

# 10

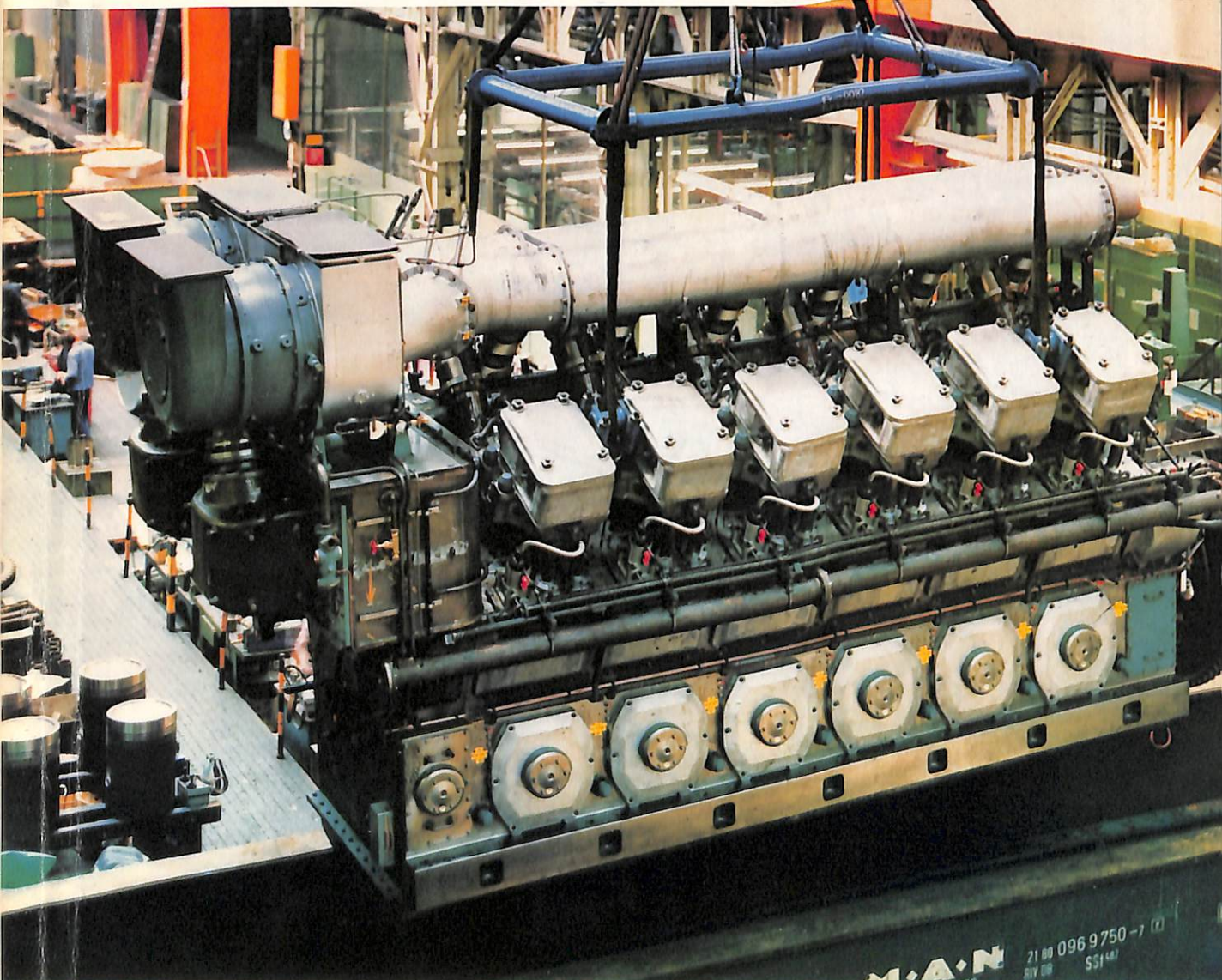
## SENPAKU

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING MAGAZINE

First Published in 1928 No. 553



●新造船シリーズ紹介(1) / HITACHI・UC-20 ●2つの世界初の新鋭船を見る / BORO船“BELLMAN”とRORO船“RABENFELS” ●新連載 / FRP船講座



V40/45型機関  
550KW/Cyl.(750PS/Cyl.), 600rpm



MAN 21 80 096 9750-7 10  
RIV 08 SS140



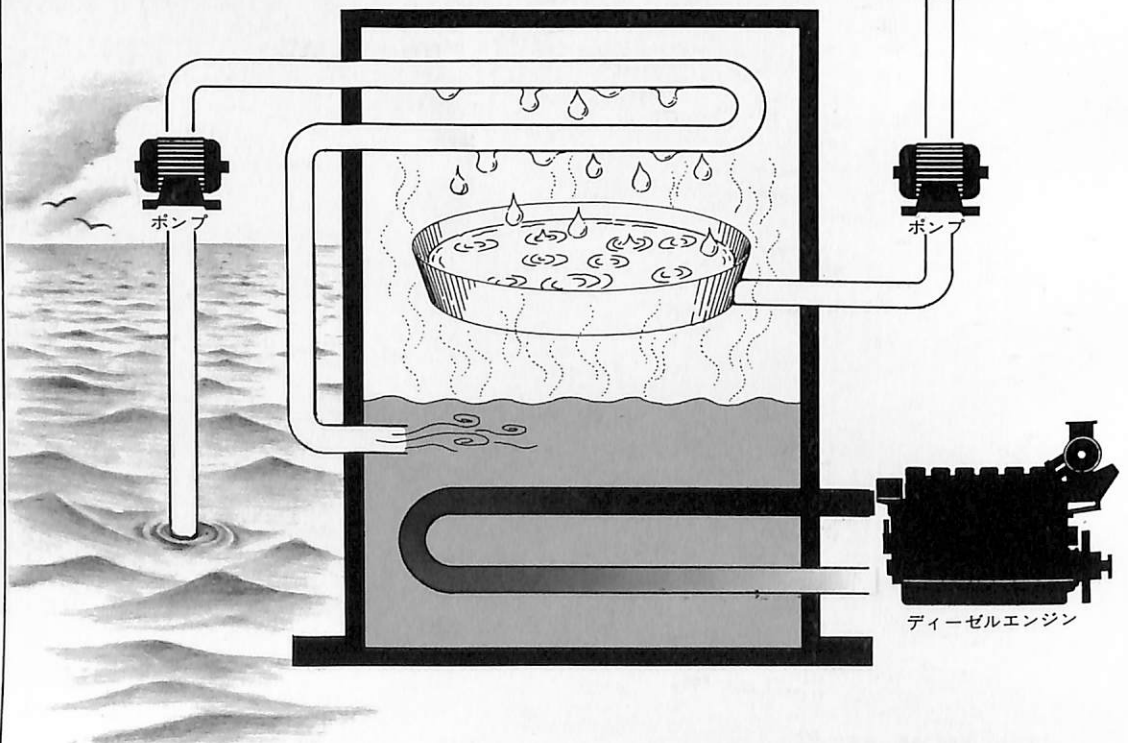
例えば、

ディーゼルエンジンと海水から

真水ができます。

真水は飲料水をはじめ、生活用水、ボイラ補給水、各種機器冷却水等として船舶、離れ島や僻地のホテル、海洋開発基地などをはじめ研究機関、化学工業など各方面にご利用いただけます。

### ST型 海水淡水化装置



# SEIKO

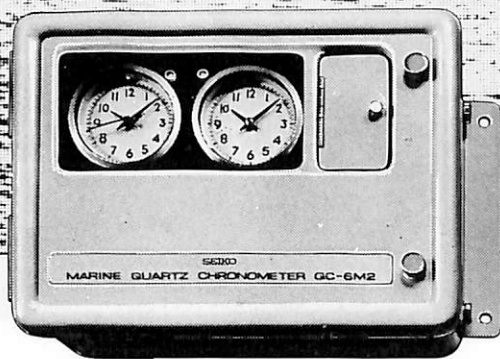
セイコー株式会社 腕部時計店



セイコー船舶時計

## 安全航海に、信頼のQC

QCは、水晶発振による、高性能設備時計です。船舶時計は、何よりも高精度なものが要求されます。セイコーなら、まず安心して。環境の変化に強く、抜群の安定性、堅牢な耐久力で定評があります。水晶発振のQCなら、いっそう信頼できます。



船内の子時計を駆動する親時計として

QC-6M2 300×400×186(%) 重量20kg

- パルス駆動で長寿命。正確な0.5秒運針
- 現地時間に簡単に合わせられる、正転・逆転可能
- 前面ワンタッチ操作の自動早送り装置・秒針規正装置
- MOS・IC採用のユニット化による安定性・保守性の向上
- 無休止制の交・直電源自動切換・照明つき

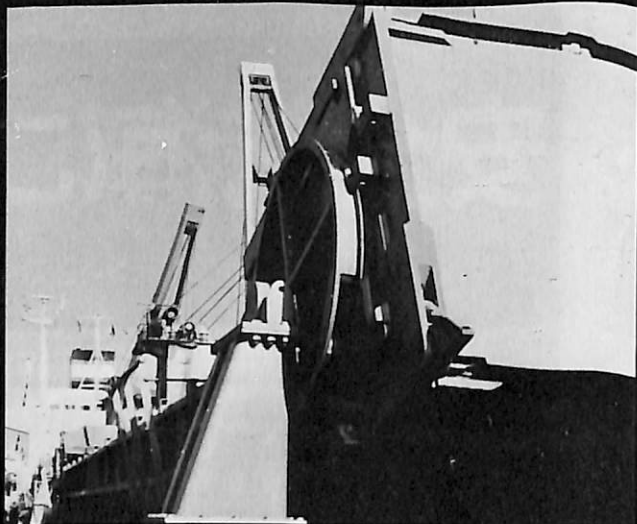
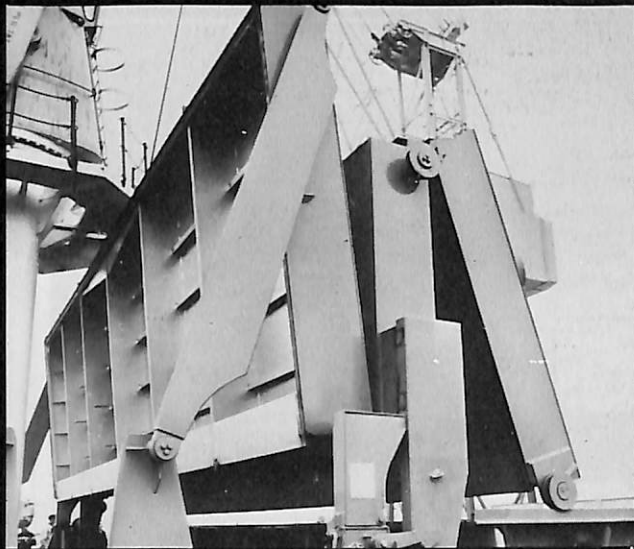
子時計は豊富にそろったデザインからお選びください。

標準時計に、小型・軽量、持ち運び自由な  
QC-951-II 200×160×70(%) 重量2.6kg  
(マリンクロノメーター)

- 乾電池2個で、約12ヶ月間作動
- 精度保証範囲0°C～40°C
- 平均日差 ±0.1秒

マック・グレゴリーのクォーターランプ、スルーイングランプおよびスターンランプはともRo-Ro船に適應し、どんな場所でも接岸・荷役のできる広範な装置です

このダイレクトフル方式は、マック・グレゴリーの最新型完全自動折畳み式ハッチカバーであって、ギヤードシップ用として油圧式以上の実質的節減ができます



世界中にまたがるマック・グレゴリーのアフターサービスは完璧です。世界各地に60か所もあるサービスステーションには、完備した諸設備があり、熟練技術者が待機しています。また、どんなメンテナンスでもお引受けしています。

ロールタイト——一人で楽々操作できる押しボタン式の全自動操作と、連続したクロスジョイントシーリングとは、世界でもっとも進んだハッチカバーにふさわしい機能です。

## マック・グレゴリーのほかにありますか？

世界でもっとも洗練された船舶の荷役作業には最高級の見識と専門技術が要求されていますが、マック・グレゴリーは近代化船舶の要望にいつも満足な回答を与えています。今日、国際マック・グレゴリーの組織網は32の海運国に広がっており、荷役と接岸装置の供給を通じて追従を許さぬ世界の主導的地位を堅持しています。

**MacGREGOR**  
*Cargo transfer and access equipment*

国際マック・グレゴリーのすべての卓越した技術とサービスは、下記総代理店を通じて日本の海運造船業界のためお役に立っています。  
極東マック・グレゴリー株式会社 東京都中央区八丁堀2丁目7-1大石ビル 〒104 電話(03)552-5105 テレックス 22582



目次 / Contents

新造船の紹介 / New Ship Detailed

- 20,000DWT多目的標準船(UC-20)“TABORA”…………… 11  
20,000DWT Multi-Purpose Carrier(UC-20)“TABORA”
- 2つの世界初の新鋭船を見る
- BOROライナー“BELLMAN”…………… 21
- RORO船“RABENFELS”…………… 28

- 船用機関のメンテナンス・システム…………… W. パウアー 36  
M.A.N.-COMPEX Maintenance System W. Pauer
- 試験研究補助金の交付を受けた船舶部門の技術概要…………… 上田浩一 42
- 船舶と沖合構造物の腐蝕防止法の改良のために…………… D.H.ディア 47

連 載

- LNG船—材料・溶接および破壊力学<35>…………… 惠美洋彦 / 伊東利成 54  
LNG Carrier / Materials, Weldings and Fracture H. Emi / T. Ito  
Mechanics <35>

新連載

- FRP船講座<1>…………… 丹羽誠一 63  
Engineering Course : FRP Boat <1> S. Niwa
- 側壁型ホーバークラフトHM2-MK III…………… 佐世保重工業 69

連 載

- ディーゼルエンジン<29>…………… 齊藤善三郎 78  
Engineering Course : Diesel Engine <29> Z. Saito

- 安全公害の話題 / 大型コンテナの安全規制について…………… 矢萩強志 60
- NKコーナー…………… 20
- 竣工船一覧 / The List of Newly-built Ship…………… 88
- 特許解説 / Patent News…………… 96
- 船舶 / ニュース・ダイジェスト…………… 86
- 海外事情 / Australian Venture-ANLの最新フルコンテナ船…………… 46
- 世界のFRP船トピックス…………… 68

<p>表紙……………</p>	<p>M.A.N. V40/45型機関 L、V40/45型機関は、1シリンダ550KW(750ps)、600rpmである。直列6シリンダ機関から、V型18シリンダ機関まであり、3,300KW(4,500ps)から9,900KW(13,500ps)の範囲をカバーする。粗悪油用の中速機関で舶用、定置用として使用される。他のM.A.N.大型機関と同様、静圧過給が採用されており、良い燃料消費率が保証されている。</p>
----------------	---

油汙過作業の省力化…

特許

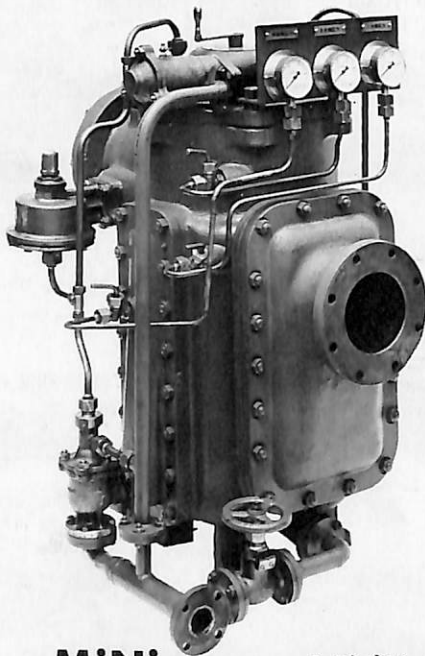
機関室を広くする

# マックス・フィルタ-シリーズ

日本舶用機器開発協会助成品

## MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器



LS型の特長

- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロレシプロケータ-を採用

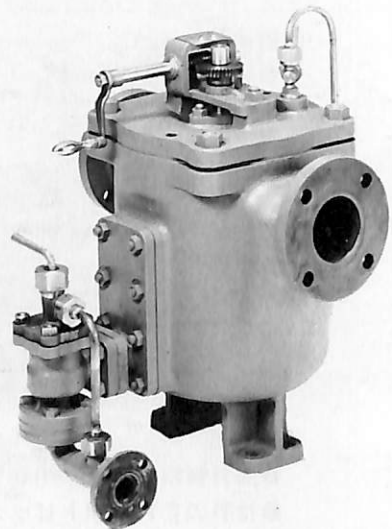
Mini

と改名しました

## MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

- 〔特長〕
- 価格 切換型より安い
  - 洗滌 簡単で容易
  - 据付 場所をとらない



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

 **新倉工業株式會社**

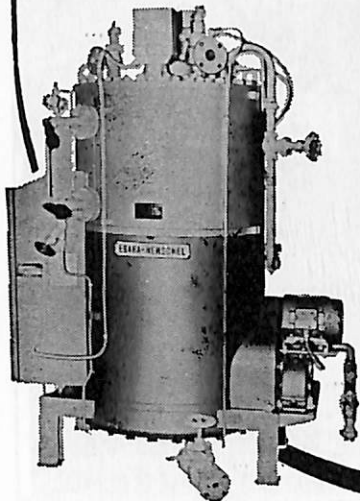
本部 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町1703  
☎045(892)6271(代)  
東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18  
☎03(443)6571(代)  
大阪営業所 大阪市北区梅田町34千代田ビル西館  
☎06(345)7731(代)  
九州営業所 福岡県久留米市日吉町24-20 宝ビル  
☎0942(34)2186(代)



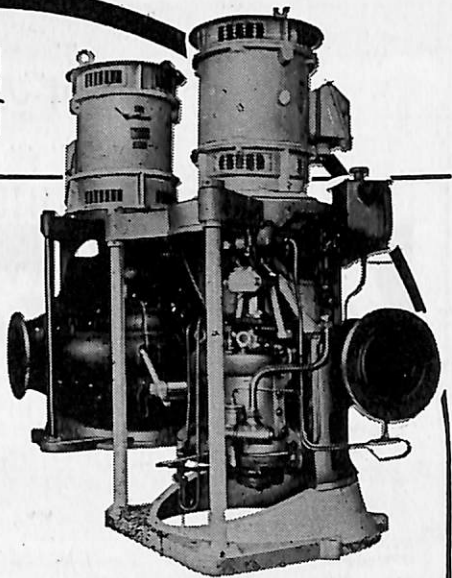
# エバラの船用機器

船舶用

エハラヘンジェル・ボイラ



各種船用ポンプ  
送排風機  
空調機器  
甲板機械用油圧装置  
サイドスラスト装置  
ヒーリングポンプ装置



エハラ船用ポンプ



## 荏原製作所

本社：東京都大田区羽田旭町 743-6111  
東京支社：東京都中央区銀座6丁目 朝日ビル 572-5611  
大阪支社：大阪市北区中之島2丁目 新朝日ビル 203-5441  
営業所：名古屋221-1101・福岡77-8131・札幌24-9236  
出張所：仙台25-7811・広島48-1571・新潟28-2521・高松33-6611

技術のナカシマ

# 世界の海に活躍する ナカシマスプロペラ

## ■製造品目

大型貨物船・タンカー・撒積船  
各種専用船プロペラの設計及び  
製作、各種銅合金鑄造品・船尾  
装置一式

## ■新開発システム

### ○キーレスプロペラ

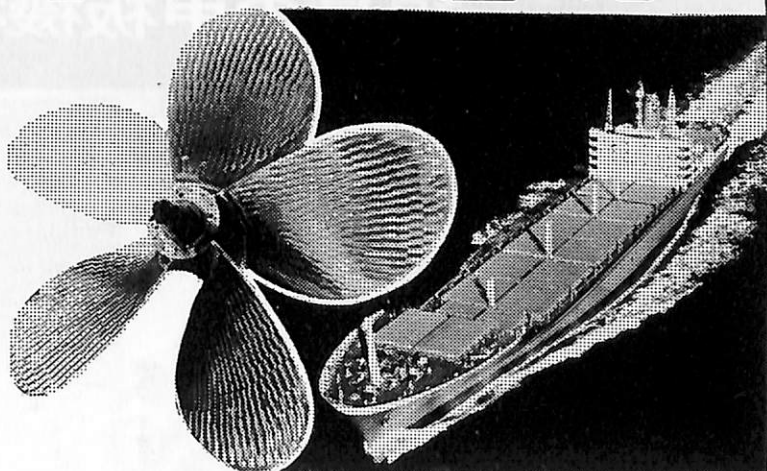
キーなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式  
取付・取外し簡便

### ○NAUタイププロペラ

当社と造船技術センターの共同開発、中小型プロペラの効率大巾アップ

### ○可変ピッチプロペラ

英国ストーン社との技術提携による高性能OPPシステム一式  
(XS・XK・XX三種)



運輸省認定事業場



## ナカシマスプロペラ株式会社

本社工場	岡山市上道北方688-1(岡山中央郵便局私書函167)	〒709-08	電話(0862)79-2205(代)	TELEX5922-320 NKPROP J
東京営業所	東京都中央区八丁堀1丁目6番1号 協栄ビル	〒104	電話(03)553-3461(代)	TELEX252-2791 NAKAPROP
大阪営業所	大阪市西区西本町1丁目13番38号 新興産ビル	〒550	電話(06)541-7514(代)	TELEX525-6246 NKPROPOS
福岡営業所	福岡市博多区博多駅前1-3-2(八重洲博多駅前ビル)	〒812	電話(092)461-2117-8	TELEX725-414 NKPROPFK

長年の実績と信頼された製品

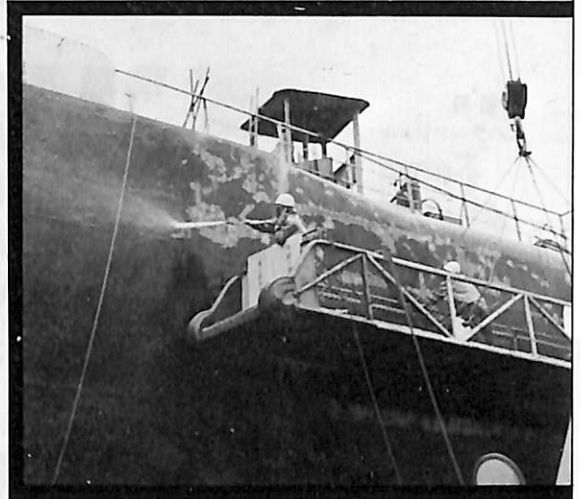
ウォーターブラスト用防錆剤

# ハイビット

ハイビットとは……

ウォーターブラスト工法による素地調整では水を使用するため塗装面の乾燥までにサビが発生してしまいます。このサビの発生を防止するために開発された防錆剤が「ハイビット」です。ハイビットは各種の塗料に対して密着を阻害いたしません。

- ウォータージェット工法用
  - ウエットブラスター用
  - ジェットクリーニング用
- 等各種



**SYOKO 昭光化学株式会社**

〒140 東京都品川区南品川3-5-3 ☎03(471)4631

## 最新の技術と実績を誇る 福島の甲板機械



TWIN DECK CRANE (30t×22M×15.5M/min.)

- 油圧・蒸気・電動各種  
甲板機械
- デッキクレーン
- アンカー・ハンドリング  
ウィンチ
- 電動油圧グラブ

**fukushima**

株式会社 **福島製作所**

本社・工場 福島市三河北町9番80号 ☎0425(34)3146  
営業部 東京都千代田区四番町4-9 ☎03(265)3161  
大阪営業所 大阪市東区南本町3-5 ☎06(252)4886  
出張所 札幌・石巻・広島・下関・長崎  
海外駐在員事務所/ロンドン



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

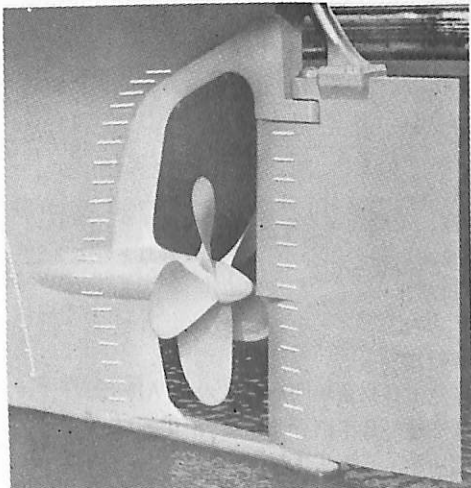
### 船舶外板・タンクの

電気防蝕に関する調査・設計は

専門のエンジニアリングコンサルタント

中川防蝕工業株式会社に

御相談下さい。



スタンフレーム周囲に取付けたALAP

当社は技術士(金属部門)20名を擁する  
ユニークな防蝕専門会社です。

### 中川防蝕工業株式会社

本社・東京都千代田区鍛冶町2-2-2 ☎(252)3171  
支店・大阪市淀川区西中島5-9-6 ☎(303)2831  
営業所・名古屋☎(962)7866・広島☎(48)0524・福岡☎(771)4664  
出張所・札幌・仙台・新潟・千葉・水島・高松・大分・沖縄

# 新造船紹介の シリーズ企画について

## 編 集 部

オイルショックに伴う大型タンカーの大量キャンセルと船種変更がはじまってから、世界の造船業界にとって波乱に富んだ4年間の年月が流れたが、世界の50パーセントを超えるシェアを有するわが国の造船業界は、毎年のように来年こそは大変な年になるといわれ続けた割合には、各社とも平穏な決算を続けたようである。

これは、ひとえに造船業界の合理化の努力によるコスト低減もさることながら、極力、キャンセルを避けて、ライパーやバルカーへの船種変更を行なうなど物心両面にわたる海運界の協力と、比較的安定した価格による供給により、間接的に協力した関連メーカーに負うところが大きいと思われる。

結果として前3月期には最高の好決算をみせた造船所も多かった。

が、今日、狼少年の話のごとく本当に狼が来る事態を迎えたのである。

即ち、来るべき昭和53年度は、好船価で受注したVLCCや大型バルカーは勿論のこと、これも結果的には好採算となったライパーやハンディサイズ・バルカーのほとんどが竣工し、無理をして受注した低採算の小型バルカーや自動車専用船の建造がはじまると同時に、先物の受注が止まるというダブルパンチは必至の事態となった。

言うまでもなく、需要の鍵を握る海上運賃マーケットは、タンカーをはじめ大型バルカーにとっても惨たんたるもので、パナマックスのチャーターレートは1ドルを割込む始末であり、ひとり輸出に活況を呈する自動車も、その集中豪雨の輸出が輸入国の反発を買い、先が見えた感じであると言われる。

わずかな希望は、不況に強いと言われるライナー／コンテナであるが、これはまた2000万トンとも言われる発注済みハンディサイズ・バルカーのなぐり込みにおびえているし、フルコンテナ船は、過去10年で主要航路の整備をほぼ終了した先進海運国からの、大量受注は望むべくもない。

このように眺めてくると、全く絶望的にならざるを得ないが、発展途上国のナショナル・ライン育成と、これに対抗して、この際、在来ライナー／コンテナ船を高性能船へリプレースを進めようとする先進海運国の発注は、或る程度は望み得るのではなからうか。

本誌では、この困難な時期に、次々と竣工するこれら新鋭ライナーやライパー、重量物船、RORO船等をこれまで掲載してきたが、本号からは特にポイントを絞り、シリーズ企画で紹介をすることにした。

第1回シリーズとして20,000DWTクラス、ヘビーデリックの荷役装置をもつ多目的貨物船、“TABORA”(日立造船建造)、“TSU”(日本鋼管建造)、“EIFFEL”(三菱重工建造)の3隻を採り上げた。

海運、造船両業界が知恵のかぎりを注ぎ込んだ興味深い船の紹介が、明日の活力とならんことを祈りたい。

掲載月号

本号・日立造船向島建造の“TABORA”

11月号・日本鋼管津建造の“TSU”

12月号・三菱重工横浜建造の“EIFFEL”



New Ship Detailed ; 20,000DWT Multi-Purpose Carrier  
 (UC-20) "TABORA" designed by Hitachi Zosen



## 20,000DWT 多目的標準船 (UC-20) “TABORA”

日立造船広島工場設計部向島設計課

本船は当社が開発した20型標準船の多目的貨物船 Universal Cargo Ship (UC-20) の第1船であり、西ドイツ船籍を有するGL船級船である。この船は西ドイツDAL社御注文の2隻のうちの第一番船で、当社広島工場向島において昭和51年11月29日起工、昭和52年3月18日進水、昭和52年6月28日引き渡されたものであって、就航航路としては、ヨーロッパ、南アフリカ間が予定されている。

本船は多目的貨物船として、以下のような方針で計画されている。

### 本船の概要

#### 主要目

全長	161.580m
長さ(垂線間長)	152.00 m
幅(型)	22.80 m
深さ(型)	13.60 m

計画満載吃水(型)	9.75 m
夏期満載吃水(キール下面より)	9.990m
載貨重量(計画満載吃水にて)	26,716 t
“ (夏期満載吃水にて)	27,395 t
総トン数	13,800 t
純トン数	8,180 t
船級, 船籍	GL西ドイツ
試運転最大速度	18.875kt
航海速度(常用出力, 計画吃水, 15%シーマージンにて)	16.25 kt

航海日数	約29日
航続距離	約11,300海里
主機関	

型式; 日立B&W 7 K67GF

2サイクル単動クロスヘッド型自己逆

転式過給機付ディーゼル機関×1台

出力; 連続最大 13,100PS×145rpm

常用 11,900PS×140rpm  
軸系およびプロペラ  
中間軸；490%φ×8, 150%×1本  
プロペラ軸；510%φ×5, 930%×1本  
プロペラ；4翼一体型キーレス式  
直径 5,400%×1組

#### 本船の多目的貨物船としての特徴

1. 積載貨物としては、一般貨物の他、コンテナ、各種穀類、石炭、鉱石、その他ばら荷などである。
2. 一般配置図に示すように、貨物倉は多目的貨物船として、十分目的を達するよう計画されている。
3. コンテナ積みにおいては、貨物倉内5段積み、上甲板上2段積み、合わせて最大454個の20フィートコンテナを積載可能である。
4. コンテナ積み、または穀類積みでは、2nd. Deck のヒンジ型ハッチカバーは、倉口両側に垂直格納され、穀類積みに対しては、フィーダーを形成し、グリーンタイトとなるようにした。
5. 貨物倉は4つに分割されていて、No.1貨物倉を除く他の貨物倉に対しては、2列長大倉口として、大型重量物の積載が可能である。
6. 180tスツルケン・ヘビーデリック1基と、31t(16t×2)ツインデッキクレーン2基を備えている。

#### 西ドイツのルールについて

本船は、西ドイツ船籍を有するGL船級船であり、適用されたルールは、GLルールをはじめとし、SSV, UVV, SBG, AFA, DHIなどの西ドイツ諸ルールである。

西ドイツにおいては非常に厳しい騒音規制があり、SBGの規則値以内におさめるには、設計上かなりの困難が予想された。しかし過去の経験、およびプロジェクトでの研究、テストによる成果をふまえて、各種対策実施の結果、一回の公式検査で合格し、船主のご満足をいただくことができた。

また、安全設備関係についても船体部、機関部を問わず、非常に細かい要求があり、厳しいものであった。

以下に検査合格のためになされた諸工事の例を記す。

#### (1) 騒音関係 (SBG)

#### 〔船体部〕

- 規制の対象となる居室、公室の造作は必要に応じ緩衝材、防振ゴムなどを利用して浮構造とし、内張材も適宜増厚した。
- 居住区画に設置される機動通風機類は、配置上の考慮と共にファン取付部に防振ゴムを使用し、居住区画への影響を少なくした。
- その他、家具類で船殻構造部材に直接取付けられるものには防振ゴムを使用した。

#### 〔機関部〕

- 機関制御室および工作室に対しては防音壁を施し、特に、機関制御室は浮床構造および二重ドアの採用により騒音低下を計った。
- 騒音源となる主機関、発電機関、空気圧縮機および通風機に対しては、それぞれ吸音および防音対策を施した。また、主機関を除くこれ等の補機は配置上の考慮とともに弾性据付とし、居室に隣接した管および通風トランクは弾性支持にて取付け、居住区への固定伝播音を減少させた。

#### (2) 安全設備関係 (SBG, SSV, AFA)

安全設備に対しては、SBG, SSVルールの要求に基づき設計され、諸工事が行なわれた。二、三の例を示せば、次のようなものがある。

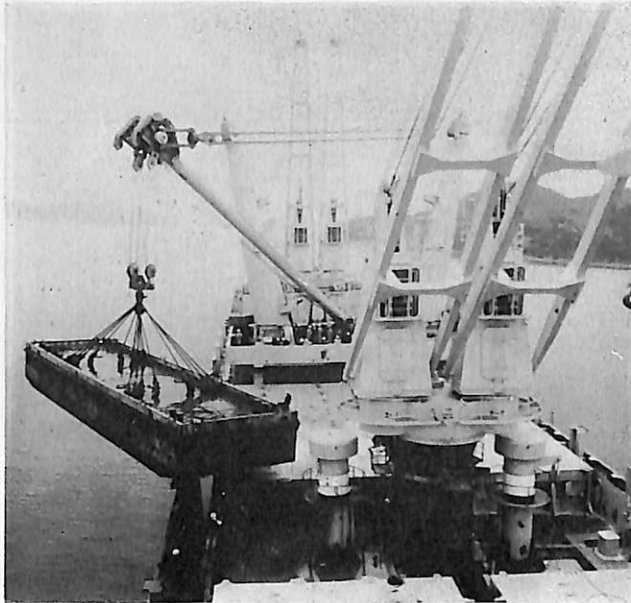
#### 〔船体部〕

- 航海灯、救命器具、航海用器具などは、SBG, DHIの承認取付を要するため、SBG認定品とした。
- 交通関係については、梯子、手摺、小型倉口などの大きさ、方向などについて細かい要求があり、それに対する工事がなされた。

#### 〔機関部〕

- 機関室各デッキ、機関制御室、ピュリファイア室、工作室から直接上甲板へ脱出できるエスケープトランクを設置した。
- 規定の通行幅、高さの確認、通路作業スペースの突起部の除去、あらゆる危険状態を考慮したハンドレールなどを設置し、危険部へのカバーを施した。

西ドイツ船籍船の場合、安全設備関係に対しては、本来SBG, SSVなどの要求を満足するよう諸工事を実施することになっているが、その後さらに、本船の完成段階で政府機関のAFAの実地検査を受けることになっていて、AFAが指摘する諸要求工事も必ず実施しなければならない。本船の場合、SBG, SSVの要求はもとより、AFAによ



180T スツルケン・ヘビーデリックによる重量物の積込みテスト

る要求を完全に満足している。

#### 船殻構造

船体構造については、本船の多目的な機能、および安全面での厳しい要求を満足させる条件下において、各部とも十分な強度をもたせるよう配慮した。上部構造では、騒音対策による内装材の重量の増加、構造物振動による二次音の発生を考慮し、特に防振に留意した。

さらに、振動および騒音の発生源となる機関室内機器類の支持構造および船尾部構造については十分な剛性をもたせるよう配慮した。

船倉構造は2層甲板で4つの貨物倉を配置し、1番船倉のみ1列倉口とし、他は2列倉口型とした。1番倉口では倉口側に計2列、2番倉口では船体中心線上に1列のピラーを配置した。

このピラーラインの前後延長上で第2甲板上に部分縦通隔壁を設け、第2甲板のサイドヒンジタイプのハッチカバーをあげた状態でグレーン・タイト・ウォールを構成するようにした。第2甲板のハッチは上甲板より開口を大きくし、その間をカバーの収納スペースとし、クリア寸法を確保した。

2～4番船倉の船側は上甲板から第2甲板下部まで延ばした二重殻構造とし、内部は縦肋骨式とし、縦強度に寄与させるとともに、バラスト・タンクに供した。

船体は全て溶接構造とし、舷側厚板と上甲板も直接溶接を採用した。各部の設計荷重は、ルールを満足させる他に、上甲板上ではS.F.=75CF/LTのパッケージ・ランバーを4.8Mの高さまで積載すること、第2甲板では3.7T/M<sup>2</sup>とし、フォーク・リフトを使用すること、タンクトップでは12T/M<sup>2</sup>として与えた。さらにハッチカバー上に加えて、上甲板ハッチコーミング上、および二重底上はコンテナ積載を考慮し、充分強固なものとした。

居住区構造では騒音対策のため内装材が増強され、上部構造全体としてかなりの重量増となるので、これに対し十分な剛性を持たせ、その防振に留意した。また局所的な構造物振動も、振動規制以前に2次騒音の発生を考慮して、各部とも、十分な剛性をもたせるよう配慮した。特に浮き床構造が採用された場所では

床厚さも大きくなり、一方、居室内のクリアー高さの制約もあって、現場での工作精度を事前に検討し、これらの条件を満たした十分な剛性を持つ部材配置を与えた。コンパス・フラットはコンパス近傍を非磁性材料とするため、本船では耐食性アルミニウムを用い、鋼構造とのとりあいは電気的短絡を避けるため絶縁処理したリベット、またはボルト・ナットにより結合した。

機関室内の機器類、特に発電機、空気圧縮機などの基礎構造については、振動、騒音の影響を考慮し、十分な剛性をもたせるようにした。また、船尾部および機関室内のタンクについては、接水振動を考慮し、翼振動数との同調を避け、強制振動に対してもその応答量を小さくなるよう強固なものとした。

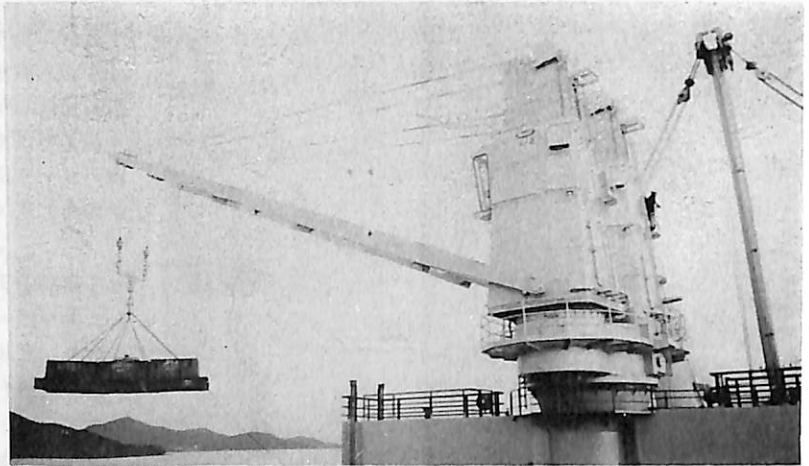
#### 荷役装置および係船装置

本船の荷役装置はまずNo 2 & 3 倉口間に180 tons スタルケン・マストを装備し、No 2 & 3 倉口へ重量物の搭載を可能としている。

スタルケン・マストはカーゴ・フォールをダブル・ペンデコラムにしたとき180 tons 吊り上げられ、シングル・ペンデコラムでは、それぞれ108 tons および72 tons で吊り上げられるので、荷重に応じてカーゴ・フォールの組合せを選定すればより効率的な荷役が可能となる。



No. 1 と No. 2 倉口間の辻  
製31Tツインデッキクレーン



No. 1 & No. 2 倉口間およびNo. 3 & 4 倉口間にはデッキクレーン（シングル 16tons×2, ツイン 31tons）を配置しており、40フィートコンテナの搭載も出来るようにしている。

船首揚錨機には4-ホーサドラムおよび2-ワイヤードラムを配し、船尾係船機にはセントローレンス用中錨吊りワイヤードラムのほか2-ホーサドラムおよびワーピングドラムを配し、係船作業の効率化を計っている。

荷役装置および係船装置の要目は下記のとおりである。

1) 荷役装置

- 180 tons ヘビーデリック  
（スタルマン・マスト）1 基
- 16 tons デッキクレーン 4 基  
（ツイン...31 tons）

2) 係船機

- ウィンドラス（電動油圧）
- チェーンホイール  
12tons×9m/min
- ホーサドラム  
9tons×15m/min
- ワーピングドラム  
8tons×15m/min
- ムアリングウィンチ（電動油圧）
- アンカードラム  
5tons×25m/min
- ホーサドラム  
9tons×15m/min
- ワーピングドラム  
8tons×15m/min

倉口閉鎖装置

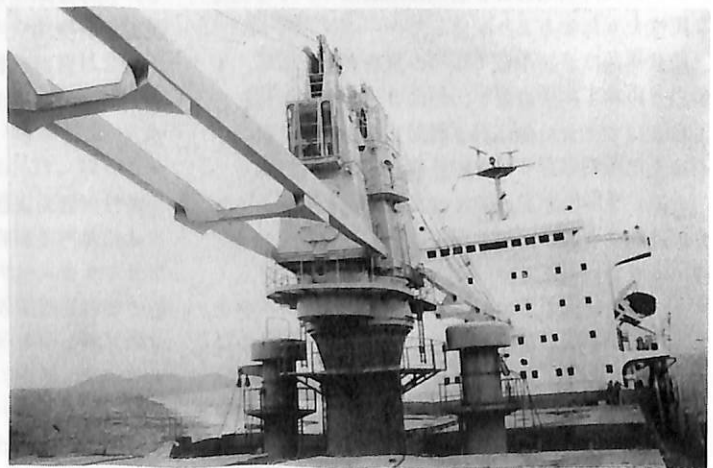
本船の倉口はNo. 1 ハッチを除き2列倉口であり、下記の閉鎖装置が装備されている。

1) 上甲板の倉口蓋はシングルプル式で、開閉操作はデッキクレーンを使ってワイヤー曳きにより行なうが、ジャッキアップ&ダウンのみは電動油圧装置で行なう。

No. 2～4 倉口蓋は倉口当り8枚パネルで構成されており、3枚と5枚パネルの部分開閉が可能で、ハッチを全部開放することなく、中甲板または船倉内の荷役が出来る。

2) 中甲板には各倉口6枚パネルの前後スライド式シフティングビーム付ヒンジ式鋼製ハッチカバーを装備し、開閉操作はデッキクレーンによるワイヤー曳きによる。

雨中荷役および部分的な荷役が出来るよう、ハッチカバーは各倉口6枚パネルで構成されて



No. 3 と No. 4 倉口間の31Tツインデッキクレーン2基



オフィサー・サルーン

いる。またクレーン積時は船体中心部のパネルを垂直格納状態にしたとき、グリーンタイトになり、同時にシフティング・ボードの役目をする構造となっている。

#### コンテナ積載

コンテナを船倉内5段、上甲板倉口蓋上2段積載でき、20コンテナ454個積載可能である。

また3番、4番貨物倉口上の上甲板倉口蓋上には冷凍コンテナ12個を積載出来るようレセプタクルを配置している。

#### 甲板ぎ装

- 1) 本船は西ドイツ国内の諸規則(SBG, AFA, DHIなど)の適用船で、荷役装置、昇降装置、救命設備などに対し、諸規則を十分満足させた船である。
- 2) 倉内梯子はオーストラリア港湾労働組合規則(AWWF)を適用し、傾斜梯子にしている。

