

# 船舶

造船・海洋開発

ISSN 0387-2246  
SHIPBUILDING & OCEAN TECHNOLOGY  
**SENPAKU**

# 5

First Published in 1928 — 1983 Vol.56/No.620

自動車専用船“大春丸”／燃料単価と経済速力について／省エネに寄与する技術開発／原子力船“むつ”



全巻に歴史的な船の貴重な写真を多数収載!!

上野喜一郎 / 著

# 船の世界史 全3巻

## 上巻

B 5判上製 380頁、カバー装、図版 1 S B N 4-8072-4008-0  
330余、定価5,000円(送料350円) C 3056 ¥5000 E

上巻では、古代、船の起源に始まり、近世に至るまでの、日本で言えば明治初期の頃までを扱う。

●**主な内容**● 第1編=船の起り(船の思いつき) <船の始め> <進んだ船> <最も進んだ船> 第2編=手漕ぎ船から帆船へ <河を行く船> <海を行く船> <大洋を行く船> <日本の船> <手漕ぎ船の推進装置> <古代の航海> 第3編=帆船の発達 <帆船の生いたち> <大航海時代の船> <軍船の発達> <商船の発達> <帆船の推移> <日本の船> <中国および朝鮮の船> <帆船時代の航海> <船のトン数> 第4編=汽船の出現 <汽船の出現> <木船から鉄船へ> <推進機関の発達> <推進器の発達> <大西洋航路客船の発達> <日本の汽船> <汽船時代(19世紀)の航海> 付録=船の歴史年表、汽船の発達史上有名な船の要目

## 中巻

B 5判上製 300余頁、カバー装、図版 1 S B N 4-8072-4009-9  
250余、定価4,300円(送料350円) C 3056 ¥4300 E

中巻では、19世紀の終り頃から第2次世界大戦の末期まで、日本で言えば明治、大正、昭和(戦中)の時代。世界海運の全盛期、技術革新による近代汽船の花ざかりの時代を扱う。

●**主な内容**● 第1編=汽船の発達 <船体構造の発達> 汽船の出現/鋼船の出現/特殊材料の採用/鋼船の構造/材料の接合/船底塗料の発達/特殊構造船の出現/船体の強さ <船型の発達> 船体/船首/船尾/上部構造/船の形態 <推進機関の発達> 蒸気機関の発達/内燃機関の出現/電気推進の採用/その後の蒸気機関 <推進器の発達> 2・3・4軸船の出現/スクリュープロペラの特殊配置の採用/特殊のスクリュープロペラの発達/別種のスクリュープロペラの出現/特殊の推進器の発達 <大西洋航路客船の発達> イギリス船の躍進/イギリス・ドイツ船の競走/マンモス船の出現/世界最大船の出現 <汽船の速力> 船と速力/ブルーリボン/大西洋の横断速力の推移 <汽船時代の航海> 航海の区域/航海の方法 <船のトン数> わが国におけるトン数速度の沿革/現在のトン数測度の方法/運河トン数 第2編=日本の汽船 <明治時代> 汽船の誕生/鉄船から鋼船へ/航路の伸長/航洋船の建造/特殊貨物船の建造/特殊船の出現/その後の造船・造機 <大正時代> 客船の発達/貨物船の建造/特殊貨物船の発達/特殊船の発達/ディーゼル船の出現 <昭和時代(戦前)> 客船の発達/貨物船の発達/特殊貨物船の発達/特殊船の発達 <昭和時代(戦時)> 戦争と船/鋼船の建造/造船所の拡充と建設/その他の船の建造/商船の艦艇への改装/陸軍特殊船の建造/戦時中の造船量 付録=船の歴史年表(2)、汽船の発達史上有名な船の要目(2) <船体> <推進装置>

## 下巻

B 5判上製330余頁、カバー装、図版 1 S B N 4-8072-4010-2  
220余、定価4,600円(送料350円) C 3056 ¥4600 E

この巻では、第2次世界大戦後、1970年代の終りまでを述べる。船の超自動化、新しい輸送方式・推進方法の開発など、造船・操船上の技術革新は、船の歴史に質的転換をもたらした。

●**主な内容**● 第1編=現代の汽船 <現代の客船> マンモス定期客船/3万総トン未満の定期客船/貨物船の高速度/多目的貨物船の開発/特殊貨物船の発達/輸送の革新 <現代の特殊船> 漁船/作業船/調査船/取締船/その他の特殊船 第2編=現代の汽船の技術 <船体の発達> 特殊材料の採用/電気溶接の普及/溶接ブロック建造/船体防食法の改良/船型の改良 <推進機関の発達> 蒸気機関の発達/ディーゼル機関の発達/ガスタービンの採用/その後の電気推進/原子力の利用 <船の自動化> 自動化船の出現/超自動化船の出現 <推進装置の発達> プロペラの特殊配置の採用/特殊のスクリュープロペラの発達/特殊の推進器の発達/特殊の推進方法の採用 <日本の汽船> 日本の汽船/船の技術革新/船の建造上の技術革新 <船のトン数> トン数測度規則の統一/船の大きさの推移/船腹量の推移/造船量の推移 付録=船の歴史年表/汽船の発達史上有名な船の要目 <船の統計> 世界の船腹量の推移/国別の船腹量の推移/推進機関別の船腹量の推移/世界の造船量の推移/国別の造船量の推移/全巻の総索引

発行：舵社 〒105 東京都港区浜松町1-2-17  
☎03-434-5181 振替 東京1-25521番

発売：天然社 〒162 東京都新宿区赤城下町50  
☎03-267-1950



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

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

**ヒートライト®C**

 **旭硝子**

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



# SEIKO MARINE QUARTZ CHRONOMETER

## 厳しさに耐える信頼の精度 セイコークオーツクロノメーター(セイコー船舶時計)

安全航海に信頼の標準時計をお選びください。  
厳しい環境条件に耐えぬく特別設計。  
その上、インテリア感覚あふれるデザインですから、  
船舶用としてだけでなく、正しい時間が要求される  
いろいろな所でお使いいただけます。

### 主な特長

- 平均日差±0.1秒以内(20℃)の高精度
- 天測がしやすい0.5秒刻みのステップ
- 厳しい環境条件に耐えるすぐれた防水機構
- 乾電池なしでも40時間は動く二次電池内蔵
- 単一乾電池3個で1年間以上作動

船内の  
子時計を  
駆動する  
親時計として



### セイコークオーツクロノメーターQC-6M2

300×400×186mm 20kg

- 子時計は豊富に揃ったデザインからお選びください。

●カタログご請求ください。

標準時計に小型・軽量、持ち運び自由な



### セイコークオーツ クロノメーター

### QM-10

標準小売価格

150,000円

184×215×76mm

2.2kg

マホガニー木枠のインテリア感覚あふれる



### セイコークオーツ クロノメーター

### QM-20

標準小売価格

188,000円

200×220×107mm

2.8kg



新造船の紹介/New Ship Detailed

高度合理化自動車専用船“大春丸”の基本計画……………山下新日本汽船工務部…14  
On the Basic Planning of Super Rationalized Car Carrir “DAISHUN MARU” Yamashita-Shinnihon Steamship Co., Ltd.

P & O社の新大型豪華客船計画……………府川義辰… 8  
新鋭客船“オイローバ”号……………10

省エネルギーに寄与する技術開発  
上部構造物の風圧抵抗……………26

中・大型専用船を対象とした燃料単価と経済速力について……………富田哲治郎…36

連載/船殻設計の理論と実際<13>……………間野正己…41  
連載/液化ガスタンカー<58>……………恵美洋彦…49

新装の原子力船“むつ”……………61  
最新の有人潜水船“Deep Jeep”と“Asherah”(2)……………芦野民雄…65

I M OレポートNo.17/……………33

Newly-built Ship Profile

中型タンカー“昆明湖”……………58

新高速艇講座<18>……………丹羽誠…68

海外事情/Wärtsilä, 氷海用多目的船を竣工……………25  
/NOSACの新しい戦略“NOPAL BARBRO”……………60

N Kコーナー……………77

ニュース・ダイジェスト……………78

特許解説/PATENT NEWS……………80

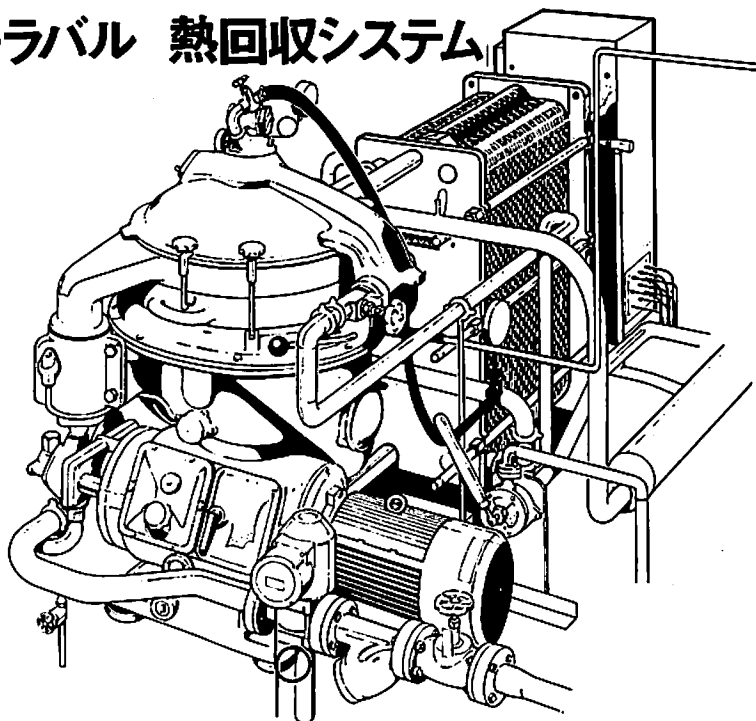
表紙/ばら積み運搬船“マローラ”

日立造船広島工場因島で竣工した本船は、パナマ運河を航行する最大のパナマックス船で、燃料噴射系統を改善した6 RND76型エンジンをディレーティング搭載、さらに推進効率を上げるためH Zノズルを装備して、大巾な燃料費の低減をはかっている。(主要目は32頁参照)

**ALFA-LAVAL**  
MARINE & POWER ENGINEERING

# 潤滑油のプレヒーティングコストを 70%カット

## アルファ・ラバル 熱回収システム



潤滑油清浄前のプレヒーティングコストがアルファ・ラバルの開発した熱回収技術により大幅に削減できます。

この熱回収システムにはアルファ・ラバルのプレート式熱交換器技術が駆使されており、遠心分離機から送り出される高温油の熱を回収することにより、エネルギーのロスを最小にするものです。

従来の潤滑油清浄システムではこの熱はエンジンオイルクーラーにより冷却され、それだけ浪費され

てきました。

アルファ・ラバルの熱回収システムを御使用になりますとエネルギーの節約額は約70%にもなり、6ヶ月以内で投資コストの償却が可能です。

この優れたシステムに生かされているものは、アルファ・ラバルの豊富な経験に基づくプレート式熱交換器設計技術なのです。

潤滑油加熱コスト削減へ第1歩を……。

部品・修理・技術員派遣の御要求は……

**信頼と技術をモットーとする**

**アルファ・ラバルサービス株式会社**

営業第2部

〒550 大阪市西区新町1-1-17  
TEL (06) 538-0391

〒103 東京都中央区日本橋本町1-12(岡本ビル)  
TEL (03) 279-5317

アルファ・ラバル船用機器に関する  
資料御請求、御質問は下記へ……。

**ALFA NAGASE-ALFA KK**

**長瀬アルファ株式会社**

営業第2部

〒542 大阪市南区鯉谷西之町6(三栄ビル)  
TEL (06) 281-1062

〒103 東京都中央区日本橋本町1-12(岡本ビル)  
TEL (03) 279-5313



**TAIYO**  
ELECTRIC MFG. CO., LTD.



— なかい経験と最新の技術を誇る —

# 大洋の船舶用電気機器

●発電機●電動機及び制御装置●配電盤●電源自動化装置●コンソール・パネル●ファン

 **大洋電機株式会社**

本 社 / 東京都千代田区神田錦町2-4 電話・03-293-3061 (大表)

工 場 / 岐阜・伊勢崎・群馬工場

営業所 / 下関・大阪・札幌営業所

LIAISON OFFICE / NEW YORK・JAKARTA・ABU DHABI

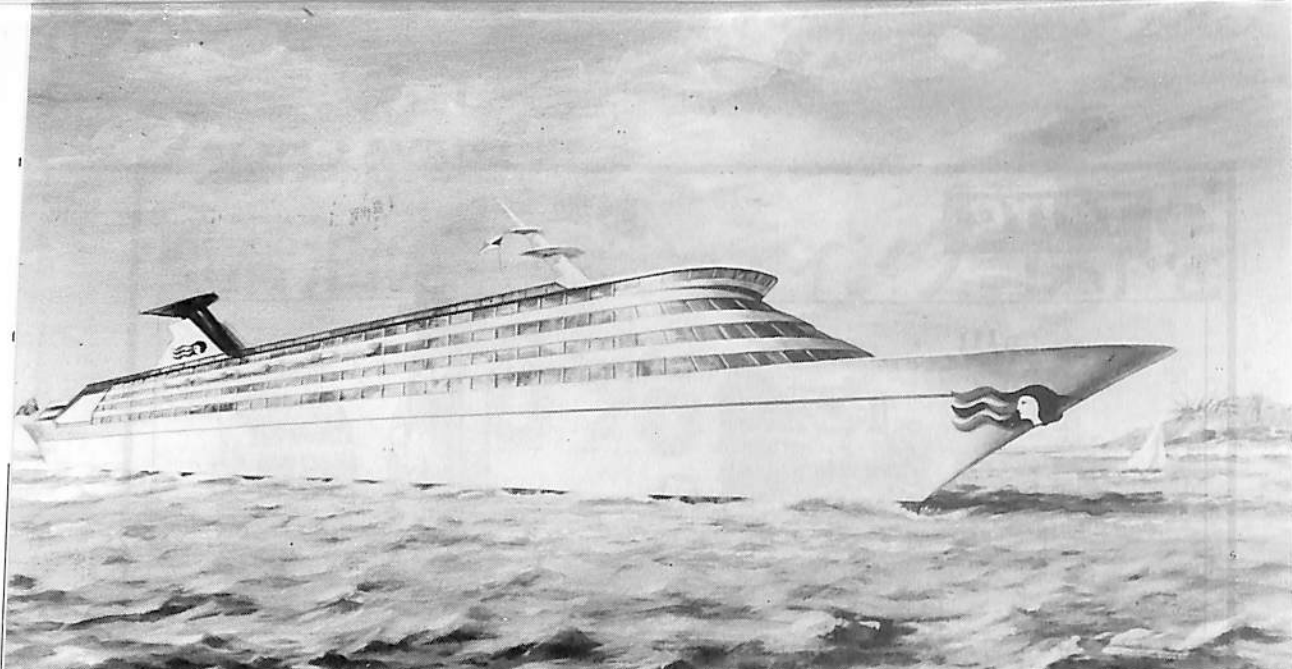
44m 高速捜査救命艇



高速艇・消防艇専門メーカー  
墨田川造船株式会社

本社 東京都江東区潮見2-1-6 TEL. 647-6111~7





昨年2月に発表された時の想像画。上甲板以上のハウスが総ガラス張りの流麗な船型をしている。

## P & O社の新大型豪華客船の建造計画

解説／府川義辰

昨年の2月16日にフィンランドのヴァルチラ(Wärtsilä)社ヘルシンキ造船所およびロンドンのP & O社は、40,000トン・クラスの大規模豪華客船を建造すると発表した。

すでにヘルシンキ造船所では、同所建造、第434番船として起工されており、本船の建造費は、1億5千万米ドル(8千万ポンド)と発表されている。竣工は、来年の下半期に予定されており、年末には、正式就航の予定である。

P & O社の現在運航している大型客船“オリアナ”(Oriana: 1960年建造: 41,915トン)および“キャンベラ”(Cannberra: 1961年建造: 45,733トン)は、すでに船令が20年を超えており、両嬢の引退も、そう遠いものとは考えられず、すでに追加発注の動きも伝えられ、代替船となりうることも確かなようである。いずれにしても、その去就は、新船就航前後には、明らかになるものと思われる。

昨年2月に発表された完成予想図と今回発表されたスケール・モデルの写真を比較し、非常な相違があることは、一見して、おわかりいただけることに注目されたい。

これからの客船が、専ら、クルーズに使用されることは当然のこととして、本船が、そのために抜群の優秀性を発揮するであろう“船”であることが、外形的にある程度判断できる。

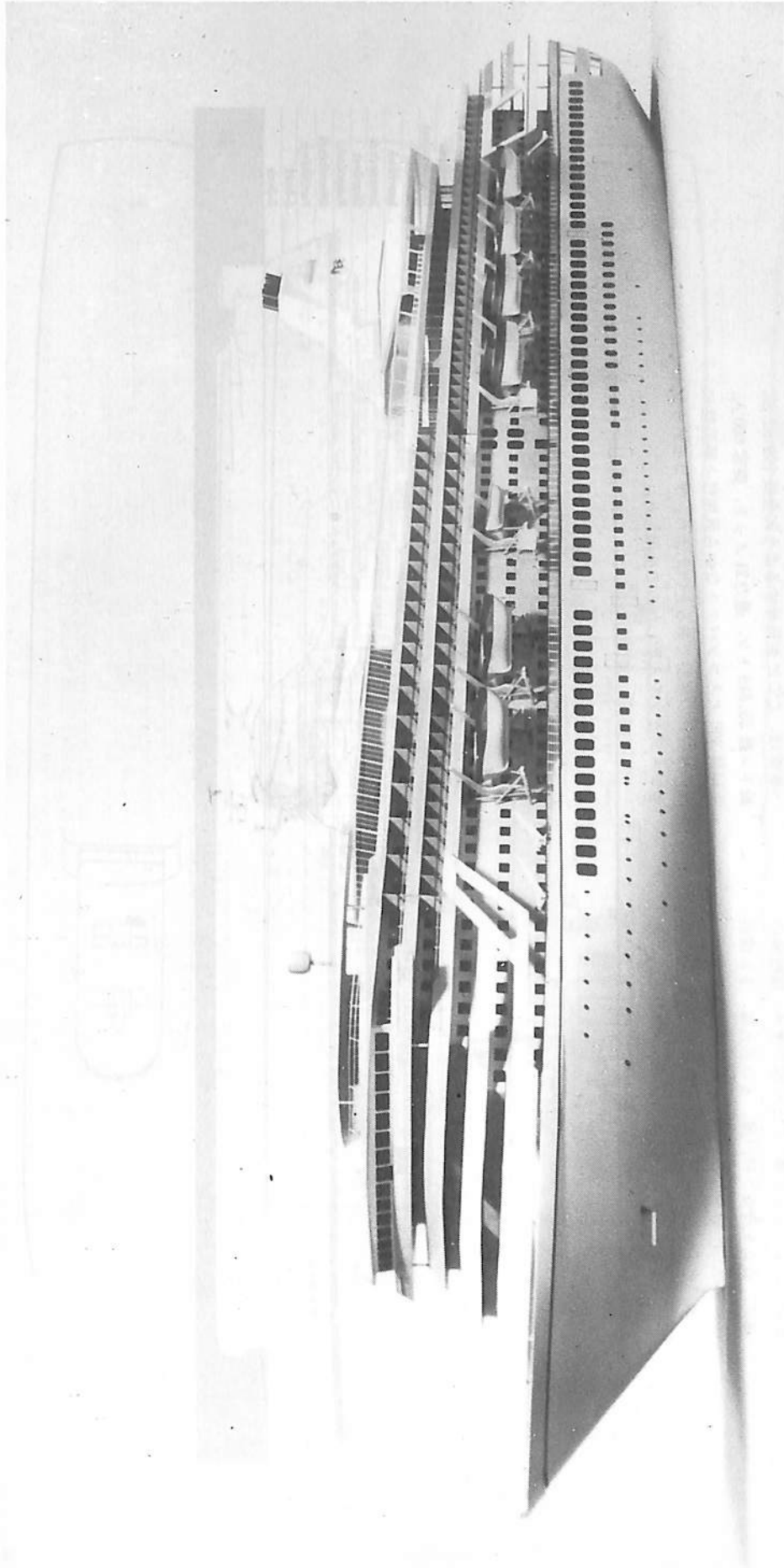
スケール・モデルの写真を良くご覧いただきたい。ブリッジ・デッキの前半部および、その下のデッキのキャビンは、すべて、専用のバルコニー付きのキャビンとなっており、本船のキャビン総数600の内、実に152室もの居室が、バルコニーを有する画期的な構造になっている。

これは長期間のクルーズにおける個人生活を充実・優先することを主眼においた配慮と考えられ、船客の“いこい”“やすらぎ”“ゆとり”といったプライバシーの保護を全面に押し出す発想がこめられているものと受けとれる。

本船は、この種の発想にもとづく、今後の客船開発に、大きな一石を投ずる船となり、モデルとして扱われることは間違いない。ポート・デッキは、3デッキの空間をフルに所用しており、非常時におけるライフ・ボートの操作の容易性が十分考慮されているように思える。

もう一点、外観的に判断できる注目すべき点は、従来の客船が、インサイド・オープンを含め、何層かのデッキが、周遊回廊となっていたが、本船は、それがポート・デッキのみとなっている。

現在まで、本船に関する情報は、主に、P & O社からでており、本船の帰属については一切ふれられていない。写真で見える限りにおいては、P & O社グループのプリンセス・クルーズ社のマークが明かに画かれているが、未定である本船の名前とともに、今後関心の的となろう。



### 新クルーズ船の主要目

全長(最大) / 232 m, 巾(型) / 29.2 m, 吃水 / 7.8 m, 速力 / 22 knots, 船客定員 / 1,200 名, 船客室数 / 600 室, 乗組員 / 約 500 名, 総トン数 / 40,000 G T, デッキ層 / 10 層, 主機関 / Wärtsilä Pielstick 6 P C 4 - 2 L, 7,290 kW (9,900 HP). 4 基。

昨年未公表されたスケール・モデル。船型については、最近就航した新造船と大差はないが、個室に、今までにない多くの専用バルコニーが付いているのが特徴的である。またポート・デッキの空間の大きさにも注目されたい。

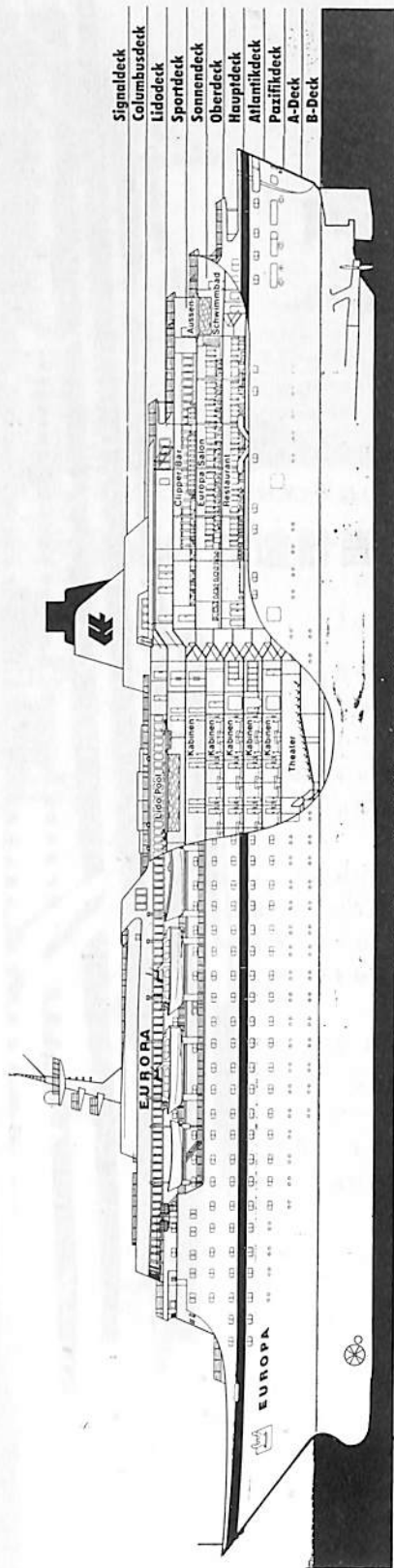
## ハパクロイドの新しい客船“オイローバ” 神戸、横浜に寄港

本誌昨年3、4月号で紹介した西独ハパクロイド社の新造豪華客船“オイローバ”号が、今年2月初めてジェノアを出港、115日間の世界一周航海の途次、去る4月6日神戸港、8日名古屋、9日横浜港に寄港し、本邦の客船ファンを喜ばせた。

本“オイローバ”号は5世であるが、1世は1891年建造と古く、特に3世は1930年に建造された全

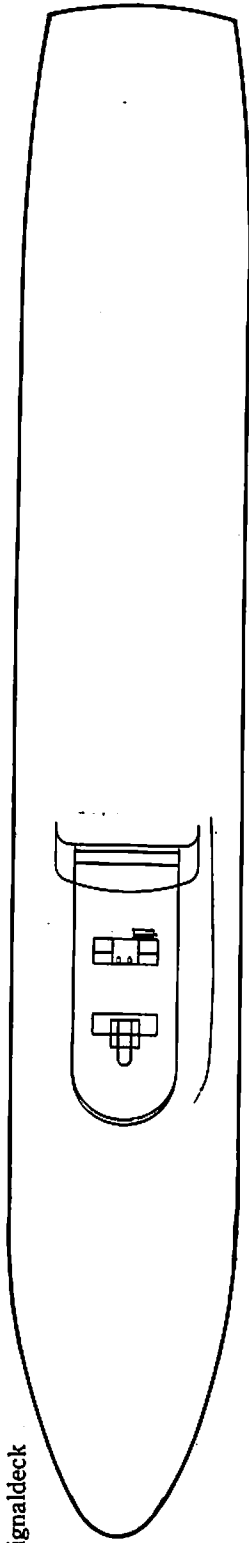
長285.5 m、総トン数49,746トン、速力28.51ノット、乗客2,024人、乗組員970人の名船である。

5世は、ここにお見せするように全長199.92 m、総トン数33,819トン、速力21ノット、乗客600人、乗組員300人とコンパクトながら汎用性と経済性に優れた現代の客船であるといえよう。アコモデーション・プランを入手したので全掲した。

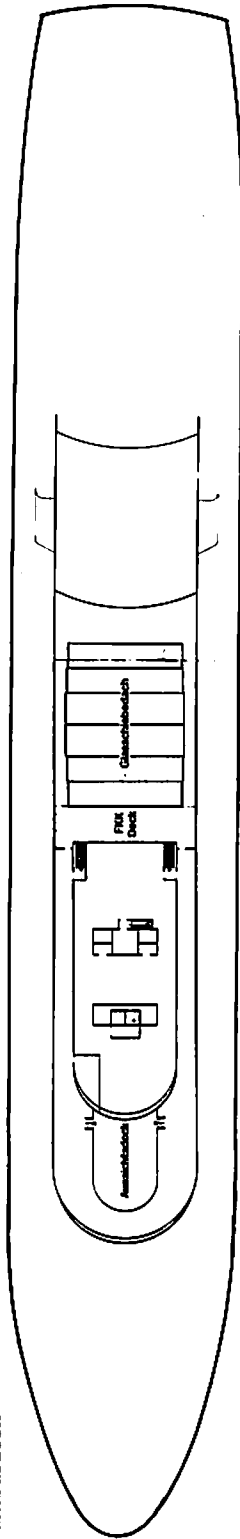




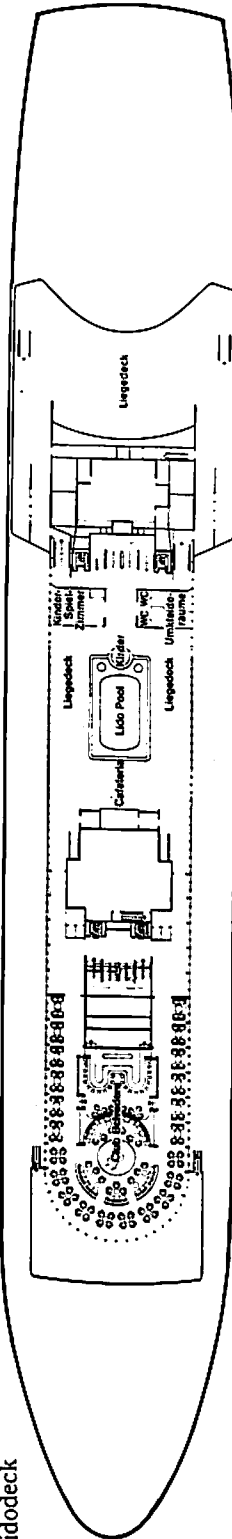
Signaldeck



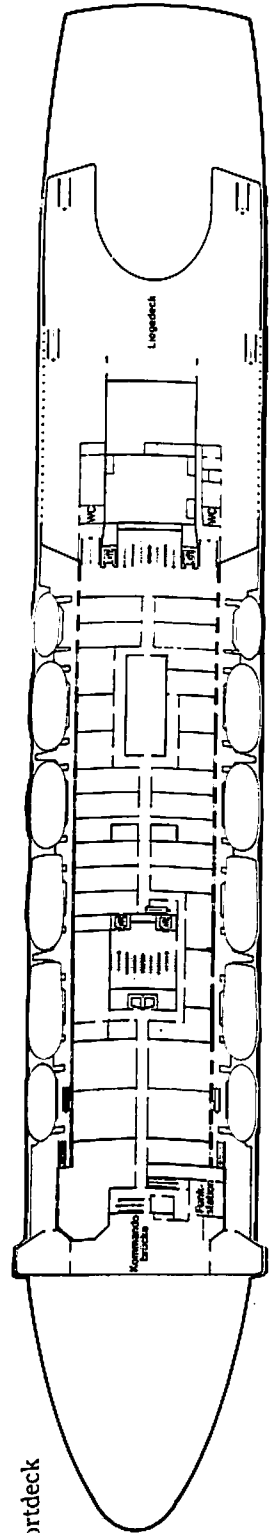
Columbusdeck



Lidodeck



Sportdeck





On the Basic Planning of Super  
Rationalized Car Carrier "DAISHUN MARU"  
by Technical Division, Yamashita-Shinnihon Steamship Co., Ltd.

## 高度合理化自動車専用船 “大春丸”の基本計画

山下新日本汽船・工務部造船計画チーム

昭和58年3月22日、住友重機械工業追浜造船所浦賀工場にて竣工し、同日当社へ引渡された自動車専用船“大春丸”は、主として中近東向け配船を目的として建造された。原油価格の下落による湾岸産油国の購買力低下が懸念されるが、政治的規制により輸出制限を余儀無くされている欧米向けに比べ、好調を維持している唯一の市場が中近東である。同市場は、小型乗用車を主体に輸出される北米あるいは欧州と異なり、従来より多種類の完成車輛が輸出されており、近年特に、所謂“背高車輛”と呼ばれる中・大型車輛の比重が高まっている。これ等顧客ニーズに応えるべく各船社共、中・大型車輛積載スペースを増やした新造船を投入して来ている。当社も、これまで同航路に配船していた改装自動車専用船“大峰丸”(乗用車換算1,600台積)では、背高車輛スペースが僅か200台弱しか無く、同航路用の船型としては既に不適当となったため、代替船の建造に着

手し、ここに“大春丸”が生まれた。

本船は9層の自動車甲板を持ち、総積載可能台数は乗用車換算2,500台で、大型車輛用甲板2層、中型車輛用甲板2層、小型車輛用甲板5層よりなり、これにより背高車総スペースは900台となり、旧型の“大峰丸”に比し約4.5倍の中・大型車輛スペース増となる。

さて本船のもう一つの特徴を上げると、LOAを出るだけ抑えたことである。これは、中近東向けの場合、内外地共に大半の積揚荷港で公共バースを使用することになるが、LOAが長い場合、バースが制限されることが有り、このため荷役可能バースが空くまで待たされるというケースが発生し、スケジュールの狂い、航海日数の増加を招き、サービスの低下につながる。本船程度のLOA(158.72メートル)であれば、どの港においても、どのバースでも荷役が可能と考えられる。また船内ランプウェ

船尾を見る



この配置も、荷役効率および荷役の簡便さを十分に考慮して設計されている。

このように、本船は中近東航路の特殊性を踏まえて十分な顧客サービスを提供できるよう建造されている。本船の投入により既存の“YOUNG SOLDIER号”（乗用車換算2,000台積内背高車用550台）と併せ、当社中近東航路での顧客サービスは一段と向上するものと期待されている。

## 1. 船体部

### 1-1. 主要目

全長	158.72 m
垂線間長	148.00 m
幅(型)	27.80 m
深さ(型)	
乾舷甲板(第5甲板)まで	11.84 m
上甲板まで	25.80 m
夏期満載吃水(型)	7.80 m
総トン数	11,126.84 T

左舷ミッドシップ・ショア・ランプ・ウェイと舷梯(写真中央)

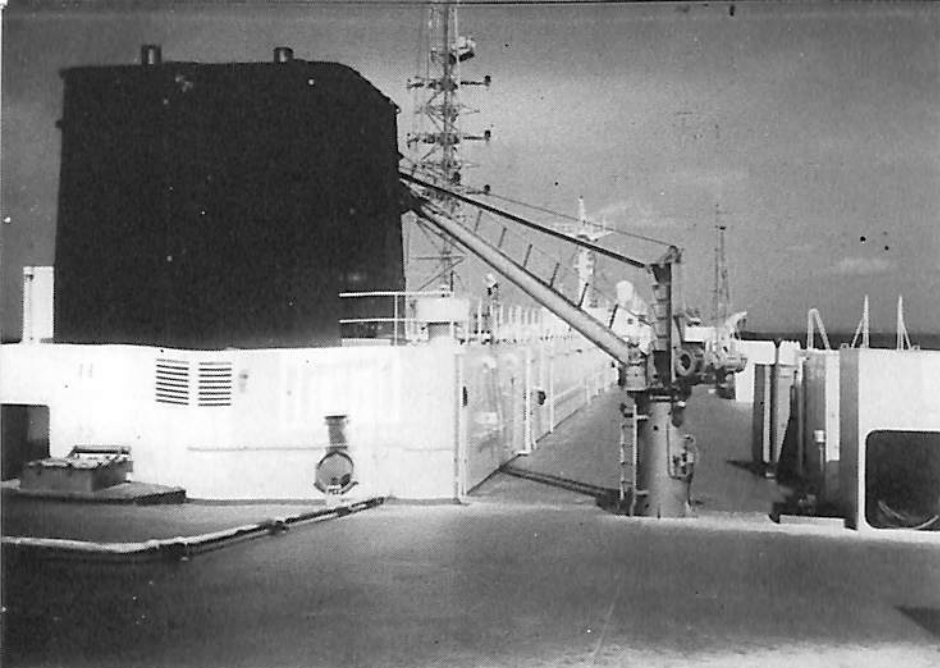


純トン数	5934.44 T
試運転最大速力(バラスト状態)	19.225 Kn
燃料消費量(航海時, 補機共)	30.3 KT/day
満載航海速力(常用出力 15%シーマージンにて)	17.0 Kn
航続距離	約 22,000 海里
載貨重量	9,358 KT
自動車積み台数 普通乗用車	約 2,500 台
最大搭載人員	25 名
船級	NK NS*“VEHICLES CARRIER” MNS*M0

### 1-2. 船型および復原性

わが国におけるPCC建造の歴史も十余年を数えることとなったが、船型の研究に関しては、極められたとは言いがたい。今回、本船の船型決定にあたっては、住友重機械により非常にすぐれた船型が開発され、平塚研究所における水槽試験の結果、従来の船型と比べ大幅な造波抵抗の減少が確認された。その結果、満載航海速力時における馬力は、初期





上甲板上。スターンからバウ  
を見る。手前は Provision  
Crane

計画値と比べ、6%近く節減出来ることとなった。海上公試においても、船型の優秀さは確認され、M.C.O. 9,450 PS という小馬力主機ながら、最高 19,225 Kn (排水量 12,113 KT にて) という高速力が得られた。また目視でも造波作用の小さいことが確認された。

復原性能に関しては、船型上の制約から工夫を要求されたが、片舷約 150 ton ずつ、計 300 ton の清水固定バラストを搭載することにより、満載 ARRIVAL 状態にても約 1 m の GoM を確保している。

### 1-3. 一般配置

本船はタンクトップを含め合計 9 層の自動車甲板を有し、一般配置図に示すように上方から第 1, 第 2, …, 第 9 自動車甲板とし、第 3 自動車甲板の船首尾部を係船機甲板としている。ショア・ランプ・ウェイは船尾端右舷および左舷ミッドシップ付近にそれぞれ一基ずつ配置し、第 5 甲板を自動車乗込み甲板とした。

また第 5 甲板船側部両舷にそれぞれ 3 カ所ずつリセスを設け、パイロットラダー巻き上げエア・ウインチ、舷梯およびバンカー・ステーション、清水注入管口を配置している。なお、舷梯およびバンカー・ステーションは、同一リセス内に配置されているが、鋼壁で仕切り、完全に別個の区画を形成している。居住区は上甲板上の 2 層だけで、すべてを満たしている。

### 1-4. 船体構造

本船の主構造は上甲板を強力甲板とし、第 3 自動車甲板を測度甲板、第 5 自動車甲板を乾舷甲板としており、全 9 層の自動車甲板のうち、第 3 甲板が気密、第 5 甲板が水密甲板となっている。

乾舷甲板以下には、船内に 2 カ所横置隔壁を設け

ているが、乾舷甲板より上部には自動車走行に支障のないよう、なおかつ横強度、船体振動をも十分に考慮の上、部分横置隔壁のみを設けるものとした。

自動車甲板設計荷重は第 4, 5 甲板は 16 ton/台、第 6, 7 甲板は 2.5 ton/台、その他は 1.5 ton/台とした。第 6, 7 甲板はライトバンやマイクロバス等の背高車を、第 4, 5 甲板は大型トラックをも積載できるように計画したもので、甲板間クリア高さも下表に示すとおりである。

自動車甲板	クリア高さ (m)
第 4 自動車甲板	3.00
“ 5 “	3.80
“ 6, 7 “	2.35
その他	1.70

なお、各自動車甲板間にロンジ方向に 2 列の支柱を配置し、全甲板を固定式とした。

### 1-5. 船体艤装

#### (1) 自動車荷役装置

本船の自動車甲板は上甲板下 9 層であり、総積載台数は小型乗用車ベースで 2,500 台である。積載車種としては、小型乗用車から大型トラックまでを対象としている。自動車荷役は、完全自走積み降し方式で、主に右舷船尾ショア・ランプ・ウェイを用い、補助的に左舷中央ショア・ランプ・ウェイを備えている。艙内の 1 番艙、2 番艙間の横置隔壁には隔壁戸を、また各甲板間には固定ランプ・ウェイを設置し、自動車が艙内のいかなる場所にも自走出来る配置としている。

右舷船尾ランプ・ウェイ付近の構造は、ピラー、エンジン・ケーシング等強度の許す限り自動車の走行に支障の無いような配置が考慮されている。

船内



両ショア・ランプ・ウェイは風雨密扉兼用とした鋼板床張りヒンジアップ式で、先端に長さ3.5 mのフラップを設け、路面には車の滑り止めのための角棒を溶接している。

	スターン・ランプ・ウェイ	ミッドシップ・ランプ・ウェイ
構造	二つ折	1枚
長さ (m)	24.5	12.0
幅 (m)	5.0	4.53
フラップ長さ (m)	3.5	3.5
耐荷重 (t/台)	16	5
上下可動範囲 (m)	ab 4.6	ab 3.5
最大傾斜角	15.5°	18°

