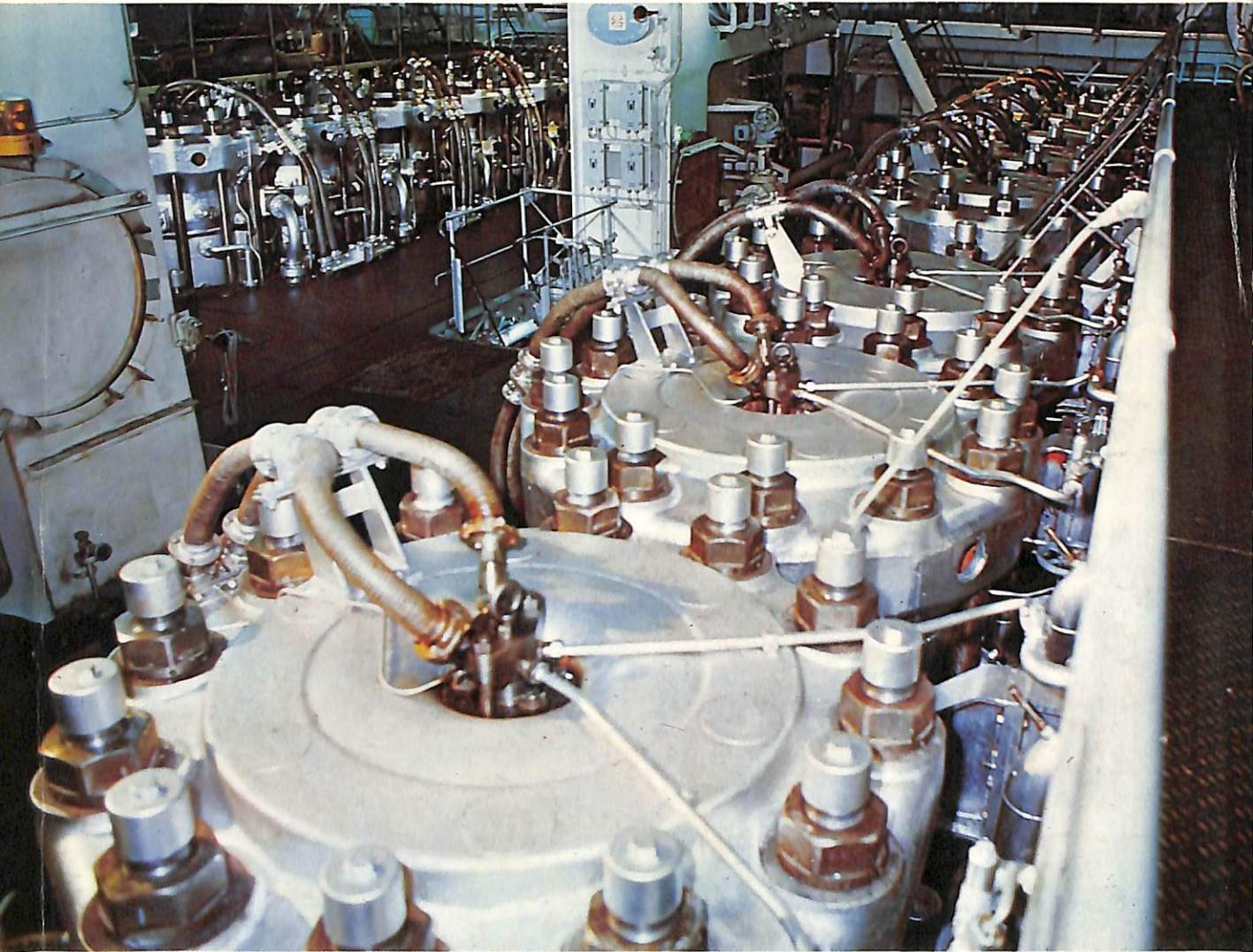


4

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING

船舶

First Published in 1928
No.523



“VERRAZANO BRIDGE”(川崎重工建造)に搭載された主機
“K10SZ105/180×2”

M·A·N(JAPAN)LTD.

水性タイプの全く新しい部品洗浄剤です。嫌な

臭いがなく、手をあらしません。

さらに、不燃性ですから、

引火の危険がなく安全。寒い

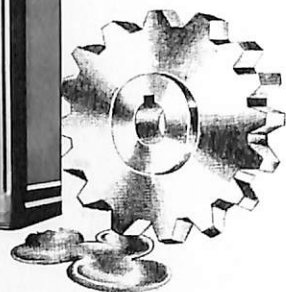
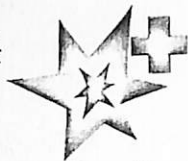
時には温めて使えます。

そして、**20**倍にうす

めて、反復使用。経費を節

約します。あなたの工場

でもお試しになりませんか。



洗油からルーセン#20へ
パーツクリーニングが変わります。

洗油とは全く違う洗浄原理です。

今までは、灯油や軽油などを、いわゆる

る洗油と称して、パーツ洗浄に使用してい

ました。しかし、手が荒れたり、火気に注

意しなければいけないなど、色々な問題点

がありました。この問題を一挙に解決したのが

スリーボンドルーセン#20です。

洗油は一種の有機溶剤で、洗浄原理は主に溶

解力を利用したものです。しかし、スリー、ボ

ンドルーセン#20は界面活性力を利用して、

汚れを洗浄剤の中に分散させて落す、全く新

しい水性タイプの洗浄剤です。

サビのめる心配がなく防錆効果もあります。

水性タイプではありますが、洗浄でサビのて

る心配がなく、洗油と同じように防錆効果

期待できます。しかも、ゴムやプラスチック

への影響がないこと、洗浄物に対する再汚染

がないこと、これは、スリーボンドルーセン

#20だけの特長です。

従来の洗油と同様に使用してください。

スリーボンドルーセン#20は、水で20倍にう

すめて、従来の洗油と同様に使用すること

ができます。現在の設備を活用して、快適で安

全なパーツ洗浄を試してみませんか。

●あなたもご試用になってみませんか。

ご一報ください。当社の営業部員がサンプル

品無償を持参して、ご説明にお伺いします。

新しい機械・部品洗浄剤(安全・公害対策品)
スリーボンド
ルーセン
#20



社会のニーズに応える

株式会社 **スリーボンド**

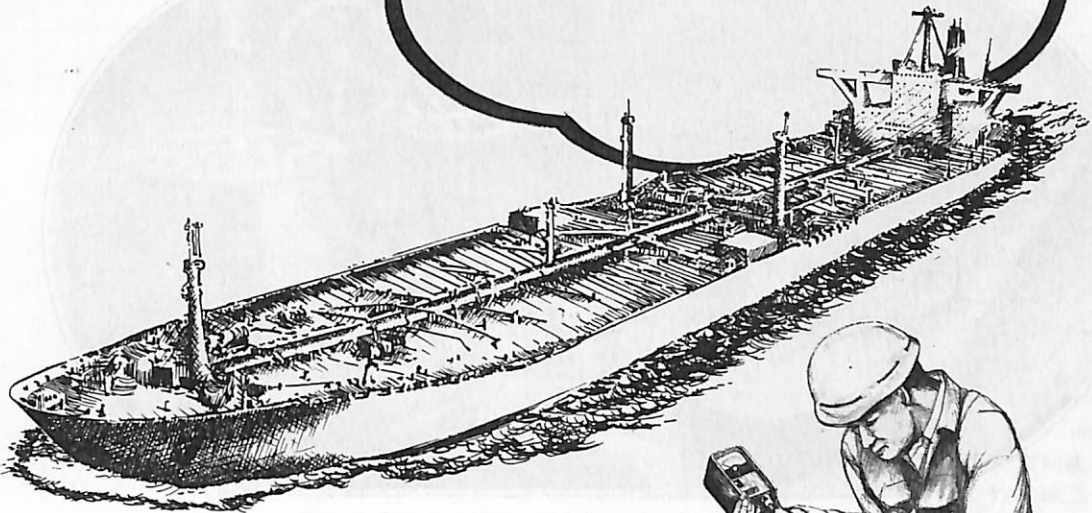
お問い合わせは下記まで
本社/東京都八王子市狭間町1456
TEL 0426(61)1333代千193

ユニークなセンサを採用した

酸素欠乏又は過剰による事故防止用

理研酸素モニター

労働省産業安全研究所検定合格品(合格番号第3134号)



理研酸素モニターは空気中の酸素濃度が低下し、人命が危険にさらされたり、逆に酸素濃度が高くなり化学反応、火災・爆発の起りやすい場所など広い範囲にわたって測定できます。

- 携帯式 OA-222R型(本質安全防爆型)0~40%
OA-225R型(本質安全防爆型)0~25%
- その他 定置式OM-300型(0~50%, 0~100%)標準又は(0~10%, 0~25%)又は(0~25%, 0~50%) 携帯式 OM-322R型(警報付)0~25%又は0~40%



OA-222R型

携帯式 OA-222R型 OA-225R型

本質安全防爆型

小型軽量で携帯に非常に便利(労働省産業安全研究所検定合格品)

- 船艙・タンク等爆発危険場所
で使用するのに最適です。
- 取扱いは簡単で保守点
検が容易
- 電池不必要
- 長寿命で堅牢なセンサー
- 高精度ですばい応答
(180,000%・時間又は1年間)
- 湿度100%にも影響なし
- 必要に応じて300mまで延長コード取付可能(標準3m)



理研計器株式会社

本社/営業本部 東京都板橋区小豆沢2-7-6 ☎(03)966-1111(大代表)

横浜営業所 ☎(045)322-5181~2

大阪営業所 ☎(06)312-5521~3

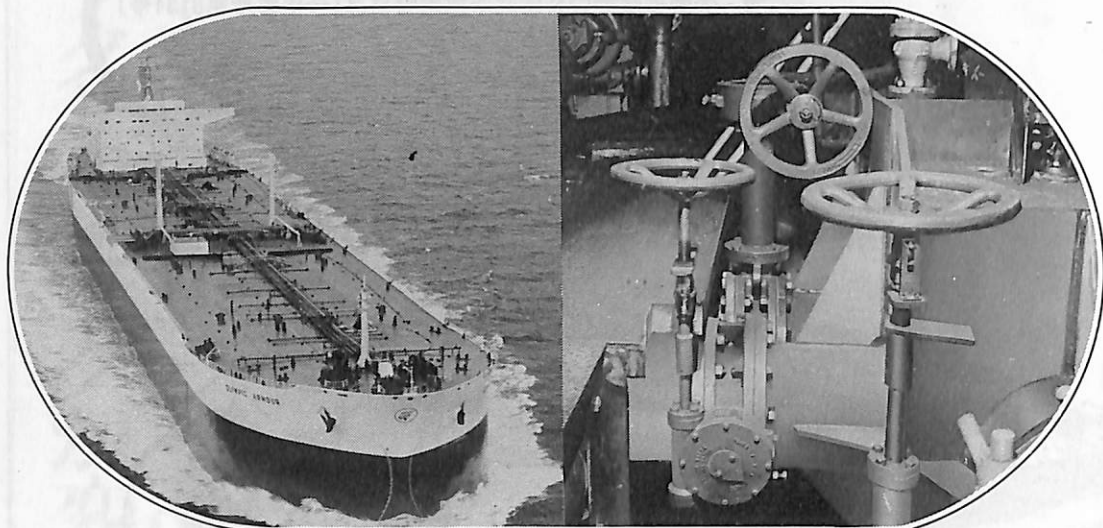
札幌営業所 ☎(011)231-1644

広島営業所 ☎(0822)21-8671(代)

名古屋営業所 ☎(052)262-1686(代)

理研九州販売 ☎(092)431-2558

ギャランティドックで 「クレーム“ゼロ”」



— 航海に強い巴式バタフライバルブ —

巴式バタフライバルブは独自の機構と材質で、安全でスムーズな航海をお約束します。その最大の特長は厚いゴムシートリングが本体の内面を完全に覆っていますので腐蝕は全然無く、かきなどの付着もグンと少なくなり、スリ合せなどが不要になったことです。従来の船体付弁では、定期点検時には必ずと言っていいほど、シートのスリ合せ作業が必要となり時間と経費がかかりました。ギャランティドックでもクレーム「ゼロ」の実績を誇る巴式バタフライバルブをぜひご検討ください。

船体付弁 鑄鋼製フランジタイプ(710・720型)は

●ゴムシートリングで内面を覆っているので耐蝕性は抜群です。●面間寸法を最小にした経済設計、配管用のガスケットも不要です●標準材料は弁体をSCS13、弁棒をSUS403とし耐蝕性、強度アップ。また、ご要望により、さらに耐蝕性の高い材料も可能です●操作は簡単で確実なギヤー式、またエアシリンダー式電動式も可能です●もちろんモレは「ゼロ」の完全密閉です●軽量で設置スペースをとりません。

〈あらゆる流体に〉

巴式バタフライバルブ



巴バルブ株式会社

本社・営業所 〒550 大阪市西区新町通4の51 電話(06)541-2251(代表)
東京営業所 〒101 東京都千代田区神田松下町17 電話(03)252-6681(代表)

認定/日本海事協会(N.K.)・ノルウェー船級協会(N.V.)・ビュローベリタス船級協会(B.V.) 使用許可/ロイド船級協会(L.R.)・アメリカ船級協会(A.B.)



目次

新造船の紹介

... 豪州航路最新鋭コンテナ船“Australian Emblem” 11

SOLASに基づく防火構造と消防設備・特集

1974年の海上人命安全条約の概要 和田裕行 22

タンカーの消火設備の概要 湯本秀 28

タンカーの防火構造について 中岡豊彦 32

*

船舶のイージー・メンテナンス 川原隆 43

大型船の高馬力推進に関するシンポジウムに出席して 横尾幸一 53

連載

LNG船—その4 / 材料・溶接および破壊力学<8> 恵美洋彦・伊東利成 64

実船試験用計測コンテナシステム<3>III・解析ソフトウェア 竹沢誠二 69

講座・交通艇<2> 丹羽誠一 85

日本造船研究協会の昭和48年度研究業務について 日本造船研究協会研究部 93

講座・ディーゼルエンジン<2> 斉藤善三郎 101

海外文献・レジャーボートにおける物理的測定要項の分析と方法<2> Wyle 研究所 105

*

“クイーン・エリザベスII”号来日 112

竣工船写真一覧 116

竣工船主要目一覧 148

*

潮流 竹田盛和 62

NKコーナー 130

特許解説 幸長保次郎 156

Ship Building & Boat Engineering News 158

タンカーのカーゴオイルポンプ用増速機 KVG 71 について 160

海外事情

Chevron社のガスタービン／電気推進35型タンカー 31

衝突予防システム 52

コンパクト化されるか？ 半潜水式海洋石油掘削装置 68

最近の英国における船舶機器 特集 131

表紙	川崎MAN K10SZ 105/180型ディーゼル機関2基
	連続最大出力 2×40,000ps (110rpm)
	燃料消費量 260.2t/day
	試運転最大速力 31.640kn
	満載航海速力 26.56kn

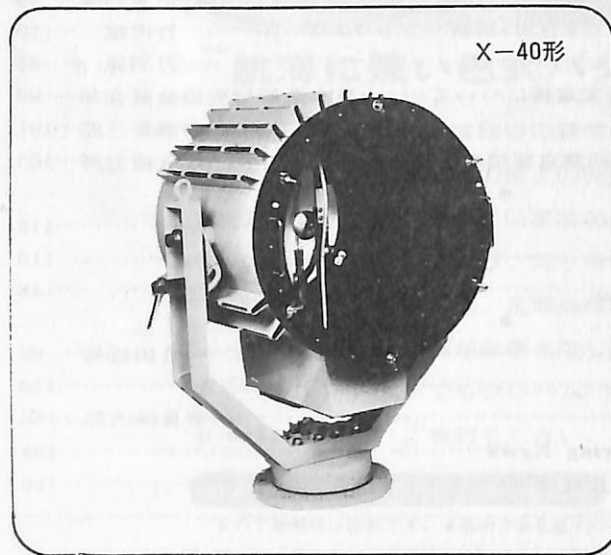
世界的水準をはるかに抜く明るさ!!

●光の王様、光学技術の総結集!!

三信の高性能 キセノン探照燈

■特許 3件 ■実用新案 3件
■特許出願中 3件 ■意匠登録済

- 特殊設計により、寿命が長く、電圧、周波数変動にも強い。
- 太陽光に最も近い白色光です。
- 光柱光度がきわめて高く、照射距離が長い。
- 全閉式防噴流形構造により、完全防水です。
- 主要部分はステンレス製で、さびず、長期の使用に耐える。
- 特殊放熱板の採用により温度上昇が少ない。
- 激しい振動や、風速60mの風圧にも十分耐えます



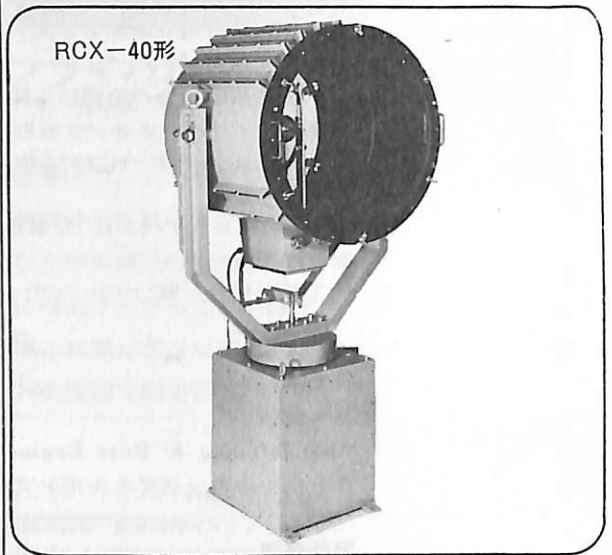
X-40形

●光の王様、ボタンで自在!!

三信の高性能リモコン式 キセノン探照燈

■特許 3件 ■実用新案 3件
■特許出願中 3件 ■意匠登録済

- ふ仰、旋回操作は操作盤スイッチで完全リモコンです。
- 特殊設計により、寿命が長く電圧、周波数変動にも強い。
- 太陽光に最も近い白色光です。
- 光柱光度がきわめて高く、照射距離が長い。
- 全閉式防噴流形構造により、完全防水です。
- 主要部分はステンレス製で、さびず、長期の使用に耐える。
- 特殊放熱板の採用により、温度上昇が少ない。
- 激しい振動や、風速60mの風圧にも十分耐えます。



RCX-40形

形 式	ランプ容量	最大光柱光度	照射距離	定格電圧	周波数
X-40	(呼称)1KW	3000万cd	10km	A.C220V1φ	50/60Hz
X-60A	(呼称)1KW	6500万cd	12km	A.C220V1φ	50/60Hz
X-60B	(呼称)2KW	8000万cd	13.5km	A.C220V3φ	50/60Hz

形 式	ランプ容量	最大光柱光度	照射距離	定格電圧	周波数
RCX-40	(呼称)1KW	3000万cd	10km	A.C220V1φ	50/60Hz
RCX-60A	(呼称)1KW	6500万cd	12km	A.C220V1φ	50/60Hz
RCX-60B	(呼称)2KW	8000万cd	13.5km	A.C220V3φ	50/60Hz

●長年の経験と技術で安心をおとどけする……………



三信船舶電具 株式会社

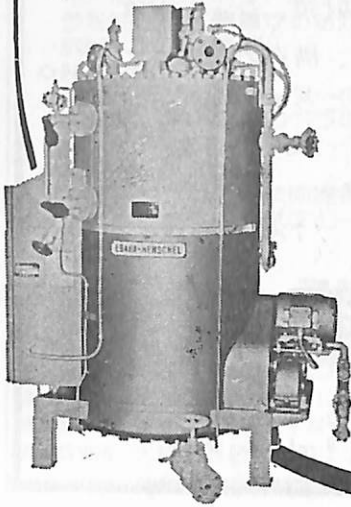
◎日本工業規格表示許可工場

三信電具製造 株式会社

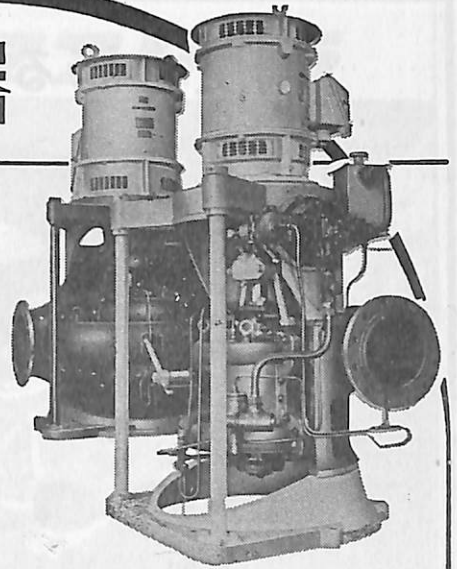
●本社 社/〒101 東京都千代田区内神田 1-16-8 ☎東京(03)295-1831(大代)
 ●東京発送センター/☎東京(03)840-2631代 ●九州配送センター/☎福岡(092)771-1237代
 ●北海道配送センター/☎函館(0138)43-1411代 ●福岡営業所/☎福岡(092)771-1237代
 ●室蘭営業所/☎室蘭(0143)22-1618代 ●函館営業所/☎函館(0138)43-1411代
 ●高松営業所/☎高松(0878)21-4969代 ●石巻営業所/☎石巻(02252)3-1304代
 ●工場/〒121 東京都足立区青井 1-13-11 ☎東京(03)848-2111(代)

エハラの船用機器

船舶用
エハラヘンジェル・ボイラ



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



エハラ船用ポンプ

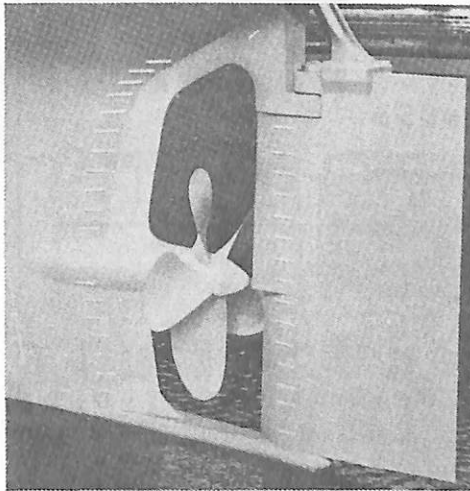
EBARA

荏原製作所

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

船舶外板・タンクの

電気防蝕に関する調査・設計は



スタンプレーム周囲に取付けたALAP

専門のエンジニアリングコンサルタント

中川防蝕工業株式会社に

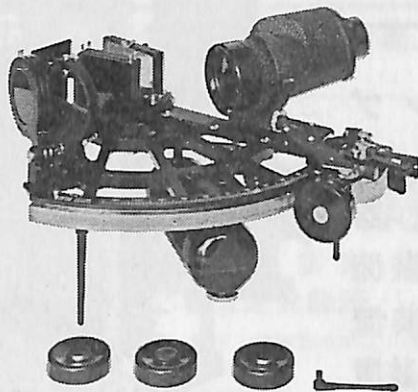
御相談下さい。

当社は技術士(金属部門)20名を擁する
ユニークな防蝕専門会社です。

中川防蝕工業株式会社

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

精度を誇る 印の航海用六分儀



Cat No. 637 MS-3

玉屋航海用六分儀は四十年にわたる経験と卓越せる技術、精選した材料とによって製造したもので、測角精度はもとより反射鏡、シェードガラスの優秀なこと、構造の堅牢なことは定評のあるところです。

分度目盛、 $-5 \sim 125^\circ$ 1' 目盛
 マイクロメーター 1' 目盛
 単眼鏡 7×50m.m.

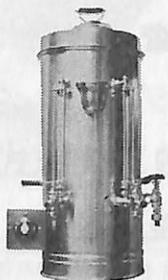
登録  商標 株式会社 玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4-4-4 電・(561) 8 7 1 1 (代表)
 (和光裏通り)
 支店 大阪市南区順慶町4-2 電・(251) 9 8 2 1 (代表)
 工場 東京都大田区池上2-14-7 電・(752) 3 4 8 1 (代表)

YKK型船舶厨房調理機器

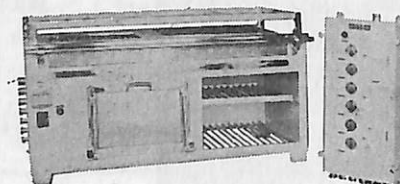
堅牢性、経済性、効率性、安全性抜群。高い信頼納期業界最短、即納主義

ライスボイラー



電気式湯沸器

26kw型多目的電気レンジ



2400型オイルレンジ

営業品目

電気レンジ・オイルレンジ・ライスボイラー・湯沸器
 調理機・水漉器・豆腐製造機・アイスクリーム製造機
 ハムスライサー・肉挽機・球根皮剥機・炊飯器・ケー
 キミキサー・ガスレンジ・電気式オープン・パン醗酵器
 電気式魚焼器・スープボイラー・ディスプレイ
 食器洗浄機・堅型蒸気炊飯器・電気コンロ・電気熱板
 ガス魚焼器・その他特殊製品全般

株式会社 横浜機器製作所

本社・工場 横浜市中区新山下1-8-34
 電話 横浜045(622)9556(代)5335(代)
 第2ビル専用 045(621)1283(代)
 電略「ヨコハマ」ワイケイケイ

希望条件を指示下さい。即時見積、設計、納品致します。

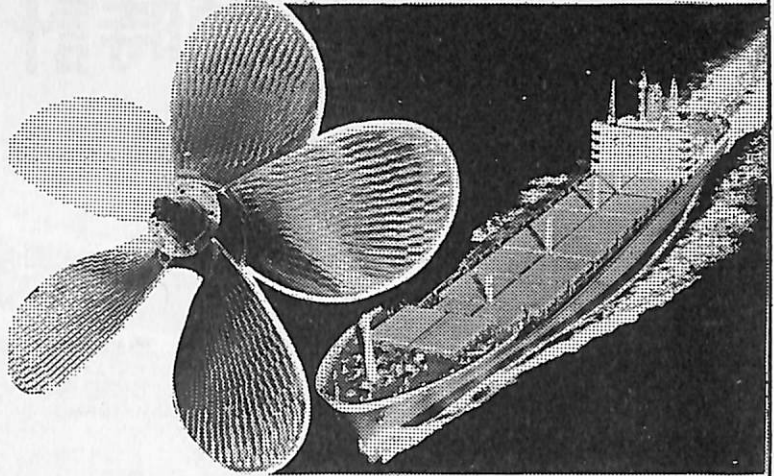
世界の海に活躍する ナカシマプロペラ

■製造品目

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

■新開発システム

- キーレスプロペラ
キーなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式
取付・取外し簡便
- NAUタイププロペラ
当社と造船技術センターの共同開発、中小型プロペラの効率大巾アップ
- 可変ピッチプロペラ
英国ストーン社との技術提携による高性能CPPシステム一式
(XS・XK・XX三種)



運輸省認定事業場



ナカシマプロペラ株式会社

本社工場 岡山市上道北方688-1(岡山中央郵便局私書函167) 〒709-08 電話(0862)79-2205(代) TELEX 5922-320 NKPROP J
 東京営業所 東京都中央区八丁堀1丁目6番1号 協栄ビル 〒104 電話(03)553-3461(代) TELEX 252-2791 NAKAPROP
 大阪営業所 大阪市西区靱本町2丁目107 新興産ビル 〒550 電話(06)541-7514(代) TELEX 525-6246 NKPROPOS

高速艇・消防艇専門メーカー

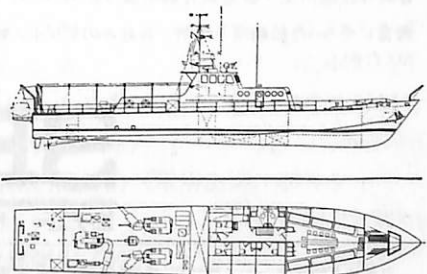
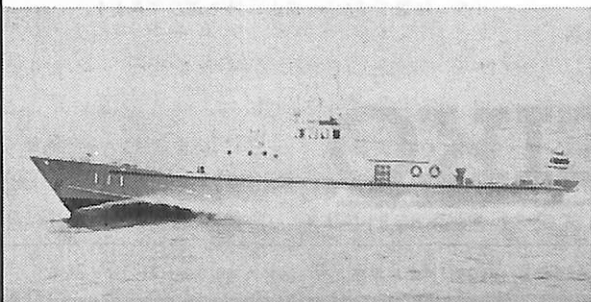
各種船舶設計・建造・修理

鋼製・木製 軽金属製・FRP製

本社 東京都江東区潮見2-1-6
TEL. 647-6111~7

墨田川造船株式会社

海上公害調査から消火・取締にいたるまで



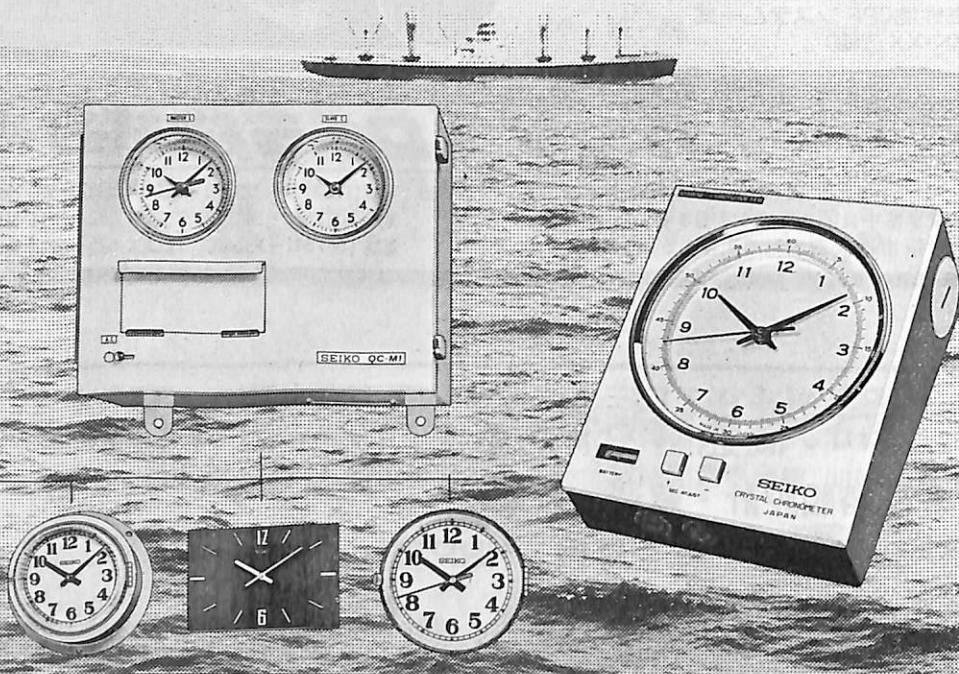
(34m型高速救命艇/ジャーサンヤボデイ)

セイコー船舶時計 QC

QCは水晶発振による、高性能設備時計です。

船舶の時計は、なによりも高精度なものが必要とされます。温度変化、振動に強く、抜群の耐久性で定評あるセイコー船舶時計をおすすめします。標準時計としてマリンクロノ

メーター、船内の子時計を駆動する親時計として QC-M1、いずれも水晶発振による極めて正確な時計です。目的、規模に応じてお選びください。



QC-M1 260×320×160(%)重量8.5kg

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

豊富にそろった船舶用子時計、お好みのデザインをお選びください。

マリンクロノメーター

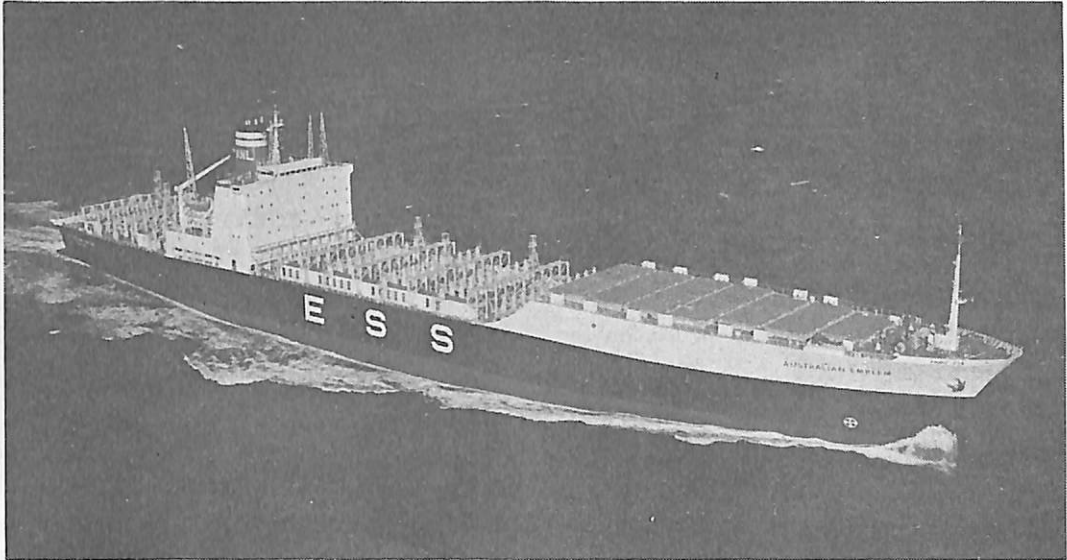
QC-951-II 200×160×70(%)重量2.6kg

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

小型、軽量ですから、自由に持ち運びできます。

SEIKO

セイコー・株式会社 服部時計店



■新造船の紹介■

M. S. "Australian Emblem"
 RO/RO and LO/LO Container Ship
 by Ship Designing Dept., Kobe Ship Building
 Division, Kawasaki Heavy Industries, Ltd.

豪州航路最新鋭コンテナ船 “Australian Emblem”

1. まえがき

本船は豪州のオーストラリアン・ナショナル・ラインおよびフリンダース・ SHIPPING 社と日本の川崎汽船の3社により日本豪州間に共同配船をしているE. S. Sグループに新たに投入された新鋭船である。このE. S. Sグループにはすでに当社で建造した3隻のロールオン・ロールオフ型コンテナ船が就航しているが、本船は、前船型よりひとまわり大きく、しかもロールオン・ロールオフ型とリフトオン・リフトオフ型の両方の機能を有する特異な船型として、オーストラリアン・ナショナル・ラインより受注した第1船で、昭和50年1月17日、無事引渡しを終え、処女航海の途についた。引続き、フリンダース・SHIPPING社から受注した、本船型第2船が本年9月に竣工の予定である。

2. 主要目

全長	222.25m
長さ(垂線間)	205.00m
幅(型)	30.00m
深さ(型) 上甲板まで	18.90m
” 上部ビークルデッキまで	12.10m
夏期満載喫水	10.510m
載貨重量	23,481 t
総トン数	23,183.34T
純トン数	12,448.62T
船級 LR✳100A1, ✳LMC&UMS	
試運転最大速度	26.72kn
満載航海速度(常用出力, 20%シーマージン)	22.70kn
載貨能力(20フィートコンテナ換算)	
ロールオン・ロールオフ荷役	

上部ビークルデッキ上	342個
下部ビークルデッキ上	204個
リフトオン・リフトオフ荷役	
上甲板上	553個
船首楼甲板ハッチカバー上	50個
セルラーホールド内	304個
合計	1,453個
	(うち冷凍コンテナ 452個)
燃料油槽容積	4,089.9m ³
ディーゼル油槽容積	259.2m ³
清水槽容積	309.6m ³
脚荷水槽容積	8,904.0m ³
乗組員	41名
主機関	
川崎M. A. N	
V9V52/55型ディーゼル機関 1 基	
V7V52/55型ディーゼル機関 2 基	
連続最大出力	
18,000+2×14,000(46,000BHP)	
	×430rpm
常用出力	
15,600+2×12,200(40,000BHP)	
	×430rpm
推進用馬力 (冷凍コンテナ432個搭載時)	
連続最大出力	
約42,100SHP×112rpm	
常用出力	約35,300SHP×112rpm
プロペラ	
川崎エッシャーウィス式可変ピッチプロペラ	1 基
燃料消費量 (常用出力)	142.7t/day
航続距離	14,400浬

3. 本船の概要

本船は長船首楼付平甲板船で、居住区および機関室を中央よりやや後方に寄せたセミアフトラブリッジ船型で、船尾部に陸上のランプウェイを受ける張出しデッキを有するトランサム型船尾と、船首部に可変ピッチプロペラ付バウスラスタールおよび球状船首を有する高速コンテナ船である。

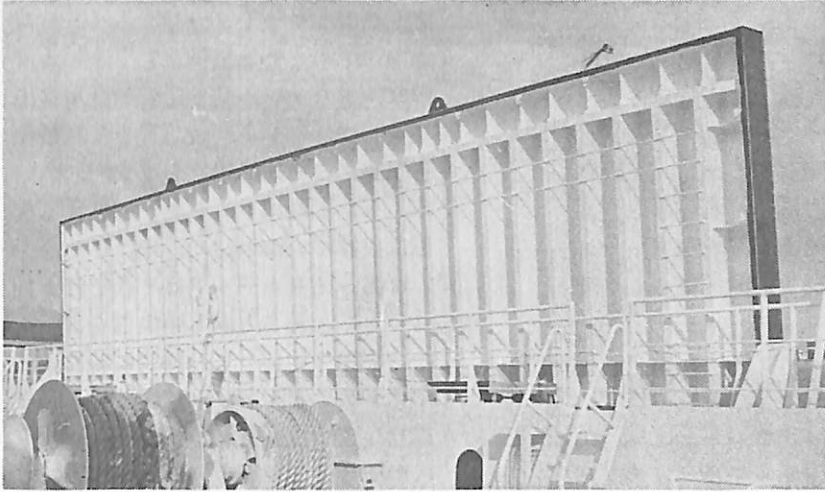
本船の最も顕著な特徴は、従来のロールオン・ロールオフ式コンテナ船とリフトオン・

リフトオフ式コンテナ船双方の機能を兼備するだけでなく、上甲板上暴露部にも固定式および取外し式のオンデッキセルガイドを有するユニークな荷役設備と、高出力中速ディーゼル機関3機を減速歯車で1軸に連結するマルチプル方式を採用して、世界最大級の当社製可変ピッチプロペラを駆動する推進機関にある。すなわち本船は上甲板下に上部ビークルデッキと、下部ビークルデッキの2層の自走式荷役用のコンテナ積甲板を有しており、コンテナ、フラットなどのユニット化貨物は主として大型フォークリフト、トラックなどにより、岸壁側から本船の船尾部にかけられたランプウェイを通して船内に搬入される。さらに上部ビークルデッキと下部ビークルデッキ間には本船左舷側に長大な固定式ランプウェイが設けられており、コンテナ、フラットなどはトラックによって下部ビークルデッキまで搬入される。また乗用車など各種車両を自走によってビークルデッキ倉内に搬入し、輸送できることも本船の大きな特色の1つであり、そのために、上部および下部ビークルデッキ倉内の電気設備はすべて防爆型にして、船級協会の承認を得ている。

一方、従来のリフトオン・リフトオフ式コンテナ船と同様の設備として、ビークルデッキの前方に、セルラーホールドと称する4倉7倉口のリフトオン・リフトオフ専用の船倉を有し、1番セルラーホールドは危険貨物を内蔵したコンテナを搭載できるようにその対策に留意しており、2～4番セルラーホールドは合計290個におよぶ水冷式冷凍コンテナを搭載するため、各ホールドの船首側に電力供給用レセプタクル、冷却清水供給および返還用の固定配管と、連結弁を配置している。

また、上甲板暴露部には、コンテナ2段目までの固縛作業が省略できるようにオンデッキセルガイドを設けて荷役時間の短縮、荷役作業の省力化を計っている。

さらに高出力の可変ピッチプロペラとバウスラスタールを兼備することにより岸壁接岸作業の能率アップ、操縦性能の向上が達成された。以上のように本船はリフトオン・リフト



開放中の船尾扉

オフとロールオン・ロールオフの荷役を並行して進めることができ、従来のコンテナ船とはかなり異った特徴を有する船であるため、船体構造、各種艙装品、機関部などにわたって特殊な設計が要求される。以下にその概要を説明する。

4. 船体部

4-1 船殻構造

(1) 一般

本船の船殻構造は縦式構造とし、可能なかぎり縦通材を船首尾まで延長している。特にロールオン・ロールオフホールドと大きな倉口を有するリフトオン・リフトオフホールドの境界部分は、F. E. M. 計算などによる検討により、構造上の連続性を欠くことのないよう充分な考慮が払われている。

本船の上部構造は7層と高く、上甲板下部はロールオン・ロールオフホールドで隔壁、ピラーなどの設置に制約を受けるため、上部構造の側壁を船側外板と一致させた構造としている。

(2) ロールオン・ロールオフホールド

ロールオン・ロールオフ式荷役を行なうためには、ホールド内はできるだけ邪魔物のない広大な空間を確保する必要がある。本船では上部ビークルデッキを乾舷甲板とし、同デッキと直上の上甲板間の上部ビークルデッキホールドは船尾よ

りロールオン・ロールオフホールド前端壁まで隔壁なしの1区画とし、支柱を船体中心線に4トランススペースごとに設けている。また機関室囲壁も可能なかぎり狭くしてホールド内の有効面積を広くとっている。

下部ビークルデッキホールド（二重底頂板と上部ビークルデッキ間）も機関室前端壁からロールオン・ロールオフホールド前端壁までを、隔壁なしの1区画とし、支柱は上部ビークルデッキ上の支柱の直下に設けている。このように特殊な船型のため船級協会規則で要求される水密横隔壁の数を減じているが、そのかわり下部ビークルデッキホールドは上部ビークルデッキまで二重船側構造として下部ビークルデッキホールド内への浸水の危険性を減少するよう考慮し、船級協会の承認を得ている。

(3) リフトオン・リフトオフホールド（セルラーホールド）

リフトオン・リフトオフホールドは2列倉口となっているため、上甲板、中間甲板、船首楼甲板、船側外板および縦通隔壁でもって箱型構造として縦強度を維持させており、上甲板および船首楼甲板には倉口間に中心線縦通桁を設けている。また横方向には水密横隔壁およびスケルトン隔壁を設けて、横強度を維持している。

(4) 甲板強度

上甲板は17LTのコンテナを定位置に4段積するに必要な強度を有しており、上部および下部ビークルデッキは定位置に集中荷重として20LTのコンテナのそれぞれ2段積、3段積が可能である。また20LTのコンテナを運ぶ大型フォークリフトの前輪荷重54tに耐え得るよう設計されている。

4-2 コンテナ搭載

(1) リフトオン・リフトオフ荷役

(a) 船首楼甲板ハッチカバー上

船首楼甲板の2番～7番ハッチカバー上に、20フィートコンテナを1段のみ搭載することができるし、6番～7番ハッチカバー上には40フィートコンテナも搭載できるように金物を配置している。

(b) セルラーホールド内

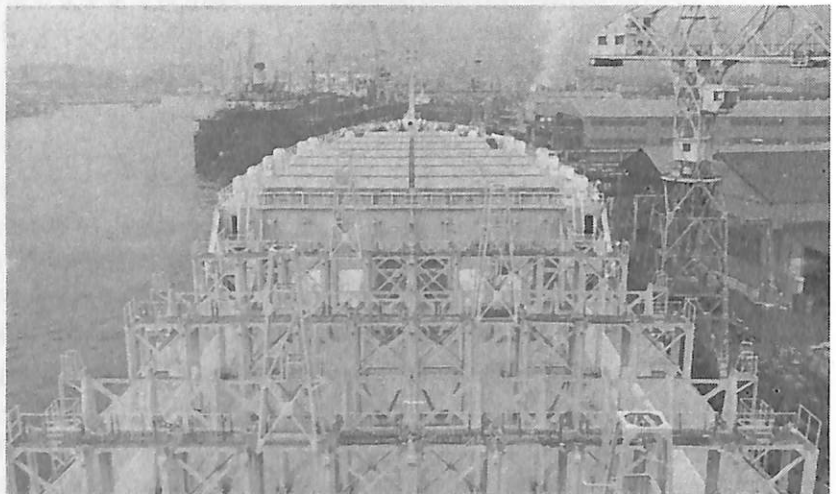
本船は長く高い船首楼を有するが、この船首楼甲板下はリフトオン・リフトオフ荷役専用ホールドとして設計された4つのセルラーホールドに仕切られそれぞれのホールドには固定のセルガイドが設置されている。1番ホールドは船体中心線に倉口を設け、20フィートコンテナ1個分を収容できるだけの長さでハッチカバーは1枚パネルである。このホールドには危険貨物を内

蔵したコンテナを5段積することが可能で、そのための設備としてホールド内ビルジウエルの高水位警報計用検出端を防爆型にし、荷役用として携帯型空気駆動の特殊防爆灯を支給している。しかし冷凍コンテナを搭載する設備は設けていない。

2番～4番ホールドはそれぞれ2列倉口とし、長さ方向も中央部をスケルトン隔壁で仕切って、前後に20フィートコンテナを1個ずつ収容できる長さになっている。それ故1つのホールドには4枚のハッチカバーが装備されている。これらのホールドは水冷式冷凍コンテナ専用として設計されているので、機関室内に配置されている50m³の冷凍コンテナ用冷却清水タンクから、冷却器を通して清水を供給し、熱交換後の清水は、前記タンクに返還する循環冷却方式を採用している。

コンテナ搭載時および揚荷時には電力供給用プラグ、モニター用プラグおよび冷却水用伸縮性ホースをコンテナに接続、あるいはコンテナから取外す作業が必要なので、収容された各コンテナの船首側に、左右に通行可能な操作用フラットを設けている。なお、これらのホールドのうち最大のものは、高さ方向に最大9段、幅方向に最大9

上甲板上セルガイドノブリッジから船首を見る



ZIN 1203 搭載コンテナ数

場所		項目	20フィートコンテナ最大搭載の場合			40フィートコンテナ最大搭載の場合		
			20フィート	40フィート	20フィート・ベース	20フィート	40フィート	20フィート・ベース
船	甲板	上	50	0	50	32	9	50
セルラー ホール ド内	1番	セルラー・ホールド	14	0	14	14	0	14
	2番	"	60	0	60	60	0	60
	3番	"	110	0	110	110	0	110
	4番	"	120	0	120	120	0	120
上 甲 板 上	1	段目	104	4	112	(104) 12	(4) 50	112
	2	段目	137	5	147	(137) 27	(5) 60	147
	3	段目	137	5	147	27	60	147
	4	段目	137	5	147	27	60	147
上ビデ ッキ 部ルキ内	1	段目	171	0	171	171	0	171
	2	段目	171	0	171	171	0	171
下ビデ ッキ 部ルキ内	1	段目	62	0	62	62	0	62
	2	段目	71	0	71	71	0	71
	3	段目	71	0	71	71	0	71
合		計	1,415	19	1,453	(1,177) 975	(138) 239	1,453

注・カッコ内の数値は、上甲板上の取外し式セルガイドを定位位置に設置した時のコンテナ個数

列を収容でき、本船に搭載し得る水冷式冷凍コンテナの合計は290個となる。

(c) 上甲板上

上甲板は機関室より前方に8番～17番ベイ、後方に18番～22番ベイを有し、8番ベイと22番ベイを除き、それぞれのベイは高さ方向に最大4段、幅方向に最大10列搭載できるが、高さ方向2段目までは、本船を最も特徴づけているものの1つである固定式および取外し式オンデッキセルガイドの設置により固縛作業が省略できるように考慮されている。

固定式および取外し式のオンデッキセルガイドで構成される各ベイは20フィートコンテナを収容できるだけの長さ調整されているが、ベイ2個分がちょうど40フィートコンテナの長さになるようにセルガイドの位置を設定しているため、20フィートコンテナを2段搭載した上、3段目、4段目には40フィートコンテナを混載することも可能である。

また将来40フィートコンテナの需要が増加した場合には、取外し式セルガイドを除去すれば、1段目から40フィートコンテナを搭載することができ

る。すなわち、20フィート、40フィートいずれのコンテナでも、その需要にあわせて、取外し式セルガイドで調整できるようになっている。

(2) ロールオン・ロールオフ荷役

(a) 上部ビークルデッキホールド内

本船の船尾部に設けられた巨大な開口を介し、コンテナを搭載したフォークリフトが岸壁から直接船内に乗り込んで、20フィートコンテナを高さ方向2段、幅方向4列の荷役を行なうので、上部ビークルデッキと上甲板間の機関室囲壁は可能なかぎり幅を縮小し、船尾開口からホールド内前端隔壁まで直線的に荷役ができるように配慮されている。

一方、ターミナル事情により船尾から搬入できない場合、および数港積、数港揚を行なう場合の荷繰りを容易にするため、上甲板の居住区前面に有効寸法が9.960m×7.715mの倉口1個を設けて、上部ビークルデッキ上のコンテナを岸壁クレーンにより積込み積降しできるように設計されている。

その目的のために、前述の倉口直下付近に本船常備のフォークリフトを格納するスペースを確保し、船尾扉を使用しなくても荷役ができるようになっ



上部ビークルデッキノ
前方から船尾開口を
見る

ている。

(b) 下部ビークルデッキホールド内

上部ビークルデッキの船尾開口より進入してきたフォークリフトやトラックは、本船左舷に設けられた傾斜角約7.5°、長さ約69mにおよぶ長大な、しかもビークルデッキと同等の強度を有する固定式ランプウェイにより下部ビークルデッキに導かれる。このホールドは20フィートコンテナを3段積できるだけのスペースを有し、3段積のために特別発注された本船常備のフォークリフトで所定の位置にコンテナを配置する。

通常の荷役では、コンテナを搭載したトラックが下部ビークルデッキまで進入し、下で待ち受けているフォークリフトにコンテナを受け渡す方法で、フォークリフト自身がコンテナを搭載したままランプウェイを昇降することはない。

(3) 搭載コンテナ数

最大搭載コンテナ数を20フィートコンテナの場合、40フィートコンテナの場合、それぞれについて示せば、前頁表のとおりである。

(4) 冷凍コンテナ

日本、豪州間は冷凍コンテナの需要が多いので、20フィートコンテナに換算し

た本船の合計コンテナ搭載数1,453個のうち、452個分(20フィート用444個、40フィート用4個)のレセプタクルを装備している。標準的冷凍コンテナの積付位置として、セルラーホールド内に290個、上甲板上1段目に112個(20フィート用104個、40フィート用4個)、17番ベイと22番ベイの2段目にそれぞれ5個、18番ベイの2段目、3段目に各10個、上部ビークルデッキ上に20個搭載することを前提にして、レセプタクルを配置してある。また居住区内にコンテナ監視盤を設け、セルラーホールド内の冷凍コンテナの温度警報を行なっている。

(5) コンテナ制限重量

セルラーホールド内は最大9段のコンテナを搭載するように設計されているが、コンテナ自体の強度および二重底強度により20LTコンテナを6段以上積み重ねることは危険である。それ故本船のセルラーホールド内には6段目と7段目の間に、船殻構造に固定されたコンテナ受台を設置し、7段目以上のコンテナ荷重はコンテナ受を介して、この受台によって支持されるようになっている。

一方、上甲板上に搭載されるコンテナは甲板強度により17LT×4段積の制限を受けているが、それ以外に固縛金物の強度上、3段目および4段目のコンテナ

は17LT以下に制限されている。また船首楼甲板のハッチカバーは、20フィートコンテナに対しては20LTまで、40フィートコンテナに対しては30LTまで搭載可能な強度になっている。

4-3 コンテナ固縛装置

(1) 船首楼甲板ハッチカバー上

ハッチカバー上はコンテナ1段だけなので、カバーに取付けられたスタッキングピースにコンテナをはめ込むだけでよく、ワイヤやロッドによる固縛作業は不要である。

(2) セルラーホールド内

セルラーホールド内は通常のリフトオン・リフトオフ式コンテナ船と同様、各ホールド内に固定式セルガイドを設けているので固縛作業は不要である。

(3) 上甲板上

コンテナ2段目まではオンデッキセルガイドを設けて固縛作業が省略できるように考慮されているが、3段目、4段目については、セルガイド頂部に設けられた固定の作業フラットからラッシングバーにより固縛する。

(4) ビークルデッキ内

上部、下部それぞれのビークルデッキとも、デッキ上に取付けられたクリンケルバーから、ラッシングバーにより固縛されるが、できるだけ固縛作業が少なくなるように、船の横揺れ、縦揺れによる転倒モーメントを考慮して固縛必要範囲を決め、十分な強度を有するよう金物を配置している。

4-4 倉口閉鎖装置

(1) 船尾扉

本船の主要貨物搬入口として、上部ビークルデッキホールド後端に設けられた巨大な開口には鋼製水密扉を備えている。この船尾扉は強度および水密性のよい1枚パネルであり、船尾端舷側に設けられた、油圧駆動の扉開閉用ジガーウィンチでワイヤー曳によって上下方向に開閉される。また油圧一斉締付装置を備え

ている。

開口寸法

5.950m (高さ)×15.500m (幅)

(2) ランプウェイカバー

上部ビークルデッキ左舷には、下部ビークルデッキに通ずる長大な固定式ランプウェイ用の開口があるが、この開口には4枚パネルの油圧駆動式鋼製水密蓋を備えている。ランプウェイ使用時には外板側にヒンジアップされるが、閉鎖時には、上部ビークルデッキ面と同一レベルになり、この上をフォークリフトが走行したり、貨物を積載することができる。

ランプウェイ開口

45.430m (長さ)×4.160m (高さ)

ランプウェイ蓋 油圧シリンダー駆動、油圧一斉締付装置付

(3) 貨物用ハッチカバー

(a) セルラーホールドハッチカバー

本船にはセルラーホールドが4倉あるが、1番ホールドには1枚、2番～4番ホールドにはそれぞれ4枚のボンツーン型鋼製水密倉口蓋を設け、岸壁のクレーンを使用して開閉する。

各倉口の寸法は次の通りである。

ホールド名	ベイ番号	カバー個数	倉口寸法 (長さ×幅)
No. 1 C.H.	1	1	6.480×12.020m
No. 2 C.H.	2	2	6.480× 8.350m
	3	2	6.480× 8.350m
No. 3 C.H.	4	2	6.480×11.100m
	5	2	6.480×11.100m
No. 4 C.H.	6	2	6.480×11.100m
	7	2	6.480×11.100m

(b) 上甲板ハッチカバー

上部および下部ビークルデッキの荷役は船尾扉を介して行なわれるのが原則であるが、岸壁クレーンを使用してビークルデッキ内の荷役も行なえるよう、甲板室前方の上甲板左舷に1個の貨物倉口を設けている。このハッチカバーは鋼製水密ボンツーン型で、閉鎖

時は上甲板面と同一レベルになる。ハッチカバーの開閉はすべて岸壁クレーンによって行なわれる。

開口寸法

9.960m (長さ)×7.715m (幅)

4-5 パウ斯拉クター

本船は特殊な専用ターミナルに船尾を接岸させるのが原則であり、このため着岸前に船の方向を180°方向転換することが必要となる。就航を予定されている諸ターミナルのなかには、この方向転換を狭い水域で行なわざるをえないものが多く、この作業を安全容易に、かつ、できるだけタグポートの使用を省略または軽減する目的で、船首部にパウ斯拉クターを設けている。

型式×数量 川崎 KT-174×1基
(可変ピッチプロペラ付)

原動機 1,050 KW 電動モーター1台
推力 約15 t

5. 機関部

5-1 一般

機関部推進プラントは、これまでの当社建造ロールオン・ロールオフ船に比べて一段と高出力、高度の自動化がなされ、下記のような特徴を有している。

- (1) 推進機関は3機1軸プラントで、西ドイツ・レンク社製減速歯車を介して、世界最大級の川崎エッシャーウィス式可変ピッチプロペラおよび2台の主発電機を駆動している。
- (2) 船用推進機関には画期的な高感度の電

気ガバナ装置を採用して、推進機関により駆動している主発電機の周波数制御、3機の負荷分担、および可変ピッチプロペラ翼角の自動制御において前シリーズ船より格段と性能を向上している。

- (3) 上記の電気ガバナ装置に加えて、機関室の自動化を高度に採用し、ロイド船級協会の“UMS”資格を取得している。
- (4) マルティプル中速エンジンプラントの採用により通常の低速大型機関に比較して機関室の必要スペースはずっと小さくなり、特に機関室の高さが非常に低くなる利点は、ロールオン・ロールオフ船に要求される船体部の特殊デザインを可能にしている。

5-2 推進機関

主機関は川崎MAN 4 サイクルランクピストンV型高過給ディーゼルエンジンでV7V52/55型2台、V9V52/55型1台の合計3台で各エンジンの性能は下表のとおりである。

これら3台の主機関はクラッチを介して一段減速歯車へ直結され、下記の可変ピッチプロペラを出入港時は90 rpm、航海中は112 rpmにて駆動する。

型式 川崎エッシャーウィス式可変ピッチプロペラ 1基

材質 ニッケルアルミ青銅

直径 7,300mm

ピッチ 7,416.8mm

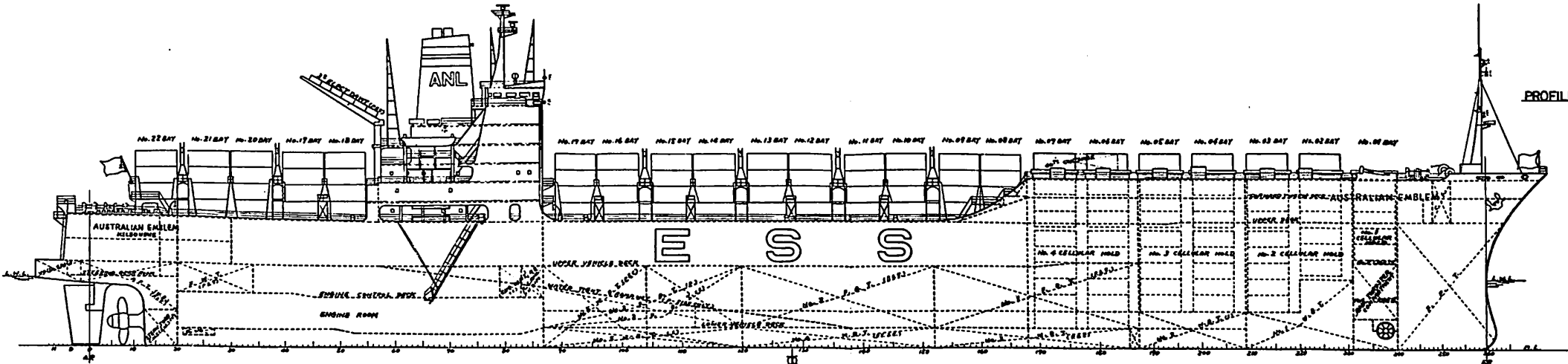
重量 62.5 t

推進プラントの構成は下記のように各々

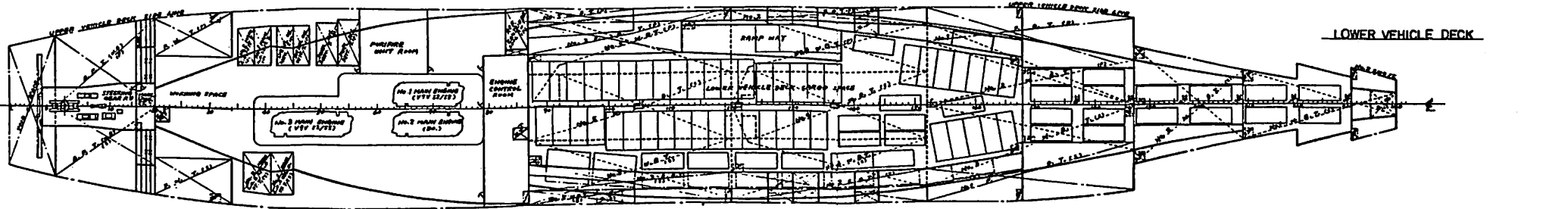
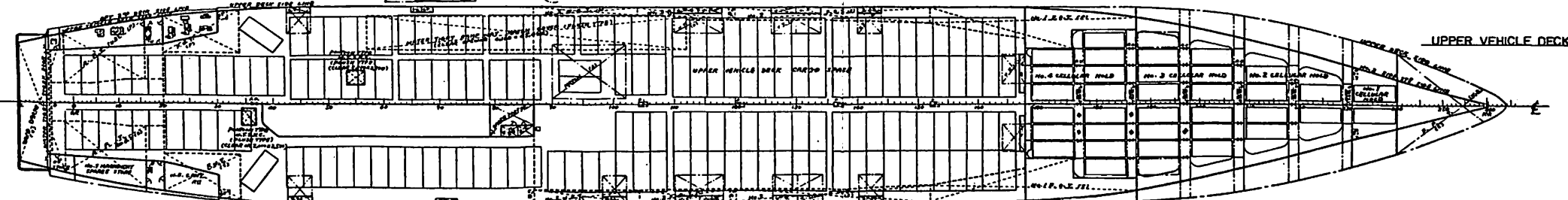
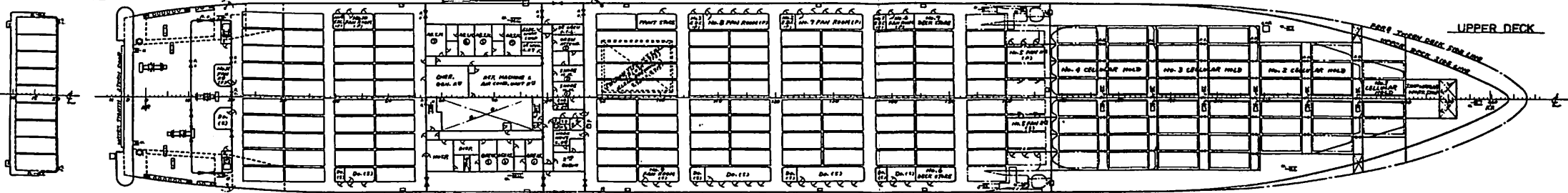
	V 7 V52/55 型	V 9 V52/55 型
制動馬力	14,000 PS	18,000 PS
連続最大出力	12,200 PS	15,600 PS
常用出力	430 rpm	430 rpm
機関回転数	14	18
シリンダー数	520mm径×550mmストローク	
シリンダー寸法	約 115 kg/cm ²	
最高燃焼圧力	17.92 kg/cm ²	
平均有効圧力	152 g/PS/Hr+3% (連続最大出力時)	
燃料消費率 (公称)	IHI BBC VTR 630×2台/機関	
過給機		

AUSTRALIAN EMBLEM

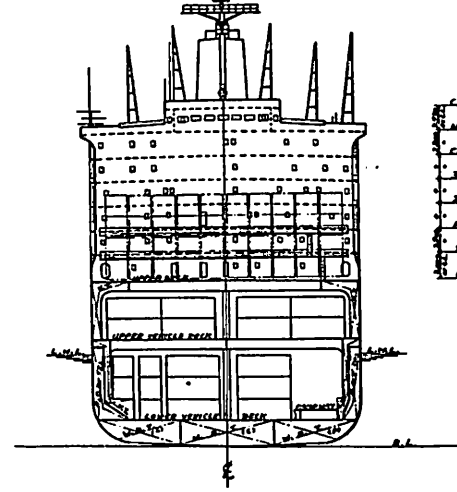
一般配置図その1



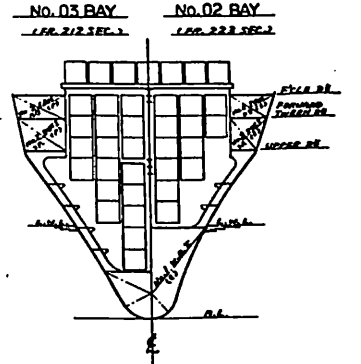
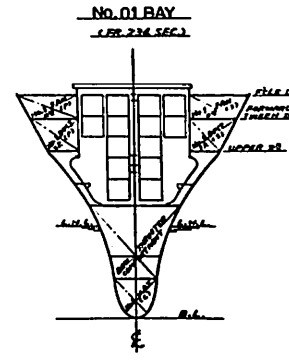
CONTAINER HOUSE TOP



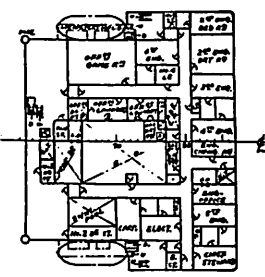
BRIDGE FRONT VIEW
MIDSHIP SECTION



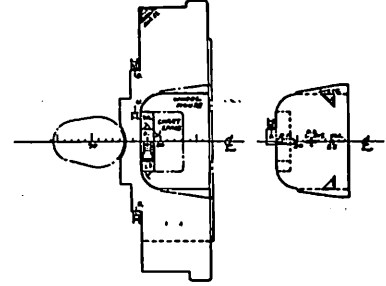
- FOUR BRIDGE DECK
- NAV BRIDGE DECK
- CAPTAIN DECK
- 3RD CABIN DECK
- 2ND CABIN DECK
- PUBLIC DECK
- 1ST CABIN DECK
- UPPER DECK



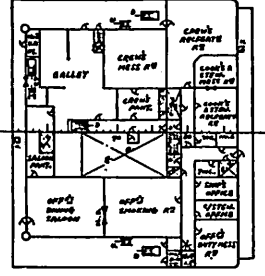
2ND CABIN DECK



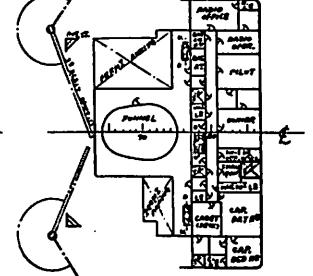
NAVIGATION BRIDGE DECK COMPASS BRIDGE DECK



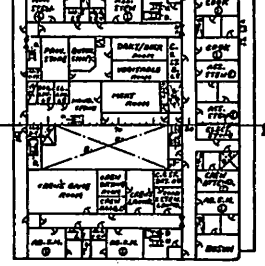
PUBLIC DECK



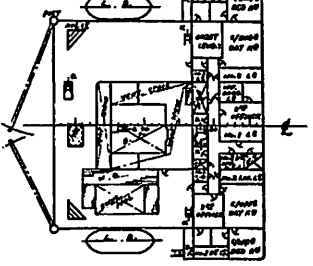
CAPTAIN DECK



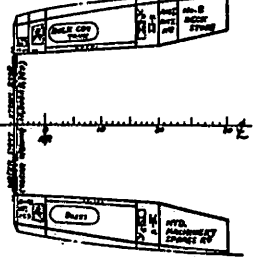
1ST CABIN DECK



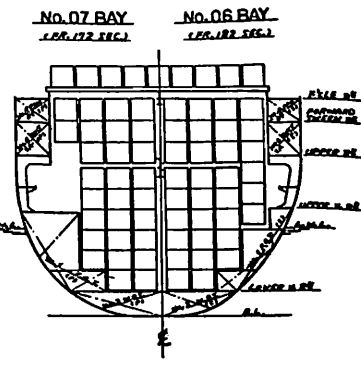
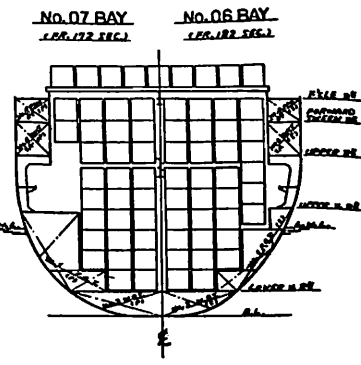
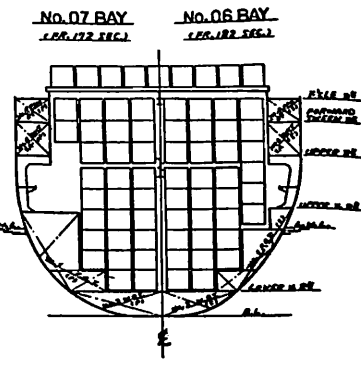
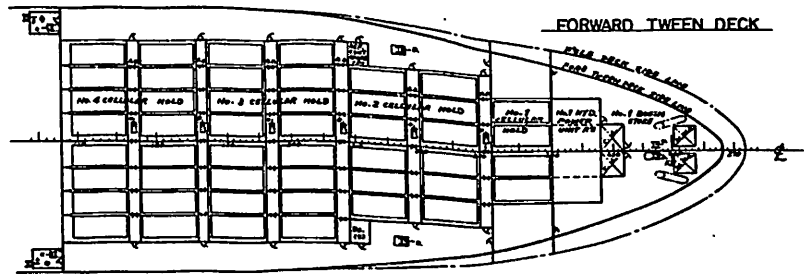
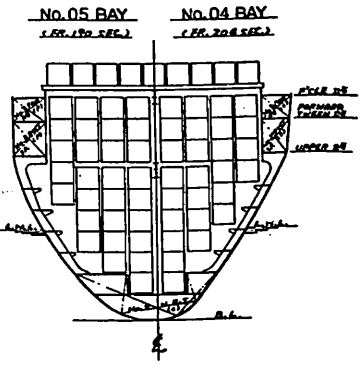
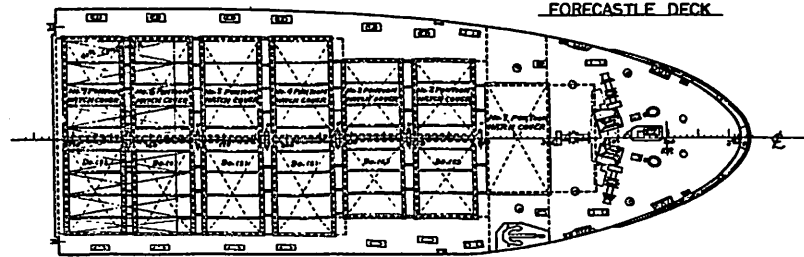
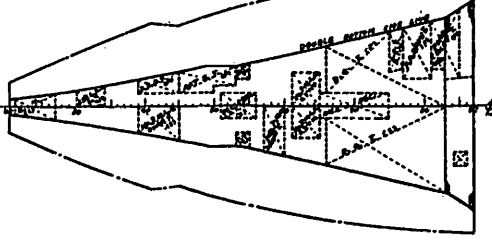
3RD CABIN DECK



