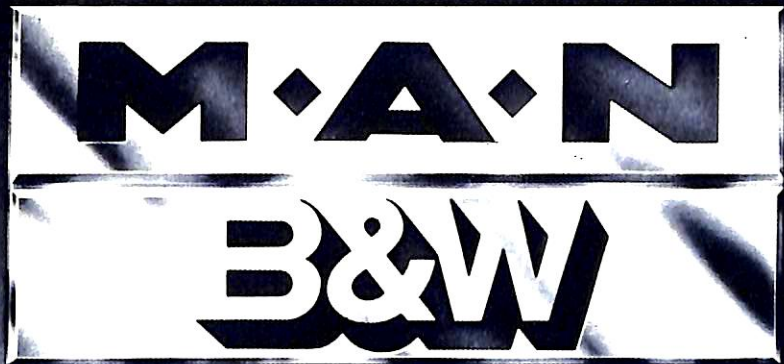


船の科学 9

1985

VOL.38 NO. 9



M.A.N.-B&W spells optimal performance in research, development and manufacture of four- and two-stroke Diesel engines.

M.A.N.-B&W secures your advantage: maximum cost-effectiveness and reliability thanks to built-in quality.

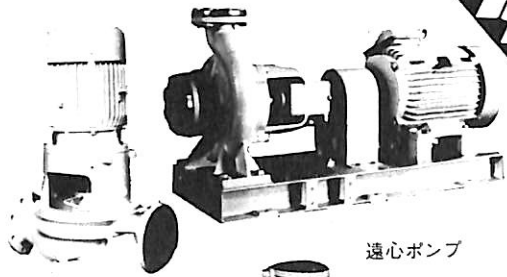
M.A.N.-B&W and its licensees your competent and dependable partners.

M·A·N

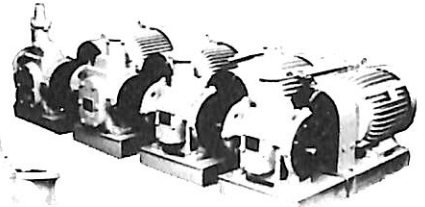
B&W

ポンプの総合メーカー

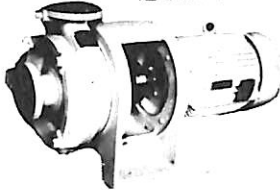
タイコ



遠心ポンプ



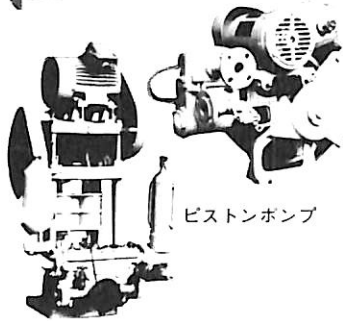
ギヤーポンプ



サブマージド
カーゴポンプ



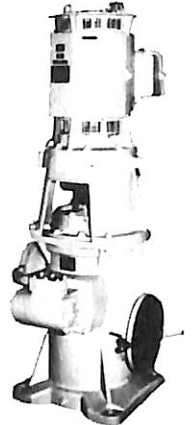
タンクマウント型
潤滑油ポンプ



ピストンポンプ



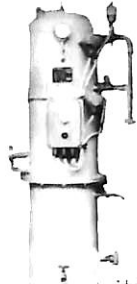
一軸ねじポンプ



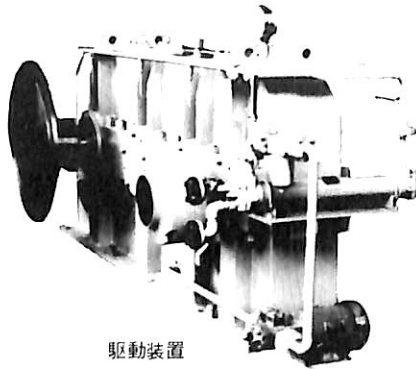
三軸ねじポンプ



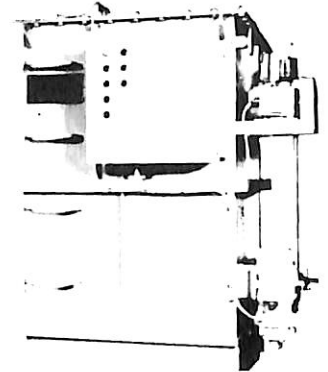
二軸ねじポンプ



油水分離器



駆動装置



汚水処理装置



大晃機械工業株式会社

TAIKO KIKAI INDUSTRIES CO., LTD.

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

21世紀へ—確かな歩み。

造船業界はもちろん、日本経済の次なる発展のため、
日本船舶振興会はさらに貢献してまいります。



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

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

財団法人 **日本船舶振興会** (会長 笹川 良一)

可変ピッチプロペラ 100PS ⇒ 40,000PS

製造品目

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

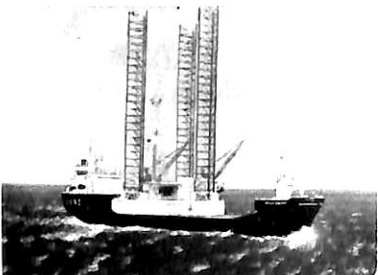
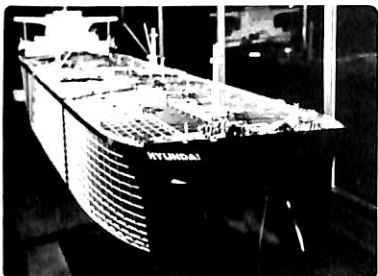
低回転省エネタイプ
CPP 型式XL-180
4翼 直径7,000mm

N ナカシマ・ストーン・ビッカーズ株式会社
ナカシマプロペラ 株式会社

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

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

模型との対話20年



● 20年間 蓄積されたKNOW-HOWでつくられる品位ある船舶模型。

● 連絡先 日本海事産業株式会社
東京都港区西新橋1丁目17番6号(本野ビル2F)
電話 (03)508-8861代、テレックス 222-7027

● 精巧に 製作された 金属職装品が演出する完璧な HARMONY.これがORIENTALの船舶模型です。

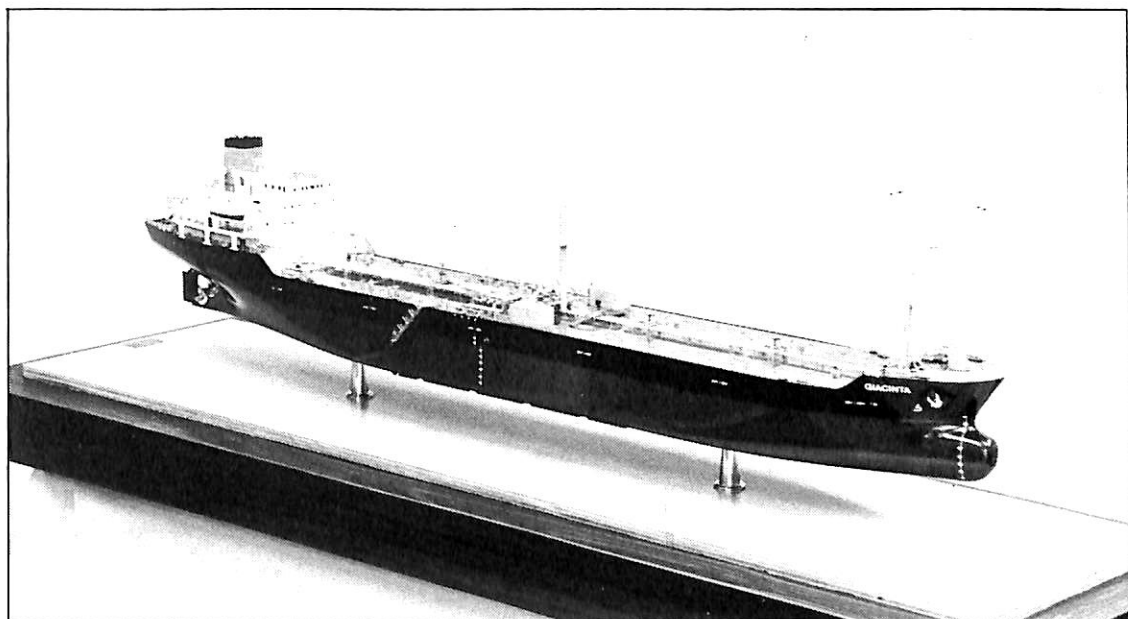


ORIENTAL INDUSTRY CO.

408-29, SOKYO-DONG, MAPO-KU, SEOUL, KOREA TEL.323-3654, 9862. TELEX:OTLRISE K22395

業界各位の皆様への御用望に 充分お応えできる横浜精密の模型！

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



建造所 笠戸船渠株式会社 笠戸造船所

協力工場＝本田製作所・三英工芸社・大橋モデル
東洋モデル・武井製作所・山本製作所



横 浜 精 密

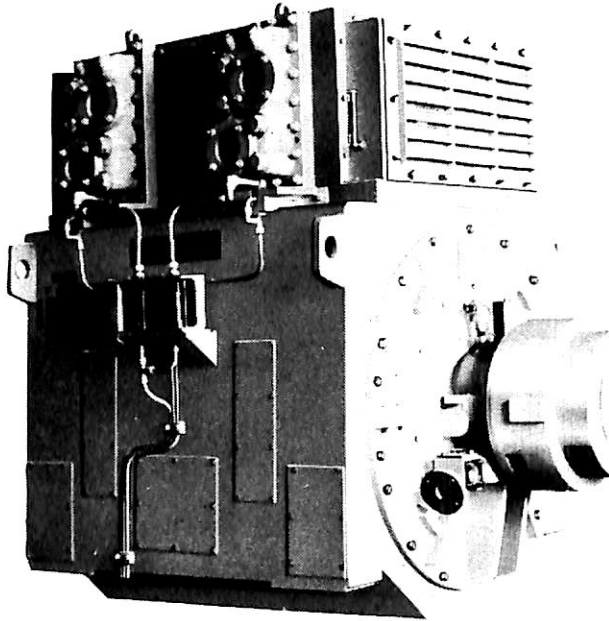
代 表 堀 内 勲

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

ながい経験と最新の技術



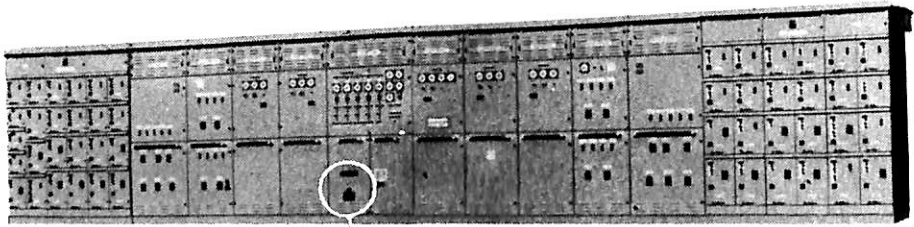
大洋の船舶用電気機器



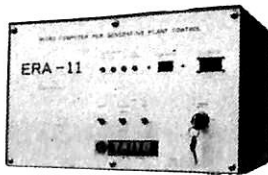
排ガス利用2極タービン発電機

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

1985

9

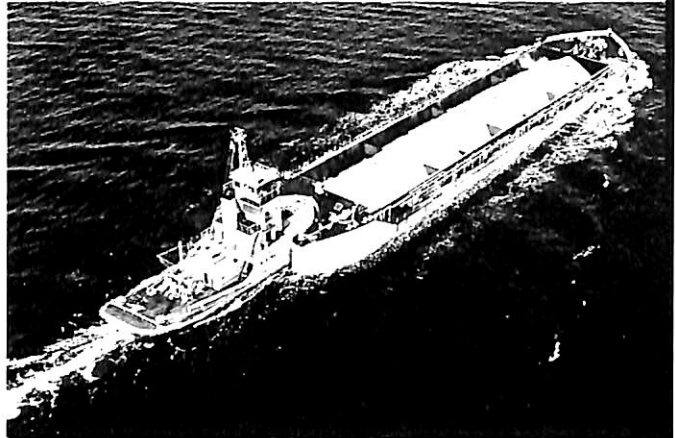
Vol. 38

目 次

- 7 新造船写真集 (No. 443)
- 26 日本商船隊の懐古 No. 74 (ひまらや丸, 伊吹山丸→大日丸)……………山 田 早 苗
- 28 商船の映像 (25)「船と橋」ライオンズゲート橋下の客船二態
(エンプレス オブ ジャパン, プリンセス オブ ナナイモ)……………野 間 恒
- 30 新造外国船紹介 客船MARIELLA, SVEA……………府 川 辰 義
- 31 ヴァルツィラ社のデザイン21世紀の船舶 (4)
移動式ビックホリディセンター……………Wärtsilä
-
- 33 8月のニュース解説……………米 田 博
- 36 DPS搭載の半没水双胴型海中作業実験船“かいよう”……………三 井 造 船
- 42 IMOタイプII&III 499T型内航ケミカルタンカー“えんじゆ丸” 船舶整備公団
- 46 有害液体物質を運送する自航船に対する安全規則<その4>……………編 集 部
- 50 漁船の省エネルギー対策について一帆走の効果……………三 保 造 船 所
- 54 三菱スーパーターボ発電システム……………三 菱 重 工 業
- 58 造船の生産性革新実験覚え書<その1>……………山 崎 真 喜
-
- 64 ●船舶用塗料について
第1章 船舶の塗装と鋼材表面処理<その1>……………中 国 塗 料
- 70 ●造船技術変遷史シリーズ
船型試験をめぐって<その19>……………横 尾 幸 一
- 74 ●シリーズ・日本の艦艇の電気艦装・電気機器<その12>
第1章 艦艇の電気艦装・電気機器……………山崎信次・伊藤武夫
-
- 77 造船工学覚え書<20>……………川 上 益 男
- 81 冷凍運搬船<25>……………角張昭介・椎原裕美
- 85 続・液化ガスタンカー<15>……………恵 美 洋 彦
- 91 船舶電子航法ノート (101)……………木 村 小 一
-
- 92 IMOコーナー<第45回>
第21回海洋環境保護委員会及び第37回危険物小委員会の報告…運輸省海上技術安全局

〃押船—舢艀団に”アーティカッブル

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LO/LOコンテナ船 ころでん げいと ぶりっじ 川崎汽船株式会社

GOLDEN GATE BRIDGE

川崎重工株式会社神戸工場建造(第1385番船)
 全長 226.81m 垂線間長 210.00m
 総噸数 34,834T 純噸数 13,166T
 燃料消費量 57.3t/day
 (主)機 7,000kg/h×1, 排エコ 4,900kg/h×1
 出力(連続最大) 22,140PS (83 rpm) (常用) 18,820PS (79 rpm)
 (予)機 130W×1 受(主)全波×2 (補)全波×1
 衝突予防装置 レーダー 船型 船首接付平板型
 船級・区域資格 NK 遠洋 船首接付平板に中央制御室(操舵・無線機能, 機関制御機能)を集中配置している。
 航海士 4 無線装置 送(主)12kW×1 無線装置 送(主)12kW×1
 航海計器 デッカ ロラン NNSS
 航続距離 18,600哩
 竣工 60-6-8
 満載喫水 11.526m
 満載TEU (冷) 258 FEU
 Cont. 搭載数 2,069 TEU (冷) 258 FEU
 主機関 川崎-MAN-B&W L80MCE型
 アロペラ 4翼1軸 (ハイスキュード)
 型深 19.50m
 起工 59-9-21
 進水 60-2-26
 型幅 32.20m
 型深 19.50m
 箱口数 12
 箱口数 12
 載貨重量 467t
 清水槽 467m³
 發電機 (予) 900kW×3, (夕) 600kW×1
 船電話 海軍衛星装置 VHF
 船電話 (試運転最大) 22.8 kn (満載航海) 20.0 kn
 乗組員 32名

航路 日本~北米太平洋岸



新和海運株式会社・明海船舶株式会社

産 和 丸
SANWA MARU

40次自動車運搬船

株式会社金指造船所豊橋工場建造(第3060番船)
 全長 173.53m
 総噸数 19,059 T
 清水槽 335.6 m³
 9,733PS (102rpm)
 受(主) 大洋電機 712.5kVA × 450V × 3 (原) ヤンマー 830PS × 720rpm × 3
 受(主) (補) 大洋電機 大洋電機 海軍衛星装置
 速度(試運転最大) 19.82 kn (滿載航海) 18.0 kn
 船型 多層甲板型 乗組員 25名

起工 59-8-28
 型幅 30.40m
 Car搭載数 4,435台
 Car搭載機(デ) 機関×1
 6 UEC60L型(デ) 機関×1
 5翼1軸
 830PS × 720rpm × 3
 VHF

進水 59-12-3
 型深 29.75m
 燃料油槽 2,120.0 m³
 出力(連続最大) 11,450PS (108 rpm) (常用)
 出力(1ラ駆水管式) 1,300 kg/h × 6 kg/cm² × 1
 無線装置 送(主) 1.2kW × 1 (補) 75W × 1
 NNSS 衝突予防装置 レーダー
 航海計器 ロラン
 航続距離 27,470 浬
 センターランブ×1
 スタランブ×1

竣工 60-4-9
 滿載喫水 8,917m
 滿載消費量 30.4t/day
 燃料消費量 11,450PS (108 rpm) (常用)
 出力(連続最大) 11,450PS (108 rpm) (常用)
 出力(1ラ駆水管式) 1,300 kg/h × 6 kg/cm² × 1
 無線装置 送(主) 1.2kW × 1 (補) 75W × 1
 NNSS 衝突予防装置 レーダー
 船級・区域資格 NK 遠洋



38次 LNG 運搬船 **若葉丸**
WAKABA MARU

大阪商船三井船舶株式会社・日本郵船株式会社
川崎汽船株式会社・山下新日本汽船株式会社・昭和海運株式会社

三井造船株式会社千葉事業所建造(第1250番船)
全長 283.00m 垂線間長 270.00m
総噸数 102,511T 純噸数 30,753T
カーゴポンプ 1,100m³/h×135m×10
三井-Stal-Laval AP型(タ)機関×1
4翼1軸 主汽缶 三井FW"MSD" 67,000t/h×2
1,200kW×1, (非)GM150kW×1
海事衛星装置 VHF
(満載航海) 19.3kn
乗組員 41名

起工 58-5-11
型幅 44.80m
載貨重量 69,846t
燃料油槽 8,713.1m³
出力(連続最大)40,000PS(98rpm)
無線装置 送(主)1.2kW×1 (補)125W×1
無線装置 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー
航路計器 航続距離 17,700哩(重油)
同型船 泉州丸
モス方式独立球型

進水 59-3-9
型深 25.00m
貨物タンク容積 125,568m³(-163°C)
清水槽 993.1m³
36,000PS(95rpm) プロペラ
2,500kW×2, (補)(テ)ダイハツ
受(主),(補)各1 船舶電話
速力(試運転最大)21.12kn
船型 平甲板船尾低下型

散積貨物船 **筑波山丸**
TSUKUBASAN MARU 三井近海汽船株式会社

波止浜造船株式会社多度津本部建造(第834番船)
全長 185.84m 垂線間長 177.00m
総噸数 25,982T 純噸数 13,760T
(ク)53,593.7m³ 艀口数 5
燃料消費量 24.4t/day
出力(連続最大)9,680PS(100rpm)
補汽缶 縦水管式
(補)75W×1 受(主),(補)各1
速力(試運転最大)15.81kn (満載航海)14.0kn
船型 船首楼付平甲板型
乗組員 26名

起工 59-10-18
型幅 30.40m
載貨重量 43,648t
クレーン 25t×22m×4
清水槽 351.2m³
(常用)8,230PS(95rpm)
発電機 460kW×690PS×720rpm×2
航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー
航路計器 航続距離 19,500哩

進水 59-12-22
型深 16.20m
貨物艀容積(ベ)52,279.8m³
燃料油槽 1,680.7m³
MCE型(テ)機関×1
プロペラ 5翼1軸
無線装置 送(主)1.2kW×1
受(主),(補)各1 船舶電話
速力(試運転最大)15.81kn (満載航海)14.0kn
船型 船首楼付平甲板型
乗組員 26名





撒積貨物船 **べるげん丸** 三造企業株式会社
BERGEN MARU

三井造船株式会社玉野事業所建造(第1254番船) 起工 57-9-27 進水 58-1-12 竣工 60-5-31
 全長 182.8m 垂線間長 174.0m 型幅 30.5m 型深 15.75m 満載喫水 11.301m
 総噸数 24,850T 純噸数 13,492T(国際) 載貨重量 42,221^m 貨物艙容積(ベ)49,057.9^m(グ)50,161.5^m
 艙口数 5 クレーン 25t×4 燃料油槽 F.2,003.7^mD.215^m 燃料消費量 37t/day 清水槽 383.9^m
 主機関 三井-B&W6L67GBE型(デ)機関×1 出力(連続最大)13,000PS(123rpm)(常用)11,400PS(117.5rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 1,400kg/h×6kg/cm²G×1 発電機 600kW×AC450V×900PS×720rpm×3
 無線装置 送(主)1kW×1 (補)130W×1 受(主),(補)各1 VHF 航海計器 オメガ NNSS 衝突予防装置
 レーダー 速力(試運転最大)17.08kn (満載航海)15.05kn 航続距離 17,000浬
 船級・区域資格 NK/LR 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 32名

油槽船 **第2雄栄丸** 雄洋海運株式会社・東京近海油送株式会社
YUHEI MARU No 2

尾道造船株式会社建造(第314番船) 起工 59-9-13 進水 59-11-20 竣工 60-4-30
 全長 181.20m 垂線間長 171.00m 型幅 28.00m 型深 17.00m 満載喫水 11.472m
 総噸数 22,571T 載貨重量 37,642t 貨物油槽容積 45,615.69^m 主荷油ポンプ
 900^m/h×125^m×4 デリック 10t×2 燃料油槽 1,109.12^m 燃料消費量 23.3t/day
 清水槽 411.15^m 主機関 日立-Sulzer 5RTA 58(R-3)型(デ)機関×1 出力(連続最大)8,150PS(105rpm)
 (常用)7,335PS(101rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 水管式 16kg/cm²×1 発電機 西芝
 612.5kVA(490kW)×AC450V×3 (原)ヤンマー 720PS×720rpm×3 無線装置 送(主)1.0kW×1
 (補)75W×1 受(主)全波×1 (補)全波×2 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)14.63kn (満載航海)13.65kn 航続距離 14,800浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 35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す。
変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、
吹き付ける氷雪、操舵室の窓は、どうしても
曇りがちです。

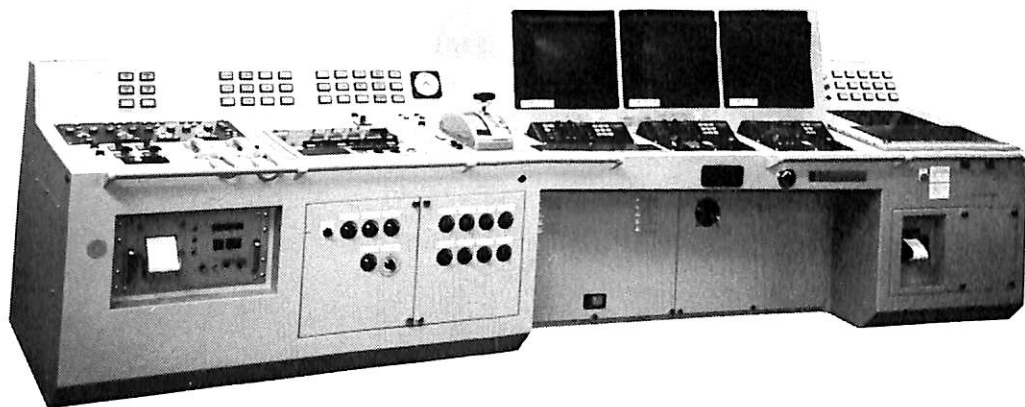
でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視
界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス
表面に薄い金属膜をコーティングして通電
発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融
雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金
属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜
の保護や感電防止も万全です。またガラス
は万一割れても破片の飛び散らない安全な
合わせガラスです。

ヒートライト®C

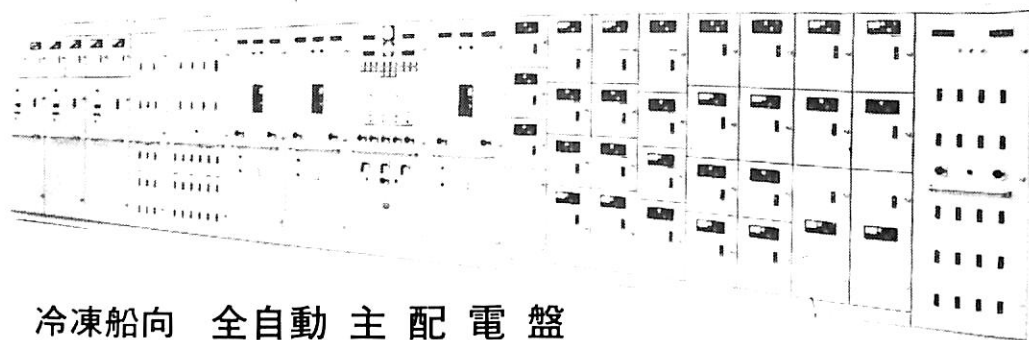
 **旭硝子**

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

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!!



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



冷凍船向 全自動主配電盤
(発電機ワンタッチコントロールシステム搭載)

船舶電機のトータルエンジニアリング 設計・製作・艙装

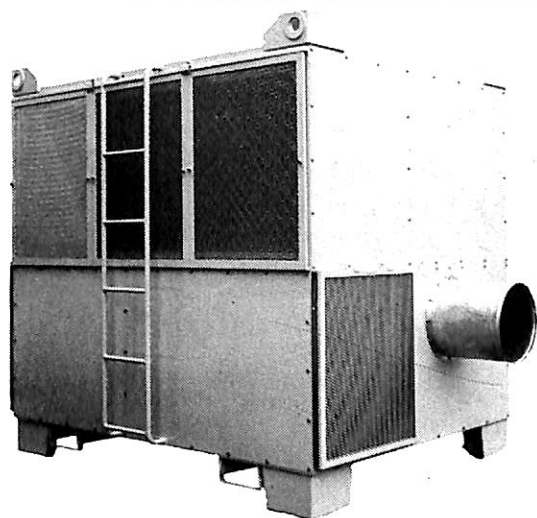
渦潮電機株式会社

代表取締役社長 小田道人司

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

未来を開くパイオニア!! 空調装置と冷凍装置の総合メーカー

潮スポットクーラー

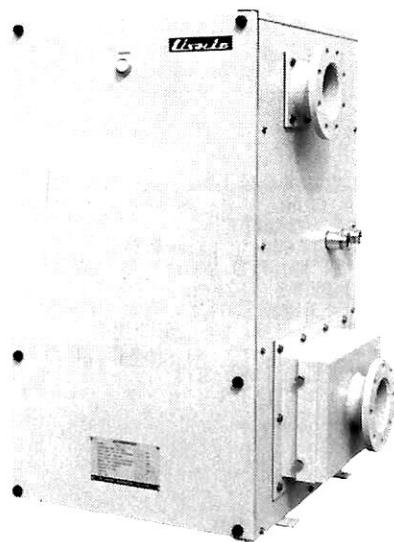
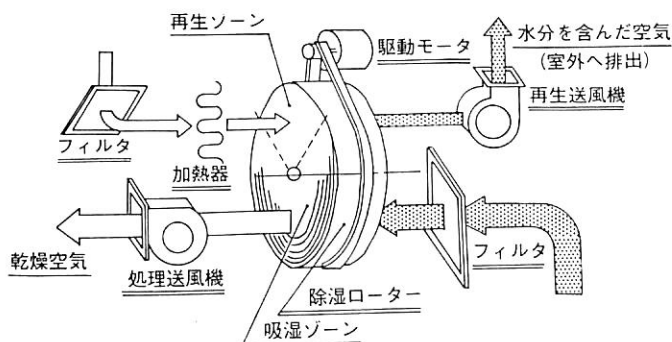


風神

こんなところにはスポット冷房を!

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

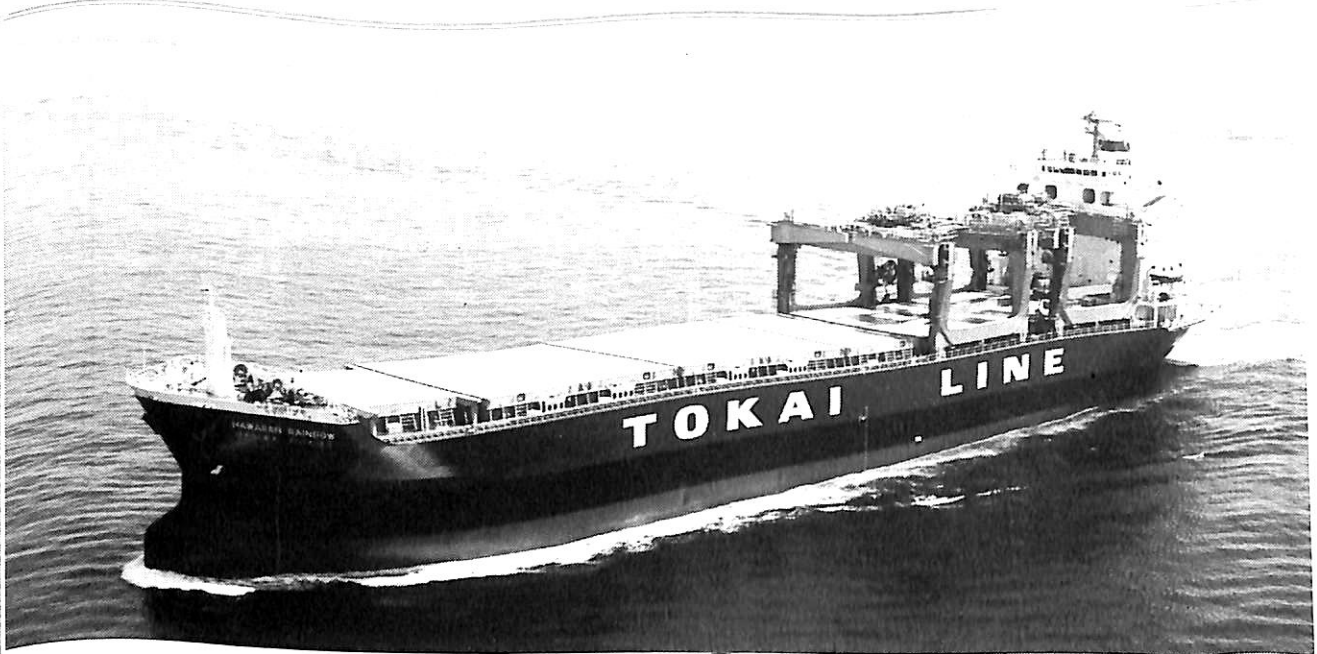
貨物艀内除湿装置ドライキーパー



潮冷熱株式会社

代表取締役社長 小田 團

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



撒積貨物船 **はわいあん れいんぼう** 東海商船株式会社
HAWAIIAN RAINBOW

株式会社サノヤス水島造船所建造(第1070番船) 起工 59-8-29 進水 60-1-22 竣工 60-5-21
 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 20,916T 純噸数 9,446T 載貨重量 30,204t 貨物艙容積(ベ) 37,748.8m³
 (グ) 38,884.1m³ 艙口数 6 ガントリークレーン 37T×25m/min×2 Cont.搭載数 1,240TEU.
 588FEU. 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 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) 17.21kn (満載航海) 15.0kn 航続距離 16,000浬 船級・区域資格 NK遠洋
 船型 船首楼付平板船尾機関型 乗組員 28名 同型船 あんそにい れいんぼう

- 14 -

自動車運搬船 **とよふじ 10** トヨフジ海運株式会社
TOYOFUJI No. 10

三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1972番船) 起工 59-10-15 進水 60-3-30 竣工 60-6-24
 全長 190.00m 垂線間長 180.00m 型幅 32.20m 型深 29.98m 満載喫水 9.00m
 満載排水量 28,586t 総噸数 44,356T(国際), 23,357T(国内) 純噸数 13,306T(国際)
 載貨重量 17,624t Car搭載数 5,400台(トヨ7RT43換算) 燃料油槽 2,640m³(100%) 燃料消費量 35.3t/day
 清水槽 F. 200m³ D. 200m³ 主機関 三菱-7UEC 60L型(デ)機関×1 出力(連続最大) 14,700PS(110rpm)
 (常用) 11,760PS(102rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 排エコ併用堅円型コンポジット式 1,200kg/h×6kg/cm²×1
 発電機 大洋電機 800kVA×640kW×540V×3 (原) タイハツ 960PS×720rpm×3 無線装置 送(主) 1kW×1
 (補) 400W×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) 21.03kn (満載航海) 18.50kn 航続距離 22,000浬
 船級・区域資格 NK遠洋 船型 多層甲板型 乗組員 18名 同型船 とよふじ7
 。スタンランプ1(15t), センターランプ1(2.5t)





旅客船 / 自動車航送船

第七 おおみしま

OHMISHIMA No. 7

有限会社朝日海運・山陽商船株式会社
愛媛汽船株式会社・因島汽船株式会社

内海造船株式会社田熊工場建造(第505番船)	起工 60-1-29	進水 60-3-27	竣工 60-4-25
全長 39.78m	垂線間長 35.00m	型幅 10.00m	型深 3.10m
満載排水量 505.08t	総噸数 248T	載貨重量 138.48t (計画満載にて)	満載喫水 2.30m
トラック(8t)4台, 中型トラック3台, 乗用車2台	燃料油槽 17.14m ³	燃料消費量 3.31t/day	Car搭載数
清水槽 19.81m ³	主機関 ダイハツ6PSHT dM-26HS型(デ)機関×1	出力(連続最大)	発電機 大洋電機
950PS(720/308rpm)(常用)807.5PS(682/291rpm)	プロペラ 5翼1軸(ハイスキュード)	無線装置 パーソナル無線×1	航続距離 1,150浬
75kVA×225V×3相×60Hz×2(原)95PS×1,200rpm×2	速力(試運転最大)12.912kn(満載航海)11.0kn	無線装置 パーソナル無線×1	航続距離 1,150浬
航海計器 レーダー	船型 平甲板型	乗組員 士官2名, 部員2名	旅客 1.5H未満250名
船級・区域資格 JG 平水	船型 平甲板型	乗組員 士官2名, 部員2名	旅客 1.5H未満250名
3H未満 223名	フラップ付舵(ベッカーラダー)	航路 三原~井口(大三島)~忠海間	

業務内容

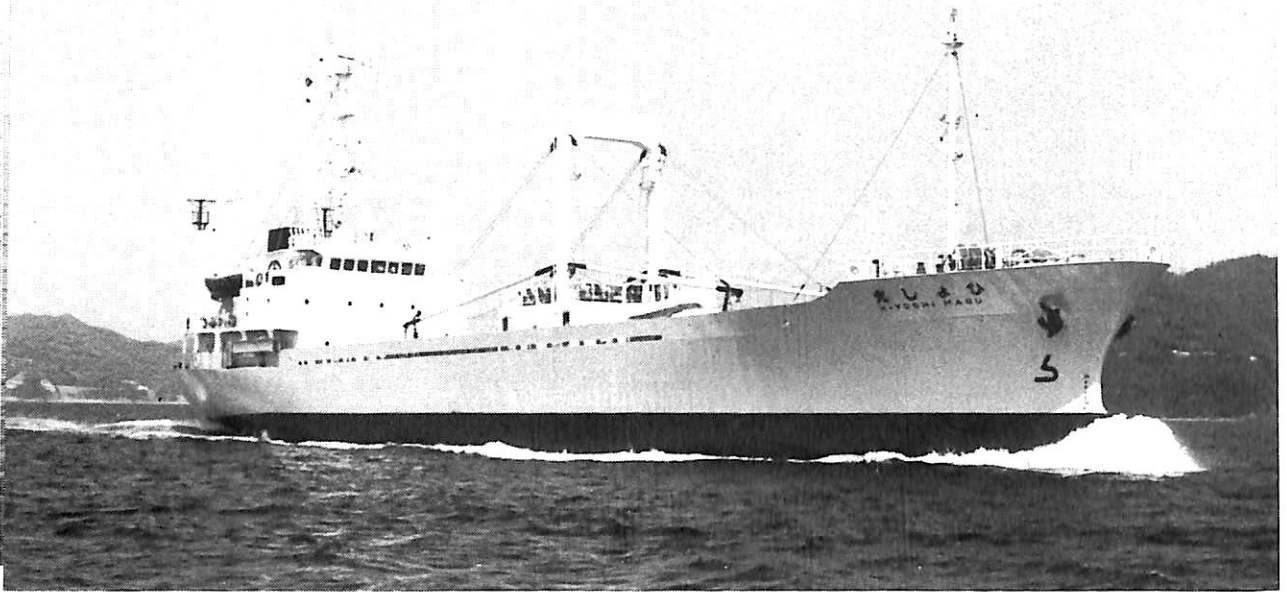
船客傷害賠償責任保険
自動車航送船賠償責任保険
日本旅客船協会船員災害補償保険
公団共有旅客船の船舶保険
交通事故傷害保険

楽しい船旅は安心から…
—備えあれば, 憂いなし—

日本定航保全株式会社

社長 渡邊 浩

東京都千代田区内幸町2丁目2番2号(富国生命ビル17階)
電話 東京03(501)局6821~2 (503)局4566



冷凍運搬船 **ひよし丸** 株式会社北日本マリン
HIYOSHI MARU

株式会社栗之浦ドック建造(第212番船)	起工 60-2-13	進水 60-4-11	竣工 60-5-23
全長 82.895m	垂線間長 77.00m	型幅 13.00m	型深 7.10/4.35m
満載排水量 1,555t	総噸数 699T	純噸数 650T	載貨重量 1,774t
(べ)2,361m ³	艙口数 2	デリック 3t×4	燃料油槽 511m ³
清水槽 73m ³	主機関 楨田-LS35L型(テ)機関×1	出力(連続最大)2,000PS(262rpm)(常用)1,700PS(248rpm)	燃料消費量 7t/day
AC445V×2(原)ヤンマー	プロペラ 4翼1軸	補汽缶 三浦工業 7.0kg/cm ² ×1	発電機 大洋電機 450kVA×2
全波各1	航海計器 VHF	無線装置 送(主)0.5kW×1(補)75W×1	受(主),(補)
(満載航海)12.5kn	航統距離 17,700哩	速力(試運転最大)14.529kn	船級・区域資格 NK遠洋(国際)
船型 船首楼付二層甲板型	乗組員 18名		

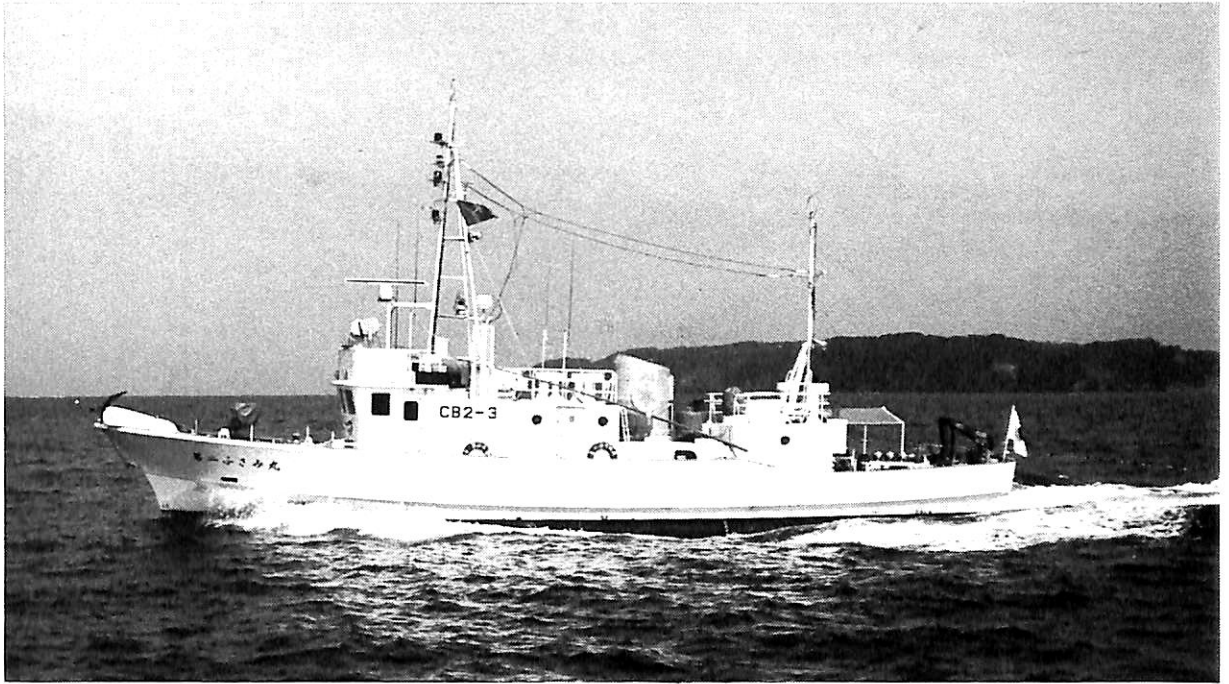
- 16 -

LPG運搬船 **第七宝晴丸** 日吉汽船株式会社
HOSEI MARU No.7

村上秀造船株式会社建造(第236番船)	起工 60-1-26	進水 60-3-20	竣工 60-4-24
全長 57.70m	垂線間長 53.00m	型幅 9.80m	型深 4.60m
満載排水量 1,405.02t	総噸数 498T	載貨重量 642.02t	LPGタンク槽容積 300m ³ ×2
主荷油ポンプ ディープウエル方式 150m ³ /h×100m×2	燃料油槽 107.60m ³	燃料消費量 3.79t/day	
清水槽 67.89m ³	主機関 ダイハツ6DLM-28型(テ)機関×1	出力(連続最大)1,200PS(600/223rpm)(常用)1,020PS(560/208rpm)	発電機 大洋電機 150kVA×185PS×2
150kVA×1, 40kVA×1	プロペラ 4翼1軸	無線装置 送75W(SSB)×1	船舶電話 VHF
航海計器 レーダー	速力(試運転最大)12.190kn	(満載航海)10.8kn	航統距離 4,700哩
船級・区域資格 NK近海(国際)	乗組員 8名		

。ガスコード4回改正取得

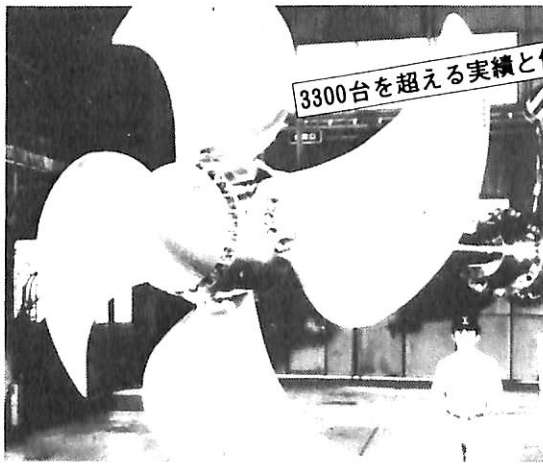




沿岸漁業調査船 第二ふさみ丸 千葉県水産試験場

アイ・エイチ・アイ・クラフト株式会社建造(第1005番船) 起工 59-11-9 進水 60-2-22 竣工 60-2-28
 全長 23.50m 登録長 19.45m 幅 4.78m 深さ 1.86m
 総噸数 33T 魚艙 2.3m デッキクレーン 2.5t×1 燃料油槽 8.5m³ 燃料消費量 141.7ℓ/h
 清水槽 2.6m³ 主機関 ヤンマー 2LAAK-DT型(デ)機関×1 出力(連続最大) 800PS(魚船法320PS)
 (1,800rpm) プロペラ 3翼1軸 発電機 オメガダイナモ 40kVA×AC225V×1, 50kVA×AC225V
 ×62PS×1,800rpm×1 無線装置 送(主)SSB-SS23A (補)SSB-SS30A, DSB-SD11A
 受(主),(補)全波各1 航海計器 レーダー ハイブリッド航法装置 速度(試運転最大) 16.2kn
 (満載航海)14.5kn 航続距離 948浬 船級・区域資格 JG第3種 船型 バトックフロー型(FRP)
 乗組員 船員5名 調査員5名 調査観測機器 測深機, STD, 電気水温計, 精密音響測深機
 魚群探知機, ソナー (東京設計研究所設計)

かもめ 可愛ピッチプロペラ



全国50カ所のサービス網完備

製造品目

- 可変ピッチプロペラ 70~15,000PS
- 固定ピッチプロペラ 各種
- サイドスラスト 推力0.5~20t
- 船尾軸系装置 一式
- K-7レーダー 各種

運輸大臣認定製造事業場

 **かもめプロペラ株式会社**

本社：横浜市戸塚区上矢部町690 ☎245 ☎(045) 811 2461 (代表)
 ファックス ☎(045) 811 9444
 東京事務所：東京都港区新橋5-34-7 第三ビル ☎105 ☎(03) 434 3 9 3 9
 ファックス ☎(03) 431 5438



自航クレーン船 第12 おかげ丸 株式会社岡部工務店
OKABE MARU No.12

石川島造船化工機株式会社建造(第567番船)	起工 59-9-20	進水 60-1-9	竣工 60-2-4
全長 47.00m	垂線間長 45.00m	型幅 17.00m	型深 2.90m
総噸数 498T	燃料油槽 103.7m ³	燃料消費量 4.2t/day	清水槽 76.6m ³
エンジン S185-ET型(テ)機関×2	プロペラ 4翼2軸	発電機 精工舎 32kW×AC225V×2, (原)50PS×1,800rpm×2	出力(連続最大)600PS(900rpm)×2(常用)540PS(869rpm)×2
船舶電話 (満載航海) 8.5kn	船型 凹甲板型	乗組員 6名	その他 6名
		航海計器 ロラン レーダー	航続距離 4,500浬
			速力(試運転最大)9.94kn
			無線装置
			船級・区域資格 JG沿海
			主機関 120t×8.3mR×1
			クレーン IH1-KF
			満載喫水 2.40m

