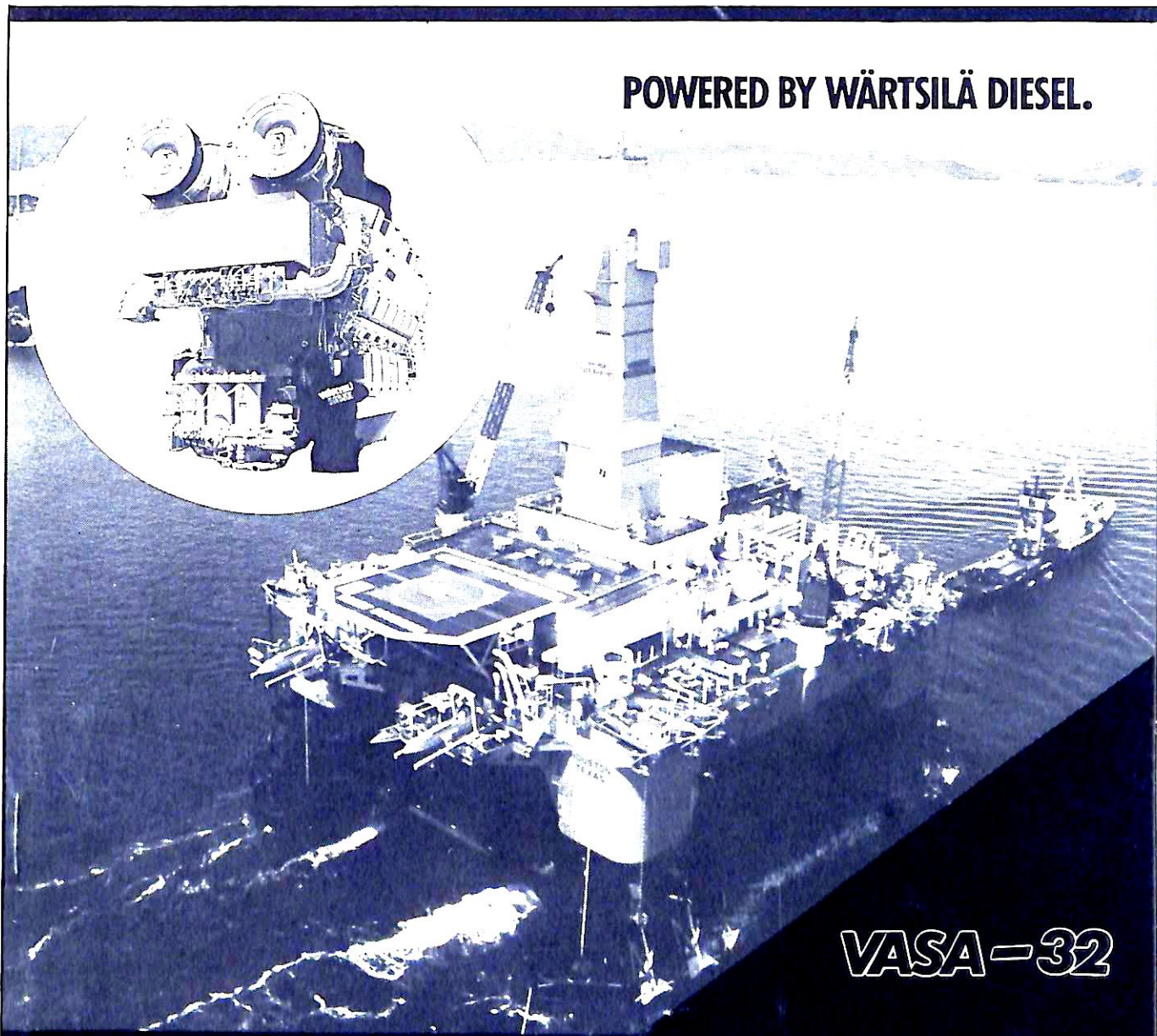


船の科学 2

1986
VOL.39 NO. 2

POWERED BY WÄRTSILÄ DIESEL.



VASA-32

VASA-32型5基搭載・三井造船建造・SONAT社(U.S.A.)向けセミサブリグ“HENRY GOODRICH”

WÄRTSILÄ DIESEL
日本ヴァルツィラディーゼル株式会社

356 SUNNY DAYS!!

修繕と改造はカリブ海“キュラソー”で…
降雨量は年間わずか400ミリ。

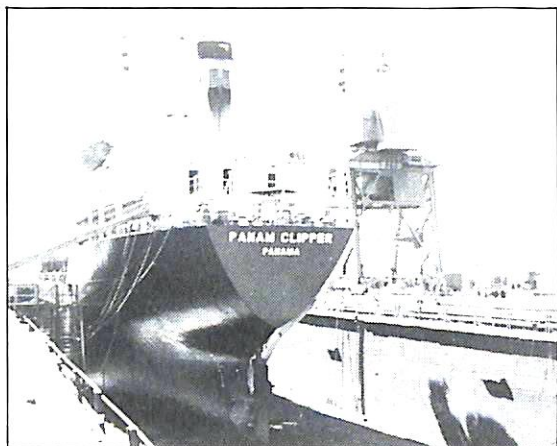
設 備

- 修繕ドック 2基
- 150,000 d w t 1基
- 28,000 d w t 1基

- 1,800m(総延長)修繕岩壁
- 各種クレーン(ドックサイド)9基

事 業 内 容

- 船舶の修繕・改造
- 発電機・モーターの修繕と巻換え
- 電子機器及び自動化装置の修繕
- 年中無休サービス、ジェット便は北米、南米、ヨーロッパ各地へ直行便毎日運航。



入渠中のカベラケミカル殿ケミカルタンカー

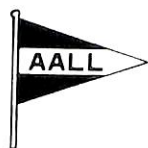
会社別主要御得意先(順不同)

大 洋 商 船	北 真 船 舶	東 京 マ リ ン
三 光 汽 船	英 雄 海 運	安 保 魯 商 店
日 正 汽 船	萬 野 汽 船	日 魯 漁 業
上 村 海 運 商 会	東 興 日 マ リ ン	雄 洋 シ ン コ ー ・ マ リ タイ ム
関 汽 タ ン カ ー	大 乾 山 下 新 日 本 汽 船	永 井 海 運
近 海 島 汽 船	鹿 島 三 井 船 舶	大 洋 海 運
大 阪 商 船 三 井 船 舶	中 野 海 運	神 幡 汽 船
フ ァ ー イ ー ス ト ・ シ ッ プ イ ン グ	ク リ ム ソ ン ・ ラ イ ン	八 幡 シ ッ プ イ ン グ
	矢 野 海 運	



CURACAO DRYDOCK COMPANY INC.

Curacao NETHERLANDS ANTILLES



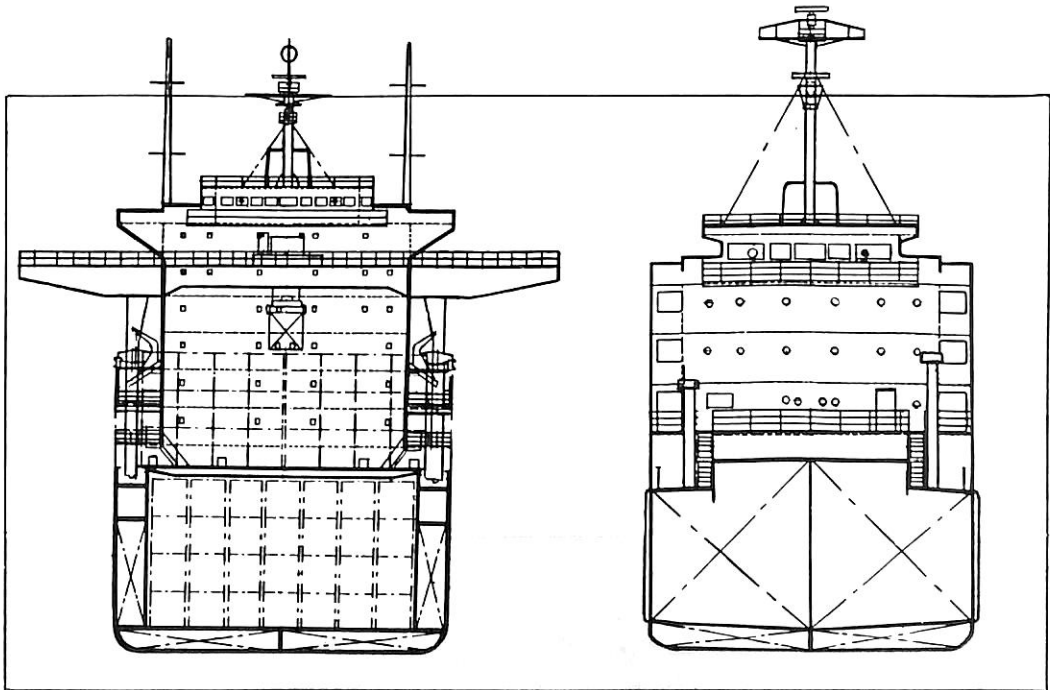
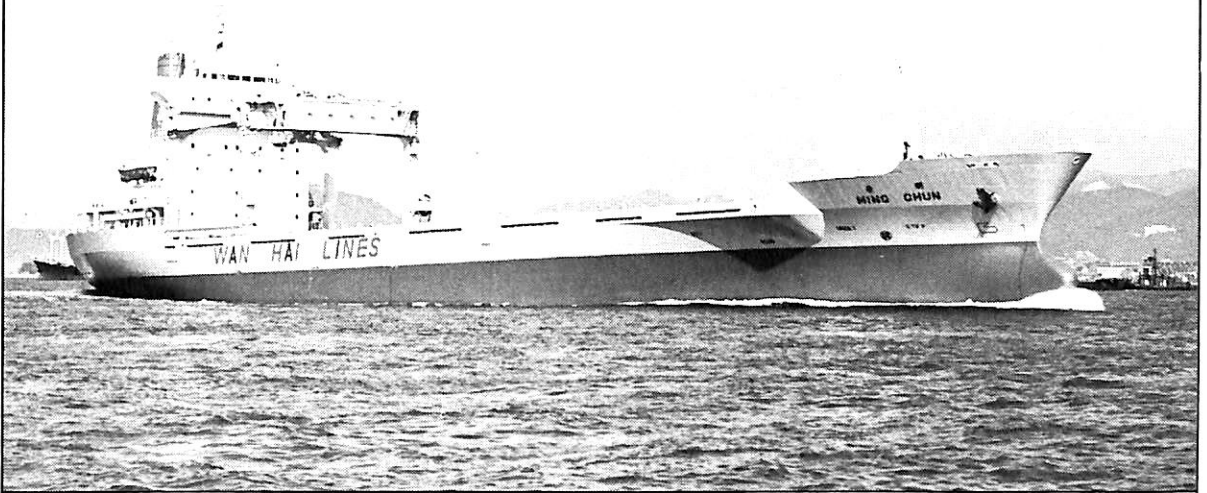
総代理店

オールアンドコンパニー リミテッド

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

すぐれた技術でさまざまな船を!!

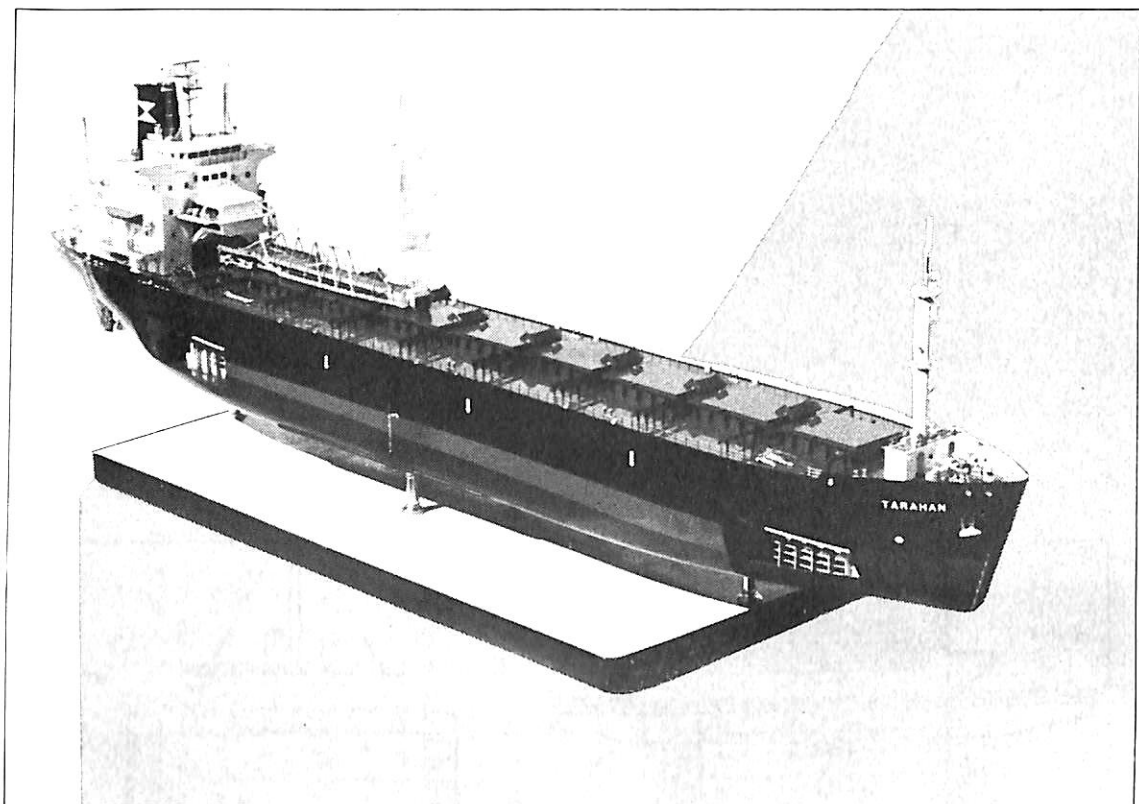
内海造船の優れた建造技術は、各種貨物船、客船・カーフェリー、作業船、漁船等に生かされています。



内海造船

NAIKAI SHIPBUILDING & ENGINEERING CO., LTD.
〒722 広島県豊田郡神戶町大字 226 6 TEL 08452(7)2111

進水記念贈呈用に
不二の船舶美術模型を

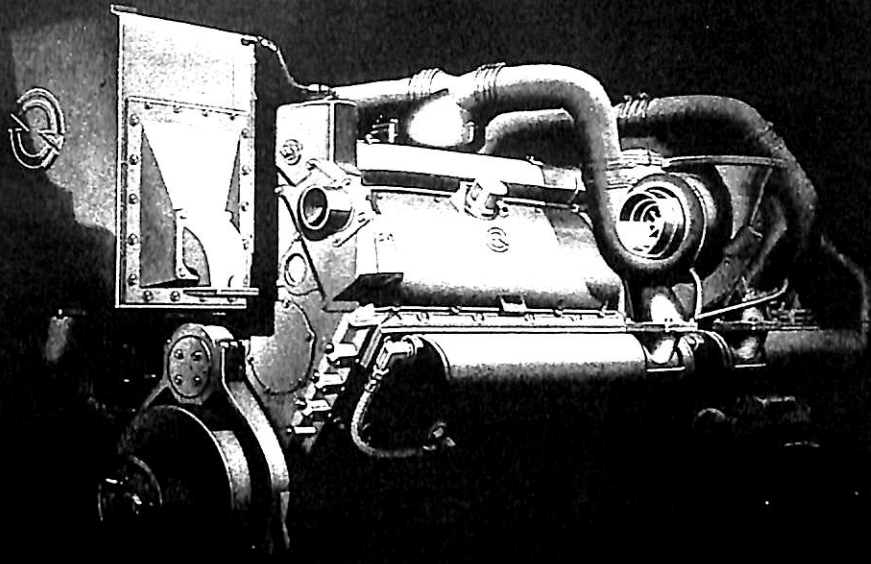


セルフアンローリング石炭運搬船 “TARAHAN”

縮尺1/100 模型 発注先：佐世保重工業株

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



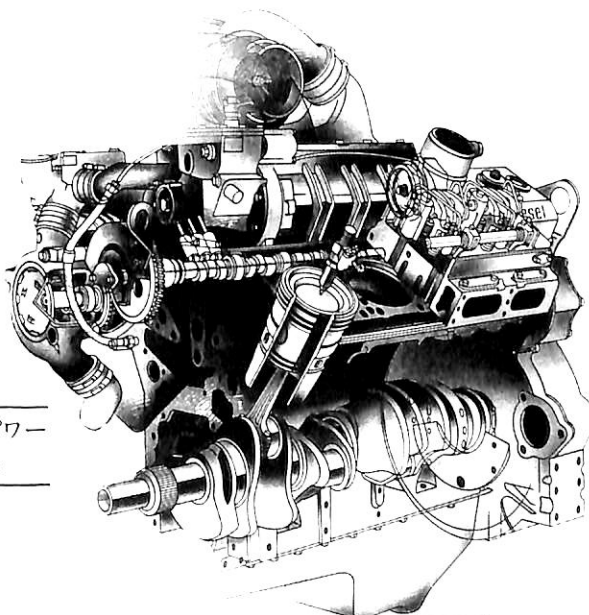
DETROIT DIESEL TECHNOLOGY

先進 高性能

先端の思想と技術で築いた

新たなディーゼル
テクノロジーコンセプト

コンパクトなボディに秘めた強力パワー
ハイクオリティ・ハイパフォーマンス



THE SILVER ENGINES

GMからのコミットメント

Dependability

Fuel Economy

Serviceability

東京都中央区日本橋小舟町4-1

電話(03)662-1855(代表)



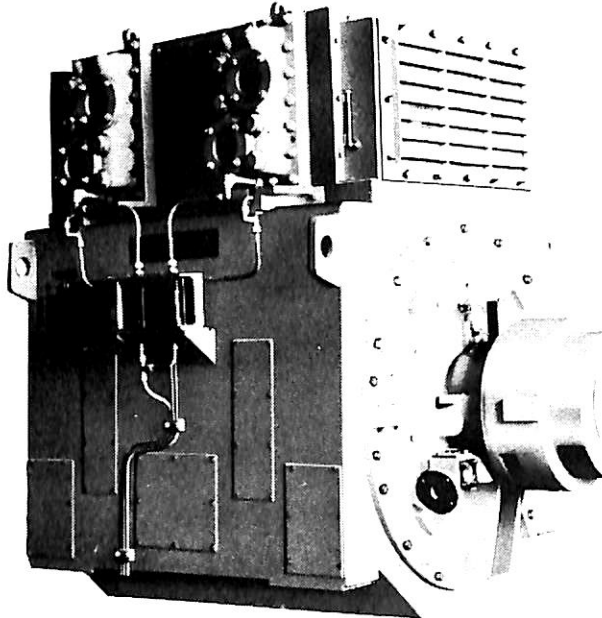
大阪府北区西天満2-6-8

電話(06)361-3836(代表)

ながい経験と最新の技術



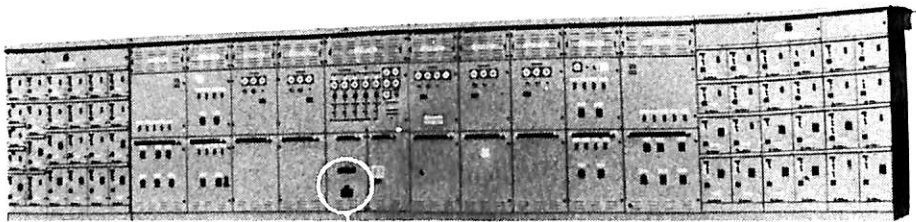
大洋の船舶用電気機器



排ガス利用2極タービン発電機

主要生産品目

- 発電機
- 電動機
- 配電盤
- コンソールパネル
- 自動化電源装置
- 送風機



配電盤



発電装置制御用マイクロコンピュータ

洋 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

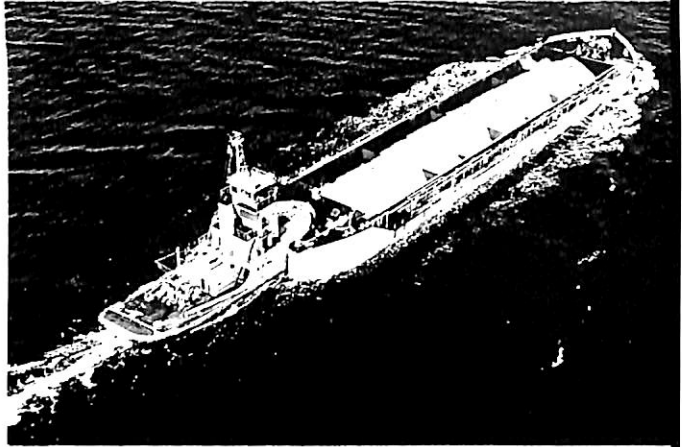
目 次

- 7 新造船写真集 (No.448)
- 16 日本商船隊の懐古 No. 79 (志かご丸, 能代丸)山 田 早 苗
- 18 商船の映像 (30)「船と自由の女神像」
(コンスティチューション, フランドル).....野 間 恒
- 20 豪華客船 M/V “HOLIDAY” (2) 船内スナップ写真の一部府 川 義 辰
-
- 25 1月のニュース解説 (船舶解撤促進予算)米 田 博
- 28 642TEU積みコンテナ専用船“明 春”内 海 造 船
- 34 3150DWT近代帆装ケミカルタンカー“第51伸興丸”西 部 タ ン カ ー
- 39 有害液体物質を運送する自航船に対する安全規則<その7>編 集 部
- 42 船用機器における新材料の利用可能性について日 本 船 用 工 業 会
- 48 船舶の腐食防止に必要な鋼の腐食と防錆, 防蝕の知識濱 田 外 治 郎
-
- 54 ●船舶塗料について<その6>
第1章 船舶の塗装と鋼材表面処理中 国 塗 料
- 60 ●造船技術変遷史シリーズ
船型試験をめぐって<その24>横 尾 幸 一
- 64 ●シリーズ・日本の艦艇・商船の電気技術史<その17>
第2章 商船の電気機装・電気機器徳 永 勇
-
- 67 造船工学覚え書 <24>川 上 益 男
- 69 冷凍運搬船<30>角 張 昭 介 ・ 椎 原 裕 美
- 73 続・液化ガスタンカー <20>恵 美 洋 彦
- 78 船舶電子航法ノート (105)木 村 小 一
-
- 85 IMO コーナー (第49回)
第22回海洋環境保護委員会の報告運 輸 省 海 上 技 術 安 全 局
- 技術短信 ソーラーボード“SIKRINERK”が採用した太陽電池推進システム 松下電器産業
世界最大の半潜水型クレーンバージ
“マクダーモット・デリック・バージNo.102”引渡し 三井造船
- 海外技短 経費と空間を節約する半回転アクチュエータ サーボテル・コントロールズ
保安全管理を簡単にする多目的プライマー インターナショナル・ペイント
- 新刊紹介 '86 海運・造船会社要覧 日刊海事通信社

“押船—舢艫船団に”アーティカップル

ピンジョイント式
自動連結装置

ボタン操作による
全自動方式



☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

タイセイ・エンジニアリング株式会社

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

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

受託試験、研究
施設設備の貸与
技術相談

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



船舶艫装品研究所

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次鉄石運搬船 ジャパン リンデン ジャパンライン株式会社
JAPAN LINDEN

川崎重工業株式会社坂出工場建造(第1387番船)
 全長 305.00m 垂線間長 295.00m 起工 59-2-26 進水 60-5-24 竣工 60-9-27
 総噸数 102,395 T 純噸数 38,040 T 型幅 50.00m 型深 23.90m 満載喫水 17.528m
 船口数 10 燃料油槽 4056m³ 燃料消費量 44.7t/day 載貨重量 196,800t 貨物艙容積 (グ) 129,344m³
 川崎 MAN-B&W 6 L 80 MCE 型 (デ) 機関 ×1 補汽缶 1 整型水平煙管式 ×1, 強制循環式排ガスマイザー ×1 清水槽 728m³ (常用) 14,660PS (71rpm) 発電機 740kW ×3
 無線装置 5 翼 1 軸 送 (主) 1.2kW ×1 (補) 150W ×1 受 (主) 全波 ×2 (補) 全波 ×1 出力 (連続最大) 17,250PS (75rpm) 船舶電話 海事衛星装置 VHF
 航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 速度 (試運転最大) 15.928kn 船舶電話 (高載航海) 13.1kn
 航続距離 25,700哩 積のため、専用小ハッチ (シンターハッチ) とこれに連結したすべり台 (シンターシュート) を5組設けている。乗組員 28名



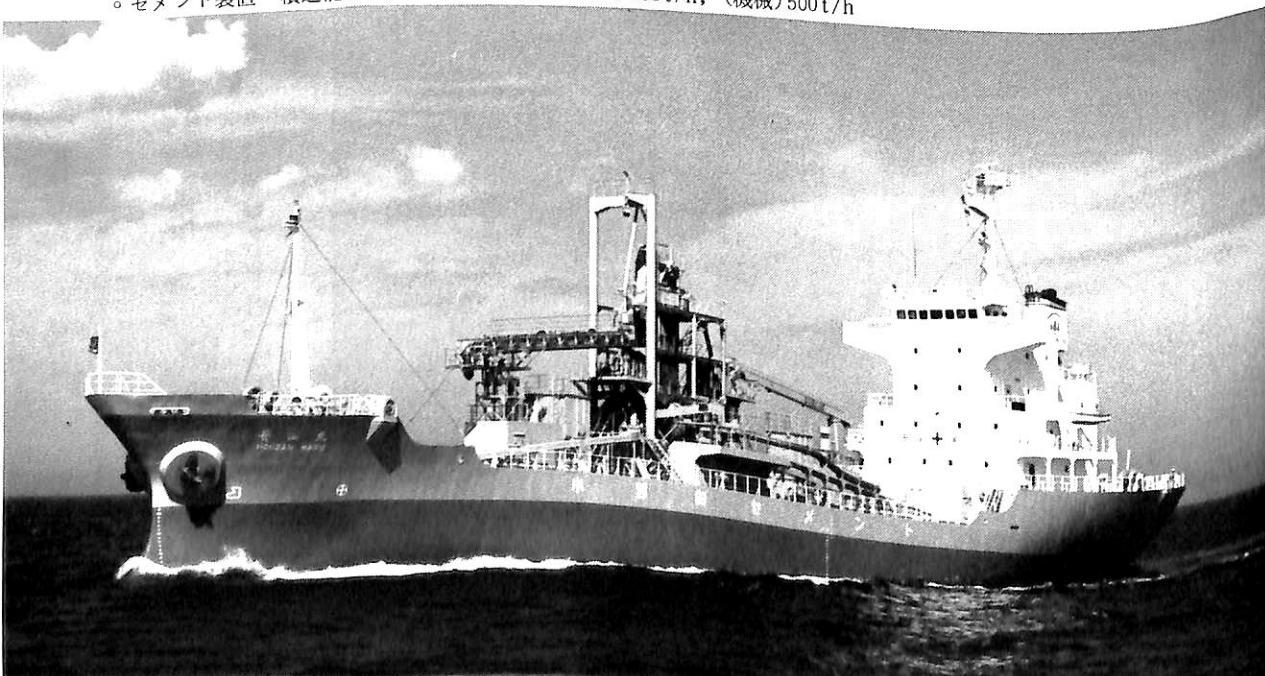
散積貨物船 **ブライト・スター** オーシャン SHIPPING 株式会社
BRIGHT STAR

三井造船株式会社玉野事業所建造(第1331番船) 起工 60-6-5 進水 60-8-1 竣工 60-11-13
 全長 222.725m 垂線間長 213.000m 型幅 32.200m 型深 18.300m
 満載喫水 13.258m 総噸数 36,584 T 純噸数 22,631 T 載貨重量 69,582 t
 貨物艙容積(ベ) 78,048.7 ㎡ (グ) 88,793.2 ㎡(含 T.S. Tks) 艙口数 7 燃料油槽 2,607.5 ㎡
 燃料消費量 29.5t/day 清水槽 330.4 ㎡ 主機関 三井-B&W 6L60MCE型(テ)機関×1
 出力(連続最大) 10,800PS(111rpm) (常用) 9,720PS(107.2rpm) プロペラ 4翼1軸
 補汽缶 6.5kg/cm²×飽和×1,000kg/h×1 発電機 三井造船 軸発×1, AC450V×500kW×867PS×111rpm×1,
 AC450V×480kW×720PS×720rpm×1 無線装置 送(主)1kW×1 (補)50W×1 船舶電話 海事衛星装置
 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 15.72kn (満載航海) 15.1kn
 航続距離 22,000 浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 25名 パイロット 1名

- 8 -

セメント専用船 **豊山丸** 船舶整備公団・豊山汽船株式会社
HOUZAN MARU

本田造船株式会社建造(第735番船) 起工 60-5-21 進水 60-7-15 竣工 60-10-3
 全長 99.50m 垂線間長 92.00m 型幅 15.60m 型深 7.90m 満載喫水 6.563m
 満載排水量 6,778t 総噸数 2,942 T 載貨重量 4,725.83t 貨物艙容積(グ) 3,680 ㎡
 クレーン 2.3t×1 燃料油槽 171 ㎡ 燃料消費量 7t/day 清水槽 177 ㎡ 主機関
 伊藤-M506EUS-DR型(テ)機関×1 出力(連続最大) 3,600PS(210rpm) (常用) 3,060PS(199rpm)
 プロペラ 4翼1軸 CPP 補汽缶 8.0kg/cm² 無線装置 船舶電話 発電機 大洋電機 450kW×660PS×1, 128kW×200PS×1,
 軸発 540kW×1 航続距離 3,000 浬 航海計器 ロラン レーダー
 速力(試運転最大) 15.045kn (満載航海) 12.0kn 乗組員 12名 船級・区域資格 NK 沿海
 船型 船首船尾楼付全通一層甲板型
 。セメント装置 積込能力 1,000t/h, 揚荷能力(圧送) 500t/h, (機械) 500t/h





油槽船 鶴 和 丸 双輝汽船株式会社

KAKUWA MARU

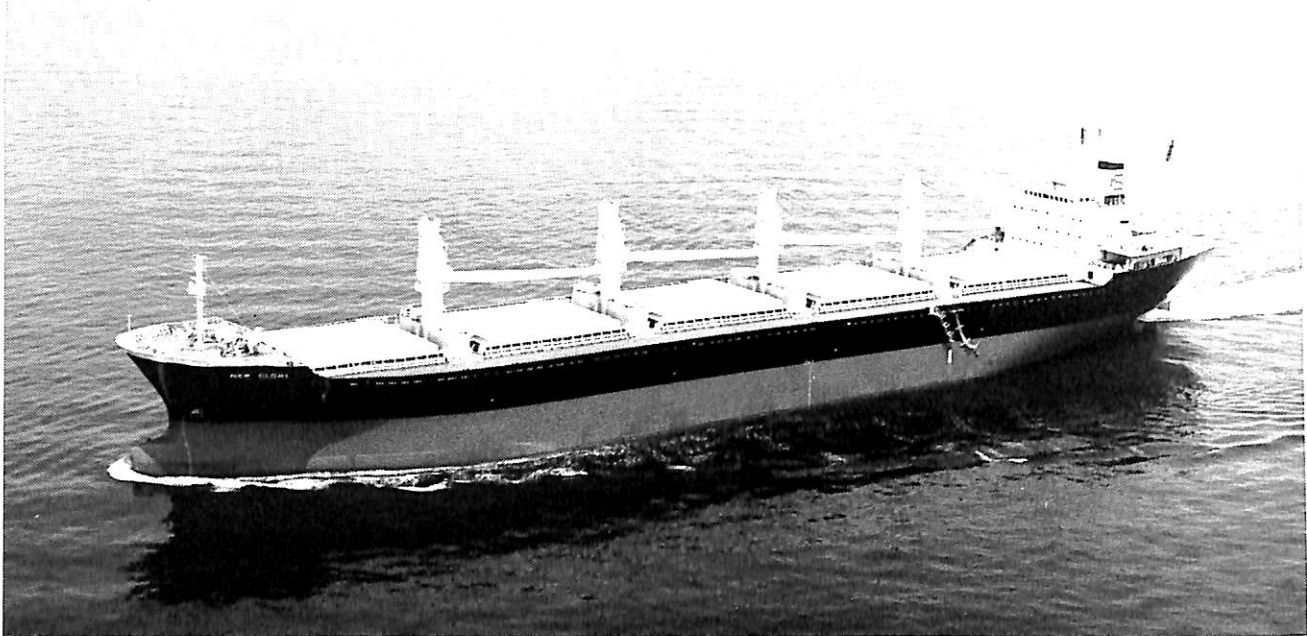
村上秀造船株式会社建造(第242番船)	起工 60-4-17	進水 60-6-18	竣工 60-7-29
全長 93.00m	垂線間長 85.00m	型幅 13.00m	型深 6.50m
満載排水量 4,615.89t	総噸数 1,578T	載貨重量 3,348.28t	満載喫水 5.932m
3,399.681m ³	主荷油泵 1,000m ³ /h×75m×2,	300m ³ /h×75m×1	貨物油槽容積 168.70m ³
燃料消費量 5.94t/day	清水槽 85.09m ³	主機関 赤阪-A 34FD型(テ)機関×1	出力 補汽缶
(連続最大)2,000PS(260/172rpm)	(常用)1,700PS(246/163rpm)	プロペラ 4翼1軸	450kVA×
自然循環式壘形 4,500kg/h	発電機 新潟コンバーター 150kVA(軸発),	(主)ヤンマー	450kVA×
540PS×900rpm×1, (停)80kVA×100PS×1,800rpm×1	無線装置 船舶電話	航海計器 レーダー	
速力(試運転最大)12.886kn (満載航海)11.98kn	航続距離 5,500浬	船級・区域資格 NK 沿海	
船型 凹甲板船尾機関型	乗組員 12名	同型船 第一内海丸	MACAPS(電気防触装置)装備

ケミカルタンカー 第十八 山 菱 丸 田頭海運有限公司

YAMABISHI MARU No.18

松垣造船株式会社建造(第332番船)	起工 60-7-3	進水 60-8-29	竣工 60-10-22
全長 64.58m	垂線間長 60.00m	型幅 10.00m	型深 4.50m
満載排水量 1,825.69t	総噸数 497T	載貨重量 1,274.78t	満載喫水 4.236m
主荷油泵 300m ³ /h×80m×2	燃料油槽 69.08m ³	燃料消費量 4.0t/day	清水槽 132.23m ³
主機関 阪神-6LH28RG型(テ)機関×1	出力(連続最大)1,100PS(355rpm)	(常用)935PS(336rpm)	貨物油槽容積 1,284.60m ³
プロペラ 4翼1軸	補汽缶 三浦工業 縦水管式 VWS-800E×1	発電機 (主)130kVA×1,	
軸発 90kVA×1, 停泊用 30kVA×1	無線装置 船舶電話	航海計器 レーダー	速力
(試運転最大)11.427kn (満載航海)10.0kn	航続距離 3,200浬	船級・区域資格 JG 沿海	
船型 全通一層甲板船尾機関型	乗組員 7名	IMO Type III	





ニュー グローリー
輸出撒積貨物船 **NEW GLORY**

船主 Reliant Maritime S. A. (Panama)
 今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1136番船) 起工 59-12-25 進水 60-4-24 竣工 60-6-10
 全長 189.94m 垂線間長 180.00m 型幅 32.20m 型深 16.50m 満載喫水 11.866m
 総噸数 26,951T 純噸数 15,848T 載貨重量 46,056t 貨物艙容積 (ベ) 55,740.82 m³
 (グ) 58,032.89 m³ 艙口数 5 デッキクレーン 25t×4 燃料油槽 250.46 m³ 燃料消費量 19.62 t/day
 清水槽 457.27 m³ 主機関 日立-B&W 6L60MCE型(デ)機関×1 出力(連続最大) 8,400PS (100rpm)
 (常用) 7,140PS (95rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 堅水管式 7.0kg/cm² (油焚) 1,300kg/h, (排エコ)
 950kg/h 発電機 440kW×AC450V×60Hz×3 無線装置 送(主) 1.0kW×1 (補) 75W×1 受(主), (補)
 全波各1 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)
 15.955kn (満載航海) 13.3kn 航続距離 27,800 哩 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウェル甲板型
 乗組員 24名 同型船 New League

- 10 -

パシフィカ
輸出ケミカルタンカー **PACIFICA**

船主 Dina Products Carriers Inc. (Panama)
 株式会社白杵鉄工所佐伯工場建造(第132番船) 起工 60-3-2 進水 60-4-20 竣工 60-7-12
 全長 166.50m 垂線間長 166.00m 型幅 27.00m 型深 14.60m 満載喫水 10.788m
 満載排水量 39,833t 総噸数 19,070T 純噸数 11,703T 載貨重量 32,431t 貨物油艙容積
 40,049.5 m³ 主荷油ポンプ 750 m³/h×500 m×4 艙口数 17 デッキクレーン 5t×2
 燃料油槽 1,607.9 m³ 燃料消費量 29.0 t/day 清水槽 486.6 m³ 主機関 三井-B&W 6L60MCE型
 (デ)機関×1 出力(連続最大) 9,450PS (106rpm) (常用) 8,500PS (102rpm) プロペラ 4翼1軸
 補汽缶 乾燃式×1 発電機 520kW×445V×3 (原) 900PS×900 pm×3 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 1
 受(主), (補)各1 船舶電話 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力
 (試運転最大) 15.452kn (満載航海) 14.6kn 航続距離 18,000 哩 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 ウェル甲板型 乗組員 26名 IMO Type III





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。

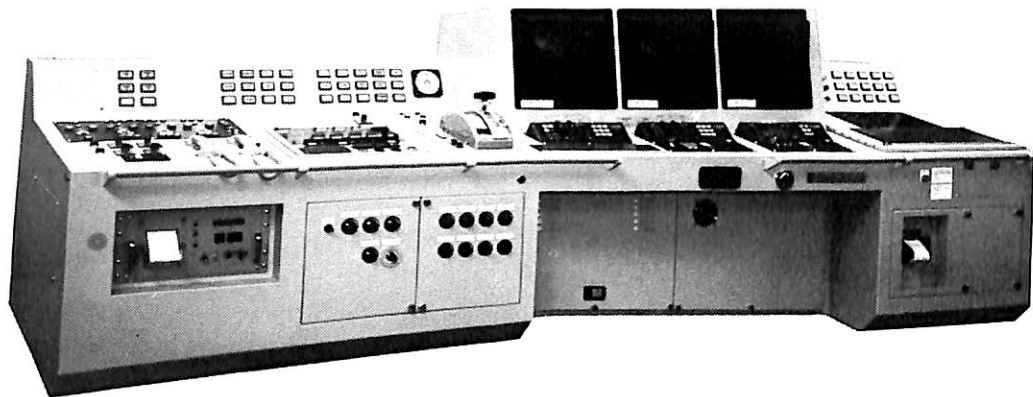
でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視
界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス
表面に薄い金属膜をコーティングして通電
発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融
雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金
属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜
の保護や感電防止も万全です。またガラス
は万一割れても破片の飛び散らない安全な
合わせガラスです。

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 旭硝子事業本部

渦潮電機の最新技術で 船の近代化・省力化と経済性アップ!!