AFT 2ND DECK



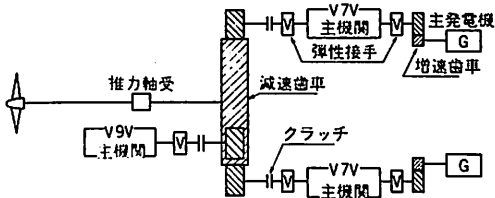
DOUBLE BOTTOM



AUSTRALIAN EMBLEM
一般配置図その2

の主機関はフルカン弾性接手湿式多板クラッチを介して減速歯車に連結されており、自由に推進軸に嵌脱できる。一方2台の主発電機は対応する2台の主機関から弾性接手、増速歯車を介して駆動される。

主機関、主発電機、推進軸系が下図のように配置されているので、次の操作上の利点がある。



- (1) 航海中、万一1台の主機関に故障が発生しても、これを推進軸系から切離し、残り2台で航走を続けることができる。また必要によっては航海中に主機関の一部を手入れすることが可能である。
- (2) 高過給機関であるが、電気ガバナの採用、ならびに可変ピッチプロペラによる常時一定回転制御であるため、後進時、出入港時の急激な負荷変動に対する追従性もよい。
- (3) 主発電機は主機関駆動であるため、航海中の電力消費はC重油で賄われ、運航採算上有利である。
- (4) 出入港、航海操作は、すべて可変ピッチプロペラのコントロールのみで行なわれ、また停泊中プロペラを止める時には駆動エンジンのクラッチを推進軸系から切り離すだけでよい。

5-3 自動化

ブリッジ中央および両ウィングより遠隔操作が可能である可変ピッチプロペラならびにバウスラスタを装備しているので、出入港、離着岸時の操船は非常に容易である。また、ブリッジには危急のために3台全主機関クラッチ脱押ボタンおよび全主機関停止押ボタンを設けている。

主機関の始動停止およびクラッチ嵌脱は、機関制御室からすべて遠隔操作される。主機関の回転制御は電気ガバナ装置に

より行なわれ、クラッチが脱時は各主機関に独立して付属しているスレーブガバナにより行なわれ、クラッチ嵌後出入港時は1組のマスターガバナにより複数の主機関を統括制御し、航海時はピッチガバナが外乱に対して翼角を自動補正し、一定回転数を保持する。この間3台の主機関は、電気式トルクリミッターにより、ラック固定運転となり、航海中各シリンダーの熱負荷は常に一定となる。

これらの電気ガバナの切換えは、通常のクラッチ嵌脱操作、可変ピッチプロペラ翼角ハンドル操作と連動してすべて自動的に行なわれる。また上記電気ガバナ装置と全く独立して、これも機関制御室から遠隔操作できる機械式バックアップガバナを有しており、電気ガバナ故障時に備えている。安全装置としては次のものを設けている。

- (1) 各主機関トリップ（加速度、油圧低下、冷却水圧力低下、減速歯車油圧低下、増速歯車油圧低下、油温上昇）
- (2) クラッチ脱インターロック（主機関トリップ条件に加えて、主機関オーバートルク、クラッチ操作油圧低下）

以上の推進プラントの遠隔および自動制御のほか機関室夜間無人化（UMS）と昼間においては当直監視と平行して、機関室内での整備点検に乗組員の主力を注ぐことができるよう、次のような自動化機器が装備されている。

- (1) 機関室モニター（東京計器製、約140点）
- (2) アラームプリンター
- (3) 翼角レコーダー
- (4) 排ガス温度記録計
- (5) 補助および非常発電機の自動始動、自動同期、自動投入
- (6) スタンバイ補機の自動切換
- (7) ブラックアウト復旧後の必要補機の順次始動
- (8) 燃料油、潤滑油汚器の自動洗滌
- (9) 燃料油、潤滑油清浄機の自動スラッジ排出

- (10) 燃料油積込みの遠隔監視，弁遠隔操作
- (11) 燃料油移送の自動化
- (12) A-C重油自動プログラム切換，C重油粘度自動制御
- (13) 補助ボイラ，パーナ，給水の自動化
- (14) その他，圧力レベル，補機運転の異常警報装置
- (15) 機関室の火災警報

5-4 機関室配置

本船はリフトオン・リフトオフ式と，ロールオン・ロールオフ式両方の機能を有するコンテナ船の特殊性から，機関室の長さ，デッキ高さがかなり制約されていて，その上に，サイドケーシングの採用，下部ビークルデッキへの交通路であるランプウェイが機関室左舷天井を縦断するなど，機関室として有効に使用できるスペースが少ないので機器の配置，配管，換気，交通については十分に時間をかけて検討された。

また高出力中速ディーゼル3台と，減速歯車を搭載しているため，通常の機関室に比較して，室内の騒音，温度が高くなるので居住区画および制御室の防音，防熱にも注意を払っている。その他，運航スケジュールに支障が生じないように，機器の手入れ，点検，補修などを重視したのは勿論のこと，解放，移動装置には特に注意が払われている。

6. 電気部

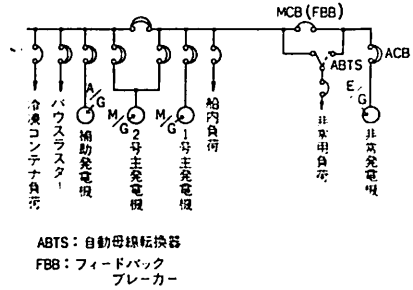
6-1 電源装置

本船の主電源として主機直結のブラシレス発電機 3,100KVA (2,480KW) 450V, 60Hz, 3φ を2台，補助電源としてディーゼル駆動のブラシレス発電機 1,850KVA (1,480KW) 450V, 60Hz, 3φ を1台有している。

また非常電源としてブラシレス発電機 387.5KVA (310KW) 450V, 60Hz, 3φ を1台有している。

直流電源としては DC24V 108AH 鉛蓄電池を2組（1組は予備）持ち，フローティング充電方式を採用している。

主発電機の使用方法は推進としての主機の使用状態，および冷凍コンテナの積荷台数（最大20フィート444個，40フィート4個）によって種々異なるため，本船の母線系統および発電機の保護装置は下図のようになっている。



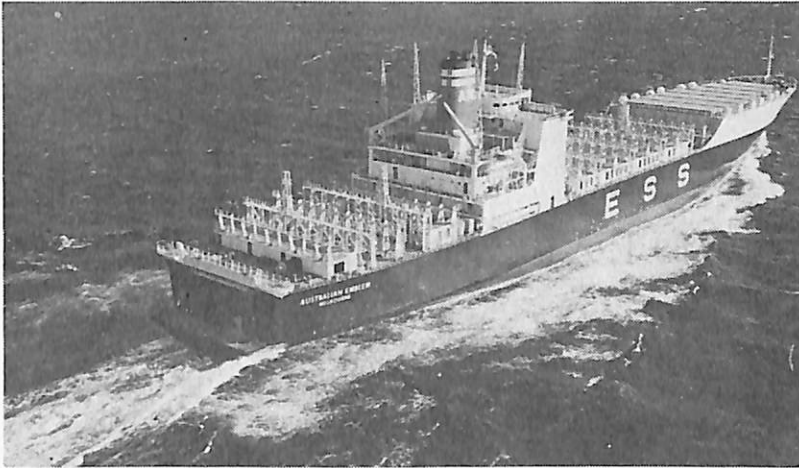
航海時，冷凍コンテナ満載時は，主発電機2台使用であるが，主発電機同士の並行運転は行なわないことを前提としているため，主母線に開閉装置（本船ではACBを使用）を設け，冷凍コンテナ負荷と船内負荷とに各々単独に給電を行なう。

出入港時は主機関のうち1台を主発電機専用とし，補助発電機と平行運転を行ない，船内負荷および冷凍コンテナに給電を行なう。

荷役時は船内負荷に応じて補助発電機あるいは主発電機1台にて給電を行なう。

通常，機関部制御室にて母線の電圧，周波数を監視しており，航海時もし船内負荷母線に電圧異常，周波数異常，ブラックアウトなどの事故が生じた時は，冷凍コンテナ母線に接続されているACBを強制的に引外し，船内負荷母線側のACBが自動的に接続される。勿論，1台の主発電機にてすべての負荷を賄うことができる場合でも，同様の事故が生じた時にアイドル運転の主発電機のACBが自動的に接続される。なお，このブラックアウト切換動作の時に主機関が停止しないよう，燃料，潤滑油および冷却水などの補機の再始動時間の設定値には考慮が払われている。

補助発電機ディーゼルは，主発電機の子備機としても使用できるように自動始動装



公試運転中の
“Australian Emblem”

置を有し、主電源喪失後に自動的に再給電できるようにしている。

非常発電機は非常用としての給電のほかに、主発電機付の主機関の1台を冷始動できるように大きい容量を有しており、給電方式もフィードバック方式を採用している。

配電盤は発電機の切換操作を容易にするため、手動操作装置に加えて、自動同期投入装置、自動負荷配分、移行装置を備えている。

また発電機の操作、監視に必要な計器、表示灯、スイッチなどは集中制御ができるよう発電機制御盤を設けてまとめている。

負荷の急激な変動による過負荷運転を防ぐために、従来の電流要素に加えて、電力要素にても選択リヤ断を行ない、給電の連続性を維持させている。

低圧回路（AC220V）の電源として同一容量の3相変圧器を2台有しており、そのうち1台は予備として、常用使用中の変圧器に事故が生じた場合は、自動的に母線に接続されている。

6-2 船内通信装置

船内通信用として30回線、ページング付自動交換電話機、公室用の船内指令装置、甲板および機関部船員用のトークバック装置を設けている。また居住区、機関室には

火災検知器を付け、操舵室および機関制御室に火災警報盤を設けている。

6-3 航海装置

操舵室には3面のブリッジコンソールを設け、ほとんどすべての航海計器類をこれに組み込んでいる。

レーダーは2台あり、うち1台はTRUE-MOTION式である。

6-4 無線装置

すべてマルコニー製で送信機は1,800W 1台、70W 1台、受信機は全波2台である。またVHF無線電話器を設けている。

6-5 照明装置

船内照明灯はおもに蛍光灯を使用している。機関室には水銀投光器も一部使用して効果良い照明を行なっている。セルラーホールドには60W白熱天井灯を、危険区画である下部ビークルデッキ倉は200W耐圧防爆白熱天井灯を、上部ビークルデッキ倉は電源回路をホールド換気ファンとインターロックした安全増蛍光天井灯を設けている。

上甲板照明は水銀投光器を使用している。またコンテナラッシング用としてバイス付の300W白熱移動灯を備えており、作業が容易にできるよう考慮を払っている。

（川崎重工業株式会社神戸造船事業部造船設計部総合設計課）

1974年の海上人命安全条約の概要

和田 裕 行

「1974年の海上人命安全条約」(「新条約」という)を採択するための国際会議は、1974年10月21日から11月1日まで、ロンドンのIMCO(「政府間海事協議機関」—Inter-Governmental Maritime Consultative Organizationの略)本部において開催された。

本条約会議は1973年11月の第8回総会における決議A. 304(VIII)に基づき、「1960年の海上人命安全条約」(「現行条約」という)に替るべく新条約を採択する目的で開催されたもので、参加国は締約国政府89カ国のうち、67カ国の締約国政府代表、オブザーバーとしてオーストリア、香港の2政府、ILO、ITUの2国連専門機関、ICS、IACS等の10非政府機関が参加した。わが国は本邦から内田守運輸省船舶局長他10名、現地から在英大使館森治樹特命全権大使他4名、総勢16名からなる代表団が参加した。

本条約会議はIMCO第8回総会決議A. 304(VIII)に基づいて開催されたものであり、その目的は

- (1)新条約の早期発効を図る規定を定めること。
- (2)新条約発効後の改正の早期発効を図る規定を定めること。
- (3)IMCO総会により、すでに採択されているが、現在未発効の現行条約の付属規則の改正を新条約にすべて取り入れること。
- (4)IMCO第8回総会が新条約に含めるべく勧告した新規則を新条約に取り入れること。

である。

現行条約は、船舶の構造および設備に関する安全要件をすべて包含しており、1965年に発効して以来今日まで、海上における人命安全と船舶運航の能率向上に大きく貢献してきた。しかしながら、近年における世界の造船技術、船舶運航技術の進歩は著しく、また海上の交通量が飛躍的に増大した結果、現状に適應した新しい規則並びに秩序の確立のために、現行条約の見直しおよび改正を行なうことが必要とされた。このような観点からIMCOは、1966年から1973年にわたって、現行条約の付属規則の一部改正を採択してきた。しかしながら、これらの改善措置は各締約国政府の国内事情により、いずれも効力発生の要件(「全締約国政府の3/5以上により受諾されること」)が満足されないため、未発効のまま現在に至っている。

したがって、この度の会議は安全要件を規定する付属規則(技術規則)について、優先的にその改正発効を容易ならしめるため、現行条約の改正規定を改正することに、大きな意義があると言える。さらに前記(3)および(4)に述べた通り、第8回総会までに採択された現行条約の改正および新規則である「タンカーおよび兼用船の火災安全措置」を含み、新しい「1974年の海上における人命安全条約」として採択し、これを(1)により早期に発効させることがこの度の会議の目的である。

本条約会議および新条約の概要は次のとおりである。

1. 条約会議の運営

会議は総括的役割を果たす本会議、会議の運営事務をとる運営委員会、条約本文を審議する第1委員会、付属書を審議する第2委員会、新条約の最終議定書・条約本文および付属書を起草する起草委員会、出席者の資格審査を行なう信任状委員会が設置された。

なお、新条約の内容について実質審議を担当するのは、第1委員会（「条約本文」担当）および第2委員会（「付属規則」担当）であり、それらにおける審議の結果は次のとおりである。

2. 新条約の構成

現行条約が最終議定書および付属書から、また付属書は条約本文と付属規則から各々構成され、条約本文と付属規則の改正は第9条に規定される同一の改正手続が必要とされている。一方、新条約では最終議定書、条約本文および付属規則から構成され、条約本文および付属規則の改正は第8条で規定されるが、各々の改正手続は異なり、付属規則のうち、法的性格を有する第1章（「適用、定義、検査、証書等」に関する規定）を除く技術規則の改正手続が簡素化され、現行条約の付属規則の改正手続と比較して早期に発効できるように配慮されている。

また、付属規則の第2章は次のとおり改編された。

第2章の1 構造—区画および復原性、機関および電気設備

- A部 総則
- B部 区画および復原性
- C部 機関および電気設備

第2章の2 構造—防火、火災探知および消火

- A部 総則
- B部 36人をこえる旅客船の火災安全措置
- C部 36人以下の旅客船の火災安全措置
- D部 貨物船の火災安全措置
- E部 タンカーおよび兼用船の火災安全

措置

F部 現存旅客船に対する火災安全特別措置

なお、第1章および第3章～第8章の構成は現行条約と同じである。

3. 条約本文関係

条約本文の審議は前述のとおり第1委員会において4日間にわたり行なわれた。採択された事項のうち、現行条約からの改正は次のとおりである。

(1) 現行条約第6条（「戦争の場合における停止」）および同第13条（「地域」）が削除された。特に後者については現行条約が「本条約を適用するにあたっては、その地域の施政権者である国際連合またはその地域に責任を有する締約国政府は、その地域と協議し、その地域に適用することを宣言できる」とされていたが、発展途上国から、本条項は先進国の植民地主義の名残りであるとの反論があり、票決の結果削除された。

(2) 現行条約第9条（「改正」）（新条約第8条）は次のとおり改正された。

新条約との対比のために、始めに現行条約の改正規定をあげれば、次のとおりである。

① 現行条約

(i) IMCOの機関における審議による場合

海上安全委員会が3/5の多数によって採択した勧告に基づき、総会における3/5の多数による採択。

(ii) 条約会議による場合

締約国政府の3/5の同意による要請に基づき会議を開催し、出席しかつ票決に加った3/5の多数による採択。

(iii) 改正発効要件

(i) または(ii)によって採択された条約本文および付属規則の改正は、海上安全委員会に代表を出している16カ国の政府の3/5をふくむ締約国政府の3/5が、受諾した日の後12カ月ですべての締約国に対して効力を生ずる。ただし、受諾拒否の宣言

を効力発生前に行なった締約国は除かれる。

一方、新条約における改正規定は次のとおりである。

② 新条約の改正規定

(i) IMCOの機関における審議による場合

すべての締約国政府からなる「拡大された海上安全委員会(注1)」において締約国政府の $\frac{2}{3}$ 以上が出席し、かつそれらの $\frac{2}{3}$ の多数による採択。

(注1) 従来、海上安全委員会のメンバーは、国際海運に重大な影響を及ぼす16の締約国から成るものとし、その選出のためのカテゴリーが規定されているが、1974年の第5回臨時総会において、発展途上国から、人命の安全を審議する場合であるから、メンバーをすべての締約国に開放すべしとの主張があり、票決の結果、その旨採択されたものである。したがって当面は現行どおりであるが、近い将来、本条項の規定が発効(IMCO条約の改正が発効)した後は、すべての締約国が海上安全委員会の審議に参加できることとなる。

(ii) 条約会議による場合

締約国政府の $\frac{2}{3}$ の同意による要請に基づき会議を開催、出席し、かつ票決に加った締約国政府の $\frac{2}{3}$ の多数による採択。

(iii) 改正発効要件

(i) または(ii)によって採択された改正は、受諾のために締約国政府に通知されるが、改正が受諾されるための要件は「条約本文と付属規則第1章」と「第1章を除く付属規則全般」とでは、次のとおり異なっている。これは、人命の安全に直接関連する後者については、その改正の発効を可能な限り早めようとする配慮によるものである。

(i) 条約本文と付属規則第1章

改正は締約国政府の $\frac{2}{3}$ が受諾した日に受諾されたものとみなされる。

(ii) 第1章を除く付属規則全般

改正は下記の時点で受諾されたものとみなされる。

- (a) 受諾のために締約国政府に通知した日から2年後：または
- (b) 拡大された海上安全委員会において出席し、かつ票決に加った締約国政府の $\frac{2}{3}$ の多数によって決定された1年以上の特定期間後

しかしながら、(a)または(b)の期間内に締約国政府の $\frac{2}{3}$ 以上、または保有船腹量の総計が、総トン数で世界の船腹量総計の50%以上となる締約国政府が改正に反対する旨、IMCO事務局に通告した場合は、改正は受諾されたものとみなされない。

また、発効要件については改正に反対の締約国政府を除き、すべての締約国政府に対して、それが受諾されたとみなされる日の6カ月後に効力を生ずる。

しかしながら発効日より前に、発効日から1年以内の期間または拡大された海上安全委員会において改正案の採択時に出席し、かつ票決に加った締約国政府の $\frac{2}{3}$ の多数により決定されたさらに長い期間、自国に対して改正の適用を免除できることをIMCO事務局に通告できる〔免除通告〕。

本項で示された改正方式は従来のイクスプリシット方式(Explicit Acceptance)に対してタシット方式(Tacit Acceptance)と称され、改正の早期発効を図るために自動発効方式を採り入れた点で画期的である。

なお、反対通告期限は原案では1年であったが、わが国は国内規則の整備に要する期間を配慮して3年とすることを主張したが、英国を中心とする先進国が、これに反対した。

しかしながら、わが国と同じような国内事情を有する国々からも、わが国の提案に対して共鳴があり、審議の結果2年の決定をみたものである。

なお、改正規則によっては2年を要しないものも考えられることから(b)項の規定が付加された。

(3) 現行条約第11条「効力発生」(「新条約第10条」)が次のとおり改正された。

① 現行条約

100万総トン以上の船腹を有する7カ国の受諾を含めて、15カ国以上の国の受諾が第10条(受諾、批准等の規定)により、IMCOに寄託された日の12カ月後で効力を生ずる。

② 新条約

25カ国以上およびそれらの保有船腹が、世界の商船保有船腹量総計の50%以上となる国が第9条(受諾、批准等の規定)に従って加盟した日の12カ月後に効力を生ずる。

わが国を始め、先進諸国は新条約の早期発効を図るため、現行どおり「15カ国」を主張したが、人命の安全確保のためには受諾国の数を増やすべきであるという発展途上国の強い要求により25カ国の決定をみたものである。この結果、新条約の発効は当初の目的とするところから大幅に後退し、発効までは今後少くとも5年は要するものと思われる。

(4) その他

新条約には条約本文には明記されないが、幅広い留保条件が認められた。中南米諸国などの発展途上国から留保を認める条文を新設すべきであるとの提案があり、これに対してわが国始めアメリカ、イギリスなどの先進諸国が反対し、技術的事項に関する留保は許すべきでないという規定を設けることを主張したが、発展途上国は、可能な所から実施すれば良いとして譲らず、票決の結果、国際法の原則どおり、条約には明文化されないが、留

保が認められることとなった。したがって、新条約の発効後、条約証書の互認に際して留保を付さない国は、留保を付した国が発給した条約証書を限定した範囲でしか認めないという事態が生じ、当事国間に紛争が起ることも予想される。

4. 付属規則

付属規則の改正については、すでに現行条約の改正として採択されている規則およびIMCO総会が、新条約に含めるよう勧告した新規則(「タンカー及び兼用船の火災安全措置」)と現行条約の付属規則を統合整理することを目的としている。しかしながら、これらの規則は現在まで海上安全委員会のもとにおいて十分に審議されてきたことから、第2委員会の審議においては、本質的な修正案はほとんど認められず、大部分編集上の整理に止まった。

なお、全般にわたってメートル制が主体として採用され、現行のフィート、ポンド制が従とされた。

現行条約からの改正事項の概要は次のとおりである。

(1) 第1章 一般規定

- ① 国際航海の定義が条約本文第13条(「地域」)の削除に対応し、「地域」に関する個所が削除された。
- ② 新造船の定義として「条約発効以後に建造の船舶」に「同様の建造段階にあるもの」が付け加えられ、大改造の場合などが含まれることとなった。
- ③ 免除規定について、現行の「臨時に国際航海に従事する船舶」に「全く新しいタイプの船舶で規則の適用が不適当な場合」が加えられた。
- ④ 旅客船および貨物船の検査項目にレーダー、音響測深装置、ジャイロ・コンパス、メカニカル・パイロット・ホイストが加えられた。

(2) 第2章の1 構造一区画および復原性、機関および電気設備

現行規則からの本質的な変更はなく、編集上の整理が行なわれ、一部の規則の内容について明確にされた。

例えば、電気系統の火災予防手段として「安全および非常警報システムに必要な内部通報のための配線系統は調理室、機関区域および火災の危険が考えられる個所を避けて配置しなければならない」旨規定された。

(3) 第2章の2 構造一防火関係

① 現行規則ではB級仕切は不燃材でなくともその使用を場所により認めていたが、新規則ではA、BおよびCの各級仕切はすべて不燃材から成ることが規定された。

また、36人をこえる旅客船の場合、居住区域および業務区域の防火措置について、現行の第II方式（「仕切隔壁の型式に制限なし」+自動スプリンクラー装置の備付）は廃止され、新規則では隔壁はすべて不燃材から成るA級、B級およびC級仕切で構造されるものとし、自動スプリンクラー装置、火災探知および警報装置の備付けが義務づけられた。

次に、36人以下の旅客船の場合、現行規則では仕切は必ずしも不燃材でなくともよく、火災探知および警報装置も不要とされていたが、新規則では仕切はすべて不燃材とされ、壁内張等で可燃材の使用は制限され、火災探知および警報装置の備付けが義務づけられた。

なお、現行規則では、A級仕切の防熱材は必ずしも不燃材でなくても認められたが、新規則ではすべて不燃材とすることが規定された。

② 現行の第65規則では、貨物船の固定式消火装置として、蒸気消火装置の使用が認められているが、新規則ではそれが主消火装置としては禁止され、あくまでも他の消火装置の補助的なものとしてのみ備付けが認められることとなった。

③ 火災制御図は現行の「本国語の他に英語訳」から「本国語の他に英語訳またはフランス語訳」となった。

④ 1973年11月の第8回総会決議(A. 271)の「タンカー及び兼用船に対する火災安全措置」が、新規則のE部に編成された。これにより、上記の船舶について居住区域、業務区域、機関区域の貨物油区域からの隔離、居住区域および業務区域における不燃材の使用、各々の区域における防熱および防火構造、甲板貨物区域に対する不活性ガス装置および固定式甲板泡消火装置の備付け等が規定された。

(4) 第3章 救命設備

① 救命艇の方形係数が現行規則では0.64以上であるのに対して、新規則では主管庁が満載時のメタセンター高さおよび乾舷が十分であり、その安全性を認めることができれば0.64よりも小さくすることができることとなった。

② 救命いかだの格納高さが18mをこえる場合、新規則では「救命いかだの投下試験は実際の格納高さで行なうこと」とされた。

③ 救命胴衣については、新規則では現行規則の浮力の要件（7.5kgの荷重の24時間水中支持）が削除され、替って「水中でいかなる姿勢からでも体が垂直よりも後方に傾いた状態で完全な浮遊姿勢を保持できること、また疲労状態、無意識状態でも後傾姿勢を保持できること」とされた。

④ 招集表および非常配置について、新たに「消防班の人員配置」および「消火装置の操作に関して指定された任務」を招集表に示される任務に含めることが規定された。

⑤ 招集および訓練について、新たに「船上で行なった消火訓練の詳細について航海日誌に記録すること」が義務づけられた。

(5) 第4章 無線電信および無線電話

- ① 無線通信士の定義として、現行規則の「少なくとも第1級または第2級の無線電信通信士証明書を有するもの」に、「あるいは海上移動設備に対する無線通信士の一般証明書を有するもの」が新規規則において付け加えられた。
- ② 「無線電話局、無線電話設備そして無線電話の聴守は、他に明白な規定がない限り中間周波数帯に関連して考慮されなければならない」旨、新たに規定され、また無線電話自動警報の規定が設けられた。
- ③ 方向探知器で、無線電話遭難周波数により、ホーミングを行なう場合のホーミング能力に関する規定が新設された。
- ④ 新たに「VHF無線電話局」の規則が設けられ、動力源の保持、VHF無線電話施設、送信周波数の搬送出力等に関する規定が設けられた。
- ⑤ 新たに「無線電話自動警急機の規則」が設けられ、同調回路の最大応答周波数の許容誤差範囲、自動受信装置の作動時間および性能、新設時の作動試験等に関する要件が設けられた。

(6) 第5章 航行の安全

- ① 新たに、総トン数1,600トン以上のすべての船舶にレーダーおよびジャイロ・コンパスの備付けが、総トン数500トン以上のすべての船舶に音響測深装置の備付けが義務づけられた。
- ② 現行規則の「水先人用はしご」に加えて、新たに「水先人用機械式昇降機（メカニカル・パイロット・ホイスト）の備付けが義務づけられた。
- ③ 新たに「オート・パイロットの使用」に関する要件、最新航海図、灯台リスト、潮流図表等航海用刊行物の備付けが

規定された。

(7) 第6章 穀類の運搬

穀類運搬船の非損傷時の復原性確保に関する1973年の第8回総会決議（A. 264）」が、現行の第6章に替って新条約の第6章に改編された。新規規則では、穀類を運搬する船舶について専用船、一般貨物船を区別することなく、非損傷時の復原性確保の要件を定めるとともに、具体的な積付方法は主管庁の指示に任せることとし、現行規則を簡素化した。

(8) 第7章 危険物の運搬および第8章 原子力船

現行規則からの内容の変更はなく、編集上の修正に止まった。

5. 所感

新条約の概要は前述のとおりであるが、このたびの会議の成果として、直接人命の安全にかかわる付属規則（技術規則）の改正規定が現行のそれよりも改善されたことは、一応の前進と評価される。

しかしながら、新条約そのものの発効要件が現行のそれよりも後退し、しかも条約の遵守に際して、全般に留保が認められるなど新条約の目的とするところから逸脱した感は免れない。

とくに、このたびの条約会議をふくめて発展途上国の動きは顕著であり、数において優勢なこれらの国々が、票決において先進国を制したことも新条約の発効を遅らせる1つの要因と考えられる。

今後、わが国はIMCOにおける審議に際して、わが国の意見を反映させてゆくためには、これらの国々からの理解およびこれらの国々との協調が必要となるであろう。

（運輸省船舶局検査測度課/技官）

△

△

タンカーの消火設備の概要

湯 本 秀

まえがき

火災の危険に対処する設備を一口に消防設備と呼んでいるが、機能的には次のものに大別できよう。

- (1) 防火設備 Fire Protection
- (2) 消火設備 Fire extinguishing

また、両者の橋わたしとしての中間的なものとして、火災探知 (Fire Detection) があり、人によってはこれを、消火設備の一環として把えることもある。本稿ではこの中の消火設備につき、現行の、もしくは近き将来のタンカーにおいては、いかなる装備が要求され、またなされているかをとり上げてみるのであるが、その前にタンカーの消防設備に対する考え方を、概略把んでおきたい。

まず、ここで扱うタンカーとは、SOLAS の適用を受ける、主として原油をばら積輸送する船のこととする。SOLAS の適用外のもの、原油以外の可燃性液体を輸送するものについては、各々の船級もしくは国内法によって、SOLAS に準ずる規制を受けているので、このように対象を限定しても理解を妨げるものではないと考えられる。

防火設備

可燃性の危険物を搭載するため、タンカーにおける消火設備は、その構造、配置的に他の船舶とは異なった独自の配慮が必要となり、ルールの規制もあるが、これを一口に言えば、居住区並びに機関室を貨物による危険区域より分離することである。

配置的にはまず、平面的、立体的に隣接さ

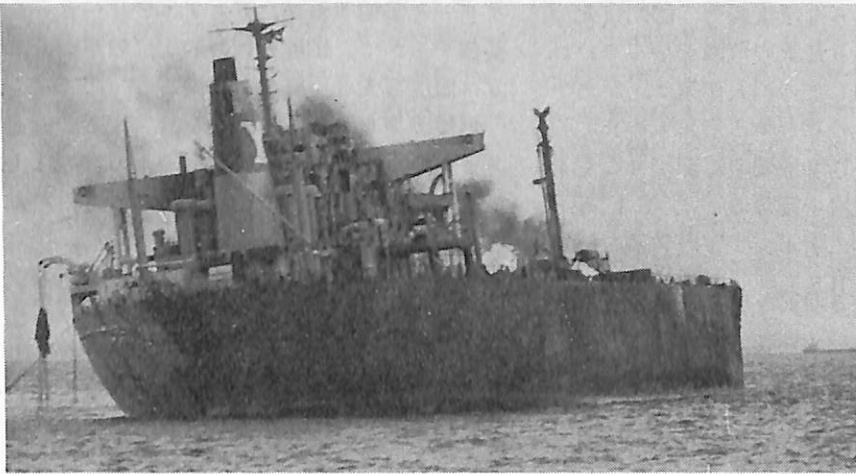
せないようにすることであり、船のあるところを境に前方は貨物による危険区域、後方は居住区および機関室とするやり方である。そして、この境界面は居住区について言えば、不燃材による防熱材 (A-60) もしくは、散水装置によって熱的に遮断する。SOLAS 1960 およびほとんどの現行法では、かかる主旨の規制はないが、SOLAS 1974 として、1973 年秋の IMCO 第 8 回総会における決議 A271 (VIII) の附属書を基にした、改訂作業が目下進められている。一方、ノルウェー (NSC)、スエーデン (SBS)、リベリヤのごとく、すでに現行法の中にとり入れている国もある。

次に構造的には居住区内の仕切壁、内張等の構造材、根太等の副次的な構造材も含め不燃材とする他、材質上不燃材となし難い内装品の種類は、難熱処理を施すとか、石油化学製品の制限で、可燃性もしくは有毒ガスの発生の可能性のあるものの使用を制限している。

さらに危険ガスの侵入の危険性に対し、ガス検知器の装備を持つ場合があり、危険区域との境界面に接する区画、通風装置の空気取入口、または喫煙区画、厨室等の火災区画に装備することが多い。

また、通風装置の空気取入口については、危険ガスの吸入を避けるよう、配置する考慮を要し、荷役中は 100% のリサーキュレーションができるよう、空調装置のダクト配置にも考慮を払いたい。

消火装置への橋わたし的存在の火災探知に



昨年11月9日、東京湾で衝突、炎上する「第10雄洋丸」
写真提供・日本海難防止協会

つについては、装備を義務づけられる場合もあり（例えばSBS, NV “F”）、装備の範囲は人の常時居住する場所のみならず、倉庫、ロッカーのごとく常時人の監視のゆきとどきかねる区画にも装備したいものである。過去においては、かかる倉庫、ロッカーには火災探知器のかわりに、通路側より容易に内部を点検できるよう、かつ火災発生の際は扉を締めたままで内部の消火ができるよう、消火ノズルが差し込める程度の小窓を設けた例もある。

消火設備

消火設備としては、居住区、機関室内の装備はタンカー独自のものはなく、他種船と同種のもので装備されるので、本稿では割愛したい。いわゆる、消火設備として、タンカー独自の装備がなされるのは、貨油艙および貨油艙甲板区域である。

SOLAS 1960およびこれに基づく各国の現行法は、消防ポンプ専用の送水管、消火栓の装備の他、鎮火性ガスもしくは蒸気による固定設備を装備することが義務づけられ、もしくは油火災の特性から、これらにかわって泡による固定消火設備が認められ、また国によっては義務づけられて来た。ただし、現実には特殊な目的のタンカー以外には、鎮火性ガスによる装備に比較して、泡による装備が簡単であること、および蒸気の噴出の際の静電気発生の問題から、これまでのタンカーの固定消火設備といえ、泡による消火装置と

いうことになっていた。

装備の大きさの規定はSOLAS 1960にはなく、各国内法によって定められているが、LR船級を取得する場合には、FOAM PLNTの大きさとしては、DT（英国）の定める要目と同じであるが、油火災に対する効力として、厚さ150mm以上の泡のブランケットが、規定時間内に確保できるように泡の放出モニター、送水管の装備が要求される。具体的には、貨油艙甲板全体として要求される全量の泡溶液を、1/3の貨油艙甲板に集中して放出できる装備が要求される。

泡消火装置への送水を受け持つ消防ポンプは、対象とする貨油艙甲板の全面積の大きさで定まるが、国によっては最大の単独貨油艙甲板の面積、モニター容量によっても左右されるところがあり、さらにモニター容量を規制するところがある。非常用消火ポンプは、本来機関室の火災の際に確保する消防ポンプとして装備が要求されているので、一般には貨油艙区域の泡用送水ポンプとして、機関室内消防ポンプに加算することが認められているが、国（SBS, NSC等）によっては認められないばかりか、泡用の非常送水ポンプとして容量、配管まで規制される場合がある（SBS）。

非常用消火ポンプ装備位置について、機関室火災を考慮して、機関室から一番離れているところという意味で、船のできるだけ前方に配置するよう規定しているルールもある

が、300mを越すような巨大船で、機関室火災といえども、やはり最大の危険を孕んでいる貨油艙区域を經由しての消火作業は、かえって効果の少ないものだとする意見もあり、大型のタンカーにかぎり機関室に臨接もしくは、近傍の区画に配置を認めるところもあり、遠隔操作を条件に主ポンプ室内装備の例もある（NSC，SBS）。

SOLAS 1974

さて目下改訂作業進行中のSOLAS1974であるが、この中で規定される消火設備は泡消火装置とイナートガス装置を2本の柱としているのが特徴である。この二つの装置は、火災に対する在り方を示すものであって、ひとつは火災の予防であり、もうひとつは生じた火災に対する消火である。タンカーの事故は爆発に結びつく可能性が大であるため、従来より貨油艙内雰囲気爆発限界以外に保つ方法（Over-Rich，Over-Lean）が採られて来たが、常時タンク内を不活性の状態に保つ方策として、イナートガス装置の装備が、最善の策として登場したのである。すなわち、いかなる消火設備も、爆発によって、損傷を受けなかった場合しか効力を発揮できないからである。また、いかにタンクが不活性の状態に保たれていても、衝突、坐礁等により船体が大きな損傷を受けると不活性の状態はすぐ破壊され、外に洩出した油に火災を生ずる可能性があり、イナートガス装置の装備だけでは十分ではない。この油火災に対し泡消火装置を装備して、全きを計るのである。さらにこれらの火災に対して、隣接タンクのガス爆発の誘発を防ぎ、消火活動の安全を確保するためにも、イナートガス装置の装備の効果があげられている。

イナートガス装置

専用のイナートガス発生器の他に、発電プラントに組み込まれたガスタービンの燃焼ガスを利用する方式もあるが、一般には船に装備される主ボイラー、もしくは補助ボイラーの燃焼ガスを利用する。ボイラーがエコノマ

イザーを装備するか、ガス・エアヒーターを装備するかで、燃焼ガスの取出位置が変り、ガス温度も大きく異なって来る。

燃焼ガスを冷却し不純物を除去する装置をスクラパーと呼び、一般には海水の接触による冷却および不純物の除去を行う。この冷却された燃焼ガスをイナートガスと称し、送風機を介して、各タンクに分配するのである。

送風機の容量は揚荷用の荷用ポンプが全数100%負荷にて運転されている場合にも、十分余裕を持って送風できるものとしている。送風機は2台以上装備され、要求される最大風量に対し、100%×2台、50%×2台、100%×1・小容量×1、等の組み合わせが用いられる。タービン船の場合は、航海中常時ボイラーの燃焼ガスが利用できるが、ディーゼル船の場合にはバラスト漲替時以外には利用できない上、ボイラー負荷が小さいときはACCの特性上、燃焼ガス中の酸素濃度が高くなる等オペレーション上注意を要する点がある。

注意しなければならないのは、イナートガスの送風管を經由して、貨油艙の危険ガスが機関室に逆流しないようにすることであって、イナートガスプラント不使用時および異常時には、自動的に閉鎖される制御弁とデッキウォーターシールと不還弁の三重の装備によって、逆流防止を図っている。デッキウォーターシールおよび不還弁は船のトリム・ヒールを考慮した、構造および配置となっていなければならない。計装制御の主なもの、ガス温度ガス中の酸素濃度、ガス圧力、スクラパー並びにデッキウォーターシールに対する給水量の監視および警報である。また、酸素濃度、ガス圧力は記録も要求されている。

泡消火装置

貨油艙甲板面積によって定まる容量の規定の他、発泡倍率の最大を12と明記していること。二つのモニターがあれば、必要量を規定時間内に放出できるようモニター容量の規定、配置されるモニター間隔を向風の影響等を考慮して、無風時の射程距離の75%とする一方、1個のモニターの分担面積を押さえて

モニター装備数をきめていることが目新しい。さらに居住区と危険区域との境界線沿いの両舷側附近に、モニターおよび泡用ホース栓の装備を義務づけ、消火作業の殿りとしてることが特徴である。

送水主管は一部が損傷を受けても、その後方の部分が使用可能であるよう、各モニター位置に中間弁の装備が要求されているが、この境界線に装備されるモニターへは、先述のごとく消火作業の殿りとするれば、ルールの規定には明記されていないが、危険区域内で送水主管より分岐給水されるのではなく、独立給水管を配置し、甲板上の送水管が全損しても、消火の機能を確保するよう配慮したいものである。

その他

この他、一連の不幸な大爆発事故において、海水消火が油火災に対しても、予想外の好成績を収めた実績に鑑み、海水による送水主管に対しても泡主管と同様の中間弁装備による機能の確保を図ると同時に、全ての消火ノズルをスプレー・ジェットの切換えノズル

とすることを要求している。

主ポンプ室については特に規定はなく、固定義備としては従来どおり泡もしくは炭酸ガス等の鎮火性ガスによるものになるが、ポンプ室構造の複雑さから考えれば、total flooding方式の方が低倍率の泡方式よりも効果的と考えられようが、作業区画として、作業者が居る可能性に対する鎮火性ガス（窒息性）の放出、およびガス爆発の危険のあるところでの有効な警報装置と脱出時間等につき、論議の分かれるところである。

以上、SOLAS 1974改訂案にみられるタンカーの消火設備を中心に概要を述べて来たが、現行法が国、船級協会によって相当な相異があること、消火装置の詳細がメーカーのシステムにより違いがあること、更に船主にとっても、自船団の安全を図るため、独自の考えに基づく仕様を持っている場合があったりして、具体的記述として総括することができなかったが、タンカーの来たるべき消火設備につき、いくらかの参考になれば幸いである。
(三井造船株式会社千葉造船所)

海外事情

Chevron社のガスタービン／電気推進 35型タンカー

ヘビーデューティ・ガスタービン／電気推進の組み合わせは、コンパクトで軽い推進システムとして、軍艦は勿論、主要寸法をおさえられながらカーゴスペースとデッドウェイトを要求される一部の商船で試用されつつあるが、燃料費とプラント・コストがネックとなり、普及を妨げられている現状である。しかし Chevron 社や、ニュージーランドの Union Steamship Co. では、般員費の高騰と、保守期間の長大化に対処するため、採用に踏切り、特に“Chevron Oregon”は、13名という驚くべき少いクルーで運航が予定されている。同じく船員費の高騰に悩む日本の船主も、この際これを見直したいレポートであろう。(Ship Building & Engineering “Marine Week” ’74 12月6日号)

“Chevron Oregon”を含む6隻の3万5千トン型タンカーの、ガスタービン／電気推進プラントの

設計及び製作を担当するGE社でさえ、このプラントは、概念的には「最も高価且つ低効率」であることを笑いながら認めているが、発注者の Chevron Shipping Co. が、間もなく竣工し、アラスカから北米西岸とハワイを結ぶ航路に就航する第1船“Chevron Oregon”と、シリーズの6隻のフリートの推進プラントに、このユニークな装置を採用した理由のうち、最大のメリットは、13名という、このクラスの商船としては最低の乗組定員であろう。高度に自動化された推進プラントは勿論のこと、衝突予防警報付電子航海装置から、火災報知システム、繫船機まで完全に自動化または遠隔操作可能となっているので、通常航海中及び荷役中を問わず、ワンマン・コントロールが可能である。予定されている13名の多能クルーの内容は次の通りである。

船長 1名：船の指揮者、機関長 1名：機関部監督、航海士 3名：航海、荷役当直担当、技術士 1名：3機士免状所有者、電気士兼無線士 1名、タンカーマン 3名：甲板士兼ポンプマン、甲機兼甲クルー 1名、コック兼司厨士 1名、食堂給仕兼ベッドルームスチュワード 1名、合計13名。

“Chevron Oregon”やニュージーランドの船の成功が、GEにとっては最も期待されている。

タンカーの防火構造について

中岡豊彦

1. はじめに

船上火災の恐ろしさは昨年11月9日の4万総トンLPGタンカー“第10雄洋丸”と1万総トン貨物船“パシフィック・アレス号”の東京湾内での衝突・炎上事故でも記憶に新たなことで、その悲惨な人命犠牲は、われわれ造船業に携わる者にも強烈な教訓として残った。爆発もさることながら火災伝播の早さ、居住区画の燃え易さ、退船までにも保ち得なかった避難通路、役立たなかった消火救命設備等々、咄嗟の衝突事故とはいえ、従来程度の防火および消火規則等では不十分なことを見せつけられた思いが強い。

陸上生産工場での“安全第一”に比べ環境不十分な船上での安全確認はそれ以上に対策が取られているだろうか、またまた大量輸送機関として物を運ぶための“機能第一”になってはいないか、また居住区画では生活設備の充実面により力が注がれてないか、等々の疑問が生じる事故ではあった。

本来、人命安全に関してはその時代の技術進歩に応じて取り得る最大の保護をなすべきものだが、事故のたびに取締規則等が強化される現況は、根本的に視点を変え反省の必要があるのではなからうか。

今回1960年SOLAS（海上人命安全条約）以降の技術進展、社会情勢の変化に対応させるべく諸改正、勧告、決議等の補完を含め条約の早期発効、改正手続きを改善することを目的にタンカーおよびコンビネーション・キャリアーの防火に対するIMCO（政府

間海事機構）勧告（Resolution A271（VIII））を盛り込んだ1974年SOLAS会議が昨年末ロンドンにて67カ国、その他オブザーバー、諸機関参加のもとに開催され、最終議定書、条約本文並びに附属書が採択され、附属書を除く資料を入手したので、IMCO活動、その他を振り返りつつタンカーの居住区画防火構造を主体に述べ、認識を改めたいと思う。

2. IMCOタンカー防火規則の経緯

タンカー防火規則に対するIMCO下部組織の委員会をも含む年譜は、

1971. 10—IMCO第7回総会にて Resolution A213（VII）“Fire Safety Measures for Tankers”が実施時期未定で採択

1973. 9—海上安全委員会（MSC）第28回定例会議にて規則原案が決定

1973. 11—IMCO第8回総会にて Resolution A271（VIII）がMSC原案をもとに、実施期日を1974. 7. 1以降起工するタンカーに適用することを明記し採択

1974. 1—防火小委員会（FP）にて1974年SOLAS原案作製作業

1974. 11—SOLAS会議にて、タンカー防火規則を含む条約改定が行われ「最終議定書」「条約本文」並びに「附属書」がタンカー防火規則適用期日を明記せず採択された。

その間リベリア政府から Marine Notice No. 135 (1974. 4. 23付)としてリベリア国籍タンカーおよびコンビネーション・キャリアーに対し貨物油槽に面する居住区前壁およびその後方3 mまでの A-60 級防火構造 (Regulation 4, Para. (e)) の免除のみを含む IMCO Resolution A271 (VIII) の全面適用が 1975. 4. 1以降起工する船に対して出された。

1971. 10時点の A213 (VII) ではその問題の大きいことの認識はなされていたが、適用日未記入により各関係者とも本式にその検討はされてなかったようだが、1973. 11 の A271 (VIII) に 1974. 7. 1 以降の起工船に適用と明記され、関係業界にて真剣に検討され、その適用時の船型によっては設計大変更、防火材料の生産、供給体制、発注済み材料の変更等の諸問題点もクローズアップされ、各主官庁、船級協会等への諸行動、あるいは主官庁の関係業界からの事情聴取等として表面化したようである。

3. 1974 SOLAS 概要

3-1 最終議定書

会議開催地、開催日、参加国、会議および委員会、会議経過等の内容で 1 項から 15 項に亘る議定書で全参加国が署名されたとのことである。

3-2 条約本文

第 1 条から第 13 条に亘る内容で 1960 SOLAS の諸改正を含む新条約となっている。特に第 8 条の“改正”手続の早期決定、簡略化が見られ、また注目されていた第 10 条の“条約発効”では 1960 SOLAS 規定の“100 万総トン以上の船舶を保有する 7 ヶ国を含めて 15 ヶ国以上の国が受諾後 12 ヶ月後に発効”に対し、新条約では“25 ヶ国以上の国でそれらの商船保有量の総計が世界の商船保有量の総トン 50% 以上となる国々が受諾後 12 ヶ月後に発効”されることになり、IMCO 勧告 A 271 (VIII) に含まれていたタンカー防火規則の適用日は姿を消し、通常条約発行手続きに従うことが明らかになるとともに、条約発行

に必要な受諾国および船腹量ともに増加し、その早期発効は困難視され、その全面適用は相当先になるとの見通しが伝えられている。

ただし一部主官庁、船級協会では正式条約発行を待たずに、その一部適用、または全面適用を規定しているので、注意を要する。

3-3 附属書

条約の実質的の本体とも言える正式附属書は未入手であるが、条約草案に若干の修正が加えられたに止まり、原案通りの技術的内容との通達なので、草案を参照し以下説明する。

今回対象にしている防火、消火については、船種、内蔵する火災危険度に応じて規定されているが、その基本的原則は Chapter II, Part A, Regulation 2 に記述されている下記事項である。

- (a) 熱的、構造的境界による主垂直区画への船の区分
- (b) 熱的、構造的境界により船の他区画からの居住区画の分離
- (c) 可燃材の使用制限
- (d) 火災発生区画内での探知
- (e) 火災発生場所内での封じ込めおよび消火
- (f) 脱出設備と消火用通路の保護
- (g) 消火器具の即時利用
- (h) 引火性貨物蒸気の発火の可能性の極小化

上記各項目に対し 1960 SOLAS では (b)、(d)、(e) および (f) が述べられ、またタンカー防火規則に対してはその原案 A 213 (VII) から (b)、(c)、(e)、(f) および (h) の基本原則が記述され、特に居住区画の他区画からの分離、可燃材の使用制限、脱出通路の保護および貨物蒸気の極小化が、その骨子となる。

すなわち (b) に対しては居住区前壁とその後方 3 m の側壁および機関室と居住区画境界に A-60 級防火構造、(c) に対しては居住区画内では骨材を含む内張材の不燃材料使用、(f) に対しては通路壁の保護および階段室の設置、(e) (h) に対しては載貨重量 10 万トン以上のタンカーおよび 5 万トン以上のコンビネーション・キ

ャリアーの貨物油槽甲板部分および貨物油槽は固定式甲板泡消火装置および固定式イナートガス装置により保護等の諸規定が新たになされたと言える。

以下に PART E “タンカーの火災安全処置”で居住区画の防火構造を主体に、その設計上注意すべき諸点を説明する。

4. 一般配置要素

タンカーの一般配置図と影響あると見られる区画規制を2, 3述べる。

4-1 A類機関区域 (Regulation 56(a)―草案 Part E の規則を示す―以下同様)

A類機関区域(主推進用または他の用途に使用されその合計馬力が500 BHP以上の内燃機関を収容する全ての場所、あるいは油焚きボイラーまたは燃料油装置を収める場所およびその場所に通ずるトランク)は貨物タンクおよびスロップタンクの後方に配置し、コファードム、貨物ポンプ室または燃料油タンクにより貨物タンクおよびスロップタンクから隔離するとともに、貨物ポンプ室およびコファードムの後方に配置しなければならぬが、必ずしも燃料油、タンクの後である必要はない。

またポンプ室の下部にポンプ設置のため天井高さが載貨重量2万5千トン以上では船の型深さの $\frac{1}{3}$ 以下の、また2万5千トン未満ではその $\frac{1}{2}$ 以下のレセスを設けることができる。

上記規則により一部の船でA類機関区域の位置またはポンプレセスの天井高さが規則に触れる場合もあり得、区画変更、配置および配管変更等の大改正もしなければならぬ。

4-2 居住、その他区画 (Reg. 56(b))

居住区域、主貨物制御場所、制御場所(無線機、主要航海機器、非常動力源が置かれる場所または火災報知、火災制御機器が集中配置されている場所)および業務区域(調理室、主配膳室、倉庫、ただし独立配膳室、ロッ

カーは除く、郵便室、機関室の一部以外の作業室、類似場所、これらの場所に通じるトランク)はすべての貨物タンク、スロップタンクおよびA類機関区域から貨物タンクあるいはスロップタンクを隔離する貨物ポンプ室、およびコファードムの後方に配置しなければならない。

従って、貨物ポンプ室上に一部配置された居住区画または主貨物制御場所等があれば、これらの後方への位置移動にも制約があり、居住区画に配置の全面変更等も生じ得る。

4-3 航海室 (Reg. 56(c))

貨物タンク上の航海室設備は航海の目的のみで甲板上最少2mの空所で分離してのみ可能となったので、以前多数建造された三島型の中央部にも居住区画のある配置は今後見られなくなる。

上記各事項は条約適用時期と関連し設計進展中のタンカーに対して言えることで、もちろん初期計画時より考慮されていれば問題はない。

5. 居住区画防火構造

5-1 (1) 階段囲壁 (Reg. 57(㉒))

階段および船員昇降リフトが単一甲板を貫通する場合、少くとも1つのレベルで“A”または“B”級仕切(昇降リフトは“A”級仕切のみ)とし、2つ以上の甲板を貫通する場合は“A”級仕切にて囲わねばならなくなった。

階段は従来その甲板通路および上下甲板とは共通区画で仕切壁がなかったが、今回の鋼壁追加要求によりその周辺区画配置に制約を受け、また階段の様式にもよるが、その囲壁内での上下が必要なので交通用床面積も従来より拡大する必要があり、床面積からも他区画を縮小せねばならぬ等の影響がある。

囲壁付扉は鋼製自動閉鎖式が要求され、ヒンジ掛け式は許されぬ(ただしフェール

セーフ型遠隔解放装置付は許される)ので、従来階段開口部が上下甲板区画の通風バランスの役目をしてきたが、各甲板ごとに閉鎖されているために上記バランスを別途考慮しなければならぬとの2次的問題が生じ得る。

囲壁付扉位置もその緊急脱出時の目的を果たすべく、他配置要素との関連を充分に取り検討されねばならぬ。

(2) 扉位置 (Reg. 56 (f)(i))

内部に居住区域および業務区域を有する船楼および甲板室の貨油タンクに面する前壁または前端から5m以内の側壁には扉を設けられぬので、暴露部扉が必要な区画の上記範囲内の配置が制限され、それに応じて他区画の配置影響が出る。

ただし居住区域および業務区域への通路を持たぬ区画(貨物制御場所、食糧庫、倉庫等)は、主管庁が許可すればA-60級構造をその区画に施工することが許される。

(3) 窓配置 (Reg. 56 (f)(ii), Reg. 57(a)(iii))

前記(2)の扉の設けられぬと同一境界に設置される窓は操舵室を除き固定式とせねばならぬ。その他の窓はヒンジ式でよいが、窓が非常時の脱出口とみなされれば、各甲板ごとに階段部のない囲壁には墜落死せぬように暴露部に張出し、または回廊を設けるか、各居室に命綱等を備えねばならぬとも限らぬ。

回廊でも設ければ居住区暴露部付艀装品

との配置上影響もあり得る。

(4) 通風口等諸開口 (Reg. 58(a), (b))

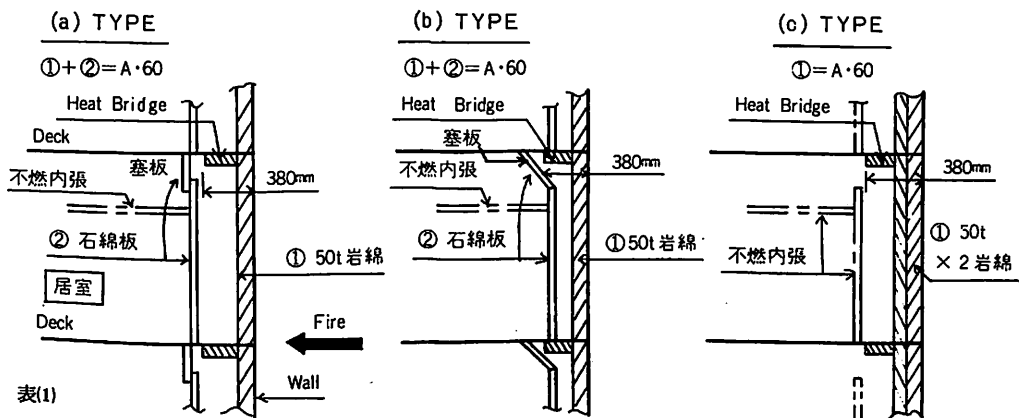
通風吸入口および排出口の配置および他の甲板室および船楼境界区域の開口は、貨物タンク甲板の開口配置および位置と関連し、ガスの侵入の可能性を最少限にするよう、注意が必要である。

(5) 防熱材の伸し (Heat Bridge) と内張深さ

居住区域前面および前端から3m後部の側壁はA-60級構造となるが、その場合USCG, NSC, DOT等で規定されている燃面からの熱影響の押えのため甲板への防熱材の伸ばし380mmをどう処理するかも問題となろう。その他主管庁、船級協会でもどのような詳細要求が出るか分らぬ現在、検討しておくべき事項であろう。

A-60級構造仕様をどのようにするかによっても相違するが、鋼壁と内張間深さを以前より増さねばならぬことになるのでその分だけ居室床面積を減少させるかまたは居住区内の他仕切壁を移設せねばならぬ。近年居住区の諸グレードアップと平行して床面積も増加の傾向にあり、これと上記を考慮した場合には外周壁の移動も生じることもある。防熱材の伸ばしを考慮した時、下図の様式が考えられる(A-60級防火構造は表(1)を参照)

(a) Type は最小の内張深さは約400mmは必要となり床面積への影響は他より一番大



表(1)

きく、そのかわり、(b) Type に比較し Deck to Deck に必要なための塞板の施工が容易となろう。

(b) Type は従来の防熱材50t グラスウールと同厚なので内張深さは変らぬが、塞板の施工、②石綿板と塞板の防火性、またその結合部の支持材は甲板から取る必要があるため、その支持材自身への防熱材の伸ばし等検討の余地がある。

(c) Type は従来より50mm前後内張深さを増さねばならず、また不燃内張の甲板からの支持材(Angle 等)の位置を380mmの防熱材の範囲に入れぬか入れるかにより前記(a)および(b) Type の両ケースが考えられる。

5-2 A級構造 (Reg. 56 (b), (e), Reg. 57(a) (iii) およびその他)

新規則では下記の境界に A-60 級構造の適用が規定されている。

Reg. 56 (b) — 居住区域、業務区域および制御場所と、ポンプ室入口を含む貨物ポンプ室を仕切る共通隔壁

Reg. 56 (e) — 居住区域および業務区域を閉囲する船楼および甲板室の外部境界の貨物油タンクに面する部分の全部およびその前面境界から後へ3mの間の側壁、ただし側壁に対しては主

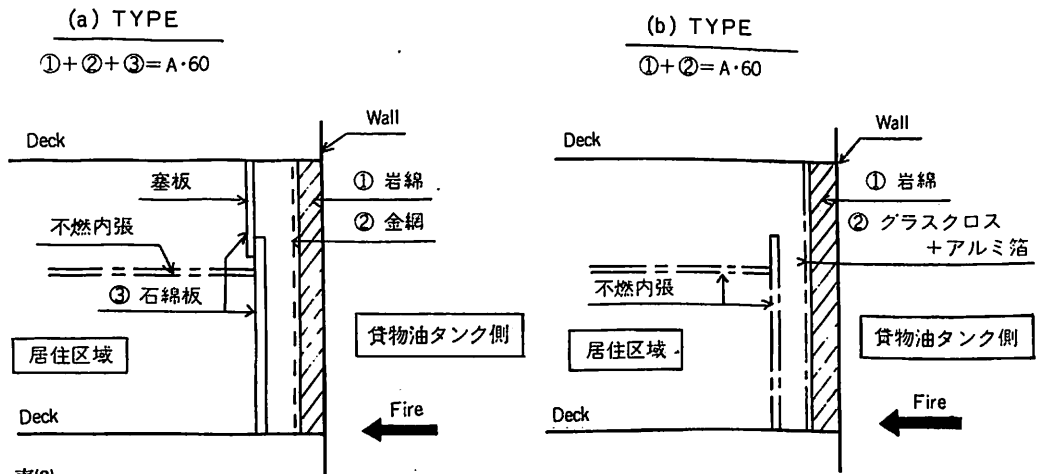
管桁の必要と認める高さまで Reg. 57 (a) (iii) — 居住区域および業務区域からA類機関区域および貨物ポンプ室（それらのトランクも含む）をそれぞれ分離する隔壁および甲板室

タンカーで A-60 級構造の上記境界への適用は初めてで、また所要材料も多量となるので、わが国でもそれぞれのメーカーが各主管庁、船級協会の認可を受けたものが多数あるが（表(1)参照）、その使用場所に応じての選定に注意を要する。

A-60 級構造で所定の標準火災試験に合格したものを基準に実船に適合する構造として大略を以下に述べてみる。

(1) 貨物油タンクに面する居住区域前面の A-60級防熱 (Reg. 56(e))

それぞれのメーカーにより認可済のものは詳細は別として下図(a), (b) Type であるが、A-60 級構造体自体は両者とも Deck to Deck に施工せねばならぬ。両者を比較して見ると (b) Type が岩綿のみでの施工でよいのに比べ、(a) Type は岩綿と石綿板の結合体で特に上端の塞板の施工には前端壁防撓材の上端ブラケットあるいは甲板縦防撓材等のため、工作面でかなりの困難が予想され、また精度も厳格なものが要求され、また倉庫、機械室、その他壁内張材の必要のない箇所へも石綿板の施工をしなく



表(2)

表(1) A級仕切構造一覧表

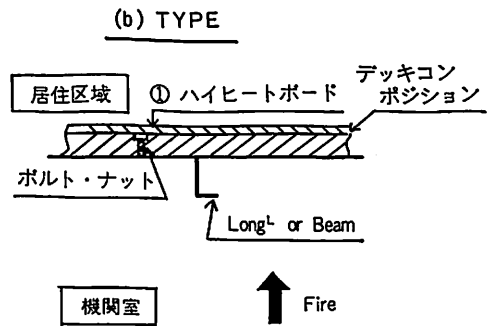
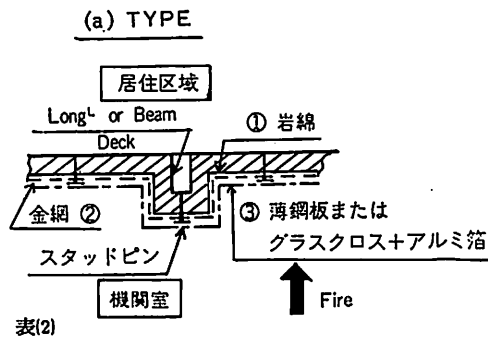
S.50. 1. 10調査

(注) ○：承認取得済
 △：承認申請中
 ー：Fire面を示す

クラス	構造図	概略仕様	主官庁又は船級協会									
			JG	ABS	NSC	CRS	NK	NV	LR	BV		
A-60		①、②～50t岩綿 ③～施工しない ④～	○	○	○				○	△	△	
		①、②～50t岩綿 ③～施工する ④～100×100×25t岩綿	○	○	○	○				○	○	○
		①、②～50t岩綿 ③～施工する ④～施工しない	○	○								
A-60		①～50t岩綿 ②～金網 ③～同上 ④～13t石棉板 ⑤～リップ溝形鋼 ⑥～施工する	○	○	○				○	△	△	
		①～25t岩綿 ②～金網 ③～同上 ④～19t石棉板 ⑤～装備しない ⑥～施工する	○	○	○	○				○	○	○
		①～50t岩綿 ②～金網 ③～25t岩綿 ④～19t石棉板 ⑤～装備しない ⑥～施工する	△	△								
A-60		①～50t岩綿 ②～50t岩綿 ③～トッコ金物 ④～軽量形鋼 ⑤～13t石棉板	○	○	○	△			○	○	○	
		①～50t岩綿 ②～50t岩綿 ③～トッコ金物 ④～軽量形鋼 ⑤～13t石棉板	○	○								
A-60		①～19t石棉板 ②～石棉根太 (50×25) ③～装備せず	○	○	○				○	△	△	
		①～13t石棉板 ②～装備せず ③～軽量形鋼 但しFire面はどちらでも可	○	○	○	○				○	○	○
A-60		①～50t×2岩綿 ②～グラスクロスアルミ箔張	△	△								

(次頁へつづく)

クラス	構造図	概略仕様	主官庁又は船級協会							
			JG	ABS	NSC	CRS	NK	NV	LR	BV
A-60		①-25tハイヒートボード ②-5t石棉板	△	△	△	△		△	△	△
		①-50tハイヒートボード ②-装備せず	○							
		①-30tハイヒートボード ②-装備せず								
A-30		①-25t岩棉 ②-施工せず	○	○					△	
		①-25t岩棉 ②-同上	○	○	○	○		○	○	○
A-30		①-22t石棉板 ①-19t石棉板	○	○					△	
		①-22t石棉板	○	○	○	△		○	○	○
A-15		①-50t岩棉 ②-100×100×25t岩棉	○	○	○	○		○	○	○
A-15		①-19t石棉板	○	○					△	



てはならないことになる。

(b) Type の場合、居室、公室、事務室等が面した所では当然ながら壁、天井内張は施工されるが、Deck to Deck の必要もなく不燃内張のみ要求されるので精度の厳格さは要求されないだろう。従って両 Type を工作面はもちろんのこと、経済性より判断しても現状単価では (b) Type の方がかなり有利であろう。

(2) 居住区域と機関室間の A-60 級防熱 (Reg. 57(a)(iii), (iv))

この防熱は経済性、工作面および船型 (施工面積に影響) により (a) Type のごとく A-60 級防熱を機関室側にするか、(b) Type のように居住区側に施工するか充分検討すべきであろう。

従来の工法より見れば、一般的には居住区域側に防熱材を施工した方が有利であるが、機関室上の居住区域は一般的に倉庫、機械室、糧食冷蔵庫等が集中しており、諸機械台を含めた防熱材の伸ばしの施工の要否が判然としない現状においては、機関室側に施工せざるを得ないであろう。この場合、パイプ、ダクト、電線等が輻湊し、さらに防熱材に油および油蒸気の浸入を防ぐことが義務づけられているので、施工面で相当な煩雑が予想される。このペーパー・バリアーは現在防熱材の表面に薄鋼板を張る方法と、グラスクロスにアルミ箔を張り付けたものとの 2 種類があるが、後者の方が経済性、工作面より判断して有利であろう。

(3) その他

A 級構造にはその他 A-30, 15, 0 の各級構造があるが現在タンカーの防火構造として規定されているのは A-60 および 0 の 2 種類が主体であり、A-0 の場合は殻構造体 (鋼壁または鋼甲板) とせざるを得ない。