タイテックス TIGHTTEX

[甲板舗床材] ラテックスタイプ・ウレタンタイプ・エポキシタイプ

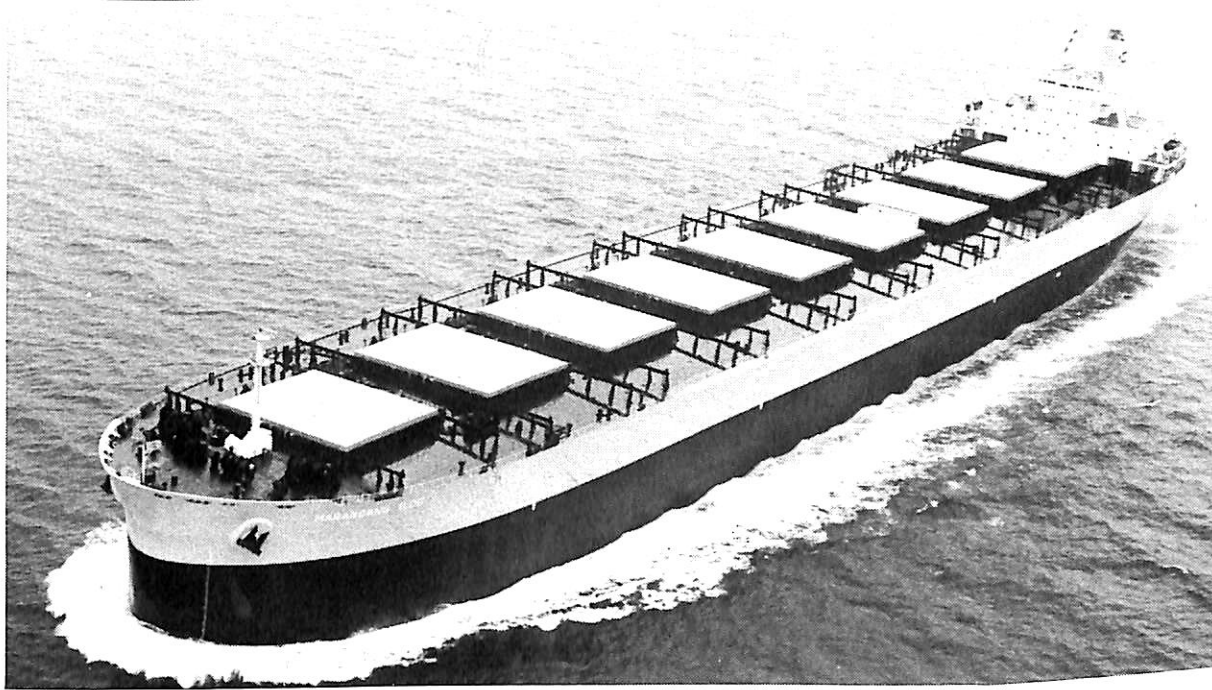


タイハイ
太平洋工業株式会社



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

JG. UK-DOT.
 NK. NV. SBG.
 AB. LR. NSA.
 BV. ZC.
 CR. NSC. 等
 SOLAS 1981
 承認材



マガンダン イログ

輸出撒積貨物船 **MAGANDANG ILOG**

船主 Philippine Transmarine Carriers Inc. (Philippine)
 日立造船株式会社有明工場建造(第4800番船) 起工 59-8-22 進水 59-12-21 竣工 60-7-2
 全長 290.00m 垂線間長 280.00m 型幅 47.50m 型深 24.30m 満載喫水 17.524m
 総噸数 93,000T 純噸数 55,397T 載貨重量 198,296t 貨物艙容積(ク)193,413m³ 艙口数 9
 クレーン 7t×1 燃料油槽 4,293m³ 燃料消費量 41.2t/day 清水槽 63t 主機関
 日立-B&W6L80MCE型(デ)機関×1 出力(連続最大)17,600PS(83rpm)(常用)15,100PS(78.5rpm)(含S/G)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 大阪ボイラー 油焚7,300kg/h×8.5kg/cm²G×1 発電機 大洋電機防滴自己通風
 ブラッシレス 875kVA×700kW×AC450V×60Hz×720rpm×2, 軸発 富士電機 800kVA×640kW×AC450V×60Hz
 ×3φ×1 無線装置 送(主)1.2kW×1(補)150W×1 受(主),(補)90kHz~30MHz 海事衛星装置
 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大)15.364kn(満載航海)13.25kn
 航統距離 29,900浬 船級・区域資格 AB遠洋 船型 平甲板型 乗組員 39名 HZノズル装備

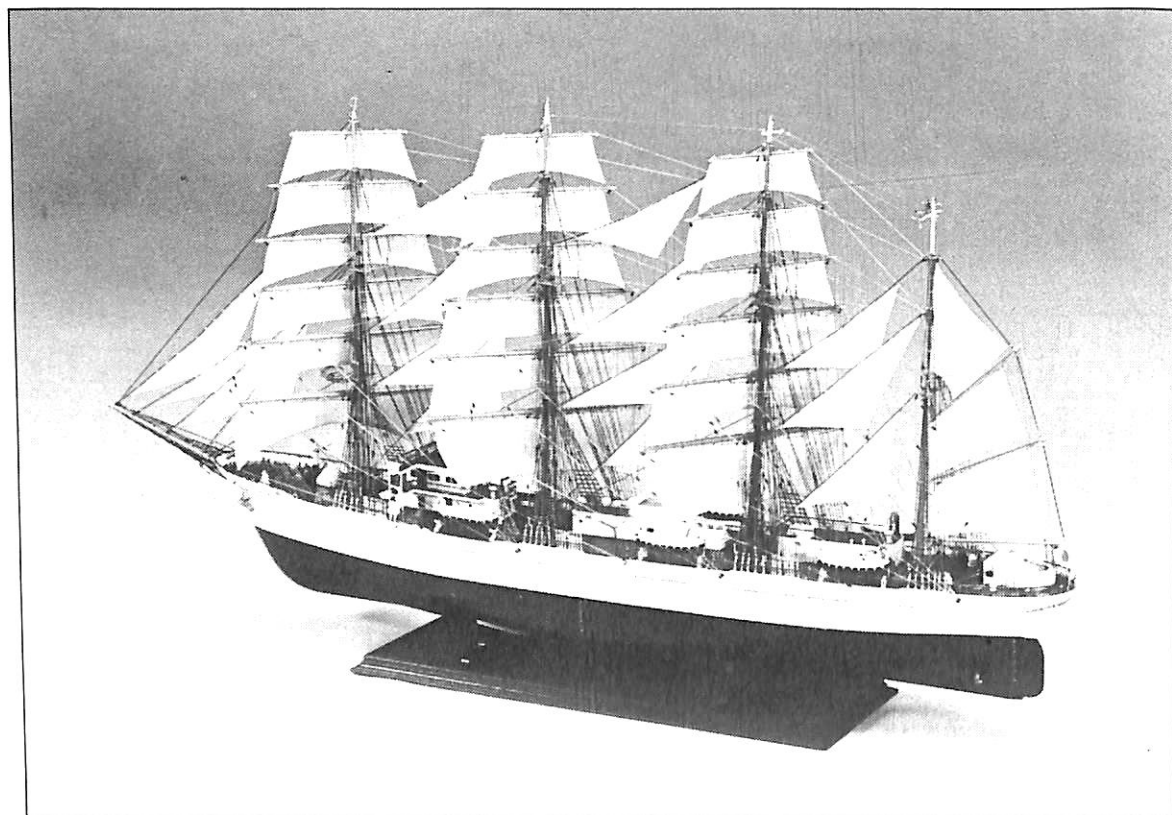
ミロス

輸出撒積貨物船 **MIROS**

船主 Johnal Shipping Corp. (Greece)
 日本鋼管株式会社鶴見製作所建造(第1017番船) 起工 59-4-9 進水 59-6-1 竣工 60-3-11
 全長 189.000m 垂線間長 180.000m 型幅 32.20m 型深 16.600m
 満載喫水 10.710m 総噸数 28,096T 純噸数 15,262T 載貨重量 48,280t
 貨物艙容積(ク)57,381m³ 艙口数 5 クレーン 25t×4 燃料油槽 2,361m³
 燃料消費量 26.7t/day 清水槽 371m³ 主機関 住友-Sulzer 6RTA58型(デ)機関×1 出力(連続最大)
 9,870PS(112rpm)(常用)8,880PS(108rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 堅型油焚 発電機
 大洋電機 480kW×AC450V×1(原)ダイハツ 750PS×720rpm×1 無線装置 送(主)1.5kW×1(補)130W×1
 受(主),(補)各1 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大)15.7kn
 (満載航海)14.30kn 航統距離 25,000浬 船級・区域資格 LR遠洋 船型 船首楼付平甲板型
 乗組員 32名 同型船 Therassia



進水記念贈呈用に
不二の船舶美術模型を



練習帆船 “日本丸” 縮尺1/75 模型

船主：運輸省航海訓練所

発注先：住友重機械工業(株)

株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭武二

東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京 (998)1586



ニューリーグ
輸出撒積貨物船 **NEW LEAGUE**

船主 Volante Maritime S.A. (Panama)	起工 59-7-24	進水 59-11-26	竣工 60-2-14
今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1135番船)	型幅 32.20m	型深 16.50m	満載喫水 11.866m
全長 189.94m	垂線間長 180.00m	載貨重量 46,040t	貨物艙容積(ベ) 55,740.82m ³
総噸数 26,951T	純噸数 15,848m	デッキクレーン 25t×4	燃料油槽 250.46m ³
(グ) 58,032.89m ³	艙口数 5	主機関 日立-B&W6L60MCE型(デ)機関×1	出力(連続最大) 8,400PS
清水槽 457.27m ³	主機関 日立-B&W6L60MCE型(デ)機関×1	プロペラ 4翼1軸	補汽缶 堅型水管式 7.0kg/cm ²
(100rpm)(常用) 7,140PS(95rpm)	発電機 550kVA×3	海事衛星装置 VHF	無線装置 送(主)1kW×1
(油焚) 1,300kg/h, (排エコ) 950kg/h	速度(試運転最大) 15.787kn (満載航海) 13.3kn	航海計器 ロラン NNSS	航続距離 27,700浬
(補) 130W×1 受(主), (補) 全波各1	船型 ウェル甲板型	乗組員 24名	
衝突予防装置 レーダー			
船級・区域資格 NK 遠洋			

ラスエート
輸出撒積貨物船 **LA SUERTE**

船主 Prosperidad Shipping, Inc. (Philippine)	起工 59-8-22	進水 59-11-9	竣工 60-3-20
石川島播磨重工業株式会社呉第一工場建造(第2903番船)	型幅 30.50m	型深 15.30m	満載喫水 10.932m
全長 180.80m	垂線間長 171.00m	載貨重量 39,132t	貨物艙容積(ベ) 44,492.4m ³
総噸数 22,132T	純噸数 12,639T	25T×24m×4	燃料消費量 (連続最大)
(グ) 46,112m ³	艙口数 5	デッキクレーン 25T×24m×4	燃料油槽 1,791.6m ³
28.0t/day	清水槽 320.6m ³	主機関 IHI-Sulzer 6RTA58型(デ)機関×1	出力(連続最大)
9,780PS(105rpm)(常用) 8,800PS(101.4rpm)	主機関 IHI-Sulzer 6RTA58型(デ)機関×1	プロペラ 4翼1軸	IHI 堅水管式 7kg/cm ² G×3
飽和×1.5t/h×1, 排エコ 7kg/cm ² G×飽和×1.2t/h×1	発電機 (デ) 450kW×AC	補汽缶 450V×60Hz×720rpm×3	速度(試運転最大) 16.82kn
(満載航海) 15.2kn	航海計器 ロラン レーダー	航続距離 19,920浬	船級・区域資格 AB 遠洋
無線装置 送(主) 0.8kW×1 (補) 0.05kW×1			
船型 平甲板型	乗組員 30名		





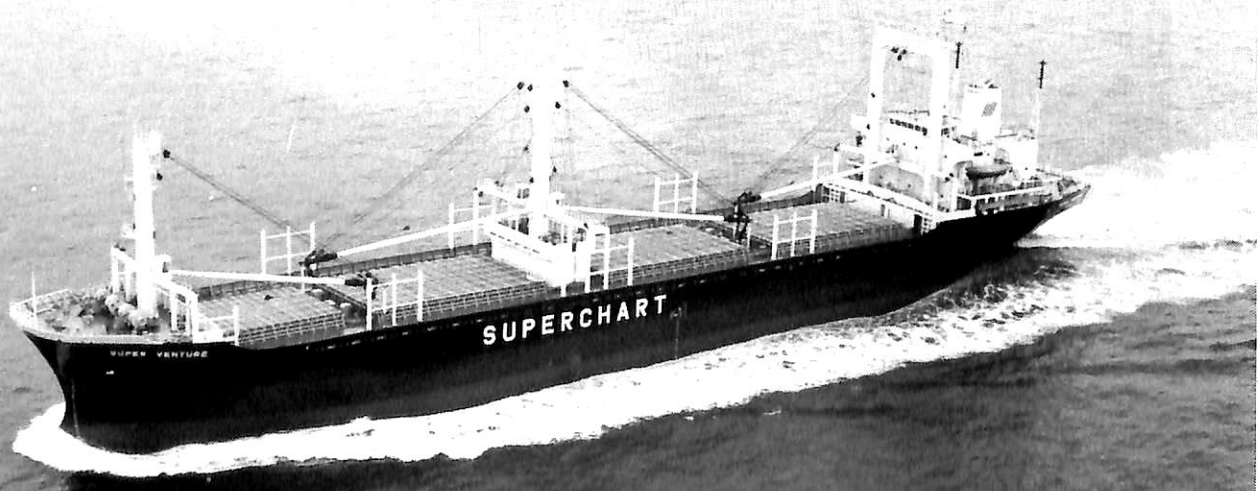
ゴールデン プリンセス

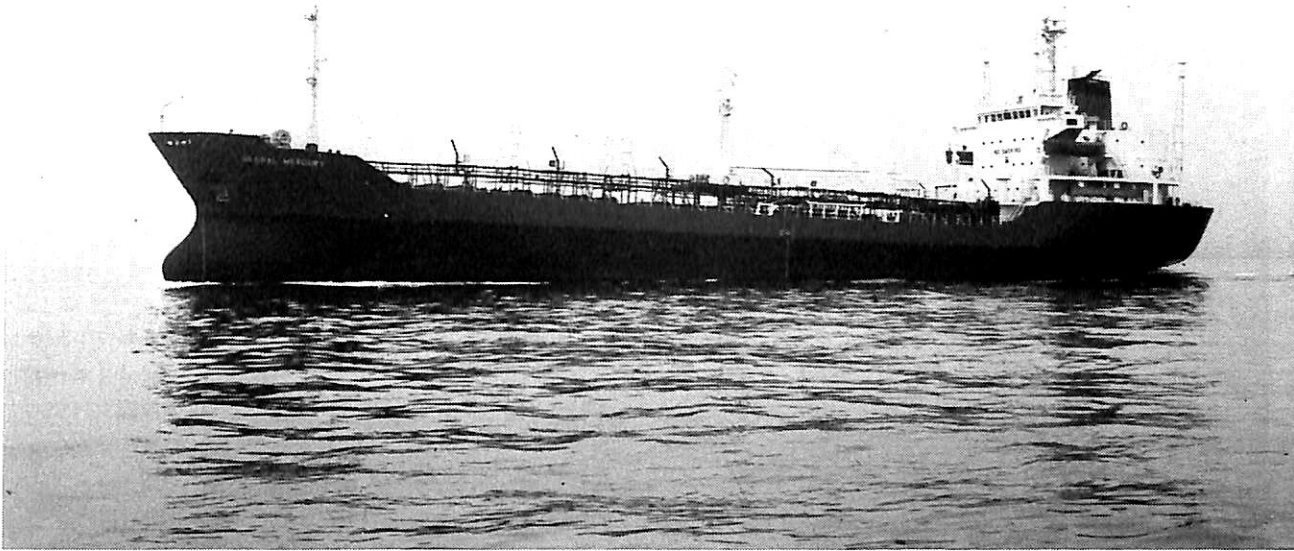
輸出撒積貨物船 **GOLDEN PRINCESS**

船主 Golden Princess Marinera S.A. (Panama)
 日本鋼管株式会社清水製作所建造(第403番船) 起工 59-8-31 進水 59-10-25 竣工 60-3-27
 全長 177.5m 垂線間長 167.0m 型幅 29.5m 型深 14.8m 満載喫水 10.673m
 総噸数 21,193T 載貨重量 35,177t 貨物艙容積(ベ)41,766m³(グ)46,908m³ 艙口数 5
 デリック 15t×2, クレーン 15t×4 燃料油槽 2,441m³ 燃料消費量 33.4t/day 清水槽 281m³
 主機関 住友-Sulzer 6RLB66型(デ)機関×1 出力(連続最大)11,850PS(135rpm)(常用)10,660PS(131rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 壺型 1.8t/h×6kg/cm²×1 発電機(主)大洋電機 625kVA×AC450V×3相
 ×60Hz×2 (補)500kVA×AC450V×60Hz×3相×1, (非)100kVA×AC450V×60Hz×3相×1 無線装置
 送(主)1.5kW×1 (補)50W×1 受(主),(補)各1 VHF 航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー
 速力(試運転最大)17.3kn (満載航海)15.1kn 航統距離 21,500浬 船級・区域資格 AB遠洋
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 34名

スーパー ベンチャー
 輸出撒積貨物船 **SUPER VENTURE**

船主 Baltic Maritime S.A. (Panama)
 四国ドック株式会社建造(第831番船) 起工 59-11-30 進水 60-2-25 竣工 60-5-27
 全長 146.81m 垂線間長 136.00m 型幅 22.80m 型深 12.20m 満載喫水 8.95m
 満載排水量 22,326t 総噸数 10,775T 純噸数 6,154T 載貨重量 17,825t
 貨物艙容積(ベ)21,302m³(グ)21,633m³ 艙口数 4 デリック 25t×4 燃料油槽 1,496.8m³
 燃料消費量 23.03t/day 清水槽 285.4m³ 主機関 三井-B&W6L50MCE型(デ)機関×1 出力
 (連続最大)7,500PS(133rpm)(常用)6,750PS(128rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 壺型円筒煙管コンポジット式
 発電機 450kVA×540PS×720rpm×2 無線装置 送(主)(SSB)1.5kW×1 (補)50W×1 受(主),(補)全波各1
 VHF 航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)16.55kn (満載航海)13.95kn
 航統距離 17,000浬 船級・区域資格 NK遠洋 船型 凹甲板船尾機関型
 乗組員 29名



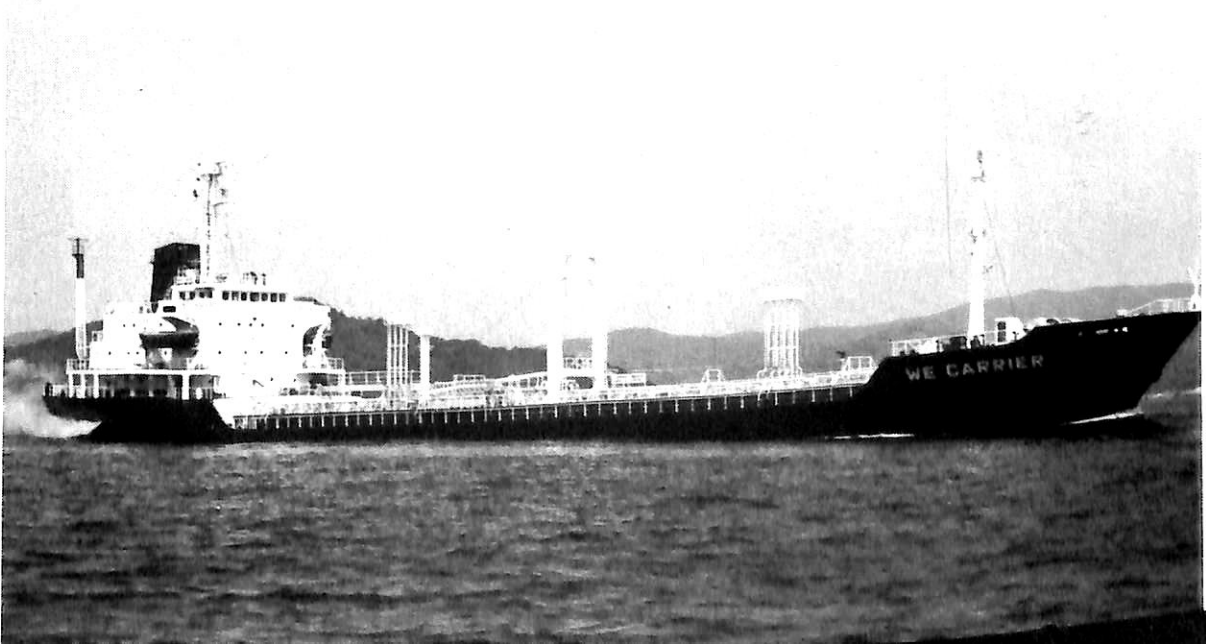


グローバル マーキュリー
輸出ケミカルタンカー **GLOBAL MERCURY**

船主 East Stork Marina S.A. (Panama)
 福岡造船株式会社建造(第1116番船) 起工 59-11-14 進水 60-1-9 竣工 60-3-27
 全長 106.50m 垂線間長 99.00m 型幅 18.20m 型深 8.10m 満載喫水 6.70m
 総噸数 4,220T 純噸数 2,204T 載貨重量 7,200t 貨物油槽容積 7,886^m 主荷油ポンプ
 500^m/h×80m×2, 250^m/h×80m×2 燃料油槽 692^m 燃料消費量 10.0t/day 清水槽 423^m
 主機関 神発-三菱6UEC37H-II B(デ)機関×1 出力(連続最大)3,315PS(210rpm)(常用)2,818PS
 (199rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 7kg/cm²×6,500kg/h×1 発電機 200kW×AC445V×2
 無線装置 送(主)500kW×1 (補)75W×1 受(主),(補)全波各1 航海計器 ロラン レーダー
 速力(試運転最大)13.334kn (満載航海)12.3kn 航続距離 12,000浬 船級・区域資格 NK遠洋
 船型 ウェル甲板型 乗組員 25名 ○IMO Type III

キャリア
輸出ケミカルタンカー **WE CARRIER**

船主 Amol Shipping S.A. (Panama)
 株式会社栗之浦ドック建造(第211番船) 起工 60-1-16 進水 60-3-16 竣工 60-5-28
 全長 108.37m 垂線間長 98.60m 型幅 16.50m 型深 8.20m 満載喫水 7.066m
 満載排水量 9,011.17t 総噸数 4,110T 純噸数 2,232T 載貨重量 6,777.79t 貨物油槽容積
 7,909.781^m 主荷油ポンプ 400/200^m/h×70m×6 艙口数 12 デリック 5t×1 燃料油槽 733^m
 燃料消費量 10t/day 清水槽 421^m 主機関 阪神-6EL44型(デ)機関×1 出力(連続最大)4,000PS
 (220rpm) (常用)3,400PS(208rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 三浦工業 10kg/cm²×1 発電機
 大洋電機 250kVA×1(主機駆動), 大洋電機 220kVA×2 (原)ヤンマー 540PS×900rpm×2 無線装置(主)
 0.5kW×1 (補)75W×1 受(主),(補)全波各1 VHF 航海計器 ロラン レーダー 速力(試運転最大)
 13.30kn (満載航海)12.5kn 航続距離 17,800浬 船級・区域資格 NK遠洋 船型 ウェル甲板船尾機関型
 乗組員 23名 IMO Type III



半没水双胴型海中作業実験船 “か い よ う”



本文 36 頁参照

船主 海洋科学技術センター
 三井造船株式会社千葉事業所建造(第1274番船) 起工 58-9-6 命名 59-5-31 竣工 60-5-31
 全長 61.55m 垂線間長 53.00m 型幅 28.00m 型深 (上甲板まで) 10.60m
 満載喫水(型) 6.30m 総噸数(国際) 3,123 T (本邦) 2,849 T 純噸数 936 T 載貨重量 1,158.9t
 シーリフトクレーン 13t×0~20m/min×1 燃料油槽 456.5m³ 燃料消費量 20.5t/day
 清水槽 36.8m³ 主機関 西芝-横型, 全閉, かご型三相誘動電動機×4 出力 860/230kW(1,200/600rpm)
 プロペラ 4翼2軸 CPP 補汽缶 船用貫流式縦型 1,011kg/h×1 発電機 神鋼(主)1,250kW×4
 (補) 210kW×1 無線装置 送(主)0.8kW×1 (補) 75W×1 受(主)(補) 90kHz~30MHz各1 船舶電話
 VHF 航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大)14.19kn (満載航海)13.25kn
 航続距離 5,100 浬 船級・区域資格 NK 遠洋国際 船型 半没水双胴型 乗組員 69名
 (乗組員 29名, 実験隊員 40名) 自動船位保持装置, 飽和潜水装置, 潜水支援装置

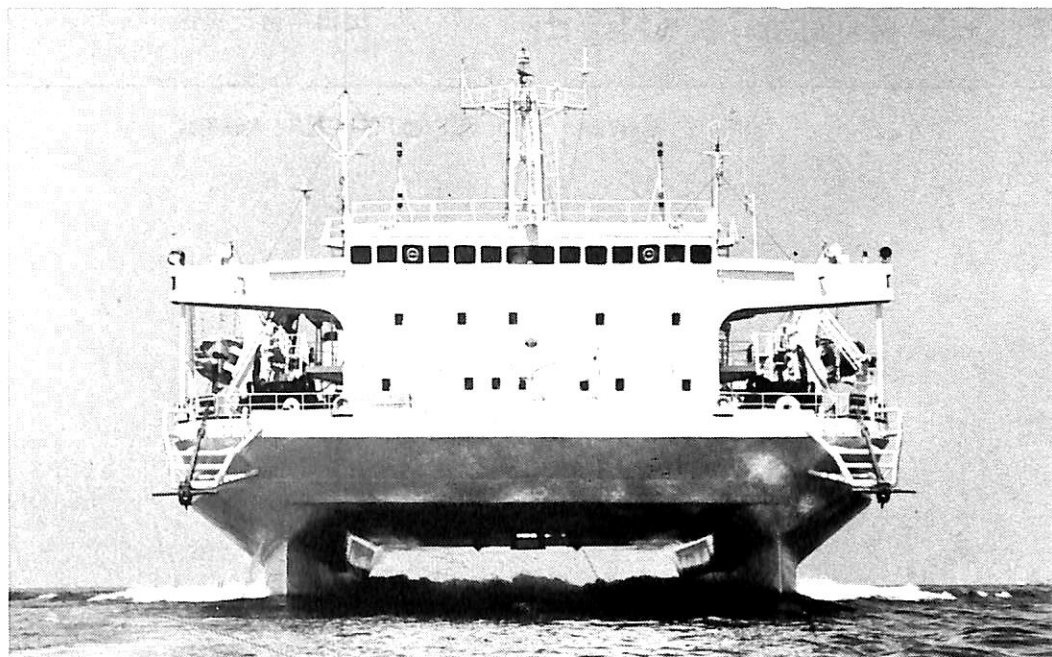
- 24 -



SDC及び揚降装置(舷側部)

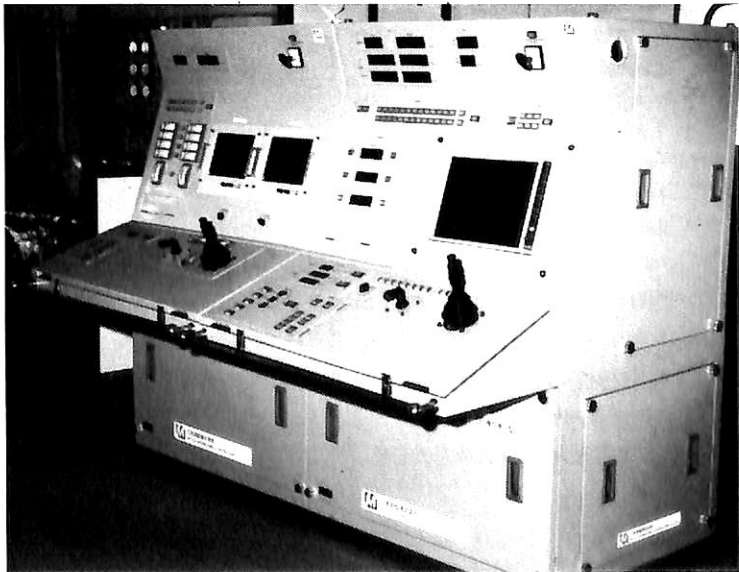
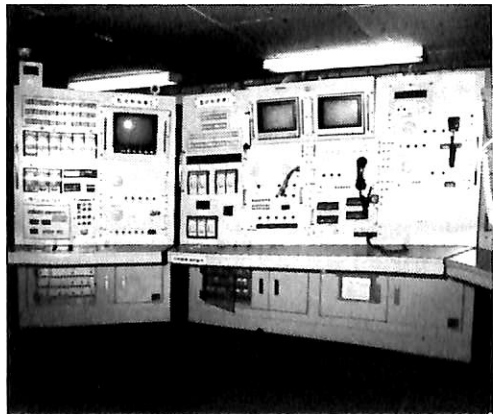
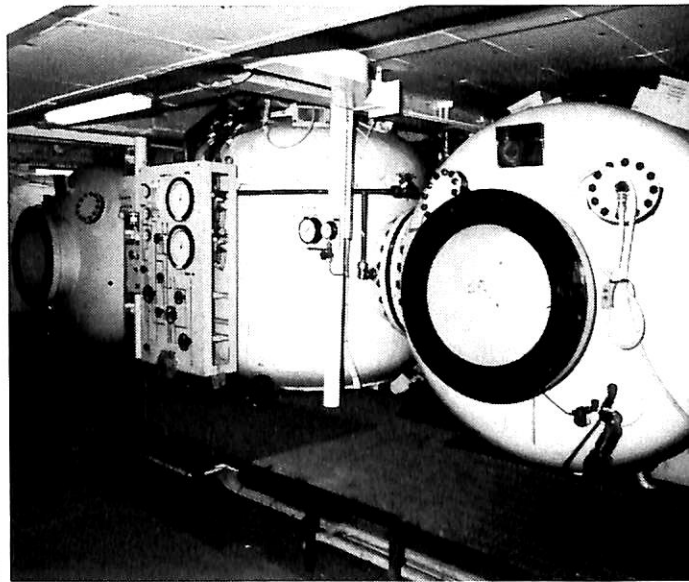
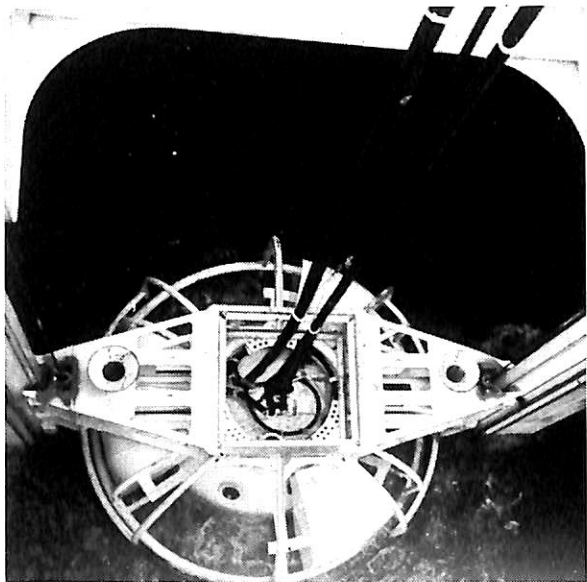


SDC及び揚降装置(中央部)



(右) 前方
(左) 後方

後部中央はAフレームクレーン(22T), 煙突側にシーリフトクレーン13Tの一部(白色)が見える。



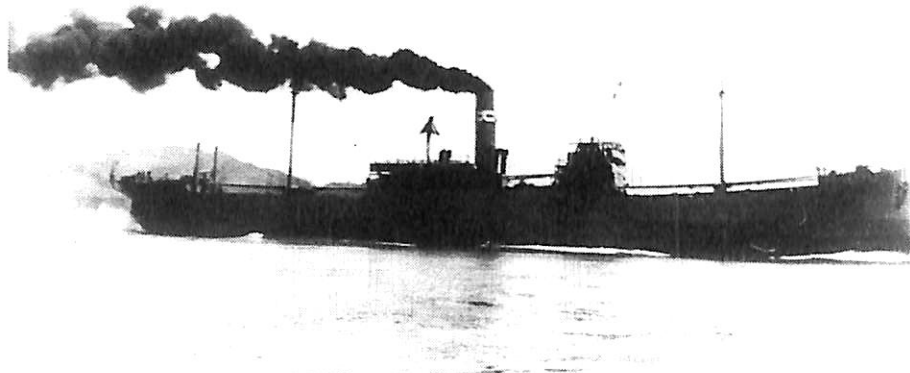
上(右)よりDDC室, (左)SDC揚降状態
(センターウエル部)

下(右)よりDPS操作卓, (左)DDC監視制御盤

日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

貨物船 ひまらや丸 大阪商船



三菱重工業(株)長崎造船所建造(第278番船) 船舶番号 23554 信号符字 RDNS→JFND 起工 大7-3-15
進水 7-8-6 竣工 7-8-29 垂線間長 121.92m 型幅 16.61m
型深 9.24m 満載喫水 7.52m 満載排水量 11,887t 総噸数 5,229T 純噸数 3,187T
載貨重量 8,480t 貨物艙容積(ベ)10,732^m (グ)11,530^m 主機関 三連成レシプロ機関×1
出力(連続最大)3,890PS 速力(試運転最大)15.065kn(満載航海)10.0kn 船級・区域資格 逓信省第1級船
ロイド100A1-LMC. 鋼船 乗組員 48名 旅客 1等6名 姉妹船 甲谷陀丸, 室蘭丸,
辨加拉丸(以上日本郵船), 染殿丸(辰馬汽船), 甲南丸(神戸棧橋), 海安丸(勝田汽船) 船籍港 大阪

第1次世界大戦中、船舶の需要急増に応えるため造船所は競ってストックポートを建造し、それぞれの船主に売却された。

本船は三菱長崎のストックポートで大阪商船に買取られたもので、当時は鋼材の高値により船価は高騰し、大阪商船では最も船価の高い船となった。船籍港は大阪。

同型船は7隻で、日本郵船、大阪商船、辰馬汽船、神戸棧橋、勝田汽船に買取られ、いずれも第1次大戦と太平洋戦争で活躍したが勝田汽船の海安丸のみは、太平洋戦争以前に失われた。

大正7年、竣工間もなく臨時便として南アフリカ航路に就航。

大正8年、日本～ヨーロッパ線に就航。

大正12年、日本～ボンベイ線に就航。

昭和5年、へいぐ丸、はあぶる丸の就航によりボンベイ線を撤退。

昭和8年、日本～カルカッタ線に就航。

昭和16年12月、陸軍に徴用され軍用船となり12月16日門司発、12月17日基隆を出撃、ルソン島攻略に向う本間中将のひきいる第14軍団を乗せ、南支那海にて他船団と合流、84隻の大船団の第3輸送船隊、第9分隊に所属し12月22日、フィリピン、リンガエン湾に進入、部隊を揚陸し、昭和17年1月7日宇品に帰る。

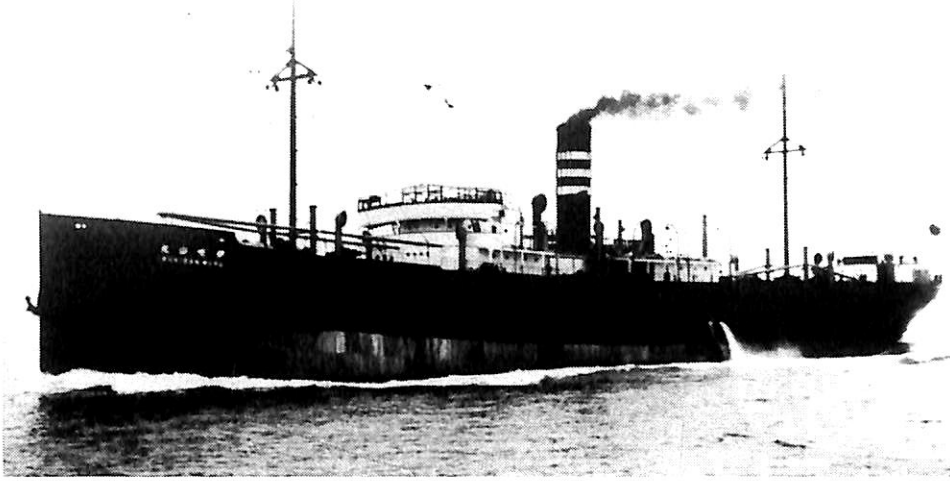
昭和17年1月9日宇品発、1月13日高雄を経て1月20日リンガエンにてマニラ占領を終えた第48師団を乗せてホロ島に進出、2月19日午前9時ホロ島を出撃、2月25日坂口支隊の5隻の船団と合流し、44隻の大船団の第3分隊に所属し、3月1日ジャワ島のクラガン着、午前7時50分空襲下で部隊を揚陸した。その後3月25日シンガポール、3月30日海防、4月17日基隆を経て4月21日大阪にもどる。

昭和18年1月10日宇品発、1月25日上海、1月27日呉淞、2月9日シンガポール、2月17日バタビア、3月8日パラオを経て3月23日宇品に帰る。

昭和18年4月10日宇品発、4月13日佐伯より8号演習輸送のK413船団に加わり4月21日パラオ経由、5月1日ラバウルに進出、5月8日ココボ、5月29日マニラ、6月8日サイゴン、7月2日高雄を経て7月8日宇品に帰る。

昭和18年8月18日、大阪発、9月12日シンガポール着、10月6日シンガポール発、10月9日バタビア、10月17日バリックパパン、10月25日パラオを経て11月13日ラバウルに進出、11月30日ラバウル発オ006船団に加わりパラオに向け航海中、ニューアイルランド島北端カビエング南西28哩にてB-24爆撃機3機以上と交戦したが空爆により沈没した。

貨物船 伊吹山丸→大日丸 三井物産→板谷商船



三井物産造船部玉工場建造(第35番船) 船舶番号 28537 信号符字 SJGL→JCVA 起工 大9-8-14
 進水 10-7-21 竣工 11-4-15 垂線間長 117.34m 型幅 15.54m
 型深 10.99m 満載喫水 8.26m 満載排水量 12,269t 総噸数 5,814T 純噸数 4,055T
 載貨重量 8,903t 貨物艙容積(ベ)9,035^m (グ)10,208^m 主機関 三連成レシプロ機関×1 出力(連続最大)
 3,242PS (計画)2,600PS 速力(試運転最大)14.01kn (満載航海)10.0kn 船級・区域資格 通信省第1級船
 ロイド100A1-with free board LMC. 鋼船 乗組員 45名 旅客 1等4名 船籍港 東京→神戸

三井物産船舶部では、レシプロ船としてはじめて重油
 燃焼装置を採用した貨物船であった。船籍港は東京。

大正11年4月竣工とともに三井物産の北米定期船とし
 て配船されたが、その後は遠洋不定期船となった。

昭和4年後半より太平洋線の荷動きは不振となり、本
 線は南米と北米間で木材の輸送に当たり、日本、チリー
 間で硝石の輸送に従事する。

昭和5年8月18日より不況のため宇野にて係船され、
 昭和6年前半まで続く。

昭和7年11月より、昭和8年9月までオーストラリア
 の小麦積取りのため配船。

昭和8年9月より、内地～コーシチャン～印度航路に
 配船。昭和9年11月以降は、ボンベイ航路に就航した。

昭和10年6月21日、板谷商船に売却され、7月14日に
 は大日丸と改名、船籍を神戸に移す。

昭和16年9月、陸軍に徴用され軍用船となり9月15日
 因島発、9月25日コロ島、10月2日黄浦、10月5日海口
 を経て11月25日大阪にもどる。

昭和16年11月25日大阪発、第14軍、第16師団を乗せて、
 奄美大島に集結、12月17日20隻の船団で出撃、12月24日
 ルソン島中部東岸のラモン湾に進入、部隊を揚陸して、
 昭和17年1月5日高雄を経て1月14日宇品に帰る。

昭和17年1月15日宇品発、1月19日高雄を経て、ジャ

ワ島攻略に向う今村中将のひきいる第16軍第2師団を乗
 せて、2月18日カムラン湾を出撃、54隻の船団の第3船
 隊、第3分隊に所属し、2月28日午後10時バンナム湾、
 アラウン岬に部隊を揚陸す。

その後3月11日にはシンガポールにもどり、4月24日
 サイゴン、6月1日ボルネオのミリー、7月18日バンコ
 ック、7月29日シンガポール、8月9日バタビヤ着。

8月16日バタビヤ発、8月22日シンガポール、8月24
 日スラバヤ、9月5日クーバン、9月12日スラバヤ、9
 月18日クーバン、9月29日デリー、10月1日スラバヤ、
 10月8日バタビヤ、10月15日シンガポール、10月23日キ
 ンシャン、10月28日シンガポール、11月12日高雄を経て
 11月24日六連にもどる。

昭和18年1月23日釜山発、1月27日パラオを経て、1
 月31日高雄、2月17日上海、2月23日高雄、3月23日パ
 ラオを経て、4月9日宇品にもどる。

昭和18年4月28日佐伯発、8号演習輸送のK 428船団
 に加わり5月6日パラオを経てラバウルへ進出。

昭和18年6月19日パラオ発、ト906船団で6月22日佐
 伯に帰る。

昭和18年9月8日門司発、9月12日上海、9月30日高
 雄を経てマニラに向う途中、10月8日ルソン島西方北緯
 18°48'東経119°21'にて米潜水艦の雷撃により沈没した。

船と橋

野間 恒
H. N O M A

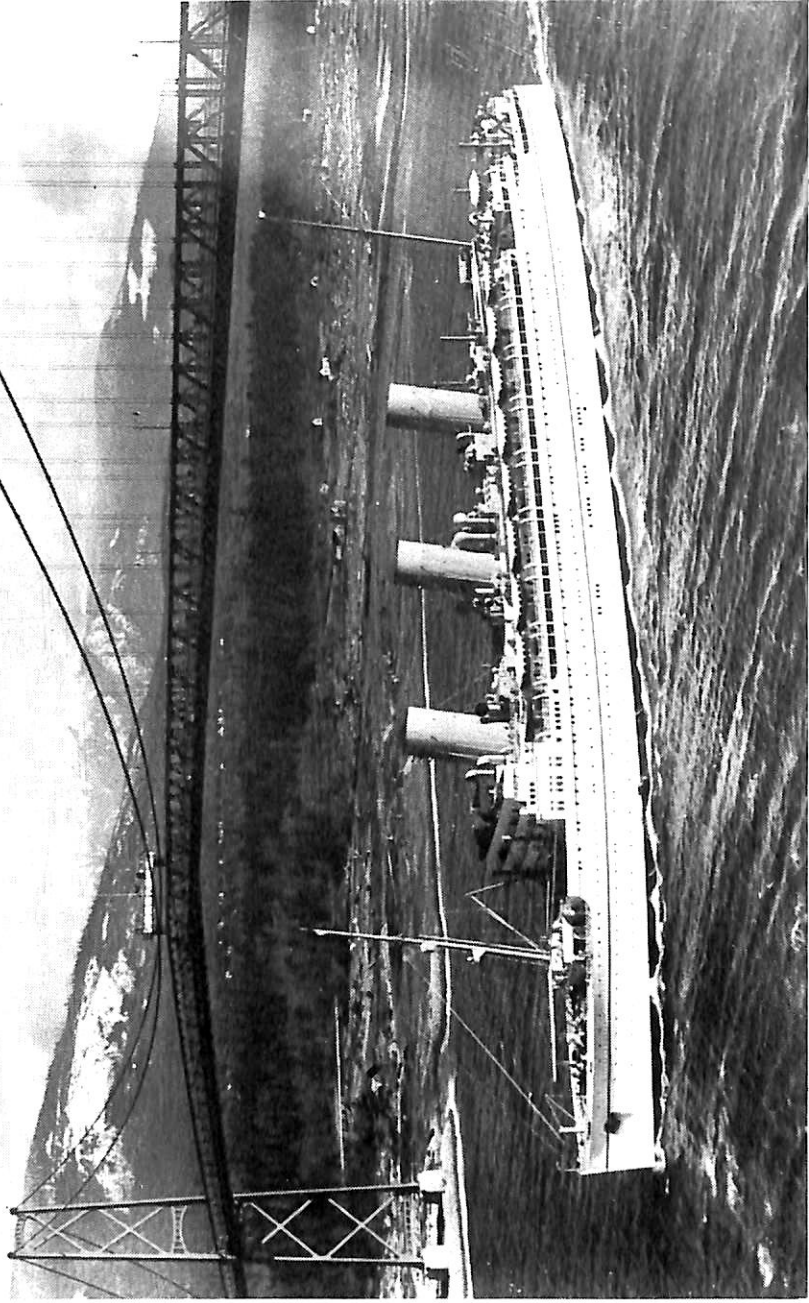
Merchant ships passing under bridge.

