

7

SENPAKU

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING MAGAZINE

First Published in 1928 No. 550

船舶

●低燃費経済船“YSI TRADER”の基本計画と設計・
 建造 / 中速ディーゼル機関IHI-SEMT-PIELSTICK10
 PC4V ●FRP製耐火救命艇の火災試験について



鶴見造船所建造の鉱石兼油槽船“扇昭丸”(190,000DWT)

NKK 日本鋼管

Dimetecote® 厚膜型無機亜鉛塗料

ダイメットコート

鋼構造物を腐食から守る特殊防食塗料

Amercoat®

小松島特殊塗装工場

新造船、就航船などに最新設備によって工期短縮
低コスト、精度の高いタンク内塗装施工を行います。

小松島工場：〒773 徳島県小松島市中田町東山 TEL 08853-2-6352

発売元 株式会社 井上商会

製造元 株式会社 日本アマコート

社長 井上正一

〒231
(本社) 横浜市中区尾上町5-80
TEL 045-681-1861(代)

〒232
(工場) 横浜市中区かもめ町23
TEL 045-622-7509



日本沿海フェリー「えりも丸」



安全な航海のために 操舵室の窓は クリヤーに

結露・氷結から視界をまもりまします。

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

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

ヒートコントローラー

※あわせて、ヒートライト製品の姉妹品、ヒート
コントローラーのご使用をおすすめします。

ヒートコントローラーは、自動的に使用適正温度
を保ちますので、ON・OFFの手間がいりません。

結露・氷結防止作用、融雪作用のある安全ガラス

ヒートライト® C

旭硝子

100 東京都千代田区丸の内2-1-2(千代田ビル)
☎(03)218-5339(車輛機材営業部)
支店 = 東京・大阪・福岡・名古屋・札幌・仙台・広島

カタロク
輸送
船

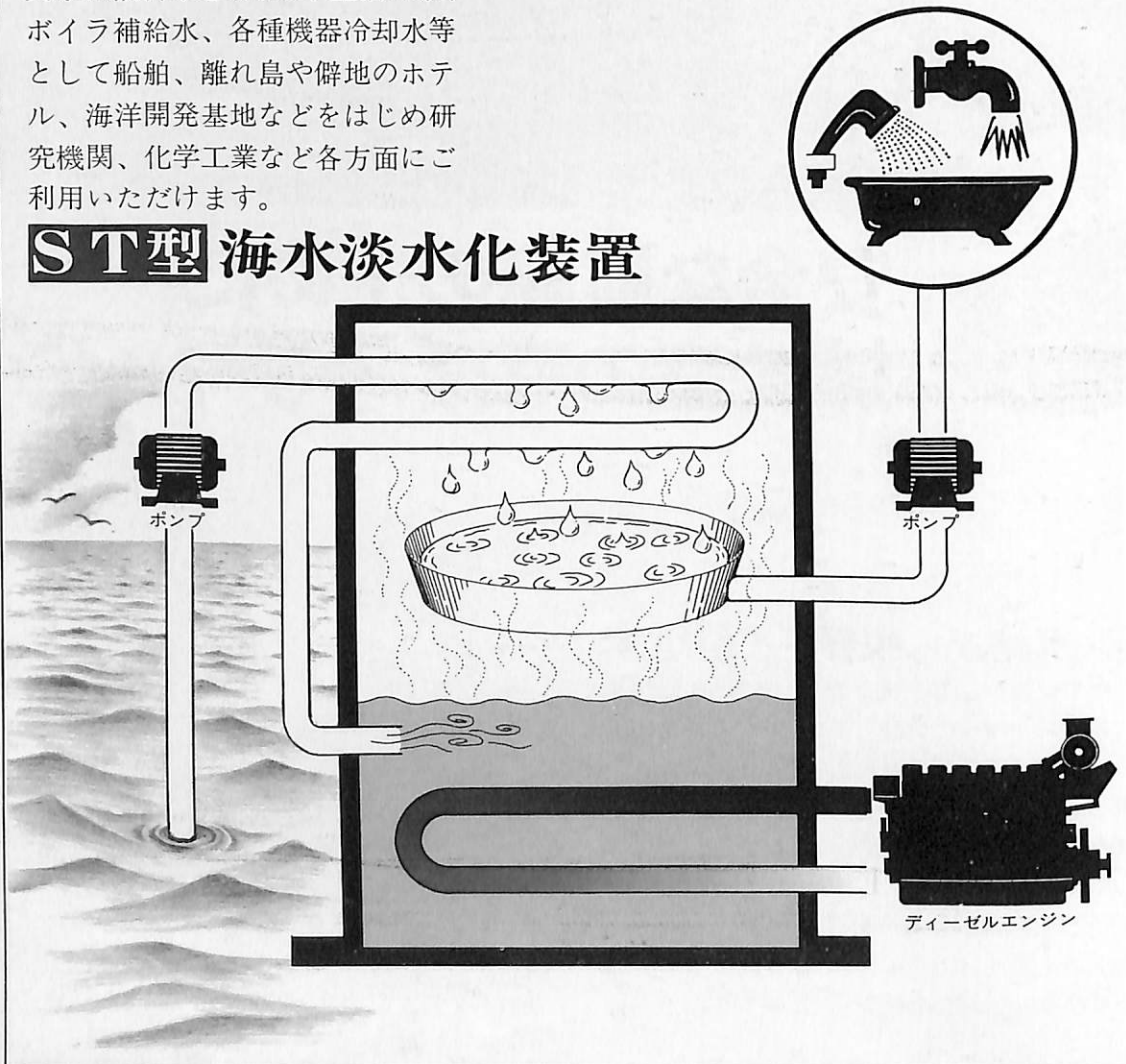
例えば、

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



目次 / Contents

新造船の紹介 / New Ship Detailed

- 低燃費経済船“YSI-TRADER”の基本計画……………山下新日本汽船工務部… 11
On the Basic Design of Less Consumption Fuel Ship “YSI-TRADER” Technical Div. Y.S.
- “YSI-TRADER”の設計と建造……………常石造船基本設計部… 20
On the Design and Building of “YSI-TRADER” Tsuneishi Ship building
- IHI-S.E.M.T.-Pielstick 10PC4V形4サイクル船用ディーゼル機関…藤田 寛… 27
IHI-S.E.M.T.-Pielstick Diesel Engine Model10PC4V for Marine Propulsion H.Fujita

- 第9回Offshore Technology Conference & Exhibition…………… 36
- 第8回国際船用機械海洋技術展 / 国際交通展(IVA79)の開催について…………… 38

連 載

- LNG船—材料・溶接および破壊力学<32>……………恵美洋彦 / 伊東利成… 40
LNG Carrier / Materials, Weldings and Fracture Mechanics <32> H. Emi / T. Ito

- FRP製耐火救命艇の火災試験について……………竹鼻三雄… 47
On the Fire Test of GRP Tanker Lifeboat M. Takehana
- 最近の高速ミサイル艇……………丹羽誠一… 67
High-Speed Missile Boats of Today S. Niwa

連 載

- ディーゼルエンジン<26>……………斎藤善三郎… 74
Engineering Course : Diesel Engine <26> Z. Saito

- 南極におけるホーバークラフトの運航実験…………… 82
- 安全公害の話題 / 海上衝突予防法の改正について……………千原伸夫… 84
- 海外事情
 これからの推進機関は？…………… 26
 イタリアのSBT付100型OBO…………… 35

- NKコーナー…………… 85
- 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

表紙……………第31次計画造船として建造された本船は、特に京浜製鉄所の扇島原料岸壁の荷役設備に合わせて最も効率が高くなるようにカーゴホールドの形状、ハッチカバー配列などに配慮し、機関部はNKのMOを取得、省力化を図る一方、主機械排ガス熱利用のターボ発電機による省エネルギー化など、種々の工夫をこらしている。

〈主要目〉			
長さ(垂線間長)	285.00 m	貨物倉容積	223,600 m ³
幅	47.00 m	主機関	三井B & W10K90GF1基
深さ	26.00 m	連続最大出力	34,100 P S
喫水	19.31 m	速力(試運転最大)	16.60ノット
総トン数	100,470 t	起工	50.12.25
重量トン数	191,020 t	完工	51.8.31

油汙過作業の省力化…

特許

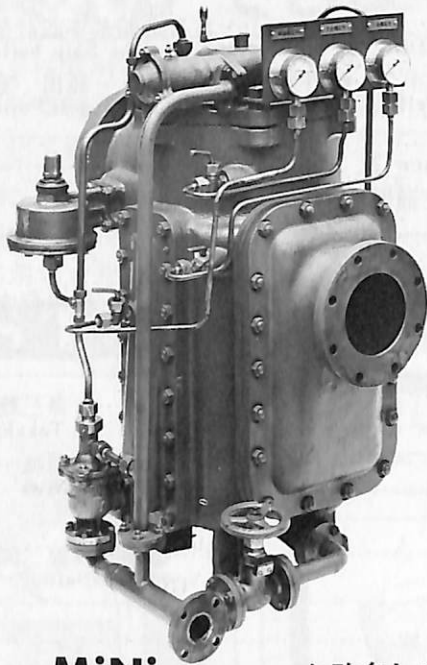
機関室を広くする

マックス・フィルタースシリーズ

日本船用機器開発協会助成品

MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器



Mini

と改名しました

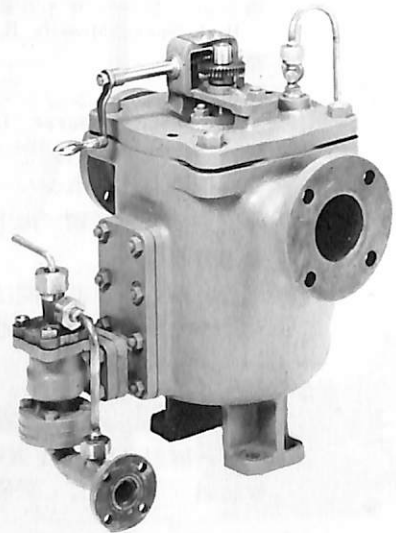
MAX-FILTER LSM型

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

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ーを採用

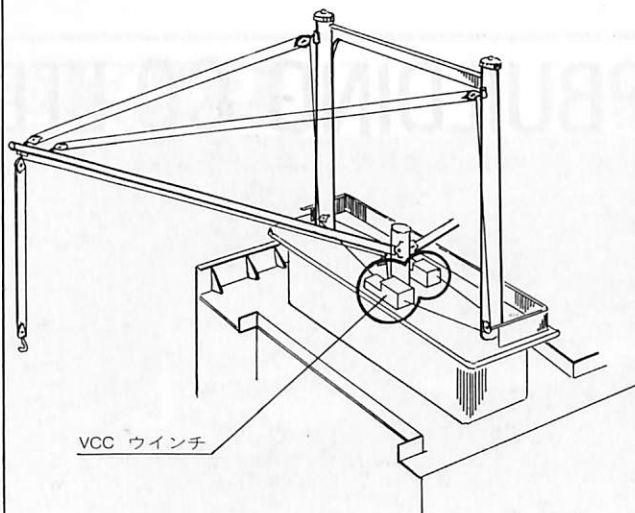
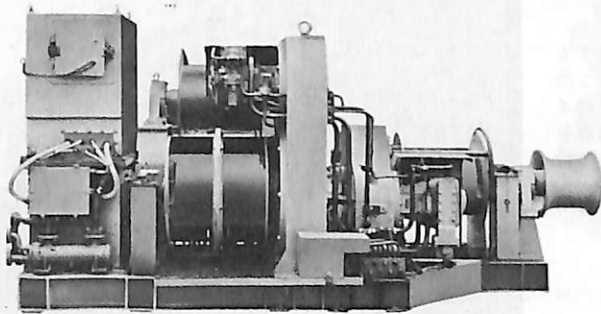


単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

 **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 大阪府北区梅田町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)

高性能 パイピングレス デリック ウインチ JSW - VCC WINCH



■特長

1. 配管作業が不要
2. 高い安全性と操縦性
3. 高能率な荷役作業
4. 容易な保守点検
5. 低い騒音

■主な船用油圧機械

1. 電動油圧デッキクレーン
2. 油圧式甲板機械
3. 船内荷役用グラブ
4. ハッチカバー用油圧機器
5. 舵取用油圧ポンプ
6. その他

●1本デリック、2本デリックのいずれにも使用可能です。



株式会社

日本製鋼所

東京都千代田区有楽町1-1-2 (日比谷三井ビル) 電話(03)501-6111
 営業所 大阪(06) 203-3661・福岡(092)721-0561・名古屋(052)935-9361
 広島(08282)2-0991・札幌(011)271-0267・新潟(0252)41-6301
 仙台(0222)94-2561

長年の実績と信頼された製品

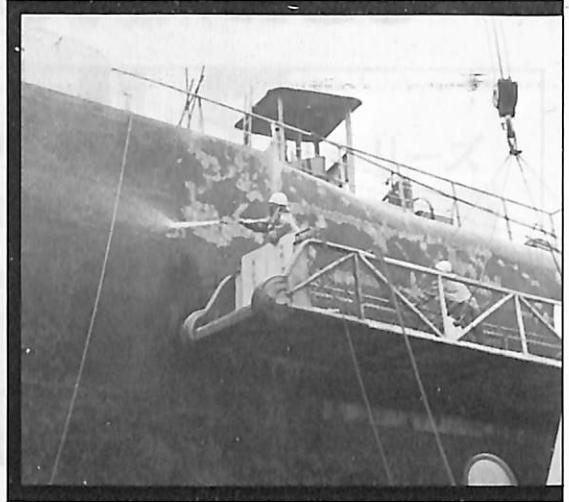
ウォーターブラスト用防錆剤

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
 - ウエットプラスター用
 - ジェットクリーニング用
- 等各種



昭光化学株式会社

〒140 東京都品川区南品川3-5-3 ☎03(471)4631

NAMURA SHIPBUILDING CO. LTD

各種船舶の建造と修理 / 船用汽機汽缶の製造と修理 / 各種鉄骨・橋梁鉄塔等製作と修理



株式会社 名村造船所

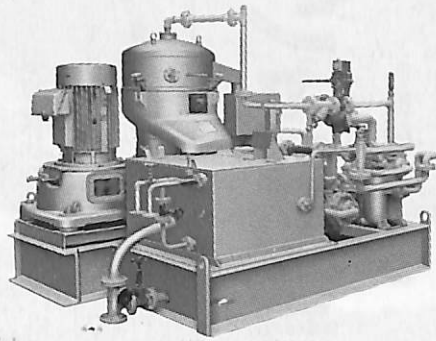
本社・工場 大阪市住之江区北加賀屋4-1-55 電話 大阪(681)1121(代)
伊万里工場 佐賀県伊万里市黒川町塩屋5-1 電話 黒川(7)1121
東京事務所 東京都千代田区神田鍛冶町3-4-2(神田東洋ビル) 電話 東京(252)4941(代)
神戸事務所 神戸市生田区海岸通5(商船ビル) 電話 神戸(331)4810
ロンドン事務所 125, High Holborn, London W.C.1, England.

SHARPLES®

完全連続スラッジ排出形船用油清浄機

シャープレス・グラビトロール

DH-2500	8,000 L/H
DH-2000	6,000 L/H
DH-1500	4,000 L/H
DH-1000	3,300 L/H
DH-750	2,500 L/H
DH-500	1,800 L/H

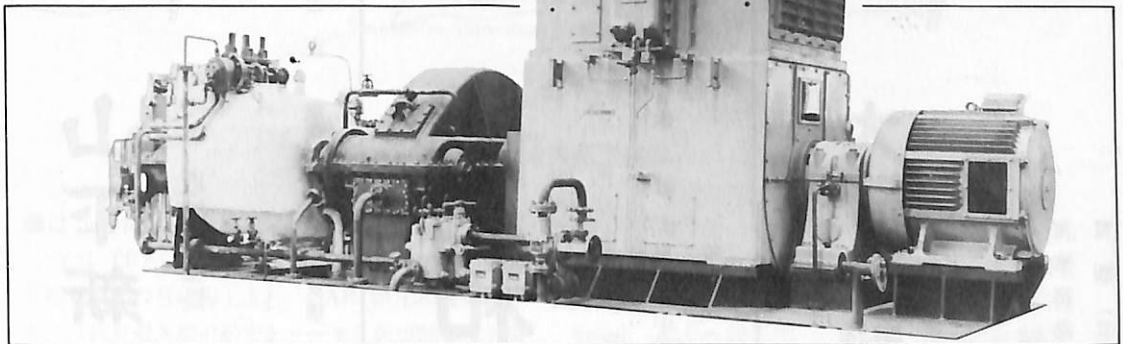


ベンヴォルト コーポレーション
シャープレス・ストークス機器部 日本総代理店

巴工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋3-9-2(第二丸善ビル) 電話 東京 (271) 4051(大代表)
大阪支店 大阪市西区立売堀北通1-90(第三富士ビル) 電話 大阪 (532) 2671(代表)

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



—ながい経験と最新の技術を誇る—

大洋の船舶用電気機器

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

 **大洋電機株式会社**

本社/東京都千代田区神田錦町3の16 電話・03-293-3061(大代)
工場/岐阜・伊勢崎・群馬工場
営業所/下関・大阪・札幌営業所
LIAISON OFFICE/NEW YORK・JAKARTA・ABU DHABI



ジャパンライン

取締役社長 松 永 壽

本社 東京都千代田区丸の内三丁目一番一号(国際ビル)
電話 東京(二二二) 八二一一(代表)



川崎汽船

取締役社長 岡 田 貢 助

本社 東京都千代田区内幸町二ノ一(飯野ビル)
電話 東京(五〇六) 二〇〇〇(代表)



日本郵船

取締役会長 有 吉 義 弥
取締役社長 菊 地 庄 次 郎

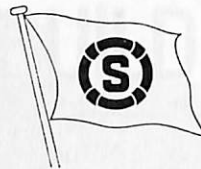
本社 東京都港区三田一丁目四番二八号(三田国際ビル)
電話 東京(四五四) 五一一一(大代表)



大阪商船三井船舶

取締役会長 篠 田 義 雄
取締役社長 永 井 典 彦

本社 東京都港区赤坂五丁目三番三号
電話(五八四) 五一一一(大代表)



昭和海运

取締役会長 末 永 俊 治
取締役社長 山 田 総 太 郎

本社 東京都中央区日本橋室町四ノ一(室町ビル)
電話(二七〇) 七二一一(大代表)



山下新日本汽船

取締役社長 堀 武 夫

本社 東京都千代田区一ツ橋二丁目一番一号(パレスサイドビル)



低燃費経済船“YSI TRADER”

の基本計画

On the Basic Design of
Less Consumption Fuel Ship “YSI TRADER”
by Technical Division
Yamashita-Shinnihon Steamship Co., Ltd.



山下新日本汽船工務部

●はじめに

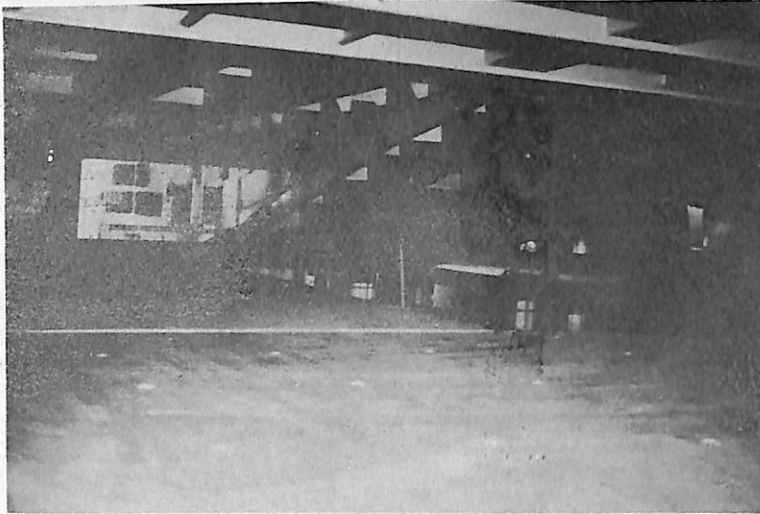
“YSI TRADER”は常石造船所の第365番船として昭和51年12月に起工され、CAR/BULK兼用船としては世界最大級の船であり、また新規開発の主機関搭載という難問を抱えていたにもかかわらず、造船所、メーカーをはじめ関係者の方々の努力により、わずか6カ月の建造期間で昭和52年4月に完成され、横須賀にて約4,000台の乗用車を満載し、一路米国東岸をめざして処女航海の途についた。

本船は船主の CAR BULK CARRIERS INC (LIBERIA) [SSI NAVIGATION (USA) の傍系会社] より、わが社が定期用船、自動車については日産自動車の積荷保証を得て運航するよう計画さ

れたのであるが、その建造に関する技術面は船主代行として、わが社工務部が実務を担当し、更に新型主機を採用していること等を考慮して、一部わが社乗組員（船長、機関長、一航士、一機士）を乗船させ、船主側手配の外国人乗組員の技術指導に当らせ、安全運航を目指している。

基本計画に当っては、限られた船価の範囲内で最大の営業能力、例えば自動車および撒積貨物の積載能力等を発揮すべくあらゆる考慮が払われたが、その中でも省エネルギー、即ち Less Consumption にポイントが置かれた。そして数種の低速および中

タイトル写真は公試中の“YSI TRADER”



艙内上下層走行用取外し式
ランプウェイ

速のディーゼル主機の性能、信頼性、更に保守面等の比較検討を行なった結果、新機種ではあるが特に性能面で優れている I H I ピールスチック 10 P C - 4 V 型機関 (I H I と S E M T 社の共同開発) の搭載に踏切り、低回転プロペラの採用の効果と合せて、低速ディーゼル主機搭載の同型船に比べて約 11.3% の燃料節減となる海上公試運転結果が得られた。

以下に本船の基本計画時に考慮された諸点、主機関のショップテストおよび海上公試運転の結果をまとめてみた。

●主航路、積荷および航続距離

本船の主航路は、往航日本から北米に日産自動車の乗用車約 4,000 台、復航はノーホークの石炭 50,000kt 程度積載できるように計画された。一方、日本から欧州への自動車輸出および日本から豪州へ自動車、豪州から欧州への鉱石等も考えられるため、航続距離はワールドワイドに配船できる 20,000 マイルが採用された。

●積載能力：自動車 4,000 台、石炭 50,000 kt 確保

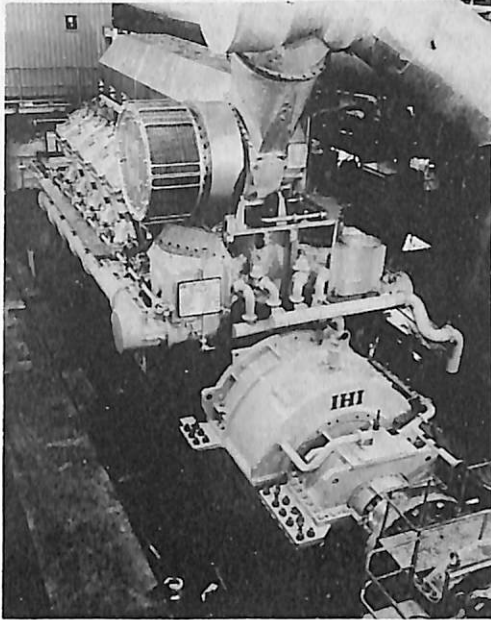
船の全長は日産自動車が将来、苅田港 (九州) より輸出自動車の積み出しを計画しているため、関係官庁と数度打合せた結果、苅田港にて船が回頭できるほぼ最大船長である 223m が採用された。船の深さは、石炭積み出し港であるノーホークのローダーのクリヤーハイトが 54 フィート (平均低潮面上) であるため、無制限に深くすることができない。一方、乗用車 4,000 台、石炭 50,000kt 積みという営業

目標があるため、種々検討の結果、タンクトップと艙口内を含み 10 層乗用車を完全に ROLL ON/OFF にて荷役できるように、船の深さを 19.8m、ハッチコーミング高さを 1.5m とした。

従来から ROLL ON/OFF、CAR/BULK 兼用船の泣き所であった No. 1 HOLD もできるだけ大きくして、自動車の走行を楽にするため、初期計画より 4m 延長し、逆に F.P. TANK をそれだけ短くした。主機に 10PC-4V を採用することにより機関室の上部に 4 層の CAR SPACE を設けることができ、このスペースに 85 台の乗用車が積めるメリットが得られ、更に低速 2 サイクル型ディーゼル機関に比べ主機重量が約 320 t 軽くなったので、上記 CAR SPACE DECK の鋼材重量約 160 t との差 160 t 程度だけ載貨重量が増加した利点も生じた。これによりブルーバード (L; 4.445m × B; 1.600m × H; 1.397m) ベースにて自動車積台数 4,022 台と、載貨重量 50,300kt (d=11.6m) を確保した。

●ノーホークの石炭積み

ノーホークの LOADER 能力は調査の結果、公称最大 10,000t/h × 2 台で、実績 8,000t/h × 2 台の能力があることがわかった。これより判断して朝接岸すれば、夕方離岸のスケジュールが予想されるので、バラスト排出の能力を 8 時間程度にするため、バラストポンプ 1,500m³/m × 25m × 2 台、およびバラスト排出時間短縮のため 浚え用として、EDUC-TOR 110m³/h × 10m × 2 台を装備した。また前述の通り LOADER のクリヤーハイトが 54 フィートであるため、上甲板両舷に格納した PONTOON CAR DECK が積荷時の障害となる。これを避ける



IHI—S. E. M. T. —Pielstick 10PC4V 歯車減速機関外観

ため、No. 3 と No. 5 HOLD を最初に積荷するよう計画し、No. 3 と No. 5 HOLD 両舷の PONTOON CAR DECK の格納 RACK の高さを 3.542m に押し、LOADER のクリヤーハイトが 54 フィート以内になるように考慮した。

●自動車積み

自動車荷役作業者の健康を考慮した船内環境条件は、年々その要求がきびしくなっていて、特に米国におけるロングショアーマンの規則には注意が必要である。これに対処できるよう、船内換気回数は毎時 20 回、船内照明は CAR DECK 各層について船隔壁より投光器を 8 カ所設けた上に、更に SIDE LIFTING CAR DECK の裏面に、日産専用船運航のアドバイスもあり、蛍光灯を各層 4 カ所装備した。

CAR DECK 間のクリヤーハイトは 1,650m/m 以上を確保することを基本条件にした上で、輸出入向け PICK UP TRUCK (L ; 4.300m × B ; 1.600 m × H ; 1.570m) が年々増加する傾向にあるので、CAR DECK 各層間の RAMP WAY はできるだけクリヤーハイトを大きくするため、2カ所以上のナックルを設け、S字型に近づけた。また走行テストを行ない CLEARANCE 20 m/m 以上あることを確認し、これにそなえた。

第1表 中/低速ディーゼル機関比較表

諸元	機種	
	10PC—4V	低速ディーゼル A
常用		
出力 (ps)	13,500	14,000
平均有効圧力 (kg/cm ²)	19.9	9.6
最高圧力 (kg/cm ²)	121	72
ピストン速度 (m/s)	8.3	6.6
排ガス温度		
過給機入口 (°C)	590	394
シリンダー出口 (°C)	470	354
燃料		
消費率 (gr/ps·hr) (10200kcal 換算)	143.0	153.0
L. O		
S Y S 油消費率 (gr/ps·hr)	1.0	0.2
C Y L 油 " (gr/ps·hr)	—	0.6
主軸回転数	100	114
プロペラ効率比 (%)	abt⊕3~5	base

●IHI—S. E. M. T. 10PC—4V の採用

中速ディーゼル機関と低速ディーゼル機関を比較した場合、一般的に言って中速ディーゼル機関の大きなメリットは、燃料消費が少ないことで、現在のような燃料油高価格情勢のもとでは、運航コストの軽減に寄与する効果が大である。その他にも次のようなメリットが挙げられる。寸法重量面では高さは約1/3、重量は約1/2程度になり、その結果、機関室上部をカーゴスペースとして利用することが可能になると共に、載荷重量も増加する。

更に中速ディーゼル機関では、いずれにしても減速機を利用するので、その減速比を許される範囲内で大きくすることによって、推進効率の高い低回転プロペラの利用が可能になり、燃料消費低減に役立つ。一方、中速ディーゼル機関のデメリットとしては、比較的新しく開発された機種が多いので、実績に乏しいきらいがあり、信頼性に対する不安は否めない。固定ピッチプロペラを採用した場合、自己逆転性能に多少の不安があった。また保守整備面ではコンパクトV型機が多いのでピストン抜き等メンテナンス時の作業性が悪く MAN HOUR がかさむ。さらに小型交換部品の点数が多いので、その手間とコストがかさむ等が挙げられた。

本船の基本計画においても当然、上記利点、欠点の具体的な総合比較検討が行なわれた。

IHI—10PC—4V の場合は、一般論で述べた利点

は全部享受できる上に、欠点とされた信頼性および保守整備面における不安の大部分は、IHI 相生工場用発電機 12PC-4V の約3年間にわたる稼働実績を調査し、実機の運転状況、保守整備の様子を実地調査した結果、特に造船所における艦装に船用機関としての考慮を払うことにより、充分解消できることがわかった。

また S. E. M. T. 社における約 5,200 時間に及ぶ実験機の運転実績も、そのよりどころとされたのである。

本機採用に当って検討された本機と低速ディーゼル機関との比較を参考までにまとめると前頁の表の通りとなる。

●低回転プロペラおよび新型遊星減速装置

前述のように主機自身の低燃費に加えて、低回転プロペラの採用によって、推進効率の向上が計られた。

このプロペラおよび推進軸系の設計に当っては、先ず固定ピッチプロペラか可変ピッチプロペラかが検討された。固定ピッチプロペラと中速ディーゼル機関と組合わせた場合、経年変化によるトルクリッ

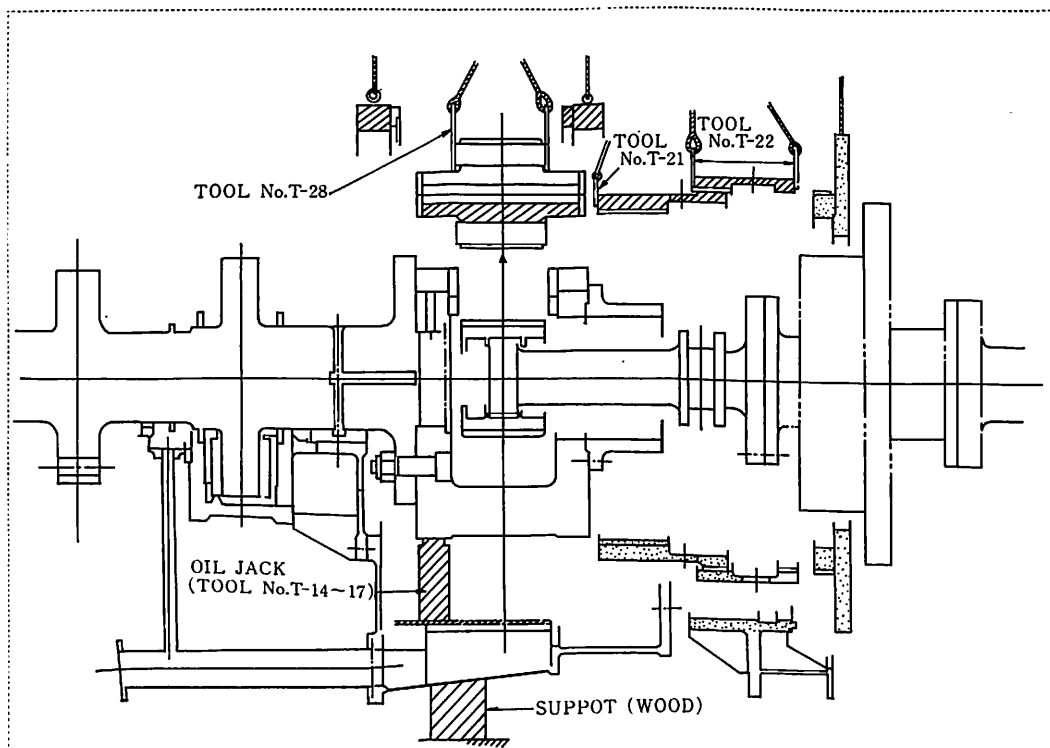
チ、逆転性能について若干の懸念があったが、本船の用途から出入港頻度が少ないことを考えて、信頼性のより高い、そして低価格の固定ピッチプロペラが選ばれた。

次に回転数の下限は、プロペラの許容最大直径と要求出力に見合った高トルクを伝達し得る減速機の両者によって決められた。

前者については前述した載貨容積を確保した上で、しかも貨物艙にバラストを漲らずにキープできるバラスト状態の吃水で許される最大直径 6.4m を採用し、定格軸出力 14,850ps に対して軸回転数 100 r/m が決められた。その結果、定格出力における主機回転数 400r/m に対して、軸回転数 100r/m、即ち 4 : 1 の減速比が要求された。

15,000ps、減速比 4 : 1 クラスの減速歯車としては、一段減速水平型、2段減速ロックドトレーン型、遊星歯車型の3種が考えられるが、スペース面、重量面共に遊星歯車型が最も望ましく、この希望も I H I の開発による新型遊星減速機 SPGN180-1 型によって満されたのである。

この大型減速機の設計製作に際しては、各歯車、軸受の荷重条件、および仕上げ精度等重要ポイント



第1図 遊星歯車軸受の開放点検要領

は十分経験の積まれた在来型から大巾に変えぬよう慎重な考慮が払われた。

第2表に低速ディーゼル機関を採用した同型船と本船のプロペラ諸元を示す。

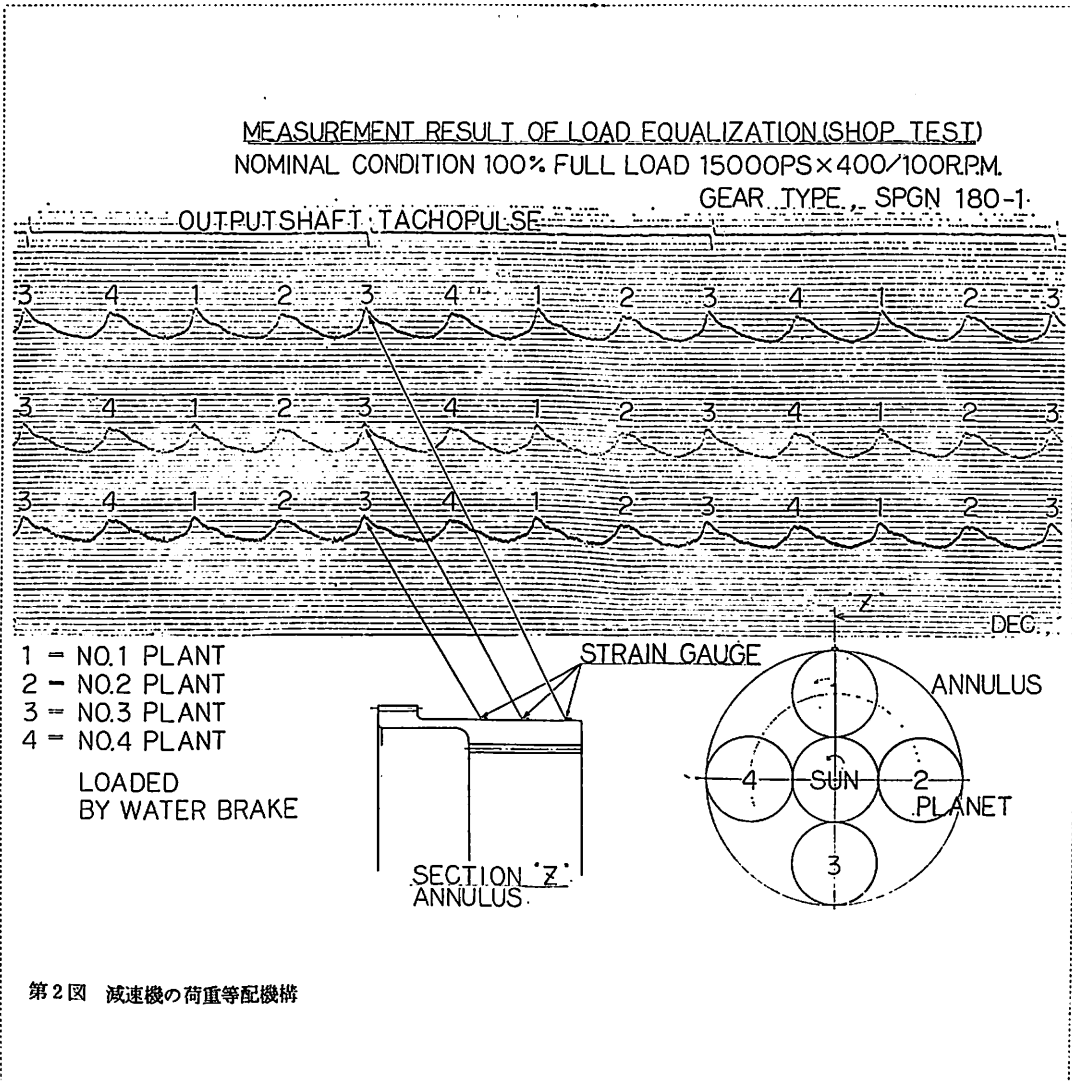
●機関室配置および艤装

中速ディーゼル機関と大型遊星減速機の採用に関連して設計および艤装に際し、特に船対強度とメンテナンスに対する配慮がなされた。

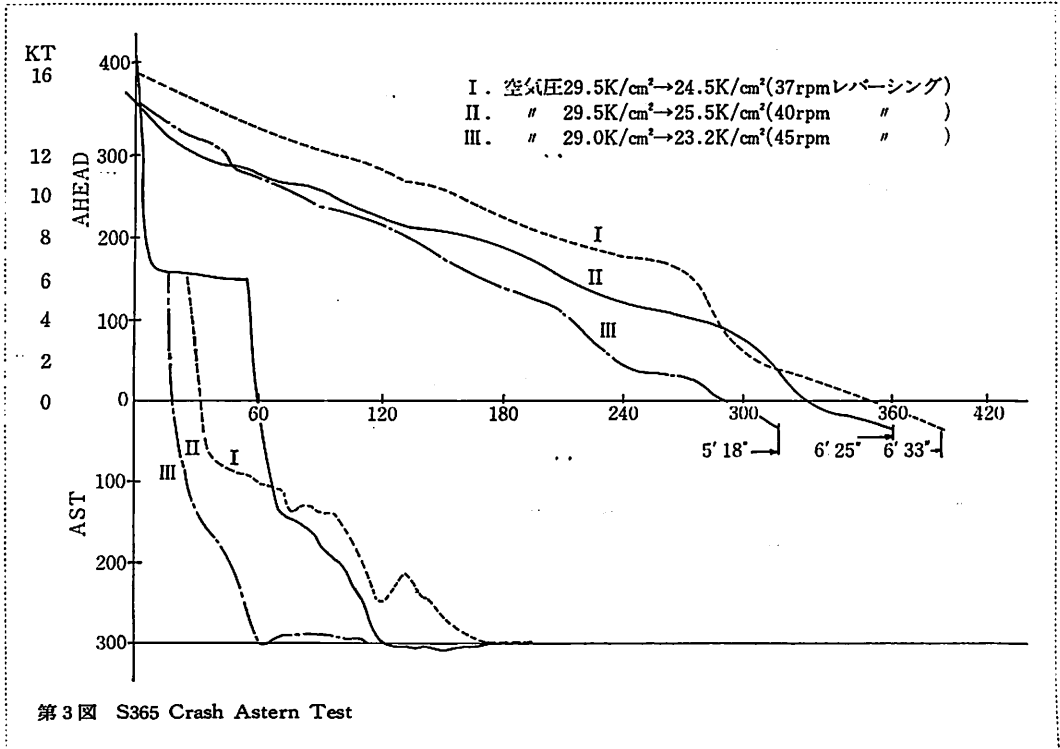
中速ディーゼル機関は小型軽量のためにえてしてその機関のベッド、二重底構造等が軽構造になり易いが、小型の割には大出力でしかも高次の起振力を発生することを念頭に置いて、余裕のある設計をしないと船体振動のみならず、騒音問題が派生するこ

第2表 中/低速ディーゼル利用の同型船
プロペラ諸元比較

プロペラ諸元	船種	YSI TRADER	YOUNG SPIRIT
主機及び出力 (ps)	中速ディーゼ ル	15,000	低速ディーゼ ル 15,500
軸回転数 (rpm)		100	114
直径 (mm)		6400	6100
ピッチ (mm)		5232	4731
面積	翼 (m ²)	32.170	29.225
	展開 (m ²)	20.911	19.581
	投影 (m ²)	18.395	17.342
翼数		5	5
慣性モーメント (kg・m ²)		3.625×10 ⁵	2.948×10 ⁵



第2図 減速機の荷重等配機構



とに留意せねばならない。更に主機より後部の推進軸系即ち弾性継手、遊星減速機、推力軸受、中間軸、プロペラ軸の船体に対する荷重条件も低速ディーゼル機関とはかなり異なるので、アライメントに不都合が起らぬよう船体構造は慎重に設計された。

推進装置のうちで高回転低トルク側の主機、弾性継手、減速機は非常にコンパクトにまとめてあるために低速ディーゼル機関に比べて保守整備の際、作業性が悪くなり勝ちである。この問題を解決するために、特に定期的に開放点検、部品交換を要求される所には足場の設置、特殊用具を使用するなど考慮を払うと共に、艀装中、最もやり易い開放方法を現場で実際にトライして確かめ、それを写真入り説明書としてメンテナンスの参考とした。

なおこの種の推進機関の搭載に当っては、設計段階から更にもう一步イージーメンテナンスに対する考慮が、それぞれの機器に払われることが望まれる。

第1図はわれわれが検討した減速機ベアリング検査時の開放手順の一例である。

●SHOP TEST

本機の SHOP TEST は IHI 相生工場において実船と同一配置即ち主機、弾性継手、減速機を全部

連結した状態で行なわれた。

通常のディーゼル機関のパフォーマンスおよび確認テストの他に、実用1号機に対する配慮として摺合せ運転の延長を含め、定トルクテスト、起動性能確認時の実際起動空気消費量計測、クラッシュアスターン性能の綿密な確認と計測、低負荷時における減速歯車のチャタリングゾーンの計測、過給機カット運転等が特に追加施行された。減速機に関しては、ロードテスト時に歯車荷重等配機構の確認も行った。