#### 船室空調装置

ツィンダクト方式を採用し、すべての居室、事務室、公室を冷暖房している。また、各室の換気回数および一人あたりの新鮮空気供給量の規定により冷暖房時ともに100%新鮮空気計画している。

冷凍機	37KW×2組
送風機	8750m <sup>3</sup> /h×1組
	8940m <sup>3</sup> /h×1組

#### 消火装置

機関室、貨物室、塗料灯具庫、主機スカベンジボックスに固定炭酸ガス消火装置を装備している。また、持運び式消火器、その他の消防用具はすべて認

定された輸入品としている。

#### 居住区設備

本船の居住区画は6層からなり、船長など高級、上級の各士官はそれぞれ居室、寝室およびプライベートバスルームを持っており、次級士官以下にもプライベートまたはセミプライベートバスルームが配置されている。

乗組員のレクリエーションのために上甲板上に卓球台が設備されたホビールームが、また暴露甲板上にはスイミングプールが配置されている。

#### 機関部

##### 機関部概要

本船の主機関は、日立B&W7K67GF型ディーゼル機関1台を搭載し、1組の推進軸系に直結している。

主発電装置として、4サイクルディーゼル機関直結の3相交流発電機3台を装備し、停泊時1台、航海中、出入港時および荷役中は2台使用するよう計画されている。

蒸気発生装置として、航海中の燃料油加熱、暖房用その他の必要蒸気供給用に排ガスエコノマイザ1台、停泊中の必要蒸気供給用に補助ボイラ1台を装備している。

主機関の操縦は船橋および機関室上段の機関制御室より行なわれ、機関制御室にて主機および主要補機の集中監視が行なわれる。

なお、本船はトレーニングシップとしての機能も兼ねているため、工作室には、トレーニング用の各種工作機械、作業台、溶接訓練区画が設けられている。

## 機関部自動化の概要

機関部は、GL(AUT-16/24)を満足する自動化および監視装置を装備し、機関室の無人化運転が可能に計画されている。

機関室上段左舷に空調、防音を施された機関制御室を設け、主機関の操縦、発電機および主要補機の遠隔発停および機関プラントの集中監視が行なえる。

### a) 主機関遠隔操縦装置

AEG電気式遠隔操縦装置を採用し、日立B&W空気式操縦装置を介して、船橋より前後進切替、発停および速度制御のすべての操作が行なわれる。

### b) 自動化装置

#### (1) 主機

自動危急停止装置、自動減速装置、増進時自動燃料制御装置、危急増速装置、危険回転数範囲自動回避装置

#### (2) 発電機

機関制御室よりの遠隔発停、自動危急停止装置、スタンバイ機自動起動装置、自動L.O.ブライミング装置

#### (3) 補助ボイラ

自動燃焼装置(ON-OFFおよびHi-Lo制御)、パーナ危急遮断装置、自動給水制御装置

#### (4) その他

空気圧縮機の自動発停および危急停止装置、油清浄機の自動スラッジ排出および異常時遮断装置、主要ポンプの自動切替およびブラックアウト時のシーケンシアルスタート、主要タンクの液面制御およびポンプの自動発停、主要系統の圧力および温度の自動制御装置

## 電気部

### 電気部一般

船内電源装置として、ディーゼル駆動の主発電機500kVAを3台装備し、停泊時1台、航海中、出入港時および荷役中は、2台並列運転するように計画されている。

甲板補機は、ヘビーデリックおよびツイндеッキクレーンが電動式で、その他は電動油圧式である。さらに、冷凍コンテナ(12個)用として、変圧器および給電盤を装備している。

また、本船は西ドイツ船籍のため、電気機器および電気ぎ装方法に対して、GL, S B G, D H I, A F A等の多くの要求事項が適用され、例えば、船内照度、機器保護形式、機器型式認定および機器部

品・ぎ装材料の材質等には特別な配慮が講じられている。

### 電源装置

主発電機：ディーゼルエンジン駆動自動式

500kVA(400kW), AC450V, 3φ,  
60Hz, 3台

主配電盤：デッドフロント自立形、発電機盤3面、440V給電盤2面および220V給電盤1面

### 変圧器：

一般用変圧器 4台

60kVA, 450, 445, 440/225V, 1φ

冷凍コンテナ用変圧器 2台

75kVA, 440/440V, 3φ

船首部照明用変圧器 1台

20kVA, 450, 445, 440/225V, 3φ

### 蓄電池：

自動化、通信警報および非常灯用；2組、鉛式DC24V, 400AH

無線装置用；1組、鉛式DC24V, 135AH

レーダおよびエコサウダ用；1組、鉛式DC24V, 300AH

### 充放電盤：

自動化、通信警報および非常灯用 1面、交互切換浮動充電式

レーダおよびエコサウダ用 1面、浮動充電式

船外給電箱：AC440V, 3φ, 60Hz, 300A

### 動力装置

原則として、5.5kW未満の電動機はかご形誘導電動機を、5.5kW以上の電動機に対しては特殊かご形誘導電動機を採用し、絶縁はB種としている。重要補機用の始動器は2つのパネルに集合化し、機関制御室に主配電盤と列盤として配置している。

### 照明装置

照明系統はAC220Vの一般照明回路、DC24Vの非常照明回路およびAC42Vの手さげ灯回路の3系統からなっており、照明器具は原則として、居住区画に白熱灯、機関室に蛍光灯を採用している。

特に設計段階で考慮した点は、GL・S B G適用のため、居住区画の白熱灯による必要照度の確保、灯具部品材質の選定および照明・電路器具の配置等である。

また、上甲板照明は400W水銀灯投光器16個、白熱灯投光器500Wおよび300W各2個を装備し、さらに船内照明用として、500W白熱灯投光器を1船当



り12個、計48個および300W白熱吊下式灯具8個を  
 装備している。

**通信航海計測装置**

通信装置：

自動交換式電話装置(20回線) 1式  
 無電池式電話装置 1式  
 機関室パトロール員および機関員呼び出し装置 1式

エンジンテレグラフ 1式  
 トークバック装置 1式  
 エヤーホーンおよびピストンホーン 1式

警報装置：

非常警報および機関室火災警報装置 1式  
 CO<sub>2</sub>放出警報装置 1式  
 糧食庫警報装置 1式

計測装置：

主機回転計、舵角指示器 各1式

娯楽装置：

テレビ受像機 1台  
 ステレオラジオカセットレコーダ 6台  
 空中線共用装置 1式

航海計測装置：

転輪羅針儀および自動操舵装置、音響測深儀、  
 無線方位測定機、デッカナビゲータ、サテライト  
 ナビゲータ 各1式

レーダ 2組

操舵室集合盤、計測器盤、航海計器盤、航海操  
 作盤 各1面

無線装置：

主送信機、補助送信機、第1受信機、第2受信  
 機、自動警急受信装置、自動電鍵装置、国際VH  
 F無線装置、救命艇用携帯無線機 各1台

主および補助送信用マストアンテナ(起倒式)  
 各1式

受信用アンテナ(ホイップ式および線条式)

1式

# 現場のための 強化プラスチック船の工法と応用

田中 勤(日本飛行機・船艇 事業部製造部長)著 A5判上製240頁 定価2300円(送料200円)  
 図版・写真130余

多年FRP船および一般成形品の製造に従事している著者が、その深い経験を通じてFRP船の正しい工法と応用技術の実際を巨細にわたり平易に解説。関連技術者が座右に欲しい必携書である。

■主なる内容■第1章・材料/ガラス繊維/樹脂/副資材/ポリエステル樹脂の硬化特性/第2章・成形型/FRPメス型/木製メス型/樹脂パテ/樹脂塗装およびペーパー研ぎ/第3章・成形/ハンドレイアップ法による成形/積層計画/離型処理/ゲルコート/ガラス裁断/積層作業/積層工程中の注意/船こく構造部材の取付け/脱型/第4章・組立/甲板の取付け/2次加工/固着/木材とFRPの接着/リンバーホルルの取付け方法/コアの応用/第5章・保守、修理/保守/修理/損傷を生じ易い箇所および主なる原因/破損の修理/第6章・安全と衛生/第7章・製作例/付参考資料

好評 ■ 既刊書 = 図書目録呈

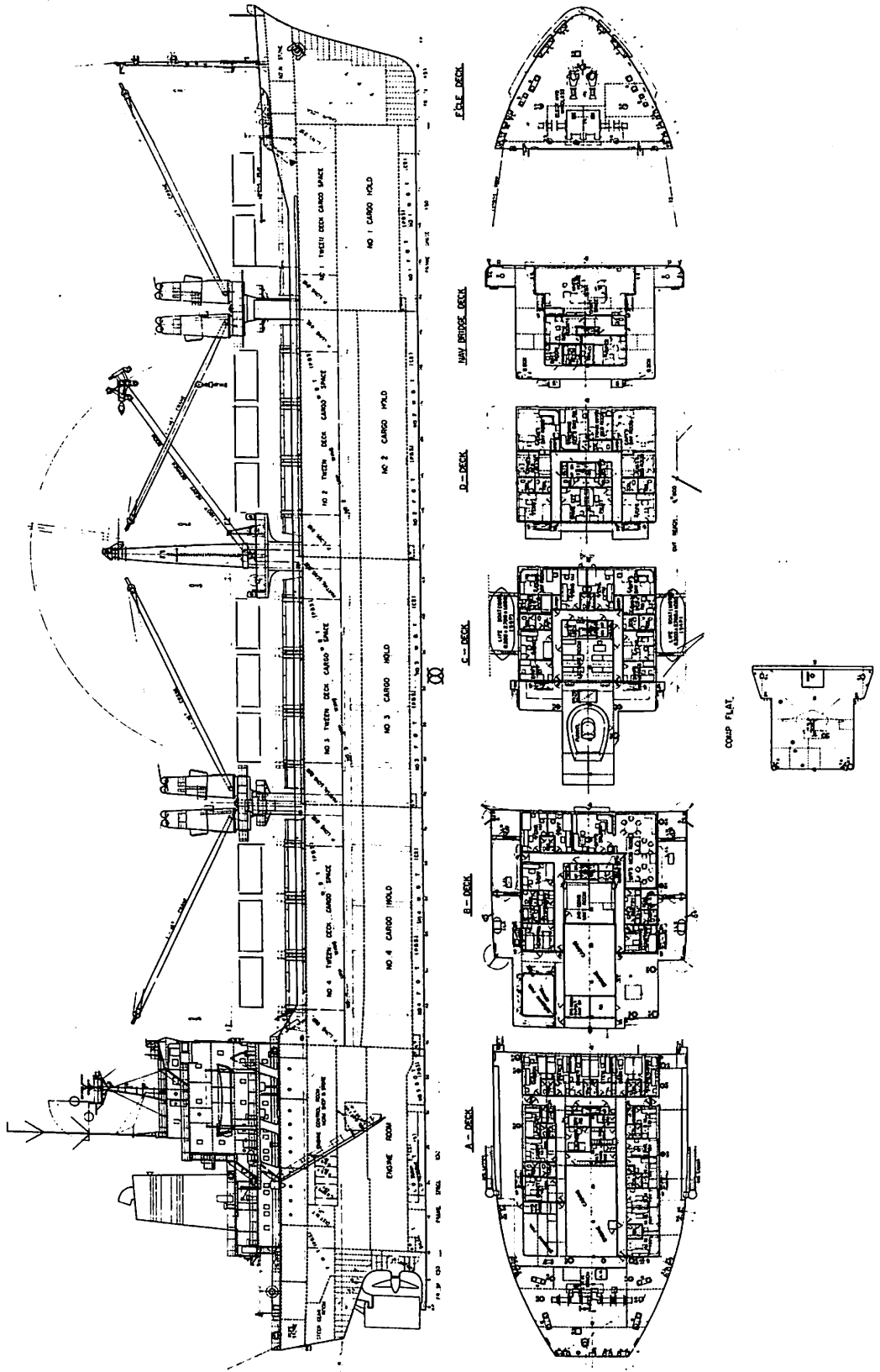
**強化プラスチックボート** 戸田孝昭著 実験データを基にFRPボートの設計・製造技術  
 価1200円(送200円) 術を解説。関係技術者、製造従事者必携の書

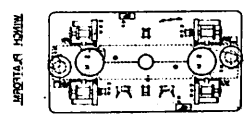
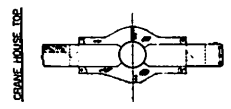
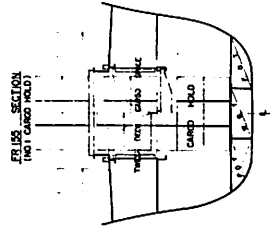
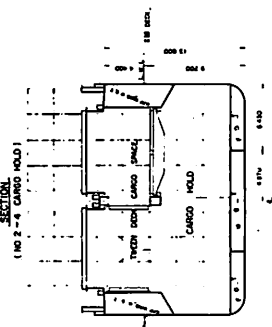
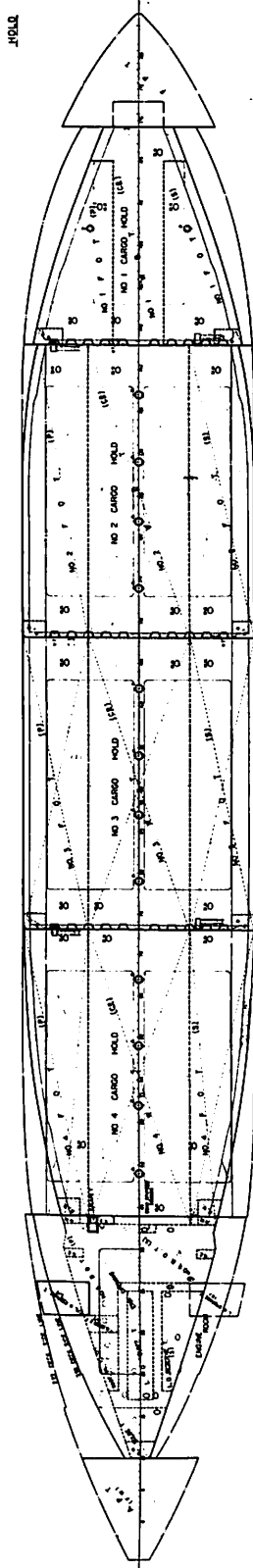
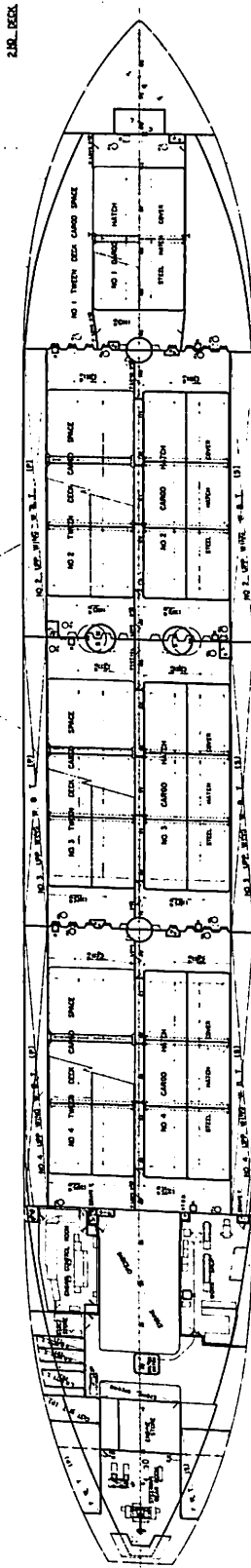
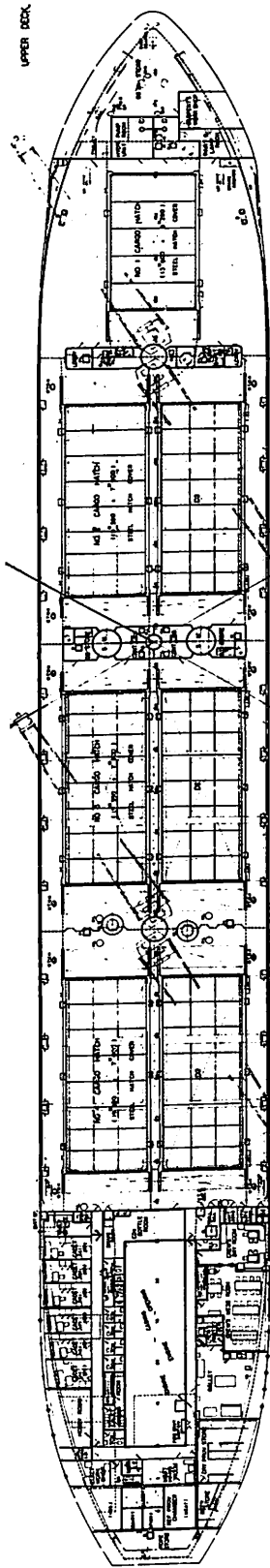
**高速艇工学** 丹羽誠一著 体系的モーターボート工学 ■ 基本設計/船型/  
 価4000円(送240円) 運動性能/構造強度/副部、機関部設計/他

**ボート太平記** 小山捷著 流体力学、構造力学をはじめ、むずかしい「舟  
 価2000(送200円) 艇の物理」を平易な文章と独創的な挿絵(100  
 余版)とによって解説

発行 株式会社 舵 社 〒104・東京都中央区銀座5-11-13(ニュー東京ビル) 発売 株式会社 天然社  
 電話(03)543-6051(代)・振替東京1-25521(舵社)

“TABORA”の一般配置図







## 最近のNKのコンサルティング、検査監督業務の紹介

NKでは長年にわたる豊富な検査経験と技術、それに国内・国外のサービスネットワークを利用して船舶関係のコンサルティング業務やその他各種の検査監督業務を行なっている。

### ●船舶のコンサルティング業務

NKの行なっている船舶コンサルティング業務は、広範多岐にわたっているが、一例として次のようなものが挙げられる。

- (1)船舶の計画
- (2)船舶修造の入札要領書（仕様書・契約書の形式等）の作成
- (3)同上入札業務の代行および発注者に代っての施工業者の選定
- (4)各種造修図面の審査
- (5)造修工事の監督

NKは数年前からこの業務を開始しているが、最近行なった主なものだけでもインドネシア政府発注の2,000総トン型カーフェリー2隻（計画、入札、図面審査、工事監督の一切を含む業務）、メキシコ政府発注の280総トン型漁業訓練船1隻（図面審査と工事監督）、香港のPromt Shipping向け6,200DWT型コンテナ船1隻（図面審査と工事監督）、フランスCGM社向け35,500DWT型貨物船2隻（工事監督）、その他20総トンのFRP艇から大型船まで大小さまざまな船が含まれている。

NKのこの業務の特徴は、

- (1) 船舶の計画から建造工事の監督まで切れ目のない、行き届いたサービスの提供ができる。
- (2) 船体、機関、電気、艤装品などそれぞれの専

門技術者を必要に応じて随時国内・外へ派遣し、適切な監督助言ができる。

- (3) 技術者のなかには、長年造船界や海運界で船舶の建造や運航に直接携わってきた者も多く、その豊富な経験を活かし、依頼者の要望に応じてキメの細かいサービスができる。
- などで、依頼者の信頼をかち得ている。

### ●その他の検査・監督業務

以上のほかNKでは、各種の圧力容器、熱交換器、原動機等やこれらに用いられる各種の材料などを発注者の指定する仕様・規格によって検査を行なっている。また、依頼があればこれら機器で構成される装置の作動試験や性能試験の立会いと証明書発行、さらにはこれらに対する技術的相談にも応じている。

この業務もNKの国内外の検査ネットワークを全面的に利用できる点が特徴である。すなわち国内19箇所、海外11箇所に日本人または外国人の専属検査員が配置されており、日本から輸出される材料、機器、装置類の輸出前検査や現地での受け入れ検査はもちろん、外国から日本へ輸入する物件の海外における検査なども依頼者の細かい仕様どおり円滑に行なわれている。

### ●料金・連絡先など

NKのコンサルティング業務の料金は、業務の内容・範囲等に応じてその都度、依頼者と協議して合理的に決められるが、他の同種団体のそれとほぼ同じかまたはそれ以下となるのが普通である。

NKのこの業務に関する問い合わせや申し込みは、本部の技術協力班〔03(582)0331内線656〕または各地のNK支部・事務所へ直接連絡されればこれに応じる態勢となっている。



NKが図面審査と工事監督を行なった1,000総トン型物理探鉱船「開洋丸」（石油資源開発(株)所有）

## 世界初の新鋭船を見る

# BOROライナー “BELLMAN”

川崎重工業とスウェーデンのスカンジナビアン・モーターシップスが共同で実現した世界で初めての多目的貨物船“BELLMAN”が、8月9日、川崎重工業神戸造船所で竣工した。

本船は液体と個体を同時に運搬が可能という新しい発想で建造されたもので、トレーラー、コンテナ、自動車、ロールペーパー、パルプ、木材、貨物油など多種多様な貨物が積載できるように設計されている。

BulkとOilおよびRoll on/Roll off積込方式のインシヤルを採ったBOROライナーの概要をここに紹介する。

本船の特長はつぎのとおりである。

1) 船尾部に機関室と居住区を配置し、上甲板下には二層の貨物倉（カーデッキおよびドライカーゴデッキ）を有し、ドライカーゴデッキ下には6個のウオーターバラストタンクを配置している。さらに始めての試みである逆梯形型の傾斜船側の設計で、卓越した復原力を有し、少いバラスト量で

航行可能な吃水が得、また吃水線における船の幅が狭いため、氷海を航行する時に他の船舶にくらべてスムーズに通航することができる。カーゴスペースの容積が同寸法の在来船に比べ非常に大きいこともその特色であり、貨物油のみで或は油以外の貨物のみで満載吃水がとれる設計になっている。

2) 上甲板上には自動車、コンテナおよびトレーラーを積載し、カーデッキには自動車、ロールペーパーを、ドライカーゴデッキには自動車、コンテナ、トレーラー、ロールペーパー、パルプ、木材等の積載が可能である。

3) また上甲板には各舷2個、合計4個のニューマチック・フェンダーが備えられている。これは傾斜船型のため岸壁に接岸する場合、通常の船舶のようにそのまま接岸すれば外板に損傷を与えるおそれがあるので、このニューマチック・フェンダーを接岸時に上甲板から外板と岸壁との間におろし、岸壁と船体が直接接触れることを防ぐためであ



る。なお、このニューマチック・フェンダーは、あらゆる方向に移動が可能であり、船の動揺に対しても十分その効果が発揮出来るように考案されている。

- 4) さらにパイロットが安全に乗下船できるようにパイロットポート下方にヒンジドパネル方式のフェンダーを備えている。パイロットポートが本船に接舷しようとする時、油圧を用いてこのフェンダーを垂直に立てることにより、パイロットポートがパイロットポートの直下に接舷できる。
- 5) 荷役については、カーゴオイル以外はロールオン、オフ方式を採用している。船尾にはランプウェイが装備され、貨物は岸壁から、このランプウェイを通して本船に運ばれる。本船内には固定のランプウェイと35tカーゴリフトが装備され、これらはすべてのデッキにサービスできるように設計されている。また、カーデッキ後部には岸壁に用意されたランプウェイを掛けてロールオン、オフ方式の荷役ができるように、船体後端にスターンスライディングドアを設けている。

上甲板上の荷役は、ロールオン、オフ方式に、コンテナ荷役のリフトオン、オフ方式を併用することができる。

#### “BELLMAN”の主要目

全長	: 142.90m
長さ (垂線間)	: 134.50m
幅 (型)	: 32.20m
深さ (型)	: 20.30m
満載吃水	: 7.82m
総トン数	: 9,471t
載貨重量	: 10,665t
載貨容量	: カーゴオイル 14,501m <sup>3</sup> カーゴホルド 26,388m <sup>3</sup>
主機関	: 川崎マン K6Z 70/120型ディーゼル 機関 1基 連続最大出力 9,300PS×145r.p.m.
試運転最大速度	: 17.7ノット
乗組員	: 35名
予定航路	: スカンジナビア各国～欧州各国



#### 逆梯形傾斜船側

この船型は復原性能に優れ、吃水線上の船の中が狭く、少ないバラスト量で航行できる利点がある。

また、Nor. ballast water lineからLoad water lineにアイスベルトを設け、氷海中の航行の対策が施されている。





**数種類のラッシングピースを施した上甲板**

上甲板にはコンテナ、自動車、コンテナトレーラーが積載されるため、それぞれに必要な固縛金物が所狭しと設置されている。上甲板中央部のコンパニ

オンは、下層甲板および荷油タンクからの交通用に設けられている。船側には騒音対策装置を施した大きな通風筒がある。

**カーゴリフト**

本船の荷役効率を高めるため35tのカーゴリフトを設置し、固定式ランプウェイと同時荷役ができるよう設計されている。このカーゴリフトは20tコン

テナトレーラーを搭載して、ドライカーゴデッキより上甲板まで約1分30秒で昇降する能力を持っている。





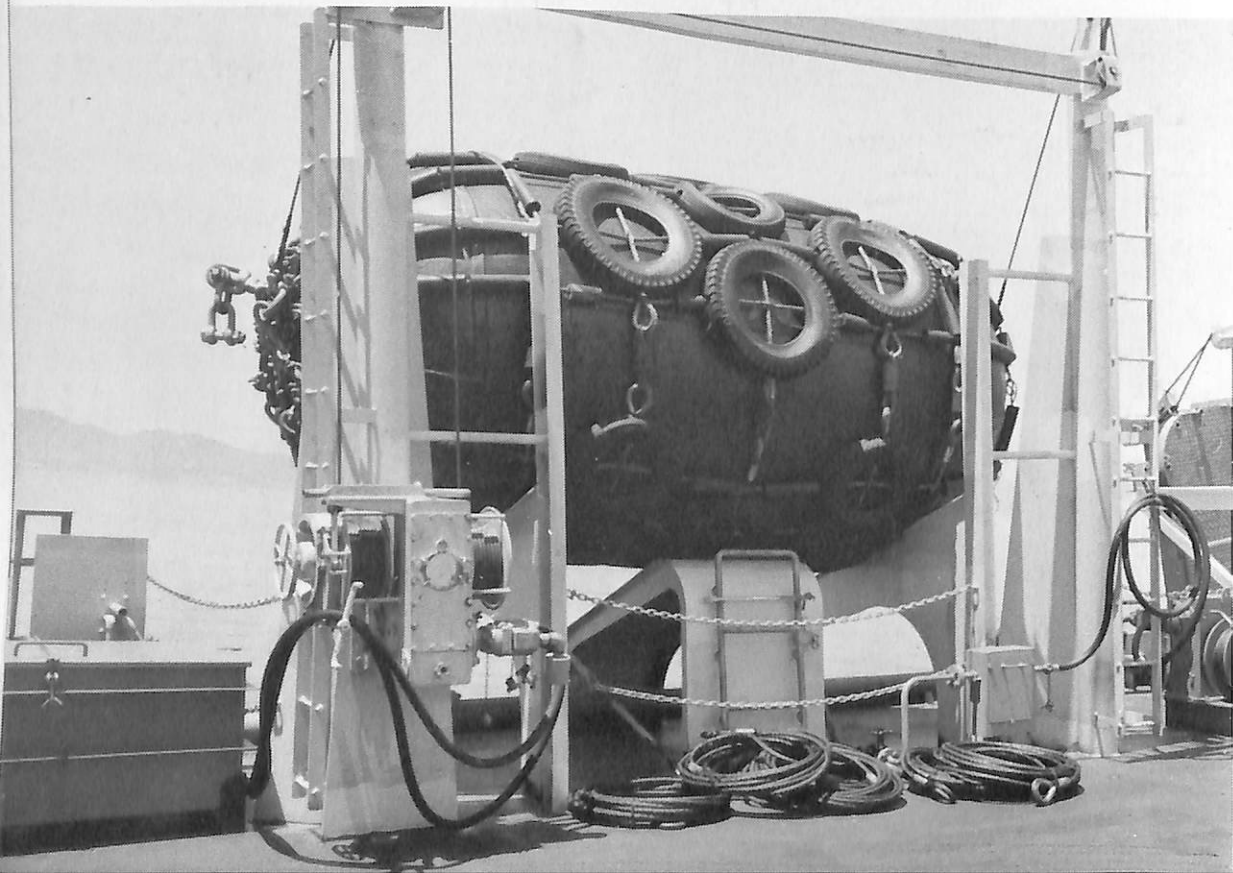
#### カーゴリフトと油圧シリンダー

カーゴリフトは2個の油圧シリンダーと4×2のワイヤロープで稼動される。

#### ニューマチック・フェンダー

逆梯形型船側のため接岸時、岸壁と鋭角にラインタッチし、側外板を損傷する可能性があるため、緩衝

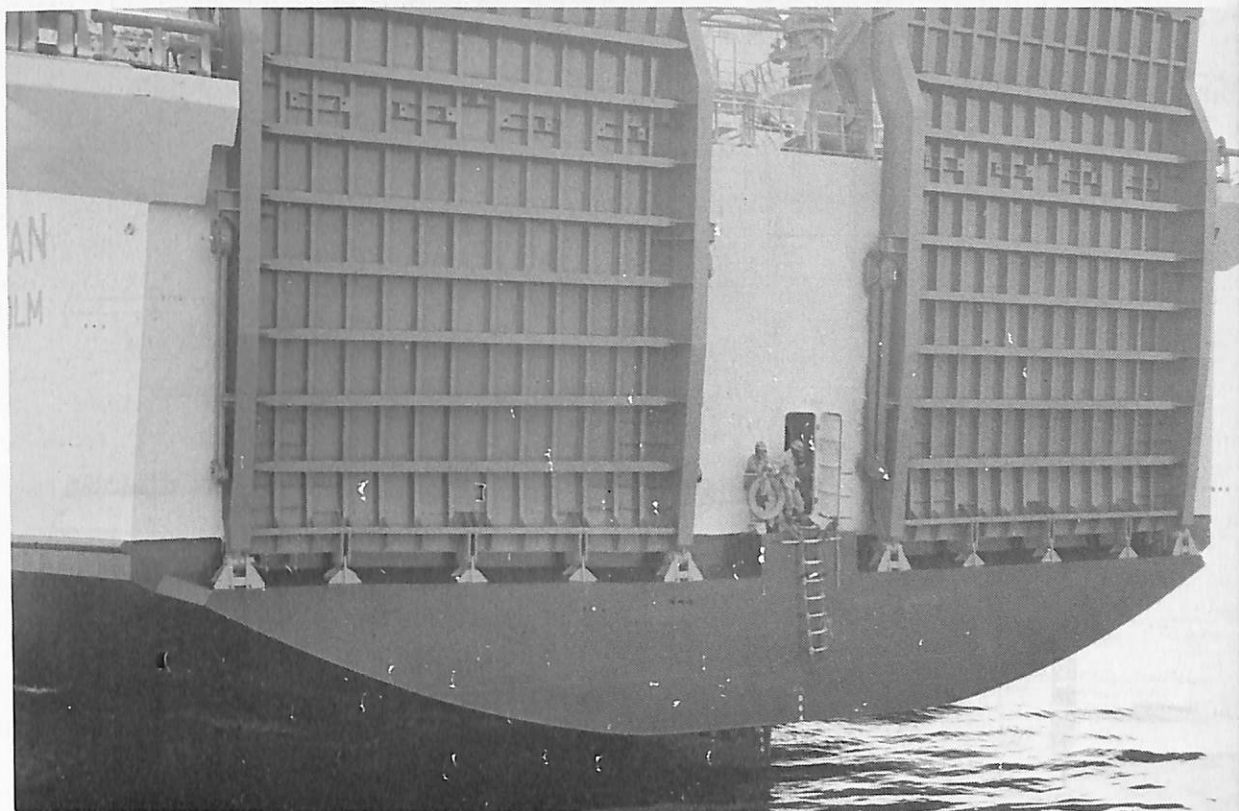
材として空気式フェンダーを上甲板より岸壁と船体との間に挿入し保護する。



### スターンランプウェイと昇降口

80 tの荷重に耐えられるよう設計されているマック・グレゴリー製ランプウェイ。船尾端からも乗下船

できるよう昇降口が設けられている。

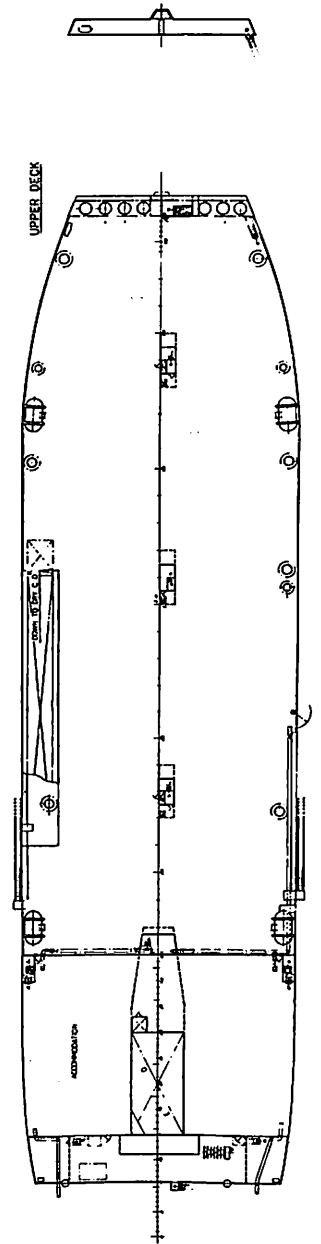
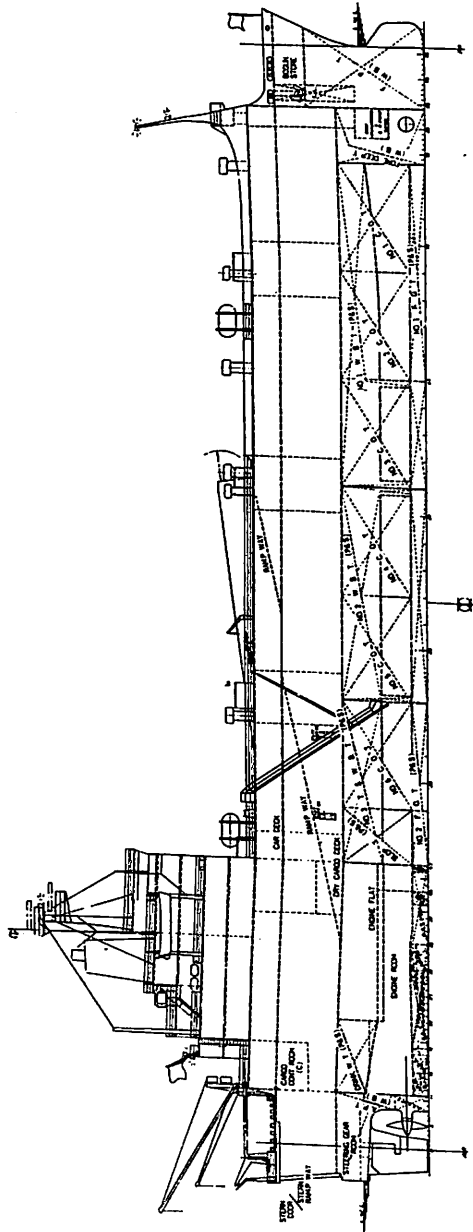
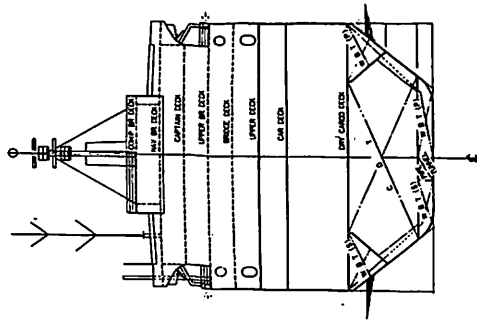


### 広々とした貨物倉

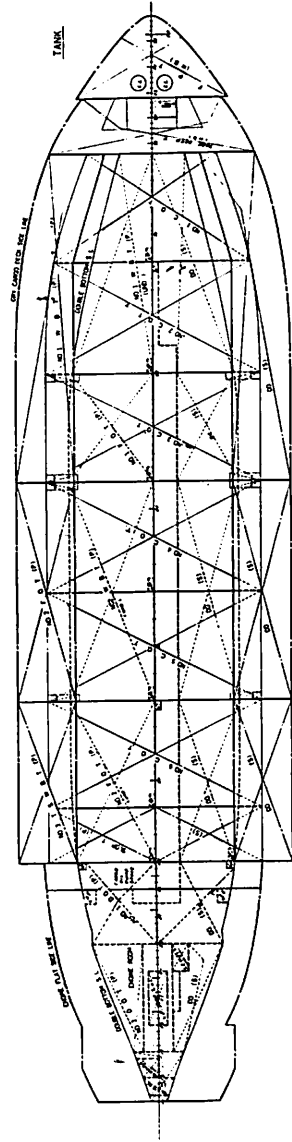
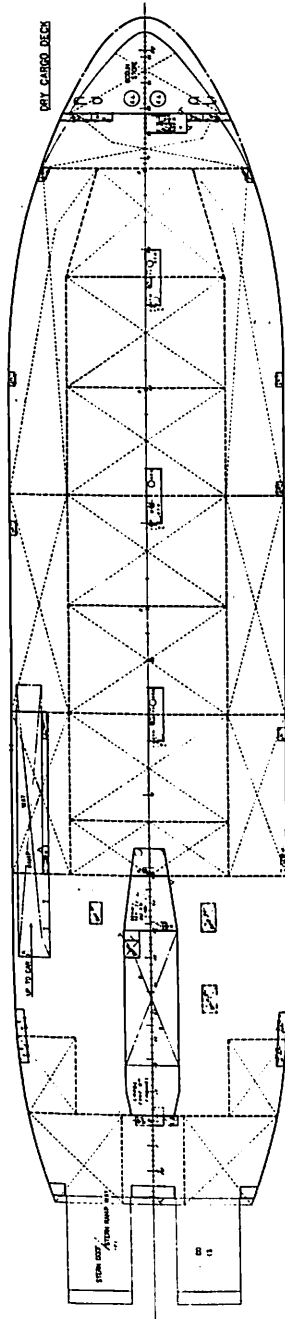
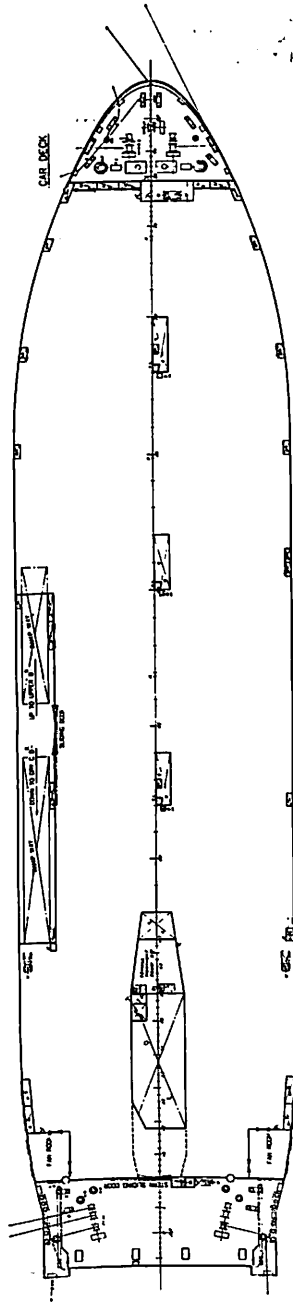
固縛金物はサンクンタイプを採用し、甲板上をフラッシュにすると共に船側もスパーリングを設けるなどしてペーパーロール、木材等に損傷を与えない

よう配慮されている。なお写真は片舷を示し、同排水量の通常船に対し、約2倍の貨物倉容積を有している。甲板には約14,500m<sup>2</sup>の荷油タンクを、甲板上には一層の自動車甲板を有している。

“BELLMAN”の一般配置図







## 世界初の新鋭船を見る

# 旋回式スタンランプ搭載の RORO船“RABENFELS”

8月号でお知らせした世界初のKAYABA-NAVIRE製旋回式スタンランプを有するRO/RO船“RABENFELS”の、特に荷役装置を中心としてここに紹介する。

本船のカーゴスペースと積荷容積はつぎの通り計画されている。

カーゴスペースは4デッキすなわち上甲板、第2、第3デッキおよびタンクトップデッキよりなり、各デッキ高さはいずれも5,200mmである。コンテナの搭載量は上甲板上に20'×8'×8.6' max. 20ton 2段、合計312個である。一方トレーラーのみの場合の格

納数量はつぎのとおりである。

上甲板：73台

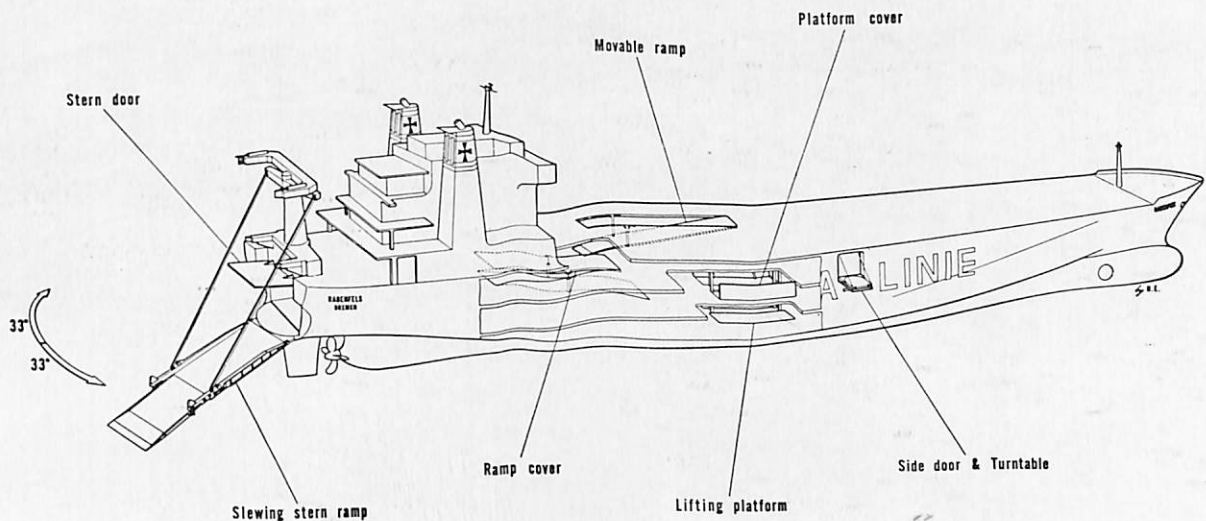
第2デッキ：88台

第3デッキ：43台

タンクトップ：32台

なお着場工業が装備した荷役装置は次頁図に示通り7装置で、Slewing stern rampとlifting platformに関しては、昨年12月号で詳報したので、号ではこれら全装置の仕様を表にまとめたものを載した。





