昭和53年10月31日国鉄首都特別扱承認雑誌第4119号　昭和5年3月20日第3種郵便物認可　昭和54年3月1日発行（月1回1日発行）

1979——Vol.52/No.570
First Published in 1928

船舶 SENPAKU

SHIPBUILDING & BOAT ENGINEERING MAGAZINE

3 MARCH

海上保安庁の新巡視船“そうや”
15,000DWT型多目的船“FREEDOM MARKII”
連載／液化ガスタンカー

長崎造船所で竣工した8万トン型タンカー“Nordic Spirit”

三菱重工

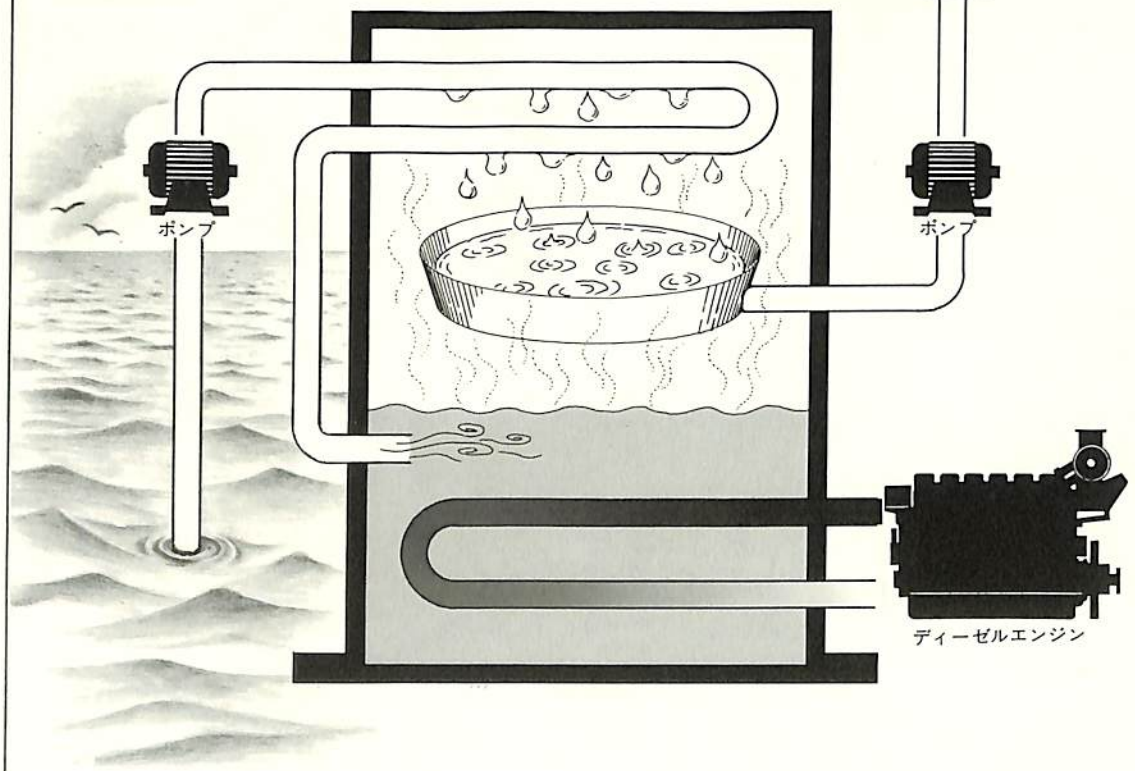
技術の日立

バブコック日立

例えば、
ディーゼルエンジンと海水から
真水ができます。

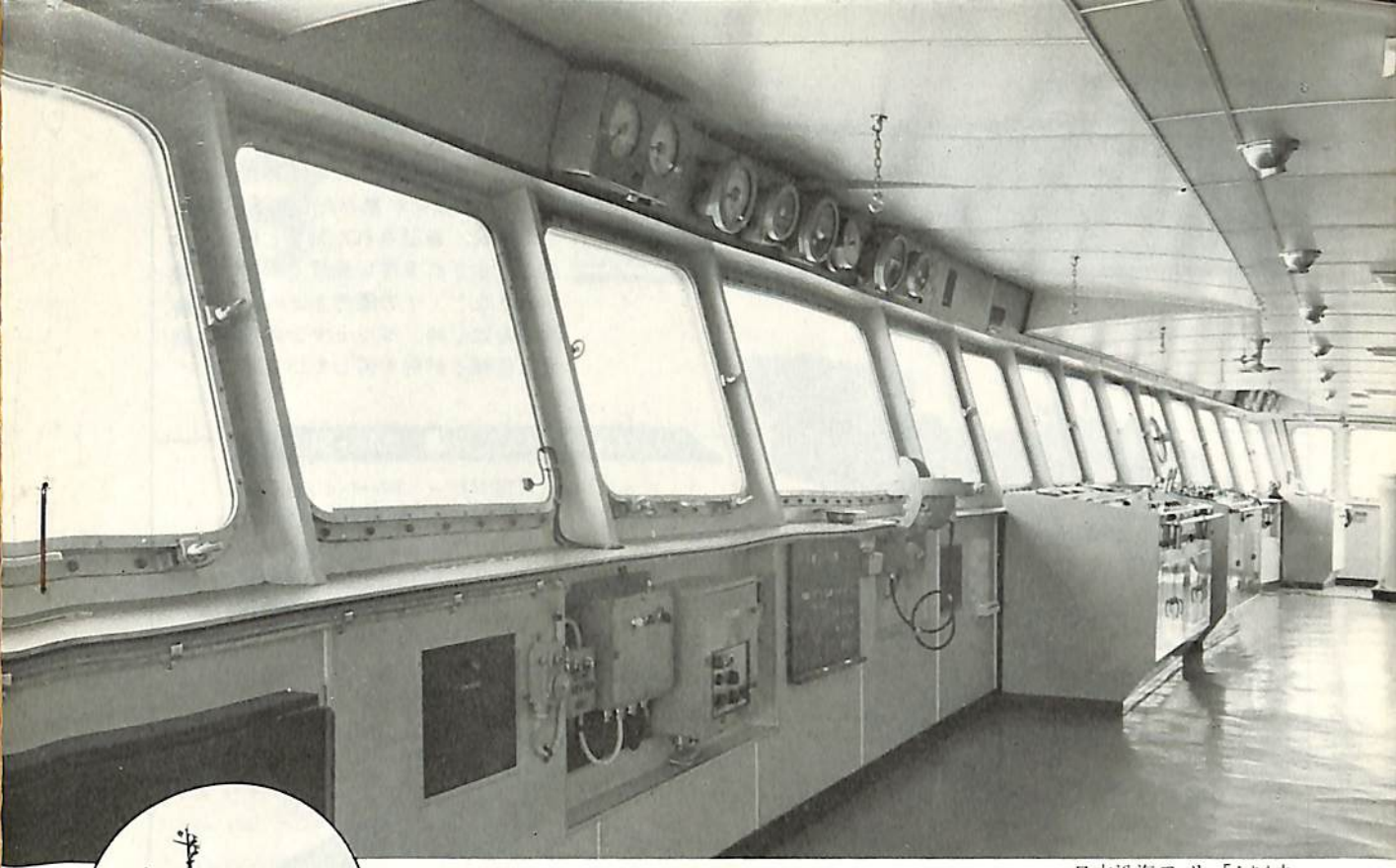
真水は飲料水をはじめ、生活用水、ボイラ補給水、各種機器冷却水等として船舶、離れ島や僻地のホテル、海洋開発基地などをはじめ研究機関、化学工業など各方面にご利用いただけます。

ＳＴ型 海水淡水化装置



バブコック日立

本　社　東京都千代田区大手町2-6-2 〒100(日本ビル)TEL東京(03)270-7351(代表)
大阪営業所　大阪市東区北浜4-6 〒541(日生日立ビル)TEL大阪(06)231-5721(代表)
名古屋TEL(052)581-6211



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。

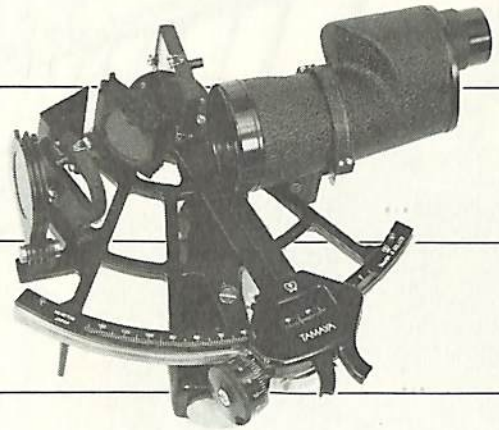
結露・氷結防止作用、融雪作用のある安全ガラス

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(車輌機材営業部)
支店 ＝東京・大阪・福岡・名古屋・札幌・仙台・広島

TAMAYA航海機器

航海の安全を願い、60年にわたる経験と卓越した技術が生みだしたTAMAYA航海機器。厳選された材質と優れた構造から生まれる高い精度と堅牢度、使い易さなど、その優秀さは内外の商船、漁船をはじめ、ヨットマンの間でも絶大な信頼と好評を博しています。



TAMAYA六分儀　MS-3L

六分儀と云えばTAMAYA……TAMAYAと云えば六分儀の代名詞にさえなっています。六分儀の中の六分儀、優れた性能を持つ反射鏡やシェードグラス。これら、全ての製品にJES船舶8201以上の精度に調整し、器差表を作製添付いたしております。

■仕　様　●標準単望：7×50●照明：付●アーク：ブロンズ●フレーム：耐蝕性軽合金

新発売

TAMAYA船舶標準時計　MQ-2

小型船舶向けに作られた船舶時計です。
完全防湿構造、温度特性のよい4 MHz クオーツの組合せは航海の安全をお約束します。

■仕　様　●精度：月差4.5˝●作動温度：－10℃～＋50℃●夜光塗料：自発光塗料、時分針及び5分おき表示

新発売

TAMAYAデジタル航法計算機　NC-77

●18種の航法計算内蔵のミニコンピューター

最新の測量結果(WGS-72)による離心率を採用。m／ft単位の切換えもスイッチひとつ。応用範囲の広いG.Cモード等、数々の特長をもっています。

■仕　様　●18種の航法計算内蔵●表示桁数：10桁（小数部≦9桁）●電源：A.C・D.C両用●木箱ケース付

●カタログ請求、お問い合せは下記住所へ。

航海・測量・気象機器――――専門商社

株式会社 玉屋商店

東京本社　〒104 東京都中央区銀座3-5-8 ☎03-561-8711(代)

SENPAKU • Vol.52/No.570/MARCH

3

船舶

目 次／Contents

新造船の紹介／New Ship Detaild

海上保安庁新造船艇シリーズ(6)

ヘリコプターとう載型巡視船"そうや" …… 日本鋼管鶴見造船所 …… 7
On the "SŌYA" Patrol Vessel with Flight Dk. — Tsurumi Shipyard, NKK

15,000重量トン型多目的船"FREEDOM MARK Ⅱ"シリーズ概要 …… 石川島播磨重工業 第一基本設計部 …… 22
On the 15,000DWT Type Multi-Purpose Cargo Carrier "FREEDOM MARK Ⅱ" — No.1 Basic Design Dept. IHI

連載／液化ガスタンカー＜15＞ …… 恵美洋彦 …… 37
Liquefied Gas Tanker Engineering ＜15＞ — H. Emi

連載／造船技術者から見た機関部初期計画＜３＞ …… 武田　弘 …… 49

静圧過給形日立B＆Wディーゼル機関の１番機完成 …… 42

原子力船／最近の米国原子力船事情 …… 高田悦雄 …… 48

連載／FRP船講座＜18＞ …… 丹羽誠一 …… 62
Engineering Course：FRP Boat — S. Niwa

海外事情 …… 36

ＮＫコーナー …… 61

世界のＦＲＰ船トピックス …… 69

船舶／ニュース・ダイジェスト …… 73

竣工船一覧 …… 76

特許解説／Patent News …… 80

1978年12月末現在の造船状況 …… 70

表紙 …… 三菱重工業長崎造船所で昨年11月竣工したSeafarer Shipping社向け８万DWT型タンカー"NORDIC SPIRIT。本船は２隻建造船の第１船で，世界で初めてIMCO規準の分離バラストタンク方式を採用した浅吃水船型のタンカーである。本船の詳細主要目は76頁の竣工船一覧を参照。

長年の実績と信頼された製品

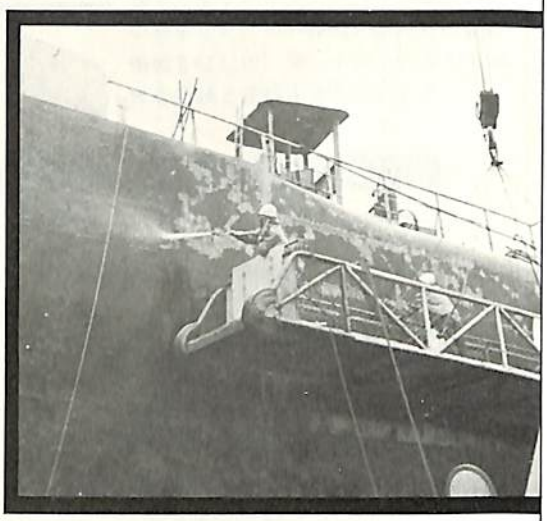
ウオーターブラスト用防錆剤

ハイビット

ハイビットとは……

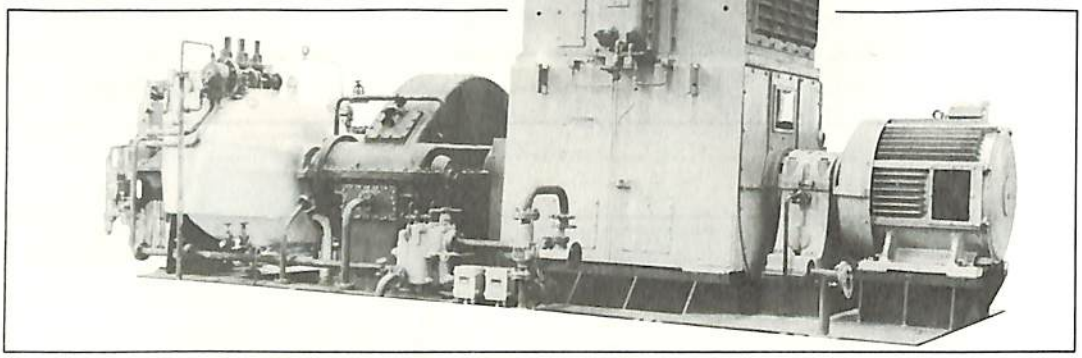
ウオーターブラスト工法による素地調整では水を使用するため塗装面の乾燥までにサビが発生してしまいます。このサビの発生を防止するために開発された防錆剤が「**ハイビット**」です。ハイビットは各種の塗料に対して密着を阻害いたしません。

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



SYOKO 昭光化学株式会社
〒140 東京都品川区南品川3-5-3 ☎03(471)4631

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

On the "SŌYA" Patrol Vessel with Flight Dk.
of Maritime Safety Agency

□海上保安庁新造船艇シリーズ（5）

ヘリコプターとう載型巡視船 “そ う や”

日本鋼管鶴見造船所造船設計部
by Shipbuilding Design Dept. Tsurumi Shipyard, Nippon Kokan

I まえがき

海上保安庁に所属する巡視船は従来350トン型が主体となっていた。しかし昭和52年7月1日に領海法及び漁業水域に関する暫定措置法が施行され，わが国の領海の拡張，200海里漁業水域が設定された。この広大な水域での監視取締りを行なうため，大型でかつ高性能の巡視船の必要性がクローズアップされた。

本船はこのような各方面の期待に応えるため，建造後既に40年と老朽化した巡視船「宗谷」の代船として予算が承認され，海上保安庁創立30年来最大であり，最高の性能を有する船舶として，同庁船舶技術部の総力を挙げて計画された。これを建造する栄誉に浴したわが日本鋼管㈱としても，そのご期待にそうよう当所の実績を充分に生かした優秀船を完成させるよう努力した。

本船の特徴としては在来の巡視船と比較して，行動範囲の広い大型船であること，耐氷構造を持つ氷海航行型であること，ヘリコプターとう載に関連する設備を有すること等が挙げられる。特にヘリコプターとう載により，その機動性を生かして本船の警備救難能力が画期的に高まることが期待されている。

以下本船の概要を紹介する。

II 主要目等

1. 船質航行区域等
   - 船　質　鋼製
   - 船　型　船首楼型
   - 航行区域　遠洋
2. 主要寸法

全　長	98.60m
喫水線長（計画常備状態）	90.00m
型　幅	15.60m
型　深	8.00m
型喫水（常備状態）	5.20m
計画トリム	0
排水量（常備状態）	3,803.14 t
玄弧（ＯＲＤ　0にて）	1.000m
玄弧（ＯＲＤ　10にて）	0.320m
キャンバー（上甲板幅15.60mに対して）	0.300m
キャンバー（船首楼甲板幅15.60mに対して）	0.150m
総トン数	3,136.75 t

3. 速力，航続距離など
   - 速力（常備状態計画常用出力にて）　約20ノット
   - 航続距離　18ノットにて　約6,600浬
   - 連続行動日数　25日
4. 最大とう載人員

士　官	21人
准士官	7人
科　員	28人
その他	15人
計	71人

5. 船体付諸タンク庫量

清水タンク	約 252m³
重油タンク	〃 667m³
予備潤滑油タンク	〃 30m³

潤滑油溜タンク　〃　40m³
バラストタンク　〃　416m³
釣合タンク　〃　180m³
変節油タンク　〃　15m³
軽油タンク　〃　5m³

6. 主機関
主　機　V型単動4サイクル過給ディーゼル機関（減速歯車装置付）×2
定格出力　7,800PS×520rpm
常用出力　6,630PS×500rpm
燃料消費率（定格にて）
約150g/PS・hr（10200kcal/kg）

7. プロペラ
型　式　可変ピッチプロペラ
翼　数　4
直　径　3.5m
材　質　アルミニウム青銅鋳物

8. 発電機
交流発電機　650kVA　450V　60Hz　2台
150kVA　450V　60Hz　1台
同上原動機（4サイクル，過給ディーゼル，6シリンダ）　850PS×720rpm×2台
200PS×1200rpm×1台

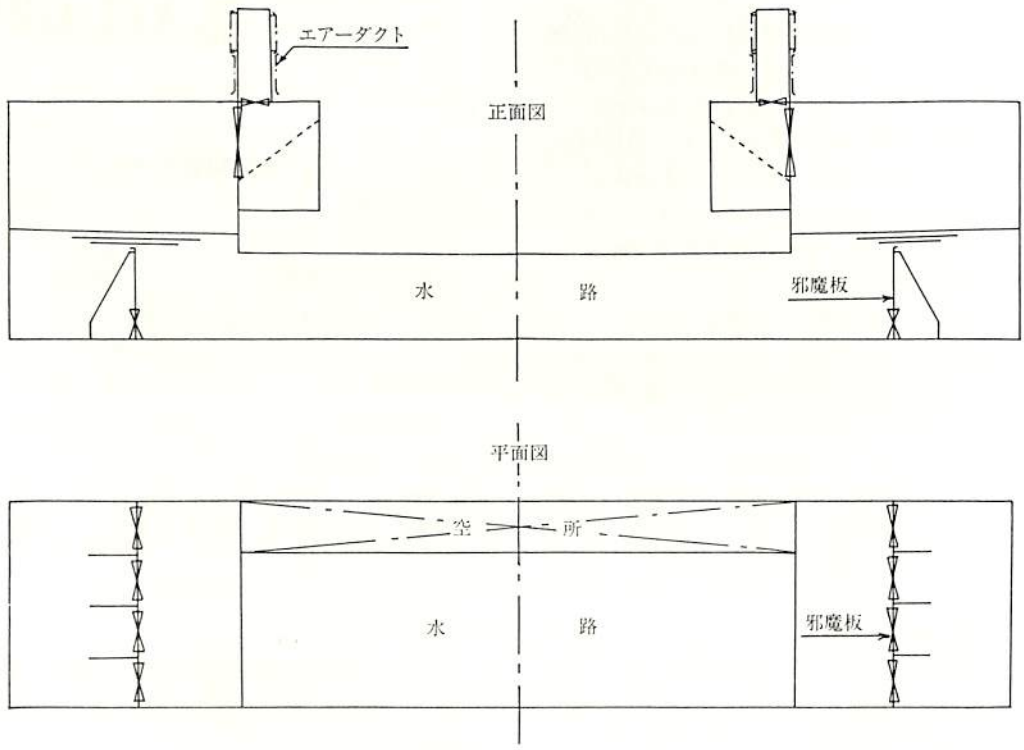
9. ヘリコプター関連設備
ヘリコプター　ベル式212型×1機
移動用ウインチ　約200kg×20/10m/min×2組
同上電動機　カゴ型極段変換1.5KW×2台
ヘリコプター用電源装置
24KW　DC30V　800A
航空燈火および水平指示燈　一式
ヘリコプター識別装置　1台

10. 減揺装置
フィンスタビライザー（折込式）
揚力　約30トン×2
減揺タンク　水量　約64トン

Ⅲ　船体部

1.　耐氷構造

本船は氷海航行を考慮して船首形状は，基線に対して約27度の傾斜をもつ砕氷船型とし，横断面も氷海に閉じ込められた場合を考慮して，約15度の傾斜をもつ傾斜玄側型をとっている。船尾は巡洋艦型とし，氷海での後進時に舵を保護する目的でアイスシ



減揺水槽構造図

ューを設けている。更に舵と船体との間に砕けた氷がはさまることを防ぐために，相互の間隙はできるだけ小さくしており，舵前端で約30mm，上端で約75mmとなっている。舵は下部にピントルをもつ平衡舵で舵頭材とは一付で圧入し結合している。プロペラ軸もボッシング構造の採用で氷塊から保護され，翼と船体の間に氷塊がはさまったり，翼の一部分が脱落するような状態に対しても，十分な強度を有するようにボッシングの構造を考慮している。

船殻構造はＮＫ・ＡＡ級耐氷構造のほかにＮＶ砕氷船規則，保安庁基準を考慮して決定した。特に耐氷範囲は次の条件で強度検討を行なった。即ち外板に対しては線荷重として船首部で 35Ｔ/Ｍ，中央部20Ｔ/Ｍでの氷圧，肋骨に対しては，それぞれ100Ｔ/Ｍ，70Ｔ/Ｍを考慮した。

補強範囲は外板は船首部で喫水線上 650mm から船底まで中央部より後方では同様に 100m/m までを増厚した。肋骨については船首部0.25Ｌまでは，船底から上甲板まで，それより後方では上部，下部の各船側縦通桁間に中間肋骨を配置している。更に特設肋骨および特設横置梁は最大４肋骨心距，一般には３肋骨心距毎に設けて剛性を高めている。

船底構造も機関室の二重底を可能な限り前後部へ張りつめ構造の縦通桁として延長して，構造の連続性と船底部の剛性向上を計っている。

なお，氷海航行で氷との接触により溶接ビードが摩耗する可能性があるので，船体前方部分のビードは平滑に仕上げた。同様の目的で各種船外吐出管もできる限り耐氷増厚部を避けて開孔しているが，移設できない管について，外板と面一になるように取り付けて，氷による損傷を防止するようにしている。

2. ＮＫＫ式減揺水槽

本船はヘリコプターの発着のため，および冬期海の荒れる北方海域がその主活動地域であるため横揺れの軽減には特に考慮がなされており，横揺れ防止装置として，ビルジキール，ＮＫＫ式減揺水槽，スペリー式フィンスタビライザーの３種類が装備された。

ＮＫＫ式減揺水槽は，本船の常備状態および満載状態に対して計画されたが，常備状態では特に条件の厳しい満載状態で設計することにより，十分な減揺水槽の効果が期待できるので，満載状態を基準にして周期９秒の規則波を受け，同調横揺れを起した場合の船の同調横揺れ角を約½に軽減することを目標とした。これをもとに決定された要目で模型ベンチテストを行ない，最適の水路の断面積および邪魔板の形状が決定された。（前頁図参照）

減揺水槽の構造は水路での水の抵抗をなくすためフレームやブラケット類はすべて水路の外側に出した。また移動する水の当たる邪魔板や側壁には騒音を防止するための吸音消波材を取付け，騒音の発生を押さえた。このため減揺水槽からの騒音の発生はほとんどなくなった。また天井部への水のはね返りと水の移動に伴なう通風筒から吹き出す水の防止のため，通風筒の位置構造にも配慮がなされた。

次頁に減揺水槽ベンチテストの結果を図で示す。

3. ヘリコプターとう載関連設備

(1)格納庫

格納庫内甲板には，ヘリコプター固縛用サンクンアイを配置している。またヘリコプタースキッド部には保護材としてゴムクッションを装備している。内壁はすべて防熱を施工し，庫内には各種工具箱，整備用プラットフォーム，脚立，およびドライホーニングマシン，ルブリケータ等の整備用具を収納している。

(2)シャッター

格納庫用扉として25ｍ×５ｍのステンレス製，電動駆動シャッターを設けている。本装置は 25m/秒の風速時においても開閉可能なもので，下部には融氷用として蒸気導通管を設けている。また非常開閉も可能な手動開閉装置を装備している。

(3)ヘリコプター引出し，引込みウィンチ

ヘリコプター引出し，引込みのため，引込みウィンチを格納庫内に，引出しウィンチを飛行甲板下に各々設けている。力量はいずれも 400/200kg×11/22m/min で，各操作は１台のウィンチを使用し，暴走防止のため控索を設けている。

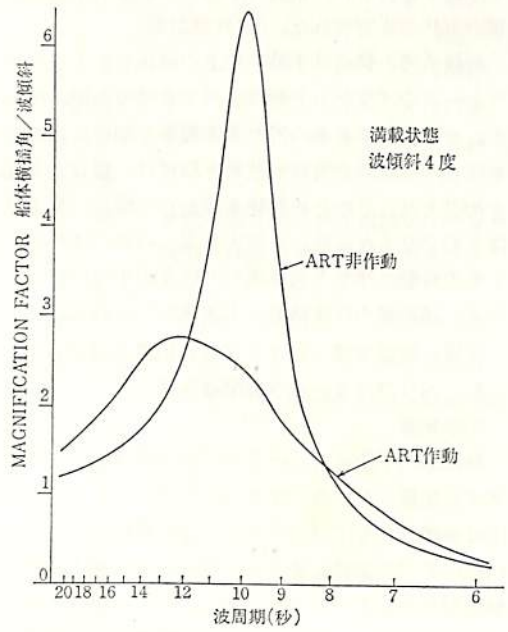
(4)航空燃料油ポンプおよびタンク

航空燃料油ＪＰ－Ｓのヘリコプター給油および燃料油タンク注油用として飛行甲板下のポンプ室に，吐出容量約 80l/min のポンプを設けている。総容量 20kl の燃料油タンクは飛行甲板下に３分割して設け，各々高液面警報装置を装備している。ヘリコプターへの給油は，ポンプ室に格納されたホースリールを介し，飛行甲板上ハッチよりピストルノズルを取り出して行なうことができる。

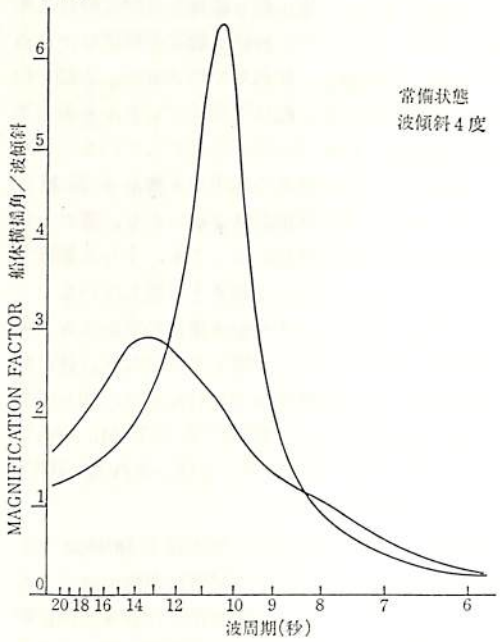
(5)飛行甲板手摺装置

ヘリコプター離着船の際，飛行甲板の手摺を水平状態に倒す電動油圧起倒装置を装備している。手摺は軽合金製とし，全体を７分割として１ハンドルにて全手摺を油圧シリンダーにて起倒できる装置とな

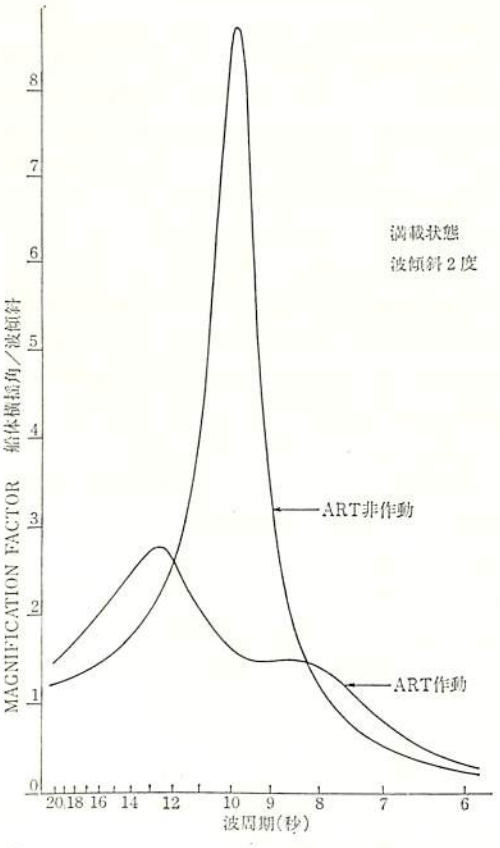
減揺水槽ベンチテスト結果



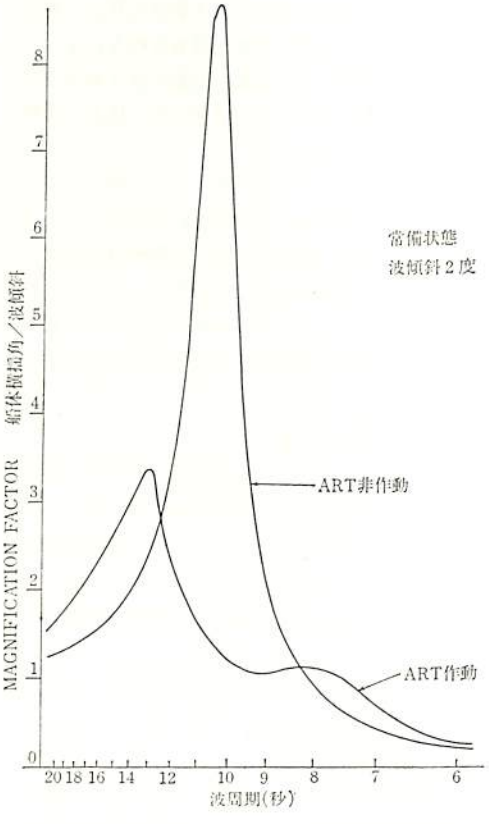
①



②



③



④

っている。また油圧低下による手摺の倒れが生じないメカニカルロック装置も装備している。

(6)消火装置

ヘリコプター離着船時の火災事故に備え，泡原液タンク容積1200lのダイアフラム式泡消火装置を装備し，格納庫天蓋上に80ϕの放射銃2基を設けている。本装置は非常用消火ポンプを運転状態にし，放射銃脇にある操作盤より非常用消火ポンプの吐出側電動弁を作動して瞬時に泡放射可能なものとなっている。

4. フィンスタビライザー装置

航海時における減揺対策としてフィンスタビライザを装備している。本装置は，揚力制御方式を採用し，船速18ノットで30Tの揚力を発生させる能力を有している。操作は機関操縦室にて，油圧ポンプユニットの発停，フィンの張出し格納等を行ない，また操舵室にてフィンの張出し，格納，安定化等を行なうことができる。

5. 7米型高速警備救難艇用揚艇機

高速警備救難艇の揚降し用として，旋回式のダビットを装備している。本装置には荒天時の使用を目的としたスエルコンペンセータが設けられている。このコンペンセータは7 kg/cm²の圧縮空気を蓄圧したエアシリンダーにて艇の上下運動を吸収することができる。ダビットは捲上げ荷重および捲上げ速度3T×18/9m/min のもので，旋回中の艇の自転防止対策としてヨークが自動的に船体中心に平行に保持できるようになっている。

6. 40ミリ機関砲および20ミリ機銃

船首楼甲板上に40ミリ機関砲，船橋甲板上に，20ミリ機銃を各々装備している。

7. 居住区

居住区および業務区画は5層からなり最上層には操舵室・航空管制室・OIC (Operations Information Center)室，その下層には送信機室・通信室・船長室，下3層には公室・居室などが配置され，最大搭乗人員71名の居住設備が設けられている。

准士官以上を個室とし，乗組員のために休憩室・図書室・集会所等を設け，また本船の運航目的から医務室・病室・取調室・保護室等が設備されている

本船は北方型であるため，防熱・結露等十分な配慮を行ない，居住区画外周に発泡ウレタンフォームを施工している。また水管関係の凍結防止として防熱および水抜も十分考慮されている。更に砕氷時の振動を考慮し造作工事など，特に注意を払った設計を行なっている。

また居室への騒音防止には特に留意して次の対策が講じられている。

a）機関室からの騒音の侵入を防ぐために機関室囲壁を十分なるグラスウール張りを行ない，また機関室直上の外板側壁と機関室囲壁に接する壁は，鉛板張り厚合板で内張りを施工している。更に床からの侵入音を防止するためコンポジションの厚さを考慮している。

b）空気調和機室は騒音の減少を図るため囲壁に吸音材を張り，機器には防振ゴムを取付けている。

c）減揺タンクの波音も騒音源の一つとなるため，タンク内に吸音材の取付を行なっている。

IV 機関部

1. 主機軸系

本船は業務上，低負荷長時間使用も必要とされるため，主機台数が多い方が好ましいが，一方，機関室の大きさ，配置，艤装重量，保守，価格等の面で主機台数は制限される。

可変ピッチプロペラの採用，低負荷性能の良好な主機機種の選定により，2機2軸で本船の要求性能のほぼ全域で使用可能であることを確認し，2機2軸方式が採用されている。

(1) 主機

主機の選定にあたっては，低速機関（減速装置無し）と中速機関（減速装置付）とが考えられたが，本船のプロペラ効率上有利な回転数が230rpm（連続最大）であることまた大きさ，重量の面からも中速機関の採用が適切であると判断され，実績の多い12PC2—5Vを選定し，入札の結果，NKK—SEMT製，12PC2—5Vが2基とう載されている。主要目は次の通りである。

型式	V型単動4サイクル過給ディーゼル機関（非逆転式）
シリンダ数	12
シリンダ径	400mm
ピストン行程	460mm
連続最大	
出力	7800PS
回転数	520rpm
平均有効圧力	19.46 kg/cm²

