

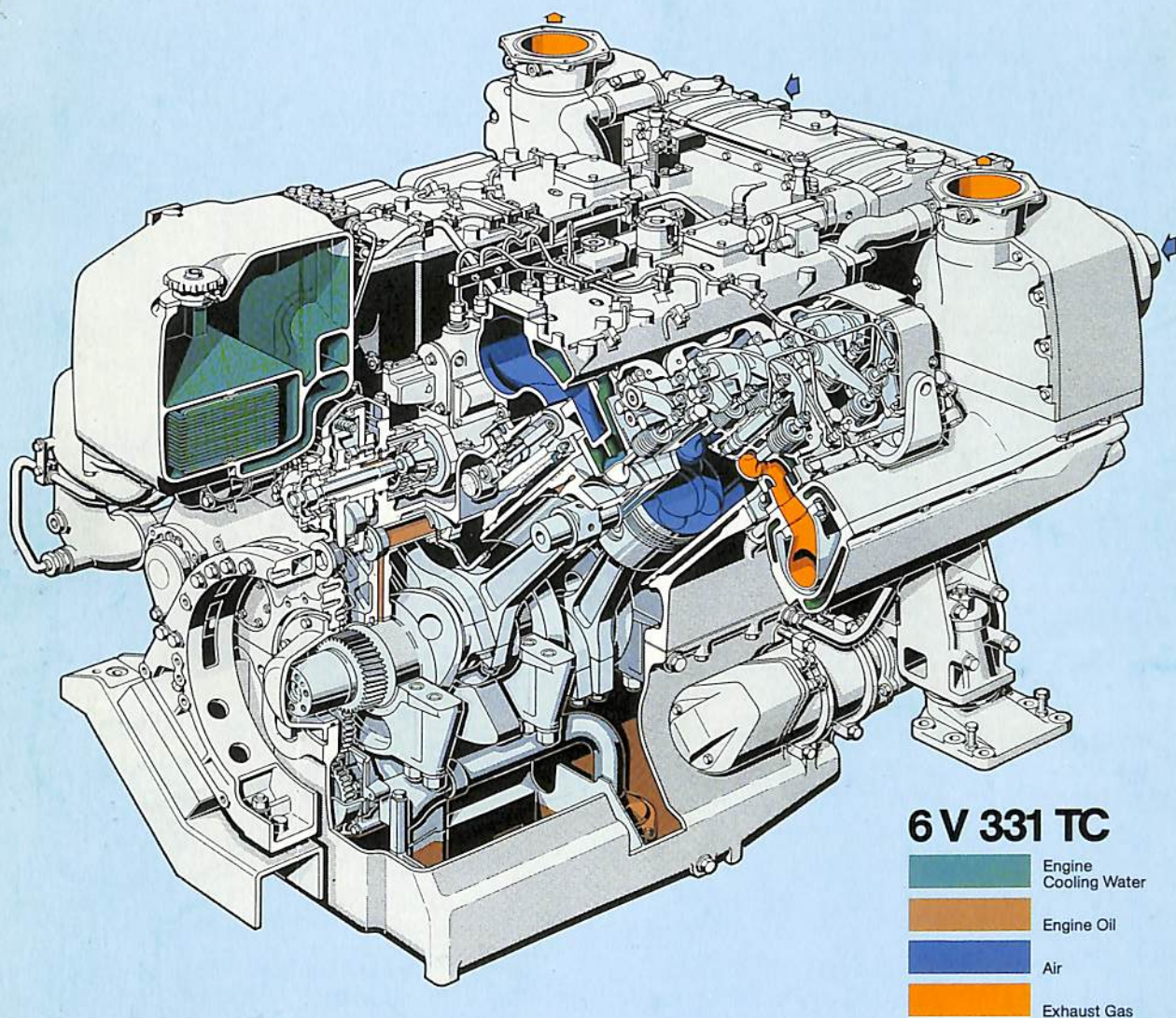
船舶

造船・海洋開発

FEBRUARY

First Published in 1928 — 1982 VOL.55/No.605

LPG船“BENNY QUEEN”／IMCOLレポート／液化
ガスタンカー／業務艇用機関の発達／深海への挑戦



331型シリーズ・6/8/12V 331TC

mtu

全巻に歴史的な船の貴重な写真を多数収載!!

上野喜一郎 / 著

船の世界史 全3巻 完結

上巻

B 5判上製 380頁、カバー装、図版 1 ISBN4-8072-4008-0
330余、定価5,000円(送料350円) C 3056 ¥5000E

上巻では、古代、船の起源に始まり、近世に至るまでの、日本では明初期の頃までを扱う。

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

中巻

B 5判上製 300余頁、カバー装、図版 1 ISBN4-8072-4009-9
250余、定価4,300円(送料350円) C 3056 ¥4300E

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

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

下巻

B 5判上製330余頁、カバー装、図版 1 ISBN4-8072-4010-2
220余、定価4,600円(送料350円) C 3056 ¥4600E

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

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

発行：舵社

発売：天然社

〒162 東京都新宿区赤城下町50
☎03 267 1931(舵社販売部)

SEIKO MARINE QUARTZ CHRONOMETER

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

安全航海に信頼の標準時計をお選びください。

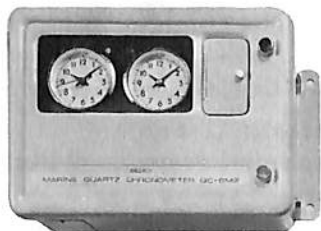
厳しい環境条件に耐えぬく特別設計。

その上、インテリア感覚あふれるデザインですから、船舶用としてだけでなく、正しい時間が要求されるいろいろな所でお使いいただけます。

主な特長

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

船内の
子時計を
駆動する
親時計として



セイコーオーツクロノメーターQC-6M2

300×400×186mm 20kg

- 子時計は豊富に揃ったデザインからお選びください。

- カタログご請求ください。

標準時計に小型・軽量、持ち運び自由な



セイコーオーツ
クロノメーター

QM-10

標準小売価格
150,000円
184×215×76mm
2.2kg

マホガニー木枠のインテリア感覚あふれる



セイコーオーツ
クロノメーター

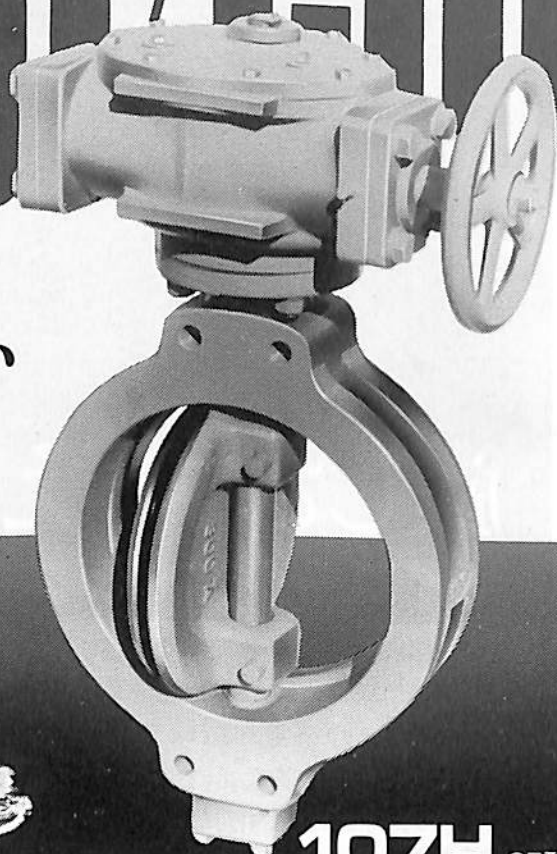
QM-20

標準小売価格
188,000円
200×220×107mm
2.8kg

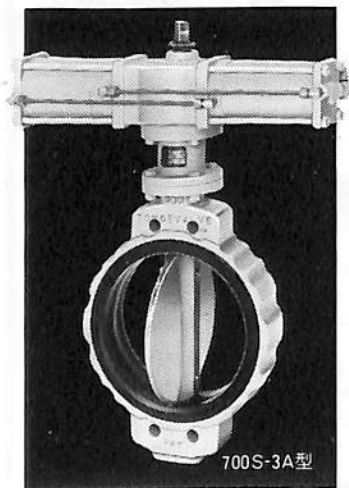
最高使用圧力 20 kgf/cm²

バタフライバルブの常識を破って…

高圧下でも頼もしい 完璧の気密性。



107H-2Z型



700S-3A型

最高使用圧力20kgf/cm²の強力な耐圧性能によって、とくに造船・船舶分野で数多くの実績をもち、すでに各国船級協会の使用許可を得ている偏心タイプの高圧ライン用・巴式バタフライバルブ。荷油弁、高圧の清水・海水用として、抜群の信頼性を発揮します。




●独特のミゾ（実用新案）を設けたシートリング構造により、耐摩耗性に富むとともに、

正圧はもちろん、逆圧に対しても完璧なシール作用で、流体のモレは全くありません。

●グランド部に採用した独特の形状によって弁棒のカジリを防止。荷油弁としての信頼性をいちだんとアップしました。

●シートリングの取換えは簡単にできます。

●各種アクチュエータによって、ご要望に応じた各種駆動方法（手動・自動）が選べます。

日・米・西独・英・加 他数ヵ国で特許取得。世界40数ヵ国へ特許出願中   米国UL・FM両規格認定  カナダULC規格認定

実績NO.1

巴式バタフライバルブ



巴バルブ株式会社

本社 〒550 大阪市西区新町3 11 ☎06(534)1881(大代)
 札幌 ☎011(222)4261 ☎東 京 ☎03(542)2541
 名古屋 ☎052(451)9231 ☎大 阪 ☎06(541)2251
 広島 ☎082(244)0511 ☎福 岡 ☎092(473)6831

2

船舶

目次/Contents

新造船の紹介/New Ship Detailed

70,000m ³ 型LPG船“ベニー クイーン”の基本計画	昭和海運造船監理室	12
Basic Planning of 70,000m ³ Type LPG Carrier “BENNY QUEEN”	Showa Line	
“ベニー クイーン”の設計と建造	日本鋼管津製作所	22
Design and Building of LPG Carrier “BENNY QUEEN”	Nippon Kokan, Tsu Works	

IMCO レポート No.2/74年SOLAS条約の第1次改正採択について	9
---------------------------------------	---

石播、無冷却式過給機“VTR564-31”完成	31
-------------------------	----

連載/山縣昌夫先生と目白水槽<9>	重川 渉	40
-------------------	------	----

世界の港湾/ブレイメルハーフェン港	42
-------------------	----

連載/液化ガスタンカー<44>	恵美洋彦	44
-----------------	------	----

海外レポート/経済的推進方式の中型タンカー“VIKING OSPREY”	49
--------------------------------------	----

海洋開発

深海への挑戦<1>	芦野民雄	52
-----------	------	----

舟艇協会創立50周年記念特集

業務艇用機関の発達について	大原信義	58
---------------	------	----

海外事情/CON-ROおよびRORO/LOLO 2題	29
----------------------------	----

英海軍最新の多目的高速沿岸警備艇	39
------------------	----

NK コーナー	76
---------	----

ニュース・ダイジェスト	74
-------------	----

特許解説/Patent News	80
------------------	----

56年船舶総索引	77
----------	----

表紙/軽量・コンパクトな高速機関MTU

MTU高速ディーゼル機関は重量、容積が小さく、単位時間馬力当りの燃料消費が少なく、高速艇用主機関に最も適している。

331形シリーズ 出力：650PS～1,430PS/2,250rpm、比重量：約2.1kg/PS、燃料消費率：160g/PS,hr

一目瞭然

複雑な面積測定をデジタル表示。TAMAYA PLANIX

タマヤプランイクスは複雑な図形をトレースするだけで、面積を簡単に測定することができます。

従来のプランイメーターの帰零装置、読取機構のメカニカル部分が全てエレクトロニクス化され、積分車に組み込まれた高精度の小型エンコーダーが面積をデジタル表示する画期的な新製品です。



PLANIX

新製品 / デジタルプランイメーター

- プランイクスの特徴：
- 読み間違いのないデジタル表示
 - ワンタッチで0セットができるクリヤー機能
 - 累積測定を可能にしたホールド機能
 - 手元操作を容易にした小型集約構造
 - 図面を損傷する極針を取り除いた新設計
 - 低価格を達成したPLANIXシリーズ

PLANIX2- ¥55,000 PLANIX3- ¥59,000 PLANIX3S- ¥56,500

※カタログ・資料請求は、本社まで
ハガキか電話にてご連絡ください。

 TAMAYA

株式会社 玉屋商店

本社：〒104東京都中央区銀座3-5-8 TEL. 03-561-8711W
工場：〒143東京都大田区池上2-14-7 TEL. 03-752-3481W

防錆・防食

技術の中川が責任をもって施工します

電気防食

アルミニウム合金陽極 (ALAP)

塗覆装

亜鉛合金陽極 (ZAP)

防食剤

自動制御外部電源方式 (NACC)

電解防汚

無機質亜鉛末塗装 (ジンキー#10)

耐熱防錆塗覆材(ナカポーコンパウンド)

海水タンクの防食剤(ナカポーグリーン)

海水電解式防汚装置 (CHLOROPAC)

防錆、防食の調査、設計、施工、管理



中川防蝕工業株式会社

本社 (〒101) 東京都千代田区鍛冶町2-2-2 03(252)3171

支店 (〒532) 大阪市淀川区西中島5-9-6 06(303)2831

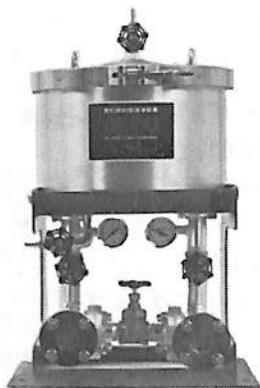
営業所 千葉・京浜・名古屋・広島・福岡・沖縄

出張所 札幌・仙台・新潟・水島・高松・大分・鹿児島

F.O.ノズルやF.O.ポンプの消耗の激しいディーゼル機関に

オリド燃料精密フィルター

現在、燃料粗悪化の傾向が進んでおり、業界では燃料管理がクローズアップされています。



オリド燃料精密フィルターは1~3ミクロン以上のスラッジを吸着除去します。据付と操作が簡単で、他社製品にくらべて維持費がかかりません。

大手内・外航海運および水産会社船、さらに農林水産省調査船、建設省港湾作業船に採用され、納入実績1000台に達しています。

その他の製品/潤滑油精密フィルター、油圧作動油精密フィルター、エマルジョン・ブレンダー、A/Cオイル・ブレンダー

特約店 岡田産業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋室町4丁目3番地(坂田ビル) TEL: 03(246)0724(代)

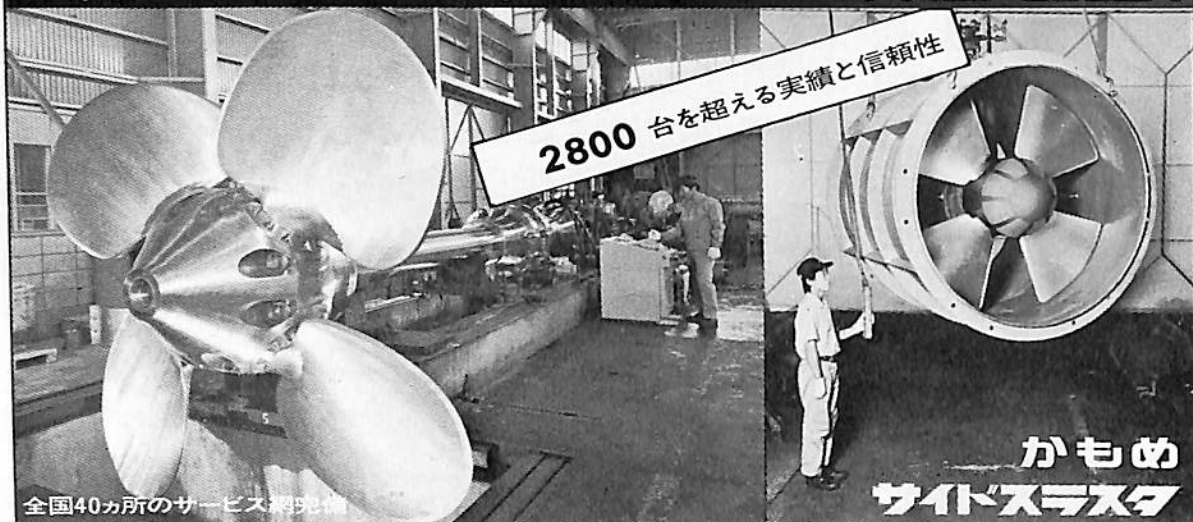
〒652 神戸市兵庫区東出町2丁目2番地16号 TEL: 078(652)1305(代)

製造元 株式会社 オリド エンジニアリング

〒107 東京都港区赤坂5丁目4番地28号 TEL: 03(586)0805

省エネルギー対策にピタリ!!

KAMOME
PROPELLER



2800 台を超える実績と信頼性

かもめ

サイドスラスタ

全国40カ所のサービス拠点を



かもめ
可変ピッチ
プロペラ

Availability
c.p. propeller—up to 15,000BHP
side thruster—0.5—20tons thrust

KAMOME PROPELLER CO., LTD.

690 KAMIYABE CHO, TOTSUKA-KU, YOKOHAMA, JAPAN
CABLE ADDRESS: KAMOMEPROP, YOKOHAMA
TELEX: 3822315 KAMOME J
PHONE: (045) 811-2461

運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

本社：横浜市戸塚区上矢部町690番244 TEL: (045) 811-2461 (代表)
東京事務所：東京都港区新橋4-14-2千105 TEL: (03) 431-5438 434-3939

最新の技術と実績を誇る 福島製の甲板機械



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

Fukushima

株式会社 福島製作所

本社・工場 / 福島市三河北町9番80号 ☎0245(34)3146
東京事務所 / 東京都千代田区四番町4-9 ☎03(265)3161
大阪営業所 / 大阪市東区南本町3-5 ☎06(252)4886
営業所 / 北海道・東北・尾道・下関
海外駐在員事務所 / ロンドン

74年SOLAS条約の第一次改正採択について

昨秋11月11日より同月20日まで、ロンドンで開催されたIMCO第45回海上安全委員会は、74年SOLAS条約の第一次改正を採択した。今後、条約締結国の3分の1を超える国々、もしくは合計して世界商船船腹量の過半数の商船を持つ国々が、改正に反対しない限り、改正は1984年9月1日に発効することとなる。

今次の改正採択は、74年SOLAS条約の発効後わずか1年半あまりにして行われたものであるが、この改正を準備するのにIMCOは、同条約の採択以降7年の歳月を費している。

今次改正の内容については、既に多数の紹介記事が著されており、改正を採択した海上安全委員会においても大巾な変更は加えられていないため、本稿では改正内容の解説については割愛させて頂き、74年SOLAS条約の採択以降今日までの、条約改正を目指したIMCOの作業を振り返ることとしたい。

1. 74年SOLAS条約の採択とタシット方式による改正

74年SOLAS条約は、ロンドンで開催された条約締結のための国際会議において1974年11月1日署名採択された。

この条約は、結果的には1980年5月まで生き長らえることとなった60年の海上人命安全条約に代るものとして採択されたものであり、60年の条約の技術基準に改良、変更を加えているが、いわゆるタシット方式による改正をSOLAS条約に導入した点において画期的なものであった。

条約改正のための規定は、74年SOLAS条約の第8条に設けられている。改正はIMCOにおける審議の後の改正と、条約改正のための締約政府会議による改正とに分かれるが、改正の採択からその発効に至るまでの手続きはほぼ同様である。

採択された改正は、受諾されたとみなされる日の6カ月後に発効する。問題は受諾されたとみなされる日の定め方であるが、この条約は条約要件のうち基本的事項を定める条約本条及び付属書第1章と、詳細な技術基準を定める付属書II章以下の各章とを、

この受諾されたとみなされる日の取り扱いにおいて厳格な区別を設けている。

条約本条と付属書I章に対する改正が受諾されるためには、締約政府の3分の2が受諾書をIMCOあて寄託する必要がある。改正に賛成の国々は、明確に受諾の意志表示を行わなければならないのである。

一方、付属書II章以下の各章に対する改正は、ある定められた期間内に改正に反対する国々の意志表示がある一定量を超えて行われたい限りにおいて、定められた期間が経過した日に改正は受諾されたものとみなされる。この場合、改正に賛成の国々は何ら明らかなる意志表示をする必要がなく、ただ暗黙の支持を行うことで足りる。これがいわゆるタシット方式と呼ばれる改正方式である。

今次の改正はすべて付属書II章以下の章に対するものであって、タシット方式が採用され、1984年3月1日までに締約国の3分の1を超える国々、もしくは合計して世界商船船腹量の過半数の商船を持つ国々が反対の意志表示をしない限り、改正は1984年3月1日に受諾されたものとみなされ、その後半年を経過した同年9月1日に発効することとなる。

2. 条約改正を目指した諸勧告の作成

IMCOは前号本欄で紹介したように2年に一度開催される総会のもとに、海上安全委員会とその下部機関であるいくつかの小委員会を持っている。小委員会は、船舶の復原性、救命、防火、危険物輸送等々の分野に対応して設けられており、2年に3回のペースでロンドンのIMCO本部に会合を持ち、船舶の安全技術基準の開発と国際的統一を目指し作業を行っている。

小委員会の作業は、海上安全委員会の指示に従い行われ、その検討結果は年2回開催される海上安全委員会に報告される。小委員会より報告を受けた海上安全委員会は、小委員会の検討結果のうち、あるものについてはそれをテークノートし、あるものについては承認し、または差しもどす。

海上安全委員会で承認を得たものは、さらに国際



70,000M³型LPG船 “ベニー クイーン”の基本計画

On the Basic Planning of 70,000M³ Type

LPG Carrier “BENNY QUEEN”

by Shipbuilding Dept., Showa Line

昭和海運・造船監理室

1. はじめに

“ベニー クイーン”は第36次計画造船として建造許可を受け、日本鋼管津製作所で建造し、三井液化ガス唐津基地へ回航し、ガストライアルを実施後、昭和56年11月29日、同基地にて竣工、引渡しされた高度合理化仕様による70,000 m³型低温液化式LPG運搬船である。

本船は丸紅の長期用船により、ペルシャ湾/日本(主として大分、千葉)のLPG輸送を主目的としているが、船型をパナマックスとし、荷役設備等もより広汎な航路に活躍ができるよう計画されている。当社にとって、LPG運搬船は昭和44年川崎重工業神戸工場で建造し、現在も運航している“第五ブリヂストン丸”(セミメンブレン式カーゴタンク搭載)以来、実に12年ぶりであり、また当社の主力荷主である丸紅にとっては、初めてのLPG運搬船商談であるとともに、建造造船所の日本鋼管にとっても、初めてのLPG運搬船建造であるため、これからの

ガスカリヤ時代にそなえるべく、日本鋼管は勿論、当社の技術陣および関係スタッフ一同、総力をあげて取組むところとなった。

日本鋼管と当社の間には、従来より種々の技術研究会を設けており、その一つとして液化ガス運搬船を研究テーマにとりあげ、昭和49年よりLNG運搬船、LPG運搬船等について、両社の持っているノウハウの積極的な交換をしてきた。従って造船所にとって初めてのLPG運搬船であっても、技術的な不安はなかった。

さて本船を建造するに当り、求めた主要な課題は、

1). 主要航路ペルシャ湾/日本(大分、千葉)以外の広汎な航路にも就航できると共に、貨物の積付け、積分けがやり易く、かつ荷主の多様なニーズに対しても充分な適応性を有すること。

2). 省人化および合理化により、少ない定員でも運航可能な船であること。特にLPG運搬船においてもバルクキャリア並みの18名船で運航できる

ようにすること。即ちガスハンドリング用のエンジニアや部員が、特に乗船しなくても運航できるようなLPG運搬船であること。

3). 更に高騰が予想される燃料油価格に対応する省エネルギー対策を充分に取り入れた船であること。また20年間以上は運航される船としての修繕費、材料費アップに備えてのレスメンテナンス対策を考えた船であること。またカーゴポンプ、再液化装置、IGG等のLPG関連機器は実績、信頼性、ハンドリング、保守等を充分検討の上、メーカーを選ぶこと。

4). 本船はIMCOガスキャリアコード、USCGガスキャリアコード等が、ベースとなって設計されているが、安全対策に関しては、必要と思われることはルールミニマムでなく、余裕をもった設計を行ないミスハンドリング等によっても大きな事故が起らぬようフェイルセーフを追求すること。

の4点である。

以下本船の基本計画につき、在来の社船“第五ブリヂストン丸”と対比しつつ、各項目別に説明することにする。なお、上記2)・3)に関しては、昨年の本誌1月号に掲載された“扇和丸の基本計画”と重複する箇所は省略する。

2. 積載能力と主要目の決定

本船の積載能力、主要目等を定めるに当って、荷主の年間予定輸送量をベースに考えると共に、航路をペルシャ湾/日本としての採算を、数種類の大きさの船型と船速の組合せについて検討した。その結果、カーゴタンク容量を約70,000 m^3 、航海速度を15.4 ktのパナマックス型船型とした。

日本鋼管では自社の鉄鋼原料輸送の関係で、従来パナマックス型のバルクキャリアを多数建造しているが、更に省エネルギーにマッチした船型を、津の

技術研究所でのタンクテストにより追求し、フューチャパナマックスと称して最適船型を完成していたが、その一部をLPG船向けに改良して本船に採用した。その結果は海上試運転によっても充分実証された。

バラストウォータータンクの容量は、パナマ運河規則の最小可航吃水をバラスト航海時にもキープできるように決定した。またLPG運搬船であること、吃水に対して深さが大きい船型であることから、操船性を考慮して舵面積を従来の標準より大きくし、舵面積比を1/57.6とした。

3. カーゴハンドリング上の考慮

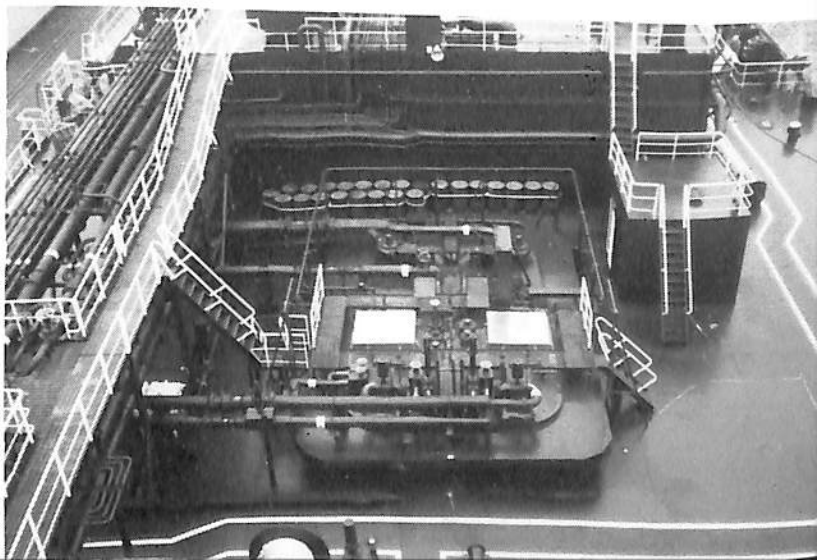
先に述べたように、本船は丸紅との長期計画によるペルシャ湾/日本間を主要航路とするLPG運搬船であるが、国際的なエネルギー事情、マーケットの変化等により配船先(積地、揚地)およびカーゴの種類が変わること、今後、エネルギーソースとしての需要が、原油からLPGガスへと移って行くに従い、より多くのガス基地が新設されてくると思われること等を考えると、本船の積荷とか運航が将来的にも、そういった種々の要素に充分対応できねばならない。そういう観点から以下に述べることを考慮した。

(1) カーゴタンク等の設計条件

本船のカーゴタンクは運航実績の多さ、スラック積み(半載)が可能なこと、コストなどを考慮し、日本鋼管が技術提携しているテクニガス社(仏)の独立タンク方式(IMCOガスキャリアコード・Aタイプ)を採用している。タンクは全部で4タンクあり、それぞれのタンクは上部エアパイプ、下部隔壁弁付きノンタイトバルクヘッドで2分され、2台のポンプを有するが、積荷の自由度を考え、全てプロパンベースで設計されている。

また設計圧力、計画基準保持圧力等はIMCOベ

ブリッジよりNo.4カーゴタンクドームを見る。中央は再液化機室。



ースで設計されているが、LPG液温度は、ルールの-45℃より1℃低い-46℃としている。これはプロパン積みの場合必ず含まれるエタンの割合が多くなると、必然的に液温度が下がるが、将来的にそういったプロパン積みのケースが多くなることを考慮したことによる。-46℃はエタンが3% Max含まれるものとしての材料選定上の限界条件であり、カーゴタンクの材質、2次防壁となるホールド部材の材質、配管の材質および関連機器の材質等は、日本海事協会と協議の上、特別に認められた-46℃に合致したものを使用している。

(2) 常温加圧式LPG船およびガス基地への

払出しシステムの採用

わが国では、本船のような低温式LPG運搬船より、内航に多い常温加圧式LPG運搬船およびガス基地へ直接払出しするシステムは余り採用されていないが、ヨーロッパ、北米、東南アジア等では、このシステムが広く行われている。今後、わが国にもそういう要求が増加してくることが予想されるので、本船はそういう要求にもこたえられるよう、専用ブースタポンプ、LPGヒーター、専用カーゴラインを設けている。

なお、揚荷能力は500 m³/h～100 m³/hである。

(3) 積付けおよび運航について

LPG運搬船は従来プロパンとブタンの2種貨物の混載が普通で、積付けの自由度は本船の運航のしやすさにかかわる大きな問題である。そのため、当初No.1カーゴタンクをブタン専用タンクで計画していたのであるが、プロパンベースに変更した。また、カーゴライン、マニホールド部クロスラインの増設等を行ない全タンクブタン積みのケースから、全タンクプロパン積みのケースまでの14通りもの12種貨物積み分けが可能にようにした。

その他、LPG運搬船の場合、多港積み、多港揚げのことが多く、船体強度およびカーゴタンク強度の面から運航制限を受けることが考えられる。初期計画段階よりこういう点を十分に検討し、通常ありうるケースは問題なく運航できるように、船体およびカーゴタンクの強度を上げた。多港積み、多港揚げに伴ってカーゴタンクへのスラック積みが要求されることも多い。この時、カーゴタンク内液体貨物の動揺によって生ずる、スロッシング現象に対してのカーゴタンク強度が問題となるが、本船のカーゴタンクは独立タンク方式であり、かつ制水隔壁も設けてあり、0%～98%のいかなるスラック積みに対しても全く問題なく運航できる。

(4) その他

本船のカーゴポンプ、再液化装置の容量およびカーゴラインの径等は、貨物タンク総容積が約1,000 m³大きい“第五ブリヂストン丸”よりも、それぞれ大きくし、荷役時間の短縮を図ると共に、今後建設されるであろう新鋭の基地にも充分対応できるように考慮している。

また本船には、当社と日本鋼管と共同開発した積付計算機を搭載し、タンカー、バルクキャリアと同様の重心トリム、縦強度、IMCOの復原性等を簡単に計算できるようになっているが、同じコンピューターを使用して、更に実測排水量およびLPGカーゴステートメントを計算できるようにしている。

特に後者は、タンク内にガスと液とが混在するLPG船の、カーゴの量を算出するのに従来は相当の時間をかけて行なっていたが、本機で行えば短時間で基準状態でのカーゴの量が求められるので、本船乗組員には非常に好評であった。

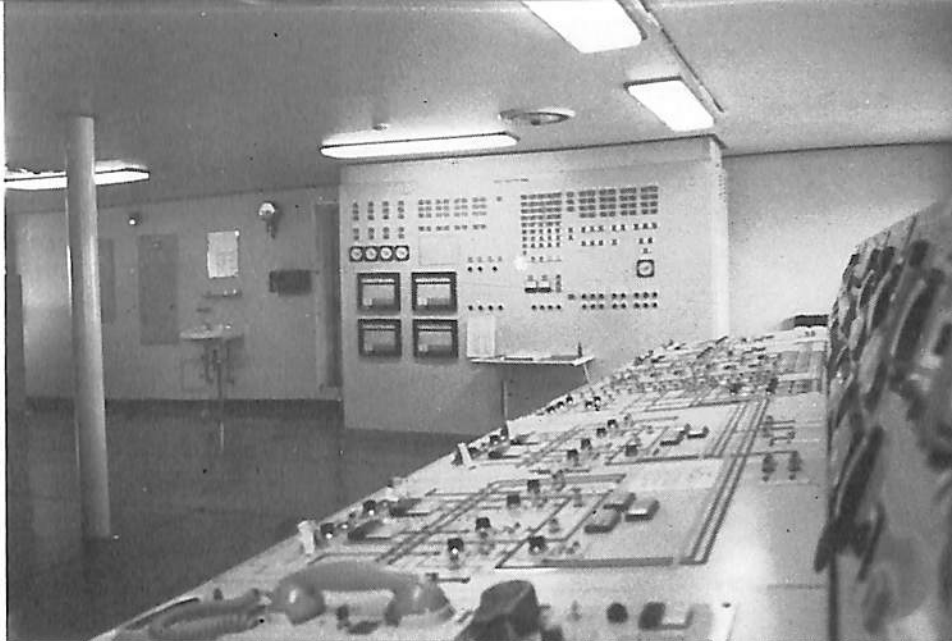
LPGは本船のタンクスケールでカーゴの量を税関（実際は日本海事検定協会等が代行）がチェック、決定しているので、本機をもって正式のカーゴの量を算出するためには、税関等のオーソライズが必要となるであろうが、出帆前の手仕舞の忙しさの中の時間セーブは、大きなメリットなので、今後の検討項目として前向きに取組みたいと思っている。

4. 高度合理化船の仕様について

本船は第36次計画造船であり、計画造船に義務づけられた高度合理化基準を満しているのは勿論であるが、LPG運搬船特有の荷役中および航海中のカーゴハンドリング、更にドック入渠前後のガス置換作業をいかに合理化、省人化して最少の乗組員数で運航するかが本船の計画に当たっての大きなテーマとなった。

社内で海務部、船員部も交えて討議を重ね、問題点を出し合うと共に、“第五ブリヂストン丸”の実態調査を行なった。そして“第五ブリヂストン丸”建造後の12年間の技術の進歩、機器の信頼性の向上更に船員制度の改革等を考慮し、18名でも運航が可能であろうという結論に達した。そのための大前提として、カーゴハンドリングのオペレーションはイナートガスシステムの運転を含めて、全て甲板部が行ない、機関部はそれら関連機器のメンテナンス等のサポートを行なうという就労体制を取入れるという合意がなされた。本船がそれなりの合理化、省人化された設備を有しなければならぬのは言うまで

荷役制御室内。
カーゴコンソールとカー
ゴモニタパネルが見える。
写真の左側は機関制御室
となっている。



もない。

以下にその主な内容を述べる。

(1) 機関制御室および荷役制御室の位置

荷役制御室は、“第五ブリヂストン丸”では上甲板中央部にある再液化機室の上部にあり、居住区から離れていた。ガス関係専用の乗組員が乗船する場合は、特に問題はないが、先に述べた前提で運航するには、これでは何かと不便であることが判った。また従来社船の機関制御室の位置は殆んどが機関室の中段となっており、本船も当初は従来の位置で考えていた。

ちょうど、その頃、本船と同型のLPG運搬船を同じ日本鋼管で建造することを計画していた日本郵船から、機関制御室と荷役制御室を極力隣接して設けたいという申し出が造船所になされ、同型船効果を上げるためにも、造船所から当社に同様の検討依頼が申込まれた。数回にわたって社内関係者の検討会が開かれた結果、社船としては初めて機関制御室を機関室から外に出すと共に、荷役制御室を再液化機室から離して居住区内に持込み、一般配置図のごとく機関長・一般事務室のあるC一甲板（上甲板の一層上の甲板）左舷にそれぞれ隣接して設けることにした。

隣接といっても荷役制御室と機関制御室の間には間仕切りやドアもなく、完全に一室内に荷役制御関係機器と機関制御機器が配置されている。

こうすることにより航海中、荷役中とも、甲板部、機関部の密接な連携プレーが可能となり、目途とした18名定員での運航も狙いうるようになった。

艀装中のN₂置換作業、基地でのガストライアル作業で、早くも、こういった配置のメリットが確認されている。

(2) カーゴラインのバルブの自動化

“第五ブリヂストン丸”ではカーゴラインのバルブは殆ど手動であったが、本船は積荷、揚荷及び航海中の通常オペレーションによく使用するバルブ（マニホールド部の液ライン、ガスラインおよび高圧ガス払出しライン、また各タンクドーム上の液注入ライン、ポンプ吐出ラインおよび再液化戻りライン、計30個）は、全て荷役制御室から遠隔操作できるようにした。

なおバラストラインのバルブも全て同室から遠隔操作できるのは勿論のことである。

(3) 再液化装置の自動化および監視システム

本船の再液化装置の選定に当たり、実績、信頼性、保守点検等の観点より検討し、タテ型コンプレッサーの採用メーカーに決めた。

どの程度の自動化を行なうかも検討の結果、再液コンプレッサー起動前の関連機器（コンデンサー、ライン、クーラー等）のスタンバイおよびカーゴラインのバルブの開閉の確認等、自動化にあたっての対象作業が多岐にわたるため、それらのシーケンスを組んだ場合の信頼性の問題、メーカー自身未だ経験も持たないし、体制にもなっていないこと、自動化を行ない、万一トラブルがあった場合の事故の重大さを考慮して、起動、停止は機側で確実に行ない、起動後の容量制御は荷役制御室より遠隔制御できるようにした。つまり0→50%↔100%の容量切換は荷役制御室で行なる。

(4) 甲板機械等の省力化

“第五ブリヂストン丸”の係船装置およびホースハンドリング用デリックの動力には、全て蒸気ウィンチが使用されており、省力化、遠隔制御は何もなされていないため、係船作業やカーゴホース接続作



操舵室。レーダーと並んで衝突予防装置がある。

業は人手の要る作業となっていたが、本船は船首にF.Oタンクがあり、そのためのF.O移送ポンプがあること、およびホースハンドリングデリックに代ってデッキクレーンを採用したことにより、ウインドラスとムアリングウインチと併せて、甲板機械の油圧化が経済的にも成立つことが判り、油圧源として高圧の大型パワーパックを持つ油圧一元化方式が採用された。

