル	11.4	35.7
塩化ビニリデン	13.1	31.9
(参考) 水	76	100

しては考えない。

5. 貨物の状態とその危険性

5・1 一般

貨物の状態(相, 温度, 圧力)は、例えば低温や高圧力のように、それ自身、低温破壊や高圧力のような危険性を有する。また、貨物の状態によって可燃, 毒, 反応

表14 液化ガスタンカーの貨物取扱い中の貨物の温度圧力状態(代表貨物)

貯蔵貨物 (代表貨物)	貯蔵時(タンク内)		貨物移送時(管内)		温度圧力制御(再液化)	
	温度(°C)	圧力(kg/cm ² A)	温度(°C)	圧力(kg/cm ² A)	温度(°C)	圧力(kg/cm ² A)
重力式 (塩化ビニリデン)	45	1.84 [+2.0]	45	1.84 [+5.0]	—	—
	45	3.84	45	3.84	—	—
圧力式 (ジメチルアミン)	45	3.95	45	3.95 [+5.0]	—	—
	45	3.95	60	6.95	—	—
圧力式 (プロピレン)	45	18.4	45	18.4 [+1.5]	—	—
	45	18.4	55	20	—	—
低温圧力式 (プロパン)	-30~+20	1.65~8.03	-30~+20	1.65~8.03 [+6.0]	-30~+20	1.65~8.03
	-30~+20	1.65~8.03	-30~+50	2.5~12.0	-30~+55	2.5~12.5
低温圧力式 (エチレン)	-30	18.5	-30	18.5 [+5.0]	-30	18.5
	-30	18.5	-30~+5	24	-30~+23	40
低温式 (プロパン)	-42	1.25	-42	1.25 [+7.5]	-42	1.25
	-42	1.25	-42~-4	2.25	125	10
低温式 (LNG)	-162	1.25	-162	1.25 [6.0]	-162~-90	33
	-162	1.25	-162~-120	2.25	-162~+140	42
低温圧力式 (塩素)	0~30	3.5~8.4	0~30	3.5~8.4 [+3.4]	—	—
	0~30	3.5~11.8	0~30	4.5~11.8	—	—
特殊貯蔵 (エチレンオキシド)	-15~+30	0.43~2.05 [+2.1]	-15~+30	0.43~2.05 [+4.0]	—	—
	-15~+30	1.13~4.3	-15~+30	1.13~4.3	—	—

注: 温度圧力欄において、上段の数値は液相、下段の数値は気相を示す。

塩化ビニリデン, 塩素およびエチレンオキシドの気相は、貨物ガス・蒸気と窒素ガスとの混合気体。

[] 内は、機械的圧力として、即ち、エンタルピーの増加なくして、加わる圧力の増分。

数値で範囲を示していない場合、最大(+)または最小(-)の温度、または最大圧力。

および腐食危険が発生したり、あるいは増減する。

液化ガスタンカーの安全性を検討する場合、このような貨物の状態による直接および間接的な危険性を明確にする必要がある。安全対策や危険性評価において、危険に関連する状態量（温度、圧力）や状態変化（相）を予測することも必要になる。

貨物の状態やその危険性を予測する場合、通常時における貨物の状態を把握しておく必要がある。これは、対象とする液化ガスタンカーの設備や貨物取扱いの計画に応じて与えられる。そして、通常時には、危険な状態に至らないように計画する。さらに、発生のおそれがある異常時においても、危険を回避できるような安全対策を講ずる。規則¹⁾による塩素の貨物圧縮機の船上設備禁止、メチルアセチレン・プロパジエンの圧縮圧力の制限等は、その例である。

参考までに、表14に代表的貨物の通常取扱いにおける温度、圧力等を調査（推定を含む）した結果を示す。液化ガスタンカーで扱われる貨物の温度・圧力は、この表に示す程度の範囲といえる。

5・2 貨物温度とその危険性

貨物の温度と圧力には相関がある。即ち、温度が高くなると圧力も高まり、逆の場合、圧力は低下する。ここでは、温度による危険が問題となる現象をとりあげる。なお、相変化を伴う温度変化とその危険性については、5・4でとりあげる。

(1) 高温とその危険性

貨物の高温による危険としては、次の3つが考えられる：

(a) 可燃ガス・空気の断熱的圧縮による高温着火：誤操作、損傷等によって燃焼組成比の空気と可燃ガスの混合体を圧縮機で圧縮した場合、自然発火温度以下

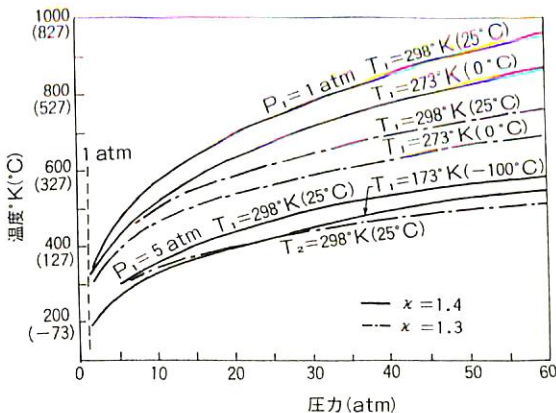


図5 断熱圧縮による気体の温度上昇

上の温度になると着火爆発の危険が発生する。

(b) 反応危険物質の分解爆発または重合反応：エチレンオキシド、エチレンオキシド・プロピレンオキシド混合体およびメチルアセチレン・プロパジエン混合体は、温度上昇により反応発生危険性を有する。

(表9参照)

(c) 腐食または燃焼反応の発生：塩素（表11参照）
高温発生源の1つとして貨物ガスの断熱的圧縮を考慮することができる。理想気体の状態式および断熱変化の式から、断熱圧縮前後の温度を $T_1, T_2(^{\circ}K)$ とすると、

$$T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\kappa-1/\kappa} = T_1 \cdot \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\kappa-1} \quad (12)$$

P_1, P_2 ：断熱圧縮前後の気体圧力（絶対圧力）

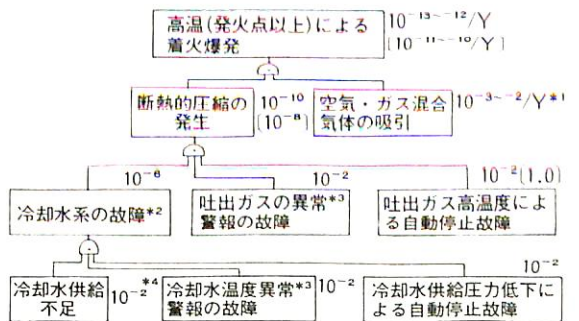
V_1, V_2 ：断熱圧縮前後の気体の容積

κ ：気体の比熱比

から図5のように、温度上昇を計算できる。これから断熱的圧縮のときの温度上昇を推定できる。

可燃性ガス発火温度は、表8からわかるように、一般的に400ないし500°Cの範囲である。貨物圧縮機による空気と可燃性ガス吸入と冷却系統の故障が重なると、着火爆発の危険がある。実際には、可燃危険性ガスと空気の混合気体の吸入の機会が極めて少ない。また、圧縮機および冷却系統には、各種の監視や安全装置が備えられている。故に、このような着火爆発事故の発生確率は、實際上、無視できるほど小さい。