(2) 減速歯車装置

主機は新潟コンバータ㈱製1段減速ハスバ歯車減速装置と弾性接手を介して結合されプロペラを駆動する。

（17頁へつづく）

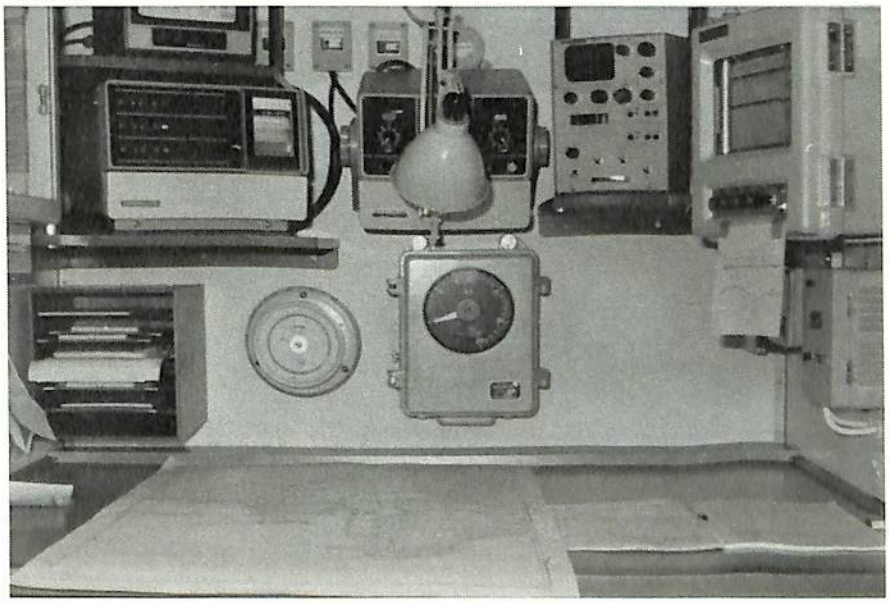
海上保安庁の新造船

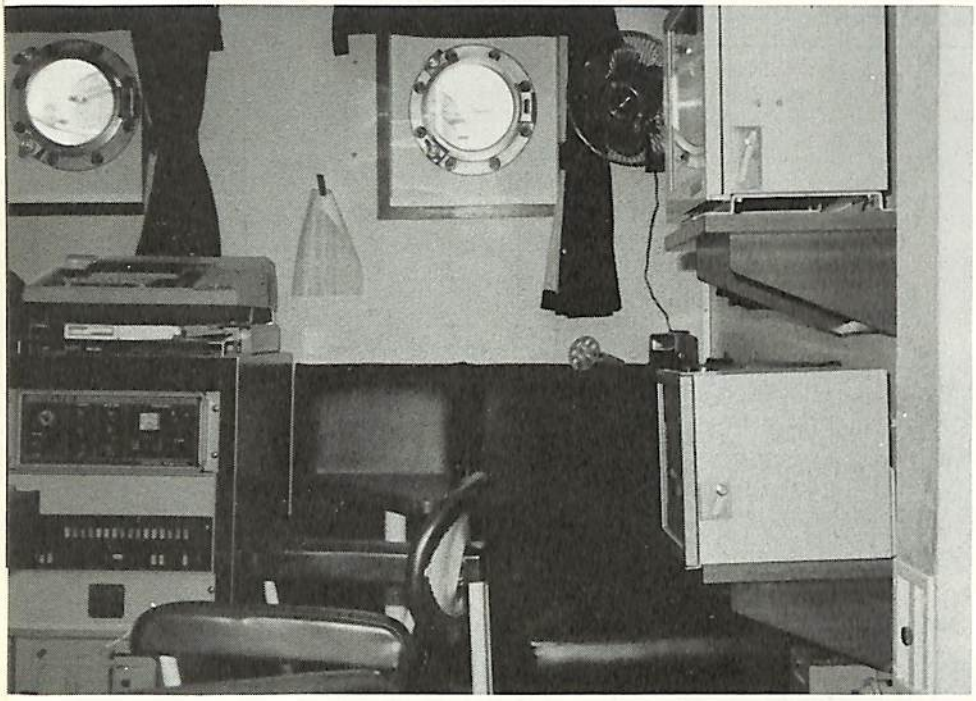
ヘリコプターとう載型巡視船 “そうや”

日本鋼管鶴見造船所建造

操舵室

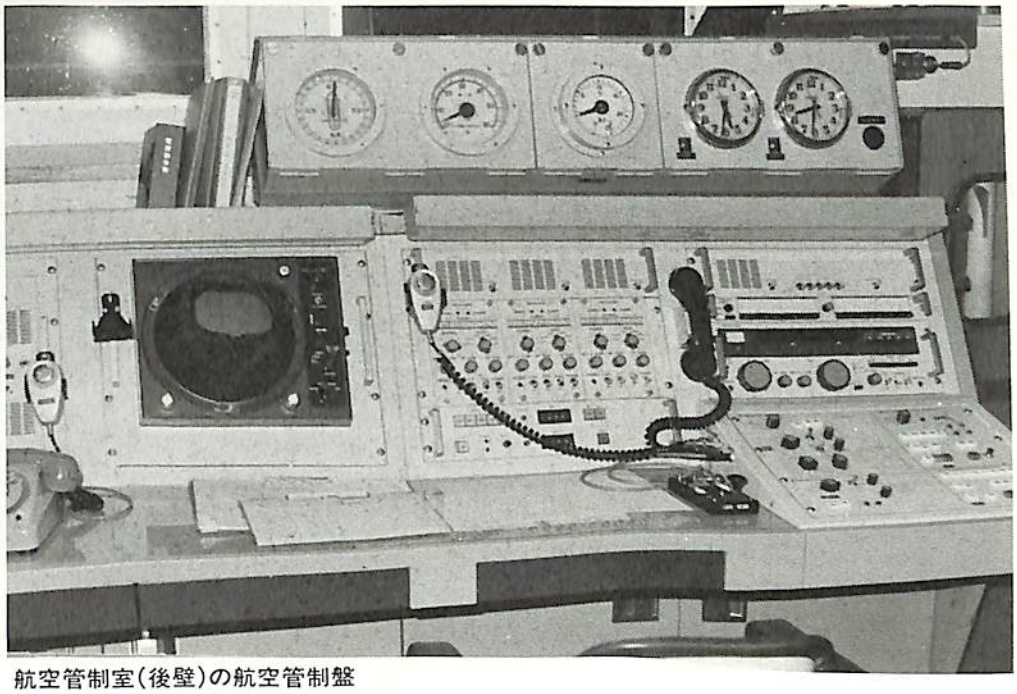
海図台





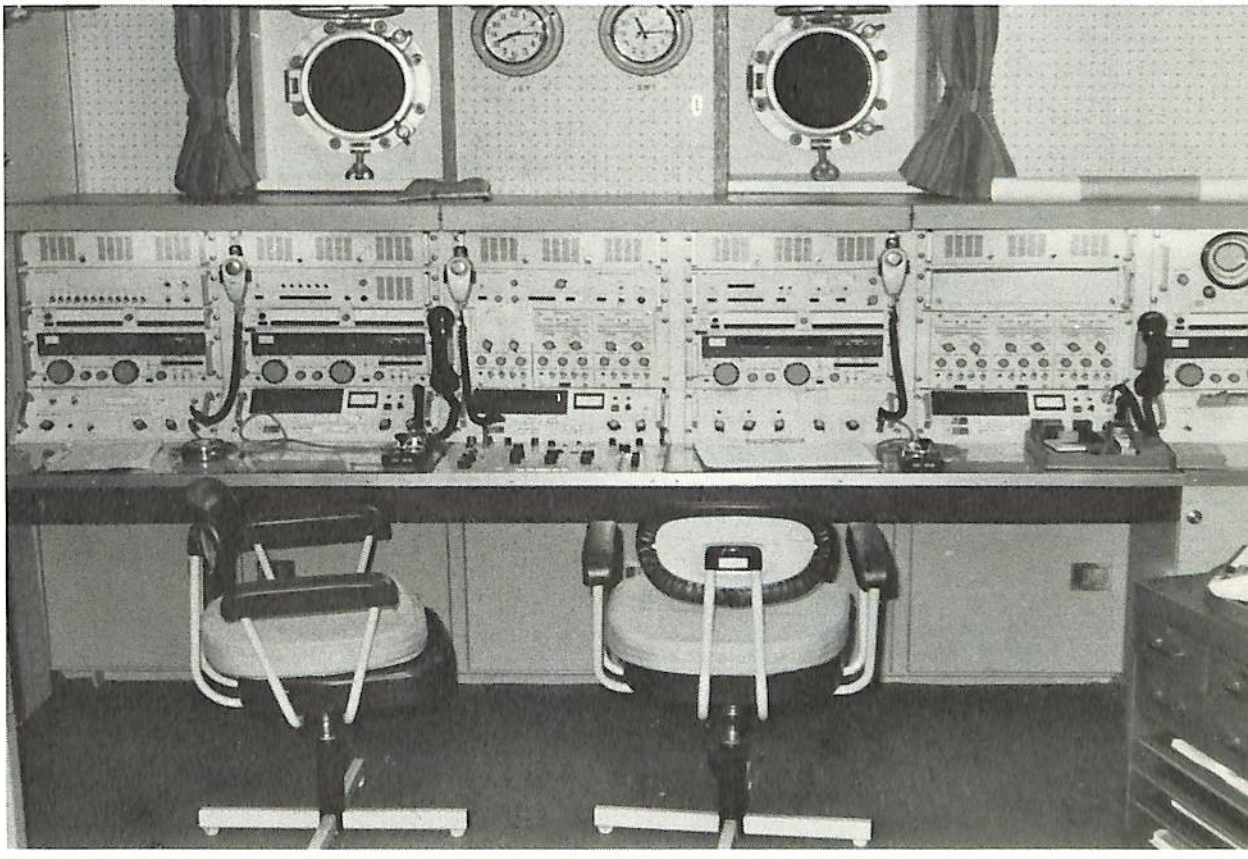
OIC室

OIC室(後壁)および航空管制室(後壁)



航空管制室(後壁)の航空管制盤

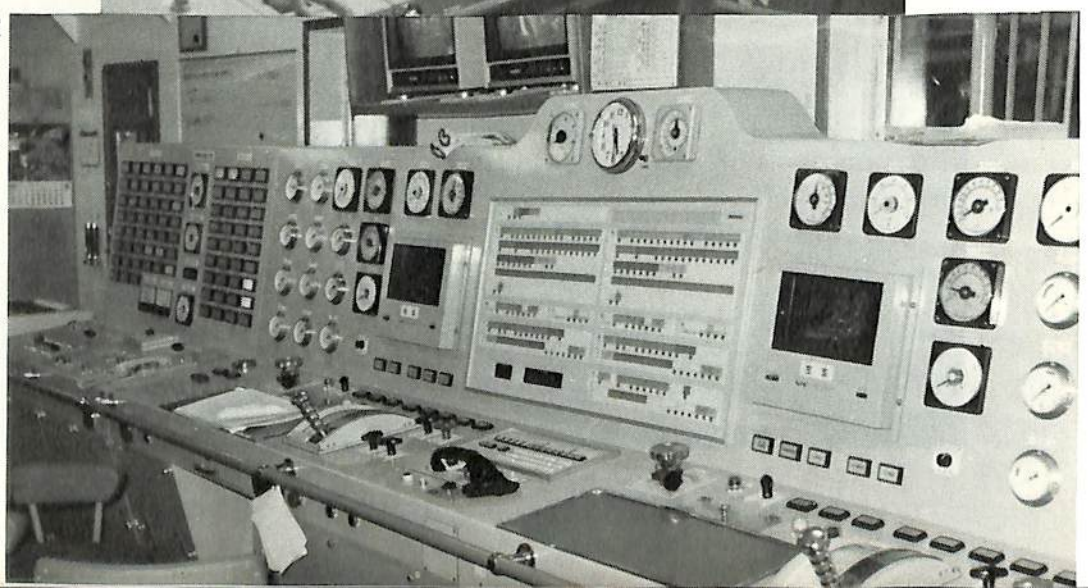
通信室



士官室

機関操縦室(後壁)

機関操縦室



主要目は次の通りである。

出力軸回転数（連続最大）	229.3rpm
歯数	41/93
減速比	2.268
モジュール	14
圧力角	25°
ネジレ角	8°
基準ピッチ円直径	579.64/1314.8
主スラスト軸受	ミッチェル式
弾性接手	ガイスリンガ接手

(3) 可変ピッチプロペラ

巡視船としての本船業務の特殊性を考慮し，操船性能，操縦性，低速を含めた船速の選択，主機出力の有効的な利用等の点で長所を持つ可変ピッチプロペラが採用されている。

主要目は次の通りである。

型式	川崎エッシャウィス式 1250NS/380R
プロペラ回転数（連続最大）	229.3rpm
プロペラ直径	3500 mm
プロペラ翼数	4
変節方式	油圧式

(4) 振り振動

各軸系要素は振り振動上問題無く，従って特に使用禁止回転数域は設けていない。ただし，低回転域で減速機においてI節3.0次の付加トルクが平均伝達トルクを越え，チャタリングを起すため，最低回転数（始動回転数）は主機回転数で250rpmに設定した。

(5) 遠隔操縦装置

イ）主機および可変ピッチプロペラの操縦は，操舵室における遠隔操縦を原則とする。

ロ）船速の調整および前後進は，主機の回転数および可変ピッチプロペラの翼角制御により行なう。

ハ）遠隔操縦装置故障等非常時用として，操舵室および機関操縦室に主機の非常停止装置を設ける。

ニ）操縦場所および操縦内容は下表の通り。

	主機			CPP
	始動停止	回転制御	非常停止	翼角制御
操舵室	○	○	○	○
機関操縦室	○	○	○	監視
機側	○	○	—	○

ホ）操縦場所の切替および始動時等に必要なインタロックを設ける。

(6) 連絡通信装置

主機および可変ピッチプロペラの調整運転，遠隔操縦装置故障時に行なう機側運転並びに補機の機側作業用として下記の通信装置が設けられているほか所要のテレグラフを備えている。

	機関操縦室	主機機側	CPP機側
操舵室	○ ◎	○	○ ◎
機関操縦室	—	○	○ ◎
主機機側	○	—	○

○：共電　式電話1回路，◎：自動　式電話1回路

(7) 保護警報監視計測記録装置

イ）主機は下記の要因で自動的に停止する。

主機潤滑油圧力低下
減速装置潤滑油圧力低下
主機クランク室ミスト異常
主機過速度
母線無電圧

ロ）主機および減速歯車装置それぞれの潤滑油圧力低下時には休止潤滑油ポンプは自動始動する。また可変ピッチプロペラ変節油ポンプは機関操縦室内補機制御表示盤から遠隔発停ができる。

ハ）機関監視記録装置により，監視計測警報記録を行なう。

ニ）機関操縦室内主機操縦盤に主要な流体の圧力計測のためにブルドン管式圧力計を装備すると共に，機関監視記録装置による呼出表示も行なう。各部温度に関しては，機関監視記録装置による呼出表示のみとする。

ホ）機側状態表示盤には，各種圧力計を設けると共に，総合警報表示灯を必要数設けている。

2. 補機器

(1) 次の主な主機用補機に関しては，本船の安全確実な運航が行なえるよう2機の主機に対し，各々3台（1台で1機の主機をまかなえる）装備されている。

主機冷却海水ポンプ
主機冷却清水ポンプ
主機潤滑油ポンプ
燃料油供給ポンプ

(2) 本船は巡視船としての特殊性から，主機を低負

荷で長時間使用することが考えられるが，その時も主機の良好な燃焼状態を得るために，空気冷却器の冷却海水量の制御による給気温度の自動制御を行なっている。

3. 機関室配置

機関室は船体中央部に設けられ，船首側から補機室，主機室およびＣＰＰ室の３室から成っている。各室下部は水密滑り戸で仕切られている。

主機室には，主機，減速装置，主機関連機器等の主として航海時に使用する機器類が装備されている。

補機室には，発電機，補助ボイラ，空気圧縮機，燃料油関係機器，フィンスタビライザ等航海時および停泊時に使用する機器類が装備されており，特に停泊時に使用する機器類は極力この補機室に集約し，保守の省力化の配慮をしている。またこの補機室には機関操縦室を設け，機関部諸元状況の把握，操作の中枢としている。機関操縦室右玄には，２個の丸窓を設け，船外が眺められるよう配慮されている。

ＣＰＰ室には，軸，ＣＰＰ駆動機構およびその関連補機器等が装備されている。

Ⅴ 電気部

1. 主要目

主発電機　520kW　440V　3φ　60Hz	２基
副発電機　120kW　440V　3φ　60Hz	１基
主配電盤および集合始動器盤	１式
充放電盤	１面
ヘリコプター用船内電源装置 24kW　DC30V　800A	１式
機関監視記録装置	１式
補機制御表示盤および補機警報盤	１式
操舵室集合制御盤	１面
機関室監視用テレビジョン装置	１式
火災探知装置	１式
電話装置（自動式，共電式）	１式

2. 発電機装置

航海時は主発電機１台にて船内電力をまかない，出入港時は２台の並列運転を行なう。停泊時には副発電機１台で船内電力をまかなう。運転中の発電機の異常発生により残りの主発電機が自動始動し，同期投入も自動で行ない，異常発電機の自動切離しが行える。また過負荷の場合は，負荷分担まで自動的に行なえる等の自動化を計っている。

3. ヘリコプター用船内電源装置

ヘリコプターの始動および保守用として電動直流発電機を電源室に，接続箱をヘリ甲板下と格納庫にそれぞれ装備している。

4. 機関室集中監視および制御装置

機関監視記録装置，主配電盤，集合始動器盤，補機制御表示盤等を機関操縦室に装備し，主機関，発電機，軸系，補機器等の制御，監視を集中的に行なうようになっている。

5. 操舵室集合制御盤

航海灯，投光器，フィンスタビライザー等の集中制御を行なうため，操縦室に集合制御盤を装備している。

6. 機関室監視用テレビジョン装置

主機室，補機室，ＣＰＰ室に計９台のテレビカメラを装備し，機関操縦室が２台の受像機により遠隔監視を行なっている。カメラは手動選択によるほか順次自動的にも切換が行える。

7. 火災探知装置

機関室，格納庫，弾薬庫等の無人の状態での火災の早期発見のため，イオン式および熱式探知器を26個装備している。なお弾薬庫内には電気品が装備できないため室外に吸引式探知装置を装備している。

8. その他

陸電受電設備として AC440V3φ または AC220V 3φ の二種類の受電が可能である。

Ⅵ 計器部

1. 主要目

レーダ装置	２式
衝突予防装置	１式
航行衛星受信装置	１式
ロラン受信機	１式
音響測深機	１式
航跡目画器	１式
電磁ログ	１式
ヘリコプター監視用テレビジョン装置	１式
水平指示灯および鉛直ジャイロ	１式
キセノン灯式探照灯（6kW，1kW）	各１基
航空灯火	１式
船灯および信号灯	１式
ジャイロコンパス	１式
自動操舵装置	１式
磁気コンパス	１式
もやい砲	１式
照明弾発射装置	１式
可燃性ガス警報器	１式

ピストンホーンおよびエアホーン　1式

2. 衝突予防装置

20隻までの船の針路，速度をベクトルで表示すると同時に安全船，危険船，重危険船の区別を行なわせ，船舶の動行が一目で把握できるようにＰＰＩを利用した衝突予防装置を操舵室に装備している。もし衝突の危険の生じた場合には，自動的に警報を発し，操舵パターンを表示する機能を有している。

3. 航行衛星受信装置

沿岸から200海里までの広範囲の巡視を行なうため，常に正確な自船位置測定が要求される。本装置は2チャンネル（400MHz，150MHz）受信方式により昼夜および天候に影響されずに正確な自船の位置を知ることができ，測位結果はＯＩＣ室に装備されているサーマルプリンターで印字され，また海図スペースのＣＲＴモニタにも緯度，経度等各種情報が遠隔表示される。

4. 航空燈火

ヘリコプター甲板におけるヘリコプターの発着船を安全かつスムースに行なうため，中心線灯，境界灯等の各種灯火をヘリコプター甲板等に装備し，航空管制室より制御を行なう。また船の動揺をヘリコプター操縦者に伝えるため，鉛直ジャイロと連動した水平指示灯を格納庫天蓋に装備している。

5. ヘリコプター監視用テレビジョン装置

ヘリコプター発着状況を遠隔に監視するため，ズームレンズ付テレビカメラを格納庫天蓋に装備し受像機を操舵室および航空管制室に装備している。

6. キセノン燈式探照灯

夜間の警備救難業務をスムーズに実施するため，操舵室より遠隔操作のできる6kW 探照灯を上部船橋甲板に装備し手動操作の1kW 探照灯を格納庫天蓋に装備している。

Ⅶ 通信部

1. 主要目

1kW 全波送信機	2台
500W中波送信機	1台
100W対航空機短波送信機	1台
50W中波補助送信機	1台
27MHz 帯送受信機	1台
130MHz 帯送受信機	1台
150MHz 帯送受信機	1台
全波受信機	5台
中短波，中短波スポット受信機	1台
中短波，短波スポット受信機	7台
通信用操縦盤	1式
通信用配電盤	1式
航空管制用操縦盤	1式
ヘリコプター識別装置	1台
無線印刷電信装置	1台
方位測定機	1台
模写受信装置	1台
電気指令装置	2台
警急自動受信機	1台
警急自動電話装置	1台

2. 通信装置

広範囲な海域での活動を行なうに際し目となり耳となって円滑な海上保安通信を行なうため，大出力シンセサイザー全波送信機，シンセサイザー受信機，27MHz 帯送受信機および 150MHz 帯送受信機を装備するとともに特にヘリコプターとの円滑な通信を確保するため対航空機用短波送信機，受信機および 130MHz 帯送受信機を装備している。

3. ヘリコプター識別装置

ヘリコプターが海難救助および一般しょう戒に従事しているとき，ヘリコプターの個別識，飛行位置の確認を行なうためヘリコプター識別装置を装備している。

4. 無線印刷電信装置

"そうや"と海上保安庁の陸上テレタイプ等とを直結するためＡＲＯ方式による無線テレタイプを装備しており，陸上とは中短波および短波帯の周波数を使用し，常時，情報の送受が可能である。

Ⅷ むすび

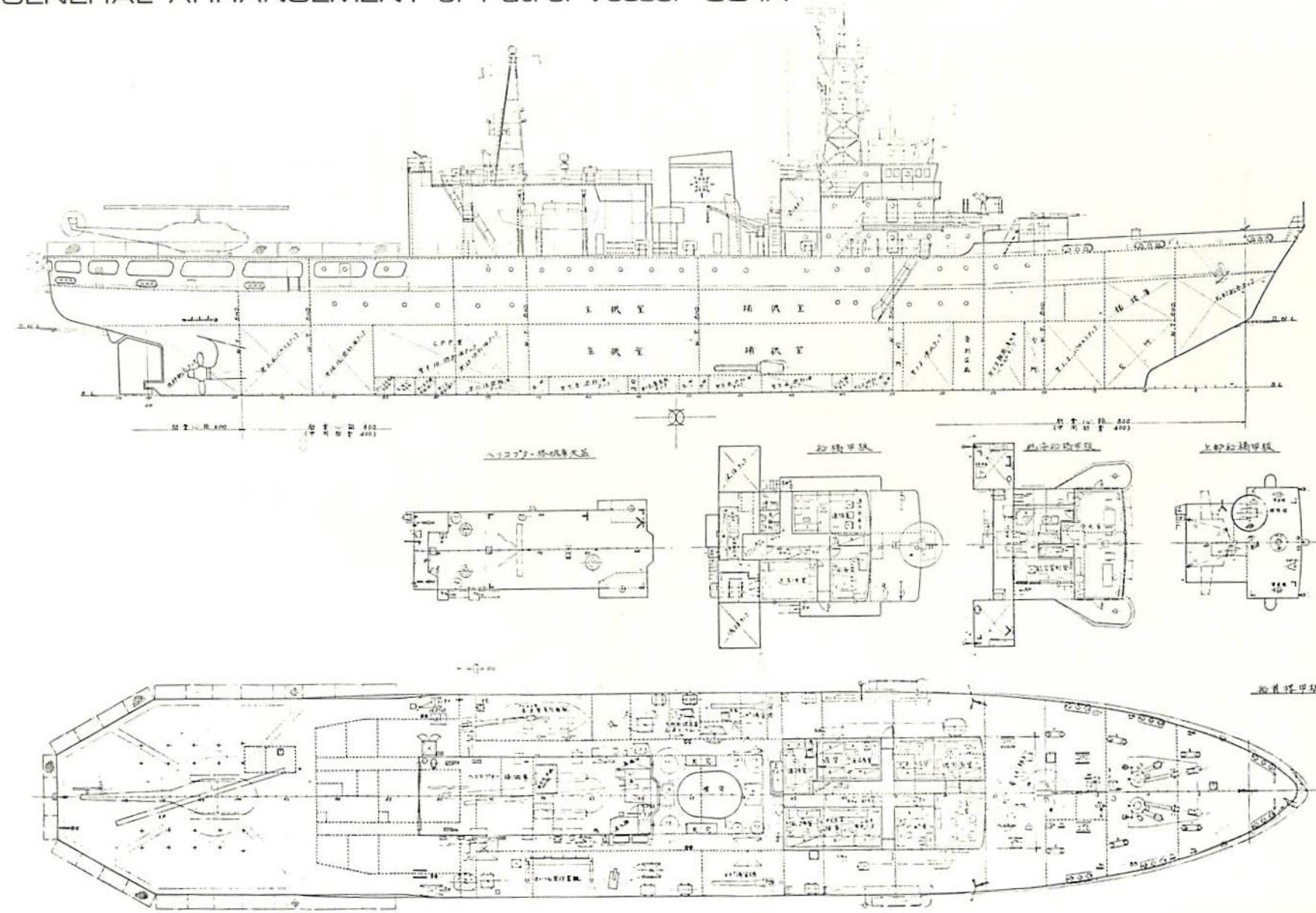
本船は，海上保安庁技術部の方々による強力なご指導のもと諸運転結果も良好な成績を上げ，去年11月22日引渡しすることができた。

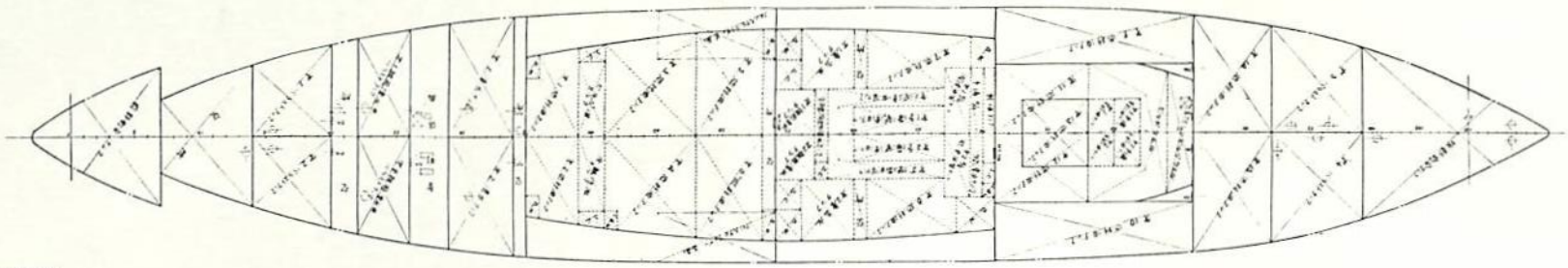
本船は釧路保安部に配備されたが，今後その真価を発揮し，北方を中心とした200カイリの守りに末永く活躍されんことを心からお祈りして紹介を終ることとする。

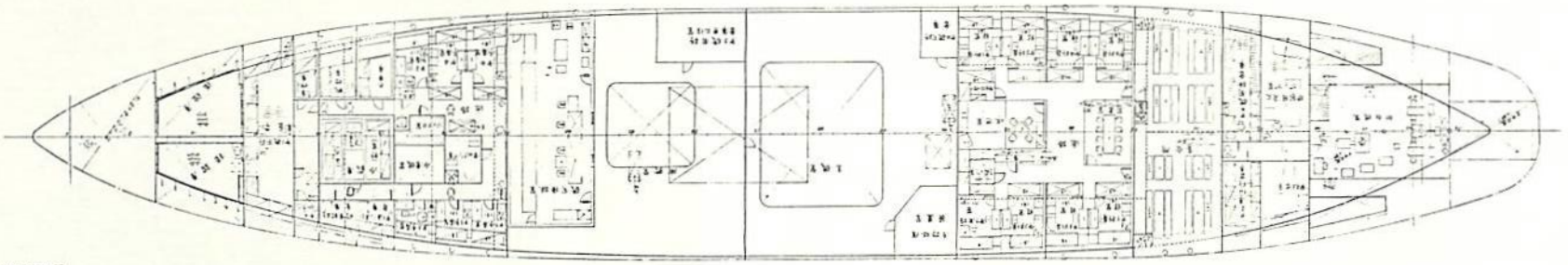
■ "船舶" 用（1年分12冊綴り）ファイル■
定価800円（〒300円，ただし都内発送分のみ）
ご注文は最寄の書店へお申込まれるのが，ご便利です。

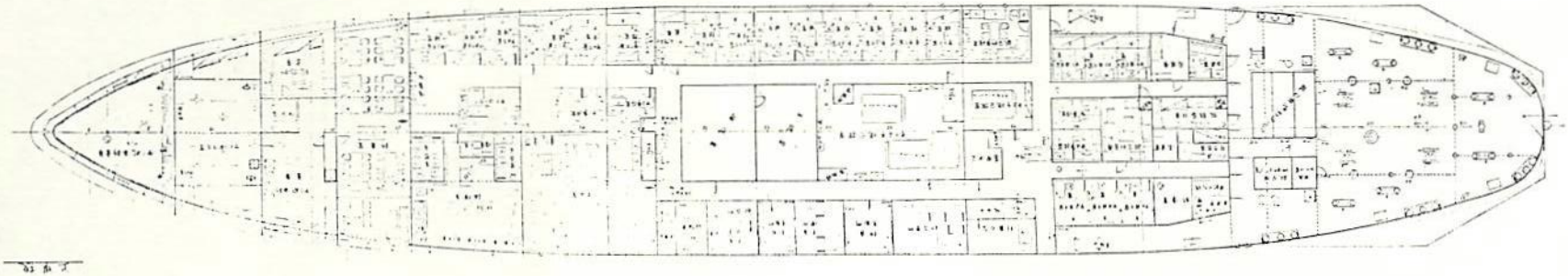
株式会社 天 然 社

GENERAL ARRANGEMENT of Patrol Vessel "SŌYA"



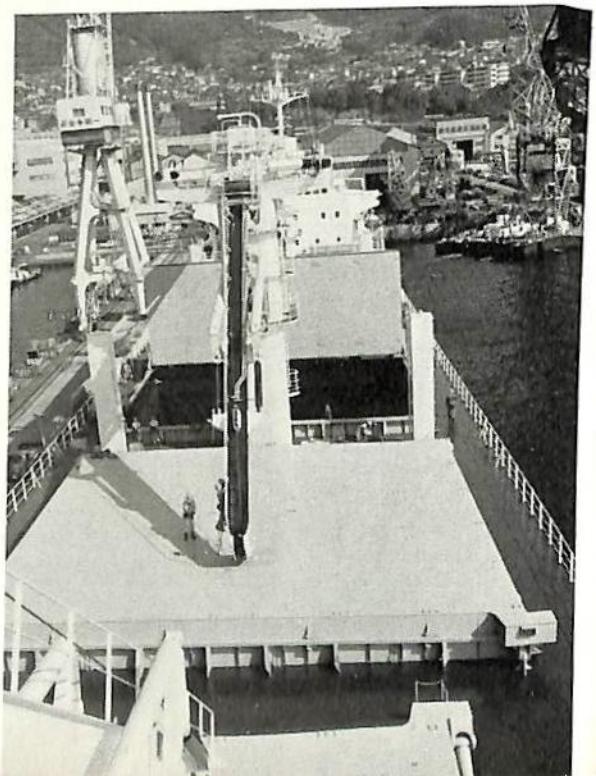




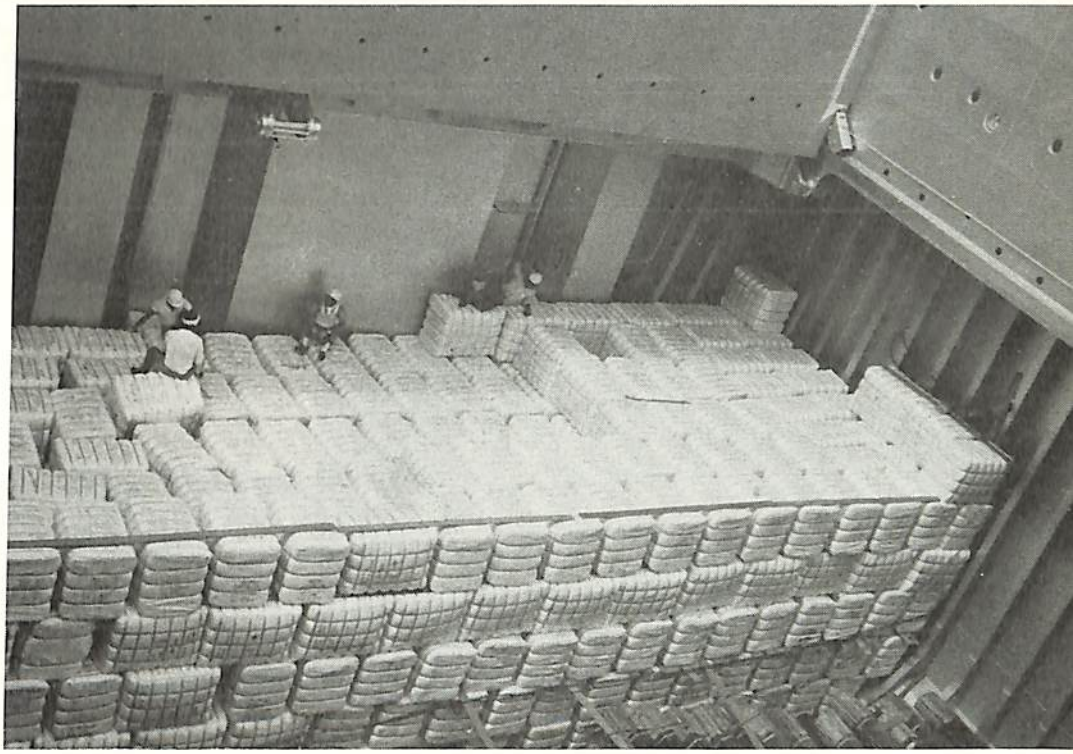


15,000重量トン型多目的貨物船
“FREEDOM MARKII”を見る

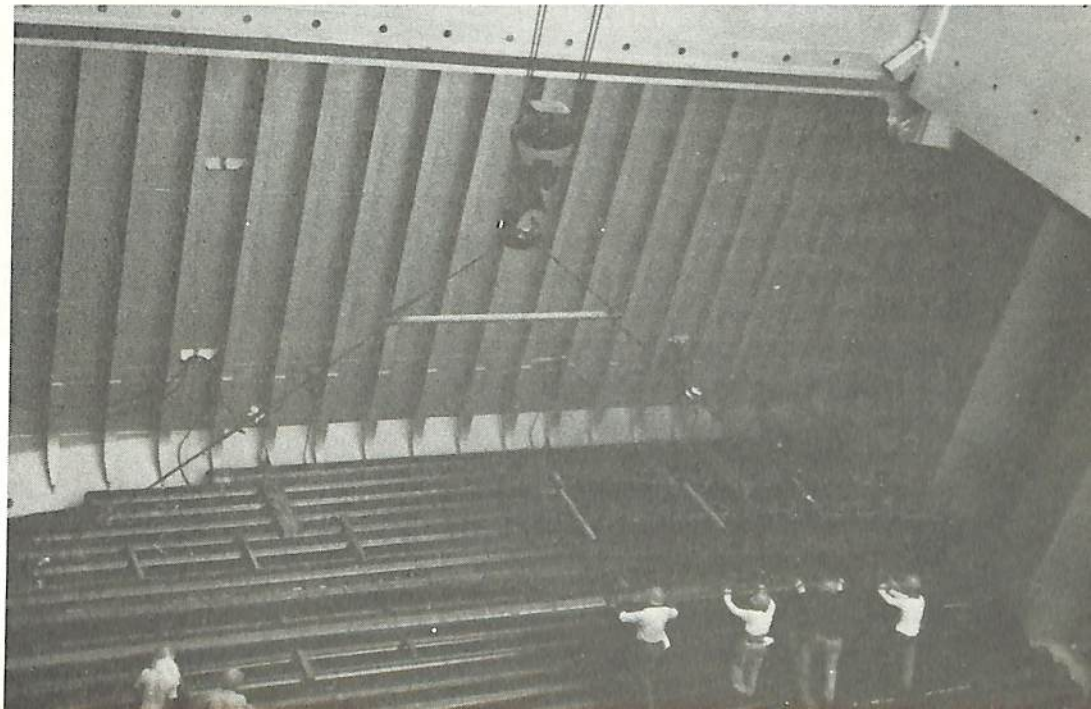
“FREEDOM MARK II”は，昨年本誌で紹介した“FRIENDSHIP”と多くの点で共通の設計理念のもとに開発されたシリーズ船で，石川島播磨重工業が世に問う画期的な試みが種々取り入れられている多目的貨物船である。同シリーズの概要は本文29頁に掲載したが，以下に写真でその特徴を見ていただこう。なお写真の説明は，同社の第一基本設計部によるものである。