テスト結果としては、最も重要な課題であった燃料消費率は85%出力時 139.2gr/ps・hr (F. O.L. V. C =10, 200kcal/kg) という予想以上の結果が得られた。運転テストでは一般性能を含め、ほとんど予想された通りのデータが得られ良好であった。

なお今後検討を要する問題点としては、過給機性能のマッチング、排気集合管等V型シリンダの谷間にある附属物の振動対策等が挙げられた。

運転後の開放検査でも主機はごく一部小さな手直しが発見されただけで、ベアリング、ライナ等の主要部分は極めて良好な状態が確認された。

従来よりこの種機関で問題とされて来た排気弁装置は、大体予想された程度の状態であったが、より一層の改良を行なうための追跡調査が望まれる。

減速機も I H I 呉工場に搬入されて開放検査されたが、特に異状はなかった。

第2図は SHOP TEST DATA の一部である。
(一般特性は33頁参照)

●SEA TRIAL

主機搭載後の本船は、昭和52年4月佐田岬沖で SEA TRIAL を行なって最終的に全性能の諸元がチェックされた。主機関については SHOP TEST 時のデータからの大きなデビエーションはなく満足すべきものであった。

燃料消費率については SHOP TEST 時と同一出力、同一発熱量換算で、142.6gr/ps・hr が記録され、約3gr強、大きな値となったが、これは主として外気温度条件の差による熱効率への影響と考えるが、実際の運航に当ってはこの SEA TRIAL 時の値に近いものとなるであろう。

当初、本船は低速ディーゼル機関の同型船に比べて、海上試運転状態における燃費の差を機関自体で4%、低回転プロペラによる効率向上で5%、両者で9%の燃費低減を期待していたが、SEA TRIAL の結果、これ等がそれぞれ6.2%、5.5%減で両者の影響を合せて約11.3%燃費低減となり、予期以上の好成績が得られたのである。(第3表参照)

主機自体の SHOP TEST DATA をベースにしたアスターン性能のシュミレーションでは、低速ディーゼル船に比べて多少劣る傾向が出て心配されていたが、SEA TRIAL では第3図の通り何等遜色のないことがわかった。

アスターン性能は主機自体の性能と船体特性の二つの要素で決るものなので、その予測はなかなかむずかしい問題であるが、中速ディーゼル機関と固定ピッチプロペラの組合せを考えると、一日でも早い解明が待たれるものである。

●おわりに

本船はわれわれの省エネルギープロジェクトの第一歩であり、今後更に本船の運航実績をもとにして、次の段階へのジャンプを企てている。

中速ディーゼル機関の搭載は、推進効率の向上によって所要馬力を下げ、同時に主機自身の燃料消費率を減少させて、直接推進に使用する燃料を節約するという Less Consumption のための最も基本的な、且つ効果的な手法の一つである。

次の段階としては、本船の場合、主機関に使用された燃料エネルギーのうち、4割強が有効に推進

第3表 中速ディーゼル船と低速ディーゼル船の燃費比較(海上公試実績による)

	YSI TRADER	YOUNG SPIRIT
主機	中速ディーゼル	低速ディーゼル
排水量 (kt)	73,550	
速力 (knot)	15.1	
シーマージン(%)	15	
燃料発熱量 (kcal/kg)	10,200	
所要馬力 (ps)	12,662	13,398
燃料消費率 (gr/ps・hr)	142.6	152.0
燃料消費量 (kt/day)	43.33% (abt 11.3)	48.87 (base)

(動力として)に利用されるだけで、残り6割弱は大気および海水に捨てられていることに着目し、この廃棄エネルギーを如何にして回収し、補機の運転に利用して補機用燃料を節約するか、或いは直接推進をブーストするために使うかを試みることになるであろう。

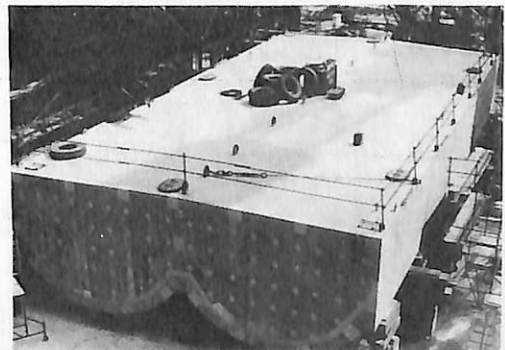
最後に、本船建造に誠心誠意協力して下さった常石造船所、石川島播磨重工業をはじめ、関係者の方々に厚く御礼申し上げますと共に、その技術力とフェイトに深く敬意を表します。

Ship Building & Boat Engineering News

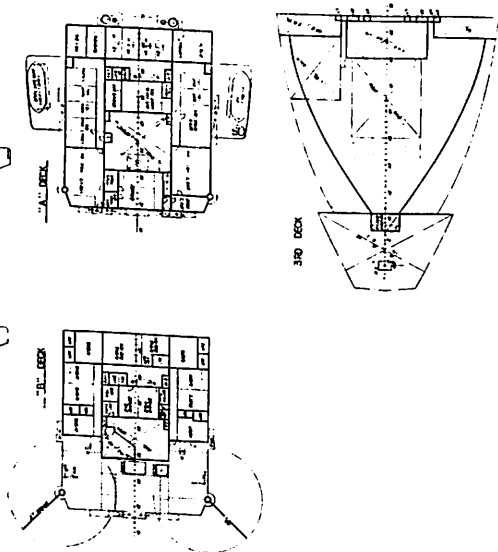
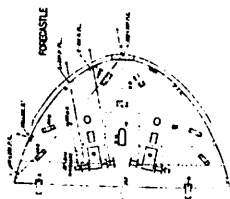
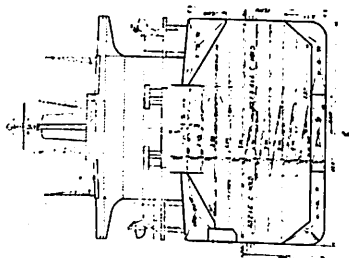
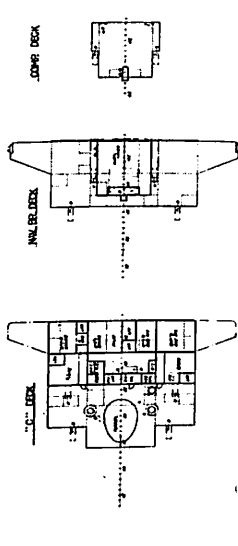
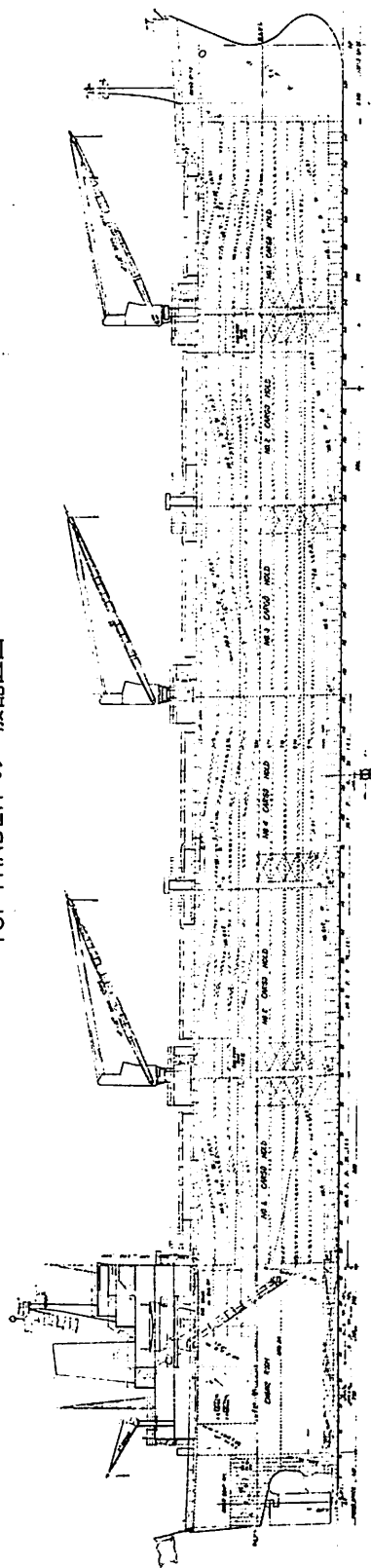
■三井造船 国産初のプレスト・コンクリート・バージ完成

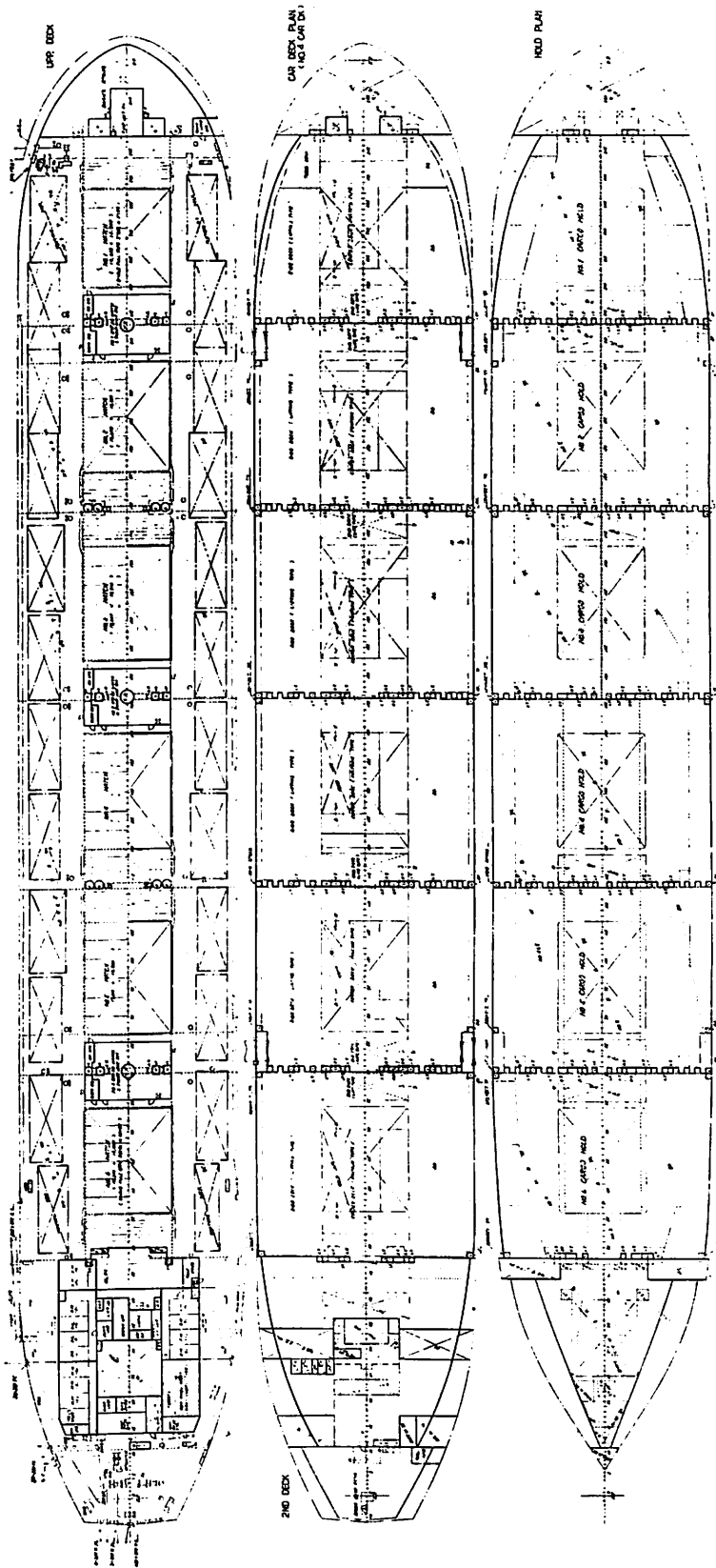
三井造船と三井建設はこのほど共同でプレストレストコンクリート構造でわが国初の200DWTバージの試作船を三井造船玉野造船所で完成した。主要目はずきのとおり。

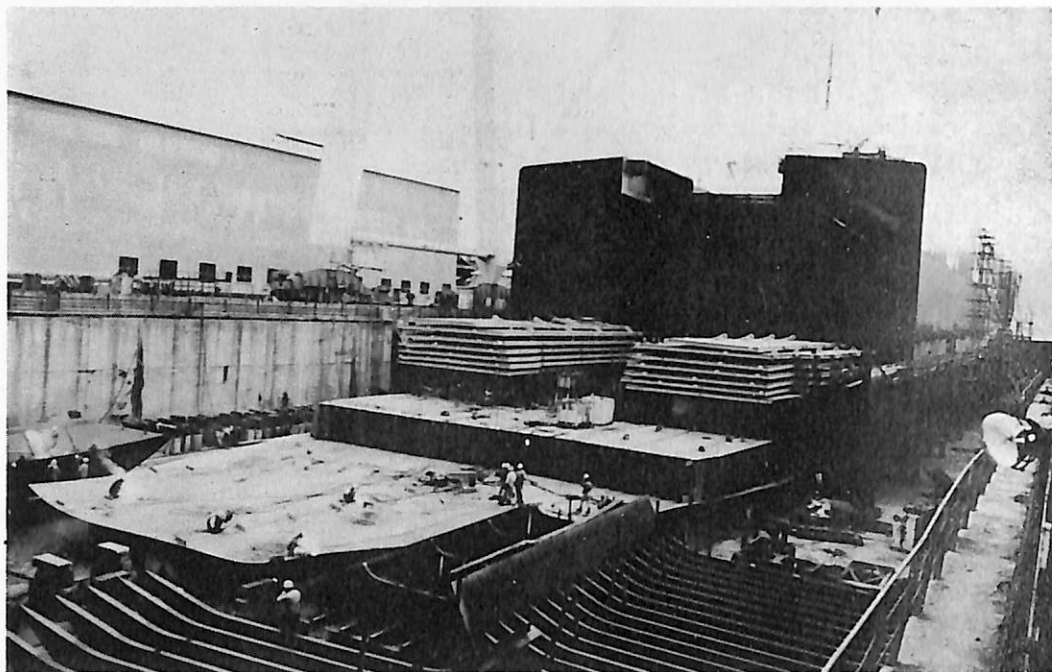
構造/合成桁構造、縦方向プレスト・レストコンクリート構造。全長/20.00m。全巾/10.00m。全高/3.60m。吃水/空載時1.98m、満載時2.95m。



“YSI TRADER”の一般配置図







低燃費経済船“YSI TRADER” の設計、建造

On the Design and Building of “YSI TRADER”
by Initial Design Dept.
Tsuneishi Shipbuilding Co., Ltd.

● 常石造船基本設計部

まえがき

昭和51年12月4日起工，昭和52年2月15日進水，昭和52年4月28日完工した本船の最も大きな特長は，題記の通り，今日の省資源時代に即応した燃費の少ない主機，低回転によるプロペラ効率のアップを考慮して，減速装置付中速ディーゼルエンジン IHI—10PC4V を採用したことと，大型自動車専用船と同等のスピードで荷役が可能となるように，全貨物艙を完全自走式の構造にしたことである。

PCエンジン採用にあたっては，大型船に中速ディーゼルエンジンを積載するという点，しかも本機が PC4V 型の船用1番機であるということで，船主殿，石川島播磨重工および当社にて綿密な打合

せを重ねた。また採用の後には，IHIの細部にわたる検討，研究の結果，本船試運転にては，期待通りの結果を得，また北米航路就航の後も順調なる航海を続けていることを感謝し，今後の本船の活躍を期待する次第である。

基本計画

本船の計画に当っては，当社にて建造の30,000トン，2,000台積自動車兼撒積貨物船6隻の経験を十分に生かし，次のごとき基本方針にて計画した。

(1) 約4,000台（ブルーバード換算）の自動車を完

建造中の“YSI TRADER”の船首部を見る

全自走による荷役可能とし、また荷役時間の短縮のため各貨物艙の長さはほぼ同じとし、片舷各2箇のサイドポートドアを配置する。

(2) 主機械は IHI 10PC4V 型とし、本機の小型という特長を生かし、機械室上部にカースペース (約90台収容可能) を設ける。

(3) 荊田港での自動車荷役を考慮して全長を制限し、またノーフォーク港での陸上荷役設備の高さにより、上甲板上ポンツーンラックの高さを制限する。

主要目

船級 ABS : *AI® (Bulk Carrier) *AMS

主要寸法

全長	223.000m
垂線間長さ	214.600m
幅 (型)	32.200m
深さ (型)	19.800m
満載吃水 (型)	13.723m

トン数, 載貨重量, 容積等

総トン数	35,713.13T
純トン数	27,744T
載貨重量	64,401tons
自動車積載台数(DATSUN 610型)	4,022台
貨物艙容積 (GRAIN)	74,359.6m³
(BALE)	71,306.0m³
機関室自動車積載スペース	2,627.3m³
脚荷水艙容積 (C重油)	22,619.8m³
(A重油)	2,986.6m³

速力等

航海速力 満載状態	15.0ノット
自動車積状態	15.6ノット
試運転最大速力	16.97ノット
航続距離	20,800哩

主機械等

主機械	IHI—SEMT—PIELSTICK 10PC—4V
ボイラー	縦円筒型 1,500 kg/hr
発電機	500KW×AC450V×3基

乗組員

士官	11名
準士官	5名
部員	21名
予備	3名
計	40名

一般配置

本船は船首楼付平甲板船で、船尾に居住区および機関室を配置し、トランサム型船尾形状、船首に大型バルバウスバウをもつバナマックス型自動車兼ばら積貨物船である。

6つの貨物艙にはそれぞれ9層のカーデッキを設備し、機関室上部前方に4層の自動車積載スペースを設けている。

各舷には各2箇所 (No.2貨物艙前部およびNo.5貨物艙後部) のサイドポートドアを設け、また各貨物艙間には各1箇所のバルクヘッドドアを設ける。

上甲板には10V電動油圧デッキクレーン3基および3つのカーデッキウィンチ室が配置されている。

船殻構造

貨物艙内肋骨、機械室船底、船尾構造を除く主構造は縦肋骨方式を採用し、貨物艙内横隔壁は自動車走行用ランプウェイの配置上、更にクロスデッキ下部のリフトブルカーデッキの収納時のスペース確保等により各部の寸法制限があり、通常の台形状のUPP. & LOW STOOL は採用できなくUPP. STOOL は矩形、LOW END はSTOOL なしとなり、隔壁中央部に自動車走行用のBHD DOOK を設け、ウェブとフェイスが直角に溶接されたコルゲート形状とした、特に、その部材寸法の決定にあたっては、ABS東京事務所のご厚意により、直接強度計算を行ない、十分な強度を有するものとなった。更に主機が10PC—4V型の1号機であるため、その主機台構造においても他に類のない構造となり、IHIのご協力により資料を十分検討の上、それらの部材を決定した。海上公試運転時に、主機台周りの振動等をチェックし、満足のいく結果を得た。

ばら積貨物船として要求されたオルターネイトローディングにも対応できるよう、特に貨物艙区域の前後各舷それぞれ2箇所のサイドポートドア周りの強度には十分配慮し部材を決定した。

船体機装

a. 係船装置

本船はカーデッキウィンチを含め電動油圧式を採用した。各要目および台数は、下記の通り。

揚錨機兼係船機	2台
	30 t×9 m/min
係船機	4台
	10 t×15 m/min
カーデッキウィンチ	6台



19m×3.2mのカーラダー

22 t×12 m/min

b. デッキクレーン

一般貨物、ポンツーンカーデッキ、カーラダー取扱いおよびハッチカバー開閉のため、係船機同様東京機械製のデッキクレーンを設けた。特にポンツーンカーデッキのハンドリング時間の短縮のために巻上げ速度を大きく、また、カーラダー取付けのため最大旋回半径を大きくした。10T—26m—30 m/min 3台

c. カーラダー

本船のパナマックスという船型からサイドポर्टドアの位置が従来に比べ高いにもかかわらず広範囲の干満の差等による岸壁状態にても荷役可能にするため19m×3.2mのカーラダーを備えた。
(写真1)

d. サイドポर्टドア、バルクヘッドドア、カーデッキ等

当社にて十分実績があり信頼性のある NAVIRE—KYB の電動油圧駆動のサイドポर्टドア およびバルクヘッドドア並びに川崎重工業製のB&V式のカーデッキを採用した。

e. 貨物艙内照明

貨物艙の照明は、コルゲートに埋込んだ300W白熱投光器と、リフティングデッキに取付けた40W蛍光灯の併用方式をとっている。リフティングデッキ間は、キャブタイヤコードにて連結し、またキャブタイヤは協立電機製のフレキシブルチューブにてカバーし、機械的損傷より保護している。

f. 貨物艙通風

貨物艙通風は荷役時20回/時の給気通風方式、ま

た航海中は可逆式通風機による排気という当社実績にて十分と思われる換気回数および方式を採用した。

機関部

1. 機関部計画概要

中速ディーゼル機関10PC4Vを本船に搭載するにあたって、計画時の主要な課題が2つあった。

第1の課題は、中速ディーゼル機関の大型船に対するクラッシュアスターン性能の問題である。

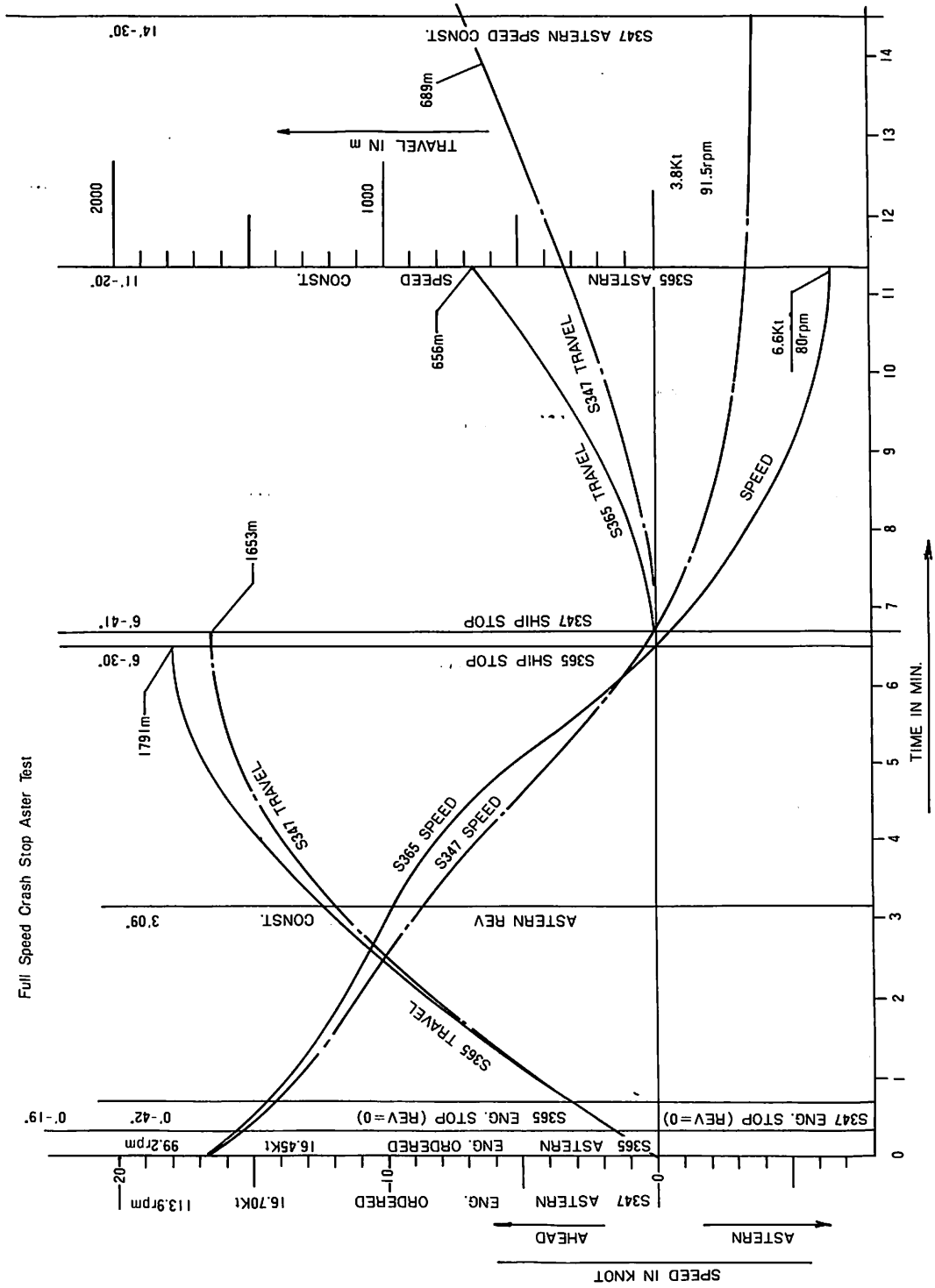
IHIの推定では、ブレーキエア投入可能最高回転数は180/45RPMで、ブレーキエア投入から後進起動するまでのエア投入時間が約1分少々かかるということであったが、これまでの3万トン級バルク兼カーキャリアー数隻にPC2—5V機関を搭載した経験および実績を考慮し、主空気槽容量をメーカーリコメンドの8m³×25kg/cm²から10m³×30kg/cm²に増やした。また機関本体の起動タイミングについても考慮がなされた。

なお、海上試運転での試験結果は、下記の通りであった。

排水量39,000kt状態(ほぼバラスト状態)

後進発令からカム軸切換回転まで	3秒
後進発令からブレーキエア投入回転まで	5秒
ブレーキエア投入から後進起動まで	7秒
後進発令から後進回転整定まで	3分15秒
ブレーキエア—圧力降下	5.6kg/cm ²
後進発令時回転数	418.5/104.5RPM
カム軸切換回転数	190/47.5RPM
エア—ブレーキ投入回転数	180/45RPM

Full Speed Crash Stop Aster Test



これらの数値は低速エンジンとほぼ同等の性能を示しており、また船速、航走距離についても低速エンジンを搭載した当社の同型船とほぼ同等の性能を有している。(前頁図を参照)

このことから、大型船に中速機関を搭載してもクラッシュアスターン性能に関しては低速機関に比べて何ら遜色のないことが立証され、船主殿の満足を得た。

第2の課題はハーバースピード、DEAD SLOWの設定に影響を及ぼす減速機のCHATTERING NONEの問題である。

当初の計算値では、CHATTERING ZONEは142/35.5RPM以下ということで、これを回避してDEAD SLOWを設定すると、最低160/40RPM約7ノットと高い船速になるため、ガイスリンガー接手にフライホイールを装備しCHATTERING NONEを下げた。

実測によるとCHATTERING NONEは123/30.8RPM以下となり、DEAD SLOWを148/37RPM—約6.5ノットとした。

その他の主な計画では、潤滑油清浄機は2台設置し、1台で清浄機付ポンプ容量を $\frac{1}{2}$ に絞って清浄効果の高い状態で主機潤滑油を側流清浄するものとし、他の1台では発電機潤滑油の側流清浄をするよう計画した。

PC機関の食道ともいうべき過給空気吸入方法は船外直接吸気方式を採用した。これに伴い機関室通風機は2台とし、そのどちらも可逆式とした。

主機燃料油はRW#1 3,500秒で計画した。

2. 機関部主要目

要目は次の通りである。

(1) 主機関

形式—V形4サイクル単動トランクピストン過給機付中速ディーゼル機関

IHI—SEMT Pielstick 10PC4V 1台

M. C. O. 15,000/14,850PS×400/100RPM

C. S. O. 12,750/12,620PS×378.9/94.7RPM

(2) 減速機

形式—遊星歯車型ガイスリンガー接手付減速機。IHI SPGN180—1 減速比 4.00

(3) 軸系およびプロペラ

中間軸 480mmφ×7627mm×1

プロペラ軸 600mmφ×6810mm×1

プロペラ 5翼—一体型ニッケルアルミニウム

(4) 発電機用原動機

形式—4サイクル単動トランクピストン過給機付ディーゼル機関。DAIHATSU 6PSHT6—26D×3台 750PS×720RPM

(5) 蒸気発生装置

(i) 補助ボイラー：立シリンダー型MHI—MC15 1500kg/h×7kg/cm²G (飽和)×1台

(ii) 排ガスエコノマイザー：フィン付チューブ強制循環 SEO—SENIOR 型 1700kg/h×7kg/cm²G (飽和)×1台

(6) 補機関係

主空気圧縮機	160m ³ /h×30kg/cm ²	2台
補助空気圧縮機	130m ³ /h×30kg/cm ²	1台
主冷却清水ポンプ	268m ³ /h×30m	2台
主冷却海水ポンプ	625m ³ /h×20m	2台
補助冷却海水ポンプ	200m ³ /h×30m	2台
燃料弁冷却清水ポンプ	5m ³ /h×30m	2台
主潤滑油ポンプ	263m ³ /h×7.5kg/cm ²	2台
減速機潤滑油ポンプ	40m ³ /h×2.5kg/cm ²	2台
潤滑油移送ポンプ	3m ³ /h×3.5kg/cm ²	1台
船尾管潤滑油ポンプ	1m ³ /h×2.5kg/cm ²	2台
燃料供給ポンプ	6m ³ /h×6kg/cm ²	2台
C重油移送ポンプ	30m ³ /h×3.5kg/cm ²	1台
A重油移送ポンプ	10m ³ /h×3.5kg/cm ²	1台
給水ポンプ	3m ³ /h×120m	2台
ボイラー水循環ポンプ	10m ³ /h×25m	2台
清水ポンプ	5m ³ /h×50m	1台
飲料水ポンプ	5m ³ /h×50m	1台
温水循環ポンプ	2m ³ /h×5m	1台
消防兼雑用ポンプ	135/200m ³ /h×70/35m	2台
ビルジ兼バラストポンプ	1500m ³ /h×25m	2台
ビルジポンプ	5m ³ /h×35m	1台
スラッジポンプ	3m ³ /h×3.5kg/cm ²	1台
C重油清浄機	SJ—6000	2台
潤滑油清浄機	SJ—6000	2台
機関室通風機	800m ³ /min (可逆)	2台
造水装置	21T/D AFGU—5	1台
油水分離機	5m ³ /h HS—5F	1台
廃油焼却炉	25L/h OSV—20SM	1台
主空気槽	10m ³ ×30kg/cm ²	2台
汚水処理装置	40人用	1台

3. 機関室全体装置概要

PC4機関の低速機関に対するメリットの1つである外形寸法が小さいという点で、これを機関室第

2甲板船側の一部を約90台の自動車積載スペースとして利用した。また同メリットを利用し、排ガスエコノマイザーも第2甲板と上甲板の中間高さ位置に据付け、主機排ガスのエコノマイザー入口までの温度降下の軽減、第3甲板船側制御室からのメンテナンス距離の短縮を考慮した。

第3甲板船側中央に発電機を3台据付け、その船側グレーチング上に下部船橋甲板に設けたボルテッドカバーからの機関部品搬出入のためのフリースペースをとり、物品搬出入の時間短縮をはかった。

また補助ボイラーも機装配管スペースの確保に苦勞しながらも、当初の第2甲板据付けを変更し、より制御室に近い第3甲板へ降ろした。

制御室を第3甲板中央に設けたことは、両舷へのメンテナンス距離を等しくすることや、PC4機関の排ガス管覆が従来のPC機関に比べて高いので、制御室を舷側に設けた場合に監視の妨げをするという問題を解決することにもなり、上記のように補助ボイラーも第3甲板に降ろして監視できる位置となった。

これ等主要機器を第3甲板以下に据付けることにより、第2甲板にはタンク類および通常機関室内にそのスペースが確保しにくい食糧庫冷凍機ユニット、空調用冷凍機ユニット、また汚水処理装置、廃油焼却炉等を据付けることが可能となった。

主機関メンテナンス用上段グレーチングは、主機の給気管上面高さに合わせて機関室全周に設けた。

機関開放装置はクレーンよりもギヤードトロリーを採用することで、排ガス管、吸入究気管に支障なく利用でき、ストロリーのビームを1本工作室内まで延長することにより、主機上段グレーチングを利用して開放および補修能率が上がるようにした。

減速機も主機の高出力化に伴い、開放部品も大型化して来た。このため減速機関開放時、ガイスリンガー接手をフライホールを装備したままで移動可能なように、スライド用レールを設置する等の対策を施した。主機船外直接吸気方式のために、今回はこれまでに18PC2-5V型機関搭載の弊社建造船6隻の実績を生かして、外気吸入箇所を下部船橋甲板に船尾側向きとし、除湿装置も機関部ケーシング内に船殻構造として配置することで、船体ローリング時の海水吸入の防止、過給機の高周波騒音の居住区への防音等に注意を払った。

また過給効率を下げないために、吸入面積は他の機装に支障のない範囲で充分大きくし、第2甲板上に設けた吸入空気フィルター部も大きく、過給機の

サージング時の振動等でクラックの生ずることのないよう充分補強を施した。

なお、PC4エンジン本体は非常にCompactであるが、このため各シリンダから過給機に至るまでの排ガス管がエンジン本体に比して大きなものとなり、ここに若干問題があるように思われる。

電気部

1. 概要

船内電源として、625KVA (500KW) のディーゼル発電機3台を装備している。航海中は常時1台使用し、出入港時、荷役時は2台並列運転する。

荷役時の自動車甲板照明として、本船は300W白熱投光器と、40W蛍光灯の併用方式をとり、照度上昇をはかっている。

2. 要目

(1) 電源および動力装置

主ディーゼル発電機：625KVA (500KW), AC450V	
3φ 60Hz ブラシレス式 防滴型	3台
主配電盤：デッドフロント型	1面
非常用配電盤 (蓄電池充放電盤)：デッドフロント型	1面
変圧器：35KVA 1φ (一般用)	3台
55KVA 3φ (自動車甲板照明用)	3台
蓄電池：24V 200AH 鉛式 (非常灯用)	2台
24V 200AH 鉛式 (無線用)	1台
船外給電箱：AC440V 300A	1面
電動機：E種絶縁	

(2) 照明装置

機関室：蛍光灯および水銀投光器 (ただし、床下および一部は白熱灯)
居住区：一般に蛍光灯 (ただし、外部通路、便所等は白熱灯)

暴露甲板：水銀投光器および白熱投光器
自動車甲板：300W 気密型白熱投光器 410灯
40W, 2灯式 気密型蛍光灯 192灯
(リフティングデッキにフレキシブルチューブを使用して配線)

航海灯および信号灯：2灯式航海灯, 碇泊灯, 紅灯, 携帯型昼間信号灯, モールス信号灯, スエズ信号灯, 操舵目標灯, 巨大船信号灯, その他スエズ探照灯 各1式

(3) 通信装置

共電式電話：1:1 1系統 1:4 1系統
自動交換電話：20回線 1式
インターホン：1:1 1式

海外事情

■これからの推進機関は？

この2～3年、船舶の推進機関について多くの変化が起っているので、現時点で将来を予想するのは困難であろう。しかし世界の船用ディーゼル界をリードするスルザー社は、最近発表した2つの論文でその見解を表明した。低速、中速ディーゼルの販売において成功をおさめている同社は、両機種に対する明るい将来を予測し、ディーゼル船増加の傾向に対応して、その役割を果さねばならないとしている。(The Motor Ship April 1977)

J. Smit 氏による第1の論文の特徴は、今日最も重要な問題である燃料費に関して、スルザー社の競争相手の唱える低回転、大直径プロペラの採用が最善の解決策ではない、としている点である。

燃料費は推進効率、すなわち船体効率と推進器効率、および推進機関の熱効率の影響を受けるが、この内、船体効率は外板の手入れ程度で大きく左右され、最大の影響を与えることが多い。

推進器効率は船尾形状と回転数で決まり、原理上、大直径プロペラの採用が望ましいが、世界主要港および水路における吃水制限、振動およびキャビテーションの防止、建造費の制約により、実用上は或る限られた範囲でしか直径を増加できない。

推進機関の総合熱効率の向上は、最も直接的に燃

料費に結びつくが、ディーゼル機関の燃料消費率改善の余地は、現在の設計技術では3～4%と僅かである。総合熱効率を50%以上に高めるのが目標で、理論的には可能であるが、効率向上と同時に装置を複雑にしないと云う点で更に開発が必要である。

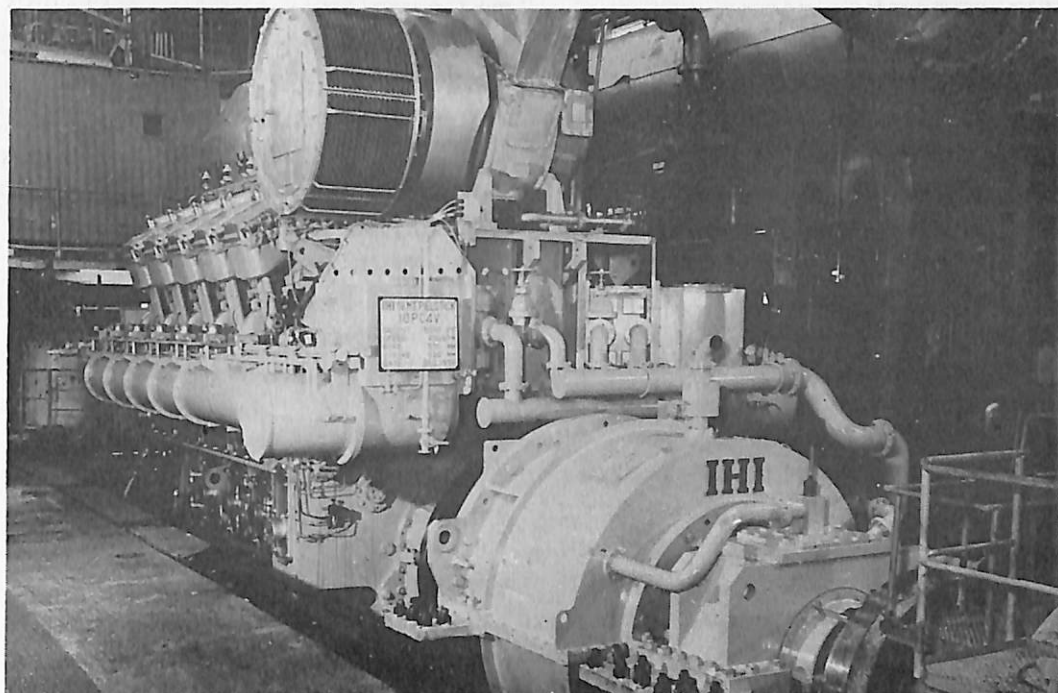
1万馬力以下の出力に対してRND 68型の4, 5, 6気筒機関の需要が増加しており、RLA 56型機関の出現は、更に選択範囲を広げるであろう。この出力範囲は中速の分野でもあるが、低速直結機関に対する根強い需要に応じて開発された機関である。

またG. Wolf 氏による第2の論文は、2および4サイクルディーゼルに関する同社の開発プログラムと、平均有効圧力および1筒当り出力についての今後の方針について述べている。

多くの読者にとって驚ろくべきことは、将来の船用ディーゼル市場の要求に対する急進的な新しい対応策が何も示されていない点であるが、これについては、1973年以来的の変化の解析と需要予測に基づき、同社としてはその方針を変更する必要なく、むしろ強化すべきこと、つまり本質において運転コスト低減のための努力を更に重ね、出力上昇の面は余り強調しないことを認識しているためである。

しかし、このことは同社が進歩性に欠け、出力上昇の研究を怠っていると云うことではない。なぜならすでに各種エンジンの2段過給テストに成功して、出力増加の要求に何時でも応じられる体制があり、また行程1気筒径比2:1のロングストロークの新シリーズの設計にも着手しているからである。

信号電鐘：冷蔵庫閉鎖警報，機関部員呼出，機関室動哨呼出，病室呼出 各1系統	音響測深儀：海上電機 MG—60R	1式
船内指令装置：50W トークバック	無線装置：協立電波 KIT—7500	1式
エンジンテレグラフ：1:1 セルシン式	VHF無線電話：協立電波 TRV—012	1式
サブテレグラフ：1:1 押ボタン式	13Ch. VHF電話：日本無線 JHV—2M	1式
電気時計：親子式 1:28	方向探知機：光電 KS—540	1式
舵角指示器：1:4 セルシン式	ロラン受信機：光電 LR—777	1式
主機回転計：1:5 カウンター付	オメガ受信機：日本無線 JLA—102	1式
非常警報装置	デッカナビゲーター（船主支給）	1式
自動車甲板警報装置：煙・ガス検知装置，サイドポードドアビルジ警報，隔壁ドア表示，カーデッキ上昇警報，CO ₂ 放出警報 各1系統	レーダー：東京計器 MR—121S—312	1式
操舵室コンソール，操舵室集台盤 各1面	MR—121X—56A	1式
(4) 電気航海計器および無線装置	ファクシミリ：協立電波 FXH—872	1台
ジャイロコンパスおよびオートパイロット 東京計器 GYLOT—202	風向風速計：光進電機	1式
電磁ログ：北辰電機 EML—12	ラジオ用空中線共用装置	1式
	テレビアンテナ	1式
	カラーテレビ	2台
	ステレオ	2台



IHI-S.E.M.T.-Pielstick10PC4V形 4サイクル船用ディーゼル機関

IHI-S.E.M.T.-Pielstick Diesel Engine

Model 10PC4V for Marine Propulsion

by Hiroshi Fujita

Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co. Ltd.