図6に、FTAの1例を示す。これは、液化ガスタンカーの貨物圧縮機の標準的な例を想定して描いた。例えば、吐出ガス温度異常による圧縮機の自動停止装置がなくても、このような事故は、實際上、発生しないと見做



* 1：圧縮機吸引側管系統の破損等による推定
* 2：供給系統（ポンプ等）および安全装置の同時故障
* 3：異常警報に気付かない（持場を離れる等）を含む
* 4：ポンプ故障等に気付かず運転続行
〔 〕：吐出ガス高温による自動停止装置がついていない場合

図6 貨物ガス圧縮機における空気・可燃性ガス混合気体の吸入・圧縮による着火爆発のFTA

せるオーダである。しかし、各種の監視・安全装置が設けられないとすると、断熱的圧縮による高温の発生確率は、冷却水供給不足の数値と同程度になる。

注：圧縮機の監視・安全装置は、各種の目的、例えば高圧力発生による異常、圧縮機の故障、ガス漏えい等の防止の目的で設けられている。必ずしも、断熱的圧縮による高温着火爆発防止のための、このように厳しくなっている訳ではない。

可燃危険性ガスでは、このような着火爆発事故例は見当らない。アンモニアガスでは、空気・アンモニア混合気体の圧縮による着火爆発事故例がある。これは、可燃物ではあるが、一般の可燃危険性ガスほど、防爆に対する配慮が少ないこと、および圧縮機の安全装置も十分でないこと等によると考えられる。

反応や腐食危険となる温度圧力は、発火温度に比べるとかなり低い。(表9および表11参照)ま

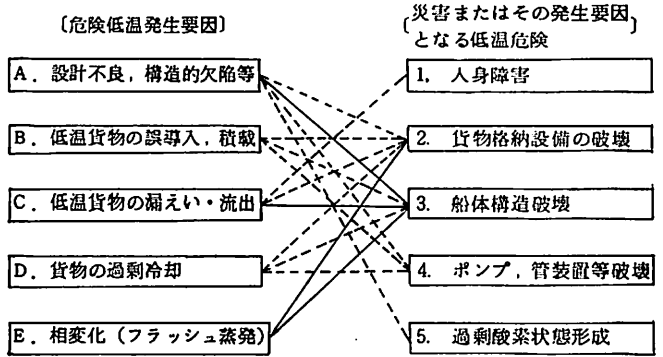
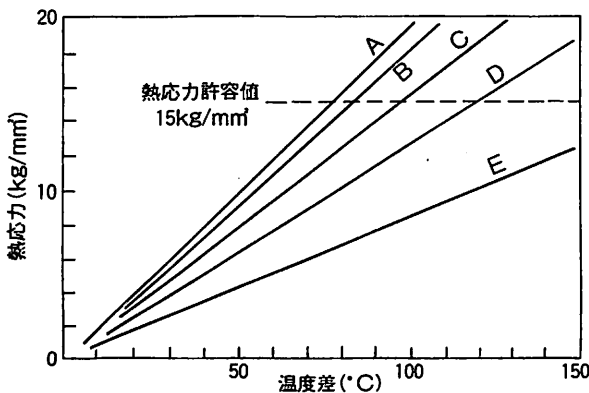


図7 危険となる低温の発生要因とその危険の関係

た、空気との混合/接触を必要としない危険反応の発生もある。したがって、前(b)および(c)の高温危険発生防止には、より厳しい配慮を必要とする。例えば、塩素は



(a) 熱応力簡易推定図

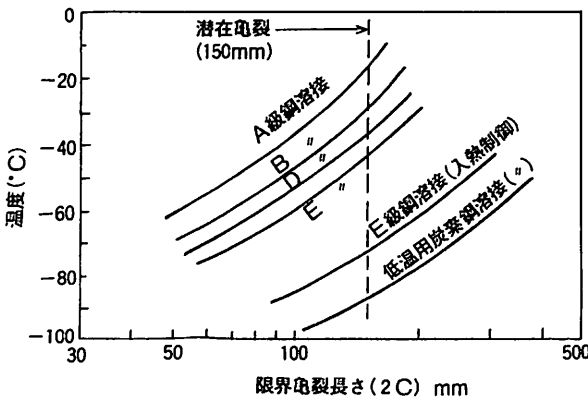
- A: 一重船側、二重底および二重殻構造の二重底のみ冷却 $n = 1.33$
- B: 局部冷却。板厚方向温度差あり $n = 1.4 = 2(1-\nu)$
- C: 一重船側。二重底構造の貨物全量漏えい $n = 1.67$
- D: 二重殻構造。貨物全量漏えい $n = 2$
- E: 局部冷却。板厚方向温度差なし $n = 3$

$$\text{熱応力 } \sigma_T = \frac{\alpha \cdot E \cdot \Delta T}{n}$$

α : 材料の線膨張率 = $1.2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

E: 縦弾性係数 = $2.1 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$

ΔT : 温度差 (°C)



(b) 船体構造鋼(溶接)の限界き裂長さ

図8 船体低温危険の簡易予測

板厚 20mm

引張応力 25kg/mm²

き裂形状貫通き裂

$$\text{き裂長さ } 2C = \frac{2K_I^2}{\pi \cdot \sigma^2}$$

σ : 引張応力

A, B, DおよびE級鋼: 船体構造鋼

低温鋼: 調質炭素鋼

使用温度 -50°C

200℃・10kg/cm²程度の温度圧力で腐食危険となる。図5から、この程度の温度圧力は、比較的容易に発生することがわかる。規則¹⁾による塩素用貨物圧縮機の船内設置禁止は、この危険防止が1つの理由である。

ほかに、高温発生源としては、貨物ヒータやポンプによる過熱、高温水蒸気管との接触等が考えられる。これらによる危険性は、個々のケースでシステム安全解析(FTA等)を実施して評価することになる。

高温危険は、液化ガスタンカーの設計・計画上、対象貨物の危険温度に応じて考慮する必要がある。危険性評価においては、一般的に、規則¹⁾要件や経験・実績による安全上の配慮がなされていれば、無視できる。