これらランプ・ウェイにより、Seattle, Tacoma など、極めて干満の激しい港を除いては、世界のどの港にても潮待ちすることなく、荷役が可能

計画されている。

スターン・ランプ、センター・ランプ共、開閉は上甲板に設置された電動ウィンチによる索繰出し、巻き取りによって行われる。ショア・ランプ・ウェイの船体への締付けは、油圧シリンダーによるウェッジ締付方式をとっている。これらの操作を上甲板上舷側に設けたリモコン・スタンドより、ランプを見ながらワンマン・コントロール出来るよう計画した。

船内ランプ・ウェイは一般配置図に示すごとく、各区画毎に1カ所設け、特に第5甲板以上は旋回せずに上の甲板に行けるよう、荷役能率を十分に考慮した配置となっている。船内ランプ・ウェイは、角棒溶接式ノンスリップ鋼板製折れ線型で、有効幅約4.20 mで、ランプ上にも自動車を2列積付可能である。

積付を予想されるあらゆる自動車が、航海中に船体動揺により移動しないよう、船体ロジック方向には

操舵室内チャート・テーブル (左), NNSS(中央), 機関部データ・ログ CRT (右)





メス・ルーム

各フレーム毎に、トランス方向には約1mのピッチでラッシング金物を装備している。甲板付ラッシング金物は、第5甲板は重車輛から普通車輛まで積載可能なように、クローバー・リーフとリング・プレートを使用し、気密甲板である第3甲板はリング・プレート、その他の甲板は60φの孔を設けている。固縛金物は、一般車輛用としてラチェット式、重車輛用としてターン・バックル式を採用した。

固縛金物の格納は、ターン・バックルは第5甲板 Dead Spaceに配置した木製格納箱に、その他は、各甲板船側部および艙内ランプ・ウェイ手摺に、ハンガー・バーを設けて格納している。

## (2) 艙内通風

本船の荷役はすべて自走によるものであり、艙内に多量の有害ガスが排出されることになる。そのため艙内を5区画に分け、各区画に対し、荷役中12回/時、航海中6回/時の機動通風による給排気を行っている。ファンは安全防爆型照明灯を除く、艙内照明灯、その他の電気器具とは、電氣的にインター・ロックされている。

## (3) 艙内消防設備

艙内の消火装置として、低圧式炭酸ガス消火装置および煙管式火災探知装置を設備している。消火区画は第5甲板下を横置隔壁により3区画、第5甲板上は第3甲板により2区画、計5区画（上記通風区画と同じ）に分割し、居住区画の炭酸ガス室に設けた低温液化炭酸ガスタンクより、各区画に炭酸ガスを送り込み、消火を行う。火災探知キャビネットは操舵室に配置した。

## 1-6. 居住区

本船の居住区は、Spare Room を含む全ての居室にシャワー付プライベート・トイレを設備するな

ど、わが社の高度合理化船居住区設備基準に基づいた設備となっている。また居住区画は、エンジン・ルームから完全に分離されている他、艙内通風ファンルームも居住区側に向けないように配置しているため、騒音はきわめて少く、振動に対しても試運転においてきわめて良好な結果を得ている。

## 1-7. 自動化設備

本船はM0船であり、最大搭載人員25名（予備乗組員3名を含む）であるが、18名でも運航可能なよう、様々な面で自動化を行っている。





エンジン・コントロール・ルーム

#### (1) バラスト調整

本船は総合事務室に隣接して、バラスト制御室を設けている。制御室内にはバラスト・コントロール・コンソールを設置しており、固定バラストタンクを除く全バラストタンクの遠隔液面指示、遠隔弁開閉およびバラスト・ポンプ遠隔発停を行うことができる。

#### (2) 係船装置

本船の係船ウインチは、船首部3台（ウインドラス2台を含む）、船尾部3台を設備しており、出来る限り右舷付にする、という初期計画により、各係船機械に対し、右舷側遠隔制御可能としている。

また船側外板には乾舷が高いため、タグライン用サンクン・ビットを装備し、パイロットの乗下船およびその準備、パイロット・ラダーの格納作業を安全かつ容易に行えるよう、パイロット・ラダー巻き上げ用エア・ウインチを両舷に備えている。

#### (3) ショア・ランプ・ウェイ

格納の省力化のためスターン・ランプ、ミッドシップ・ランプとも電動油圧により、舷側で遠隔操作可能である。

#### (4) 燃料管系統

第5甲板両舷にパンカー・ステーションを設けている。ステーション内には、コントロール・コンソールを設置しており、F.O. 注入管の弁の開度の遠隔操作、表示、タンク内液面遠隔指示が行える。またF.O. 注入中、F.O. タンクが満載となった場合、自動警報を行い、隣接F.O. タンクヘオーバー・フ

ローする空気管系統とした。

#### 1-8. 航海および通信装置

航海機器としては、ロランC受信機、デッカナビゲーター、NNSS、ドップラー・スピード・ログ、オート・パイロット、衝突予防援助装置、気象模写受信装置などを、通信装置としては1.2kw無線装置、VHF国際無線通信電話装置、INMARSATなどを装備している。

また自動車船では、荷役の性質から積付計算装置の有効性に今一つ疑問があったが、当社コンテナ船で非常に有効に使用されているところから、本船でも試験的に装備することとなった。

## 2. 機関部

### 2-1. 機関部概要

主機械は住友スルザー“7RLB56”立形、単動、2サイクル、クロスヘッド式、排気ターボ過給機付ディーゼル機関1基を装備している。

主機械は始動、停止時および低負荷時を除き100°F(37.8℃)においてレッドウッドNo1 3,500秒程度のC重油を使用出来る装備となっている。船内所要電力の供給用としてはディーゼル機関駆動交流発電機(470kw×450V×60HZ)3基が装備されている。燃料油はA重油またはC重油相当(1,500秒、RW No1, 100°F)の混合油を使用する。

蒸気発生装置としてコンビジットボイラ1基を装備し、発生蒸気は燃料油の加熱、暖房およびギャレーなどに供給する。通常航海中の所要蒸気は主機排ガス加熱による発生蒸気にて賄える。

機関制御室(主機械および補機類の集中制御/監視)は機関室内に装備され、主機械は操舵室および機関制御室から遠隔制御できる。

### 2-2. 機関部自動化

機関諸装置の安全運転、効率確保および省力化のために、NK-M0を満足する遠隔/自動制御および集中監視を行なっている。

主な自動化項目は以下の通り

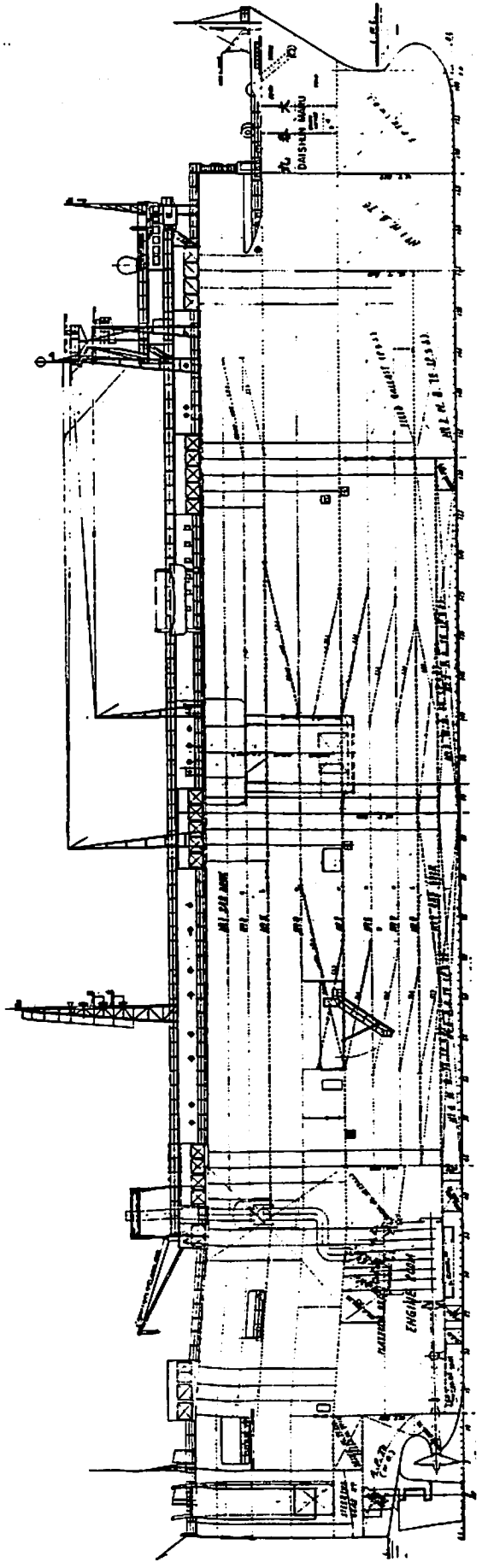
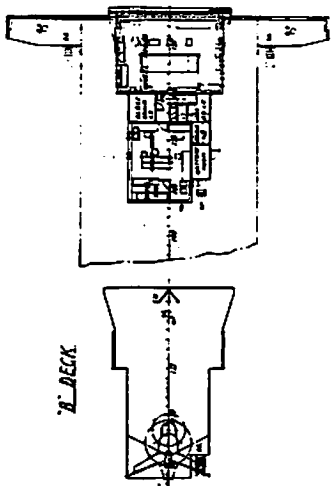
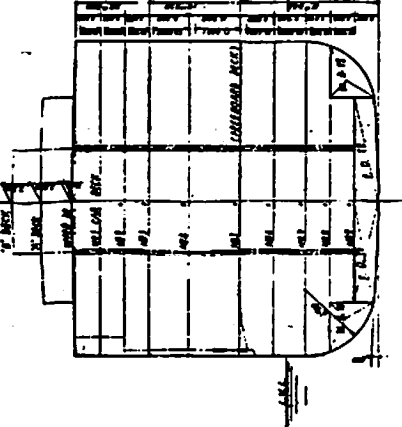
#### a. 操舵室および機関制御室からの主機械遠隔自動制御

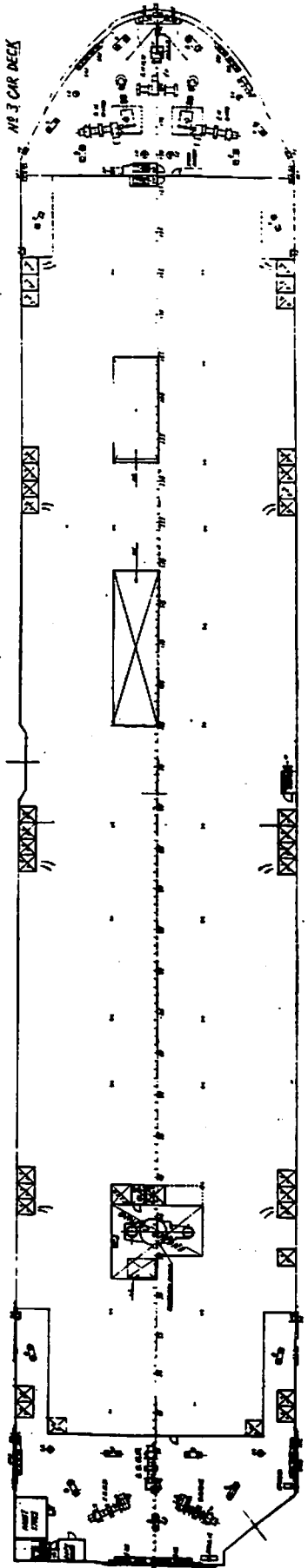
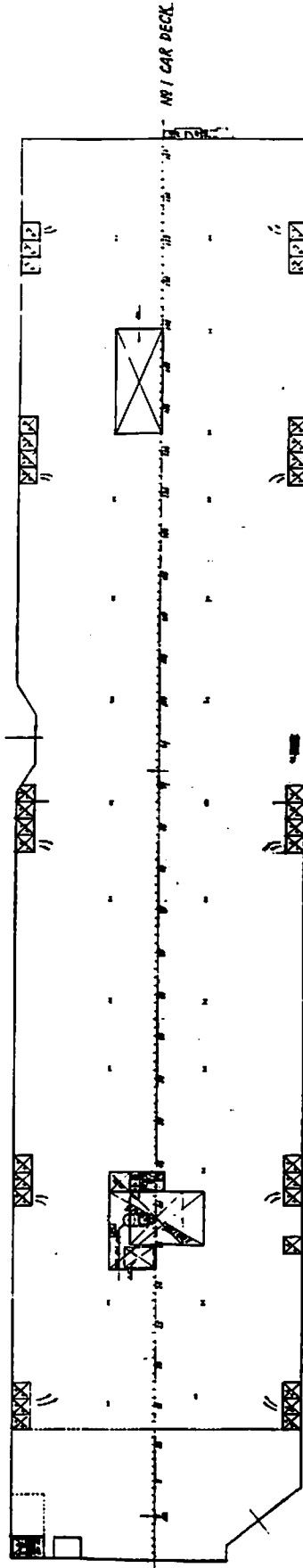
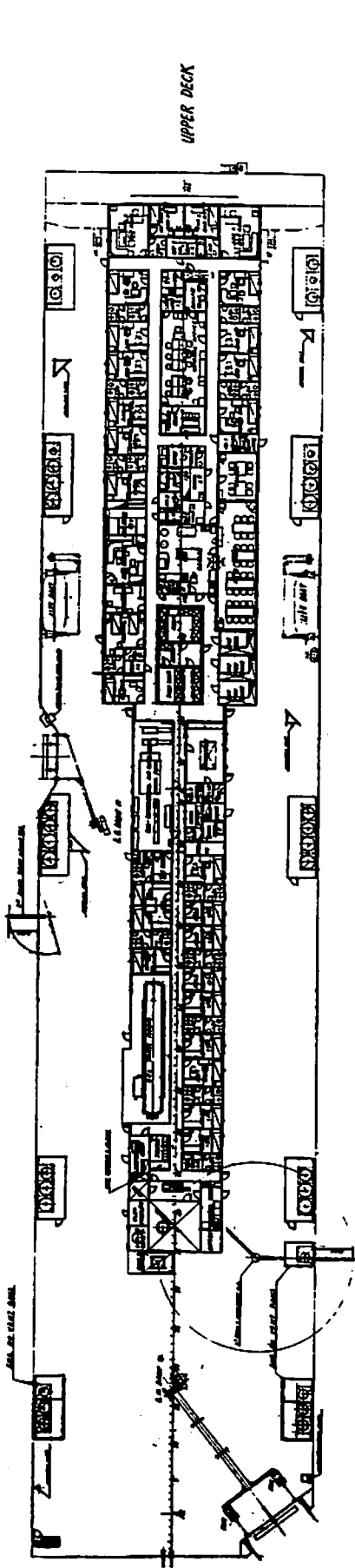
「住友重機械工業製船橋遠隔操縦装置」により操舵室内のコントロールスタンド上のテレグラフレバーを操作することにより、また機関制御室のコンソール上のテレグラフレバー、起動レバーおよび速度調整レバーの操作により、機関の前後進、発停および速度調整の遠隔操縦を行なう。また機側操縦も可能なるよう、前後進切換、発停および



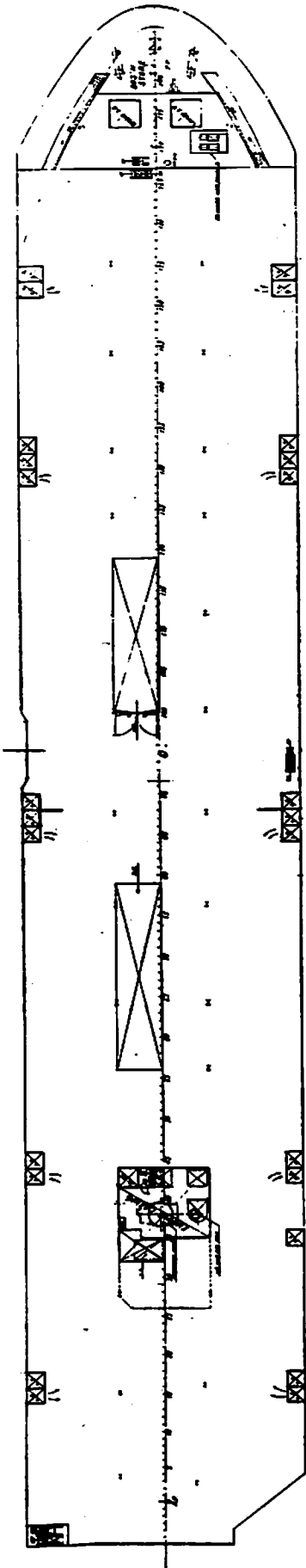
# General Arrangement of Super Rationalized Car Carrier "DAISHUN MARU"

TYPICAL SECTION

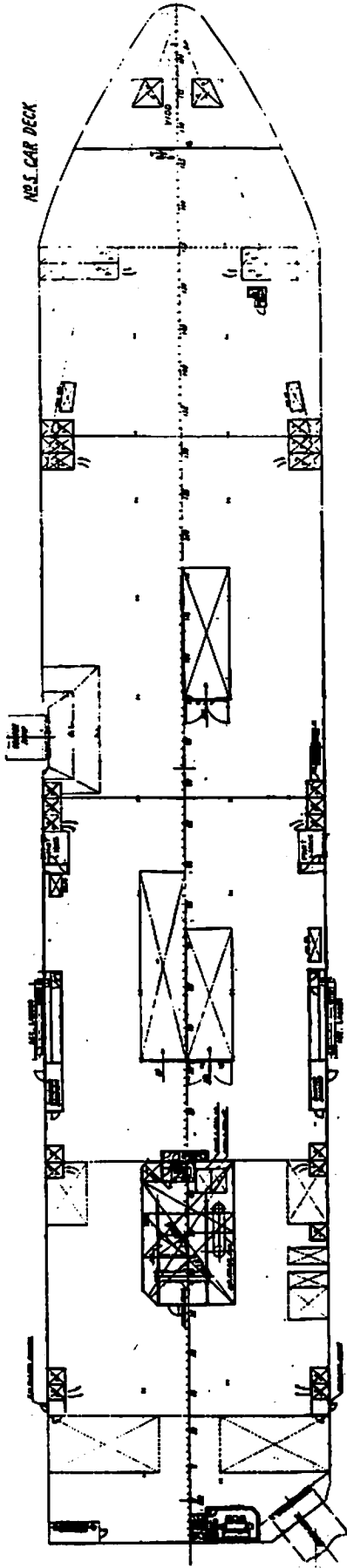




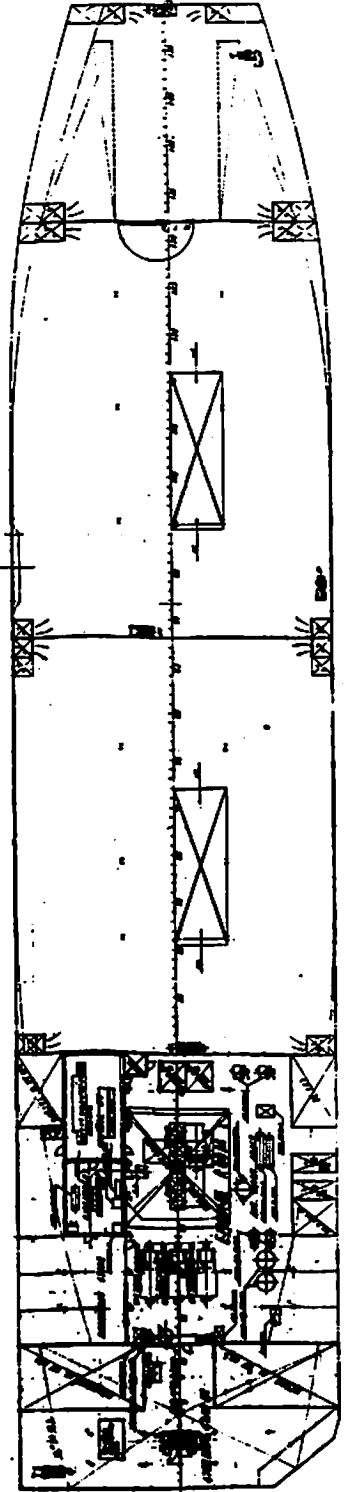
NO 4 CAR DECK



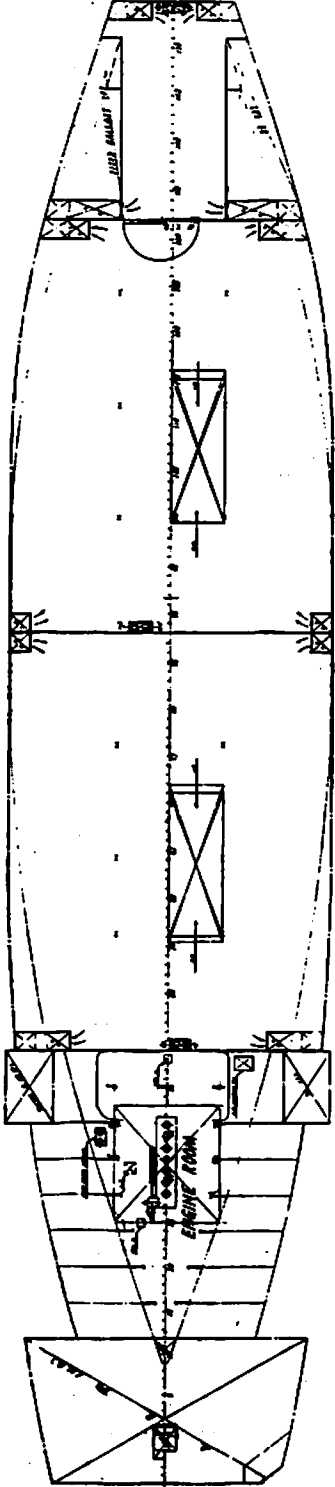
NO 5 CAR DECK



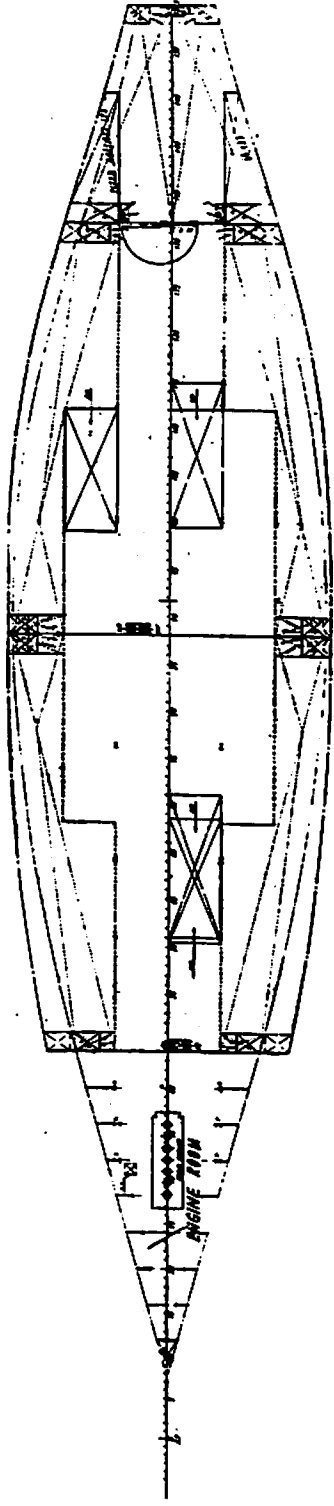
NO 6 CAR DECK



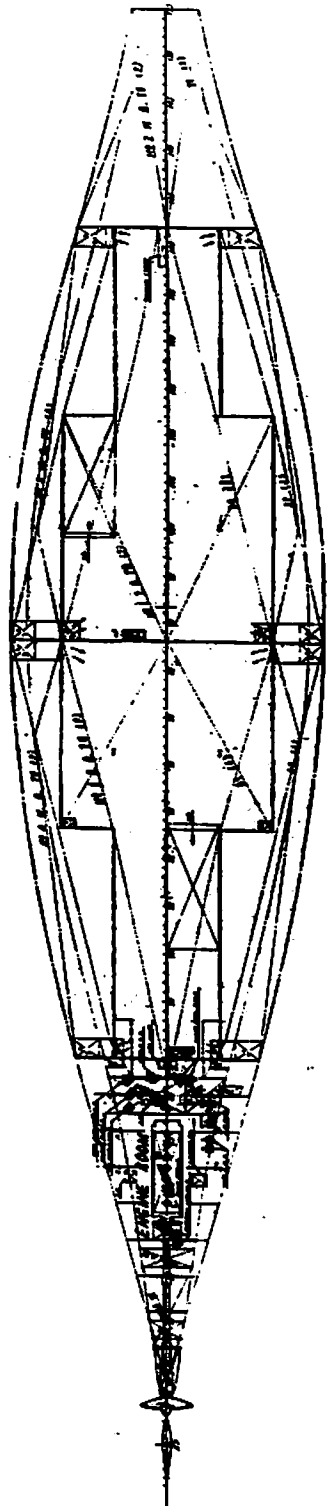
NO 7 CAR DECK



NO 8 CAR DECK



NO 9 CAR DECK







速度制御用のハンドルを機側に装備している。

b. ディーゼル発電機の自動化

第1および第2予備機の自動起動および機関制御室からの遠隔発停が可能である。また自動同期投入および自動負荷分担装置を装備している。

c. 補機類の自動化

航海補機に対して予備機自動起動、自動発停および遠隔発停を行う。

d. 計測および警報

カラーCRTを採用した機関部モニターおよびデータロガーを機関制御室のエンジンコンソールに設けている。CRTは14インチカラーとし機関制御室に計測用および警報用として2台、船橋に1台がそれぞれ独立したコンピュータに接続されている。

運転されている補機はすべてCRTにて異常停止の警報表示の他、運転、停止の状態表示がなされる。また補機の運転状態が一眼で解るようにLEDボードをエンジンコンソールに設けている。

また定時記録用としてタイプライタ1台、警報記録用としてアラームプリンタを1台装備している。

2-3. 機関部主要目

主機型式・数	住友スルザー7 RLB56×1基
” 連続最大出力	9450 PS×164 RPM
” 常用出力	8505 PS×158.5 RPM

発電機型式・数

原動機	ダイハツ6 PSHT6-26H
発電機	横型, 防滴, 自己通風, ブラッシュレス式
発電機出力	原動機 705 PS×720 RPM
	発電機 AC450V×470 kw

ボイラー型式・数

コンボジット型	(大阪ボイラAQ-5)×1基
ボイラー蒸発量	油焚 1,200 kg/h
	主機排ガス加熱 1,200 kg/h
	(主機常用出力時) 7 kg/cm <sup>2</sup> 飽和

3. あとがき

本船は竣工後、日本での積荷を終え、3月30日出航、揚地である中近東への途についた。今後、わが社の最新鋭自動車船として大いに活躍することが期待される。

最後に、本船の基本計画から、建造、完工を通じて、終始絶大なるご協力を頂いた住友重機をはじめ関係者の方々に心から御礼申し上げます。

■ “船舶”用(1年分)ファイル■

定価 800 円 (〒 350 円) ご注文は最寄の書店へ申込まれるのが、ご便利です。

株式会社 天然社

## 海外事情

### ■ Wärtsilä、氷海用多目的船を竣工

昨年暮、フィンランドの Wärtsilä 造船所は、20,000 載貨重量トン型氷海用多目的船をソ連の V/O Sudoimport に引渡した。本船は 9 隻のシリーズ船の第 1 船で、最終船は 1984 年度の竣工となる。

わが国でも、日本鋼管の津研究所が民間ではじめての氷海用水槽を竣工させて、南極用砕氷艦「しらせ」の竣工と共に話題となったが、Wärtsilä は、その氷海用砕氷船技術で 1984 年までの仕事を確保したのである。(編集部)

本船はソ連の極洋海域用に計画、建造された多目的船である。一般雑貨、RO/RO 貨物、コンテナ、穀物、石炭・鉱石等の多様な貨物の搭載が可能である。そして -50℃ の極洋で単独行動が可能のように船体は Wärtsilä Turku 造船所の氷海用実験室で特別に実験が行なわれた。

さらに氷の抵抗を減少させるために、Wärtsilä が開発し、特許を持つ気泡発生装置を装備している。

極洋の気象・海象は本船に特別の配慮を要求している。例えば、船体にはいわゆる耐低温鋼の使用を要し、ウインチや貨物ハッチや動力源としての油圧装置は、特別の耐寒用設計がほどこされている。

荷役は直接、氷上に荷物を降し、そこから陸地ま

では、各船保有の 38 載貨重量トン型エアークッション艇により二次輸送される。

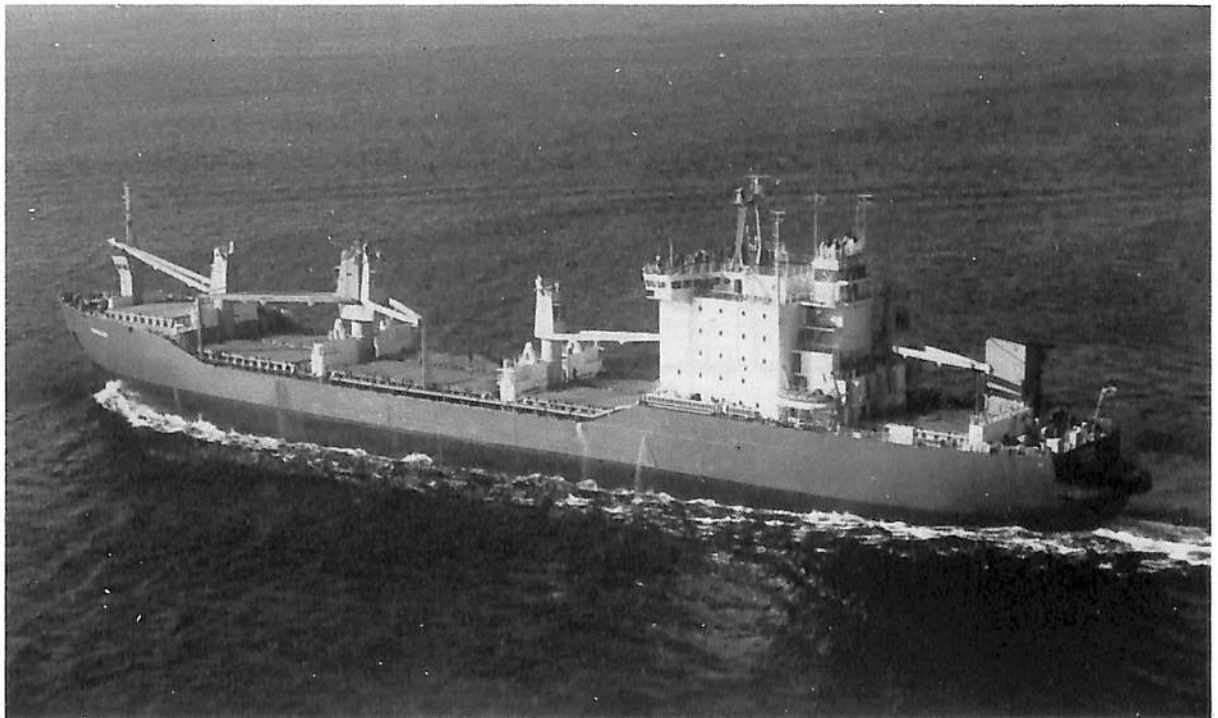
本船の一般配置は、5 艙のツインデッキでフォックスルを備え、第二甲板にはスターンポートから、RO/RO (スターン・ランプ経由) にて荷役が可能ないように設計されている。

主機は Wärtsilä・スルザー 14 ZV 40/48 の 4 サイクル中速ディーゼル機関 2 基 1 軸可変ピッチプロペラ付で、減速機には流体継手が用いられているが、この流体継手は氷のショックを吸収し、主機/減速機系を保護するように特別な構造が採用されているのである。

乗組員室は 39 人分、このほかにパイロット室と 5 室のダブルボンクの客室が用意されている。さらに乗組員用に体育室、サンルーム、水泳プール、サウナ、映画館、写真暗室、図書室、娯楽室などが完備されている。

この氷海用多目的船は、USSR 船級協会の最高級 Ice-Class に適合するように建造され、同時に最新の安全と環境汚染防止に関する国際規則とソ連衛生規則を満足するように建造されている。

●主要目；全長 / 174 m、巾 / 24.5 m、深さ / 15.2 m、吃水最大 / 10.5 m、氷海吃水 / 9.0 m、載貨重量 / 20,000 t、氷海載貨重量 / 14,700 t、速力 / 17 kn、主機 / 2× Wärtsilä-Sulzer 14 ZV 40/48、21,000 PS。(Wärtsilä プレス・リリース)



# 上部構造物の風圧抵抗

## その 1

濱 田 昇

(財)日本船用機器開発協会理事長

本レポートは日本船用機器開発協会刊「夢」|「世界各国の海運造船の新技术とこれから」|の一部の要約である。

### 1. 調査の概要

昭和56年度に実施した風洞試験により、在来の上部構造物は予想以上に風圧抵抗の影響が大であることがわかったので、昭和57年度では、船舶の上部構造物を小型化、流線型化して風圧抵抗を減少させることにより、省エネルギーに寄与することを目的として風洞試験により得られた最適形状の上部構造物の内外の艤装について実用化上の諸問題を検討し、以下の調査を行なった。

- (1) 対象船を 80,000 DWT バルクキャリアとし、56 年度風洞試験を行なったタワー型居住区についての配置図（次頁図）を試設計した。
- (2) この配置図をもとに、下記の点について在来型居住区との比較検討を行なった。
  - (a) 重量の検討
  - (b) 建造コストの検討
  - (c) 載貨重量の変化
  - (d) その他実用化段階での留意点（振動、騒音など）
- (3) 北太平洋航路における風向、風速等のデータをもとに、タワー型居住区と、従来型居住区との経済性の検討を行なった。

### 2. タワー型居住区の試設計

#### 1) 対象船の要目

本調査研究は 80,000 DWT 型バルクキャリアを対象として行なわれた。

以下に対象船の主要目等を示す。

- |            |            |
|------------|------------|
| (1) 垂線間長さ  | : 245.00 m |
| (2) 巾 (型)  | : 32.20 m  |
| (3) 深さ (型) | : 19.90 m  |
| (4) 吃水 (型) | : 13.86 m  |

- |              |                        |
|--------------|------------------------|
| (5) 載貨重量     | : 80,000 t             |
| (6) 主機       |                        |
| 連続最大出力       | : 11,500PS×112rpm      |
| 常用出力(90%MCO) | : 10,350PS×abt. 108rpm |
| (7) 巡航速力     | : 13.5 knots (満 載 時)   |
|              | : 14.5 knots (バラスト時)   |
| (8) 乗組員      | : 合計30名                |
| (9) 居住区の仕様   |                        |

#### a) 居室

Highest officer class : Day room 及び  
bed room, private bath room 付  
Senior officer class : Day room 及び  
bed room, private lavatory 付  
Junior officer class : Single berth  
cabin, private lavatory 付  
Petty officer class : 同上  
Ratings class : Single berth cabiu,  
common lavatory 付  
Suez Canal crew : 6 人部屋(2段ベッド×  
3), private lavatory 付  
Hospital : 1段ベッド×2, private lavato-  
ry 付

#### b) 公室

Mess room : Officer, ratings 共用の1室  
Smoking room : 同上  
Duty mess room : 1室

#### c) 事務室

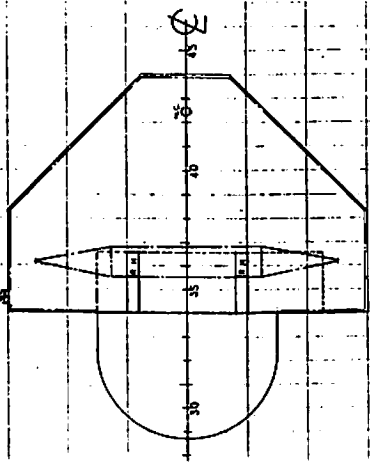
Ship's office : 1室 (ただし, W. B. cont-  
rol room と兼用)  
Tally office : 1室

#### d) その他

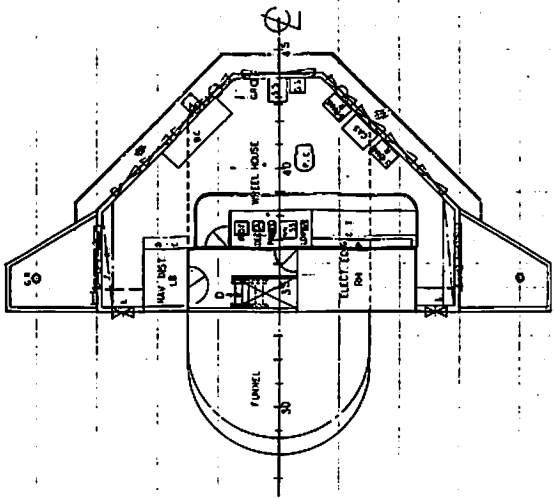
約30㎡の Gymnasiuw を1室設ける他,  
galley, locker, ref, chamber等の必要な諸  
室を配置した。