藤 田 寛

石川島播磨重工業

まえがき

石川島播磨重工業は、昭和39年にフランスのS.E.M.T.社(Société d'Etudes de Machines Thermiques)と技術提携して以来12年余、陸・船用中速4サイクルディーゼル機関を製作しており、その間にPC2-2(500PS/CYL)形およびPC2-5(650PS/CYL)形機関を昭和52年3月末までに約400台を製作し、それらは船用主機関、事業所用発電機関等に使用されて、その信頼性と共に経済性を高く評価されて来た。

一方、近年の船舶の大形化と高速化に伴い、PC2-5形機関より大出力の機関が望まれたため、1970

年当社はS.E.M.T.社と協同でシリンダ当りの出力1,500PS、シリンダ径570mm、ピストン行程620mmのPC4形機関の開発に着手し、1972年5月にS.E.M.T.社において4シリンダV形の4PC4V形機関を、また同年10月に当社相生第2工場において12PC4Vプロトタイプ機関を各1台完成し、両社で分担して各種試験を行ない、これらの結果を基に生産設計が行なわれた。当社の12PC4V形機関は、試験終了後、同社の自家発電用の12,800KW発電機

タイトル写真(第1図)はIHI-S.E.M.T.-Pielstick 10PC4V 歯車減速機関外観

関として稼動中である。

昨年12月、山下新日本汽船殿から発注され、常石造船殿にて建造された50,300DWT形自動車兼撤積貨物船の主機関として、わが国における船用機関の1号機である10PC4V形機関(15,000PS×400RPM)ならびに付属の高弾性ガスリンガー接手およびSPGN180—1形遊星歯車式減速機(最大伝達馬力18,000PS×400RPM/100RPM)を完成し(第1図・タイトル写真)、これらを相生第2工場にて結合運転を行ない、常用出力における燃料消費率139.1gr/PS-hを記録した。当社では引続いて12PC4V形機関等PC4形機関およびSPGN180—1形遊星歯車減速機4基分を製造中である。

またヨーロッパにおいても10PC4V(15,000PS×400RPM)15台、12PC4V(18,000PS×400RPM)4台、18PC4V(27,000PS×400RPM)11台を受注し、すでに10PC4V、18PC4V等の工場試運転を終了し、その性能が確認されている。

10PC4V形船用推進プラント

1973年の石油問題を契機に、世界の省エネルギーに対する認識は一段と高まり、船舶業界においても改めて燃料経済性の高い船舶が見直されている。

燃料経済性の高い推進プラントとするためには、

- ①プロペラ推進効率を高め、所要出力を小さく抑える。
- ②燃料油消費率の低い主機関を採用する。
- ③排熱エネルギーを回収する。

等が有効である。

①に対しては通常プロペラ回転数を出来るだけ低く取ることが良いとされており、このためには中速機関を歯車減速装置と組合せて最適プロペラ速度を得ることが良い。

②に対しては、一般に4サイクル中速機関は2サイクル低速機関に較べて燃料消費率は約10gr/PS-h低く、特に10PC4V機関は常用出力において139.1gr/PS-hと良い性能を持っている。

③に対しては、排気ガス、シリンダ冷却水、空気冷却器等から逃げていくエネルギーを、イニシャル・コストを考慮しながら排熱回収を行なう。特に排気ガスエネルギーの回収は、機関に熱的余裕がある限り排気温度を高くとる方が回収熱量が大きくなる。一般に4サイクル機関は2サイクル機関に較べ空気比が小さいため、排気温度が高く有利である。

これらの要素は船舶の種類、航路条件、総合的な経済効果から最適の方法が選ばれ、実際の船舶に適

用されることになる。

当社では、これらの点に着目し、1966年に一番船を完工させたフリーダム船(14,600DWT)の主機関に、燃料消費率の低いPC2形機関を歯車減速機と組合せ、5,130PS×120rpmという、機関出力に対しては比較的低いプロペラ回転数を採用し、経済性の高い船と評価されて来た。

しかしその後、船舶は大形化し、これに応えるには、従来のPC2形機関では数台の機関を組合せ、マルチプル機関とする必要性が出て来た。一方国内におけるPC2形中速機関は1機1軸として採用された例が圧倒的に多く、マルチプル機関はあまり好まれないことが判った。従って大出力の中速機関が必要となり、PC4形機関が開発された。

今回建造された50,300DWT船の主機関の選定に当り、運航コストを出来るだけ低く抑えるため、船舶の運航コストに大きな割合を占める燃料費をいかに小さくするかについて検討を行なった結果、10PC4V形機関を100RPMに減速することが、推進効率、推進機の大さき、メンテナンス費用、機関室の配置、貨物槽の容積等から最良であるとの結論に達し、10PC4V形遊星歯車減速機関が採用された。

なお当社においては更に経済性の高いプラントとしてPC4形機関と歯車減速機関に発電機を組合せ通常航海時においては補助発電機の運転を省略して高価なA重油の節減を計り、また排ガスボイラから得られる蒸気によりターボ発電機を駆動させる等、各種の省エネルギープラントを計画し、製作に入っている。

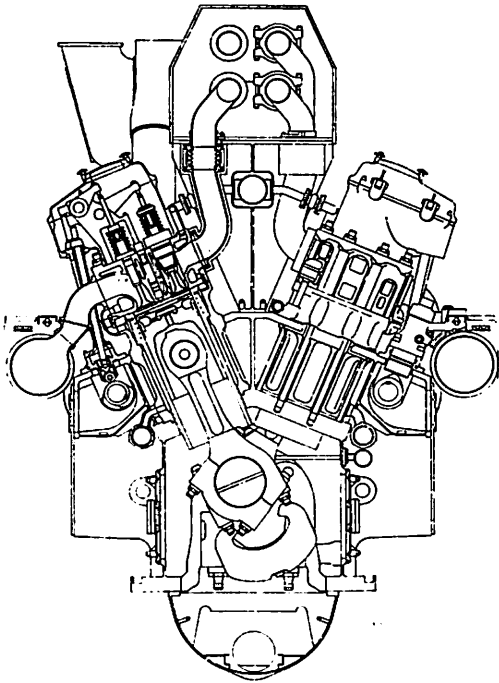
PC4形機関の概要

本機関は、シリンダー当りの定格出力1,500PS、定格回転数400rpm、シリンダ直径570mm、ピストン行程620mm、定格出力時の平均有効圧力21.3kg/cm²である。機関形式および主要目は第1表に示す通りである。

最大出力機関は18PC4V27,000PSであり、これを2機1軸とすると54,000PSとなる。機関重量は10PC4Vでは175Ton、単位出力当りの重量は11.6kg/PS、18PC4Vでは285Ton、10.5kg/PSとコンパクトに設計されている。

第2図にPC4V形機関の横断面図を示す。L形機関はV形機関の片列を垂直に立てた形状で、殆どの部品をV形L形共用とし、稼動後の保守性、部品供給体制を高めるよう計画されている。

本機関はPC2形機関の実績を基に大形化される



第2図 IHI—S.E.M.T.—Pielstic PC4V

ことによりメンテナンス性能が低下しないよう、部品の形状、組立、解放要具等に十分な考慮が払われており、PC2形機関より各部品重量は増加しているが、保守作業性はむしろ改善されている。第3図に主要部品のメンテナンス所要時間を示す。

以下に主要部品の特長について述べる。

1) クランクケースと主軸受

クランクケースは鋼板と鋳鋼の一体溶接構造で、クランクケース中央部の支柱ボルト用ボス板を長手方向全長にわたって一体とし、これにシリンダ外衣を組付け、8本の支柱ボルトによりシリンダ蓋、ライナおよび外衣を同時に締め付けている。このため支柱ボルト締付力が直接支柱ボルトボス板に伝わるので、クランクケース天板の補強は不要となり、構造が簡単かつ剛性の高いものになっている。

主軸受は懸吊形で、下部軸受本体をクランクケースに下部から2本のボルトで取付け、更に両側面からクランクケースに各1本のボルトで締付けているため、クランクケースの剛性が高い。主軸受の解放点検は、あらかじめクランクケース内に設置された専用要具によって容易に行なうことが出来る。主軸受メタルには、従来PC2機関にて十分実績のある三層メタルを採用している。

2) クランク軸

クランク軸は特殊合金鋼で、連続グレンフロー鍛造(RR鍛造)の一体形である。クランクピン、ジャーナル、クランク腕の寸法はすべて船級協会の規則を満足し、振りと曲げに対する十分な強度をもつよう設計されている。各クランク腕には、釣合重錘を取り付け、十分なバランスを得ている。

3) 接合棒(第4図)

接合棒はサイドバイサイド方式で、特殊合金鋼を型鍛造にて製作している。クランクピン直径を大きくしたため接合棒大端部は大きくなるが、この場合でもシリンダライナを通して上部へ接合棒が抜き出せるよう大端部は斜め割りとし、合わせ面はセレーション加工を施し、軸受形状保持を確実にしている。桿部はH型断面で、燃焼圧力に対して十分な強度の保持と重量軽減を計っている。大端部軸受締付ボルトは油圧要具により、均一に締付けられる。軸受メタルは主軸受と同様3層メタルを採用している。また小端部ピストン軸受にも3層メタルを採用している。

4) ピストン(第4図)

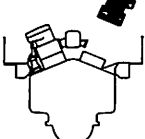
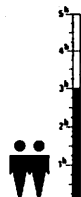
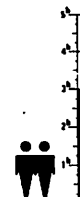
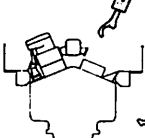

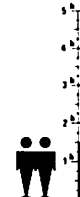
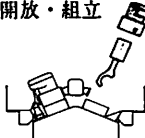

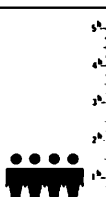
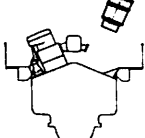
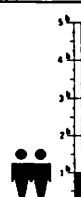
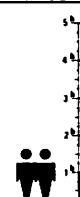

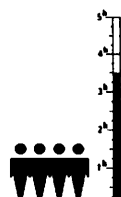
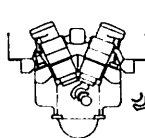

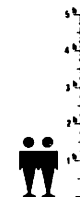
ピストンはトップリングの溝部温度を180℃以下に保つよう冷却効果を高め、また熱応力と機械応力が調和するような構造とするため、シェーカクーリング方式を採用した。このピストンは、頭部は鍛鋼、スカート部はアルミ合金鍛造とし、これをボルトにより組立てる方式のもので、十分な冷却効果と強度を有している。この結果、トップリング溝部の温度は140℃と十分満足な結果が得られている。ピストンリングは4本の圧縮リングと1本の油掻きリングとからなり、トップリングは外面にクロームメッキを施し、2~3番リングの外面は銅メッキが施されている。油掻きリングはエキスパンダ付で2段リップを有し、潤滑油消費率の低減を計っている。

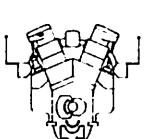
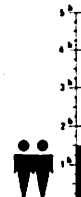
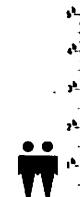
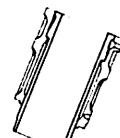
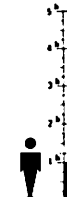

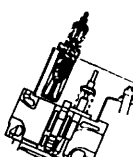
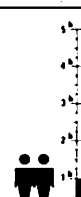


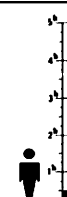
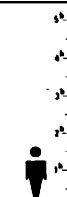
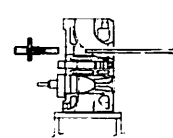
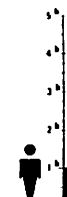
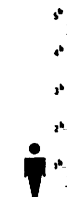
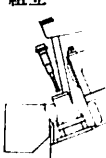
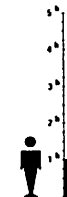

5) シリンダライナ

シリンダライナはピストン上死点におけるトップリング位置の内面温度を200℃以下に保ち、また爆発力による強度を満足させるため、ボアクーリング方式を採用した。なお、トップリング位置におけるライナ内面には、当社独特のウェーブカット加工が施され、ブローバイの防止、潤滑不足による焼付防止、ライナ摩耗の減少などに効果を上げている。

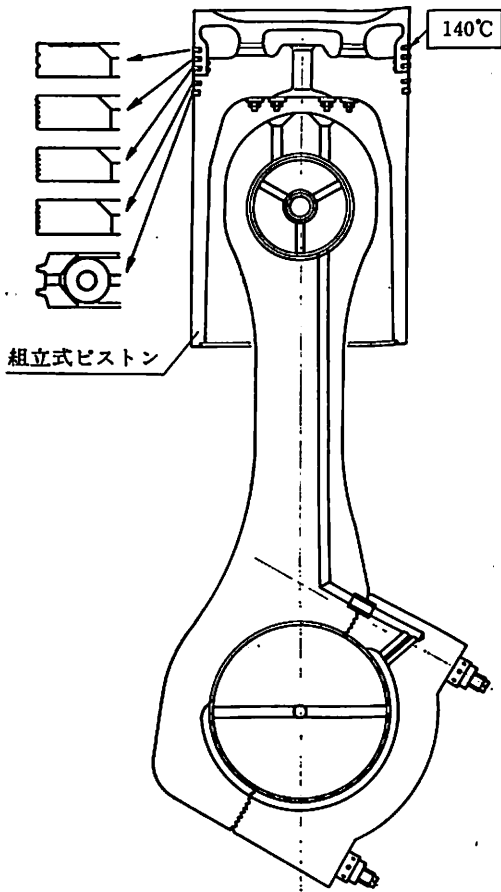
6) シリンダ蓋

シリンダ蓋は鋳鉄製で、中央に燃料噴射弁、その回りに排気弁、吸気弁を各2本、起動弁、安全弁を各1本配置している。本機関のシリンダ蓋は剛性を高め、かつ吸、排気ガスの流れ抵抗を小さくするた

	PC4形機関	PC2-5形機関
シリンダ蓋開放・組立 		
ピストン・接合棒開放・組立 (シリンダ蓋を取外したのち) 		
シリンダ蓋・ピストン 開放・組立 		
ライナ交換(ピストンおよび シリンダ蓋を取外したのち) 		
シリンダブロック 完備 開放・組立 		
クランクピン軸受のみ 開放・組立 		

	PC4形機関	PC2-5形機関
主軸受のみ開放・組立 		
ライナ摩耗計測 		
排気弁 2 組開放・組立 		
燃料弁 開放・組立 		
吸気弁 2 組開放・組立 (シリンダ蓋を取外したのち) 		
燃料ポンププランジャ 開放・組立 		

第 3 図 開放・組立所要時間



第4図 接合棒およびピストン

め、高さが大きく設計されている。このシリンダ蓋は、ライナと共にクランクケースへ取付けられた支柱ボルト8本により油圧で締付けられている。

7) 吸・排気弁 (第5図)

排気弁は保守、点検性の容易な弁筐式で、弁筐に組込まれたままシリンダ蓋への取外しが出来る。弁筐はすでに PC 2 形機関で好結果を得ている弁座水冷却式で、弁座面を間接的に冷却している。4 サイクル機関では着座期間が長いことから、運転中でも弁筐自体の変形がないため密着性が良いことから、排気弁の吹抜け防止に非常に有効であることが実証されている。弁棒および弁筐シート部にはステライト盛金を施し、耐食性を持たせている。また弁棒に回転を与えるため弁回転装置を取付けている。排気弁付機関においては、排気弁のメンテナンスが、機関のメンテナンスの最も大きな項目といえる。この作業時間を短縮するためにロッカーアームを取外さなくても排気弁の取外し、組付けが出来るよ

う、動弁機構に工夫がなされている。

吸気弁は弁筐を設けない方式で、弁座はシリンダ蓋に直接加工されている。また、弁シート部は耐食性合金の盛金を施しているため、吸気弁は殆ど例外なくピストン抜きによるシリンダ蓋の開放点検の時期までメンテナンスの必要はない。なお吸気弁の摩食を防止するため、空気冷却器後に吸気のドレンセパレータを設け、ドレン分離を行なっている。

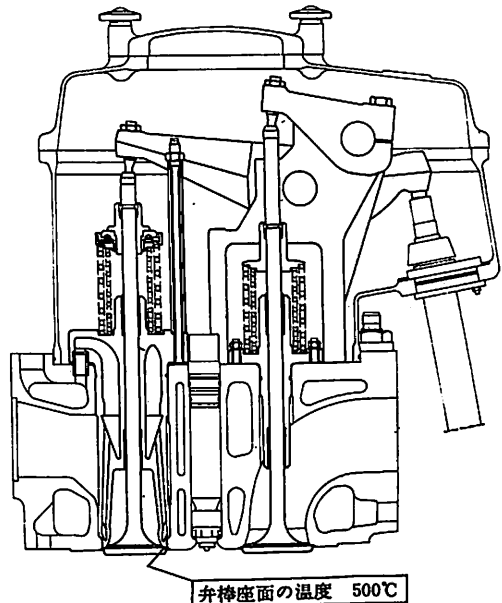
8) 燃料噴射系 (第6図)

燃料噴射ポンプはボッシュ形で、各シリンダ毎に1個ずつカム軸上に装備されている。燃料ポンプ駆動装置はポンプ本体に一体で組込み、構造を簡略化している。噴射タイミングの調整は、バルブ取付面にシムを挿入し行なうので、工場運転にて調整後は狂うことがない。プランジャ径と燃料弁ノズル径とは、試験機関により最適の組合せを選んだ。プランジャ下部を潤滑油圧力の封油により燃料油がポンプ駆動装置潤滑油へ混入することを防いでいる。

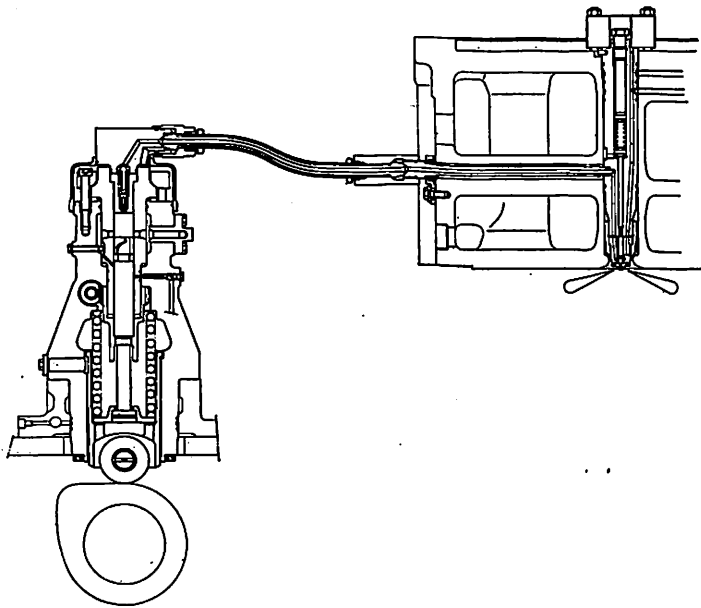
また燃料ポンプへの燃料油供給、噴射ポンプの吐出終りに発生する戻り管系への衝撃圧力を吸収するよう、各燃料ポンプにダンパを取付けている。

燃料高圧管はシリンダ蓋の側面中央より、下方寄りからシリンダ蓋を貫通して燃料弁に結合される。すなわち燃料ポンプと燃料弁を最短距離で結合する構造である。

燃料弁はノズルおよび針弁座を一体とした溶接構造のノズルで、ノズル先端までの冷却効果が高い。また針弁座部からノズル孔部までの容積が小さくな



第5図 吸・排気弁



第6図 燃料噴射装置

るので性能が改善される。燃料弁冷却水はシリンダ蓋内の通路を通して燃料弁を循環するので、管接手がなく作業が容易になっている。

9) 過給系統

PC4形機関には、IHI—BBC VTR形過給機が機関の接手側または反接手側に、空気冷却器と共に取付けられる。

10PC4V形機関では、VTR631形過給機が1台、またその下部には右列と左列の吸気管に対して各1台の空気冷却器が取付けられている。10シリンダ機関にインパルス式を採用すると排気管は6本となり、2台の過給機が必要となるが、本機関は過給機効率向上の目的からマルチパルス方式を採用し、1台の過給機にガス混合管を設け、10シリンダ分のガスを1つの入口にまとめ、排気ガスエネルギーをパルスのまま過給機に導いている。

このためインパルスの長所を残しながら静圧過給に近い性能となっている。PC4形機関の排気系統は、インパルス方式、マルチパルス方式、パルスコンバータ方式をシリンダ数に応じて機関性能が最高となるよう選択採用されている。

10) 10PC4V形機関の性能

陸上試運転結果を第7図のグラフに示す。10PC4V形機関はマルチパルス方式を採用しているので、機関性能は静圧過給方式に似た傾向を示し、50%負荷付近までは空気量はやや不足気味である

が、75%負荷付近から空気量は増大し、排気温度も低下し高負荷における機関性能が大巾に改善されている。燃料消費率も85%負荷において、139.1 gr/PS-hと良い値を示している。

大型遊星歯車減速機

中速機関を船舶推進用機関として使用する場合には、最適のプロペラ回転数を得るため、歯車減速機と組合せて使用することになる。

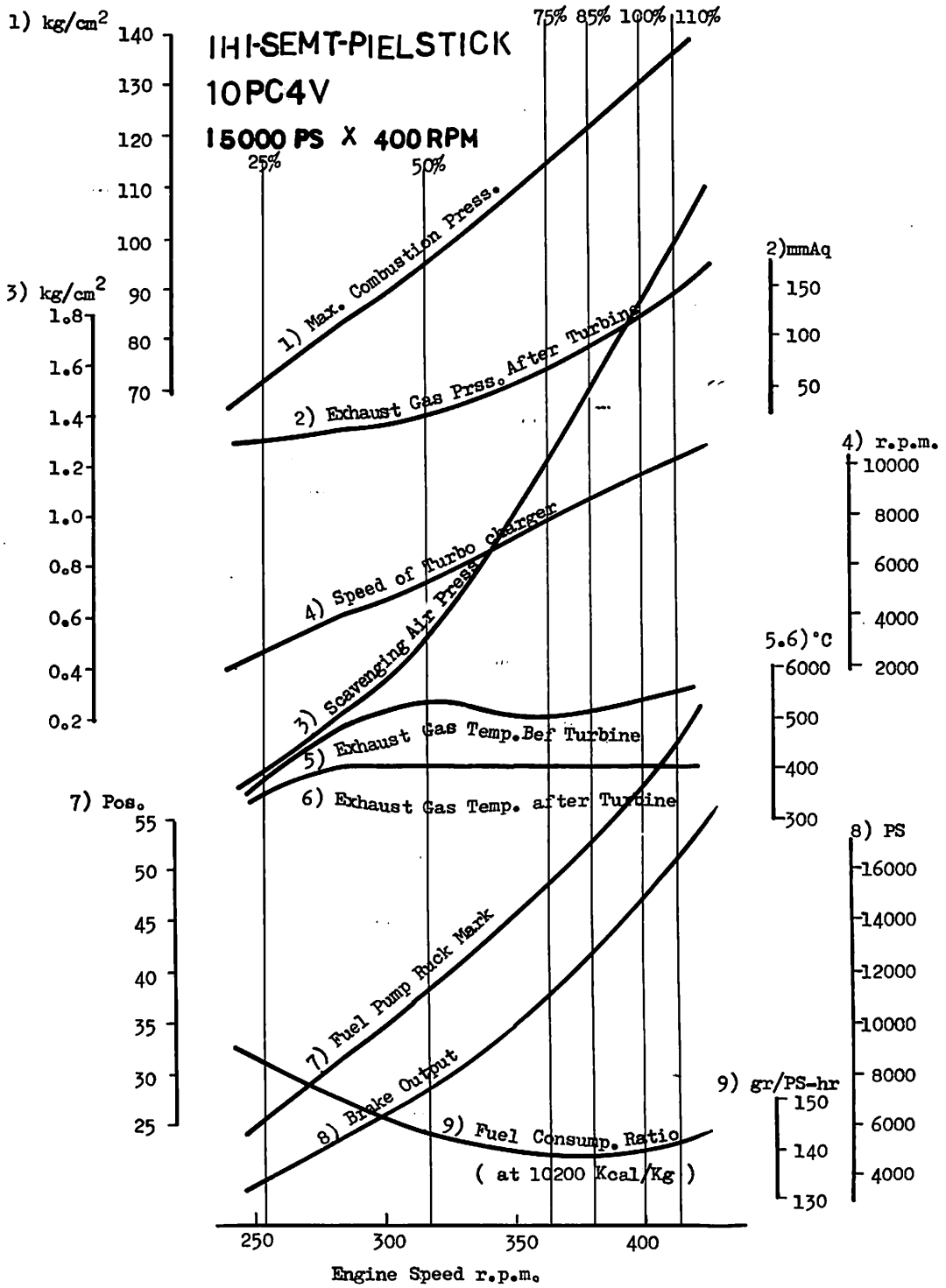
従来は歯車減速機として平行式歯車減速機が一般に採用されていたが、当社では機関重量の軽減、船内艙装の合理化の観点から遊星歯車減速機を開発し、1970年に1号機を完成し、相生工場においてPC2形機関との

結合運転による試験完了して以来多くの機関に採用され、すでにPC2—2形、PC2—5形機関に約40台の就航実績があり、好成績を得ている。またこの減速機は西独の船用歯車減速機等のメーカーであるLohmann & Stolterfoht A. G. 社へ技術輸出も行なわれており、信頼性の高いものである。今回、PC4形機関にも大形遊星歯車減速機を採用するに当たり、SPGN—180および250形のシリーズ化を完了し、その初号機としてSPGN—180—1形遊星歯車装置を完成した。SPGN—180—1形機は、15,000~18,000PSのPC4形機関を400RPMから100RPMに減速させるもので、推進効率を大きく向上させることができる。

このシリーズはディーゼル機関用減速機として世界最大級のもので、従来のSPGN—37P (11,700PS)の船用としての実績と、陸用、航空機用等で800台を超える当社の遊星歯車装置の製作経験をベースに新しく設計され、大形減速装置の製作で経験豊かな当社東京第3工場と呉第2工場の設備と工作技術を駆使して製作した信頼性の高いものである。

遊星歯車装置の特長は、負荷を入力側から出力側へ数個の遊星歯車により伝えるもので、伝達トルクは各歯車に分割されるため、歯そのものを小形化することが出来るが、一方、分割された負荷配分に不均衡があると歯車の強度上好ましくない。

また不均衡を条件に設計すると歯車装置の小形化



第7図 10DC4V形機関の性能(船用特性)

第1表 IHI-S. E. M. T.-PIELSTICK PC4 形機関主要目

形 式	4サイクル単働無気噴油自己逆転トランクピストン形排気ターボ過給機空冷冷却器付船用ディーゼル機関										
シリンダ配列	L 形					V 形					
シリンダ数	6	7	8	9	10	12	14	16	18		
シリンダ径×行程%	570×620										
連続最大出力	機関出力 PS	900	10500	12000	13500	15000	18000	21000	24000	28000	
	回転数 RPM	400									
	正味平均有効圧力 kg/cm ²	21.3									
	平均ピストン速度 m/sec	8.3									
過負荷出力	110% (12時間毎に1時間)										
燃料消費率	143 gr/ps-h (燃料油低位発熱量 10200 kcal/kg)										
過給方式	IHI-BBC 排気ガスターボ過給機による										
起動方式	圧縮空気										
冷却方式	シリンダ	清水	燃料弁	清水	過給機	清水	ピストン	潤滑油	空気冷却器	海水	
使用燃料油	軽油 重油 残渣油										

第2表 SPGN 形遊星歯車減速機主要目

形 式	SPGN180-1	SPGN180-2	SPGN205-1	SPGN205-2
歯車配置	プラネタリ形			
最大伝達馬力 (PS)	18,000	21,000	24,000	27,000
出力軸における最大トルク (kg-M)	129,000		168,000	
最大プロペラ推力 (TON)	160		210	
変速比	4.000	3.419	3.909	3.461
内歯歯車径 P. C. D(mm)	1800		2048	
歯車仕上	太陽およびプラネタリ歯車：研磨仕上 内歯歯車：シェービング仕上			

第3表 140形ガイスリンガカップリング主要目

形 式	B 140/25/3 u B	B 140/30/3 u	B 140/30/4 u	E 140/35/4 u
最大許容伝達トルク	27,000kg-M	33,400kg-M	42,300kg-M	49,300kg-M
バネ剛さ kg-M/rad	41.0×10 ⁴	49.0×10 ⁴	93.4×10 ⁴	109.4×10 ⁴
振れ角 deg.	3.8°	3.8°	2.6°	2.6°
適用機関	10 P C 4 V	12 P C 4 V	14 P C 4 V	16 P C 4 V 18 P C 4 V

海外事情

■イタリアのSBT付100型OBO

カーター大統領の、タンカーによる海洋汚染防止のための強い決意表明に端を発し、タンカーの二重底、SBT、衝突・乗揚事故防止のためのコンピュータ付レーダー装置と操舵バックアップシステム等が論議されようとしている。今年にはIMCOはまた多忙な年となりそうである。二重底付タンカーや、高価なコンピュータ付レーダー装置は、その経済的インパクトが過大であり、技術的にその安全性と信頼性に対する評価が確定していない現在、問題があるとの見方が一般的であるが、SBTに関しては、少なくとも今後の新造船に関する限り、装備を考えるべき時期に立ち至ったとの見方も、定着しつつある昨今、このイタリアのOBOは注目すべきものがある。 (The Motor Ship May, 1977)

*

“ALMARE TERZA”は、ベニスのBREDA造船所が建造した二重底を含む完全ダブルハルのSBT付“OBO”である。RINとABの二重船殻を保持し、IMCOの油污濁防止のリコメンドが適用されている。本船の特色をまとめてみると、

(1) ホールド内部は、全く骨がないスムーズな板構造で、トップサイドタンク、ボトムホッパータンク、パイプトンネルを除く二重底タンク、ホールド間コフファダム部、サドルタンク等は全部バラ

ストタンク(SBT)として利用されている。

- (2) SBT容積は46,354m³で、カーゴキャパシティ110,986m³の約42%に及ぶ。
- (3) 完全にスムーズな独立タンクのようなホールドに加えて、ハッチカバーもダブルスキン方式となっていて、ゆるやかに傾斜した二重底内底板により、極めて少量のクリーニング水でタンクの洗滌が可能である。従ってタンククリーニングマシンは、最近流行のシングルノズル大容量マシンではないポータブルマシンを使用している点は、注目される。
- (4) ヒーティングコイルは、バルクヘッド沿いにアングルで完全にカバーされている。
- (5) イナートガスシステムは、ガスタービン発電機の排気を利用し、エアリングには同タービンのコンプレッサーで新鮮空気を送入する方式となっている。
- (6) 主機は、GMTA908S、低速ディーゼルを採用(23,200PS×125rpm)、満載航海速度は15.2ktである。

主要目は、次の通り。

Length, o. a	254.00m
Length, b. p	245.00m
Breadth, moulded	38.00m
Depth, moulded	23.00m
Draught, moulded	16.13m
Gross register	approx. 61,500 t
Net register	approx. 33,900 t
Deadweight	105,450 t

がそこなわれる。したがって各遊星歯車間の等負荷配分は非常に重要な要素となる。今回製作したSPGN-180形減速機は、当社としては大形遊星歯車装置の1号機であることから、10PC4V形機関に直結して陸上運転を行ない、同時に太陽歯車、遊星歯車に歪ゲージを貼り付け、負荷分担状況の実測を行った。その結果は、すべての遊星歯車は±10%以内のバラつきで負荷が均等に分配されていることを確認した。SPGNシリーズの主要目を第2表に示す

高弾性ガイスリンガー接手

通常ディーゼル機関と歯車減速機を結合する場合、ディーゼル機関特有の変動トルクを平滑化するために弾性継手が使用される。弾性接手には板パネ式、さやパネ式、ゴムエレメント式等があるが、当社はDR-ING. GEISLINGER社(オーストリ

ア)との技術提携により、高弾性ガイスリンガー接手を製造しており、当社における約210基の実績からその信頼性と有効性が確認されている。今回の10PC4V形歯車減速機関に対しても、B140/25/3u/B形ガイスリンガー接手を製作し、陸上運転において機関と減速機の間配置し性能を確認した。B140C/25/3u/B形高弾性接手は、この種のものとして世界最大級のものである。PC4形機関用の高弾性ガイスリンガー接手の主要目を第3表に示す。

結言

PC4V形歯車減速機関の概要についての説明をした。船用実機の1号機は、本年4月末に処女航海についたもので、今後さらにニーズにマッチした信頼性の高い、より経済的な機関とするよう研究を続ける所存である。



日本各社、米国ヒューストンの 海洋開発展に出展

去る5月2日から5日の4日間、アメリカテキサス州ヒューストン市において、第9回 Offshore Technology Conference & Exhibition (略称O.T.C.)が開催された。ヒューストンはメジャーオイルの本拠地であり、海洋開発分野のメッカともいわれており、ここで毎年5月に開催されるO.T.C.は、世界で最も権威のある海洋開発関係展示会として注目されている。

今年はアメリカは勿論、世界17カ国から、約2,000社が参加して開催された。

13万㎡ LNG船と肥料プラントバージの模型を展示した日立造船のブース

会場は室内野球場として有名なアストロ・ドームとその隣りのアストロ・ホールを使用し、屋外展示場を含めると8万平方mにわたる巨大な会場に、記録破りの65,000人の入場者で大いに賑わった。

日本はJETROが中心となり、日本ブースを構成し、造船大手7社*、製鉄会社など合計20社が参加し、海洋開発機器の売込み、技術の紹介に熱心だった。

会期中、展示会と併行して行なわれた技術発





各種リグとその支援船を美しくディスプレイした三井造船のブース

表会では、世界各国の優秀論文が選択され注目を集めていたが、今回は日立造船**と新日鉄***が海洋工学関係の論文を発表し、各国の専門家と活発な意見の交換がかわされた。

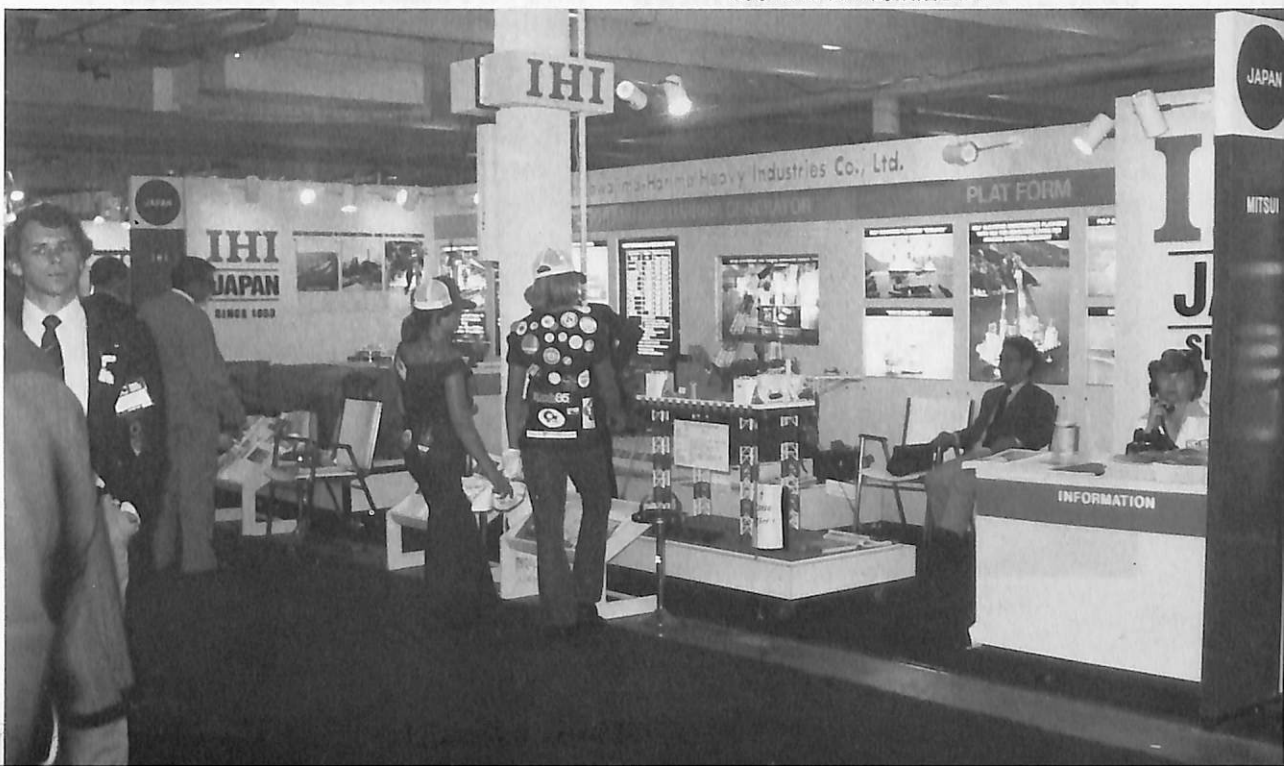
O.T.C.は回を重ねるごとに大掛りかつ派手な内容になってきており、各国政府、関係企業の明日の海洋産業にかける意気込みがうかがわれる。とくに明年は5月の恒例のヒューストンO.T.C.のほか、英国ロンドンにおいて9月にO.T.C.が開催される予定である。

* 日立造船、石川島播磨、川崎重工、三菱重工、三井造船、日本鋼管、住友重機械の7社

** 日立造船の発表論文「鋼板とコンクリートから構成される複合構造材料の強度について」

*** 新日鉄の発表論文「パイプレーバージのオペレーションに関する技術」ほか2篇

ジャッキアップリグ模型とIHI-Sulzerガスタービン・パワーユニットの実機を室外に、同模型をブースに展示した石川島播磨重工





第8回国際船用機械海洋技術展と 国際交通展 IVA '79 開催について

ハンブルグ見本市会議場代表が来日

ハンブルグは、西ドイツ最大の港湾都市であり、昔も今も商工業の中心地。そして緑豊かな水の都でもある。このめぐまれた環境の中で開催された多数の見本市は、すでに56年の歴史を数えるが、この間ハンザ都市ハンブルグ州政府、産業界あるいは世界中の専門家の高い評価と積極的な支援により、いまや世界的にも非常に重要視される見本市になっている。



ヘーレンツ氏

1976年には、ここでの13見本市が開催され出展者は5,000社を記録、総入場者数は742,000人を数えたが、さらにこの見本市の特殊性と評価を高めたのは、4年前に見本市会場に隣接して完成した国際会議場で、展示と平行して行なわれる

会議・セミナーであった。

さて、こうした背景にあって、去る5月9日から11日までの3日間にわたり、ハンブルグ見本市・会議場の代表ハンス・ヨアヒム・ヘーレンツ氏が来日した。来日の目的は1978年に同会議場で行なわれる、「第8回国際船用機械海洋技術展」と1979年に行なわれる「国際交通展 IVA '79」への日本からの誘致の説明のためであったが、同氏はこの3日間、官庁関係、関係企業、報道関係と対象に精力的に活動した。

第8回国際船用機械海洋技術展

1963年に第1回の展示会が行なわれて以来、次回で第8回目を迎える同展は、1978年9月26日から30日にかけてハンブルグで行なわれるが、これにはすでに世界の主要な造船、海運国を含めて24カ国から450社以上が参加するが、日本へも参加に関して強力なアプローチが行なわれている。日本の造船界は現在、オイルショック後の不況の中で、構造の変革、建て直し、といった努力が急がれているが、わが国の技術力は世界の強力な関心事であり、海洋開

	'63	'66	'68	'70	'72	'74	'76
出 展 社 数	30	90	160	247	276	332	429
国 数	6	9	10	16	16	17	24
入 場 者 数	4,000	12,000	15,000	17,000	17,000	18,400	23,565

発の最新技術システムと科学知識が重要なポイントになる本展示会の意向とマッチしているところから、主催者側も日本からの参加促進について積極的になっているようだ。前回(1976年)は、日本から三菱重工業、新潟鉄工所、寺岡電気産業の3社のみが参加したが、今回もすでに参加、出展の意向を強く出している企業もある。

この展示会への出展が後日の調査により、いずれも成功裡に終了しているところから考えても、さらに新規の出展が期待されるわけである。

展示の中心は、巨船推進装置、海洋技術の各種装置、各種海底油田島の建設、発掘・操縦装置、ナビゲーション制御技術等であり、これと平行して行なわれるセミナーにも従来から大きな関心が寄せられているが、さらに今回各方面から注目されているのが、同時に行なわれる「第2回 IOPPEC」(国際オイル汚染防止展)とその会議で、ここでは海岸におけるオイル汚染の除去と予防の最新システムが議題として取りあげられている。今回はこの展示と会議のために51カ国から22,000人のエキスパートがハンブルグを訪問したが、特に日本にとっても、これ等の内容は多大なビジネスのチャンスと問題解決のチャンスを得られると思われる。

参考までに第1回から7回までの参加者の状況を数字に表わすと上表のようになるが、当地の世論調

査研究所の調査結果によれば出品社90%が展示会での商取引に満足であった、と回答しているという。

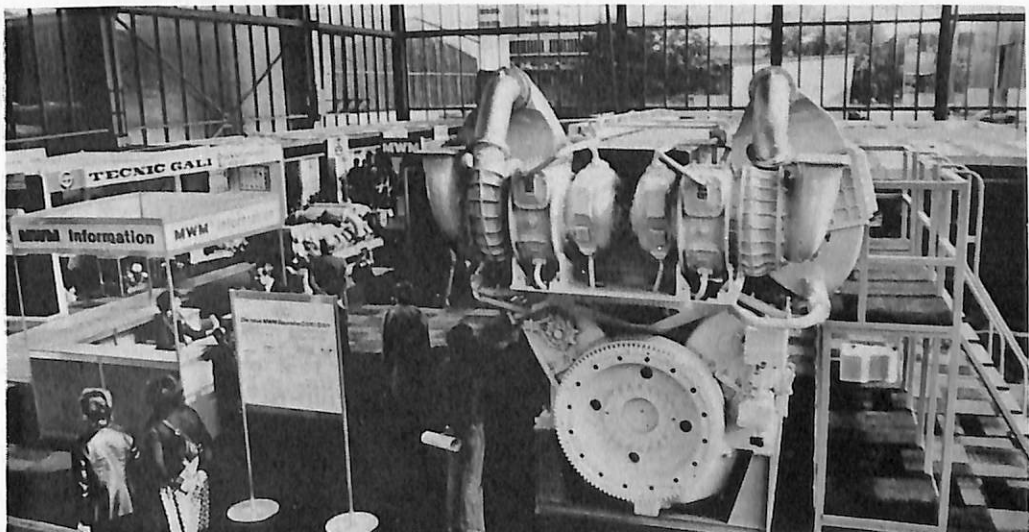
国際交通展 IVA '79

過去、1953年と1965年の2回開かれ、前回はミュンヘンで開催された「国際交通展」は、1979年6月8日から7月1日、ハンブルグで開催される。

これは、船舶、郵便、航空、道路輸送など交通関連全体を網羅した国際見本市で、さまざまな環境の中における交通システムを始め、交通路とその機能、交通手段の開発と技術革新、経済と交通、交通安全の改善、交通教育等に関する問題が展示と会議で採りあげられる。特に船舶を基本とする海上輸送問題では、世界の船舶と海洋技術の一大集会場でもあるハンブルグの港湾システム、コンテナ・ターミナル、またエルベ・ラテラル運河などにおける交通システムを通してのシンポジウムも生まれ、現在各国における進歩的な部分と問題化されている部分との両面が有効に組み込まれているという。