UMS-35 マイクロコンピュータシステム



UGS-10 パワーマネジメントシステム

船舶電機のトータルエンジニアリング 設計・製作・艤装

渦潮電機株式会社

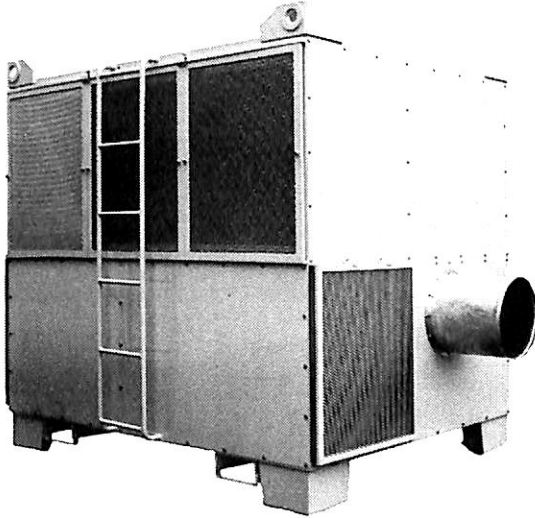
代表取締役社長

小田 道人 司

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

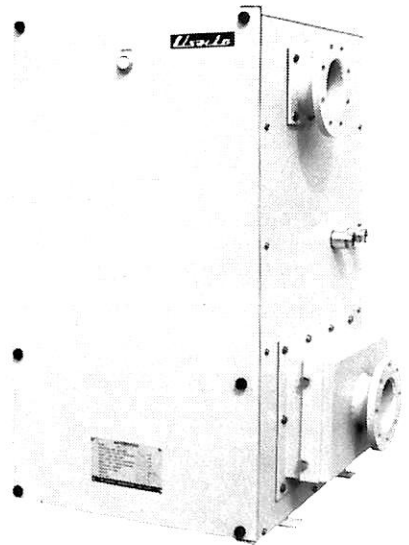
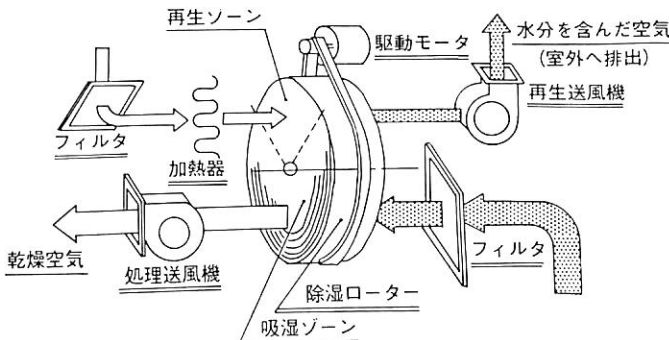


風神

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 松山市南斎院町179 TEL(0899)71-9945
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958



輸出撒積貨物船

トニック サンタル

TONIC SANTAL

船主 Tonic & Co., Inc. (Panama)

佐世保重工業株式会社建造(第357番船)

全長 167.20m 垂線間長 160.00m

総噸数 15,927T 純噸数 9,057T

クレーン 30Lt×4 燃料油槽 1,172.5㎡

三井-B&W 6L50MCE型(テ)機関×1

プロペラ 5翼1軸 補汽缶 1,800kg/h×6kg/cm²G×1

×3, (非)三井ドイツ 80kVA×1 無線装置 送(主)1kW×1 (補)130W×1

海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー

(満載航海)14.0kn 航続距離 19,100浬

船型 船首尾楼付平甲板型 乗組員 31名

起工 60-5-24

型幅 26.00m

載貨重量 26,667t

燃料消費量 18.4t/day

出力(連続最大)6,900PS(123rpm)

無線装置 送(主)1kW×1 (補)130W×1

衝突予防装置 レーダー

航続距離 19,100浬

乗組員 31名

進水 60-6-20

型深 13.30m

貨物艙容積(グ)34,071㎡

清水槽 305㎡

出力(連続最大)6,900PS(123rpm)

無線装置 送(主)1kW×1 (補)130W×1

衝突予防装置 レーダー

航続距離 19,100浬

乗組員 31名

竣工 60-8-20

満載喫水 9.542m

艙口数 4

主機関

5,870PS(117rpm)

発電機 神鋼 450kVA

速力(試運転最大)16.45kn

船型 船首尾楼付平甲板型

船級・区域資格 NK 遠洋

輸出撒積貨物船

アラスカ レインボウ

ALASKA RAINBOW

船主 Neptune Gemini Shipping Corp. (Panama)

三菱重工工業株式会社下関造船所建造(第882番船)

全長 157.26m 垂線間長 149.00m

総噸数 13,898T 純噸数 8,419T

艙口数 5 クレーン 25t(II)×2, 25t×1, 25t×1

燃料消費量 16.1t/day 清水槽 303㎡

(連続最大)6,500PS(112rpm) (常用)5,525PS(106rpm)

1,000kg/h×1 発電機 562.5kVA(450kW)×3

航海計器 ロラン レーダー

船級・区域資格 NK 遠洋

起工 60-2-13

型幅 23.00m

載貨重量 22,782t

燃料消費量 16.1t/day

出力(連続最大)6,500PS(112rpm)

無線装置 送(主)1kW×1 (補)130W×1

衝突予防装置 レーダー

航続距離 19,000浬

乗組員 31名

進水 60-4-25

型深 13.60m

貨物艙容積(ベ)25,864㎡(グ)30,203㎡

清水槽 303㎡

出力(連続最大)6,500PS(112rpm)

無線装置 送(主)1kW×1 (補)130W×1

衝突予防装置 レーダー

航続距離 19,000浬

乗組員 31名

竣工 60-8-20

満載喫水 9.85m

艙口数 1.068㎡

出力

堅円筒形水管型

速力(試運転最大)12.5W×1

船型 ウェル甲板型

船級・区域資格 NK 遠洋





フェンカンシャン

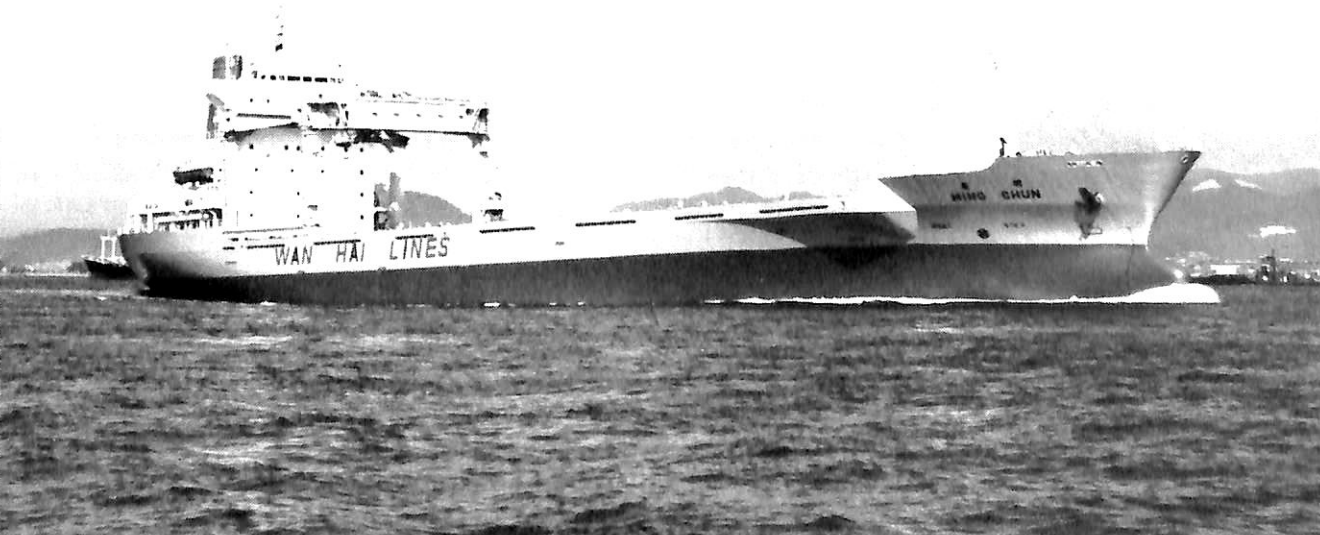
輸出多目的貨物船 **手 康 山 (FENG KANG SHAN)**

船主 Tianjin Ocean Shipping Co. (China)
 東北造船株式会社建造(第212番船) 起工 60-2-8 進水 60-6-3 竣工 60-9-13
 全長 156.00m 垂線間長 150.00m 型幅 24.70m 型深 13.45m 満載喫水 9.618m
 満載排水量 24,679t 総噸数 13,367T 純噸数 7,286T 載貨重量 18,264t
 貨物艙容積(ベ)25,041.9m³(グ)27,789.6m³ 艙口数 7(上甲板), 6(第二甲板) クレーン
 22T×2, 22T(II)×1 Cont.搭載数 614TEU. 燃料油槽 1,062.5m³ 燃料消費量 18.7t/day
 清水槽 382.2m³ 主機関 三井-B&W5L60MCE型(デ)機関×1 出力(連続最大)7,200PS(100rpm)
 (常用)6,480PS(97rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 油焚 1,000kg/h×6.5kg/cm²×1, 排エコ 700kg/h×
 6.5kg/cm²×1 発電機 大洋電機 525kVA×AC450V×3φ×60Hz×3 (原)ヤンマー 630PS×3
 無線装置 送(主)1.5kW×2 (補)130W×1 受(主)全波×2 (補)全波×1 VHF 航海計器 ロラン オメガ
 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)17.490kn (満載航海)15kn 航続距離 17,200浬
 船級・区域資格 ZC(BV) 遠洋 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 42名 同型船 手安山

ミンシュン

輸出コンテナ船 **明 春 (MING CHUN)**

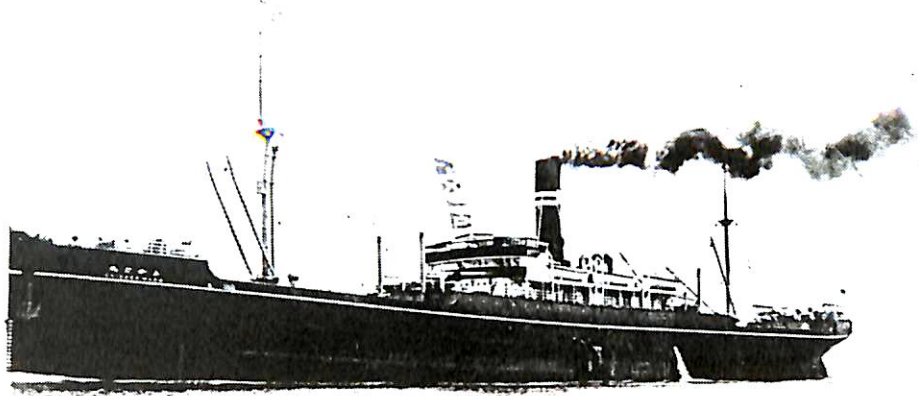
船主 Yi Chun Navigation Inc. (Liberia)
 内海造船株式会社戸田工場建造(第501番船) 起工 60-3-27 進水 60-6-30 竣工 60-10-28
 全長 150.57m 垂線間長 142.00m 型幅 23.50m 型深 11.60m 満載喫水 8.72m
 総噸数 10,370T 載貨重量 15,099t 艙口数 4 ガントリークレーン 30.5Lt×1
 Cont.搭載数 642TEU. (甲板上3段) 燃料油槽 1,028m³(含D.O.) 燃料消費量 24.9t/day
 清水槽 338m³ 主機関 日立-B&W7L50MC 型(デ)機関×1 出力(連続最大)8,460PS(116rpm)
 (常用)7,700PS(112rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 三菱コンポジット型1,500/1,100kg/h×6kg/cm²G
 発電機 (主)625kVA(500kW)×750PS×720rpm×3 (非)100kVA(80kW)×130PS×1,800rpm×1 無線装置
 送(主)1.5kW(SSB)×1, (補)50W×1 受(主)全波×1 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン 衝突予防装置
 レーダー 速力(試運転最大)19.143kn (満載航海)16.0kn 航続距離 14,000浬 船級・区域資格
 AB 遠洋 船型 ウェル甲板型 乗組員 24名 バウスラスター 同型船 安春 (本文28頁参照)



日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

貨客船 志 か ご 丸 大阪商船



川崎造船所建造(第299番船)	船舶番号 13069	信号符字 LMGW → JCCD		
起工 明42—3—5	進水 42—10—28	竣工 43—1—12		
全長 124.97m	垂線間長 121.82m	型幅 15.54m	型深 9.93m	満載喫水 7.74m
満載排水量 12,243t	総噸数 6,182.12T	純噸数 3,639T	載貨重量 7,725t	
貨物艙容積 (ベ)9,303 ^m (グ)9,710 ^m	主機関 三連成レシプロ機関×2	出力(連続最大) 5,724PS		
(計画) 3,000PS	速力(試運転最大) 15.14kn (満載航海) 9.67kn	船級・区域資格 逓信省第1級船		
ロイド 100A1 LMC	乗組員 68名	旅客 1等12名, 3等103名		
姉妹船 たこま丸, しあとの丸(以上川崎), かなだ丸, ばなま丸, めきしこ丸(以上三菱長崎)		船籍港 大阪		

明治17年5月1日創立された大阪商船は瀬戸内海を中心に内地航路の充実につとめ約10年間でほぼその目的を達した。その後、日清戦争の終結とともに約10年間で近海航路に力を入れてきた。さらに日露戦争後の我が国の大躍進に應えるため本格的に遠洋航路に進出する計画が進められ、明治39年12月社内に遠洋航路調査課を新設し、当時の大阪商船の最大の貨客船であった4,500トンクラスの4隻を北米サンフランシスコ、タコマ、ジャワ、ラングーンなどに試験的に配船し、明治40年には社員をアメリカに派遣し、大陸横断のシカゴ・ミルウォーキー・エンド・セントポール鉄道会社との連絡輸送の契約を締結するに至り、一方では、これに使用する6,000トンクラスの貨客船の設計・発注が進められた。

これらの貨客船は、たこま丸型と言われるもので、これに要した資金650万円は当時の資本金の1/3に相当する巨額なもので社運をかけたプロジェクトであった。

本船は、たこま丸型の第3船として造船奨励法の適用を受けて明治43年1月、神戸の川崎造船所にて竣工した。

明治43年2月23日香港を出港、香港・タコマ線へ処女航海に出る。

大正9年より南米線に就航。大正12年9月1日本船は大阪に停泊中、関東大震災が起り、本船は救援第一船として9月2日18時、大量の救護品や新聞記者を無料で

輸送したのち、京浜～阪神間の救援輸送につく。

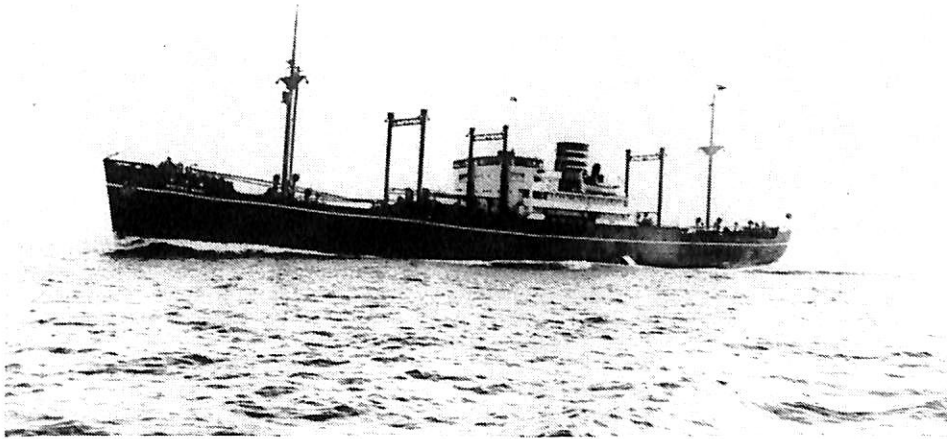
大正14年12月、さんとす丸の就航により南米線を撤退。大正15年4月よりアフリカ東岸線に就航。

昭和6年、すらばや丸に代ってフィリピン線に就航。

昭和12年7月、日中戦争勃発とともに陸軍病院船となる。一旦解除のち再び昭和16年10月、陸軍に徴用され軍用船となり、10月15日門司発、上海や基隆と内地の間を往復、11月6日門司発、昭和17年3月頃まで基隆、高雄、黄埔、海口、海防、サイゴン、シンゴラ方面を行動、3月30日にはシンガポールに入港、同地を基点にスラバヤ、サイゴン、ラングーン、ポートディクソン、香港などの間を行動し、7月28日宇品にもどる。

昭和17年8月より10月中まで内地と上海、大連などを往復し、11月1日宇品発、シンガポール、パタビア、パレンバン、シンガポール、サイゴンなどを経て、昭和18年1月14日門司に帰る。1月31日門司発、パラオ、ココボを経て3月21日にはラバウルに進出、その後5月5日、5月22日の2回ラバウルまで進出して6月10日門司に帰る。その後も主として台湾、黄海方面を行動していたが、10月10日門司発、船団を組んで軍隊を高雄へ輸送中、10月15日午前1時10分台湾西岸火安港付近で米潜 Tullibee (SS 284) の雷撃を受け40分間で沈没した。乗組員8名が戦死した。北緯24°30' 東経120°28'の地点であった。

貨物船 能 代 丸 日本郵船(株)



三菱重工業(株)長崎造船所建造(第581番船)		船舶番号 39735	信号符号 JRPJ
起工 昭8-12-7	進水 9-6-28	竣工 9-11-30	
垂線間長 136.01m	型幅 19.0m	型深 10.5m	満載喫水 8.13m
満載排水量 15,395t	満載噸数 7,184T	純噸数 4,317T	貨物艙容積(ベ)14,174㎡(グ)15,392㎡
主機関 三菱ズルツァー複動二衝程無気噴油船用ディーゼル機関70SDT70型×1	出力(計画)6,700PS	船級・区域資格 逓信省第1級船	ロイド100A1 LMC
速力(試運転最大)18.531kn(満載航海)15.0kn	乗組員 54名	旅客一等4名	
鋼船	姉妹船 長良丸, 鳴門丸(以上横浜船渠), 能登丸, 野島丸(以上三菱長崎), 那古丸(浦賀船渠)		船籍港 東京

第1次世界大戦後の慢性的不況と満州事変の勃発による日中貿易の断絶は日本の海運界に深刻な打撃をもたらした。政府はこの解決策として船腹過剰を軽減するため老齢船を解体して優秀船を建造するスクラップ・アンド・ビルドを行って日本商船隊を強化することになり昭和7年8月開会された第63臨時議会の協賛を得て、昭和7年10月から昭和9年度までの2ヶ年半の継続事業として第1次船舶改善助成施設法を発動した。この法令は建造補助費総額1,100万円で、2ヶ年半の間に40万総トンの老齢船を解体し、その代船として20万総トンの優秀船を建造すると言うものである。

日本郵船では本法令にもとずいて当時、大阪商船や三井船舶、国際汽船などから大きく水をあげられていたパナマ経由のニューヨーク航路の就航船を一挙に改善するため6隻の高速ディーゼル船の建造を計画、3隻を三菱長崎へ、2隻を横浜船渠へ、1隻を浦賀船渠に発注した。

本船クラスは船名のローマ字頭文字がいずれも「N」であったことからN型船と呼ばれていた。

本船は6隻の姉妹船の第4船として完工し、第1次船舶改善助成施設の命令番号10号として補助金を受け解体見合船として日本郵船の太平洋航路の天洋丸(13,400G/T)があてられた。

昭和10年以降、この6隻で年18回の定期配船を実施し、横浜・ニューヨーク間36日を28日に短縮した。

昭和16年6月25日海軍に徴用され8月9日まで特設水上機母艦への艀装工事を受け、9月19日より特設巡洋艦への改装工事を受け15cm砲4門、7.7m機銃2門、8cm高角砲1門などを装備し10月14日完成、10月19日より昭和17年4月9日まで横須賀海域で出動訓練を実施。

昭和17年4月10日より8月27日まで第2海上護衛隊として南洋方面の護衛に当る。昭和17年8月31日特設巡洋艦を解除され兵装撤去工事を受け10月工事完了、運送船となる。昭和17年中は主として内地間や、内地とサイパン、テニアン方面を行動、12月11日呉を出港して12月22日ラバウルに進出、昭和18年1月16日、ラバウルにて空爆により中破、工作艦「明石」により応急修理、1月21日ラバウル発、ショートランドを往復、3月12日ラバウル発トラックへ向う途中、3月13日南緯0°10′東経151°6′で雷撃を受けて損傷したが3月16日トラックに入港、5月19日横須賀にもどり、7月21日まで本格的な修理を受ける。

昭和18年8月8日門司を出港、大型船20隻より成るヒ71船団に加わり、空母「大鷹」など8隻の護衛で8月17日馬公経由マニラに向う途中、北緯18°10′東経119°55′にて第2船艙に雷撃を受け浸水のまま8月24日マニラに入港、マニラにて修理のち内地に帰るため待機中、9月21日午前8時からの大空襲で16時30分被弾火災発生、9月24日正午遂に水深12mの海底に沈没した。

船と自由の女神像

野間 恒
H.N.O.H.A

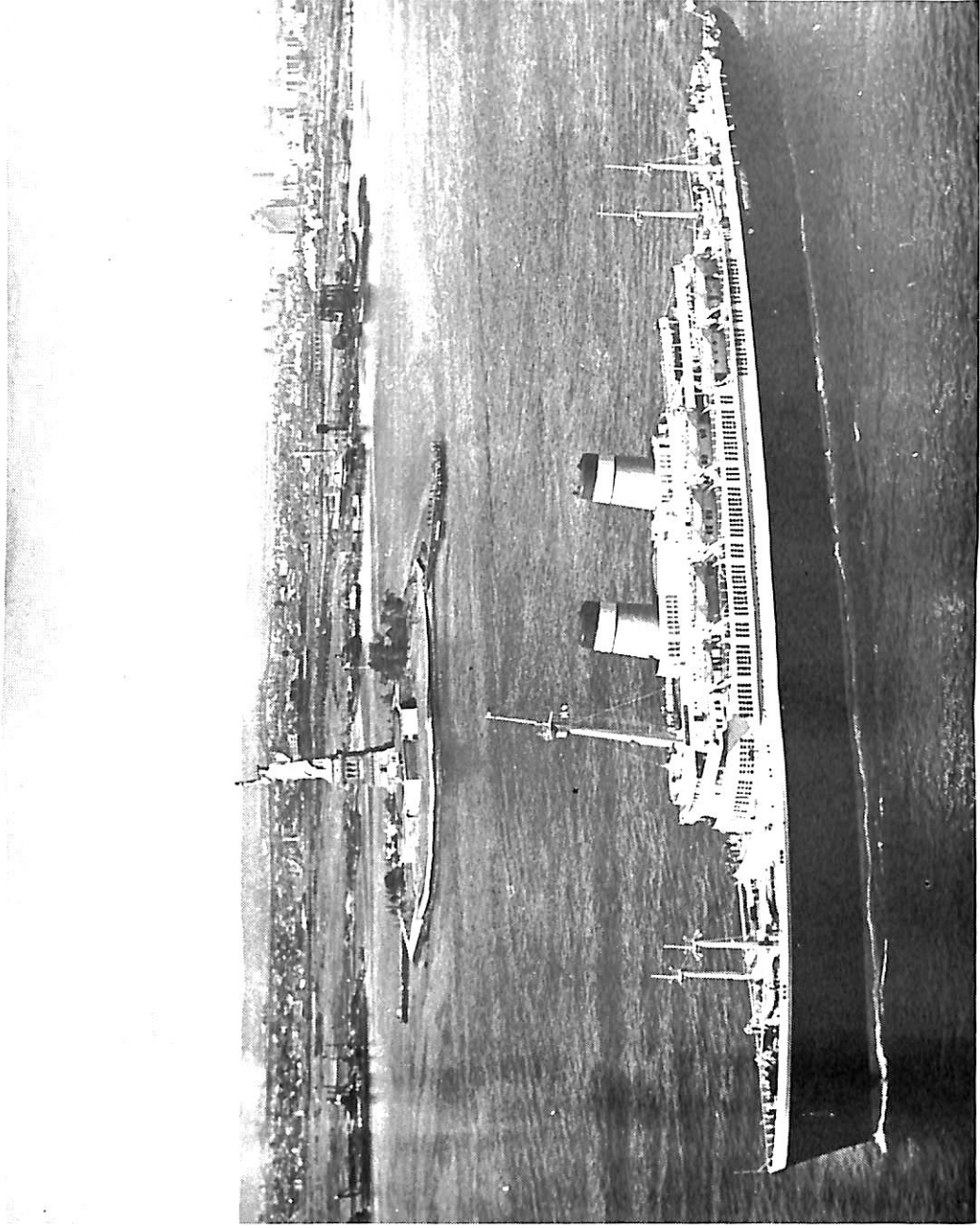
Ships passing before Statue of Liberty.

CONSTITUTION leaving New York harbor

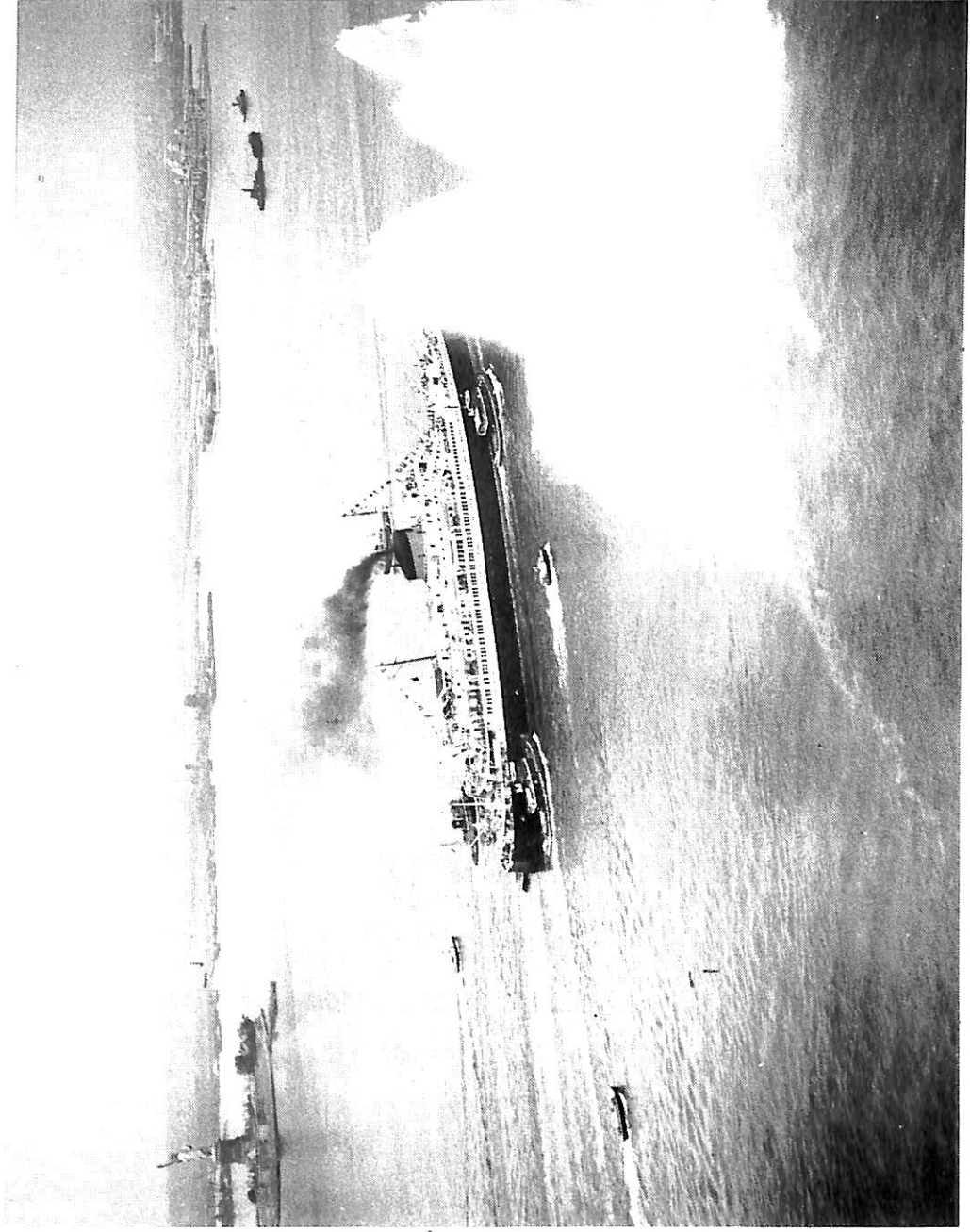
今回と次号では、ニューヨーク港にある自由の女神像の傍を通る客船の姿を紹介しよう。マンハッタン島南端から南西2.4キロの沖にあるこの立像は、アメリカ建国百周年を記念して、1886年にフランスから贈られた。以来百年間、港のシンボルとなり、さまざまな機会にニューヨーク港に到着した乗船客や帰還兵士の心に灯をともしてきた。本号では、第二次大戦後に時期(1951年)を同じくして登場した米佛商船をとりあげた。

“コンスティテューション”

アメリカン・エクスポート・ライインズの客船コンスティテューション(23,719総トン)が、新造間もない頃の出港光景である。本船は姉妹船インディペンデンスとともに、ニューヨーク〜地中海線用に造られた。試運転で26ノットを超えたが、これは当時アメリカ商船のなかで最高記録であった。大ききの点でも、20年ぶりに国内で造られた大型船であり、新生アメリカ商船隊のフラッグシップであった。これら姉妹船は、別の船主に移ったが、いまも昔の名前でハワイ諸島クルーズに活躍している。唯、外見的には度重なる改造により、写真に見えるような完成当時の優美なスタイルでなくなってしまう。



FLANDRE on maiden arrival at New York



“フランドル”

1952年7月、フレンチ・ライン客船フランドル(20,459総トン)が処女入港している光景である。同ラインの北大西洋定期は、1949年いち早く再開されたが、それは船令23年の老嬢イル・ド・フランスによるものであった。その後、戦後はじめての大型姉妹船が建造された。フランドルとアンテューヌがそれである。前者は北大西洋定期に、後者は純白塗装でカリブ海航路に投入された。ディーゼル船と見紛う煙突や、船体各部に採用された曲線部の多いスタイルが特徴であった。本船は処女航海直後、電気系統の故障が発生したため、再就航が半年間も遅れるという不運に見舞われた。しかし、その後は船主が変わったものの順調に生きのびており、現在もクルーズ客船カルラ・C.として健在である。



“パティオ プールエリア”

Carnival Cruise Line
 ホリディー
 豪華客船 M / S “HOLIDAY” (2)

Yoshitatsu Fukawa
 府川義辰

(船内スナップ写真の一部から)

Photo : Carnival Cruise Line./Aalborg Vaerft A. S.

“セブン シーズ ダイニングルーム” 船尾部にある大きなレストランの一つで客席数は 494 席であり、
 テーブルシートはピンク色に統一されており椅子は茶色系である。





船内最大の社交場でプロムナードデッキからアメリカンデッキの2デッキを使用して、ステージに向かって床部が傾斜している。客席数は750席で毎夜繰りひろげられる華やかなラスベガスやブロードウェイスタイルのショーが楽しめる。

HOLIDAY

— 21 —

バー兼グリル（リドデッキ）で客席数は350席で他船の船首部の一部を船内装飾に使用している。椅子や机は木製で、床はチーク材を使用している。





バスカフェとバスストッパー 1940年代のニューヨークを表現している。
バスは路線を走っていたもので客席は56席、24時間営業でバスの中ではアイスクリームが提供される。

— 22 —

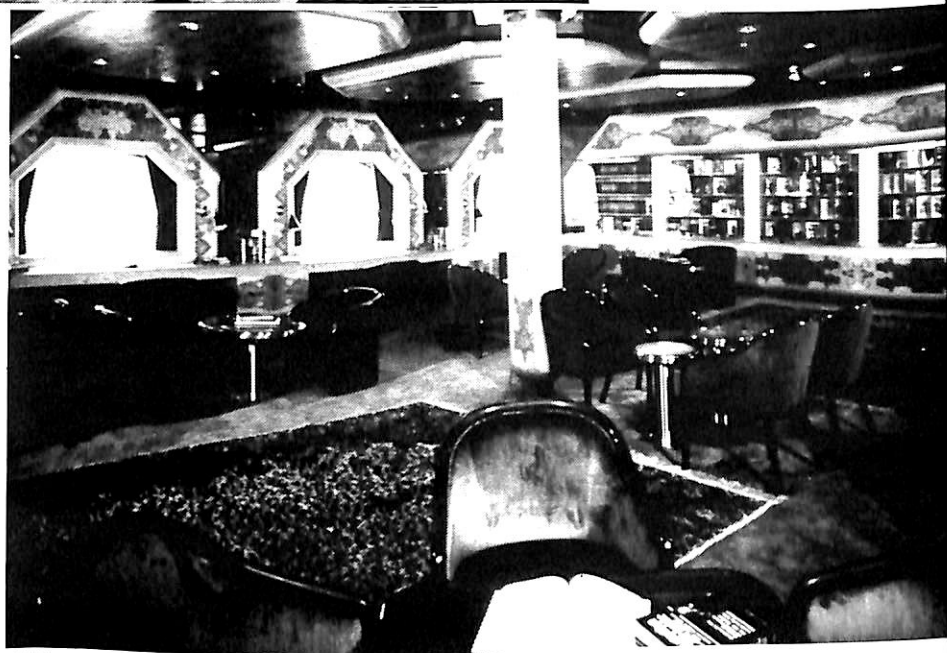
HOLIDAY

タヒチカリブソ ラウンジ トーテムポールを78本を使用した社交室で客席数は108席で
ポールはバハマ産木材を使用しバハマのMr. H. Fernandarの作である。





◀ “ディスコテック”
客席は180席で夜に若者の発汗作用を促す。



▶ “カーネギー ライブラリー”
色調は茶系統で統一、木材を多用した落ち着いた図書館、収容力は42席でライティングルームも兼用である。



◀ “アウト サイド
キャビン”

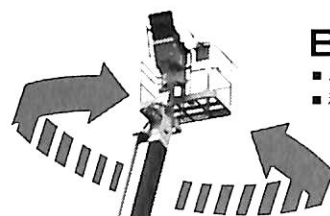
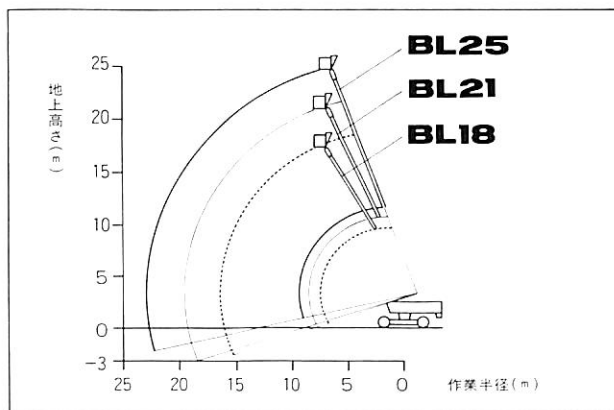
本船の標準的キャビンで居住空間は190平方フィートあり、本船のキャビン総数の95%をしめる。ブルマンベッドの格納状況が良くわかる。

確かな安全、期待に応える作業性

三菱高所作業車

BLシリーズ

技術革新の進むなかで造船・建築・プラント建設工事などの現場で高所作業のニーズはますます多様化しています。三菱高所作業車は、4輪の台車とブーム・バスケットを一体構造にして、バスケット内で走行・ブーム伸縮・旋回・起伏の操作を行ないますから、従来の足場やゴンドラ等を不用とし、バスケット内での安定した作業を確保。あらゆる高所作業を安全確実なものとし、効率の高い作業性と経費の節約に大きく貢献します。



BL 25

- バスケット地上高 25m
- 積載重量 250kgf

BL21

- バスケット地上高 21m
- 積載重量 200kgf

BL18

- バスケット地上高 18m
- 積載重量 250kgf

作業のスケールも 稼ぎもグーンと伸びる



- 自走式
- 90°左右首振り
- ブーム全伸長走行
- アウトリガなし

 三菱重工業株式会社

建機事業部一般建機部 〒674 明石市魚住町清水1106-4 TEL.078-943-2115

1月のニュース解説

米田 博

海運・造船日誌

12月16日～1月19日

- 海運・造船問題
- 一般政治経済問題

12月

19日○西豪州LNGプロジェクトに投入されるL(木)NG船7隻のうち豪州籍2隻の国際商談に関し10月31日に14社によって入札が行なわれていたが、日本の三菱重工、川崎重工、三井造船、IHI、フランスのアトランティック造船、ラシオタの6社が一次選定作業で選ばれた。1986年1月細目交渉を行ない、3月に再入札し、6月ごろ最終的に建造造船所を決めると伝えられている。

○ジャパンラインは、(1)60年度中に従業員950人を削減する。(2)全額出資の子会社を設立し従業員全員を移籍させる。を二本柱とする新しい経営再建計画を発表した。

20日○海上安全船員教育審議会は、山下運輸相に(金)対し、16人体制の制度化を図るため近代化船の乗組基準、設備基準等の改正を答申した。運輸省はこれを受けて来年4月1日施行の予定で船舶職員法施行令(乗組基準)、施行規則(設備基準)の改正作業を進める。

23日●竹下蔵相は臨時閣議に61年度予算の大蔵原(月)案を提出、了承を得て、各省庁に内示した。

○海運造船合理化審議会造船対策部会第4回対策小委員会で長期の船舶需要見通しについて審議したが、宮岡日本船主協会会長は「現在取り上げられている予測データのうち、海上貨物量は、今後あまり伸びる見通しはしない。」など厳しい見解を示した。

27日○三光汽船の宮田光秀保全管理人が東京地裁(金)に「更生は可能」とする「三光汽船の再建に関する調査報告書」を提出した。

28日●政府は、一般会計の総額が54兆886億円(前(土)年度当初予算比3.0%増)の61年度予算案と22兆1,551億円(6.2%増)の財政投融资計画を決めた。

●中曽根首相は61年度予算政府案決定のあと内閣改造を行なった。運輸相は三塚博氏。

1月

9日○ブラジル・カラジャス鉱石の対日輸送が開(木)始され、第1船がポント・デ・マデイラ港を出港し日本に向った。

10日○海運造船合理化審議会海運対策部会第22回(金)小委員会。61年度予算、最終答申後の海運業界の動きなどについて説明を受けるとともに、当面の諸問題で意見交換した。

13日○北米航路臨時船主会議が香港で開かれ、日(月)本、米国、香港、台湾など主な船主が運賃立てなおしを協議した。15日閉幕。

14日○特定石油製品輸入暫定法施行でガソリン輸(火)入が解禁となり、大手精製会社5社の輸入したガソリン10万5,300キロリットルを積んだタンカーが全国7港で初の荷揚げをした。輸入量は年間需要量の5%強になりそう。

15日○パリでOECD海運委員会が開かれ、日本(水)から運輸省国際運輸・観光局金子外航課長が61年度予算でできた船舶解撤のための債務保証制度の概要を説明した。17日まで。

19日●8年ぶりの日ソ外相定期協議のため15日シ(日)ュワルナゼ・ソ連外相が来日し、安倍外相と協議の結果、日ソ租税条約、日ソ貿易支払い協定などに調印し、領土問題を含んだ形の平和条約交渉を継続する旨の日ソ共同声明を発表した。

船舶解撤促進予算

昭和61年度予算の政府案

政府は12月28日の臨時閣議で61年度予算の政府案を決定した。23日に大蔵省案が決定され、各省に内示されてより5日目である。

一般会計予算は54兆886億円で60年度当初比3.0%増であったが、歳出のうち国債費と地方交付税交付金を除いた一般歳出は小幅ながら前年度比マイナスで4年連続の緊縮予算となった。国債費は一般会計全体の20%を超え、財政の硬直化が一段と進んだ。財政投融资の規模は22兆1,551億円で今年度当初計画を6.2%上回った。

海事関係では61年度予算の目玉は船舶解撤促進対策である。60年10月号本欄でふれたように運輸省の国際運輸・観光局は来年度予算で、船舶解撤促進対策として船舶解撤のため海運企業が金融機関などから借り入れる担保解除資金などの債務保証を行う「海運業信用基金」(仮称)の創設を要求していた。折衝の結果、海運業信用基金の新設は認められなかったが、これにかえて不況業種救済のための特定産業信用基金を改組して「産業基盤信用基金」とする新基金に海運の債務保証制度を盛り込むことで運輸、大蔵、通産の各省間で合意に達した。新基金は海運関係とともに産業基盤整備、従来の特定産業(製造業)の設備処理の債務保証を行うが、約140億円の基金のうち約40億円が海運関係に充てられる。債務保証額は3年間で約400億円、対象トン数はタンカー160万総トン、その他船舶30万総トンの計190万総トンとなる見込みである。債務保証期間は65年度までで、契約期間は61~63年度である。

具体的な内容については今後関係省庁間で早急に協議を行うが、運輸省は「船舶解撤促進に関する法案」を今通常国会に提出し、法律で具体的な債務保証の対象事項、手続きの方法などを整備す

る予定と伝えられている。

一方、海上技術安全局が造船業の経営安定対策として要求していた「船舶解撤事業促進補助金」も、要求5億5,000万円に対して5億1,800万円が認められ、解撤促進への足がかりとなった。

このようなときにOECD海運委員会が1月15日から17日までパリで開かれ、日本から運輸省国際運輸・観光局金子外航課長が61年度予算で決まった船舶解撤のための債務保証制度の概要を説明し、各国に対し世界的な規模での推進を呼びかけた。こうして日本では海運、造船の両面から、船舶の解撤を世界的に行なうよう推進し、海運・造船市況の回復を図る体制が整った。

その他の海事関係予算の主なものを列挙すると、先ず外航船舶の整備のための開銀融資は900億円、利子補給は7カ月分68億8,900万円(一部6カ月分)が認められ、運輸省では厳しい財政事情下ではまずまずの結果としている。

船舶向け輸銀資金は380億円であったが、これが利用できるような輸出船受注対象が出てくることが望まれている。

船舶整備公団予算は全体的に厳しい内容となった。すなわち、事業規模は要求408億円に対して380億円(対前年度比9.6%減)となり、ここ数年維持していた400億円台を割り込んだ。また、近海船の体質改善については要求52億円に対し、前年度比47.1%減の36億円とこれまでに大きく大幅に削減され、近海市況の悪化を浮き彫りにした。

海上保安庁予算では広域的哨戒体制等の整備で特130トン型巡視船の建造1隻、6億1,900万円が認められたことが特筆される。

船員教育体制整備の一環として海上技術安全局船員部が要求していた練習帆船海王丸代替建造調査費は要求1,600万円に対して829万円が復活折衝により認められた。しかし、大蔵省では62年度以降ただちに代替建造することを認めたのではない、と言っている。

三光汽船調査報告書

三光汽船の保全管理人宮田光秀氏は12月27日、東京地裁に「更生は可能」とする「三光汽船の再建に関する調査報告書」を提出した。8月13日の会社更生法適用申請から136日目、宮田光秀氏が保全管理人に任命された8月19日から130日目である。

日経産業新聞の報ずるところによれば、宮田保全管理人がまとめた計画案は、(1)船隊は商社から借りる小型バラ積み船を中心として、船腹量を約半分の130隻程度とする。(2)大和銀行が主力銀行となり、資金不足となったときは責任を持つ、(3)海外船主18社72隻については5%の解約料を払って用船契約を解除する。(4)従業員は約3分の1の700人程度にする。というもので、タンカー部門を大幅に削減し、小型バラ積み船中心の不定期船会社に生れ変わる計画である。

これについて不定期船業界は「三光の省エネ小型船は人件費が日本人船員の約3分の1に過ぎない東南アジア船員が配乗されており、あと2～3年は競争力のある船」と警戒している。その一方で、「人員削減などは全日本海員組合の積極的な協力が必要で、管財人が計画通り三光の減量ができるかどうかは不透明」といっている。また新会社の経営責任をめぐる、商社、銀行の論争が再燃する可能性もあるため、「管財人がどんな更生計画案を作成するか見守っている」とする関係者が多い。

管財人候補者名も屢々新聞紙上にのり始めたが今後の動きが注目されている。東京地裁は商社、銀行などから実質的にヒヤリングを済ませているので、結論が出るのは比較的早いのではないかとみられている。

香港船主の危機

何時までも続く海運不況のために、日本海運と大きな関わりのある香港船主も又危機を迎えている。香港の三大船主ワールド・ワイド、ワーコン、

C・H・トン・グループについてみるに、まずワールド・ワイドは現在の海運不況をいち早く予測し大幅に船腹削減を進める一方、不動産部門及び航空部門への転出を図って成功している。次にワーコンは三光汽船、アイリッシュ・ SHIPPING、サレンなどの倒産の影響を受けて若干の損害を蒙っている。

今日本の商社や造船業に大きな影響を与えつつあるのはC・H・トン・グループである。1985年8月の三光汽船の会社更生法申請により、海運業への融資に危惧をもった米国の銀行が8月末にC・H・トン・グループの持株会社オリエント・オーバーシーズ・ホールディング社(OOHL)に対し融資金の引き上げあるいは担保の積み増しを要求したことから、同社は資金不足に陥り、同社に対する経営不安説が流れたため、9月2日香港株式市場において同社の株式取引が急きょ停止され世界中の海運、銀行関係者に衝撃を与えた。このときは香港上海銀行が緊急スタンドバイ・クレジット枠を同社に供与したことでことなきを得た。

その後C・H・トン・グループは財務顧問を指名して再建計画を立案しているが、特に同グループの大手海運会社アイランド・ナビゲーション(INC)は必死の生き残り努力をしている。INCは日本でも債権者の銀行、商社、リース会社などに経営再建のための返済繰り延べを提案しており、造船所の一部に対しては発注済みの新造船の引取りに関し15%の船価値下げを要求するなどしており、今後に大きな問題を残している。

香港には三大船主の他に、英系複合企業としてのジャーディン・マセソン・ホールディング社とスワイヤー・パシフィック社がある。このうち海運業を手がけているジャーディン・マセソンは85年3月、船主部門から撤退することを表明し、以降大胆な売船処分により船隊削減につとめているが、一方では不本意ながら船を所有するはめに陥った銀行、リース会社などから委託された船を管理運航する業務を始めている。

●新造船紹介

荷役設備のない港湾にも就航できる

642 TEU積みコンテナ専用船“明 春”

内海造船株式会社

1. はじめに

本船（明春）は、Yi Chun Navigation Inc.発注による日～台航路の荷役装置を装備したコンテナ専用船として、1985年10月28日、内海造船・瀬戸田工場にて建造し、船主へ無事、引渡された。

また、本船の姉妹船であるWan Hai Steamship Co. Inc. 向け“安春”は、引き続き建造中であったが1月13日に日無事引渡された。

以下に“明春”の概要を紹介する。

2. 船体部主要目

全 長	150.57 m
垂線間長	142.00 m
幅 (型)	23.50 m
深さ(型)	11.60 m
夏期満載喫水(型)	8.72 m
総トン数	10,370 T
載貨重量	15,099 t
コンテナ搭載数(20フィートコンテナ換算)	642個 (甲板上3段積み)
船 級	ABS, +A1①“Container Carrier” +AMS & ACCU
試運転最大速力	19.143 kn
航海速力	16.0 kn
航続距離	14,000 浬
最大搭載人員	24名