5-3 B 級構造 (Reg. 57(b)(i))

防火規則では通路隔壁は“A”または“B”級仕切りと定められており、一般的には B-0 級の隔壁が作られる。殻構造体 (鋼壁) は規則に定められた構造体となることは論をまたないが、その他の構造体として石綿板または薄鋼板に岩綿を張り付けたものが、内張材固着用不燃材骨組と組合せた新工法等が考えられる。

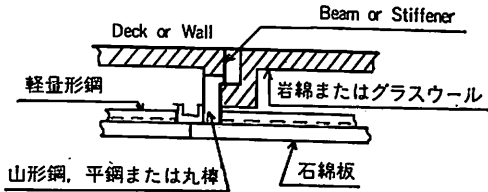
5-4 不燃材料および構造 (Reg. 57(b)(iii), (iv))

天井内張、壁内張、隔壁 (仕切壁) および冷凍区画内以外の防熱材は従来の構造に比べきわめて厳しい防火規制が行われ、約 750℃ で加熱された時、燃えず、自己発火に対しては充分な量の引火性ガスを放出しない不燃材料とし、各主管庁、船級協会の承認を必要とするので、おのずからその材料は制約されることになる。

現在使用されているものとしては鋼板、石綿板、岩綿等がその主材料となっている。

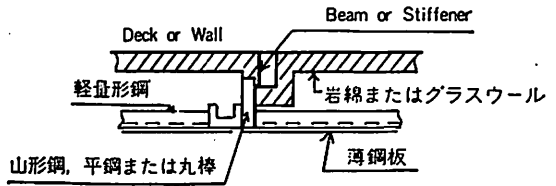
また従来居住区域の防熱材としては、一般的にグラスウールマットが多用されていたが、この防火規則を受けることになれば不燃材としての認定に難があり、使用は避けた方

(a) 石綿板使用の天井、壁内張



表(3)

(b) 鋼板使用の天井、壁内張



が無難であろう。防熱に関して使用される湿気防止材および接着材は冷却システムにて使用する附熱材同様不燃材の必要はない。

(1) 内張構造

一般的に上図のごとく内張材、石綿板または薄鋼板が、その根太材には軽量形鋼または形鋼が、または支持材には山形鋼、平鋼、丸棒等が使用される。また防熱材としては今後岩棉が多用されて来るだろう。

内張の板材はその使用場所により、経済性、作業性を考慮した寸法が採用されているが、一般的には石綿板の場合で天井は6~9mm、壁は9~22mm(いずれも表面化粧材の厚さを除く芯材)が使用され、薄鋼板の場合は天井、壁ともに0.5~1.6mmが使用されている。また石綿板、薄鋼板ともに板厚決定に際し強度上およびパネル振動上、その骨組のピッチ、支持材間隔等充分注意を要する。

(2) 隔構(仕切壁)構造

従来の木構造が石綿板使用の不燃構造になるが、居住区の通路に面する隔壁は“B”級防火壁とするよう規制を受けることになり、それぞれのメーカー取得の認可された壁体を使用することになる。その板厚寸法は22~25mmが一般的である。

(3) その他

薄板鋼板に岩棉を張ったパネルと軽量形鋼の支持材によるプレハブ工法が国内外で開発され、それぞれのメーカーでPRされているが、わが国での実船への適用はまだ試用段階であり、今後の船主、造船所の要求する諸要素に満足する工作法を逐次改善することにより実用化への道も開け、また

今後の居住区内張工法の一つの方向を示すものと思う。

現在の内張不燃材料の主力の石綿板は材料入手難、コスト高に加え粉じん公害の問題があり好むと好まざるとにかかわらず、その使用に若干の制限が加えられるが、これに代る新しい材料の開発がそれぞれのメーカーにより研究されつつあり、その成果が期待される。当面石綿板使用時のコスト低減、粉じん公害防止対策が最重要課題となるだろう。

また居住区画環境改善の一つに防音対策があるが、従来多用されていた防熱材のグラスウール、壁体の合板に対し、新規則によりおのおの岩棉、石綿板等に代るわけだが、それらの同厚に対する防音率はほぼ同程度だが、今後は各主管庁、船主側よりの規則も強化されると思われるので、その面での改善も必要となろう。

5-5 内張表面の化粧材質 (Reg. 57 (a) (xi) および(b)(iii), (v), (vi))

内張表面の化粧材質は一般的にはメラミン、ダップ、ポリエステル各樹脂、ペイント等、それぞれの船級協会の認定材料を使用することになるが、現在では居住性の向上、補修費の軽減等の理由によりペイント塗装は一部を除き廃止の方向にある。

防火規則では通路、階段囲壁および制御場所は厚さ1.5mm以下、その他の場所は2.0mm以下の制約が設けられているが、材料管理の面からその使用個所により各種厚さを準備するのは好ましくないで、その厚さは1.5mm以下に限定した方が有利である。表面の化粧

材質はその使用する場所、価格を充分検討の上、選定することが必要である。

工作面より見た場合の化粧材質はダップ樹脂、ポリエステル樹脂等がメラミン樹脂に比べ有利であるが、天井内張の場合取付後の材料運搬による接触はないが、壁および隔壁は取付後、船の運航中も材料の運搬が繁しいので破損防止上その表面は硬度の高いものが要求される。従ってダップ樹脂、ポリエステル樹脂等を上張りする場合、石綿板の表面は硬質層をもったものを使用する。またメラミン樹脂の上張材使用の場合、この材料自体が硬度の高いものであるから石綿板は軟質なものでもよいことになる。

経済性より見た場合、天井材はダップ樹脂、ポリエステル樹脂等が有利であるが、壁、隔壁の場合、基材の石綿板がメラミン樹脂上張材使用の方が安く、張加工等総合的に判断してもメラミン樹脂上張材の方が有利である。しかし、メラミン樹脂上張材と石綿板は機械強度、吸脱湿時の寸法変化、挙動など物性が異なり、複合体としての使い方に無理があると施工後パネルに“反り”“クラック”または“剝離”が生じた例もあるので、材料の選択、保管、切削加工、取付け、使用場所等充分検討して使用せねばならない。

また表面材とともに注意を要するのは石綿板で材料の組成上固くもろいのでネジの保持力が悪く、石綿板自身の固着および壁付への織装品の取付方法は表面材の割れとともに注意を要する。

現在は石綿板と組合せ上、表面材の種類は従来に比べ少いが、部屋のカラースキーム上在来並みの豊富さが早急に望まれる。

5-6 扉および窓 (Reg. 57 (a)(vii), (b)(i), (vii) Reg. 59 および Reg. 56 (f)(iii))

居住区域の各クラス壁体につくものに扉と窓があるが、扉は一般的認識として各防火隔壁のそれぞれのクラスと同等の防火構造体のものが要求されるという観点から使用量の多いクラスに限定して述べてみる。

(1) A級扉

この扉はIMCO防火の問題発生前より国内では一部メーカーによって開発研究がされていたようだが規定が明かになって国内のサッシュ扉メーカーのほとんどが開発に乗り出し、各主管庁、船級協会の認可済のもの、待ちのもの、準備中のもの等種々あるようだが、認可済はいまだその一部であるようである。

構造は不燃材とすることはもちろんだが扉の性質上石綿板のみの単体では経済上、工作上に難点があり、現在ではまだ開発されていない。

A-60 級扉は火にさらされない面の温度上昇に制限があるので、薄鋼板、石綿板、岩綿等の組合せにより作られ、A級壁の特長である炎、煙の通過阻止のため扉と枠間に不燃性のパッキンを挿入している。扉枠は一般には薄鋼板製である。

A-0 級扉は火にさらされない面の温度上昇制限がないので薄鋼板で作られるが、標準火災時の事情により岩綿を充填しているメーカーもあるようだ。扉、枠間はA-60級扉同様不燃性パッキンを挿入し、炎、煙の通過を防いでいる。

附属品として錠前、蝶番等があるが、材質はステンレススチールが使用されている。A級扉の場合規則で自動閉鎖式が要求され一般的にはドアチェックを装備するが、国産品の容量内での自動閉鎖扉ということになればおのずから扉重量に制限が加えられ、現在では上限約80kgとなろう。

現在国内メーカーのほとんどがスイング扉の研究開発に全力を傾注しているようだが、船主要望にこたえるべくスライディング扉の開発も急務といえる。また居住区配置によっては緊急脱出のための開口がA級扉でも必要となるかも知れないので、これの開発も必要であろう。

(2) B級扉

木材質の扉として現在B-0 級が使用されているが、木製は現在のところどのような処理をしても規定上の不燃材とすることは困難で、一般的には薄鋼板で構成される。

この場合A級扉に比べ規定は緩やかで扉と枠間の隙間が若干あってもよく(炎通過阻止のみ)、標準火災試験もA級の60分に対し30分と時間が短いためA級扉に比較して製作上困難でない。

附属品としての錠前、蝶番等の材質も真鍮製またはステンレススチールが使用されている。

その他居室よりの緊急脱出のため扉の下半分にルーバー兼用の開口を設けるが、錠前を内部より簡単に開錠できるもの等の規定もあるので注意を要する。

扉の表面仕上げについては一般的に焼付エナメル塗装であるが、船主の希望により壁面と同仕上げを要求されることもあり、メラミン化粧板その他で装飾することもある。

(3) 窓

上甲板上第一層の壁体付窓は鋼または同等の材料の内蓋を備え、またA-60級構造体につく窓も従来使用されて来たアルミ合金製では問題があるようである。

5-7 甲板、壁体への諸貫通 (Reg. 57(c)および(d))

ダクトに対して規定があり、機関室用のそれはA-60級防熱および自動火災ダンパーがなければ居住区域、業務区域、または制御区域を通過させることができず、また逆に居住区域等のダクトは自動火災ダンパーなしでは機関室を通過させられない。

規則にはダクト以外のパイプ、電線等の貫通に対して記述がないが、ダクト同様貫通壁体または甲板自身とすべての点で劣る貫通物を設けられないとの一般的解釈に従い、今以上の諸注意が必要である。

特に通路壁、階段囲壁、その他カテゴリーの囲壁および甲板、また天井内張り、壁内張りの閉塞された空間には14m以下の風止め等も新設されたので、できるだけ厳しい囲壁および甲板を貫通せぬような導設、配置要素も必要と思われる。

7. おわりに

今まで客船、カーフェリー等の特殊船に限定され適用されていた防火構造であったが、昨年末の1974 SOLASの採択に伴い、タンカー防火構造に対する新規則が追加されたのを機会に、その主として居住区域の適用に際しての注意、諸問題を感じるままに述べて来た。

貨物船に対してもIMCO防火小委員会が昨年末開催され、現在検討中と伝え聞き、また今春までにIMCO海上安全委員会で各国の1974 SOLASに対しての適用状況、問題点、受諾予定等が述べられるとのことなので、条約の発行時期もより明確になると考えられる。

現在でも一部主管庁の部分適用方針も出され、関係者は実船適用に対し真剣に検討中のことと思われる。

今後望まれることは条約中に各国主管庁、船級協会に委ねられている項目も多々あるので、人命安全上に国籍、人種等の差はあるべきでないとの原則より可能なかぎりの同一解釈、適用が期待される。

また本条約適用による船価アップは安くはないといわれるが、万一の事故時にその人命、物損に与える影響の更に甚大なることの予防措置として、その早期適用の理解を得、また防火材料メーカー、取扱業者の新製品開発改善とともに材料製品の安価提供を受け、かつ造船業界の防火、消火の基本原則の充分なる理解により、その設計適用、材料の選定、工法改善による工費削減等による船価への反映、乗組員の方々の運行、取扱上の諸注意の励行等々の相乗効果により、さらに安全な船舶の運行を期し、共に関係業界の発展を望みたいと思う。

(石川島播磨重工業株式会社呉造船所船舶設計部内装設計課長)

△

△

船舶のイージー・メンテナンス

川原 隆

1. はじめに

船舶を運航するに当り、その一生を通じて良好なコンディションを保持せしめるためには、乗組員による船内での点検、保守、整備等の諸作業と、造船所や船舶修理業者による故障や破損、衰耗等の修理作業とが必要である。そして一般に前者をメンテナンス、後者をリペヤーという言葉で代表させている。しかし実際には乗組員の手でリペヤーも行なわれ、造船所でメンテナンス作業が行なわれているのが実情である。表題のイージー・メンテナンスとは、必ずしも適当な言葉とは思わぬが、船社で一生を通じて良好なコンディションで船舶をメインテナンスするための点検、保守、整備、修理等一切の作業が少なくてすむとか、それに要する時間や費用があまりかからないというような意味に用いている。

日本郵船では昭和47年初から、当時の大型船、高船価船等の建造の趨勢と、修繕費高騰の傾向とに鑑み、社内にイージー・メンテナンス船研究会、略してE. M. 船研究会を設けて研究をスタートしたが、翌年にはタンカーに関する研究結果をとりまとめてE. M. ハンドブックを作成し、その途中でたまたま建造中であつた住重追浜の超大型第一船「高崎丸」に研究成果の一部をとり入れた。

一方、わが国各造船所の間でも、船社とはまた違った角度から、船舶修理業に対するいろいろの問題点をとり上げて、活発な研究が行なわれていたが、わが社のE. M. 船の研究とほぼ時を同じくして造船工業会修繕船部会

で「リペイイージー対策」についての研究成果がとりまとめて発表された。

これらについて以下に述べてみたい。

2. E. M. 船研究の動機

一昨年のオイル・ショック以来の物価上昇は、われわれの日常生活の中でいやというほど体験したので、20%や30%の上昇と言ってもあまり驚かなくなってきたが、一般諸物価がまだ比較的落着いていた一昨年夏頃までの間では、船舶の経費の中で毎年最も上昇率の高いのが、船員費と修繕費ということで、われわれも船社工務担当者として、夙にこの点に着目して、いかにして修繕費の上昇を抑えるかに腐心したものである。

元来、船舶の修繕というものは、所謂、労働集約型産業の典型的なもので、修繕費の中で約70%を人件費で占めているため、最近のように人件費高騰のはなはだしい世の中では、他の経費に比して修繕費の高騰が著しいのは当然といえば当然である。因みに昭和44年度と48年度の中核6社の船種、船型別ハイヤー・ベースの構成比較を次頁表1に示したが、船員費と共に修繕費の高騰がいかに大きいか判る。更に表2は1万G. T. 型船の昭和44年から47年に至る修繕工事費指数の推移を示している。

以上のデータから見て、修繕費の高騰を抑えることが、船舶の経済性を高めるために、いかに重要であるかが判っていただけのことと思う。

また人件費のみならず、当時においては需

表 1

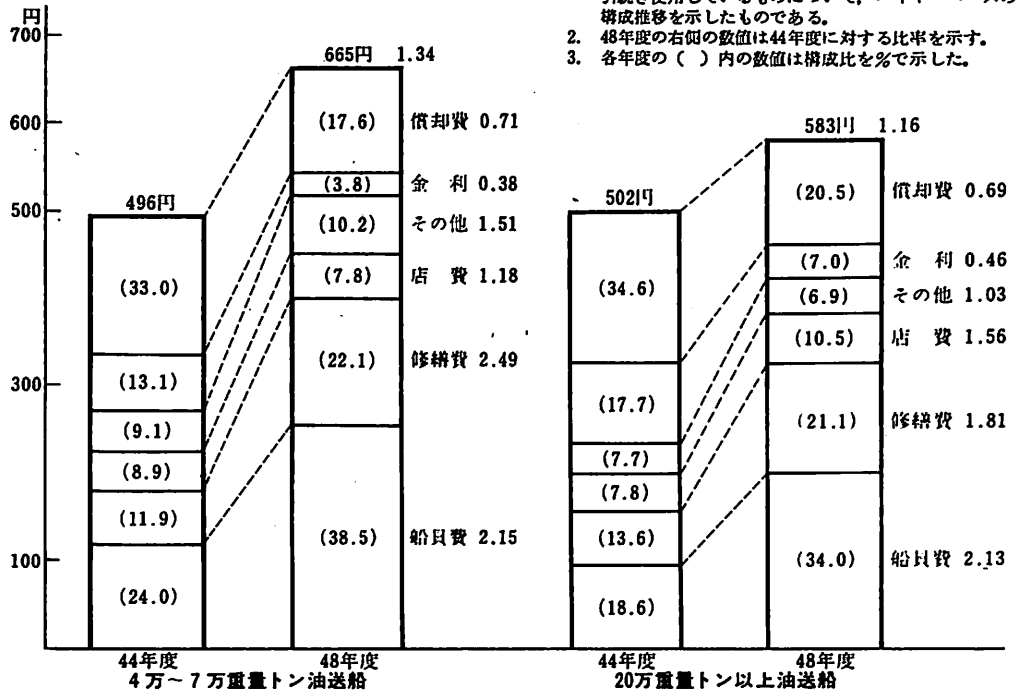
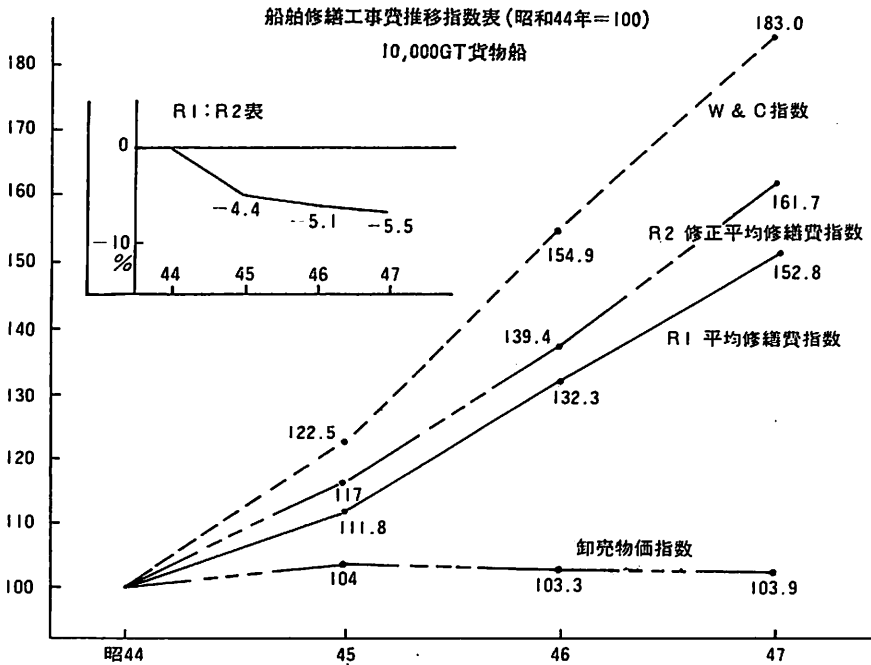


表 2



要増に対し、供給力不足が影響して、新造船価も平均年率10%に近い上昇をつづけ、加えて船舶の大型化、高速化、高性能化が進んだために、最近のV L C Cでは1隻100億円以上、超高速コンテナ船では150億円以上という高船価に及んでいる。

このほか前記の通り、船員費の増大は船費増を来し、船主経済を圧迫していることは周知の通りで、もし事故や故障で船が1日でもストップすれば、不稼働による損害即ちデマレージは1日につき数百万円から1千万円という膨大なものとなってきた。このことは修繕工事を行なう場合にも当てはまるもので、修繕日数の短縮が同様な金額で評価されるわけである。

さらにタンカーの場合にはちょっとした事故や故障でも、それを修理するにはガス・フリーを必要とする場合が多く、このガス・フリー作業が最近の海洋汚染防止との関係で、従来より長時日を要し、本来の修理工事は1日で終るものでも、ガス・フリーのために7～8日が加算されて、思わぬ滞船となるものである。従って中、定検のような長期間を要する修理工事の時はやむを得ぬが、それ以外の時でガス・フリーを伴うような修理工事が発生するのは、出来るだけ避けるべきで、このため腐蝕衰耗や、設計、工作の不良等で、船殻関係や諸管、バルブ等にそのような事故が起きないように、建造時からあらかじめ十分に心がけておく必要がある。

このような事情に更に輪をかけて、デマレージ増大の原因となるものに、造船所の週休2日制という問題がある。週末を挟んで修理工事が行なわれる場合、それだけ不稼働日数による損害が発生するわけである。

最近における船舶の近代化により、定員削減がかなり進められてきたが、このため従来乗組員の手によって行なわれてきた船内での点検、保守、整備等の作業が行ないにくくなってきており、このため各機器や装置の信頼性向上と、保守、整備不要の方向への研究開発が必要となってくる。また最近の自動化船は所謂M0船として、基本仕様もほぼ定着し

ているが、その効果を発揮するためにも、各機器の信頼性向上が不可欠の要素となっている。

このような背景を考えると、これまでとかく、運航性能を基本要素として考えられてきた船舶の仕様に対し、建造時から上述の諸因子をも深く考慮に入れて、仕様の決定を行なう必要があり、このためたとえ建造船価が若干余計にかかっても、就航後において

(イ) 故障や衰耗、破損を生じても修理、復旧のための作業量が少なくてすむとか、修理し易い設計、工作となっているために修理費が安い。

(ロ) 同様に修理日数が少なくてすむために、デマレージによる損害が少い。

(ハ) 信頼性の高い仕様となっているために、事故、衰耗、破損などによって不時の不稼働を生ずるようなことがない。

(ニ) 船内でのメンテナンスが容易で手がかからない。

などのメリットによって、余計にかかった建造時の船価増大分を、船の一生を通じて完全にとり返して、なほおつりがくるといようにすることが望まれる。

では具体的にどのように仕様の変更を加えればよいかということの研究対象として、われわれの「E.M.船」の研究はスタートした次第である。

このような考え方、即ち余計な初期投資を加えて仕様を上げておいて、就航後に現われてくる効果によって、長期的にみて初期の余分の投資以上の利益をあげて総合的にみて経済性の向上を図るという発想は何も目新しいものではなくて、常々、われわれ船社の工務担当者としては、ベーシックな常識として身につけているところである。しかしながら、従来メンテナンスやリペヤーに関して、これを主な対象として、しかも系統だつてこの発想を適用した研究はその例を聞かず、わが国では初めての企てではないかと思う。

それについて思い起されるのは、約10年前のことであるが、ブルー・ファッション・ラインの名で有名な、定期船業界の名門、アルフ

レッド・ホルト社の工務担当取締役 Sir Stewart Mactier 氏が、英国の R. I. N. A. で発表した同社のライナーの設計方針に関する論文である。

この中で新造船の仕様の決定に当って、将来の修繕工事が少なくてすむように、また修繕がしやすいようにするために、いかに意を用いているかについて論文のかなりの紙面をさいて具体例をいろいろ述べていたが、当時のわが国の状態では、新造コストを低く抑えて、出来るだけ性能を高めるには、いかにすればよいか最大の関心事で、将来の修繕工事のことについてこれほどまでに新造時から考慮を払ってスペックを決定している彼らの考え方が、奇異に感じられることを、当時先輩と話し合ったのを今でも憶えている。当時すでに英国では、人件費高騰によって修繕費が増大し、その対策として、われわれが今考えている E. M. という思想をとり入れていたわけで、今ようやくわが国にもこれを必要とする時代が来たと思うと、深い感慨を覚える。

3. E. M. 研究の状況

当社では昭和 47 年初めに「E. M. 船研究会」を設けて、本、支店の新造船、修繕船関係各課の共同作業として、差当り問題の多いタンカーに関してこの研究にとり組んだ。その方法について述べるとまず、

- (1) 研究対象項目すなわち E. M. 的発想による仕様変更項目の蒐集、
- (2) 同上項目の取捨選択、統合、整理、配列、
- (3) 同上項目を適用した場合の効果と、採用に伴うデメリットと経済性以外の影響、

の順で研究し、それをとりまとめてハンドブック式のものを作ることにしたが、(1)の項目蒐集に当っては、過去のデータから統計的に出すことはやめて、より効果的な方法として関係各課で過去の経験と勘を生かして、従来のスペックから変更した方が船価は上るが、総合的経済性は向上するような項目を選び出

すということ念頭において、

1. 過去の損傷、故障例から見て、この防止対策
2. 構造、機器、艀装品の老化抑制対策
3. 入渠、検査、ガス・フリー工期短縮対策
4. 修理、整備作業用設備改善策
5. 応急時のバック・アップ対策
6. 故障、損傷探知対策
7. 保船方式の改善

と言った見方から対象項目のピックアップを行ない、更に当社の修繕船を通じて関係の深い造船会社 3 社 5 工場の修繕部門にもお願いして、同様な趣旨で対象項目を取りまとめていただき、それら 5 工場とそれぞれの対象項目につき協議、討論を行なった。各工場から提出された資料は、項目にして延べ 1,000 項目以上にもものぼったものと思う。更に海事協会の協力も得て内容の充実に努め、各造船所の新造船部門からは、従来の建造の際の経験上、他船主との間で論じられた E. M. 的性格の項目につきアドバイスを受けるなどして、衆知を集めた。

このようにして集めた各項目につき、類似のものは統合し、適宜分類配列と、取捨選択を行なって、これに各項目に対し、それを採用した場合の効果と、採用に伴うデメリット、更に経済性以外に及ぼす影響等を附記して一応ハンドブックの型式にまとめ上げた。これに従ってその後の各船につき建造時に各項目の見積りを取り、経済効果その他の影響を勘案して、各項目ごとに採否を検討することとなる。

その内容については後述の実船への適用例を参照願いたい。

4. E. M. の適用

- (1) E. M. 第一船高崎丸について

E. M. を研究していた昭和 47~48 年頃たまたま住友重機械追浜造船所で VLCC (28 次船、高崎丸) 建造のため、スペックを打合せ中であったので、同社に対し当社の E. M. に対する考え方、並びに今後のタンカーに出来

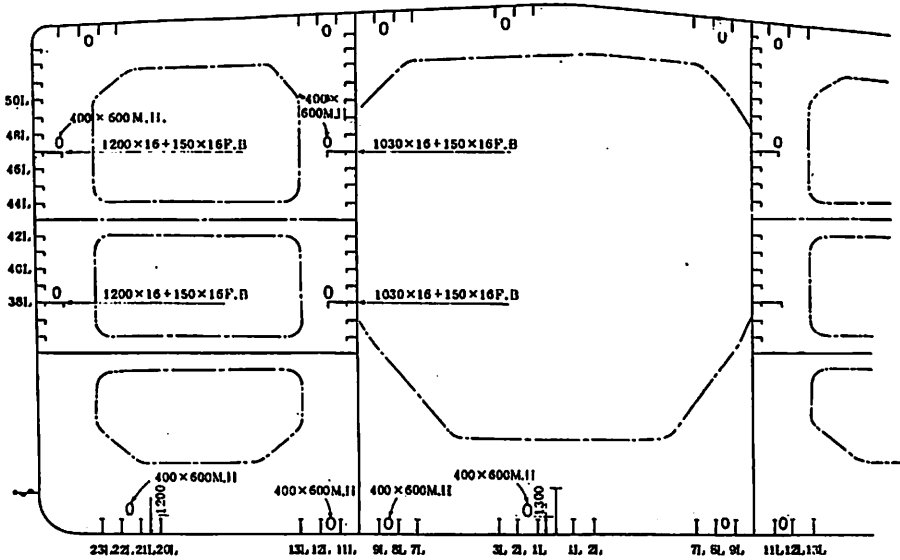


図1 構造部材を利用したタンク内足場

るだけ E. M. を採用しようとする方針を話して協力を求めたところ、既に設計がかなり進んだ段階ではあったが、極めて協力的な態度をもって受入れてもらえることとなった。もっともスペックがかなり固まりかけていたのを変更しようというわけで、更に当社の E. M. の研究も十分進んではいなかったこともあって、必ずしも大幅な採用は出来なかったが、とに角当社の E. M. 第一船ということが出来よう。

さてその内容の一部（船体部のみ）を紹介すると、

(1) 点検容易なタンク構造の採用

さきに海運、造船界で議論をよんだ大型船点検問題以来、タンク内足場はいろいろと論じられているが、専用足場を常設するのは不経済で、安全上も問題があり、本船ではタンク周壁の船殻構造部材自体を足場として利用するような設計とした。その概要は図1でわかる通り、ウイング・タンクの船側縦通材及び縦隔壁付縦通材にそれぞれ2条の幅広ストリンガー（幅 1.2m）を取付け、各トランス・ウェブにマンホールを穿ち、このほか

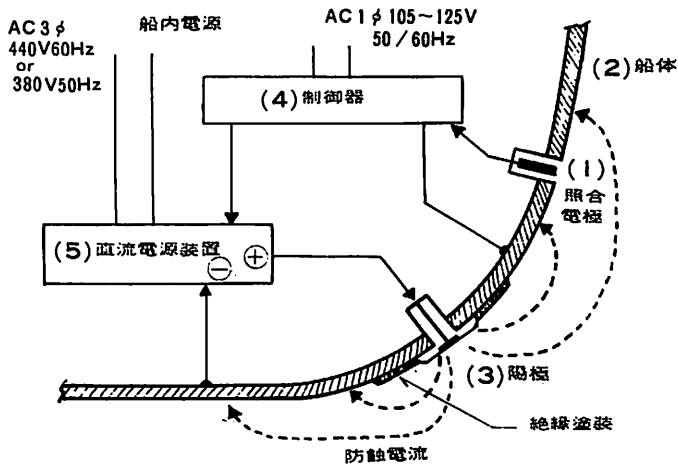


図2 外部電源防蝕装置の原理

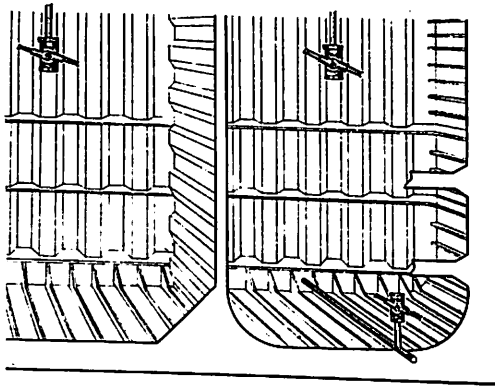


図3 槽底にも装置したクリーニングマシン

横隔壁付サイドガーダーを片面のみでなく、前後両面に設け、前者と併せて点検用回路とした。この回路に沿ってバンドレール・グリップや梯子等も設け、通行の便を図った。これにより比較的少ない鋼材重量で足場を確保しうることとなった。また住重自身の研究によって開発された井桁式ブロック組立法による縦通材貫通スロットのノー・カラー方式は従来頻発していたトラブルを一挙に解決し E.M. 効果の大なるものと大いに期待している。

(ロ) 高級なタンク防蝕のグレード

大型船のタンクの腐蝕防止は、E.M. 上最大の課題であって、当社では24次タンカーにタール・エポキシによる特殊塗料を導入して以来、就航船での実績を積重ねたあげく、漸く最近に至り決定版ともいべき塗装仕様を確立し、これを本船に適用した。即ち艙艙槽は全面200ミクロンのタール・エポキシ、その他の専用パラスト・タンク、スロップ・タンクは甲板裏ロンジ材まで無機亜鉛で、その他の面は全部タール・エポキシ。兼用パラスト・タンクは甲板裏ロンジ材まで無機亜鉛、下方9mまでタール・エポキシとした。

(ハ) 外板塗装のグレード・アップ

運航経済性向上のため、2年間ノードックを目途とし、スピード低下の少いことを期待して水線下外板にエポキシ系重

塗装と、外部電源防蝕装置を採用した。

(図2参照)

(ニ) 耐久性を考慮した諸管材質の向上

従来、タンカーの貨油管の腐蝕によるトラブルでは苦い経験を重ねたが、当社ではこれに基き、既に24次船以降のタンカーでは貨油管に鋳鋼管を採用してきた。その後、他の管系も逐次材質を研究改善してきたが、本船では最終的に次のようなものとした。

貨油、パラスト管……鋳鋼管

スロップ・タンク加熱管……アルミブラ
ス管

リモコン用油圧管……同上

甲板蒸気管……アルマー加工鋼管

イナート・ガス系ベント管……内面タ
ール・エポキシ塗装鋼管

イナート・ガス系ドレン管……ポリプ
ロピレン・ライニング鋼
管

このほか曝露甲板及びタンク内ドレッサー管接手のボルト、ナットをステンレス製とし、居住区に清水サニタリーを採用して管系の腐蝕防止につとめた。

(ホ) そのほか詳細説明は省くが、図3に示すようなクリーニングマシンをタンク底部にも設置し、タンク洗滌効率の向上による時間短縮を図ったり、洗滌水ラインの圧力をカーゴ・コントロール・ルームからリモコンし、ストリッピングとバランスをとってクリーニング・サイクルの適正化を図った。更にタンク内換気のため、強力なガスデパラー (13,000 m³/h) 4基を固定装備して貨油主管を利用するほか、6,800m³/hのスティーム駆動ポータブル・タービンファン4台を支給した。これらにより作業能率を上げて、滞船時間の節減を期した。

(2) その後の各船への適用

昭和48年中頃にはタンカー向けの E.M. ハンドブックも出来上がったので、その後のタンカーはすべてこれに従って処理することとし

た。ところが、同じV L C Cでも造船所が違えば各船毎に適用項目は必ずしも一致せず、ハンドブックのすべての項目につきそれぞれ見積りをとった後、経済効果の判定、適用可否かの決定といったステップをふまねばならず、結構、かなりな量の作業を要するわけである。これは同一の項目に対しても、各船毎に原設計が違いため、また造船所事情が異なるために、見積り額がかなり違ってくるのである。例えばある種の特殊塗装施工の場合、ネゴを経た後でも、A社は約2,000万円、B社は約5,000万円といった大幅な相違を生じたものもある。この場合は同一の期待効果に対し、初期投資の違いのため、総合経済効果から判断すると、A社のは十分ペイするがB社の場合、この項目は採用出来ないということもあり得る。通常の仕様打合せのほかに、このようなステップをふんで打合せを行なうため、従来に倍する作業量となるわけである。このようにしてその後すべてのタンカーに適用して今日に及んでおり、金額的にみるとV L C C 1隻につき通常の追加工事のほかに、E. M. 関係のみで3億円程度の追加投資を行なっているが、これらは十分ペイするものと

確信している。

ここで「高崎丸」との重複を避けて数項目例示すると

(1) 船体部

- (イ) スロップ・タンクにアジテーション・パイプ設置
- (ロ) 固定式タンク・クリーニング・マシンに温水導入
- (ハ) 通常のレベル・ゲージのほかに別システムでアラームを具えたレベル・マスター（ムサシノ機器製）の採用
- (ニ) 定期開放に経費のかかるクローズド・フェアリーダーに替えて大型クローズド・ショックを採用

(2) 機関部

- (イ) 海洋生物付着防止装置（ニッポン・コロージョン・エンジニアリング社）の採用（図4参照）

これは海水の電気分解により発生する塩素を利用して、海洋生物の付着を防止するもので、主復水器をはじめ、補助冷却海水系統にも導いている。

- (ロ) 推進軸接手のリーマ・ボルトに替えて

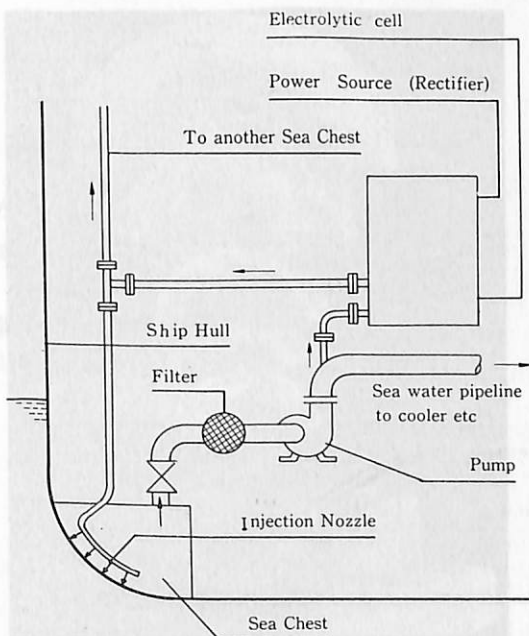
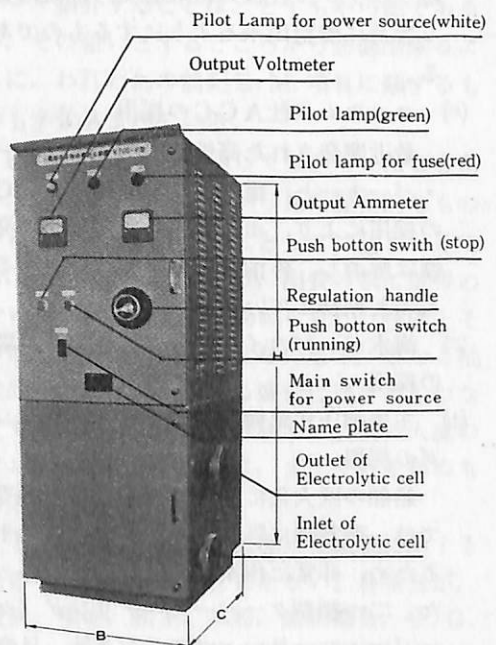


図4 海洋生物付着防止装置 (MGPS)



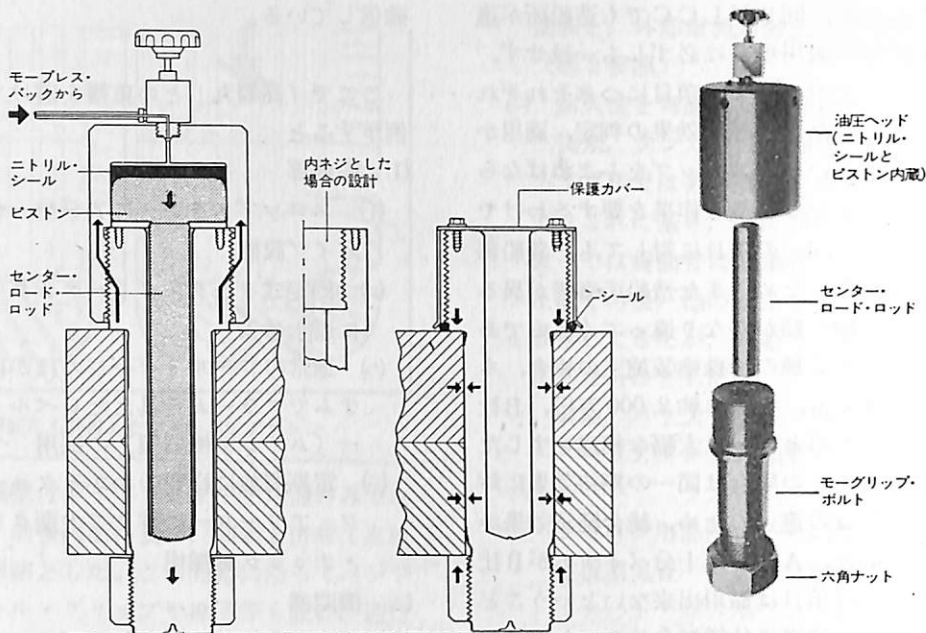


図5
モーグリッ

モーグリッ・ボルトは六角ナット、センター・ロード・ロッドおよび油圧ヘッドで一式となります。

モーグリッを採用

推進軸抽出時に従来リーマ・ボルトをハンマーで抜出し、挿入していたが、最近のように大型化してくると作業が困難で、時に焼付を起したりすることもある。これを図5に示すモーグリッ（中越ワウケシヤ社扱）に取替え、油圧により容易に着脱出来るようにするものである。

(イ) コッカムス社ACCの採用

最近開発された高性能のベンチュリー・パーナーと、電子式コッカムスACCの採用により、ボイラー負荷変動時の発煙は解消し、停泊M0の懸案が解決するものと期待している。

(ロ) 海水ポンプのインペラにステンレス製の採用

(ハ) 主缶強圧送風機にクーパー・ベアリングの採用

船舶の巨大化に伴い、従来使用の軸受では、取替時に巨大なモーターを移動するため、非常に作業性悪く時間もかかった。二つ割型クーパー・ベアリング（クーパー・ローラー・ベアリング社、日商

岩井扱；図6参照）の採用により、これが解決するものと期待する。

5. 造船工業会のリペイジーの研究

当社のE.M.研究とは無関係にはあるが、ほぼ時を同じくして、造船工業会におい

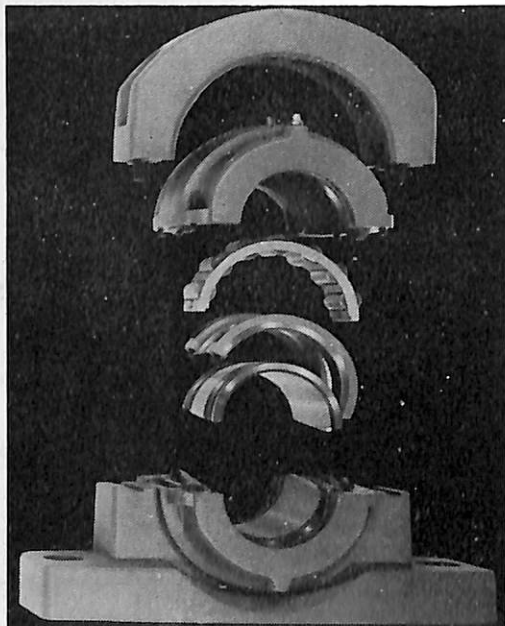


図6 クーパーベアリング

ても、同様な研究が行なわれ、リペイヤーという言葉で発表されているので、これについて述べてみよう。もっともこれについては筆者は直接に関係しているわけではないので、造工からの発刊物から引用しながら紹介してみたい。

造船所における最近の新造船関係設備の拡充は全く目を見はるものがあり、大手の100万トンドックと、それに付随した近代化、省力化工場建設は次々に実現し、また中型造船所では、10万トン程度の大型船建造設備が次々に稼働に入っているとといった華々しい状況であるが、これに引きかえ、修繕船部門においては、これに見合うような大型化、近代化はほとんど行なわれておらず、精々旧来の設備、作業方式の改善等で推移してきたが、それも1つの原因となって、最近の修繕費の高騰のため、外船は勿論、国内船主でも外国での修繕に目を向けるようになってきた。

このような修繕部門の立遅れに対処するために、昭和46年に造船工業界では、修繕工事の合理化対策につき取まとめて提言を行なっている。これによれば修繕業界が抱えている本質的問題点を、

1. 工事量の起伏が多い。
2. 作業環境は悪い。
3. 労働集約度が高い。
4. 新造船の従属的存在と見られがちで、取引慣行、その他に日本的非合理性が多い。

などの面からとらえて、設備、工事、検査等を中心とした対策を提案したものである。

これに応じて修繕船合理化専門部会では、修繕業界をめぐる諸環境条件の変化と、その問題点を求めた結果、

1. 労働力の相対的不足、週休2日制による稼働日数の減少、需要の増大、構造的変化、工期短縮等の要請にどう応えてゆくか。
2. 高賃金、協力工の単価アップなどの下りで、いかにして採算性を維持してゆくか。
3. 安全対策、公害対策、作業環境の整備

をどう進めてゆくか。

4. 国際的保船サービス・ネットワーク体制のあり方はどうか。

など、内外の諸情勢を勘案しつつ、今後の保船体制の改善の検討を行なうこととした。

このような見地から、長期対策の研究テーマとして、次の2つを選んだ。その1は「将来の修繕船整備体制のあり方」に関するもので、その2が「リペイヤー対策」である。

このように、当社のE.M.とはその出発点を全く異にしているが、その狙いとするところは、「船舶の修繕箇所を減らし、修繕工期を短縮し、一方、修理し易いことによって能率を向上し、安全を高めるなど修繕業界、海運業界いずれにとってもメリットは大きい」と述べられているように、われわれのE.M.と軌を一にするものであるということができよう。

これら研究の成果は「リペイヤーに関する諸提言」として、A-3判35頁にとりまとめられている。

これは造船会社12社22工場にアンケートをとって、集まった回答を整理して385項目にまとめたもので、その内容については、ここで一々紹介することは、とても不可能であるが、その狙いとするところから想像出来るように、われわれの前記E.M.項目に類するものも多数含まれている。

内容に一通り目を通して気がついたことだが、修理を施工する側から見た提言的なものであるため、修理業者にとっては望ましくても、船主の側から見れば、出費の割に効果の少ないもの、設計者の立場から見れば性能上その他で必ずしも好ましくないもの、単なる抽象的提言、或いは単なる要望に過ぎぬものなども多少目につくが、修繕する立場の人達のアンケート結果としては、またやむを得ぬものともいえよう。

とは言っても大部分は極めて傾聴に値するものであることは論をまたない。各項目が、設計、現場、船主、本船、船級協会、J.G.及びメーカーへの提言の形で分類されている

が、折角ここまでまとめられているので、今後はこれらの相手と各項目につき折衝を重ねて、提言の実現に向って、更に一歩ずつ進んだ研究が行なわれることを切望したいもので、われわれも船主側としてそれに協力するにやぶさかではない。

6. あとがき

E.M. に関しては上記の通りであるが、当社ではその後、同様な目的で更に一歩進めてドック期間の延長を研究、実施してきたが、本年中頃にはノードック期間が2年に達するタ

ンカーが次々に表われてくる。これもE.M.の一環と考えているが、数隻の経験だけではまだ何ともいえないし、これからスピード・ダウンの量的問題や諸機器の信頼性の問題などいろいろ研究を要することがあるので、これらについて一段落したら、いずれ記してみたいと思う。

また上記の通り、当社ではE.M.はまだタンカー主体であるが、今年中に他の船種にも適用出来るよう、研究をつづける予定である。
(日本郵船工務部々長)

海外事情

■衝突予防システム

最近日本船でも衝突予防レーダーのみの機器から総合航海システムまで搭載されはじめ、その安全性、信頼性の評価は高まりつつある。また総合システムは、大型船の安全性はもとより経済性、運航能力の向上をもたらすものとして注目されているが、元来この種の技術は、軍事要請により開発されたこともあって、一般商船用に普及するためにはまだ極めて高価であるが、最近の一連の海難事故をみるにつけても、コストダウンと、より一層の信頼性向上の努力が望まれるのである。(Marine Engineering /Log '74)

船の大型化、高速化に伴ない操舵室に装備される航海用電子機器も進歩し、5年前には揺籃期であった機器は、信頼性が向上し、しかも小型化され、すでに約200台の衝突予防レーダーをはじめとしてNNS、オメガ、ロランC及び通信衛星などが相当数の船舶に搭載されている。

衝突予防システムはドーバー、マラッカなど幅狭する海域では有用であり、大西洋をはさんで米国と欧州でそれぞれ開発された。米国ではスペリー衝突予防システム、アイオトロン社デジプロット、AMI社コマンドシステム及びIBM船用航海システムがある。一方英国のデッカACレーダー、マルコニー・プレディクタレーダー、ケルビン・シチュエーション表示レーダー及びノルウェーのルノコントロール社データブリッジがよく知られている。

米国の衝突予防システムはコンピュータで制御さ

れ、デジプロットではコンソール画面に40ターゲットの運動ベクトルを表示し、危険船は明るく光り、警報が鳴る。画面は自動処理され、ターゲットは常に危険度の高いものが表示される。スペリー衝突予防システムは独自の分析法で追尾ターゲットごとに衝突可能点と、その周囲を危険予想域として計算し図形表示する。

操船者はこの危険予想域を避航すれば衝突の危険はさけられる。IBM船用航海システムは衝突予防分析、船位測定、航路計画及び最適自動操作機能をもつ総合航海システムで、衝突予防モジュールでは21ターゲットが自動または手動捕捉され、画面にベクトル表示し、そのデータは、キャラクタディスプレイに表示される。AMIコマンドシステムでは画面に32ターゲットのベクトルが表示され、そのターゲットの状態を判定し、ガードリングを通過すると警報が出る。

一方英国の衝突予防システムはコンピューターを使用せず簡単で安価である。デッカでは5ターゲットにマーカーをつけマルコニーでは4ドットで動きを残す。ケルビンでは相対ベクトル(テール)をレーダー画面に重ね合わせる。データブリッジはコンピューター制御の総合システムで、実績は世界中ですでに100台近く、中には日本も含まれている。

衝突予防はデータ・レーダーと呼ばれ、コンソールの画面にレーダー像が重ね合わされ、15ターゲットについて衝突予防分析、警報を行ない、シミュレーションも可能である。

この8つの衝突予防システムは、最近の電子機器の発達による成果であり、特に最初のコンピューター制御のシステムは1970年からV.L.C.CやL.N.G.船を中心として搭載されている。

大型船の高馬力推進に関する シンポジウムに出席して

横 尾 幸 一

1. まえがき

このシンポジウムはオランダのワーゲニンゲン水槽NSMBの主催で行なわれたものであって、昨年の初頃、その計画を立てたことと、講演の依頼についての手紙が van Manen 所長より私の所へ届いた。この時には、出席できるかどうかかわからないが、原稿の執筆は承知したという返事を出したが、幸いにして私も出席することができたので、そのシンポジウムの内容について報告し、読者諸兄の参考に供したいと思う。

2. プログラム

[12月10日(火)] 16.00より登録。17.30~19.30カクテルパーティー

11日(水) 9.00より登録。9.30~9.40NSMB Van Manen 所長歓迎の挨拶

○プロペラ設計におけるキャビテーションの役割についての Session 座長 Edstrand 博士

9.40~10.10 論文1 Morgan (アメリカ)

9.10~10.40 論文2 van Oossanen (オランダ)

10.40~11.10 論文3 Voogd (オランダ)

11.10~11.30 休憩

11.30~12.00 論文4 Johnsson (スウェーデン)

12.00~12.30 論文5 Gibson (オランダ)

12.30~14.00 昼食

○模型と実船との相関関係についての Session 座長 Wereldsma 教授

14.00~14.30 論文6 Berg (オランダ)

14.30~15.00 論文7 Restad (スウェーデン)

15.00~15.30 論文8 成田 (日本)

15.30~16.00 休憩

16.00~16.30 論文9 Holden (ノルウェー)

16.30~17.00 論文10 岡本 (日本)

[12月12日(木)]

○伴流領域とプロペラ動力学についての Session

座長 Timman 教授

9.00~9.30 論文11 横尾 (日本)

9.30~10.00 論文12 Hoekstra (オランダ)

10.00~10.30 論文13 Schwanecke

(オーストリア)

10.30~11.00 休憩

11.00~11.30 論文14 Hylarids (オランダ)

11.30~12.00 論文15 Hansen (ノルウェー)

12.00~13.30 昼食

○プロペラと船体との相互干渉、起振力についての Session 座長 van Gunsteren

13.30~14.00 論文16 Noordzij (オランダ)

14.00~14.30 論文17 Huse (ノルウェー)

14.30~15.00 論文18 Garquet (フランス)

15.00~15.30 休憩

15.30~16.00 論文19 van der Kooij (オランダ)

16.00~16.30 論文20 Volcy (フランス)

19.30~1.00 晩さん会

[12月13日(金)]

○キャビテーション、騒音およびエロージョンについての Session 座長 Cummins 博士

9.00~9.30 論文21 Arndt (アメリカ)

9.30~10.00 論文22 van der Meulen

(オランダ)

10.00~10.30 論文23 Thiruvengadam

(アメリカ)

10.30~11.00 休憩

11.00~11.30 論文24 Stuurman (オランダ)



講演会々場

- 11. 30~12. 30 論文25 Baiter (ドイツ)
- 12. 00~12. 30 論文26 de Bruijn(オランダ)
- 12. 30~14. 00 昼食
- 14. 00~16. 00 NSMB施設見学

予定されたプログラムは以上のとおりであるが、実際には、各講演者は20分でその講演を纏めることが要求され、討論は纏めて行なわれた。なかでも11日の講演に対する討論が最も活発であったが、12日には多少低調になり、13日には、ほんの僅かしか討論がなかった。キャビテーション騒音のことになると、この問題を取扱っている研究者も少なく、討論がないのはやむを得ないことである。

3. 会議参加者

このシンポジウムには約20カ国から約190人の人が参加し、盛大だった。国際試験水槽会議や船舶流体力学に関するシンポジウムと多少異なっており、このシンポジウムには、船主や造船所よりの参加者がかなり多いように感じられた。

当然のことながら、最も参加者の多かったのは地元のオランダで、約50人が参加した。ついで多かったのは西独の23名、米国の22名であり、ノルウェーの17名、スウェーデンの14名、英国およびフランスの各13名等が多い方であった。

日本からの参加者は11名で、以下のとおりである。

乾教授、加藤助教授(東京大学)。横尾(日本造船技術センター)。安部、成田両氏(三井造

船)。岡本氏(川崎重工業)。家永氏(佐世保重工業)。森氏(石川島播磨重工業)。小林氏(三菱重工業)。高橋、山崎両氏(神戸製鋼所)。

4. 講演論文の概要

- (1) Propeller design aspects of large, high speed ships, by R.A. Cumming and Wm. B. Morgan, NSRDC, U.S.A.

大型高速船に対するプロペラ設計の現状を述べる。この型の船のプロペラ設計の大部分はキャビテーションに対する考慮で支配されるから、効率、振動、強度に及ぼすキャビテーションの影響を強調している。プロペラ設計を行なうのに必要な妥協は要求される規準と一緒に論ずる。妥協と規準は一般的の言葉としてのみ議論されるので、それらを決定的というよりはむしろ哲学的に論ずる。また、スキューの大きいプロペラについての実験例を示した。

- (2) Trade-offs in sub-cavitating propeller design, by P. van Oossanen, NSMB, The Netherlands.

今日、高馬力船にとって適当な推進形状を設計することは困難な仕事であり、各因子についての理論的研究の裏づけをもちながら、大型模型での実験を行なうことによって受入れ可能な推進性能を得ることができる。

本論文では、船用プロペラのキャビテーション性能を支配する設計因子の選択について

の現在の状況を説明する。キャビテーション性能を決定する因子をプロペラの幾何的因子、船体と副部の幾何的因子、船の運航因子の3つに大別し、プロペラの幾何的因子として、2軸船における回転方向の影響、翼数の影響、翼面積の影響、ピッチ比と直径と回転速度の間での妥協、ボスの直径と形状、翼断面の翼弦長の半径方向の分布、ピッチとキャンバーの半径方向の分布、スキューおよびスキューの半径方向分布、レークとレークの半径方向分布、翼厚とキャンバーの分布、翼厚の半径方向分布等について述べている。

(3) Some developments in the design of cavitation-erosion free propellers, by A.A.Voogd, Lips, The Netherlands

キャビテーションの損傷に関して物理的限界に近い状態で作動しているプロペラの設計についての最近の発達について論じる。サーキュレーションやピッチの半径方向の分布はプロペラの誘起する圧力変動に及ぼす予期された影響ばかりでなく、効率やキャビテーションに及ぼす影響にも基づいて選択されねばならないことを示す。キャビテーションをおくらせる一つの手段としての翼厚の利用を一般的に知られている翼弦長や翼面積の影響と比較する。幅の広い翼をもったプロペラや氷用に強度をましたプロペラの先端において翼厚を増加することの実際上の重要性を強調する。キャビテーション・トンネルにおける現在の模型試験の限界を2つの事例によって説明する。一例においては、模型試験の成績が良かったにもかかわらず、損傷を起し、他例においては、模型試験でキャビテーションによる損傷の恐れを示したのに、何らの損傷も起らなかった。

(4) Propeller design aspects of large high powered ships, by C.A. Johnson, SSPA, Sweden

SSAPのような研究所はいかにしてキャビテーションの領域内の主な仕事の一つを遂行しようとしているか、すなわち、プロペラ

設計法の改良に役立つ理論的および実験的研究結果をどのようにして供給しているかの概要を述べる。キャビテーションの初生、キャビテーションの模様、キャビテーションによる損傷、プロペラ起振力に及ぼすキャビテーションの影響というそれぞれの題目について、SSPAその他における研究結果によって一般的の傾向を示し、利用しうる理論や実験技術の限界を論じる。さらに、一般的傾向に対する若干の例外を解析する。

(5) Optimization of nozzle-propeller-rudder configurations for highpowered large ships, by I.S. Gibson and L.A. van Gunsteren, Lips, The Netherlands

本論文では高馬力の大型船に対するノズルプロペラ形状の設計過程を論じる。概念の選択すなわちプロペラノズル、舵、ストラットおよびそれらの船尾部に関連した位置に特別の強調をおいた。比較的短いノズルの後においたアスペクト比の大きい2枚舵に特徴をおく新しい概念が、喫水を制限された425,000トンのタンカーに対して調査され、系統的の雷算機による計算によって基本的設計要素の最適化をこの場合に対して論じる。この概念に基づいて、2枚舵と短いノズルが設計され、ノズルのある場合とない場合に対して、通常の1枚舵のものと模型試験により比較した。その結果によれば、新概念は効率、キャビテーション特性および操縦性能の点ですぐれていることが示されている。

(6) Experience after one year of tests in the NSMB depressurised towing tank, by W. van den Berg, and G. Kuiper, NSMB, The Netherlands

近代的船舶の寸法と速力の急速な増加は、プロペラ荷重を相当に増加させ、キャビテーション損傷と振動を激しくしており、船体、舵、プロペラ間の相互干渉をもちや無視することはできない。これらの問題に適合するためにNSMBは減圧水槽を作り、模型船の後

でキャビテーションを起しているプロペラの試験をすることにした。減圧水槽についての簡単な説明をしてから、この水槽での抵抗、自航試験、キャビテーション試験、起振力の試験についてのべている。

- (7) Full-scale measurements on propeller-hull interaction, by K. Restad and A. Kjellberg, Kockums Meckaniska Verkstads AB, Sweden

船体に働く力とプロペラキャビテーションの観察を1隻の実船で、伴流の計測をその姉妹船で行った。模型試験における伴流分布の計測がおくれたので、本論文の目的は十分遂行されなかった。とりあえず、実船における測定結果を報告し、船体への圧力とプロペラ・キャビテーションに関してのみ、実船と模型の比較を述べる。

- (8) Correlation results of model and full scale ducted propeller cavitation observations, by H. Narita, Y. Kunitake and H. Yagi, Mitsui Shipbuilding & Engineering Co., Japan

280,000 DWT のタンカー Thorsaga に対してダクトド・プロペラを採用するにあたって、そのキャビテーションを研究するために、キャビテーション・トンネルと NSMB の減圧水槽で模型試験を行なった。また、Thorsaga の試運転中に T. V. カメラを使用して実船のキャビテーション観察を行なった。以上の試験観察結果を報告するとともに、実船と模型船の相関についてのべる。キャビテーション・トンネルにおける結果よりも減圧水槽における結果の方が実船に近い。この差は主として、横方向の速度成分の存在の有無によるとみられ、大型船のキャビテーションテスト中にはプロペラの前に船体の存在することが重要と思われる。

- (9) On stability and volume of marine propeller cavitation and corresponding spectral distribution in hull pre-

ssure fields, by K. Holden and T. Spøntvedt, Norske Veritas, Norway and O. Øfsti, Institute for Geodesy and Photogrammetry, University of Trondheim, Norway

本論文の主目的は、A. 翼のキャビティの厚さ、B. 翼のキャビテーションの時間的变化、C. プロペラ起振力の変動の振幅—安定性、位相の関係およびスペクトラル分布、D. キャビテーションの自然通気の4項目の現象を見つける装置を作る能力を一そう明らかにすることである。長さ300mの ore and oil carrier について実船計測を行なった。本船は2軸2舵である。

- (10) Full scale cavitation observation on tankers fitted with ducted propellers, by H. Okamoto, K. Okada, Y. Saito and K. Masai, Kawasaki Heavy Industries LTD., Japan

ダクトド・プロペラにとっては、キャビテーション性能は推進性能と同様に重要であり、川崎重工は、現在までに建造したダクトド・プロペラ付きの13隻の船のうち、6隻について実船試験を行なった。215,000 DWT のタンカー Golar Nichu の姉妹船1隻、23万トンのタンカー3隻、LPGタンカー1隻、13万トンの鉱石運搬船1隻のダクトド・プロペラ付きの船および23万トンの普通型プロペラ付きの船に対して実船試験を行なった。本報告は、そのうちの代表的な試験結果、試験方法等について述べる。また、実船試験に対応した模型試験結果についても述べ、実船と模型のキャビテーション・パターンの比較を行なった。なお、ダクト内に空気を噴射させて、キャビテーションに及ぼす影響を調べるとともに、ダクト内面に生じるキャビテーションのための損傷を調査した。

- (11) Measurements of full scale wake characteristics and their prediction from model results.—state of the arts, by K. Yokoo, Shipbuilding Research



講演する筆者

Center of Japan

本論文は実船における伴流分布測定の方法について述べるとともに、世界中で行なわれた伴流分布測定の実船試験の概略の結果を紹介し、合せて模型試験結果より実船の伴流を推定する方法の代表的なものを示す。なお、本論文に、プロペラ回転数や尺度の伴流分布に及ぼす影響等も示されている。

- (12) Prediction of full scale wake characteristics based on model wake survey, by M. Hoekstra, NSMB, The Netherlands

模型の測定された公称伴流を利用して、船のプロペラ面の有効伴流推定の問題を取扱っている。推定方法は2段ある。すなわち、公称伴流の尺度影響の修正と、有効伴流と公称伴流の差の修正である。伴流分布の尺度による縮み方として幾つかの例を考え、それを経験的に組合せて尺度影響を求めた。公称伴流から有効伴流を求めるには、プロペラと船体との相互干渉の流れに及ぼす影響を大ざっぱに推定した。

- (13) Comparison of methods for the calculation of wake induced propeller blade exciting forces, by H. Schwanecke, University of Technology,

Vienna, Austria

Series 60 の $C_B=0.60$ の伴流中で作動する4翼プロペラに対して幾つかの非定常、準定常の方法を用いて時間により変化する翼の荷重を計算し、その結果について論じた。

- (14) Wake field and propeller dynamics, by S. Hyllarides and W. van Gent, NSMB, The Netherlands

本論文では、横振動に着目した。設計段階で、プロペラ起振力による強制振動のレベルおよび同調の周期を計算する技術が必要とする。プロペラ軸系の機械的部分を数学的に表示するには有限要素法が信頼すべき計算法であり、不均一な伴流域中で作動するプロペラの流体力学的様子を決定するには非定常三次元揚力面理論が代表的な姿を与える。本論文ではプロペラの剛性振動に対する流体力学的影響、プロペラ軸系の強制横振動、プロペラ係数および軸系の横振動に及ぼすプロペラ幾何の影響について論じた。

- (15) Hull and superstructure vibrations design calculations by finite elements, by H. R. Hansen and K. T. Skaar, Det Norske Veritas, Norway

船の船尾振動は乗組員を悩まし、機関に問題を起し、構造の疲労の原因となることが多い。振動のレベルを低くするには起振力と動的応答が重要である。本論文では、船体殊に上部構造物の動的応答の推定に対して、比較的簡単な解析の手順を提出した。その手順は有限要素法によって示している。その方法の応用を2, 3の数値例によって示したが、これらの例によれば、適当なプロペラ翼振動を選ぶことによって動的剛性を変化させ、好ましくない応答点を避ける方法が分る。計算の精度は実験値と比較してチェックした。

- (16) A method to calculate the pressure field induced by a cavitating propeller, by L. Noordzij, NSMB, The Netherlands

実験によれば、キャビテーションを起しているプロペラは船体に大きな圧力変動を生じることが知られている。これは、もっぱらプロペラ翼面上のシート・キャビティの容積変化による。翼の角位置の関数としてキャビティ容積を表わすことを見出すのが重要である。本論文ではこの容積を計算する一つの方法を提示している。この方法は、水中翼を通るキャビティの流れについてのよく知られた線型理論に基づいている。この容積が分れば、圧力界が見出される。

- (17) Cavitation induced hull pressure, some recent developments of model testing techniques, by E. Huse, The Ship Research Institute of Norway, Norway

プロペラ上のキャビティによって船体上に誘起される圧力信号は種々の物理的影響による3つの寄与の合計である。最も重要なのはキャビティの容積変化によるものである。キャビテーション研究室における模型試験によってすべての型の船に対して、これを正確に再現するには軸方向成分の尺度影響を修正した伴流分布中でプロペラの試験を行なうことが必要である。切線方向の成分はそれほど重要でない。模型の伴流中と笹島の方法で修正した伴流中でキャビテーション試験を行なった。後者の試験は対応する実船試験結果とよく一致した。そのような測定をキャビテーション・トンネルで行なうときの側壁影響の可能性を論じ、キャビティの幾何形状を測定する新しい技術を簡単に述べる。

- (18) The problem of influence of solid boundaries on propeller-induced hydrodynamic forces, by M. Garquet and R. Lepeix, Chantiers de l'Atlantique, France

船体振動の問題を取扱うには、2つの主な制限がある。1つはプロペラによって誘起される速度は船速よりはるかに小さいと仮定しなければならぬことであり、2つ目はプロ

ペラ付近の境界における反射は一般に正確に考慮されないということである。1のものは現時点では解決しがたく思われるので、第2の制限について幾つかの方向から調査した。

- a. プロペラと舵の相互干渉と結びついた研究は興味ある結果を与えるが、圧力の計算には直接結びつかない。
b. 船体まわりの流れを表わすために sources で船体を表わす方法
c. 固体境界因子 S によって open water 中で計算した圧力を使用する半経験的方法。
この S は計算と実船計測の比較から導かねばならない。

この S を使う方法は、計算時間をあまり長く要しないで、圧力変動の貴重な推定を許す唯一の方法である。ただ、不幸にも、S の変化はまだあまりよく知られていないので、その使用には非常な制限がある。本論文では、サーフェス・フォースの推定に対する理論的方法の歴史および現状について述べるとともに、圧力変動についての実船試験結果について報告する。

- (19) Propeller induced hydrodynamic hull forces on a Great Lakes bulk carrier, Results of model tests and full scale measurements, by J. van der Kooij and A. Jonk, NSMB, The Netherlands

激しい振動になやんでいた Great Lakes の撒積貨物船のプロペラにより生じた船体にかかる流体力を研究するため、大水槽と大キャビテーション・トンネルで模型試験を行なった。試験は推進、伴流、流れ、キャビテーションの試験を含み、プロペラと船体の渦キャビテーションを詳細に調査し、このキャビテーション現象と船体上の圧力変動との間の相関関係を調べるために、高速度写真をとった。さらに、実船での圧力計測を行ない、模型試験結果とよく一致するのを見出した。プロペラ上の船体に取付けられた船尾トンネルはプロペラ設計の変更よりも起振力を減少させた。プロペラと船体の渦キャビテーション

を避けるためにつけた垂直フィンは起振力のレベルを増加させたことを示した。

- (20) Vibratory response of hull and line-shafting to hydrodynamic excitations, by G. C. Volcy and J. C. Masson, Bureau Veritas, France

タンカーの大きさがこの20年間に25,000トンから54万トンに増加し、1軸に伝達される馬力も8,000から5万HPに増加し、船体の鋼製作物のフレキシビリティと推進軸のステイフネスの間に両立しないことを生じ、船体上に表われる振動現象の重要性を増加させた。

本論文は、流体力学的起振力としてプロペラ力と、船体サーフェス・フォースを考え、軸系と船体のガーダー鋼構造の応答を取扱い、軸系の軸振動、軸系とその支持物の横振動、船体ガーダーと船尾のベアリングフォースやサーフェスフォースに対する応答、タンクの鋼構造の自由および強制振動における応答等について述べる。

- (21) Cavitation inception and how it scales, A review of the problem with a summary of recent research, by R. E. A. Arndt, Pennsylvania State University, Pennsylvania

キャビテーション初生と気泡の動力学的の調査として、キャビテーション初生の探査、キャビテーションの scaling law, 簡単な scaling law から外れるものの例、キャビテーションの物理的様子等について述べるとともに、圧力界とキャビテーションの問題として、基本的な流れの領域、ポテンシャル流れ、乱流の一般的影響、乱流中の圧力場、乱流圧力場のスペクトラル特性、乱流中のキャビテーションの観察、渦キャビテーションについてのべる。

また、最近の研究の概要として、ペンシルバニア国立大学におけるキャビテーションの研究、ボスの渦キャビテーション、キャビテーション初生に対する粗度影響、ポリマー付

加物の影響について述べる。

- (22) Holographic study of cavitation inception on a hemispherical nosed body, by J. H. J. van der Meulen, NSMB, and Mrs. N. B. Oosterveld, Institute of Applied Physics INO-TH, Delft, The Netherlands

キャビテーション現象の観察に対する新しい方法を紹介する。holography と呼ばれる3次元的鏡像技術からなる。半球の鼻上のキャビテーション初生現象を示す投視法的写真を提示し、Arakeri によって行なわれた観察と比較する。

さらに、キャビテーションに及ぼすポリマー噴射の影響を示す若干の写真 hologram を提示する。

- (23) Basic and applied aspects of cavitation erosion, by A. Thiruvengadam, Catholic University of America, U.S.A.