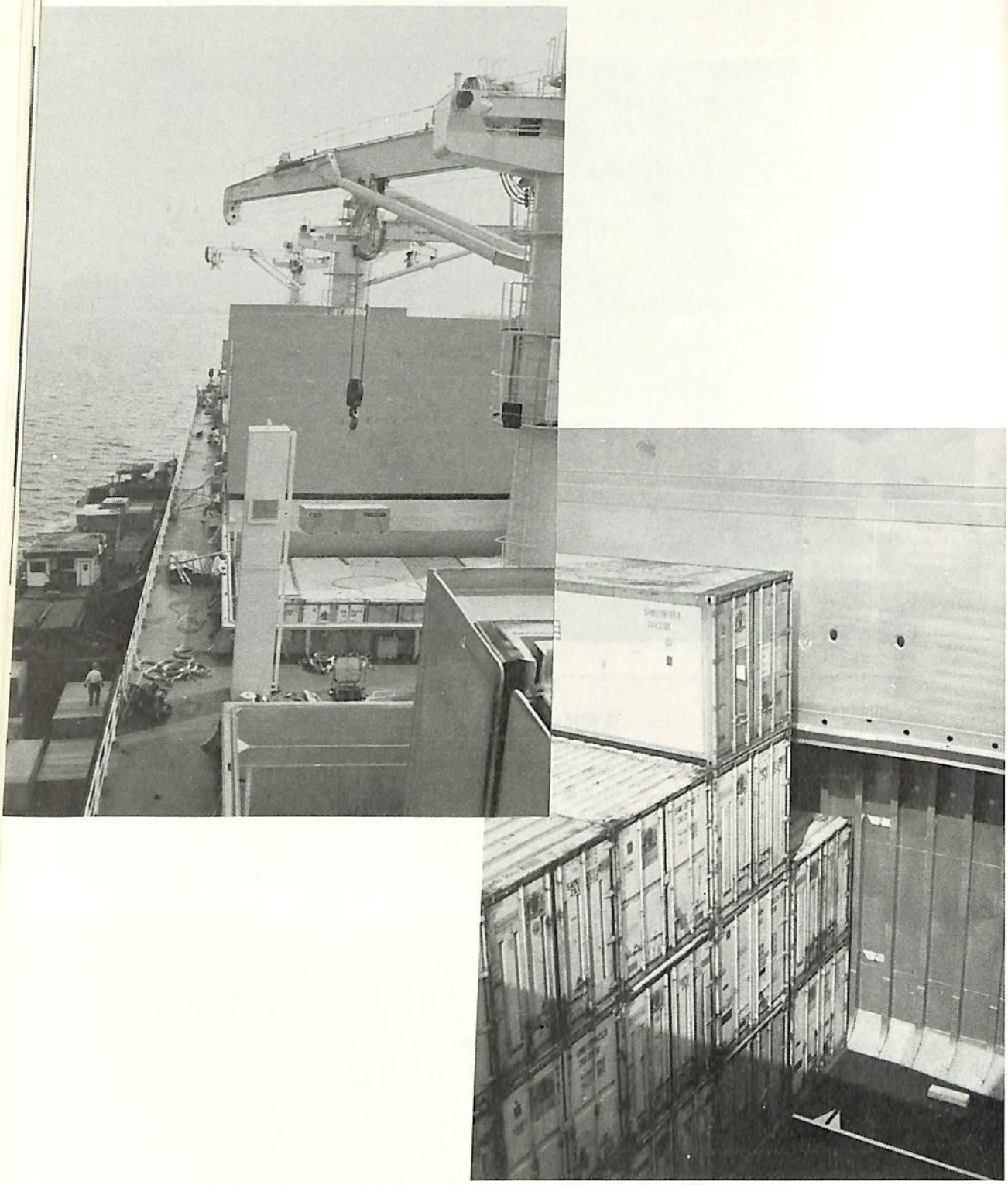


①コンテナ船に比肩し得る広大な船口および広大なハッチカバー。No sheer, No camber の上甲板には余分な艤装品を一切配置しておらず非常に clear である。この特徴により，容易により多く甲板上貨物の積み付けが可能となっている。



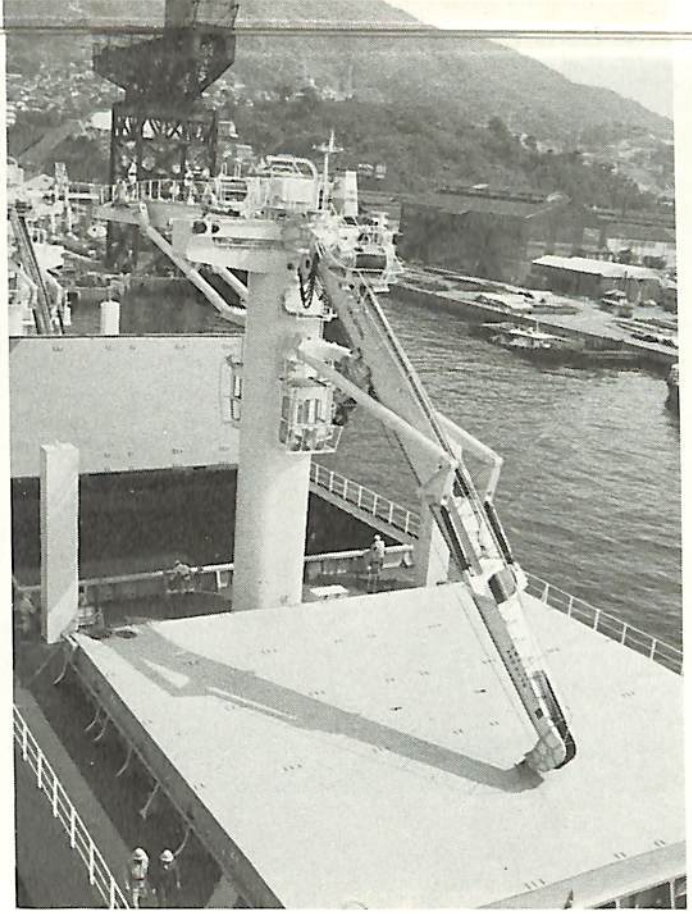
②船舶内の貨物積付状態。舶口を広くとってあるので，オーバーハングが少なく荷操り作業も大して必要ないことがわかる。船舶構造はあらゆる雑貨および角型貨物を効率良く積み付けることができるよう配慮されており，パイプ等の長尺物もたやすく積める。



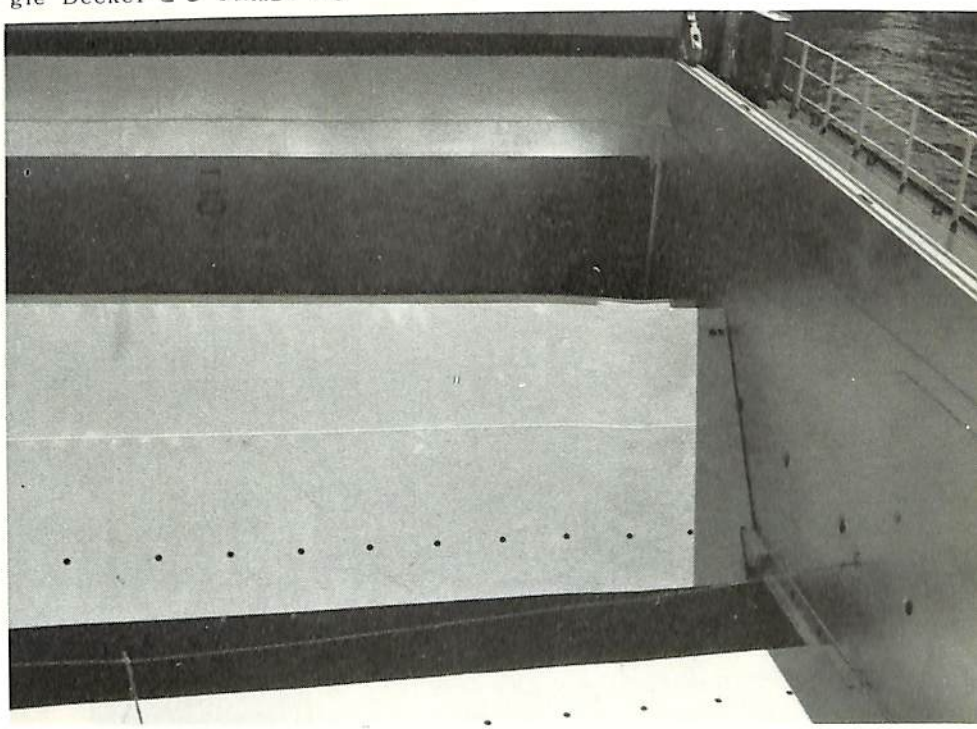


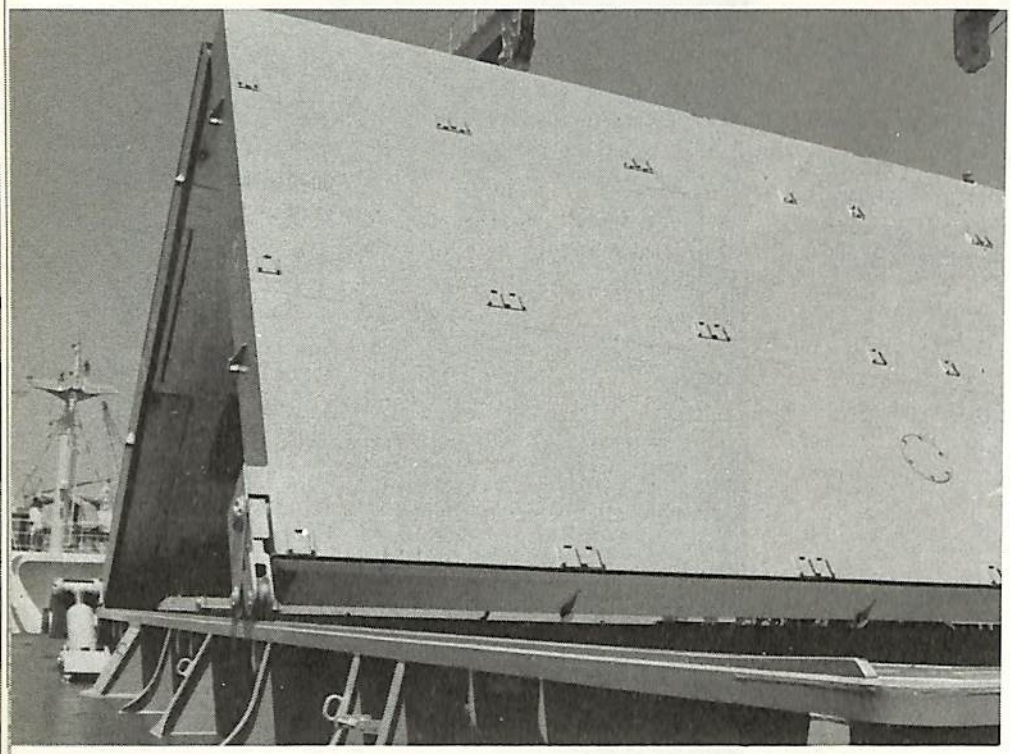
③船艙内へのコンテナ積付状態。8′×8′×20′または40′のコンテナを5段積むことができる。二重底はコンテナのDirect Loadingに耐えるようpoint loadに対し十分補強されている。コンテナ積みには本船の22LT H.S.C.でほとんど用が足りているが，40′の特に重いコンテナに対しては50LT H.S.C.が活躍している。

④本船の Cargo Gear は本船のために特別に開発された H.S.C.（Horizontal Slewing Cargo Gear）である。
優秀な Spotability を持つ本 H.S.C.と広大な船口とにより荷役能率は格段に向上した。本 H.S.C.の特徴である Hydraulic Cylinder による，Topping-up および Slewing Operation は wire，sheave の数を半減させる等，保守整備面にも細心の注意が払われている。

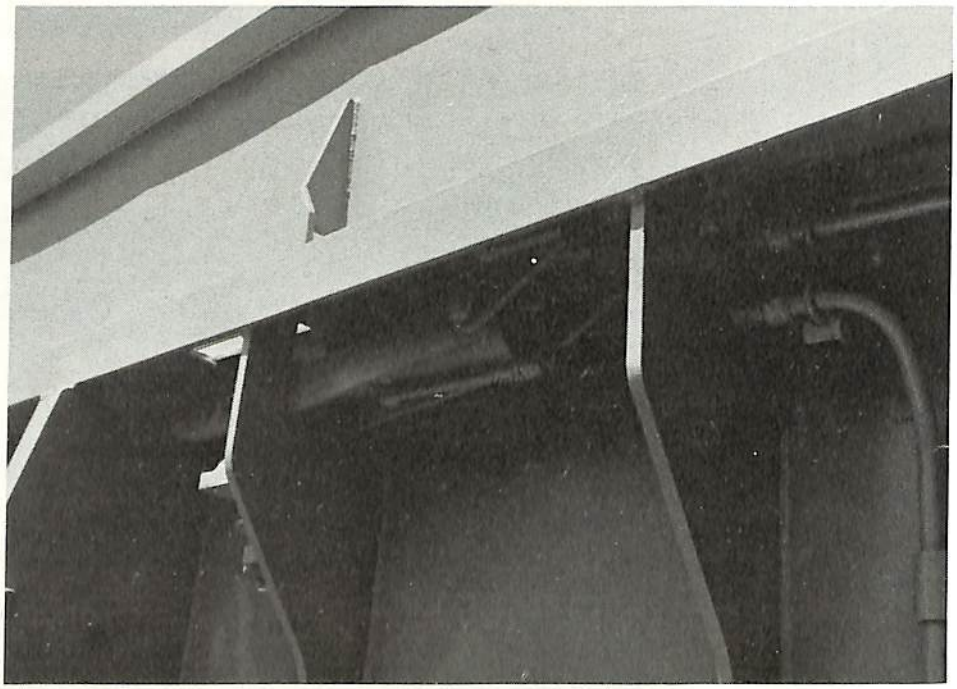


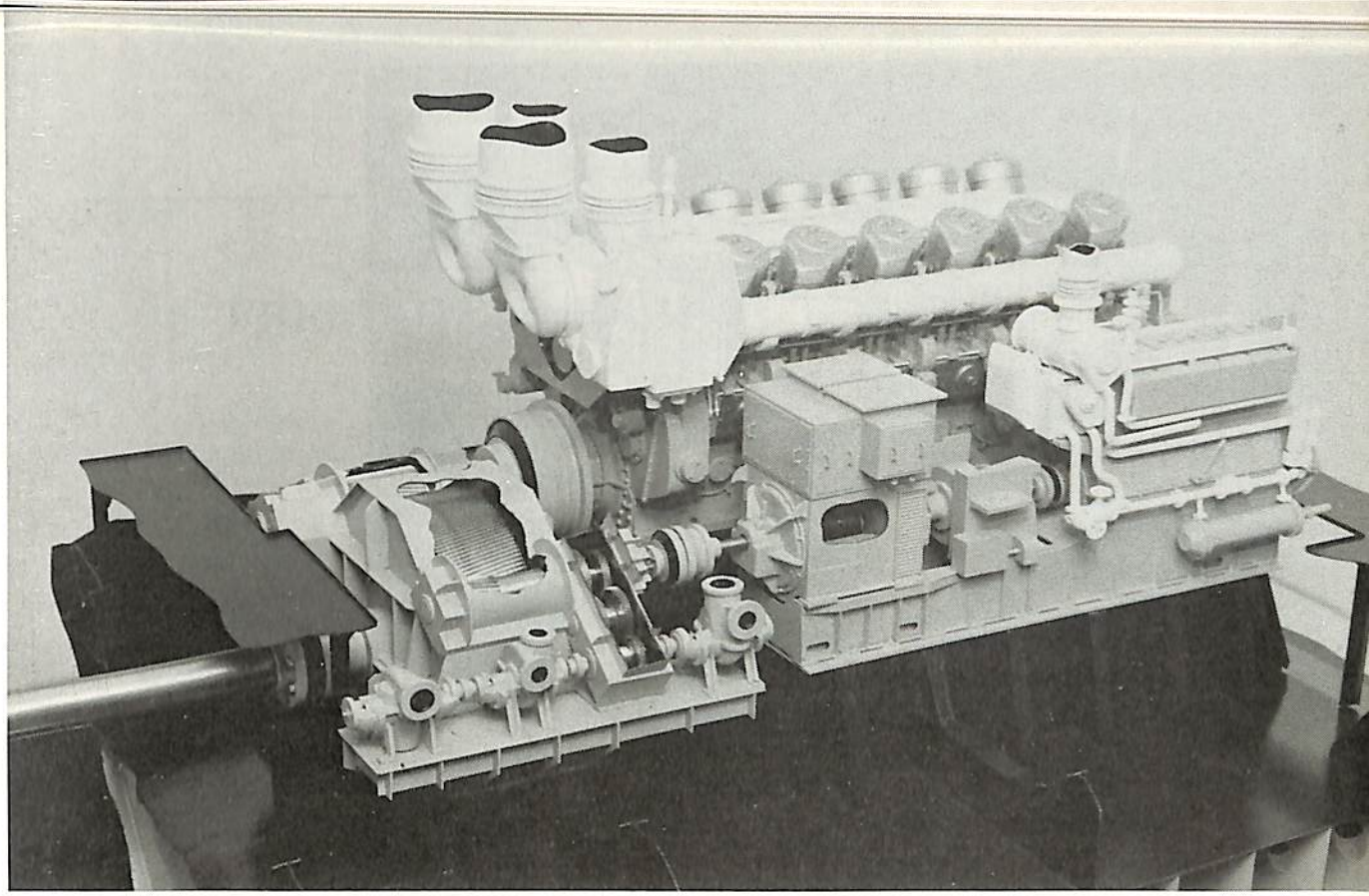
⑤Retractable Tween Deck。4 枚割で片側 2 枚づつの中折れ hinge-up type である。Tween Deck Space は横方向のオーバーハングは皆無であり，Tween Deck 開状態では前後のオーバーハング部分も完全な Grain Tight になり，Single Decker として機能する。





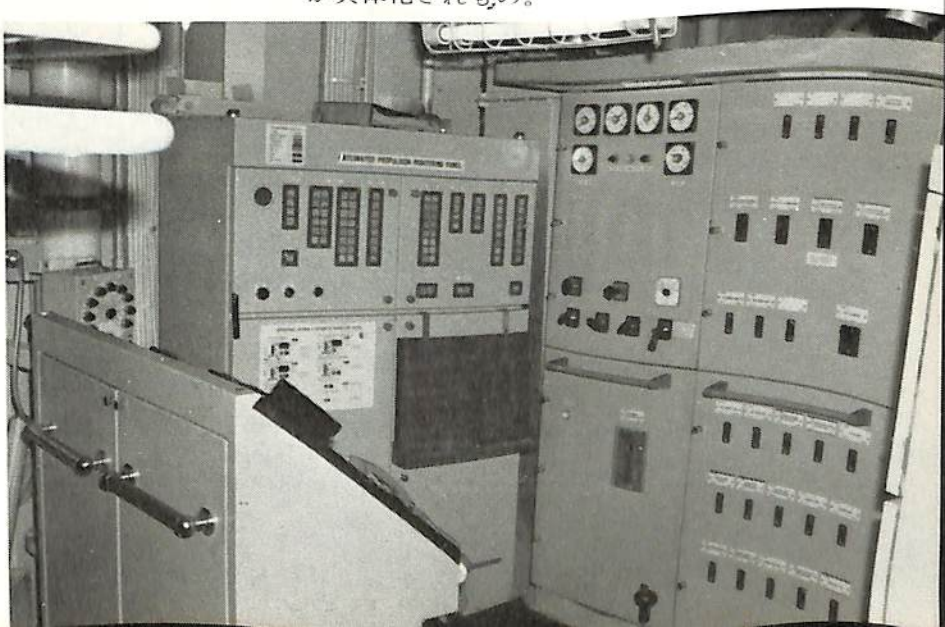
⑥2枚割中折れ hinge-up type の上甲板ハッチカバー。開閉はカバー端部にある2本の油圧シリンダにより行なわれる。カバー上にはコンテナ積付用に Cone Socket が取付けられている。本ハッチカバーには油圧式自動クリートが設けられている。

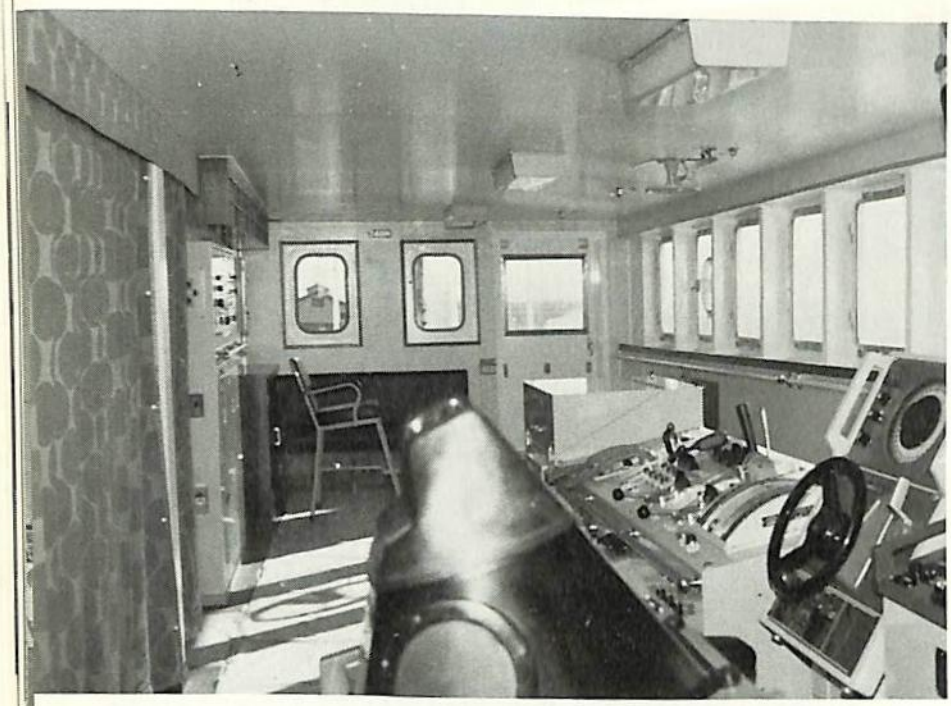




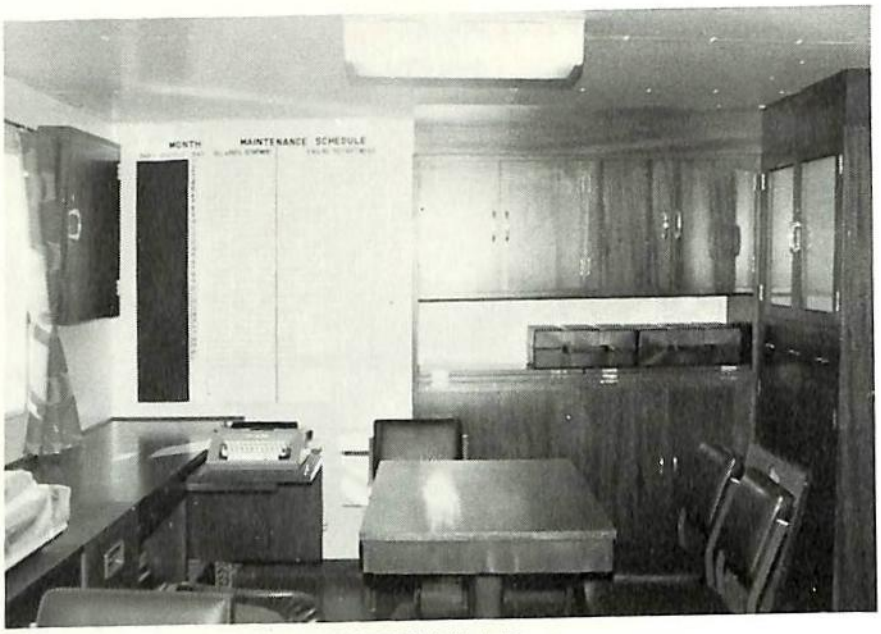
⑦機関部の特徴である Integrated Main Propulsion System を示す模型。主機は中速の IHI SEMT12PC2-2V（MCR6,000PS）であり，減速機，可変ピッチプロペラ，主発電機，主機関連補機を一つのユニットに組み合わせた画期的なシステムである。詳細は後述説明文を参照されたい。このシステムに対し ABS より〔主要目〕の項にある全く新しい Notation が付与されている。

⑧Auxiliary Control Station。本船は通常航海中は機関室は無人化運転される。従って本船の機関室には従来のごとき機関制御室は設けられておらず，また，機関室主床に設けられた本 station にも主機の初期起動に必要な計器および各種温度，圧力レベル等のモニターパネルが設置されているのみである。飽くまでも主たる主機の制御場所は操舵室であるという設計思想が具体化されもの。





⑨操舵室の全景。操舵室において可能な主機制御は，主機回転数の設定，主機負荷の制御から温態時の主機発停にまで及んでおり，機関の初期始動以外，操船に関するコントロールは何でもこの部屋でできるようになっている。機器配置は航海士１人で楽に取り扱えるよう機能的に手近に配置されている。



⑩Administration Office。操船装置を除くほとんど全ての船内装置の監視機構をこの部屋に集中し，船内のコントロールタワー機能を持たせると共に各種事務機器をも集中し，船内事務作業も全てこの部屋で行なえるようになっている。従って乗組員の居室は完全なprivate zoneとなっている。

15,000重量トン型多目的貨物船
"FREEDOM MARK-II" シリーズの概要

On the 15,000 DWT Type Multi-Purpose Cargo Carrier
'FREEDOM MARK-II"
by Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.

石川島播磨重工業
新造船営業室第一基本設計部

1. まえがき

FREEDOM MARK-II シリーズは昨年8月末第1船が引き渡され，その後引き続き第2，第3船と引き渡されて現在までに既に5隻が就航している。その間，本シリーズ船は極東，東南アジア，中近東，アフリカ，欧州，北米，中南米とほぼ全世界に足跡を残し，各地で好評を得ている。

本 FREEDOM MARK-II シリーズは，先に本誌1978年9月号にて紹介された FRIENDSHIP シリーズと多くの点で共通の設計理念のもとに開発されたシリーズ船であり，1980年代の多目的貨物船として多くの顧客に愛されるよう，称々の画期的な試みが取り入れられている。

以下に本シリーズ船の特記すべき特徴をまず述べ，然る後に設計上の基本構想に沿って各部を紹介する。

2. 本シリーズ船の特記すべき特徴

(a) 15名による運航

乗組員数を大幅に減少させることができるのは，船主にとって大きな魅力の一つであるが，本シリーズ船においては単に数を減ずるのみでなく，甲板部，機関部を問わず熟練者でなくとも，簡単に取り扱える船を造ることに心を砕いた。その結果として General Purpose Crew の登用が可能となっている。設計上，最小定員は15名としており，既にギリシャ政府よりも現時点で，16名による運航が許可され，現在就航している船はほぼ例外なく16名乃至17名にて運航されている。

(b) コンテナ貨物に対する十分な適応能力

本シリーズ船は多目的貨物船であるが，多目的貨物船としての悩みは何でも積める替りに，特定の貨物だけを積む場合には限界があることである。しかしながら最大限顧客の要望に応えることは，シリーズ船として永く愛されるために是非必要であり，最近益々進行しつつある海上貨物のコンテナ化，パッケージ化に対しても十分配慮した設計になっている。次に述べる Cargo Gear の Capacity の幅広い選択を可能としたことを合わせ，広大な舶口，十分な強度を有する二重底，舶口蓋により数多くのコンテナ貨物積付が可能である。

(c) 幅広い Cargo Gear の力量

本シリーズ船には，独自に開発された Horizontal Slewing Cargo Gear (H. S. C.) が採用されているが，選択可能な力量として10LT，15LT，22LT，25LT，50LTを用意している。50LTは2基の25LTブームにて共吊りし，ポストを回転させる方式のユニークなものである。20ft.，40ft. コンテナに対しては 22LT，50LT H.S.C. で十分対応できるし，一般的な重量物 Cargo に対してなら50LT H.S.C. で殆んど支障なく荷役できる。現在就航中の船にも殆んど例外なく 22LT H.S.C. と共に 50LT H.S.C. が採用されている。

(d) 各種 Class Rule に対する幅広い適応能力

Class は現在殆んど ABS が採用されているが，LRS，BV，NK 等幅広い選択の可能性が開かれており，また多目的貨物船として世界中どの航路にも就航でき，どの港へも寄港できるよう Panama, Suez, St. Lawrence 等の運河規則，USCG, Greek Rule 等の各国規則，オーストラリア港湾規則(A.W.W.F.) 等の荷役規則に適合するよう，基本設計の時点から十分注意が払われている。

(e) 機関室無人化運転

本項目は15名による運航を可能とするための必須条件であり，考え方としては出入港をも含む通常航海時に，機関制御を含む全ての操船を操舵室より1

人の航海士の手のみにより可能としようというものである。そのために取られた措置は，従来近代化，省力化と言う場合多く採用されている“超自動化”構想でなく，従来の実績により証明された信頼性のある必要最小限の機器を用いてシステムを単純化し，誤操作を防止すると共に保守の手間を最小限とするシステムの確立であった。

現在当初の目的はほぼ達成され，1日2回の機関室見回りを義務づけることにより通常航海時は機関室は無人で運航されている。

(f) Planned Maintenance System

数多くの機器に対し効率良く保守整備作業を行なうことを目的として，Planned Maintenance System & Spare Parts Control System を本シリーズ船のために開発，採用した。このシステムにより作業のScheduling が容易になると共に必要作業の見落しもなくなるので，特に乗組員の交代があっても必要な措置が確実にとれるようになっている。

“FREEDOM MARK II Principal Particulars

Length (overall)	abt. 145.500m
Length (between perpendiculars)	abt. 137.000m
Breadth (moulded)	abt. 21.000m
Depth (moulded)	abt. 13.100m
Draft, design (moulded)	abt. 9.040m
Draft, scantling (moulded)	abt. 9.450m
Deadweight, design	abt. 15,600LT
Deadweight, scantling	abt. 16,600LT
Loaded service speed	abt. 14.5knots
Ballasted trial speed	abot. 16.5knots
Calssification	ABS✠A1 E and recorded as General and Dry Bulk Cargo Carrier strengthened for heavy cargoes (No. 3 hold may be empty) for Hull and✠AMS plus special notation of Navigating Bridge Operated, integrated Main Propulsion with Alternative Propulsion with Alternative Propulsion Engine.
Intergrated System	
Main engine	IHI S.E.M.T. Pielstlick 12 PC-2V 1 set MCR 6,000PS×520rpm NOR 5,400PS×520rpm
C.P.P.	IHI Lips 4-bladed 4,500mm dia. 1 set
Reduction gear	IHI parallel axis single reduction single herical with power take-off
Electric generator	Shaft driven alternatively indepent diesel driven main generator 500 kW 1 set Aux generator 160 kW, 1 set
Steam generating plant	Combined exhaust gas heater and flash type oil fired boiler (sludge type) 1 set Exhaust gas heater section 1.1 t/h×7 kg/cm²
	Oil fired section 0.6 t/h×7 kg/cm²
Cargo gear	Horizontal Slewing Cargo Gear (HSC) 10 LT, 5 sets
Hatch cover	Jack-knife type on upper deck handled by hydraulic cylinders, 5 sets Jack-knife type retractable tween deck handled cylinders, 5 sets
Fire fighting equipmet	CO_2 system for engine room and cargo holds
ST. Lawrence Seaway Navigating Equipment	
Corgo hold ventilation	Mechanical
Air conditioning for living quarters	
Navigational Equipment	(In addition to normal standard)・2nd rader・Telex machine・OMEGA receiver・Ship's performace recorder・SEAMATE-F leading calculator
Design number of crew	15 persons
Fuel oil consumption (t/day)	・Normal at sea 20.0 t/d (H.F.O.)・Cargo handling (8 hr/day)2.4 t/d (D.O.)・Pure in port 1.7 t/d(D.O.)
Cruising range	12,000 sea miles
Carrying Capacity	
Hold volume	
Grain	21,173m³
Bale	21,786m³
Heavy fuel oil	1,122m³
Diesel oil	167m³
Ballast water	6,330m³
Wssh water	57m³
Potable water	34m³
Distilled water	34m³
Container loading capacity	367～422TEU

3. 各部の紹介

本シリーズ船設計に当たっては次の諸点を常時目標として掲げ，どのシステム一つ一つについてもこれを頭から離すことなく設計を展開して行った。このことは設計段階に留まらず建造過程においても一貫して貫かれており，建造過程においては特に実際でき上りつつあるシステムの inspection を通じて feed back, refine を操り返しより良いシステムを練り上げて行った。その諸点とは次のものである。

A．運航コストの削減

①燃費節減

②人件費削減

③保守費削減

④乗組員に対する安全設計および諸法規を採り入れた安全設計

B．より有能な船を目指す

①コンテナを含む Genneal Cargo および Dry Bulk Cargo Carrier たること

②荷役時間の短縮

③Stevedore 費の削減

④システムの容易な操作性

⑤快適な居住設備

3—1 船体部

3—1—1 船殻構造

本シリーズ船は船殻構造上次のような特徴を持っている。

①広い舶口を得るため Top Side に Hold Part を全通する Box Girder 構造を採したこと。これにより，Hold 内への荷役は殆んど direct spotting による積付が可能となった。

②容易に，しかもより多く甲板上貨物を積付可能とするため No Sheer, No Camber としたこと。それに伴い船首楼を設けたこと。

③船舶内の構造は貨物の積付，積み降ろしに支障の無いよう配慮した。

④二重底はコンテナの Direct Loading に十分耐えられるように point load に対し補強した。

⑤二重底を含む船舶構造は重量物 Cargo 積付に対し十分補強しており，また Grab 荷役に対する補強も施している。また本シリーズ船は，with empty hold にて貨物の満載積付が可能であり，そのための縦強度も満足するような船体構造としている。

⑤Grain Stability を確保するため，種々工夫を施した。その結果，本シリーズ船の Grain Loading は self-trimming に成功している。

3—1—2 船体艤装（外装）

a．ハッチカバー

本シリーズ船の広大なハッチカバーは当社において設計製作されたが，その設計上のポイントは次の通りである。

①各ハッチカバー共2枚割りの中折れ hinge up type とし，油圧シリンダによる開閉システムを採用した。

②ハッチクリートにも油圧シリンダによる開閉システムを採用し，ハッチカバーの開閉作業は全てレバー操作による one man control を可能とした。

③コンテナの Direct Loading に十分耐えられるよう point load に対し補強した。

b．Retractable Tween Deak

本シリーズ船は Tween Decker であるが，Tween Deck を開いた状態では完全な Single Decker として使用できるのが一つの大きな特徴となっている。この特徴を生み出したのがこの Retractable Tween Deck であり，その設計上のポイントは次の通りである。

①Tween Deck の開口部は上甲板開口部と同一サイズとし，4枚割で両側2枚づつの中折れ hinge up type とした。従って No. 1 Hold を除き Tween Deck Space の横方向の overhang は皆無であり，Tween Deck を開けば前後の overhang part も完全な Grain Tight となり，Single Decker として機能する。

②本 Tween Deck の開閉には，上甲板ハッチカバーと同じく油圧シリンダによる開閉システムを採用し，レバー操作による one man control を可能とした。上甲板ハッチカバー，クリートおよび本 Tween Deck の操作弁は3つ一体で各ハッチのコーミング付近に設けている。