清水タンク(含:蒸留水タンク)	338 m ³
燃料油タンク(含:ディーゼルオイルタンク)	1,028 m ³
バラスタタンク	4,959 m ³

3. 基本計画概要

本船は、日本・台湾・香港間を航行する642 TEU搭載のコンテナ専用船として計画され、特に荷役設備のない港湾にも就航できるように30 t 荷役能力の走行式コンテナクレーンのほかGM計を装備し、また、荷役時のヒール調整用としてオートヒール調整装置を備えている。

倉内は、セルガイド方式により、20フィートコンテナ(20'×8'×8'-6")および40フィートコンテナ(40'×8'×8'-6")を混載可能な構造としている。

4. 船型および配置上の特徴

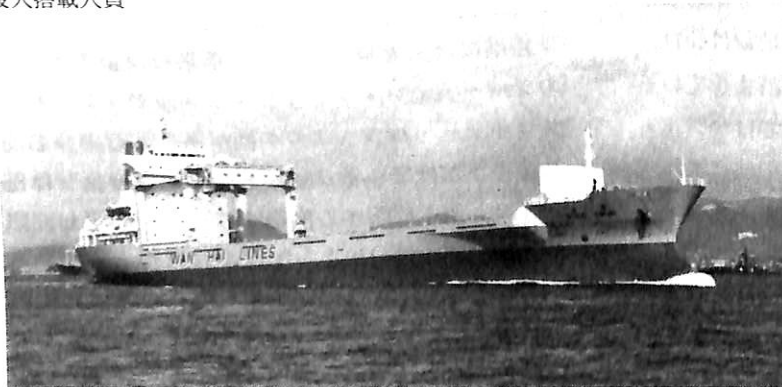
球状船首の採用など省エネルギーを考えた船型を採用し、また、プロペラ起振力による船体振動を減少せしめるため球状船尾を採用している。

船首部には、離着岸を容易ならしめるためバウスラスタを装備している。

機関室および乗組員居住区は、船尾に配置され、コンテナ倉は機関室の前方に4層を有している。

コンテナの配置は、船体中央部で甲板上8列3段、倉内に7列4段の20フィートコンテナおよび40フィートコンテナ兼用とし、第1倉は20フィートコンテナ専用倉とした。

上甲板上に冷凍コンテナレセプタクルを設け、40フィート冷凍コンテナが70個搭載可能である。



◀ 642 TEU積みコンテナ専用船
“明春” 外観

5. 船殻構造

コンテナ倉は、二重船側構造になっており、下部は主としてバラスタック、上部は通路としている。

主船体は、一般には軟鋼材を使用しているが、船体中央約0.6L間の甲板部縦強度部材には降伏点 32kg f/mm^2 級の高張力鋼を採用し、重量軽減を図っている。

倉内セルガイドは、40フィートコンテナを対象にして配置しているが、20フィートコンテナの搭載も可能な構造としている。

上甲板上には、一般配置図に示すように荷役能力 30Lt のガントリークレーンの装備に伴ない上甲板の船首部分は波浪衝撃に十分耐え得る強度の張出し構造（スポンソン）を採用している。

なお、船橋構造は船首見透しを確保するため、8層のいわゆるタワーブリッジ構造にしている。そこで防振対策には特に注意を払っており、その成果は海上試運転にて確かめられ、すこぶる良好な成績を納めることができた。

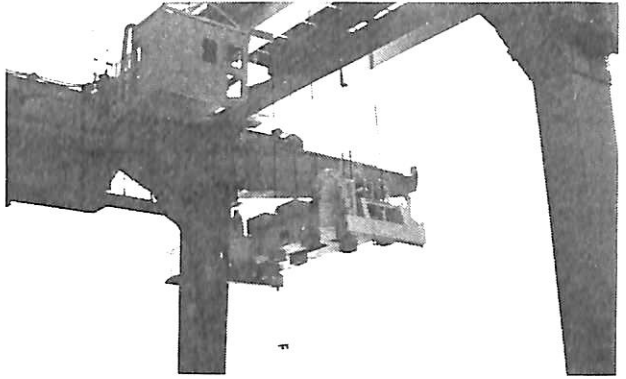
6. 船体機装

6・1 荷役装置

コンテナ荷役用として、明巧エンジニアリング製電動（サイリスタレオナード方式）U型ガントリークレーン1台を装備している。

本機的主要な特長としては、

- (1) 20フィートおよび40フィートコンテナの荷役作業を1台のテレスコピック型スプレッド装置にて行う。
- (2) 20フィートコンテナを単独にクレーンの前後部にて荷役ができるようにスプレッド装置中心を船首・船尾の方向に移動することを可能にしている。
- (3) スプレッドチルド装置を設けてトリム方向傾斜 2 度



ガントリークレーンおよびスプレッター

以内の遠隔姿勢制御が可能

- (4) ガントリークレーン上部に設けられたコントロール室より全ての遠隔制御が可能

主要目は以下のとおりである。

吊上げ：吊上荷重： 39.5 t

定格荷重： 30.5 t

速度： 24 m/min （40フィート）

： 32 m/min （20フィート）

最大吊上寸法： 19.8 m

横行：速度： 60 m/min

アウトリーチ： 6.45 m （走行用レール中心より）

走行：速度： 30 m/min

6・2 甲板機械

揚錨兼係船機（分離型電動油圧）

$17/12\text{ t} \times 9/15\text{ m/min}$ 2台

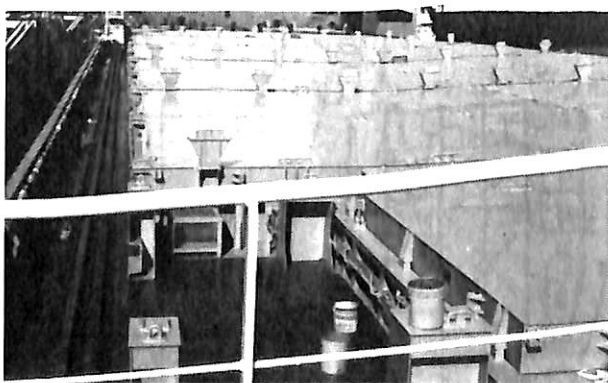
係船機（電動油圧） $12\text{ t} \times 15\text{ m/min}$ 1台

同上用電動油圧ポンプユニット $55\text{ kW} \times 2$ 台

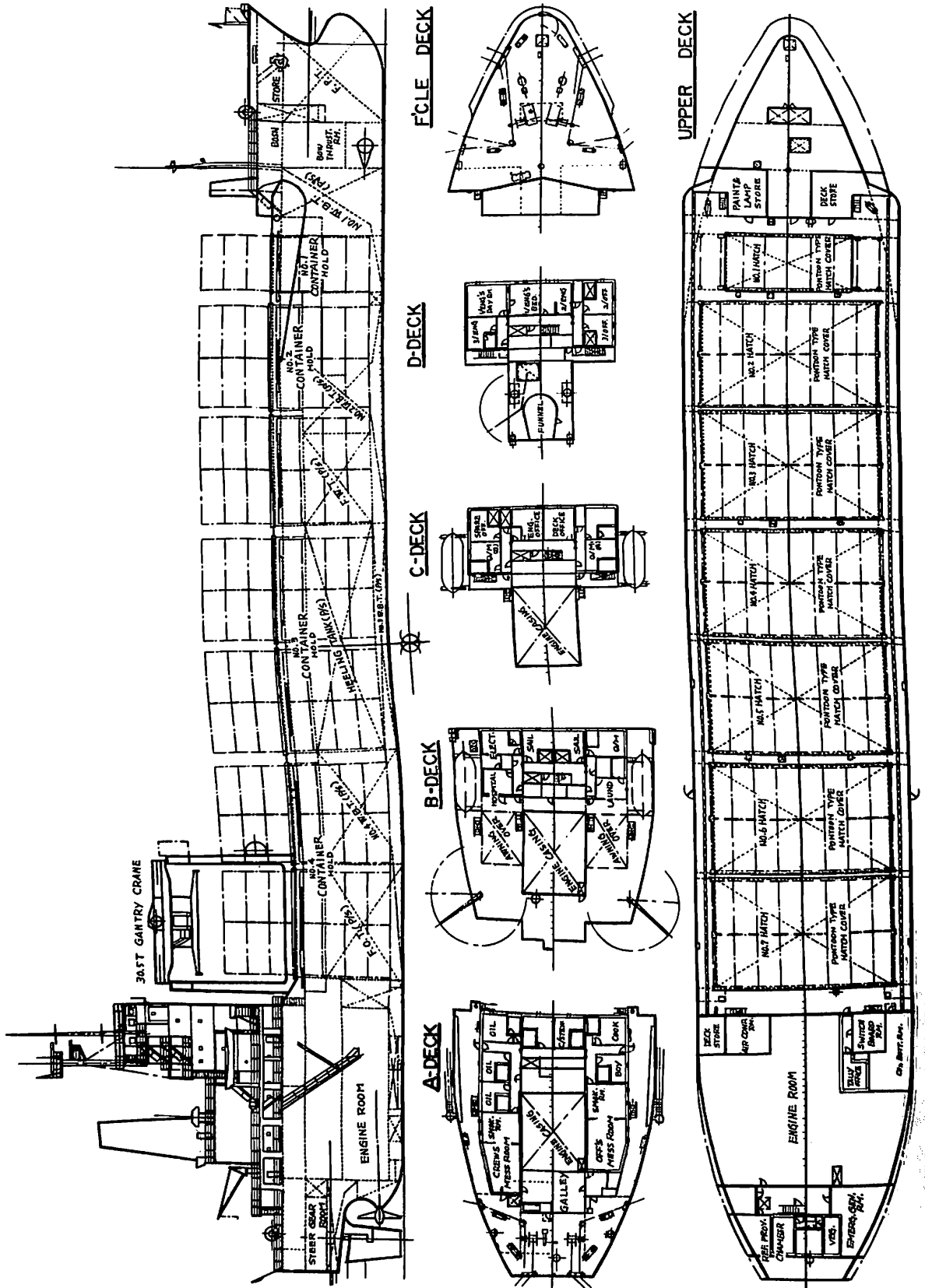
6・3 ハッチカバー

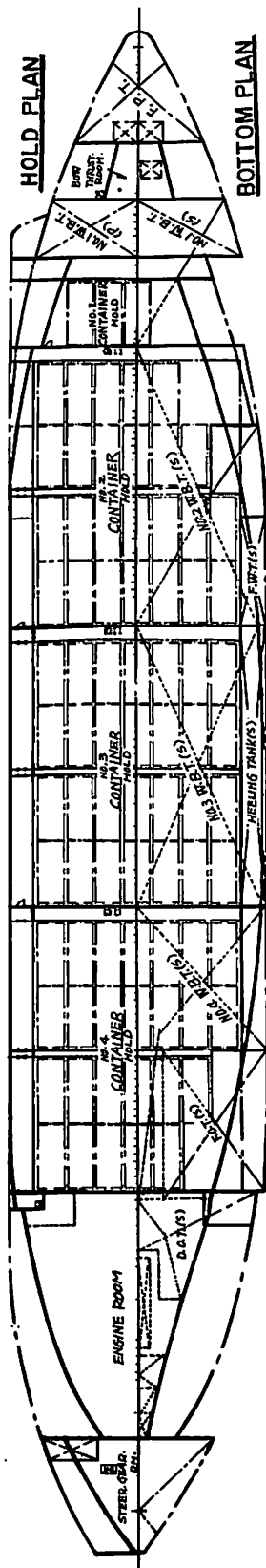
コンテナ倉口は、1列配置とし、風雨密ボンツーン型ハッチカバーを設けている。ハッチカバーは左右2分割とし、パネルのジョイント部には手動フラップタイプジョイントを採用してハッチカバーパネルの開閉順序をフリーとし、コンテナの荷役順序に便ならしめている。

ハッチカバーの強度は20フィートおよび40フィートコンテナの3段積み considering しており、本船の 30 Lt 吊りガントリークレーンのスプレッターによりハッチカバーの開閉を行うためにハッチカバー1パネルの自重を30トン以下に押えている。

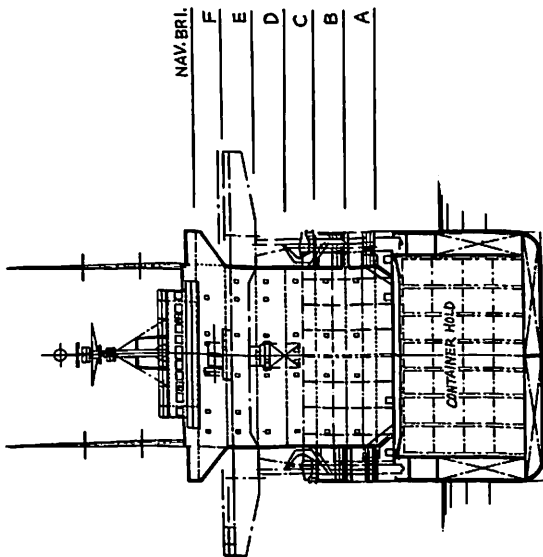


上甲板、ハッチカバー上面

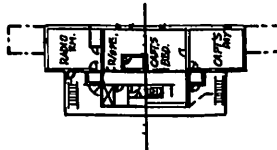




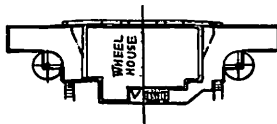
**BRIDGE FRONT VIEW
AND HOLD SECTION**



F-DECK



NAV. BRIDGE



E-DECK



Yi Chun Navigation Inc. 向け 642 TEU 積コンテナ専用船“明春”一般配置図
内海造船・瀬戸田工場建造

6・4 甲板積コンテナ固縛装置

コンテナの固縛は、ハッチカバー上に設けた位置決め金具（ツイストロック付）とコンテナ間に挿入する手動ツイストロックおよび、コンテナの2段目および3段目の下部をロッドおよびターンバックルによりハッチカバー上のラッシングアイに固縛することにより行う。なお、3段目コンテナの上部のブリッジフィッティングにて固縛する。

6・5 船体制御

航海および荷役時のヒール制御のため、ヒーリングタンクを設け、また、ヒール調整を自動的に行えるようにオートヒール調整装置を備えている。なお、同制御装置にはタンクの液面計およびGM計を組込んでいる。

6・6 消防装置

機関室およびコンテナ倉には、固定式炭酸ガス消火装置を設け、煙管式火災探知装置をコンテナ倉に設けている。

6・7 居住区設備

居住区は居室のグレードアップと居住環境を改善するため全てシャワーとトイレ付きの個室としている。

また騒音を軽減するためにB甲板以上はエンジンケーシングから分離した配置としている。

7. 機関部概要

7・1 機関部一般

主機関は、燃料節減を目的とした静圧過給方式の日立造船B&W7L50MC型機関をディレーティング仕様にて採用している。

軸系装置は中間軸を1本、プロペラ軸を1本により構



船長室

成され、5翼一体型ニッケルアルミブロンズ製プロペラを装備している。

蒸気発生装置は、主機関の排気ガス加熱を併用したコンボジット型補助ボイラー1台を装備している。燃焼装置は完全自動化され、ON-OFF制御装置を備えている。

発電装置は、ディーゼル駆動の主発電機3台および非常用発電機1台を装備している。

また、主発電用ディーゼル機関には、A-C重油混合油が使用可能なるように、機関の改良および関連諸設備が装備され燃料節減対策が施されている。

7・2 機関室配置・諸管機装

機関室配置は、作業環境、保守・点検等を十分考慮したものとしている。たとえば機関制御室を上甲板部に設け極力騒音源から遠ざけ、また予備品スペース、倉庫等は可能な限り広く確保し、リフティングビームを最適位置に設けるなどして機関部員の労力軽減、保守・点検の容易さを図っている。



士官食堂



賄室

諸管機装については、海水管、ビルジ管、バラスト管の内面に亜鉛メッキを施した肉厚管を採用している。

7.3 自動化および計装

自動化および計装としてABS、+ACCUに必要な操縦装置、制御装置および監視装置等を備えており、船橋の操縦台に設けられたエンジンテレグラフ兼用の操縦レバーにより主機関の発停、前後進および回転数制御が可能なるよう計画されている。また、防音・空調設備を施した機関制御室より主機関の操縦、発電機・各補機の制御およびCRT表示による監視が行えるよう計画されている。

主発電機関の燃料系統においては、粘度異常、負荷30%以下等の諸要因により自動的にA-C重油混合油からA重油に切替える自動化システムが採用されている。

7.4 機関部主要目

(1) 主機関

型式×台数 日立造船B&W 7 L50MC×1台
出力(連続最大) 8,460 PS×116 rpm
(常用) 7,700 PS×112 rpm

(2) 発電装置

主発電機 625 kVA(500 kW)×720 rpm×3台
同上用原動機 ヤンマー T 220 L-UT
750 PS×720 rpm×3台
非常用発電機 100 kVA(80 kW)×1,800 rpm×1台
同上用原動機 ヤンマー 6 HAL
130 PS×1800 rpm×1台

(3) 補助ボイラ

三菱コンポジット型ボイラ×1台
1,500 / 1,000 kg/h × 6 kg/cdg
(油焚き/91%出力時排ガス焚き)

(4) その他

造水装置 15 t/day×1台
油清浄機 燃料油用×3台、潤滑油用×2台
燃料油ブレンド装置 スタティックミキサ型 1台
海洋生物付着防止装置 電極棒式 1台
廃油焼却炉 1式
バウスラスタ 電動可変ピッチ型(推力7t) 1基

8. 電気部

8.1 電源装置

主電源設備として、ディーゼル発電機3台を装備しており、通常航海中1台(冷凍コンテナ搭載時2台)、出入港時(バウスラスタ使用)は3台、荷役中(ガントリー

クレーン使用)は2台の発電機にて電力をまかなう。また非常用発電機1台を装備し、主電源故障時には、かじ取機、航海無線装置および非常照明灯などに給電できるようにになっている。

冷凍コンテナ用220V電源として300kVA変圧器3台を装備している。

8.2 航海装置

ジャイロコンパス、オートパイロット、ドップラログ、衛星航法装置、ロランC航法装置などの航海装置1式を装備している。なお、レーダーは2台装備し、うち1台は衝突予防装置付としている。

8.3 無線装置

1.5kWSSB主送信機および50W補助送信機を各1台、全波受信機2台、国際VHF2台、ファクシミルなどを装備している。なお、送信用アンテナは配置の関係上、主および補助とも自立形としている。

9. 結び

本船は日本・香港・台湾航路の専用コンテナ船サービスの新鋭船として設計・建造され、各種試験の結果、好成績の性能を得ることができた。

本船建造に関し、御尽力を頂いた船主工務陣、関係官庁、ABS船級協会の関係者各位に感謝いたします。

海外技術短信

経費と空間を節約する半回転アクチュエータ

英国のサーボテル・コントロールズ社(Servotel Controls Ltd.)は、材料試験機械、プラスチック・ミキサー、船舶の舵舵機、工作機械などの製造業者向けに、電気油圧式半回転アクチュエータのシリーズ“SHM”を発表した。270度以下の角度で油圧動力を回転運動に代えるもので、15Hzを超える振動応答をなし、従来のもより50%安く、はるかに小型である。

トルクや速度制御をしながら、行程のどの方向にも荷重を回転させることができる。正確な位置が問題となる場合用としてサーボ制御型もそろっている。構造は単純かつ堅固であり、多くの工夫がこらされている。出力トルクは内圧に比例し、10Nmから20000Nmの範囲にある。作動圧は50から250barのものがあり、操作温度は10℃～80℃である。

※お問い合わせ先：英国大使館広報部(☎03-264-2171)

●危険物船紹介

IMO Type II & III

3150DWT近代帆装ケミカルタンカー “第51伸興丸”

西部タンカー株式会社

1. はじめに

第51伸興丸は、帆装装置によって自然の風力エネルギーを利用し、燃料消費を節約する商船として昭和60年8月に竣工した。すでに財団法人日本船用機器開発協会(JAMDA)の濱田昇理事長の指導により昭和55年9月に省エネ第1船“新愛徳丸”が竣工して以来、本船が丁度10隻目に当る。

本船は60年8月末就航以来、まだ航海実績が少ないが3ヶ月を経過したので発表することにした。

2. 本船の主要要目及び帆装装置要目

2・1 主要要目

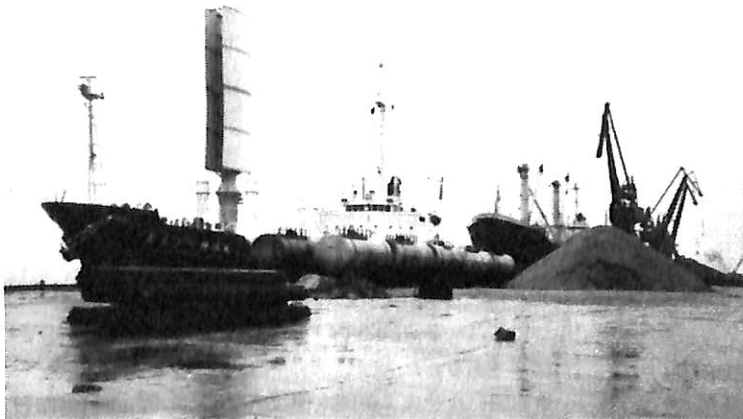
本船の主要要目は以下のとおりであるが、近海仕様であるので航海計器については十分配慮した。また本船は、ケミカル船として積荷の種類に対応するようにIMOタイプII&IIIを取得した帆装装置の第1船である。

全長	84.52 m
垂線間長	77.00 m
型幅	14.00 m
型深	6.60 m
計画満載喫水	5.66 m
総トン数	1,596 T
載貨重量	3,254 t
満載排水量	4,592 t

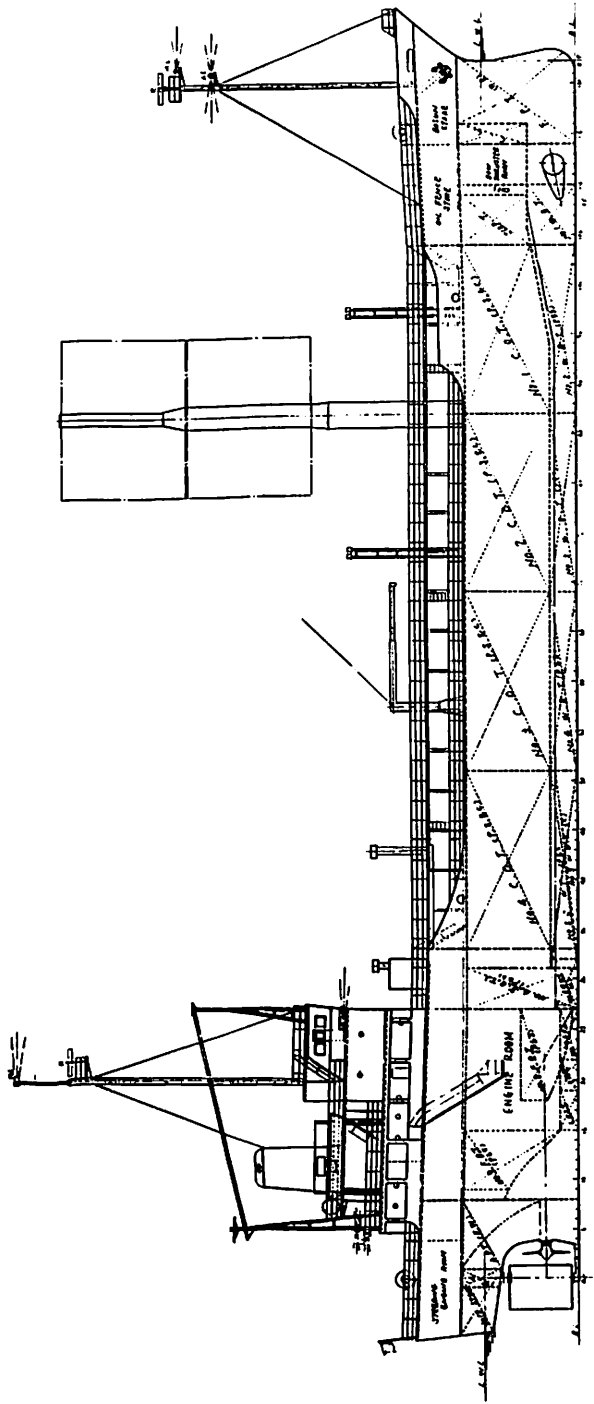
C _b (満載)	0.7317
(バラスト)	0.6783
C _p (満載)	0.7592
(バラスト)	0.7204
タンク容積	3,233.95 m ³
燃料油槽	202.3 m ³
清水槽	162.73 m ³
バラスト水槽	803.7 m ³
主機関	阪神6EL35型ディーゼル機関 1基
出力(連続最大)	2400 PS × 260rpm
燃料消費量(MCR)	138 g/bhp・h (10,200kcal/kg)
プロペラ	CPP 阪神CX78-N40型 4翼1軸

	(2,800φmm)	1基
バウスラスター	4t	1台
発電機	400kVA × 3, 40kVA × 1	4台
主荷油ポンプ	500m ³ /h × 70m	2台
熱媒油式ボイラー	1,000,000 kcal/h	1式
熱媒油式排ガスエコノマイザー	80,000kcal/h	1式
航海計器		
NSS		1式
ロランC		1式
ジャイロコンパス		1式
オートパイロット		1式
レーダー(カラー及び白黒)		2式
船舶電話		1式

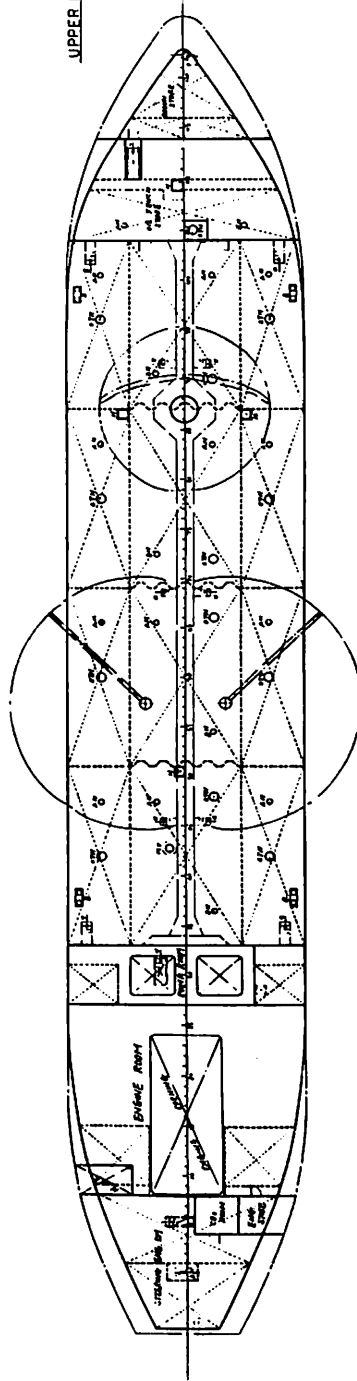
ドップラーログ	1式
乗組員	14名
船級資格	NK*NS* (Tanker oil flash Point below 60°C and chemical Type II & III) MNS* 近海区域
コンピューター	帆制御装置, 自動船速制御及び負荷制御装置, 航海マニュアル装置
船型	浅喫水船型



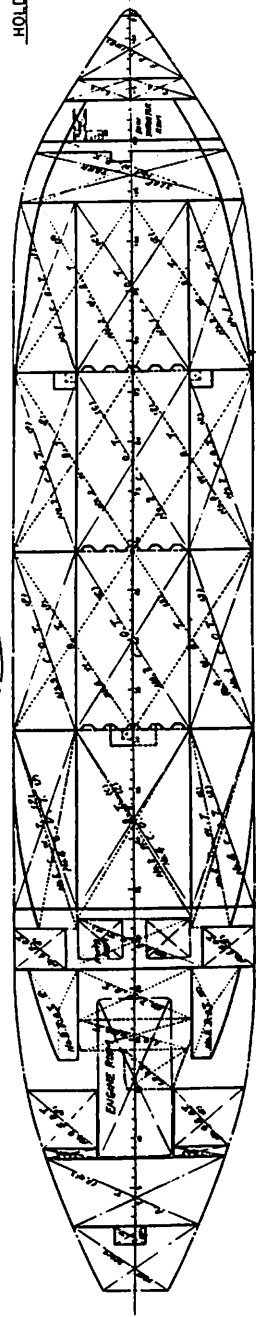
◀中国の港に接岸した近代帆装ケミカルタンカー“第51伸興丸”



UPPER DECK



HOLD PLAN



西部タンカー向け 3150DWT 型近代帆装ケミカルタンカー “第 51 伸興丸” 一般配置図

関門造船建造

2・2 本船の帆装置の概要

形式	JAMDA-STK平行縮帆式硬帆 上下二分割式
断面形状	近似層流翼型
寸法	高さ15.0m×幅10.0m×1基
面積	150㎡
操作方法	展縮帆…レバー、ロッドによる油圧シリンダー駆動式 旋回…油圧モーター式
制御システム	①操帆システム (STK-光進・帆装コントロールシステム) 自動適帆制御 (風向、風速の変化に応じて適切な状態にさせる) 自動向風制御 (暴風時に風の響響を少なくさせる) 自動縮帆制御 (風の利用範囲以外では縮帆させる) 手動制御 ②ASCシステム (STK-阪神・自動船速保持システム) 指定された船速を保持しつつ、帆走力に見合って主機関出力を自動制御し、省燃費を達成させるシステムを備える。
利用範囲	風速22m/s以下(0~90°の風向のとき) 26m/s以下(90~180°の風向のとき) 風向 船首方向14度以内を除き全周(332度)
油圧ユニット	作動油ポンプ5.5kW×2台 作動圧160kg/cm ² STK-内田リングメーンシステム(アンロード時は約2PSの負荷に自動低減する。)
帆の材質	鋼製帆枠に特殊帆布を取りつけ
重量	35トン
検査	NK船級・IMOタイプⅡ&Ⅲ適合仕様 日本海事協会の指導により、防爆・防毒対策に完全適合した世界で最初の帆装置である。
開発指導	(財)日本船用機器開発協会(JAMDA)
総合計画	船舶技術開発株式会社(STK)
帆装置製造所	(株)上田鉄工所
納入者	(株)愛徳

3. 本船の特色

3・1 近代帆装置

近代帆装商船として全て自動化され、飛行機の翼理論を採用した近代帆装置を採用し省エネルギー及びピッチング・ローリング・ヨーイング等の減少に役立たせた。

- (1) 上甲板に飛行機翼の形状をした平行縮帆型硬帆1基を装備した。
- (2) 帆の大きさは、高さ10.0m×幅15.0mで、1基の帆面積は150㎡である。帆は上下に2分割とし風速25m/secまで風を有効に利用できる。
- (3) 操帆には、在来船に比べ乗組員を増加することなく、風向・風速に応じてコンピューターにより自動的に操帆される。
- (4) 防爆・防毒対策は、NKの指導により万全の対策をとった。

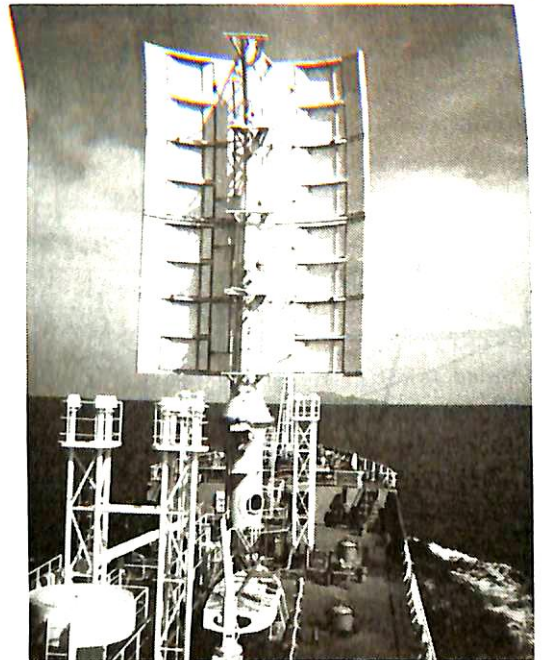
3・2 船型及び船底塗料

船体抵抗の少ない省エネ船型を採用するとともに復原性にも考慮し、船体の風圧抵抗を減少させるために上部構造も小型化した。また、本船が中国の主要港に出入可能のように喫水を5.7m以下の浅喫水型船型を採用した。

また、経年変化による船体抵抗の増加を防ぐために、船体浸水部に自己研磨性防汚塗料を採用した。

3・3 推進システム

本船は、帆装による推力及び減速運航時を含めた幅広



上甲板 (船首方向をみる・展帆された帆)

“第51伸興丸”の航海実績

※51 シンゴウマシ ムンゴウ ボウゴウシヨ

№.11 ヲ 2784 4 R B = 61.1.7

** コウカイ ノ カ イゾウ **

シヨウシヨウ	シヨウ	シヨウ	シヨウ	シヨウ
17	18	19	20	21
60.12.30	61.1.1.5	61.1.1.5	61.1.1.5	61.1.1.5
68.05	68.05	68.05	68.05	68.05
df	3.65	da	5.25	da
15.75	15.75	15.75	15.75	15.75

** コウカイチュウ ノ ネンリョウシヨウ **

2784 hr	2784 hr	2784 hr	2784 hr
17.5	193	2663	11
89.66	971	19373	11
30.5	219	5.63	

** ニツ ヲシヨウ **

2784 hr	2784 hr	2784 hr
11.4	278	0
2.91	1100	107
		0

** セ イラー シヨウ **

80	85.66	2038	0
85	101.75	2786	0

** ハツヂンキ シヨウ **

No.1	80	85.66	2038	0
No.2	85	101.75	2786	0

** ショウシヨウ **

156.16	105.66	67.7
--------	--------	------

** ショウシヨウ シヨウシヨウ **

A oil	2663	278	107	0	4824	7872
C oil	19373	0	0	0	0	19373

** 4 hr コント ノ タイム ケイソウ **

No	時間	速度	距離	消費	速度	距離	消費	速度	距離	消費	速度	距離	消費
16	E 32	16.4	215	1356	10.8	10.5	P50-7	1/P40	5.3	110	938	289	.62
20	E 31	16.8	212	1325	12.3	11.5	P60-4	1/P70	0.0	109	819	294	.66
24	E 31.5	17	213	1345	12.7	11.5	P120-4	1/P100	0.0	109	891	298	.66
4	E 32	17	215	1400	12.1	11.3	P120-5	1/P120	5.2	109	913	300	.68
8	E 32	17	215	1383	11.9	11.5	P110-3	1/P135	5.2	106	910	305	.66
12	E 0		0	0	8		P160-8	1/P160	5.1	0	0	0	0
16	E 0		0	0	8.1	5.9	P165-8	1/P165	5.2	0	0	0	0
20	E 0		0	0	3.1	2.6	S170-8	1/180	5.1	0	0	0	0
24	E 0		0	0	3	4.7	S175-11	1/180	5.1	0	0	0	0
4	E 0		0	0	4	4.5	S175-12	1/5175	5.3	0	0	0	0
8	E 0		0	0	5	5.4	S165-12	1/5150	5.2	0	0	0	0
12	E 0		0	0	6.2	6.4	S165-12	2/5170	0.0	0	0	0	0
16	E 32	16.9	210	1380	11.7	11.5	S160-11	2/5160	5.2	100	770	299	.7
20	E 31	16.9	210	1340	11.5	11.5	S165-10	2/5165	5.2	108	912	290	.69
24	E 30	16.8	210	1305	13.1	11.7	P100-7	2/P100	5.1	108	774	289	.6
4	E 31	17	210	1340	12.3	11.4	P120-9	1/P120	0.0	110	831	291	.68
8	E 31.5	16.8	213	1304	12.1	11.6	P120-7	1/P120	5.1	109	826	301	.71
12	E 31.5	16.6	215	1350	11.1	11.1	P50-5	1/P50	5.1	110	931	302	.66
16	E 31.5	16.6	218	1390	11.4	10.8	P90-5	2/P90	5.5	110	884	300	.69
8	E 27	17	190	995	10.8	10.6	S15-7	0/530	0.0	110	831	282	.41
12	C 31	16.1	215	1330	11.4	11.2	S5-7	0/530	0.0	110	843	292	.61
16	C 31	15.8	215	1325	11.4	11.6	S15-11	0/515	0.0	111	803	290	.64
20	C 31	16.1	217	1347	11	10.9	S10-10	0/515	0.0	110	836	295	.64
24	C 31.5	16.1	217	1380	11.6	10.8	P40-10	1/570	0.0	110	863	300	.67
4	C 32	16.1	217	1399	11.6	11.6	S10-15	1/510	0.0	110	880	305	.67
8	C 32	16	217	1427	11.2	10.5	P170-9	1/P170	5.1	110	892	310	.72
12	E 29.5	15.3	215	1260	10.7	10.6	P90-5	2/590	5.2	106	805	289	.56
16	E 29.5	15.4	215	1250	11.1	10.6	P90-7	2/P150	5.3	111	796	282	.56
20	E 31	16.7	210	1366	11.4	11.1	P45-9	2/5135	5.2	106	760	276	.65
24	E 0		0	0	7.4	5.7	P105-14	1/P110	0.0	0	0	0	0
04	E 0		0	0	8.1	7.4	P65-17	1/P160	5.3	0	0	0	0
8	E 30	15.2	215	1204	12.1	11.6	P130-15	3/P135	5.2	34	696	290	.56
合計	22.1	11.684	157	937	10	9.5			73	590	212	.45	

Mean gr/PS/hr (0.95) = 149.5 gr/PS/hr
航路平均の航路距離 2188 mile

い運航状態での経済性を高めるため、主機は低負荷領域でも燃料消費率の良好な阪神6EL35型2400PS×260rpmとし、プロペラは4翼（直径2.8m）の可変ピッチプロペラを採用した。

このシステムは、コンピューターにより、自動負荷制御、自動船速制御等の主機負荷及び可変ピッチプロペラの制御を行なう。

- 主機関は、40%負荷の960PSまでC重油の使用が可能である。
- プロペラは、翼面の粗面度を5μまで研磨仕上げ、効率の向上を計った。

3・4 熱媒油方式による排エコとボイラー

(1) 熱媒油方式による排ガスコノマイザー

- (イ) 熱移動が排ガス→空気→熱媒油→被加熱体なので効率よく排熱の回収ができ、排ガスによる腐食がない。
- (ロ) 高効率なので航海中の暖房はもとより、燃料油、**潤滑油の加熱を充分に満足させる。**

(2) 熱媒油式ボイラー

- (イ) 水の代りに熱媒油を密閉サイクルで循環させるため効率よくエネルギーを利用でき、ボイラー用缶水が不用である。
- (ロ) 運転中、密閉サイクルのため空気に触れず、高温酸化を起こさない。

排ガスコノマイザー及びボイラーとも熱媒油方式を採用しているため配管の腐食がない。

4. 各種コンピューター

(1) 操帆コンピューター

近代帆装装置の操帆に人手を用いず全て自動制御する。

- (2) 主機・可変ピッチプロペラ装置の自動制御システム
主機負荷、回転数及び可変ピッチプロペラの制御を行なう。

(イ) 自動負荷制御

帆装利得に応じて機関の出力を自動的に加減する。そのベースは、常に経済運航領域を自動的に求めるものである。

(ロ) 自動船速制御

指令された船速をキープするように、機関出力を自動的に加減する。

- (3) 復原性確認及び運航マニュアルコンピューター
積荷状態によるC係数の計算及び船速設定、燃料費予測、到着時刻予測等を行なう。

5. 航海の実績

60年8月27日より11月30日まで96日間の実績をまとめてみた。（図参照）

在来型の同型船では、日本・関門～中国・天津間は航海距離759マイルを12ノットで航走した時、燃料消費量は約18.5トンが必要としている。

759マイル/12ノット＝63.25時間が所要航海時間となる。この場合の燃料消費量は、

トン/日 → 7.02t/day

キログラム/マイル → 24.37kg/mile

の実績を残している。

これに対して本船の実績は、

	燃料消費量	省エネ率
トン/日	最小 3.586t/day	7.9%
	最大 6.464t/day	48.9%
	平均 4.574t/day	34.8%

の値を示している。1日当りで5.0t以下になっており素晴らしい実績である。この間の展帆率は、単純平均で45.2%、時間荷重平均で46.4%を示している。

乗組員も帆装装置および運航コンピューターにも慣れてきているので、今後ますます省エネ運航の効果が出てくるものと期待している。

また当社では、営業部と船舶部が連携して、入出港のスケジュールを時間単位に把握し、本船に最も適した運航形態の確保に配慮するなど、いろんな角度から省エネ能力を引き出すよう努力している。

6. 帆装装置のみの航海

なお山東半島より韓国沿岸までの航海および伊良湖水道沖合より御前崎までの間を主機関を停止して純帆装にした結果は図に示した通りである。

7. 結 び

最後に、本船の設計・建造にあたり、御指導・御協力を戴いた関係各位に対して深く感謝の意を表します。

● 船の科学刊行の本 ●

『船舶写真集』	船の科学編集部編	B5判(〒当社負担)
1952年版	掲載船 232隻	写真頁 96頁 定価 1000円
1968年版	掲載船 356隻	写真頁 194頁 定価 2500円
1976年版	掲載船 353隻	写真頁 229頁 定価 3500円
1978年版	掲載船 252隻	写真頁 159頁 定価 3000円
1980年版	掲載船 246隻	写真頁 147頁 定価 3500円

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7>

編集部 訳

連載でお届けしている USCG のケミカルタンカー規則は、1985年3月5日付 Vol. 50, No.43により公布された LOC から COC システムへの変更に伴う改正に加え、1985年5月22日付 Vol. 50, No.99により編集上の誤りの訂正、不明瞭な規則の明確化及び実際のでない規則の削除が行われている。これらの改正箇所はゴジック体にしてわかりやすくし、改正を含めた訳としている。

§ 153.530 アルキレンオキサイドに対する特別要件

表1でこの節を引用している場合、格納システムは次に掲げる要件に適合しなければならない：

(a) この節の(b)及び(c)項で規定する場合を除き、貨物格納システムは次の材料でつくられなければならない：

- (1) 416 及び 442 型以外のステンレス鋼；および
- (2) 鋼

(b) この節の(c)で規定する場合を除き、ガスケットはらせん状に巻きつけたステンレス鋼とテフロンまたは同様のフッ素ポリマーの混合物でなければならない。

(c) 司令部 (G-MTH) は、次の場合、ケースバイケースでこの節に述べた材料以外のものを使用した貨物格納システムをアルキレンオキサイド用に認める：

(1) 貨物格納システムの承認を得ようとする者が司令官 (G-MTH) が指示する全ての試験を完全に実施する場合、および

(2) 司令官 (G-MTH) が試験結果およびアルキレンオキサイドに使用される材料を承認する場合。

(d) 次に掲げる材料は、アルキレンオキサイド用格納システムのガスケット、パッキン、断熱材および同様の使用目的のためには一般的に不相当である。使用承認を得る前に(c)項に述べる広範囲な試験が要求されることになる：