### 3) タワー型居住区と従来型居住区の比較

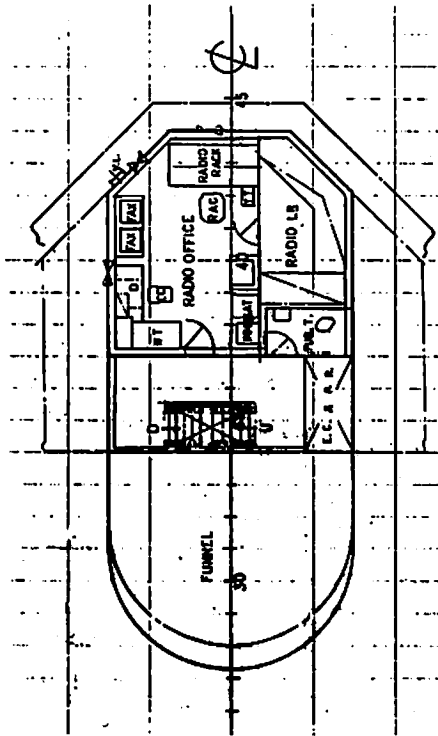
COMPASS BRIDGE DECK



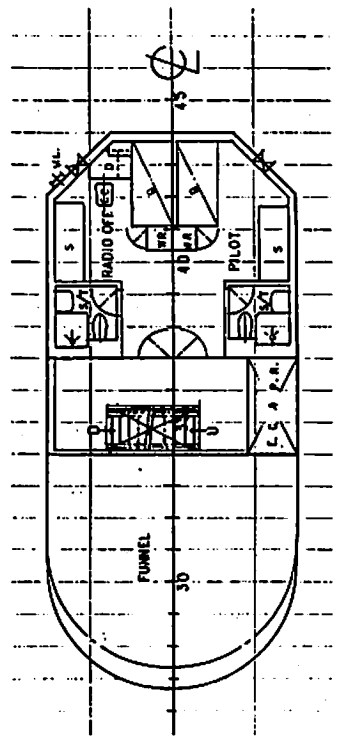
NAVIGATION BRIDGE DECK



"B" DECK

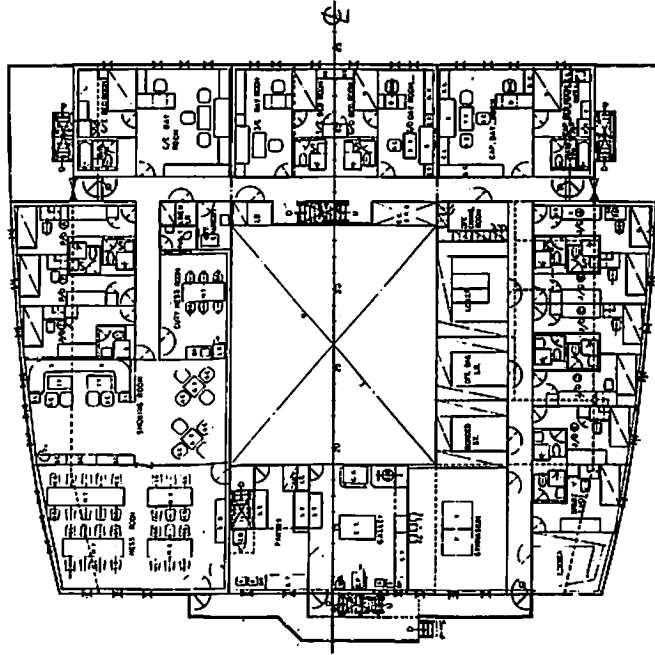


"A" DECK

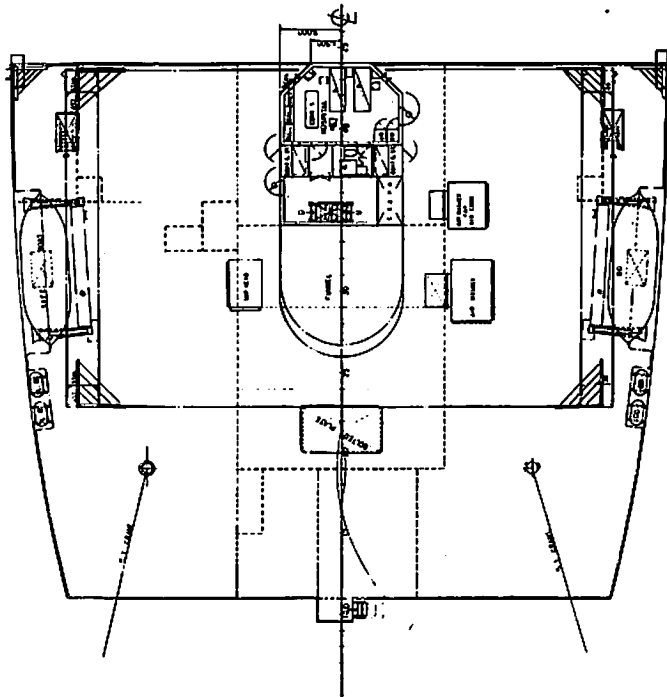




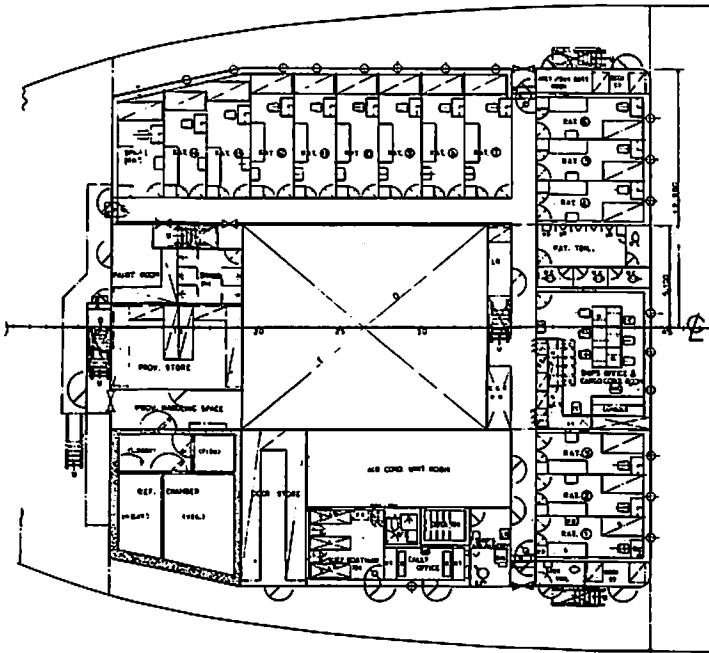
PUBLIC DECK



BOAT DECK



UPPER  
DECK



重量、コストなどの比較対象となる従来型居住区の形状は、昭和56年度の風洞実験に用いた従来型居住区と同じとし、特に仕様の差（乗組員数、居室の数およびグレード、家具などの装備品の数およびグレード等）は考慮しなかった。ただし、居住区床面積を比較するとタワー型居住区と従来型居住区では下記の点において相違があった。

(1) 操舵室の床面積

約25㎡タワー型居住区の方が少ない。タワー型居住区頂部に従来型居住区におけるような大きな操舵室を設けることは、強度上、振動上問題があるので、多少の配置上の制約をつけ、できる限り操舵室をコンパクトにしたことによる。

(2) Passageの床面積

約90㎡タワー型居住区の方が少ない。タワー型居住区では主要な部屋を全て上甲板およびpublic deckに集中させたため、Boat deckより上層のdeckでは階段部のみでよく、従来型居住区におけるengine casingを取り巻く通路が不要になったことによる。

(3) Dead spaceの床面積

約30㎡タワー型の方が少ない。これも下2層に主要諸室を集中させたため、暴露に面する壁が減少し、従って、防熱等にとられるdead spaceが減少したことによる。

(4) その他

Ship's officeとW.B. control roomを1区画にしたり、mess roomをofficerとrating共有の区画にするなどスペースの有効活用を計ったこと、また小型化に対する努力を行ない、従来型居住区に比べ約65㎡の減少が得られた。

これらの結果タワー型居住区の床面積は従来型居住区より約210㎡少ない1,390㎡となった。

前述したように、両居住区における仕様の差は考慮していないため、後で述べる重量差、コスト差はこの床面積の違いによるものと配置上の違いによるものを考慮して検討した。

4) 重量の検討

合計50t減少

タワー型居住区と従来型居住区の重量差を検討したところ、下記の結果を得た。いずれも、従来型居住区に対する増減を示す。

(1) 船殻鋼材（約20tの減少）

このうち床面積（船殻重量の比較においては甲板面積を使用する）の違いによるものは約30tの減少となるが振動対策としてタワー型に約10t必要なため、合計20tの減少となった。

(2) 居住区関係（約4tの減少）

単純に床面積の違い（210㎡）だけで推定するともっと大きな重量差となるが、4tの減少しか無かったのは下記の理由によるものである。

a) 210㎡の中には重量差がほとんど無いdead

spaceが含まれていること。また210㎡のうちの半分近くが内装品の無い通路の差であり、その他の諸室で多少の面積の違いはあっても、内装品に差をつけなかったこと。

b) タワー型居住区ではケーシング回りの防熱材は減少するものの、上甲板の床面積が大きく、従って機関室に面する部分に防音・防熱用として使用する deck covering の範囲が増え、かえって重量増となるものがあること。

(3) 艦装数関係 (約26tの減少)

タワー型居住区では、風圧抵抗を減少させるためにタワー部の幅を極力狭くし、6mの幅とした。これにより艦装数の算定の規準となるB/4すなわち32.2/4 = 8.05mより小さいため、艦装数を減少することができた。

	艦装数 (計算値)	ランク (NK)	アンカー (ordinary)	チェーン (第3種)
従来型 居住区	3,296	3,210~ 3,400 J1	3 × 9.9t	78mmφ× 660m
タワー型 居住区	2,772	2,700~ 2,870 H3	3 × 8.3t	70mmφ× 632.5m

この結果、艦装数は3ランク違うこととなり、ウインドラスの容量減も含め、約26tの重量減となった。

(4) これらを合計するとタワー型居住区を採用することによる重量減は下記のとおりとなった。

$$20(\text{船殻}) \times 4(\text{居住}) + 26(\text{艦装数}) = 50\text{t}$$

(5) 建造コストの検討

タワー型居住区の建造コストを従来型居住区と比較したところ、タワー型居住区の方が約2,800万円安く建造できるという結果を得た。このうち約70%が合板、化粧材などの壁・天井材と鋼材の減少分(取付けに要する現場工数の減少分を含む)および艦装数の変更によるものであり、残り30%が管材、通風トランク、窓、扉など微少な差の積み重ねである。(この中にはタワー型居住区の方が、若干高いコストとなる deck covering の分も含まれている。)

(6) 載貨重量の変化

タワー型居住区の上甲板舷側に従来船と同様、船首尾方向の通行用として暴露の通路を設けたため、船樓の扱いとはならず、従って、乾舷の差は出なかった。すなわち、載貨重量の変化は、4.重量の検討で述べた重量減約50tだけタワー型居住区の方が載貨重量が大きくなる。

3. タワー型居住区による馬力節減効果

前年度に実施した模型風洞試験結果をもとに、居住区形状をタワー型とすることにより、実際の航海において、どの程度の馬力節減効果が得られるか検討した。

1) 検討条件

(1) 航路

日本(横浜)~北米(バンクーバー)航路を考える。

(2) 主機出力

10,350 BHP(NORMAL)

(3) 船速

満載時; 13.5 Knots バラスト時; 14.5Knots

(4) 居住区面積

	正面面積
従来型	432㎡
タワー型	323㎡

(5) 気象条件

SR-163 研究部会“気象海象および船舶の波浪中応答に関する統計解析ならびに実船計測”による統計資料を借用させていただいた。

日本~北米航路に沿った各小海域の統計資料をもとに各小海域の通過時間(船速は一定)を重みとして積算することにより、長期予測計算に必要な航路全体の風向、風速の頻度表を求め、また風速および風向の各々の頻度分布を考慮した。

(6) 風圧抵抗

居住区に働く風圧抵抗の船長方向成分  $F_x$  は次式で求める。

$$F_x(\theta) = \frac{1}{2} \rho U^2 A_x C_x(\theta\omega)$$

where,  $\rho$  : 空気密度(0.125kg・s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)

$U$  : 相対風速(m/s)

$A_x$  : 居住区正面投影面積(㎡)

$\theta\omega$  : 相対風向(deg)

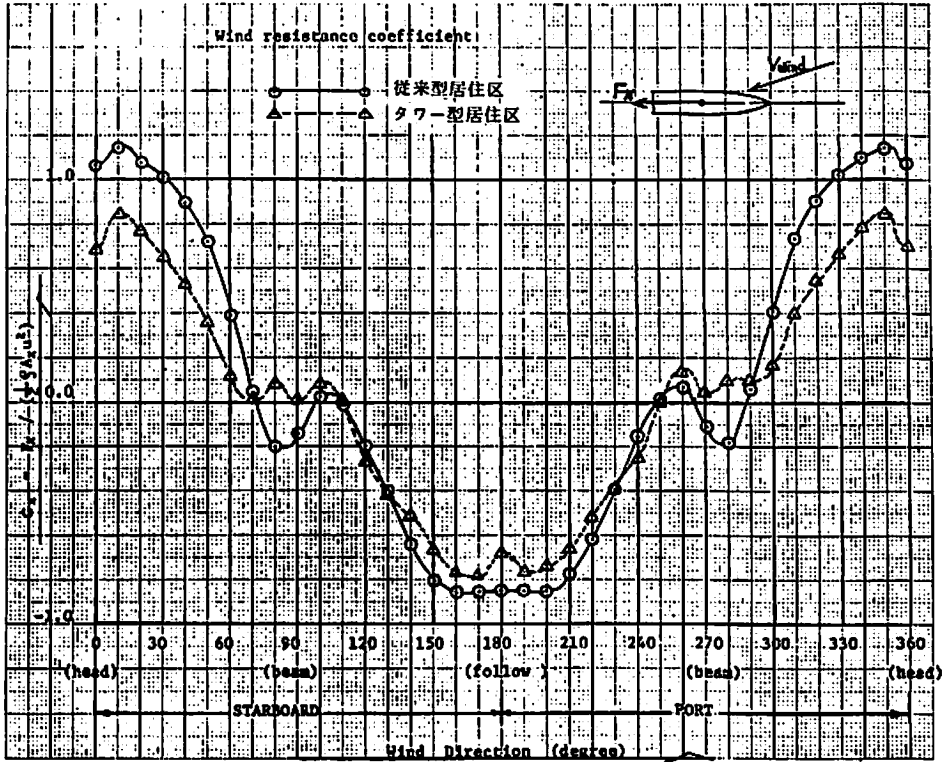
$C_x(\theta\omega)$ : 風圧抵抗の船長方向成分の係数

$C_x(\theta\omega)$ は56年度の風洞試験結果(次頁図照)を用いる。

2) 検討結果

前記の条件をもとに、タワー型居住区の採用による馬力節減効果について検討した結果を表に示す。

風洞試験  
結果



	満 載 状 態		バラスト状態	
	従 来 型	タワ-型	従 来 型	タワ-型
居住区に働く風圧抵抗 (年間平均値)	4,557kg	2,253kg	2,184kg	1,068kg
風圧抵抗減少量		2,304kg		1,116kg
馬力節減量		321 BHP		151 BHP
馬力節減率		3.10%HP		1.46%HP
タワー型居住区による馬力節減率(年間平均)	2.28%HP			

- (1) 往航時 (バラスト状態) では主として追い風状態が多く、復航時 (満載状態) では主として向い風状態が多いため、タワー型居住区の馬力節減効果は往航時に比し、復航時の方が大きくなる。
- (2) ここで検討したモデルコース (日本～北米航路) では、タワー型居住区を採用することにより、大きな馬力節減効果が得られる。  
 往航時 (バラスト状態) 馬力節減率: 約 1.5 %HP  
 復航時 (満載状態) 馬力節減率: 約 3.1 %HP  
 往復航平均 : 約 2.3 %HP
- (3) 実際の燃料消費量の節減は、主機の燃料消費率を 130 g/ps/h, 年間航海日数を 300 日, Heavy fuel oil を 190 \$/t, \$1 = ¥ 250 と仮定すると  $(322+151) / 2 \text{ ps} \times 130 \text{ g/ps/h} \times 24 \text{ h/日} \times 300 \text{ 日/年} \times 10^{-6} \times 190 \text{ \$/t} \times 250 \text{ \yen/日} = 10,000,000$  円/年の節約が期待できる。

4. 実用化段階での留意点およびまとめ

1) 実用化段階での留意点

(1) 振 動

タワー型居住区のタワー部は極端に細いため、振動することが予想されるが、これに対しては前述の振動対策として、約 10 t の鋼材を見積もっているため、特に心配は不要と考える。

(2) 騒 音

タワー型居住区では下 2 層にほとんどの居住区があり、機間室に近いので、騒音に対しては従来型居住区より悪い環境にある。従ってタワー型居住区の上甲板部に、浮床方式の deck covering を採用した。今回の検討においては全日本海員組合の要求する 65 dB (A) (居室) を満足する程度の deck covering を想定したが、IMO, DOT (英国), SFD (ノルウェー) な



どの要求は更に厳しいものであり、これを満足するにはさらに deck covering を厚くするなど対策が必要である。

### (3) Bridge wing

タワー型居住区における bridge wing は風圧抵抗を減少させる目的でコンパクトにしたため、従来型居住区のように舷側一杯まで張り出していない。これに対しては大洋航行中あるいは港内航行中に、船長やパイロットからクレームがつく恐れがあるが、Boat deck の舷側等に見張りを立て、そことトランシーバーによる交信を行なうことを予め了解してもらう必要がある。

また、パナマ運河の Marine Director's Notice 1-79 (1979) および同 13-80 (1980) に舷側一杯まで張り出すか、さもなければスイングアウト式または持運び式のプラットフォームを船幅一杯に張り出すことを要求しているが、この Notice の適用時期がまだはっきり決まっておらず、前記のトランシーバーなどで代用できるものと考えた。従って実船の設計時にはパナマ運河コミッションと打合せを行なう必要がある。

### (4) その他

タワー型居住区の配置図作成にあたっては、できるだけ従来型居住区と同じ機能となるよう配慮したため、大きな問題点は特にない。しいてあげるとするならば、船長、機関長の highest officer の居室が下にあること、officer class と ratings class の居室が deck 毎に、明確に区分けられないことなどがあげられるが、これらはいずれもマイナーな問題であり、特にとりたてていうほどのことは無いと思われる。

また操舵室内の chart table は片側からしか使えないが、このような配置にした実船もあるので、実用上は、さして問題ないと思われる。

### 2) まとめ

以上に述べたごとく、タワー型居住区は従来型居住区と比較して下記のことが判明した。

- (1) コスト面では床面積を小さくしたため、安く建造できること。
- (2) 対策を施せば、振動や騒音面でも問題ないこと。
- (3) 通路や dead space を減少をすることができ、これに伴い、若干ながら重量の減少が期待できること。また艀装数を減少できること。
- (4) モデルコース (日本～北米) における経済性の

検討でも、タワー型居住区は優れた省エネルギー効果を有していること。

これらの結果、ブリッジウィングについて船長やパナマ運河コミッションに確認が必要な点を除いては、タワー型居住区を実用化する上での問題点はなく、実用化へ向けて一歩前進すると共に、当初の目的を達することができた。しかし、居住区配置図については更に検討を要する点もあるかと思うので、踏躰のご批判を仰ぐ次第である。

---

## Ship Building News

---

### ■日立造船、新規開発設計の撒積船2隻を受注

日立造船はこのほどギリシャ船主レモスアントパテラス (ヘラス) 社から 39,160 DWT 型ばら積船 2 隻を受注した。

このばら積船は同社が新規開発設計した 40 型標準船で 25 トンデッキクレーン 4 基を有し、さらに各種の省エネ対策が取入れられている。建造工場は舞鶴工場。

主要目はずきのとおり。

長さ / 179.0 m、巾 / 30.60 m、深さ / 16.00 m、吃水 / 11.00 m、総トン数 / 約 24,900 GT、載貨重量トン数 / 39,160 MT、主機関 / 日立 B & W 6 L 67 G BE 型ディーゼル機関 1 基、連続最大出力 / 13,000 PS × 123 RPM、試運転最大速度 / 16.7 kn

### ■表紙のばら積船“マローラ”の主要目

全長	224.50 m
長さ (垂線間長)	215.00 m
巾	32.20 m
深さ	17.80 m
計画満載喫水	12.40 m
総トン数	32,241.10 GT
載貨重量トン数	60,005 LT
貨物倉容積	83,072 m <sup>3</sup>
主機関	日立スルザー 6 RND 76M 型 ディーゼル機関 1 基
連続最大出力	13,500 馬力 (9,929 キロワット)
速度 (試運転最大)	16.93 ノット
船級	A.B.S.
起工	57.6.11
進水	57.8.5
完工	58.1.12

## FP, SLF, BC及びDE各小委員会の報告について

### 1. 第28回防火小委員会(1月17日～21日開催)について

- (1) 改正SOLAS第II-2章第59.1.5規則(タンカーの換気)には、貨物タンクへの炎の侵入を防止する装置を換気装置に取り付け、その装置の基準はIMOが採択した基準に従うべきことがうたわれているが、①この規則をイナートガス船にも適用するか否か、②装置として高速排気管頭にフレームアレスターを付加する必要があるのか否かにつき検討され、①については結論が次回に持ち越され、②についてはフレームアレスターを付加する必要はないとの合意が成立した。

また、フレームアレスターのエレメントに金網(wire-mesh)を使用しているのは日本だけであり、大勢はクリプトリボン方式であり、同方式は強度的に優れていること及びメンテナンスが容易であり、かつ目づまりの問題が解決されることから、我が国においても本方式の早急な開発が望まれるところである。

- (2) IGSを有しないタンカーに関するガイドラインについて、オランダの作成したドラフトに対し、ICS/OCIMFのコメントを考慮し、本年の中頃までにISGOTTを改正することとなった。
- (3) 改正SOLAS II-2章第13規則(固定式火災探知警報装置)の1つとして“Sample Extraction Smoke Detection System”の性能要件が新規則として追加されることが検討され、今次会合において内容がほぼ固まった。
- (4) 改正II-2章の解釈として、「配せん室」、「非常用消火ポンプの吸込水頭」、「燃料油タンクの配置」等につき議論された。
- (5) 火災試験方法については①火災伝播性試験、②一次甲板被覆材に関する試験、③漁船条約中の「F」級仕切の試験方法、④「A」級ドアの試験並びにラッチの数に関連した「A」、「B」級仕切の試験方法の改正、⑤布張家具の火災試験方法、⑥煙及び燃焼生成ガスの有毒性に関する試験、⑦不燃性材料試験について議論され、①、⑤及び⑥については今後の日本の貢献が期待されることとなった。

### 2. 第28回復原性及び満載喫水線並びに漁船安全小委員会(2月7～11日開催)について

#### (1) 非損傷時復原性

##### ① Weather Criteria

一般貨物船及び旅客船に対する非損傷時復原性基準は、前回までに議論されてきた Weather Criteria に若干の係数修正を行った後、合意された。今回合意された Weather Criteria は今秋の第13回IMO総会で採択されることとなっている。

##### ② ポンツーンの復原性

標記に関するガイドラインは、一つの基準として統一せず、各国の基準が Annex に併記された。

##### ③ 漁船の復原性

漁船の非損傷時復原性に関しては、①の合意された Weather Criteria をそのまま用いて試算を行い、次回に検討することとなった。

##### ④ 追波中の復原性

波の山が船体中央部を通過する時の復原力の減少が重要であるとの認識から、次回までに試算をすることになった。

#### (2) 74 SOLAS条約第II-1章の実施と解釈

① 長船首楼の定義については、現時点で改正の強い必要性がないということで、検討の継続を中止した。

② 貨物船に対する船尾 B<sub>HD</sub>、機関室 B<sub>HD</sub> 及び船尾管に関する改正は、将来の SOLAS 改正に含めることを前提に MSC Circular として次回 MSC に決定を促すこととなった。

③ 貨物船に対する二重底要求については、今後も、SOLAS 改正案の一つとして検討されることとなった。

#### (3) 1969年トン数条約の実施と解釈

##### ① 定義

flat top barge の長さは、喫水線長の 96% をとる。MODU 等の長さは全長をとり、その旨証書に Remark を記載する。

##### ② 閉置場所 (Reg. 2 (4))

Permanent or movable awnings で閉置さ

れた場所は Reg. 2 (5) の扱いによる。

③ 海水に開放された場所 (Reg. 6 (3))

泥運搬バージ等の積載場所は、泥等をすてる際には一時的に海水に開放された場所に該当するが、V及びV<sub>c</sub>に含める。

④ クリーンバラスタタンの容積をV<sub>c</sub>から除外することについては、COW/CBT二重目的のタンクの容積についてはV<sub>c</sub>に含めるべきであり、COWの設置されていないクリーンバラスタタンクのみSBTと同様に扱うことが合意された。次回MEPCに送られる。

(4) その他

73/78 MARPOL付属書I第25規則にいう仮定損傷後の区画復原性計算数をどの程度にすべきかについて、統一解釈の模索がつづけられたが、第25規則を厳密に実行するためには、あらゆる航海状態の計算が必要であると主張する国と、ある特定割合の積載状態を合理的に選び、計算数を限定しようとする国の間で意見が分かれ、合意を見るに至らなかった。

3. 第24回コンテナ貨物小委員会(2月21~25日開催)について

(1) コンテナ条約改正事項

① 最大総重量表示

コンテナの運用上の安全面からCSCプレートに表示された最大総重量と異なるような重量表示もしてはならないことを確認し、Annex I, Reg. 1を改正することに満場一致で可決された。

従って、コンテナ所有者は出来るだけ早く表示を統一すること、コンテナ取扱いはCSCプレートに記載の重量を最大総重量表示と見做し、プレート未貼付のコンテナについては船積書の実際の重量を最大総重量と見做して取り扱うこととなり、条約改正発効後、最大5年以内に全てのコンテナは統一した表示とすることに合意した。

② コンテナの検査間隔

現行24カ月から30カ月にすることが採択された(Annex I, Reg. 2の改正となる)。

③ コンテナの代替検査計画

現行では、検査間隔は「第1回検査日までは5年」「再検査は24カ月以内」と定められている(Annex I, Reg. 2)が、この間隔をコンテナ所有者の都合により、任意とした計画書を主管庁が承認するという制度につき、その採用の当否を審議した結果、採用することが採択された。

この結果②と合わせて、国際的には、検査間隔は従来どおりとするか又は任意とし、前者の場合は、「24カ月」が「30カ月」となるというシステムとなろう。

④ タンク・コンテナの積み重ね試験

タンク・コンテナの形状、構造面から、積み重ね試験時に内部荷重1.8 R-Tを用いる必要性は少なく、実際にタンクに1.8 R-Tを積載することは困難であることから、Annex II, Test No 2 Internal loadingに「タンク・コンテナについてはtare conditionで差支えない」旨追記することが満場一致で採択された。

⑤ タンク・コンテナの長手緊締試験

試験時に、タンクに内部荷重R-Tを積載することが困難であるため、R-Tとなるよう補助的な荷重を用いる旨Annex II, Test No 5 Internal loadingに追記する改正が満場一致で採択された。

(2) BCコードについて

“Metal Sulphide Concentrate”の積載要件の原案中の「32℃以上のものは積載禁止」及び「船積前のaging periodを3~4週間とする」旨の要件は削除された。その他は大きな動きはなかった。

4. 第26回設計設備小委員会(2月28日~3月4日開催)について

(1) 特殊目的船コードについて

① 条約証書の特種目的船に対する発給のあり方については、旅客船のSOLAS証書を基本とすべきとする国と、貨物船のSOLAS証書を基本とすべきとする国、及びSOLAS証書は持つ必要がないとする国の間で意見が交わされ、主管庁判断でいずれかのSOLAS証書及び免除証書を持たせることで合意がなされた。

② 500 G/T未満の船舶への本コードの適用についても、主管庁にまかされることとなった。

③ 本コードに関する本小委員会での審議は、今回をもって終了し、総会決議案として次回MSCの承認を求めることとなった。

(2) MODUコードの改正について

“Ocean Ranger” “Alexander. L. Kieland”の事故を契機として、ノルウェーは現行A.414の改正を主張しているが、今次会合において、本コードの第1, 3, 4, 5, 10及び14章について定期的に見直していくことで合意され、また、④「通常

## ■三菱重工・安立電気が世界初の「船内光ファイバー通信システム」を開発

三菱重工業と安立電気は、光ファイバーを使って電話、データ端末、放送など船内の通信を行う「船内光ファイバー総合通信システム」を、構内光通信システムの一環として共同開発したことをこのほど発表した。光ファイバーを利用した船内通信システムの開発は、これが世界で初めてのことである。

なおこのシステムは、日本船用機器開発協会の資金援助を受けて開発したもので、4月5日から東京・平和島の東京流通センターで開かれるコミュニケーション'83に出品された。

発表によると、このシステムは、伝送路に2芯のプラスチックファイバーを用いている。このプラスチックファイバーで複数のノード（接続されている複数のノードが全体で電話交換機の役目をする）をループ状に接続、それぞれのノードに電話、データ端末、放送、時計延長警報装置を結び、時分割多重方式で相互間の通信を行う方式になっている。

ノード間の距離は最大60メートルで、プラスチックファイバーは現在の最高水準である毎秒3メガビットの伝送速度をもっている。

ノードに接続できる標準端末は

◎電話機（1ノード当たり8台）

◎時計

◎データ端末

◎船用指令放送装置

◎延長警報（15ポイント）

の5種類だが、これはほかの必要な端末と組み変えることができる。

この通信システムは、これまでの船内通信で生じていた雑音や誘導障害による機器の誤動作を防止し、急速に自動化、コンピューター化しつつある船内情

報通信の質的向上、船内信号伝送用電線の減少を目的に開発したものである。

本システムの特長はつぎのとおり。

- (1) 構内の電話機から任意の相手（電話機）を呼び出して、相互に通話ができる。
- (2) 特定電話機から任意の相手を呼び出した時、話し中であれば任意の1数字を回して強制割込み通話ができる。
- (3) スピーカーによる一斉放送を電話機を通して行うことができる。またスピーカーは最大四つのグループに分けて、そのうちの一つのグループを選択して放送することもできる。
- (4) 電話機に押しボタンを設け、これを押すことによって決まった相手に緊急強制割込みや三者通話ができる。
- (5) デジタル式親時計からの信号を受信して各ノードに設置される子時計へ信号を送ることができる。
- (6) 構内の特定機械の監視用警報接点を任意のノードに転送し、警報を表示する。
- (7) データ端末間の通信ができる。
- (8) 各ノードは端末の種類に応じてインターフェイス用パッケージを用いて端末接続の組み合わせを自由に構成できる。
- (9) 各ノードは独立した構成になっているので特定のノードが障害を起こしても、他のノード間の通信制御は通常どおりできる。
- (10) 2芯の光ファイバーケーブルは現用と予備となり、一部が切断しても自動的に予備を使用したループバック制御方式でバックアップを行う。
- (11) 停電の時も使用できるようにノード内に密封型バッテリーを備えることもできる。

の船舶との同等性」の意味、②本コードを最低要件と考えるか、それ以上のものとするか、③本コードの適用範囲について検討されることとなった。

### (3) 遊水設備の標準化

非常時の救援設備に関する標準のドラフトが作成され、各国からのコメントが求められることとなった。

(文責・木沢)

# 中・大型専用船を対象とした 燃料単価と経済速力について

富田 哲治郎  
工学博士 / 四国ドック技術顧問

このレポートは、燃料単価の変動による中・大型専用船の経済速力に対する影響につき、計算過程での諸要素を近似表現した算式に基づいて検討したものである。

## 1. 運航採算係数

運航速力の採算に対する影響をみるため、次のごととき運航採算係数 ( $K_E$ ) を考える。

$$K_E = \frac{\text{①船価関連項} + \text{②燃料費項} + \text{③乗組員費項}}{\text{④運賃収入項}}$$

①の船価関連項は、償却、金利、乗出し費用の他、船価に比例すると見做される保険料、修繕費、諸税

等を含むものとし、これを年間、 $k_B \cdot (\text{船価})$  で表わす。

船価は、 $DW(t)$  および航海速力 ( $V_S$ : knots) を要素とし、

$$\text{船価} \propto DW^a \cdot V_S^b$$

で表わすと、 $a \approx 0.60$ 、また  $b$  値は、 $DW$  小となるほど大きくなるが、 $DW 5 \sim 10$  数万  $t$  の範囲では、それほど大きな変化はなく、専用船の速力範囲では、 $b = 0.40$  とする。

比較的最近での実績船価を参考とし、また、ここでは、 $k_B = 0.20$  とすると、

$$\text{①項は、} 0.20 \times 2.2 \cdot DW^{0.60} \cdot V_S^{0.40} \quad \dots (2)$$

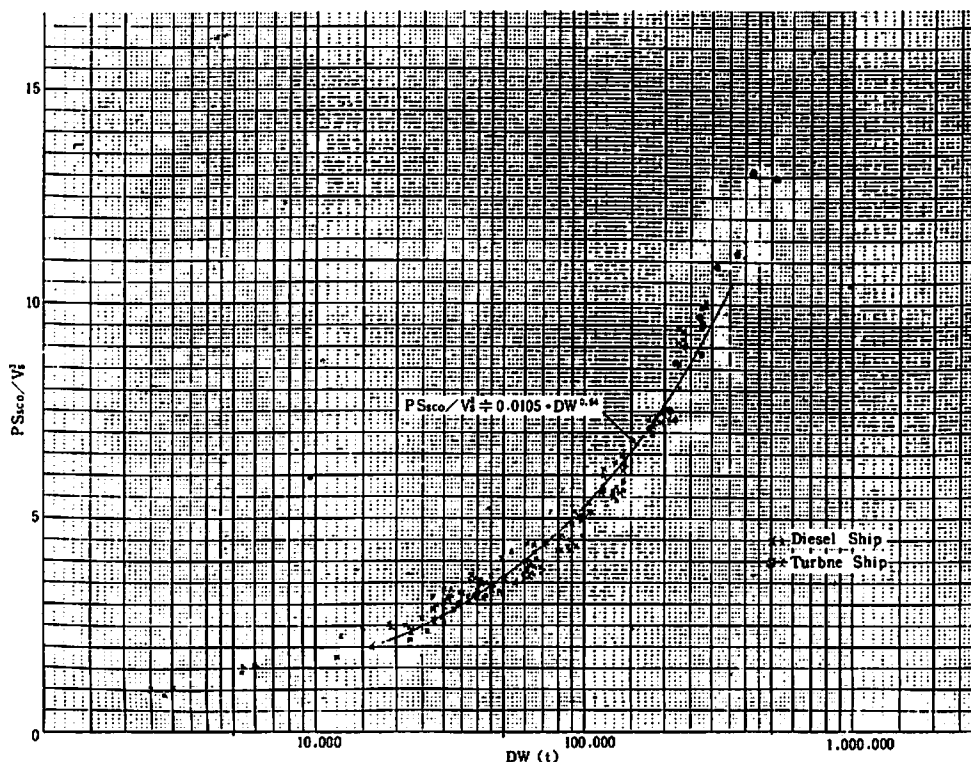


Fig.1

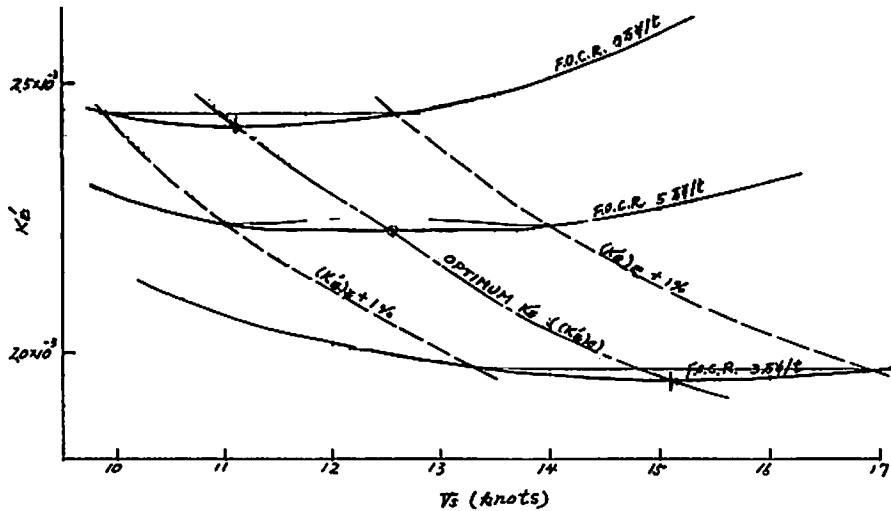


Fig. 2  
 $K'_E \sim V_S$

②の燃料費は、燃料単価 (Fuel Oil Cost Rate : FOCR, 万 $\yen$ /t)  $\times$  (年間使用量, t) で、年間使用量はディーゼル船とし、航海時以外の使用分等も含めるものとし、 $PS_{SCO}$  (常用馬力) t とする。(文献 1, 13  $\cdot$  2-4, 参照)

$PS_{SCO}$  は、15%の sea margin を含み、  
 $PS_{SCO} = 1.15 (\Delta^{2/3} \cdot V_S^3 / Cad)$

Admiralty Coefficient (Cad) は、比較的大型の専用船に対し、文献 1 (5  $\cdot$  4-1) では、 $Cad \doteq 200 \cdot L^{0.16}$  で与えられているが、これは、 $L/B = 6.0$ ,  $C_b = 0.82$ ,  $RPM = 120$  を基準としたものであり、ここでは直結ディーゼル主機の船長 ( $L$ , m) に対する平均的 RPM を考慮し、

$$Cad \doteq 89 \cdot L^{0.32}$$

とする。また後の計算の便のため、

$$L \doteq 5 \cdot \Delta^{1/3}$$

満載排水量 ( $\Delta$ , t) を、 $\Delta \doteq DW / 0.725 \cdot (DW / 10^3)^{0.034} = 1.744 \cdot DW^{0.966}$  とすると、

$$\begin{aligned} PS_{SCO} &\doteq 1.15 (\Delta^{2/3} \cdot V_S^3 / 149 \cdot \Delta^{0.32/3}) \\ &\doteq 0.0077 \cdot \Delta^{0.56} \cdot V_S^3 \doteq 0.0105 \cdot \\ &DW^{0.54} \cdot V_S^3 \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

式(3)チェックのため、( $PS_{SCO} / V_S^3 \sim DW$ ) の実績との比較を Fig. 1 に示してある。実績値が超大型船で、式(3)より大きくなっているのは、 $B/L$ ,  $C_b$  が過程での値より大きいためと、またパナマックス型の範囲で小さいのは、 $B$  の制限により  $L/B$  が仮定より大なるためと考えられる。

③の乗組員費項は、乗組員数の実績は相当の幅があるが、 $DW$  に対するほぼ平均的なものを取り、乗組員費の年間費用は、

$$80 \cdot DW^{0.10}, (m^{\yen}) \dots\dots\dots (4)$$

とする。

④の運賃収入項で、運賃収入は (運賃 rate)  $\times$  (載貨量)  $\times$  (航海回数)、専用船の場合、運賃レートは船型の大きさにより異なるが、ここでは  $DW \cdot V_S$  に比例するものとする。この場合、式(1)の採算係数はいわゆる ton mile 当り運航経費となる。

以上より、式(1)は、分子の単位を ( $m^{\yen}$ ) として、

$$\begin{aligned} K'_E &= \frac{0.44 \cdot DW^{0.60} \cdot V_S^{0.40} + (FOCR)}{DW \cdot V_S} \\ &\times 1.05 \times 10^{-4} \cdot DW^{0.54} \cdot V_S^3 + 80 \cdot DW^{0.10} \\ &= \frac{1}{DW^{0.40}} \left[ \frac{0.44}{V_S^{0.60}} + \frac{(FOCR) \times 1.05 \times 10^{-4}}{DW^{0.06}} \right. \\ &\quad \left. + \frac{80}{DW^{0.50} \cdot V_S} \right] \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

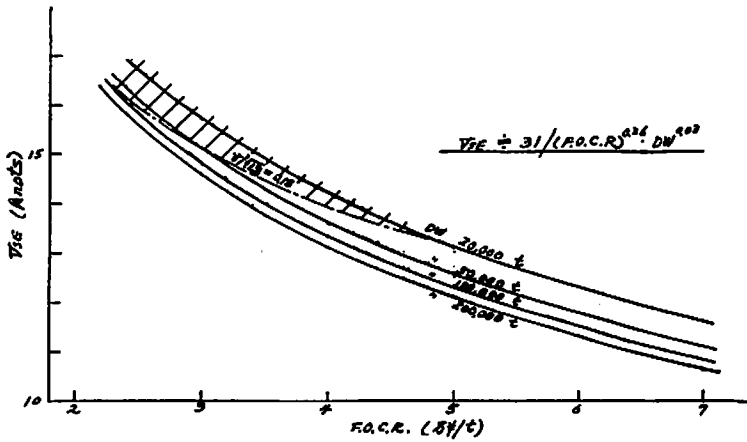
本式により、1例として  $DW 5$  万 t の場合の、 $FOCR = 3.5$  および  $7$  万 $\yen$ /t の場合の、 $V_S$  に対する  $K'_E$  の変化を表わしたものが Fig. 2 で、optimum  $K'_E$ , ( $(K'_E)_E$ ) 値の 1% up に対する  $V_S$  の対応レンジは、ほぼ次のごとくである。