そのため、係船作業、ホースハンドリング作業の遠隔化、省力化が容易に行なえた。

5. 安全対策について

本船はIMCOおよびUSCGのガスキャリアコードに基づいて建造されているため、船殻構造、カーゴタンクにはじまって、カーゴライン、再液化装置、防火構造、消火設備に至るまで非常に厳しく設計されていると共に、安全設備関係に非常にコストがかかって建造されている。

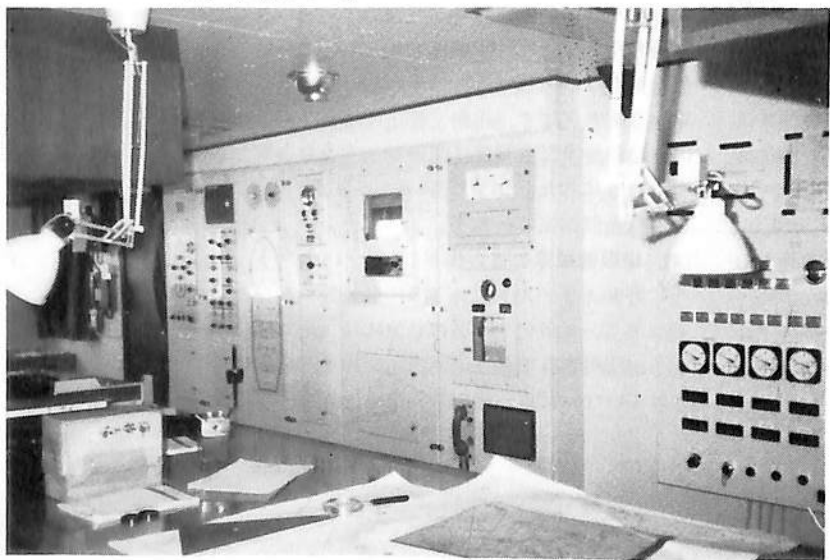
そのためか造船所はある意味でルールミニマムをねらって設計を行なうのであるが、当社の永年のLPG運搬船の経験から得られた知識、情報に基づき安全上どうしても必要と考えられることはルール以上の仕様とした。

(1) 延長警報およびプレアラーム

荷役制御室内のカーゴモニタパネルには、カーゴタンク、インターバリアスペース、再液化装置等の異状を知らせるランプ、ブザーが多数配置されているが、航海中の荷役制御室の無人化を考え、船橋内にも、カーゴタンク気相圧、カーゴタンク液面、同最高位アラーム、コンプレッサーの作動状態、インターバリアスペースガス検知代表アラーム等を延長警報させている。またルール上、アラーム即トリップとなっているものが多いのだが、その中でオペレーション上問題になると思われる再液化コンプレッサーの出口温度、出口圧力およびインターバリアスペースのガス検知代表アラーム等については、トリップ前の事前警報（プレアラーム）を設けた。

(2) 再液化モーター室の給気ファン

本船は再液化機室の前後にそれぞれ再液化コンプレッサー用の電動モーター室が配置されているが、このモーター室には、その他先に述べた高圧のパワーユニットおよびバルブリモコン用のパワーユニットが設置されている。そして何らかの原因でモーター室用給気ファン（給気による換気回数がルールで決められている）が停止した場合には、ルール上、モーター室内のそれらの機器は、すぐに止まるような電気的インターロック回路が義務づけられている。



操舵室を船尾方向に見る。LPG関係の延長警報は右手に見られる。

このことは実際のオペレーションの上では、非常に不都合であるし、危険性もあることを考慮し、2台のファン（ルールの200%）を設け、ファンの内1台が故障しても、インターロック回路がすぐに働かないようにした。

(3) 再液化機室、排気ファン用電動モーターの移設

上記電動モーターは非防爆型でも危険ガス区域外（つまり安全区域）の場所に設置されていれば、ルール上は認められる。そしてコスト的にもその方が安くなったのであるが、置かれている場所が場所であること、またガス基地のセーフティインスペクターに与える心象等を考慮し、当初暴露部に配置されていたのだが、より危険性が少ない安全区画と思われるモーター室の方へ移設した。

6. レスマイネンテナス対策

本船は長期用船されるため、期待寿命は20年以上と考えられるので、最近の社船に採用しているレスマイネンテナス対策を更に押し進めると共に、“第五ブリヂストン丸”の12年間の修繕実績を検討し、より少ない修繕費で本船が運航出来るよう考慮した。

以下にそのいくつかを述べる。

(1) 上甲板カーゴライン防熱の大巾取止め

“第五ブリヂストン丸”の実績をみると或る年数を経た後から、カーゴラインの防熱（現場発泡ポリウレタンフォーム）下のパイプ腐食が多くなり、修理するとなると附帯工事を含めてかなりの修理費がかかる。そこで造船所およびテクニガス社と検討した結果、再液化装置の能力に大きな影響を与える再液戻しラインおよびサクシヨングスラインを除き、暴露部上甲板のカーゴラインの防熱は取止めた。

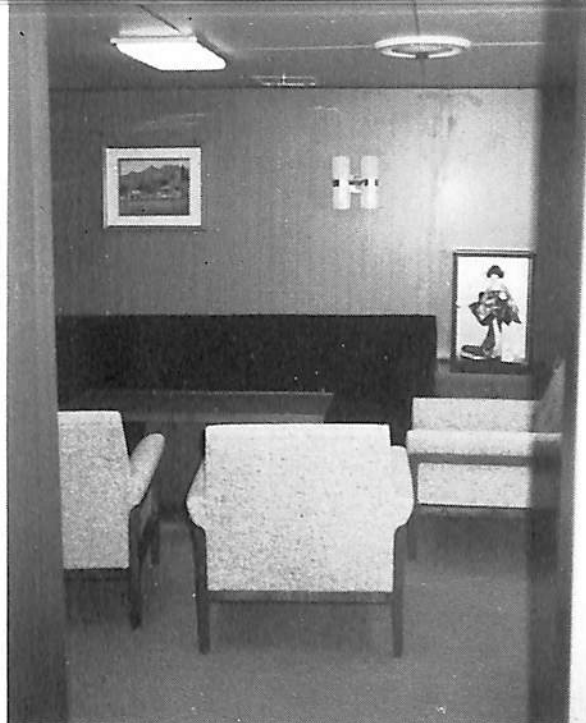
当然そのことによる熱損失を計算したが、本船のカーゴタンクの防熱の厚さ（120%厚現場発泡ポリウレタンフォーム）、再液化装置の能力等からいって全く問題にならない。

(2) パイプ等の材質のグレードアップ

カーゴタンク用ガスサンプリング管、マニホールド圧力用計装管等の細管は全面的にSUS管を採用した。また蒸気管、油圧管等にはアルマー加工管を採用した。更にカーゴラインサポート部のテフロンパッドの採用、および上甲板のキャットワークの床はチェッカーボードプレートに代えてダイクレの全面的採用を試みた。

(3) カーゴタンク内の対策その他

本船はカーゴタンク外壁に防熱が取付けられているので、就航後の入渠時のタンク内での火気作業を



船長居室（床はじゅうたん敷き）

極力なくすため、構造的にタンク検査時、定期的なチェックを要する箇所をクラスとも協議して、固定の梯子を設けるとか、カーゴポンプ、タンクレベル計、再液戻しスプレーラインのノズル等のタンク内機器はその保守、点検、整備がし易いよう、梯子、ステージ、アイプレート等を適宜設けた。

7. おわりに

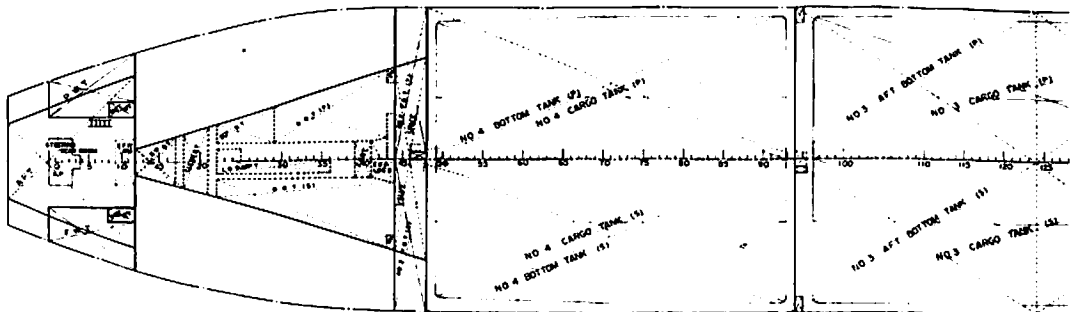
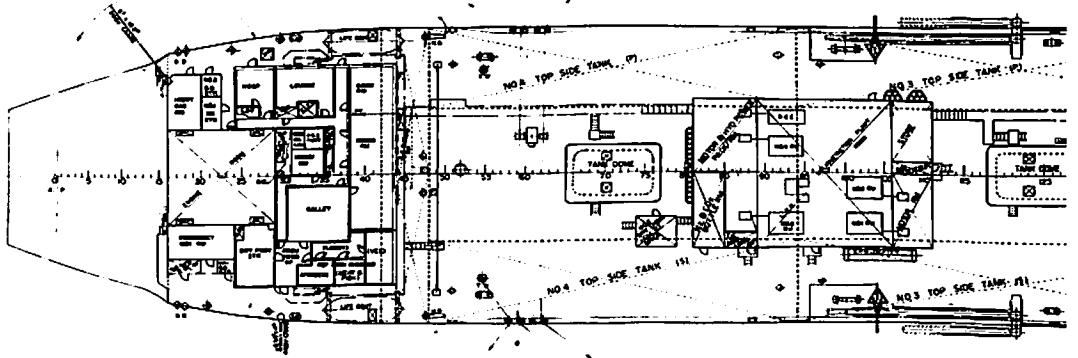
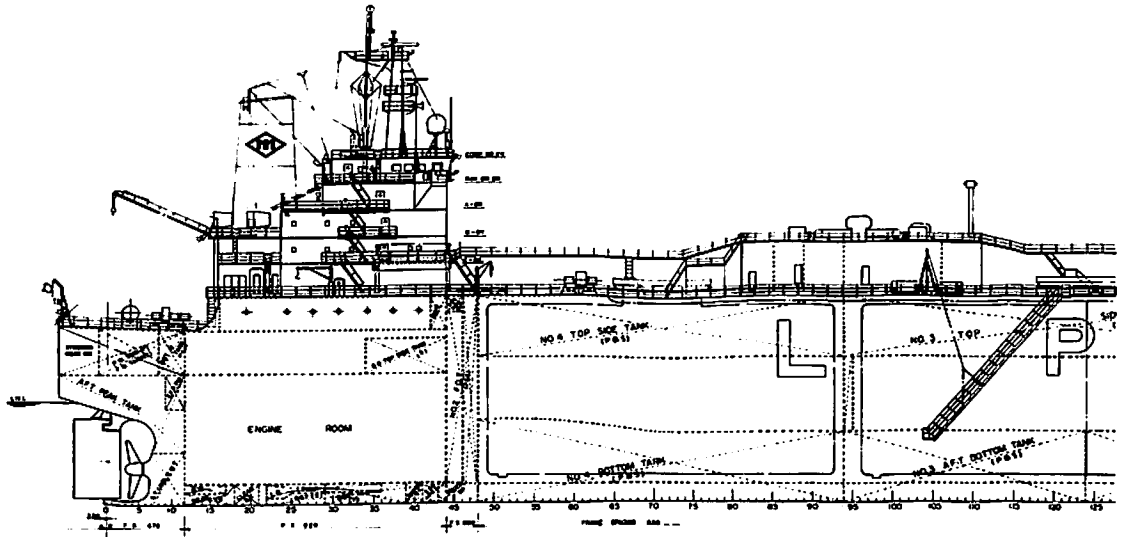
以上“ベニー クイーン”建造計画の基本的な構想について、その概略を述べた。LPG運搬船ということで、主としてLPG関係を対象としたが、船体、機関、電気の各部共最初に述べた1)~4)のテーマを基に計画されているのは言うまでもない。

ついでながら本船のガストライアルの結果からみて、カーゴタンクの防熱、再液化装置、カーゴポンプ等の性能、およびガス置換作業の効率、時間等も予期していた以上のものであり、計画当初の段階で造船所に申入れていた「初めてのLPG運搬船であり、重要箇所は余裕をもってデザインして欲しい」という基本構想が十分に生かされたものと思っている。

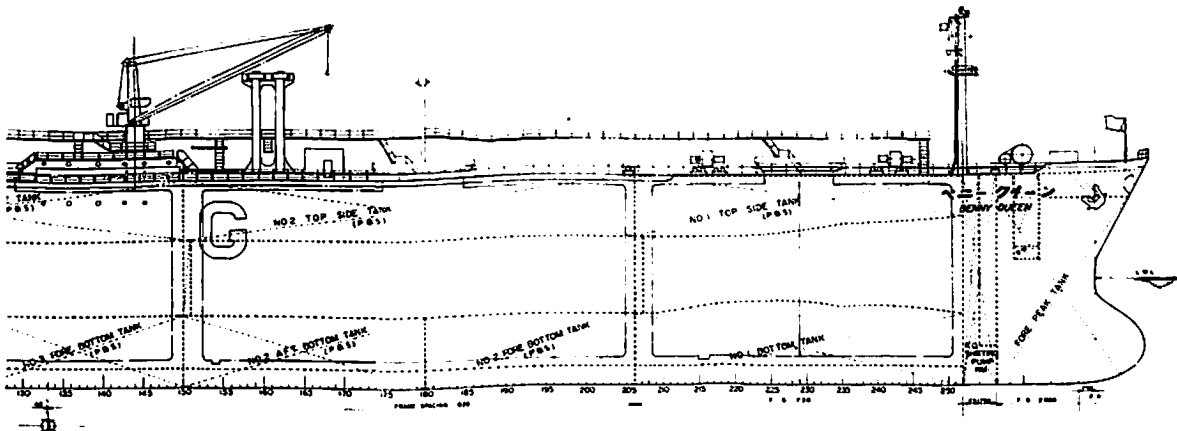
本船は唐津におけるガストライアル終了後、引渡しされ、積地のサウジアラビア国ラスタヌラ港でプロパンおよびブタンを無事積み込み、本年1月初め大分港に帰港した。

最後に本船の計画から竣工にいたるまで、ご協力、ご指導を賜った丸紅、三井液化ガス、運輸省および東海海運局、日本海事協会本部および名古屋支部、名古屋税関、日本海事検定協会、日本鋼管の関係各位に誌面を借りて感謝申し上げる次第である。

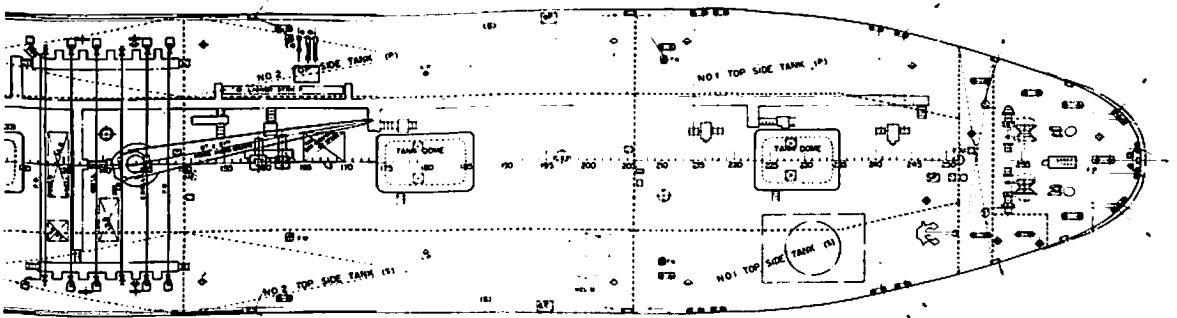
GENERAL ARRANGEMENT of



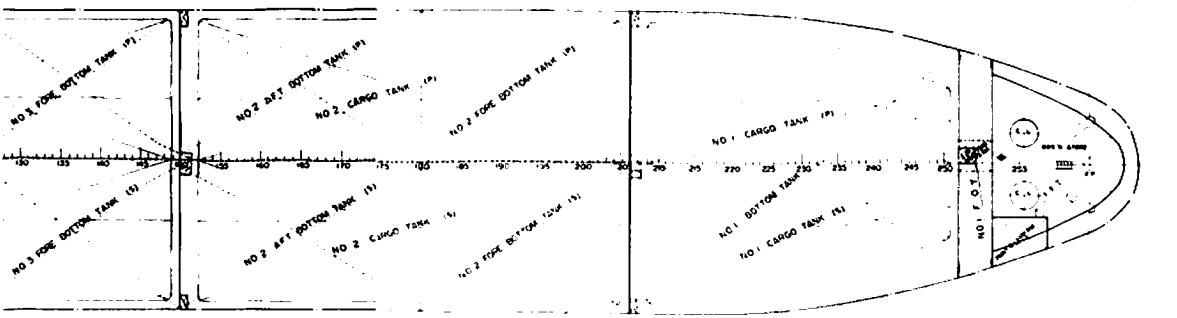
70,000M³ Type LPG Carrier "BENNY QUEEN"



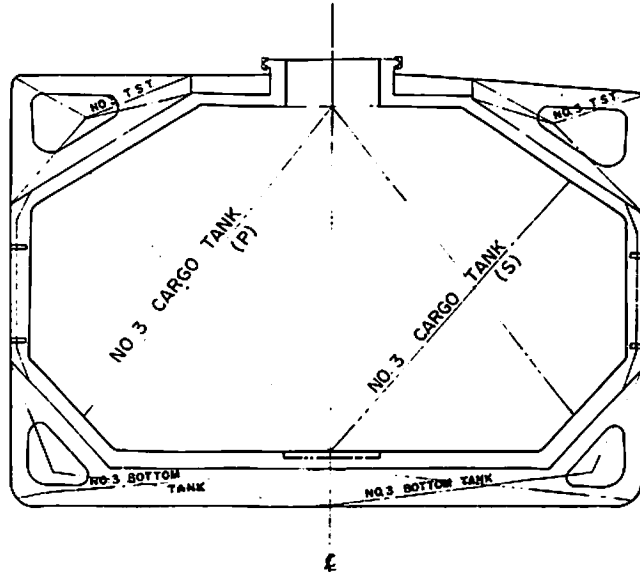
UPPER DECK PLAN



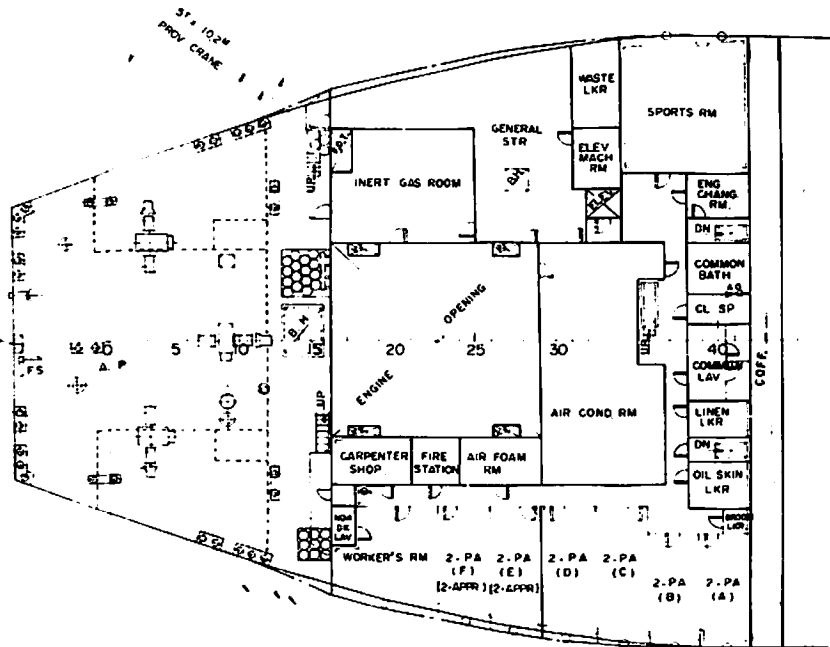
TANK ARRANGEMENT



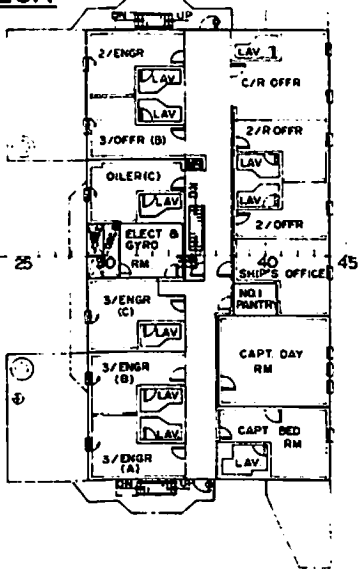
MIDSHIP SECTION



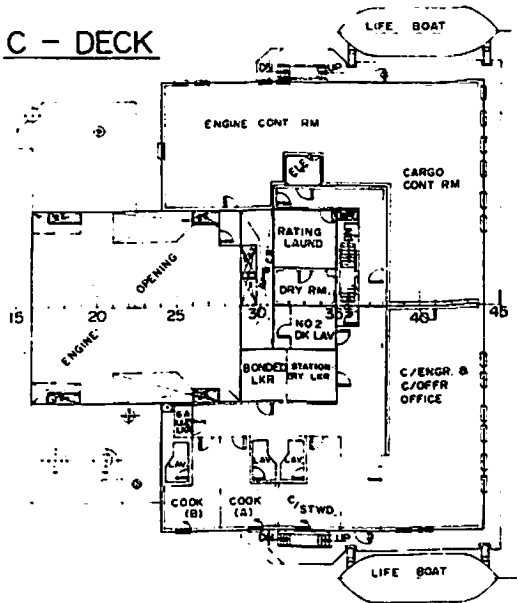
MOORING DECK



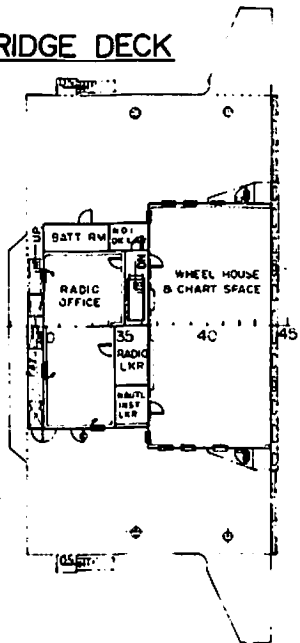
A - DECK



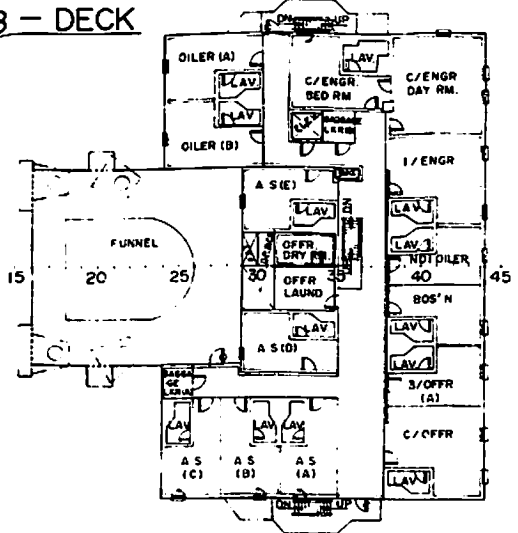
C - DECK



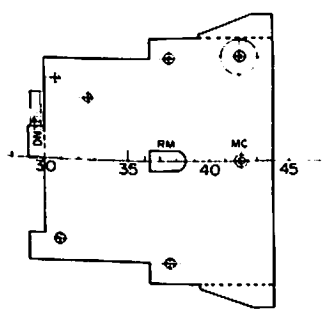
NAV. BRIDGE DECK



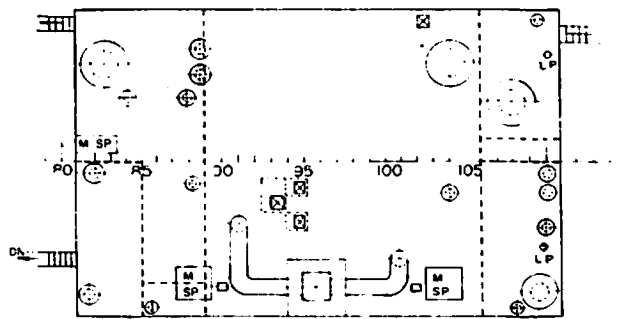
B - DECK

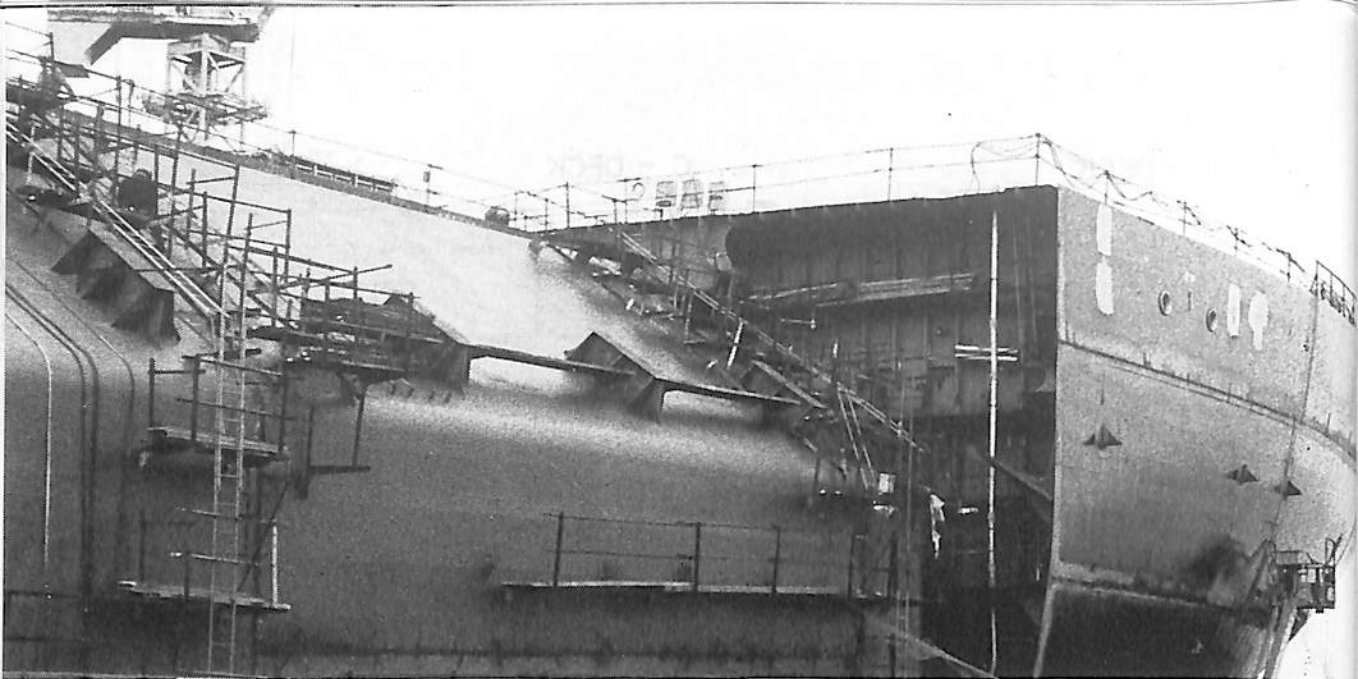


COMP. BRIDGE DECK



L.P.G. RELIQUEFACTION PLANT RM. etc. TOP





70,000M³型LPG船 "ベニー クィーン" の設計と建造

On the Design & Building of 70,000 M³ Type
LPG Carrier "BENNY QUEEN"

by Ship Design Dept., Tsu Works, Nippon Kokan,

日本鋼管・津製作所造船設計部

1 はじめに

低温常圧式の70,000 m³型LPG運搬船"ベニークィーン"について、その設計と構造の概要を紹介いたします。

本船は、昭和海運殿のご発注により、当社津製作所において、第72番船として昭和55年12月19日起工、翌56年4月10日進水、同11月29日無事に竣工、引渡しを行った。

本船は、船主殿の豊富なLPG船の運航経験に基づいたご指導と、LNG船およびLPG船のシステム・エンジニアリングに多大な経験を持つ、フランステクニガス社との技術提携により、タンク・システムおよびカーゴハンドリング・システムについて技術協力を得て、基本計画から設計および建造を行ったものである。

2 本船の概要

(1) 本船適用規則

本船建造にあたり下記を適用した。

日本海事協会の液化ガス船のIMCOタイプIIGに関連するNotation他SOLAS, 1974 With PROTOCOL 1978およびMARPOL 1973 With PROTOCOL 1978, IMCO Regulation A 328 (IX) Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk

更に米国へ入港する為に必要な"USCG Letter of Compliance"も取得できる設計となっている。

(2) 主要目等

全長	224.50 m
垂線間長	214.00 m
型幅	32.20 m
型深さ	22.00 m
夏期満載吃水(指定)	10.96 m(型)
総トン数	42,930.47 T
純トン数	28,278.59 T
航海区域	遠洋区域
船級	NK NS*, MNS* & M0

試運転最大出力 (NSO) 16.75 ノット
 航海速力 15.4 ノット
 航続距離 18,300 海里

最大搭載人員 30名 (予備4名を含む)
 カーゴタンク容積 70,793 m³
 バラストタンク容積 25,888 m³
 燃料タンク容積
 F. O. 2,969 m³
 D. O. 342 m³

主機

2サイクル単動過給機付ディーゼル機関
 (B&W 7L67G FCA) 1基
 連続最大出力 15,200 ps × 123 rpm
 常用出力 12,900 ps × 118 rpm

発電機

ディーゼル発電機 (800 KW) 3基
 ターボ発電機 (520 KW) 1基
 非常用ディーゼル発電機 (126 KW) 1基

蒸気発生装置

排ガスエコノマイザー 1基
 補助ボイラー 1基

(3) 高度合理化船

本船は第36次計画造船として、政府の利子補給の

対象船であり、高度合理化船省力化設備の要件を満たしている他、乗組員18名による運航を目指した改良設備が装備されている。

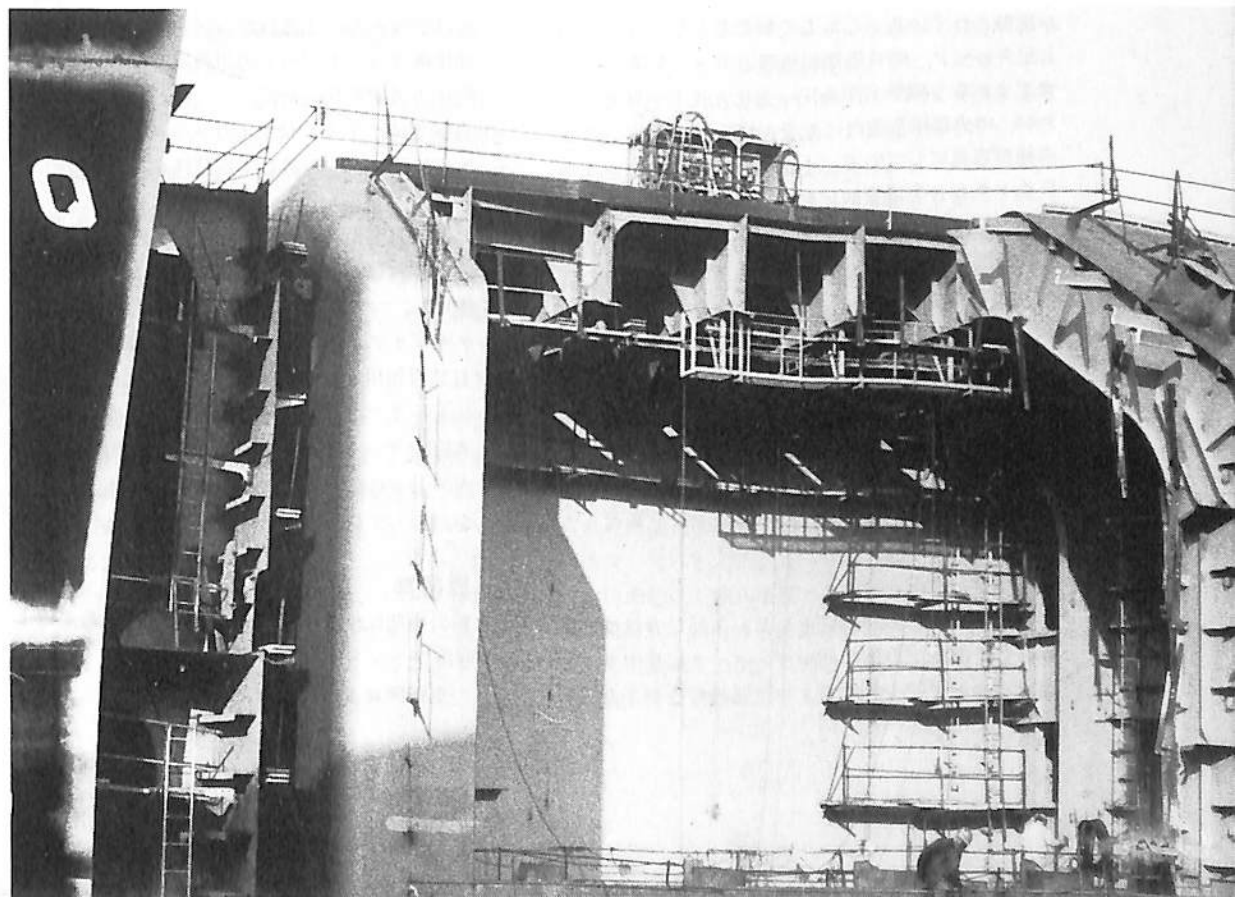
- (a) M-0 (機関室無人化) 取得
- (b) 機関制御室からの主機上段テレビ監視
- (c) 機関工作室内へCRT表示器設置
- (d) 船内通信装置の拡充
- (e) 燃料油タンクの遠隔液面監視装置および高位液面警報装置
- (f) 荷役関係弁の遠隔制御装置、各種計測機器の遠隔表示装置
- (g) 荷役装置の遠隔操縦装置
- (h) バラスト注排水の遠隔制御装置
- (i) 係船ウインチの遠隔操縦装置
- (j) 荷役制御室と機関制御室の居住区内同一室化
- (k) 居住区のグレードアップ

3 船体部

3.1 船体構造

船倉部の船殻構造は、上甲板、トップサイドタンク、船側外板、ホッパー部を有する二重底等から構成されている。一般配置図に示すように、カーゴタンク部を除けば、当社として多数の実績が有り、構造強度上の信頼度の高いバルクキャリアと殆んど同

船首よりLPGタンクの内部



じ構造を採用している。

カーゴタンクの配置上、各貨物倉が約40mと長くなっているため、船体強度は二重積付/二港揚荷状態を含めて慎重に検討を行ない、計算結果の確認はカーゴタンクの水圧試験時に行なった。タンクと各種支持構造がLPG船特有であるので、前述の水圧試験時に、相互の間隙計測も行なって万全を期している。

更に、航海中万一、ホールドにLPG液が漏洩しても安全に保持するための二次防壁としてカーゴタンクに面している二重底内底板、船側外板、トップサイドタンクの底板、上甲板、横隔壁にはカーゴタンク同様にアルミキルド鋼 (KL 24B, 24A) を使用している。

カーゴタンクと二次防壁との隙間は、防熱工事および就航後のメンテナンスの便を考慮した寸法とした。

居住区および再液化室内の防振設計については特に留意し、試運転時に実施した振動計測の結果、満足すべき範囲内にあることが確認された。

3.2 船体艦装

(1) 係船装置およびクレーン

係船機は船首部に2台 (揚錨機と兼用)、船尾部に3台、上甲板前後部に3台、計8台であり、16のドラムが備えられている。中央部にはLPG荷役ホースを吊上げるためのホースハンドリング・クレーンが配置されている。これらの駆動源としては係船機、上記クレーン、船首部燃料油移送ポンプをすべて一台でまかなう電動高圧油圧一元化方式のパワーパックが、中央部甲板室内に配置され、経済的かつ保守点検を容易にしている。また空気駆動式タグラインウインチ6台を効果的に配置して、タグボート作業の便宜を図っている。

揚錨機兼係船機	2台
43 T × 9 m / 分	
12.5 T × 15 m / 分	
係船機	6台
12.5 T × 15 m / 分	
ホースハンドリングクレーン	1台
5 T	
タグラインウインチ	6台
0.5 T × 40 m / 分	

(2) 管装置

バラスト管は独立配管とした。主要な弁は油圧駆動とし、機関室直前のバルブスペースに集中させ電磁弁を介して荷役制御室より遠隔操作を可能とした。

燃料油管はマニホールド前後および居住区前にショアコネクションを設け、燃料積込の便を図った。居住区前面に燃料油タンクの集中液面監視盤を装備している。

バラストポンプ (電動渦巻式)	2台
1,000 m ³ /h × 40m	
バラストタンク液面計	各タンク1台
吃水計	2台
燃料油タンク液面計	各タンク1台

(3) 消火装置

・貨物区域用として、通常の海水消火装置の他に下記の消火装置を装備している。これらはいずれもIMCOガスコードの要件を満足している。

- 固定式ドライケミカル消火装置 (上甲板貨物区域用)
- 水噴霧装置 (居住区前壁、ローディング・ステーション、ドームトップ、再液化装置室および電動機室隔壁)
- 固定式炭酸ガス消火装置 (再液化装置室および電動機室)
- 窒素ガスインナーティング装置 (再液室)
機関室には、海水消火設備と泡消火装置を装備している。

(4) 居住区

- 上甲板下に一層居住区画を作り、空気調和装置室、港務班員居室および体育室等を設け、上甲板は公室とし、2層目から居室を設けた。また油圧機器は、上甲板上の甲板室へ設置して騒音防止に考慮を払った。
- 各居室に、トイレ付シャワーユニットを置き、さらに冷蔵庫を設置して居住性を高めた。

(5) カーゴコンピューター

日本鋼管にて開発した "LOADCAL" を搭載している。これはハードに市販のマイクロコンピュータを使用し、ソフトを独自に開発したものである。バルクキャリアにはすでに7隻、の実績があるが、今回LPG船用としてバージョンアップして、トリム、スタビリティ、縦強度計算に加え、商取引に使用する認定タンクテーブルを記憶させ、短時間にタンク内のLPG液およびガス量が計算できるプログラムを追加している。