(1) アルキレンオキサイドに接触する可能性がある場合には、ネオプレン又は天然ゴム。

(2) アスベスト又は多くの普通使われる断熱材、パッキンおよびガスケット材と混合したアスベスト。

(3) 鉱物綿のようにマグネシウム酸化物を含有する材料。

(e) タンクの逃し弁の設定圧力は21kPaゲージ圧(約3 psig)未満としてはならない。

(f) 格納システムに冷却装置が備えられている場合、冷却システムは次の要件に適合しなければならない：

- (1) 貨物を圧縮しないこと；および
- (2) 自動的に貨物温度を制御すること、および手動制御が可能であること。

(g) 貨物管装置は、次の要件に適合しなければならない：

- (1) この章の38編の要件に適合すること；
- (2) 他の全ての装置と完全に分離されていること；
- (3) 定格圧力が1030 kPa ゲージ圧(約150 psig)を下まわらない弁、取付物および付属品を使用して組み立てられていること (American National Standards Institute)；および
- (4) ねじ込み式の継手を有しないこと。

(h) 貨物格納システムの蒸気スペースおよび(k)および(1)に掲げる各スペースには、酸素濃度の連続監視装置または持ち運び式酸素濃度計によるサンプリング用の装置を設けなければならない。

(i) 弁のディスク、ディスクの表面、弁座およびその他の摩耗部分は、11%以上のクロムを含んだステンレス鋼で製作しなければならない。

(j) ベント装置は、他の格納システムまたはタンク船の装置から独立でなければならない。

(k) 貨物タンクが閉鎖された区画に設けられている場合、この区画には次の設備を設けなければならない：

(1) § 153.500 の格納システムに対するイナートガス装置に適用する要件に適合するイナートガス装置、または

(2) § 153.312 の貨物取扱い区画の通風装置に適用する要件に適合する強制通風装置

(1) 一体型貨物タンクに隣接するコファダム、貨物タンク、二重底区画、ボイドスペースおよび他の閉鎖区画には、§ 153.500 の格納システムのイナートガス装置に適用するイナートガス装置を備えなければならない。

(m) タンク内に設けられたポンプまたはイナートガス

による置換法が揚貨方法として使用されなければならない。

(n) 揚貨管装置には、貨物移送ホース接続部に、§153.284の規定に適合する遠隔起動式の急速遮断弁を設けなければならない。

(o) 貨物ホースは、次の要件に適合しなければならない：

(1) アルキレンオキサイド移送用として司令官（G-MTH）の特別承認を得ること；および

(2) “For Alkylene Oxide Transfor Only”（アルキレンオキサイド専用）と標記されていること。

(p) タンクドーム、貨物管および積荷用マニホールドのように甲板上方、または甲板上にある貨物格納システムの全ての暴露部分は、次の要件に適合する水噴装置によって覆われてなければならない。

(1) 貨物格納システムを含む火災の際には自動的に作動すること；

(2) § 153.296で要求される各危急遮断場所に1組を配置した少なくとも2組の遠隔手動起動装置を備えること；および

(3) 0.175リットル/㎡秒の様なスプレーにより規定の範囲を覆えること。

(q) この項は削除された。

§ 153.545 溶融硫黄に対する特別要件

(a) 溶融硫黄を運送する格納システムは、次に掲げるものを備えなければならない：

(i) 仮の要件に適合する貨物タンク通風装置：

(1) 硫化水素（ H_2S ）蒸気濃度を容積で1.85%未満に維持できること；および

(ii) 装置内に硫黄が生成することを防止するもの；および

(2) 通風装置の送風機が故障した時に作動するように設計された警報装置。

(b) 溶融硫黄を運送する貨物タンクの周囲のボイドスペースは油密でなければならない。

(c) 溶融硫黄を運送する貨物タンクおよびこのタンクの周囲のボイドスペースには、蒸気サンプリング用の接続装置を設けなければならない。

§ 153.554 酸に対する特別要件

表1でこの節を引用している場合、

(a) 各格納システムの積荷および揚貨用接続部分には、噴出保護装置を設けなければならない；

(b) 各貨物格納システムは、コファダムおよびパイプ

トンネルのような二重壁によって燃料油から分離しなければならない；

(c) 各船舶には、貨物が貨物格納システムに隣接する区画に漏洩したかどうか調べるための装置を設けなければならない。

§ 153.555 無機酸に対する特別要件

表Iでこの節を引用している場合、タンク船の外板は貨物タンクの一部分を構成してはならない。

§ 153.556 硫酸および発煙硫酸に対する特別要件

(a) (b)および(c)項に規定する場合を除き、硫酸、発煙硫酸または他の物質が混入した硫酸を運送する格納システムは、ケースバイケースで司令官（G-MTH）により承認される。

(b) 硫酸を運送する格納システムは、次に掲げる材料でつくることができる：

(1) 貨物構成が、70ないし80、または90ないし100重量%の酸の場合、ライニングを施していない鋼；

(2) 貨物構成が96重量%を超えない酸の場合、鉛ライニングを施したもの；または

(3) 貨物構成が51重量%を超えない酸の場合、天然ゴムまたはネオプレンゴムでライニングを施したもの。

(c) 発煙硫酸の格納システムは、遊離した三酸化硫黄の発煙硫酸中の濃度が20重量%を超える場合、ライニングを施していない鋼とすることができる。

§ 153.557 塩酸に対する特別要件

(a) 塩酸を運送する格納システムは、次に掲げる材料によってライニングされなければならない。

(1) 天然ゴム

(2) ネオプレン；または

(3) 司令官（G-MTH）により塩酸用として承認された材料。

(b) 他の物質が混入した塩酸を運送する格納システムは、ケースバイケースで司令官（G-MTH）により承認される。

§ 153.558 磷酸に対する特別要件

磷酸の格納システムは、次に掲げる要件に適合しなければならない：

(a) 天然ゴムまたはネオプレンゴムでライニングされていること；

(b) 司令官（G-MTH）により磷酸タンク用として承認された材料でライニングされていること；または

(c) 磷酸による腐蝕に耐えるステンレス鋼でつくられていること。

§ 153.559 硝酸（70%未満）に対する特別要件

硝酸（70%未満）を運送する格納システムは、ステンレス鋼または硝酸による腐蝕に耐える材料でつくられなければならない。

§ 153.602 水と反応する貨物に対する特別要件

表 I でこの節を引用している場合、貨物タンクの圧力-真空弁の空気取入口は暴露甲板上少なくとも 2 m の高さに配置しなければならない。

試験および検査

§ 153.806 載荷情報

各タンク船には、船長が構造応力を設計限度内に維持した上でタンク船に積荷したりバラスト張水することができるような情報を含むマニュアルを備えなければならない。

§ 153.808 COC 取得のための検査

船舶が本編の表 I の貨物名が裏書きされた最初の、或いは再発給される適合証書（COC）を受領するためには、まず、本船がこの編の要件に合致するかどうか海事担当検査官が決定するために行う検査を受けるために米国の港を訪れなければならない。

§ 153.809 COC 取得のための USCG 検査申請手続

§ 153.808 で要求されるように、COC 取得のために USCG の検査を受けるためには、外国籍船の船主は次のように手続きしなければならない。

(a) § 153.9 に従い申請した後、船舶の図面または IMO 証書の調査が完了した旨の司令官（G-MTH）からの通知を待つ。

(b) この節の(c)項が適用される場合を除き、

(1) 調査が完了し申請が認められた旨の通知を司令部（G-MTH）から受けた後、本船舶を米国の港に向わせること；

(2) 入港の少なくとも 7 日前に、検査を受ける予定の港の海事担当検査官に通知し、また、検査時刻およびその他の詳細について手配をすること。この通知は、他の規則によって要求される USCG に対する他のいかなる入港前通知に追加するものであり、次のものを含むこと：

- (i) 本船の米国での最初の入港港名
- (ii) 本船の入港予定日

(iii) 船主の現地代理店の名称と電話番号、および

(iv) 本船が積載している本編表 I の全ての貨物名

(3) § 153.808 により要求される検査の開始前に、海事担当検査官が使用するための次に掲げる図面が船上に用意されていることを確認すること：

(i) 一般配置図（消防、安全および救命設備の配置を含むもの）

(ii) 容積図

(iii) 甲板およびタンク内の貨物管系図（全ての弁およびポンプの配置を含むもの）

(iv) 貨物タンクベント管系図（逃し弁および防焰金網の配置を含むもの）

(c) 船舶が、§ 153.9(b)による USCG の図面調査に基づき米国での運航が容認された場合、船主は本船の最初の米国の港への到着の 14 日前に司令部（G-MTH）に通知しなければならない。この通知には、次のものを含めなければならない：

- (1) 本船の米国での最初の入港港名
- (2) 本船の入港予定日
- (3) 船主の現地代理店の名称と電話番号、および
- (4) 本船が積載している本編表 I の全ての貨物名

§ 153.810 この節は削除された。

§ 153.811 この節は削除された。

§ 153.812 検査証書取得のための検査

検査証書の発給に関する規則は、この章の 31 編に含まれている。

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 判 本文 80 頁 定価 2500 円 (送料共)

USCG は「危険液体物およびばら積液化ガスを運送する自航式船舶に対する安全規則」の改正提案およびケミカルタンカーに関する技術要件の改正を「Federal Register」において発表した。液化ガス船或いはケミカルタンカーの船主 / オペレーター、造船技術等の関係者にとって看過することのできない技術情報である。中でもケミカルタンカーに対する改正規則は、既に発効しておりケミカルタンカー関係者にとっては必須のものである。

上記のことから当編集部では一括翻訳し対訳本としてお届けすることにした。皆様のご購読をお願いします。

船舶技術協会

● 将来の船用新材料

船用機器における新材料の利用可能性について

社団法人 日本船用工業会

はじめに

近年、金属、セラミック、プラスチック等の様々な分野で新材料の開発利用が行われており、中でも航空・宇宙の分野での素材は、物理的な強度、コスト、安全性など、あらゆる条件を満足させることが要求され、一般産業素材よりはるかに過酷なテストが繰り返されている。

船用業界での新材料利用は、一部の機器で実績はあるが、本格的な採用はこれからのようである。

そこで、日本船用工業会(船用機器新材料調査委員会)では、船用機器への新材料の利用可能性を明らかにするため、17種的新材料を選びだし(図1)、これらの特性、用途などについて調査を行った。以下にその成果の概要を示す。

1. スーパーアロイ

スーパーアロイは、当初ガスタービン、航空機用ターボ過給機などの開発の必要性から検討されたもので、高温用構造材料として用いられる鉄、ニッケル、コバルトの3金属をベースとした合金の中で、特に鉄の成分が50%以下の合金で実用的には650℃以上の高温で高いクリープ抵抗を持つ。

この中で、ニッケル基合金は従来高いクリープ抵抗を得るために、ニッケル80%、クロム20%のニクロム合金を減らし、チタン、炭素、タンゲステン、タンタル、アルミニウムなどを増加させ、 γ' 相の析出強化をはかっていたが、この結果、耐硫化腐食性が著しく劣下することとなり、かえって耐用温度を下げることとなった。そこでクロム量を増し、チタンとアルミニウムの比を調整して耐食性と強度の調和を図るようになった。

一方、アルミニウムなどの強化元素の増量は必然的に熱間加工性の劣下をきたすため加工法は熱間押出加工、精密鋳造加工へと転換され、また、セラミック製中子の発達によりジェットエンジンの薄肉中空翼の製造と、それを利用する強制空冷方式の採用が可能になり運転温度が飛躍的に高められた。

コバルト基合金は、ニッケル基合金と比較して750~900℃程度では耐応力が低いが、1000℃~1100℃付近で

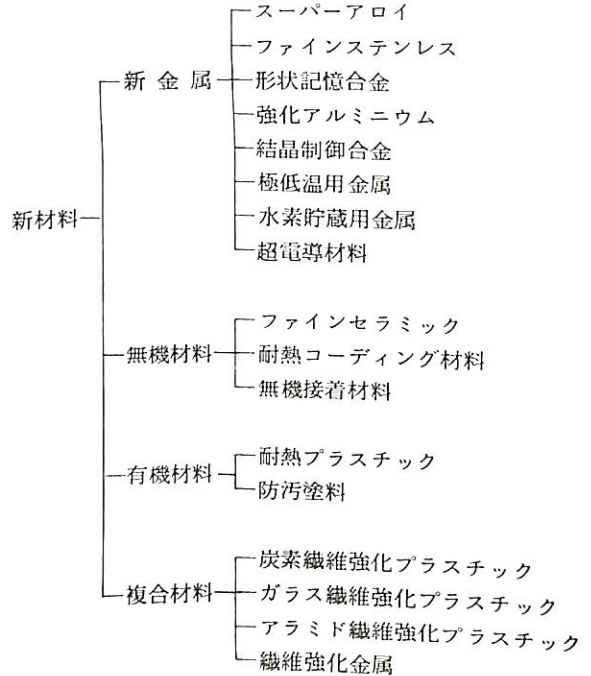


図1 対象とする材料

はほぼ同等となり、また高温硫化、熱疲労にも強く、溶接性・鋳造性も優れる。したがってガスタービンの静翼用などの比較的低応力で高温になる部分への応用が進められている。

船用機器としての利用状況は、エンジン関係で一部利用されつつある。これらは約900℃程度の高温に耐えられることが要求されるが、技術的にみる限り現在のニッケル、コバルト基合金で十分使用しうるものと考えられる。耐熱ステンレス鋼にかえてスーパーアロイを使用した場合のメリットは、排気温度の上昇による熱効率の向上、寿命の増大などがあげられる。問題は耐熱ステンレス鋼などに対して、どの程度の価格競争力を有するかである。

2. ファインステンレス

ファインステンレスの主な用途は、従来のステンレス

鋼で問題があった耐食性の分野が中心で、大別すると次の3つがあげられる。

- (1) 海水中での使用機器
- (2) 塩素イオン雰囲気中での使用機器
- (3) 酸・アルカリなどの厳しい環境下での使用機器

また、化学分野でかなりの適用実績はあるが、他の分野ではこれからであり、潜在的ニーズは大きいと考えられる。特に原子力発電所への応用は欧米諸国では実用段階にある。

船用としての利用は、海水に接触する製品に多い。

ファインステンレスは、通常のスแตนレス鋼に比べ価格的には高いが、海水浸漬テストでは耐久性は10倍以上もあり、今後採用されるケースが増えることになろう。また、チタン系に比べファインステンレスは耐食性で上まわっている面もあり、価格面で有利性が発揮される可能性があろう。

3. 形状記憶合金

現在、形状記憶効果を示す合金は20種近く発見されているが、実用性のある形状記憶合金はTi-Ni系合金と銅系合金だけである。両合金の用途上の大きな相違点は、Ti-Ni系は形状回復の発生力が銅系よりも2~3倍良く耐久性では繰り返し使用しても劣下が少ない(10⁵回ほどの繰り返し使用で2%ほどのひずみ回復)。さらに熱処理が容易で骨などとして利用しても生体との適合性がよく現状では主流となっている。

本材料の用途として将来本命と見られているのは、電気、自動車関連で、Ti-Ni系合金による熱エネルギーから機械エネルギーへの変換装置は、米国からだされていた実用新案登録の期限が切れたため本格的な検討がなされるものと考えられる。

船用機器としての利用可能性は、エンジンの排気管への適用がまず考えられる。しかしながら価格的条件と使用によるメリットがバランスするのは、まだかなり先のことと考えられる。

4. 強化アルミニウム

アルミニウムは、軽量・高強度をはじめとして多くの優れた特性を有するため、鉄鋼について広く使われている。強化アルミニウムの基本的特性としては、いままでとあまり変化はないが、種々の改良が試みられている。例えば、アメリカ・アルミニウム協会(AA)の規格製品2024についてみると、1954年に登録された合金であるが、その後不純物の鉄、ケイ素を規制し、靱性亀裂伝播特性を向上させた2224が1978年に登録されている。

船用機器への利用可能性としては、軽量性・高強度を利用してのSS41などによる圧延鋼材、鋳鉄の代替としての使用可能性がある。特にディーゼル機関のピストン・スカート部、羽根車、各種ケーシング、ファンなどへの利用が考えられる。船用機器として用いられている代表的な強化アルミニウムとしては、AAの5083、5052があげられる。

5083は、アルミニウムの弱点である腐食をカバーするためにマグネシウムを4.5%添加し、逆に腐食しやすい銅を抜いたものである。また5052は5083よりマグネシウムを少なくし、強度は落ちるが、そのぶん加工性をねらっている。5083の主要な用途としては、

- (1) 小型船舶の船体及びLNG船のタンク(LNG溶接部及びボディの内板)
- (2) 石油、ガスのタンク
- (3) 水門、海水プラントの構造部材

などがあげられ、その他、使用量では船用が中心で65%以上を占めている。

5. 結晶制御合金

結晶制御合金は、現在開発段階にあり、制御法によって単結晶合金、超塑性合金、粒子分散強化合金の3種に分けられる。主な用途としては、

- (1) 単結晶超耐熱合金：高温で大きなクリープ強度が要求される航空機用ジェットエンジンのタービンブレードや石炭ガス化複合発電、LNG複合発電用のタービンブレード、さらに原子力機器や化学機器
- (2) 超塑性合金：耐熱強靱合金の用途としてはタービンディスクのような中間温度領域(500~700℃)で靱性が要求されるもの、流動床燃焼装置、化学プロセス用分解炉の燃焼装置、また軽量強靱合金はジェットエンジンやガスタービンのコンプレッサの翼とディスク、さらにその軽量を生かして航空機機体材料、宇宙開発機器、自動車用部品、海洋開発関連機器への応用も考えられている。
- (3) 粒子分散強化合金：メカニカル合金は、高温強度が大切であることが特徴であるので、航空機用ジェットエンジンのタービンブレードや発電用タービンブレード、原子力機器、MHD発電機器など耐熱性を要求される分野にその応用が広がって行くと考えられる。

船用機器としての利用の可能性は、スーパーアロイ以上の耐熱性、強度を有するため、タービンブレード、タービンディスクに利用されることになろう。ただし技術開発に多くの時間を要するため、当面はスーパーアロイ

などが、先に用いられることになる。

6. 極低温用金属

LNGタンクなどに用いられている低温用材料としてのニッケル鋼やアルミニウム合金の場合の使用限界温度は、 -190°C 程度である。これに対し、さらに低い沸点を持つ液化ガスに対しては、より使用温度の低いものが望まれる。現在、液体水素、液体ヘリウムについては、オーステナイト系ステンレス鋼、アルミニウム合金などが用いられている。

-268°C 以上で用いられるような極低温用金属材料としては、純アルミニウム、Al-Mn合金、Al-Cu合金がある。ステンレス鋼やアルミ合金以外としては、ニッケル合金、チタン合金がある。しかし、ニッケル合金は、 -268°C において強磁性となり、また高価である。

チタン合金は、 -268°C において他の材料に比べてもろく加工性も悪い。特に極低温で強度を必要とする場合には21Cr-6Ni-9Mnステンレス鋼、Ti-Al-Sn合金が、また弾性係数が高く、熱伝導率の低いことが要求され、極低温疲労特性に優れたものとしてはインコネルX750がある。

船用機器としての利用状況は、LNG船用として -196°C において強度を有する9%ニッケル鋼、SUS304、SUS306といったステンレス鋼がすでに使用されており、今後もこの傾向が続くであろう。

7. 水素貯蔵用金属

水素エネルギーは、無公害・資源の制約を受けない、余剰電力の貯蔵が可能、液化による経済的な輸送が可能であるなどの特徴がある反面、高圧ボンベ、超低温による液化の必要性、ガス爆発の危険性などを伴っている。そこで、従来の気体・液体による水素の利用から水素を金属に吸収させて金属水素化合物として貯蔵し、必要に応じて加熱し水素ガスを解離する方法が研究されている。

金属が実用的な水素貯蔵材料として具備すべき条件は、

- (1) 活性化が容易で水素吸蔵量大きい。
- (2) 水素化合物生成熱が適当で、常温で適当な平衡水素解離圧を示す。
- (3) 水素吸蔵・放出速度が大きい。
- (4) 水素の吸蔵・放出の繰り返しで材料の粉末化が進行しても性能が劣化しない。
- (5) 不純物によって汚染されても性能が劣化しない。
- (6) 安価である。

また、水素貯蔵用金属を利用したエネルギーの貯蔵手段としては燃料電池、夜間余剰電力、太陽エネルギー、地熱

を水素エネルギーに転換して貯蔵することが考えられる。すなわち、金属水素化合物は新しいエネルギー変換機能材料をはじめ、化学蓄熱、ケミカルヒートポンプの媒体や動力変換媒体として注目され、各国で活発な研究が行われている。

船用機器としての利用の可能性は、冷凍機、暖房機器としての利用が考えられるが、実用化までにはかなりの時間を要するものと考えられる。

8. 超電導材料

超電導材料は、発見以来多くの応用が検討されてきたが具体的な利用がなされるようになったのは、1960年になって磁束密度5~6テスラの磁場を容易に発生できる超電導磁石用線材が開発されてからである。現在では磁束密度17.5テスラの高磁場を発生し得る超電導磁石も実用化されている。

超電導現象の応用は、強電向けと弱電向けがあり、強電向けでは合金系超電導材料(NbTi)、化合物超電導材料(Nb_3Sn , V_3Ga)などが使用されている。弱電向けでは、窒化ニオブを中心に -268.8°C の液化ヘリウム温度で集積技術、素子特性、安定化の研究がなされているが、近い将来 -24.5°C (液体ネオン)の実用化ジョセフソン素子の実現が期待されている。

このように超電導材料は、エネルギー分野(核融合炉、MHD発電)、輸送分野(リニアモーターカー、船舶用発電機)、コンピュータ機器分野、物性研究、医療分野に革新的な技術進歩をもたらすものであり、今後の発展が大いに望まれている材料である。

船用機器としての利用の可能性については、本材料を活用するためには、まだ長期にわたる材料開発が必要と思われる。

9. ファインセラミック

金属やプラスチックに次ぐ第三の産業材料といわれているファインセラミック(エンジニアリングセラミック)は、高温での使用が可能な耐熱セラミックと切削工具材料として耐摩耗性に非常に優れた特性を示す超硬セラミックに分類される。

耐熱セラミックの有する特性は、

- (1) 耐熱性
- (2) 断熱性
- (3) 高硬度・耐摩耗性
- (4) 耐食・耐薬品性
- (5) 軽量性

などである。

超硬セラミックの応用分野であるダイヤモンド工具、CBN 工具に使用される材料は5種類（ダイヤモンド焼結体、CBN 焼結体、天然ダイヤモンド、人工ダイヤモンド砥粒、CBN 砥粒）に分けられる。

最近では、機械構造材としてのエンジニアリングセラミックに比べ、むしろ電子材料としてのエレクトロセラミックの需要が拡大し、市場の60~70%を占めるとさえいわれている。とりわけセラミックコンデンサや成長性の高いセラミック IC 基板はファインセラミック技術のポピュラーな応用でもある。

本材料の船用機器の利用は、殆どが耐熱セラミックが中心であり、超硬セラミックについては、船用切削工具のバイトとして窒化ホウ素、サーメットなどを利用しているものであり、他は炭化ケイ素、窒化ケイ素、ジルコニアなどを中心としたエンジン、ボイラまわりの使用である。特に炭化ケイ素は、硬度・耐摩耗性・耐熱性・耐熱衝撃性・耐食性などがメカニカルシールの摺動部硬質密封耐面材に要求される特性の殆どにおいて優れている。

プロセス用のメカニカルシールの場合、多品種少量生産であるため、セラミック部品製造には、仮焼成→加工→焼結→研磨の4工程が必要だが多量に作る時には形押し焼結で、より簡単に作ることができるので超合金よりも安価になる。現に水中ポンプなどのスラリー用に使われている。メカニカルシール以外の用途としては、プラント用のバルブ、船尾管、その他の船舶用シール材の開発を行っているが実績はほとんどない。

10. セラミックコーティング

セラミックコーティングは、超硬度のファインセラミックと耐熱性のファインセラミックをコーティングする場合との2種類がある。ここでは現在技術開発の進んでいる耐熱コーティングについてふれることとする。

コーティング材料に一般的に要求される性能は、

- (1) 熱伝導率が低い。
- (2) 高温に耐える。
- (3) 金属に近い熱膨張率を示す。
- (4) 高温腐食に対して安定である。
- (5) エロージョンに対する抵抗性がある。

などが考えられる。

主たる用途としては、航空機用エンジン部品やガスタービンの部品に一部実用化されつつあり、この他に船舶用ディーゼルエンジン部品、ロケットノズル、熱処理炉部品などへの応用が考えられる。

ただ本格的な実用化までには、

- (1) 金属材料とセラミックの用途別最適組合せの解明

- (2) セラミックコーティングの耐久性の向上と品質管理法の改善

- (3) セラミックコーティング設計のための必要な材料データの蓄積

- (4) セラミックコーティングに適した材料の開発、特にセラミックの挙動の解明

など、解決すべき問題がいろいろある。

船用機器としてのセラミックコーティング使用上の目的は、耐熱性・耐食性・耐摩耗性の向上といった点にある。このうち耐食性・耐摩耗性といった点では、船尾管シール装置、プロペラ、ポンプ部品などにコーティングが行われ、この他耐熱性といった視点からは、ディーゼル機関、ガンリン機関などの部品としての利用があげられる。

11. 無機接着材料

無機系の接着材料は、接着性能、被接着材への適用性が限られているため、有機系の接着材料と比べて注目されることが少なかった。ところが電子工学、その他の分野で有機系では実現し得ない接着が可能のために脚光を浴びるようになってきた。無機系の接着材料には、大別するとセメント系、低融点ガラス系、ケイ酸塩系、リン酸塩系がある。

セメント系の特徴は、耐水性、硬化作業性、耐熱性に優れている点にある。低融点ガラス系は、気密性、電気絶縁性に優れている。ケイ酸塩系及びリン酸塩系は、比較的低温で硬化し、耐熱温度は種類により2000℃以上にも達する。また接着力、被接着力への適用性も優れたもので広範囲に用いられるものである。この場合、金属対リンの比により耐水性、付着性が変化し、この比の適当な範囲は0.25~1程度である。

無機接着材料の用途としては、

- (1) 面接着：ガラス部品の接着組立、ジルコニアなどの酸化物系あるいは窒化ケイ素などの非酸化系耐熱材料で一体成形できないものの接着組立、ボルト・ナットの耐熱ゆるみ止め等

- (2) 充てん接着：目的の個所に自動注入機や注入機により接着材を注入し、加熱強化する方法でハロゲンランプの口金の接着、ヒータのエンドシール、コンデンサのリード線埋込み、電子電気部品の耐熱充てん成形品等

- (3) コーティング：刷毛塗り、スプレ塗り、スクリーン印刷などの施工法、金属類の酸化防止、耐熱コーティング等

がある。

船用機器としての無機接着材料の利用は、従来は、リベットによる固定、エポキシ樹脂などの有機接着材料によるものであったが、より接着力及びブリーディングが強いものを望むようになったためである。

12. 耐熱プラスチック

耐熱プラスチックは、汎用エンジニアリングプラスチック（ポリアセタール、ポリカーボネート、ナイロン等）と、より厳しい耐熱性、機械的強度のニーズに対応した特殊エンジニアリングプラスチック（ポリイミド、ポリオキシベンジレン、ポリエーテルスルホン等）に分類される。このうちポリイミドを中心としたイミド基を含む耐熱プラスチックは、特に高い耐熱性を有している。

ポリイミドは、熱変形温度が 200℃を超えるものが少ない中で 350℃以上である。さらに、ポリイミドは高い耐熱性、機械的強度、電気的特性によって最大の需要先である軍事、宇宙、航空をはじめとして、電気機器の絶縁体、プリント基板、各種機械部品に用いられる。また自動車分野でも安全対策、排ガス対策、騒音対策、省エネルギー対策、塩害対策、外装対策などのために部品のプラスチック化が進むことが考えられる。

船用機器としては、すでにフッ素系樹脂、Uポリマ、ポリイミドなどが使用されている。これらの耐熱性・靱性・防潤性がさらに向上するならば、これらの使用は促進されることになる。汎用エンジンプラスチックに比べると、耐熱性・高強度・耐摩耗性などのメリットがある反面、高価格であるというデメリットもある。

13. 防汚塗料

防汚塗料の防汚剤は、従来から酸化水銀と亜硫化銅が使用され、後に有機すず系、有機鉛系、有機ハロゲン系、有機硫黄系、有機ヒ素系化合物などが出現した。特に有機ヒ素系化合物は防藻性に優れて着目されたが、毒性が高いため有機水銀の化合物とともにその使用が中止された。このように経緯により、長期防汚性能と安全衛生の面から、改めて注目されたのが有機すず化合物である。人体に対する安全性を考慮に入れ、トリフェニルすず化合物、トリブチルすず化合物を使用する機会が多く、この中では、トリフェニルすず化合物が持続性、生物活性に優れることから、亜硫化銅と併用して用いられている。トリフェニルすず化合物はこのような利点があるものの貯蔵安定性などに難点があり、塗料配合が難しいため、海外ではむしろトリブチルすず化合物の研究が主流となった。

船用機器としての利用状況としては、各種の防汚塗料

が船舶の船底、外面、及び機器の保護を目的として用いられているが、今後は有機すず化合物系の塗料の使用が進むであろう。

14. 炭素繊維強化プラスチック

炭素繊維強化プラスチック（CFRP）の物性は、主として炭素繊維により決定される。炭素繊維は、ポリアクリロニトリル繊維を焼成して作るPAN系と、石油や石炭のピッチから作るピッチ系の2種類に分けられる。ピッチ系は、PAN系に比べ強度、弾性率とも劣っているが、高性能をめざし研究が内外で行われている。現状の主流はPAN系といわれている。

アルミより軽く、鉄より強いといわれている炭素繊維は、その優れた特性を生かし、ゴルフクラブ、テニスラケットなどのレジャー用品から、宇宙ロケット分野（スペースシャトルのブースター等）、自動車産業向けと拡大が期待されている。しかし、PAN系の場合、原料費がかさみスチールに比べ約100倍の値段になるといった要因がのこされている。

これに対し、最近生産が徐々にではあるが増え、注目されてきているピッチ系の売り物は、原料費がPAN系の1/10前後ですみ、いくらか安価であることである。ピッチ系の用途としては、耐熱性・耐薬品性・摺動特性を生かす分野での開発が行われ工業材料として実用化されている。

船用機器としての利用は、炭素繊維の軽量が剛性強さを生かし、船体・マストなどに使用し、プラント分野においては、主にランニング材としてケミカルプラントのタンク、パイプ類にCFRPの応用が始まっている。

最近では、雪などによる氷結が起らないよう、寒冷地で活動の船舶用アンテナとして適している。またCFRPの耐熱性・耐食性・強度・加工性などは樹脂や繊維含有率を変えても、**水質での長時間利用による膨潤などの問題に対しては、非膨潤性の樹脂開発が行われており、いずれ船用プロペラなどへの利用も可能になると思われる。**

15. ガラス繊維強化プラスチック

ガラス繊維が最も機能的に活用されている分野は、複合材料の分野で、ほとんどのプラスチックがガラス繊維と組合せられるほか、コンクリートの強化材としての役割も重要である。また、ガラス繊維は、高性能複合材料を得る目的で、炭素繊維、アラミド繊維などと交織した織物を供給しようとする動きも活発化している。ガラス繊維の表面に金属メッキなどを施して、電磁波シールド材

料とすることも可能である。

船用機器としての利用は、すでにその軽量性・絶縁性・電波透過性などを生かしてのケーシング、ソナードームなどに使用されており、今後も各種ケーシング、軸受などに使用されていくものと思われる。

16. アラミド繊維強化プラスチック

アラミド繊維は、炭素繊維、ポロン繊維とともにスーパー繊維といわれており、ナイロンと同じ仲間の芳香族ポリアミド繊維で、化学構造の違いによりパラ系とメタ系がある。

パラ系は軽く耐衝撃性に優れ、引張り強さが高く、炭素繊維とともに注目されている。パラ系の市場は、これまでデュボン社製品（ケブラー）が独占してきたが、最近では、ようやく他社でも生産を開始した。世界需要は、炭素繊維の約3倍ほどである。用途としては、タイヤコードを中心にゴム資材関係が大半を占め、安全手袋、防護衣、プレーキパッド、石綿代替摩擦材など幅広くある。今後は、鉄筋の代わりに使って軽量化を図るコンクリート補強材や、他の材料との複合化による先進複合材料として先端分野での需要が期待される。

一方、メタ系は、パラ系に比べ、強度は劣るが、耐炎・耐熱性が高く、他の繊維との適合性に優れている。生産はデュボン社（製品名：ノーマックス）と帝人（製品名：コーネックス）で行っている。用途としては、産業資材、防災安全衣料などに需要が伸びている。さらに最近では航空機座席の難燃性強化に伴っての需要が目立っている。

船用機器としてのアラミド繊維強化プラスチックの利用は、強化プラスチックの1種として一部利用されており、今後アラミド繊維は、ガラス繊維と炭素繊維の中間的な形態として利用されていくものと思われる。

17. 繊維強化金属

繊維強化金属（FRM）がスペースシャトルや最新鋭ジェット戦闘機などに使用され、次世代の航空宇宙産業向け新材料として注目されているのは、金属単体に比べて軽く、耐熱性向上などが図れることにある。母材となっている金属としては、アルミニウム、チタン、マグネシウムなどがあるが、アルミニウムの使用が最も多い。連続繊維としては、アルミナ系、ポロン系、炭化ケイ素系、ジルコニア系があり、ウイスカとしては、アルミナ系、炭化ケイ素系がある。繊維及びウイスカ強化金属の主な用途としては、軽量構造用材料、耐熱材料、耐摩耗性材料、機能材料があげられる。

船用機器としての利用可能性は、繊維及びウイスカ強化金属が現在開発中の材料であり、今後エンジンまわりに一部使用されていくことになる。

18. 今後の課題

本調査では、船用機器に利用可能と思われる17種類の新材料の実状を調査し、これら材料の今後の模様、使用可能性について検討を行った。その結果、船用機器としての使用可能性が大きいとみられる新材料としては、スーパーアロイ、ファインステンレス、強化アルミニウム合金、ファインセラミックコーティング、耐熱プラスチック、炭素繊維強化プラスチック、繊維及びウイスカ強化金属があげられる。

ただし、これらの材料についても材料本体の性能の向上の他に実際使用する場合に必要な成形加工法、検査・評価法などについて、まだ十分に検討されていない面もあるため、今後は、これらの材料に焦点を絞り、特定の部品に用いられた時に生じる効果及び成形加工法、検査・評価法などを含めて全体的な適合可能性を検討していくことが肝要と思われる。

※船用機器における新材料の利用可能性に関する調査報告書、(社)日本船用工業会、昭和60年3月刊を参照

新刊紹介

'86年海運・造船会社要覧

A 5判 1600頁

定価 16000円

(送料実費)



日本の海運会社、海運仲立・代理業社、造船会社、商社（船舶部門・運輸保険部門）、関係団体、運輸省・海上保安庁など殆どを収録した「'86海運・造船会社要覧」が、この程日刊海事通信社から新刊発行された。収録会社数は1317社にも達し、その他として日本船用工業会所属の関連会社など520社が掲載されている。

内容は、本文店・事業所の所在地・電話、創立年、資本金、役員・従業員数、株主数、大株主、取引銀行、航路・船舶（海運）、工場設備・能力（造船）、関係社、所属団体などが記載され、さらに社歴、現況、特色、組織、取引先、社船と運航船腹（用船など）、特に役・職員（課長以上）は肩書・出身地・出生年・最終学歴・入社年・現職就任年・自宅住所電話・趣味などの略歴までが詳しく記載されている。

問合せ先 日刊海事通信社

(電 03-433-0955)

〒105 東京都港区西新橋3-23-6 白川ビル

船舶の腐食防止に必要な鋼の腐食と防錆，防蝕の知識

濱田 外治 郎

3. 鋼の腐食と防錆・防食

船舶各部における腐食防止には，次の各項の単独，或は併用方式が実用化に結び付いている。

- (1) 鋼の防食に役立つ合金元素を加えて，特定環境の腐食に耐える様な，耐食金属材料の選択使用。
- (2) 船舶における鋼の腐食は，大部分が湿食で，電気化学的な反応によって進行するから，この様な腐食が進行しないように，腐食性雰囲気から鋼を遮断する塗装・ライニング等による防錆・防食法。
- (3) 腐食液溶液中に，防食剤 (corrosion inhibitor) を投入して鋼を防食する方法。
- (4) 海水中における鋼の腐食反応は，鋼表面の局部電池構成によって腐食が進行するから，電位差解消を目的とした陰極防食法 (cathodic protection) の施工。

3・1 腐食の原因と要因

腐食とは金属が接する環境によって，化学的あるいは電気化学的に侵食されることを言う。そして腐食を起こす環境には，液体と気体があるが腐食という表現は主として水溶液系で侵食が生ずる場合に用いられるので湿食とも言われる。

乾食といわれる気体による侵食，(燃焼ガスによる高温腐食など)と区別されている。

金属が物理的な原因で損耗するエロージョンなどは腐食と言わないが，腐食と物理的な損耗が同時に進行する(コロージョン/エロージョン)場合もある。

船体構造関係に用いられる鋼材を取り囲む環境は，淡水，海水，大気などであるのでこれらの環境における腐食の問題を総論としてとりあげた。

3・2 淡水による腐食

大気と接している常温で静止している軟水中に浸漬した鋼は，年間約0.05mm腐食する。この腐食速度は鋼の表面に到達する溶存酸素の量によって支配されるから，この量を変えるような因子はすべて腐食速度に影響する。

(1) 温度

水の温度が上れば，水の中に溶け込む酸素量は減少する。しかし，一旦溶けた酸素は拡散速度を増すので鋼表面に到達しやすい。この両者の総合結果として80℃までは腐食は大きくなる¹⁾。

(2) 酸素濃度

一定の温度での腐食度は水中に溶けている酸素濃度に比例する。つまり酸素の水中での拡散速度は一定であるから，酸素の濃度が多いからである(図2)。

(3) 流動

水が流動すれば，溶存酸素の濃度は同じであっても鋼表面に酸素が近づきやすくなって，酸素到達量が増え，腐食度も大きくなる³⁾。

鋼の表面に到達した酸素が腐食反応を起こすためには，鋼表面のさびや付着物の中を通過して，鋼素地に達しなければならぬ。

したがって，さびの性質や付着物の有無も腐食に対して大きな影響を持っている。

(4) さびの性質

炭素鋼が水中で腐食した結果，表面に生成するさびは，ある程度酸素の通り抜けを妨げる力をもっている。この作用は決して大きなものではないが，全くさびが存在しない場合に比べて腐食を抑制する力を持っている。

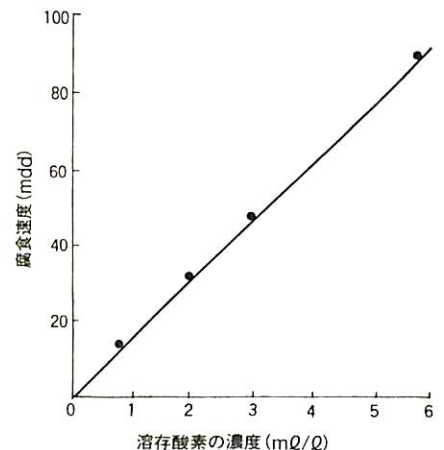


図2 鉄の腐食に対する酸素濃度の影響²⁾

さび層の防食的性質は、鋼の化学組成と水質によって異なる。鋼中に0.3%程度のCu、1~2%程度のCrなどを含んでいると、そのさび層はある程度酸素拡散障壁としての性質を増す。

他方、同一の鋼のさびの性質は水質によって影響を受け、溶解成分が増すと水の電導度が增大すると共に、腐食生成物が密着しにくくなり保護性が低下する。

また塩化物イオンは局部的に保護性を減じ、局部腐食を生じやすい。

(5) 飽和指数

淡水中にはCaやMgが溶けており、これらの濃度の高い水を硬水と呼ぶ。硬水中では主としてCaCO₃からなる皮膜が鋼表面の沈着して、酸素を通しにくくすることにより腐食度を小さくする。皮膜が出来るかどうかはCaCO₃が飽和しているかどうかによって決まり、この程度を表す指数を飽和指数と呼んでいる。飽和指数を決めるものは、温度、Ca硬度、Mアルカリ度(メチルオレンジ滴定アルカリ度)、溶解全固形物、pHなどである。特に炭酸カルシウムによる防食効果は大きく、水質によっては鋼や鋼管の寿命が10倍以上も異なりうる。

以上に述べたいいくつかのうち、船舶関係では清水・飲料水タンクおよびその配管系、ディーゼルエンジン冷却系などでの水環境では、温度、酸素濃度、さびの保護性などの影響よりも、流速や飽和指数に関連する水質となる。また流速もきわめて大きくなるとエロージョンを伴うようになるが、このような環境は稀である。しかし河砂などを伴って流れる配管系の水の場合は、表面のさびがえぐり取られるため、さびによる保護作用がなくなつて大きな腐食となる場合がある。

3・3 海水腐食

船舶の防錆・防食は、海水腐食とのたたかいであり、船舶各区画の防食法で海水腐食の詳細を述べることにするが、海水の腐食性は本質的には、淡水の腐食性と変わらないが、塩分濃度が高いために電導性が良く、塩化物イオンを含むなどの理由により局所的な腐食を伴いやすい。

また海中の付着生物が種々な作用を示すために、鋼が海水に浸っているときの腐食量は平均して淡水の2倍(0.1~2mm/yr)程度である。海上のしぶきによって常にぬれ、しかも大気に触れて酸素の供給が良い外舷部、上甲板などでは鋼材の腐食は没水部より大きい。

オフショア・リグなどにおける腐食は、図3に示した鋼ぐいの腐食の分布に似ている。このことから船舶や、海洋鋼構造物などは、海水没水部分よりも、少し上の飛沫帯といわれる部分に接するところの鋼材の腐食が最大

となる。

したがって、船舶・海洋鋼構造物は、飛沫帯となる曝露上甲板や上部構造物外面は、塗装とそのメンテナンスによって耐久性の保持を計る必要がある。

現用の低合金耐海水鋼の多くは、飛沫部での耐食性の向上を目的として開発されたものであり、海水中における耐食性は普通鋼の約2倍程度と見られている。

3・4 大気腐食

大気腐食も原則的には水による腐食と同じであるが、いくつかの特徴をもっている。第一に大気中の腐食は降雨、露などの表面に、明らかに水が存在するとき、および相対湿度が比較的大きく(>70%)鋼表面に目に見えない薄い水の膜が存在するときに進行する。大気条件(たとえば、日照、降雨、結露など)が変動して、ぬれ、しめり、乾燥がくりかえされ鋼の表面にさび層が形成されるが、水中で生成されるさびとちがって大気中のさびは腐食に対する保護作用が大きく、さび層の発達に伴って腐食速度は次第に低下する。

大気腐食のもう一つの特徴は、大気中に含まれる腐食促進物質によって腐食度が著しく異なるということである。代表的な物質として、SO₂ガスおよび海塩粒子(NaClなど)、最近ではNO_xなどが加えられる。