ライオンズ・ゲート橋下の客船二態

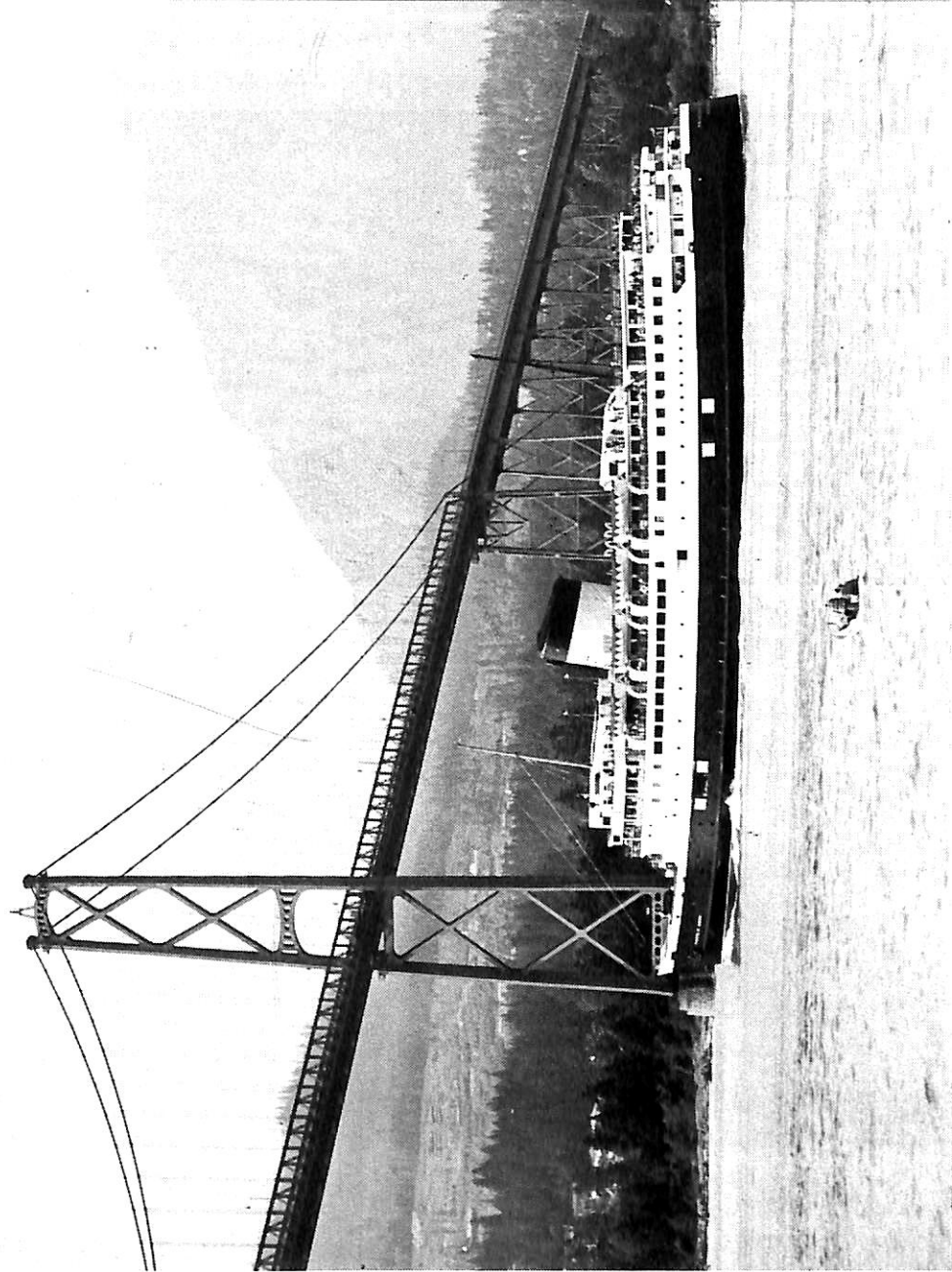
EMPRESS OF JAPAN passing under Lion's Gate Bridge

今回からは、橋と船の情景を5回にわけて紹介しよう。湾口や河口にかかる長大な橋のもつ力学的構成美と、その下を通る船の合目的構成美の対比が面白く眺められる。そのうえに、山や市街地が背景として重なり、一幅の絵面を見るようなものもある。写真に登場する船のほとんどは、今はない。これらの情景は、これらの船が現役時代の華やかな頃のものばかりである。勇躍出帆するものあり、ほっとした姿で入港してくるものもあり、さまざまな情景が展開されている。

バンクーバー港口にかかるこの長大な橋の下を通過して出港するのは、カナダ太平洋鉄道(CPR)の客船エンプレス・オブ・ジャパン(26,032総トン)である。対岸に密生する針葉樹林、雪を頂く山々の緑と、白垂の船体のコントラストが鮮やかである。CPR(イギリスが本社)は、1887年大陸横断鉄道を敷設するとともに、その太平洋側終点バンクーバーから極東に到る定期航路を開設した。さらに1903年、北大西洋横断サービスを開始した。この結果、CPRは英国から北米大陸経由して極東に到る、世界最長の一貫輸送網を完成した。CPRの極東航路は、その一部であったが、主要貨物が高価な生糸であったから、特に高速が要求された。1903年に就航した本船は、サイズとスピードにおいて、当時のライオンズ新造船(1929年の浅間丸、1931年のブレジデント・フーパー等)を凌駕していた。いっぽう、これら新船が就航する直前に世界経済恐慌が発生したので、航路運営成績は芳しくなかったものと思われる。結局、本船は1939年11月、軍隊輸送船に転用されるまでの9年間、最大最高速の商船として太平洋に君臨した。



PRINCESS OF NANAIMO and Lion's Gate Bridge



バンクバー港からナナイモ港（対岸のバンクバー島にある）に向かうのは、同じくCPRの海峡フェリー客船プリンセス・オブ・ナナイモ（6,787総トン、1951年建造）である。鯨漁船の基地としても有名なナナイモ港は、ジョージア海峡を隔てたバンクバー港から38マイルのところにある。片道2時間余りのこのルートは、風光明媚な州都（BC）ビクトリアを訪れる旅行者のための観光航路であるほか、バンクバー島民には生活航路でもある。本船には乗用車が120台も積めるようになっている。船尾が膨らんでいるのはこのためである。車は舷側の開口2箇所（写真に見える）を使って昇降するようになっている。尤も最近では、パウバイザーカースターション方式のものが、この海峡フェリーにも就航している。この写真は新造当時のものと思われるが、針葉樹林をバックに美しく浮かび上がった本船の姿態が印象的である。



バイキングライン社の 大型豪華フェリー “MARIELLA” 竣工

フィンランドのバイキング (Vikning Line) 社は、フィンランドの Wärtsilä に2隻の大型豪華フェリーを発注、その第一船が5月17日に Wärtsilä Turuk 造船所にて竣工船主 SF-Line 社に引渡しされた。

テストランはバルチック海の結氷海域で何度となく繰返されて結果も良好との事が伝えられている。

本船の船名は“マリエラ” MARIELLAと命名されて

おり、全長は177m、全巾28.40m、37,800GT、旅客2,500名、乗用車580台、トレーラー62台が搭載可能。

竣工後はバイキングラインのメイルルートであるストックホルムとヘルシンキを結ぶ航路に就航をすることになっている。尚、第2船は Wärtsilä 社 Perno 造船所で建造されることになっている。引渡し予定は来年5月の予定である。

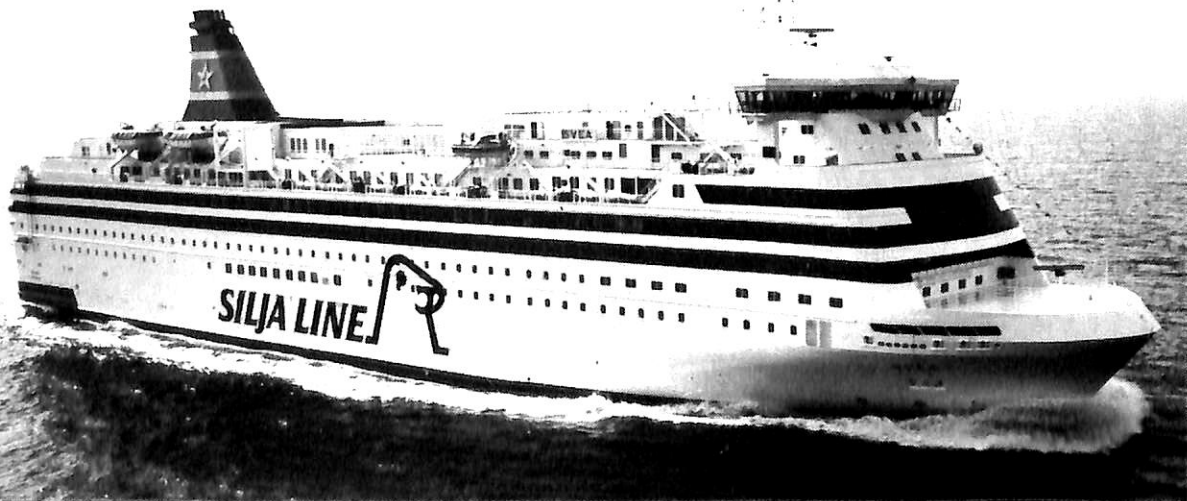
ハイスタンダード パッセンジャー クルーズフェリー “SVEA” 竣工

フィンランドの Wärtsilä Helsinki 造船所は、去る5月7日、クルーズ船への転用可能な豪華パッセンジャークルーズフェリー“スベア” SVEA 33,830GTを竣工引渡しを完了した。本船は、ヘルシンキ造船所の第470番船として1983年3月25日に Johnson Line 社及び EF FOA-Finland Steamship 社の共有船として受注、昨年の10月5日に同造船所ご自慢の全天候型ドライドックで進水したものである。同型船を2隻受注している同造船所は本船の進水後、直ちに第2船の建造に着手しており年内には竣工の予定である。本船はシルヤライン社(Silja-Line)の手によりフィンランドのツルクとデンマー

クのストックホルム間に就航、ヘルシンキ造船所が1981年に建造、現在ストックホルムとヘルシンキ間就航の豪華フェリー“フィンランディア”(FINLANDIA)と競合することとなる。本船は、世界最高級の豪華仕様のフェリーで何時でもクルーズ船への転用が可能なタイプとなっており、「クルーズフェリー」の呼称が冠せられている。

尚、命名は、スエーデンの世界的なオペラ歌手 Birgit Nilsson により行なわれた。

Photo: Wärtsilä (府川義辰)



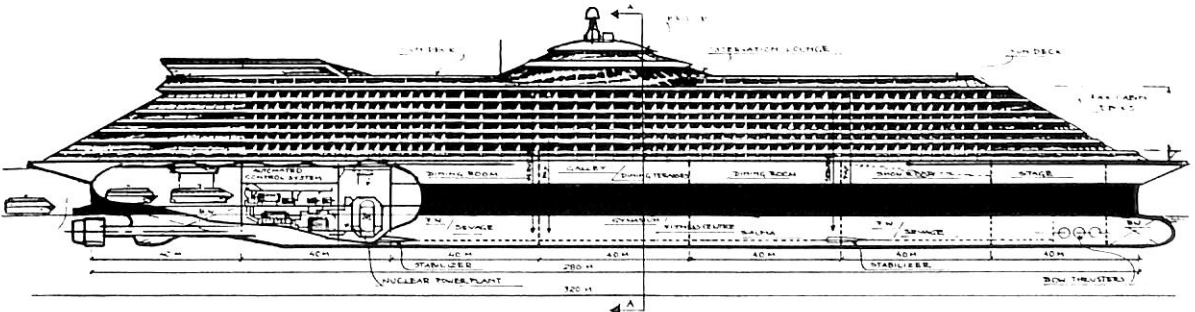
☆ 21世紀の船舶 (4) ☆



移動式ビックホリディーセンター：海上に高層ビルディング，正に小規模海洋都市の出現である。実は推進装置を持ち移動可能な海洋構造物で船舶の形体をしている全長は約320mのホリディーセンターである。

船側には張出した遊歩甲板，プール付きのレジャーランドがあり，最上階はサンデッキ及びヘリポートがあり次階前面はブリッジとなっている。本船の中央部は空調室及びパブリックスペースで成りたち，側面にバルコニー付きの居住区がある。推進及び他のエネルギー源は原子力で行われてオートメイトコントロールシステムを装備しており，後部喫水面には多目的の交通艇が数隻格納されている。図は同種船の配置図である。

Photo: Oy Wärtsilä Ab



● [表 I] MAN-B&W

連絡先 M. A. N. - B & W (Japan) Ltd. 〒100 東京都千代田区有楽町1-10-1 (有楽町ビル)
 TEL (03) 214-5931 FAX (03) 284-0867 TLX 2222844 MANBWTJ
 Diesel Service Center Kobe 〒650 神戸市中央区京町67 (建大ビル)
 TEL (078) 331-9831 FAX (03) 332-2070 TLX 5623115 MANBWTJ

アメリカ海軍空母用に開発された画期的な「スベリ止め塗装材」

FERROK[®]

フェロックスとは、

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

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

フェロックスの特長

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

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

これらの特性は、フェロックスの勝れた特長です。

図1. フェロックスの粒子

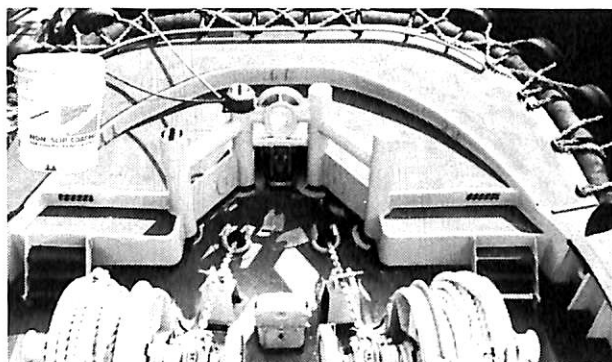


- 粒子の接着性が良く、耐摩耗性が良い。
- 表面の均一性が保てる。
- 安全性が高い。

図2. 他のスベリ防止塗料



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



「フェロックス」成分内容・特性

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

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

応用範囲 / 1ガロン入1缶…2回塗り約4m²

完成時塗布厚…約0.8～1.3mm

完成時塗布重量…1m²当り350～450g

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

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

海洋・船用販売代理店

は 大洋漁業株式会社

船舶事業部 工務課販売チーム

東京都千代田区大手町1-1-2 〒100

☎03(214)3943(直通)・03(216)0811(代表)

FAX 03(284)0142

8月のニュース解説

米田博

海運・造船日誌

7月20日～8月19日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

7月

20日○第45回海の記念日。運輸省国際運輸・観光(土)局は「外航海運の現況 — 外航海運の活性化をめざして —」を発表した。

25日●ジュネーブで22日から開催されていた第74(木)回OPEC総会閉会。重質油のアラビアン・ヘビー0.5ドル、中質油のアラビアン・ミディアム0.2ドルの値下げで10カ国の合意が成立したがアルジェリアなど3カ国の合意は得られず、事実上分裂総会だった。

26日●国鉄再建監理委員会が、62年4月に国鉄を(金)東日本、東海、西日本、北海道、四国、九州の6民間会社に分割する「国鉄改革に関する意見」(最終答申)を中曽根首相に提出。

●長野市上松の地附山で大規模な地滑りが起き、団地の約60戸や老人ホームが押しつぶされ、死傷者多数を出した。

30日●関税、輸入制限など6分野で、3年以内に国際(火)水準を上回る市場開放を目指す措置が、政府・与党合同対外経済対策推進本部で決まった。

●自治省発表によれば、住民基本台帳による今年3月31日現在の日本の人口は1億2,001万人(男5,913万人、女6,088万人)。

31日○三光汽船が発表した60年3月期の連結決算(水)は758億円の最終損失を計上し、464億円の債務超過に陥った。大型タンカーを移管した子会社サンコウタンカーの損失などが加わって赤字が膨れ上がり、累積損失は

2,120億円に達した。

8月

2日●東京電力、東京ガス、中部電力、関西電力、(金)中国電力、九州電力、大阪ガス、東邦ガスの8社は、オーストラリアLNGについて供給側のシェルグループ企業など6社と正式に輸入契約を結んだ、と発表した。現地の西オーストラリア州政府の事業認可が出たため、64年10月から19年間、年間584万トンの供給を受けるという長期契約。

8日○三光汽船の主力銀行大和、長銀、東海の3(木)行は、政府が来年度予算でよほどの救済策をとらない限り、三光への追加融資に応じないとの方針で合意し、三光汽船の実質的なオーナーである河本特命相や同社首脳に対し、事実上の融資打ち切りを通告した。

12日●東京発大阪行き日本航空123便B747SR(月)(乗客509人、乗員15人、計524人)が群馬・長野両県境付近の山中に墜落、炎上した。奇蹟的に助かった乗客4人を除き520人が死亡し、単一機の事故としては世界最大。垂直尾翼の破損が主因とみられている。

○河本国務相が中曽根首相に辞表を提出した。同氏が実質的にオーナーを務める三光汽船が倒産という事態に陥った責任をとったものであるが、首相は強く慰留し、結局、辞表を一時預かる形となった。

13日○三光汽船は神戸地裁に会社更生法の適用を(火)申請した。同社の子会社の瑞東海運、三光マリン、イースタン SHIPPINGも同様。

15日○通産省・中小企業庁は、三光汽船の事実上(木)の倒産による関連中小企業の連鎖倒産を防止するため、東京、大阪両通産局に「三光汽船関連中小企業臨時対策本部」を設置するなど連鎖倒産の防止対策を決めた。

三光汽船倒産

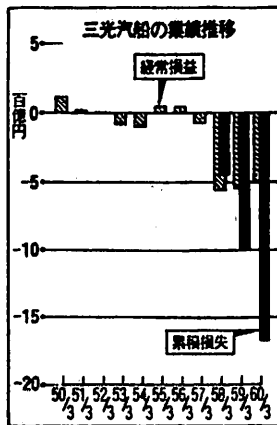
会社更生法適用申請

三光汽船は遂に8月13日午前、神戸地裁尼崎支部に会社更生法の適用を申請し、倒産した。三光汽船の子会社の瑞東海運、三光マリン、イースタン SHIPPING もこれにならった。

昭和48年の石油ショック以来歯車が狂いはじめ、タンカーが赤字を生み、これをカバーしようとして昭和58年にハンディ型バルカー125隻の建造という積極策を取ったことも、海運市況回復の期待がはずれたため傷口を大きくしただけに終り、昨年4月大和銀行など主力3行と再建計画について合意したものの結局経営回復は軌道に乗らず、下図に示すように58、59、60年の各3月期に出した経常損の累積は1,683億円にも達し、関連会社を含めた連結決算では累積赤字が2,120億円に膨らみ、464億円の債務超過に陥った。このため主力銀行の大和銀行、準主力の日本長期信用銀行、東海銀行から追加融資の打ち切り通告を受けて、経営が行き詰ったものである。

会社側によると、負債総額は約4,972億円とのことであるが、民間信用調査機関調べでは約5,200億円、さらに長期契約の用船料や商社などに立て替えてもらった債務を合わせると、実質的な債務は1兆円に達すると称せられている。こうして三光汽船の倒産は、昭和53年の永大産業（負債総額1,850億円）を上回る、戦後最大の倒産となった。

その前日、8月12日夕方、河本敏夫国務相は中曽根首相に辞表を提出した。同氏が実質的にオー



日本経済新聞による

ナーを務める三光汽船が倒産という事態に陥った責任をとったものであった。このときは首相は強く慰留し、辞表を一時預かる形となった、と伝えられたが、13日には結局辞表が受理され、沖縄開発庁長官後任には河本派の藤本孝雄氏、対外経済と民間活力導入に関する特命事項は金子経済企画庁長官が引き継ぐことでそれぞれ発令された。

三光汽船が運航している船隊は、264隻、計約2,100万重量トンであるが、このうち昭和58年から大量建造した小型ばら積み船など217隻は、海外の船主や子会社、日本の商社などが、三光汽船の長期用船契約を条件に、建造費を負担してつくった船である。

裁判所が三光汽船に対し会社更生法の適用を認めるかどうかについては、関係者の見方はわかれているようである。これまで海運会社が会社更生法の適用を申請して、更生会社として生き返ったのは照国海運（50年申請、現在の昭洋海運）の例がある位とされている。

各界に与える影響

三光汽船の挫折は実に大きな影響を各界に与えることになるとと思われる。各種紙誌が報じているものを私なりに整理すると次のようになる。

直接影響を受けるのは当然のことながら金融機関である。8月13日現在の三光グループの金融債務は合計4,212億円で、その内訳は主力3行で債務保証を含めて2,330億円（大和940、長銀790、東海600）その他の金融機関1,882億円となっている。金融筋によると三光グループに融資している金融機関の数は112で、内訳は都市銀行10、長信銀行1、信託銀行6、地方銀行11、相互銀行16、外国銀行10、生・損保19、政府系金融機関3、農林系金融機関33、信金・信組3となっている。主力3行は「9月中間決算1回で全額処理する」との方針を明らかにし、「有価証券の含み益を使えば償却は十分可能」として、銀行経営には収益力が低下することは確実としても大勢に影響のない

ことを強調している。しかしながら相互銀行など中小金融機関の中には、1行あたりの償却額は小さくても、その自己資本に占める割合が主力3行より大きいところもあり、大蔵省・日銀もこうした中小金融機関の経営動向には十分注意する構えとされている。

三光汽船の株主が痛手を蒙ったことは勿論である。大株主企業は銀行3行、損保4社、造船5社、商社6社といったところであるが、この18社の株式評価損は約220億円とされている。個人株主は約8万人である。この中には大株主である河本敏夫氏も含まれているが、個々には大きな影響を受けているものと思われる。

三光汽船が発行した社債の残高は、今年3月末で転換社債32億円、普通社債99億円、計131億円ある。これらについては主受託銀行の大和銀行が額面(100円)で買い取りの意向を固め、副受託銀行の長銀、東海も之に従うようであるので投資家は保護されると思われるが、「買い取りまでして、投資家を過剰に保護する必要があるのか」という声も出ている。

造船界にどのような影響があるか、ということは最も関心が持たれるが、これは種々の面から考察する必要がある。現在建造中の三光汽船がらみの船の帰趨については意外に問題は少ないものと思われる。それは例えば58年以来のハンディ・バルカー125隻の場合も三光汽船が自己資金で建造する17隻の建造ストップは止むを得ないとしても、その他の殆どは、どこかの商社、又はリース会社からの発注の形がとられており、従来の例ではこのような場合契約の履行はほぼ完全に行われているからである。このほか、造船会社の中には三光汽船に対して修理費などで10億円単位の債権を持つところもあり、先に述べたように第三者割り当て増資で大量の株式を引き受けているところもあるので、之等は実損を免れない。

一般には理解しにくい意外に大きな痛手を蒙ることになるのが、商社及びリース会社である。

三光汽船と多数の用船契約を結んでいる大手商社の債権額は、中型タンカーの延べ払いの未回収金を中心に少なくとも300億円に達するとされている。さらに10年間で3,000億円以上の収入源となるはずだったハンディ・バルカーの用船料が入らなくなることが大問題である。各商社ともこれらの船を引きあげて自主運航することなどで損失を最小限に抑える構えであるが、海運市況低迷の中ではなかなか厳しい事業といわねばならない。このため大手商社間では共同運航が検討されたが、結局とりやめになった、と報じられている。各社がそれぞれに自社系海運会社で運航することになるとの観測が強い。三光汽船としては再建のよりどころを比較的採算のいいハンディ・バルカーに求めたいので商社のこの動きは会社厚生法の適用が行なわれるかどうかの鍵になるものと思われる。

再建までには以上に述べたことの他にいろいろのことが起きることが予想されている。例えば、外地の港に入った三光汽船の船は、港費を支払い、燃料や食料や水などを調達しなければならないが、これらの業務は現地の代理店に委嘱している。一方現地企業に荷役を依頼しているが、三光危機の報を耳にしたこれら代理店や現地企業は、現金決済でなくてはその業務を行わず、又は債権回収のためには港に入った船を差押えるなどの挙に出ることとなる。すでに米、南アなどの港でその兆が出ているようであるが、三光汽船が支払えない場合は、その船の利害関係者(例えば商社など)が代って支払わねばならなくなる。

会社倒産となると最も直接に影響を受けるのは海員を含む三光汽船社員といえよう。全日本海員組合は8月13日緊急中央執行委員会を開き三光汽船に1,300人、系列の瑞東海運に800人いる組合員の生活を守るため三光問題対策本部の設置を決めた。海運会社の経営側と、その会社の船員と、全日本海員組合の立場はそれぞれ微妙に異っているので再建までには幾多の曲折が予想される。

ともあれ再建までの道は大変険しいといえる。

●新造船紹介

DPS搭載の半没水双胴型海中作業実験船 “かいよう”

三井造船株式会社
船舶・海洋プロジェクト事業本部

1. まえがき

本船は海洋科学技術センターにより実海域海中作業実験のための洋上実験基地として計画されたもので、昭和54年度より同センターに設置された「海中作業実験船検討委員会（委員長：元良誠三長崎総科大学長）」及びこれに付属する音響、DPS、オペレーション(56年度以降)の各専門部会並びに構造強度検討会により専門的な検討が行なわれ、波浪中の動揺が非常に小さいことや広い甲板を有するという利点を備えた半没水型双胴船が採択された。その後、昭和57年9月に当社と建造契約を締結、同58年9月に起工、同59年5月に出渠後“かいよう”と命名され、各種の艀装及び試運転を行い、本年5月31日をもって完工、船主に無事引渡しを完了した。

本船はSDC-DDCシステムやDPS等の特殊装置を搭載した半没水型双胴船で、長さ及び総トン数において世界最大、また遠洋（国際）航行区域という点で世界初である。本船の全景を写真1に示す。

なお、半没水型双胴船（SSC）は当社が昭和45年度より研究開発に着手した後、引き続き財団法人船舶用機器開発協会と共同で研究開発を進めてきた新しい形式の船舶で、基本的には水面下にある2本のローワーハル部と水面上の甲板部及びこれらを連結するストラット部によって構成されている。また、欧米ではSWATH（Small Waterplane Area Twin-Hull）とも呼ばれている。



写真1 “かいよう” 全景

2. 船体部

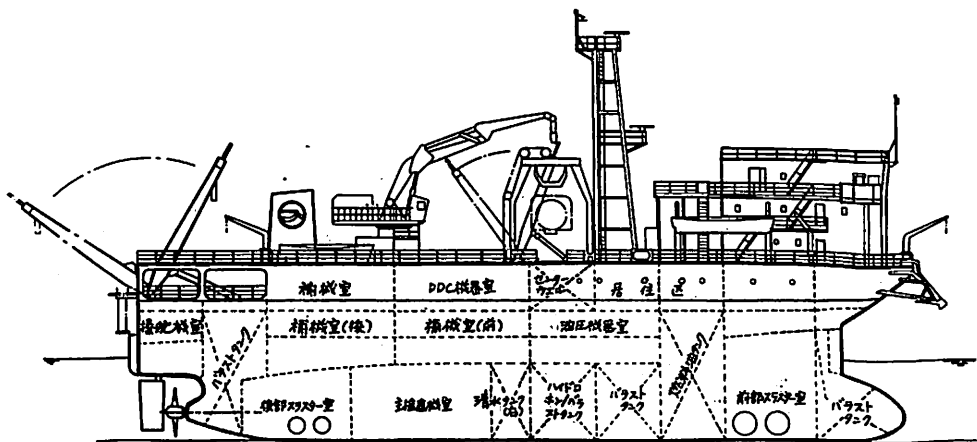
2・1 船体主要目

全長	61.55m
垂線間長	53.00m
幅(型)	28.00m
深さ(型)	10.60m
計画満載喫水	6.30m
船級	日本海事協会(NS*, SSC Research Ship, MNS*)
航行区域	遠洋区域(国際航海)
総トン数	2,849トン
航海速力	13.25ノット
航続距離	5,100浬
載荷重量	1,158.9T
B.W.T.	958.8㎡
F.W.T.	36.8㎡
F.O.T.	446.4㎡
乗員数	69名

2・2 一般配置

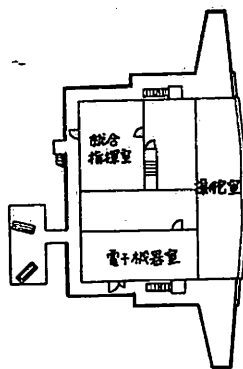
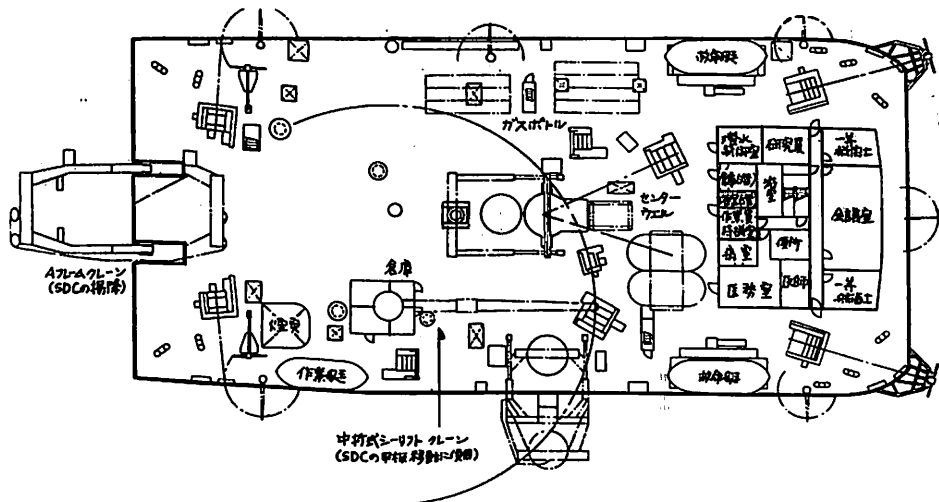
本船は図1の一般配置図に示すような半没水型双胴船で、排水量の大部分を受け持つローワーハル部の後半部に主推進器室、後部スラスタ室、同前半部に前部スラスタ室、燃料油タンク等が配置されている。上甲板にはDC室、同機器室、ガスプラント室、ガスボトル室、主発電機室、機関制御室、ラボラトリー及び部員居室が配置されている他にAフレームクレーンが船尾端に設置されている。作業甲板にはセンターウエル部と右舷中央部にSDC揚降用のAフレームクレーン及びウインチが配置されている他、4点係留及び一般係船兼用の係船機、SDC移動等に使用されるシーリフトクレーン及び各種ダビットが効率的に配置されている。

船首部上部構造は3層になっており、作業甲板部には会議室(写真2)、医務室が、船橋甲板部には士官級の居室(写真3)、無線室が、また航海船橋甲板部には操舵室(写真4)、DP制御室、電子機器室及び作業甲板上の作業や潜水装置の状態を見ながらこれらの指揮監督を行な



作業甲板

航海船橋甲板



上甲板

船橋甲板

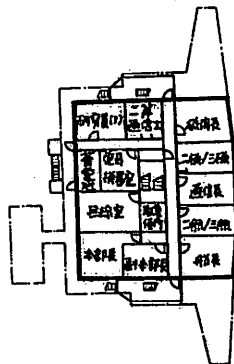
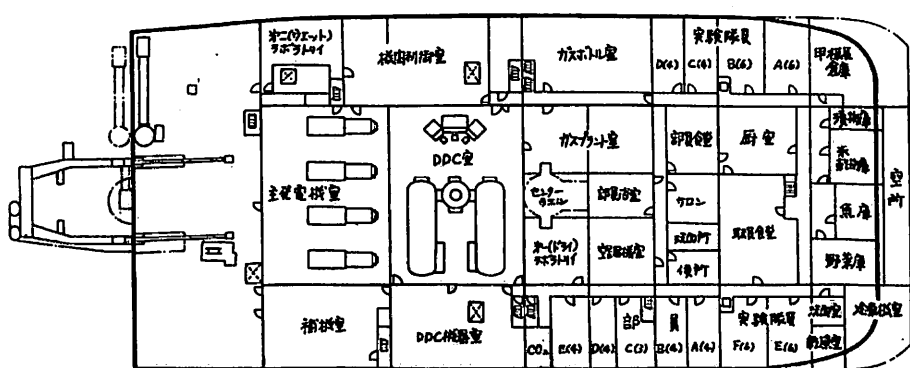


図1 DPS搭載の半没水双胴型海中作業実験船「かいよう」一般配置図



写真2 会議室

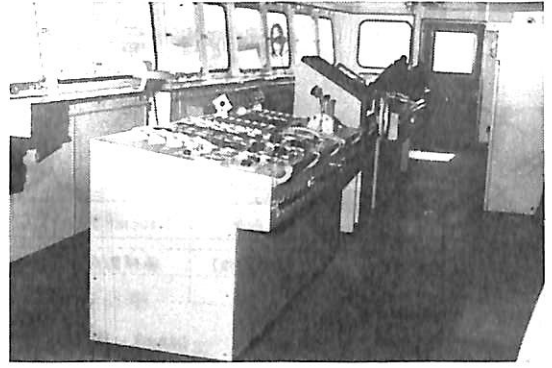


写真4 操舵室



写真3 居室

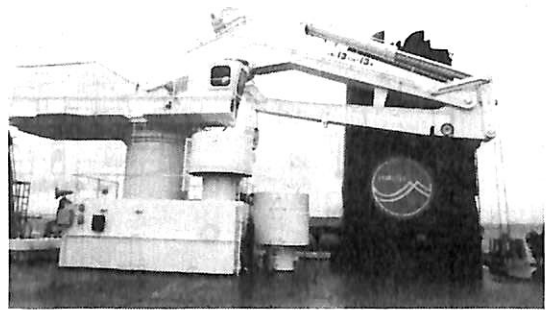


写真5 シーリフトクレーン

う総合指揮室が配置されている。

2・3 船殻構造

本船の船級はNK（日本海事協会）であり、同協会の規則に基づいて構造部材配置及び寸法が決定されているが、世界初の外洋型半没水双胴船型であることから波浪外力の算定については船級協会の承認を得た上で慎重に検討を加え、セミサブリグのような海洋構造物の強度評価法にならって各種条件下の波浪外力を予測し、直接強度計算により各部材強度を算定した。本船の強度評価には日本海事協会と当社によって協同開発された「浮遊式海洋構造物設計システム」を用いた。

舵は流線型断面の複板構造で平衡吊下式を採用している。また、ローアハル前後部内側には2対のフィンが設けられており、前部のフィンは可動式になっている。

2・4 船体機装

(1) 甲板機械

本船には4点係留及び一般投揚錨兼用の係船機（電動油圧式、開放型、15/4t×15/50m/min、4台）、SDCの甲板上移動等に用いるシーリフトクレーン（電動油圧中折式デッキクレーン、巻上荷重13t、作業半径13m以

内、写真5）及び各種ダビット類を備えている。

(2) 居住区

居住区は船体前半部を中心に会議室、食堂、各級居室、操舵室、無線室、総合指揮室、医務室、浴室、厨房、後半部上甲板にDDC室、ラボラトリー等の実験関係諸室が配置されている。

(3) 航海装置、救命装置等

本船は操舵装置（電動油圧式、ラムシリンダー型2台）、フィン駆動装置（前部のみ、電動油圧式、ラムシリンダー型2台）等の航海装置、救命艇（FRP製50人乗モータ艇及びオール艇各1隻）、救命筏（甲種膨張式20人乗2台）等の救命装置及び作業艇（FRP製20HP艇12人乗1隻）を備えている。また、JG、SOLASに従って炭酸ガス消火装置、海水消火装置等の消火装置を各室に適宜配している。

3. 機関部

本船の主推進器及びDPS用サイドスラストは共に電動機により駆動される。主推進装置は4機2軸方式で、減速装置を介して可変ピッチプロペラを駆動する（写真

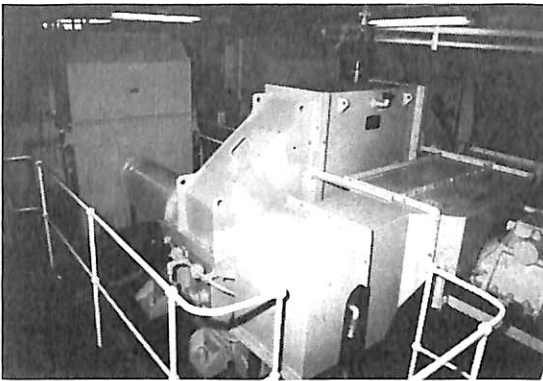


写真6 主推進器室

6)。推進器の回転数は一定で、船の前後進はプロペラ翼角を制御して行なう。航海中やDP操作中の推進及びサイドスラスト電動機には主発電機室に設置されたディーゼル発電機から電力が供給される。

主な機械の主要目を次に示す。

(1) 主発電機

型式 V型単動4サイクルディーゼル機関

(16PA4V-185VG)

出力 1,850PS×1,200rpm, 4台

(2) 主発電機

型式 交流ブラシレス, 防滴型

出力 1,562.5kVA×1,200rpm, 4台

(3) 補助発電機

型式 単動4サイクルディーゼル機関

(6KEL-DTN)

出力 360PS×1,800rpm, 1台

(4) 補助発電機

型式 交流ブラシレス, 防滴型

出力 262.5kVA×1,800rpm, 1台

(5) 主空気圧縮機

型式 電動型, 2段圧縮往復式

容量 30m³/h×30kg/cm²G, 2台

また、4翼可変ピッチ型、直径3,800mmの推進器を2台、アトラス型、8t/日の造水装置を2台備えている。なお、本船は主機関を上甲板上に置いて電気推進方式を用いることにより水中放射雑音の低減化を計っている他に、防振ゴムによる固体音の低減やグラスウール等の防音内張による2次固体音の抑制等を実施しており、各種試験によりその効果が確認されている。

4. 電気部

本船は主推進器及びサイドスラストを駆動するための

誘導電動機の他、一般航海装置としてオートパイロット装置、音響測深儀、レーダー(衝突予防装置付)、船舶電話及び各種無線装置を搭載している。動力装置の仕様を次に示す。

(1) 主推進器用電動機(航海時/DP時)

型式 横型, 全閉かご型, 三相誘導電動機

出力 860/230kW, 4台

回転数 1,200/600rpm(極数変換方式)

定格 連続

(2) スラスト用電動機(船首用/船尾用)

型式 縦型, 全閉かご型, 三相誘導電動機

出力 430/250kW, 各4台

回転数 1,200rpm

定格 連続

5. 特殊部

本船は潜水作業、海底精査、深海底探査等の海洋開発技術の研究開発を推進するために潜水装置、自動船位保持装置(DPS)、精密測位装置等の特殊装置を備えている。これらの概要を次に示す。

5・1 潜水装置

本船には実海域において300m飽和潜水実験を行うために、DDC(Deck Decompression Chamber:船上加減圧室)、SDC(Submersible Decompression Chamber:水中エレベータ)及び揚降装置、ガスシステム等を搭載している。

DDCは12名収容可能で2基の主室・副室及び1基の潜水準備室の3基からなっている。SDCは3人用単室型で通常は甲板中央のセンターウエルよりAフレームクレーン、ガイドライン装置、ガイドレール等により揚降されるが、非常時には舷側の装置が用いられる。潜水装置はこの他に環境制御装置、生命維持装置、給水給湯装置やこれらを制御する監視制御盤により構成されている。これらの仕様を次に示す。

(1) DDC

	主室・副室	潜水準備室
型式	円筒横型・複室	円筒型・単室
最高圧力	内圧30.8kg/cm ²	同 左
収容人員	6名/基×2基	3名×1基
寸法	2.1mφ×7.5mL	2.1mφ×2.4mH

(2) SDC

	球型SDC	円筒型SDC
型式	球型・単室	円筒型・単室
最高内圧	30.8kg/cm ²	30.8kg/cm ²
最高外圧	51.3kg/cm ²	30.8kg/cm ²

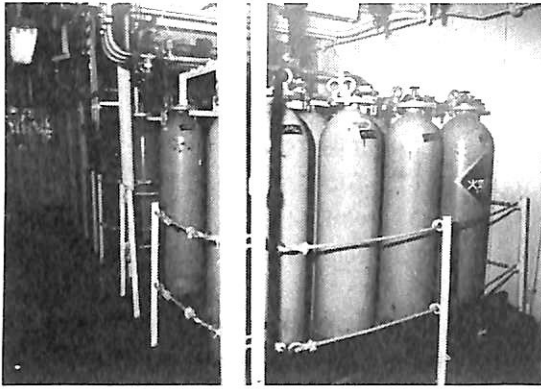


写真7 ガスボトル (船内)

ロックアウト

最大深度	300m	300m
最大潜水深度	500m	300m
収容人員	3名×1基	3名×1基
寸法	3mφ×2.6mH	3mφ×2.6mH

(3) SDC揚降装置

SDC揚降装置としてAフレームクレーン (門型油圧シリンダー式, 13t型), SDCウインチ (電動油圧式, 1ドラム, シフター付, 14.5 / 4.9t×9 / 29m /min: 最上層), 索, アンビリカルケーブルウインチ, アンビリカルホース巻込みシーブ, SDCテンショナー等がセンターウェル部及び舷側部に設けられている。SDCの揚降を補助する装置としてシンカー, ガイドライン等のガイドライン装置, SDC揚降ガイド, 同バスケット等のガイド装置が備えられている。

(4) ガス貯蔵装置

He, O₂等の潜水実験に必要なガス類はガスボトルに充填されて作業甲板上に83本が格納されている。また非常用として40本が船内 (写真7) に備えられている。ガスボトルは充填圧力150kg/cm², 内容積500ℓ, 外寸5,980

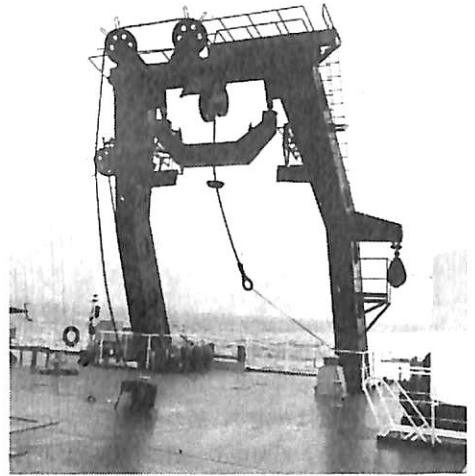


写真8 船尾Aフレームクレーン

mmL×355.6mmφのCr-Mo鋼製である。ガスの昇圧, 移送, 回収のためにHe/He-O₂昇圧機, 不純He圧縮機, 空気圧縮機, O₂昇圧機, 不純Heガス回収装置を各1台設置している。

(5) 船尾揚収装置

本船には船尾から重量物を揚降するために船尾Aフレームクレーン (門型油圧シリンダー式, 22t型 (写真8)), 船尾揚収ウインチ (電動油圧式, 1ドラム, 22t×30m/

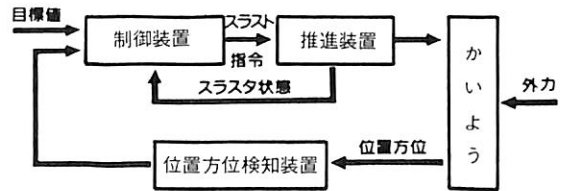


図2 DPS概念図

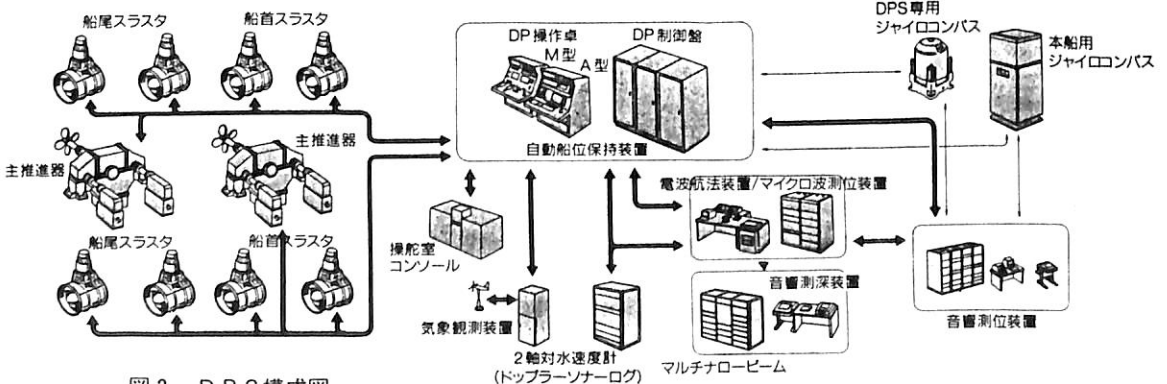


図3 DPS構成図

min) 及び揚収索を備えている。

5・2 自動船位保持装置 (DPS)

本船は当社製 (国産初) の自動船位保持装置 (Dynamic Positioning System; DPS) を搭載している。DPSは図2に示すように船の位置及び方位信号を入力値として、主推進器やサイドスラストの必要推力を外力条件に応じて計算機によって制御し、自船の位置、方位を所定の範囲内に保持する装置である。本船におけるDPS構成内容を図3に示す。

本船は水深6000mまでにおいて水深の5%以内の半径にて船位を保持できるよう設計されており、制御は自動モードの他、3軸ジョイスティック操作による手動及び半自動モードが可能である。制御装置は操作卓と制御盤により構成されており、制御盤の演算装置には当社製のマイクロコンピュータ (MAP 16P) が用いられている。また、DPSにおける信号伝送は光ファイバーによる光通信方式を採用している。装置の概要を次に示す。

(1) 主推進器 (前出)

(2) サイドスラスト (船首用/船尾用)

型式 CPP付トンネル型スラスト

公称推力 6.8t/4.0t/各1台

台数 各舷2台/2台、計8台

(3) 位置検出装置

DPSに必要な信号は後出の精密測位装置から得られるマイクロ波測位信号、音響測位信号、ロランC測位信号等を用いる。

(4) 船位保持装置

DP操作卓及びDP制御盤により構成されている。

5・3 精密測位装置

本船は各種実験において船位を正確に測定するため、次の複数の測位システムを搭載している。

(1) 電波航法装置

衛星航法システム (NNSS)、ロランC、デッカを結合したハイブリッド航法装置になっており、通常の航海モードの他、ルートトラッキングモード及びDPSモードの3つの動作モードを備えている。

(2) マイクロ波測位装置

潜水支援作業におけるDPS用の位置センサとして使用する。

(3) 音響測位装置

海底に設置した音響ビーコンを用いてSSBL (Super Short Base Line) 方式、LBL (Long Base Line) 方式等により船位を測定する。ビーコンの出力により500m以内 (低出力) 及び6000m以内 (高出力) の測定が可能である。

(4) マルチナロービーム音響測深装置

ローハル底部の平坦部に設置された送、受波器レイにより16本の音響ビームを形成し、水深の約70%幅の帯状測深が可能で、海底の等高線図をリアルタイムで作成することができる。

(5) 2軸対水速度計

ローハル底部に設けたドップラーソナー式2成分流速センサーを使って、前後及び横方向の対水速度を測定することができる。

6. 海上試運転成績

昭和59年10月に館山沖にて速力試験を行なった結果は、主推進電動機の定格出力 (100%) において14.1ノット、常用出力 (90%) において13.7ノットであり、常用出力に10%のシーマージンを見込んだ航海速力は13.25ノットであった。また、同時に行われた旋回試験では、常用出力時、舵角35°の状態において旋回圏約260mであった。この旋回圏は本船長さ (Lpp) の約5倍であり良好な旋回性能を示していると言える。

本船の大きな特徴の一つは波浪中における動揺が非常に小さいことであり、これを確認するために昭和60年2月に相模湾において波浪中動揺計測試験を行なった。この時の海象条件はS.S. 4~5 (有義波高2~3m, 風速15~18m/s) であり、各波方向毎に計測された動揺角度 (片振幅有義値) の内で最大のものは、13ノット航走時に縦揺角、横揺角ともに約1.7°、停船時に縦揺角約1.2°、横揺角約2.1°であった。また、同時に計測された上下加速度においても船首、中央、船尾各位置ともに0.1g以下であり。このような値は一般の単胴船に比べて非常に小さく、本船が極めて動揺の小さい船であることがわかる。

7. あとがき

以上により海中作業実験船「かいよう」の概要を紹介したが、この世界初のDPSを搭載した外洋型の半没水型双胴船の誕生に際しては、本文でも述べたように海洋科学技術センターはもとより、多くの関係者の方々のご尽力による所が大きく、その中において当社が協力する機会を与えられたことは名誉なことであり、この紙面を借りて関係各位に謝意を表するとともに、今後、本船がその任務を全うすることにより我国の海洋開発技術が大いに発展することを期待する次第である。

(文責 馬淵 正, 小沢宏臣)

●船の科学ファイル●

船の科学1年分が資料と共に収められて700円 (定共)

IMO タイプ II & III

499T型内航ケミカルタンカー“えんじゅ丸”

船舶整備公団 工務部

1. まえがき

本船は、船舶整備公団の共同建造事業者のうちで、特に、内航ケミカル輸送の最も有力な事業者である株式会社上野運輸商会と当公団との共有船で、大分県臼杵市の下ノ江造船株式会社において、昨年11月に建造された沿海区域を航行するIMOタイプII及びIIIの危険ケミカルばら積輸送適合証書を取得（NK，NS*(CS)(TOB & C II & C III) MNS*)したステンレス船である。