**Movable ramp**  
 upper deck から 2nd deck 上に hinge down した状態を示す。upper deck と 2nd deck 間の車両走行路

であるが、未使用時には hyd. jigger winch により、lift up され、water tight の flush deck を構成する。

### Ramp cover

2nd deck と 3rd deck 間の固定斜路上に装着され、通常は 2nd deck の一部となるが、固定斜路を使用す

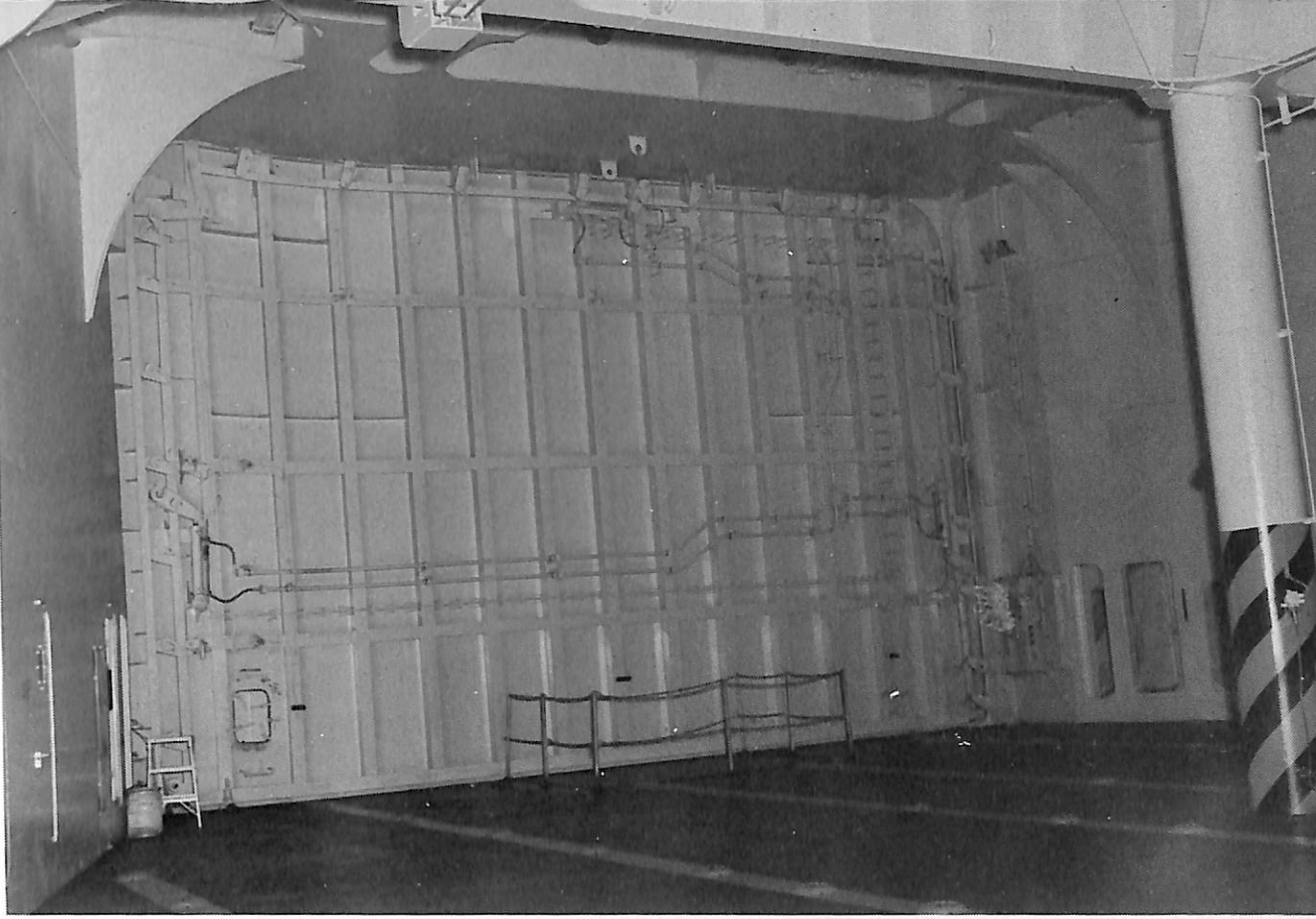
る時は、hyd. cylinder 直動式で lift up し、走行開口を形成する。



### Movable ramp

upper deck に hinge up したところを 2nd deck から見上げた状態を示す。中央柱付近にこの操作盤が見られる。

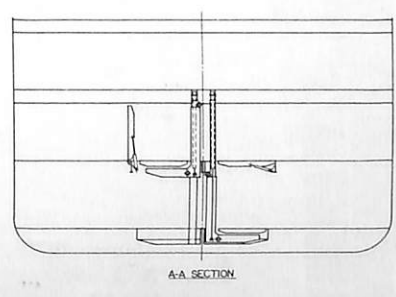
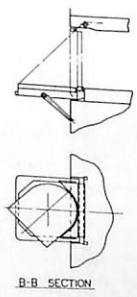
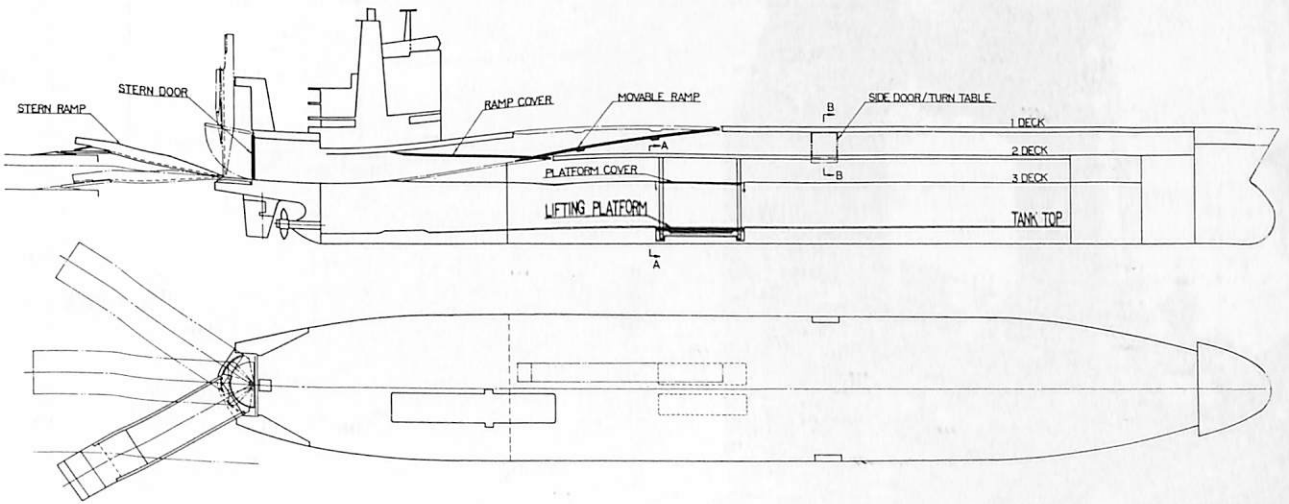




**Stern door**

Stern door が閉じているところを 2nd deck 船内より見た状態を示す。この door は水密になっており、

開閉は hyd. cylinder により外方に hinge up される。この door の向うに Slewing stern ramp がある。



装置配置図



### Slewing stern ramp

②

①岸壁設置位置に展開しつつある状態を示す。

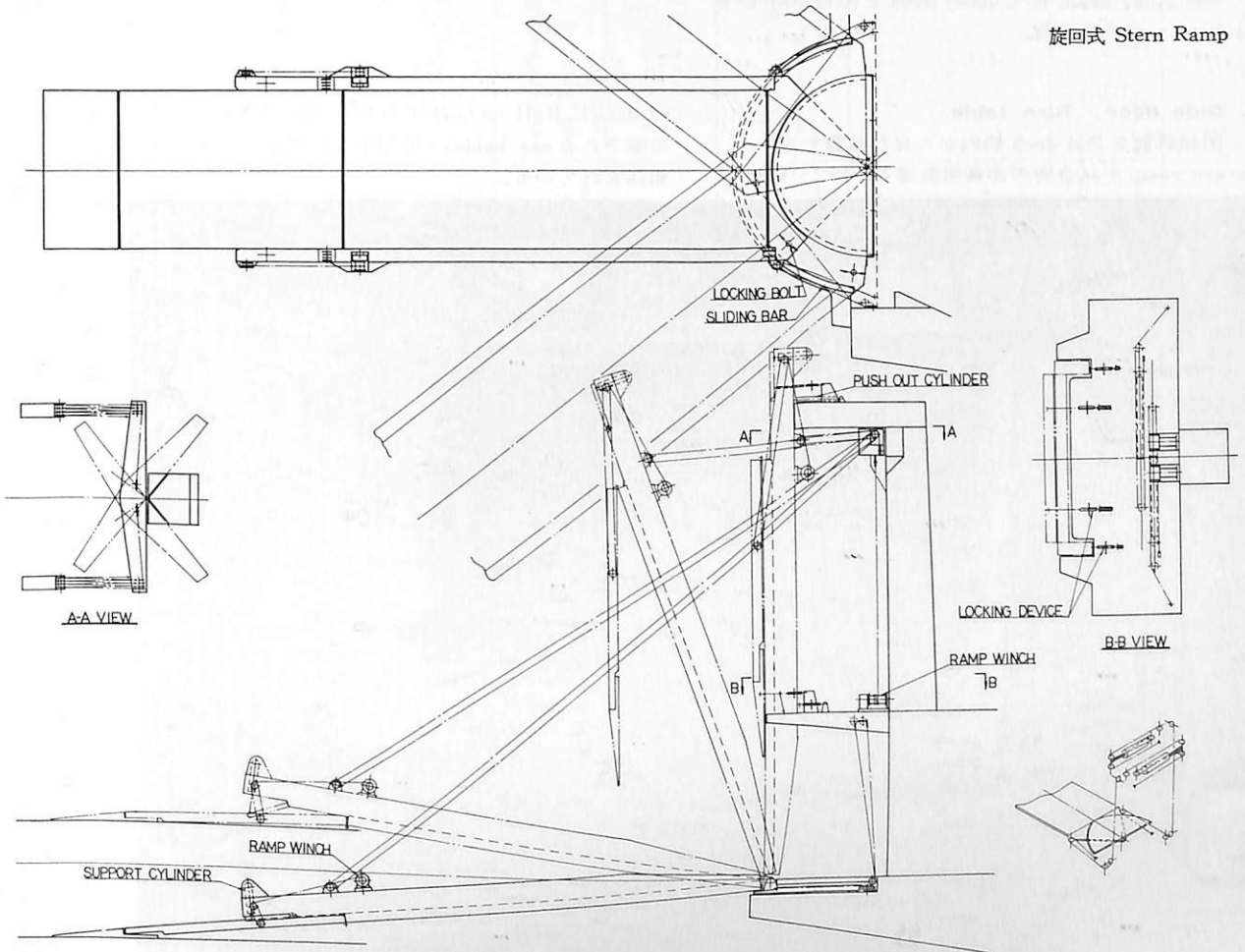
②格納状態を示す。

③左舷側へ33度旋回した状態。





旋回式 Stern Ramp







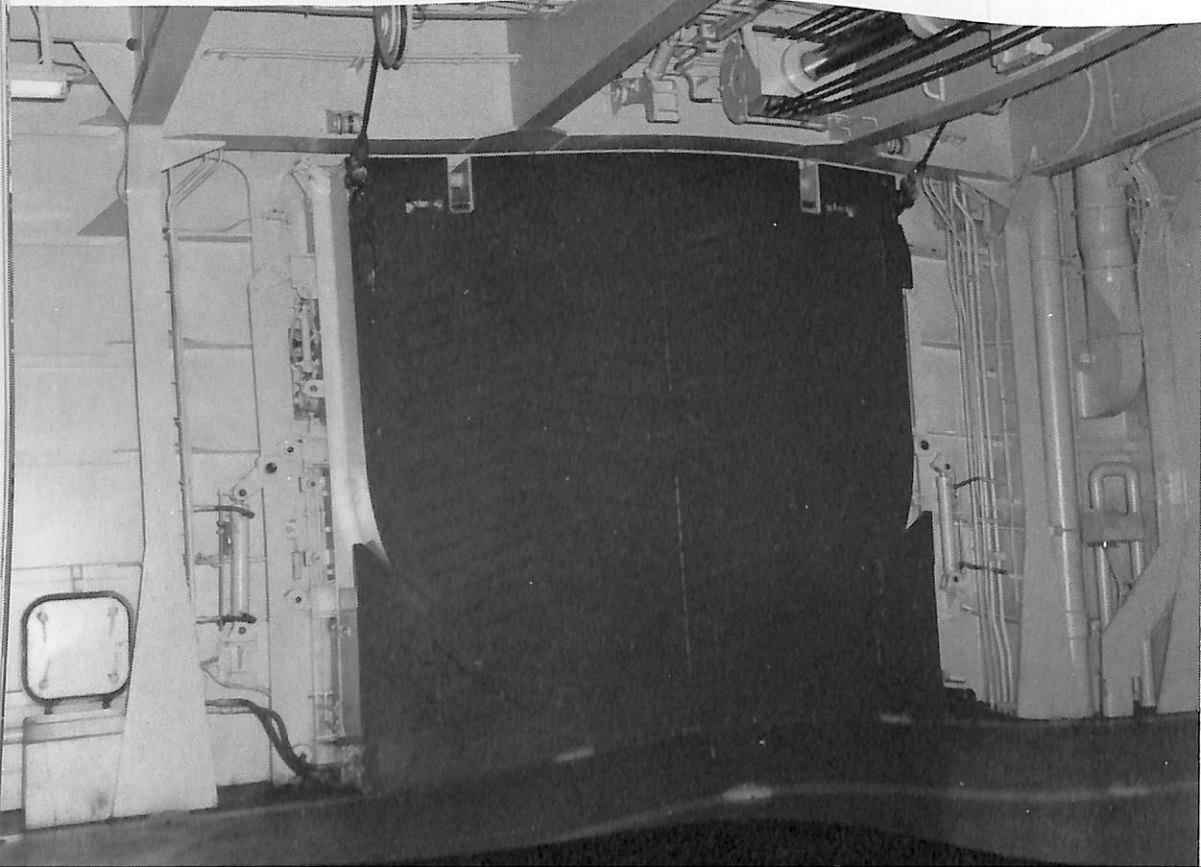
**Upper deck**

container craneにて upper deck 上に container を lift on している状況。

**Side door / Turn table**

閉鎖状態を 2nd deck 船内から見た状態を示す。  
stern ramp 不具合時の非常用装置もかねて、直接 2-

nd deck に Roll on / off するための開口と船外より吊架される car ladder (小型 ramp) 取付用旋回台が組込まれている。





第 1 表 Technical Specification of Cargo Access Equipment

Equipment	Dimension	Location	Weight	Loading	Function	Op.e.device	Op.e.time	Power Unit
1 Stern Ramp	34.00 <sup>L</sup> ×7.00 <sup>B</sup>	Stern 2nd deck	178 <sup>T</sup> incl. fittings & hydraulics	80 <sup>T</sup> , 40 <sup>T</sup> Trailer 40 <sup>T</sup> Forklift	Slewing ±33° heel ±4° max. slope ±8° pressure to whart 2 <sup>T</sup> /m <sup>2</sup>	4 hyd. winch 15 <sup>T</sup> ×35 <sup>S</sup> ×2 10 <sup>T</sup> ×10 <sup>S</sup> ×2	Hoist 20 <sup>min</sup> Extend 17 <sup>min</sup> Turning 3.2 <sup>min</sup>	130 <sup>U</sup> /m ×52 <sup>KW</sup> ×2 90 <sup>U</sup> /m ×35 <sup>KW</sup> ×3 50 <sup>U</sup> /m ×5.5 <sup>KW</sup> ×1 580 <sup>U</sup> /m 214.5 <sup>KW</sup>
2 Stern Door	11.60 <sup>B</sup> ×7.70 <sup>H</sup>	-- do --	28 <sup>T</sup> incl. fittings & hydraulics	2.79 <sup>T</sup> /m <sup>2</sup>	water tight	hyd. cylinder 300 <sup>φ</sup> ×1400 <sup>ST</sup> ×2	open 80 <sup>S</sup> close 65 <sup>S</sup>	
3 Ramp Cover	29.00 <sup>L</sup> ×5.40 <sup>B</sup>	2nd deck	54 <sup>T</sup> incl. fittings & hydraulics	80 <sup>T</sup> , 40 <sup>T</sup> Trailer 40 <sup>T</sup> Forklift	water tight end hinge type	hyd. cylinder 190 <sup>φ</sup> ×2200 <sup>ST</sup> ×2	open 170 <sup>S</sup> close 120 <sup>S</sup>	
4 Movable Ramp	37.50 <sup>L</sup> ×3.50 <sup>B</sup>	upper deck	46.5 <sup>T</sup> incl. fittings & hydraulics	40 <sup>T</sup> Trailer 2 tires 40' (35 <sup>T</sup> )	water tight flush type	hyd. cylinder 432 <sup>φ</sup> ×2200 <sup>ST</sup> ×2	open 230 <sup>S</sup> close 330 <sup>S</sup>	60 <sup>U</sup> /m ×21 <sup>KW</sup> ×2sets
5 Platform Cover 2 sets	16.10 <sup>L</sup> ×3.75 <sup>B</sup>	3rd deck	31 <sup>T</sup> incl. fittings & hydraulics	80 <sup>T</sup> , 40 <sup>T</sup> Trailer 40 <sup>T</sup> Forklift	water tight flush type	hyd. cylinder 180 <sup>φ</sup> ×1100 <sup>S</sup> ×2 50 <sup>φ</sup> ×250 <sup>S</sup> ×3 each unit	open 60 <sup>S</sup> close 45 <sup>S</sup>	
6 Lifting Platform 2 sets	15.50 <sup>L</sup> ×3.50 <sup>B</sup>	Tank top	67.5 <sup>T</sup> incl. fittings & hydraulics	-- do --	transfer 80 <sup>T</sup> Trailer	hyd. cylinder 225 <sup>φ</sup> ×5300 <sup>S</sup> ×4 70 <sup>φ</sup> ×300 <sup>S</sup> ×2 70 <sup>φ</sup> ×500 <sup>S</sup> ×2 50 <sup>φ</sup> ×300 <sup>S</sup> ×2 each unit	Tank top to 3 <sup>PK</sup> loading 100 <sup>S</sup> nodding 70 <sup>S</sup> 3 <sup>PK</sup> to Tank top loading 85 <sup>S</sup> nodding 85 <sup>S</sup>	forport side 210 <sup>U</sup> /m ×42 <sup>KW</sup> ×3set 90 <sup>U</sup> /m ×35 <sup>KW</sup> ×1set for SB side -- do --
7 Side Door 1 Turn Table 2 sets	4.00 <sup>B</sup> ×4.20 <sup>H</sup>	2nd deck	23.5 <sup>T</sup> incl. fittings & hydraulics	40 <sup>T</sup> Trailer	40 <sup>T</sup> Trailer loading	hyd. jigger winch	open 120 <sup>S</sup> close 140 <sup>S</sup>	

## 船用機関のメンテナンス・システム

### M. A. N. Compex について

< 2 >

W. パウアー

M. A. N. アウグスブルグ工場信頼性工学部長

訳・三村道夫

M. A. N. (Japan) Ltd.

#### 4. メンテナンス・システムの説明

前述のようにこのシステムから与えられるメンテナンス・スケジュールは、通常のものに比べ、対象機関に特有の事情を考慮して作られている。それでもスケジュールに示される作業内容と、実際に行なわれた作業内容との間には、時と共に差が出て来る。(図7) その理由は主として下記の2点である。

a) 何らかの都合で、必要となったメンテナンスあるいは修理作業が、スケジュール時点以外で行なわれる。

b) 船の運航計画上、時間がとれなかったり、作業人員が得られなかったり、予備品が供給されなかったりしてスケジュールに指示された作業が一部しか、または全く行なわれない。噴射系の部品弁類、軸受等、各シリンダ毎にある部品で指示には“全シリンダ”となっている場合に起りがちな事例である。

従って、われわれのメンテナンス・システムには、情報のフィード・バックが重要な役割をはたす。

フィード・バックにより行なわれた作業内容を正確に知り、以後のメンテナンス・スケジュールを最適化する。すなわち、過去に行なわれたメンテナンスも含めたプラントの稼動状況に合わせたメンテナンス・スケジュールを作っていくことが必要である。

M. A. N. は、この情報フィード・バック方法を開発したとき、作業の簡単さと管理の容易さに重点を

おいた。行なわれた作業はすべて、スケジュールにあるものないものを含めて、この目的のため作られた用紙に記入される。必要な情報作業は要求される最少限のものである。用紙は色付きで4枚1組になっている(オリジナル1枚、コピー3枚)。オリジナルとコピー1枚は、なるべく短い間隔で、通常は寄港毎にM. A. N. に郵送される。コピー1枚は船主本社へ送られ、1枚は船内に記録として保存される。

M. A. N. が受取った情報はチェックされ、明らかな間違い、例えば、水温500℃や6シリンダ機関の第7シリンダに関する情報は訂正されたり、除外されたりした後に計算器に入れられる。これを担当するのはサービス事業部信頼性工学部である。

この部がメンテナンス・スケジュールを作る責任を持っている。情報は適合した計算プログラムで解析されるが、前述のごとく、この作業は2つの異なった観点から行なわれる。

a) メンテナンスを行なう責任ある部署に、作業計画を決定する補助手段として、情報を提供しなければならぬ。そのためには現在までに行なわれた作業内容を明確に把握しておく。前号掲載の図3の小さいループにこれを示した。

b) メンテナンス・スケジュールの最適化。図3の大きいループにこれを示す。

まずa)の小さいループについて役割、内容を具体的例を用いて説明する。

このメンテナンス・システムを用いている船がある港へ向っている。実際の寄港時間は、船の入港

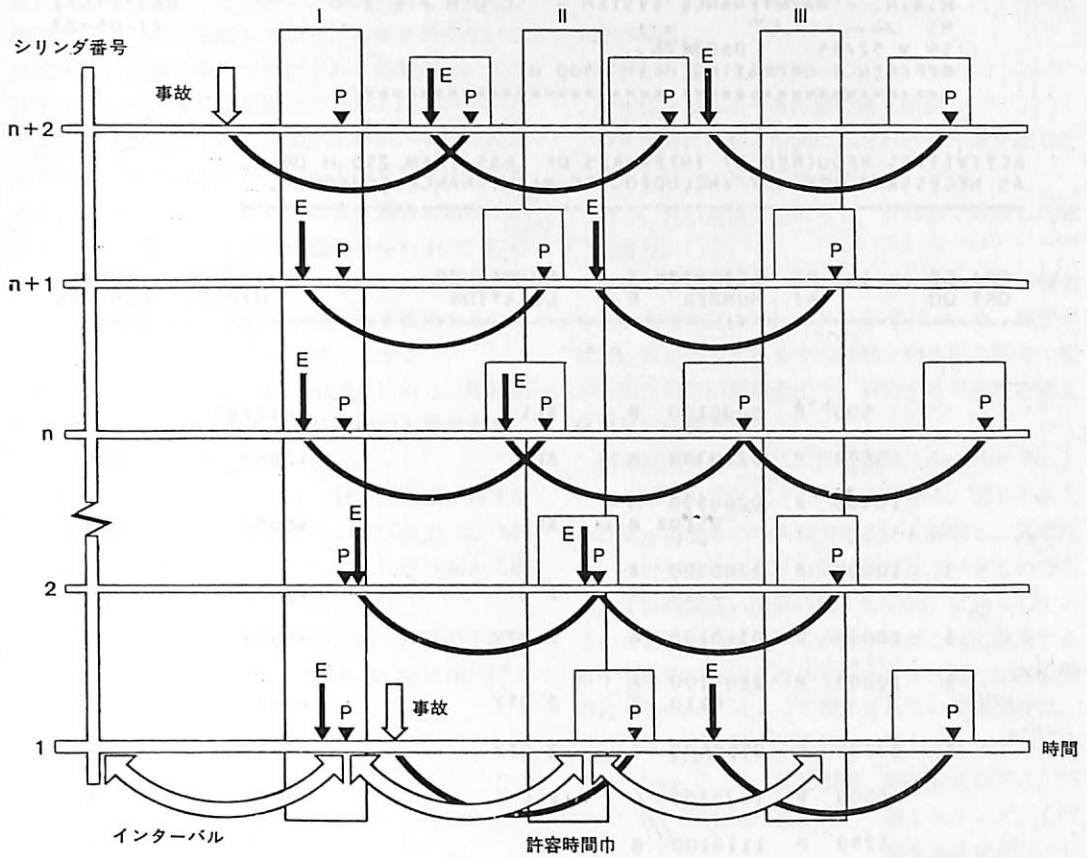


図7 メインテナンス計画と実際

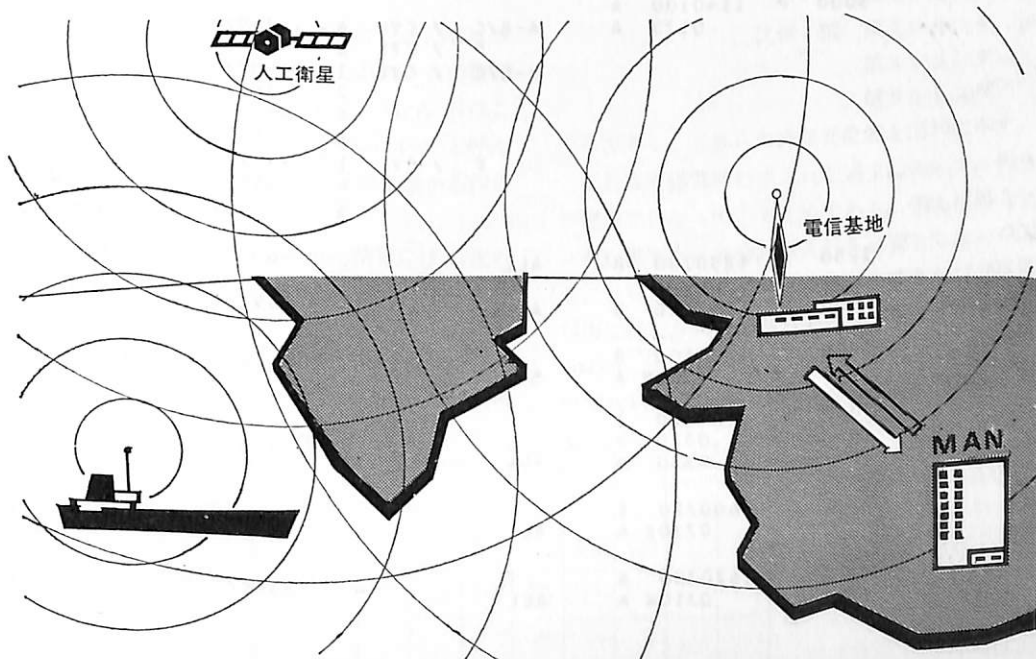


図8 メインテナンス事項の間合せ

M.A.N. - MAINTENANCE SYSTEM - C O M P E X  
 MS 14 V 52/55 0603176  
 REFERENCE OPERATING HRS: 9500 H

0603176/1  
 77-05-27

ACTIVITIES REQUIRED AT INTERVALS OF LESS THAN 250 H OR  
 AS NECESSARY ARE NOT INCLUDED. CF MAINTENANCE SCHEDULE.

PRI SE ORI QU	INT PE RI	ACTIVITY E NUMBER R	NUMBER OR LOCATION	DEVIATION H/P.C.	TOTAL MAN HRS
	500 P	5000100 B	ALL	-412/82	
	5000 P	0260300 B	ALL	+206/	0.5
	10000 P	0260500 B 0510X B	ALL	+500/	0.5
3	10000 P	0300300 A 0310 A	1 QTY	+500/	12.
3	10000 P	0340100 A	2 QTY	+500/	21.
3	10000 P	0504100 A 4110 A	2 QTY	+500/	4.4
3	10000 P	0550400 A	2 QTY	+500/	30.
	5000 P	1020200 C	ALL	-369/7	2.8
	1250 P	1110100 B	ALL	-693/55	1.4
	500 P	1130100 B	ALL	-539/108	1.4
	5000 P	1140100 A 9120 A	A-B/C / CYL 6 F / CYL 6 B-B/C / CYL 1 2 4 5 F / CYL 1 4 5	-369/7 -369/7 +902/ -369/7 -369/7 -369/7 +902/ -369/7 -369/7	72.
	1250 P	1250200 B	ALL	-693/55	6.0
	1250 P	1253100 B	ALL	-693/55	2.0
	5000 P	1254100 A 4110X A	5 QTY	+345/	5.0
	5000 P	1400300 A 0310 A 0330 B	ALL	-369/7	4.0
	5000 P	1600210 A 0220X A	ALL	+312/	7.0
	5000 P	1620300 A 0310X A	ALL	+343/	1.0

図9 Compexより提供される情報



直前まで判らないことが多い。機関長および数人の機関員はこの船に乗船してから、あまり長くないと仮定する。問題は港内で提供される時間内に、どの作業を、どのような優先順位で行なえばよいか、どのような予備品、工具、設備が必要か、手持の人員から何人を使えばよいか、港の人手を雇う必要があるか、等である。これに対する答は過去において、正しいメンテナンスがどの程度行なわれて来たか、不具合のためスケジュールにない修理作業が行なわれているか、プラントの信頼性を維持するのにどの項目が重要か等によって変わってくる。

M. A. N のシステムは船の機関員に対し、短時間のうちに行なうべき作業の種類と範囲を提案する。これは契約に基づくサービスである。

このサービスはテレックス、電話、電報で要求ができる。船内にラジオテレプリンタがあれば、M. A. N の提案は洋上で受信ができ、作業計画を入港前にたてることができる。(図8)

このような情報を受けるため、船または船主は問合せと共に、単に次の各項を M. A. N に送ればよい。

- 船名
- 次の寄港地
- 寄港までの機関の推定稼働時間
- 入港日時
- メンテナンス作業に参加できる乗組員の数
- 積算マンパワー

上記のデータが計算器に入られると、回答は5孔式テレックス・テープに打ち出される。この情報は直ちにテレックスで船へ送られる。M. A. N はこのフィード・バック・システムを Complex と呼んでいる。コンピュータとテレックスの2語から作られた言葉である。

Complex により船に提供される情報には、次の各項が含まれている。(図9)

行なわれるべき作業の番号。

作業の範囲。その部品に対し前回行なわれたメンテナンスを考慮し、少なくとも、いつまでに次の

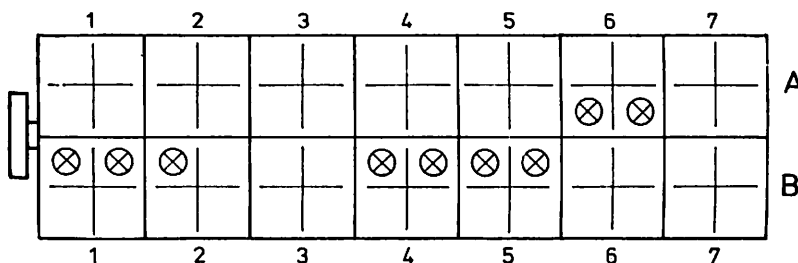


図10  
現在手入れを行なうべき排気弁(稼働時間 9,500 h)

メンテナンスが行なわれるべきかという時間的許容範囲。

必要な人数とマンパワー。

現在行なわれるべき作業の優先順位。

対象部品に対し、前回に行なわれた作業を記した船から M. A. N への報告番号。

M. A. N が最後に受取って、計算器で処理した報告番号。

最後の2項目は M. A. N が、船からの、どの報告をどこまで考慮に入れたかを示すもので、郵便が M. A. N に到着するまでの時間、何らかの都合で船から出た報告が郵送途中で、紛失する可能性を考えれば是非必要である。

例えば図9中ほどに、作業番号(Activity No.)で1140100/0120と記されたものがある。図6からこの作業が排気弁の手入れであることが判る。通常なら、この作業は5,000時間毎に行なうべきものであり、1万時間近い稼働時間(9,500h)に達しているのであるから、すべての排気弁がこれに該当するはずである(2回目のメンテナンス)。しかし実際に Complex によって指示されている排気弁は、

- A列 接手側 第6シリンダ
- 反接手側 第6シリンダ
- B列 接手側 第1シリンダ
- 第2シリンダ
- 第4シリンダ
- 第5シリンダ
- 反接手側 第1シリンダ
- 第4シリンダ
- 第5シリンダ

のみである。これらの排気弁位置を図10に示す。

これは各排気弁の手入れを過去において、何らかの理由で行なっているためである。例えば第3シリンダの排気弁は当分、手入れを必要としないのである。B列第1シリンダの排気弁の手入れは902時間以内に行なうべきであるという事実は、図9の Deviation という項に数字で示されている。一方においてA列第6シリンダの排気弁は、手入れを行なう

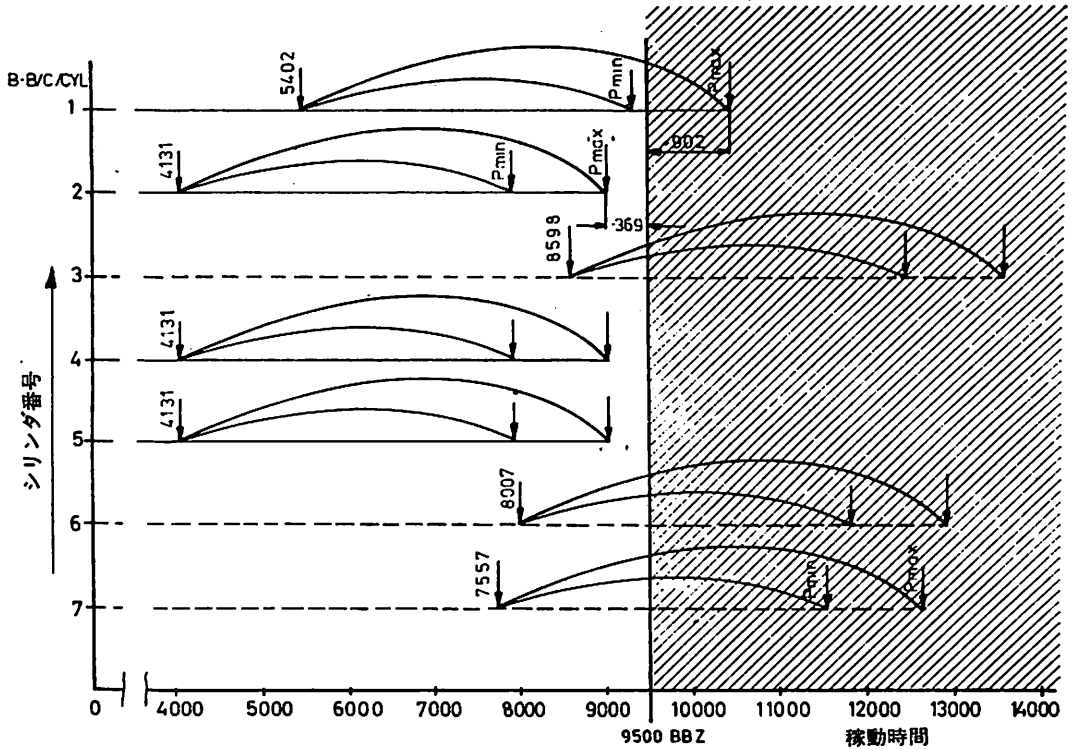


図11 排気弁（B列接手側）のメンテナンス。過去の記録と現在の処置

べき期限を 369 時間も超過している。369 時間は推奨されているメンテナンス・インターバル 5,000 時間（図 6 参照）の約 7% に当るという事実も Deviation の項に示されている。図 11 には B 列接手側排気弁の手入れが過去どの時点で行なわれたか、従って現在何をすべきかが図示してある。

何回も強調しなければならないことは、Complex により提供される情報は、すべて意志決定のための補助であることである。どの作業を行なうかは、あくまで機関長の責任で決定される。将来は、この責任が船主の陸上にいる保船責任者に移るかも知れない。行なわれたメンテナンス作業の内容は、前述の方法で記録され、解析のため M・A・N に送られ、コピーは船内でもファイルされる。このようにして、この小さいループは閉回路となる。

次に b) の大きいループにつき解説する。メンテナンス・スケジュールは、外側の大きいループによって最適化される。プラントの信頼性と挙動は、多くの計算器プログラムによって解析される。それによって、メンテナンス・スケジュールに盛込まれた作業量と本当に必要なメンテナンス作業を公

平に、厳しく比較検討することができる。

簡単にいえばスケジュールの最適化は、次のようにして行なわれる。スケジュールで定められた検査をして、常にメンテナンス作業が不必要という結果が出れば、メンテナンス間隔を延ばせないかどうか、作業量を減らせないか、あるいはその作業が不必要ではないかどうかを考える。スケジュールにない作業が、あるいはスケジュールにあっても、まだ作業を行なうべき時期に来ていない作業が、機関の不具合のため、ある頻度で必要になるならば、逆の方向の考慮が行なわれる。

小さいループが実質的には自動的に行なわれるのに対し、大きいループにおけるメンテナンス・スケジュールの変更は、M・A・N のメンテナンス・プランニング・チームによって討論の上、決定される。

## 5. まとめ

M・A・N は Complex について、いろいろな経験を積んできた。M・A・N がメンテナンスを請負った場合、M・A・N のサービス員は必ず、このシステムを利用している。サービス員は必要な場合、

Complex による指示を要求し、Complex に従って寄港中に行なわれるべき作業範囲とマン・アワーを計画する。

多くの場合、サービス員への指示は、寄港直前にしか与えられない。しかし Complex を利用していれば、寄港計画や作業地点に変更があったとしても、メンテナンス作業の準備のため、多くの調査をする必要はない。サービス員は管理作業から解放され、本来の仕事であるメンテナンス作業に専念ができるのである。

行なわれた多くの種類のメンテナンス作業を報告するため、サービス員にはメンタルな敏捷性が要求される。従来のやり方ではメンテナンス作業がすべて終わった後に、適当な長さの報告書が書かれていた。新しいシステムでは、即刻のシステムティックな特殊化されたかなり抽象化された報告が要求される。しかし考え方に柔軟性のある人ならば、何故このシステムが必要で、通常の情報伝達システムが不適当かは容易に理解できるであろう。Complex から出される指示の質が、M. A. Nへ送られる報告の質によって定まるとは明らかである。フィード・バックの質は、イン・プットの質に影響されるのである。

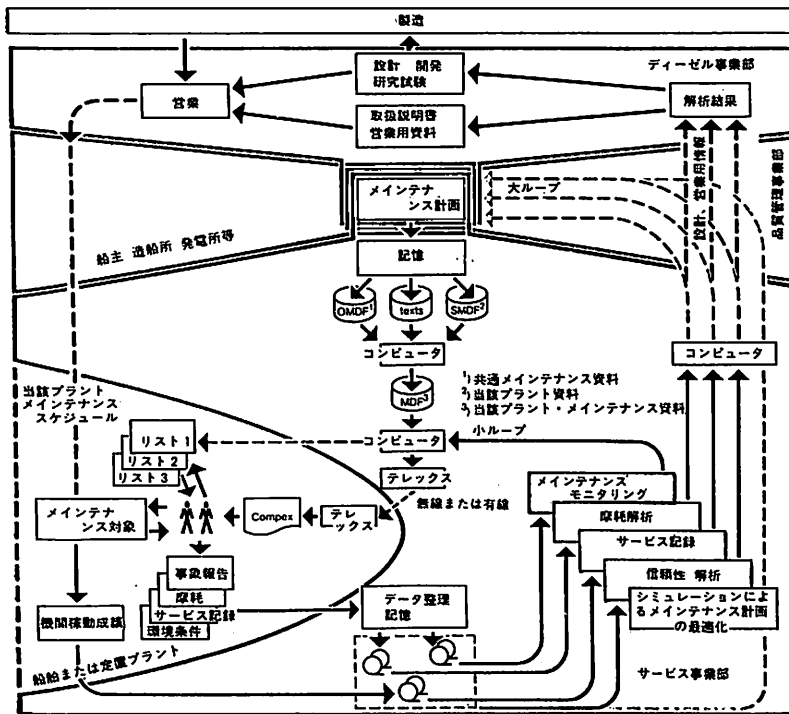
以上、システムの機能は1種類の情報を例にとつ

て説明してきた。しかし図3のチャートから判るように周囲条件、機関における温度、圧力等の計測値、摩耗値等もまた重要である。

この小文の最初に、M. A. Nはメンテナンス契約も結ぶことを記したが、現在、結ばれているいくつかの契約は期限が来た時、延長されることは確実である。船主からみてメンテナンス契約を結ぶことは、人員を節約できるのみでなく、経済的に許容できるある一定額を支払うことにより、船の稼働率を確保できることを意味する。

船の稼働率は船種とその用途によって異なるが、稼働率を管理し、確保することにはメンテナンスの面からみて、いくつかの方法がある。メンテナンスの方法は、従って、船の一生を通じての収益とメンテナンス費用の比を、最大にするよう選ばれなくてはならない。メンテナンス問題のすべての解決法がこの要求を満たすわけではない。メンテナンス契約の価格も選ばれたメンテナンスの方法によって異なる。

M. A. Nがこのような契約をオファーできるのは世界各地にはりめぐらされたサービス・ネットワークのおかげである。更に Complex システムによる情報を利用して行なわれるべき作業に対し、経済的な意志決定ができるためである。



最後に附言するが、メンテナンスの分野には、まだまだ解決すべき問題点が多い。例えば  
信頼性工学の確立  
不具合、事故の原因究明  
予備品の管理、補給  
人員の管理  
等である。

オペレーションとメンテナンスに関する船主の調査が進めば、多くの細かい問題も出てくるのである。満足すべき解決の道は船主、造船所および機械製造者の協力によってのみ見出されるのである。M. A. Nのメンテナンス・システムはその一つのモデルであると思う。(おわり)

第3図 (前号掲載の図の一部を訂正)

# 試験研究補助金の交付を受けた

## 船舶部門の技術概要

(その1)