(2) 低温とその危険性

危険となる低温の発生要因とその危険の関係は、図7のようになる。液化ガスタンカーの設計・計画上、図に示す組合せの危険の防止対策について考慮すべきである。このうち、E相変化(フラッシュ蒸発)については、別途、5・4でとりあげる。

図中、過剰酸素状態形成の危険は、液化窒素の温度が酸素の沸点(-183℃)より低いことに起因する。例えば、タンク周囲に空気が存在し、その雰囲気温度が-190℃になったとする。この空気の凝縮液組成は、50/50モル比の酸素/窒素となる。これは再蒸発時により高濃度酸素雰囲気形成して有機物の易燃性危険をもたらす。

低温危険として主たる問題となるのは、貨物漏えい・流出時の船体構造等の低温破壊である。低温式貨物はもちろん、常温状態の圧力式貨物でも、それが大気圧下に開放されると、直ちにその沸点まで温度が下がる。したがって、対象貨物の沸点が船体破壊の危険温度以下の場合、低温危険があると考えてよい。

危険温度は、熱応力と耐低温じん性から定まる。一般的には、次のように考えられる。

図8(a)は、船体構造の熱応力の簡易推定図である。これは、船体構造を単純な梁要素または板要素とし、また、温度分布も簡単に仮定してモデル化して計算した。この計算法(図中に示す)は、精密計算例²⁵⁾と比較しても、簡易推定法としては、十分な精度と考えられる。図において、熱応力許容値^{注)}を15kg/㎠とすると、危険熱応力は、温度差80ないし100℃で発生する。周囲温度^{注)}を30℃とすると、危険熱応力発生温度は、-50ないし-70℃となる。

注：一般熱応力+一般船体応力≤降伏応力とし、一般船体応力を10kg/㎠と仮定すると、熱応力許容値は15kg/㎠となる。

一般船舶の就航時に、外気温度が30℃を超える確率は、8%未満²⁶⁾。

貨物漏えい・流出のような異常時における船体構造の破壊じん性については、文献²⁵⁾で広範囲の調査研究結果が報告されている。これから、長さ150mmの貫通き裂が存在したとき、降伏応力程度の一様引張応力が加わってもぜい性破壊が発生しなければ安全と仮定する。図8(b)に、文献²⁵⁾²⁷⁾から推定した破壊じん性値によって、限界き裂長さを計算した結果を示す。

以上から船体の低温破壊危険温度を、次のように推定し得る。

- (a) 熱応力によって、船体が大破壊するおそれのある温度は、-50ないし-70℃である。規則¹⁾では、この境界の温度を-55℃としている。故に、破壊じん性が十分な場合、-55℃までは、船体構造の大破壊は生じない。
- (b) 溶接管理^{注)}が十分な船体構造は、E級鋼や低温用鋼の場合、-55℃までの低温で大破壊を生じない。
- (c) 一般船体構造(AないしE級鋼)は、-15ないし-30℃程度の低温で大破壊しない。

注：E級鋼：入熱≤50kJ/cm、低温用鋼：入熱≤33kJ/cm。

いずれも、溶接施工確認試験を実施する。

以上は、ある程度大量の貨物漏えい・流出の場合である。少量(数リットル)の漏えい・流出では、-55℃より低温(例えば、-160℃、-196℃等)でも、小破壊は発生するが、大破壊に至ることはない。これは、実績²⁷⁾からそういえる。

ニュース

「三井B&W型」ディーゼル機関 世界初の累計生産1,900万馬力を達成

三井造船株式会社は、1926年(大正15年)にデンマークの、パーマイスター・アンド・ウェイン社(Burmeister & Wain A/S、現社名M.A.N.-B&W Diesel A/S)とディーゼル機関に関し技術提携を結んで以来、「三井B&W型」ディーゼル機関の製造を行ってきたが、このほど玉野事業所において陸上運転を行った9L80MCE型機関(出力35,730馬力)をもって累計馬力が1,900万馬力を達成した。

「三井B&W型」ディーゼル機関は、その初号機(6125M型、出力950馬力)を1928年(昭和3年)に完成して以来、上記9L80MCE型機関にいたる58年間で合計2,452基、累計馬力19,016,889馬力を記録した。この記録は、大型ディーゼル機関同一機種別の累計馬力としては世界で初めてのものである。

船舶電子航法ノート (107)

木村小一

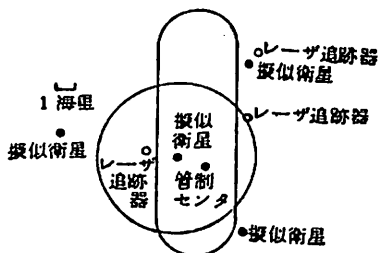
A・7・3・2 第1段階におけるシステム試験

(このノートの (33)～(36) でのGPSの記述は、第1段階での試験結果の発表の前で終わっている。そこで、今回はシステムの詳細を述べるに先立って、その試験結果を述べる。)

第A・7・76図に示したGPSの開発スケジュールでは1979年中頃に第1段階が終わっているが、それに先立って、1977年ごろから、第1段階で打上げられた数個の衛星と実験用の地上施設を用いて各種の測位実験が行われている。試験の場所にはアリゾナ州のユマ(Yuma)にある陸軍の実験場が使用され、逆レンジ(invert range)と呼ばれている。このレンジ(試験場)の構成は第A・7・80図のとおりで、地上に4台の衛星と同じ信号を送信する擬似衛星(その送信データのフォーマットはすでに第4・116図、1979年7月号に示した)が置かれ、衛星の打上げ前に航空機がその擬似衛星の上を飛ぶ形で実験が行われた。

このように、航空機と“衛星”との位置関係が逆になっていることから逆レンジと呼ばれたようである。レンジにはまた、レーザ追跡器3台が置かれ、航空機位置の基準として使用された。管制センターでは擬似衛星の制御とともに、測定データの自動解析が行われた。

モニタ局4局は前述したように太平洋を中心に置かれ、制御センターもカリフォルニア州のバンデンバーグ空軍基地にあり(第A・7・81図参照)、各衛星は試験場に太平洋側から近づいてくるので、衛星から放送される軌道データなどは、衛星の使用に先立って、最新のデータに改めることが可能であった。図に示した円や長円は航空機の飛行コースを示したものである。