2. 建造経緯

昭和59年7月1日以降に起工する内航化学薬品タンカーは、BCHコード（化学薬品タンカーのばら積運送のための船舶の構造及び設備に関する規則）の新船規則（第I章1.7.2）の適用を受けることになる。したがって、同規則第七章の適用を受ける品目を運送するには、品目毎に内航化学薬品タンカーに適用される要件を満足する必要がある。

本船は、積載予定貨物にBCHコードのタイプII及びタイプIIIの船型で運ばなければならない品目が含まれるため、タイプIIの船型では著しく積荷が減少し経済性が損なわれることから内航ケミカル船としては、極めて数少ないIMO BCHコードタイプII及びIIIの船型とし、時代の要請及び荷主のニーズに充分適応できるよう船腹の拡充を図ったものである。

積載予定貨物品名

酢酸，無水酢酸，リン酸（以下酢酸という），塩化メチレン，アジボニトリル，エチレングリコールモノ，ブチルエーテル，クロロホルム，アニリン，フェノール，キシレノール類，エピクロロヒドリン，モノクロベンゼン，1.1.1-トリクロロエタン，0-ジクロロベンゼン，四塩化炭素，クレゾール，フルフリルアルコール，トリクロロエチレン，パークロロエチレン

3. 主要目

主要寸法	
全長	62.80 m
登録長	58.44 m
垂線間長	58.20 m
型幅	10.00 m
型深	4.90 m
満載喫水	4.21 m
総トン数	498 T
載貨重量トン数	1,250.02 t
満載排水量	1,833 t
タンク容積	
貨物油槽容積	1,299.77 m ³
バラスタタンク	
船首槽	237.30 m ³
二重底	290.04 m ³
燃料油タンク	
A重油	19.94 m ³
B重油	47.10 m ³
清水タンク	51.80 m ³
スロップタンク	2 × 10.15 m ³
速力・航続距離	
試運転最大速力（満載）	11.68 kn
航海速力（計画）	10.50 kn
航続距離	3,000 海里
乗組定員	7名
機関部主要目	
主機関	阪神内燃機工業(株)



◀ケミカルタンカー“えんじゅ丸”

6 L U N 28 A G-D 型

連続最大出力	1,200 P S × 340 rpm
常用出力	900 P S × 309 rpm
補助ボイラ	自然循環水管式堅型 1 基
蒸発量	1,200 kg/h
蒸気圧力 (常用最大)	7 kg/cm ²
排ガスエコマイザー	強制循環多管式 1 基
蒸発量 (最大)	197 kg/h
蒸気圧力 (常用最大)	7 kg/cm ²
発電装置	
主発電機 ディーゼル駆動	120 k V A 2 基
停泊用 ディーゼル駆動	20 k V A 1 基

甲板機械

揚錨機	電動油圧式	4/2 t × 12/24 h	2 基
係船機	電動油圧式	3/1.5 t × 15/3 h	1 基
艀取機	電動油圧式	4 t-m	1 基

荷役装置

貨物ポンプ (主機駆動)			
スクリュウ式	150 m ³ /h × 100 m	2 基	
スクリュウ式	200 m ³ /h × 100 m	1 基	
残油ポンプ	5.4 m ³ /h	3 基	
タンククリーニングポンプ	50 m ³ /h × 55 m	1 基	
タンククリーニング装置	(可搬式)	4 基	

通風装置

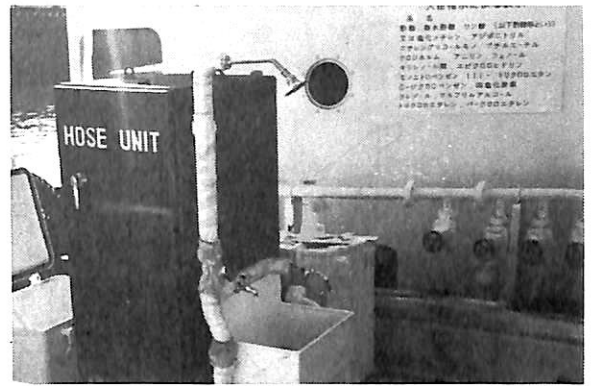
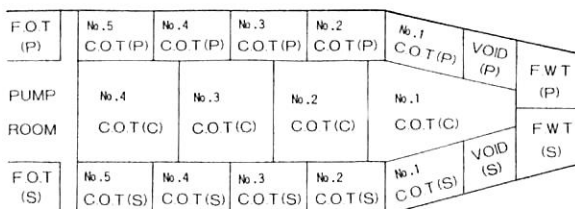
機関室	180 m ³ /min × 25mm A q	2 基
ポンプ室	100 m ³ /h × 40mm A q	2 基

4. 一般

本船は、船首楼船尾楼付一層甲板型である。機関室及び甲板室を船体後部に設け、居住区その他の各室を配置している。

船体は、隔壁にて8ヶ所に区画され、ポンプ室及び貨物艀の全部を二重底にし、貨物艀側部を二重船側構造とし、タイプIIの貨物は4つに区画されたセンタータンクに積載し、またタイプIIIの貨物は前述のセンタータンク及び両舷10区画のサイドタンクに積載することができるよう設計している。

タンクプラン



シャワー、洗面台を設置、右上に品名が表示されている

本船が使用している特殊材の主なるものは、上甲板上中央に設けたC. W. T (クリーニングウォータータンク) にステンレス鋼 304 を、センタータンクにはステンレス鋼 316 及びステンレスクラッド鋼 316 を用いている。またポンプ室の床土1メートル間にはステンレス鋼 316 を使用している。これらのほかに両舷のサイドタンクの内面には、鋼板の表面にガルバネ 7000 を特殊コーティングしている。

5. 荷役装置

本船の荷役は、一般タンカーと同様に積荷の際に陸上施設のポンプによって行い、揚荷時は本船機関室の前部に配置しているポンプ室内の貨物油ポンプによって行う。

貨物油ポンプの運転に必要な貨物油ポンプ監視盤は、甲板上に設け、これにポンプクラッチ操作盤及び各ポンプ圧力計を配置している。

6. 貨物油ポンプ

タイプIIIの貨物は、サイドタンク用の貨物油ポンプを、またタイプIIの貨物はセンタータンク用の貨物油ポンプを使用する。これらのポンプは、いずれもスクリュウ型のもので採用している。

7. ポンプルーム

ポンプルームは、甲板下機関室の前部に配置しポンプルームの排気装置として防爆型シロッコ型通風機1台を設け、ポンプ室内の換気回数は45回/時以上が確保できるよう設計している。

8. 貨物油タンク通風装置

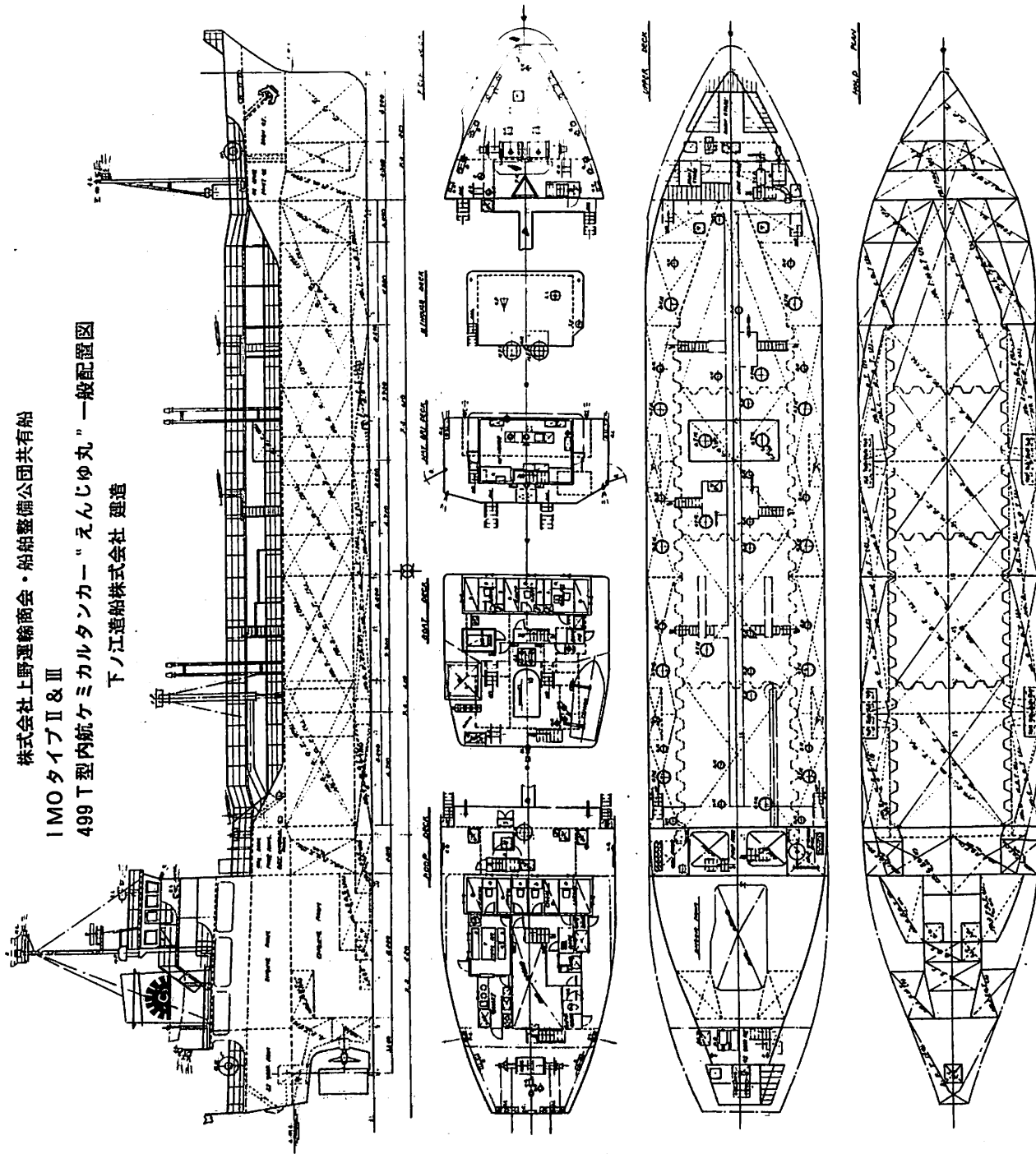
各貨物艀のベント管は、それぞれ独立配管とし、これらの管頭には、高速排出型の圧力弁及び真空弁を設けて

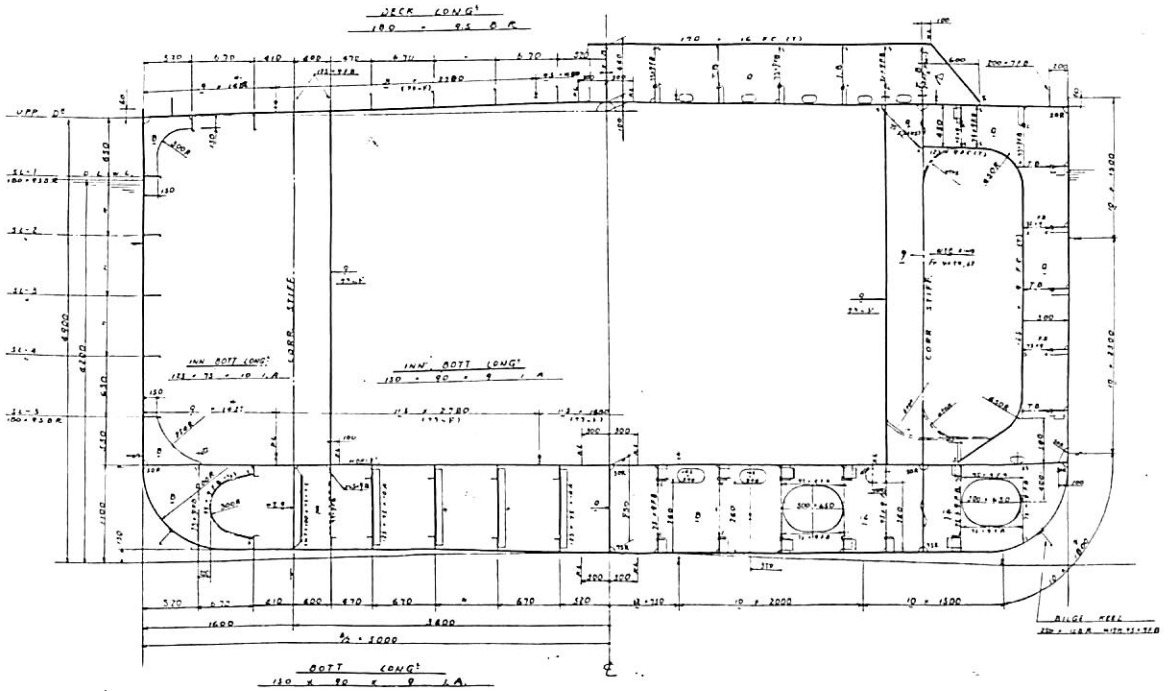
株式会社上野運輸商会・船舶整備公団共有船

IMO タイプ II & III

499 T 型内航ケミカルタンカー“えんじゆ丸”一般配置図

下ノ江造船株式会社 建造





ケミカルタンカー“えんじゅ丸”中央横断面図

いる。またペーパーガスを陸上に環流させることがあるので、各ベント管には陸上側と接続するに必要なスプルーピースを設けている。

通風管の高さについては、大臣指示を受けた品目の全てを運送することを想定しているので、写真に示すような非常に高いものになっている。

9. 機関室等

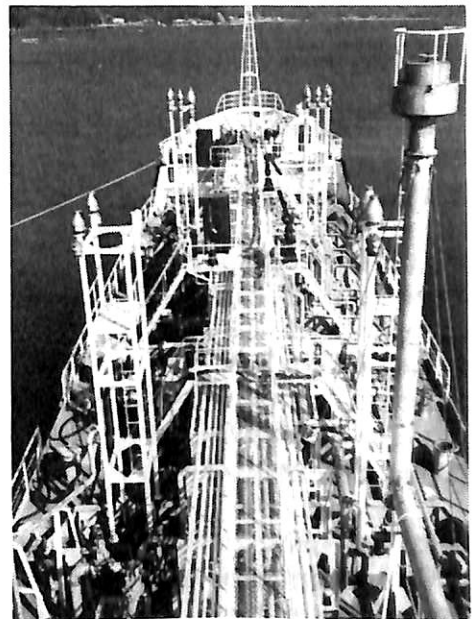
本船の主機関としては、阪神内燃機工業㈱の立型4サイクル単動トランクピストン型低速ディーゼル機関1基を装備し、プロペラには4翼一体型を採用している。また、本船は、省エネルギーの目的からディレートした機関を用いプロペラ径も多少大きなものを装備している。

10. 海上運転成績

速力試験成績

主機負荷	平均速力 (kn)	プロペラ (rpm)	主機推定出力 (BHP)
1/4	9.783	270	540
3/4	10.761	309	815
85/100	11.082	322	920
4/4	11.682	340	1,080

11. あとがき



船橋より上甲板をみる。高い通風管や消火用ガンや中央のフライングパッセージがみえる。

本船は、公団が定める近代化基準の設備等の要件を満足するとともに、さらに時代の要請及び荷主等のニーズに充分応える各種設備を整えた船舶で、内航船の近代化に大きな役割をはたすことが期待できる。

有害液体物質を運送する自航船に対する安全規則

— USCG 46 CFR 153 —

<その4>

編 集 部

前月号につづき、USCGのケミカルタンカー規則の訳をお届けする。現在使用している原文は、1984年10月1日付のCFRに5月号で紹介したCOCシステムへの移行にともない改正された規則を加味したものである。

詳細な目次は紙面の都合で割合するが、全体目次については4月号の記事を参照願いたい。

§ 153.234 前後部の配置

(a) 貨物格納装置及び貨物格納装置が配置されるいかなる区画も、タンク船の居住区より船首側になければならない。

(b) § 153.235 に規定する場合を除き、各貨物格納装置は、船首垂線より少なくとも0.05 L 後方になければならない。いかなる場合でも船首隔壁の前方に配置してはならない。

§ 153.235 貨物管装置の配置に関する制限に対する例外措置

貨物管装置は、次に掲げる場合を除き、§ 153.230(b)、153.231(b)及び153.234(b)により格納装置の配置が禁止された区域に配置してはならない。

(a) この章の§ 172.135 に規定する損傷の結果生じるいかなるヒールまたはトリム状態下でも、ドレンが貨物タンクに流下する場合；かつ、

(b) この章の§ 172.135 に規定する損傷の結果生じるいかなるヒールまたはトリム状態下でも、満載のタンク液位より上の箇所貨物タンクに流下する場合。

§ 153.236 禁止材料

表 I で、この節の次の項の一つを引用している場合、その項に掲げる材料は、貨物液または蒸気と接する部分に使用してはならない：

- (a) アルミニウムまたはアルミニウム合金
- (b) 銅または銅合金
- (c) 亜鉛、亜鉛メッキ鋼または重量で10%以上亜鉛を含有する合金
- (d) マグネシウム

- (e) 鉛
- (f) 銀または銀合金
- (g) 水銀

§ 153.238 要求される材料

表 I で、この節の次の項の一つを引用している場合、その項に掲げる材料のみを貨物液または蒸気と接する部分に使用することができる：

- (a) アルミニウム、ステンレス鋼または保護ライニングまたはコーティング
- (b) 貨物濃度が98%以上の場合、アルミニウムまたはステンレス鋼
- (c) 貨物濃度が98%未満の場合、304 L または 316 のステンレス鋼

§ 153.239 鋳鉄の使用

- (a) 貨物格納装置に使用される鋳鉄は、この章の§ 56.60 - 10(b)の要件に適合しなければならない。
- (b) この節の目的のため、§ 56.60 - 10(b)の“致死物質”とは、表 I で§ 153.525または§ 153.527 を引用している貨物をいう。

§ 153.240 防熱

この編の要件により必要とされる貨物格納装置の防熱は、この章の§ 38.05 - 20の要件に適合しなければならない。しかし、防熱が次の要件に適合する場合は§ 38.05 - 20(b)で要求される蒸気防壁は不要である：

- (a) 曝露しないよう保護されていて、また、46℃ (約115°F) を超える温度に維持される格納システムに取付けられている場合；または
- (b) 防熱が接触するいかなる表面の温度より低い露点の環境に置かれている場合。

貨物タンク

§ 153.250 貨物タンクとしての二重底及び深水タンク司令部 (G-MTH) が他の配置を特に承認する場合を除き、貨物タンクとしての二重底または深水タンク、一

体型タンクまたは独立貨物タンクを配置するホールドは曝露甲板まで達するものでなければならない。

§ 153.251 独立貨物タンク

すべての独立貨物タンクは、この章の§ 38.05-10(a)(1), (b), (d)及び(e)(1)に適合しなければならない。

§ 153.252 独立貨物タンクに対する特別要件

表 I でこの節を引用している場合、貨物タンクはこの章の§ 38.05-2(d)及び38.05-4(g)に適合する独立タンクでなければならない。(§ 153.256(b)も参照のこと)

§ 153.254 貨物タンクへの交通

(a) 貨物タンクは、§ 153.354 に規定する蒸気区域への少なくとも1個の覆い付マンホール開口を設けなければならない。

(b) 貨物タンクの垂直面を通して入る場合は、少なくとも60cm×80cm (約23.6×31.5インチ)の開口でなければならない。また、踏み板または両側の通路の底面上60cm以上にあってはならない。

(c) 貨物タンクの水平面を通して入る場合は、少なくとも60cm×60cm (約23.6×23.6インチ)の開口でなければならない。

(d) 交通用トランクは、直径76cm (約29.9インチ)未満であってはならない。

§ 153.256 貨物タンクのトランク、ドーム及び開口

(a) 貨物タンクのハッチは次の要件に適合しなければならない。

- (1) タンクの最高部に設けること；及び
- (2) 曝露甲板またはその上方に開口すること

(b) 独立貨物タンクを要求する貨物の積載のために裏書きを受ける場合には、タンクは次の要件に適合しなければならない。

- (1) 曝露甲板の上方に達する、タンクの最頂部に設けたトランクまたはドームを備えること；
- (2) トランクまたはドームの頂部に設けたハッチを備えること；及び
- (3) 曝露甲板下に開口を設けないこと。

§ 153.266 タンクのライニング

タンクのライニングは次の要件に適合しなければならない。

- (a) 少なくともタンク材料と同じ弾性を有すること；及び

(b) ライニングの製造者によって推奨されたようにタンクに施工または貼付けられること。

管装置及び貨物取扱い装置

§ 153.280 管装置の設計

(a) 各貨物管装置は、56編の基準及びこの章の§ 38.10-1(b), 38.10-1(e)及び38.10-10(a)に適合しなければならない。

(b) 貨物または貨物残留物を通す管は、貨物ポンプ室以外の機関区域に導いてはならない。

§ 153.281 独立タンクの管装置

独立貨物タンクに使用する管はタンクの貫通箇所のみ、または、曝露甲板の上方に達するドームのみを貫通しなければならない。

§ 153.282 貨物積込み管

貨物タンクの積込み管の開口は、貨物タンクまたはサンプの底面から、10cm (約4インチ)または積込み管の半径のいずれか大きい方より高い位置に配置してはならない。

§ 153.283 貨物管装置の弁

(a) この節に述べる場合を除き、貨物管系には次の箇所に甲板上から操作できる手動の止弁を設けなければならない；

- (1) 管系が使用される各タンク内
- (2) 各貨物ホース接続部

(b) この節の(a)(1)項で要求される弁は、貨物管系が使用される貨物タンクがポンプ室に隣接している場合、ポンプ室側のポンプ室隔壁に設けてよい。

(c) この節の(a)(1)項で要求される弁は、次の場合、曝露甲板上に設けてよい；

- (1) 曝露甲板がタンク頂板であり；
- (2) 管が曝露甲板を貫通してタンクに導かれており；かつ、
- (3) 管の曝露甲板貫通部に弁が設けられている場合。

(d) この節の(a)(1)項で要求される弁は、次の場合、タンク外に設けてよい；

- (1) タンクが独立タンクであり；かつ
- (2) 管のタンク貫通部に弁が設けられる場合

(e) タンク内に設ける貨物ポンプの吐出管には、この節の(a)(1)項で要求される弁を設ける必要はない。

(f) この節で要求される弁に貨物の重力液高圧力が加わる場合、その弁はこの章の§ 56.50-60(d)に適合する

積極的閉鎖弁でなければならない。

§ 153.281 要求される急速遮断弁の特性

§ 153.281(a)で要求される遠隔作動の急速遮断弁は次の要件を満たさなければならない：

- (a) 積極的閉鎖弁であること；
- (b) 作動力が喪失した場合に閉鎖するフェールセーフ型であること；
- (c) 弁側で手動閉鎖できること；
- (d) 作動時から30秒以内に閉鎖すること；及び
- (e) 104℃（約220°F）未満で融解し弁を閉鎖する溶融栓が備わっていること。

§ 153.285 貨物ポンプマニホールドの弁

(a) 異なる貨物タンクに使用される貨物管がポンプ室に導かれ、同じポンプに接続される場合、次の要件に適合しなければならない。

- (1) 各貨物管はその管に止弁を設けなければならない；
 - (2) 弁は、他の貨物管との接合部またはポンプより前に設けなければならない；及び
 - (3) 弁はポンプ室内に設けなければならない。
- (b) この節の(a)項の弁は、§ 153.283(b)で要求される弁に追加して要求される。

§ 153.292 管装置の分離

貨物管装置は、分離した装置とするために必要な操作が貨物取扱い区域または曝露甲板上で行えるように配置しなければならない。

§ 153.294 管装置の識別

(a) 各貨物管装置には、管装置の貨物ホース接続部、弁及び盲に使用される貨物タンク番号を標示しなければならない。この標示は少なくとも5cm（約2インチ）の文字で行なわなければならない。

(b) 貨物管装置の全てのホース接続部には、この章の§ 38.10-10(a)で要求される貨物管装置の使用圧力を標示しなければならない。

§ 153.296 危急遮断装置

(a) 各タンク船は少なくとも2箇所の危急遮断場所を備えなければならない。

(b) 1箇所の危急遮断場所は甲板室の前方で、貨物タンクが配置されている曝露甲板の後部に配置しなければならない。

(c) もう1箇所の危急遮断場所は、貨物管装置又はホ

ースの損傷により噴出または漏洩を起した場合でも、2箇所のうち1箇所は曝露甲板上のいかなる場所からでも近づけるように配置しなければならない。

(d) 各危急遮断場所は、この編で要求されるすべての急速遮断弁を作動するただ1個の遠隔作動装置を備えなければならない。

(e) 各危急遮断場所は、当該タンク船のすべての貨物ポンプを停止するために必要な制御装置を備えなければならない。

(f) 急速遮断弁、貨物ポンプまたは水噴霧装置に使用しないいかなる遠隔危急作動装置も、他の遠隔危急作動装置の操作を阻害しない型式のものでなければならない。危急作動は、1またはいくつかの作動装置が操作されたときに起きなければならない。

(g) 各危急遮断場所には、貨物格納装置が配置されている甲板上的作業場所から見えるように§ 153.955(c)、(d)及び(e)に述べるように“EMERGENCY SHUT DOWN STATION”と標示しなければならない。

§ 153.297 貨物制御場所における危急作動装置

(a) 貨物の移送制御場所は、§ 153.296により危急遮断場所に備えなければならない作動装置と同じもの及びこの編で要求されるいかなる甲板水噴霧装置に使用する作動装置を備えなければならない。

(b) 貨物の移送制御場所は、§ 153.296の要件に適合する場合、その節により要求される危急遮断場所の1つとしてよい。

貨物取扱い区域の通気

§ 153.310 通気装置の型式

貨物取扱い区域は、恒久的な排気型強制通風装置を備えなければならない。

§ 153.312 通気装置の基準

貨物取扱い区域は次に掲げる要件に適合しなければならない。

(a) 通気装置の排気ダクトの排気口は、居住または業務区域の開口または吸気口から少なくとも10m（約32.8フィート）以上離さなければならない。

(b) 通気装置は通気による排気蒸気を循環しないものでなければならない。

(c) 当該通気ダクトが使用される区画を除き、通気ダクトは機関区域、居住区域または作業区域を貫通させてはならない。

(d) 通気装置はこの装置により通気される区画の外側

から操作できなければならない。

(e) 通気装置は通気される区画を1時間に少なくとも30回換気できる寸法でなければならない。

(f) 通気装置は通気される区画のいかなる部分にも空気の滞留を生じないようにしなければならない。

(g) 通気装置は通気される区画の甲板上及び下から排気できなければならない。

§ 153.314 通常人の入らない区画の通気

(a) 各タンク船はこの節の(b)(1)の項で要求される取付台に合う持ち運び式通気装置を備えなければならない。

(b) § 153.312 に適合する恒久的な通気装置を備えていない貨物区域内の閉鎖区画は次のものを備えなければならない。

(1) この節により要求される持ち運び式通気装置の取付台；及び

(2) 取付台に接続し、区画の隅々まで空気を供給する恒久的な通気ダクト、あるいは、

(3) 通気される区画に十分なダクトに取り付けるための臨時ダクト用取付装置及び区画の隅々に空気を供給するための船上に格納された臨時のダクト。

§ 153.316 貨物ポンプ室に対する特別換気回数

表 I でこの節を引用している場合、貨物ポンプ室の通気装置は貨物ポンプ室の空気を1時間に45回換気し、また、甲板上4 m以上の高さで排出しなければならない。

貨物ポンプ室

§ 153.330 交通

(a) 貨物ポンプ室の出入口扉は曝露甲板上に開口しなければならない。

(b) 貨物ポンプ室の交通路及び弁類は § 153.214(b)(1) で要求される呼吸具を装備した者が通れるように配置しなければならない。

(c) 貨物ポンプ室内の階段は管、肋骨または他の装置により阻害されてはならない。

(d) 貨物ポンプ室の階段及び踊り場は防護手すりを備えなければならない。

(e) 貨物ポンプ室の階段は水平から 60° 以内の傾斜でなければならない。

§ 153.332 吊り下げ装置

(a) 曝露甲板下の貨物ポンプ室は、意識不明の者を救出するため、曝露甲板から操作できる 2500 ニュートン (約 562 ポンド) の吊り上げ能力を有する恒久的な吊り

上げ装置を備えなければならない。

(b) 貨物ポンプ室は吊り上げ通路に 60cm × 60cm の断面を有するすき間を備えなければならない。

§ 153.333 貨物ポンプ吐出圧力計

各ポンプ室内の貨物ポンプはポンプ室の外に吐出圧力設備を備えなければならない。

§ 153.334 ビルジポンプ装置

(a) 貨物ポンプ室はビルジポンプ装置を備えなければならない。

(b) ビルジポンプ装置は次のものを備えなければならない。

(1) 貨物ポンプ室の外に完全な遮隔操作制御装置；及び

(2) ビルジ液位が 50cm (約 19.7 インチ) を超えた時に作動する警報装置。

§ 153.336 貨物ポンプまたはポンプ室に対する特別要件

(a) 表 I でこの節が引用される場合次の要件に適合しなければならない；

(1) 貨物ポンプはタンク内に設ける貨物ポンプであること；

(2) 貨物ポンプ室は曝露甲板または上方に設けること；または、

(3) 貨物ポンプ室は司令部 (G-MTH) の特別承認を受けること。

(b) (a)(2) または (a)(3) 項に述べる貨物ポンプ室は次の要件に適合しなければならない；

(1) ポンプ室内で呼吸具に使用する低圧呼吸用空気供給装置を備えること；または、

(2) 司令部 (G-MTH) が指示するすべての要件に適合すること。

(c) (b)(1) 項で述べる低圧空気供給装置は次の要件に適合しなければならない；

(1) 固定の空気ポンベからポンプ室まで導かれていること；

(2) 固定の空気ポンベを再充電するための空気圧縮機を備えること；

(3) ポンプ室内に § 153.214(b)(1) で要求される呼吸具に使用するのに適したホース接続具を備えること；及び

(4) § 153.214(b)(1) で要求される呼吸具用のカートリッジを使用せずに 2 人がポンプ室内で各々少なくとも 1 時間作業できる空気容量を備えること。 (つづく)

漁船の省エネルギー対策について—帆走の効果

—帆走設備を中心として—

株式会社 三保造船所 設計部

1. まえがき

最近の漁船は種々の省エネ対策が実施され従来船と比較して燃費が30～40%減少している。その主なものは次のとおりである。

(1) 抵抗の軽減・推進性能の向上

船型の改良, 高性能防汚塗料, 大直径プロペラの採用。

(2) 動力源の高性能化

省エネ型主機関及び直噴型発電機関の搭載, 清水冷却方式の採用。

(3) 船内エネルギーの合理的利用

発電機及び冷凍機の主機駆動, 温水カロリーファイヤー及び空調用暖房の熱源として主機・発電機関の廃熱利用, コイルシフター・省エネ型水銀灯・進相コンデンサー等省エネ機器の採用。

(4) 冷凍装置の性能向上

防熱仕様の改良, アルミ管棚及びコイルの採用, 可変速凍結ファンの採用, 冷凍機の回転制御・自動発停, 電子膨張弁の採用。

(5) その他

低質重油の採用, 補助帆走装置の採用等。また, 日常の運用, 取扱いも省エネの重要な要素であり, 乗組員のキメ細かい省エネ運転の意欲の積みかさねが必要となる。当社では船の引渡し前に船主をはじめ全乗組員に省エネを中心とした運用, 取扱いの説明会を行なっている。

最近, 特に補助帆走装置が見直されまぐろ延縄漁船, かつを竿釣漁船, また, 漁業調査船等にも装備する例が多くなってきた。当社に於いても最近のまぐろ延縄漁船では409トン型第58龍宝丸・379トン型第37長久丸・439トン型第58高宮丸・379トン型第52住吉丸に装備し, 漁業調査船である99トン型江の島丸にも装備している。

今回は江の島丸・第58号高宮丸について帆走装置の概要を紹介することとする。

2. 江の島丸について

2・1 本船の主要目

船種・資格

漁業指導船・第三種漁船

全長	32.30 m
垂線間長	26.95 m
幅(型)	6.15 m
深さ(型)	2.55 m
計画満載喫水(型)	2.30 m
総トン数	99トン
帆の面積	
ジブセール	17.5 m ²
メインセール	30.0 m ²
スパンカー	25.0 m ²

帆の材質等

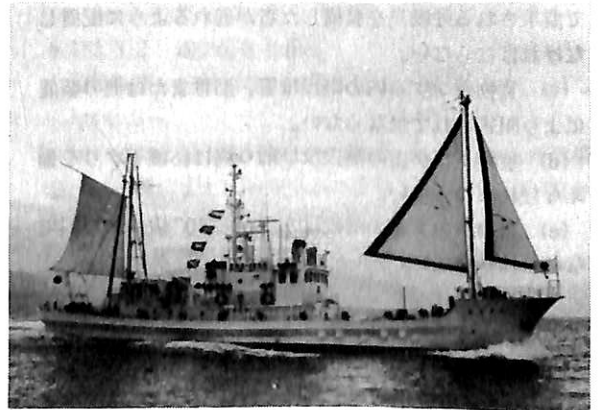
軟帆(テトロン製)方式とした。尚, 重心低下を目的に船首マスト・レーダーマスト・船尾マスト・甲板室をアルミ製としている。

帆の操作

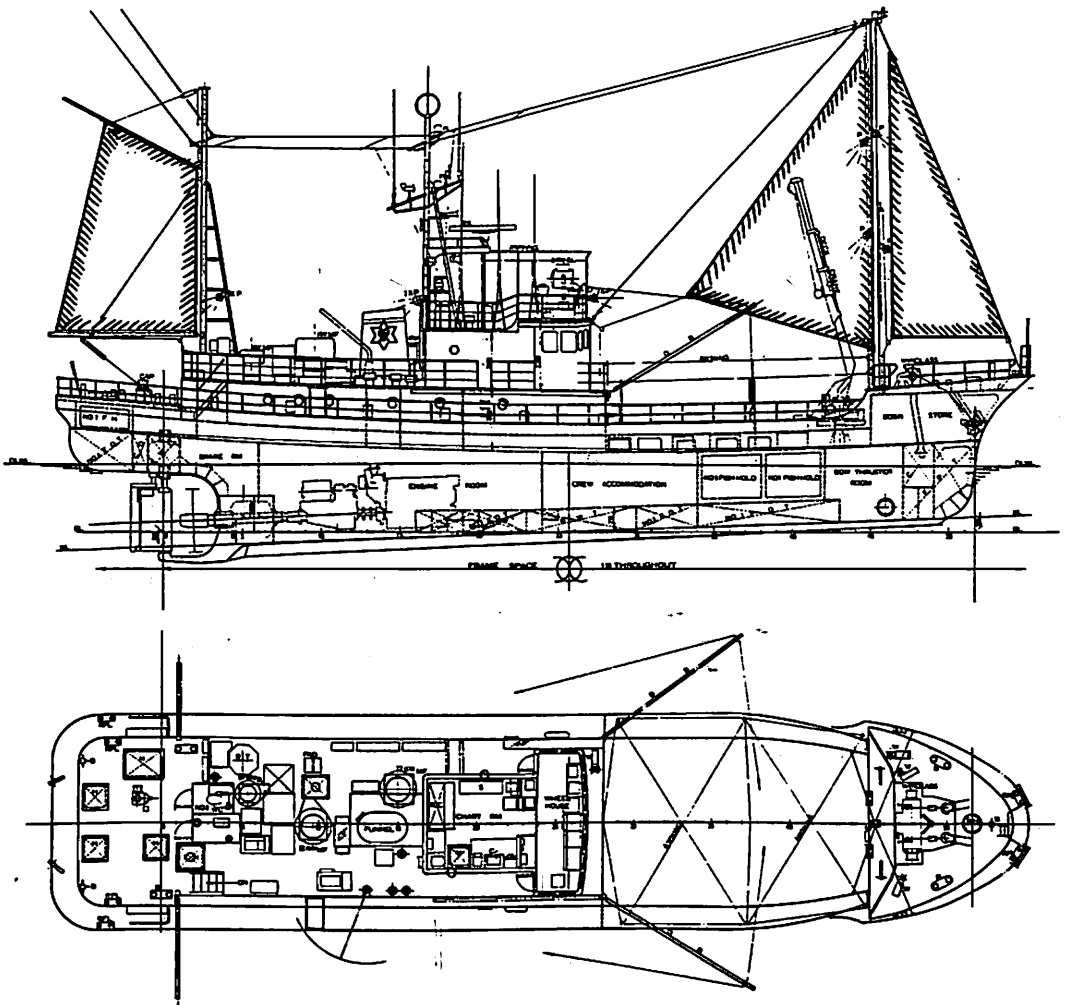
ジブ及びメインセールは機側においてもブリッジにおいても展張・操帆・格納できるようにしている。ブリッジにおける操作は押釦式であり, 展張・格納に要する時間は20～30秒である。

尚, スパンカーセールは, 漁撈または海洋調査時に船首を風上に向ける目的で装備したため, 帆の遠隔操作装置は設けていない。

展張ウインチ 0.35t × 13.5 m/min × 2台
(0.75kW電動)



帆走漁業指導船“江の島丸”の外観



帆走漁業指導船「江の島丸」一般配置図

格納ウインチ 0.1t×26.5 m / min × 2台
(0.2kW電動)

一般配置図 上図(一般配置図)による。

2・2 帆の効果

本船は昭和60年2月21日、静岡県駿河湾内で効力試験を行なった。

(1) 本船状態

船首喫水 : 1.22 m	船尾喫水 : 3.68 m
トリム : 2.46 m	平均喫水 : 2.51 m
排水量 : 261 t	G M : 0.80 m
主機関 : 850PS × 900 rpm	

(2) 計測方法

(イ) 主機関は、約25%、50%、75%、85%、100%の負荷で、機走のみ及び機走+補助帆走について各々

計測した。

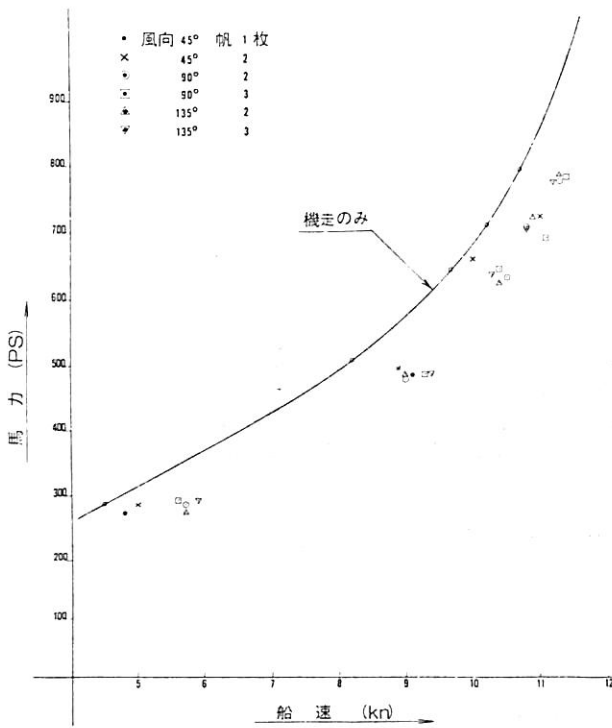
(ロ) 一定の風向風速を得ることは困難であったが、相対風速約10m/sec前後の状態にて計測した。(詳細後述)

(ハ) 潮流の影響が少ないよう予め潮流計で潮流の少ないところを選定し計測した。(潮流0~0.1ノット)

(ニ) 帆の状態は1枚帆(ジブセルのみ)、2枚帆(ジブセルとメインセル)、3枚帆(ジブセル・メインセルそしてスパンカーセル)の組合わせで計測した。

注: スパンカーセルは1枚として使用した。

(ホ) 帆走時は船首から、45°、90°、135°の3方向からの風向について計測した。機走のみの計測では全て船首正面からの風向で計測した。



帆走及び機走時の馬力・速力図

(3) 計測結果

帆を使用しないときと、使用したときの計測結果は図のとおりであった。

機走のみの場合が正面から風を受けて計測したデータであることは上図が帆の効果を実際よりやや過大に示すものであり、また風速も一定でないなどデータの厳密さを充分とすることが出来なかった点は御了解願いたい。

3. 第58高宮丸について

3・1 本船の主要目



帆走漁船「第58高宮丸」の外観

船種・資格	まぐろ延縄漁船・第二種漁船
全長	56.49 m
垂線間長	49.80 m
幅(型)	8.90 m
深さ(型)	3.97 m
計画満載喫水(型)	3.61 m
総トン数	439 トン
帆の面積	
ジブセール	40.0 m ²
メインセール	52.0 m ²
帆の材質	テトロン製
帆の操作	

ジブ及びメインセールは機側においてもブリッジにおいても展張・操帆・格納できるようにしている。操作要領は江の島丸と同じである。

尚、帆の面積が大きいため下記ウインチを装備した。

- 展張ウインチ 0.9t×13.5 m/min×2台 (1.5kW電動)
- 格納ウインチ 0.4t×25 m/min×2台 (0.4kW電動)

一般配置図 次頁図(一般配置図)による。

3・2 帆の効果

本船は昭和60年3月15日、駿河湾内で効力試験を行った。

(1) 本船の状態

船首喫水 : 2.10 m	船尾喫水 : 4.55 m
トリム : 2.45 m	平均喫水 : 3.33 m
排水量 : 863 トン	G M : 0.70 m
主機関 : 1,500 PS×395rpm	

(2) 計測方法

(イ) 主機関は実際常用される負荷50%とし、縮帆時展帆時両方の主機関負荷を計測した。(速力は計測していない。)

(ロ) 海上の状態は風速8m/secであった。

(ハ) 潮流の影響の少ない場所で行なった。

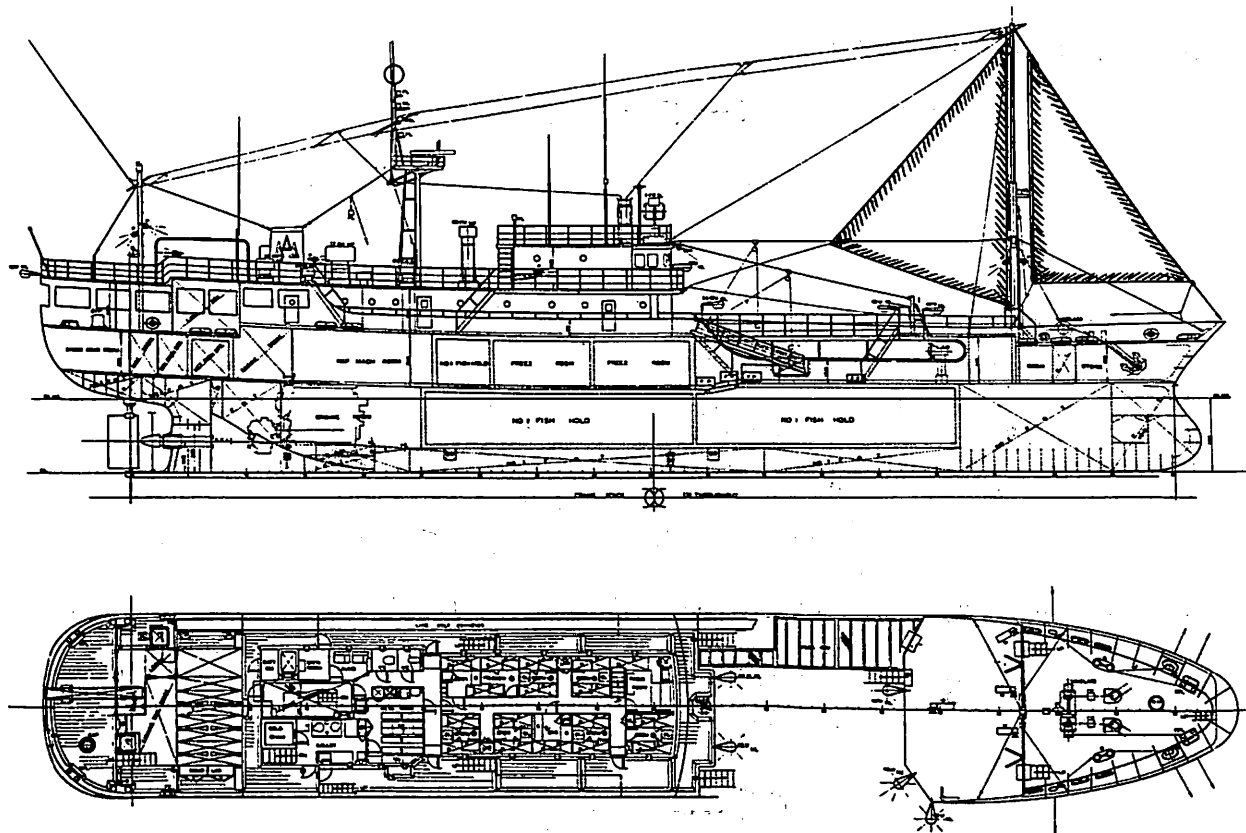
(ニ) 帆は2枚共展帆した。

(ホ) 展帆時は船首方向に対し45°, 90°, 135°, の3方向の風向, また, 縮帆時は正面からの風向とした。

(3) 計測結果 (利得馬力)

風向 負荷	45°	90°	135°
50%	3PS { 風速 14m/sec 舵角 3° 船体傾斜 3°	65PS { 7m/sec 2° 2.5°	110PS { 5m/sec 2° 2°

注: 風速は相対風速を示す。



帆走漁船「第58高宮丸」一般配置図

4. おわりに

補助帆走装置の効果は風向・風速・海象等の要因が複雑に影響するので算出はむずかしく、特に漁船の場合、貨物船と異なり漁撈優先で一定針路で長時間航走することが少ないため、全航海の効果を計算するのは更に困難である。しかしながら当社が行なった2例の帆走試験の

結果から種々の仮定をおいて推定すると3~6%の燃費節減になるものと思われる。

漁船の補助帆走装置は実用化されて間もないため、実績は少ないが今後装置・操帆共さらに改善され省エネルギーに大きく役立つものと期待している。尚、補助帆走装置について御協力願った油壺ポートサービス㈱の福留殿に誌面を借り深く感謝する。

●船の科学刊行の本●

全ての液化ガスタンカーの技術資料が網らされた

関係者必須の図書

「LNG船/LPG船技術資料」

恵美洋彦 編著

B5判640頁 上製函入 定価35,000円(〒当方負担)

本書は、LNG船およびLPG船のみならず、その他の全ての液化ガスタンカーに関する技術資料を網羅し、液化ガスタンカーの設計・建造、運航、関連メーカー等の関係者のみならず、その他の液化ガスに関連する方々の技術資料として編纂されている。