上 田 浩 一

運輸省大臣官房政策課科学技術室

昭和52年6月27日付をもって企業合理化促進法第三条に基づく昭和52年度試験研究補助金の交付が決定された。船舶部門は10件・7,459万円で、交付先は第1表に示すとおりである。

公害の防止に関するものは小型船舶用油分警報装置の試作研究およびゴム隔膜による油水置換システムの開発研究、輸送機能・サービスの向上に関するものは船舶航行管制用船上局データ通信機の研究、輸送機関の省エネルギー化に関するものはスターリングエンジン用シール機構の開発研究、船舶技術の高度化に関するものは電子ビーム溶接用割れ試験装置の開発とこれによる割れ発生機構の研究、プラズマMIG溶接のすみ肉および肉盛溶接への応用化研究、大型鋳物表面研削盤の開発、大型FRP船舶用ガラス繊維基材に関する試研究、フェロセメント船の船殻の表面層における耐衝撃性の向上に関する研究、小型FRP厚さ測定機器の開発である。

各研究項目の概要はつぎのとおりである。今回は第1表の1から5の項目について述べる。

### 1. スターリングエンジン用シール機構の開発研究

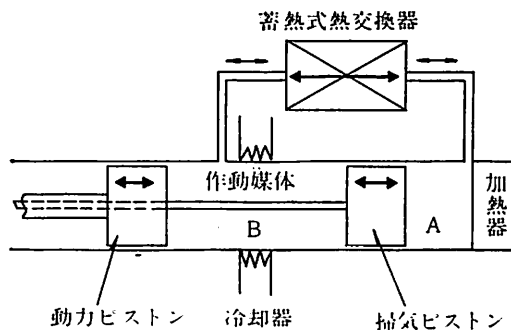
スターリングエンジンの構造の概要は第1図のようになっている。シリンダー内に作動媒体を密閉し、掃気ピストンにより、作動媒体を高温側に移動させたり低温側に移動させる。第1図のA部、B部は熱交換器を通して連なっており、掃気ピストンにより高温側に作動媒体が移動した場合には圧力が上昇し、第1図の動力ピストンを左側に押しやり、掃気ピストンにより作動媒体を低温側に移動させることにより、低圧にすることができる。このようにして高圧・低圧を交互に作り出すことができ、作動ピストンに連結したフライホイール、掃気ピストンを作動させている。作動媒体としては水素やヘリウム等が使用されている。

このスターリングエンジンの熱効率を上げ、出力を大きくするためには、高温側の温度を高くすること、シリンダー内の圧力を高くすることが必要である。従来の内燃機関と異なり、封入された作動流体の圧力が約220気圧(最大)で高く、また熱交換器

第1表 船舶部門の交付先一覧

番号	研 究 題 目	被 交 付 者
1	スターリングエンジン用シール機構の開発研究	日本ピストンリング
2	電子ビーム溶接用割れ試験装置の開発とこれによる割れ発生機構の研究	川崎重工業
3	プラズマMIG溶接のすみ肉および肉盛溶接への応用化研究	三菱重工業
4	大型鋳物表面研削盤の開発	三井造船
5	大型FRP船舶用ガラス繊維基材に関する試験研究	日本硝子繊維
6	小型船舶用油分警報装置の試作研究	島津製作所
7	ゴム隔膜による油水置換システムの開発研究	住友電工
8	船舶航行管制用船上局データ通信機の研究	三菱電気
9	フェロセメント船の船殻の表面層における耐衝撃性の向上に関する研究	日本セメント
10	小型FRP厚さ測定機器の開発	東京計器





第1図 スターリングエンジン

の伝熱面の汚れによる伝熱効率の低下を防ぐ必要があることおよび高温部が常に約700℃に保たれるので、これらの条件を満足するシール機構の開発が必要である。

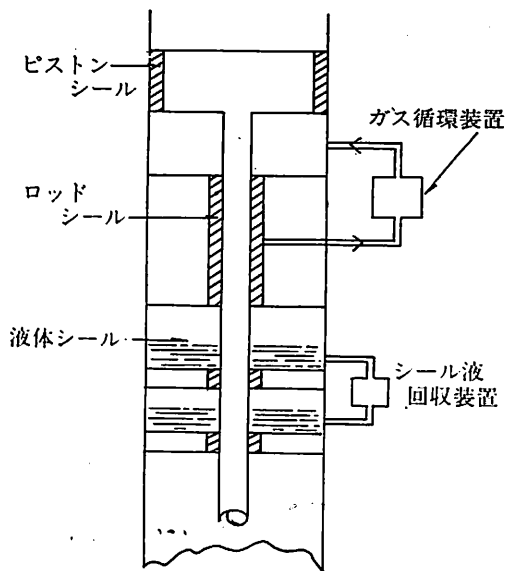
本研究はこのシール機構に関するもので、昭和51年度試験研究に引続いて実施されるものである。昭和51年度にはシール材の耐摩耗試験、ピストン部シール試験、ロッド部シール試験を行ない、スターリングエンジン用シール部品の開発を行なっている。今回はガス循環装置およびシール液回収装置を開発し、すでに開発完了したシール部品と併せてスターリングエンジン用シールシステムを完成させるために実施されるものである。試験研究の内容は、ガス循環装置の設計・試作、シール液回収装置の設計・試作、シール機構のマッチングに関する試験、シール機構の耐久試験、シール機構の解析評価である。

#### 1-1 ガス循環装置の設計、試作

スライディングシールを前提とすると、エンジンの停止時をも考慮するならば、ロッドシール部からのもれガスをエンジンに還流させることが必要となる。すなわちロッドシール部からのガスのもれは、動的条件もさることながら、静的条件においてももれガスはロッドシールと液体シールとの間の圧力を増加し、ひいては、対外気とのもれ条件を悪化させることにもなるので、何らかの方法で、もれガスをシリンダー部に戻すべき手段を併用することが必要となる。本研究においては、スターリングエンジンの特性にマッチした所のガス循環装置を設計試作するものである。

#### 1-2 シール液回収装置の設計、試作

ロッドシール部の最下段は作動ガスの外部との接触を完全に断つために液体によるシールを採用するのが好ましく思われるので、この加圧されたシール液のもれたものを閉回路的に元に還流させる必要が



第2図 シール機構図

ある。本シール液は高粘度液体であり、還元流量が少いことと相まって、還流には特別な配慮が必要となる。また回収装置の作動タイミングのための制御が必要である。上記目的のためのシール液回収装置の設計、試作が行なわれるものである。

#### 1-3 シール機構のマッチングに関する試験

シール部品、ガス循環装置を一連としてスターリング機関としての、システム的なマッチング試験を行なう。

#### 1-4 シール機構の耐久試験

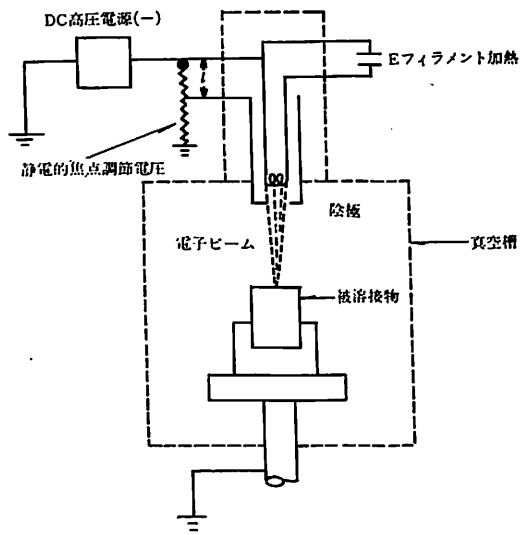
性能確認された最適組合せにつき耐久試験を行なう。耐久試験は各要素の耐久試験は各要素の耐久性の確認と耐久試験前後におけるシステムとしての性能の変化を確認するものである。

#### 1-5 シール機構の解析評価

主として、ガス循環装置およびシール液回収装置を含むシール機構の解析評価が行なわれる。内容はガスもれ及びシール組合せ解析評価、フリクションロスの解析評価、シール機構の寿命解析評価である。

### 2. 電子ビーム溶接用割れ試験装置の開発とこれによる割れ発生機構の研究

第3図に電子ビーム溶接の原理を示す。高真空中で10~30KVで加速された高速の電子線を継手部に衝突させ、その発熱により溶接する方法で、ジルコン、ニオブなどの活性金属や高融点材料の溶接に



第3図 電子ビーム溶接の原理

も利用される。この方法はエネルギー入力が小さく、溶ける面積は狭く深いので、ヒズミや熱影響の少ない溶接が可能である。

電子ビーム溶接法は真空中で溶接がなされ、非常に深い溶け込みが得られる。試験機は真空中で作動できるものとし、溶接中および冷却過程に発生する割れ、および溶接後数時間経過後発生する割れを研究するため、溶接中および冷却過程にも拘束を与え、荷重および変位を自動的に制御できるような機構を有するものである。

また、厚板の電子ビーム溶接においては、水平姿勢も有効であることが確認されていること、および姿勢により溶着機構や溶け込み形状が異なることから、溶接姿勢を変えることができる割れ試験装置を開発する必要がある。そこで、実際の溶接施工状態を再現できる電子ビーム溶接用引張拘束割れ試験機を開発し、これを用いて電子ビーム溶接法における割れ挙動を究明するとともに、定量的かつ合理的な割れ防止法を確立し、構造物の安全性を確保しようとするものである。

上記目的を遂行するために、電子ビーム溶接用割れ試験装置の試作、割れ試験装置の性能試験と試験方法の確立、高張力鋼の割れ挙動の研究が行なわれる。

2-1 電子ビーム溶接用割れ試験装置の試作

溶接時の種々の拘束状態を定量的に再現でき、定荷重および定変位が自動的に制御可能な最大荷重容量 300 トンの引張拘束割れ試験装置を試作し、この

装置に真空チャンバー、電子銃、電子銃駆動機構を装備することにより、電子ビーム溶接用割れ試験装置を開発するものである。

2-2 割れ試験装置の性能試験と試験方法の確立

試作された割れ試験装置は種々の姿勢で所定の荷重が得られるように設計されるが、実際には部品の自重、試験片の自重などにより、メータには真の値が示されない。そのため、試験機の特性格調把握のための性能検査および調整を行ない、本装置を用いての試験方法を確立するものである。

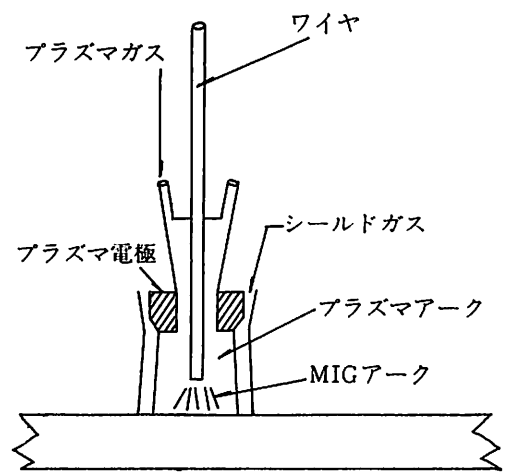
2-3 高張力鋼の割れ挙動の研究

種々の電子ビーム溶接条件において、溶接割れ試験を行ない、拘束応力を種々変化させた場合の割れ発生および破断時間を求めるとともに、それぞれの場合の割れ発生限界応力および限界拘束度を求め、この値の大小により割れ感受性を評価する。

次に割れ発生機構を切断面マクロ写真、破面の走査型電子顕微鏡写真により調べる。また溶接部の水素量を分析し、水素の影響についても調べ、これらの結果から発生機構を究明するものである。

3. プラズマMIG溶接のすみ肉および肉盛溶接への応用化研究

プラズマMIG溶接法は、プラズマ溶接とMIG溶接法を組み合わせた溶接法であり、高熱のプラズマアークを利用する。このため、従来のMIG溶接では300A程度であるのに対し、プラズマ電流200Aを与えることによりMIG電流が400Aに達し、溶接ワイヤの熔融速度を従来法の1.5~2倍とすることが期待でき、溶接脚長が6mm程度では溶接速度



第4図 プラズマMIG溶接

は約50%以上アップが可能である。第4図にプラズマMIG溶接法を示す。

本研究では、プラズマMIG溶接について、プラズマMIG溶接の基本特性の研究、すみ肉溶接への適用性の研究、肉盛溶接への適用性の研究が行なわれる。

### 3-1 プラズマMIG溶接の基本特性の研究

アーク安定領域に及ぼすワイヤ突き出し長さの影響、溶着速度の測定、溶込特性の調査が行なわれる。

### 3-2 すみ肉溶接への適用性の研究

溶接諸条件と脚長との関係を調べ、すみ肉溶接施工の適正条件を求める。また本溶接法で行なったすみ肉溶接部の評価のために、引張試験、曲げ試験、疲労試験を行ない、さらにマクロ組織、ミクロ組織および硬さ分布などの治金的性質について調べられる。

### 3-3 肉盛溶接への適用性の研究

材料として銅合金、ステンレス鋼を用いて、肉盛溶接時のアーク安定性、オシレーションと肉盛りビード形状の関係および機械的・治金的性質について調べられる。

## 4. 大型鋳物表面研削盤の開発

船舶ディーゼルエンジン、タービン等の大型鋳物の表面研削作業は、複雑な形状、寸法などから機械化が遅れているため、従来より熟練工によって手仕上げされているのが通常の方法とされているが、鋳物の表面の仕上げは、ハンドグラインダーにより行なわれていることから、長期間従事の作業員には振動にもとづく職業病の発生が見受けられるようになっており、その対策が急務となっている。したがって、従来の手作業に代る新しい大型鋳物表面仕上用研削盤が早急に必要とされるので開発が行なわれるものである。本研究では大型鋳物表面研削盤の開発試作および評価試験が行なわれる。

### 4-1 大型鋳物表面研削盤の開発試作

研削盤の開発に当っては、研削ヘッド、ワークテーブル、架構、制御装置の要素についてそれぞれ開発研究を要するものである。研削ヘッドについては鋳物表面に倣って研削可能な機構、砥石面圧を調整出来る機構、砥石研削能力を最大とするための研削速度のコントロールが可能な機構、多方向研削が可能な機構、砥石の破損に対する安全装置の開発研究が行なわれる。

ワークテーブルについては重量品の位置合せ機

構、架構については研削作業に当っての振動変形防止と研削ヘッドの位置合せ機構、また制御装置については上記各項目に対する制御並びに安全機構の開発研究が行なわれる。

### 4-2 評価試験

前記大型鋳物研削盤が所期の機能を有することの確認が行なわれる。

## 5. 大型FRP船舶用ガラス繊維基材に関する試験研究

船体主要部材にFRP積層材を用いたFRP船は漁船をはじめとして年々大型化しているが、これにともないFRP積層板も厚板化している。これらの積層板は不飽和ポリエステル樹脂とガラス繊維基材から成り、ガラス繊維基材はチョップドストランドマット（以下、M基材という）およびロービングクロス（以下、R基材という）と呼ばれる2種類のものが主体となり、両基材を任意に組み合わせて積層するものが多い。その積層数を増すことで厚板化と沿層方向の機械的強度は容易に高め得る。しかしながら、これらの在来のガラス繊維基材では基相互を、その層間で板厚方向に連結し補強するためのガラス繊維の配列はなく、層間強度の補強は全く期待できない欠点がある。層間強度は不飽和ポリエステル樹脂の強度をその接着結合力のみに頼らざるを得ない。

従来より多用されているM基材とR基材の組み合わせ積層板は、異質層の積み重ねで成りたっており、その積層板に過大な応力が発生したときは、特に層間でのクラックの発生や剝離が起り易く、しかも、それは隣り合うM基材とR基材との層間に集中して発生することは、積層板の破壊試験でも認められるところである。

本試験研究は、ガラス繊維基材相互を板厚方向にも連結し、補強し得るためのガラス繊維を配列せしめた新種の織布基材、およびM基材とR基材のそれぞれの特徴を一種の基材に合わせ持たせることで積層板の均質化をはかり、従来層間に発生しやすかった欠陥を解消することをねらった新種の不織布基材の開発を目的として実施するもので、織布状ガラス繊維基材の試作、不織布状ガラス繊維基材の試作、ガラス繊維の表面処理の改良、積層板の試作および積層板の材料試験について行なわれる。

### 5-1 織布状ガラス繊維基材の試作

# 海外事情

## ■《AUSTRALIAN VENTURE》ANLの

### 最新フルコンテナ船

ANL (Australian National Line) の最新の“第二世代”と呼ばれる冷蔵コンテナを多数運搬が可能なセル付コンテナ船が、Bremer Vulcan の Vegesack 造船所から引渡された。

本船は、Vegesack 造船所にとって過去10年間で22隻目のフルコンテナ船であり、豪州/ニュージーランド/欧州航路用として、大量の冷蔵コンテナが搭載可能である点でユニークな船である。

(Shipbuilding & Marine Engineering International, May, 1977)

\*

欧州/豪州・ニュージーランド航路を運営する2つのコンソーシアムの ACT/ANL のグループと ANZECS グループにとって、コンテナ船の整備は最終段階に入った。

本船の最大の特色は、その船内冷凍コンテナスペースが巨大であることである。1820TEU 中、実に913TEU の冷凍スペースを持っている。

船内は、9列8段、甲板上是13列2段であるが、No 3 ホールドから No 9 ホールドまでは、ダクトによる外部冷却型冷凍コンテナが搭載可能であり、1個当たり 26.34m<sup>3</sup>、全部で実に 24,048m<sup>3</sup> のスペースを有し、最新型の冷蔵専用船のどれよりも大きい。

将来は、No11ホールドも改装できるように配慮されていて、この場合 997TEU、26,260m<sup>3</sup> にも及ぶ

厚さ方向に繊維を配列するものの試作を行なう。試験条件として、織布の厚さ、厚さ方向の繊維の配列間隔、厚さ方向に配列する繊維束の形態について行なう。さらに平織、綾織、朱子織等織り方を変えるものについても試作を行なう。

#### 5-2 不織布状ガラス繊維基材の試作

M 基材製造機に、タテ方向およびヨコ方向への連続ガラス繊維束配列試験機を設置して試作が行なわれる。本製造試験機によって試作する不織布状ガラス繊維基材はタテ方向連続繊維束、ヨコ方向連続繊維束および所定の繊維束長さにカットされ無定方向に散布、集積されるチョップドストランドとからなる。タテ方向およびヨコ方向への連続繊維束は繊維直径、繊維束の単繊維本数、表面処理に関して条件を変え試作され、チョップドストランドについて

ことになる。

この他に、船尾には、万一の漏洩時、セルフドレーニング可能な装置を備えた危険品スペースもあり、甲板上には、冷凍装置自蔵型冷凍コンテナのポイントも多数装備している。

この冷凍設備は、Hall-Thermotank International Ltd 設計、供給のものであり、Howden の R-22スクルーコンプレッサー式冷凍機 480KW×2 と 355KW×2 の計4機と 130KW の Hall-Veebloc レシプロコンプレッサー式補助冷凍機を装備し、この補助機で冷凍能力が小さくてもよい場合（例えば南航時）に使用される。

豪州/ニュージーランドと欧州、北米、または日本を結ぶ航路就航船は、正に“Empire Food Ship”となりつつあるようである。

Length, oa, m	248.58
Length bp, m	236.20
Breadth moulded, m	32.24
Depth to upper deck, m	21.50
Service draft, m	11.00
Corresponding deadweight, tonne	32,800
Gross measurement, tons	44,345
Net measurement, tons	28,030
Containers, total TEU	1,822
underdeck, TEU	1,220
reefer, TEU	913
40ft	50
Main engine 2×BV-MAN K8SZ90/160A	
Output, total KW	39,187

は、繊維直径、繊維束の単繊維本数、表面処理（集束剤）切断長さ等を変えて試作される。

#### 5-3 ガラス繊維の表面処理の改良

ガラス繊維の表面処理は、ガラス繊維の紡糸工程で単繊維を所定本数集束したときに塗布される集束剤によってほぼ決定づけられるので、改良試験の主体は集束剤の組成と配合比およびその附着量の決定に関するものとなる。

#### 5-4 積層板の試作および積層板の材料試験

積層板は試作基材を補強剤として不飽和ポリエステル樹脂を含浸させながら、板厚 15mm~25mm の積層板を手積成形法によって試作する。

そして一般機械的性質に関する材料試験、せん断特性に関する材料試験、その他の特性、および大型船用補強材としての総合評価が行なわれる。(つづく)



## 船舶と沖合建造物の腐蝕防止法の 改良のために

D. H. ディア

Shipping World & Shipbuilder

1974年にロンドンで、船舶塗装と腐蝕に関する第1回国際会議が開かれ、いくつかの成果が挙げられたが、それでもなお、船舶所有者、造船業者、修理業者、塗料供給者、塗装業者が共同でなすべきことはまだまだ沢山残っている。

その点は、昨年(1976年)アムステルダムで行なわれた第2回国際会議で明らかにされた。この会議は Shipping World & Shipbuilder 誌の後援により開催されたのであるが、その中で、船舶塗装および腐蝕防止の両技術に関する多くの未解決問題を討議するため、公開討論会が行なわれた。

なお、第1回会議の議事録は単行本として出版され、船舶塗装および腐蝕の問題についての国際的な参考文献となっている。

### 会議参加者のための展示会

両会議においては小規模な展示会が催され、それを通じて討議者は塗料、化学製品、添加剤、洗浄・スプレー設備、アクセス設備および塗装研究の最近の発展を知り、また、展示者と議論することができるようになっていた。

また昨年の会議では11編の論文が提出された。実は12編の論文が予定されていたのであるが、「高所作業の保護」を扱った論文の報告者が病気で倒れ、報告を取り消したのである。だが、この論文自体は他の会議議事録とともに昨年末に出版された報告書に集録されている。

これらの報告者の中には、デンマークのヘンベル・マリオン・ペイント社のS.ジョンソンとH.オーネマスの名が見られる。彼等はハイドロ・ダイナミック社の船底よごれ付着防止システムを使って行なったサービスについての経過報告を行なった。ま

たノルウェーの船主協会 Øivind Lorentzen の J. E. ウォールは、船底のよごれ付着防止作業を再開したいきさつについて船主の見解を述べた。これら2論文は、船底のよごれ付着防止に関して行なわれた、午前の部の会議に提出されたものであるが、非常に活発な議論を惹き起した。これはこの問題がいかに重要かを裏書きしている。

会議2日目のオランダ船舶塗装研究所のR. G. ド・ラングとF. H. ド・ラ・コートの論文は、現在の塗料研究の概要を示すものであった。一方、デンマークの腐蝕防止のエキスパートである Bergsøe Anti-corrosion 社の A. リーズバーグは、陰電気帯電によるよごれ付着防止(cathodic protection practices)の船舶への応用に関する包括的概観を行なった。

### 環境保護

日本参加の東氏(井上商会専務)は、「環境の保護」と題する論文を提出した。それによれば、有毒排気の浄化、工業に起因する塵埃の集塵、塗料吹付け、塗料中の有毒成分および捨てられた塗料の処理、塗料除去用の溶剤およびその容器に関する日本の法律の多くは、船舶の建造・修理場近辺の住民および労働組合の圧力によって作られたものだということである。

この法律の制定によって、何箇所かの造船所は風の強い日にもはや戸外で吹付け作業を行なうことができなくなった。また、もっと小規模な造船所では昔の塗装用ローラーを使うことを余儀なくされた所も何箇所か出た。

日本政府は2、3年の内に、空気中の溶剤濃度を規制する法律を定めることを考慮している。また塗

料工業は、この規準値に適合したコーティングの開発を急いでいる。

### 腐蝕の基礎理論

会議での第一番目の論文は、マンチェスター科学技術大学<sup>(1)</sup>のJ. D. スキャントレベリー博士による「海水中での腐蝕及びその防止に関する原理」と題するものであった。

腐蝕の基本的メカニズムは少数の特筆すべき例外を除けば、ほとんどの金属が酸化物、硫化物、塩化物等々と化合した状態では、熱力学的に不安定だという点にある。その結果として腐蝕は自然発生的に生ずる。また、湿度が高いとか、水中に没した状態とかでは、腐蝕反応は電子化学的なものとなる。すなわち、同一金属の一部が陽極となって、そこに腐蝕が生じる。そして他の部分は陰極として働いて自由電子を陽極に向けて放出する。中性又はアルカリ性の状態では、陰極反応のほとんどは酸素がアルカリを作る反応である。この状態で陽極部分は腐蝕を受け、陰極は保護されることになる。

金属表面にこの、いわば腐蝕電池といえる状態を生ずる原因の典型的なものは、①2種類の金属が近接した状態で存在すること、②含有成分、例えば硫黄含量の不均質、③同一金属内での内部ひずみの差違、④環境的差違、例えばそれぞれの場所が異なった量の酸素に曝されているか、といったことなどである。

また腐蝕過程は熱伝導を生じ、また無制限に酸素供給を得られる場合、例えば水のはねかかる部分などで加速的に進む。

当然予想されるように、一度腐蝕を生ずると、その物体は腐蝕に対して弱くなる傾向がある。

### ピッチング（アバタ状の腐蝕）の問題

油断できない腐蝕の型にピッチング（アバタ状の腐蝕）がある。これは全体的な腐蝕の度合が極めて低いにもかかわらず、腐蝕がある特定部分に集中し、急激な穿孔を生じて事故を起こすというものである。

腐蝕の防止は多くの新素材を使って成し遂げることができるが、通常それらの新素材はあまりにも高価で多量には使えない。あるいは、さもなくば、それらは比較的小型の船舶に適しており、全ての船舶に適している訳ではない。グラスファイバーで強化したプラスチックはその一例である。

陰極帯電による保護は腐蝕防止の有効な手段であ

り、海洋環境の中で、現在、そのための諸システムが次第に多く使われてきているが、その中でも、いわゆる犠牲システム、すなわち特殊な陽極を取りつけてそれを腐蝕させ、そのかわり、目的とする金属の保護を達成するという方法が、現在広く用いられている。これらの陽極としては、マグネシウム合金、亜鉛、アルミニウム合金が軟鋼の保護のために使われているのである。

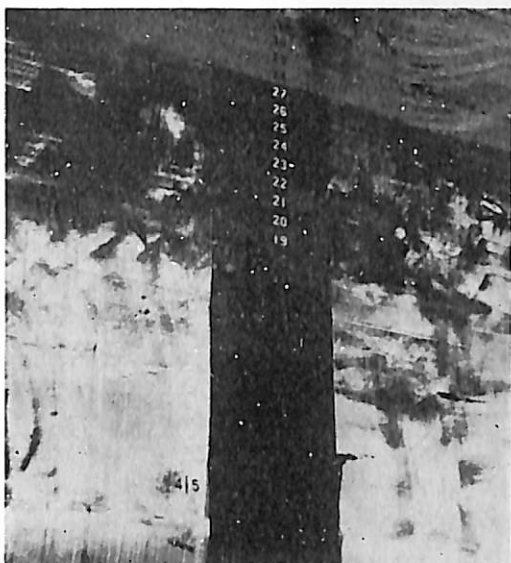
一方、前にも述べたように、腐蝕というのは電子化学的な過程であるから、その過程を妨げるいかなる障壁も反応を遅らせ、作用を受ける物体を腐蝕から守ることになる。塗料は酸素と水の移行を妨げることができると考えられてはいないが、ある種のコーティングはそれらのイオンの動きを高度に妨げるようである。この保護メカニズムは腐蝕防止用の顔料、例えばエポキシとかコールドワークエポキシなどを使わない場合に適合すると考えられる。

これらのコーティングシステムは、特に適切な条件で鋼表面にほどこされた時有効性を発揮する。しかし、この方法ではコーティングが損傷を受けた場合、反応力に富んだ顔料がその損傷部を補うという形にはなっていない。また、これらのシステムは完全に水中に没した条件下で、陰極帯電による保護と組み合わせて使用される傾向がある。

### ジンク・リッチ（亜鉛を多量に含む）システム

一般に、耐蝕性のコーティングはその中に反応を起こす顔料を含んでいるために、保護的な働きをするのだと推論されている。多種のコーティングがいわゆるジンク・リッチ（亜鉛を多く含む）システムにしている。この種のコーティングは有機または無機の接合材と多量に亜鉛の微粉末を含んだ顔料から成っており、そのため、金属表面との接触は少なくとも最初は膜によってさえぎられている。だが、たとえコーティングに裂け目ができたとしても、鋼に腐蝕が生ずることはないであろう。その理由は、鋼表面は亜鉛の腐蝕によって負に帯電されて護られ、また亜鉛の腐蝕産物がそれ以上の腐蝕を妨げるからである。

ジンク・リッチ・コーティングは良く調整され、ホコリを吹き払った鋼表面に対してのみ推奨できるコーティングである。だが、塗り替えするコートのつきのよさの問題がもう一つ残っている。特に、もし前に塗ったジンク・リッチ塗料の表面が風化している場合には、次に重ねて塗った塗料がうまくつかないということが生じる。



SPCを塗布後しばらく経たタンカーの船腹。中央の暗色の縦縞はSPCを塗布されてない部分でひどく汚れている。

最後の種類の耐蝕コーティングは、前処理の段階で、水に可溶でかつコーティング膜内に常に存在する化合物を作るといふ所に特徴がある。これによって、腐蝕抑制剤が金属表面に運ばれ、その表面を不活発な状態に保つのである。

この化合物は直接に顔料として（例えば亜鉛クロム酸塩、亜鉛燐酸塩など）添加されるが、あるいは接合材が乾燥する時に生じる化合物、顔料の間の反応によってできる。例えば（空気乾燥された）鉛丹塗料の腐蝕抑制力は、鉛アゼレリック（lead azelaic）によって生ずると考えられている。この化合物は、揮発油の分解によってできるアゼレリック酸と鉛丹とが反応して生ずるのである。

一般的に言って、この種のコーティングはきちんと調整されていない鋼表面に塗布するのに、他の方法より適している。鉛丹塗料は長年に亘って耐蝕性を発揮するのである。しかし、そのコーティング内で活発な反応性をみせる顔料の性質上、抑制を行なう塩類は金属表面のみならず、コーティング外でも溶解することになる。

#### 新しいよごれ防止用コーティング

次に、この会議で多数の論争と熱心な議論を生み出した論文は、インターナショナル・マリン・コーティングス社<sup>(2)</sup>のA. O. タリスティ博士によるものであった。この論文は「SPCを使用するのサー

ビス経験」と題して、自己みがき上げ共重合体（self-polishing copolymer [SPC]）として知られる革命的な汚れ止めの使用実績を詳細に述べている。

このSPCというのは、同じ著者によって、1974年の会議で初めて紹介されたものであるが、表面を流れる水流の動きによってよごれを洗い流し、常によごれどめ効果を保つよごれ止めシステムである（写真参照）。これは従来のよごれ止めとは使用数カ月後に、はっきり差が出る。というのは、従来の毒性を持たせてよごれ止めを行なうというやり方では有効成分が溶け去ってしまい、表面の生物殺傷効果を失って、結局物理的な方法で表面を清掃せざるを得ないからである。

それに対して、SPCのよごれ止めの寿命は直接、コーティング膜の厚さに比例している。また、コーティング表面の粗面の程度によって、みがき上げの効率は異っており、表面が荒い状態ではその効果は著しく低下する。しかし、次のコーティングを、前に塗ったSPCの上に重ねて塗り、その状態を改善することが可能である。

研究室でのテストでは、実験用の板にSPCを塗って流水中に沈めシミュレートした結果も含め、表面の粗面によって20%以上もの非常に大きな効率低下が見られた。

今、SPCは2年以上もテスト用板片を船に取り付けて「海洋で」テストされており、素晴らしい結果を得ている。SPCを全面塗布した船はまだ海洋上であまり長い時間を経過していないが、このよごれ止めについて主張されている利点を実証した。スピードに関して得られた回帰線は驚くべきものである（図1）。船の速度は時間と共にやや増加する傾向さえ見せている。これは船に関しては前例のない状況であり、しかもこの現象を説明しうるような馬力、あるいは構造上の変化は何らなかったのである。

また、SPC、あるいは他のいかなるコーティングにおいても、表面を注意深く調整し、最良の状態にコーティングし、塗料会社の仕様書を厳密に守ることが、その利点を最大限にひき出し、設計された耐久時間を実現する上で重要である。

#### 品質保証検査

障害が起きた時に保修塗装を保障するというやり方ではなく、最初の段階で予防的に品質保障検査を行なった場合について、R. J. P. ニックリン社<sup>(3)</sup>のW. P. ディクソンが、「塗装保障と品質事前保障」と題する論文の中で論じている。

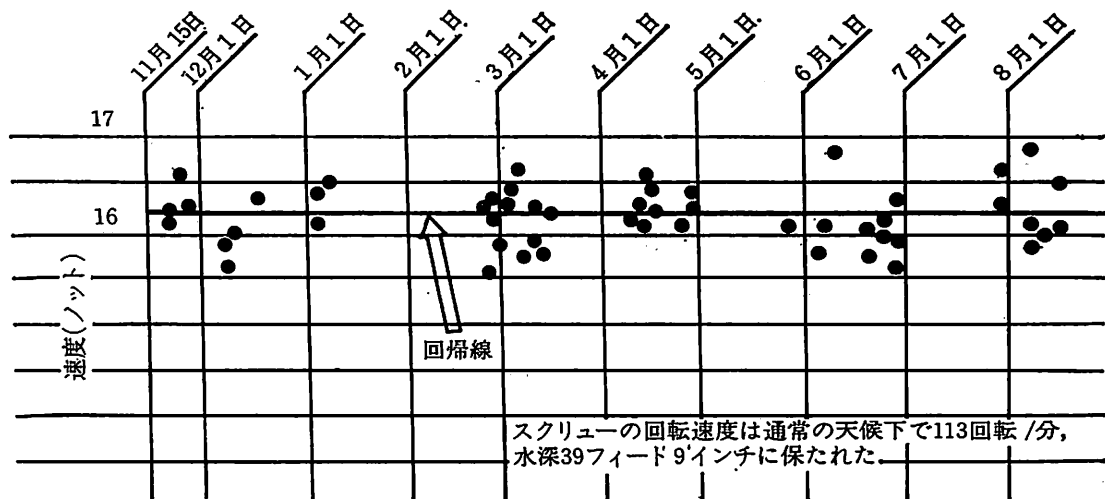


図1 MT. Aurore 号の速度に関して得られた回帰線

彼は次のような注意深い考察でその論文を開始している。

「このような専門的な会議が開かれ、多数の責任ある地位の人々がかくも多く、また世界の各地から集まられたということは、一方では保護処理に関する技術に大きな実質的進歩が生まれていることの反映であります。他方ではそれらの技術を実地に適用した場合、しばしば極めて不十分な成果しか得られないという状況があるためであります。保護的なコーティング技術に進歩が見られることは、いくつかの秀れたコーティング・システムによってサービス寿命の延長が実証されたことで明らかです。だが現実には多くの場合において貧弱な成果しか挙げておりません。それは、これらのコーティング・システムを採用した場合に、多くのコーティング上の失敗を犯し、その結果、そのシステムの採用に禁止的なコストを生じ、保修作業および計画されざる非稼働時間を生ずる恐れがあるからであります。

たしかに、保護について現在知られている全ての方法は、それが適用された場合、時間と共に劣化し、最終的には破れてしまいます。だが、私の見解によれば、その保護処理事業が船体に対するものであれ、あるいはタンク設備や乾舷に対するものであれ、十の内九つまでが処理時の未熟な失敗によって、所期の成果を挙げられなくなっているのです。」

もし、これ程に高いコーティング上の失敗率が真実であれば、船体表面の状態がかくも際だった効果をスピードに与え、従って燃料費に影響し、用船契約者がタンクに対して次第に高い水準のきれいさを

求め、あるいは本来不必要な乾ドック入りによって、[まずく行なわれた]良いコーティングの費用が禁止的な額にのぼり、その上用船料収入をその期間失うことになる以上、明らかにこの状態を放置しておくことはできない。

#### 素材品質は良好である

ディクソン氏によれば、報告されたコーティングの失敗の内、わずかに約3%程度が欠陥素材によるものであったに過ぎない。しかも、通常、保障されているのはほとんどが素材品質についてである。だが、実際は表面の調整、コーティングの連続性と、厚さ、コートとコートの間によごれなどの要素がトラブルの犯人なのである。

品質事前保障というのは、「サービス寿命を左右する最も大きな単一要素は、いかなるコーティング・システムにおいても、表面の事前調整である」という認識に立っている。理想的には、いかなるコーティング事業も、それに関連する全ての人々が細部に亘る仕様書のコピーを手にするまでは実施すべきではない。だが多くの場合、仕様書は存在しないか、あっても恐ろしく不十分であり、せいぜい適用すべきコーティングのリスト及びその乾燥膜としての厚さを指定しているに過ぎない。

ディクソン氏によれば、大雑把に言ってコーティングの有効性は55%表面の事前調整に依存しており、25%がコーティング実施上の有効性、すなわち塗り残しやピンホールが無いとか、角や隅の所で適当な膜の厚みがあるとか、コートの間によごれがないとかいった点に依存し、残りの20%のみがコート



自体に依存するというのである。これは勿論、選択されたコーティングが適正であると仮定した上での話である。

こうした条件下では、注意深い事前調整とコーティングの実施、すなわち品質管理への費用支出を行なう方が、既存の不十分な保障システムへ金を払うより望ましいことは明らかである。

#### 定置構築物

沖合構築物の世界的な増大に鑑み、インターナショナル・マリン・コーティングス社<sup>(2)</sup>のB. R. サイクスの「定置構築物の保護」と題する論文は極めて時宜を得たものであった。

これらの構築物が稼動し始めたのはここ数年来的なことであり、鋭い腐蝕とコーティングの問題が脚光をあびつつあるのが正に現在なのである。この場合、多くの沖合生産プラットフォームは30年もの耐用年数を予定されており、しかも構築物補修のために乾ドックに入れることはできないということを心に留めておくことは有益である。このため最初のコーティング処理が最も重要になる。

鋼製の構築物における最大の問題の一つは、特にプラットフォーム・デッキの下をどうやって塗るかということである。構築物のあらゆる場所に関して吹き付け塗装は問題がある。油井掘削機はその性質上常に水につかっており、現地塗装は最も困難である。

生産プラットフォームにコンクリートを使用することは、全ての問題を解決することにはならない。これらの構築物は海面の相対的な位置によって異なった型の攻撃を受ける：

- (1) 満潮位以高 この区域では蒸発/乾燥のサイクルを通じて塩の蓄積があり、また新鮮な酸素の供給が常に行なわれる。しかも素材が多孔性のものであれば、この部分は氷結/融解の損傷をひどく受けやすい。
- (2) 水しぶきをあびる部分 これは干潮時に水面上に姿を現わす部分で、その部分のコンクリートはほとんどぬれた状態であるばかりでなく、くりかえして酸素に曝される。
- (3) 完全に水面下の部分 酸素の溶存量は水面での7 ppm (parts per million) から100mの深度では3 ppm へと低下する。だが深度が深まるにつれて水圧が増加するので、コンクリートの海水による侵蝕は、深度が深くなるほど急速に生じうる。

#### 鋼材による強化法は腐蝕を受け得る

コンクリートを鋼材で強化する方法は1つの問題をかかえている。というのは、この方法は海中に置かれると腐蝕を受けやすいのである。最初鋼材はセメントの強いアルカリ性に護られているが、もし海水中の塩化物および酸素がコンクリートを貫通し、腐蝕電池の状態を作り出してしまうとこの保護は破られる。すると、錆の層ができ、これが鋼材の体積を増して破砕と崩壊の原因となる。水しぶきをあびる部分はこの点で最も危険が大きい。硫酸塩による攻撃もまたコンクリート技術上の重要な問題点の1つである。

コンクリート表面へのコーティングは、外部からの化学的な攻撃、それ自身の多孔的な性質その他によって生ずる現下の諸問題を解決する上で、一つの新しい局面を拓くものである。また、そのみならず、外観の体裁もよくなるし、構築物は悪天候下でも目立つ存在となる。

なお、水しぶきをあびる場所が特に塩化物の攻撃を受けやすいのであるが、その攻撃はエポキシまたはエポキシ類似物を塗ることによって最少限に食い止めることができる。

また更に深い深度では、表面のコーティングは海水のコンクリート内部への侵入を減少させる。海水はよく目のつまった通常のコンクリートに対して、150mの深度で10cmの厚さを貫通することができるのであるが、酸素が存在しなければ、その侵蝕率は問題にならない。

油井掘削機の保護に関して、時に忘れられる点は、水面下の部分に大量の甲殻類が付着して重量を非常に増大させることがあるということである。これについては、350トンもの重量がかかった例が知られている。明らかに、この余分な荷重は、最初から設計の中に入っていないとはならない。だが、ここでも適切なコーティングの選択によって問題を軽減することができる。

#### 構築物の維持費

さて次に、費用・管理会計協会<sup>(4)</sup>のJ. C. R. ヒュージルの論文が大きな議論を惹き起した。

ヒュージル氏は計理士であるが、船舶所有者が多分自分の船の維持費について知ってはいないであろうと示唆したのである。これは所有者の側にすばやい反応を惹き起した。その反論は彼等(船主)はそれを知っているが、商売上の理由でそれを公開する

ことができないのだというものであった。これは、ヒュージル氏が彼の論文「ライフ・サイクル管理」で使用している比較図を得ることが、どれ程困難なことであったかを示している。

ヒュージル氏は、ライフ・サイクル管理の概念は造船業者と船のユーザーが「心を合わせて」船（またはあるクラスの船）の全ライフコストを引きさげようとする気持を必要とするのだと主張する。このライフ・サイクル・コスト\*の引き下げは、最初の資本費用と、それに続く運転費用、維持費用とのバランスを取るようにすることによって達成される。

その第一段階は、データ収集過程を完成させることである。この第一段階はそれ自体、意味を持ったデータを集め対照することで、費用支出の有効性を高める働きをする。

これによって船のユーザーは、彼の費用のうち最も重要なものが何かを発見することができ、更に重要なことには、それをもたらした設計上の特徴を知ることができる。

例えば燃料費はここ3年の間に280%上昇したが、北欧の乾ドック入りの費用は5年以上前と較べても100%近く上ったに過ぎない。また、性能や規模の向上を望む場合はいつでも、その向上に対応して、ほとんど指数関数的な初期費用の支出増加を覚悟しなくてはならない。ドック入りのために収入減少を蒙る危険は船のサイズが大きいく程増加する。

\* ライフ・サイクル・コスト：設備費、運転費用、維持費等、要するにその設備の建設から廃棄に至る一切の費用（訳者注）

### 優先順位を秤量する

商業的により良いバランスを達成しようという努力は、工学上の優先順位と海運上の優先順位との間の関係をよく知ることによって、また優先順位を秤量する時にコストを比較の尺度として使うことによ

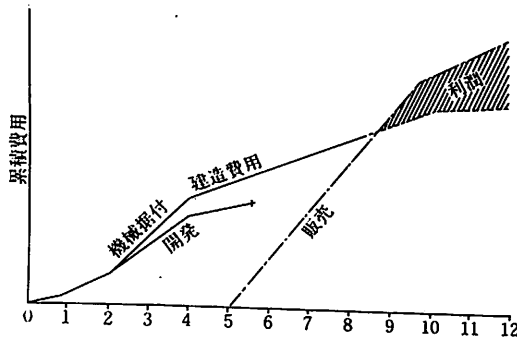


図2 資産に関する費用、販売パターン（造船業者）

って、ずっと改善されうる。

船はまず、その設計、計画、建造に資本を投下する所からスタートする。そして次に完成した船は売却され、利潤の期待のもとにユーザーの資産となる。時は移り、利潤を生み出すという希望をいだかせつつ船は摩耗、腐蝕、損傷によってその資産価値を削り取られて行く。その過程はグラフの形で示すことができる（図2、図3参照）。

また、良い設計には余分な金がかかる。そこで、乾ドック入りの日数を減らすのに幾らの費用を支出するのが妥当となるであろうか。大型タンカーを乾ドック入りさせると1日当りの損失は今日の不景気なレートでも5万ポンドにのぼる。

船底のよごれというのは絶え間なく出てくる問題で、問題の所在を示すために使うには良い例である。すなわち、たとえほとんど完璧な耐蝕板が開発され船底にとりつけられたとしても、なお、その船底をよごれから守る必要はあるのである。それでは、よごれに対しても強いプレートを開発するために研究費を支出するのは価値があることであるか。現時点では船底の一部は腐蝕から守るため、また一部にはよごれを防止するために塗装される必要がある。

また現在より効果のある塗料を塗ろうとすれば、その毒性は現在のものよりはるかに大きくなってしまふであろう。ドック入りの間隔を延ばすことによって——例えば3年の代りに4年おきとすることで——12年間にういたドック入りの時間は、初期の塗装費用を3倍払うだけの価値があるものなのであるうか。

たとえば、投下資本が早く回収されるほど、利子支払いも早く減少する。だが、燃料費の減少はこの例と同様に、余分な塗装費用を負担するのに十分なほどの利益をもたらすであろうか。

自己みがき上げ共重合体 (Self-polishing copoly-

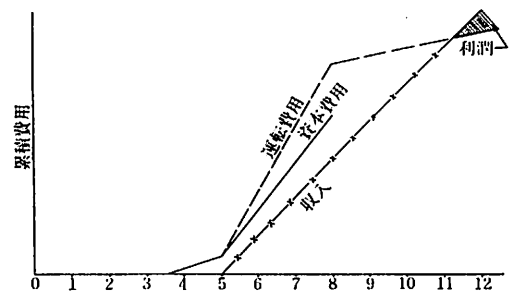


図3 資産に関する費用、収入パターン（海運業者）

mers)は攪流によって生ずる穿孔を防止し、海藻やふじつぼの付着を妨げる。だが、そのコーティングもやはり機械的な損傷を受けるし、従来の塗料にとって替えるには高くつくようである。もし従来のものより10%ほど良い実績を挙げたとしても、ユーザーはそれに見合う燃料費の節約と、乾ドック入りの時間減少を行ないうるであろうか。

こうした様々な疑問は、塗料や船底板のメーカーのユーザーに負わせる負担と費用面でのトレード・オフを予測し得た時、初めて回答を与えられるのである。

### 複雑な作業

だが船というものは非常に複雑なものであり、全ての代替案および活動を完全に分析しつくすことが可能かどうかは疑問である。多分、この複雑な物体を分析する唯一の可能な方法は、パレート分析を基礎として各要素を分離し、技術的・資源的な費用に対する感応度およびリスクの研究をそれに加えることであろう。

この種の分析作業は必然的に時間軸に沿って、あるいは人員配置水準によって細分されざるを得ず、そのために追加費用を必要とすることとなる。だが、最終的に得られる利益は明らかに、そこに支出された努力を正当化するものとなるに違いない。もちろんそのためには、良い文書調べと基礎のしっかりした議論が必要である。

これらの有効な活動が長期的な観点での節約を生み出すことは疑いない。

ここに述べた方法は理論的には非常に魅力的なものであるが、ほとんど実際に試みられたことはない。投資の査定がこの方法を管理情報、あるいは比較やフィード・バック情報として使用することによってなされたことはほとんどない。

メーカー側経営者は、メーカーとユーザーとの両方の利益を増進するための方法を開発することに力を入れるべきである。メーカーに役立つ方法はユーザーの資本財についても同様に役立つであろう。またそれは資産の全ライフを通じて資源の維持、保護に役立つであろう。

### 正しい方法

それゆえ、必要とされる諸段階は次のようになるであろう。

- (1) 関連する技術的、費用的データを作成、記録するシステムを創設する

- (2) 各船ごとに、費用データも含めて、操業、保全データを収集する
- (3) 以下の目的で経営者にデータを提示する
  - (a) 現在の保全方針をはっきりさせるために
  - (b) ユーザーに対して、メーカーの設計研究を提示するために
  - (c) 将来の設計書を準備するのに使うために
  - (d) 予備品その他に関する販売、マーケティング案を評価するために
- (4) 資本投下の評価を行なうために、新しいクラスの船それぞれに関するライフ・サイクル・コスト計画を準備する
- (5) 選択された船種のライフ・サイクル・コスト計画に関連して、その進み具合を監視するため、データをフィード・バックする
- (6) 次の計画に応用するため、当該計画からの逸脱がどの程度生じたかを明らかにする。

この循環的な監視、フィード・バック手続きを適切に使用することによって、総体的な船の資源パフォーマンス、またその収益性は改善されるであろう。

(by Courtesy of the Central Office of Information)

\*

論文中に示された企業および組織

- (1) University of Manchester Institute of Science and Technology, Corrosion and Protection Center, PO Box 88, Manchester M60 1QD, England.
- (2) International Marine Coatings, Stonegate Lane, Felling-on-Tyne, Gateshead, Tyne and Wear, NE 10 OJY.
- (3) R. J. P. Nicklin and Company Ltd. National Mutual Hous, 305 Glossop Road, Sheffield S10 2 HL, England.
- (4) Institute of Cost and Management Accountants, 63 Portland Place, London W1N 4AB.

