

# 12

# 船舶

SHIP BUILDING & OCEAN TECHNOLOGY

## 89,000DWT SBTタンカー“天龍山丸”の基本 計画と設計・建造／スターリング機関の現状



玉野事業所で竣工した多目的貨物船“ハイダラバード号”



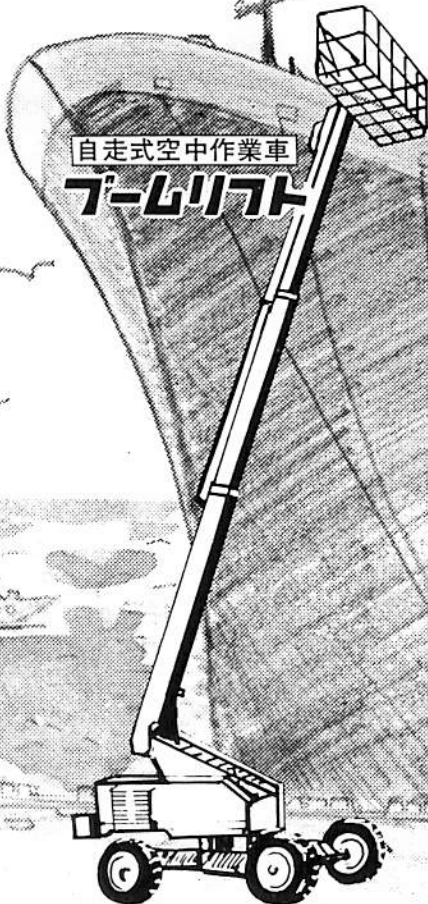
### 三井造船

ニッケンの空中作業車

# 1日でも貸します!

荷役作業、デッキ塗装、トラック整備、船内メンテナンス

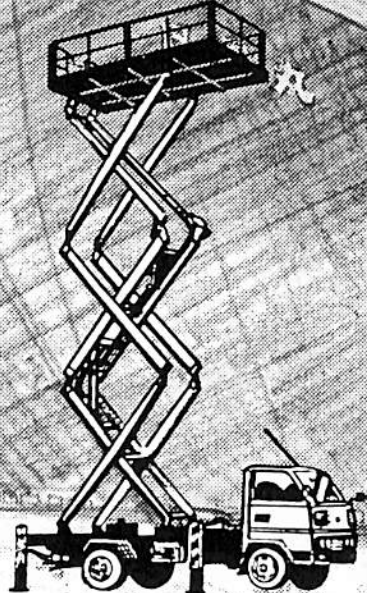
高所作業の安全と  
省力化に!



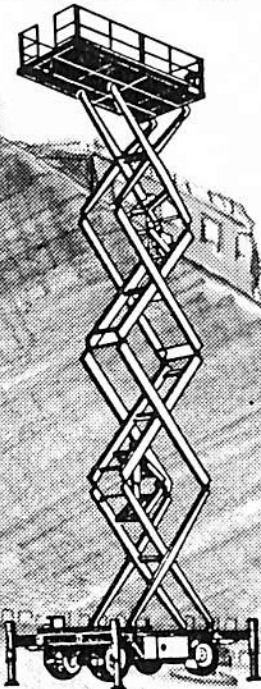
自走式空中作業車  
**ブームリフト**

トラック搭載型リフト

**リフトラ**



自走式空中作業台  
**ニッケンリフト**



- 最大持上能力 200kg
- 作業高さ 20m
- 12m型から20m型まで各種

- 最大持上能力 1,000kg
- 作業高さ 12.5m
- 6m型から12.5mまで各種

- 最大持上能力 1,000kg
- 作業高さ 14m
- 6m型から14m型まで各種

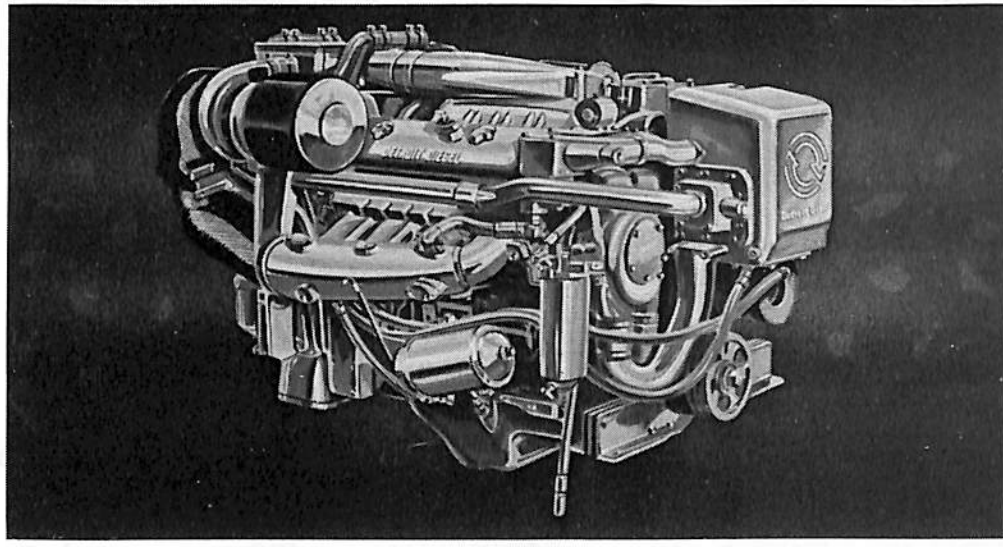
## ● レンタルのニッケン

機械は下記の営業所で貸し出しております。  
この商品の取扱説明ビデオもありますのでご請求下さい。

札幌(営) 011(751)4081	原町(出) 02442(4)1664	松本(営) 0263(36)3177	土浦(営) 0298(21)9248	静岡(営) 0542(81)1515	岡山(営) 0862(71)1631
岩見沢(営) 01262(3)8978	福島(営) 0245(58)0760	富山(営) 0764(33)6823	柏(営) 0471(63)5235	藤枝(営) 0546(43)1711	広島(営) 08287(9)3411
旭川(営) 0166(54)6826	気仙沼(運) 0226(23)8152	金沢(営) 0762(23)2541	竜ヶ崎(営) 02978(2)7681	浜松(営) 0534(21)1750	福山(営) 0849(53)5827
川(営) 0125(22)5338	郡山(営) 0249(34)0824	宇都宮(営) 0286(65)2261	東京北(営) 03(859)3031	豊橋(営) 0532(55)3650	高松(営) 0878(66)0862
滝川(営) 0177(41)4545	いわき(営) 0246(21)3187	宇都宮東(営) 0286(33)4572	大宮(営) 0486(52)1051	岡崎(営) 0564(24)6268	北九州(営) 093(511)2631
八戸(営) 0178(43)9217	徳島(支) 0258(28)0888	多摩(営) 0288(22)9411	千葉(営) 0436(43)4711	名古屋東(支) 052(624)4508	福岡(営) 092(501)3361
秋田(営) 0188(63)7442	新潟(営) 0252(75)5181	小山(営) 0285(25)2080	船橋(営) 0474(39)3681	名古屋支(支) 0568(72)4191	福岡東(営) 092(622)1116
盛岡(営) 0196(24)3633	新潟西(営) 0252(83)5177	小山(営) 0285(25)2080	厚木(支) 0462(24)2264	岐阜(営) 0582(73)0811	大分(営) 0975(52)1266
山形(営) 0236(42)3678	長岡(営) 0258(27)4031	桐生(営) 027776-6631	小田原(営) 0465(83)1466	四日市(営) 0593(46)4731	熊本(営) 0963(80)5576
古川(営) 02292(6)4122	六日町(営) 02577(6)2052	前橋(営) 0272(43)5304	甲府(営) 0552(41)4331	京都(営) 075(622)7723	八代(営) 09653(5)5515
石巻(営) 0225(96)6425	柏崎(営) 02572(3)5742	高崎(営) 0273(63)1385	富士吉田(営) 0555(4)2678	大阪(支) 06(534)1061	長崎(営) 09572(3)3834
仙台(営) 0222(96)9231	上越(営) 0255(43)6166	熊谷(営) 0485(23)3231	富士(営) 0545(53)1070	大阪東(営) 06(746)1185	鹿児島(営) 0992(56)2261
白石(営) 02242(5)8826	長野(営) 0262(85)3766	水戸(営) 0292(47)0652	沼津(営) 0559(21)5361	神戸(営) 078(929)0388	川内(営) 0996(20)1896

# GMだから、ゆとり充分

## デトロイト・ディーゼル



**Detroit Diesel  
Allison**

日本総代理店

**富禾物産**

**GM**

強カパワーシリーズ

53・71・92・149

Family of Marine Engines

●2サイクルコンパクトで軽量●ユニットインジェクター燃料システムで燃料費節減、メンテナンスは簡単、容易●ヘビーデューティ設計で高性能、強力、スピード抜群●高速ディーゼル40年の信頼と実績

# SEIKO

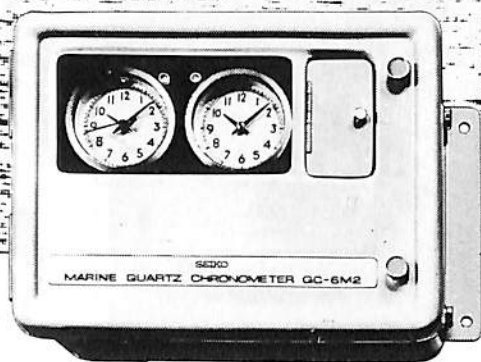
セイコー株式会社 服部時計店



セイコー船舶時計

## 安全航海に、信頼のQC

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



船内の子時計を駆動する親時計として

QC-6M2 300×400×186(㎜) 重量20kg

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

子時計は豊富にそろったデザインからお選びください。

標準時計に、小型・軽量、持ち運び自由なクォーツクロノメーター QM-10

184×215×76(㎜) 重量2.2kg

- 平均日差 ±0.1秒 (20℃)
- 0.5秒刻みステップ運針
- 乾電池3個で約1年間作動

新造船の紹介/New Ship Detailed

油送船“天龍山丸”の基本計画 On the Basic Planning of Tanker “TENRYUSAN MARU”	村上幹弥 M. Murakami	9
8万9千トン型S B Tカンカー“天龍山丸”の設計と建造 On the Design & Built 89,000 DWT Type SBT Tanker “TENRYUSAN MARU”	住友重機械工業 Sumitomo Heavy Industries Ltd.	13

スターリング機関の現状 Recent Development of Stirling Engines	塚原茂司 S. Tstukahara	24
---	-----------------------	----

連載

液化ガスタンカー<33> Liquefied Gas Tanker Engineering	恵美洋彦 H. Emi	38
--	----------------	----

海洋開発

世界海洋開発シリーズ<11> 欧州諸国の海洋開発活動 Oceanographic Activities in Europe	芦野民雄 T. Ashino	45
北海のプラットフォームに設置される“フローテル”	J.D.ヘンダーソン	52

新造船艇の紹介

タイ国税関向け34m型モーターランチ“CUSTOMS 1101”	平山万太郎	55
----------------------------------	-------	----

旧陸軍用舟艇の思い出(2)	佐々木孝男	64
---------------	-------	----

海外事情		23, 35
------	--	--------

ディーゼル主機関廃熱の有効利用を目的とした「高経済型直結発電システム」		36
-------------------------------------	--	----

船舶技術研究発表会のお知らせ		68
----------------	--	----

NKコーナー		69
--------	--	----

船舶/ニュース・ダイジェスト		70
----------------	--	----

竣工船一覧/The List of Newly-built Ship		72
------------------------------------	--	----

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

1980年度“船舶”総索引		77
---------------	--	----

表紙

三井造船玉野事業所で竣工したパキスタン・ナショナル・ SHIPPING社向け多目的貨物船“Hyderabad”号。

[主要目]全長/153.01m、垂線間長/145.00m、幅(型)/23.00m、深さ(型)/13.40m、満載吃水/9.745m、総トン数/12,436.6t、載貨重量トン数/18,257t、ペール/22,253.2㎡、クレーン/23,559.8㎡、主機関/三井B&W 6L67GFC 1基、連続最大出力/11,200BHP×117rpm、試運転最大速度/19.456kt。

# 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アー機能
  - 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- ¥49,000 PLANIX3- ¥55,000 PLANIX3S- ¥49,000

※カタログ・資料請求は、本社まで  
ハガキが電話にてご連絡ください。

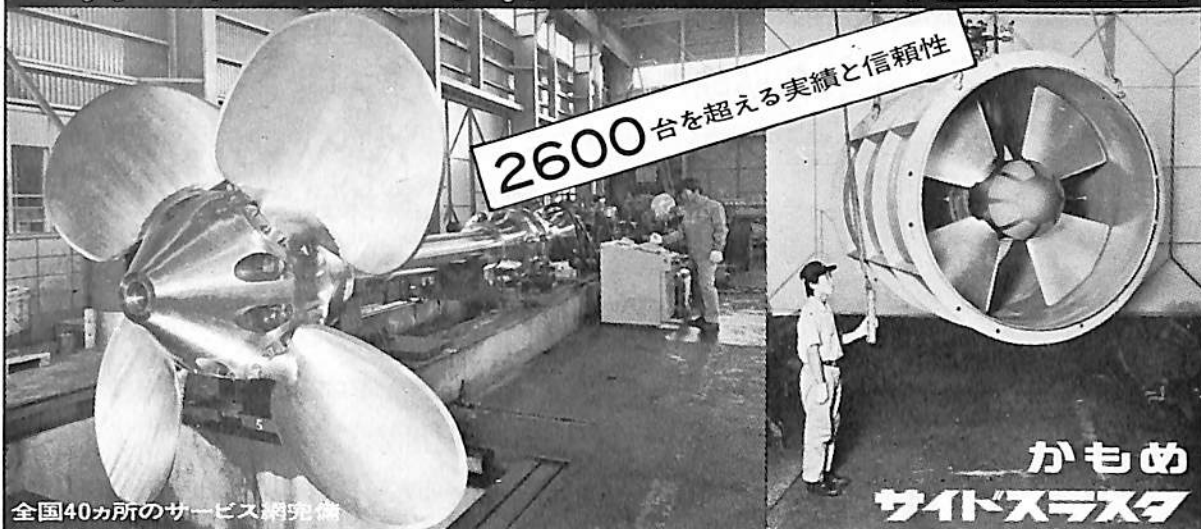
 TAMAYA

株式会社 玉屋商店

本社：〒104東京都中央区銀座3-5-8 TEL. 03-561-8711#0  
工場：〒143東京都大田区池上2-14-7 TEL. 03-752-3481#0

省エネルギー対策にピタリ!!

KAMOME  
PROPELLER



全国40ヵ所のサービス網整備

かもめ  
サイドスラスト



かもめ  
可変ピッチ  
プロペラ

Availability  
c.p.propeller—up to 15,000HP  
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

運輸大臣認定製造工場

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〒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  
ウィンチ
- 電動油圧グラブ

Fukushima

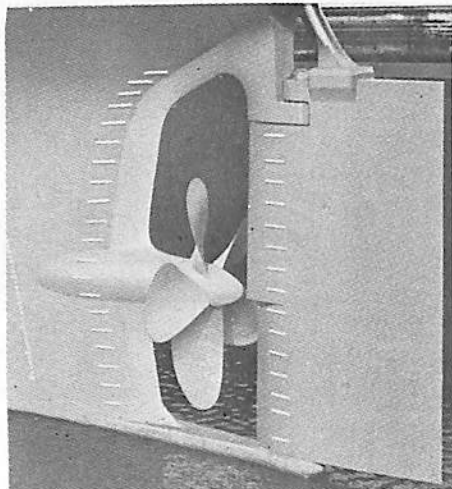
株式会社 福島製作所

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

TWIN DECK CRANE (30t x 22M x 15.5M min.)

## 船舶外板・タンクの

### 電気防蝕に関する調査・設計は



スタンフレーム周囲に取付けたALAP

専門のエンジニアリングコンサルタント  
中川防蝕工業株式会社に  
御相談下さい。

当社は技術士(金属部門)20名を擁する  
ユニークな防蝕専門会社です。

## 中川防蝕工業株式会社

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

## 現場のための 強化プラスチック船の工法と応用

田中 勤(日本飛行機・船艇 事業部製造部長) 著 A 5判上製240頁 定価2300円(送料200円)  
図版・写真130余

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

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

好評■既刊書■図書目録呈

新版・強化プラスチックボート 戸田孝昭著 定価3,800円

高速艇工学 丹羽誠一著 体系的な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  
価4000円(送240円)

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

発行 株式会社 舵 社 千104・東京都中央区銀座5-11-13(ニュー東京ビル) 電話(03)543-6051(代)・振替東京1-25521(舵社) 発売 株式会社 天然社





On the Basic Planning of Tanker "TENRYUSAN MARU"  
by Mikiya Murakami  
General Manager, Technical Dept. Mitsui O.S.K Line Ltd.

## 油送船“天龍山丸”の基本計画

村上 幹 弥

大阪商船三井船舶・工務部長

### ●はじめに

わが社のタンカー船隊は、今年になって鹿島石油殿、ゼネラル石油殿の積荷保証による2隻の準同型タンカー“多賀山丸”（大島造船所建造），“天龍山丸”（住友重機械建造）を加えることができた。これは昭和51年3月以来、4年ぶりの新造船ということになる。

この4年の間には、海洋汚染防止に関するIMCOの1978年議定書が出てタンカーの構造、設備が規制される一方、少数定員船の実現を指向したハード、ソフト両面の研究が進み、35次計画造船よりは、開銀融資利子補給を受ける要件として、所謂高度合理化条件が示されるに到ったこと、これらに基き、船員制度近代化委員会の総合実験船が就航し始めたこと、第2次石油ショックから重油の異常な値上りを生じ、省エネルギーが一層深刻な問題として提起されてきたこと、など、船の計画を根本から見直さざるを得ない大きな変動が次々と起ったことは、記憶

に新たなところである。

本船の基本計画に当っては、これらの諸要素を十分盛り込みながら、安全にしてかつ経済的なタンカーの建造が目標となった。

準同型2隻の基本設計は主として住友重機械側で担当され、建造面では、同社並びに大島造船所それぞれの特色を発揮されたが、共に満足すべき性能を示し、既に処女航海を無事終えたことは、ご同慶にたえぬところである。なお“多賀山丸”は、前記「船員制度近代化委員会」の総合実験船として就航中である。

### ●全 般

本船を計画するに当り、基本方針として留意した点は次の通りである。

I. IMCO, MARPOL のいわゆるEN船として建造のこととし、十分なSBTを備えるが、PL（バラストタンクの防衛的配置）は行なわない。

COWはEN船ではSBTがあれば強制されないが、スラッジコントロール、揚荷量の増加の観点より装備のこととする。

- II. 対象カーゴは主としてインドネシア原油、中国原油等の高粘度油であるので、強力な貨油ヒーティング装置を設ける。
- III. 少数定員（乗組員18名を想定）で運航するために必要な省力化設備を設ける。これには船員制度近代化委員会の「総合実験船募集要領」の要件を満たすのは勿論のこと、社内に設立された「超合理化船研究委員会」の検討結果も積極的に採用する。
- IV. 燃費節減のために総合的な省エネルギー対策を施す。機関部を例にとれば、主機械のみならず排エコターボ発電機システム等の、プラント全体としての高効率化を図ると共に、船内電力節減の諸対策を施す。
- V. 信頼性の向上、漏油防止、将来の修繕費節減のために、船殻構造、パイピングその他艤装品全体の材質および塗装の仕様を上げるほか、発電機、ボイラ等では容量に十分の余裕を持たせる。  
以下、各別別に仕様の概要を述べることにしたい。

## ●船体部

### 1. 主要目、性能関係

運航吃水は荷主であるゼネラル石油殿のバース事情に合わせ13mにおさえたため、巾広、肥大船となったが、タンクテスト等を行ない、船型の改良に努力した。また省エネルギーのため、低回転大口径プロペラを採用し、燃費を下げることにし、またプロペラ没水率を良くするため吊り舵とした。

### 2. タンク容量関係

貨油タンク容積は、多種の原油に対応できるように、できるだけ大きくとることとし、想定航路でAPI 37程度をねらった。

バラストタンク（SBT）容積については、前述したMARPOLの規定以上にとり、△Bullast/△full が50%を十分超えて、荒天時にダーティーバラストを甞る機会がほとんど無くなるよう計画した。

燃料タンクは、インドネシア/ロスアンゼルスを往航カーゴヒーティングを行ないつつラウンドトリップできる容量を確保した。

### 3. 一般配置

PLを採用しなかったため、WING TANK巾を極端に薄くする必要がなく、TRANS BHDも、目違いなしに配置できて、タンク割りは、構造的に

無理のない形状となった。また#1Tkは左右2分割とし、鋼材重量軽減を図った。

### 4. 船殻構造

タンククリーニングマシンの洗浄効率を高めるため水平桁を設けぬ構造とし、TRANS BHDにはコルゲートプレートを採用した。また、揚荷およびCOWを行なう時のタンクボトムの流れを良くするため、今まで以上に、ボトムのドレンコースを設けた。

### 5. 荷役設備

カーゴ・セグリゲーションは2GRADE 3PARTERN (50/50, 33/67, 25/75)、2港積揚可能としてキメ細い運航が可能ないように計画した。

パイプライン・システムは、少人数船ということでパイプライン簡素化のため2メインラインも検討したが、COWのオペレーションを考え、3メインラインでストリップメインラインなしとし、各メインポンプには、さらえの段階まで自動的にポンプコントロールの可能なナニウユレカセルフストリップ装置（バキュームポンプ方式）を備えることとした。

またCOWのさらえ時には同一ポンプで洗浄油の供給とさらえを行なうのは無理なので、他の2台のポンプを生かすためさらえ用のエダクターを装備した。このように本船では、揚荷は全てセルフストリップ装置付のメインポンプで行なうこととし、ストリップポンプは、最後のパイプ残油等の揚荷に使用するのみなので、容量が小さいものでも可能となった。

バラストラインは完全にカーゴラインと分離し、ポンプはSBTの容量に合せ、在来のものよりかなり大きな容量のものとした。

カーゴヒーティングコイルは44℃→66℃（4日間、外気2℃、海水5℃）という厳しい設計条件を採用して高粘度油に対処した（また姉妹船“多賀山丸”においては、この大容量ヒーティング装置を利用して、更に高粘度油でのCOWを全シーズン行なえるよう配慮している）。

### 6. 計装関係

少人数での運航を可能とするため、次のような計装設備を施している。

- (1)カーゴポンプ（スチーム駆動）、バラストポンプ（電動）、ストリップポンプ（電動）の暖機、発停、回転制御のリモートコントロール。
- (2)スタンバイ弁、マニホールド弁、シーチェスト弁等を除く全てのタンク内、ポンプ室内のカーゴおよびバラスト弁のリモートコントロール。

(3)全てのカーゴ、バラスト、F Oタンクに遠隔液面計（フロート式）および高低アラームの設置。

(4)全てのカーゴタンクにストリップ終了検知装置の設置（これはCOWのさらえ時にも非常に有効と思われる）。

(5)船体強度、状態計算用積付計算機の設置。

なお、これらの計装は、従来のエンジンコントロールルームとカーゴコントロールルームを一体化した1ルーム内に集め、少人数でのオペレーションを可能としている。

## 7. 材質、塗装仕様

(1)バラストタンクは海水腐蝕防止のため全面タールエポキシ塗装とした。

(2)カーゴタンクのDk裏から1Mの範囲は、原油によるガス腐蝕が船令10年のタンカーで著しいという実績から、タールエポキシ塗装とした。

(3)船底外板には省エネルギー、省メンテナンスの観点より、A/Cにタールエポキシ、A/Fには長期防汚塗料を施工した。

(4)カーゴタンク、バラストタンク内のカーゴおよびバラストパイプはドレッサージョイントも含め、腐蝕の少ない鋳鋼管（クボタKCP-3L）を採用し、ポンプ室、上甲板のカーゴパイプおよびベント管、タンククリーニング管も、鋼管の内外面タールエポキシ塗装を施した。

(5)バルブコントロール用油圧管については、積揚荷時の信頼性を高め、メンテナンス上も有利なよう、SUSを採用することとし、タンク内はSUS 316、上甲板はSUS 306を使用した。

## 8. 外部機関係

(1)船首尾に係船機リモートコントロール装置を設け、また中央部の係船索の反対舷への操出し、およびタグラインホイストのためのヒービングキャプスタンを設ける等、係船作業の省力化を図った。

(2)船尾雑用クレーンは、電動ワンマンコントロール型とした。

(3)デッキ上のカーゴラインは、デッキ上1.7Mの高さに上げて配管し、上甲板の交通の便を図った。

## ●機関部

### 1. 主機械

信頼性と省エネそして低質重油への適合性を考慮して、ロングストローク低速ディーゼル主機（住友スルザー 6RLA-90）を採用した。中速ディーゼルも候補となったが、この程度の出力であると排エコーターボ発電機システムが低速ディーゼルでも成

立するので、将来の燃料の低質化を考えて、低速ディーゼルが有利と判断した。

また手動による噴射時期調整装置を装備し、省エネ対策の1つとした。

### 2. 発電装置

排エコーターボ発電機システムを採用し、省エネを指向しているが、同時に減速時等のディーゼル発電機との並列運転時におけるA重油の節減を図るため、ターボ発電機に電力の溢流配分設定器を設けた。

ターボ発電機の容量は、減速航海中にボイラを追焚した場合の電力負荷を賄えるように決めており、余裕のある設定とした。

また、ディーゼル発電機は1台で通常航海中が賄えるように計画した。

### 3. 蒸気発生装置

ボイラは、本船のごとくカーゴオイルタンクのヒーティング設備を持つタンカーにおいては、特に重要な機器の1つであるが、本船のボイラはカーゴオイルの温度維持に必要な蒸気を流しながらの荷役が可能のように、十分な容量としている。

また省力化および信頼性向上のため、バーナの自動本数制御装置、電子式燃焼制御装置を採用した。

排ガスエコノマイザには二重圧方式のものを採用し、廃熱回収の増大を図っている。

### 4. 配置と自動化設備

#### (1) 制御室

機関制御室は居住区のA甲板に、荷役制御室と一体化して設け、内部配置も荷役モード、機関部のスタンバイモード等の各モードについて、有機的に結びつくように計画した。

例えば、ボイラとIGSとカーゴオイルポンプの監視盤は隣接させ、相互の関連部の状態を効率よく把握できるように考慮した。

#### (2) 機関工作室

機関工作室は主機械上段に設け、通常航海中の制御室の無人体制を考慮して、ここより異常警報点の確認ができるようにした。

#### (3) 自動化設備

機関部の自動化の中心を制御室とし、出入港のスタンバイ時の作業を極力、この場所より遠隔操作できるようにした。例えば、ターボ発電機の駆動用蒸気の切替え、主機インタークーラへの冷却海水量の調整等を遠隔操作としている。