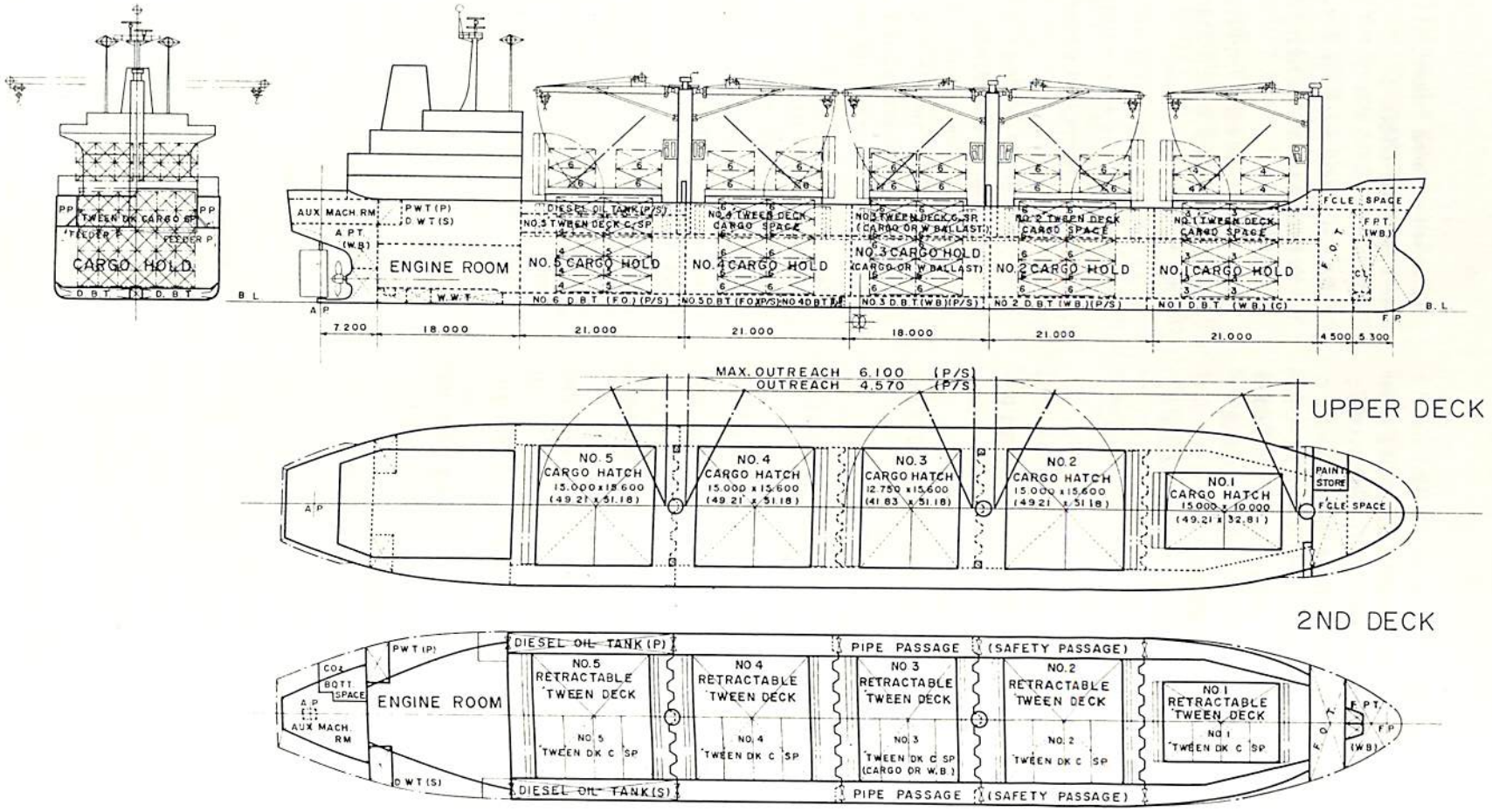
C．Cargo Gear

先に述べた H. S. C. の設計上のポイントは次の通りである。

①Boom の Top-up および Slewing には油圧シリンダを採用し，wire, sheave の数を半減させることにより保守整備の簡略化を計った。同時に荷役の準備作業はハッチカバー上に格納された Boom をレバー操作により Top-up させるだけであり，非常に短時間で stand-by 作業が可能となっている。

②Cargo Winch および Trolley Traversing

GENERAL ARRANGEMENT of 15,000DWT Multi-Purpose "FREEDOM MARK II"



Winch は Boom 上に搭載し，油圧配管等はポスト内を通し，更に power unit は先に述べた Box Girder 内に納めた。これにより上甲板上は非常に clear となり，また油圧機器，配管類の寿命も延び，保守整備の必要性も少なくなっている。

③油圧システムの採用により Hoisting Speed は 10LT H.S.C. で 19m/min. から 58m/min. まで3段階に，22LT H.S.C. で 9 m/min. から 46m/min. まで4段階に負荷に応じて自動的に切り換わるようになっており，あらゆる種類のCargo を効率良く荷役できるようにした。

④H.S.C. の操作はポストに取付けられた Operator's Cab 内より2本のレバー操作のみで Hoisting, Slewing, Traversing の 3-motion operation をたやすく行なえるようにした。Cab 内からの見透しも非常に良好となっている。

⑤50LT H.S.C. については先に述べたように 25 LT H.S.C. の2本の Boom による共吊りと Post 回転装置を組み合わせたもので，従来の Heavy Gear に比べ特に次のような利点がある。即ち従来のように全く別個の Heavy Gear でないため，Heavy Gear 採用に伴う重量増が格段に少なく，従って Deadweight Loss も少ないこと，および同様の理由で従来の Heavy Gear は使用頻度が少なく，保守整備の面に少なからぬ問題があったが，本システムの場合は常時使用しているものを利用するので，その問題が自動的に解決されていること等である。

d. Piping System

Piping System における特徴的な諸点は以下の通りである。

①Ballast Line は Duct keel 方式の Algoflow System を採用した。

このシステムの採用により配管長さは極度に短かくなり，保守の手間が少なくなると同時に，従来のシステムに比べ注排水時の管抵抗も小さくなるので，ポンプの Capacity，消費電力の節減が可能となっている。

②Ballast Valve および Hold Bilge Valve の開閉は油圧による遠隔操作とし，box girder 内に設けた操作場所よりたやすく開閉できる。

③Fuel Oil Line には loading 時の overflow 防止機構を採用し，油による海洋汚染防止に対する配慮がなされている。

④各 double bottom tank および hold bilge well の測深管頭は box girder 内に設けている。box girder は居住区，機関室より船首楼への安全通路となっており，荒天時あるいは甲板貨物満載時でも容易に交通できると共に，測深作業も安全に行なえるメリットがある。ついでに述べると本 box girder は諸管，電線類の通路としても利用されると共に，Hold の通風ダクトの役目も果しており，上甲板を clear にするのに貢献すると共に，諸艤装品を風波より守り，保守整備の手間を少なくするのに大きく役立っている。

3—1—3 船体艤装（内装）

a. 操舵室

本シリーズ船の操作は先にも述べたように，出入港時を含む通常航海中，常時1人あるいは2人の航海士によりなされる。操舵室内の諸機器，つまり操舵スタンド，主機制御装置，レーダー等は飛行機のコックピットのように機能的に手近に配置した。

b. Administration Office

15名の Crew による運航を確実なものとするのに大いに貢献しているのが，本シリーズ船に採用されている Administration System である。Boat Deck に設けられた Administration Office に操船装置を除く殆んど全ての船内装置の監視機構を集中し，船内のコントロールタワー機能を持たせると同時に，各種事務機器をも集中し，船内事務作業をも全てこの部屋で行なえるようにした。勿論，冒頭で述べたように甲板部，機関部という色分けはしていない。この部屋に集中された監視システムおよび事務機器等を以下に列記する。

(1)機関室警報システムのマスターパネル
(2)パブリック・アドレッサー
(3)機関室火災警報および同制御装置（室外）
(4)機関室用 CO_2 遠隔放出装置（室外）
(5)積付計算機
(6)タイプライター
(7)複写機
(8)取扱説明書および図面類

更にこの部屋には保守点検のシステムとして，当社で開発した Planned Maintenance & Spare Parts Control System が完備している。

以上のシステムにより，全ての船内事務をこの部屋で行なうこととし，乗組員の居室を完全な private zone とすることに成功した。

c. 糧食冷蔵庫

本シリーズ船の糧食冷蔵庫は従来の walk-in

type でなく，冷凍装置付属の Compact な hotel service type を採用した。Reach-in type であり，乗組員が閉じ込められることもなく，しかも清潔であり保守整備も容易である。糧食の積み込みには，居住区外舷に設けた糧食および倉庫品用クレーンを用いる。

d．乗組員居室

24名分の居室を用意しており，Floating Repairer 用の２名分を除き全て個室である。また士官クラス以上には専用便所（２名共用含）を設けている。

e．娯楽室

居住区内に専用の娯楽室を設け，各種の遊戯を楽しめるようにした。

3—2　機関部

3—2—1　Integrated Main Propulsion System

本システムは主機，減速機，可変ピッチプロペラ，主発電機，主機関連補機から構成され，次のような画期的な特徴を備えており，先に述べた機関室無人化を可能とする大きな要素となっている。

①主機は中速ディーゼルエンジンを採用しており，非逆転の定回転運転をベースとしている。可変ピッチプロペラのピッチを主機負荷の feed back により自動制御することで，主機負荷は一定にコントロールされ過負荷が防止される。

②主機の定回転運転により主発電機は通常航海中は常時主機により駆動することができる。しかも危急後進，急速旋回時でも主発の主機駆動が可能となっている。これにより燃料経済性が向上すると共にディーゼル発電機の使用率を大幅に減らすことができ，保守整備作業の削減にも役立っている。

③主発電機のみでなく，主機関連の M/E L.O. Pump, R/G L.O. Pump, 冷却海水ポンプ，主機冷却清水ポンプ，冷却清水循環ポンプも減速機を介して主機駆動されるシステムとなっており，操作を容易にすると共に信頼性向上に役立っている。

④主機回転数の設定は，常用航海中は 520rpm 出入港時，狭水路航行時等は操船しやすくするため 340rpm とする２速制御方式を採用した。

⑤操舵室において可能な主機制御は，主機回転数の選択，主機負荷の設定から温態時の主機発停まで及んでおり，機関の初期始動以外，操船に関する Control は操舵室に集中させた。

⑥本 propulsion system は別図に示す６つの操作モードで運転される。特にユニークな特徴としては，Mode-5 に示されるように主発電機用ディーゼルで航行できることで，約７ノットの船速が得られ海上における不意の主機故障に遭遇しても安全に最寄の港に避難できるようになっており，船の安全に対する信頼性を格段に向上させている。

3—2—2　清水冷却システム

本シリーズ船にはセントラル清水冷却システムを採用し，従来から保守面で問題の多い海水冷却ラインを最小限にした。即ち冷却海水は清水クーラーに導き，循環清水を冷却する役目を持たせるにとどめ実際の機器冷却は清水ラインのみとしたものである。

3—2—3　機関部計装

先に述べたように通常航海中は，機関室は無人化運転されるというのが本シリーズ船の設計ベースであり，これに従い機関部計装は計画した。即ち Auxiliary Control Station を機関室の主床に設けたが，ここには主機の初期起動に必要な計器および各種温度，圧力レベル等のモニターパネルを設置するのみとし，従来のごとき機関制御室は設けていない。また各種警報は，Administration Office にグループ分けした表示盤を設け，その延長警報を公室，各機関士の個室，操舵室および工作室に設けた。

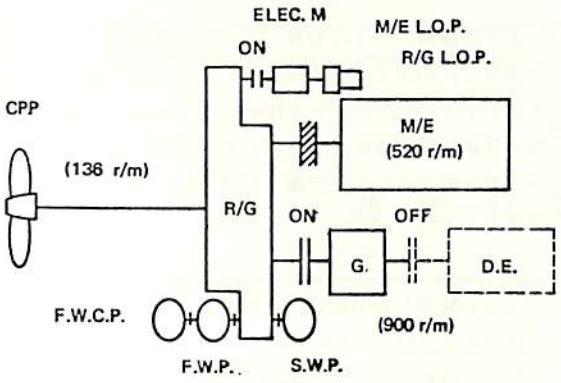
3—3　電気部

3—3—1　発電機システム

本シリーズ船には先にも述べた Back-up Diesel 付の主機駆動主発電機１台とディーゼル駆動補助発電機１台を装備しており，２台で実質３台分の働きをしている。上記２台の使い分けは，常用航海中は主機駆動発電機，荷役中および主機 stand-by 中はディーゼル駆動主発電機，また停泊時は補助発電機というように，それぞれの主機の状況，電力消費量に合わせ無駄なく使い分けられるようにしており，燃料経済性の向上を計っている。尚，主発電機の駆動源の切換は操舵室より遠隔操作ができるようになっており，ブラックアウトなしに切換可能である。また補助発電機は，予備機として自動スタート装置を有し，主発電機に異常が発生した場合にも自動的に Back-up 可能であり，制約はあるが荷役用電力も賄える。更に，非常用として停泊中も必要により主機駆動による主発電機の使用を可能としている。

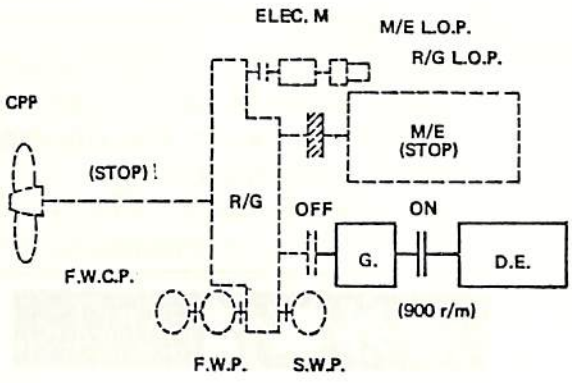
Operation Mode of Integrated Propulsion System

MODE-1



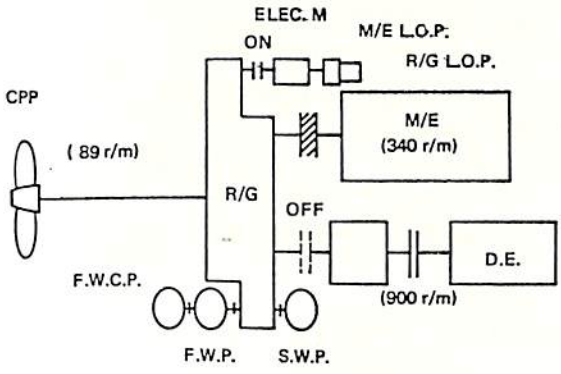
■Normal propulsion by main engine with electric generator driven by reduction gear

MODE-4



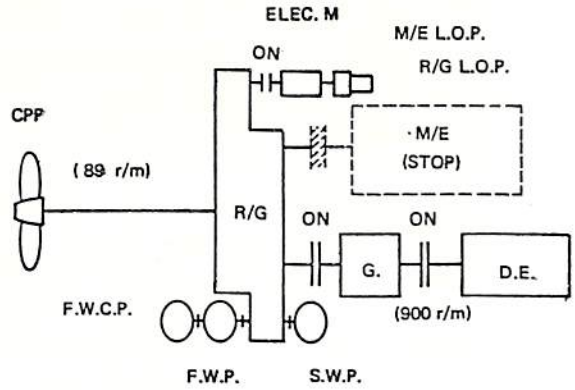
■Cargo handling condition in port with electric generator driven by diesel engine

MODE-2



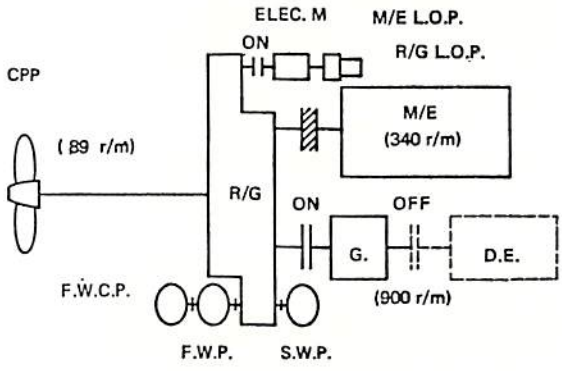
■Operation under maneuvering condition with main engine at reduced speed and electric generator driven by diesel engine

MODE-5



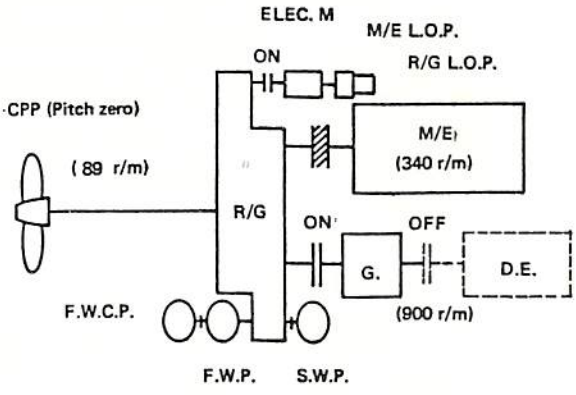
■ Vessel being propelled by generator diesel engine with main engine out of commission. No load on generator

MODE-3



■ Operation under maneuvering condition with main engine at reduced speed and electric generator driven by reduction gear

MODE-6



■ Electric generator driven by main engine with generator diesel engine out of commission and propeller at zero pitch

3—3—2　照明関係

特に注目すべきシステムとして次のものがある。

①Hold 内に固定照明を設けた。従来の持運び式照明に比べ人手を要さず，照明具自体の損傷の危険性も無いので好評を得ている。

②スエズ運河用の探照灯をフォアマストの中間にプラットフォームを設け固定装備した。風波に対する防護用としては取外し式のＦＲＰ製カバーを探照灯にかぶせ，使用時簡単な索取りにて取り外せるようにした。従来本探照灯は Bosun Store 等に格納し使用時に人手を要していたが，本シリーズ船の場合１人の手で極く短時間に stand-by できる。

（完）

海外事情

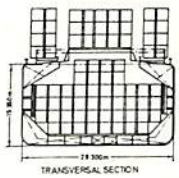
■"HELEN"，濠州—北米間ミネラルサンド・トレードのバラストレグ追放…… コンテナ兼バルクキャリアー

一般的には，経済的になかなか成立しにくいバルク兼コンテナキャリアーが，ベルギーの Cockerill 造船所で建造された。

濠州から北米へミネラルサンド，北米から欧州へコンテナ，そして欧州から濠州へ再びコンテナを積取る三国間航路で，長期的な契約に基いた建造と思われる。

勿論，寄港地と吃水の制限がつくが，バラスト航海を追放したこのやり方は，例の "BORO" ライナーを案出した Tornqist 船長のアイデアであると云う。フルコンテナ船による主要定期航路のコンテナ化が始まって10余年，やっと定着したかにみえるコンテナトレードに対して，42,500 DWT，15ノットのこの船が，どのような成功を収めるかによっては，或はフォレストプロダクト兼コンテナ船のような兼用船が姿を見せることになるかも知れないと思われる。（**編集部**）

"HELEN" は，antwerp Bulk Carriere 向けに Cockerill 造船所が建造した４隻のバルクキャリャーの１隻である。ＡＢＣ社の代理店の話では，本船は初年度年間11,000 TEU のコンテナ輸送を期待しているが，これは運賃同盟を切り崩す目的ではなく，いわゆる高価な"バラスト航海" を何がしかの利益あるものにしたいだけであると語っている。



しかし，通常のコンテナ航路サービスと違い，30日の欧州／濠州間のトランジットタイムは35日となる上に，不定期サービスとなるので，運賃は15%ほど低く設定すると云う。

本シリーズの最初の２隻は，既に 1,100 TEU 積の設備をもつように改装され，第３船は1979年６月に改装予定である。

本船のような兼用船や多目的船は普通コンテナターミナルから接岸を拒否されるのであるが，本船のコンテナ保持装置は特別に接岸荷役を認められた。

本船の特長は，42型バルクキャリアーとして基本設計／主要構造共７つのホールドを持つ標準的なプロポーションを持っているが，ビルジホッパー部は，コンテナ積高増加のためやや急な傾斜がつけられている。

勿論，通常のバルカーとして，グレーン，石炭，鉄鉱石（＃１，３，５，７ホールド，オルタネートローディング）の積取にはなんら差支えない。

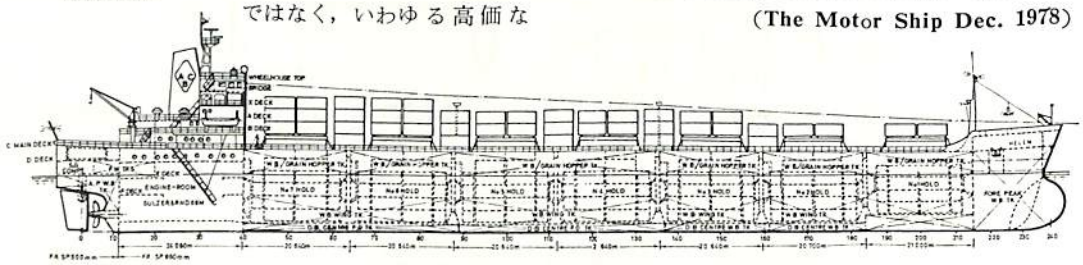
コンコナの積取は，ホールドに730 TEU，甲板上に239TEU，そしてハッチカバー上には132 TEU の空コンテナが積付可能とされている。

ホールド内は，ロック装置付スタッカーとショアリング装置で航海中の動揺から保護されている。

要目は次の通りである。

ＬＯＡ／190.0ｍ，ＬＰＰ／190.0ｍ，Ｂ／29.3ｍ，Ｄ／15.35，ｂ／10.67／11.15，ＤＷＴ／45,200ｔ，Hold 容積／49,190 m³，コンテナ／1,101 TEU，主機／6RND 68M　11,400PS × 150rpm，速力／15.15kt，Ｆ.Ｏ.Ｔ　2,300m³

（**The Motor Ship Dec. 1978**）



Liquefied Gas Tanker Engineering : by H. Emi, Principal Surveyor, Hull Dept., Nippon Kaiji Kyokai

連　載

液化ガスタンカー

<15>

恵　美　洋　彦
日本海事協会船体部

3. 2. 5　復原性に関する手引書

液化ガスタンカーには，積荷および復原性に関する手引書を備えておくことが義務づけられ[1)2)]，かつ，これらは，主管庁により承認されたものとする必要がある。

正常時の復原性に関する手引書は，一般船舶に対して「重量重心トリム計算書」「トリム復原性計算書」等の名称で用意されているものと同じ内容のものでよい。ただし，3.2.1 で述べたように，荷役中の復原性についての計算または手引も含まれている必要がある。

損傷時復原性に関する手引書としては，表3—4[13)]に示すような内容のものが一般的である。

また，これらの復原性関係の手引書に従って定められる積付けケースは，一般船舶として要求される（規則によって多少の相異があるが，長さ 100m 程度以上の船舶に対して要求される）船体縦強度のローディングマニュアルに従って強度関係もチェックされることになる。さらに，当然のことながら，復原性関係手引書に含まれている標準積付けケースはその他の船体強度の面からも許容される必要がある。

3. 2. 6　船体主要目と損傷時復原性

ＩＭＣＯガスコードの損傷時復原性規定を満足させるためには，船体主要目および区画配置について十分の配慮が必要である。損傷時復原性に影響を与える要因としては，船舶の主要寸法，貨物タンク構造方式，区画配置，船型（線図），貨物等の積載条件（重心位置，浸水率，自由表面，トリム等），船楼の大きさ等がある。

液化ガスタンカーは，貨物タンク構造方式によって船体構造方式も異なってくる。また，同じタンク構造方式および主要寸法の液化ガスタンカーでも区画配置および積載条件（バラスト等）の相異によって浸水時復原性能が大きく異なる。したがって，既存のデータから船体主要目を定める場合，載貨重量，タンク容量，タンク構造方式等が同じでもさらに詳細の条件についても検討しておくことが重要である。

図 3—21 に既存の液化ガスタンカーの容積効率の概略を示す。同図中にＩＭＣＯガスコード損傷時復原性結果[9)10)11)12)]も合わせてプロットしてある。なお既存の液化ガスタンカーは，損傷時復原性について特別に配慮されていない。この図からＩＭＣＯガスコードの損傷時復原性規定を満足させるためには，貨物タンク容積１万m³程度までの液化ガスタンカーの主要寸法（特に乾げん）は既存の液化ガスタンカーより大きいものとして計画するのが一般的であることがわかる。なお，この図中に 2,500m³ のⅡＰＧ船でタンク容積効率で 0.444 残存している例（図中 mmで示してある例）があるが，これは図 3—22に示すように長船首および船尾楼ともいうべき特殊な船体構造で，かつ，船側タンク等の区画配置にも特別の配慮が払われているものである。１万m³ないし２万m³程度の液化ガスタンカーの計算例はないが，区画配置に適当な配慮を払えば，既存の液化ガスタンカー程度の主要寸法でも残存させ得ると思われる。また，この図および 3.2.4 に示した計算例から３万m³以上の液化ガスタンカーでは，主要寸法は既存の液化ガスタンカーと同程度で十分残存させ得るが，浸水による傾斜角が大きくならぬように区画配置に注意する必要があることがわかる。

タイプＩＧ船については，タンク配置および容量

表 3—4　損傷時復原性に関する手引書目次の例

目　　次	記　　載　　事　　項
1. 本船主要目	主要寸法（L_{pp}, L_f, B, D, d），排水量，タイプ等
2. IMCOガスコードの要件	本船の損傷範囲，残存条件等の規定を示す。
3. 貨物の種類	積載予定貨物(比重，温度，圧力等主要物性を含む)，およびその積載予定貨物タンクのリスト
4. 区画一覧および損傷浸水ケース	本船の区画一覧（容積図（Capacity plan）的な要目）および本船で想定する損傷浸水ケース（図3—10のような例）の一覧表
5. 貨物積付け計画一覧	計画の積付け状態およびその消費状態の一覧を示す。この定常時のトリム復原性の主要目（排水量，喫水，トリム，KG_0, G_0M 等）も合わせて示しておくと便利。さもなければ，各ケースのトリム復原性計算の所在（別冊，重量重心トリム計算等のページ）を明らかにしておく。
6. 損傷時復原性計算の方法	浸水時復原性計算を行なうに当たって簡略化（実際に板取り計算を行なった場合）の手順およびその理由
7. 損傷時復原性計算の綜括	各種ケース（積付け，消費，損傷および浸水過程の組合わせ）に対応した損傷時復原性計算の主要目（排水量，喫水，トリム，KG, GM, GG_0, $\sum GG$, GM_L，上甲板縁から水線までの距離，横傾斜角，GZ_{max}，復原性範囲，合否等）を記載。計算を行なった代表ケースに所属して計算を省略した各種ケースも合わせて記載。損傷時復原性所在（ページ）。
8. 損傷時復原性計算	計算のアウトプットまたは計算書
9. 評価方法	5. 貨物計画一覧にない積付けを行なおうとする場合の損傷時復原性の評価方法または注意事項を記載
10. 参　考	その他参考となる事項，資料等

（塩素では，個々のタンクで600m³以下，1隻の合計容量で1,200m³以下）について厳しい条件が課せられることもあり，タンク容量に比べてかなり大きな主要寸法の船舶とする必要がある。IMCOガスコード規定を満足するように設計されたタイプIG船（液化塩素ガスタンカー）の例を図3—23に示す。

小型或いは中型の液化ガスタンカーでは，タイプIG船を除き機関室の損傷として表3—2からわかるように1区画浸水を考えることになるが，この条件も場合によっては船の主要寸法を左右する重要なファクターとなる。図3—24に機関室長さ（l_E）と乾げん（f）との関連を示す。なお，この条件はケミカルタンカーの $L_f \leq 150$m のタイプII船でも同じであるので，同図中には，ケミカルタンカーの実績[15]も合わせて示しておく。図中，AおよびBの線を描いてあるが，これらは，次のようなものである。

A；$L_f \leq 150$mのタイプIIGまたはIIPG船で機関室前後壁を除く機関室側部の損傷で，船尾楼内が予備浮力とならない場合でも多くの船が残存することを示す1つの境界線（上が残存，下が残存せず）である。

B；機関室後端壁上部の船尾楼内に水密隔壁を設けることにより，上記と同じ損傷でも船尾タンク（APT）上部は予備浮力となるように設計した場合，多くの船が残存することを示す1つの境界線である。

いずれにしても液化ガスタンカーの損傷時復原性規定は，船の大きさによっては，区画配置のみならず船舶の主要寸法にも大きな影響を及ぼす。したがって，初期設計での段階での重量重心トリム計算および損傷時復原性計算が必要不可欠となる。

この復原性計算は，船舶の主要目（主要寸法，区画配置，船型等）の概略が定まった時点での近似計算でも基本計画の目的に対しては有用である[11]。近似計算は，通常の区画浸水計算手法[15][16]を用いて浸

水による縦および横傾斜並びに安定性諸元（浸水後のKG，KM，BM等）を求めるものである。この計算で浸水後の喫水，水線，傾斜角等が得られ，また，最大復原挺（GZ_{max}）は次式[11)16)]で推定することができる。

$$GZ_{max}/B=-0.002(K_{GZ})^2+0.028K_{GZ} \quad \cdots\cdots(3\text{-}2)$$

$$K_{GZ}=\frac{C_w'}{(C_b')^2}\left(\frac{KG'}{d'}\right)^{-4}\left(\frac{f'}{d'}\right)^{3/2}\cdot\left(\frac{B}{d'}\right)^2\left(\frac{GM'}{B}\right)^{1/2} \quad \cdots\cdots(3\text{-}3)$$

B；幅（m）

d'；浸水後の相当喫水または平均喫水（m）

C_w'，C_b'；浸水後の喫水に対応する水線面係数，方形係数で（3—4）式で近似できる。

KG'；浸水後の基線上重心高さ（m）

f'；浸水後の予備浮力を乾げん相当として表わしたもの（m）。（3—5）式による。

GM'；浸水後の横メタセンタ高さ（m）

$$C_w'=C_w\left(\frac{d'}{d}\right)^{\frac{1}{C_{vp}}-1},\quad C_b'=C_b\left(\frac{d'}{d}\right)^{\frac{1}{C_{vp}}-1} \quad \cdots\cdots(3\text{—}4)$$

C_w'，C_b'；浸水前の喫水に対応する水線面または方形係数

d；浸水前の喫水（m）

C_{vp}；浸水前喫水での堅柱形係数（$=C_b/C_w$）

$$f'=f_0'+\triangle S+\triangle f' \quad \cdots\cdots(3\text{—}5)$$

f_0'；浸水後の上甲板下乾げん（m）

$\triangle S$；舷弧の平均高さ（m）

$\triangle f'$；船楼，トランク等，予備浮力として働く上甲板上構造物の乾げん相当の高さ（m）で（3—6）式によるが，船首および船楼を有する圧力式液化ガスタンカーでは，この値の50%とした方が，精密計算により近い値となる[11)]。もちろん，対象の損傷ケースで損傷範囲内にある船楼等は，予備浮力に入らない。

$$\triangle f'=\Sigma\frac{l_ih_i}{L} \quad \cdots\cdots(3\text{—}6)$$

h_i；船楼，トランク等の長さ

h_i；船楼，トランク等の平均高さ（トランク等の場合，全幅にわたって存在すると見做した平均高さ）

L；垂線間長さ（m）

近似計算とコンピュータによる精密計算の比較[11)]では，このような近似計算でも初期計画での概略検討には十分役立つことが示されている。しかし，この方法は，復原性範囲が求められないこと，バラツ

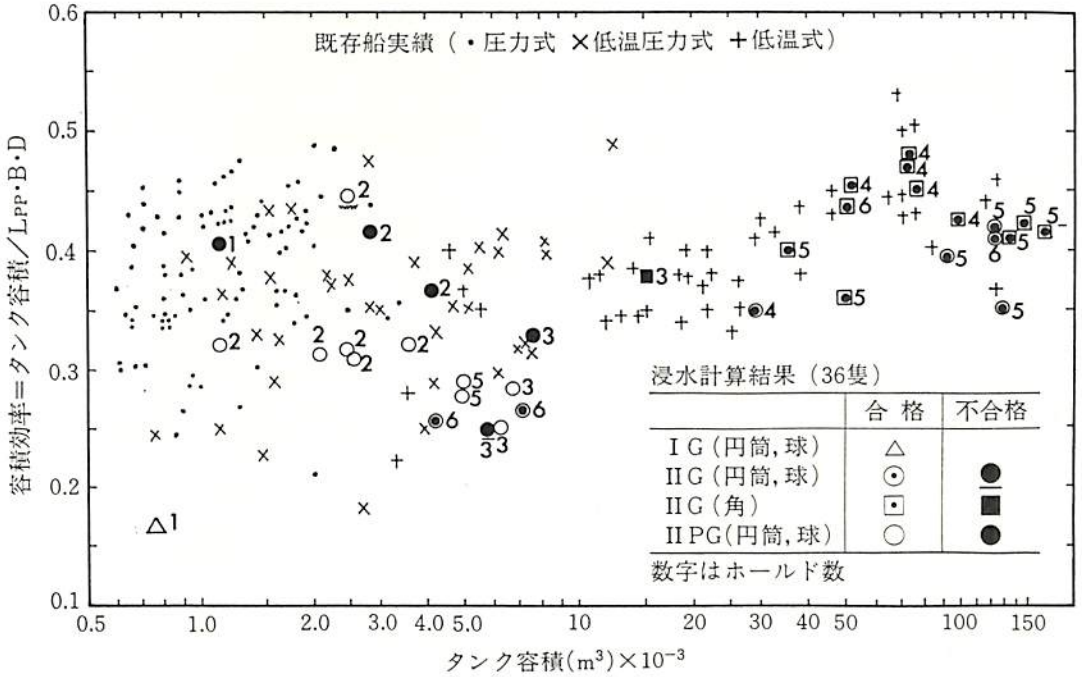
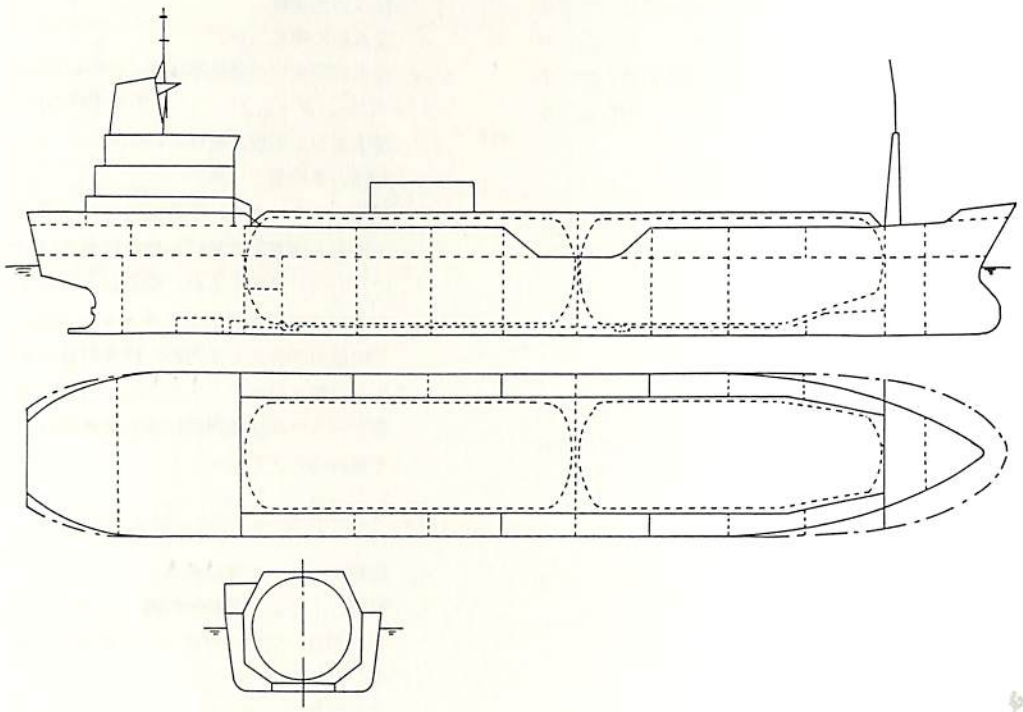
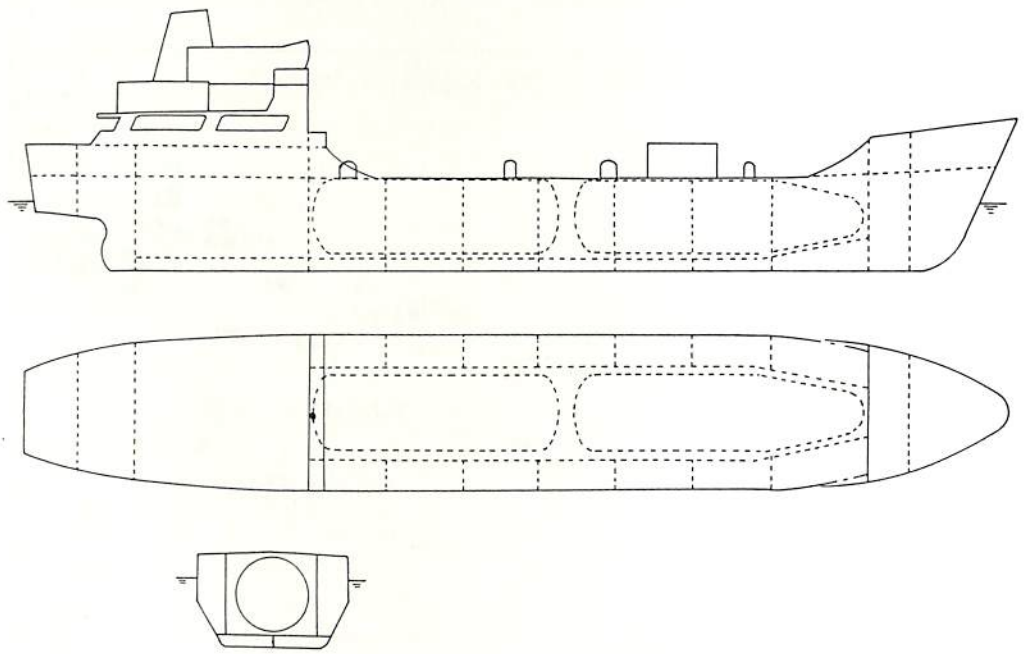