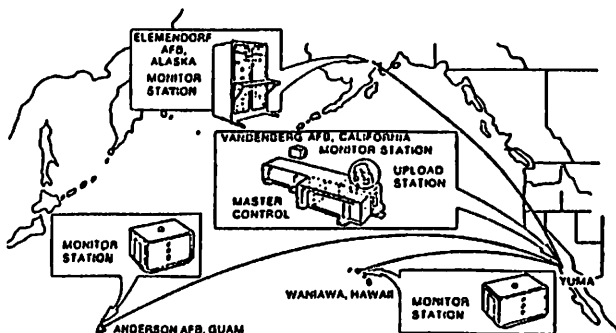
第A・7・80図 Yumaの逆レンジの構成

第1段階で米空軍によって試作された受信機は、第A・7・17表のとおり三つの製造会社の8種類であった。Mx社のもののX, Y, Zとマンパック(Manpack, MP)の4種類のセットはGPS受信機の種類を示すのによく利用される記号である。Xセットは、衛星からの二つの周波数の信号L1とL2,そして、Pコード(と捕捉のためにC/Aコード)を使用し、受信機は四つのチャンネルをもっていて、4衛星からの信号を別々のチャンネルで同時に受信するようになっている。

このセットは、動きの速い戦闘機などに使用されるもので、受信機を単独で使用する場合(XUと記す)と機上の慣性航法装置からのデータを導入する(それによって航空機の動きを知って、受信機の信号追跡回路をその

第A・7・17表 第1段階で製造された利用者装置

製造者	名称	受信周波数	コード	チャンネル数	製造台数
MAGNAVOX	Xセット	L1, L2	P, C/A	4	20
	Yセット	L1, L2	P, C/A	1	4
	Zセット	L1	C/A	1	6
	マンパック	L1, L2	P, C/A	1	6
TEXAS	MVUE	L1, L2	P, C/A	1	4
INSTRUMENT	HDUE	L1, L2	P, C/A	5	3
	MBRS	L1, L2	P, C/A	1	—
COLLINS	GDM	L1, L2	P, C/A	5	1



第A・7・81図 第1段階の制御部分

動きに合わせて制御をする。

第A・7・18表 実衛星による測位誤差の平均値とσ

慣性航法装置の側ではGPSの測位データによって航空機の位置を更新できるものがある。

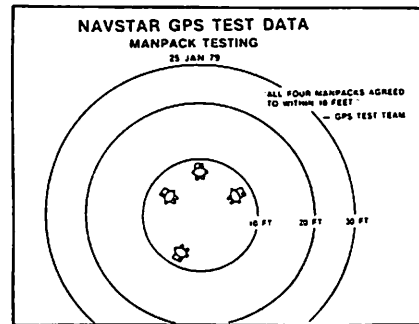
この種の受信機に属するものには、またTI社のHDUE (High Dynamic User Setの略)とCollins社のGDM (Generalized Development Model)があるが、この二つのセットは5チャンネルよりも1チャンネル多い。これは、つぎに受信する予定の衛星の信号や軌道データを予じめ捕捉して受信しておいて、衛星の切換時に4衛星の受信の中断がおきない利点がある。Yセットは、Xセットと同様に2周波数、Pコード受信の装置であるが、受信チャンネルは1チャンネルで、4衛星を一つずつ、約1秒ごとに切替えて受信するものである。輸送機のような動きの変化の少ない航空機や艦艇などを対象とした受信機であって、前のものと同様にYUとYAの二種類がある。

衛星数	乗り物	受信機	受信機 の 特性			平均誤差 (m)			標準偏差 (m)			図の Nσ
			周波数	チャンネル	コード	東西	南北	高さ	東西	南北	高さ	
4	UH-1H	HDUE	2	5	P	4.0	-1.5	4.2	2.4	2.4	3.5	2
4	UH-1H	Y	2	1	P	3.0	-9.4	3.4	3.0	2.7	3.7	3
4	P-3	Z	1	1	C/A	8.2	-2.7	29.0	7.3	4.0	4.0	4
3	M-35	MP	2	1	P	2.2	-1.8	—	4.8	2.6	—	5
3	M-35	MVUE	2	1	P	-3	2	-4	5	4	5	6

Zセットは、前の二つと異なり、L1周波数のC/Aコードのみを受信する1チャンネルのセットである。本来、輸送機を対象として考えられたセットであったが、米国防省では、その後、軍用のすべての受信機はPコードを使用するよう方針の変更がなされたので、このZセットは民間用の受信機の見本のような形になってしまった。事実、後述するように、Zセットは民間利用の実験にも使用された。MPは受信機回路の構成としてはYセットと同じであるが、人が背負って歩けるように作られた、軽量小型で低消費電力のセットである。同種類のものにはMVUE (Manpack Vehicular User Equipment)がある。MBRS (Missile Borne Receiver Set)でミサイルでの実験のために特別に作られた1チャンネルのセットであり、ミサイルのような高速なものでも、動きが安定しているものには使用可能であることがわかる。

試験用として用意された乗り物は、航空機としては、F4戦闘機、P3対潜哨戒機、C141輸送機の3種類で、他にUH1ヘリコプター、M35トラック、ジープ、それに、フリーゲート艦と上陸用舟艇が使用された。艦艇での実験は主としてサンジェゴなどカリフォルニア南部の海岸で行われた。4擬似衛星での実験のあと、衛星の打ち上げに伴って、1実衛星と3擬似衛星による試験というように進められた。

第A・7・82図は4衛星を用いて、同じ位置に置いた4



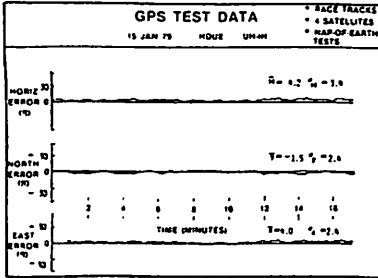
第A・7・82図 MP受信機での測位

台のMP受信機で測位をしたときで、各受信機の決定位置は3m以内で一致したことを示している。

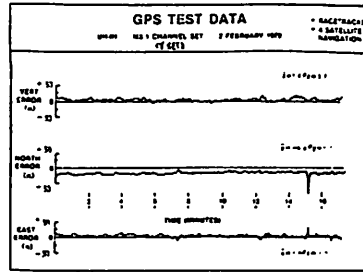
第A・7・83図から87図までは各種の受信機のいろいろな乗り物の動き(87図のみは静止)の中での試験結果を示している。83図はHDUEをヘリコプターに乗せて、レーストラック形の飛行をしたときの、上から高度方向、南北方向および東西方向についての誤差を16分余りについて図示したものであり、その測位誤差の平均値と標準偏差のデータは第A・7・18表に示したとおりである。

第A・7・84図と85図も別の受信機と別の乗り物による結果で、その誤差の値も同様に表に示してある。第A・7・86図と87図はトラックによる試験結果で、85図は静止中のデータであるが、84図の一番上の曲線は速度の測定値(MPH)を示している。