4 機関部

本船の機関部は、粗悪油対策と省エネ化を主眼とした経済プラント構成となっている。

4.1 主機関および軸系装置

機関制御盤から
荷役制御盤を見る



本船は三井B&W7 L67GFCA 2サイクル単動クロスヘッド形過給機付ディーゼル機関（最大出力15200馬力、回転数123RPM（NSR））を装備した1基1軸推進機関である。また5,000秒（RWNa1）までの低質油を使用できるよう計画されていると同時に、ディーレーティングを行ない、燃費の向上を図っている。

プロペラは4翼のキーレスプロペラ（直径6,200mm）であり、また船尾管シールは、初期より予備シールリングを組み込んだ安全設計タイプを採用している。

4.2 発電機用原動機

T/G用蒸気タービンを一台装備し、D/Gは省エネの観点からブレンド油を使用できるよう考慮されたディーゼル機関を3台装備している。非常用発電機は、ディーゼル駆動機関を1基装備している。

4.3 蒸気発生器その他

航海中は、主機排ガスエコノマイザーの発生蒸気によりTGシステムの運転および一般雑用蒸気源として利用し、機関プラントの熱効率の向上を計っている。また補助ボイラーは堅形水管ボイラー（圧力9kg/cm²G、蒸発量6000kg/h）1基を装備している。その他の省エネ対策として、主機冷却海水用ポンプとして可変流量ポンプを採用し、電力消費の削減を計っている。

4.4 機関部計装

自動化および計装は“NK-M0”を適用している。主機は操舵室および機関制御室から遠隔操縦され、また機関制御室は居住区画内2層目の、カーゴ制御室と同一室内に配置されている。コンソールは、主機操縦台、監視計器盤、データロガーを中心機器とし、その端末機器としては操作盤、CRT表示器、タイプライター、警報用プリンターを装備している。

またECRには、主機上段が監視できるようモニターテレビを備えている。機関室内の工作室にはエ

アコンを配置し、ECRと同じCRT表示器を置き、日常の整備作業に従事しながら機関の監視ができるようにしている。

4.5 機関室配置

機関室は三層の甲板で構成され、主機上段と同一甲板にT/G、D/G、FO清浄機、工作室等を配置し、置タンク類は第3甲板右舷側に集中して配置し、保守点検に便利なるよう考慮している。

予備品格納方式は、集中管理方式を採用しており、セントラルスターを居住区画の最下層に設けて、船機電の小型予備品の管理を容易に行なえるよう考慮している。

5. 電気部

本船は通常電源装置として、排ガスターボ発電機（675KVA）1台、ディーゼル発電機（1000KVA）3台を、また非常電源装置として、非常ディーゼル発電機（180KVA）1台と、200AH鉛蓄電池1組とを有しており、バラスト航海時を除く通常航海時、荷役時および出入港時は、ターボ発電機とディーゼル発電機2台との並行運転にて船内負荷への給電を行うように計画されている。このため自動同期投入装置、自動負荷分担装置を装備するとともに、ターボ発電機の使用率を高めて省エネを図るべく、常にターボ発電機に定格負荷を負わせて運転し、その過剰分をディーゼル発電機で負担させる“オーバーフローシステム”を採用している。

主配電盤および重要補機、荷役機械用集合始動器盤は機関室内上部に集中配置され、居住区画に設けられた機関部および荷役部共同の集中制御室より遠隔監視、操作が可能となっている。

船内通信は共電式電話（2系統）、自動交換式電話（64回線）、船内指令および操船指令装置、本質安全防爆電話によるが、この他に機関室内、および暴露甲板上での通信に適した本質安全型トランシーバ

を備え、乗組員相互の連絡の便を図り、少人数での操作を容易にしている。

航海装置としては、ジャイロコンパスおよびオートパイロット1式、レーダ2台、NNS S受信機1台、衝突予防装置1式、デッキ受信機1台、方位探知機1台、ドプラススピードログ1台、音響測深機1台、風向風速計1台等を装備している。将来、ロランCの装備が可能ないように関連設備を装備している。

無線装置としては、1.2 KW主送信機、補助送信機、補助受信機各1台、および主受信機、国際無線電話各2台を装備している他、気象ファクシミリ2台、海事衛生通信装置1式を備え交信機能の強化が図られている。

6 LPG部

6.1 LPG部要目

- | | | |
|-----------------|---|----|
| (1)貨物タンク | 独立方形型 | 4基 |
| | (IMCOタイプII G, 独立形タンクタイプA) | |
| 対象貨物 | 液化プロパン, 液化ブタン | |
| 最低設計温度 | -46°C | |
| 最高設計圧力 | 0.25 kg/cm ² G | |
| (2)荷役ポンプ | 電動サブマージ遠心1段形 | |
| | 500 m ³ /h × 100 m LPG | 8台 |
| (3)再液化装置 | 直接圧縮方式 | |
| | 130,000 Kcal/h | 4台 |
| (4)リターンガス圧縮機 | | 1台 |
| (5)常温加圧LPG払出し装置 | | |
| (a)ブースターポンプ | 電動遠心一段形 | |
| | 500 m ³ /h × 11 kg/cm ² G | 1台 |
| (b)LPGヒータ | 水管式横型 | 1台 |
| (6)冷却海水ポンプ | | |

- | | | |
|----------------|-----------------------|----|
| (a)圧縮機用 | 電動遠心式 | 1台 |
| (b)LPGヒーター用 | 同上 | 1台 |
| (7)イナートガス装置 | | |
| (a)イナートガス発生装置 | 50 Nm ³ /h | 1台 |
| (b)イナートガス蓄圧タンク | | 1基 |

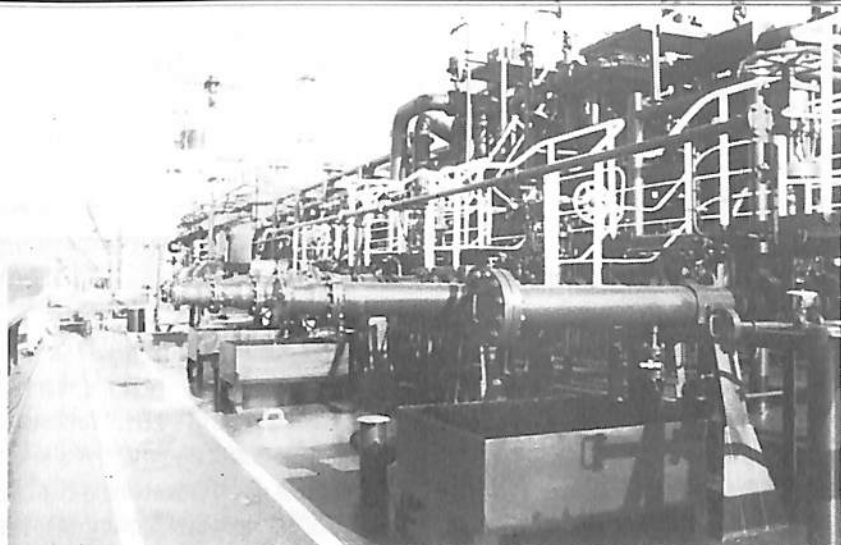
6.2 カーゴタンクおよび同支持構造

カーゴタンクは方形独立型で、中心線縦通水密隔壁、横置制水隔壁およびトランスリング等の主要部材により構成されている。またカーゴタンク頂部中央にはタンク内のパイプ類の貫通および通行用のため、ドームと呼ばれる突起部を有している。

カーゴタンクは重力加速度のほか船体運動により、前後、左右、上下方向の加速度を受ける。そのため、横置制水隔壁の上下には前後方向荷重を支持するアンチピッチングキーを、中心線縦通隔壁の上下には左右方向の荷重を支持するアンチローリングキーを配置した。また船体二重底上にはタンクおよびLPGの荷重を支持するタンクサポートを設けている。さらに外板の損傷によるカーゴタンクの浮上を防止するため、タンク側部のトランスリングの上にアンチフローティングチョックを配置した。

カーゴタンクは、IMCOガスキャリア・コードの「独立タンク タイプA」として設計されており、規定に定められた設計条件を満足しているほか、タンク内に任意の液位の積載状態で運航が可能のように、またLPG荷役中においては、中心線縦通隔壁で仕切られる左右のタンクに多少の液位差が生じても良いように設計されている。LPGの通液コースについては荷役時間の短縮をはかるため、カーゴポンプを設置したサンプウエル周囲を中心に、タンク強度上可能な限り多数の開孔を設けている。





マニホールドより
ブリッジを見る

タンク、キーおよびサポートの材質は、タンク隅部に2.5%ニッケル鋼を、その他はアルミキルド鋼(KL24B)を使用している。また、タンクの溶接施行にあたっては十分な検査を行なうと共に、全ての溶接部でX線検査を行ない良好な溶接が施行されたことを確認した。

カーゴタンク本体の強度については、建造中に実施したNo.3カーゴタンクの水圧試験時に、タンク内部構造部材の応力計測を行なった結果、計測値と計算値が良好な構造で一致することを確認すると共に、カーゴタンクが十分な強度を保持していることを確認した。

6.3 保 冷

貨物タンクの保冷は、タンク外面に120mm厚にポリウレタンフォームを現場発泡し、その上を0.3mm厚の亜鉛引鉄板で保護する方法を採用した。また低温のガスおよび液が常時流れる配管には、約40mm厚のポリウレタンフォームを外側に現場発泡し、その上を0.8mm厚の耐食アルミ板で保護する方法とした。工事においては、材料の納入、貯蔵、工事の施工、品質管理など綿密なる管理体制の下で行なわれた。

6.4 荷役装置

船体中央部にマニホールドとして、液用3本、ガス用2本の横走り管を設け、2種の荷物を同時に積荷、揚荷可能とした。マニホールド付近に、これら

液、ガス、再液化戻り液を各タンクへ分配する弁集中制御リングが配置され、各タンクへのプロパン、ブタンの全ての積分けケースを制御可能としている。タンク内には、ドームを貫通して液積込管、液揚荷管、タンク保冷管、ホットガス管、ガス採取管が配管されている。

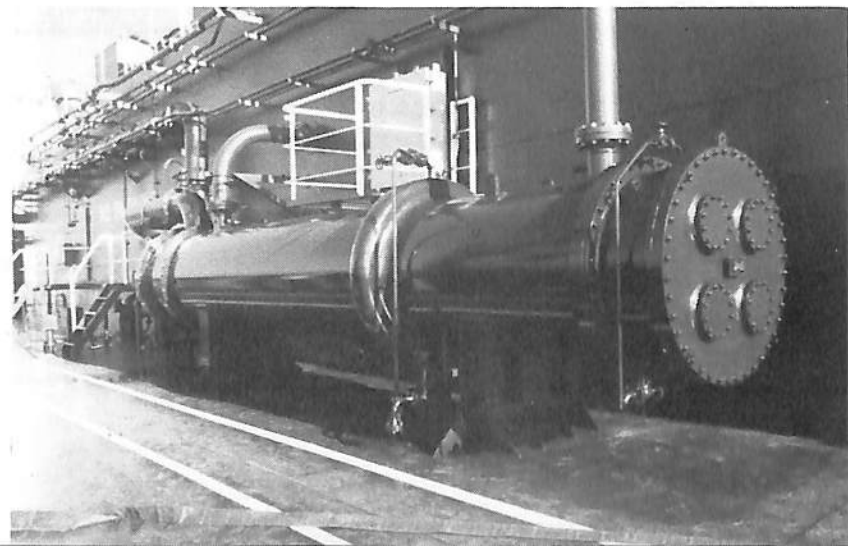
揚荷は、貨物タンク後方底部のウエル内に配置された左右舷各1台ずつの荷役ポンプにより行なう。

またタンク中心線上縦通水密隔壁下部に隔壁弁が装備され、万一の場合、左右舷のタンクを一体化することができるようになっている。マニホールドの液横走り管の内、1本は常温加圧LPG払い出しのためのものである。これは船の低温常圧LPGをブースターポンプとLPGヒーターにより、常温加圧式のLPGタンクへ揚荷する装置である。荷役作業時および通常航海中に操作が必要となる上甲板上の主要な弁は、遠隔油圧駆動とし、荷役制御室から制御できるようになっている。

6.5 危急遮断システム

IMCOガスコードに定められたマニホールド弁の危急遮断システムが採用されており、貨物区域での火災、貨物タンクの圧力異常低下等が生じた時、マニホールド弁は自動的に閉鎖される。さらにタンク液面異常高位に対しても、あふれ出し防止システムが働き、マニホールド弁を自動閉鎖する。

LPGヒーター
低温LPGを常
温LPG液にす
る。



貨物タンク周囲のインターバリアスペースへのイナートガス補充および荷役配管パージのため、居住区後部の一面にイナートガス装置が設けられている。

6.6 再液化装置

4台の再液化装置が、ボイルオフガス処理の目的で上甲板上再液化装置室に配置されている。

すべての積分けケースに対して、3台を常用とする計画であり、1台は予備である。コンプレッサーは世界的に実績のある堅型タイプを採用した。

装置中の弁切り換えにより、荷役時のガスの移送およびホットガスの製造を行なうことができる。

装置の主要な計器の監視および容量制御が、荷役制御室からもできるようになっている。

6.7 計装

貨物タンク、荷役配管、荷役ポンプ、再液化装置等の遠隔制御、集中監視が行えるよう、荷役制御室には種々の計装機器を装備している。

その主なものは、次の通りである。

(a)液面計測装置

貨物タンクには、主液面用各2点、ウエル部用各2点の本質安全防爆型フロート式液面計を設け、その液面計により高低液位検知も行なわれる。また各2点の本質安全防爆型フロートスイッチにより、異常高液位が検知される。インターバリアスペースには、漏洩検知のため、ウエル部に各2点の本質安全防爆型フロートスイッチが装備されている。

(b)圧力計測装置

貨物タンクには各1台の圧力計を設けた。高低圧警報が他の圧力計により行なわれる。さらに異常低圧を検知し、危急遮断システムを作動させるシステムも設備されている。インターバリアスペースには圧力計が設けられ、圧力制御の必要性を知らせる高低圧警報が行なわれる。

その他LPG配管系として、荷役ポンプ吐出圧力計および低圧警報、弁集中制御リング部圧力計、再液化装置及びリターンガス圧縮機の吸入、吐出圧力計等が装備されている。これらのうち貨物タンク、荷役ポンプ、再液化装置等の主要なものは、本質安全防爆型電気変換式の、他は空気変換式の圧力計としている。

(c)温度計測装置

貨物タンクに各9点の、インターバリアスペースウエル部に各2点の本質安全防爆型白金測温抵抗式温度計を設け、荷役制御室で自動記録している。

また、再液化装置およびリターンガス圧縮機の各吐出管に、本質安全防爆型測温抵抗式温度計を設け、表示および高温警報を行なう。

(d)ガス漏洩検知装置

インターバリアスペース、再液化装置室、電動機室、その他危険ガスが漏洩、滞留する可能性のある場所に合計28点の検出端を設け、荷役制御室内に設置された接触燃焼反応式の固定ガス検知装置に吸引して、危険ガスの有無が判定される。居住区内には、固定式の接触燃焼反応式の検知装置が配置されている。

上記の外に、現場指示の計測装置が多数設けられて、荷役、運航に必要な情報が容易に得られるようになっている。さらに操舵室に、タンク液面、圧力等の表示および主要な警報がグループ化されて延長されている。

7 おわりに

当社はじめての低温式LPG船建造であったため、船主殿のご支援を頂きながら、造船部門が丸となって建造に当りました。

テクニガス社から、基本計画、設計、建造の各段階において技術者派遣を含めて、緊密な協力体制が確立しました。

ガストライアルについては、丸紅殿および三井液化ガス唐津製造所のご協力で、非常にスムーズに終了し、テクニガス社から賞賛の言葉を頂きました。現在はペルシャ湾～日本間の航路に就航し、順調な運航を行なっております。

最後に誌面をお借りして、本船の建造に当り、絶大なるご指導、ご協力を頂いた荷主殿、船主殿をはじめ管海管庁、税関、日本海事協会殿に心より感謝の意を表すると共に、本船の航海の安全と乗組員ご一同のご多幸を祈ります。

Ship Building News

IMCO資料室が昨年11月より開設されている。74年SOLAS条約の第一次改正もIMCOから送付され次第(3月中旬予定)、IMCO資料室でご覧いただける予定である。

(連絡先)

財団法人造船振興財団 ☎03-502-2371(代)
〒105 港区虎の門1-15-16(船舶振興ビル)
IMCO資料室 5階 内線 312

海外事情

■ “CON-RO” および “RO-RO/LO-LO” 2題

LO/LOのセル付コンテナ専用船は、その高効率荷役と効率的運航性能から、10年間で世界の定期航路を席卷したが、その反面、港湾整備の遅れている寄港地や、重車輻のように物理的にコンテナ化不能な貨物は切り捨てられてきたのも事実である。

一方、RO/RO船は、積載効率や貨物のセキュアリングのためのハンデキャップがあるが、港湾設備に対する適応と荷姿の自由度が大きなメリットである。

これらのコンプロマイズ案としての“CON-RO”または“RO-RO/LO-LO”フリートが今後増加してゆくことは、ある程度確実と思われるので、今回はその二例を紹介しよう。(編集部)

<その1：ポーランドの“CON-RO”船>

フランスのAtlantiqueとCiotatは、ポーランドのPolish Ocean Linesから、22,000 DWT, 21ktのRO-LO型コンテナ船を各2隻受注した。

このハイブリッド型コンテナ船は、一般配置に見る通り、ミッドシップエンジン船で、ブリッジの船首側5ホールドは通常のLO-LO型セル付コンテナ船で、船尾の甲板下はRO-ROのVehicle Deckが船尾から機関室船側まで伸びていて、コンテナ積みトレーラー320本か、雑貨またはMAFIトレーラー上のパレット貨物をRO-ROにて搭載可能である。

船尾の甲板上は、デッキセルが固定で装備されて、甲板上締具なしに4段積み可能である。

Vehicle Deckの下層は2層のプラットホームデッキで、50トンのシザースリフトで荷役する。

スターンランプは、巾7.5m、長さ35mのマック

グレゴリー製で、45トン車(2×2軸)2台か総重量105トンの許容荷重を持っている。

本船の大西洋横断航路の寄港地は、ブレーメンハーフェン、ロッテルダム、ハリファックス(各7時間碇泊)、ニューヨーク(12時間碇泊)、ボルチモア、ウィルミントン(各10時間碇泊)、ターミナル港クジニア(36時間碇泊)の28日ラウンドで、4隻でウィクリーサービスを行なうという。

CON-RO船の主要目

LOA	203.0 m
LPP	185.0 m
B	31.7 m
D(to main deck)	18.8 m
”(to vehicle deck)	12.32 m
d	9.5 m
DWT	22,000 t
コンテナ合計	1,422 TEU
船首ホールド	440 ”
船首デッキハッチ	336 ”
船尾デッキセル	326 ”
RO-ROデッキ	320 ”
航海速力	21.65/20.7 kt

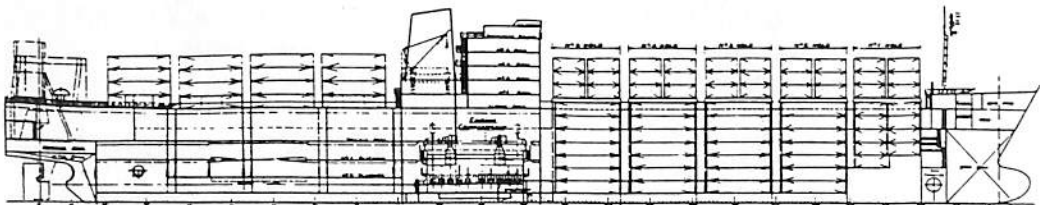
(Shipbuilding & Marine Engineering International '81 9月号)

<その2：“GLORIA DEL MAR”>

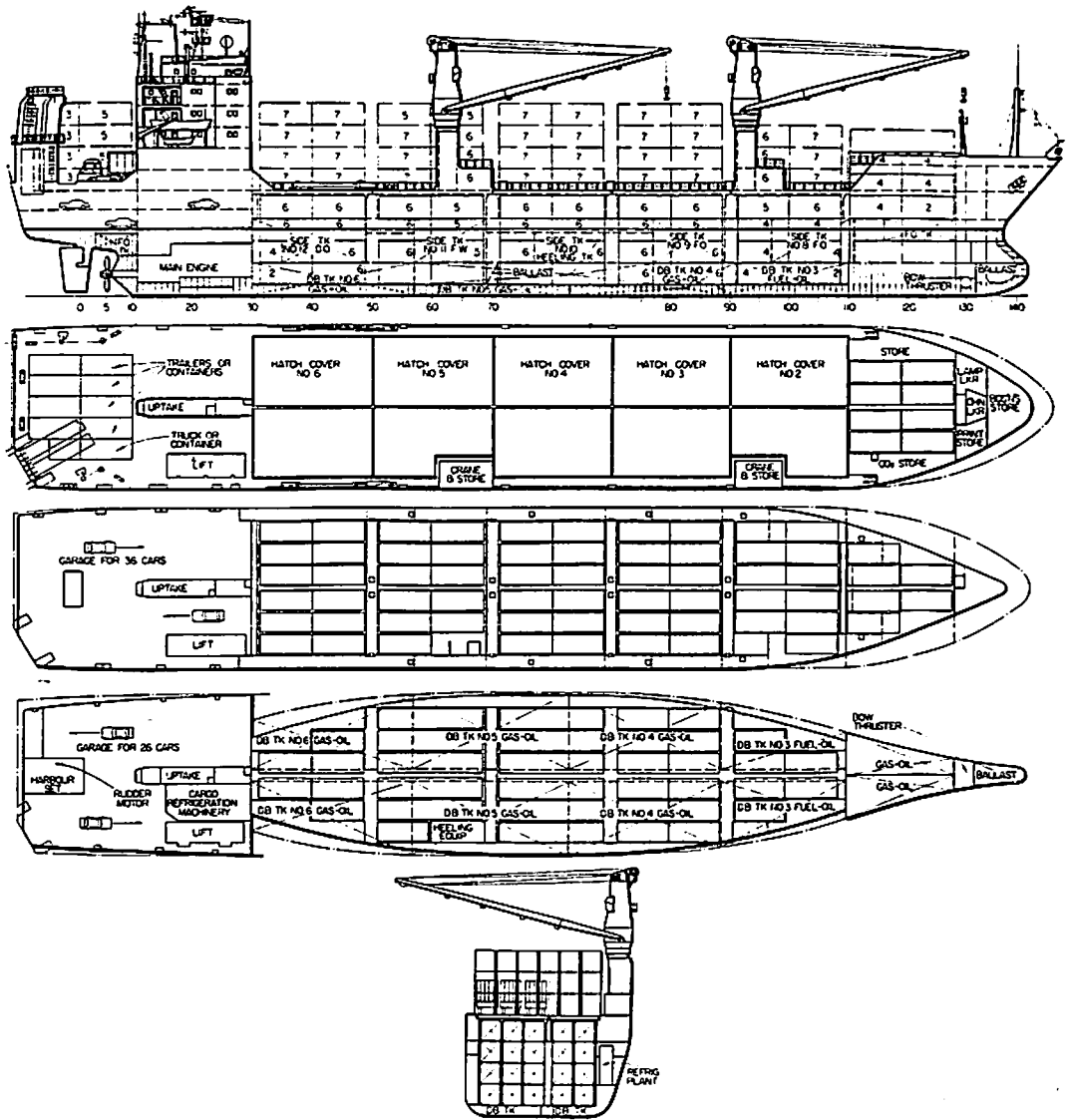
本船は、スペインのVULCANOグループのEnrique Lorenzo Y Cia. S:Aが建造したLO-LO/RO-ROの多目的貨物船である。

RO-ROデッキは53.0mレーン長さあり、155 TEUの冷風方式による冷凍コンテナスペースの他、68ポイントの内蔵式冷凍コンテナも搭載できる。

甲板上は、一般配置図に見る通り、7列4段298 TEU、ホールドはLO-LOにて6列4段235 TEU、合計533 TEUが搭載できるが、特筆すべきは右舷側に装備された2基の30トンクレーンで、コ



CON-RO船の配置図



“GLORIA DEL MAR”の一般配置図

ンテナは勿論、雑貨等も搭載可能である。

この他、船尾と機関室上部には、自動車デッキが配置され、62台の乗用車が搭載できる。

主機は Deutz RBV 12M 540 で 6600 BHP×165 rpm、満載航海速力は 14.5 kt、可変ピッチプロペラとバウスラストを装備した高性能船である。

“GLORIA DEL MAR”の主要目

LOA	122.77 m
L _{PP}	108.00 m
B	19.40 m
D (to top deck)	12.30 m
“ (to main deck)	9.02 m

d	7.9 m
G T	3,975 t
DWT	9,000 t
主機関	Barreras-Deutz RBV 12M 540 出力 6,600 bph (at 630 r/m)

航海速力	14.5 kt
コンテナ (オンデッキ)	298 TEU
“ (ホールド)	235 “
冷凍コンテナ容量	155 “
乗用車	62 台
(The Motor Ship '81 8月号)	

石播、無冷却式過給機“VTR 564-31”を完成

石川島播磨重工業は、かねてより大型ディーゼルエンジン用無冷却式過給機“VTR 564-31”の開発を世界的過給機メーカーであるBrown Boveri & Company社（BBC：本社スイス）と共同で進めていたが、昨年11月12日、同機の完成発表を行なった。

船舶内の電力をまかなうためには専用の発電機用ディーゼルエンジンが、従来使用されているが石油危機以降の燃料費の高騰により省エネルギーの観点から主機関であるディーゼルエンジンからの高温排ガスを利用した新しい発電システムの要求が高まり、こうした要求に応えるため、一般に主機関の排ガスのもつ熱エネルギーを排ガスエコマイザー（ボイラー）で回収し、この熱で蒸気をつくりターボ発電機を駆動するという方法がとられている。この場合、排ガス温度が高いほど、その熱エネルギーを排ガスエコマイザーで効率よく回収でき、この結果蒸気発生量の増大と排ガスエコマイザーの小型化を達成できる。このためユーザーの間では、排ガス温度の上昇が望まれていた。

こうしたニーズにもとづき、石川島播磨およびBBCは、ガスクーリングを無冷却式にした新型無冷却式過給機“VTR 564-31”の開発を行ない、このほど製品として完成させたもので、これにより、従来の水冷式過給機に比べ10℃～15℃高い温度の排

ガスを排ガスエコマイザーの熱源として供給することが可能になった。

石川島播磨重工は、昭和33年以来BBC社から陸船用VTR型過給機に関する技術導入を行ない、現在に至るまで累計6万5千台を越えるVTR型過給機を生産、BBC社とともに世界の過給機市場の過半の実績を有しているが、今回完成した無冷却式過給機“VTR 564-31”の開発にも、こうした数多い過給機製作の経験から確立された設計技術が十分に採用されている。

構造上の特長はつぎのとおり。

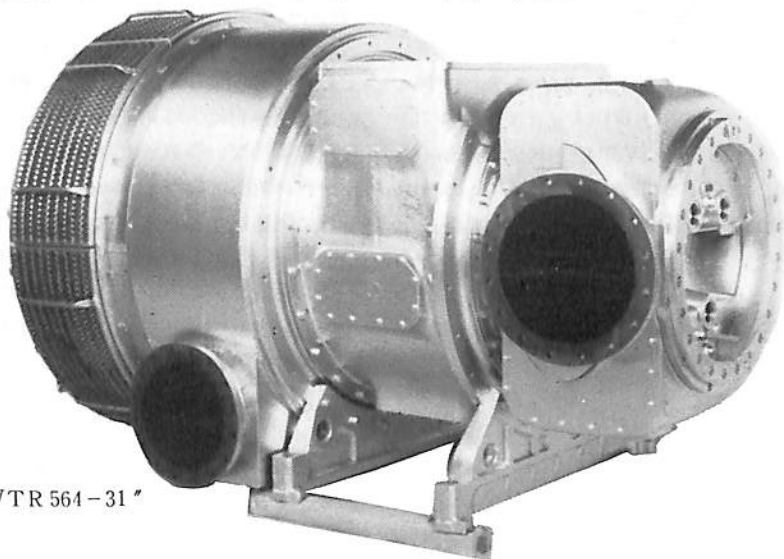
1. 両端支持軸受の採用

ローターは、従来のVTR型過給機と同様に両端支持構造であるため、他社製過給機のローター中央支持構造とちがひ、コロガリ軸受および自己給油方式（エンジンの潤滑系とは別系列の内蔵形潤滑システム）が使用できる。この結果、低負荷でも良好なエンジン性能の確保と潤滑システムの点検・保守が容易である。

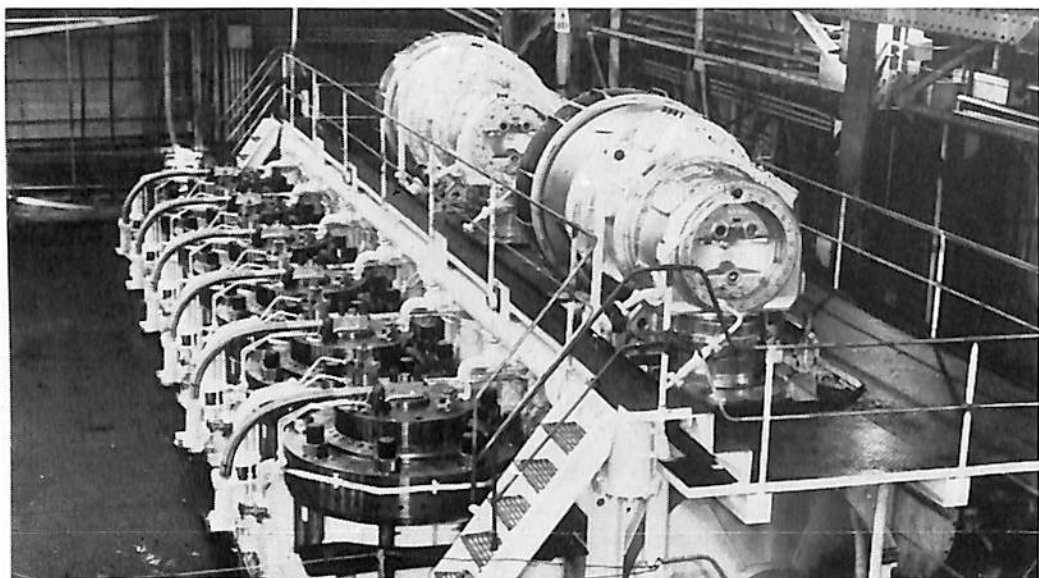
2. タービンケーシングに断熱材を使用

タービンケーシングは、二重壁構造となっており、軸受部を支持する外壁は、ガス通路部の内壁と完全に分離され、その間に断熱材を充填している。このため排ガスの熱損失がない。

3. 従来の水冷式VTR-4型過給機との互換性



“VTR 564-31”



相生工場で実機テスト中の「VTR 564-31」

ガス入口・出口、空気出口の取付脚寸法は、従来の水冷式VTR-4型過給機と互換性がある。また、タービン側ケーシング以外はすべてVTR-4として共通部品である。

なお石川島播磨・BBCは、今回の新型無冷却式過給機「VTR 564-31」の完成に先立ち、各種性能テストを実施し、構造上・強度上の性能を確認する一方、同社相生工場においてIHI-Sulzer 6RLA90ディーゼルエンジンに「VTR 564-31」を2台搭載し、実機によるエンジン性能および過給機性能の確認テストを実施した結果、計画通り良好な結果を得たことから、予定通りのスケジュールで販売を開始することを決めた。なお、「VTR 564-31」の月間販売台数は、当面、20台を予定しているという。

以下にIHI-BBC VTR-4シリーズ（無冷却式）排気ガスタービン過給機の構造、性能テスト、利点等について同社発表資料の一部を掲載した。（編集部）

IHI-BBC VTR-4シリーズ（無冷却式）排気ガスタービン過給機について

構造の概要

無冷却式過給機は、水冷式「4」シリーズのコンプレッサ、タービンのコンポーネントおよびそれらの配列と同一であり、「0」、「1」シリーズから採用されている信頼性のあるロータの両端支持構

造を踏襲している。

この構造は、他社製過給機のロータの中央支持構造にくらべ、コロガリ軸受および自己給油方式を適用できる特長がある。これらは機械効率の改善に役立ち、特に低負荷での良好なエンジン性能の確保に有利である。また、潤滑油システムの保守も簡便である。

タービンケーシングは二重壁構造であり、軸受部を支持する外壁は、ガス通路部の内壁と完全に分離し、その間に断熱材を挿入している。

また、高温の内壁は、熱膨張を吸収できる構造である。

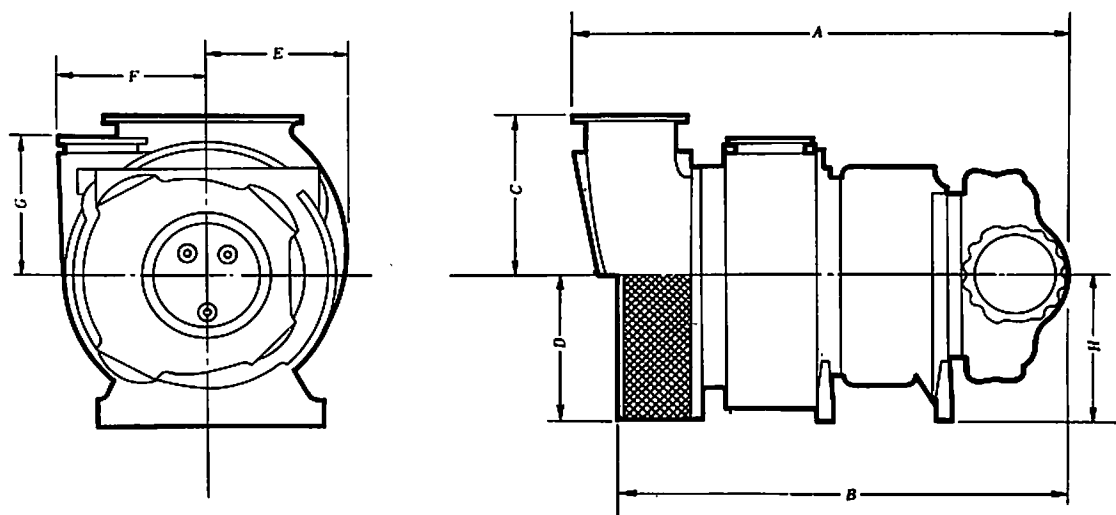
なお、潤滑油温度を許容値内に保つため、タービン側の油溜り部は水冷却である。但しこれはガス通路部と断熱材により完全に遮断されており排ガス温度に影響のない構造である。

また、内部清掃や補修時に必要な回転部の抜き出しは、過給機ケーシングからガスおよび空気の配管を取り外すことなく可能である。

単独性能テスト

無冷却式過給機VTR 564-31を試作、各種テストを実施の上、結果の検討を行ない流力性能等と共に、優れた回転安定性を有することを確認している。

コンプレッサおよびタービンの流力性能は実稼動中の水冷式「4」シリーズと同等以上であり、優れたコンプレッサ効率、タービン効率および総合効率を有している。単独テスト時の総合効率は68%を得



Type 形式	VTR354	VTR454	VTR564	VTR714	
Dimension 寸法	A(max)	1,764	2,221	2,796	3,150
	B(max)	1,626	2,042	2,563	3,210
	C	588	740	930	1,173
	D	2,212	2,748	3,424	4,380
	E	1,016	1,280	1,620	2,040
	F	525	660	832	1,051
	G	508	540	806	1,014
	H	556	700	870	1,110
Weight(max) 重量(最大)kg	1,800	3,500	6,400	12,500	

“4”シリーズの外形寸法図

ている。

タービンケーシングの表面温度は、無冷却式の場合、ケーシング表面は自然放冷であるが、ケーシング内に断熱材を充填した二重壁構造により、フランジ部分を除いて100℃以下である。

騒音レベルは水冷却式と同等である。コンプレッサ側は水冷却式と同一構造であり、タービン側もその構造により、騒音レベルは十分低い値である。

耐久性およびエンジン搭載テスト

単独性能テスト終了後、繰り返し熱負荷テストを実施した結果、構造上、強度上異常なく、外側ケーシングで安定した構造を保ち、内側ケーシングで熱変形を吸収する方式は、十分信頼できるものであることを確認している。

その後、当社相生工場でIHI-Sulzer 6RLA90(98R/M×21,600PS)にVTR564-31を2台搭載し、エンジン性能と共に、過給機性能の確認テストを実施した。結果は良好な性能であり、構

造上もガス洩れ等の不具合点はなく無事終了した。エンジン搭載状態で総合効率66~67%を得ている。

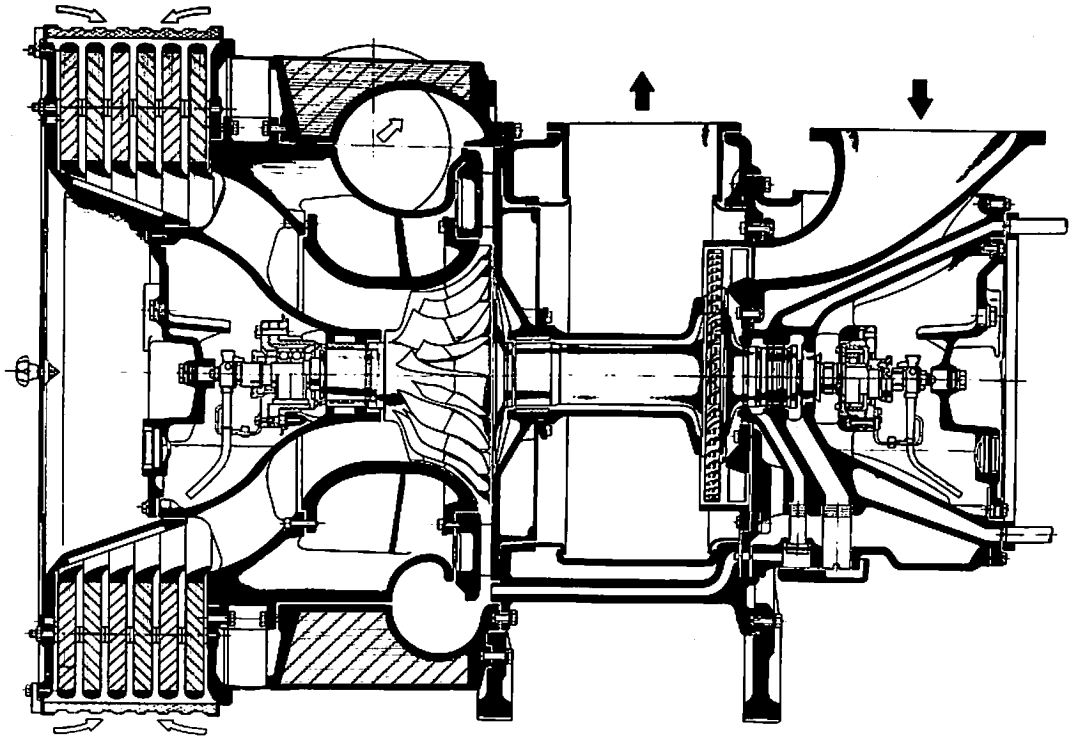
テスト後の開放検査結果も特に異常な点はなく基本構造の信頼性は十分である。

利点

エンジンプラントの省エネルギーとして、前記のように排ガスエネルギーを利用する排ガスエコノマイザと、ターボ発電機を用いた発電システムが、最近、多く用いられている。排エコの性能、大きさは過給機のタービン出口ガス温度(排エコ入口ガス温度)の高低に影響される。