腐食の見地から大気を分類するとき、腐食促進物質の種類によって、工業地帯、海洋上、都市・臨海地帯、田園地帯に分けるのがふつうである。

工業地帯の大気腐食で最も重要な腐食性成分は、いお

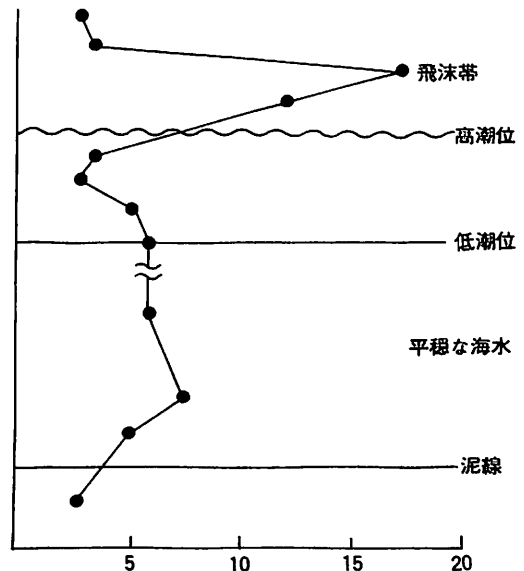


図3 鋼ぐいの腐食(mile/yr)⁴

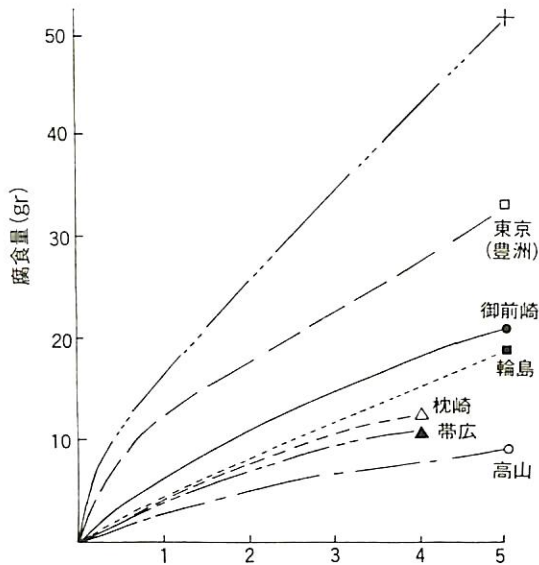


図4 鉄鋼の腐食に対する大気環境の影響⁵⁾

うを含む燃料に起因する SO₂ で、SO₂ は更に酸化され水に溶解し H₂SO₄ となって鋼の腐食を促進する。

海洋上での大気腐食では海水飛沫が付着し、日照により塩分が濃縮され、吸湿性であるためたえず高濃度の塩水によるぬれがつづくために腐食がひどくなる。

都市の大気も同様に SO₂ , NO_x ガスで汚染されているが、一般的に工業地帯よりは軽度である。

臨海地帯では、海風中に塩類の粒子が含まれており、鋼表面に付着して吸湿性の故に腐食を促進すると共に、さび層の保護性に悪影響を与える。大気が清浄で腐食性物質を含まない田園大気での腐食度は、はるかに小さい。平均的な大気腐食量は 0.05 mm/yr といわれている。わが国各地で行なった、大気腐食試験データの一例を図4に示した。また諸外国の鉄鋼素材の環境別腐食量を表1にまとめた。

大気環境下における、さび層の保護作用は炭素鋼においても認められるが、Cu, Cr および鋼種によってP, Ni, Moなどのいくつかを少量を含む低合金鋼では、は

表1 鉄鋼素材の環境別腐食量 (mm/yr)

海水腐食	(鋼材倶楽部：鋼材の腐食防食に関する資料S 48.8.)		洋上大気中	0.2 ~ 0.5 mm/yr				
			飛沫帯	0.3 ~ 0.5 "				
			干満帯	~ 0.1 "				
			海水中	0.1 ~ 0.2 "				
淡水腐食	パナマ運河地帯で、1942年以降16年間にわたり。アメリカ海軍等の共同研究が行われた。		最初の1年間 ↓ 10年後	0.19 mm/yr 0.018 "				
	場所	位置	気候	年平均気温 (°C)	降水量 (in)	湿度 (%)	腐食率 (mm/yr)	
大気腐食	Khartoum	16°N 33°E	乾燥熱帯	29	6	31	0.0026	世界各地における気候区分と鉄鋼の腐食率との関係 Sixth Report of the Corrosion Committee (Special Report). The Iron & Steel Institute (1959)
	Abisko	68°N 19°E	亜北極帯	-1	11	74	0.0052	
	Basrah	31°N 48°E	乾燥亜熱帯	24	7	64	0.0216	
	Aro	7°N 3°E	内陸熱帯	25	45	84	0.0130	
	Singapore	2°N 104°E	海洋熱帯	27	95	80	0.0156	
	Apapa	7°N 4°E	海洋熱帯	27	72	79	0.0286	
	Llandrtyd Wells	52°N 4°W	工業地帯	8	55	79	0.0650	
	Calshot	50.8°N 1°W	海洋	11	26	84	0.0806	
	Congella	30°S 30°E	海洋	22	43	76	0.130	
	Redcar	54.5°S 1°W	海洋・工業	9	25	84	—	
	Woolwich	51.5°N 0°	工業	10	23	81	0.102	
Mother Well	55.8°N 4°W	工業	9	32	82	0.0990		
Sheffield		工業	9	30	84	0.140	最大孔食速度	
土中	NBSが44種の土壌による12年間の平均腐食速度を求めた。		腐食性の少ない砂中ローム中 特に腐食性の強い粘土質土壌 平均腐食速度		0.005 mm/yr 0.06 " 0.021 "	0.05 mm/yr 0.3 " 0.14 "		
海土中	International Nickel Co. の Harbor Island で鋼板5年間の平均腐食速度を求めた。				0.06 "	0.15 "		

表 2 土壤の腐食性と比抵抗

腐食性	比抵抗 (ohm-cm)
非常に大きい	0~1,000
大きい	1,000~2,000
中程度	2,000~5,000
小さい	5,000~10,000
非常に小さい	>10,000

るかに顕著である。普通鋼を無塗装で大気中で実用することは稀であるが、耐候性鋼は無塗装で用いても優れた耐食性を示し、この過程でさびは、暗褐色~暗青色の外観を示す。耐候性鋼は田園地帯でも普通鋼より優れているが、特に SO₂ ガスの汚染の影響を受ける都市や工業地帯の大気中で著しい効果を示し、1~2年間は腐食はかなり進行するが、この結果形成されるさび層の保護作用によってそれ以降の腐食は小さくなる。

船舶の大気腐食を取り扱う場合、曝露区画は海洋環境下よりもむしろ海水飛沫帯として考慮しておいた方がよい。逆に居住区画や機関室内のように空調された区画や高温で結露を生じない区画での腐食は非常に小さい。

貨物槽内のように積荷の条件や荷役装置によって高温・多湿環境となる場合があるので、予め腐食環境条件を把握しておく必要がある。

3・5 土壤腐食

船舶の環境において土壤の腐食性を取り上げたのは、貨物倉内、貨物油槽内のスラッジ下の底板を腐食を取り扱う場合の参考として取り上げた。

土壤の腐食性は、比抵抗、通気性(有孔度)、湿分、酸性度、溶解塩類などによって決る。この中でも比抵抗の影響は大きく、この値によって土壤の腐食性をほぼ推定できる(表2)。

特に酸性度の大きな土壤を除けば、腐食は水と酸素の作用で進行する。しかし、種々の腐食因子が同時に作用するので、通気の良い土壤で腐食が大きいとは限らず、むしろ逆の傾向を示す場合が多い。土壤腐食は土地によって著しく異なるという特徴を持っている。たとえば、米国で44種の土壤について12年間行なった試験の結果は、表3のようになっている。この表からわかるように、平均侵食度に関する限り最大のもでも0.06 mm/yrと小さい。しかし土壤腐食は局所化する傾向が強く、深い孔食を生ずる場合が多い。これは鋼表面における環境の均一性が大気や淡水よりも悪からである。

孔食の進行速度は時間と共に低下する傾向があるが、

表 3 土壤の腐食性の範囲

	平均侵食度(mm/Y)	最大孔食(mm)
最大	0.06	> 5.4
最小	0.003	> 0.4
平均	0.02	1.8

通気性の悪い土壤では孔食が大きく進行速度の低下が小さい。以上の腐食の傾向はパイプラインや陸上タンク底板のように土壤を掘り返して埋設する場合に対応するものであるが、鋼杭のように土壤をかく拌することなく打込むと、いくらか様子が異なり、腐食は小さくなる傾向がある。

オフショアのジャッキ・アップ・リグにおける Leg の打込みはこの例で、海底土質、土壤の比抵抗が腐食の指数となる。

3・6 海水中における鋼の腐食と防食についての電気化学的な解説

船舶における腐食の殆どが電気化学的機構によるものが多く、従って防食法の一つとして金属体表面に適切な防食電流(陰極電流)を送り込むことにより腐食を軽減または防止させる電気防食法(cathodic protection)が極めて有効な手段として、船尾部や熱交換器カバーの防食亜鉛板の適用例から、船体没水部、バラストタンク内面の防食法として普及してきており、電気防食の原理は、腐食の電気化学的進行と表裏の関係があり、船舶での腐食を論ずる場合、随所に出てくるので、鋼の腐食と防食について、電気化学的な解説をしておくこととした。

(1) 電解質溶液中における金属の腐食

電気化学的に貴(noble)な部分——陰極(カソード)と低電位、すなわち卑(less noble)な部分——陽極(アノード)との短絡による局部電池の生成による。この結果、金属体内部ではカソードからアノードへ向って電流が流れ、又液中ではアノード表面の金属が陽イオンとなって液中へ溶出し腐食する。この局部電池の生成は、異種金属の接触、材質の不均一(組成・組織・内部応力・スラッグ・偏析)あるいは不着スケール等によっても生じ、接触する電解液の濃度分布、酸素含有量の相違、流速、温度差等によっても惹起される。表4は海水中における各種金属の電位列を示したもので、亜鉛と鋼を接触させた場合、約0.45 Vの電位差を生じ、亜鉛がアノードとなって溶解(腐食)することを示している。またこの電位差が大きい程、低電位金属の腐食量が大きくなる。

この腐食反応を鋼の一つの局部電池と考え、図5によ

表4 海水中にある金属の電極電位, V (S.C.E)

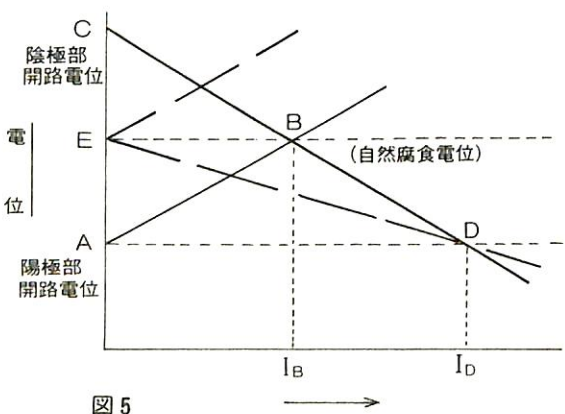
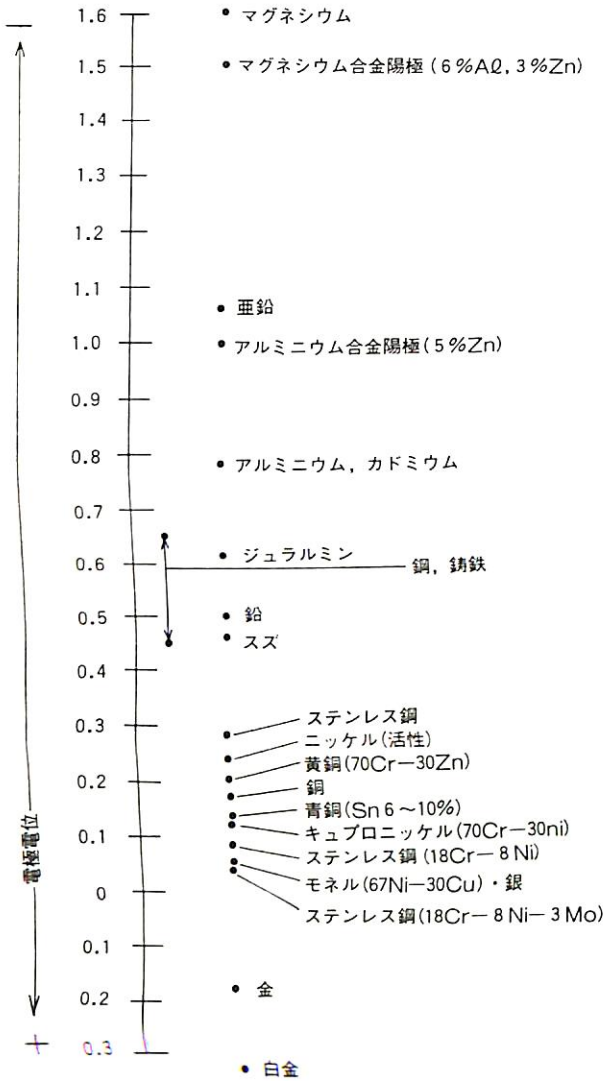


図5

って説明する。

鋼の陰極部の開路電位をC、陽極部の電位をAとすれば両者間に短絡電流が流れ分極を生ずるため陰極では陰極分極の結果、電位は下降線を辿りCB線で表わされる。また陽極では陽極分極により、逆に上昇線を辿りその電位の推移はA B線で示される。従って腐食電流としては、この二点の交点Bに相当する電流 I_B が流れ局部電池、すなわち金属表面は全体としてEの電位を呈する。このEが鋼の自然腐食電位を意味する。

ところでこれに外部より防食電流を通じたとすると、金属体は、陰極分極の結果電位が降下したED線を辿り、遂には局部陽極の開路電位Aと等しくなり、鋼表面はAの等電位表面でおおわれ局部電位差が解消し、完全防食達成の状態となる。

(2) 防食電流密度の算定根拠

一般に防食電流の算定には被防食体の自然腐食量から、ファラデーの法則を用いて、腐食電流密度の、防食電流をこれに等しくすればよいのであるが、実際には鋼表面の分極抵抗などからやゝ高目の防食電流が必要となる。海水中における鋼の平均腐食速度は、0.1 mm/yr という数値が測定され、これより平均腐食量は0.1 gr/m²/hr となる。Feは1クロンの電気量(1 A · sec)で0.289 mgの溶解が生じ1 Ahで1 grの溶解が生ずる。この結果から鋼の腐食電流密度は0.1 A/m²と計算される。

海水中の鉄鋼の防食には概ねこの数値を基準として防食電流量が定められ、防食設計の基準値となっているが、その腐食環境により相違する。例えばアラスカのクック湾に設置されたブラットフォームの没水部での電気防食法などでは0.2 A/m²の防食電流密度⁶⁾が必要で、これは海水の流速や攪拌に関係し、平均腐食量が大きいからである。

※ ファラデーの法則 (Faradays law)

通過電気量と電極における化学変化量との間の関係を規定するもので、電極において析出する物質量は、溶液を通る電気量に比例すること、および同一電気量では電極において常に等しい化学当量の物質を析出することの2つからなる。1 C または 1 Ah で析出する物質量を電気化学当量という。1 gr を析出させるに要する電気量は、1 ファラデー (F) で 96,485 C に相当する。

(3) 塗装による防錆・防食

防錆とは、大気自然環境下の条件において、気象および環境条件の変化によって鉄鋼の発錆を防止することで、防食はこれ以外の環境条件下(土中・水中・海水中・そ

の他)で鉄鋼が使用され腐食を起こす場合、これを防止することである。

船舶の防錆・防食を大別すると次の3つに分類される。

- A: 電位差の解消……例えば陰極防食, Zn の卑な金属メッキの施工
 B: 環境改善………大気中では空調, 脱湿による結露の防止, 溶液中では脱酸素, インヒビターの添加, その他不活性ガス体の封入。
 C: 腐食環境からの遮断………塗装 (コーティング・ライニング)

理論的には上記の各方法の1つが完全に実施出来れば、鉄鋼の防錆・防食を達成することが出来るわけであるが、実用面の防食においては、船体外板の防食において、例えばCにAを併用した、即ち、塗装と陰極防食の併用の如き方法が行われる。こゝでは塗膜がどのような作用効果によって鉄鋼の腐食を防止したり、抑制するかの理論的な分類を行うと次のようになる。

- (a) 塗膜による腐食性環境からの遮断。
 (b) " " 陰極防食作用。
 (c) 塗膜中の微溶解成分の陽極防食作用の効果 (例えばクロメート)
 (d) 塗膜中の微溶解成分の陰極防食作用の効果 (例えばCa⁺⁺など)

多くの防錆・防食塗料は、塗膜となったとき、(a)の主効果によって鉄鋼の腐食を防止する。その代表的なもの

として、タールエポキシ樹脂塗料があげられる。その効果は塗膜の耐水性に関係して変動するから、塗膜厚の影響は大きい。(b)塗膜による陰極防食作用の代表的なものとして、塗膜中に高濃度に亜鉛末を配合した、所謂各塗装系で形成されているジंकリッチペイントは、塗膜中に多量に亜鉛末が連結的に配列されるため、亜鉛メッキ被膜と同様、素地の鉄鋼面に対して陰極防食作用を行い防食効果を発揮する。防錆・防食塗装に使用される多くの塗料は、(a)の主効果作用の他に、(c)あるいは、(d)等の補助的作用によって、よりよき効果が発揮される様に設定されている。

参考文献

- 1) F. Speller: Corrsion, Causes and Prevention Magrow Hill 1951
- 2) H. Uhlig: D. Trids, M. Stern, J. Electro Chem. SOC, 102, 59 (1955)
- 3) B. E. Roethli, R. H. Brown: Ind. Eng. Chem. 23, 1010 (1933)
- 4) B. B. Morton: "Splash Zone Protection for Offshore structure" World Oil, 144, No 1, 125 ~ 128 (1957)
- 5) 堀川他: 「防食技術」16, 153 (1967)
- 6) Cathodic Protection of Platforms. Cook Inlet Alaska, by H. B. Carlite, Shell Oil Co. DTC 1050.

●ケミカルタンカーの設計・建造・運航・保守にいたる全てを網羅した決定版技術資料●

ケミカルタンカーの貨物対象品には、多くの有害液体物質がある。海洋汚染防止条約の発効(1986年10月)も近い。船舶の中でも高度の技術知識を必要とするケミカルタンカーの全ての領域をカバーした決定版技術解説書である。

恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介 共著

「ケミカルタンカー」

B 5 版 300 頁 5000 円

「続・ケミカルタンカー」

B 5 版 424 頁 7500 円

(※ご注文は当社に直接お願いします。送料は当社負担致します。)

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

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

船 舶 技 術 協 会

<その6>

第1章 船舶の塗装と鋼材表面処理

中国塗料株式会社 技術本部

中尾学編

1・4・5：粉末型電子写真罫書法（Powder Electro Marking：PEM）とショッププライマー

被加工材料が大きく多品種少量の造船内業加工工程などで、罫書作業は工程の大きなネックになっていた。

この非効率な罫書作業を解消し、鋼板面に縮尺原図から直接に原尺罫書を行う方式が1965年頃開発された。

最初に開発されたのは、光導電性のショッププライマーを利用するEPM（Electro Print Marking）であったが、一般のショッププライマーに比べて乾燥が遅い、工程が複雑である、鋼材メーカーでプレコートすることができないなどの問題点があった。

1967年になって光導電性粉末を用いた新しい方式が開発され、これが現在も採用されているPEM（Powder Electro Marking：粉末型電子写真罫書法、新EPMともいう）である。

1・4・5・1 PEMのメカニズム

PEM方式の処理工程は、散粉・帯電 → 投影・露光 → 現像 → 定着の順序で行われる。

PEM装置の概要を図19、工程を図20に示す。

1・4・5・2 ショッププライマーのPEM適性

このPEM方式に適するショッププライマーは、次の性能を具備する必要がある。

(1) ショッププライマー塗膜は電気抵抗率が小さく、導電性が高いこと。

(2) ショッププライマー塗膜が高温時でも粘着性がなく、高湿時にも吸湿性がなくて、フォトナー（光導電性粉末）の「かぶり」がないこと。

(3) 白い罫書線が浮び出るようにコントラストの大きい暗色・濃色で反射性のないなど視覚特性のよい塗膜であること。

(4) 定着液に侵されることなく、フォトナーとの定着性・親和性がよく、フォトナーのひっかかからないよう表面の平滑性に富んでいること。

(5) 以上のほか、一般のショッププライマーとしての機能を持っていること。

1・4・5・3 PEM工程のチェックポイント

(1) ショッププライマーの選択

PEM方式を実施する場合、ショッププライマーのPEM適性の良否が経済性・生産性に大きく影響する。

フォトナーは相当高価であるから、かぶり量が必要以上に多いと経済性にかなり負担となる。一般には平方メートル当たりのフォトナー消費量は5g前後であるが、PEM条件が不十分な場合10g以上になることがある。フォトナーの消費量の増加はランニングコストを大巾に増大する。特に段かぶり（さば雲上のかぶり）があるとフォトナーの消費量が急増する。

また、画質が不鮮明であると罫書の手直しを要し、罫書作業能率を低下させる。

以上のように、ショッププライマー選択の適否はPEM方式の効用を左右する要因の一つである。

(2) ショッププライマー塗膜の水濡れ

ショッププライマー塗装鋼板が屋外で降雨にさらされたり、夜間結露したものを十分に乾燥させないで、そのままPEM工程に移すとフォトナーのかぶりが多くなる。また、屋外に積重ねて鋼板の隙間に水分があると、濡れた部分が地図上にかぶることがある。

したがって、PEM工程を経る塗装鋼板は、雨露にさらされないように工場建屋内に保管するとか、PEM工程前にモップ・ゴムベラなどで十分に水を切り、エア-

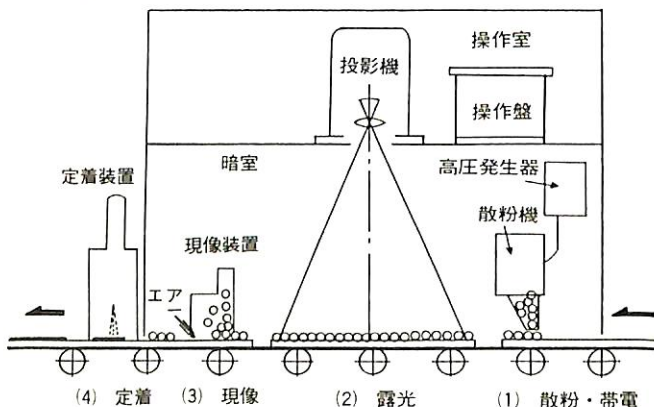
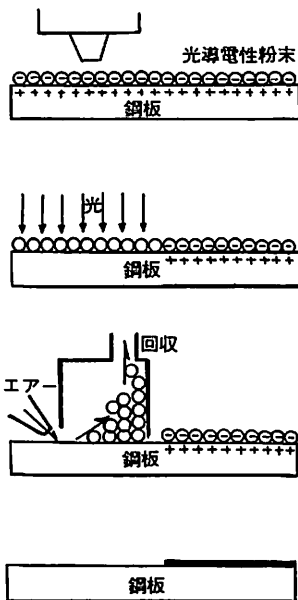


図19 PEM装置の概要



(1) 散粉・帯電工程

暗室内で光導電性酸化亜鉛を主体とした粉末（フォトナーという）に数万ボルトのコロナ放電を起こし、マイナスに帯電させ、鋼板表面に一様に散布すると、フォトナーは静電引力により鋼板に吸着、この状態で光に感ずるようになる。

(2) 投影・露光工程

つぎに1/10縮尺の原図フィルムから原寸大に投影すると、酸化亜鉛の光導電性により、露光された部分は静電荷が減少または消失し、光の当らなかった部分は電荷が残って静電潜像を形成する。

(3) 現像工程

静電荷の消失したフォトナーは、単にエアを吹きつけるだけで電位の消失したフォトナーは吹きはらわれ、電荷が残っている静電潜像部のフォトナーだけ静電引力により付着したまま残り、線などくっきりと浮かび上ってくる。この時、エアで吹きはらわれたフォトナーは回収して再び使用する。

(4) 定着工程

フォトナーは重合系樹脂で一粒一粒処理されていて、溶剤のスプレーにより簡単に溶着される。これは、(3)の工程で得られた画像が明所に出ると付着力を失なうて容易にとれるので、これを定着するためである。

図20 PEM方式の処理工程

ブローにより乾燥するなどの配慮が必要である。

(3) ショッププライマー塗膜の乾燥度

ショッププライマー塗装後、未硬化の状態や塗膜中に溶剤が残留している場合は、フォトナーが粘着してかぶりが多くなる。したがって、ショッププライマー塗装後連続してPEM工程に入る場合は強制乾燥することが望ましい。

ショッププライマーが乾燥不十分な場合定着液に侵されることもある。

(4) 鋼板温度

フォトナーは光導電性酸化亜鉛粉末を高絶縁性のビニル系合成樹脂で被覆してあるため、鋼板温度が高くなると樹脂の熱軟化によりフォトナーが粘着しかぶりが多くなる。鋼板温度が50℃以上になることは避けるべきで夏季鋼板が直射日光に当たらないように日覆いをするなど考慮する必要がある。また、シャワーにより鋼板の温度を下げる方法も効果がある。

(5) 段かぶり

ネガフィルムと被野書鋼板が、サーボ機構により連動する走査露光PEM方式（大型装置はすべてこの方式である）では、ショッププライマーのPEM適性の良否のほか、散粉ローラーの偏心やローラーに塗布される導電性塗料の塗りムラ・ローラー面の傷・エアナイフフラップの異常・フォトナーの凝集などにより段かぶりを生

ずることがある。段かぶりは走査方向に直角で等間隔のさば雲状横縞のかぶりである。

したがって、段かぶりの防止は現像機フラップや散粉ローラーの調整が肝要であるが、それにもましてショッププライマーのPEM適性および塗膜状態によって段かぶりの程度が異なるので、この点からも適切なショッププライマーを選択する必要がある。

(6) 気温・湿度

気候の快適な時季は、一般にPEM性は良好である。しかし、酷暑時は鋼板温度の上昇によるかぶり、また冬季低湿時は自然放電の減少によるフォトナーの凝集などが発生する。

(7) ショッププライマー塗膜の汚れ

ショッププライマー塗膜に油が付着しているとフォトナーが付着し、そのまま脱粉されずに定着されるので、予め拭きとっておく必要がある。

土足による足跡はそれほど影響ないようであるが、回収フォトナーが汚染するのでできるかぎり鋼板上は歩かないようにする。自動ナイロンブラシで鋼面を一掃、エアブローを行なったのちPEM工程に入ると、フォトナーの汚染防止に効果がある。

(8) ショッププライマーの塗膜厚

塗膜厚のバラツキ・塗りムラは、あまりPEM性に影響を与えないが、極端な厚塗りは塗膜の抵抗値を大きく

するので避けた方がよく、適正な膜厚で均一に塗装するのが好ましい。

1・4・6 ショッププライマーの塗装

造船塗装において自動化されているのはショッププライマーの工程だけで、それは全船塗装の約15%を占めている。残りの85%は手動作業による塗装で、この点自動車・電気製品等の塗装に比べ自動化・機械化が遅れているといえる。

造船は多品種少量型産業であり巨大な構造物であるため、自動化し難いなど多くの困難な問題があるが、今後の造船は溶接とともに塗装の自動化率をアップさせることが課題である。

1・4・6・1 ショッププライマー塗装ライン

造船所または製鉄所で採用されているショッププライマーの塗装ラインには大別して2種類あり図21に示す。

1・4・6・2 ショッププライマー塗装上の注意事項

ショッププライマーの塗装に関して注意すべき事項について述べる。

(1) 鋼材の予熱 (プレヒート)

ショッププライマーの乾燥速度を高めるために、鋼材をブラストする前に火焰で予熱することがある。この方法は、鋼材に付着している油脂分や水分を除去し、しかも表面を急激に加熱することにより黒皮がブラストにより除去され易くなり除錆度を向上する点からも好ましい。

表面温度は40℃程度が最適で、それ以上高温になると塗料の流展性が悪くなったり発泡などの問題が発生することがある。

鋼材の予熱方式は特に冬期に極めて有効で、ショッププライマーの強制乾燥法として最も効果がある。

(2) 研掃材、ブラストダストの除去

ショットブラスターはたて型・傾斜型及び水平型とあるが、前二者の場合は重力によりブラストダストや回収もれの研掃材は自然に落下するので問題ないが、水平型では回収装置が組込まれていても多少の回収もれがある。回転ブラシ・エア吹付け・真空掃除機など適当に組合わせて、ブラスト装置と塗装装置の間に配置する必要がある。

ブラストダストの付着やショット粒の残留しているままで塗装されることがないように注意しなければならない。

(3) 塗装装置

ショッププライマーの自動エアレス塗装に際し、塗料

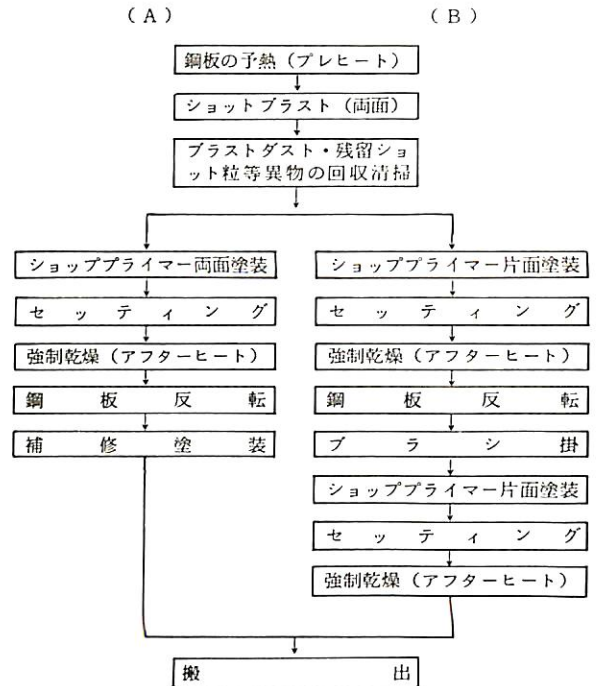


図21 ショッププライマー塗装ライン

調合タンク・エアレスポンプ・塗料ホース・自動エアレスガンなど一連の塗装回路があるが、多種類のショッププライマーを使用するところでは、それぞれ塗装回路を塗料別に設けることが望ましい。少なくとも有機系ショッププライマーと無機系ショッププライマーを同一塗装回路で併用することは塗料性能・塗装作業性の点から好ましくない。また、鋼板表面と裏面の塗装エアレスポンプは別にする。

スプレーガンと被塗面の距離は30~40cmが適当であり、スプレーガンはリミットスイッチにより自動的に駆動する。塗料タンクには沪過装置と攪拌機を備え付ける。

(4) 塗膜厚

ショッププライマーには、それぞれの塗料の性能を得る上で必要な膜厚があり、一般には次のようにいわれている。

- 長期暴露型エッチングプライマー 13~18 μ
- エポキシジंकリッチプライマー 15~20 μ
- エポキシノンジंकプライマー 20~25 μ
- 無機ジंकプライマー 13~18 μ

これらの必要膜厚は、ブラストされた鋼板の上に平滑なテストピースを貼付け、同時に塗装しその膜厚を電磁式微厚計によって測定した結果で表現される。勿論、このような方法で測定した塗膜厚は鋼板面の表面アラサ

(真表面積)を無視しているので、実際の被塗面の膜厚ではない。表面アラサと膜厚計測値の関係を調査した結果を図22に示すが、ショッププライマーの場合は膜厚が薄いため平滑なテストピースに比べてショットプラスト処理面では表面アラサの影響が加わり厚目に計測される。したがって実際上の管理としては上述の方法が現実的である。

塗膜厚を均一に得ることは難しく、膜厚のパラッキが多い。しかし、よく管理された自動エアレス塗装では、80%以上が前記必要膜厚内におさまっている。

塗膜厚(測定値)に関する要因は多くあるが、その主な要因を図23に示す。

(5) 自動塗装条件

ショッププライマー・コーティングラインにおける自動エアレス塗装で重要なことは、コンベアスピード・ガンの移動速度およびスプレーパターン巾の調整で、塗り合わせの適正な条件を見つけることである。つぎにこれらの関係式を示す。

$$v = \frac{L \cdot V}{P}$$

v : ガンの移動速度 (m/分)

L : ガンの一往復の距離 (m)

V : 被塗物の送り速度 (m/分)

P : スプレーパターン巾 (m)

この式を満足するように条件を設定すれば塗り合わせが調和し、図24に示すような均一な塗膜が得られる。

ここで、 $v < L \cdot V / P$ のときは図25のように虎縞塗り

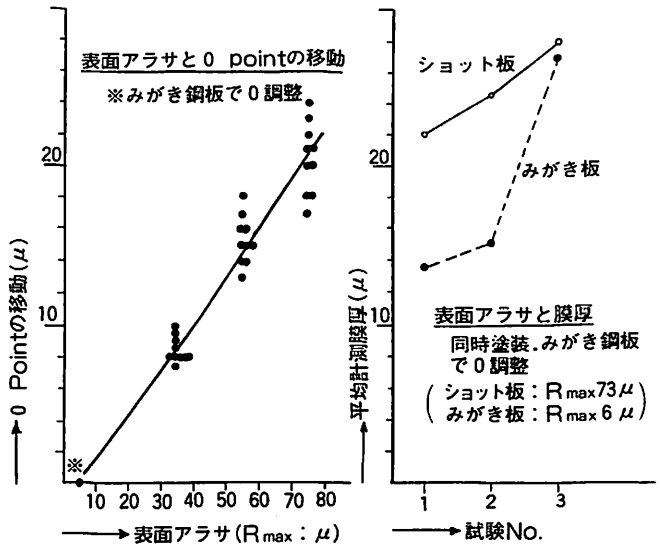


図22 表面アラサと膜厚計測値

となり、また $v > L \cdot V / P$ のときは図26のように三度塗りの部分が現われてくる。

上式においてLは塗装場毎に一定であるが、Pはかなり複雑である。すなわち、同一のノズルチップでも塗料の種類(粘度、比重)、吹付圧力、被膜面とノズルの距離などによりパターン巾が変化する。したがって、実際に仮吹きによりPを実測することが望ましい。

(6) 裏面の塗装

最近の製鉄所のショップコーティング設備は片面塗装して乾燥後反転し、裏面を表にして再び片面塗装し、搬送による裏面の未乾燥塗膜のキズを防いでいるものもあ

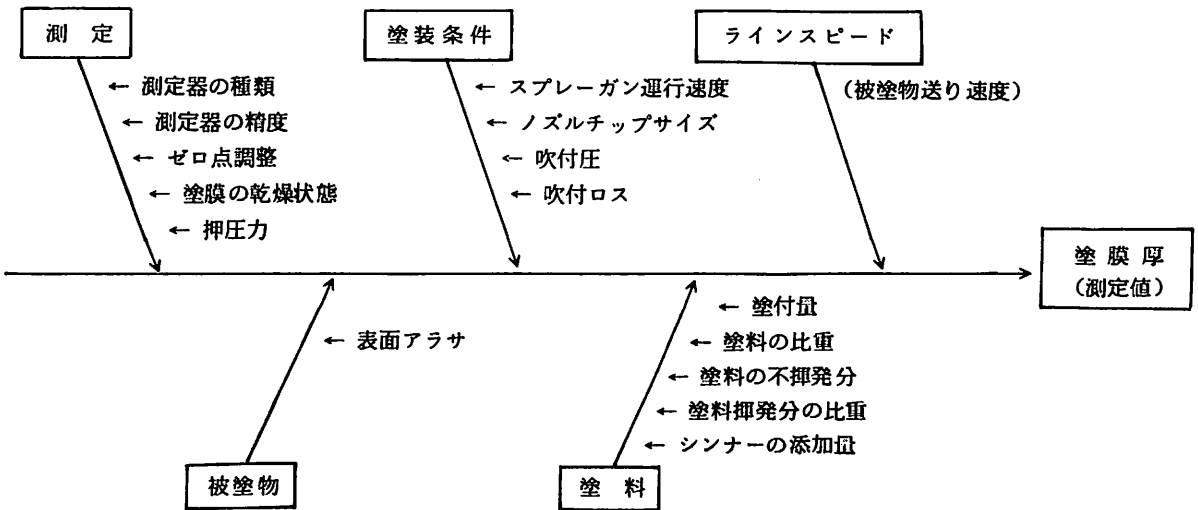


図23 塗膜厚の特性要因図

$$v = \frac{LV}{P} \text{ の場合}$$

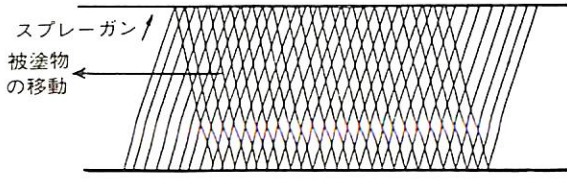


図24 調和のとれた均一な塗り

$$v < \frac{LV}{P} \text{ の場合}$$

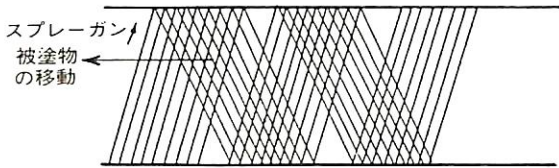


図25 虎縞塗り

$$v > \frac{LV}{P} \text{ の場合}$$

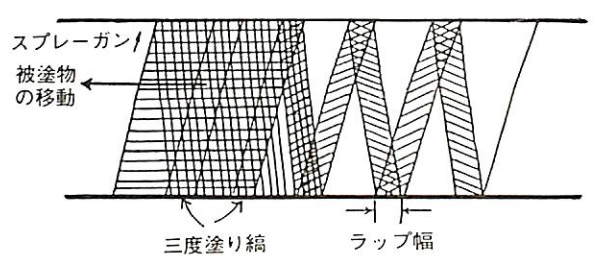


図26 不調和塗り

るが、まだ大部分は両面同時塗装が行われている。

両面同時塗装の場合、コンベアの接触による搬送傷のほか裏面塗装用のノズルが上向きであるので、排気

不十分な場合スプレーミスト（塗料霧の粒子）がノズル上に落下付着してつまり易いこと、重力の作用でミストの被塗面への到達不良などがある。

したがって、裏面のノズルチップは表面より吐出量の大きいものを使用したり、被塗面とノズルの距離を縮めるなどの手段を講じる必要がある。

(7) 強制乾燥

ショッププライマーの乾燥が遅いと、裏面塗膜に搬送による傷が生じ、また表面は積重ね時にリフティングマグネットによる傷跡が残る。寒冷時やコンベアスピードが速い場合は、一層乾燥は遅くなりどうしても強制乾燥が必要となる。この場合、未処理鋼材の予熱方式を併用すると効果的である。

強制乾燥の形式は、プロパン・ブタン・灯油などの燃焼による熱風乾燥と赤外線乾燥の二種類があるが、前者が多く採用されている。

強制乾燥による塗膜状態で、鋼板の板厚が厚くなる程塗膜表面と深部の温度差が大きくなり、いわゆる上乾きの傾向を示し乾き上がりがすっきりしないことがある。また、鋼板がうすい場合には、鋼板温度の上昇が急激となり塗膜が沸く状態となり気泡を発生することもある。

鋼板の板厚によるショッププライマーの乾燥性の差は、厚板になる程厚板自体の温度に、また薄板になる程雰囲気温度に支配され易いといえる。

熱風乾燥と赤外線乾燥の乾燥効果を比較すると、雰囲気温度を同一に

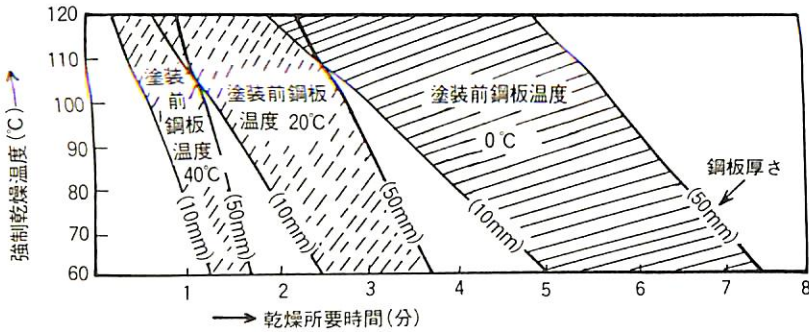


図27 長期暴露型エッチングプライマーの赤外線乾燥性

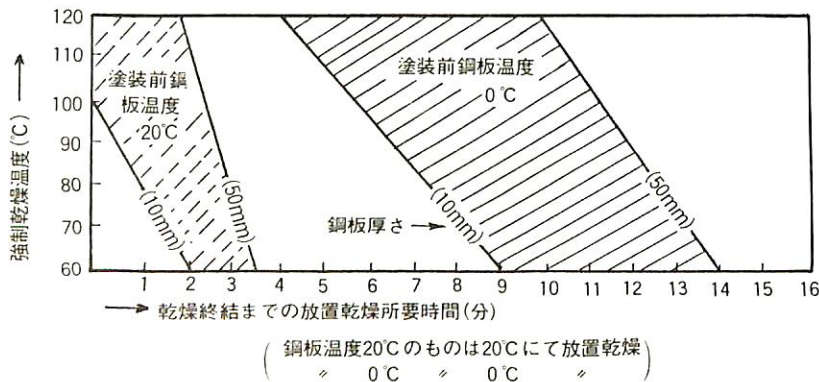


図28 長期暴露型エッチングプライマーの乾燥性 (赤外線乾燥と放置乾燥併用)

した場合、薄板では赤外線乾燥が、厚板では熱風乾燥がより効果的である。

赤外線乾燥による長期暴露型エッチングプライマーの乾燥時間が、鋼板板厚と鋼板温度に影響される状態を図27および図28に示す。

一方、熱風乾燥では、風圧によって塗膜のよりむら・ハジキむらが発生することがあり、部分的に厚膜となって乾き上がりがよくないことがある。ただし、これらの現象は、強制乾燥前に1~2分程度自然放置時間（セッティングタイム）をとれば改善される。図29は、ショッププライマーの自然放置時間と溶剤蒸発率を示したもので、塗装後2分で塗膜中の溶剤の50%以上が蒸発している。

(8) 塗面の汚損防止

塗膜の見掛けの乾燥は早くても、完全乾燥には思ったより時間のかかるものである。塗装後間もなく踏んだ靴跡が残りにくいことがある。

鋼板加工中に生じた傷は止むをえないとしても、加工・運搬毎に増してゆく靴跡などの汚損は注意すれば少なくすることができる。

膜厚の薄いショッププライマー塗膜としては、塗面を無神経に土足で汚損されることは禁物である。いかなる塗料であっても異物の存在は上塗々料との付着性を阻害する。そのため汚損していると、通常の場合より一層のさび落とし・清掃を行わねばならなくなり、工数の増大をまねくことになる。