わが国は世界有数の海運、造船国であるが、世界経済と政治の中で非常に苦しい局面を迎えている現時点でこうした展示会へ積極的に参加することにより、お互いの理解と貿易の拡大を得ることが必須なのではなかうか。

展示会への問合せは、自由ハンザ都市ハンブルグ駐日代表事務所(泉川紘雄)へ。電・東京(503)5031



前回の「国際船用機械海洋技術展」の模様

恵美洋彦 / 伊東利成

日本海事協会船体部

10-6-1 36% Ni 鋼 (つづき)

3. 疲労特性

(1) 疲労強度

36% Ni 鋼の疲労試験もガストランスポート仕様に合格する材料を対象として RR813委員会⁵³⁾が各種の疲労試験を行なっている。

図10-267, 268 及び 269 は、それぞれ 0.5mm 厚さの 36% Ni 鋼の両振曲げ疲労試験, 1.5mm 厚さの 36% Ni 鋼の片振引張疲労試験及び 0.5mm 厚さの 36% Ni 鋼の片振引張疲労試験の結果である。いずれも疲労限が 10^6 回ないし 10^7 回の間に存在し、かつ常温に比べ低温の疲労強度は著しく上昇することを示している。

これらの疲労試験結果のまとめが表 10-114 に示されている。このうち、0.7mm 板厚の材料の結果は、後に示す表面欠陥材の疲労試験中の無欠陥材のデータである。これから 36% Ni 鋼の常温の疲労限度は、片振引張試験で 28 ないし 30 kg/mm² 程度で

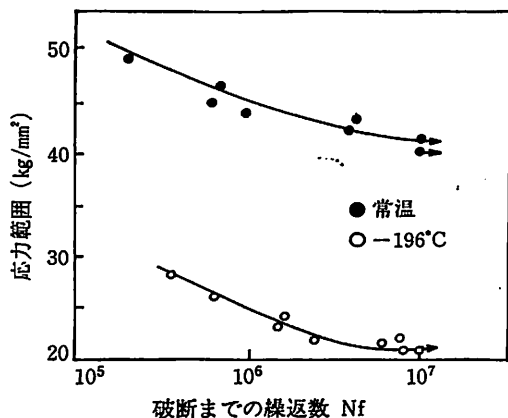


図10-267 36% Ni 鋼の両振曲げ疲労試験⁵³⁾ ($R = -1$, $t = 0.5$ mm, $f = 1500$ cpm)

あることがわかる。

また、低温時の -196°C での疲労限度は、静的引張強さと同じように常温の 2 倍近くなる。さらに引張強さと同じく疲労強度も圧延方向の差 (圧延方向; L 圧延に直角; C) もみられない。

また、図 10-270 及び表 10-115 に 36% Ni 鋼の表面欠陥による疲労強度の影響を示す。表面欠陥の引張強さは無欠陥材と比べてほとんど差はないが、疲労限度はいずれも低下する。疲労限度の低下の程度は、#240 研磨材, ビッカース 20kg 圧痕材, 大気暴露材は僅かであるが、#40 研磨材, ビッカース 50 kg 圧痕材ではかなり大きい。

(2) 疲労き裂伝ば

36% Ni 鋼の疲労き裂の伝ば速度についても RR 813委員会⁵³⁾が片振引張試験 ($R = 0$) を行なっている。その結果は、図 10-271 及び 272 に示されている。また、き裂伝ば速度の式, $da/dN = C(\Delta K)^m$ の C と m の値は、表 10-116 に示される。

この疲労き裂伝ば試験結果によると、36% Ni 鋼は、低温の方が疲労き裂伝ば速度が大きくなる傾向

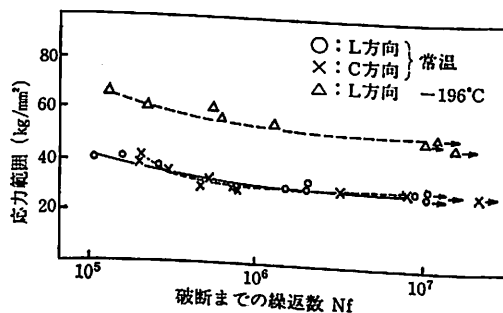


図10-268 36% Ni 鋼片振引張疲労試験⁵³⁾ ($R = 0$, $t = 1.5$ mm, $f = 6,000$ cpm)

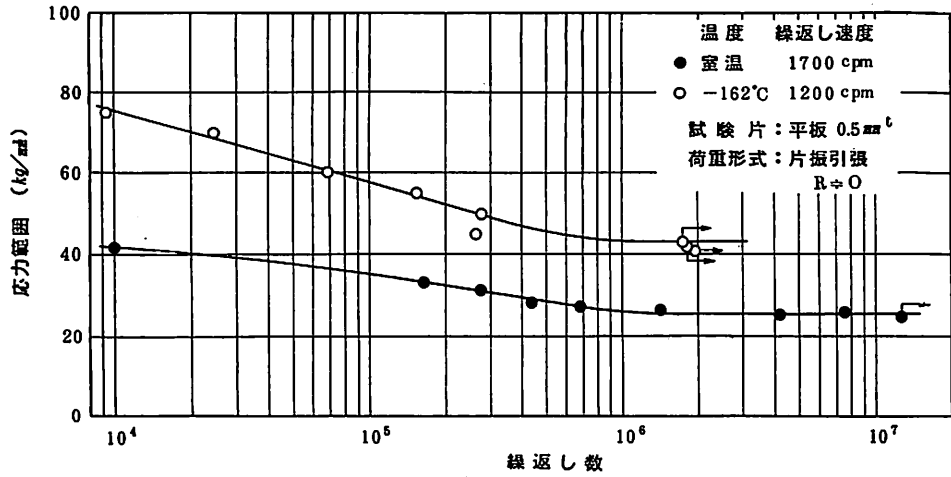


図10-269 36% Ni 鋼の片振引張疲労試験 ($t=0.5\text{mm}$, $R=0$)

表10-114 36% Ni 鋼疲労試験結果⁵³⁾

板厚(mm)	荷重形式	方向	温度(°C)	疲労限度 (kg/mm ²)	素材引張特性(常温)	
					0.2%耐力(kg/mm ²)	引張強さ(kg/mm ²)
0.5	両振り曲げ $R=-1$	L	常温	21.0	28.6	48.7
			-196	41.0		
1.5	片振引張 $R=0$	L	常温	28.4	36.5	48.7
			-196	52.0		
		C	常温	28.4		
0.5	片振引張 $R=0$	L	常温	29.0	29.7	47.7
			-162	47.5		
0.7	片振引張 $R=0$	C	常温	30.0	31.1	50.9

表10-115 疲労限度に及ぼす表面欠陥の影因⁵³⁾

欠陥の種類	水準	引張強さ(kg/mm ²)	疲労限度	疲労限度比
欠陥なし		50.9	30.0	0.59
かききず	#240	51.3	28.6	0.56
	#40	50.6	25.2	0.50
へこみきず	Vickers 20kg	52.0	29.2	0.56
	Vickers 50kg	51.3	26.0	0.51
さび	大気暴露	51.2	29.6	0.58

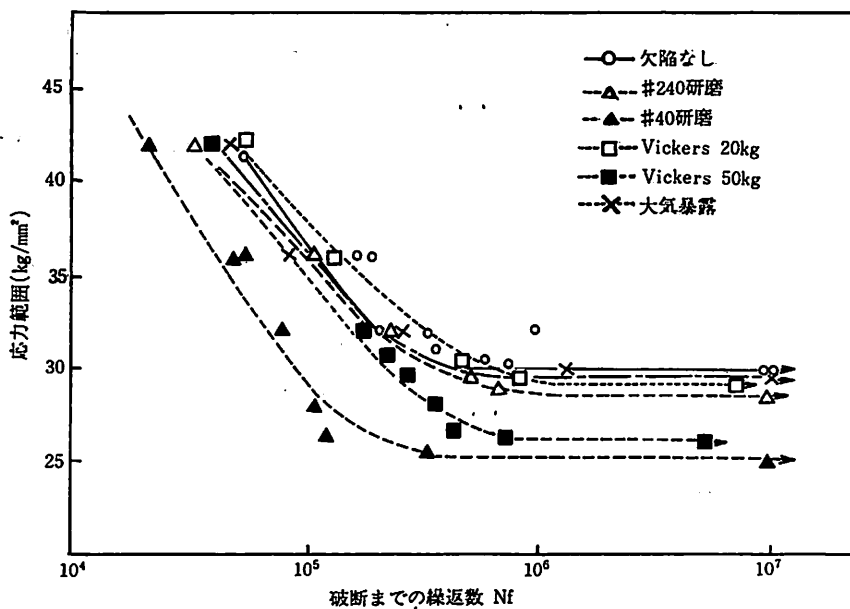


図10—270 36% Ni 鋼表面欠陥材の疲労強度⁵³⁾
板厚 0.7mm, 片振引張 (R=0), f=1,800 cpm

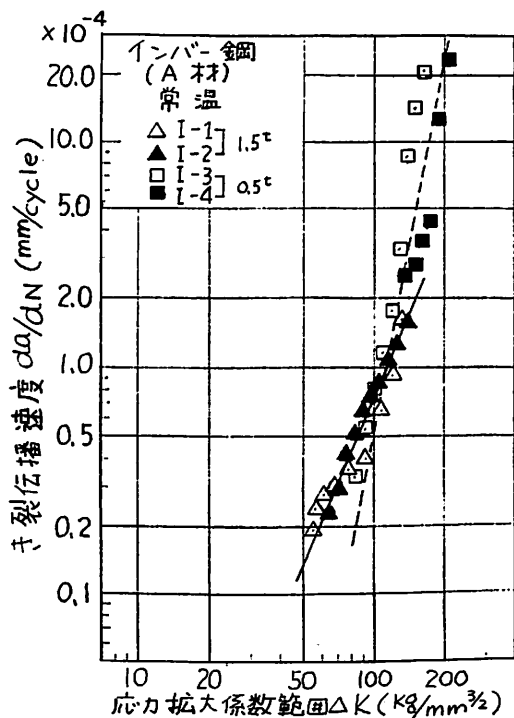


図10—271 36% Ni 鋼疲労き裂伝ば速度と応力拡大係数の関係 (常温)⁵³⁾

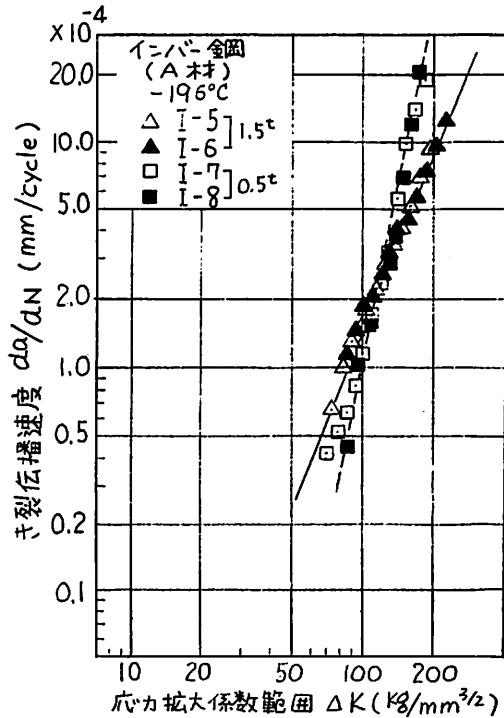


図10—272 36% Ni 鋼疲労き裂伝ば速度と応力拡大係数の関係 (-196°C)⁵³⁾

表10-116 36%Ni鋼の疲労き裂伝ば速度の常数⁵³⁾

試験温度	板厚 (mm)	C	m
常温	1.5	1.1×10^{-9}	2.5
	0.5	1.3×10^{-15}	5.2
-196℃	1.5	1.0×10^{-9}	2.6
	0.5	2.7×10^{-15}	5.3

であり、これはオーステナイト系ステンレス鋼と反対の傾向で、温度条件の変化のき裂伝ば挙動に及ぼす影響に対する材質による差異が認められる。

また、これらの結果をオーステナイト系ステンレス鋼と比較すると、常温では両者のき裂伝ば速度は余りかわらないが、低温 -196℃ では、36% Ni 鋼の方がき裂伝ば速度は速くなっている。

4. 36% Ni 鋼の腐食

36% Ni 鋼がタンクに使用される環境雰囲気は、大半がLNG, NG, 湿気を少くしたイナートガスにさらされ、製造中または就航後の検査時等に大気、湿気に触れることになり、環境条件は良いが、オーステナイト系ステンレス鋼のような耐食性材料ではないので、水分があれば錆は発生し、また燃焼排ガスによるイナートガス中の不純物等でも腐食を起こす可能性がある。

36% Ni 鋼及びその溶接部の腐食については、R R813委員会⁵³⁾及びR R82委員会²⁸⁾が、それぞれ腐食試験を行なっている。これらの結果によると、環境条件にもよるが、一般的に、36% Ni 鋼の耐食性は、オーステナイト系ステンレス鋼より劣るが、普通鋼、9% Ni 鋼よりよいようである。

(1) 大気暴露試験

オーステナイト系ステンレス鋼は、4カ月の大気暴露でも錆はほとんど発生しないのに対し、36% Ni 鋼は1週間目の観測で確実に錆の発生が認められる。36% Ni 鋼及びその溶接部共に大気暴露後、2カ月ないし3カ月目には、100%の錆発生 (JIS Z 2912錆発生度測定法) が認められ、素材と溶接部とで錆発生程度はあまりかわりないが、溶接部の方が若干錆の進行は速いようである。

(2) イナートガス中の成分による腐食

燃焼排ガスによるイナートガスによる腐食としては、イナートガス中の水分、イナートガスの結露、液化SO₂、海塩粒子 (イナートガス冷却用の海水から混入する) の影響が考えられる。R R813及び82委員会の実験では、LNG船のタンクのパージ等に燃焼排ガスによるイナートガスが使用されるが、この標準的な成分 (例、O₂ ≤ 2% vol., CO+H₂ ≤ 1% vol., SO₂ ≤ 10ppm vol., NO+NO₂ ≤ 100ppm vol., 露点 ≤ -55℃, すす分 = 0) では、腐食のおそれはないと考えられる。

しかし、液化SO₂及び海塩粒子 (NaCl) 水溶液の浸漬試験では、腐食を起こすので、タンク及び配管内にSO₂ガスが液化してたまらないようにする配慮、並びに海塩粒子がタンク及び配管内に入らない

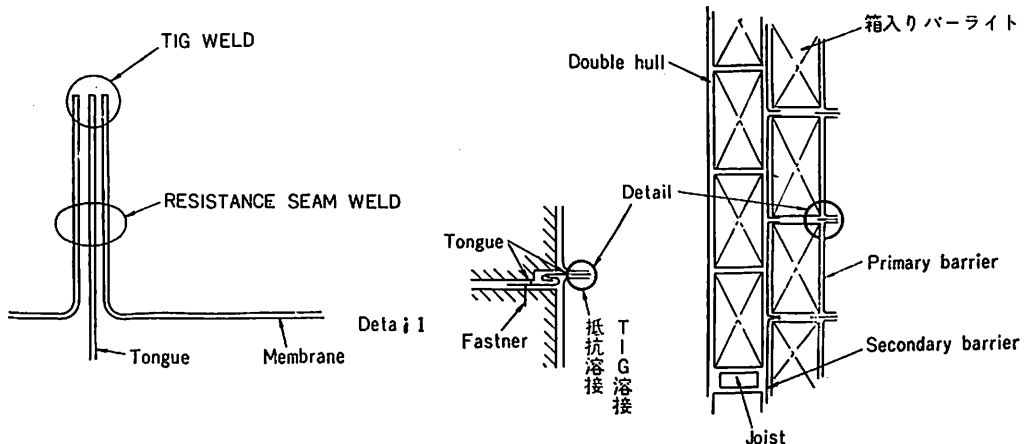


図10-273 ガストランポート方式の Invar の接溶⁵⁹⁾



図10-274 36% Ni 鋼抵抗シーム溶接⁵⁹⁾

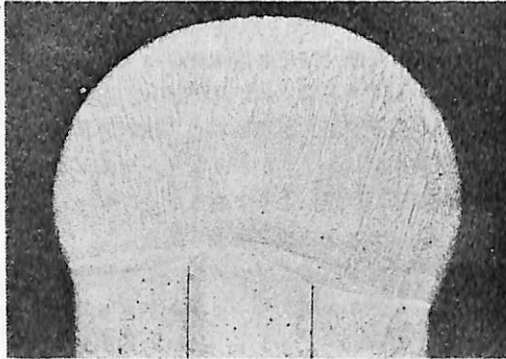


図10-275 36% Ni 鋼 TIG 溶接⁵⁹⁾

ような注意をする必要がある。なお、これらの SO₂ 及び海塩粒子の腐食試験の結果、オーステナイト系ステンレス鋼は腐食を起していないが、アルミ合金 (5083-O) < 36% Ni 鋼 < 9% Ni 鋼 < 普通鋼の順に腐食の進行は大きくなっている。

5. 36% Ni 鋼の開発動向⁵¹⁾

36% Ni 鋼は、現在、タンク材料以外には使用さ

れていないが、膨脹継手としてのペローまたは膨脹ループの数を減少または無くすという目的で LNG 配管用材料としてオーステナイト系ステンレス鋼に代えて使用することが、経済的かつ技術的に検討されつつある。また、36% Ni 鋼管とオーステナイト系ステンレス鋼管の溶接も根本的な問題点はない。

最近では、また、高強度の 36% Ni 鋼 (引張及び 0.2% 耐力共現在の約 2 倍) も開発されているが、この場合は、熱膨脹係数が増える。しかし、最近では、標準の 36% Ni 鋼の 2 倍の強度を有し、かつ、熱膨脹係数が標準の 36% Ni 鋼と同じという 36% Ni 鋼の開発研究も行なわれているようである。

10-6-2 36% Ni 鋼の溶接

36% Ni 鋼の溶接法としては、現在、ガストランスポート方式メンブレンタンクの溶接で開発されたものが主であり、TIG 溶接、マイクロプラズマアーク溶接または抵抗溶接が考えられる。以下、ガストランスポート方式メンブレンタンクの溶接を対象として述べる。

ガストランスポート方式メンブレンタンクは、前述したように 0.5mm ないし 1.5mm 厚さで、板厚が非常に薄く、図 10-273 に示すような継手形状及び溶接方法が採用されており、ポーラアラスカ号 (70,000m³クラス LNG 船) クラスの船で 56 マイルの溶接長とのことである。このうち、溶接長のほとんどを占める平坦部シーム溶接には、溶接速度が速いこと、品質に信頼性 (安定性) があることで抵抗シーム溶接 (図 10-274) が用いられている。また、コーナ部、コーナ部と平坦部取合いまたは補修溶接

表10-117 36% Ni 鋼の TIG 溶接の機械的性質 (6.4 ないし 12.7mm 厚さ)⁵⁹⁾

状 態	試 験 温 度	引 張 強 さ (kg/mm ²)	耐 力 (kg/mm ²)	伸 (%)	V シャルピ (kg·m)
As weld	室 温	49.4	31.4	26~30	6.4
	-198°C	84.8	62.4	23	—
	-253°C	88.6	77.5	17	2.64
788°C 焼鈍	室 温	50.6	30.6	25~30	7.8
	-198°C	86.1	62.8	22	—
	-253°C	91.1	74.1	20~20.5	3.24

表10-118 Composition in % of modified filler metals for welding INVAR (INCO)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Co	Cu	Pb	Sn	Ti	Al	Cr	Mo	Fe
0.11	0.19	2.81	0.006	0.013	36.75	0.12	0.11	0.005	0.014	0.52	0.08	—	—	Bal.
0.10	0.08	2.96	0.003	0.004	36.13	0.04	0.02	0.001	—	1.12	—	0.04	0.02	Bal.

(From Fabrication of iron and nickel alloys for cryogenic piping service, by Gottlieb and Shira—Welding Journal Research Supplement March 1965)

表10-119 36%Ni鋼の溶接条件⁵³⁾

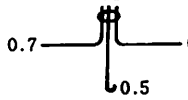
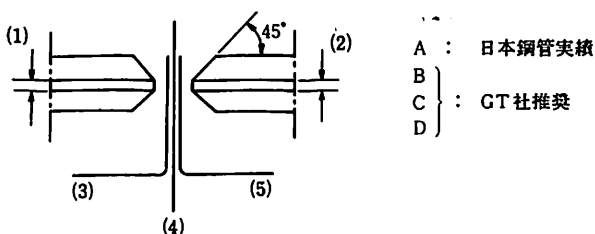
溶接法	継手形式	板厚 (mm)	溶接電流	溶接速度	加圧力	サイクル
抵抗シーム 溶接・自動			2250 A	1600mm/min	5 kg/cm ²	通電 1 休止 1
TIG 自動	重ね継手	1.5/0.5	75A	205~224mm/min	—	—
TIG 自動	重ね継手	1.0/0.7	80A	175~191mm/min	—	—
TIG 手動	重ね継手	1.5/0.5	30~35 A	16~30mm/min	—	—
TIG 手動	重ね継手	1.0/0.7	35 A	36~52mm/min	—	—

表10-120 GTメンブレン抵抗シーム溶接条件⁶⁰⁾



	溶接速度 (m/min)	ローラ加圧力 (kg/cm ²)	ローラ幅(mm)		通電-休止 サイクル	溶接出力 (%)	板 厚 (mm)		
			(1)	(2)			(3)	(4)	(5)
A	1.6	5	2.5	2.5	1 : 1	100	5/10	5/10	5/10
B	1.6	5	2.5	2.5	1 : 1	90	7/10	5/10	7/10
C	1.6	5	4	3	1 : 1	90	5/10	5/10	10/10
D	1.6	5	4	3	2 : 1	85	7/10	5/10	10/10

表10-121 GTメンブレン TIG 溶接条件⁶⁰⁾

溶接法	材質及び板厚 (mm)	継手種類	裏当て材	電流(A)	電圧(V)	速度 (mm/min)
自動	Inv. 1.5/Inv. 1.5	lap weld	銅板	120	11	390
"	Inv. 1.5/Inv. 0.5	"	"	80~90	10	390
"	Inv. 1.5/Inv. 1.5	"	ステンレス +銅シート	80	10	390
手	Inv. 1.5 or 0.7/SUS304L	"	9% Ni鋼又 はステンレス	50	12	56
"	Inv. 1.5/SUS	"	—	62	12	
"	Inv. 1.5/Inv. 1.5 Inv. 1.5/Inv. 1.0	"	ステンレス +銅シート	43	10.5	85
"	Inv. 1.5×1.5×1.5	edge weld	—	50	12	115

注 : Inv. ; 36% Ni 鋼

SUS ; オーステナイト系ステンレス鋼

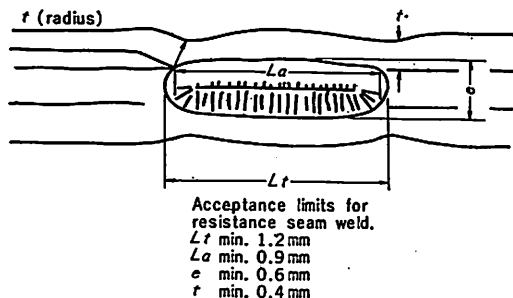


図10—276 36% Ni 鋼抵抗のシーム溶接のナゲットの形状の規定⁵⁹⁾

部(図10—275)といった小廻りのきく溶接が必要な個所には TIG 溶接またはマイクロプラズマアーク溶接が用いられている。

36% Ni 鋼の溶接の機械的性質は、36% Ni 鋼のスラブ試験材による TIG 溶接部の結果が示されているので、これを表10—117に示す。この表から36% Ni 鋼溶接部の低温機械的性質も母材と同じように強さを増し、良好な低温特性を有することが分かる。

薄板に TIG 溶接を用いる場合は、溶加材料を用いないほうがビード外観、溶込み量のコントロールの点から好ましいが、特殊溶接部(36% Ni 鋼とオーステナイト系ステンレス鋼等)では、密着度を高めるため溶加材料を用いる。表10—118に主として36% Ni 鋼のすみ肉溶接に用いる溶接棒の成分を示す。

抵抗シーム溶接には、大幅に自動溶接が採用されており、この自動溶接機はスウェーデンでステンレ

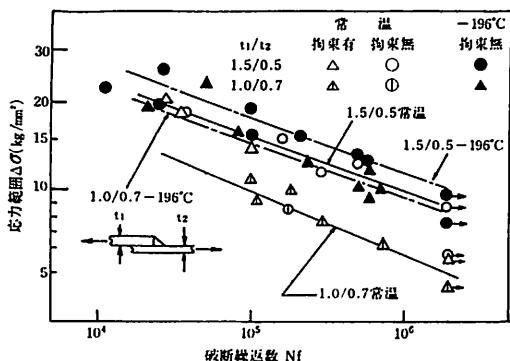


図10—277 36% Ni 鋼重ねすみ肉溶接継手 S—N 線図⁵⁹⁾ 荷重形式 片振引張 (R≤0.16), f=700 cpm

ス鋼用に開発されたものを 36% Ni 鋼用に改良したもので、機械の重量が14kgにまで減少したので、各ポジションでの溶接に自動溶接が使用されるようになった。現在、溶接長の90%は、自動抵抗シーム溶接であり、残りが TIG 溶接とのことである⁶¹⁾。

この抵抗シーム溶接のナゲット寸法基準及び許容限界は、図10—276に示すように定められている。

36% Ni 鋼自身は、冶金的にそれほど溶接性に問題のある材料ではないが、ニッケル含有量が高い点から溶融金属中の結晶粒界に不純物が集まり、冷却過程で収縮割れが発生する危険性がある。この点にクレタ割れを発生しやすく、TIG スポット溶接上の難点になるという可能性がある。クレタフィリングとか、TIG スポット溶接の施工は、オーステナイト系ステンレス鋼以上に厳しい管理を要する。板厚 0.5mm のメンブレンタンクで考えた場合、パルス TIG 溶接の方が TIG よりも低電流溶接条件でアークの安定していること、及び低入熱で溶接金属量が少なくて耐割れ性にまさること等の理由で優れていると考えられる。

36% Ni 鋼溶接熱影響部は、母材の結晶粒度 8 程度に押えてあるので甚だしい粗大化がなく、したがって過大入熱を加えないかぎり溶接割れは生じない。溶接部の溶接割れやブローホールは合金成分中の S, P 等の不純物を低く押えているので発生しにくい。また、予熱及び後熱共に必要ない。

表10—119に36% Ni 鋼の溶接条件の例を示す。これは、R R813委員会⁵³⁾が正常な溶接継手疲労試験を作成したときの溶接条件の例である。また、ガストラנסポート方式メンブレンタンクの溶接条件の例を表10—120及び121に示す。

36% Ni 鋼の溶接継手試験は、その開発に際して当然行なわれているが、R R813委員会⁵³⁾でもガストラנסポート方式メンブレンタンクの溶接継手を対象に各種の疲労試験を行なっている。

図10—277に重ね溶接継手の常温及び低温疲労試験による S—N 線図を示す。この図から溶接継手の疲労強度も常温より低温の方が優れている(常温の 1.2 ないし 1.7 倍)ことがわかる。なお、この図の応力は、公称応力でまとめられているが、公称応力は、常温及び低温の両方共 1.5/0.5mm 板厚の重ね継手の方が疲労強度は大きい、これらの破断はどの厚で生じており、どの厚断面応力では、ほぼ同程度の値を示す、すなわち、1.5/0.5と1.0/0.7の S—N 線図がほぼ同一線上となると予想される。

(つづく)

FRP製耐火救命艇の火災試験について

On The Fire Test of GRP Tanker Lifeboat

by Mitsuo Takehana

Professor

Dept. of Naval Architecture, University of Tokyo

竹 鼻 三 雄

東京大学工学部

まえがき

タンカーが遭難した場合には、その周辺海面上に油が流れ、大規模な海面火災が発生する恐れがある。タンカー用救命艇は、このときにおいても乗員を満載して、本船より安全に海面上に降下でき、かつ乗員に被害を与えず、無事に火災中を突破しうるものでなければならない。

1960年にロンドンにおいてIMCO主催で開かれた「海上における人命の安全のための国際会議」(通称SOLAS)の決議中には、タンカー用救命艇の研究をすべきことを述べた勧告事項がある(A N N E X D 20項)。

わが国でもこれを承けて、1964年船舶技術研究所⁽¹⁾が鋼製のタンカー用救命艇について基礎試験(散水試験、出入口蓋の気密試験、高圧空気の放出試験、エンジンの運転試験)と、艇の試作(8m艇、石原造船所)、ならびに試作艇の耐火試験(試験用池使用、散水および空気泡冷却の2方法)を行っている。

さらに、1968年度には日本船用機器開発協会が、FRP製耐火救命艇の耐火試験⁽²⁾を行なっている。試験艇は長さ8mのFRP製で、信貴造船所が試作し、陸上における散水試験、試験用池に浮かべての耐火試験ならびに試験用池上につり下げた艇底の耐火試験を行なった。その結論として得られたものは、「FRP艇は適当な散水装置を備えることにより、断熱効果を含め十分耐火性を附与できる」ということである。

日本船用工業会の法定船用品研究委員会では、上記の研究の結果より、「FRP耐火救命艇基準」⁽³⁾を1969年度に作成した。その内容は、耐火性附与の方

法(自己消火性樹脂の使用と散水冷却)、材料・構造および諸装置ならびに試験方法(自己消火性、散水状況、気密性、航走試験、乗艇装置その他)についての基本的要件を定めている。また、従来の救命艇について再考を要する点(シャー、オール及びクラッチ)と、今後の検討を待つべき事項(艇内圧自動調整弁、ポートダビット及びウィンチの操作、予備推進装置、船体損傷に対する応急補修)とをあげている。

さて、わが国ではFRP材料は裸のままでは絶対的な不燃性を有しない点から、タンカー用救命艇には許されず、現在のところタンカー用には鋼製以外は許可されていない。しかし、最近の傾向は、軽量であって強度が強く、耐久性に富み、保守の簡単なFRP救命艇が一般船舶には普及しており、特に外国では殆んど全数がFRP製となっており、タンカー用耐火救命艇にもFRPを認めている国もある現状である。今や日本でタンカー用救命艇にFRP製を認めないことは、世界の大勢に後れていることになり、これは造船国日本の恥とも考えられる。

ここにおいて、FRP製のタンカー用救命艇を国内船に使用できるようにするためには、プロトタイプについて一々火災試験を行なって耐火性を確認することが正道とは考えられるが、この方法は現在においては、公害の見地からも経費の点からも実行不可能である。ここで、火災試験に代る耐火性確認の方法を決定することが至急必要となった。この試験はFRP製救命艇の耐火性の要件を求め、これにより耐火性確認試験の方法を求めようとするものである。

- (1) 船舶技術研究所報告 2, 3 (1965.5)
- (2) 日本船用機器開発協会報告書 (1969.3)
- (3) 日本船用工業会, 法定船用用品研究委員会, FRP 耐火救命艇分科会報告書 (1970.3)

1. 研究の目的及び方法

この研究は, FRP 製救命艇が火災海面を突破して脱出するために必要な耐火性能について検討を行ない, その耐火性能を保持するために必要な条件を求めることを目的として実施したものである。

耐火性能の判定のためには, 実火災と同等な負荷条件を与えられるような代用性能試験を行なう必要がある, さもなければ個々の試験艇ごとに実火災試験を行なわなければならない, 後者は現実的には殆んど不可能である。

また, 艇そのものばかりでなく, 乗艇から着水までの間, 艇と進水装置が充分に火災から防護されていないといけないため, これらについても検討を加える必要がある。本研究は, 次の 4 項目に分けて実施することとした。

1) FRP 板の耐火試験

FRP 製耐火救命艇には, 表面に水膜による防護が不可欠と考えられるので, 艇体と同質の FRP 板面上に流水膜を形成したのについて加熱炉による加熱試験を行ない, 加熱条件と水膜厚さまたは水量とが, 焼損状況に与える影響を検討する。

2) 火災試験

実際の火災としては, 水面上の油火災と考えられるため, 試験用の水槽において耐火艇模型(約1/2)の油火災試験を行ない, 散水量, 艇形状構造等が耐火性能に及ぼす影響について検討するとともに, 実火災の負荷と¹⁾の耐火試験時のそれとの相似性について調査する。

さらに, 艇が着水するまでの間の防護方法及び防護範囲について検討するため, 進水装置, 乗艇甲板及び進水中の艇模型についても同様の火災試験を行なう。なお, これら一連の火災試験は海面上油火災の一般的性状を把握し, 耐火性に対する負荷条件を確立するためにも役立つ。

3) 実艇の散水試験

1), 2) の諸試験をもとにして, 実際の艇について, 艇の形状, 構造, 散水方式, 散水量等について調査を行ない, 耐火性判定試験の方法について検討する。

4) 進水装置に関する検討

火災海面に進水する以上, ダビットと艇の操作は防護された艇内から遠隔操作されなければならない

い。このために進水装置の遠隔操作方式について, 試設計, 試作及び試験を行ない検討を加える。

ここでは, 一般の FRP 船にも参考となる 1) 及び 2) について説明を加える。

2. 研究結果の概要

2.1 FRP 板の耐火試験

現在実用に供されている耐火艇と同一材質の FRP 板 (幅 990×縦 750mm) の表面に, ほぼ均一厚さの水膜を流下させた状態で, 一定温度加熱試験を行なった。その結果, 水膜の流量が 25 l/min・m (厚さ 0.6mm) 以上であれば FRP 板は焼損せず, 表面温度の上昇は 10℃ 以下であることが確認された。流量がこの値以下になると, 板面の一部から焼損部が発生し, 上凸の放物線形に焼損部が成長する。この焼損発生機構はまず水膜の薄い部分, または表面が平滑でない箇所のゲルコートが焼損して表面が粗面となり, その箇所から下方は放物線形に水膜が切れるため, たちまち焼損部が拡大すると考えられる。また, 板の両端部から焼損が発生しやすいが, これも水膜が切れやすいためであろう。

加熱温度は約 550℃, 試験時間は 20 分間であり, 流量が 25 l/min・m の時の伝熱量を略算すると, 流水膜による放熱量は約 500 kcal/m²・min, FRP 板への伝熱量は約 1 kcal/m²・min となり, ほとんどの熱は流下した水により持ちさらることが確認された。

2.2 火災試験

進水時の火災試験 2 回 (つり下げ時, 着水時, 模型 1 個) 及び模型艇の火災試験 2 回 (模型艇 2 個) の計 4 回行なった。

模型艇は実艇と等しい材質, 板厚のまま寸法を約 1/2 に縮小し, 形状については実艇の各部分の形状要素を多く含み, かつ水膜形成上欠陥になりやすい凸角部をも設けたものとした。試験用の水槽は, 模型艇に対して実火災と同等な効果を与えうるだけの十分な広さを有するよう 15.0×11.4m の寸法とした。得られた結論をまとめると次の通りである。

1) 火災最盛期の最高温度は約 1,000~1,200℃ に達し, 火災温度 500℃ 以上の継続時間はおよそ 2~3.5 分であった。

2) 艇表面が水膜でほぼ完全に覆われていれば, 表面の焼損が認められず, その水膜厚さは約 0.6 mm (艇の片舷長さに対しては 25 l/min・m に相当する) である。

3) 上記の場合, 艇内気温の上昇は平均 20℃ 以下

表 1 加熱実験用FRP板の構成 (枚数各3枚)

製造者	A	B	C
製法	ハンドレイアップ	ハンドレイアップ	スプレーアップ
構成	230C+450M +600M×3+860R	450M+600M×4 +600R+600M	—
板厚 (mm)	約 6.7	約 7.0	約 8.0
ガラス含有率 (重量比 %)	33	35	28
難燃用添加剤 (樹脂に対する重量比%)			
塩化パラフィン	10	10	10
三酸化アンチモン	5	10	10

注 M: チョップドストランドマット。R: ロービングクロス。C: ガラスクロス。附記の数字は1m²当りの重量 gr 数を示す。

である。実艇においては容積が大きいので、この上昇値はさらに低くなるものと予想される。また、艇体への伝熱量はおよそ 15~30kcal/m²・min と推定され、2.1の結果と比較すれば、これは主に放射伝熱によるものであるといえる。

4) FRP板の耐火試験と同様、水膜の切れやすい凸角部からは焼損部が発生し、風上側ほど焼損しやすい。しかし、2)の散水量が確保されていれば、焼損はほとんどゲルコートのみに限られる。

5) 散水量が極端に少いか、あるいは散水なしの状態では、艇表面は全面が焼損し、船殻内面温度、艇内気温とも上昇するが、艇の変形は認められず、また気密性が損われることはなかった。

6) 散水なしの最悪条件における船殻内面温度の上昇は約 200℃ に達し、FRPはガラス繊維の2~4層まで炭化したが、炭化層は脱落しないので防熱効果を有し、残りの層については黄変層を含めて一応の残存強度が認められた。

7) 焼損面積の増加とともに船殻内面温度の上昇が認められ、面積が10%増加するごとに温度は最大 25℃ 上昇した。

8) 進水装置に対する散水は、防熱の見地からは本試験の程度 (乗艇甲板単位面積当り 10l/min・m²) で充分であるが、救命艇に乗り込んで降下しようとする人々に心理的安心感を与えるためには、着水海面に対してより強力な散水を行なって、海面火災を制圧することが必要であると考えられる。また、風の影響により水が飛散するから、ノズルはなるべく多数を近くに設け、散水量は充分多くとる必要があらう。

3. 流水膜を有するFRP板の耐火試験

3.1 目的

耐火艇の艇体材料として使用されているFRPには、不飽和ポリエステル樹脂に三酸化アンチモン及び塩化パラフィンを添加剤として混入させ、難燃性 (自己消火性) を付与している。しかし、完全な不燃性にはならないので、現状では艇体を散水で冷却しなければ、海面火災時に艇及び乗員を保護することは不可能である。

ここではその基礎試験として、一様な流下水膜で覆ったFRP板表面を加熱し、流水量を3種に変えてFRP板の焼損状態及び表裏温度等を調査し、必要な散水量を求めた。

3.2 試験方法

表1に試験したFRP板の種類を、図1に試験装置を、図2に炉内温度を、図3に散水量と水膜厚さの関係を示す。

3.3 試験結果

表2に試験結果を、図4、図5、図6に流水量を3種に変えた場合の温度を示す。

3.4 考察

火災の熱エネルギーは、放射及び強制対流熱伝達により流下水に与えられ、その値は伝熱面積に比例し、火災の絶対温度の関数である。

FRP表面の流下水膜が厚い場合、水に与えられたエネルギーの大部分は流下水と共に持ち去られ、残りは水とFRP板表面との強制対流熱伝達によりFRP板に伝達される。FRP板に伝達されたエネルギーの大部分は、FRPの温度伝導度* が比較的小さいため、FRP板自身に蓄えられ、板の温度は上昇する。裏面温度の上昇に伴い、FRP板と槽内

図1 FRP板耐火試験装置

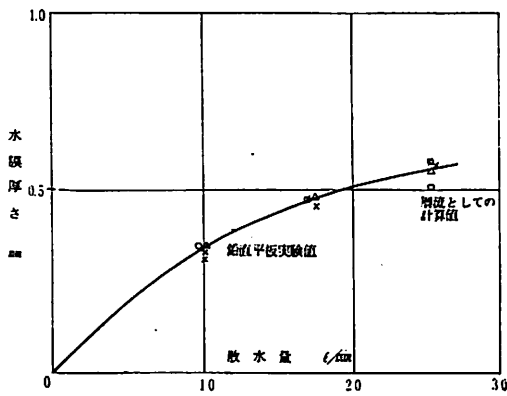
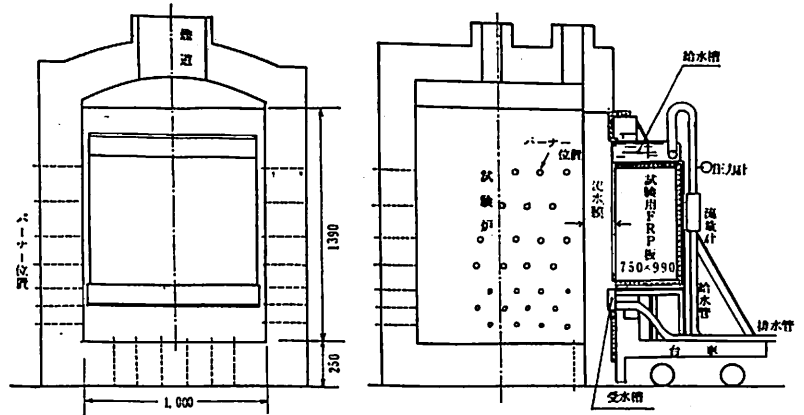


図2 散水量と水膜厚さの関係

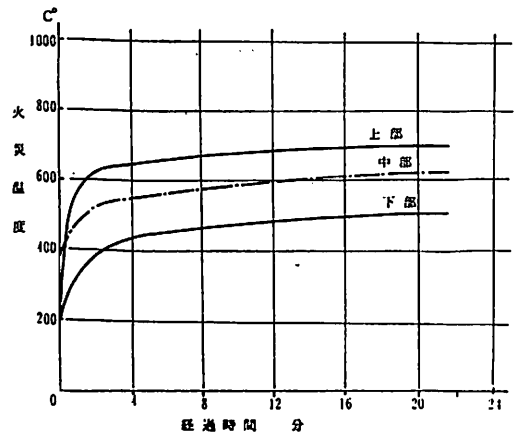


図3 炉内温度上昇度合

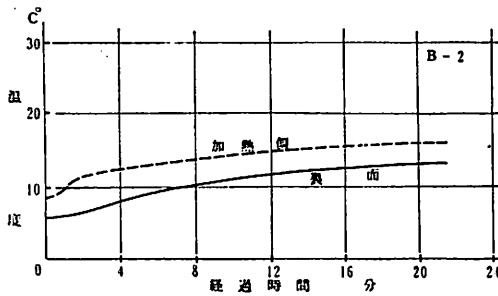


図4 FRP板の中心表面温度 (25 l/min)