無冷却式過給機は冷却式過給機にくらべ冷却熱損失がなく、過給機内でのガス温度の低下が少なく排ガス温度を高く保持できる。

排エコでの効果は、例えば既就航船で、従来の水冷却式を無冷却式に変更する場合には排ガス温度が7℃上昇すると仮定して発電システムに必要な蒸発量は、運転負荷を80%から75%まで下げても確保可



無冷却式過給機断面図

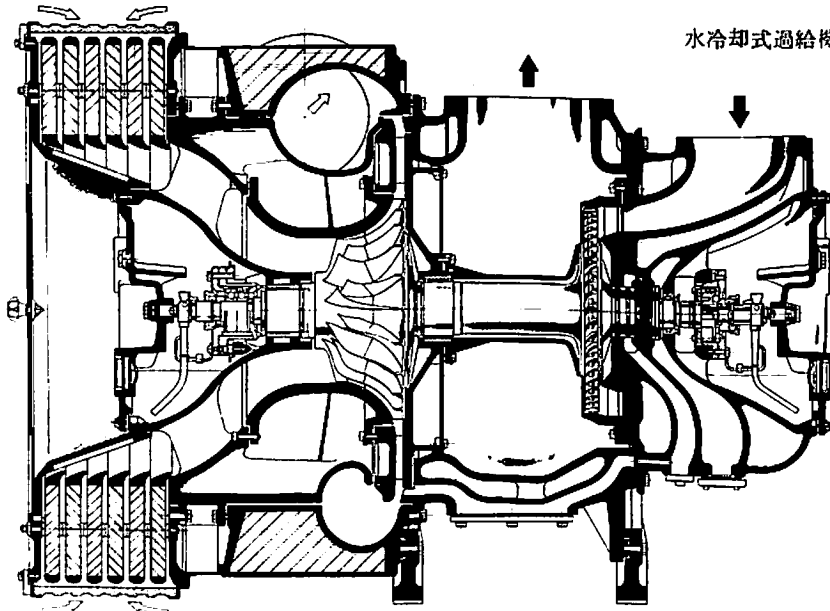
能であるため、減速運転時に有利である。

また、運転負荷を同一とし、船内所要電力等の使用条件を同一とすれば、単純な計算で排エコの伝熱面積を約15%減少することが可能である。これは排エコのイニシャルコストの低減、または、より低出

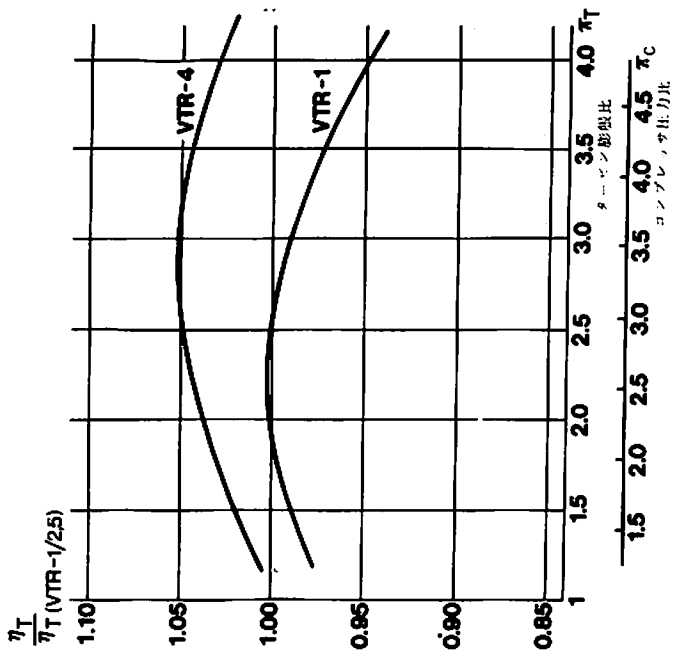
力エンジンへの発電システムの適用が可能である。

適用リスト

VTR型過給機は、コンプレッサ、タービンの要素に多くのバリエーションがあり、4ストロークエンジンも含めいずれのエンジンにも適用可能である。

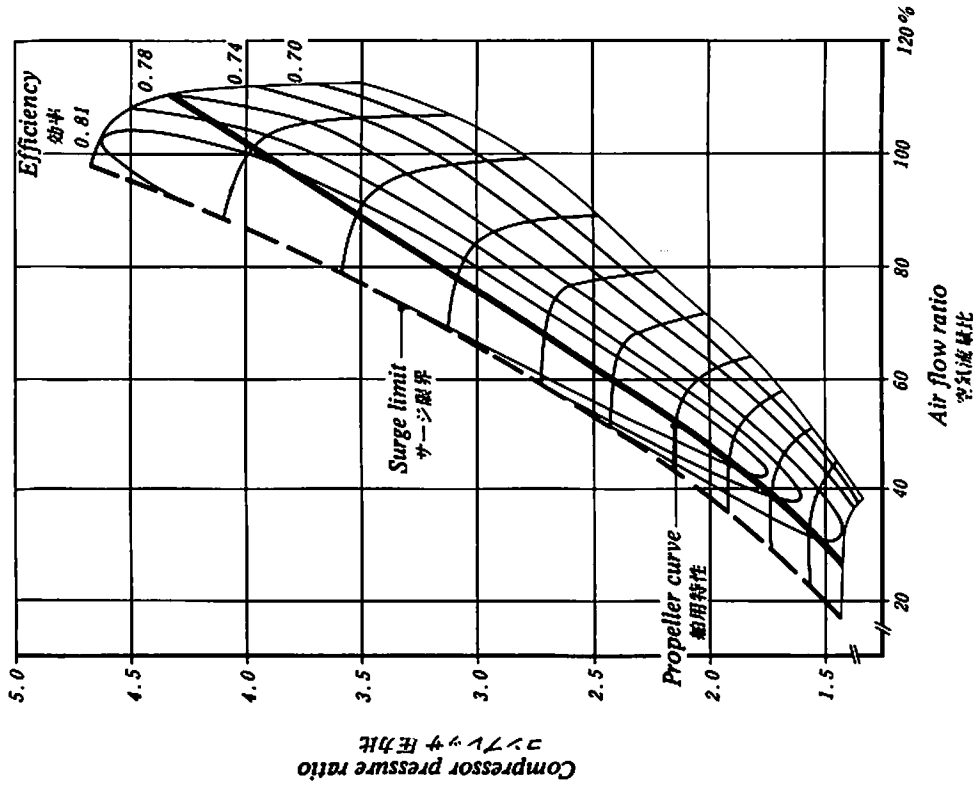


水冷却式過給機断面図

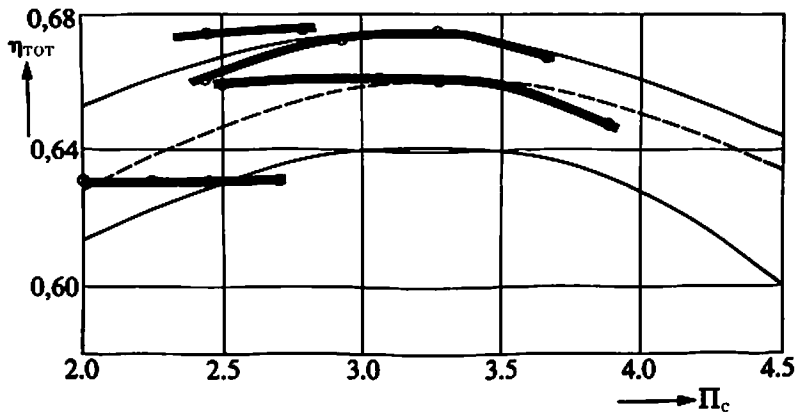


基準値；VTR..1, $\pi_C = 2.5$

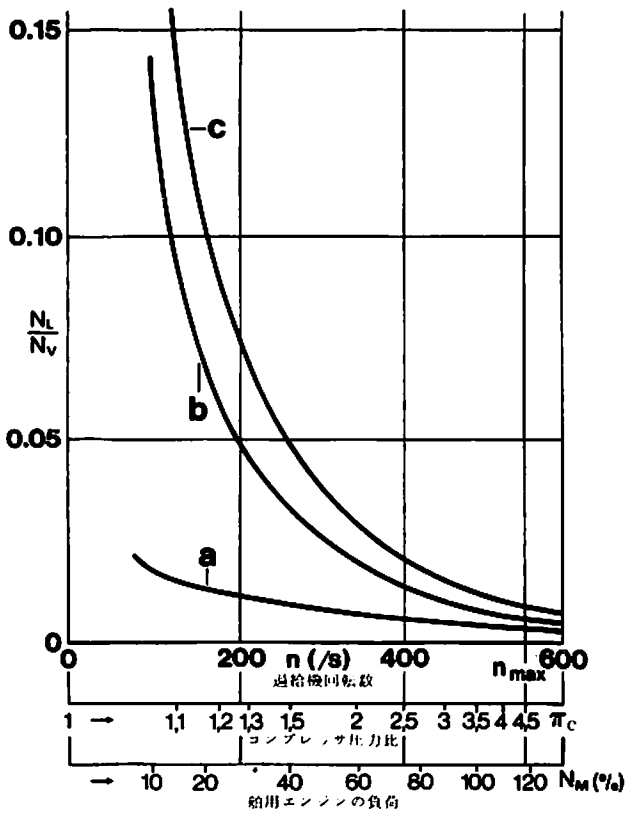
VTR..4 / VTR..1 のタービン効率比率



VTR..4 のコンプレッサ特性



VTR..4の総合効率

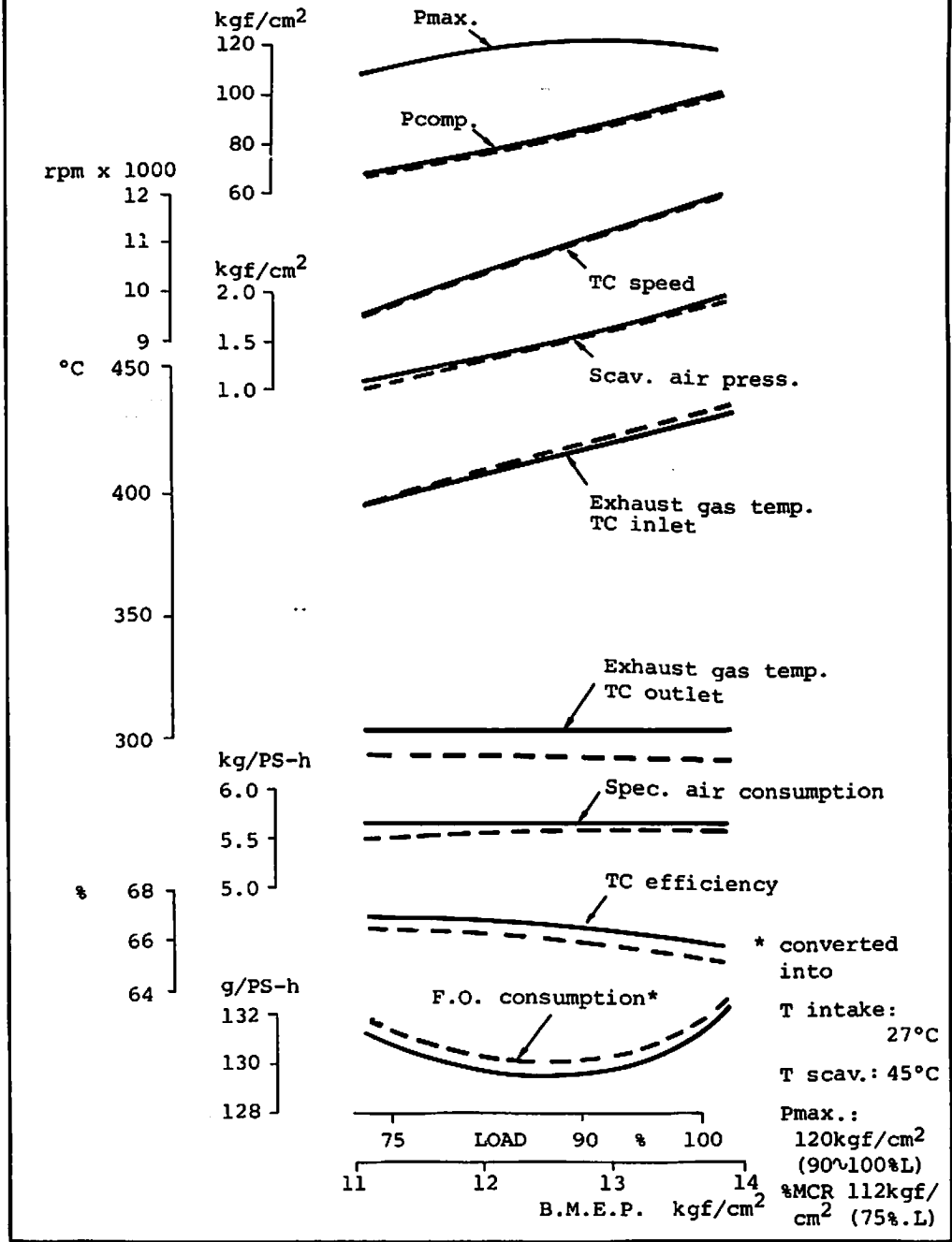


- N_L : 全軸受損失
- N_v : コンプレッサ出力
- a: VTR..4のコロガリ軸受
- b: VTR..4の平軸受
- c: 中央支持の浮動プッシュ軸受

軸受構造の損失比較

Eng. Type IHI-Sulzer 6RLB90	21600PS x 98 rpm ERP1	
--------------------------------	-----------------------	--

T.C. Spec.	Intake air
—— Uncooled VTR564-31 V15H10W08E16L14	30-31°C 758 torr
---- Watercooled VTR564-11 V15H10W08E16L14	26-28°C 755 torr



性能テスト

丹羽誠一著

最新刊

FRP船の建造技術

B5判310頁・上製・図表写真多数／定価6,500円(送料350円)

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

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

〒104 東京都中央区銀座5-11-13
電話(03)543-6051 振替東京1-25521

発行 舵 社・発売 天然社

〒162 東京都新宿区赤城下町50
電話(03)267-1931

高速艇工学

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

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

新版強化プラスチックボード

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

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

現場のための 強化プラスチック船の工法と応用

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

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

ボート太平記

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

流体力学、構造力学をはじめ、むず
かしい「舟艇の物理」を平易に解説。

結びの図鑑(PART: I)

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

ベテラン帆船乗りが解説するロープワ
ークの百科事典。イラスト画400余点。

結びの図鑑(PART: II)

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

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

帆船史話

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

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

帆船 その機装と航海

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

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

発行 株式会社 舵 社

新宿営業所:〒162 東京都新宿区赤城下町50

発売 株式会社 天然社

〒東京(03)267-1931代/振替・東京1-25521番



■英海軍最新の多目的高速沿岸警備艇

写真は英国海軍の新カーズル級沿岸警備艇の第1号“リーズ・カーズル”が北海を高速で訓練中のところである。航続距離は16,100km,最高速度は20ノット。

英国政府国防省と英国造船協会が共同開発したこの高速多目的艇は、英国の領海と北海沿岸のパトロールを主任務とするが、ミサイル装備の砲艦に修正することも対潜水艦用の高速度駆逐艦にもなる。こ

ろはかささまざまな最新兵器を整備することも、ヘリコプター用の離着艦および給油設備をとりつけることもできる。戦闘用の本格的コンピュータ、レーダーなどを装備できることはいうまでもない。

カーズル級の多目的高速艇はツイン・スクリュー設計で全長81m。乗組員数は上官、水兵合計で50名緊急時に25人の海兵を収容する臨時設備もある。

提供/英国大使館広報部

山縣昌夫先生と目白水槽

< 9 >

重 川 渉

昭和10年

② Model Experiments of the Combined Effect of Aft-Body Forms and Propeller Revolutions upon the Propulsive Economy of Single-Screw Ships

T. I. N. A. 1934

この頃から山県論文は光輝を放つのである。この論文では長さ120mの単螺貨物船 ($C_b = 0.743$) を採り上げ、その前半部の船型は同一とし、後半部の肋骨線形状を4通りに変化さす。もちろん排水量は同一、排水量の前後配分も同一、即ち ℓ_{cb} (浮力中心位置) は同じ4種の模型船を造る。従って後半部の肋骨線のみがU型からV型までの変化をしている。その各船が3,000 SHP において70, 100, 130, 160 R.P.M. であるようなプロペラを設計、製作して自航試験をするのである。

従って16個のプロペラを作らなければならぬが、それらは展開面積比、翼厚比など同一にしてただ直径、ピッチ比およびその配分だけ違えるのである。そのためには伴流計測、予備自航試験などの前調査など手数を要するが、正確に目標通りのものを得ることは難かしい。しかし実用的にはそれに近い満足されるものを造ることができる。

実験結果

- (a) 適当なU型が最も好ましい。極端なU型もV型もよくない。
 - (b) プロペラ回転数が増すとU型よりもV型が好ましくなる。
 - (c) 大直径、低回転プロペラは常に効率を上げる。
- いずれも概念的にはわかっていたことであるが、これらを数値的に与えたことは意義がある。なおこのような肥満型船では抵抗試験は必要でないことがわかる。

③ Further Model Experiments of the Combined Effect of Aft-Body Forms and

Propeller Revolutions upon the Propulsive Economy of Single-Screw Ships

造船協会報
第 57 号

これは②の続編である。長さ120m、満載状態で14ktの単螺肥満型貨物船のシリーズ研究である。

③では船体後半部の肋骨線形状を変えたが、今回は後半部の肋骨線形状はそのままとして前後に平行移動したのである。即ち3模型船を要する。

プロペラは②と同様に3,000 SHP において70, 100, 130, 160 R.P.M. であるような12個を製作する。

簡単に書いたが、この種の系統試験では水槽全体の技術——設計、製作、計測のそれぞれが洗練されていて手落ちなく進めなければ、なかなかうまく纏らない。特に出力3,000 SHP で目標回転数に合わすプロペラ設計技術は余程自信がなければ成立しない。また単なる学術論文と違い任意の船型を使うことは出来ないで、変形にも自ら限度がある。いつ何処でも実用し得るところに、この組合わせ実験の価値がある。

実験結果

- (a) 低回転プロペラは ℓ_{cb} は中間が好ましい。高回転プロペラの際は船体後端部の細いほど効率がよい。
- (b) プロペラ回転数が増すと ℓ_{cb} の最良位置は前方に移る。 ℓ_{cb} の変化は肋骨線形状変化ほどの影響はない。
- (c) 大直径、低回転プロペラは常に効率を改善する。
- (d) 推力減少率はプロペラ回転数に係らず一定と考えてきたが、 ℓ_{cb} の前方移動と共に段々下る。

以上、②、③を発表されて山県先生の主張をまとめると、

単螺肥満船型を設計するに当っては、単に水抵抗

の見地からでは駄目である。最小抵抗形状のもの必ずしも最経済的船型に非ず、その主機関あるいは装備プロペラの回転数を念頭に入れて船型は適宜変えなければならぬ。極言すれば抵抗試験は不要である。ということである。

これはいささか言い過ぎ気味だが勇気の要る発言でもある。フルード式解析に見られる帳尻合せの諸係数に対する不満の表現でもある。一定ピッチ推進器ならとに角、変化ピッチ推進器の単独試験の結果を基にして解析することの意味は、却って混乱を招くだけであろう。

昭和11年

④ Comparison of the Propulsive Performance of Single- and Twin-Screw Cargo Liners

造船協会報
第 58 号

当時の日本の造船傾向として、サービス・スピード16~17ktの太平洋横断航路定期貨物船が既に20隻以上も建造された。しかもそれらの推進性能が非常に良い。その主な理由として④の冒頭に次の事項を表示している。

- (a) BHP 7,000~9,000 の高馬力にもかかわらず例外なく単螺旋船で造られている。
- (b) 幅、吃水を比較的大きく採り、そのために肥瘠係数としては小さい。
- (c) プロペラ回転数は比較的 low 採る。
- (d) 船型特に後半部はプロペラ回転数を考えて設計している。
- (e) プロペラ・ピッチの半径方向変化は、伴流の変化と同時に使用舵形とを考慮して決められる。一般にデクリージング・ピッチはコントラ舵、反作用舵に、インクリージング・ピッチは普通流線舵(エルツ舵、シンプレックス舵)に用いられる。

これらのうち最も効果的なことは(a)である。単螺旋船で高性能をあげようとするれば、どうしてもプロペラ翼の空洞現象は避けられない。これからの高速定期貨物船は双螺旋船であるから、双螺旋の性能向上を目指してこの研究に着手した。

船の長さ 137.158 m, $C_b = 0.683$, 満載時速度 16 kt の高速定期貨物を想定し、1隻は単螺旋、他は双螺旋のものだが、その1隻はボッシング付、他は裸軸、支柱付、各船共1流線舵を持つが、後者はプロペラ直後に双舵を付けた場合も加える。

7,000 SHP におけるプロペラ回転数を 120, 150, 180, 210 R.P.M. になるような各船用のプロペラをそれぞれ設計、製作して、自航試験を行なった。相当手数はかかるが実施要領は④⑤の場合と同様である。

実験結果

- (a) 双螺3船(ボッシング付、支柱付、支柱付双舵)の所要馬力は、同一速度で単螺船のそれより大体10%高い。
- (b) 大直径、低回転プロペラは、単螺、双螺船とも常に推進性能を改善する。その改善割合の規則は判然としなかった。
- (c) 大直径、低回転プロペラでは、支柱の方がボッシングより良いが、小直径、高回転プロペラでは、前者が少し悪い。
- (d) 単舵と双舵の推進性能は大体同じである。双舵による推進効率の増しは、その抵抗と打消して速度増加にはならぬ。
- (e) 単螺船の裸コク比推進性能は双螺船のそれに比べ非常に良いが、附加物付効率を比べると少し良いだけである。これから双螺船の推進性能を良くする最短方法は、附加物抵抗を最小にすることである。
- (f) 一般的に双螺船に比べ単螺船の推力減少率は相当大きい。
- (g) 双螺船に比べ単螺船の伴流率、船体係数は著しく大きい。これに反しプロペラ効率は低い。

以上、手数の掛った研究ではあるが常識的な結論で終わっている。双螺旋船の推進性能を単螺旋船と同一水準にまで引き上げるべく意気込んでの研究が、このように単なる比較だけで結局は単螺旋の優秀性を示すだけに終わったようである。

本論文以後には、情勢の変化もあり、双螺船に関する論文は見当たらない。難かしい問題であるだけに何か適当な対策を残されなかったことは残念である。

筆者・日本造船研究協会副会長

■新装“船舶”用(1年分)ファイル■

定価 800 円 (〒400 円、ただし都内発送分のみ)
ご注文は最寄の書店へお申込まれるのが、ご便利です。

株式会社 天然社



コンテナターミナル/ヴィルヘルム・カイゼン埠頭

最近の世界の港湾

ブレーメルハーフェン港

35万㎡の自動車ターミナルと100万㎡のコンテナターミナル

3年前より大規模な投資を行ない35万㎡の自動車ターミナルが昨年完成したブレーメルハーフェン港の様子を知らせる写真を紹介します。

*

カイザーハーフェン第2埠頭は、輸入自動車ターミナルとしてドイツ市場向けをはじめとしオーストラリア、スイス向けの重要な積換え基地である。

ヤード面積が35万㎡、バース延長700m、水深37フィート、さらに33,000㎡の近代的な三層式自動車保管施設を有している。

なお日本車を主体とした輸入実績は、1980年度126,188台、1981年上半期101,376台を記録した。次頁写真上の方にトヨタと三菱のプールスペースがある。

*

コンテナターミナルのヴィルヘルム・カイゼン埠頭は、ヤード面積100万㎡、バース延長2.5km（こ

のうち1.6kmはヴェーゼル河口に面している）、水深46フィート、コンテナ・クレーンは15基（揚力42トンないし54トン、このうち10基がヴェーゼル河口側にある）を持っている。

これまでの実績は、1980年のコンテナ扱い量702,764 TEU、610万トンを記録している。

現在、約5億マルクを投じて、北側の拡張工事が進行中で、拡張後はバース延長3.5km、ヤード面積200万㎡のコンテナ施設となる。完成は1983年の見込み。

*

なお同港に関してのお問い合わせは、東京都港区愛宕1-3-1（三興森ビル）ブレーメン港在日代表事務所
電話 03-431-8012（代）へ。



輸入自動車ターミナル／カイザーハーフェン第2埠頭

連載

液化ガスタンカー

<44>

恵美洋彦

日本海事協会

5.3.2 貨物冷却装置計画一般

(4)貨物冷却装置計画

一般的な低温式液化ガスタンカーの貨物冷却装置計画の手順をごく簡単に示しておく。^{22) 27) 28) 29) 30)}

(a)貨物の種類/組成

アンモニア、エチレン等の純物質に近い貨物の場合は、特に問題とならないが、LPGの場合は、プロパン貨物ではエタン等、ブタン貨物ではプロパン、イソブタン等をそれぞれある程度含む混合体として計画するのが、通常である。したがって、貨物の種類はもちろん、その組成も設計上明確にしておく必要がある。

図5-46にプロパン中に含まれるエタン分の割合とそれに対する飽和液温度の関係を示す。このような曲線は、色んな混合体に対して1.2.2(2)に示した

方法で描くことができる。この図から例えば最低設計温度を -50°C として設計する低温式LPG船では、約6.6 mol%のエタンを含む液化プロパンを想定して詳細計画を進めればよいことが分る。

(b)侵入熱量/必要冷却能力

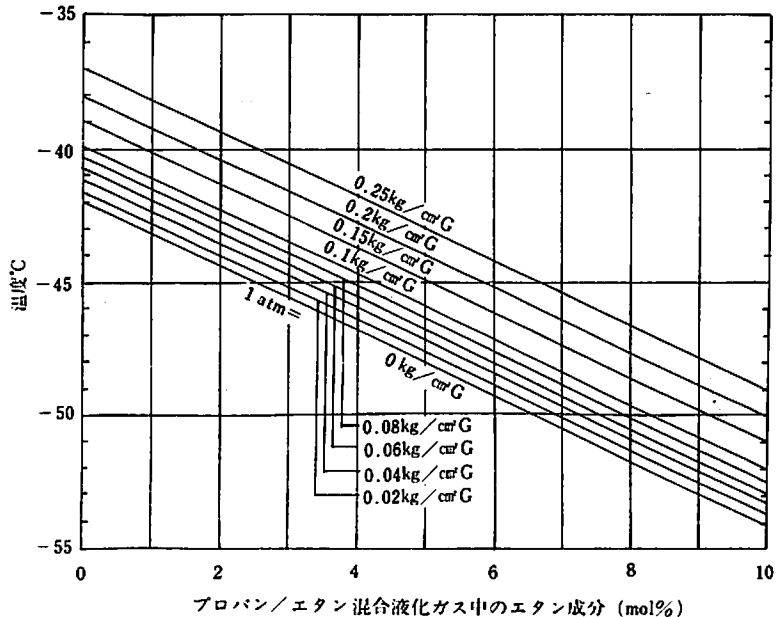
貨物への侵入熱量 Q_{in} の推定が、冷却装置の必要能力決定の基本である。したがって、迅速、かつ、できるだけ正確に侵入熱量を推定する必要がある。

(i)一般的な計算

設計上の最高周囲温度(通常、海水 32°C /大気 45°C)でもって貨物タンク周囲壁および管系統から侵入する熱量 Q_{in} を4.6.2および4.6.3に示した方法によって計算する。ただし、この計画は、計画がある程度固まった段階でないと実施できない。

(ii)簡易計算手法

図5-46 混合体組成と蒸気圧/温度の関係



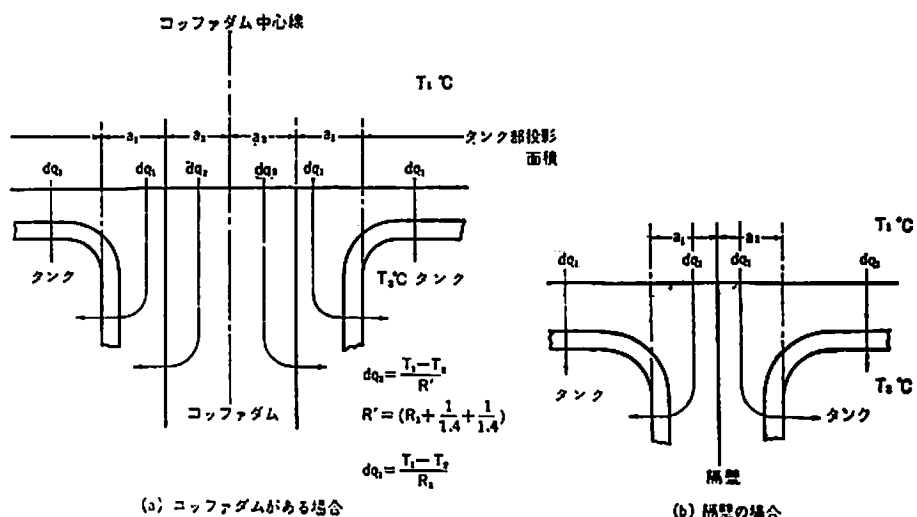


図5-47 隔壁部の外部からの熱流入

計画初期における侵入熱量 Q_{in} の推定は、次式による。これは、貨物管系統 ドーム頂部等からの侵入熱量を貨物タンク周囲壁からの侵入熱量の10%、さらに船舶の動揺等による増加分を10%と見込んだものである。なお、角型タンクについては、(ii)もあわせて参照のこと。

$$Q_{in} = 1.2K \{ A_a(T_l - T_a) + A_s(T_l - T_s) \} \quad \dots\dots\dots (5.10)$$

または、

$$Q_{in} = 1.2K A_{all} (T_l - T_m) \quad \dots\dots\dots (5.11)$$

K : 周囲壁の熱通過率で、実績/経験によって適当に推定する。4.6.4(1)に示す防熱壁の熱通過率を用いてもよい。

A_a, A_s : それぞれ貨物タンク防熱外壁の表面積のうち、満載喫水線上または下の部分の面積。

A_{all} : 貨物タンク防熱外壁の全表面積。即ち、 A_a と A_s の区分をしないもの。

T_l, T_a, T_s : それぞれ貨物液温度(タンク最低設計温度)、大気温度(45℃)および海水温度(32℃)。

T_m : 計算の簡易化または計画初期で A_s と A_a の区分が明確でない場合の周囲温度の平均値。次式による。

$$T_m = \frac{A_s(T_s - T_l) + A_a(T_a + T_l)}{A_s + A_a} \quad \dots\dots\dots (5.12)$$

上式において、 A_s および A_a が分からない場合は、

類似船の実績等によって、 A_s と A_a の比を推定して計算を進める。 $A_s/A_a \approx 1$ 、即ちタンク防熱外壁の満載喫水線の上と下の面積がほぼ等しいとすると、 $T_m = 38.5^\circ\text{C}$ となる。

(iii) 隔壁部での熱侵入に対する修正

前(ii)での簡易計算において球形または円筒形タンクでは、 A_a および A_s は前述の定義どおりでよいが、角型タンク(方形方式、メンブレン方式、セミメンブレン方式等)については、次のようにする。

- タンク防熱外壁の全表面積には、タンク間に狭まれている防熱外壁部は考慮にいれない。
- タンク間の防熱壁を表面積に算入しないが図5-47に示す a_1 の面積を A_a および A_s 或いは $A_a \ell \ell$ に加え、さらに、コフファダムがある場合には、図5-47(a)に示す a_2 の面積からの熱侵入を図に示す要領で別個に求めて加算する。図中の R_1 は、単位面積あたりの熱侵入に対する抵抗、即ち $1/R_1 = K$ である。

(iv) 必要冷却能力

貨物の温度圧力を上昇させないための必要冷却能力 Q_{RR} は、前(i)ないし(ii)により求めた侵入熱量 Q_{in} と等しくしてもよいが、設計上、多少の余裕を見込んで次式で求めるのが通常である。

$$Q_{RR} = (1 + \beta) Q_{in} \quad \dots\dots\dots (5.13)$$

β : 設計上の安全率。設計の精粗、実績、防熱性能劣化等を考慮して設計者が定める。一般的に0.05ないし0.15程度。

(v) 冷却ユニットの数および合計能力

冷却装置の合計能力、冷却ユニットの数および個々の能力は、前(b)に示した必要冷却能力に予備ユニットの能力を追加して定める。簡単のため、全ての構成機器を単独に備えた冷却ユニットで、かつ、個々のユニットの能力が同じという条件を考える。この場合、次式を満足する冷却ユニット数および合計能力の冷却装置の構成とする。

$$Q_{all} = n \times Q_0 \geq \frac{n}{n-1} Q_{RR} \dots\dots(5.14)$$

n : 冷却ユニットの数

Q_0 : 個々の冷却ユニットの冷却能力

Q_{RR} : (5.13) 式による必要冷却能力

個々のユニットの能力が異なる場合および熱交換器を共有している場合も表5-30に示した条件によって冷却ユニット数および冷却装置の合計能力を定めることができる。

(c)特別条件による冷却能力の検討

(i)一般

一般的には、航海中に積込時の温度圧力を上昇させないという前(b)に示す条件(規則要件でもある)で貨物冷却装置の能力を定めるが、船主、荷主等から特別の冷却能力が要求されることもある。例えば、
-航海中に積荷直後の貨物温度圧力を揚荷基地に合わせて下げ得る能力(図5-13の---線の例)
-規則要件より高温の周囲条件、例えば、甲板温度60℃としての侵入熱量に対応する冷却能力
-高温高压状態の貨物を船舶の貨物格納設備および貨物装置に合わせて低温低圧または中温中圧の貨物状態にしながら一定期間内に積荷し得る能力
-積荷時のボイルオフガスを陸上に戻すことなく液化しながら一定期間内に積荷し得る能力
等を揚げることができる。これらは、規則要件ではないので、個々の例で設計条件が異なる。したがって、設計条件については、船主、荷主等と設計者とで十分に協議しておくべきである。

個々の例で協議して定めた設計条件によって定めた冷却能力 Q_{RS} が、前(b)により定めた能力 Q_{all} より小さければよいが、 $Q_{RS} > Q_{RR}$ の場合、船舶の冷却装置の能力は、 Q_{RS} に応じたものとしなければならない。次の(ii)および(iii)に例を示す。

(ii)航海中の貨物状態変化に必要な冷却能力

前述の例示中、航海時に貨物温度圧力を下げるとに必要な冷却能力 Q_{RS1} は、次式によって算定する。

$$Q_{RS1} = Q_{in} - \frac{\rho c C_c V_c (T_s - T_e)}{24 N} \dots\dots\dots(5.15)$$

Q_{in} : 単位時間当たりの貨物への熱侵入量

(kcal/hr)。この算定方法は、前(b)に示すところによるが、設計最高周囲温度は、必ずしも規則要件どおりでなくてもよく、個々の例で定められる。例えば、最も高温の季節における1航海中の平均温度(海水25℃、大気35℃等)としても合理的な決め方である。

V_c : 貨物容量 (m³)

T_s, T_e : 貨物の積荷直後の温度、揚荷開始前の温度

N : 計画積荷航海所要日数

C_c : 貨物の液比熱, kcal/kg℃

ここで、冷却能力は、予備ユニットを含めた能力とするか否かについても個々の設計で協議して定めるべき事項である。

(iii)高温の周囲温度条件

南方を航海する船舶の甲板温度が60℃に達することは、しばしばある。したがって、船主、荷主等から設計周囲温度(甲板上)60℃が、提示されることも少なくない。

この場合の侵入熱量 Q_{RS2} は、計算上の周囲温度条件を変えるのみで、前(b)に示した要領で求め得る。さらに、この侵入熱量に対応する冷却能力には予備が必要であるか否かについても設計者と注文者との十分に協議しておく。

この温度条件での冷却装置の能力には予備が不要であるという設計条件であれば、経済的にも有利に設計できる。即ち、規則と荷主(または船主)との設計条件の差を勘案して適切なユニット数×個々の容量=総容量として計画できるからである。

例えば、同能力の冷却ユニット5または6基を備え、規則条件では、そのうちの4または5基を運転して1基を予備として計画する低温式LPG船があるとす。この船舶は、全ユニット(5または6基)を同時に運転すれば、甲板温度60℃の場合でも十分な冷却能力を有することになる。

(d)貨物冷却装置(再液化装置)の要目

(i)冷却方式

貨物の種類および貯蔵状態によって冷却方式の種類に制約をうけるが、さらに、経済性、信頼性等を考慮して適切な冷却方式を選択する。実績では、次のとおり。

LPG, アンモニア等; 直接, 間接および混合式の何れも実績があり、冷却方式については簡単に優劣をつけ難いが、直接式を採用する例が若干多いよう

表 5 - 31 貨物冷却装置を構成する主要機器

種 類	主 要 目	備 考
圧縮機	形式, 対象流体(種類, 状態), 吸入/吐出圧力, 能力(個々の能力×数), 動力/回転数, 冷却水量, 付着品(安全弁, 計装), 貨物冷却用以外の用途	貨物用および冷媒用。
ブロウ	同上	貨物用。
各種冷却器 凝縮器	形式, 対象流体(種類, 状態), 能力, 流体の種類(貨物ガス, 冷媒ガス, プライン, 消または海水)/量, 付着品(安全弁, 計装)	貨物用および冷媒用。 間接式/混合式では, 貨物凝縮器=冷媒蒸発器。
気液分離器 油分離器	形式, 対象流体(種類, 状態), 容量, 付着品(安全弁, 計装)	貨物用および冷媒用。
レシーバ (コレクティングタンク)	形式, 対象流体(種類, 状態), 容量, 付着品(安全弁, 計装)	貨物用および冷媒用。
独立型ポンプ (貨液戻しポンプ)	形式, 対象流体(種類, 状態), 容量, 吸込/吐出圧力, 動力/回転数, 付着品(計装等)	貨物用。
膨脹弁	形式, 対象流体(種類, 状態), 容量	貨物用および冷媒用。
冷却水ポンプ	形式, 容量, 使用流体(消または海水)	貨物/冷媒の圧縮機, 中間冷却器等用。
潤滑油冷却器	形式, 容量	同上
ストレーナ, こし器	形式, 容量, 除去不純物の種類	同上
乾燥器	形式, 容量, 対象流体	冷媒ガスの水分除去用として設けられることあり。