図 3—21 船のタイプと容積効率



L_{pp}=73.20m　　d = 5.30m　　タンク設計蒸気圧；7kg/cm²G　　総トン数　：1.600トン
B =12.80m　　タンク容積=2,500m³　　最高使用圧力　；6.5kg/cm²G
D = 6.00m　　船のタイプ　　；ⅡPG　　最低設計温度　；−48°C

図3—22　タイプⅡPG低温圧力式液化ガスタンカー区画配置例



L_{pp}=65.50m　　D=6.60m　　タンク容積=770m³
B =11.00m　　d =4.80m

図3—23　タイプIG液化塩素ガスタンカー（試設計）例

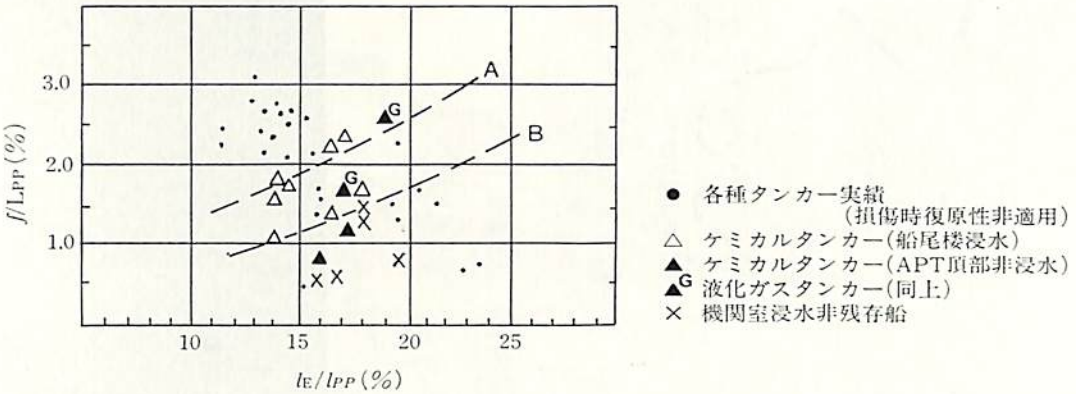


図 3—24 機関室長さと乾げんの関係（機関室前後端非損傷）

キが多いこと等，あくまで概略検討にしかすぎない。したがって，計画が固まった段階で早急に損傷時復原性の精密計算を行なってチェックしておくべきである。

船体主要目を検討するために，あらかじめ浸水計算を行なっておいた方がよいケースは，船舶の大きさ，タンク構造方式，区画配置，乾げん，船楼の大きさや形状，等によって異なるが，次に示すようなケースを考えるのが一般的である。

(a) 最も深い喫水状態での機関室側部損傷。タイプＩＧまたは L_f>150m のタイプＩＧ船では，前後端隔壁部を含む側部損傷。

(b) ホールド側部で最も浸水量が大きくなるような損傷。積載状態は，最も深い喫水かまたは傾斜角が厳しくなるような区画配置で二重底に多くの燃料油および清水タンクである場合は90%消費状態とする。

(c) タイプⅡＧ船では，№1ホールドスペースおよび，その前部の区画を含む側部損傷。積載状態は，最も深い喫水状態または船首トリムとなる積載状態がある場合はその状態。

(d) 前(a)ないし(c)のホールド側部の損傷による浸水過程は，次のいずれかから選ぶ。

(i)貨物比重＞海水の場合は，貨物は全て残存している状態

(ii)貨物比重＜海水の場合

1)最終水線の位置が貨物タンク頂部とほぼ等しいかまたはより上のときは，最終状態。または，

2)最終水線の位置が貨物タンク頂部より下の場合は，貨物比重および水線の位置で適宜判断して最終状態かまた貨物残存状態のいずれか厳しい方を選ぶ。

(e) 二重船側船で局部損傷の方が傾斜角が厳しくなると思われる区画配置の船舶では，傾斜角が最も厳しくなるような積載／消費状態での局部船側損傷。

(f) 船首区画が比較的大きいタイプⅡＰＧでは船首船側或いは船首船底損傷。積載および消費状態は，船首喫水が深くなるような状態を選ぶ。

（つづく）

本稿1～2月号の正誤表

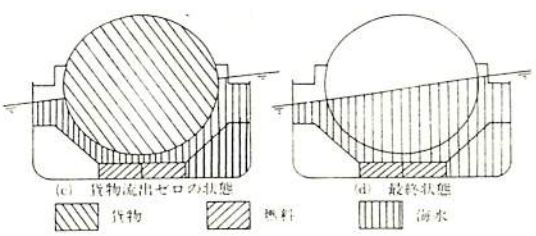
● 1月号46頁図3—13の(b)中の100mm未満を，100mm以上に訂正。

● 2月号41頁の表3—3の主要目の中で

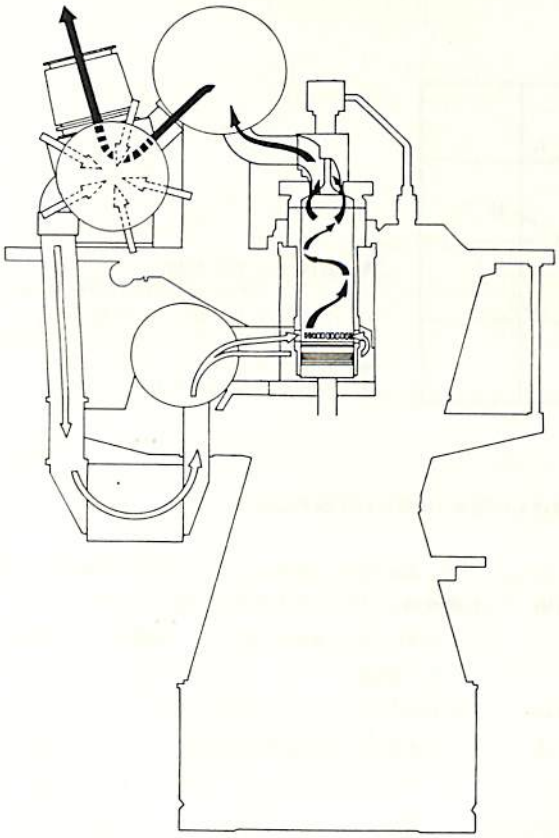
d summer＝8.63mを，

d summer＝8.63m*に。

● 2月号36頁図3—16の(c)を下図のように訂正。



静圧過給方式を採り入れた



日立B&W形ディーゼル機関の1番機が完成

日立造船はかねてより燃料消費率低減をめざし，静圧過給形日立B&W形ディーゼル機関の開発を進めてきたが，1月末，静圧過給形1番機8L67GFC(15,000馬力)を，同社桜島工場で完成，2月1日披露した。

静圧過給方式を採用した1番機の試運転の結果によると，従来の動圧過給方式より約7%低い139.5g/PShという画期的な低燃費を記録，これにより大型低速機関の燃費は130g/PSh台の時代が到来することになり，運航コスト低減に大きく寄与するものと期待される。

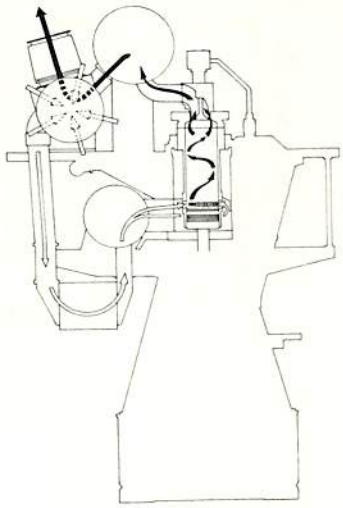
静圧過給方式は図の示すように，大容量の排気マニフォルド(集合管)を装備し，シリンダから出た排気ガスを一定圧力にして過給機に送り込むもので，過給機の効率が上がり，排気ガスのエネルギーが有効に利用できるため，燃費がすくなくてすむと同時に過給機の保守整備作業も減少される。

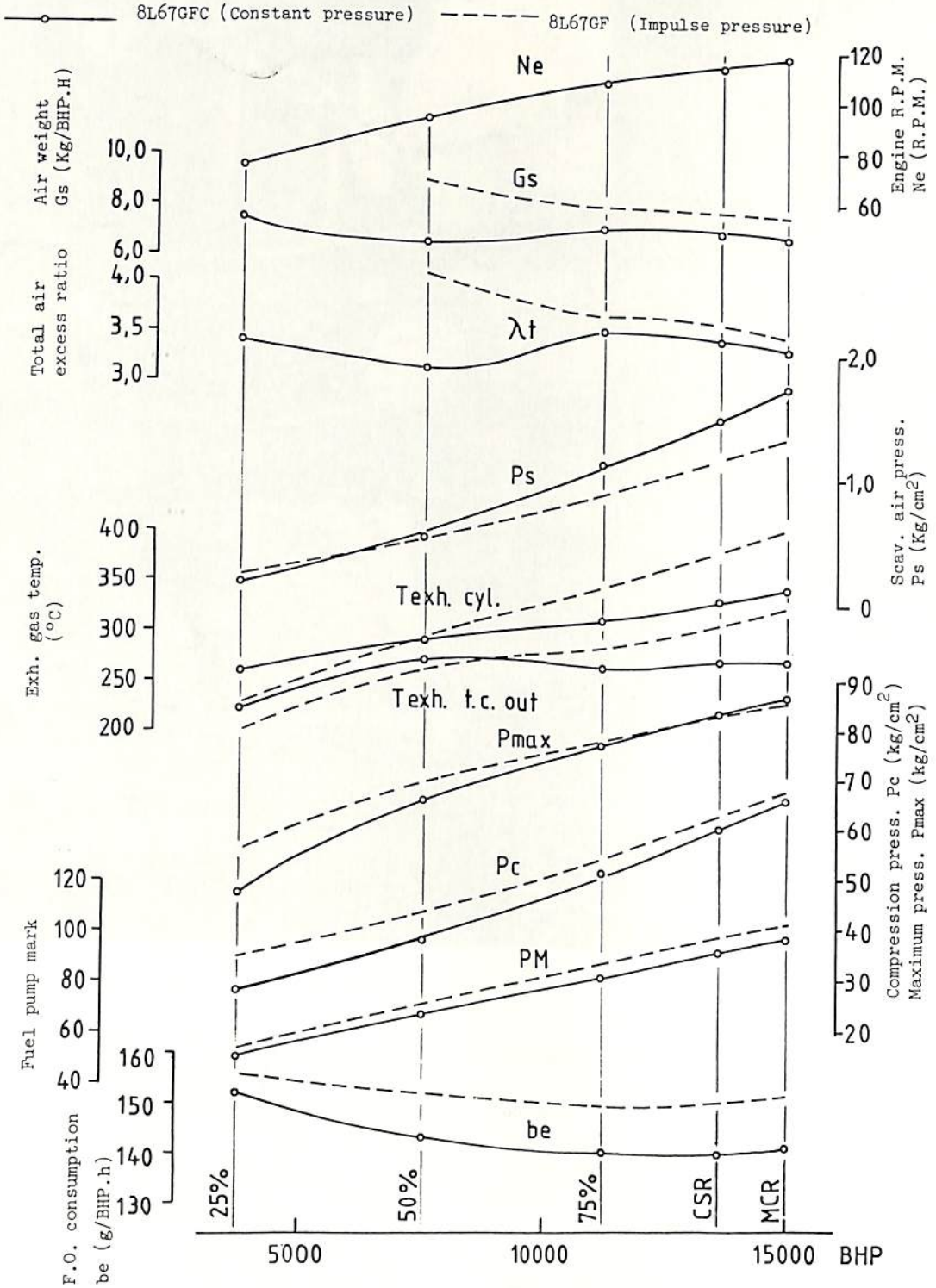
またB&W機関での静圧過給方式は，同社が開発したツィンバンク機関を，昨年3月動圧過

給方式から静圧過給方式に改造し，試運転をおこない燃費143/PShの新記録を樹立したことにより，すべてのB＆W形K−GF・L−GF機関に対して，静圧過給方式を採用することになった。

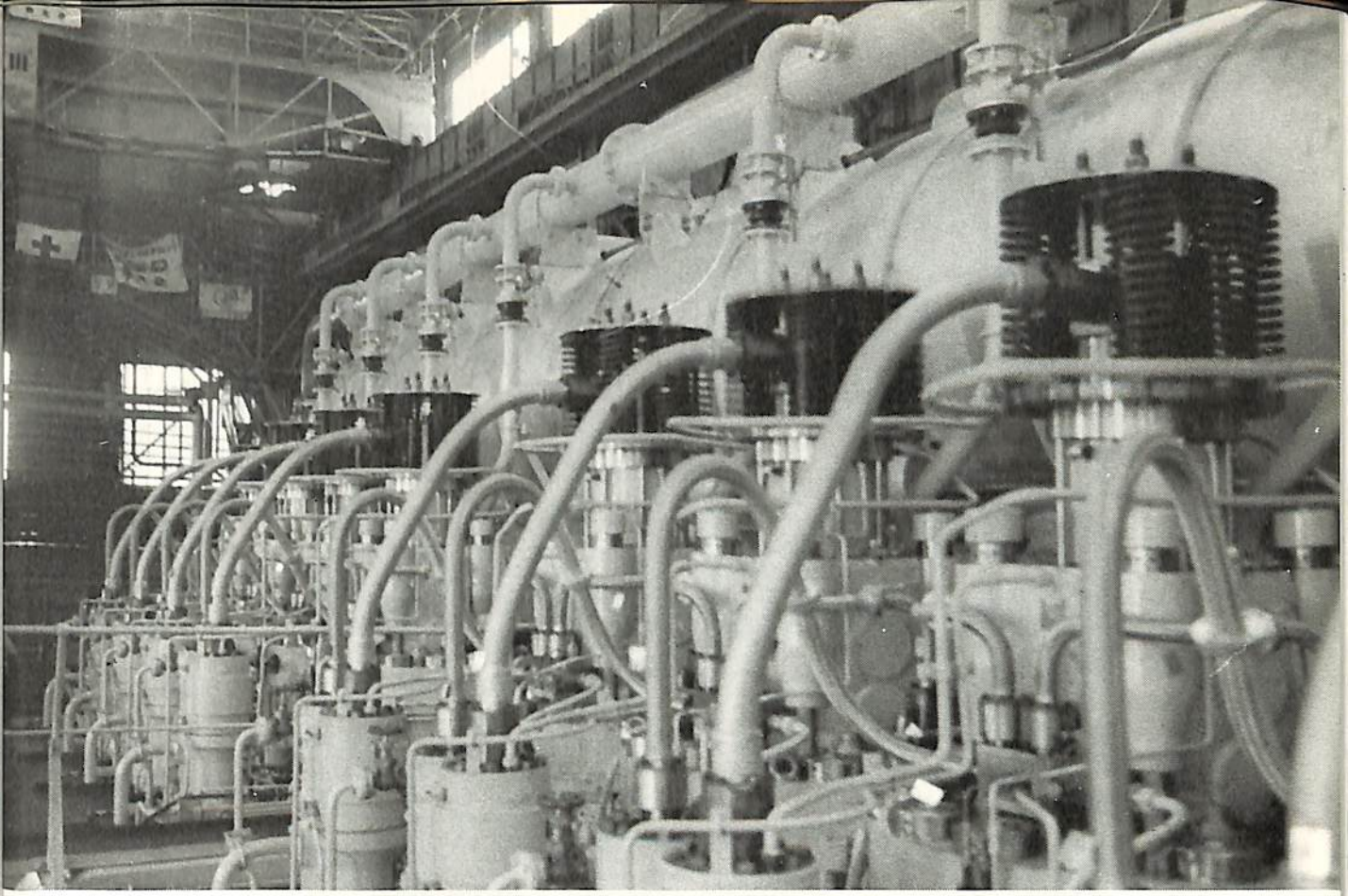
なお，この1番機は，同社広島工場で建造するメキシコのオリンパス・リミテッド社向け貨物船(18,930DWT)に搭載される。

また同社では本機によって，B＆Wならびにスルザーディーゼル機関の累計生産記録は2,144台，10,002,645馬力と，1千万馬力台を突破した。



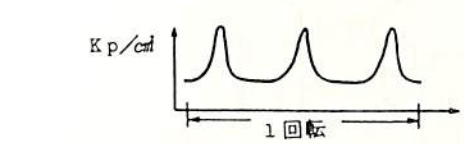


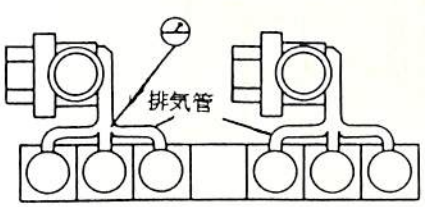
日立B&W8L67GFCと8L67GF機関の試験性能曲線



動圧過給

過給機前圧力

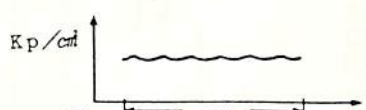


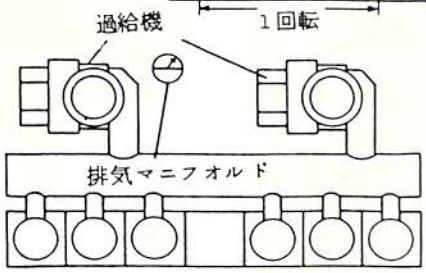


各シリンダから各排気管（小径）を通じ間けつ的に排気ガスを過給機に送る。

静圧過給

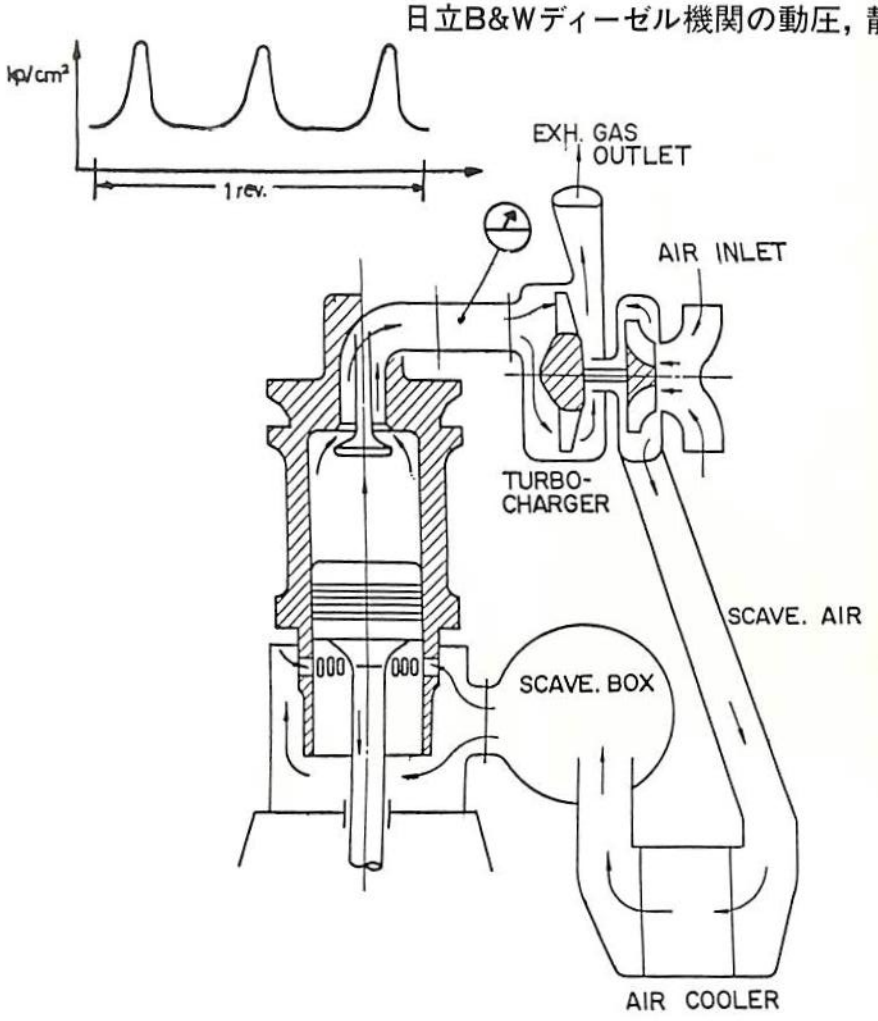
過給機前圧力



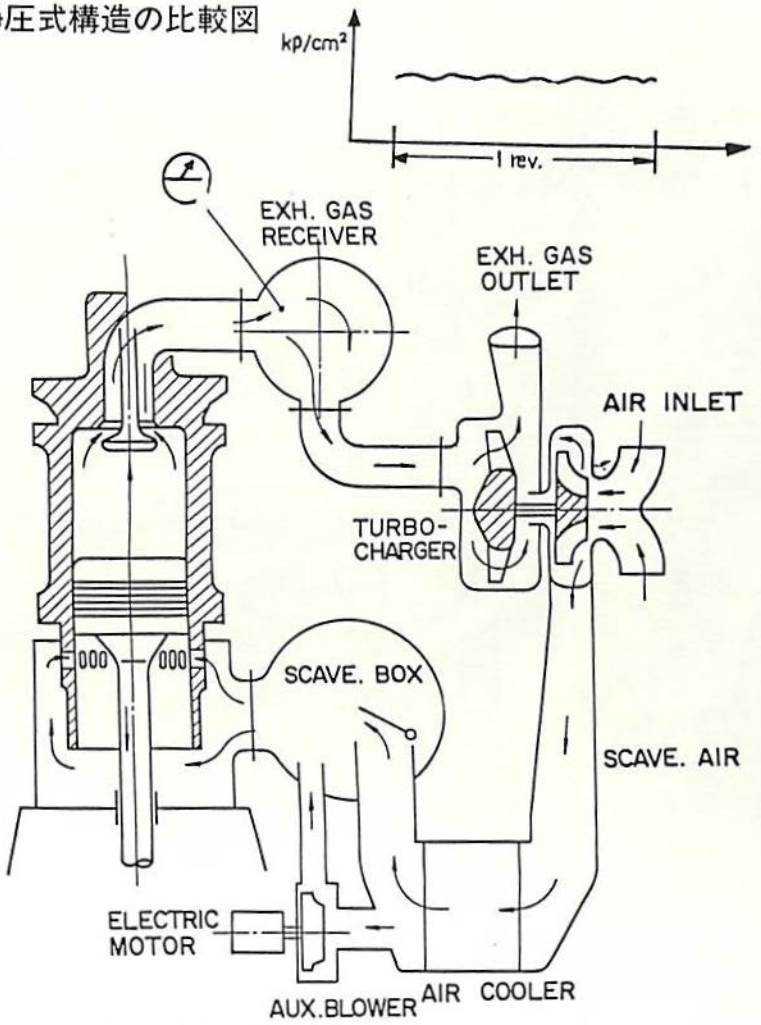


シリンダ（エンジン）

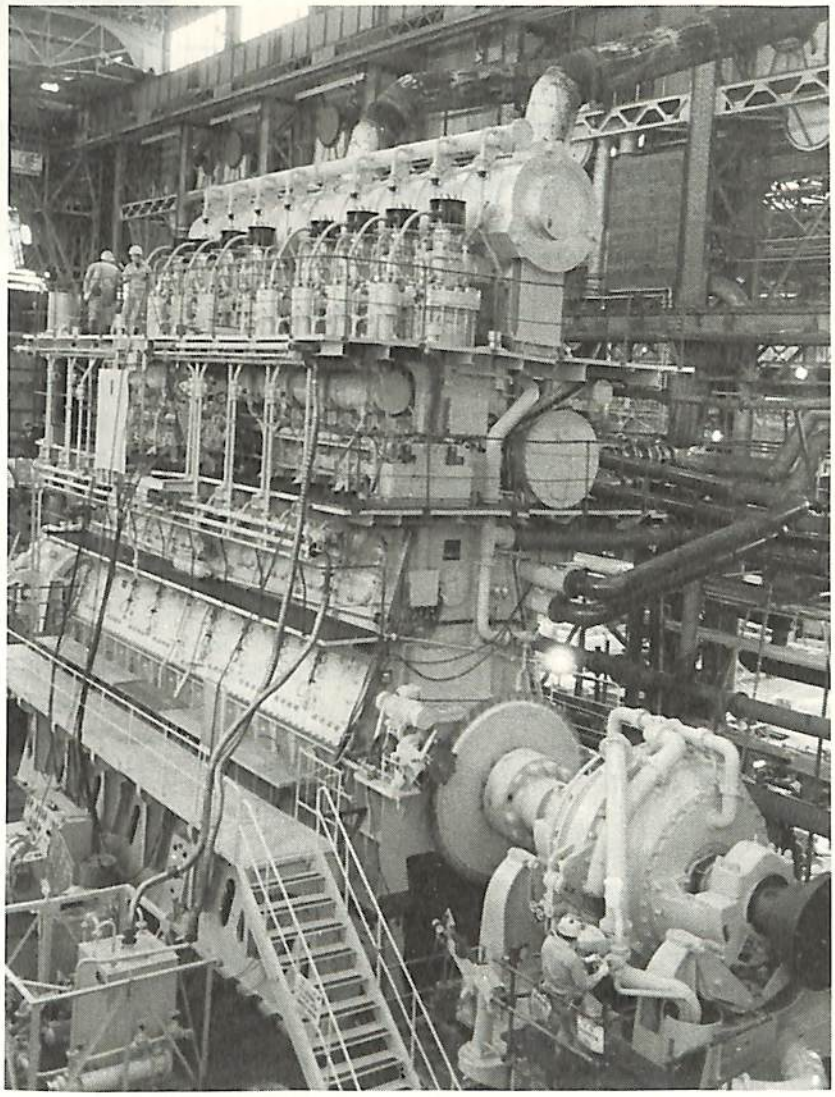
日立B&Wディーゼル機関の動圧，静圧式構造の比較図



動圧過給方式



静圧過給方式



日立B&W静圧過給形機関8L67GFC主要目

シリンダー数			8
シリンダー径		mm	670
ピストン ストローク		mm	1,700
連続最大出力		BHP	15,000
連続最大出力時	機関回転数	RPM	119
	平均有効圧力	kg/cm²	11.8
	シリンダ内最高圧力	kg/cm²	86
	ピストン平均速度	m/sec	6.74
機関寸法	機関長さ	mm	12,845
	機関台板巾	mm	3,600
	機関高さ（クランク軸中心より上へ）	mm	7,977
	〃 （クランク軸中心より下へ）	mm	1,570
ピストン解放高さ（クランク軸中心より上へ）		mm	9,600
機関重量		tons	430
保証燃料消費率（連続最大出力時）		g/BHP/h	143.0

燃　　料＝10,200Kcal/kg　　マージン＝3％
吸気温度＝20°C　　掃気温度＝30°C

新工ネルギー

原子力船

最近の米国原子力船事情

高田悦雄
日本原子力船開発事業団企画部調査課長

1月中旬に米国へ行く機会があり，最近の米国の原子力船事情について，二，三見聞するチャンスがあったので簡単に紹介してみたい。

その1．レヴィン氏との対話

少し歩くとすぐにのどがカラカラになるほどに乾燥したワシントンの道を商務省に向った。レヴィン氏は米国の原子力商船の父と呼ばれている人で，現在は商務省海事局の Advance Ship Development Office の Director の要職にある。氏の部屋に招じ入れられて聞かされた話を一，二話すと次のとおりである。

(1)“サバンナ”の運航の結果，原子力商船について残された問題は経済性のみであり，技術的にはなんの問題もない。従って一体型炉を積んだ第二実験船を建造する計画はない。

(2)60万トンタンカーについては，技術的には問題もないが，オイル・ショック以来の景気後退が進展を妨げている。

(3)世紀末までに200隻の原子力船が就航するとの予測ははずれた。これは景気後退の影響が甚大であり，今後は環境保護団体の圧力もますます高まるだろう。しかし私は楽観論者であるので心配はしていない。1980年代半ばには確実に原子力商船が運航されると考える。

その他，“サバンナ”の後始末，一体型炉と分離型炉の是非，米国の原子炉メーカーについて，標準化の方向，米国の原子力船開発体制など話は多岐にわたったが，海運造船をとりまく不況は米国も同じであり，原子力船開発をとりまく事情は厳しいが，その中にも技術については絶対の自信を持っていることも話のはしばしに読みとれ印象的であった。

その2．“サバンナ”号

“サバンナ”号をチャールストンの岸壁に訪ね，管理の状況を見た。さすがに世界を走り廻った往時の華やかな姿はなく，美しかった娘に年経て再会した感無きにしもあらずである。レヴィン氏によれば原子炉関係機器はポンプ1台を除き，他は全て撤去したとのことであるが，その他の一般船体部は昔のままに残されている。同船は連邦政府からサウス・カロライナ州にはらい下げられ，今年の9月から博物館として一般公開されることになっている。

勿論，博物館といっても内部に各種展示をするというのではなく，歴史的記念物として船をあるがままに見せるというものである。既に退役した航空母艦ヨーク・タウンが展示係留され，博物館になることも船としては功成り名遂げたというべきか。

残存放射線量についてはネグリシブルの一言であり，誰も気にしていない様子であった。機器撤去の方法，日時などについては，はっきりした回答は得られなかった。

その3．浮遊式原子力発電所（ＦＮＰ）

ジャクソンビルにオフショア・パワー・システムズ社（ＯＰＳ）をたずねる。この会社はウエスチングハウスの100%出資の子会社であり，ＦＮＰ建造を目的として設立されたものである。現在，ＰＳＥ＆Ｇより4基のＦＮＰを受注し，その建造のための工場を巨額の資金を投下して建設中である。しかしここもご多分にもれず，オイル・ショックによる景気後退とその後のエネルギー節約による影響をまともに受けている。ＰＳＥ＆Ｇとの契約納期は2回にわたって延期され，工程・人員計画は混乱し，あまつさえ，契約キャンセルの話も現在出ているようだ。研究開発の現状は設計図が40%，基本的な概念設計が70%，研究開発作業については100%がそれぞれ完了し，総合的な進捗状況は50%完了の状況である。工場設備も各種建屋は完成，900Ｔガントリークレーンも完成し，ドッグを堀削中である。

従って会社の経営も非常に厳しい情勢にあるといえ，これで肝心の建造するものが無くなることにでもなれば，手痛い打撃を受けるだろう。技術的にみると浮体構造そのものについては特に新知識はないようであり，このプロジェクトの目玉は正しく原子力関係部門のとりまとめとプラント全体の動揺を基準内に納めるための防波堤の構造にあるといえる。

レヴィン氏の話にしても，ＯＰＳの話にしても，今の米国は原子力船とその関連部門の技術に絶対の自信を持ちながら，経済の回復をひたすら待つという隠忍自重の時であり，原子力船時代の到来を伏して待つということにつきるという印象であった。

造船技術者から見た機関部初期計画

(ディーゼル機関編)

<3>

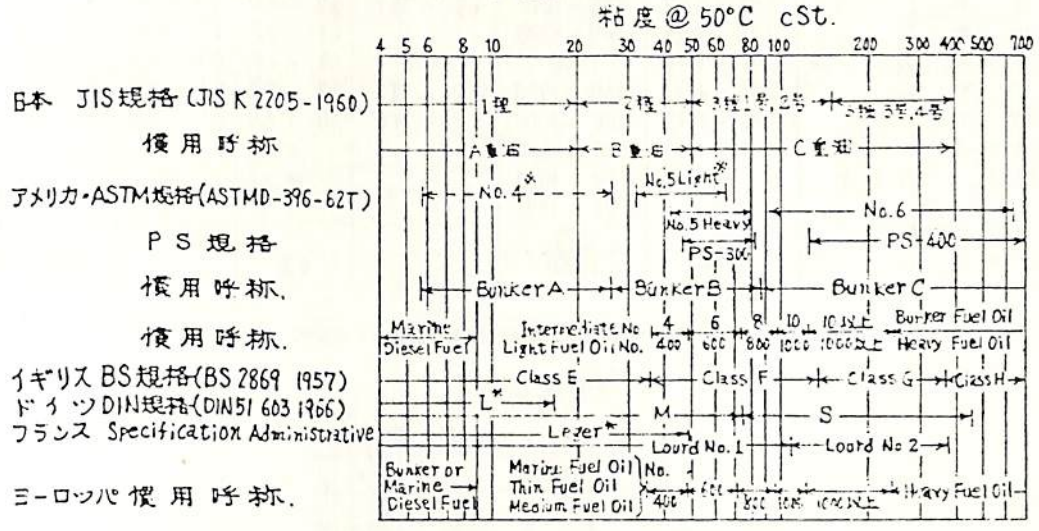
武 田 弘

新浜造船所設計部長

(2) 重油の規格と性状

一般にわが国で市販されている重油はA重油，B重油，C重油の3種類に区分されている。また諸外国でもそれぞれ国によって異った規格および慣用呼称が使用されている。

第6表(b) 日本および欧米における重油の主要な規格および慣用呼称



注) 1. 慣用呼称は必ずしも特定の粘度範囲の重油をさすわけではないし，また場所によってもその呼称範囲に相当のずれがある。ここにはだいたいの推定をかかげた。

※印のものは38.8°C，＊印のものは20°Cにおける粘度で規定されている。

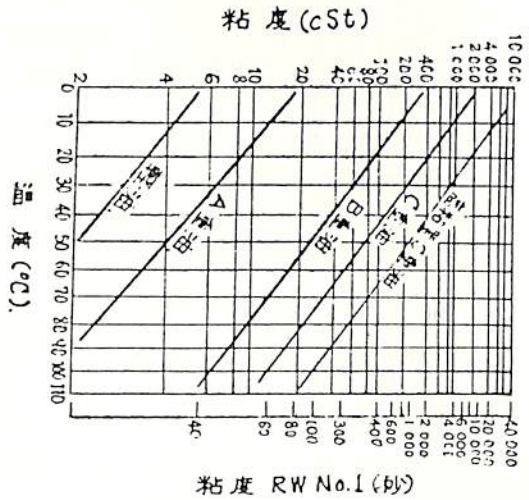
第6表(c) 世界各地の舶用重油の性状

補給地域	比重 15/4°C.	粘度 @50°C レッド・ウッド No.1 (秒)	残留炭素分 (Wt%)	いおう分 (Wt%)	水分 (Vol%)	灰分 (Wt%)
A重油.						
日本.	0.77～0.90.	28～38.	0.01～0.80.	0.1～1.3.	0.1以下.	0.01以下.
北米	0.84～0.89.	31～42.	0.02～0.70.	0.2～1.2.	TRACE	0.01以下
中南米，カリブ海	0.85～0.89	35～42.	0.01～0.20.	0.6～1.2.	〃	0.001以下
南米.	0.877.	38.	0.1.	1.1.	〃	0.001.
欧州.	0.84～0.89.	32～42.	0.01～0.15.	0.3～1.5.	〃	0.005以下.
紅海，ペルシャ.	0.84～0.89.	34～43.	0.05～1.30.	0.8～1.5.	0.1以下.	0.01以下.
アフリカ.	0.84～0.90.	33～43.	0.07～0.90.	0.4～1.5.	0.003以下.	0.01以下.