キャビテーション・エロージョンは大型船の高馬力推進系の設計において制限される考慮の一つである。この事実の観点において、キャビテーション・エロージョンの現象の基本的および応用的様子を論じる。気泡崩解の機構、気泡崩解を左右する因子、気泡崩解の強さとそのエロージョンの強さに対する関係の概略を簡単に述べる。無次元の関係によって、キャビテーション・パラメーター、速度、大きさの影響や、密度、蒸気圧、表面張力、ガス含有量、音速を含む流体の物理的特性の影響についての実験結果を定量的に相関づけて説明する。侵蝕性および非侵蝕性の環境における損傷の強さに及ぼす露出時間の影響を解析する。保護被覆の抵抗を支配する因子もまた論じる。エロージョン、裂け、癒着損失、潰滅、欠損を含む被覆基礎系の種々の失敗法を述べ、さらに設計者の立場から、この問題をさらによく理解するのに必要な研究領域を勧告する。

- 24) Fundamental aspects of the effect of propeller cavitation on the radiated noise, by A. M. Stuurman, Royal Netherlands Navy, The Netherlands

音や騒音とは何であるかということから始めて、その測定法と解析法について述べ、空中の音、水中の音を説明し、プロペラキャビテーションの騒音による新しい設計のための騒音レベルの推定法を示した。また、NSMBの減圧水槽における音の測定について述べる。

- 25) Aspects of cavitation noise, by H. —J. Baiter, Fraunhofer-Gesellschaft, Germany

単純模型の概念から導いたキャビテーション騒音の様子を述べる。統計的考察によって、キャビテーション騒音のスペクトラムは主として、単一のキャビテーション騒音の場合のスペクトルエネルギーの密度、キャビテーションの単位時間あたりの数、そしておそらく、キャビテーションの連続におよぼす相関する影響によって定義づけられるように思われる。キャビテーション騒音のスペクトル・エネルギーの密度を、単極型と衝撃波キャビテーション騒音とを識別する泡気力学を基にして論じる。キャビテーションの時間あたりの数は、キャビテーション核に関して考えられる。また、キャビテーション騒音の scaling の若干の様相について示す。ここに述べられている様相はまだ不完全であり、その範囲は制限されている。しかし、キャビテーション騒音の複雑な問題を明らかにするのに役立つ。

- 26) Measurement and prediction of sound inboard and outboard of ships as generated by cavitating propellers, by A. de Bruijn and T. ten Wolde, Institute of Applied Physics TNO-TH, The Netherlands

キャビテーションを起している船用プロペラによって起された騒音は実船試験あるいは

模型試験のどちらによって推定できるかという調査を報告する。この問題の2つの側面、すなわち、プロペラから水中へ放射する騒音と船内へ放射される騒音が説明される。

第1の問題を解くには、NSMBの減圧水槽で使用されているような模型技術が効果の多い可能性を提示する。騒音のスペクトラムに対する模型の法則が与えられる。また、この水槽の測定の様子の概略を、水槽の音響学的特性についての若干の音響学的考察とともにのべる。

本論文の第2の部分は船上での騒音の問題に関する。音源としてのキャビテーションを起しているプロペラの叙述に最も多く注意を払った。

プロペラの音源としての強さの測定に対する新しい測定技術の概略を述べる。船上での振動の問題と騒音の問題との関係および減圧水槽のこれらの問題に関する可能性に強調をおいた。

5. シンポジウムに対する感想

この講演会の準備および遂行にあたったのは Oosterveld 副所長とその3人の女秘書だけだということ、その事務能力のすぐれていることに驚いた。

また世界中の水槽で、このようなシンポジウムを開催しているのはひととNSMBのみである。

学会主催の形のもは世界各国でよく見られるところであり、英国のRINAなどは数多くの国際シンポジウムを毎年開催しているが、英国第一の水槽NPLさえシンポジウムは開催していない。その水槽の伝統的のものともいえるが、とにかく1水槽で国際シンポジウムが開催されるとはたいしたものである。

シンポジウムの休憩時間には、出席者同志の交互の意見の交換が活発に行なわれ、ことに船主と造船所の人達の熱心に話し込む姿があちこちに見られた。多くの人が集るシンポジウムにおいては、このような話が行なわれるということも一つの効用であろう。

海にいどむNKKの総合技術

双胴船から超大型船まで……

NKKの造船技術は内外で高く

評価されています



写真 カーフェリー「六甲丸」(2700トン) 清水造船所



製鉄 重工 造船

日本鋼管

東京・丸ノ内 TEL代表(212)7111 〒100

造船設計者は操船者と話し合え

日独フルコンテナ船

頭脳の優れている点で、世界各民族の中の三羽鳥はユダヤ人、ドイツ人、日本人と言われている。毎日のように各国民族の船員を相手に仕事をしていると、そのとおりと感じるが、造船設計に関するかぎり日本人はピカードと確信し、今や信念ともなった。

私は未だかつてユダヤ人の祖国イスラエル製の船を見たことがない。造船に関するかぎりユダヤ人は問題外である。ドイツは日本と同じように、戦前、ビスマルク、グラフ シュペーなどの巨艦を建造したお国柄だけあって、小じんまりとした堅牢な優秀船を建造している。

ワンタッチで揚げ降ろし、展開揚収可能なギャングウエーや、バルバスパウに匹敵する平たい船尾板の発案者は知らないが、私が初めて経験したのはドイツ船だった。これらを装備したドイツ製のフルコンテナ船（以下コンテナ船と呼ぶ）は、しばしば横浜へ入港する。日本製のコンテナ船と操船面だけから比較してみると、ドイツ製は日本製のように前後部が痩せていないから、タグで船首尾を押すとき好都合である。日本製のコンテナ船は、船首尾部が痩せているからタグは船首尾部に取れず、中央部近くへ取る。その結果タグの作業効率は低下し、少しでも風が強くなると、タグを1隻増強しなければ着岸不能になる。これは運航費の空費となり、操船者にとっても大きな荷重となる。

船首尾の形体は造船設計の本命たるラインに関する問題かも知れないが、港内操船を無視した設計は視野狭小といえよう。またこの形体は、利潤追求に専念する船主の要望によるものとも解される。私たちパイロットは、どんな形体だろうがきょう導の番に当ればタ

グを増やすとか風力低下を待つとか工夫して、無事に船を接離岸させるのを職分と思っているが、造船設計者のご一考を煩わす次第である。

もう一つ苦言を呈したいのは、最近就航した“プリンス”丸についてである。日産自動車から送付された写真添付の説明書を読むと「同船々尾部は軒先のように平行になっているので、高潮時は岸壁面より高く、接岸時に船体が岸壁に平行でなく、船尾が振れると岸壁端のコンクリートを破損する。今後日産埠頭着岸は低潮時に行なうことを原則とする」とある。添付写真は岸壁が大幅に破損された部分を示している。自動車専用船は岸壁へ着岸して揚積荷役をすることに決っている。着岸する操船者の苦労も多いが、本船々長は上げ潮になるごとに船尾を離すか離岸する準備をしなければなるまい。岸壁保安員も心労するだろう。私に言わせれば、“プリンス丸”は欠陥船だときめつけたい。

このような船が建造される原因は、造船設計者と操船者との断絶にある。造船が今日のようにブロック化されず、フレームアップ・システムだった頃、操船者は艀装員として、完工半年ぐらい前から造船所へ派遣され、設計者と話し合う機会が多かった。その過程中、きめ細かな改装、新考案も生まれ、艀装は大いに進捗した。

合理化、規格化が進んだ今日、艀装員は完工直前に赴任し、既製船を受け取るだけになってしまった。従って、造船設計者と操船者は全く断絶状態になってしまった。この断絶で、操船に不便不都合な船が建造されるようになった。

設計者はできるだけ操船者と談合し、不便不都合な船を建造しないよう協力されたい。

操船者と造船設計者との断絶は、日本ばかりではないらしい。最近就航した Green Valley 号 (32, 278 G. T.) は係留装置らしいものは殆んどなく、着岸してから係留索をとり終るまで1時間余もかかった。船長に理由を聞いてみたら、本船はラッシュ船だから、港の沖に錨泊して、ラッシュを揚拾または放出するだけだ。岸壁へは係留しないのを建前としているから係留装置は不要だ、と言われたそうだ。船長は半信半疑で船を受け取り、こんな目にあつたと言っていた。

どこの港でも防波堤外は波があり、ラッシュ船も港内岸壁へ横づけして荷役をする。現に横浜港へ出入しているベアラインのラッシュ船は毎航海本牧D5岸壁へ着けて荷役をしている。それを知らなかったのだろうか。アメリカのフルコンテナ船“アメリカン・レジョン (18, 764 総トン)”号はストリンガープレートの上部が朝顔型に開いていて、パイロットラダーを降ろせばブランコ状態になる。それでは危くてパイロットは乗下船不能だから、長い鉄梯子を降ろしてパイロットを乗り下りさせている。そのためパイロット乗下船の際は、本船を停止状態にしなければならない。同時に、乗下船用のポートは大型タグポートでなければ鉄梯子の下端を安定させることができない。全く不便な欠陥船である。この2つのアメリカ船も、船長がもっと意見を述べ実用に差支えないように建造、艦装させるべきだった。

係留装置

私が船長をしていた頃、外国のパイロットは、日本船に好んで乗りたがった。彼らは、日本船は清潔でコーヒーがうまく料理は世界一だという。それより彼らに好まれたのは、操舵手が英語の号令を理解すること、操船用ジャイロレピーターを装備していること、係留作業がきわめて迅速なことにある。

自分がパイロットになって初めて日本船の優秀性を身をもって感じたが、その中で最た

るものは、全テンション化した20万トン型日本船である。乗組員数は体格のよい外国人と変わらぬのに、日本船を係留するに要する時間は平均30分、外国船は平均1時間もかかる。離岸時は日本船15分、外国船は30分ぐらいかかる。原因は日本船員の優秀性にもよるが、全テンション化した係留装置にあると思う。

話は私事にわたるが、昭和25年1月、川重神戸造船所で戦後初めて隆邦丸 (1.4万トン型) タンカーを艦装するとき、私は艦装員長として同所へ派遣された。当時設計課長だった高橋菊夫氏は、同所が輸出第1船として受注したファマノー号 (1.5万トン型) と比較して、敗戦国の新造船隆邦丸の方がぜい沢な係留装置をしているが、これを簡素化したい旨申し入れてきた。

私は、係留作業中本船は航海と停泊の中間の不安定状態にあるから、所要時間を短縮することが保安とクイック・レスパッチ上必要である旨反論した。高橋氏は私の言を諒解し、仕様書どおり艦装をし、次の聖邦丸 (2万トン型) の艦装時にはすでにテンション・ウィンチの研究にかかっておられた。同氏の理想は、全テンション化だった。今日の全テンション化は同氏の発案によるものと思う。これは操船者の意見を容れた高橋氏の成果にほかならない。

計器類について

最後に操船者が使用した経験による諸計器の要否について述べよう。前に述べたように舵輪室前面に操船用レピーター、船橋両サイドにドブラーソナー・システムの受信板、同所から見得る舵角指示器、主機回転計などはぜひ装備されたい。先進海運国の海技者は古い伝統を受け継ぎ、操船用レピーターの必要性を感じながらも装備したがる。造船所からぜひ勧めていただきたい。装備しても実用に即さないのは、角速度指示器と3万トン以上大型船に装備したスラスターである。

竹田盛和

LNG 船 (その 4 / 材料・溶接および破壊力学) — 8

恵美 洋彦

伊東 利成

9-5-3 異常状態時における二次防壁，船体構造材料の選定基準

LNG 船のタンクに対する破壊力学の適用例は，前述したとおりであるが，次に LNG 船，LPG 船等の二次防壁およびタンク周囲の船体主要構造材料の材質基準を検討するのにも破壊力学が適用できる。

以下に紹介する例は，疲労き裂進展速度および脆性破壊の伝ば，発生防止について線形破壊力学を適用し，異常時，すなわちタンク漏えい損傷時の船体温度低下により，船体が脆性破壊をおこさないような材質選定基準（NK 規則，IACS 1972 年統一規則案）の妥当性を確認したものである。

異常状態時における二次防壁，船体構造材料の選定基準

LNG 船，LPG 船等の低温式液化ガスタンク船の二次防壁材料およびタンク周囲の主要船体構造材料は，正常状態時はもちろん，タンク漏えい損傷状態（異常状態）における温度低下を考慮して適当な材料，すなわち二次防壁およびタンク周囲の主要船体構造（以下，船体構造という）に脆性破壊が生じないような材料を使用する必要がある。

ある材料に対して脆性破壊をひき起こす主要なパラメータは

- (1) 応力状態
- (2) 先在欠陥または先在き裂
- (3) 温度

の 3 条件である。この 3 条件は，いずれも船の就航中，変化するものであり，かつ，3 条件の間に因果関係はないと考えられる。

ここで説明しようとしているのは，異常状態における温度に対応する材料の選定基準であるが，参考までに，まず，NK の規則による正常状態の材料選定基準について述べる。この規定による正常状態における船体構造材料規格は，IACS 統一規則（1974 年 2 月）とほぼ同じである。

正常状態における船体構造材料（文献 67）

次の条件において脆性き裂の伝ばを停止できるような材料とする。

- (1) 応力状態；一様引張応力 12.5 kg/cm^2
- (2) 先在き裂；貫通型き裂，き裂長さ 60 mm
- (3) 温度；外気および海水は 0°C ，貨物は最低使用温度として船体構造の想定最低温度を定める。

上記の状態において，脆性き裂が伝ばしないように必要な Kc arrest（二重引張試験，エッソ試験により求められる）を有する材料を使用する必要がある。その 1 例として，IACS 案（1972）にある次表を挙げる。

CONTIGUOUS HULL STRUCTURES

Subject to continuous low temperature service

Minimum design temperature of contiguous hull structure (°C)	Thickness t (mm)	Steel grades
0	—	Normal practice
-10	t ≤ 12.5 12.5 < t ≤ 25.5 t > 25.5	B C or D E
-25	t ≤ 12.5 12.5 < t ≤ 25.5 t > 25.5	C or D E Generally in accordance with Table 2.
below -25	—	In accordance with Table 2.

この表に示す-10°C、-25°Cの想定最低温度状態において上記(1)および(2)の条件を満足させるためには、

Kc. arrest at -10°C or -25°C >

$$121.5 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-3/2}$$

を満足する必要がある、(文献67)および(文献68)による広範囲の材料試験成績の調査結果から、B級鋼、C級鋼、D級鋼、E級鋼等船級協会の規格材の上表の板厚および温度の区分による Kc. arrest at -10°C or -25°Cは、前述の値以上のものであることが確認されており、この規定は、NK規則にも採用されている。

異常状態における船体構造材料

タンク漏えい事故時、すなわち異常状態時は、船の一生の間に1回発生するかもしれない特殊状態で、かつ、その状態での就航期間は、15日間以下である。したがって、正常状態では、船の一生を考慮して脆性き裂が高い応力状態(一様引張応力 12.5 kg/mm² は、 $Q=10^{-8}$ の応力レベルに相当すると考えてよい)でも伝ばしないように材質を決めているのに対し、異常状態では、次の条件を満足するような材料を用いれば、十分な安全性が維持できるものと考えられる。

次の状態で、脆性破壊が発生しないような材質とすること。

- (1) 応力状態；一様引張応力 12.5 kg/mm²
- (2) 先在き裂；貫通型き裂、き裂長さ 120 mm (この数値の妥当性については後

述)

(3) 温度；外気および海水は 0°C、貨物温度は最低使用温度として、タンク漏えい損傷時の温度を求める。

上記の状態を満足するためには、次の条件を満足する材料としなければならない。

IACS案(1972年)による異常状態を考慮した船体構造材料の使用区分は、下表に示すとおりであるが、これらの材料は、(文献68, 69, 70, 71 および 72)による調査により、溶接、線状加熱、冷間加工等の影響を考慮しても前述のAおよびBの条件を十分満足する材料であることが確認されている。したがって、この規定は、異常状態における安全性を十分維持できるものであり、NK規則にもこの規定がとりいれられている。

HULL STRUCTURAL STEEL PLATES AND SECTIONS FOR SECONDARY BARRIERS

Subject to low temperature only under emergency conditions.

Unless otherwise specially required or agreed by the Society, hull structural steels are acceptable according to the temperature limits indicated below provided the plates are not more than 20 mm thick.

Special consideration will be given to steel grades for the secondary barriers which form part of the other shell of the hull, taking into consideration the grade normally required in each location, the thickness of the plate and the temperature of the plating.

Steel grades	Minimum steel temperature under emergency condition (°C)
A	0
B	-10
C	-20
D	-20
C (normalised)	-35
E	-50
A32 A36	-10
D32 D36	-35
E32 E36	-50

参考までに(文献69)により、E級鋼の Kc initiation at -50°C を 250 kg·mm^{-3/2}

と想定すると、

$$\sigma_{cr} = K_{c,i-50^{\circ}C} / \sqrt{\pi a} = 18.2 \text{ kg} \cdot \text{mm}^2 \quad (2a = 120 \text{ mm})$$

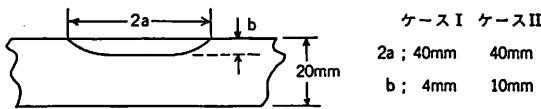
$$l_{cr} = 2a_{cr} = 2(K_{c,i-50^{\circ}C})^2 / \pi \sigma^2 \\ = 255 \text{ mm} \quad (\sigma = 12.5 \text{ kg/mm}^2)$$

となり、実際の船の応力レベルあるいは実際に存在し得る疲労き裂長さよりはるかに大きな応力レベルあるいは疲労き裂長さについて脆性破壊の発生を防止していることが分る。すなわち、異常状態の温度低下（E級鋼の場合、外気および海水0℃で-25℃から-50℃に低下すると考える）により船体が脆性破壊することはないと考えられる。

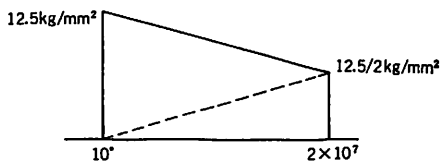
先に疲労き裂の長さの推定

次の条件で、4年間（定期検査の間隔）に進展する疲労き裂長さを計算した。初期き裂は、前回の定期検査で見落す可能性のある非貫通き裂の存在を考慮して十分大きな値とした。

(1) 初期き裂形状



(2) 応力発生頻度



(3) 計算式

$$\frac{da}{dN} = C(\Delta K)^m \quad \text{および} \quad \frac{1}{1-R} C_i (\Delta K)^m$$

$$R = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$$

$$C = 2.95 \times 10^{-12} \\ m = 4.0 \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} C \\ m \end{matrix}} \right\} \text{(文献73)}$$

計算結果は、ケース I およびケース II の場合の何れもき裂は貫通き裂に至らず、（したがって長さ方向の進展もごく僅かである）前述のように長さ 120mm の貫通型き裂を想定しておけば、十分安全側にあることが確認さ

れた。

なお、低温式液化ガスタンク船の船体構造に使用する材料については、現在、造研 RR-3 委員会が調査研究が進められており、その結果がまとも次第、公表されるであろう。

（日本海事協会船体部）

〔第9章 参考文献〕

- 1) 日本海事協会「LNG船規準」昭和48年10月
- 2) 日本海事協会「鋼船規則」昭和48年度版
- 3) 恵美、曾根「LNG船（その1、2および3）」船舶 昭和47年3月号～昭和49年2月号
- 4) 宮本「破壊の力学」コロナ社
- 5) 「Conch LNG Tankers」コンチ社発行のパンフレット
- 6) 山口「超低温用容器の材料に関する調査」NK技研、研究報告69-156号、昭和44年9月
- 7) 有村ほか「極低温用鋼KLN9の母材特性および溶接性」川崎製鉄技報、April 1971
- 8) 木下「ステンレス鋼の低温機械的性質」川崎製鉄技報 April 1971
- 9) 箕田「アルミニウム合金製超低温用タンクの溶接」溶接学会誌、1969, Vol. 38 No. 4
- 10) N. G. Leide 「Welding on board a 71,500 m³ LNG vessel with integrated tanks」IIW, Public Session, 1971
- 11) 木山「超低温用鋼の現状と今後の課題」超低温技術、Vol. 1, No. 1 (昭和46年)
- 12) G. L. Swabes, B. Todd 「Materials for Liquefied Gas Tankers」Sen W.
- 13) 鈴木ほか「溶接冶金」（溶接技術講座 3）
- 14) 金沢「脆性破壊の破壊力学」
- 15) テルマンほか（宮本訳）「構造材料の強度と破壊①および②」培風館
- 16) R. C. SHAH, A. S. KOBAYASHI 「Stress Intensity factors for an Elliptical Crack Approaching the Surface of a Semi-Infinite Solid」International Journal of Fracture, Vol. 9, No. 2, June 1973
- 17) R. C. Shah, A. S. Kobayashi 「Stress Intensity Factors for an Elliptical Crack Approaching the Surface of a plate in Bending」STP513, ASTM, 1971
- 18) 「第17回材料強度と破壊・国内総合シンポジウム論文集」
- 19) 渡辺・佐藤「溶接力学とその応用」

- 20) NK鋼船規則解説「船体用高張力鋼材の衝撃試験の規格と船体構造への使用区分」昭和40年1月
- 21) 秋田・池田ほか「脆性破壊の発生に関する研究(第1報)—Deep Notch Test について—」昭和39造船協会秋季講演会資料(造船協会論文集第116号)
- 22) 酒井ほか「きれつの変位挙動と脆性破壊の発生」日本造船学会論文集第127号
- 23) 金沢・三村「脆性破壊発生クライテリアに関する考察」日本造船学会論文集第129号
- 24) 木原・池田「切欠の大きさが脆性破壊発生特性に及ぼす影響(第1報)—溶接継手における実験的検討」日本造船学会論文集第122号
- 25) 小倉「溶接部におけるき裂事故とその対策」
- 26) Burdekin ほか「压力容器に対する線型弾性および全面降伏破壊力学の適用(抄訳)」「溶接学会誌第40巻第10号
- 27) Tenge「9 per cent nickel steel in large spherical tanks for Moss-Rosenberg 87,600 m³ LNG-carrier」European Shipbuilding No. 1, 1972
- 28) 矢田・酒井「分布応力を受ける不連続構造物に生じる脆性破壊の発生に関する一考察」日本造船学論文集第123号
- 29) J. G. Kaufman, M. Holt「Fracture Characteristics of Aluminum Alloys」, Alcoa Research Laboratories, Technical Report No. 18
- 30) 「破壊力学特集号」日本機械学会誌, 第75巻第642号
- 31) 日本海事協会「LNG船規準説明会テキスト」昭和48年10月
- 32) 日本海事協会「LNG船規準・解説」昭和49年1月
- 33) Hodgson J, Boyd GM「Brittle Fracture in Welded Ships」Trans. Royal Institution of Naval Architects, 100, 141-180, 1958
- 34) 鈴木, 石井「溶接部の試験と検査」日刊工業
- 35) 小倉「破壊じん性とその試験方法」溶接学会誌, 第42巻第9号, 1973
- 36) USCG, proposed draft「C. F. R. Title 46 Part 38, Subpart 38.15—Cargo Tanks」Oct. 1, 1972
- 37) USCG「Marine Engineering Regulations, Subchapter F」July 1, 1970
- 38) RI「Tankers for Liquefied Gases」1972
- 39) Alcoa「Alcoa Bluminum The Cryogenic Metal」Alcoa 社発行のパンフレット
- 40) ニコルズ編著(木原, 安藤監訳)「压力容器工学」産報, 1972年
- 41) 金沢「破壊力学の理論と応用」溶接学会誌, 第42巻, 第9号(1973)
- 42) 佐藤, 船田「大形衝撃試験による原肉鋼材のぜい性破壊特性に関する研究」三菱重工技報 Vol. 10 No. 3 (1973-5)
- 43) 吉識ほか「鋼材の脆性破壊伝播試験に関する一考察」造船協会論文集, 第113号,
- 44) 志波, 三浦「曲げを受ける鋼材の脆性破壊限界応力に関する研究」NK研究報告68-146, 昭和43年3月(未公開)
- 45) 越賀ほか「鋼板における脆性亀裂の停止遷移現象」造船協会論文集, 第114号, 昭和38年
- 46) 金沢「日本における脆性クラック伝播に関する最近の研究」溶接学会誌, 第42巻(1973)第10号
- 47) 船用軽金属協会「超低温構造用アルミニウム合金の低温特性に関する研究」1964
- 48) ASTM E399-70T「Tentative Method for plane-strain Fracture Toughness of Metallic Materials」
- 49) 金沢ほか「工業的試験法としての曲げCOD試験について」造船学会論文集第132号,
- 50) 金沢ほか「工業的試験法としての曲げCOD試験について(第2報)」造船学会論文集第134号, 昭和48年12月
- 51) 伊藤ほか「溶接ボンド部表面切欠からの脆性研壊発生に関する一考察」造船学会論文集, 第128号, 昭和45年12月
- 52) R. L. Lake ほか「Burst Tests of Pre-flawed Welded Aluminum Alloy Pressure Vessel at -220°F」Cryogenic Eng. Conference 1967
- 53) 鯉淵, 日置「破壊力学の疲労強度への応用」破壊力学とその応用に関する講習会テキスト, 昭和48年6月
- 54) 北川「疲れき裂への破壊力学の適用」機械学会誌, 第75巻第642号, 昭和47年7月
- 55) 豊貞「部分片振領域における疲労亀裂伝播速度について」造船学会論文集, vol. 133, 昭和48年6月
- 56) 真谷「船体構造部材の疲労き裂強度評価に対

- する一考察」造船学会論文集, vol. 134, 昭和48年12月
- 57) 越賀, 川原「疲労き裂伝播に着目した設計基準に関する二, 三の考察」造船学会論文集, vol. 133, 昭和48年6月
- 58) 金沢ほか「表面欠陥からの疲労亀裂伝播特性について(第1報)」造船学会論文集, vol. 132, 昭和47年12月
- 59) 造研, 第8基準研究部会調査研究報告書「(その1-1) 各種材料の脆性破壊, 疲労強度, 非破壊検査等の調査研究(9% Ni 鋼材に関する研究)」昭和49年3月
- 60) 造研, 第8基準研究部会調査研究報告書「(その1-2) アルミニウム合金材に関する研究」昭和49年3月
- 61) 砂本, 遠藤「鉄鋼材料の疲れき裂伝ば特性とじん性との関係」三菱重工技報 vol. 10 No. 6 (1973-11)
- 62) Harrison 「Metal construction and British Welding Journal」 March, 1970
- 63) P. Tenge, O. Solli 「Fracture Mechanics in the Design of Large Spherical Tanks for Ship Transport of LNG」 Norwegian Anaritime Research No. 2 1973 vol. 1
- 64) L. P. Pook 「Fatigue Crack Growth Data for Various Materials Deduced from the Fatigue Lives of Precracked Plates」 STP 513, ASTM, 1971
- 65) NK 「昭和46年鋼船規則改正解説」
- 66) NK 「Japanese Comments to IACS unified rules」(案) 1974
- 67) NK 「鋼船規則昭和46年改正解説」
- 68) NK 「鋼船規則昭和41年改正解説」
- 69) 「鋼材の靱性に及ぼす組立工程における加工の影響(その1~その3)」木原他, 造船学会論文集 Vol. 133
- 70) 「船殻の脆性破壊に及ぼす溶接部疲労亀裂の影響に関する研究」日本造船研究協会, 第121研究部会
- 71) 「巨大船の脆性破壊防止対策に関する研究」日本造船研究協会, 第101研究部会
- 72) 「船体用鋼板の靱性に及ぼす冷間加工と溶接の重畳効果及びガス加熱加工条件の影響に関する研究」日本造船研究協会, 第111研究部会
- 73) 日本造船研究協会, 第200研究部会報告書

海外事情

■コンパクト化するか? 半潜水式海洋石油掘削装置

需要の冷え切ったポスト VLCC 対策として, 造船大手各社は一斉に海洋石油掘削装置に手を染め始めたが, 極めて特殊なこの業界と, 技術的に発展途上にあるリグに対する注意喚起の一文。いたずらな過当競争に走らずに, 技術の習得, 開発に全力を挙げるべきときであろう。(Offshore '75 2月号)

1970年の初め, 荒海と荒天に耐えるべく開発された“ジャイアント・セミサブ”型リグは, 折柄の北海油田開発の需要と共に目ざましい発展を見せたが, その後の建造費高騰の影響を受け, コンパクト型セミサブマージブル・リグが見直されている。即ち ODECD社の“Ocean Endeavour”級, 或はAKERグループの“Akerh-3”級, “Sedco 135”シリーズ, “Pentagon”シリーズ等により代表される掘削水深1,500フィートを越え, 鋼材使用量9,000トン級の超大型リグに対し, 現在注目されているコンパクトセミサブ型リグは, “Mariner”級, “John Haywood”

級, “El Dorado”級, 或は“Margaret Rowan Midland” “Eta S-5”級のように, 掘削水深は300~600フィート, 鋼材使用量は6,000トン以下なのである。

即ち, 巨大リグのコストの65%から75%で, 性能的には90%から95%の高収益性をねらった設計である。

競争力のあるデイレート(1日当りのチャーターレート)とは, リグの取得価格ばかりではなく, 保険料, 金利, 各種設備費用等複雑な算式で決められるものであるが, かつては一般的に, リグ価格の0.1%, 即ちリグ価格百万ドル当り1,000ドルとされていたが, 最近では値上りし1,200ドルから1,300ドル, そして1,500ドルで契約されるケースも見られる。この結果, 4,000万ドルの深海用巨大リグのデイレートは6万ドルになることになる。しかしこのような大型リグを必要とする海域は, 北海, 東カナダ, アラスカ, アフリカ, 濠洲等の一部の海域に限定され, これらの地域は, 現在開発中の外洋海域のうちの5%にしか過ぎないのである。

これに対し, 取得価格2,200万ドル程度のコンパクト・リグは, 今後の10年間に予想される300フィートから600フィートの水深の海域をカバーできると思われるのである。

実船試験用計測コンテナシステム (3)

III 解析ソフトウェア

竹 沢 誠 二

18. FFT アルゴリズム

すでに述べたように、本解析装置の演算が高速であることの基幹はソフトウェアに FFT アルゴリズム (fast Fourier transformation algorism) すなわち高速フーリエ変換の算法を採用したことにある。不規則時系列あるいは任意波形の数値解析にあたり、フーリエ解析は、その基本的な算法として重要な役割を持つが、その演算は定義式どおりに計算を行なう“直接フーリエ変換法”によると電算機を使用する場合でも時間の掛かる計算の代表例であった。

ところが、1965年に Cooley と Tukey により“計算機による復素フーリエ係数の一算法”と題した論文⁴⁾が発表され FFT 法が誕生した。

本法によるとフーリエ解析しようとしている時系列あるいは波型が長いほど、従来法すなわち直接フーリエ変換法に比し演算時間は対数的に短くなる。本来、莫大な数列を取扱うことが目的である電子計算機のソフト関係者が、この劃期的な算法を見逃すはずはなく、以後、短期間のうちに FFT 法は実用算法として各界へ波及した。

しかしながら、膨大な数値計算を得意とし、それ故に他学界に比し電算機による技術計算が広く行なわれている学界であるにもかかわらず、意外にも造船学界ではいまだに FFT 法はあまり普及していない。そこで、誌面を借り、以下に FFT 法の算法の簡単な解説を試みるとともに、その長所などを紹介しよう。

フーリエ解析は任意の時間波形および空間波形に適用可能であるが、実船実測値すなわちここで解析しようとする対象は不規則な時間波形であるので、以後、時系列を解析するものとして FFT の解説を行なう。

時間ベースに連続なアナログ量として記録された時間波形があるとき、デジタル計算機に入れて解析するためには、等時間間隔 (Δt) ごとに原データをデジタル量として読み取り、デジタル時系列にする必要がある。この操作を Analogue 量を Digital 量に変えるので A-D 変換と言い、 Δt をサンプリングタイム、この逆数をサンプリング周波数と呼ぶ。

実測記録が十分に長くあっても、計算機の容量などの関係から、適当なサンプル数 N までで計算する時系列を打切り、有限な時系列 X_t (標本数 N の t 番目) に対する次式の有限フーリエ変換 (DFT, discrete Fourier transform) を行なうことになる。

$$C_x(f) = 1/N \sum_{t=0}^{N-1} X_t \exp(-i2\pi ft/N) \dots\dots\dots(1)$$

$$f = 0, 1, \dots, N-1$$

$C_x(f)$ は X の f 次の復素型有限フーリエ係数で、次式のように、 f 次の実部フーリエ係数 $A_x(f)$ 、虚部フーリエ係数 $B_x(f)$ でも表現できる。 $A_x(f)$ を余弦フーリエ係数、 $B_x(f)$ を正

弦フーリエ係数とも言う。

$$A_x(f) = 2/N \sum_{t=0}^{N-1} X_t \cdot \cos(2\pi ft/N) \dots\dots\dots(2)$$

$$f=0, 1, \dots, N/2-1, N/2$$

$$B_x(f) = 2/N \sum_{t=0}^{N-1} X_t \cdot \sin(2\pi ft/N) \dots\dots\dots(3)$$

$$f=1, 2, \dots, N/2-1$$

X_t は時系列であるから、 f は周波数に対応した番号になり、(1)式から N 個の周波数に対応するフーリエスペクトル $C_x(f)$ を得る。なお $N \cdot C_x(f)$ をフーリエ係数と定義する場合もある。

逆フーリエ変換、すなわち $C_x(f)$ がわかっているときに時系列 X_t を算出する場合を考える。(1)式の有限逆フーリエ変換 (IDFT, inverse discrete Fourier transform) は次式で与えられる。

$$X_t = \sum_{f=0}^{N-1} C_x(f) \cdot \exp(2\pi ift/N) \dots\dots\dots(4)$$

$$t=0, 1, \dots, N-1$$

(2); (3)式の $A_x(f)$, $B_x(f)$ で表現すると

$$X_t = A_x(0) + 2 \sum_{f=1}^{N/2-1} A_x(f) \cdot \cos(2\pi ft/N)$$

$$+ A_x(N/2) + 2 \sum_{f=1}^{N/2-1} B_x(f) \cdot \sin(2\pi ft/N) \dots\dots\dots(5)$$

$$t=0, 1, \dots, N-1$$

$C_x(f)$ と $A_x(f)$, $B_x(f)$ の間には次の関係があるので計算が簡略化される。

$$C_x(0) = A_x(0)/2, \quad C_x(N/2) = A_x(N/2)/2 \dots\dots\dots(6)$$

$$\left. \begin{aligned} C_x(f) &= [A_x(f) + iB_x(f)]/2 \\ C_x(N-f) &= [A_x(f) - iB_x(f)]/2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(7)$$

$$f=1, 2, \dots, N/2-1$$

したがって

$$C_x^*(f) = C_x(N-f) \dots\dots\dots(8)$$

$$f=1, 2, \dots, N/2-1$$

* は共役複素数を表わす。

$f=1, 2, \dots, N/2-1$ に対する $A_x(f)$ と $B_x(f)$, および $A_x(0)$, $A_x(N/2)$ を求めれば、 N 個のフーリエ係数 $C_x(f)$ が算出できたことになる。本解析装置では(2), (3)式のような $N/2$ 個の計算方式をとっている。なお、本装置では1回の計算に使用するサンプル数 N をブロックサイズと呼んでいる。

さて、(1)式の DFT を式通りに“直接フーリエ変換”する場合の演算数は約 N^2 回にも達し、いかに電算機にあっても N が大になれば演算時間が大になり厄介がられていた演算の一つであった。一方、フーリエ解析の必要度は各界で高まる一方であったので、FFT アルゴリズムの開発は重大発明にも匹敵する価値があったと言えよう。

高速フーリエ変換 (FFT, Fast Fourier Transform) の解説は、造船学会関係では山内、大津の論文⁽⁷⁾の附録に述べられているのが唯一の例のようであるが、この記述は平易であるとはいえない。容易に入手できる和文の解説としては、吉沢正著“数値解析”⁽⁸⁾(岩波、基礎工学)に有限フーリエ係数のクーリー・チューキーの算法として詳細に述べられている。電気通信あるいは数値計算関係の学会では5~6年前に非常な関心が持たれた項目のようであり、FFTに関する解説記事は予想外に多い。

解説論文としては、I.E.E.E. すなわち米国電気通信学会誌に1967年に発表された Cochran, Cooley の論文⁽⁶⁾が有名のようで、山内、大津の論文⁽⁷⁾および山田、横井の論文⁽⁸⁾でもこの論文に従った説明がなされている。ここでは、やはり IEEE に1969年に発表された、もう一つの著名な解説論文である Bergland の解説⁽⁹⁾を紹介することにしよう。なお、Cochran, Cooley の解説とは相当に異なるので、興味のある方は山田、横井の論文なども併読されたい。

いま

$$W_N = \exp(i2\pi/N) \dots \dots \dots (9)$$

と定義すると、(1)式のフーリエ変換は

$$C_x(f) = 1/N \sum_{t=0}^{N-1} X_t \cdot \exp(-i2\pi ft/N) \dots \dots \dots (1)$$

$$C_x(f) = 1/N \sum_{t=0}^{N-1} X_t \cdot W_N^{-ft} \dots \dots \dots (10)$$

と書け、(4)式の逆フーリエ変換は

$$X_t(t) = \sum_{f=0}^{N-1} C_x(f) \cdot W_N^{ft} \dots \dots \dots (11)$$

となる。

ここで、(10)、(11)式をまとめる一般型を考える。

$$\hat{X}(j) = \sum_{k=0}^{N-1} A(k) \cdot W_N^{jk} \dots \dots \dots (12)$$

$\hat{X}(j) \rightarrow X_t$, $A(k) \rightarrow C_x(f)$ とすれば(11)の逆変換式になる。

(10)式を共役複素数で変形すると

$$C_x(f) = 1/N \left[\sum_{t=0}^{N-1} X_t^* \cdot W_N^{ft} \right]^* \dots \dots \dots (13)$$

となるので、(12)式で

$\hat{X}(j) \rightarrow C_x^*(f)$, $A(k) \rightarrow X_t^*/N$ とすれば正変換式(10)と同じになる。

故に、ここで以後(12)式の一般型で FFT のアルゴリズムと考えることにしよう。

説明を簡単にするため、 $N=8$ の場合について述べることにすると、

$$j=0, 1, \dots, 7 \quad k=0, 1, \dots, 7$$

までを考えればよい。

j, k を2進数で表わすと

$$\left. \begin{aligned} j &= j_2 4 + j_1 2 + j_0 \\ k &= k_2 4 + k_1 2 + k_0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (14)$$

となり、ここに j_0, j_1, j_2 および k_0, k_1, k_2 はそれぞれ0か1の値しかとれない。

(12)式を j_0, j_1, \dots などで書き換えると

$$\hat{X}(j_2, j_1, 0) = \sum_{k_0=0}^1 \sum_{k_1=0}^1 \sum_{k_2=0}^1 A(k_2, k_1, k_0) \cdot W_N^{(j_2 4 + j_1 2 + j_0)(k_2 4 + k_1 2 + k_0)} \dots \dots \dots (15)$$

ここに $W_N^{m+n} = W_N^m \cdot W_N^n$

であるから

$$\begin{aligned} &W_N^{(j_2 4 + j_1 2 + j_0)(k_2 4 + k_1 2 + k_0)} \\ &= W_N^{(j_2 4 + j_1 2 + j_0)k_2 4} \cdot W_N^{(j_2 4 + j_1 2 + j_0)k_1 2} \cdot W_N^{(j_2 4 + j_1 2 + j_0)k_0} \dots \dots \dots (16) \end{aligned}$$

右辺の各項を書き改めると

$$W_N^{(j_2 4 + j_1 2 + j_0)k_2 4} = [W_N^{8(j_2 2 + j_1)k_2}] W_N^{j_0 k_2 4} \dots \dots \dots (17)$$

$$W_N^{(j_2 4 + j_1 2 + j_0)k_1 2} = [W_N^{8 j_2 k_1}] W_N^{(j_1 2 + j_0)k_1 2} \dots \dots \dots (18)$$

$$W_N^{(j_2 4 + j_1 2 + j_0)k_0} = W_N^{(j_2 4 + j_1 2 + j_0)k_0} \dots \dots \dots (19)$$

ここに

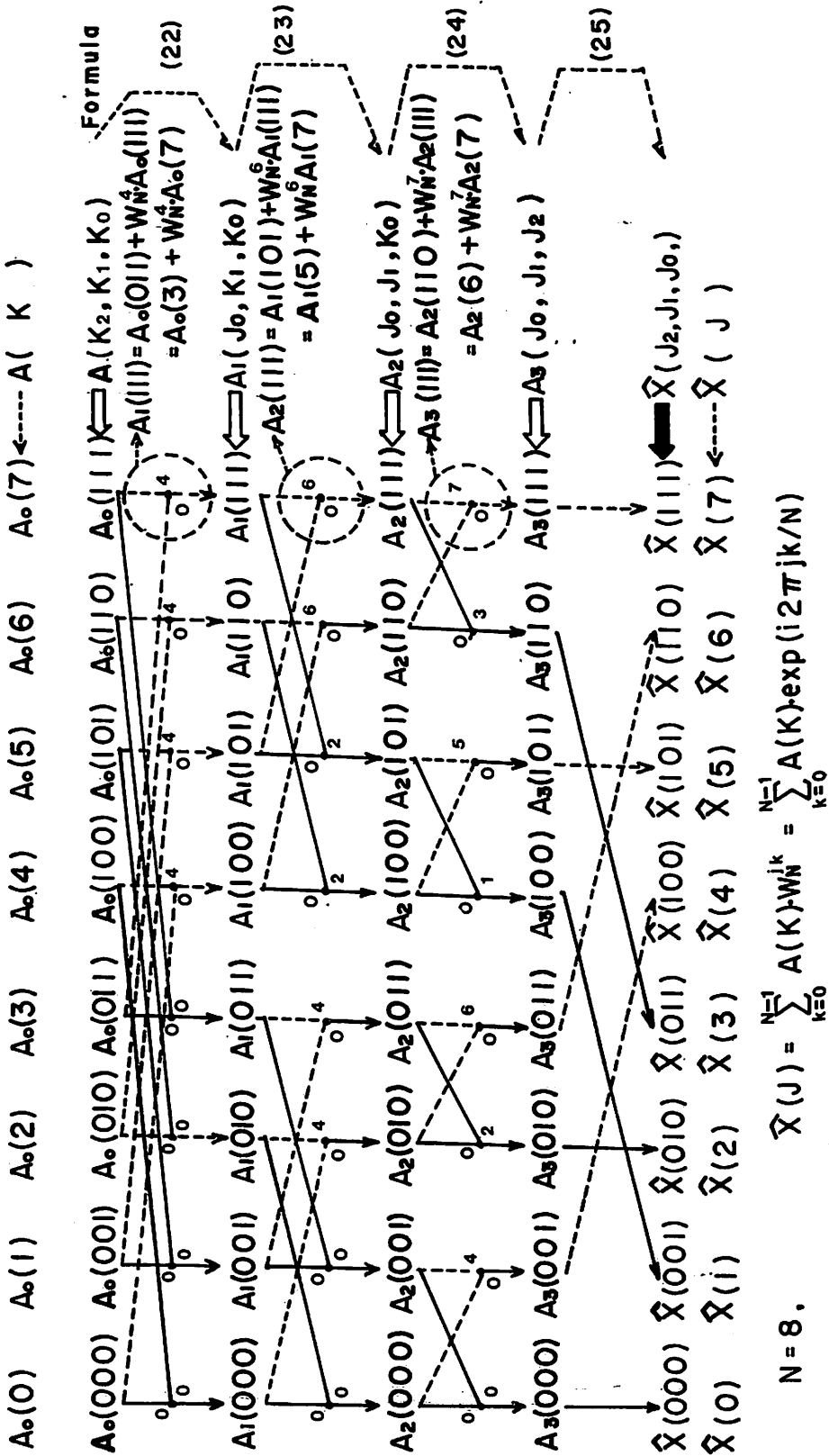


Fig. 8 F.F.T. フルゴリズムの説明

$$W_{N^2} = [\exp(2\pi i/8)]^2 = \exp(2\pi i) = 1 \dots\dots\dots (20)$$

であるから、(17)、(18)式の [] 内は 1 になる。

故に(18)式は次のように書ける。

$$\begin{aligned} \hat{X}(j_2, j_1, j_0) &= \sum_{k_0=0}^1 \sum_{k_1=0}^1 \sum_{k_2=0}^1 A(k_2, k_1, k_0) \cdot W_{N^{j_0}}^{k_2^4} \cdot W_{N^{(j_1^2+j_0)}}^{k_1^2} \cdot W_{N^{(j_2^4+j_1^2+j_0)}}^{k_0} \dots (21) \\ &\quad \underbrace{\hspace{10em}}_{\substack{A_1(j_0, k_1, k_0) \\ A_2(j_0, j_1, k_0) \\ A_3(j_0, j_1, j_2)}} \end{aligned}$$

この式を上記のようにサンメーションを分けて考えると、(21)式は以下の式で順番に計算されることになる。

$$A_1(j_0, k_1, k_0) = \sum_{k_2=0}^1 A(k_2, k_1, k_0) W_{N^{j_0}}^{k_2^4} \dots\dots\dots (22)$$

$$A_2(j_0, j_1, k_0) = \sum_{k_1=0}^1 A(j_0, k_1, k_0) W_{N^{(j_1^2+j_0)}}^{k_1^2} \dots\dots\dots (23)$$

$$A_3(j_0, j_1, j_2) = \sum_{k_0=0}^1 A_2(j_0, j_1, k_0) W_{N^{(j_2^4+j_1^2+j_0)}}^{k_0} \dots\dots\dots (24)$$

すなわち

$$\hat{X}(j_2, j_1, j_0) = A_3(j_0, j_1, j_2) \dots\dots\dots (25)$$

となるが、この式から \hat{X} と A_3 はビット逆転 (bit reversal) の関係に並べ換えられていることが判る。

(21)式あるいは(22)~(24)式の演算を図示すると Fig. 8 のようになる。なお図中の・印の近くの数字は、たとえば 4 ならば W_{N^4} であることを意味している。本図が理解できれば、FFT アルゴリズムの大半が判ったと言える。(21)~(24)式と対比しながらじっくりと見ていただきたい。

なお、 $N=8$ の場合には

$$W_N = \exp(i2\pi/8) = \cos \pi/4 + i \sin \pi/4 \dots\dots\dots (26)$$

である。したがって、次式の関係があり、実際の演算は 1 または i を乗ずることが多く、いちじるしく簡単になっている。

$$\left. \begin{aligned} W_{N^2} = i, W_{N^4} = -1, W_{N^6} = -i, W_{N^8} = 1 \\ W_{N^1} = -W_{N^5}, W_{N^3} = -W_{N^7} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (27)$$

Fig. 8 で Node (・印) の数は 8×3 すなわち、 $N=8=2^3$ 、 $3 = \log_2 N$ であるので、 $8 \times 3 = N \times \log_2 N$ であることが理解できる。

一般に $N=2^n$ の場合には、Fig. 8 の縦線上の Node の数は、縦線 1 本につき n 箇となるので、

$$N=2^n \text{ では Node の数} = N \log_2 N \dots\dots\dots (28)$$

なる関係がある。また、一つの Node では図中に例示したように、

$$A_1(7) = A_0(3) + W_{N^4} \cdot A_0(7) = A_0(3) \cdot W_N + A_0(7) \cdot W_{N^4} \dots\dots\dots (29)$$

一般に、2回の復素数乗算と1回の加算が行なわれるが、第1の乗算は1を掛けるだけであるから、実質上は乗算回数は半分に減る。また、(29)式のような関係があるので、第2の乗算回数も大約半分になってしまう。すなわち、FFT法では $N/2 \cdot \log_2 N$ 回の復素乗算と $N/2 \log_2 N$ 回の復素加算で演算が完了する。これに対し、(24)式を式に従って直接計算すると N^2 回の復素乗算と加算の複合計算が必要である。FFT法と直接法の演算回数の比を安全側に見積って

$$2N \log_2 N / N^2 = 2 \log_2 N / N \dots\dots\dots (30)$$

とすると、

- $N=256=2^8$ では $1/16=0.063$
- $N=512=2^9$ では $1/28=0.035$
- $N=1024=2^{10}$ では $1/51=0.020$
- $N=2048=2^{11}$ では $1/93=0.011$

となり、 N が増すにつれて小になり、よく使用される $N=1024$ の場合で約2%、すなわち約50倍の速度で演算可能なことがわかる。

計算時間の短縮率はこのような簡単な算式では厳密には表わせないが、 $N=2^{13}=8192$ の場合に、IBM-7094 で FFT 法では約5sce、従来法では約30分の計算時間であったとの記述⁹⁾がある。この時間の比は $1/365$ で、上式で算出すると約 $1/300$ であるから、略算式はほぼよい値を与えることがわかる。

19. FFT 法を利用したパワー・スペクトル算法

A) 算法概説

一般に波浪中の実船試験で得られる記録は、海洋波の記録と同様に不規則現象であり、基本的に確率過程として取り扱わねばならない。確率過程をフーリエ解析する場合、すなわち確率過程の特性を周波数の場から見ようとするとき、パワースペクトラム（密度関数）を求めるのが通常の手段になっている。パワー・スペクトラムの算法は文献⁽¹⁾に詳述されているので、以下に述べる標準的な算法を Blackmann-Tukey 法と呼ぶ人もいる。

いま、オートパワースペクトラムを $S_{xx}(f)$ とすると、これはオートコリレーション $R_{xx}(\tau)$ ファンクションのフーリエ変換として次式によって算出される。

$$S_{xx}(f) = \left. \begin{aligned} &= \int_{-\infty}^{\infty} R_{xx}(\tau) \cdot \exp(-i2\pi f\tau) d\tau \\ &= 2 \int_0^{\infty} R_{xx}(\tau) \cdot \cos(2\pi f\tau) d\tau \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

すなわち、時間 τ の関数である $R_{xx}(\tau)$ の周波数領域の表現が $S_{xx}(f)$ である。前述のフーリエ解析の場合、つまり解析対象が決定論的な波形である場合にはこの式の計算のみで波型解析が終ってしまったが、ここで取扱おうとしている確率過程の場合では、確率過程の特性を表現する時間関数 $R_{xx}(\tau)$ をまず求めておき、そのフーリエ変換として確率過程の周波数領域での表示であるパワースペクトル $S_{xx}(f)$ が始めて得られる。

ここで、不規則時系列 $x(t)$ の自己相関関数 (autocorrelation function) $R_{xx}(\tau)$ は次式で求まる。

$$R_{xx}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} 1/T \int_0^T x(t) \cdot x(t+\tau) \cdot dt \dots\dots\dots(2)$$

$x(t)$ が Δt 時間ごとのサンプル値で与えられていると、

$$R_{xx}(\tau) = R_{xx}(h\Delta t) = (1/M-h) \sum_{m=1}^{M-h} x(m\Delta t) \cdot x(m\Delta t + h\Delta t) \dots\dots\dots(3)$$

$h=0, 1, 2, \dots, l$

となる。(3)式の演算回数はラグ類と呼ばれる h を l までとることになると約 $l \times M^2$ となり、手間のかかる計算であることが判る。またこのような方式による場合 (1) 式のフーリエ変換も直接法によって計算していることが多いのでパワースペクトルを得るまでの計算機使用時間はさらに大になる。なお $S_{xx}(f)$ の周波数分解能はラグタイム $L=l \cdot \Delta t$ の逆数になる。

いま、原信号 Xt をフーリエ変換してフーリエ係数 $C_x(f)$ を求め、次式の表現を考えると

$$P_{xx}(f) = \left. \begin{aligned} &= C_x(f) \cdot C_x^*(f) \\ &= [A_x(f) + iB_x(f)] \cdot [A_x(f) - iB_x(f)] \\ &= A_x^2(f) + B_x^2(f) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

$f=1, 2, \dots, N/2-1$

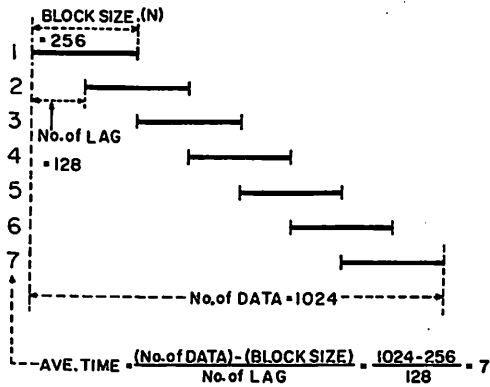


Fig. 9 重ねずらし平均法の説明

この $P_{xx}(f)$ は形式上は原信号のパワーの周波数領域での表示になっており、(9)式から得られる $S_{xx}(f)$ と等価のように思われる。しかし、この類推は軽率に過ぎることは明白である。

オーソドックスな算法によって得られた $S_{xx}(f)$ と、自己相関関数を介さずに原信号を直接にフーリエ変換して得られる $P_{xx}(f)$ の関係が如何なるものであるかの検討は別の文献にその解説をゆだねるとして、たとえば文献(4)の第2章(著者、石井 泰)には詳細な説明が出ている、その結論によると、

$$S_{xx}(f) \doteq E[P_{xx}(f)] \dots \dots \dots (9)$$

のような関係にある。ここに E は集合平均を表わしているが、多数の P_{xx} の平均値が S_{xx} に近づくことを意味している。逆に一つ一つの P_{xx} は凹凸が激しく、その時点での周波数特性を示すが、それらを平均すると全体特性であるパワースペクトルに近いものが得られる。

そこで、本装置ではFFT法の利点を活かすことのできる(9)式によって $P_{xx}(f)$ を求め、またFFT法によると、(9)式の計算は極めて短い時間で終了するので、さらにFig. 9に説明図を示した“重ねずらし平均法”を採用し(9)式のように $P_{xx}(f)$ の平均値を算出し、 $S_{xx}(f)$ と等価とみなすことにした。

Fig. 9中の数値は以下に示す例題に使用した値が記入されているが、データ数(No. of DATA) 1024箇のデジタル数列の計算をする時、その数列のうち最初の256箇の数列についてFFTを基礎にした(9)式の計算を行なう。この1回の計算に使用するデータをブロックと称し、図の例ではブロックサイズ N は256箇ということになる。次にラグ数(No. of LAG) だけずらして2回目のブロックを取り、(9)式の計算を繰返す。このようにして、ずらした各ブロックについて $P_{xx}(f)$ を算出し、その平均値 $\overline{P_{xx}(f)}$ を求める。

$$\overline{P_{xx}(f)} = \overline{A_x^2(f) + B_x^2(f)} \dots \dots \dots (9)$$

Fig. 9の例では、平均回数(AVE. TIME)は図中に記入しておいた式の関係から7回となる。

FFTによる(9)式の演算は高速であるので、次のブロックのデータの読み込みを行なっている間に前のブロックの $P_{xx}(f)$ が算出され、さらに本装置ではブラウン管式グラフィックディスプレイ装置を備えているので、結果が図として直ちに示される。すなわち、スペクトラムの図が実時間で刻々と表示され、現象が変化する状況を周波数領域での表示として時々刻々に見ることができる。

そして、図中の例では7回の $P_{xx}(f)$ の算出が終ると、最後に(9)式の平均化演算を行ない、図に表示されるとともに、その図がハードコピーとして出て来る。(Fig. 10 参照)

オートコリレーション・ファンクシヨシ(autocorrelation function) はオートパワースペクトラムの時間領域での表示であるので、上述のFFTを利用したスペクトラムの計算法の一環として

考えるときには、 $P_{xx}(f)$ の FFT 法によるフーリエ逆変換として求めるのが便である。すなわち、次式の算法による。

$$\phi_{xx}(t) = 2 \sum_{f=0}^{N/2-1} P_{xx}(f) \cdot \exp(i2\pi ft/N) \dots\dots\dots (9)$$

$$t = -N/2, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, N/2-1$$

具体的にはフーリエ変換により $P_{xx}(f)$ を求め、それをフーリエ逆変換することになるが、FFT 法によるとフーリエ逆変換も正変換と全く同様に高速に演算できるので、 $P_{xx}(f)$ とほとんど同時に刻々の図化表示および平均のコレログラムを得る事が出来る。

B) 結果の表示

算出例として Fig. 10 を掲げたが、以後本稿では本図と同様に K 丸での実測例である実験番号 K-106 のピッチ角の記録を解析対象として使用することにする。オートパワスペクトラム $P_{xx}(f)$ およびオートコリレーションファンクション $\phi_{xx}(t)$ が時々刻々に変化する様子がよくわかる。最後に出て来る これらを平均した最終結果のハードコピーも示しておいた。右端の文字はタイトルと称している部分で、この計算を行なった条件を示している。

DATA TIME : 実験あるいは解析を実施した日付

EXP NO : 実験番号, ここでは K-106

PHENOMENON : 解析した現象, ここでは PITCH

CAL FACT : 較正係数, この欄に係数を記入することによって, 自動的に電圧の数値がその現象の次元を持った数値に換算される。本例では 5.9702 DEGREE/VOLT となっている。

No of Data	} Fig. 9 の定義による。
Block Size	
No of Lag	
Ave Time	

ここに数値を記入することが計算指令になる。

Samp Time : サンプルングタイム, Δt , スイッチにより選択した値がここに自動的に記入される。この例ではで 1.0 sec ある。

Window : 周波数ウィンドウ, ここに記入したことが計算指令になる。この場合 Q ウィンドウを使用している。

また, オートパワスペクトラムの図の右肩に記入されている文字の意味は下記のとおりである。

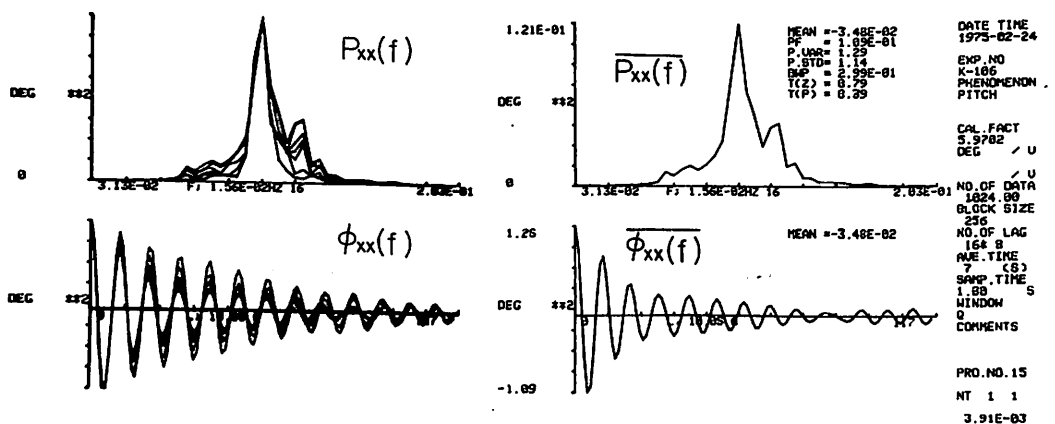


Fig. 10 オートスペクトラム $P_{xx}(f)$ とオートコリレーション・ファンクション $\phi_{xx}(f)$ の変化とその平均値

Mean : 原数列の平均値, 船速などのように平均レベルが問題になる現象では重要。本例では -0.0348 DEG. であり, ゼロシフトが小なることを表わしている。

P.F. : Peak Frequency の略で, スペクトラムが最高になっている周波数。本例では 0.109Hz.

P.VAR : パワースペクトルから算出された分散 (VARIANCE) の意味で, オートパワースペクトラムが囲む面積に比例する。ここでは 1.29 DEG².

P.STD : パワースペクトルから求めた標準偏差 (Standard Deviation)。ここでは, 1.14 DEG.

BWP : バンド幅パラメータ (Band Width Parameter), 本例では 0.299.

T(Z) : このスペクトラムから算出したゼロクロス の平均周期, 本例では 8.79 sec.

T(P) : このスペクトラムから算出したピーク トウピーク の平均周期, 本例では 8.39 sec.