また主機械の暖機についても、簡単なシーケンスを設け、遠隔で行なえるようにした。

カーゴオイルポンプについては、制御室よりの

遠隔発停, 暖機が可能なシステムとした。

## 5. 信頼性向上対策

配管装置については, 材質, 内面処理, 外部塗装等により対策することで信頼性の向上を期した。

また各機器についても, 空気圧縮機の低回転型の採用, 空気作動式弁の使用を多くすること, モーターおよびターボ発電機的全閉型の採用する等の種々対策を採用した。

## ●無線部

### 1. 通信設備

無線室に隣接して送信機室を設け, 送信電力による船内弱電機器への誘導障害を極力低減すると共に, 通信士1名での運用, メンテナンス, 事務処理を考慮し, 従来, 無線室壁面に取付ていた小物機器をコンソール内に配置した新型コンソール(安立電気製)を採用すると共に, 使用頻度の多いVHF, FAXは二重装備, 将来, 装備可能なようMARISATの準備工事(架台および配線工事)を施行した。

ACCOUNTING OFFICEを無線室に隣接して配置し, 航海当直中における事務作業, 内地停泊中における事務, 外来業者の修理作業を容易ならしめた。

船上における各種作業に伴なうコミュニケーショ

ンの向上, 省力化を計るため, 船上通信設備400MHz Zトランシーバーを従来アンプとのオンライン化を計った。

## 2. 電子航海設備

航海士の航海当直補助設備として, IMCO基準適合の衝突予防装置を装備すると共に, NNSを設置し, 作業の省力化を図った。

特殊空中線の装備を門型マスト上に性能面を考慮の上配置し, 空中線系のシンプル化をねらったが, レーダーの偽像がARPAに与える影響につき, 今後問題を残した。

## ●おわりに

IMCO, MARPOL, EN船かけ込みでミニブームを起した中型タンカー建造も一服し, 現在は次に予想される新ルール, フル適用の大型タンカー代替建造に備えている時期であるが, 益々きびしくなるエネルギー事情, 海面汚染防止, 省力化要求にこたえるためには, 本船計画時の経験, 就航実績の解析が, 大きな参考となろう。

末筆ながら本船建造に力を尽された住友重機械株式会社関係者, 船舶管理を担当されている松岡汽船株式会社関係者の皆様のご協力に対し深甚なる謝意を表したい。

## Ship Building News

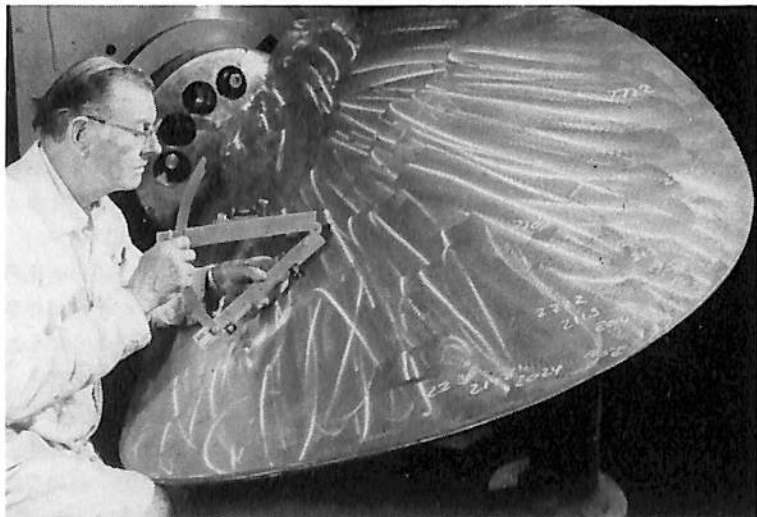
### ■わが国造船所で建造されるタンカーに取り付けられる英国製プロペラ

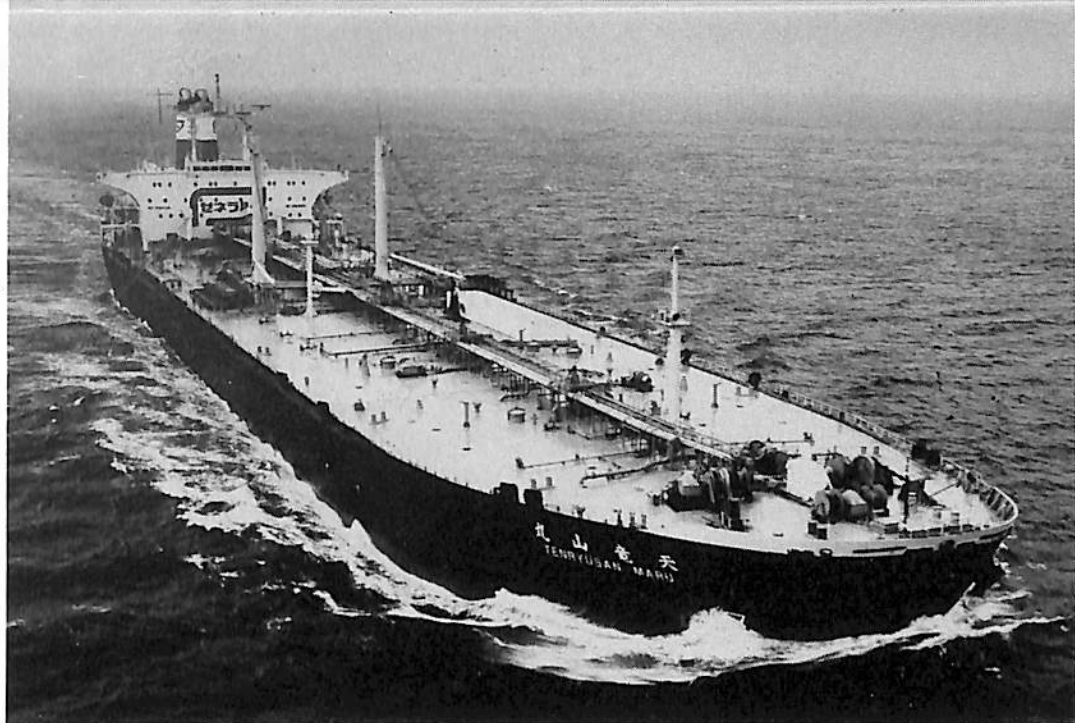
写真は英国のSMMエンジニアリング社(Anchor and Hope Lane, London)の工場

でエンジニアがプロペラブレードのチェックを行なっているところ。同プロペラは住友重機械工業で建造するモービル向け北海用タンカー(80,000 DWT)に変ピッチプロペラとバウステアリングスラスタとして取り付けられるもので, これによってSMMエンジニアリング社は約80万ポンド相当額の注文を得たという。

このプロペラは同SMM社のXLシリーズの1つで, 直径7.5m, 電子コントロール装置付である。

バウステアリング・ユニットはスラスト25Tで, シングルポイントの係留ブイから, 原油積出し時に必要とされる正確なマニューバリング性能が確保される。(by Central Office of Information, London)





On the Design & Built 89,000 DWT Type SBT Tanker  
 "TENRYUSAN MARU"  
 by Basic Design Dept. Ship & Offshore Group  
 Sumitomo Heavy Industries Ltd.

## 8万9千トン型SBTタンカー “天龍山丸”の設計と建造

住友重機械工業・船舶海洋事業本部/計画室

### 1. はじめに

本船は第35次計画造船として建造された中型SBTタンカーであり、昭和55年9月26日、当社追浜造船所において、船主大阪商船三井船舶殿に引渡された。なお同船主殿よりのご発注による同型船“多賀山丸”が株式会社大島造船所にて建造されている。

本船はゼネラル石油殿の長期積荷保証を得ており、中国、インドネシア等の高粘度原油対策も考慮されている。

本船は大直径、低回転プロペラを採用し、推進効率を高め、機関馬力を減少させるとともにターボ発電機の採用等による燃料消費量低減を目指した高経済船である。また後述のごとく多くの省人化対策を実施している。

以下に本船の概要と特徴とを紹介し、ご参考に供したい。

### 2. 主要目等

全 長 242.99 m

垂線間長	233.00 m
型 幅	42.00 m
型 深	19.60 m
夏期満載吃水	12.943 m
総屯数	55,123.72 T
載貨重量	88,991 MT
航行区域	遠 洋
船 級	NK, NS*, "TANKER, OILS. F. P. below 65°C", MNS* and M0
試運転最大速度	15.95 Knots
航海速度	15.33 Knots
航続距離	18,600 浬
燃料消費量	60.1 T/D
最大搭載人員	30名
荷油タンク	107,174 m <sup>3</sup>
バラスト専用タンク	38,533 m <sup>3</sup>
燃料油タンク	4,459 m <sup>3</sup>
清水タンク	649 m <sup>3</sup>
主機関	住友SULZER 6 RLA 90 1 基

連続最大出力 20,400 PS×90 rpm  
常用出力 17,300 PS×85.5 rpm

### 3. 船型および配置上の特徴

本船は一般配置図に示すごとく、平甲板船であり、球状船首およびマリナー型船尾を有し、機関室および居住区を船尾に設けている。

バラストタンクは1973年海洋汚染防止条約および1978年議定書に基づく分離バラストタンク（Protective Location は非適用）としている。

荷油タンクは荷油荷役およびCOWの容易さを考慮し、最少のタンク数とした。

### 4. 船殻構造

船倉部の構造は縦肋骨式を採用し、No.1 荷油タンク以外は2条の縦通隔壁とし、No.1 荷油タンクは各種強度を満足することを充分確認したうえで、中心線隔壁による2分割とし、荷役時間の短縮および重量軽減を図った。

機関室構造については、高出力低回転機関の採用および大直径プロペラ採用による二重底高さの制約等をふまえ、二重底構造およびウェブフレーム、ピラー、ガーダーの配置、更に上部構造との連結について振動防止を充分配慮し決定した。

本船の試運転の結果、上部構造、機関室その他の区画とも、これらの対策が充分有効であったことが

確認された。

### 5. 船体機装

#### 5-1 荷役装置

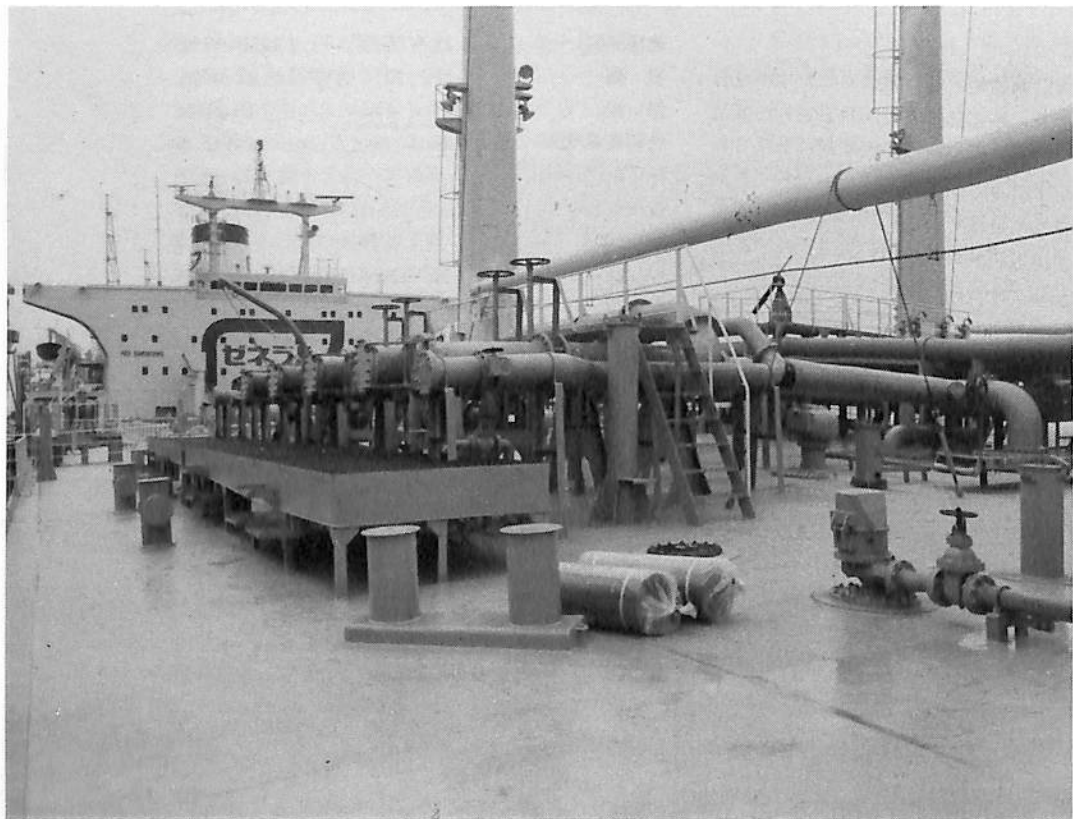
全荷油タンクは3つのグループに区分されており、3本のカーゴメインパイプおよび3基のカーゴポンプが配備されている。タンク内のカーゴラインおよびバラストラインは鋳鋼管を使用している。またカーゴポンプ3基にはすべてバキュームタイプ・セルフストリッピングシステムを設け、揚荷時間の短縮を図っている。タンク内には船主殿の協力を得て中北製作所が開発した遠隔指示ストリッピング終了検知装置を備え、荷役/機関制御室から遠隔監視を行ない、省力化に役立っている。

#### 5-2 荷役制御

上甲板上第2層目の居住区内に荷役/機関制御室を設け、機関制御のほか荷役関連の諸装置を集中して制御できるようにし、荷役の安全、簡易さを図った。

バラストポンプは電動ポンプとし、ハイディスチャージラインを設け、アンロード運転が可能なように配管している。

カーゴラインおよびバラストラインの弁は、本船通常荷役時に操作されるものはすべて油圧遠隔操作弁とし、また必要な監視計器を完備し、荷役中のすべての操作を荷役/機関制御室にて行なえるように



上甲板上の  
マニホールド

畳敷きレクリエーションルーム



している。

### 5-3 燃料油積込作業の省力化

燃料油積込管に流量計(積算指示および瞬時指示)、燃料タンク内にレベルゲージ(フロート式)を装備し、燃料油積込量を荷役/機関制御室において遠隔監視できるようにしている。陸上補給油管との連結部にはフランジ付ボールジョイントを採用し、補給油管との接続を簡便かつ安全にした。

### 5-4 居住区配置

本船の居住区は騒音および防振上エンジンケーシングと分離した配置としている。また乗組員の少人数化の対策として相互の親睦を図るため、ダイニングルームを一室にまとめ、バー付ラウンジ、畳敷き

レクリエーションルーム、カードルーム等の娯楽区画に十分なスペースを取った。

### 5-5 海洋汚染防止関連

1973年の海洋汚染防止条約および同1978年議定書に則ったCOW装置を採用している。更に船外排水の制御のための油分濃度監視制御装置を設け、汚染防止に充分なる対策を施している。

### 5-6 その他

一般配置図に示すとおり、本船には4基の圧縮空気駆動式ヒーピングライン・ハンドリングキャプスタン(0.5T×25m/min)を装備し、係船作業を能率よくしている。

船体外板の立ち上り部および水線部には防汚なら

バー付ラウンジ





ダイニングルーム

びに船速低下防止に大きな効果を発揮する自己溶出型ペイントが用いられている。

荷油の多港積、多港揚に迅速に対応するためにブラウン管との対話形式の積付計算機を装備し、トリム・ヒール計算、縦強度計算、アレー重量換算等が行なえるようになっている。

安全対策として、1974年SOLASに則ったIGS装置を備え、貨物油タンク部上甲板、機関室、ポンプ室等には固定式泡消火装置を装備している。泡消火装置には特に4.0 m<sup>3</sup>の海水蓄圧タンクを設け、消防ポンプの運転なしで初期消火が行なえるようにしている。

## 6. 機関部

### 6-1 機関部概要

本船は少人数運航船として、機関部計画に数多くの省人化対策と、最近の石油事情悪化を考慮した低速ロングストローク機関の採用、あるいは排ガスエコノマイザ・ターボ発電機の採用等の省エネルギー対策がなされている。

また、本船はNK-M0を適用し、居住区画(A甲板)に設けられた甲板部、機関部共通の“荷役/機関制御室”より、主補機の遠隔制御、集中監視が行なえるよう計画されている。

### 6-2 主要機器要目

- 1) 主機関：1-住友SULZER 6 RLA 90  
MCR 20,400 PS×90 rpm  
NOR 17,300 PS×85.5 rpm

- 2) 発電機：1-排エコターボ発電機

760 KW, AC 450 V, 1,800 rpm

2-ディーゼル発電機

720 KW, AC 450 V, 720 rpm

- 3) 補助ボイラ：1-2 胴水管、重油専焼式

65,000 KG/H, 16 KG/CM<sup>2</sup>G×飽和

- 4) 排ガスエコノマイザ：

1-強制循環式(二重圧力式)

過熱蒸気 4,300 KG/H

(6.5 KG/CM<sup>2</sup>G×245℃)

飽和蒸気 1,000 KG/H

(3.5 KG/CM<sup>2</sup>G×飽和)

- 5) 荷役関係補機：

(1)荷油ポンプ：3-蒸気タービン駆動、渦巻式

2,650 M<sup>3</sup>/H×125 M

(2)バラストポンプ：1-電動、渦巻式

3,500 M<sup>3</sup>/H×30M

(3)ストリップポンプ：1-電動、ピストン式

100 M<sup>3</sup>/H×125 M

(4)イナートガス装置：1-フリーガス式

10,000 M<sup>3</sup>/H

### 6-3 省エネルギー対策

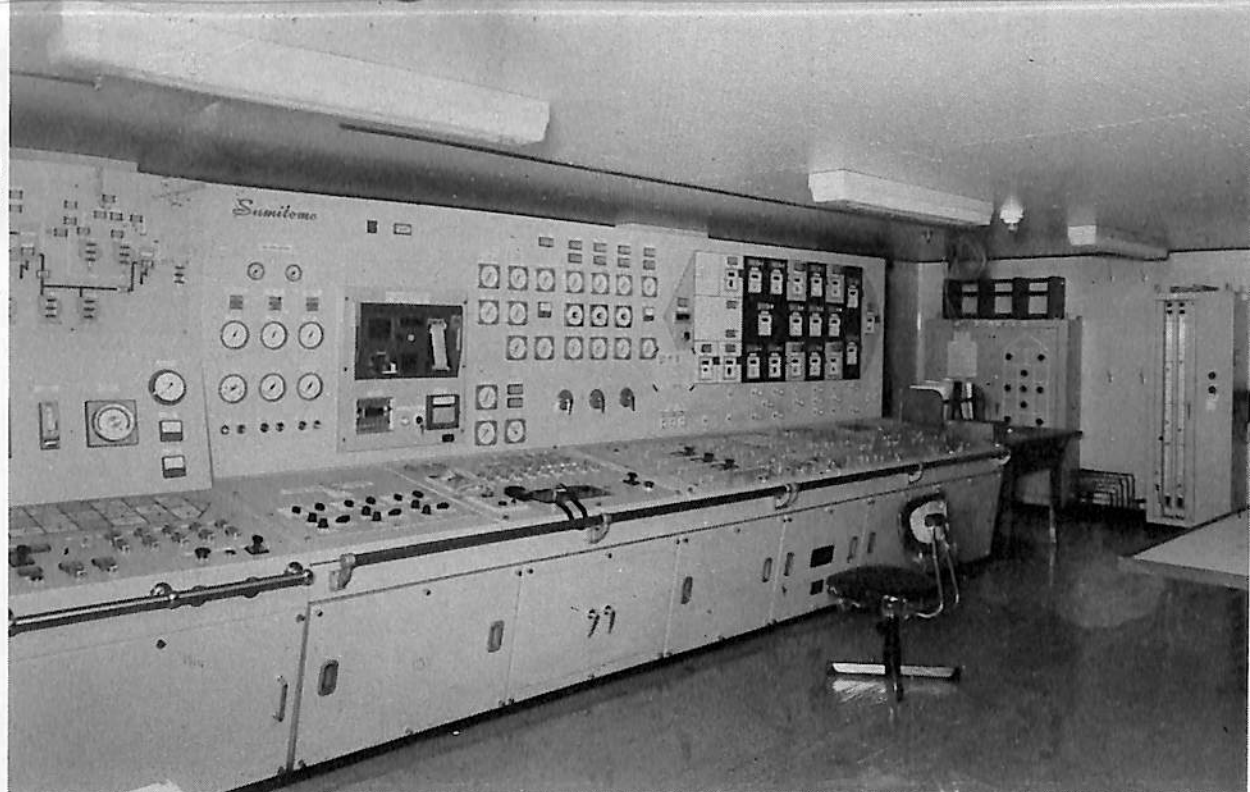
1) 省燃費型低速ロングストローク機関(RLA型)の採用で、従来型機関(RND-M型)に較べ、大巾な燃費削減を図っている。

特に、VIT機構(噴射時期調整装置)の装備は、常用負荷における燃費削減に大きく寄与している。

2) 排エコ・ターボ発電機を採用し、常用航海時



荷役／機関  
制御室



の船内所要電力は、すべて排エコ・ターボ発電機にて賄うよう計画されている。

航海中のタンククリーニングサービス等の所要電力増加時は、補助ボイラからの蒸気供給により対処する。

なお、排エコ・ターボ発電機システムを採用するにあたって、ポンプ、通風機の2速デザインを採用する等、電力削減対策を行なっている。

また、排ガスエコノマイザは、二重圧力方式とし、雑用蒸気圧力は極力低く抑え、過熱蒸気温度は極力高く計画し、排エコ・ターボ発電機システム全体の

効率向上を図っている。

#### 6-4 省人化対策

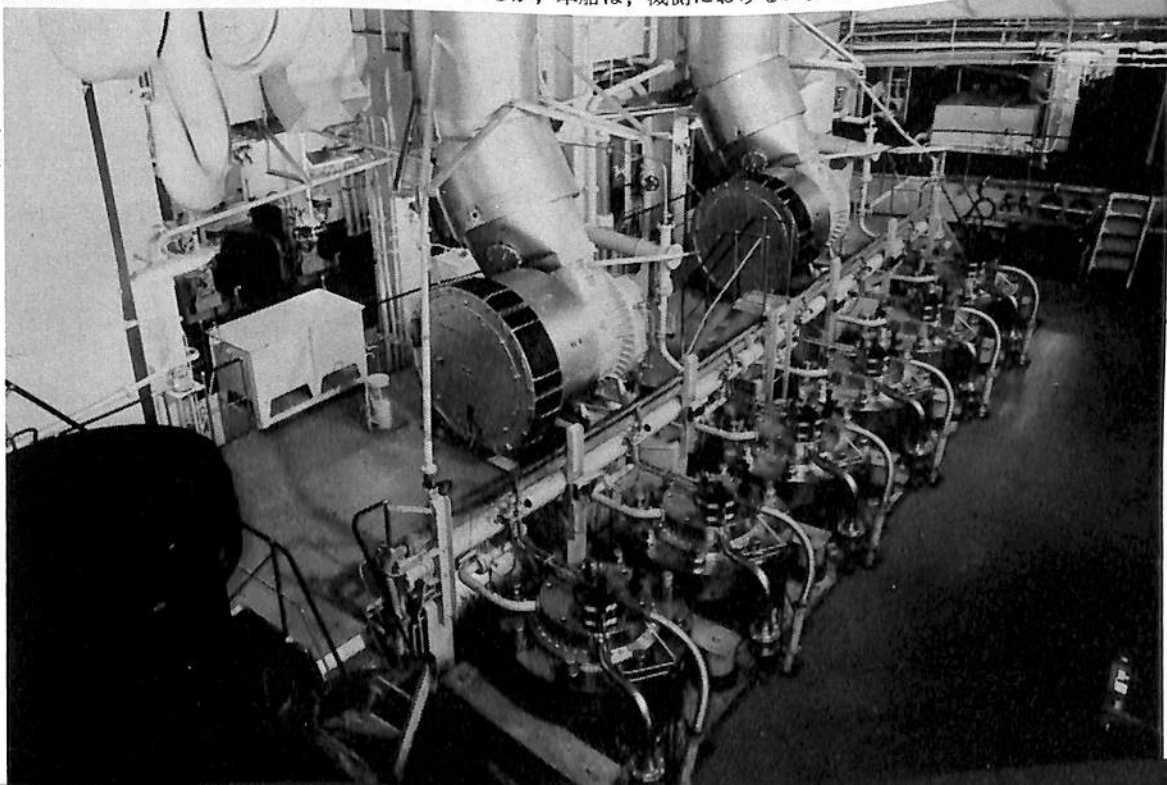
##### 1) 主機関スタンバイ・システム

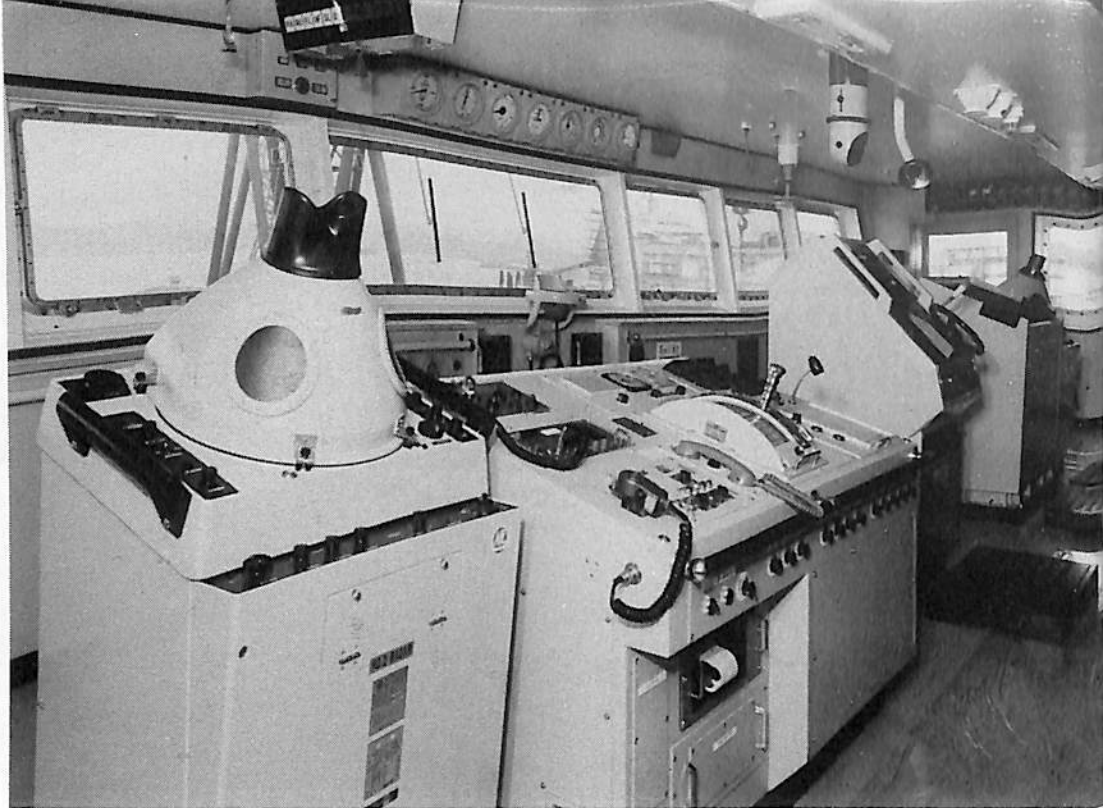
機関部作業のピークである出入港時の作業軽減を図るため、主機関に関連する補機器の制御を、荷役／機関制御室より、各ステップの状況を監視しつつ、遠隔にて行なえるよう計画されている。