である。間接または混合式の場合の冷媒としては、R 12, R 22 等が採用されている。最近では、R 22 を採用する例が多い。

エチレン；実績では、ヘリウムを冷媒として使用する間接式、R 22 を冷媒とする混合式等がある。海水/消水のみで冷却する直接式は、凝縮温度を32℃より高くする必要があるため、臨界温度がこの値より低い物質には採用できない。

LNG；実績はないが、提案された方式には、窒素を冷媒とする間接または混合式、或いは蒸発ガスの1部を自己冷媒および船用燃料として使用し、他を冷却再液化する方式(この方式は前(2)の定義によると直接式となる。詳細は、5.3.4 参照)がある。

(ii)冷却装置を構成する主要機器

冷却装置を構成する主要機器および初期計画段階に定めるべき主要目を表 5 - 31 に示す。

(iii)各種機器の容量/能力を定める手順

各種機器の所要の容量/能力を定めるには、熱力学線図(p-i 線図)を用いるのが便利である。この要領は、熱力学、冷凍関係の参考書に示されている。次に、直接式貨物冷却装置を例にとって手順のみを説明しておく。なお、間接式および混合式でも基本的には、同じ考え方で各機器の容量/能力を求める。

簡単のため、各冷却ユニットの能力は同じものとする。この冷却ユニット1基当りの冷却能力 Q_0 は、

次式で定まる。

$$Q_0 \geq \frac{1}{n-1} Q_{RR} \dots\dots\dots (5.16)$$

n : 冷却ユニット数

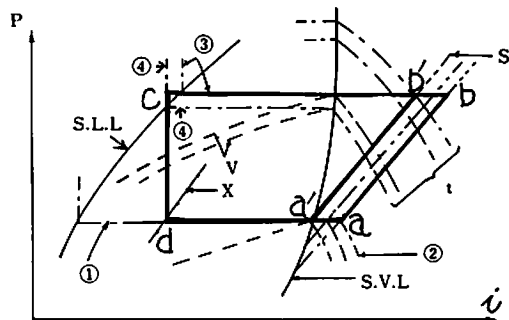


図 5 - 48 p - i 線図上の冷却サイクル

- S. V. L ; 飽和蒸気線
- S. L. L ; 飽和液線
- - - ; 等温線 (t)
- · - · - ; 等エンタルピ線 (s)
- - - ; 等比容積線 (v)
- · - · - ; 等乾き度線 (x)
- ; 冷却サイクル

Q_{RR} : (5.13)式による。

次に、外部条件、実績等に基づいて次に示す設計上の条件を定める。

①蒸発温度 (タンク内温度; タンク内気相部保持圧力に対応する飽和温度とする)。

②圧縮機吸入ガス温度; 圧力は前①と同じであるが温度は高くなっている。即ち、過熱蒸気状態である。タンクと圧縮機間の管系統、気液分離器、凝縮液(タンクへの戻りの膨脹弁前の高圧液)との熱交換等による温度上昇を考慮して定める。

③凝縮温度; 冷却水の温度および凝縮器の性能を考慮して40℃程度とする。海水温度を32℃より低い温度で計画してもよい場合は、海水温度より8℃程度高い温度を標準とする。

④膨脹弁前の凝縮液温度; 凝縮器の容量を考慮して凝縮温度と同じか、或いはそれより5℃程度低い過冷却液温度とする。

これらの①ないし④の温度条件を定めると図5-48(図中の①ないし④は前述の条件に対応)のような冷却サイクルを描くことができる。したがって、各点(図のaないしd)におけるエンタルピ*i*, 比容積*v*を求めることができ、かつ、流体流量も(5.16)式から推定できる。

各機器の所要能力 Q_k は、次式で求め得る。

$$Q_k = m \times \Delta i; \text{ kcal/hr} \dots\dots (5.17)$$

Δi : 各機器の吸入前/吐出後の流体のエンタルピの差 (kcal/kg)

m : 各機器を通過する流体流量 (kg/hr)

例えば、圧縮機では、図中のa点とb点との差、即ち、 $\Delta i = i_b - i_a$ としてエンタルピの差を求める。

なお、図中にa'およびb'の冷却サイクルを描いておいたが、これは、圧縮機吸入前のガスの状態をタンク内蒸気温度と等しい乾燥飽和蒸気と想定したものである。実際のp-i線図(図1-20参照)からも分るように、a点のガス状態(温度)を推定できない場合、 $\Delta i = i_b - i_a = i_{b'} - i_{a'}$ と見做せるので、圧縮機の所要能力の算定にはこの値を用いてもよい。

また、エタン分を僅かに含むプロパン貨物では、貨物の蒸気圧が純プロパンの場合より増加する。このような場合は、その混合体に対して能力を定める必要がある。さらに、図1-16(1.2.7)に示したように液組成と蒸発ガスの組成が異なる点にも注意する必要がある。即ち、蒸発ガスの組成は、液組成に比べて低沸点成分の割合が増えるので、この分だけ

凝縮圧力 (= 圧縮機吐出圧力) を高く計画する必要がある。(つづく)

液化ガスタンカー正誤表

<40>

[41ページ, 右欄, 上から2行目]

$$b = 10^2 = 8.402 \rightarrow b \times 10^2 = 8.402$$

[41ページ, 右欄, 上から6行目]

$$(\text{空白}) \rightarrow d \times 10^9 = 5.133$$

[43ページ, プチレン類/船のタイプ欄]

II P → II G

II PG → II PG

[43ページ, エチレン/爆発限界LEL欄]

2.7 → 2.7

~ → ~

8.1 → 3.1

[45ページ, *9]

……文解釈…… → ……条文解釈……

[46ページ, 図1-26, 図中]

7% " → 75% "

<41>

[45ページ, 右欄, 上から7行目]

…何れが, … → …何れか, …

[48ページ, 表3-3(6) [L], 主要目]

空白となっているところに次の数値をいれる;

$$L_{pp} = 58.00 \text{ m} \quad d_{mld} = 3.90 \text{ m}$$

$$B = 11.20 \text{ m} \quad \text{タンク容積} = 600 \text{ m}^3$$

$$D = 5.50 \text{ m}$$

[49ページ, 図3-21, 見出しおよび注]

次と差しかえる;

船のタイプと容積効率

既存船レ, ×および+は, IMCO ガスコード非適用。※は, 図3-22に示す特異な船型

[50ページ図74(a), σ_1 および σ_2 の説明]

次のとおりとする;

σ_1 : 圧縮主応力

σ_2 : 圧縮または引張主応力

[50ページ図74(b)の図下]

次をいれる;

$$\sigma_2 / \sigma_1$$

[51ページ, 図4-78中の式]

$$d_1(T_1 - T_1') \rightarrow \alpha_1(T_1 - T_1')$$

$$\frac{\alpha}{t}(T_1' - T_2') \rightarrow \frac{\lambda}{t}(T_1' - T_2')$$

[54ページ, 図4-98の注]

$$(P_0'' > P_0 \text{ また } P_0' \dots) \rightarrow (P_0'' > P_0 \text{ または } P_0' \dots)$$

経済的推進方式の中型タンカー “VIKING OSPREY”

昨年の本誌8月号の“海外事情”の欄で紹介したスウェーデンの Uddevallavarvet 造船所建造の Aframax 型タンカーは、中型タンカーとしてきびしい競争にさらされることを考慮して、技術的に省エネを中心としていろいろな工夫が凝されている。

同記事は“*The Motor Ship*”誌の1981年5月号に掲載されたものの概要であるが、とにかく徹底した省エネ対策についていま一度、さらに詳しく紹介してみた(編集部)

この省燃費型 Aframax サイズ船は B & W 80 G F C A 低速ディーゼル機関によって推進され、航海中の発電には興味あるシステム——つまりプロペラ軸駆動の発電機から供給される電動機および排ガスボイラーによって賄われる蒸気タービン、あるいはそのいずれかによって駆動できる主発電機——を利用している。

80,000トン級(Aframax)の新世代は、在来型の満載船に対して通常門戸を鎖ざしている米国ガルフおよび東海岸の制限水深港へ入港することを許すように浅吃水で特別に設計されている。

これらの80,000トン級船に指定された低速ディーゼル機関は、およそ40パーセント以下の表示消費率をもって、それらの比較的初期の対抗機関よりも良好な燃料経済性を与えるのである。

80,000トン級新造船は事実、ほとんど79,999載貨トンの Aframax タンカーであり、AFRA Large Range 1 の範ちゅうの上限に相当する。AFRA は Average Freight Rate Assessment の略称であり、6つの載貨重量範ちゅうについて商業的に用船されるオイルタンカーの加重平均運賃率を表わしている。

Aframax タンカーを建造するのに積極的であった造船所がスウェーデンの Uddevallavarvet である。

スウェーデン西海岸にある同造船所はオフショアおよび関連分野へ分離する必要もなくして、タンカー建造市場の崩壊から生き残った、Swed yard グループのうちでも比較的幸運な会社である。

同造船所は3種のタンカー設計を市場に出してい

る：35,000トン載貨重量のマルチグレード/プロダクトキャリア、55,000トン載貨重量のマルチグレード/OBO、ならびに79,999載貨重量の Aframax タンカーである。

現在の受注高は9隻(プロダクトキャリア2隻、OBOキャリア4隻、および Aframax タンカー3隻)、合計して約585,000トン載貨重量に達し、従って造船所は1983年まで十分繁忙を維持できるのである。

同造船所は1980年にこの種の船舶を3隻引渡した。そして81年初めに引渡された“*Viking Osprey*”号は2つの船主向けに建造されつつあるシリーズ船の第4番船である。

専用バラストタンク(SBT)に関する差し迫ったIMO新規則に合致するように建造されているので、貨物油スペースは2条の縦通隔壁および6枚の横置隔壁によって7個のセンタータンクと5個のウイングタンクに区画割りされており、さらに縦通隔壁にそって1個ずつのスロップタンクが配置されている。

第2および第4ウイングタンクは最小バラスト吃水および専用バラストタンクの防護位置に関する MARPOL 73およびTSPP 78の推奨に従って専用バラストに当てられている。750 m³/hの容量をもつサブマージドJMWバラストポンプ1台が各専用バラストタンクに配置される。

タンクおよびパイプラインの配置は高度のフレキシビリティを与え、4種の油を同時に荷役することを可能にし、常に、2個の弁によって分離され、そして2種のプロダクトパーセルをいずれの順序においても、また一港以上の港において10/90、20/80、30/70、40/60、および50/50の比率にて荷役が可能である。

貨物油の迅速な揚荷は機関室の前部スペースに配置される4台のJMW製容量2,200 m³/hの渦巻ポンプによって行なわれる。2台のポンプは同一メーカーによる蒸気タービンによって駆動される。一方、他の2台は主発電機をも駆動するディーゼル機関の1基から離れたアングルギアを介して駆動される。

中央プライミングシステムが主貨物油ポンプに装備され、貨物油ストリップングの間、高流量の貨物油荷揚を可能にしている。このオペレーションの最終段階は 75 m³/h の Gothia 蒸気往復動ストリップングポンプによって支援される 300 m³/h ストリップングエジェクター 2 台によって行なわれる。

主機関のコスト節減対策

このタンカー設計の注目すべき特徴は、より効率的な主推進装置と排ガス排熱の、より大きな利用によって達成される燃料消費量の著しい低減である。燃料消費量は 1975 年に建造されたタンカーについて、1 日当り 80.5 トンから同じ頃のタンカーについて 43 トンまで低下した。

79 年、Uddevalle 造船所にて開催されたセミナーにおいて、船舶の燃料消費量低減に関する多数の研究結果が討議された。検討対象となった問題点は組み合わせ式軸／蒸気タービン駆動発電機、スクープ冷却システム、補充用油だきをもつ排ガスボイラーおよびターボ発電機の方を有利とみて、ディーゼル駆動発電機を廃止することに加えて通風および暖房におけるエネルギー量の削減を通して得られるコスト節減であった。

“Viking Ospray”号はコスト節減計画の確認事項のいくつかを織り込ませた最初の船舶である。

軸／蒸気タービン駆動発電機

航海中の必要電力は、JMW 蒸気タービンおよび AEG 直流電動機の両方に直接駆動される 875 KVA AEG 発電機によってまかなわれる。740 kW 直流電動機は多段歯車によってプロペラ軸へ結合される 3 相発電機からエネルギー供給を受ける。電圧調整装置（AEG によって供給される）は可能な場合いかなる時でも蒸気タービン——Gotaverken Angteknik 排ガスボイラーから蒸気の供給を受ける——が発電機を駆動し、一方、直流電動機はさらにそれ以上の需要に対して自動的に補充するように設計されている。このセットは変動するエンジンの毎分回転数において一定の周波数を維持している。

このような方法で、排ガスエネルギーは可能な限り利用される。また残りの所要電力は、燃料費の比較的安い主機関によってまかなわれる。

この考え方は主機関排ガスのエネルギー不足が比較的小さいときに特に興味がある。この方法は、減少しつつある排ガスエネルギーに起因する電力発生供給停止の危険が少なくなるような、設計概念の

信頼性を強化させるものである。

OBO 船（おそらく同じ船）の 1 隻に装備されるのがスクープ冷却システムである。このスクープおよびリップ設計を使用することによって、冷却器内にポンプ給水するに必要なエネルギーの一部が推進機関から取られる。それにより船舶の航海中の電力負荷を減少させることができるのである。

貨物油ポンプのうち 2 台の駆動源はディーゼル機関 1 基から取られる。非常用電力は主甲板に配置されているオランダ製 Marken 発電機によって供給される。NDC 包括警報および監視装置は主機関および補助機関のための保護を与える。一方、Stal 冷蔵装置は制御室および居住区空調用で使用される。

主機関は 18,400 bhp Uddevalla - B & W 8 気筒 L80 GFCA ディーゼル機関であり、固定ピッチ Stone Manganese プロペラを毎分 106 回転にて駆動させる。

Scapa Flow ~ New Orleans ~ Port Elizabeth ~ Persian Gulf へかけての本船の処女航海で本船は速力 14.5 ノットに対して平均 1 日当り 43 トンの燃料消費量を記録した。

この消費量はサービス状態および船内発電のために 12 パーセントのマージンを含んでいる。

本船には機関室にハロン消火装置およびタンク甲板に固定式泡消火装置が装備されている。L. M. Ericsson 火災警報装置は機関区域および居住区の全域に対して早期の警報防護を与えるものである。

最新の規則に従って、機関室および調理室からのすべての固形廃棄物は焼却炉内で焼却される。

差し迫った IMCO 新規規則に合致して本船には Howden イナートガス装置および Salen and Wicander 原油洗浄装置が装備されている。

改良型レーダ設備として Raytheon Raycas ユニット 2 基——ARPA 装置を装備した 1600/12SR および 1225/6 × R 型——が設けられている。30 名の乗組員が高級なスカンジナビア標準に従って装備される居住区に収容される。

機関室は無人運転可能なように調整されており、Norcontrol 操縦システムを介して船橋から行われる。一方、Porsgrunn 操舵機が Uddevallavarvet 製舵を作動させる。船橋は Atlas Marin ジャイロ、Nautic 音響測深機および Norske Marconi 無線発信機／受信機装置を含む針路保持装置の包括的な配列が特徴としてあげられる。Jotun マリン塗料が船殻および甲板部に使用されている。

Challenge to The Deep Ocean

by Tamio Ashino

Technical Advisor

Japan Marine Machinery Development Association

深海への挑戦

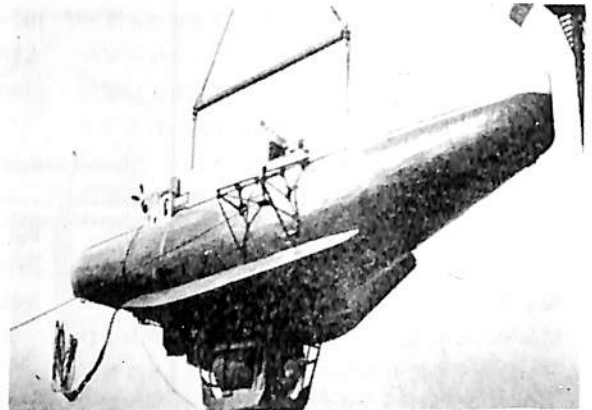
芦野民雄

日本船用機器開発協会調査役

人間が本当の意味で深海を知りだしたのは、前世紀の終りからで、最初は潜水船によって海底電線を敷設したことに始まると言われている。しかし深海の環境にいどみだしたのは第二次世界大戦以降であって、ダイバーや深海潜水船“バチスカーフ (Bathyscaphe)”や小型潜水船で行なわれた。海底音響通信なども最初は軍事目的で、ついで民間用として使われ、深海床や海底土壌に関する学術的調査が、本格的に始められた。

7マイルの深度であった。

この深海艇が August Piccard 教授によって、如何にして発明され、それが何故、アメリカ海軍と結



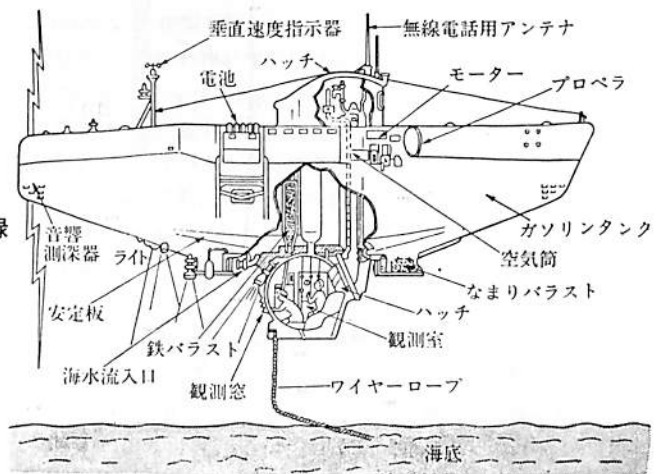
第1図 FNRS III

1. 深海潜水船による挑戦

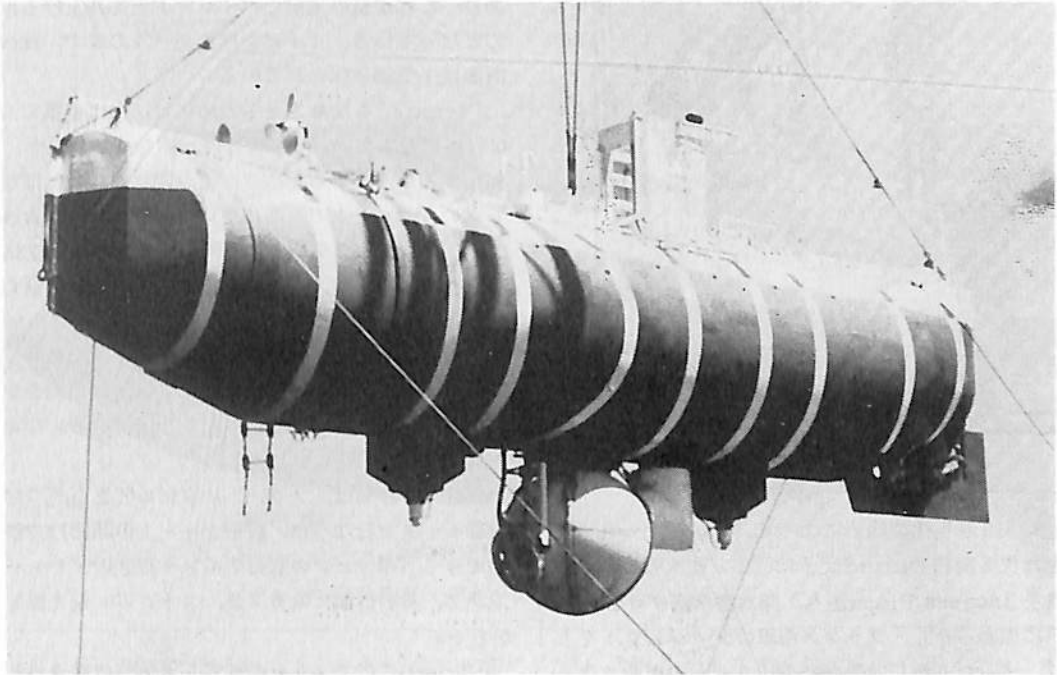
最初の非軍事目的の深海潜水船“FNRS III”がフランスで建造されて、1954年に深度4,000 mに達することができた。その後6年を経て、1960年には“Trieste”が Krupp 球を使用して、マリアナ海溝で 10,910 m の世界最深の記録を樹立している(“Trieste”を浅海で使用するとき、圧力球を Terni 球に変へる)。また1962年には、“Archimede”が日本海溝で 8,480 m へ潜降している(第1, 2, 3, 4 図参照)。

2. “Trieste”による世界最深記録

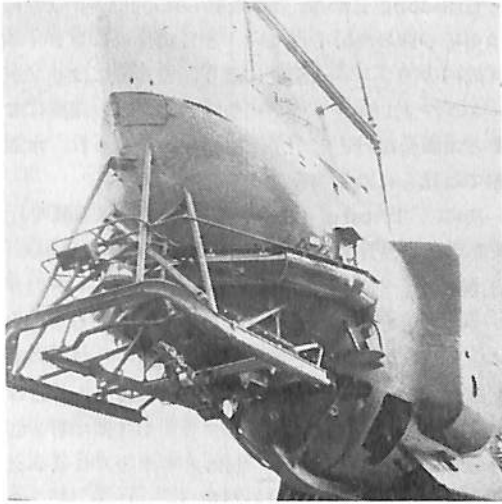
22年前、アメリカ海軍の深海艇“Trieste”のせまい船室に2人の男が乗込んだ。深海艇は、西太平洋ガム島の南西300マイルのマリアナ海溝の、一番深いと言われる海域の上にあった。9時間後再浮上した艇は、このとき世界最深度潜水の記録を達成したのである。公式深度は35,800 ft (10,911 m)、約



第2図 FNRS III 断面図



第3図 Trieste I



第4図 Archimede

びついたのか？

それを知るためには、50年昔、1930～1934年にさかのぼり、アメリカの動物学者 William Beebe 教授が、バーミユダ近海で、深海潜水球に乗って潜降したことから説明しなければならない。

Beebe 教授の潜水球は、鉄の球で観察と写真撮影のための窓があり、2名の乗員が乗って外部から蓋をする方式で、ケーブルで海中に吊下げられ、電力と通信とは別のケーブルで送られた。そして1934年

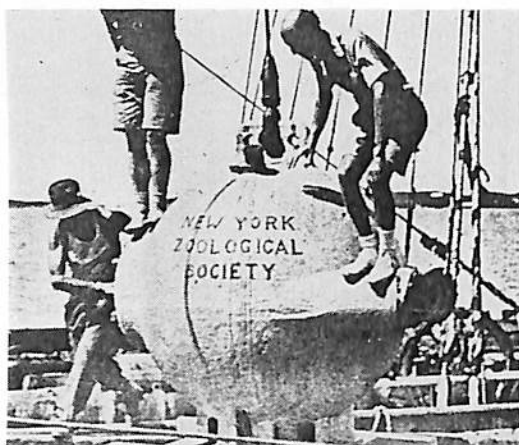
の32回目の潜降では、3,028 フィート(922 m)にも達したのである。Beebe 教授こそ深海潜水の最初の人と言えよう。(第5図参照)

しかし潜水球には限度があり、海上母船の波による運動が、そのまま潜水球に伝わり、最も具合の悪いことは海上母船が8 ft の波で上下すれば、潜水球も海底で8 ft 上下するというので、海底の観察は困難をきわめた。

一方、August Piccard 教授は、1920年代と1930年代に宇宙放射線の研究に打込んでいたスイスの科学者である。宇宙放射線は、地球を取巻く大気が邪魔をするので、出来るだけ上空で測定しなければならない。そこで考え出されたのが気球に乗って高度の高い所で測定することであった。この結果、気球による幾多の高度記録を樹立している。

そしてこの気球の原理を海中で利用して、深海へ潜降すれば支援船も不要で、テッサードケーブル(命綱)も不要となる。教授は1938年にこれを利用して深海艇を設計したが、第二次世界大戦のため一時中止、1948年になって漸やく“FNRS-II”の潜降テストが行なわれた。FNRS という名は、このプロジェクトのスポンサーであるベルギーの財団の略称である。

“FNRS-II”は深海艇として成功はしたものの海上の試験船と同様、幾つかの不具合な点があったので、フランス海軍のツーロン工廠で改造が行なわ



第5図 Bathyscaphe

れた。1950年代の始めになって、“FNRS-III”に生れ代る前に Piccard 父子は（第二次大戦終了後、息子 Jacques Piccard も、深海潜水艇プロジェクトに加わった）、フランス海軍のプロジェクトを去り、まったく新しい深海艇をイタリアの援助で造ることになる。

主要なスポンサーはイタリアのトリエステ市である。

1953年の半ばに、深海艇“Trieste”はナポリの近くの Castellemare di Stabia で進水し、偶然のことにフランス海軍の“FNRS-III”も同時に進水したので、世界に2隻の深海艇が誕生したことになる。

1953年から1957年にかけて Piccard 父子は、“Trieste”を使って、地中海で幾多の科学調査とプロジェクトとを実施するのであるが、このような複雑な深海底調査の運営のためには、長期にわたるスポンサーを必要とすることが、だんだんと Piccard 父子にわかって来た。

1957年になってアメリカ海軍研究所（ONR）がスポンサーになり、カリブ海で“Trieste”による科学プログラムが行なわれた。アメリカから生物学、地質学、音響学等の科学者が加わり、その報告に基づき、海軍が“Trieste”を購入してアメリカに持ちかえるか否かを決めることとなった。

そして1958年に“Trieste”をアメリカ海軍が購入して、カリフォルニア州サンディエゴの海軍エレクトロニクス研究所（NEL）へ送られたのである。

“Trieste”は主要な2つのエレメントから成立している。1つは浮き（気球に当る）で、もう1つはキャビンである。フロートは水より軽いものが詰められており、“Trieste”の場合は航空機用ガソリンで

あり、これが艇の重量とペイロードとを上げる浮力となっている。キャビンはスチールの球で、球の内部は1気圧に保たれている。

“Trieste”を沈降させるためには、水より重くしなければならない。そして沈降速度をゆるめるか、停止するか浮上するためには陽浮力にしなければならない。フロートの両端に空気をつめた2つの大きなバラストタンクを持ち、沈降するときはこの空気を抜くと水より重くなって沈んでいく。重量を減らす場合には、フロートの下部に吊ってある2つの大きなコンテナ内のスチールの合計8トンの散弾（ボール）を落とすのである。落下操作は電流を切るとマグネットが切れて落下する仕組みである。なお非常の場合は瞬時に切落せる。

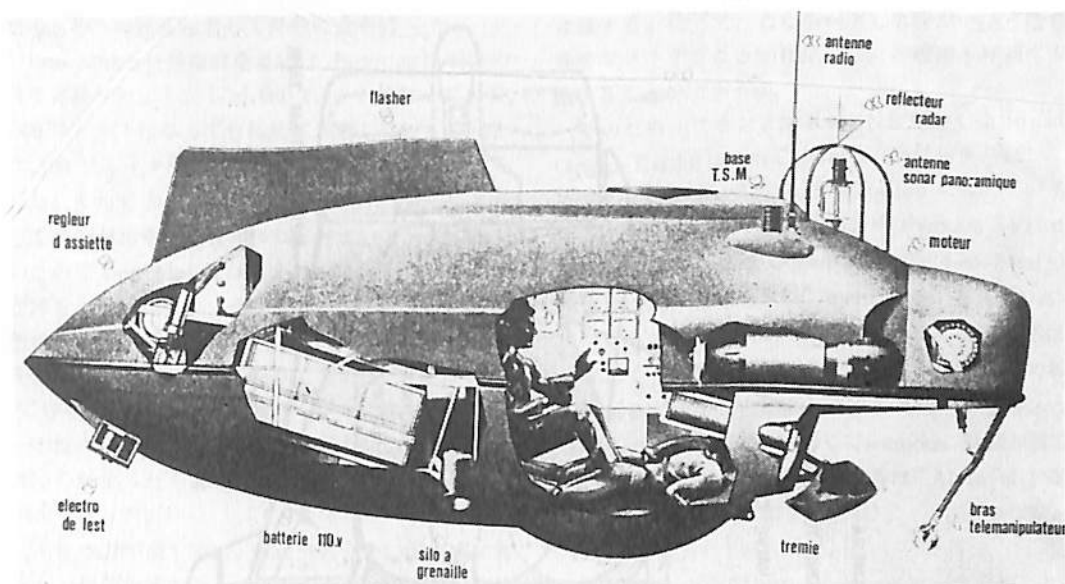
海底での移動は、フロートに取付けてある3つの電動モーターで行なうが、数千フィートの範囲内で移動できる。キャビンの窓は7インチ厚さのプラスチックで、その外側にはカメラ、ストロボ、投光器等がある。

“Trieste”はアメリカ海軍で5か年間使用された。1958年12月に最初の潜降を行ない、Jack Piccard と Giusappe Buono とが乗船した。1959年の春には更に6回の潜降を行ない、5月12日にサンディエゴ湾内の70フィート深度に潜り、10日後にはサンディエゴ沖4,100フィートに潜降した。この深度になると太陽光線はとどかず、生物発光がみられ、水族館では見られぬ生物を見ることが出来る。

次に、“Trieste”はサンディエゴの海軍工廠で、深度増加の改装を行なった。20,000フィートから40,000フィートにするためである。フロート内のガソリンの量を増やし、バラスト球をも増やし、さらに圧力殻（ケビン）をテルニ球からクラブ球に変えるのである。この改装を終えて、1959年9月11日に最初の潜降を行ない、引きつづき4日後に第2回目の潜降を実施してから、西部太平洋のガム島へ送られたのである。

ガム島を基地として1959年11月15日に、Piccard と Rechnitzer とが乗船して、18,150フィート（5,532 m）の記録を樹立したのである。それまでの記録はフランス海軍が1954年1月に西アフリカDakar沖で、“FNRS-III”で潜降した13,500フィートで（4,114 m）であった。

なおこの潜降で、クラブ球キャビンの不具合を発見した。クラブ球は3個のリング状のものをエポキシで連結して造られているが、艇が18,000フィート深度へ潜降すると水温が33°Fとなる。再浮上



第6図 潜降深度3,000 mのフランスの“Cyana”

すると海面の温度が80°Fとなり、エポキシがこの温度変化を繰返へすと遂には劣化することとなる。またエポキシ接合部からの少量の水滴で錆を生じ、その強度を弱めることになる。そこで“Trieste”をドライドックに入れ、クルップ球を改造することとなった。すなわちエポキシ接続部をきれいにみがいてコンパウンドで密封し、外部からゴムバンドを巻附けた。

1960年1月にJacques PiccardとDon Walshが改造クルップ球に乗込んで潜降訓練を続け、1月8日にはガム島のNero Deepで23,000フィート(7,000 m)に潜降し、1月23日に遂にマリアナ海溝10,911 m潜降の記録を樹立した。

＊

潜降模様を再現するとつぎのようになる。

先ず300フィート(91 m)潜降したとき急激な温度降下層に遭遇した。冷水は密度が大きいため、当然浮力が減って艇の潜降は止まってしまった。そこでガソリンを放出して浮力を減らして再降下を始めたのである。

深度600フィート(182 m)で、薄明の境に入りあらゆる色彩が無くなり灰色一色の世界となった。外部の発光生物を見るためケビン内の灯を消したが生物は稀れにしか見られなかった。外部へ投光したら、プランクトンの流れが見え、艇は相当な速度で下降しているのが分った。4フィート/秒である。非常に寒くなったので二人は衣服を重ねることにし

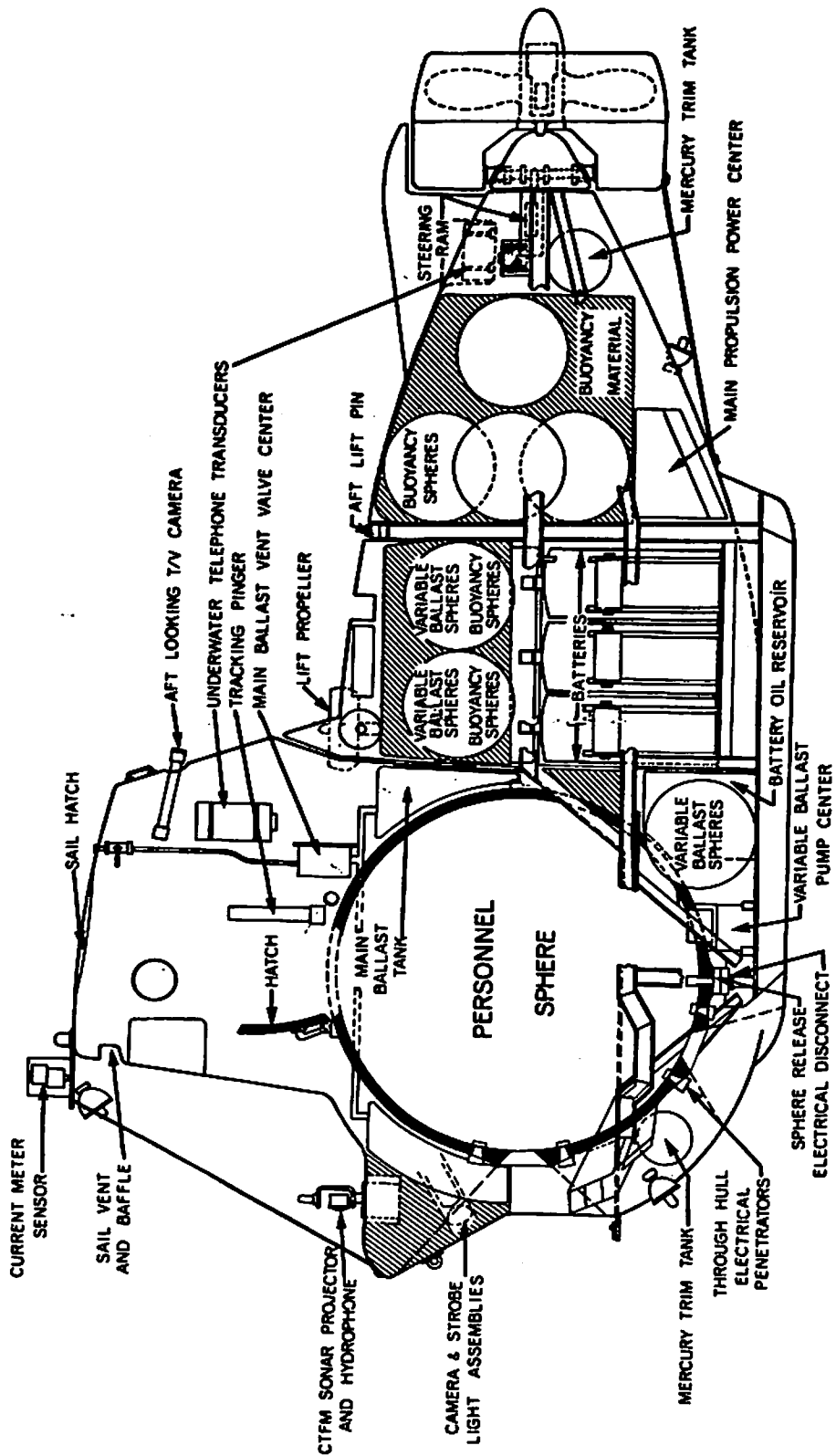
たが、38インチ平方で高さ5フィート8インチのキャン内では、大の男にとって大変窮屈である。

ハル貫通金物の隙から小さな海水滴が出てきたがこの漏洩は10,000フィート深度から始まり、その漏洩滴を算えてみたが、その後は全々増加しないのでさらにひどくはならないことを示した。この漏洩は15,000フィートぐらいで無くなると見込みでいた。というのは水圧が密封材を更に強く圧縮するためである。

水中電話で海上と連絡をとっていたが、15,000フィート以上の深度では、距離がありすぎて使用不能となってきた。そこで彼らが考え出した音響シグナルを使うことにした。彼らのコードでは偶数は良い知らせで、2はすべてOKを示し、4は海底に在ることを示し、6は上昇中を示す。奇数は悪い知らせで、3は機械的に困難が生じて上昇、5は良くないので緊急上昇という取決めにしたが、結局は奇数信号は使わなかった。

27,000フィートで降下速度は、バラストを捨てたので2フィート/毎秒となった。深海底潮流はどのくらいか分らなかったため、誤って海溝の絶壁に衝突しないように注意した。

“Trieste”は更にバラストを捨て、1フィート/毎秒の降下速度として、海底から600フィート上と思われる33,000フィートに達した。そして感度の高い深度計を使って底をさぐり、さらに降下速度を $\frac{1}{2}$ フィート/毎秒とし、時間を掛けて降下しながら未



第7図 アメリカの"Alvin" (深度3,500 m)

知のものへの開拓に対して畏敬の念を持った。

Don Malshは深度計を見続け、Jacquesは覗窓の外を見続けた。しかし36,600フィートになっても37,500フィートになっても海底に到達しない。やっと37,500フィートになって深度計に漸く海底が認められた。そしてJacquesは投光器の光が深海底で屈折して誤差が出ることを知った。いよいよ海底に近づいたのでDon Malshは深度計の読みを30…20…10と声を出して唱えた。そして8になったときに、灰色の深海底が見えてきた。海底近くにも魚がいて餌をあさっているようだったが、頭部に目がついている“ひらめ”か“かれい”のような平たい魚で、1フィート位の大きさであった。投光器の強い光にも感じないのかまったく驚く様子はなく、やがて視界から消えて行った。