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

「私の戦後海運造船史」

米田 博 著

B5判165頁 止製カバー装 定価1,500円(〒300円)

日本の戦後の海運造船史は、GHQとの折衝から始まり、鉄鉱石・コンテナ・自動車の専用船化、タンカーの大型化、自動化船の開発とめまぐるしく変化しながら盛衰を歩んできている。関係者にとって、自分たちの歩んできた足跡を確かめるのに本書は有意な読む資料といえる。

●主機関排ガスエネルギー利用新技術

三菱スーパーターボ発電システム

三菱重工業株式会社
船舶技術部 原動機2部

1. まえがき

ディーゼル主機関の低燃費化に伴い、主機関の排ガスのエネルギーは減少し、この排ガスの持つエネルギーを利用するターボ発電システムを成り立たせることが難しくなっており、これを成立させるために様々なプラントが開発されている。

三菱重工は二段圧力式排ガスエコノマイザ、混圧式発電機タービン等を組み合わせた省エネルギープラント D-MAP MARK II (Mitsubishi Advanced marine Propulsion Plant for Diesel ship) を開発し、多くの船舶へ装備してきた。また最近ではこのプラントを発展改良した熱水フラッシュ方式発電プラントを製品化し、このたびその搭載第1船を引渡した。

これらの動きと並行して、過給機メーカーとして、その総合効率をより改善した高性能過給機MET-SC型を開発し、ディーゼル主機関自体の燃費率の低減を図ってきた。

ディーゼル主機関自体の燃費率が低減するとその排ガスのエネルギーが減少し、ターボ発電システムだけで船内電力を賄うことが難しくなる。

この不足電力分をディーゼル発電機または補助ボイラの追焚または主機関駆動発電システムにより補うため、発電システム用に燃料が必要となる。

一方、主機関自体の燃費率の低減を少し押えて、その分、排ガスのエネルギーを増加させターボ発電システムに利用し、余剰となれば推進に還元するシステムにすると発電システム用として燃料は不要になる。

そのため総合的にみてどちらが有利なシステムかは常に機関部担当者の頭を悩ませる所である。

この様な状況において、三菱重工は高

性能MET-SC型過給機を使用し、主機関の排ガスエネルギーを有効に回収することにより、総合効率の優れた三菱スーパーターボ発電システムを開発した。

以下その概要を述べる。

2. システムの構成

2.1 一般

本システムの構成は図1に示す通りである。

本システムの特徴は、高性能MET-SC型過給機の使用により、余剰になる主機関の排ガスを排ガス集合管より抽出し、蒸気タービンと平行歯車列で結合したラジアル形ガスタービンに直接導き、発電機の駆動源として使用することによりターボ発電システムの成立の範囲を広げ

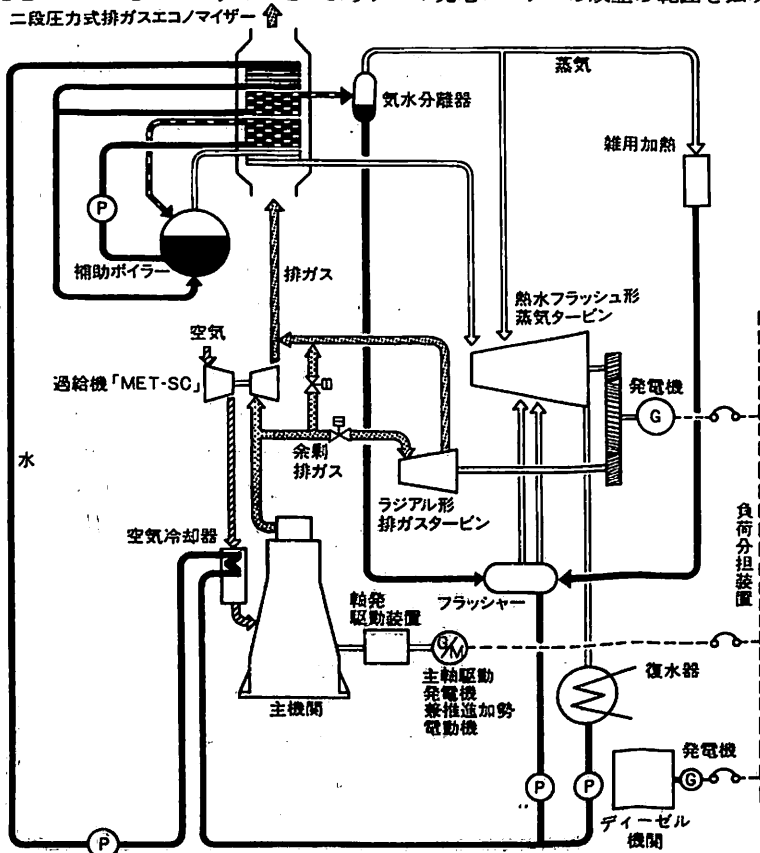


図1 三菱船用スーパーターボ発電システム

たことである。

船内必要電力をこのシステムにより発生する電力で賄ない、且つ余剰電力を推進加勢電動機を利用し、推進に還元することにより、結果的にディーゼル主機関の燃料消費量を低減させることができる。

2・2 高性能 MET-SC型過給機

MET型過給機は無冷却過給機として三菱重工が独自に開発したもので、メンテナンスフリーと省エネ効果が高く評価され、3,400台を越す実績を持っている。

このたび新たに開発されたMET-SC型過給機は、MET-Sシリーズの中で最も総合効率が高く、機関部総合経済性に寄与するもので、この総合効率の向上は、主として高性能3次元インペラの開発およびタービン効率の改善によって達成されたものである。

MET型過給機の効率を図2に示す。

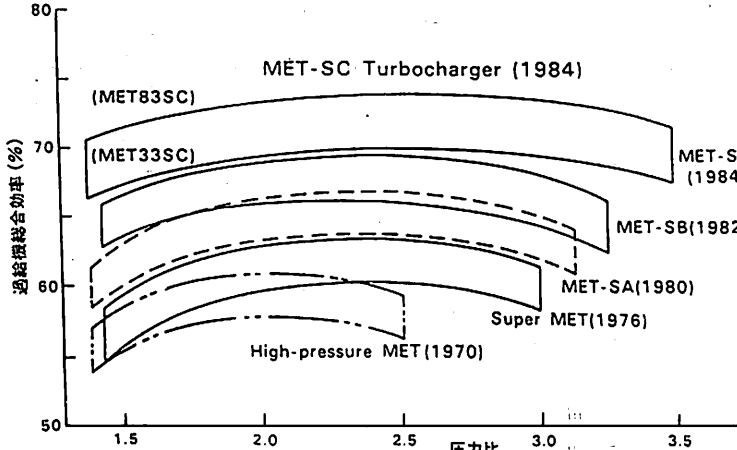


図2 MET型過給機の効率の変遷

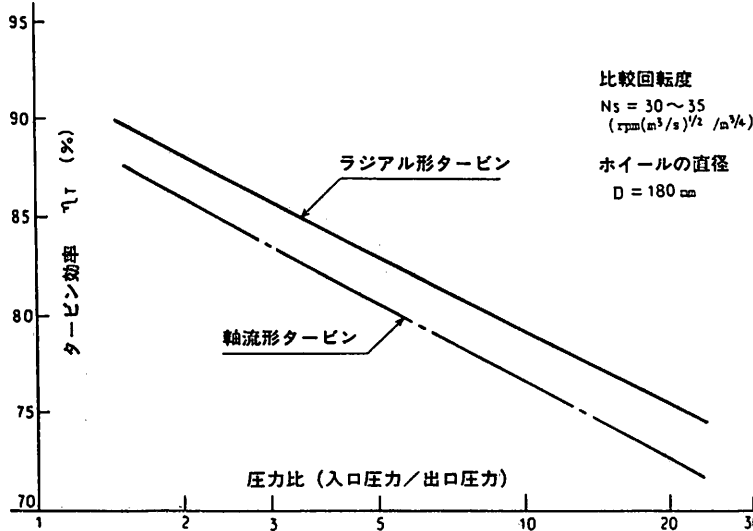


図3 タービン効率の比較

2・3 ラジアル形ガスタービン

ラジアル形タービンは、高効率であること及び容易に大量生産できることなどから、多くの分野で使用されている。

三菱重工は小形過給機用のみならず、発電用、小形ガスタービン用等としてラジアル形タービンを独自に開発し実用に供してきた。

これらのタービンサイズはホイールの直径で20～875mmまで、また圧力比は単段で17までの経験をもっている。三菱重工・長崎研究所に、ラジアル形タービンの研究、開発陣を集め、基礎・応用研究を組織的に進めている。

三菱スーパーターボ発電システムに採用されたラジアル形ガスタービンは、長崎研究所の最新の解析技術を駆使した設計技法、多数のシステムチックな試験結果及び多数の開発・納入実績をベースに新たに開発されたものである。

図3における軸流形タービンとの性能の比較に示されるように、ラジアル形ガスタービンはその高い性能によって、余剰の排ガスのエネルギーを効率良く回収することができる特徴をもっている。

3. システムの特徴

本システムは次の様な特徴を有している。

(1) 燃料消費量の削減

本システムの採用により、従来、三菱重工で最も燃熱回収率がすぐれていた「熱水フラッシュ方式発電システム」と比較して、発電量を40～60%高めることができ、船舶全体での燃料消費量を2～3%低減できる。

(2) ターボ発電プラントの成立範囲の拡大

ターボ発電プラントによる発生電力が増大することにより、主機関の低出力域迄ターボ発電機単独の使用範囲が拡大し、他発電機との並列運転の頻度を著しく少なくすることができる。

(3) コンパクトなパッケージユニット

ラジアル形ガスタービンと蒸気タービンは一つの歯車機構で組み合わせられ、コンパクトにパッケージ化されている。そのため主機関とは分離して自由に据付位置を選定できるため、メンテナンス

表1 三菱スーパーターボ発電装置比較表

系 統 図	Turbo Generator & S/G system		Super Turbo Generating System	
	<p>省略語</p> <p>S/T Steam Turbine R/T Radial Gas Turbine R/G Reduction Gear S/G Shaft Generator P.T.O. Power Take Off (Shaft generator drive gear / augmentation gear) T/C Turbo-charger G Generator E.G.B. Exh. Gas Economizer BLP Boiler EXH. MANI. Exhaust Gas Manifold LP Low Pressure</p>			<p>410 kw / 540 kw</p> <p>260 kw / 245 kw</p> <p>485 kw / 590 kw</p> <p>185 kw / 195 kw (余剰)</p>
電力収支 (冬場/夏場)	70 kw / 425 kw	—	—	—
船内所要電力	485 kw / 590 kw	—	—	—
収 支	-415 kw / -165 kw (不足)	—	—	—
S/G 必要馬力	415 x 1.36 / 0.82 = 690 PS / 165 x 1.36 / 0.82 = 275 PS	—	—	—
軸加勢馬力	0 PS	—	—	—
推進所要馬力	18,000 PS	—	—	—
Rating	NOR. 18,000 PS + 690 PS = 18,690 PS x 62.8 rpm HR 20,770 PS x 65 rpm	—	—	—
主機P.O.C. Rate	LCV 10,200 kcal/kg Base 117.5 g/Psh ※	—	—	—
Plant P.O.C. (LCV 10,200 kcal/kg Base)	冬場 (18,000 PS + 690 PS) x 117.5g/Psh x 24h x 10 = 52.7T/D 夏場 (18,000 PS + 275 PS) x 117.5g/Psh x 24h x 10 = 51.5T/D 平均 = 52.1T/D	—	—	—
システム有効主機負荷	主機55%負荷以上 (主機回転数82%以上)	—	—	—

冬場 Engine Room 温度27℃ 夏場 Engine Room 温度45℃
 ※: 高性能MT-5C型過給機を主機自身の燃費率の低減に利用したことによる。

スペースを十分に考慮した配置が可能である。

(4) 主軸系の振動の影響を受けない

ガスタービンで得た出力を直接推進軸系に伝達するシステムの場合には、主軸系の振動その他の振動の影響を受けないように装置の安全性を確保する必要がある。また機械損失の大きな流体継手を装備する必要がある。

しかしながらこのSTGシステムの場合は推進軸系との直接の結合がなく、流体継手を省略でき、動力の伝達効率を向上させることができる。

(5) 高い排ガスエネルギーの回収率

三菱重工が開発したラジアル形ガスタービンは軸流形ガスタービンに比べ、その効率で約4%優れており、排ガスエネルギーの回収率が高い。

(6) 信頼性のあるシステム

本システムは、数多くの実績をもつ発電システムを発展させたもので、三菱重工が保有する実証済みの最新技術を組み合わせることにより高い信頼性を実現している。

4. システムの運転及び制御

スーパーターボ発電システムの運転・制御は、ガスタービンへの排ガス入口制御弁を自動的に開閉することにより容易に行うことができる。

概略は次の通りである。

(1) ディーゼル主機関の起動後、その負荷が上昇し、排ガスを抽気することができる負荷（スルザーRTA機関では約55%負荷）以上となり、且つ蒸気タービンが計画の負荷に達すると、ガスタービンへの排ガスの入口側に装備された制御弁が自動的に開き排ガスがガスタービンへ送気され、ガスタービンは起動する。

(2) ガスタービンの負荷が増加するに伴い蒸気タービン側の負荷は減少しようとする。このため排ガスエコマイザーからの発生蒸気が余剰となり、排ガスエネルギーを有効に利用できなくなる。この時点では蒸気/ガスターボ発電機と他発電機（ディーゼル発電機または主軸駆動発電機）は並列運転を行なっているが、負荷分担装置により電力負荷を蒸気/ガスターボ発電機の方に移行し、蒸気タービンの負荷を増加し、排ガスエコマイザーの発生蒸気を有効に利用することにより排ガスエネルギーを最大限に回収する。

この電力負荷の移行により、並列運転していた他発電機は負荷の減少または停止となる。

(3) ディーゼル主機関の負荷が減少し、設定された負荷以下になると排ガス入口制御弁が閉となり、バイパス弁が開となりガスタービンは停止する。これに伴い蒸気タービン側の負荷は増加しようとする。一方、主機関の

負荷の減少により排ガスエコマイザーからの発生蒸気も減少し、蒸気タービンの必要負荷を賅えなくなる。このため負荷分担装置により蒸気/ガスターボ発電機の電力負荷を必要量だけ他発電機へ移行する。

この電力負荷の移行により他発電機が起動し、蒸気/ガスターボ発電機と並列運転を行なう。

(4) 蒸気/ガスターボ発電機の定常運転時に電力系またはターボ発電装置に何らかの異常が発生した場合、これを検知してガスタービンへの排ガスの入口制御弁が自動的に閉となり、バイパス弁が開となり、ガスタービンは停止する。この時蒸気タービンは無負荷運転または必要に応じて危急停止する。

5. システムの性能

定格出力20,000 PSのディーゼル主機関をベースに高性能過給機を主機自体の燃費率の低減に使用した場合と、燃費率はそのままにして余剰の排ガスエネルギーを使用する三菱スーパーターボ発電システムを採用した場合について性能比較を行なった。

表1に示す様にスーパーターボ発電システムの場合、船内必要電力をターボ発電機で十分に賅うことができ、且つ推進加勢により主機関自身の熱料消費量を低減することができ、トータル燃料消費量として1.3t/d (2.5%)の減少をもたらすことができる。

6. あとがき

主機関の性能改善の努力には目を見張るものがあるが、過給機のそれもまた顕著なものがある。

主機関からの排ガスエネルギーの回収は、従来排ガスエコマイザーによる熱交換のみであったが、高効率過給機MET-SC型の開発により余剰となる排ガスエネルギーを直接動力として回収することが可能となった。

このシステムを、従来の廃熱回収システムであるD-MAP MARK IIまたは、熱水フラッシュ式発電プラントと組み合わせることで、よりその性能を発揮することが期待できる。

エンジン本体の性能改善もさることながらプラント全体としての省エネを目的とした廃熱回収システムが今後の課題であり、エンジンの高性能化に常に追従したプラントの開発と実用化の努力を、今後とも関係者のご助言をいただきながら行なってゆく所存である。

●船の科学刊行の本●

『船舶用荷役装置の安全と構造のための要件』
B 5判 本文88頁 定価3,200円(印当方負担)

造船の生産性革新実験覚え書

<その1>

工学博士 山崎 真喜

1. はじめに

SASP (SAsebo Scheduling Program) とは、もともと、筆者が佐世保重工業(株)で開発中の計画管理 System に、1968年8月、便宜上つけた通称であるが、いまでは、単純に佐世保の地名が呼び名の起こりと解釈されるよう願っている。

なぜかといえば、結果的にみてSASPは、一造船所の一管理 System というよりも、1968年～1976年を実験期間とし、当時の佐世保造船所を実験場所とした、造船工業としてのまたとない貴重な実験であったと思われるからである。

石油化学工業などの大規模装置産業では Test Plant をつくって操業 Test をすることもあるが、造船工業ではそういう予備実験は不可能なことである。常にぶっつけ本番で実船の建造に当たるほかない。

したがって造船工業で、建造上の実践実験を行なうなど、普通は常識的に考えられないことである。

しかしながらSASPの場合は、偶然いくつかの好条件に恵まれたことが幸いして、この常識的には考えられない実験を実現することができた。

いま、実験後相当な年月もたち、いろいろな差し障りも少なくなったところで、その覚書を書いておくのもあながち無意義なことではあるまいと思う次第である。

2. 実験を成立させた人的条件

SASPは、筆者がみずからの頭の中に描いた理想の System をいきなり生産現場に適用し、その後で必要があれば現実に合わせて(必ずしも現場の考え方に合わせるという意味ではなく)修正する、という方針をとったことが基本的な特色である。

もしそうではなくて、あらかじめ生産現場といちいち協議し、生産現場の意向を汲み入れながら System の開発に取り組んだのであれば、いま、ことさらSASPが造船工業としての実験であったと言ういわれはないし、また、公表に値するような成果もなかったことと思う。

上記の方針は、いまの時点で、はたの人が考えれば、

ずいぶん強引で乱暴なやり方のように思われるかもしれないけれど、1968年当時のSSK(佐世保重工業)造船部(他社の船殻工作部に当たる)は、慢性的な工程の遅れ、工数の増加という現実面への対処に精一杯で、どうせほかのことを考える余裕はなく、またそれよりもなによりも、造船所長、造船部長を頂点とする、船殻現場生え抜きの誇り高き造船屋たちは、初めから(彼らの目からみた)門外漢の意見に耳を貸すような気風ではなかったのである。

あたかも筆者はその頃から、聴覚喪失のため、設計部次長を最後に Line の職を離れ、もっぱら Staff の道をたどる始末となったが、Staff にはもちろん Line に対する命令権というものはない。

だからその代わりというわけではないが、筆者は、Line が実行すべき(言い換えれば、自分がもし Line であったら必ず実行する)ことがあれば、その明確な根拠を提示するのは Staff の義務であると考え、かつ、そういう提示を受けた Line が、反論もせず、実行もしないならば、それは Line の怠慢である、という立場を終始一貫と続けたものである。

当然、社内的にはいろいろな摩擦もあったけれど、結局、SSKはそのお陰で工程混乱の危機を脱して利益拡大に転ずることができたし、筆者はまたその過程で遺憾なく現場知識を吸収しつつ、あわせて理論的探究をも深めることができた。一石三鳥というわけである。

しかしながら、ここで筆者が言いたいことは、だから筆者のやり方がよかったというのではなく(結果的にはよかったことになるが)、SASPが本当に実行されるようになったのは、'69年4月N氏が造船所長に(その後は引続き社長)、'73年1月T氏が造船部長になったからである、という俗世間的事実である(年月の経過とその間の紆余曲折については省略)。

Staff にとって Line の人事移動は偶然の出来事にすぎないけれども、そういう偶然がなかったら、SASPは単なる机上論に終わり、造船工業としての実験は成立しなかったにちがいないのである。

3. 実験を成功させた造船環境

造船所が、SASPのようないままでと違ったことを実施するためには、なにをさておいてもまず造船所長がその気になることが先決であるが、所長がいくら実施しようという熱意を持っていても、部長の気持ちが消極的であれば、課長以下には所長の熱意は伝わらないから実効はあがらない。部長の消極的な態度のほうが、課長以下に対する影響力は強いのである（これも実験で得られた教訓の一つ）。

したがって、最小限、所長と部長の二人はぜひその気になることが絶対的な条件であるが、SASPの場合はそのほかに、造船界を取り巻く市場環境がことのほかよかったことも幸運の一つであった。

ちょうどTanker Boomの時期に際し、SSKも他社と同様、大型Tankerを連続的に建造するという願ってもない好機に恵まれたのだけれども、ただ生産性に関してははなはだ芳しからぬ状態であったことはさきにも触れたとおりである。

しかしながら、ともかくも同じような同型船を毎回繰り返して建造するのだから、工事の不慣れなどという理由は通用せず、能率が上がらないのはもっぱら工事のやり方が悪い証拠ということになって、問題点の所在を示す天啓にはなったようである。

このような社内外の状況下で、実験期間中実際にdock sideに立って建造状態を観察すると、造船部がいまどの程度SASPを実行しているかというその差違が、1隻ごとに歴然とわかるのである（Tankerの次に貨物船というのでは、なかなかそうはいかない）。

もちろん、工数低減の数値的な変遷も一目瞭然で、このほうは学術資料として文献(6,8)の第1図に公開した（韓国なら、企業秘密の漏洩で重大問題になるところ）。

なお、ここでついでに備忘のため記しておくが、同図の工数を示す棒グラフで一番目の棒が割合に低いのは、造船部がこの船で計測員を配置してWork Sampling

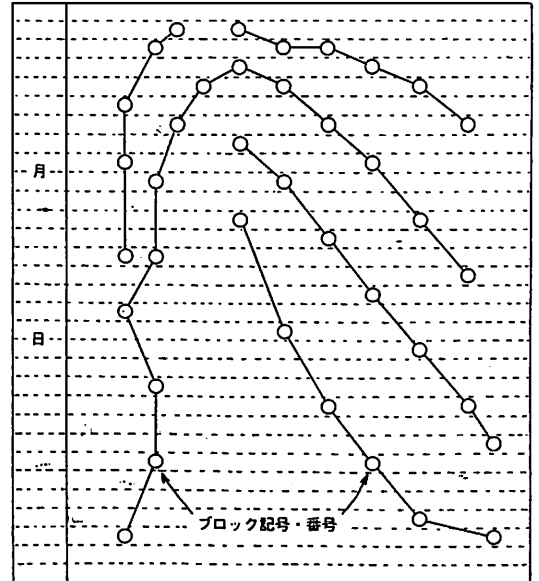
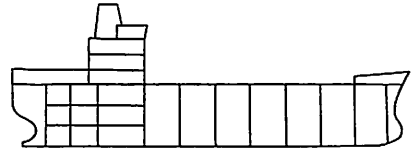


図1 SASP以前の搭載計画

を実施したからであって、二番目の棒が突然高くなっているのは、一番目の船に掛かった工数が二番目の工数中に逃げ込んでいるからである。

4. SASP以前の工程管理とSASPの着想

1968年当時、SSKの造船部が行っていた計画管理の方法は、起工、進水、引渡の期日を示す建造線表が決定すると（注、これは建造時点の建造能力をbaseにして政策的に決まる）。

① 加工、小組、大組、搭載の各工程別に、月間（あるいは旬間）処理鋼材重量の山積表を作る。

② ①の山積表をもとにして、各工程別の重量累計曲線を作る。

③ ②のうちの搭載工程の重量累計曲線に合うように、図1の搭載日程計画を立てる。

④ ③の搭載日程計画を基準にして、②の各工程別重量累計曲線に合うように、図

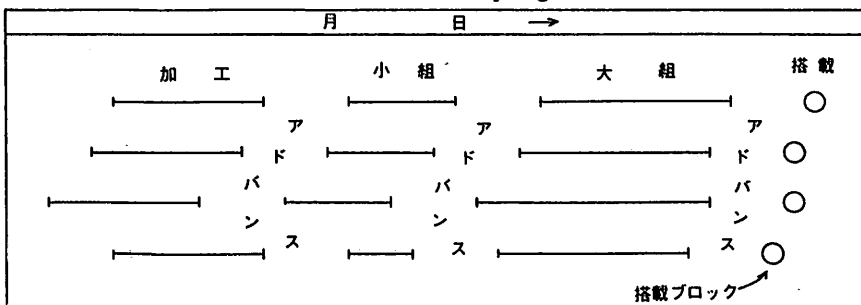


図2 総合予定

2の総合予定を立てる。

④の総合予定をもとにして、各工程の工事担当課が、それぞれ自工程の実行予定を立てる（加工小日程、大組小日程など）。

というものであった。

この方法を子細に点検すれば、いろいろ納得できないことが多いけれど、それはひとまずさておいて、筆者の念頭にまず浮かんだ着想は、図2の総合予定に相当するものを最初から綿密に計画すれば、それだけで十分ではないかということであった。

図2の総合予定は、後で述べるように基準とされる図1の搭載計画自体がそもそも問題なのであるが、そのことを別にしても大ざっぱなもので（たとえば、作業日程に応じた作業員の配員なども考慮されていない）、これだけでは使いものにならないことがよく自覚されている。

だから⑤の手順によって、各課ごとに目の予定を立てて工事を進めなければならないわけであるが、そうすると当然、図2の総合予定と実際の工事進捗状況との間には食い違いが生じる。

この食い違いを吸収するために、総合予定の各工程間にかかなりの余裕日数をおき（advanceと呼ばれていた）、それでもって管理手法の不合理な面をCoverしていたわけである。

昔のように、建造 Dock 期間を十分に長くとることができれば（注、1962年にSSKが建造した、当時世界最大の Tanker 日章丸などは、建造 Dock 期間が7カ月という長期間であった）、Advanceもあらかじめたぷりとりとることができるから、このような管理法でもボロを出す気遣いはなかった。

しかし、'68年当時のような世知辛い造船界の情勢下では、もうそういうのんびりした管理法では対応がむずかしくなっており、それを自覚しないSSKは、必然的に

工程混乱の道筋をたどることになった次第である。

図2の総合予定そのものはその程度のもので、内容的には参考にならないが、SASPの着想は具体的には、

① 図3の搭載 Network に基づいて、最短期間でかつ工事量を最も平準化した搭載日程計画（図4）を立てる。

② ①の搭載日程計画が実行できるような、①と同様な趣意の大組日程計画を立てる。

③ ②の大組日程計画が実行できるような、②と同様な趣意の小組、加工計画を立てる。

という常識的なことである。

ただし、この常識的な着想を実現するに当たって Computer の使用を前提にしたことが、それ以前とは違った点である。そして、Computer を使うことにするならば、計画の立て方はどこまでも論理的でなければ、いままでのように直感的で非論理的な管理法では、Program を組むことさえできないわけである。

だから、着想は図2の総合予定から得たとはいっても、次節以下で述べるように、考え方の基盤は、最初の出発点から、従来とは根本的に異ならざるを得ない。

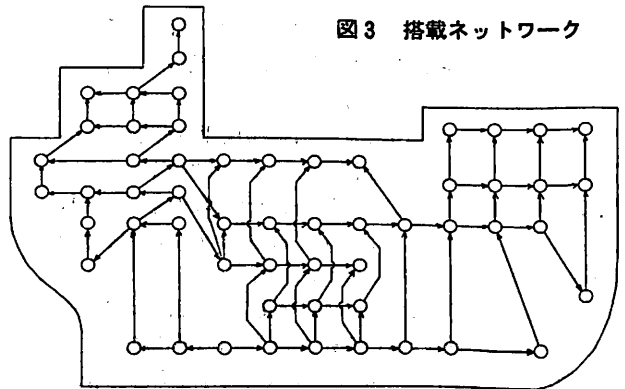


図3 搭載ネットワーク

序 日	暦 日	搭載時間合計	搭載指定ブロック
3 搭載第1日目から数えて3日目の日	5 - 16	13・5	SB10 (0), SB27 (1), SA40 (2), SM12 (3), SB11 (4), SA13 (5),

各ブロックの搭載に要するクレーン使用時間の総計。この数値を一定におさえて搭載工事を平準化する。

その日の搭載優先順序、ただし(0)はCPのブロックで最優先に搭載しなければ進水が遅れる。その日に指定されたブロックを全部搭載できなければ、順位の高いブロックから翌日に回してもよい。

図4 ブロック搭載工程

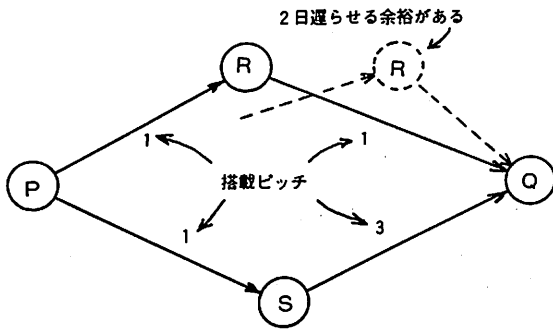


図5 搭載順序模型

5. 論理的に計画されるSASPの搭載日程

前節の④で説明抜きに挙げた図3のNw (Network) は、"最初どのB1 (Block) を搭載し、最後はどのB1 の搭載で終わることにしよう" というままと同じような建造方針を、その船について造船部が決めますれば、あとはComputerの助けを借りて半ば自動的に作成されるものである。

したがって、この搭載Nwであらわされる搭載順序関係 (矢線の手前にあるB1は矢線の先にあるB1より早く搭載される、という関係) は、造船部の建造方針が変わらない限り一定不変で、何月何日という実際のB1搭載日がどのように変わろうとも、Nwを作り直す必要は生じない (造船部は初めこの点を誤解して、拒否理由の一つとしたものであった)。

図4のブロック搭載日程は、上の搭載順序関係に基づいて計算されるのであるが、この計算には「搭載Pitch」という概念が大切な役目を果たしている。

いまNwの構成要素としてP→Qというものを見てみると、これはQが搭載された後にRが搭載されるという関係を示している。そして、実際にPを搭載した後Qを搭載するためには、Rを搭載することによって先に搭載したPの位置が少しでも狂うようなことがあっては困る (そんなことがあれば最後にはゆがんだ船体が出来上がってしまうので)。だから実際の工事では、Pより先に搭載されていて、P自身がその上に載っているB1とPとの取付溶接を、Pの位置が狂う恐れのない程度にまで済ませておいてから、Rを搭載しなければならない。

この取付溶接に必要な日数が「搭載Pitch」にほかならないのであるが、上述の理由から明らかなように、P、Q間の矢線に対応する搭載P_i (Pitch) は、Pだけによって決まるものであって、矢線の先にあるQとは少しも関係がない。

したがって、もしP→Q以外にもP→R→Qという別の経路があるとすれば、Qの搭載日はどうせPの搭載P_iとRの搭載P_jを加えた日数後ということになるのだから、PとQとを直接に結ぶ矢線 (Pの搭載P_iだけをあらわしている) は無くてもよいという理屈になる。

図3のNwは、こういう不要な矢線をすべて省いた後のNwで、この点がPERTのNwとは違ったSASP特有の性質である (PERTのNwでは、上のP→Qのような矢線にもそれぞれに意味があるから、省くことはできない)。

前述のように、搭載Nwの各矢線に対応する搭載P_iの日数が、その矢線の出ているB1だけによって決まるという事実は、いまとなってみればなんでもないうわかったことのように思われるかもしれないが、筆者以前にはこのことに気が付き、このことに着目した人物はいないのである。

文献によれば、この搭載P_iに該当する時間間隔が、矢線の両端にある複数のB1によって決まる、と考えられている例があったけれども、そう考えるならば、それだけで搭載SASPは理論的に成り立たないことになる。

したがって逆にいえば、SASP以前に、SASPのようなNwを使った管理法が現われなかったのは、搭載P_iに対する認識不足 (あるいは洞察力不足) が原因の一つであったことは間違いないところであろう。

さて本題に戻って、各B1ごとの搭載P_iをinput dataとして計算すれば、CP (Critical Path) のB1系列も自動的に決定され、この経路上のB1 (図4の搭載日程ではB1名の後に(O)をつけてOutputされる) さえ遅らせなければ、それ以外のB1は多少搭載が遅れても、建造Dock期間の長さには影響がない (もちろん厳密に言えば、B1ごとに遅らせ得る余裕日数が決まっている)。

ところで、搭載順序に関してはもう一つ問題がある。

図5のNw模型では、P→R→QおよびP→S→Qという二つの搭載順序関係があることは一見してはっきりしているが、この場合、RとSとはいったいどちらを早く搭載すべきであろうか、という問題である。

Pの搭載P_iからすれば、RもSもPの1日後には搭載できるので条件は同じことで、どちらが先でもかまわないようにも思われる。しかし実際は、SだけをPの1日後に搭載すれば、Rのほうは2日搭載を遅らせても、Qの搭載日 (Pの搭載後4日) には影響がないのである。すなわち、RもSもちょっと見た目には、どちらを早く搭載してもよさそうに思われるけれども、Rは2日遅らせてもよいがSは遅らせてはならない、という搭

載優先順序の明らかな違いがある(注、この場合④→⑤→⑥という経路がCPに相当する)。

図4の日程計画は、大略以上のような原理に基づき、各B1の搭載作業に要するCrane使用時間の合計を一定以下に制限して、搭載工事の平準化を行なった結果である。

なお、作業員そのものに対する配員の平準化については本稿では説明を省いているが、韓国では、上のCrane使用時間以外に人員条件を追加して日程をSlideさせ、さらさら心ない改悪(当事者は改善のつもりだろうけれども)がSystem全体に及ぼす影響については考えてもみられていない、という残念な事例があった。

一般的に言って、また筆者以上にSASPの本質をよく理解し尽した人がいるとは思われないので、むやみに手法の改善をはかろうと意気込んで、気張らないことが一番である。

6. 従来の搭載計画表は搭載指示表の役目、見落せない大組中心説の悪影響

ここで、前節のSASP搭載計画と対比して、それ以前に行なわれていた図1の搭載計画を、改めて検討してみることにしよう。

図1の計画様式には、次の三つの特色がある。

- (1) 上辺の船体側面図によって、各B1の船長方向の大体の位置がわかること。
- (2) 同系列のB1(たとえばSA1~12のように、同じ記号と異なった番号で表示される一連のB1)が線でつないであるから、その搭載順序がわかること。
- (3) 何月何日というB1の搭載日がひと目でわかること。

しかしながら、造船部の搭載現場では、B1の名称さえわかれば、それが船体のどの部分に当たるかは、だれでもが知っていることだから、(1)はあまり意味がない。

また、(2)は、同系列B1間の順序関係だけはわかるが、同系列間の順序なら、線でつながなくても番号さえみればわかるのだから、これも大して意味がない。

それよりも異系列B1間の順序関係が大切なのだが、それについては皆目わからない。まして、図5の⑧、⑨のように、直接的な順序関係のないB1の間の搭載優先順序に至っては、なおさらのこと五里霧中である。

要するに、実際の進水期日を遅らせもすれば早めもする搭載B1の搭載順序に関しては、図1の搭載図表では、肝心なことにはなにもわからないのである。

搭載順序がなにもわからないのだから、何月何日にどのB1を搭載すべきかという搭載日程は決めようがない。

だから上記(3)の搭載日程は、計画担当者の個人的な判断によって一応直感的に決められてはいるが、実行できる妥当な計画日程かどうかは、そのときになってみなければだれも(計画担当者自身を含めて)わからない始末である。

SSKでも工程混乱のころは、搭載課長が計画課の担当者のところへ“いまの搭載計画はどうしても守れそうにないから、計画日程をずらしてくれ”と言ってくる、担当者がやむなく図1のうちの未搭載部分を書き直していると、まだ直し終わらないうちにまた同じ要求をしてくる、といったことがよくあったものである。

このような当時の状況を振り返ってみると、図1の搭載計画は、本当は<計画>ではなくて、上位の管理者が下位の管理者に指し示す<搭載指示表>の役割しか果たしていなかったことになる(だから造船部も気が差すのであろう、図1は実際は搭載計画ではなくて、搭載予定と呼ばれていた)。

こうして、搭載工事が搭載計画すらない<無計画>状態で、たびたび変更される搭載予定をもとにして進められていたのは、“船殻工事は大組中心で進めるべきだ”という業界一般の言い伝えが、精神的支えになっていたからに相違ないと思われる(だから搭載課長の立場では、“現実には大組工事が遅れている以上、それに合わせて搭載予定を修正するのは当然なことではないか”という開き直った言い分が通用する)。

造船現場には、よくそういう出所不明の伝承がはびこっているものであるが(図1の計画様式自身もその一例)、この場合、だれが<大組中心>などと言いついたのか、どこからそんな俗説が広まったのか、論文が発表されているわけではないから反論のしようがなく、無責任と非難しようにも非難する相手がいないのである。

日本の造船界ではよく〇〇委員会や××懇談会が開かれるので、多分そういう席上で出た雑談的な意見が、“よその畑の花は赤い”とか“隣の庭の芝生は青い”とかいう心理作用で、いつのまにか定説として広がったのだらうと思われるが、みんながそれを集団催眠にでもかかったようにたわいなく信じ込んでしまう(この点、韓国の場合は日本と反対で、造船所どうしの関係が閉鎖的なため、“他社は効果をあげているのではないか”という疑心暗鬼に駆られてみんながMISに狂奔する、という図式も成り立ちそうなことのように思われる)。

そういう<大組中心>説を遵奉するならば、搭載工程はどうせまともな計画を立てても仕方がないのだから、実質的に<無計画>状態のまま、適当な予定を掲げて間に合わせておこう、ということになるのが人情の常であ

り、一方、大組工程のほうは、搭載工程の計画にはなにも縛られる必要がないから（予定ならそのつど適当に変更してもらえばよい）、自工程のつごうだけ考えて気ままに工事が進められるというわけである。

そんな身勝手なことをめいめいがやっていたのでは、進水日がいつになるのかいつまでたっても混んととして、そのときになってみなければわからないのも無理からぬ話であろう（他社はいざ知らず、少なくともSASP以前のSSKはそうであった！）。

SASPの搭載計画は、厳然とした〈計画〉であって単なる〈予定〉ではないから、大組工程もいままでのように自工程のつごうだけを考えていけばよいというわけにはいかない。たとえば、CP上にあるBIの大組完了日が1日遅れたら、そのために進水が1日遅れることは、だれの目にもはっきりとしているのである。

SASPのやり方とSASP以前のやり方と、造船所として果たしてどちらが得策か、いまさら改めていうまでもないことであろう。

参考文献

- 1) M. Yamasaki: SASP, a Production Planning and

Control System for Shipbuilding on Individual Orders, ICCAS PAPERS, IV-4, August 1973

2) 山崎真喜: 造船の決定論的計画管理 (第1報~第3報), 日本造船学会論文集, 第134号~第136号, 1973年12月~1974年12月

3) 山崎真喜: 造船設計工程の計画管理, 日本造船学会論文集, 第137号, 1975年6月

4) 山崎真喜: 造船工業の計画管理(1)~(4), 船の科学, Vol. 28, No. 8~No. 11, 1975年8月~11月

5) 山崎真喜: 続・造船工業の計画管理(1)~(5), 船の科学, Vol. 29, No. 3~No. 7, 1976年3月~7月

●読者の皆様へ

本党書に対する読者の皆様からのご意見等がありましたら、船の科学編集部、または直接執筆者である山崎真喜氏(〒857 佐世保市矢岳町9-19)宛へご送付下さいますようお願いいたします。

●船の科学“造船・海洋構造物技術セミナー”を開催
第1回「LNG船/LPG船の設計・建造と運航に関する最新の技術と動向」が10月2,3日に東京・虎ノ門 船舶振興ビルにて開催されます。詳細は95頁の案内を参照。

船員災害防止協会編 B5判 定価5600円(〒400)

タンカー安全担当者教本

船員法117条の3・労安則第3条の規定に基づく、タンカーに乗り組む安全担当者の為の法定講習教本。運航と船内作業等を安全に遂行する為のすべてを平易に説明。

日本海技協会編 B5判 定価7500円(〒350)

船長の運航技術管理

さまざまな航海環境下での対応策と安全運航のために熟知しておかなければならない技術や法規など、船長の運航技術と管理上の諸問題についてくわしく解説。

北見俊郎・喜多村昌次郎編 A5判 定価3400円(〒300)

港 湾 労 働

港湾機能の合理化に伴い、港湾労働問題への対処が重要視されてきている。本書はこの点をふまえ、港湾労働市場・港湾労務管理・港湾労働政策など港湾労働問題の基礎的課題を分かり易く解説した。

高梨正夫著 A5判 定価2800円(〒300)

新・海洋法概説

新海洋法条約の成立により、今や世界の海は大きく変わりつつある。本書はこの新海洋法条約成立の背景となったさまざまな問題を取り上げつつ、同条約をわかりやすく逐条解説した最新版である。

小型船舶操縦士受験研究会編 B5判 定価900円(〒250)

四級小型船舶操縦士 学科試験 問題解答集

4級小型船舶操縦士の学科試験問題では重要な問題は繰り返し出題される。本書ではこの点をふまえ、昭和60年4月~6月に実施の学科試験問題計400題に模範解答をつけ、試験場で行われたままの形で収録。

工藤博正編 A5判 定価3800円(〒300)

船舶安全法と船舶検査の制度

本書では船舶検査制度の基となる船舶安全法を逐条的に解説し、検査制度、認定事業場制度、形式承認制度等、検査の申請から終了までの実際をくわしく解説した。

明星四郎・富田正久・磯山醇二・佐藤宗男共著

最新 燃料油と潤滑油の実務 (改訂版)

産業界の現場で燃料及び潤滑油を取り扱っている技術者にとり必要な知識を平易にまとめた最新版。

広田 実著 A5判 定価4000円(〒300)

船舶制御システム工学

船舶自動化に伴う船舶制御理論を分かり易く解説。

タンカー荷役実務研究会著 A5判 定価2800円(〒300)

大型タンカーの実務

安全で能率的なタンカー運航に必要な知識を満載。

成山堂書店

〒160 東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル
電話 03(357)5861 振替口座東京 7 78174

海事図書目録請求あり次第無料進呈

●連載講座・船舶塗料について

連載を初めるに当って

本稿は、(株)船舶技術協会「船の科学」編集部より、船舶塗料について執筆のご相談を受け、船舶塗料の入門の手引としてまとめることをお引き受けしたものである。しかし、船舶塗料といっても、その大部分は、組成・機能共に一般塗料と特に異なるものではなく、特別興味を喚起する内容でもないで、本稿では、その中で特徴のある鋼材表面処理プライマー、いわゆるショッププライマー、船舶塗料およびタンク用塗料等を重点にして執筆することとした。

海運界においても、近年、省資源対策として運航経済性の向上が真剣に検討されているが、これらの施策が船舶塗料、特に船底塗料の性能に大きく依存しており、船底摩擦抵抗低減による推進効率の向上、入渠インターバル延長、高性能防食システムによる長期耐食性の維持等いずれをとっても、船舶塗料の性能が鍵を握っている。本稿が船舶塗料について理解の一助となり、かつ、基礎技術習得の礎ともなれば幸いである。

第1章 船舶の塗装と鋼材表面処理<その1>

中国塗料株式会社 技術本部

中尾 学 編

まえがき

船舶は、その主要部分が鉄鋼で造られており、船底部は常に海水にさらされ、その他の部位は強烈な日光と、塩分を含む大気に包まれ、苛酷な乾湿交互作用を受けている。そして、その大部分が塗装により、これら腐食環境から保護されている。しかし、いかに性能のすぐれた塗料でも、その使用条件、前処理や塗装が適切でなければ、防食性を十分に発揮することができない。

重要なことは、適用される塗装系が腐食環境に対して有効であるか、また適切な鋼材表面処理が行われているかということである。

本章では、鉄の腐食の発生と防食法、船舶塗装の概要、鋼材表面処理などについて解説する。

1. 鉄の腐食と防食

鉄の腐食は、どのようにして発生するのか、その発生機構を知ることが適切な防食方法を考える上において重要である。

詳細については、それぞれの専門書にゆずるとして、ここでは簡単に説明する。

鉄の腐食は、大気や淡水・淡水中よりも海水中の方がはるかにはげしい。海水中における鋼材の自然腐食量は、平均0.1mm/年程度といわれているが、局部的な腐食が起きると、0.5mm/年に達することもある。

鉄の腐食例について表1、表2、表3および表4に示す。

表1 各環境による鉄の平均腐食率¹⁾

タ ン ク	バラスト/空	0.19 mm/年
	白油/バラスト/空	0.25 ~ 0.38
	白油/空	0.17
	黒油/バラスト/空	0.08 ~ 0.23
	黒油/空	0.10
	混油/バラスト/空	0.13
	静止海水中	0.13
	大気中	0.10
	湿潤海洋大気中	0.25

表2 鉄の海水腐食率²⁾

金属材料	腐食度		完全浸漬(mm/年)		干満域(mm/年)	
	平均	極大	平均	極大	平均	極大
軟鋼(黒皮なし)	0.12	0.40	0.3	0.5		
軟鋼(黒皮つき)	0.09	0.90	0.2	1.0		
普通鑄鉄	0.15	-	0.4	-		
鋼(冷間圧延)	0.04	0.08	0.02	0.08		

上表のような鉄の腐食はどのようにして起り、また、その腐食をどのようにして防止しているのかについて以下に説明する。

1.1 鉄の腐食の種類と腐食発生機構

鉄の腐食は鉄がおかれている環境の中のある成分との反応によるもので、腐食には湿食と乾食の二種類がある。

表3 海洋環境における耐海水鋼および炭素鋼の腐食速度³⁾

環境	材料	腐食速度 (mm/年)*	
		耐海水鋼	炭素鋼
大気中		0.04 ~ 0.05	0.2 ~ 0.5
飛沫帯		0.1 ~ 0.15	0.3 ~ 0.5
干満帯		~ 0.1	~ 0.1
海中		0.15 ~ 0.2	0.2 ~ 0.25
海底土中		~ 0.06	~ 0.1

※ 初めの数年は大き目となる。

表4 海洋構造物の環境別腐食率⁴⁾

環境	腐食度	平均腐食度 (mm/年)	最大腐食度 (mm/年)
洋上大気部		0.05 ~ 0.15	
飛沫部		0.1 ~ 0.3	左記の2~3倍
干満帯		0.05 ~ 0.15	左記の2~3倍
海中部		0.05 ~ 0.1	左記の2~3倍
海底土中部		0.03 ~ 0.2	

湿食と乾食のちがいは水分の有無によるもので、水分が存在する方が湿食であり、この湿食が通常“さび”といわれている。

本稿で対象とするのは湿食であり、この湿食には表5に示すように純化学的腐食と電気化学的腐食とがあり、現在多くの場合電気化学的反応により“さび”が生ずると考えられている。

一般的なさびの発生を化学反応で示すと図1のようになる。木と酸素の存在下で鉄がさびに変化する状況を示したもので、+ (プラス) 側から電流が流れ、- (マイナス) 側から鉄がイオンとなって溶出し、まず水酸化第一鉄が生成し、それが進行して水酸化第二鉄、酸化第二鉄となりさびを形成する。