FOCR (万 $\yen$ /t)	Optimum $V_S$	$K'_E (K'_E)_E$ の 1% up に対応する $V_S$ range
3	15.1	13.5 - 17.0
5	12.6	11.0 - 14.0
7	11.1	10.0 - 12.5

以上は、 $V_S$  の optimum との相違の  $K'_E$  に対する影響度をみたものであるが、いずれにしても optimum  $V_S$  からの  $\pm 1$  knot 程度の差は運航採算に対



Fig.3  
V<sub>se</sub> ~ FOCR



し、それ程大きな影響はないといえる。

## 2. 経済速度

式(5)の  $K'_E$  を極小とする速度、すなわち経済速度 ( $V_{se}$ ) は、本式を  $V_s$  に対して微分したものを 0 とおくことによって直接求められる。すなわち、

$$\frac{\delta K'_E}{\delta V_s} = \frac{1}{DW^{0.40}} \left[ -0.312 \cdot V_s^{0.40} + \frac{(FOCR) \times 2.10 \times 10^{-4} \cdot V_s^3}{DW^{0.06}} - \frac{80}{DW^{0.50}} \right] = 0 \dots (6)$$

これより求めた  $V_s$ 、すなわち、 $V_{se}$  を FO.C.R. に対して Fig.3 に示してある。ただし、 $V/\sqrt{Lg} > 0.18$  程度となると、前項での Cad は実際には、より小さくなるため、この範囲では計算による  $V_{se}$  は若干大きめの値となっている。経済速度は、DW 大となるほど小さくなるが、DW 5 万 t 程度以上ではそれほど大きく変化しない。

また、Fig.3 の  $V_{se}$  を更に近似式で表現すれば、

$$V_{se} = 31 / (FOCR)^{0.36} \cdot DW^{0.03} \dots (7)$$

で燃料単価、DW の  $V_{se}$  に対する影響の傾向をみることができる。

なお、 $V_{se}$  は、以上過程の諸式からわかるように、燃料単価の絶対値によってのみ変るものではなく、その船価および人件費の合計に対する割合によって左右されるもので、例えば、船価のみの ±20% の変動は、 $V_{se}$  に対し、約 ±0.7 knots の影響があり、また燃料単価が、船価、人件費等の運航費と同率で変化する場合、 $V_{se}$  は変らない。

昨今での燃料単価は、ほぼ、4~5 万 ¥/t で、Fig.3 からみると、大型船で、 $V_{se}$  は約 12.5~13.5 knots となり、最近完成の、特にバルクキャリアでは、この程度の  $V_s$  とするものも見受けられるが、Fig 1 に示したように ±1.5 knots 近辺の範囲では採算性に大きな影響はなく、また必要の際は減速航行する方法もあるため、計画速度は上記値より若干大としても特に大きく不利となることはない。しかし今

Fig.4  
( $K'_E$ )<sub>E</sub> ~  
FOCR

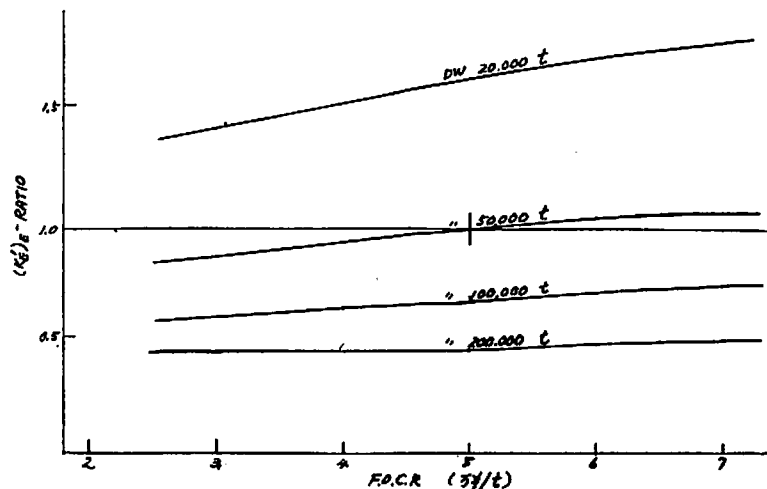
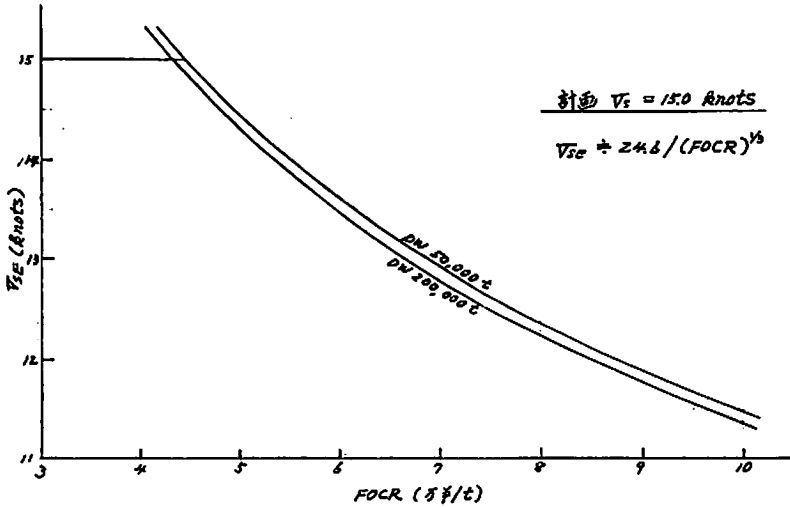


Fig.5  
 $V_{se} \sim FOCR$   
 (減速の場合)



後、船価等に対し燃料単価が相対的に上昇する場合は、 $V_S$ は更に小さくするのが有利となろう。

なお、より低航海速度に対する船型主要案の決定については、ここでは触れないが、傾向的には、 $L/B$ および $C_b$ ともに大きくとるのが有利となる。(文献1, 13・2-4(5),参照)

### 3. 経済速度での採算係数

経済速度での運航採算係数 ( $(K'_E)_E$ ) は、2の項で求めた  $V_{se}$  を、式(5)に用いることによって求められ、結果はFig.4にあるが、この場合の  $(K'_E)_E$  は、DW 5万t、 $FOCR = 5$  万 $\$/t$ を基準としてratioで示してある。 $(K'_E)_E$ 比はDW 5万tに対し、 $FOCR$ にはほとんど関係なく、DW 2万tでは約1.6倍、DW 20万tでは約 $1/2$ となる。

なお、船型大となるほど、実際には用船料あるいはトン当り貨物運賃は割安となるため、例えば総収益等を見る場合は、この点の考慮が必要である。

### 4. 減速運航の場合

最近は大船の建造も少ないが、特に大型Tankerでは、海運市況回復時の市場性あるいは緊急時の操縦性能等も考慮して、満載航海速度15knots程度を維持できる主機を搭載する機会が多い。

ここでは、計画  $V_S = 15$  knots のタンカーにおいての燃料単価の変動に対する経済速度等を検討する。

この場合、燃料使用量の計算は主機同一のため、RPMの減速による推進効率の上昇と、partial loadのための燃料消費率の増大とが相殺されるものとして、式(3)と同じとする。

従って、式(5)は、

$$K'_E = \frac{1}{DW^{0.40}} \left[ \frac{1.30}{V_S} + \frac{(FOCR) \times 1.05}{DW^{0.06} + \frac{80}{DW^{0.50} \cdot V_S}} \right] \dots \dots \dots (8)$$

また、式(6)に対応する経済速度を与える式は、

$$-1.30 + \frac{(FOCR) \times 2.10 \times 10^{-4} \cdot V_S^3}{DW^{0.06}} - \frac{80}{DW^{0.50}} = 0$$

で、 $V_{se}$ は、

$$V_{se} = \left[ \left( 1.30 + \frac{80}{DW^{0.05}} \right) / \frac{(FOCR) \times 2.10}{DW^{0.06}} \times 10^{-4} \right]^{1/3} \dots \dots \dots (9)$$

式(9)よりの計算結果を、DW 5万tおよび20万tに対し、Fig.5に示してある。

この場合、 $V_{se}$ の船型の大きさによる差は僅かであり、式(9)の近似として、

$$V_{se} \doteq 24.6 / (FOCR)^{1/3} \dots \dots \dots (10)$$

この  $V_{se}$  は、2の項で、式(6)より求めた値より、2 knots程度大きくなっている。式(10)の  $V_{se}$  に対する  $(K'_E)_E$  は、式(8)を基とし、

$$(K'_E)_E \doteq \frac{7.35}{DW^{1/2} \cdot V_{se}} \doteq \frac{0.30 \cdot (FOCR)^{1/3}}{DW^{1/2}} \dots \dots \dots (11)$$

で、3の項で求めた  $(K'_E)_E$  に較べ2%程度大となる。

以上、燃料単価の変動に対する経済速度等を数式から求めたが、経済速度は、実際には単に燃料単価のみによって決まるものでなく、燃料費の、船価・

人件費等を主とする他運航経費に対する相対的割合によって左右され、また、収益を基準とするときも若干ずれてくる。

更に、本文でも述べたように、数式から求められた速力値も、採算係数からみると、ある程度の選択余地もあり、本レポートの内容は傾向的説明を示したものと解釈されたい。

参考文献1：富田哲治郎「船舶基本設計論」

---

## Ship Building News

---

### ●三菱、三菱/カメワスキュードペラ1号機を完成

三菱重工は三菱/カメワ・スキュード可変ピッチプロペラの第1号機を金沢工場で完成した。型式は94XF/4、直径3,450ミリ、4翼、スキュー度36度C。この可変ペラは同時生産の第二号機と合わせて神田造船で建造中の佐渡汽船向け客船に装備される。その特徴は①船体振動の低減に効果があり、通常プロペラに比して約50%の水圧変動が減少する。②通常プロペラと同じ水圧変動をとればプロペラ直径を約9%大きくとれるので、プロペラ回転数を約16%低くできるとともに、展開面積比は12~15%少なくできる。③この結果、推進効率を2.5~4%向上できる。

### ●大洋電機、サイリスター方式軸発装置を完成

大洋電機は独自の技術でサイリスター式ステップアップ型軸発/電動装置を開発、初号機を完成した。初号機は日本鋼管で建造する商船三井向け鉾炭船に搭載し、排ガスエコマイザーによるターボ発電機との組み合わせで、大幅な省エネルギー、省人化を図る予定。初号機は発電機=160キロワット、電動機=250キロワット、回転数=900~1,240回転。

### ●鷹取、新型操舵システムを完成

舵取機メーカーの鷹取製作所は三井-AEG型回転翼型電動油圧舵取機の電力制御方式操舵システムの開発を進めていたが、このほど販売を開始した。

### ●三菱重工金沢工場が完成

三菱重工は横浜造船所の、横浜・金沢地区への移転を進めてきたが、3月18日、移転先の金沢工場で総合竣工式を行った。また4月1日から、その名称を「横浜製作所」と改名した。

### ●大洋電機、中間軸組み込み型軸発を商品化

大洋電機はこのほど同社岐阜工場の増改築工事に着手した。これは中間軸組み込み型の軸発装置の商品化を進めるためである。

### 編集部注

本項の参考文献である「船舶基本設計論」は、本誌2月号の新刊紹介欄でも取上げましたが、限定出版なので購入方法は郵便振替(口座番号：東京0-69885、加入者名：富田哲治郎)をご利用ください。なおその他問合せは、丸善出版サービスセンター(電話：03-272-7211 内線288)へ。

---

### 提携・組織改正ほか

---

### ●笹倉、熱交換器でデンマーク社と提携

笹倉機械製作所はデンマークのパシラックサーモ社と「パシラックプレート熱交換器」の製造・販売に関して提携した。笹倉は熱交換器、海水淡水化装置など一貫して熱交換器の開発を進め、そのノウハウを蓄積している。今回のパシラック社との提携はプレート熱交換器の分野で大きなシェアを占めている同社の技術を導入し、自社の熱交換製品を一層強化するのが狙い。

### ●鋼管、スイス・リーファー社と合併会社

日本鋼管はスイスのリーファー・インターナショナル社との合併で船用・海上用クレーンを製造・販売する日本リーファー株式会社を設立した。資本金は5千万円で、鋼管、リーファーが各50%ずつ出資し、社長には鋼管の機関基本設計部長を勤めた大江康夫氏が就任した。

日本リーファー社はリーファーインターナショナル社から船用クレーン、海上用クレーンの製造技術の提供を受け、製造および現地据えつけについては日本鋼管に下請け発注する。販売地域は日本を中心とする極東・東南アジアとなっている。

### ●東芝、米國クロスビー社の総代理店

舶用品専門商社の東芝(ひがししば・本社大阪市)はこのほど米國クロスビー社の日本総代理店として同社製品を一手に取り扱うことになった。クロスビー社はクレーン、重量物揚降機器メーカーのアメリカンホイスト社の関連会社として、特殊合金鋼の船舶用金物、荷役用つり具などの生産で実績をもっている。なお東芝は大阪市西区立売堀5-6-5、電話は(06)531-3631(代)。

# 船殻設計の理論と実際

一つの世代から

<13>

間 野 正 己

工博・石川島播磨重工業技術研究所技師長

## 13. 船殻構造の撓み

一般に構造物の設計において重要なことは、強度、撓み及び振動に対する考慮である。強度は応力を基に論じられる。構造物が壊れるかどうかと云う最も重要な要素である。

撓みは、その構造物の剛性に左右される。振動は、構造物の固有振動数が外力の振動数に近い時に共振現象が生じ問題となる。構造物の破壊と云う観点からは、撓み、振動はそれらにより生ずる附加応力として強度に関与するが、居住性、艤装性等、社会的人間の観点からは、それら自身が重要な要素となっている。

曲げ部材を例にとると、強度は  $I/y$  で表わされ、剛性は  $I$ 、振動は  $1/A$  に左右される。いずれも  $I$  (断面二次モーメント) が含まれていることは、構造物にとって剛性が基本的特性を示す要素であることを示しており興味深い。

第1章から第11章までの間で船殻構造の撓み、或は振動について述べたのは、次の5項目であった。

「3.5 強制変位により生ずる曲げモーメント」(57年7月号)では、桁で支えられた梁に桁の変位によって附加モーメント、すなわち附加応力が生ずること。

「4.3 中心線縦通桁で支えられた船底横桁」(57年8月号)では、中心線縦通桁の変位により、船底横桁に附加モーメント及び附加剪断力が生ずること。

「4.4 桁の撓み」(57年8月号)では剪断による桁の撓み形状と、剪断による撓みと曲げによる撓みの量的比較。

「8.1 板の周辺条件」(57年12月号)では、板の周辺を支持している防撓材の撓みにより板に附加応力が生ずること。

「7.3.2 振動面から見た設計条件」(57年11月号)では、起振振動数1,000 cpm以下に共振しない

防撓板の条件。

撓みに関する項目は、4.4を除いて、いずれも一次部材の撓みにより二次部材に附加応力が生ずることを述べたものである。

設計の条件として、弾性設計、塑性設計いずれをとるにしても、応力ベースで設計を行うと、船殻構造の撓み自身は設計条件になり得なくて、上述のごとく撓みによって生ずる附加応力によって撓みが制限されることになる。

一方、長い経験によってできあがってきた船級協会の規則には、船殻構造の撓みを制限する記述がところどころに見うけられる。壊れないこと即ち応力ベースの設計という概念からは、撓みの制限は必要ないように思われるが、船級協会の規則に、撓みの制限が設けられていることから考えると、撓みが大きくなることによって何らかの不都合が生じたものと思われる。

本章では、船殻構造の撓みとして、ハルガーダーの撓み、最適断面梁の撓み、桁、防撓肋骨等の撓み、一次部材の撓みによる二次部材の附加応力、強度以外の撓みの制限条件等について述べる。

なお、船殻構造要素の振動については、のちほど述べることにする。

### 13.1 ハルガーダーの撓み

ハルガーダーの撓みを制限する要素としては、

- 甲板上、或は船底の艤装品(特に前後方向に連続している)の伸縮
- 撓みによる吃水の増加
- 撓みによる二次応力の発生
- 撓み振動, Whipping

等が考えられるが、応力ベースで設計される船体縦強度上は特に制限する必要はない。

a)については、伸縮継手を採用して解決するのが普通である。

一般にハルガーダーの縦曲げ応力は、大きく見積

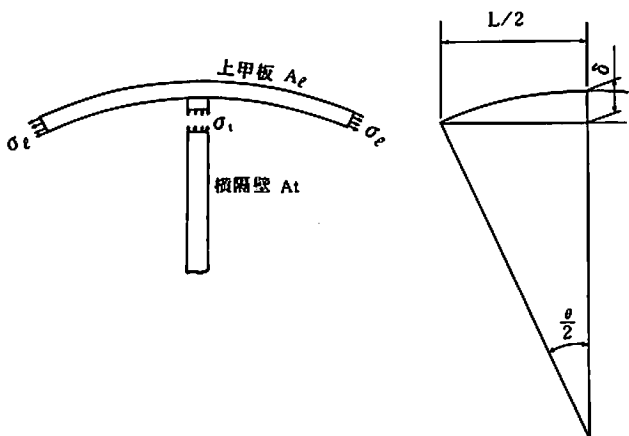


Fig.13.1 ハルガーダーの縦曲げにより生ずる横隔壁の圧縮応力

っても  $20 \text{ kg/mm}^2$  と考えればよいので、歪に換算すると、

$$\epsilon = \sigma / E = \frac{20 \text{ kg/mm}^2}{21,000 \text{ kg/mm}^2} \doteq 1/1000 \dots (13.1)$$

程度となり、10mの長さの鋼製品に対し  $\pm 1 \text{ cm}$  の伸縮を許す継手を採用すればよい。

鋼装設計では、前後方向に連続しているパイプ等に対し、10mの長さで  $\pm 2 \text{ cm}$  の伸縮を許す継手を設けているようである。

b)の撓みによる吃水の増加は、吃水が深い場合に特定の海峡等浅い海を航行する場合に問題となる。また、船体中央にある満載吃水線マークで積載量が決められるので、船尾機関船のように積荷により Sagging の撓みを生ずる場合は、撓みが大きいとそれだけ積載量が減少する。

溶接船では、上甲板部分は船底部分より後で溶接されるので、上甲板部分の溶接による収縮により進水後、荷重が加わらなくても Sagging 状態に撓む傾向がある。この Sagging によっても上記のように積載量を減らすことになる。このような Sagging による積載量の減少を防ぐためには、あらかじめ Hogging の撓みを与えた状態で船を建造することが考えられる。これは Initial Hog と呼ばれているものである〔附録1〕。

c)の撓みによる二次応力の主なものは鉛直部材に対する圧縮応力である。Fig.13.1に鉛直部材に対する圧縮応力の発生機構を示す。これはFig.6.11に示したR部に生ずる二次応力と全く同じ機構である。

鉛直部材として横隔壁を考え、上甲板の断面積を  $A_1$ 、縦曲げによる応力を  $\sigma_1$ 、横隔壁の断面積を  $A_t$ 、

撓みによる圧縮応力を  $\sigma_t$  とすると次のようになる。

$$2 A_t \sigma_t = A_1 \sigma_1 \theta \dots (13.2)$$

$\theta$  と船体の撓み  $\delta$  と船長  $L$  の比  $\delta/L$  との関係は近似的に

$$\frac{\delta}{L} \doteq \frac{\theta}{4} \dots (13.3)$$

となるので、(13.2) と (13.3) 式から

$$\sigma_t = 2 \frac{A_1}{A_t} \cdot \sigma_1 \cdot \frac{\delta}{L} \dots (13.4)$$

となる。今かりに、 $A_1/A_t = 2$ 、 $\delta/L = 1/1000$  とすると、 $\sigma_t/\sigma_1$  は  $1/250$  となり、ハルガーダーの撓みによる二次応力は無視できることがわかる。

d)の撓み振動、Whipping は静的撓みが大きいほど、即ち船体断面二次モーメントが小さいほど、振動振幅が大きくなるが、共振の問題もあり一般的に振動振幅の制限を設けることはむずかしい。Whipping による振動応力を求める方法が最近確立されてきており〔32〕、応力の面から Whipping の許容値が提案されることになるかもしれない。

船体の縦強度上、特にハルガーダーの撓みを制限する必要はないが、経験上、船級協会は次のような規定を設けてハルガーダーの撓みを制限している。

ハルガーダーの撓みが大きくなる船は、 $L/D$  の大きい船と、HT 32やHT 36のような高張力鋼を用いる船である。

上甲板と船底外板の応力を許容応力  $\sigma_a$  以下に保つ条件で縦強度を設計すると次のようになる。

$$\delta = K \frac{WL^3}{EI} = \frac{K \cdot WL \cdot L^2}{E \cdot \frac{I}{y}} = 2K \frac{\sigma_a}{E} \cdot \frac{L}{D} \cdot L \dots (13.5)$$

- ここに、 $\delta$  …… 船体中央における撓み
- $W$  …… 船体に加わる荷重
- $E$  …… ヤング率
- $I$  …… 断面二次モーメント
- $L$  …… 船の長さ
- $D$  …… 船の深さ
- $y$  …… 中性軸から上甲板又は船底外板までの距離  $y = D/2$
- $K$  …… 常数

即ち船の長さに対する船体の撓みの比  $\delta/L$  は、 $L/D$  に比例していることがわかる。

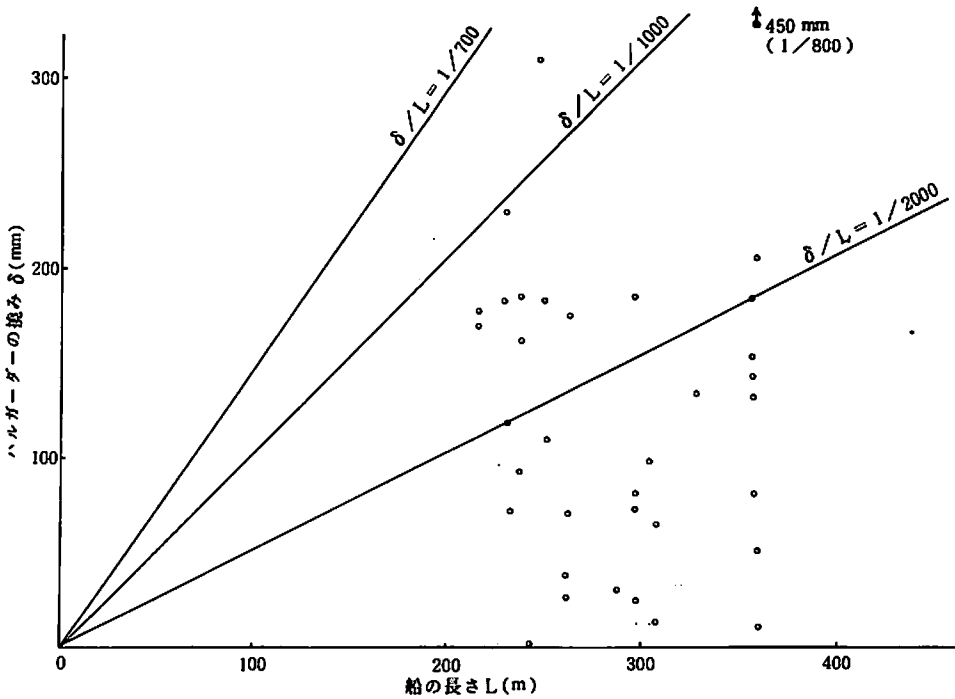


Fig.13.2 静水中におけるハルガーダーの撓み

このことから各船級協会は、 $L/D$ の最大値をある一定の値に定めて船体の撓みを制限している。例えば1976年のロイド規則では、 $L/D$ の最大値として17を与えている。そして $L/D$ が17を越える場合には、許容縦応力を  $\sigma_a \times \frac{17}{L/D}$  として、船体の撓みが  $L/D=17$ の場合と同様になるよう考慮を払っている。

上甲板や船底外板に高張力鋼HT 32やHT 36を用いる場合にも、撓みが $L/D=17$ の軟鋼船と同様になるようHTの使用による $1/y$ の減少率を $0.059 L/D$  ( $0.059$ は $1/17$ に相当する)より小さくしないという制限を設けている。

Fig.13.2に静水中における船体の撓みと船の長さの比 $\delta/L$ を示したが、最近では、 $\delta/L$ が大きい場合には、 $1/1000$ を上まわる場合があらわれるようになってきた。

### 13.2 最適断面梁の撓み

3.1で述べられている最適断面梁について、撓みの量がどの程度になっているか検討してみよう。

梁は両端固定で等分布荷重をうけるものとする。最大曲げモーメント $M$ 及び最大撓み $\delta$ は次式で与えられる。

$$M = \frac{Wl}{12} \quad \dots\dots\dots (13.6)$$

$$\delta = \frac{Wl^3}{384 EI} \quad \dots\dots\dots (13.7)$$

ここに、 $W$ ……梁に加わる荷重の総和  
 $l$ ……梁のスパン  
 $E$ ……ヤング率  
 $I$ ……断面二次モーメント

許容曲げ応力を $\sigma$ 、断面係数を $Z$ とすると、

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{Wl}{12Z} \quad \dots\dots\dots (13.8)$$

$$\therefore Wl = 12Z\sigma$$

これを(13.7)式に代入すると、

$$\frac{\delta}{l} = \frac{12Z\sigma l}{384 EI} \quad \dots\dots\dots (13.9)$$

ここで、Table 3.1の梁の最適断面の諸関係を考慮する。弾性設計とし、Table 3.1の(a)の諸数値を適用する。即ち次の関係式を(13.9)式に代入して最適断面梁における $\delta/l$ を求める。

$$d = \alpha \sqrt{Z/tw}$$

$$I = \beta Z \sqrt{Z/tw}$$

$$\therefore I = \frac{\beta}{\alpha} Z d \quad \dots\dots\dots (13.10)$$

$$\frac{\delta}{l} = \frac{12Z\sigma l}{384 EI} = \frac{12Z\sigma l}{384 E \frac{\beta}{\alpha} Z d}$$



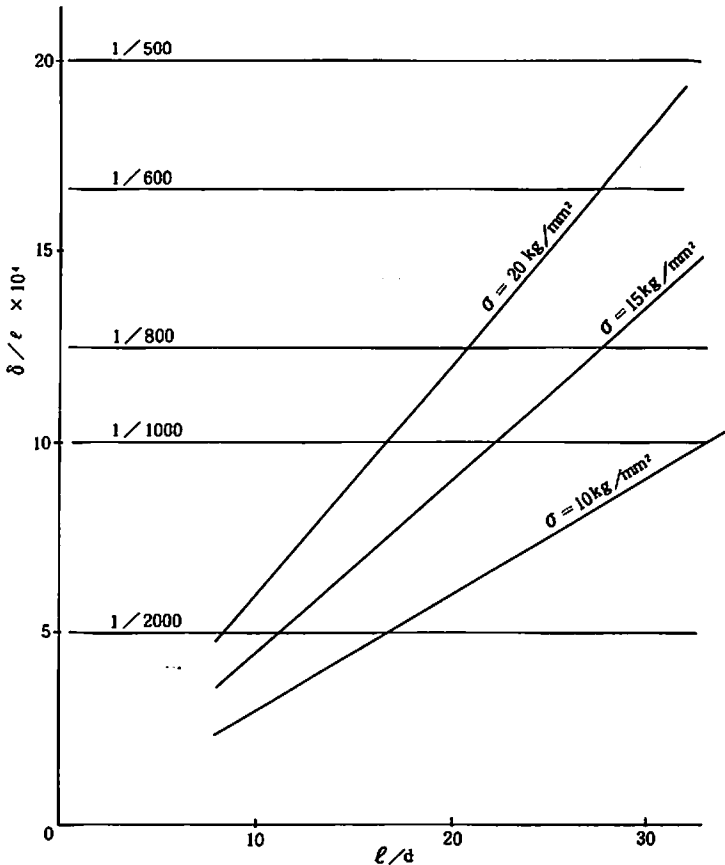


Fig.13.3 最適断面梁の撓み (バランスガーダー)

$$= \frac{12 \sigma}{384 E} \cdot \frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{1}{d} \dots\dots\dots (13.11)$$

(13.11) 式から、スパンに対する撓み量は、許容応力に比例し、更に  $l/d$  (梁の細長比) に比例することがわかる。 $\alpha/\beta$  は、バランスガーダーでは 2.0、板付き断面では 1.0、中間形状では 1.3 となり、バランスガーダーは、板付き断面の 2 倍の撓みを生ずることになる。ただし、この議論は、 $\sigma$  及び  $l/d$  が等しい条件のもとで成立つ。与えられたスパン、荷重に対しては、バランスガーダー、板付き断面に関係なく梁に加わる曲げモーメントが決定され、許容応力  $\sigma$  を決めれば必要断面係数  $Z$  が得られる。与えられた  $Z$  に対する梁の最適深さ  $d$  は、Table 3.1 によれば、バランスガーダーでは  $1.10\sqrt{Z/tw}$ 、板付き断面では  $1.23\sqrt{Z/tw}$  である。即ち、最適断面の場合にはバランスガーダーの  $l/d$  は、板付き断面のそれよりも 12% 大きくなる。

従って (13.11) 式の  $\frac{\alpha}{\beta} \times \frac{1}{d}$  を最適断面のバランスガーダーと板付き断面で比較すると、バランスガ

ーダーの場合は板付き断面の場合の 2.24 倍となる。このようにバランスガーダーは、断面係数に比べて断面二次モーメントが小さい特徴を持っている。

Fig.13.3 に、最適断面梁 (バランスガーダーの場合) について  $\delta/l$  と  $l/d$  の関係を示す。

### 13.3 桁、防撓肋骨等の撓み量

(13.5) 及び (13.11) 式からわかるように、スパンに対する撓み量  $\delta/l$  は、設計応力  $\sigma$  及びスパンと梁或は桁の深さの比  $l/d$  に比例する。それぞれの構造部材について標準的なこれらの値を知っておれば、実際の設計において標準値からかけはなれた値をとる場合に、「これは撓みが何らかの形で影響を及ぼすかもしれない」と注意することができる。

ハルガーダーは両端自由の梁 (両端支持で支持点の反力が 0) であるから [付録 2]、両端固定梁に比べて撓み量が多い。Fig.

13.2 に示したように、静水中の撓みが  $L/1000$  程度である。波浪中では応力が静水中の約 2 倍になるとすれば、撓みは  $L/500$  程度になる。これらは  $L/D$  が 11.0~13.0 の一般の船舶であるから、 $L/D$  が 14.0 以上になるとハルガーダーの撓みの影響を考慮した方がよいと思われる。

一時、タービン船の軸系にアライメントの不都合による問題が生じたことがあった。問題になった船の  $L/D$  を調べてみたらいずれも標準よりも大きな値を示していた。船体の撓みが軸系のアライメントに影響を及ぼしたものと考えられる。

梁、肋骨、防撓材では  $l/d$  は、20~25、デッキガーダーは、15~20、タンク内の桁では 8 程度が標準である。

Fig.13.3 から、設計応力を  $15\text{kg/mm}^2$  とすると、小骨の撓みはスパンの  $1/1000$ 、デッキガーダーでは  $1/1200$ 、タンク内の桁では、スパンの  $1/3000$  の撓みとなることがわかる。

貨物船のハッチサイドガーダーやハッチエンドストロングビームは、深さをできるだけ浅くして荷役レ

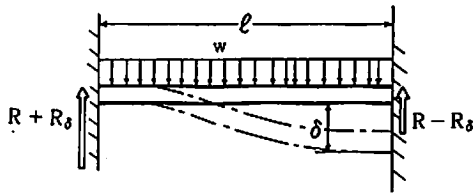


Fig.13.4 支持点の撓みによる反力の変化

便利なように設計される。応力ベースの設計でガーダーの深さを浅くすると撓みが増大しがちである。先輩の言い伝えによると、両端支持の条件で曲げによる撓みをスパンの $1/1000$ 以下にすると云うノウハウがあったようである。これはかなりきびしい制限のように思われる。

以上曲げによる撓みについて述べたが、4.4で述べたように $1/d$ の小さい桁では剪断による撓みも大きくなるので、曲げと剪断による双方の撓みを考慮しなければならない。

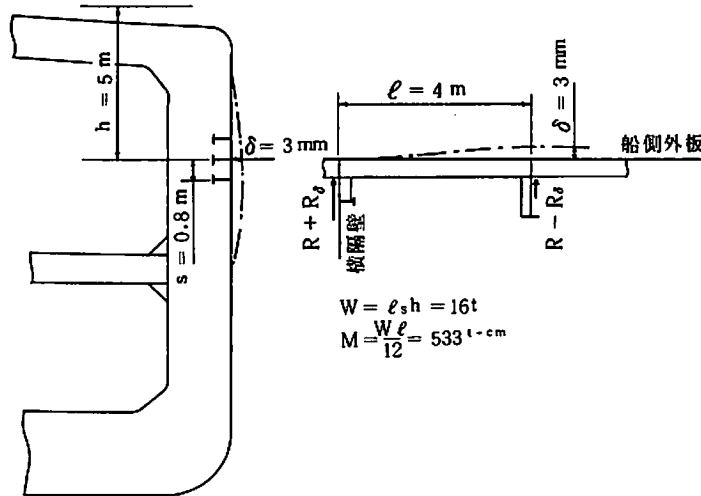
### 13.4 撓みによる二次応力

3.5, 4.3, 8.1で撓みによる二次応力について、それぞれ梁、桁、板を例にあげて説明した。いずれも支持点の撓みにより支持された部材に生ずる附加応力である。

3.5の強制変位により生ずる曲げモーメントの項の記述によれば、支持点が $\delta$ だけ変位すると、支持された部材に下記 $M_\delta$ の附加モーメントが生ずる。

$$M_\delta = \frac{6EI}{l^2} \delta \quad \dots\dots\dots (13.12)$$

Fig.13.5 船側縦通材の附加応力



ここに、 $l$  ……梁のスパン  
 $I$  ……梁の断面二次モーメント  
 $E$  ……ヤング率

である。

この場合、支持点に下記 $R\delta$ の反力も同時に生ずる。

$$R\delta = \frac{12EI}{l^3} \delta \quad \dots\dots\dots (13.13)$$

この反力は、Fig.13.4に示すように、荷重による反力 $R$ に剛な支持点では加算され、撓みを生じた支持点では相殺される。

即ち、力の強い者が多くの荷重を受持ち、力の弱い者をそれだけ助けてくれることになる。

水密隔壁と隣接する船側縦桁で支持された船側縦通材を考えると、例えばタンク内の水圧が加わった場合に、船側縦桁は水密隔壁に比べて撓みが大きくなる。従って船側縦通材には附加応力が生ずるが、それと同時に水密隔壁の支持点には附加反力が加算される。Fig.13.5に示す例について計算してみると、それぞれの値は次のようになる。

$$M = \frac{Wl}{12} = 533 \text{ T-cm}$$

$\sigma = 15\text{kg}/\text{mm}^2$ で船側縦通材を設計すると、

$$Z = \frac{M}{\sigma} = 355 \text{ cm}^3$$

ウェブの厚板10mmとして板付最適断面を採用すると、

$$I = 1.23Z\sqrt{Z/tw} = 8200 \text{ cm}^4$$

従って

$$M_\delta = 645 \delta \text{ T-cm}$$

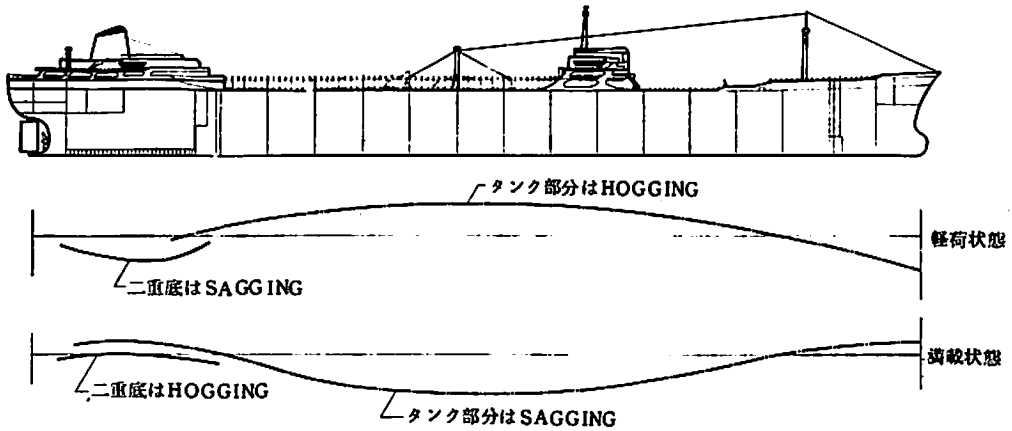


Fig.13.6 ハルガーダーと機関室二重底の撓み

$$R\delta = 3.23 \delta^T$$

ここで  $\delta = 0.3 \text{ cm}$  と仮定すると、

$$M\delta \div 200 \text{ T-cm}$$

$$R\delta \div 1 \text{ T}$$

$M\delta/M = 0.42$ ,  $R\delta/R = 0.125$  となり、附加応力42%, 附加反力は13%となる。

### 13.5 設計条件となる撓み

13.1でハルガーダーの撓みを制限する条件を説明したが、この他に撓みが設計条件になる場合として、コンテナ船のような大船口船の船口の変形と、機関室内の二重底その他の撓みがある。前者はハッチカバーの水密性に影響を及ぼし、後者は主機、補機等機械類のラインメントに関係する。

特に船が大型化、高速化してきた時代に、船尾機関船では二重底を含めた機関室構造の剛性が下がり、他方軸系の剛性が増加した。その結果、撓みやすい船体に太くて短い撓みにくい軸が据付けられることになり、軸系のラインメントに対して機関室二重底の撓みが大きな影響を及ぼすことになった。

実際に、タービン船の減速歯車の損傷やディーゼル船のクランク軸のアフレクションの異状が、船体あるいは機関室二重底の撓みが原因で発生し、機関室二重底の撓みを考慮した軸の据付方法により、これらの損傷を防止することができるようになった。

Fig.13.6は、船尾機関船の軽荷状態及び満載状態の船体の撓み形状を示す<sup>[33]</sup>。主船体と機関室のある船尾部分が異った撓み形状をしている点は注目に値する〔付録3〕。機関室部分も主船体と同様な撓みの状態になるとの想定のもとに軸の据付を行えば、予想外の変形により軸系に無理を生ずることは明ら

かであろう。

### 参考文献

[32] 中本善之、藤野正隆、深沢塔一；非線形性を考慮した波浪中の船体縦運動および縦強度、日本造船学会論文集第143, 144号及び第145号昭和53年6月, 12月及び昭和54年6月

[33] G.Volcy, H.Garnier ; Déformabilité de la charpente de la coque et déformations du compartiment machines des grands pétroliers, BULLETIN TECHNIQUE DU BUREAU VERITAS, Jan. 1973