なお計算は下記の式によって行なわれている。

$$P.VAR = \sum_{f=1}^{N/2-1} P_{xx}(f) \doteq 2 \int_0^{\infty} S_{xx}(f) \cdot df = m_0 = \sigma_s^2 \quad \dots\dots\dots (38)$$

$$P.STD = \sqrt{P.VAR} = \sigma_s \quad \dots\dots\dots (39)$$

$$T(Z) = (T_{0z})_s = \sqrt{m_0/m_2} \quad \dots\dots\dots (40)$$

$$T(P) = (T_m)_s = \sqrt{m_2/m_4} \quad \dots\dots\dots (41)$$

$$BWP = \epsilon = \sqrt{(m_0 m_4 - m_2^2) / m_0 m_4} \quad \dots\dots\dots (42)$$

$$m_n = \sum_{f=1}^{N/2-1} (f/N \cdot \Delta t)^n \cdot P_{xx}(f) \quad \dots\dots\dots (43)$$

これらの諸量はオートパワースペクトラムの計算指令により自動的に算出され, 図の一定位置に表示されるようになっている。

さて, 本図の例についてパワースペクトラム算法をより具体的に説明しよう。いま, 一回の計算に使用する時系列の数すなわちブロックサイズ *N* は 256 であるから, K-106 のデータを 1 sec ごとにサンプルし,

$$X_0, X_1, X_2, \dots, X_{255}, \text{ (DEG)}$$

なる数列の解析をすることになる。この時系列の長さは $N \times \Delta t = 256 \text{ sec}$ であるので, (34) 式中の $C_x(f)$ すなわち(1)式によるフーリエ係数 $C_x(f)$ は

$$C_x(0), C_x(1), C_x(2), \dots, C_x(255), \text{ (DEG)}$$

のように, 周波数分解能 Δf ごとに 256 箇算出される。

$$\Delta f = 1/N \cdot \Delta t = 1/256 \text{ HZ} = 0.00391 \text{ HZ} \quad \dots\dots\dots (44)$$

この Δf の値は図のタイトル欄の最下段に自動的に表示される。

実際上は本装置では(2), (3), (34)式のように $N/2$ 箇の計算を行なっているので,

$$P_{xx}(1), P_{xx}(2), \dots, P_{xx}(127), \text{ (DEG}^2\text{)}$$

が算出される。その周波数間隔は Δf であるので,

$$f_{max} = 1/N \cdot \Delta t \times N/2 = 1/2 \Delta t = 0.5 \text{ HZ} \quad \dots\dots\dots (45)$$

なる最高周波数 f_{max} まで算出されていることになる。

(34)あるいは(2), (3)式からわかるように, $P_{xx}(f)$ の次元は (DEG²) のように, $P_{xx}(f)$ 自体でパワーを表わしている。すなわち(34)式での f は周波数に対応する番号であるので, $P_{xx}(f)$ はパワーの線スペクトラムになっていることに注意されたい。したがって, 周波数分解能を上げると線スペクトラムの数が増すので, $P_{xx}(f)$ の値は小になる。すなわち,

$$P_{xx}(f) / \Delta f = P_{xx}(f) \cdot N \cdot \Delta t = \text{const} \quad \dots\dots\dots (46)$$

の関係にあり, サンプリングタイム Δt が一定であるならば N を増せば $P_{xx}(f)$ は小になる。

オーソドックスなパワースペクトラムの算法では、縦軸の値は例えば (DEG)²·SEC の次元を持ち、横軸の周波数の次元 (SEC)⁻¹ を乗じてパワーの次元 (DEG)² となる。すなわちスペクトラム上の面積がパワーに対応しているので、(4)式のような関係はない。

本方式でも $P_{xx}(f)$ に Δf を乗じ、面積スペクトラムとすれば標準法と同様なパワースペクトラムとなり、まぎらわしくなくなるが、当初のソフトが線スペクトルの考え方で開発されたので、この方式を改めるとソフトの全面的な改正となり甚だ手間を要するので、現在でもこのままになっている。

標準法によると、(3)式の R_{xx} の計算で $M=107$ であるとする約 1007^2 の演算回数となる。

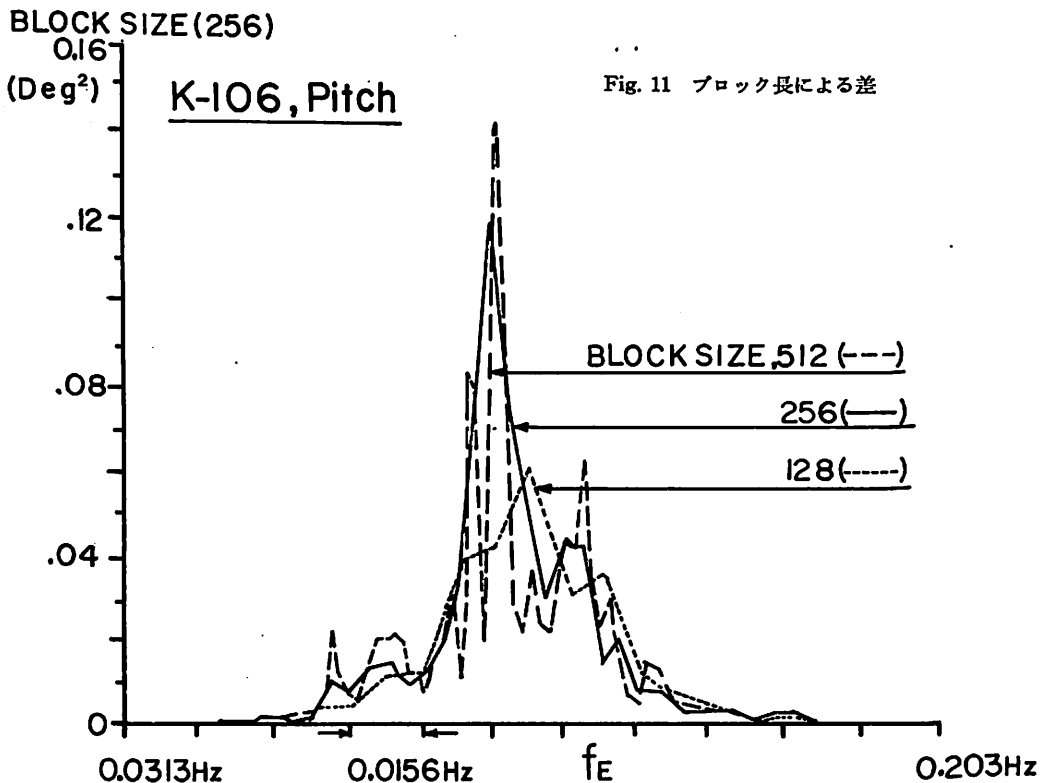


Fig. 11 ブロック長による差

BLOCK LENGTH	512 sec	256 sec	128 sec
BLOCK SIZE	512	256	128
No. of DATA	1024	1024	1024
SAMP. TIME	1 sec	1 sec	1 sec
WINDOR	Q	Q	Q
No. of LAG	64	128	128
AVE. TIME	9	7	8
σ_s^2 (VAR.)	1.14	1.28(deg ²)	1.10
σ_s (STD.)	1.07	1.13(deg)	1.05
$(T_{02})_s, T(Z)$	8.78	8.79(sec)	8.57
$(T_m)_s, T(P)$	8.30	8.39(sec)	8.16
ϵ_s, BWP	0.326	0.297	0.306

さらに R_{xx} から S_{xx} を求めるのに FFT 法を使用しない場合には約 l^2 の演算回数が必要である。標準法でのラグ数 l は本法でのブロックサイズ N に対応するが、多く見積もっても $100N$ オーダーの演算回数ですむ (4) 式による計算がいかに高速であるかが理解できよう。なお、標準法と本法の解析結果の比較は筆者(4)および横井などによって試みられているが、両算法による結果に有意な差はないことがわかった。

C) 算出パラメータによる影響

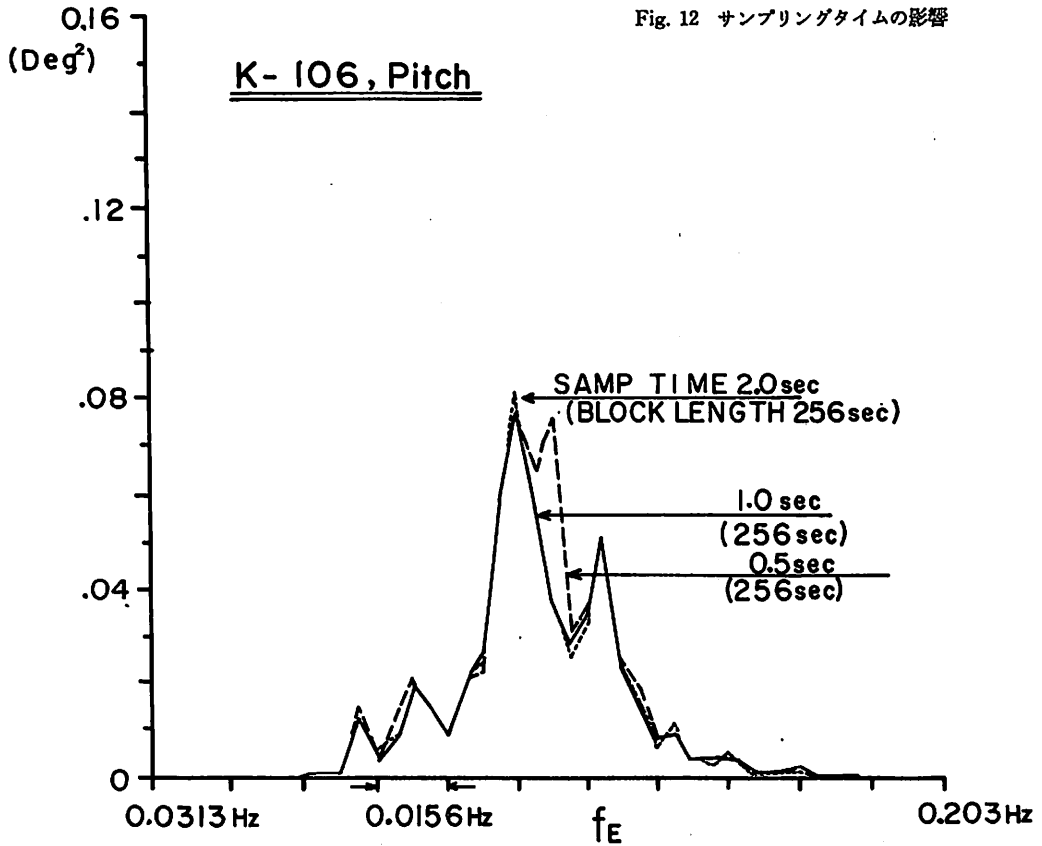


Fig. 12 サンプリングタイムの影響

BLOCK LENGTH	256 sec	256 sec	256 sec
DATA LENGTH	1024 sec	1024 sec	1024 sec
SAMP. TIME	2 sec	1 sec	0.5 sec
No. of DATA	512	1024	2048
BLOCK SIZE	128	256	512
No. of LAG	64	128	256
AVE. TIME	7	7	7
WINDOW	—	—	—
σ_s^2 , (VAR.)	1.12 deg ²	1.13	1.25
σ_s , (STD.)	1.06 deg	1.06	1.12
(T_{02}) _s , T(Z)	8.71 sec	8.68	8.71
(T_m) _s , T(P)	8.28 sec	8.21	8.27
ϵ_s , BWP	0.321	0.326	0.314

ある長さの原数列が与えられたとき、オートパワスペクトラムを算出するためには、サンプリングタイム (Δt) およびブロックサイズ (N) を決め、またウィンドウの種類も決めなければならない。これらの要素が算出結果に与える影響を調べるため、一つの時系列 (K-106 のピッチ) に対して N , Δt などを色々に組合せてパワスペクトラムを算出してみた。

(1) ブロック長さによる差

(4)式のように周波数分解能はブロック長さ $N \cdot \Delta t$ で決まる。すなわちサンプリング時間 Δt が一定であれば、ブロックサイズ N が大なるほど分解能は良くなる。この具体例を Fig. 11 に示したが、たしかにブロックサイズ 512 の場合のスペクトラムが一番凹凸が甚だしく分解能が向上していると言える。なお、この例では平均回数がほぼ同じになる場合について比較をしているが、 N の差によってスペクトラムの型は予想通りの影響を受け、一方これらから算出された

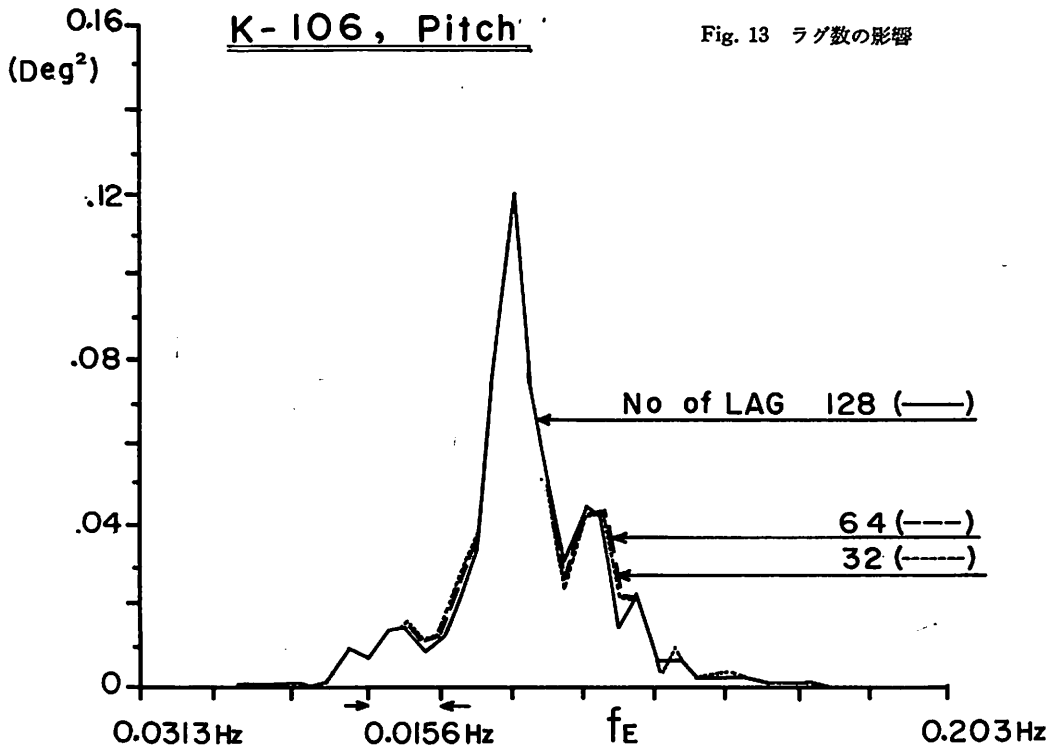


Fig. 13 ラグ数の影響

No. of LAG	128	64	32
BLOCK SIZE	256	256	256
No. of DATA(N)	1024	1024	1024
AVE. TIME	7	13	25
SAMP. TIME	1 sec	1 sec	1 sec
WINDOW	Q	Q	Q
σ_s^2 (VAR.)	1.28(deg ²)	1.32	1.32
σ_s (STD.)	1.13(deg)	1.15	1.15
(T _{o2}) _s , T(Z)	8.79(sec)	8.81	8.78
(T _m) _s , T(P)	8.39(sec)	8.40	8.37
ξ_s , BWP	0.297	0.302	0.301

分散、平均周期などにはほとんど差がないことが示されている。

FFT 法では N をこのように大きく変化させても、計算時間に大きな影響を与えない。共に周波数分解能を決定するという意味で、 N は標準法でのラグ数 (83式の l) に対応するが、標準法で l の数を増加すると幾何級数的に計算時間が増大する。したがって l を大きく変化させてパワースペクトラムを算出し、比較した例は少ないが、山内によるとラグ数 l は全データ数の $1/10$ 程度に取るのがよいとされている。本解析法の N と標準法のラグ数 l には本質的な相似点はないが、分解能を決定するということから、標準法のラグ数と同様な値を取り、SR-125の標準解析では $\Delta t = 1 \text{ sec}$ 、 $N = 256$ に一応決めている。

(2) サンプリングタイムの影響

サンプリングタイム Δt は(89式)のように最高周波数 (f_{max}) を決定する。Fig. 12 のように Δt を 2, 1, 0.5 sec にとると f_{max} は 0.25, 0.5, 1 HZ となる。本例の場合、スペクトラムは 0.2 HZ 以上の周波数域にまたがっていないので、 f_{max} の最も低い $\Delta t = 2 \text{ sec}$ の場合で

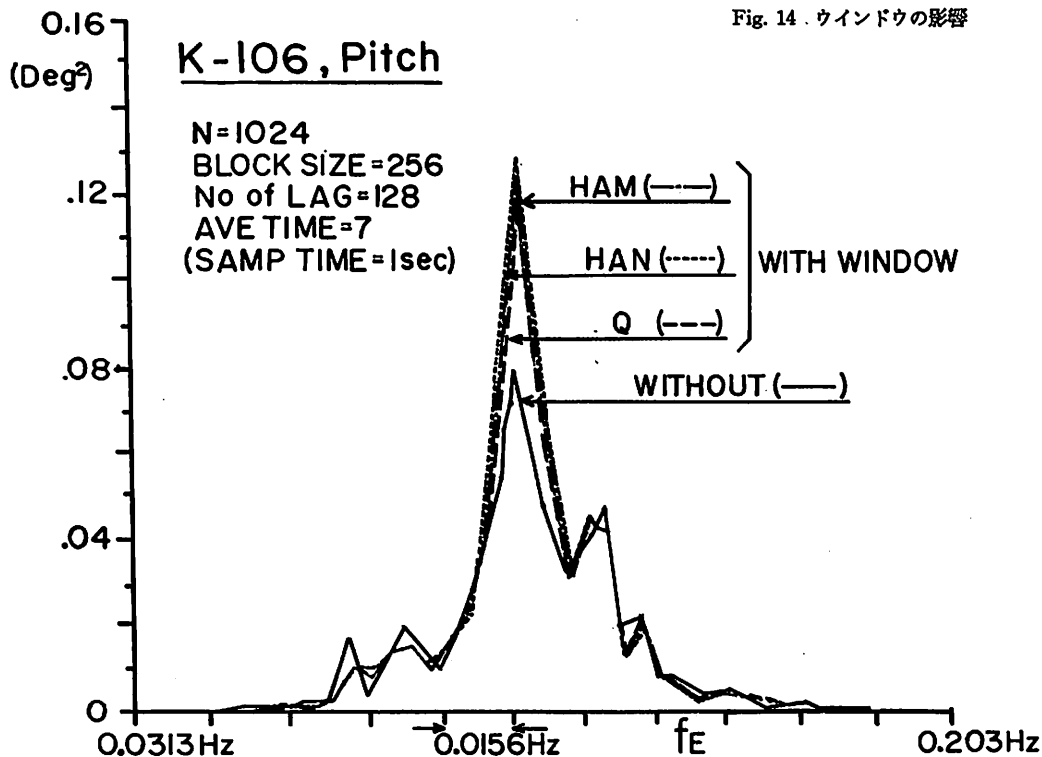


Fig. 14 . ウィンドウの影響

WINDOW	WITHOUT	Q	HAN.	HAM.
σ_s^2 (VAR.)	1.12 (deg ²)	1.28	1.36	1.34
σ_s (STD.)	1.06 (deg)	1.13	1.17	1.16
(Toz) _s , T(Z)	8.71 (sec)	8.79	8.87	8.85
(Tm) _s , T(P)	8.25 (sec)	8.39	8.47	8.46
ϵ_s , BWP	0.322	0.297	0.296	0.293
Fp, PF	0.109 (Hz)	0.109	0.109	0.109
MEAN	-0.159 (deg)	-0.162	-0.158	-0.155

も十分なサンプリングであることが、各スペクトラム間に差がないことによって示されている。したがって各スペクトラムから算出された分散、平均周期などにもほとんど差がない。

(3) ラグ数の影響

ここで言うラグ数は Fig. 9 に示されている No. of LAG で、標準法でいうラグ数 l とは根本的に異なるので注意されたい。これは本来はシフト数とも称すべきもので、いずれ呼称を変えたいと考えている。

ブロック長さが同じで、ラグ数のみを変えた場合を比較して Fig. 13 に示した。ラグ数が半分になると平均回数は約 2 倍になるが、その算出結果にはほとんど差がないことがわかる。ある限られた長さの原数列に対しては平均回数 (AVE. TIME) をやたらに増しても意味が少ない事がわかってる。

(4) ウィンドウの影響

Fig. 14 には、ウィンドウなしの場合と Q 、ハニング (HAN.) ハミング (HAM.) の各ウィンドウを施した場合を比較しておいた。スペクトラムを一見してわかる事は、ウィンドウをかけた場合とかけない場合の差があることと、各ウィンドウ間の差はわずかであることである。そして、ウィンドウをかけた場合の方がやや凹凸が少なくウィンドウの効果が見えるが、その効果は予想外に小である。分散、平均周期などの算出値に目立った差はないが、ウィンドウ“あり”と“なし”ではやや差があるので、SR-15 の標準プログラムでは Q ウィンドウを使用することになっている。

20. ヒストグラムの算出

Fig. 15 に示したような不規則時系列があるとき、よく算出されるヒストグラムとして、

- 1) 等時間間隔 Δt ごとの時系列 X_i のヒストグラム
- 2) 極大値 (h_{max}) および極小値 (h_{min}) のヒストグラム
- 3) 全振幅 (H) のヒストグラム

の 3 種がある。

1) のヒストグラムは時系列の平均値をゼロとした正規分布に近くなるのが普通であり、この統計計算から得られる分散と標準偏差は当然オートパワスペクトラムから得られる分散 ($P.VAR$) と標準偏差 ($P.STD$) にほぼ等しいはずである。この関係は算出されたパワスペクトラムの良否の判定に役立つ。Fig. 16 に K-106 のピッチ角の算出例を示しておいたが、ヒストグラムの型はガウス分布 (正規分布) に近く、図中右肩に表示されているこの計算から求めた分散 ($VAR.$) と標準偏差 (STD) の値は Fig. 10 などに示されている $P.VAR$ および $P.STD$ の値とほぼ等しく、パワスペクトラムの計算が妥当であることを示している。なお、MAX. はプラス側の最大値、MIN. はマイナス側の最大値を意味している。

2) のヒストグラムはいわゆる極値分布を与えるが、実測記録に高周波の雑音が入っている

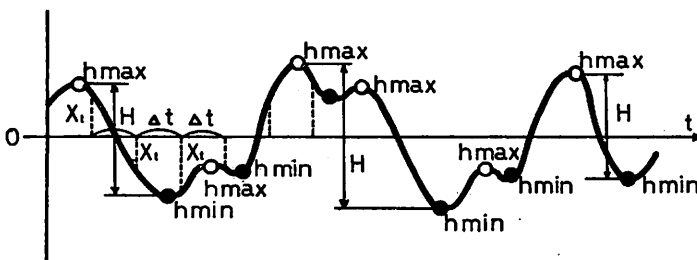


Fig. 15 ヒストグラム算出時の振幅、極値の採り方

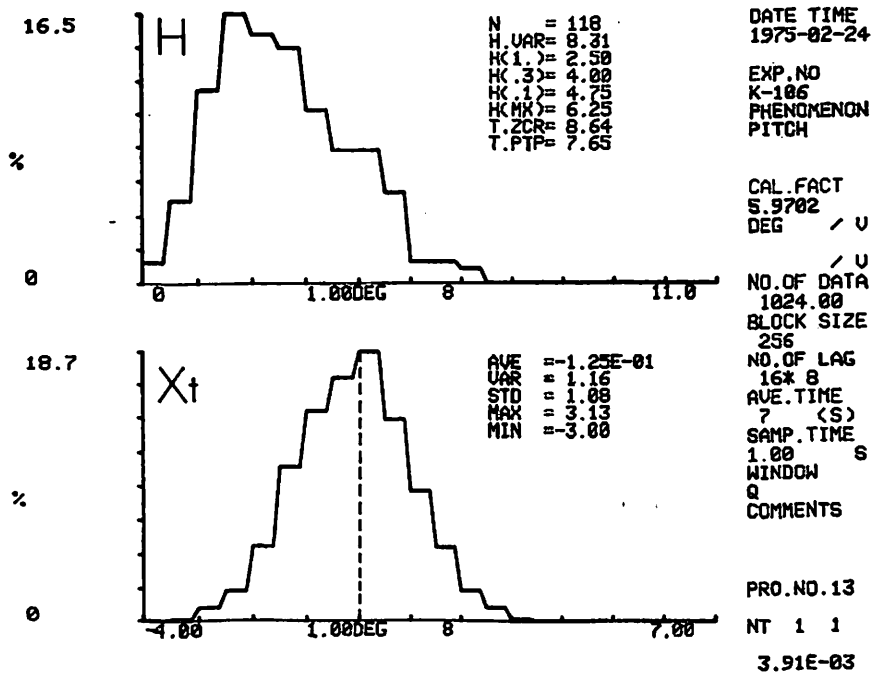


Fig. 16 全振幅 (H) および時系列 (Xt) のヒストグラム

場合、あるいはゼロドリフトが著しい場合には、せっかく解析してもその意義に疑問が出て来る。本解析装置ではこの計算も簡単に行なえるようになっているが、SR-125 では概括的な傾向を誤りなくとらえる 3) の全振幅のヒストグラム計算を常用している。Fig. 16 にはタイムヒストリー (Xt) の分布と同時に算出した全振幅 (H) のヒストグラムが示されている。この計算では Fig. 15 中に記入しておいたように、相隣れるゼロクロスポイントの間では一点の極値しか認めていない、すなわち正の極小値、負の極大値を無視しているので、ハムなどの高周波の雑音は自動的に除去されてしまうが、同時に有意義な高周波現象がある場合にはそれも無視してしまう欠点がある。

右肩の表示の意味は下記のとおりである。

N : ゼロクロスの数の1/2, 採用した変動の山の数

H.VAR : 全振幅の分散

H(1.) : 全振幅の平均値

H(.3) : 全振幅の高い方から1/3の平均値, 有義値

H(.1) : 全振幅の高い方から1/10の平均値

H(MX) : 全振幅の最高値

T.ZOR : ゼロクロス周期の平均値

T.PTP : ピークトウピーク周期の平均値

スペクトラムの図中に示されているバンド幅パラメーター (BWP) が0に近い時は極値分布はレーレー分布になる。ここに例示した場合は $BWP \approx 0.3$ であるから、レーレー分布に近いことが予測されるが、Fig. 16 の上図は予想どおりの型になっている。完全なレーレー分布では次の関係がある。

$$\left. \begin{aligned}
 H(.3) &= 1.598 \times H(1.) \\
 H(.1) &= 2.032 \times H(1.) \\
 H(MX) &= (2.5 \sim 2.8) \times H(1.)
 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (47)$$

Fig. 16 の例でこの係数を算定してみると、上式から順に 1.60, 1.90, 2.50 となり、レーレー分布の係数に近い値になっている。

また、パワースペクトラムから得られる特性との関係として、

$$\left. \begin{aligned} P.VAR &= H.VAR \div 8 \\ T(Z) &= T.ZCR \\ T(P) &= T.PTP \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (48)$$

なる関係があるが、Fig. 16 と Fig. 10 などと比較するとこの関係がほぼ満足されていることがわかる。さらに完全にレーレー分布の場合には

$$\left. \begin{aligned} P.STD &= H(1.) \div 2.507 \\ P.STD &= H(.3) \div 4 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (49)$$

なる関係があるが、本例ではこの関係も大約満足されている。(横浜国立大学工学部造船工学科)

参 考 文 献

- (7) 山内, 大津: “船の応答の非線型性と高次元スペクトラム” 造船学会論文集 No.131., 1972. 6
- (8) Cochran, Cooley etc.: “What is the Fast Fourier Transform?” IEEE, Vol. AU-15, No. 2, June 1967
- (9) Bergland: “A guided tour of the fast Fourier transform” IEEE Spectrum, July 1969
- (10) Cooley, Turkey: “An algorithm for machine calculation of complex Fourier series” Mathematics of Computation, 19-90 (1965)
- (11) Blackmann, Tukey: “The measurement of power spectra” Dover, N.Y. (1958)
- (12) 山田, 横井: “リアルタイム信号解析システム” 日本無線技報, No. 6, 1972
- (13) 吉沢: “数値解析”, 岩波講座, 基礎工学 4
- (14) 吉村, 石井, 大岡: “測定値の統計的処理”, 電気学会

■新製品紹介

株式会社光電製作所は、今秋完成予定の伊勢湾シーバースに、このほど船舶接岸速度計“SRD-100”を納入、設置した。本シーバースは知多半島の大野沖合 7.5 km に設置され、昭和52年より1年約 2,200 万kl の原油を受入れる規模で、特に安全対策には万全を期し、電子計測技術の粋があつめられている。

“SRD-100”は、100 m の距離から栈橋に近づいて来るタンカーの動きを、海面下 3 m に取り付けられた 2 組の超音波送受波器でとらえ、マイクロプロセッサでデータ処理した後、船首および船尾の接岸速度(離岸速度も測定可能)と、栈橋までの距離をデジタルで表示すると同時に、10秒ごとの記録として内蔵のロールペーパーに印字されるものである。

従来、この種の計器は、距離の測定が不正確であり、また近距離における誤差が多く、その信頼性に欠けることがあったが、本器は、長年培われて来た超音波技術とデータ処理技術をもって、それを完全に解決したといわれる。

本器の仕様は次のとおりである。
計測項目: 船首尾の各絶対速度と対岸距離
計測範囲: 速度 0 ~ ±200 cm/秒・距離 0 ~ 150 m
精 度: 速度 ±1 cm/秒・距離 ±1 %

計測方法: 超音波パルス方式

表示内容: 計測項目のすべて

表示単位: 桁数, 速度 3 桁 cm/秒・距離 3 桁 m

表示周期: 0 ~ 7 秒 (1 秒ステップで任意設定可)

表示方法: 数字表示管および記号表示管使用

プリント桁数単位: 速度 3 桁, cm/秒, 距離 3 桁 m, 時間 1 6 桁 時, 分, 秒

日付: 4 桁, 月, 日
プリント周期: 速度, 距離, 時間 10 秒毎

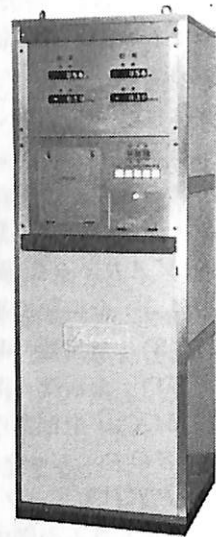
日付: 4 桁任意時間

採用している特別回路:
受信回路 AGC, S
TC・送信回路, 自動出力調整回路

離岸警報回路: 受信回路, 10 cm 単位で 9.9 m までの間任意設定可能

送受波器: 半減全角, 30 度 × 8 度, 材質ネオプレーンモールド

電源: AC-100 V, ±10%



船舶接岸速度計 “SRD-100”



■連載講座■

General Plan of Launch (2)
by Capt. Seiichi Niwa

交通艇 — 2 —

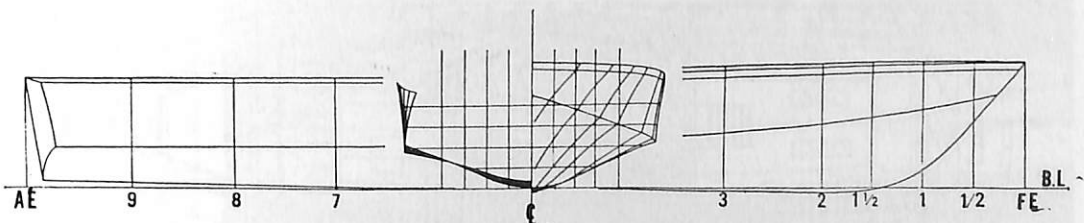
丹羽 誠 一

海上自衛隊の13米交通艇，すなわち東京オリンピック支援を兼ねた長官艇および最近のFRP製のYF(乙)についてはすでに述べた(季刊「ボートエンジニアリング」2号)ので，ここでくりかえすことはさける。

一般配置は，本質的には旧海軍の12米内火艇と変わらないが，ディーゼルエンジンの発達により，艇の中も広くできるようになり，ヘッドルームも十分にとれるようになって，しかも速力も速く，船型の改良によって波浪中性能も良くなった。しかし，根本的にいって，この配置が港内交通ないし近距離交通艇に適切な配置かという点，私にはイエスとは言い切れない。

旧海軍の内火艇は元来オープンボートで，必要に応じオーニングと防波幕をかける立前だった。艦載艇としての重量軽減と，軍艦の上に戦闘の邪魔になるものはできるだけ乗せないという立前から固定のキャビンが設けなかったのだろう。客室というべき部分はオープンコックピットであったのと，当時の船型としては普通のことだが，エンジンが比較的前方に据えられたのとで，この配置に不自然はなかった。

もっともこのオーニングと防波幕は，ほとんど常時かけたままになっていたので，その士官室はきわめてうっとしいものだったが，ちょっと風でも吹くと，防波堤内でもか



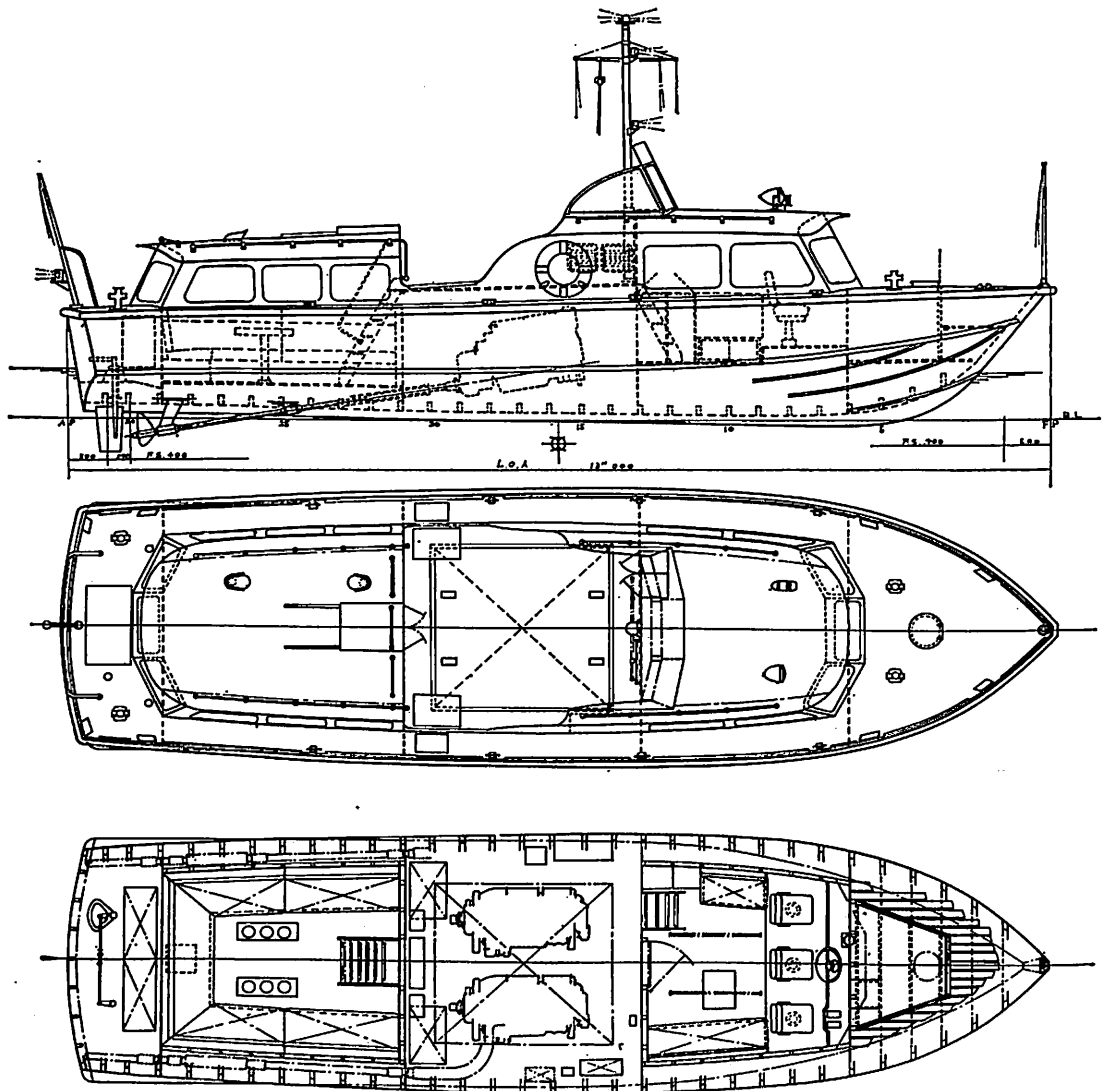
この記事は、併合誌・季刊「ボート・エンジニアリング」第12号よりつづきます。/タイトル写真は「うつつ」

なりなしぶきをかぶるのでやむを得ないこと
だった。

陸上部隊や官庁に所属するものは艦載艇ほ
ど重量に気を使う必要がないので、このコ
ックピット部分に固定のキャビンが設けてあ
った。工廠勤務の時分にはしょっちゅうこの12
米、15米の内火艇のご厄介になったものだ。
担当している艦がブイ係留していると、1人
で行くにもこんな艇を出す。艦載艇のオー
ニングの中のように薄暗いわけではないが、士
官室に下りてしまうと、立っても座っても外
界はあまりよく見えず、窓のガタガタ鳴る音
を聞きながらボケーツとしている。エンジン

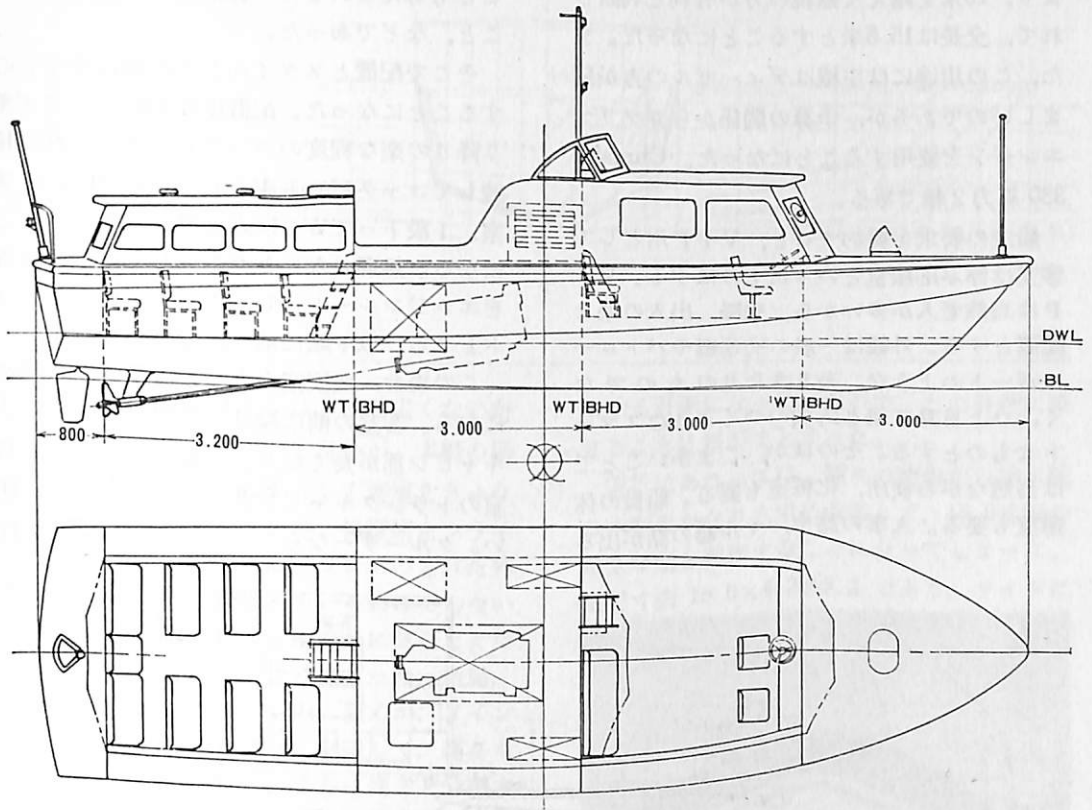
がスローになるまで目ざす艦に近づいたのも
わからない。

交通用としての機能は十分にはたしている
ものの、はなはだ味気ないものだった。私に
はそれより一般の港内交通に使われる旧式の
サンパンの操舵室に入り込んでいる方が、た
とえエンジンの震動がはげしくとも、よっぽ
ど気分が良い。やはり窓ガラスの下端は座っ
たときの肩の高さより低く、できれば、わき
の下の高さに、上端は立ったときの眼高に十
分の余裕を持つことが望ましい。そしてデッ
キあるいはコックピットから室内に楽に入れ
る入口の条件が必要になる。



長官艇一般配置図

YF(乙)一般配置図



15.5米交通艇“うつみ”

三菱金属直島製錬所は瀬戸内海の、宇野のすぐ目の前の島にある。どこへ出るにしてもまず海を渡らなければならない。そこで古くからVIP用の交通艇を持っていた。今までのボートが古くなったので代船を建造するこ

とになり、いろいろのいきさつがあったが、同じ三菱系のダイヤクラフトが新艇を建造することになった。

要求は13米程度のものであったが、物品税の改訂でモーターボートは長さ15米まで課税されることになり、三菱金属には特殊用途免税の資格もないので、13米艇に30%課税される



15.5米交通艇
“うつみ”

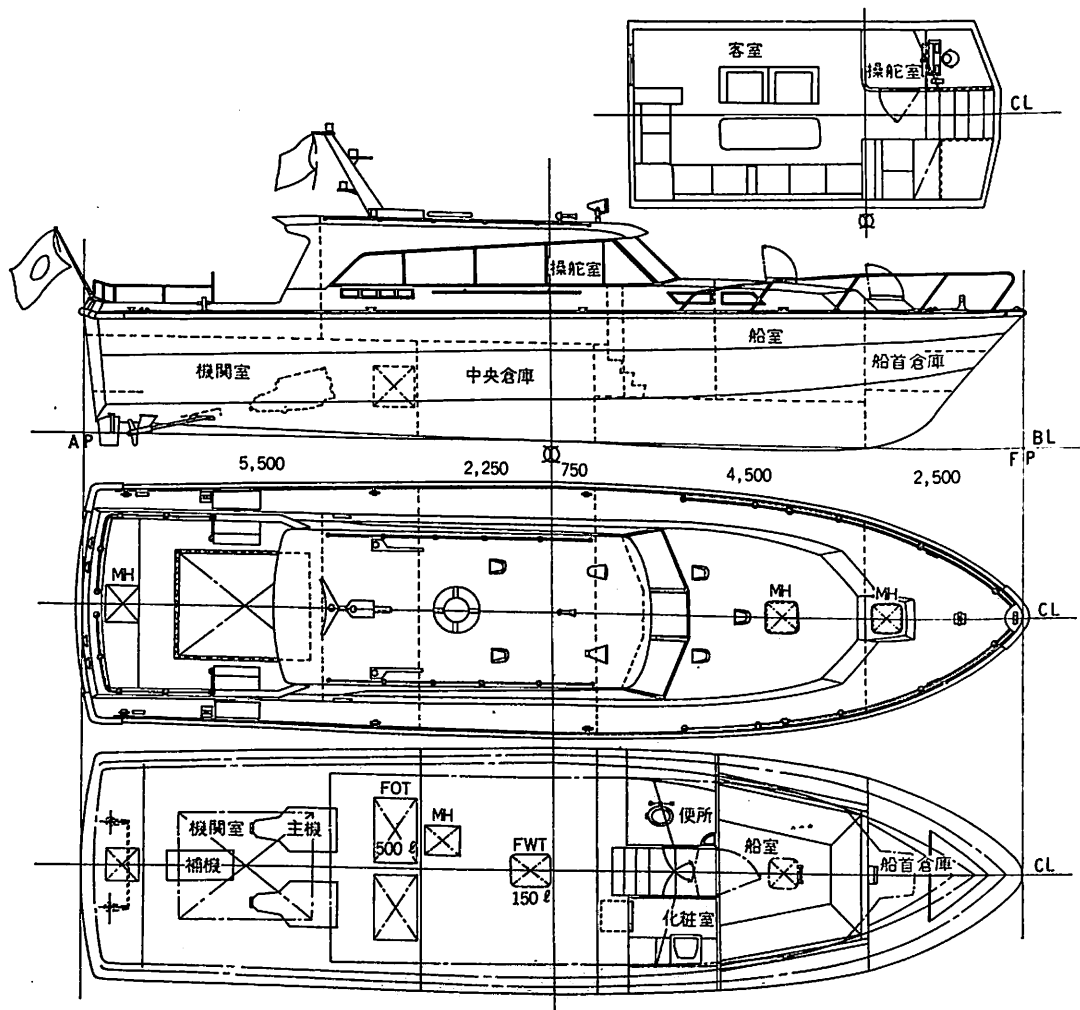
より、15米を越えて無税の方が有利と判断されて、全長は15.5米とすることになった。また、この用途には主機はディーゼルの方が望ましいのであるが、予算の関係からガソリンエンジンを使用することになった。Chrysler 330馬力2軸である。

船主の要求を要約すると、VIP用として客室は浮ぶ応接室といったものにする。VIPは当然老人が多いから、乗降、出入の楽な配置とする。外観は一般の交通艇やパトロールボートのような、ありきたりのものでなく、ひと目見て他と区別がつくようなスマートなものとする。そのほか、こまかいことでは当然ながら便所、化粧室も要る。船員の休憩室も要る。人事の話や、マル④の話が出る

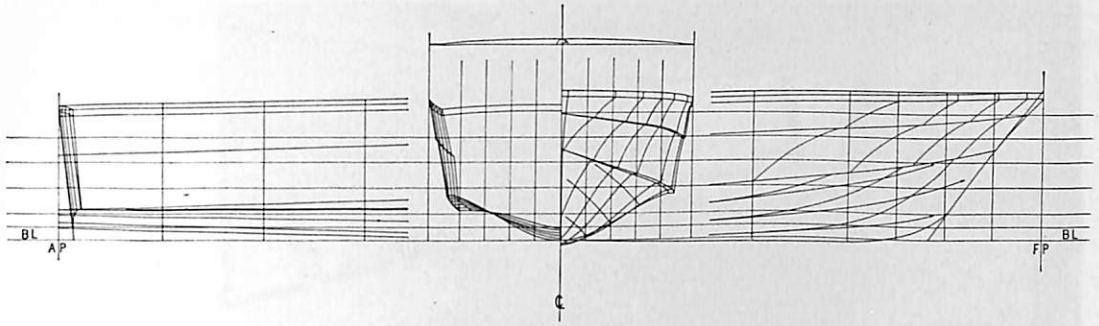
ことも考えられるので操縦室は客室と区切ること、などであった。

そこで配置とスタイルとの調和にまず苦心することになった。配置は原則的に、まず乗り降りの楽な程度のコックピット。それに接続してコックピット床とレベルに明るい客室。1段下ってWC区画と船員室ということになる。無理のないとり方としては、最後部をエンジンルームとし、その上をコックピットとする。以下順に前方に配置して行く。

この場合、操縦室をどう配置するかが問題になる。客室の前に続けて配置するとメインキャビン部が長くなり、外観上、WC、船員室のトランクキャビン部とのバランスが悪い。クルーザーならトランクキャビンの居住



“うつみ”一般配置図



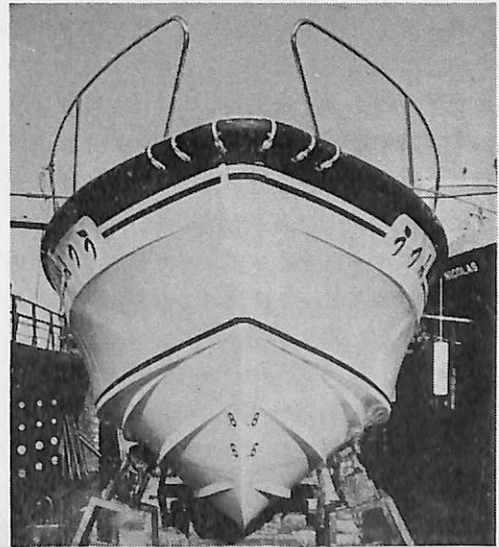
“うつみ”線図

区も広く、上部のサロンはさほど広くないから、そのへんのバランスも良いが、本艇の場合、外観のバランスを主として客室をきゅうくつにするわけにもゆかぬ。操縦席をフライブリッジとすれば非常にバランスのとれた外観となるが、好きで乗っているわけでもない船員に、冬の寒い日や、雨の日に気のどくだという説が強く、取り止めになった。結局、操舵席はメインキャビン内に置くが、メインキャビンの長さはなるべく制限して、高さもおさまり良い程度にし、さらに高さを分割する工夫をして、アンバランスの目立たぬようにすることにした。

船体製作は、ダイヤクラフトの大型FRP成形工場として予定されていた銚子工場がまだ出来ないで、外注しなければならない。たまたま石原造船に13米艇（防衛大学機動隊など）FRP型があり、これはトランソム部が分割されていて、延長部分型を造って15米

にする計画になっていたので、この計画に乗せることに話がまとまった。

実行にあたっては、種々の理由から13米艇の木型をかなり大巾に改造して、15.5米艇の完全な型を製作することになってしまった。主要寸法 15.5×4.2×2.2 であり、サイドに



“うつみ”の
船首を見る



走航テスト中の
“うつみ”



“うつみ”のメインキャビン
(前方を見る)

は段が1本全通して高さを分割している。

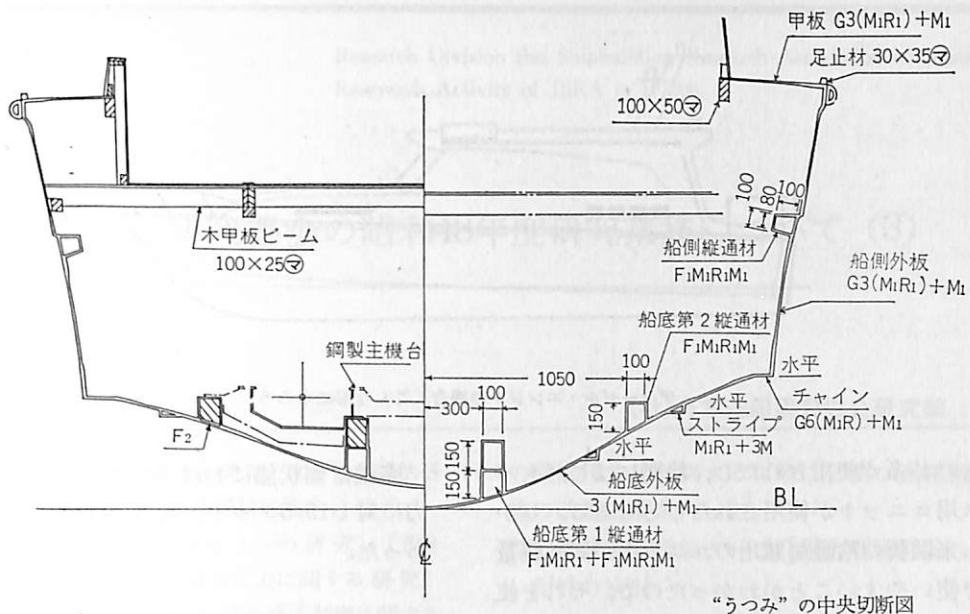
上部構造の高さを決めるには、まず船首諸室、特に最前部にある船員室により床の高さが決まり、フルヘッドルームをとってトランクキャビン高さが決まる。トランクキャビン・サイドのトップを延長してメインキャビンの窓下端の線を出し、ソファーに座った肩の高さよりやや低い位置が、ここに相当するようにキャビン床の高さを決める。それからフルヘッドルームをとってキャビントップが決まる。コックピット床はメインキャビン床と同高とする。ガソリンエンジンは小さくおさまるので、エンジンルーム高さは十分である。メインキャビンの窓については、冷暖房完備として開閉不要というオーナーの意見なので、フレームをなるべく目立たぬアルミ製

とし、両サイドから前面にかけて一連のガラス面として、フレームの上にFRP製の屋根を乗せて取りつけるという構想である。これだけの基本寸法を固めて、外観の造形的仕上げとメインキャビンの内装設計を“グループQ”という若い造形家グループに依頼した。

作業にかかると、メインキャビンの位置と長さがいかにも中途半端で、まとまりが悪い。あらかじめ画いて持って来てくれた3種類の案のどれも気に入らない。それから壁に張った紙に、ああでもないこうでもないで数時間奮闘の末、1人がメインキャビンの窓の上線を斜に引いて見た。これで大きなマスの単調さが破れ、ようやく見られるようになった。あとはクレーモデルを造って立体的に眺め、スタイリングは出来上がった。



“うつみ”のメインキャビン
(後方を見る)



“うつみ”の中央切断図

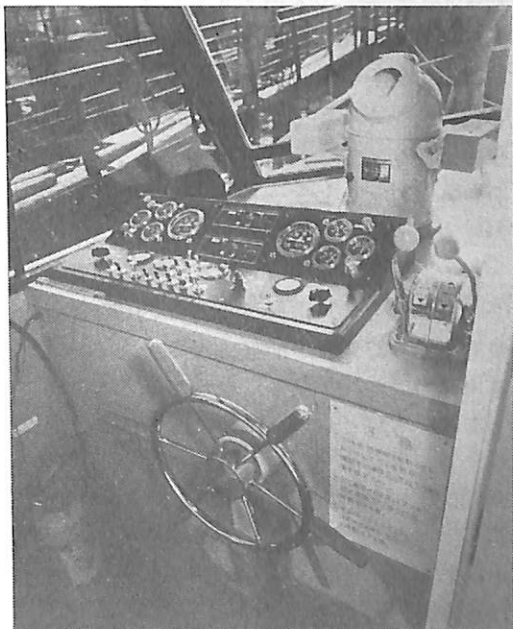
この艇はVIPを含む小グループ用の交通艇として要求される機能は、ほぼ満足していると同時に、スタイリングの面でも、なんとかまとまった例だと思う。しかしこれはコンパクトなガソリンエンジンを使ったからこそまとまったものである。このアレンジで船内のスペースはまだまだ余っている。メインキャビンの下はほとんどボイドスペースをフル

に利用しようなどと貧乏性を出してはならない。そんなことをしたら重量が増して折角の性能が確保できなくなる。モーターボートの船体というのは、全重量を支えて波風に耐えるためのものであり、無駄とも見えるボイドスペースも、復原性、凌波性の要求によってあるのだと割切ってもらいたい。

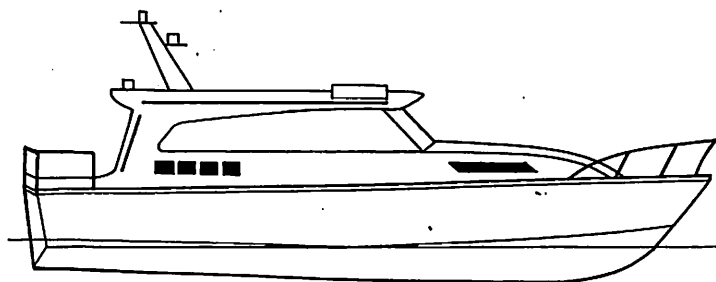
操舵席が左舷になっているのは、直島の船着場が狭い湾内を回り込んで常に左舷づけになる特殊事情によるもので、あたりまえならば、海上衝突予防法で見張義務のある右舷に置くべきである。

この舵の構造設計は特記するところはない。問題は客室艙装設計と、冷暖房装置、および電源装置をどうするかである。客室艙装は、設計はグループQ、施工は高島屋ということになり、予算との関係からデザイナーの意図するところを100%採用することはできなかったが、明るく、現代的なものにまとまり、満足すべきものになったと思う。

冷暖房をいかに軽量に、コンパクトにまとめるかということは、今日の多くのパトロールボート類、交通艇類全体の問題である。今まで暖房のみの艇はバスなどに使われるウエバスト暖房機のような、軽油を機内で燃して暖めた空気を、内蔵するファンで室内に送る



“うつみ”の操舵室



ディーゼル・エンジンの場合、こんな形になろう

ものが多く使用されたし、冷房にはこれもバス用ユニットが使用されたこともある。しかし米国製の冷暖房兼用のユニットが案外軽量で使いやすいことがわかったので、それを使用することにした。Marine Development社の Cruisair という冷房 4,000 Kcal/h, 暖房 4,800 Kcal/h のユニット2個を使い、通風装置とも約 200 kg でおさまった。電源は米 Onan 社製 120V10KW ユニットで、ガソリンエンジンとも約 400kg でおさまっている。

主機は Chrysler M440 BW型 330 PS/4,000 rpm 2基であるが、海運局認定は 200 PS/3,700 rpm である。それでも安全法によるプロペラシャフト径は特殊高力ステンレスを使って、ようやくエンジン固有のカップリングにおさまるといったありさまで、今日の安全法の規定が、いかに高速艇の世界共通の常識とかけはなれているかがわかる。

完成常備状態排水量は12トン強で、その内訳は次の通りである。

船殻	6,058
艤装	2,040
固定斉備	175
機関	2,240
電気	1,210
備品需品	100
乗員及び所持品(2)	130
旅客(6)	390
清水(3)	100
燃料(3)	530
不明重量	-906
合計	12,067

完成常備状態における試運転速度は定格出力に対し19.5ノット、最高速度23.6ノットであった。

この艇にディーゼルを使ったとき、エンジンの高さがこの床の位置ではおさまらないし、その前後位置もメインキャビンの下に来ざるを得ないことになる。エンジン装備や検査のための積み下ろしのため、メインキャビン屋根は簡単に取外しできる構造としなければならないし、スタイルと機能とのバランスもあらためて考えなければならない。この長さの船のデッキ上にフルヘッドルームの大きなメインキャビンを置くことになれば、スピード感を持たせるには苦勞するだろう。

基本方針としては、コックピットに相当する後甲板をやや狭くして、メインキャビンを後方に寄せる。それだけトランクキャビン部分を長くしてロングノーズを強調し、全体のバランスを保つことになろうか。上図はその一案である。いすゞV8ディーゼル425馬力2軸としたとき、常備排水量は約17トンで、最高速度は27ノット前後になるであろうし、常用速度は約23ノットになるであろう。

なお参考値として、艤装はまったく異なるが、同一船体に GM 8 V71N 型ディーゼル265馬力2基を積んだ神戸税関の“はやたか”は、排水量15.6トンで最高速度23ノットを得ている。(「ボートエンジニアリング」11号参照)

(つづく)

日本造船研究協会の昭和48年度研究業務について (3)

(社)日本造船研究協会研究部

前回到引続き、造船技術開発に関する基礎的研究に属する「排気ターボ高過給船用中小型ディーゼル機関の性能シミュレーションの研究」(SR130)、「船体構造部材の許容応力に関する研究」(SR134)、「造船工作における適応制御に関する研究」(SR135)、および「船用ディーゼル機関燃焼室壁部材の強度設計法に関する研究」(SR136)の4課題について内容および成果の概要を紹介する。

排気ターボ高過給船用中小型ディーゼル機関の性能シミュレーションの研究

研究部会：SR130 (部会長 東野一郎氏)

昭和46年度から開始された本研究は3か年計画の最終年度として、48年度において、1) 動圧タービン性能に関する理論解析の方法が計算時間・解析精度の点で実用になるかどうかの検討、2) これまで実験機関を対象にして開発されて来た性能シミュレーションプログラムが、同じ程度の精度で実用機関の性能をシミュレートできるかを調査検討すること、3) プログラム完成に関して、これまで未完であったいくつかの作業を完結して研究結果をとりまとめること等を実施した。

(1) 実験機関の整備改良

実験機関実験の精度を一層向上させるため、オリフィス検定用の配管工事、冷却水配管のフレキシブル化、動力計整備工事及び排気装置工事を行った。また、動圧タービンの作動状態のシミュレーション結果と実測値の比較の際の1項目であるノズルとブレード間

の変動圧力を計測するために必要な過給機本体の改造工事を行った。

(2) 動圧過給排気タービン出力解析理論の実用性の検討

(a) ブレード入口損失の扱い方に関する検討

47年度までの解析ではブレード入口損失に関する実験データが必要であり、動圧タービン性能を純理論的に求めるようになっていなかったため、タービンプレードの入口損失に適当な仮定を設けて理論計算する方法を研究し、その実用性について検討した。計算結果とタービン特性の実測データを比較したところ、大きな開きはないことがわかり、また、計算所要時間も3シリンダ機関の場合15~20分間で特に問題はなかった。

(b) ブレード前変動圧力の計算値と実測値の比較

(a)項の手法でタービン性能の解析を行うと、ノズル後の圧力等が刻々変動する様子を知ることができるので、ブレード前圧力計測用ピックアップによりノズル後の圧力を計測し、計測値と計算値を比較した結果、若干の相異が見られたため、その原因を検討した。

(3) 実用機関による応用研究

実験機関の場合と同様に実用機関においても、所定の指示平均有効圧力を得ようとする、給気圧力、圧縮圧力、最高圧力、風量、過給機回転数字等の一般性能諸元とともに排

気管内圧力変動のシミュレーション結果が実測値と一致するかどうかが確かめるため、R 6 V52型機関 (6,000 PS×430 rpm) 及び V9V 52/55 型機関 (18,000 PS×430 rpm) の2機種について工場運転時に計測し、シミュレーション結果と比較した。前者については静圧・動圧の両過給方式の430 rpmにおける一般性能諸元について、後者は動圧過給方式の船舶特性での一般性能諸元及び排気管内変動圧力を比較した。その結果を図1～4に示す。図に見られるように一般性能諸元についてはかなりよく一致している。また、排気管内変動圧力についてはシミュレーションのほうが圧力変動の高低が少ないが、この違いは本研究におけるシミュレーションにおいて排気管を容積と考え、圧力波の伝播を考慮に入っていないためと思われる。したがって、今後シミュレーションの適用範囲を広げ、さらに解析精度を向上させるには、管内非常常流のシミュレーションが重要な研究課題の一つと考えられる。

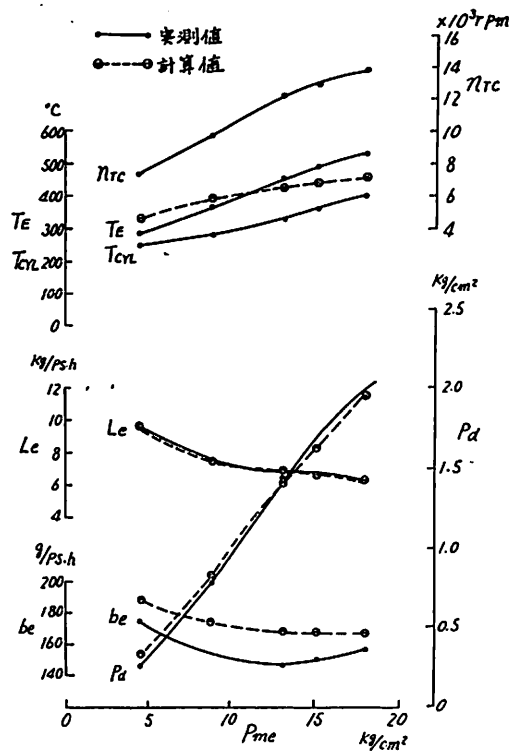


図2 R 6 V 52/55 機関性能曲線 (動圧加給方式)
nE : 430 rpm 一定

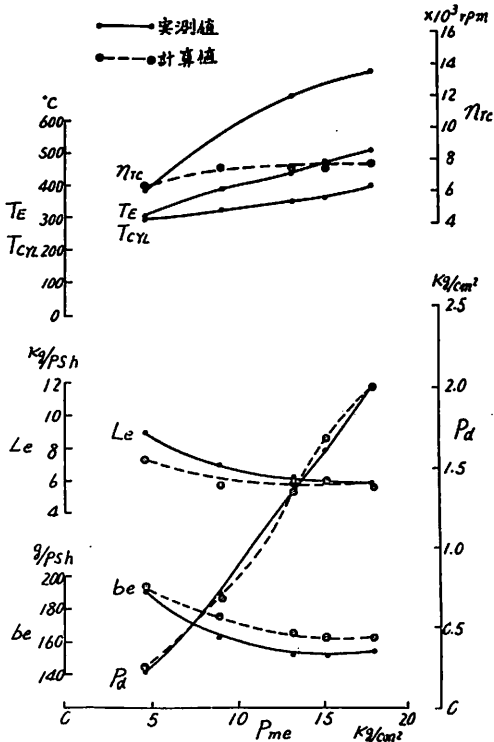


図1 R 6 V 52/55 機関性能曲線 (静圧過給方式)
nE : 430 rpm 一定

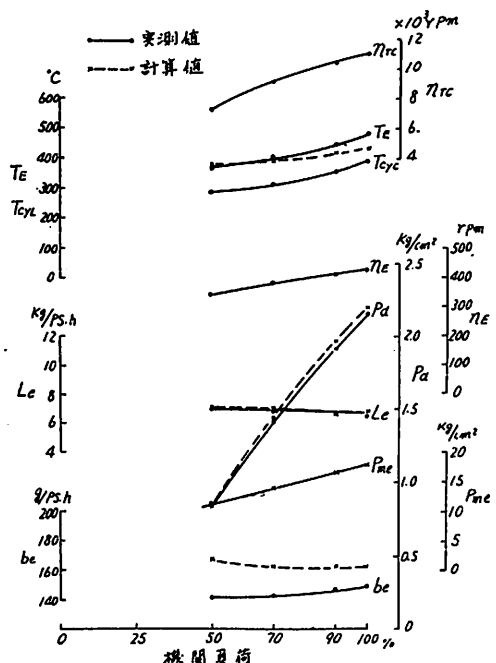


図3 V 9 V 52/55 機関性能曲線 (船舶用特性)

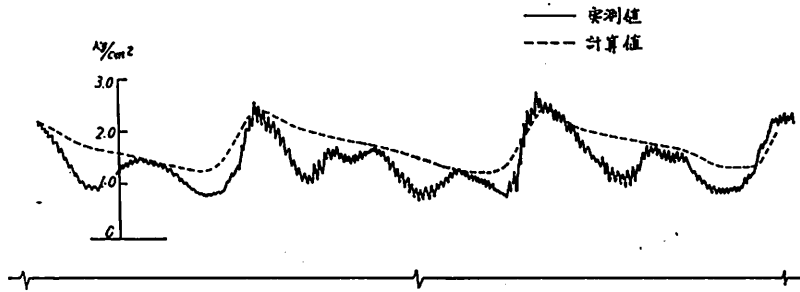


図4 V9V 52/55 排気管内圧力変動 80% Load

(4) 研究成果の総合とりまとめ

前年度までに未完であった次記各項の作業を完結し、シミュレーションプログラムをとりまとめた。

(a) 入力データ及び修正係数に関する検討

積分法にはオイラ法を用いシミュレーションの対象は実験用機関 R6 V22/30 ATLとして、入力データのうち、計算間隔、許容収束範囲等の最適値を見出すとともに計算が収束したかどうかを判定する項目を定め、また、前記以外を入力データ（計算で得られるデータ、運転条件、機関構成要素の特性に関するデータ）の精度、修正係数の精度、熱発生率の精度等がシミュレーションの結果に及ぼす影響を明らかにした。

(b) モデル式の比較

従来発表されている数式モデルのいくつかについて実験用機関を対象としたシミュレーションを行い実用性の上から比較検討し、ガス組成、比熱比、シリンダ壁の熱伝達率等に関する諸式の用い方を明らかにした。

(c) 設計条件とタービン圧縮機作用の関係

排気タービンが排気管内のガスを外部にかき出す作用によって排気管内に負圧が生じるが、この圧縮機作用について検討し、これがどのような条件の下に発生しやすいかほぼ明らかにすることができた。

(d) 脈動数と脈動形状の関係、脈動形状とタービン効率の関係

シリンダから周期的に排出される高速

のガス（パルス）の一サイクル中の数がパルスの巨視的な形状にどのように影響するか、さらにパルス形状がタービン効率に影響するかについて検討した結果、動圧過給四サイクル機関においては、排気管内の圧力反射波が脈動形状に及ぼす影響を無視できる範囲では一サイクル中にタービンに到達するパルス数の多少によってパルス形状にはいちじるしい差異が生じるが、パルス形状そのものはタービンの平均効率にはほとんど影響しないことが明らかになった。

(e) 不等角タイミングの場合を計算できるプログラムの開発

排気管内の圧力波の伝播を無視した解析法では、圧縮始めの状態が各シリンダで異なるのは、シリンダ間の着火タイミングが不等間隔で与えられる場合に起りうる。この場合にも各シリンダのPV線図が得られるようなプログラムを開発した。実験機関と同一の諸元をもつシリンダ機関を対象にして着火タイミングを300°, 180°, 240°の不等間隔で与えた場合の計算例では、許容収束範囲2%のときに所要時間は約13分で特に問題はない。

(f) 熱発生率の解析

実験機関の熱発生率を実際に解析してWiebeの式を用いることの適否について検討した。その結果、熱発生率の形状をきめるパラメータ及び燃焼期間の値を適当に選べば、計算結果と実測値は非常によく一致することがわかった。(潮田)

船体構造部材の許容応力に関する研究

研究部会：SR134（部会長 秋田好雄氏）

従来、船体構造部材の許容応力は、主として経験的な面から決定されてきたため、部材ごとに許容力がかなり異なったり、また、その相異について合理性が乏しかった。そこで、本研究部会では、船体構造部材を安全に、より合理的に設計するため、今まで経験のみに頼っていた許容応力に対し、新しい解析法にも適用するような合理的許容応力を設定することを目的として、昭和47年度から5か年計画で研究を行っており、本年度はその第2年度として以下の研究を実施した。

(1) 船体構造部材の許容応力の検討

イ 日本海事協会のトータルシステムによるタンカー縦強度計算

日本海事協会が開発したトータル・ハルガーダー・システムは、まず、対象とする船舶について規則波中の船体運動解析を行ない、ハルガーダーに作用する変動外力を求め、次にこの外力のもとで、ハルガーダーの曲げ振り構造解析を行なって船体縦強度部材に生ずる変動応力を算出し、ひきつづき、海洋中の不規則波に関する頻度観測データを用いて統計解析を行なうものである。これにより、現在一般に使用されている船体縦強度解析法をさらに精密化し、ハルガーダーの応力解析を合理的に一貫して行なうことができる。

このシステムを使用して50,000DWT級から500,000DWT級まで大きさの異なる12隻のタンカーについてシリーズ計算を行なった。このシリーズ計算では、計画満載状態で航海速力における船体運動、断面力および応力について、それぞれ冬期北大西洋におけるWaldenの統計資料を用いて、10⁸回の変動に対する最大期待値を計算した。

その結果、垂直縦曲げ応力は船の大きさにかわらず同一水準であるが、水平曲げ応力は船が大きくなるに従い漸増する傾向があることがわかった。また、1

隻の船について船速の影響を調査したところ、船速が早くなるに従って曲げモーメントが最大になる断面位置が船首方向に移動する傾向が認められた。

ロ 三菱重工のトータルシステムによるタンカー縦強度計算

縦曲げ応力を求める場合、波浪荷重として縦曲げ、水平曲げのそれぞれのモーメントの長期予測値を別々に計算し、これを船体の断面係数で割ってそれぞれの応力を求め、これらの応力を二乗和平均して合成する簡便法が採用されているが、この簡便法と正確に求めた統計予測値とを比較するため、210,000DWT級タンカーを対象とし三菱重工で開発したトータルシステムを使用して計算を行ない両者を比較した。

本トータルシステムはタンカー船型用として開発されたものであり、次のような仮定を設けている。

- ① 前後揺れによる軸力は小さいと考えられるので無視する。
- ② 断面は閉じているのでワーピングによる直応力は小さいと考え無視する。単位外力による断面各部の応力計算は薄肉断面梁の剪断曲げ理論及び Saint Venant の振り理論による。また船体運動計算は三菱重工で開発された Ordinary Strip Method を用いて計算し、波浪荷重もこれによる。

この計算結果から、今回の計算に用いたタンカー船型では、応力の長期予測値はトータルシステムによって得た従来の方法による値では多少の差はあるが、従来の方法でもかなり良い近似値を得ることを示している。

ハ バルクキャリア・ハルガーダー強度計算

前項における検討と同様の手法をバルクキャリアに適用し、そのハルガーダー強度に関して検討を行なった。現時点ではシリーズ計算を実施するに足る十分なシステムを完成していないために、NK

船級 110,400 DWT バルクキャリア 1 隻のみの解析を行ない、縦強度上の応力の長期予測を行なうにとどめた。

計算結果によると、水平曲げをも考慮した縦曲げ変動応力は Round Gunnel 部で最大となり、水平剪断をも考慮した剪断応力はビルジホッパー端の船側外板部で最大となることがわかった。また本船の場合、正確な計算による統計予測値と二乗平均の簡便法による値とは比較的良好一致していた。

ニ 設計理念検討のための基礎研究

設計理念を検討するための基礎的研究として、タンカーの舷側タンク内トランスバース部材をとり上げ、単純化した平面モデルについて有限要素法による 2 次元解析を実施した。この目的は、タンカーの舷側タンク内トランスバースについて次の項目に示すように構造配置上の変化にもとづく主応力分布の変動の模様を把握するにある。

- ① タンクサイズ、タンク寸法比及びストラット配置と主応力分布
- ② トランスバースのコーナー部形状と主応力分布
- ③ トランスバースの断面特性と主応力分布
- ④ Corrosion Margin と主応力分布