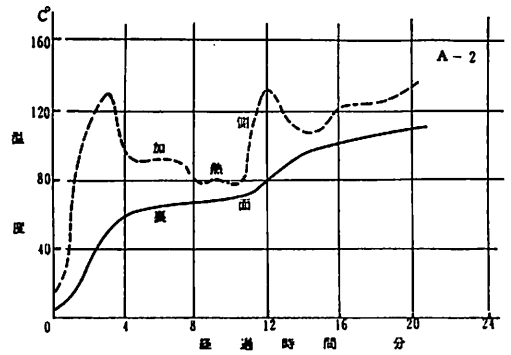


図6. FRP板の中心表面温度 (10 l/min)

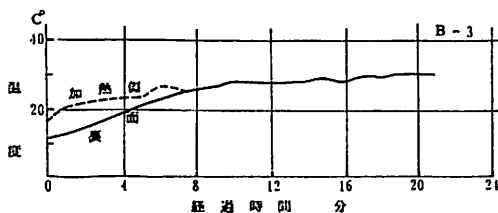


図5 FRP板の中心表面温度 (17.5 l/min)

(平均温度℃)

表2 FRP板加熱実験結果

試験片番号	気温・給水温度	流量 (ℓ/min)	時間 (min)	火災	F加熱側 P板	F槽内側 P板	槽内気温	排水	試験片番号	気温・給水温度	流量 (ℓ/min)	時間 (min)	火災	F加熱側 P板	F槽内側 P板	槽内気温	排水
A 1 2	7.3 (℃)	10	0	113	7.6	5.5	4.5	5.6	C (℃)	7.6	10	0	114	11.7	9.5	8.9	10.2
			5	521	63.2	39.5	19.8	30.0				5	540	71.8	23.9	13.5	32.5
	10		534	66.5	53.6	42.7	33.1	1	10	574		74.5	49.0	37.9	37.6		
	15		546	97.2	71.7	54.0	34.3	2	15	580		87.9	68.1	58.7	38.6		
	20		556	112	83.0	60.3	35.8	(℃)	20	586		95.6	80.5	67.4	40.6		
B 1 3	6.6 (℃)	17.5	0	146	14.2	10.9	8.6	13.1	C (℃)	6.4	17.5	0	143	10.1	6.0	4.7	10.3
			5	502	26.7	20.1	11.7	24.3				5	524	37.5	13.9	7.3	19.0
	10		525	36.1	30.2	18.1	26.4	1	10	542		40.7	23.8	13.3	21.2		
	15		541	49.2	37.4	24.4	27.1	3	15	552		43.2	30.7	19.1	22.9		
	20		549	56.5	43.8	30.0	27.4	(℃)	20	564		44.7	34.9	24.1	23.8		
A 1 2	7.5 (℃)	20	0	187	9.5	5.6	5.3	9.8	B (℃)	8.3	25	0	141	8.8	5.3	4.7	8.4
			5	467	12.2	8.6	6.5	17.7				5	487	13.1	9.2	6.1	15.7
	10		478	13.2	10.2	7.9	19.6	1	10	522		14.8	11.2	8.2	17.6		
	15		492	13.9	11.3	8.7	19.9	2	15	536		15.7	12.4	9.9	18.5		
	20		498	14.4	12.0	9.5	20.8	(℃)	20	545		16.2	13.3	11.5	19.5		

空気の自然対流熱伝達により、一部のエネルギーは槽内に入り、槽内の気温は上昇する。(*温度伝導度 $a = K/c\rho$, K は熱伝導度, c は比熱, ρ は密度, 非定常熱伝導のとき $\frac{\partial \theta}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right)$, θ は温度, t は時間)

水膜が切れた場合、その箇所のFRP板は直接大きな熱エネルギーを受け、FRP板は燃焼を始める。従って、槽内へのエネルギーは、燃焼により発生したエネルギー分だけ増え温度は高くなる。また、FRP表面が焼損し粗面が生じると、水膜の切れ目は増大する。さらにこの時、水膜は放射熱を加

えてFRP燃焼面からも加熱されるため、蒸発は加速され、水膜厚さは殆んどなくなってしまふ。散水量 $17.5 \text{ l/min} \cdot \text{m}$, 水膜厚さ 0.5 mm 以下になると、FRP板は焼損する。

FRP板への単位時間、単位加熱面積当りの伝熱量は略算すると、散水量は $25 \text{ l/min} \cdot \text{m}$ の時 $1 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{min}$, $17.5 \text{ l/min} \cdot \text{m}$ の時 $5.5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{min}$, $10 \text{ l/min} \cdot \text{m}$ の時 $14 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{min}$ となる。同様に、排水により外部へ放出されたエネルギーは、FRP板単位面積、単位時間当り $400 \sim 500 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{min}$ 程度となり、大部分の熱は流下水により持ち去られる

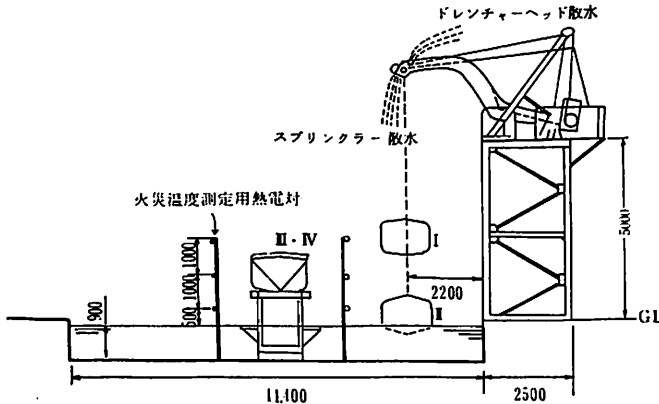
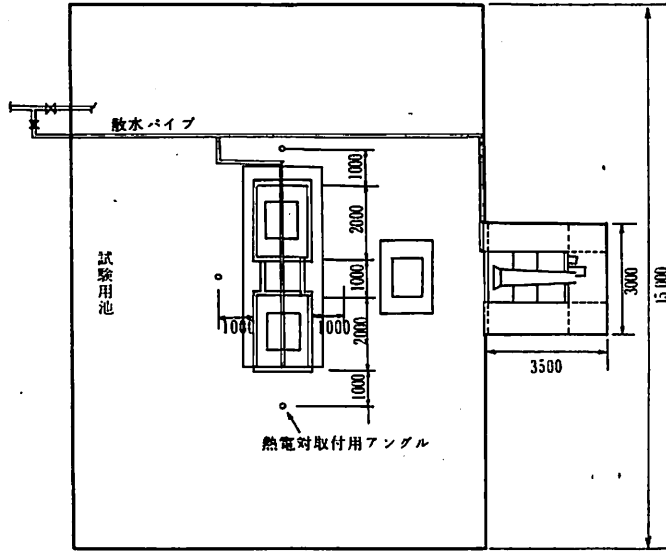


図7 火災試験装置概略

ことがわかる。

4. 模型艇の火災試験

4.1 本船より散水時

4.1.1 目的

火災海面へ降下中の艇に散水する場合、艇のポンプはまだ作動していないので、本船側の散水装置に全面的に頼る方式と、本船からホースで艇に水を供給して、散水管は艇のものを使用する方式とが考えられる。後者の場合、艇の冷却は前者より完全に行なわれるが、ホースのくり出し機構、離脱時の切替、操作などが複雑になり信頼性に欠ける。前者の場合の方が操作は簡単であり、非常時においても確実に作動するであろう。しかし、本船側ノズルよりの散水は艇との距離があり、風の影響を受け易く、艇体を完全に防護することはかなり困難である。

本大災試験では、前者の方式につき、ポートデッキよりの散水量の変化が、艇の耐火性能に及ぼす影響を調査することにした。また、進水装置及びデッキの乗艇場所周辺に対する散水の有効性についても調査を行なった。

4.1.2 試験方法

図7に試験装置を示した。図の右手のつり下げ装置を用いて、中央部模型艇について試験I, IIを行なった。

4.1.3 試験結果

T. No. I (模型艇をつり下げ、これにダビット頂部より散水を行なった場合)

T. No. II (模型艇を着水させ、これには散水しない場合)

図8に火災温度曲線を、図9, 図10, 図11に代表的な場合につきそれぞれ外面, 内面, 艇内気温の曲線を示す。図13, 図14に艇の焼損状態を示す。表3に結果の概要を示す。

4.1.4 考察

T. No. I の試験結果により、次のような結論が得られた。

1) 艇は降下中においても充分散水する必要があり、その量は本船側

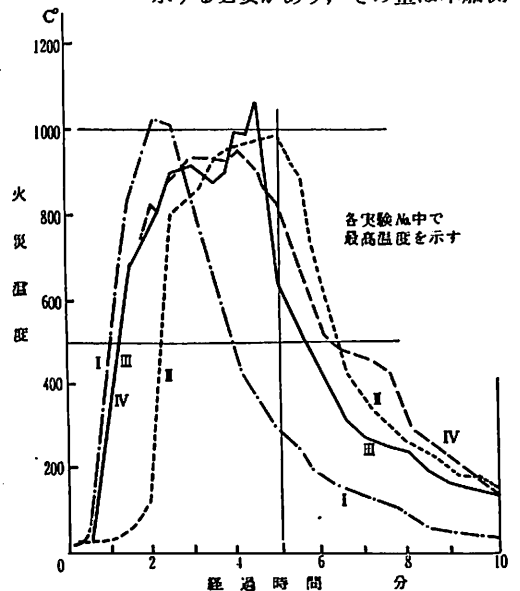


図8 池面火災温度の曲線 (池面上0.5m, 1.5m, 2.5 mの平均)

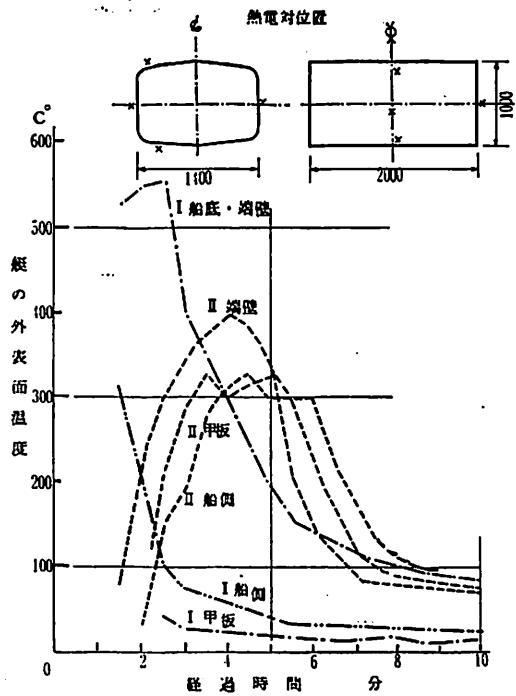
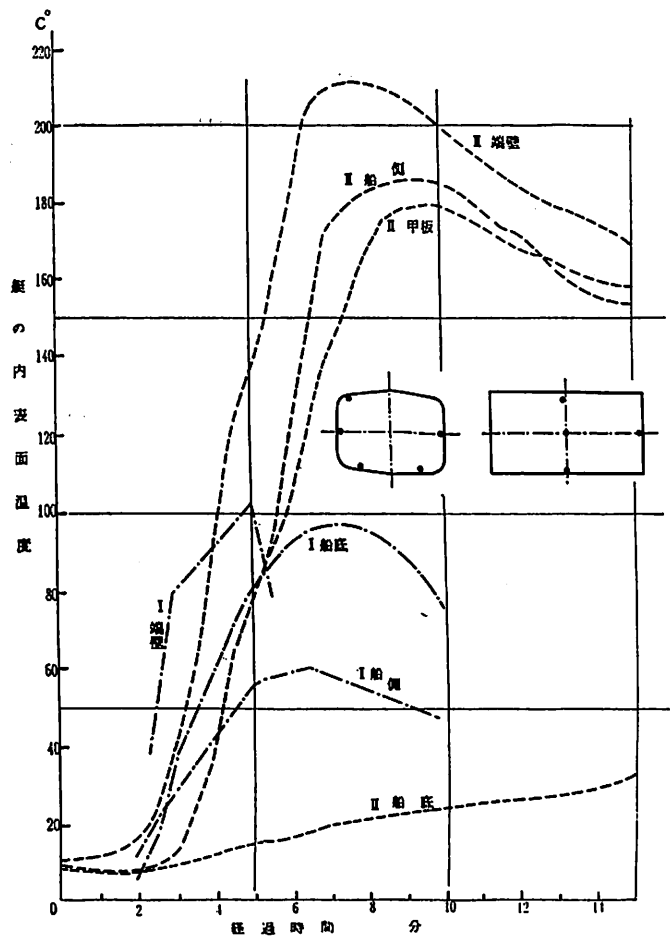


図9 艇の外表面温度曲線

図10 艇の内表面温度曲線



上部より、艇の甲板の単位面積当り $7\text{ l/min}\cdot\text{m}^2$ 程度の散水でも有効である。

2) 艇上部よりの散水が舷側、底部へとスムーズに流下するような艇体形状でなければならない。

3) 実際の場合には、本船上部より降下中の艇に散水した場合、風の影響により飛散し、艇体にかかる水の量は少なくなると考えられるので、散水範囲を充分広くとり、散水量も上記の値より相当に増加させなければならない。

4) 艇底部も完全に水膜で覆う方が望ましいが、降下に要する時間は短いので局部的に水膜が切れてもさしつかえないと考えられる。これは散水の影響で直下海面の火勢が弱った効果もあると思われる。

5) ポートデッキ単位面積当り約 $10\text{ l/min}\cdot\text{m}^2$ の散水で、進水装置に異状が生じることはなかった。しかし、前記3)のように風による影響は考慮しなければならない。

T. No. II の試験結果により、次のような結論が得られた。

1) 難燃性添加剤を加えた FRP でも、散水なしの状態では、火災に当れば容易に燃焼を始めるが、樹脂の自己消火性ならびに炭化した部分の断熱効果により $1,000^\circ\text{C}$ 、30秒～1分程度の短時間であれば、艇の強度ならびに乗員に対して殆んど影響を与えない。しかし、艇の降下中、散水が全然ないと、艇外表面は燃焼し粗面が生じるため、艇着水後散水しても吃水線上の艇外表面に一様な水膜が形成されず、走行中にさらに焼損部が拡大、深化するおそれがある。

2) 火災による艇内への伝熱状況は、FRPの断熱性が良いので時間的な遅れがあり、最高温度に達する時間は、FRP外表面と内表面とでは4分前後の時間差がある。

3) 500°C ～ $1,000^\circ\text{C}$ の火災水面上に艇を散水なしで4～5分浮かべた場合、艇内表面及び艇内気温の平均はそれぞれ約 200°C 及び 140°C に達した。この場合、模型艇単位面積当りの伝熱量 (FRP板自体の燃焼による発生熱量を含む) を略算すると約 $300\text{ kcal/m}^2\cdot\text{min}$ である。

4. 2 自艇より散水時

4. 2. 1 目的

火災海面を走行中の艇は、吃水線上の全外表面を介して放射、伝熱により熱エネルギーを受ける。この場合、降下中と異なり、艇は火災海面の中心にあり受熱時間が長いので、艇体の散水冷却は不可欠の条件である。

4. 2. 2 試験方法

図7において、池の中央の架台にのせた中央部及び首尾部模型艇について、試験Ⅲ、Ⅳを行なった。

4. 2. 3 試験結果

T. No. III (散水量 510 l/min)

T. No. IV (散水量 130 l/min)

図8に火災温度曲線を示す。中央部模型艇についての図は省略し、首尾部模型艇の温度曲線を図12に示す。図15、図16、図17、図18に燃焼状態を示す。表3に結果の概要を示す。

4. 2. 4 考察

最少必要散水量を求めるための T. No. IV の試験途中に、ポンプ電源の故障により、散水が停止するという予想外の事態が生じ、T. No. II に近い熱負荷となったが、かえって貴重な資料を得ることができた。T. No. III より次の結論が得られた。

1) 散水量は 390 l/min (水膜の最も薄い部分で約 0.6 mm) あれば充分である。艇底ノズル (散水量はさらに 120 l/min 必要) は有効であった。

2) 艇のコーナー部はすべて丸みを付け、散水が外表面を剝離することなくスムーズに流下する形状とする必要がある。

3) 艇体へ到達するまでの散水飛距離はできるだけ短くし、風の影響を受けないようにする必要がある。

4) $500\sim 1,050^\circ\text{C}$ の火災中で、艇が数分間加熱された時、中央部模型艇の各部平均温度は外表面約 40°C 、内表面約 30°C 、艇内空気 27°C に達した。同じく首尾部模型艇では、外表面約 80°C 、内表面 35°C 、艇内空気 20°C に達した。

これらの値より、火災による模型艇への伝熱量を略算すると、中央部模型艇で $14\text{ kcal/m}^2\cdot\text{min}$ 、首尾部模型艇で約 $30\text{ kcal/m}^2\cdot\text{min}$ となり、3. の FRP 板の加熱試験の $25\text{ l/min}\cdot\text{m}$ の散水量の時の値の15～30倍であり、ちょうど FRP 板の加熱試験 $10\text{ l/min}\cdot\text{m}$ の時の値に相当する。

T. No. IV より、さらに次のような結論が得られた。

5) 上記と同様の火災条件の下で中央部模型艇の各部最高温度は、内表面で $32\sim 75^\circ\text{C}$ 、艇内空気で $45\sim 60^\circ\text{C}$ に達した。

首尾部模型艇は、T. No. II とほぼ同様の散水なしの状態にさらされた結果、各部温度は外表面で約 450°C 、内表面で約 180°C 、艇内空気で約 130°C に達した。これらの値より、火災条件の厳しい首尾部模型艇の火災による伝熱量 (FRP 自体の燃焼による発生熱量を含む) を略算すると、(66頁へつづく)

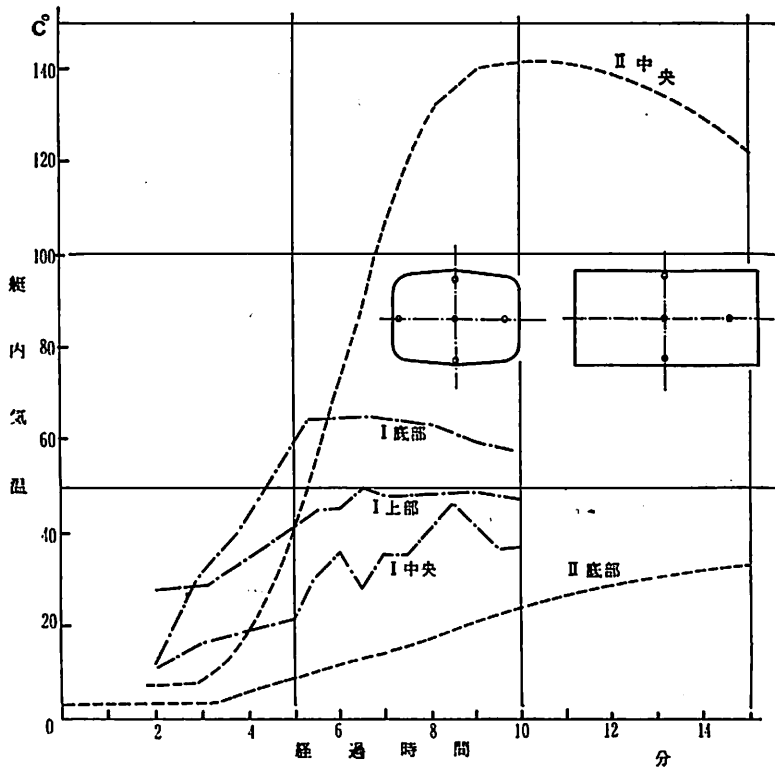


图11 艇内气温曲线

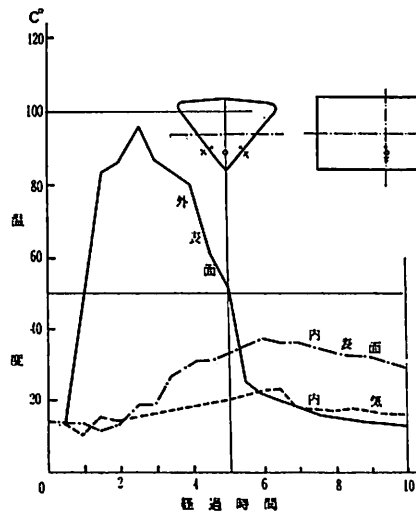


图12 首尾部艇温度曲线

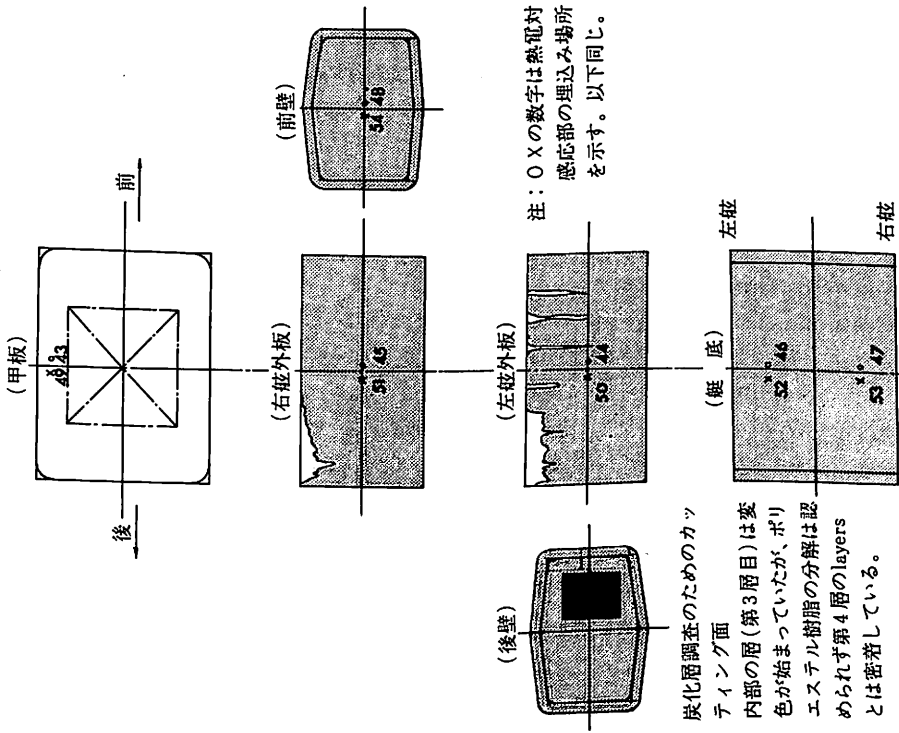


図13 模型艇焼損状態 (T.No. I)

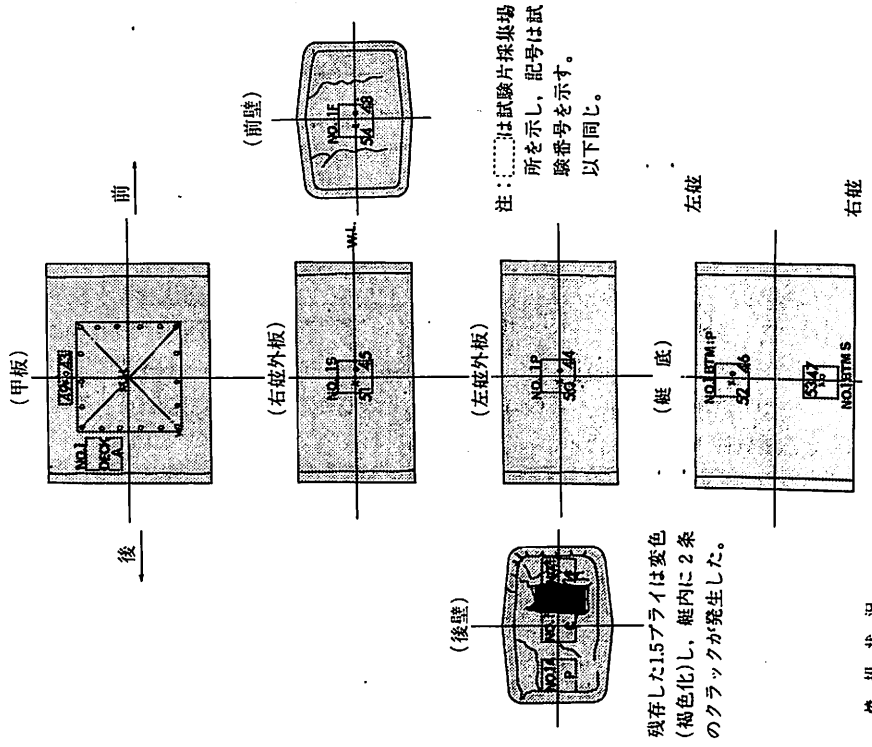
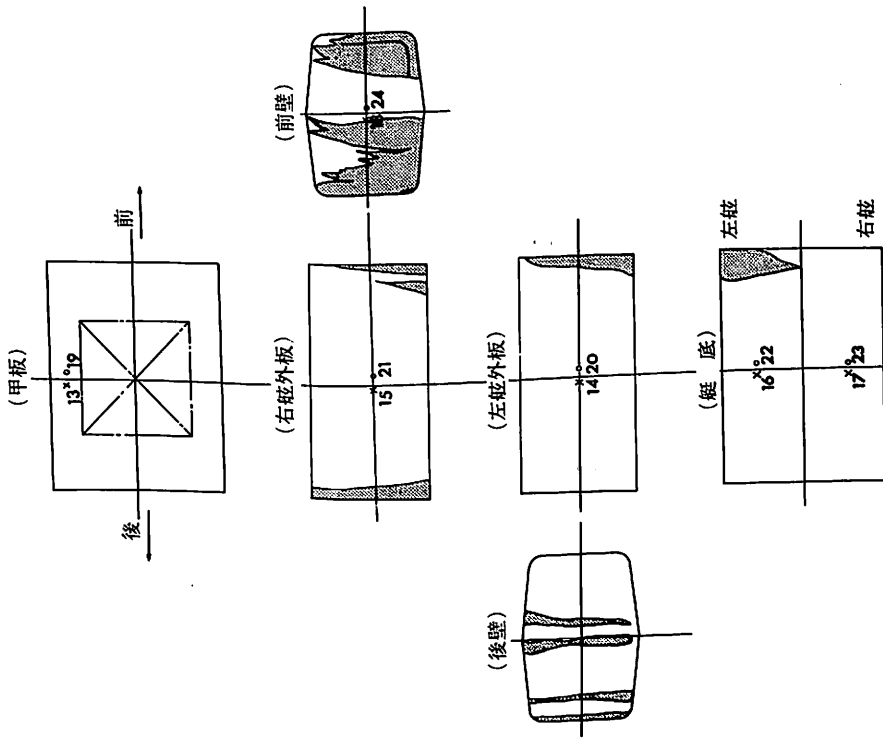
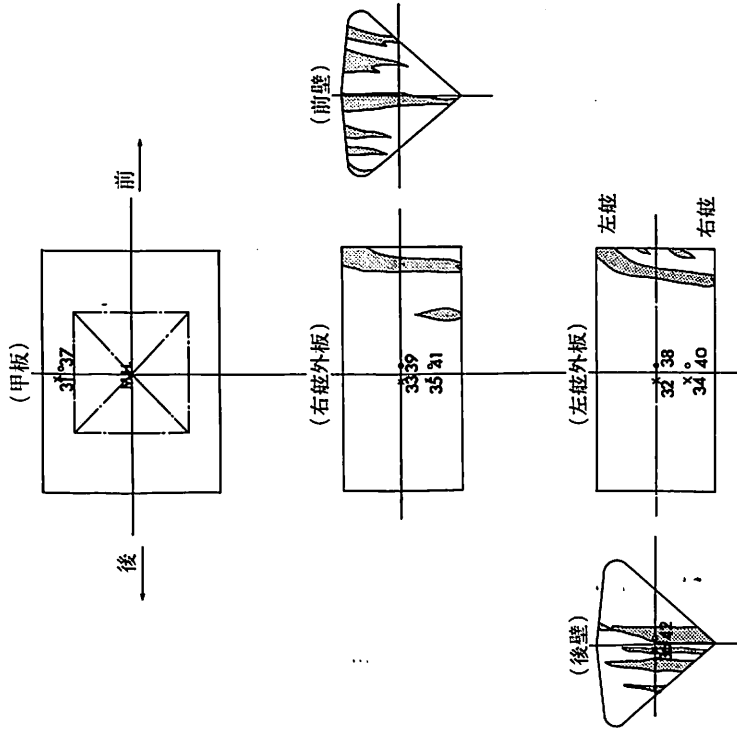


図14 模型艇焼損状態 (T.No. II)



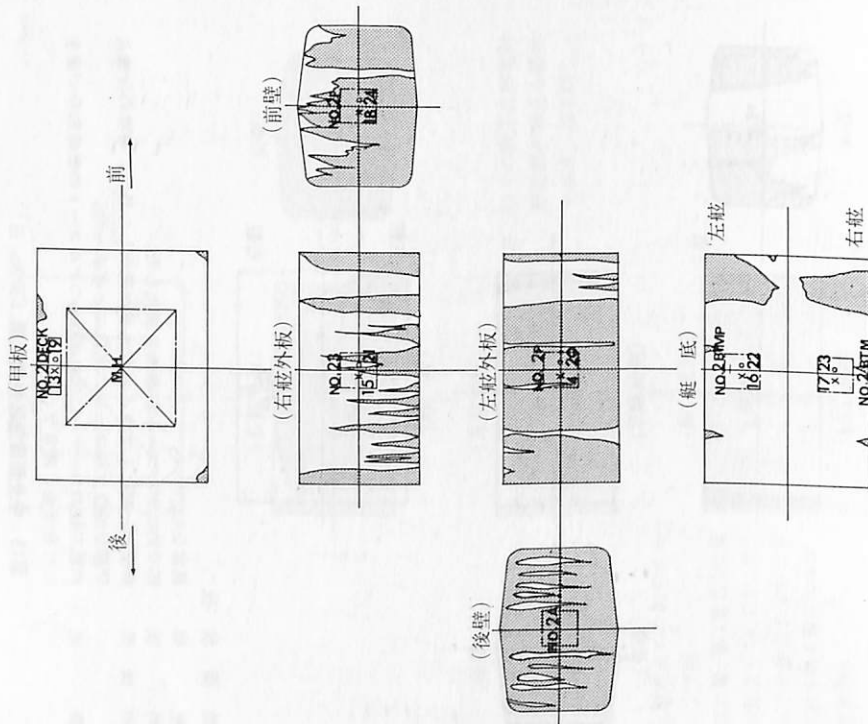
焼損状況：異常なし。
 甲板：部分的にゲルコートが燃焼し炭化した。
 外壁：前壁の一部に1アライの炭化層が発生した外は、黒煙の付着及び部分的なゲルコートへの炭化にとどまった
 艇底：前部左舷のコーナーに巾約300mmのゲルコートの燃焼部分が発生した他は全く異常なし。

図15 中央部模型燃焼損傷状態 (T. No. III)



焼損状況：異常なし。
 甲板：前部両舷に巾約150mmのゲルコートの炭化部発生。
 外壁：前壁の一部に1アライの炭化層が発生したが、二次継手及び積層部への影響は認められない。

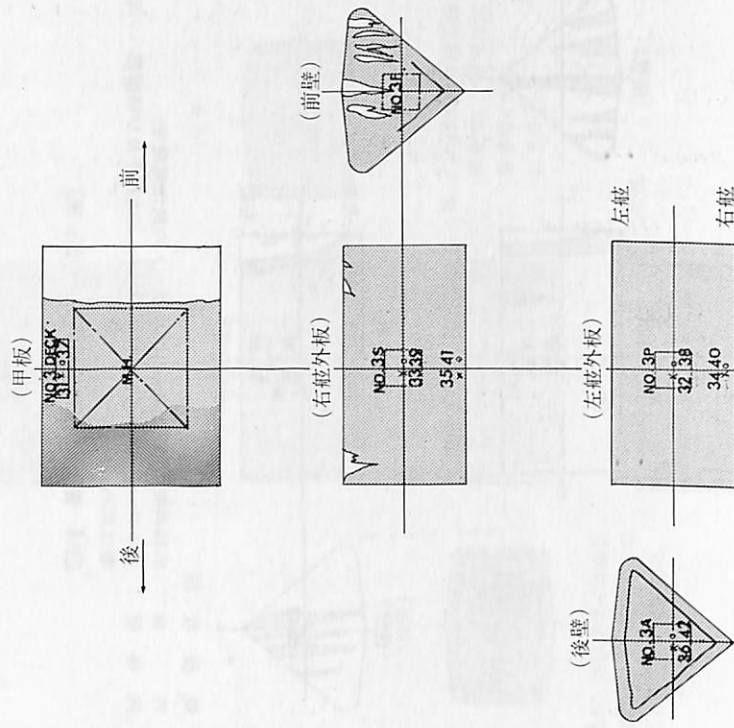
図16 首部模型燃焼損傷状態 (T. No. III)



焼損状況

- 甲板：右舷の前後部と左舷の一部にゲルコートの一部に焼損部が発生した。
- 外板：相当部分ゲルコートが燃焼炭化したのが、ガラス繊維層及び二次継手の剥離等は認められない。
- 前後壁：T.No.III よりもゲルコートの焼損部は狭り、最もひどい部分で2アライの炭化層が発生した。
- 艇底：右舷前部に新たなゲルコートの炭化層が発生した。

図17 中央部模型焼損状態 (T.No. IV)



焼損状況

- 甲板：前後長さの約1/4はゲルコートの影響も全くなく、後部に行くにつれて黒煙付着部、ゲルコート及び表面の部分的な炭化層(1アライ)と僅か2mの長さで焼損状態の差異が目立った。これは火災の不均一のためであろう。
- 外板：前部1アライ、後部1.5~2アライが炭化し、炭化層と残存層は部分的に層間剥離が生じた。
- 前後壁：全表面に平均2~3アライの炭化層が発生、最もひどい箇所では4アライ炭化炭化した(後壁中央部にテストホールを設けて調査)。
- 内板：二次継手は前壁の一部と後壁の全部が剥離、炭化した。
- 内板：左舷付の防焼材の上部の二次継手が外板の変形の為に剥離した。

図18 首尾部模型焼損状態 (T.No. V)

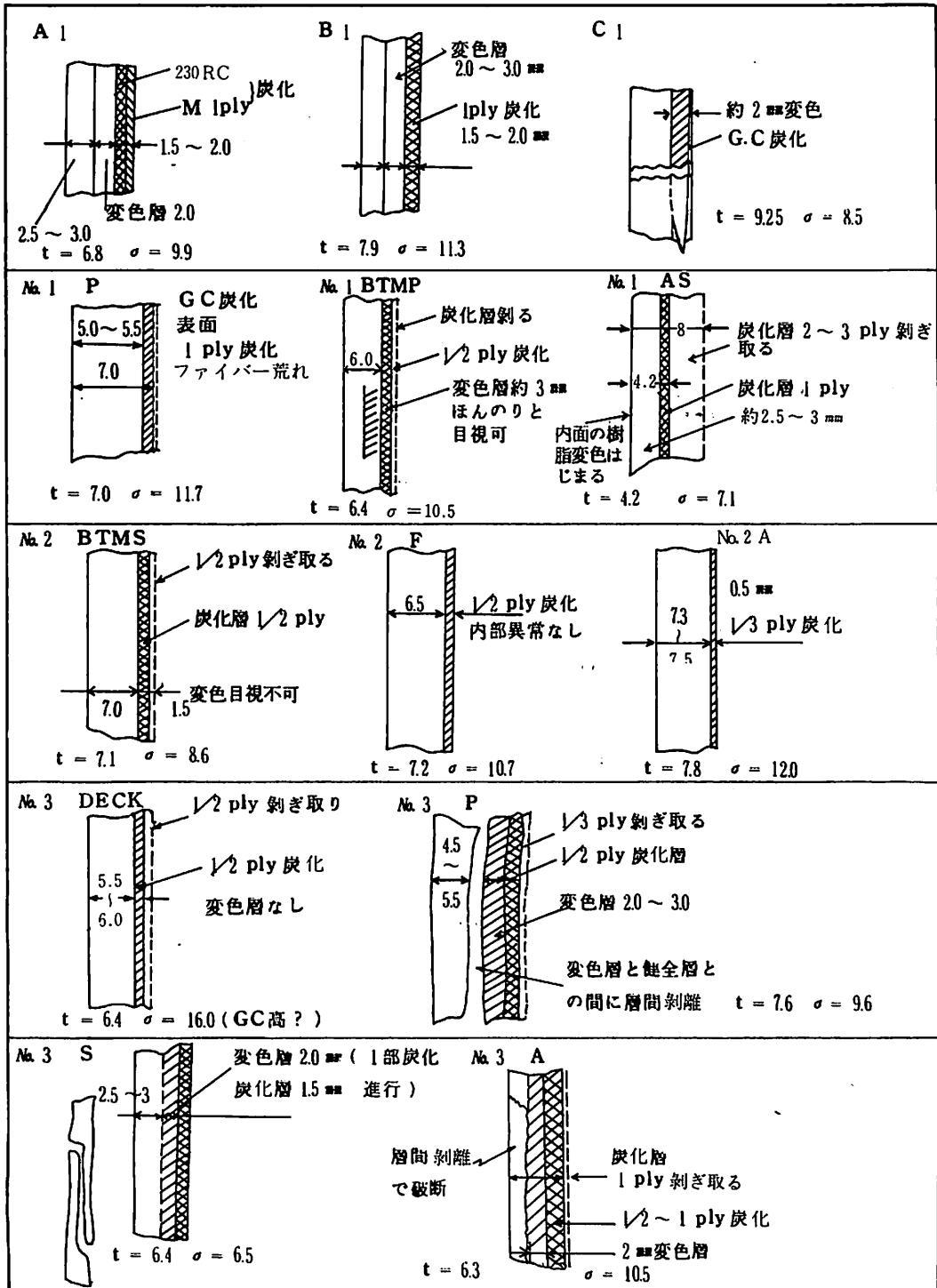


図19 劣化した試験片の状態例

表 3 火災試験結果(概要)

試験種目		本船より散水時火災試験 (S 51. 11. 16)	自艇より散水時火災試験 (S 51. 11. 18)
テスト No		II (浮上時非散水)	III (散水量 510 ℓ/min)
燃料散布量	A 重油	同左	同左
ℓ	ガソリン	同左	同左
火災試験中の散水量 ℓ/min	デッキ用	デッキ用 同左	中央部模型艇 } 133 首尾部模型艇
	中央部模型艇用	中央部模型艇用 なし	
模型艇の位置	中央部模型艇を池の端、池面上 1 m の高さで吊下げ	中央部模型艇を池の端、吃水面上 1 m の高さで吊下げ	同左
	北北東 0 ~ m/s	北北西 0 ~ m/s	北西 2 ~ 4 m/s
点火前	風向, 風速	北北西 0 ~ m/s	北西 2 ~ 4 m/s
	気温, 湿度, 水温	7.5℃, 87%, 65℃	12.5℃, 73%, 15℃
点火	箇所	東側 2 箇所	東側 2 箇所
	点	0 (9 時 50 分)	0 (10 時 11 分 30 秒)
火災	火災全域に広がる	2 分	1 分
	火勢やや弱まる	3 分 30 秒	4 分
災状	中央部模型艇見える	5 分	4 分 10 秒
	火災面, 池面上 1/2	4 分 30 秒	4 分 30 秒
状況		5 分	6 分
			7 分

火災面、池面上方		(炎は艇より離れる)		以後南側の端、池面上方にて燃える		同左	
鎮	火	8分	6分30秒	16分	8分30秒		
シ	ター	なし	端面は殆ど焼け	局部的にゲルコート	局部的にゲルコート(中央部模型)		
ェ	ー				2プライ		
ル					(首尾部模型)		
板	板	ゲルコート相当焼損	シームラインのテーピング剝離	同上	相当部分ゲルコート~1プライ(中央)		
側		局部的に1プライめくれ	2~3プライ		2~3プライ(首尾)		
外					外板変形→防撓材剝離(首尾)		
損	後	二次継手炭化剝離	二次継手剝離	相当部分ゲルコート	2プライ(中央)		
状	部	2プライ炭化, 3層目と剝離	3~4.5プライ ¹ のテスト時(切り取り部)	局部的に1~2プライ	3~4プライ(首尾)		
況							
	底	ゲルコート, 局部的に1プライ	——(水中)	局部的にゲルコート	2プライ(中央)		
					2~3プライ(首尾)		
	火	1080	1200	1050	1200		
	災						
	温						
	度						
	艇外表面	550	810	440	120	640	920
	高温部						
	温度	約50	680(底は除く)	27	43	76	460
	艇内表面	約110	207	41	37	83	210
	高温部						
	温度	約40	171(底は除く)	20	27	38	170
	低温部						
	温度	70	144	33	30	66	165
	艇内気温						
	高温部						
	低温部	43	130(下は除く)	30	18	50	80
				中央部模型	首尾部模型	中央部模型	首尾部模型

試験中の最高温度(℃)