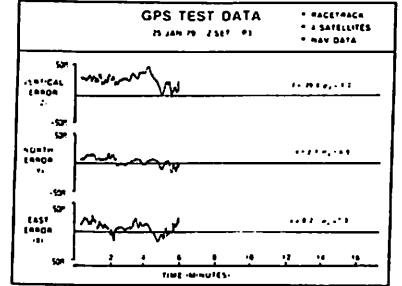
艦艇での試験はシェルタの中に計測器類と組合せたXセットとYセットを装備し、そのシェルタを船の甲板の上に置いて艦橋との間は音声により連絡をする形で実施された。測位の基準にはレーザ追跡器で校正をした、高精度電波測位システムであるミニレンジャーによって求めたものが使用された。第A・7・19表は上陸用舟艇でのサンクレメンテ島沖での1978年末の3日間にわたる3衛星による二次元測位の結果で、このとき、Yセットはそのソフトウェアの欠陥からC/Aコードのみで動作をし



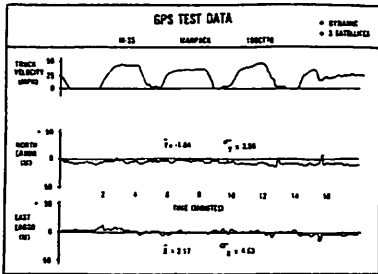
第A・7・83図 HDUEのヘリコプターによる測位誤差



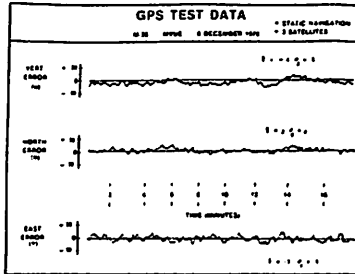
第A・7・84図 Yセットのヘリコプターによる測位誤差



第A・7・85図 ZセットのP3機による測位誤差



第A・7・86図 MPのトラック走行中の速度と測位誤差



第A・7・87図 MVUEのトラック停止中の測位誤差

ていたので、Zセットと同じ性能であったものである。

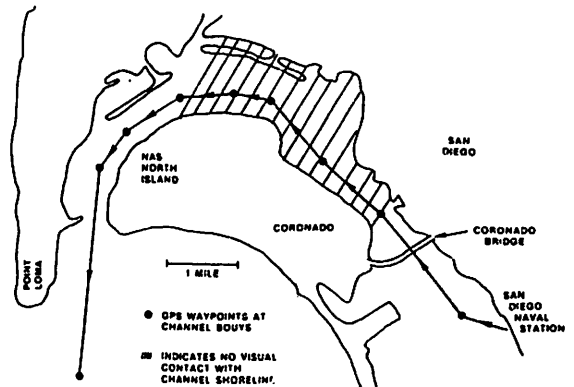
この2組の受信機を備えたシュルタはフリーゲート艦USS Fanning号に乗せてサンジェゴの海軍基地から出港するときに狭水路航行をGPSによって行なった。第A・7・88図はそのときの航跡を示している。斜線を引いた部分は霧がかかって霧中航行になった。この航行は各浮標の位置(黒点)をウェイポイントに入れて航行したが、航海士の目視によるプロットとGPSの測位との平均距離差は25.3mであった。このフリーゲート艦はこのシュルタを搭載したまま、外海で行動をしてメキシコのアカプルコ湾へ入港したが、そのときの航跡を第A・7・89図に示す。目視のプロットに比し、GPSによ

る航跡が等間隔に近いことを示している。

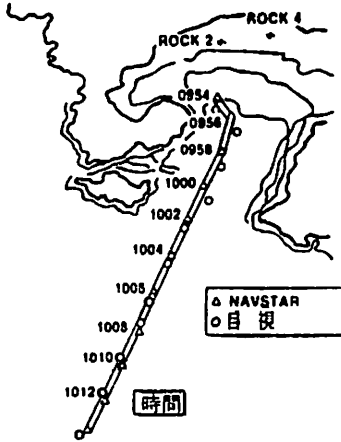
また、この船では2種類の船舶用アンテナの比較試験が行われた。それらのアンテナの1つは組み合わせら旋状アンテナと呼ばれ、円すい形の2本のら旋状アンテナの先端を切りとってその上に平らなら旋状アンテナを取り付けたアンテナ、もう1つは渦巻状アンテナと呼ばれる4本の分数巻のら旋状アンテナで、ともに半球状の指向性をもっている。高さが3.2~7.9mと変化する船上の塔の上に取り付けたアンテナをXセットに接続して、3個の衛星を追跡した結果は組み合わせアンテナの方が2~4dB利得が大きいこと、また、低仰角の衛星に対する多重反射伝搬の影響にも強いことが求められた。

第A・7・19表 上陸用舟艇による精度のまとめ(3衛星)

受信機	Xセット		Yセット	
	平均水平位置誤差(m)	平均水平速度誤差(m/s)	平均水平位置誤差(m)	平均水平速度誤差(m/s)
78.12.6	7.7	0.28	—	—
78.12.7	24.9	0.34	—	—
78.12.8	9.1	0.30	—	—
78.12.11	23.6	0.40	11.9	1.1
78.12.12	8.6	0.25	19.6	0.63
78.12.13	9.4	0.77	13.1	0.77



第A・7・88図 サンジェゴ湾での出港航路

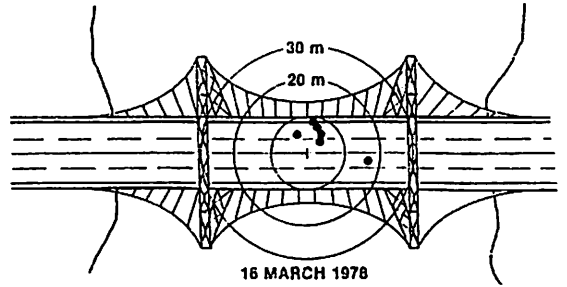


第A・7・89図 アカプルコ湾への入港

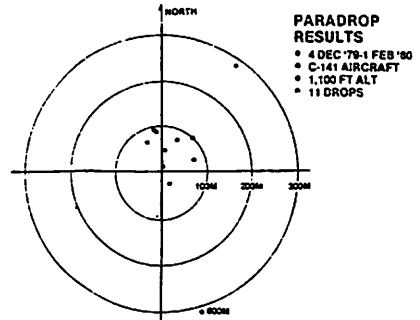
そのほか、航空機による実用試験などの中には、例えば空中給油をシミュレートするため、C 141 と F 4 機とに、各所要航路のウェイポイントを制御器から入れることによって両機のランデブーをさせるとか、P 3 機と海上艦艇との対潜作戦のためのランデブー実験、歩兵とヘリコプターの作戦協力（この実験では電波の樹木によるシールドもしらべられた）などがあるほか、3 擬似衛星と1 実衛星を使って、F 4 機での着陸実験では、民間機用の計器着陸方式である ILS において、着陸をするか、着陸をやり直すかの決断をする高度（60m）で、ILS の許容誤差（高さ±50ft、横方向±200ft）の範囲内をすべての飛行が通過をしたと報告されている。