[34] 難波篤直、富吉勉之、中山幹彦、宮崎精治、北村義克；船体の初期撓みについて、関西造船協会誌 第137号 昭和45年9月

[35] 間野正己；船体の撓みの簡易計算法、播磨造船技報 第10号 昭和34年5月

[36] 間野正己；設計者のよろこび、日本造船学会誌, 第613号, 昭和55年7月

### 付録1

Initial Hogの値は、その船の $L/D$ および上甲板の溶接量に関連するブロックの接手数 $n$ によって、次式で表わされる。<sup>[34]</sup>

$$\delta = 0.75 \frac{L}{D} n - 77 \text{ (mm)} \dots\dots\dots (13.14)$$

ここに、 $\delta$ ……Initial Hog

$L$ ……船の長さ

$D$ ……船の深さ

$n$ ……上甲板におけるブロック接手の数

Initial Hogの量は、船台上で船を完成し、進水

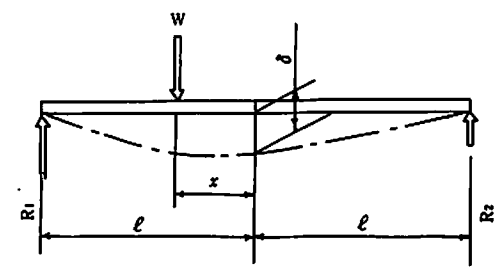


Fig.13.7 両端支持梁の撓み

させると無荷重に近い状態で船が Sagging に撓む撓み量に等しくすべきである。この状態では上甲板に引張りの残留応力が存在し、船底外板その他の部分には圧縮の残留応力が存在する。

付録 2

船体の撓みの計算法には、 $M/I$  カーブを2度積分する方法が普通に用いられてきた。また近似法としては Midship Bending Moment の値を用いる方法等があるが、前者は手数がかかるし、後者は簡単であり、波浪中では仮定した曲げモーメント分布が実際に近いが、静水中では、船により載貨状態により曲げモーメント分布が相当変化するので適当ではない。

船体を両端支持の断面一様梁と仮定して、個々の荷重による船体中央の撓みを求めて合計すれば、簡単に精度よく船体の撓みを計算することができる<sup>[36]</sup>。

Fig.13.7は両端支持の断面一様梁である。荷重Wによる船体中央の撓み  $\delta$  は次式で得られる。

$$\delta = \frac{W}{12EI} (2l^3 - 3lx^2 + x^3) \dots (13.15)$$

- ここに、W……荷重の大きさ
- x……船体中央から荷重点までの距離
- l……船の長さの1/2
- E……ヤング率
- I……船体断面二次モーメント

(13.15)式により、浮力および重力による個々の荷重による撓みを求めて合計すれば、船体の撓み得られる。

個々の荷重が加った時には、支持点にそれぞれ反力が生ずるが、全荷重を加え合せた時にこの反力の合計は0となり、両端自由、即ち船体が水に浮んだ状態に対応するようになる。

付録 3

船体中央部の撓みに対して船尾部の撓み形状が異なるのは、Fig.4.8(b)で説明した剪断による撓みが主成分になっているためである。これに関して日

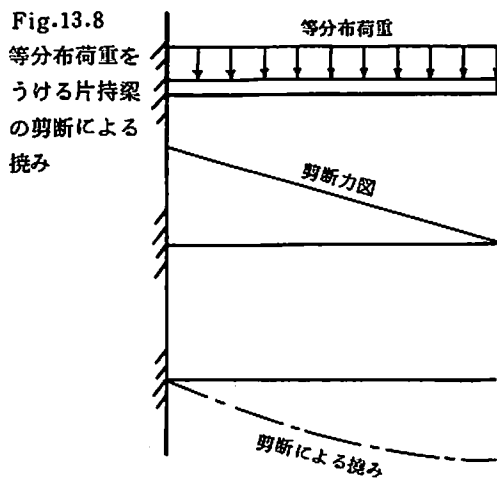


Fig.13.8 等分布荷重をうける片持梁の剪断による撓み

本造船学会誌の中から一文を引用紹介したい<sup>[36]</sup>。非常に簡単な事でも、設計に応用すれば大きな効果をもたらす場合がある。このような時、設計者のよろこびは一入である。

Fig.13.8に示したのは、片持梁に分布荷重が作用した時の剪断撓みである。普通のセンスでは、このように下に凸の撓みが生ずることを想像することは困難である。それは、曲げ撓みが頭にあるからである。

機関室のある船尾部のハルガーダーの撓みを計算する際に、この部分は長さとの深さの比の小さい、深い桁なので、剪断による撓みが大きな割合を占めるだろうと考えて、先ずその計算を行った。満載状態とバラスト状態の荷重の差、即ち、浮力の減少による下向きの荷重に対し、撓み形状は下に凸となった。おかしい気がして再度計算を行ったが、やはり同じ結果が得られた。そこで、やっとこの場合には剪断による撓みは下に凸で、曲げによる撓みは反対に上に凸となり、機関室の二重底の変形に対して両者は相反する効果を及ぼすことに気がついた。

機関室二重底の変形は、大型、高馬力の船尾機関船においては、主機および主軸の据付けに際して、充分考慮しなければならない重要な要素である。以前から、満載状態からバラスト状態に変わった時、タンカーの中央部では上に凸の撓み形状が生ずるが、船尾の機関室のところでは、反対に下に凸になることが経験上知られていた。しかしその理由は明確に説明されないままになっていた。

この原因が剪断による撓みであることに気がついたことで、その理由が明らかになったとともに、機関室二重底の撓みを制御する設計法が開発された。即ち、機関室部分のハルガーダーの剪断剛性（船側外板の板厚）と曲げ剛性（甲板および船底外板の板

厚)を調節することにより、望みの撓み形状にある程度近づけることができるようになった。

最近では、電子計算機の発達により、データを入れてやれば答が容易に得られるようになった。機関室二重底の撓みにしても、その部分の構造をモデル化して、荷重とともにインプットしてやれば、計算機が直ちに撓み形状を計算して答をプリントアウトしてくれる。剪断による撓みとか曲げによる撓みとかを区別なしに、全体の撓みが一挙に得られるのが普通

である。

機関室部分のハルガーダーを20等分して、それぞれの部分について、荷重 $W_i$ と剪断面積 $A_i$ を計算して、その部分の剪断変形 $\gamma_i = \frac{W_i}{GA_i}$ を求めて、梁の一端から逐次加えていってはいはじめて、剪断による撓み形状は曲げによるものと反対の形状を示すことに気がついたのであるが、このような発見のよろこびを味う機会もだんだん少なくなってきたようである。

### 新製品 / B & K 社製の 2032 型デュアル・チャンネル信号分析器

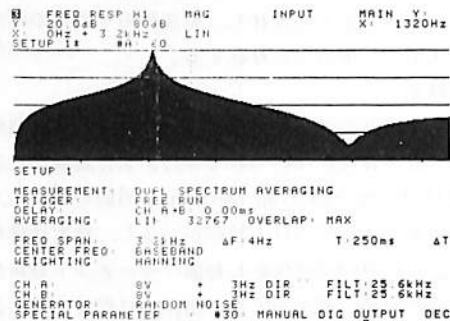
音響・振動計測器の総合メーカー、ブリュエル・ケアー社(デンマーク)の日本総代理店である松下電器貿易は、このほどブリュエル・ケアー社の新製品で、操作性に優れた2チャンネルのFFTアナライザーを輸入、松貿機器(大阪本社・電 06-386-8901、東京営業所・電/03-438-0761)を通じて販売することとなった。

2032型デュアル・チャンネル信号分析器は801ライン分解能を有する高速度2チャンネルFFTアナライザーで、発表によると豊富なメモリー機能と充実したソフトウェアでサポートされた16ビットマイクロコンピュータによって、表示等一切の操作コントロールが信号処理と独立して行なわれるため、操作性のきわめて優れたアナライザーである。

この2032型アナライザーの用途としては、機械系応答、音響インテンシティ測定、エネルギー源の位置探査、伝播経路の同定さらに電気系の入出力分析および制御系の分析などがあり、特長として音響・振動計測にきわめて有効な機能が付加されており、全34種類の測定が行なえるという。販売価格は798万円。

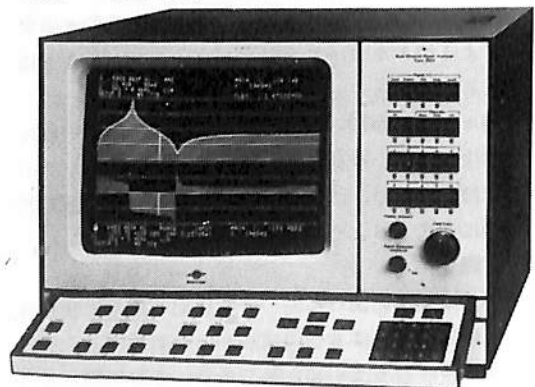
#### 2032型デュアル・チャンネル信号分析器の主要仕様

- 入 力：AおよびBチャンネル  
(BK マイクロホン プリアンプ入力 アクセロメーター用ラインドライブ入力 ダイレク入力 (AC, DC))
- 周波数レンジ：DC～25.6 KHz
- サンプリング周波数：65.536 KHz
- 最大ピーク入力電圧：15 mV～100 V
- 最小検出レベル：1  $\mu$ V
- トリガー：フリーラン、内部・外部トリガー
- 分解能：2,048 / ch (時間領域)  
801 / ch (周波数領域)



#### プリンターされた伝達関係

- ウェイト関数：フラット、ハンニング、トラジェント、指数
- 平均化：リニア、指数、ピーク
- 平均回数：1～32,767回
- 表示：12インチ CRT
- ダイナミックレンジ：>75 dB
- 出力：グラフィックレコーダー、X-Yレコーダー、ビデオプロッター、IEC / IEEE
- 電源：100～127又は200～240 VAC,  
50～60 Hz
- 寸法：310.4 (H) × 430 (W) × 500 (D) mm
- 重量：35 kg



2032型アナライザー

連載

液化ガスタンカー

<58>

恵美洋彦

日本海事協会

5.6.5 ディーゼル機関による燃焼

(1)概要<sup>33)35)61)62)</sup>

ガス/重油2元燃料ディーゼル機関は、燃料消費量に関し、重油専焼ディーゼル機関と同様、優れた性能を発揮する。しかし、次の点につき、留意しておく必要がある；

- 1 基当たりの最大出力は、通常のディーゼル機関と同じく、35,000馬力程度である。故に、これより大きな出力を得ようとする、2基2軸となる。

- 2 サイクルディーゼル機関は、油燃焼比がある値未満では、最大出力が得られない。

- 2 サイクル中速機関は、最小の油燃焼比で最大出力を出すことができるものも開発されている。  
(後の(4)参照)

- 4 サイクル中速機関は、最小の油燃焼比でもって最大出力を得ることができる。

- 2 または4 サイクル機関のいずれも、港内移動時のように低出力時の余剰ガスを処理できない。

2 サイクル機関が油/ガス比によって出力の制限をうけるのは、平均有効圧力を高めるときに生ずるノッキングを避けるためである。これは、油/ガス比によって異なる。

ノッキングは、熱的に厳しい過負荷に起因して燃料/空気混合体の爆発により生ずる。この現象は、圧縮過程の終りの温度、局所的な空気/燃料比、圧力の絶対値および充填の純度に起因する。故に、特別のプロワの役割が重要となる。これは、空気/燃料比を増加させかつ充填純度を改善する。

ガス噴射弁は、燃料/空気の良好な混合状態を生じさせ、かつ、局所的な不均衡がないような位置に設ける。

例えば、Sulzerの2 サイクル低速機関は、油/ガ

ス比を30/70とすると、最大出力の70%でノッキングを起さず運転できる。油/ガス比を約50/50とすると、最大出力運転でもノッキングを生じない。

さらに、通常の2元燃焼より圧縮比を10%高くすると、5%パイロット油(油/ガス比:5/95)で最大出力の70%で運転可能である。また、この場合、35%パイロット油で最大出力運転も可能である。

ガス供給圧力は、前述のようにボイラ燃焼より高くする。これは吸気弁を閉じた後、内圧が一時的に上昇する前の短い間に大量のガスをシリンダに送りこむためである。

4 サイクル機関は、5%パイロット油の状態で最大出力運転可能なように設計できる。そして、このタイプの機関は、次のような特長を有する；

- シリンダ内のガスの交換を完全に行なえる

- ノッキングの問題に対して小さいシリンダ径と高速回転は、好ましい方向となる。

- 部分負荷は、吸気のスロットルを絞ることによって変えられる。

2元燃焼ディーゼル機関を採用しているLNG船は、1983年現在、次の7隻である；

- 2,420 m<sup>3</sup>型：3隻

2,400 PS × 500 rpm(油専焼)

1,620 PS × 437 rpm(ガス/油混焼)

メーカー M. W. M

- 2,470 m<sup>3</sup>型：1隻

機関要目は、上記と同じ

- 2,725 m<sup>3</sup>型：1隻

2,500 PS (油専焼)

メーカー M. W. M

- 29,000 m<sup>3</sup>型：2隻 (“Venator”および“Century” 後の(3)参照)

これらの船舶は、いずれも、LNG専用ではなく、



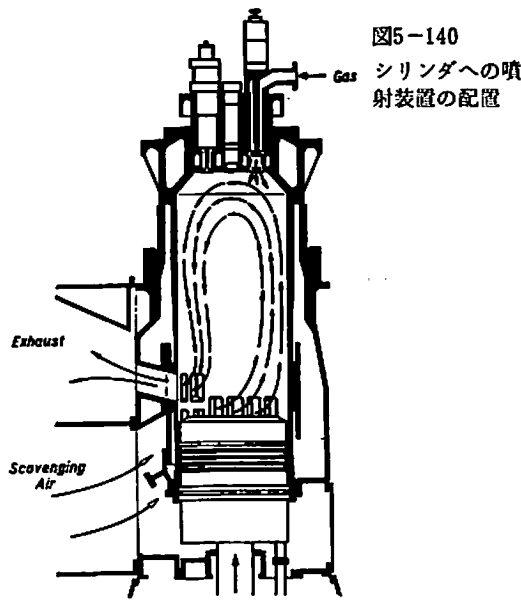


図5-140  
シリンダへの噴射装置の配置

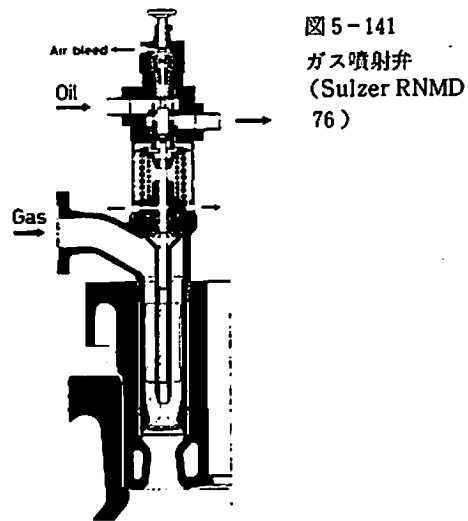


図5-141  
ガス噴射弁  
(Sulzer RNMD  
76)

エチレン、LPG等も運送し得る。

(2) 燃焼装置

2元燃焼装置の概要を2サイクル低速機関の実例に基づいて説明する。

(a) 燃焼機関

このタイプは、油専焼機関として多くの実績がある機種を基本とし、2元燃焼機関に改良したものである。油燃料比が5ないし100%の範囲で連続的に

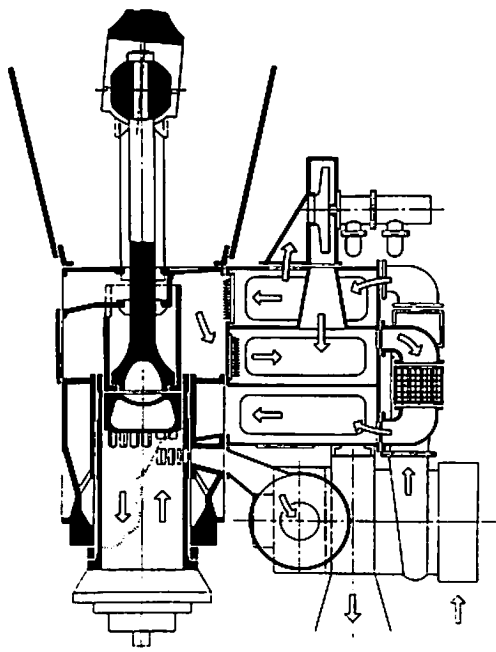


図5-142 2元燃料ディーゼル機関ブロワの配置  
(Sulzer RNMD)

燃焼させるため、通常の噴射機器に加えて、ガス噴射弁をシリンダヘッドに設ける。図5-140<sup>63)</sup>参照。このガス弁は、図5-141<sup>63)</sup>に示すように油圧によって制御される。これは吸入空気が上昇してくるのに対抗して燃焼ガスを吹込むために設けられる。この装置により、任意のガス/空気比が得られる。

ガス燃焼において、ノッキングを起こさずに高い平均有効圧力を得るために、掃気空気供給用ブロワが設けられる。このブロワは、油専焼機関において使用される補助ブロワに置き換えて装備する。そして、全負荷の範囲で運転される。図5-142<sup>63)</sup>に示すようにブロワは、ピストン下側のポンプに並行に再接続される。ブロワの駆動は、電気または油圧による。

ガス噴射弁やその附近からのガス漏えいに対しては、シリンダカバー上にフードを設ける。

(b) 制御系統

ガス/油混焼から油専焼への切替または逆、或いはガス供給量の変動に対応して必要な出力を得るための制御系統は、図5-143<sup>61)</sup>に示すとおり。

無給油往復型圧縮機②でタンク①から吸引されたガスは、ガスヒータ③で海水温度±5℃に昇温される。そして、機関に送られる途中で緩衝器④を通る。制御弁⑤によってガスをバイパスを通して再循環させて圧力を制御する。この弁は、圧力制御器⑥によって、通常、3 atm/gに設定される。

ガスの供給が機関の所要出力に対して不十分な場合、油燃料を供給する。速度調整器⑦は、レバー機構⑧および⑨を介して油噴出ポンプ⑩の制御用ギヤに連結している。これは、ガス弁アクチュエータポンプの制御ギヤにも連結する。スプリング⑪は、ア

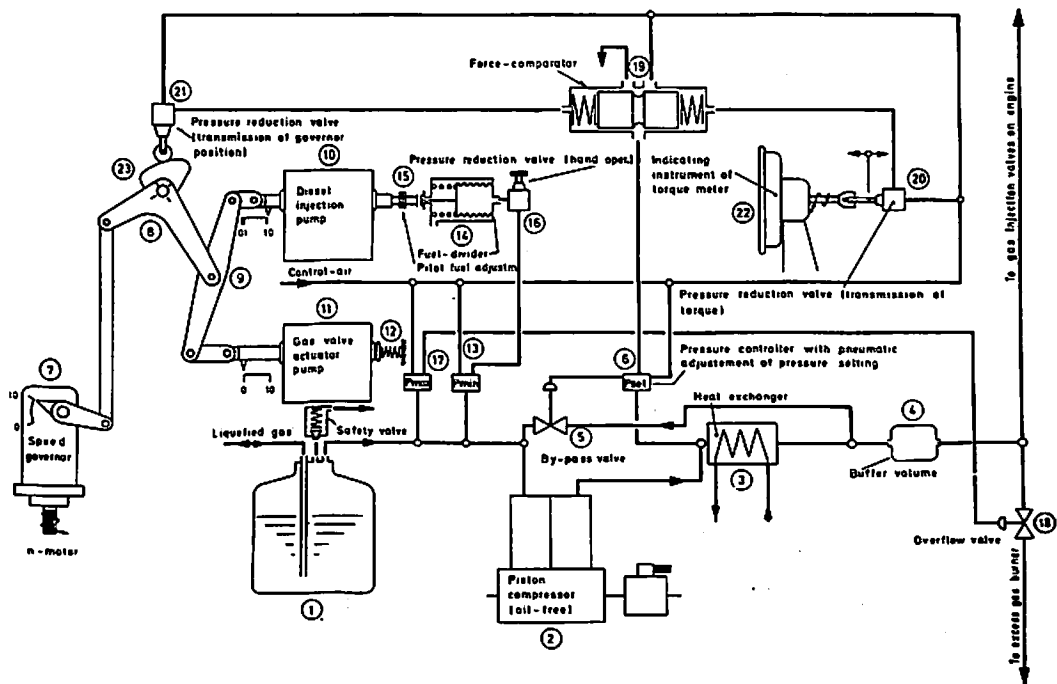


図 5-143 2元燃焼ディーゼル機関の制御系統 (Sulzer RNMA)

①：貨物タンク，②：無給油往復型ガス圧縮機，③：熱交換器。ガス温度を海水±5℃に上昇，④：バッファ用容器，⑤：バイパス制御弁，⑥：圧力制御器。バイパス弁の設定圧力を3 atm/g に保つ，⑦：スピード調整器，⑧：バランスレバー支点，⑨：固定点，⑩：油噴射ポンプ，⑪：ガス弁アクチュエータポンプ，⑫：スプリング，⑬：最小圧力検出伝送器，⑭：燃料配分調整器，⑮：パイロット油調整器，⑯：手動減圧弁，⑰：最高圧力検出伝送器，⑱：オーバーフロー弁，⑲：荷重平衡器，⑳：減圧弁（トルク伝達），㉑：減圧弁（スピード調整器位置からの伝達）。

クチュエータポンプが停止しないように働く。

ガスの供給が増加する場合、タンク圧力の上昇を低圧側検出/変換器⑬で検知し、燃料配分器⑭のペローおよびスプリングに正圧信号を送る。そして、ポンプ⑩のギヤを減少方向に作動させる。出力の変更がない場合、速力調整器のレバー⑧は、固定されている。ガス噴出弁ポンプ⑪の制御ギヤは、スプリング⑫の力に対抗して増加の方向に動く。

タンク内圧力がある値を超えると、検出人変換器⑬は、燃料配分器⑭に全ての圧力を送る。そして、パイロット油調整器⑮を残して油噴射ポンプのギヤを押す。この状態では、通常、油/ガス比が5/95となる。

何らかの理由で供給ガス量に応じて定まるより、高い油比で機関を運転する場合、手動減圧弁⑯によってペローの圧力を減らす。このような場合、或いは湾内等の100%油燃焼の場合、ガスを排除する何らかの方法を講ずる。この目的のため、過圧安全弁より低圧で作動するオーバーフロー弁⑱に信号を送

る。そして、例えば、この弁が開くと、余剰ガスを緊急ガスバーナに送りこむようにする。

40 vol.%までの高い窒素含有量のガスに対応できるように、力平衡器⑱および2個の減圧弁⑲および㉑が、それぞれ必要となる。弁⑲は、トルク針⑳の指示器に連結される。そして、トルクの増加は、力平衡器でこの弁と接続する管系統の圧力を上昇させる。一方、弁㉑は、リンク機構⑧で制御カム㉑を介して情報を発する。これは、速力調整器⑦が負荷増加を要請した場合、弁㉑から力平衡器⑱への管系統圧力も上昇させるものである。

ボイルオフガスの熱量が減少した場合、リンク機構⑧で設定した出力に至らない。力平衡器⑱は、弁⑲および㉑からの信号間の不均衡を検出する。そして、力平衡器のスライド弁を右方向に押す。このようにして、力平衡器⑱から圧力制御器に至る管系統の圧力を加える。これは、圧力設定値を増やし、機関に至るガス流量に近づく結果となる。そして、弁⑲と㉑の設定値間の均衡が再び保たれる。

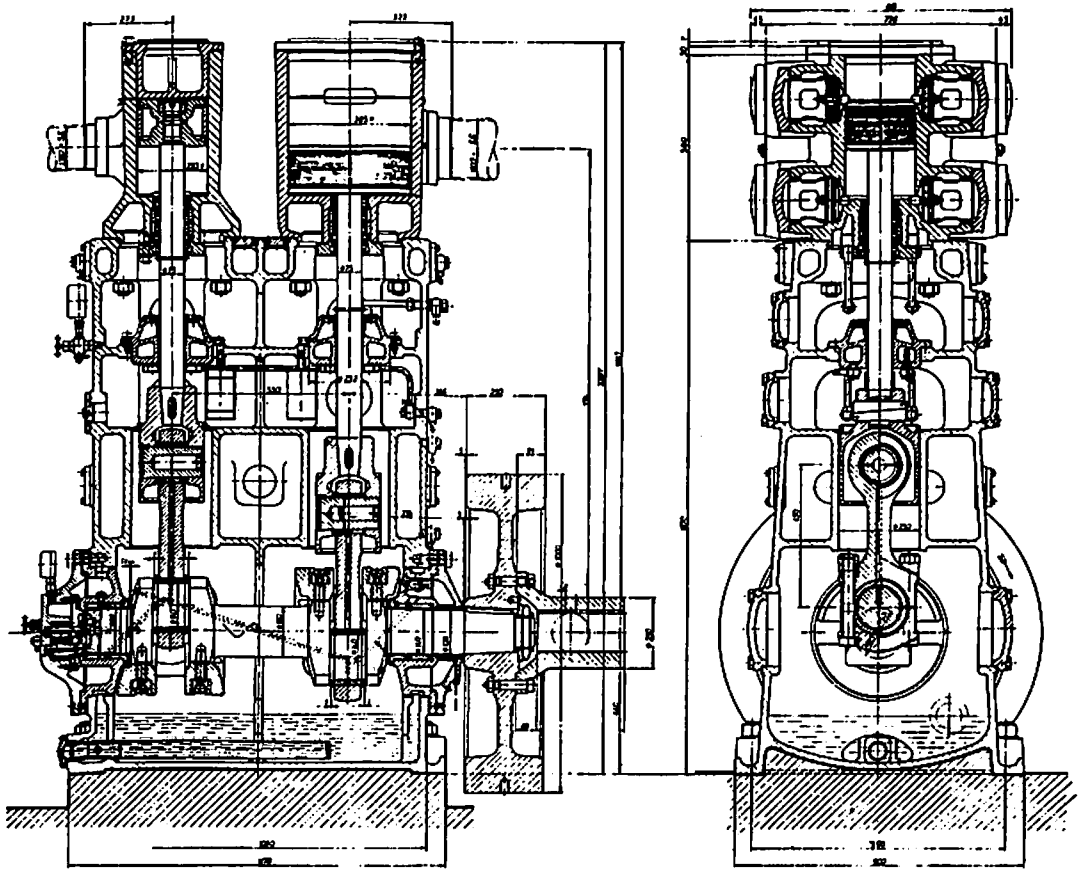


図 5-144 ボイルオフガス燃焼ディーゼル機関ガス供給用圧縮機（低温ガス用無給油往復動型）

この制御系統は、連続的な変化のみならず、断続的な変化にも追従し得ることを示している。例えば、緊急時のある出力の運転から他の出力への運転への迅速な切替えも容易である。

(c) ガス燃料供給系統

5.6.1 (1) に説明したとおりである。ガス供給圧力が高くなるので、圧縮機には、往復型が採用される。1 例を図 5-144<sup>61)</sup> に示す。

(d) 安全対策

ガス圧が最小許容値より 15% 以上低下した場合、機関に至るガスは、自動弁閉鎖によって停止する。

同時に、機関のガスレシーバのガスを大気に放出する。同様の動作は、油噴出ポンプ系統の圧力低下、速力調整器による機関停止、機関逆転、または港内低速運転の際も起こす。全ての場合、機関は、自動かつ迅速に油専焼に切替わる。

ガス燃料供給に関する規則<sup>1)</sup>要件は、全て適合するように制御装置に組込まれる。

さらに、ガスレシーバに圧力逃し弁が設けられる。火焰抑制器と組合わさった逆流防止弁も備えられる。1 例を図 5-145<sup>63)</sup> に示す。これは、シリンダヘッドにおけるガスレシーバとガス導入弁の間に位置する。

(3) “Venator” のディーゼル機関<sup>35)62)</sup>

2 元燃料ディーゼル機関 LNG 船 “Venator” の主要目は、次に掲げるとおり；

- $L_{pp} \times B \times D \times d$  (m) ; 171 × 29 × 18.5 × 8.4
- タンク容積 (m<sup>3</sup>) ; 29,000 (-163 °C)
- 予定貨物 ; LNG, エチレンおよび

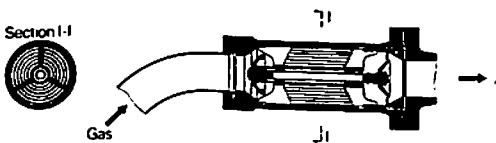


図 5-145 逆流防止および火焰抑制器 (Sulzer RNMD 76)

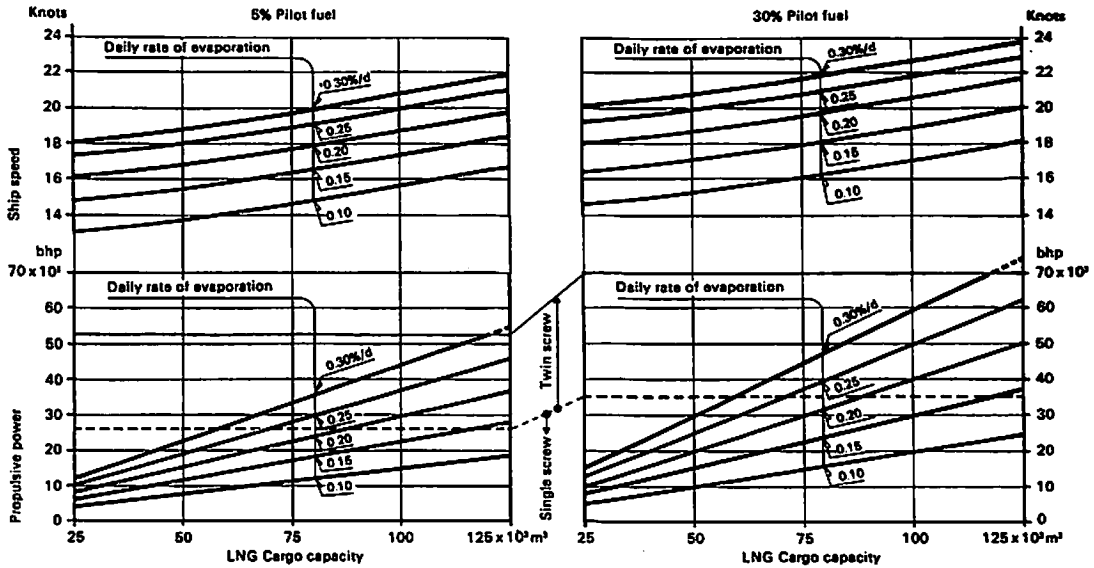


図5-146 貨物蒸発率と2元燃料ディーゼル機関出力/船速との関係

- びLPG
- 主機関 ; Sulzer 7 RNMD 90
  - プロペラ ; 20,300PS×122 rpm  
6,000 mm直径可変ピッチプロペラ
  - 試運転速力(d=8.27m); 19.2 kn

この機関は、油専焼のRND90機種を基本としてガス/油の2元燃料機関に改良したものである。シリンダ径は900mm、ストローク1,550mmである。

なお、構造および制御系統は、前2に紹介したものと同じである。

定格出力20,300PSは、油専焼または油/ガス比48ないし49/52ないし51のときの値である。燃料消費量は、メタン1,400kg/hr、油1,600kg/hrである。このときの平均有効圧力は、10.8kg/cm<sup>2</sup>Gとなる。

油/ガス比30/70のとき、出力は、14,000PSとなる。即ち、定格出力の約70%に低下する。このときの燃料消費量は、メタン1,400kg/hr、油675kg/hrとなる。

なお、これらの燃料消費量は、メタン17,700kcal/kg、油1,600kcal/kgとして計算されたものである。また、圧縮比を約10%増加させると、ガス/油比70/35として100%出力を確保できるとされている。

本船のボイルオフガス発生率は、0.25%/日で計画されている。このときガス量は、定格出力時の約50%の熱量に相当する。ガスは、メタンのほか、窒素40 vol.%, エタン5 vol.%およびプロパン1 vol.

％までを含むものを燃焼するよう計画されている。

この機関の試運転では、油100%から30%の全範囲、即ち出力100%から70%の範囲の運転が行われた。さらに、油専焼から油/ガス混合燃焼、およびこの逆、の切替試験も、色んな負荷状態で実施された。

高い騒音レベルなるが故に、ガス燃焼時のノッキングを聞き分けられなかった。油専焼機関とガス/油混焼機関とは、音に相異がある。油専焼機関では、焰は、なだらかでかつゆるやかに、そしてシリンダ中心に均一に伝わる。ガス/油燃焼機関は、良好な燃料/空気比を有する。故に、シリンダ中心近くで着火した場合、燃焼は、シリンダ全域にわたってランダムに生ずる。これはよりシャープな音を生じさせる結果となる。

この機関の2元燃焼の排気温度は、過給機タービンの後で330℃である。これは、油専焼時より50℃低い値である。

#### (4) 2サイクル中速機関<sup>64)</sup>

2元燃料の2サイクル中速ディーゼル機関が開発されている。これはボイルオフガスを高圧でシリンダに噴射し、最小油燃料比でもって機関の最高出力が出せるようにするものである。

ボイルオフガスは、約200kg/cm<sup>2</sup>Gに圧縮する。これは4段圧縮の往復圧縮機によって行なわれ、後の2段階では、冷却を必要とする。最小油燃料比は、5ないし10%である。試験に用いられた機関は、シリンダ内径×行程300×450mmのもので375rpmで

196 kWで運転された。

このような機関を例えば13万 $\text{m}^3$ 型LNG船に使用し、船速18ノット、機関出力33,000PSとする。この場合、貨物蒸発率は、約0.11/日とする必要がある。燃焼用ガスは、圧縮後、いったんバッファタンクに入れてから供給するものとする。内径1.25m×長さ6mのバッファタンク12基備えると、約6時間分のボイルオフガスを格納できる。さらに、貨物タンク内での蓄圧を考慮すると、30時間程度の港内でのボイルオフガス非燃焼に耐え得る。

#### (5)ディーゼル機関の選定

ボイルオフガスをディーゼル機関で燃焼する船舶は、前1)で述べたように数少ない。しかし、大型船への採用も検討されており、技術的には、何ら問題はないとされている。

図5-146<sup>63)</sup>は、ボイルオフガス量と機関出力および船速との関係を示す。これは、ある2サイクル低速機関を例として示したものである。5%パイロット油は、最少限の油使用に対する機関出力である。30%パイロット油は、機関の最大出力を出すための最少油量である。

60,000 $\text{m}^3$ 型LNG船を例にしてみる。貨物蒸発率を0.25%/日とすると、5%パイロット油で22,000

PSの出力が得られる。航海速度は18.3knとなる。30%パイロット油にすると、出力は29,000PS、速度は20.3knとなる。この機関は、1基1軸で得られる。

125,000 $\text{m}^3$ LNG船は、1基1軸の2元燃焼ディーゼル機関にするためには、貨物蒸発率を0.14%/日として設計する必要があることも分る。この場合、船速は、18kn(5%油)または19.5kn(30%油)となる。これ以上の貨物蒸発率では、2基2軸船とする必要がある。

また、前4)で紹介したタイプの機関は、より低い蒸発率との組合わせで実用化できる。

### 5.6.6 ガスタービン機関

#### (1)概要

ガスタービン機関は、2元燃料の推進機関のほか、ガス専焼の補助機関としても計画される。しかし、1983年現在、LNG船に採用されたのは、“Lucian”の推進機関だけである。（“Lucian”は、その後、“Century”と改名。さらに、ディーゼル機関に換装されている。）ガスタービン機関が大型商船の主機関として採用されたのは、油専焼を含め、この例が最初である。

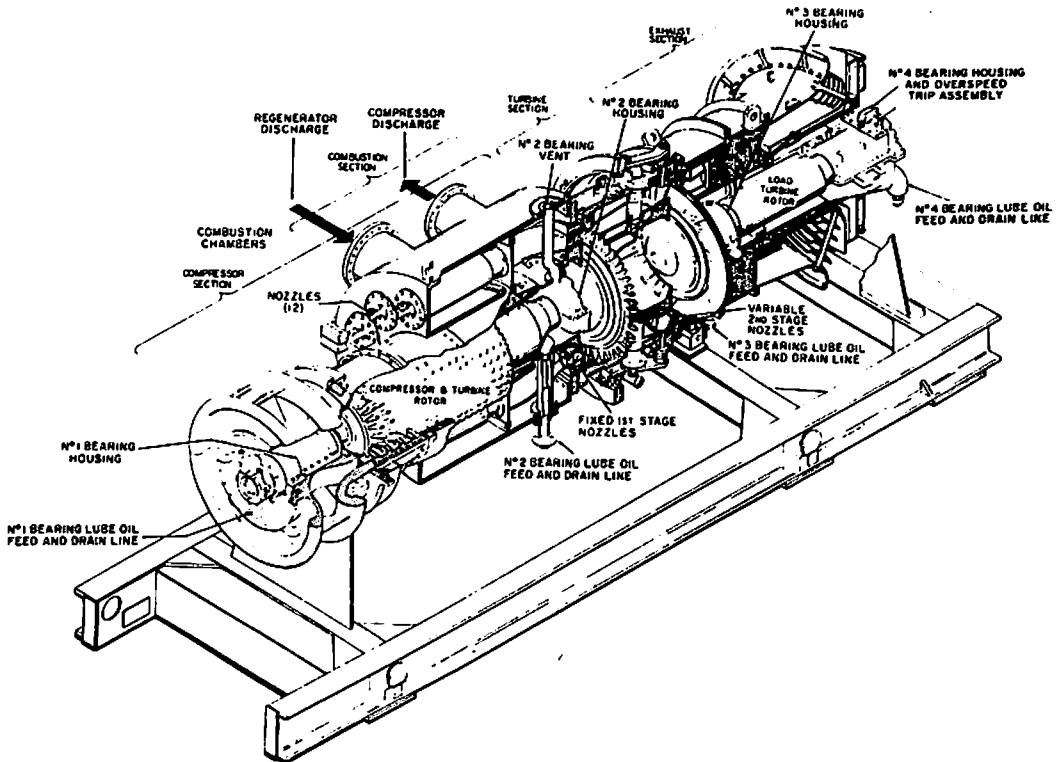


図5-147 MS 5002 R型ガスタービン構造概要

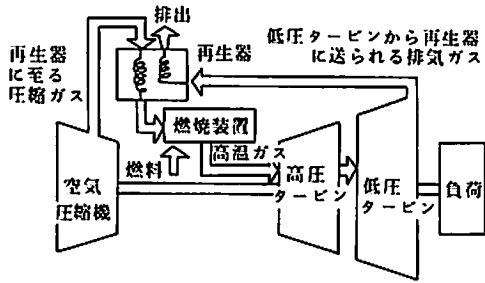


図 5-148 ガスタービン機関の構成

ガス/油混焼またはガス専焼のガスタービン機関は、陸上の天然ガス液化基地の動力源として多く採用されている。“Lucian”に装備された機関のメーカー (GE) では、当時、約 500 台を超える 2 元燃料ガスタービン機関の製造実績を有していた。また、油燃焼のガスタービンも多くの実績を有するが、重質油燃焼の機関の製造実績も少なくない。

なお、船用ガスタービン機関は、軽質油燃料の艦艇用が多い。

(2) “Lucian” の 2 元燃料ガスタービン機関<sup>57)57)66)</sup>

この機関は、基本的には陸上で実績のある機種を LNG 船用に改造したものである。

“Lucian”の主要目は、次のとおり；

- 主要寸法、タンク容量および予定貨物；5.6.5 (3 参照 (“Venator” と同じ))
- 主機関；GE 製，MS 5002 A，20,000 PS
- プロペラ；CRP / 125 rpm
- 航海速力；19.3 kn
- 建造年；1974

(a) 構造概要

このガスタービン主機関は、油/ガス燃焼の 2 軸型減速歯車付きのもので、可変ピッチプロペラを運転する。燃料消費は、C 重油で 210 g / PS・hr である。機関の始動と停止には、フィルタ、ポンプ、燃焼ライナ等に残査油がこびりつくのを防ぐため、軽質油が使用される。このための軽質油供給装置が重質油装置に追加されている。そして、全出力範囲で自由な油/ガス比で燃焼し得る。