また、鉄の電気化学的腐食の代表例として、異種金

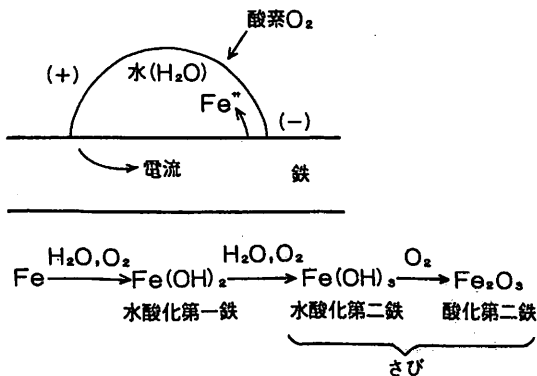


図1 さびの発生機構

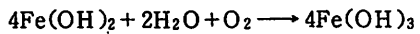
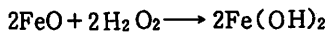
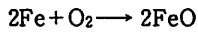
表5 腐食の種類

1. 湿食

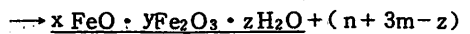
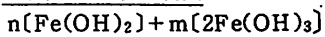
(1) 純化学的腐食

金属元素と酸素、硫黄、その他の陰性成分との化学的結合反応による腐食。

例：水中での鉄の腐食



空気中での鉄の腐食



鉄さび

H₂O

(2) 電気化学的腐食

○ 異種金属の接触による腐食

異種金属が接触した場合、両者の間に電位差があると腐食電流が流れマイナス側の金属が腐食する。

例：亜鉛-鉄 : 亜鉛が腐食

鉄-銅 : 鉄が腐食

鉄-ステンレス鋼 : 鉄が腐食

○ 酸素濃淡電池の形成による腐食

酸素の供給量の差により電位差が生じ、酸素濃度の低い方が腐食する。

○ 温度差による腐食

温度差により電池が形成され低温側がアノードとなり腐食する。

2. 乾食

熱による酸化が主なものである。代表的なものはミルスケール(黒皮)である。

風の接触および酸素濃淡によるものを図2および図3に示す。

図2は、電解質水溶液(海水、その他の塩類溶液など)の中における異種金属の接触による腐食例で、鉄と銅が接触している場合であり、金属の自然電位の関係から銅

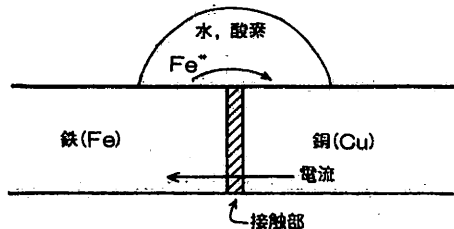


図2 異種金属の接触による腐食例

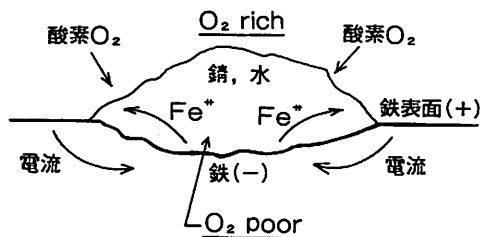


図3 酸素濃淡電池による腐食例

の方が電位が高いため、銅から鉄に電流が流れ鉄がイオン化して液中に溶出し腐食する。

このような腐食は鉄とステンレスが接触する場合にも発生する。

図3は、酸素濃度差による電流の形成による腐食例で、さびの内部と外部に酸素濃度差が生じたため電位差が生じ、酸素量の多い方から少ない方に電流が流れ、さび下の酸素量の少ない方の鉄が溶出する。このようにして、さび下の鉄の溶出が進行すると孔食になる。

以上、鉄の代表的な腐食について説明したが、この腐食を防止する手段について次に述べる。

1・2 防食法の種類

前項で鉄の代表的な腐食について述べたが、これらの腐食を防止する手段としては図4に示すように3つの方向がある。

図4は、腐食に関する金属の表面電位と液の水素イオン濃度 (pH) との関係を示したもので、斜線の部分が金属の腐食域である。

鉄についてみると、中性 (pH 7) の水溶液中での鉄の電位は○印の位置にあり、常に腐食がおりうる状態にあるといえる。

鉄をさびなくするためには、図に示した矢印の方向に環境を変えればよいことになり、腐食領域にある鉄については、つぎのような防食法が考えられる。

- (1) 電位を下降させる。(電気防食法)
- (2) 電位を上昇させる。(酸化剤、腐食抑制剤による不動態化)
- (3) pHを上昇させる。(環境処理)

これらの方法を利用したものが合金法、被膜法、化成処理法、電気防食法などの防食法である。

現在実用化されている防食法の種類について表6に示すが、これらのどの方法を採用するかは、環境条件・防食条件・期待耐用年数・施工性・経済性などを検討して決定される。

塗装による防食法は被膜法の一種類であるが、施工の

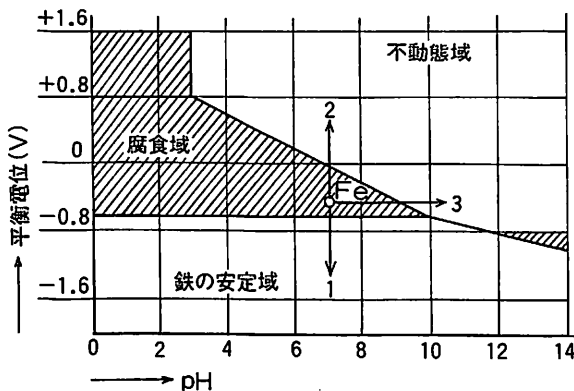


図4 鉄の防食理論⁵⁾

容易さから主要な防食法となっている。

2. 船舶の塗装

強烈な日光と、塩分を含む大気に包まれ、苛酷な乾湿交互作用を受ける船舶において、塗料の果たす役割は極めて重要である。これらの腐食環境から船体を保護し、強度と安全性を保持し、順調な運航を計るためには、すぐれた塗料と適切な塗装が必要である。

船舶には、客船・貨物船・油槽船・漁船・軍艦など各種の機能を有するものが多く、これらに相応した塗装が必要である。また、船内各部には耐熱・耐酸・耐アルカリ・耐油性など種々の性能の塗料を必要とする個所が多い。

詳細については第2章以降にゆずり、本章では概論を述べる。

2・1 船体部位と塗装の要点

船舶の塗装は、船舶の機能、用途に対応し、これに適

表6 防食法の種類

1. 合金法……耐食鋼, 耐候性鋼, ステンレス鋼
2. 被膜法
油塗布……防錆油, 油拭き
塗装
金属被覆……メッキ, 金属溶射, クラッド材
ライニング……樹脂ライニング, モルタルライニング
3. 化成処理法……磷酸塩処理, クロム酸塩処理, 酸化皮膜処理
4. 電気防食法
流電陽極法
外部電源法

する塗料の選択と塗装が非常に重要である。

先ず、船体主要部位における塗装の要点について説明する。

(1) 船底部

鋼材の腐食は大気中や清水・淡水中よりも、海水の方がはるかに激しい。海水中における鋼材の自然腐食量は、平均0.1 mm/年程度といわれているが、局部的な腐食が起ると、0.5 mm/年に達することもある。

また、プロペラによる異種金属接触腐食、接岸建造時の溶接工事漏洩電流による電食などの異常腐食、さらに、最近問題化してきた港湾河川の汚濁がもたらす船底黒変現象など常に腐食の脅威にさらされているといえる。

このような悪条件から船体を保護するためには、耐海水性のすぐれたさび止塗料の塗装が不可欠である。

次に、船底部塗装で最も特異なものは防汚塗料である。海中には無数の動植物類が生息しており、その中には好んで船底外板に付着し繁殖するものがある。

その主なるものは、フジツボ・ホヤ・カキ・イガイ・フサコケムシ・セルプラなどの動物類と、植物ではアオノリがあげられる。これらの生物は、海域・水温・潮流・海水濃度・季節などの諸条件により種別・生態は異なるが、船体に付着することにより巡航速度の低下、燃料消費量の増大、船底清掃のための早期入渠、さび止塗膜の破壊による腐食発生など多くの損失を招く。

したがって、船底部には、さび止塗料の上塗りとして亜酸化銅や有機防汚剤を含んだ防汚塗料を塗装する。

(2) 水線部

没水と暴露の乾湿交互作用により、船底部以上に激しい腐食を受けると同時に、浮遊物・接岸・接舷・波浪などによる機械的損傷と、浮遊重油による塗膜の汚染・軟化、紫外線による塗膜劣化など、船舶で最も苛酷な条件下にあるので、さび止塗料の上に高度の耐水性・耐候性・耐衝撃性を保持する水線塗料を塗装する。

(3) 外舷部

常時海水に接触することはないが、常にしぶきを浴び、強烈な紫外線を受ける。外舷部は美観も要求されるので、さび止塗装後に光沢保持性・保色性のすぐれた外舷塗料を塗装する。

(4) デッキ部

海水に洗われることも多く、広い洋上で受ける紫外線は殊更強烈であり、さらに歩行、荷役などによる摩擦損傷にも耐えなければならない。

デッキ部には、耐水性のすぐれたさび止塗料を塗装後、耐候性・耐摩耗性のすぐれたデッキペイントを塗装する。

(5) ホールド

密閉されていて湿度が高く、“むれ”の現象を起こして、しばしば結露すると共に、積荷（例えば鉱石・化学原材料）から発生するガスや酸などによる化学的腐食作用を受け易く、さらに、荷役時には機械的損傷も受けるので、耐水性があり、しかも耐摩耗性のよいホールドペイントを塗装する。

(6) タンク

a) 原油タンク

原油中に含まれる硫黄分や、その他の酸・塩類などの不純物によって腐食を受け、また荷役後に行われる蒸気や海水による洗滌作業が腐食をさらに促進する。バラスト兼用槽では、海水による腐食以外に船の動揺による船体の“ひずみ”や海水の衝撃によって腐食疲労を起こすこともある。以前は塗料によって保護することが少なかったが、最近の大型油槽船では、耐油性・耐海水性の強い塗膜に、電気防食法を併用することによって防食している。

b) バラストタンク

海水による腐食と、船体の“ひずみ”や海水の動揺による腐食疲労が起こる。耐海水性のすぐれた塗料または電気防食法との併用により防食している。

c) 飲料水タンク

鋼板の腐食を防ぐと共に、内容物を清浄な状態に保つため、飲料適性試験に合格した耐水性のよい塗料を塗装する。

b) カーゴタンク

多種多様の積荷があり、これらによる船体の腐食を防止すると同時に、積荷の汚損を防ぐため、積荷に応じて耐溶剤性・耐薬品性などにすぐれた塗料を塗装する。

(7) その他

船舶では、上記以外に用途・機能に応じ各種の耐性を必要とする場所が多い。例えば、浴室・シャワールームのように常に熱と湿気を受けるとか、電池室のように酸・アルカリの飛沫を受ける所、調理場のように熱・湿気・塩分による腐食を受け易い所などがある。これらの場所には、夫々の環境に適應した塗装が必要なことはいうまでもない。

2.2 船舶用塗料の種類と特徴

上述の条件に適應する主な船舶用塗料とその特徴を表7に示す。

(1) 油性および油変性塗料（アルキド樹脂塗料）

主としてアルキド樹脂塗料がこれに属し、多価アルコールと多塩基酸との縮合物を脂肪油または脂肪酸で変性した油変性アルキド樹脂を一般にアルキド樹脂と呼んで

表7 主な船舶用塗料とその特徴

特性	塗料	油性および樹脂性	塩化ゴム系塗料	ビニル樹脂塗料	エポキシ樹脂塗料	タールエポキシ樹脂塗料	アクリル・エポキシ樹脂塗料	エポキシ樹脂塗料		樹脂	亜鉛系塗料		漆料
								エポキシ樹脂塗料	アクリル・エポキシ樹脂塗料		有機亜鉛塗料	水溶性無機亜鉛塗料	
主な成分	乾性油、アルキド樹脂、フェノール樹脂などの樹脂または混合使用	塩化ゴムに可塑剤あるいは他の樹脂を配合	塩化ビニルと酢酸ビニルとの共重合樹脂	エポキシ樹脂とアミン硬化剤	エポキシ樹脂と硬化剤	エポキシ樹脂と硬化剤	エポキシ樹脂と硬化剤	エポキシ樹脂と硬化剤	エポキシ樹脂と硬化剤	エポキシ樹脂と硬化剤	エポキシ樹脂と硬化剤	エポキシ樹脂と硬化剤	エポキシ樹脂と硬化剤
性能	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性	耐候性、耐水性、耐塩性、耐油性、耐腐蝕性、耐アルカリ性
適用部位	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側	船体、甲板、舷側、甲板、舷側、甲板、舷側

おり、乾性油で変性したものは常温で乾燥する。

この樹脂を展色剤として、さび止顔料（ジンクロメート・鉛丹・シアナミド鉛・塩基性硫酸鉛・亜鉛末・アルミニウム粉・塩基性クロム酸鉛・ベンガラ等）を混練したものがアルキド樹脂さび止塗料であり、チタン白その他の着色顔料を混練したものがアルキド樹脂上塗塗料となる。

この塗料の特徴として、乾燥性がよく耐候性・光沢がすぐれているので、船舶の没水部以外の場所に多く使用されている。

欠点としては、耐水性がやゝ劣るので水分・湿気の多い所には使用できない。

(2) 塩化ゴム系塗料

船舶用塗料として船底・外板・デッキ・上部構造物に使用される塩化ゴム系塗料は、各種の特性を有する塩化ゴムを基材としたもので、塗膜中の溶剤が蒸発して乾燥塗膜をつくる速乾性の塗料である。

この塗料は、耐水性・耐アルカリ性にすぐれ、厚膜にもなり、しかも乾燥塗膜上に塗り重ねても溶剤や展色剤が旧塗膜と新塗膜との付着をよくするなどの性質をもっている。

ピュアタイプ（塩化ゴムと可塑剤）とブレンドタイプ（塩化ゴムに合成樹脂や各種ワニス併用）の2種類がある。

(3) ビニル樹脂塗料

ビニル樹脂塗料は、塩化ビニル樹脂を基材とした塗料で、塩化ゴム系塗料と同様、塗膜中の溶剤が蒸発して乾燥塗膜をつくる速乾性の塗料である。

この塗料は、耐水性・耐薬品性・耐候性に富むが、膜厚のうすいものが多いので塗回数を多くする必要がある。塩化ゴム系塗料と同

じ理由で相互付着性は良い。

また、鋼面に対する付着性が劣るので、必ず付着性のよいプライマーの塗装が必要である。

(4) エポキシ樹脂塗料

エポキシ樹脂とポリアミド樹脂・アミンダクトなどの硬化剤を主成分とし、これらを混合することによって架橋反応が起こり、硬化塗膜は密着性・防食性・耐衝撃性・耐摩耗性・耐薬品性を兼ね備えており、極めてすぐれた性能を発揮する。このすぐれた性能は従来の船舶用塗料では得られなかったもので、苛酷な環境におかれる船舶の塗料として最適なものである。

このようなエポキシ樹脂塗料は、次のような特徴を持っている。

- a) 耐久性大
- b) 厚膜塗装可能
- c) 密着性・耐衝撃性・耐摩耗性などの物理的性質がすぐれている。
- d) 耐水性・耐塩水性がすぐれている。
- e) 耐油性・耐薬品性がすぐれている。

欠点としては、屋外暴露により表層がエポキシ樹脂塗料特有のチョーキング現象を呈するが、現在ではアクリル樹脂等で変性し、耐チョーキング性を改良した塗料もある。

(5) タールエポキシ樹脂塗料

タールエポキシ樹脂塗料は、漚質の長所（耐水性・経済性）とエポキシ樹脂の長所（密着性・強靱性・耐薬品性）とを組合せた塗料である。

すなわち、タールエポキシ樹脂塗料はエポキシ樹脂・漚質および硬化剤を主成分とし、これらを混合することによって架橋反応が起こり、硬化塗膜はすぐれた密着性・防食性・耐衝撃性・耐摩耗性・耐薬品性を有し、特に耐水性・耐塩水性は他に類をみないものである。

漚質含有のために色相が限定されるが、没水部・海水バラストタンク等の重防食塗装の中心であり、エポキシ樹脂塗料に比して安価である。

また、この塗料の欠点としては、塗装間隔（塗り重ね）に制限があることである。

(6) 無機ジंक塗料

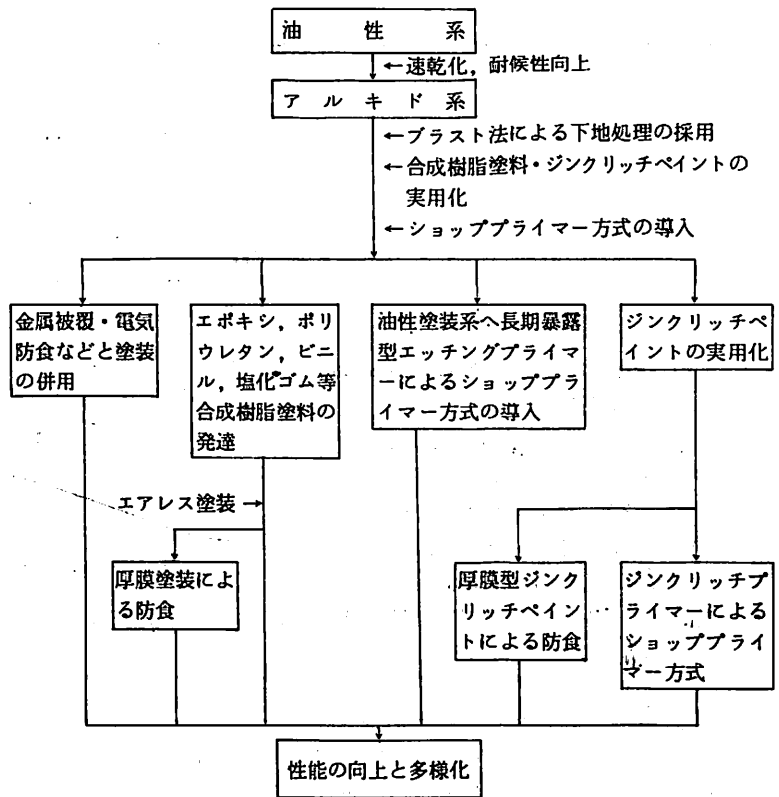


図5 防食塗装の変遷

無機ジंक塗料には、水溶性タイプとアルコール溶性タイプの2種類があり成分が異なる。

水溶性タイプ無機ジंक塗料は、珪酸リチウムなどの珪酸塩と亜鉛末、アルコール溶性無機ジंक塗料は、珪酸エチルと亜鉛末を主成分とし、これらを混合することにより反応が起こり、強固な塗膜を形成する。本塗料は亜鉛の電気化学的性質を利用した防食塗料で、単膜または有機上塗々と組合せて使用される。

(7) その他特殊な用途の塗料

ポリウレタン樹脂塗料、ノンブリード型タールエポキシ樹脂塗料、シリコン樹脂塗料、アクリル樹脂塗料などがある。

以上、主な船舶用塗料について述べたが、塗装の変遷については図5に示す。

●船の科学刊行の本● (送料当社負担)
 恵美洋彦・曾根紘・角隈昭介共著
 設計・建造・迎航・保守の全てを網羅した決定版
 『ケミカルタンカー』 B 5判300頁 5,000円
 『続・ケミカルタンカー』 B 5判424頁 7,500円

船型試験をめぐって

<その19>

(財)日本造船技術センター
横尾幸一

5・5・2 高速コンテナ船の馬力推定法の精度向上に関する研究

SR 107において肥大船の馬力推定法の精度向上について研究を行なったが、この研究は高速船に対しても必要として、その研究を行うためにSR 138が組織された。SR 138では高速コンテナ船を対象として、実船と模型船の相関関係を明らかにするとともに、当時使用されているトーションメータの比較調査及び未開発のラストメータの実用化研究を行なった。

試験研究の期間は昭和47年～49年度の3年間であり、試験内容の分類から次の3小委員会が設置された。

- 調査小委員会 主査 岡田正二郎 (日立)
- 抵抗成分分離小委員会 主査 渡辺 恭二 (三菱)
- 実船計測小委員会 主査 田中 一郎 (阪大)

なお、部会長は笹島秀雄 (阪大)であった。以下の説明はSR 138研究部会の報告書による (1973, 74, 75)。

5・5・2・1 トーションメータ及びラストメータの調査

調査小委員会で昭和47年度にトーションメータ及びラストメータの調査を行なった。トーションメータの調査結果を表5・16に示す。この表に見られるように、いずれのトーションメータについてもその性能は大同小異であり、実用して差支えないものと結論した。

ラストメータには、ロードセル方式、ミッチェル型、

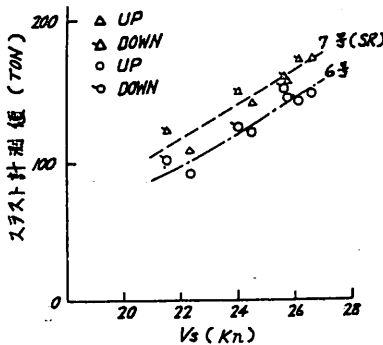


図5・68 あらすか丸第2回公試スラスト計測結果(阪大式)

表5・16 トーションメータの調査結果

形式名	研野式	マイバック	古野式	実田式	シーメンス	ユングナー	ストレーンゲージによる方法
方式	十字式	板の振動数	無差船	—	実田式	無差船	—
検出および記録方式	4つの反射穴をワイヤルミで記録	板の振動数を受信機内板の振動数と比較し、とらえとる。	船尾の位置標をビッドアップで検出してビッドグラフ等で記録する。	実田式はトランスジューサで検出し、モニターでとらえとる。またはオプティコグラフで記録。	船尾位置のトランスジューサの検出指示灯の明滅のものを検出し、両者の出力差率によるよう方法で指示する。	古野式と同じ	ストレーンゲージで検出、ビッドグラフで記録
公称精度 (%)	2	1	2	1.5	—	—	2
測定範囲 (kg)	1500	90	2400	100	1000	1000	—
取付その他	可換	可換	船に設置	可換	船に設置	船に設置	船に設置
費用	多い	あり	あり	あり	あり	あり	あり

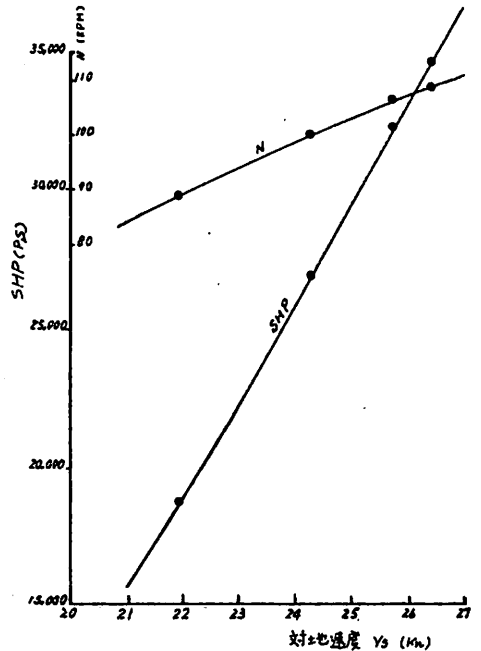


図5・69 あらすか丸回転数及び馬力曲線(研野式)

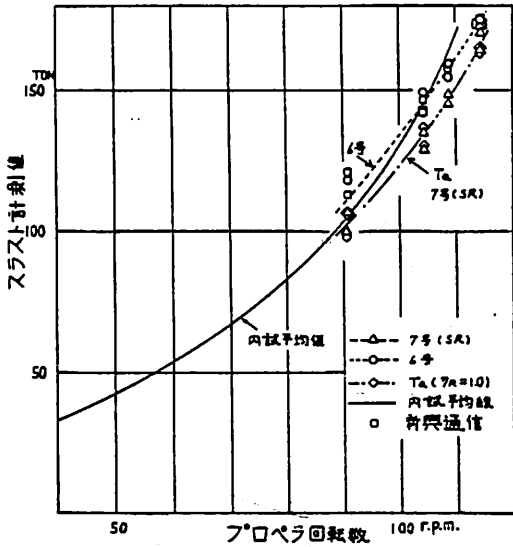


図 5-70 実船計測結果
(らいおんず げいと ぶりっじ)

表 5-17 相似模型船による水槽試験実施項目

試験種類	模型船長さ			
	2m	4m	7m	10m
抵抗試験	○	-	○	○
日航試験	-	-	○	○
プロペラ単独試験	-	-	○	○
流況計測	○	-	○	○
プロペラ位置伴流計測	○	-	○	○
板形計測	○	○	○	○
流線観測	○	-	○	-
板状計測	-	○	-	-
実施年度	昭48	昭49	昭47	昭47
試験実施場所	横浜国立大学	東京大学	大阪大学	三菱重工業 長崎研究所
				船舶技術 研究所

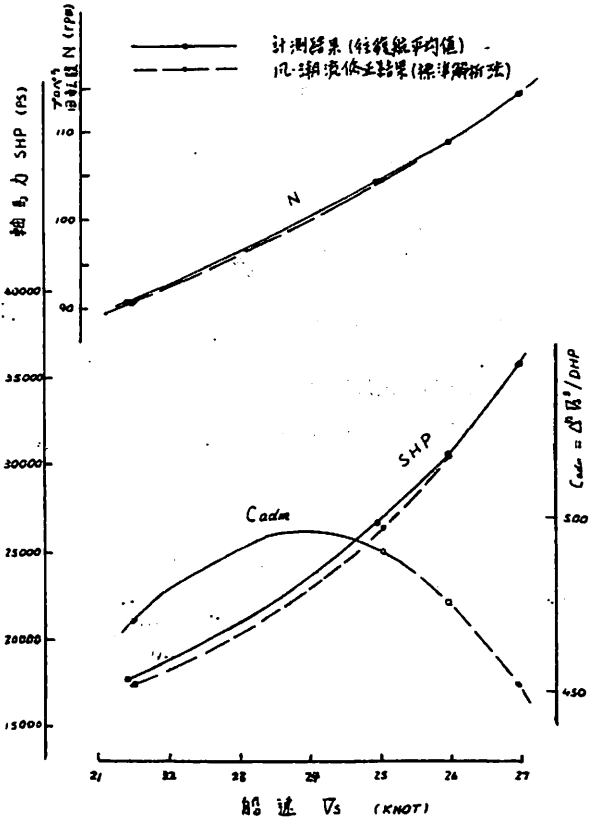
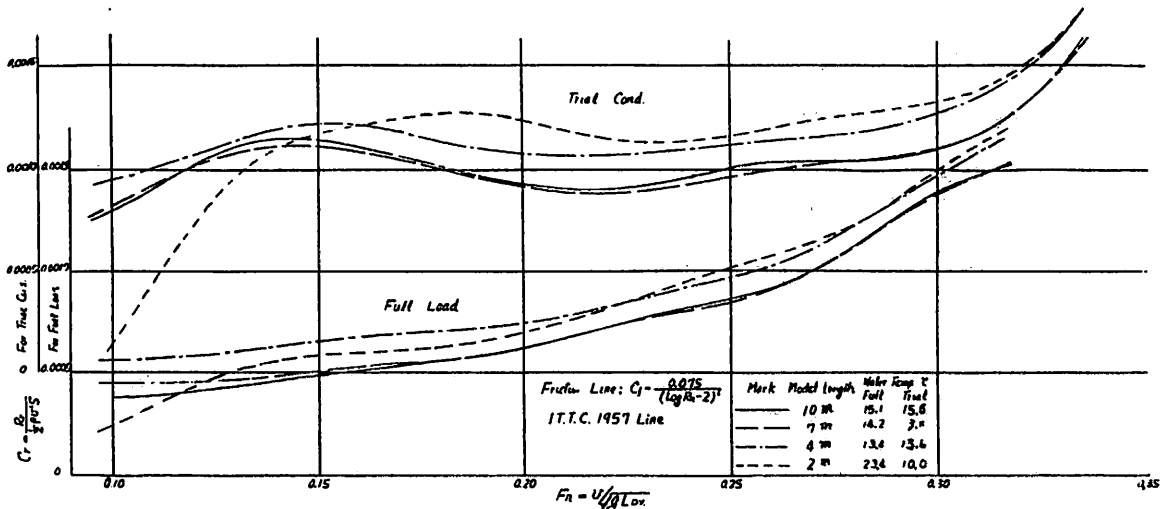


図 5-71 馬力曲線図
(らいおんず げいと ぶりっじ)

図 5-72 剰余抵抗係数の比較



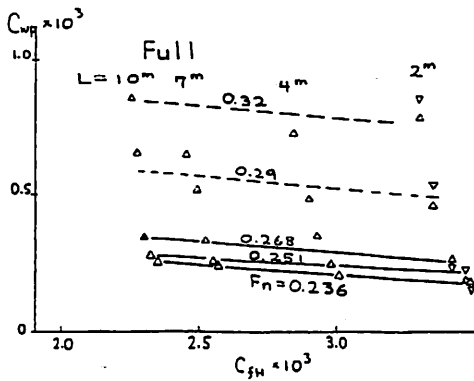


図 5-73 波形造波抵抗 (Full)

FULL LOAD $Fr = 0.267$ • NOMINAL WAKE

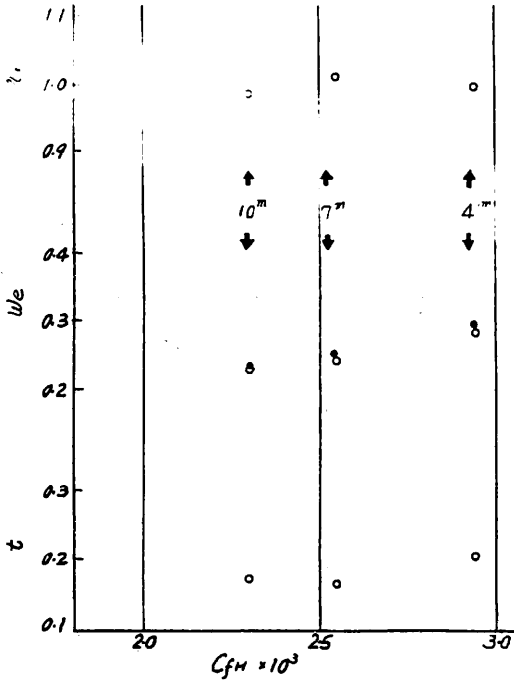
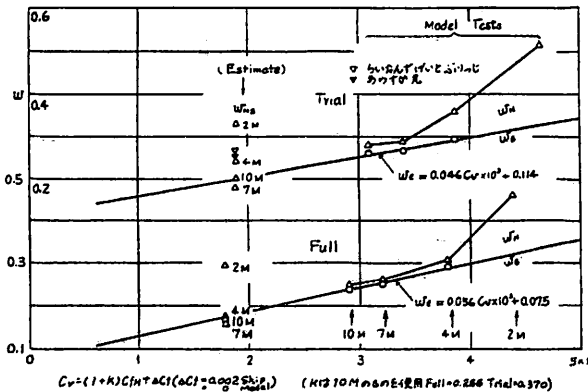


図 5-75 自航要素の比較



Full Load $Fr = 0.267$

水頭損失, $\int (H_0 - H_1) dy / L_{TP}$

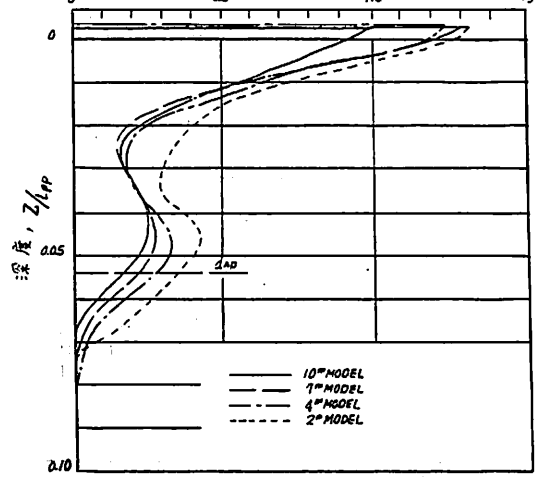


図 5-74 1/2船長後方における流水の水頭損失の比較

FULL LOAD

$Fr = 0.267$

MARK	w _x
10 ^m MODEL	0.245
7 ^m MODEL	0.260
4 ^m MODEL	0.305
2 ^m MODEL	0.461

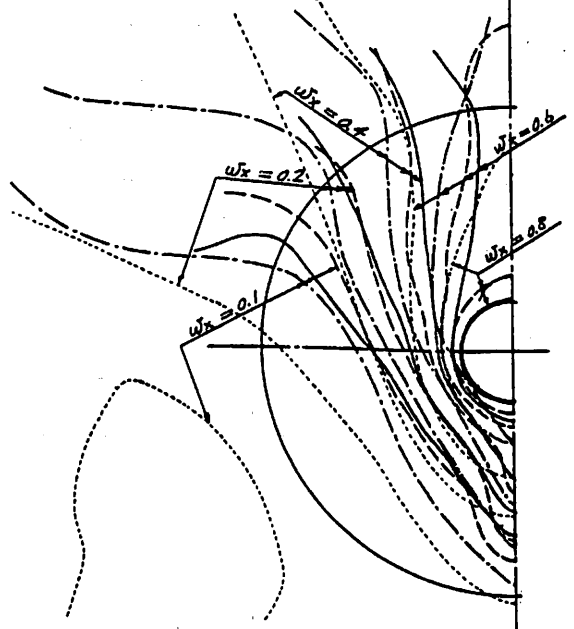


図 5-76 伴流分布図 (模型船) の比較

図 5-77 伴流相関図

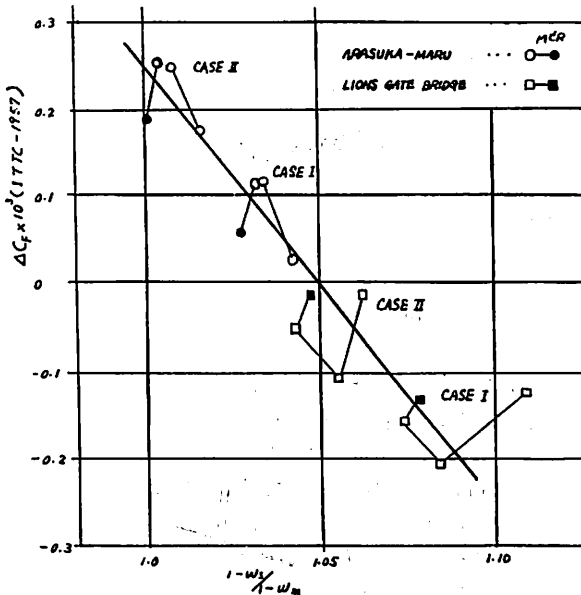


図 5・78 $(1/w_c)/(1-w_m)$ と ΔC_f (ITTC-1957) の関係

ストレンゲージ法、中間軸挿入法、歪拡大方式等があるが、一長一短である。ロードセル方式、ミッチェル型、中間軸挿入法は設計、計画が適切であれば精度も比較的良好だが、本船固有のものとなり、研究には不適當である。ストレンゲージ方式は手軽で汎用性に富むが、計測に誤差の入り易い難点がある。そこで、温度補正に多少の難点はあるが、この研究部会としては、歪拡大方式のラストメータをさらに調査の上、48年度に計器の製作及び実船試験を行うことになった。

5・5・2・2 実船計測

ラストメータとしては阪大式及び新興式の歪拡大方式のものを設計製作し、トーションメータとしては研野式及び他の任意の形式の手持のものを使うことにして実船計測を計画した。

実船は三菱重工業㈱神戸造船所建造、大阪商船三井船

舶株向の 1000 個積 コンテナ船 "あらすか丸" と石川島播磨重工業㈱相生工場建造、川崎汽船-ジャパンライン株向の 1000 個積 コンテナ船 "らいおんげいとぶりっじ" である。前者の計測結果を図 5・68 及び 69 に、後者の計測結果を図 5・70 及び 71 に示す。図中に示されている阪大式のうち 7 号は SR 用として製作されたものであり、6 号は阪大所有のものである。また、 T_Q はトルクの計測値から $\eta_R = 1.0$ と仮定して求めたスラストである。

5・5・2・3 抵抗成分分離に関する研究

高速コンテナ船の船型においても、可能であれば対象実船を選定して、船尾伴流の計測を含めた各種計測を行い、対応模型船について各種の試験を行うことが望ましいが、肥大船の場合と異って、高速コンテナ船の場合には線図が公開できないということであったので、この研究に対して対象実船を選定することは断念した。

供試船型主要目としては、その当時に一般に建造されていた 1000 個積み程度の 1 軸コンテナ船の平均的主要目を選定し、船型としては、当時コンテナ船を建造していた 5 社の線図を船研で平均化した。

相似模型船としては、2, 4, 7 及び 10m の 4 隻を選定し、抵抗、自航試験、プロペラ単独試験、後流計測、伴流計測、波形計測を行った。試験の実施場所、実施年度とともに水槽試験計画を表 5・17 に示す。

得られた試験結果の一部を図 5・72~78 に示す。各図は各相似模型船の試験結果を示したものであって、図 5・72 は剰余抵抗係数、図 5・73 は波形造波抵抗係数 C_{up} 、図 5・74 は 1/2 船長後方における流水の水頭損失、図 5・75 は自航要素、図 5・76 は伴流分布を示す。また、図 5・77 は伴流相関図、図 5・78 は伴流の尺度影響を表わす $(1-w_s)/(1-w_m)$ と粗度による摩擦修正量 ΔC_f との関係を示す。いずれの図においても、最小の 2m 模型船の結果が他の模型船の結果と著しく異なっていることが示されている。

●新刊予約案内●

近代工学の先駆者ウィリアム・フルードの全貌を余すところなくえがいた名著

横浜国立大学名誉教授 吉岡 勲著

近代工学の唯一造船学の父 『ウィリアム・フルード伝』

B5判 600頁 定価 15,000円 (11月末刊行予定、予約特価 12,000円、11月20日まで送料も当社負担)

ウィリアム・フルードは、工学の基本原則の一つである相似則の発見者であり、その名をフルード数という語に留めることはよく知られている。フルードは、その原理を発見しただけでなく、この原理に基づく模型実験を自ら建造した試験水槽で実践して、工学における模型実

験の方法論の基礎を確立した。フルードの偉大な業績は、相似則のみならず、船の動揺の理論、トロコイド波の理論、船の抵抗の法則、摩擦抵抗則、スクリュプロペラ理論などに亘り、まさに、近代工学の先駆者の一人としてその名をあげるにふさわしい偉人であります。

第1章 艦艇の電気機装・電気機器

<その12>

山崎信次*・伊藤武夫*

3・2・9 電線と特殊多心電線(つづき)

(4) 耐火電線(配線用不燃性電線)の採用

昭和11年ごろから配線室の火災が軍艦比叡、金剛を始め数艦に発生したので、配線盤用電線に対し石綿系被覆に難燃塗料を施した耐火電線と称する不燃性電線が採用された。その後主管制盤等の配線もすべて同様の耐火電線が用いられるようになった。

5) 補強ゴムさや電線の開発と採用

この電線は鉛被の代りに綿布で補強されたゴムシースを施したもので、電線の重量を軽くし、鉛被のぜい弱で傷付きやすい点を改良したものである。昭和9年ごろまでに製品化され、その性能も良好であったが、当時は高価格であったので全面的採用には至らなかった。大戦突入後鉛不足となり、かつゴムの入手が容易になったので、鉛被電線に代え、艦船用電線の全部にわたり正式に採用された。更に昭和19年後半からは綿布の使用節減のため、海防艦以下の小艦艇及び特務艦に対しては、補強綿布のないゴムシース電線がゴム装電線という名で使用された。

3・2・10 水上艦艇艦種別主要電気装備概要

(1) 戦艦及び巡洋戦艦

大和型以外の各艦は昭和期に入り順次改装を施こされ、電気関係装備も全面的に増強近代化されたが、ここには昭和期に入り設計建造された大和型の主要電気装備について述べる。

(a) 一次電源装置

直流225V、600kWのディーゼル発電機4基とターボ発電機4基が、防御区画内に1基1室の割で配備され、主電路及びその制御方式は3・2・1の(3)に述べたように、戦闘被害時の給電確保と被害局限に万全を期した計画であった。負荷との関係は、直接給電を必要とする搭載負荷約600箇所、その総電力7,114kW、発電総容量4,800kW、最大負荷(夜戦の主砲砲戦時)3,068kW、最大負荷に対する発電総容量の比率156%である³⁾。

(b) 二次電源装置

* 日本船舶機関調査研究委員会 電気専門委員会委員

交流通信用電動発電機は50kWのものを前・中・後部変圧機室に各1基計3基を分置し、前部及び後部変圧機室のものは予備電源二次電池からも切り換え給電された。

予備電源二次電池は前部及び後部に320Ahのもの各1群を装備したほか、舵取機械室内に舵取電動機専用として160Ahのもの1群が置かれた。

(c) 配線室

艦内通信電路の配線室は前部、後部、艦橋、主楼、後部主楼及び各主砲側に設けられ、そこに引き込まれた特殊多心電線は、前部配線室に600心56本、後部配線室に600心20本、艦橋及び主楼配線室に600心約12本であった。

(d) 動力装置

副砲及び高角砲の旋回俯仰、給弾等すべて電力を動力源とし、舵取機械、排水ポンプ、空気圧縮ポンプ、冷却機械等はいずれも電力化された。

(e) 探照灯装置

96式150cm300Aの探照灯8基を装備した。管制器は主楼に各探照灯ごとに1基が装備されたが、管制器1基で探照灯1基あるいは2基を任意選択して制御した。探照灯前面ガラスは主砲発砲時の爆風圧(約2kgf/cm²)に耐えるため、球面形とし、また4分割して焼入れガラスが使用され、管制器は約5kgf/cm²の爆風圧に耐える覆塔付きであった。

(f) その他

艦装に要した電気関係(無線関係を除く、以下同じ)工数は約20万工数で、電気関係重量は約1,000トンであった。

(2) 航空母艦

昭和期に建造された航空母艦の主要電気装備について、2,3の例(ただし基本計画当初のもの)を表1・9に掲げる。大鳳は440V交流艦であって、複樹枝状配電方式が採用され、配電盤の代りに自動遮断器が前部及び後部に集中装備された。440V交流艦としてはこのほかに天城型2隻がある。それ以外の航空母艦、赤城以下雲龍までの11隻は220V直流艦であった。また商船から特設航空

母艦に改造された艦のうち、飛鷹と隼鷹は220V交流艦で、その他の大鷹、雲鷹、沖鷹、神鷹、海鷹は220V直

流艦であった。

上記の特設空母では、いずれもその固有の発電機の容量が空母として十分で、その整備状態も良好であったの

で、特に換装又は増設をしなかったが、搭載兵器用の二次電源装置（交流発電機その他）及び予備電源二次電池は増備したり新設したりした。

神鷹はドイツ商船「シャルンホルスト」を改装した空母で交流電気推進艦であり、自動電話交換器、自動操舵装置等、当時の我が国艦艇にはない特殊な装備を有していた。推進関係の要目は、推進電動機が13,250HP、130rpm、52Hz、3,100V；蒸気タービン発電機が10,900kW、3,120rpm、52Hz、3,120V、3相であって、それぞれ2基を備え2軸推進であった。

なお昭和初期の艦には着艦制動機（航空機の着艦に際しこれを拘束してブレーキをかける装置）として、呉海軍工廠で開発した電氣的制動機（電磁継手類似の構造）が装備されたが、航空機の大形化及び機速増大に伴い、電気以外の方式に変更された。

(3) 巡洋艦

昭和期建造巡洋艦の主要電気装備の例として妙高、最上、伊吹の電気要目を表1・10に示す。

(4) 駆逐艦及び水雷艇

昭和期建造の主な駆逐艦及び水雷艇の主要電気

表1・9 航空母艦主要電気装備の例

要目		艦名	翔鶴	瑞鶴	大 鳳
基準排水量(トン)			25,675		29,300
完 成 年 月			昭16-8 昭16-9		昭19-3
一 次 電 源			T-600kW × 3 D-350kW × 2		T-800kVA × 3 D-600kVA × 2
二 次 電 源	電 動 発 電 機		50kVA × 2 20kVA × 2 3kVA × 1 6kW × 1 1kW × 2		50kW × 2 65kW × 2 1kW × 2
	予備電源及び 低圧直流電源用 二次電池		3号1型11個 × 1 3号1型112個 × 4		3号1型53個 × 6 3号1型11個 × 2
探 照 灯			96式110cm × 4 96式管制器 × 4		96式110cm × 4 96式管制器 × 4
信 号 灯			信号用探照灯60cm × 2 2キロ信号灯 × 2		信号用探照灯60cm × 2 " 20cm × 2 2キロ信号灯 × 2
電気重量(トン)			569		598
注1) 基準排水量、電気要目は基本計画当初のものを示す。 注2) 一次電源欄のTはタービン発電機、Dはディーゼル発電機を示す。					

表1・10 巡洋艦主要電気装備の例

要目		艦名	妙 高	最 上	伊 吹
基準排水量(トン)			10,000	8,500	12,200
完 成 年 月			昭4-7	昭10-7	昭18-5(進水)
一 次 電 源			T-200kW × 3 D-135kW × 1	T-300kW × 4 D-250kW × 1	T-300kW × 3 D-200kW × 2
二 次 電 源	電 動 発 電 機			25kVA × 1 1kW × 1	30kVA × 3 外にDC用 × 2 AC用 × 1
	予備電源及び 低圧直流電源用 二次電池			3号1型112個 × 2 3号3型5器入 × 20	3号1型112個 × 1 3号2型112個 × 1 3号1型11個 × 2
探 照 灯				92式110cm × 3 94式管制器 × 4	96式110cm × 3 96式管制器 × 4
信 号 探 照 灯				60cm × 2	60cm × 2
電 気 重 量				(無線共) 370	345.5
記 事					進水後空母に改装
注(1) 電気要目はすべて基本計画当初のものを示す。 注(2) 空欄は不明 注(3) 一次電源欄のTはタービン発電機、Dはディーゼル発電機を示す。					