ちょうど午後1時に、艇はやわらかい深海底に着底し、沈泥が雲のように立ち上った。深海底は海上から測深したよりも1,600フィート深く、37,800フィートであることがわかった。

＊

浮上してから調べたが、深度計は蒸留水で補正されたもので、海水で読めた数字を補正すると35,800フィートとなることが分った。

Triesteは、台風シーズンが来る前にガム島からサンディエゴに送られ、1960年の終りから1962年の半ばまで、サンディエゴで海軍の各種プログラムに使用された。その後7年間稼働したので、全解放検査して再組立てが行なわれた。

“Trieste”は海軍が持つ唯一の深海艇で、全世界の4つの深海艇の中の1つである。

世界記録を樹立したこの深海艇“Trieste”は、ワシントンの海軍博物館に永久保存されることとなった。

3. 各国の深海潜水船の現状

現在、全世界で2,000m以上潜航できる潜水船が16隻ある。2,500m以上潜航できる潜水船は6隻あって、2隻はフランス、4隻はアメリカが持っている（Trieste III, Alvin, Turtle, Aluminaute）ところが10年前には、300m以上潜航できる民間潜水船は1隻も無かったのに、現在では25隻以上となっている。日本も漸く2,000m級の潜水船“しんかい2,000”が1981年末に完成した。

フランス周辺は、200m以浅の大陸棚で囲まれているが、イタリア国境とRhone入江の間の大陸棚だけは、海岸から数マイルで、急勾配となり2,000m

に達する。従って、ここを利用して深海で使う機器等をテストすることが出来るし、各種潜水計画を実施することができる。

そのため、フランス海軍やCNEXO（National Ocean Exploitation Center）の海洋研究所はBrestに置かず、ここに近いToulonに置いている。またここを中心として、深海計画Famous（French American Mid Oceanic Under Sea Study）が実施され、深海潜水船“Archimede”や“Cyana”が活躍している。1960～1970年の間に、海洋科学はおどろくべき発展を遂げた。それは大陸移動説の確立である。深海底を観察し確めるため、フランスとアメリカのNOAAと協力してFamous計画が設立されたものである。アメリカからは“Alvin”が参加している（第6図、第7図参照）。（つづく）

次号では、わが国初の2,000m級潜水調査船“しんかい2000”と同調査船の支援母船“なつしま”を特集して紹介いたします。

Ocean Technical News

■日立、アメリカ・ハントグループ向け2基目のオイルリグ完成

日立造船大阪工場場で建造中のカンチレバー型ジャッキアップ式石油掘削装置“ベンロッド95”が、このほど完成、エジプトへ向けえ航された。

同装置は、アメリカのハントグループの主要企業で世界屈指の石油掘削会社であるペンロット・ドリリング社がオペレートすることになっている。また同装置は、ハントグループからジャッキアップ式4基とセミサブ式2基受注のうち、第2基目の完成である。

■三菱、日本海洋掘削向けオイルリグを完成

三菱重工は、昨年11月26日、日本海洋掘削向けの海底石油掘削装置“第八白竜”を広島造船所で完成、引渡した。同装置は日本海洋掘削向けとしては8基目にあたる。

“第八白竜”はカンチレバー型ジャッキアップ式リグで稼働水深76m、掘削深度6,000m、回転駆動装置付スイベルを装備し、傾斜掘りに威力を発揮する。

なお、同リグはアラビア湾のアブダビ沖で石油掘削作業にあたる。

業務艇用機関の発達について

大原 信義

住友重機械工業

1. はじめに

業務艇の定義は明確ではないが、業務は仕事、艇は小舟の合成語と考え、さらに小舟とは排水量1000トン程度以下と考える。また普通名詞となっている、魚雷艇、哨戒艇、ミサイル艇などに、英語のHydrofoil Craft, Hover Craft 等を加えればおおよそのイメージが固まってくる。

ガソリン機関については別の筆者が担当されることであるから、私に与えられた課題は排水量約1,000トン以下の小形船舶のディーゼル機関およびガスタービン機関の発達についてと言い替えるとして記述することにした。

1858年3月15日誕生したルドルフ・ディーゼルが「蒸気機関ならびに今日知られている熱機関に代るべき理想的熱機関の理論と設計」という論文を出版し、空気のみを圧縮したシリンダ内に燃料油を噴射し自然発火させる、いわゆるディーゼル機関の構造を発表して特許権を取得したのは1892年のことであるから、これを以ってディーゼル・エンジン誕生の年とすれば本年は満90年に当たる。

石油資源の枯渇を憂慮する人類にとって、ディーゼル・エンジンは現存する熱機関の中では最高の熱効率を有するものであり、かつ石油代替燃料に対しても、最も良好な適合性を持つと考えられているから将来における期待も大きい。船用ディーゼル・エンジンの過去を振り返ると共に、その現状と将来について体験的所見を中心にして述べる。また船用ガスタービンについても若干触れて本課題への責を果たしたい。

2. ルドルフ・ディーゼルの誕生から大正末期までの、ディーゼル・エンジン技術に関する進歩についての、日本の年譜(表1⁽¹⁾参照)

内燃機関の開拓者的業績をあげた5名の先駆者として“Vom Motorzum Auto”の筆者は、Niko-

laus August Otto, Gottlieb Daimler, Karl Benz, Rudolf Diesel, および Robert Bosch を挙げているが、Ottoはオット・サイクル・エンジンの発明者でありKHD(Klößner-Humboldt-Deutz AG)の創立者でもあり、Karl BenzはMWM(Motoren Werke Mannheim AG)の、Robert Bosch (Robert Bosch GmbH)の創立者である。

蒸気往復機関の形状作動原理を踏襲したと思われるガスエンジンは、蒸気エンジンより小形で小出力な動力発生装置として小規模な工場に活用されたが、さまざまな改善改良が加えられ、1900年頃にはガソリンを燃料として電気点火法を用いた現在の自動車用エンジン機関とほぼ同じ形態のエンジンとなり、実用化された。一方、ディーゼル博士によって1892年に着火が空気のみを圧縮によるディーゼル・エンジンが発明された。

年譜によれば日本においては、明治の始めから大正の末にかけて所謂、大手造船所(Shipbuilding and Engine Works)および内熱機関専門メーカーがいずれも当初はガス・エンジンあるいは石油エンジンまたは焼玉エンジンの製造を業としていたことがわかる。

山岡孫吉伝「エンジン一代」はヤンマー・ディーゼルの創設者の伝記である⁽²⁾。山岡氏は明治30年4月に設立された大阪ガスのガス管導設工事に従事したのがきっかけで、ガス・エンジンを取り扱うようになり、明治の末期から大正の初期に電力会社が電灯・電力を供給するようになった時点からはガス・エンジンを地方に販売し、大正9年から石油エンジンの製造、昭和8年自社設計の小形小馬力ディーゼル・エンジンHB型の試作に成功、戦後旧海軍のディーゼル技術者を受け入れて技術の充実と業務の発展をとげ、今日の隆盛な社運に至った。

同業各社ともそれぞれの歴史を持ち、今日のディーゼル・エンジン製造高世界一の日本に貢献したこ

表1 船用ディーゼル機関に関する技術の進歩

<p>1858 (安政5年) 安政の大獄 インド、英王直轄</p>	<p>ルドルフ・ディーゼル誕生、1858年3月18日、バリ・ル・ノートルダム・ド・ナザレス38番地にてドイツ人のテオドル・ディーゼルの次男として生る。彼の厳密で独自の天性の芽は、賢明な母親エルゼの厳格な養育により、大きく成長した。</p>
<p>1865 (慶応元年) 長州征伐 米・南北戦争終る</p>	<p>佐賀藩、三重津で蒸気船凌風丸を建造。 横須賀製鉄所、幕府により建設に着工(明治4年しゅん工) 長崎、神奈川、函館、3港開港勅許さる。</p>
<p>1868 (明治元年) 江戸は東京と改名さる</p>	<p>造兵・造船施設、従来の幕営から官営に移行さる。 長崎製鉄所、官収されて長崎府判事統轄となる。</p>
<p>1870 (明治3年) 日の丸国旗制定</p>	<p>ディーゼル一家は普仏戦争によりパリに迫われロンドンに移住す。ルドルフ・ディーゼルはアウグスブルグの親戚に引き取られ同地の工業学校に入学。 土佐開成商会(三菱重工業)最初は海運業を主体として岩崎弥太郎により創立さる。</p>
<p>1876 (明治9年) ベル磁石式電話発明</p>	<p>ドイツ人、オットー博士四サイクルのオットー式ガス機関を発明 石川島平野造船(石川島播磨)平野富二により創立。</p>
<p>1878 パリ万国博覧会開催 工部大学校(東京大学)開校</p>	<p>ルドルフ・ディーゼル、ミュンヘン工科大学に入学、カール・リンデ教授より熱力学に関する講義を聞き覚えす。 川崎築地造船(川崎重工)川崎正蔵により創立、後に兵庫に移転合併。</p>
<p>1881 (明治14年) 東京職工学校(東京工業大学)開校</p>	<p>ルドルフ・ディーゼル、最初の特許権“Manufacture of Ice in Bottles”を取得。後日、この製氷装置の実験をアウグスブルグで行ないディーゼル機関実験の機縁となった。 大阪鉄工(日立造船)、英人ハンターにより創立。</p>
<p>1883 (明治16年) 鹿鳴館開館</p>	<p>ドイツ人、ゴトリーフ・ダイムラー、最初のガソリン機関を完成。 函館造船(函館船渠)、創立</p>
<p>1889 (明治22年) 帝国憲法発布 東海道全線開通</p>	<p>池貝鉄工、池貝庄太郎により創立。 石川島造船、従来の石川島平野造船所が改組され株式組織となる。 佐世保鎮守府開庁、造船部・兵器部設置さる(佐世保重工)</p>
<p>1890 (明治23年) 教育勅語発布 第1回衆議院議員選挙</p>	<p>池貝鉄工、小形石油機関の製作を始める。 久保田鉄工、久保田権四郎により創立。</p>
<p>1892 (明治25年) 鉄道局神戸工場にて初めて蒸気機関車を完成す</p>	<p>ディーゼル機関発明さる。すなわち、ディーゼル博士は「蒸気機関ならびに今日知られている熱機関に代わるべき理想的熱機関の理論と設計」という論文を出版し、空気のみを圧縮したシリンダ内に燃料油を噴射し自然発火させるいわゆるディーゼル機関の構想を発表し特許を申請し特許権を取得。</p>
<p>1893 (明治26年) 度量衡法施行 東北本線全通</p>	<p>ルドルフ・ディーゼル博士、M.A.N.社、Krupp社及びSulzer社と試作実験に関する契約を結びアウグスブルグで実験を始める。 横浜船渠(三菱横浜)、創立。</p>
<p>1895 (明治28年) 日清戦争講和条約締結</p>	<p>新潟鉄工、当時の日本石油精製が石油の採掘、精製、鉄道機械類の製作のため創立し、初めてオットー式横形4サイクル石油機関を輸入し据付ける。 呉海軍造船廠、落成 東京工業学校(東京工大)、英国製スピエル石油発動機を模範とし、石油発動機を試作。</p>
<p>1896 (明治29年) 第1回オリンピック 船舶検査法公布 造船規定制定</p>	<p>蒲賀船渠(住友重機)、創立。 東京工業学校(東京工大)、5PSのアトキンソン発動機を購入し、これにならって数台を試作。 池貝鉄工、ドイツ製3.5PS石油機関を輸入、これを参考に火管式3.5PS石油機関を製作。</p>

<p>1897 (明治30年) 宮原式水管ボイラ発明 発明さる 京都大学創立さる 八幡製鉄建設始まる</p>	<p>M. A. N.社, 世界で最初の4サイクル・ディーゼル機関(250/400, N=1, 20PS×160rpm)を完成。 Sulzer社, 4サイクル実験用ディーゼル機関を製作し実験にはいる。 マリス・ワトソンヤーン社及びノーベル社, ディーゼル博士と機関製造の契約を結ぶ。 池貝鉄工, ケルチングガス機関を参考として日本最初の横形3.5PSガス機関を製造。 佐世保海軍廠と造船部・兵器部改称さる。</p>
<p>1898 (明治31年) キューー夫妻ラジュウム発見</p>	<p>B & W社, ディーゼル博士とディーゼル機関の製造契約を結び最初の単シリング試験機を完成。 池貝鉄工, 隅田川巡航汽船会社が輸入した4PS船用石油機関を参考として, 5基を製作し同汽船会社に納入 Sulzer社, 試作ディーゼル機関(260/410, 20PS×160rpm, P_{me} 5.2 kg/cm²)を完成し試験を行なう。</p>
<p>1904 (明治37年) 日露戦争始まる 米, パナマ運河起工</p>	<p>日本海軍, 潜水艇を初めて採用, 米エレクトリック・ボード社よりホーランド形潜水艇5隻(主機関は180PSのガソリン機関)を購入し, 横須賀海軍工廠で組立てることに決定した。なお, 本艇の完成は1906(明治39年)で日露戦争には間に合わなかった。 B & W社, 4サイクル機関の製造を開始8~16PSの陸上発電用ディーゼル機関10基を完成。 Sulzer社, 4サイクルN=2, 40PS×260rpm定置用ディーゼル機関を電氣的逆転式と組合わせ, ジュネーブ湖の貨物船「Venoge号」に最初の船用機関としてとう載, また, 船用自己逆転機の研究開発に着手。</p>
<p>1905 (明治38年) 日本海海戦 日露講和条約調印 アインシュタイン博士 相対性理論発表 ...</p>	<p>三菱神戸造船, 創立 木下鉄工, 創立, ユニオン形石油機関の製造を始める。 神戸製鋼, 創立。 西谷鉄工(日本発動機), 創立。 Sulzer社, 世界初の2サイクル船用自己逆転式ディーゼル機関(175/250, N=4, P_{me} 4.5 kg/cm², 90PS×375rpm)を完成し, また, 2列掃気孔によるいわゆるSulzer掃気方式を開発。</p>
<p>1907 (明治40年) 三菱長崎に日本最初の 造形試験水槽新設 日英共同出資で日本製 鋼所設立 内山駒之助技師, 国産 初のガソリン自動車を 完成</p>	<p>発動機製造(ダイハツディーゼル), 創立。 日本海軍, 横須賀海軍工廠にて研究用にはじめてディーゼル機関を試作(スルザー形空気噴射4サイクル, 3シリング6PS)。 横浜船渠, クロスレー式小形ガス機関の製造を始める。 日本石油, サミエル・サミエル商会より単シリング3.3PSのディーゼル機関を初輸入。 試験船坂東丸(千葉県水産試験場所属)にガードナー形機関をとう載。 発動機製造, 石油発動機の製造を始め第1号機7.5PS石油発動機を完成す。これとは別に自家用としてイギリスのラストン・プロッタ社の吸入ガス機関を輸入し優秀な機関であったため, 直ちに吸入ガス機関の製作研究に着手し6PSの機関を完成。 日本製鋼, 創立。 宇部鉄工(宇部興産), 創立。 播磨船渠(石川島播磨), 創立。</p>
<p>1910 (明治43年) 日韓条約調印 徳川大尉と日野大尉飛行機 による初めての飛行に成功。 世界赤十字創立者ナイチンゲール死去</p>	<p>神戸発動機, 創立。ボリンダー形発動機の製造を始め20PS発動機を完成。 赤坂鉄工, 創立。 Sulzer社, スルザー掃気方式採用のテスト機単シリング1000/1100, 2,000PS×150rpm完成。本機は当時もちろん世界最大シリング径のテスト機であったが, 現在においても注目に値する。 横田鉄工, 創立。 伊藤鉄工, 焼玉機関製造始める。 日本海軍, 第6号潜水艇が岩国沖で潜航訓練中, 事故のため沈没, 佐久間船長以下全員が艇と運命を共にした。本艇は日本で最初に建造された潜水艇で主機はスタンダード形250PSガソリン機関であった。なお, 沈没の原因は機関の事故ではなく, ハッチ開閉用の駆動チェーンが切断したためであった。</p>
<p>1911 (明治44年) 白瀬南極探検隊出発 電気事業法公布 アムンゼン南極探検に成功</p>	<p>日本海軍, 呉海軍工廠にて第10, 11, 12号潜水艇(主機関英ヴィッカーズ社より輸入の300PSガソリン機関)3隻が完成。 池貝鉄工, ボリンダー形単筒高圧無点火式12PS完成。 名村造船, 創立。 川崎造船, M. A. N.社と単動2サイクルおよび復動2サイクル機関の製造につき技術提携(10年間), その後第1次世界大戦のため計画中止。 Sulzer社, 2,000PSテスト機で横断掃気方式で運転可能を立証す。</p>
<p>1912 (明治45年) 明治天皇崩御 巨船タイタニック号沈没 中華民国成立 米人スベリー, ジャイ</p>	<p>松尾鉄工, 創立。注水式焼玉機関の製作を始める。 住吉鉄工, 創立。 播磨造船(石川島播磨), 従来の播磨船渠の事業を継承して新しく設立。 日本鋼管, 創立。 山岡発動機(ヤンマーディーゼル), 創立。 日本海軍, 川崎造船所にて第13号潜水艇(主機関米国製1,160PS複動ガソリン機関)が完成した。これは純国産で川崎形と呼ばれた。</p>

<p>ロコンパス発明</p>	<p>三菱合資会社、長崎造船所にてディーゼル機関の研究を始める。 Sulzer 社、スルザー掃気方式とピストン・スプレー冷却方式を初めて採用の 300 PS × 150 rpm 機関 2 基完成。また、客船 Monte Ponede 号の主機として 4 シリンダ、2 サイクル 800 PS 機関 2 基をとう載。 B & W 社、世界最初の大形航洋船 Selandia 号就航 (7,400 DWt)、主機は 4 サイクル単動クロスヘッド形機関 (530/730, $N=8$, 1,250 PS × 145 rpm) 2 基をとう載 (主機は 1910 年に完成)。 山岡発動機、農業用電気着火発動機の製作を始める。 南極探検船 Fram 号 (探検家ナンセン) にディーゼル機関を採用。</p>
<p>1913 (大正 2 年) 米人テラー科学的管理法原理発表 ベルギウス石炭液化に成功</p>	<p>ディーゼル博士、渡米し発明王エジソンと会見す。 ディーゼル博士死去、(9月29日アントワープより汽船ドレスデン号にてイギリスのハーリッチ港への航行中に行方不明となる。) 池貝鉄工、ボリンダー形注水式 80 PS 完成 石橋鉄工、ボリンダー形焼玉機関の製作を始める。 西谷鉄工、船用吸入ガス機関の製作を始める。</p>
<p>1917 (大正 6 年) 米対独宣戦布告 理科学研究所設立さる 本多博士、KS 磁石鋼を発明 日本海軍「8・4 艦隊案」発表</p>	<p>三井物産造船部 (三井造船)、創立。 三菱造船、三菱合資会社長崎造船所の事業を継承して設立。 日本海軍、潜水艦用主機として従来のガソリン機関から初めてディーゼル機関を採用、第 15 潜にシュナイダー社製単動 2 サイクル・トランク・ピストン形機関 (330/370, $N=8$, 1,100 PS × 400 rpm) をとう載。 日本海軍、給油艦「高崎」の主機に B & W 製 500 PS 4 サイクル単動ディーゼル機関 2 基をとう載 (本機は建造中止になった軍艦「浦風」および「江風」の巡航用であった)。 友野鉄工、船用 3.5 PS 電気点火式石油発動機を三崎の漁船にとり載。 発動機製造、紀伊旭セメント 250 PS 吸入ガス機関 2 基、日本鋼管に 500 PS 発電用吸入ガス機関 1 基を納入す。</p>
<p>1918 (大正 7 年) 第 1 次世界大戦終結 ドイツ皇帝退位 (ドイツ革命) ポーランド独立 丹那トンネル着工</p>	<p>阪神鉄工 (阪神内燃機)、創立。 福島鉄工 (マツエディーゼル)、創立。船用注水式ボリンダー形発動機の製作を始める。 新潟鉄工、英国 MIRRELS 社のディーゼル機関の製造につき技術提携。 阪神鉄工、「アイエム」式石油発動機の製作を始める。 神戸製鋼、日本海軍の潜水艦用主機用として Sulzer 社と Q 形機関の製造につき技術提携。 池貝鉄工 および 新潟鉄工、ボリンダー形 280 PS、320 PS 機関を大形木造貨物船主機用として製造を始める。 赤坂鉄工、ボリンダー形注水式 2 シリンダ 75 PS 焼玉機関を完成、かつお漁船の神光丸にとり載。</p>
<p>1919 (大正 8 年) パリ平和会議開催 ムッソリーニ、イタリア・フェシスト党結成 ドイツ労働者党結成 シベリヤ出兵 パリ平和会議で日本の南洋諸島委任統治決定</p>	<p>日弁鉄工、創立。 松井鉄工、創立。 日本発動機、焼玉機関の製造を始める。 新潟鉄工、月島工場のディーゼル機関第 1 号として 4 シリンダ 100 PS 船用逆転機付機関を完成。 日本海軍、最初の大形潜水艦伊 51 潜に 2 号 (Sulzer-Q 45 形) 単動二サイクル空気噴射トランク・ピストン形機関 (450/440, $N=6$, 1,300 PS × 340 rpm) 2 基をとう載。 北水丸 (農林省水産局所属)、50 PS ポーラ形ディーゼル機関とり載。 発動機製造、日本石油に天然ガス機関 125 PS × 12 基、40 PS × 2 基を浜田石油に 125 PS × 4 基、60 PS × 1 基を納入。また、津電灯会社に 500 PS 吸入ガス機関を納入。</p>
<p>1925 (大正 14 年) 船舶無線電信施設法公布 衆議院議員選挙法公布 (普通選挙) 東京放送局ラジオ本放送開始</p>	<p>三菱神戸、Sulzer 社と機関の製造につき技術提携。 B & W 社、4 サイクル複動機関 (840/1500, $N=6$, 6,750 PS × 125 rpm) を製造し、Swedish American Line 向けの GRI PSHOLM 号に 2 基計 13,500 PS をとう載。 Böchi 過給方式の Vulkan (1 部 BBC 製) 排気タービン過給機がドイツ本土と東プロイセンの連絡船主機に初めて採用さる。 機浜船渠、スウェーデンのアトラス・ディーゼルエンジン社との技術提携による最初のポーラ式 P 形ディーゼル機関 (290/430, $N=4$, 220 PS × 220 rpm) の試作機を完成。 川崎重工、遠洋貨物船「ふろりだ丸」(5,800 G/t) に John Brown 社製の二サイクル空気噴射 FULLAGER 機関 (558.8/838.2, $N=6$, 250 PS × 100 rpm) をとう載。 新潟鉄工、75 PS ディーゼル機関、下関豊洋漁業手繰船「春日丸」にとり載、これは手繰り船にディーゼル機関をとう載した最初である。 木下鉄工、神戸イリス商会を通じて Bosch 形注油器を輸入、焼玉機関に Bosch 形注油器を採用した最初である。 山岡発動機、船用横形 5 PS 石油発動機を完成。ヤンマーフォードと呼称す。 赤阪鉄工、ボリンダー形無水式焼玉機関 25, 30, 35, 50, 60 PS を完成。 発動機製造、超ディーゼル機関の大形化を完成しシリンダ当り出力 10, 15, 20 PS、各機関の製作販売を始める。</p>

表2 ワシントン軍縮条約の内容

大正11年(1922年)

艦種	項目	国名				
		日	英	米	仏	伊
主力艦	合計基準排水量トン	315,000 (3)	525,000 (5)	525,000 (5)	175,000 (1.75)	175,000 (1.75)
	単艦基準排水量トン	35,000 トン以上				
	備砲インチ	16インチ以下				
航空母艦	合計基準排水量トン	81,000 (3)	135,000 (5)	13,500 (5)	60,000 (1.75)	60,000 (1.75)
	単艦基準排水量トン	27,000トン以下、ただし合計トン数以内で33,000トン以内のもの2隻まではよい				
	備砲インチ	8インチ以下				
補助艦	合計基準排水量トン	制限なし				
	単艦基準排水量トン	10,000トン以下				
	備砲インチ	8インチ以下				

注) 1:()内は対米割合, 2:基準排水量とは、船体、機関、兵装を完備し(乗員を含む)、一切の燃料および予備缶水を除いたもの、3:航空母艦10,000t以下のものは合計排水量内に含まず。

表3 ロンドン条約の内容

昭和5年(1930年)

艦種	項目	国名		
		日	英	米
主力艦	隻数	9 (3)	15 (5)	15 (5)
	単艦基準排水量	35,000 トン以下		
	備砲	16インチ以下		
航空母艦	合計基準排水量	変更なし(10,000トン以内の艦を含む)		
	単艦基準排水量	27,000 トン以下		
	備砲	$\leq 10,000$ トン $> 10,000$ トン	≤ 6.1 インチ > 8 インチ	
甲級巡洋艦	合計基準排水量	108,000 (6.02)	146,800 (8.1)	180,000 (10)
	隻数	12	15	18
	単艦基準排水量	10,000 トン以下		
	備砲	6.1インチ $\leq D \leq 8$ インチ		
乙級巡洋艦	合計基準排水量	100,450 (7)	192,200 (13.4)	143,500 (10)
	単艦基準排水量	1850 $\leq \Delta < 10,000$		
	備砲	D ≤ 6.1 インチ		
駆逐艦	合計基準排水量	105,500 (7)	150,000 (10)	150,000 (10)
	単艦基準排水量	$\Delta \leq 1850$		
	備砲	D < 5.1 インチ		
潜水艦	合計基準排水量	52,700 (10)	52,700 (10)	52,700 (10)
	単艦基準排水量	$\Delta \leq 2000$ トン(各国3隻を限り2,800トンまで)		
	備砲	D ≤ 5.1 インチ(上記3隻はD ≤ 6.1 インチ)		

注(1) ()内は対米比率を示す。

(2) 甲・乙巡の合計排水量内で、その25%内は飛行甲板を設け得(実質上の航空母艦となる)

(3) 乙巡と駆逐艦は各合計排水量の10%以内で互に融通し得

(4) 駆逐艦は1500トン以上のものは合計排水量の16%以内

(5) 2000トン、20ノット、6.1インチ砲4門以内の艦は無制限(但し詳細な規定あり)

(6) 600トン以内の艦は無制限

とではあるが、ディーゼル博士の偉業に対する尊敬の念から山岡氏がディーゼル記念石庭苑を独逸アウグスブルグ市へ寄贈したことは、日本における内燃機関の歴史における一面を物語っており興味深い。

マン社(MAN社)の博物館に飾ってあったディーゼル博士の最初の20馬力エンジンの2機のうちの1機は、ノイマン社長から山岡氏に寄贈され、現在ヤンマー・ディーゼル社の尼崎工場に展示されている。

3. 日本海軍の内燃機関

嘉永6年(1853年)、米海軍ペリ提督が黒船に座乗して久里浜に來航以來、徳川幕府も明治政府も日本の近代化、富国強兵のため海軍の建設に力を尽したが、帝國海軍は日清および日露戦役、ならびに第一次および第二次大戦に参戦し、時に国威を発揚もしたが、遂に昭和20年(1945年)無条件降伏の敗戦を迎えてその幕を閉じた。

しかしこの間における日本海軍の内燃機関の歴史は日本の業務艇用機関に深い関わりを持っているので、以下にその概要を回顧する。

(1) 日本海軍最初の内燃機関推進艇

明治37年(1904年)に勃発した日露戦争の開戦3カ月目に日本海軍は機雷と事故により、主力艦初瀬、八島を、また軍艦宮古、吉野を失った。この勢力補充の一として潜水艇一隊を購入することになり、あらかじめ調査していたホーランド形潜水艇5隻をアメリカのエレクトリック・ボート会社に発注した。

この潜水艇は常備排水量103トン、水上速力8ノットで、アメリカで建造後日本に輸送し、横須賀海軍工廠で艀装組立てられた。

(2) 軍縮会議と内燃機関

大正11年(1922年)のワシントン海軍軍縮会議(表2⁽³⁾)および昭和5年(1930年)のロンドン海軍軍縮会議(表3⁽⁴⁾)において、日本は米国に対し基準排水量で、主力艦は60%、航空母艦は60%、甲級巡洋艦は60.2%、乙級巡洋艦は70%、駆逐艦は70%、潜水艦は100%に制限され量的に極めて劣勢となった。

これを補う一方法として潜水艦の行動力、攻撃力を増大し敵主力の漸減作戦を実施するため、潜水艦の水上速力20ノットを25ノットに増大することを計画した。重量容積をそのまま、出力を50%以上増大するために、2サイクル複動空気噴射内燃機関の開発に着手し、1号および2号内燃機関を完成して所期の目的を達成した。

この時機にドイツでは1万トン戦艦が出現して世

界の注目を集めたが、この小形戦艦はディーゼル・エンジンの発明国であるドイツの技術の粋を集めた、2サイクル複動直接噴射ディーゼルで9シリンダ、420/580、450rpm、7100馬力を4基ずつ流体接手を介して減速歯車に連結した2軸艦であった。

この機関構成によって、従来蒸気タービンのような大出力が得られないとされていたディーゼル・エンジンの欠点を克服したばかりでなく、ディーゼルの利点：燃費率の良好なこと(航続距離の増大)、即時待期への応答性のよいこと(短時間で即時待期状態に移行可能であり、待期中に燃料が不要である)、戦艦被害時における2次被害の危険がすくないことなど、軍用機関としての高い適格性を活用できることになった。燃料事情に類似性のある日本海軍では、戦艦大和の推進機関としてディーゼルを採用しようとする計画もあり、開発が鋭意すすめられたが時機尚早という評価で見送られ、蒸気タービン推進となった。11号および13号内熱機関(表5参照)は水上艦艇用に開発された2サイクル複動直接噴射ディーゼルで水上機母艦などに搭載されたが、その実用実績を得る暇なく戦艦被害で沈没し成果を確認できなかった。

(3) 日本海軍の艦艇用内燃機関(表4⁽³⁾および表5⁽³⁾参照)

表4に日本海軍の艦艇用内燃機関の発達概要を、表5に日本海軍の主要な艦艇用内燃機関要目表を示す。

表4の機械形式のうち、

朱式	フランス、シュナイダー社
ズ式	スイス、ズルツァー社
昆式	イギリス、ピッカース社
フ式	イタリア、フィアット社
ラ式	ドイツ、マン社(スイス、ラウシェンバッハ社経由のためラ式)

からの購入または製造権を取得して国内生産したエンジンの形式呼称である。

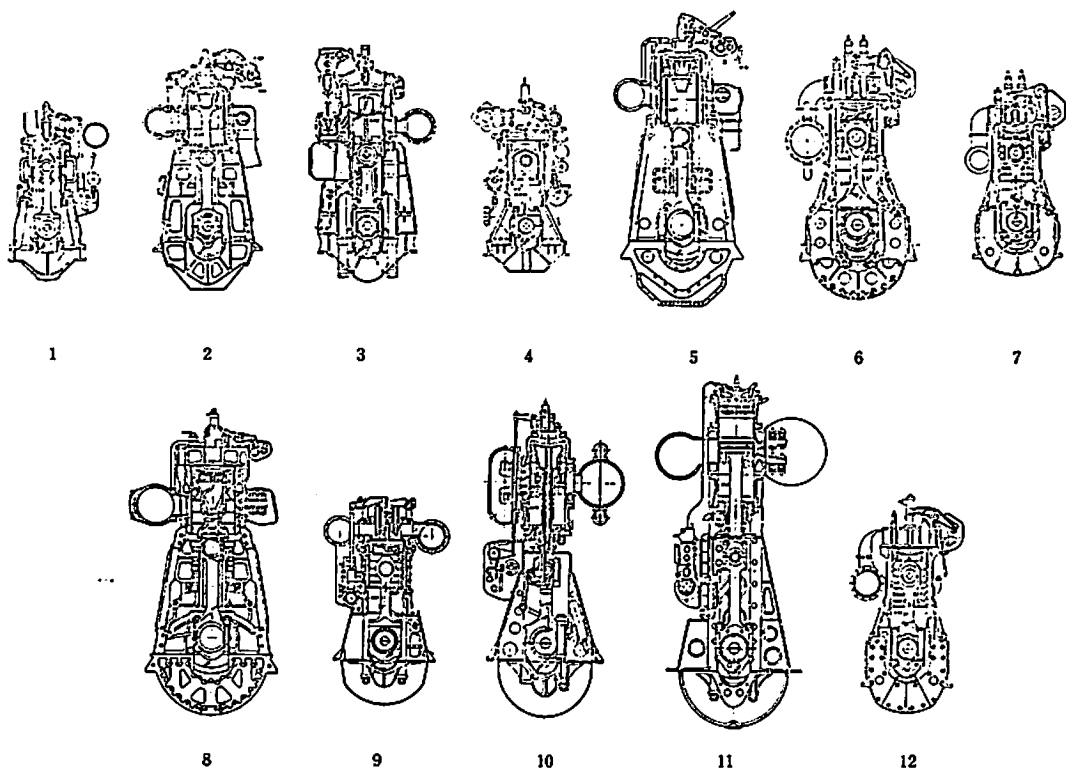
さらに時代が進み、四三形あるいは艦本1号などの表示は、海軍がそれまでの導入技術と使用実績をもとにして自から開発したディーゼル・エンジンに付与した形式名称である。

導入技術の主流はズルツァー社およびマン社であって、以後の日本海軍の開発にも大きな影響を与えた。

(4) 魚雷艇用主機械(表6⁽³⁾参照)

小形高速艇の整備に立ち遅れた日本海軍は、戦場

表4 日本海軍の艦艇用内燃機関の発達概要 (大正6年から昭和10年ごろまで)



番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
艦名	波10潜	呂11潜	呂1潜	呂51潜	伊52潜	伊1潜	伊21潜	伊65潜	第一号駆潜	伊68潜	軍艦大鯨	呂33潜
竣工年月日	大正6.7.20	大正8.7.31	大正9.3.31	大正9.6.30	大正14.5.20	大正15.3.10	昭和2.3.31	昭和7.12.1	昭和9.3.24	昭和9.7.31	昭和9.	昭和10.10.7
*機械形式	朱式 S.2	ズ式二号 S.2	フ式 S.2	昆式 S.4 S ₀	ズ式三号 S.2	ラ式二号 S.1	ラ式一号 S.4	ズ式3号式 S.2	四三形 S ₄ ・S ₀	艦本一号 D.2	四五形 D.2 S ₀	三号式 S.1 S ₀
シリング数	8	6	6	12	8	10	6	8	8	8	10	8
毎分回転数	400	340	360	380	300	390	450	300	550	350	*400	450
馬力 SHP	1.100	1.300	1.300	1.200	3.000	3.000	1.200	3.000	1.700	4.500	8.500	1.500
重量 (tW)	26.90	35.00	39.00	35.30	83.60	81.50	30.25	85.25	29.30	64.00	81.00	30.72
SHP/W	40.89	37.14	33.33	33.99	35.88	36.80	39.67	35.19	58.02	70.31	*104.94	48.83
kg/SHP	24.5	26.9	30.0	29.4	27.9	27.2	25.2	25.5	17.2	14.2	*9.5	20.5

(備考) *計画値 S:単動, D:複動, 2:2ストロークサイクル, 4:4ストロークサイクル, S₀:無気噴射, S₀のないもの:空気噴射

が南方諸島に移って、アメリカ海軍の魚雷艇の活躍がめざましいので、対抗措置としての魚雷艇の建造を迫られた。主機械としては火災の危険の多いガソリン・エンジンより、軽油を燃料とするディーゼル・エンジンが望ましく、出力1,000馬力~2,000馬力級のものが適当であった。

しかし該当するものがないので航空機用ガソリン・エンジンを取敢えず使用した。そこで表6に掲げる超高速軽量大出力のディーゼル・エンジンの開発に

努力したが、設計、材料、工作面での問題点を解決する暇なく敗戦になった。ただ三菱重工提案の64号10型は敗戦時完成状態にあって、アメリカ海軍技術調査団がこれを接收し、アメリカに持ち帰り技術試験を行い、その優れた性能を高く評価した。

その後、三菱重工は本機関に改良を加え、2,000馬力級20ZC、3,000馬力級24WZなどを製造して、海上自衛隊の魚雷艇に搭載して優れた性能を実証し、世界的な高速艇用軽量大出力ディーゼル・エンジン

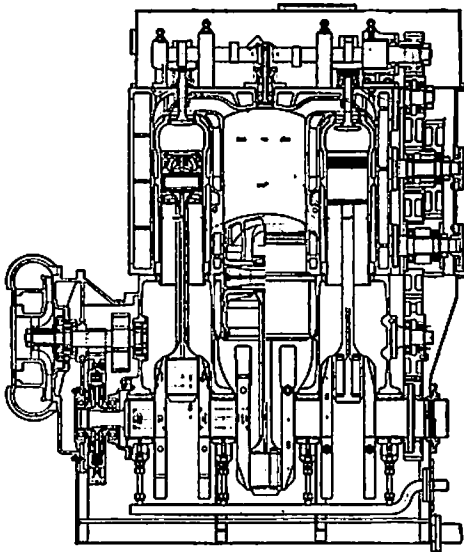


図1 単動過給センバウトディーゼル機関

形式 $1C \times \frac{100}{200} \times \frac{200}{250}$

	高压筒	低压筒
シリンダ直径/行程mm	100/200	200/250
組数	1	
回転数 rpm	1800	
圧縮圧力/最高圧力kg/cm ²	80/100	7/25
正味平均有効圧力 BHP	320	
重量 kg	750	

(過給機を含む実例)

機関長さ mm	1,140
高さ(クランク軸心上) mm	970
幅 mm	600

備考 シリンダジャケット架構, ガバナ铸铁製,
低圧ピストンのみ, 軽合金製

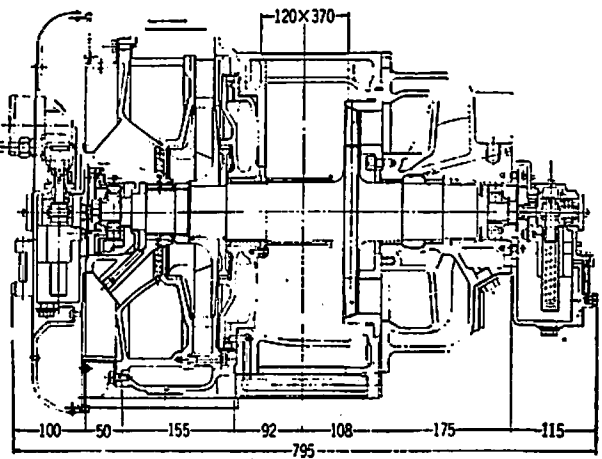


図2 開南丸主機用排気タービン過給機

1938年三菱横浜で開発された日本最初の排気タービン過給機(台湾総督府警備船開南丸主機 2×6 285 mm/420 mm用)。

この主機は, 440 rpm 440 P Sの機関を本過給機により500 P Sに定格向上をした(P_{me} 5.6 kg/cm²を6.4 kg/cm²)。ただし試験台上では同一回転速度で720 P S(P_{me} = 9.2 kg/cm²)まで出力した。