---

### 図 “船舶”用(1年分12冊綴り)ファイル圖

定価650円(〒300円、ただし都内発送分のみ)  
ご注文は最寄の書店へお申込まれるのが、ご便利です。

■

株式会社 天然社

---

恵美洋彦 / 伊東利成

日本海事協会船体部

10-7-2 低温用炭素鋼

4. 低温用鋼質アルミキルド鋼の溶接

わが国で主として建造されている低温式 L P G 船 (-50℃ていど) の溶接について述べる。なお、材料は、前述したとおり、K T-50N または K T 50 Q またはこれと似たような材料であり、以下、この種の材料の溶接について簡単に述べる。

(1) 被覆アーク溶接

表 10-126 に N K 規則による低温鋼用溶接棒規格を示す。また、表 10-127 に低温鋼用溶接棒の 1 例を示す。なお、この表のほかに立向下進溶接棒やグラビティ溶接棒等もある。また、従来からよく用いられていた A S T M 規格のものを表 10-128 に示す。

一般に Ni 含有量 1.5% から 2.5% 程度の低水素系の溶接棒が使われており、また、L P G 鋼管の溶接には、3.5% Ni 系のものも使われている。

低温式 L P G タンクの溶接に使われる溶接棒は、いずれも低水素系であり、とくに軟鋼や 50 キロ H T の溶接に用いられる低水素系溶接と作業性に大きな差はなく、開先形状も軟鋼の例とかわる必要がほとんどない。

低温でのじん性が優れていることは、当然要求されるが、そのためには、入熱量に対してはとくに十分の配慮を払う必要がある。また、立向上進の溶接では、溶接速度が遅いため注意が必要であり、大きなウィーピングはさけるべきである。さらに、他の姿勢においても極力ウィーピング幅を小さくすることが望ましい。

図 10-288 に低温 (-60℃) での衝撃値と入熱量の関係の 1 例を示す。

入熱量が同じであっても、板厚によって衝撃値は変わり、冷却速度の遅い薄板よりも厚板の方が高い

表 10-126 日本海事協会低温鋼用溶接棒規格

記号	溶着金属の引張試験		V ノッチ衝撃試験		水素試験 (cc/gr)
	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	試験温度 (°C)	吸収エネルギー (kg-m)	
KTMW-3	41~57	22以上	-35	5.5以上	0.1 以下
KTMW-5	46~62		-60	4.8以上	0.08以下
KSTMW-5	50~65			5.5以上	

表 10-127 低温鋼用溶接棒の一例 (カタログより)<sup>30)</sup>

銘柄	溶着金属の化学成分 (%)						引張試験		V ノッチ衝撃試験	
	C	Si	Mn	P	S	Ni	降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	試験温度 (°C)	吸収エネルギー (kg-m)
NB-1	0.07	0.60	1.15	0.012	0.007	1.70	55	65	-60	8.2
NB-2	0.07	0.48	0.84	0.011	0.007	2.36	53	61	-60	9.4
NB-35	0.03	0.26	0.87	0.011	0.008	1.70	57	66	-100	6.0
N-11	0.07	0.55	0.83	0.012	0.008	1.70	53.6	60.4	-46	13.6
N-12	0.06	0.46	0.65	0.010	0.008	2.44	52.5	60.5	-60	10.8
N-13	0.06	0.43	0.49	0.010	0.008	3.28	54.3	62.7	-73	6.6



表10-128 ASTM A316による低温用溶接材料規格

分類	化 学 成 分 (%)									引 張 試 験			2mmVノッチ シャルビ	
	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	V	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> )	伸び DL=50mm (%)	試験温度 (℃)	吸収エネルギー (kg·m)
E8016 -C1	≤0.12	≤1.20	≤0.03	≤0.04	≤0.60	2.00 ~2.75	—	—	—	≥56.2	≥47.1	19	-51	2.8
E8016 -C2	≤0.12	≤1.20	≤0.03	≤0.04	≤0.60	3.00 ~3.75	—	—	—	≥56.2	≥47.1	19	-73	2.8
E8016 -C3	≤0.12	0.40 ~1.10	≤0.03	≤0.04	≤0.80	0.80 ~1.10	≤0.15	≤0.35	≤0.05	≥56.2	≥49.2	22	-40	2.8
E9015 -D1	≤0.12	1.25 ~1.75	≤0.03	≤0.04	≤0.60	—	—	0.25 ~0.45	—	≥63.3	≥54.1	17	-51	2.8
E10016 -D2	≤0.15	1.65 ~2.00	≤0.03	≤0.04	≤0.60	—	—	0.25 ~0.45	—	≥70.3	≥61.2	16	-51	2.8

注) E8016-C3は、溶接のままの規格値、その他は応力除去焼なまし状態の規格値

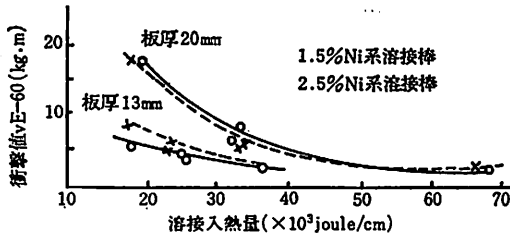


図10-288 溶接入熱と溶着金属の衝撃値<sup>30)</sup>

衝撃値を示す。冷却速度が遅いと衝撃値は下っていくので、予熱及び溶接中の層間温度を必要以上に高くすることはさけるべきである。低温用アルミキルド鋼の場合は、鋼材の炭素量が低く、特別な場合を除いては、一般に予熱を必要としない。

入熱量、予熱、層間温度は、構造物の大きさ、溶接棒の化学成分、要求される衝撃値等によって異なってくるので一概には決められないが、次のような条件が一応の目安として与えられている<sup>30)</sup>。

予熱：原則として不要だが、気温が0℃以下の場合や、水分が付着している場合は軽い予熱(約70℃以下)が望ましい

入熱量；板厚 13mm：約 25,000 Joule/cm 以下

板厚 20mm：約 36,000 Joule/cm 以下

層間温度；板厚 10mm：約 100℃ 以下

板厚 20mm：約 150℃ 以下

#### (2) サブマージアーク溶接

表10-129にNKの低温用自動溶接材料規格を示す。また、表10-130に低温用サブマージアーク溶接材料の1例を示す。サブマージアーク溶接材料は、溶接金属中のNi含有量が1ないし3%になる

ようなものが用いられている。

わが国の造船所で低温LPGタンクの溶接に使用されているワイヤは、1.5% Ni系、2.5% Ni系、3.5% Ni系等種々あり、溶接施行条件にもよるが、一般にNi含有量の多い方が良好なじん性を示す。

普通に使われている溶接条件の1例を表10-131に示す。

サブマージアーク溶接の場合も、とくに入熱量には、十分な注意を払い、入熱量過大による溶着金属及び熱影響部のじん性の低下のないように注意を払う必要がある。

また、余盛の高さについても注意が必要であり、軟鋼の場合よりも余盛高さを低くすることが要求されることも多い。入熱量を低くおさえるために溶込み深さをあまり大きくないことから、前出の表においてもX型開先または裏はつりという手段がとられていることにも注目したい。

#### (3) 炭酸ガスアーク溶接

最近、炭酸ガスアーク溶接も低温LPGタンクの溶接に使われるようになったが、まだ下向きのみ肉溶接に採用されているだけで、一般に広く使用されていない。表10-132に炭酸ガスアーク溶接の性能を示す。

#### (4) 溶接継手の性質

溶接継手部のじん性の影響は、被覆アーク溶接についての1例を示すと図10-289の試験片で試験が行なわれ、図10-290に示す結果が得られている。図中KL33Aとあるのは、焼ならし材、KL33Bとあるのは、焼入れ焼もどし材であり、溶接棒は、1.5%

表10-129  
日本海事協会低温鋼用自動溶接  
材料規格

記 号	溶着金属引張試験		Vノッチ衝撃試験	
	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	伸 び (%)	試験温度 (°C)	吸収エネルギー (kg-m)
KTAW-3	41-57	.22以上	-35	3.5 以上
KTAW-5	46-62		-60	3.0 以上
K5TAW-5	50-65	21以上		3.5 以上

表10-130 低温鋼用サブマージアーク溶接材料の一例<sup>30)</sup>

銘 柄		ワイヤの 成分系	板厚およ び層数	溶着金属の化学成分(一例)(%)					引張 試 験		Vノッチ衝撃試験	
ワイヤ	フラックス			C	Si	Mn	Ni	Mo	降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	試験温度 (°C)	吸収エネルギー (kg-m)
US-255	MF-38	2.5Ni- 0.5Mo	13mm単層	0.09	0.27	1.39	1.13	0.24			-50	4.7
			25mm多層	0.09	0.33	1.57	1.69	0.35	65	75		6.8
US-3510	MF-38	3.5Ni- 1.0Mo	12mm単層	0.09	0.35	1.18	1.48	0.42			-60	4.3
			19mm多層	0.08	0.33	1.12	1.85	0.49	60	68		4.7
Y-461	YF-200	1.5Ni- 0.5Mo	13mm単層	0.07	0.21	0.95	0.80	0.23			-61	3.5
			19mm多層	0.07	0.20	0.86	1.23	0.42			-60	3.2
Y-3NT	YF-200	3.5Ni- 0.5Mo	13mm単層	0.07	0.21	1.08	2.20	0.18			-61	6.2
			25mm多層	0.06	0.22	0.82	3.17	0.43			-60	5.8

表10-131 サブマージアーク溶接条件の1例<sup>30)</sup>

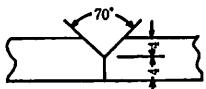
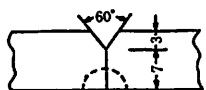
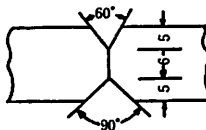
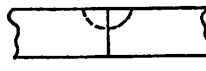
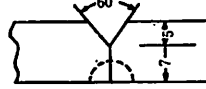
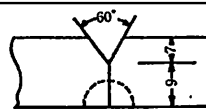
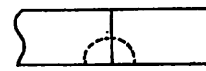
造船所	板厚 (mm)	開 先 形 状	溶 接 条 件					ワイヤの成分系
			バ ス	電 流 (A)	電 圧 (V)	速 度 (cm/min)	入熱量 (KJ/cm)	
A	8		BP	500	29	50	17.4	1.5Ni-0.5Mo
			FP	500	29	50	17.4	
B	10		BP	480	34	45	21.8	3.5Ni-0.5Mo
			FP	640	32	45	27.3	
	16		BP	600	31	37	30.2	
			FP	750	30	37	36.5	
C	11		BP	600	30	50	21.6	3.5Ni-0.5Mo
			FP	600	30	40	27.0	
	12		BP	600	30	37	29.2	
			FP	600	30	37	29.2	
	16		BP	650	30	35	33.4	
			FP	650	30	37	31.6	
D	12		BP	520 ~580	30 ~35	45	23.8	3.5Ni-1.0Mo
			FP	520 ~580	30 ~35	40	26.8	

表10-132 炭酸ガスアーク溶接の性能<sup>30)</sup>

ワイヤの化学成分 (%)						入熱量 kJ/cm	引張試験			Vノッチ衝撃試験	
C	Si	Mn	P	S	Mo		降伏点 (kg/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	試験温度 (°C)	吸収エネルギー (kg-m)
0.06	0.80	1.87	0.008	0.012	0.39	19.2	62.4	69.1	26	-60	5.7
						43.2	53.0	62.5	28		3.8

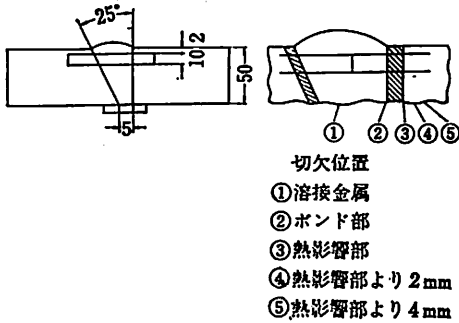


図10-289 開先形状およびノッチ位置<sup>23)</sup>

Ni系、溶接条件は、溶接電流 220~240 A、溶接速度 180mm/min、入熱量 17,600~19,200 Joule/cm、層間温度 100°C である。

この結果では、ボンド部及び熱影響部のぜい化は少なく、溶接金属が最もじん性が低い。しかし、これも必ずしも全ての場合にあてはまるわけではなく、例えば、溶接条件等によっては表10-133に示されているようにボンド部の方が低い場合もある。なお、この表には、引張試験の例も合わせて示されており、この母材の引張規格値が45ないし46kg/mm<sup>2</sup>ていどで、いずれも継手引張強度は、十分にあることがわかる。

また、表10-134には、溶接継手の入熱量に及ぼす影響の例を示す。この表中のKS-76LTは、1.5% Ni系被覆アーク溶接棒、KB-51LT×KW43は、1% Ni-0.35% Mo サブマージアーク溶接ワイヤ及びフラックスである。

いずれにしても溶接継手の特性は、溶接法、溶接条件(入熱量、開先形状等)、溶接材料、溶接姿勢等によって微妙にかわるので、10-2に紹介したIMCO及びIACS規則では、溶接法承認試験をこれらの条件が異なるごとに行ない、かつVノッチシャルピ試験片も継手各部で採取するよう規定されて

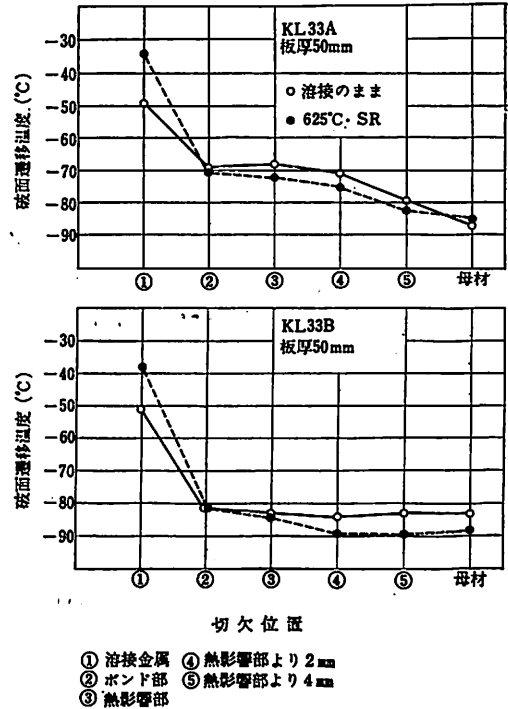


図10-290 被覆アーク溶接による熱影響部衝撃試験結果<sup>23)</sup>  
(2mmVノッチシャルピ)

いる。従来の各船級協会等規定では、承認試験でのVノッチシャルピのノッチは、溶接金属に設けられていたが、これに関しては、IMCO及びIACS規則の方が妥当なものと思われる。

(5) 管の溶接

低温LPG船の貨物用管等には、通常、低温用アルミキルド鋼が用いられている。この突合せ溶接では、パッキングリングを用いることもあるが、一般に片面からの溶接で良好な裏波を出すため、普通初層をTIG溶接で行なうが、さらにインサートリングを用いて裏波を出すことも多い。図10-291に鋼管の片面溶接の開先形状を示す。

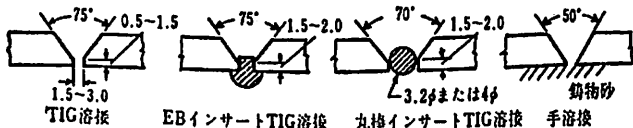
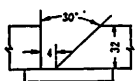
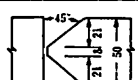


図10-291 LNG鋼管の片面溶接開先形状例<sup>30)</sup>

表10-133 低温用アルミキルド鋼溶接継手試験例 (溶接まま)<sup>23)25)</sup>

母材	溶接法	引張強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	引張試験 破断部	2mm Vノッチシャルビ		
				試験温度 (°C)	溶接金属吸 取エネルギー (kg·m)	ボンド吸 取エネルギー (kg·m)
50mm N	被覆アーク	49.6	母材	-60	13.0	
" QT	"	50.5	母材	-60	9.0	
18mm QT	水平サブマージ (8,600~15,100Joule/cm)	52.8	母材	-70	5.0	
				-50	17.4	
20mm QT	下向サブマージ (32,500~38,400Joule/cm)	54.7	母材	-50	7.9	5.3
				-70	4.0	3.0
25.4mm QT	被覆アーク (22,800 Joule/cm)	46.8		-51	10.5	6.0
25.4 N	サブマージ (25,200 Joule/cm)	47.0		-51	6.1	4.8

表10-134 溶接継手部の衝撃特性に及ぼす入熱量の影響<sup>23)</sup>

溶接材料	開先形状	入熱量 (KJ/cm)	熱処理	-60°Cでのシャルビー衝撃値 (kg·m)			
				溶接金属	ボンド部	熱影響部	母材
KS-76LT		15	溶接のまま	9.8 (85)	15.7 (49)	27.0 (0)	28.0 (0)
			応力除去焼鈍	10.2 (85)	16.3 (44)	25.3 (0)	27.7 (4)
KB-51LT ×KW43		30	応力除去焼鈍	6.0 (73)	7.1 (53)	8.6 (10)	9.7 (0)
		40	応力除去焼鈍	5.6 (76)	5.2 (67)	8.1 (40)	9.3 (20)

( ) ; 脆性破面率 .%

表10-135 60キロ級低温用高張力鋼溶接継手シャルビ試験例<sup>23)</sup> (板厚 40mm)

試験温度 (°C)	処理	母材		溶接金属		ボンド		熱影響部境界		熱影響部境界 から 2mm		熱影響部境界 から 4mm	
		吸収エネルギー E (kg·m)	脆性破面率 C (%)	E	C (%)	E	C (%)	E	C (%)	E	C (%)	E	C (%)
		(kg·m)	(%)	(kg·m)	(%)	(kg·m)	(%)	(kg·m)	(%)	(kg·m)	(%)	(kg·m)	(%)
-40	A.W	19.1	13	8.9	35	8.2	42	17.0	22	17.8	18	19.7	5
	S.R	—	—	14.0	27	8.6	33	12.2	38	15.8	26	15.6	32
-60	A.W	13.7	34	4.9	55	5.9	57	9.2	57	7.7	67	9.2	57
	S.R	—	—	9.0	45	10.6	40	13.0	43	7.0	68	9.4	55

A.W : 溶接のまま

S.R : 応力除去焼なまし後

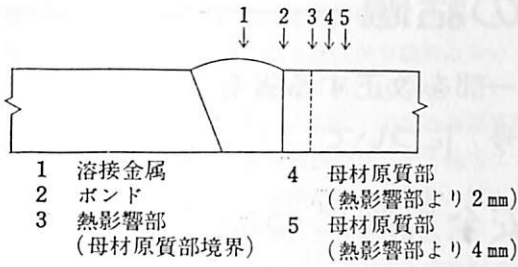


図10—292 溶接部シャルピ衝撃試験のノッチ位置<sup>23)</sup>

### 5. 低温用低合金高張力鋼の溶接

低温用低合金調質高張力鋼の溶接性は、一般的に、溶接構造用低合金調質高張力鋼と特に異なることはない。しかし、船舶用の規則として特に定まったものではなく、また、一般化した溶接基準もない。実際の使用にあたっては、第9章で紹介した溶接部の各種じん性試験、10—1で紹介した各種溶接試験を行なって溶接性が良く、じん性の優れた母材と溶接条件（溶接法、溶接材料、入熱等の施行条件等）の組み合わせを考慮する必要がある。

溶接性試験としては、テーパ硬さ試験、溶接割れ

試験（斜めY開先拘束割れ試験、フィスコ割れ試験等）、ビード曲げ試験等がある。

また、破壊じん性試験も2mm Vノッチ、落重、エッソ、二重引張、ディープノッチ、ASTM型破壊じん性試験、動的破壊じん性試験(Dynamic Tear Test 等から  $K_{ID}$  を求める)等が行なわれている。

K—溶接材料は、低温用アルミキルド調質鋼にも用いる低Ni系(1.5~3.5%)もの、または低温用低合金高張力鋼用として特に開発されたもの(Niは2~4%程度)が用いられる。

60キロ以上の低温用高張力の場合、一般的なデータも少ないので母材及びその溶接については、設計ごとに広範囲の材料試験を行ない、使用する鋼種及び溶接材料、溶接法、溶接条件等を選定する必要がある。

表10—135に60キロ級低温用低合金高張力鋼溶接継手のVシャルピ試験の例を示す。このシャルピ試験片の衝撃試験の位置は、図10—292に示すとおりのもので、溶接は被覆アーク、溶接材料は2.5% Ni—0.1Mo系、溶接条件は予熱層間温度75℃以下、電流230~240Aである。また、表中の応力除去焼なましは625℃×1hr/25mmである<sup>23)</sup>。(つづく)

## Ship Building & Boat Engineering News

### ■三井造船、海上保安庁向け初の最新鋭測定船「つしま」を竣工

三井造船玉野造船所は9月9日、海上保安庁の灯台補給船「若草」の代替船「つしま」を竣工、引渡した。「つしま」は、電波標識、光波標識、航路標識の調査と測定を目的に建造されたもので、船橋甲板に測定区画を設け、ロラン、オメガ、通信衛星の電波計測に必要なコンピューター一式を装備した最新鋭の航路標識測定船である。

〔主要目〕

全 長 75.008 m

長さ(垂線間)	70.000 m
幅(型)	12.500 m
深さ(型)	6.400 m
常備吃水	4.112 m
総 屯 数	1,718.63 t
常備排水屯数	1,833.76 t
主 機 関	立形単動4サイクル過給ディーゼル機関1基
連続最大出力	4,000 P S × 320 R P M
試運転最大速力	17.59ノット
航海速力	16.50ノット
最大搭載人員	54名





# 安全公害の話題

## 船舶安全法施行規則等の一部を改正する省令 (昭和52年運輸省令第26号)について

### —特に大型コンテナの安全規制について—

矢 萩 強 志

運輸省船舶局安全企画室

去る8月26日「船舶安全法施行規則等の一部を改正」する省令が公布されたが、今回はこれについて記すこととする。

今回の省令改正には、大きくわけて三つの事項が含まれている。

まず第1に、小型船舶および小型漁船の臨時検査を受けなければならない場合の範囲を変更したことである。

これについては昭和48年に改正された船舶安全法(昭和8年法律第11号)により、新たにその対象船舶として本年3月31日までに約20万隻の一般小型船(12m未満の小型船舶及び政令で定められた20トン未満の小型漁船)が検査されるに至ったが、船舶安全法の改正以来今日まで、これら一般小型船の臨時検査は、在来の大型船舶に対する臨時検査と内容が同じであり、構造設備等の単純なこれら一般小型船に対する検査としては厳しすぎるきらいがあった。本年3月で一応一回目の定期検査を済ませ、船舶安全法に取り入れられた一般小型船に対する検査の見直しは、上記の観点から必要となり、一般小型船の臨時検査の範囲をこれら船舶の堪航性と人命の安全の観点から最も好ましい範囲に限定し、今回の改正省令に取り入れることとなった。

第2に、船舶に施設される昇降設備に対する新たな規制についてである。これは、海上輸送の必要性から大型化の一途を辿ってきた大型船舶、貨客船および旅客船等に施設される昇降設備(人の昇降の用に供されるエレベーターおよびエスカレーター等)の安全について、従来法制上の担保がなく、海上における過酷な使用条件下の、これら設備に対する安全性の確保が看過しできない情勢になった今日、確実な安全上の担保の必要性にせまられ、今回の改正省令に取り入れられた。この昇降設備の中には同時に、1973年IMCO総会における勧告決議(A275

(Ⅷ)「水先人用昇降機の安全基準」を全面的に取り入れ、従来規制対象となっていない水先人用昇降機(メカニカル・パイロット・ホイスト)に対しても技術基準およびその保守点検義務等が課されることとなった。

第3に、船舶に施設される大型コンテナの規制についてである。これは大型コンテナによる貨物の海上輸送が著しく発展した今日、これらコンテナによる船舶の堪航性および人命の安全の緊急かつ確実な確保を早急に行なうため、以下に述べる国際的なコンテナの安全規制の動向に合わせ、今回、新たに法制化されるに至ったものである。船舶安全法施行規則等の一部を改正する省令は、これまで述べた三つの事項に関する新たな法規制を定めたものであり、船舶安全法を根拠に下記の4省令を改正している。

(i)船舶安全法施行規則

(ii)船舶設備規程

(iii)船舶等型式承認規則

(iv)危険物船舶運送及び貯蔵規則

特に世界的な動向も相俟って緊急に安全規制を迫られることとなった船舶に施設される大型コンテナの規制内容と経緯を以下に述べることとする。

#### 1. 経緯

1962年、アメリカ国内で始まった貨物の海陸一貫輸送のためのコンテナリゼーションは、1966年、アメリカとヨーロッパの国際間に発展し、さらに1967年日本とアメリカの間にコンテナ専用船が就航することとなって本格的な国際コンテナリゼーションの時代となった。日本はこれらの国際情勢に呼応し、1968年には、コンテナ専用船の第1号“箱根丸”を就航させるとともに、海運業界が自らコンテナ所有者となってコンテナの国際輸送を進展させてきており、ほぼ10年目に相当する現在、世界の大型コンテ

ナ約 160 万個の 1 割に当たる 16 万個を、保有する名実ともにコンテナ大国となった（保有個数の多いコンテナ大国はアメリカ、イギリス、日本、フランス、西独等である）。さらに現在、不況の海運業界にあっても、定期船による貨物のコンテナ輸送は大幅な伸びを示しており、定期船による貨物の輸出入の約 30% は、コンテナ輸送によるものとなった。輸送モードが替わっても、迅速かつ安全に貨物をドアトワードアで運送できるコンテナリゼーションは、現代の物流社会における最も有効な手段の一つであることに疑問の余地はなく、将来ともに発展しつづけることは間違いない。

一方、これらの急激なコンテナリゼーションの進展に呼応し、一時的なコンテナの輸出入に関する関税の各国の取扱い、並びに国際輸送におけるコンテナの人命に対する安全性等が世界的にクローズアップされ、国際連合および IMCO（政府間海事協議機関）等、国際機関の中で 1968 年頃より会議が持たれるようになり、国際的な取極めを結ぶ必要性が緊要となった。

こうした国際的動向は、たび重なる会議を経て、1972 年 12 月 2 日、国際連合と IMCO の合同国際会議において実を結び、CSC 条約（安全なコンテナのための条約）および CCC 条約（コンテナに関する通関条約）が採択された。このうち CSC 条約はコンテナの流通における、高度の人命の安全の維持を謳った条約であり、物流の責任官庁である運輸省は、多数の職員を派遣して、その内容を審議するとともに、条約の主旨に賛同し、これに合意した。条約の骨子は、コンテナ流通の安全性を確保するため、(i)コンテナの構造安全要件（技術基準）、(ii)コンテナの安全保持（定期的な保守点検）、(iii)前記(i)(ii)を確認する各国の監督の 3 点を特に強調しており、条約の締約国に対し、これらの責任義務を課しているものである。CSC 条約は去年 9 月 6 日にウクライナ社会主義共和国が IMCO に批准書を寄託したことにより、その発効要件である 10 カ国の批准書寄託が整い、本年 9 月 6 日をもって発効することとなった（現在条約締約国は 12 カ国）。

わが国は本条約への加入準備を進めており、早晚加入することになるが、わが国同様、コンテナの大国であるアメリカ、イギリス等も未だ未加入であり、日本と歩調を合わせている現状である。CSC 条約はコンテナ大国が未加入のまま発効するという不本意な状態で歩み出すこととなったが、各国とも本条約の主旨には賛同しており、日本を含めここ 1

～ 2 年の内に大半の国が加入することが予想される。また、これらの国際情勢の中、本年 7 月中旬に開かれた IMCO の BC 小委員会（コンテナ貨物小委員会）の会議で、条約の履行に関する各国の監督が議論され、条約加盟国はコンテナの国際流通に支障をきたさないよう、1982 年までは弾力的に取扱うよう、合意がなされた。わが国は BC 小委員会の結果を加味しつつ、さらに日本コンテナの国際流通の障害を取り除くべく、次項で述べる標記省令の規制を行ない、これを条約の発効日に合わせて施行させるとともに、条約加盟国に対し、相互互認の立場からコンテナの国際流通を円滑ならしめるよう強力に働きかけを行なっている。

## 2. わが国のコンテナ規制の概要

CSC 条約の加盟国を始め、各国とも本条約の国内法化にあたっては、それぞれ特色ある受取め方をしており、ある国においては港湾におけるコンテナの監督を主眼に国内法化を図り、また海上における取締りを主眼に条約を取り入れる国もあり、また船舶の荷役設備の一部として、コンテナの規制を図っている国もある。

わが国としては、コンテナの最も過酷な輸送条件を念頭におき、海上輸送における安全の確保を主眼として、コンテナの規制を図ることとした。

わが国におけるコンテナの安全規制の主な内容は次のとおりである。

### (i) コンテナの技術基準および検査

CSC 条約においてコンテナの構造および強度に関して詳細な技術基準（試験方法等）が定められているが、わが国としては、CSC 条約に定められているコンテナの技術基準で十分安全が担保できること、またコンテナが国際流通に供されていることから、各国とも技術基準が同一であれば、その円滑な流通を特に阻害することにはならないことを考慮して、コンテナの技術基準については、CSC 条約に定められている基準と同一のものとした。

またコンテナが上記技術基準に適合しているか否か使用に供される前に検査を受けなければならないこととされ、検査については、コンテナの生産使用実態等を考慮して、大量生産されるタイプシリーズ・コンテナ用の型式承認制度と個品検査の制度で対処している。

### (ii) コンテナの安全承認板

CSC 条約においては、検査に合格したコンテナには“CSC SAFETY APPROVAL”のプレート

がコンテナの見易い場所に取付けられることになっており、これがコンテナの技術基準に適合するかどうかの目安になっている。わが国は、現在CSC条約に未加盟のため、上記と同一のプレートを取付けることはできないが、(i)で定める検査を受けたコンテナに対しては十分安全であることを証するため、条約加入までの間「安全承認板」をコンテナに取り付けるりとしてしている。

### (iii) コンテナの保守点検

CSC条約では、コンテナの所有者に対し、検査を受けたコンテナに対して、一定期間ごとに保守点検義務を負わしている。(製造後第1回目の保守点検は5年以内、それ以後は2年以内ごとに行なう) 今回のわが国の法規制においては、コンテナが船舶に備え付けられる時点において、当該コンテナが正規に保守点検されているかどうかを、船舶所有者または船長に確認せしめるという方法をとった。この確認を怠った場合またはコンテナの所有者が定期的なチェックを行なわなかった場合には、それぞれ船舶所有者、船長またはコンテナの所有者に対し、罰則を設けて規制しており、各国の法体系ともほぼ共通している。

### (iv) その他

CSC条約の主旨を取り入れた各国の法規制も同様であるが、コンテナ流通の実体は鉄道車両、車

両、船舶等と複数の輸送モードにより、複雑な取扱いを経るものであり、その実体に合わせ、最も有効な責任の分担を図ることが望ましく、わが国においても各国に合わせ法規制を行なっている。つまりコンテナに貨物を収納する者に対しては、コンテナの強度を超えない収納制限義務、コンテナの取扱い者に対しては、コンテナが十分に安全であることの確認およびそれを証する書類の作成義務、および船舶に多段積する際のコンテナ強度の船長確認の義務等々である。これらにはいずれも罰則の規定が設けられており、それぞれの者に対して法規制を十分確保し、コンテナ流通の安全を強制的に義務づけているものである。その他検査等に関する手数料の規定等所要の措置をとっている。

以上がコンテナによる船舶および人命の安全を担保するため、わが国のとった法規制の概要であるが、なにぶんにも新たにコンテナの規制を始めることとなった現在、今回の規制内容が円滑に実施されるかどうかは、一に各コンテナ関係者および関係業界の深い理解と協力が是非とも必要となるものである。将来さらに大幅なコンテナリゼーションの発展が明白な今日、コンテナの取扱いおよび輸送時における高度の人命の安全を確保する意味からも、また正常なコンテナリゼーションの発展を促す意味からも、関係者の協力を待つ次第である。

信頼ある最高精度

# TAMAYA 天文航法計算機

新発売

# NC-2

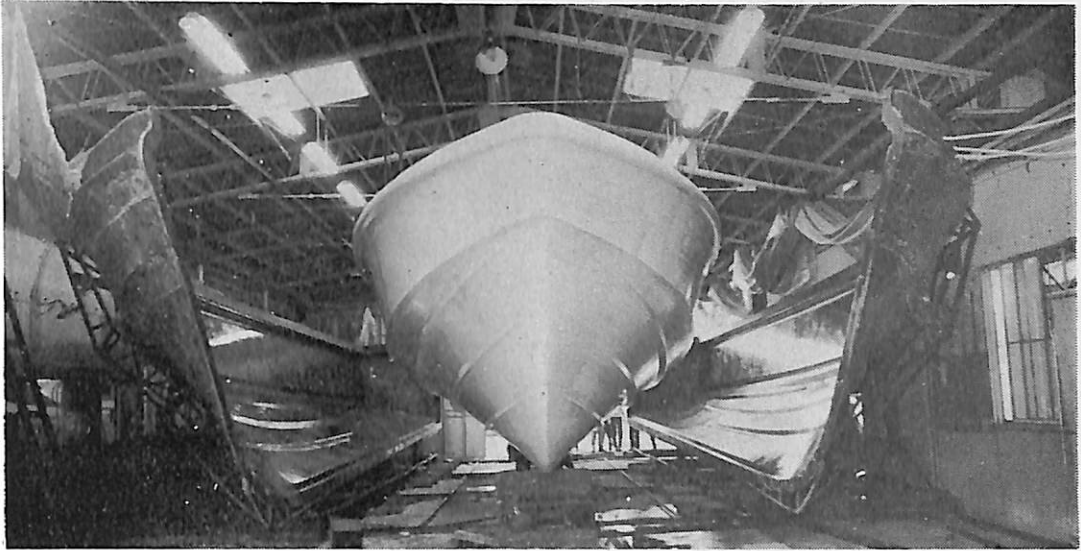


「航海用六分儀」のメーカー玉屋商店が、自信をもって製作したこのハンディ・タイプの計算機は、六分儀による天測後の計算と、各種の航法計算プログラムを内蔵したもので、これまでの、天測計算表やトラバース表など、数多くの計算表をくり返し使って行われていた航法計算が、まったく簡単に、速く、しかも正確に算出できる画期的なものです。

これからは、六分儀と合わせて航海士必携の計算機です。

 株式会社 玉屋商店

本社	東京都中央区銀座3丁目4番16号	☎ 104
	TEL 03 (561) 8711 (代表)	
大阪支店	大阪市南区順慶町通4丁目2番地	☎ 542
	TEL 06 (251) 9821 (代表)	
工場	東京都大田区池上2丁目14番7号	☎ 143
	TEL 03 (752) 3481	



新 連 載

## F R P 船 講 座

< 1 > はじめに

丹 羽 誠 一

昭和48年の石油危機以来の造船界の不況の中で、FRP漁船だけは確実にその需要を増し続けている。基礎知識の不十分なまま、急激に大型化に向ったための、構造的・工作的な欠陥が表面に出たこともある。しかしそれらもFRP漁船の能力に対する期待の増大の前には、たいしたブレーキにもならず、発展は続いている。

この発展を支える人的背景を見ると、そこにあまりにも急激に発展して来た産業特有の人材不足が見られるのではなからうか。原材料側の工作の知識と、複雑な船体構造を造ってゆく工程との噛み合いの問題。FRP板の特殊な物性と、鋼構造に基礎を置いた構造設計感覚との結合の問題。簡単には解決できない問題は多い。

例えばFRP板を積層する技術は原材料メーカーの技術者が教育してくれるし、そういう意味の講習会はいくらかもあった。しかし原材料側の技術者は20~30mといった大型船を積層して行く上での工事の手順と、所要時間などに関連した問題点については不案内であろう。一方造船側の技術者はFRP工作

の特性上の知識に不案内なため、積層作業ができれば、そこに製品に欠陥が生ずるような問題点がひそんでいることに気付かない。といったパターンが起りがちである。

現在のFRP造船所の多くは、現場管理技術者に、この両面の知識を持ち、それに忠実に現場作業を指揮して行く能力を有する人材が不足していることは事実である。設計の面でも、強力でありながら変形のきわめて大きいFRPという材料を使って、最適設計をするための知識と経験を持った技術者はきわめてまれであろう。