解析結果とその考察については紙面の都合上割愛する。

(2) 船舶以外の建造物の許容応力の調査及び解析

イ 鋼鉄道橋及び鋼道路橋の疲労設計

国内及び諸外国の鋼鉄道橋及び鋼道路橋の規定等を調査し、許容応力や疲労設計に関する考え方を検討した。鋼道路橋では、疲労に対しては別に規定はないが、許容応力として降伏応力に対し 1.6 倍以上の安全率、座屈後耐荷力のある場合は 1.25 の安全率となっている。鋼鉄道橋では、降伏応力に対し 1.7 の安全率となっている。疲労強度に関しては、 2×10^6 回の繰返数を基準として 5 種類の継

手に分類して許容応力を与えている。

ロ 建築建造物の疲労設計

わが国の建築建造物の規準を調査し、その疲労設計の考え方について検討した。一般に建築建造物では疲労強度はあまり重視されておらず、現行の“鋼構造設計基準”では、繰返数が 10^4 回以下では疲労を考慮する必要がないとしており、繰返数が 10^4 回以上の場合は繰返数に応じた疲れ係数を規定している。

(3) 損傷の形態と許容応力の検討

イ 縦強度部材の疲労強度

船体の疲労に対する縦強度を検討するため、まず基本的な部材として応力集中部の存在しない平滑部材及び突合せ溶接部材が波浪による繰返し荷重に対してどの程度の疲労被害が蓄積されるかを調査した。そのため、平均応力の影響を考慮し累積被害則としてはマイナー則を用い、NV Rule による波浪曲げ累積頻度分布を用い、軟鋼及び高張力鋼 HT50 について行なった。

この結果から、縦強度部材のうち、応力集中部の存在しない部材及び突合せ溶接部材の疲労強度について、およそ次のことが判明した。

- ① 累積被害量に与える疲労限の値の影響は大きい。
- ② 累積被害量に与える引張り強さの影響は、最大応力が引張り強さを超えなければ殆んどない。
- ③ 軟鋼と高張力鋼 HT50 とでは、材料係数 f を考慮した断面係数に対して、断面係数減少率 k が同じなら、波浪曲げ応力に対する累積被害量はほぼ同じである。

ロ 船体縦強度部材における疲労亀裂伝播寿命

船体構造の溶接部の余盛跡端部には、検査によって見落された溶接欠陥（アンダーカット）や過大荷重による亀裂の発生等により初期亀裂が存在する可能性がある。初期亀裂は通常表面亀裂の形態で

ある。この種の初期亀裂が船体の縦強度部材に存在する場合には、波浪による繰返し荷重でどのように伝播するかについて検討した。

計算による検討の結果は次のとおりである。表面亀裂形状の亀裂が板を貫通するまでの寿命に与える影響についてみれば、亀裂表面の長さの影響は小さく、亀裂の深さに依存する。軟鋼およびHT50の平均的な材料定数と余盛形状を用い、亀裂深さをパラメータにした計算を行なうとアンダーカット量0.5mmにおいては、船の一生の繰返しでは表面亀裂が板を貫通するという結果が得られる。このことから許容すべき表面亀裂形状は、検査方法はともかくとして、深さ(アンダーカット量)で規制し、その値は0.5mm以下とするのが適当ではないかと考えられる。なお、計算において、実船で生ずる圧縮側の応力を引張とみなしたことや、計算値が対応した実験値のほぼ下限値を与えることは、計算値がかなり安全側(寿命を短かめに与える)の推定値であるということができよう。

また、長さ60mmの貫通亀裂は、ほぼ1年の航海によって限界亀裂長さ(200mm)にまで進展する。

(4) 部材の重要性和安全率の検討

イ 270,000DWT タンカーの横強度検討

ストラットレス構造の270,000DWT級タンカーを対象船として、平面有限要素法及び立体有限要素法の二通りの方法で、静的荷重の下でのトランスリングの応力を計算し、両方法による計算結果を比較した。その結果、応力分布はほとんど両計算とも同じであり、最大応力についても良い一致を示している。

ロ 相対変形の影響についての検討

ウィングタンクとセンタータンクの相対変形量を検討するため、平水中及び斜波中の250,000DWTタンカーについて計算を行なった。使用した計算法はSR83部会で採用した簡易平面格子モデルに

よる近似法と立体有限要素法の二通りであるが、この両者の計算結果はかなり良い一致を示しており、波浪中においても、船体の上下方向の相対変形は、平面格子による簡便法で求めたもので近似できるものと思われる。

ハ ラッキング現象が船体強度に及ぼす影響

供試船として280,000DWTのタンカーを用い、船が進行方向と120°の斜波中を航行する際に生じるいわゆるラッキング現象による変形量及びそれに伴うトランスリングの付加応力を計算して検討を行なった。その結果、この付加応力は面材の直応力でたかだか1kg/mm²、ウェブの剪断応力でたかだか0.3kg/mm²の程度であり、あまり問題とならないことがわかった。

ニ 横強度トータルシステム

海洋を航行する船舶が、波浪によって受ける変動荷重を的確に把握し、この変動荷重による応力値を正確に予測するための電算プログラム「船体構造部材強度に関するトータルシステム」の開発が計画された。このシステムは、大別して、船体運動解析及び水圧分布計算、構造解析、応力の応答関数計算、統計解析の4ステップのプログラムから構成される。

各ステップの具体的な処理方法及びプログラムの詳細フローについては、種々解決しなければならない多くの問題があるので、これを確かめるためにタンカーの貨物油タンク部を取り出したモデルで各部材の応力を検討した。この結果、規則波中に船体横部材に生じる応力は、部材の場所により、規則的変動をしなくなるので、応力の統計処理を行なう場合注意を要することがわかった。

ホ 波浪荷重の変化と期待値

船体横強度のトータルシステム開発の基礎資料を得るため、供試船として210,000DWT級タンカーを選び、波浪荷重の変化と期待値を計算した。

へ 斜め規則波中でのタンカーの立体強度解析の一方法

斜め規則波中の船体横強度計算法について検討した。計算法として、ストリップ法を使用し、波浪による変動圧を求め、これらの外力を受けた場合の立体骨組解析法について検討した。

(5) 使用材料と許容応力の検討

近年、大型船では高張力鋼を使用する場合が多く、各船級協会でも高張力鋼使用についての材料係数を定めている。また国際船級協会連合(IACS)でも、高張力鋼を使用した場合の縦強度に対する材料係数の統一規格を作成している。一般に、高張力鋼では、引張り強さが大きくなるに従い、降伏応力と引張り強さとの比、すなわち降伏比が大きくなる傾向にある。構造物の許容応力を決定する場合、降伏力を基準にすべきか、引張り強さを基準にすべきかについて多くの問題がある。

ここでは、高張力鋼を使用した場合の設定に関する諸問題点と、各船級協会およびIACSの材料係数を比較検討した。その結果、これらの規則では、降を点ベースと引張り強さベースとのちょうど中間のベースを採用していることがわかった。

(6) 工作および保守点検と安全率の検討

船体強度の解析に際しては、船体及びその構成部材の強度、ならびにそれに働く荷重は、ある基準値を中心に分布した値をとる確率変数であるとの見地に立つべきである。従って、船体構成部材の応力の許容値は、それと船体の信頼度の関係を解析した上で決定する必要がある。この強度の分布は材料の強度、部材寸法のバラツキだけでなく、工作の誤差(それが許容範囲内にあるとしても)、初期変形量のバラツキによって生じる。ここでは、船体縦強度のこれらの諸要因によるバラツキ及び船体の縦強度における信頼度解析法について、調査検討を加えた。

本年度は第一段階として、船体に塑性関節ができて崩壊する場合の信頼性解析の方法について検討を進めてきたが、基本的な事項として、このような崩壊の発生条件、さらに他

の形式の破壊の発生条件及びその場合の信頼性解析の方法についての研究が必要といえる。

信頼性解析を基礎として許容応力を検討する場合には、許容損傷発生確率が問題となるが、この問題の解明は現在の船の直接損傷の発生確率 P_f について研究するのがその第一歩と思われる。

(7) 初期計画時における電算機の利用

現在、造船各社で使用されている初期計画用コンピュータプログラムの概要を調査した。また船体強度解析用のトータルシステムについても調査した。初期計画用コンピュータプログラムは、最終船型決定まで一貫処理するものと、段階的に処理するものと2種類あるが、両者の長所短所について検討した。

強度解析用トータルシステムについては、各社とも、今後横強度をも含めて一貫処理できるプログラムの完成を期していることがわかった。

(羽賀)

(つづく)



古き歴史と
新しい技術を誇る

三ツ目印 清罐剤

登録 罐水試験器
実用新案

一般用・高圧用・特殊用・各種

最新の技術、50年の経験による特許三ツ目印清罐剤で
汽罐の保護と燃料節約を計って下さい。

罐水処理は何んでも御相談下さい。

営業
品目

三ツ目印清罐剤 三ツ目印罐水試験器
罐水試験試薬各種 燐酸根試験器
BR式PH測定器 試験器用硝子部品
PTCタンク防蝕剤

内外化学製品株式会社

本社 東京都島川区大井5-12-2 電(762)2441(代)
大阪支店 大阪市西区南堀江大通2-43 電(541)0331(代)
札幌営業所 札幌市南九条西2丁目12 電(521)6267(代)
仙台営業所 仙台市宮町1-1-70小株ビル 電(23)8858
名古屋営業所 名古屋市中区池内本町1-17 電(836)0299
福岡営業所 福岡市大手門1-9-27 電(723)1631(代)
広島営業所 広島市国泰寺町2-3-1 電(43)1442

日本図書館協会
選定図書

1隻1冊必備の書

航海辞典

監修 東京商船大学名誉教授 浅井 栄 資
東京商船大学名誉教授 横田 利 雄

A 5 判 850頁 布クロス装函入 定価 6,500円 千 280円

- 解説項目1,112項、参照項目5,308項、挿入図400余個、挿入表95個。
- 口絵・付録：天測曆、基本図形、海図図式、世界主要航路地図(色刷)、航海技術年表、文字旗、世界煙突マーク(アート紙色刷)他
- 地文航法、天文航法、電波航法の理論はもちろん、船のぎ装、整備、操船、積荷を具体的に取上げる等運転上のあらゆる場合に対処し得る項目が採録されている。
- 執筆は東京商船大学、神戸商船大学、航海訓練所、海技大学の教官(41名)がこれにあたり、まさに最高の権威者を揃えた執筆陣といえよう。

船用品便覧

編集／小村一(電子航法研部長) 芹川伊佐男(東海海運局主任検査官)
土川義朗(船舶品質管理協会技師) / 執筆者・船舶技術研究所、
地方海運局、日本海事協会等の担当専門家15氏。

B 5 版 300頁 上製箱入 / 定価 5,500円・送料200円

- 内容● 第1章 総説 / 第2章 救命器具 / 第3章 信号器具 / 第4章 消防設備と器具 / 第5章 船燈 / 第6章 船口閉鎖器具 / 第7章 舷窓類 / 第8章 錨、鎖、索 / 第9章 航海器具、航海装置、無線装置 / 第10章 新製品、新技術、トピック / 第11章 諸表 / 第12章 業務資料

■ 船の強度と安定性

東京商船大学教授 野原 威 男 A5・160頁 900円 送料・160円

■ 燃 料・潤 滑

東京商船大学教授 宮 嶋 時 三 A5・200頁 950円 送料・160円

■ 操 船 と 応 急

東京商船大学教授 米田 謹 次 郎 A5・130頁 600円 送料・160円

■ 船舶の写真と要目

(第20集) 1972年版 天然社編 B5・300頁 3,000円 送料・200円

■ 船舶の写真と要目

(第21集) 1973年版 天然社編 B5・300頁 3,500円 送料・200円

東京都中央区銀座5-11-13
ニュー東京ビル

株式 天然社
会社

振替 東京 79562番
電話(03)543-7793番

ディーゼルエンジン - 2 -

斎藤善三郎

4. ディーゼルエンジンの性能基礎と用語

本章には、ディーゼルエンジンの性能の基礎となる事項及びそれらの用語について述べる。

船艇の動力源として、ディーゼルエンジンを選定したり、搭載の計画をしたりする時に、エンジン仕様書、特に性能関係が必要である。エンジン仕様書に記載の性能関係事項を本章ではとりあげているわけである。従って内容的には、主な専門用語の説明が主となっている。エンジン仕様書の文字の中に、性能の用語をみた時に、「ああ、これはあの事だな」という理解が得られ、エンジンへの親しみを増し、エンジンの活用をすすめる手だての1つになれば、と思う次第である。

説明のプロセスとしては、ディーゼルエンジンは、「空気の圧縮によって自から着火するエンジンである」という定義から源を発しているシリング内の圧力と燃焼の変化の説明を基本に、各種の性能及びその用語に布衍して説明する。用語は、1種の定義であり、事実の説明であるので、気軽に読んでいただきたい。

なお、用語については、国内はもちろん、国際的にも権威ある“JIS”（日本工業規格）によりながら解説をすすめる。該当のJISのNo.は、JIS B 0108：往復動内燃機関用語（一般）である。

4.1 性能

本章では、エンジンの性能という言葉が出てきたが、これは何であろうか？

エンジンの性能とは、「エンジンの特徴を示す性能の総称」のことである。もう少し詳しく述べるならば、

「回転速度や負荷に関連して、出力・トルク・燃料消費率・効率などのエンジンの特徴を示す性質の総称」のことである。（JIS B 0108 番号2001）

主な性能用語として、よく出てくるものを列挙すると次の通りである。

出力	正味平均有効圧
軸トルク	熱効率
機械効率	熱勘定
ノック	インジケータ線図
あと燃え	着火おくれ
燃料消費量	燃料燃費率
回転速度	負荷
etc.	

4.2 インジケータ線図について

シリング内の燃焼によって圧力等の状況はどうなっているかということは、エンジンの性能向上をすすめる上に、メーカーにとっては重要な研究である。そのために、インジケータという計測器が考案され、インジケータ線図が記録計測され、エンジン性能の解析が飛躍的に発展し、それにともなってエンジン性能の向上も著しい最近である。

メーカーより発売されたエンジンは、このプロセスを経て、性能的には完成されたエン

この記事は、併合誌・季刊「ポート・エンジニアリング」第12号よりつづきます。

ジン商品として、世の中に出ているのである。インジケータ線図ないし、インジケータは、メーカーのエンジン性能向上の手段であり、研究器材であり、ユーザ（使用者側）には関係ないものであるが、ここにこれらを、性能の説明の前提として述べる所以は、メーカーの研究実態の一端を知ってもらう他に、大目的としては、インジケータ線図が、「エンジン性能のすべてのベース」であって、常識的に理解すると、エンジン性能の理解をすすめる上で役に立つことが多いので、本節に記載するのである。

インジケータ線図は、数種の形で計測され

るが、そのグラフは座標を変えればどの形にでも書きなおすことが可能である。一般には、P~V線図（圧力~行程容積線図）と呼ばれるインジケータ線図は、形が「たび（足袋）」に似た形なので、「たび線図」と呼ばれ親しまれている。

4.2.1 インジケータ

インジケータ（Indicator, 指圧計）とは、エンジンのシリンダ内の圧力の変化を計測する計器である。

インジケータには、大別して機械的インジケータと電氣的インジケータの2つが実用に

線図種類	インジケータ線	対象エンジン	形式	インジケータ形式	構造	備考
PV線図		低速エンジン用	機械式	マイハーク式	A	あまり用いない。低速船用エンジン以外
PQ線図 (圧力~クランク角線図)		高速エンジン用	電気式	ファンボロ式 (圧力平衡式)	B	平均値形インジケータ
				ストレンゲージ式	C	1 ケータイ サイクル形インジ
				ピエゾ式	D	1 ケータイ サイクル形インジ

図 4.1 インジケータ線図と計測用各種インジケータの例

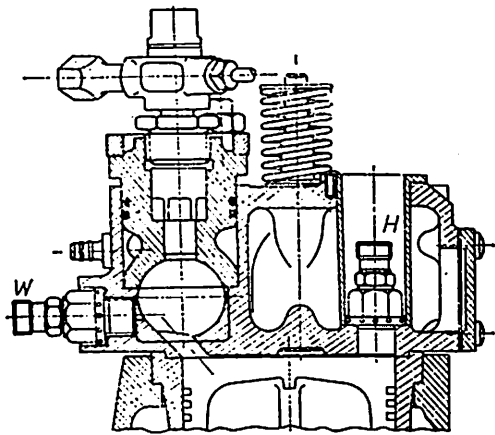


図 4.2 ディーゼルエンジンの燃焼室断面図（インジケータ装着）

多く供されている。

古くから機械式インジケータが使用されてきたが、近來のエンジンは、回転数が高くなりかつ圧力も高くなって、機械的インジケータでは計測することが難しくなったが、幸いにして、エレクトロニクス技術の進歩が目ましく、これを取り入れた新しい計測法が開発され、最近では電気式インジケータが盛んに用いられている。（図 4・1）

4.2.1.1 機械式インジケータ

マイハーク・インジケータ (Maihak-indicator) が、昔から機械式の代表として用いられてきたが、現在では主として、回転数

700 rpm 以下の低速機関に使用されている。

(図 4・1~A)

図にみるように、ピストンの行程に比例して運動し、記録筒の紙上に鉛筆で機械的にインジケータ線図が画かれる。船用低速エンジン以外には、あまり用いられないようである。

4.2.1.2 電気式インジケータ

高速エンジンに用いられるインジケータである。下記の3種類が、計測の目的に応じてそれぞれの特長を生かして使用される。

- (1) ストレンゲージ (Strain gage) 式
- (2) ピエゾ (Pieso) 式
- (3) ファンボロ (Fanborough) 式

それぞれの構造概要は図 4.1 を参照されたい。インジケータのエンジンへの装着例を図 4.2 に示す。

4.2.1.3 データ記録装置

最近のエレクトロニクスの発達は、インジケータ記録装置にも多くとり入れられ、図 4.3 の例のように、オシロスコープや、電磁オシロを利用したものは、常識化している。また最近のミニコンの発達により、図 4.4 のようなインジケータのデータ処理装置が実用化され、市販されている状況である。

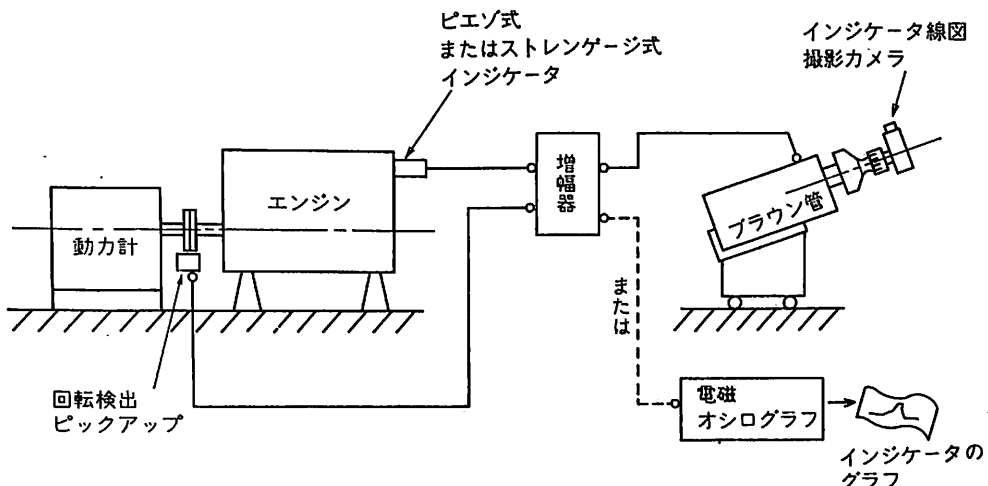


図 4.3 エレクトロニクス利用のインジケータ記録装置の概要

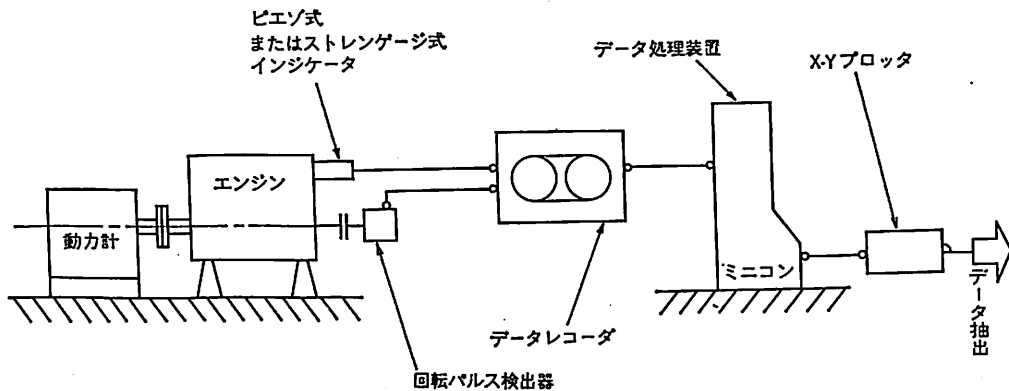


図 4.4 インジケータのデータ処理装置の概要

P- θ 線図(圧力～クランク角度線図)をP-V線図(圧力～行程容積線図)に書きかえたり、そのほか各種計算を自動的にこなすので、研究のスピードが早くなった。

これらインジケータやデータ記録装置は、精度、補整、調整等、複雑な面が多く、あくまでメーカーの研究室内の精密計測法の1種であることを付言しておく。

4.2.2 インジケータ線図

インジケータによって、インジケータ線図がグラフとして記録されることは前項で述べた通りである。

ここに出来たインジケータ線図(Indicator diagram)とは、「シリンダ内の圧力とピストンの変位を記録した線図」である。

インジケータ線図の種類は、座標のとり方によって数種類あるが、主なものは次の2つである。すなわち

(1) P～V線図：

縦軸にP(シリンダ内圧力, kg/cm²)を、横軸にV(ピストンの行程容積, C, C)を取って画いたものである。

受称“たび形インジケータ線図”である。(図 4.1)

(2) P～ θ 線図：

縦軸にP(シリンダ内圧力, kg/cm²)を横軸に θ (クランク角度, °)を取って画いたグラフである。

前項で述べたように、上記2種のグラフは、データ処理装置を用いれば、どちらのグラフにでも変換して画くことが容易である。

手計算の時は、 θ (クランク角度)とV(行程容積)の関係式を用いて書き直せばよい。

一般にP～ θ (圧力～クランク角度線図)は、エンジンのシリンダ内の燃焼状態の研究に利用され、P～V線図(圧力～行程容積線図)は、図示馬力、図示平均有効圧力、機械効率などの算出に利用されることが多い。

(つづく)

■ 第3回 舟艇技術講演会 ■

財団法人舟艇協会主催の技術講演会が次のとおり開催される。

日時・4月24日(木) 午前10時より午後4時半まで／会場ブリヂストンホール(東京都中央区京橋1-1)／演題と講師・最近のモーターボートエンジンの趨勢＝大竹和夫氏(財・日モ協研究所)、FRP艇の設計について＝戸田孝昭氏(防衛庁技術研究本部)、波浪中の運動性能の試験方法の事例＝長谷川宏氏(永大産業)、小型船の船

型研究の現状と問題点＝小林務氏(水産庁漁船研究室)、高速艇の復原性について＝丹羽誠一氏(財・舟艇協会)。

なお聴講は無料(テキスト実費配布)、聴講希望者は往復ハガキ(返信用に住所氏名記入)で住所・氏名・職業・所属を明記の上、東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル(〒104)財団法人舟艇協会事務局へ。申込締切は4月10日。

レジャーボートにおける 物理的測定要項の分析と方法 (2)

Wyle 研究所

ANALYSIS OF PHYSICAL MEASUREMENT REQUIREMENTS AND METHODS FOR RECREATIONAL BOATS

by Wyle Laboratories

2-3 艇体オフセット測定要項

容積及び最大排水量の計算には、個々の座標面積の誤差と面積分布曲線の積分における誤差という2つの可能性のある誤差原因があるというところまでは、すでに確立されている。次の考察点は、従って、座標面積の計算に求められるオフセット計測の最少数、これらの計測に置かれねばならない許容誤差、並びに考慮に入れねばならない縦座標の最少数を含んでいる。この点において、オフセット計測が容積及び最大排水量の計算に用いられる手法を考察することが必要である。もし梯形法則コンピュータプログラム(文献2)が用いられるべきであれば、その時には計測値がパンチカードを経てコンピュータにダイレクトに投入されよう。唯一つの拘束は、第1のオフセットデータポイントがキールの上に置かれねばならぬことであり、また、その後のデータポイントは反時計回り方向の計数に2座標断面を経緯測定せねばならない。

座標断面周りのデータポイントの間隔は任意であり、座標オフセットの測定は、艇の長さに沿った任意のポイントにて得られてもよい。明らかに、梯形法則の選択は、座標断面が直線断面、チェーン、並びにステップを包んでいる所では明確な利点を有している。船体形状における彎曲した領域は、その曲線を厳密に明確にするため、より多くのオフセッ

ト計測を行なうことによって操作される。もし一方で、シンプソンの法則の近似が容積及び最大排水量の計算に選ばれば、その場合にはオフセット計測が艇のキールから等間隔の高さにて、また、艇の長さに沿って等間隔の点にて求められねばならない。

理論的なケースにおいては、十分に多数の座標における完全な横断面形状は、座標面積及び容積がプラニメータ、梯形法則、Weddel 法則もしくはシンプソン法則数値積分を用いることによって決定されるにしても望ましい。レクリエーションボート産業における艇体形状の広範なバラエティー性から、また、容積計算には異なる方法が役立て得ることから、スタンダードなオフセット測定手順を明確に決定することは困難である。最少限の要求として

- a) オフセット計測は艇に沿って8等分縦間隔にて求められるべきである。
- b) 艇断面の高さは、かかわっている各縦座標にて8等分に分けられるべきである。
- c) さらに、フィレット、チェーン、ステップといった艇体での過渡的な部分は、付加的計測によって十分に明白にされねばならない。
- d) これらのオフセットは、座標断面の個々の決定に対する艇体形状を作図するためにプロットアウトされるべきであり、算出された座標面積分布曲線が、個々の

この記事は、併合誌・季刊「ボート・エンジニアリング」第12号よりつづきます。

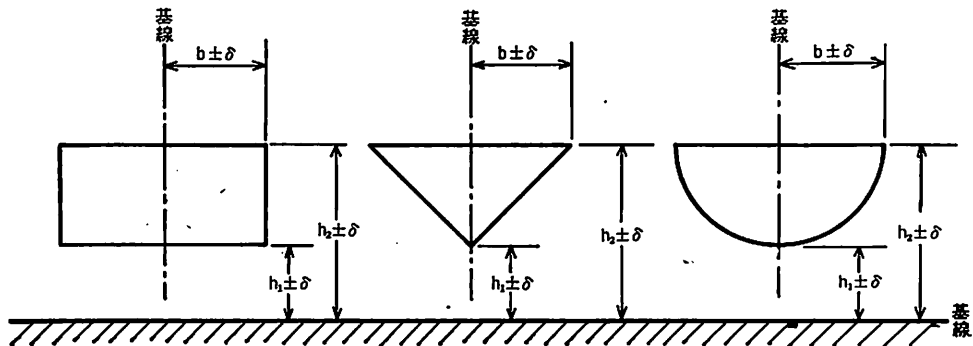


Fig. 4 オフセット測定誤差解析に用いられた仮想艇体横断面

座標面積計算をチェックする目的でプロットされるべきである。などの点が推挙されている。

2-3-1 オフセット測定誤差の影響

オフセット測定誤差によって導入される典型的な座標断面積、及び浸水容積の誤差を確定する簡単な解析は、Fig. 4に示されるような単純な幾何学的横断面を用いて処理されている。これらの単純な幾何学形状が典型的な艇横断面に厳密には相似ではないとはいえ、それらはやはり包含された定量的な誤差を明らかにするのに役立つ。Fig. 4に示された半円、矩形、並びに三角形の横断面には δ 時の数値誤差が仮定されている。實際上、オフセット計測は、図に示された2本の基線、つまり、垂直距離の測定のためのベースライン及び半幅を測ろうとするための垂直中心線に関して計測されよう。このため、全断面深さ、全断面幅の双方の数値誤差は 2δ となる。艇の長さの測定に関しては、その基線が船首尾垂線のいずれにも一致すると仮定することは理にかなったことであり、このため、全長の数値誤差は δ に等しいとされよう。

Fig. 4に示された3種の横断面に対する誤差として表わされた最大面積誤差は、次式のように示すことができる。

- 面積誤差 $=33.3 \frac{\delta}{D} \%$, 半円横断面に対して
- 面積誤差 $=16.66\delta \left[\frac{1}{B} + \frac{1}{D} \right] \%$ 三角、矩形横断面に対して

ここに δ = 測定誤差 inch
 B = 断面幅 ft
 D = 深さ ft

同様に、もし最大面積誤差が各縦座標に、換言すれば艇の全長にわたって存在すれば、同じ3種の横断面に対する、パーセントにて表わされる最大体積誤差は、次式のように示すことができる。

- 体積誤差 $=33.3 \left[\frac{1}{D} + \frac{1}{4L} \right] \%$, 半円横断面
- 体積誤差 $=16.66\delta \left[\frac{1}{B} + \frac{1}{D} + \frac{1}{2L} \right] \%$ 三角形及び矩形横断面に対して

ここに δ = 測定誤差 inch
 B = 断面幅 ft
 D = 深さ ft
 L = 艇全長 ft

オフセット測定誤差に対する、パーセント面積誤差及びパーセント体積誤差の変化を示すカーブが、各々の理論的船体断面毎にFig. 5, 6に示されている。これらの附図に示されるカーブを得るために、断面幅及び断面深さの代表的な数値が上記の式に代入された。Fig. 5から、オフセット計測での $\frac{1}{4}$ 時の許容誤差は僅か2%にすぎない最大断面面積誤差となるという結論に達せられるが、このことはもちろん、数値積分もしくはプラニメータによる面積計算時に導入されるいかなる誤差も、取るに足らぬものであると仮定している。 $\frac{1}{4}$ 時の許容誤差は横断面面積誤差を4%以上とするだろう。Fig. 6の検査によっても同様の結論に達し得るが、この図から得られる最大可能面積誤差が艇の全長にわたって存在

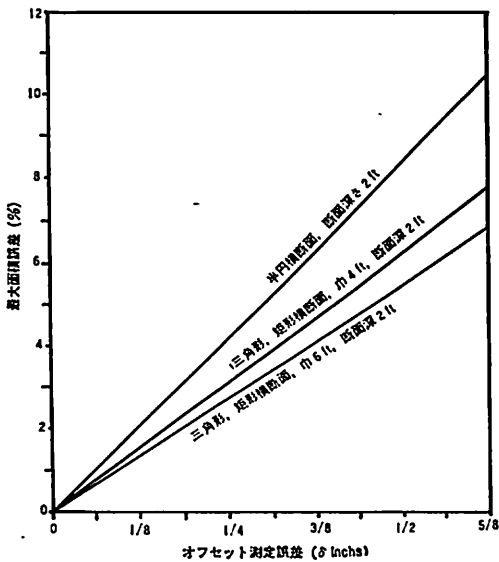


Fig. 5 仮想艇体横断面での絶対オフセット測定誤差に対応するパーセント面積誤差

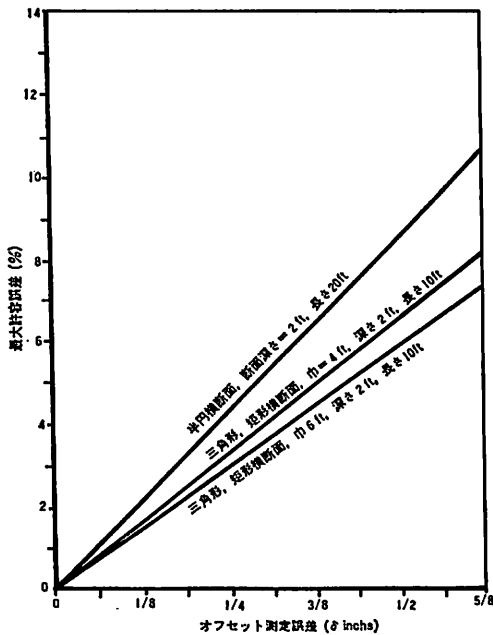


Fig. 6 仮想艇体横断面での絶対オフセット測定誤差に対応するパーセント容積誤差

すること、内々に仮定されたことが強調されるべきである。これらの結果を基に、オフセット測定が $\frac{1}{8}$ 吋以内であれば、その後の座標断面積計算及び容積計算に受入れられる精度を備えるとの結論に達し得る。

2-4 活荷重許容量に影響を及ぼす誤差

活荷重許容量の計算に対する3種類の方法

この章で考察されている。Paullingによって展開された第1の方法(文献2)は、インプット・データとして、艇体オフセット、艇及び機関重量、重心の高さ(VCG)、並びに前後部吃水を受入れるコンピュータ・プログラムを利用する。従って、本プログラムは、プログラムにインプットされる仮設定された縦座標において、ガネル上に設定される最大許容活荷重を計算する。本プログラムは、至る所に梯形法を用いている。

活荷重許容量計算の第2の方法(文献3)は、シンプソン法則の数値積分が使用されることのほかは、Paullingのプログラムに類似している。艇体オフセットの測定値、艇重量、並びに機関重量が、投入された排水量の範囲でのドロスタティック特性及び復原モーメントを算出するコンピュータ・プログラムに投入される。このコンピュータ・プログラムの結果と艇の垂直重心位置とから、簡単な計算式により活荷重許容量が手計算により求められる。

活荷重許容量の第3の方法は、グラフィック設計法、USCG Safe Loading Design Guideline(文献4)である。この最後の方法は、基本的には第2の方法の単純化であり、次のステップを包括している。

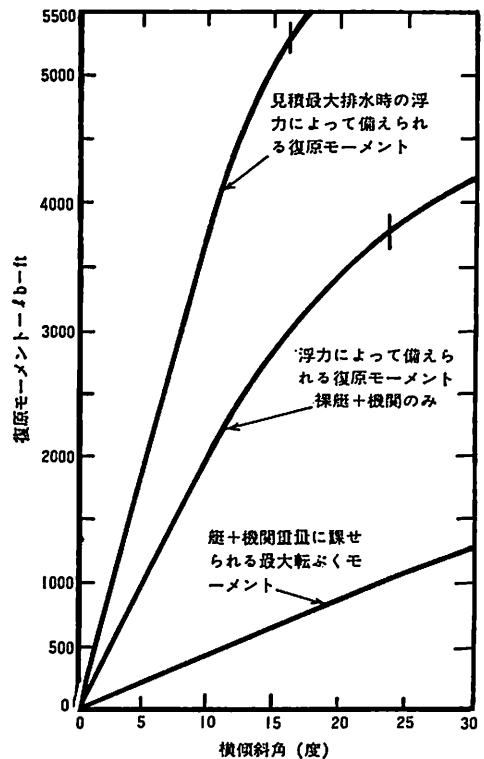
- 傾斜によって舷端が没水しない艇排水量の決定。復原モーメントの変化量に対し、このステップを完遂するためには、艇体オフセットの完全なデータが求められる。
- 裸のボート+機関の重量による転覆モーメントの決定。この段階ではボートの重心高さが必要である。
- 活荷重に対抗する予備復原力の決定。この答を得るためには、復原モーメント対排水量のカーブから単に前段で計算した転覆モーメントを差引けばよい。
- 活荷重許容量の決定。この最終ステップは舷側に沿った乗員荷重の分布、これらの荷重によって誘引されるトータル転覆モーメント、並びに残存復原モーメントとこのモーメントとの比例を含む。

オフセット測定が初期の項にて検討されていることから、この時点での主たる関連事項は、重心位置と、その計測に課せられねばならぬ許容誤差である。Ultra system (文献5) による前述の研究の際に、縦及び垂直方向重心位置の計測許容誤差は、すべてのレクリエーションボートにおいて、それぞれ±2吋及び±1/2吋とされるべきであるとのサゼッションがなされている。重量1,610ポンド、仮定活荷重許容量2,477ポンドの20呎艇と、重量45ポンド、仮定活荷重許容量186ポンドの8呎艇の、2隻の仮定の艇における垂直方向重心位置 (VCG) の許容誤差の効果もまた、研究されている。VCGでの±1/2吋の許容誤差は、大型艇にて約2.8%、小型艇にて5.6%の許容誤差になる。Ultra systemの結果は、活荷重許容量での対応する誤差が20呎艇に対しては2% (50ポンド)、8呎艇に対しては7% (13ポンド) となったことを示している。

同様の分析が、長さ18.37呎、機関を含む重量1,740ポンド、公称活荷重許容量1,590ポンド、公称VCG 1.46呎のGlastron V-180セミV型アウトボード艇に対しWyle Ships Characteristics Computer Programの結果を用いて処理されている。VCGに対して10%の誤差が仮定され、活荷重許容量の帰結誤差が計算されており、VCGの誤差が有効搭載量にて約1.6%、5ポンドの誤差を生じさせたということが見出された。この種の解析はまた、長さ11.83呎、重量237ポンド (機関部会)、公称活荷重許容量247ポンド、並びに公称VCG 0.8呎の平底アウトボード艇に対しても行なわれた。平底艇に対しては、10%のVCG誤差が活荷重許容量にて約2%、5ポンドの誤差を生じさせた。これら2隻の艇に対して、そのVCG誤差は、Glastron V-180並びに平底艇に対し、それぞれ±1.75吋及び±0.96吋の値に達した。上記に示された結果の詳細な比較は、活荷重許容量がVCGの測定誤差によって過度に大きく影響されはしないことを示唆している。

Ultrasystem (文献5) によって提示され

た活荷重許容量の算出値は、Ships Characteristics Computer Program によって得られた結果よりも、わずかに大きくVCG測定誤差に左右されるものであることを示している。しかしながら双方の結果の傾向は、明らかに、活荷重許容量がVCG測定誤差に対し比較的鈍感なものであることを示している。このVCG測定誤差に対する鈍感さは、Fig. 7, 8の助けを借りて視覚表象され得る。これらの図表は、上記解析がなされたGlastron V-180セミV型アウトボード艇及び平底アウトボード艇での、横傾斜に対応する復原モーメント (浮力によって得られる)



GLASTRON MODEL V-180セミV型アウトボード艇

LBE=18.37 ft

最大許容搭載重量=2,046 lb

艇重量=1,290 lb

機関重量=450 lb

活荷重許容量=1,590 lb

最大幅=7.67 ft, ミドシップSFLにて

最大断面深さ=2.09 ft, ベースラインからSFLまで

Fig. 7 18 ft セミV型アウトボード艇の横傾斜に対する復原モーメント及び転覆モーメント

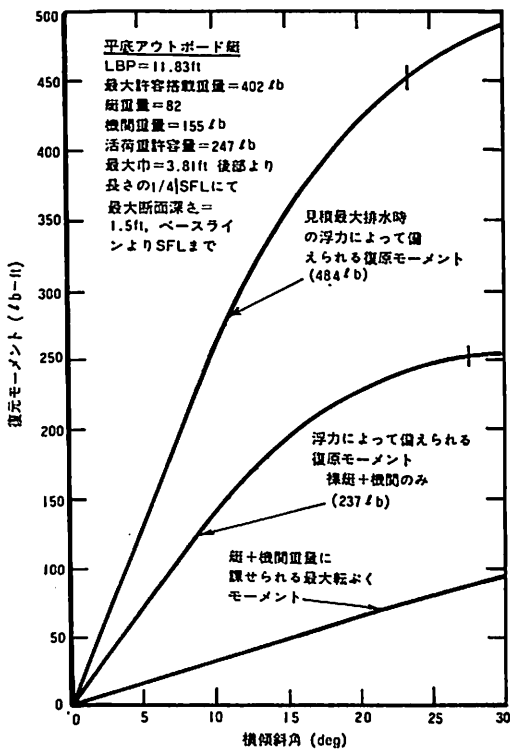


Fig. 8 12 ft 平底アウトボード艇の横傾斜に対応する復元モーメント及び最大転覆モーメント

及び横傾斜に対応する最大転覆モーメント（裸艇プラス機関の重量に見合う）を示す。

各図表における上方のカーブは、艇の見積排水量、換言すれば、艇重量+機関重量+活荷重での浮力によって備えられる復元モーメントを示す。各図における縦棒は、没水が発生する横傾斜角を示す。各図における中間のカーブは、機関は装備されるが、活荷重が載っていない裸のボートでの浮力によって備えられる復元モーメントを描く。各図における下部のカーブは、裸ボートプラス搭載機器の重量によって備えられる最大転覆モーメントを示す。この転覆モーメントは、次の関係式によって与えられる。

$$M_B = W_B \cdot (VCG) \cdot \sin \theta \quad (\text{lb-ft})$$

ここに

$$W_B = \text{艇重量} + \text{機関重量} \quad (\text{lb})$$

$$VCG = \text{ベースライン上, 艇重心までの高さ} \quad (\text{ft})$$

$$\theta = \text{横傾斜角} \quad (\text{deg})$$

提示された艇の転覆モーメントは、横傾斜

角の \sin に比例して変化することがうかがわれ、VCGにおける10%の誤差が M_B における10%の誤差を生み出すこともまた推論され得る。

もし転覆モーメント M_B が、相当する横傾斜角に対する上方のカーブによって得られる復元モーメントから減ぜられれば、その結果は、ガンネル上の活荷重に抗し得る残存復元モーメント (M_{LL}) を示す。従って、10%のオーダーでの M_B における誤差は、残存復元モーメント M_{LL} の計算にはほとんど影響をおよぼさないことが Fig. 7, 8 の検査によって認められる。例えば、Fig. 8 では、十分に付与された排水量での没水点における最大復元モーメントは452ポンド-呎であり、対応する M_B の値は75ポンド-呎である。従って、その残存復元モーメントは452ポンド-呎 - 75ポンド-呎、つまり377ポンド-呎に等しくなる。 M_B での10%の誤差は、このため M_{LL} にて2%の誤差を生ずることになり、また、 M_{LL} が艇の中心線から一定距離にてガンネルに課せられる分布荷重であることから、その相当する有効搭載量の誤差は2%となる。

Fig. 7, 8 に示された結果の計算においては、VCGの公称値が安全側のものであるために出来るだけ高いものと仮定された。セミV型艇のVCGはベースライン上1.46呎であると仮定されており、それは最大断面深さ2.09呎の7割に等しく、また、1.04呎の最大付与排水量時の吃水よりも実質的に大きい。平底艇に対しては、そのVCGはベースライン上0.8呎であると仮定されており、再び最大断面深さ1.15呎の7割に等しく、ほぼ0.438呎の最大付与排水量の吃水の2倍となる。従って、算出活荷重許容量の最終的誤差が有義的に影響を及ぼされないところでは、10%までの測定VCGの誤差が許容されるとの結論に達せられる。この許容誤差が長さ18呎から20呎のオーダーの大型艇、並びに長さ11呎の小型平底艇に適用し得ることが示されている。18呎 Gastron 艇及び11呎平底艇に対する数種のVCGパーセント誤差から生じる活荷重許容量の誤差の要約が、次

GLASTRON MODEL V-180 SEMI-VEE
OUTBOARD BOAT

- Live Load Capacity=1590 lb
- VCG=1.4 ft from Baseline

VCG Error		Corresponding Live Load Capacity Error	
Percentage (%)	Absolute (in.)	Percentage (%)	Absolute (lb)
10	1.75	1.535	24.4
20	3.5	3.07	48.8
30	5.25	4.605	73.2
40	7.0	6.14	97.6
50	8.76	7.675	122.0

FLAT-BOTTOM OUTBOARD BOAT

- Live Load Capacity=247 lb
- VCG=0.8 ft from Baseline

VCG Error		Corresponding Live Load Capacity Error	
Percentage (%)	Absolute (in.)	Percentage (%)	Absolute (lb)
10	0.96	2	4.94
20	1.92	4	9.88
30	2.88	6	14.82
40	3.84	8	19.76
50	4.8	10	24.7

表に示されている。

3-0 設計概念

3-1 重心の決定

艇の重心の決定に関する数多くの方法が研究がなされている。各々の方法が、精度、コスト、並びに実行上の繁雑さに関して分析されている。

後述の討議において、各々の方法が適切な注解と共に述べられている。

方法(1) 吊索及び下げ振り錘

Fig. 9 に略図的に示されるこの方法は、その両端が船首船尾に装着された吊索、低摩擦プーリー、下げ振り錘及び標的のみを必要とする。

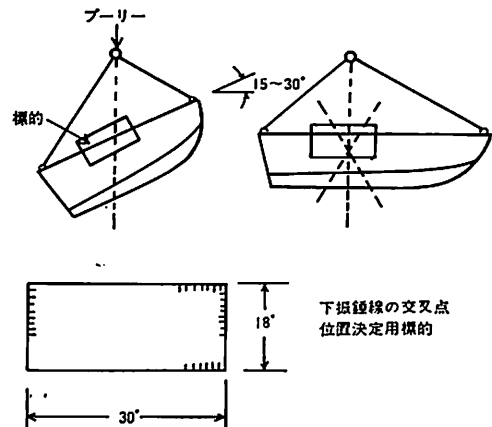


Fig. 9 吊索及び下げ振り錘を用いての艇重心の決定

Fig. 9 から、LCG, VCGのいずれもが2種の実験機構から直接決定し得ることがわかる。

船尾下げと同時に、下げ振り錘線とターゲットの2端との交わりが記録される。この計測は、次に船尾上げにても繰返され、標的上のその2本の下げ振り錘線の交点がLCG及びVCGを明示する、艇の数種の傾斜角が十分な精度を得るために用いられる。横方向重心(TCG)は、艇を横断面での水平状態に至らせるために、中心線から離れて所要重量を設置された計測によって決定される。

艇の構造上から、縦方向中心線上の艇内に標的を設置し得ない場合には、艇のサイドに標的をアレンジすることが比較的簡単になされる。下げ振り錘は、艇の中心線に直角な線上にあり、艇の半幅による吊上げ点からの分岐点である支持点から吊下げられる。この標的は、四辺すべてに番号もしくは文字を記入された1吋梓子をマークした軽量の合板もしくはプラスチックの板切れからなる。標的の2本の縁端の各々と下げ振り錘線との交点を付与することによって、下げ振り錘線のポジションが明示される。

この方法の精度は、吊索の有限重量、プーリーにかかるわずかな摩擦力、並びに計測が試みられる際の艇の揺れの傾向によって影響される。この方法に要求される装置は低コストであり、試験の場においてホイストが使用

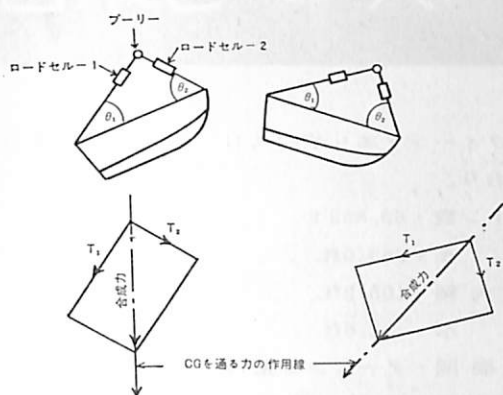


Fig. 10 吊索および2つのロードセルを用いての艇重心の決定

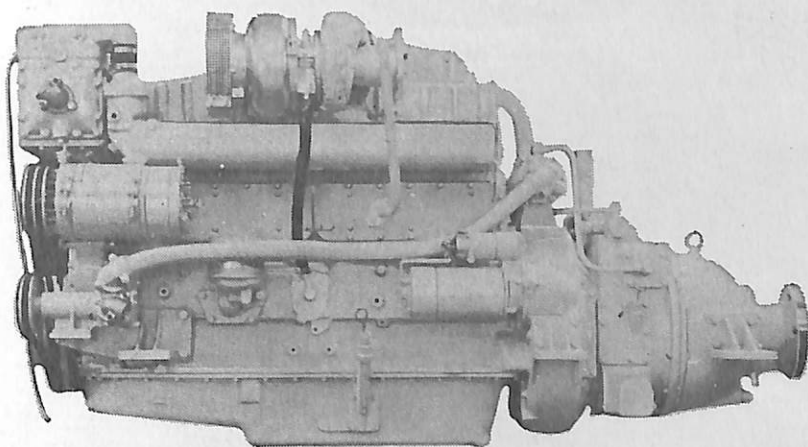
可能でなければならぬ点を除けばポータブルである。普通、2人の人間で30分以内にて3軸のCGの設定が完遂される。この方法の大きな欠点は、船首船尾での適当な吊上げアイの有効性である。

方法(2) 吊索及びロードセル

Fig. 10 に略図的に示されたこの方法は、基本的には方法(1)を精巧化したものであり、プーリーにかかる摩擦力を消去するために吊索にロードセルが組込まれている。さらにまた、LCGとVCGが艇の重量と共に、最低限2つの実験機構から決定されよう。

この手法は、吊索と艇の水平線の両サイド間の角度の計測と同時に、吊索のテンションの計測を必要とする。LCGとVCGは、ロードセルの読みと吊下げ角から、合成力とその作用線のスケールと解に対する力の図示によって得られる。TCGは方法(1)に対する上記の方法で得られよう。この方法の主な欠点は、再び船首船尾での適切な吊上げアイの有効性となる。

20HP～400HPの高速マリンディーゼルエンジン



製造販売元 **いすゞマリン製造株式会社**

〒290 千葉県市原市松ヶ島西1-2-19 TEL. 0436-22-7441

“クイーン・エリザベス II”号来日

英国の誇る豪華客船“クイーン・エリザベス II”号が、世界周航の途次、去る3月7日初めて日本に来航し、横浜港寄港中の4日間には見物人が52万人も集まり、同港開港以来の記録を作るなど話題をまいた。

同船は1967年スコットランド・クライドバンクのジョン・ブラウン造船所で進水、2年後の1969年に竣工した。パッセンジャー・ライナーとしては今日世界最大の豪華船である。

“クイーン・エリザベス II”号の主要目はずつぎのとおり。

総トン数・65,863 t

全 長・963.0ft.

最大幅・105.2ft.

吃 水・32.6ft.

主 機 関・タービン2基110,000PS

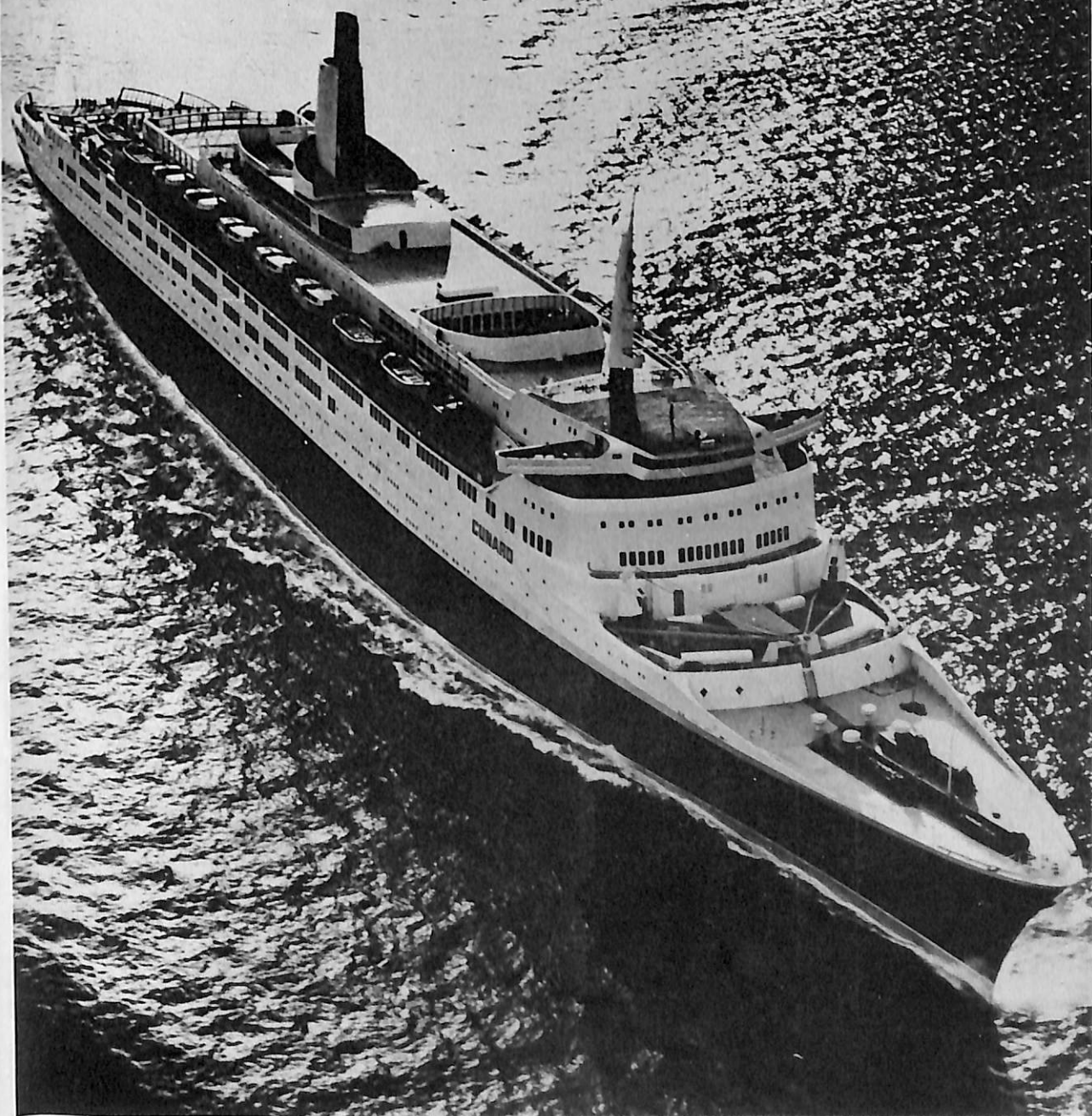
巡航速度・28.5kn

船 主・キューナード・ライン



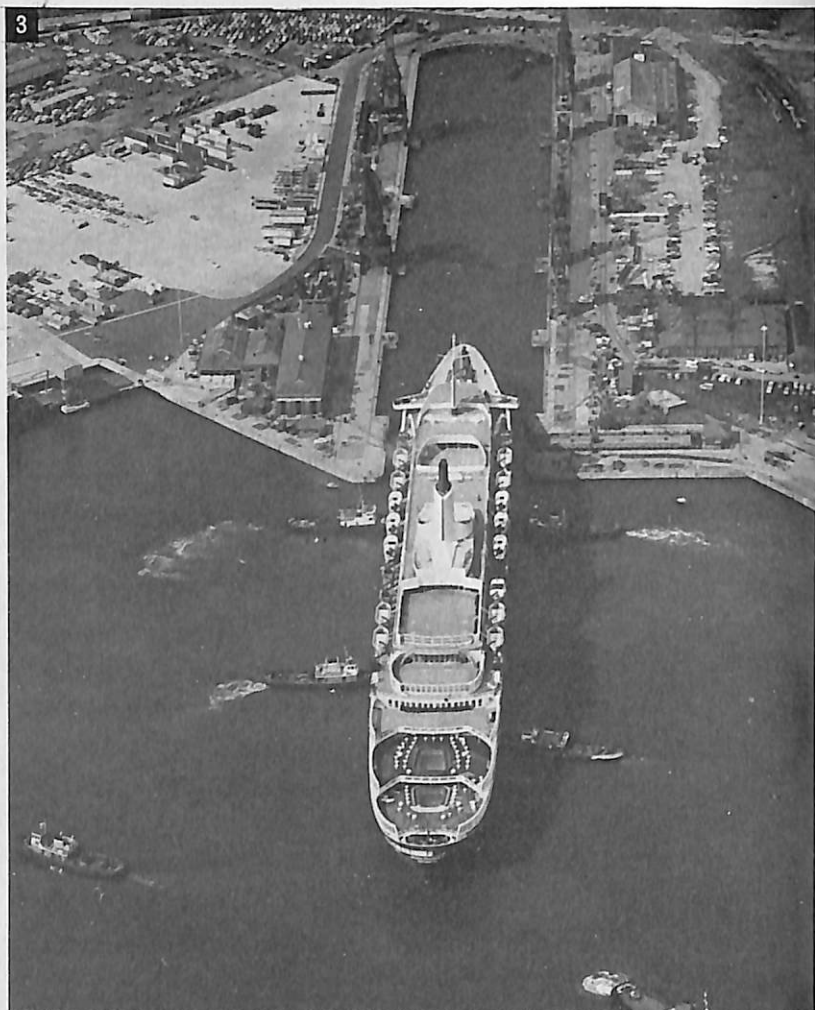
1. 横浜港大棧橋に接岸直前のQ.E II号（本誌撮影）

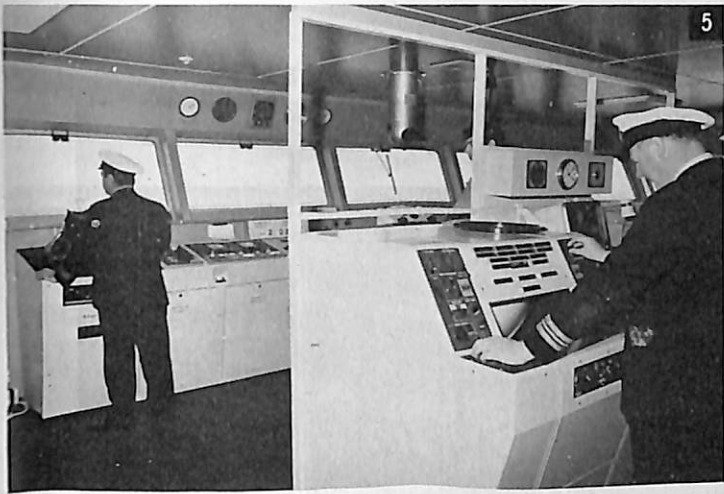
2. 海を航く巨大ホテルの形容がぴったり



3. 就航前、最終検査と内部清掃のため6隻のタグ・ボートによりサザンプトンのドライドックに入る

4. 同船の内部は13層にわかれ、2,000の船客が長期航海を快適に送れるような諸施設はもとより、530人収容の劇場、2つのプール、自動車80台分が収容できるスペースなどを持っている





- 5.最新の航海機器を装備し、巨船をコントロールするブリッジ
- 6.ファースト・クラスの船室
- 7.クイーンズ・ルーム中央の二重らせん階段
- 8.上甲板部に設けられた図書室