##### 2) 荷油ポンプ暖機システム

荷油ポンプ用蒸気タービンのスタンバイ（暖機）は、従来入港時の機関部作業ピーク時に行なわれていたが、本船は、機側におけるスタンバイ作業（ド

エンジン  
ルーム





レン抜き等)完了後は、荷役/機関制御室より遠隔暖機が可能なるよう計画され、作業のラップを避けるよう配慮されている。

3) 排エコ・ターボ発電機蒸気供給系統の遠隔制御、出入港時における排エコ・ターボ発電機タービンへの蒸気供給源(排ガスエコノマイザ、あるいは補助ボイラ)は、荷役・機関制御室より遠隔にて切換可能であり、作業量の軽減を図っている。

なお、蒸気供給系統の遠隔制御に伴い、ドレン対策にも充分なる配慮がなされている。

#### 4) 海水冷却系統の遠隔制御

海水冷却系統の常用航海時⇔荷役時(主冷却ライン⇔補助冷却ライン)の切換、および海水取入口(高・低位置)の切換操作を荷役/機関制御室より、遠隔制御可能とすることにより、荷役時および出入港時の作業量軽減を図っている。

#### 6-5 自動化および計装

本船はNK-M0規格を適用し、居住区画に設けられた荷役/機関制御室より、主機、ディーゼル発電機、補機等の制御および集中監視を可能にするとともに、データロガーによる監視点のチェックおよび記録が可能である。

また、機関室内に設けられた空調付工作室にも、アラームプリンタを装備し、機関室においても、機関部の異常状態の把握が可能なるよう計画されている。

## 7. 電気部

### 7-1 電源装置

排ガス利用ターボ発電機(760 KW、全閉空気冷却器付)1台およびディーゼル発電機(720 KW、防滴形エアフィルタ付)2台を装備し、いずれの発電機1台でも航海時の電力を供給でき、出入港時および荷役時等の電力は2台の発電機の並列運転で賄い、常に1台以上の発電機は予備となっている。スタンバイ・ディーゼル発電機は、電源の異常の他、蒸気圧力の低下、主機の自動減速および自動停止、エンジンテレグラフによるスロウダウン指令等により自動起動する。また非重要負荷を自動或は手動によって優先遮断できるようになっている。

### 7-2 動力装置

電動機は原則として全閉形とし、起動器はグループスタータにまとめ、重要補機の制御として自動切替、自動再起動、遠隔操作等を採用し、操作、保守、点検等に対して便宜をはかった。

### 7-3 照明装置

照明装置は100 Vとし、居住区、機関室、船首部の3グループにおいて、サブスイッチボード方式で給電している。居住区、機関室、ポンプ室等はすべて蛍光灯により、甲板上は水銀灯によって、JIS-Z9110の照度基準を満足するよう照明している。

### 7-4 船内通信装置

電話装置としては、ページング装置付自動交換電話装置および直通電話として、主機制御用、機関室用、ポンプ室用、操舵室-無線室用の4組を持ち、

また、150 W船内放送および操船指令装置を備えている。荷役連絡用、甲板連絡用、機関室連絡用として、400 MHz 帯の携帯用トランシーバ装置を採用し、セントラルユニット2組、リモートコントローラ2組、携帯用トランシーバ12組、ヘルメットセット10組を有し、親機、子機および子機相互間の通信ができるようになっている。それぞれの子機からセントラルユニットを経由して船内放送および操船指令装置へも入力でき、また、M0の居室警報にも拡大利用している。

## Ship Building News

### ■スコットランドの新しい係留システム

北海の荒波の中で、サプライ船を石油掘削リグから一定の距離をおいて、安全に係留させるシステムが、スコットランドのスコマグ社 (SCOMAGG HYDRAULICS Ltd. Earn Avenue, Righead Industrial Estate, Bellshill, Lanarkshire ML4 3LF, Scotland)によって開発されている。写真は、同社の工場でスコマグ・システムの実験を



### 7-5 航海および無線装置

航海装置としては、ジャイロコンパス、オートパイロット、エコーサウンダ、電磁ログ、16" Xバンドレーダ、16" Sバンドレーダ、ロランC、サテライトナビゲータ、衝突予防装置、ファクシミリ、水晶時計等を備えている。

無線装置としては、1.2 KWSSB無線装置一式、VHF国際無線電話装置2台、マリサット(配線のみ)等、従来一般的に装備しているものを備えている。

行なっているところ。

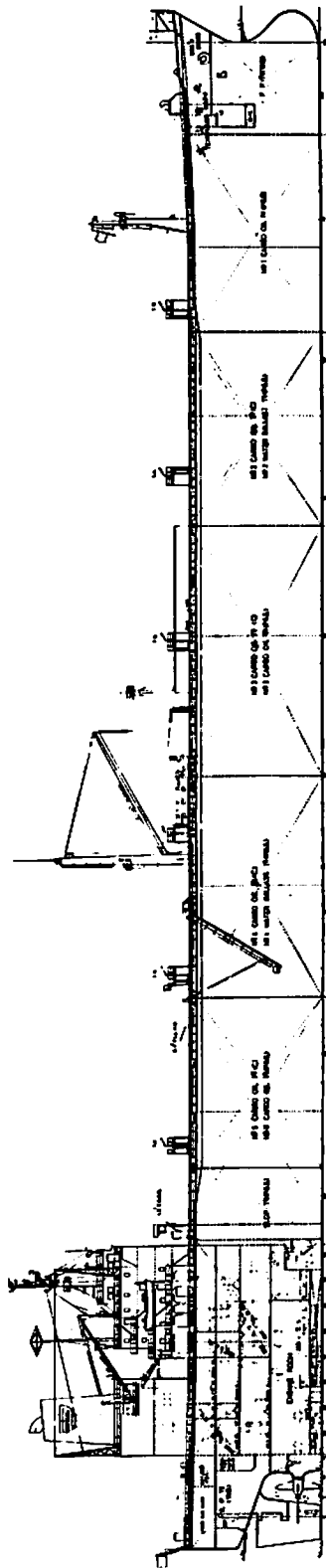
従来の係留システムでは、係留ロープのテンションを制限するためには、ある種の緩衝装置を使用するケースが一般的であったが、こうしたシステムには、海が荒れて船が激しく動くと、ロープが急に切れたりする危険性がつきまとっている。

スコマグ・システムでは、油圧ウィンチを使って

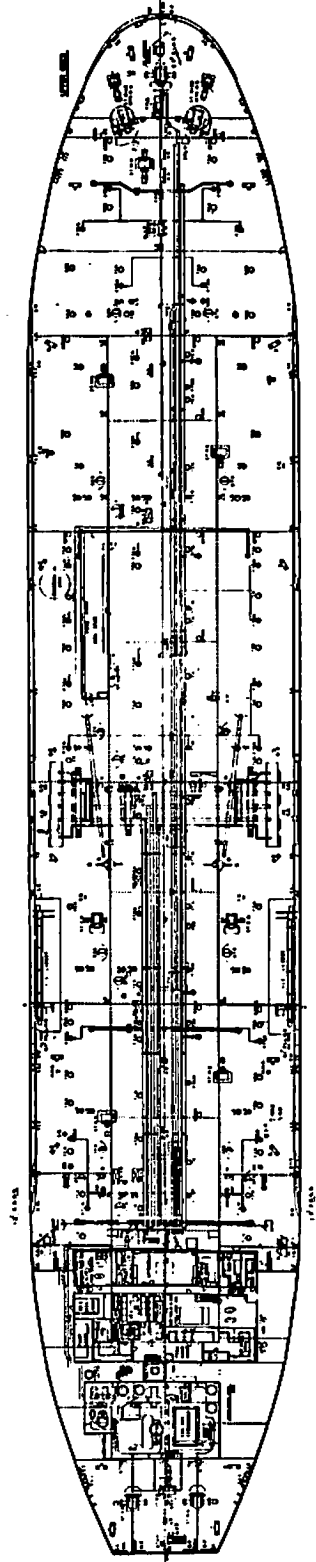
危険な波エネルギーを吸収するとともに、ロープのテンションを監視するための電子制御装置がついている。写真でみるとおり、リグ上に12~15 m間隔でウィンチが2台ついておりケーブルがリグの脚部を伝って海面上に達したのちにサプライ船に係留している。船が一定の距離以上に離れると引戻され、近寄りすぎるとケーブルのテンションがゆるんで、正しい位置に船を戻す仕組みになっている。

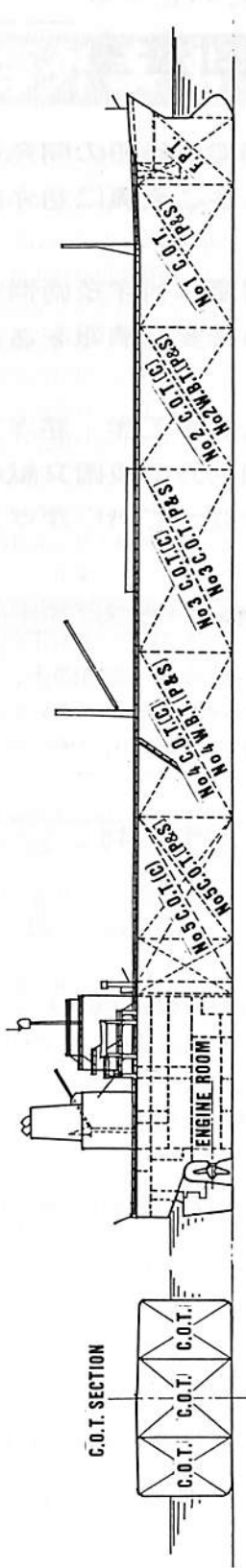
(by Central Office of Information. London)

GENERAL ARRANGEMENT OF 89,000DWT, SBT Tanker "TENRYUSAN" MARU"



5





F.P.T. TOP

NAV. BR. DECK

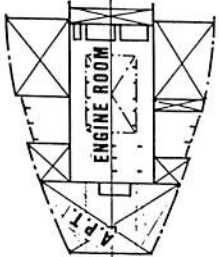
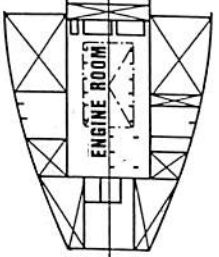
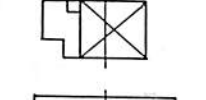
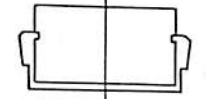
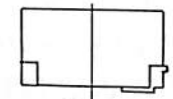
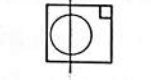
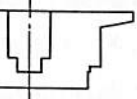
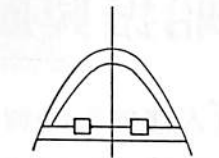
"C" DECK

"B" DECK

"A" DECK

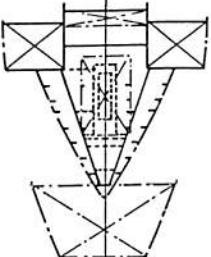
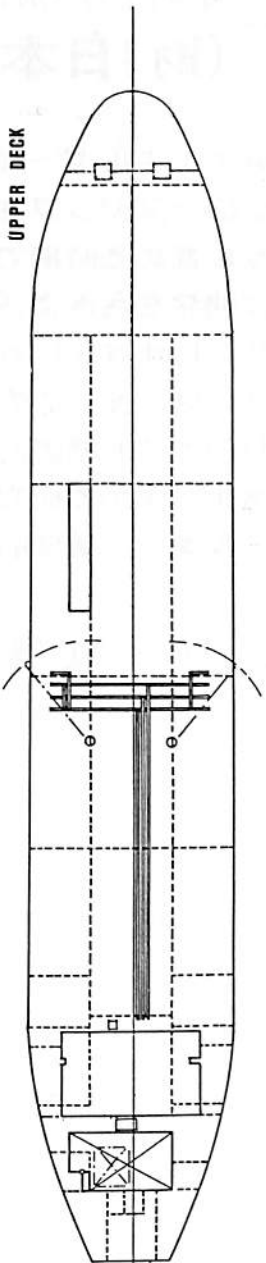
No 1 PLATFORM DECK

No 2 PLATFORM DECK



UPPER DECK

DOUBLE BOTTOM IN ENGINE ROOM



船舶工学・海洋工学の技術情報サービスをする

## (財)日本造船振興財団図書室

最近のエネルギー問題は人類最後の資源宝庫である海の開発を再びフローズンアップさせる結果となりました。今こそ真に海洋開発を推し進める時期であるといえましょう。

海洋開発をささえる新技術の研究開発には豊富な科学技術情報が必要とします。しかし、膨大な情報の中から必要な情報をさがし出すには、多くの労力と時間がかかります。

(財)日本造船振興財団図書室は、このような船舶工学・海洋工学の情報を求める研究者・技術者に対して、国内外の技術文献を数多く収集し、積極的な技術情報サービスを行なっております。

### 利用時間

月曜～金曜 9:30～16:30  
土曜 9:30～11:30  
休館日 日曜・祝日・毎月月末  
12月18日

### 複写サービス

当図書室の複写申込書に記入の上、カウンターか郵便でお申し込み下さい。電話でも受け付けます。1枚50円です。

### 閲覧・貸出

書架は開架式ですので自由に御覧になれます。貸出は個人登録制です。

はじめての方は身分証明書をお持ち下さい。1人1回3冊までで、単行本は1ヶ月、レポート・会議資料・雑誌等は3日間借りられます。

### 刊行物

当図書室では、技術情報をより容易に検索するため次のような目録や索引誌を定期的に刊行しています。

「造船関係技術資料速報」(年6回)

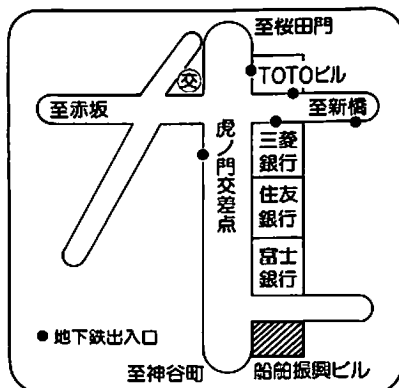
(年間購読料 10,000円)

「季刊資料ガイド」(年4回)

その他、各種目録があります。

### レファレンス・サービス

その他、文献調査や資料の有無などのお問合せにも応じております。



〒105 東京都港区虎ノ門1丁目15番16号  
(船舶振興ビル10F)

☎(502)2371 (内線 214, 226)

交通機関：地下鉄銀座線虎ノ門下車徒歩1分

# 海外事情

## ■ "VCR" 船と在来冷蔵貨物船

"VCR" 船と言う聞きなれないことばは、西独 O & K (Orenstein & Koppel A.G.) の新しい多目的冷蔵貨物船の略称である。

本船のアイデアについては、既に本誌1978年7月号の本欄で紹介してあるが、今回は在来冷蔵貨物船との対比の詳細レポートが Motor Ship に掲載されているので紹介しよう。筆者は H. Thode 氏で、O & K の首席技師である。(編集部)

冷蔵貨物トレードは、主として在来冷凍船が運航されているが、近い将来、パレット化またはコンテナ化の比率が徐々に高まるであろう。

パレット化またはコンテナ化のメリットは、既に定期船の分野で証明済みであり、冷蔵貨物トレードの分野でも時間の問題と考えられる。

この2つの傾向は、サレンの "Winter" クラスのようなオープンハッチ船の考え方或は Columbus Line の冷蔵コンテナ船にもみることができる。

即ち、広大なハッチオープニングは、熱の侵入面では不利なもの、効率的な荷役時間の短縮と貨物損傷率の低下により十分につぐなって余りがあるとも考えられるのである。われわれが開発した VCR (Versatile Conflat Reefer) と在来の比較をしてみよう。

次に要目比較を示す。

	在来冷蔵船	VCR 船
LOA	155.00 m	158.00 m
LPP	145.00 m	145.00 m
B	21.60 m	23.00 m
D	13.10 m	13.20 m
d	9.30 m	8.34 m
DWT	10,800 KT	10,170 KT
VT	21 Kt	21 Kt
貨物デッキ面積	4,770 m <sup>2</sup>	5,080 m <sup>2</sup>
垂直ベール容積 (2.36m)	398,000ft <sup>3</sup>	376,700ft <sup>3</sup>
40' コンテナ (艙内)	—	150 本
主 機	M.A.N K8 SZ70/125 BL 16,300 × 130 rpm	同左 同左
発 電 機	881 kw × 4	1570kw × 2 1180kw × 2

甲板上コンテナ積みを考慮して復原力確保のため、巾を増し浅吃水化していること、および発電機が大

きくなっているほかは殆んど要目的に差はない。

VCR は、在来船では積めない艙内コンテナが積めるほか、パレット化貨物は勿論のこと、Conflat を在来船の甲板と同じように考えて、バナナ等の在来荷役も可能なのである。

次にコストの比較をしてみよう。在来船を100として VCR は、

(1) a 鋼工事 (Conflat 不含)	90.4 (%)
b " (Conflat 含む)	116.8
(2) 居住区 (定員減)	89.7
(3) 船体艦装	95.6
(4) ハッチカバー (中甲板なし、Conflat)	55.0
(5) 甲板機械および荷役装置	529.0
(6) 冷凍装置	163.0
(7) ホールド艦装	54.1
(8) 推進装置	91.1
(9) 発 電 機	107.7
(10) 補 機	105.9
(11) 諸 管	105.0
(12) 機関艦装	90.9
(13) 電気艦装	117.0
(14) 支 給 品	95.1
(15) 管理費利益、雑費	117.9

総計して、Conflat なしで 99.3%、Conflat で 104.0% であり、われわれの見解では殆んど不変である。

次に載貨可能量を比較してみよう。

	在 来 船	VCR
バナナカートン	192,362 個 (9段)	185,947 個 (8段)
40' コンテナホールド	なし	150 本
40' コンテナ甲板積み	31 本	79 本
貨物艙面積	4,770 m <sup>2</sup>	5,080 m <sup>2</sup>
2.36 m クリアー面積	398,000ft <sup>3</sup>	—
2.20 m "	—	394,670ft <sup>3</sup>
2.10 m "	—	376,700 "

コンテナ積可能分だけバナナカートン積 (2.36 m クリヤー高さ) 面で不利であるが、2.20 m クリヤーでは殆んど変わらない。

O & K は、次の5種類の標準シリーズを用意している。

設計番号	L × B × D (m)	速力	載貨重量 (KT)	容積 × 面積 (ft <sup>3</sup> × m <sup>2</sup> )
# 20510	104 × 17.75 × 9.12	18.0	4300	145,000 × 1866
# 20532	120 × 21.50 × 9.65	20.3	5350	237,000 × 3050
# 20522	145.00 × 23.00 × 13.20	21.0	8600	377,000 × 4850
# 20507	145.00 × 23.00 × 15.00	21.0	8600	484,700 × 6240
# 20494	155.00 × 24.60 × 14.60	22.0	11190	540,000 × 7030

(The Motor Ship 9月号 '80)

# スターリング機関の現状

Recent Development of Stirling Engines

by Shigeji Tsukahara

Ship Research Institute

塚原茂司

船舶技術研究所

## 1. まえがき

スターリング機関が、その本質的に持つ熱効率の良さと低公害性そして多種燃料使用の可能性の高さのために、将来の機関として注目されてから約10年経過し、わが国においても話題にのぼり始めてから6~7年経った。

世界的にみても、ここ数年スターリング機関の開発やそれに関する基礎研究が盛んとなって来ている。例えば、毎年アメリカ合衆国で開かれているIECEC(Intersociety Energy Conversion Engineering Conference)では、この会議には各国のスターリング機関に関する研究発表が多く行なわれるものであるが、年々スターリング機関に関する発表論文が増えており、内容も基礎研究(理論解析やシミュレーションも含めて)が数多くなって、今やスターリング機関の研究は足がしっかりと地について来たように思える。

特に、1978年から開始されたアメリカ合衆国エネルギー省(DOE)の主導による将来の高速道路用機関としてのスターリング機関の開発プロジェクトは世界的にスターリング機関の開発や研究にたずさわる人達に大きな活力を与え、そのプロジェクトの成果が注目されているところである。

一方、わが国においても数年前より一部でスターリング機関の研究が開始され、継続されている。機関の開発では、一基で熱効率約30%に達したものがあり、また基礎研究面でも各種シミュレーションや要素研究などが着々と行なわれており、年々学会等でのスターリング機関の研究発表件数も増加している。

スターリング機関の発達課程は、これまでもいくつかの文献<sup>1)</sup>で述べられているが、概括的にふれると図1のごとくなる。

1816年、R. スターリング(英国)はボイラに代

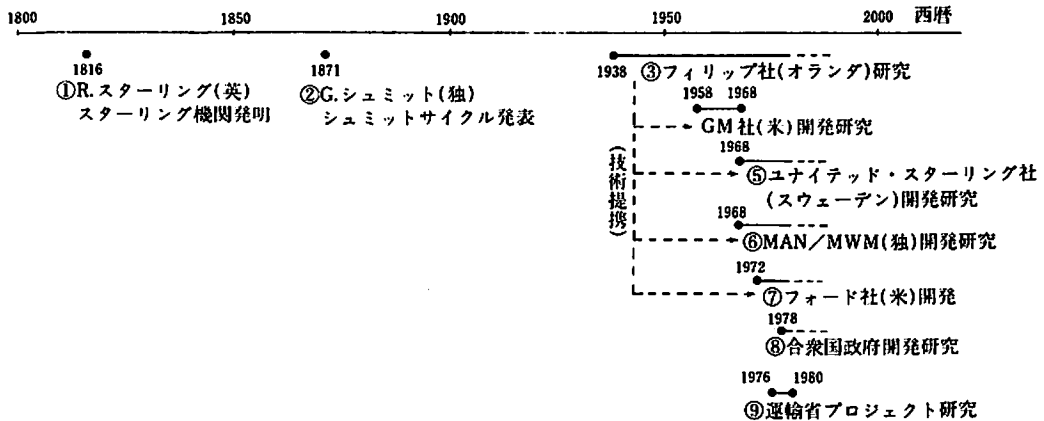


図1 主なスターリング機関研究開発の歴史的線表



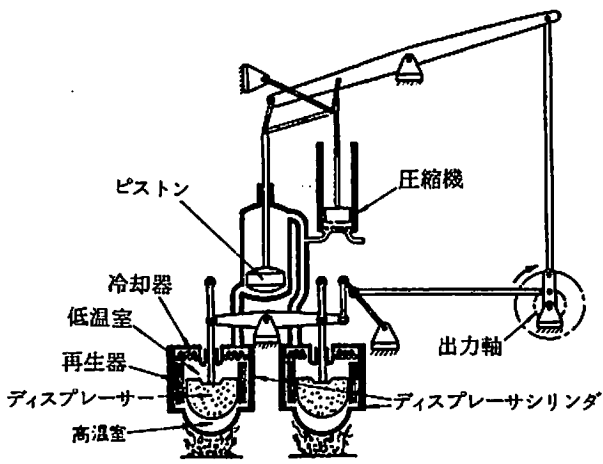


図2 初期の複動スターリング機関

って爆発の危険性の少ない空気を作動流体とする往復動空気機関を發明した。そして弟のJ. スターリングと協同で会社を興し、スターリング機関を製造し、石切り場、鉱山などの水汲み機、空気圧縮機その他の動力源として販売した。その間改良が加えられ、性能は向上した。図2はその機関の1例である。この機関は2シリンダの複動式スターリング機関で出力/回転数 = 45PS/30 rpm, ボア/ストローク = 406/1220mm,  $P_{max}/P_{min} = 15/10 \text{ atm}$ ,  $T_H/T_C = 316/38^\circ\text{C}$ で、作動流体は圧縮された空気である。

ある。石炭消費量から推定される熱効率はおよそ、7.5%で当時としては高い値であった。

1871年、G. シュミット（ドイツ）は、理想状態におけるスターリングサイクルを示し、サイクル計算法を發表した。<sup>2)</sup> これは等温変化と流動抵抗ゼロを仮定した理想的サイクルで、シュミットサイクルと呼ばれ、スターリング機関の概略的出力計算法としてスターリング機関の研究者に多く使われている。（図3）

このように有望視されたこの機関も、19世紀末に出現したオートあるいはディーゼルの發明になる内燃機関に熱効率、軽量、コンパクト性で太刀打ちできなかった。そのためしばらくは手作りの小出力機関が細々と生き残ったに過ぎなかった。

1938年、フィリップス社（オランダ）では、無線の携帯用動力源として、騒音や振動の少ないこのスターリング機関に着目し、小形スターリング機関の開発に着手した。初期の目的はトランジスタの發明により失われたが、その後同社はこの機関の改良を重ね、特に優秀なシール（ロールソックス）法の發明によって、伝熱特性が良く流動抵抗の少ない水素あるいはヘリウムを作動流体とすることができ、軽量、コンパクト化、高性能化に成功し、熱効率も30%以上に到達した。併せて外燃機関のため排気、騒音、振動公害が少なく、燃料の多様化にも対処し得る可能性を持っていたことから、省エネルギー、低公

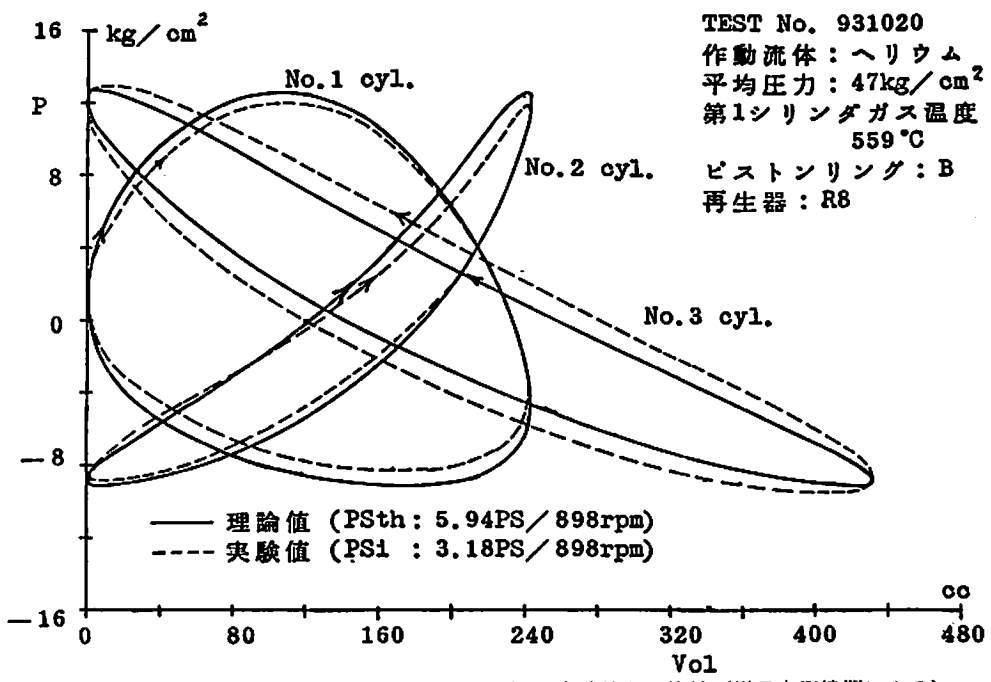


図3 P-V線図上の理論値（シュミットサイクル）と実験値との比較（逆T字形機関による）

害の世相にのって再び賜の目をみようとしている。

図1でみるごとく、フィリップス社は1958年ゼネラルモーターズ社(米)と、1968年からユナイテッド・スターリング社(スウェーデン)、MAN/MWM(西ドイツ)と、さらに1972年からフォード社(米)と技術提携を結んで、実用機関開発の体制を作った。