第6表(c)　世界各地の舶用重油の性状（続き）

補給地域	比重 15/4°C.	粘度 @50°C レッド・ウッド No. 1 (秒).	残留炭素分 (Wt %)	いおう分 (Wt%).	水分 (Vol%).	灰分 (Wt%).
A. 重油.						
アジア諸国.	0.84 ~ 0.89.	33 ~ 42.	0.02 ~ 1.0.	0.07 ~ 1.4	TRACE.	0.02以下.
オセアニア.	0.82 ~ 0.85.	33 ~ 42.	0.12.	0.4 ~ 1.0	〃	0.005以下.
C 重油.						
日本.	0.95 ~ 0.96.	424 ~ 580.	6.8 ~ 9.5.	2.7 ~ 3.2.	0.1 以下.	0.03 以下.
北米.	0.94 ~ 0.98.	183 ~ 440.	6.7 ~ 15.	0.9 ~ 2.4.	0.1 以下	0.09 以下.
中南米, カリブ海	0.94 ~ 0.97.	300 ~ 440.	8.2 ~ 9.7	1.6 ~ 1.8.	TRACE.	0.02 ~ 0.04.
南米.	—	280.	—	—	—	—
欧州.	0.94 ~ 0.97.	252 ~ 600.	8.2 ~ 9.9.	1.8 ~ 3.2	0.3 以下.	0.01 ~ 0.06.
地中海.	0.93 ~ 0.97.	295 ~ 750.	7.6 ~ 8.9.	1.8 ~ 3.3	0.3 以下.	0.02 ~ 0.05.
紅海, ペルシヤ.	0.93 ~ 0.97.	207 ~ 500.	5.5 ~ 8.9	1.8 ~ 3.3.	0.2 以下.	0.1 以下.
アフリカ.	0.94 ~ 0.97.	350 ~ 500.	8.5 ~ 10.1.	1.8 ~ 3.4	0.2 以下.	0.02 ~ 0.05.
アジア諸国.	0.93 ~ 0.97.	190 ~ 660.	5.9 ~ 9.9.	1.7 ~ 3.8	0.1 以下.	0.01 ~ 0.03.
オセアニア.	0.92 ~ 0.97	283 ~ 500.	6.3 ~ 8.9.	1.8 ~ 3.0.	0.3 以下.	0.02 ~ 0.06.
高粘度C重油.						
日本.	0.96 ~ 0.97.	950 ~ 1090.	9.5 ~ 10.7	3.2 ~ 4.0.	0.1 以下.	0.06 以下.
北米.	0.95 ~ 0.99.	1000 ~ 1700.		1.1 ~ 2.2.	0.2 以下.	0.08 以下.
中南米, カリブ海.	0.96 ~ 0.98.	1500.	11.4.	1.9 ~ 2.6.	0.1 ~ 0.2.	0.05 ~ 0.08
南米.	0.93 ~ 0.98.	1050 ~ 1900.	10.2 ~ 11.2.	0.8 ~ 2.8	0.1 ~ 0.3.	0.04 ~ 0.07.
欧州.	0.96 ~ 0.97.	1400 ~ 3000.	9.5 ~ 11.0.	2.0 ~ 3.5.	0.1 ~ 0.2.	0.03 ~ 0.05.
地中海.	—	1350 ~ 1500.	—	—	—	—
紅海, ペルシヤ.	—	1100 ~ 1500.	—	—	—	—
アフリカ.	—	1000 ~ 1500.	—	—	—	—
アジア諸国.	—	1000.	—	—	—	—
オセアニア.	0.99	1000.	—	0.8	—	0.03.

第6表(d)　軽油および重油の粘度の温度による変化

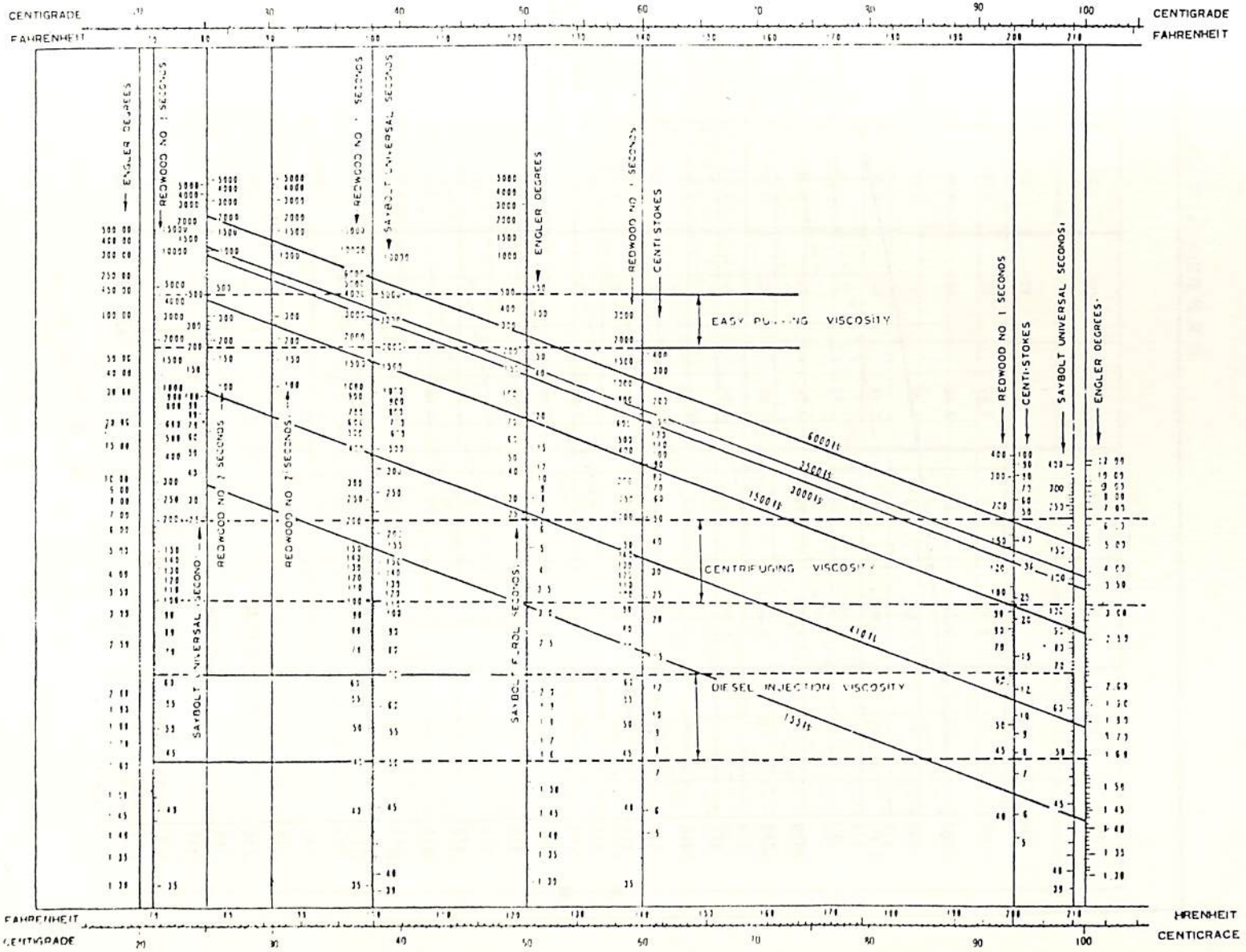


（3）　**燃料油の粘度**（※1「商船設計の基礎知識」引用）

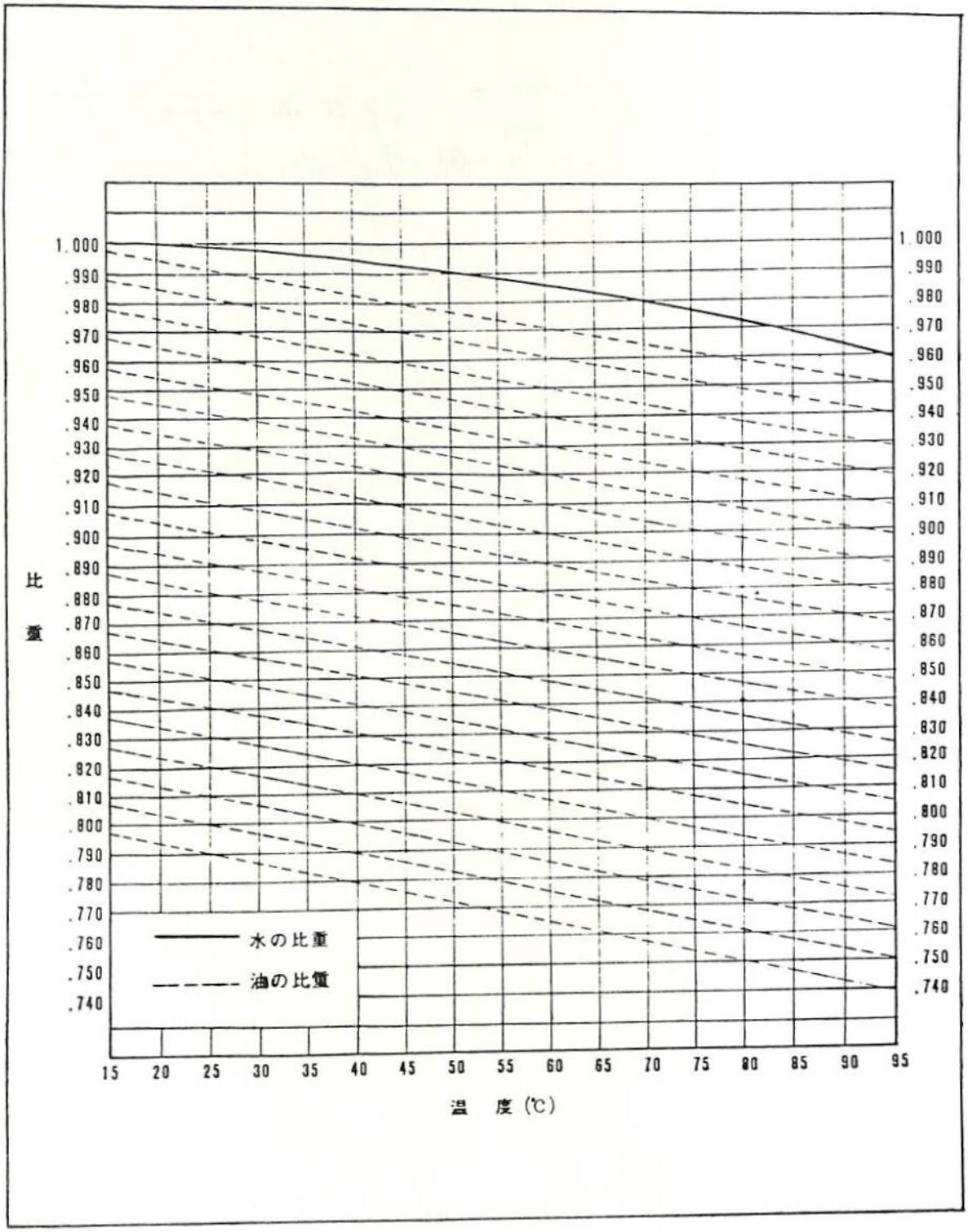
燃料油の粘度はセンチストーク(CENTI-STOKES略して cSt)，または，レッドウッド No. 1 (RED-WOOD No. 1，略して RW. No. 1)，で表わされ，センチストークスとは動粘度の単位で 1 cm²/秒＝1 ストークス＝100センチストークスの関係がある。

レッドウッド粘度はレッドウッド粘度計で50ccの燃料油を流す間の時間を測定し，その秒数を持って粘度とする。レッドウッド粘度計には1号と2号があり，通常は1号の値を示す。また，レッドウッド

第6表(e)　重油粘度――温度関係図



第6表(f)　重油および水の比重——温度関係図



第6表(g)　温度換算表

°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F
0	32	25	77	50	122	75	167
1	33.8	26	78.8	51	123.8	76	168.8
2	35.6	27	80.6	52	125.6	77	170.6
3	37.4	28	82.4	53	127.4	78	172.4
4	39.2	29	84.2	54	129.2	79	174.2
5	41	30	86	55	131	80	176
6	42.8	31	87.8	56	132.8	81	177.8
7	44.6	32	89.6	57	134.6	82	179.6
8	46.4	33	91.4	58	136.4	83	181.4
9	48.2	34	93.2	59	138.2	84	183.2
10	50	35	95	60	140	85	185
11	51.8	36	96.8	61	141.8	86	186.8
12	53.6	37	98.6	62	143.6	87	188.6
13	55.4	38	100.4	63	145.4	88	190.4
14	57.2	39	102.2	64	147.2	89	192.2
15	59	40	104	65	149	90	194
16	60.8	41	105.8	66	150.8	91	195.8
17	62.6	42	107.6	67	152.6	92	197.6
18	64.4	43	109.4	68	154.4	93	199.4
19	66.2	44	111.2	69	156.2	94	201.2
20	68	45	113	70	158	95	203
21	69.8	46	114.8	71	159.8	96	204.8
22	71.6	47	116.6	72	161.6	97	206.6
23	73.4	48	118.4	73	163.4	98	208.4
24	75.2	49	120.2	74	165.2	99	210.2

$$°F = \frac{°C \times 9}{5} + 32 \qquad °C = \frac{(°F - 32) \times 5}{9}$$

第6表(h)　日本の船舶の主機関および発電機関に使用されている燃料油の性状

	クロスヘッド機関		発電機関
	500 秒 油	700 秒 油	
比　重　15/4°C	0.94 ～ 0.95	0.95 ～ 0.96	0.84 ～ 0.87
粘　度　@50°C (cSt)	90 ～ 130	160 ～ 170	3.0 ～ 5.0
RW No.1 (秒)	350 ～ 530	640 ～ 700	33 ～ 38
残留炭素分 (Wt%)	8.0 ～ 10.0	8.0 ～ 10.0	1 以下
いおう分 (Wt%)	2.9 ～ 3.5	3.1 ～ 4.0	1 以下

第6表(i)　大形舶用機関メーカーの提示する燃料油の使用限界性状

国名	ドイツ	スイス	スウェーデン	日本
機関メーカー	MAN	Sulzer	Götaverken	三菱重工 (UEC)
比　重　15/4 °C	0.97 以下	0.98(0.99) 以下	0.98 以下	0.99 以下
粘　度　@50°C (cSt)	−	−	−	350 以下
RW No.1 (秒)	3500 以下	3000(10000) 以下	1500 以下	3500 以下
残留炭素分 (Wt%)	−	10 (15) 以下	14 以下	14 以下
水　分 (Vol%)	−	−	−	0.5 以下
水泥分 (Vol%)	1.0 以下	2 以下	1.0 以下	−
灰　分 (Wt%)	0.07 以下	0.06(0.12) 以下	0.1 以下	0.07 以下
いおう分 (Wt%)	3.7 以下	3 (4) 以下	3.5 以下	4.0 以下
アスファルテン (Wt%)	6.0 以下	−	8.0 以下	8 以下
真発熱量 (Kcal/kg)	−	−	−	9500 以上
引火点 (°C)	55 以上	65 以上	65 以上	65 以下

注）1.　（　）内に記載した数値は大形の機関に対してのみ適用する。
2.　本表に記載した数値は保証制限値ではない。
3.　第5表(a), (b), 第6表(a), (b), (c), (d), (h), (i)は，日本舶用機関学会編「舶用機関計画便覧」を引用した。

No. 1 と1ストークスの関係は次式の通りである。

$$\text{動粘度（ストークス）}=0.00260\cdot R-\frac{1.715}{R} \quad \cdots\cdots(7)$$

ただし，R＝RW. No. 1（秒）

なお，燃料油の温度により粘度や比重等も大きく変化するから粘度を表示する場合には，必ず温度を明記することになっており，例えば RW. No. 1 の粘度は通常 50° C または 100° F (37.8° C) における値を示す。

（4）　燃料油の発熱量

燃料油の発熱量とは常温，常圧の燃料と空気の混合物が完全燃焼し，熱焼生物が最初の温度まで冷却された場合に外部に放出された熱量である。発熱量には高位発熱量と低位発熱量とがあり，熱料油を熱焼したとき発生する水蒸気が全部凝縮されたときの発熱量を“高位発熱量”といい，水蒸気を凝縮させないときの発熱量を“低位発熱量”という。

i）発熱量

熱量計で測定される発熱量は高位発熱量 Hh (kcal/kg) であり，低位発熱量 Hu (kcal/kg) は次式で与えられる。

$$Hu=Hh-600(9h+w) \text{ (kcal/kg)} \quad \cdots\cdots(8)$$

ここで，水素 h(kg/kg)，水分 w(kg/kg)

また，工業分析結果から概算を行なう場合には次式で与えられる。

$$Hu=81C+(96-\alpha\cdot w)(Vm+w) \text{ (kcal/kg)} \quad \cdots\cdots(9)$$

ここで，恒湿試料についての固定炭素 C (kg/kg)，揮発分 Vm(kg/kg)，水分 w(kg/kg)，α：$w<5.0\%$ のとき 6.5，$10\%>w\geqq5.0\%$ のとき 5.0

ii）ベース換算

工業分析，発熱量は恒温試料，元素分析は無水試料で測定されるから実際に燃焼計算を行な

う場合は，使用時試料に換算しなければならない。

使用時試料2，恒湿試料1，無水試料0の添字で表わしたとき，使用時試料，換算した値は次式で与えられる。

湿　　分：w_2　　(kg/kg)

全　水　分：$w=w_2+(1-w_2)w_1$（〃）

灰　　分：$a=(1-w_2)a_1=(1-w)a_0$（〃）

炭　　素：$c=(1-w)c_0$（〃）

水　　素：$h=(1-w)h_0$（〃）

燃焼性いおう：$s=(1-w)s_0$（〃）

窒　　素：$n=(1-w)n_0$（〃）

酸　　素：$o=1-(w+a+c+h+s+n)$（〃）

高位発熱量：$Hh=(1-w_2)H_0$ (kcal/kg) ……(10)

低位発熱量：$Hu=Hh-600(9h+w)$ (kcal/kg) ……(11)

(7) 潤滑油の種類及び用途等

(1) スピンドル油

主用途として紡績機械の精紡機用，小形電動機用，軽荷重高速小形機械の軸受潤滑油用，（ただし，軽荷重高速小形機械の軸受潤滑油はＪＩＳスピンドル油2号が適当）

第7表(a) スピンドル油（ＪＩＳ K2210—1963）

種類 / 性状	特1号	1号	2号	記事
色 セーボルト	15 以上	—	—	注）通称名，特1号---日スピンドル油
色 ユニオン	—	2 以下	2½ 以下	1号---60 〃
反応	中性	中性	中性	2号---150 〃
引火点 (°C)	130 以上	130 以上	160 以上	
動粘度 cSt (30°C)	8 ~ 17	8 ~ 17	32 ~ 42	
動粘度 cSt (50°C)	4.0 以上	4.0 以上	12.5 以上	
流動点 (°C)	−5 以下	−5 以下	−5 以下	
銅板腐食(100°C, 3h)	1 以下	1 以下	1 以下	

(2) 冷凍機油

主用途として冷凍機のしゆう動部の潤滑油用，圧縮ガスの漏れ防止用。

第7表(b) 冷凍機油（ＪＩＳ K2210—1963）

種類 / 性状（通称名）	1号（90冷凍機油）	特2号（150電気冷蔵庫油）	2号（150冷凍機油）	特3号（300電気冷蔵庫油）	3号（300冷凍機油）
色（ユニオン）	2 以下	2½ 以下	2½ 以下	3 以下	3 以下
反応	中性	中性	中性	中性	中性
引火点	145 以上	155 以上	155 以上	165 以上	165 以上
動粘度 cSt (30°C)	16 ~ 26	32 ~ 42	32 ~ 42	69 ~ 79	69 ~ 70
動粘度 cSt (50°C)	9.0 以上	13.5 以上	13.5 以上	22.0 以上	22.0 以下
流動点 (°C)	−35 以下	−27.5 以下	−27.5 以下	27.5 以下	22.5 以下
銅板腐食(100°C, 3h)	1 以下	1 以下	1 以下	1 以下	1 以下
蒸気乳化度 S	150 以下	200 以下	200 以下	200 以下	200 以下
絶縁破壊電圧 kV	—	25 以上	—	25 以上	—
クラックル試験	—	合格	合格	合格	合格

(3) 舶用内燃機関用潤滑油(シリンダ油を含む)

主用途として舶用ディーゼル機関のシリンダ潤滑および循環系統の油滑(油冷却を含む用)，また，一般に使用目的から大別すればシリンダ油，とシステム油の2種類となり，品質上から大別すれば第7表(c)~(g)のとおりで，ＪＩＳは1～4種になる。ＡＰＩ旧分類のレギュラーはＪＩＳ1種に，プレミアムは2種に，ヘビィデューティは3種にほぼ該当するが，ＪＩＳ4種はＡＰＩ分類に属さない高アルカリ性シリンダ油である。

最近は粗悪油を燃料とするため清浄性の高い舶用機関油が要求され，特に舶用シリンダ油ではその傾向が強く第7表(g)のようにアルカリ価の高い各種類のものが使用されている。

第7表(c)　内燃機関用潤滑油1種（ＪＩＳ K2215—1966）

性状＼号別	2号	3号	4号	5号	記事
色（ユニオン）	4½以下	5以下	6以下	7以下	注）1.※(1)システム油として用いられる。 2.37.78°Cの粘度を報告する。
反応	中性	中性	中性	中性	
引火点（°C）	190以下	200以上	200以上	200以上	
動粘度※(1) 98.89°C cSt	5.73以上	9.62以上	12.9以上	16.8以上	
	9.62以上	12.9未満	16.8未満	22.7未満	
粘度指数	75以上	65以上	65以上	65以上	
流動点（°C）	−12.5以上	−7.5以下	−5以下	−5以下	
残流炭素分（%）	0.3以下	0.7以下	1.0以下	1.2以下	
無気乳化度 S	600以下	600以下	—	—	
銅板腐食（100°C,3h）	1以下	1以下	1以下	1以下	
熱安定度（170°C,12h）	合格	合格	合格	合格	

第7表(d)　内燃機関用潤滑油2種（ＪＩＳ K2215—1966）

性状＼号別	2号	3号	4号	5号	記事
引火点（°C）	190以上	200以上	200以上	200以上	注）1.※(1)システム油として用いられ酸化防止性が改善されたもの。 2.37.78°Cの粘度を報告する。
動粘度※(1) 98.89°C cSt	5.73以上	9.62以上	12.9以上	16.8以上	
	9.62未満	12.9未満	16.8未満	22.7未満	
粘度指数	75以上	70以上	70以上	70以上	
流動点（°C）	−12.5以下	−7.5以下	−5以下	−5以下	
酸化安定度 165.5°C 24h 粘度比	2.0以下	2.0以下	2.0以下	2.0以下	
酸化安定度 165.5°C 24h 全酸価の増加 mg KOH/g	3.0以下	3.0以下	3.0以下	3.0以下	
無気乳化度 S	報告				

第7表(e)　内燃機関用潤滑油1種
（ＪＩＳ K2215—1956）

通番	性状＼号別	3号	4号	5号
①	引火点（°C）	200以上	200以上	200以上
②	動粘度※(1) 98.89°C cSt	9.62以上	12.9以上	16.8以上
		12.9未満	16.8未満	22.7未満
③	粘度指数	85以上	85以上	85以上
④	流動点（°C）	−7.5以下	−5以下	−5以下
⑤	アルカリ価 mg KOH/g	3以上	3以上	3以上
⑥	硫酸灰分（%）	報告		

注）1.　※(1)シリンダ油およびシステム油として共用され，酸化防止性と清浄性が改善されたもの。
2.　37.78°Cの粘度を報告する。

第7表(f)　同　左　4　種
（ＪＩＳ K2215—1966）

通番	3号	4号	5号
①	200以上	200以上	200以上
②	9.62以上	12.9以上	16.8以上
	12.9未満	16.8未満	22.7未満
③	50以上	50以上	50以上
④	−7.5以下	−5以下	−5以下
⑤	25以上	25以上	25以上
⑥	報告		

注）1.　性状の項は左表(e)を参照。
2.　※1.《②上欄》は主としてシリンダ油として用い，酸化防止性が与えられ，かつ清浄性が高度に改善されたもの。
3.　37.78°Cの粘度を報告する。

第7表(8) 内燃機関に用いるシリンダ油の種類

機関形式	主機関の用途	船用シリンダ油の種類と分類			
		外観	粘度	アルカリ価	慣用名
クロスヘッド	大形貨物船，タンカー	油状	SAE 40,50	40～70	高アルカリ性シリンダ油
		乳化状懸濁状	SAE 40,50	30～60	エマルジョン形シリンダ油
トランクピストン	中・低速機関：中形貨物船，タンカー，連絡船，捕鯨船，遠洋トロール，大形漁船，ポンプドレッジャ	油状	SAE 40,50	25～50 10～25	高アルカリ性シリンダ油 船用HD形シリンダ油
	高・中速機関：一般漁船，小形貨物船，小形タンカー，連絡船	油状	SAE 30,40	5～25	船用HD形シリンダ油
フリーピストン	ドレッジャ，引き船	油状	SAE 50	20～50	フリーピストンシリンダ油
ピールスティック	中形貨物船	油状	SAE 30	20～50	ピールスティックエンジン油

注) 1. 舶用内燃機関用潤滑油の選定は，つぎの諸点を考慮してその品質および粘度を定めるべきである。

i) 機関の形式・出力

日本船主協会傘下の中・大形機関240隻についての統計では，つぎの傾向を示している。

シリンダ油	クロスヘッド	トランクピストン
高アルカリ性 (SAE 40～50)	100 %	75 %
HD油 (SAE 40～50)	−	13 %
プレミアム油 (SAE 40～50)	−	6 %
レギュラー油 (SAE 40～50)	−	6 %

ii) 潤滑方式

ドライサンプ式か，ウエットサンプ式か，シリンダ潤滑油に機力給油器の採用の有無など，最近の傾向は次の通り。

システム油	2サイクルクロスヘッド・ドライ式	2サイクル，4サイクルトランクピストン・ドライ式	4サイクルトランクピストン・ドライ式	日本船主協会機関管理研究会資料
HD油 SAE 30	−	0	0	−
HD油 SAE 40	−	−	0	
プレミアム油 SAE 30	0	0	0	61%
プレミアム油 SAE 40	−	−	0	
レギュラー油 SAE 30	0	−	−	39%

iii) ピストン冷却方式

一般に油冷式には，水冷式よりも高品質のシステム油が要求される。

iv) 運転条件

漁船は，一般商船に比べ負荷条件が激しく潤滑条件がきびしいことを忘れてはならない。

v) 使用燃料の性状

シリンダ油については，おおよそ次の優先順位で推薦されている。

A重油使用船：HD油>プレミアム油

B重油使用船：高アルカリ性油>HD油>プレミアム油

C重油使用船：高アルカリ性油>HD油

vi) 経済性：実情に応じて考慮される。

（4） ギア油

主用途として歯車の潤滑油として用いられ，歯車の潤滑状態は，高速低荷重の場合には流体潤滑で，低速高荷重になるほど混合潤滑または境界潤滑に移る。またギア油には多くの種類があり，スピンドル油のような低粘度から非常に高粘度の配合油まで用いられる。

第7表(h) ギア油の種類

種類	成分	特長	API サービス分類との対照
開放ギア油	鉱油系ギア油にアスファルト性物質を混合，不燃性溶剤で希釈したものもある。	歯車歯面に対する粘着性大，耐水性大，開放ギア，ワイヤロープに使用。	—
鉱油系ギア油	純鉱油系潤滑油，酸化防止剤，さび止め用添加剤，流動点降下剤などを加えたもの。	軽荷重で歯車のすべり速度が温和な条件の一般機械の歯車用。	GL－1。
配合ギア油	鉱油に動物性油脂 3～10 % を配合，添加剤を加えたものもある。	高粘度，油性がよい。ウォーム歯車に使用。	GL－2。
マイルドEPギア油	金属表面との反応がおだやかな非腐食性極圧添加剤を比較的少量含む。	極圧性かなり大，一般機械，圧延機，黄銅－鋼ウォーム歯車，はすばかさ歯車に使用。	GL－3。
極圧ギア油	マイルドEP用添加剤を比較的多量に配合したもの，又は金属表面との反応が大きな極圧添加剤(鉛せっけん，いおう，りん，塩素，亜鉛系有機化合物)を配合したものがある。	耐荷重能大，自動車のハイポイド歯車，差動歯車に使用。	GL－4。 GL－5。

注）1. GL－4はアメリカ軍規格MIL－L－2105に対応する。
2. GL－5はアメリカ軍規格MIL－L－2105Bに対応する。

第7表(i) ギア油1種（JIS K2219—1967）

性状 / 号別	反応	引火点 °C	動粘度 cSt (37.78°C)	動粘度 cSt (98.89°C)	流動点 °C	銅板腐食 (100°C, 3h)
1号	中性	170以上	30以上 60未満	—	−10以下	1以下
2号	〃	180 〃	60 〃 80 〃	—	−10 〃	1 〃
3号	〃	180 〃	105 〃 150 〃	—	−5 〃	1 〃
4号	〃	190 〃	150以上215未満	—	−5 〃	1 〃
5号	〃	190 〃	—	15以上 20未満	0 〃	1 〃
6号	〃	200 〃	—	20 〃 25 〃	0 〃	1 〃
7号	〃	200 〃	—	25 〃 30 〃	5 〃	1 〃
8号	中性	200以上	—	30以上 40未満	5以下	1以下

注）1. 主として一般機械の比較的軽荷重歯車に用いる。

第7表(j) ギア油2種（JIS K2219—1967）

性状 / 号別	引火点 °C	動粘度 cSt (37.78 °C)	動粘度 cSt (98.89°C)	粘度指数	流動点 °C
1号	165以上	30以上 60未満	—	60以上	−20以下
2号	〃	60 〃 80 〃	—	〃	−20 〃
3号	〃	105 〃 150 〃	—	〃	−15 〃
4号	〃	150以上215未満	—	〃	−15 〃
5号	〃	—	15以上 20未満	〃	−10 〃
6号	〃	—	20 〃 25 〃	〃	−10 〃
7号	〃	—	25 〃 30 〃	〃	0 〃
8号	165以上	—	30以上 40未満	60以上	0以下

注）1. 極圧添加剤を含み，主として自動車その他の高速，高荷重歯車に用いる。
2. JIS K2518によるあわ立ち試験結果を報告する。

第7表(k) ギア油3種（ＪＩＳ K2219—1967）

性状 / 号別	引火点、°C.	動粘度 cSt. (98.89°C).	粘度指数.	流動点、°C.	混濁試験.
1 号.	170以上.	8 以上. 15. 未満.	85 以上.	−20 以下.	合 格.
2 号	170以上.	15 〃 . 25 〃 .	〃 .	−12.5以下.	〃 .
3 号.	170以上.	25 以上. 40 未満.	85 以上.	0 以下.	合 格.

注) 1. 極圧添加剤を含み，主として自動車その他の高速，荷重高歯車に用いる。
2. ＪＩＳ K2518によるあわ立ち試験結果およびＪＩＳ K2519による耐荷能試験結果を報告する。

第7表(l) AGMAによるギア油の粘度分類

（AGMA 250.02—Dec. 1955, AGMA 252.01—May 1959）

AGMA 粘度番号.	粘度範囲. 37.8 °C. cSt.	37.8 °C. SUS.	98.9 °C. cSt.	98.9 °C. SUS.
1.	38.6 ～51.7.	180 ～ 240.		
2.	60.4 ～77.7.	280 ～ 360.		
3.	105.6 ～150.8.	490 ～ 700.		
4.	150.8 ～215.3.	700 ～1000.		
5.			15.5 ～ 21.5.	80 ～ 105.
6.			21.5 ～ 26.1.	105 ～ 125.
7. Comp.			26.1 ～ 31.7.	125 ～ 150.
8. Comp.			31.7 ～ 40.5.	150 ～ 190.
8 A Comp.			40.5 ～ 53.5.	190 ～ 250.
2 EP.	60.4 ～ 86.4.	280 ～ 400.		
3 〃 .	86.4 ～150.8.	400 ～ 700.		
4 〃 .	150.8 ～215.3.	700 ～1000.		
5 〃 .			15.5 ～ 21.5.	80 ～ 105.
6 〃 .			21.5 ～ 26.1.	105 ～ 125.
7 〃 .			26.1 ～ 31.7.	125 ～ 150.
8 EP.			31.7 ～ 40.5.	150 ～ 190.

注) 1. Comp：3～10%の遊離の少ない牛脂その他の適当な獣脂を混合した配合ギア油であり，主として歯車に使用する。

第7表(m) AGMA規格による密閉式歯車用潤滑油選定表（ウォーム歯車を除く）

（AGMA 250.02—Dec. 1955, AGMA 252.01—May 1959）

形式.	寸法 Cm. 低速歯車中心距離.	AGMA 番号. ※(2). 周囲温度. −10 ～ 16 °C.	周囲温度. −10 ～ 52 °C.
平行軸. (1段減速).	20 まで.	2 又は 2 EP.	3 又は 4 EP.
	20 ～ 50.	2 〃 . 〃 .	4 〃 . 〃 .
	50 以上.	3 〃 4 EP.	4 〃 . 〃 .
平行軸. (2段減速).	20 まで.	2 〃 .2 EP.	3 〃 . 〃 .
	20 ～ 50.	3 〃 .4 EP.	4 〃 . 〃 .
	50 以上.	3 〃 4 EP.	4 〃 . 〃 .
平行軸. (3段減速).	20 まで.	2 〃 .2 EP.	3 〃 . 〃
	20 ～ 50.	3 〃 .4 EP.	4 〃 .4 EP.
	50 以上.	4 〃 .4 EP.	5 〃 .5 EP.
遊星歯車.	歯車箱外径 40 まで.	2 〃 .2 EP.	3 〃 .4 EP.
	〃 40 以上.	3 〃 .4 EP.	4 〃 . 〃 .
かさ歯車.	外端円すい距離 30 まで.	2 〃 .2 EP.	4 〃 .4 EP.
	〃 30 以上.	3 〃 .4 EP.	5 〃 .5 EP.
ギャードモータ	全種類.	2 又は 2 EP.	4 又は 4 EP.
高速歯車※(1)	全種類.	1	2

注) 1. ※(1)回転数 3,600rpm またはピッチ線速度 1,220m/min 以上をさす，運転条件によっては1級上または下の番号の潤滑油を用いたほうがよいこともある。
2. ※(2)歯面圧の高いもの，ピークロードの高いもの，衝撃荷重のあるものなど過酷条件の場合にはＥＰタイプが適する。

第7表(n)　AGMA規格によるウォーム歯車および鼓形ウォーム歯車用潤滑油選定表
(AGMA 250.02—Dec. 1955)

中心距離 (Cm).	ウォーム回転数 (TPM).	AGMA番号 周囲温度 °C.		ウォーム回転数※(2) (TPM).	AGMA番号 周囲温度 °C.	
		−10 ～ 16※(1)	−10 ～ 52.		−10 ～ 16※(1)	−10 ～ 52.
15以下(円筒形).	700以下.	7 ComP.	8 ComP.	700以上	7 ComP.	8 ComP.
15以下(鼓　形)	700 〃.	8 〃.	8A ComP.	700 〃.	8 〃.	8 〃.
15～30(円筒形).	450 〃.	7 〃.	8 ComP.	450 〃.	7 〃.	7 〃.
15～30(鼓　形)	450 〃.	8 〃.	8A ComP.	450 〃.	8 〃.	8 〃.
30～45(円筒形).	300 〃.	7 〃.	8 ComP.	300 〃.	7 〃.	7 〃.
30～45(鼓　形).	300 〃.	8 〃.	8A ComP.	300 〃.	8 〃.	8 〃.
45～60(円筒形).	250 〃.	7 〃.	8 ComP.	250 〃	7 〃.	7 〃.
45～60(鼓　形).	250 〃.	8 〃.	8A ComP.	250以上	8 〃.	8 〃.
60以上(円筒形).	200 〃.	7 〃.	8 ComP.	200以下	7 〃.	7 〃.
60以上(鼓　形).	200以下.	8 ComP.	8A ComP.	200以下.	8 ComP.	8 ComP.