重油からのナトリウムおよびカリウムを洗う装置が装備されている。さらに重油中のバナジウムによるタービンの高熱部の腐食抑制剤としてマグネシウム基剤のものが加えられる。

構造概要は、図 5-147<sup>65)</sup> に示すとおり。これは、空気圧縮機と高圧タービンを 1 軸に直結し、低圧タービンを出力軸に直結した 2 軸型である。このため、

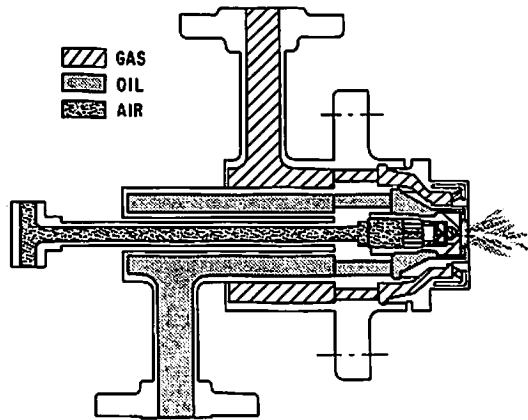


図 5-149 2 重燃焼ノズル断面

港内停泊中等におけるボイルオフガスを燃焼し得る。この燃焼は、出力タービンを固定し、高圧タービンだけを運転することで行なえる。そして、常用出力の 80% に相当する熱量を処理できる。この場合、燃焼によって生ずる熱量は、排気ガスの熱として放出される。さらに、再生器をバイパスすることによって、ガスの全出力燃料消費の約 100% を処理できる。

回転軸を固定して運転する実績は、広範囲にわたっていることに注目すべきである。機関の各 2 本の軸は、工場の運転で固定状態で試験されている。通常、このような操作は、約 12 時間も実施するとみておけば、十分である。工場では、約 90 時間の耐久試験が行なわれ、良好な成績が得られている。

理解を容易にするため、ガスタービン機関の構成を図 5-148 に示しておく。

(b) 2 重燃料燃焼装置

ガスおよび油燃料を同時に燃焼するため、C 重油も燃焼し得る空気噴霧装置を有する 2 重燃料ノズルが必要となる。その構造は、図 5-149<sup>65)</sup> に示すとおり。

噴霧空気装置は、ユニットに組込まれ、ガスタービン付属ギヤで運転される圧縮機からなる。この圧縮機は、主圧縮機からの吐出空気を適切な圧縮比で燃料ノズルに送りこむ。空気の温度を適切なレベルにするための予冷および後冷用の冷却器が装備される。

燃焼室は、ガスおよび軽質油ないし重質油を燃やすため、相対的に大きな燃焼容量とする。また、適切な混合および長い火焰に対応するため、長い燃焼ライナが用いられる。ライナ冷却用の放熱装置も設



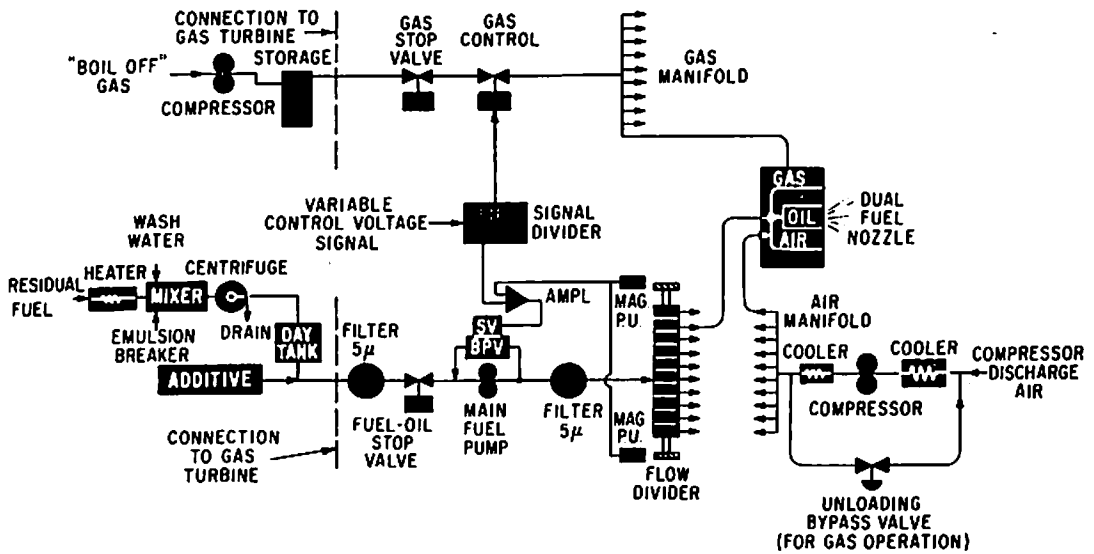


図 5 - 150 2元燃料装置（噴霧用空気装置を含む）

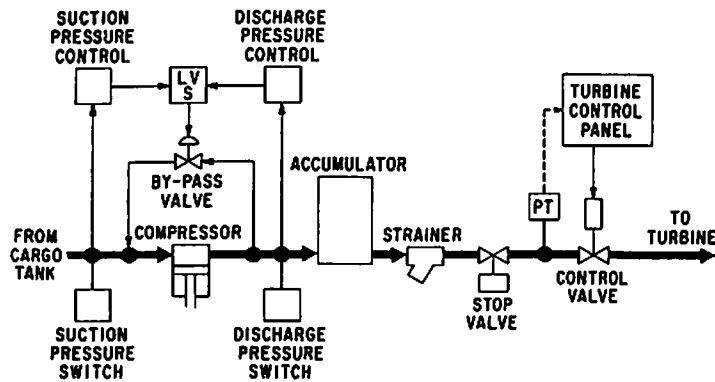


図 5 - 151  
ボイルオフガス供給装置

けられる。これは、C重油のような高い輻射熱量を有する燃料の。燃焼による金属温度を適切に保つようにする。

(c)油／ガス燃料供給および制御装置

2元燃料供給装置の系統図を図 5 - 150<sup>65)</sup> および図 5 - 151<sup>65)</sup> に示す。

ガスタービン機関は、如何なる油／ガス比でも運転できる。事実、陸上用のものでは、始動および停止を含めてガス専焼できる装置となっている。しかし、本船では、USCGおよび船級協会が認めなかった。ただし、港内をガス／油燃焼で運航するのは、認められている。

機関は、如何なる負荷においても燃料を容易に変えることができる。ガス燃料装置の停止の際も、出力の全てのレベルにおいて影響を与えない。

ガス燃料は、約15kg/cm<sup>2</sup>Gの圧力で機関に送りこまれる。この圧縮過程は、ほぼ、断熱圧縮と見做せ

る。故に、圧縮機を冷却しないと、吐出ガスの温度は、約80℃となる。したがって、ガスヒータは、不要である。

ガス燃料供給管系統には、図 5 - 151 に示すような再循環系統が設けられている。この管系は、吸引および吐出圧力を常にある一定の範囲に保つように働く。吐出側の2個の圧力検出器からの信号は、高位選択器を通して再循環用弁を制御する。吸引側の圧力検出器は、タンクの負圧を防ぐために働く。

油燃料供給系統にも再循環管が組みこまれている。これは、流量分配器に至る油燃料をバイパス弁（図 5 - 150 のBPV）で調整する。流量分配器は、精密な計器である。したがって、分配器はタービンに供給する油燃料の量に比例した信号を制御装置に送る。

ガス燃料制御装置は、同一の本体に組込まれている2個の弁からなる。これらの弁、即ち、止弁および制御弁は、油圧操作される。止弁は、開または閉

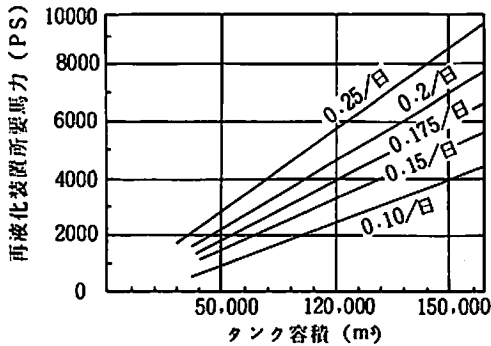


図5-152 LNG船再液化装置所要能力  
(図中の数値は貨物蒸発率：%/日)

のいずれかみの動作である。制御弁は、ガス燃料供給量に応じて開度制御する。

最大のボイルオフ消費が要求される場合、分配器は、ガス供給量に応じた油燃料制御信号を発する。必要量より少ないガス供給の場合、全燃料制御信号は、ガス燃料使用を減らすため低選択器でガス制御発信装置をとびこすことができる。また、燃料移送制御装置からの指令によって、油またはガス燃料の使用をゼロとし得る。この場合は手動選択器による。

ボイルオフガスの熱量変化に対応するための補償装置もつけ加えられている。しかし、予想される熱量変化で機関の性能を低下させることはない。

一定量の燃料供給時のガス燃料の熱量増加は、軸馬力を高め、プロペラの速度を増加させる。出力制御装置は、推力レバーの位置と一定ピッチでのプロペラ速度とが直線関係となるように設計される。プロペラ速度と推力レバー間に生じた誤差信号を時間積分して出力調整信号とする。そして、全燃料制御信号が修正される。

出力調整回路は、純ガスより熱量が減少する場合の燃料増加の調整を基本としている。修正の速度は、港内航行中や波浪中に生ずるような短期間の誤差信号に反応するのを防ぐように遅くしている。補償対策はガスタービン速度制御装置に組込まれている。(d) 運転実績<sup>35)66)</sup>

この機関の運転記録は、文献<sup>66)</sup>に詳述されている。前述のように、ガスタービン主機は、貨物船用としても珍らしい。故に、油専焼に関する記録も貴重なものであるが、ここでは全て割愛する。

LNGボイルオフガスと油の混燃は、AlgeriaからLu Havreへの第1回目のLNG輸送の際、実施された。この積荷には、約1 mol.%の窒素が含まれていた。そしてボイルオフガス中の窒素成分は、当初、約18 mol.%に達した。機関は、このような場合でも、十分な性能を発揮した。しかし、窒素含

有量が高いため、貨物圧縮機吐出ガスの温度が過上昇してガス供給装置を何回かしゃ断した。このとき、燃料中に占めるガスの割合は、40%に達したが、油燃料供給装置は、十分にこれに追従した。即ち、前述の熱量変化補償装置が適切に働き、出力は一定に保たれた。

AlgeriaからBostonに向うLNG積載航海では当初、ボイルオフガス中の窒素含有量が40 mol.%を超えた。貨物蒸発率は、0.182%/日であった。この場合も機関は、良好な性能を発揮した。この航海では、ガス燃料比の最大が60%と記録されている。

なお、前述のようにこの2元燃焼ガスタービン機関は、その後、ディーゼル機関に換装された。理由は、公表されていない。LNG輸送の機会が少なく、LPG、エチレン等の輸送に多く従事するための経済性の問題ではないかと推定される。

### (3)ガスタービン機関の利用

ボイルオフガス燃焼のガスタービン機関は、再液化装置の動力源、イナートガス製造用燃焼装置等にも使用できる。また、より有効な熱量の利用方法も検討されている。

液化装置の動力源としてガスを燃料とするガスタービン機関が陸上基地に多くの実績を有することは、前述したとおりである。

再生器の熱を利用する水蒸気発生器を備えることによって、熱量をより有効に利用できる。即ち、この水蒸気によって、再液化装置圧縮機駆動のsteamタービンを運転し得る。例えば、50,000 PSのガスタービン機関を有する125,000 m³ LNG船を想定する。この再生器では、176.6 kg/cm²G/260℃の水蒸気45.360 kg/hr発生し得る。これは再液化装置のsteamタービン6,000 PSを運転し得る。図5-152から6,000 PSの再液化装置は、貨物蒸発率0.2%/日のボイルオフガスをほぼ全量再液化できる。即ち、この例では、油燃焼のガスタービンで船舶を運航し、ボイルオフガスを全量再液化するように計画する。ガスタービン機関は、2元燃焼機関として設計・建造する。そして、再液化装置の故障の場合のボイルオフガス燃焼に使用できるようにする。また、回転軸を固定してガスを燃焼できるようにしておけば、停泊中等でも再液化装置の運転ができる。

ガスタービン機関を補助機関として装備する。そして、発電機駆動等に使用し、場合によっては、ガス専焼とするという利用方法もある。この補助機関にイナートガス装置を組み合わせる方法も検討されている。(つづく)

## Newly-built Ship Profile

### 中型タンカー“昆明湖” (KUN MING HU)

本船は China Ocean Shipping Company社向け中型タンカーで、日立造船有明工場で竣工し、昨年12月23日引渡された。

—ティング仕様)

速力 (試運転最大出力にて)	15.888 ノット
(満載航海)	14.6 ノット
乗組員	44名
船級	ZC

#### ●主要目

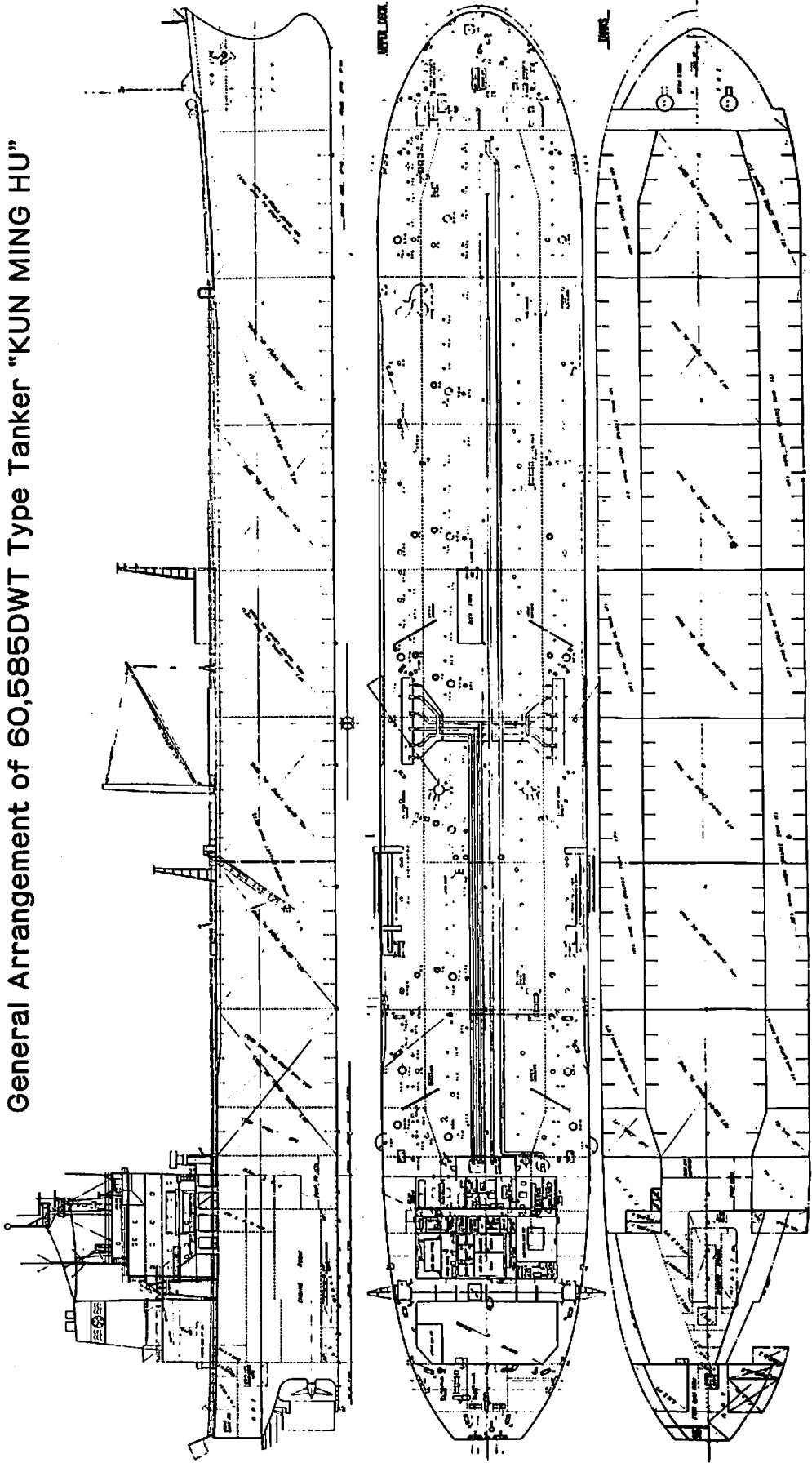
全長	228.50 m
長さ	219.00 m
幅	32.20 m
深さ	19.00 m
夏期満載吃水	12.210 m
総トン数	39,812.49 トン
純トン数	22,284.00 トン
載貨重量	60,585 メトリックトン
貨物油槽容積	75,507.75 m <sup>3</sup>
清水槽	381.27 m <sup>3</sup>
燃料油槽容積	2,738.9 m <sup>3</sup>
燃料消費量	40.2 t/d
主機関	日立B&W 7 L67G FCA型ディーゼル機関 1基
連続最大出力	12,500 P S × 105 rpm (ディレ

#### ●特長

- 1) 船首水線下に日立造船開発の大型球状船首を採用して推進性能の向上をはかっている。
- 2) ディレーティングを行なった低回転ロングストローク静圧過給ディーゼルエンジンを採用するなど省燃費対策もはかられている。
- 3) タンク内の貨物油管は、耐蝕性のすぐれた塗装鋼管を採用。
- 4) 貨物油タンク、ウォーターバラスタンクには、遠隔指示フロート式液面計を設け、荷役制御室にてタンク液面を遠隔監視できる。
- 5) 機関室の自動化設備を合理化し、省力・省人化が行われている。



General Arrangement of 60,585DWT Type Tanker "KUN MING HU"



# 海外事情

## ■ NOSACの新しい戦略

### “NOPAL BARBRO”

昨年は景気の後退に加えて、わが国の自動車輸出に対する風当りは米国はもとより欧州でも強く、ここ数年の間では初めてマイナスとなったが、これに応じて日本海運の自動車船隊は減量の止むなきに至った。しかし、欧州のメジャーカーキャリアーオペレーターであるワレニウス社を始めとする外国勢は着々と最新鋭の整備を図っている。

本船は、その一方の雄、NOSAC社の誇る最新鋭の多目的自動車船のプロフィールである。(編集部)

NOSAC (Nopal Specialized Auto Carriers) は、その欧州～中近東～極東航路の1.6倍計画の一端として“NOPAL BARBRO”を就航させた。

載貨重量17,863トンの三井造船建造の本船は、NOSACの最大の自動車専用船の1隻である。12層の自動車甲板には5,630台の自動車が搭載可能であるが、本船の最大の特徴は4層のホイスタブルデッキの操作により、875台のトラックを搭載できるフレキシビリティである。

NOSAはブリティッシュ・レイランド社から出貨される紅海/P G向けの契約を得て、本船処女航海には、この中近東の5港での見本市ショーケースと

して利用した。本船が中近東向けに強味を発揮するのはトラックのみならず、その内3層に及ぶコンテナとバス積載能力である。

これらのデッキは、フォークリフトによる雑貨も積載可能である。40mのスターン・クォーターランプは100トンの許容荷重で第7層甲板に直接乗り込む。サイドランプは許容荷重12トンで、第6層と第7層のいずれかを選択できる。

船内の通風回数は給排気共機動で毎時20回である。

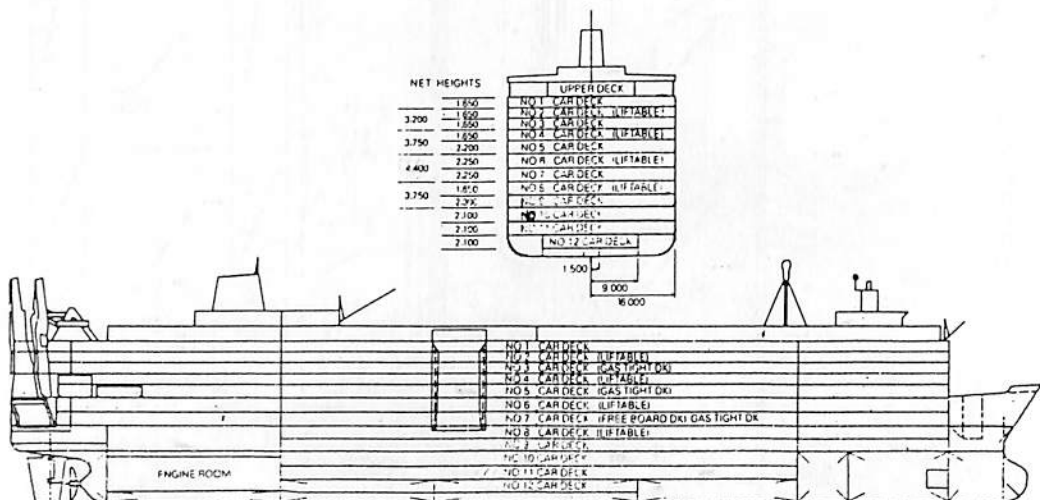
バラスト制御操作は、船尾クォーターランプ脇にあり、荷役中、ここで船体姿勢制御が可能となっている。

実甲板面積は47,500㎡で、すべてのホイスタブル・デッキを揚げた場合には29,300㎡となる。

主機は三井B & W 6 L 80 G F C A 18,400 PS×106 rpmで、航海速度は19.7kn、55.7 t/dayの燃費だという。

●主要目：全長/194.5m、垂線間長さ/180m、巾/32.2m、深さ/14.45m、吃水/9.72m、総トン数/20,299トン、載貨重量トン/17,863t、自動車積載台数/5,630台、主機/三井B & W 6 L 80 G F C A、18,400 PS×106 rpm、航海速度/19.7kn。

(Lloyd's List)





## 新装の原子力船「むつ」

原子力船研究開発事業団の57年度年次報告より

日本原子力船研究開発事業団は、去る3月30日、昭和57年度年次報告会を開催し、事業団業務の現況、原子力船「むつ」について、原子力船の研究開発、および「むつ」の新定係港についての四項目にわたって報告を行った。

ここに同報告を要約して掲載したが、「むつ」の新定係港の項は誌面の都合で割愛した。(編集部)

### I 事業団業務の現況について

#### ●原子力船「むつ」について

昭和55年8月の本格的工事着手以来、鋭意進めてきた原子力船「むつ」の遮蔽改修、安全性総点検補修工事は、57年6月30日をもって終了することとなった。6月30日の地元監視員の修理完了の確認を受けて事業団は7月1日、長崎県、佐世保市及び長崎県漁連に対し、制御棒駆動機構試験を除く修理の終了を正式に報告した。

一方これら工事の終了に先だて5月24日、事業団は長崎県に対し制御棒駆動機構試験計画書を提出し、爾来地元関係機関に対し、その内容について説明を行ってきた。その結果、長崎県は7月9日、試験実施に同意する旨正式に回答を行った。

これを受けて事業団は、7月12日より制御棒駆動機構試験を開始したが、試験は順調に進捗し予定より早く7月16日には全てを終了することができた。試験の結果、各機器はすべて正常であり、ならん異

常の無いことが確認できた。ここに53年10月の回航以来の修理港佐世保における工事は、すべてを完了することとなった。

工事の終了に伴い、事業団は原子力船「むつ」を大湊港へ回航するための準備作業を進めた。所要の法的手続きを行うとともに、7月15日から8月3日にかけて船舶安全法上の臨時航行検査を受検し、8月11日には佐世保港外において海上試運転を行った。これらの結果はすべて満足のいくものであった。

青森県における新定係港問題についての事態の進展を受けて、原子力船「むつ」は8月31日午後3時20分、出航式の後、関係者の盛大な見送りを受けつつ佐世保港を出港した。日本海を経由しての大湊港への航海は、天候にも恵まれ、船体、機関ともに異常なく順調に推移し、9月6日午後1時25分、無事事業団むつ事業所岸壁に接岸した。

この原子力船「むつ」の回航に際して、事業団は、円滑な回航を達成するため、総力を挙げて本船の運航支援をはかるべく、事業団内に原子力船「むつ」回航総括本部を設けて対処した。

回航後、原子力船「むつ」は原子炉を凍結したまま係留されているが、事業団としては次の飛躍を期して、万全の維持管理を実施している。

#### ●今後の原子力船研究開発

事業団は昭和56年2月4日の内閣総理大臣及び運輸大臣による、「日本原子力船研究開発事業団の原

子力船の開発に関する基本計画」に基づいて、我が国の自主技術による原子力船研究開発を実施している。

これらの業務については、研究開発室を中心に進められているが、57年度までは、改良型船用炉試験設計のための調査等に力を注いできた。今後は、解析研究の着手、実験研究に必要な予備調査等を行い、作業の展開をはかるべく作業を進めている。

これらの業務を推進するに当たり、関係機関との協力のもとに実施していることはいうまでもない。

## ● 予算

以上の業務等を実施するため、昭和57年度に認可された事業団の予算は、7,465百万円であり、その内訳は出資金部門が6,027百万円、補助金部門が1,438百万円であった。また、58年度予算（政府原案）は、11,051百万円であり、その内訳は出資金部門が9,571百万円、補助金部門が1,480百万円である。なお、新定係港建設費については債務負担行為10,800百万円となっている。

## II 原子力船「むつ」について

遮蔽改修及び安全性総点検補修工事については、安全、品質、工程の各管理を最優先に工事を進め、56年度中に実質的な主要工事の終了を見たことは、昨年度までに報告した通りである。

したがって、57年度では一部残工事、最終機能調整、手仕舞及びこれらに必要な諸検査等を実施し、制御棒駆動機構試験終了で完結となった。なお、上記工事と並行して「回航のための一般工事」を行った。

以下、これらの工事と回航関連業務及び大湊港における原子力船「むつ」の現況についてその概要を報告する。

## ● 遮蔽改修・安全性総点検補修工事及び制御棒駆動機構試験

### (1) 遮蔽改修工事

格納容器内工事としては、上・中・下部の各配管関連で耐圧試験を、上・下部の電気計装関連で保守点検を6月末まで続けた。また、6月中に工事の総合確認を行った。

手仕舞作業としては、4月17日に上甲板の復旧を、5月末までに船上仮建屋の撤去をそれぞれ終了し、仮設安全通路の撤去、ブリッジデッキの復旧を塗装

を含めて6月末に完了した。

### (2) 安全性総点検補修工事

57年度に行った安全性総点検補修工事の主要なものは以下のとおりであり、全て6月末迄に終了した。

① 2次系水質管理方法の改良

② 水素濃度測定系の改良工事

③ 1次系漏洩検出系（C/Vサンパポンプ、ガスダストモニタ）の改良、ガンマー線エリアモニタの改良、放射線監視盤の改装、サブクール計及びプロセス付属制御盤の設置、よう素トリチウム測定系の設置

④ 格納容器スプレー系信号回路の改良、安全保護系の独立性の改良、格納容器隔離弁の改良

⑤ 高圧注入系（再循環ライン）の改良、工学的安全施設作動設備（SI信号、補助給水ポンプ）の改良

### (3) 制御棒駆動機構試験

昭和49年以来約8年間、制御棒駆動盤と運転モードスイッチ封印のまま実施されなかった制御棒駆動機構試験（以下CRDM試験）を、地元長崎県、佐世保市、長崎県漁連の了解を得て、遮蔽改修、安全性総点検補修工事終了後の7月12日から16日までの5日間、甲岸壁係留状態で実施した。

当初7日間と予備日3日間の合計10日間を予定していたが、入念な点検調整作業を経て始められた試験は順調に進捗し、各機器に異常な動作を認めることなく5日間で終了することとなった。

試験には長崎県、佐世保市、長崎県漁連の監視委員も立会った。

### (4) 回航のための一般工事

#### ① 入渠工事

前回の54年7月23日出渠（入渠は7月9日）以来丸3年ぶり、7月22日から31日までの10日間入渠工事を行った。船底外板、舵等が正常な状態であることを確認した。なお、船底の海藻類による汚損が極微小であったこと及び防食アルミ板の効果が大きかったことが特筆できる。

主要工事は次の通りであった。

#### (i) 船体部

(a) 船底清掃後塗装（ZP×1、A/C・A/F×各2）

(b) 防食アルミアノード新替（船尾付近56枚、シーチェスト45枚、ログ1枚）

(c) ストームバルブ開放、受検

(d) 錨、錨鎖、舵、船体外板等の計測、受検

(e) 水・油槽受検



## (ii) 機関部

いずれも受験を含む。

- (a)補助ボイラ掃除及び缶肌付弁摺合せ等
- (b)低圧蒸気発生器肌付弁摺合せ等
- (c)各種ポンプ開放整備、計測
- (d)船底弁、船外弁開放、整備、摺合せ
- (e)補助発電機淡水冷却器開放、清掃

## ② 深水槽設置工事

5月7日より6月30日までの間に第2番船艙の一部を深水槽（バラスタック）に改装した。完成後の容量等は次のとおりである。

区画	Fr. No	容量 M <sup>3</sup>
C	112～129	135.00
P	110～131	262.30
S	110～131	262.30

## ③ 航海灯移設工事

建造以降に海上衝突予防法の改正があり、これへの適合のために5月中に船橋甲板にマスト新設を含む航海灯移設工事を行った。

## ④ 無線関係工事

建造以降の関係法令の改正等により、次の機器を新設又は更新した。

### (i) 新設

- 無線電話警急自動受信機 1式
- 無線電話警急信号発生器 1台
- 超短波港湾無線電話装置 1式
- レーダー装置（増設） 1式

### (ii) 更新

- 無線方位測定機 1式
- 無線模写受画装置 1台
- 定時放送自動受信装置 1台
- 船内指令装置 1式

等

## ●大湊港における原子力船「むつ」の現況

原子力船「むつ」は佐世保港より大湊港へ回航後、大湊定係港で停泊中であるが、地元との間に結ばれた五者協定（昭和57年8月30日）により、原子炉は凍結した状態とし、地元の同意が得られない限りこの状態を変更しないこととなっている。

大湊定係港へ回航後の原子力船「むつ」の維持管理については定期検査、定期保守運転を実施し、かつ計画的に点検、整備作業等を行うことにより機器等の性能を維持していくことにしている。

## ●乗組員の養成訓練

原子力船乗組員として必要な原子炉の運転管理、放射線管理等に関する技能養成訓練を修理工事、回航作業等のタイトなスケジュールの中で実施した。

また、遮蔽改修・安全性総点検補修工事の進捗に合わせて、放射線管理のあり方を含む貴重なO. J. T.を実施した。

## Ⅲ 原子力船の研究開発について

昭和55年4月の原子力委員会決定「原子力船研究開発の進め方について」及び昭和56年2月の内閣総理大臣及び運輸大臣決定「日本原子力船研究開発事業団の原子力船の開発に関する基本計画」に従い、わが国の自主技術で原子力船を実用化することを目的とし、研究開発を実施することとしている。

当面はこのため、改良船用炉プラント等に関する研究開発の第一段階として昭和56年度を初年度とする研究開発計画に基づき、原子力船「むつ」の設計、建造、運航等を通じて得られる各種の成果を活用しつつ、経済性、信頼性等のより優れた改良船用炉プラント等の概念の確立に必要な設計評価研究を行うと共に、今後原子力船の設計、建造に必要な技術を開発することとする。

## ●第一段階における研究開発課題

第一段階における主な研究開発課題は次の通りである。

### (1) 設計技術の評価研究

改良船用炉の試設計を実施し、改良船用炉の基礎概念を得るものである。

本試設計終了時の評価は、学識経験者を以って構成する原子力船研究開発委員会の意見を聴しつつ行い、改良船用炉の基礎概念をまとめるものとする。

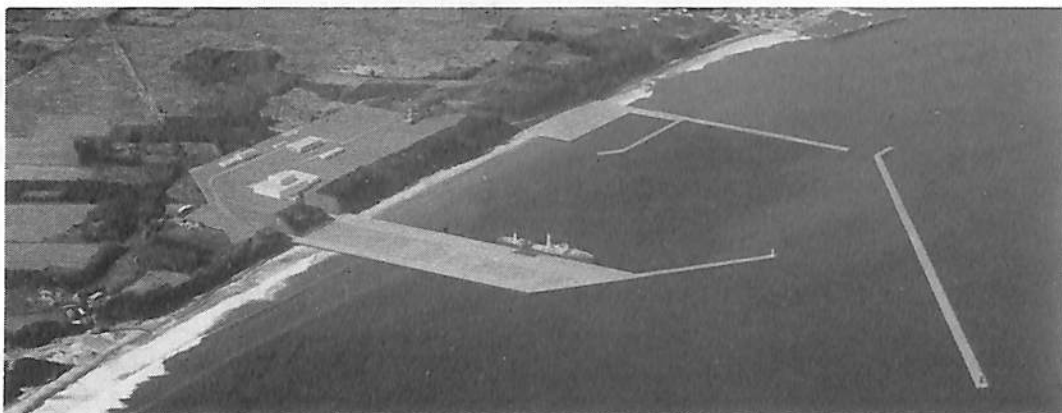
試設計仕様では波浪中における動揺、振動による各加速度等、さらに衝突時の衝撃を考慮に入れ、かつ、船用としての負荷変動条件も明らかにする。

特に、最新の船舶工学、原子炉工学の知見を駆使して、最新鋭の船用炉の基礎概念を作成するよう努める。

### (2) 概念設計

試設計により得られた改良船用炉の基礎概念をベースにして改良船用原型炉としての一層の設計改善を行う。

すなわち、信頼性、安全性、経済性の高い炉にするための設計改善であり、必要があれば、機器・系



新定係港施設の計画図

統の研究開発も伴うものである。

(3) 機器、燃料等の基礎的先導的研究

改良船用炉の試設計を進め、次いで原型炉の概念設計をまとめるに当っては、種々の解析及び実験が必要と考えられる。

たとえば、高性能燃料の研究開発、船用炉の燃焼計算法の確立、原子力船安全基準に関連した諸解析及び実験、構造関連解析、その他機器システムの研究開発、安全審査に必要な実規模実験等が考えられ、これらの具体的な項目の選択・配列は設計条件の根幹に係るもの及び開発に長期間を要するものから重

要度を加味して行うことになる。

●実施した課題

前節に述べた方針を受け昭和56年度より57年度にかけては試設計仕様書の作成に必要な条件の調査と整理・選択等、その準備に大部分の力を傾けた。同時に昭和57年度より解析研究の一部着手と今後使用予定の解析コード類の導入及び実験研究に必要な調査研究を開始した。

これらは昭和58年度以降に予定の試設計の作業と平行して、さらに拡充展開を図る方針である。

## 高速艇工学

丹羽誠一著／価4000円(送350円)  
ISBN4-8072-5003-5 C3056 ¥4000E

体系的モーターボート工学。  
基本設計/船型/運動性能/構造強度/副部・機関部設計/他

## 新版 強化プラスチックボード

戸田孝昭著／価3800円(送300円)  
ISBN4-8072-5004-3 C3056 ¥3800E

FRP関連技術の進歩発展に沿って、旧版内容を全面改訂。新たに5章と最新資料を追加。

現場のための

## 強化プラスチック船の工法と応用

田中勤著／価2300円(送300円)  
ISBN4-8072-1011-4 C3056 ¥2300E

FRP船の正しい工法と応用作業の実際を巨細にわたり平易に解説。現場技術者必携書。

## ボート太平記

小山捷著／価2000円(送300円)  
ISBN4-8072-1013-0 C3056 ¥2000E

流体力学、構造力学をはじめ、むずかしい「舟艇の物理」を平易に解説。

日本図書館  
協会認定図書

## 結びの図鑑(PART: I)

中沢弘・角山安筆著／高橋唯美画／価3500円(送300円)  
ISBN4-8072-4006-4 C3056 ¥3500E

ベテラン帆船乗りが解説するロープワークの百科事典。イラスト画400余点。

日本図書館  
協会認定図書

## 結びの図鑑(PART: II)

中沢弘・角山安筆著／価4000円(送350円)  
ISBN4-8072-4007-2 C3056 ¥4000E

前著「PART: I」を上回る240余種の「結び」を精巧な写真によりその手順を解説。

日本図書館  
協会認定図書

## 帆船史話

杉浦昭典著／価3500円(送350円)  
ISBN4-8072-4003-X C3056 ¥3500E

帆走軍艦からクリッパーシップまで、帆船にまつわる凄絶・けん爛たる歴史とドラマを描く。精確な考証による帆船風俗史でもある。

## 帆船 その機装と航海

杉浦昭典著／価3300円(送350円)  
ISBN4-8072-4002-0 C3056 ¥3300E

神戸商船大学教授の著者が20余年の研究と資料を集大成した大著。古今東西の帆船の事典。

発行／株式会社 舵社

新宿営業所：〒162 東京都新宿区赤城下町50

発売／株式会社 天然社

〒東京(03)267-1931代／振替・東京1-25521番

# 有人潜水船 "Deep Jeep"と"Asherah"

芦野民雄

日本船用機器開発協会調査役

## II. Asherah

海上旅行の物語は人類の文明開化の物語よりも古い。人類が動植物を食料にするため、飼いなしたり、栽培する前から、また陶器や金属を融かすことを知る前から、さらに集まって村を造る前から、船を造ってエーゲ海を渡っていたのである。

約1万年前に、メロス島からギリシャ本土に黒曜石を持って来て石器時代の刃やスクレーパを造っていた。これらが Franchthi のほら穴から発掘されている。また海で獲ったと推定される大きな魚の骨で造った道具類も発見されている。

これら太古の昔から、船は開墾、魚獲、戦争、物の輸送に使われていた。船を利用することは物を搬ぶ最も経済的な方法であった。

もし年間1隻の船が沈んだとしても10,000年間には10,000隻の沈没船があるはずで、事実はその何百倍の沈没船があり、それが海底で眠っている。海

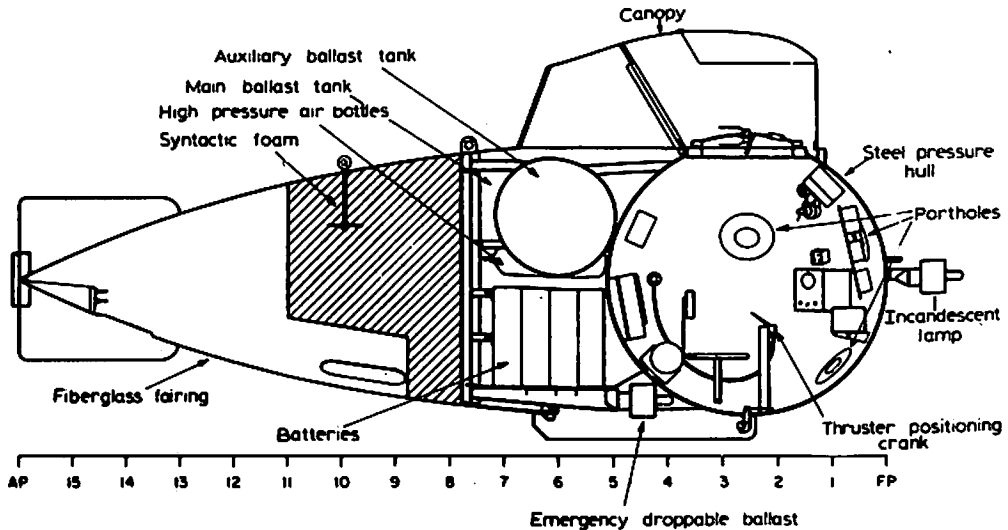
底に沈んで砂や泥土で埋まっていれば、陸上に放置されるより、より良く保存されているはずである。