この中で、ユナイテッド・スターリング社が、スターリング機関の実用化に向けて力を注ぎ、現在では同社が実用的スターリング機関の開発の主流となっている。

わが国においても、1976年より船用を対象としたスターリング機関の開発研究を運輸省が主導して行なっている。第1段階として、1ユニット(膨張室圧縮室、加熱器、冷却器、再生器が各1個ずつで、内燃機関の1シリンダ分に相当する)の実験装置を製作し、性能向上のための問題点摘出やシミュレーションの精度向上に力が注がれている<sup>3)</sup>。

上述したごとく、スターリング機関の研究、開発は、現在これまでの歴史の中でもっとも広く深く行なわれており、今後も益々進展するものと思われる。

本稿では、スターリング機関の特徴や動作原理は他書<sup>4)</sup>にゆずり、現在のスターリング機関の研究、開発の動向を世界と国内に分けて述べる。

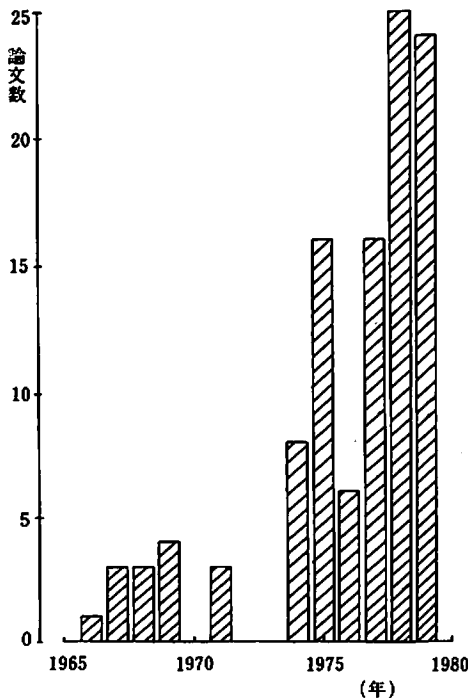


図4 IECECに発表されたスターリング機関関係論文数

## 2. 世界のスターリング機関の動向

図4は前述したIECECに発表されたスターリング機関の論文数である。1974年ぐらいから発表数は増加し、1978、79年に大きく伸びた。スターリング機関の論文は、このIECECの他にSAE Paperにも多くみられるが、同様の傾向である。図1を参考にして、時期的にみると1968年にユナイテッド・スターリング社とMAN/MWMがフィリップス社と技術提携をしており、1970年ぐらいから、両社で開発されている機関の性能や適用例が発表され始めたが、それらが刺激剤となって世界的に研究が広まり結果として1974年ぐらいから論文数が増加したものと思われる。そして省石油、低公害等の問題に関連して益々研究の輪が広まったのであろう。

IECECに発表された論文を内容別にみると、1970年以前には、実験機関を中心とした応用例が多くみられるのに対し、1970年以降では、太陽熱利用、人工心臓用、海中動力、自動車用機関そしてヒートポンプ等への応用結果のみでなく、スターリング機関のサイクルシミュレーション、伝熱、ガス流動の解析や設計上の問題など基礎的問題が広くとらえられており、スターリング機関を支える基礎面が充実してきたことがうかがわれる。

一方、スターリング機関の情報を世界的に提供しているStirling Engine News letter (Editor: W. R. Martini)によると<sup>5)</sup>、1979年におけるスターリング機関の開発、研究に従事している者は全世界で14カ国、約800名にのぼり、その事業所数も82に達している。この調査はまだスターリング機関に関する情報を完全に網羅しているとは言えず、従ってどこの国で何を目的としてどの程度の規模の研究が主に進められているかを正確に把握できないが、

表1 世界のスターリング機関研究開発状況

国名	事業所数(A)	従業者数(B)	B/A
合衆国	39	300	7.7
日本	16	44	2.8
イギリス	9	28	3.1
スウェーデン	3	176	58.7
オランダ	2	150	75.0
ソヴィエト	2	17	8.5
西ドイツ	2	56	28.0
カナダ	2	6	3
イスラエル	2	2	1
南アフリカ	1	1	1
デンマーク	1	1	1
オーストラリア	1	1	1
マルタ	1	1	1
ユーゴスラヴィア	1	1	1
合計	82	786	

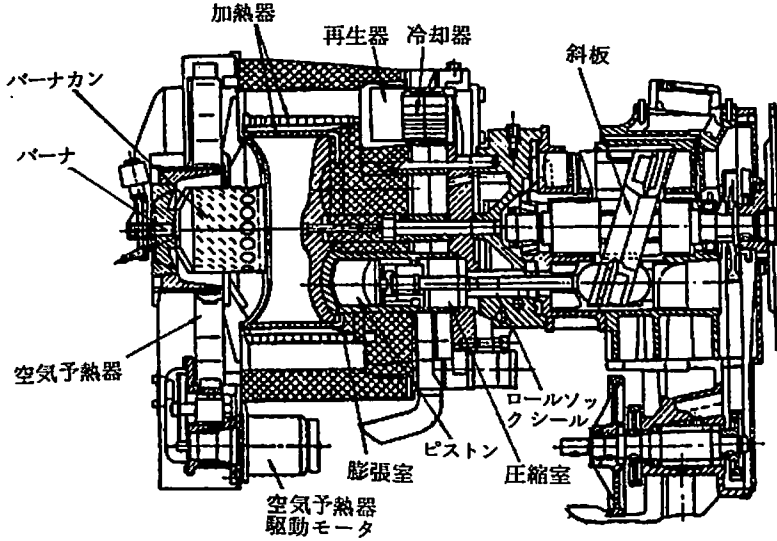


図 5  
4-215 DA  
エンジン断面図

しかし現在、スターリング機関の開発、研究が世界的にどの程度の広まりをみせているかを知ることができ、興味深い。

表 1 に国名と研究事業所数、従事者数そして一事業所当りの従事者数（平均値）を示した。事業所数、従事者数のどちらもアメリカ合衆国が最も多く、合衆国内でのスターリング機関の研究が広い範囲で行なわれていることがわかる。また一事業所当りの従事者数でみると、オランダが最も多く、スウェーデン、西独と続いている。これよりオランダ、スウェーデン、西独では多くの人材で集中的にスターリング機関の開発、研究を行なっていることがわかり、実際、現在の機関の開発の主導力がこの三国にあることも首肯できるところである。

日本は研究事業所数でこそ第 2 位だが、平均従事者数は 2.8 名と少なく、小規模単位の研究があちこちで進められていると言える（日本のデータについては次章で述べる）。

82 の研究事業所の中で、もっとも多く取り扱われているテーマは冷凍機に関してである。スターリング冷凍機はすでに実用化され販売もされているので当然と言えよう。日本でもアイシン精機が製造し、販売している。

次に多いのは機関解析（Engine Analysis）で、伝熱、流動の基礎研究から設計のための解析、機関全体のシミュレーションまであり、実施機関はほとんどが大学、研究所である。

また実験機関を使用して実験的に、あるいは理論と並行して研究開発を行なっている所が多く、スターリング機関の研究には実験機関が欠かせない存在

であることを示している。

適用例で最も多いのは前述の冷凍機であるが、その他人工心臓用、自動車用、発電機用、船用機関や太陽熱利用機関、ヒートポンプ等が多くみられる。

ここでも実験機関を使用した基礎研究や理論的研究が増加していることから、全体として基礎部門が充実して来ており、スターリング機関の今後の発展が期待される所以である。

次に、代表的な研究所、事業所の動向について述べる。

#### 1) フィリップス社（オランダ）

同社は長い間スターリング機関の研究を続け、現在のスターリング機関発展の基礎を作ってきた。機関の基礎面に重点を置いてきたが、1972年フォード社と技術提携し、それまでの成果を基に自動車用機関を開発した。

図 5 はその代表的機関 4-215 DA である。複動 4 シリンダ、斜板方式、作動流体は水素、最高出力は平均圧力 200 atm の時 170 ps/4000 rpm、最高熱効率は 33% / 1600 rpm でフォード社のトリノに搭載し試験した。その他基礎研究も継続しており、例えば将来の機関構想として、①シリンダや再生器内面をセラミックスで作り、高温化や放熱量減少のための研究、②ピストン行程を変化させて出力を制御する研究——これまでは主に作動流体の圧力を増減して出力を制御して来たが、分力時にも効率を落さないため、運転中にピストン行程を加減して制御する（これは内燃機関のクランクに相当する斜板の傾斜角を変えることで行なう）、③外部シールの研究——これまで軸シールとしてロールソックスを使用して来

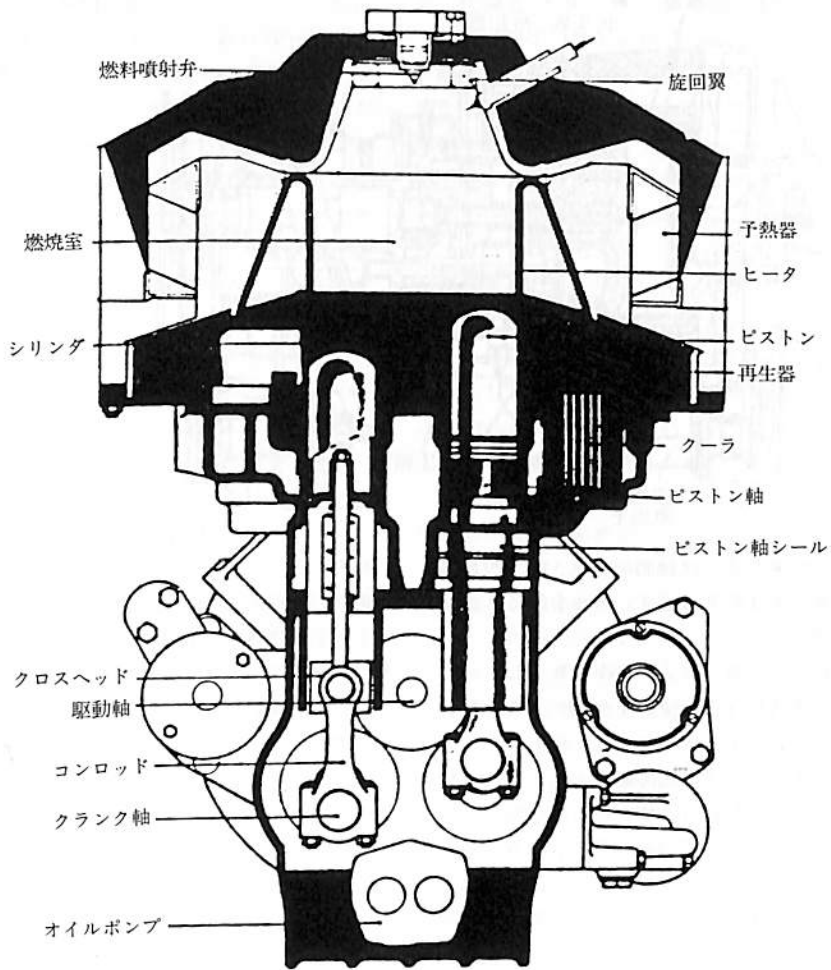


図6 P-40形機関 (ユナイテッド・スターリング社)



図7 スターリング機関を搭載して航走するボート

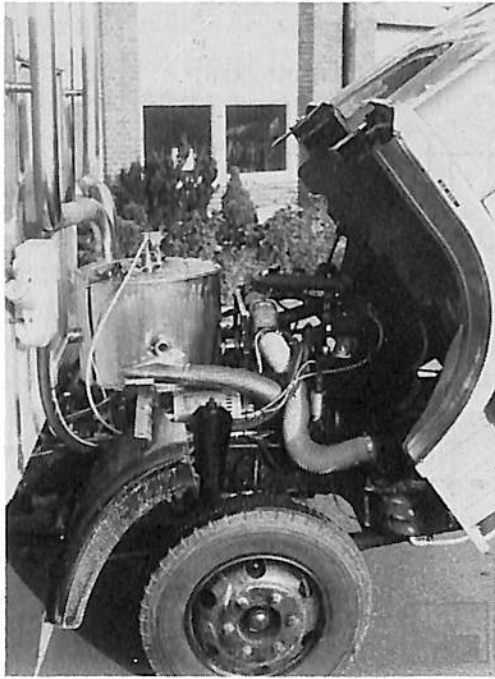


図8 トラックに搭載したP-75機関（写真提供はユナイテッドスターリング社の好意による）

たが、この取り換えを容易にするため、カセット式ロールソックスの開発を行なう等が行なわれている<sup>6)</sup>。

## 2) ユナイテッド・スターリング社（スウェーデン）

同社は1968年、前記フィリップス社と技術提携しスターリング機関の実用化に向けて研究を開始した。同社の機関は、動力伝達機構として、フィリップス社が斜板方式をとったのに対し、従来、内燃機関に使用されて来たクランク軸方式にしたことに特徴がある。

図6は同社が開発したP-40形機関で、複動4シリンダ、クラレク方式、作動流体は水素で、最高出力は平均圧力150 atmの時45 ps / 3500 rpmである。同型式の機関にP150 (200 ps / 2400 rpm)があり、この機関の最高熱効率率は約36%で、これまで補機を完全に装備したスターリング機関としては最高の熱効率を記録している。

ユナイテッド・スターリング社は、スターリング機関を各方面に適用することを積極的に行なっており、これまでロンピック形機関をボートやバスに(図7)、またP-40機関やP-75機関を乗用車あるいはトラック(図8)に搭載して性能試験をし、あるいは鉱山用として使用するなど広い範囲に亘って適用性を調査している(水中動力源として使用する案も

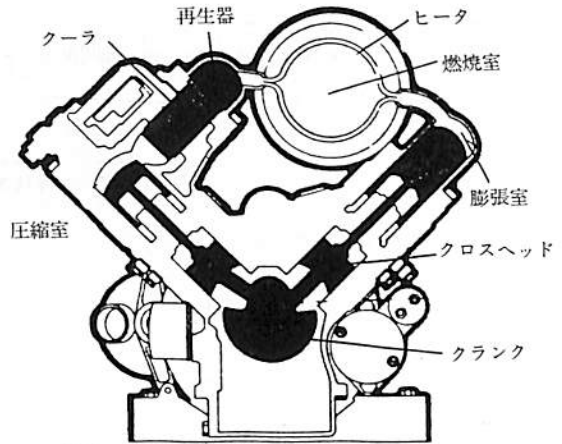


図9 小型発電機用スターリング機関

あり、これについては本誌 Vol 53. No. 589 の「スウェーデンの海洋開発活動」を参照されたい)。図9は最近小型発電機用機関として合衆国内で発売を開始されたもので、バスあるいはキャンピングカーの空調用としても使用されようとしている。

現在、同社で最も力を注いでいるのは、合衆国政府(DOE)の主導による将来の自動車用機関の開発であろう。この機関の開発については次に述べるが、このプロジェクト達成のために、同社は合衆国政府より開発費総額約3000万米ドルを受けると言うことである。

## 3) アメリカ政府エネルギー省(DOE)の計画

### ① 将来の高速道路用自動車機関としての研究

DOEは石油消費の節約、石油燃料の不足それに環境保護の立場から、1980年代後期に自動車用機関として使用される可能性のある機関を選択し、1978年より新形機関の開発、研究のためのプロジェクトを作った。DOEは、これまでの内燃機関は各会社が開発、研究を行なうものとし、開発リスクの大きいスターリング機関とガスタービンを国が行なうものとして選んだ。

このプロジェクトの目的は、1983年までに上記新形機関を自動車に搭載し、以下の目標値を達成することにある。

④燃料経済の面から、現在同一性能を有する内燃機関の燃料消費(マイル/ガロン)を少なくとも30%以上改善すること、⑤排気は黒煙粒子も含め、新しいアメリカ政府基準値より低いこと、⑥燃料の多様化にも適していること、⑦生産技術が商業化に適していること(マsproが可能であること)、等である。そして1989年にはスターリング機関がガスタービンのどちらか(あるいはどちらも)が生産される

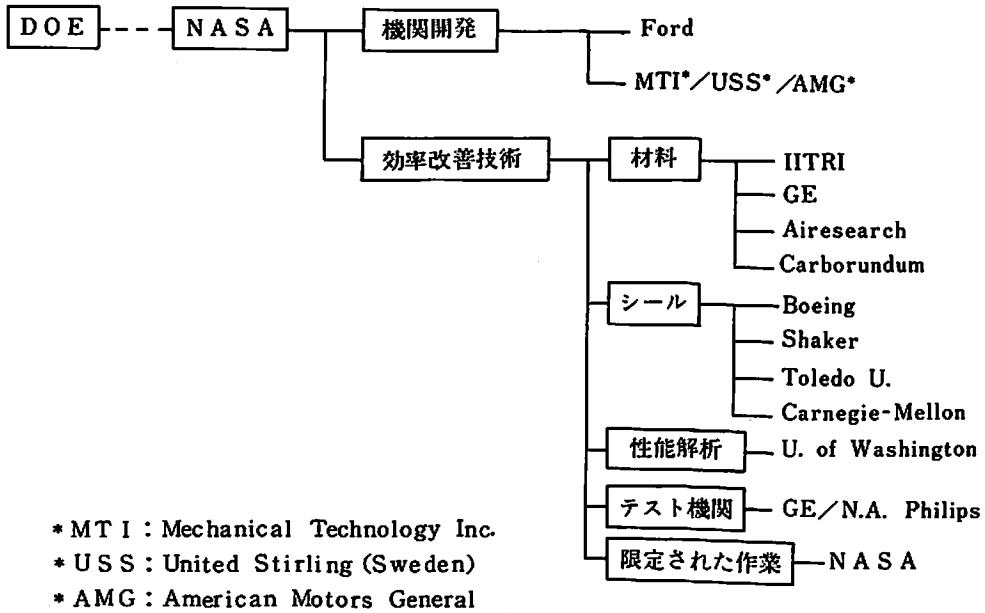


図10 スターリング機関開発体制 (DOE)

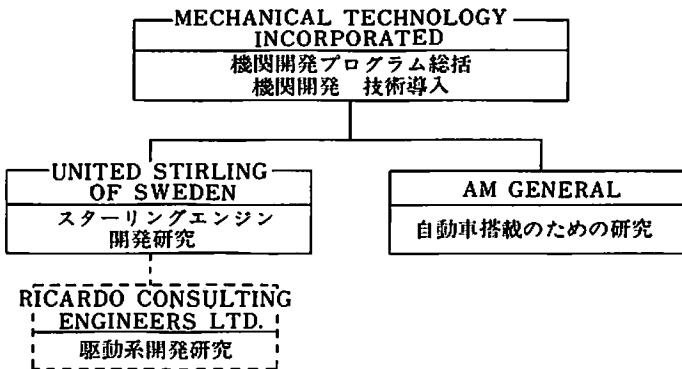


図11 自動車用スターリング機関開発分担 (DOE)

と言う計画を立てている。

スターリング機関部門はNASAの Rewis Research Centerがプロジェクトの総括を行ない、図10に示す各機関がそれぞれ開発テーマを担当している。このうち、機関の直接の開発に関しては、図10に示すごとく2チームが選ばれ、スターリング機関の開発の競争をする予定であったが、初年度の計画の後、フォード社がこの計画から外れ、現在では2番目のチームのみがそれを担当している。

このMTI (Mechanical Technology Inc.) を筆頭とする機関開発チームは、図11にその分担を示すが、1984年9月までに三種類の機関を製作し、最終的には、材料、シール他の効率改善グループの成果を積極的にとり入れ、MOD2機関(管壁温度820℃)を完成する。そしてこの間にMTIはユニテッド・スターリング社から技術指導を受け、最終的にはMTIが米国でスターリング機関を生産できるようにする計画である。

以上がDOEの自動車用スターリング機関の開発計画である。1984年9月時点におけるMOD2機関の目標達成度がどの程度になっているか、いまから全世界の研究者が注目していると言っても良いであろう。

#### ②定置型スターリング機関の研究

DOEでは上記プロジェクトの他に500~3000psの定置型スターリング機関の開発計画を立てている。これはANL(Argonne National Laboratory)が総括し、③General Electric Co.(GE)、④Advanced Mechanical Technology Inc.(AMTI)、⑤Foster Miller Asso.(FMA)がそれぞれ開発を担当している。

計画の詳細については不明であるが、いずれも石炭を燃料とし、流動床燃焼方式をとり、従ってスターリング機関へはヒートパイプその他の方法で間接的に加熱する方式をとっている。1980年5月には概念設計が完了し、それ以後500ps以上の石炭焼きスターリング機関を対象にして、詳細設計、製作、試験そして成績の発表を4年計画で行なう予定とのことである<sup>7)</sup>。

以上が諸外国におけるスターリング機関開発に関する主な動向である。それらの他に機関要素に関する基礎研究やシミュレーションなどが世界の広い範囲で研究が実施されている。

#### 3. わが国のスターリング機関の研究の動向

Stirling Engine News letterによれば、日本国内では16の事業所で研究、開発が行なわれており、平均従事者数は2.8と少ない。表2は国内のスターリング機関の研究開発状況を前記Stirling Engine News letterの資料をもとに整理したものであるが国内にはその他数カ所でスターリング機関の研究が行なわれている。

単一事業所で比較的規模の大きいものはアイシン精機による開発研究であるが、運輸省の船用スターリング機関の研究に参加している事業所は10あり(表2中\*印のところ)、従事者数も27名となる。

1) 運輸省の船用スターリング機関の研究は、昭和51年度から着手され、昭和55年度で一先ず終了の予定である。この期間の目的は、船用スターリング機関の問題点の抽出と設計、性能予測のための基礎研究およびシミュレーションの完成である。

研究担当は、a)船舶技術研究所、b)日本造船研究協会で、船舶技術研究所では、小型機関による基礎研究と計測、データ解析法を、日本造船研究協会では要素研究、シミュレーションと中型実験機関による実験研究である。

船舶技術では、逆T字形実験機関(図12)を使って基礎研究を行ない、データ整理法や例えばシュミットサイクル(理論値)と実際のデータとの間に強い相関関係がある(図13)ことや、ピストンリング

表2 日本国内のスターリング機関の研究開発状況

研究・開発機関	従事者数	研究開発内容
1 アイシン精機	7	自動車用、発電機、テスト機関**
2* ダイハツディーゼル	2	機械設計、テスト機関**
3 日本自動車研究所	1	自動車用
4 機械研究所(通産省)	2	低温機関、機関解析**
5* 明治大学(宮部研)	1	機関解析、再生器
6* 三菱重工業	2	熱交換器、燃焼器
7 日産自動車	2	テスト機関
8* 日本ピストンリング	4	シール研究
9* 日本造船研究協会	2	船用推進
10* 船舶技術研究所(運輸省)	5	機関解析、シール研究、テスト機関**
11 東京ガス	1	ヒートポンプ
12* 東京工大	4	テスト機関、(薪エンジン)、機関解析**
13* 東京大学(中島研)	2	機関解析、熱交換器、(薪エンジン)、テスト機関*
14* 東京大学(平田研)	2	(人工心臓)、ディーゼル・スターリング複合機関、機関解析
15 東京大学(石崎研)	4	冷凍機、低温機関、ヒートポンプ、ロータリー機関
16 ヤンマーディーゼル	3	テスト機関
17* 東京大学(吉識研)**	3	機関解析**

(資料はStirling Engine News letter・Nov.'79を基礎にした)

\*印は運輸省の船用スターリング機関の研究に参加している会社、研究所

\*\*筆者の調査による加入事項。( )は不適と思われる項目

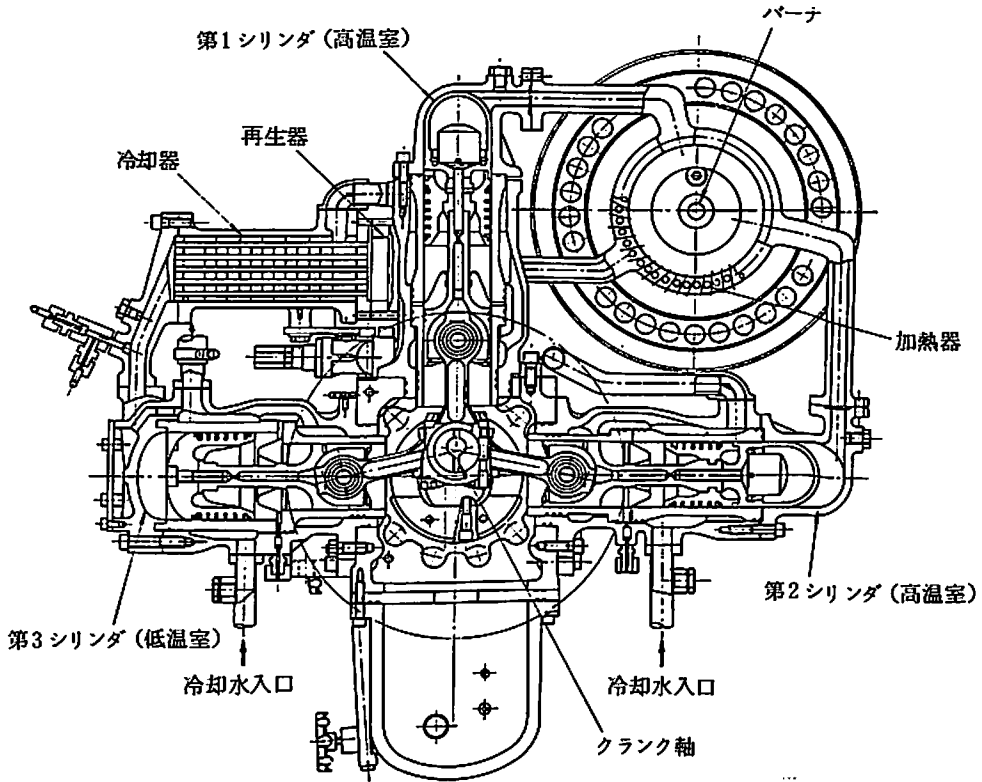


図12 逆T字形スターリング・エンジン

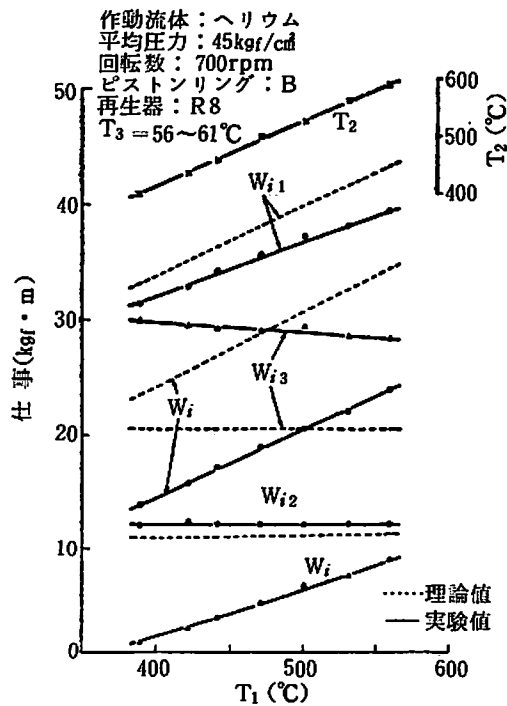


図13 第1(高温)シリンダガス温度と各仕事の関係(逆T字形エンジンによる)