表 4 火災試験後のFRP材引張試験結果

会社名	材料構成 (ガラス重量%)	火災条件	火災時の 散水量	試験記	試験片 号	試験片 採取箇所	試験片 焼損状態	最小厚さ (mm)	破断荷重 (kg)		原強との 荷重比	基準 引張強さ (kg/cm ²)
									最小～最大	平均		
A社	230C + 450M	なし	なし	A0	—	—	—	5.8 ~ 6.0	1590 ~ 1800	1710	1.0	1154
	+ 600M × 3 + 860R (33%)	小型 試験炉	10ℓ/min	A1	中央上部	GC ~ 2層	60 ~ 67	910 ~ 1530	1200	.70		
B社	450M + 600M	なし	なし	B0	—	—	6.8 ~ 7.2	1820 ~ 1920	1860	1.0	1.140	
	× 4 + 600R + 600M (35%)	小型 試験炉	10ℓ/min	B1	右側上部	GC ~ 2層	7.4 ~ 7.6	960 ~ 1780	1430	.77		
C社	スプレーアップ (28%)	なし	なし	C0	—	—	8.3 ~ 9.5	1570 ~ 2020	1710	1.0	1101	
	600M × 6 (28%)	小型 試験炉	10ℓ/min	C1	右側上部	GC以上	9.2 ~ 9.8	1080 ~ 1670	1310	.77		
社		なし	なし	C'0	—	—	6.9 ~ 7.6	1730 ~ 1970	1820	1.0	113.2	
		火災試		№1P	左舷外板	1層	6.3 ~ 9.1	900 ~ 1500	1200	.66		
		験(T.		№1BTMP	艇底左舷	1 ~ 3層	6.4 ~ 7.3	880 ~ 1270	1050	.58		
		№I及 びT.		№1BTMS	”右” 前壁中央	GC 2 ~ 3層	6.5 ~ 7.1 4.0 ~ 5.0	1260 ~ 1400 530 ~ 790	1350 610	.74 .34		

600M×5 + 450M	№Ⅱ)	№1 A P	後壁左舷	2～3層	36～41	520～670	600	.33	
		№1 A C	〃 中央	2～3層	30～42	510～590	560	.31	
		№1 A S	〃 右舷	2～4.5層	33～39	370～650	520	.29	
	火災試	№2 DECK	甲板左舷	なし～GC	80～87	1210～1630	1510	.83	
	験(T.	№2 BTMP	艇底左舷	なし	62～70	1500～1900	1720	.95	
	№Ⅲ及	№2 BTMS	〃 右	GC～1層	68～72	1080～1440	1270	.70	
	び T.	№2 F	前 壁	GC～½層	70～75	1250～1720	1510	.83	
	№Ⅳ)	№2 A	後 壁	GC～½層	70～78	1600～1980	1830	1.0	
		なし	№3 DECK	甲板左舷	GC～1層	62～66	1670～2020	1850	1.0
			№3 P	左舷外板	1～2層	68～76	1190～1490	1350	.74
			№3 S	右	1～2層	62～94	780～1950	1580	.87
			№3 F	前 壁	2～4層	78～87	1460～1790	1660	.91
			№3 A	後 壁	2～4層	53～63	1070～1230	1090	.60

注 (1) 試験片の中央部の幅は約 19 mm、試験片の数はいずれも 5 本である。

(2) 試験片記号で№2は中央部板型純、№3は首尾部板型縦より採取した事を示す。

(3) ハンドレイアップ法によるC社の火災試験後の試験片とC社の試験片はガラス繊維及び難燃剤含有量(C'0試験片では塩化パラフィン、三酸化アンチモン各5部)が若干違うが、破断荷重は殆ど同じと仮定して比較した。

(4) 火災試験後のテストピースは層間剝離のあるものはそのままとし、燃焼部は手でこすりおとしてから厚さを測った。

附録写真説明

写真1(右) タンカーに搭載されたFRP製耐火救命艇
写真2(下) T.No. I 開始前

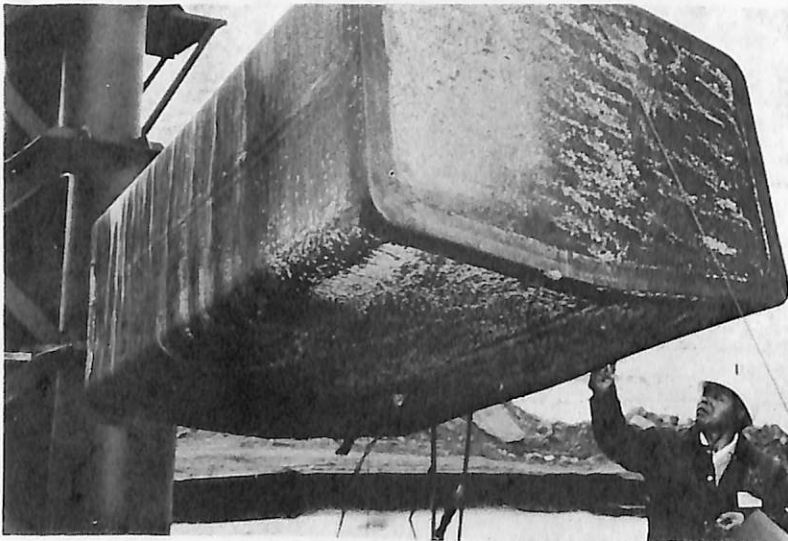
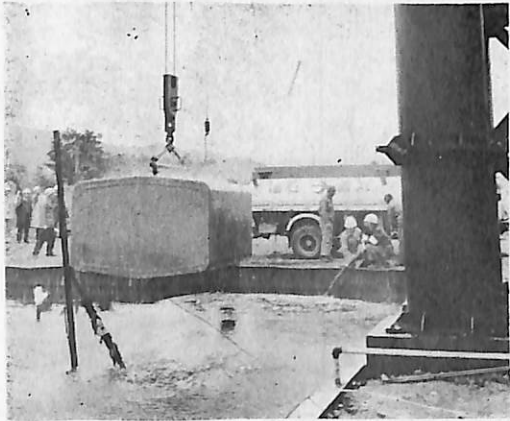


写真3(上) T.No. I 試験中

写真4(左) T.No. I 終了後の艇

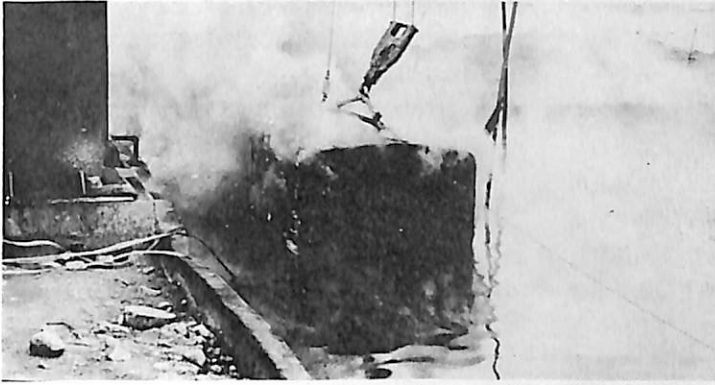


写真5 T.No. II 終了直前

写真6 T.No. II 終了後の艇

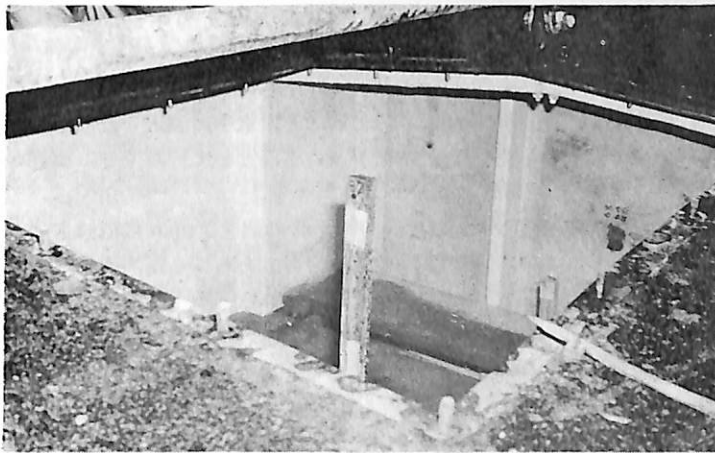
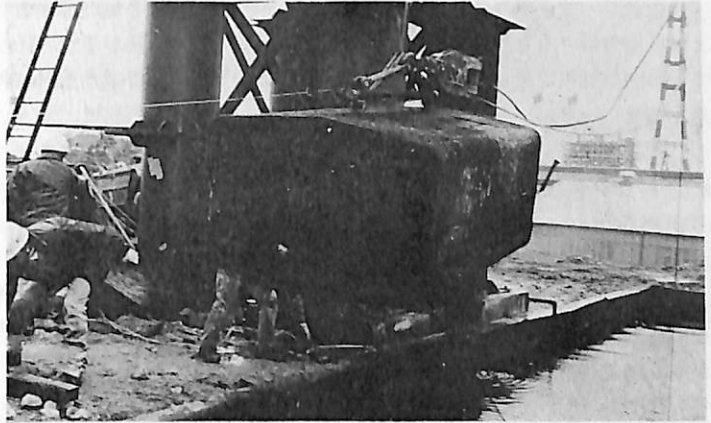
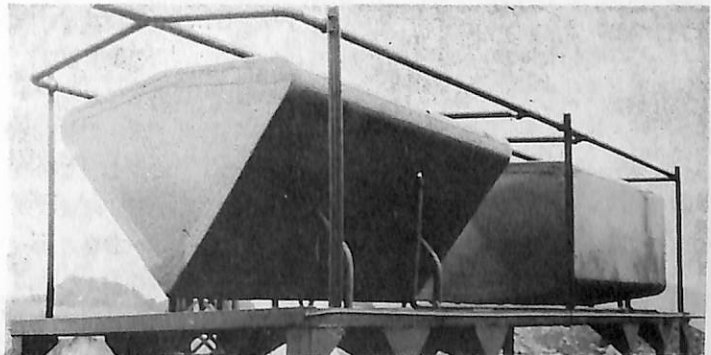


写真7 T.No. II 終了後の艇内部

写真8 T.No. III, IV 試験用模
型艇と架台



T. No. II の値よりやや少ない約 210kcal/m²・min に達した。

5. 材料試験結果

3. の FRP 板の耐火試験及び 4. の火災試験を行なった後の FRP 板の残存強度を求めため、切り出し試験片により JIS K 6911 による引張試験を実施した。試験片は同一状態の箇所から、5 本宛採取した。その結果を表 4 に示す。試験結果を強度で示さず、破断荷重そのままと比較してある。

結果を概括すると、ガラス繊維が 1 層程度焼損（炭化部分の変色部は含まない）すると 70~80%、2~3 層焼損すると 30~40% 程度に減少する。従って局所的な焼損であっても 1 層程度にとどめる必要がある。

6. FRP 製耐火救命艇の耐火性試験の方針について

本研究により、耐火救命艇の必要条件をほぼ網羅することができたと認められる。すなわち、耐火性を保持するための必要な条件としては、第一に、艇が十分な流水膜により火災より防護されていることであり、このためには散水装置の機能が確実なこと、艇型が適切で水膜が剝離したり、薄くならないことであろう。第二には、一時的にせよ散水量が低下したり、風や動揺により水膜が切れた場合に燃焼して強度がひどく下らないためには、FRP 材料が所要の耐燃性、断熱性及び残存強度を有していることであろう。

これらの耐火性に関しては、現用の FRP 耐火救命艇はほぼ十分な性能を有していると考えられる。今後製造される艇について耐火性を確認する試験の方針としては、次のような散水試験などを行なって火災試験に代えることができると考えられる。

1) 実艇については散水試験を行ない、散水量、水圧（特に配管の最高位置における水圧）、水膜の厚さなどを計測すること。

2) この側定は、プロトタイプについては艇を陸上にあげて行なうことが望ましい。また、even keel の他にトリム、ヒール状態で行なうこと。

3) 水膜の厚さは、艇表面のすべての個所で計測時間の 50% 以上において、0.6mm 以上の水膜厚さが確保できる散水量が必要であろう。

4) ポンプが確実に始動し、着水と同時に散水の可能なこと。

5) 凸角部がなく、水の一様な流下が保証され、

水膜の剝離の少ない船型であること。

6) 散水用配管が艇体に十分に近接して設けられていること。

7) 材料の FRP は、JIS K 6911 の 5.24 耐燃性の試験による不燃性の判定に合格するものであり、かつ適当な断熱性を有するだけの厚さをもつこと。

以上の耐火救命艇本体以外に、進水装置、同遠隔操作装置、乗艇区域、進水中の艇及び着水海面への本船からの散水装置が必要であり、これらの条件についてもさらに検討する必要がある。

本試験を行なった状況から考えるに、火災海面に救命艇が進水することには乗員の心理上にも相当の抵抗が予想される。従って、消火弾や油処理剤によって進水海面の火災をできる限り制圧することが必要である。

謝辞——

本試験は、モーターボート競走法に基づく補助金を財団法人日本船舶振興会（会長笹川良一氏）から受けて実施されたことを附記すると共に、本誌に試験内容の発表を許可された社団法人日本船舶品質管理協会に謝意を表する。

Ship Building & Boat Engineering News

水中の油を小滴状に分離する装置

英国のインペリアル・ケミカル・インダストリーズ社（PO Box 15, Hyde, Cheshire SK144EJ England）は、このほど、水中に混入した油を 1 マイクロメートル程度の小滴として分離できる装置を開発した。

同装置は、5,000ppm の油を 1 ppm に低減させることのできる能力をもち、あらゆる国際規格に十分適合できる精度をもっている。

従来の水と油の比重差を利用した分離装置と異なり、1 回の操作で油の含有量を 1 ppm 程度に低減させることができ、油を 1 マイクロメートル程度に小滴化することができる。なお、重力浮過、生物学的浮過、浮遊分離法などを使用することもできる。またこの装置は、サンドイッチ状のカートリッジを採用しており、サンドイッチの片面にランダムにアルミナ状の繊維を配列して、繊維のあらさを変えることによって油の分離効果が左右される構造になっている。流量はカートリッジ 1 平方メートル当り毎時 10~20 立方メートルで、小滴の大きさは流量によって左右される。

同装置は船底の排水中の油の回収や発電所の循環冷却水中の油の分離などに適している。

最近の高速ミサイル艇

High-Speed Missile Boats of Today

by Seiichi Niwa

丹 羽 誠

エジプト海軍のソ連製ミサイル艇が、イスラエル駆逐艦を撃沈してからすでに10年になる。この事件に刺激されて西側諸国も艦対艦ミサイルを装備した艇の開発に力を注ぐようになり、今日では多くの有力な艇が配備されるに至っている。

ソ連は1960年代の初期から Styx ミサイルを搭載した Osa, Komar 級を多数建造し、15カ国に合計380隻を供給している。さらに1969年以後は850トンの Nanuchka 級を年3隻の割合で建造している。この艇は長さ60m、巾12m、ディーゼルのみで30ノット以上の速力を有するという。目的はNATO機動部隊に強力な第1撃を加えることで、SSN-9型ミサイル3連2基を有している。この型の2隻が1973年の10月戦争中、東地中海の米第6艦隊と対峙したソ連機動部隊に所属していた。1976年には同型8隻がインドに供給されたという。ソ連の現勢は Osa 120隻、Nanuchka 14隻。

中国は Osa 及び中国版 Holo 合計60隻、Komar 及び中国版 Hoku 合計60隻。それに中国設計のミサイル艇リーダー Hai Dau が就役したという。これは260~300トン、47.5メートル、ガスタービン3軸で40ノット以上を出す。ミサイルは新型で、片舷3基ずつのシングルランチャーを持つ。

西側のミサイル艇は、1960年代末期のノールウェーの Peuguin ミサイル、イスラエルの Gabriel ミサイルの完成によりスタートし、1972年フランスの Exocet ミサイルの完成によって急激に需要が増大し、次いでさらに到達距離の長いフランス・イタリア共同の Otomat、アメリカの Harpoon が完成した。

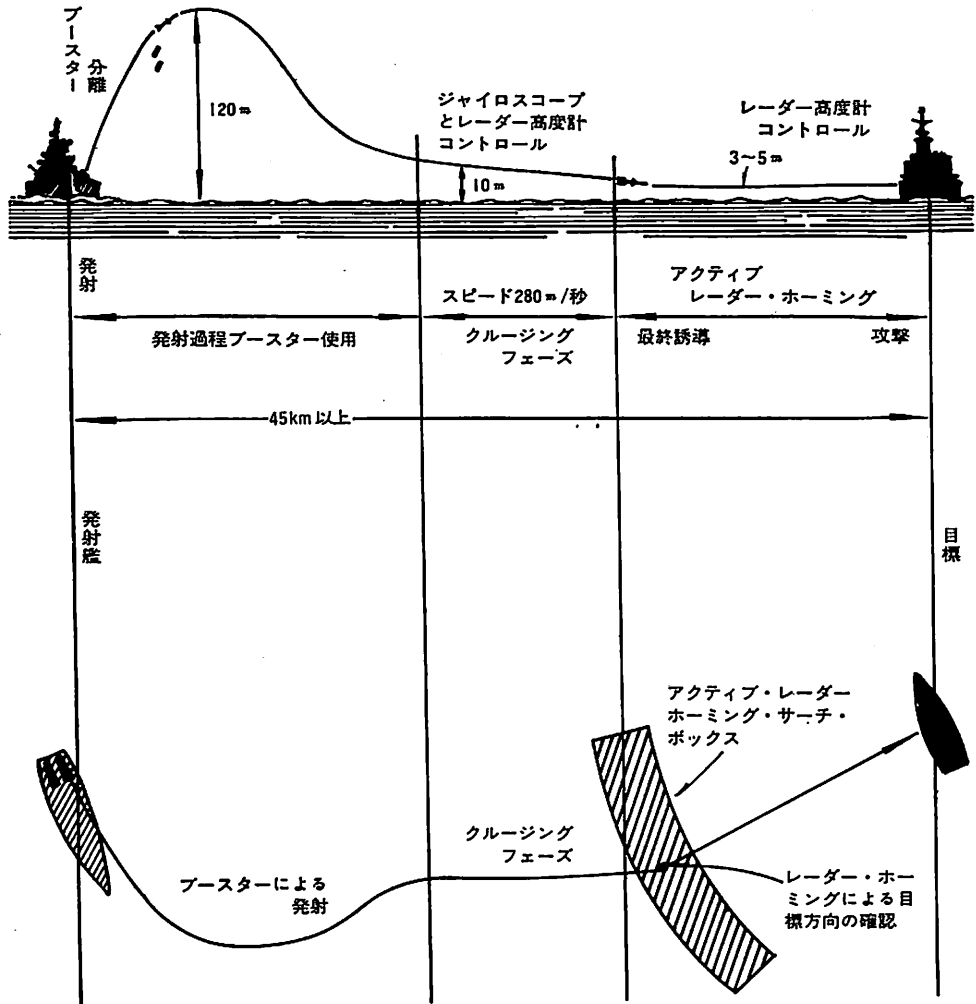
高速艇の発射するミサイルとはどんなものか、次頁に Seakiller MK 3 の攻撃パターン説明図(世界

の艦船52年4月号より)を紹介する。このミサイルは目下開発中のものであるが、到達距離・管制方法などに多少の相異はあっても、今日西側第1線に採用されているものは似たような飛行パターンを有している。ミサイル長さ5.3メートル、ウィングスパン1.09メートル、発射時の重量548キログラム。弾頭炸薬量150キログラム。

これらの高速艇用SSMはいずれも第2次大戦型戦艦の主砲と同等以上の有効射程を持ち、敵艦のレーダーにより感知されない超低空から亜音速で接近し、終末ホーミングによりヒットする。魚雷が水線下に大穴をあけ、一発で大型艦を撃沈したり、大口径砲弾が大落角で命中し、水平装甲を貫通して弾火薬庫に達し、戦艦をも轟沈するといった破壊力は無いが、艦の中枢部を破壊して行動不能、戦闘不能にする。このようにして撃破した敵艦を仕末するために魚雷を持つものもある。

発射には終末ホーミングでヒットできる範囲まで慣性誘導するだけの精度を持って発射しなければならない。そのための情報収集、計算、発射管制のための武器コントロール・システムが必要になる。このシステムは少くとも次の3つの機能を有する。①サーチ・レーダー・システム。あるものは対空レーダーを含む。②トラッカー・システム。トラッカー・レーダーのみでなく、テレビ・トラッカー、赤外線トラッカーなどを持つものもある。③ディスプレイ及びコントロール。これらのシステムはミサイルの発射管制だけでなく、火炮の射撃指揮にも共用される。ブロック・ダイアグラムを第2図に示す。

高価なミサイルを使用しては引合わないような目標を攻撃するため、および航空機やミサイルの攻撃から自艇を守るため、火炮も必要である。火炮も有効な指揮装置の発達により急激な進歩を示してい



第1図 Sea Killer MK3 の攻撃パターン

る。超音速で接近する航空機や、ミサイルに対し有効な火砲の代表的なものは、Oto Melara 76mm, 57mm および 40mm Bofors, 35mm, 30mm の Oerlikon 連装などである。

発射速度の高い小口径火器が有効か、発射速度は遅くとも近接信管による有数範囲の広い比較的口径の大きい砲が有利かは説の分れるところで、2種の砲を持ち、独立してそれぞれの敵を攻撃し得るようにした艇も多い。

ミサイルおよび火砲の主な攻撃目標と有効戦闘距離は第4図に示すようなものである。

これだけのシステムを動かすためには120KW 発電機3台を有し、1~2台を常用とし、1台を予備ないしピーク用とするのが普通である。

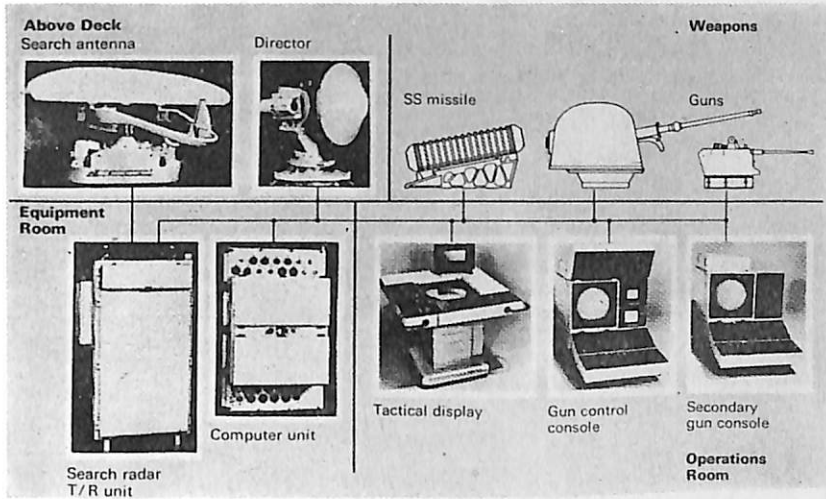
以上の武器システムを搭載した場合の概略配置として英国の Vosper-Thornycroft 社は第5図を示

し、SSMと76mm砲を持った最小のものは、同社がベネゼラ向けに建造した37メートル艇であり、長さ45~50メートルが標準的なものとしている。

筆者はすでにこの種の艇につき、ポートエンジニアリング7号、8号(1973)および本誌1975年12月号に紹介した。今回はそれ以後に現れた興味ある艇につき紹介したい。

Independencia 級

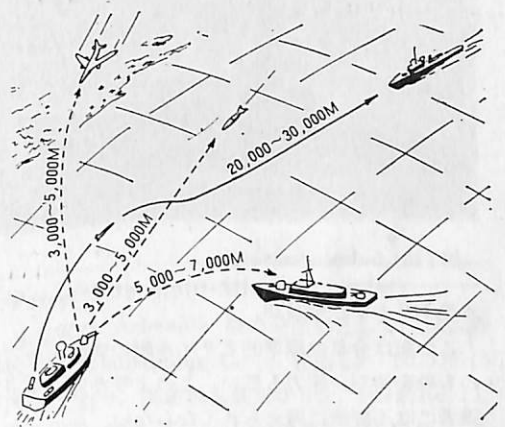
Vosper-Thornycroft 社がベネゼラ海軍用に建造したもので、本格的ミサイル艇として最小の大きさという。同型6隻のうち3隻だけがミサイル艇で、Otmat ミサイル2と40mm Boforsを持つ。エンジンはMTUディーゼル2軸合計7,200馬力で、27ノット。航続力は16ノットで1,350海里。長さ36.9メートル、巾7.6メートル、吃水1.7メートル。排



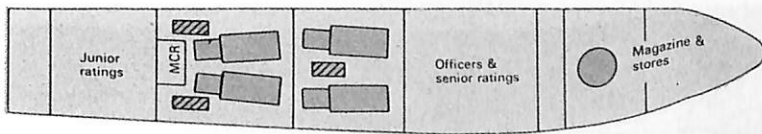
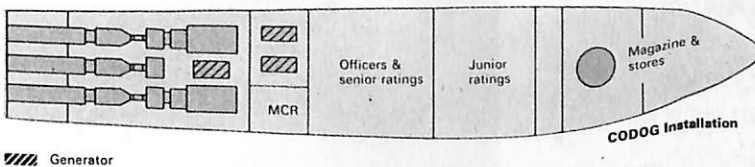
第2図



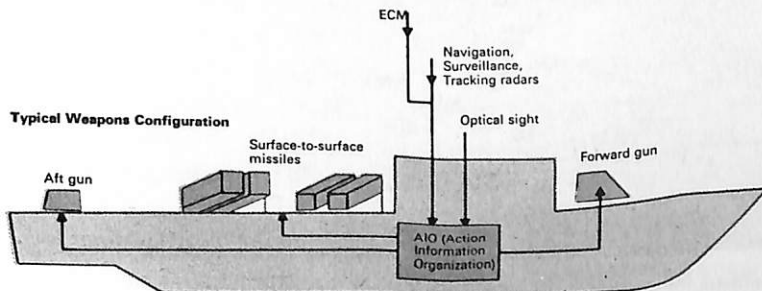
第3図 ミサイル艇のオペレーションルーム



第4図



第5図





第6図
Vosper.—Thornycroft
46m艇



第7図 Independencia 級

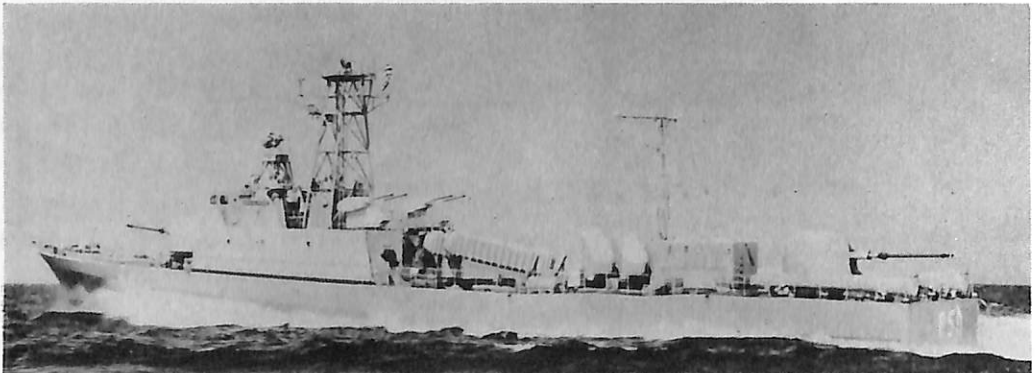
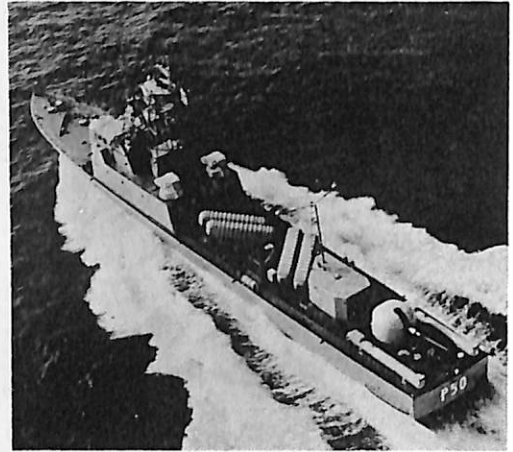
水量 150 トン。乗員 18。

この艇は今日の標準的ミサイル艇の武装の半分弱のものを持ち、速力も低い。このような設計方針は筆者には不経済に考えられてならない。他の3隻がミサイルは積まず、Oto Melara 76mm 1門のみを積んでいるのであるが、これも高価な同じコントロールシステムを持たなければならない。筆者の経験でも昭和29年度PTは28年度PTの2倍の武装を持ち、1.5倍のエンジンで、速力は29年度艇の方が速かった。武器システムとエンジンシステムとの間に

はその条件にしたがって最適の組合せがあるもので、無理な小型化は実験艇としてはともかく、第1線配備戦力としては決して経済的にも有利なものではないと思う。

Combattante III型 (ギリシャ)

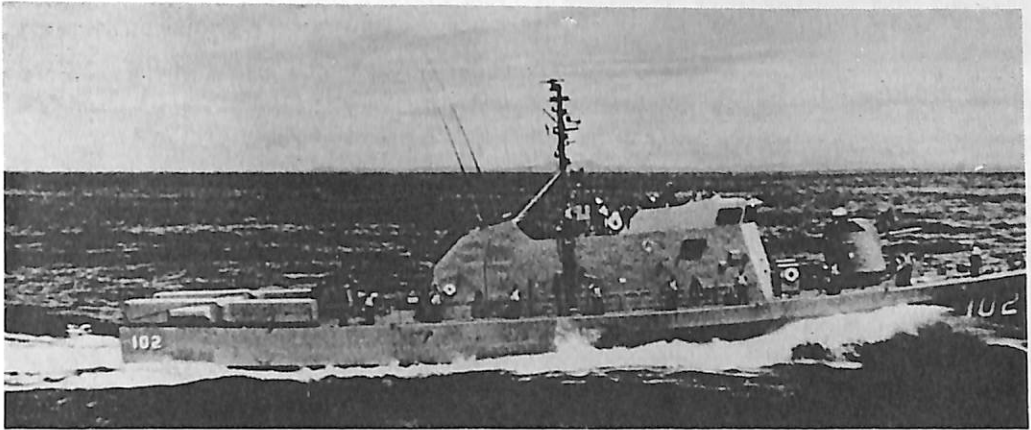
フランス海軍が1960年度予算で建造した La Combattante は長さ45メートルの中速艇だが、これを建造した Constructions Mecaniques de Nor-



第8～9図 (右上写真も) Combattante III 型

第 1 表

艇名	完成	L	B	D	d		
Reshef	1973	58.1	7.62	(4.2)	2.5		
S 61	1974	57.4	7.8	(4.5)	2.5		
Konidis	1976	56.0	7.9	(4.2)	2.1		
	Δ_s	Δ_t	V_{cont}	V_{max}	BHP _{cont}	BHP _{max}	乗員
	(254)	415	(30)	32	10,680	11,750	45
	378	(440)		38		16,000	40
	385	425	(30)	34	15,000	18,000	38



第10図 米国 Tacoma 社の 50.3m×7.3m アルミ艇

mandie (CMN) が、西独 Lurssen 社の設計によってイスラエルの Saar 級を建造し、引き続き類似の艇、ギリシャの Calypso 級、イランの Kaman 級を建造した。この CMN 社建造のディーゼル4軸、250トン級の艇を Combattante II 型と呼んでいる。ギリシャは引き続きさらに大型の艇4隻を CMN に発注した。計画はイスラエルの Reshef に似たもので、排水量はやや大きく、航続力はかなり短い。西独の 143 級もきわめて近い設計である。これらの艇の要目を比較すると第1表のようになる。

武装は Exocet ミサイル4、Oto Melara 76mm 2門の外に Emerlec 30 mm 連装2基と、53.4 cm ワイヤガイダンス魚雷2本を有する。

主機関は MTU・MD20V538TB90 型ディーゼル4基4軸で、1基あたり連続定格で3,750馬力、1,790 rpm、特別全力4,500馬力で1,900 rpm。25ノットにおける航続力700海里と、他に比べて短いのは純粹の局地防衛用として計画されているからであろう。乗員数の少ないのも同じ理由によるものと考えられる。Reshef 級が極度に重量を切りつめて、それだけ多量の燃料を搭載しているのに比べ、船体・機関部とも比較的簡単な、建造、手入れのしやすいものになっているようである。

Patrol Ship Multi-Mission (PSMM)

米海軍の Asheville 級の発展型として、米国の Tacoma Boatbuilding Co. が建造した 50.3×7.3 のアルミ艇で、満載排水量250トン。Paek Ku 12, 13, 15 の3隻を Tacoma が建造し、韓国に引渡し、さらに4隻が韓国で建造された。

Asheville 級が CODOG 推進だったのに対し、Paek Ku は Lycoming ガスタービン6基を2軸に連結し、可変ピッチプロペラと組合せて、1軸1基、2基、3基と、速力範囲に最も適するよう自由にパワーを選んで運転するようになっている。最高速力は40ノット以上。武装は Standard ミサイル4、3吋50径1門、13mm 2門、乗員32(士官5)

PHM Pegasus

米国-NATO共同開発として Boeing 社が建造した第1艇であるが、物価の変動と見積りちがいのため第1艇の建造費が130%も増大したため、米海軍はこの艇に興味を失ったと言われる。最初の30隻建造案は6隻にけずられ、1,400時間の実用試験(内365時間フォイルボーン)の後 Boeing 社は5隻分273.2百万ドルの注文を受けることとなった。この金額は西独の143級10隻分の建造費とほぼ同じである。これらの艇は完成後すべて研究部隊に配属



第11図 PHM Pegasus

される予定である。なお NATO—PHM プログラムとして西独向け10隻の計画がある。

満載排水量 221 トン、フォイル展開時 40×8.6×7.1、フォイル格納時 45×8.6×1.9。

Harpoon ミサイル 4 連ランチャー 2、76mm Oto Melara 1。GE—LM2500 ガスタービン水ジェット推進18,000馬力、40ノット以上。ハルボーン・ディーゼル水ジェット×2、12ノット。

PR72S

本誌1975年12月号で紹介した S F C N社の 530 ト

ン型ミサイル艇10隻が、リビア向けに建造中である。63.2×9.0×2.4。

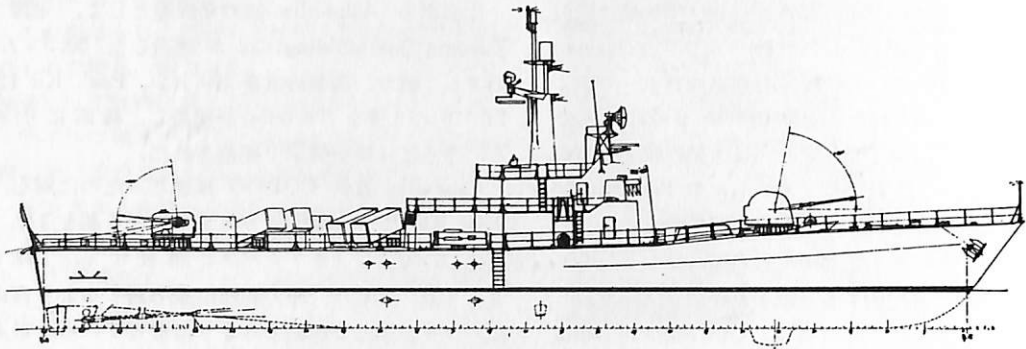
Otomat ミサイル 4、76mm Oto Melara 1、40mm Breda 連装 1、魚雷 2、機雷敷設装置。

Q9—035

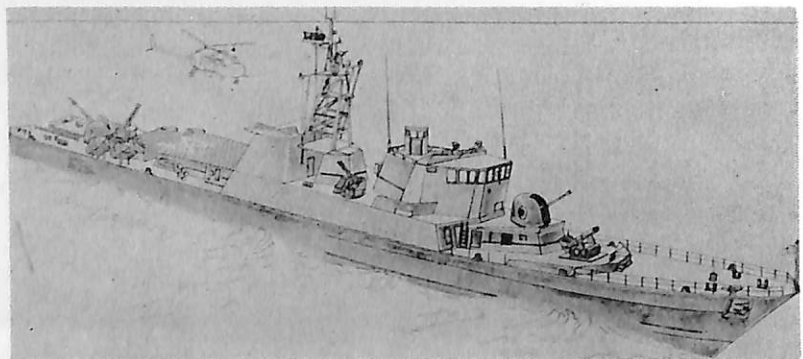
イスラエルは 850 トンの高速ミサイル艇の設計を完了した。77.2×9.2。ガスタービン+ディーゼル 2 軸で連続最大 42 ノット。4,500 海里の航続距離がある。捜索用ヘリコプターを持ち、Harpoon の長距離ミサイルを有効に使用できる。

このような大型ミサイル艇がいわゆる高速艇であるかどうか。いわゆるラストハンプを越さないで、長さを長くして速力をかせいでいる艇は排水量型で、その高速の代表は駆逐艦であろう。この観点から言えば速度長比 V/\sqrt{L} (ノット・メートル) 4 を超えるものはセミプレーニングの範囲に入るだろう。この範囲に入ると速度排水量比 $V/\Delta^{1/3}$ の方が大切になる。

もう一つ、船体・機関等を極度に軽量化することによって高速を得る技術も高速艇技術である。これはその艇の用法に応じ、乗員、補給、メンテナンスなどの面をギリギリまで切りつめる思想上の問題が大きい。船体構造の重量という点になると、これら



第12図
SFCN社の 530 トン
型



第13図
イスラエルの 850 トン
型

第 2 表

艇名	L	B	△	L/△ ^{1/2}	L/B	V	V/△ ^{1/2}	V/√L
島風	99.44	8.9	1342	9.02	11.17	40	12.04	4.01
雷	67.26	6.27	305	9.99	10.73	31	11.9	3.78
Turunmaa	74.1	7.8	770	8.08	9.5	35	11.6	4.07
Q9-035	77.2	9.2	850	8.15	8.39	42	13.65	4.78
PR72S	63.2	9.0	530	7.81	7.02	33.5	11.8	4.21
Nanuchka	60	12	850	6.33	5.0	30	9.7	3.87
Konidis	56	7.9	425	7.45	7.09	34	12.4	4.54
Reshef	58.1	7.62	415	7.79	7.62	32	11.7	4.20
Brave	29.9	7.76	90	6.67	3.85	50	26.1	9.14

の長い艇の構造は、古い駆逐艦の構造思想より軽量化するというは鋼製船体とするかぎり、かなりむつかしいと言える。技術資料を解析すると、イスラエルの艇は極度の軽量化をはかって、その分だけ燃料を増し、航続力を大きくしているが、その他の艇ではアルミ合金船体を採用したもの以外は駆逐艦等と大きくレベルが異るとも思えないようである。

各部重量を正確に比較するだけの資料は無いが、寸法・速力などがどのへんに位置するかを、第2表に示す。“Brave”を滑走艇代表、駆逐艦の代表と

して日露戦争時代の“雷”，大正期に最も高速を得た“島風”を挙げる。Turunmaaはフィンランドのガスタービン・コルベットで、長さで速力をかせぐちょうど限界の位置にある。今日の機関重量と甲板武装重量とのバランスは1,000トン程度までの艇をやたら細長くしてスピードをかせごうとすると復原性に問題が出るので、この程度の艇の速力を上げるためには何らかの高速艇技術を導入する必要がある。

第3表(下表)に世界のミサイル艇の一覧を示す。

Algeria	3×USSR Osa I (SSN-2 Styx), 6×USSR Komar (SSN-2 Styx)
Argentina	2×CMN Combattante II (Gabriel)
Brunei	1×Vosper Brave (SS-12)
Bulgaria	3×USSR Osa I (SSN-2 Styx)
China	60×USSR/PRC Osa I/Hola (SSN-2 Styx), 60×USSR/PRC Komar/Hoku (SSN-2 Styx), 1×PRC Hai Dau (new missiles)
Cuba	5×USSR Osa I (SSN-2 Styx), 16×USSR Komar (SSN-2 Styx)
Denmark	10×Lürssen Willemoes (Harpoon)
Ecuador	3×Lürssen Manta (Exocet)
Egypt	6×USSR Osa I (SSN-2 Styx), 4×USSR Komar (SSN-2 Styx) [8×Egyptian October/Komar (Otomat)]
Finland	4×USSR Tuma/Osa I (SSN-2 Styx)
France	1×CMN Combattante I (SS-11), 4×Aurox/CMN Trident (SS-12)
FRG	20×CMN Type 148/Combattante II (Exocet), 10×Lürssen Type 143 (Exocet)
GDR	12×USSR Osa I (SSN-2 Styx)
Greece	4×CMN Combattante III (Exocet), 4×CMN Combattante II (Exocet)
India	8×USSR Osa I (SSN-2 Styx), [8×USSR Nanuchka (SN-9, SAN-47)]
Indonesia	12×USSR Komar (SSN-2 Styx)
Iran	12×CMN Kaman/Combattante II (Harpoon)
Iraq	10×USSR Osa I (SSN-2 Styx)
Israel	12×Is. Shipyards Reshef (Gabriel), 12×Lürssen Sa'ar/Jaguar II (Gabriel)
Italy	1 [+6]×Allnavi/CNR Sparviero hydrofoil (Otomat), 1×CRDA Freccia (Sea Killer 1)
Ivory Coast	1 [+1]×Franco-Belges 45.5 m (SS-12)
N. Korea	8×USSR Osa I (SSN-2 Styx), 10×USSR Komar (SSN-2 Styx)
S. Korea	7 [+?]×Tacoma PSMM (Standard/Harpoon), 1 [+?]×Tacoma CPIC (Harpoon?), 1×Tacoma Asheville (Standard?)
Libya	4×550 t CNR Corvette (Otomat), 10×SFCN PR72S (Exocet), 3×Vosper Brave (SS-12)
Malaysia	[24×USSR Osa I/II (SSN-2/SSN-II Styx)?] 4 [+4]×CMN Combattante II (Exocet), 4×Vosper Brave (SS-12), [6×Lürssen Jaguar II (Exocet)?]
Norway	6×Snøgg (Penguin 1), 20×Storm (Penguin 1), [14×Bergens/Westermoen Hauk (Penguin 2)]
Poland	12×USSR Osa I (SSN-2 Styx)
Romania	5×USSR Osa I (SSN-2 Styx)
Saudi Arabia	[9×US 190 ft (Harpoon)?]
Senegal	2 [+1]×Franco-Belges/SFCN P48 (SS-12)
Singapore	6×Lürssen Jaguar II (Gabriel)
Somali Rep.	3×USSR Osa II (SSN-11 Styx)
South Africa	[6×Is. Shipyards Reshef (Gabriel 2)]
Spain	6×Lürssen Jaguar II (Harpoon)
Sweden	1 [+16]×Bergens/Westermoen Jägaren/Hauk (Penguin 2)
Syria	8×USSR Osa I (SSN-2 Styx), 6×USSR Komar (SSN-2 Styx)
Thailand	3 (possibly 6)×Lürssen Jaguar II (Gabriel)
Tunisia	3×Franco-Belges/SFCN P48 (SS-12)
Turkey	4×Lürssen Jaguar II (Harpoon), 4×Lürssen Jaguar I (Penguin)
USA	1 [+5]×Boeing PHM hydrofoil (Harpoon), 4×Tacoma Asheville (Standard SSM)
USSR	14×Nanuchka (SSN-9, SAN-4), 120×Osa I/II (SSN-2/SSN-11 Styx)
Venezuela	3×Vosper 37 m (Otomat)
Yugoslavia	10×USSR Osa I (SSN-2 Styx), [10×Yugoslav design? (Exocet)]