爆撃および物資投下の試験結果を第A・7・90図と91図に示す。90図は特殊な爆撃アルゴリズムによって、爆弾投下点を入力しておいて、投下点までの予測経路、投下物の特性などのデータによって投下パルスが発生するようにして行なった結果例である。落下傘つきの物資投下では11回の投下のうち、9例が目標を中心とした直径100m以下の範囲に着地しているが、2回が大きく外れている。これは、風の状態が計算時のものと大きく変わったためで、これらのときは、最大風速が17.5m/sと空中投下の許容値13m/sを大きくこえていた結果であると説明されている。

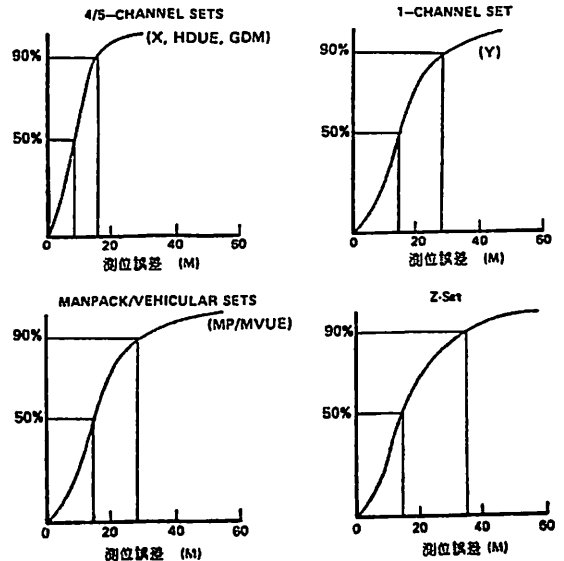
これらの測位結果のまとめを、受信機の種類別に示したのが第A・7・92図である。図の横軸は測位誤差を、縦軸はその測位誤差が発生する累積確率を示している。すなわち、Xセットでは測位回数の90%までが測位誤差が十数m以下であり、半分が10m以内であったことなどを示している。YセットとMPとの間には顕著な差のないこともわかる。Zセットは1周波数で電離層補正ができず、また、測距信号であるC/Aコードより1桁遅い



第A・7・90図 爆撃の試験結果



第A・7・91図 物質投下の試験結果



第A・7・92図 第1段階GPSの3次元測位試験結果のまとめ(6種類の乗り物、76の試験項目による)

コード(1.023Mb/sであったにもかかわらず、測位誤差の50%が十数mに入っていることがわかった。この結果は、このC/Aコードを民間に公開すると、アメリカの安全保障上の問題があるとして、後述する測位精度をわざと悪くする問題の発端となった。

<第51回>

第52回海上安全委員会の報告

運輸省海上技術安全局

標記会合は1986年1月27日から2月5日の間ロンドンのIMO本部にて開催された。今回は、この第52回海上安全委員会の概要を報告する。

1. 検査と証明の調和システム (議題3 関連)

今回もGSIグループ(検査と証書に関するMSC/MEPC合同作業部会)で詳細な検討が行われた。

(1) 1988年条約採択会議の準備に関する事項

1) SOLAS条約関係

① SOLAS条約附属書第1章の将来の改正方法

将来の改正方法として、Tacit方式を支持する国は少数であり、Explicit方式を支持する国が多数を占めた。

② 発効時期等

Protocolの発効時期は、原案では発効要件を満たしてから6ヶ月となっていたが、6ヶ月と12ヶ月とを併記した形で今後の審議に委ねられた。また、貨物船安全設備証書、旅客船安全証書の様式については、SOLAS2次改正をこれらの証書に反映させる必要があるため、救命設備小委員会に意見を求めることとなった。

2) 満載喫水線(LL)条約関係

LL条約への調和システムの導入方法としては、Protocol方式を支持する国が多数を占め、Protocol方式により条約採択会議用の草案がまとめられた。また、LL条約Protocolに取り入れるべきものとして過去に採択された改正案A.231(VII)、A.319(IX)、A.411(XI)及びA.513(13)に加え、A.320(IX)、A.514(13)、MSC/Circ.326、LL.3/Circ.56及びLL.3/Circ.22が合意された。

(2) SOLAS2次改正の要件を現行証書に反映させる方法

2次改正の要件が現行の証書に反映されていないため、ポートステートコントロールの際に混乱が生じるおそれがあることが前回MSCにおいて認識され、この問題を解決する方法として、2次改正の内容を証書に反映させるためのMSCサーキュラーを作成することが合意されていた。審議の結果、証書及び追補の様式を変えない方法を採用することとなり、具体的には次のいずれかの方法を主管庁に要請するサーキュラーが作成された。

- ① 2次改正の要件に適合した設備が搭載されているかどうかを示す文書を証書に添付する方法
- ② 証書の余白部分に、2次改正の要件に適合した設備の搭載状況を書き込む方法

2. 貨物船の区画・復原性 (議題6 関連)

乾貨物船に対する損傷時復原性の検討の進め方については、SLF小委員会において確率論的方法に基づく要件を緊急の課題として開発していくこととなった。

3. 無線通信小委員会関係 (議題9 関連)

(1) SOLAS条約へのFGMDSSの導入方法

SOLAS条約にFGMDSSに関する規定を導入する方法については、その内容はSOLAS条約締約国が負う衛星管理上、財政上の義務を定める規定が必要であり、Tacit方式での改正は不相当であるとし、新条約またはProtocolとすることが最も適当であるとする国と、FGMDSSの導入が遅れることは安全上からも財政上からも好ましくないため、Tacit方式による改正で行うべきであると主張する国があったが、今次会合においては特に深い討議は行われず、次回MSCにおいて更に検討されることとなった。

(2) 移行期間中のFGMDSSの導入

本件については、第29回COM小委員会で作成された総会決議案(COM29/10, Annex 2)に対し次のような修正がなされ、MSCサーキュラーとして採択された。

- ① 題名が変更され、“Guidelines on equivalents for equipments of the Future Global Maritime Distress and Safety System”となった。
- ② 運用及び保守の機能に関する要件が、COM小委員会での基本的検討が完了していないことを理由に削除された。
- ③ Special (A₁ + A₂)区域は、主管庁の指定が必要である旨明確化された。

(3) フロートフリーEPIRBへのレーダートランスポンダーの設置

フロートフリーEPIRBのロケーティングのために、レーダートランスポンダーを組み込むことについては、

第30回 COM小委員会における当該組み込みは不要であるとの合意がそのまま承認された。

4. フロートフリー衛星系 EPIRB の周波数 (議題10 関連)