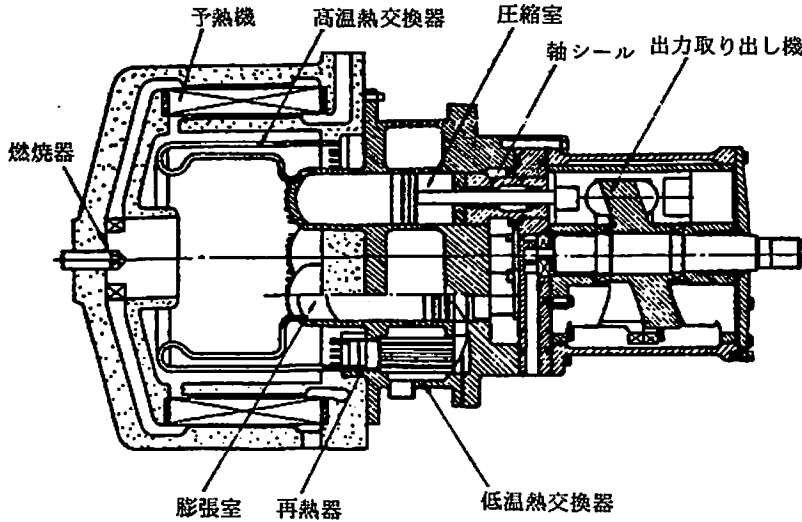


図14  
スターリング機関  
(アイシン精機)

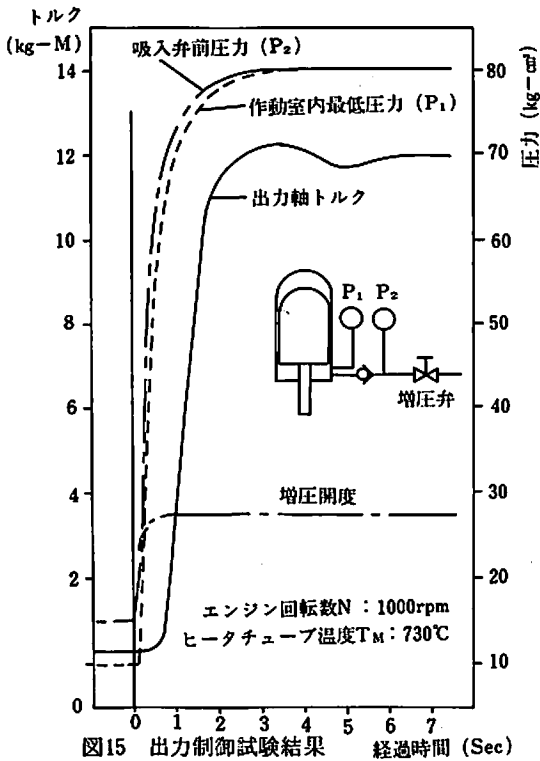
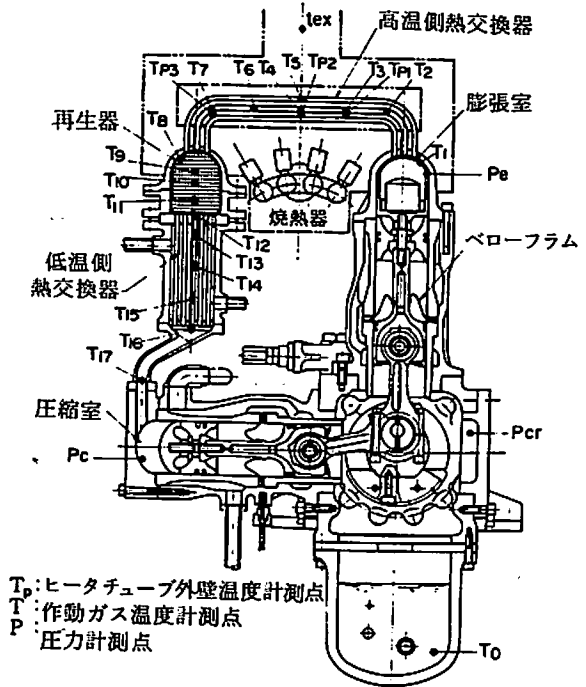


図15 出力制御試験結果 経過時間 (Sec)



T<sub>p</sub>:ヒータチューブ外壁温度計測点  
T:作動ガス温度計測点  
P:圧力計測点

図16 ヤンマーディーゼル実験用機関

の性能が、機関性能に大きな影響を与えていることなど、いくつかの結果が得られた<sup>8)</sup>。

一方、日本造船研究協会では、研究体制をさらに第1分科会と第2分科会にわけ、前者はシミュレーションを含む基礎研究を、後者は実験機関製作のための開発的研究を担当した。

後者は単要素機関を設計、製作(シリンダ内径220mm、行程150mm)し、実験を通して問題点を摘出す

ると共に、温度、圧力、出力等のデータを第1分科会に提示して、シミュレーションの基礎資料としている。第1分科会では定常状態における詳細なサイクルシミュレーション、シュミットサイクルを基に機関出力を簡便に計算する方法、分力時あるいは制御時の動特性のシミュレーション等が進行し、また再生器の流動抵抗や伝熱の研究、熱交換器の非定常伝熱、あるいは小形テスト機関によるサイクル改良

研究などが行なわれている。

このプロジェクトは、昭和55年に基礎研究完了の段階で一応終了となるが、筆者は近い将来、これまでの研究結果をもとに複数シリンダの実験機関を試作し、船用スターリング機関の開発に向けての研究をさらに進めることを希望するものである。

2) アイシン精機ではスターリング冷凍機の開発から、機関の開発に進み、現在では複動4シリンダ、斜板方式機関を試作し、作動流体ヘリウムで高効率高出力機関の開発研究を行なっている。この機関は図14に示す断面を有し、シリンダ径68mm、行程52mmで作動ガス最低圧力100 kg/cm<sup>2</sup>の時、軸出力41kw/2000 rpm、熱効率28%を得ている<sup>9)</sup>。図15は出力制御の試験結果で、作動室内最低圧力10kg/cm<sup>2</sup>の状態から80kg/cm<sup>2</sup>まで急激に昇圧した場合の応答結果で、整定トルクの90%応答は1.8秒と良好な結果を得ている。同社の機関は、必要な補機を装備した機関としては国内で唯一で、そのレベルも諸外国にくらべても高く、実用化に向けての研究では国内で最も進んでいる。今後さらにコンパクト化に成功すれば、自動車用あるいは小形船用機関として搭載し、試験が可能であろう。

### 3) その他

ヤンマー・ディーゼルでは、V形の試験用機関(図16)を製作し、各損失馬力の測定、ピストンリングや再生器の出力に及ぼす影響などを研究し、結果を船用機関学会誌<sup>10)</sup>に発表した。

日産自動車では、最近2クランク軸、単動4シリンダ機関(シリンダ径60mm、行程50mm)の試験用機関を試作し、再生器、駆動系、位相角の出力性能に及ぼす影響を調べ、結果を自動車技術会の会議で報告した。

以上が国内の主な動向である。オランダやスウェーデン等と比較するとややおくれていると言えるが基礎研究の広がり、応用開発研究の進歩を考えると決してそうおくれているわけではない。

わが国において、現在技術的に問題となっている点は、ガス流動抵抗と機械的摩擦損失の低減、ピストンリングや軸シール等の摩擦、洩れ、耐久性の問題、空気予熱器のコンパクト化、出力制御機構あるいは機器の開発、高温部材の開発などがあげられる。

わが国の開発、研究体制はまだまだ不足している所が多いし、これら難問解決のための集中度が足りないように思われる。これらの解決のためには、広い範囲で横の連絡を密にとり合うのが、現状では一番必要ではないかと思われる。

## 4. あとがき

本稿ではスターリング機関の研究、開発の主な動向について述べた。

世界的には、アメリカ合衆国エネルギー省(DOE)の自動車用スターリング機関開発プロジェクトの成果、ユナイテッド・スターリング社あるいはその他の会社が、将来に亘って継続して使用されるような市場を開拓できるか、あるいはスターリング機関を支える基礎技術や研究面で努力が結果し、スターリング機関の性能を飛躍的に改善することができるか等注目される。

省石油、燃料の多様化、低公害化等の要請によってスターリング機関は最近研究が盛となりつつあるが、今後の技術の進歩や社会情勢が、どのような原動機を社会に残すのか、全く不明であると言えよう。今後数年間の各機関の開発動向を注目し、スターリング機関の性能向上のための研究が、より一層向上することを祈って止まない次第である。

### 【参考文献】

- 1) 例えばT. Finkelstein: Air Engines, The Engineer p 522~527 Apr. 3 (1959)
- 2) G. Schmidt: Theory der Lehmannschen Calorischen maschine. Z. VDI, 15, No. 1 (1871)
- 3) (社)日本造船研究協会: スターリング機関に関する研究報告書(昭和53年3月)
- 4) 例えば古浜庄一監修: 自動車工学全書第8巻電気自動車と新形原動機, 山海堂p131~166
- 5) Stirling Engine News letter: (Nov. 1979) Editor: W. R. Martini
- 6) J. Vos, Design Characteristics of an Advanced Stirling Engine Concept, IECEC 799257 (1979)
- 7) Stirling Engine News letter: (Feb. 1980), Editor: W. R. Martini
- 8) 一色尚次他: スターリング機関の研究(第2報) 日本船用機関学会誌第15巻10号, (Oct. 1980)
- 9) 石崎嘉宏他: スターリングエンジンの実験的研究, 第57期日本機械学会全国大会(昭54年10月)
- 10) 陶山虎一他: 小型単動スターリング機関の実験的研究, 日本船用機関学会誌第15巻, 6号 (June. 1980)

# 海外事情

## ■自動化された経済性——エバーグリーン (台湾)の“L”クラスコンテナ船

エバーグリーンは台湾の盟外コンテナオペレーターである。

そのエネルギーと効率的なマネジメントによりコンテナ航路になぐり込みをかけ、日本筋からの財政的危機を伝えるうわさにもめげず、今や全世界を彼等のフルコンテナ船は走りまわっている。

1,214 TEU積みの“V”クラスより1廻り大型の“L”クラス4隻を建造し、本年末には30隻の近代的な大フリートを擁することとなる。

日本の有力オペレーターも矚目するエバーグリーンのフラグシップの横顔を前号のイタリアの中速ディーゼル搭載の新鋭コンテナ船に対比すべく紹介しよう。(編集部)

“EVER LIGHT”は、日本、台湾の主要港と釜山(韓国)、香港、シンガポール、ハンブルグ、フェリクストウ(英国)、ロッテルダム、アントワープ、ル・アブルをカバーする極東欧州航路に就航したエバーグリーン社のフラグシップである。

1,900 TEU積み(甲板上5段積み)の小柄ながらタフな積載能力を持つこの船は、エバーグリーンの2年間にわたる研究の結果のノウハウを投入して、わが国の尾道造船にて建造された。

ホールドは9列6段であるが、3列艙口で甲板上は11列5段積みの配置となっている。

バラストタンクは細分化され、エダクターによる自動化された滲排水を行ない、満載または空のオペレーションにより、バラスト水の遊動水影響G0を0とし、G0Mを確保するように配慮されている。

燃料補給も1人でない得るように自動化されて、17名運航が可能のようにコンピューター化された高度な運航管理システムを搭載している。

タイトなスケジュール消化と燃料節約のため、正確なナビゲーションが必要であるが、JRCのSNA-70を搭載している。

主義はIHIのSULZER 7RND90M 22260 PS×112 rpmで、満載航海速力は21ノットであり、IHI製のEngnie Chief TCM24D-III自動モニタリングシステムを装備している。

この17名定員の高性能船の運航実績を注目したい。

## <主要々目>

LOA	202.6 m
LPP	186.5 m
B	30.0 m
D	16.2 m
d	11.22 m
G/T	23274.10 t
N/T	15326.01 t
DWT	28898 t
主機	7 RND90M 22260 PS×112 rpm
満載航海速力	21 Kt
定員	船長 1名
	一航 1
	二航 1
	三航 1
	通信士 1
	小計 5
	ボースン 1
	アシスタントボースン 1
	甲板員 4
	コック 1
	スチュワード 1
	小計 8
	機関長 1
	1機 1
	2機 1
	フィッター 1
	小計 4
総合計	17名

(The Motor Ship 9月号'80)

## ■“船舶”用(1年分12冊綴り)ファイル■

定価800円(〒305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

## ディーゼル主機関廃熱の有効利用を目的とした 「高経済型直結発電システム」

石川島播磨重工は、ディーゼル主機関の廃熱を最大限に有効利用し、船舶推進プラントとしての経済性を高めることを目的として「高経済型直結発電システム」(Super Economical Shaft Generator System—略称S.S.G.)を開発し、その1号機をシンガポール船主ネプチューン・オリエント・ライン社向け80,700重量トンタンカー(主機関IHI-S.E.M.T. ピールスティック10PC4V型ディーゼルエンジン×1基、15,000馬力、本船完成昭和56年3月予定)に搭載することになった。

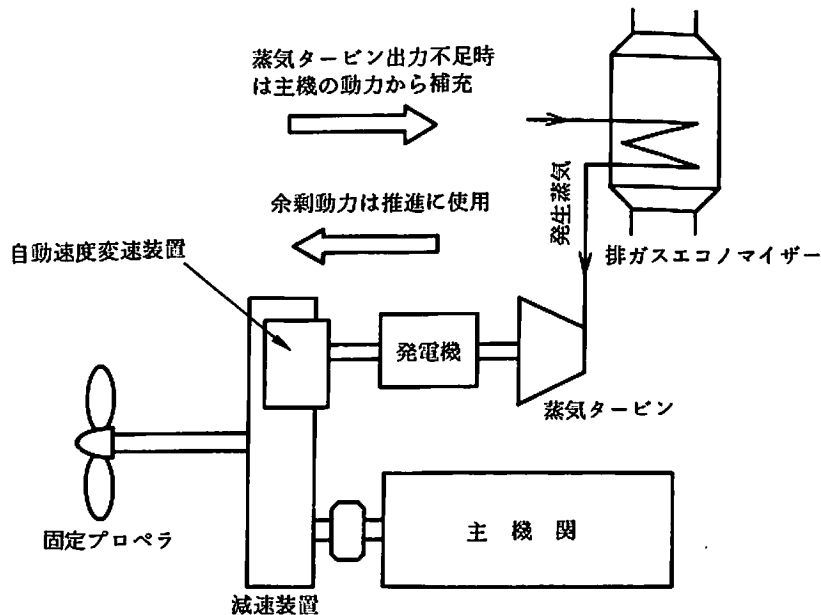
同社は、従来からディーゼル主機関の廃熱の有効利用に、積極的に取り組んできたが、S.S.G.システムについても、その基本特許を昭和44年に確立して以来、継続して研究を進めてきた。開発当初は船舶燃料油の価格が比較的安価かつ安定していたため、経済的理由から実船への採用には至っていなかったが、第1次、第2次オイルショックにともなう燃料油の高価格時代を迎え、本システムの採用が経済的にも大きなメリットが得られるようになってきたため、今回実船への採用が決ったものである。

また同社では、中速(IMI-S.E.M.T. ピールスティック型)および低速(IHI-SULZER型)主機関の両方に対し、広い出力範囲にわたって本システムを適用できるように、すでに基本設計を終了している。

- 一般的にディーゼル船の推進プラントの構成は、
- ① 推進用主機関と独立ディーゼル発電機(A重油使用)
  - ② 推進用主機関と独立した排ガスエコノマイザー・ターボ発電機および独立ディーゼル発電機
  - ③ 推進用主機関と軸駆動発電機および独立ディーゼル発電機

の3つの方式があるが、最近では、主機関廃熱の有効利用をはかるため、排ガスエコノマイザー・ターボ発電システム(独立ターボ発電機)が、各種船舶の推進プラントに採用されている。

ところがこのシステムでは、主機関の出力が小さい場合や、減速運転時には、ディーゼル発電機との併列運転、またはボイラの追焚きなどを行なう必要がある。今回同社が第一船への搭載を決めた「高経済型



中速主機プラントに対するS.S.Gシステムの概要

直結発電システム」は、スチームタービンおよび発電機を変速機を介して主機関と機械的に結合する方式を採用したため、定格出力が比較的小さく、排ガスエコマイザー・ターボ発電システムが成り立たない出力範囲の推進プラントの場合や、常用出力時は成り立つが、70%負荷程度の減速運転の期間が長いと予想される船舶についても大きな威力を発揮する。

例えば、60,000 重量トン型タンカーに IHI—スルザー 5 RLB 76 型ディーゼルエンジン (13,000 馬力) を搭載し、「本システム」を採用した場合、独立のディーゼル発電機を採用した推進プラントに比較し、常用出力時で年間 1,100 トン、70%負荷で減速運転、航走した場合では年間 970 トン (いずれも C 重油換算) の節約が期待出来る。

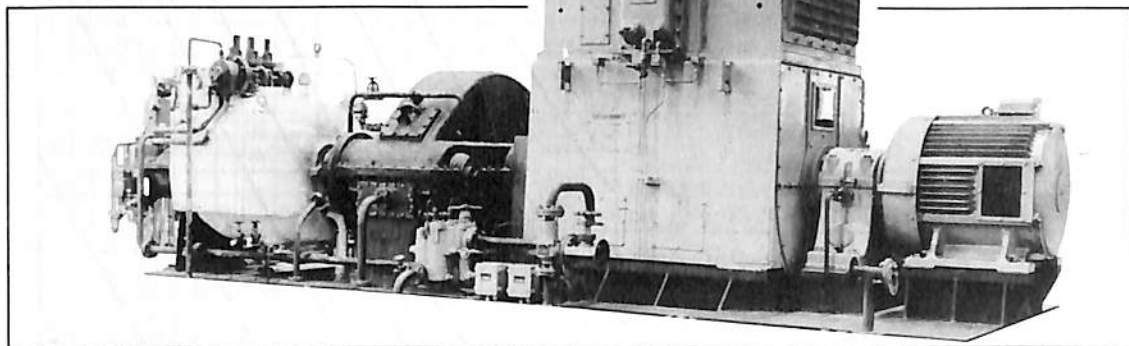
また、80,000 重量トン型タンカーに IHI—S. E. M. T. ピールスティック 10 PC 4 V 型ディーゼルエンジン (15,000 馬力) を搭載し、「本システム」を採用した場合、独立のターボ発電機を採用した場合に比べ、常用出力時で年間 380 トン、70%負荷の減速運転、航走した場合年間 650 トン (いずれも C 重油換算) の節約になり、このケースで独立のディーゼル発電機を採用した場合と比較すると節減の効果はさらに大きくなる。

「高経済型直結発電システム」(S.S.G.) の特長はつぎのとおりである。

1. 主機関廃熱の有効利用ができ、燃料油の節約ができる。
2. 航海中ディーゼル発電機を使用する必要がないので、高価な A 重油の節約ができる。
3. タンカーでは、航海中タンク内の貨物油をヒーティングすることがある。

この際、航海に必要な電力は、効率の良い主機関の動力を利用して供給し、タンクのヒーティングには排ガスエコマイザーの発生蒸気を使用することにより、ボイラに必要な燃料を減少でき、プラント全体として C 重油を節約できるとともに、イナートガス・トッピング時には、通常ダンプして無駄に捨てている蒸気の一部を推進用に利用することにより、その分の主機用の C 重油が節約できる。

4. 自動多段切換式変速装置の開発により、固定ピッチプロペラの場合でも広い出力範囲で、軸発電機の使用が可能となる。
5. 航海中はディーゼル発電機を使用しなくて済むので、通常主機関以外の保守作業の約 1/3 を占める発電機用ディーゼルの保守作業が大幅に軽減できる。



—ながい経験と最新の技術を誇る—

# 大洋の船舶用電気機器

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

**洋 大洋電機株式会社**

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

連 載

液 化 ガ ス タ ン カ ー

< 33 >

恵 美 洋 彦

日本海峯協会船体部

4. 8. 5 工 作 精 度 基 準

独立型および一体型タンクの工作精度基準は、基本的には、表4-24に示したように各種類似構造物の規格/基準<sup>14)25)26)85)93)</sup>等をベースとして個々のケースで定める。さらに、独立型タンクタイプBでは、その許容限度の基準値の妥当性を破壊機構解析および挫屈解析によって確認する必要がある。

メンブレン方式タンクでは、4.4.8に説明したように設計開発時のプロトモデル試験およびその他の試験に基づいて工作精度基準を定める。この場合、一次防壁のみならず、防熱、二次防壁、タンク支持構造、周囲船体構造等の工作精度も合わせて検討されるのが、通常である。

セミメンブレン方式タンクは、基本的には、メンブレン方式タンクと同じである。しかし、厚板の加工、組立ておよび溶接に関する工作精度基準には、独立型タンクでの参照規格/基準<sup>14)25)26)93)</sup>等も参考とする。

表4-30に独立型タンクで定めるべき工作精度基準の項目を示す。また、表4-31(図4-101を含む)には、主要な工作精度基準の例として各種変形に対する許容値<sup>85)94)</sup>を示す。なお、この表に掲げている数値も1例であり、実際には、さらに厳しい値を採用している例もあるし、場合によっては、緩やかな値を採用することもできる。

破壊機構解析に基づく各種許容限度の検討は、疲労き裂発生および伝ば、および不安定破壊のいずれ

図 4 - 101 許容変形量を定めるための弦弧

$L_0$ : 円筒形タンクの場合、防撓リング間の有効長さ、防撓リングがない場合(円筒形タンクの長さ $-1.2H_0$ )、 $H_0$ は、鏡板部の深さ(半球形鏡板では、半径 $R_0=H_0$ )  
球形タンクの場合、 $L_0=R_0$ 、 $R_0$ は、半径、即ち $L_0/D_0 \approx 0.5$ となる。

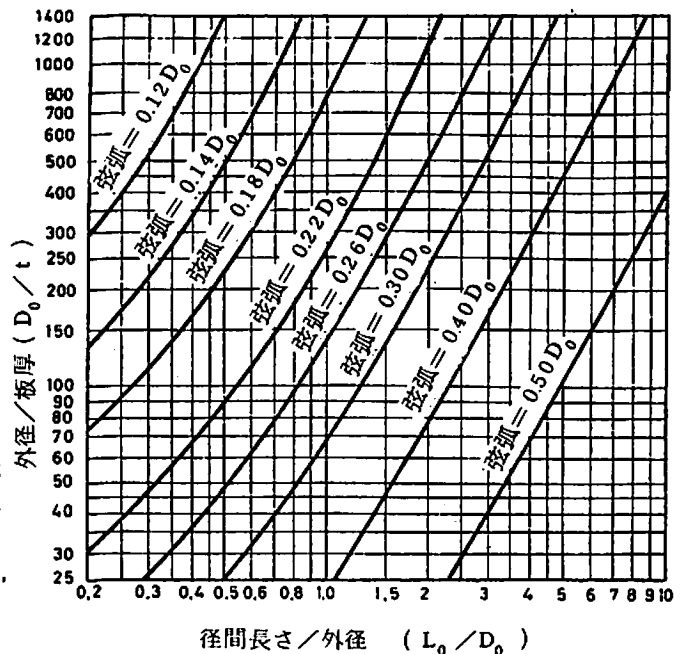


表 4-30 独立型タンクの工作精度基準の項目

項 目		詳 細 / 注 意 事 項	
材料表面	表面処理	材料表面の滑掃・ブラストに関する基準	
	表面傷/腐食	材料の運搬, 保管, 加工, 組立ておよびその他の期間中に生ずる表面傷 (吊り金具等の事後処理を含む), および腐食に関する許容・補修に関する基準	
材料加工精度基準	切 断	切断面	あらさ, ノッチ, 上縁の溶け, 等に関する基準
		形状	直線度, 仕上り形状・寸法等の許容範囲
		開先形状	開先の角度, 深さおよびルートフェイス高さの精度
	曲 げ	曲げ形状	曲げ加工の仕上り形状, 精度
		板厚	曲げ加工による板厚減少に関する許容限度。(独立型タンクタイプ Cでは, 完成後, タンク板厚さは設計厚さ以上)
	冷間・熱間加工	材質・板厚による加工上の制度	
溶接組立て精度基準	取付け精度		溶接前の部材の取付け精度 (ルートギャップ等を含む)
	溶接ビード形状		余盛り高さ, アンダカット, ビード表面仕上り (ピンホール, スラッグ巻き込み, 表面形状等), 脚長 (すみ肉溶接のみ), 等
	局部的変形	目違い	板厚ベースまたは絶対値ベースの何れか小さい方で与えられる。
		角変形	溶接継手に対するもので, 通常, 1 m 程度のスパンに対する許容量が定められる。
		局部ひずみ (やせ馬)	防撓材心距または挫屈波形を考慮した弧長に担当する弦長に対して定められる。
		防撓材/桁等の変形	そり, ねじれ, 倒れ, ウェブの曲がり等
	全体的変形	真円度	圧力容器形状のタンクに対してのみ定める。挫屈にも関連。
長さ/幅/深さの形状		主として, タンクの据付と設置に関連して定められる。	

表 4-31 独立型タンクの変形に対する許容値の例

変形	タンクの種類	方形方式タンク	圧力容器方式* タンク
目違い (突合わせ継手)		2 mm 以下	板厚の10%または3 mmのうち, 小さい方以下
局部変形 (やせ馬)		防撓材心距に対して, 6 mm 以下。ただし大きな圧縮応力が発生する個所では, 適当な対策 (クロスチフナ取付け等) を考慮する。	図 4-101 から得られる弧長に相当する弦長に対して, 下記を含む変形量が, その部分のタンク板厚の70%以下 (球形), 或いはその部分のタンクの板厚かまたは設計内径の0.1%のうちの何れか大きい方以下 (円筒形) とする。
溶接継手の角変形		同上。または, スパン1 m に対して, 6 mm 以下。	1 m 弦長のゲージに対して, 板厚の35%以下とする。
全体的変形		特に定められていない。	最大と最小内径の差が完成時において設計内径の1%以下 (真円度)

\* 球形または円筒形タンク

についても行なうが, 次に1例として, 5083-0 アルミ合金製球形タンクの角変形許容量に対する疲労き裂発生寿命解析を示す。なお, 疲労き裂発生寿命解析法も種々の方法があり, ここで示した方法は, その1例にしか過ぎない。さらに, ここで使用した各種疲労特性のデータは, 全て文献<sup>55)</sup>による。

(a) タンクの作用応力として次を想定する,

- $\sigma_{max}$  (一般膜応力) = 8.65 kg/mm<sup>2</sup> (-162℃)
- $\sigma_{amp}$  (最大変動応力片振幅) =  $\sigma_m/2$   
= 4.325 kg/mm<sup>2</sup>