沈没船が考古学にとって大切なことは、(1)ギリシャ時代の青銅の像が海底から発見され、(2)青銅時代の金属武器が埋蔵されていて、(3)ビザンチン陶器の最大のコレクションで、(4)古代ガラス器具と(5)古代の鉄製品が眠っているからである。

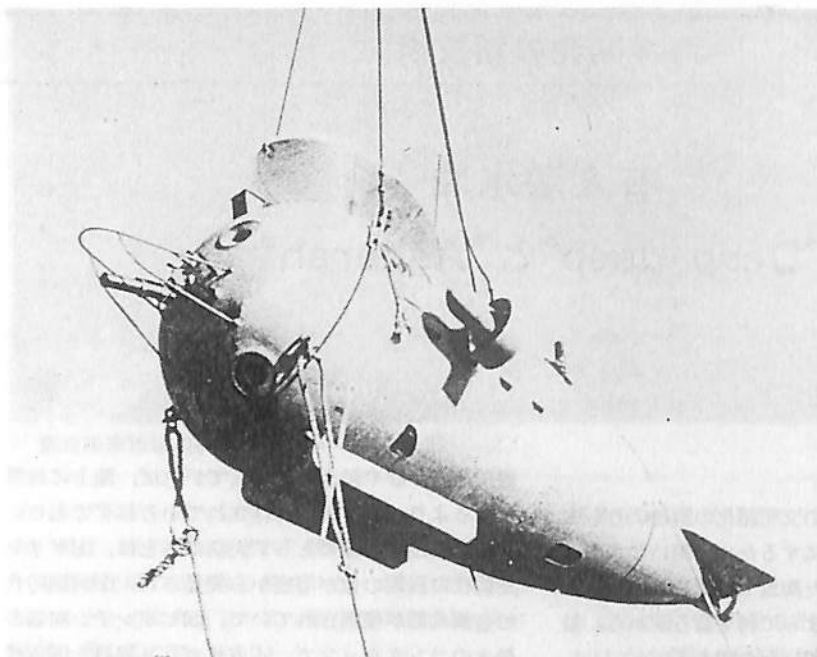
沈船内にあるその時代の人工物だけでなく、沈船内に在るコインによって、考古学的にその時代を知ることができる。

古代ブロンズ像は、今まで漁船の網やスポンジ採取のダイバーによって回収されているが、スキューバ・ダイビングの発展と共に、海底考古学は新しい科学として重要性を増してきた。

そして1960年にペンシルベニア大学に海底考古学チームが結成された。



"ASHERAH"の一般配置図



吊上げられた  
“ASHERAH”

#### ●考古学に使われる潜水船

圧縮空気を使うスキューブ・ダイビングでは、高深度潜水は望めない。1963年にトルコ沖で漁船の網にかかったブロンズ像は深度90mの海底であった。そこで更に深い所では潜水船による調査が良いことは明白であるが、経済的には高くつくことは止むを得ないことである。

トルコ沖の水深36mの Yassi Ada に沈没していた17世紀のビザンチン船の場合には、1961～1964年の4夏を費して回収作業がなされたが、総支出は100,000ドルかかった。ダイバー達は1,243時間を費し、ダイビング回数は3,533回を数ぞえた。従ってダイバーが海底で働く費用は1時間当り90ドルとなる。

沈船を覆っている砂か泥土を除去するのに一番時間が掛った。次に時間の掛る仕事は、沈没現場の地図を造ることである。

潜水船はダイバーの仕事そのものの代りにはならないが、ダイバーの大きな援助となろう。飽和潜水がまだ十分でない1963年に、スキューバダイビングよりさらに高深度に行ける水中考古学調査用潜水船の建造が決まった。

#### ●考古学調査用潜水船

General Dynamic 社の Electric boat Division では、水中考古学調査に最も適した潜水船を設計することとなり、そのためには次の要求仕様

格するものを設計した。

- 稼動水深 180 m
- 乗員 2名
- ライフサポート 最少12時間
- スピード 0～3ノット
- 操縦性が良いこと
- ピッチ、ロールが少いこと
- 前後左右が明視できること

1964年初から建造にかかり、同年5月28日に進水し、古代の海洋国フェニキヤの女神の名をとって、“ASHERAH”と命名された。要目は、

全長	5.2 m
全幅	2.6 m
全高	2.3 m
空中重量	3,810 kg
圧壊深度	365 m
ライフサポート	48人・時間
ペイロード	45 kgおよび2名の乗員
速力	2ノット

スチール製の圧力ハルは1.5 m直径の球形で頂部にハッチを持ち、6箇の視窓を持ち、バラスト、推進、センサーシステムを備え、ハル後部はファイバークラスで流線型にしてある。

ファイバークラス内部にバッテリー、高圧空気タンク、主バラストタンク、シンセチックフォーム等が内蔵されている。海上にあるときは頂部天蓋の乾舷が0.6 mとなる。可変バラストタンクは0.66 m直

径球形で、本船が沈降するときはメインバラスト・タンクの水を抜き、可変バラストタンクに水を入れて中間浮力として、水平、垂直方向のスラスタで動くのである。

推進用動力は鉛蓄電池 23 KWH が、圧力球外に設置され、頂部は油漬けとなっている。写真に示すように左右両舷にスラスタがある。

1964年に“ASHERAH”の海上運転で、つぎのような不具合点がわかった。

- (1) 航走容量が十分でない。
- (2) 操縦者ならびに乗員にとって、前方をみる舷窓の位置が悪く明視できない。
- (3) スラスタをコントロールする手動クランクが重い。
- (4) スピード・コントロール・システムの信頼性がない。

これらの不具合箇所を改造し、例えば光学的ピュ

ポートとクローズド・サーキットのテレビシステムを加え、スピード・コントロールも信頼性高いものとし、水中電話、ステレオ写真システム等を採用し、1967年にトルコ沖で再度テストされた。その結果、“ASHERAH”は海底地図製作並びに海底調査用として極めて効率が良いことが実証された。

なおアドリア海で漁船の網にかかって引上げられた古代ブロンズ像は 400 万ドル、さらに南イタリア沖で回収された 2 組のブロンズ像は 100 万ドルと評価され、それを上げた素人のダイバーには、イタリア政府から 25 万ドルが与えられている。

#### 参考文献

- Journal of Ocean Technology, Vol 2, No 3, 1968
- Submersible and their use in Oceanology & Ocean Engineering
- A Pictorial History of Oceanographic Submersibles

## Ocean Technical News

### ■三井造船、北極海リグを完工

三井造船玉野事業所は、このほどカナダのセドベックス社向けセミ・サブ式海底石油掘削装置である“SEDCO 710”を引渡した。本リグは特に寒冷地向け諸対策のほか、コンピューター制御、高稼働率、高安定性を実現しており、革新的なセミ・サブ式リグである。

発表による主な特長は、

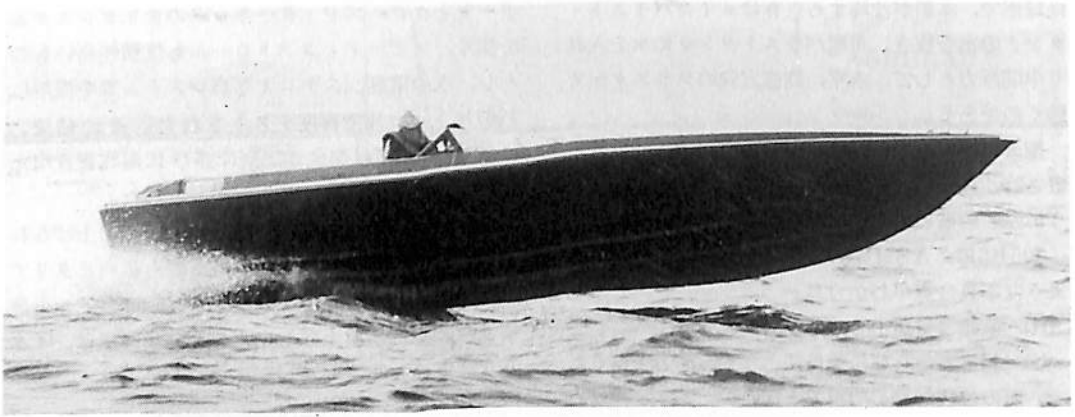
1. 本リグは、船級 ABS、船籍国カナダの CCG 規則、IMCO A 414 を満足するように設計、建造されており、さらに A-60 防熱、エレベーターなどについては英国 DOE、ノルウェー NMD などの規則も満足するように考慮されている。
2. 風速 70 ノットまでの掘削作業および航行が可能であり、風速 110 ノットまでは待避状態で留まることが可能である。また、カナダ東部での“OCEAN RANGER”の事故を分析した結果の対策が施されている。
3. ドリルフロアーには、高さ 165.2 フィートの起倒式デリックマストを有し、フロアー周辺には風防壁を施している。また防弾ガラス付きドリラーズハウスあるいはアイアンラフネックなどを有し、酷寒時の操作を容易にしている。
4. 各ローワーハル後部にはポンプルームが配置されている。また船首尾部には各 2 基、計 8 基の 3,000 HP のスラスタがダイナミックポジションコントロ

ールおよび自航用に装備され、深海での操業を可能としている。

(主要目)

全長 / 89.916 m, 幅 / 75.895 m, 深さ / 34.290 m (ベースライン～主甲板), 吃水 (計画満載) / 21.03 / 24.384 m (オペレーション), 6.4 / 7.92 m (トランジット), 13.7 / 19.81 m (サーバイバル), 総トン数 / 15,106.21 トン, 最大掘削深度 / 7,620 m, 稼働水深 / 61 ~ 1,820 m, スラスタ / 3,000 HP × 8 基, 主発電機エンジン / 3,950 BHP × 6 基, 2,200 BHP × 2 基, 速力 / 8.51 ノット, 最大搭載人員 / 118 名。





## 新高速艇講座〈18〉

### 高速艇の推進 (6)

丹 羽 誠 一

#### 4.3.3 クレセント型プロペラ，魚雷艇シリーズ

海上自衛隊が昭和29年度計画で英国 Saunders Roe社製魚雷艇1隻を購入した。

この艇に装備されていたのがクレセント型プロペラで，わが国にクレセント型プロペラが入って来た最初である。

このプロペラを見取り調査の結果，NACA 0006 キャンパーラインに楕円で肉付けをしたものと推定されたので，これのシリーズテストを行い，昭和35年に三菱長崎船型試験場に空洞水槽が完成すると，すぐにこのシリーズのキャビテーション試験を行った。

このシリーズは Newton-Rader シリーズに比べて若干キャンパーが小さく，キャビテーション試験で特別の修正を要するような徴候も無かったので，そのまま加工を行わずに試験をしている。

シリーズは次の構成である。

展開面積比 0.90	ピッチ比 0.9, 1.2, 1.5。
展開面積比 1.10	ピッチ比 0.9, 1.2, 1.5, 1.8。
展開面積比 1.30	ピッチ比 1.2, 1.5, 1.8。

このシリーズについても筆者は先に示した2つのシリーズと同様の性能図表を作成しているが，誌面の都合上，ここでは展開面積比1.10のものだけを掲載する。

性能図表は大気圧に対するもの及び $\sigma = 3.0, 2.5, 2.0, 1.8, 1.6, 1.4, 1.2, 1.0, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5$ のものが作成してあるが，大気圧および $\sigma = 1.4, 1.0, 0.7, 0.5$ のもののみを図-3~13に示す。

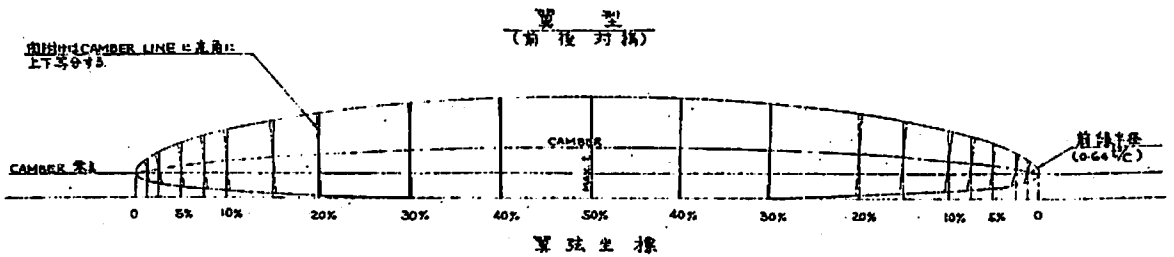
図-1，図-2にプロペラ形状および断面寸法を示す。





Y/R	0.1667	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	0.98	1.00
翼幅	母線より前縁迄	0.3575	0.3968	0.5095	0.6094	0.6935	0.7574	0.7916	0.7769	0.6624	0.5153	0.3425
	母線より後縁迄	0.4492	0.4983	0.6370	0.7553	0.8477	0.9054	0.9201	0.8687	0.7047	0.5324	0.3472
	全翼幅	0.8067	0.8951	1.1465	1.3647	1.5412	1.6638	1.7117	1.6456	1.3671	1.0477	0.6897
翼厚	0.0750	0.0732	0.0648	0.0564	0.0480	0.0396	0.0312	0.0228	0.0144	0.0088	0.0057	0.0030
前縁より最大厚さ迄の距離	0.40335	0.44755	0.57325	0.68235	0.7706	0.8319	0.85585	0.8228	0.68355	0.52385	0.34485	
CAMBER比	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
CAMBER	0.0242	0.0269	0.0344	0.0409	0.0462	0.0499	0.0514	0.0494	0.0410	0.0314	0.0207	
CAMBER零点の位置	0.0141	0.0101	0.0042	0.0023	0.0010	0.0006	0.0003	0.0002	0.0006	0.0056	0.0116	0.0203

翼弦坐標(%)	0	1.25	2.5	5.0	7.5	10	15	20	30	40	50	備 考
CAMBER縦坐標	0	0.0970	0.1686	0.2865	0.3844	0.4687	0.6101	0.7217	0.8812	0.9710	1.000	NACA0005
内 付 け	0	0.2223	0.3122	0.4359	0.5268	0.6000	0.7141	0.8000	0.9165	0.9899	1.000	ELLIPSE
註)	CAMBER内付け共翼弦坐標50%に於ける値(最大)に対する比											



Y/R	0.1667	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	0.98	1.00
前縁線半径	0.0046	0.0038	0.0023	0.0015	0.0010	0.0006	0.0004	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	

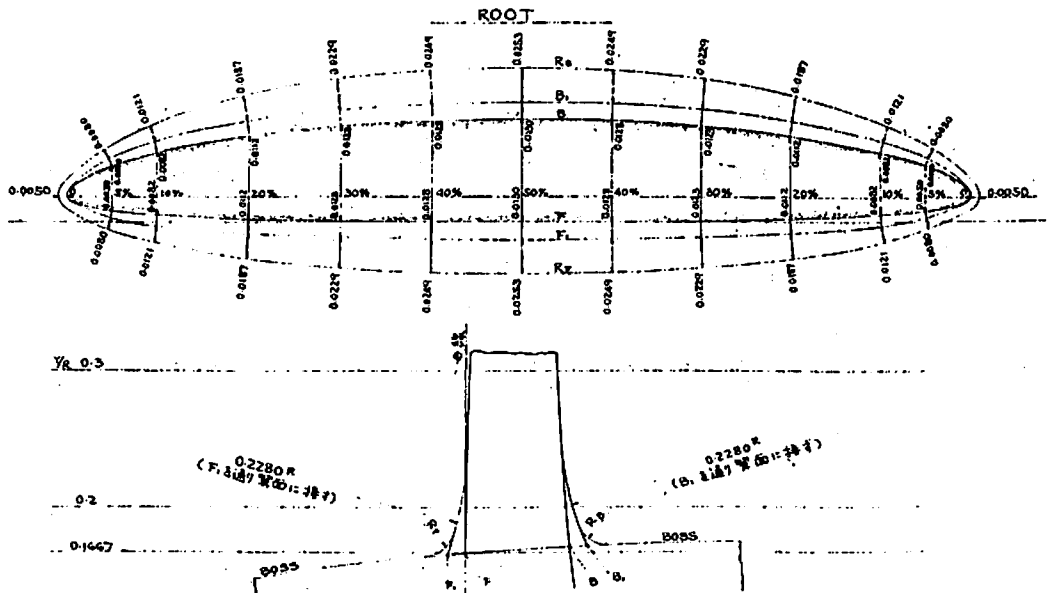


図 3

图3

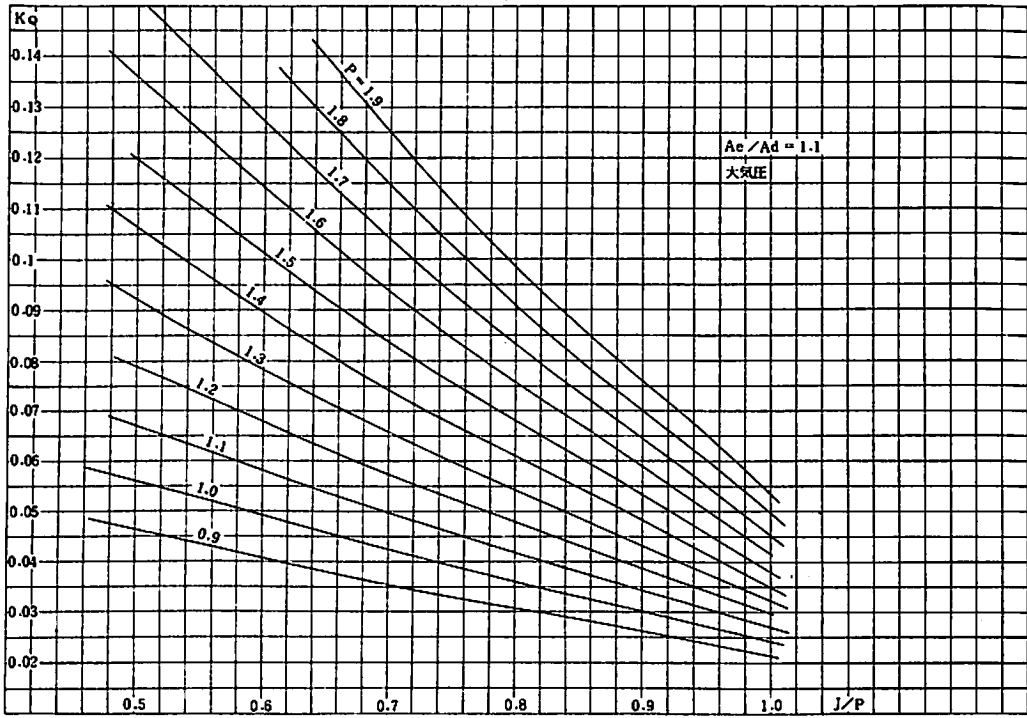


图4

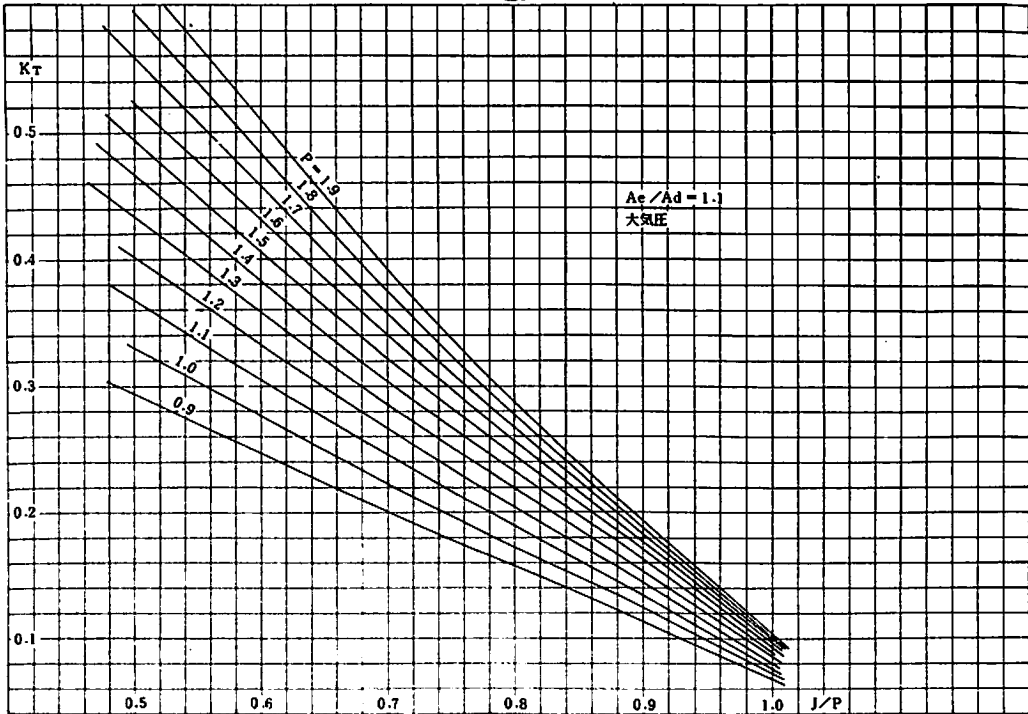


图 5

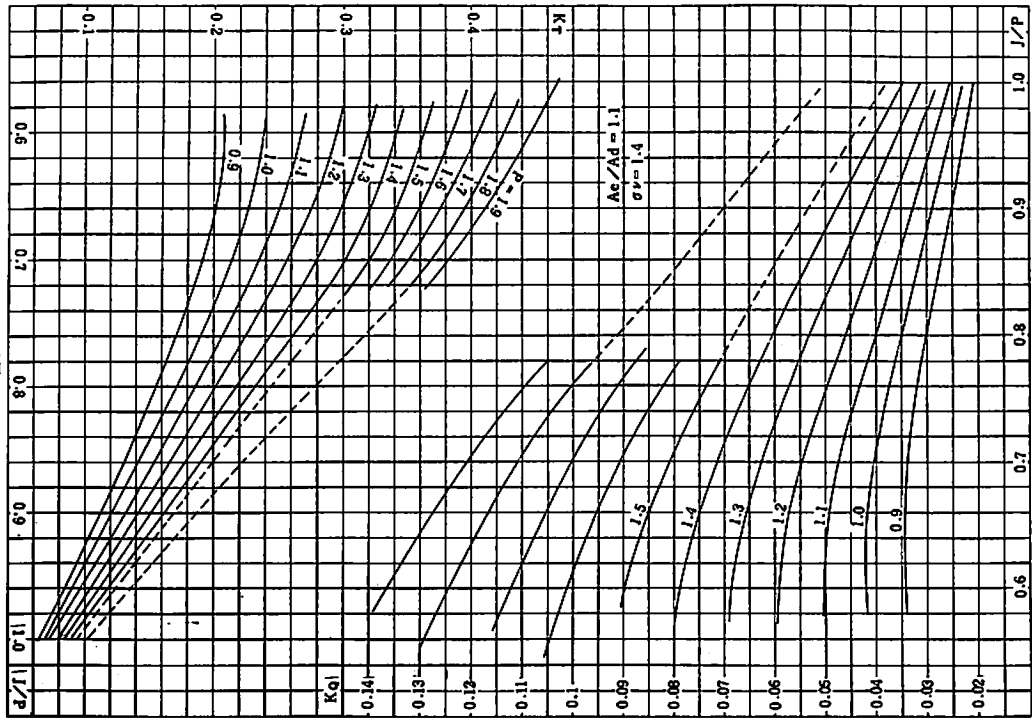


图 6

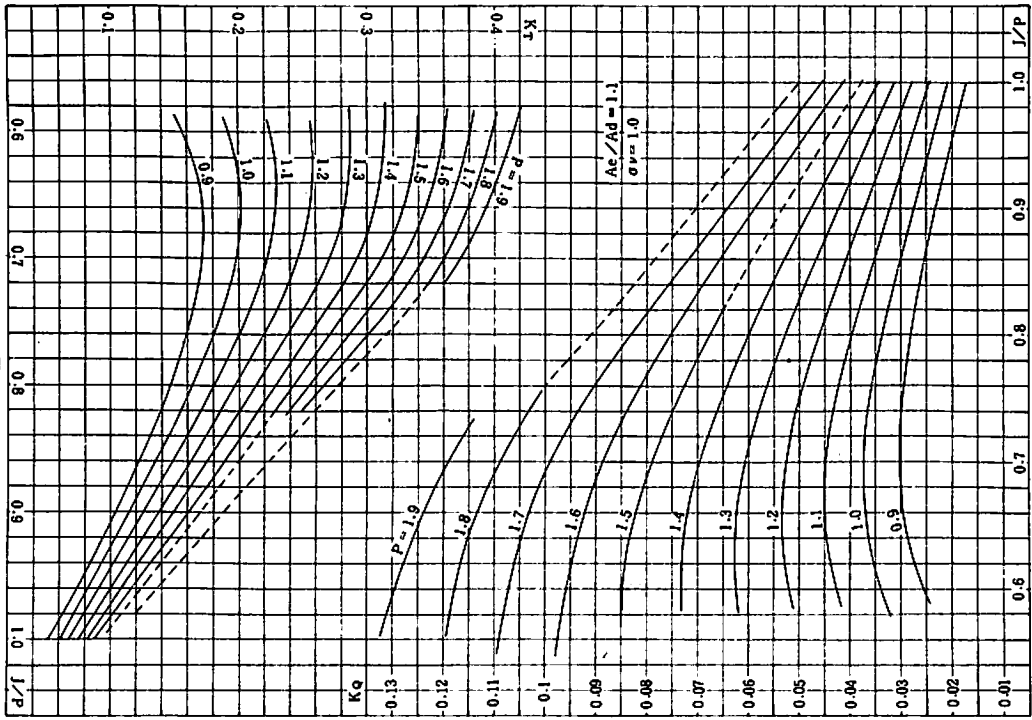


图7

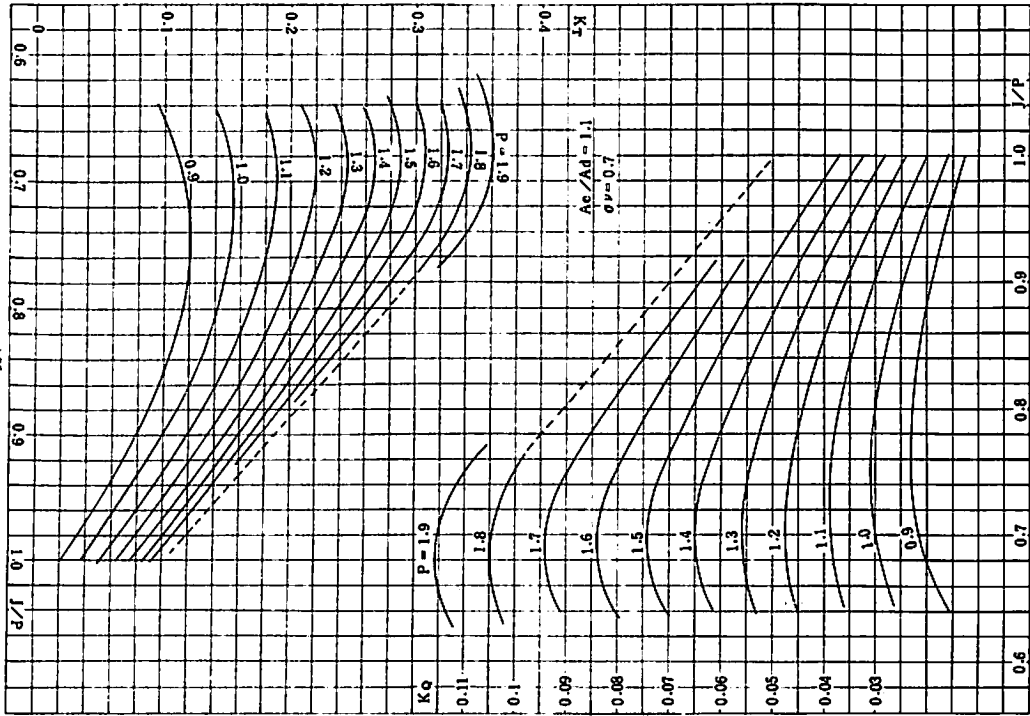


图8

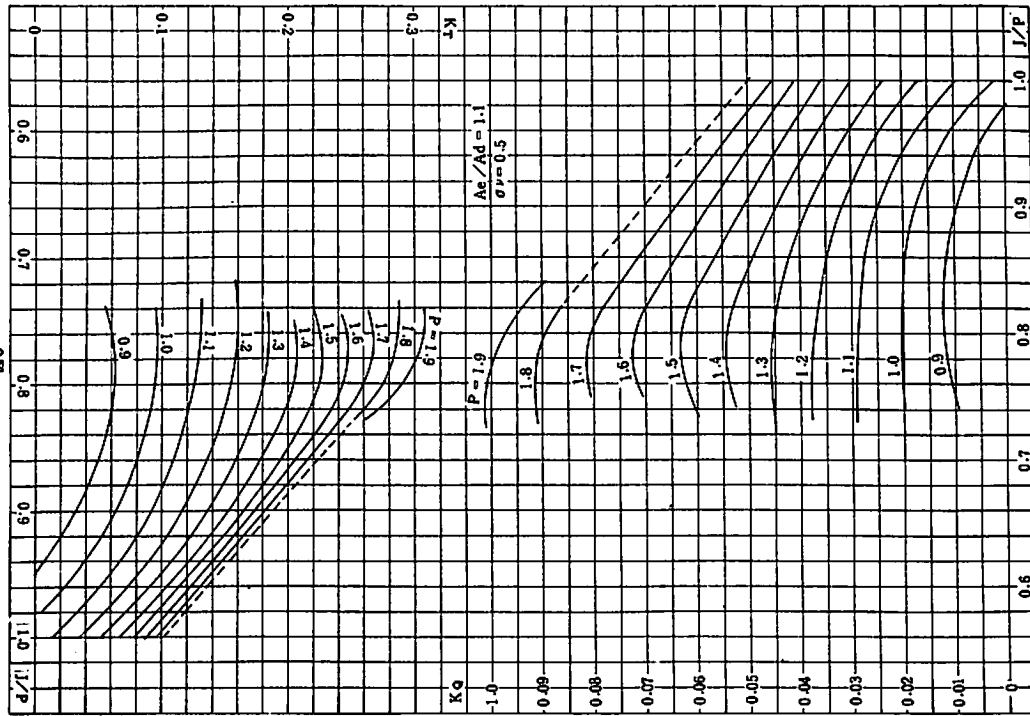


図9

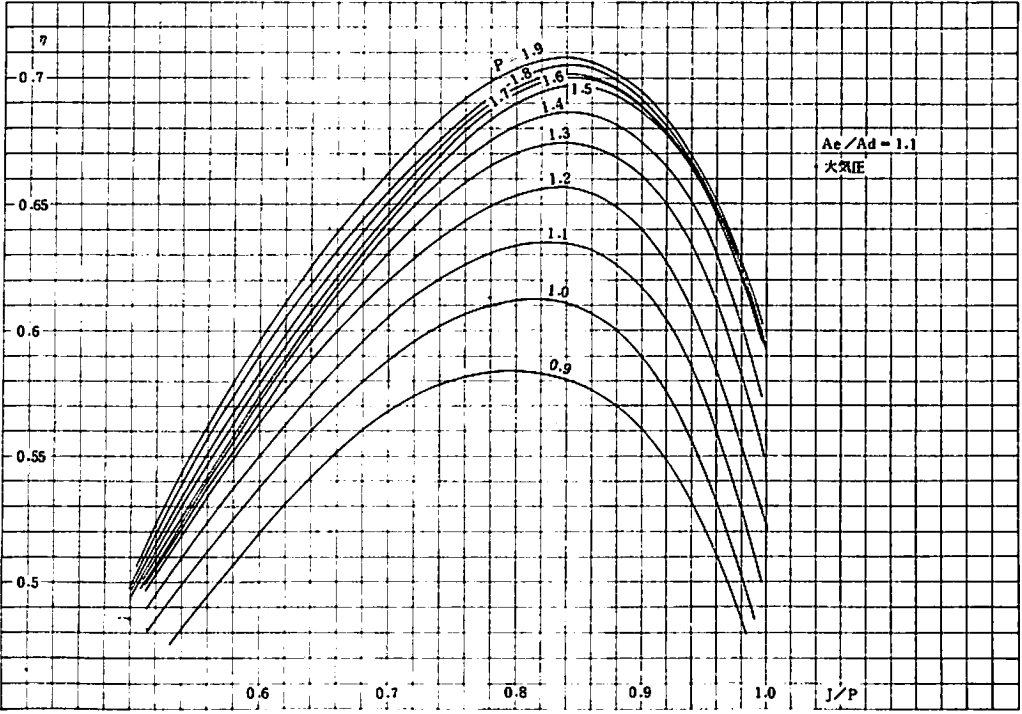


図10

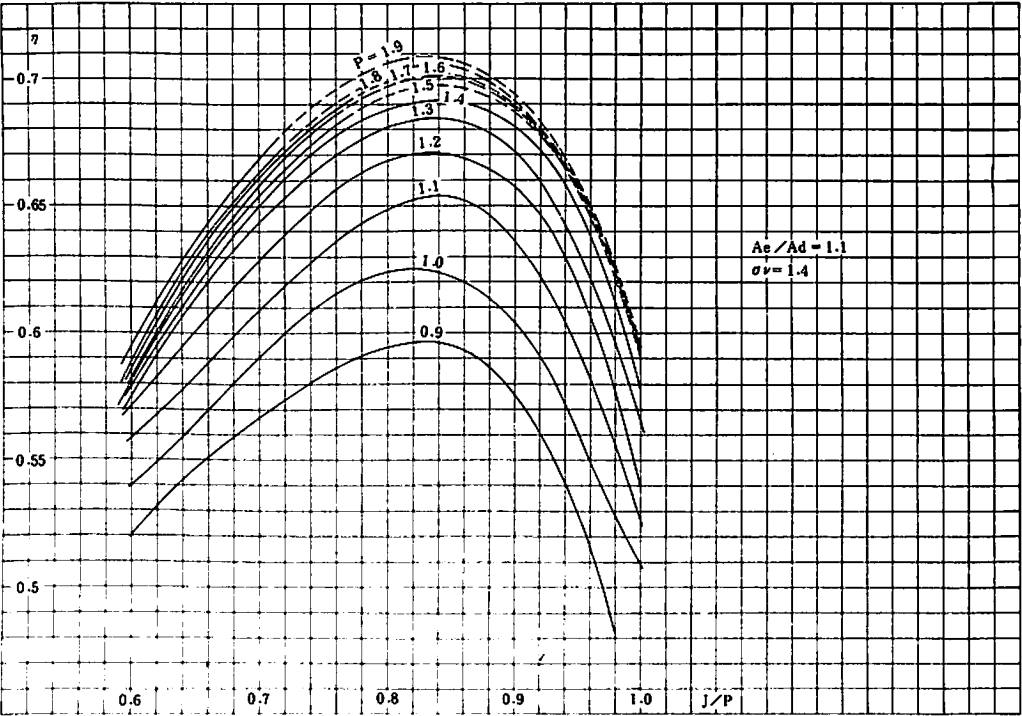


图11

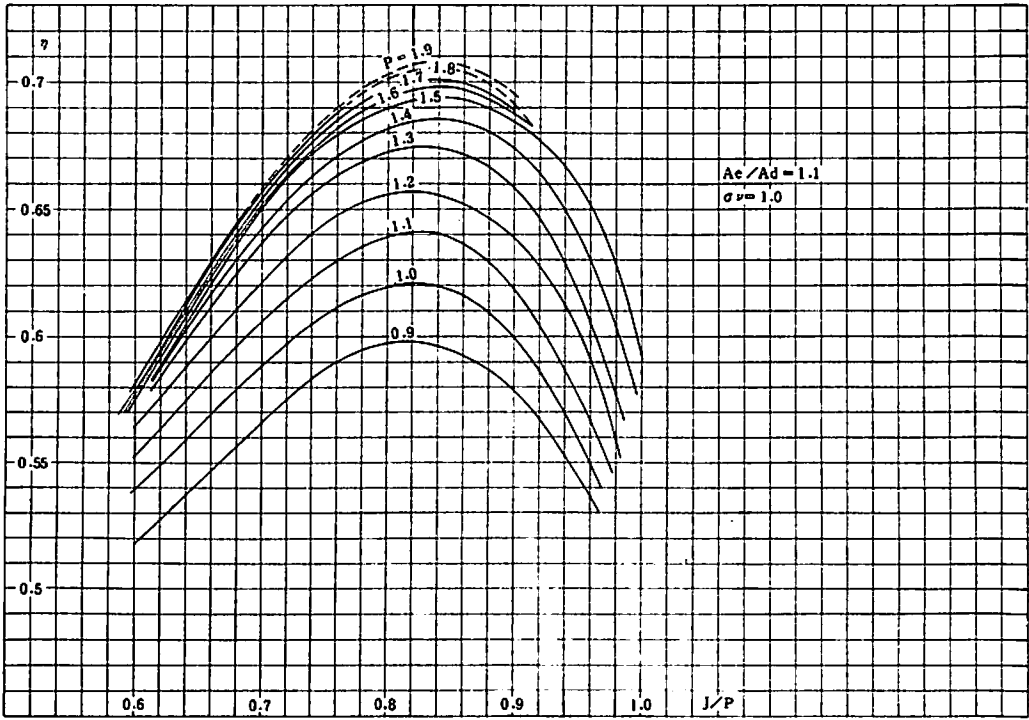
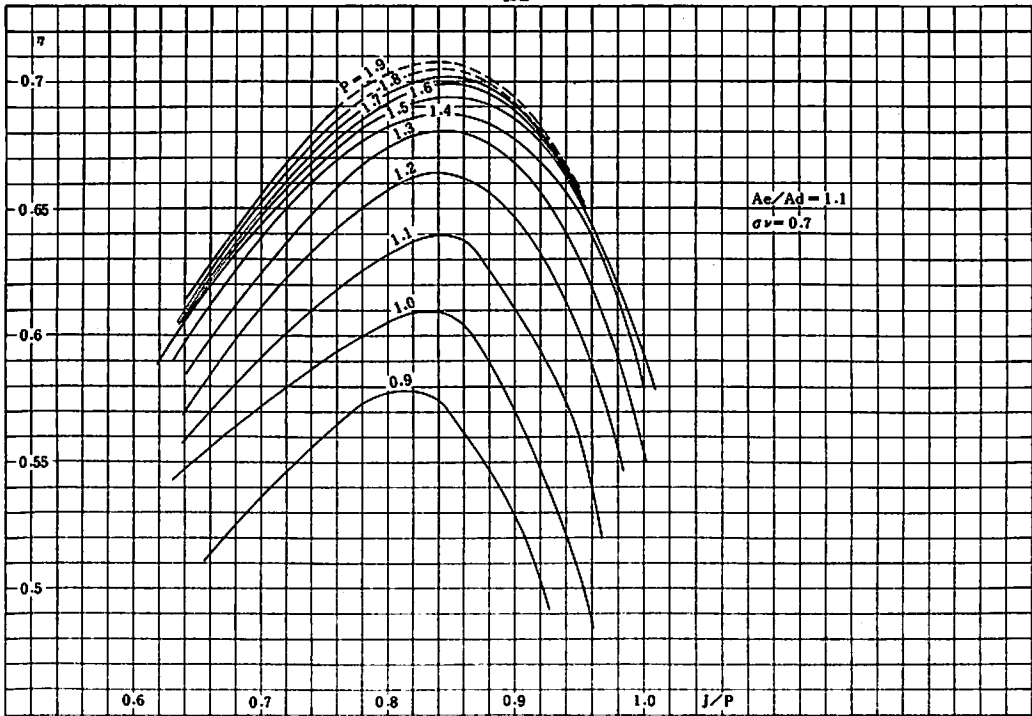
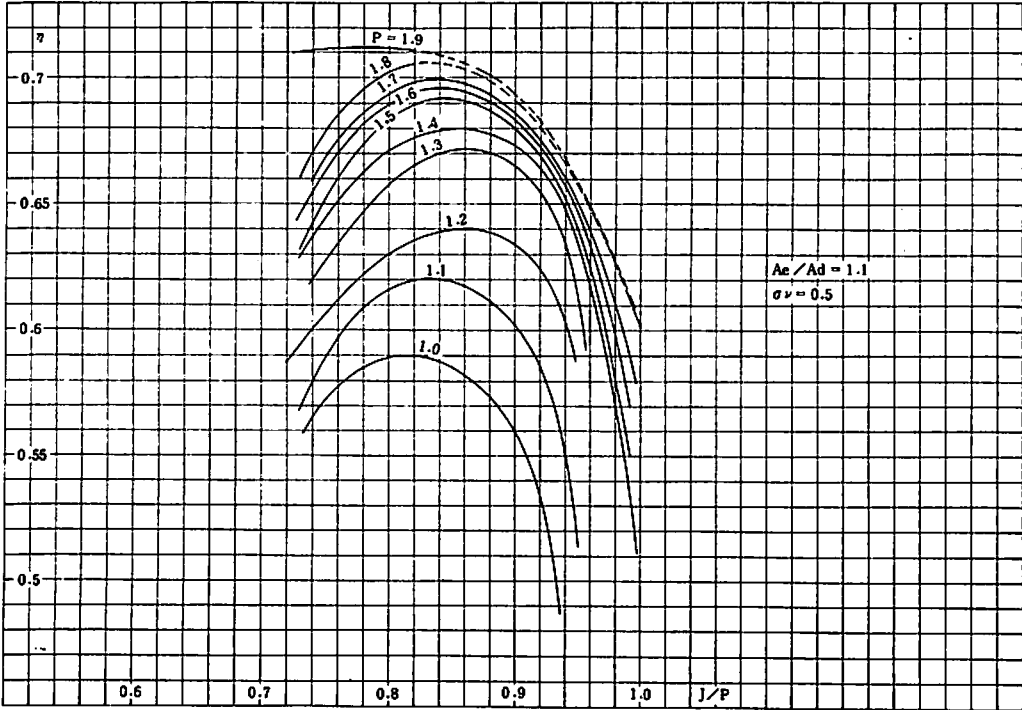