FGMDSS で使用されるフロートフリー衛星系 EPIRB の周波数については、1.6GHz 波を使用するインマルサット衛星推進派 (西独、インマルサット) 及び 406 MHz 波を使用する COSPAS-SARSAT グループ (米ソ、仏、加) がかねてより主張してきている両システムの利害得失を重ねて強く主張し、1988年の外交会議までこの決定を延期するという議長案が出されたものの、今回採決がとられることとなり、406 MHz を使用することが決定された。

5. コンテナ貨物小委員会の報告 (議題14関連)

(1) グレーンルールの見直し

グレーンルールの見直しを行っていた BC 小委員会は、グレーンルールの見直しは必然的に、SOLAS 第 VI 章の改正につながるという見解を持ち、今次会合に対し今後の作業の進め方につき指示を求めているが、解釈及び同等物のガイドラインを作成する作業を進めながら同時に第 VI 章の改正作業を始め、新しい穀類輸送のコードを作成することが今後の BC 小委員会における作業方針として承認された。

(2) テンバーデッキコードの強制化

テンバーデッキコードを満載喫水線条約の中に取り入れ、強制化すべしとのカナダ提案については、BC 小委員会及び SLF 小委員会で検討し、次回会合においてこれら小委員会の報告を受け、審議することとなった。

6. 今後の作業計画 (議題26関連)

(1) 海洋汚染物質の選定作業

昨年12月の海洋環境保護委員会 (MEPC) で MARPOL 73/78 条約の議定書 I (有害物質の事故時の報告) の改正が採択され、報告対象物質として新たに個品輸送される「海洋汚染物質」が追加された。

この改正された議定書 I の実施が1987年4月6日と予定されているため、IMDG コードの中の何が「海洋汚染物質」となるかを早急に選定する必要が生じ、明年の第29回 CDG 小委員会の前に inter sessional W.G. を設け、本件について検討作業を始めることの必要性について CDG 小委員会に意見を求めることとなった。

(2) 貨物船に対する 2 重底の強制

今次会合において承認が求められていたタンカー以外の貨物船に対し、2重底を強制するという将来の SOLAS 条約改正案に対し、サプライボード等一部の船舶については実施が困難であり、修正が必要であるとする米国家案については、専門家による検討が必要であるため、次回 SLF 小委員会で検討されることとなった。

7. その他

(1) シージャック問題 (議題 2 関連)

本件は、昨年10月イタリアの客船「アキレ・ラウロ号」がパレスチナ・ゲリラによってシージャックされた事件を受けて、今次会合から審議されることとなったものである。

シージャック防止に関するガイドライン案を作成するため作業部会を設け、米国家案文書をもとに審議された。本ガイドライン案は、①実施の際には各国の条件・状況を考慮に入れることが明記されたこと、②一日を超える国際航海に従事する旅客船に適用が限定されたこと、など各国に受け入れやすい形で取敢えずまとまったが、次回 MSC までに更に詳細な検討を行うこととなっている。

(2) 監督手続き (議題16関連)

頻繁なポートステートコントロールによる不都合を避けるため、ポートステートコントロールを実施した場合に、その結果を文書にして当該船舶に付与するように現在の監督手続 (A. 466(XII)) を改正すべきであるとの東独提案については、特段の反対はなかったが、付与する文書の様式は統一すべきとの意見が出され、検討の結果、次回会合の際にドラフティングを設けて検討し、A. 466(XII) の改正案を作成することとなった。

(3) 単一技術条約 (議題20関連)

本件に関しては、他に重要な議題もあるため、長期作業計画には残すものの、次回総会までの2年間の作業計画からは外すこととなった。

(4) 船舶識別番号 (議題22関連)

英国以外の多くの国は、船舶識別番号の必要性について否定的な見解を示したが、IMO 事務局長よりその有用性につき説明がなされ、引き続き議題として残されることとなった。

以上第52回海上安全委員会の審議概要について簡単に報告した。次回 (第53回) は本年9月8日から17日までの間ロンドンの IMO 本部において開催の予定である。

昭和60年度(61年2月分)新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		4月～61年2月分				2月 分			
		隻	G. T.	D. W.	契約船価	隻	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船	64	1,874,958	2,844,369		4	212,400	318,350	
	油槽船	11	707,725	1,255,360		2	272,200	477,000	
	その他	5	25,070	18,250		1	5,110	2,800	
	小計	80	2,607,753	4,117,979	297,886,000 千円	7	489,710	798,150	40,720,000 千円
輸出船	貨物船	115	2,464,312	3,110,446		6	86,100	114,250	
	油槽船	35	712,470	1,190,336		4	50,900	85,950	
	その他	1	30,000	6,340		0	0	0	
	小計	151	3,206,782	4,307,122	453,376,140 千円	10	137,000	200,200	23,789,000 千円
合 計		231	5,814,535	8,425,101	751,262,140 千円	17	626,710	998,350	64,509,000 千円

●編 集 後 記●

□三菱重工、川崎重工、三井造船と石川島播磨重工が研究開発中だったLNG船用ガス焼きディーゼル機関がほぼ完成、各社とも横一線に並んで虎視たんたと受注を狙っている。マイナス163度という低温を保ち、液体状態でLNG船によって海上輸送されるLNGは、通常、積荷の0.12%が気化してガス状態になる。これまでのLNG船はこのガス化したLNGを燃料にしてボイラを焼き、発生した蒸気でタービンを回すという方式だった。これに対し、省エネ面で著しい進歩をとげたディーゼル機関採用を目指して開発中だったのが、今回のガス焼きディーゼル機関である。この研究開発には各社ともかなりの資金を投入した模様であるが、どうして4社間で共同研究・開発が出来なかったかという点である。とくにLNG船混焼ディーゼル機関が採用される航路は現状では特定されているとのことで、しかも、その実現性は5分5分と指摘されている。それだけに“共同研究・開発”をという感じがする。各社とも仕事量確保のためやむをえないにしてももったいない気がする。

□中速4サイクルディーゼルエンジンが後退していたが、このたび三菱重工・横浜製作所で完成した、三菱-MAN 8L58/64形機関は、燃費が120.8グラムという低燃費を実現した。これにより低速2サイクルエンジンを完全に凌駕することになった。この機関は、MAN中速ディーゼルとしては最大ボアの機関で、日本では今回が初めての完成となる。中速機関としてのコンパクトさを維持しながら大口径化による燃費の改善を図り、さらに直列シリンダー化による信頼性の向上と保守の容易性の向上も図っている。

□我が国では考えつかぬことかもしれないが、北欧の船会社では15万総トンというスゴイ超豪華客船を建造する計画を発表したとのこと。きくところによると、数十センチもある分厚い仕様書をすでに大手造船所に送付してきたとのことであり、長さや幅からしてULLCなみで定員も5,000人位とか。海運王国、かつ経済大国でもある日本でも、せめて1隻程度は豊かさのシンボルとしても純客船を持って内外観光客の用に供したいものだ。