- $R = 0$  ( $\sigma_{min}/\sigma_{max} = 0$ )
- ひん度分布; 図 4-102 参照。

(b) タンクの主要目;

- $t$  (板厚) = 35 mm
- 弾性係数 = 7,800 kg/mm<sup>2</sup> (-162℃)
- 許容一般膜応力 = 8.65 kg/mm<sup>2</sup> (-162℃)
- 角変形量 = 0.35 × 35 mm; 突合わせ溶接継手に対する表 4-31 の許容限度 (板厚の35%)

(c) 使用する S-N 線図;

5083-0 の余盛り突合わせ溶接継手 (片振り,

軸力)の50%非破壊確率の $S_a-N_c$ 線図(常温)を基本線図とする。したがって、この場合、余盛り形状による応力集中の影響は、すでに基本線図に含まれていることになる。ここで、 $S_a$ は、疲労き裂発生寿命である。この基本S-N線図は、図4-103に示すものとする。

使用する基本線図が定まった場合、その基本線図に対する各種の修正を施す。これらを式で表わすと次のようになる。

(基本線図)

$$N_c = C \cdot S_a^{-k} \dots\dots\dots (4.49)$$

$C, k$ ; 図4-103参照

(基本線図に対する修正)

$$N_c = C (K_R \cdot K_T \cdot K_f \cdot K_D \cdot S_a)^{-k} \dots\dots (4.50)$$

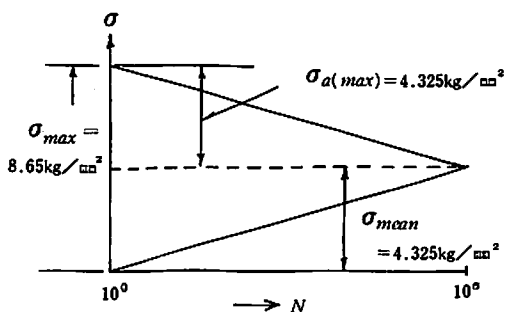


図4-102 実働応力のひん度分布

$K_R$ : 応力比 $R$ による修正。ここでは、実働応力の方を(4.35)式により、完全片振りに等価な応力に修正するので、この修正は不要(即ち、 $K_R=1$ )である。

$K_T$ : 温度補正係数。低温に対しては、疲労強度が増加する。-162℃では、 $K_T=0.813$ となる。

$K_f$ : 応力集中係数 $K_t$ に対して与えられる疲労強度減少係数である。ここでは、 $K_f=1.601$ となる。次の(d)および(e)を参照のこと。

$K_D$ : 基本線図は、一般に、板表面に平行な方向に働く応力に対して与えられる。実際の応力が、板厚方向に作用する場合は、その相異も考慮する。ここで考慮しているケースでは、考慮しなくてよいので、 $K_D=1$ となる。

(d)応力集中係数/形状係数;

ここでは、角変形による応力集中係数を計算で求め、次いで、この応力集中係数 $K_t$ に対する疲労強度減少を係数 $K_f$ (形状係数或いは疲労強度減少係数ともいう)で評価する。この $K_t$ と $K_f$ の関係は、一般的には、材料および溶接の種類に応じて与えられる。5083-0アルミ合金の溶接継手に対しては、次式が与えられている。

$$1.5 \leq K_t < 5$$

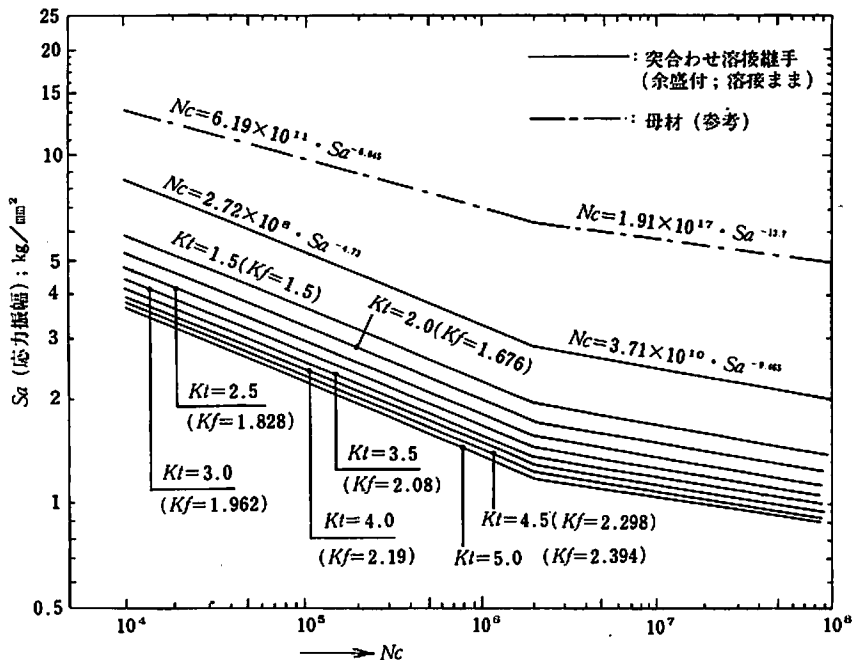


図4-103 5083-0アルミ合金突合わせ継手 $S_a-N_c$ 基本線図  
(軸力,  $R = \sigma_{min} / \sigma_{max} = 0$ , 常温)



$$K_f = 1.28 K_t^{0.389} \dots\dots\dots(4.51)$$

$$K_t < 1.5$$

$$K_f = K_t \dots\dots\dots(4.52)$$

応力集中係数 ( $\sigma_{peak}/\sigma_{nom}$ ;  $\sigma_{peak}$ =ピーク応力,  $\sigma_{nom}$ =公称応力) は, 便覧, FEM解析, 実験等で求める。即ち, この手順によれば, 応力集中係数と基本  $S_a-N_c$  線図が与えられれば, 全ての疲労き裂発生寿命解析が実施できることになる。この場合, 基本  $S_a-N_c$  線図の  $K_t$  による修正を 図 4-103 のように合わせて示しておけば便利である。(e) 前(a)で与えられた状態の角変形量に対する応力集中係数を両端固定のスパン 1 m の平板としての弾性域での理論式<sup>55)</sup>で求めると,  $K_t=1.797$ になる。これにより, (4.51) 式を用いると,  $K_f=1.601$ が得られる。

これらの結果を合わせて示すと 図 4-104 のようになる。この図から許容最大角変形がある部分でのピーク応力最大値は, 15.5 kg/cm<sup>2</sup>に達するが, 累積被害度は, 十分に小さく(低温による疲労強度増加の影響を考慮しなくても累積被害度は, 0.5 はもちろん 0.05 よりも十分に小さい), 疲労き裂発生のおそれはないものと想定される。実際には, この箇所に, アンダーカットおよび目違いによる応力集中が重なり,  $K_f \approx 3$  程度になることもあり得るが, その場合でも 図 4-103 の  $K_t=3$  の  $S_a-N_c$  線図と 図 4-104 の実動公称応力のひん度分布との比較によって, 該部の疲労強度は, 十分であるといえる。

液化ガスタンカーの貨物タンク材料として最も一般的な低温用炭素鋼, 9% Ni 鋼および 5083-0 アルミ合金に対しては, 疲労き裂発生および伝ば, および不安定破壊発生に関する多くのデータが整理<sup>44) 46) 52) 53) 54) 55) 56) 57)</sup>されており, 工作精度基準の許容限界値の破壊機構解析は, 比較的容易に実施できる。

## 4.9 構造詳細, その他

### 4.9.1 溶接構造, 貫通部およびその他

#### (1) 独立型タンクの溶接構造

独立型タンクの溶接構造の基準<sup>1) 2) 85)</sup> を次に示す。

(a) タンク周囲板の全ての溶接継手は, 完全溶け込みの突合わせ溶接を原則とする。ただし, ドームとの取合部は完全溶け込み型のすみ肉溶接が認められるが, 主管庁承認, 非破壊試験実施可能なこと等の条件がつく。

(b) 内部構造部材相互の溶接継手も突合わせ継手とするのを原則とする。

(c) 板厚の差が 3 mm を超える突合わせ継手では, 厚い方の板に  $1/4$  (場合によっては  $1/3$ ) の勾配をつけて薄い方の厚さに合わせる。

(d) 溶接継手は, 応力集中の著しい箇所から適当に避距する。

(e) 内部構造部材の T 継手における溶接は, 連続溶接とする。その脚長は, 表 4-32 および 33 を標準とする。

(f) 独立型タンクタイプ C では, 全ての長手および周

表 4-32 すみ肉溶接脚部

部 材 名 称	溶 接 個 所	種 類	
主	タンク板	F 1	
	ウェブ	F 1	
	面材	F 2	
桁	ウェブの切込み部	防撓材のウェブ	
	ウェブに設ける倒 止肘板/防撓材	ウェブ	F 2
		防撓材	F 1
防撓材	タンク板	F 2	
支材 (ウェブ)	面材	F 2	

表 4-33 すみ肉溶接の種類と寸法

種 類 板厚 (mm)	脚 長 (f)			
	鋼		アルミ合金	
	F 1	F 2	F 1	F 2
5 以下	3	3	4	4
6	4		5	
7 および 8	5	4	6	5
9 ないし 11	6		7	
12 ないし 14	7	5	8	6
15 ないし 17	8	6	10	7
18 ないし 20	9	7	11	8
22 ないし 25	10	7	12	9
26 ないし 40	11	8	13	10

- 備考
1. T 継手のすみ肉脚長  $f$  は, 防撓材あるいは各種桁板とタンク板または面材との溶接では, ウェブの板厚, その他の部材の溶接では, 何れか薄い方の部材の板厚に応じて定める。
  2. 重ね継手の脚長は, F 1 とする。
  3. のど厚は,  $0.7 f$  とする。
  4. すみ肉溶接の脚長の負の許容差は, 10% 以下とする。
  5. 鋼とは, 各種炭素鋼, ニッケル鋼およびオーステナイト鋼をいう。  
アルミ合金は, 5083-0 をいう。

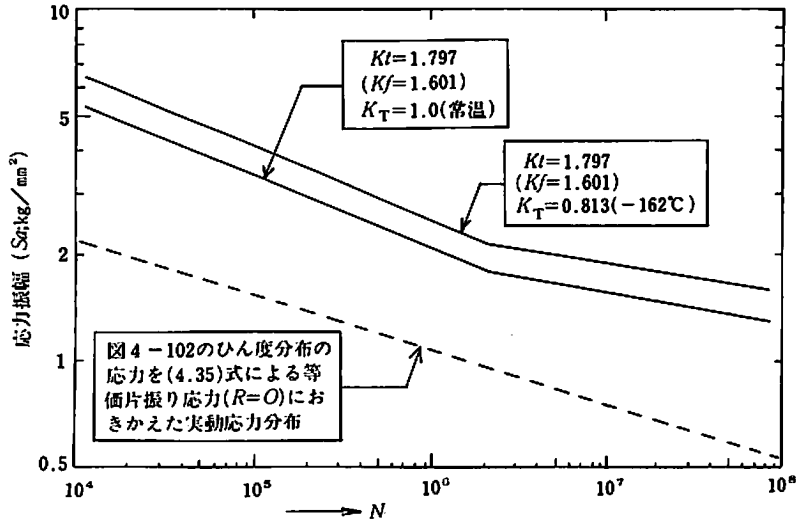


図4-104 アルミ合金溶接継手の角変形を考慮した疲労強度

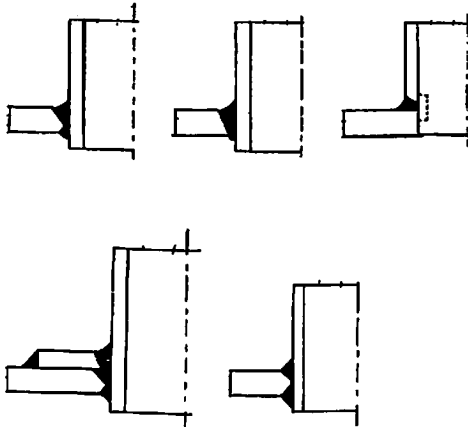


図4-105 タンクドームおよび貫通部の例 (すみ肉溶接とする場合)

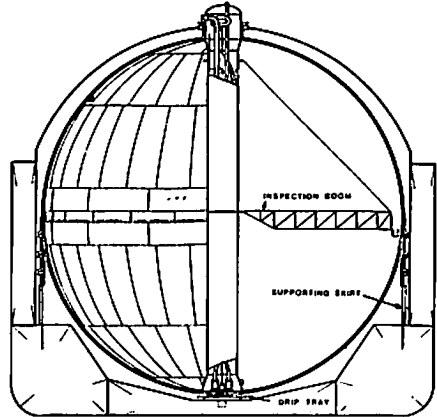


図4-106 球形タンクのタンク内点検用ブーム

継手は、両面開先または片面開先の完全溶け込み型の突合わせ溶接とする。裏当金を使用する場合は、溶接後除去する。ただし、非常に小さいプロセス用圧力容器で主管庁が認めた場合は、この限りでない。(8)独立型タンクタイプBでは、破壊機構解析(4.4.5参照)において採用する溶接構造詳細(継手形状等)も、当然、考慮される。

(2) その他のタンクの溶接構造

一体型タンクおよびセミメンブレン方式タンクの溶接構造も前(1)の基準による。ただし、一体型タンクの周囲板を構成する個所でT継手すみ肉溶接を避けることはできない。この部分は、完全溶け込み型のすみ肉溶接とする。

メンブレン方式タンクでは、個々の方式毎に開発

段階における各種試験によってその有効性/信頼性が評価された溶接構造を採用する。メンブレンシート一般の継手部のほか、タンク支持構造取付部、コーナ部、ポンプ固定金具取付部、ドーム部、管貫通部等の特殊な部分の溶接構造についても同様の配慮が払われる。

(3) タンク貫通部およびその他の開口

(a) 独立型タンク

タンク内への各種配管のための貫通部は、タンク頂部にのみ配置が認められており(5.1参照)、また、各種のドーム、マンホール等も同様である。大型タンクでは、タンクドーム上またはタンクハッチ上に貫通部を設ける。

タンク頂板またはタンクドームに直接に設ける場

合、およびタンク設計圧力が0.7 kg/cm<sup>2</sup>Gを超えるタンクではハッチカバー上に設ける場合も、貫通部は、小径の貫通部で特に認められた場合を除き、完全溶け込み型とする。その要領は、圧力容器規格<sup>14)</sup><sup>25)</sup><sup>26)</sup>による。1例を図4-105に示す。設計蒸気圧力が0.7 kg/cm<sup>2</sup>G以下のタンクのタンクハッチカバーに設ける貫通部は、完全なガス密/液密性を確保できるものであれば、一般船舶のディープタンク隔壁の管貫通部にならう。また、タンク全体の応力除去を実施しない場合でも、貫通部が集まっている部分は、応力除去を行なうのを原則とする。

タンクドーム、ガスドーム等のタンク頂板との取合部は、すみ肉溶接構造を避けるのが原則である。すみ肉溶接構造とする場合は、タンク貫通部と同様の配慮を払う。

マンホールは、少なくとも、直径600mmの大きさの円孔とする<sup>1)</sup><sup>2)</sup>。大型タンクでは、タンクハッチカバー上に設けるのが通常である。タンク頂板またはタンクドームにマンホール等の開口を設ける場合の補強要領は、圧力容器規格<sup>14)</sup><sup>25)</sup><sup>26)</sup>による。

(b)一体型およびセミメンブレン方式タンク

前(a)と同じ。

(c)メンブレン方式タンク

貫通部、ドーム取合部等は、実物大のプロタイプモデルタンク試験によって安全性が実証された構造とする。タンクハッチカバーに設ける貫通部およびその他の開口は、前(a)と同じである。

(4)タンクの保守、点検および修理

貨物タンクは、就航後の保守、点検および修理をできるだけ容易に実施できるように設計する。タンク内は、点検用足場を固定設備としておくかあるいは少なくとも組立てられるようにしておく。独立型方形方式タンクは、内部構造部材を利用して固定点検足場を設けるが、その他のタンクでは、必要な場合、組立てられるようにしておく。タンクハッチの大きさも足場用部材の搬入を考慮して定められる。

球形タンクでは、図4-106<sup>96)</sup>に示すような点検用アームをコラムに取付けられるようにしている例も多い。

(5)接地

金属性のタンクにおいて、間に非金属性のタンク支持構造がはさまり、他に船体と金属で連結されているものがない場合、タンクは、船体構造に有効に接地する。この接地は、複数個とする。これは、タンクの伸縮および船体変形を考慮した柔軟な接地線とする。

(6)各種機装品の取付け等

タンク内には、各種配管、ポンプ、電線、交通用はしご等が設けられる。これらは、一般に、タンクドームからタワーあるいはコラムと称する太い穴明き管あるいは管組み立てのヤグラ構造(図2-22, 2-23, 4-36(a), 4-39等参照)に沿ってタンク内に導かれる。このタワーあるいはコラムの移動止めは、タンクの伸縮等によって過大な応力が発生しないようにする。

タンクスプレー管、内温度検出装置の電線等、タンク壁を導く必要があるものの取付けにおいてメンブレン方式タンクでは、特に、設計上の配慮を払う。

これらの取付けにあたっては、タンク構造および材料に有害な傷あるいは材質の変化をもたらさぬように注意を払う。なお、タンクに何らかの表示(刻印、銘板溶接取付け等)をつける場合も同様である。

(つづく)

[液化ガスタンカー<31>正誤表]

○35ページ右欄上から1行目

(e)気密試験 →(c)気密試験

○38ページ右欄上から2行目

4.7.5に…… →4.7.4に……

○38ページ右欄上から12行目

4.7.5(3)(b)の…… →4.7.4(3)(b)の……

*Ship Building News*

■三井造船、大分事業所建設はじまる。

三井造船は、大分県が新産業都市建設第2期計画の一環として埋立造成を行ってきた7号埋立地を今年4月に取得、大型鉄鋼構造物専門工場を建設することを決定して以来、大分事業所建設本部を設けて、その準備を進めてきたが、10月23日無事起工式を挙行、第一期建設工事に着手しました。

大分事業所は、その大規模臨海工場用地としての特徴をいかし、今後増加が期待される橋梁、タンク、運搬機、海洋機器、プラントモジュールなどの大型鉄鋼構造物やコンクリート構造物の需要に対処するために建設するもので、同社5番目の事業所として昭和56年10月には操業を開始する予定である。

## ■日立、世界最大級のランチングバージ2隻目を完工

日立造船大阪工場堺で建造中のジェイ・レイ・マクダーモット社（米国）向けジャケット・ランチング・バージ“INTERMAC 650”はこのほど完工、10月2日に引渡された。

同ジャケット・ランチング・バージは、最大重量36,300トンのジャケットを搭載できる世界最大クラスのもので、同社2隻目の建造となる。

特長および主要目はずぎのとおり。

### <特長>

1. 甲板には、全長にわたって2列のスキッドビームが装備され、搭載ジャケットの大きさによりその間隔を変えることができる。
2. 船尾には2段式ロッカーアームを備え、ジャケットがスムーズに進水するよう設計されている。

3. バージ本体は、34のバラストタンクにわかれ、ジャケットのロードアウトやランチング時のトリム調整が容易である。

4. 上甲板には36mmの鋼板が用いられ、ロッカーアーム下部には、十分な補強がされている。

### <要目>

長さ（型）	198.12 m (650 フィート)
幅（"）	51.82 m (170 " )
深さ（"）	12.20 m ( 40 " )
総トン数	26,834.27 トン
純トン数	26,635 トン
載貨重量トン数	65,416 トン
ジャケット移動用ジャッキ	油圧式 1,360 トン 速度 0.9 m/min 4 台
バラストポンプ	2,700 m <sup>3</sup> /h × 2 台
起工	1979年12月20日
出渠	1980年4月28日
完工	1980年9月19日



# 世界の海洋開発シリーズ・11

Oceanographic Activities of European Countries  
(Spain, Finland, Denmark, Rumania and Bulgaria)

by Tamio Ashino  
Technical Advisor

Japan Marine Machinery Development Association

## 欧州諸国の海洋開発活動

(スペイン、フィンランド、デンマーク、ルーマニア、ブルガリア)

芦野民雄

日本船用機器開発協会調査役

### 1. スペイン

#### (1) オフショア石油掘削

スペイン政府は、目下スペインオフショア活動の外国への依存度を減らそうとしている。Empresa Nacional de Investigacion Exploracion S. A. (Campsa) のようなスペインの会社に税法でメリットを与えて、できるだけ開発できるような便宜を与えている。現在外国資本が相当には入っているが世界のマーケットの入札に進出させ、そのオフショアの活動を拡大している。

同政府は、オフショア石油掘削に力を入れて、特に地中海、ビスケイ湾の石油探査をも行なっている。1976年および1977年の2年間に、リグのチャーター料5億5600万ドルを同政府は外国へ支払っているがこれを節約するため、半潜没型リグ2基をÁstano造船所で建造することに決めた。この2基は Empresa Nacional por Investigacion y Explotacion de Petroleas S. A. (ENIEPSA) および Hispanoil 社にリースされる予定である。

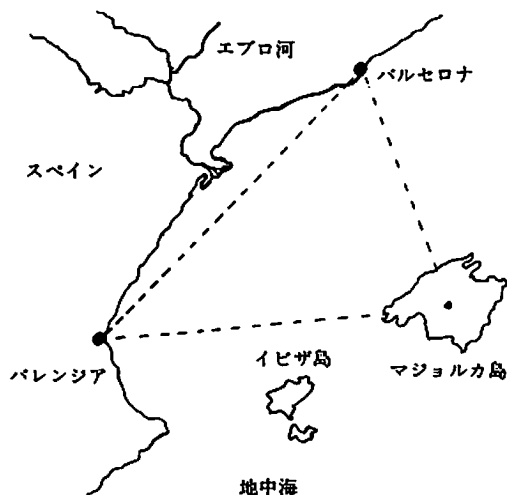
また1978年の始めに、同政府は、政府所有の ENIEPSA と Hispanoil と CAMPSA の3社の合同を考えたが、現在はまだ別々となっている。Hispanoil はスペイン以外の国で掘削し、他の2社は国内で掘削を行なっている。

スペインは、最近 Cadiz 湾の Cadiz C-2 油井から多量の天然ガスの噴出に成功した。この油井は沿岸から30km、水深78mの海域である。新発見油井は CAMPSA 社が、半潜没リグ "Bideford Dolphin" を使って試掘したものである。さらに Cadiz B-3 油井はそれぞれ 26.5 MM cfd, 35.32 MM cfd の噴出が得られている。同社は引つづいて、合計5個の油井を掘削する予定であるという。

これら油井からの天然ガスは、スペイン南西部に供給される予定である。なお最も重要な開発海域はバルセロナからバレンシアを結び、マジョルカ島へ至る「黄金の三角形」で、Ebro 河のデルタも、この三角形内には入るところで、ここでの開発が活発に行なわれる予定である。(第1図参照)

ENIEPSA は、イビザ島沖50km、バレンシアから102kmの海域で "Discoverer Seven Sea" を使って、Ibiza AN-1 鉱区を掘削している。さらにこの海域で人工地震探床を実施して、1979年に新しい掘削を開始した。

このようにしてスペイン政府のオフショア開発に対する投資は、1978年～1981年間に、1977年の価格で609億ペソ (pts) を見込んでいる。すなわち1978年に110億 pts, 1979年に156億 pts, 1980年に160億 pts, 1981年に183億 pts となっている。



第1図 黄金のトライアングル

CAMPSAは、1979年に7井、1980年に8井の油井を掘削する予定で、同社は1984年までに77油井の中54油井を受持つことになる。

一方、Shell Espana社は、スペインのオフショアに25億5,000万ptsを投資した。探査に17億5,000万pts、試掘に8億ptsである。同社は1978年には探査に8億5,000万pts、試掘に7億5,000万ptsを出している。

スペインでの最初の油井 Amposta の油井は、噴出量が減少して来て、現在6,000 bpd 以下となった。1973年の噴出の初めには653,000 tonで、最盛期1975年には1,961,000 tonであった。

スペインのオフショア油は、1978年の初めの6カ月で480,918 ton 産出した。しかし、これは1977年に比べて10.5%増加したことになるが、1978年の需要150万トンには達しなかった。

ENI EPSAは Dorada 油田で作業していて、半潜没型リグ“Sedco 1”を生産プラットフォームとして使っている。生産油井は Taragona E-7 で、1978年5月から生産を開始した。硫黄含有分0.59%、21.3° API原油で価格はバーレル当り\$ 13.12 と決められた。また Casablanca 油田は、Chevron が担当していて、Montanazo D 1, Montanazo C-1 の、2つの油井の掘削を終了した。Montanazo C-1は1978年7月から採油していて、半潜没型“Bideford Dolphin”が使われている。

1978年から1981年までの、オフショア投資は1977年の価格で609.89億ptsなので、現在価格に直すと約841.93億ptsとなる。このうち25%(217.24億pts)は外国からのクレジットまたは投資で、残り384.99億ptsは民間投資で、政府出資は197.65億ptsである。

1974年から1976年までに、オフショア探査に200億ptsを使ったが、その57%は外国からの融資、31%がスペイン政府、12%が民間投資となっている。

同政府は1986年には原油の国内生産を700万トンとみているが、このためには外国からの投資と技術とが当然必要となってくるだろう。

## (2) 浮遊式ガスプラント

スペインの Sener 社は、天然ガス液化装置と貯蔵装置とを持つプラントを、Crinavis 造船所へ発注した。

プラントは全長190mで、3つのスチールバージでできている。その中の2つのバージは、硬直しない球状貯蔵タンク6個を乗せていて、その合計容量は160,000 m<sup>3</sup>である。第3番目のバージは11,000、

000 m<sup>3</sup>の天然ガス液化ユニットである。ポンプは合計250,000 HPのガスタービンで駆動される。

この浮遊プラントは、84.2mの幅をもち、最大吃水は12.5mである。6個の貯蔵球形タンクの直径は37mである。陸上にこういうプラントを設置するよりも、価格は少なくて済み、工期も短かくて済む。

Crinavis 造船所では、このプラントを3カ年で納入する予定で(現場への曳航、設置を含めて)その価格は3億ドルであるという。

プラントを据付けた後は、天然ガスはムアリングタワーから受入れて、間接でつないだアームから液化ガスをLNG船へ積出す。作業は数人の技術者でできるが、70人分の宿泊設備を持っている。

## (3) スペインのエネルギー需要予測

スペインにおけるエネルギー需要予測は次の通りである。(単位/1000 バーレル/日)

	1978年	1985年	1990年
エネルギー需要	1,386	1,963	2,560
油	965	1,230	1,426
天然ガス	24	79	244
石炭	228	316	409
原子力/水力	169	338	481

なおスペインのオフショア油掘削のためのリース面積は9,362,530 エーカーで、現在、掘削中の最深の油井は水深413フィートで掘削深度15,632フィートである。