表1・11 駆逐艦及び水雷艇の主要電気装備の例

艦名		特型駆逐艦 吹雪型	特型駆逐艦 初春型	特型駆逐艦 朝潮型	甲型駆逐艦 夕雲型	乙型駆逐艦 秋月型	水雷艇 鴻型
要目							
同型艦隻数		20	6	10	20	12	8
基準排水量(トン)		1,680	1,400	1,961	2,077	2,701	840
1番艦完成年月		昭3-8	昭8-9	昭12-8	昭16-12	昭17-6	昭11-10
一次電源		T-33kW×2 D-40kW×1	T-100kW×1 D-40kW×2	T-135kVA×1 D-55kVA×2	T-180kVA×1 D-55kVA×2	T-270kVA×1 D-55kVA×2	T-60kW×1. D-25kW×2
二次電源	電動発電機	5kVA×1 2kVA×1 1.5kW×1 1kW×1	5kVA×2 15kW×1 1kW×1	15kW×1 12kW×1 0.5kW×1 △16.8kW×1	12kW×1 0.5kW×1 △17.6kW×1	1kW×1 12kW×1 △17.6kW×1	2kVA×2
	変圧器	/	/	(不明)	10kVA×2 2kVA×1 15kVA×1	10kVA×1 5kVA×1 2kVA×2 20kVA×1 15kVA×1	/
	二次電池	3号3型×20 3号7型×5	3号3型×40	3号3型×75	3号3型×66	3号3型×66	(不明)
探照灯 信号灯	須式90cm×1	須式90cm×1	92式90cm×1 94式管制器×1 2キロ信号灯×1	96式90cm×1 96式管制器×1 2キロ信号灯×1	96式90cm×1 96式管制器×1 2キロ信号灯×1	75cm×1 2キロ信号灯×1	
電気無線重量(トン)		57.389	54.754	48.070	55.307	69.971	28.50
記事		*	*	*	*		電気要目は性能改善後の数値を示す

注(1) 基準排水量は計画時のものを示す。
 (2) 記事欄に*印を付けた艦型の電気要目は昭和18年3月現在兵器簿による。
 (3) 一次電源欄のTはタービン発電機、Dはディーゼル発電機を示す。

装備について数例を表1・11に示す。

(5) 海防艦

占守型及び松輪型の搭載発電機は80kWディーゼル発電機3基(後に生産の関係上2基となる)であり、小形化急産急速建造の1号型(丙型)では40kWディーゼル発電機2基、2号型(丁型)では60kW蒸気タービン発電機と40kW又は25kWディーゼル発電機を各1基搭載したが、昭和19年末ごろから装備品生産窮乏し、発電機は艦完成の1箇月前、探照灯は1箇月前によく入手する状況になった。

1号型及び2号型は艦装簡易化を徹底的に実施し、2号型では単線式配電方式を採用した。

(6) 特設艦艇

支那事変以後、特に太平洋戦争開戦後は数多くの民間船舶が徴用され、特設艦艇として改装された。特設空母や特設巡洋艦等になった大型船の固有発電機は、航空母艦の項に述べたように、特設艦として十分であったが、

小型船舶で特設駆潜艇や特設掃海艇等になった船は、固有発電機の多くが照明灯を点灯できる程度の容量で、その上整備が悪く、かつ電圧24Vのものが多かった。従って無線機、照明灯、信号灯及び水測兵器の増設及び新設のためには大抵発電機の新設を必要とした。しかも搭載発電機の大部分がガソリン発電機であったので、危険防止機械室には装備できず、上甲板に木製囲いを設けて装備するという有様であった。

参考文献(昭和期)

- 8) 海軍省内令第339号「応急指揮装置制式草案」(昭12)
- 9) 海軍省内令第1064号「機関指揮装置制式」(昭13)
- 10) 日本電線工業会編：「電線史」(昭34)
- 11) 三菱重工業(株)長崎造船所：「三菱長船電気ものがたり」(昭52)

●連 載●

造 船 工 学 覚 え 書

<20>

広島大学名誉教授(造船学)

工学博士 川 上 益 男

12. 長倉口船の倉口の開閉機構

12・1 概説

小型貨物船やレール、木材、車輛などのごとき長尺物または重量の大きい荷物を運搬する中大型船などでは、長大倉口とし倉内梁柱を配置しない船倉とし、荷役費の節減、運送能率の向上をはかっている。このような長倉口船で船全体としての縦および横強度的要因によって、倉口の水平方向の開閉、垂直変形、振れによる倉口の菱形変形など、普通の貨物船では問題にならないが、この種の船では問題となる変形を生じている。

この倉口開閉は、たとえば (1)shifting hatch beam の取付け・取外しの困難、(2)shifting hatch cover の円滑な開閉の困難、(3)倉口の非水密化、(4)締め付け用 dog bolt の破損、(5)steel hatch cover の損傷その他の不都合を発生している。

- 12・1) 吉識雅夫外：長倉口を有する小型船の倉口幅の変化について、船論 107 (1960)
- 12・2) 酒井利夫外：長倉口船の倉口幅変化に対する一実験例、関西誌、104 (1961)
- 12・3) 八木順吉：倉口および舷側タンクの変形、船協船体軽量化シンポジウム (1965)
- 12・4) 川上益男外：長倉口船の倉口部の变化および強度について、西船報、31 (1966)
- 12・5) 川上益男外：長倉口船の倉口変形に対する部材の剛性の影響について、西船報、33 (1967)
- 12・6) 川上益男外：長倉口船の立体強度における最適部材寸法について、西船報、35 (1968)
- 12・7) M. Kawakami et al.: On the Strength and Structural Problems in Ships with Large Hatch Openings, Memo. Eng., Hiroshima Univ., 3, 2 (1968)
- 12・8) 川上益男：長倉口船の倉口の開閉変形について、船誌、474 (1968)

前記貨物の運送の専用船化の傾向により長倉口船は増加しており、また上記不都合が解消され強度上十分であるならば、普通貨物船においても長倉口を採用する利点はあると思われる。

長倉口船の倉口の開閉機構、開閉量の計算法、部材剛性変化による開閉量の変化、実船計測などの多くの研究により、この種の船の立体強度が確明され、これらの研究を参照して初期設計の段階で部材寸法を適当に変更して、倉口開閉量のある許容値以下おさえる船体設計がほぼ可能となった。

12・2 倉口開閉量と許容量

実船における倉口開閉実測値を表12・1に示す。この計測値は大部分が静水中の荷物の揚卸による開閉量であ

表12・1 実船計測の倉口開閉量 (両玄)

船の種類	L×B×D (m)	D.W. (t)	倉口長 (m)	倉口開閉量 (mm)	備 考
鋼材運搬船	72.5×11.6×6.3	2,339	25.56	13.5	荷役時 ^{12・1)}
"	80×12.4×6.4	2,950	27.3	13.2	荷役時, No. 2 船倉 1225t ^{12・2)}
"	80×12.4×6.4	2,950	27.3	18.6	No. 1, 2 船倉 1541t ^{12・2)}
貨物船	114×16.4×9	—	25.73	12	荷役時, トーモロコシ 105.9t*
"	117×16.8×9	—	24	19	荷役時, 砂糖 90.8t*
"	117×16.8×9	—	24	10	荷役時, 塩 97.8t*
"	118×17.2×9.65	—	25.56	2	進水時*
重量物運搬船	121×18×10.3	9,600	26.56	4	進水時*
貨物船	134.8×18.6×11.1	—	25.11	11	荷役時, 大豆 107.1t*

* 船体構造委員会西部地区部会資料による。

るが、載貨によりいずれも倉口は閉じている。このような荷重では理論的にも倉口は閉じるが、荷重状態によって常にそうであるとは限らない。船の種類、大きさにより倉口長も異なるが、実船で最大約19mmが計測されている。しかし後述するところにより明らかになるが、この開閉量はその船の縦横強度よりみたととき、この船が遭遇する最もきびしい荷重状態のそれではないことに注意しなければならない。長倉口船の構造設計において、まず必要となるのは応力ではなく倉口の最もきびしい荷重状態での最大開閉量のある許容値以下におさえることである。

倉口開閉量については、現在のところ規程的なものはないようであるが、荷役装置上制限がある。筆者が知り得た限りでは、(1)steel hatch cover が正常に作動するためには MacGregor で4mm (両舷を示す。以下同じ)、Erman で20mm、(2)艙装関係者の意見では約9mm、(3)Mac Gregor の hatch cover で水密性を保持するための限度は10mm、(4)shifting hatch beam の取付け取外しの可能な限度は30mmなどである。この中 MacGregor の4mm という値は極端に小さい値であって、これはむしろこの荷役装置を改良すべきであると思われる。

船の立体強度の弾性変形のみによる倉口開閉であれば steel hatch cover の開閉は荷物の揚卸時のみである故その間の開閉量で許容値をきめれば良いと思われるが、そうではなく船が遭遇する最も厳しい荷重状態間の倉口の開閉により、steel hatch cover そのものが損傷をうけて揚卸荷時にその機能を失うので、最もきびしい荷重間の倉口開閉のある許容値以下にしなければならないのである。

12・3 長倉船の倉口の立体的開閉機構

長倉口船の倉口開閉は横強度的および縦強度的要因による。両要因による理論解析は実測と比較して妥当なものであることが確認されている。具体的理論解析の前に両要因による倉口開閉機構を簡単に説明しておく。

(1) 横強度要因によるもの

横部材に作用する水圧、荷重などにより同部材は変形し、それに結合された縦部材も変形するので、倉口側部甲板は上下・水平変形をするので倉口は開閉する。

(2) 縦強度要因によるもの

(a) 船側外板より流入するせん断によるもの

側甲板の水平曲げの中性軸より離れた船側外板からのせん断力が作用するため側甲板は曲げ変形をする。

(b) 倉口端での縦曲げ応力の集中によるもの

倉口端不連続部での縦曲げ応力の集中により側甲板は変化した応力分に相当する曲げをうける。

(c) ポアソン比によるもの

曲げによる縦ひずみにポアソン比をかけた横ひずみが倉口長の間で変化するため倉口開閉を生ずる。

この中で(b), (c)は(1), (a)に比してかなり小さい。

このような立体強度要因によって

- (1) 横強度要因による倉口開閉は、
Full……閉、 Ballast……開、
- (2) 縦強度要因による倉口開閉は、
Sag……閉、 Hog……開

であることが理論解析によって明らかになっている。

以上の倉口開閉の概要の具体的理解のため、以下に実際の長倉口船の立体的強度の解析を示す。

図12・1に示す木材運搬船の長倉口をもつ1船倉間の強度を考えるに当たって、次のような記号を用いる。

- x, y, z : 左舷倉口縁の真中に原点をもつ直交直線座標
(x : 船首方向, y : 鉛直下方, z : 船体内方)
- L, B, D : 船の長さ, 幅, 深さ
- ℓ, ℓ₁, b_d : 船倉の長さ, 倉口長さ, 倉口側部甲板の幅
- f, b_c, S : 乾舷, 船底の貨物重量の分布幅の半分, 特

$$L_{pp} \times B \times D \times d = 83.0M \times 12.8M \times 6.75M \times 5.68M$$

$$D.W. = 3,000t$$

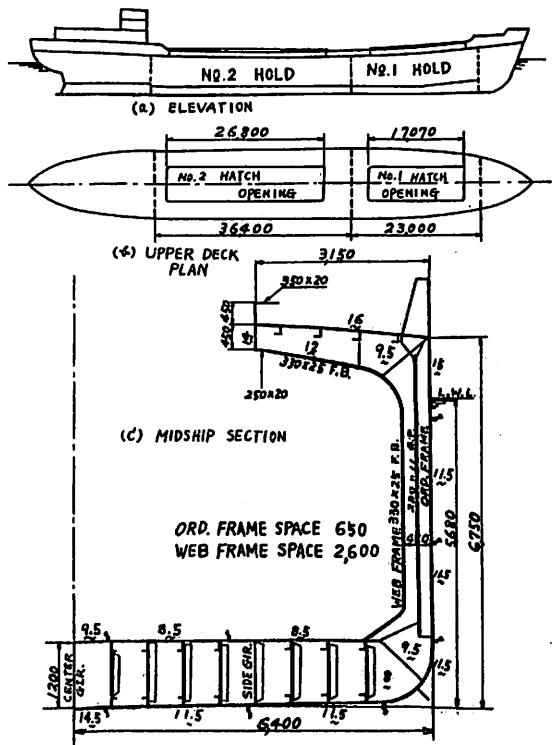


図12・1 長倉口木材運搬船

設肋骨心距

I_i, A_i ($i = D, S, B$) : 横部材の断面2次モーメント, 断面積 (D : 特設梁, S : 特設肋骨, B : 船底)

I_{si}, A_{si} ($i = D, S, B$) : 強横部材の断面2次モーメント, 断面積 (D : 強特設梁, S : 強特設肋骨, B : 二重底)

\bar{I}_i, \bar{A}_i ($i = H, D, V$) : 縦部材の断面2次モーメント, 断面積 (H : 倉口縁材, D : 倉口側部甲板, V : 船側)

H, V : 1特設肋骨心距間の骨組が, 倉口側部甲板よりうける水平反力, 倉口縁材よりうける鉛直反力

M_v, M_H : 倉口側部甲板の水平曲げモーメント (船体内側向きを正), 倉口縁材の鉛直曲げモーメント (鉛直下方向きを正)

E, G : ヤング率, せん断剛性率

W_i ($i = B, C, S, D$) : 1肋骨心距間の分布荷重 (B : 船底水圧, C : 船底荷物, S : 船側下端の側水圧, D : 側甲板の荷重)

W_H : 倉口縁材の分布荷重

(I) 一般解

図12・2に図12・1の第2倉口船倉の概略構造を示してあり, 図12・3にその横部材と作用荷重その他を示す。

1肋骨心距の横骨組部材は, 図12・3に示す各種荷重によって変形させられ, 船側甲板, 倉口縁材の縦部材よりA端にて水平および垂直反力: H, V が作用する。これら反力, 荷重による骨組の倉口縁の位置の水平たわみ z および鉛直たわみ y はそれぞれ次式で与えられる。

$$z = d_z - \frac{u}{E}V - \frac{v}{E}H \quad (12 \cdot 1)$$

ただし,

$$d_z = \left(\frac{Sb_d D^2}{2EI_s} + \frac{Sb_d BD}{2EI_B} \right) W_H + \left\{ \frac{(D-f)^3 (4D+f)}{120EI_s} + \frac{(D-f)^2 BD}{12EI_B} + \frac{(D-f)^2}{6A_s G} \right\} W_S + \left(\frac{b_d^3 D^2}{4EI_B} + \frac{BD b_d^3}{4EI_B} \right) W_D$$

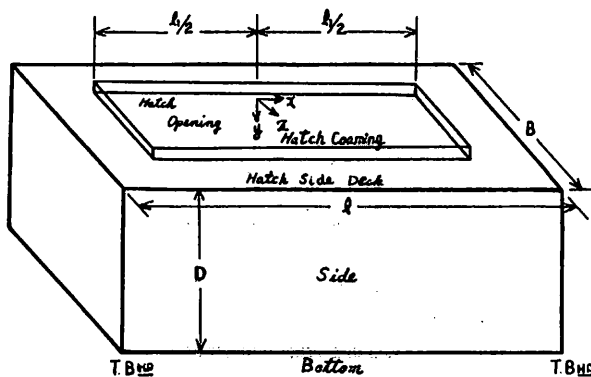


図12・2 1船倉の構造

$$+ \frac{b_c D (3B^2 - 4b_c^2)}{24EI_B} w_c - \frac{DB^3}{24EI_B} w_B$$

$$u = (D/I_s + B/I_B) b_d D/2,$$

$$v = (D^2/3I_s + BD/2I_B + E/GA_s) D$$

$$y = d_y - \frac{m}{E}V - \frac{n}{E}H \quad (12 \cdot 2)$$

ただし

$$d_y = \left(\frac{Sb_d^3}{3EI_B} + \frac{Sb_d^2 D}{EI_s} + \frac{Sb_d^2 B}{2EI_B} + \frac{Sb_d}{GA_D} \right) W_H + \left(\frac{b_d^4}{8EI_B} + \frac{b_d^2}{2GA_D} \right.$$

$$\left. + \frac{Bb_d^3}{4EI_B} + \frac{Db_d^3}{2EI_s} \right) W_D + \left\{ \frac{b_d B (D-f)^2}{12EI_B} + \frac{b_d (D-f)^3}{24EI_s} \right\} W_S$$

$$+ \frac{b_d b_c (3B^2 - 4b_c^2)}{24EI_B} w_c - \frac{b_d B^3}{24EI_B} w_B$$

$$m = \left\{ b_d^2/3I_D + b_d (D/I_s + B/2I_B) + E/GA_D \right\} b_d$$

$$n = (D^2/2I_s + BD/2I_B) b_d$$

船側外板も鉛直たわみを生ずるので, これを(12・2)に加えなければならない。今船側外板の両端が横隔壁のところで固定とすれば, そのたわみ y_s は次式で与えられる。

$$y_s = a_4 x^4 + a_2 x^2 + a_3 \quad (12 \cdot 3)$$

ただし,

$$a_4 = q/24E\bar{I}_v$$

$$q = (2b_c w_c - B w_B + 2b_d w_D + 2S w_H)/2S$$

$$a_2 = -(\ell^2/48E\bar{I}_v + 1/24GA_v)q$$

$$a_3 = (q\ell^2/8)(\ell^2/48E\bar{I}_v + 1/GA_v)$$

従って, A点の垂直変位は, (12・2)と(12・3)を加えて,

$$y = d_y - \frac{m}{E}V - \frac{n}{E}H + a_4 x^4 + a_2 x^2 \quad (12 \cdot 4)$$

ただし,

$$d_y = d_y + a_3$$

横骨組構造に対する縦強度部材からの1肋骨心距当たりの水平および垂直反力: H, V は次式で与えられる。

$$H = E\bar{I}_D S \frac{d^4 z}{dx^4}, \quad V = E\bar{I}_H \frac{d^4 y}{dx^4} \quad (12 \cdot 5)$$

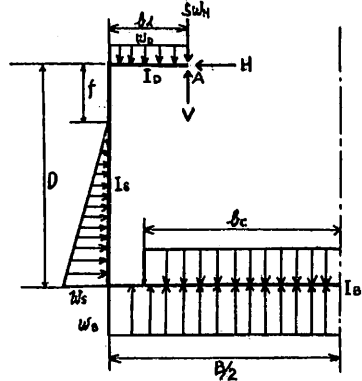


図12・3 横部材の作用荷重

(12・5)を(12・1)と(12・4)へ代入すると次の2元連立4階微分方程式が求められる。

$$\left. \begin{aligned} a_0 \frac{d^4 y}{dx^4} + b_0 \frac{d^4 z}{dx^4} + y = d_{ys} + a_2 x^2 + a_4 x^4 \\ a_1 \frac{d^4 y}{dx^4} + b_1 \frac{d^4 z}{dx^4} + z = dz \end{aligned} \right\} \quad (12 \cdot 6)$$

ただし、 $a_0 = mS\bar{I}_H, b_0 = nS\bar{I}_D, a_1 = uS\bar{I}_H, b_1 = vS\bar{I}_D$
(12・6)の解は倉口部の垂直および水平変位を与えるもので次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} y = (F_1 e^{\alpha x} + F_2 e^{-\alpha x}) \sin \alpha x + (F_3 e^{\alpha x} + F_4 e^{-\alpha x}) \cos \alpha x \\ + (F_5 e^{\beta x} + F_6 e^{-\beta x}) \sin \beta x + (F_7 e^{\beta x} + F_8 e^{-\beta x}) \cos \beta x \\ + d_{ys} - 24 a_0 a_4 + a_2 x^2 + a_4 x^4 \\ z = k_0 \{ (F_1 e^{\alpha x} + F_2 e^{-\alpha x}) \sin \alpha x + (F_3 e^{\alpha x} + F_4 e^{-\alpha x}) \cos \alpha x \} \\ + k_1 \{ (F_5 e^{\beta x} + F_6 e^{-\beta x}) \sin \beta x + (F_7 e^{\beta x} + F_8 e^{-\beta x}) \cos \beta x \} \\ + d_z - 24 a_1 a_4 \end{aligned} \right\} \quad (12 \cdot 7)$$

ただし

$$\begin{aligned} \alpha &= \{1/2(a_0 + b_1 + r)\}^{1/4}, \quad \beta = \{1/2(a_0 + b_1 - r)\}^{1/4}, \\ r &= \{(a_0 - b_1)^2 + 4a_1 b_1\}^{1/2}, \quad k_0 = (-a_0 + b_1 + r)/2b_0, \\ k_1 &= (-a_0 + b_1 - r)/2b_0, \\ F_1, F_2, \dots, F_8 &: \text{積分定数。} \end{aligned}$$

以上のごとくにして、長倉口船の倉口開閉機構の立体的強度解析が得られた。以下において実船構造に適した解を求めておく。

(III) 一様特設肋骨が配列されている場合

比較的小型船では一様な特設肋骨を配列した構造が多くみられるので、その場合の解を示す。

倉口両端の固着度は、一般にそうであるごとく、同じであるとすれば(12・7)にて次のごとき対称条件が成立する。

$$\left. \begin{aligned} dy/dx|_{x=0} = 0, \quad dz/dx|_{x=0} = 0, \\ d^2 y/dx^2|_{x=0}, \quad d^2 z/dx^2|_{x=0} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (12 \cdot 8)$$

(12・8)の条件を(12・7)に代入すれば次式を得る。

$$\left. \begin{aligned} y = A_0 \sin \alpha x \operatorname{sh} \alpha x + B_0 \cos \alpha x \operatorname{ch} \alpha x + A_1 \sin \beta x \operatorname{sh} \beta x \\ + B_1 \cos \beta x \operatorname{ch} \beta x - 24 a_0 a_4 + a_2 x^2 + a_4 x^4 \\ z = k_0 (A_0 \sin \alpha x \operatorname{sh} \alpha x + B_0 \cos \alpha x \operatorname{ch} \alpha x) \\ + k_1 (A_1 \sin \beta x \operatorname{sh} \beta x + B_1 \cos \beta x \operatorname{ch} \beta x) + d_z - 24 a_1 a_4 \end{aligned} \right\} \quad (12 \cdot 9)$$

この式の A_0, \dots, B_1 は積分定数であって、次のような境界条件より決定される。

$$\left. \begin{aligned} y|_{x=l/2} = y_0|_{x=l/2} \equiv y_0^f, \quad d^2 y/dx^2|_{x=l/2} = 0 \\ z|_{x=l/2} = 0, \quad d^2 z/dx^2|_{x=l/2} = f_0 \quad d^2 z^f/dx^2|_{x=l/2} \end{aligned} \right\} \quad (12 \cdot 10)$$

ここで、 z^f : 両端固定のときの水平たわみ、 f_0 : 両端の固着度である。また y_0^f は上式のごとくであり、(12・3)に $x = l_1/2$ を代入すれば求まる。

この境界条件より積分定数は次のように求まる。

$$\left. \begin{aligned} A_0 &= (N^\ell - B_0 \cos \theta \operatorname{ch} \theta) / \sin \theta \operatorname{sh} \theta, \\ A_1 &= (P^\ell - B_1 \cos \varphi \operatorname{ch} \varphi) / \sin \varphi \operatorname{sh} \varphi \\ B_0 &= (Q_1^\ell - k_1 Q^\ell) / R^\ell (k_0 - k_1), \\ B_1 &= -(Q_1^\ell - k_0 Q^\ell) / S^\ell (k_0 - k_1) \end{aligned} \right\} \quad (12 \cdot 11)$$

ただし、

$$\begin{aligned} \theta &= \alpha l_1/2, \quad \varphi = \beta l_1/2, \quad P^\ell = \{k_0(-d_{ys} + 24 a_0 a_4 \\ &- a_2 l_1^2/4 - a_4 l_1^4/16 + y_0^f) + d_z - 24 a_1 a_4\} / (k_0 - k_1), \\ N^\ell &= \{k_1(-d_{ys} + 24 a_0 a_4 - a_2 l_1^2/4 - a_4 l_1^4/16 + y_0^f) \\ &+ d_z - 24 a_1 a_4\} / (k_1 - k_0), \quad Q^\ell = \alpha^2 N^\ell \cos \theta \operatorname{ch} \theta / \\ &\sin \theta \operatorname{sh} \theta + \beta^2 P^\ell \cos \varphi \operatorname{ch} \varphi / \sin \varphi \operatorname{sh} \varphi + a_2 + 3a_4 l_1^2/2, \\ R^\ell &= \alpha^2 \{(\cos \theta \operatorname{ch} \theta)^2 + (\sin \theta \operatorname{sh} \theta)^2\} / \sin \theta \operatorname{sh} \theta, \\ S^\ell &= \beta^2 \{(\cos \varphi \operatorname{ch} \varphi)^2 + (\sin \varphi \operatorname{sh} \varphi)^2\} / \sin \varphi \operatorname{sh} \varphi, \\ Q_1^\ell &= \alpha^2 k_0 N^\ell \cos \theta \operatorname{ch} \theta / \sin \theta \operatorname{sh} \theta + \beta^2 k_1 P^\ell \cos \varphi \operatorname{ch} \varphi / \\ &\sin \varphi \operatorname{sh} \varphi - f_0 P^\ell, \quad F^\ell = \alpha^2 k_0 (A_0^\ell \cos \theta \operatorname{ch} \theta \\ &- B_0^\ell \sin \theta \operatorname{sh} \theta) + \beta^2 k_1 (A_1^\ell \cos \varphi \operatorname{ch} \varphi - B_1^\ell \sin \varphi \operatorname{sh} \varphi), \\ A_0^\ell &= (N^\ell - B_0^\ell \cos \theta \operatorname{ch} \theta) / \sin \theta \operatorname{sh} \theta, \quad A_1^\ell = (P^\ell - B_1^\ell \cos \varphi \operatorname{ch} \varphi) / \sin \varphi \operatorname{sh} \varphi, \\ B_0^\ell &= (Q_1^\ell V^\ell - S^\ell T^\ell) / (V^\ell R^\ell - S^\ell U^\ell), \\ B_1^\ell &= (R^\ell T^\ell - U^\ell Q_1^\ell) / (V^\ell R^\ell - S^\ell U^\ell), \\ U^\ell &= k_0 \alpha (\cos \theta \sin \theta + \operatorname{ch} \theta \operatorname{sh} \theta) / \sin \theta \operatorname{sh} \theta, \\ V^\ell &= k_1 \beta (\cos \varphi \sin \varphi + \operatorname{ch} \varphi \operatorname{sh} \varphi) / \sin \varphi \operatorname{sh} \varphi, \\ T^\ell &= k_0 \alpha (\sin \theta \operatorname{ch} \theta + \cos \theta \operatorname{sh} \theta) N^\ell / \sin \theta \operatorname{sh} \theta \\ &+ k_1 \beta (\sin \varphi \operatorname{ch} \varphi + \cos \varphi \operatorname{sh} \varphi) P^\ell / \sin \varphi \operatorname{sh} \varphi. \end{aligned}$$

(12・5)、(12・9)より縦横部材の相互反力は次のように求められる。

$$\left. \begin{aligned} H &= -4ES\bar{I}_D \{k_0 \alpha^4 (A_0 \sin \alpha x \operatorname{sh} \alpha x \\ &+ B_0 \cos \alpha x \operatorname{ch} \alpha x) + k_1 \beta^4 (A_1 \sin \beta x \operatorname{sh} \beta x \\ &+ B_1 \cos \beta x \operatorname{ch} \beta x)\} \\ V &= -4ES\bar{I}_H \{ \alpha^4 (A_0 \sin \alpha x \operatorname{sh} \alpha x \\ &+ B_0 \cos \alpha x \operatorname{ch} \alpha x) + \beta^4 (A_1 \sin \beta x \operatorname{sh} \beta x \\ &+ B_1 \cos \beta x \operatorname{ch} \beta x) - 6a_4 \} \end{aligned} \right\} \quad (12 \cdot 12)$$

また、倉口縁材の水平および垂直曲げモーメントは、次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} M_H &= -2E\bar{I}_D \{k_0 \alpha^2 (A_0 \cos \alpha x \operatorname{ch} \alpha x \\ &- B_0 \sin \alpha x \operatorname{sh} \alpha x) + k_1 \beta^2 (A_1 \cos \beta x \operatorname{ch} \beta x \\ &- B_1 \sin \beta x \operatorname{sh} \beta x)\} \\ M_V &= -2E\bar{I}_H \{ \alpha^2 (A_0 \cos \alpha x \operatorname{ch} \alpha x \\ &- B_0 \sin \alpha x \operatorname{sh} \alpha x) + \beta^2 (A_1 \cos \beta x \operatorname{ch} \beta x \\ &- B_1 \sin \beta x \operatorname{sh} \beta x) + a_2 + 6a_4 x^2 \} \end{aligned} \right\} \quad (12 \cdot 13)$$

● 船の科学刊行の本 ●

USCG: 46CFR

液化ガスばら積船 / ケミカルタンカー
安全規則 / 技術要件

B 5 版 本文 80 頁 定価 2500 円 (送料当社負担)

●連載●

冷 凍 運 搬 船 < 25 >

— Reefer —

角 張 昭 介 ・ 椎 原 裕 美

6・2・4 防熱材の諸特性

各種防熱材は、熱伝導率の他に表6・13に示すような諸特性を持っている。

(1) 圧縮強度

冷蔵倉庫壁の中で貨物荷重や荷役時の荷役装置荷重が加わる床面防熱層に用いられる防熱材には、断熱性能に加えて圧縮強度もある程度必要となる。繊維質防熱材はほとんど圧縮強度を持たないが発泡質防熱材では硬質、

表 6・13 各種防熱材の諸特性

防熱材	特性	圧縮強さ (kgf/cm ²)	曲げ強さ (kgf/cm ²)	吸 水 率 (g/100cm ³)	水蒸気透過率 (g/m ² ・h・mmHg)	線 膨 張 率 (m/m°C)	難 燃 性 (最高使用温度)	耐 薬 品 性	人的安全性
ポリスチレンフォーム (20kg/m ³)		0.8~1.6	2.5以上	1.0以下	0.0057 わずかに透す。	7×10 ⁻⁵	可燃性、自己 消火性(高温 でよく燃える) (80°C)	⊗ 耐溶性に劣る。	⊗ 火災の場合・ 有害ガス発生
硬質ウレタンフォーム (25~30kg/m ³)		1.0~3.0	2.5以上	3.0以下	0.008~0.0016 わずかに透す。	5~7×10 ⁻⁵	可燃性、自己 消火性(高温 でよく燃える) (100~120°C)	⊗ 耐酸性大、耐 アルカリ性、 溶剤に弱い。	⊗ 火災の場合 有害ガス発生
発泡フェノールフォーム (40kg/m ³ 以上)		1~7	3.0以上	0.2~2% (1年間の水 面下浸漬: 10~15%)	0.002 (30kg/m ³ のとき) わずかに透す。	0.8~3.5×10 ⁻⁵	可燃性、自己 消火性(発熱 量少ない) (130~180°C)	⊗ 耐酸性に劣る。	⊗ 火災時・低発 煙性、低毒ガ ス発生
多 泡 ガ ラ ス		7	5	ほとんど 吸水性なし	ほとんど 透さない。	8.3×10 ⁻⁶	不燃性 (400°C)	⊗ 耐酸性、アルカリ に弱い、フッ化水 素におかされる。	⊗
硬質ラバーフォーム		3.0	8.4	5.1% ほとんど 吸水性なし	わずかに透す。	-	可燃性、自己 消火性 (100°C)	⊗ 強硫酸、強硝 酸に弱い。	⊗
塩化ビニールフォーム (50kg/m ³)		4.0	7.0	0.1%以下 ほとんど 吸水性なし	0.00084 ほとんど 透さない。	4.72×10 ⁻⁵	可燃性、自己 消火性 (80~90°C)	⊗	⊗ 火災の場合・ 有害ガス発生
グ ラ ス ウ ール	ほとんどなし	自在	非常に大	非常に大	成型板として はほとんど収 縮しない。	バインダーが 可燃性 (350~400°C)	⊗ アルカリに弱い。	⊗ 皮膚を刺激し やすい	
ロ ッ ク ウ ール	ほとんどなし	自在	非常に大	非常に大	成型板として はほとんど収 縮しない。	バインダーが 可燃性 (400~600°C)	⊗ 耐酸性、強酸 に弱い。	⊗ 皮膚を刺激し やすい	
セラミックファイバー	ほとんどなし	自在	非常に大	非常に大	成型板として はほとんど収 縮しない。	不燃性 (1,090~1,260°C)	⊗ ふっ酸、強アル カリ水素、 窒素に弱い。	⊗	
硅 酸 カ ル シ ウ ム		5	3.0以上	-	-	-2%以下	不燃性 (650~1000°C)	⊗ 耐酸性	⊗
パ ー ラ イ ト		3	2.5以上	98%以上	-	-2%以下	不燃性 (650°C)	⊗	⊗ 粉塵が出る

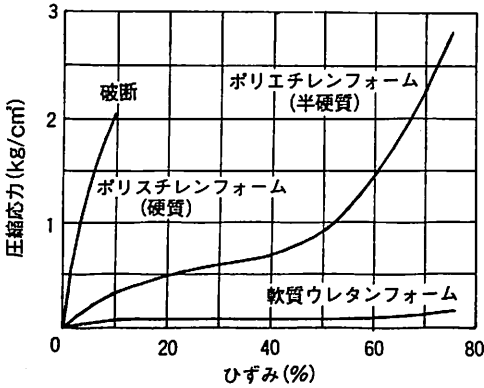


図6・41 代表的フォームの圧縮応力-ひずみ曲線 ($\rho = 0.030 \text{ g/cm}^3$)

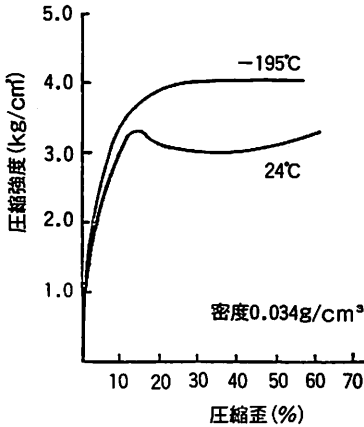


図6・43 硬質ウレタンフォームの常温と低温の圧縮強度と歪の関係の比較¹⁶⁾

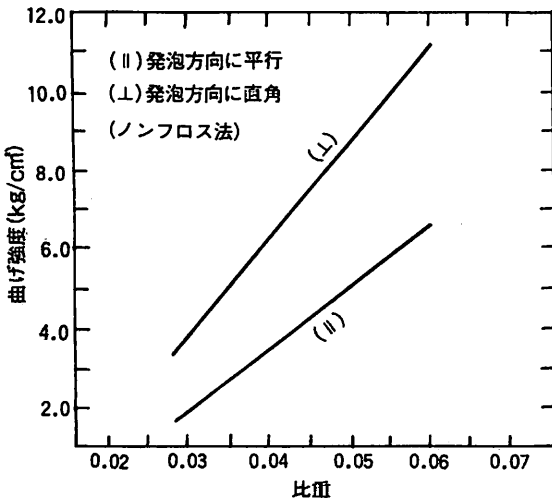


図6・45 硬質ウレタンフォームの曲げ強度と比重の関係¹⁷⁾

半硬質、軟質によって図6・41に示すような圧縮応力-ひずみ曲線を示し、その密度によっても変化する。図6・42に

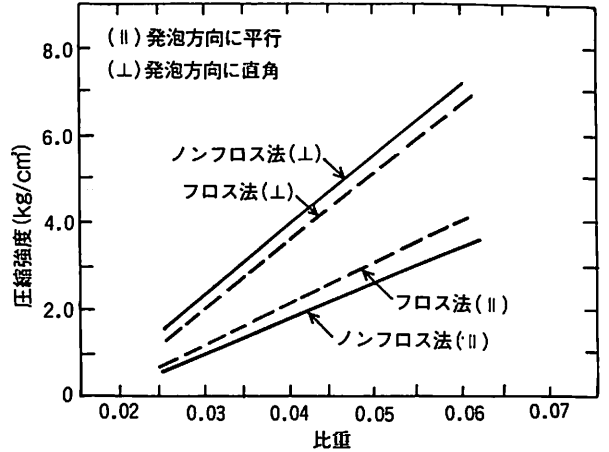


図6・42 硬質ウレタンフォームの圧縮強度と比重の関係

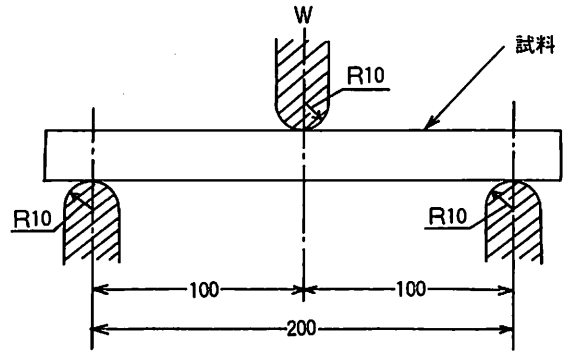


図6・44 曲げ試験概略

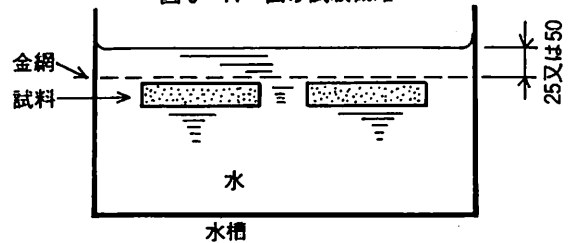


図6・46 吸水試験概略

その一例を示す。同図に示されるように発泡質防熱材では発泡の方向による異方性を示す。図6・42のように、ウレタンフォームを例にとると、一般的に発泡方向に垂直/平行の比で約2/3程度である¹⁷⁾。図6・43に圧縮強度と歪の関係の温度による違いを示す。

硬質フォームは、一般に耐圧縮性にすぐれる反面、柔軟性に欠け、特に高発泡倍率のフォームでは衝撃強さが小さく、脆弱になる。ほぼ、次の順で強靱さが低下し脆弱になる。

ポリスチレンフォーム>硬質ウレタンフォーム>フェノールフォーム

(2) 曲げ強度

鋼材の曲げ試験同様、図6・44に示すようにして、最大

曲げ荷重から次式で曲げ強さを求める。

$$K = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (6\cdot29)$$

K : 曲げ強さ (kgf/cm²) b : 試験片幅 (cm)
 P : 最大荷重 (kgf) h : 試験片厚さ (cm)
 L : 支点間距離 (cm)

また、この時の曲げ弾性係数 E_b を求めるには、

$$E_b = \frac{L^3(\Delta P / \Delta \ell)}{4bh^3} \quad (6\cdot30)$$

$\Delta P / \Delta \ell$: 荷重-歪曲線の直線部の勾配 (kg/cm)
 曲げ強度も圧縮強度同様に密度に依存し、材料によっては異方性がある。その例を図6・45に示す。

(3) 吸水性及び吸湿性

水分及び水蒸気の含有により防熱性能は低下するが、その目安となるのが吸水率である。吸水率は 110 × 110 × 25mmの試料を水槽の中水面下25mmに24時間沈めて、その吸水量より求める(図6・46)。試料を水槽から取り上げ、六面を5mm程度切り落して測定した重量 W_a (g)、容積 V (cm³) と、その後70 ± 5℃の恒温状態で乾燥させた後の重量 W_b (g) によって

$$\text{吸水率 (\%)} = \frac{W_a - W_b}{V \times \rho} \times 100 \quad (6\cdot31)$$

$\rho = 1$ (水の比重)

と求める。

硬質ウレタンフォーム、ポリスチレンフォーム等ではウレタンフォーム工業会に規格があり、100 × 100 × 25mmの試料を23 ± 3℃の清水・水面下、50mmに30秒間浸漬した後、30°傾けた3mmメッシュの金網に30秒間乗せ、風乾させて測定した重量 W₁、次いで同様に再び清水に24時間浸漬した後に測定した重量 W₂ によって、

$$\text{吸水量 (g/100 cm}^3\text{)} = \frac{W_2 - W_1}{A} \times 100 \quad (6\cdot32)$$

A : 試料の全表面積 (cm²)

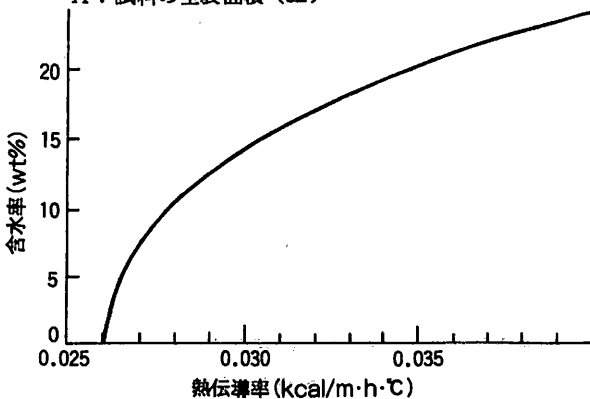


図6・47 フェノールフォームの含水率と熱伝導率²¹⁾

として求める。

一方、同様な方法ではあるが、ASTM Designation D 2127-62 Tによる方法としては、100 × 100 × 25mmの試料を図6・46のようにして72時間浸漬し、取り出した試料を30°傾斜した金網の上で30分間風乾した後の重量 W を用いて次のように求める。

$$\text{吸水率 (g/100 cm}^3\text{)} = \frac{W - W_0}{A} \times 100 \quad (6\cdot33)$$

W₀ : 試験前の試料重量 (g)

W : 試験後の試料重量 (g)

A : 試料の全表面積 (cm²)

これらは、JISの規格の中でそれぞれ決められていて、吸水量の判定を比重の増加でとらえるか、水分の浸入する面積でとらえるかで異なっている。含水率の熱伝導率に与える影響の例を図6・47に示す(6・2・3(4)参照)。

一方、吸湿性としては、図6・48に示すようにして、水蒸気透過率を測定する。

発泡質防熱材は、ほとんどが独立気泡から成るために吸水量及び水蒸気透過量とも少ないが、多湿雰囲気の中や常時水に触れるような環境では、図6・47に示すように当然性能劣化をきたす。一方、繊維防熱材は表6・13に示されるように吸水・吸湿性とも大きい。吸水率、水蒸気透過率共、防熱材中の気泡の割合が高いほど大きくなり、図6・49にその例を示す。

(4) 難燃性

防熱材は断熱性能が第一であるが、倉内に於いて広範囲に施工されることから、一旦火災となった場合には、可燃性であると被害は大きい。また、冷凍運搬船の冷蔵倉防熱工事では、防熱施工現場の近くで船殻、配管等の溶接工事が進められている場合も多く、溶接又はガス切断による発火源は常に存在している。このようなことから近年防熱材にも難燃性が要求されるようになり、例えば硬質ウレタンフォーム保温材 JIS A 9514においては'79年改正版から難燃性の規定が加えられた。

難燃性としては、非可燃性が理想であるが、表6・13に

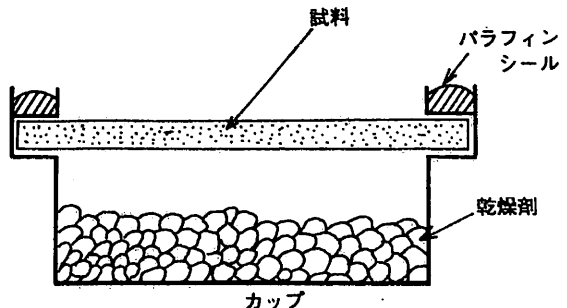


図6・48 水蒸気透過率測定試験概略

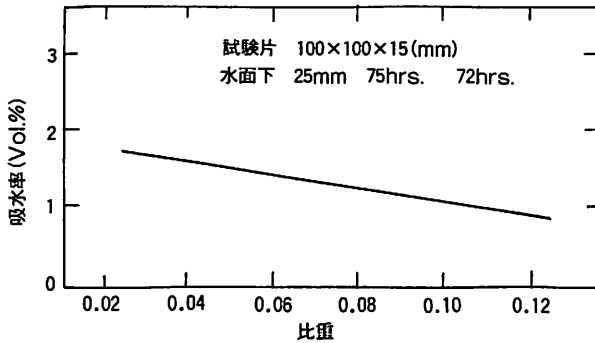


図 6・49 比重による吸水率の変化
(試験方法：ウレタンフォーム工業会)

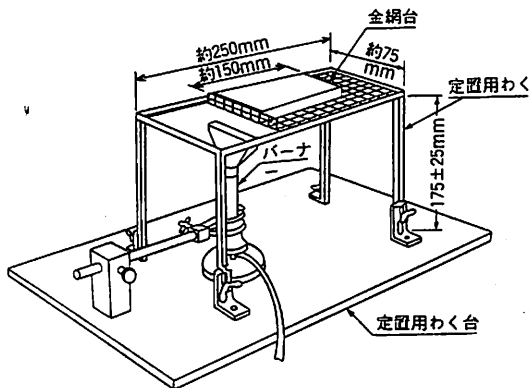


図 6・50(a) 燃焼試験装置 (JIS A 9514)

示されるように、温度によってはほとんどすべての防熱材が燃える。しかし、一般に防熱材は最高使用温度が問題となる高温断熱材として用いられる場合を除いて、火災時の危険性を考慮すれば十分である。これは火災を近づけても着火しにくい（難燃性か、火炎をあてると燃えるか、火炎を遠ざけると、火が消えてしまう）自己消火性を有していることが条件となる。そのためにはプラスチック系防熱材の様に、その素材自身が石油化学製品のもは、可燃性であるので、発泡時に燃焼抑制剤を添加して着火温度を上げるのが普通である。

燃焼試験には図6・50 (a)のような装置を用いて、バーナーの火炎を試料に当ててから、試料の火が消えるまでの時間及び燃えた部分の長さを測定する (JIS A 9514) 方法、及び図6・50(b)に示すようにローソクの炎に当て、5秒間ろうそく等を速で押し進めて、燃焼限界線まで燃やした後ろうそくを遠ざけて、3秒以内に炎が消え、自消火限界指示線より後に延焼炎のないことを確かめる (JIS A 9511) 方法がある。ちなみに難燃性試験方法としては JIS A 1321 に規定されている。

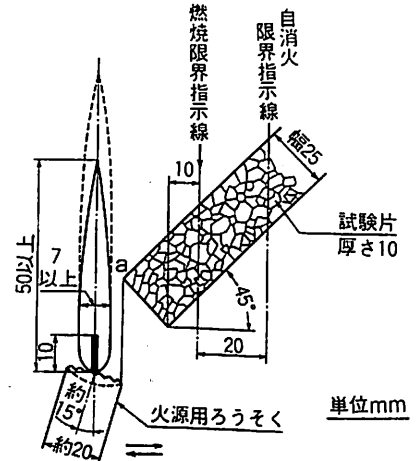


図 6・50(b) 燃焼試験 (JIS A 9511)

(5) 線膨張係数

低温になると発泡質防熱材では、素材自体の熱収縮以外に気泡内圧も減少し、また、気泡内ガスによっては相変化を起こすので更に内圧も小さくなる。その結果、大気圧との間に圧力差が生じ、素材強度が不足すると収縮が起こる。

防熱材と囲壁鋼板及び木材等で膨張係数に大きな差があると、低温に冷やされた時すき間が生じ、冷蔵倉負荷を増加させる原因となる。すき間が生じる可能性のある時は、グラスウール等の伸縮性のある材料でカバーすることも必要である。