(9) 塗装鋼材の野積み

ショッププライマー塗装鋼材を屋外に野積みすると、塗面に斑点状の変色を生ずることがある。

長期暴露型エッチングプライマーにおいては白黄色化し、亜鉛系ショッププライマーでは白さびの発生により白化する。

これらの現象は、水の存在に起因するものである。すなわち、積重ねた塗装鋼板の間隙に雨水が浸入し白化するもので、特に夏季の屋外野積み鋼板は間隙に雨水が浸入していると、直射日光により雨水の温度が上昇して湯の状態になり白化が激しくなる。

また、積み重ねによる加圧運搬中の摩擦などにより塗膜が部分的に損傷をうけ、斑点状の変色・発錆を生じ、さび色の水が鋼板表面を地図状に染めて一見広範囲な発

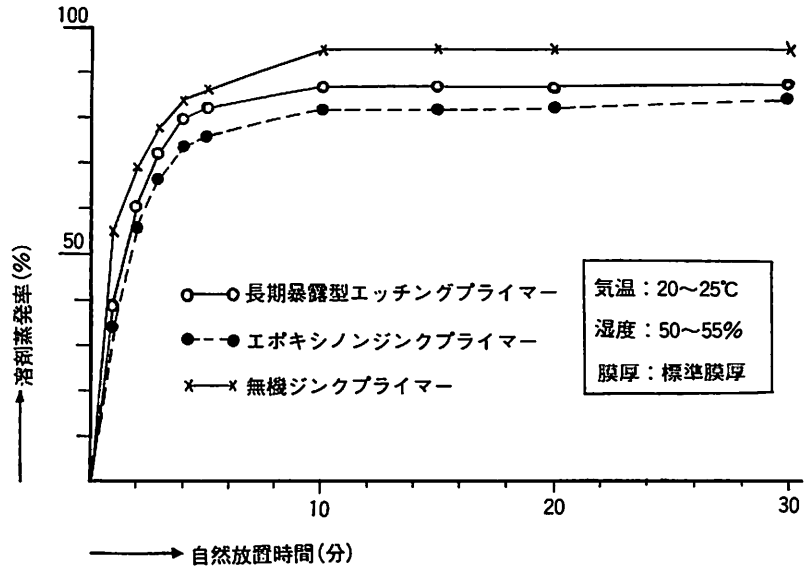


図29 ショッププライマーの乾燥性

錆状態に見えることがある。これら雨水の浸入による変色・発錆は、鋼板の間にあて木をし隙間を作り、たとえ水濡れしても乾燥する状態にするか、屋内保管か屋根を仮設し水に濡れないようにすれば防止することができる。
(※次号より 第2章 船底塗料 が始まります。)

海外技術短信

安全管理を簡単にする多目的プライマー

英国のインターナショナル・ペイント社は、多目的プライマー“インタープライマーCPA 099” (Interprimer CPA 099)を開発した。海上でサンドブラストなどが不可能な場合に用いるもので、船舶の非没水部の全域に良好な耐食性を持たせることができる。

このプライマーは、アルキド樹脂を基材としたもので、表面の状態にあまり制約されず既存のアルキド樹脂、塩化ゴム、ビニールおよびエポキシ被膜の上にも重ねることができる。鉛やクロム酸塩を含有していないために穀物倉への使用が認められており、難燃性であるので機関室にも使用できる。一回で厚塗りが可能なため一層で保護の役目を果たし、1時間ではほぼ乾燥し、仕上げ塗装が早くできる。

ローラー、ハケ、エアレススプレーで塗装でき4種類の塗料のプライマーの代わりにこのプライマーだけで多くの用が足せ船主にとっては合理化となる。

日本代理店：日本ペイント株式会社 (☎06-458-1111)
大阪市福島区福島北6-8-10 (資料提供：英国大使館)

船型試験をめぐって

<その24>

(財)日本造船技術センター
横尾 幸一

6・3 (財)日本造船技術センターの設立

財団法人設立の機運がようやく熟したので、運輸省船舶局主催のもとに、設立に伴う基本的な諸問題を審議するための懇談会が昭和42年3月11日に開催された。

設立懇談会の決定に基づき、設立発起人会が昭和42年4月20日に開催され、各種の必要議案を議決し、5月上旬設立を目途として、運輸大臣に(財)日本造船技術センター設立の許可申請を行うことが決定された。

このようにして、5月12日に(財)日本造船技術センターは設立された。設立時の理事及び監事には次の方々を選定された。

会長	山縣 昌夫	理事	佐藤 尚
理事長	重川 渉	同	田中 徹男
理事	芥川 輝孝	同	樹田 勇
同	浅見房次郎	同	米田富士雄
同	甘利 昂一	同	渡辺 浩
同	磯貝 誠	監事	大瀬 進
同	大江 卓二		

6・4 設立後10年間の歩み

設立後10年間のセンターの歩みを歴年表の形で以下に示す。

昭和

- 42. 5.12 設立。事務所を東京都港区芝琴平町船舶振興ビル内に置く。
- 5.31 第1回理事会開催。
- 7. 1 組織規程制定 総務・会計の両課を置く。
- 8. 2 業務運営専門委員会設置。
- 43. 3.30 目白水槽施設の買取り。
- 4. 1 組織規程改正。
技術部及び船型部を設け、技術部に企画室及び設計室を、船型部に試験課、計測課及び工作課を置く。
水槽試験、船舶設計等の業務を開始。

- 6.29 事務所を東京都豊島区目白に移転。
- 44. 1. 7 水槽補修及び建屋新築工事に着手。
- 3.31 第1回技術研修(1カ年コース)修了。
- 45. 3.31 新屋舎竣工。
- 5.18 施設竣工披露パーティ開催。
- 11. 1 組織規程改正。
技術部に電算機室を置く。
- 46. 3.31 電算機等の整備を終り、当初計画による水槽試験設備を完成。
- ” 船舶艦装品試験施設建設用地として、東京都東村山市富士見町所在の国有地を購入。
- 7. 1 船舶艦装品試験所建設本部を設ける。
- 10.28 船舶艦装品試験施設の建設に着手。
- 47. 4. 1 小型船舶安全部を設置し船舶艦装品試験所建設本部を吸収。調査課及び船舶艦装品試験所を置く。
- 6.10 キャビテーション試験施設建設準備室、海外造船技術指導センター設立準備室を設ける。
- 9.30 船舶艦装品試験所完成。
- 11. 7 船舶艦装品試験所開設披露パーティ開催。
- 48. 4. 1 小型船舶安全部及び船舶艦装品試験所の業務・施設等を(社)日本船舶品質管理協会へ移管。
- 5. 1 海外造船技術協力センター設立準備室を東京都港区芝西久保八幡町第3文成ビルに移転。
- 10.30 筑波計画準備室を東京都港区六本木Aビル内に設ける。
- 49. 4. 1 海外造船技術協力本部の特例に関する規程制定。海外造船技術協力本部を設置し、業務部、研修部及びコンサルタント部を置く。
- 7.30 キャビテーション試験施設完成。依頼試験の受託開始。
- 9.13 海外造船技術協力本部建設用地(横浜市港

南区日野町)を購入。

- 12. 9 海外造船技術協力本部施設建設に着手。
- 50. 6. 1 筑波計画準備室をA Bビルより目白本部に移転。
- 10. 1 筑波計画準備室を廃止し、油濁防止水槽施設建設室を設ける。
- 51. 1. 30 油濁防止水槽施設建設用地(茨城県筑波郡大穂町)を賃貸借契約にて確保。
- 3. 14 海外造船技術協力本部施設竣工。事務所を移転。
- 4. 1 組織規程改正。
総務部を設置。技術部業務を再編成し、企画室を調査室に改める。
- 4. 26 海外造船技術協力本部施設完成披露パーティ開催。
- 9. 29 海洋油濁防止装置試験施設建設に着手。

私が船研から(財)日本造船技術センターへ移ったのは昭和49年10月のことであって、筑波計画が担当の仕事であった。

6・5 海洋油濁防止研究所(現海洋環境技術研究所)

6・5・1 建設の経過

筑波の学園都市の敷地が移転を希望する国立研究機関に割当てられた後に、3ヶ所の空地が生じ、この空地を研究団体に割当てることになった。

運輸省船舶局では、この空地の一つを利用して研究所を作ることを計画し、試験水槽その他の施設を含む大規模なものを考えた。そして、その計画の実施者として日本造船技術センターが考えられたので、前回に述べたように、筑波計画が私の最初の仕事となった。

この計画の推進者である田坂さん(当時は日本小型船舶検査機構理事長)と連絡をとりつつ、土井さん(当時は船舶局技術課課長補佐官)と一緒に計画の実現方に努力した。

大研究所の構想は第1次石油危機の影響で困難となり、当時国際的にも問題になっていた海洋油濁防止のための研究試験を行う施設のみを建設することになった。したがって、割当てられた約17000坪の敷地の隣接地約2万坪を購入する計画や多くの施設計画は沙汰やみとなった。

土井補佐官と私は国土庁や茨城県庁等を歴訪して海洋油濁防止研究所の説明を行なった。このような準備を行なったのは昭和50年の前半であり、諸般の情勢も整ったので、50年7月に運輸省に海洋油濁防止装置開発委員会の設置、50年8月に建設基本計画の策定、51年9月に茨城県筑波郡大穂町南原の建設地において起工式が行なわ

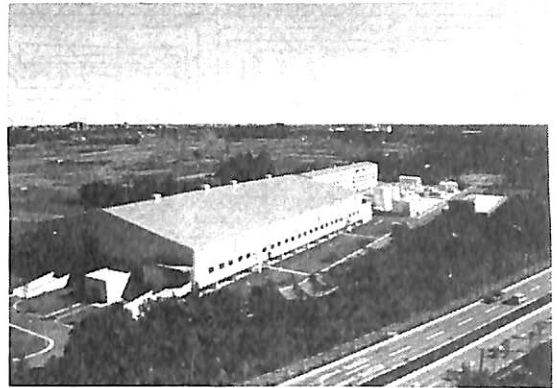


写真6・1 研究所全景(中央の大きな建物が角水槽施設)

れた。

私が造船技術センターに移った時には、重川理事長、土田常務理事が居られ、私は筑波計画に専念できたが、50年3月末に両氏が退職されてからは、日本造船技術センター全般の事務に時間をとられるようになり、筑波の試験研究設備の計画及び建設の仕事は矢崎博士にしてもらうことになった。

設計監理を(株)三橋建築設計事務所、建設を大成建設(株)、設備を三菱重工業(株)、住友重機械工業(株)、石川島播磨重工業(株)、三井造船(株)に発注し、建設工事は53年1月に竣工し、53年4月に海洋油濁防止研究所(財)日本造船技術センターの一部門として発足した。その全景を写真6・1に示す。

6・5・2 主要施設

海洋油濁防止研究所の配置図を図6・1に示す。施設の主なもの、回流水槽、角水槽、排水処理施設である。

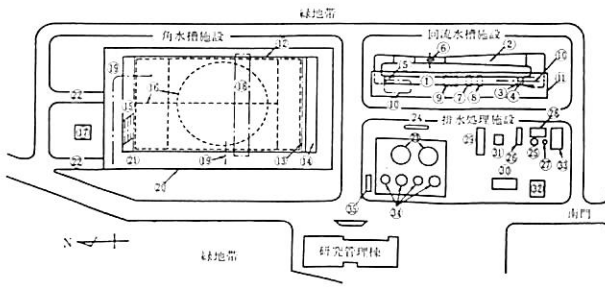
(1) 回流水槽

この水槽は、オイルフェンスや油回収装置等の性能や挙動を、風、波、潮流等のある複雑な水面で測定、観測するための施設で、船舶や海洋構造物の性能試験にも使用できる。

回流水槽の概略を図6・2に、計測水路の様子を写真6・2に示す。計測水路が内面鋼板張りの開放型、回流水路が密閉型の水平型回流水槽である。

計測水路では、水面に最大1.5 m³/minの割合で油を散布することや、速さ約1.5 m/sec迄の潮流、波長最大10m、波高最大0.6 mの波、風速最大20m/secの風を起すことができ、計測水路の両側には高さ1.8 m、幅2.0 mの大きな観測窓数個が設けられている。

(2) 角水槽



- | | | |
|----------------|--|---------------|
| 回流水槽施設 | | ⑱ 計測台車 |
| ① 計測水路 | | ⑲ モノレール・ホイスト |
| ② 回流水路 | | ⑳ 建屋 |
| ③ 造波板 | | ㉑ 作業床 |
| ④ 造波機用ビット | | ㉒ スロープ |
| ⑤ 消波板 | | |
| ⑥ 軸流ポンプ | | 排水処理施設 |
| ⑦ 送風台車 | | ㉓ 油水分離装置 |
| ⑧ 表面流および油散布用台車 | | ㉔ コアレスサ |
| ⑨ 計測台車 | | ㉕ 加圧浮上槽 |
| ⑩ モノレール・ホイスト | | ㉖ 活性炭フィルタ |
| ⑪ 建屋 | | ㉗ 濃縮槽 |
| | | ㉘ 薬注装置 |
| 角水槽施設 | | ㉙ 浄化殺菌循環装置 |
| ⑫ 水槽 | | ㉚ 洗浄槽 |
| ⑬ 造波板 (4分割) | | ㉛ 温水槽 |
| ⑭ 造波機用ビット | | ㉜ ボイラー室 |
| ⑮ 消波板 | | ㉝ 排水処理室 |
| ⑯ 気泡発生管 | | ㉞ 試験油タンク (地下) |
| ⑰ エア・コンプレッサー室 | | ㉟ 試験油粘性測定設備 |

図 6・1 海洋油濁防止研究所の配置

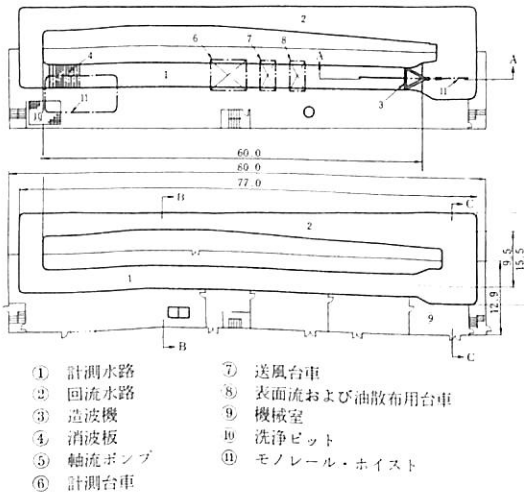
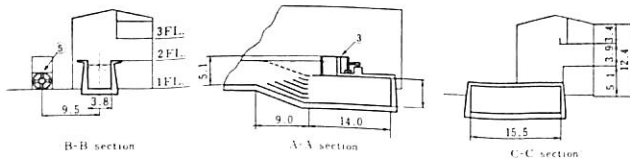


図 6・2 回流水槽 (単位; m)

角水槽は広い水面での試験を目的とするもので、長尺のフェンスの試験や水面上を移動しながら作業する回収船等の試験を実施するためのものである。また、船舶の旋回操縦性能、耐航性能の試験や海洋構造物の試験を行うこともできる。

角水槽の図面を図 6・3 に、造波中の角水槽を写真 6・3 に示す。水槽をまたいで設置された曳引車は、幅 50 m、長さ 7.2 m、高さ 7.8 m の世界最大のもので、最高速度は約 2 m/sec である。また、台車上には、幅方向に走行できる副台車があり、これには回転台もついていて、水面上の供試体は任意の方向に移動できる。

角水槽の底面には図 6・3 に点線で示した位置に気泡発生管が設置されていて、水槽側壁への油の付着を防止できるとともに、一定水域への試験油の滞油にも使用できる。

また、水槽水面には、最大波長 10 m、最大波高 0.3 m の波を起こすことができる。

(3) 排水処理施設

回流水槽や角水槽から排出される油のまじった水を処理したり、両水槽に試験用の油を供給するための施設で、油水を収容する油水分離装置 2 基、必要な粘度の油を調合する装置 1 基、油水分離装置 1 系統、洗浄装置 2 基、水槽水の浄化殺菌装置系統、試験油貯蔵タンク、配管等から成っている。その施設の写真を写真 6・4 に示す。

6・5・3 研究所の組織

研究所の組織は表 6・1 のようになっている。所長は矢崎博士であり、企画課長は竹沢節夫氏、研究課長は鈴木勲氏、試験課長は月野良久氏である。所員の大部分は目白よりの移籍である。

6・5・4 事業の概略

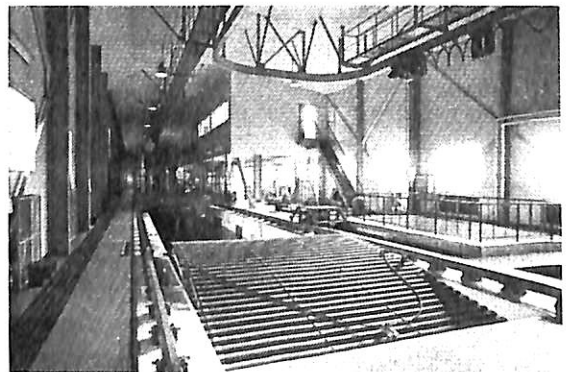
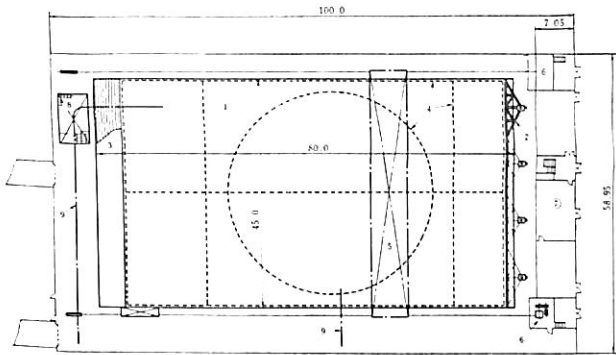


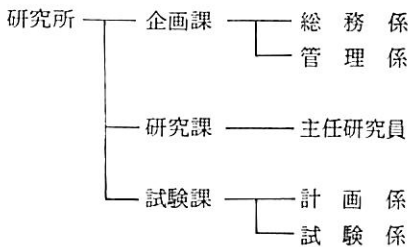
写真 6・2 回流水槽計測水路 (手前は水面上にあげた消波板、手前に見える台車は計測台車、上方にループ状のモノレール・ホイストがみえる)



- ① 水槽
- ② 造波機
- ③ 消波板
- ④ 気泡発生管
- ⑤ 計測台車
- ⑥ ウインチ室
- ⑦ 機械室
- ⑧ 洗浄ピット
- ⑨ モノレール・ホイスト

図6・3 角水槽 (単位 ; m)

表 6・1 研究所組織



昭和53年度には、完成した回流水槽及び角水槽施設を活用するために、基礎的研究を行うとともに、油回収装置やオイルフェンスの性能試験等を33件実施した。

昭和54年度には、油回収装置やオイルフェンスの性能試験のほか、油回収船の油回収能力の認定試験に関する試験等を21件実施した。

昭和55年度には、6月までに6件の試験を実施した。

6・5・5 研究所の移管及び名称の変更

海洋油濁防止に関する規制は国際的にも国内的にも年

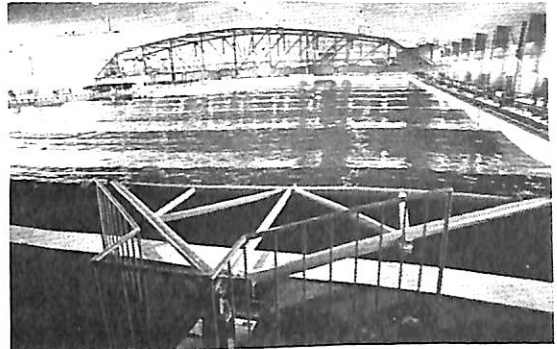


写真6・3 造波中の角水槽
(手前は造波板、前方は計測台車)



写真6・4 排水処理施設 (左手前は第2次油水分離装置, 中央は浄化殺菌循環装置, 右手奥は油水タンク, 左手奥のジブクレーン附近は供試体等の洗浄装置)

々強化させる見通しであるが、今後この事業を永続的に行うためには、造船技術センターにとっては財政的に極めて困難な事態が予測されるに至ったので、研究所の将来の発展を期して、財政的基盤も強くまた研究所の事業と運営を移管するのに最も適切な団体として財団法人日本造船振興財団へ移管することになり、昭和55年7月1日にこの研究所を財団法人日本造船技術センターより分離した。

なお、この研究所は、56年4月に名称を海洋環境技術研究所と改め、一そう幅の広い仕事を行なっている。

技術短信

技術短信

世界最大のディーゼルエンジン推進プラント MAN-B&W DM90millionを受注

The Lloyd-Werft (ロイド造船所、ブレーマーハーフェン)が、London Shipping Company, Cunard Line Ltd. から、世界的に有名な豪華客船、“クィーン・エリザベス2号”の推進装置を再装備する作業を受注し、推進プラントの換装は、MAN-B&W 4サイクルエンジン 9 L 58 / 64を9基、搭載することになった。

エンジンの納期は1986年の11月までである。

さらにMAN-B&Wは技術レイアウトと推進プラント全体に責任を負うことになる。その注文はMAN-B&W側にとってDM90million以上になり、二つのイギリスの会社、GECとHarland&Wolffもこの契約に含まれている。

この確定された注文によりMAN-B&Wはごく短期間のうちに、58 / 64シリーズから16台販売するのに成功し、それらの総出力は 190,000 HP (140,000 kW) になる。

〈その17〉

第2章 商船の電気機装・電気機器

徳 永 勇*

1. はじめに

本章においては、主として我が国の1,000トン以上の商船の電気機装の変遷とそれに採用された電気機器の進歩・発達の経緯を記述した。

ただし、無線機器及び航海計器については、第4章〜第7章を参照されたい。

元来、船舶の電気技術史は、これを3期に分けて記述することが筆者は適当と考えている。例えば明治以前から大正末期までを揺らん期、大正末期すなわちモータシッポの出現時の直流時代から全船交流化時代に突入する昭和30年ころまでを成長期、それ以降の時代を成熟期とすることである。（日本船用機関学会誌 第18巻第6号 428ページ参照）

しかしながら、冒頭の「連載に当たって」で述べたように、本史の研究調査の目標が、明治以前から第二次大戦終戦時までとなっているので、本章では、戦時標準船に至るまでの電気機装と電気機器について記述した。

なお、甲板補機については、蒸気駆動のものは、他の専門委員会の編集に譲り、電動駆動のものは出来る限り本章に入れることにした。船舶が電化された当時は、ほとんどの船舶は、蒸気駆動から電動駆動のものになったので、大いにこれらが普及され、また、技術的にも進歩していった。油圧駆動のものは、特殊のものを除き経済的の面で、今日ほど普及していなかった。

第2節は、船舶に使用されるようになった電気機器の原点を探ってみることも興味あることと思い、あえて記述することにした。

第3節以降は我が国の商船機装の変遷とそれに採用された電気機器の電気技術の発達進歩を出来る限り詳しく記述したものである。

2. 船舶電気関係の夜明け

2・1 帆船から汽船への歩み

古代から小舟の推進には、人力による櫂（ろ）または楫（かい）などを使っていたようであるが、稀にはエジプト時代には風力を利用した簡単な帆船も見受けられたという。しかし、本格的に帆船が発達したのは紀元前1,000年前後のフェニキア人が海上に進出し、盛んに貿易を行って航行区域の増大を計ったことによる。

これらの帆船も次第に大型化し、13世紀後半に、ドイツではハンザ同盟が結集されたころ、北方ゲルマン民族及び彼等の一統は、各地に外国貿易上の要所を設けて、盛んに帆船をもって貿易を営んでいた。14世紀ころは200トン位の帆船であったが、15世紀には500トン位にまで大型となった。このようになれば、船にも照明が必要になってくる。そのころは油灯とろうそくが照明に使用されていたようである。

その後16〜17世紀になって、煉炭が市場に現れ、ドイツではこれを商品として、各地に販売を広めたため、天和元年（1681）ころには、1,000〜1,200トンの巨大帆船が建造されるようになった。図2・1¹⁾に示すような帆船で、これには馬飾りの付いた選帝侯船尾に大きなランタンが装備されている。これは船尾灯の役目をなした初

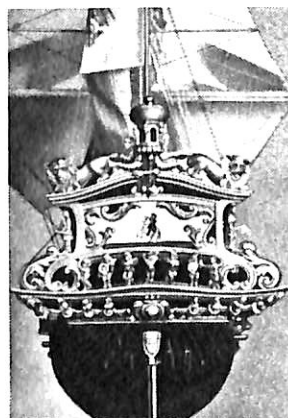


図2・1 帆船（1681年頃）

* 日本船用調査研究委員会 電気専門委員会委員長

めであろう。

ジェームス・ワットが、明和6年(1769)に単動蒸気機関の特許をとって以来、何隻かの船にこの蒸気機関を取り付け実験したが満足の成果はあがらなかった。

寛政4年(1807)になって、フルトン²⁾はワットの複動蒸気機関を搭載して外輪船クラーモント号を建造し、この船をハドソン川にそってニューヨークからオールバニまでの270 kmの処女航行に成功した。しかし何分にも外輪を使用することの弱点はぬぐうことは出来なかった。

文政9年(1826)²⁾にチェコのヨーゼフ・レッセルが、初めて小型スクリーを発明した。これを更に改良に改良を加えた結果、天保9年(1838)にようやくイギリスのF.P. スミス²⁾が実用的なスクリー汽船アルキメデス号の建造に成功した。

その後スクリーの改良と蒸気機関の大馬力への改良と相まって、いよいよイギリスのI.K. ブルネルが万延元年(1860)にグレート・イースタン号に出力8,300馬力の蒸気機関2基を装備して、ヨーロッパ〜アメリカ間を航行した日数は、先のグレート・ウエスタン号の16日を要したのに比べ、この船は11日にと短縮した²⁾これが先駆けとなって以来、ある時期までは蒸気機関のレシプロエンジンその後はタービンエンジンにと変ってゆく。

この時代の船舶の照明は、まだ電灯ではなく油灯か、ろうそくで明かりを採っていたようである。

2・2 電気回転機・電気機器の誕生

2・2・1 直流発電機

発電機が世に出たのは、天保3年(1832)イギリスのファラデーが考案した交流磁石発電機であった³⁾同年9月にフランスのピクシーがアンペルの指示によって整流子を取り付けて、ここに初めて直流発電機が誕生した。

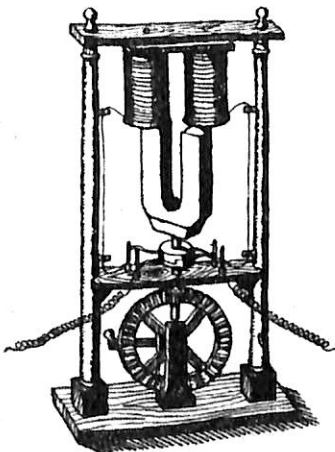


図 2・2 ピクシー発電機

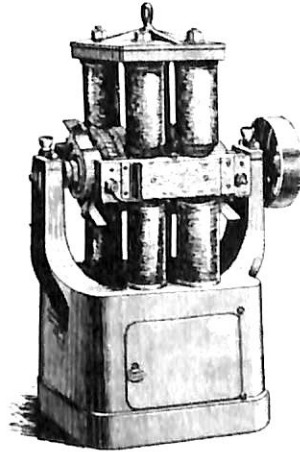


図 2・3 グラム発電機²⁾

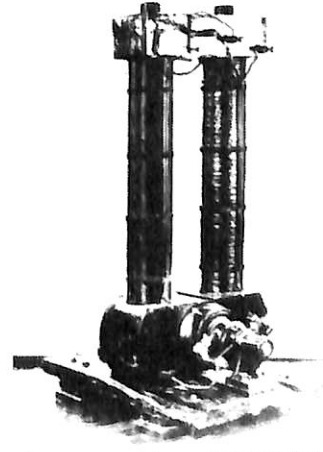


図 2・4 エジソン開発の発電機
「洞長のメアリ・アン」と愛称されていた

(図 2・2 参照)

しかし、当時のこの発電機は電流が微弱のために電池に代わるほどのものではなかった。励磁に永久磁石を使っていた弱点を克服するために、慶応元年(1865)にドイツのシーメンスが自励式直巻発電機を考案した³⁾後にこの種の発電機は探照灯(アーク灯)に使用された。また、慶応2年(1866)にイギリスのホイットストンが分巻直巻発電機を考案した。

この当時の電機子の構造がまずかったので、完全なる発電機とはいえなかった。明治3年(1890)になって、フランスで活躍したベルギーのティフォール・グラムが自励式環状巻線形直巻発電機²⁾を考案し、ここに初めて実用化された。(図 2・3 参照) 3年後にシーメンス・ハルスケ社のアルテネックが鼓状巻線法を電機子に適用し、また、明治16年(1883)にフォースブのカーボンブラッシュ、翌年には、メンジの補極等が発明されて、今日に用いられている発電機の形態の部品はほぼ出揃ったことになる。

一方、アメリカのエジソンは、明治13年(1880)に電機子や整流子等を改良し、また、定電圧の安定電流を流すために分巻発電機に改良して、(図 2・4 参照)これを3,300トンのコロンビヤ号に搭載⁴⁾し良好の成績を得たという。

2・2・2 直流電動機

直流発電機の発明と並行して、直流電動機についてもいろいろと構造を改良していったようである。ロシア人のヤコブ⁵⁾は天保5年(1834)に独創的な電動機を製作し、また、天保10年(1839)にはイギリスのデビットソンが電動機を実用化した。また、同年にはロシアではニコライ皇帝の資金援助によって、ロシア人のヤコブが試

作した電動機を使用して、船を推進させるために、128個のグローブ電池（1839年グローブの発明）を電源として用い、14人を乗せた小形交通船を航行させたということである⁶⁾。

そもそも、発電機と電動機とは相互に可逆性があることは、ファラデーやレンツの法則によって証明されていることであるが、これを如実に実証されたことは次のエピソードによって明かである。

「明治6年（1873）にオーストリアのウィーンで開催された万国博覧会にワットの蒸気機関駆動の5.5 kWのグラム発電機（一説にはシーメンス社製）2基が出品された。その時の係員が発電中の発電機から休止中の発電機へ配線し電流を流したら、接続間違ひから休止中の発電機が突然電動機として回転し始めた³⁾」ということである。前記の理論が証明されたということである。

終りに、本史には余り交流機については記述が少ないので、日本船用機関学会誌第19巻第2号79ページを参照されて、ここでは省略させていただくことにした。

2・2・3 光源

(1) アーク灯

電気あかりの最初のもは、文化4年（1807）にイギリスのデーヴィーがヴォルタ電池2,000個を接続して、王立協会ではアーク灯を点灯したことによる⁷⁾。当時は木炭片であって、その後これに導電性の水銀をしみ込ませて作って点灯したところ、せん光がアーチ状をなしたところから、電弧（electric arc）と名づけた。文政4年（1821）のころであった。

天保11年（1840）にドイツのブンゼンが炭素粉を鉛筆の芯のように作って、アークを飛ばし炭素アーク灯を作った。彼は最初は手でアーク灯を点灯したが³⁾、うまくゆかなかつたので、嘉永3年（1850）にプランジャー形自動送り装置を考案し、炭素アーク灯が前記直巻発電機

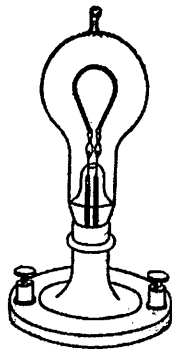
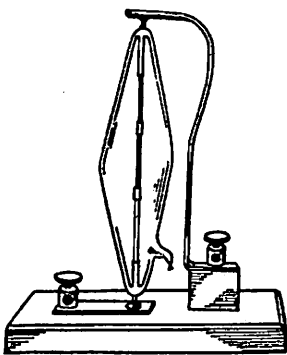


図2・5 スワンの最初の電球 図2・6 エジソン最初の電球

と相まって実用化された。明治8年（1875）にアラードがアーク灯を船舶に紹介し、直巻発電機と共に探照灯が採用されだした。

(2) 白熱電球

ガラスの円筒の中で、二つの白金線に電流を導いて、これを白熱させようという考えを産み出した最初の人は、文政3年（1820）にフランスのG.ド・ラ・リュエによってであった。しかし、これは成功しなかった。次にこの考えをうけて、白金線の代わりに細い炭素棒を使って白熱電球を改良しようと試みたのが明治6年（1873）にロシアの発明家A. N. ロドゥイギンであった²⁾。最初のうちは空気を抜かなかつたが、後に空気を抜いて成功し初めた。明治11年（1878）にイギリスのスワンが研究室で20V~30Vの炭素電球をいろいろ作って、排気処理を考案しこの電球は成功した。（図2・5 参照）

以上のような構造を知ったアメリカのエジソンは、明治12年（1879）になって110V炭素電球を1,000回以上も試作し、実験をした結果初めて実を結んだ。（図2・6 参照）彼は明治14年（1881）に日本の京都八幡産の真竹で作ったカーボンフィラメントを使用し実用的なカーボン電球を完成させ世の中に普及させた。その後金属フィラメントの使用が次々に表れ、明治37年（1904）にシーメンス・ハルスケ会社のポルトンがタンタラム電球を発明し、明治43年（1910）にアメリカのクーリッジが引線タングステン電球を考案して一応の成果をあげた⁸⁾。大正2年（1913）にアメリカのラングミアがアルゴンや窒素などの不活性ガスを封入することを考えて電球の効率を一層良好にした。これと同時にドイツにおいては窒素ガス入り電球を製作したことからこの電球をニトロランプ（ニトロゼンランプ）と称した。これは当初は高燭光のものに限られていたが、小燭光のものも製作されるようになった。大正末期においては、カーボン電球やタンタラム電球などは寿命が短いことから、次第にガス入りタングステン電球に置き代わっていった。

(3) 蛍光灯

現在使用している蛍光灯の原点は、昭和11年（1936）にピラニ・リュツテンノイエルがネオンサインの管壁に蛍光物質を塗って蛍光が発したということからである⁷⁾。昭和13年（1938）にイギリスのGE社がゼオンという名称で冷陰極形のを発表した。同年にアメリカのGE社のインマンが熱陰極形の白色蛍光灯を製作発表して今日のものと同じようなものを作ることができた。グロースウィッチの発明は、昭和16年（1941）W. H 社の実習生が考案したものと言われている。これらの組み合わせによって、今日のような蛍光灯照明が出来上ったと言ってよい。

●連載●

造船工学覚え書

< 24 >

広島大学名誉教授(造船学)
工学博士 川上 益 男

13. 長倉口船の倉口開閉に対する部材の剛性の影響

13・1 概説

長倉口船の強度において最初に問題になるのは、倉口の水平変形すなわち開閉である。而も、それはその船の最もきびしい荷重状態間の最大開閉量である。従って、長倉口船において倉口開閉量を初期設計の段階で推定でき、さらに各部の構造部材の剛性が倉口開閉に及ぼす影響を数量的に知ることができれば、ハッチ・カバーの選択および船体各構造部材の設計の問題から非常に便利である。

本稿は初期設計の段階で倉口開閉量を予想し、倉口開閉量が許容量以内になるように各部の構造部材を調整して合理的な部材寸法を決定するための資料を提供するためにまとめられたものである。

長さ(40~90)mの実船を調査し、現在就航中の船の平均的な部材寸法を求め、その平均値を基準として各構造部材寸法をもつ船を標準船とし、それに対して各構造部材寸法および重量の変化による倉口開閉の増減の修正曲線を求めた。これらの諸曲線によって設計船の倉口開閉量を推定できると同時に倉口開閉量と各構造部材の剛性および重量との関係を知ることができる。

13・2 船の長さとおよび各構造部材寸法との関係実績

長倉口船の各構造部材寸法の変化による倉口開閉量の算定のためには標準船を設定する必要がある。長倉口を有する普通貨物、木材および鋼材などの運搬船につき、船の長さを基準にして倉口長さおよび各構造部材寸法などの実績を調査し、それらの平均線をひいたのが図13・1である。この図の一番上に船の長さとおよび倉口長さとの関係を示してある。実船例によると船の長さ約60mを境にして1船倉と2船倉にわかれ、倉口長さは20~30mの間にある。また船の長さ60mを境として船底構造が、

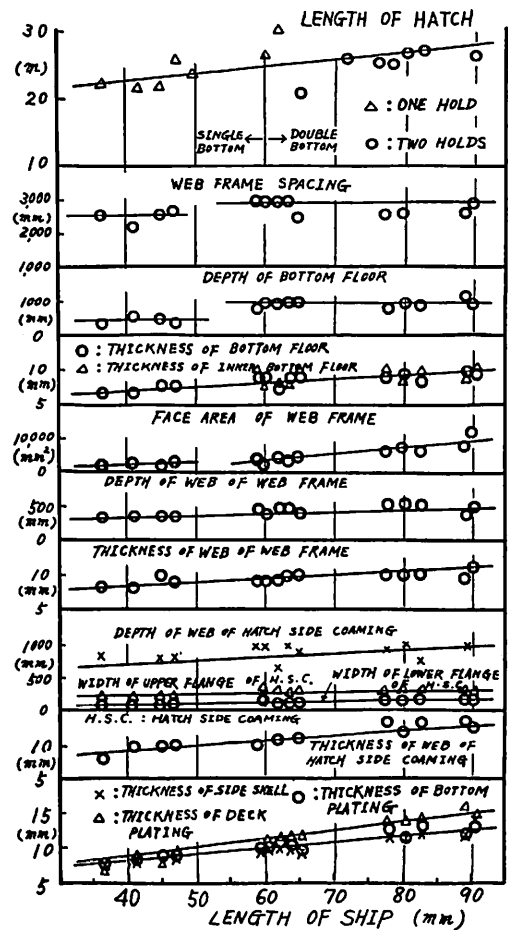


図13・1 船の長さとおよび各構造部材寸法の実績

小さいものは単底、大きいものは二重底となっており、従って特設肋骨心距、船底ウェブの深さ、特設肋骨のフランジの面積などは2本の平均線に別れる。その他の各部材寸法は図13・1にみられるごとく、ほぼ1本の平均線で示すことができる。

図13・2には船の長さとおよび各部材に作用する荷重との関係を示してある。図13・3に船の長さを基準にして、図13・1のごとき各部材の平均寸法

を用いて、長倉口船の縦横強度部材の断面2次モーメントを計算した結果が示されている。図13・4には船の長さに対する各種荷重状態における最大縦曲げ応力を示す。

以上に整理したとき各構造部材寸法、各種荷重状態にある船を標準船と呼ぶことにする。

13・3 標準船の倉口開閉量

前章に示した長倉口船の立体的強度解析により標準船の倉口開閉を計算した結果を示したのが、図13・5である。この図には横強度要因によるもの、縦強度要因によるもの、および両強度要因によるものをそれぞれ別に示してある。ここで縦強度要因による倉口開閉の計算にお

いては、図12・4に示す最大縦曲げ応力は倉口中央に作用するものとしてある。船の長さを l とUL/40の波高を想定した。

図13・5で判明するごとく倉口開閉量は船底に単底構造を採用するか二重底構造を採用するかの別れ目である船の長さ60mを境として急変している。二重底構造を採用することにより倉口開閉は単底構造よりかなり減少する。そして縦強度要因によるものが横強度要因によるものよりかなり小さい。

標準船の倉口開閉量が最大になる荷重状態は、単底構造ではSag., Full~Hog., Ballast間、二重底構造ではHog., Full~Hog., Ballast状態間である。単底構造で最大開閉

量は約30mmで開き量がその中で大きく、二重底構造では最大開閉量は約20mmとなっており、閉じ量の方が大きくなっている。

この図で船の長さが60m以上では甲板荷重がある場合とない場合を示しているが、前者は木材搭載時を示すもので、この場合は甲板荷重の影響により倉口閉じ量が増加する。Hog., Ballast状態においては倉口は開くが、その量は二重底構造に比して単底構造では著しく大きくなる。これはHog., Ballast状態では船底に加

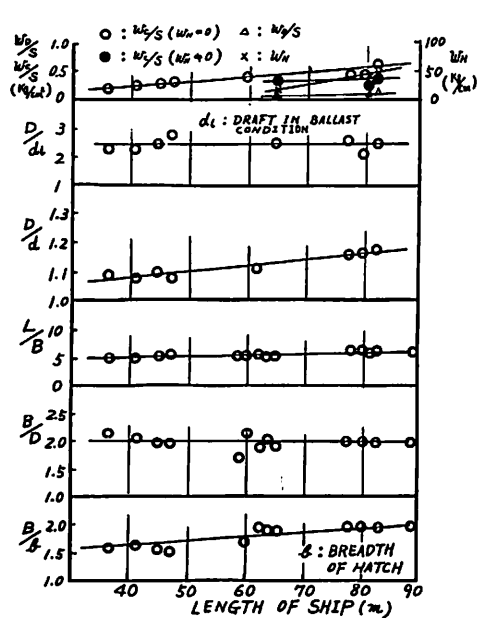


図13・2 船の長さ主要寸法比および各部材に作用する荷重との関係

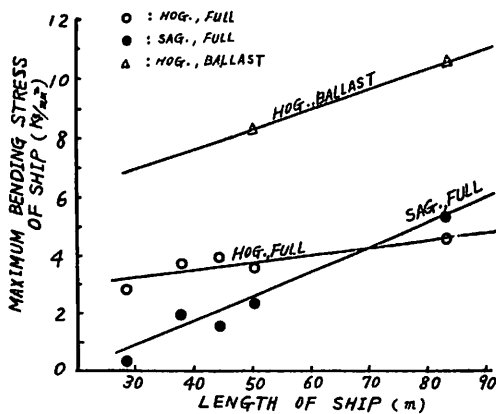


図13・4 船の長さ船体中央の甲板縦曲げ応力との関係

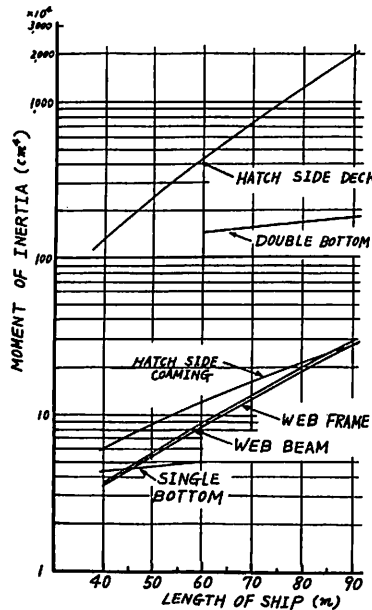


図13・3 標準船の各部材の剛性

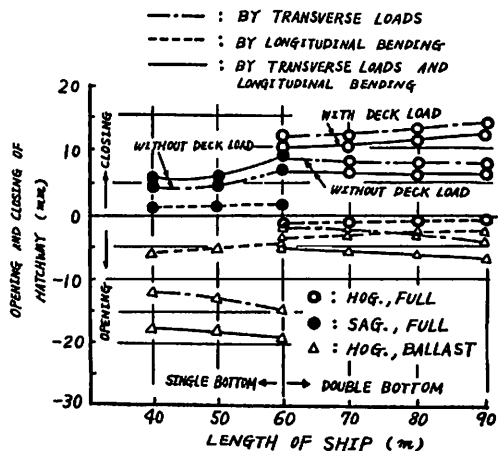


図13・5 標準船の倉口開閉量

わる荷重は倉口を開くように働くので、船底の剛性が低下すれば倉口の開き量は増加するためである。

●運 載●

冷 凍 運 搬 船 < 30 >

— Reefer —

角 張 昭 介 ・ 椎 原 裕 美

7・2・2 設計強度 (つづき)