## 2. デンマーク

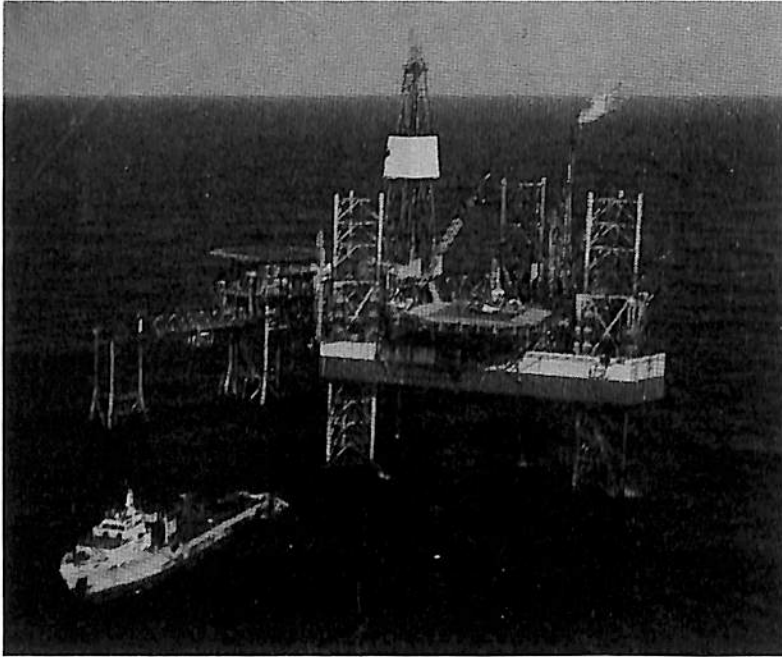
### (1) オフショア石油開発

デンマークは、現在デンマーク地下資源コンソチウム(DUC)のGorm油田で、掘削リグMaersk Explorerだけが稼働しているが、今後数年は石油掘削が加速化されよう。この状態は急速に変わりつつあって、DUCは今後の数年間に8億ドルを投入する予定である。

#### 20億ドルのガス輸送パイプネットワーク

約20億ドルを投入するガスパイプネットワークの建設を、このほど政府が決定した。その資金の65%は外国からのローンによるものだが、このシステムはASMEのスペックに従って実施されるもので、これが完成すると外国への天然ガスの輸出が実現する。

ネットワークは、デンマークセクターの北部から始まり、1984年に完成する予定である。Cora, Bent (Tyra, Roar と改称された)、Gorm, Dan 等



第2図  
Gorm 油田で  
稼動している  
“Maersk Explorer”

の油田から550億立方メートルにわたる天然ガスの販売協定は、1980年3月に全部締結されている。

このシステムが稼動し出すのは1984年10月からで天然ガスの産出は漸次減少して2009年には全部の採掘を終了する予定であるという。

#### 油とガスの開発

デンマークは、油とガスの採取量増大を企画して1972年以来採油しているDan油田は、10,000 bopd 産出していて、1981年から噴油予定のGorm油田の生産量は40,000 bopd の予想である。フランスのUnion Industrielle d'Enterprise (UIE) で建造したウエルヘッドプラットフォーム2基は、1979年に建設を終了した。さらにオランダのNAPMで建造したスチール構造物とフレア三脚台は1980年内に建設を終る予定である。

Gorm 油田(第2図参照)の油は70,000 トンタンカーで運ぶ予定で、北海イギリスセクターのArgyll 油田はHamilton Brothersの半潜没型リグ“Sedoco J”で採油する見込みである。

Gorm 油田の埋蔵予想量は16,000万バレルの油と37 tcf のガスとである。

APMøllerのMaersk Supply Service社は1967年来、国際オフショア活動に進出している。同社は北海、ブラジル沖、紅海、アラビア湾、ペルシヤ湾等に、31隻のサプライ船を持っていてMaersk Drilling社には、3基の半潜没リグ、6基のジャッキアップリグ、2基のプラットフォームリグ、6隻

の内海用掘削バージを持っている。

#### 掘削船 Dalkeith

J. L. Offshore Drilling A/S(コペンハーゲン)は、イギリスのSalvesen Offshore Drilling Ltd.から、掘削船“DALKEITH”の購入契約を1980年1月に取きめた。同船はShell Spanje N. V 油井の完成時に引渡される予定である。全長427フィートの掘削船は、水深1,000フィートの海域で20,000フィート深度までの掘削能力を持っている。(第3図参照)。

#### (2) 技術開発状況

スパークレスツール：石油化学工業に使うスパークレスツールを造っているCarltsøe社は、全世界マーケットの25%を占有している。ツールの材料はスパークレスだけでなく耐酸性が強く、ノンマグネチックなベリリウム銅を使ったものである。

波浪モデルテスト：デンマーク水力研究所では、係留した海洋構造物にかかる外力を調べる波浪モデルを完成した。現在まで、このスケールモデルは、ツウデイメーションの長波で行なわれたが、嵐等では起る自然の波はスリーデイメンショナルの切れ波なので、曝露された浮遊構造物へかかる力を評価するには、スリーデイメンショナルの波浪モデルが必要であることがわかって来た。

淡水化装置：Atlas Demark社は、海洋オフショア界へ12,000基の淡水化装置を納めている。現在さらに、掘削船上の機器の廃熱を使った淡水化装

第3図  
“Dalkeith”



置を開発した。2台のキャタピラ (D 399) エンジンを65%負荷で運転して、18,000 gpd の清水を造ることができるものである。

海底ケーブル敷設：デンマークとノルウェイ間の主要通信ケーブルが、錨や魚獲網で非常に損傷されたので、デンマーク電力プール社 (ELSAM) は、ケーブルを海床に埋込み損傷から逃れることにした。そこで E. Z. Svitzers Salvage 社と共に、溝掘り機を使い、オープンスターンの錨操作船の船尾に A-フレームを取付け、コンピューター化した操縦システムを使って、水深 9 ~ 160 m の海床のケーブルを見事に埋め戻した。溝掘り機はタグからの命綱で遠隔操作したもので、1 分間 2 m の割で溝を掘り、24 時間で 90km の長さの溝を掘ることができた。

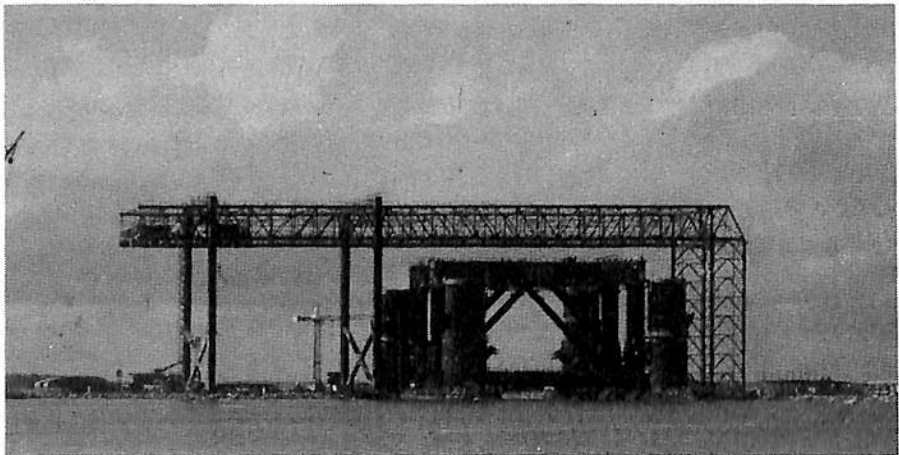
押しボタン式遠隔コントロール装置：Neselco

A/S 社は、コンピューター・インターフェースシステムを導入し、1 個のキャビネットであらゆるコントロールが出るものを開発した。これは原子力研究用に設計されたものだが、それを改造してオフショア石油工業用に使われるものとした。

### 3. フィンランド

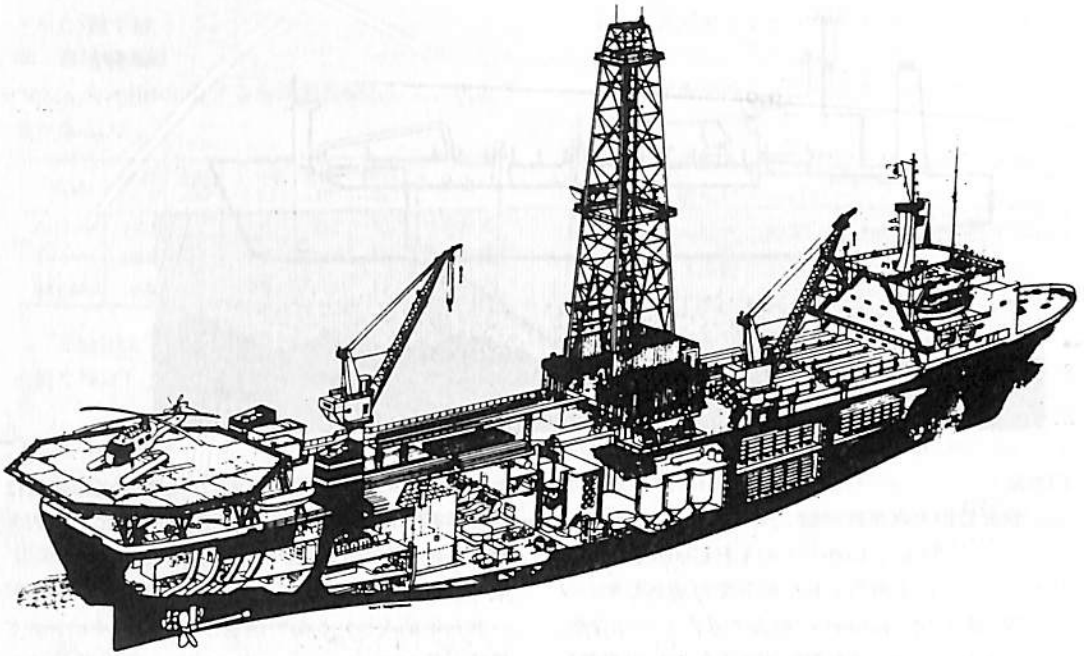
#### (1) 氷海リグ

フィンランドの造船工業は、オフショアリングを数多く造っていて、Rauma-Repola 社は11基のリグ建造の実績を持っているが、今回、北極海で使用する半潜没型リグを設計した。また Dyvi Drilling 社は、Ocean Ranger 社が設計した半潜没型リグを建造し、北海の第62パラレル鉞区向け発送するもので完成は1981年8月、世界最大のリグである (第4



第4図 Dyvi Drilling 社建造のリグ

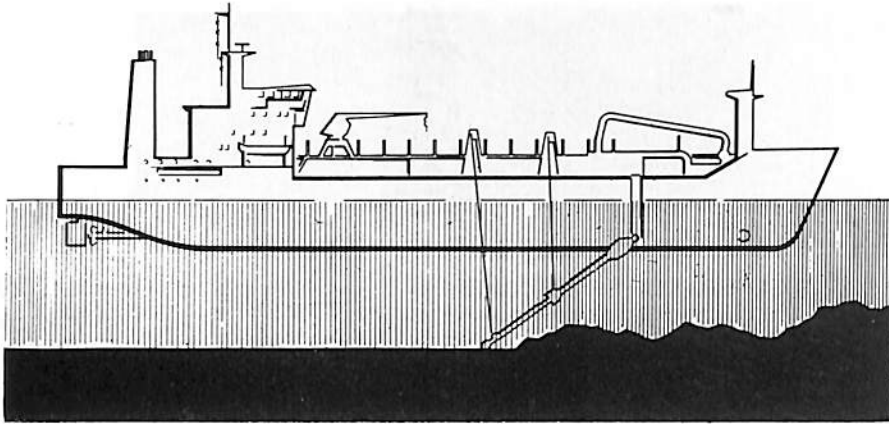




第5図 水海石油掘削船



第6図 水海石油掘削船の船尾部



第7図  
砕氷型  
サクションドレ  
ッジャー

図参照)。

(2) 世界最初の氷海掘削船

フィンランドは、オランダのIHCが設計したペリカンクラスの氷海石油掘削船3隻を建造して、ソ連のV/O Sudoimportへ納入することとなった。ソ連が北極海での石油掘削に使うもので、世界最初の氷海石油掘削船で、全長149m、全幅24mで、深度300mの海底を10,000m掘削することができる。

(第5図参照)

(3) 世界最初の砕氷型サクションドレジャー

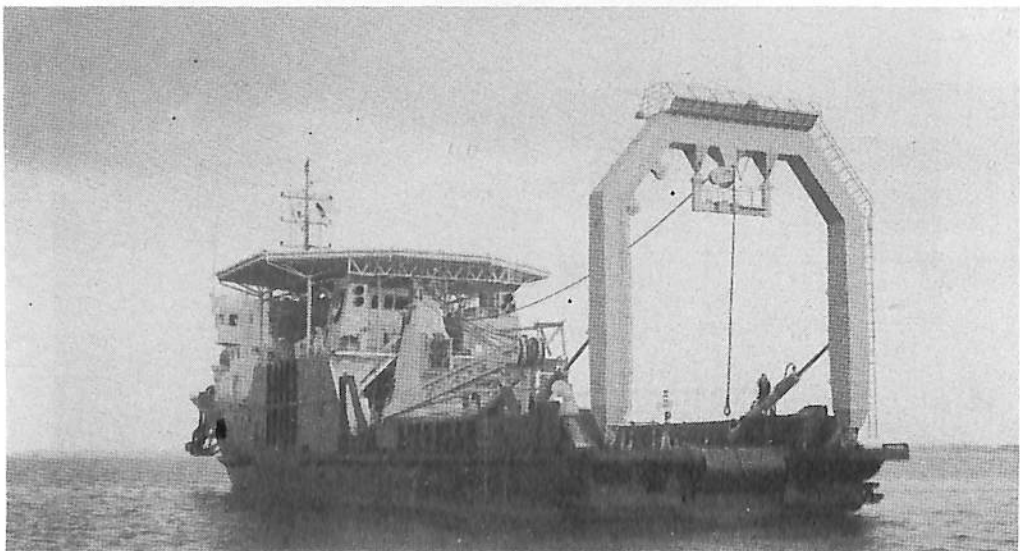
Wartsila造船所は、砕氷船を始めケーブルレーヤー、ケミカルキャリア等の特殊船を数多く建造しているが、今回、世界初の砕氷型サクションドレジャーを建造している。本船は全長120mで、サクショ容量は26,000m<sup>3</sup>/hrでカーゴホールドは20分～50分で満載となり、適当な海域で船底ハッチを開く

か、ポンプで陸上に輸送することができる。本船は1982年初めにソ連のV/O Sudoimportへ納入される予定のものである(第7図参照)。

(4) ダイビング支援船

1979年納入され北海で活躍しているダイビング支援船“Swan Ocean”(Wartsila造船所建造)は、自動船位保持装置と最新のプロペラ/スラスタ/舵システムを持ち、船体中央にムーンプールを備えた船で、深度300m容量の減圧室には12名のダイバーを収容することができる。船尾に100トンのAフレームを持った船で潜水船の着水もできる(第8図参照)。

さらにSeaforth Maritime/Shell Exproが、Shetland Basinで使うダイビング支援船も建造中で、1981年夏完成予定のものである。本船は同時に24名のダイバーの収容減圧室を持ち、総工費180万



第8図 Swan Ocean

ドルと言われている。

#### (5) 海洋調査船

フィンランドが所有する海洋調査船として、次の3隻がある。

名前	建造(年)	全長(m)	トン数(t)	出力(IP)	乗員(名)	仕事
Airisto	1972	31	292	540	13	音響調査
Tauvo	1963	28	165	380	13	音響測深
Sarkka	1978	28	140	410	11	音響調査

“Sarkka”は1965年建造のものだが、1978年に全長を伸ばし、装備も新しくしたものである。

#### 4. ルーマニア

ソ連とブルガリアとはさまれているルーマニアは、西北部が山岳地帯で、東部平野がわずかに黒海に面している。そこで黒海で3カ所のオフショア掘削を行なっている。

油井名称	No 1 Ovidu -1	No 2 Midial -12	No 3 Lebada -8
岸からの距離	134 km	84 km	60 km
水深	90 m	90 m	90 m
掘削深度	5,006 m	5,000 m	2,000 m

ルーマニアの石油掘削リグの第1号は、アメリカのライセンスで造ったジャッキアップ式のもので、“グロリア号”と命名されている。掘削リグの2番目のものは“ホリゾン”と命名され、1979年に、Galati造船所で建造されたものである。このリグによる掘削は1980年6月から行なわれる。3番目の掘削リグも建造中である。

黒海は、突然天候が変わり160km/hrの風を伴うストームが起ることがあり、3～4m波高の浪が波高12～13mに変ることがある。5本の大きな河が流れ込んでいるため、海水の塩分は1.7～1.9%と低い。現在のところ掘削井からの油の噴出はまだないという。

#### 5. ブルガリア

ブルガリアの黒海沿岸は風光明媚で、気候はよく穏やかな海と居心地のよいホテルがある。その中心地にズラトニ・ピヤスツイがあつて毎年ツーリストが訪れる。今日すでにかなり狭い海岸地帯は過密になっているので、ここに海上都市を造る雄大な計画を打出している。構想のもととなったものは、

1 リオデジャネイロ湾の14kmの橋

2 カスピ海ネクチャヌイエカムニの320kmの橋

3 沖縄海洋博に出したアクアポリスである。

そして水深20m～25mを超えないブルガス湾とバルナ湾が候補地に選ばれた。このプロジェクト完成には40年～50年の時間と膨大な費用を要するので工事を次の3段階にわけている。

#### (1) 第1期工事(1980～1990年)

初めは1980～1990年の期間で、ブルガス湾のポモーリエ・チュルノモレツ間11kmに橋梁(りょう)構造を建設する。ここには、居住施設と交通幹線道路を含む巨大な橋状海上都市が一行に延びる。ここから左右両側に、短い「付属橋」が付く。ここには主橋上と同じく、ホテルや娯楽施設、補助施設が配置される。これら「横町」の基礎部はポンツーン状防波設備で囲み、その内側をヨットハーバとして利用する。更にその下の海中には養魚場やダイバの基地などを配置することができる。

1990年までに10万人収容可能なように設計されたこの巨大施設は、ブルガス湾を横切る最短輸送幹線でもある。バルナ港に出入りする船舶は妨害されることはない。すなわち、その航路の海面上60～70mに大形航洋船の通過に十分な高さの橋が掛けられる。

#### (2) 第2期工事(1990～2020年)

第1段階の巨大な建設は既に終わった。1995年までにバルナ湾の第Ⅱのプロジェクトに全努力が傾注されることになる。これは第Ⅰプロジェクトよりも巨大な海上都市になり、カバルナ市とカムチ河口とを結ぶ50～60kmの橋状になる。この構造は外海へ15～20kmも張り出すことになり、その居住区には50万人強の収容が可能である。

#### (3) 第3期工事(2020～2030年)

第Ⅲプロジェクトが完了する2020～2030年代までには、巨大な浮遊都市や固定都市・島は外海に進出し、これらが組み合わさって単一都市として機能するようになるか、あるいは住民の総意に従って任意の場所に移動、配置されるようになる。もちろんこれら都市には、今日では空想としか思えないような諸設備が装備されることになるが……。

#### 〔参考文献〕

Ocean Industry, Feb. 1979年, Oct. 1979年,  
Feb. 1980年, April. 1980年  
The Naval Architect, Sept. 1976年  
Maritime Asia, April. 1980年



## 北海のプラットフォームに設置される“フローテル”

ジョン・D・ヘンダーソン  
London Press Service, Writer

5階建ての“フローテル”が、苛酷な気象条件下で作業を行なう北海のオイルマンたちに快適な生活を与えている。“フローテル”とは、フロート（浮かぶ）とホテルを一緒にした、いわば新造成語だが、この建物を石油生産プラットフォームの現場まで浮かべて運んでいったことから、この名前がついたのである。

この“フローテル”はシェブロン（Chevron）社のニニアン油田の中でも北ニニアン・プラットフォームに設置されているもので、高さ20m、300人用のレクリエーション施設と76人用の寝室を備えている。建造したのはスコットランドのR Bファークア社で、同社はシェブロンとの間で、この“フローテル”のほかにも南ニニアン・プラットフォームにおける同様の施設、泥搬出装置、ヘリコプター発着施設などを

含め150万ポンド相当の契約を獲得したのである。

### ●11カ月で

この“フローテル”の設計からプラットフォームへの設置にいたるまでに要した期間は11カ月という短いものであった。

建造にあたっては、まず波板（スチール）ボックスが30個製造され、それぞれ防音、防火、空調設備などが装備された。その間にベース枠とリフティング枠（35トン）の組立てが行なわれた。

ボックスは完成後、ファークア社の工場（アーバディン州ハントレー）から陸路モントローズ港へ運ばれた。ここでボックスをホテルとして組み立てたが、この組み立てに要した期間は12週間であった。

こうして組み立てられたホテル（重さ400トン）は、ジャッキで持ち上げられ、トレーラー2台で1

万トンのバージ“ラフ・シー(Rough Sea)”に積み込まれ、フローテルとなってニニアン油田まで運ばれ、クレーン装備のバージによって北ニニアン・プラットフォームに設置されたのである。

#### ●食堂から映画室まで

“フローテル”については設計から設置にいたるまでファークア社が全責任を負った。“フローテル”内の配管を含む全ての装備類、映画室、病室、オフ・デューティの作業員が睡眠をとるバンク等々、いっさいファークア社の指示によって行なわれた。

“フローテル”の1階は調理室と食堂、2階はゲーム室、映画室、休息室、事務室、3階と4階には4人用バス・キャビンが19室(合計76人収容)あり、最上階の5階は医療室、ヘリコプター・コントロール室、通信室、集会室などで占められている。

スリーピング・キャビンにはそれぞれバンク、ロッカー、椅子が4つずつ設けられているほか、トイレ、洗たく設備などがそろっている。

また医療室にはベッドが2つ、緊急手術装置、ヤケド患者用の浴槽があり、看護、医療スタッフは24時間いつでも仕事ができるようになっている。

#### ●万全の火災対策

ファークア社では、実はシェブロンの南ニニアン油田のプラットフォームのためにも同様の設備を作った実績がある。こちらは2階建てで、収容人員は96人、重量は160トンである。

建造方法は前述の“フローテル”と同じで、外壁が波板屋根とフロアには平板が使われ、各ボックス(7.3×2.4×2.5 m)を溶接している。

ボックスはいずれもロックウール(岩石繊維)とジュラ・スチールで裏打ちされ、内部の壁および仕切類には不燃性マリンボードが使われている。ボックスの枠組で使われているスクリューのみがジュラ・スチールと接触する構造になっている。このジュラ・スチールはロックウールによって外壁から隔離されているところから、ボックス内部と外壁は全く接触がなく、熱の伝わりが枠組を支えるスクリューにのみ集中する仕組みになっているのである。

ファークア社では、この“フローテル”は大規模な火災に際しても78分間耐えられるように作られているとしており、これは安全規準の要求する時間よりも18分長いものである。

エアコン装置は2ユニット1組(縦列)で、清浄な空気を圧力で供給し、圧力が低下すると自動的にボックスをシャットダウンして外界と隔離すると同時に、プラットフォームの警報装置が作動する仕組みになっている。

また、ガス、煙感知装置、スプリンクラーなども付いており、非常の場合は自動的に警報装置が作動し、ボックスをシャットダウンするように設計されている。

なお、窓は鉄線強化ガラスで、内側は飛散防止のためにプラスチック塗装されている。

注・ファークア社; R. B. Farquhar Ltd,  
Deveronside, Huntly, Aberdeenshire,  
Scotland



“フローテル”の調理室とセルフ・サービス・エリア

上野喜一郎／著

# 船の世界史 全3巻

本書は、上・下2巻で刊行する旨予告いたしましたが、企画以上の大部の著となりましたので、上・中・下3巻として刊行いたします。ご諒承ください。

## 上 巻

既刊・発売中

B 5判上製 380頁、カバー装、図版  
330余、定価5,000円（送料350円）

上巻では、古代、船の起源に始まり、近世に至るまでの、日本で言えば明治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

最新刊・発売中

B 5判上製 300余頁、カバー装、図版  
258余、定価4,300円（送料350円）

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、日本で言えば明治、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殊配置の採用／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〈大西洋船路客船の発達〉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

12月刊行

下巻では、第2次世界大戦後、1970年代の終りまでを扱う。巻末の付録〈船の統計〉は、「船の世界史」の巻末を飾る資料として貴重。

●**主な内容**● 第1編—現代の汽船〈現代の客船〉〈現代の貨物船〉〈現代の特殊船〉 第2編—現代の汽船の技術〈船体の発達〉〈推進装置の発達〉〈船の自動化〉〈推進装置の発達〉〈日本の汽船〉〈現代の航海〉〈船のトン数〉 付録—船の歴史年表(3)、汽船の発達史上有名な船の要目(3)、船の統計

■**著者紹介**■東京帝国大学（現・東大）船舶工学科卒。通信省・運輸省の技官、東京高等商船（現・東京商船大）教授、東大講師、船の科学館員等を歴任。交通文化賞受賞。少年時代から船を愛好するあまり、この道に入ったというだけに、造船専門家の立場を離れても、船の歴史に関する資料の蒐集家として、また、船の科学技術史の研究者として著名である。

発行：舵社

〒104 東京都中央区銀座5-11-13  
（ニュー東京ビル） ☎03 543 6051  
振替・東京1 25521番

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）



## タイ国税関向け34m型モーターランチ “CUSTOMS 1101”

平山 万太郎

墨田川造船・技術部長

### 1. まえがき

本船はタイ国沿岸における税関監視艇として、タイ国政府税関より発注された全軽合金製2軸推進のモーターランチであり、当社が商社を介して受注したものである。昭和54年12月末起工、55年9月10日、無事、諸試験を終了、横浜港より船積され、10月10日バングコックに到着、現地での確認運転終了後、同税関に引渡された。