Photo by Courtesy of British Embassy, Tokyo



① PACIFIC RAINBOW (貨物船) / 佐野安船渠・建造



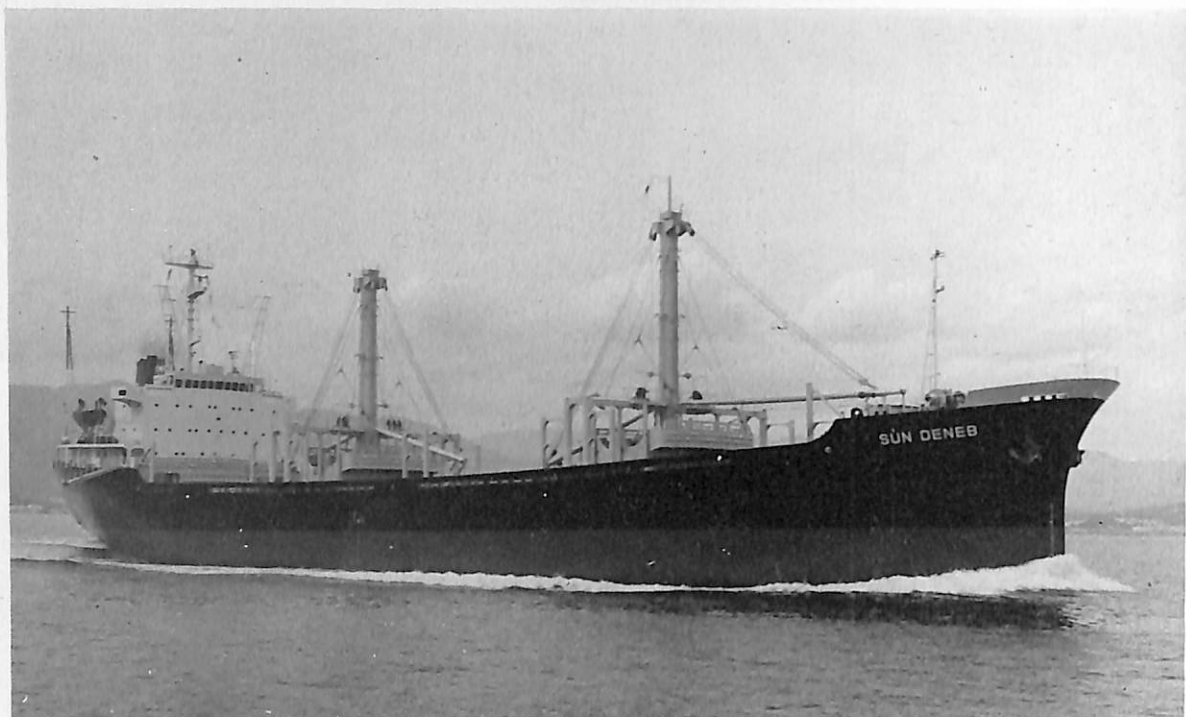
② UNIASIA (貨物船) / 石川島播磨重工業 (東京)・建造



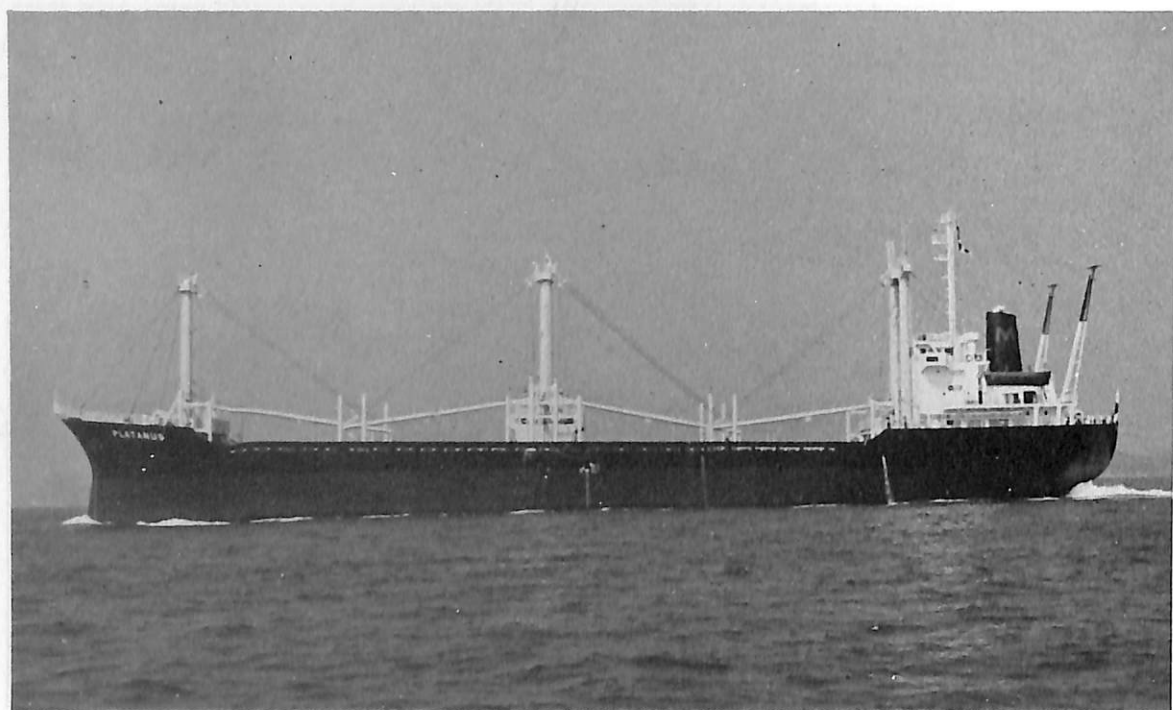
③EVERJUST (貨物船) / 石川島播磨重工業 (東京) ・建造



④GRAND FELICITY (貨物船) / 波止浜造船 ・建造



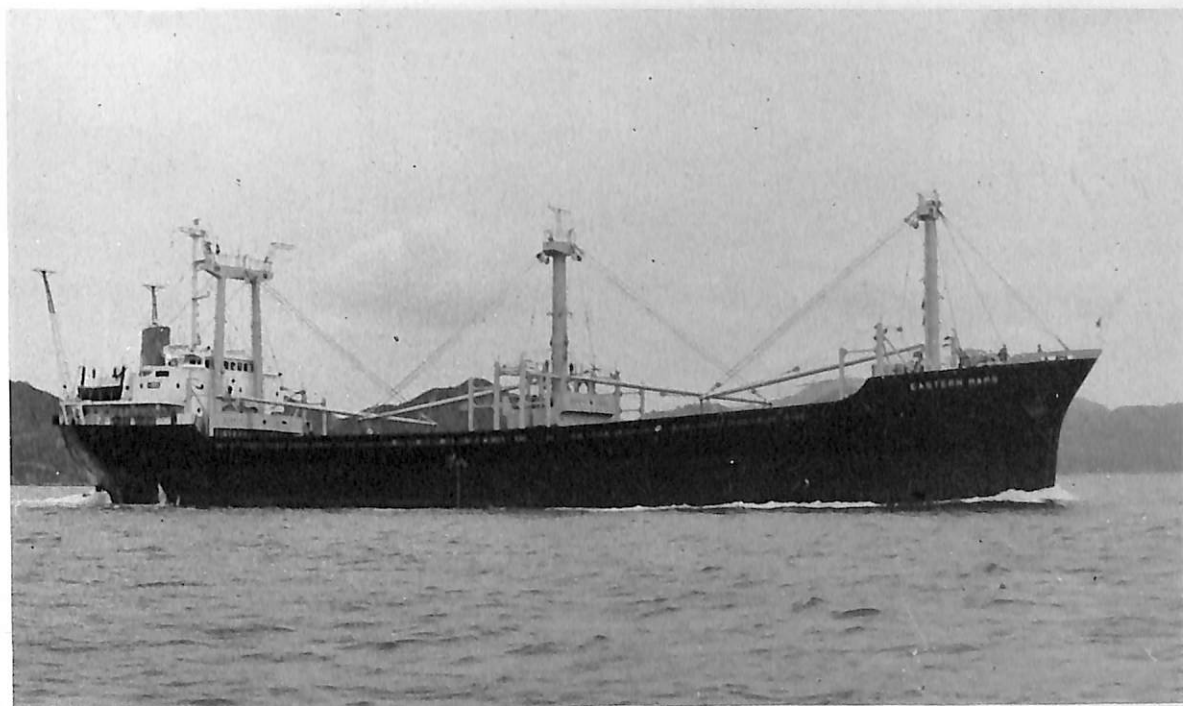
⑤ SUN DENEH (貨物船) / 宇品造船所・建造



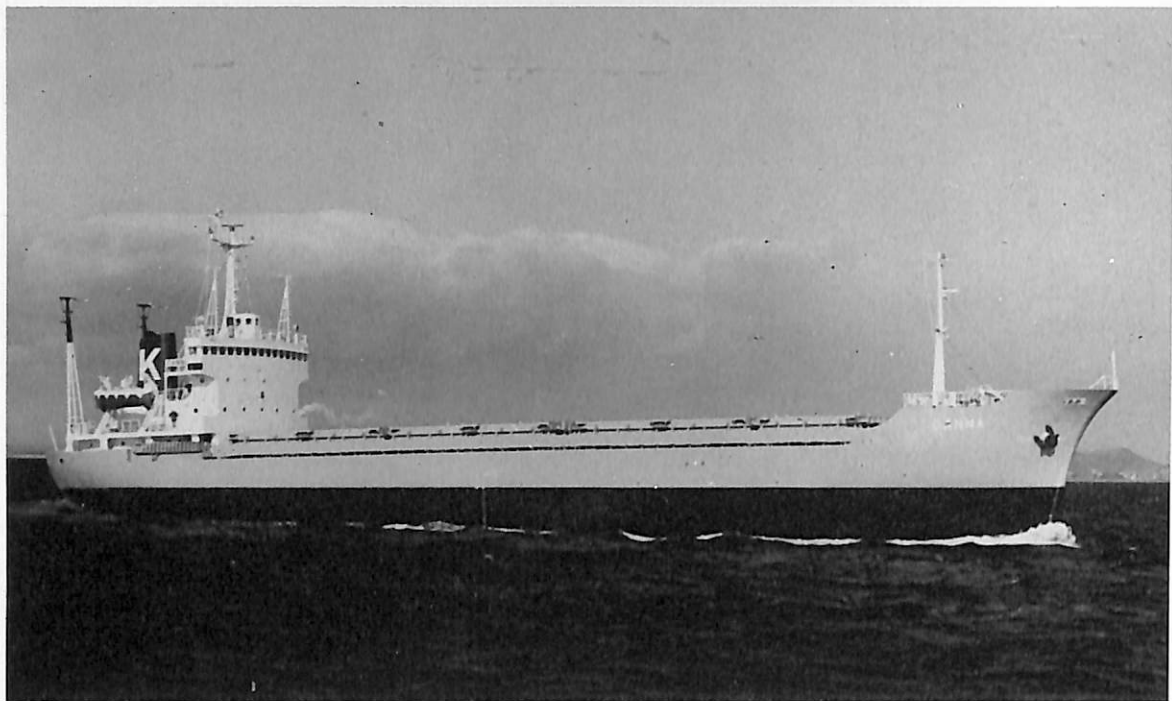
⑥ PLATANUS (貨物船) / 今治造船・建造



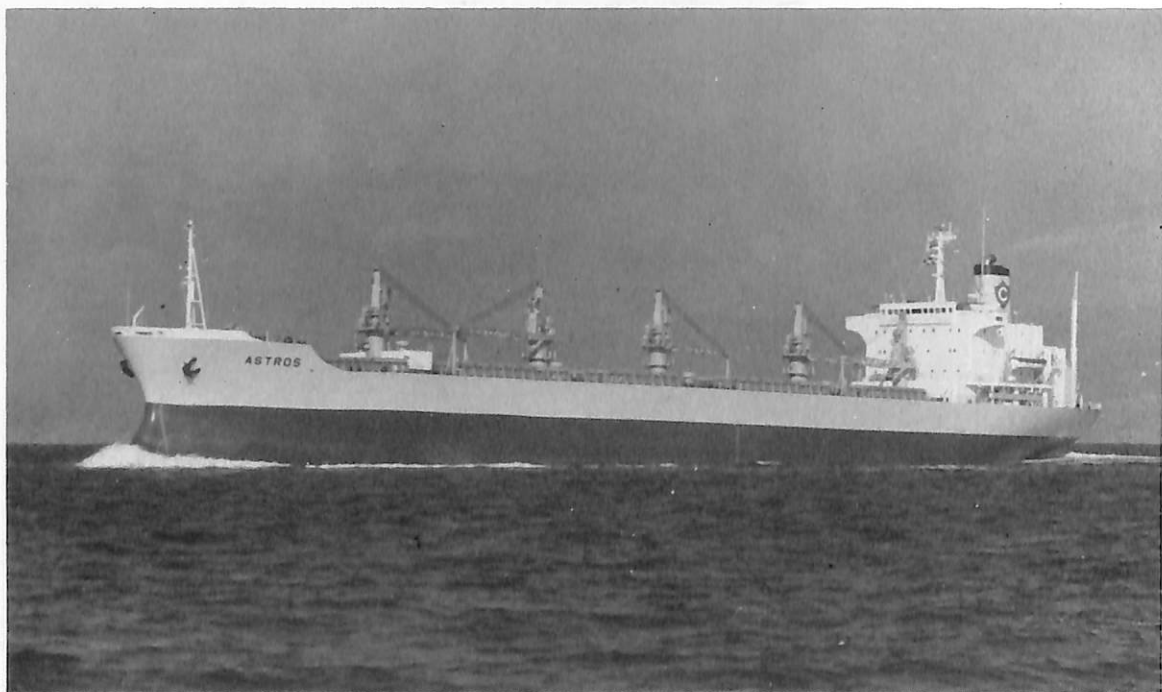
⑦CROWN PEARL (貨物船) / 来島どっく (波止浜) ・建造



⑧EASTERN MARS (貨物船) / 今治造船 (今治) ・建造



⑨CANNA (貨物船) / 山西造船・建造



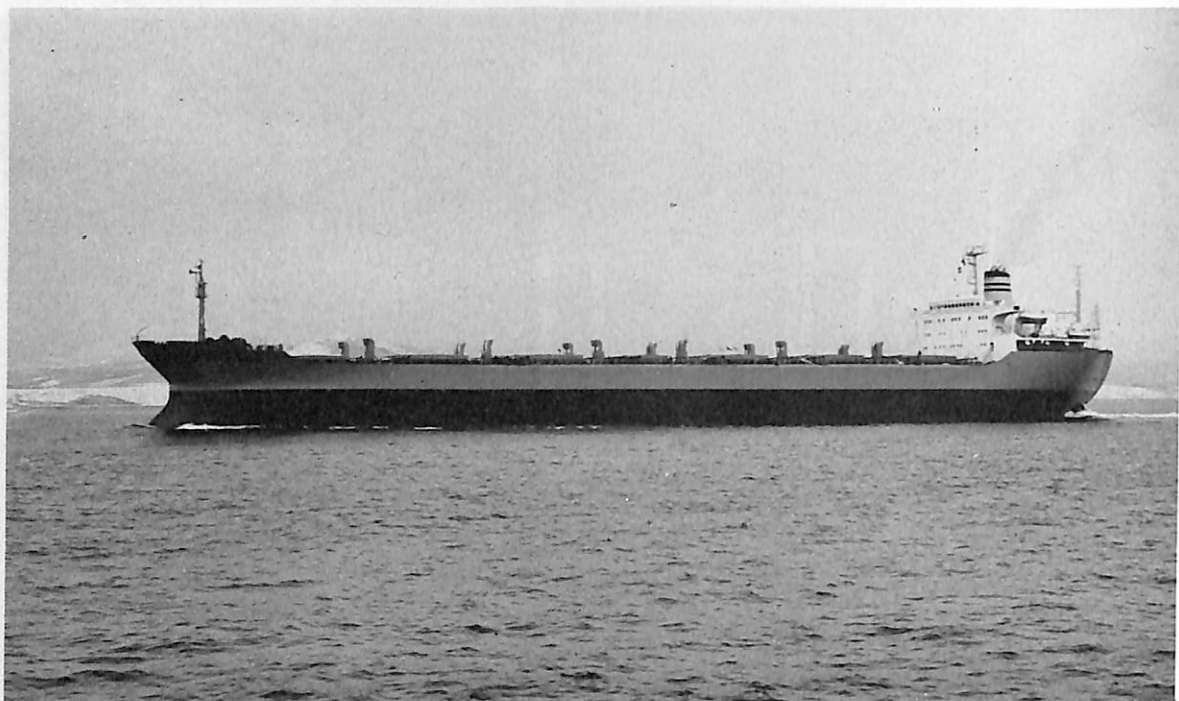
⑩ASTROS (ばら積貨物船) / 大阪造船所・建造



⑪HYDROHOS（ばら積貨物船）／金指造船所・建造



⑫ALEXANDER VENTURE（ばら積貨物船）／佐野安船渠・建造



⑬ MOLDANGER (ばら積貨物船)/函館ドック (函館)・建造



⑭ 東 勢 丸 (自動車運搬船) / 芸備造船工業・建造



⑮ 黒 潮 丸 (海底線敷設船) / 三菱重工業 (下関) ・ 建造



⑯ SKAUBO (鉍石兼油槽船) / 川崎重工業 (神戸) ・ 建造



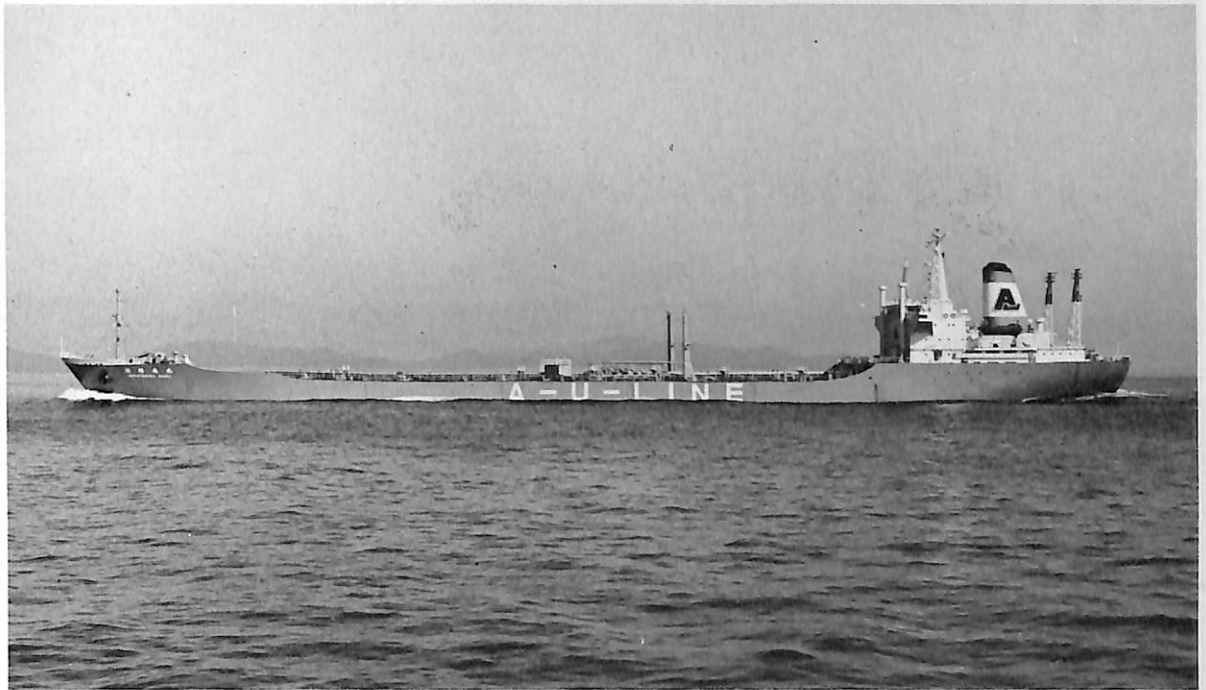
⑰第二十一大和丸（油槽船）／徳島造船産業・建造



⑱TARAKAN／PERMINA 1013（油槽船）／内海造船（瀬戸田）・建造



①9 ESSO HAFNIA (油槽船) / 日立造船 (向島)



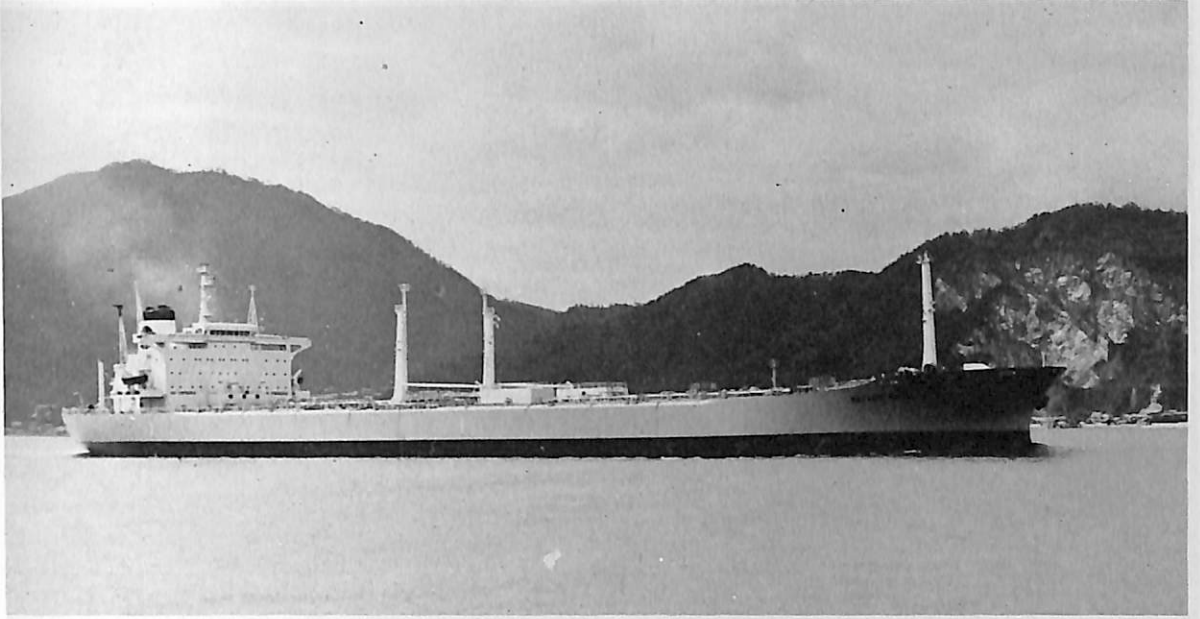
②0 淡路島丸 (油槽船) / 新山本造船 (高知) ・建造



②PACIFIC VIKING (油槽船) / 幸陽船渠・建造



②GOLDEN PORTSMOUTH (油槽船) / 尾道造船・建造



⑳ KEIYOH MARU (油槽船) / 幸陽船渠・建造



㉑ SEA QUEEN (油槽船) / 三菱重工業 (広島)・建造



②⑤ AMOCO CAIRO (油槽船) / 三菱重工業 (神戸) ・建造



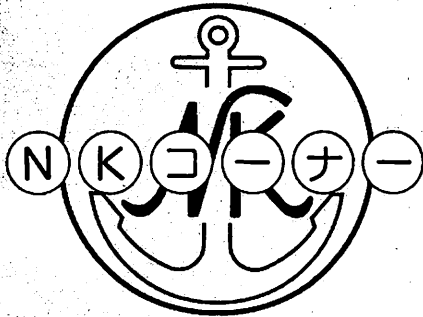
②⑥ MARIETTA (油槽船) / 日本鋼管 (津) ・建造



②⑦ ONYX (油槽船) / 三菱重工業 (長崎) ・建造



②⑧ 徳山丸 (油槽船)
石川島播磨重工業
(知多) ・建造



昭和50年度第1回技術委員会

昭和50年度第1回技術委員会は、2月10日、日本工業クラブで開催され、鋼船規則及び同検査要領の改正並びに新しい規則、規準の制定について審議が行われ、いずれも承認された。なお、今回は本年最初の委員会なので、本年度技術関係事業計画が報告された。

1. 鋼船規則及び同検査要領の改正

- (1) 規則C編、M編及びX編から、リベット構造に関する規定をすべて削除し、検査要領に、リベット構造については、昭和49年版鋼船規則によるべきことを明記する。また、石炭庫に関する規定も削除する。
- (2) 検査要領D編中、「量産機器の検査要領」に、清浄機、油圧モータ及び油圧ポンプの検査に関する事項を新たに追加する。
- (3) 検査要領G編中、外国籍船であって航行区域に制限のある船舶及び漁船の予備品についての検査要領を改正する。
- (4) 規則L編中、機関用鉄鋼品の化学成分の不純物Cuの値0.20%を、0.30%に改める。

2. フローティングドック規準の制定

フローティングドック規準については、かねて外部からの要望もあり、今回制定となったものである。この規準は、ケーソン型及びポンツーン型ドックを想定して、その構造、艦装等についての基準が示されている。

3. 海上コンテナ規則の改正

昨年、ISOのコンテナ規格が改正されたので、これに伴う改正が行われたほか、若干の修正が加えられた。

4. 大型船の水中検査規準の制定

外国籍船で、鋼船規則による船の長さが300mを超え、かつ、船齢10年未満の大型船舶については、定期検査以外のドック入り検査に代えて、水中検査を行うことができることとし、その条件となる構造の基準、検査の方法が示されることとなった。

1974年NK新造入級船

昭和49年1年間に、NK船級を取得した船舶は364隻（前年比85隻増）、5,001,669総トン（前年比605,583総トン減）で、そのうち新造船は341隻、

4,987,080総トンであった。

本年度の顕著な特色として、新造入級船のうち225隻、2,564,436総トンが外国籍船で、日本船舶の116隻、2,422,604総トンを上回ったことがあげられ、これはNKとして画期的なことである。ここ数年來、主として日本船舶の海外売船及び仕組み船の建造等による外国籍船の増加が目立っていたが、日中国交の回復及びリベリア政府のNK承認以来、この両国籍新造入級船の増加もあって、最近この種の船舶の増加は著しいものがある。本年の新造入級船も、前記2箇国のほかパナマ、シンガポールその他主として東南アジア諸国合計12箇国籍となっている。

一方、NKの調査によれば、1974年中に日本で建造された総トン数100トン以上の船舶の合計は、1,000余隻、1,700万総トン余で、このうちNK船級を取得した船舶は、隻数及び総トン数でそれぞれ全体の30.6%及び29.2%となっている。

新造入級船の用途別の主な動向は次のとおり。

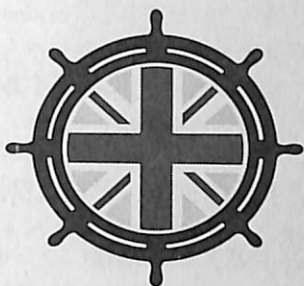
- (1) タンカーが相変わらず圧倒的に多く、総トン数の合計は296万総トン余で、全体の59%を占めた。これらの中には、17隻のVLCCを含んでいる。
- (2) 産業用LPGの需要等の伸びにつれ、我が国のLPG輸入量は急速に増加しているが、こうした動向を背景に、大型低温式LPGタンカー5隻（合計タンク容積377,000m³）が完成した。この中には、世界最大のLPGタンカーの一つである「ばれすとうきょう」が含まれている。この結果、NK船級低温式LPGタンカーの合計は、21隻、825,800総トン余で、その総タンク容積は、130万m³に達する大勢力となった。
- (3) 木材運搬船の入級は、昨年急減したが、今年は隻数、総トン数ともに前年実績の2.5倍と大幅に増加した。外国籍の多いのが特徴で、パナマ、リベリア両国籍船で全体の87%（総トン数比）を占めた。
- (4) コンテナ船も、大型高速のものが6隻完成した。この中には、地中海クラブが協調配船している日本-地中海航路に、日本船として初めて就航した「博多丸」及び「もんぶらん丸」がある。また、主として日本と東南アジア間に就航する総トン数5,000トン以下で、コンテナ200~300個を積載する小型のコンテナ船も引き続き5隻が建造された。
- (5) 我が国の自動車輸出の増加に対応して、8隻が完成したが、この中には世界最大の「神悠丸」（中型車6,000台を積載）がある。
- (6) 冷凍運搬船では、World Wideな配船を予定した、大型高速のものが4隻完成した。また、中国籍の総トン数1,000トン以下のものが多かった。
- (7) その他の船舶では、中国籍のドレジャ、パージ、クレーン船等の作業船が非常に多かった。

東アフリカのタンザニア政府NK承認

NKは、昨年11月29日付けで、タンザニア政府から、同国籍船の安全に関する検査及び証書の発行権限を付与された。

これにより、NKを承認した外国政府は合計22箇国となった。

最近の英国における船舶機器特集



船舶機器展は来る5月6～10日、東京・青山の英国
トレード・センター(BEMC)で開催されます。

ドナルド・マックスウエル

2年前に東京で行なわれた最初の英国船舶機器展に対する強い反響に应运、今年、再度展示会および会議を開催することになった。同展示会に出品される各種製品については、本特集記事のなかで詳細に紹介されている。

今回の東京船舶機器展に参加する企業は、英国の全船舶機器業界のごく一部にすぎない。しかしながら参加企業が展示する各種製品は、英国の船舶機器産業がもつ広く多様な能力を反映するものである。

現在、英国は船舶機器の少なからぬ分野で国際的に最先端にあり、明らかに優位にある分野が多数あると一般的に認められている。

世界の代表的な造船国である日本は、船舶機器に対する最も有望な市場である。したがって英国企業にとっても重要な市場である。英国は、船舶機器に関しては、最新の造船技術で特別な競争力をもち、とくに技術および営業能力に高い需要があると認識している。

英国の多くの企業が、長い間にわたって日本の市場への販売活動に大きな成果をあげているのは、英国がそうした能力を十分に持っていることを示している。しかし、英国の業界は日本の市場拡大にまだ大きな余地を残している。英国船舶機器展は、船舶機器の供給に関して日本の造船業界による柔軟な姿勢によって開催されたものである。一方、英国企業は、効果的なサービス活動を背景にすぐれた技術、信頼性それに競争力をもつ製品を展示することが役目である。

今回の東京展示会の開催は、こうした主旨にそって行なわれるものである。現在、船舶技術は目ざましい勢で進歩している。こうしたことから両国のすべての関連業界は、前にもましてアイデアや情報を定期的、かつ効果的に交換する必要がある。

日本で展示会を開くことは、今後の発展と進歩の重責をになう両国の関連業界に対し、絶好の情報交換の場を与えようというのが、大きな目的である。
(英国船舶機器協会々長)



英国の船舶推進機関

J. K. ウィルソン

■低速ディーゼル・エンジン

これまで英国は、低速直結ディーゼル・エンジンの大部分を、世界で名の通った設計のライセンスを基に製造してきたが、英国独自の設計で製作されているものもある。ドックスフォード・エンジンズ社 (Doxford Engines Ltd.) が設計、製造している J 型エンジンがその例である。同社の製造している対向ピストン設計のエンジンには、シリンダー内径が 580mm, 670mm, それに 760mm の 3 種のものがあり、140~190 rpm の回転範囲で 6,000 から 2 万 5,000 英馬力の出力をカバーしている。

この J 型エンジンに対する需要は、ここ数年間大きな変動がなかったが、1974 年に入ってから内外から注文が増加し、現在約 30 基、金額にして 2,000 万ポンドを越える受注を得ている。

同社の最も大型エンジンであるシリンダー内径が 760mm のものは最近、シリンダー当たり 2,750 英馬力に出力アップされた。このエンジンは現在、

「M76 J」型と呼ばれている。この出力は 10.96kg/cm² の b. m. e. p. に相当する 123 rpm の回転速度で得られる。

J 型エンジンは基本的には単動、ターボチャージ式 2 行程エンジンで、レッドウッド粘性試験 1 号形式で 3,500 秒の重燃料を使用する設計になっている。

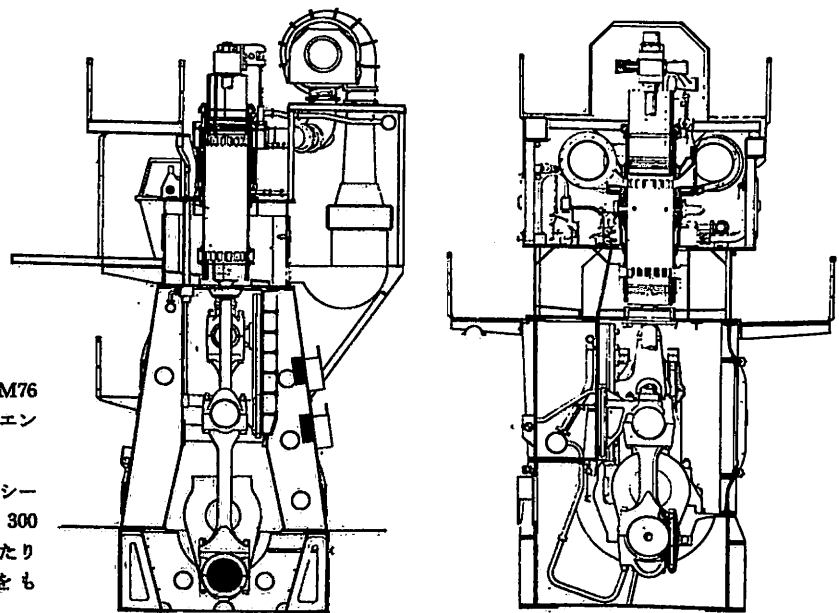
エンジン寸法は短かく、クランクシャフトにすぐれた剛性が与えられているため、主ジャーナル (軸頭) はサイド・クランクピンのウェブになっている。上部および下部ピストン頭とも、特殊鍛造鋼でつくられ、上部ピストンが水冷、下部ピストンが油冷であっても交換ができる。

最新の M 型エンジンではシリンダー・ライナは、これまでの 3 分割ライナの代わりに一体構造になっている。

また排気部分にも改良が加えられたため、ピストン・リングの耐久性も大幅に向上している。

左・ドックスフォード「M76 J」低速ディーゼルエンジンの断面。

右・ドックスフォード「シーホース」エンジン。300 rpm でシリンダー当たり 2,500 英馬力の出力をもつ。





■シリンダー当たり 2,500 英馬力 の「シーホース」エンジン

ドックスフォード・エンジンプ社の研究陣はまた
ホーソーン・レスリー社 (Hawthorn Leslie <En-
gineers> Ltd.) と共同で中速エンジンの「シーホ-
ース」(Seahorse) を開発している。4シリンダー
の原型機がサンダーランドのテストベッドで1971年
の後半からテストに着手され、現在、重油燃料を使用
した場合の耐久テストが行なわれている。

同エンジンは、 10.9 kg/cm^2 の b. m. e. p. に相当
する 300 rpm でシリンダー当たり 2,500英馬力の定
格出力をもつ 2 行程、対向ピストン形式のターボチ-
ャージ・エンジンである。このエンジンは 4シリン
ダーから 7シリンダーで構成されるため、エンジン
当たり 1 万~1 万 7,500 英馬力の出力をもつものが
製造できる。

設計自体は、すでに述べたドックスフォード社の
J型低速エンジンと変わらないとされているが、そ
れとは全く異なる試みが増えられていると予想する
向きもある。内径 580mm のシリンダーには全長
(上下) 1,300mm のピストン行程が与えられてお
り、ベッドプレートに格子形のクランクケースが取
り付けてあって、クランクケースの上に掃気ボック
スとシリンダー・ライナーが配置してある。掃気用空
間は、普通のクロスヘッド・エンジンと同じ方法
で、仕切板によってクランクケースから分離されて
いる。他にない特徴としてあげられているのは、2
つの分岐管を使用している点で、1つはエンジンの
両側にそって配置してあり、もう1つはエンジンの
各末端にあるターボ過給機に排気ガスを送る働きを
している。

ドックスフォードの工場では広範囲にわたるテスト
が続けられ、各種の問題箇所が突き止められた。こ
れらの結果を基に、設計にさまざまな改良が加えら
れ、エンジンの全体の効率が格段に向上している。

また掃気系の徹底的な圧力測定の結果、掃気孔に
についても若干の改善が行なわれた。新しい高効率の
ターボ過給機に接続する方式によって、全負荷時の
エンジンに対する比気流が増加する一方、燃料消費
が英馬力当たり 1.46kg に節減されている。実用エン
ジンでは燃料消費が、さらに 1~1.5% ほど減らせ
る可能性がある。燃料系についても、どんな条件下
でも清浄な燃焼が達成されるように改善されてい
る。

ランニング・ギアでは、2つのコラムのサイド連
結棒の設計に、従来と異なるいくつかの方法が採用

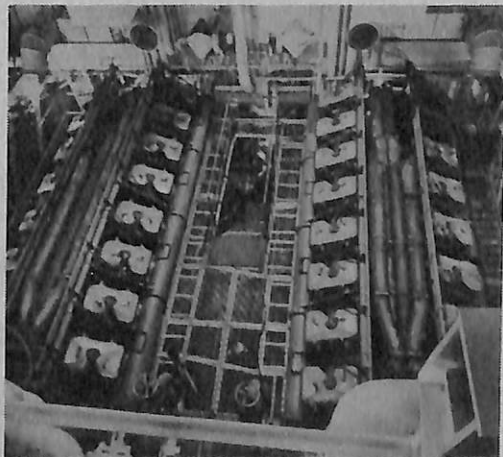
されている。これによって正しいストレ
ス配分が得られるほか、主連結棒が前後
の軸面で平面測面となり、曲げ抵抗も大幅に減少し
ている。同様にクロスヘッド・ピンに対しても、重
量を増さずに強固な配置ができるように改善されて
いる。

またシリンダーのオイル消費を節約しながらピス
トン・リングとシリンダー・ライナーの摩耗を最低
限に押えるための研究にも努力がはらわれた。この
ほか設計上で興味深い特徴では、基礎への取り付け
方法にある。従来から使われてきた多数の輪止め取
り付け方式に代わり、合成ゴム挿入物を使用したす
べり脚でエンジンを支える方法が使われている。

このエンジンの開発には当初からいろいろ批判が
あったが、最後に指摘する必要のあることは、現代
の高度のエンジンの開発および設計には多くの研究
が要求され、世界で使われている高出力定格のエン
ジン同様のものを設計から生産段階にもっていくに
は長い時間を要するという点だ。「シーホース」
エンジンに対するドックスフォード社の完璧で精密
なテストは、他のディーゼル・エンジンの設計だけ
でなく、蒸気タービンについても国際市場で強い競
争力を与え、これまで以上に欠陥発生のない製品を
世に送り出すことになろう。

■マイアリース・エンジンの成功

1965年、生産に入ったマイアリース・ブラックス
トン社 (Mirrlees Blackstone Ltd.) 設計の「Kメ-
ジャー」(K Major) エンジンは、この 8 年の間
に 580 rpm、シリンダー当たり 480 英馬力から 600



マイアリースの「Kメジャー」エンジン 2基。V16 タ
イプの各々が 525 rpm で 2,250 英馬力を出す。



rpm, 600 英馬力に出力アップされた。

これは基本設計に大きな変化を与えずに達成されたものである。

現在、「550Kメジャー」と呼ぶ出力9,600 英馬力のエンジンが何基か使用されている。このうち160基以上は「マークII」(Mark II) タイプのもので、140基は600 rpmで運転されるものである。

このエンジンの開発で、これまでに3万5,000時間におよぶテストが行なわれた。このうち1万2,000時間が20.7パール (300 lb/cm²) b. m. e. p. を越える出力でもって、600 rpmの運転テストについてなされた。とくに注目すべきことは、シリンダー当たり600 英馬力の出力で b. m. e. p. が17.2パール (250lb/cm²) であることだ。ベッドプレートとクランクケース室の構造材には、鋳鉄を使用している。シリンダー・ブロックは、クランクケースの頂部に取り付けてあり、シリンダーの形態に応じてベッドプレートあるいはコラムに長いボルトを通して固定してある。鋳鉄は最初の設計段階ですぐれた剛性が与えられてあるため、ストレスはあらゆる開発段階で低い基準に保たれ、歪計、数値モデルによる測定で、肋骨はマークII等級で5以上の安全率をもっていることが実証されている。

またエンジン構造部品の安全等級をより高いものにするため、各種の改善が加えられている。連結棒へのより高級の高張力鋼の使用、ピストン配置に対する再設計といったことがそれである。これによって鋳鉄スカートは、より高い等級の合金鋼冠を使用できるように改良された。

また4パールのシリンダー・ヘッドには、ロータ

ーを組み込んだ排気バルブが使われている。このローターは、1万2,000時間以上の耐久性をもつものということを目標に開発されたもので開発中に比べ燃料消費量をふやさず、廃気温度を適切に高めるだけで50%の出力向上が達成された。

またマイアリース社は、90~2,000 英馬力の出力をカバーする「Eシリーズ」ツイン・バンク・エンジンでも名を知られている。この特徴あるエンジンは単一出力ラインにクランクシャフトを連動させた文字通り2つのエンジンを背合わせに配置したもので、あらゆるタイプの船舶に使用できる。

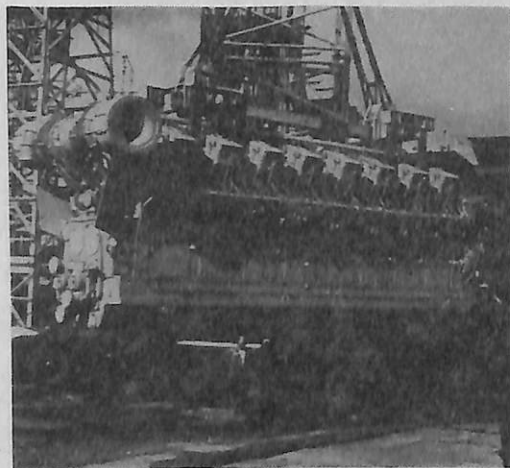
1974年6月末までについていうと「Eシリーズ」エンジンの受注残は183基を記録した。これは26万9,975 英馬力分に相当する。現在の受注分には、日本の造船業界向けの10基の「E型」エンジンと減速装置が含まれている。

■アレン社の拡張計画

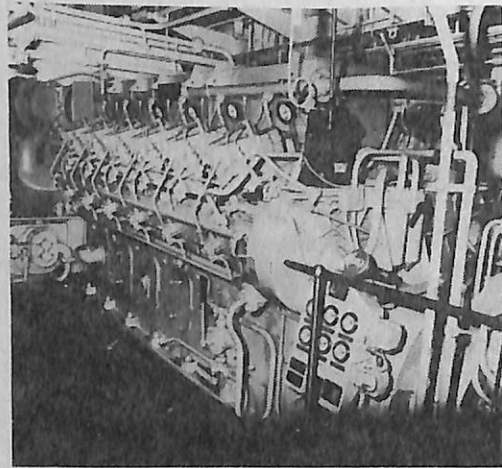
アマルガメイティッド・パワー・エンジニアリング社 (Amalgamated Power Engineering) の子会社である W. H. アレン・サンズ社 (W. H. Allen Sons and Company) のベッドフォード工場では、1974年に大規模な拡張工事に着手し、それと時を同じくして同社の船用ディーゼル・エンジンの馬力が大幅に引き上げられた。

400英馬力から4,100英馬力の出力範囲をもつ2種のエンジン「S12」と「S37」がそれである。両エンジンとも列型のものでV型のものがある。

現在、このエンジンはタグ/補給船、特殊物品の運搬船、ロールオン・ロールオフ船その他タグ



英国で建造中の世界最大のタグ船に据え付けられる9,600英馬力の「KV16メジャー」エンジン。



アレン社の750rpm, 1,500英馬力推進エンジン2基のうちの1つ。



船を含む各種タイプの小型船の動力に使われているが、1974年度中に、7万4,000英馬力分に相当するこのタイプのエンジンが、船舶産業向けに製造され（アレン社が地上設備用に出荷したものは含まれない）、約半分づつの割合で推進用と補助用に使われている。エンジンの出力は増大されたが、b. m. e. p. ・180~190 lb/cm²に維持されている。同エンジンは、レッドウッド粘性試験1号形式で3,500秒の粘度の残留油を使用する。なお、「S12」エンジンについては、重油で運転できるようにする開発研究が行なわれ、近く実現が可能だという。

新工場の建設を含むエンジン生産設備の拡張と合わせて、部品の生産能力の改善およびエンジンの増産に寄与する多数の数値制御（NC）機械の導入など既設工場の近代化も進められている。これら工場の拡張計画は、今春に完了する予定である。

なお同社は現在、50基を越える推進用エンジンの製造依頼あるいは受注を得ているが、これらのエンジンは、マンチェスター・シップ・カナル社（Manchester Ship Canal Company）が、スコットランドを基地に就航させるロールオン・ロールオフ・フェリー用に建造中の4隻のタグ船とスウェーデンで建造中の4隻の砕氷タグ船に据え付けられることになっている。

アレン社のエンジンは、鋳鉄製エンジン・フレームやベッドプレート、合金あるいは複合材のピストンや4パルプのシリンダー・ヘッドを使用した頑丈な設計になっているが、またこれらエンジンは、複式燃料タイプであることも特徴とされている。

■広範囲の中・高速エンジン

GECグループに属するラストン・パクスマン・ディーゼルス社（Ruston Paxman Diesels Ltd.）は、推進および補助用として広範囲の中・高速ディーゼル・エンジンを製造している。「RKシリーズ」に属するもののうち最も強力な720~900rpm、1,050~3,520英馬力のエンジンは、トロール船やタグ船、タンカー、補給船の推進機関として広く採用されている。他方、755~1,000英馬力の「APシリーズ」エンジンは、沿岸航路船やタグ、小型漁船の推進用に使われており、1,380~4,950英馬力の大型船用「ATシリーズ」は、適正燃料消費量に見合う高い性能を発揮している。

さらに同社は、英国海軍やその他の機関の要求に応じて、パクスマン「ベンチュラ」（Ventura）、「バレンタ」（Valenta）と呼ぶ高速エンジンを開発した

が、これらは1,000~1,600rpmで動作し、補助および推進用に使用され、450英馬力から3,300英馬力の出力があり、海軍の小艇に採用されている。

■約500万馬力に相当する ガスタービンの受注

ロールス・ロイス（1971）社（Rolls-Royce 1971 Ltd.）産業・船舶部門は、20年ほど前から船舶の推進に、航空機エンジンから生み出したガス・タービンの利用に着手するようになって以来、これまでに約500万馬力に相当するエンジンを売り上げた。この種のエンジンのユーザーにはホーバー・クラフト産業も含まれているが、その大部分は海軍用で世界の約21カ国の海軍が推進用として発注している。これまでに海上での運転時間は、合計50万時間に達しており、とくに同部門はガス・タービン推進装置の運転、据え付けで、他の追従を許さない豊富な経験をもっている。現在までの合計販売額は8,000万ポンドに達しており、このうち半分は輸出で占められている。1974年度だけに限ってみると、1,700万ポンドの輸出実績をあげている。

現在製造されているエンジンには、ホーバー・クラフト用の1,400馬力の「マリン・ノーム」（Marine Gnome）、ホーバー・クラフトおよび高速パトロール船向けの「マリン・プロテウス」（Marine Proteus）という4,500馬力のもの、それに大型軍艦の巡航用エンジンとして製作した「マリン・ティン」（Marine Tyne）、そして最も強力な2万8,000馬力の「マリン・オリンパス」（Marine Olympus）がある。これは大型軍艦の高速航行用のものだという。

またこの「オリンパス」には、商船用として製作された低出力定格のものもある。「オリンパス」ガス・タービンについては、いまま開発研究が進められている。さらに「RB211」エンジンについても、これを船舶用に利用するための研究も行なわれており、同社はこれの大型エンジンについて川崎重工業と技術開発協定を結んでいる。

このほかロールス・ロイス社は、第2世代のエンジンといわれる「スペイ」（Spey）エンジンの船舶化に関する開発にも取り組んでいる。このように英国は軍艦、商船をとわずあらゆるタイプの船舶に対して、すぐれた設計の広範囲にわたる機械装置を提供できる能力をもっているといっても過言ではない。（モーター・シップ誌エディター）



英国のデッキ補助装置

M. グレイ

■接近装置

一般に船に取付けた接近装置は、その船が効率的な貨物輸送船であるかどうかを決めるうえで大きな役割を果たすものと考えられている。まず従来からリフト・オン式船舶にあるハッチカバーについての簡単な疑問を考えてみよう。英国の各会社は、多くの重要な新しい開発を進めてきた。船のハッチカバーを選ぶ際、できるだけハッチの入口が広く開くものを選ぶことが大切である。というのは、もし入口が広くあけば、積荷をフォークリフトや牽引機を何回も往復させずに敏速に荷役ができるからである。

セントラル・マックグレゴア社 (Central MacGregor Ltd.) は多くのハッチカバーの設計を手がけている。これらは船倉の開口部全体を使い、直接荷役ができるようになっている。

同社で設計された巨大なハッチパネルは、リフト・アンド・ロール方式の対状になっていて、各々100トン以上もあり、一方はモーターで、他方は油圧ジャッキで動作するようになっている。ハッチがとりはずされると、ジャッキングパネルは空中にそっくりそのまま持ち上がり、モーター付きのパネルはその下に巻かれる。ついでジャッキングパネルはモーター付きパネルの上へ降される。そして2つの巨大なハッチカバーは前後のどちらかに動かされ、積荷はハッチのいたるところに移動できるようになるのである。この方式は一見単純そうに思われるし、従来から利点の一つと認められていたが、大型貨物運搬設備の今後の市場開拓の面で重要な刷新である。また省力化の面でも同社は大きな成果をあげている。

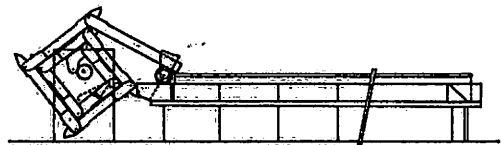
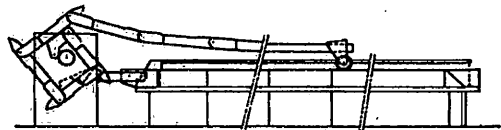
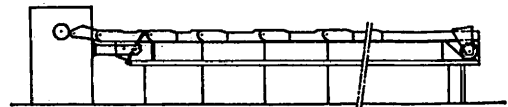
ハッチカバーの領域に関していうなら、最も重要な開発の1つはハッチカバーにすべり止めをつけたということである。このことによって、出航の間際の最も人手を必要とするときに、省力化ができるようになった。この装置は「ロールタイト」ハッチカバーとして知られており、構造も操作も非常に簡単である。

この装置はまた一般の貨物船やばら積み船の露天甲板での使用にも適し、1人で操作できるうえ、保守も最少限ですむのである。

■ランプとドア

今では「ロールオン・ロールオフ」型船の、埠頭への接近装置及び船の内部に取付けられる装置は非常に精巧にできており、こういった装置をつけた船は、トレーラーやフォークリフトで積み込まれた商品、コンテナ、輸出用自動車を運ぶのに用いられているといったように、応用範囲がどんどん広がられている。

このように船を最大限に利用できることが船舶輸送には強く要求されるので、船には、高さをいろいろに調節ができ、しかもトランスホーマのような解体不能な重い積み荷を運ぶ時にも大きな役割を果たすランプをいろいろ備えている移動デッキがつけてある。ここで重要なことは、装甲を施した船体の中に船の完全な防水で、これらの大きな荷物が積まれることである。この面で新しい設計によって好評を博した会社にグリーンノックにあるカーゴスピード社



マックグレゴア社のロールタイトハッチカバーの操作。録材が引っぱられて、ハッチのすみの筒形の部分にまきこまれる。



カーゴスピード社によって設計されたタイドブリッジランプを通して新聞用紙を運ぶ大型運搬装置。

(Cargospeed Ltd.)がある。同社は使用度の高いランプやドアを多数設計しており、とくにカーデッキの設計は、世界中のフェリーに採用されている。最も一般的な「ブレード・アンド・バター」装置のほか、同社は数多くの新しい設計に力をかけてきている。北大西洋を渡って自動車や紙製品を運搬するように設計された特別の船のために、カーゴスピード社は「ロールオン・ロールオフ」装置が満潮干潮によって支障をきたさないように横向き（埠頭に船首を向けないようにする）になって船と並ぶことができるような大きく曲がったランプを作り出した。これらの巨大なランプは大きな、垂直に持ち上がるドアの後ろにしまいこまれる。ここで特に興味深いのは、このような大きなランプが水線の下あるいは船のアイスベルトの接線の所でも閉じているということである。同社はこの「タイドブリッジ」の設計に大きな役割をはたしている。この「タイドブリッジ」とは、特に乗り物の輸送をする際、適当なリンク・スパンのない港で、潮の状態に応じて理想的な角度を維持できる上下移動ランプを船にとりつけるといった方法を用いた装置である。

デッキ間で積荷が移動できるということは、主要な要素である。ランプが場所の問題からいって適当な装置ではないと考えられる場合、それにかわるものとして積荷昇降機が使われている。しかしこの昇降機が出現するまでには、最初に小さな歯止め巻き揚げ機がデッキの間で使われてから、かなりの年月がかかっている。

しかし今では45トンもあるトレーラーを主甲板から露天甲板までわずか数秒でつり揚げてしまう積荷昇降機が広く使われている。このリフトはパワー・リフツ社 (Power Lifts Ltd.) の「パワーリフト」であり、世界中に現在輸出されている昇降機である。この特別な昇降機はリフトの高さや速度、積荷作業に多様性に富んだ機能をもっている。この昇降機はハサミの原理を利用しており、デッキや巻き揚げ場所の周辺から柱やその他障害物を全くなくせるという長所がある。

この方式の重要なことは、柱で破損されることなくトレーラーに錠をかけておけば、その運転手が昇降機のあるデッキから離れることができることである。また、このリフトは押し下げれば船の上部タンクに引っこめられ、他のもの以上に広い場所の作業ができることにもなる。この装置は完全油圧動作式になっており油圧アームで作業を始めるのである。

■クレーンとグラブ

積荷の運搬技術にはいろいろな進歩がみられるが、船のクレーンに関しては、まだ荷物の積み降ろしにさらに経済的で能率的な方法を考える余地が残されている。しかし最近では、仕事が遅く故障を起こしやすかった従来のクレーンから大きな変化をみせている。実際、クラーク・チャップマン・ジョン・トンプソン社 (Clarke Chapman-John Thompson Ltd.) の所有するゲイトシェッド社 (Gateshed) の各種のクレーンは、ほとんど完璧な貨物輸送装置として、船舶企業のさまざまな要求に答えている。

クラーク・チャップマンでは、40トンの能力をもち安全に積荷のできるクレーンを製造している。このフローティング・クレーンは貸借料として支出されるかなりの経費を節約できるうえ、従来の重いリフトギアを取りつけたり、取りはずしたりするのに船員が費す時間を、大幅に短縮ができる。

これら2つの荷役補助装置と船舶は、80トンもの荷物を運ぶことができる。簡単な操作で、2点に設置するクラーク・チャップマン式クレーンは操作が簡単で、1人の作業員でクレーンの動きを操作でき、これにより100トンの貨物の荷役ができる。クレーンを取りつけるという方法は、船に非常に融通性のある装置を与えることである。というのは、このクレーンが、となく合ったハッチや重いリフト、あるいはコンテナの上で同時に、しかも別々に操作できるからである。

一方、クレーンと関連の深いグラブもまた重要な



ものの1つであり、これは鉄くずから砂、そして玉石といったいろいろな船荷に対処できなければならない。いろいろなクレーンや装置に使用できる多種多様のグラブがバターズ・ウェストウッド社 (Butters Westwood Ltd.) で製造されている。製品には1本のロープによる自動ダンピング式の鉱石用から、電気・油圧動作式のスクラップ用マルチ・ブレード型まで各種のものがある。また陸揚げ専門の船のためにさらに広範囲なグラブを製造しているのはプリーストマン社 (Priestman) である。同社は世界中の陸揚げ装置に広く採用されている21トン容量のグラブを製造している会社である。

■デリックとブロック

今までの説明から、船荷運搬装置の1つであるデリックはほとんど時代遅れとの印象を受けるかもしれないが、この問題についても触れないわけにはいかない。というのは、今日でもデリックを取りつけて造船される船がまだまだたくさんあるからである。しかし実際にデリックが目の目をみるには、クレーンを押し上げるだけの性能がなくてはならない。そこでこの2つをたくみに組み合わせて成功した例を紹介しよう。それはスコットランドのゴーロックにあるスピードクレーンズ社 (Speedcranes Ltd.) が設計、製造したデリック・クレーンである。この装置のポイントは、1本のワイヤ・ウインチで荷物を持ち上げられるほか、網具の操作を加えず、により重量物を扱える各種起重装置に変えられることである。この装置は、従来のクレーンならば使用できないような急な傾斜の所でも操縦でき、古い型の船にも使える。古い船の船荷装置にこのクレーンデリックをとりつける場合でも、その取り付けは構造上の複雑な修正を必要としない。つまり、たった1本のポールマストがあれば、デリックを取りつけるのには十分だし、ポールマストの代わりとしてブリッジの前部を応用することもできる。標準型の「スピードクレーン」には3台のウインチが必要である。1つはトッピング用、もう1つは湾曲部、いま1つは回転部用である。

このシステムは、もっと重い貨物あるいはもっと軽い貨物を運ぶように装置を変える際、そのための時間が大幅に短縮できる。この装置は1人の人間で操縦でき、最短のサイクル時間で作業ができるうえ、クレーンの精度の高さとデリックの高性能が特徴である。

スピードクレーンズ社はまた常備品、軽い荷物やホースを運ぶのに向いている非常に経済的な2トン容量のレベル・ラフィング・クレーンを製造している。この小型クレーンは小さな沿岸輸送船にとって非常に好都合である。というのは、設計パラメーターの1つとして、他の船荷運搬装置が動かなくなるような急な傾斜でも操作することができる能力がある。このクレーンは油圧動力ベックを使用するように設計されている。

高速の区画式コンテナ船の出現によってデッキで操作する機械類の新しい技術の必要性がでてきた。多くの場合、コンテナは港にとりつけられている装置を使って積み降ろしされるが、船にとりつけられた装置も、陸にある装置の使用による出費を押さえるためには、まだまだきわめて重要な存在である。

ジョージ・ブレア社 (George Blair & Co. Ltd.) で設計された新しい装置、「ツーイストロック・ロケーター」は、もともとヨーロッパの代表的なコンテナ運搬会社の中の1社のために設計されたもので、レバー1本の簡単な操作でこのコンテナを安全確実に固定するものである。

これまで、新世代の船舶を、敏速に荷役作業できるように埠頭に横づけできる重要性を述べてきたが、ここでもう1つ、監視を必要とせずこうした非常に重要な作業をするために開発されてきた船の係留装置の分野について述べておく。

それは自動引張りウインチで、大型コンテナ船や大きなバラ積み船に欠せない装置となっている。この分野ではクラーク・チャップマン社は自動的にワイヤだけではなくロープでも操作できるようなウインチを含む、高精度な各種装置を製作している。さらに同社は設計会社として最近、沖合でのリグなど大規模な施設で必要とする錨運搬ウインチなど、海洋産業で使われる機械装置を目的に応じて製作するために、高度の設計技術を駆使している。

なお、補給型船でも特別なデッキ装置を必要とする装置は、ヨークシャーにあるR. J. シェパード・エンジニアリング社 (R. J. Shepherd Engineering Ltd.) で製作されている。同会社はトロール網用のウインチや停泊用ウインチ、キャブスタンを製造しているほか、最近では100トンまでは静かに引っぱれる錨用のウイング・ウインチの製造でも名をあげている。この装置は、低・高圧油圧、ディーゼル機関あるいは電気による駆動ができる。

(フェアプレイ・インターナショナル SHIPPING・ウイクリー誌技術担当)



英国の船舶用電子機器の進歩

W. マコナキ

1973年に開かれた展示会には、英国の船舶用電子機器関係の1グループだけしか参加しなかったが、今年は英国の主要企業4社が参加し、重要な日本市場で最新の各種製品を初公開する。さらにこの展示会を機に、日本に代理店や関連企業を置く他の企業も、日本の関係者との結びつきを一層強いものにしようとしている。

デッカ・レーダー社 (Decca Radar Ltd.) は船舶レーダーの全製品、衝突防止装置、それに「ISIS」という一連のモニター警報システムを出品する。これは大型船用の「ISIS 300」、中型船用の「ISIS 200」それにトロール船など小型向けの「ISIS 100」の3種がある。「ISIS 300」は、ロイド船級協会から形式承認を受けており、小型船用としても認可されている。

同社はロイド船級協会から任命されて、同協会のために船舶機器の工場テストを実施し、その異常判断に当たっている。「ISIS 100」はすでに英国、フランス、オランダの多数の漁船に採用されており今後大型漁船用としてもきわめて有望視されている機器である。また同社の新製品である「タイプ100」と呼ばれるレーダーは、小型の漁船用で出力3KW最大有効領域56kmという性能をもっている。同社は現在、「スーパー050」、「スーパー101MK5」という新型および改良型機種も製造している。

また同社は、商船用の航行レーダーで世界最大のメーカーであり、各国の海軍にも多数のレーダー装置を提供している。同社の「グループ9」および「グループ12」シリーズのレーダー装置は、これまでの航行用レーダーに他船との衝突の可能性を判断する機能を備えた衝突防止装置と同じように、日本でよく知られているものである。

304.8cm および 406.4cm のディスプレイを備えた衝突防止装置は、衝突の危険海域にある他の5船の動きを知ることができ、この種のものでは最も操作が簡単で経費が安いものに属する。この装置にはそれぞれの長さが2.54cmの5本の電子マーカーがあ

って、これが他船からのエコー電波をスパーインポーズする。

これらマーカーによってスクリーンに自船の位置方向が表示されるので、他の船舶からのエコー電波のどれかがマーカーの示す線に沿って移動を続けると、衝突するコースをとっていることになる。マーカーの線からはずれているときは、自船の前方か後方を他船が通ることを意味し、だいたいどの程度の距離にあるかがわかる。

同社のレーダーはすべてソリッド・ステートで、最新の回路技術が採用されている。大きさは10cm および3cmのものがある。インタースイッチング設備があるため、これで2つのレーダーを組み合わせで配置でき、この方式を用いると最大有効距離を128kmまで拡大可能である。

今年は単独では参加しないが、デッカ・ナビゲーター社 (Decca Navigator Co. Ltd.) は、最近、新しく「ロランC」用の受信器、タイプ「DL91」を製品化した。これは最新の船舶用受信器「MK21」と併用することによって、すでによく知られている「デッカ・ナビゲーター」システムを効果的に補足できるものだという。「ロランC」は、「ナビゲーター」システムではカバーできない距離および海域での位置確認ができる能力をもっている。

またもう1つ別の新企業であるデッカ・コミュニケーション社 (Decca Communications Ltd.) は、新製品として「ボイジャー」という単側波帯の中周波無線電話を市場に出している。これは送受信に6チャンネルの通信能力をもっている。それに付けられているアダプターは、放送およびラジオビームコンに使われる長波および中波の受信ができ、とくにラジオビームコンの電波に対しては、方向探知能力をもっている。

ケルビン・ヒューズ社 (Kelvin Hughes) およびマルコニ・マリン社 (Marconi Marine) の2社は、あらゆる種類の船舶レーダー・メーカーとして世界中にその名が知られている。

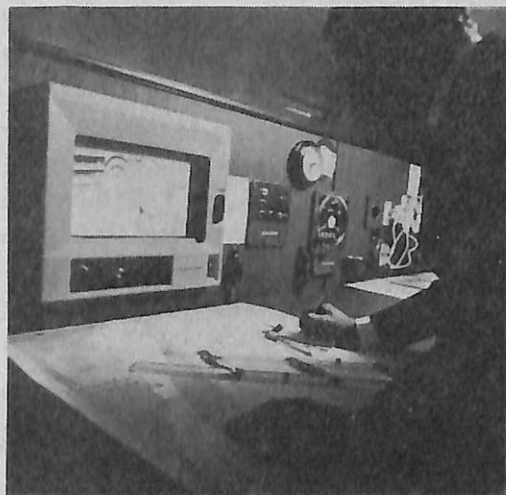


ケルビン社の「シチュエーション・ディスプレイ」という装置は、目標物の情報を基にその位置を表示する普通の航行用レーダーと併用するものである。この装置は、2隻の船首の前方向120度の角度を方形スクリーン上に表示し、この領域にあるあらゆるエコー電波を追跡する。これでエコー電波を発生した船の正しいコースと速度、それに一定の航路上の船の動きを知ることができるため、衝突を避けるための適切な手段がとれる仕組みになっている。

同社はこのほかレーダーとして、3cmおよび10cmの波長で使用する304.8cm、406.4cmのディスプレイを備えたレーダー・セットを市場に出している。これらには、いずれもインタースイッチング機能が与えてあるため、2つのレーダーを並置して使用可能である。これらレーダー・セットは、「シチュエーション・ディスプレイ」と併用できる。

また同社は、主および予備送受信器や自動警報装置、自動電けん装置、救助艇用無線機などを含む外洋船用のすべての無線設備の製造も行なっている。昨年1年の間に同社は、以前の「フォークランド」という機種を改良した「フォークランドII」という中周波数単側波帯用の無線電話、「ペントランド」と呼ぶ無線電話で中周波数で使用する「ペントランド・アルファ」、それに海上無線に使う高周波をカバーする「ペントランド・ブラボ」などを製品化した。VHF用には54チャンネルの「フォアランド」59チャンネルの「フォアランド59」という機種を製造しており、両機種とも出力は400Wである。

40年前に生産に入って以来、音響測深機も同社の



化学貨物船「シルバーベリン」に設けられたケルビンヒューズ社のMS45型船舶用音響測深機。

伝統ある製品である。この種の製品で現在名の通っている機種に、0.4mから最高1300m以下の深度の音響測深ができる外洋船用の「MS45」、小型漁船向けの魚群探知器「MS39」、大型トロール船用の魚群探知器「キングフィッシャーII」などがある。これら音響測深機はきわめて融通性に富み、白線と青線の両方による記録機器が組み込んであって、魚群および海底からすぐ上のところを検知できる。従来の装置と使用できる拡大スケールがあって、通常の記録を拡大して魚群の状況を綿密に調べられる。また「キングフィッシャーII」は、トロール漁網の口のところに水中トランスデューサーを取りつくと漁網ソンドとして利用でき、漁網の中の魚の密度を知ることが可能である。

レーダーのところで紹介したマルコニ・マリン社は、英国の船用電子機器メーカーのなかで最も広範の製品を手がけている企業の1つである。同社はあらゆる種類の通信機器および航行補助装置を製造している。製品は完全な船舶用の無線装置から高速電信用の自動式エラー修正機、海上石油掘削リグやプラットホームなど特殊用途の高速テレプリンター装置、天気図のファクシミリ受信器、オメガおよびロラン受信器、大型船停泊補助用のドプラ効果利用レーダー、運河の航行補助を目的とした閉回路テレビ、音響測深機、自動方向探知機、放送およびビデオ用の船上娯楽用テレビ、乗組員の呼び出しおよびトークバック、一般呼び出し回線などまでにおよんでいる。このほか、特殊な衝突防止レーダーもある。「プレディクターII」と呼ばれるものがそれである。これは同社の初期の製品である「プレディクター」を改良したもので、これには406.4cmのスクリーンに、あらゆるエコー電波を自動的にプロット表示するビデオテープに記録した情報記憶系と呼び出しシステムが使用されている。航行用の余分のレーダーを必要としない完全なレーダーで、基本レーダー様式に切りかえると、それ自体でその能力を発揮する。

相対的な航跡と実際の航跡を利用する方法で、各エコー電波は、船が移動するとつくり出される4つの点でスクリーン上を横切る形で「航跡」をつくり出す。この各点の間隔が船の速度と船がとる進行方向を表示する。また「プレディクターII」は、その名の通り予想機能をもっている。船の操縦と速度の修正を送り込んでやると、実際にそうした操縦および速度で運転に入る前に、全体的な状況に対する影響を居ながらにして知ることができる。また同社は従



キャビネット型のレディフォン社の船舶用無線設備。

来からの3cmソリッド・ステート・レーダーも各種製造しており、これらはいずれもインタースイッチングによって複式設備として使え、一方のユニットとして「プレディクターII」を併用できる。

同社の他の最新航行補助装置に「ロデスターIII」、および「ロデスターIIID」という完全自動の方向探知機がある。後者は、普通のラジオビーコンの周波数帯のほか、国際的に使われている2182KHzの救難周波数および無線電波呼び出し周波数で使用できる。

自動警報受信器を備えた「ロデスターIII」に連結できる補助ユニットに「オートガード」という装置がある。これを使用すると、無線士がいないときに自動警報信号を受信した場合、「ロデスターIII」は自動警報ベルの知らせで無線士が戻ってくるまで、受信信号をそのまま「凍結」——つまりそのままの状態に維持する——ようになっている。

またごく最近の製品に「シーガード」および「シーチャート」と呼ぶものがある。前者は構造の簡単な通信および方向探知受信器を組み合わせたもの、後者は航行用音響測深機で、これは操作、整備が簡単なうえ経済的で、高い技術が評価され、英国デザイン協議会賞を受賞した。

マルコニ社はこのほか、「アルファ・オメガ」というオメガ受信器も製造している。これはスイッチを入れると、自動的にオメガ通信方式に調整される仕組みになっている。これには補助ユニットとして位置を表す4本の線をデジタルでプリントアウトする装置がある。とくに注目すべきことは、同社の航行補助装置、VHFセット、乗組員の呼び出しおよびトークバック制御パネルその他これに類する機器は、同社が多くの船舶用に開発、製作しているブリッジ航行コンソールに組み込めるように設計さ

れ、ブリッジに機器がひとまとめにされるため、見やすくまた非常に操作しやすくなる。

同社はまた、ユーザーの要求に応じて単一コンソールにまとめたタイプのもの、あるいは別個のユニットの主通信機器や予備および安全通信機器も製造できる。

また補助機器として2種の選択呼び出し装置も製造している。1つは電信装置を装備した船舶用の「シーコール」、もう1つは中周波数の無線電話用の「コーストコール」、である。無線電話器には中周波数および中・高周波数帯で使用する「ファルコンI」「ファルコンII」それに「コルベット25S」およびさらに高度の「アルゴノートS」などがある。また船舶用自動エラー修正装置としてこのほど新しく発表されたものに「スペクター」がある。これは無線テレプリンター通信装置に高度の信頼性を与えられ、国際電信ネットワークに接続するのに適し、遠隔通信施設の選択呼び出し機能を持っている。

展示会に参加するもう1つの通信機専門メーカーにレディフォン・テレコミュニケーションズ社 (Redifon Telecommunications Ltd.) がある。同社もコンソール・タイプおよび単独ユニット・タイプの各種通信機器を製造し、船舶はもとより海中石油掘削プラットフォームなどに完備した無線設備を提供している。

また最近同社は、オメガ受信器や衛星航行受信器など航行補助装置を手がけるようになった。

そのうち宇宙関係の最も新しい企業活動は、船舶用の衛星通信受信器の製造である。これは「シーコム」と呼ばれ、今年太平洋および大西洋上の静止軌道に打ち上げられる2基の海上通信衛星「マリサット」と結ぶ洋上試験のあと、できるだけ早い時期に製造に着手することになっている。また同社は最近、非常に興味深い2種の送受信器「シーランド30」「シーランド66」を製品化した。両機種とも25Wのもので、いずれも商品名のあとにつけた数のチャンネルで通信でき、単一および2つの周波数の単信あるいは全二重方式で使用できる。もう1つ新しい製品に「AA1」という500KHzの機器がある。これは自動警報と拡声器監視受信器を組み合わせたものである。これら3種の製品はいずれも、東京の展示場に出品される。

(船用電子機器担当レポーター)



英国の船舶補助機械装置

C. T. ウイルバー

■補助発電装置

英国には船用補助発電および工業用発電を目的としたディーゼル・エンジンの製造を手がけるメーカーが多数あるが、なかでも最も有力な企業の1つに W. H. アレン・サンズ社 (W. H. Allen Sons and Co., Ltd.)がある。同社は400~4,000英馬力の出力範囲にある各種エンジンを製造している。

補助エンジンだけでも同社は昨年、発電用に多くの受注を得、それらのうち24基は、英国の造船所で建造された標準タンカー向けのものである。そのほか英国の別の造船所のバラ積み船用に20基、タンカー用に9基、英国およびノールウエーで建造される新しいタイプの冷凍輸送船向けに24基受注した。

またラストン・パクスマン・ディーゼルス社 (Ruston Paxman Diesels Ltd.) は、パクスマン「RPH」、「YH」と呼ぶ、さらにコンパクトで高速の補助ディーゼル・エンジンを製造している。これらエンジンは900~1,500 rpmの範囲で180から1,160英馬力までの出力をもっている。さらに同社の「ベンチュラ」(Ventura) および「バレンタ」(Valenta) という機関は、軍艦用の補助ユニットとして抜群の販売実績をあげ、1,050~3,520英馬力の「イングリッシュ・エレクトリックRK」エンジン、それに「ラストンAP」および「AT」シリーズの機関も製造している。

このほか英国の代表的なディーゼル・エンジン・メーカーに、マイアリス・ブラックストーン社 (Mirrlees Blackstone Ltd.)とドーマン・ディーゼルス社 (Dorman Diesels Ltd.)、それにブリティッシュ・ポーラー・エンジンズ社 (British Polar Engines Ltd.)がある。

前記2社は、18~575 KWの出力をもつディーゼル・エンジンを製造している。またブリティッシュ・ポーラー・エンジンズ社は、スウェーデンの企業のライセンスで英国海軍向けに、特別な設計の機関、エンジンを製造している。

一方、英国の代表的な蒸気タービン・メーカーの

1つに、ピーター・ブラザーフッド社 (Peter Brotherhood Ltd.)がある。昨年度、同社は船用蒸気タービンの販売で最高記録を達成した。昨年度の受注分のうち70%以上が、外国の造船所からのものである。

この方式は、主エンジンの排ガスの熱を利用して廃熱利用ボイラーで蒸気をつくり、蒸気をタービン駆動同期発電機に供給するのでディーゼル・エンジンや補助蒸気ボイラーで余分の燃料を燃焼せずに電力が得られるため、燃料節約に役立つのである。

同社が製造している廃熱利用ターボ同期発電機は、コンデンサや冷却、潤滑それに抽出用ポンプ、バルブと配管を完備したパッケージ・タイプになっているため、1回の作業で船に据付けられる。また同社は廃熱利用ユニットのほかに、蒸気船に使用する発電用の高圧タービンや石油タンカー用のカーゴ・ポンプ・タービンの製造も手がけている。

補助エンジンと同じように重要なのは、それが駆動する電気同期発電機である。英国には発電機、モーター、スイッチボード、関連制御機器それに安全装置を製造している企業が多数ある。今日の船舶では、交流発電機(同期発電機)の設置が当然のこととなっており、最近数年間の傾向として高電圧化が進んでいる。しゅん漕船のような小型船でさえ3,300 Vという高電圧の使用が当たり前となっている。

多くの新しい高電圧設備では、同期発電機は主エンジンの減速装置から駆動するように配置されている。これは、入港時にカーゴ・ポンプ駆動に大型電気モーターを使用し、航行中は燃料の節約、補助エンジンの摩耗を防ぐという利点が得られるというほか、発電機が主エンジンで駆動されるようなタンカーの場合に、この方式が多く使われている。

現在の新造船には自動化および遠隔制御設置が導入されて、英国のこの分野の関連企業は、12年ほど前から強い関心を示してきた。

GEC—エリオット・プロセス・オートメーション (GEC—Elliot Process Automation Ltd.) など多くの企業が現在、パッケージ・タイプの自動シス



テムを市場に出している。最近、これら自動システムの1つが、制御およびモニター装置用に輸出され、金額にして125万ポンドにおよんでいる。この自動システムは、西独で建造される9隻のコンテナ船に設置される。同システムは、エンジン・ルームの機械すべてのモニター警報装置、制御装置、計器などで構成され、24時間エンジン・ルームの監視要員を必要とせずに船を航行させることができる。

もう1つの分野に手動航行制御を自動式に代える方法がある。これによると、ブリッジとエンジン・ルーム間をテレグラフ通信で結ぶ従来の方法に代わって、操縦室から直接主エンジンが操縦できる。

チャドバーン・ブロックチューブ社 (Chadburn Blocktube Ltd.) は、シングル・レバーのブリッジ制御システムを製造している。最新の開発成果の1つに「99個所警報プリンター」(99 Point Alarm Printer) というのがある。これは「マークII」(Mark II) エンジン等級と速度レコーダーを基に開発されたものである。