許容排気ガス平均温度 650 °Cにおいてタービン入口許容最高速度 24,000 rpm

として認められるに至った。

(5)単動過給コンパウンド・ディーゼル(図1⁽⁵⁾)および開南丸主機用排気タービン過給機(図2⁽⁵⁾)

1) 図1は表6の最下段のディーゼルである。蒸気往復機関に多段膨張が活用されたように、ディーゼルに2段膨張を適用して機関の軽量・大出力・高効率化を計画したものである。本機関は昭和8年頃三菱重工長崎造船所が提唱したもので、図1のごとく1個の2サイクル低圧シリンダの両側に2個の4サイクル高圧シリンダを連結して一組の機関としたもので、高圧シリンダには燃料噴射弁を備え、低圧シリンダには排気口を設えた機関である。高圧シリ

ンダ面積は低圧シリンダ面積の約1/4であり、2段膨張エンジンの特徴を活用したものである。馬力当り重量は表6中最小の1.8 kg/psであったが、実験航行中、敗戦を迎え実用化に至らなかった。

なお本形式のエンジンはディーゼル博士自身も考えていたと言われるが、三菱提案のものは全く別個に着想されたものであった。

2) 開南丸主機用排気タービン過給機

今日船用ディーゼルでは一般化している排気タービン過給機は、第一次大戦中に航空ガソリン機関用として開発が緒についたもので、この着想は1920年代の初期にスイスのA. Bücheによってディーゼル・エンジンへの利用が熱心に考えられた。昭和10年頃、日本海軍が駆潜艇用主機としてマン社の排気タービン過給W10V30/38を輸入したが、その頃、三菱重工横浜造船所はマン社のサブ・ライセンスとしてビューヒ方式を導入したものの詳細な技術供与がないので、独自に排気タービン過給機を設計製造して、昭和12年台湾総督府の警備船、開南丸の主機、6シリンダ、285/420、440rpm、400馬力に装着し、

表5 日本海軍の主要なる艦艇用内燃機関要目表

機関形式	サイクル	作動	筒数	筒径 mm	行程 mm	回転数 rpm	計画出力 PS	Pme kg/cm ²	C_m m/sec	W_t ton	W_t/PS kg
ズ1式号	2	S	6	320	350	400	600	4.00	4.67	18,000	30.0
ズ2式号	2	S	6	450	440	340	1,450	4.56	4.99	30,000	20.7
ズ式3号	2	S	6	540	570	300	3,400	4.86	5.70	74,000	21.8
ラ式1号	4	S	6	450	420	450	1,200	6.00	6.30	25,000	20.8
ラ式2号	4	S	10	530	530	390	3,000	5.92	6.89	73,000	24.3
マ式1号	4	S	10	300	380	675	1,500	7.43	8.55	15,000	10.1
マ式2号	4	S	9	365	500	350	1,050	5.74	5.83	40,000	38.1
マ式3号	4	S	10	450	530	320	1,800	6.00	5.65	60,000	33.3
マ式4号	4	S	10	530	740	225	2,250	5.51	5.55	118,000	52.4
1号10形	2	D	10	470	490	350	6,300	5.09	5.72	87,000	13.81
2号10形	2	D	10	470	530	350	7,800	5.84	6.18	93,000	11.94
11号10形	2	D	10	450	600	400	8,500	5.37	8.00	81,000	9.53
12号10形	2	D	10	450	530	420	7,500	5.11	7.42	-	-
12号11形	2	D	11	450	530	380	7,000	4.79	6.71	-	-
12号12形	2	D	12	480	600	400	12,000	5.57	8.00	120,000	10.0
13号10形	2	D	10	480	600	350	8,000	5.09	7.00	104,000	13.0
31号6形	2	S	6	420	520	400	2,150	5.59	6.93	28,300	13.2
22号8形	4	S	8	430	450	600	2,080	5.97	9.00	26,000	12.5
23号8形	4	S	8	370	500	360	850	4.94	6.00	34,000	40.0
中速400PS	4	S	6	300	350	500	400	4.86	5.83	9,500	23.8

備考) Sは単動, Dは複動を示す。

表6 魚雷艇用を目的とした超軽量高速内燃機関の主要目

機 関 名 (形 式)	サイ クル	出 力 (PS)	回転速度 (rpm)	重 量 (kg)	シリンダ径/ ストローク	シリンダ数	kg/PS
53号10形 (ダイムラー・ベンツ)	4	(2,000) 1,500	(1,650) 1,450	3,645	185/250	20(10V)	2.48
62号6形 (YVK)	2	600	1,700	3,150	140/180	12(6V)	3.60
63号8形 (YVA)	2	(2,000) 1,800	1,300	6,500	190/250	16(8V)	3.60
64号10形 (ZC 707)	2	1,500 (2,000)	1,450 (1,600)	5,000	150/200	20(10V)	3.33
コンパウンド	6VUC	1,500	1,800	2,700	H.P. 100/200	6組み	1.8
ディーゼル	4UC	1,000	1,800	2,060	L.P. 200/250	4組み	2.0

備考) ()内数字は計画目標値を示す。

表7 DESIGN DATA AND PERFORMANCE CHARACTERISTICS-DIESEL ENGINES IN U.S. NAVY

Naval Engineers Journal

No	First Built	Builder-Type	Fuel Injection	Starting	Reversing	Cycle	No of Cylinder	BHP Total	BHP/Cylinder	Bore In.	Stroke In.	R.P.M.	Displacement	Piston Speed Fpm	B.M.E.P. Psi	Specific Vol per BHP	Remarks
1	1898	MAN	Air	Air	"	4	20	20	20	10.23	16.16	185	1,330	500	66.3	66.5	First Diesel in U.S.-A.
2	1911	NELSECO-VICKERS	"	Non	Non	4	4	275	69	12.75	13.50	400	6,900	900	78.9	25.1	First in U.S. Navy - Subs E-1, E-2
3	1911	NELSECO-MAN	"	Air	Rev	2	6	450	75	11.00	12.25	450	7,000	920	54.4	15.55	H and class, modified for L. class
4	1913	NAVY-MAN	"	"	"	2	6	2,500	417	25.20	39.37	130	117,900	853	64.8	47.1	U.S.-S. Maumee
5	1914	SULZER BROS	"	"	"	2	6	600	100	12.59	12.59	450	9,410	944	55.1	15.68	Sub. G3
6	1916	BUSCH-SULZER	"	"	"	2	6	600	100	12.5	14.5	375	10,670	906	59.3	17.8	Lake L. class Sub.
7	1917	"	"	Non	Non	2	6	300	50	9.5	12.0	400	5,105	800	58.25	17.01	Lake N. class Sub.
8	1918	NELSECO	"	"	"	2	6	420	70	10.5	16.0	350	6,315	934	57.1	19.8	Sub. M-1
9	1918	"	"	Air	"	4	8	240	30	9.5	12.5	330	6,362	730	85.4	26.5	H and K classes re-engined
10	1919	"	"	"	"	4	6	440	73	13.5	14.0	400	12,020	933	72.6	27.3	EB Co. O and R. classes
11	1918	BUSCH-SULZER	"	Non	Non	4	6	500	83	14.25	14.0	410	13,400	957	72.1	26.1	Lake O and R classes
12	1919	NELSECO	"	Air	Rev	4	8	600	75	13.50	15.0	380	17,190	939	73.0	28.55	EB Co. S-1, S class
13	1919	BUSCH-SULZER	"	"	Non	2	6	900	150	14.87	16.37	350	17,070	955	99.7	18.97	Lake S-2, S class
14	1918	NAVY-NELSECO	"	"	Rev	4	8	700	87.5	14.50	16.0	350	21,130	933	74.9	30.2	Navy Yard S-3, S class
15	1920	NELSECO	"	"	"	4	8	1,000	125	16.0	19.0	375	36,700	1,187	54.6	38.7	EB Co. T class
16	1922	BUREAU TYPE	"	"	"	4	6	1,400	167	17.75	16.56	425	24,000	1,173	75.8	24.6	Government S class
17	1926	"	"	"	"	4	6	2,250	375	20.87	20.87	345	42,900	1,200	74.9	30.65	Sub. V-4
18	1922	BUSCH-SULZER	"	"	"	2	6	600	100	21.63	21.63	310	47,700	1,129	60.2	21.2	Lake V class
19	1933	NORFOLK BUDA	XLO	Elec.	Gear	4	4	25	6.25	3.625	4.50	1,428	185.8	1,040	74.7	7.46	"
20	1933	"	"	"	"	4	6	60	10.0	4.0	5.50	1,700	414.3	1,500	67.4	6.91	Navy Power Boats
21	1936	NORFOLK LANOVA	"	"	"	4	6	105	17.5	4.25	5.50	1,885	4,483	1,728	94.2	4.46	"
22	1933	WINTON	Unit	Air	Non	2	V-12	950	79.2	8.0	10.0	720	6,040	1,200	86.6	6.36	Original - Prototype
23	1935	GM-CDED	"	"	"	2	V-16	1,300	81.2	8.0	10.0	750	8,042	1,250	85.3	6.19	Porpoise class subs
24	1936	FM CO	Mech	"	"	2	OP	1,300	162.4	8.0	10.0	720	8,042	1,200	89.0	16.19	Plunger, Pullack subs
25	1936	HOR-MAN	"	"	"	2	DA	1,300	162.4	9.056	13.38	700	13,570	1,541	54.25	10.4	Pompano Submarine
26	1941	GM-CDED	Unit	Elec.	Gear	2	8	500	62.5	6.5	7.0	1,200	1,858	1,400	88.8	3.72	YMS mine sweeper
27	1937	ALCO-SULZER	Mech	Air	Rev	2	DA	4,800	600	16.5	23.0	420	65,400	1,610	60.5	15.55	USS Maumee re-engine
28	1940	GM-CDED	Unit	"	"	4	V-16	2,000	125	9.5	12.0	900	13,610	1,800	128.3	6.8	PC 451 and class
29	1940	GM-PANCAKE	"	Elec.	Prop.	2	16	1,200	75	6.0	6.5	1,800	2,940	1,950	89.8	2.45	SC 453 and class
30	1941	GM-DETROIT	"	"	Gear	2	6	225	17.5	4.25	5.0	2,100	425.7	1,750	99.6	1.89	Landing craft
31	1942	GM-ELECTROMOTIVE	"	"	"	2	V-12	900	75	8.50	10.0	750	6,815	1,250	71.0	7.57	LST's

表 8 軽量・小型・大出力ディーゼル

機 関 名 称	単 位	24WZ	S12U	CT18-50K	MTU956/1163	K48E [※]
製 作 所		三菱重工	三菱重工	英 Paxman	西独 MTU	中 国
ストローク		2	4	2	4	2
シリンダ配列		60°W型	60°V型	▽型	60°V	水平3列
シリンダ数		24	12	18×2	12	48
シリンダ径×ストローク	mm×mm	150×200	240×260	131.7×184.2	230×280	150×185
最大出力/回転数	PS/rpm	3300/1750	(4500)/(1350)	4000/2100	4240/1300	6000/1900
“ 時 Pme	kg/cm ²	10.00	(21.25)	9.8	21.03	9.05
“ “ Cm	m/S	11.67	(17.7)	12.9	12.13	11.72
定格出力/回転数	PS/rpm	2540/1600	3400/1200	3050/1800	3000/1100	3750/1500
“ 時 Pme	kg/cm ²	8.42	17.7	8.8	17.58	7.17
“ “ Cm	m/S	10.67	10.4	11.1	10.27	9.25
総行程容積	ℓ	84.82	141.15	88.3	139.6	156.92
機関総重量	t	6.7	13	7.19	11.35	12
馬力当り重量	kg/PS	2.03	(2.9) 3.8	1.8	2.68	2.7

備考 S12U () 数字は推定値
K48E[※] 海上で実用試験中とのこと。

25%出力増の500馬力を得た。図2はその横断面図を示すが、わが国で設計製造した排気タービン過給機の嚙矢と言えよう。

4. 米国海軍のディーゼル・エンジン

第2次大戦において日本海軍の主たる相手は米国海軍であった。両海軍とも水上艦の主勢力を構成した軍艦は蒸気タービン推進であったが、アメリカ海軍のディーゼル・エンジンの歴史を概観し、日本海軍のそれとの比較をこころみる。

(1)米海軍のディーゼル・エンジンの源流は欧州から(表7^⑥参照)

表7,1行目のアメリカにおける最初のディーゼル・エンジンはマン社製のもので1998年の春アメリカに到着し艦造所の動力源として使用された。米海軍が最初に使用したディーゼル・エンジンは、第2行にあり、潜水艦E-1およびE-2に搭載された。

第7の製造者の形式の欄を通覧するとマン社およびズルツァー社の数が多く、日本海軍のディーゼル技術の系譜と同様であることが判明する。第二次大戦中の有名な米海軍太平洋艦隊司令長官ニミッツ大將は第一次大戦開戦の直前、米海軍からドイツのマン社にディーゼル・エンジンの技術を収得するため派遣されたが、当時の階級は大尉であった。彼はマン社で技術収得中左手の指を切断する傷害を受けたと伝えられるが、米海軍の技術の歴史の上で一駒として、このことは造機技術に携る筆者にとって印

象が深い。

(2)アメリカ海軍におけるディーゼルについてのニュー・ディール。(新しい政策)

1929年以降のアメリカの経済大恐慌を克服するため、米大統領フランクリン・ルーズベルトによって実施された一連の社会政策ニュー・ディールと期を同じく、米海軍は1931年ディーゼル・エンジンの開発についてのニュー・ディールとして、不景気のため遊休状態にある国全体の有能な技術者を活用することとし、開発に関して2個の基本目標を設定した。

1) 現存のディーゼルよりも軽量で、高速回転であること。

2) 各適用動力源毎の異った設計のものではなく、生産ラインに乗るもので、国の経済構造に適し、製作費などの節約に役立つもの。

1932年3月、米海軍は米国の主要ディーゼルおよびガソリン・エンジン・メーカーに開発受託を呼びかけたが、唯一の仕様条件はディーゼル重量が27½ポンド/馬力を超えないことであった。

1932年12月までに5社と契約し、それぞれ契約金額は10万ドル、出力は320～950馬力、形式は全部異なり、4サイクル過給、2サイクルV形、2サイクル星形、2サイクル対向ピストン、2サイクル・ダイヤ形であった。

試験の結果合格したものは、表7,22行のウィントン・エンジン会社(ジェネラル・モーターズ社(GM社)の子会社、後にクリーブランド・ディーゼル

表9 特殊船要目表

項目	船種	単位	* シーホーク	SWATH シーガル	Hydrofoil PT-50	Hovercraft PP5	Hovermarin PMマークIV	** 新愛徳丸	SES100B 実験艇 (U S N)
L		m	48.30	35.9	27.66	16	18.19	66.00	23.8
B		m	8.20	17.1	6.1	8.6	5.80	10.60	10.7
D		m	3.70	5.845	約3.5	4.4	オフクッ ジョン1.05	5.20	—
d		m	1.45	3.8	1.40	スカート 深さ1.2	クッション 0.9	—	—
総トン数		トン	519.94	672.08	(排) 62	Normal all up Weight 14	25	699	100GT
旅客定員		名	401	402	123	52	82~92	カーゴオイル タンク1300 m ³	乗員: 4 他: 6
速力		ノット	306	27	33	55	35	12	91.9 80-1-25
機関形式			池貝MTU 16V652	富士SEM T18PA 4V	池貝MB 820D6	IHI IM 100T- 58)	BV92-M (GM)リフト V-504(カミ ノ)	阪神EL 32	FT12×3 (合計13,500 HP)
定格出力/回 転数×台 シリンダー数 /型式 ボア×ストローク	PS/rpm	mm	2420/ 1425×2 16/45°V	4050/ 1475×2 18/90°K	1350/ 1500×2 12/60°V	1050/ 19500×1 ターボ ロップの 船用化	340/ 2170×2 152/2800 ×1 8/90°V 117×95	1600/ 250×1 6/L 320/640	リフトST- 6J-70×3 (合計1,500 HP)

注) *・超大型軽合金製高速旅客船。 **帆装タンカー

表10 高速小型ディーゼル要目表

	ヤマハ船用主機 低燃費型機関	日産ディーゼル マリン・エンジン	いすゞ/トビン 高速4サイクル船用機関
名称	6HAS-DT	RD10TA06	8MAI-TMR-425
型式	4サイクル清水冷却 直接噴射式ディーゼル	4サイクル水冷直接噴射 式ディーゼル	4サイクル複式水冷直接 噴射式蒸気タービン過給
シリンダ配列-数 シリンダ内径×行程 総排気量	L-6 130mm×150mm 11.95ℓ	V-10 135mm×125mm 17.892ℓ	V-8 145mm×125mm 16.513ℓ
連続最大出力/rpm " 時Pme " " Cm	(350/2100)特殊120Ps/1150 (12.56)kg/cm ² 7.86kg/cm ² (10.5)m/s 5.75m/s	450Ps/ 230 rpm 9.84 kg/cm ² 9.58 m/s	425Ps/ 230 rpm 10.07 kg/cm ² 9.58 m/s
エンジン重量 (含送転減速機)	1500 kg	2020 kg	2040 kg

と社名を変更した)であって、直ちに4隻の潜水艦に搭載されたが、以後この形式のディーゼルは潜水艦、水上艦の主機ばかりではなく、新式ディーゼル機関車に使用され、また第二次大戦では多くの補助艦艇などに使用された。

本開発に刺激され、フェアバンクス・モース社は自費自主開発したディーゼルを海軍の当該試験に提供して資格審査を受け、成績良好であったので米海軍に採用された。本ディーゼルは表7、24行に示すもので2サイクル対向ピストン直列ディーゼルで、米海軍のディーゼル潜水艦の主機械として前者と占有率をそれぞれ2分するに至った。

(3)上陸用舟艇の殆んどすべての推進ディーゼルを同一形式とした

第二次大戦でディーゼル・エンジンが演じた最も

大きな成果として、すべての上陸用舟艇(大きさ、使用目的が相違するにもかかわらず)を推進するのに一形式のエンジンだけを採用したことである。このエンジンはGMモデル6-71(表7、30行)で、船用に逆転減速機と組合せて、グレマリン・ディーゼルとして有名である。舟艇としては下記の形式のものが多数量産された。

LCVPまたはLCP	56000 隻以上
LCM	10000 隻以上
LCT	1500 隻以上
LSSLなど	1000 隻以上

これらに要した6-71エンジンは10万台以上と推定されるが、このディーゼル・エンジンの効率的生産と運用こそ、戦果への貢献度第一と評価される理由である。

(4)米海軍のディーゼル・エンジン勢力

第二次大戦中に5000万馬力以上のディーゼル・エンジンが米海軍のために製造され、1943年10月には米海軍艦艇に搭載されたディーゼル・エンジンの総馬力数は、米海軍の歴史において始めて蒸気タービンの総馬力数を超えたとされる。

主たる水上艦艇（戦艦、巡洋艦、空母、駆逐艦）の推進機関は蒸気タービンであったから、第二次大戦の海戦は蒸気タービン艦同志の戦闘という印象が強いが、潜水艦は当然ディーゼル主機であったほかに、数多い補助艦艇、上陸用舟艇などはディーゼル推進であった。大戦後半には艦艇搭載総馬力数ではディーゼルが蒸気タービンを凌駕していた事実は興味深い。

5. 敗戦から現在までの船用ディーゼルおよびガスタービンの発達

廃城の中から立ち上った日本人の努力は今日多くの工業製品について、質・量ともに世界一の座を占めるものがすくなくない。ディーゼル・エンジンもその一つであって、生産台数では全世界の約1/4を占め⁽⁷⁾、1980年の船用低中速ディーゼルでは416万馬力、約430台に達している。ガスタービンについては昭和20年代各大手造船所の造機部が、一斉に研究を開始したものの非常に技術的困難を経験し、多くの試練を経てディーゼル同様欧米のライセシとなって重量形および航空転用形のを生産するに至っている。

(1)ディーゼル・エンジンについて

数10万隻にのぼる漁船、サプライ・ボート、作業船等々の業務艇の主機はいずれもディーゼル・エンジンであるが、船用ディーゼルメーカーとしての長い歴史を持つ会社の製造する中高速のものと、農業・車輛原動機を船用化した高速ディーゼルが共存している。このことは船用よりも更に市場の大きい農業・車輛用ディーゼルの船用化が高信頼性と低価格ならびに良好なアフタサービスを得るところに存すると考えられる。

1) 軽量高速・小形大出力ディーゼル・エンジン (表8参照)

産業革命の代表的機械としての蒸気往復エンジンは未だにSLとして機構学的美しさと力強さを誇示し、若い世代をも魅了しているが、数千馬力の高速ディーゼル・エンジンは高・中・低速ディーゼル・

エンジンの中の代表選手に相応しいものであろう。第2章の日本海軍の内燃機関で述べた三菱重工のZCエンジンは24WZエンジンとして、現在も海上自衛隊の魚雷艇として活躍している。S12U, MTU 956/1163, K48Eはいずれも1981年6月フィンランド、ヘルシンキでの第14回CIMAC (国際燃焼機関学会) で発表された最新鋭高速ディーゼルである。CT18-50Kは有名な▽形ピストン配置で各頂点にクランク軸があり、機構学的構造の華やかさがあるが、24WZのW形、K48Eの水平3列クランク配置のいずれも、エンジンをコンパクトにまとめること、振動のすくないバランスのよいエンジンとするための苦心の結果である。魚雷艇用として開発されたCT18-50Kは掃海艇、ディーゼル機関車などにも搭載されているが、最近の魚雷艇にはガスタービン推進のものも多い。MTU系ディーゼルの軍用高速艇の主機としての搭載例は世界的に多く、Janes Fighting Ships 1977~1978 によれば全世界の高速艇の11%を占めている。

燃料消費の観点よりすると4サイクルが2サイクルより優れているので最近の開発エンジンは4サイクルが多い。

2) 特殊船舶とその主機について (表9および表10参照)

単一船殻を主船体とする従来形船型は、その背後に数千年の歴史があり、軍用、商用を問わず、現在も小型から大型まで、低速から高速に亘って、幅広い積載能力と速力をもって、それぞれの任務を遂行し、将来も遂行するであろう。しかしながら速力については排水量形の単一船殻であるかぎり40ノットを超えるものはまれである。そこで新しい着想のHydrofoil艇およびHovercraftなどの船型が考案されて実験ならびに一部に実用化されている。

前者は水中翼の流体力学的揚力によって主船体を水面から離して抵抗を減ずるものであり、後者は静空気圧で主船体を同様水面から離し抵抗を減じて高速力を得る方式である。

Hovercraft の中で側壁をもって可操スカートの側面を代用させ、静圧維持を容易にしたHovermarine, セミ・サブ式の2個の潜水艦形の主船体で浮力を持つSWATH (Small Water Plane Area Twin Hull)は荒天中の高速維持を計るものである。従来形船型ではあるが、主船体をアルミ軽合金製とした高速旅客船、新しい着想の新硬帆を風向、風速を計算して最適展長する省エネルギー指向の新帆船も

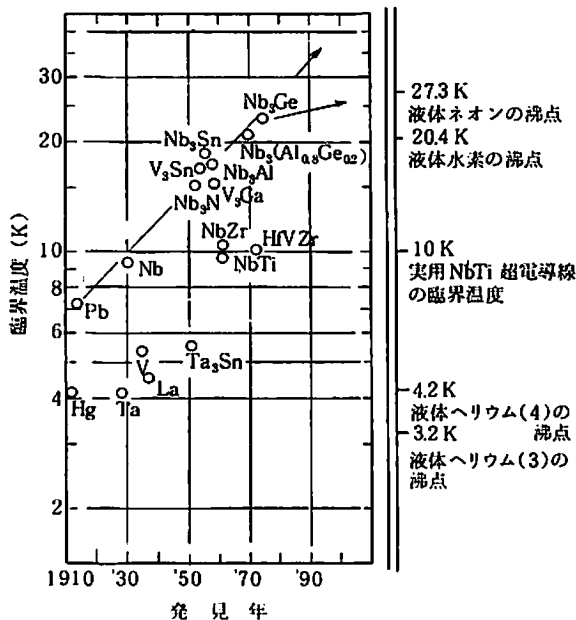


図3 超電導々体の臨界温度と発見年

ある。

いずれもそれ等に相当するディーゼル・エンジンおよびガスタービンが装備され、それぞれの目的を果たしている。表9にそれ等の特殊船の要目および主機の形式馬力などを示す。

昭和40年頃よりFRP船が製造し始められたが、木材の入手難に加えて、ガラス繊維とプラスチック材が開発され、その供給が潤沢になるにつれ木造船の建造は衰退の一路をたどり、かつて木造船建造で有名であった地方に現在木造船の建造を見ることが出来ないほどである。船体材料は木から鋼になり、小型船で残っていた木材も最後にFRPとなった。

FRP船の建造の増加に併行して船用小形高速ディーゼル・エンジンの搭載例が増加しているのは、重量・容積が軽量・小形で、かつバランスが良好で振動がすくないからである。

表10に高速小形ディーゼルの3例を示すが、いずれは自動車用ディーゼルの船用化を果たした先駆者として著名である。日産ディーゼルのUD形は4章で述べたGM6-71エンジンの日本版ということもできるが、車輛用を主に船用化も進め、米国クライスラー社に数千台を輸出した実際を持っている。2サイクルであった同社のUD形も騒音レベルの低減および燃費率の改善の見地等から4サイクルに切り替えられ、現在製造するエンジンはすべて4サイクルになった。

3) ガスタービン

前述のごとく新しい着想に基づき新しい船はいずれも主船体を水面から離して、主船体の摩擦抵抗と造波抵抗を大巾に減じて高速を得るものであるが、航空転用形ガスタービンの適用によってのみ、その実現が可能である。

勿論、小形で実用されているものにはディーゼル推進もあるが、マッハを超える航空機がガスタービン(ジェット・エンジン)で実現したと類を共にするものであろう。表9最後の欄⁽⁸⁾は米海軍実験船SES 100 Bの要目を示す。

同艇は1980年1月25日、米国チェサピック湾のテストコースで91.9ノット⁽⁸⁾(170 km/h)を得てこの種艇の世界最高速力を記録した。80ノットあるいは100ノット海軍の記事が雑誌に出初めてから約15年を経過し、実験的に前記のような記録を得てはいるが、未だ実用艇として多数建造するに至っていない。

米海軍が計画した3 KSESは全長81メートル、巾33メートル、高さ5.5メートル、満載排水量3000トンで、推進用にはLM2500×4基、水ジェット4基、浮揚用にはLM2500×2基、遠心ファン6基である。したがって全推進動力はLM2500×6基で12~15万馬力、これをFT9A~2Aに代替する案もあり、その場合は18~22万馬力になる。戦艦大和が満載排水量73,000トン、15万馬力、27ノット、米海軍原子力空母ニミッツCVN-68が満載排水量91,000トン、28万馬力、30ノット以上であることと対比して、ガスタービンの小形軽量と80ノット海軍の特殊性を理解することが出来る。いずれにしてもこのような特別高速艦艇はガスタービンなくしては実

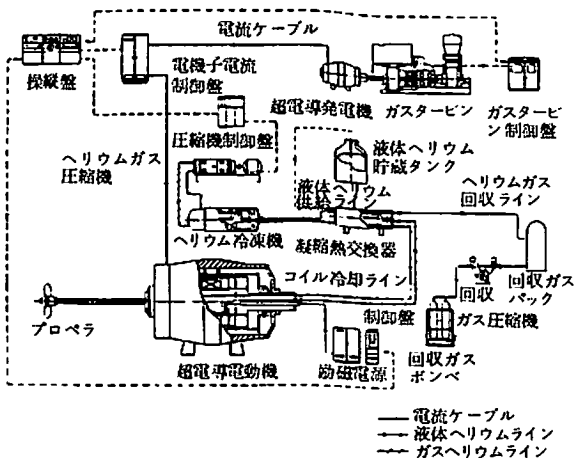


図4 超電導推進システム系統図

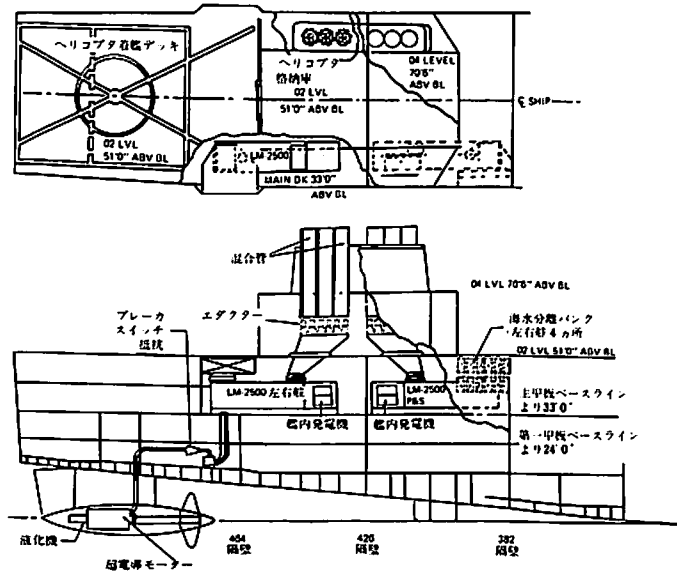


図5 ポッド形直流超電導電気推進 (DD 963 クラス駆逐艦に適用)

現しない。

なおフリゲート艦、駆逐艦級の推進機関は世界的にガスタービン化が進み、海上自衛隊のガスタービン推進大形護衛艦の第1艦52年度DD“はつゆき”はロールス・ロイス「Olympus TM3B+Tyne RM1C」のCOGOGプラント2基2軸で、現在住友重機械において建造・海上公試中で、本年3月引渡の予定である。

SWATH は同一排水量の単殻船と同一速力を得ようとするれば、より大きな推進動力を必要とするが荒天でも波が上部構造物に触れないかぎり、動揺がすくなく航路コースの変更や速力の低減を必要としない特質を評価された船型である。

6. 今後の開発

(1)ディーゼル

質量ともに日本で生産されているディーゼルは、第一級水準に達していると考えられるが、今後の問題もすくなくない。排気ガス規制への対応について相当の努力が払われつつあり、成果も一部報告されているが十分であろうか。燃料の粗悪化と代替燃料への対応について、ディーゼル・エンジンの適合性は他の熱機関よりも高いと言われているが、相当長期のしかも機械技術分野の他に、化学および電子技術分野における研究開発が必要である。低セタン価燃料の燃焼に関係して、パイロット噴射方式か電気着火方式の基本構想についての検討も必要である。

超長ストローク低速ディーゼル・エンジンでは 70 rpm, 120 gr/ps-hr 代の大形船用のもの (低回転プロペラによるプロペラ効率の向上と減速歯車装置の撤去) が出現しようとする現在、低燃費、高性能、高信頼を狙うセラミック燃焼室ディーゼル・エンジンの実現、高級電子技術を利用する監視制御技術の開発など期待される所が大きい。

(2)ガスタービン

業務艇用ガスタービンとしては航空転用形が主用されるであろうが、その性能、燃費率の向上などは航空機用ガスタービンの開発の延長上に、時期的には若干の時間遅れを持ちながら実現するであろう。しかし、ガスタービン自体では現在のディーゼルの燃費率の 130~150 g/ps-hr の実現は相当困難であろうから、その軽量、大出力を最優先とする艇への採用にとどまることになる。従って燃費率の低減には航空機用の開発を待つ前に既に陸上発電プラントで相当の実績があるコンパウンド・サイクルの船用化についての研究開発が必要であろう。陸上コンパウンド・サイクルではガスタービンの排気ガスを後焚きすることなく熱交換して排ガスエネルギーを回収するだけで、上流ガスタービン出力の約50%に相当する追加出力を得ているから大きな燃費率の改善を期待できる。勿論、船用とするため排ガス抵抗のすくなく、熱交換効率が高く、容積重量の小さい熱交換器の開発ならびに、ガスタービンおよび蒸気

タービン両原動機の組合せ最適制御、加減速性の改善など研究項目も多い。

(3)新技術

業務艇で特に高速のハイドロ・フォイル艇, SES, SWATH, または排水量型船舶への電気推進の装備は原動機とプロペラ間の動力伝達についての幾何学的制約を解決する最適技術と考えられる。

従来形の電気推進では重量、容積が大きく、価格が高いので特殊な潜水艦、砕氷艦船などにしか採用されなかった。これを最近脚光を浴びようになった超電導技術を利用する超電導発電機、超電導電動機、超電導電路を利用できるようになれば重量・容積・価格問題を解決する可能性があるばかりでなく、効率の向上も期待できる。図3⁽⁹⁾は超電導材料の臨界温度と発見年を示し、現在液体ヘリウム温度(4.2°K)でしか実用的な超電導電気機器を設計できないものが、やがて液体水素(20.4°K)、液体窒素(77.3°K)の温度領域へ移行できる可能性を示唆している。

図4⁽⁹⁾は超電導推進システム系統図の一例を示している。一昨年、米海軍は400馬力超電導直流電動機、ガスタービン駆動超電導直流発電機およびヘリウム冷凍機等からなる推進システムを、船長20メートルの試験船に搭載し、海上運転を実施して好結果を得たと報じている。

図5⁽¹⁰⁾は米海軍最新鋭駆逐艦スプルーアンス(DD 963)級に超電導電気推進を適用した艦尾付近の概念図で、ペイロードおよび航続距離を同一とする条件で検討した結果、排水量が7,550トンから6,500に減じ、推進用ガスタービンLM 2500×4基を3基とすることが可能だとしている。

さらに図5のようなポッド式推進ユニットを完成させれば、従来主機配置上大きな制約条件であった長い軸装置が不要になり、一例としてストラット上に推進ユニットを装備することができる。航空機のジェットエンジンを主翼配置から尾翼付近としたものがあるように、流体力学的に最適な位置に推進ユニットを装備すること、あるいは推進ユニットにふさわしい船体形状の選択という方向への発展の可能性も示唆している。更にまた軽量小型のガスタービン原動機であるから、艦尾上構近傍に機関区画を設けられるので、従来の艦の中央に全長の1/3を占有した機械室区画の移動が可能だから、新しい区画構想の艦の計画も考えられる。

7. まとめ

1892年のディーゼル・エンジンの発明からの、主としてディーゼル・エンジンの発達を概観し将来を展望した。当然のことではあるが、日本のディーゼル・エンジン等の技術は深く欧米の技術に依存してきており、今後もその影響を受けることが多いであろう。日本は生産技術の開発研究によって質量とも一応の水準に達したと思われるが、将来の問題を解決する前広で奥深い技術研究開発については、現状は必ずしも十分とは言いがたい。温故知新の言葉を実行に移して21世紀のディーゼル・エンジン等の展開を期待するものである。

本稿を執筆するに当たって多数の先輩ならびにメーカーの関係者のご意見を拝聴し、文献、雑誌等を参考にした。これ等に対し深甚の敬意と感謝をささげるものである。

参考文献

- (1) 日本船用機関学会誌 第14巻第2号 昭和54年2月 船用ディーゼル機関の技術に関する進歩の年表 村田正之、片岡敏道
- (2) エンジン一代 山岡孫吉伝 昭和55年8月 小島直記、ダイヤモンド社
- (3) 内燃機関 1980年12月号, Vol. 19 No 244 日本海軍の艦艇用内燃機関の発達史 近藤市郎、大言信義、村田正之
- (4) 造艦技術の全貌 わが軍事科学技術の真相と反省(I) 昭和27年8月 第2刷 福井静雄他 興洋社
- (5) 日本船用機関学会誌 第3巻第7号 昭和43年12月 わが国における船用ディーゼル機関の発達について 磯貝 誠
- (6) Naval Engineers Journal Feb. 1949 Diesel Engine in United States Navy. By E. C. Magdeburger.
- (7) SRI World Diesel Engine Market by Norman Stoller. April 1978 Research Report 602.
- (8) Reader's Digest 1981 Almanac and Yearbook
- (9) 日本船用機関学会誌 第16巻第11号 昭和56年11月 超電導電気推進システム 外岡幸吉、保坂尚夫、森 弘之
- (10) Naval Engineers Journal April, 1979, Vol. 91, Number 2. Podded Destroyer Propulsion. Dr. Dean A. Rains, David J. Vannlandingham & Timothy J. Doyle

受 注

●石播, 西独船主から多目的貨物船を2隻

石川島播磨重工は西独船主ヨハヒム・ドレッシュャー社から13,800重量トン型多目的貨物船2隻を受注した。同船はコンテナ800個を積載できる。

●三保, オランダ船主から貨物船を2隻

三保造船は三菱商事を通じ、オランダ船主スプリット・ホーフから貨物船を2隻受注した。納期は82年9月と11月。主要目は約4,000総トン, 7,000重量トン, 主機関阪神3,000馬力, 航海速力12.0ノット。

●日杵, パナマ籍船主から貨物船

日杵鉄工はパナマ籍リブラ・キャリアーズから貨物船を受注した。親船主は台湾系といわれ、主契約者は三井物産と田中産業。納期は82年9月。主要目は15,500総トン, 20,000重量トン, 主機関赤阪6UEC 60/150 H型10,800馬力, 公試速力18.5ノット。

●日立, バルク・シップ社からバルクキャリア

日立造船は豪州船主のバルク・シップ社からバルクキャリアを受注した。同船は34,600重量トン, 主機関日立スルザー6RLB 66型11,850馬力, 航海速力14.6ノット。納期は83年3月末。

●鋼管, フィンランドからバルクキャリア

日本鋼管はフィンランドのエテラ・スォーメン社からバルク・キャリアを受注した。納期は83年8月。納期27,000総トン, 47,500重量トン, 主機関住友スルザー6RLB 66型12,800PS, 航海速力15.4ノット。

●三井, ジャーディンからバルクキャリア

三井造船は香港船主ジャーディン・マジソンからバルクキャリアを受注した。同船は24,500総トン, 38,000重量トン, 主機関三井B&W 6L 67 G F C A型13,100馬力, 速力14.5ノット, 納期は83年半ば。