(6) 耐薬品性

防熱材はその素材の特性によって、化学薬品に対する優劣があり、薬品類を貨物として積み込む予定のある場合や油兼用船等では、これら貨物と防熱材との直接接​​触を避ける処置が必要となる。

また、NK規則 (59年版) 6.2.5の規定のように、F.O.タンクの破口、き裂によるF.O.の漏洩による防熱材の損傷劣化を考慮して、F.O.タンク表面に直接防熱材を張ることを禁止している場合もある。この場合、過去の冷凍運搬船の損傷データに基づき、用いられる防熱材の耐F.O.特性を考慮して決められたものといえる。

(7) 人的安全性

防熱工事中の労働安全性及びその後の偶発的事故での危険性を考慮に入れる。前者では、防熱材の微細破片等による粉塵やグラスウール、ロックウール等の皮膚接触時の刺激があり、後者では、火災時の有害ガスを発生するポリスチレンフォーム、硬質ウレタンフォーム、発泡フェノールフォーム、塩化ビニールフォーム等のプラスチック系防熱材が該当する。

●続・液化ガスタンカー<15>

液化ガスタンカーの重要な損傷・故障および人間エラーについて

<4>

恵美洋彦

5・6 各種プロセス容器の損傷

液化ガスタンカーの貨物用プロセス容器としては、

(a) 熱交換器：加熱器(貨液、ガス)、ペーパライザ、冷却器、凝縮器、除湿器

(b) 貯留容器：中間タンク、レシーバ

(c) 分離器：気液分離器、油分離器、スクラバ

(d) その他：バッファタンク、こし器/ストレーナ、検知タンク、計量用容器

表22 各種プロセス容器の重要損傷の例

損傷・故障	原因	事故災害の概要	文献
1. レシーバの破壊。蒸気爆発(陸上)	腐食	冷凍機用のアンモニアレシーバ(0.6 m ³)を街路上に放置していたところ溶接部が破損し、引続いて蒸気爆発した。原因は溶接部の腐食と推定されている。被害範囲80m四方、死者6、負傷者11。(ガス中毒による被害)(1951年、日)	4) 6)
2. レシーバの破壊(陸上)	冷却水不足 腐食 安全弁不作動	アンモニア冷凍機を高圧16kg/cm ² 、低圧1.4 kg/cm ² で運転中、大音響と共にレシーバ(20kg充填)が軸方向に破裂。原因は、冷却水不足による温度上昇、腐食および安全弁不作動。10m以内の家屋に被害。死者1、負傷者5。(1953年、日) 同様の事例は他にもあり。	4)
3. 計量用容器の漏えい(陸上)	液面計破損	計量用容器にエチレンオキシドをいれていたとき、突然爆発した。原因は、容器の液面計が破損して外部にガスが漏えいしたことによる。死者1、負傷者7。(1966年、日)	4)
4. レシーバの漏えい(陸上)	ガラスゲージの破損	冷凍機用アンモニアレシーバのガラスゲージが破損してガスが漏えいした。その後、レシーバ設置の機械室に火災が発生し、殆どを焼失した。着火原因は電気火花。(1955年、日)	4)
5. レシーバの漏えい(船舶冷凍機)	材質不良	漁船のアンモニア冷凍機のレシーバで溶接部応力腐食による貫通き裂、漏えい事故発生例あり。陸上冷凍機でも類似の事故があり、破裂に至った例も少なくない。	23) 4)
6. 熱交換器の漏えい(陸上)	き裂	熱交換器の温度測定個所にき裂が生じた。そして、300°Cに熱せられたLPG-水素混合ガスが漏えいし、自然着火。(1971年、日)	5)
7. 冷却系統への漏えい(陸上)	腐食破孔	冷却用熱交換器の管が腐食破孔し、塩ビモノマがブライン側に漏えいし、ブライントankに流れこんだ。ブライントankから塩ビガスが室内に漏えい、電動機火花で着火爆発。死者6、負傷者27。(1967年、日)	4)
8. 凝縮器冷却系統への漏えい(陸上)	腐食	凝縮器頂部カバーのフランジ部がパッキンと共に腐食し、シェル側のLPGが冷却水管系に入り、排水と共に排水溝内を流れてガスが拡散した。25m離れた加熱炉で着火爆発し、火災は4時間続いた。死者2、負傷者12。(1959年、日)	5)
9. 熱交換器の防熱材に可燃物が浸透(陸上)	小漏えい(監視不注意)	熱交換器を水蒸気で乾燥中、ウレタンフォーム防熱材に浸透していた可燃物が着火燃焼(1972年、日) 同様の事例として、オイルヒータの配管フランジ部からの小漏えいが防熱材に浸透し、昇温・着火した例を掲げることができる。	5)

を掲げることができる。これらの重要損傷としては、外部への漏えいおよび熱媒体系への漏えい損傷が考えられる。発生確率は、圧力容器、管系統等の漏えい損傷発生率を参考として、

外部への漏えい（大量）損傷： 1.4×10^{-9} / H
 “ （小量）： 7×10^{-8} / H
 熱媒体系への漏えい損傷： 4.2×10^{-7} / H
 と推定できる。

表22に、これらの重要損傷事故の例を掲げる。

外部への大量漏えい損傷、即ち、容器の構造的要因による大破壊は、表22に掲げた文献調査の結果では、液化アンモニアの容器のほかは見当たらない。（液化アンモニア容器の破裂事故は、表22に掲げた例のほかにもある）小量漏えい、即ち、小き裂等の漏えい事故は、容器に取付けた計装品およびその溶接部に多く生じている。また、液化ガスタンカーでは、容器の圧力逃し弁取付用ディスク

表23 計装品の重要損傷・故障の例

損傷・故障	原因	事故災害の概要	文献
1.タンク液面計の故障 (LNG船)	不明	液面計の故障に起因するタンク過剰積載・オーバーフローの事故は、LNG船において、二、三報じられている。そして、甲板き裂発生に至った例もある。	1)
2.タンク液面計の故障 (タンカー等)	不明	油タンカーでも液面計の故障によるオーバーフローの事故例は比較的多い。中には、液面計の指示誤差が400ないし500mmあったためのオーバーフローの例がある。	3)
3.液面警報の誤信号 (LNG船)	迷走電流	表29-3に示すように、誤信号で警報が鳴るため、スイッチを切っておき、監視不良と重なってオーバーフローした。	1)
4.緊急/自動しゃ断装置の誤作動 (LNGバージ)	迷走電流	発電機のスイッチを切ったところ瞬間的に電流が乱れて、積荷中、貨物弁が急に閉鎖し、サージ圧によってグロブ弁からLNG流出。甲板き裂発生。LNG流出量約40ガロン。	1)
5.緊急しゃ断弁の急閉鎖 (液化ガスタンカー)	設計不良	液化アンモニア積荷中、フェールセーフ機構のため、船舶の電力喪失によって緊急しゃ断弁が急閉鎖した。このため、サージ圧が発生し、貨物ホースが破裂した。そして、400トンのアンモニアが流出した。（これは、設計どおりに働いたが、弁の閉鎖速度が適当でなかった。）	1)
6.緊急しゃ断弁の不作動 (陸上)	保守不良 (作業手順不良)	LPGタンクローリーの積荷後、アームを取外したとき微量漏洩したので元弁を増し締めしたところ元弁のねじ摩耗による開放に至った。そのとき緊急しゃ断弁が閉まらず、タンク内貨物の全量(7トン)を流出した。広範囲にガスが拡散した。幸いにも火災爆発には至らなかった。不作動の原因は、弁を閉める戻り機構にごみ、汚れ等が存在したためと推定されている。作業開始前に、緊急しゃ断弁の閉鎖試験を実施していれば、このような全量流出は防げたと予測されている。	37)
7.中間冷却器のフロートスイッチ故障(陸上)	腐食	アンモニア冷凍機の圧縮機用中間冷却器のフロートスイッチが腐食により故障した。そのため、液化アンモニアが圧縮機に流入してバイパス管系統も液封された。バイパス弁が破裂して、アンモニアが流出。（1979年、日）	4)
8.貨物弁開度指示故障		表18-4 参照	3) 4)
9.圧縮機自動停止装置の誤作動 (陸上)	電波障害	ナフサ分解ガス圧縮機の温度警報/自動停止装置が突然作動した。そして、圧縮機が自動停止したため、フレアスタックから黒煙が排出した。この量はナフサ換算で15ないし16トン。これは、ガス検知器点検のため無線通話機を使用したところ、隣接の警報設定器とアンテナが至近距離となり、電波障害で設定器が作動したのが原因と推定されている。	4)
10.圧縮機計装品配置不十分	設計不良	次の事故例は、液化ガスタンカーの貨物圧縮機として標準的な計装がなされ、正常な作動/取扱いであれば、発生していなかったと考えられる。 表21-3 (オイルシール) : 潤滑油温度/圧力監視計測 表21-6 (高温高圧) : ガス吐出温度警報/自動停止 表22-2 (冷却水) : 冷却水出口温度または供給圧力による自動停止	

タンスピースにき裂発生例がある。

熱媒体システムへの漏えい、そして外部への再漏えいは、漏えいに気付かないうちに火災爆発事故に至ったとも想定される。(圧縮機の冷却システムも同じ)このような熱媒体装置、冷却水ポンプ等設置区域にガス検知警報を設けるのは、安全上、有効と考えられる。(現行規則では要求されていない)

5.7 各種計装品の損傷・故障

ここで、計装品の損傷・故障としては、

(a) 計装品が所定の機能を果さない損傷・故障
および

(b) 計装品が誤信号・誤作動する損傷・故障
を考える。タンク、プロセス容器、管等の計装品またはその取付け部の漏えい損傷は、それぞれ、タンク等の損傷として扱った。着火源となる損傷・故障も別に扱う。

計装装置の損傷・故障を重要な原因とする事故災害の例は、表23に示すとおりである。日本の陸上関係の高圧ガス(液化ガス含む)の事故災害の記録⁴⁾では、昭和33ないし55年までの主な事故は、164件であった。そのうち、計器の作動異常を原因とするのは、5件(3%)となっている。アメリカの石油化学工場の火災・爆発事故の統計では、制御装置の故障を原因とするのが6.1%となっている²⁸⁾。

一般の計装装置は、通常、二重・三重の安全装置が施されている。また、異常状態の監視、警報、制御等の装置も同様である。このような装置の損傷・故障は、それによってもたらされる現象を考慮して重要であるか否かを判断する。そのためには、関連の設備および取扱いを含めてシステムを解析する必要がある。

損傷・故障率は、正確には計装装置毎に各要素の損傷・故障率の組合わせとして推定する必要がある。目安と

表24 液化ガスタンカーの貨物火災爆発事故の着火源

着 火 源	事 例	文献
1.落 雷	LNG船ベント開口端ガス漏えい時の着火は、数例あり。	1)
2.外部火災	周囲火災(油タンク)による安全弁、計装品等から放出ガス着火	1)
3.安全区域電気設備	表17-2, 表21-1	1)24)
4.甲板上防爆型電動機	表20-1(推定)	1)
5.プースタポンプ軸受過熱	表20-1(推定)	1)
6.防爆対策不備	表37-1に示す事故である。詳細原因は不明であるが、タンカーとしての基本的な安全対策の不備と指摘されている。	1)
7.照 明	ベント開口端からガス漏えい時の照明による着火例、二、三件あり。	1)

表25 油タンカーの貨物火災爆発

(a) 貨物火災爆発の発生状況

発生時期/場所	発生件数(比率%)
衝突*1	42(21)
バラスト航海中*2	32(16)
港内におけるタンク内作業中	31(15)
タンク洗浄/ガスフリー中	29(14)
海上におけるタンク内作業	13(6)
積荷航海中	12(6)
ポンプ室火災	11(5)
揚荷時	10(5)
貨物区域外から延焼	8(4)
座 礁	7(3)
積 荷	6(3)
船 体 破 壊	4(2)
合 計	205(100)

(b) 貨物火災爆発の着火原因例

原 因	実 例
静 電 気	帯電している油への導電体のそう入、噴霧等
物 体 落 下	タンク内への物体落下(工具、ライター等)
衝 突	衝突船体破壊による摩擦火花、その他
照 明	照明灯、懐中電灯等
煙 草 の 火	貨物区域の甲板上での喫煙
火 気 の 使用	溶接、ガス切断等
機器(電気品、等)	モータ、電線、甲板機械等
機関室、居住区域	これらの区域に貨物液またはガスが侵入/混入したため、機関、煙草、炊事、電気製品等
外 部	流出した油に、他船、陸上等の火により着火
落 雷	ベント開口端への落雷、その他

* 1 : 貨物区域への衝突事故164件中42件が火災爆発を招いた。

* 2 : タンク洗浄/ガスフリーおよびタンク内作業を含まず。

しての平均的数値は、次のとおり⁸⁾。

検出端： 7×10^{-6} / H, 1×10^{-3} / E
 電気系統： 7×10^{-5} / H, 1×10^{-2} / E
 空気系統： 7×10^{-6} / H, 1×10^{-2} / E

6. 着火源の危険

6・1 着火源

液化ガスタンカーで発生した貨物火災爆発事故の着火源は、表24に掲げるとおりである。

油タンカー貨物火災爆発事故の発生状況および着火源は、表25に示すとおり⁹⁾。陸上危険物設備の危険物質の

火災爆発の着火源としては、表26に掲げる統計がある⁴⁾。これらの殆どは、液化ガスタンカーの貨物火災爆発の着火源となり得る。

これらの表には明記されていないが、液化ガスタンカーにおいて着火源となるおそれがある特殊の事例として次掲げることができる。

反応による着火：反応危険物質が急激な反応（分解、重合または相互反応）を起こして爆発事故に至るときは、必ず混合ガス爆発に至ると考えられる。後の表28を参照のこと。

混合ガス圧縮：空気・可燃ガスの混合体を断熱的に圧

表26 陸上プラントの火災爆発の着火源

(a) 化学プラント(英, 1963ないし1974年)の着火源

着火源	件数	割合(%)
電気火花	30	14.6
高温体	30	14.6
自然発火	20	9.7
摩擦, 火花	15	7.3
溶接, 溶断	12	5.8
ガスバーナ, 裸火	12	5.8
静電気	7	3.4
その他	17	8.2
不明	63	30.6
計	206	100

(b) 油タンク火災の着火源(API)

着火源	割合(%)
静電気	19
落雷	16
裸火	13
ポンプ電動機	13
トラックのエンジン	9
電気設備	7
溶接, 溶断	8
高温の器物表面	4
喫煙	4
放火	— 1.5
焼却炉	1.5

表27 液化ガスタンカーにおける着火危険

分類	説明	着火危険率
開放区域 I (図9参照)	可燃ガス・蒸気が存在する機会の多い区域として着火源となる機器の設置や作業が厳しく制限される区域	一般的に 0.01/E
開放区域 II (図9参照)	荷役中, ガスフリー中等のガス漏えい・流出が比較的多い時期には, 着火源となる機器の使用や作業が制限される区域	0.05ないし 0.1/E
開放区域 III (図9参照)	船舶による着火限の制限なしの区域	0.01 ないし 1.0 / E (大洋ないし港内 / 岸壁)
ガス危険区域となる閉鎖区域	常時不活性化の区域 (タンク, インタバリヤスペース等) 電気設備なしまたは本質安全型機器のみ (タンク周囲スペース等) 防爆型機器が設置されている区域 (貨物ポンプ圧縮機室等)	$< 10^{-9}$ / H *1 10^{-3} / E 0.01 / E
特定の事象	蒸気爆発, 反応爆発等の爆裂時 衝突・タンク破壊・貨物流出時 アンモニア, 臭化メチルの開放区域漏えい・流出 *2	1.0 / E 0.3 / E 0

* 1 : 不活性化状態が保たれなくなる確率を 10^{-6} / Hと仮定する。

* 2 : 閉鎖区域では, 可燃危険性物質と同じ値とする。

縮することによって、可燃ガスの発火点以上の高温を発生して着火爆発する。空気-アンモニア混合ガスの圧縮爆発の例がある。表21-6参照。

自然発火：防熱材に油が浸透し、若干の高温にさらされて酸化熱の蓄積によって自然発火するまでに昇温する。表22-8参照。

噴出による静電気：純気体の噴出による静電気による着火は、一般的に生じないと考えられている。しかし、

噴霧状液体粒子、ほこりやスケールのような固体粒子を含む場合、着火危険がある。LPG、エチレン等では、高圧噴出事故の際の静電気帯電を原因と推定される着火燃焼爆発の例がある^{4) 5)}。炭酸ガスや水蒸気の噴霧も静電気発火の危険がある。油タンカーや陸上石油基地では、イナートिंगの目的で放出した炭酸ガスの静電気帯電による着火・火災の例がある¹⁾。水蒸気も油タンカーでは、同様の例がある。最近よく使用されるようになった

表28 反応に起因する事故災害の例

物質	原因	事故災害の概要	文献
1. ブタジェン	不安定物質生成 (取扱不能)	ブタジエンゴム合成装置において、燃焼排ガスによってパーズ中、突然配管内において爆発した。これは、管中に蓄積していたジエン類が排ガス中の微量の酸化窒素と反応して爆発性物質を生成し、衝撃火花で着火したのが原因。	5)
2. ブタジェン	不安定物質生成 分解爆発	720 kℓの精製ブタジエンタンクが爆発し、火炎高さ30m、タンク鏡板が23m飛散、破片は1200m飛散。これは、タンク気相部に空気が混入してブタジエンと酸素が反応して過酸化物を生成し、分解爆発に至ったと推定されている。 (1951年、カナダ)	5)
3. ブタジェン	重合物の酸化反応 (作業不良)	蒸留塔内に付着して残っていたブタジエン重合物(約100ℓ)が、除去作業中に燃えた。これは、重合物が酸化反応を起こして蓄熱し、自然発火したのが原因。(1972年、日)	5)
4. プロピレンオキシド	重合反応 (設備不良)	14m ³ のプロピレンオキシド中間相成品タンクが爆発(蒸気爆発)し、火災に至った。死者18、負傷者117。(1964年、日) 推定原因として、このときのプロピレンオキシドは、20°C以下を標準とすべきところ約85°Cの高温であり、この温度では異常重合が起こり得るとされた。この高温は、管腐食による水蒸気の漏えいで生じた。(空気と混合ガス爆発との説もある)	5) 6)
5. エチレンオキシド	相互反応 (取扱不良)	57kℓのエチレンオキシドタンクが爆発し、タンク頂板の一部は、約1500m吹き飛んだ。エチレンオキシドは、1200mまで飛散した。死者1、負傷者24。エチレンオキシドタンクに少量の液化アンモニアが入ったため、反応して爆発したのが原因。(1962年、米)	5)
6. エチレンオキシド	重合反応 (保守不良)	エチレンオキシド入りの小容器が白煙と大音響を発して破裂し、破片は200mの範囲に飛散した。容器の腐食がひどく、そのための触媒作用による重合発熱反応が原因と考えられる。 (1951年、日)	4)
7. 塩素	材料との反応 (取扱不良)	液化塩素タンク用の均圧用管において、鉄と塩素とが反応して管に破孔を生じ、塩素ガスが流出した。この反応は、 $\text{Fe} + \frac{3}{2}\text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3 + 93.6 \text{ kcal/mol}$ である。反応を超えすのに必要な高温は、水素と塩素の反応で生じたと推定された。電解塩素ガス中に、0.3ないし0.5 vol%の水素を含むが、温度低下で塩素の凝縮が起こって高水素濃度となった。そして、弁の開放操作によって摩擦・高温となったスケール粒子で着火燃焼した。(水素-塩素混合体の爆発範囲 5.5ないし89 vol%水素)	5)

ハロン系ガス (R 1211, R 1301等) の静電気帯電は、炭酸ガスに比べて1ケタ程度小さく³⁶⁾、また、消火剤所要量も炭酸ガスの1/2ないし1/4である。故に、噴出による静電気帯電による着火の危険性は、低いといえるが、全くないかどうかは明確でない。

機器の損傷・故障による過熱：表20-2, 表21-3, 表21-6, 表21-8, 表21-9を参照のこと。

6・2 着火危険率

可燃性雰囲気形成された場合、着火する割合、即ち、着火危険率は、経験的に次のように推定できる。

衝突によるタンク破壊・貨物流出時：0.3/E。表25の油タンカーの貨物タンク衝突・破孔・貨物火災爆発の統計から推定。

蒸気爆発・反応爆発時：1.0 / E。可燃危険性物質の蒸気爆発や反応爆発事故例では、全て、混合ガス爆発を併発している。ここで、アンモニアは、可燃性物質であるが、可燃危険性物質ではない。即ち、アンモニア自身は、開放区域における蒸気爆発では着火燃焼は生じないと考える。

本質安全型機器： 10^{-8} / H。文献³⁰⁾による石油化学プラントの年次検査の記録による故障率。(適切な保守点検が実施されるという前提)

その他の防爆型機器： 10^{-6} / H。同上。

危険区域 (陸上化学プラントにおいて本質安全型またはその他の防爆型機器のみ設置され、着火源が極めて高度に制御される区域)： 10^{-2} / E³¹⁾。これは、化学プラントの安全記録に基づく総合平均的数値とされている。液化ガスタンカーの危険区域に相当すると考えることができる。

着火源を高度に制御する区域： 10^{-1} / E³¹⁾。上記の区域より着火源の制御は多少緩和される区域で、危険率は、1オーダー高くするのが適当とされている。

液化ガスタンカーでは、前述の数値および文献³¹⁾によ

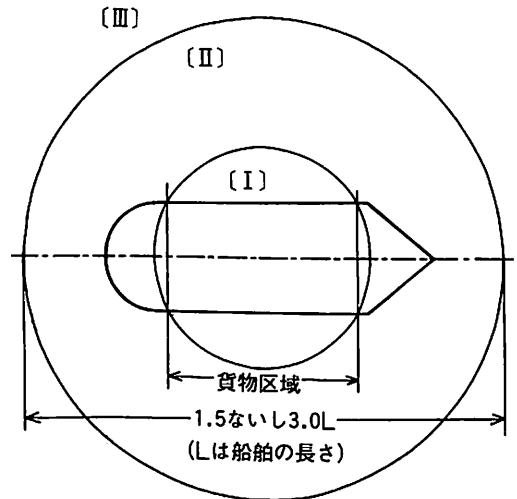


図9 開放区域の着火危険による分類

るLNG船における推定値を参考として、各区域の着火危険率を表27および図9のように予測する。

表27中、タンクやタンクと二次防壁間 (インタバリアスペース) のように、常時、不活性化状態を保つ区域の着火危険率は、個々の例で推定すべきである。なお、イナーテイング装置の故障率は、文献³¹⁾によると 10^{-6} / Hと推定されている。ただし、イナーテイング装置の故障 = 可燃性雰囲気形成とは、必ずしもならない。

7. 反応による事故災害例

液化ガスタンカーの貨物対象品には、いくつかの反応危険性物質がある。これらの貨物取扱いは、陸上化学プラントに比べて緩やか (温度・圧力が低い、反応プロセスを含まない等) である。即ち、危険反応は発生しにくい、不注意な取扱いでは、危険な反応を起こすことも予想される。

表28に、化学プラントで生じた反応による事故災害のうち、液化ガスタンカーでも生じ得る事例を掲げておく。

●船の科学 “造船・海洋構造物技術セミナー” 御案内●

10月2,3日 東京 虎ノ門 船舶振興ビル会議室にて お申込はお早めに//

テーマ 「LNG船 / LPG船の設計・建造と運航に関する最新の技術と動向」

日本の建造・運航によるLNG船8隻が稼働開始して2年、オーストラリアからのLNG輸入プロジェクトも正式に調印された。さらに、カナダ、そのほかのLNGプロジェクト計画が進行中です。また、LPG船の分野でも日本は、設計・建造・運航のいずれも、世界最大の経験を有している。また、内航・外航いずれにも規則の改正 (1986. 7) が迫っている。このような背景において、

日本でのLNG / LPG船の建造・運航の経験とその後の技術開発を踏まえて、首題のセミナーを企画しました。

荷主、船会社、造船所、関連機器、材料メーカー等、LNG船のみならず、LPG船等の液化ガスタンカーに関連する全ての関係者に最新の技術情報を供与するセミナーです。関係者の方々の参加をお奨めします。

※受講申し込みの詳細は95頁の同案内を参照して下さい。

船舶電子航法ノート(101)

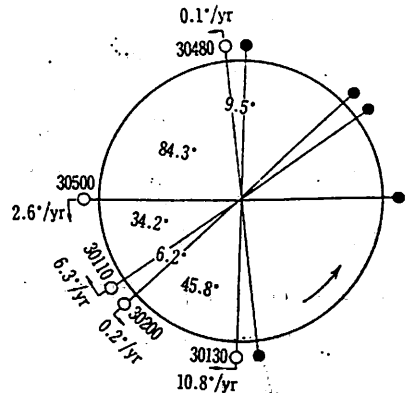
木村 小一

A・7・1・6 衛星の現状と今後の計画

1985年1月現在の衛星の現状は第A・7・7表に示すとおりで、NOVA衛星2と旧型の衛星3から構成されている。その軌道面は第A・7・31図に示すとおりで、30480衛星と30500衛星の間が85°近く離れていて全り良好とはいえない。

NNSSの衛星はSCOUT(スカウト)と呼ばれるかなり小型の固体ロケットで打上げられている。このロケットはその打上げ精度に若干の固有の不正確さがあり、前述のOATSのない旧型の衛星の場合はその軌道傾斜角にある程度の誤差が生じ、これが長い時間の間に衛星の軌道面の構成が不適切になる原因となったものである。現在、米海軍用に割当られているSCOUTロケットは8基であるが、このロケットによる打上げは近い将来中止される予定になっている。

海軍はなお12のOSCAR衛星と1のNOVA衛星とを有しており、これでNNSSの運用を止めるとされている1994年までの衛星を確保するため1基のSCOUTロケットでOSCAR衛星を二つ同時に打上げるための開発を行っている。これはSOOS(Stacked Oscar On Scout)と呼ばれ、SCOUTロケットの性能向上によって、衛星の打上げ重量が増加したことにより可能となり、4組のSOOSが作られるとされているが、これらSOOSの衛星はアンテナを改良した以外はOSCARと同じものとなる。このように同じロケットによる打上げでは軌道上では、ほぼ同じ位置に2衛星があることになるので、一方の衛星は予備として、電波を停止したままにすることである。こうして、1994年まで、NOVAとOSCAR各2の4衛星による衛星の軌道構成が確保されることになっ



第A・7・31図 衛星の軌道配置(1985-1)(この図は北極側から地球を見た場合であって、従来の図の南極から見たものとは逆になっている。)

ている。

1984年末に発表されたアメリカ国防省と運輸省の共同出版になる連邦電波航法プラン(Federal Radionavigation Plan, FRP)では"TRANSIT"(NNSSをこう呼んでいる)についての政策はつぎのようであるとしている。"TRANSITは国防省で運用されている衛星利用の電波航法システムである。それは1994年にGPSで置きかえられる予定である。TRANSITはアメリカ政府の民間機関で運用したり、移管されたりすることはないであろう"このようにNNSSはアメリカが開発をし、1988年末に運用開始予定のNAVSTAR GPSと5年間の重複期間をおいて廃止されることが、いまのところ決定されている。

第A・7・7表 NNSSの各衛星の軌道要素(1985年1月現在)

衛星の識別番号	長半径(km)	離心率	昇交点経度(度)	軌道傾斜角(度)	軌道周期(分)
30110	7462.08	0.001375	141.59	89.834	106.92
30130	7459.03	0.001080	193.56	89.690	106.85
30200	7391.74	0.015681	147.79	89.995	105.41
30480	7556.44	0.002544	23.03	89.998	108.95
30500	7556.35	0.003535	107.43	90.069	108.95

<第45回>

第21回海洋環境保護委員会及び第37回危険物小委員会の報告

運輸省 海上技術安全局

海洋環境保護委員会は、海洋汚染防止条約について検討を行なっている委員会であるが、懸案であった同条約附属書Ⅱ一ばら積みの有害液体物質による汚染関係一の改正に関する事項も、先般行われた第21回会合で峠を越え、今後その中心課題は、附属書Ⅲ一包装積み有害物質による汚染関係一未発効の附属書の発効を促進するための見直しに移行していくものと思われる。また、これらの見直しに伴う技術的詳細な検討には、危険物運送小委員会が活用される動きにある。

Ⅰ. 第21回海洋環境保護委員会について

第21回海洋環境保護委員会 (MEPC) は、1985年4月22日から5月1日までの間、ロンドンのIMO本部において開催され、48か国政府及び17の関係団体が参加した。

(1) 全体の審議の概要

(i) 73/78MARPOL条約附属書Ⅱの改正

73/78MARPOL条約附属書Ⅱについては、その改正が長年にわたり議論されてきたが、各国とも本会合において改正案に関し合意に至る必要があるという態度で望んだため、比較的円滑に議事が進行し改正案が固まった。

また、我が国が従来主張してきた正式改正手続の実施についても、オランダより、正式改正手続を実施すべきこと及びその結果として附属書Ⅱの実施日を当初より6か月間遅らせるべきことを内容とする提案があり、これに対して我が国も強く支持したところ、全会一致で了承された。したがって、附属書Ⅱの改正案は、本会合終了後、各国に回章され、次回MEPC (1985.12.2~12.6)において採択されることとなった。

(ii) 附属書Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ

附属書Ⅱの改正及びその実施期日について、本会合で合意に至ったことを受けて、各国の最大の関心事は、附属書Ⅲ、Ⅳ、Ⅴの早期発効に向けての検討に移行しつつある。

我が国は、すでにこれらの附属書を受諾しており、その国内法の整備も終わっているところから、現在の条文のまま実施することに何ら問題はないこと及びこれらの附属書の発効前にその条文を改正することは、すでにこれらの附属書を受諾している国にとって法的障害が生じる可能性があることを指摘したが、参加国の大勢は、

これらの附属書の内容をレビューしていくことについて積極的であり、法的な問題があることは認識しながらも、今後の課題として、附属書Ⅲ、Ⅳ、Ⅴについてレビューしていくことが合意された。

このうち、特に附属書Ⅲについては、IMDGコードを利用することによって、その対象とする物質の範囲等を明らかにすべきこと等を内容とする提案が米国より行われており、他の附属書より優先して検討されることとなった。その結果、作業部会において附属書Ⅲの改正案が作成されたが、本会合においてはいかなる正式決定も行わず、次回CDGで非公式にIMDGコードと附属書Ⅲとの関係等について検討したうえで、次回MEPCにおいて審議されることとなった。

(2) 附属書Ⅱの改正案

附属書Ⅱの改正案の主な項目は、次のとおり。

- ① 船舶を改造した場合の「建造日」の取扱いの明確化 (第1規則(2))
- ② 現存船に対する経過措置の追加 (第2規則(4))
- ③ 同等物に関する規定の追加 (第2規則(5)(6))
- ④ 有害液体物質の排出規制の改正 (第5規則、第5A規則、第8規則) — 有効ストリップング装置の設置を義務付け (専用ケミカルタンカーを除く。)、排出方法の簡略化を行なった。
- ⑤ 貨物荷揚げ設備の要件の追加 (第7規則)
- ⑥ 強制予備洗浄スキームの導入 (第8規則)
- ⑦ 貨物記録簿の様式の改正 (第9規則、付録Ⅳ)
- ⑧ 検査と証書の規定の改正 (第10規則、第11規則、第12規則、第12A規則、付録Ⅴ)
- ⑨ BCHコード及びIBCコードの適用スケジュールの導入 (第13規則(2)(3))
- ⑩ 油類似物質の運送要件についての規定の新設 (第14規則)
- ⑪ 物質表の改正 (付録Ⅱ及びⅢ)

(3) P & A基準の改正案

附属書Ⅱの有害液体物質の排出規制の実施細則に当たるP & A基準案の改正の主な項目は、次のとおり。

- ① 「高粘性」の定義の変更
- ② 操作マニュアルの標準様式の作製
- ③ ストリッピング残留量に関する実船水試験方法の

明確化

④ B類又C類物質の排出方法の簡略化に関する改正 (4) IBC/BCHコードの汚染の観点からの拡大

第14回BCH小委員会で合意された草案等をもとに検討が行われた。我が国より提案していた「証書2枚の問題」「IBCコードの一本化」については検討の必要性が認められ、次回MSCにMEPCの意見として事務局から出されることとなった。(その後、本年5月に開催された第51回MSCでも合意)

この汚染の観点から拡大されたIBC/BCHコードも、次回MEPCで採択される予定となっている。

(5) 油水分離装置及び油排出監視制御装置に係る検討
本件の詳細な検討は、作業部会において次の項目について行われた。

- ① 新造油タンカー用油排出監視制御装置のガイドライン(案)
- ② 現存油タンカーへの油排出監視制御装置の設置時期の延期に関する事。
- ③ 15ppm警報装置の精度
- ④ 油水分離装置の容量

上記①については、第14回総会(1985.11)で決議として採択される予定(1986.10.2以降建造の油タンカーに要求)。③については、次回以降再検討されることとなり、④については、従来通り各国の解釈に委ねることとなった。

2. 第37回危険物運送小委員会について

第37回危険物運送小委員会(CDG)は、1985年5月9日から17日までの間、IMO本部において開催され、33か国政府及び11の関係団体が参加した。審議の概要は、次のとおり。

(1) IMDGコードの改正

Sodium Dithionite (UN No.1384) 及び自己反応性を有する可燃性固体等の積載方法、高圧ガス容器の表示等について審議が行われた。

(2) 83 SOLAS改正第七章第4.4規則の「免除」に関するガイドライン

83 SOLAS改正第七章第4.4規則の輸送ユニットの場合の標札等の免除に関する特別規定については、現在IMDGコードに規定されていないところから、各国における輸送ユニットに関する標札等の免除の実態又は情報を提案することとし、これに基づいて次回検討されることになった。

(3) IMDGコードの実施上の問題点

IMDGコードの改訂が内容及び数値の点で膨大なものになっているところから、この改訂を円滑に実施し、

国連勧告との整合性を保つため、英、米、西独、蘭、ポランド等が sponsored country となり、オレンジブックのマスターコピーをこれらの国が入手し、担当クラス毎に本小委員会での検討資料を作成することが合意された。

(4) クラス7の改訂

(i) 1985年IAEA規則のIMDGコードへの取り入れについては、IMOにおいて追加要件を課することはしないとの原則が合意された。

(ii) 放射性輸送物に関するILO勧告については、船型要件に関し、以前、我が国が提案した「使用済核燃料運搬船に関する特別要件」についてのDE、CDG及びMSCでの検討結果が引用され、クラス7の物質に限定したこの種の要件は不要との見解がまとめられた。

(5) 隔離要件の見直し

general segregation table 中の固体/液体の区分については、区分を行わないことが決定された。

本件については、作業部会でまとめられた総則 section 15の改正案が本会議において基本的に合意され、第51回MSCにtake noteを求めることとなった。なお、当該改正案は、関連する個々のスケジュールについての隔離要件の見直しを終えた時点で、それらとまとめて1つの改正案として採択することを要請することとなった。

(6) MARPOL 73/78 附属書Ⅲ 関連事項

1の項で前述したように、第21回MEPCにおけるMARPOL 73/78 附属書Ⅲに関する審議結果が本小委員会に報告され、積極的に同附属書Ⅲの実施を目指すとの雰囲気の下で本件検討が行われた。

IMDGコードを附属書Ⅲの実施基準とすることについては、各国とも異論がなく、海洋汚染物質のIMDGコードへの導入について次の原則が合意された。

- ① IMDGコード総則に海洋汚染物質を取扱う section として、新たに section 23 を設けること。
- ② 海洋汚染物質であってこれまで非危険物として IMDGコードに含まれていないものについては、クラス9に含めること。
- ③ 海洋汚染物質のスケジュールの“properties”の欄に“Marine Pollutant”の記述をすること。

また、第21回MEPCで作製された附属書Ⅲの改正案については、作業部会において技術的な観点から検討し、第8規則(通報)は削除する等の若干の修正を行うべきとの見解に至った。これは、MSCを通じ、MEPCに情報として提供されることとなった。

なお、本件項目については、今後CDG小委員会の作業項目中最優先課題として検討することが予想される。

昭和60年度(7月分)新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		4 月 ~ 7 月 分				7 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	19	606,038	1,023,240		5	168,800	249,450	
	油槽船	4	14,715	23,210		1	3,100	5,000	
	貨客船	1	6,210	6,720		0	0	0	
	小計	24	626,963	1,053,170	75,753,000 千円	6	171,900	254,450	19,258,000 千円
輸出船	貨物船	54	1,005,909	1,372,830		10	180,509	209,200	
	油槽船	13	224,310	376,400		6	177,500	305,600	
	貨客船	0	0	0		0	0	0	
	小計	67	1,230,219	1,749,230	176,212,872 千円	16	358,009	514,800	49,637,872 千円
合 計		91	1,857,182	2,802,400	251,965,872 千円	22	529,909	769,250	68,895,872 千円

● 編 集 後 記 ●

□日本鋼管は、このほどカナダのメリースタウン造船所 (Marystown Shipyard Limited) と交流協定を締結した。この協定によって、鋼管とメリースタウン造船所とは、新造船および海洋構造物に関し、設計・生産技術、相互の情報交換も行い、将来的には共同開発も行おうとするものであるとのこと。カナダ東岸のニューファウンドランド州の沖には可採埋蔵量か5億バレルといわれるハイパーニア油田が発見されており、この油田は1991年から原油の生産開始が予定されていることから、今後、海洋リグ、海底石油生産設備などの発注が期待される。この造船所はニューファラド州が100%出資している同州で最も大きな造船所で、このハイパー油田に最も近く当地は一年中凍結することがないとのこと。

□三菱シンガポール重工 (MSHI) が修繕船部門から撤退、規模を大幅に縮小して陸上部門を手がけることになったが、その後MSHI以外の同地区造船所は、長びく海運・造船不況の影響をもろに受けて正に混乱状態に落ち入っている。中でもシンガポール地区にいち早く進出

し、わが企業の尖兵として華々しく活躍したジュロンの不振は寂しい。ジュロン・シップヤードはシンガポール政府と石川島播磨重工のジョイントベンチャーで20年前に設立された。当初は修繕船部門が主体だったが、その後は新造船も手がけている。とくに主機換装や改造工事といった技術的にも収益的にも高い作業を行い、既存のシンガポール地区造船所の進むべき方向を明示したばかりでなく、三菱重工、日立造船、住友重機などをシンガポールあるいはマレーシアへ進出させる大きな動機にもなった。しかし、さしものジュロンも今次不況には抗し切れず、規模を縮小すること。

□わが国の船社が韓国造船所へ新造船を発注していたことが最近明るみに出て、中手造船所を大いにあわてさせている。6,000~7,000 D/W型貨物船で大群造船と現代重工が受注している。時期が時期だけに1隻でも建造船のほしい中手クラスはこれに大きなショックを受けた。この背景にはわが国の近海船に対する建造規制がある。せめて日本船は日本で建造できる措置を考えてほしい。

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

予約金 { 6カ月分 6,400円 (送料共)
1ケ年分 12,000円

運輸省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 コピー 第38巻 第9号 (No. 443)

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリンビル)

振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

昭和60年9月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }
昭和60年9月10日発行 { 第3種郵便物認可 }

定価 1,080円 (〒55円)

発行人 天 田 尚 孝

編集委員長 田 宮 真

印刷所 大洋印刷産業株式会社

●船の科学“造船・海洋構造物技術セミナー”●

<第1回・テーマ>

『LNG船 / LPG船の設計・建造と運航に関する最新の技術と動向』

— セミナー受講のおすすめ —

日本の建造・運航によるLNG船8隻が稼働開始して2年、オーストラリアからのLNG輸入プロジェクトも仮調印されました。さらに、カナダそのほかのLNGプロジェクト計画が進行中です。また、LPG船の分野では、日本は設計・建造・運航のいずれも、世界最大の経験を有しております。

さらに、83年海上人命安全条約改正に伴ない、1986年7月1日以降、液化ガスタンカーに関する規則が強化される。これは、内航・外航のいずれにも大きな影響を与える。この改正条約の国内法規化の動向は、関係者にとって最大の関心事である。

このような背景において、日本でのLNG船/LPG船の設計・建造・運航とその後の技術開発、並びに国内法規化の動向を踏まえて、第一線の講師陣による首題のセミナーを企画しました。荷主・船会社・造船所・関連機器、材料メーカー等、LNG船のみならず、LPG船等の液化ガスタンカーに関連する全ての関係者に最新の技術情報を供与するセミナーです。

関係者の方々の御参加をおすすめします。

※会 場 船舶振興ビル10F会議室 東京都港区虎ノ門1-15-16 ☎03(502)2371(大代)

※日 時 昭和60年10月2日 13:00~16:30 10月3日 10:00~17:30

※受講料 1人45,000円 2人85,000円 3人120,000円

(テキスト、昼食を含む。さらに恵美洋彦氏編著『LNG船/LPG船技術資料』を参加者全員に無料にて配布します。)

※支払方法 銀行口座 三菱銀行日本橋支店 普通No.4230962 郵便振替口座 東京3-70438

第一勧業銀行茅場町支店 当座No.0113122 口座名 株式会社船舶技術協会

※主催・申込先 株式会社 船舶技術協会 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル ☎03(552)8798

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

受 講 申 込 書

●第1回 「LNG船/LPG船の設計・建造と運航に関する最新の技術と動向」		ご意見・ご要望	
会社名			
所在地			
所属名	役 職	電 話	
受講者	専門分野		
通信欄			

●船の科学“造船・海洋構造物技術セミナー”●

<第1回・テーマ>

『LNG船 / LPG船の設計・建造と運航に関する最新の技術と動向』

第一 日 目	10月2日 (水)	13:00 ～14:00	LNG船/LPG船の建造・運航の現状と将来展望 財団法人海事産業研究所 部長 研究員	吉田 滋氏
		14:10 ～15:10	LNG船/LPG船に対する船舶安全法上の規制について 運輸省海上技術安全局 船舶検査官	青木 建作氏
		15:20 ～16:20	LNG船/LPG船の安全運航について 日本郵船株式会社 工務部保船課課長	三瓶 隆氏
第二 日 目	10月3日 (木)	10:00 ～10:50	LNG船の設計と建造について 三菱重工株式会社 船舶・鉄構事業本部 船舶技術部計画主査	糸山 直之氏
		11:00 ～11:50	モス方式LNG船の防熱と低ボイルオフ化への対応について 川崎重工株式会社 技術室基本設計部 液化ガス船計画班長	余川 敏雄氏
		12:00 ～12:50	昼 食	
		13:00 ～13:50	自立角型BタイプLNG船(SPB方式)の開発について 石川島播磨重工業株式会社 船舶海洋事業本部 商船基本設計部 副部長	藤谷 堯氏
		14:00 ～14:50	ガスインジェクションディーゼル機関を搭載した次世代LNG船の設計・開発について 三井造船株式会社 船舶事業部 基本設計部船舶計画室部長	田中 嘉春氏
		15:00 ～15:50	次世代再液化装置付LNG船の設計・開発について 日本鋼管株式会社 船舶本部船舶計画部 液化ガス船計画室室長	梅川 信彦氏
		16:00 ～16:40	LNG船/LPG船の安全設計・計画について 財団法人日本海事協会 機関部	角張 昭介氏
16:40 ～17:20	LNG船/LPG船の貨物格納設備、各種機器、計装品の損傷とその防止について 財団法人日本海事協会 機関部	角張 昭介氏		

※会 場 船舶振興ビル10F会議室 東京都港区虎ノ門1-15-16

☎03(502)2371

※日 時 昭和60年10月2日 13:00～16:30 10月3日 10:00～17:30

※受 講 料 1人45,000円 2人85,000円 3人120,000円

(テキスト、昼食を含む。さらに恵美洋彦氏編著『LNG船/LPG船技術資料』を参加者全員に無料にて配布します。)

※支払方法 銀行口座 三菱銀行日本橋支店 普通Na4230962

第一勧業銀行茅場町支店 当座Na0113122

郵便振替口座 東京3-70438

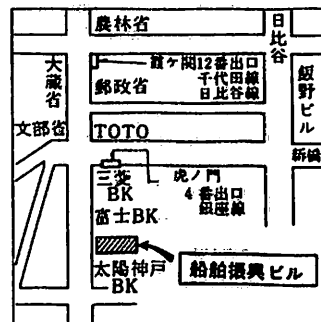
口座名 株式会社船舶技術協会

※主催・申込先 株式会社船舶技術協会 東京都中央区新川1-23-17

マリンビル ☎03(552)8798

※お支払いがあり次第、受講証をお送り致します。お申込みは、お早めをお願いします。

●セミナー会場案内●



さらに溶接が進化した!

SF-1



あらゆる分野に最高の性能を発揮

皆様のニッテツが開発した☉SF-1は、ソリッドワイヤの高能率と被覆アーク溶接棒の使いやすさを兼ね備えた、他に類をみないその特長で、発売以来あらゆる分野からご好評をいただいております。正に一段と群を抜いた☉SF-1。皆様の溶接作業の効率化にお役立てください。

■☉SF-1の特長

- 送給性にすぐれ、長尺フィーダでもOK
- スパッタが少ない
- ヒュームを減少
- オールポジションが容易です
- 安定したアークできれいなビードが得られます

CO₂ 溶接用シームレスフラックス入りワイヤ



SF-1

日鐵溶接工業

本社：〒104 東京都中央区築地3-5-4中川築地ビル
☎03-542-8611代表

営業所：札幌/仙台/新潟/小山/東京/千葉/横浜/静岡/名古屋
富山/大阪/姫路/高松/広島/北九州/長崎



適所。

種類や用途に適した潤滑油は、
機械を順調に作動させます。

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

選んで使うことで働きはより大きくなります。

工業用機械の潤滑油も同じこと。

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

冷凍機に

- 共石フレオールS ●共石フレオールF

タービン・軸受に

- 共石タービン ●共石RIXタービン

油膜軸受に

- 共石ルフリタス

油圧装置に

- 共石ハイドラックス ●共石ハイドラックスES

- 共石ハイドロW ●共石ハイドロクリーン

- 共石NC ハイドロ ●共石ハイドリAE

- 共石ハイドリAG

圧縮機に

- 共石レシクンN ●共石GCオイルN

- 共石スクリー ●共石RSコンフ

歯車装置に

- 共石レタクタス ●共石ESギヤー

工作機械などのさまざまな用途に(汎用油)

- 共石MSオイル ●共石レータス

- 共石ハイマルチ

摺動面に

- 共石スライタス

切削に

- 共石ルフカット ●共石ソルカット

プレス装置に

- 共石プレスオイル

金属熱処理に

- 共石焼入油

防錆に

- 共石エハフルーフ

圧延に

- 共石ロータス

電気絶縁に

- 共石2号トランス ●共石H5トランス

優れた技術で、信頼に応える

**共石工業用
高級潤滑油**

共同石油

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