Engineering Course : Diesel Engine <26>

by Zenzaburo Saito

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

齋藤善三郎

三菱重工業

第6章 高速ディーゼルエンジン (つづき)

6.12 中小形高速ディーゼルエンジン

6.12.1 中小形高速ディーゼルエンジンの概要

大出力のエンジンを考えた場合には、数万PSに及ぶ低速のディーゼルエンジンを使用すればよいと常識的に考える。しかし軽量大出力エンジンが必要となると、これでは通用しない。大出力でも重くては使い物にならないのである。そこで皆で考えてみよう。

軽いエンジンと言えば手近かのところでは、まず自動車に搭載されているガソリンエンジンということになる。軽量大出力ということなので、次にはシリンダ数を多くすることになる。実際にこの考え方で実現したものに、航空機用ガソリンエンジンがある。次がその例である。

P & W社ツインワズプメジャR-4360—TBS 3—G形エンジンは、4列星形配置でシリンダ数28 (シリンダ内径 146mm 行程 152mm), 出力 3,500 PS/2,700 rpm である。

カーチスライト Curtis Wright 社の R—3350—998—TC18EA 形エンジンは、複列星形でシリンダ数18 (シリンダ内径 155mm, 行程 160mm), 出力は 3,400PS/2,900rpm である。(図 6.12.1.1参照)

更に大出力にするには、シリンダ内径を大きくすることが思い浮かぶであろう。しかしガソリンエンジンでは、シリンダ内径を大きくするとノッキング傾向を増すために、一般には約 150mm クラスまでが最大径として実用されているにすぎない。

たとえガソリンにおいて、もしシリンダ内径を大きくする解決がなされても、実用上でもう1つ大きな問題点がある。それはガソリンエンジンは、燃料

消費率が高いという本質的問題である。

エンジン自身が軽量であっても、燃料積載重量を考えるとそのメリットも消えてしまう。

ディーゼルエンジンはガソリンエンジンにくらべて、燃料消費率は数10%低く経済的であり、燃料は軽油で引火性の上から安全である。またディーゼルエンジンはガソリンエンジンと違って、シリンダ内径を大きくする点で技術上の問題は少なく、かつ容易である。しかも軽量化には高速ディーゼルエンジンという手がある。このような考え方に立って、軽量大出力のエンジンを得るには、高速ディーゼルエンジンのシリンダ内径の大口径化が解決策となる。

トラック用を含む車輻用高速ディーゼルエンジンは、シリンダ直径 150mm クラスまでは、数多く世界の各国で生産されている。このクラスは、本講で

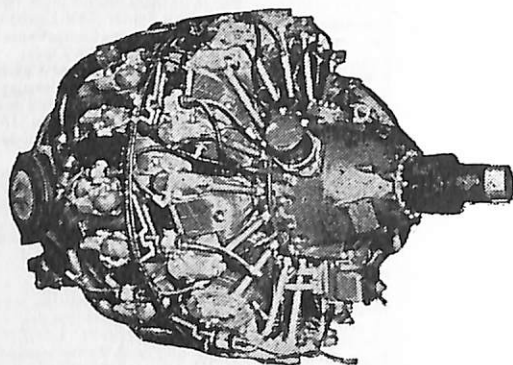


図 6.12.1.1 Curtis Wright ガソリンエンジン (航空機用)

出力	3400PS/2900rpm
星形複列	18シリンダ—155×160
総行程容積	55 l
重量	1.67 t

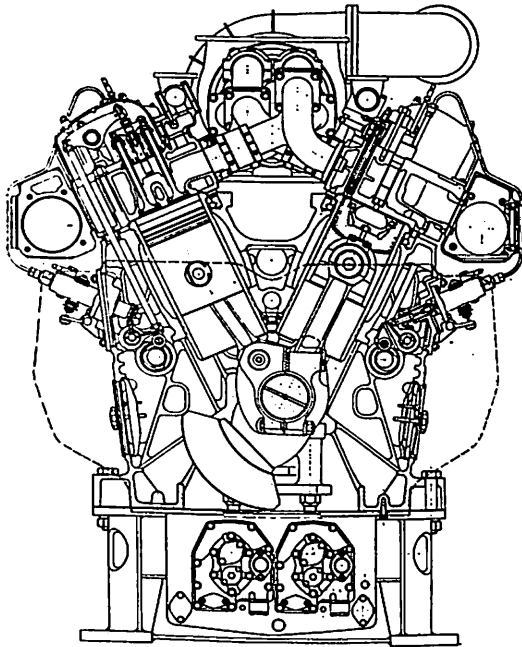


図6.12.1.2
SACM AGO 20VESHR 形ディーゼルエンジン断面図

各種のエンジンを理解する上での便宜上、シリンダ内径150mm までを小形エンジンとして層別したが、その小形高速ディーゼルエンジンの部類に属する。

さきに述べたように大出力の航空用ガソリンエンジンのシリンダ内径は、約 150mm クラスが最大だが、小形高速ディーゼルエンジンのシリンダ内径も 150mm までであって、150mm という数字が、小形高速エンジンの1つの指標数字として興味深い数値である。

本講ではシリンダ内径 150mm 以上を中小形エンジンと称し、「大きさ別の分類」としている。また、ピストン速度 10 m/s 以上、回転速度 1,500 rpm 以上、を高速エンジンと呼ぶ。従ってここに中小形高速ディーゼルエンジンと呼ぶのは、シリンダ内径 150mm 以上で、ピストン速度 10m/s 以上、回転速度 1,500 rpm のディーゼルエンジンを指すことになる。

中小形高速ディーゼルエンジンのシリンダ内径は、主として 180mm が多かったが、200mm 級には最大シリンダ内径 240mm のクラスも実用化されている。

これは大きさ別にみると、中形エンジン級の範囲に入ることになるべき性質のものである。(図6.12.1.2 参照)

大出力軽量ディーゼルエンジンとしての現代の代

名詞は、中小形高速ディーゼルエンジンである。このクラスが車輻用の小形高速ディーゼルエンジンと異なる点は、大出力を得るために、車輻用小形高速ディーゼルエンジンをボアアップして相似的に拡大したにとどまらず、平均有効圧を高くして飛躍的大出力を実現した点である。

ここでもう一度、大出力軽量エンジンを実現する基本公式をふり返ってみよう。即ち公式 [4.8.8] がこれである。

公式 [4.8.8]

$$P_e = \frac{p_e V n}{k}$$

ここに

P_e : 軸出力 (PS)

p_e : 正味平均有効圧 (kg/cm^2)

V : 総行程容積 (l)

n : 回転速度 (rpm)

k : 900 (4サイクルの場合)

450 (2サイクルの場合)

公式 [4.8.8] にみるように出力 P_e を大きくするには、

- (1) 回転速度 n を大きくして高速化をはかる。
- (2) シリンダ直径を大きくしてかつシリンダ数を増して総行程容積 V の増大をはかる。
- (3) 係数 k の値を小さくする。即ち 2 サイクルエンジンの採用。
- (4) 正味平均有効圧 p_e を高くする。

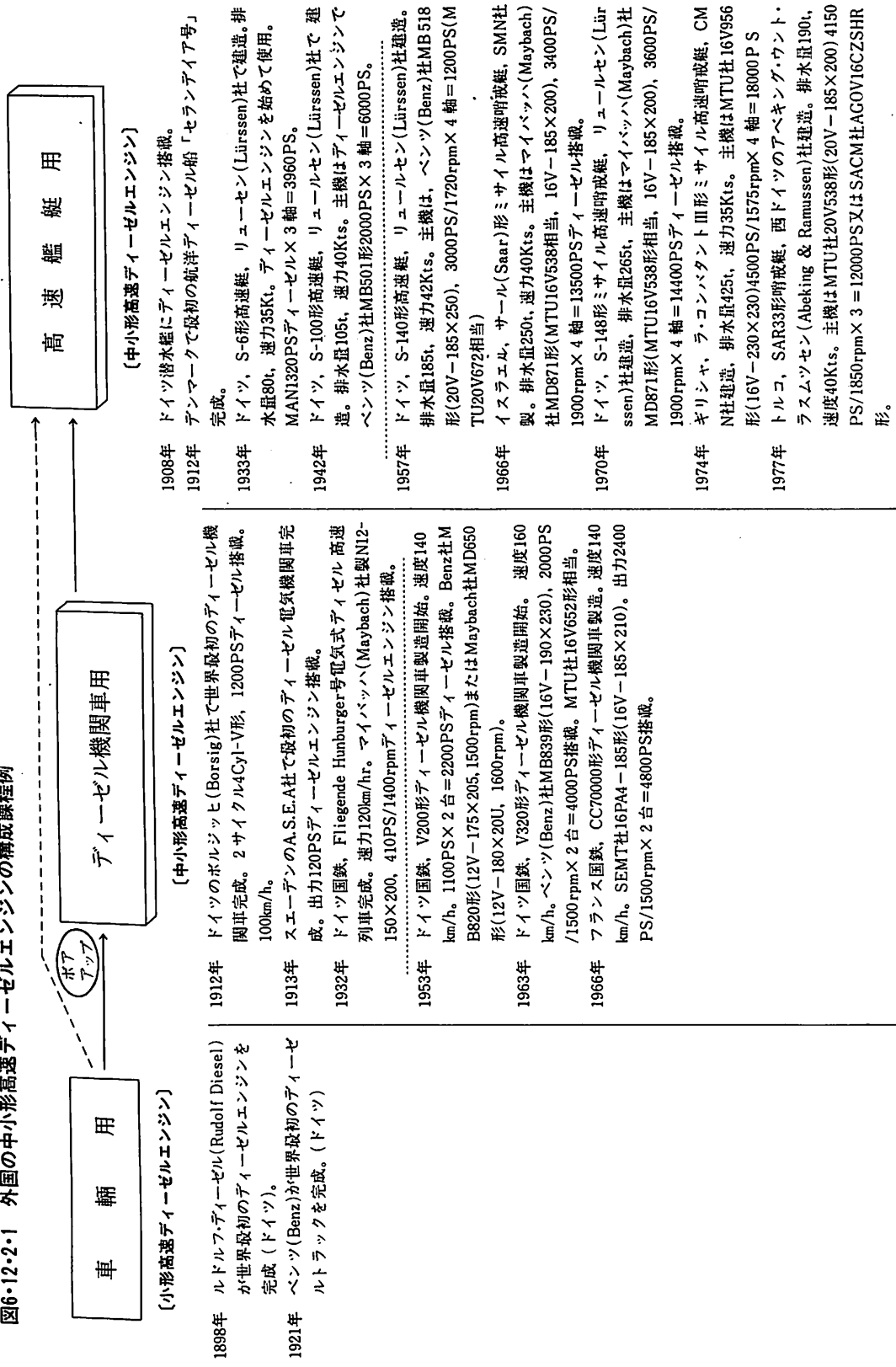
の4つに要約される。

今まで述べたことは第(1)項の回転速度 n の大きい高速ディーゼルエンジンの推奨であり、また第(2)項のシリンダ内径の増大による総行程容積 V の増加である。もちろん第(3)項の 2 サイクルの採用機種もある。しかしこれらは何れも、大なり小なり車輻用の小形高速ディーゼルエンジンの出力アップにも利用されている。ここで特にあげたいのは第(4)項の平均有効圧 p_e のアップであり、これが中小形高速ディーゼルエンジンで果した大出力化への寄与は大きい。

ちなみに中小形高速ディーゼルエンジンの正味平均有効圧 p_e は、最大約 $18 \text{kg}/\text{cm}^2$ 程度まで実用される。

中小形高速ディーゼルエンジンは、欧米で早くから実用に供されている。用途としてはディーゼル機関車用および高速艦艇用の2つが主である。戦後の1950年以後のドイツおよびフランスでは、各種中小

図6・12・2・1 外国の中小形高速ディーゼルエンジンの構成課程例



高速艦艇用

【中小形高速ディーゼルエンジン】

1908年 ドイツ潜水艦にディーゼルエンジン搭載。
 1912年 デンマークで最初の航海ディーゼル船「セラナンディア号」完成。
 1933年 ドイツ、S-6形高速艇、リュールセン(Lürssen)社で建造。排水量80t、速力35Kts。ディーゼルエンジンを始めて使用。
 1942年 MANI320PSディーゼル×3軸=3960PS。
 ドイツ、S-100形高速艇、リュールセン(Lürssen)社で建造。排水量105t、速力40Kts。主機はディーゼルエンジンでベンツ(Benz)社MB501形2000PS×3軸=6000PS。
 1957年 ドイツ、S-140形高速艇、リュールセン(Lürssen)社建造。排水量185t、速力42Kts。主機は、ベンツ(Benz)社MB518形(20V-185×250)、3000PS/1720rpm×4軸=1200PS(MTU20V672相当)
 1966年 イスラエル、サール(Saar)形ミサイル高速哨戒艇、SMN社製。排水量250t、速力40Kts。主機はマイバツハ(Maybach)社MD871形(MTU16V6538相当、16V-185×200)、3400PS/1900rpm×4軸=13500PSディーゼル搭載。
 1970年 ドイツ、S-148形ミサイル高速哨戒艇、リュールセン(Lürssen)社建造。排水量265t、主機はマイバツハ(Maybach)社MD871形(MTU16V538形相当、16V-185×200)、3600PS/1900rpm×4軸=14400PSディーゼル搭載。
 1974年 ギリシャ、ラ・コンバンタントIII形ミサイル高速哨戒艇、CMN社建造。排水量425t、速力35Kts。主機はMTU社16V956形(16V-230×230)4500PS/1575rpm×4軸=18000PS
 1977年 トルコ、SAR33形哨戒艇、西ドイツのアベキング・ウント・ラスムツェン(Abeking & Ramussen)社建造。排水量190t、速力40Kts。主機はMTU社20V538形(20V-185×200)4150PS/1850rpm×3=12000PS又はSACM社AGOV16CZSHR形。

ディーゼル機関車用

【中小形高速ディーゼルエンジン】

1912年 ドイツのボルジッヒ(Borsig)社で世界最初のディーゼル機関車完成。2サイク4Cyl-V形、1200PSディーゼル搭載。100km/h。
 1913年 スエーデンのA.S.E.A社で最初のディーゼル電気機関車完成。出力120PSディーゼルエンジン搭載。
 1932年 ドイツ国鉄、Fliegende Hunburger号電気式ディーゼル高速列車完成。速力120km/hr。マイバツハ(Maybach)社製N12-150×200、410PS/1400rpmディーゼルエンジン搭載。
 1953年 ドイツ国鉄、V200形ディーゼル機関車製造開始。速度140km/h。1100PS×2台=2200PSディーゼル搭載。Benz社MB820形(12V-175×205、1500rpm)またはMaybach社MD650形(12V-180×20U、1600rpm)。
 1963年 ドイツ国鉄、V320形ディーゼル機関車製造開始。速度160km/h。ベンツ(Benz)社MB839形(16V-190×230)、2000PS/1500rpm×2台=4000PS搭載。MTU社16V652形相当。
 1966年 フランス国鉄、CC70000形ディーゼル機関車製造。速度140km/h。SEM社16PA4-185形(16V-185×210)。出力2400PS/1500rpm×2台=4800PS搭載。

車 輻 用

【小形高速ディーゼルエンジン】

1898年 ルドルフ・ディーゼル(Rudolf Diesel)が世界最初のディーゼルエンジンを完成。(ドイツ)。
 1921年 ベンツ(Benz)が世界最初のディーゼルトラックを完成。(ドイツ)

形高速ディーゼルエンジンの製作が盛んである。

日本では高速艦艇用を中心に発達したが、戦後1950年代から始まった国鉄ディーゼル化に当っては、ディーゼル機関車用の適当な大出力軽量の中小形高速ディーゼルエンジンがなかったため、欧米よりの輸入エンジンに頼り、1960年代に始めて国産化した状態である。

燃料経済、資源経済の点からすぐれている高速ディーゼルエンジンは、今後ますます大出力化、軽量化と言われる。やはり焦点の1つは中小形高速ディーゼルエンジンであり、注目すべきエンジンである。中小形高速ディーゼルエンジンのライバルには、原動機として発達の著しい大出力のガスタービンがある。この場合のきめ手は出力当り重量と燃料消費率の2点に絞られる。このような意味でも、興味深い中小形高速ディーゼルエンジンについて以下に説明する。

6.12.2 外国の中小形高速ディーゼルエンジンの構成過程

構成過程、わかり易く言えば歴史である。中小形高速ディーゼルエンジンは欧米では主としてドイツ、フランスを中心に発達した。その構成の概要を図6.12.2.1に示す。

世界最初のディーゼルエンジンがドイツのルドルフ・ディーゼル (Rudolf Diesel) により、1898年に完成してから早くも1900年代の始めにおいて、1908年にドイツ潜水艦に、1912年にドイツのディーゼル機関車に、1912年にデンマークの航洋船にそれぞれディーゼルエンジンが世界ではじめて搭載された。

1921年にはドイツのベンツ (Benz) が世界最初のディーゼルトラックを完成している。燃料経済と燃料の安全性と大出力化の可能性によるものである。

問題点は出力当り重量がガソリンエンジンに比べ大きい、即ち重いことが欠点であった。直ちに高速化が指向され Ricard 社は高速ディーゼルエンジン用渦流燃焼室を1925年に完成している。

このようなスタートを切った高速ディーゼルエンジンは、大出力化の要求に対しては、その後中小形高速ディーゼルエンジンの方向にずすみ、用途としてはディーゼル機関車と高速艦艇用の2大用途で主として発達した。

6.12.2.1 外国の高速艦艇用の中小形高速ディーゼルエンジン

ドイツでは早い時期に、高速魚雷艇の主機にディ

ーゼルエンジンを採用した。従来は主機としてガソリンエンジンを使っていたが、燃料経済、引火性の点から切替えている。

S 6 形高速艇

ドイツ海軍は1933年にはじめて、MAN社の1,320 PSのディーゼルエンジンを3軸合計 3,960PSを搭載したS 6形高速魚雷艇をリュースェン (Lürssen) 造船所で建造した。全長32.4m、巾4.9m、排水量80トンで速度は35ノットを出す。これが高速艇にディーゼルエンジンを搭載した最初である。(図6.12.2.2 参照)

軽量・大出力のエンジンを得ることは難しいことであるが、高速艇の初期の頃は特に大へんであった。

高速艇でスピードを出そうと思ったら、艇体を軽く作り、大馬力のエンジンを積み、高速に適した船型にしなければならない。船体を軽く作るのは容易なことではないが、大出力のエンジンを得るのも簡単ではない。単に出力だけ大きくても、重いエンジンでは使い物にならない。軽いといっても外形の大きいものでは小さな艇内におさまらない。軽量で小形でしかも大きな馬力が必要である。

艇を推進するに要する馬力は、船型、航走状態で異なるが、ここでは簡単に一般の場合(半滑走状態以下)で見ると、ほぼ船速の3乗に比例する関係がある。

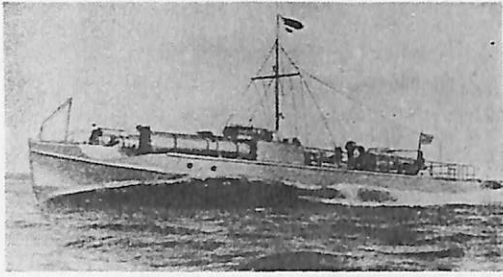
もし小形艇で200PSで15ノットの船速であった場合に、船速を仮に30ノットにあげようとするならば、船速の3乗の方法で単純に概算してみると

$$200\text{PS} \times \left(\frac{30}{15}\right)^3 = 200 \times 8 = 1,600\text{PS}$$

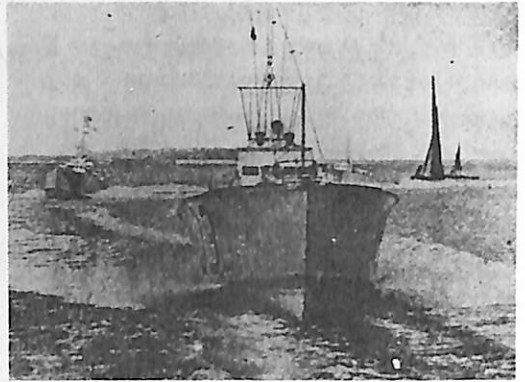
となる。非常に大馬力のエンジンが必要であり、当然大きさも大きくなり、重量も増大することがわかる。軽量小形化しなければ搭載はむずかしいことになる。

MTB 1 形高速艇

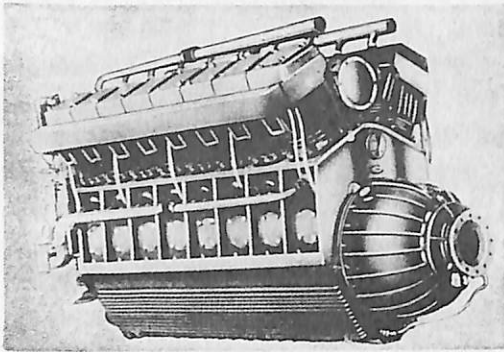
1936年イギリスのブリテッシュ・パワー・ボート (British Power Boat) 社で建造された英海軍 MTB 1 形高速魚雷艇 (図6.12.2.3参照) は、長さ18.3m、巾4m、排水量18トン、船速38ノットであるが、主機はナビア (Napier) 社のライオン (Lion) 形500PSの水冷式の航空ガソリンエンジンを高速魚雷艇用に改造して搭載した。3台で合計1,500PSの出力を得た。



艇 : 建造/1933年(ドイツ)
 排水量/80トン
 長さ×巾/32.4×4.9m
 速力/35ノット
 主機 : MAN 1,320PS×3軸=3,960PS
 図6.12.2.2 S6形高速艇外観



艇 : 建造/1936年(イギリス)
 排水量/18トン
 長さ×巾/18.3×4m
 速力/38ノット
 主機 : Power Nier Sea Lion 500PS
 ×3軸=1,500PS
 図6.12.2.3 MTB1形高速艇外観



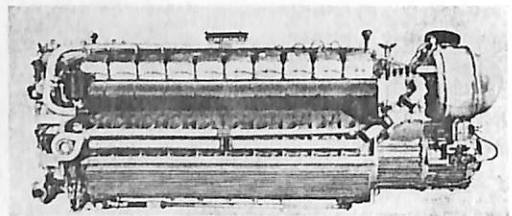
LOF 6形
 1,350PS/1,600rpm
 16V-175×230
 図6.12.2.4 Mercedes Benz LOF
 6形外観



艇 : 建造/1942年(ドイツ)
 排水量/197トン
 長さ×巾/32.4×4.9(m)
 速力/37ノット
 主機 : Mercedes Benz MB501形2,000
 PS×3軸=6,000PS
 図6.12.2.5 S100高速艇外観



艇 : 建造/1957年(ドイツ)
 排水量/160トン
 長さ×巾/42.5×7.0(m)
 速力/42ノット
 主機出力/12,000PS(4軸)
 図6.12.2.6 S140形変速艇外観



Mercedes Benz MB518形ディーゼルエンジン
 3,000PS/1,720rpm
 20V-185×250
 図6.12.2.6附図

なお1930年に同社は自動車エンジンを舶用化して、高速艇用のエンジンを開発した。総行程容積4.5lで100PSを出す、重量は360kgという重いものであったが、当時としては画期的に軽いエンジンであった。

このように初期は適当な軽量大出力のエンジンを発見することが第1の問題であった。

現在の高速艇でも、やはり同じ事情は大なり小なり存在する。軽量大出力ディーゼルエンジンを各種中小形高速ディーゼルエンジンの中から求め、更に大出力を必要とする場合は、2台または3台と複数で使用したり、または航空機用ガスタービンを舶用化したものを使用したり、更にこれにディーゼルエンジンと併用したりして、艇に適應したものを選定することが行なわれている。

大切なことは艇に合ったエンジンをさがすと共に、場合によっては、艇をエンジン出力に適合合わせようとする調整的考慮も必要である。

さてドイツでは1933年に、S6形高速魚雷艇にMAN社の1,350PSのディーゼルエンジンをはじめて搭載したことはすでに述べたが、これは有名な戦艦ドイツランドのエンジンから出発した2サイクルエンジンであって、背が高く振動が多いと評された。

S10形高速艇

ついでドイツ海軍では1935年に長さ32.4m、巾4.9m、排水量97トンのS10形高速魚雷艇の建造を始めたが、主機としては、メルセデス・ベンツ(Mercedes Benz)社の飛行船用のディーゼルエンジンLOF6形を舶用化して3台搭載し、出力の合計4,050PSで37ノットを得た。(図6.12.2.4参照)

S18形高速艇

S18形高速魚雷艇は長さ34.6m、巾8.1m、排水量95トン、速度38ノットで、1938年に建造された。主機はメルセデス・ベンツ社の飛行船用ディーゼルエンジンの16シリンダをシリンダ数20に増し、過給したディーゼルエンジン(20V-175×230)2,000PS/1,600rpmを3台搭載し、合計6,000PSの出力であった。

S100形高速艇

1942年に建造のS100形高速魚雷艇は、長さ34.9m、巾5.1m、排水量105トン、船速40ノットである。主機はメルセデス・ベンツ社のMB501形2,000PSのディーゼルエンジンを3軸使用している。(図6.12.2.5参照)

元ドイツ海軍魚雷艇部 W. Gördes 氏の回顧談記録に非常に興味深い技術的発言がある。それは「ベンツ社のディーゼルエンジンは、飛行船のエンジンから出発し、競走用自動車エンジンや飛行機用エンジンの経験を参考として、小形小出力のものから大出力ディーゼルエンジンに発展していったのに反して、マン社は大形大出力のポケット戦艦のエンジンから出発して形を小形にし、しかも大出力のものにしようとしたから、材料が対応できない。前者が当時まさっていた理由である」の由。

中小形高速ディーゼルエンジンの構成過程として重要な見解である。

このような構成の過程を通じ、第2次世界大戦後の1950年代、1960年代をへて現1970年代の中小形高速ディーゼルエンジンの実際はどうか?搭載対象の高速艇はどんな状況か?最近のジェーン(JANE)年鑑では、高速艇を高速哨戒艇(Fast Patrol Craft)と高速襲撃艇(Fast Attack Craft)に区分しているが、魚雷艇は後者に属している。魚雷艇はすべて的高速艇の先端を切っているもので、しばしば高速艇の代名詞とされる。船速も高速艇のなかで最も早く、主機は大出力軽量エンジンを必要とする。

「艇」というと、計画排水量1,000トン以下を指すのが日本では通例である。魚雷艇は排水量約200トン程度までである。

S140形高速艇

西ドイツ海軍のS140形高速魚雷艇は全長42.5m、巾7.0m、排水量160トンで速力42ノットである(図6.12.2.6参照)。主機は中小形高速ディーゼルエンジンのベンツ社MB518形(20V-185×250)、3,000PS/1,720rpmを4台搭載し、その出力は合計12,000PSにおよび、1957年の建造の大形高速魚雷艇である。

フレッチャ級高速艇

長さ46.1m、巾7.2m、排水量175トン、速力40ノットのフレッチャ Frecia 形高速魚雷艇は、1965年にイタリアで建造された(図2.16.2.7参照)。主機はフィアット(Fiat)社の3,800PSディーゼルエンジン2基と Metrovik-Nuove Reggiane のガスタービン4,250PS1基合計11,860PSで、いわゆるCO DAG(Combined Diesel and Gasturbine)方式である。大形的高速魚雷艇の例である。

以上は大形的高速魚雷艇の例をあげたが、船速の面から魚雷艇をみると、ディーゼルエンジン艇では



図6.12.2.7 Frecai 級高速艇外観

艇 : 建造/1965年(イタリア)
 排水量/175トン
 長さ×巾/46.1×7.2(m)
 速力/40ノット

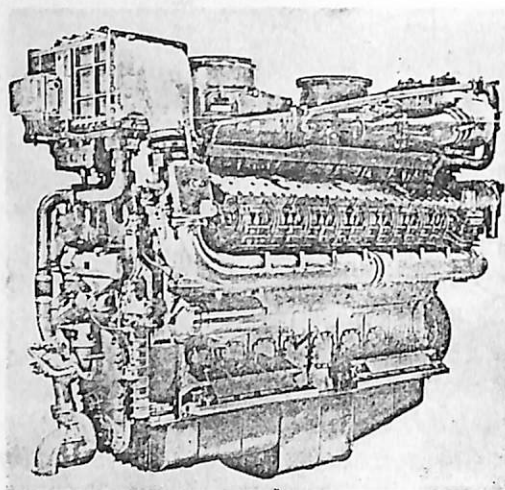
主機: Fiat社 3,800PSディーゼル×2基
 Metrovik-Nuove Reggiane ガ
 スタービン4,250PS×1基。
 計11,860PS



サール (Saar) (イスラエル)
 建造/1966年CMN社(フランス)
 排水量/220トン
 長さ×巾×吃水/44.95×7.01×1.80m
 速力/40ノット

主機: Mayback MD871 (MTU16V538
 形相当) 3,400PS/1,900rpm×4
 軸=13,500PS

図6.12.2.8 Saar形ミサイル高速哨戒艇外観



Mayback MD871形ディーゼルエンジン
 3,400PS/1,900rpm
 16V—185×200

図6.12.2.8 附図



株式 大阪造船所

本 社 大阪市港区福崎3丁目1-201
 電話 大阪 大代表 (571) 5701
 東京事務所 東京都中央区日本橋本町1-6
 電話 東京 (241) 1181・7162・7163・7167

40ノット台、ガスタービン艇では50ノット台にそれぞれ到達している。

1960年代前半はこのような高速魚雷艇が花形であったが、1960年代後半にはミサイル高速哨戒艇が、これに代って各国で多数建造されている。(図6.12.2.8 参照)

ミサイル高速哨戒艇とは一般に対水上艦船用ミサイル(Surface to Surface Missile, 略称SSM)を装備した高速哨戒艇を指す。

ミサイルを高速哨戒艇等についで、大形艦を攻撃するという発想がスタートである。

その威力は1967年10月の実例で実証された。シナイ半島を行動中のイスラエル駆逐艦エイラート(Eilat・排水量1,710トン)をミサイルが直撃したが、このミサイルはポートサイド港内にあったエジプトのコマール(Kommer)形ミサイル高速哨戒艇から発射されたスティクス(Styx)形ミサイルであると推定された実戦例で、これは対艦ミサイルの最初の実用例である。その高い性能を示したことは各国にミサイル哨戒艇の充実と保有をはかる契機を与えた。

ミサイル高速哨戒艇は従来の魚雷艇の他に、高速艇の分野に新しい用途をもたらしたことを意味する。

魚雷艇は微速で商船または艦艇に接近し、攻撃完了して回避する時、または群をなして強襲する時などに高速力を必要とする。だから搭載エンジンには特別全力、インターミッテント・レーティングというような短時間の高出力が要求される。

艇としては接近戦用の艇である。(図6.12.2.11)

対艦ミサイルSSM自身は、魚雷にくらべて格段の運動性能をもつ。高速艇搭載のミサイル射程は20kmから40kmに及ぶものが装備される。

従ってミサイル高速哨戒艇は魚雷艇にくらべて交戦距離は伸び、活動海域は広い。艇の速力が高速であることは絶対条件ではなく、2次の要求性能になっている。むしろ高速航続力が焦点となる場合が多い。搭載エンジン性能としては連続最大出力が重要である。

高速魚雷艇の要目には最高速力が特記されるが、ミサイル高速哨戒艇には、例えば600漕/30ノットと言ったような表現の航続力の項目が特記される例が多い。

ミサイル高速哨戒艇の特色を知る上で、主として魚雷艇との運用上の差異をとりあげた。それはそのまま搭載エンジンにつながる。

中小形高速ディーゼルエンジンの用途としてのミサイル高速哨戒艇は大きな市場である。(つづく)

信頼ある最高精度

TAMAYA 天文航法計算機

新発売

NC-2

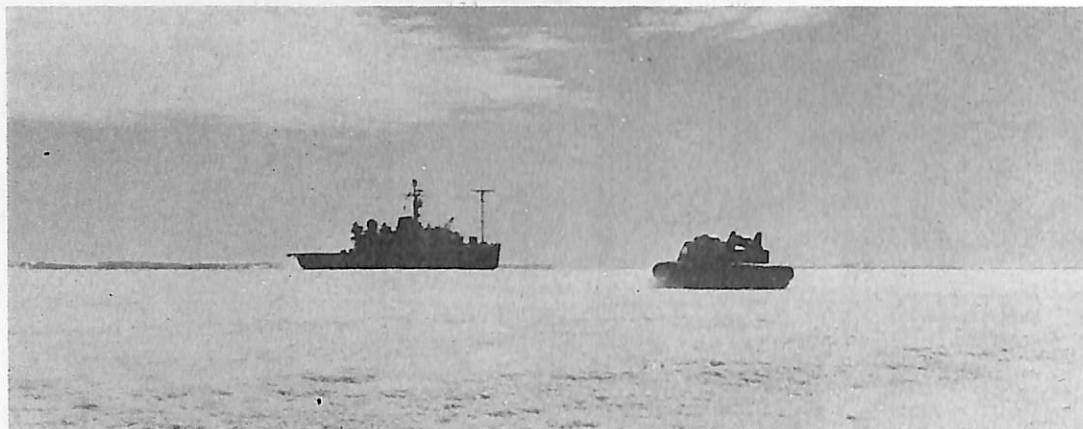


「航海用六分儀」のメーカー玉屋商店が、自信をもって製作したこのハンディ・タイプの計算機は、六分儀による天測後の計算と、各種の航法計算プログラムを内蔵したもので、これまでの、天測計算表やトラバース表など、数多くの計算表をくり返し使って行われていた航法計算が、まったく簡単に、速く、しかも正確に算出できる画期的なものです。

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



南極におけるホバークラフトの運航実験

18次南極地域観測隊（1976～78）は本年1月末、小型ホバークラフトの運航実験を南極海氷上で行なった。今回の実験は、ホバークラフトの海氷上での推進抵抗の推定や、噴流空気による雪の舞上げ、艇体やスカートへの着氷など、極地における耐寒性能に加え、各種環境条件に対する基本的なデータの収集を目的として行なわれたものである。

実験は南緯68'40"、東経38'40"（近くの）リュッオホルム湾内の砕氷艦「ふじ」が接岸している厚さ1.3～1.5mの定着氷上で行なわれ、延17時間の運転を通して、期待通りの推進性能や障害物の通過性能、操縦性能、さらには予想以上に少ないフレキシブルスカートの摩耗量、などが確認された。しかしながら、今年の南極の夏は非常に天候に恵まれ、検討対象とされていた低温による障害は何も発生しな

かった。

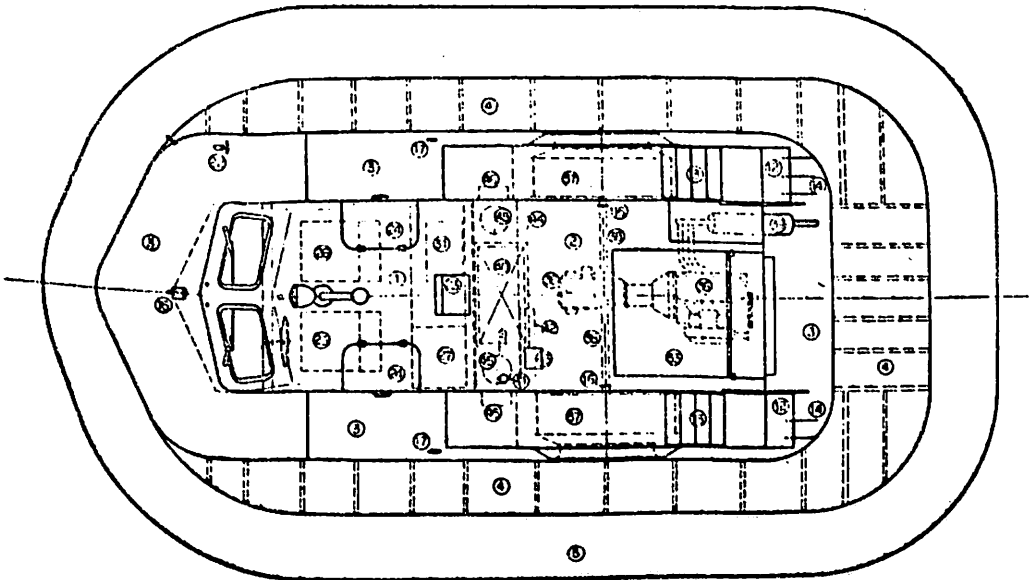
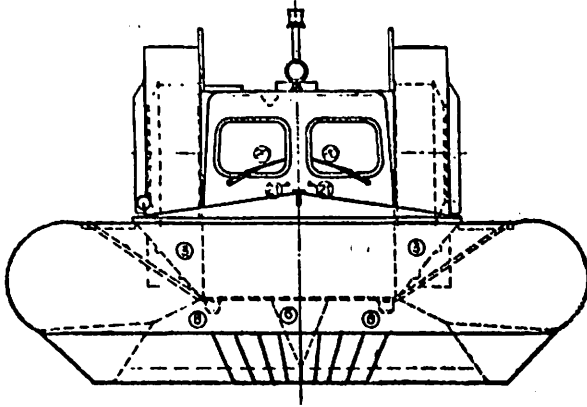
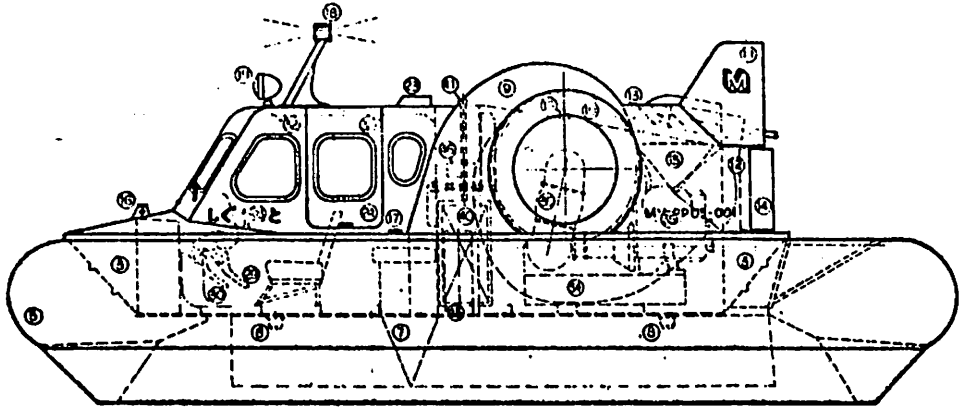
今回の実験に使用されたホバークラフトは、三井造船にて建造されたMV P P05と呼ばれる全長6.83m、全幅4.23m、全高2.70m、重量1,350kg、5人乗りの小型試験艇で126PSの小型船用ガソリン機関により艇の両舷に設けられた遠心式ファンを駆動し、推力および浮上力を得ている。

この運航実験の結果、南極地域で少くとも夏期のオペレーションには、ホバークラフトは十分に使えるとの結論が得られた。南極観測事業を推進している国立極地研究所では、海氷がゆるみ雪上車の運用が危険となる夏場の海氷上での調査活動や物資の輸送に、ホバークラフトの利用を真剣に検討しており、今回の実験をふまえて、今後もより具体的な検討を進めて行くこととなった。



写真（上・下）
定着氷上を走る三井造船製
MV P P05ホバークラフト

三井造船MVPP05ホーバークラフトの概形図



安全公害の話題／海上衝突予防法の改正について

千原伸夫

海上保安庁航行安全企画課

第80回国会において海上衝突予防法が成立し、6月1日に公布されたが（昭和52年法律第62号）、同法は現行海上衝突予防法（昭和28年法律第151号）の全面改正法であると同時に、「1972年の海上における衝突の予防のための国際規則に関する条約」（今国会において締結について承認済）の批准のための国内法という性格を有している。

現行海上衝突予防法も、1960年国際海上衝突予防規則（模範法典）を国内法化したものであるが、そもそも海上における船舶の衝突のための法制については、海上交通の有する国際性から、各国がまちまちに船舶の航法規制を行なうことによって生ずる混乱を防止するため、1889年ワシントンで開催された国際会議において国際規則が作成されて以来、国際的に統一されたルールが採用されており、日本を含め主要海運国はいずれもその国際規則をそのまま国内法化している。

今回、新たな国際ルールが採択されたのは、海上交通のふくそう化、船舶の大型化・高速化、レーダの発達等近年における海上交通の実態の変化に対応するためであるが、特にその基本思想において変更があったわけではない。海上衝突予防法（以下「本法」と呼ぶこととする。）が、現行法の全面改正法となっているのは、もともと「航海術の運用マニュアル」という性格を有する国際規則にできる限り近い配列とするためであり、同規則がこれを遵守する船員に分り易いように条文構成を整理したことに対応するものである。また、同規則は燈火、信号等の位置、技術基準等船員に対するというよりは船舶所有者、造船業者に対する規制に関するものは、附属書に規定することとしているので、本法においてもこれらの事項は運輸省令で規定することとし、体系の整理を図っている。なお、規則（条約）は、既に発効要件をみたし、今年7月15日から国際的に発効することとなっているが、本法もこれと同時に施行される予定である。主要内容は次のとおりである。

（1）適用対象（第2条）

本法は、海洋及びこれに接続する航洋船（陸岸から相当程度離れた沖合を長時間航行できる船舶）が航行することができる水域の水上にあるすべての船舶について適用される。すなわち、本法は概ねすべ

ての海域に適用される海上交通ルールに関する一般法である。（本法の特別法として海上交通安全法、港則法がある。）

2）航法（第2章）

本法の中心は、何といても航法に関する規定であるが、本法第2章では、航法を視界の状態（あらゆる視界の状態、相互に相手船を視認している状態、視界制限状態）に応じて3節に分けて規定している。航法の基本原則については、特に現行法から根本的に変わった点はないのであるが、従来船員の常務に委されていた一般的注意義務について明文の規定を置くことにより、安全確保の思想を一層前面に打ち出している。その典型的なものは、船舶はすべての利用可能な手段により、常時適切な見張りを維持しなければならないとする第5条と、船舶は視界の状態、海域のふくそう状況等を考慮して常時安全な速力で航行しなければならないとする第6条である。また、レーダを使用している船舶については、レーダプロットングを行なう等その適切な使用を義務づけることとした（第7条）。そのほか、最近の船舶交通のふくそう化に対応して、ふくそう水域における航行の安全を図るため、政府間海事協議機関（IMCO）が採択した分離通航方式に係る航法を定めている（第10条）。これは、現在IMCOの勧告ベースで64カ所の水域について行なわれている分離通航（日本近海ではなし）に法的強制力を与えようというものである。同じくふくそう水域である狭い水道についても、横切りを制限し、相手船の協力動作を必要とする追越しの場合に行なう信号を定める等規定を整備している（第9条）。また、大型タンカーのように旋回半径が大きく停止距離の長い船舶の出現に対応し、保持船の針路・速力の保持義務の早期解除を認めることとした（第17条）。

（3）燈火及び形象物（第3章）

ホーパークラフト（黄色のせん光燈表示）、プッシュバージ（1隻の動力船としての燈火表示）、喫水制限船（紅色の三連携の燈火表示）等の燈火に関する規定を新設するとともに、50m以上の船舶の燈火の視認距離を概ね1海里延長する（例えば、マスト燈の視認距離を5海里から6海里とする）こととしている（第22条）。

52年版鋼船規則等の改正案を承認

—昭和52年度第2回技術委員会—

去る5月9日、東京・丸の内の日本工業倶楽部で開かれたNKの52年度第2回技術委員会において、NKの52年版鋼船規則、内部防熱式液化ガスタンク船基準等の改正案が上提され、慎重審議の結果ほぼ原案どおり承認された。主なものは次のとおりであるが、これら承認された改正案は、所定の手続きを経たのち、来年度の鋼船規則集および同検査要領に収録される予定である。

船底検査も延期できる見込み

船底部の検査間隔に関する鋼船規則B編1章1.1.13の規定の改正案が承認された。これにより来年の発効後は、船底検査も定期的検査と同様、1カ月ないし5カ月の範囲で延期できるようになる見込みである。

同じくB編で、平水区域を航行区域とする船舶の定期的検査の種類と間隔を船舶安全法と同等に緩和した規則の新設案が承認された。これは海外における港湾建設事業等の増加に伴い、非自航作業船に随伴して運航中の多数の平水区域船がNK船級を取得するケースが多いことに対応して新設しようとするものである。

鋼船規則の各編を国際統一規格に合わせる

鋼船規則のC、D、E、FおよびGの各編の部分的な改正案もすべて承認されたが、改正案の大部分は各船級協会間で合意を見た国際統一規則に従ったものである。

特にD編における内燃機関の掃除空気室の消火装置の設置、G編の蒸気タービンおよび補機の子備品その他従来の要具ならびに装備品の各規定の改正案は、国際統一規則や実情に合わせたものがあることが注目される。

鋼船規則の改正案と歩調を合わせてC、D、GおよびJ編関係の検査要領の改正案も承認された。その一部を紹介すれば排気タービン過給機の量産機器としての検査要領、機関無人化の際のビルジ警報装置および防火と火災探知装置の検査要領ならびに梁

・梁柱・甲板桁・甲板の構造に関する検査要領の新設案や大幅な改正案などがあげられる。

内部防熱方式液化ガスばら積み船規準の改正案も承認

液化ガスばら積み船の構造規則はIMCOコードに合わせてすでに全面的に改正されているが、今回内部防熱方式の液化ガスタンク船の規準もIMCOコードに従って全面的な見直しが行なわれ、その改正案が上提されて承認された。

この承認された規準案は、所定の手続きを経たのち、近く発行される英文規則別冊「液化ガスばら積み船及び危険化学薬品ばら積み船規則」のGuidanceに収録される予定である。

コーラムシャ(イラン)に2名の囑託検査員を配置

イランにおけるNKの検査は従来、同国の首都テヘランに任命しているただ1人の囑託検査員により行なわれていたが、最近の同国での検査の大部分はテヘランから650kmも離れているコーラムシャ(ペルシャ湾岸)周辺で行なわれている。ために、テヘラン在住の囑託検査員の遠方出張の苦勞が絶えないが、それよりもコーラムシャ周辺で受検するNK船級船の不便は見のがすことができない。

そこでNKでは、このほどコーラムシャに下記の2名の囑託検査員を配置したが、同地区の検査量から見てこれではまだ不十分と思われるので、なお増員することを考慮中である。

Capt. M. D. Cooper

Capt. H. N. Writer

Iranian Surveying & Superintendence
Service Ltd.