图12





丹羽誠一著

# FRP船の建造技術

B5判310頁・上製・図表写真多数／定価6,500円(送料350円)

著者自身が手掛けた多くの設計・建造例と実験・研究の成果が生んだFRP船建造の総合技術についての最高最適の指導書。——関連技術者必読・必携の資料。

■主な内容■I.はじめに／FRP船の直面している問題／FRPとは／なぜFRP船が造られるのか■II.FR  
P船用原材料／FRP板を構成する原材料／ガラス繊維基材／ガラス繊維以外の強化材／樹脂／その他の  
材料／関連材料■III.ポリエステル樹脂の硬化／ラジカルおよびラジカル重合／樹脂の硬化／硬化剤系／  
メチル・エチル・ケトン・ペルオキシド(MEKPO)／高温硬化特性と常温硬化特性／ゲル化時間と温度、  
硬化剤量／硬化特性と重合禁止剤／硬化特性と水分の影響／積層時の硬化特性■IV.FR  
P積層板の物性／  
積層板のガラス含有率・厚さ・比重／静的強度特性／動的強度特性／積層工作法と曲げ疲れ強さ／積層  
構成と曲げ疲れ強さ／積層工作法と層間剪断強さ／サンドイッチ板の物性■V.高速艇の構造設計／前提  
条件／外力基準／積層設計／構造基準／実船例における部材寸法等の決定／各部構造の基材設計および  
標準工作法／波とそれに対する船の応答／記号と表示■VI.FR  
P船のスタイリング／FRPと製品の形態／  
スタイリングの傾向／船首フレーア／傾斜ステム／合板張りの外板／木製めす型／船首のスタイル／デッ  
キの造形／まとめ■VII.成型型／どんな成型型を採用すべきか／木製めす型／FRP製めす型■VIII.積層作業  
の管理／工作図による作業管理／原材料の特性と作業管理／作業管理とFRP板の物性／標準工作法／積  
層指示書■IX.技術管理と教育訓練／積層工の技能管理／作業管理技術者の教育■X.安全・衛生・公害／  
環境法規／安全管理／衛生管理／公害管理■あとがき(以上10章58節137項・雑誌「船舶」の連載記事を大  
幅追補・全面改編)

発行船 社・発売天然社

〒162 東京都新宿区赤城下町50 電話(03)267-1950



## ■MARPOLによる油の排出規制

MARPOL 73/78は、昨年10月1日その発効に必要な条件を満たし、本年10月2日に発効の予定である。

現行の関連条約“1954年の海水の油濁防止のための国際条約”は、油の排出を各船舶の自主規制にゆだねる規則である。これに対し、このMARPOLは、油などの汚染物質の排出規制の規則に加え、それを担保するための構造および設備を要求する規則を含んでいる。すなわち、国際航海に従事する150総トン以上の油タンカーおよび400総トン以上の油タンカー以外の船舶に、それらの構造・設備が、条

約の要求に適合している旨記載された条約証書（IOPP証書）を保持するよう義務づけている。

また、これについて、MARPOL 73条約の採択以降に建造された新造船はMARPOL発効日以降、現存船は発効日後12カ月を経過した日から条約証書を所持することになっている。

NKは、船主の方々の要請により、一昨年からのMARPOLの鑑定を行っており、パナマ、リベリア、シンガポール、ギリシャおよびサウジアラビア等の各国政府に代わって、適合証書、いわゆるOPP証書を発行している。次に、MARPOLによる油の排出規制を、参考までに表1および表2として掲げる。

表1 MARPOLによる油タンカーの貨物区域からの油の排出規制

海 域	排 出 規 則
特別海域*内	クリーンバラスト**および分離バラスト以外排出不可
陸地から50マイル以内	クリーンバラストおよび分離バラスト以外排出不可
特別海域外	次のいずれかのほかは、排出不可 (a) クリーンバラストおよび分離バラスト、または (b) 次の条件をすべて満足すること (1) タンカーが航行中 (2) 油の瞬間排出率は1マイル当たり60lを超えないこと (3) 排出される油の総量は斜帆に輸送した貨物油の総量の、現存船にあっては1/15,000、新造船にあっては1/30,000を超えないこと (4) 第15規則に定める油排出監視制御装置およびスロップタンク装置を稼働させていること

\*：特別海域の要件は、地中海、黒海およびバルト海については、MARPOLの発効日から適用する。紅海およびガルフ海域については、IMOが定める日から適用する。

\*\*：クリーンバラストとは第14規則に定義するもの

表2 MARPOLによるすべての船舶の機関区域からの油の排出規制

海 域	船種・船型	排 出 規 則
特別海域内	すべての油タンカーおよび400GT以上のその他の船舶	排出不可 ただし、次の条件すべてを満足している場合を除く； (1) 船舶は航行中であること (2) 排出の油分濃度は、希釈しないで、15ppmを超えないこと (3) 油分濃度が15ppmを超えた場合、排出を自動停止する機構を備えた油水分離装置を稼働させていること (4) 油タンカーにあっては、貨物ポンプ室のビルジまたは貨物油の残留物が混入していないこと
	陸地から12マイル以内	排出の油分濃度が、希釈しないで、15ppmを超えない場合を除いては、排出不可
特別海域外	陸地から12マイル以内	400GT未満のその他の船舶 次の場合を除いては排出不可； (a) 排出の油分濃度は、希釈しないで、15ppmを超えないこと。または (b) 次の条件を満足していること (1) 船舶は航行中であること。または (2) 排出の油分濃度は100ppm未満であること
	陸地から12マイル以内	すべての油タンカーおよび400GT以上のその他の船舶 排出の油分濃度が、希釈しないで、15ppm以下の場合を除いて排出不可 400GT未満のその他の船舶 実行可能かつ合理的である限り400GT以上の船舶と同じ条件を適用のこと
特別海域外	陸地から12マイル以内	すべての油タンカーおよび400GT以上のその他の船舶 次のいずれかの場合を除いては排出不可； (a) 排出の油分濃度は15ppmを超えないこと。または (b) 次の条件をすべて満足していること (1) 船舶は航行中であること (2) 排出の油分濃度は100ppm未満であること (3) 油排出監視制御装置および油水分離装置などの第16規則で要求される設備を稼働させていること (4) 油タンカーにあっては、貨物ポンプ室のビルジおよび貨物油の残留物が混入していないこと
	陸地から12マイル以内	400GT未満のその他の船舶 実行可能かつ合理的である限り400GT以上の船舶と同じ条件を適用のこと

\*：特別海域の要件は表1の脚注を参照

\*\*：「改正案」の受諾に従って適用

訂正・前号の本欄に掲載された図は「船体強度モニターシステム」と関係がないので削除いたします（編集部）

## ニュース・ダイジェスト

### 受 注

#### ●住重、リベリア籍のバルクキャリア

住友重機械はリベリア籍ユニオン・タンカーズ・コーポレーションから60,000重畳トン型バルクキャリアを受注した。納期は84年11月末、主機は住友スルザー5 RTA 68型11,200馬力を搭載し、速力は14.0ノット。

#### ●川重、香港船主からバルクキャリアを2隻

川崎重工はチャイナ・マーチャント・スチーム・ナビゲーション(CMSN)から42,000重畳トン型バルクキャリアを2隻を受注した。納期は2隻とも84年前半。主要目は28,000総トン、42,000重畳トン、主機関川重B&W 6 L 67 G B E型11,600馬力、速力14.5ノット。なおCMSNは中国遠洋運輸総公司(COSCO)の香港における出先機関である。

#### ●三井、カバルからバルクキャリア

三井造船はシンガポールのカバル・ SHIPPING・マネジメントから38,900重畳トン型バルクキャリアを受注した。納期は84年半ば。同船は三井が開発した省エネ型標準船で、カバルから既に5隻の同型船を受注しており、今回の1隻はその追加分。主要目は24,500総トン、38,900重畳トン、主機三井B&W 6 L 67 GA型11,000馬力、速力14.4ノット。

#### ●佐野安、台湾船主からバルクキャリアを3隻

佐野安船渠は台湾のテートン・スチームシップ(徳同商船)からバルクキャリアを3隻を受注した。主契約者は日商岩井で納期は84年9月、11月、85年1月。主要目は23,000総トン、37,500重畳トン、主機スルザー6 RTA 58、公試速力16.3ノット。

#### ●今治、バルクキャリアを2隻

今治造船は敷島汽船とラムスゲート SHIPPING から25,000重畳トン型バルクキャリアを各1隻を受注した。納期は敷島が83年6月、ラムスゲートが84年4月。なお同船は今治の標準船型である。主要目は、15,400総トン、25,000重畳トン、主機関三菱スルザー7 R L B56型。馬力と速力は敷島分が9,450馬力13.9ノット、ラムスゲート分が10,500馬力、14.2ノット。

#### ●幸陽、ニチメン・徳同の合併会社から3隻

幸陽船渠はニチメンと台湾の徳同商船(テートン・スチームシップ)の合併会社から36,000重畳トン

型バルクキャリア3隻を受注した。納期は84年12月、85年3月、6月。なおこれより先、徳同は佐野安船渠に3隻のバルクキャリアを発注している。主要目は20,000総トン、36,000重畳トン、主機三井B&W 5 L 67 G B E型8,500馬力、速力14.0ノット。

#### ●函館、中村汽船からバルカーを2隻

函館ドックは中村汽船から29,000重畳トン型レーク・タイプバルカー2隻を受注した。納期は84年5月と8月。主要目は16,500総トン、28,600重畳トン、主機関は未定だがB&Wディーゼル機関になるものとみられている。

#### ●新山本、バルクキャリアを3隻

新山本造船は業務提携している今治造船を通じて海外船主から20,800重畳トン型バルクキャリア3隻を受注した。船主はラムスゲート・ SHIPPING (1隻)とスター・インターナショナル・ SHIPPING (2隻)。納期はラムスゲートが今年10月、スターインターナショナルが来年4月と6月。総トン数は12,000。

#### ●日立、ギリシャ系船主からタンカー

日立造船はリベリア籍アラバホ・ SHIPPING 社から63,680重畳トン型タンカーを受注した。実質船主はギリシャ系英国船主で納期は84年7月末。主要目は31,000総トン、主機関日立B&W 7 L 60 MC型出力(ディレーティング)DMCO12,800馬力、航海速力15.25ノット。

#### ●三井、ケールスロスからプロダクトタンカー

三菱造船はギリシャ系船主ジョン・ケールスロスからプロダクトタンカーを受注した。納期は84年半ば。同船は66,000重畳トン、主機関三井B&W 7 L 67 G B E型15,200馬力。

#### ●笠戸、東伸サービスからプロダクトタンカー

笠戸船渠は伊藤忠商事を通じ、東伸サービスからプロダクト・タンカーを受注した。納期は84年8月。主要目は17,700総トン、29,990重畳トン、主機関B&W 6 L 60 MC E型9,105馬力。

#### ●日立、ネドロイド系から重量物船

日立造船はネドロイドグループの重量物輸送専門会社であるマンムート・トランスポートから重量物運搬船を受注した。納期は1984年6月末から7月初め。同船は9,000重畳トン型でコンテナ積載量は、1,067 TEU。主機スルザー6 Z A L 40型の中速ディーゼル2基(2軸)で合計10,400馬力、航海速力15.0ノット。

●佐世保、徳丸海運から冷凍船を4隻

佐世保重工は徳丸海運から冷凍船を4隻受注した。7,640重量トン型2隻(納期83年10,11月)と9,400重量トン型2隻(納期83年11,12月)で主要目は次のとおり。

7,640重量トン型=9,100総トン、主機関宇部UE型12,400馬力。

9,400重量トン型=10,400総トン、主機関宇部UE型14,400馬力。

●常石、冷凍運搬船を2隻

常石造船は神原汽船、高知県汽船から63万立方フィート型冷凍運搬船各1隻を受注した。納期は2隻とも84年1月。両船はいずれもデンマークのリーファープールであるローリツェン・ペニンシュラー・リーファーズ(LPR)に供出される。主要目は12,000総トン、13,900重量トン、主機石播スルザー6RTA型58型、速力19.0ノット。

●三菱・川重、OOCLの主機換装工事

三菱重工と川崎重工はオリエン特・オーバークーズ・コンテナラインズ(OOCL)とコンテナ船3隻の主機換装工事を受注した。同工事はOOCLが北米航路に配船している1,500TEU積みコンテナ船3隻に搭載されている38,000馬力のタービン機関を三菱スルザー9RTA76型機関に換装にするもの。第1船は三菱、第2、第3船は川重が担当し、工期は今年12月、来年3、4月。

●幸陽、電発から消防兼タグボート

幸陽船渠は電源開発から175総トン型消防艇兼タグボート1隻を受注した。納期は今年8月。同船は電発が竹原火力発電所で使用するが、幸陽にとっては小型船台用新造船の第1船となる。

開発・完成ほか

●三菱、新型UE機関を開発

三菱重工は新しいUE型ディーゼル機関の開発に着手し、来年中には第一番機を完成する計画である。スルザーがユニフロー掃気のスーパー・ロングストロークのKTA型機関を、またB&Wディーゼルがウルトラ・ロングストロークのL/MC型機関をそれぞれ開発したのに対抗するのが目的。新機関は現有のHA型機関よりボア/ストローク比を長くすることで低燃費、低回転化を目指す。

●臼杵、帆装バルクキャリアの開発

日本船用機器開発協会は臼杵鉄工と田中産業向け26,000重量トン型外航帆走バルクキャリアの第1船を共同開発することになった。さる3月から水槽実験や試設計を開始しており、今年11月に起工、来年8月竣工の予定になっている。同船は“機主帆縦”方式の採用で直進性を確保できるという省エネ船である。帆装艦装は上田鉄工が担当する。なお基本計画およびこれに必要な実験、帆の試設計は日本船舶振興会の資金援助を得て行う。26,000重量トン型という中型船に帆装して省エネをめざすのはこれが初めて。同船は26,000重量トン、速力13.5ノット、帆面積約400平方メートル×2。

●石井工作所、省エネポンプを新開発

船用ポンプメーカーの石井製作所は、海水流量に応じてポンプの回転数が変化する周期的な省エネルギー、省力ポンプシステム“パルサー”をこのほど完成、販売を開始した。このシステムは経済的なトランジスター・インバーター制御方式を採用しており、さらに新開発の高効率、メンテナンス・フリー、長寿命のポセイドン3型ポンプ(同社が開発)を採用して、合理的価格で省エネ、省力度を高めている。

●笹倉の油監視装置にHK証明

船用機器メーカーの笹倉機械は、同社が製造・販売しているバラスト用油排出監視制御装置でHK(日本船用品検定協会)証明書を取得した。同装置は白油を含むすべての油種を計測することが可能なばかりでなく、世界で初めてバラスト用油分濃度の計測も可能にしたもの。英国バブコック(旧ベイリー)社の協力で開発したもの。主な特徴は次の通り。

①油分濃度検出部にはジェット流落下方式(サンプルと光学ガラスが非接触)を採用したため、ガラス面の油による汚れがなく、検出部の洗浄・メンテナンスが不要。②デジタル表示およびグラフィックパネル採用によりシステムの起動から停止まで、グラフィックの指示に従って操作するだけでよい。③すべての警報、故障の原因まで記録するため警報発生時にオペレーターは迅速な対処が可能となる。

# 特許解説 / PATENT NEWS

岡田 孝 博

特許庁審査第三部運輸

●浮体係留装置〔特公昭57-54354号公報, 発明者; 宇ノ本賢一ほか2名, 出願人; 三菱重工業〕

従来, 水上または水中にて浮体を係留するための装置において, 水面1に浮かぶ浮体2の取付具3と水底におけるアンカー5またはシンカー5'と間に可撓性条体6を張設し, さらに該可撓性条体6の途中にブイ8や重錘9を取付けて可撓性条体重量を重くしたりして, 係留機能の向上をはかっている。しかし, 浮体2, ブイ8および重錘9の波浪外力7による動揺の各応答値が互いに相違するため, 発生頻度の高い比較のおだやかな波浪外力7によっても, これらを接続する可撓性条体6に大きな繰返し張力が発生し, 疲労による破壊事故を起こし易いという問題がある。

本発明は, 上記の問題点を解決するもので, 浮体係留用の可撓性条体の途中に設けたブイや重錘による繰返し張力の発生を防止して, 疲労による破壊事

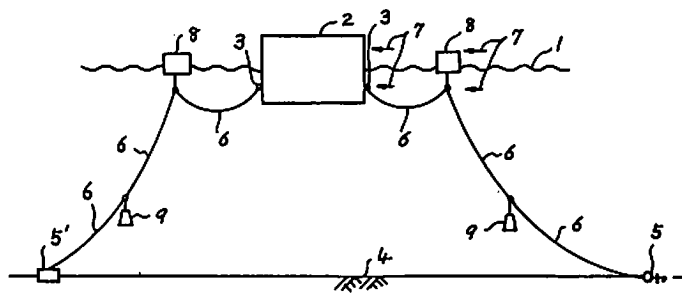
故を十分に防止できるようにした浮体係留装置を提供することを目的とする。

図において, 13は水面11に浮かぶ浮体12に固着した取付具で, 水底14におけるアンカー15またはシンカー15'との間に可撓性条体16を張設して浮体12の係留を行なう。そして可撓性条体16の途中には, 中間拘束体としてのブイ18および重錘19が取付けられ, これにより浮体12の位置保持が一層確実に行なわれる。さらに浮体12ならびに中間拘束体としてのブイ18および重錘19に対する条体16の各接続部分16a, 16bが条体16の他の部分よりもバネ常数の小さい材質で構成される。例えば, 条体16における該接続部分16a, 16bが鋼ワイヤ, 合成繊維(ナイロン等)あるいはマニラ麻等で構成される場合, 可撓性条体16の他の部分はチェーンで構成される。また, 可撓性条体16における接続部分16a, 16bが合成繊維(ナイロン等)あるいはマニラ麻等で構成されている場合は, 可撓性条体16の他の部分は鋼ワイヤで構成することができる。

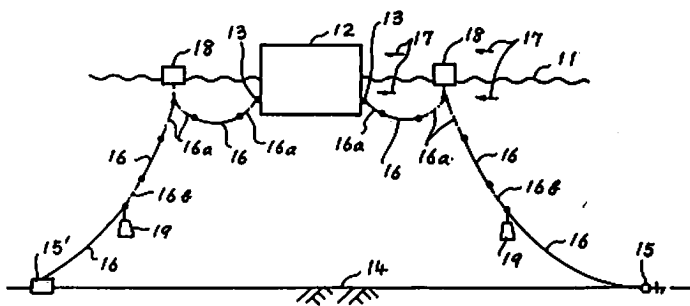
上記の構成により, 波浪外力17による浮体12とブイ18および重錘19との間の相対位置変化量は, 特にブイ18の固有周期付近で大きくなるが, このとき条体16の浮体12およびブイ18に接続する部分16aに発生する張力は, バネ定数一定の可撓性条体6を用いた従来の場合の衝撃的張力に比べて, 大幅に減少するようになり, 接続部分16bでも同様の効果を生ずる。

●船舶〔特公昭57-55631号公報, 発明者; 首藤保信ほか6名, 出願人; 日立造船〕

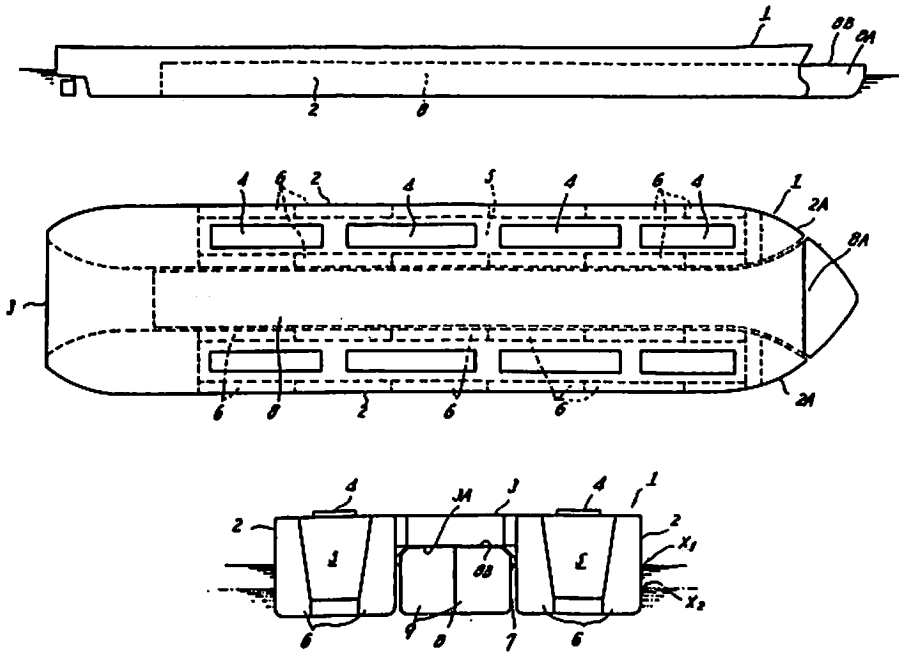
一般に, 船体を大型化して大量の鉄鉱石の輸送を実現しようとする場合, 海上輸送のみに限ればそれほど問題とはならない。しかし, 目的地は臨海地区にのみあるとは限らず,



従来例



本発明



河川等の浅吃水制限のある水路に臨んでいる場合もあり、このような浅吃水制限のある水路へ外洋から、あるいは同水路から外洋への貨物輸送は、前記したような船体の大型化だけでは大量輸送の目的を果すことができない。なぜなら船体を大型化して大量の鉄鉱石を積荷すれば、それだけ吃水が深くなるため、外洋での航行には支障を来さないものの、浅吃水制限のある水路の航行は不可能となり、また水路の幅などの関係上、船幅も制限されるからである。

本発明は、上記の問題点を解決し、大量の鉄鉱石の輸送を実現するとともに、外洋以外の浅吃水制限のある水路などの航行も可能な船舶を提供するものである。

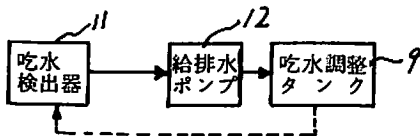
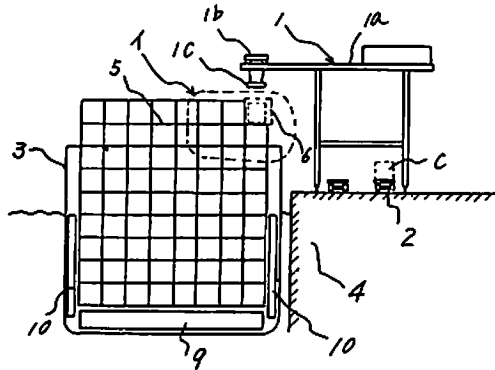
図において、1は鉱石運搬用の本船であり、左右一対の胴船2、2を一定間隔をおいて並設し、該胴船2、2間に甲板3を配設する。そして各胴船2、2の船首部は平面視先細り状にされており、また各胴船2、2には、上部にハッチ4、4を有する貨物倉5、5が設けられ、該貨物倉5、5の両側はプラスチックタンク6、6にされている。また、8は、胴船2、2間に形成された船首尾方向の空間7内へ船首側から挿入可能にされた中央船で、その船首部8Aは上記空間7内への挿入状態で胴船2、2より前方に突出するようにされると共に、平面視先細り状にされ、かつ船首部8A両船側面は、それぞれ胴船2、2船首部の外側船側面2A、2Aの延長面と一致するようにされる。更に、中央船8には、注排水可能

なプラスチックタンク9が設けられる。

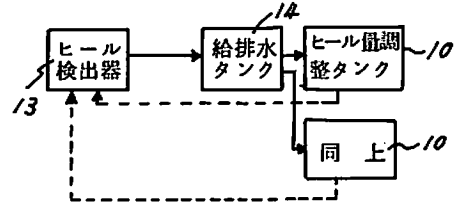
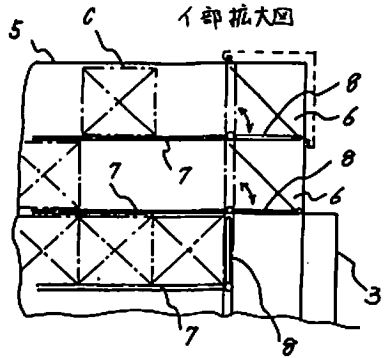
上記の構成により、外洋航行を経て浅吃水制限のある水路に臨む陸揚地へ大量の鉄鉱石を輸送する場合、中央船8を水路入口で待機させておき、本船1の貨物倉5に鉄鉱石を満載あるいは所要量だけ積荷し、吃水 $X_1$ で外洋を航行する。次に水路入口に到着後に待機していた中央船8のプラスチックタンク9に注水して、該中央船8の上甲板8Bを本船1の甲板下端面3Aより下位に沈下せしめ、この状態で中央船8を空間7内に挿入する。挿入後、中央船8のプラスチックタンク9からプラスチック水を排水して、該中央船8を浮上させ、もって本船1に水路航行可能な吃水 $X_2$ になるまで浮力を付加する。その際、同時に本船1のプラスチックタンク6からもプラスチック水を排出する。本船1が吃水 $X_2$ になったところで、両プラスチックタンク9、6の排水を停止し、水路を航行して陸揚地に向い、陸揚げ後は本船1の単独で水路航行が可能となる。

●コンテナ船のコンテナ荷役装置〔特公昭57-59114号公報、発明者；杉山謙吾、出願人；日立製作所〕

従来、コンテナ船内のコンテナを、例えば陸揚げする場合、大規模岸壁クレーンまたは船上ガントリークレーンなどの荷役装置を用いている。しかし、従来の荷役作業においては荷役装置が船内のコンテナを1個ずつ処理しているために、時間がかかり荷



一部  
拡大図



役効率が悪い。また大型クレーン作業のため、クレーン運転手の他に荷役補助員が多数必要であった。更に大規模な荷役装置を必要とするため、小さな港等ではコンテナ荷役が不可能であり、貨物輸送の面でコスト等のロスが大きい等の問題点がある。

本発明は、上記の問題点を解決するもので、コンテナ荷役の荷役効率の良いコンテナ船の、コンテナ荷役装置を提供することを目的とする。

図において、1は陸側のクレーンで、このクレーン1はそのガーダ1の上を横行するトロリ1bおよびトロリ1bにより懸吊されたスプレッタ1Cを備えている。2はコンテナトラックで、3は岸壁4に接岸したコンテナ船である。このコンテナ船3内の船底から甲板上に2~3段までの空間には、コンテナCを水平方向につめ込み移動できるようにしたセルガイド構造5が形成される。そして、このセルガイド構造5の一方の舷側端には、陸側のクレーン1との荷役を行なうためのハッチ口6が設けられ、セルガイド構造5のハッチ口6部分を除く部分には、コンテナCを水平方向に移動させるコンベア7が装設される。また、各ハッチ口6には、セルガイド構造5の水平部分とハッチ口6との間を閉塞すると共

にハッチ口6部分におけるコンテナCを案内するガイド体8が回転可能に取付けられる。さらに、コンテナ船3の船底および舷側には、コンテナ船3の吃水およびヒール量を一定に保つための吃水調整タンク9およびヒール調整タンク10が装設されていて、吃水調整タンク9内の給排水作業は、吃水検出器11からの信号により、給排水ポンプ12を駆動制御することによって行なわれ、また、ヒール量調整タンク10の給排水作業は、ヒール検出器13からの信号により、給排水ポンプ14を駆動制御することにより行なわれる。

上記の構成により、甲板から船底に向かってn段目の位置のコンテナCを陸揚げする場合、まずハッチ口6下に位置するガイド体8上のコンテナCを取り出しておき、(n-1)段目までのガイド体を引き起した状態にしておく。ここでn段目におけるセルガイド部内のコンテナCから順に陸揚げする。この場合陸側のクレーン1のスプレッタ1CによりコンテナCの掴みを行う。そしてガイド体8にはコンテナC1個が陸揚げするごとに、1個分のコンテナCがコンベア7によりスライドされ、ガイド体8上に位置決めされる。

船舶/SENPAKU 第56巻第5号 昭和58年5月1日発行  
5月号・定価800円(送料55円)

本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。

発行人 土肥勝由/編集人 長谷川栄夫

発行所 株式会社天然社

〒105 東京都港区浜松町1-2-17 ストックベル浜松町

電話・(03)434-5163

販売部 〒162 東京都新宿区赤城下町50 電話・(03)267-1950

船舶・購読料

1ヵ月 800円(送料別)

1ヵ年 9,600円(送料共)

・本誌のご注文は書店または当社へ。

・なるべくご予約ご購入ください。

振替・東京 6-79562

# "夢のプランニメーター"出現!

TAMAYA DIGITAL PLANIMETERS

## PLANIX 7

新製品

あらゆる面積測定をクリアする抜群の高性能。

タマヤプランクス・セブンは、平面上のあらゆる形状のどんな縮尺の図形でも、トレーサーで輪郭をなぞるだけで面積を簡単に測定できます。測定値は内蔵のコンピュータにより処理され、 $\text{cm}^2$ 、 $\text{m}^2$ 、 $\text{km}^2$ 、( $\text{in}^2$ 、 $\text{ft}^2$ 、 $\text{acre}$ ) 単位でデジタル表示されます。

PLANIX 7は、コンパクトな構造にもかかわらず専用LSIにより、多くの機能を備えた最新型の面積測定器です。

### ■特長

- 電源ユニットも電源コードも必要のないコンパクト設計。
- ワンタッチで0セット
- 単位や縮尺のわずらわしい計算が不要
- 豊富な選択単位 ( $\text{cm}^2$ 、 $\text{m}^2$ 、 $\text{km}^2$ 、 $\text{in}^2$ 、 $\text{ft}^2$ 、 $\text{acre}$ )
- メモリー機構により縮尺と単位の保護
- 測定値がオーバーフローしても、上位単位へ自動シフト
- 測定精度を高める平均値測定が可能
- ホールド機能による大きな図形の測定に便利な累積測定
- AC・DCの2電源方式
- 消エネ設計のパワーセーブ機能



### ■仕様

表示: 液晶、8桁数字、ゼロサプレス方式  
シンボル: SCALE、HOLD、MEMO、Batt、  
E、 $\text{cm}^2$ 、 $\text{m}^2$ 、 $\text{km}^2$ 、( $\text{in}^2$ 、 $\text{ft}^2$ 、  
 $\text{acre}$ )、◆(インディケーター)

測定範囲: 1回の測定範囲約300mm×300mm

精度:  $\pm 0.2\%$ 以内 ( $\pm 2/1000$ パルス以内)

電源: ①密閉型ニッケルカドミウム蓄電池(付属のACアダプターにて充電)

②AC100V (付属のACアダプター使用)

使用時間: 約30時間 (充電約15時間)

重量: 本体650g

寸法: 本体150×241×39mm(ケース183×260×64mm)

付属品: 専用プラスチック収納ケース、ACアダプター

タマヤ プランクス・セブン

¥85,000 (専用プラスチック収納ケース付)

世界を測る 計測器のタマヤ

 TAMAYA

株式会社 玉屋商店

営業所 〒104東京都中央区銀座3-5-8 ☎03-561-8711(代)

本社 〒104東京都中央区銀座4-4-4 ☎03-561-8711(代)

池上工場 〒146東京都大田区池上2-14-7 ☎03-752-3481(代)

●カタログ・資料請求は、当社までハガキか電話にてご連絡ください。

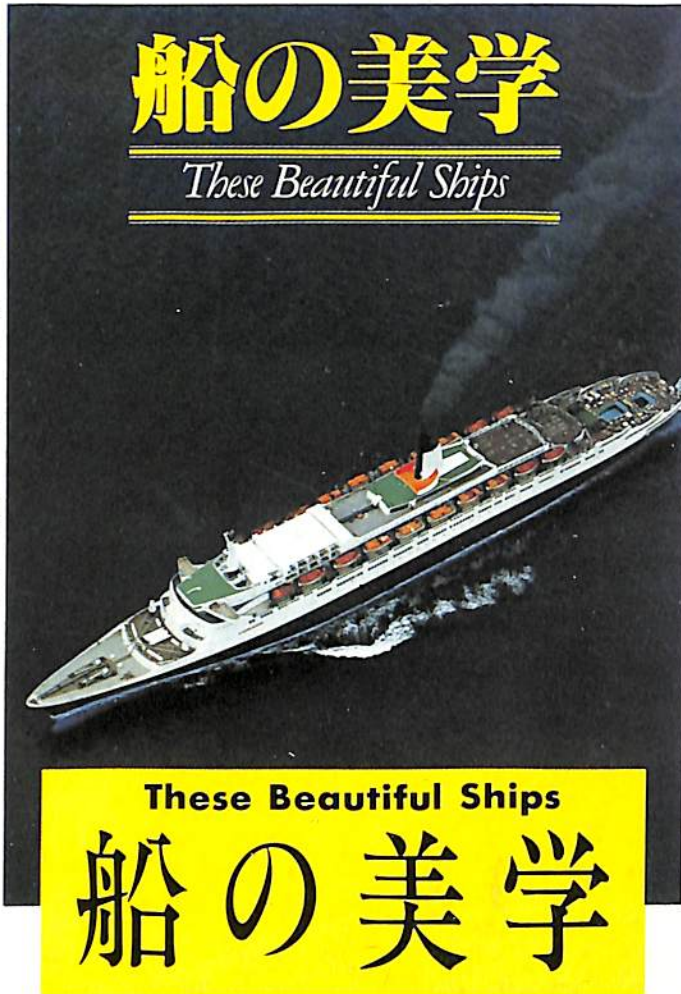


# 歴史的に貴重な写真を多数収載 船ファンに送る

日本図書館協会選定図書

「乗りもの」には固有の魅力があり、幅広いファンがいる。その魅力とは、飛行機にせよ、自動車であれ、本来の機能的要請が集約されて形づくられたフォルムの持つ魅力に惹かれるからである。この合目的構成の魅力の中でも、その雄大さと工学的機能美において、船の形態美に優るものはない。

本書は、船の魅力にとりつかれて30余年になる著者が、商船のもつ形態美の観察と鑑賞へのガイドダンス的アプローチを試みたものである。歴史的に貴重な写真を多数収載し、写真集としても、ぜひ座右に備えたい一書である。



### 【主な内容】

- I 商船の美しさとは  
視覚の焦点——アクセント  
船弧——船のたたずまい
- II 前進性とパワーの表現  
船首  
船尾  
マスト
- III ハウスのデザインとコンポジション  
開放型ハウス  
北大西洋型ハウス  
開放と閉鎖のコンビネーション  
箱型ハウス——直線と角型のイメージ  
曲線と丸みの印象  
階段式ハウスの組立て——  
流線型への道  
ハウスの均整美
- IV 煙突  
単煙突の存在感と構成美  
複煙突のコンポジション  
煙突デザインのいろいろ
- V 均整と調和  
上部構造積み重ねのバランス  
視線の焦点 —— 多角型の  
頂点の位置  
頂点から流れる線の連続性
- VI 塗装の効用  
黒と白のコンビネーション  
白の面積と船体のバランス  
シアの強調とシアライン  
個性的な塗装  
補遺——改造の功罪

野間 恒 著  
A4変型判・上製・カバー装・総168頁  
定価3,800円(送料350円)

## 既刊書のご案内

## 好評発売中

### 船の世界史 全3巻

上野喜一郎 著

上巻 B5判 上製・カバー装 380頁 定価5,000円 (送料350円)

上巻では、古代、船の起源に始まり、近世に至るまでの日本で言えば明治初期の頃までを扱う。

●主な内容●第1編＝船の起こり 第2編＝手漕ぎ船から帆船へ 第3編＝帆船の発達 第4編＝汽船の出現

中巻 B5判 上製・カバー装 300頁 定価4,300円 (送料350円)

中巻では、19世紀の終り頃から第2次世界大戦の末期まで、日本では明治、大正、昭和(戦中)の時代、世界海運の全盛期、技術革新による近代汽船の花ざかりの時代を扱う。

●主な内容●第1編＝汽船の発達 第2編＝日本の汽船

下巻 B5判 上製・カバー装 332頁 定価4,600円 (送料350円)

下巻では、第2次世界大戦後、1970年代の終りまでを述べる。船の超自動化、新しい輸送方式・推進方法の開発など、造船・操船上の技術革新は、船の歴史に質的転換をもたらした。

●主な内容●第1編＝現代の汽船 第2編＝現代の汽船の技術

発行＝舵 社 〒105 東京都港区浜松町1-2-17 ストックベル 浜松町 ☎03-434-5181 振替 東京1-25521番

発売＝天然社 〒162 東京都新宿区赤城下町50 ☎03-267-1950

保存委番号:

定価 800円

23/00/

雑誌コードO5541-5