注) 1. ※(1)予想される周囲温度より低流動点の油を用いること。
2. ※(2)2,400rpm またはすべり速度 610m/min 以上の場合には強制給油とし，本表記載の番号より低粘度の油を使用する。
3. 第7表(a)～(n)は日本舶用機関学会編「舶用機関計画便覧」を引用した。

(つづく)

引用文献　※1. 教育テキスト研究会刊「商船設計の基礎知識」
※2. 第6表(e)海文堂刊「商船機関部計画」

発売中!!　●FRP船艇の勉強に最良の教本!

新版・強化プラスチックボート

戸田孝昭著・B5判新装／図版330余版
定価3,800円／送料240円

◉ 内　容 ◉

1. FRPとその基材
2. FRP板の性質
3. ガンネル部のまとめ
4. ローボート
5. 競艇用ボート
6. 小型セーリングボート
7. アウトボードランナバウト
8. 木　型
9. FRP型
10. 7m外洋艇
11. 6m内火艇
12. 5.6mランナバウト
13. セーリングクルーザー
14. サンドイッチ構造について
15. 12mサンドイッチ構造艇
16. 米海軍のFRPボートの歴史
17. FRP製掃海艇
18. ノルウェイ船級協会規則
19. 11m内火艇
20. 13m艇のファミリー化
21. 18m交通艇
22. 17m艇の建造
23. FRPの破損と修理
付1. FRPボートのオーナーのために
付2. FRPボートの製造検査について
付3. 用語解説

発行元・舵　社　東京都中央区銀座5-11-13 電・03 (543) 6051／振替東京1-25521
発売元・天然社　東京都新宿区赤城下町50　電・03 (267) 1950／振替東京6-79562

NKコーナー

■繁忙度増すNKのコンサルティング業務

NKのコンサルティング業務の伸展について，本誌 Vol. 51 No. 10 に報じたが，その後この業務は次第に繁忙度を増している。次にその主なものを紹介する。

Prompt Shipping 社向けコンテナ船進水

香港の船主，Prompt Shipping 社から3,800DWT型コンテナ船の船主監督業務を委嘱された。

この船舶は，昨年9月7日，株式会社臼杵鉄工所・臼杵造船所で起工され，その後，鋭意工事が進められていたが，同年12月15日無事進水し，Tunghai Career（東海）と命名された。

進水式には，船主側から Prompt Shipping 社の銭社長夫妻初め多数が列席し，NKからは桝田常務理事外関係者が出席し，盛大に式が行なわれた。

インドネシア政府向け設標船進水

インドネシア政府から，同政府向け680総トン型設標船2隻についてコンサルタントの委嘱を受けた。これらの船舶は，昨年8月16日，株式会社新潟鉄工所・新潟工場で起工されて，その後，鋭意工事が進められていたが，第1船は同年10月25日，第2船は同年12月14日それぞれ無事進水した。なお第1船および第2船は，それぞれ PARI, PARAJAPA-TI と命名された。

進水式には，いずれもインドネシア大使館の高官とNKの秋田副会長が列席し，盛大に式が行なわれた。

インドネシア向け補給船の監督を派遣

インドネシア政府から，同政府向け650総トン型灯台補給船1隻の船主監督業務を委嘱された。

この船は，いま，インドネシアのＩＰＰＡ造船所で建造中である。この監督として，船体，機関，電気の関係技師が現地に派遣されることになり，その第1陣として船体関係の技師が昨年11月22日造船所所在地のセマラン向け出発した。

アルゼンチン共和国向け漁業調査船コンサルタント契約締結

アルゼンチン政府は，日本政府の資金援助のもとに，約750総トンの漁業調査船を日本で建造することになった。

同政府は，この船舶のコンサルタント業務を一般に公募していたが，NKはこれに応募し指名された。このため，本部から担当技師が同国に赴き，政府関係者と協議の結果，双方合意に達し，昨年11月30日契約の調印を行なった。この契約により，NKの行なう業務は次のとおりである。

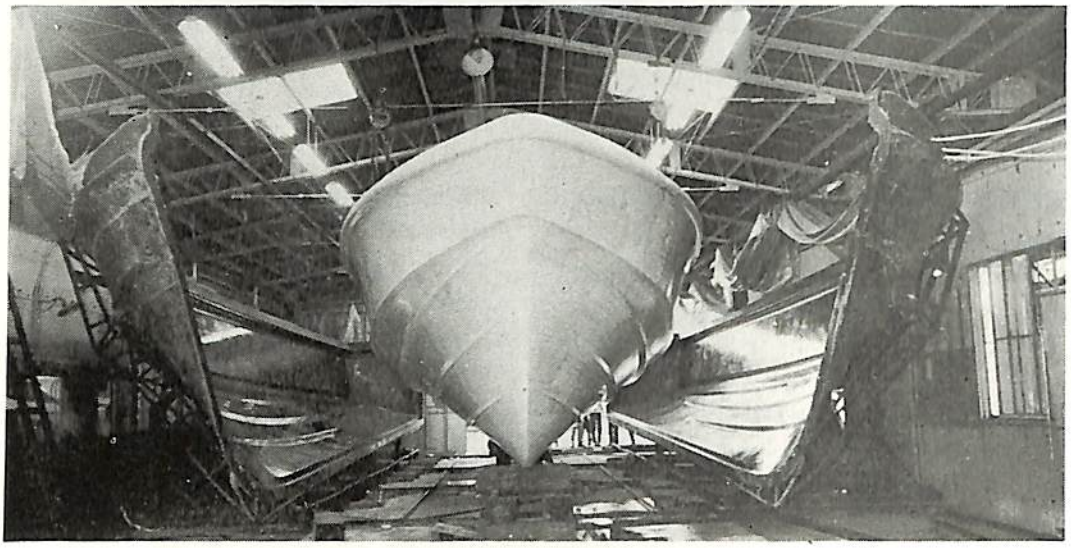
- 建造仕様書，一般配置図，技術関係資料，図面および計算書の作成
- 入札関係書類の作成
- 入札業務
- 建造契約の援助
- 図面審査および建造工事の監督
- 保証期間内の技術サービス

北九州支部の新事務所完成（下写真）

昨年4月28日着工以来，工事が進められていたNK北九州支部の新築事務所は，同年11月10日完成し，15日の本会創立記念日に合わせて，竣工引渡し式と披露パーティが催され，20日から新事務所での業務が開始された。

新事務所は旧事務所跡に建てられ，住所および電話番号は次のとおりである。

住所・北九州市門司区浜町1番22号（郵便番号801）
電話・093—331—8831～4



連　載　FRP船講座 <18>

高速艇の構造設計（5）

丹　羽　誠　一

6.　波とそれに対する船の応答

6. 1　波

6. 1. 1　大洋の波と浅い海の波

高速艇の構造設計は波に対する船体および構造部材の応答を基準として考えている。これが外力基準の基礎となっているので，高速艇を設計するにあたっては，波そのものについて知っておくことが必要である。小船を取扱う人々は波を肌で知っていても，それを系統立てて考えたことは無いだろうし，造船学でも波について教えるところは少いようである。また大型船で考える波と，われわれが取扱う小型船が応答する波とではそこにかなりな性格の相異がある。大型船が波のプロフイルによって静的に生ずる曲げを主として考えるのに対し，小型船では波との出会いによって生ずる動的な力，衝撃を主として考えている。したがって大型船で考える波は波長，波高とその波形，例えばトロコイド波であるというプロフイルが重要であるが，小型船では波形はあまり問題にせず，波高と出会周期とが問題になり，出会周期を決める要素として波長と波速とが重要となる。

一般に海の深さが波長の½より大きい場合に，その波は海底の影響を受けないものと考えられ，その波の速度は波長Lの平方根に比例する。

複雑な風浪における一つの成分波の周期T，速度C，および波長Lは次の簡単な相互関係を持つ。

$$L=1.56T^2=0.64C^2 \quad (\mathrm{m})$$

$$T=0.64C=0.80\sqrt{L} \quad (\mathrm{sec})$$

$$C=1.56T=1.25\sqrt{L} \quad (\mathrm{m/s})$$

もし海の深さがこれより小さい場合には，波の速度が変化するばかりでなく，波の発生および衰弱にも海底の影響を受ける。

同じ波長の波の速度は波長の½以下の浅い海では深海の波より速度が小さい。大洋から伝播して来た波は浅い海に入ると波長は短く，波高は高く，速度は小さくなって，ついには波高波長比の限界を起えて巻き波になってくだける。

遠浅の海岸では海岸線に角度を持って進んで来た波も，早く浅い部分に達した部分から速度が落ち，これによって波の屈折が起り，海岸でくだけるときには海岸線に並行に近い波になっている。

波長Lの深海波の速度Cに対し，深さdが½L以下である浅い海では，波長Lの波の速度Cdは次のようになる。

$$Cd=C\sqrt{\frac{e^{kd}-e^{-kd}}{e^{kd}+e^{-kd}}}=C\sqrt{\tanh kd}$$

ただし　$k=\frac{2\pi}{L}$

周期は深海波の周期と等しくTであるから，波長Ldは

$$Ld=\frac{gT^2}{2\pi}\frac{e^{kd}-e^{-kd}}{e^{kd}+e^{-kd}}=\frac{gT^2}{2\pi}\tanh kd$$

波高Hdは深海波の波高Hに対し

$$Hd=H\sqrt{\frac{Ld}{L}}$$

となる。

水深がさらに浅くなって，波長が水深の40倍以上になると速度は単に水深のみにより変化し，波長には無関係となる。このような波は長波 (long wave) と呼ばれる。長波の速度C_lは

$$C_l=\sqrt{gd}$$

で近似される。

6. 1. 2　波の発生と成長

そよ風が吹きはじめると，海面は比較的規則正しい小さなさざ波によっておおわれる。それらは急激に高さを増し，最大の峙度を持つまでになり，尖った峯が小さく砕けるようになる。さらに風のエネルギーを受けて分布は，周期の長い波に向って拡がって行く。このようにして複雑な成分を持つ風浪に発達して行くのである。一定の波の発達状態では，それぞれの波周期分布には一つの最大バンドを持っていて，この最大バンドに全エネルギーの大部分が集中している。

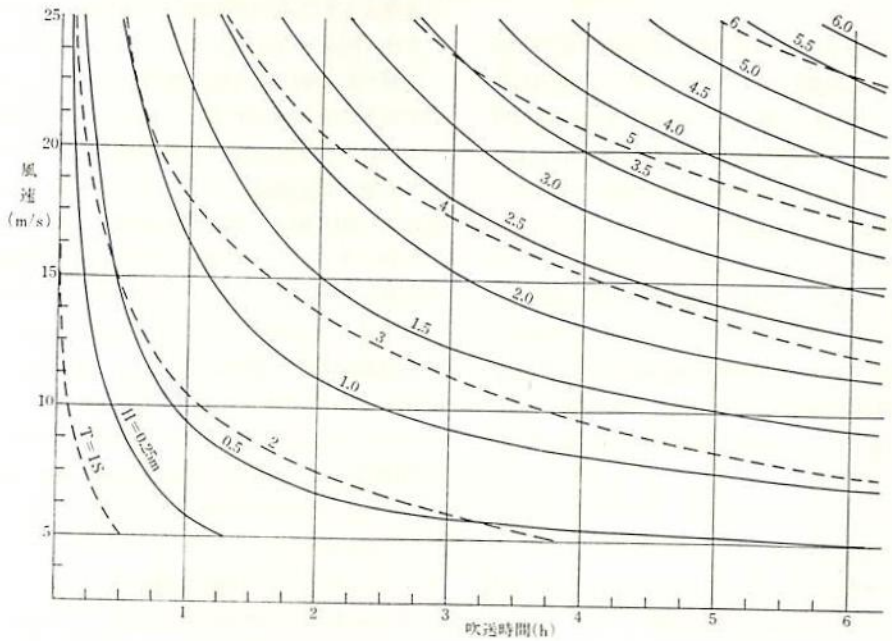
風が吹き続ける時間，風の吹いて来た距離が大きければ大きいほど，波は発達した波となる。定常風が吹き続けた時間に対する波高および波周期を第1図に示す。

この波の発達の程度を波令βと呼び，波速Cと風速Uとの比 $\beta=C/U$ で表す。

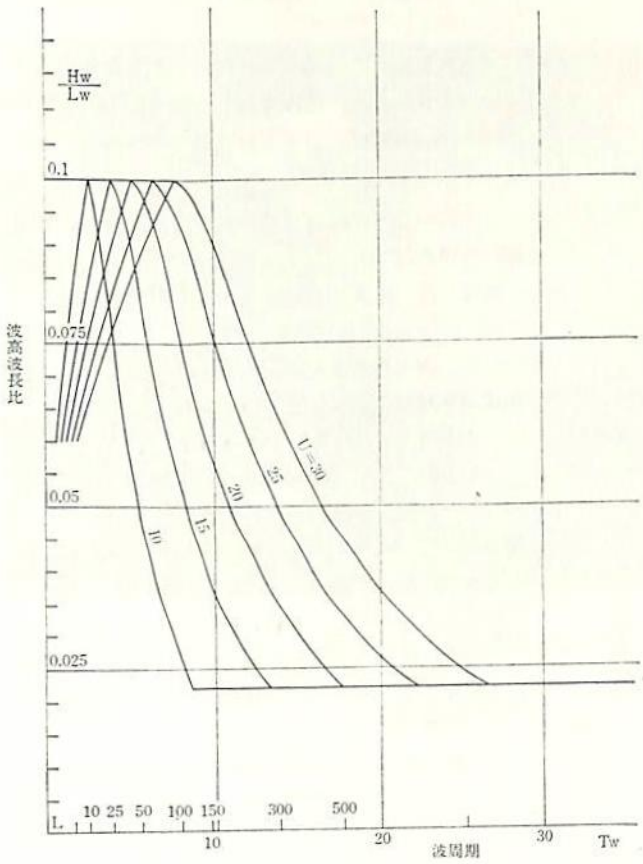
波令と波の峙度との間には一定の関係が観測されている。Sverdrup-Munk の法則により，風速10～30m/sに対する峙度を計算すると第2図となる。船舶復原性規則による計算には，これの近似値を採用し，上限を 0.1，下限を 0.035 としている。

一定波長の波の理論的に達し得る波高は，H/Lが1/7で，これを越せば波は砕ける。このとき峯の角度は120°で，尖っている。波の峙度の限界を越えると波の峯は砕けて空中に飛ぶ。このとき強風が伴っているとこのスプレーは風下に飛ばされ，波の風下側をなだれ落ちる。この波のなだれの強力なものは船を転覆させ，あるいは甲板上を完全に洗い流すほどの力を持つ。

前に吹いた風によって起された古い波の上に新しく風が吹きはじめる場合が多い。新しく発生した風は古い波を破壊しながら，あるいはその一部を破壊しながら新しい波を生成させる。このようにして波長，波高，方向の異ったいくつかの波が同時に存在するのが普通であり，波を複雑不規則なものとして



第　1　図



第 2 図

いる。

きわめて顕著な2つ以上の波が交叉するとき，波の峯が交叉した位置には，両波の高さの和に相当する高さを持つ独立した峯ができ，谷の交叉した位置には両波の和に相当する独立した深い谷が生ずる。この峯と谷との高度差は両波の和に等しくなる。このような波を三角波と呼ぶ。

発達した低気圧の中心では四周から吹き込む風によって発生した波が集中し，きわめて高い三角波が発生する。台風の中心ではきわめて巨大な三角波が発生し，昭和10年，北海道東方海面で発生したそれは，2,000トンの駆逐艦を両断し，10,000トンの航空母艦，5,000トンの巡洋艦に損傷を与えた例がある。

6. 1. 3 風浪とうねり

暴風雨の中でその暴風によって起された波を風浪（Sea）と呼ぶ。発生域の外に伝播して行った波はうねり（Swell）に変化する。

風浪は波高が非常に高くなるということ以外にも多くの点でうねりと異った性質を持っているし，ある平均波高を持った風浪は同じ波高を持ったうねりとは全く異った性質を持っている。

風浪の個々の波は鋭く尖った峯を持った山脈によく似た形をしている。波の峯はそれほど長くなく，峯と峯との間の距離の2～3倍の長さしか続いていない。大きな峯や谷の部分には，非常に多数の小さな波が重なっていて，その形は規則的ではない。個々の波の峯はすべてが同じ方向に並んでいるわけではなく，あるものは20°～30°の角度をなしている。ある場所では配列は規則正しいが，他の場所では混乱している。高い波も伝播する間に衰弱し，消えてしまうし，今まできわめて低かった所に急に高い波が出現する。大きな波が来るので身がまえていると急に消えて肩すかしを食うこともあるし，なんでもない波を越えたとたんに深い穴に落ち込むこともある。

うねりの峯は低くて丸い形を持っている。波の峯の長さはかなり長く，少くとも波長の6～7倍は続いている。相次の波の形はきわめて似ていて，ほとんど同じ波高と波長とを持っている。

風浪とうねりとの間の根本的な相異は，短時間内の予測が可能かどうかにある。風浪が不規則で予測が困難なのに対し，うねりは次にどのような波が来るかは今までに起った波の状態によって予測できる。波が高いときはそれに続いて5～6個は同じ程度の波高の波が通過するし，波が低い場合はしばらくは低い波が続く。波が高さを増しているときには，次に来る波はおそらく一層高い波であろうし，波が高さを減少しているときは，次に来る波はおそらくさらに低い波であろう。

波は暴風域内の現場の風によって生成されるものであるから，風浪は一つの輪郭のはっきりした現象である。しかし，うねりがその特性を得るまでには時間を要する。発生域の外側数百キロ以内では，波は上に述べた2つの状態の中間にある。

6. 1. 4 有義波高と波浪階級

有義波高とは，ある海面で連続して観測された波高の全観測値のうち，一番高い波，その次に高い波

	階級	説明		波高 m	
風浪階級	0	Calm (glassy)	鏡のように滑らかである	0	(0)
	1	Calm (rippled)	さざ波がある	0 ～ 0.1	(0 ～ 0.5)
	2	Smooth (wavelets)	滑らか，小波がある	0.1 ～ 0.5	(0.5～ 1.0)
	3	Slight	やや波がある	0.5 ～ 1.25	(1.0～ 2.0)
	4	Moderate	かなり波がある	1.25～ 2.5	(2.0～ 3.0)
	5	Rough	波がやや高い	2.5 ～ 4.0	(3.0～ 4.0)
	6	Very rough	波がかなり高い	4.0 ～ 6.0	(4.0～ 6.0)
	7	High	相当荒れている	6.0 ～ 9.0	(6.0～ 9.0)
	8	Very high	非常に荒れている	9.0 ～14.0	(9.0～14.0)
	9	Phenomenal	異常な状態	14.0 ～	(14.0～)

うねりの階級	0	No-swell	うねりがない		0
	1	Low swell Short or average length	短くまたは中位の	弱いうねり	0 ～ 2
	2	Low swell Long	長く	弱いうねり	0 ～ 2
	3	Moderate swell Short	短く	やや高いうねり	2 ～ 4
	4	Moderate swell Average length	中位の	やや高いうねり	2 ～ 4
	5	Moderate swell Long	長く	やや高いうねり	2 ～ 4
	6	Heavy swell Short	短く	高いうねり	4 ～
	7	Heavy swell Average length	中位の	高いうねり	4 ～
	8	Heavy swell Long	長く	高いうねり	4 ～
	9	Confused swell	2方向以上からうねりが来て海上が混乱している場合		

注）1. （ ）内の数字は1963年以前のものを示す

2. 「短く」とは，波長100m未満（周期8.0秒以下）の程度をいう

3. 「中位の」とは，波長100m以上200m未満（周期8.1秒から11.3秒まで）の程度をいう

4. 「長く」とは，波長200m以上（周期11.4秒以上）の程度をいう

5. 風浪は「観測時にその場所付近を吹く風によって直接起された波」であり，うねりは「観測場所付近を吹く風によって直接起されたものでない波」である。

と順々に拾っていって，その数が全数の⅓になるまで選び出したとき，これらの波高の平均値である。

同様にして平均波高，1/10最高平均波高も計算される。有義波高は理論的には特に重要な意味を有するものではないが，船舶等から報告される波高の観測記録は，これに相当するものと考えられ，海面状況を示すスケールとされている。

海面上のある点で連続的に自記された水面の上下運動の記録を，忠実に小さな波までを拾って計算すると，⅓最高平均波高は目測による有義波高よりはるかに低くなる場合が多く，このような観測では1/10最高平均波高の方が目測有義波高に近い。これは記録の方法，記録の処理の方法によって相異する。

風浪の波高の分布は，統計によればほぼ一定の形の分布を示し，最も数の多い波高は有義波高の0.5倍，平均波高は有義波高の0.63倍，1/10最高平均波高は有義波高の1.27倍，1,000個の波高を連続して観測したときの最大波高が有義波高の2.22倍以上となる可能性は5％あるとされている。

海面の状況は波浪階級（Sea state）で表される。これは風浪階級とうねりの階級とにわかれ，波3，うねり2のように表示される。現行（1963年1月1日以降）の波浪階級表を別表にして示す。

6. 1. 5 小型船の出会う波

潮汐流や海流が風向と反対になったとき，海洋波より峭度の大きな波を生ずる。

海洋波が進行方向と反対の流れのある部分に進入したとき，波の周波は変らないのに，波の進行速度は低下させられ，したがって波長は短くなる。一波長間の波のエネルギーが不変であるから波長が短くなれば波高は高くなり，峭度は大きくなる。海流や潮流の速度の速くなる海峡，島の周地や岬の付近では局地的に高い波を生ずることが多いのはこれによるものである。

浅い海では風による波の発達が深海より早いし，波の静まるのもまた早い。広く浅い湾では急速に波が発達し，また急速に波が静まる。前線の通過のような場合，平穏な海面が高く急峻な波浪に覆われ，また平穏な海面にもどるサイクルをわずか2時間で完了することもある。

このように急速に発達した波が，河口のような浅瀬ではさらに短く高い波になり，小型船にとってきわめて危険な状態になることが多い。東京湾の羽田沖，浦安沖などが小型船の難所として知られ，小型漁船の遭難の多いのはこの例である。

風が深海から浅瀬に向って吹き，深海から伝播する波が同じ方向に進み，川口の引き汐による強い流れがこれと反対方向に流れているとき，きわめて岨度の高い大波が発生する。これが岨度の限界を越すと波は進行方向に向って砕け落ち，いわゆる巻波の現象を起す。これが河口に入ろうとする船の自由をうばい，遭難の原因となることが多い。

護岸や防波堤などのような障壁にあたると波は反射する。障壁に垂直に進行して来た波が反射して，入射する波との間に干渉を起すとき，障壁から半波長の位置に最初の節を持ち，1波長の位置に腹を持つ定常波（standing wave）を発生する。節とは下上動の無い位置であり，腹とは最大振幅の位置である。定常波は進行しない。

反射波の干渉で発生した定常波は，障壁の近くでは入射波の2倍近い波高を有し，進行波の峯角度が120°以下であるのに対し，峯角度90°に達することがある。

波と船との出会周期が船の運動（横揺・縦揺）の固有周期に同調し，またはこれに近くなったとき，船に与える影響が大きい。われわれの取扱う小型船舶は横揺周期3～6秒，縦揺周期はその$\frac{2}{3}$程度のものであろう。これに相当する波の波長は，横揺に対しては約14～60m，縦揺に対しては船速によって相異するが，向波10ktで航行するとき約15～50mに相当する。このような短い波は波令が若いとき，きわめて岨度の大きな波となる。発達した波にも付近に風が吹いていればかならず波長の短い成分が含まれている。したがって固有周期が短いことは波に同調する機会が多いことを意味し，また同調する波の岨度がきわめて大きい可能性が強いことを意味する。そのために小型船では特に波浪中の性能を重視しなければならない。

6．2　波に対する船の応答

6．2．1　耐航性能

今日では一般に耐航性という語が使われているが，堪航性とも言う。英語で seaworthiness というが，米国では seaworthiness には船の水力学的性質以外の多くの要素を含む法律用語であるとして，船の性能としては seakeeping を用いている。

波浪中の行動が平水中と同様に行なえる，風や波がいかなる状態であってもまったく影響されずに行動できるとすれば，これは完全な耐航性を持つことになる。

耐航性には次の3つの要素を含むものである。

第1には，船と乗員との安全。船は乗員の生命が安全に保てる状態で正しく浮んでいること。船体に重大な損傷も無く，波浪の衝撃に耐え，打込んだ波によって水密を破られることもなく，復原力も保たれていること。

第2には，定めた範囲内の海象では，運動能力が平水中と同様ではなくとも，貨物船なら舶内貨物もデッキカーゴーも正規の位置に確保されていて，損傷から守られていること。客船ならば旅客が負傷と不快から守られていること。さらに制限された天候では良好な運航能力と seakindliness を保つこと。

第3には，定められた範囲内の海象では，定められた任務のスケジュールを確保すること。

いかなる天候でも平水同様の性能を発揮することを要求されるものではない。それは現在の技術では不可能であるし，またそれに近いことを要求することは経済的でもない。もし将来それが可能となるとすれば，それは現在のオーソドックスな設計とはかなり離れたものとなろう。

荒天で使用される高速艇に対しては，現在の技術では seakindliness とスケジュールの確保とは相反する要求である。

耐航性に対する主要条件の決定には，特に seakindliness が“良好”であるということをどう量的に定義するかを決めなければならない。漁船やパトロールボートのように永年海に慣れた船員のみが乗っている船舶に十分満足し得る条件は，船に乗ったことの無い旅客が多数乗る客船に対しては，我慢できない条件となる。

Seakindliness は量的に定義し難い性質である。人間は垂直な状態と，現在の位置からの移動に対する感覚機関を持っている。別に上下速度と加速度に対し，自由に行動し得る許容範囲がある。重要な装備や貨物等に対しても速度・加速度・衝撃等は制限される。

これらを満足する条件は，船の正しい姿勢のまわりの運動が小さく，遅いことである。

安定であること，ドライであることが，乗員と船とを正しい状態で作動させ，乗員の疲労を最小にし，装備の損耗を防ぐ。

Seakindliness の適当な訳語は無いが，波に対する親和性とでも表現すべき言葉で，耐波性の一部として考えてよい。

復原性および横動揺性能は耐航性能の内の重要な要素である。波浪中の抵抗増加，推進効率の低下も耐航性の問題に入る。

6. 2. 2 耐波性能

耐波性能とは主として向波航行中の船舶が，ある高さの波に対して縦揺が発達せず，したがって波浪衝撃が小さい性質を有すること。波浪衝撃に対して船体構造に損傷を及ぼさず，また機関・装備などが正常に作動することなどを含む性質である。

波浪衝撃や過度のピッチングに対しては，船に慣れない乗客を含み，乗船者に生理的な悪影響を与えない限界。乗員にある程度の不快感あるいは疲労を与えるが，かなり長時間耐え得る限界。その種の船舶に慣れた乗員が短時間耐え得る限界などにより船舶の行動が制限される。

大型の船では船に慣れない乗客等に対しては横揺周期，横揺角度，横揺角加速度等が seakindliness の限界を与える場合が多いが，小型高速客船の場合にはピッチングやヒービングによる上下速度，加速度が限界となることが多い。

波浪中で速力を発揮し得る限界は乗船者の生理的に耐え得る限界によるが，その限界までは船体，機関等が健全であることが要求される。船体構造設計の根本はこの思想にあり，長時間の航行が予定される船舶には天候の変化に対する余裕が見込まれなければならない。

6. 2. 3 スラミング

船底に大きな衝撃水圧を発生する現象をslmmingという。スラミングの問題がはじめて大きく取り上げられたのは1930年前後，ディーゼルエンジンの発達によって貨物船のスピードが速くなり，船首船底部の損傷事故が全世界にわたって多数発生したときである。わが国でも当時太平洋航路に就航する新造船の多くにこの損傷が発生して大きな問題となった。当時の各種の報告を総合するとスラミングの現象は次のようであった。

スラミングを受ける船の長さは 80～140m，試運転速力は大体11～18ktで，アフトエンジンの船に多いが，タンカーには起らない。また軽荷状態またはバラスト状態のとき起りやすい。

損傷は船首から (0.1～0.25)Lの範囲に起り，速力が高いほど，発生する位置は後方による。

衝撃圧力は損傷から逆算して船の満載吃水時の船底水圧の7倍以上である。

この時期に発生した損傷は固着鋲の弛緩，船底外板の凹損，肋板またはガーダーの挫屈，タンクトップの突き上げなどであった。

その当時の木造高速艇ではスラミングということはあまり言われず，またそのさいの外力の大きさについても知ることは無かった。船底肋骨に切欠きのあるものなどはノッチ効果による急激な破損を起す例はあったが，そのような目に見えた欠陥の無い艇では徐々に発達する固着の緩みが主であった。

大型船のスラミングの場合は，船首船底外板の損傷を対象としていたので，局部的な水圧を取出して考えたものであるが，高速艇が波の中で限界まで使われるようになると，船艇構造の問題だけでなく，波浪中での船体曲げモーメントが静的に考えたものに比べきわめて大きいことが知られるようになった。したがってこの場合はスラミングによる全衝撃力が問題になる。衝撃力を直接知ることは困難であるが，船体の縦曲げ応力を計測して曲げモーメントを知る方法がとられている。

第2次大戦初期の英国の木造魚雷艇では曲げ剪断によりガンネルと側外板，ガンネルと甲板，チャインと側外板が剝がれ出し，ついには船体が2つに折れるといった損傷が多く，これから高速艇の縦強度が見なおされるようになった。

1950年代から金属製高速艇の時代になり，応力，水圧の計測が行なわれて，合理的な構造設計が行なわれるようになった。

スラミングによって発生し得る最大衝撃水圧はピッチングが波との出会周期に同調したときに発生し，その値は船速の2乗に比例する成分と，船首衝撃加速度に比例する成分とより成ると考えてよく，船速の2乗に比例する成分は20kt前後まではほとんど無視することができる。小型船舶においてはその行動は海象条件そのものではなく，海象条件に対しその船が受ける衝撃加速度によってその行動を制限されるので，その限界衝撃加速度に対し，船底構造等を設計しなければならない。

6. 2. 4 ホイッピング

スラミングにより，あるいは船首を波に突込むときの衝撃力により，船体全体の振動（2節振動）を発生する現象を whipping という。この振動は縦曲げ応力を発生し，その応力が波浪による曲げ応力の50%にも達することがあると言われる。また，ホイッピングはマストやアンテナの損傷などの原因となることもある。

大型船のホイッピングは，船首の吃水の浅いバラスト状態で発生することが知られているが，小型船ではそのような載荷状態やトリムには無関係に，大きな波による衝撃力が発生し，船の縦曲げ剛性が不十分なときにホイッピングを起す。

高速艇においては，細長く，比較的軽構造の旧型木造艇でしばしば経験したが，最近の金属製やＦＲＰ製高速艇ではほとんど発生の報告が無い。一般に高速艇は長さのわりに巾や深さが大で，縦曲げ剛性が十分であるし，部材の継手効率の低い旧型木造艇に比べて断面有効率が高いことも有利である。

しかるに59トン型鰹鮪漁船では，ほとんどの船がホイッピングを発生しているようである。このような船では構造強度について常に注意をはらっていなければならぬし，操業にあたってスラミングを少しでも発生しにくい状態にトリムを調整し，速力・針路を調節していくことを考えねばならない。

6. 2. 5 船型と耐波性

耐波性能を良好にするにはピッチングの減衰が良好で，ピッチングを発達させない船型，ピッチングによって大きな水圧衝撃を発生しない船型を採用することが第一である。平担な船首船底と，過度の迎角が良くないことは明白である。ハードチャイン船型が丸型船型に比べて不利であるという説は，今日ではすでに過去の言い伝えとなり，ハードチャインで耐波性の優れた船型ができている。代表的なものは deep-V 系船型と呼ばれるもので，これは中央部のチャインが静止水面以上にあり，船尾の船底勾配が10°以上，時には20°以上にもなる船型で，船首底勾配が大きいため衝撃水圧が高くならないばかりでなく，ピッチングの減衰が良好で，大きなピッチングをしないことから，ハードスラミングを発生することはきわめて少い。

横截面形状としてはキール近くでコンベックス，チャイン近くでコンケーブになった，いわゆる波型船型が古くから constant force 船型として飛行艇などで推奨されていた。これを組合せた deep-omega 船型が業務用高速艇で好成績を得ている。

6. 2. 6 凌波性能

波浪中を航行しても海水が船上に上らない性質をいう。

Dryness は船上の作業区域が青波であれ，スプレーであれ，船の行動，保安を害し，または抵抗の増加その他，船に不利な運動を生ずるような水から自由であることと定義する。

凌波の段階は次のように区分することができる。

①船首を越して青波が甲板に乗る。

ブルワークを持たない船で，このような状態になっても，すぐに船首を挙げる場合は甲板上の海水は直ちに流れ落ちるので危険は少い。

直ちに船首を挙げない場合は，甲板上の艤装品や甲板室前面に損傷を受けることがある。

ブルワークがある船ではこの状態になると，強度上からも安定上からも非常に危険である。

ある種の船首形状，例えば鰹節型と呼ばれるような船型では，たとえ船首の予備浮力が大きくても，このような状態で前進していると長時間船首を持ち上げないことがある。このような状態で増速しようとすると，ますます船首を突込むことになり危険である。

②白波または濃いスプレーが甲板上に打込む。

スラミングをともなうことが多い。船首は跳ね上げられる形で急速に上昇する。甲板に上る海水の量はさほど多くはなくとも，甲板から投げ上げられる形でブリッジをはじめ船上を襲うことになり，作業に差支える。

③スプレーが船上を襲う。

比較的速力の速い船が向波・向風で航行するとき，船首で発生したスプレーが風に乗って船上を襲う。この量の多い船がウエットな船であり，船上からの見通しが害され，また甲板上での行動に影響を与えることがある。

最近の高速艇船型は大きく傾斜した船首に，十分なフレーアを持たせたものになって，凌波性は一般に優れたものになっている。

凌波性に近い性質に波さばきの良否がある。これは耐波性とも密接な関係を持っている。

波と出会ってスプレーを高く上げない性質と考えて良いが，この波さばきの良い船型はバトックラインが適度に前傾していることが第1で，次にエントランスの水線が適度にシャープでなくてはならない。これによって波に出会っても大きな抵抗を受け