最近では学卒者で、これからFRP漁船に取組もうとする若い人達もかなり多いようである。若い頭脳はFRP工作の本質を理解してくれるだろう。そうしたらその本質に忠実な作業計画を樹て、実施して行くことも出来るだろう。今までのところ、そのような意味の教育の場が、不足していたように思う。また本誌の読者からも、FRPに関する知識がほし

タイトル写真・昭和43年IHIクラフトで建造された18m交通艇の船体脱型。FRP単板構造、ディーブ・オメガ船型。

いという声が多いという。

この講座を一貫したものにするためには、昨年2～5号に記述したものと重複する部分が出るが、それは単なる重複ではなく、新しいデータを加えての重複である。それほどFRP造船は進みつつある。言葉を変えれば、それほどまだ基礎研究の不完全な技術であるとも言える。

## FRPとは

FRPとは繊維で強化したプラスチックの意味で、船に使用されるのは、主にガラス繊維を入れて強化した不飽和ポリエステル樹脂の硬化品である。FRPボートのことをプラスチックボートとか、ガラス繊維ボートとか言うのは、これだけでは正しく実体を表わすものではない。

樹脂には天然樹脂（たとえば松脂）と合成樹脂とがある。合成樹脂とは人工的に合成した物質の中で、樹脂に似た性質のものを指している。最近では合成樹脂という言葉がプラスチックと同義語として使われることが多いが、樹脂は原料的な意味を持ち、プラスチックは製品的なニュアンスを持つといった使い方がされている。

合成樹脂の種類は非常に多いが、これらを性質から大別すると、熱可塑性樹脂（Thermoplastic resin）と熱硬化性樹脂（Thermosetting resin）の2つに分類できる。

熱可塑性樹脂は加熱すれば軟化し、冷却すれば固化し、これを幾度でもくりかえすことのできるものであり、塩化ビニール樹脂、アクリル樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレン等、日常、家庭で接するものが多い。

熱硬化性樹脂は熱または化学的方法で硬化させるると本質的に不溶性物質に変化するものであり、フェノール樹脂（ベークライト）、ユリア樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン等がある。

この両者の違いを「FRP入門」（強化プラスチック技術協会発行）では、“チョコレートとゆで卵のようなもの”だと言っている。熱可塑性樹脂の大部分は、粉、ペレット、板または塊などの固体であって、加熱すると軟化または溶融して流れたり変形したりする。いわゆる可塑性を示すものであるが、冷やせばそのときの形のまま元の固体になる。すなわち、この変化はチョコレートによく似ていて、単なる物理的変化である。このような樹脂はそれぞれの化学的性質に適合する溶剤を選べば溶けて溶液に

なり、熱などで分解しないかぎり加熱前後の性質、または溶解前と溶液を乾燥したものととの間の性質に変化はない。

一方、熱硬化性樹脂は、きわめて粘稠な液体、溶液、粉または固体であり、硬化前の性質は熱可塑性樹脂と同様に、温度を上げると変形したり流れたりするようになるが、これを加熱するとゆで卵のようになって再度加熱しても溶融したり軟化したりする性質はなくなり、また溶剤にも溶けなくなってしまふ。すなわち化学変化によって固化するのである。

合成樹脂は化学的方法によって合成したものであるが、熱可塑性樹脂は、この化学反応が完結したものであり、熱硬化性樹脂は化学反応を途中で止めたものである。したがって熱硬化性樹脂の成形とは型の中で残りの化学反応を完結させて硬化させることである。熱硬化性樹脂は硬化させてしまうと可塑性がなくなってしまうので、可塑性のある状態を保つために、化学反応を途中で止めなければならないのである。

熱可塑性樹脂を成形するには、ロール、射出、押出等の成形機を用いて形を与えればよいが、熱硬化性樹脂の成形には、ホットプレスなどの成形機により、あるいは型の内に手積法によって成形する。

FRP船の成形に使用される不飽和ポリエステル樹脂は常温で、触媒を加えることによって硬化させる。船体積層には「めす型」を使って主として手積成形法（hand-lay-up）で成形する。

合成樹脂の生成反応を大別すると、付加重合反応と縮合重合反応とに分類することができる。ここでも「FRP入門」のたとえを借りる。

室の中に多数の子供達がいたとする。この子供達は自由にはね回り、飛び回っている。扉を開けば、われ先に外へ飛び出して行くであろう。そこで子供達に手をつながせる。どのような形になるかは別として長い鎖状の列ができる。

この手をつながせることが重合反応であり、手をつなぐ前の子供1人1人が単量体（monomer），手をつないだ長い列が重合体（polymer），または高分子物に相当すると考えればよい。

すべての子供達は、両手に何も持っていなかったとすると、手をつなぐためには単にその合図があればよいのであって、手をつなぐ前後には何も量的な変化は伴わない。しかし子供達が両手に何か、たとえば風船を持っていたりすると、その風船を手から離さない限り手をつなぐことはできない。すなわち手をつなぐ前後では量的な変化を伴うものであ



る。

この前者が付加重合反応であり、後者が縮重合反応に相当する。

不飽和ポリエステル樹脂の場合は、不飽和2塩基酸、飽和2塩基酸と、グリコールとが縮重合反応によって、不飽和アルキドと水となり、これから水を除いたものを重合禁止剤を加えて、スチレンモノマーに溶かしたものが、液状不飽和ポリエステル樹脂である。成形にあたってはこれに触媒を加えて、スチレンモノマーを架橋剤として立体構造に付加重合反応を完了させるのである。

フェノール樹脂などは縮合反応によって、水を副生しながら固化するので、そのまま加熱すると製品中に水による細い空洞ができる。そこで高圧を用いて製品中に生じる空洞を押しつぶさねばならない。これに反して不飽和ポリエステル樹脂は、付加反応によって硬化するから高圧を加える必要性は無い。

また強化材（ガラス繊維など）に樹脂を含浸させるには、樹脂の流動性を必要とするので、一般に樹脂を溶剤に溶かして使用する。しかも含浸させた後では溶剤があってはならないので、これを完全に乾燥させなければならない。しかし不飽和ポリエステル樹脂はスチレンモノマーが溶剤としての役割を持つ一方では硬化に際しては樹脂の構成成分になるので乾燥させる必要が無い。この2つの特性によって不飽和ポリエステル樹脂は、大物成形に適するのである。

FRPはFiber Reinforced Plasticsの略であって、繊維強化プラスチックの総称といえる。しかし日本では米国から伝わった歴史的な背景もあり、一般にはFiberglass Reinforced Plasticsの略として用いられ、強化プラスチックと呼ばれている。すなわち強化剤をガラス繊維とし、マトリックス熱には

硬化樹脂を用いたものの名称として取扱われている。

熱可塑性樹脂をマトリックスとするものはFRTP (Fiberglass Reinforced Thermo Plastics) という名称で区分している。

ヨーロッパでは従来からガラス繊維に重きをおき、Glassfiber Reinforced Plasticsの略としてGRPという名称が使われており、わが国でも最近カーボン繊維、有機繊維などの実用化により、ガラス繊維を用いたものにGRPという名称を意識的に用いる場合もある。JIS用語の定義によると、強化プラスチック(FRP)は繊維強化熱硬化性プラスチックの総称であり、ガラス繊維を用いたものに限定する場合には、GRPを用いるようになっている。

ガラス繊維は細くすればするほど強くなる性質を持っている。FRPに使われるガラス繊維は直径8~13ミクロン程度のものを糸にしたり、ロービングにしたり、さらに織物にしたり、マットにしたりして使っている。ガラス繊維の引張強さは100~300kg/mm<sup>2</sup>であり、伸びは15~36%もある。

弾性率は約7,000kg/mm<sup>2</sup>でアルミニウム合金とほぼ同等である。しかし比較的もろいので、高圧成形を行なったのでは繊維が破壊してしまうので、低圧成形のできる樹脂が必要であり、理想的なものとして不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂等が選ばれるのである。

#### 船体になぜFRPが使われるのか

FRP舟艇の歴史はFRP製品の中では古い部類に属する。

米国では木造艇に比べ生産性が優れていることが買われ、第2次大戦中に軍用小型舟艇として使用され、わが国では戦後わりに早い時期に米艦の搭載ボ



S/N16F/(財)舟艇協会が昭和50年、自作技術研究のため試作したランナバウト。全長4.99m、航走速度83km/h

ートの修理が行なわれている。

戦後はこの技術をモーターボートの船体に活用されるようになり、原材料・工作法・設計法とも進歩した。

わが国でも昭和28年にモーターボートの試作が行なわれ、昭和35年から本格的に商品化が行なわれた。昭和38年ごろにモーターボート技術を転用して「のり舟」の量産市販が始まり、次いで40年代に入って沿岸漁船の船体材料として採用されはじめ、今日では最大99総トンの漁船までが造られている。

なぜFRPが船体に使用されるのか。それには色々の理由がある。

まず、モーターボートになぜ使われたのか。それはモーターボートが多品種中量生産商品だからである。第2次大戦後、アメリカでも軍需産業の平和転換が盛んに行なわれ、モーターボートにも金属製のものが現れて、価格の面で木造船を圧迫した時代があった。しかし美しい金属製ボートを量産するには高価なプレス型が要る。技術の進歩と流行の変化とによって、モーターボートも適当にモデルチェンジしてゆかなければ、魅力ある商品としての生命を保ち得ない。ところが同一の型のモーターボートの生産量は自動車などはケタがちがう。このようなわけで金属ボートはごく安物以外は消え去る運命にあった。

木製ボートはアメリカでは高級品であった。それは量産に適しない木工の宿命である。われわれも戦争中、木造魚雷艇や特攻艇の生産にはずいぶん苦心したが、個々の作業者の技倆に頼る部分が多く、素人は手伝いにしかならないので、増産には困難が多かった。

それに反してFRPのハンド・レイ・アップは、さほどの熟練は要らぬから集めやすいし、成形型も簡単なのでモデルチェンジには金がかからない。しかも成品の形状は自由であり、仕上りも美しい。さびることも腐ることもなく、手入れが簡単である。強度もほどほどで、かなり丈夫である。

しかし複雑な構造とすると加工々数も多くなるし、信頼性の不十分な接手が多くなる。したがって船体が大きくなっても、そのわりに部材の数を多くすることはできない。そのため船体が大きくなるほど、容積あたりの重量は重くなる理屈である。高級な工作をした木造船に比べると、小艇でもFRPの方が重し、高速艇式構造の鋼船と比べても20mを越したあたりで同程度の重量になってしまう。そうすると20~30mの船にFRPを使うのは性能面は第2として、保船に手がかからず、修理費が安くつくことと、船齢が長いという経済面が主になって来る。ただし、このような大型モーターボートは、同型艇の建造隻数が少ないのが普通であるから、成形型を経済的に造ることに苦心しなければならない。

漁船などの場合は、ちょっと条件がちがう。FRP漁船は軽くて、スピードが出るということが最大の魅力となって広まって来た。30m程度でも、たしかに在来の漁船より軽い。これはなぜか。木造船は高速艇構造と違い、部材相互の接手効率の改善が行なわれておらず、部材の寸法を大きくすることによって、強度を保っている。そのため重量は重くなる。また適当な造船用材がどこでも自由に入手できる時代ではなくなったし、船大工も後継者が不足して来た。

鋼製漁船も小型鋼船規則などにならって建造され



うつみ/石原造船  
が昭和49年建造したクルーザー。瀬戸内海で交通艇として使用されている。全長15.5m、航走速度23.6ノット。



ふさなみ / IHI  
舟艇工場が昭和52  
年建造した千葉県  
の漁船安全操業指  
導船。全長26m、  
速度18ノット。

全体の構造は比較的簡単で部材寸法を大きくしているし、それに大きなコロージョンマージンが付いている。小型鋼船規則によって建造すると、高速艇構造の場合のほとんど2倍程度の重量になる。このようなわけで、在来の漁船に比べFRP漁船は今日の最大級のものでも、かなり軽い船体ができるのである。このようなわけで一時、木船から鋼船へと変りつつあった小型漁船が、さらに転換してFRP船へと向いつつあるのである。今日99トンまでに止っている大型化も、今後さらにエスカレートして行く可能性がある。

排水量300トンないし500トンといった掃海艇のFRP化が各国で研究され、一部の国ではそれが実用に供されている。掃海艇の場合、非磁性の船体を要求されるため、木船か、FRP船か、どちらかとせざるを得ない。木材入手の困難化、造船工不足といった要因が強くなればFRP化せざるを得ないことになる。わが国では今のところ輸入木材の使用と、構造・工作法の合理化によって、今ただちに木造掃海艇の建造が困難となるといった見通しではないが、転換可能な技術だけでは、開発しておかなければならない。(つづく)



199t型鰹一本釣漁船 / 西井造船が昭和52年2月に建造したわが国で最大のバルサ・サンドイッチFRP構造船。全長35m800、深さ2m65、吃水2m40、速度12.8ノット。

## ■世界のFRP船トピックス

### FRPは各国で船舶・舟艇に どれだけ使われているか？

ここに示す表は、昨年（1976年）の世界の主要FRP生産国におけるFRPの需要の概況と成形法の概況を、西独 Geute x ガラス繊維会社がまとめて発表したものである。

わが日本はアメリカに次ぎ（大差はあるが）第2位、西独と並ぶ主要生産国である。しかしながら、国民1人当りの需要量は、この表に掲載されている15カ国の順位では、辛じて9位に位置しているに過ぎない。

上位に位する国々を当って見ると、1位・ノルウェー、2位・アメリカ、3位・スウェーデン、4位・ドイツ、5位・フィンランド、6位・デンマークである。大国アメリカ、ドイツに伍して、小国スカンジナビア3カ国すべてが上位にある理由は何故

であろうか？

用途別の船舶・舟艇欄に示されるパーセンテージは、この3カ国が圧倒的に高い数字を示している通り、これらの国々のFRPの生産量の4割から6割が、船舶・舟艇の需要に振り向けられている事実を見逃し得ないところである。

そこでこれら船舶・舟艇は、どんな製法で建造されているかという興味を以て、成形法別のパーセンテージを照し合せて見ると、ハンドレイアップ（手積成形）とスプレーアップ（吹付成形）というFRPの成形法の中で、最もプリミティブな製法が適用されていることがわかる。

ここに一つの問題が提起される実情下にはあるが、船舶・舟艇へのFRP需要量は、すでに無視し得ない分野を獲得し、益々、増加の道をたどりつつあることに着目すべきであろう。

（百島祐忠・コンポジットシステム研究所）

各国のFRP概況（1976年統計）

Gevetex Textilglas GMBH (W.G.)

国 別	需 要 量	1人当りの 需 要 量	用 途 別 パーセント					成 形 法 別 パーセント						
			建 設	船 舶・ 舟 艇	農 工 業	自 動 車・ 車 輛	そ の 他	ハ ン ド レ イ ア ッ プ	ス プ レ ー ア ッ プ	プ レ ス	フ ィ ブ リ ン グ	連 続 成 形	そ の 他	
			tonnes	kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
E E C	ベネルクス	25,000	1,06	32	13	41	8	6	12	30	34	6	14	4
	デンマーク	10,000	1,96	15	42	25	15	3	58	22	8	2	10	-
	フランス	98,000	1,86	20	20	30	24	6	38	9	35	3	15	-
	ドイツ	150,000	2,41	17	13	48	16	6	13	7	62	8	13	7
	イギリス	78,000	1,39	17	30	32	20	1	50	7	19	11	8	5
	アイランド	1,250	0,42	42	31	9	16	2	52	24	-	2	20	2
	イタリー	65,000	1,18	30	16	37	12	5	21	16	27	7	28	1
EEC 合計	427,250	1,47	25	25	31	15	4	35	16	25	6	15	3	
オーストリア	6,800	0,89	13	26	51	5	5	33	10	18	16	24	-	
フィンランド	10,700	2,33	8	53	25	11	3	60	15	1	15	5	4	
ノルウェー	13,000	3,25	6	61	27	4	2	57	21	2	1	17	2	
スペイン	30,000	0,84	32	18	40	9	1	45	8	13	7	25	2	
スウェーデン	24,000	2,92	6	51	30	12	1	18	55	9	10	6	2	
スイス	11,000	1,69	20	10	62	8	-	31	10	23	28	8	-	
アメリカ	681,000	3,2	16	29	27	24	4	14	30	32	10	10	4	
日 本	175,000	1,59	47	20	17	4	12	50	38	2	8	8	7	





## 側壁型ホーバークラフト HM2-MK III

### 佐世保重工業ホーバーマリン事業準備室

#### 1. まえがき

佐世保重工業、大洋漁業および外国2社による合弁会社であるホーバーマリンパシフィックは、昨年英国のホーバーマリントランスポート社からHM2-MK IIIを1隻購入した。本艇は、日本に到着後運輸省の諸規則に合格させるべく艇の一部改造を行ない、艇の諸性能を確認するため試運転を実施した。

現在、本艇は運輸省の承認を取得し、いつでも商業運航可能な状態にある。全周型ホーバークラフトは日本でもかなり就航しているが、側壁型ホーバークラフトとしては本艇が始めてである。そこで本稿は、運輸省の承認作業で得られた側壁型ホーバークラフトとしての諸性能および特徴について概要を紹介する。

#### 2. 艇の概要

##### 2-1 主要目

全長	15.24m
全幅	5.79m
深さ	1.98m

総トン数	約37トン
全備重量	20.1トン
乗組員	2名
旅客定員	65名
推進機関	カミンズV T-370M 2基 290HP×2800rpm
リフト機関	カミンズV-504M 1基 152HP×2800rpm
プロペラ	直径377mm ピッチ508mm 2基
リフトファン	直径610mm 遠心式 5基
満載最高速力	33ノット
航続時間	4.5時間
燃料	820ℓ(軽油)

##### 2-2 一般配置

本艇は船底の前後をフレキシブルスカート、側部を側壁によってエアクッションを封じた側壁型ホーバークラフトである。

艇の前部にはリフト機関区画、リフトファン、リフト機関用燃料タンクがあり、操舵室は客室の最前部にあって、ここには操縦装置、レーダ、計器等が



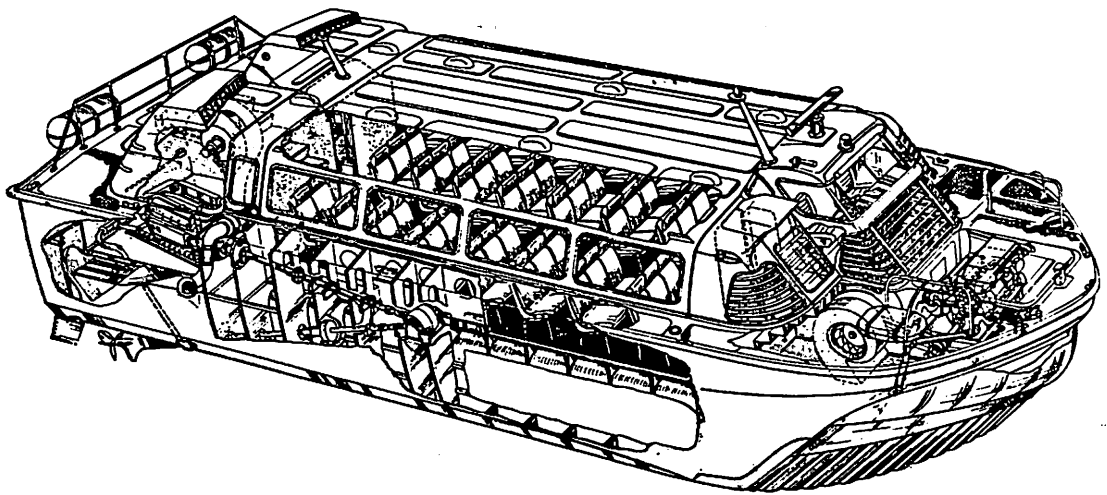


Fig. 1

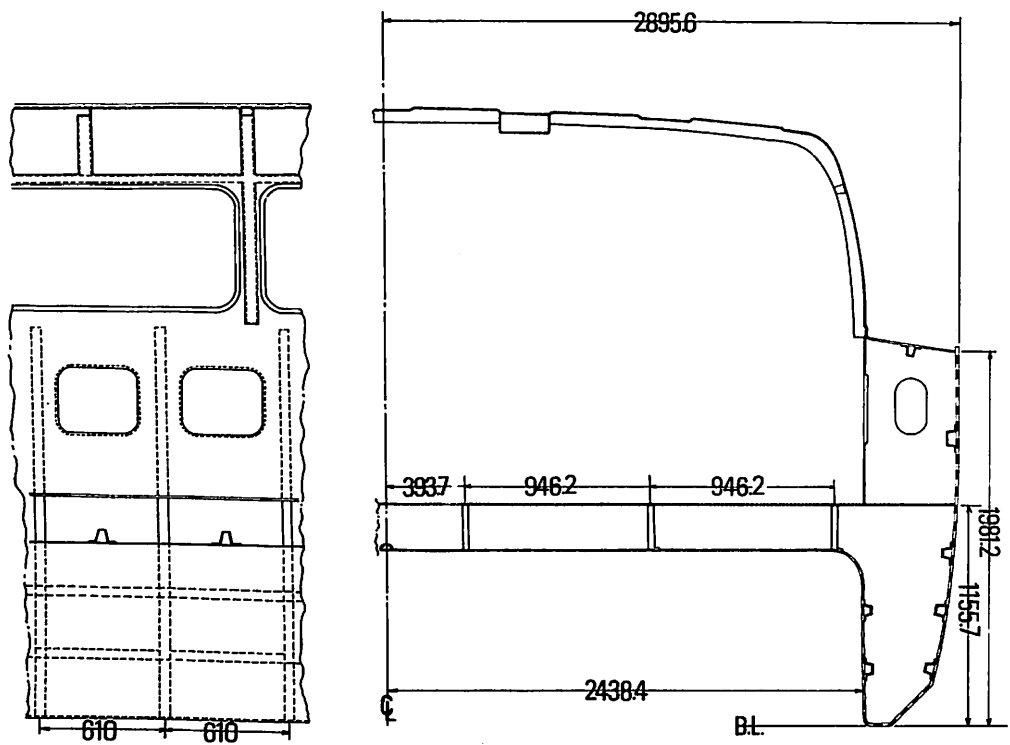


Fig. 2

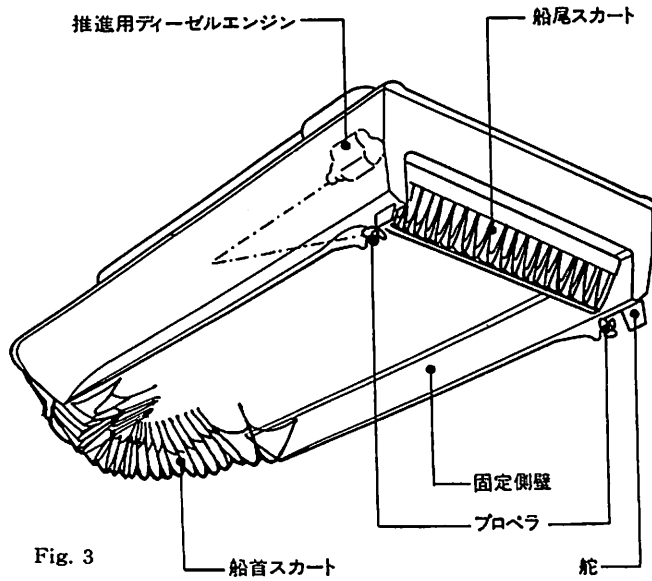


Fig. 3

配置されている。客室には65名分のシート、客室後部には手荷物区画およびトイレ設備等がある。

後部には推進機関、推進機関用燃料タンク、後部リフトファン、操舵機区画がある。

各区画は隔壁で区切られており、客室床下は7つの独立浮力タンクとなっている。(Fig. 1 参照)

### 2-3 船殻構造概要

中央断面の概略図を Fig. 2 に示す。船底部の肋骨はトランス方式で側桁板で支持されており、船側部の肋骨はロンジ方式で側桁板で支持されている。二重底部は肋板と側桁板を格子状に配置している。本艇は一般の軽量化構造に見られるように、骨を多くした薄板構造になっており、各部材の形状と材質は次の通りである。

- a) 船殻外板は全てFRP積層単板である。
- b) 肋板を含む横フレーム、側桁板および隔壁はサンドイッチ板構造であり、芯材は硬質PVCフォームで、表面材はFRPである。
- c) 肋骨はハット型スチフナーであり、ポリウレタンフォームの芯材をFRPでオーバーレイしたものである。
- d) 船室床板はパルサの芯材とFRPの表面材とを接着したサンドイッチ板である。

船体に加わる外力としてはオン・クッション時のクッション圧および航行制限波高(乗り心地を考慮して約1.5m)に対する波浪衝撃圧を対象としており、外板、肋骨および横フレームはそれぞれが受ける外力に対して十分な強度を持つように設計されている。

また船体の最大上下加速度として3Gを考慮し、その状態での船体の強度を検討している。

船体の縦強度としては、波長を艇長(約15m)にとり、波高を1.5mとする波に遭遇する過酷状態について検討している。

### 2-4 スカートシステム

本艇の船底前後部にはフレキシブルスカートが装着されている。スカートの材質はナイロン布に合成ゴムをコーティングしたものである。前部スカートはループスカートと32枚のセグメントスカートからなり、セグメントスカートと船底部とはロープで結ばれている。後部スカートもループスカートと20組のセグメントからなっている。セグメントスカートは

摩耗が激しいので、保守維持を考慮した取付け方法となっており、簡単に交換可能である。(Fig. 3 参照)

### 2-5 機関装置

#### 2-5-1 推進装置

推進装置は主機として高速ディーゼル機関による2基2軸よりなる。各舷の動力は機関付きの可逆転ギヤボックスを介し、たわみ継手、Vギヤボックス、ユニバーサルジョイント、中間軸、スラスト軸およびプロペラ軸を経てプロペラへ伝達される。

船尾軸受には海水潤滑式のカットレスベアリングを採用し、船尾管の後端部をスケグによって支持している。プロペラはキャビテーションエロジョンを考慮して特殊ステンレス鋼を使用している。

#### 2-5-2 リフト装置

リフト機関は4基のベルト駆動前部リフトファン、1基の油圧駆動後部リフトファン及び操舵用油圧装置、その他の補機を駆動する。

4基の前部リフトファンからの空気は、一部を前部ループスカートに供給する以外は、エアクッション区画に直接噴出する。後部リフトファンからの空気は、エアクッションのシールを完全にするため、後部ループスカート内に供給される。

前部リフトファン用の空気は、旅客室最前部の両舷及び操舵室前方から吸入され、後部リフトファン用空気は、後部昇降口横より吸収される。

### 2-6 操舵装置

本艇の操舵は油圧制御による2枚の水中舵によって転舵する。ステンレス鋼製の舵は垂直方向に対して15°の傾斜を有している。

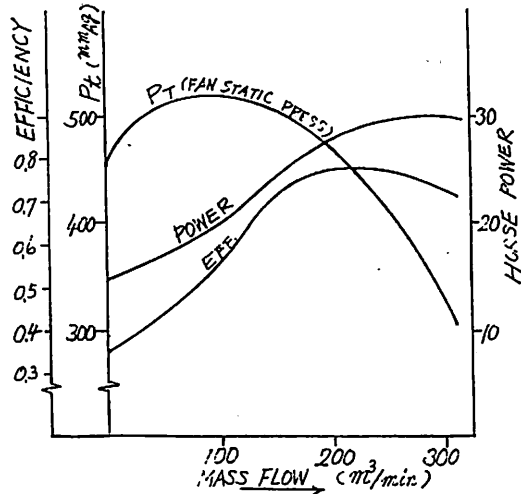


Fig. 4 Fan Characteristic Curve

### 2-7 電気系統

電気系統は直流 24V を採用し、DC 24V, 128 A -H の蓄電池を 2 組装備し、3 基の機関を各 6 回以上起動できる容量を有している。機関作動中は各機関に装備された発電機により蓄電池に充電される。本艇の主な電装品として、換気ファン、ビルジポンプ、レーダ、無線電話、各種航海灯、室内放送設備等がある。

## 3. 性能

### 3-1 リフトファン

Fig. 4 は本艇のリフトファンの回転数が、2900 rpm における性能を示している。本艇は全備重量 20.1 トンの場合、クッション圧力 320mmAq となり、この時のファンの性能は流量 310m<sup>3</sup>/min、ファン効率 73%、所要動力約 30HP/1 基である。

### 3-2 抵抗及び推進

側壁型ホーバークラフトの前進抵抗は主としてエアクションによる造波抵抗、浮上用の空気を吸い込むことによって生じるモーメント抵抗、空気抵抗、スカートや側壁が水と接触して生じる水抵抗、そして艇がトリム角をつけて走ることによるトリム抵抗からなっている。造波抵抗はフルード数 0.6 付近で最大となり、それ以上の速度では造波抵抗は著しく減少する。その他の抵抗は、艇の前進速度と共に増大する。

本艇の抵抗曲線は上記の抵抗値の和であり、スラスト曲線はプロペラ吸収馬力が最大の場合で、両曲線の交点が本艇の最高速度となる。(Fig. 5 参照)

### 3-3 スピード性能

速力試験は天候の平穏な日を選んで行なわれ、推進機関およびリフト機関出力、艇の重量、静的トリムと速力の関係を調べた。

Fig. 6 は艇の軽荷状態における速力試験の結果を示す。図からわかるように、本艇は静的トリムによって速力が変化し、抵抗が最小となる最適トリム角が存在する。

一方静的トリム一定で走行すると、速力による動的トリムは変化する。(Fig. 7 参照)

ところで、速力が最大となる最適トリム角が存在することは、最適静的トリムと共に最適動的トリム角が速力に影響を与えると考えるべきである。例えば最適静的トリムで走航中、風の影響を受けると動的トリムは変化し、速力が低下した。そこで強制的に動的トリムを変えて走航したところ、速力は増加した。

このことから、厳密には動的トリムが最も速力に影響を与えると考えるべきである。

### 3-4 操縦性能

本艇の操縦性能を確認するため、操舵試験および旋回試験を行なった。

走航時旋回操作を行なうと、艇は内側に傾斜しながら旋回し、全周型ホーバークラフトと異なり横滑りすることもなく、旋回圏もほぼ完全な円になる。

Fig. 8 は、15° 旋回および 30° 旋回について旋回角と時間の関係を示している。180° 回頭までの時間は 15° 旋回および 30° 旋回ともに 35~40 秒である。この時の旋回角速度を計算すると、180° 旋回までは約 4.5 deg/sec となる。15° 旋回の場合は 360° 回頭

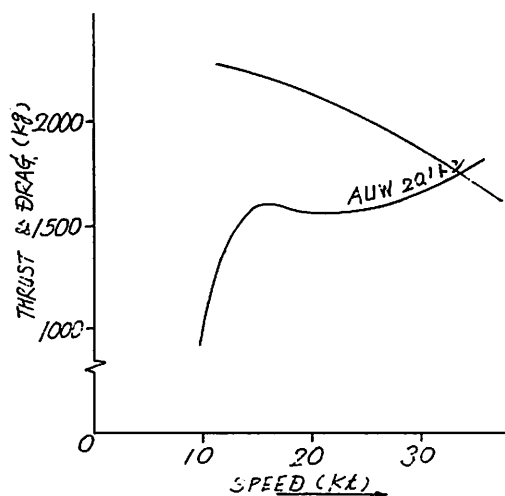


Fig. 5 プロペラ推力と抵抗の関係

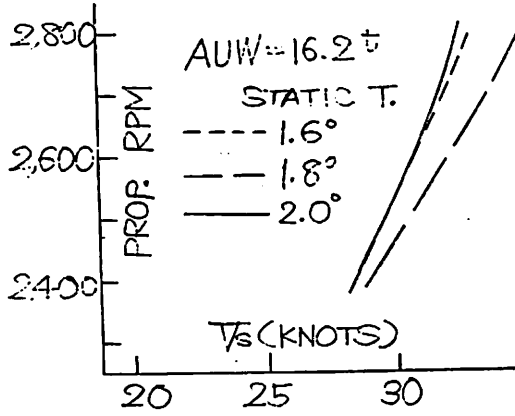


Fig. 6

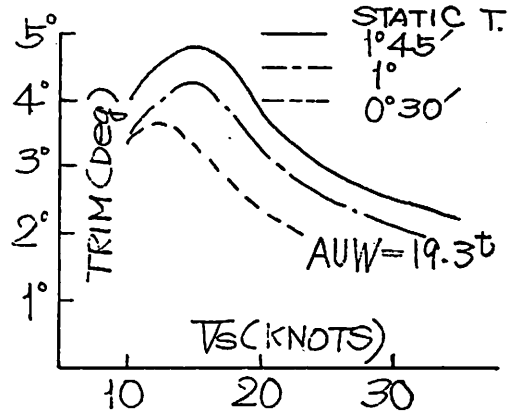


Fig. 7

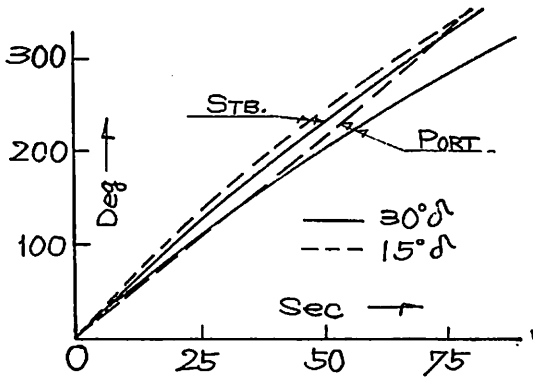


Fig. 8

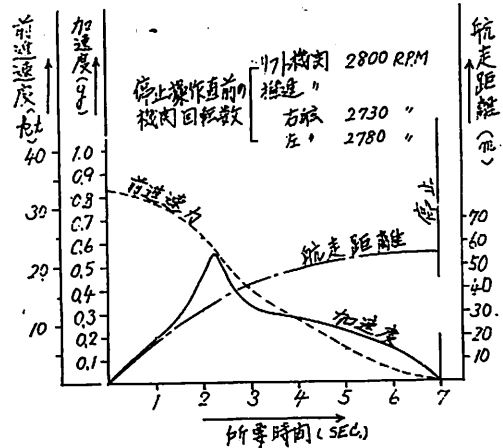


Fig. 9 緊急停止に要する時間と加速度および航走距離

までの回頭角速度はほぼ変わらないが、30° 旋回では時間の経過と共に回頭角速度は小さくなる傾向にある。すなわち、30° 旋回は15° 旋回より旋回中の速度低下が大きいと思われる。

本艇は低速旋回の場合、片舷前進に片舷後進にすることによってその場旋回も可能である。

### 3-5 プラウイン特性及び急速停止性能

フレキシブルスカートを装備したホバークラフトでは、直進中前部スカートが水中に没することがあると、スカート抵抗などの水抵抗が急激に増加し、つまづいたようになり、いっそう前のめりとなる。これをプラウイン現象と言うが、プラウインが発生しても、艇が直進中であれば急減速となるだけで危険はない。むしろ本艇の急速停止性能はプラウインを起こすことにより急速停止性能を得ている。

また本艇は側壁型ホバークラフトの特性上、旋回中横滑りすることもなく、プラウインによる横転の危険はほとんどない。Fig. 9 は本艇の急速停止試験の結果である。

停止操作は、推進機関を中立にする操作とリフト機関の回転数を下げる操作を同時に行なう。33ktで走行中急速停止操作を行なえば、60m以下で停止が可能である。

### 3-7 船体縦曲げ試験

#### (1) 試験目的

JG規則に記述されている縦曲げ試験に関して船体完成後に静荷重を船体に加えて、3点縦曲げ試験を実施して船体の縦強度を検討した。

#### (2) 試験内容

Fig. 10 に示すように、船体を2点で支持し中央部の位置に集中荷重を加えて、その状態での船体の上下たわみと歪を計測した。集中荷重はFig. 11 に示すように0~8トンまでの荷重でA~Nの14状態に設定している。

船体たわみの計測点は Fig. 10 に示すように6カ所であるが、その位置にダイヤルゲージをセ

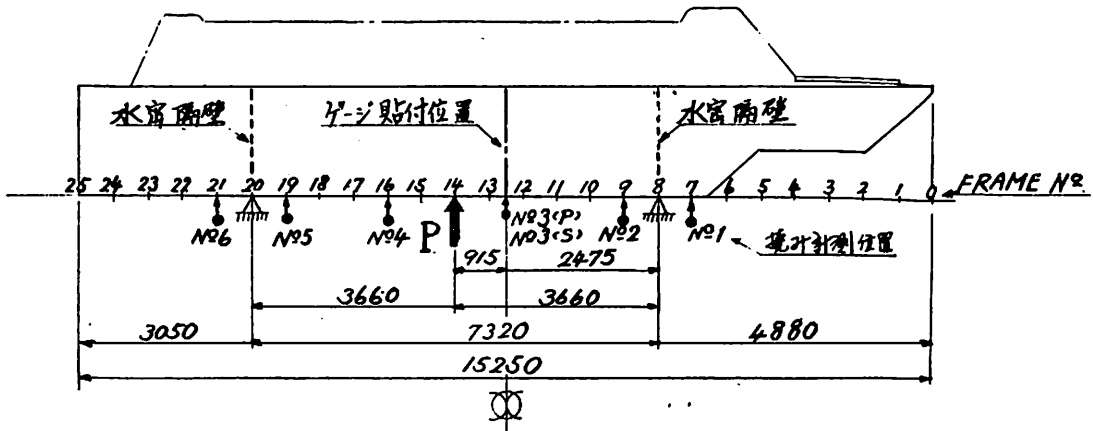


Fig. 10 支持点および計測位置

ットして計測している。

歪計測の位置は Fig. 12 に示すように、中央断面内の24カ所にストレインゲージを貼付して計測している。

(3) 計測結果

a) 船体たわみ

船体中央部における側壁下面のたわみを Fig. 13 に示す。最大たわみ量は荷重 8 トンにおいて約 4 mm となっている。

b) 船体に生じる歪

甲板及び船側下端における歪を Fig. 14 に示す。この図より、歪は荷重に対してほぼ直線的に変化しており、最大歪は船側下端で約 300 $\mu$  生じていることがわかる。また中央断面内における歪分布を Fig. 15 に示す。部分的には縦曲げ時に局部変形が生じている所も見られるが、中性軸を基準にしてほぼ直線的に変化している。また計算によって算出した歪分布線と比較すると、上部構造物の効きを 50% と仮定した値にほぼ近い傾向を示している。このことから、上部構造物は縦強度にかなり寄与していると考えられる。

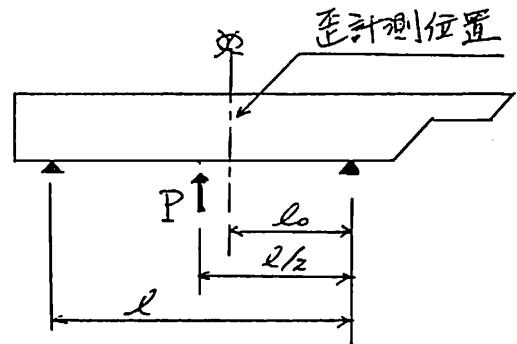
(4) 考察

a) 試験時の縦曲げモーメント

船体に荷重 (P) を加えた場合に中央断面部 ( $\square$ ) に生じる縦曲げモーメントは次式で求められる。

$$M_{\square} = \frac{1}{2} P l_0$$

ここで  $P = 8$  トン,  $l_0 = 274.5$  cm,  
 $l = 732$  cm



故に  $M_{\square} = 1098$  t-cm となる。

b) JG 規定の縦定の縦曲げモーメント

航行中に船体を受ける縦曲げモーメントの最大値として JG 規定では次式を与えている。

$$M_m = \frac{1}{20} W L_{pp}$$

ここで  $W = 20$  トン,  $L_{pp} = 1400$  cm

故に  $M_m = 1400$  t-cm となる。

また JG 規定のモーメントと試験時のモーメントとの比を求めると,  $M_m/M_{\square} = 1.28$  と

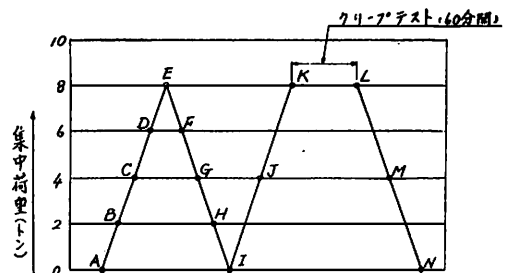


Fig. 11 荷重状態



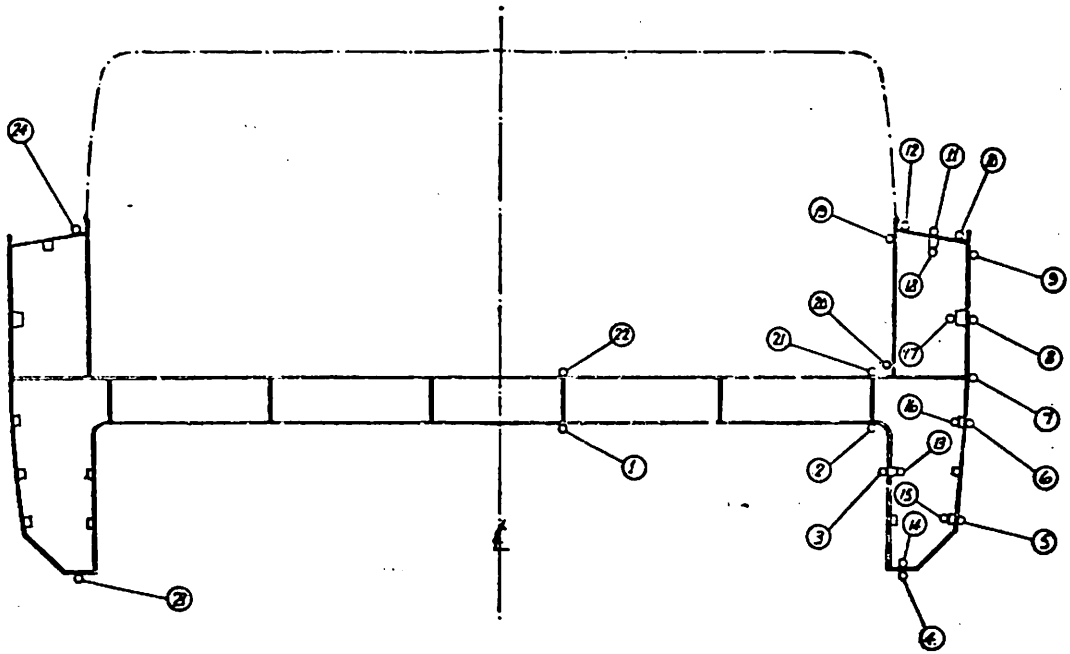


Fig. 12 ストレイン・ゲージ貼付位置 (中央断面) (ただし⑫は構造の都合上FR.12に貼付している)