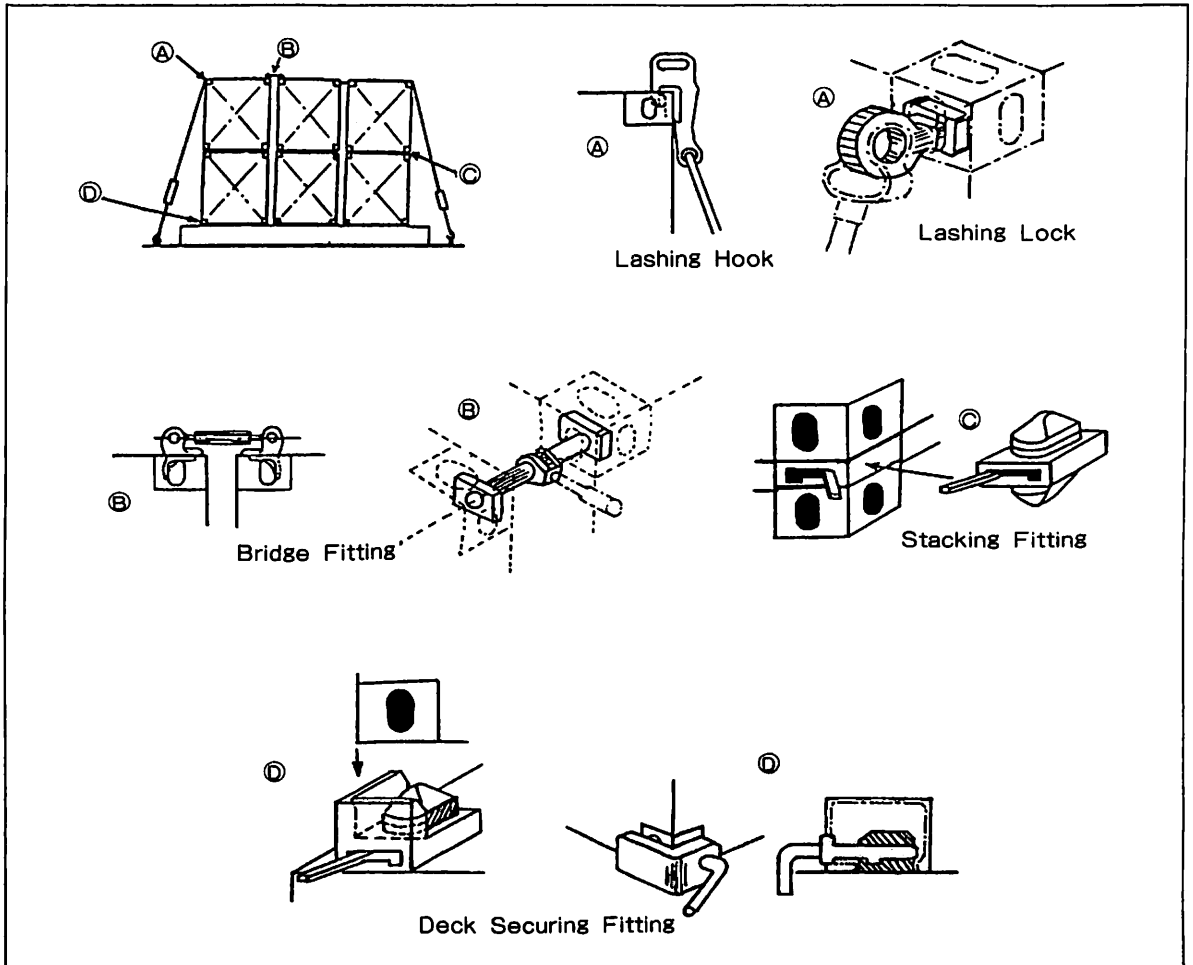
(9) ラッキング (Racking)

船舶の甲板上積みの場合、図7・3に示すように特殊な金具類を用いて固縛 (Lashing: ラシング) される。この時、最下段に積まれたコンテナの上部隅金具が金具等を介して船の動揺により水平方向 (横手および長手方向) に集中荷重を受ける。この集中荷重として、それぞれ、150 kN (15,000 kgf)、75 kN (7,500 kgf) の水平

方向荷重を設計条件としてこの力を加えた時、横手方向ラッキング力で端面の対角線長のそれぞれの変化量の和が60mm以下、長手方向ラッキング力で、下部隅金具に対する上部隅金具の長手方向の移動量が25mm以下となるような強度が必要となる。

(10) フォークポケット (Fork Lift Pocket)

通常20'コンテナには図7・4に示すような荷役用フォークポケットが付けられる。このフォークポケットに

図7・3 コンテナのラシングの例²⁾

対しては 0.25 g の加速度を考慮して、1.25 R の荷重条件で設計される。試験では 1.25 R/2 の荷重がそれぞれのフォークに加わるようにして、5 分間程度保持して、異常のないことを確認する。

(1) グラップラー・アーム受け

(Grappler Arm Lifting Areas)

コンテナは図 7・5 に示すようなグラップラー・アームによって荷役できる構造とすることができる。この場合には、前(10)同様、受け部分に両側それぞれ 1.25 R/4 の荷重がかかるように試験して、異常のないことを確認する。

以上の荷重条件は、設計条件であると共に、製品検査において確認すべき試験条件でもある。ただし、一般にコンテナはシリーズ生産されることが多く、各検査機関によって承認された工場においては、初めての型式において上記の確認を行ない、通常は後述する出荷試験・検査が行なわれる。

7・2・3 構造

(1) 床構造

コンテナの床構造は、図 7・6 に示すように床はりによって支持される。床はりの間隔は 1 m 以下となるようにするが、1 m を超える場合には床荷重を支持し得る荷重伝達面を設ける。床構造としては、床はりが P の荷重状態においても最下面、つまり隅金具より下方にたわんで突出しない強度とすることは当然のことである。

コンテナは道路上においては、トレーラートラックによって輸送されるが、特に 40' コンテナ等の大型コンテナにおいては、台車をコンテナ自体の強度を利用して牽引する方法も採られる。この場合には、コンテナのトラックおよび台車に結合される部分の床面は補強される。

また、40' コンテナの場合、前述(1章 1・5)のように、道路交通法上の規制を受けるため、トレーラーに

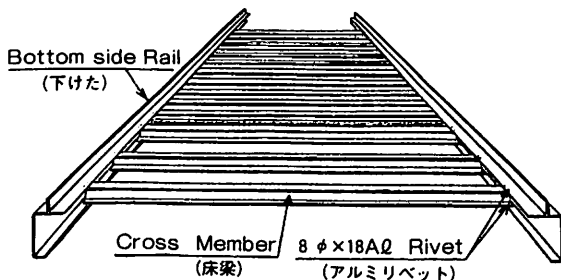
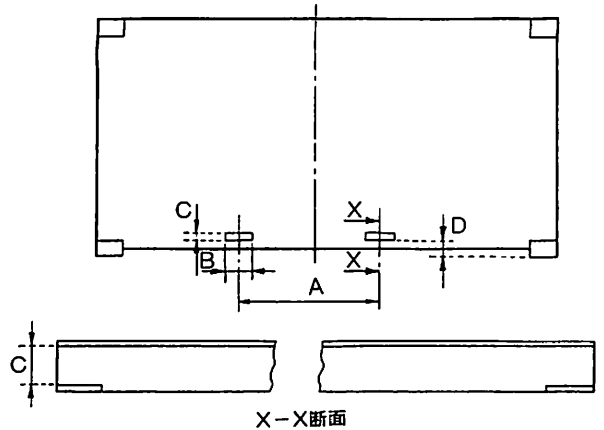
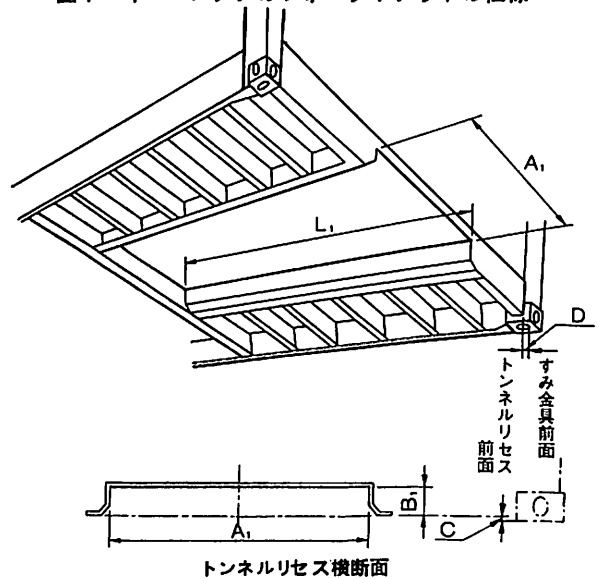


図 7・6 コンテナの床構造組立³⁾



記号	各部の寸法及び許容差 (mm)	
	1 C, 1 CC コンテナ	1 D コンテナ
A	2050 ± 50	900 ± 50
B	355 以上	305 以上
C	115 "	102 "
D	20 "	20 "

図 7・4 コンテナのフォークポケットの仕様¹⁾



項目および記号		標準寸法および許容差 (mm)	実際寸法 (使用例)
高さ	C	12.5 ⁺⁵ / _{-1.5}	16
	B1	120 ⁰ / ₋₃	120 ⁰ / _{-0.5}
幅	A1	1029 ⁺³ / ₀	1029 ⁺³ / ₀
	L1	3150 以上	3154 ⁺⁵ / ₀
長さ	D	6 ⁺¹ / ₋₂	6

図 7・7 コンテナ床下面のトンネルリセス^{1) 3)}

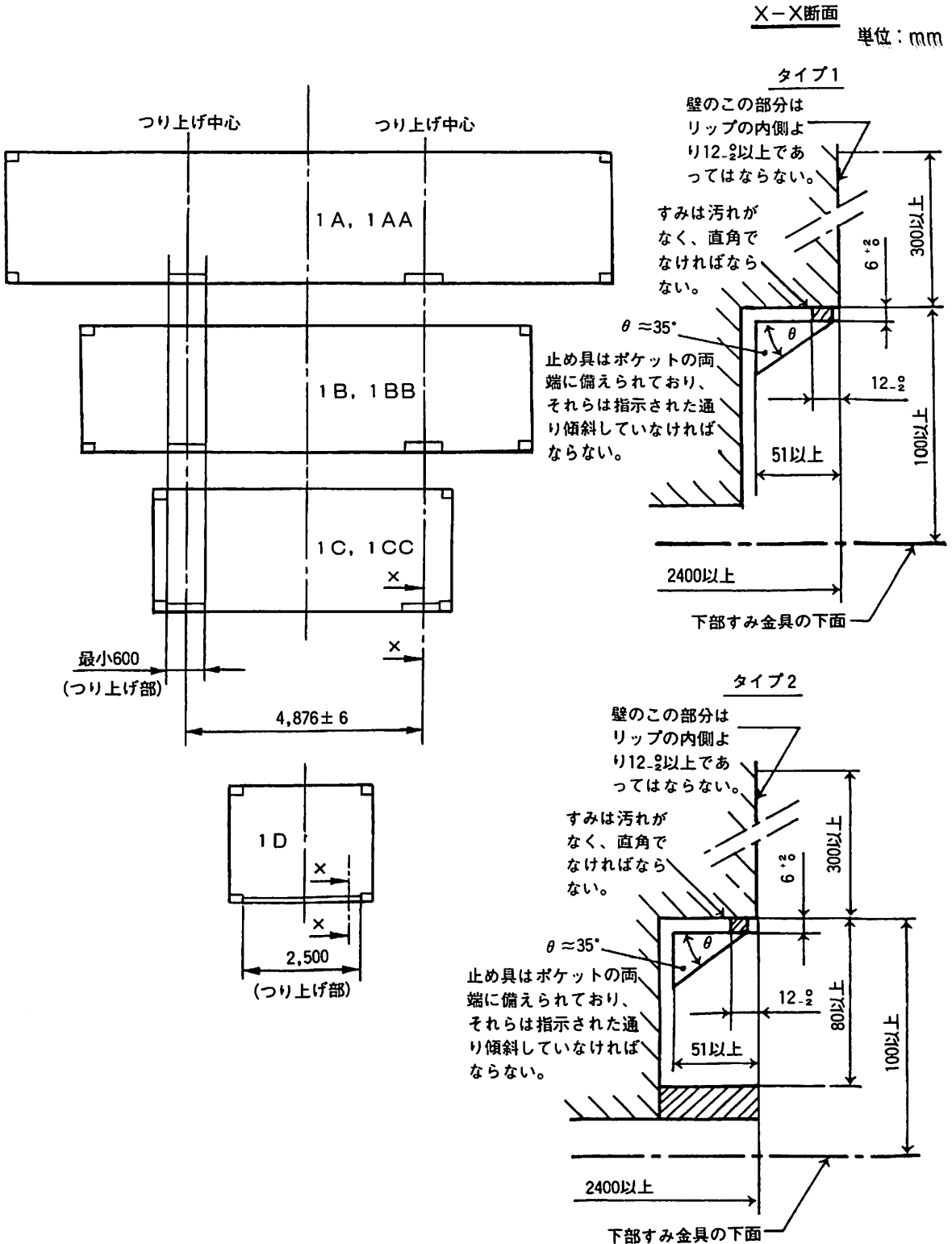


図 7・5 コンテナのグラブラー・アーム受け¹⁾

積んだ時の車高を低くする（我が国では車高は3.8 m以下）ために、車両連結部に位置する前部床面下部に図7・7に示すようなトンネルリセスを設ける。

(2) 扉

扉には封印のできる締付け金具を取り付ける。また、作業性からの観点により、扉を開放保持できるように側壁に止め金具を備える。

(3) 隅金具

コンテナの積み付け時、図7・3に示すように隅金具にはラッシング用具を介して大きな力が加わる。また、コンテナは図7・8に示すようにして吊り上げられるが、図7・8(a)~(d)の状態では隅金具は、各々2R/4の荷重に耐えることを要求される。従って、コンテナにおける隅金具は、重要な強度メンバーとしてISO-R-1611に標準化され、我が国においてもJISZ1616に規格化されている。ISO標準においては、以下の設計条件が考慮されている²⁾。

- (a) 上部隅金具は、杵組のスプレッダーで吊り上げる状態に適すること（図7・8(c)）。
- (b) 上部隅金具は、在来の荷役用フック、シャックル等で吊り上げることができること（図7・8(a), (b)）。
- (c) 金具は、内容積へのくい込みと扉開口に対する妨げを最小限にすること。
- (d) 金具は、悪天候でも荷役ができ、且つ、中にドレンが溜らないこと。
- (e) 隅金具は、コンテナを積み重ねた時、互いの接触面積をできるだけ大きくし、隅部材の柱にかかる荷重の偏心を最小限にすること。
- (f) 隅金具は、コンテナ自体の耐用年数に相応した最良の耐久性をもつこと。
- (g) 下部隅金具は、吊り上げ、ラッシングおよび位置決めに対して容易に適応すること。
- (h) 金具は、材料の選択およびコンテナの構造部材との結合について、適当な自由度が許されるものであること。
- (i) 金具は、将来、補助器具や備品の設計をするときの自由度を最大限に許すものであること。

以上のことを確認するため試験が行なわれ、標準寸法が決められている。その荷重条件としては表7・4の各荷重条件が当てはまり、積み重ね（Stacking）、吊り上げ・吊り下げ（Lifting）、撃締（Restraint）、甲板固縛（Deck Lashing）および Misgather について、それぞれ考慮されている。Misgather については、吊り上げられたコンテナを定位置に納めるとき、誤操作によって甲板金物が下部隅金具の孔にうまく入らない場合について

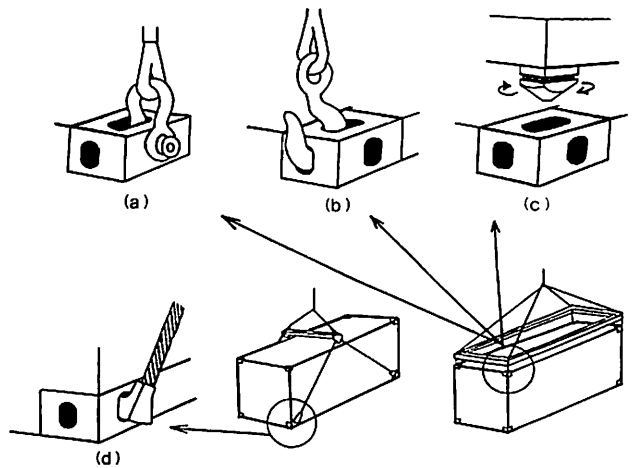


図7・8 コンテナの吊り上げの一例²⁾

の考慮である。

この場合、甲板金物が下部隅金具の下面を突き上げることになり、ちなみに、ISO標準案の段階では、隅金具の下面の最も弱いと考えられる長円孔の縁部分25mm×6mmの所に、荷重をかけての試験が行なわれている。

参考文献

- 1) 日本海事協会：「海上コンテナ規則」
- 2) "：「コンテナの構造強度の設計に必要な条件」（その1, 2）,（未公表）
- 3) 上村建二：「冷凍コンテナ便覧」, 成山堂書店

★荷役装置の設計・取扱い関係者必須の指針／

「船舶用荷役装置の安全と構造設備のための要件」(第1集)

B5版 本文88頁 定価3200円(送料共)

船舶揚貨装置をとりまく最近の情勢変化には著しいものがある。これに対応して「船舶の荷役作業における職業上の安全と健康に関するILOの指針」が採択されたので、「第152条約」及び「第160号勧告」を英対訳した。さらに、従来より利用されている現行第32号条約の「ILO実行指針」を付録として和訳したことにより、本書1冊で荷役装置の設計・取扱い関係者に充分役立つ技術指針としてまとめることができた。

読者各位の御利用を期待する。

船舶技術協会

貨物の潜在的危険性概論 < 2 >

恵美洋彦

2. 可燃危険性 (火災爆発危険性)

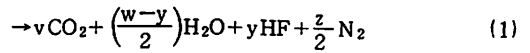
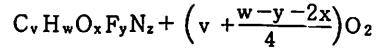
2・1 可燃危険性に関する諸特性

火災爆発危険性の評価や安全措置の検討に関連して周知すべき諸特性は、表5に示すとおりである。これらのほか、海上流出時の蒸発速度、海面プール火災時の燃焼速度等、災害予測に必要な特性がある。

表6には、可燃危険性の貨物対象品の燃焼特性についての文献調査結果³⁾⁶⁾⁷⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾を掲げる。

次に、燃焼特性に関し、液化ガスタンカーの参考書や指針には解説されていない用語について補足しておく。引火点、爆発限界等、よく知られている用語の説明は、省略する。

理論酸素 (空気) 量：可燃物質を完全燃焼するのに必要な酸素 (空気) 量をいう。可燃性貨物対象品の燃焼生成物をCO₂、H₂O、HCℓ、HF、HBrおよびN₂と仮定する。このとき、次の燃焼反応式を導ける。



$$\left(v + \frac{w-y-2x}{4} \right) = n_o \quad (\text{理論酸素量: モル数}) \quad (2)$$

ここで、C_vH_wO_xF_yN_zは、可燃性貨物対象品の分子式である。なお、FはClおよびBrも代表する。v, w, x, y, zは、成分原子の数である。理論空気量 n_A (モル数)は、

$$n_A = \frac{n_o}{0.21} = 4.76 \times \left(v + \frac{w-y-2x}{4} \right) \quad (3)$$

となる。

化学量論濃度：化学量論比、完全燃焼組成比、化学量論ガス濃度等ともいわれ、可燃ガス・蒸気と空気の混合体が完全燃焼する組成比をいう。燃焼爆発の強さは、この濃度の近傍で最大となる。化学量論濃度 n_oは、次式で計算できる。

表5 火災爆発危険性に関連する主要物性

物 性		一 般 的 特 性						燃 焼 特 性									
		*1 蒸発性	気体 比重	*2 液密度	蒸発 潜熱	液比 熱	*3 固有抵抗	反応 性	理論 酸素量	引火 点	発火 点	爆発 限界	*4 燃焼熱	最高 火炎 温度	着火 エネルギー	火炎 伝ば 速度	逸走 限界
燃 焼 性	可燃混合ガスの形成	○	○	○	○												
	発火のし易さ						○	○	○	○				○			○
	燃焼の大きさ、継続性 燃焼の強さ	○			○	○			○	○		○	○				
爆ごう性	爆ごう雰囲気形成	○	○		○	○		○				○					
	爆ごう発生し易さ															○	○
	爆ごうの強さ																
火災爆発 災 害	閉閉区域混合ガス爆発	○	○		○	○			○	○	○	○	○	○		○	○
	ジェット火炎	○			○	○			○	○	○	○	○	○			
	プール火災	○		○	○	○			○	○	○	○	○	○			
	蒸気雲火災爆発	○		○	○	○			○	○	○	○	○	○		○	○
	ファイアボール 爆ごう	○	○		○	○		○	○	○	○	○	○	○			○
防 爆 対 策		○	○				○		○	○	○			○		○	

* 1 沸点、蒸気圧等

* 2 液の電気抵抗率。導電率の逆数。静電気の帯電し易さを表わす。

* 3 海上流出貨液の拡がりに関連する。

* 4 可燃危険性を評価するには、真発熱量に関連する。

* 5 爆ごう限界および爆ごう危険指数。

表6 貨物対象品の主要燃焼特性

品名	引火点	爆発限界 (下限/上限) (vol%)	真発熱量 (kcal/kg) (1atm/25℃)	最高 火炎温度 (℃)	着火 エネルギー (mJ)	正常火炎 伝ば速度 (cm/sec)	火炎逸走 限界 (mm) すき間奥行 25mm	爆ごう限界 (下限/上限) (vol%)	爆ごう危険 指数 (括弧内は 酸素との 混合ガス)	理論 酸素量 (mol)
	発火点 (℃)									
アセトアルデヒド	$\frac{-35}{185}$	4/60	5,830		0.376		1.0	6.5/12	(10 ³)	2.5
ブタジエン(1.3-)	$\frac{<-18}{450}$	1.1/12	10,625	2160	0.17	60				5.5
ブタン(n-)	$\frac{-72}{450}$	15/8.4	10,930	1895	0.38	41	0.98	2/6.2	10 ⁹ (10 ³)	6.5
” (iso-)	$\frac{-81}{460}$	1.8/8.8	10,900	1900	0.52				10 ⁹ (10 ³)	6.5
1-ブテン(ブチレン類)	$\frac{-112}{383}$	1.6/10	10,830	1930		43.2				6.0
ジエチルエーテル	$\frac{-40}{180}$	1.9/48	8,800	1979	0.49	44	0.84	2.8/4.5	(10 ³)	6.0
ジメチルアミン	$\frac{<-50}{400}$	1.8/14.4	8,440			29				2.75
エタン	$\frac{-130}{515}$	3/15.5	11,350	1895	0.31	40.1	0.91	2.9/12.2	10 ⁹ (10 ³)	3.5
塩化エチル	$\frac{-50}{510}$	3.6/15	4,550							3.0
エチレン	$\frac{-}{450}$	2.7/36	11,270	1975	0.096	75	0.5	2.8/18	10 ⁸ (10 ²)	3.0
エチレンオキシド	$\frac{<-18}{428}$	3.0/100	6,500	2138	0.085	100		5.3/18	10 ⁷ (10 ¹)	2.5
イソブレン	$\frac{-50}{220}$	1.0/9.7	10,560	2071						7.0
イソプロピルアミン	$\frac{-26}{402}$	2/10.4	8,200		1.1以上					5.25
メタン(LNG)	$\frac{-187}{537}$	5/15	11,950	1875	0.33	37	1.14	6.5/12	10 ¹¹ (10 ³)	2.0
メチルアセチレン・ プロパジエン混合体		3.4/10.8*	11,030*		0.152*	69.9* 73.8**			10 ⁸ (10 ¹)*	組成比 による
塩化メチル	$\frac{-}{632}$	7/19	3,050							1.5
モノエチルアミン	$\frac{<-17.8}{385}$	3.5/14	8,220		2.4					3.75
プロパン	$\frac{-104}{466}$	2.1/9.5	11,080	1925	0.31	43	0.92	2.2/9.2	10 ⁹ (10 ³)	5.0
プロピレン	$\frac{-108}{497}$	2/11.7	10,940	1935	0.282	43.8	0.91	3.5/8.5	10 ⁸ (10 ²)	4.5
プロピレンオキシド	$\frac{-37.2}{465}$	2.1/37	7,300		0.19	77	0.7		10 ⁷ (10 ¹)	4.0
塩化ビニル	$\frac{-78}{472}$	3.4/33	4,540				0.96			2.5
ビニルエチルエーテル	$\frac{-46}{201.7}$	1.7/38	7,770						(10 ²)	5.5
塩化ビニリデン	$\frac{-10}{441}$	5.6/16	2,640				3.91			2.0

* メチルアセチレンの値

** プロパジエンの値

$$x_o = \frac{100}{1+n_o/0.21} = \frac{100}{1+n_A} : \text{vol \%} \quad (4)$$

燃焼熱：発熱量ともいう。火災爆発を問題にする場合、真発熱量をいう。総発熱量との関係は、次式で表わせる。

$$\text{真発熱量} = \text{総発熱量} - 5400 w_H : \text{kcal/kg} \quad (5)$$

w_H ：燃焼生成物中の水蒸気 (H_2O) となる水素の割合 (重量比)

爆ごう危険指数 (D_H)：爆ごうの起こし易さを表わす指数として次式で定義される。

$$D_H = \frac{\text{可燃混合ガスの最小起爆エネルギー}}{\text{アセチレン・酸素混合ガスの最小起爆エネルギー}} \quad (6)$$

これは、最も爆ごうを起こし易いアセチレン・酸素混合ガスの最小起爆エネルギー (0.4mJ) に対する比である。なお、アセチレン・空気混合ガスの D_H は、 10^5 である。

2・2 貨物火災爆発の種類

可燃性貨物の火災爆発危険を単一の物性値や指数で評価することは、困難である。液化ガスタンカーの可燃性

表7 液化ガスタンカーにおける貨物火災爆発

火災爆発の種類	状態・現象	危険性評価法	備考	
〔船内 (甲板上開放区域を含む。特記のないのは、開放区域)〕				
非漏えい・流出	混合ガス爆発 (閉固空間)	貨物格納設備やその他の貨物装置内における貨物ガス・蒸気と空気の混合ガスの着火爆発	化学量論濃度	ガスフリー不十分、空気の吸入等によって発生
	プール火災	破壊したタンク内貨物の燃焼	放射熱	
漏えい・流出	漏えい火災	少量の漏えい貨物の定常的燃焼	漏えい量×燃焼熱	ベント開口端での着火燃焼等
	ジェット火災	容器、管等の小孔からの噴出漏えい貨物の燃焼	火炎の大きさ (円錐形状) 放射熱	
	混合ガス爆発 (閉固区域)	貨物圧縮機室やその他の船内閉固区域に漏えい・流出した貨物ガス・蒸気の着火爆発	化学量論濃度 危険濃度到達時間	
	プール火災	船上のドリップパン等に漏えい・流出した貨物の燃焼	放射熱	
〔船外〕				
漏えい・流出	貨物ガス・蒸気の急速流出拡散による混合ガス爆発	急速かつ大量に漏えい・流出した貨物が空気と混合着火し、爆燃から爆ごう、あるいはファイアボールに至る。	爆風圧	圧力式および低温圧力式貯蔵のみ発生する
	海面流出火災 (海面プール火災)	大量に流出した貨物が早期に着火燃焼し、大きな火炎を形成	放射熱	
	大量ガスの爆発的燃焼 (ファイアボール)	瞬間的に大量漏えい・流出した貨物ガス・蒸気あるいは貨物の瞬時蒸発ガスが燃焼し、ファイアボールを形成	放射熱	瞬間的に空間な大きなガス塊が形成されたとき発生する
	蒸気雲火災爆発	大量に漏えい・流出した貨物が広範囲に拡散し、空気との可燃混合ガス雲を形成、着火燃焼	爆発下限濃度範囲	フラッシュ火災、爆燃、爆ごう、ファイアボール等の火災爆発のいずれか、または組み合わせ
容器の瞬間的破壊	蒸気爆発を原因とする火災爆発	蒸気爆発による内容物の瞬間的流出と同時に着火、爆燃、爆ごう、ファイアボール等の急激な燃焼形態	高温燃焼ガス到達範囲 放射熱	圧力式、および低温圧力式のみ発生と想定
	反応爆発による火災爆発	反応爆発による内容物の瞬間的流出と同時に急激燃焼。燃焼形態は、蒸気爆発と同じ。(蒸気爆発併発を含む)	高温燃焼ガス到達範囲 放射熱	可燃危険性物質である反応危険性貨物において発生

貨物の危険性は、起こり得る貨物火災爆発事故災害の危険度を予測することによって評価できる。

貨物火災爆発における燃焼形態に応じた火災爆発の種類は、表7のようになる。

表7についての補足は、次のとおり。

閉囲区域内混合ガス爆発は、一般的には、爆燃が起こると考えられる。細長いダクトのような閉囲区域では、爆燃から爆ごうに至ることもあり得る。

プール火災とは、プール状に貯まった液面上で蒸発ガスと空気が混合して燃焼する拡散燃焼の形態の火災で大きな火災が形成される。液化ガスタンカーの船内では、タンク頂部が大破壊した状態での燃焼、ドリップパンに貯った貨物の燃焼が想定される。海上に大量流出して拡がった貨物が着火燃焼する場合、これを海面プール火災または海上流出火災という。

ジェット火災とは、小孔から連続的に噴出する可燃性ガスに直ちに着火し、その場所ではほぼ定常的に燃焼して形成する火災をいう²⁴⁾。しかし、流出速度が大きいと、火災の吹き飛びや吹き消えが起こって、未燃ガスがばらまかれる状態となり、はなはだ危険な状態となる。トーチ火災ともいう。

開放区域における瞬間的な混合ガス爆発は、圧力式または低温圧力式の可燃液化ガスが瞬時に大量に流出したとき発生する。これは、蒸気爆発やブレーブ(BLEVE：沸騰液体膨張蒸気爆発)といわれる爆発現象を伴う燃焼形式である。爆ごうやファイアボールが発生すると想定される。

ファイアボールとは、大量の可燃性ガス・蒸気が突然燃焼したときに生ずる球状の炎と定義される。ファイアボールは、前述の蒸気爆発、圧力式や低温圧力式タンクからの大量の放出ガス(安全弁)、貨物蒸気雲火災爆発等の際に発生する。

貨物蒸気雲火災爆発とは、表7に定義した燃焼形式である。この場合、着火点から火災が急速に伝ばするフラッシュ火災、爆燃、ファイアボール、さらには爆ごうに至ることもあると予測される。

危険性評価では、これらの火災爆発の全てについてとりあげるのは繁雑に過ぎる。したがって、総合的な危険度に影響しない事例は、省略する。(個々の事例の危険性を評価する場合は、別) 液化ガスタンカーの通常運航状態を対照とする評価では、一般的に、次に掲げる事例を想定すればよい。

〔船内漏えい・流出〕

- (a) 閉囲区域における混合ガス爆発：貨物ポンプ・圧縮機室、およびその他の可燃性雰囲気ガスを形

成するおそれのある閉囲区域。

〔船外漏えい・流出〕

- (b) 海面流出火災(海面プール火災)：大量の貨物海上流出事故によって発生すると想定するプール火災。
 - (c) 貨物蒸気雲火災爆発：大量の貨物流出事故によって発生すると想定。
 - (d) 急激な貨物ガス・蒸気の流出拡散による混合ガス爆発：高圧ガスや高圧飽和液化ガスの短期間噴出事故のとき発生すると想定。燃焼形態としては、爆ごうとファイアボールを考える。
 - (e) ファイアボール：前d)の事故の際発生するとして評価する。さらに、高圧飽和液化ガスの周辺火災時の安全弁放出ガスによって発生した場合も検討する。
- 〔瞬間的破壊・流出・拡散〕
- (f) 蒸気爆発に引続く混合ガス爆発：高圧飽和液化ガスの貯蔵容器・タンクの大破壊時発生と想定。
 - (g) 反応爆発に引続く混合ガス爆発：反応危険性で、かつ、可燃危険性貨物の場合、発生すると想定。相互反応危険性貨物は、そのような組み合わせのおそれがある場合、考慮する。

以上を要約すると、図1のようになる。

これらの評価では、貨物の漏えい・流出および拡散、さらに、火災爆発の強さを適当な災害モデルについて解析する必要がある。

2・3 特殊な火災爆発危険性を有する貨物対象品

アンモニアおよび臭化メチルは、一般的には可燃性危険物の範ちゅうにはいれられていない。しかし、可燃物

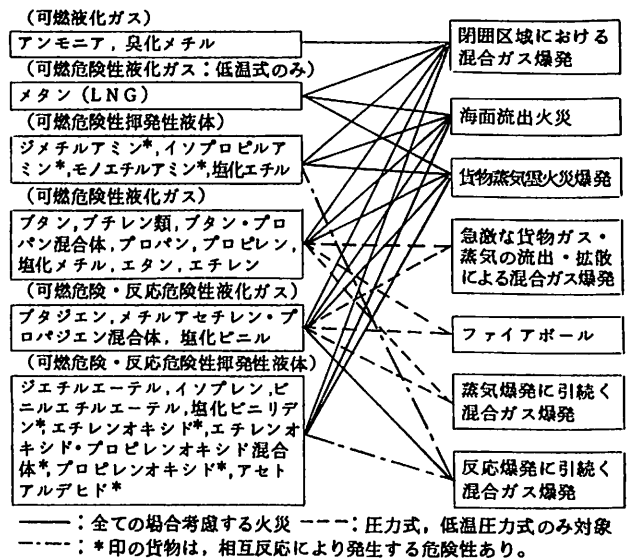


図1 液化ガスタンカーの危険性評価の対象とする火災爆発

表 8 特殊な可燃物質/支燃物質の燃焼特性

	発火点 (°C)	爆発範囲 (下限/上限 vol.%)	燃 焼 熱 (k cal / kg)	着火エネルギー (mJ)	火炎逸走限界 すき間の奥行25mm(mm)
アンモニア	651	15 / 28	4,705	680	3.38
臭化メチル	537	10 / 15	1,620	33ないし* 330	
塩素中の水素 (水素・塩素混合体)		5.5 / 89	22,000		

* : メタンの 100ないし1000倍の着火エネルギー

質であるから何らかの火災爆発危険性を有する。また、塩素は、不燃性物質であるが、支燃性物質であり、他の物質を燃焼させ得る。これらの物質の燃焼特性は、表 8 に示すとおり。

(1) アンモニア

アンモニアは、表 8 に掲げるように、燃焼範囲小、着火エネルギー大、かつ、高発火点の物質である。また、燃焼熱も、炭化水素系の燃料の半分以下である。これは、燃えにくく、燃焼の強さも小さいことを表わす。しかし、条件が整えば、燃焼爆発する物質であり、事故例もある。

文献¹²⁾に掲げられている278件のアンモニア関係の事故災害278件中、燃焼反応を伴ったのは、16件である。これは、いずれも、閉鎖空間でのみ発生している。この16件中、着火源が明らかなのは、次の9件である。

- ガス圧縮機内で空気と混合圧縮して着火爆発 : 2件
- 漏えいアンモニアガスに着火 : 6件
(ストーブ・こんろ : 5件, 電気火花 : 1件)
- アンモニア・酸素混合ガスの入っている管を溶接 : 1件

開放空間におけるアンモニアの火災爆発事例は、報じられていない。また、実験¹³⁾では、開放容器(3'×3'×2')に液化アンモニアを注ぎ、着火源を表面に近づけたとき、フラッシュ燃焼している。ただし、火炎を継続させることはできなかったようである。

以上から、アンモニアは、閉鎖区域における火災爆発の危険を有するが、開放区域では、極めて発生し難いと考えられる。したがって、安全対策および危険性評価のいずれも、閉鎖区域を考えればよい。

(2) 臭化メチル

臭化メチルは、表 8 に掲げるように爆発限界が狭く、消火剤として使用されることもある物質である。また、燃焼熱も低く、かつ、着火エネルギーは高い。さらに、可燃危険等級は、表 4 や文献³⁾⁴⁾⁵⁾によっても“1”であり、アンモニアと同じである。臭化メチルの火災爆発例は、これまで報じられていない。

結局、可燃危険性は、アンモニアと同程度かあるいはそれ以下と推定される。したがって、安全対策および危険性評価のいずれも、アンモニアと同様、閉鎖区域における火災爆発のみを想定すればよい。しかし、規則¹⁾では、臭化メチルをLNG、LPG等と同じ可燃危険性貨物と指定している。これは、今後、さらに検討すべき点である。

(3) 塩 素

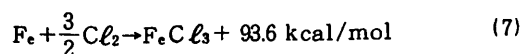
塩素は、不燃性であるが、支燃性を有する。多くの金属は、圧力下の加熱(200~300°C)で塩素中において激しく燃焼する。また、塩素中の水素の爆発下限は、表 8 に示すように 5.5 vol. % である。

文献²⁾¹²⁾中の162件の塩素の事故災害例中、塩素の支燃性に関連する事例は、次の6件がある。

- 水素・塩素、または水素・塩素・
空気の混合ガス爆発 : 5件
- 塩素が入っている鋼管の溶接による燃焼 : 1件

液化ガスタンカーの場合、不純物として問題になる程度の量の水素を含む液化塩素は、貨物として扱うことはないと考えられる。しかし、例え僅かの量の水素しか含まなくても、蒸発・凝縮によって高濃度の水素を含む気相が形成される点に留意すべきである。0.3ないし0.5 mol. % の水素を含む塩素ガスの凝縮により、水素高濃度気相が形成され、燃焼反応を起こした事例もある²⁾。

鉄と塩素の燃焼反応式は、



である。これは、鉄を燃焼欠損させ得る程度の発熱量となる。このような反応の発生を防ぐためには、鉄と接触する塩素の温度を200°C以下とする必要がある。

塩素の支燃性による危険は、設計・計画における安全対策として考慮する必要がある。例えば、塩素の取扱いにおける温度・圧力の制限、修理工事の安全措置等である。このような安全対策が講じられている場合、危険性評価では、支燃性による危険を考えなくてもよい。

船舶電子航法ノート (105)

木村 小一

A・7・2 ソ連の航行衛星システム

ソ連の航行衛星システムについては、このノートの28(1979年2月号)で紹介するとともに、パリのエアショーに出品されたその衛星や航法装置の写真を同年9月号で紹介した。1984年5月にイギリスのRoyal Institute of Navigationが開催した全世界的な民間用衛星航法システムに関する研究集会では、レニングラードの船舶研究所のA. Yakushenkovが、このシステムがTsikada(またはCikada)システムと呼ばれているなどの講演を行なっている。

その講演によれば、ソ連の商船隊の大半は船載の衛星航法受信機を備えている。航海時間の損失と航法精度との間には、船の速力をV、航路からのRMS偏位をm、船の航路からの偏位の自己相関の減衰係数を α とすると、

$$\frac{\Delta t}{t} = \alpha^2 \frac{m^2}{2V^2}$$

の関係があり、mの値は、 m_{obs} を測位のRMS誤差、 m_{DR} を測位と測位との推測航法誤差とすると、

$$m = \sqrt{m_{obs}^2 + m_{DR}^2}$$

で、 $m_{DR} = kT$ 、ここで、kは経験的な係数で $k = 0.3 + 0.8T$ 、Tは測位後の経過時間であるとしている。ここで示した式は必ずしもその誘導が明らかではないが、一応原文のまま示した。

事故の危険を減らすことへの航法精度の影響を評価するには、その中へ船が入ってはいけない危険円を考慮して、事故が発生する危険は、測位精度を表わす誤差円の半径が危険円の半径より大きくなると、危険が存在すると考えている。危険円内での衝突の確率はつぎのような表現で計算される。

$$P = e^{-r^2/2m^2}$$

ここで、rは危険円の半径である。二つの測位システムを比較するときは、上式の確率の差 ΔP を航法精度に対する事故の危険の相対的な変化を表わすのに使用される。これらを用いて、年間の費用に対する効果を表わすのに、上述の考えを使うには、トン数当りの船舶の航海時間、燃費を含む運航経費、事故による損失経費の平均などの知識と装置の精度性能が必要である。

例えば10万DWTのドライカーゴ船の場合、年間の航

表A・7・12 二次のシステムの衛星の交代経過と軌道 (数値は打上げ時の昇交点経度を度で示してある。)

Cosmos	514	574	586	627	628	663	689	729	800	823	846	890	962	994	1027
514	199														
574	330	31													
586	266	327	29												
627	(187)	250	311	189											
628		236	(297)	175	297										
663		118		57	(178)	179									
689		(35)		334		96	35								
729				(197)		318	258	197							
800						(106)	47	346	285						
823							319	(258)	197	258					
846							(277)		150	216	277				
890									27	(88)	147	90			
962									182		(209)	244	305		
994									(81)			143	204	81	
1027												(45)	104	342	45

注：Tsikadaシステムの衛星は極軌道衛星でないために昇交点経度が摂動によって変化をする。従って、縦軸の衛星(Cosmos番号)が打上げられたときの各衛星の昇交点経度が横並びに示してある。カッコ内の値は交代となった衛星の値であるので代りの衛星がどれであるかは横並びのほぼ同じ値の衛星からわかる。(Cosmos 663 (106°)の代りはCosmos 800で、この場合は180°(実際は179°)異なっていて、衛星が逆まわりになっている。)

第A・7・13表 三次のシステムの衛星の交代経過と軌道

Cosmos	700	726	755	778	789	864	887	894	928	951	971	985	991	996	1011
700 (1)	303														
726 (2)	225	347													
755 (3)	132	255	193												
778 (4)	72	194	132	225											
789 (5)	15	137	75	168	45										
804 (6)	105	288	226	320	197	256									
887 (7)	121	(244)	181	276	153	212	243								
894 (8)	(77)		137	232	109	168	198	77							
928 (1)		(35)	132	9	66	97	336	35							
951 (2)			86	(324)	21	51	290	349	321						
971 (3)			(12)		306	336	215	275	247	7					
985 (4)					288	318	(197)	256	229	348	196				
991 (5)					256	(288)		225	198	317	165	287			
996 (7)					(236)			204	177	297	144	266	236		
1011 (6)								(163)	136	255	103	225	194	164	

海時間を約50%とし、2m=0.5海里、T=1.5時間となるような低軌道の航行衛星システムを使うと、その経済性は半年で正当化され、ソ連の石油代では経済効率にして10%の油代が節約され、事故率減少の確率は12%程度となる。船舶がより大型になり、また、航海時間のパーセントが増加すると経済効果はより大きくなるので、衛星航法は主として大型タンカーから実用化されている。

このソ連の航行衛星システムの電波はイギリスのあるグループが受信して解析しており、その結果は前にこのノートでも報告したが、その後、より詳しい解析がなされているのでそれを以下に紹介する。但し、これは1970年代の末ごろまでの状況である。