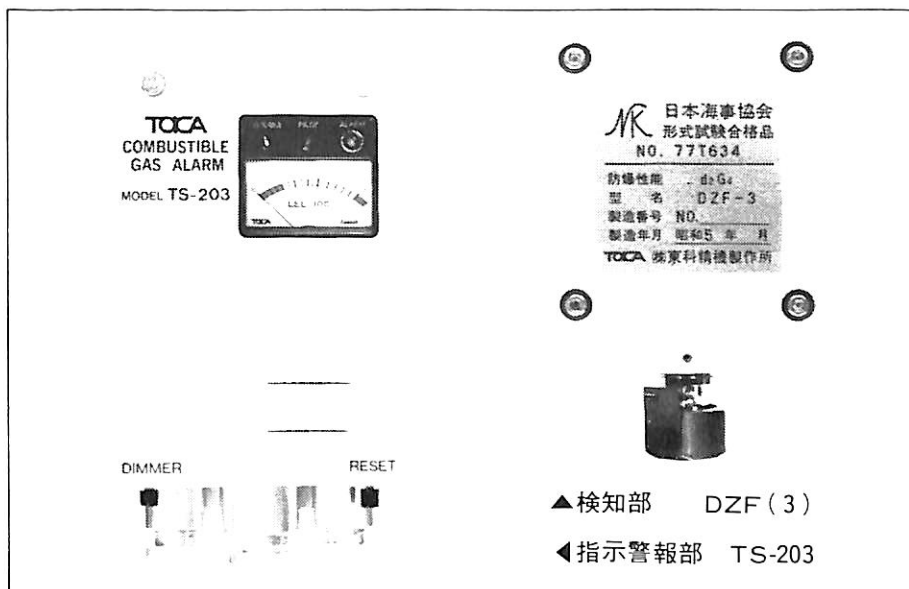
☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。 予約金 { 6カ月分 6,900円 (送料共) 1ケ年分 13,200円 }

運輸省海上技術安全局監修
造船海運総合技術雑誌 **船の科学**
©禁転載 第39巻 第4号 (No.450)
発行所 株式会社 船舶技術協会
〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリビル)
振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

昭和61年4月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }
昭和61年4月10日発行 { 第3種郵便物認可 }
定価 1,200円 (〒55円)
発行人 天田尚孝
編集委員長 田宮真
印刷所 大洋印刷産業株式会社

船舶用可燃性ガス警報器 TS-203型

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



- 防滴構造
- 超小形設計 表面のネジからスイッチ類を除去し無駄な凸起を極力抑えました。
- 低消費電力 スイッチングレギュレータ採用によりMax 7Wの省エネルギー設計です。
- デイマースイッチ付き ハイロウトランプの光量を状況に応じて切り換えることができます。

- 保守・点検が容易 定電流回路によりケーブル長の影響を受けずセンサー電流を一定に保ちますので、設置時及びセンサー交換時の電流調整が不要です。また主要部品が一枚のプリント基板上に集約されていますので、万一の故障にも調整基板との差し替えでOKです。

※カタログのご請求は下記に御連絡ください。

TOICA 株式会社 **東科精機**

〒211 川崎市中原区新丸子町756

☎044(733)3381(代表)

TELFAX 044(722)7460

 三菱重工

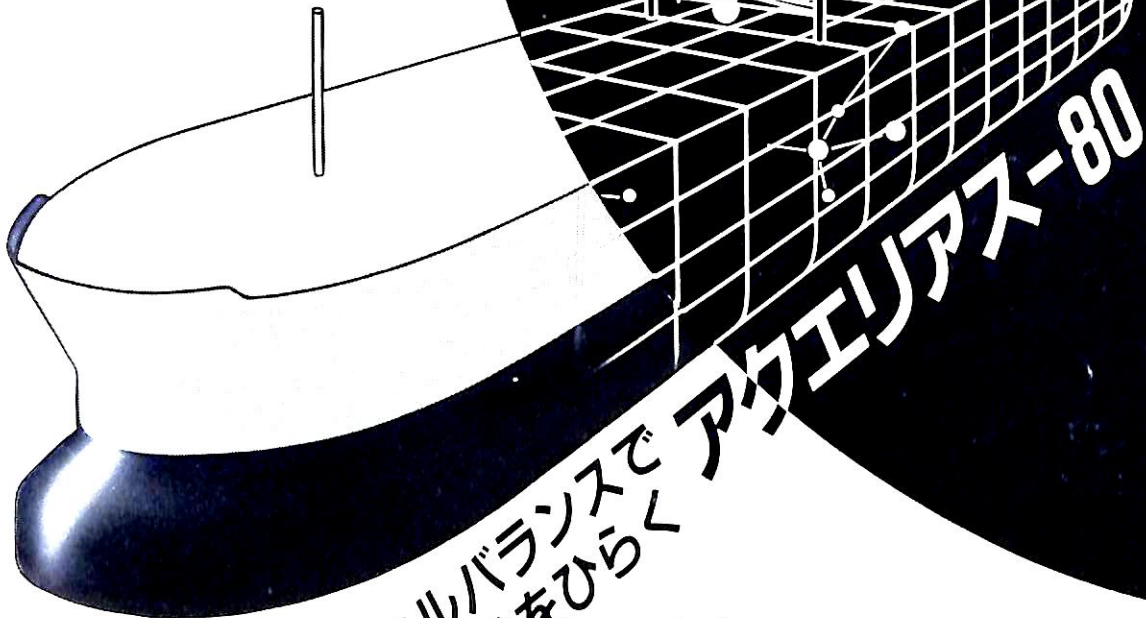
MITSUBISHI STANDARD
AQUARIUS-80
 80,000DWT TANKER

❑ 超低燃費

26.6 t/D (満載14kt)

❑ 12.19m吃水にて

81,000 DWT
 (荷油比重0.76)



経済性とトータルバランスで
 タンカー新時代をひらく **アケリアス-80**

全長	237.6m
幅(型)	41.00m
深さ(型)	19.50m
計画満載吃水(型)	12.19m
構造吃水(型)	13.60m
載貨重量 計画満載吃水	81,000トン
構造吃水	93,000トン
主機	三菱 スルザ 4RTA84M 最大 12,550PS×72rpm
航海速度	14.7ノット

お問合せは

三菱重工業株式会社

本社 船舶鉄構事業本部

東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎東京(03)212-3111 ファクシミリ(03)201-6037

昭和六十一年四月五日印刷
 昭和六十一年四月十日発行
 昭和六十一年三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
 (株)船舶技術協会
 電話 東京 352 八七九八番