ることなく波を乗り越えることができるし，したがってピッチングが発達してスラミングを起すこともない。高速艇で船首の予備浮力を大きくしようとすると，チャインから上でこの条件と反することになりやすい。そのような艇が平穏な海面を滑走していて独立波，例えば他の大型船の発生する波に突込んだ場合，あるいは長いスウエルのある海を滑走していて特別組度の大きな波にぶつかった場合，船首の側外板に損傷を受けることがある。5 m28ktの合板製モーターボートが他船の曳き波により，船首の側外板をフレームに沿って剪断されて沈んだ例があるし，中央太平洋で行動していた18m艇が，船首の側肋骨を折った例もある。高速艇がピッチングをしないで滑走しているとき，第1に出会った波ではあまり船首を上げず，これを乗り越したときからピッチングに移る性質がある。このとき船首形状の波さばきの良さが特に要求される。

第2次大戦の米国魚雷艇は太平洋での経験によりその船型を改良して船首のチャインを高い位置に設けるいわゆるハイチャイン船型に変えたし，今日のオフショア・レーサーをはじめとするスポーツボートは大きく傾斜したステムと船首バトックを持っているのも，この波さばきを良好にするためである。

（つづく）

世界のFRP船トピックス

■大型ＦＲＰ舟艇船殻の構成システムの進展（その３）

現在，超大型ＦＲＰ船殻の代表的なものとして，世界各国で500～600トン級の中型掃海艇の建造が進められている。

昨年 Reinforced Plastics 誌（May. 1978）所載の記事による紹介，更に在日英国大使館よりの資料発表などにより，英国で建造の進みつつある「ハント」級のＦＲＰ掃海艇の第１号艇（Brecon 号）は，現在，世界最大のＦＲＰ船殻であろう。Brecon 号は，ＬＯＡ65m，625トン，デルティックディーゼルエンジン２基で17ノットと言われる。建造所は Cosham, Hampshire の Vosper Thornycroft Ltd であるが，英国海軍は Brecon 号に先立ち，数年前に 350 トン46mの Wilton 号を同造船所で建造し，すでに就航させている実績を持っている。Wilton 号の船殻を成形したポリエステル樹脂は BP Chemical の Cellobond A 2785CV という銘柄が用いられている。

掃海艇の船殻として，ＦＲＰという素材は，非磁性材質であると共に，英海軍の長期かつ広範に渉る実験の積重ねの結果，耐爆，耐衝撃性その他の特性についても適応性が認められ実用化されるに到ったと言われる。

船殻のＦＲＰ基材の構成並びに建造のシステムには，Wilton 号の実績をもととした多大なノウハウの確立があったことは言を俟たぬところであろう。

“ハント”級の掃海艇は発表されたところによると，シリーズとしてなお数隻の建造が計画されているという。

英国のみならず，ＦＲＰ掃海艇の建造計画は各国で計画があり，わが国でもすでに建造計画が進行中である。

1977年の時点において，フランス，ベルギーおよびオランダの海軍がジョイントした大きなプロジェクトにより，15隻のＦＲＰ掃海艇を建造する計画をスタートさせている。この掃海艇はフランス海軍の設計によるもので，L.O.A 52mのもので，オランダの Van der Giessen de Nord Krimten aan Den で年間３隻宛の建造計画を樹てていると言われる。

ＦＲＰ掃海艇は，一般の舟艇船殻と異り，極めて高性能の電子機器を搭載すると共に，船体の振動の問題や，耐爆性の問題，また軍艦としての機能の問題など，ＦＲＰ素材の構成，建造方法，構造など開発し，解決すべき大きな課題を持つもので，これらのノウハウは将来の大型ＦＲＰ舟艇の進歩に貢献するところが大とされる期待も込められていると言えよう。

＊

参考資料　英国大使館資料，Reinforced Plastics (May 1978)，Modern Plasties (Oct.1977)

百島祐忠／コンポジットシステム研究所

表1　建造中および建造契約済の船舶集計

〔国内船〕 *…隻数　**…総トン数

	貨物船	油槽船	その他	計
100～499未満	* 30 ** 12,931	10 4,891	62 16,972	102 34,794
500～999	7 5,135	15 12,627	4 3,278	26 21,040
1,000～1,999	2 2,700	5 9,029	14 14,380	21 26,109
2,000～2,999	5 13,375	7 19,369	1 2,050	13 34,794
3,000～4,999	8 34,000	8 29,680	4 14,650	20 78,330
5,000～9,999	19 130,270	3 19,600	1 6,500	23 156,370
10,000～19,999	21 293,410			21 293,410
20,000～39,999	4 120,900	3 112,900		7 233,800
40,000～59,999		2 107,700		2 107,700
60,000～99,999	1 89,856	3 193,400		4 283,256
100,000～149,999	1 129,500			1 129,500
150,000～199,999				
200,000～				
計	98 832,077	56 509,196	86 57,830	240 1,399,103

〔輸出船〕

100～499未満	3 1,497		15 4,193	18 5,690
500～999		1 699	9 7,260	10 7,959
1,000～1,999	1 1,600	2 3,198	10 14,245	13 19,043
2,000～2,999	5 12,890	1 2,600		6 15,490
3,000～4,999	9 38,400	2 9,500	2 6,600	13 54,500
5,000～9,999	35 250,620	1 9,960	1 8,000	37 268,580
10,000～19,999	93 1,199,285	6 82,800	2 30,400	101 1,312,485
20,000～39,999	34 921,220	10 259,700		44 1.180,920
40,000～59,999	8 380,700	12 539,700		20 920,400
60,000～99,999	1 61,000	3 250,400		4 311,400
100,000～149,999				
150,000～199,999				
200,000～		3 607,200		3 607,200
計	189 2,867,212	41 1,765,757	39 70,698	269 4,703,667
総　計	287 3,699,289	97 2,274,953	125 128,528	509 6,102,770

表2　竣工船舶総計

〔国内船〕 *…隻数　**…総トン数

	貨物船	油槽船	その他	計
100～499未満	* 36 ** 14,489	46 16,775	182 43,125	264 74,389
500～999	7 5,148	30 24,095	2 1,675	39 30,918
1,000～1,999	5 8,920	6 10,312	6 8,510	17 27,742
2,000～2,999	17 44,520	20 55,647	2 5,199	39 105,366
3,000～4,999	14 55,913	7 26,051	2 6,676	23 88,640
5,000～9,999	19 144,199	1 7,344		20 151,543
10,000～19,999	40 548,401	1 14,926		41 563,327
20,000～39,999	8 203,477	1 34,920		9 238,397
40,000～59,999				
60,000～99,999	2 135,910			2 135,910
100,000～149,999				
150,000～199,999				
200,000～				
計	148 1,160,977	112 190,070	194 65,185	454 1,416,232

〔輸出船〕

100～499未満	15 5,791	2 604	46 11,859	63 18,254
500～999	11 9,906	1 988	5 3,969	17 14,863
1,000～1,999	11 16,994	2 3,549	4 5,597	17 26,140
2,000～2,999	5 12,326		4 10,073	9 22,399
3,000～4,999	29 116,702	2 8,605	2 6,700	33 132,007
5,000～9,999	69 523,862	1 7,700	1 5,000	71 536,562
10,000～19,999	170 2,409,877	1 19,100		171 2,428,977
20,000～39,999	44 1,186,875	10 323,140		54 1,510,015
40,000～59,999	8 392,872	5 211,859		13 604,731
60,000～99,999				
100,000～149,999		3 400,000		3 400,000
150,000～199,999				
200,000～		1 213,000		1 213,000
計	362 4,675,205	28 1,188,545	62 43,198	452 5,906.948
総　計	510 5,836,182	140 1,378,615	256 108,383	906 7,323,180

表3　表1による建造中船舶の建造工場別表

造船所	隻数	総トン数	造船所	隻数	総トン数	造船所	隻数	総トン数
浅川	2	1,099	金指(貝島)	9	15,840	内海(瀬戸田)	4	38,450
永宝	3	2,197	〃(豊橋)	3	17,880	〃(田熊)	2	2,990
福岡	2	12,795	神田	9	38,187	中谷	2	998
強力	3	897	関門	3	640	名村(伊万里)	5	67,500
伯方	3	1,348	笠戸	4	20,290	〃(大阪)	1	470
函館	10	95,795	川崎	6	140,020	楢崎	2	13,500
〃(室蘭)	1	16,400	〃(坂出)	10	734,900	新潟	7	2,847
波止浜	—	—	岸上	3	3,798	日本海	2	16,000
〃(多度津)	2	21,000	高知	12	51,020	鋼管(清水)	11	95,899
橋本	2	998	幸陽	12	150,440	〃(津)	3	82,100
〃(協業)	1	1,600	熊本	1	920	〃(鶴見)	2	32,400
林兼(下関)	8	77,800	栗之浦	7	11,628	西	1	4,900
〃(長崎)	4	27,300	来島	7	104,980	尾道	4	68,390
〃(横須賀)	1	116	〃(波止浜)	3	12,900	大阪	5	41,950
槍垣	4	6,888	協栄	1	199	大島	4	47,800
日立(有明)	5	122,600	増井	1	130	大島船渠	1	3,800
〃(因島)	8	223,156	馬刀潟	2	1,198	佐野安(水島)	7	133,490
〃(舞鶴)	1	8,200	松浦鉄工	1	290	讃岐	1	299
〃(向島)	2	38,200	松浦	2	934	山陽	2	1,398
〃(堺)	6	138,800	三重	3	21,730	佐々木	10	6,032
本田	4	10,129	南九州	2	300	佐世保	9	109,630
今治	9	47,200	南日本	4	21,299	瀬戸内	7	12,995
〃(丸亀)	2	27,800	三菱(広島)	4	35,900	四国	1	1,000
今井	1	199	〃(神戸)	5	109,400	下田	3	5,860
今村	4	1,396	〃(長崎)	13	400,000	白浜	2	1,477
石播(相生)	22	375,880	〃(下関)	7	25,190	住重(追浜)	5	210,600
〃(知多)	7	67,500	〃(横浜)	5	144,250	鈴木	1	499
〃(呉)	14	315,700	三井(千葉)	19	817,500	東北	9	12,280
〃(東京)	3	26,800	〃(藤永田)	11	54,045	徳島	2	910
〃(横浜)	7	74,800	〃(玉野)	14	198,400	東和	2	380
石川島化工	1	1,800	三浦	6	2,585	常石	7	105,100
岩城	3	1,478	三好	4	12,800	宇部	1	5,870
鹿児島	4	15,198	村上秀	4	3,347	内田	5	1,421
金川	2	455	長崎	5	634	宇野	1	199

浦共同	1	780	若松	7	3,115	横浜ヨット	3	440
臼杵(佐伯)	1	19,300	山中	1	499			
〃	2	4,700	山西	2	465			
宇和島	3	23,160	横浜	5	3,779	計	509	6,102,770

表4　表1による主機関の製造工場別表

〔ディーゼル〕

工場名	台数	馬力
赤坂鉄工	37	89,450
キャタピラー三菱	4	2,250
ダイハツディーゼル	32	55,520
富士ディーゼル	16	46,000
阪神内燃機	49	102,030
日立(因島)	3	21,360
〃(舞鶴)	1	16,000
〃(桜島)	23	338,100
石播(相生)	85	778,310
〃(東京)	2	12,000
川崎(神戸)	21	279,860
神戸発動機	24	188,600
槇田鉄工	9	22,600
松井	2	1,300
三菱(神戸)	30	593,490
三菱(横浜)	6	104,000
三井(玉野)	64	800,000
新潟鉄工	59	133,510
鋼管(鶴見)	8	52,580
住重(玉島)	18	315,500
宇部鉄工	8	42,900
ヤンマーディーゼル	24	29,370
計	525	4,024,870

〔タービン〕

川崎	4	171,000

受注

●内海，東日本フェリーから1隻

内海造船は東日本フェリーが新航路開設のため新造する3,800総トン型フェリー1隻を受注した。納期は54年9月。同船は主機関に鋼管ＰＳ6,890馬力2基を搭載，航海速力20ノット，乗用車24台，トラック（8トン車換算）72台のほか，旅客500人を収容する。船路は八戸／室蘭間。

●今治，シルバー・東日本から共有船を1隻

今治造船はシルバーフェリー，東日本フェリーの共有で建造する3,800トン型フェリーを受注した。納期は54年秋。同船はディーゼル6,000馬力を2基搭載し，航海速力19.5ノット。乗用車40台，トラック（8トン換算）45台のほか旅定400人を収容する。完工後は八戸／苫小牧間に就航。

●来島，リベリア向け18型タンカー

来島どっくはリベリア籍船主イースト・タンク社から17,900重量トン型タンカーを受注した。納期は80年1月下旬。同船は11,900総トン，主機関スルザー6,700馬力，航海速力13.5ノット。

●来島，内航タンカー4隻

来島どっくは鶴見輸送から5,200重量トン型タンカーを2隻，また上野運輸商会から5,500重量トン型と2,400重量型タンカー各1隻を受注した。鶴見輸送むけは主機関阪神ディーゼル3,800馬力を搭載，納期は54年10月と11月。上野運輸商会むけは54年7月と8月。

●来島，エースエンタープライズよりログバルク

来島どっくはエースエンタープライズから28,000重量トンのログバルクを受注，納期は54年7月末。同船は17,500総トン，主機関スルザー11,400馬力を搭載し，航海速力は14.6ノット。

●三菱，中国から大型鉱油船の改造工事

三菱重工は中国遠洋運輸公司から114,000重量トン型鉱油兼用船「双峰海」の改造工事を受注した。同船は商船三井が日本鋼管鶴見で1968年に建造した旧船名「鋼福山丸」で昨年8月売船したもの。改造工事の主な点は①2基合計で能力2,500重量トンのガントリークレーンを搭載，②同クレーンの足回りへのベルトコンベアを装備，③3台の発電機の搭載など。工期は本年4月中旬から7月中旬まで。

●三菱，竹中土木から深層軟弱地盤改良船

三菱重工はかねて竹中土木，竹中工務店と共同開発をすすめてきた深層軟弱地盤改良船の第1船を竹中土木から受注した。納期は54年6月末。形式はヤグラ移動5孔連続改良型バージで稼働水深最大25メートル，改良深度水面下65メートル。

●常石，栗林からＲＯ／ＲＯ船

常石造船は栗林商船が船舶整備公団と共有建造する4,390重量トン型ロール・オン／ロール・オフ船を受注した。納期は54年夏。主要目は4,000総トン，主機関三井Ｂ＆Ｗ12Ｖ42Ｍ型9,000馬力，航海速力17.0ノット。

●三井，旭海運からバルク・キャリア

三井造船は旭海運から59,500重量トン型バルクキャリアを受注した。神戸製鋼の保証で35次船として建造する。旭海運が三井造船に発注するのは珍しいケースだが，荷主の要望によるもの。同船は37,000総トン，主機関三井Ｂ＆Ｗ15,800馬力，公試速力16.6ノット，納期54年12月末。

●三井など3社が中国向けに石油化学プラント

三井造船と三井石油化学，伊藤忠商事および光商株式会社は中華人民共和国中国技術進出口総公司と高密度ポリエチレン製造プラント，高純度テレフタル酸製造プラントおよびフェノール・アセント製造プラントの輸出契約をおこなった。

●石播，アルジェリアから大型製紙プラント

石川島播磨重工は伊藤忠商事とともにアルジェリアの紙パルプ公社から大型製紙プラントを受注した。工場の規模は抄紙プラントが年産12万トン，製函プラントが年産4万5千トン。完成は契約発効後33カ月。

●日立，香港から火力発電用各種工事

日立造船は香港の九龍電力供給会社から火力発電用鉄骨製作，据付工事を受注した。扱い商社は日商岩井で納期は1983年3月末。

●瀬戸内がパナマ籍タンカー

瀬戸内造船は兼松江商を通じパナマ籍船主クレア・ライン・リミテッドから5,800重量トン型タンカー1隻を受注。同船は3,500総トン，主機は阪神3,600馬力で速力は12.1ノット，納期は79年4月。

●瀬戸内，上野運輸から小型タンカー

瀬戸内造船は上野運輸商会から2,400重量トン型内航タンカー1隻を受注した。同船は999総トン，主機関阪神2,600馬力，航海速力12.2ノット，納期は54年8月下旬。

船舶 ニュース・ダイジェスト

●鋼管，東亜建設から浚渫船

日本鋼管は東亜建設工業からディーゼルポンプ浚渫船（非自航式）1隻を受注。同船はとくに浅掘用として兼用できるようにユニバーサル・ジョイントを装備し，カッター軸の屈曲を可能にしているのが特徴で納期は本年5月末。浚渫ポンプ用原動機14PC2—2V6,000馬力，浚渫ポンプ横型単段片吸込遠心式1基，サクション・ブースターポンプ横型単段遠心式1基を装備する。

●播崎，香港のワーコンシッピングからコンテナ船

播崎造船は香港のワーコンシッピング社から6,300重量トン型フィーダー用コンテナ船を受注した。同船は4,200総トン，主機はマキタディーゼル5,500馬力を搭載，30トンガントリークレーンを装備して20フィート換算でコンテナ300個を積載できる。納期は79年7月，完工後は商船三井が用船する予定。

●金指，中国向けに小型タンカーを4隻

金指造船は中国友好商社の東和観光貿易を通じ，中国機械進出総公司から3,290重量トン型タンカー4隻を受注した。納期は79年11月，12月および80年1月と2月。同船は2,300総トン，主機関石播8PC2—5L型5,200馬力，航海速力16.2ノット。

●鋼管，東海サルベージから改造工事

日本鋼管は東海サルベージからサプライボート2隻の改造工事を受注した。工事内容は①主機換装＝2基4,000馬力を2基8,200馬力にする。②バウスラスターの能力アップ＝4トンから5トンに，③アイスクラス（Cクラス）の取得など。納期は55年3月末。この工事で997.81総トンが約1,000総トンになる。

●四国建材，上海宝山製鉄所向け作業船

四国建材は神戸友好貿易とともに中国機械進出口総公司から350トン吊りクレーン船1隻，8立方メートル型ドレッジャー1隻の新造工事を受注した。納期は今年8月で，完工後は上海宝山製鉄所建設の港湾整備用として使用する。

●ダイハツ，中国向けに舶用発電機16基

ダイハツ・ディーゼルは中国機械進出口総公司から630キロワット型舶用発電機16基を野村貿易を通じ受注した。同社は昨年400キロヲット型舶用発電機15基を受注済みで今年計31基受注した。

●ブリヂストン，油回収船1隻

ブリヂストンタイヤは京葉シーバースから油回収能力毎時40キロリットルの双胴型油回収船を受注した。同船は100総トン，速力10ノット，油回収能力は毎時40キロリットル。これで同社の油回収船受注は15隻に達した。

開発・技術提携

●舶用機器開発協会など船舶着氷離脱装置を開発

日本舶用機器開発協会とボルカノ（廃棄物や汚水処理メーカー）は舶用機器開発協会の今年度随時技術開発計画で，わが国では初の船舶着氷離脱装置の実用化をすすめていたが，このほど完成，海上保安庁の協力により2月から釧路海上保安部所属の巡視船「えりも」に装備，着氷離脱テストをおこなう。この装置は北方海域を航行する船舶の主に甲板などに発生する大量の着氷をL型やO型の各種発熱パイプを用いて除去しようというもの。

●三菱，省エネルギー形溶接余熱装置を開発

三菱重工は昭和50年度通産省重要技術研究開発補助金を得て，以来，高砂研究所でわが国初の省エネルギー形溶接余熱装置の開発研究を進めてきたが，このほど試作装置を完成し，実用試験に成功した。

このシステムの構成は(1)開発した余熱混合方式の余熱バーナはメインバーナユニットとサブバーナユニットの2系列からなりバーナ本体関係以外の機器の仕様は同一形式でそれぞれ単独の保安，操作機構を備えている。(2)余熱温度計測装置は過電流方式が採用されている。(3)余熱制御装置の設計にあたってバーナの点火を手動操作によっておこない，点火時における必要最小限の安全確認をおこなう。

●住友重機，LNG船タンク・テクニガスマークIIIを開発

住友重機械は最近，LNG船タンクについてメンブレン方式のテクニガス・マークIIIの実用化実験をおこない新方式として採用を決定した。

住重は昭和47年にコンチ・インターナショナル・メタン社と技術提携し方形独立タンク方式による建造体制を確立しているが，その後の状況の変化に対応するため新方式採用に踏みきったもの。テクニガスメンブレン方式のタンク機はSUS 304L製しわ付メンブレンシートであるが，防熱材および2次防壁は逐次改良が加えられ，マークI～IIIまでの方式が開発されている。

●川重，米国電力研究所に技術協力

川崎重工と電源開発が共同開発した乾式脱硝プロセスが米国電力研究所（ＥＰＲＩ）コロラド州パブリックサービス会社アラパホ発電所で実施する石炭火力用脱硝プロセスのパイロットテストに採用されることになり，川重が一連の技術協力をおこなうことになった。川重の技術協力範囲は，反応器とその付帯設備および触媒の供給，指導技術者の派遣，となっている。

●船舶技術導入，12月の新規分は三菱など4件

運輸省船舶局は昨年12月の船舶関係甲種技術の援助契約をまとめた。新規は三鈴マシナリーなど4件。変更は6件。新規の内容はつぎのとおり。

1)三鈴マシナリー＝サレン・アンド・ヴィカンダー（スウェーデン）と油水分離器の製造技術。

2)笹倉機械製作所＝モス・ローゼンベルグ（ノルウエー）と煙道ガス精製装置の製造および販売に関する技術。

3)石川島播磨重工＝ジョルジュ・モアッティ（フランス）と潤滑油フィルターの製造技術。

4)住友重機械＝ＲＳＶガスト・エンジニアリング（オランダ）と水上用旋回式起重機の設計製作技術。

新設・機構改革

●日立が西独マンネスマンデマーグ社と合弁会社

日立造船は西独のマンネスマンデマーグ社と合弁で来年２月，新会社を設立する。日立造船は事業構造転換策として，陸機部門の拡充をはかっており，これはその一環。新会社は「日立造船マンネスマンデマーグ社」と称し，出資比率は50：50で，設立後は最近急速に実績の伸びているマンネスマンデマーグ社のコンプレッサーおよび関連機器の製造，販売，調達をおこなう。このコンプレッサーの販路は主として製鉄，石油精製，石油化学，空気分離のプラント用を狙っているが，このほかオフショア・ＬＰＧ・ＬＮＧパイプライン等にも欠かせぬ機器であるところから，こうした分野への進出も図るとしている。新会社は事務所を東京千代田区一ツ橋のパレスサイドビルにおき資本金は１億円，代表取締役には日立造船の前陸機事業本部副本部長の倉本芳造氏とマンネスマンデマーグ社極東地区支配人ホルスト・ホルンベルガー氏が予定されている。

●日立，コストダウン推進委を設置

日立造船は大阪本社に湯口副社長を委員長とする「コストダウン推進委員会」を新設，減量経営の徹底と国際競争力に耐える体力づくりのため全社をあげてコストダウン運動を推進する。同委員会ではとくにコストの約60%を占める材料費，外注費を対象にして資材部門における購入価格の低減対策，さらには設計・見積り段階でのキメ細かな削減実施などコストダウン対策を再検討することとしている。

●三井，メキシコ事務所を設置（１月21日付）

三井造船はメキシコに駐在員事務所を新設した。駐在員は前船舶・海洋プロジェクト事業本部輸出船営業部の雪上元氏。

●運輸省，船舶局造船課に国際業務室を新設

運輸省船舶局は54年度予算で組織改正が認められたため造船課内に「国際業務室」を新設する。室長には南部伸孝造船課補佐官が起用される予定。

●三井，青森に営業所新設（１月１日付）

三井造船は青森に営業所を開設し，所長に原動機・機器事業本部の斯波良夫課長を起用した。

●川崎重工（１月１日付）

1)本社　総務本部事務改善部を廃止する。

2)営業総括本部。①業務部を計画部と改称する。②国内営業総括部の第１部と第３部を統合して第１部とする。③国内営業総括部に社会開発プロジェクト室を新設する，④輸出営業総括部の第２部と第３部を統合して第２部とする。⑤オイルガスエンジニアリング室を新設する。

3)技術開発本部。①原子力技術部を廃止し，その業務を新設のプラント鉄構事業本部原子力本部に移管する，②業務部を計画部と改称する。

4)プラント営業本部。①化工機部と製鉄機械部を統合して産業機械第２部とするとともに，産業機械部を産業機械第１部と改称

5)プラントエンジニアリング事業部。産業プラント事業部と化学プラント事業部を統合してプラントエンジニアリング事業部とする。

6)原子力本部。技術開発本部の原子力技術部とエネルギープラント事業部原子力部を統合し，プラント鉄構事業本部に原子力本部を新設する。

7)建設機械事業部。資材部とサービス部を新設する

8)単車事業部。営業部と物流部を統合して営業総括部を新設する

9)ジェットエンジン事業部。産業ガスタービンシステム部を新設する。

竣工船一覧
The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① PACIFIC TEAK	② HIKARI MARU No.5	③ STAR CARRIER
所有者 Owners	Swire Offshore Marine	船舶整備公団・関電阪急	Intermaritime Carrier
造船所 Ship builder	寺岡(Teraoka)	内海(Naikai)	川崎坂出(Kawasaki)
船級 Class	ABS	NK·NS·MNS	NV
進水・竣工 Launching・Delivery	78／12・78／12	78／11・79／2	78／7・79／1
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	曳船(Tug)・遠洋	油槽(Tanker)・遠洋	多目的(Multi)・遠洋
G／T・N／T	473.82・77	1,941.46・—	25,078・—
LOA(全長：m)	48.72	82.44	183.00
LBP(垂線間長：m)	43.5	75.00	174.00
B(型幅：m)	12.2	13.20	31.10
D(型深：m)	4.500	6.60	16.30
d(満載吃水：m)	3.8	6.00	12.01
満載排水量 Full load Displacement	1,512	—	—
軽貨排水量 light Weight	*721.52	—	—
載貨重量 Dead Weight L/T	778	*2,950.92	43,700
載貨重量 Dead Weight K/T	*790.48	2,998.27	*44,401.3
貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン：m³)	—／—	—／—	—／—
主機型式/製造所 Main Engine	ヤンマー6Z-UT	ダイハツ単動4サイクル×2	川崎MAN K7SZ70/125
主機出力(連続：PS/rpm) MCR	1,500×2／680	1,300×750／200×2	13,300／145
主機出力(常用：PS/rpm) NCR	1,275×2／643	—	12,000／140
燃料消費量 Fuel Consumption	13t/d	—	—
航続距離(海里) Cruising Range	3,450	—	—
試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed	13.3	—	—
航海速力 Service Speed	満載 12.7	12.2	14.6
ボイラー(主/補) Boiler	—	—	—
発電機(出力×台数) Generator	220PS 180KVA×2 145PS 100KVA×2	—	—
貨油庫容積(m³)COT	—	—	—
清水倉容積(m³)FWT	139.40	—	—
燃料油倉容積(m³)FOT	160	—	—
特殊設備・特徴他	—	—	30Tガントリークレーン 2基

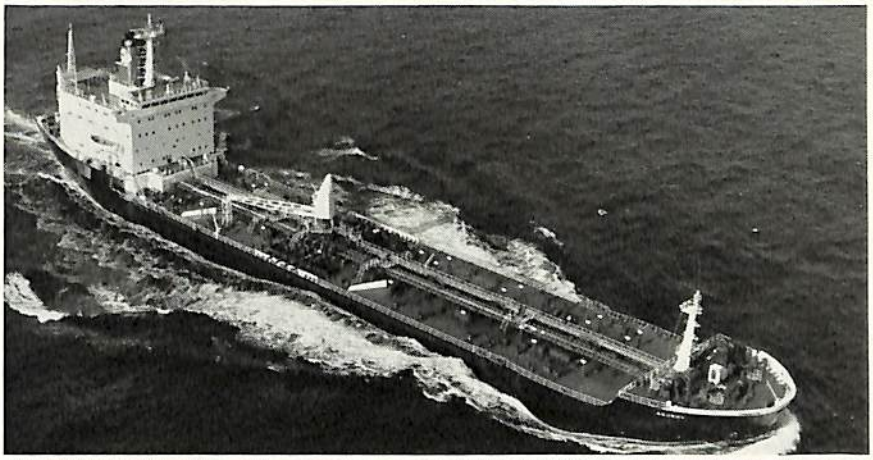
＊ 編集部調べ

⑧ NS ALLIANCE
NS Alliance Maritime
鋼管鶴見(NKK)
AB
78／9・78／12
撒積(Bulk)・遠洋
34,000・—
224.0 214.0 32.2 17.7 12.3
— — 60,100 *61,064.45 —
NKK-SEMT 10PC-4V 14,000／400 — — — — 15.1
— —
— — —
—

⑤

⑥

⑦



⑧

特許解説／PATENT NEWS

幸長 保次郎
特許庁審査第三部運輸

◎双胴型半潜式函体沈設作業船〔特公昭53—21193号公報，発明者；西村弘一ほか1名，出願人；三菱重工業〕

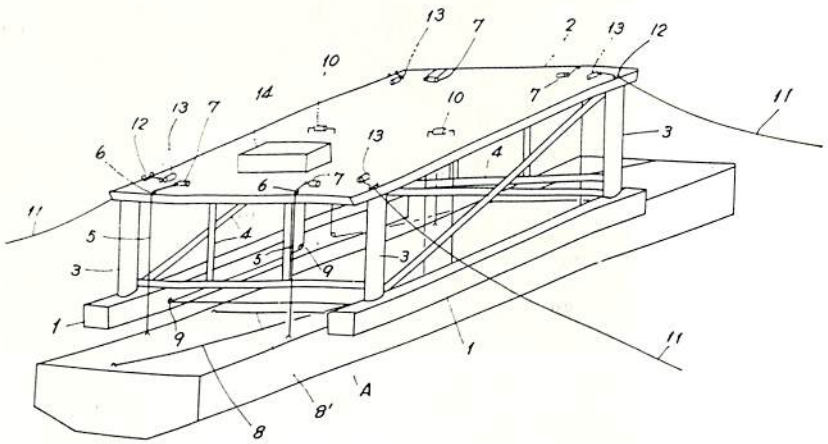
本発明は比較的簡単な構成で，高精度の函体沈設作業を可能にする函体沈作業船を提供するもので，左右のロワーハル間の空間部を利用して，沈設函体を導入し，プラットフォーム上のウインチによりワイヤを介して水平状態を保持して懸吊し，作業船のロワーハルおよびコラムに注排水して，常に安定した状態で沈設函体を沈設位置至近深度まで沈降させて函体の沈設作業を容易に行なうものである。

図面を参照して説明すると，作業船プラットフォーム2はコラム3，支持架構4を介して左右一対のロワーハル1上に設置され，ロワーハル1，コラム3内は適当な仕切板が設けられ，各仕切室に注排水を行なうことにより喫水，傾斜の調整を行なう。

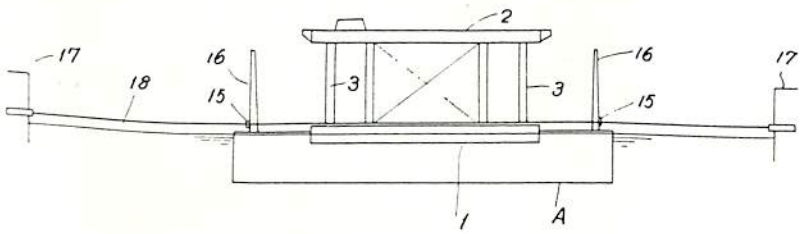
一対のロワーハル1間の空間部には，沈設される函体Aが吊下索5，固定索8を介して，プラットフォーム2上より懸吊される。吊下索5はプラットフォームの前後のそれぞれ2個所で支持され，吊下索昇降ウインチ7に捲装されている。固定索8は曳航時などにおける沈設函Aの動揺を防止するために設けられ，沈設函Aの上面の前後，左右に張設され，ロワーハルのリーディングブロック9を介して固定索用ウインチ10に捲装されている。沈設函の位置決めのため，沈設函の前後端にレーザビーム検知装置15の装架された計測搭16が仮設される。

沈設作業にあたっては，吊下索5，固定索8を調節して，ロワーハル1間に沈設函Aを支持し，所定の水面まで曳航する。沈設函の位置決めは，作業基地17より放射されるレーザビーム18を検知装置15が受光することにより行なう。（第2，3図）次いでロワーハル1，コラム3に注水して作業船の均衡状態を保持しつつ沈降し（第4図），既設沈設函の位置まで沈下すると停止し，検知装置15で最終位置調整を行なった後，吊下索5，固定索8を解放して，

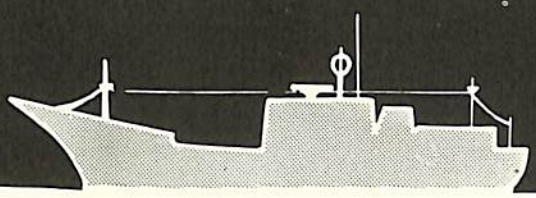
第1図



第2図



KODEN



ロランC受信機

LR-777 USCG適合機

⊙LR-777は従来のA+Cロラン受信機とは全く異る**本格的なロランC受信機**です。
⊙精度で**約20倍**、使用範囲では(−20dBライン)**約2倍**すぐれています。
⊙**連続して高精度**の位置を**追尾表示**します。
- o 2LOP(位置線)を表示します。
  - ・2台分のロラン受信機の**機能**をもっています。
- o ブラウン管で合わせる必要はありません。
- o 初期操作は、**電源を入れる**ことと、**局を選択する**ことだけです。
- o **8本**のパルスを全部使っています。
- o **地表波**(グランドウエーブ)を**自動検出**します。
  - ・最も安定している、**3サイクル目**を自動的に**検出**し**サイクルマッチング**します。
- o時間差は、6桁**0.1usec**まで測定します。
- o全て、米国運輸省コーストガードの発行した**ユーザーハンドブック**(AUG.1974 CG-462)に**適合**しています。

⊙**LA-777**があれば
南太平洋のロランAが**廃止されても大丈夫**です。
ご利用いただいた船からは〝NNSSと**同精度**だ〟とおほめにあづかりました。
- o寸法はH241×W433×D389mm　15kgです。

ロラン航法装置

LON-190

⊙**LR-777**に**接続**してご使用下さい。
⊙緯度・経度をいつも**正確に連続して表示**するマイクロコンピューター**自動航法装置**一です。
⊙すこぶる**便利**です。
- o初期設定は、大まかな推定位置(60マイル以内)とベアーを合わせるだけです。
- oロランの位置線から、緯・経度を算出する手間がかかりません。
  - ・能率向上に寄与します。
  - ・ロランテーブルは不要です。
- oロランサービスエリア内で操業する船は、LR-777ともで、NNSS(約¥7,000,000)の半値以下で**正確な位置を連続して表示**されます。

⊙オプションも豊富です。
- oD/Aコンバータを内蔵していますから**X-Yレコーダ**もすぐつけられます。
- o緯度・経度をリモートディスプレイする**遠隔表示器**もあります。
- o**ディジタルプリンタ**の出力端子もついています。
- o寸法はH253×W304×D320mm　16kgです。

産業・海洋エレクトロニクス
各種コンピュータシステム・周辺装置

株式会社 光電製作所
本社　〒141 東京都品川区上大崎2-10-45　☎(03)441−1131代

第52巻第3号・通巻570号　昭和54年3月1日発行（毎月1日発行）　昭和53年10月31日国鉄首都特別扱承認雑誌第4119号
SENPAKU・VOL.52 NO.570　1979 MARCH
Published Monthly by TENNENSHA & Co., Ltd. No.11-13 5-Chome Ginza Chuo-ku, Tokyo, Japan.

離島にかけはしを実現する
―IHI FRP製高速艇―

17M型高速村営交通船（利島～大島航路）

25M型定期旅客船（江島～女川航路）

17M型緊急患者輸送船（家島～姫路航路）

海に囲まれた離島で生活する人々のかけはし実現のために，IHIは数多くの船を建造しています。
近年，交通網の高速化に伴い，離島航路においても高速化時代を迎えています。IHIは高速化時代に対応した離島向け旅客交通船，緊急患者輸送船，生活物資運搬船などIHI FRP製高速艇を数多く納入しております。

IHI 石川島播磨重工業株式会社
船舶海洋事業部　海洋営業室舟艇グループ
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)244－5644

定価　800円　　雑誌コード05541