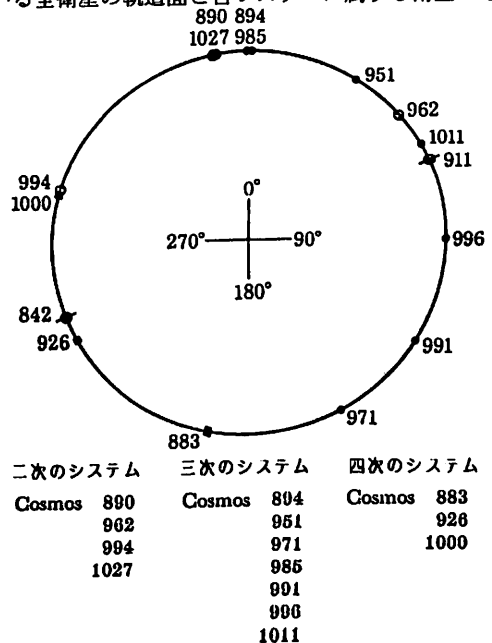
まず、一次の赤道に対する傾斜角74°のシステムはすでにこのノートの図の第4・21表と第4・65図で示してあるので繰返さないが、つぎの二次のシステム（仮称）は傾斜角が83°となり1972年8月打上げのCosmos 514が最初の打上げで、その後軌道面間隔60°で、Cosmos 574と586が打上げられ、このシステムが完成した。（傾斜角の60°の間隔というのは、一次のシステムの120°とは軌道面は同じでも回転が逆になっている。）

その後のこの二次のシステムの衛星の交代の様子は第A・7・12表に示すとおりであるが、Cosmos 800はCosmos 663の代りではあるが、それとは180°異なる面、すなわち、回転が逆になるように置かれた。これは、つぎの三次のシステムを考えてのこととされている。

1974年12月打上げのCosmos 700は二次のシステムのCosmos 627から20°離れた軌道面に置かれ、明らかに従来のパターンとは異なっていた。これを三次のシステムと呼ぶと、それはCosmos 726と755によって、軌道面が各60°離れた3衛星のシステムとなったが、更に、

第A・7・13表に示すように、1975年11月打上げのCosmos 778から868までによって、軌道面間隔が30°の6衛星によるシステムに拡張されている。その後のこのシステムの交代衛星も同じ表に示してあるが、表の左端の衛星番号のあとのカッコ内の数字は衛星の識別番号である。

その後、識別番号11, 12, 13という別の衛星グループであるCosmos 883, 926, 1000が打上げられているが、これは軌道面間隔が45°の四次のシステムというべきものと考えられている。1978年10月10日現在に電波を出している全衛星の軌道面と各システムに属する衛星のCos-



第A・7・70図 Tsikadaシステムの衛星の昇交点経度 (1978年10月10日)

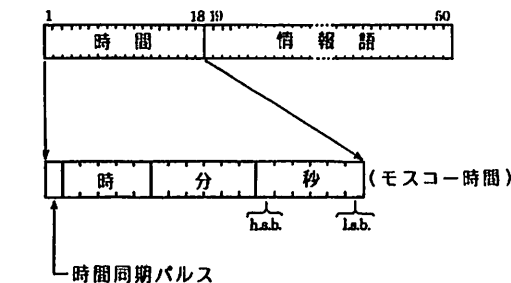
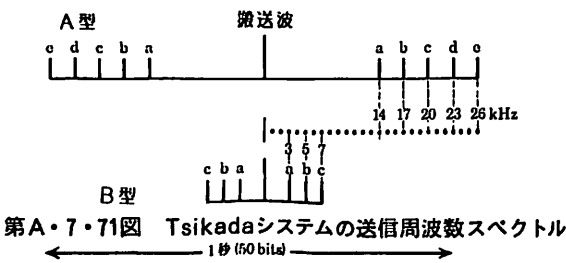
mos番号は第A・7・70図に示すとおりである。Cosmos 842と911は前の二つの表にない衛星であるが電波を出しているもので、この二つは軌道面間隔が180°(同じ軌道面を逆の方向にまわっている)のものであるが、どの組の衛星に属するかは明らかにされていない。

各Cosmos衛星からの送信周波数(推定値)は第A・7・14表に示す4種類があり、何れもその周波数は3対8の整数比に保たれている。NNSS(Transit)の衛星とは異なって400MHz帯の送信は非変調で、150MHz帯のみに軌道データなどの変調が加えられている。送信の有効放射電力は10W程度と考えられ、送信は連続ではない。

150MHz帯での変調の内容は、前にこのノートで述べたよりもより詳しく解析されているが、前にもノートで述べてあるように、それは仮にA型とB型と名付けた二つの変調型式である。ともに50bps(毎秒50ビット)のデータ変調で、それらの変調のスペクトルは第A・7・71図に示すとおりで、A型は二次のシステムに使用されているものである。

このA型の変調ではデータは四つの側帯a(14kHz), b(17kHz), c(20kHz), d(23kHz)を使って送信される。2進符号の「1」は14kHzと17kHzが交互に使用され、「0」は20kHzと23kHzが交互に使用される。例えば、2進符号の「1011001」を送信するにはa, c, b, a, d, c, bという順に送信される。5番目の側帯e(26kHz)は時間同期信号で、20msごとのパルスが送信されている。

第A・7・72図の下段に示すB型の変調は二次以外のシステムに使われているもので、データ伝送には二つの



第A・7・72図 1秒間のサブフレームの内容

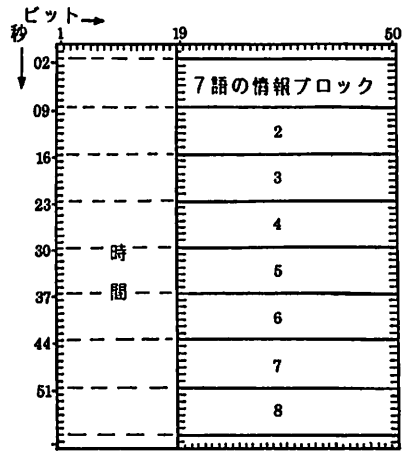
第A・7・14表 航行衛星の周波数

システム	VHF帯 (MHz)	UHF帯 (MHz)
Tsikada	149.9625	399.9
Tsikada	149.975	399.933
NNSS	149.988	399.968
Tsikada	150.00	400.00
Tsikada	150.0375	400.1

側帯波a(3kHz)とb(5kHz)を使い、毎秒ごとの時間同期信号は側帯波c(7kHz)で送信されている。二つの側帯波で2進符号を送るために転移式のコード化を使い、「1」は3kHzから5kHzへの移り変りなどで送られ、「0」は移り変りなしの形で送られるよう考えられている。図には示していないが低振幅の偶数と奇数の側帯波の高周波が普通存在する。以下のデータ様式はこのB型の変調によるものを主として示す。(A型の変調のものはノート図に示してある。)

毎秒50ビットのデータは第A・7・72図に示すように時間同期パルスが先行し、そのあとモスコウ時間を示す17ビットのあと32ビットの情報語が続く。時間は時間同期パルスの時間を示している。

第A・7・73図はこの1秒のサブフレームが60集った1分フレームを示す。図に示したように0.2秒ではじまる7サブフレームの情報語によって7語の情報ブロックを構成し、同様に09, 16, 23, 30, 37, 44, 51秒にはじまる併せて8ブロックの7語の情報語が含まれている。ある語を受信したとき、各ブロックの中のその場所、その情報の目的は、その語に先行する秒の値によってきまってくる。00~01秒の二つのサブフレームの情報語の部分は「0」が32ビット続き、無情報であり、分の終りの58~59



第A・7・73図 1分間フレームの内容

の2サブフレームの情報語はビット35を除いてすべてが「0」である。

7語の情報ブロック1~4は送信している衛星の軌道情報を地心直交座標系で示したもので(仮に座標ブロックと呼ぶ)Xは経度0°, 緯度-0°, Yは緯度0°, 経度-90°E, Zは90°N方向である。ブロック1と3, また2と4は同じ情報を繰返して放送し, 奇数の1と3はtの値を, 偶数の2と4は(t+3)分の値が表示され, 同じ表示は3回(3分間)繰返され, 3分たつと, 前回の(t+3)分の値が1と3に入り, 2と4には新しく(t+3)分の値が入る。(第A・7・75図参照)

この座標ブロックの7語のデータの内容は第A・7・15表に示す。dx/dtなどの座標値の変化率(速度)が示してあるのは, 座標値の補間をするためと考えられている。1~6語は浮動小数点表示で, 第A・7・74図に示す構成で+32768~-32768を示し, 最小表示値は $\pm 1.52587 \times 10^{-6}$ である。7語のビット27~37はその座標値のt(整数値)を表わし, その前後の8ビットずつの部分は, この座標ブロックの各データにはパリティ(誤り検出または訂正用)ビットが含まれていないので, その代りの何かではないかとされている。

1分フレームの残りの4ブロック, ブロック5, 6, 7, 8はシステムに属する各衛星の軌道を軌道要素の形で示したものであり, この送信をしている衛星自身のもも含まれていて, そのデータは必ずブロック5に現われるようになっている。前述した軌道面間隔30°のシステムは6衛星で構成されているので, 一つの1分フレームでそのすべてを表示することはできないので, 二つの1分フレームを使って, 第A・7・75図に示すように表示をされ, 2分ごとと同じデータが繰返し送信される。

この場合, 各衛星には識別番号がつけられるが, これは, 第A・7・13表にも示したように, ある衛星に固有であるが, 再使用されることになっている。軌道面間隔30°のシステムでは1~8が使用され, 45°間隔のシステムの第A・7・70図に示し3衛星に対しては前述したように11, 12, 13が割当られている。

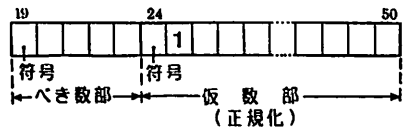
この軌道要素のブロックの表示内容は第A・7・16表に示すとおりであり, 1週間は同じデータが送信されている。軌道面間隔30°のシステムでは, モスコー時間の金曜日の24時のあとの第1回目の昇交点が普通は基準となっている。これらのデータはアメリカにおける追跡データと良く一致しているとされている。この各ブロックには「1」が偶数個になるよう

第A・7・15表 衛星の座標を示す各ブロックの情報語の内容

語	数値の内容	単位
1	X座標	km
2	Y座標	km
3	Z座標	km
4	dx/dt (X座標の速度)	km/s
5	dy/dt (Y座標の速度)	km/s
6	dz/dt (Z座標の速度)	km/s
7	(a) ビット27~37は時間 t (b) 残りのビットは本文参照	日の分

第A・7・16表 衛星の軌道要素を示す各ブロックの情報語の内容

語	数値の内容	単位	パリティビットの位置
1	昇交点経度(東向き)	ラジアン	50
2	赤道に対する軌道傾斜角	ラジアン	24
3	(a) ビット19~23は衛星の識別番号 (b) ビット25~50は長半径	— km	24 —
4	定数 $K_1 = +e \sin \omega$	—	19
5	定数 $K_2 = +e \cos \omega$	—	19
6	軌道周期	min	19
7	近地点通過時間の (a) ビット20~23は月 (b) ビット24~28は日 (c) ビット29~34は時 (d) ビット35~39は分 (e) ビット40~50は分の小数以下	—	19
		—	—
		—	—
		—	—
		—	—



第A・7・74図 浮動小数点表示の内容

フレーム番号	4	5	6	7	8	9
座標ブロック	1	分 3	3	3	6	6
	2	6	6	6	9	9
	3	3	3	3	6	6
	4	6	6	6	9	9
軌道要素ブロック	5	衛星 a	e	a	e	a
	6	b	f	b	f	f
	7	e	g	e	g	g
	8	d	h	d	h	h

第A・7・75図 フレームからフレームへのデータの変化

にするパリティビットがあり、その位置もまた表に示してある。

なお、前記のソ連側の論文には、このTsikadaシステムについては簡単につきのようなことを明らかにしているので、重複するところもあるが列挙しておく。

(1) 衛星の軌道高度は1,000 km, 傾斜角83°, 周期は105分である。

(2) 衛星には軌道修正の機能はなく、衛星が相互に接近し、周波数の分離が困難になるようなときは、地上からのコマンドによって衛星からの電波を停止する。衛星からの軌道データは24時間ごとに更新される。送信電力は3 Wである。

(3) 受信機はSkhumaと呼ばれ、2チャンネルの受信機である。150MHz帯のチャンネルは衛星からの軌道データと時間基準の受信に使用されるほか、ドップラー周波数の測定に使用される。400MHz帯のチャンネルは衛星からの非変調信号のドップラーシフトの測定に専ら使

用される。ドップラーシフトに対応するため、信号は3~9kHzサーチされる。信号処理と測位計算用には計算機が使用される。

(4) Skhumaの測位精度は速度入力が正確なときは約0.05海里である。速度の入力誤差1kt当りの測位誤差の追加は0.2海里である。利用者時計の誤差は±0.5秒である。衛星は仰角15~75°のものを使用する。船会社からの報告では、静止測位での測位誤差は80~100m, 航行中の船舶では0.095%の確率で、0.5海里までであるとされている。

参考文献

- 1) A. Yakushenkov: Satellite Navigation systems for the USSR Merchant Marine, Jour. of Navigation, Vol. 38, No. 1 (1985)
- 2) C. D. Wood & G. E. Perry: The Russian satellite Navigation system, Phil Trans. R. Soc. Lond. A. 294 (1980)

技術短信

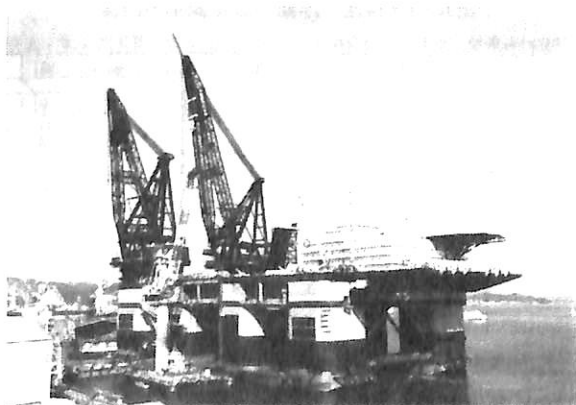
技術短信

世界最大の半潜水型クレーンバージ
“マクダーモット・デリック・バージ
No. 102” 引き渡し

三井造船株式会社玉野事業所にて建造中の米国のマリコントラクター、マクダーモット・インターナショナル社 (McDermott International, Inc.) 向け世界最大の半潜水型クレーンバージ“マクダーモット・デリック・バージNo. 102” (McDermott Derrick Barge No. 102) は、昨年12月20日船主に引き渡された。

本バージは、北海をはじめとする世界の厳しい海象条件下において海底石油の開発・生産に係わる大型海洋構造物の補修、搭載、撤去などの海洋工事を安全に行えるよう設計されている。

本バージに搭載している2基の世界最大巡回クレーン



は、最大吊り上げ能力6,600ST(合計13,200ST)を有し、同社玉野事業所で製作、組み立てられた。

本バージは、いわゆる“Floating Hotel”としての機能も有し、厳しい環境条件の中でも作業員が快適な生活をおくることができる。

本バージの係留装置として、3,050m/76mm径の係留索12本、20MTデルタ・フリッパー型アンカー12個、電動シングルドラム・ウインチ12基を装備している。さらに、3,000馬力のスラスター6基による自動船位保持装置(DPS)を有し、安定した操船性を確保できる。

主要目

全長	198.9 m	全幅	95.5 m
深さ	(船底より主甲板まで)		49.5 m
喫水	(稼動時最大)		31.6 m
	(通常稼動時)		26.6 m
総トン数	136,709 T	純トン数	41,012 T
航海速度	8ノット	デッキロード	12,000 MT
船籍	パナマ	船級	ABS
証明書		DEN/NMD Certificate of Compliance	
スラスター		3,000馬力×6基	
主発電機		4,600 kWディーゼル駆動×6基	
巡回クレーン		AHDモデル5,000×2基	
		最大吊り上げ能力6,600ST×1基	
定員		750名(将来家具類等の追加により1,500名まで増員可能)	

●推進技術の将来

ソーラーボート“SIKRINERK”が採用した 太陽電池推進システム

松下電器産業株式会社

1. はじめに

ソーラーボートは、太陽電池を電源装置としてモーターを駆動させることによって航走する。このボートは排水量型で、軽くするために苦心した。造波抵抗を少なくするため船体は細長く、復原性をよくするため丸い船底となった。

ソーラーボートの主要目

全長	8.98 m
垂線間長さ	6.30 m
幅	2.39 m
喫水	0.32 m
バラスト	0.225 t
総重量	0.894 T (船体のみ：0.260 T)
モータ	0.5 PS (48V)

2. 太陽電池の電源装置

2・1 太陽電池の容量

直径10cmの単結晶シリコン太陽電池素子を1000枚用いて、最大出力1120Wが得られるようになっている。これ

は、今回の航路にあたるハワイから父島の太平洋上の条件の良い状態では1日当り7kW・hの発生電力量となり、一般家庭の通常消費量に相当する(1カ月で210kW・h)。

2・2 太陽電池モジュール

万が一転覆した場合、復原力をよくするために軽量化してある。特殊なカバーガラス、フレーム等を用い、通常モジュールの半分位の重量である。複雑な曲面構造を有する艇上に多くのモジュールを搭載すべく形状を工夫し、大小合せて48個のモジュールが使われている。取り付け角度、ローリング等により、太陽光の入射角度が変化して受光エネルギーが変動しても全体の出力バランスが崩れないよう配置してある。

2・3 バッテリー

陰極吸収式シール形鉛蓄電池(LCR)を使用しており、特長は次の通りである。(イ)充電中に発生するガスを陰極に吸収させる密閉方式のためメンテナンスフリー。(ロ)従来品に比べ、容積で30%、重量で15%、コンパクト化した小型軽量タイプ。(ハ)ガス、酸霧の発生がなく倒しても漏液のない安全設計。(ニ)その他、自己放電の少ない高率放電特性に優れた電池である。



◀航海中のソーラーボート
“SIKRINERK”

2・4 駆動用モータ

スクリューを回転させ艇を推進するためのモータは、高効率ブラシレス直流モータで特別に開発したものである。特徴は、(1)変動が大きい限られたエネルギーを効率よく利用しており、モータの効率は80%である。(2)航海中、万が一事故があっては困るので信頼性を確認した。(3)夜間の航行に際し低いパワーでも作動し逆に蓄電池からのフルパワーでも推進できるように設計している。

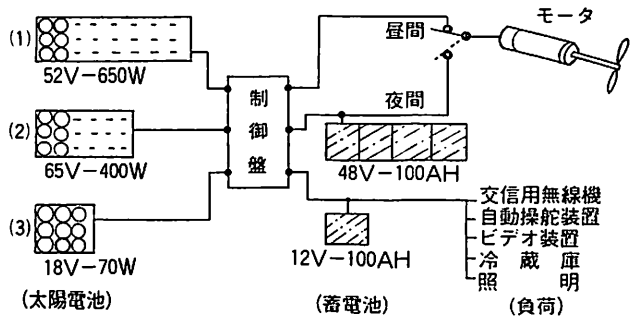


図1 電源装置の構成

2・5 電源装置の構成

1120Wの太陽電池は、電源として3つの系統に分けてある。そのそれぞれは、

- (1) 昼間、直接モータを作動させるために太陽電池650Wを用いている。
- (2) 夜間、蓄電池でモータを作動させるために、昼間蓄電池に充電するのに要する分で太陽電池400Wを用いている。
- (3) 無線機、ビデオ撮り、冷蔵庫等々の電源として何時でも使えるように蓄電池に充電しておくためのもので、太陽電池70Wを用いている。

これら、太陽電池、蓄電池および負荷が正常に働くように制御・監視し、スイッチ操作も簡単にできる制御盤を備えている。その様子を簡単に図1で示す。

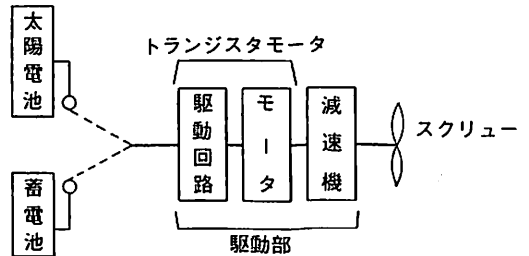


図2 駆動用トランジスタモータの構成

3. 駆動用トランジスタモータ

このモータは、アフリカ、中近東の電力設備のない砂漠地域における飲料水、灌漑用として開発されたソーラポンプ駆動用トランジスタモータの仕様をベースに、信頼性を充分強化し、特別にソーラボートスクリュー駆動用として開発したものである。

3・1 仕様

- 出力 約400W (約1/2馬力)
- 最大電圧 DC72V (許容電圧範囲20V~72V)
- 最大電流 電流制限2段切替 (夜間走行のため)
14A…高速(フルパワー) 7A…低速

3・2 特長

(1) 太陽電池直結運転

天候の影響で変動する太陽電池の出力を最大限利用するため許容電圧範囲を20V~72Vと広くとっている。そのため曇天でもスクリューを回転させ艇を推進することができる。

(2) 長寿命ブラシレス仕様

摩耗部品がなく、航海中に部品交換を行う必要がない。

(3) 高効率

限られたエネルギー効率をよく利用するため、モータ効率80%を達成している。

(4) 耐水構造

水の浸入を防ぐため、部品の接合部を全てゴムシールし密封構造となっているので水中運転も可能であり、モータに海水がかかっても内部に浸入することがなく故障しない。

(5) 電流制限機能

夜間の走行に際し、蓄電池から低いパワーでも作動でき、逆にフルパワーでも推進できるように電流制限レベルを2段設定した設計となっている。

(6) 高信頼性

信頼性も高く様々な保護がなされている。(1)日射量の変動で太陽電池の電圧が低くなった場合(20V以下)、モータを停止させる低電圧保護。(2)太陽がモータを直射し、内蔵回路温度が異常高温になった場合、モータを停止させる回路熱保護。(3)海上のゴミ、海藻等がスクリューに絡みロックした場合、モータを停止させるロック保護等が制御回路に付加され、またハイグレードおよび容量の大きい電子部品を使用しており、航海中に事故が起こらないよう充分考慮している。

ソーラボート“SIKRINERK”駆動用トランジスタモータの構成を図2に示す。

<第 49 回>

第22回海洋環境保護委員会の報告

運輸省 海上技術安全局

標記会合は、去る昭和60年12月2日から12月6日迄ロンドンのIMO本部において、日本を含む45ヶ国の政府代表及び1の国連専門機関の代表、並びに19の政府間/非政府機関からのオブザーバーが参加して開催された。

主な議題は以下のとおりである。

- ① MARPOL73/78条約附属書Ⅱの改正の審議及び採択
- ② 改正 P&A 基準（有害液体物質の排出の方法と設備に関する改正基準）の審議及び採択
- ③ IBCコード（国際バルクケミカルコード）及びBCHコード（バルクケミカルコード）の審議及び採択
- ④ MARPOL73/78条約の統一解釈
- ⑤ 附属書Ⅱの有害液体物質の受け入れ施設のガイドライン
- ⑥ 油水分離装置及び油排出監視制御装置
- ⑦ MARPOL73/78条約選択附属書Ⅲ,Ⅳ,Ⅴの実施について
- ⑧ MARPOL73/78条約議定書Ⅰの改正
- ⑨ その他

本会合は、各種改正、基準及び勧告を採択した重要なものであったので、以下、上記主要議題について経緯も含めてその審議の概略を説明する。

1. MARPOL 73/78 条約附属書Ⅱの改正の審議及び採択

(1) 経緯

MARPOL73/78条約（1973年の船舶による汚染の防止のための国際条約に関する1978年の議定書）は、手続等を定めた本文（議定書Ⅰ及び議定書Ⅱを含む）と5つの附属書によって構成され、船舶による海洋汚染の防止に関し、包括的な規制内容を定めている。

附属書Ⅱでは、ばら積みの有害液体物質の排出に関する規制が定められているが、MARPOL73/78条約の採択時に附属書Ⅱの規制の実施にあたって解決すべき問題が残っていることが認識されていたこともあり、附属書Ⅱについては条約自体の発効日から3年（又はMEPCで決定されるそれより長い期間）の実施猶予期間が定められて、その間に附属書Ⅱの実施上の問題を解決するこ

ととされている。

MEPCでは、附属書Ⅱの規制内容は現行の規定のままでは実施が困難である等の理由から、その改正案が検討されてきた。附属書Ⅱの改正方法及びその実施時期については、第21回MEPCまでの我が国の提案・対処により、「附属書Ⅱの改正は正式改正手続に従うものとし、当初予定されていた附属書Ⅱの実施時期（昭和61年10月2日）を附属書Ⅱの改正の発効時期（昭和62年4月）に合わせて附属書Ⅱの規制をその改正内容を含んだ形で実施する。」ことが合意されており、今回のMEPCでは、附属書Ⅱの改正案の審議及び採択と同時に附属書Ⅱ自体の実施時期の決定が行なわれた。

(2) 審議概要

(i) 改正方法及び実施日

附属書Ⅱの改正方法については、従来のMEPCにおける合意のとおり、Tacit方式*（異議通告期間10ヶ月）となり、また、附属書Ⅱの実施時期及びその改正の発効時期は昭和62年4月6日となった（*：採択されてから一定の期間内に、一定以上の締約国の異議が通告されない限り、当該期間を経過した日に条約やその改正等が受諾されたものとみなす方式）。

(ii) 改正案の審議

1985年（昭和60年）5月13日付けで回章された附属書Ⅱの改正案及び各国の提案について審議された結果、C類*の油類似物質を運送する150m以上の現存油タンカーには船型3のケミカルタンカーの損傷時復原性要件をコードの適用規則に従って要求することとなった（*：A、B、C、D類とは、MARPOL73/78条約附属書Ⅱで定められた物質の分類で、最も危険なものをA類物質として分類し、以下順にB、C、D類としている）。

また、物質表についても検討が行われ、コールタール及びクレオソート（コールタール）については、コールタールは物質表に記載せず、またクレオソート（コールタール）はGESAMP*における評価が未了のため、暫定的に従来通りC類物質として記載された。（*：GESAMPとは、海洋汚染の科学的な面に関する専門家の集団であり、IMO、FAO、UNESCO、UN等に情報を与えている。スポンサーは、上記の国連専門機関及び国連で

ある。) アクロレイン、ヒドラジン等5物質については、危険性が高いためにばら積み運送されていないので物質表から削除された。水酸化ナトリウム(苛性ソーダ)水溶液はC類物質からD類物質に変更された。また、物質数は584となった。

上記のような審議を経た後、改正案は採択された。

2. 改正P & A基準(有害液体物質の排出の方法と設備に関する改正基準)の審議及び採択

(1) 経緯

MARPOL73/78条約附属書Ⅱは、有害液体物質(ケミカル)を含む洗浄水、バラスト水等の排出要件を定め、その排出方法及び排出のための設備については、IMOの定めた「有害液体物質の排出の方法と設備に関する基準」に従って行うよう規定している。

同規準は、第13回IMO総会で採択されたが、その内容については附属書Ⅱの実施日までに再度MEPCで見直すこととなっていた。

(2) 審議概要

前回MEPCまでにまとめられ、第15回BCHで修正案が作成された改正P & A基準案については、パラグラフ8.7.2の流量計の精度を附属書Ⅰの油排出監視制御装置の流量計の精度要件と同じにするために10%を15%に訂正した他、編集上の訂正を行なった後にMEPC決議として採択された。

3. IBCコード及びBCHコードの審議及び採択

(1) 経緯

BCHコード(バルクケミカルコード)は第7回IMO総会で採択されたもので、MSCが改正を行ってきたが、MARPOL73/78条約附属書Ⅱで引用され、汚染面からの改正が行われたことに伴い、今回、MEPCにおいて採択が行われることとなった。また、IBCコード(国際バルクケミカルコード)は、第12回IMO総会におけるBCHコードの改正勧告を受けて第48回MSCで採択されたもので、その改正についても同様の理由により採択が行われる。

(2) 審議概要

第21回MEPCにおいて作成された汚染の面から拡大された両コード案、第50回MSCにおいて作成されたIBCコード第1回改正及びBCHコード第11回改正並びに第15回BCH及びGESAMPによる物質表の追加改正案について審議、採択された。各コードに記載されている物質数はいずれも441となり、うちコードの適用を受けるものは299、受けないものは142となった。

また、コードの今後の改正手続についても審議され、次回MSCで審議される事務局ペーパーMSC52/7/1が改正手続のガイドラインを策定する上での基礎資料となることが確認された。

4. MARPOL73/78条約の統一解釈

(1) 経緯

MARPOL73/78条約の統一解釈については、従来のMEPCでは附属書Ⅰ(油に関する規則)が主に検討されて来た。附属書Ⅱについては、改正案の各条文のうち解釈について国際的な合意が必要なものについて統一解釈の案が作成されつつある。

(2) 審議概要

第15回BCHで作成された解釈案及び各国の提案について審議された結果、同解釈案に以下の変更を加えた上で承認された。

(i) 修理港における受入施設の解釈を英国案に従って追加した。

(ii) 我が国の提出した油類似物質のリストが採用された。

(iii) 附属書Ⅱ第14規則の150m以上の油タンカーに対する船型3のケミカルタンカーとしての損傷時復原性要件の適用に関し、二重の計算を避けるために「附属書Ⅰ第25規則の損傷時復原性要件に適合する油タンカーは、同時に船型3のケミカルタンカーに対するBCH/IBCコード上の当該要件にも適合している」という解釈を追加した。

5. 附属書Ⅱの有害液体物質の受け入れ施設のガイドライン

(1) 経緯

「受け入れ施設のガイドライン」とは、ケミカルタンカー等がタンク洗浄を行う場合に発生する洗浄水の量を推定し、受け入れ施設を整備する際の受け入れ能力のめやすとするものである。第15回BCH小委員会(バルクケミカル小委員会)では、そのうちPartⅡの有害液体物質を含む残留物・混合物のガイドラインを、附属書Ⅱの改正内容に合わせて見直す作業が行われ、改正案が作成された。

(2) 審議概要

上記改正案について強制予備洗浄の対象になりうるA類物質及び高粘性、凝固性のB、C類物質について見直しが行われ、対象物質の数は75物質となった。さらに編集上の訂正を加えられたガイドラインが採択された。

なお、受け入れ施設利用のための事前通告の時期の統

一解釈については、次回MEPCで検討される。

6. 油水分離装置及び油排出監視制御装置

(1) 経緯

前回MEPCにおいて、ビルジ関連のシステムの仕様及びガイドライン並びに試験方法の見直しについて議論され、①15ppm警報器の誤作動に関する審議はビルジ関連のシステムの問題を全体としてどう取り扱うかが決まった後に行うこと、及び、②油水分離装置の容量についてはもはや審議しないことについて合意がなされた上、ビルジ関連のシステムの仕様等の見直しについては各国にコメントを提出するよう要請されていた。

(2) 審議概要

(i) 油水分離装置の性能基準の見直し

燃料油の重質化、界面活性剤の使用等により、油水分離装置が本来の性能を維持することが困難となってきたため、その性能基準を見直すべきであるとの意見がスウェーデンから提出されたが、本件については問題点が明確となっていないので次回MEPCにおいて再度検討されることとなった。

(ii) 油分濃度計による油類似物質の検出について

附属書Ⅱの改正に伴い、油類似物質の濃度検出を油分濃度計で行う必要が生じたため、油分濃度計に関する性能基準に油類似物質を使った試験方法等が新たに組み込まれた。

7. MARPOL 73/78 条約選択附属書Ⅲ、Ⅳ、Ⅴの実施について

(1) 経緯

MARPOL 73/78 条約附属書Ⅲ、Ⅳ、及びⅤは、我が国は既に受諾しているが未発効である。MEPCではこれら附属書を早期に発効させる必要性が認識され、問題点の調査の結果、小委員会等でその改正案が作成されている。

(2) 審議概要

附属書Ⅲについては、packaged form(容器)の定義が追加され、他の規定中の記述が簡略化された他は、CDG小委員会(危険物運送小委員会)で作成した附属書Ⅲの改正案がほぼそのまま合意された。この改正案では、第8規則(荷役時の通報)が削除されており、また、「harmful substance(有害物質)とは、IMDGコード(国際危険物海上運送規則)の中で、marine pollutants(海洋汚染物質)として識別されている物質をいう」との定義が合意された。また、「marine pollutants」の選定基準を作成することをCDG小委員会に対し要請す

ることが合意された。

附属書Ⅳ、Ⅴについては多くの議論はなされなかった。

8. MARPOL 73/78 条約議定書Ⅰの改正

(1) 経緯

MARPOL 73/78 条約議定書Ⅰ(事故時の通報についての規則)については、前回のMEPCでその改正案がまとめられた。

(2) 審議概要

改正案には、有害物質に係る事故が発生した船舶を救助する船舶の船長についても通報義務をかけることが含まれていたが、削除された。また、報告すべきharmful substance in package formについては、IMDGコードに「marine pollutants」として記載される物質をいうとの定義となった。その他の部分については、若干の編集上の訂正が加えられたのみで改正案が採択された。改正の発効時期は、附属書Ⅱの実施時期(昭和62年4月6日)と合わせることになった。

9. その他

(1) バルチック海海域における附属書Ⅱの適用に関する勧告

バルチック海海域では既に受け入れ施設が整備されているため、同海域においては、附属書Ⅱをできる限り昭和61年1月1日より実施するという勧告が採択された。

(2) COW(原油洗浄装置)の検査の方法の改正

COWの検査の方法の簡略化についてIACS(国際船級協会連合)が提案したが、結論は次回MEPCに持ち越された。

(3) 次回会合日時

次回第23回MEPCの会合日時は昭和61年7月7日から11日までとなった。この会合では、次回第16回BCH小委員会(昭和61年4月28日から5月2日まで開催される予定)において作成される「附属書Ⅱの監督手続」及び「附属書Ⅱの検査のガイドライン」についても審議される。

以上で経緯及び審議概要に関する説明を終えるが、最後に、我が国の政府代表顧問として出席した、神久泰氏(日本海事協会)のIMOに対する貢献が多大であったことが本会議において賞賛されたことを記して筆を置く。

●訂正及びお詫び

第47回IMOコーナー(第15回バルクケミカル小委員会の報告、1985年11月号)①中、「GESAMP」の説明文がまちがっておりましたので、訂正し、お詫び申し上げます。

誤 上記の国連内部の機関

正 上記の国連専門機関及び国連

昭和60年度(12月分)新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分	4月～60年12月分				12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	56	1,529,118	2,270,045	5	97,690	129,250		
	油槽船	8	302,125	539,560	1	133,200	242,300		
	その他	3	14,961	11,350	0	0	0		
	小計	67	846,204	2,820,955	6	230,890	371,550	23,860,000千円	
輸出船	貨物船	101	2,175,829	2,774,016	6	176,500	169,900		
	油槽船	28	561,270	939,386	0	0	0		
	その他	1	30,000	6,340	0	0	0		
	小計	130	2,767,099	3,719,742	6	176,500	169,900	19,020,000千円	
合 計		57	4,613,303	6,540,697	621,201,720千円	12	407,390	541,450	42,880,000千円

●編集後記●

□注目の6000m級潜水調査船の建造が61年度から4カ年をかけて建造することになった。総工費は約120億円。同船の最大潜航深度は6500mで、米国の“シークリフ”、フランスの“ノチール”を抜いて一躍トップになる。同船によるシステムが完成すると、世界の海洋の約98%、わが国の200哩経済水域の約96%を調査できることになる。

同船は完成後、まず、(1)地震計・傾斜計の海底岩盤への設置、断層などの海底地形精査など地震・津波予知に必要な調査。(2)海洋法の下で深海底鉱物資源について国際的な発言力を高めるための調査。(3)深海の特殊環境に生息する生物から医薬品素材等の新しい有用物質が得られる可能性があることから海洋生物資源調査。(4)深海の水温、塩分濃度、深海流、湧昇流など水産、海象、気象に影響する深海環境の調査、などが考えられている。この潜水調査船には操縦者2人、研究者1人が乗り、主に視窓から肉眼観察、テレビカメラによる撮影、ソナーによる観察、マンビュレーターによる資源採取や各種観

測器による調査・観測を精度良く行う。また同船は、チタン合金製耐圧殻、音響航法装置、油漬電気システム、高耐圧浮力材、新型マンビュレータなど先端の海洋工学技術を総合して建造するが、これらの技術は広く応用できるため、多分野にわたり大変大きな波及効果が期待されており、海洋開発新時代の目玉になると考えられる。

□古野電気㈱はこのほど半周型カラースキャニングソナー・CSH-70型、レドーム型デイトライトレーダー・FR-801型、超小型ロランC航法装置・LC-88型の新製品を開発し、発売を始めた。ソナーは、底付き魚群から表層魚群まで高解像度の超鮮明画像(反応レベルに応じて16色で表示)の最新鋭で重量わずか31kgである。

レーダーは昼間でも明るいところでもフードなしに映像がハッキリ見ることが出来る12インチ型で、操舵しながらでも同時に観測が可能とあって、レーダー活用の向上と省力化が期待できる。ロランは、電源を入れるだけで自航位置を高精度に測定するロランC。関連情報を一度に表示する見やすい大型液晶パネルを採用している。

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

予約金 { 6カ月分 6,900円
1カ年分 13,200円 (送料込)

運輸省海上技術安全局監修
造船海運総合技術雑誌 船の科学

©禁転載 第39巻 第2号 (No.448)

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリビル)

振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

昭和61年2月5日印刷 {昭和23年12月3日}
昭和61年2月10日発行 {第3種郵便物認可}

定価 1,200円 (〒55円)

発行人 天田 尚 孝

編集委員長 田宮 真

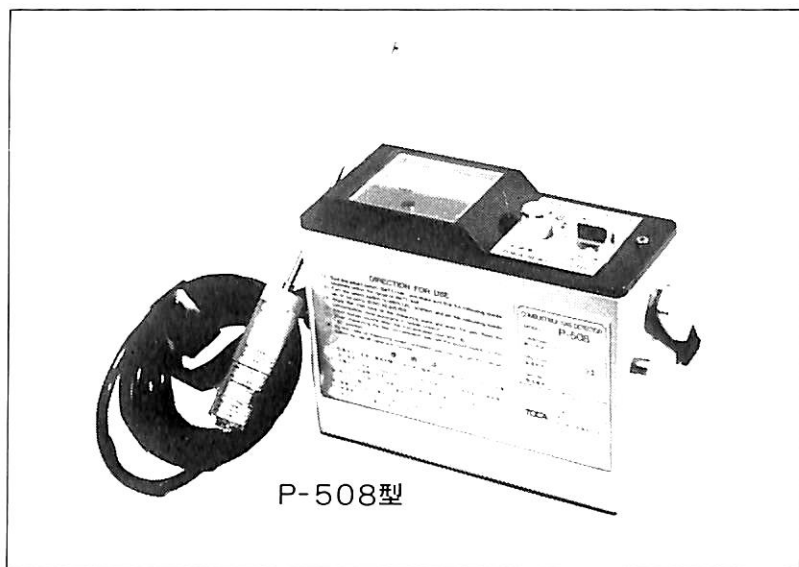
印刷所 大洋印刷産業株式会社

船舶用携帯形可燃性ガス検知器

P-508型

電気部・本質安全防爆構造
検知部・耐圧防爆構造

労働省産業安全技術協会検定合格
日本海事協会形式試験合格



●概要●

本器は各種可燃性ガスの漏洩検知に用いる携帯用の可燃性ガス検知器で、可燃性ガスおよびケミカルの製造事業所、備蓄基地、タンカー、消費設備等の保安用として幅広く御使用戴けます。携帯に便利なように小型軽量に作られていますので長時間の可搬にも疲れません。採気棒部にはWSフィルターを内蔵していますので水吸取によるセンサーの故障を未然に防ぐことが出来ます。☆カタログのご請求は、下記に御連絡下さい。

●特徴●

- 小型軽量です。
- ポンプ内蔵の自動吸引式で操作が簡単です。
- 感度切換により低濃度(0~20%LEL)のガス検知も容易です。
- 警報ブザーを内蔵しており20%LELにて警報を発する(設定可)。
- センサーは長寿命・高感度で交換容易です。
- 防爆構造(検知部;耐圧防爆、電気部;本質安全防爆)なので危険場所でも安心してご使用になれます。

TOICA 株式会社 **東科精機**

〒211 川崎市中原区新丸子町756

☎044(733)3381(代表)
TELFAX 044(722)7460

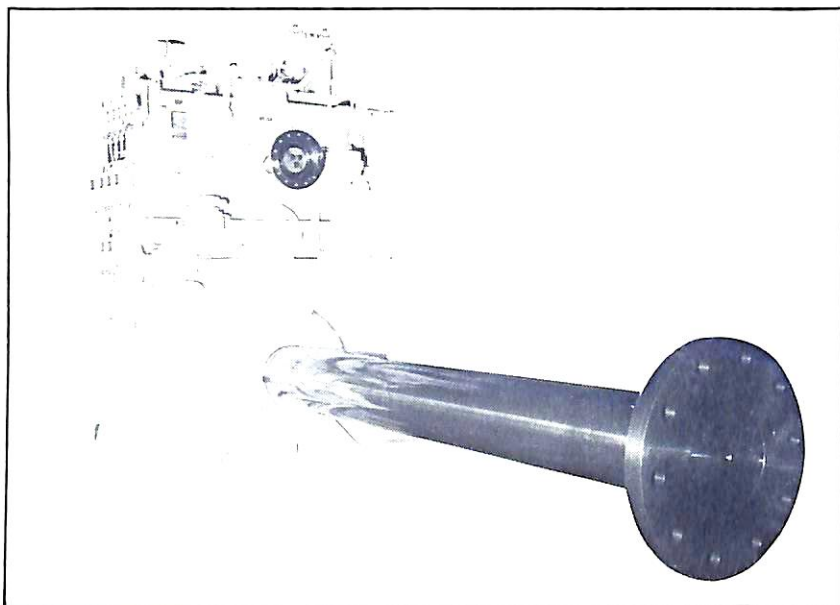
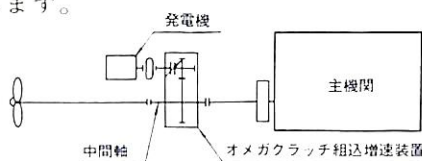
NICO オメガクラッチ式 主機駆動発電システム

主機発電で省燃費

NICO社は、各種船種、発電機容量、配置方法を考え最適な主機発電駆動装置を供給いたします。

特長

1. 発電機の回転数を常に一定に保持します。
2. 補機関の省略、燃費、維持費を節減します。
3. コンパクト設計です。
4. 機関室の温度上昇がありません。
5. 電波障害がありません。
6. 機関室の騒音が低下します。
7. 補助発電機への負荷移行が可能です。
8. 省力化を推進します。
9. 補機駆動発電機との並列運転も可能。



新潟コンバーター株式会社

LICENSED BY TWIN DISC, INCORPORATED, RACINE, WISCONSIN, U.S.A

本社／東京都渋谷区千駄ヶ谷 5-27-9

〒151 ☎(03) 354-1271

営業所／大阪(06) 202-6021

名古屋(052) 211-4385

広島(082) 245-2378

福岡(092) 712-0853

札幌(011) 221-6165

船の科学

定価 一三〇〇円

東京都中央区新田一丁目一七番一七号
(株) 船舶技術協会
電話 東京 552-8798 番