28 Nezami Lane,
Ferdowsi Avenue (P. O. Box 300),
Khorramshahr, IRAN

(TEL : 3343)

受注

●三菱重工、藤木海運よりカーキャリア

三菱重工は藤木海運(本社・名古屋)から自動車専用船(9,600総トン)1隻を受注。納期は53年2月末で、クラウン換算1,100台積み。完工後は名古屋/北海道航路に就航の予定で船価は約28億円。主機は三菱MAN 6,880馬力を搭載、速力は20.25ノット。長崎造船所で建造するが、三菱重工にとって藤木海運ははじめての船主。

●日立造船、川鉄より鉄石と石炭運搬船2隻

日立造船は川崎製鉄より115,000重量トンの鉄石船と125,000重量トンの石炭運搬船を各1隻受注した。鉄石船の船価約61億円、有明工場建造で納期53年3月末。石炭運搬船の船価約62億円、堺工場建造で納期53年1月末。

●林兼造船、輸出船2隻

林兼造船は三井物産を通じ、シンガポール・バルクキャリアーズ社から18,000重量トン型バルクキャリア2隻を受注した。林兼・長崎造船所で建造するが、主機は三井B&W 8,800馬力で最大速力16.1ノット。納期は78年第1・4半期、船価は1隻あたり約24億円といわれる。

●住友重機械、バルクキャリア

住友重機械工業はノルウェーのオービズ・レデリー社から、25,000重量トン型バルクキャリア1隻を受注した。78年納期で船価は38億円を上回るといわれる。なお同船には25トンデッキクレーン2基を装備する。

●常石造船、リベリア向けバルクキャリア2隻

常石造船はリベリアのクリスタル・ SHIPPING 及びブレイブ・SHIPPING から17,100重量トン(9,400総トン)バルクキャリア各1隻を受注した。船価は1隻当たり18~19億円で、納期は77年11月と78年1月。主機は7,800馬力で航海速力14.3ノット。

●石播、インドネシアから浚渫船

石川島播磨重工はインドネシア港湾局から1,000立方メートル型の自航式ドラグサクション・ドレッジャー1隻を受注した。トーマスを主契約者とし、石播が国内建造契約にもとづき石川島造船化工機で建造する。ディーゼル1,600馬力2基を搭載し、最大速力13ノット。納期は昭和53年末で船価は約26億円。

●内海造船、東京リーファーズから冷凍船

内海造船は東京リーファーズから7,000重量トン型冷凍運搬船1隻を受注した。納期は53年2月。主機は日立B&Wディーゼル10,700馬力でサービス速力19.0ノット。

●三井造船、大型クレーン・バージを2隻

三井造船はパナマのNAPIER・SHIPPING から半潜水型クレーンバージ2隻を受注した。12,000馬力のディーゼル・エレクトリック推進機関(機種未定)を搭載するほか、1隻に対し3,000トンと2,000トンのクレーン各1基を装備する。船価はオーナーサプライを含め約300億円。納期は1978年7月1日と11月15日。

●来島どっく、東京汽船から貨物船

来島どっくは東京汽船(本社・横浜)から18,300重量トンの貨物船1隻を受注。どっくは系列下の高知重工で下請建造させる予定で、納期は昭和52年11月末。船価は約20億円。主機は住友スルザー8,200馬力で航海速力14.5ノット。

●石播、くみあい船舶から鉄石船

石川島播磨重工は、くみあい船舶から12,900重量トンの鉄石船1隻を船価約63億円で受注。主機は石播12PC-4V18,000馬力、速力14.0ノット。納期は53年3月。

●檜垣造船、パナマ向け貨物船

檜垣造船はパナマ籍船主フレック・ナビゲーションから6,500重量トン型貨物船1隻を受注。船価は約9億円。納期は本年10月末。船型は同社の標準型で主機3,800馬力で航海速力12.5ノット。

●石播と住重がクレーンバージ

石川島播磨重工と住友重機械は共同でオランダのネザーランド・オフショア社から半潜水型クレーンバージ3隻を受注。受注価格は600億円。バージは2,000t、3,000tクレーンがそれぞれ搭載されるが、バージは石播、クレーンは住重で建造する。竣工は石播・呉で明年3月の予定。

●三保造船、フルコン船を追加

三保造船は、三菱商事を通じ、シンガポール船主タイコー・ナビゲーションから7,450重量トンのフルコンテナ船1隻を追加受注。20フィート型コンテナ372個積みで船価は約17億円。納期は53年1月末の予定。同社はすでに今年1月、同型船1隻を受注している。主機は日立B&W 6,150馬力を搭載し、

航海速度15.1ノット。

●住友重機械、ノルウェー船主から貨物船

住友重機械はノルウェーのオービーズ・レドリー社から25,000重量トン型バルクキャリア1隻を船価約38億円で受注した。納期は1978年秋。

●日立造船、英船主から改造工事

日立造船は英国のスコットウン・ SHIPPING社から24,900重量トン型バルクキャリア“CONON FOREST”のフルコンテナ船への改造工事を受注した。納期は本年7月末。神奈川工場で施工。

●名村造船、標準多目的貨物船を開発

名村造船は標準多目的貨物船2船型を開発した。新開発船型は16,100重量トン型と20,000重量トン型で、後者はすでに米国船主からの受注が内定しているといわれる。20,000トン型はグリーン28,000m³の貨物船と20フィートコンテナ314個を搭載でき、主機はスルザーディーゼル11,970馬力を積み、航海速度15ノット。17,000トン型は同じく24,400m³の貨物船とコンテナ333箇を積載し、主機は7,320馬力で航海速度は15ノット。

開発・新製品

●三菱重工、ロングストローク低回転ディーゼル

三菱重工はかねてロングストロークで低回転の三菱UEC型ディーゼル機関の開発を検討していたが、二段過給採用のロングストローク機関、三菱UEC52/125E型ディーゼル(6シリンダ)の設計を8月までに完成することを決め作業をすすめている。同機関は筒径520ミリ、行程1,250ミリ、回転数150、1筒出力1,330馬力。

●三菱重工、高性能排ガスエコノマイザーターボ発電システムの実用化に成功

三菱重工では高性能排ガスエコノマイザーターボ発電システムを開発中のところ、このほど実用化に成功し、販売を開始した。このシステムは船内で一般的に要求される発電用タービン駆動用の蒸気と雑用蒸気を排ガスエコノマイザーで圧力を違えて発生させ、高圧側蒸気(5~10キログラム過熱)をタービン駆動用に、また低圧側蒸気(2~4キログラム飽和)を雑用に使用させ、効率化を図ったもの。

機構改革他

●三井造船、大幅な機構改革

三井造船は5月20日付で大幅な機構改革を行なった。造船関係の主な改革はつぎのとおり。

[一般管理部門] (1) 資材本部を新設し、同本部に管理部、材料部、陸用機器部、船用機器部ならびに海外調達グループを置く。(2)イ。本部直属の解析技術室を玉野研究所へ移す。ロ。原子力事業室を新設の重機プラント事業部へ編入する。

[事業部門]

(1) 船舶鉄構事業本部を廃止し、船舶・海洋プロジェクト事業本部と鉄構土木事業を新設する。

(2) 船舶・海洋プロジェクト事業本部 イ。基本設計本部、船舶事業部および鉄構海洋機器事業部の海洋機器関係で構成し、企画管理室(新設)、基本設計室(基本設計本部を改称)、国内船営業部、輸出船営業部、修繕船事業室(修繕船営業部を含む)、ホーバークラフト事業室、海洋機器事業室(新設)および技術サービス事業室(新設)をおき、玉野、千葉、藤永田各造船所造船工場および由良造船所修繕工場を所属させる。ロ。基本設計室に開発部(新設)、計画部(新設・事務係を含む)、性能設計部、構造設計部、艤装設計第一部、同第二部、海洋機器設計部(新設)および線図センターをおく。ハ。海洋機器事業室に海洋機器営業部(新設)と海洋プロジェクト部(新設)をおく。ニ。技術サービス事業室に第一、第二技術サービス部をおく。

●日立造船、川崎重工が陸用タービンで提携

日立造船と川崎重工は5月23日、両社が陸用蒸気タービンに関する共同開発ならびに技術援助契約に調印した。

契約の内容は(1)両社は相互に協力して陸用蒸気タービンの技術向上、販路の拡大に努力する。(2)対象は既に川重で開発されている陸用発電気タービン、陸用ターボ圧縮機、駆動用蒸気タービン、その他産業機械駆動用蒸気タービンなど。(3)契約期間は10年

●川崎重工、合弁でフィリピンに大型修繕工場建設

川崎重工とフィリピン政府を代表するANDCの合弁によるフィリピン・シップヤードエンジニアリングが5月18日、設立された。これは日比経済協力の一環として30万重量トン級の修繕が可能な大型修繕工場を建設するもので、資本金は4,000万ペソ(約15億円)。出資比率は6(比):4(日)、役員はフィリピン側5名、日本4名。

●日本鋼管、香港事務所閉鎖

エヌ・ケーユニバーサル(株)は5月1日付で香港支店を開設した。これにともない日本鋼管香港事務所は業務を同支店に移管の上、閉鎖された。

竣工船一覽 ※は編集部調べ

The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① EVER VALIANT	② HAYABUSA	③ WESTERN HIGHWAY
所有者 Owners 造船所 Ship builder 船級 Class 進水・竣工 Launching・Delivery 用途・航行区域 Purpose・Navigation area	Evervaliant Line S.A 林兼長崎 (Hayashikane) NK 77/1・77/4 コンテナ(Container) ・遠洋	Kyoei Unyu 函館ドック函館 (Hakodate) JG 77/2・77/3 自動車(Car)・沿海	Express Line S.A 林兼長崎 (Hayashikane) NK 77/2・77/4 自動車(Car)・遠洋
G/T・N/T	14,402.15/9,010.43	999.71/360.33	6,937.36/4,044.06
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	186.74 172.74 25.40 13.30 10.0225	87.35 76.25 15.00 4.80 3.75	160.85 150.00 24.80 10.00 7.825
満載排水量 Full load Displacement 軽貨排水量(約) light Weight 載貨重量 L/T Dead Weight K/T 貨物倉容積Capacity (ペール/グリーン:m ³)	27,364.92 8,530.65 18,536.78 18,834.27 —	2,309.00 1,338.90 * 954.8 970.1 —	16,916.14 7,036.72 9,723.42 9,879.42 —
主機型式/製造所 Main Engine 主機出力(連続:PS/rpm) MCR 主機出力(常用:PS/rpm) NCR 燃料消費量 Fuel Consumption 航続距離(海里) Cruising Range 試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed 航海速度 Service Speed	IHI-Sulzer 6RND90M型 20,100×122 10,890×118 39.7t/d 17,000 23.33 21.00	Daihatsu8DSM32(L) +DRA-450D(L) 3,000×600/248×2 2,550×568/235×2 23.7t/d 2,500 19.012 17.0	川崎MANK6SZ70/125型 11,400×145 10,260×145 38.6t/d 15,000 21.178 18.00
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	コクラン1,000kg/h×1 AC445V×670KVA×2	クレーン蒸気セネレータ RHOB-30型 ダイハツ6Pktb-14A220PS×2 大洋電機AC445V×180KVA×2	コクラン1,000kg/h×1 AC445V×430KVA×3
貨油倉容積(m ³)COT 清水倉容積(m ³)FWT 燃料油倉容積(m ³)FOT	— 316.86 2,871.82	— 167.1 165.7	— 194.74 1,982.05
特殊設備・特徴他	20ftコンテナ換算 1,140個	—	コロナRT43-L換算 2,195台搭載

④ POLAR ACE

Polestar Navigation
 三菱長崎(Mitsubishi)
 NK
 76/12・77/3
 自動車(Car)・遠洋

7,597.65/4,638.76

169.115
 160.00
 25.60
 10.01(強度甲板23.09m)
 7.22

*16,167
 *7,622
 *8,410.0
 8,545
 —

三菱MAN12V52/55型
 11,820×175.7
 10,050×166.4
 35.7t/d
 13,700
 19.60
 18.1

サンロッドボイラー
 7kg/cm²×1,200kg/h
 AC450V×680KW×2

—
 542.3
 1,895.0

自動車積載数3,300台
 RO/RO船

①



②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ SOEMANTRI BRODJONEGORO	⑥ SENYIUR	⑦ CENTRAL
所有者 Owners	P.T.Pupuk Sriwidjaja	Senyiur S.A	Central Shipping Co.
造船所 Ship builder	三菱横浜(Mitsubishi)	浅川造船(Asakawa)	高知県造船(Kochiken)
船級 Class	GL	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	76/12・77/3	77/2・77/3	77/3・77/4
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	尿素運搬(Urea)・遠洋	貨(Cargo)・遠洋	貨(Cargo)・遠洋
G/T・N/T	7,373.94/4,424.97	3,960.87/2,695.45	11,268.57/7,470.38
LOA(全長:m)	114.50	106.66	151.75
LBP(垂線間長:m)	109.40	97.95	140.25
B(型幅:m)	20.00	16.30	22.60
D(型深:m)	10.00	8.35	12.80
d(満載吃水:m)	6.034	6.296	9.384
満載排水量 Full load Displacement	11,490	8,490	24,023.52
軽貨排水量(約) light Weight	* 3,898.6	2,152	4,999.08
載貨重量 L/T Dead Weight	* 7,471.5	6,343.85	* 18,723.96
K/T	7,591.4	* 6,445.65	19,024.44
貨物倉容積Capacity (ベール/グリーン: m ³)	—/12,681	7,863.00/8,550.00	23,148.12/21,831.24
主機型式/製造所 Main Engine	Daihatsu8DSM-32型×2	赤阪6UET45/75C型	IHI-Sulzer6RD68型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	2,500×600/180×2	3,800×230	8,200×150
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	2,000×557/167×2	3,230×210	7,380×144.8
燃料消費量 Fuel Consumption	19.8t/d	155g/ps/h	—
航続距離(海里) Cruising Range	7,330	11,880	12,900
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	14.27	15.296	16.166
航海速度 Service Speed	12.00	12.7	14.00
ボイラー(主/補) Boiler	—	コ克蘭コンポジット 600kg/h×1	コ克蘭コンポジット型
発電機(出力×台数) Generator	450KW×400V×2 100KW×400V×1	200KVA×2	450KVA×2
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	127.0	108.00	940.36
燃料油倉容積(m ³)FOT	591.0	597.00	1,613.84
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑧ KOSEI MARU

一成汽船(Isei Kisen)

) 笠戸船渠(Kasado)

N K

77 / 1 · 77 / 4

貨(Cargo) · 遠洋

12,556.69 / 7,546.95

158.80

148.50

22.60

13.30

9.70

25,981

5,287

20,694

*21,106

24,831.03 / 25,479.89

三井B&W7K62EF

9,400×144

8,600×140

34.8t/d

12,200

17.49

15.2

豎型煙管コンポジット型
AC450V×360KW
900rpm×3

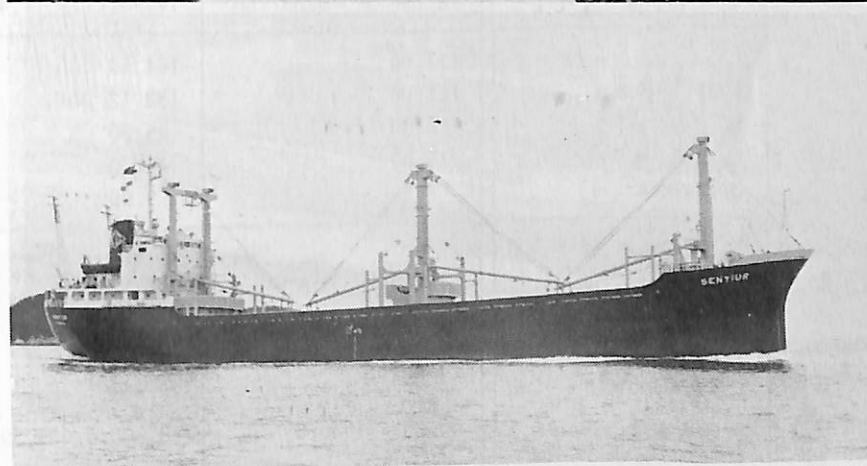
190.04

1,272.91

⑤



⑥



⑦



⑧



船名 Name of Ship	⑨ TSU	⑩ VAN DYCK	⑪ GOLDEN LUCK
所有者 Owners 造船所 Ship builder 船級 Class 進水・竣工 Launching・Delivery 用途・航行区域 Purpose・Navigation area	Wilhelm Wilhelmsen 鋼管津(Nippon Kokan) LR 77/1・77/4 貨(Cargo)・遠洋	Compagnie Maritime Belge 佐世保重工(Sasebo) AB 76/11・77/3 貨(Cargo)・遠洋	Golden Luck Steamship 東北造船(Tohoku) AB 76/12・77/4 ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	12,750.59/6,837.88	14,967.11/11,423.87	13,027.49/8,705.00
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	171.00 165.00 26.30 16.00 9.99	164.10 153.12 25.80 13.70 9.999	155.70 145.70 22.86 13.30 9.909
満載排水量 Full load Displacement 軽貨排水量(約) light Weight 載貨重量 L/T Dead Weight K/T 貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン: m ³)	— — 21,712 22,060 35,202.7/38,893.6	*29,469 *8,506 20,632 *20,963 30,035.6/31,593.4	26,482 4,790 21,692 22,040 25,117.4/26,093.7
主機型式/製造所 Main Engine 主機出力(連続:PS/rpm) MCR 主機出力(常用:PS/rpm) NCR 燃料消費量 Fuel Consumption 航続距離(海里) Cruising Range 試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed 航海速度 Service Speed	三菱Sulzer7RND76型 14,000×122 12,600×118 46.3t/d 16,800 19.40 17.65	IHI-Sulzer6RND76M型 14,400×122 13,000×117.8 48.6t/d 14,800 19.81 17.2	住友Sulzer6RND68型 9,000×137 7,650×130 29.87t/d 28,200 16.583 15.1
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	1,700kg/h×6.5kg/cm ² ×1 主) AC450V×740KW×3 補) AC450V×80KW×1	1,800kg/h×7kg/cm ² AC450V×750KVA×3	1,700kg/h×7kg/cm ² G×1 245KW×1
貨油倉容積(m ³)CO T 清水倉容積(m ³)FW T 燃料油倉容積(m ³)FOT	— 335.8 4,788.7	— 130.5 2,016.3	— 193.7 2,541.0
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑨



⑫ RADIANT STAR

Comet Maritime Inc.

金指塚間 (Kanasashi)

A B

77 / 2 · 77 / 4

木、ばら積 (Log, Bulk) ·
遠洋

15,354.22 / 10,707.0

175.84

165.00

25.40

13.40

9.636

32,602

6,715

*25,478

25,887

31,773 / 35,946

川崎MAN K6Z70/120E型

9,300 × 145

8,400 × 140

32.3t/d

16,286

17.369

14.5

1,500kg/h、7kg/cm²

AC445V × 360KW × 3

—

358.0

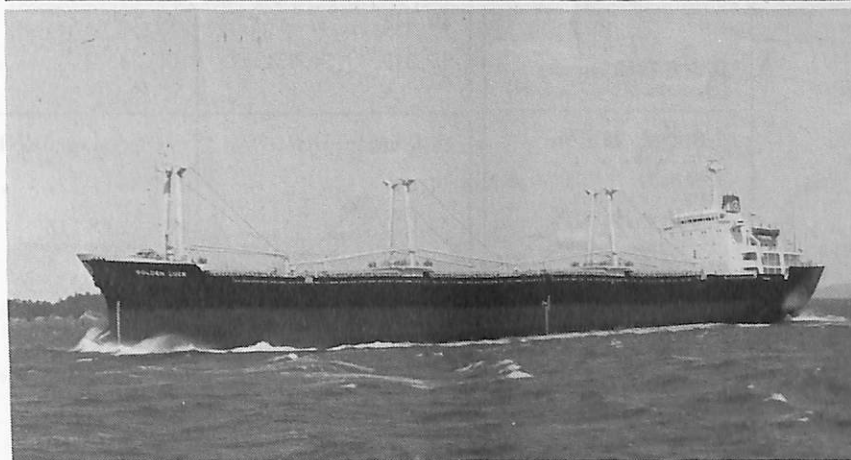
A油 152m³C油 1,684m³

—

⑩



⑪



⑫



船名 Name of Ship	⑬ SEINE MARU	⑭ HOEGH MERCHANT	⑮ PEARL CROWN
所有者 Owners	新光海運(Sinko Kaiun)	Leif Höegh & Co.	Part Rederiet for Pearl Crown
造船所 Ship builder	佐野安水島(Sanoyasu)	三菱長崎(Mitsubishi)	日立因島(Hitachi)
船級 Class	NK	NV	LR
進水・竣工 Launching・Delivery	77/2・77/4	76/12・77/3	77/1・77/5
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	木、ばら積(Log, Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	23,984.38/11,039.20	29,711.78/17,640.01	36,247.83/24,342.74
LOA(全長: m)	183.675	201.00	224.55
LBP(垂線間長: m)	173.00	192.00	215.00
B(型幅: m)	27.60	30.80	32.20
D(型深: m)	17.00	15.70	17.80
d(満載吃水: m)	12.07	11.525	12.445
満載排水量 Full load Displacement	49,110	*50,548	72,913
軽貨排水量(約) light Weight	8,568	*6,362	*12,046
載貨重量 L/T Dead Weight	*39,902	*43,488.1	*59,905.6
K/T	40,542	44,186	60,867
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン: m ³)	45,319.3/54,054.5	50,248.1	—/74,262.4
主機型式/製造所 Main Engine	住友Sulzer7RND76型	三菱Sulzer7RND76型	日立Sulzer8RND76型
主機出力(連続:PS/rpm)	14,000×122	16,800×122	16,000×122
MCR	12,600×118	15,120×118	14,400×118
主機出力(常用:PS/rpm)	47.7t/d	56.3t/d	55.3t/d
NCR	15,500	22,300	22,800
燃料消費量 Fuel Consumption	17.81	17.44	17.49
航続距離(海里) Cruising Range	15.0	15.7	15.3
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed			
航海速度 Service Speed			
ボイラー(主/補) Boiler	1,500kg/h×7kg/cm ² G	7kg/cm ² ×2,000kg/h	縦形水管ボイラ×1
発電機(出力×台数) Generator	AC450V×525KVA×3	AC440×950KW×3	AC450V×540KW×3 AC450V×120KW×1
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
淡水倉容積(m ³)FWT	341.4	1,146.5	429.1
燃料油倉容積(m ³)FOT	2,606.5	3,656.9	3,825.4
特殊設備・特徴他	25tトムソン型デリック ブーム×5 木材積用起倒式スタン ション	オープンハッチタイプ ばら積貨物船の第1船	—

⑬



⑬ TAGUS

Wilhelm Wilhelmsen
 日本鋼管津(Nippon Kokan)
 NV
 76/12・77/4
 ばら積(Bulk)・遠洋

38,634.72/26,194.32

233.60

223.60

32.20

18.70

44' - 10 $\frac{7}{16}$ "

—

—

70,600

71,733

—/80,540.7

三菱Sulzer6RND90型

17,400×122

15,600×118

55.75t/d

28,919

17.2

15.5

1,500kg/h×6.5kg/cm²×1
 MF405~525KHz, MHF1.6×
 3.8MHz, HF4~25MHz×1

—

335.8

4,758.7

—

⑭



⑮



⑯



特許解説 / PATENT NEWS

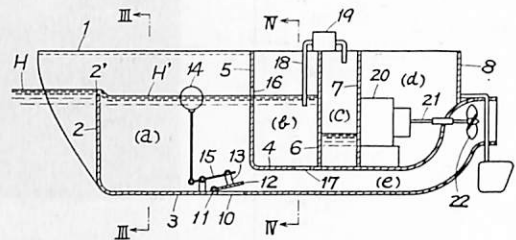
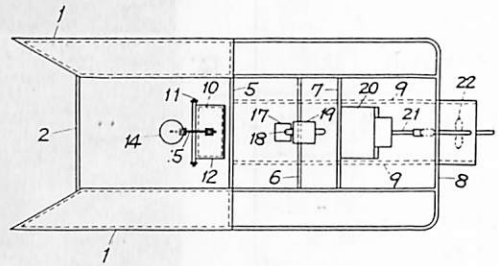
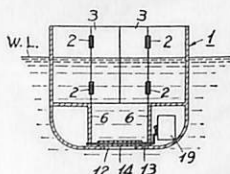
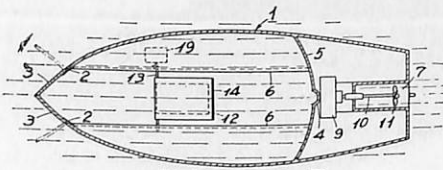
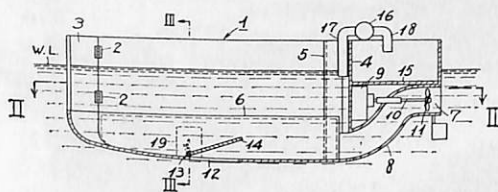
水面浮遊物捕集船〔特公昭52—8585号公報，発明者；山内長司郎，出願人；同〕

この発明は，水面に浮遊している油や塵芥などの浮遊物を捕集する水面浮遊物捕集船に関するものである。

従来，船体の前部に単に開口部を設けた捕集船が考えられているが，この種の船舶では，船体を前進させることにより，その前部開口部より水面浮遊物を収容することができるが，ある程度船体内へ流入した後は，その密度が大となるため，それ以上浮遊物を船体内へ収容することができず，逆に前方へ押し返すこともある。

この発明は，上記の点を改良した水面浮遊物捕集船を提供するもので，図面を用いて説明すると，船首部には軸2により開閉自在な捕集扉3が設けられ，船尾部の垂直区画板5との間に，水面浮遊物収容部が形成される。

船体収容部の下部船底部には，軸13により開閉自在な弁部14が設けられ，また船尾部下部には導水路8



8およびエンジン9により駆動されるスクリュ11が設けられる。

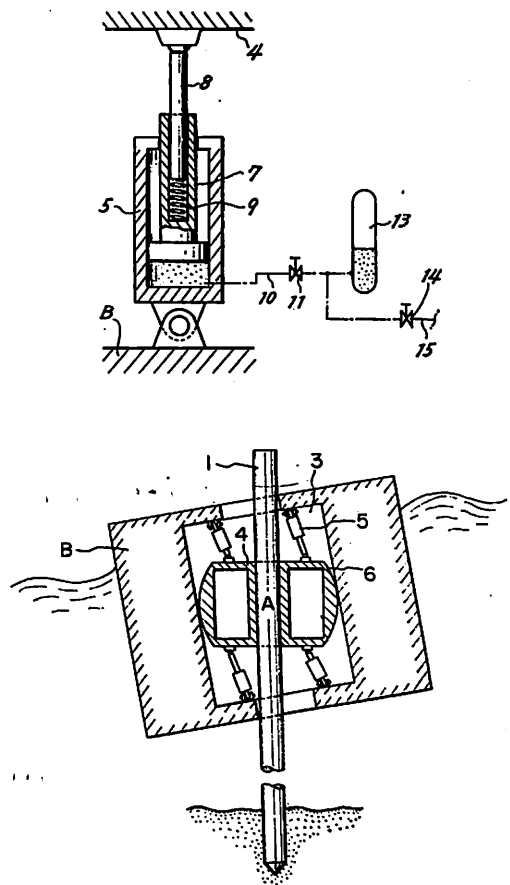
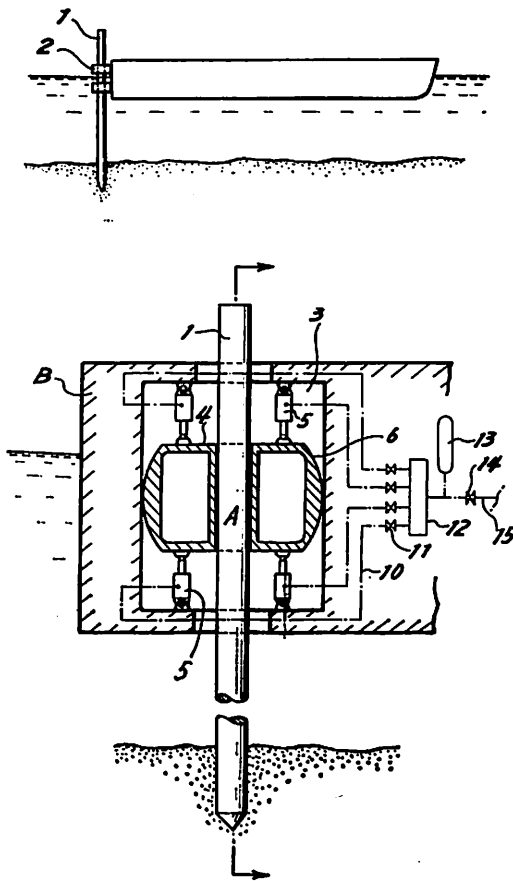
船体収容部垂直区画板5の近くに，吸入管17，ポンプ16，吐出管18を取り付け，船体収容部垂直区画板5近辺の海水を，その浮遊物とともに吸入し，船尾部に設けられた処理室4内に排出される。

水面浮遊物の処理にあたっては，捕集扉3を開き，弁部14を閉じて，船体を前進させる。その前進に伴ない，水面浮遊物は収容室後部垂直区画板5の前面に集められ，ポンプ16，吸入管17，吐出管18により処理室4内に移され，適宜処理される。

一方，その下方における浮遊物を含まない水は，導水路8，スクリュ11により推進用として利用され，後方へ排出される。そのため，捕集扉3より，絶えず水面浮遊物を含む海水の流入が容易に行なわれる。

浮遊物の処理を行なわない時は，捕集扉3は閉じられ，弁部14を開き，推進用の海水は，開口12を通じて供給される。

なお，この出願に関して，同一人による関連の発明が行なわれている。図面のみを示すが，参照されたい。(特公昭52—9036号公報)



浚渫船の保持装置〔特公昭52—8587号公報，発明者；菊井敬三，出願人；三井造船㈱〕

従来、浚渫船にはその船尾に杭状のスパッドをもち、このスパッドを落下させ、自重で海底に打込み、船体の位置を保持する方法が採られている。

この場合、比較的穏やかな海上条件のもとでは、スパッドと船体との相対的な動きは起こらないので、浚渫船は安全に作業を行なうことができるが、海面の状態が悪化すると、スパッドと船体との相対的な動きが大となり、スパッドの取付具であるスパッドキーパに損傷を与えることになる。そのため波高が約0.5mになると、浚渫作業を中止しなければならなかった。

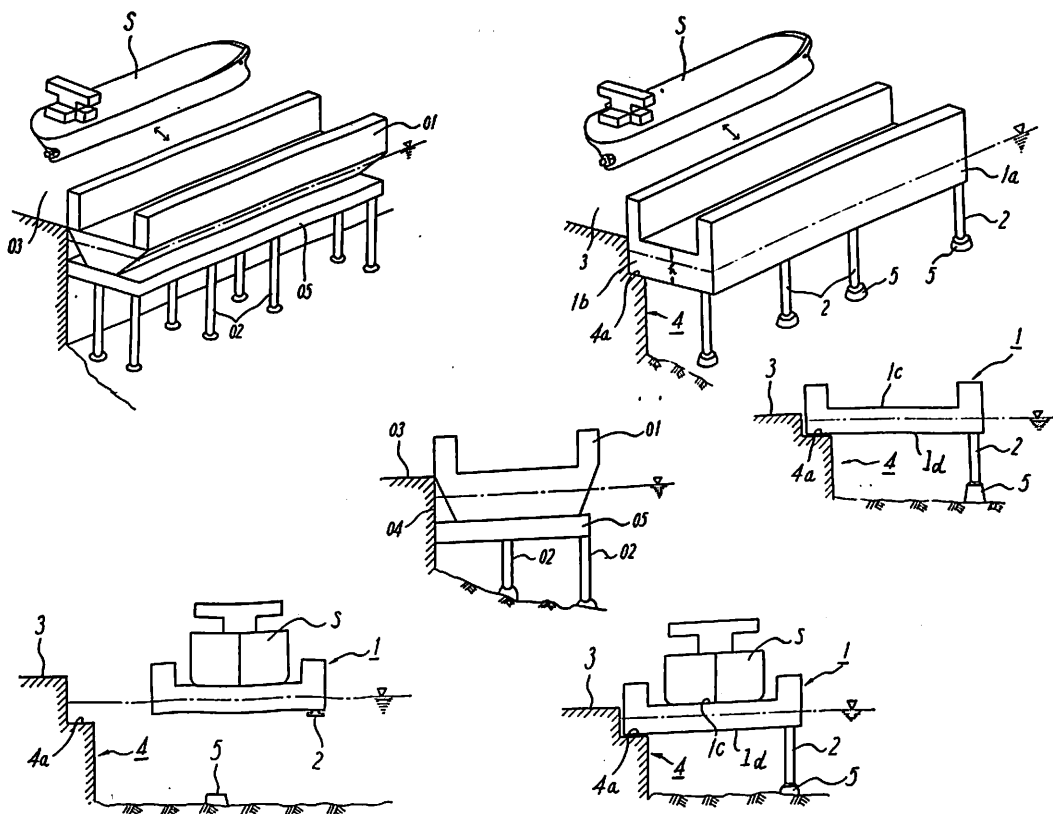
本発明は上記欠点を除去するため、ガスクッション装置を介してスパッドを取付けることにより、かなりの波高まで衝撃を吸収し、浚渫船の作業能率を高めるものである。

図面を参照して説明すると、船体Bの一部にスパ

ッド保持室3が設けられ、その内部に、保持室3の内部側壁に接する球状の外周面6を形成した箱型の鋼構造物であるスパッドキーパ4が取められ、スパッド1はキーパ4を摺動可能に貫通して設けられる。キーパ4は船体Bに対して、それぞれボールジョイントを介して取付けられた複数の油圧シリンダ5で支持される。各油圧シリンダ5は、バルブ11を介してマニホールドパイプに接続され、さらに窒素ガスアキュムレータ13に結合される。

アキュムレータ13内に窒素ガスを圧入することにより、油に予圧を与え、キーパ4を所定の位置に保持するとともに、波高が高くなり、船体Bが動揺しても、圧縮側シリンダ内の圧油はアキュムレータ13内に入り、窒素ガスの緩衝作用により、その動揺を原位置に復原させる。

船舶の進水および陸揚げ設備〔特公昭52—9919号公報，発明者；武藤昌太郎外3名，出願人；三菱重工業株〕



船舶の進水および修理時の陸揚げにおいて、浮ドックが用いられることがある。この場合、浮ドックの船舶積載面と陸上面とを一致させるよう、浮ドックの浮力調整することが実用上困難であることから、従来第1および2図に示すような設備が採用されている。すなわち岸壁04に近接させて、多数の脚柱02を海中に構築し、その上部に浮ドック01を載置するベッド05を設け、ベッド05上に浮ドックを載置すれば、陸上面03と浮ドック内船舶積載面が一致するわけである。

しかしこの方法では、設備全体が大がかりなものとなり、その構築に多大の費用を要する。そこで本発明は、このような欠点を解消するためになされたものである。

図面を用いて説明すると、浮力調整装置をもつ浮ドック1の一方の舷側部1aに、その長手方向に沿って適宜間隔毎に昇降可能に配設された複数本の脚柱2が設けられる。これらの脚柱2は、油圧機構などにより同時に昇降可能に構成され、その上昇時には、浮ドック1のウィング内に収納される。

岸壁4には、高さhだけ低い位置に切欠いて形成された浮ドック支持部4aが設けられる。この高さhは浮ドック1の船舶支持面1cと底面1dとの差であり、浮ドック1が支持部4aに載置された時、岸壁4の陸上面3と浮ドック1の船舶支持面1cとが面一になる。5は岸壁4の近くの海底部に設けられた脚柱2の受台である。

[特許庁審査第三部運輸 幸長保次郎]

船舶 第50巻第7号 昭和52年7月1日発行
 7月号・定価800円(送料46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

船舶・購読料
 1カ月 800円(送料別46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入ください。

軽量・コンパクト

mtu

エンジン タイプ	6V331	8V331	12V331
出力	610PS	815PS	1220PS
総重量	2200kg	2500kg	3500kg



MTU代理店

技術コンサルタント

機関輸入販売

アフターサービス・パーツ倉庫／東京・大阪

M·A·N (JAPAN) LTD.

〒100 東京都千代田区有楽町1-10-1

☎03(214)5931



あなたのそばに信頼の技術

IHI FRP 業務艇は、巨大船の建造でつちかわれた高い造船技術と、総合重工業のすそ野の広さを背景につくられています。

200カイリ時代に貢献する漁業調査艇・取締艇、離島唯一の交通機関として定期旅客船、海の安全を守る巡視艇・磁気探査船・監督艇、更に作業の安全と工期短縮に役立っている作業艇と、あなたのそばで活躍しているIHIの作業艇は、緻密な工程管理によってこの工場で作られます。



石川島播磨重工業株式会社

船舶事業本部 艦船営業部 作業船・舟艇グループ
東京都千代田区大手町2丁目2番1号(新大手町ビル) 〒100 電話 東京(03)244-5626