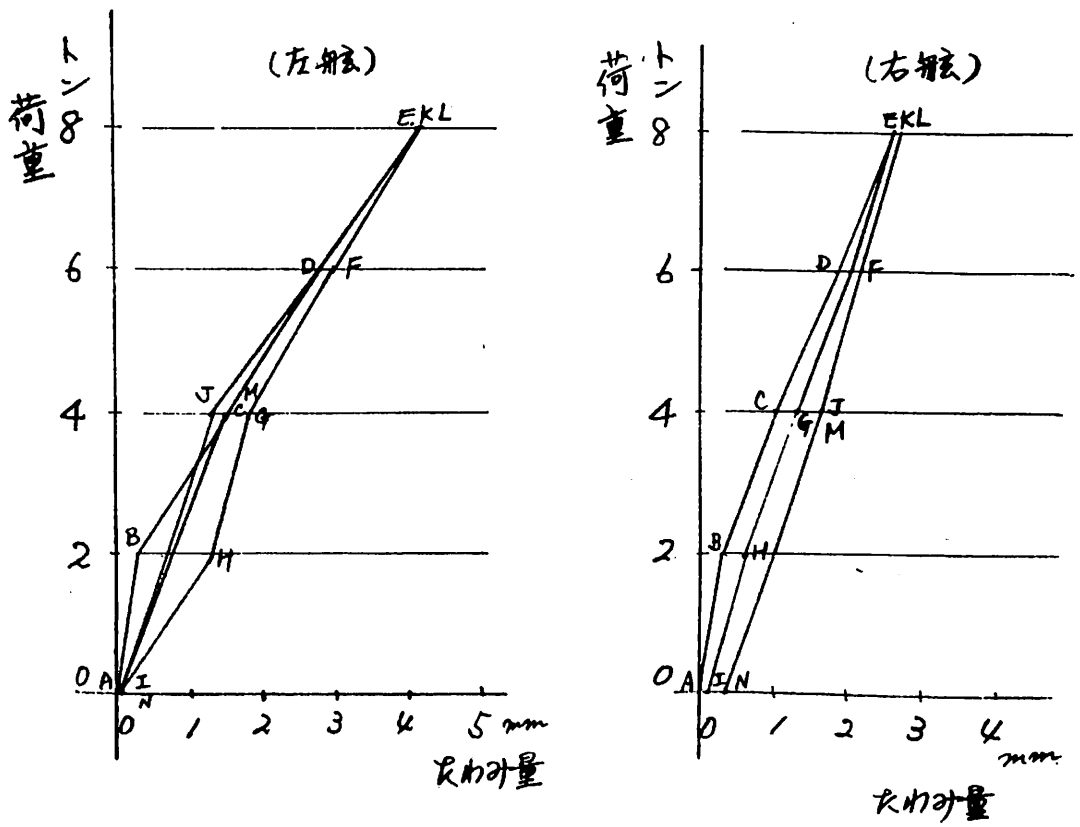


Fig. 13 船体中央部における側壁下面のたわみ

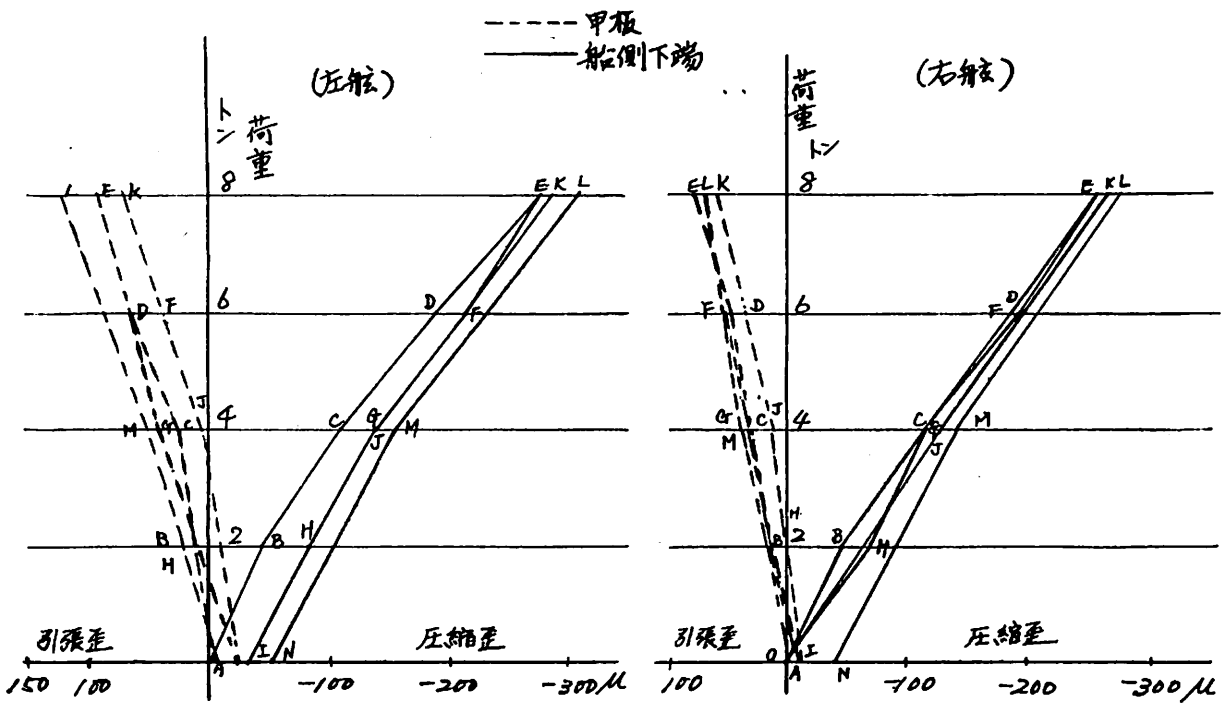


Fig. 14 甲板および船側下端における歪

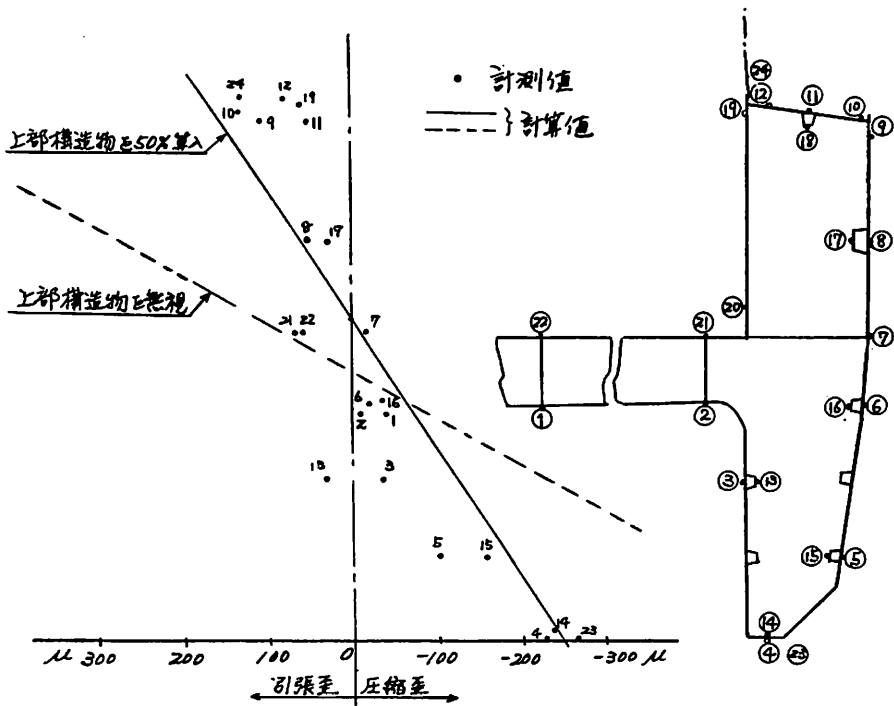


Fig. 15 断面内に生じる歪分布図

なる。

c)  $M_m$  に対する船体たわみと応力

◦ 船体たわみ

試験時計測した最大たわみは 4 mm であるが、 $M_m$  に対するたわみは次のように推定できる。

$$\begin{aligned}\delta &= 4 \times 1.28 \\ &= 5.2 \text{ mm}\end{aligned}$$

故に支持点スパン ( $l$ ) に対するたわみの比を求めると、

$$\delta/l = 5.2/7320 = 1/1400 \text{ となる。}$$

◦ 船体に生じる応力

試験時計測した最大歪は  $300\mu$  であるが、 $M_m$  に対する歪を推定すると、

$$\varepsilon = 385\mu \text{ となる。}$$

最大応力 ( $\sigma$ ) を求めると、

$$\begin{aligned}\sigma &= E \cdot \varepsilon \\ &= 0.35 \text{ kg/mm}^2 \text{ となる。}\end{aligned}$$

但し、 $E = 900 \text{ kg/mm}^2$

(材料試験結果より)

JG 規定の許容たわみは支持点スパンの

1/500 以下、許容応力は  $1 \text{ kg/mm}^2$  以下となっているので、その許容内に入っている。

3-6 耐航性能

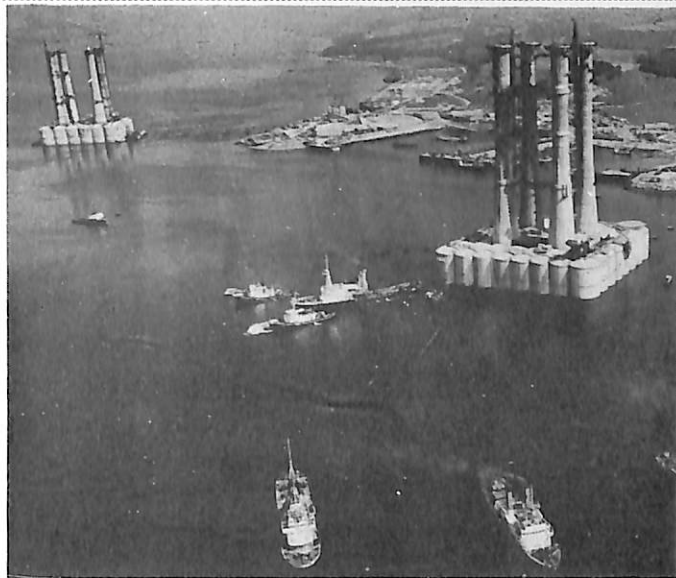
試運転中は波高 1.05 m (1/3 有義波高)、風速 13 m/s の海象で航走する機会しか得られなかったが、この時の平均標柱間速力 23.1 kt、また上下方向の加速度は艇の重心付近で 1.15 G、艇の後部で 1.30 G を記録した。

4. 将来の展望

佐世保重工業㈱では MK III の艇体を約 3 m 延長した MK IV (92 人乗り) の国産化に着手しており、53 年春には完工の予定である。

また現在英国で試作中の HM-5 (176~214 人乗) も国産化が予定されており、さらに旅客、貨物、車など多種の用途に使用できるペイロード 100 トン以上の能力を持つ側壁型ホーバークラフト (仮称ホーバークラフター) の開発も予定されている。

将来、側壁型ホーバークラフトは、新しい海上輸送機関として普及して行くであろう。



## 海外の海洋開発 の話題

### ■ 北海油田へ曳航される英国 最大の石油生産用プラットフォーム

写真は、35万トンという巨大なコンクリート製石油生産用プラットフォーム「Cormorant A」を、西スコットランドのアーディン・ポイントから北海のシェル・エッソ・コーモラント油田へ外洋タグボートで曳航しようとしているところ。

同プラットフォームは英国のサー・ロバート・マックアルパイン&サンズ社 (Sir Robert McAlpine

& Sons Ltd. P.O. Box 74, 40 Bernard St. London WC1N 1IG) とスィー・タンク社 (フランス) の共同で建造されたもので、英国で建造されたものとしては最大である。

左後方に見えるのは完成間近な小型石油生産用プラットフォームで、完成後は北海のシェル・エッソ・ブレント油田へ曳航される。

(by Courtesy of British, Embassy, Tokyo)

Engineering Course : Diesel Engine <29>

by Zenzaburo Saito

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

齋藤善三郎

三菱重工業

### 6.12.3 国産の中小型高速ディーゼルエンジンの構成過程

#### 6.12.3.1 国産の高速艇用の中小形高速ディーゼルエンジン

日本において、ディーゼルエンジンを主機とした本格的なディーゼル高速艇は、1956年建造のPT1～PT3形魚雷艇に始まったといわれる。その中の代表的なPT3形を説明する。

#### PT3形高速艇

PT3形は排水量70トン、長さ26m、幅6.8m、吃水3.2mで速力は30ノット。主機としては三菱YV20Z形(20V-150×200)、2,000PS/1,600rpmのディーゼルエンジンを2基搭載し、出力総計は4,000PSである。(図6.12.3.2)

このエンジンは1945年に1号機が完成し、それを1956年から量産化したものである。1号機は1946年、アナポリス海軍技術研究所で、米海軍技術調査団により送られ調査研究され、米海軍報告EES-C-3113に掲載された著名なエンジンである。

#### PT10形高速艇

PT10形高速魚雷艇は、1961年に三菱下関造船所で建造の軽合金艇で、排水量90トン、長さ32m×幅8.46m×吃水1.20m、速力は40ノットであった。主機としては英国のナビア社のデルチック(Deltic) T18-37K形(18△-130×184)、出力3,100PS/2,100rpmの2サイクルディーゼルエンジンである。(図6.12.3.3)

このエンジンは英国海軍が開発した高速艇専用のもので、馬力当り重量は1.6kg/PSと軽い。構造は

図6.12.3.3にみるように、対向形ピストンをもったシリンダをデルタ形に組みあわせた特殊形の2サイクルディーゼルエンジンである。このピストン系構造は、ドイツのユンカース・ユモ(Junkers Jumo)ディーゼル航空機の、ディーゼルエンジンを基本とするものである。

#### PT11形高速艇

1970年、三菱下関造船所で建造の軽合金製の高速魚雷艇である。排水量100トン、長さ35.4×幅9.2×吃水1.2mで、速度は40ノット。

主機は三菱24WZ形(24W-150×200)、出力3,000PS/1,600rpmの2サイクルディーゼルエンジンで2台搭載される。他にIHI社のガスタービンIM300形、2,300PS/13,600PSを2台併載し、合計出力は10,500PSに及ぶ。CODAG方式である。(図6.12.3.4)

#### 高速旅客艇シーホーク

参考までに大形高速艇の一例として、1977年建造の高速旅客船“シーホーク”を紹介する。船舶整備公団、東海汽船を共同船主として、三菱重工下関造船所で建造された軽合金製の高速艇である。総トン388.15T、全長45.00m、幅7.80m、吃水1.25m、わが国最大の軽合金製高速艇と言われる。定員は295名である。

主機はMTU16V652形(16V-190×230)、2,205PS/1,380rpmを2基搭載し、合計出力4,410PSであり、速力は試運転最高30.2ノット、航海速力は26.5ノットを出す。(図6.12.3.5)



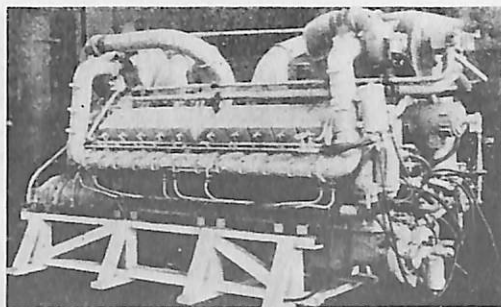
図 6.12.3.2 PT 3形高速艇 (1956年)

〔PT 3形高速艇〕

建造：三菱重工下関

排水量：70トン（軽合金製）

長さ×幅×吃水：26×6.8×3.2m



速力：30ノット

出力：2,000PS×2台=4,000PS（上図）

用途：魚雷艇

〔YV20Z形エンジン〕

三菱重工，20V—150×200，2,000PS/1,600rpm，

2サイクル



図 6.12.3.3 PT 10形高速艇 (1961年)

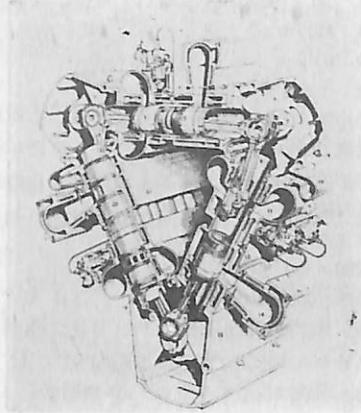
〔PT 10形高速艇〕

建造：三菱重工下関

排水量：90トン（軽合金製）

長さ×幅×吃水：32×8.46×1.20m

速力：40ノット



主機：

Napier社（イギリス）

Deltic T18—37K形（2サイクル）

18△（デルタ）—130×184

3,100PS/2,100rpm×3=計9,300PS

用途：魚雷艇用



図 6.12.3.4 PT 11形高速艇 (1971年)

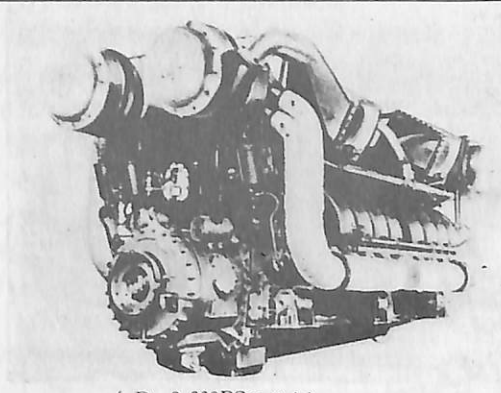
〔PT 11形高速艇〕

建造：三菱重工下関

排水量：100トン（軽合金製）

長さ×幅×吃水：35.4×9.2×1.20m

速力：40ノット



出力：{ D 3,000PS×2台 } 計10,500PS  
          { GT 2,300PS×2台 }

用途：魚雷艇

〔24WZ形エンジン〕

三菱重工，24W—150×200，3,000PS/1,500rpm，

2サイクル



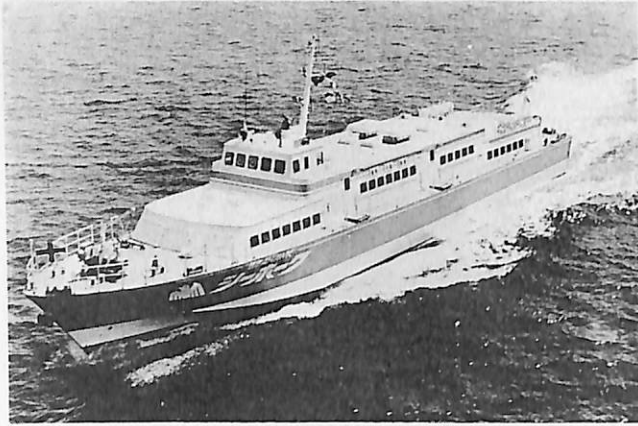


図 6.12.3.5 高速旅客艇“シーホーク”  
(1977年)

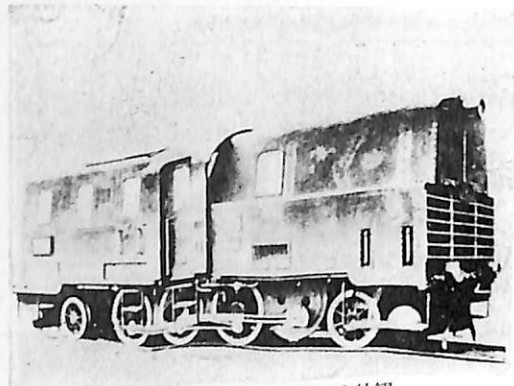
建造：三菱重工下関  
 総トン：388.15トン  
 長さ×幅×吃水：45.0×7.8×1.25m  
 速力：試運転最高 30.2ノット  
 航海速力 26.5ノット  
 航続距離：約260哩  
 船質：耐食アルミニウム軽合金製  
 船形：ディープV  
 定員：295名  
 主機：  
 MTU 16V652形  
 16V—190×230  
 2,205PS/1,380rpm×2台

図 6.12.3.6 ドイツ輸入のDC11形電気式ディーゼル機関車 (1929年)

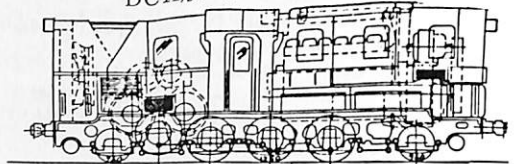
全長：11.7m  
 重量：60トン  
 軸配置：1C1  
 動力伝達方式：電気式  
 最高速度：60km/h  
 エンジン：

MAN社  
 4サイクル  
 6—280×380  
 600PS/700rpm×1台

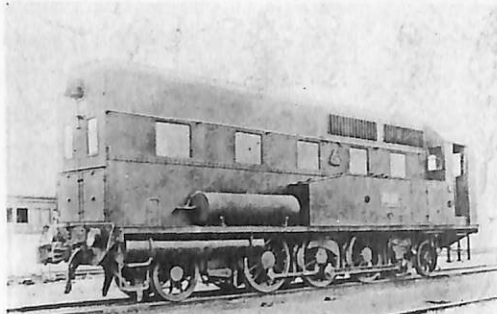
用途：神戸港入れかえ用  
 車両メーカー：エスリンゲン社（ドイツ）  
 特色：国鉄はじめてのディーゼル機関車



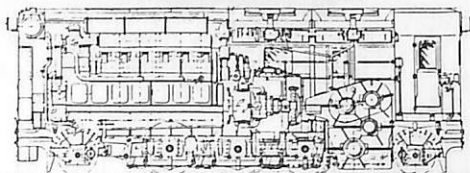
DC11形ディーゼル機関車外観



配置図



DC10形ディーゼル機関車外観



配置図

図 6.12.3.7 ドイツ輸入のDC10形機械式ディーゼル機関車 (1930年)

全長：約9m  
 重量：66.5トン  
 軸配置：1C1  
 動力伝達方式：機械式  
 最高速度：60km/h  
 エンジン：

Krupp社  
 4サイクル  
 6—320×350  
 600PS/540rpm×1台

用途：入れかえ用  
 車両メーカー：クルップ社（ドイツ）

### 6.12.3.2 国産のディーゼル機関車用の中小形高速ディーゼルエンジン

諸外国と同様に1945年(第2次大戦)頃までは、ディーゼル機関車は、ようらん期であり、1946年以後は成長期をむかえ、蒸気機関車に代替してディーゼル機関車が多く使われるようになった。このプロセスを代表例として、国鉄のディーゼル機関車を焦点に中小形高速ディーゼルエンジンとの関連をおりまぜながら概要を述べる。

#### DC10形および11形ディーゼル機関車

1929年、1930年にはドイツから早くもディーゼル機関車が輸入され、国鉄で使用された。

#### DC10形、11形ディーゼル機関

1929年にまずDC11形電気式ディーゼル機関車がはじめて国鉄に輸入され、神戸港構内の入れかえ用として実用に供された。最高速度 60 km/h で、エンジンはMAN社の4サイクルディーゼルエンジン(6—280×380)、600PS/700rpmであった。(図6.12.3.6)

ついでDC10形機械的ディーゼル機関車が輸入されたが、動力伝達方式の不具合のため、あまり稼働しなかったようである。(図6.12.3.7)

#### DB10形ディーゼル機関車

1932年に国鉄用として、国産初のディーゼル機関車のDB10形が完成した。入れかえ用の小形ディーゼル機関車で、エンジンは国産の50PS/1,000rpmのディーゼルエンジン(6—120×180)が搭載された。(図6.12.3.8)

#### キハ4300形電気式ディーゼル動車

3両固定編成の電気式ディーゼル列車が、1937年に製作された(図6.12.3.9)。注目されるのは搭載のディーゼルエンジンである。国鉄とメーカー3社(新潟、池貝、三菱)の共同設計になる国産エンジンで、出力240PS/1,300rpm(6—180×200)の4サイクル中小形高速ディーゼルエンジンの部類に属する。ディーゼルエンジンの重要部分である噴射装置、および燃焼室の部分は各社独自の設計であった。即ち(図6.12.3.10)

燃焼室形式	新潟	予燃焼室式
	三菱	予燃焼室式
	池貝	渦流燃焼室式

シリンダ直径 180mm の中小形高速ディーゼルエ

ンジンが、すでにこの時期に採用されたわけである。エンジンは横置き形である。

この180mm×200mm形のエンジンサイズはその後、1958年製作の国鉄DD13形ディーゼル機関車に搭載の国鉄標準形ディーゼルエンジンDMF S31形(6—180×200)、370PS/1,300rpmに受けつがれている。

#### DD50形電気式ディーゼル機関車

1952年から始まった国鉄の、動力近代化計画によりつくられた試作機ともいえるので、1953年に3台製作された。スイスのズルツァー Sulzer 社の8LD A25形(8—250×320)、900PS/850rpmのディーゼルエンジンが搭載された。北陸本線に使用され、本邦最初の本線用ディーゼル機関車である。(図6.12.3.11)

#### 国鉄借入ディーゼル機関車

1955年頃から6～7年間は、ディーゼル機関車メーカーが独自の設計によるディーゼル機関車を試作し、国鉄が借り入れて使用した。(図6.12.3.12末尾に収載)

国鉄のディーゼル機関車の標準形に対する模索、開発の時期でもあったので試用された由である。

図6.12.3.12にみるように搭載ディーゼルエンジンの殆んどすべてが、外国製の中小形の中速または高速ディーゼルエンジンである。そのこと自体、当時に中小形の高出力ディーゼルエンジンの開発が困難であったかを示すものといえよう。

#### DF50形電気式ディーゼル機関車

国鉄初の標準形の電気式ディーゼル機関車である。亜幹線用として北陸、山陰、土讃の各線に使用された。1957年から1963年の間に138両製作された。(図6.12.3.13)

搭載エンジンは外国の中形中速ディーゼルエンジンであった。即ち、ズルツァー(Sulzer)社の8LD A25A形(8—250×320)、1,060PS/800rpmが搭載された。

MANのV6V22/30形(12V—220×330)、1,200PS/900rpmも搭載された。

#### DD13形液体式ディーゼル機関車

国鉄初の標準形の入れかえ用ディーゼル機関車で、1958年から1965年の間に総計416両製作された。中形の標準機関車で、構内の入れかえ用である。エ

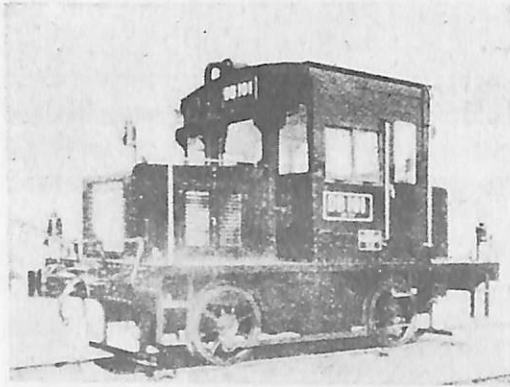


図 6.12.3.8 国鉄の国産第 1 号ディーゼル機関車 DB10 形  
(1932年)

全 長：6 m  
 重 量：10.5 トン  
 軸配置：B 形  
 動力伝達方式：機械式  
 最大速度：25km/h  
 エンジン：  
 国鉄（池貝，新鋼）  
 4 サイクル  
 6—120×180  
 50PS/1,000rpm×1 台  
 用 途：入れかえ用  
 車両メーカー：川車，日車，日立  
 特 色：国鉄はじめての国産ディーゼル機関車

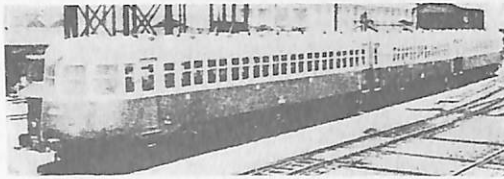
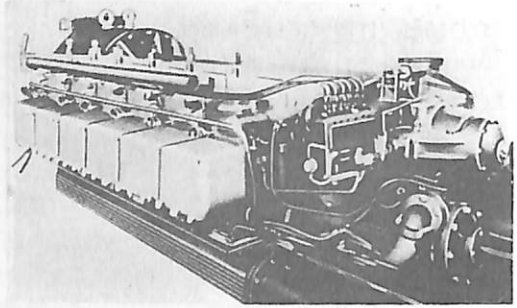


図 6.12.3.9 国鉄キハ4300形電気式ディーゼル動車  
(1937年)

〔キハ4300形電気式ディーゼル動車〕  
 搭載エンジン：240PS エンジン（右図）  
 発電機：150KW/1,500rpm



〔240PS エンジン〕  
 1937年 国鉄（新潟，池貝，三菱の 3 社）  
 6—180×200  
 240PS/1,300rpm  
 (注) 1958年国鉄 DD13 形ディーゼル機関車に搭載の  
 DMF31S 形（6—180×200）のプロトタイプ  
 である。

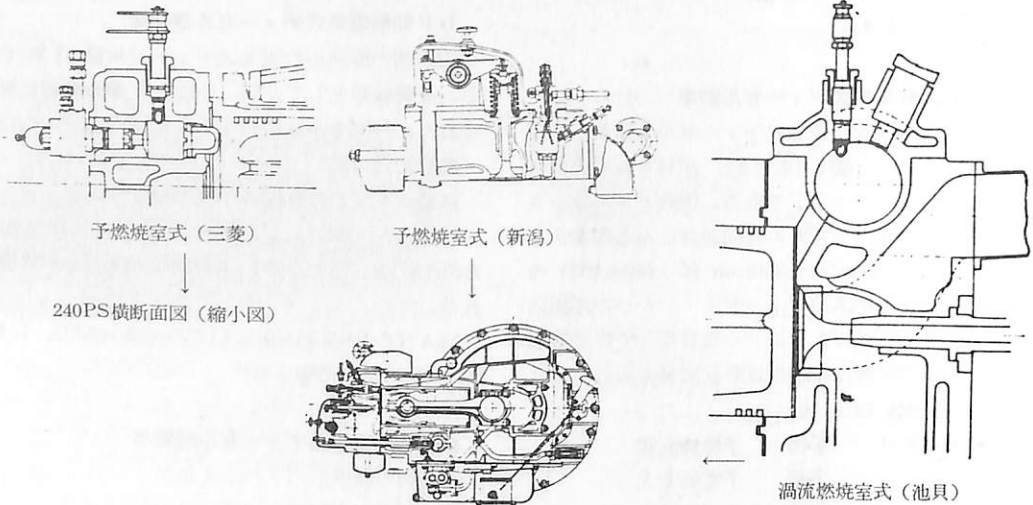
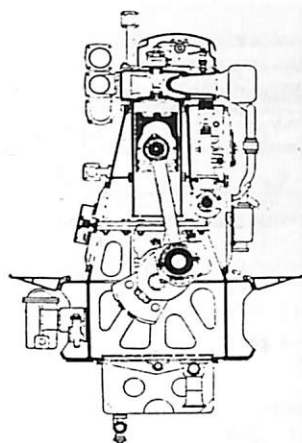


図 6.12.3.10 キハ4300形ディーゼル動車用 240PS ディーゼルエンジンと燃焼室



Sulzer 8LDA25形エンジン

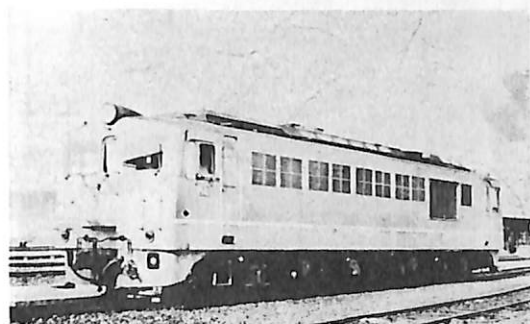
図 6.12.3.11 国鉄DD50形電気式ディーゼル機関車  
(1953年)

全 長：11.9m  
重 量：61.1トン  
軸配置：B—B



DD50形ディーゼル機関車外観

動力伝達方式：電気式  
最大速度：90km/h  
エンジン：  
ズルツアー (Sulzer) 8LDA25形 (三菱)  
8—250×320  
900PS/850rpm×1台  
発電機：580KW/850rpm  
車両メーカー：三菱重工  
用 途：本線用 (北陸)  
特 色：最初の本線用ディーゼル機関車

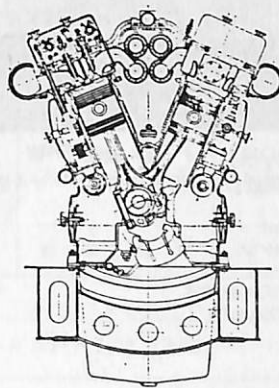


DF50ディーゼル機関車外観

図 6.12.3.13 国鉄DF50形電気式ディーゼル機関車  
(1957年)

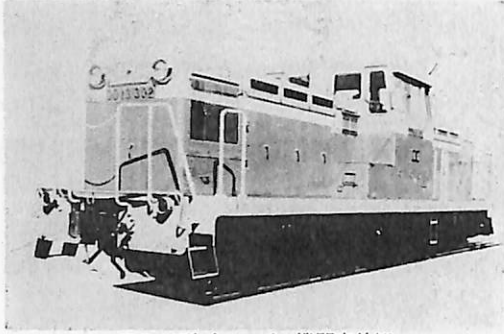
全 長：16.4m  
重 量：84トン  
軸配置：B—B—B  
動力伝達方式：電気式  
最大速度：90km/h  
エンジン：下記1台を搭載 (最初はズルツアーだった)

ズルツアー 8LDA25A形 (三菱)  
8—250×320  
1,060PS/800rpm  
発電機：700KW/DC800rpm  
車両メーカー：三菱重工



MAN V6V22/30mA形ディーゼルエンジン

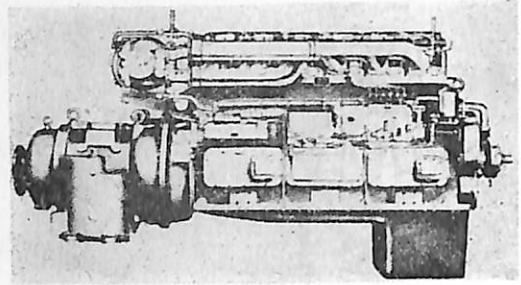
MAN V6V22/30mA (日立, 川重)  
12V—220×330  
1,200PS/900rpm  
発電機：780KW/DC900rpm  
車両メーカー：日立, 川重  
用 途：垂幹線用 (土讃, 山陰, 北陸)  
特 色：国鉄初の標準形電気式ディーゼル機関車



DD13形ディーゼル機関車外観

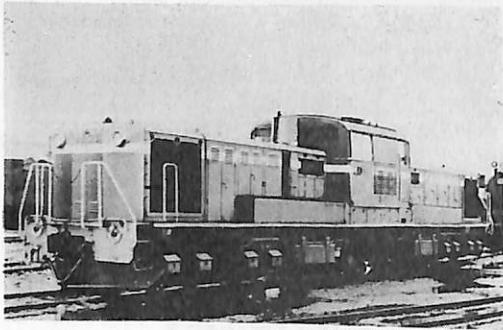
図 6.12.3.14 国鉄DD13形液体式ディーゼル機関車 (1958年)

全長：13.6m  
重量：54トン  
軸配置：—  
動力伝達方式：液体式  
最大速度：70km/h  
エンジン：



DMF31S形ディーゼルエンジン外観

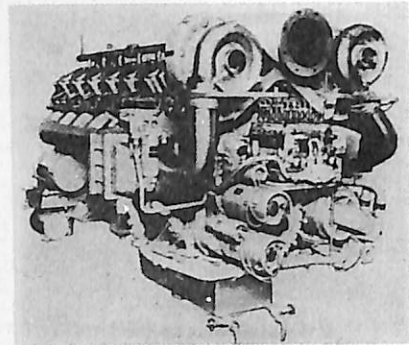
国鉄（新潟，振興，ダイハツ）  
DMF31S〔S B〕形  
6—180×200  
370PS/1,300rpm〔500PS/1,500rpm〕× 2台  
液体変速機：DS—1.2/1.35形  
車両メーカー：—  
用途：入れかえ用  
特色：国鉄初の標準形入れかえ用ディーゼル機関車  
（中型の標準形機関車）



DD51形ディーゼル機関車外観

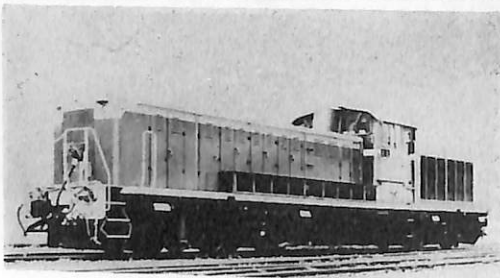
図 6.12.3.15 国鉄DD51形液体式ディーゼル機関車 (1962)

全長：18m  
重量：84トン  
軸配置：B—2—B  
動力伝達方式：液体式  
最大速度：95km/h  
エンジン：



DML61Z形ディーゼルエンジン外観

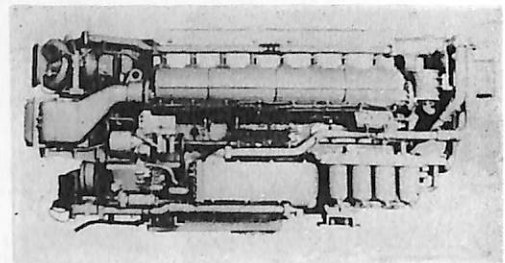
国鉄（神鋼，新潟）  
DML61Z形  
12V—180×200  
1,100PS/150rpm× 2台  
液体減速機：DW 2形  
車両メーカー：日立製作  
用途：本線用  
特色：純国産の標準大型ディーゼル機関車



DE50形ディーゼル機関車外観

図 6.12.3.16 国鉄DE50形液体式ディーゼル機関車 (1970年)

全長：16m  
重量：約70トン  
軸配置：A・A・A—B  
動力伝達方式：液体式  
最大速度：約95km/h  
エンジン：



DMP81Z形ディーゼルエンジン外観

国鉄（神鋼，新潟）  
DMP81Z形× 1台  
16V—180×200  
2,000PS/1,500rpm  
液体変速機：DW 7形  
用途：貨物専用（中央西線，伯備線）  
特色：2,000PS線の単一集中形の大型ディーゼル機関車試作車（1車両）

形	新	DD90	DF91	DD92	DF90	—	DF92	—	DF93	DD93	DD91
式	旧	DD41	DF40	DD40	—	DD42	DF41	DF91	—	—	—
製作所		東芝	川崎	新三菱	日立	日車	汽車	日立	日立	日車	新三菱
製作年		29年 (1954)	30年 (1955)	31年 (1956)	31年 (1956)	31年 (1956)	34年 (1959)		35年 (1960)	35年 (1960)	37年 (1962)
伝達方式		電気式	電気式	液体式	電気式	液体式	電気式	電気式	液体式	液体式	液体式
出力 (PS/rpm)		$\frac{660}{1000}$	$\frac{1200}{900}$	$\frac{650}{900}$	$\frac{1680}{900}$	$\frac{450}{1500} \times 2$	$\frac{1320}{800}$	$\frac{1200}{900}$	$\frac{1100}{1500}$	$\frac{1100}{1500}$	$\frac{1820}{1500}$
エンジン メーカー		クーパー ベッセマー	日立・マン	三菱・ スルザー	日立・マン	振興	三井・パウ マイスター	日立・マン	日立・マン	三菱・マン	マイバッハ
エンジン 形式		FWL-6T	V6V 22/30	6LDA22	V6V 22/30	DMH36S	DE1222 VL-34V	V6V 22/30	L12V 18/21	L12V 18/21	MD870
シリンダ数 直径×行程		6- 229×267	12V- 220×300	6- 220×……	12V- 220×300	……	……	12V- 220×300	12V- 180×210	12V- 180×210	16V- 185×200
運整重量		59.5	75.0	52.0	92.0	57.6	90.0	84.5	70.0	53.0	70.0
借用 期間	始	29年	30年	31年	32年	32年	34年	34年	37年	37年	37年
	至	購入 (33年)	購入 (33年)	37年	購入 (36年)	33年	37年	34年	39年	40年	40年
配置 および 使用線区		大宮	土讃線 高知	梅小路 および 吹田	常磐線 水戸 および 秋田	名古屋	山陰線 福知山	常磐線 水戸	総武線 千葉	名古屋	山陰線 福知山
用途		入換	客貨	入換	客貨・入換	入換	客貨	客車	客貨	入換	客貨

図6. 12. 3. 12 国鉄の借入ディーゼル機関車 (1954~1965)

エンジンは国鉄・新潟・振興・ダイハツで共同開発したDMF31S形(6—180×200), 370PS/1, 300rpm, 後に500PS/1, 500rpmの中小形高速ディーゼルエンジン2台が搭載された。(図6. 12. 3. 14)

#### DD51形液体式ディーゼル機関車

純国産の本線用の大形標準ディーゼル機関車である。1962年から量産がつづけられ、強力快速で各地の第一線で活躍している。(図6. 12. 3. 15)

搭載エンジンは国鉄と新潟・振興・ダイハツの共同設計によるDML61Z形(12V—180×200), 1, 100PS/1, 500rpmの中小形高速ディーゼルエンジンが2台、合計2, 200PSである。

本線用のディーゼル機関車は、それまでは外国の中形中速または中小形高速ディーゼルエンジンによっていたが、DD51形ディーゼル機関車からは国産

品にきりかえられたわけである。

#### DE50形液体式ディーゼル機関車 (1970)

1970年に試作(1台)された貨物専用の大形ディーゼル機関車である。搭載エンジンは国鉄と新潟・振興・ダイハツの共同研究開発のDMP81Z形(16V—180×200), 2, 000PS/1, 500rpmの中小形高速ディーゼルエンジンであり、1台使用される。(図6. 12. 3. 16)

以上にディーゼル機関車の移りかわりを、それに搭載するディーゼルエンジンを中心に紹介した。

高速艦艇用のディーゼルエンジンの例とあわせて、国産の中小形高速ディーゼルエンジンの構成の特徴に注目されたい。(つづく)





受注

●石播が香港からコンテナ船を2隻

石川島播磨重工はこのほどオーストラリアン・ナショナルライン (ANL) と香港船主オリエント・オーバーシーズ・コンテナライン (OOCL) が合弁で設立した香港のエイシア・オーストラリア・エクスプレス社からコンテナ980積み、15,000重量トンのフルコンテナ船を2隻受注した。納期は78年秋。

●川重、川汽の仕組みバルクキャリアを内定

川崎重工は川崎汽船が川崎製鉄の10年間積荷保証で仕組み建造する110,000重量トンのバルクキャリア1隻の受注を内定した。細目は船価との見合いで今後煮つめるが、54年初め完工の予定。