グランディ・アンド・パートナーズ社 (Grundy and Partners Ltd.) は、船舶用制御およびモニター装置のもう1つの専門企業で、エンジンおよび貨物制御ルーム用コンソールの設計と製造し、最新の開発に、モジュラー構成のソリッド・ステート警報、モニター・システムがある。これはスイッチまたはアナログ入力のいずれかで、数チャンネルをモニターできる。そのほかにはスイッチ・パネル、押しボタン式のエンジン・ルーム・テレグラフ、内部通信機器などを製造している。

■主推進機関に不可欠な補助装置

主推進機関に不可欠な補助装置として基本的なものには、主エンジンやプロペラ、操舵装置に冷却水、潤滑油それに燃料を送る各種ポンプとフィルター、油分離器、エア・コンプレッサー、オイル搬送ポンプその他の小型機器がある。

この種の船用補助装置で英国は最も強い競争力を持っている。英国の多くの企業は、上記機器のほとんどを製造し、最近とくに目立つ傾向は、この種の装置のモジュラー構成方式である。たとえば、エア・コンプレッサーは共通のベッドプレートに必要な配管、モーター、冷却ポンプ、電気配線、制御パネルを備え付けた形で造船所に引き渡されている。

また英国には海水や真水、燃料、潤滑油、ボイラー供給水などに使う各種ポンプを製造している企業が多数あるが、これら企業のうち「ドルフィン」

(Dolphin) という一連のポンプを製造しているハムウォーシー・エンジニアリング社 (Hamworthy Engineering Ltd.) やウェア・ポンプ社 (Weir Pumps Ltd.) などは、長年の輸出実績によって、国外でその名は知られている。

さらにソム・ラモント社 (Thom Lamont and Co.) は、毎時5m³から600m³までの処理能力を持つ、蒸気および電気駆動の広範囲のピストン型ポンプを製造している。同社の製造するものの大部分は、石油タンカーの貨物ストリップング用複式蒸気ポンプである。

最新の設計によるこれらポンプは、フェノール樹脂でつくったバルブとポンプ・プランジャーが使われている。この材料は耐衝性にすぐれ、不純物が通っても弁座やライナーを損傷することはない。

昨年、アルファ・ラバル社 (Alfa-Laval Co. Ltd.) は、「WHP Xアルファクス・シリーズ」と名付けた自浄性オイル分離器を製品化した。これは少量のスラッジや水を、ボールを完全に空にすることなく、オイル供給を中断せずに敏速に排除できる設計になっている。またこの油分離器は、完全自動操作式に設計されているので、手作業による浄化のために停止する必要がなく、あらゆる種類の低品位船用重燃料油からスラッジや不純物を効果的に分離処理する性能も持っている。

新しいタイプのフィルター合体ユニットを製品化したボックス社 (Vokes Ltd.) は、この装置によって燃料油や潤滑油から水および固形物を除却する問題の解決に成功した。この装置は2段ユニットになっていて、最初に固体粒子を除去し、2段目の廃棄処分が可能なカートリッジ要素でオイルから散拡した水滴を除去する仕組みになっている。

サーク・ヒート・トランスファ社 (Serck Heat Transfer) は、英国と西独に6つの製造プラントを



GEC社の30KWターボ駆動同期発電機「モンタナ」



所有し、各種の熱交換器を製造している。同社は、あらゆるタイプの液体冷却装置のほかに、遠隔制御バルブや真水造水装置と蒸留装置を製造しており、パーミンガムとハンブルグには、熱交換器の修理と整備のための大規模なサービス・センターを持っている。

真水造水装置は、ジョージ・クラーク・アンド・サンズ社 (George Clark and Sons (Hull) Ltd.) でも製造されている。同社は最近、ソ連から7万ポンドに達する22基の特別な設計による真水造水装置を受注した。

またアルファ・ラバル社は、「ニレックス」JWP (Nirex JWP) と呼ぶ、海水の蒸留脱塩装置を製造している。これはアルミ/プラスでつくった板状加熱体とチタンを材料としたコンデンサ要素で構成されているため、海水によって腐食されることが全くない。この装置の特徴は、船の主ディーゼル・エンジンから出るジャケット冷却水を加熱媒体として利用し、海水を蒸留する仕組みになっている。

■推進装置

世界で代表的な船用プロペラ・メーカーの1つであるストーン・マンガニーズ・マリン社 (Stone Manganes Marine Ltd.) は最近、これまでのもので最大といわれる重さ73トンのプロペラを完成した。これは目下、ドイツで建造されている38万トンのタンカーに取付け中で、さらに西ドイツに、この種の大型プロペラを合計10基納入することになっている。

同社は、仕上げ重量150トンまでの大型固定ピッチ・プロペラのほかに、可変ピッチ・プロペラも製造しており、5種のサイズがある「TC」船主推進装置は、3.6~21.7トンの推力が得られる。

約500rpmの回転速度で運転する中速主エンジンを船に搭載する場合、プロペラに100~150rpmの最適速度を与えるため、大型の減速装置を必要とするが、減速装置メーカーとして知られているデイビッド・ブラウン・ギア・インダストリーズ社 (David Brown Gear Industries Ltd.) は、Dシリーズと称する減速装置を製造している。この装置は目下、すばらしい売れ行を示しているもので、シングル・インプット/シングル・アウトプットおよび複式インプット/シングル・アウトプット、縦横オフセットおよび同軸設計のものがある。また最近、同社は注文製造による減速装置を完成したが、これは目下、フィンランドのLPGタンカーに取付けられている。このタンカーは、1基の減速装置を通して単一

プロペラ・シャフトに接続した4基のエンジンと、減速装置収納物内にある各エンジン用の油圧継手を備え付けている。

一方、プロペラ・シャフトを製造している英国のファイフ・フォージ社 (Fife Forge Co., Ltd.) は船用プロペラ・シャフトの鍛造に100年の歴史をもち、英国やブラジル、ギリシャの各国で建造される標準の船舶用にシャフトを提供している。また、ビッカーズ社 (Vickers Ltd.) のミシェル・ベアリング部 (Michell Bearings) は、スラスト軸受や中間軸受を製造しており、そのうちミシェル・スラスト軸受は、負荷を船体に伝える大部分の船に使われているのと同じ方法で、オイルのテーパー・ウェッジにプロペラの推力を伝える方法を使用している。

スラスト軸受と中間軸受は、グラシャー・メタル社 (Glacier Metal Co. Ltd.) でも製造されているが、同社は、最近「グラシャー・ハーバート」 (Glacier—Herbert) という引込み式船尾管軸受を開発した。設計は異なるが、同じような構想の引込み可能なスターンギアが、ロス・ターンブル社 (Ross Turnbull Ltd.) でも製造されている。

■汚染防止

現在、国際的に強い関心を呼んでいる問題の1つに、海の汚染がある。

ハムウォーシー・エンジニアリング社が製造している「トライデント」 (Trident) と呼ぶ排水処理装置は、主要造船国に輸出され、大阪にある笹倉工業 (Sasakura Engineering Co.) は、同社からライセンスを供与されて、同装置を製造している。

排水処理装置はこのほかにウィルソン・エルサン (Wilson-Elsan) や F. A. フェーズ社 (F. A. Hughes and Co. Ltd.) でも製造されている。

オイルによる汚染防止分野では、ベイリー・メータース・アンド・コントロールズ社 (Bailey Meters and Controls Ltd.) が開発したモニター装置がある。これはオイル・タンカーの水バラスト中にオイルがあると、即時に警報を発するように特別な設計がなされている。水中にオイルが存在すると、この機器はバラスト・ポンプを自動的に停止し、放出バルブを閉じるようにつくられているため、オイルが海に放出するのを効果的に防止できる。

船舶のエンジン・ルームの補助機械装置は、船の性能に重要な役割をはたしているが、ここで述べてきたことは、それらのほんの一部にすぎない。

(船用機械担当レポート)



英国船舶産業による各種のサービス

J. バーンズ

英国の船舶産業界は長い間、世界中の船会社や造船会社に船舶やディーゼル・エンジン、船舶機器などハードウェアの提供者として知られてきた。

しかし、ここ数年、かつて英国の各種機器の輸入国であった諸国に、自国の船舶産業を開発育成しようという傾向が見られるようになった。

こうした諸国を助けるため、理論的な面はもとより研究あるいは実務的な分野で、船舶に関するあらゆる種類のサービス販売業に当たるソフトウェアの輸出産業が育成されてきた。この種の業務内容は、英国のコンサルタント・サービス会社が、研究所や造船所その他どんなプロジェクトに対しても、それに対応できる仕様でつくられた機器などの提供といった活動にその一端がうかがえる。英国の船舶工業の最も古い形式のサービスは、おそらく英国海軍造船研究所(The Royal Institute of Naval Architects)、特に船舶工学研究所(The Institute of Marine Engineers) といった技術研究所のサービスであろう。

これら組織は、あらゆるものに役立つため私的あるいは国家の研究の両方に対して、何十年にもわたる活動で得た充実した成果に立って、要望があれば自由に情報や研究あるいは開発サービスを供与してきたし、このほかに、ロイド船級協会(Lloyd's Register of Shipping)も、独自の方法で諸外国に広範囲サービス業務を続けてきた。そして最近、ロイド船級協会は、そのサービス活動を拡大したが、それは将来船舶所有者となるものための完全な仕様サービスなどである。これによって船舶の設計に関するあらゆる面が、船級協会で調査できる。しかし、最近数年間のうちにこの種のサービスが真に人気を得るようになったのは、造船所の設計や造船所で建造される標準船の設計に関し、完全なコンサルタント業務が行なわれるようになったからである。

この分野の活動で英国で最も成功している組織はサンダーランドに本拠を置く造船会社オースティン・アンド・ピッカーズギル(Austin and Pickersgill)とアップルドア・シップビルダーズ(Applied Shipbuilders)の合併企業であるAアンド

Pアップルドア・インターナショナル(A and P Applied International)である。同社は船舶設計、船舶修理における国際的な営業、プロジェクト開発、購入、教育、管理、技術および商業組織、金融といった面ですぐれた能力をもっているが、その活動およびその範囲を示す絶好の例に韓国のヒュンダイ(Hyundai)大型造船所プロジェクトがある。同社は造船所のレイアウトの設計およびその技術仕様の提供のほか、英国のスコット・リスゴー(Scott Lithgow)グループから最初の巨大タンカーの設計購入をまとめる一方、キングストン造船所の中間管理職やスタッフの教育にも当たっている。

このような方法で同社は、造船の計画および建設に関する最初の構想から建造段階まで、サービス会社としてあらゆる試みを遂行している。この契約は3年間にわたって行なわれ、ジョージ・リバノス(George Livanos)向けの初の25万9,000トン(d.w.)のタンカー2隻が近く完成する。

AアンドPアップルドアとヒュンダイ・グループによって建設された造船所は、世界最大規模のものの中で、その中心的施設は2基の450トン門型クレーンを備えた900×80mの造船ドックである。

この造船所は、総工費1億2,939万5,000ドルを投入し、今年末に完成する予定で100万トン(d.w.)の船舶の建造能力がある。さらに同社が世界各国の多数のプロジェクトに対するコンサルタント業務に取り組んでいる主なものを紹介すると、

香港ユナイテッド・ドックヤード(Hong Kong United Dockyards)およびC.Y. チュン造船グループ(C. Y. Tung)のための香港ランタウ島(Lantau Island)における船舶修理施設の調査、カラオのバルー海軍造船所の年間建造能力を1万トンから7万トンに引き上げる拡張開発、3万から35万トン(d.w.)の造船能力をもつ2、3ヵ所の新造船所建設の可能性に関するインド政府の予備プロジェクトの検討。このプロジェクトは、ヒュンダイとの契約と同じ内容のものとなる。プロメット(Promet Pte.)との共同によるシンガポール



の1万6,000トン(d.w.)の造船所の開発等である。

広範囲の技術サービスに当たっている英国のもう1つ別の企業に、前記のスコット・リスゴー社がある。同社はヒュンダイ造船所のプロジェクトに関係しているほか、コチン(Cochin)に建設しているインディアン造船所と重要な技術協定を結んでいる。この造船所の建造は、三菱重工の援助を受けて進められている。

スコット・リスゴー社はキングストン造船所でコチン造船所の従業員の教育に当たるほか、設計図や仕様の技術書の提供それに船舶の設計および建造のための指導に当たるためのコチン従業員本部の設立といったことを手かけている。この造船所では、スコット・リスゴーが設計した一連の7万5,000トン(d.w.)「パナマックス」(Panamax)級ばら積船が建造される。

船舶設計の提供、ライセンス供与を含む援助などこの種の技術協力協定は、現在、ますます広く普及しつつある。この種の業務で最も成功した例の1つは、オースチン・アンド・ピッカースギルによる1万4,910トン(d.w.)の「SD.14」貨物船の設計に関するものだ。この船は、リパティー型設計で最も成功したものの1つであるとされ、ギリシャのヘレニック造船所、ブラジルのコンパニア・コメルシオ・エ・ナベガサオ、それにアルゼンチンのアスティレロス・イ・ファブリカス・ナバレス・デル・エスタッドS.A.(AFNE S.A.)にライセンスが与えられている。

この船舶建造に関するライセンスと技術サービスは、軍艦にまで適用され、「SD.14」プログラムからすでに多くを学び、ブラジルおよびアルゼンチン両国は、英国企業とともに重要な軍艦建造計画を進めている。

サザンプトンにあるボスパー・ソーニクロフト(Vosper Thornycroft)は、ブラジル金額にして1億ポンドに達する6隻の「MK.10」フリゲート艦の建造契約を締結した。

今回の契約で、ボスパー社はブラジルの海軍造船所に材料、機器、それに指導サービスを提供する。

またピッカース・シップビルディング・グループ(Vickers Shipbuilding Group)とアルゼンチン政府との間でも、これと同じような契約が取り決められた。この契約に基づいて同社は、アルゼンチン海軍向けに「タイプ42」という誘導ミサイル搭載フリゲート艦の建造を進めている。このフリゲート艦は

ガス・タービン駆動で、英国海軍が採用している最新のものである。ピッカースから技術援助および材料の供給を受けて、AFNE S.A.でも、これと同じフリゲート艦を建造することになっている。

ブラジル、アルゼンチン両国海軍との契約は、英国造船業界が顧客に提供しているすぐれた技術を、あらためて浮きぼりにした。軍艦の場合、当然のことだが、非常に高度の電子機器が要求される。そのため、これまで主として商船を扱ってきた造船所はこの面で重要な問題に直面することになった。技術援助協定が締結されたのも、こうした問題について短期間に能力を高めるといふ面で非常に役立つという判断があったからだ。

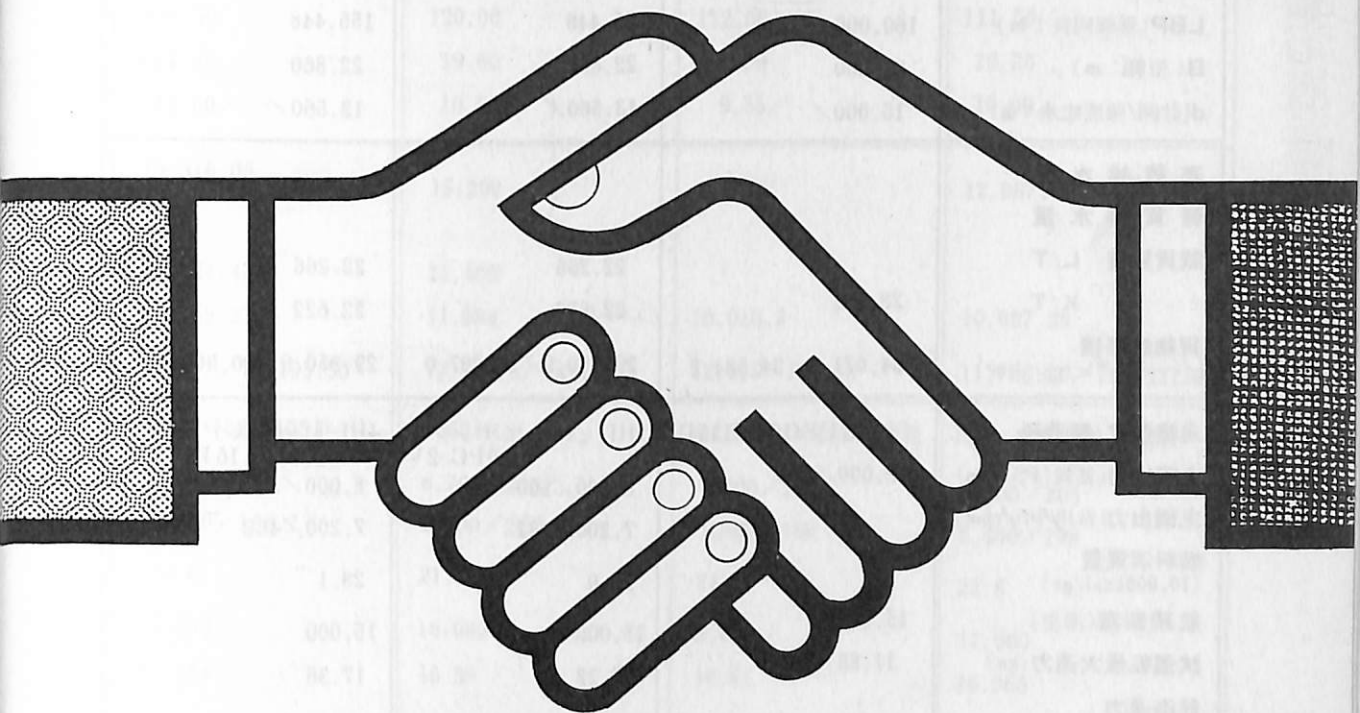
これまで述べてきた技術サービスや援助プログラムは、主として大造船所や中型および大型船を対象としたものだが、小型船を扱う造船所でもこの種のサービスを必要としている。

この分野で英国の主要船舶設計コンサルタントの1つに、バーネス・コーレット・アンド・パートナーズ(Burness, Corlett and Partners)がある。同社は海外から多数の契約をうけて活躍しており、ここ数年間、タッグ船の設計を専門に手がけ、「ハイドロコニック」(Hydroconic)という自社独自の基本船体形式と「トーマスター」(Towmaster)と呼ぶ、同社の特許であるノズル・プロペラ・ステアリング・システムを開発した。この両方の技術は、同社が世界中の小型造船所に提供する多くのタッグ船設計に採用されている。船舶構造の詳細や計画の提供と合わせて、必要があれば、造船所の要求に応じた技術的アドバイスや援助も行なっている。

このほか英国には、船会社に対して、特定の目的のプロジェクトの実施に関する経済評価から詳細な設計まで、あらゆる技術サービスに当たるコンサルタント会社が多数ある。この種のコンサルタント会社のサービスの一面を示すよい例としてクラウン・エイジェント(Crown Agents)の活動があげられよう。同社は英連邦諸国を契約者として新造船や修理、保守の分野でいろいろなサービスに当たっている。同社は、契約先が細かい点にまで実際に加わらなくても、最初から終りまでプロジェクト全体を手がけている。

船舶機器分野でも英国の主要メーカーは、世界中にサービス・チェーンや倉庫、代理店を置いており、顧客に対する特定の機器の長所や短所のアドバイスあるいは機器の修理や整備に敏速に対処するうえで非常に役立っている。(SHIPPING・レポーター)

Marconi Marine welcome you to The Marine Equipment Fair at the British Export Trade Centre Tokyo

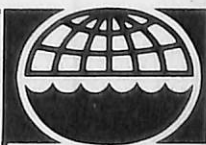


Come and see the latest developments in marine communication equipment and electronic aids to navigation. Marconi Marine provides expert installation and service facilities throughout the world.

Marconi Marine communication

The Marconi International Marine Co. Ltd.
Chelmsford Essex England

Tel (0245) 61701 Telex 99228 · A GEC-Marconi Electronics Company



COMMUNICATION
NAVIGATION
RADAR
SOUND AND TV

竣工船主要目一覧

船名	①PACIFIC RAINBOW	②UNIASIA	③EVERJUST
所有者	Compania De San Hacienda	Asia Carrlers Inc (リベリア)	Noble Marine Ltd (パナマ) S.A.
造船所	佐野安船渠	石川島播磨東京	石川島播磨東京
船級	BV	LR	LR
進水・竣工	49年12月・50年2月	49年10月・50年1月	49年11月・50年2月
用途・航行区域	貨物船・遠洋	貨物船・遠洋	貨物船・遠洋
G/T・N/T	16,829・	13,196.31・9,466.86	13,197.62・9,463.06
LOA(全長:m)	169.515	164.330	164.330
LBP(垂線間長:m)	160.000	155.448	155.448
B(型幅:m)	26.600	22.860	22.860
d(計画/強度吃水:m)	15.000/	13.560/	13.560/
満載排水量			
軽貨排水量			
載貨重量 L/T		22.266	22.266
K/T	28.861	22.622	22.622
貨物倉容積 (ベール/グリーン:m ³)	34,071.2/34,584.2	29,950.9/30,907.0	29,950.9/30,907.0
主機型式/製造所	三菱8 UEC65/135D	IHI-ピールステック 16PC-2V	IHI-ピールステック 16PC-2V
主機出力(連続:PS/rpm)	12,000/145	8,000/500	8,000/500
主機出力(常用:PS/rpm)		7,200/482	7,200/482
燃料消費量 (10,000kcal/gr)		28.0	28.1
航続距離(海里)	15,000	15,000	15,000
試運転最大速力(kn)	17.86	17.22	17.36
航海速力 (85%MOR/15%SM)	/	15.00/	15.00/
ボイラー(主/補)	/コ克蘭型	——/Vertical	——/Vertical
発電機(出力×台数)	AC 500KVA 450V×3	AC 260KW 1 360KW 2	260KW×1 AC 360KW×2 450V
貨油倉容積(m ³)			
清水倉容積(m ³)		201.4	
燃料油倉容積(m ³)		1,389.6	1,389.6
特殊設備・特徴他	揚錨機 28t×9m/min×1 操舵機 72tne(11KW×2)×1		

④ GRAND FELICITY	⑤ SUN DENEK	⑥ PLATANUS	⑦ CROWN PEARL
Grand Transport Inc (パナマ) 波止浜造船 NK 49年10月・49年12月 貨物船・遠洋	Sun Daffodil Marine (パナマ) 宇品造船所 N S. MNS 49年12月・50年2月 貨物船・遠洋	Platanus Shipping Line (パナマ) 今治造船今治 NK 49年9月・49年10月 貨物船・遠洋	Macky de Navigation (パナマ) 来島どっく波止浜 NK 49年10月・49年12月 貨物船・遠洋
8,583.28・6,105.53	6,616.04・4,374.18	5,942.75・4,394.19	5,450.34・4,043.03
138.43 128.00 21.40 12.00/	128.77 120.00 19.60 10.50/	119.88 112.00 20.50 9.55/	121.23 111.50 19.20 10.00/
19,316.05 14,821.43 15,059.21 18,597/19,193.50	15,250 11,805 11,994 13,746.5/14,107.8	12,934 10,010.3 12,425/13,056	12,867.86 10,087.25 11,786.26/12,923.30
8 UEC52/105D 赤阪 8,000/175 6,800/166.7 28.6 15,900 17.284 14.1	M558HUS 伊藤 6,700/230 5,700/218 21.45 16,000 16.39 13.20	6 UEC52/105D 神発 6,200/175 5,580/169 21.27 9,400 16.61 13.20	川崎 MAN52/90N 6,000/205 5,400/198 22.8 12,000 16.966 13.5
/コ克蘭 400 KVA × 2	/コ克蘭 AC 300 KVA × 2	/三浦 V W-30 型 AC280 KVA × 2	/コ克蘭 AC 270 KVA × 2
631.71 1,654.43	910.4 3,018.2	652.2 793.6	336.01 1,057.80

船名	⑧EASTERN MARS	⑨CANNA	⑩ASTROS
所有者 造船所 船級 進水・竣工 用途・航行区域	Avanzada Naviera (パナマ) 今治造船今治 NK 49年9月・49年10月 貨物船・遠洋	高麗海運 山西造船 NK 49年11月・49年12月 貨物船・近海	Transorient Navigators (パナマ) 大阪造船所 49年11月・50年2月 ばら積貨物船・遠洋
G/T・N/T	3,928.74/2,821.20	2,495.23/1,637.08	14,522.91/8,864.23
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) d(計画/強度吃水:m)	105.57 98.60 16.33 8.40/	84.75 78.60 15.00 7.60/	169.600 163.000 26.300 13.600/
満載排水量 軽貨排水量 載貨重量 L/T K/T 貨物倉容積 (ベール/グリーン:m ³)	8,566 6,545.49 8,000.21/8,421.48	5,575.00 2,700 4,981.40/5,110.00	34.133 27,439 32.047/32.363
主機型式/製造所 主機出力(連続:PS/rpm) 主機出力(常用:PS/rpm) 燃料消費量 (10,000kcal/gr) 航続距離(海里) 試運転最大速度(kn) 航海速度 (85%MOR/15%SM)	阪神6 LU50 A 3,800/245 3,230/232 11.86 11,590 15.795 12.70/	 2,300/310 1,955/294 12,000 13.756 12.00/	IHI スルザー 7 RND68 11,550/150 10,395/144.8 41.5 15,800 17.334 15.00/
ボイラー(主/補) 発電機(出力×台数)	/三浦VW-20型 165 KVA × 2 AC	/ 250 KVA × 2 AC	/コクラン 500 KVA × 3 AC
貨油倉容積(m ³) 清水倉容積(m ³) 燃料油倉容積(m ³)	 414.68 585.73	 116.10 197.16	 345.7 2,022.4
特殊設備・特徴他			

⑪HYDROHOS	⑫ALEXANDER VENTURE	⑬MOLDANGER	⑭東勢丸
Hydrohos Compania Naviera 金指造船所 A B 49年10月・50年1月 ばら積貨物船・遠洋	Prominence Carriers Inc 佐野安船渠 B V 49年11月・50年1月 ばら積貨物船・遠洋	Westfal-Larsen Co. 函館ドック函館 N V 49年11月・50年2月 ばら積貨物船・遠洋	日勢海運 芸備造船 J G 49年12月・50年2月 自動車運搬船/遠洋
19,166.34・13,515	22,559.73・	35,512.95・24,445.52	2,284.06・1,251.99
182.18 170.00 27.00 15.20	183.675 173.00 27.60 17.00	219.075 208.000 32.250 18.550	97.920 89.950 16.600 7.050
40,571 33,122 39,141.58/46,225.59	 41,049 53,674.6/44,949.4	77,003 65,047 71,541.0/80,069.3	 4,061.21
三井B&W 6 K74 E F 11,600/124 10,600/120 40.354 17,651 17.732 15.0	住友スルザー 7 RND76 14,000/122 15,000 17.82 15.0	IHI スルザー 6 RND90 17,400/122 15,660/117.8 59 21,900 17.138 15.0	伊藤M556 HUS 5,000/230 155(gr/ps/h) 10,000 16.59 15.805
/サンロッド CPDB-15 650 PS × 3 AC 450V	/コ克蘭 510 KVA × 3 AC 450V	625 KVA × 3 AC	川崎 VS -5E / 250 KVA × 2 AC
532 2,269		286 4,322	286.34 638.7

船名	⑮黒潮丸	⑯SKAUBO	⑰第二十一大和丸
所有者 造船所 船級 進水・竣工 用途・航行区域	日本電信電話公社 三菱重工下関 JG 49年10月・50年2月 海底線敷設船・近海	A/S EIKLAND 川崎重工神戸 NV 49年9月・49年12月 鉱石兼油槽船・遠洋	大和汽船 徳島造船産業 NK 49年12月・50年2月 油槽船・沿海
G/T・N/T	3,344.90・1,239.85	76,624.45/50,631.56	1,690.30/1,043.07
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) d(計画/強度吃水:m)	119.28 105.00 16.20 5.90/	273.00 260.00 44.00 21.80/	83.38 77.00 12.80 6.30/
満載排水量 軽貨排水量 載貨重量 L/T K/T 貨物倉容積 (ベール/グリーン:m ³)	6,316 2,645 933/	158,343 132,416 71,840.4/	4,288 3,353.30 /
主機型式/製造所 主機出力(連続:PS/rpm) 主機出力(常用:PS/rpm) 燃料消費量 (10,000kcal/gr) 航続距離(海里) 試運転最大速度(kn) 航海速度 (85%MOR/15%SM)	MAN V8V 三菱 8,900/225 8,010/217 28.5 6,883 17.88 16.5/	MAN K9SZ90/160 川崎 26,100/122 23,500/118 85.3 32,200 16.399 15.45/	AH 40 2,800/300 2,100/284 9.1 2,500 13.396 12.5/
ボイラー(主/補) 発電機(出力×台数)	/クレイトン WHO-100 812.5 KVA×4 AC	/川崎2胴水管式 1,200 KVA×3	/タクマ RHO-300 150 KVA×2
貨油倉容積(m ³) 清水倉容積(m ³) 燃料油倉容積(m ³)	 533 628	166,023.8 451.8 8,702.5	3,345.802 93.48 136.73
特殊設備・特徴他	自動化システム		

⑱ TARAKAN PERMINA 1013	⑲ ESSO HAFNIA	⑳ 淡路島丸	㉑ PACIFIC VIKING
American Capital Transportation 内海造船瀬戸田 L K 49年11月・50年2月 油槽船・遠洋	Dansk ESSO A.S 日立造船向島 A B 49年10月・49年12月 油槽船・遠洋	英雄海運 新山本造船高知 N K 49年12月・50年3月 油槽船・遠洋	Allied International Shipping 幸陽船渠 N K 49年9月・50年1月 油槽船・遠洋
8,215.48・4,741.72	13,502.64・7,859.69	16,579.80・11,040.88	18,521.28・12,961.17
134.975 128.00 22.80 9.30	161.20 152.00 23.50 12.75	178.50 167.00 25.00 13.50	187.00 178.00 28.40 15.00
17,598 13,583 13,801 1,441.69/363.82	28,463 22,353	36,183 28,677 29,137	46,439 38,117
日立B&W 6 K62EF 8,300/144 7,600/140 30.4 17,690 15.40 14.75	日立B&W 7 K62EF 9,400/144 8,600/140 35.3 10,000 15.717 15.00	日立B&W 6 K74EF 11,600/124 10,600/120 37 14,000 15.76 14.50	IHI スルザー 7 RND76 14,000/122 12,000/120 11,720 16.444 14.80
／日立HZAM-18 R 450 KVA×3 AC	／日立HZA 25 R 550 KW×3 AC	／川崎PM30 650 KVA×2	800 KVA×2
1,441.69 363.82	26,349 189 2,144	36,725 742.2 3,257.8	45,131.1×2 344.4 2,053.8

船名	㉒ GOLDEN PORTSMOUTH	㉓ KEIYOH MARU	㉔ SEA QUEEN
所有者	Lacerta Shipping	Western Field Tanker	Erie Tankers Inc
造船所	尾道造船	幸陽船渠	三菱重工広島
船級	NK	NK	LR
進水・竣工	49年10月・50年1月	49年9月・50年1月	49年11月・50年1月
用途・航行区域	油槽船・遠洋	油槽船・遠洋	油槽船・遠洋
G/T・N/T	43,827.33・30,295.13	44,605.43・33,271.16	60,491.24・45,718.98
LOA(全長:m)	232.00	245.364	259.10
LBP(垂線間長:m)	220.00	235.306	247.00
B(型幅:m)	36.00	38.938	40.60
d(計画/強度吃水:m)	19.60/	19.050/	22.30/
満載排水量	97,194.00	104,604	143,549
軽貨排水量			
載貨重量 L/T	81,266.00		
K/T	82,570.00	86,071.00	123,894
貨物倉容積 (ペール/グレーン:m ³)	/	/	/
主機型式/製造所	日立スルザー 7 RND90	三井B&W 6 K90 GF	三菱スルザー 9 RND90
主機出力(連続:PS/rpm)	20,300/122	20,500/114	26,100/122
主機出力(常用:PS/rpm)	18,270/118	18,600/110	23,490/110
燃料消費量 (10,000kcal/gr)	69.1	68.39	86.3
航続距離(海里)	16,160	20,500	37,500
試運転最大速力(kn)	16.736	16.790	16.68
航海速力 (85%MOR/15%SM)	15.4/	15.7/	15.6/
ボイラー(主/補)	/ 2 胴水管式	/	/ 三菱CE 2 型
発電機(出力×台数)	AC 450V900 KW× 2	450V 1100 KVA× 2	AC450V 937.5 KVA× 3
貨油倉容積(m ³)	102,047.40	113,223.0	147,755.3
清水倉容積(m ³)	414.90	474.6	515.8
燃料油倉容積(m ³)	3,022.46	4,492.4	7,002.3
特殊設備・特徴他			

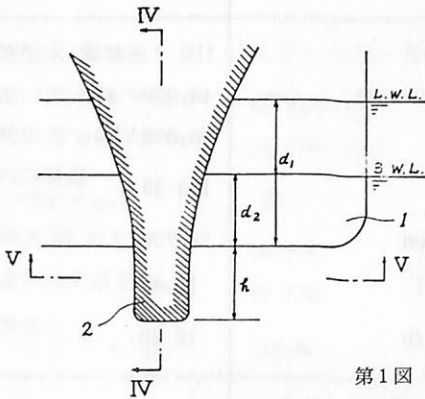
㊸ AMOCO CAIRO	㊹ MARIETTA	㊺ ONYX	㊻ 徳山丸
Mammoth Bulk Carriers 三菱重工神戸 A B 49年9月・50年1月 油槽船・遠洋	Cargo Marine Transport 日本鋼管津 L R 49年9月・50年1月 油槽船・遠洋	Compagnie Naval Petroles 三菱重工長崎 B V 49年9月・50年1月 油槽船・遠洋	出光タンカー 石川島播磨知多 N K 49年9月・50年2月 油槽船・遠洋
76,472.27・58,123	115,206.93・97,755.44	133,790.34・112,458.98	136,089.79・100,960.52
280.157 268.00 53,60 20,00	338.100 320.000 51,800 26,700	338.612 323.00 53,60 26,40	337.058 320.000 54.50 27,00
182,057 153,407	294,469 256,729	 268,951	 252,766 256,826
三菱スルザー 10 RND 9 D 29,000/122 26,000/118 95.2 25,000 15.98 15.2	MS 32 三菱スチームタービン 31,000/85 31,000/85 149.6 24,500 15.8 15.00	三菱タービン 34,000/90 152 22,500 16.07 15.40	IHI タービン 40,000/83 36,000/80 175.39 28,700 17.31 16.30
／三菱CE 2 型 AC 450V 1,047.5 KVA×3	450V 1,360 KW×2 335 KW×1	三菱CE 2 M-8 W 型/ AC 450V 1,500 KW×1 780 KW×2	1,600 KW, 800 KW
190,502.3 368.7 8,068.4	313,034.6 650.2 11,191.0	347,618.3 422.5 13,032.9	319,938.5 1,037.9 14,117.1

特許解説

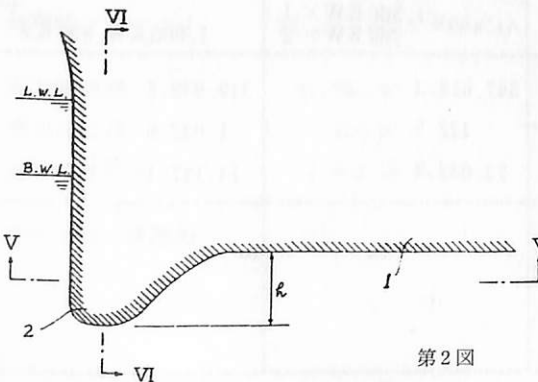
肥形船〔実公昭48-42479号公報，考案者；馬場栄一，出願人；三菱重工業㈱〕

従来のタンカーやバルクキャリアのような肥大船においては，それらの満載状態での船体抵抗についてみると，その抵抗係数値は船速と共に増加する傾向は小さいが，バラスト状態では，かなりの低速から船速と共に急増する傾向にある。そして，バラスト状態でのその抵抗の大部分が，船首部分の泡立った波の崩壊現象に基づくものであり，特に方形係数が0.6以上ある船型に非常に大きな割合をもつことが判明した。

本考案は，以上の背景をもとになされたものであ



第1図



第2図

り，肥形船のバラスト状態において，船首付近の波の崩壊に基づく抵抗成分を減少させることにより，推進性能を向上させようとするものである。

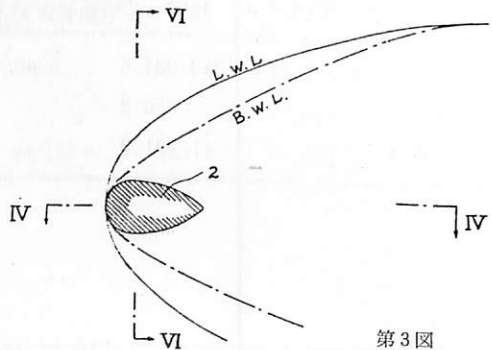
図面（第1図～第3図参照）について説明すると，満載時に0.6以上の方形係数を有する船体1において，その船首船底部から下方に向けて，突起物2が突設されている。この突起物2の突出量 h は，満載喫水 d_1 とバラスト喫水 d_2 との差に等しい。

上述の構成によれば，バラスト状態においても船首部の喫水は浅くならないから，船首における波の崩壊現象が著しく緩和され，したがって従来の肥形船のバラスト状態にみられる抵抗係数の急増が生じることはなく，推進性能のすぐれた肥形船が得られる。

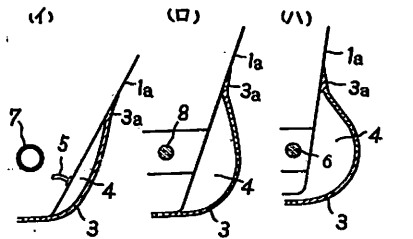
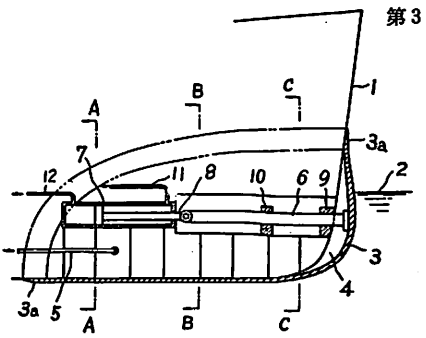
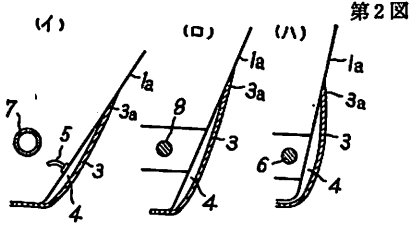
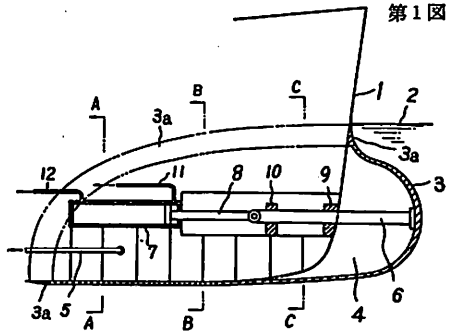
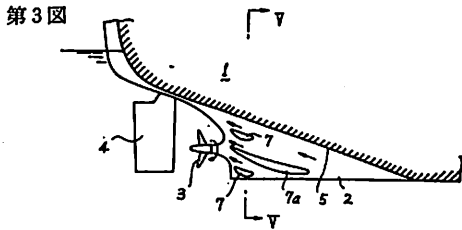
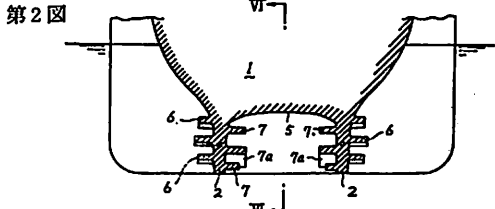
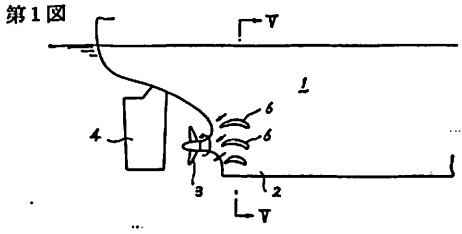
双船尾船〔実公昭48-44391号公報，考案者；谷林英毅，出願人；三菱重工業㈱〕

船尾の左右に一对のスケグを有する従来の双船尾船において，近年その肥大度が増すとともに，両スケグの間のトンネル部における船底下面と水平面とのなす角度が大きくなり，トンネル部の水流が剝離し抵抗が増加するため，推進性能が劣化した。また，この種双船尾船は，両プロペラの回転方向が内まわりの方が外まわりの場合よりも，推進性能が一般に良好とされているが，船尾付近プロペラ前方の流れは後方に向かって上方に向いており，スケグの外側においては，プロペラ翼の運動方向と水流の方向とが同じ向きとなるため，プロペラ後流における回転流が大きく，推進能率の低下を招いていた。

本考案は従来の双船尾船における上述の欠点を除去しようとするもので，図面(次頁図)を参照して説明すると，1は船体，2は左右一对のスケグ，3はプロペラ，4は舵，5は各スケグ2，2の間における船底下面，6はプロペラ3の前方において各スケグ



第3図



2, 2の外側に突設された外側案内羽根, 7, 7aは内側に突設された内側案内羽根をそれぞれ示している。外側案内羽根6は内まわりのプロペラ3の上昇する翼へ下向きの流れを与え, また内側案内羽根7, 7aは内まわりのプロペラ3の下降する翼へ上向きの流れを与えることになり, プロペラ3へ流入する流れがプロペラ3の運動方向と逆向きに変えられることにより, プロペラ後流の回転エネルギーは大幅に減少して推進効率が高められる。

伸縮自在の球状船首【実公昭49-2395号公報；考案者；幸谷幸次郎，出願人；半田機械器具㈱】

船舶の抵抗，特に造流抵抗を減少させるための機構として，船首部に球状突起部を設けることが広く知られているが，この球状船首の特性は，船の吃水の大小，および速力に応じて，球状体の大きさ，形状，突出量等に最適の寸法があって，これらによく合致した寸法のものはいは効果をあらわすが，そうでないものは，効果があらわれないか，または逆に抵抗が増すような場合もある。

従来の球状船首は，船体の一部をなす固定構造体であるため，上述の球状船首の特性がそのまま反映し，満載状態に最良のものとなれば，軽荷状態では逆に抵抗が増加するといった欠点があった。

本考案は，上述の欠点を改良するためになされたもので，図面を参照して説明すると，船体船首部1

の外板1aの外面に，伸縮性良好なゴム等の弾性皮膜3を取り付け，この内部4に圧縮空気または液体を給排し得るように構成される。また，船首部に押出杆6を油圧シリンダ7のピストンロッド8に連結し，船首部の弾性皮膜を突出自在に構成される。

以上の構成により，船首部の球状船首の形状を任意に選択することが可能となる。

(特許庁審査第3部 幸長保次郎)

■UC-450型船用主機タービン

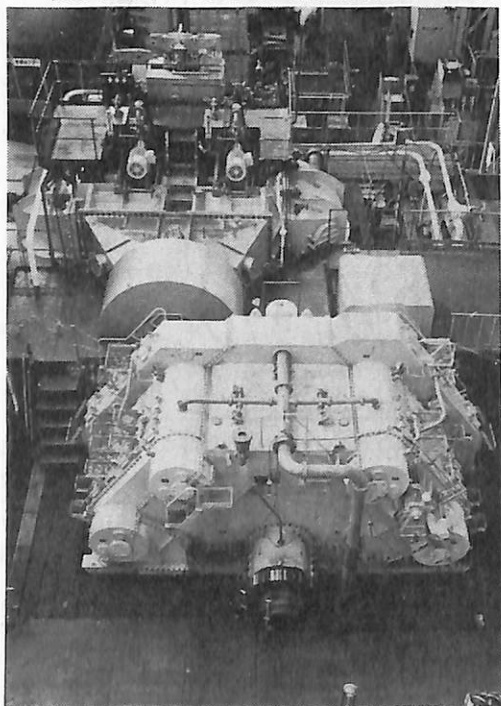
川崎重工業と日立造船の両社は船用タービンについて42年技術提携して以来緊密な協調体制をとって来たが、このたびUC-450型の新型船用主機タービンを協同で開発し、本年1月それぞれの工場で完成した。

このタービンは、川崎重工ではジャネット・スキナー社他2社（共有）向け、日立造船ではエッソタンカーズ社向けのそれぞれ40万DWT型タンカーに搭載されるもので、超大型タンカー主機としては、世界最大級のものである。

同タービンの主な特長および主要目は次のとおりである。

<特長>

- (1) 低圧タービンと主復水器の配置をシングルブレイとし、軸流排気による性能の向上および耐震強度の向上を計っている。
- (2) 減速装置は大出力伝達に適したロケットイレールン方式を採用し、主スラスト軸受を減速装置の船首側に一体構造としているので、機関室の長さを短くするとともに重量軽減を計ることが



できる。

- (3) コンパクトでタンカー、LNG船、コンテナ船、その他の船種に対して広く適用できる構成となっている。
- (4) 効率がよく、運転、保守、点検が容易である。
- (5) 高圧タービンを高中圧タービンに置きかえるだけで、再熱式タービンに変更できる、なお、この形式の再熱式タービンはすでに川崎重工では3台受注している。

<主要目>

軸馬力	45,000馬力
主軸回転数	毎分80回転
蒸気条件	圧力60気圧、温度510℃
タービン回転数	高圧タービン 毎分約5,200 低圧タービン // 3,100
	低圧最終版羽根高さ 525mm

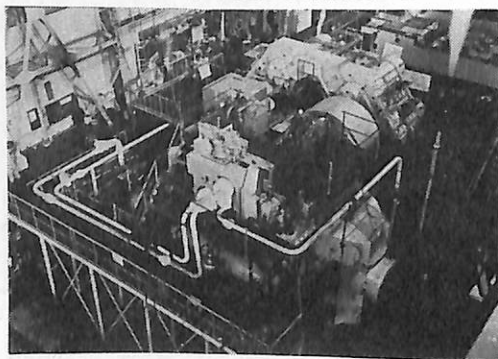
第2段減速親歯車直径 5.5m

主復水器冷却面積 約 3,000m²

■三井玉野造船所に完成した大型海洋構造物建造ドック

三井造船が、かねてから玉野造船所に建設していた大型海洋構造物建造ドックは、このほど完成し、「海洋」と命名された。

新ドック「海洋」は、資源開発をはじめとする海洋開発産業の関連機器の需要に備えて1昨年より建設計画に着手したもので、主としてジャッキ・アップ式および半潜水式の海底石油掘削装置をはじめ、



超大型タンカー主機 UC-450 型タービン

三井玉野に完成した大型海洋
構造物建造ドック（中央）



各種大型海上構造物あるいは本四連絡橋向け長大橋用超大型ケーソン等の海洋鉄鋼構造物の建造を目的として新設されたものである。

玉野造船所はこれまで修繕船用ドックとして3基（能力19,000～46,000 DWT）を有していたが、能力150,000 DWT 浮ドックの建設を機に、これら3基のうちの2基（能力19,000 DWT および20,500 DWT）を併合して新ドックとしたもので、この種ドックとしては世界でも数少ない海洋構造物専用の大型建造ドックである。

その規模は、現在稼動中あるいは今後予想されるあらゆる大型海洋構造物の一体建造が可能なるよう検討した結果、長さ（195m）に比較して幅（79.5～81m）の広い寸法が採用されている。

このドックの完成により、三井造船は、玉野および藤永田の両造船所の船台で船型石油削装置を、そのほか石油掘削装置をはじめとする大型海洋構造物を新ドック“海洋”で建造する万全の体制となった。加えて昨年、三井造船所に鉄構物専門の新鋭工場として稼動した深井工場がその威力を発揮しつつあり、三井造船のこの分野に対応する能力が大幅にアップした。

ドックの概要は、つぎのとおりである。

名称：玉野造船所第1号ドック“海洋”

寸法：長さ 195m

幅 79.5m（渠頭部）～81m（渠口部～中央部）

深さ 11.5m

付帯設備：150トン水平引込式クレーン 2基

10トン塔型クレーン	1基
6トン "	1基
排水ポンプ	7,600 m ³ /時
	3,600 m ³ /時

■大型ディーゼル機関用油清浄機DH-2000

巴工業（東京都中央区日本橋3-9-2）は、このほど大型ディーゼル機関用燃料油および潤滑油の清浄用として、長期間連続運転が可能な完全連続スラッジ排出型油清浄装置DH-2000（C重油6,000l/h）を完成した。

これにより同社ではさきに開発したDH-2500型を含めすべての容量（1,700～11,300l/h）を満す6機種種のシリーズが揃ったことになる。

DH-2000の仕様はつぎのとおり。

型式・ノズルディスク型遠心分離機

機種・グラビトロールDH-2

遠心力・9,000G

回転数・7,000 rpm

清浄効果・ Σ 値18.5×10⁷

電動機・清浄機 11 KW, 循環水ポンプ 1.5 KW,

吸入吐出ポンプ 5.5 KW

吸入ポンプ・7,500l/h—5 m

吐出ポンプ11,000l/h, 3.0 kg/cm²

循環水ポンプ・6,000l/h

重量・ユニット 2,500 kg, 回転筒 150 kg

タンカーのカーゴオイルポンプ用増速機 KVG71 (RENK社製) について

タンカーの設備は年々合理化され、主機として、ディーゼル機関の経済性が認められてきた。一方、荷役設備については、港内停泊時間を最短にするよう努力されているが、この要求は、そのままカーゴオイル・ポンプの出力増大に連なっている。

タンカーおよびOBO船で75,000 dwtから150,000 dwtのものは、4台のカーゴオイルポンプを持つのが普通である。従来の設計では、このポンプの駆動にはタービンが用いられてきた。なぜならばディーゼルタンカーは、カーゴオイルの温度水準を保つため、ボイラを必要とするからである。

このような船舶では、ボイラの容量は40 t/hが普通である。この蒸気量はカーゴオイルポンプ2台を港内で駆動するに十分で、残りの2台のポンプをもタービン駆動にしようとするれば、ボイラの容量を大きくしなければならない。そのために必要な投資額は大変高い。一方、船内にはディーゼル発電機が3台あり、このうち2台をポンプ駆動に用いることもできる。この場合には、ディーゼル機関、発電

機、増速機及びカーゴオイルポンプが1つのプラントを構成する。このうち増速機とポンプは、ポンプの不使用时には切り離される。タービン駆動とディーゼル機関駆動の費用の比較をしたところ、後者が有利であった。

このポンプの年間使用時間は、比較的短いので燃料消費率はあまり考えなくともよい。投資費用を考えると、まずディーゼル機関は発電用として必要なものである。

一方、タービンの価格は、傘歯車増速機とほぼ同じである。そうするとタービン駆動の場合が、ボイラの容量を増加しなければならないだけ不利となる。ターボポンプにおける蒸気消費量は7.5 kg/PS・hと仮定した。

ポンプの電動機駆動は起動装置が非常に高価になるため1,000PS以上では経済的ではない。電動機はまた防爆規定のためポンプ室に置くことができない。さらに可変速度でないことも欠点となる。発電用ディーゼル機関も勿論、定速調速機を備え、通常は発電周波数に適合した回転数で運転される。しかしこのディーゼル機関でカーゴオイルポンプを駆動する時は、発電機は用いられていないので、回転数は自由であり、定速調速機の回転数設定レバーを動かして、ポンプの所用回転数を得る。調速機は従って原理的には通常の定速調速機でよいが、このような操作がやり易いように設計されている。

このような発電用ディーゼル機関によるカーゴオイルポンプ駆動のための増速機KVG71型を、RENK社は1971年以来112基56隻のタンカーのために受注し、一部を納入した。これらのタンカーは標準船型であり、就航中の最大船型は140,000 dwtであ



図1 RENK・KVG71を装備したタンカー
“Suecia Team”

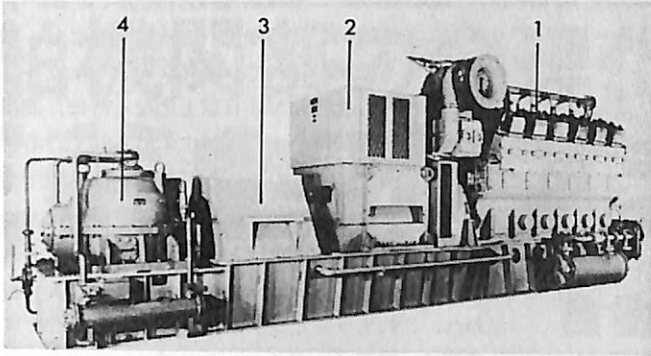


図2 ディーゼル機関と増速機の組合せ

1. ディーゼル機関, 2. 発電機, 3. クラッチ, 4. 傘歯車増速機KVG71

る。受注済みの最大は 154,000 dwt である。

これに用いる増速機は傘歯車増速機で、傘歯車を用いる利点は、わずかな費用でカーゴオイルポンプをタンカーの最低部に取付けることが出来る点にある。そのため吸入揚程はゼロであり、原油のように粘度の高い荷油の場合、ポンプ効率が高く保てる。

荷役時にはポンプはディーゼル機関により、発電機を介して駆動される。この時、発電用制御装置は切られ、励磁機はブロックされている。発電機と増速機の間には弾性クラッチが置かれ、傘歯車増速機で軸の方向は垂直となり、接続軸を介して遠心ポンプが駆動される。接続軸の構成には種々の可能性がある。例えば弾性ゴム接手2個を持った剛性軸であってもよいし、また歯車接手1個、中間軸及び自在接手の組合せであってもよい。図4には後者を示している。傘歯車の歯当りに悪い影響を与えぬよう、

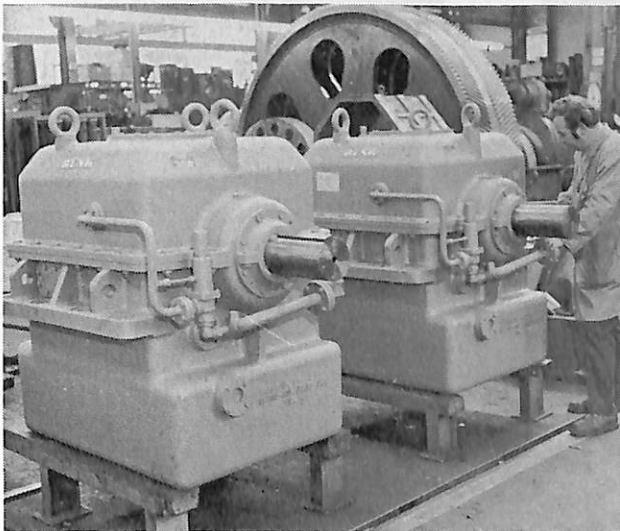


図3 RENK傘歯車増速機KVG71

船体の変形、機器類の熱膨張等に起因する増速機とポンプの相対的移動は、接続軸で吸収されねばならない。

図4の例では歯車接手が軸方向の動きと半径方向の小さい動き、自在接手が半径方向の大きい動きを受持つ。接続軸の全重量はポンプの軸受により受けられる。中間軸受は軸方向には自由である。自在接手の中には軸方向にも伸縮を許すテレスコ型のものもあるが、図4の場合には用いることはできない。

また防爆のためには、特に安全装置が必要である。増速機も上下に保護おおいを持ち、爆発の時、衝撃が避けられるようになっている。グリースで潤滑されたパッキンリングが出力軸にあり、ポンプ室からのオイルガスのもれを防ぐ。

(グリースはバネ力を利用して自動的に補給される。)このようなパッキンリングは温度が90℃を越えると危くなる。従ってこの部分の温度は監視されこの限界を越えた場合、自動的にクラッチが外れ、ディーゼル機関と増速機は切離される。クラッチが閉じるのは、増速機の潤滑油圧によるものである。油圧が1atに達した時はじめて、クラッチを閉じることができる。停電の時は増速機用の潤滑油ポンプも止るが、その時はクラッチも切れる。

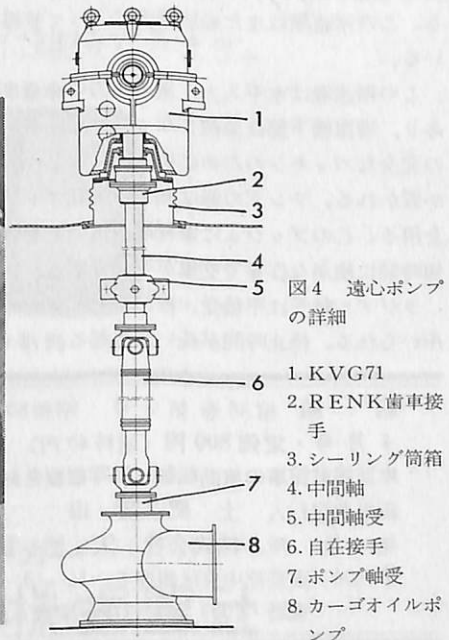


図4 遠心ポンプの詳細

1. KVG71
2. RENK歯車接手
3. シーリング筒箱
4. 中間軸
5. 中間軸受
6. 自在接手
7. ポンプ軸受
8. カーゴオイルポンプ

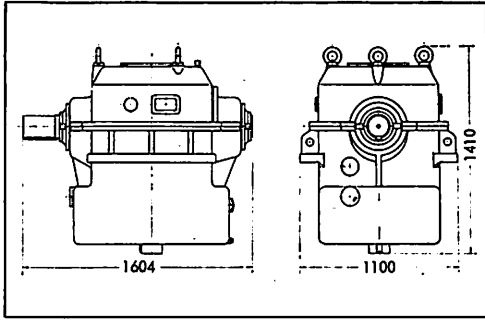


図5 KVG71の主要寸法

ディーゼル機関、発電機と共に共通台板の上に据付けられた増速機は、その方式により、機関室またはポンプ室に置かれる。ポンプ室に置かれる場合、両室間の気密はパルクヘッドによって行なわれるのが普通である。機関室設置の場合には、金属製蛇腹を持った筒箱が増速機とポンプの間におかれ、パッキンの役をする。

増速機自身にも特殊な要求がなされるが、年間の稼働時間は500~600時間である。1日から2日の連続運転が荷役時に行なわれ、その後は長い停止時間という使い方になる。ここに解決しなければならない潤滑の問題が発生する。増速機は室温38℃、冷却水温35℃でも支障なく運転されなければならない。

また歯車接手等を用いない軸系を設計した場合には、出力軸の下部軸受は、付加推力 ±2.9 ton を受けなければならない。この力はポンプが極端に移動した場合に自在接手が働き、その反力として現われる。この増速機はまた船級協会によって管理されている。

この増速機は水平入力、垂直出力の傘歯車装置であり、増速機下部は油溜となっている。ポンプ室への完全なパッキンのために出力軸には2つのリングが置かれる。リングの縁は軸上の摩擦プッシュの上を滑る。このプッシュに摩擦溝が付いた場合には、短時間に簡単な作業で交換が可能である。

ラジアル軸受は平軸受、推力軸受は推力片軸受が用いられる。停止時間が長いと起る潤滑の問題

は、“Korrosives Fressen” 腐蝕性焼付である。防止策として潤滑油が常に軸受内に残るようにし、振動によっても油膜が切れてしまわないようになっている。しかし停止時間が8日以上になる時は、潤滑油ポンプを短時間回すことがすすめられている。増速機は機関室にあるのでころがり軸受は使用できない。傘歯車は大小とも窒化鋼である。歯面はガス窒化の後、ラッピングをほどこされる。出力の大きな増速機 (N=2,200 PS) においては滲炭焼入も行なわれ、これもラッピングが行なわれる。

歯型は、球面インポリユート・グリーンの曲り歯である。これらの歯車はRENK社内で製造され、熱処理され、軸受、歯の噛合部共、圧力油によって潤滑される。潤滑油ポンプは電動別置がよいが、増速機付のポンプと手動のプライミングポンプの組合せでもよい。

傾向としてはカーゴオイルポンプ駆動用傘歯車増速機の出力は増大し、周速も上るであろう。そのために必要な傘歯車の直径は1,300mm程度になる。よりよい噛合と歯当りを出すためには、滲炭研磨を適用すべきである。RENK社は現在、傘歯車研磨機を製作中で、近い将来、大出力の傘歯車増速機を市場のお役に立てることができよう。

(“RENK Technik” No. 19 より 三村訳/MAN Japan Ltd)

〔技術データ〕

図1 ディーゼル機関

B & W, Nohab, Bergon 12 cycle
1360, 1600 および 2200 PS (10%オーバーロード)
825 および 875 rpm。この馬力数は、ポンプ駆動の場合で、発電機駆動の場合には約18%低い。

図2 クラッチ——空気制御 Planox 接手または Eslu・クラッチと Vulkan 社の弾性接手の組合せ。

図3 増速機——増速機は傘歯車増速機で RENK. KVG 71。1350, 1600 および 2200 PS。増速機重量 2.5~3.3 ton, 増速比 1:1.45~1:1.64, 回転数 825/1200, 825/1350, 875/1350 rpm, 効率 $\eta=98.5\%$

図4 遠心ポンプ——Eureka 社 (ノールウェイ)。最大揚程 145m, 最大吐出量 3000m³/h, 回転数 1350rpm

船 舶 第48巻第4号 昭和60年4月1日発行

4月号・定価800円(送料40円)

本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。

編集兼発行人 土肥勝由

発行所 株式会社 天然社

〒104 東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル

電話・(03) 543-7793 振替・東京 79662

船 舶・購読料

1カ月... 800円(送料別40円)

6カ月 4,800円(送料別240円)

1カ年 9,600円(送料共)

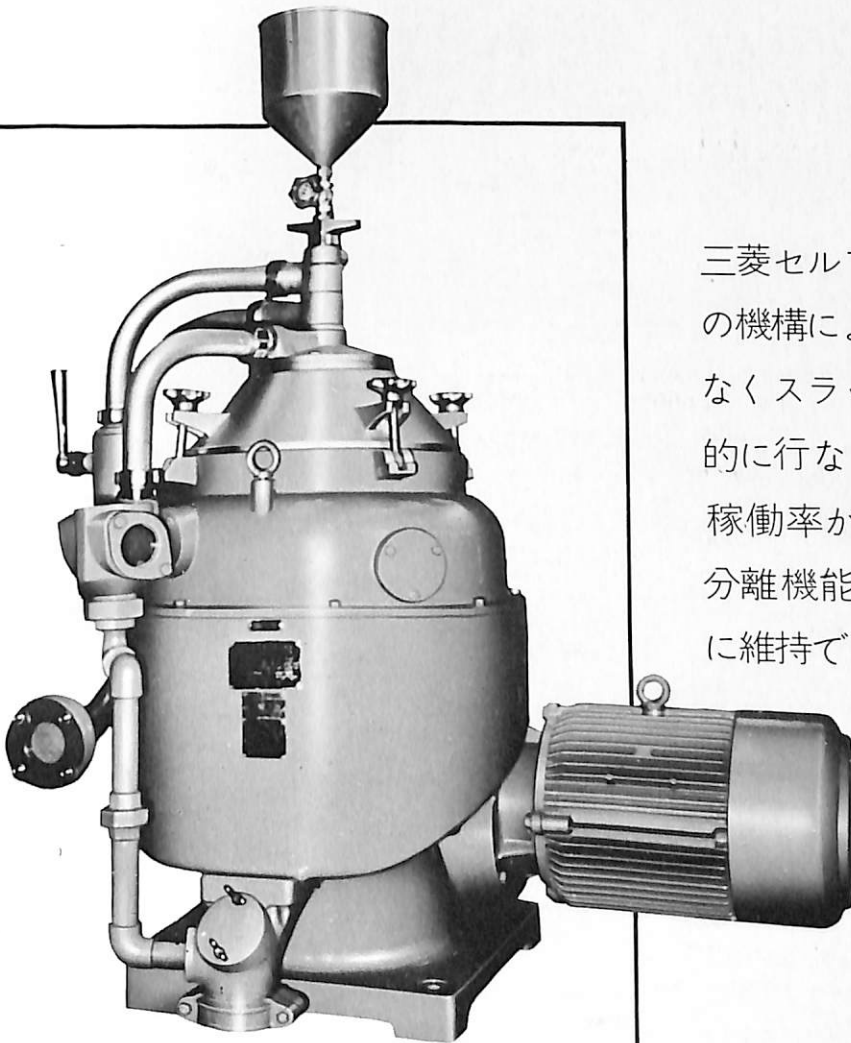
*本誌のご注文は書店または当社へ。

*なるべくご予約ご購入ください。

船舶機関部の合理化に 三菱セルフジェクタ

自動排出遠心分離機

7機種(700~12,000ℓ/h)



三菱セルフジェクタはその独特の機構により運転を停めることなくスラッジの排出を連続自動的に行なうことができますから稼働率が非常に高くその優秀な分離機能と併せて清浄度を最高に維持できます。



遠心分離機の総合メーカー

三菱化工機株式会社

機器営業部 東京都千代田区内幸町2-2-3(日比谷国際ビル) 電話03-508-8911(代)
大阪営業所 大阪市東区伏見町5-1(大阪明治生命館) 電話06-231-8001(代)

油汙過作業の省力化…

特許

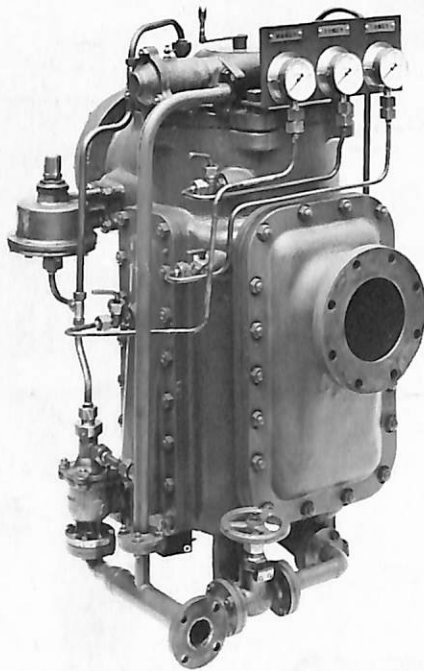
機関室を広くする

マックス・フィルターシリーズ

日本船用機器開発協会助成品

MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器



LS型の特長

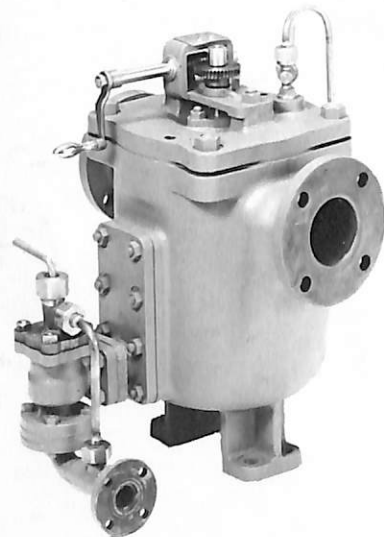
- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロレシプロケーターを採田

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

LSM型の特長

- 一分間で逆洗終了
- 手をよごさぬワン、ツー、スリー操作でOK



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

新倉工業株式会社

本部 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町1703
 ☎045(892)6271(代)
 東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18
 ☎03(443)6571(代)
 大阪営業所 大阪市北区梅田町34千代田ビル西館
 ☎06(345)7731(代)

Published Mo 保存委番号: & Co., Ltd. No. 11-13 5-Chome Ginza Chuo-Ku, Tokyo, Japan.

定価 800円

221046

PRINTED in JAPAN

雑誌コード5541-4