●佐世保, 香港向けバルクキャリアを2隻

佐世保重工は香港船主から36,000重量トン型バルクキャリアを2隻受注した。納期82年10月と83年4月。

●林兼, パナマ船主から冷凍船

林兼造船はパナマ籍船主モノセロス・キャリアーズと40万C/F積み冷凍貨物船を受注した。納期は82年12月。同船は7,500総トン, 8,200重量トン, 主機関石播12PC 2-6V型9,000馬力, 航海速力18.2ノット。

●四国ドック, 拵本海運から冷凍船

四国ドックは神戸の拵本海運産業から30万C/F積み冷凍船を受注した。納期は82年12月。同船は5,800総トン, 6,000重量トン, 主機関三井B&W 7,890馬力, 航海速力17.5ノット。

●鋼管, 日本で初めて砕氷支援船

日本鋼管はガルフ・カナダ・リソーシズ社から, 3,150総トン型砕氷支援船(アイスクラス4, 連続砕氷能力は氷厚4メートル)を受注した。外国向けの砕氷型船舶としては, これはわが国初の受注となる。主要目は1,400重量トン, 巡航速力15.4ノット(2基駆動で), 主機関4基(合計軸馬力14,900馬力)2軸, 特殊装置(1)船首および船尾スラスタ, (2)エア/ウォーターパブリック装置, (3)セメント, パーライト輸送装置, (4)大型アンカーロープインテ, (5)大型スターンローラー。なお主機関は船主支給。

●三菱, 竹内工務から地盤改良船

三菱重工はこのほど竹中工務店から深層軟弱地盤改良船の第2船を受注した。三菱は76年から地盤改良船の共同開発をすすめており, 今回の受注は2船目にあたる。今回受注したのは第1船より小型でLBD(m)は45.0×26.0×4.2×2.6。非自航で稼働水深は最大25m, 改良深度最大69m, 82年4月竣工の予定。

●富士ディーゼル, 海保庁向け主機

富士ディーゼルは海上保安庁の2,600総トン型測量船の主機関を落札受注した(船体は日本鋼管が受注)。機種は6S40型ディーゼル(2,600×340回転)納期は83年1月。

●物産とトーメン, プルタミナ向け機器を供給

三井物産とトーメンの2社は, インドネシア国営石油プルタミナが自国内の造船所に発注する3,500重量トン型プロダクト船5隻の主機関などの搭載機器類をパッケージ輸出する商社に決定された。搭載主機関は新潟鉄工の低速(2,200馬力型)機関5台が内定している。

●石播, サウジからボイラモジュール

石川島播磨重工はベルテル・ペトロリアムを通じサウジアラビアのサウジ・ヤンプ・ペトロケミカル社から, 石油化学プラント用の毎時153トンの蒸発能力をもつボイラ・モジュール4基(各モジュール重量は約600トン)の製作, 組立を受注した。83年5月末に現地に向け出荷の予定。

開発・完成ほか

●スルザーが低燃費機関RTA型を開発

スルザー本社のF・パン・デル・シャル副社長はこのほど来日し、記者会見を行ない、同社がすでに導入済みの近代的ロングストローク・クロスヘッド型機関(RLB型)よりもさらに燃料消費を10%削減可能なRTA型スパーロング・ストローク機関を新たに開発したと発表した。新しい機関はRTA 38, 同48, 同58, 同68, 同76, 同84の6機種があり、とくに58型機関は1983年末から搭載が可能という。

今回開発したRTA型機関は回転数を70に下げ、しかも行程と口径の比を約3まで極端に落として低燃費を達成したもので、燃費は100%負荷で123g/馬力・時間、90~80%負荷で122gと現有する船用主機関では、世界で最も低い燃費を達成した。

●住重、主機関用の遠隔自動嵌脱装置を開発

住友重機械は、業界初の船舶省力化を目的とする船用主機関回転装置用遠隔自動嵌脱装置を開発した。船用主機関の保守点検時の回転装置の嵌脱は、乗組員が歯車のかみ合い状態を視視確認しながらのレバー操作でおこなっているが、その自動化については歯車のかみ合わせが、困難なため開発が妨げられていた。住重が開発したのは回転装置の歯車嵌入時の歯のかみ合わせ作業と歯車離脱作業を自動化し、主機関制御室内の遠隔押ボタンスイッチ操作ひとつでできる装置である。

●三菱、UEC・HAシリーズ3機種を開発

三菱重工は新たに3機種のUEエンジンを開発、受注活動を開始した。従来のHシリーズに代わる高出力、低燃費のエンジンで、今後これを「HAシリーズ」として販売する。新たに開発したエンジンは(1)UEC60HA(気筒数4~9, 9気筒の最大定格は18,000PS, 回転数140, 燃料消費136g。同じく経済定格の出力は15,300馬力, 燃費131グラム)、(2)UEC52HA(気筒数は同じ, 9気筒の最大定格13,680PS, 回転数170, 燃費136g。同じ経済定格は11,630PS, 回転数170, 燃費131g)、(3)UEC45HA(気筒数は同じ, 9気筒の最大定格10,260PS, 回転数185, 燃費137g, 同じく経済定格8,720PS, 回転数185, 燃費132g)の3機種で出力はHシリーズに比べ11~14%アップとなっている。

●石播、PC4-2型の世界第1号機を完成

石川島播磨重工は相生第2工場でPC4-2型機関の世界第1号機として8PC4-2L型機関(12,000PS×400RPM)を完成したと発表した。この機関はPC4型シリーズのL型機関としても最初のものという。このエンジンは81年10月8日以来、初号機テストを実施してきたもので常用出力時129.8gと期待どおりの低燃費を記録した。このエンジンに適用した主な燃費低減対策はつぎのとおり。①燃料噴射系の最適化、②給・排気抵抗の低減、③弁オーバーラップの最適化、④VTR-4シリーズ過給機の採用。

技術提携・新設ほか

●高工社、冷凍コンテナ用部品で米社と提携

高工社は米国ミッドランド・ロス社と照明器具、冷凍コンテナ用プラグ・レセプタルを対象に互恵販売契約を結んだ。契約の主な内容は(1)両社が製作販売している機種の商品について独占販売権を交換する。(2)この販売は高工社が日本、韓国、香港、台湾、フィリピン、シンガポール、マレーシア、インドネシア、米社は北米、カナダ、メキシコを対象とする。

●鋼管、潜水製作所に浮ドック建設

日本鋼管は潜水製作所の浮ドック新設についてこのほど運輸省の許可を得た。

この浮ドックは全長135m, ポンツーン長さ125m, 全幅27.84m, 深さ(渠内)9.5m, また入渠能力は最大長さ125×同幅21.1mで7,900総トン(12,000重量トン)。57年6月竣工。

●11月の建造許可実績、33隻43万トン

運輸省船舶局の纏めた81年11月の建造許可実績によると国内船、輸出船の合計は33隻, 65万総トン(100万5,000重量トン)で契約船価は1,385億9,000万円。これは総トンベースで前月比94%, 対前年比同じく101%。うち輸出船は貨物船23隻43万4,000総トン。

●鋼管、組織を改正(1月1日付)

- 1) 鶴見製作所に①管理部を新設し、同部に管理室、資材管理室、設備環境室を置く。②重工業務部、船舶業務部を新設、これに伴い業務部を廃止する。
- 2) 津製作所造船部にプラントモジュール工場を新設する。これに伴いプラントモジュールプロジェクトチームを廃止する。

NKコーナー

●ニュージーランド政府NK承認の内容

NKが、ニュージーランド政府から同国籍のNK船級船につき、I L L C 1966に従って乾舷を指定し、検査を行ない、国際満載喫水線証書を発行する権限を付与されたが、その内容について照会中であることを、本誌 Vol. 54 No 601 に報じた。

このほど、その内容が明らかになったので改めてお知らせすることにする。

付与された権限は次の通りである。

1. ニュージーランド国内法 (Load Line Rules, 1970) に従って乾舷を指定し、検査を行ない、I L L C 1966 条約適用船には国際満載喫水線証書を、その他の船舶には、ニュージーランド満載喫水線証書を発行すること。
 2. 定期検査が行なわれた後、上記満載喫水線証書の期間満了前に当該船に新証書を発行することができない場合は、原証書の効力を5カ月以内延長すること。
- なお、前記1および2に関連するすべての検査はNKの専任検査員が行なわなければならないことになっている。

●機関関係諸承認物件の紹介

鋼船規則の関連篇の規定を満足しているものとして、最近承認された機装品を紹介する。

1. 第一種プロペラ軸ゴム巻施工承認

(1) 施工者： 楠双葉ゴム製作所

(2) 軸径： ゴム巻施工許容プロペラ軸径は250mmまでとする。

(3) 承認年月日： 昭和56年7月7日

(4) 登録商標： ゴム巻承認は、昭和ゴム株式会社の技術指導で行なわれ、製品には、昭和ゴム株式会社の登録商標が押印される

2. 空調装置

(1) 製造者： ダイキン工業株式会社

(2) 承認番号： RC 8101

(3) 承認年月日： 昭和56年7月30日

(4) 適用規則： 昭和55年版鋼船規則

(5) 品名： 船用デッキユニット

(6) 主要目： 次表の通り

形 式		USD 35 F	USD 40 F
冷房能力 (Kcal/h) 50/60Hz		94,500/105,000	108,000/120,000
圧縮機	形 式	6HC752SB-FYE	6HC752LB-FYE
	電動機出力 (kW)	2.6	3.0
保 形 器 形 式		CXS2419	CXS2421
送風機	形 式	2D2½ Y	2D2½ Y
	電動機出力 (kW)	1.1	1.5
電 圧 (V) 50/60Hz		380, 400/400, 440	380, 400/400, 440
冷 媒		R-22	R-22

(7) 試験および検査： この装置の試験および検査は、鋼船規則の E, F および H 編により実施する。

3. 冷凍機用溶接構造弁

(1) 製造者： 田尻機械株式会社

(2) 承認番号： R F 8101

(3) 承認年月日： 昭和56年3月25日

(4) 適用規則： 昭和55年版鋼船規則

(5) 品名： 溶接構造弁

(6) 形式および主要目：

- 1) 型式、構造： 下表の通り。
- 2) 冷 媒： R 717 R 12 R 22 R 502
- 3) 設計圧力： 26kg/cm²
- 4) 温度範囲： -50℃～150℃

型 式	呼 び 径 A (mm)	形 式	弁 底 部 構 造	材 料			
				本 体	弁 底 部	出 入 口 管	蓋 部
PGW-N I	50, 65, 80	玉 形	絞 り (付 設)	SPHE	SPHE	STPG38	SPHE
PAW-N I	50, 65, 80	ア ン グ ル	絞 り (付 設)	SPHE	SPHE	STPG38	SPHE
PGW-N II	40, 50, 65	玉 形	平 板	STPG38	S25C	STPG38	S25C
	80, 100, 125						
PAW-N II	40, 50, 65	ア ン グ ル	平 板	STPG38	S25C	STPG38	S25C
	80, 100, 125						
PAW-N III	50, 65, 80	玉 形	絞 り	SPHE		STPG38	SPHE
	100, 125		平 板	STPG38	S25C	STPG38	S25C
PAW-N IV	50, 65, 80	ア ン グ ル	絞 り	SPHE		STPG38	SPHE
	100, 125		平 板	STPG38	S25C	STPG38	S25C
PGW-D I	10, 15, 20	玉 形	一 体 鍛 造	S25C			S25C
	25, 32, 40						
PAW-D III	10, 15, 20	ア ン グ ル	一 体 鍛 造	S25C			S25C
	25, 32, 40						

“船舶” 56年総索引

“SENPAKU” '81 Annual Index.

Vol. 54 No.592~Vol. 54 No.603

ニュース・ダイジェスト、NKコーナーは毎号収載

No. 592/1月号

新造船

扇和丸(鉱石兼撒積)の基本計画……………
……………昭和海運・造船監理室
扇和丸の設計と建造……………日本鋼管津製作所
連載/液化ガスタンカー<34>……………恵美洋彦

海洋開発

世界海洋開発<12>アフリカ諸国……………芦野民雄
水中コンクリート補修工法/飛沫帯防食用
ネオプレン/世界最大のバージ進水による
石油生産プラットフォームのための Mebon
塗料/Rigiflake のケースヒストリー/ホ
ットオイル・パイプライン・コーチングに
関する試験結果

海上保安庁/130トン型巡視船“あかぎ”の

波浪中航走試験……………
……………海上保安庁船舶技術部

連載/新高速艇講座<1>……………丹羽誠一
オールアルミ漁船について……………菅野次郎

海外事情/ガス燃料の7,500トン石灰石運搬船

1980年9月末現在の建造状況
特許解説/船舶推進用変形ダクト, ハッチカ
バー格納方法, 作業台船

No. 593/2月号

新造船

邦隆丸(鉱石兼撒積)の基本計画……………
……………日邦汽船・工務部
邦隆丸の設計と建造……………日立造船
699GT型内航貨物船にC重油専焼のNKK
-PA6型機関を採用して……………松坂武彦
巡視船“ノールウェイ”号の誕生……………間野正己・沢
IMCO/検査と証書に関する東京セミナー

翼車サイクロイド・プロペラについて<1>…伊月 哲

連載/船舶用材としてのアルミニウム合金<1> ……
……………小林藤次郎

連載/新高速艇講座<2>……………丹羽誠一
連載/旧陸軍用舟艇の思い出<3>……………佐々木孝男

海外事情/CATUG, ケミカルタンカー界に進出

特許解説/海洋構造物の構築方法, 係維機雷
処分装置, 油槽船の静電気爆発防
止装置

No. 594/3月号

新造船

西海丸(石炭専用)の基本計画……………日本郵船
海上保安庁新造船艇シリーズ<11>
500トン型巡視船……………海上保安庁船舶技術部

海洋開発

世界海洋開発<13>南米諸国(1)……………芦野民雄

第8回ブラジル海運造船会議……………谷田宏次

連載/液化ガスタンカー<35>……………恵美洋彦
翼車サイクロイド・プロペラについて<2>…伊月 哲

連載/船舶用材としてのアルミニウム合金

<2>……………小林藤次郎

連載/新高速艇講座<3>……………丹羽誠一
連載/旧陸軍用舟艇の思い出<4>……………佐々木孝男

海外事情/768TEU積み16,500DWTギア

付コンテナ船, 世界最大のセメン
トキャリア

特許解説/海洋ターミナル, 砂鉄スラリー船

等の船倉への張水方法, 船舶における水中開口部

No 595/4月号

新造船

玄海丸(LPG)の概要……………
……………石川島播磨重工・船舶設計部

新鋭丸(鉾石兼撒積)の基本計画……………

……………新和海運船舶部

新鋭丸の設計と建造……………三菱重工長崎造船所
連載/液化ガスタンカー<36>……………恵美洋彦

海洋開発

世界海洋開発<14>南米諸国(2)……………芦野民雄

連載/船舶用材としてのアルミニウム合金(3)……………
……………小林藤次郎

連載/新高速艇講座<4>……………丹羽誠一
軍用舟艇および海底油田開発に活躍するガラス

繊維強化プラスチック……………百島祐忠・訳

海外事情/B&Wのパナマックスバルカー

No 596/5月号

船研の水海船舶試験水槽が完成

省エネルギー漁船船型の開発……………高橋洋二

連載/液化ガスタンカー<37>……………恵美洋彦

海洋開発

わが国海洋開発産業の現況

世界海洋開発<15>極東における活動(1)……………
……………芦野民雄

ガントリークレーンつきフィーダ・コンテナ

船の5年……………堤 豊
(続)翼車サイクロイド・プロペラについて……………伊月 哲

連載/新高速艇講座<5>……………丹羽誠一

海外事情/中速ディーゼル搭載の西独極洋観測船

川崎式船尾端バルブ採用の第一船が就航

特許解説/解団航法, 水海用船舶等の氷切断
装置, 軟式航空船用母船

No 597/6月号

新造船

GREAT PROMISE(プロダクト)の

設計と建造……………常石造船

連載/山県昌夫先生と目白水槽……………重川 涉

連載/液化ガスタンカー<38>……………恵美洋彦

海外レポート/西独O&Kの新しい多目的貨物船

海洋開発

世界海洋開発/極東における活動(2)……………芦野民雄

大型FRP船の構造, 建造法について……………
……………三浦 篤, 広郡洋祐

香川県診療船“さぬき”……………石原造船所

連載/新高速艇講座<6>……………丹羽誠一

海外事情/タンカー設計に対するIMCOの影響

特許解説/シンカー造成工法, 自動車運搬船

等におけるランプウェイ

No 598/7月号

新造船

白砂丸(撒積)の設計と建造……………名村造船所

IMCO海上安全委員会の動向<1>……………関水康司

連載/山県昌夫先生と目白水槽<2>……………重川 涉

連載/液化ガスタンカー<39>……………恵美洋彦

海洋開発/OTC81に参加して……………西嶋孝雄

18.5m FRP製高速旅客船“にしき”……………

……………石川島播磨重工業

連載/新高速艇講座<7>……………丹羽誠一

海外事情/ハバグロイドの超大型コンテナ船

とOCLの省エネ経済船, ハバグ

ロイドの客船

特許解説/船舶係留方法, 舷梯の振出し装置,

液体とばら積貨物の兼用運搬船

No 599/8月号

新造船

横浜市大型化学消防艇“よこはま”<1>……………

……………日本造船技術センター

内航船の重質油燃焼実船実験

IMCO海上安全委員会の動向<2>……………関水康司

連載/山県昌夫先生と目白水槽<3>……重川 涉
日本原子力船研究開発事業団の現状……高田悦雄
世界初のSSC型旅客船“シーガル”就航

海洋開発

世界海洋開発<17>オーストラリア……芦野民雄

連載/新高速艇講座<8>……丹羽誠一

海外事情/Aframax-Tanker“Viking Osprey”

日産専用船運航の“九州丸”就航

特許解説/重量物運搬船, 船体ブロックの表面処理方法, サイドスラスタ

No. 600/9月号

載貨重量 61,000 トン型日立パナマックス MkII ……
……日立造船

省エネルギー船の概要……日本鋼管
新造船

横浜市大型化学消防艇“よこはま”<2>……
……日本造船技術センター

エーゲ海に浮ぶ白いヨット“ペガサスIV”

連載/山県先生と目白水槽<4>……重川 涉

連載/液化ガスタンカー<40>補遺編(1)……恵美洋彦

海洋開発

世界海洋開発<18>アメリカ(1)……芦野民雄
多目的支援船“Seabex One”号の最新技術

連載/新高速艇講座<9>……丹羽誠一

海外事情/経済的ディーゼル推進プラントの比較研究

特許解説/作業船, タグボート用の真空二重吸着装置, パージインテグレートにおける消波装置

No. 601/10月号

新造船

青葉山丸(鉾炭)計画の基本構想……毛利武弘

青葉山の設計と建造……石川島播磨重工

海運, 造船に新時代到来<1>新愛徳丸の運

航実績にかんがみて……濱田 昇

省燃費を目的とした主機駆動の定速発電装置……
……佐藤泰司

高速艇“シーホーク2”の概要……三保造船所
“シーホーク2”の主機関MTU 8V 331 TC ……

……清水良次

連載/新高速艇講座<10>……丹羽誠一

海外事情/Uddevalle造船所の北海油田シヤトルサービス用タンカー受注

特許解説/貨物船の船艙構造, 重量物運搬用台枠, 水上輸送装置

No. 602/11月号

新造船

大八洲丸(鉾石)……三菱重工長崎造船所
超浅吃水船(USDV)の開発……三菱重工

海運, 造船に新時代到来<2>……濱田 昇

連載/山県昌夫先生と目白水槽<6>……重川 涉

連載/液化ガスタンカー<41>補遺(2)……恵美洋彦

海洋開発

世界海洋開発<19>アメリカ(2)……芦野民雄

連載/新高速艇講座<11>……丹羽誠一

海外事情/上海のChung Hua造船所がライパー輸出

国産専用船運航の“横浜丸”が就航

特許解説/砕氷装置, 船舶主機関の搭載方法

No. 603/12月号

新造船

GOLAR SPIRIT(LNG)の設計と建造……
……川崎重工業

UNIVERSAL APOLLOの設計と建造……
……宇部船渠

海運, 造船に新時代到来(3)……濱田 昇

韓国の造船所の現状<1>……間野正己

連載/山県先生と目白水槽<7>……重川 涉

連載/液化ガスタンカー<42>……恵美洋彦

海洋開発

世界海洋開発<20>アメリカ(3)……芦野民雄

連載/新高速艇講座<12>……丹羽誠一

海外事情/高性能フルーツキャリア“GEET BAY”

特許解説/コンテナ等の倉内積荷装置, 取外し可能なケーソンを有する船, 船舶の推進装置

特許解説 / PATENT NEWS

岡田孝博

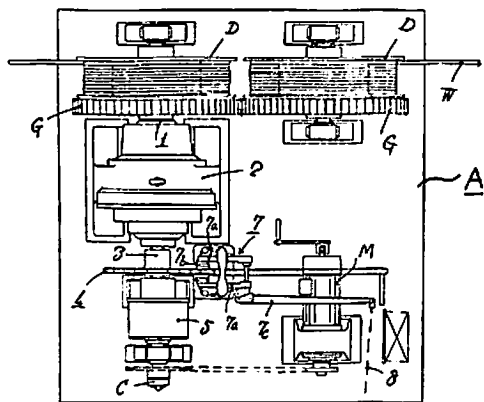
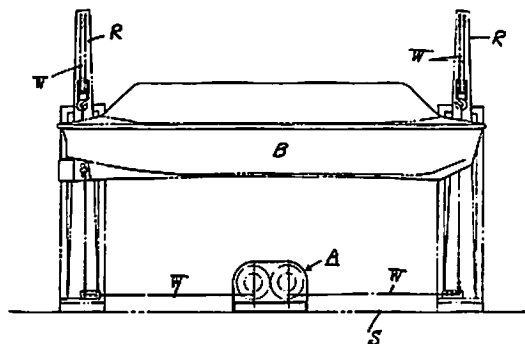
特許庁審査第三部運輸

●救命艇巻下げ装置 [特公昭56-36114 号号公報, 発明者; 福富経, 出願人; 三精コンベヤ]

従来, 船舶に装備された救命艇の巻下げにおいては, 1人の操作者が船舶上に残って操作を行なう必要があるため, この船舶上の操作者は避難しそこなう欠点がある。

本発明は, 上記の背景のもとに, 救命艇に乗った状態で操作を可能とする救命艇巻下げ装置を提供するものである。

図において, Rは船舶Sのデッキに設けた救命艇吊垂支持用のダビットで, ダビットRの揺動ブームの先端に吊垂用ワイヤロープWを介して所要の救命艇Bを支持する。Aは, ダビットRに近接したデッキ上に設けた救命艇巻下装置で, 吊垂用ワイヤロー



ープWを巻収するワイヤ巻取ドラムDを並列に回転自在に支持する。

そして, ドラムD, Dは, その一侧にそれぞれ設けたギヤG, Gを互に噛み合わせしめて同期して回転するようにし, 一方のドラムDの軸1に増速機2の入力軸を直結し, この増速機2の出力軸に一方向回転カムクラッチ3を介して手動ブレーキ用のディスク4を設け, またこの出力軸に遠心ブレーキ5を設ける。

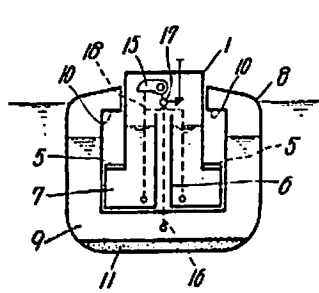
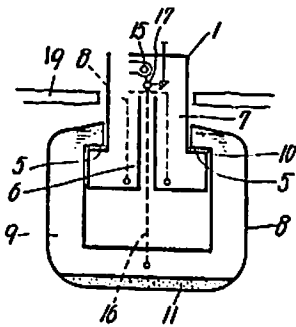
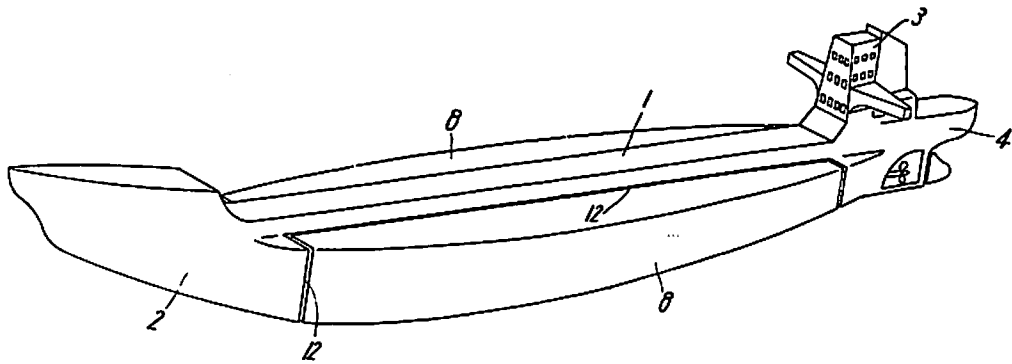
さらに遠心ブレーキ5とモータMとを対向して設け, この遠心ブレーキ5とモータM間をチェーン, ベルト, ギヤ等の動力伝達機構およびクラッチCを介して接続する。

また, 7は手動ブレーキ装置で, ディスク4の両側面に対向してレバー7aを揺動自在に設け, レバー7aの内対向面にディスク4と接触するパッド7bを装着し, かつレバー7aの他端に操作レバー7cを設け, この操作レバー7cを操作した時パッド7bとディスク4が離間し制動が解除されるようにする。そして, 操作レバー7cの端部に係着した操作用ロープ8をダビットに設けたガイドシーブを介して救命艇内部に導びく。

上記の構成により, 救命艇を降下させる場合, 避難する人はすべてこの救命艇に乗り, 1人が艇内の操作用ロープ8を引くと, 手動ブレーキ装置が解除され, 艇の自重によって落下して行く。この際, 艇が急激に落下しないように遠心ブレーキが作用する。また, 艇の巻上げに際しては, 増速機2が減速機として作用するので, モータMは比較的小型のモータで足り, 制動を保持したまま単にモータでドラムを逆転させればよい。

●氷海航行用船舶 [特公昭56-36116 号公報, 発明者; 中西哲夫, 出願人; 日立造船]

氷海を航行する船舶については, 砕氷に必要なエネルギーを小さくするため吃水線部の横巾を最小にすることが必要とされている。そこで, 従来, 半潜水型の船型が提案されているが, 氷海を低速で航行する場合はともかく, 氷のない海面を砕氷海面とは



1の上部空間にはポンプ15が設けられ、このポンプ15は、パイプライン16とバルブ17とを介して副船体8のタンク9内に連通すると共に、パイプライン18を介して主船体1の左右のタンク7内に連通する。19は氷層を示す。

上記の構成により、氷のない海面の航行状態においては、タンク9内の油の一部がタンク7内に移され、これにより主船体1が油重で沈下すると共に、副船体8がタンク9内の空気の浮力によって揚上し、全体として正常な船型となって高速航行ならびに普通の港湾での航行が可能となる。氷海を航海するときには、タンク7内の油をタンク9に移し、主船体1を揚上させると共に、副船体8を沈下させて、その被接当面10を緩衝ゴム5に接当させる。これにより副船体8は主船体1に懸吊された状態で氷層19下に没し、両者8、19の接触は生じない。

比較にならない高速で航行する場合は、没水面の表面積が従来型の船舶に比べ30%以上大きい点が問題となる。また、吃水が従来型に比べ深くなる点も問題で、そのために新たな港湾の浚渫、沖どり設備の新設などが必要となる。さらに、砕氷の際、船首部に加わる衝撃がそのままタンクに達するので、揮発分の多い原油を搭載する場合は爆発の危険もある。

本発明は、上記の背景のもとに氷のない海面を高速で航行でき、かつ、砕氷に必要なエネルギーを小さくした状態で氷海を航行できる氷海航行タンカーを提供するものである。

図において、1は主船体で、砕氷型船首部または耐氷構造の船首部2と、操舵室3付きの船尾部4とを有する。主船体1は凸型セクションであって、その底部の上面に緩衝ゴム5を設ける。8は凹型セクションの副船体で、主船体1の両側面および下部を囲繞して揚降可能に係合する。副船体8は、その上部に緩衝ゴム5への被接当面10を有し、また底部には固定バラスト11を有する。

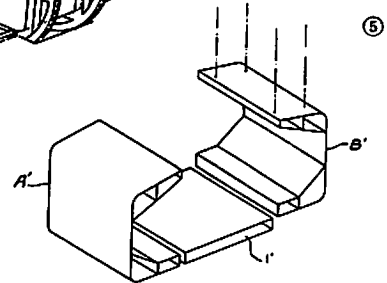
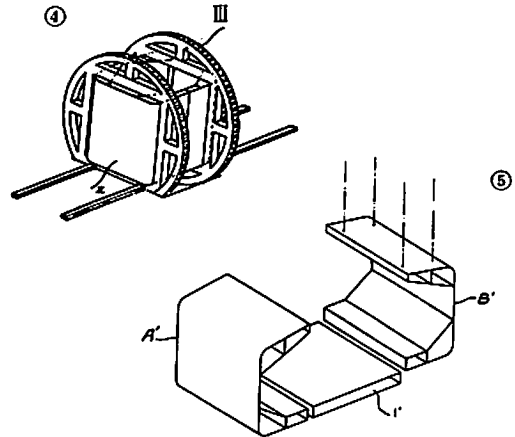
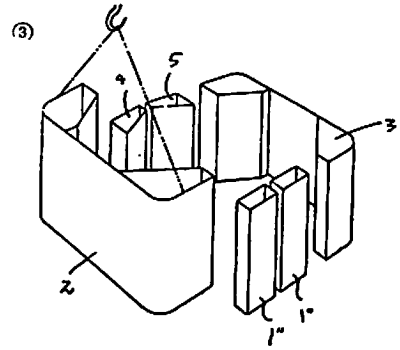
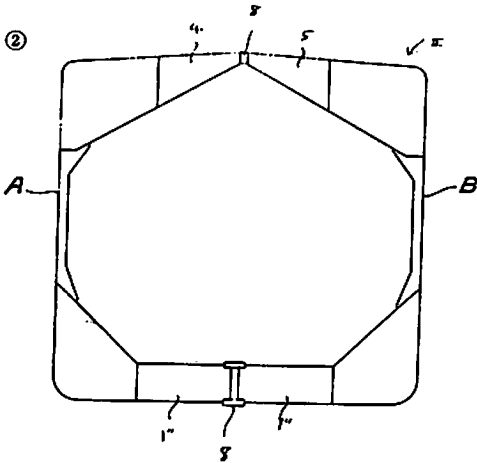
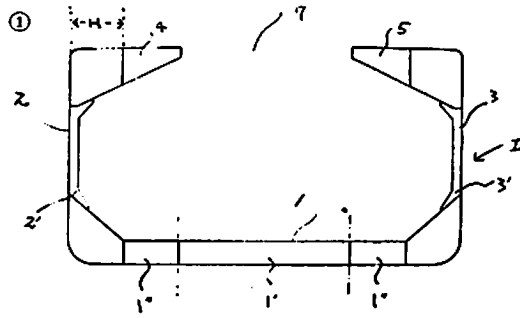
さらに副船体8の側部は、船首部2の後面と主船体1の両側面と船尾部4の前面とによって形成される凹入溝12内に位置し、また、船首部2の後面と船尾部4の前面には緩衝ゴムが取り付けられる。主船体

●船体建造法(特公昭56-38434号公報、発明者；岡野利道、出願人；三井造船)

従来ブロック建造法におけるブロックは、船舶の大型化、建造工期の短縮等により巨大化する傾向にあるが、この巨人化に伴いブロック建造時における高所作業量が増大し、そのため危険作業が増大し、かつ、作業能率が低下するとともにブロックの精度の低下をまねいている。

加えて必要に応じて作業定場を設置しなければならない等多数の問題が発生することとなり、ブロック建造法によるメリットが失われている。

本発明は上記の背景のもとに、高所作業をなくし、かつ、ブロックの精度を向上させる船体建造法を提供するものである。



図において、1は船底ブロックで、中央ブロック1'と両側ブロック1'に分けられて形成される。また2、3は左右の船側ブロックであり、4、5は上甲板ブロックであり、7は艙口である。

本発明では先ず各小ブロックは地上で複数個の部品を溶着して形成されるが、この場合、左右の船側ブロック2、3はその外板を下方にして内部構造部材等の必要部を溶着して形成される即ちブロックの高さHを極力低く押さえて高所作業をなくす。

このように形成された各小ブロックは、仮組工場に集合され、船側ブロック2、3に上甲板ブロック4、5および両側ブロック1'がそれぞれピースまたは仮溶接等により仮結合されて仮組中ブロックAとBが形成される。そして、仮組中ブロックA、Bを

ピース8等により仮結合させて仮組大ブロックIIを形成したのち、2個の輪状体を結合して構成され、駆動装置により回転させられる回転治具III内に収める。

次に回転治具IIIを回転させて溶接部分を低い位置にさせながら、目違いを矯正した上で各小ブロックのそれぞれの仮結合部を溶着一体化させて、中ブロックA'、B'を形成する。この場合、仮組立中ブロックAとBの仮結合部はそのままにする。最後に、仮組大ブロックをその仮結合部で中ブロックA'とB'に分割し、この中ブロックA'とB'をそれぞれクレーンにより渠内または船台に移送して他の中ブロックと溶着して船体平行部を形成する。

船舶/SENPAKU 第55巻第2号 昭和57年2月1日発行

2月号・定価800円(送料55円)

本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。

発行人 土肥 勝由/編集人 長谷川 栄夫

発行所 株式会社 天然社

〒105 東京都港区浜松町1-2-17 ストックベル浜松町3階

編集・販売・広告

〒162 東京都新宿区赤城下町50 電・03-267-1950 振替・東京6-79562

船舶・購読料

1ヵ月 800円(送料別)

1ヵ年 9,600円(送料共)

・本誌のご注文は書店または当社へ。

・なるべくご予約ご購読ください。

大きな安心。

鍛えぬかれたパートナー

先進の技術が生んだ ウェルバランス ディーゼル。GMアズNo.1の実績で歩んだディーゼルエンジン作り50年、ヘビーデューティー設計で抜群の高信頼性、コンパクト、軽量で強力パワーを発揮します。

燃料高価格時代の荒波に直面した1981年——GMデトロイト・ディーゼルが大きな役割。GM独得のユニットインジェクター燃料システムは、貴重な一滴を大切にしたいユーザーの願いを実現します。



The Detroit Diesels



東京都中央区日本橋小舟町4-1
☎ 03-662-1851

ゼネラルモーターズコーポレーション/
富士物産株式会社

大阪市北区西天満2-6-8
☎ 06-361-3836

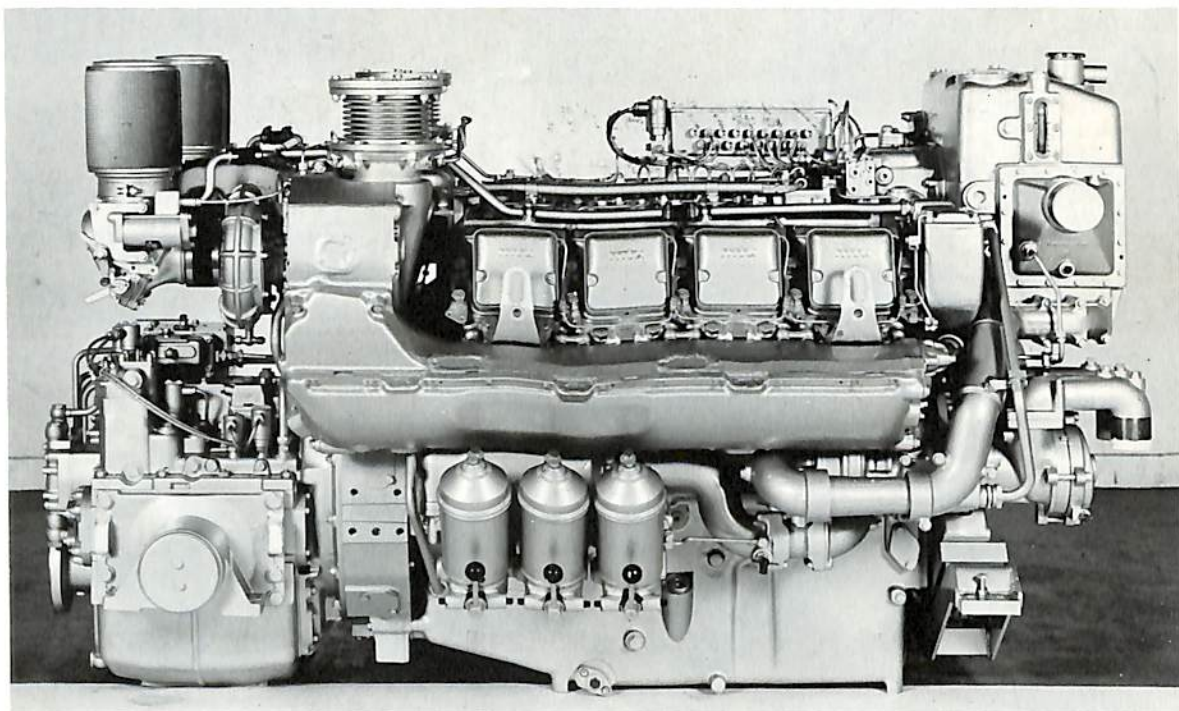
サービス工場：船橋・姫路・福岡

SENAKU VOL.55 NO.605 1982 FEBRUARY

Published Monthly by TENNENSHA & Co., Ltd.



“マリンホーク” 船主：昭和海運(今治市) 航路：三原～今治



8V331

■331形シリーズ 出力：650PS～1430PS/2,250r.p.m. 比重量：約2.1kg/PS 燃料消費率：160g/PS, hr.

エムテーウー
mtu

軽量・コンパクトな高速機関

より速く航行するために、またより燃料を節約するために、MTUディーゼルエンジンを使ってみませんか？

MTU高速ディーゼル機関は重量、容積が小さく、単位時間馬力当りの燃料消費が少なく、高速艇用主機関に最も適しています。

マン・ジャパン LTD.

〒100 東京都千代田区有楽町1-10-1 ☎03(214)5931

日本総代理店

定価 800円

保存委番号：

237001

雑誌コードO5541-2