●笠戸、宇部興産向けセメント運搬船

笠戸船渠は宇部興産の12,000重量トン型セメント運搬船を、内航総連合会の建造承認を得次第契約する。これは同会の船腹調整の対象船であるため、また笠戸が宇部興産からセメント船を受注するのは47年9月引渡した第2中興丸以来。納期は53年6月の予定で、主機関は宇部鉄工が西独MAK社から技術導入して製作中の中速4サイクル機関「UBE—MAK12M552AK型」9,000馬力1基を搭載する。

●住商グループ、サウジ港湾局から作業船を9隻

住友商事、太平オーバーシーズ、横浜ヨットは最近、サウジアラビア港湾局から105総トン型ウォーター・トラクター9隻を受注した。納期は第1船が77年12月、最終船が78年3月。同船は西独フォイトシュナイダー社製のプロペラを装備したタグボートタイプ。主機は西独MTU6V396TC61型490馬力を2基搭載し、速力は10.2ノット。

●今治、川汽から65,000重量トンのバルクキャリア

今治造船は川崎汽船から65,000重量トン型バルクキャリア1隻の受注を内定した。納期は来年8月で、川崎汽船では川崎製鉄の積荷保証で、往航は自動車、復航は石炭輸送に従事する。

●鋼管、海保庁のヘリ搭載型巡視船

日本鋼管は8月3日、海上保安庁から3,750排水トン型ヘリコプター搭載型巡視船を1隻受注した。納期は53年11月末。搭載するヘリは米国ベル社製ベル212型。主機ディーゼル7,800馬力2基。最大速力21.5ノット。

●常石、香港向けフルコン船2隻

常石造船は香港船主C.Y.トンからコンテナ990積み15,000重量トンのフルコンテナ船2隻を内定した。納期は来年なかばから年末で、細目は明らかでないが、速力21ノットといわれる。

●来島、ジャパンラインの仕組み船

来島どっくは、ジャパンラインがニュージーランド物産(王子製紙と山陽国策パルプの共同出資会社)の積荷保証で仕組み建造する23,000重量トン型パルプ兼製材運搬船の受注を内定した。細目は今後煮つめるが、22トン吊りデリックを整備し、納期は53年8~9月。

●川重、川汽の重量物運搬船

川崎重工は、川崎汽船が33次計画造船で建造する600トンヘビードリック装備の19,800重量トン型重量物運搬船1隻を正式契約した。主機関川崎MAN10,850馬力を搭載し、速力15.0ノット。納期53年7月。

●石播、ギリシャ船主へ“フリダムマークII”3隻

石川島播磨重工はギリシャ船主アラフゾースから15,500重量トン多目的貨物船“フリダム・マークII”3隻を一括受注。納期は78年6、10月と79年1月。

●鋼管、昭和のバラ積船

日本鋼管は、昭和海運が仕組建造する60,000重量トンのバラ積み船を受注、納期は53年9月末。主機関はビールスティック10PC4V型14,000馬力、速力15ノット。

●三菱、ネシア向けドレッジャー

三菱重工はインドネシア錫公社からバケット式として世界最大級の錫採取ドレッジャーを受注。このドレッジャーは海底から錫を含んだ砂を採取し、船上で選鉱する一種のプラントバージである。主要目は全長202m、幅44m、採取能力約800m<sup>3</sup>/hr、最大浚深さ46m、バケット容量625l×151個、ロータリースクリーン回転式選鉱装置(直径3×長19m)2台、重力選鉱装置240台。

●鋼管、ヘリ搭載巡視船の主機も受注

日本鋼管はさきに海上保安庁から受注した3,750排水トン砕氷型ヘリコプター搭載巡視船に搭載する主機も落札受注した。型式は12PC2—5V型7,800PSディーゼル2基、最大速力21.5ノット。

●川鉄商事、タグなど7隻

川鉄商事船舶部はクエート港湾局からタグボート

など7隻を受注した。内訳はつぎのとおり。

- 1) 300総トン型タグボート2隻，主機富士ディーゼル1,200馬力2基，納期78年12月末，山陽造船。
- 2) 300重量トン型ウォーターバージ1隻，主機ヤンマー1,100馬力。納期78年8月末，松浦鉄工。
- 3) 21m型パイロットランチ2隻，主機MTU750馬力2基，速力20ノット。納期78年8月末，墨田川造船。
- 4) 22m型ランチ2隻，主機小松カミンズ600馬力，速力11.5ノット。納期78年8月末，墨田川造船。

●内海，モロツコから4,000トンタンカー

内海造船はモロッコのソシエテ・ナショナル・デ・プロダクト・ペロリア社(SNPP)から4,000重量トンのタンカーを1隻受注した。納期は78年9月。主機はダイハツ2,400馬力。速力12ノット。

●川重，米国船主からRO/RO船を追加

川崎重工は米国のセンチュリー・グレイハウンド・リース社から9,800重量トン型RO/RO船を追加受注した。納期は78年9月。川重は本年3月，同社から同型船2隻を受注している。主機関は川崎MAN6,000馬力2基，速力20.9ノット。

●常石，大日海運からバルクキャリアを1隻

常石造船は日本郵船の關係会社大日海運(本社・神戸市)から26,700重量トン型バルクキャリアを1隻受注した。納期は53年3月末。主機関は石播PC11,700馬力，航海速力は14.8ノット。

●函館，国鉄の青函用補助汽船を2隻

函館ドックは国鉄船舶局から青函連絡船用補助汽船2隻を受注。納期は53年5月末。主要目は220総トン，主機はターボ過給機付820馬力2基，速力10.0ノット。乗員5名，旅客75名。

開発・新製品

●川重，LNG船の断熱材に硬質ウレタンを採用

川崎重工がゴタスラーセン向けに建造中の128,000立方メートル型LNGタンカーのカーゴタンク断熱材に，世界で始めて硬質ウレタンフォームを採用した。LPG船の内部断熱材としてはすでに使われていたが，LNG船では従来，タンクの断熱・支持材にはバルサ材を使用していた。

バルサ材は産地がエクアドルと遠く，供給力に限界があるうえ価格も高く，川重では東洋ゴムと共同でノウハウの開発にあたっていたもの。

●海洋科学技術センターの半潜水式双胴船

海洋科学技術センター(会長・山下三井造船社長)は“半潜水式双胴調査船”の建造を計画している。これは大陸棚調査などを目的とするもので，初年度(53年度)は基本設計を行ない，早ければ54年度に実船を建造する構想という。

このような半潜水式船では，すでに船舶技術研究所が今年度，全天候型作業船の実用化を目指し，水槽実験を行なっているほか，三井造船も船用機器開発協会と共同で実験艇を計画，53年度建造を目標にしている。

●三菱などUEC52/125型を発表

三菱重工，神戸発動機，赤阪鉄工は8月31日(東京)，9月1日(神戸)の両日，三菱UEディーゼルUEC52/125E型ロングストローク機関発表会を行なった。発表内容は，(1)UE機関の開発状況，(2)UE-E型2段過給機関の現況，(3)UEC52/125E型低回転機関。

UEC52/125E型の主要目はつぎのとおり。

	6	7	8
シリンダ数	6	7	8
出力(PS)	8,000	9,300	10,650
回転数(rpm)	150	150	150
F.O.C	152	152	152
重量	220	250	277

技術提携ほか

●川重，ロールス・ロイスと設計・コンサルタント契約

川崎重工は英国ロールス・ロイス社とガスタービンの主推進装置に関する設計コンサルタント契約を結び，日本政府に認可申請した。これが認可されれば，防衛庁向け舟艇搭載のガスタービン技術体制がすべて整う。契約の内訳は，(1)船用オリンパス・ガス・ゼネレータ，(2)船用タイン・ガスタービン交換ユニットの製造上のノウハウ，のほか，船用ガスタービン搭載の際に必要な据付および艤装で，とくに補機，軸系，操縦装置などは，従来の蒸気タービンとは違う経験および知識がいるため，今回の契約となったもの。

これで川重は，船用オリンパスTM3Bガス・タービン・モジュールと船用タインRMICガスタービンを組み合わせ，主機推進機関パッケージにまとめる技術，生産体制を整える。

# 竣工船一覽

## The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① SHINSEI MARU	② TENSHA MARU No.3	③ GOLDEN TENNYO
所有者 Owners	Taisei Kisen	Wakamatsu Kaiun	Golden Tennyo
造船所 Ship builder	今治造船今治(Imabari)	常石造船(Tsuneishi)	鋼管清水(Nippon Kokan)
船級 Class	NK	NK	A B
進水・竣工 Launching・Delivery	77/5・77/7	77/4・77/6	77/5・77/7
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	10,367.23/6,687.83	10,811.21/6,506.29	14,530.52/10,238
LOA(全長:m)	146.68	146.00	172.26
LBP(垂線間長:m)	136.00	139.72	161.66
B(型幅:m)	22.86	22.30	22.86
D(型深:m)	12.20	12.45	13.60
d(満載吃水:m)	9.054	9.15	32'-1"
満載排水量 Full load Displacement	22,293	22,533	29,676
軽貨排水量(約) light Weight	* 5,646	4,818	* 4,909
載貨重量 L/T Dead Weight	** 16,647	17,435	* 24,347
K/T	16,914	17,715	24,738
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m <sup>3</sup> )	20,698.35/21,944.41	21,700/22,500	33,894/29,127
主機型式/製造所 Main Engine	赤阪6UEC52/105E	IHI-Pielstick 12PC2-5V	住友Sulzer6RN68
主機出力(連統:PS/rpm) MCR	8,000/175	7,800/7,720×520/136.6	9,000/137
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	7,200/169	7,020/6,950×502/131.9	7,650/130
燃料消費量 Fuel Consumption	162.36g/10ps/h	25.6t/d	28.9t/d
航続距離(海里) Cruising Range	13,300	14,000	17,860
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	16.825	17.60	17.149
航海速度 Service Speed	14.1	16.83	14.7
ボイラー(主/補) Boiler	自然循環式6.0kg/cm <sup>2</sup>	Vertical composite型×1	Aalborg AQ5-7kg/cm <sup>2</sup> ×1,700kg/h
発電機(出力×台数) Generator	400KVA×2	550ps×900rpm×2	AC450V×330KW×2
貨油倉容積(m <sup>3</sup> )COT	—	—	—
清水倉容積(m <sup>3</sup> )FWT	400.67	140	84.7
燃料油倉容積(m <sup>3</sup> )FOT	1,369.23	1,220	2,818.9
特殊設備・特徴他	—	—	—

④ MANDOLYNA

Metropolitan Sea Trade

日立造船堺(Hitachi)

A B

77 / 3 · 77 / 8

ばら積(Bulk) · 遠洋

16,266.76 / 10,785.00

173.04

164.00

22.80

14.75

10.63

32,842.00

\* 5,984

26,431.00

\* 26,855.00

— / 37,556.5

日立B&W8K62EF

10,700 / 144

9,800 / 140

39.0t/d

14,769

17.334

14.9

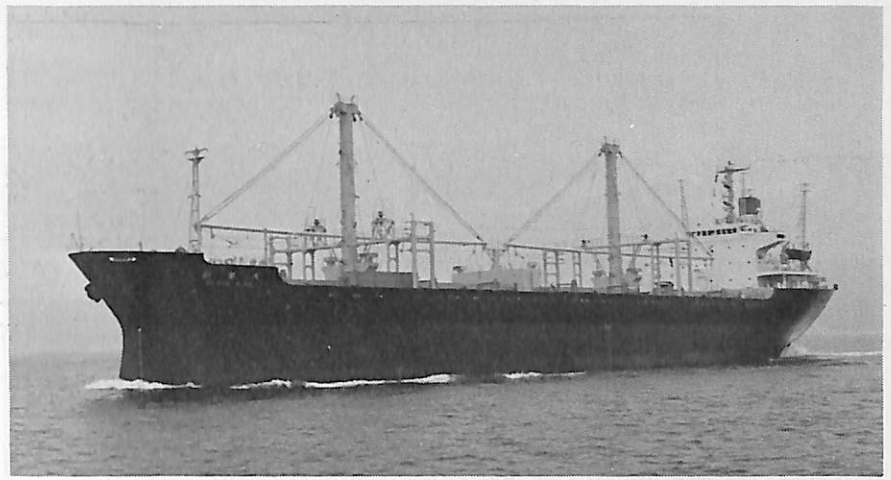
日立20SENフレミング×1

AC450V×380KW×3

536.3

1,806.6

①



②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ GEMINI TRADER	⑥ FORT YALE	⑦ GRAIGWEN
所有者 Owners	Gemini Maritime	Canadian Pacific	The Graig Shipping
造船所 Ship builder	三井藤永田(Mitsui)	佐野安船渠(Sanoyasu)	函館ドック(Hakodate)
船級 Class	A B	L R	L R
進水・竣工 Launching・Delivery	77/3・77/7	77/3・77/8	77/3・77/7
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	16,735.75/12,076.00	17,281.01/10,743.25	17,395.43/10,879.50
LOA(全長:m)	176.75	172.83	180.808
LBP(垂線間長:m)	168.00	163.00	170.00
B(型幅:m)	22.86	25.40	23.10
D(型深:m)	14.70	14.40	14.50
d(満載吃水:m)	10.548	10.406	10.713
満載排水量 Full load Displacement	34,456	35,143	35,862
軽貨排水量(約) light Weight	6,706	6,820	6,934
載貨重量 L/T Dead Weight	27,313	27,876	28,472
K/T	27,750	28,323	28,928
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m <sup>3</sup> )	32,974.0/38,472.1	31,352.2/37,062.5	33,770.6/38,565.9
主機型式/製造所 Main Engine	三井B&W6K67GF	三井B&W7K67GF	IHI-Sulzer6RND76
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	11,200/145	13,100/145	12,000/122
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	10,200/140	11,750/140	10,800/117.8
燃料消費量 Fuel Consumption	A油 2.08t/d C油 40.42t/d	46.6t/d	C油 41.28t/d
航続距離(海里) Cruising Range	14,000	13,500	14,970
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.343	18.5	17.868
航海速度 Service Speed	15.1	15.5	15.0
ボイラー(主/補) Boiler	Vert, horizontal smoke tube×1	縦型水管式7kg/cm <sup>2</sup> G×1	7kg/cm <sup>2</sup> G×1,400kg/h×1
発電機(出力×台数) Generator	450V×550KVA×3	AC450V×635KVA×3	AC450V×560KW×3
貨油倉容積(m <sup>3</sup> )COT	—	—	—
清水倉容積(m <sup>3</sup> )FWT	182.3	482.8	179.1
燃料油倉容積(m <sup>3</sup> )FOI	1,716.9	2,153.2	C油 1,911.7 A油 172.2
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑧ NORDKYN

Nordtramp I/S

三井千葉(Mitsui)

LR

77 / 5 · 77 / 7

ばら積(Bulk) · 遠洋

19,685.69 / 13,573.93

179.00

170.00

27.00

14.80

10.954

—

—

33,750

\*34,291

38,817.7 / 44,271.5

三井B&W6L67GF

11,200 / 119

10,200 / 115

39.2t/d

15,400

17.10

15.24

水管式1,400kg/h×6~  
7.5kg/cm<sup>2</sup>G×1  
ダイハツ6PSHTC-26D×3

—

224.2

1,809.8

Steal Hatch cover  
(MacGregor single  
pull)

"UMS" 適用

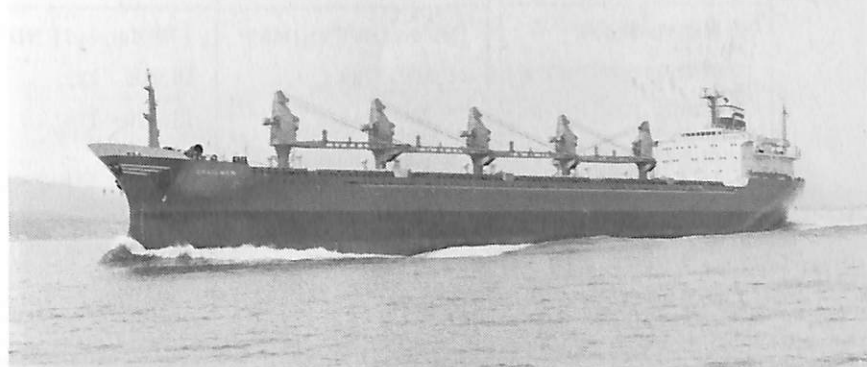
⑤



⑥



⑦



⑧





船名 Name of Ship	⑨ CARLO M	⑩ HOEGH MUSKETEER	⑪ SIRINE
所有者 Owners	Y Navier San Martin	Leif Hoegh & Co.	Rema Spruse Compania
造船所 Ship builder	石川島播磨相生(I.H.I)	三菱長崎(Mitsubishi)	下田船渠(Shimoda)
船級 Class	L R	N V	L R
進水・竣工 Launching・Delivery	77/1・77/7	77/3・77/7	77/4・77/7
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋	貨(Cargo)・遠洋
G/T・N/T	19,557.61/13,467.68	29,711.78/17,640.01	5,351.60/3,040.06
LOA(全長:m)	187.73	201.00	118.40
LBP(垂線間長:m)	178.00	192.00	110.00
B(型幅:m)	28.40	30.80	18.00
D(型深:m)	15.30	15.70	9.00
d(満載吃水:m)	10.763	11.525	7.20
満載排水量 Full load Displacement	—	—	11,137.00
軽貨排水量(約) light Weight	—	—	3,131.00
載貨重量 L/T Dead Weight	37,089	*43,485	*7,878.00
K/T	37,685	44,183	8,005.00
貨物倉容積Capacity (ベール/クレーン:m <sup>3</sup> )	44,356.9/45,829.9	50,248.1	10,530.63/11,167.84
主機型式/製造所 Main Engine	IHI-Sulzer6RND68型	三菱Sulzer7RND76M	赤阪6UET52/900
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	11,400/150	16,800/122	5,200/195
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	10,250/144.8	15,120/118	4,420/185
燃料消費量 Fuel Consumption	40.8t/d	56.3t/d	155gr/ps/h
航続距離(海里) Cruising Range	23,600	22,800	11,200
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	16.83	17.53	16.20
航海速度 Service Speed	15.6	15.7	13.35
ボイラー(主/補) Boiler	縦型水管式 7kg/cm <sup>2</sup> G×1.5t/h	CPDB-20型×1	8kg/cm <sup>2</sup> G
発電機(出力×台数) Generator	AC450V×480KW×3	AC440V×950KW×3	450KVA×2 150KVA×1
貨油倉容積(m <sup>3</sup> )CO T	—	—	—
消水倉容積(m <sup>3</sup> )FW T	373.6	1,146.5	334.93
燃料油倉容積(m <sup>3</sup> )FOT	3,350.2	3,656.9	800.51
特殊設備・特徴他	—	ガントリークレーン 30t×37m/min×2	—

⑨



⑫ TIMMAR STAR

Midas Shipping & Investment

浅川造船 (Asakawa)

L R

77 / 5 · 77 / 8

貨 (Cargo) · 遠洋

5,390.37 / 3,590.92

119.16

110.00

18.00

9.00

7.215

11,399.51

2,761.14

\* 8,501.93

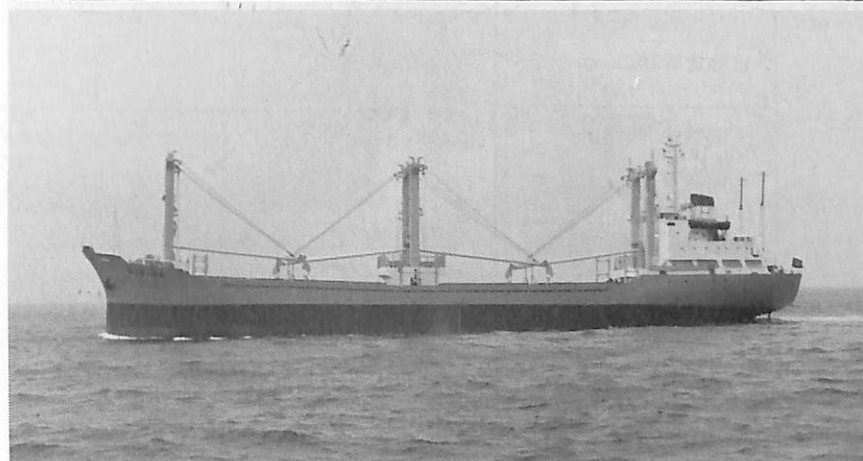
8,638.37

11,562.25 / 13,128.67

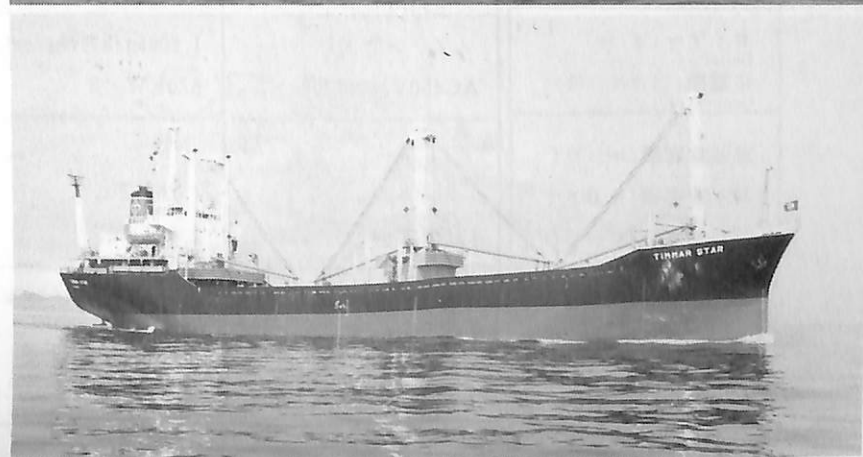
⑩



⑪



⑫



赤阪6UET45/80C

4,500 / 230

3,820 / 218

16.0t/d

10,500

15.157

12.7

コクランコンポジット

600kg/h×1

250KVA×2

—

607.50

659.44

—

船名 Name of Ship	⑬ LARA	⑭ ARYA SHAHAB	⑮ HERON
所有者 Owners	Anonima Venezolana De Navegacion	Arya National Shipping	Shenandoah Shipping
造船所 Ship builder	三菱神戸(Mitsubishi)	住友重造船(Sumitomo)	三菱長崎(Mitsubishi)
船級 Class	A B	G L	A B
進水・竣工 Launching・Delivery	77/3・77/6	77/4・77/7	77/4・77/7
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨(Cargo)・遠洋	貨(Cargo)・遠洋	油(Oil)・遠洋
G/T・N/T	12,164.89/—	14,433.80/9,370.90	60,655.80/45,251
LOA(全長:m)	159.992	166.60	260.62
LBP(垂線間長:m)	148.00	156.00	247.00
B(型幅:m)	22.86	24.50	40.60
D(型深:m)	13.50	14.55	22.30
d(満載吃水:m)	10.00	10.52	55'-2 $\frac{3}{8}$ "
満載排水量 Full load Displacement	25,509	27,368	—
軽貨排水量(約) light Weight	*7,879	8,156	—
載貨重量 L/T Dead Weight	*17,352	*18,908	*119,724
K/T	17,630	19,212	121,645
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m <sup>3</sup> )	22,825/25,393	27,747/30,229	—/—
主機型式/製造所 Main Engine	三菱Sulzer6RND76	三井B&W7K74EF	三菱Sulzer9RND90
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	12,000/122	13,700/126	26,100/122
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	10,800/118	12,330/122	23,490/118
燃料消費量 Fuel Consumption	29t/d	49.0t/d	86.3t/d
航続距離(海里) Cruising Range	10,300	16,800	22,500
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	18.45	20.16	17.16
航海速度 Service Speed	16.1	18.21	15.8
ボイラー(主/補) Boiler	コクラン型×1	1,500kg/h×7kg/cm <sup>2</sup> G×1	三菱C.E.2ドラム水管式×2
発電機(出力×台数) Generator	AC450V×700KW×3	670KW×3	AC450V×900KW×3
貨油倉容積(m <sup>3</sup> )COT	—	—	147,755
清水倉容積(m <sup>3</sup> )FWT	317.8	266.7	326
燃料油倉容積(m <sup>3</sup> )FOT	1,488.3	2,029.7	6,444
特殊設備・特徴他	コンテナ20ft.144個	{ 30t twin mast cran×2 16t " " ×1 10t single " " ×1	—

⑬



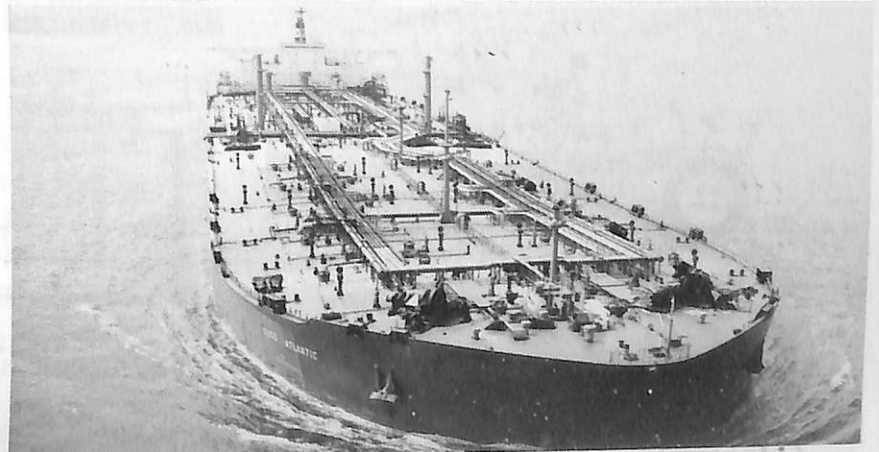
⑭



⑮



⑯



## ⑯ ESSO ATLANTIC

Esso Tankers

日立有明(Hitachi)

A B

77 / 2 · 77 / 8

油(Oil) · 遠洋

234,626.82 / 201,698.00

406.60

390.00

71.00

31.20

25.294

589,842

—

508,842

\*517,008

— / —

日立UC-450/80タービン

45,000 / 80

45,000 / 80

2,143t/d

33,000

16.051

15.15

日立UMG97/71型 6,210g/  
 cm<sup>3</sup>G×515°C×97t/h  
 タービンAC450V×2,500KW×2  
 ディーゼルAC450V×760KW×1

610,759

1,142

21,346

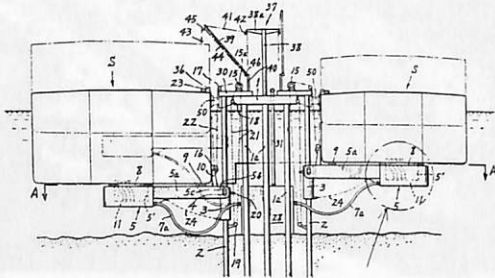
# 特許解説 / PATENT NEWS

流体貨物船における流体貨物の荷役装置〔特公昭52—18469号公報，発明者；木下芳秋外1名，出願人；三井造船㈱〕

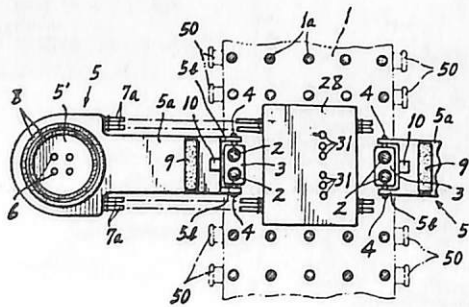
流体貨物船から流体貨物を陸上に荷揚げするには，貨物船に装備されたポンプにより陸上に圧送している。しかしこのような方法では，ポンプは，荷揚時の限られた期間のみ使用されることから，その稼働率は極めて低いにもかかわらず，貨物船には，ポンプ室を装備することにより，それだけ積載スペースが減少するという欠点を持っていた。特に流体貨物船が大型化するにつれ，ポンプの容量及びその設置数を増さねばならず，また複雑な配管工事が必要となるなどの問題がある。

本発明は，上記問題点を解決するためになされたもので，貨物船にポンプを搭載せず，降上側にポンプを配置した荷役装置の一例を提供するものである。

第1図



第2図



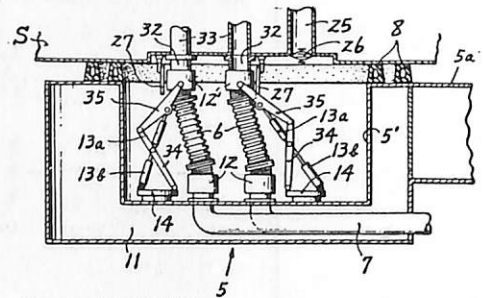
図面を参照して説明すると，海底に立設されたパイプ1 aによりシーバース1が支持され，その両側部に一對のガイドパイプ2が設けられる。一對のガイドパイプ2には，摺動自在に可動部材3が設けられ，この可動部材3の両側部軸4を介して浮体5が接続される。浮体5の先端には，環状シール8に囲まれて荷役ホース接続部6が設けられ，浮体5の側部に配置されたパイプ7を経由して，シーバース1下部のポンプ室28に接続される。浮体5の内部にはバラストタンクが設けられ，シーバース1上のウィンチの吊索22とともに，浮体5をガイドパイプ2に対して昇降自在に構成される。

荷役にあたっては，浮体5にバラスト水が注入され，海底部に位置させ(第4図 a)，貨物船Sが係船されると，バラスト水が一部排水されるとともにウィンチが駆動され，貨物船の船底部に係合される。

(第4図 b, c) 次いで貨物船の荷役パイプと浮体5の荷役ホースが接続され，荷揚げが行なわれる。荷揚げの進行に伴う貨物船Sの上昇に対して，浮体5のバラストを調節して追従させる。(第4図 d)

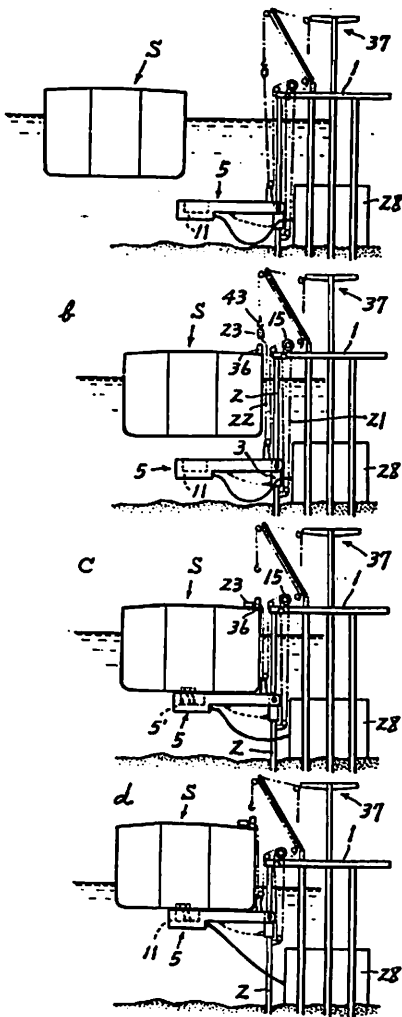
船舶建造用自走式作業台〔特公昭52—17637号公報，発明者；杉崎俊夫外2名，出願人；日本鋼管㈱〕

船台上に搭載されたブロックの位置決め，溶接などは，従来主としてワイヤまたは治工具を用いてそれらブロックを固定し，足場を取付けて行なわれていた。しかしこれらを用いた方法では，ブロックの保持，その解放に煩雑な作業が伴ない，また足場を



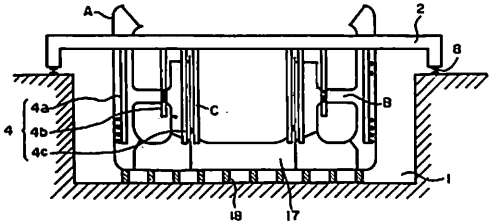
第3図 接続部詳細

第4図 荷役方法

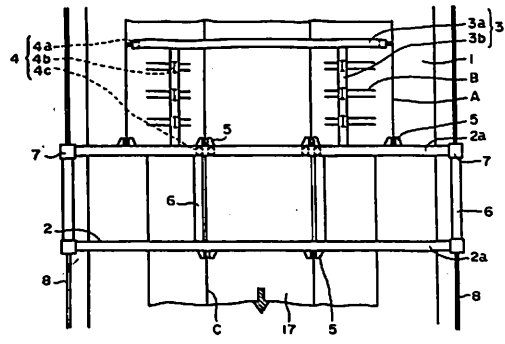


建造にあたっては、まず①縦隔壁ブロックCを搭載して、保持機構5により位置決めされ、足場4cを用いて溶接が行なわれる。②次に外板ブロックAが搭載され、保持機構5により位置決めされ、足場4aで溶接が行なわれる。③さらに支壁ブロックBが、縦隔壁ブロックCと外板ブロックAの間に、適当間隔をおいて搭載され、足場4bで溶接が行なわれる。④ひとつの単位での作業が終了すると、主ビーム2は、そのブロックの長さだけ前進移動を行なう。

第1図

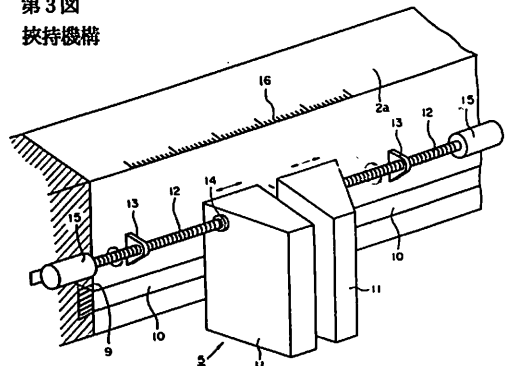


第2図



作業台の移動方向

第3図 挟持機構



船舶における主機および軸系の据付方法〔特公昭52-17956号公報、発明者：増本英三外3名、出願人：三菱重工業㈱〕

新造船に主機および軸系を据付ける場合、従来は

そのつど撤去する必要があるなど、種々の欠点もっていた。

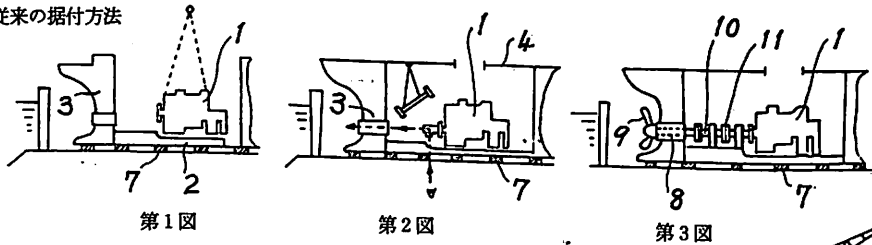
いっぽう、最近上記の問題を解決する一方法として、建造中の船底ブロックあるいは水平桁上を移動自在に構成された足場台車が提案されているが、装置自体が複雑になるなどの問題がないわけではなかった。

本発明は、上記の背景のもとになされた船舶建造用自走式作業台に関するものである。

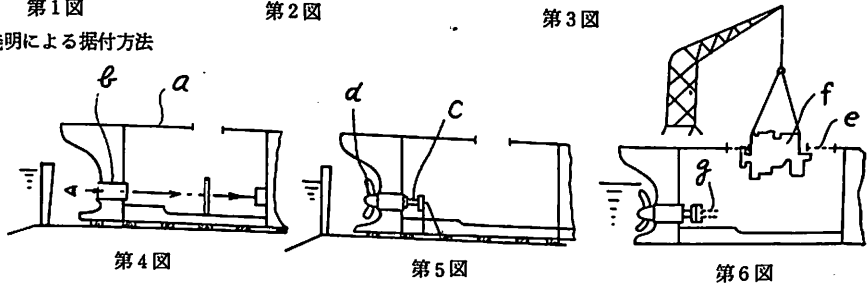
図面を参照して説明すると、建造ドック1上に走行自在に主ビーム2が懸架され、さらに主ビーム2の進行方向に対して後方側に保持ビーム3が突設される。主ビーム3は平行桁3aと横桁3bから成り、各桁3a、3bから、足場4が懸吊されている。主ビーム2には、外板部、縦隔壁部位置近辺にブロック保持機構5が設けられる。



従来の据付方法



本発明による据付方法



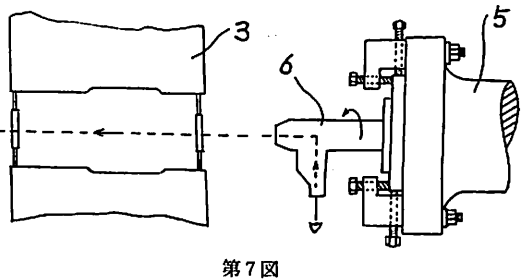
船殻ブロックが組立てられた時点で、あるいは少なくとも船体下部の組立が終了した時点で、主機および軸系の据付基準線を定めて軸芯の見通しを行ない、この見通し線に従ってスタンフレームの加工を実施し、軸系の配置をもとに主機の最終据付位置を調整し、据付けていた。(第1～3図を参照)

上記従来の方法では、スタンフレームのボーリング加工後、船尾管軸受および推進軸を装着し中間軸を配した後でなければ、主機の積込み、据付は行なうことができないことから、その据付に長期間を要し、またそれらの作業は進水後の船体内での作業となり、作業能率の低下を招いていた。

本発明は、上記の点を改良する据付方法を提供するものである。

図面を用いて説明すると、まず建造ドック内または船台上で船殻が組立てられ、船尾船体が完成する前に、主機1を船尾船底部の主機台2上に据付け固定される。その据付にあたっては、図面寸法あるいは船尾側からの仮軸芯見透しを行なって、その位置、高さが決定される。(第4図)

主機1を固定した後、船体ブロックが組立てられた時点で、主機1の回転軸5に直角望遠鏡が装着され、軸5を回転して、回転中心線の転写をスタン



フレーム3上に行なう。

次に軸芯見透し線に従ってスタンフレーム3のボーリング加工が行なわれる。この際、進水後の変形量を予測して、スタンフレーム3へ転写された軸芯よりも、加工中心線が船尾方向へ上り勾配になるよう切削加工される。

その後船尾管軸受が圧力固定され、そして推進軸8、プロペラ9が装着される。(第5図)

最後に、推進軸8と主機1の回転軸5との間に現物合わせにより中間軸10を配して、両者を結合する。

進水後に船体浮上状態で、主機1、軸系8、10が所定通り据付けられたかをチェックする。計画通り設置されていない時は、中間軸10の継手部分11で修正が行なわれる。

〔特許庁審査第三部運輸 幸長保次郎〕

船 船 第50巻第10号 昭和52年10月1日発行  
 10月号・定価800円(送料45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  
 〒104 東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル  
 電話・(03) 543-7793 振替・東京 6-79662

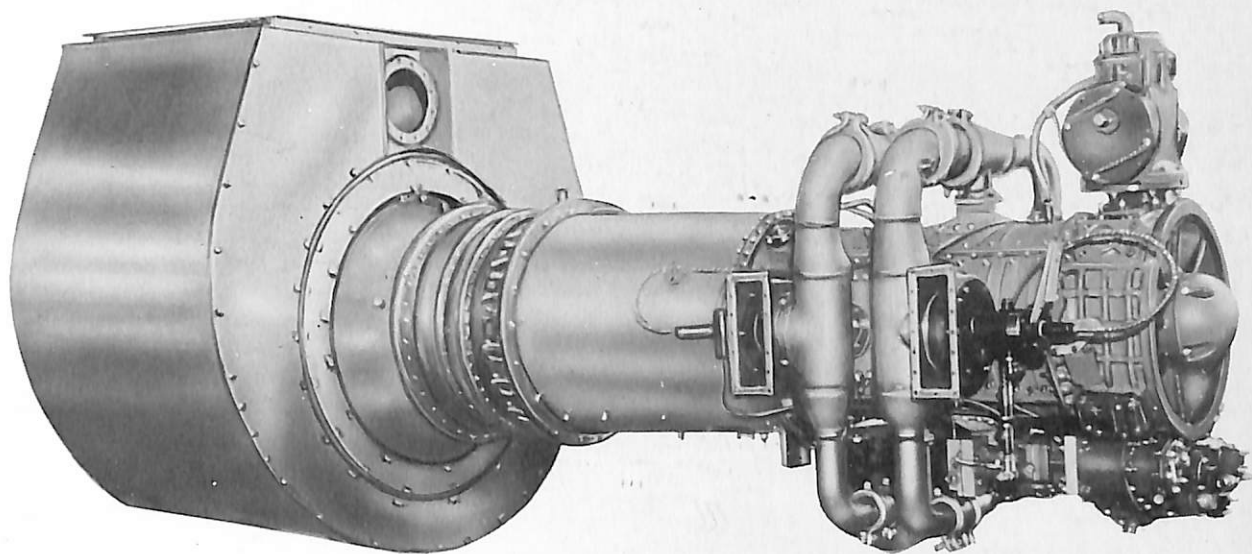
船 船・購読料  
 1カ月 800円(送料別45円)  
 6カ月 4,800円(送料別270円)  
 1カ年 9,600円(送料共)  
 \*本誌のご注文は書店または当社へ。  
 \*なるべくご予約ご購読ください。



# GM Allison

## ガスタービン

出力5420馬力



GM Allison 501KF 船用ガスタービンは10,000時間以上のテスト及び海上運転の結果によって騒音や振動の極めて少ない船舶用主機関としての優れた特性が実証されています。

U.S.Navyのきびしい規格であるMIL-E-17341に公式に合格した唯一のガスタービン機関でDD-963 デストロイヤーの発電機関としても採用されています。



ゼネラル・モーターズ・コーポレーション  
デトロイト・ディーゼル・アリソン日本総代理店

**富永物産株式会社**

東京都中央区日本橋小舟町2の5(伊場仙ビル) TEL 03 (662) 1851(大代表)  
大阪市北区絹笠町50番(堂ビル) TEL 06 (361) 3836~9



曳旋網漁船 主機495馬力・補機500馬力

# 技術の日産

JG認定馬力 46. 70. 160. 210. 247. 280. 360. 450  
農林馬力 17. 25. 35. 45. 60. 80. 110. 120. 150. 180

4サイクルで最も新しく最も進歩したエンジン  
小型・耐久力抜群。殊に長時間大負荷の漁船に最適  
低騒音・低振動・低燃費(450psエンジンで175g/2,300rpm/ps-h)  
フロントから発電機・油圧ポンプ・漁撈機械等の大馬力駆動可  
減速ギヤの選択により高速艇から観光船・漁船まで広範囲な用途  
ターボは基本設計から企画され、各部剛性高く信頼性に秀で、清水冷却超小型  
ご安心願える充実したアフターサービス



日産ディーゼル東京販売株式会社マリングループ

東京都江東区豊洲5-4-1 〒135 電話(03)532-3211(大代)