本船は、パトロール業務に活躍が期待されるタイ国税関としては、軽合金製として最大の新鋭船である。以下同船の概要について述べてみる。

### 2. 計画概要

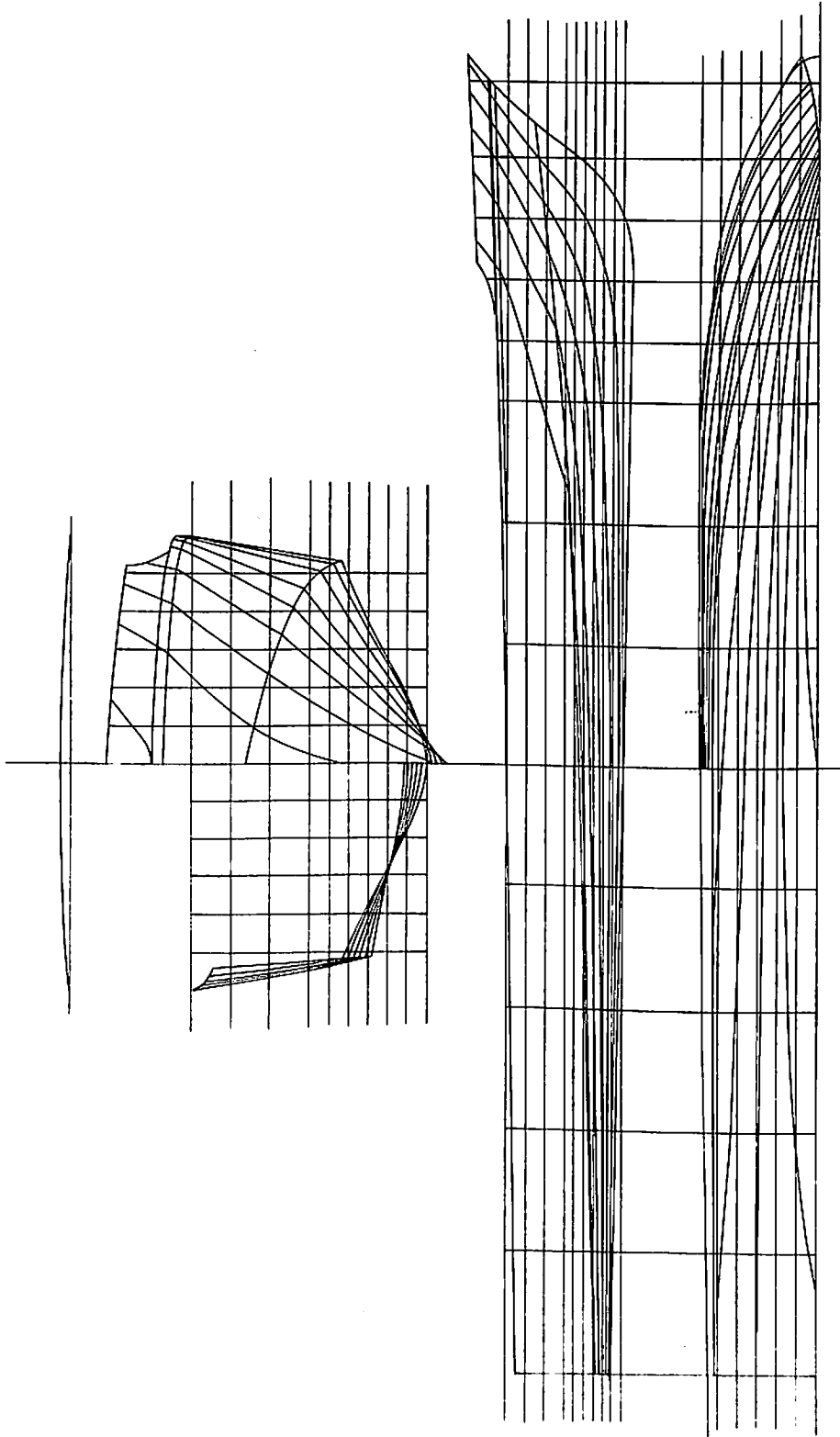
船主よりの概略仕様書は、全長100ft.以上、容積398 $\text{m}^3$ 以上、速力は常備状態にて25Kt以上、航続距離15Ktにて1,500海裡以上、船体は軽合金、

主機関はMTU 12V 331 TC 82 2基という程度のものであった。

しかし応札用の提出書類が、仕様書を初め一般配置、中央切断、材料配置、外板展開、機関台構造、張出軸受構造、機関室配置、重量計算、速力など計算書と殆んど基本計画を満足するほどの多量なものであり、これを2週間以内にタイ国に送らないと、応札に間に合わないと言った時は、全く無茶な要求とあきれた。

幸にも鋼製ではあるが、これと同程度の船をタイ国のマリンポリスに輸出した経験があり、また軽合金で当社で建造した高速旅客船“コバルト・アロー3号”等の実績を頼りにあれこれ考えるひまもなく主要寸法を全長34m、幅6m、深さ3mと決定した。

船型および構造様式も殆んど“コバルト・アロー3号”と同様にして、なんとか期限内にまとめたが、



34M Motor Launch の線図





ディーブオメガタイプの船型

このような作業は大勢の人員が同時に各図面の作製をスタートすることが不可能なため、忙しさには馴れているわれわれにとっても非常に辛い作業であった。

今思えばかなり乱暴で大胆なことでもあった。結局、応札用の図面が基本計画のスタートとなったわけである。

余談ではあるが、このような入札条件は当社に限らず同業の造船所にとっても全く大変なことであり、もし落札できない場合は、造船所のみ多大な労力と費用の空費であり、情けないものであると痛感する

次第である。

### 3. 主要項目等 (計画時)

全長 34.00 m  
 計画吃水線長 32.00 m, 構造規程による長さ 31.25 m  
 幅(型) 6.00 m  
 深さ(型) 3.00 m  
 計画満載平均吃水 1.15 m  
 主機関 MTU 12 V 331 TC 82 2基  
 同上出力および回転数 1200 PS / 2,180 R.P.M  
 速力(常備状態にて) 25 Kt 以上  
 航続距離 15 Kt にて 1,500 海裡  
 燃料油搭載量 約 16 t  
 清水搭載量 約 3 t  
 定員 21 名(VIP 1, 士官 4, 船員 12, 其の他 4)  
 計画総トン数 約 160 t  
 計画満載排水量 約 82.00 t  
 航行区域 沿海区域  
 船底型状 ディーブオメガタイプ

### 4. 船体部

#### 1) 一般配置

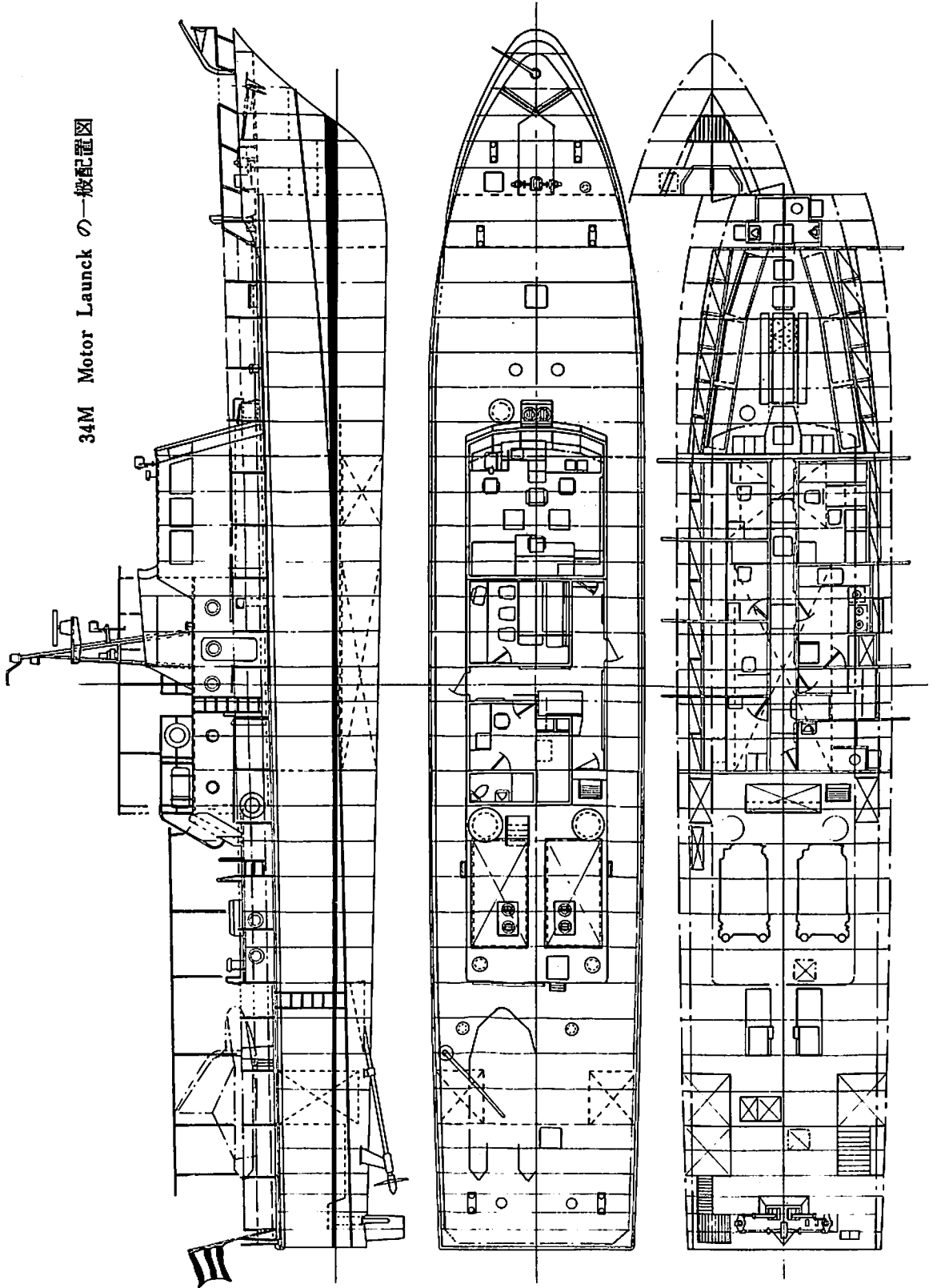
本船は一般配置図に示すごとく、甲板下を5個の水密隔壁により6区画に仕切り、船首より船首倉庫、船員室、士官室、機関室、舵機室の順に配置し、甲板上にはFR.No.23 後部より操舵室、士官室、サロンおよびVIP ルームを配置し、操舵室後部のサロン天蓋にフライングブリッジを設け、操舵室、フライングブリッジの両方で本船の操縦が可能な設備を設けた。

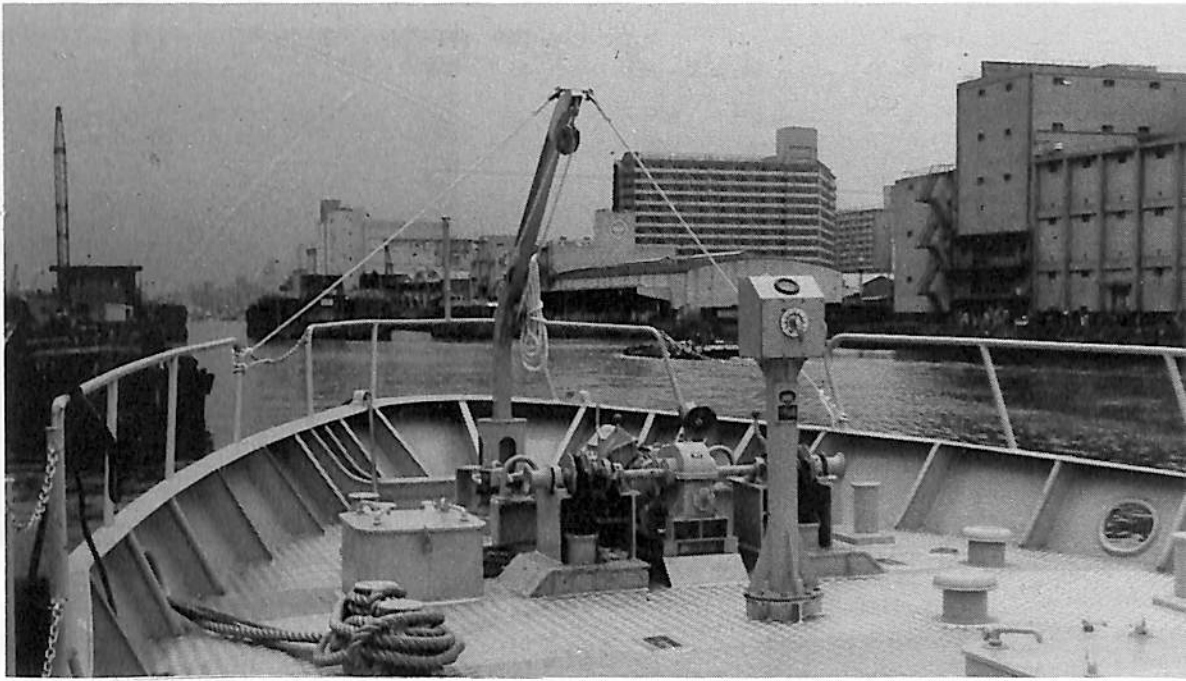
#### 2) 船殻構造

本船の構造様式は縦肋骨構造方式とし、船底肋板



34M Motor Launch の一般配置図





船首係船装置を見る

心距1.00 m, 縦肋骨心距は300 mを最大値とし, 船底肋骨心巨1.00 m, 縦肋骨心巨は300mmを最大値とし, 船側横置肋骨は肋板毎に設け, 縦肋骨は心距を最大値で450 mmとした。船底および船側の縦肋骨は溶接作業を考慮して“コバルト・アロー”建造時に大量発注したバルブプレートの在庫品を使用した。なお縦ビームおよび上部構造の防撓材も, このバルブプレートを使用した。部材寸法は別図中央切断に示されているので省略するが, 船底外板は船首部より船体中央部までを7mmとし, 中央部より船尾は8mmで船尾のプロペラ直上部のみ局部的に12mmの厚板を使用した。

なお局部および同調振動をさけるため船尾船底部に中間肋板を設けた。使用材料の材質は型材のみA5083 Fとし, 板材はA5086 Pとした。なお本船の設計外力は船首衝撃加速度を5 Gとして部材寸法を決定して, NKの監督および検査により建造された。

### 3) 船体艦装

本船の配置は前述の通りであり, 艦装は特にこれと云った特徴はないが, 本船の使用海域が熱帯地方であるため, 通風および断熱の点では或る程度の注意を払い, 艦装材も強度に関係ないところは極力軽量のものを使用し, 重量軽減に留意した。

居住区の寝台は船員室のみ下部を固定式とし, 上部はパイプバスとし士官室以上はすべて固定寝台(下部引出し付き)とした。アルミ箔入り50mmのグラスウールを断面材とし, 居住区および操舵室の天

井および側壁に張りつめ, また吸音用として機関室前壁にも張りつめた。居住区の内張り材は天井側壁とも4~6mmのメラミン化粧合板を使用した。

### 4) 固定齊備品

主なる固定齊備品は下記のものである。

主錨	ダンホース型錨	70 kg	2 個
錨鎖	12mm×100 m	2 条	
挽索	32mm×135 m	1 条(ナイロンロープ)	
大索	22mm×165 m	1 条(ナイロンロープ)	
救命索発射器	形式KM-2 (300mロープ付)	一式	
膨脹式救命いかだ	(25人乗り)	1 個	
ゴムボート	(8人乗り25PSエンジン付)	1 隻	
救命胴衣	21 個	救命浮環	4 個

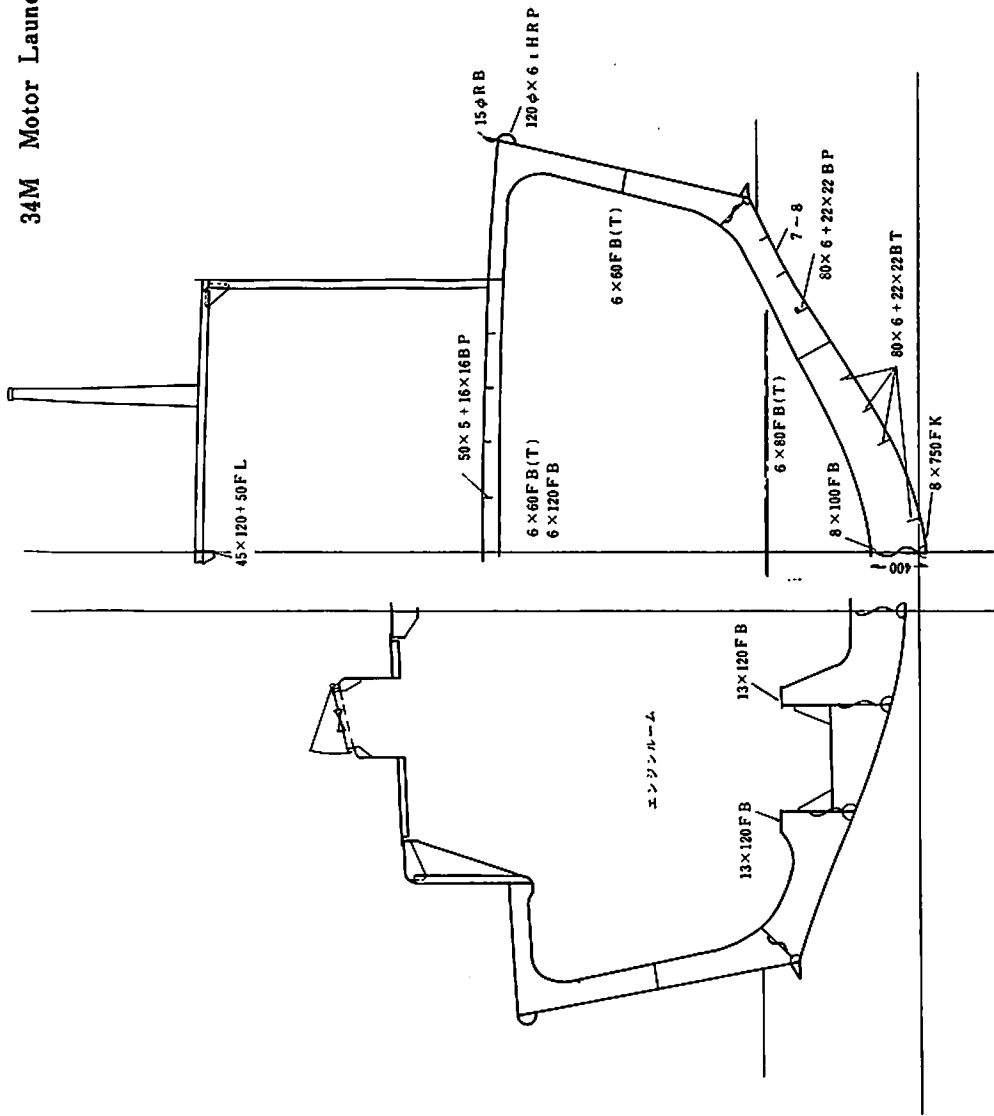
### 5. 機関部要目

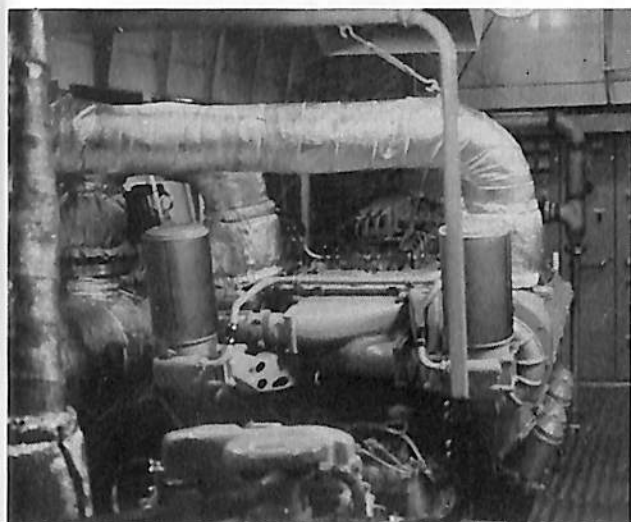
機関部の要目は次の通りである。

#### ○主機関

MTU (Motoren und Turbinen-Union Friedrichshafen GmbH) 西独製 高速ディーゼルエンジン	12 V 331 TC 82	2 基
最大出力	1320 PS×2250 rpm	
定格出力	1200 PS×2180 rpm	
配置	V型並列配置	
冷却方式	水冷式(清水間接冷却)	
潤滑方式	強制式(ポンプ, フィルター, 主機内蔵)	
燃料	軽油(JIS 2号)	
燃料消費率	160 gr/PS・hr + 5 %	

34M Motor Launch の中央断面図





主機 MTU 12V 331 の石玄機

○主電源装置

機 関 いすず MG 500 2基  
62 PS×1800 rpm

発電機 防滴型3 相交流発電機 2基  
225 V, 60 Hz, 40 KVA

○減速機

Zahnradfabrik Friedrichshafen AG 西独  
製 船用減速装置

ZF マリーングャー BW 255 2基  
減速比 2.46 : 1

○軸系

プロペラ軸 7438 mm×104 mmφ  
NAS 46-H 4 2組

プロペラ 型式, 3翼一体型固定ピッチ  
数 2基

材質 HB<sub>s</sub> C 1

直径 1010 mm

ピッチ 1212 mm

展開面積比 0.90

回転方向 (船尾より見て)

左舷 反時計方向

右舷 時計方向

○補機

燃料移送ポンプ

型式 ギャーポンプ 電動機駆動

容量 37 l/min×5 kg/cm<sup>2</sup>×1800 rpm  
AC 220 V 0.75 kw

雑用水ポンプ (ビルジポンプ兼用) 1台

型式 渦巻ポンプ 電動機駆動

容量 0.25 m<sup>3</sup>/min×55 m×1800 rpm  
AC 220 V 5.5 kw

ビルジポンプ 主機直結駆動 1台

型式 渦巻ポンプ

容量 22 m<sup>3</sup>/hr×2 kg/cm<sup>2</sup>

給排気ファン 2台

型式 電動機駆動軸流ファン SFA 5H

容量 200 m<sup>3</sup>/min×30 mm Aq

6. 電気部要目

電気部の要目は次の通りである。

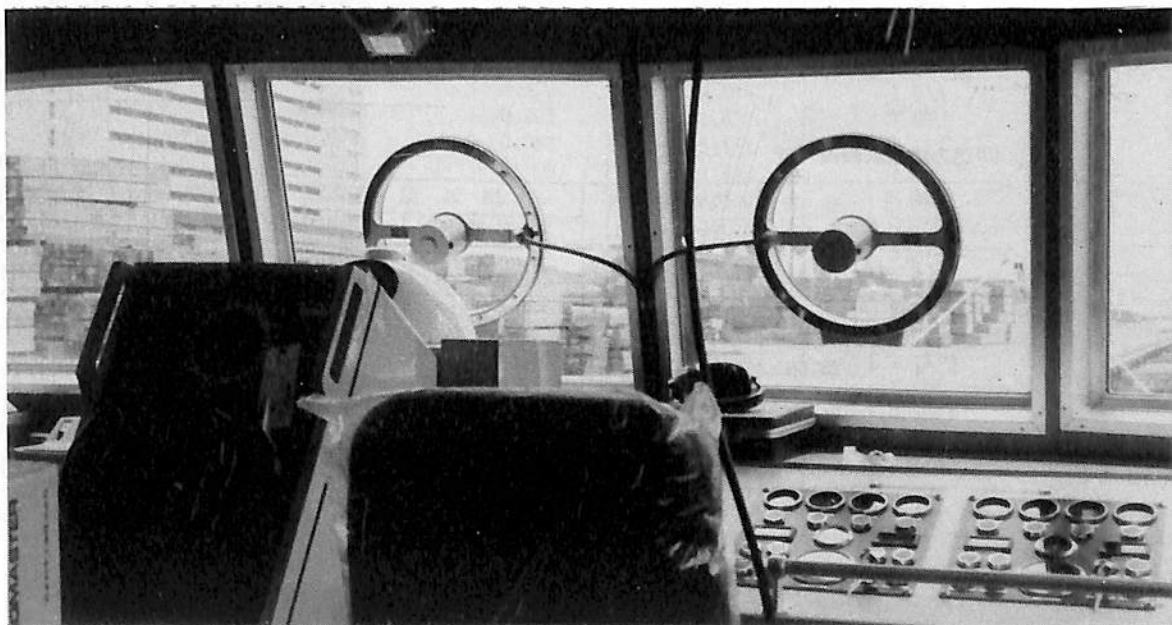
1) 電源装置

独立発電機 AC 225 V 40 KVA 3φ 4P 2台

起動用電動機 DC 24 V 6.6 kw (主機付) 2台

充電発電機 DC 24 V 1.5 kw (主機付) 2台

蓄電池 DC 24 V 400 A.H 2群



非常用蓄電池 DC 24 V 100 A.H 1 群  
 主配電盤 自立式デッドフロント型 1 面  
 ロ) 甲板機器等  
 電動揚錨機 AC 220 V 3.7 kw 1 台  
 操舵機 東京計器製 型式PR 222 - S - 015  
 一式, 油圧ポンプ用電動機 AC 220 V  
 1.5 kw 3 φ  
 電動通風機 AC 220 V 2.2 kw 2 台 0.4 kw 1 台

ハ) 航海機器等  
 レーダー 古野 FR-7117 スマイルレンジ 1 台  
 音響測深儀 古野 F-863 C-II 1 台  
 ジャイロコンパスおよびレピーター 東京計器一式  
 磁気コンパス テーブル型カード径 150 mm 1 個  
 ダンプペロラス 1 個  
 モーターサイレン 第 3 種汽笛 AC 220 V 3 φ  
 旋回窓 350 mm 径 2 面 DC 24 V  
 探照灯 AC 500 W 2 基 AC 220 V  
 航海灯 DC 24 V 一式  
 モールス信号灯 DC 24 V 一式

ニ) 照明装置  
 甲板作業灯 AC 220 V 200 W 2 台  
 室内照明 AC 220 V 一式  
 非常灯 DC 24 V 一式

ホ) 通信装置等  
 VHF/FM MOTOROLA T 73 TTN 一式  
 HF/SSB MOTOROLA D 80 SCA  
 1800 K 一式  
 VHF/FM MOTOROLA TORITON  
 55/75 一式  
 船内指令装置 VK-433 A 30 W (ナショナル)  
 一式  
 拡声装置 UE-60 K 一式  
 ロードスピーカー (トランジスター式) 1 台

ヘ) その他

冷房装置 (甲板上室内のみ) AC 12000 Kcal/h  
 1 式  
 扇風機 AC 220 V 35 W 6 台  
 電気レンジ AC 220 V 3 kw 1 台  
 冷蔵庫 AC 220 V 200 l 1 台  
 潜水ポンプ AC 220 V 0.4 kw 1 台  
 サニタリーポンプ AC 220 V 0.2 kw 1 台 (供給用)  
 サニタリーポンプ AC 220 V 0.4 kw 2 台 (排出用)

## 8. 海上諸試験成績

### (1) 試運転状態 (出港時)

前部吃水 (m) 0.998  
 後部吃水 (m) 0.993  
 トリム (m)(-) 0.005 (Fore)  
 排水量 (t) 73.40

### (2) 旋回試験成績表

操舵角度 (度)	35	35
操舵方向	左	右
実際舵角 (度)	35	35
35° 転舵に要する時間 (秒)	9.0	9.0
最大縦距 (D.A) (m)	100	100
最大横距 (D.T) (m)	115	120
DA/L.W.L (L.W.L=32.00M)	3.13	3.13
DT/L.W.L	3.59	3.75
船体最大横傾斜 (度)	3	2
転舵より 360° 回頭 に要する時間 (秒)	57.7 Sec	58.6 Sec
旋回前の主機回転 数 (毎分)	P2180/2180S	P2180/2180S
旋回時の主機回転 数 (毎分)	P1820/1960S	P1970/1820S
旋回前の艇速力	約 26.3 KT	

### (3) 速力試験成績表

項目 分力	速力 ノット	主機回転数 P/S (毎分)	排気温度 (°)		航走トリム (度)	燃料消費量 ℓ/h
			左 左 機 (P)	右 右 機 (S)		
1/4	15.51	1375/1375	P430/425S	P400/380S	0.4	P61.4/63.2S
1/2	20.23	1730/1700	485/485	455/445	0.5	P125.7/113.6S
3/4	23.65	1960/1970	465/480	450/450	1.3	P166.5/169.9S
4/4	26.32	2160/180	445/465	430/430	1.5	P211.9/222.5S
TOP	27.67	2260/2290	445/465	430/435	1.5	246.6/255.1

(註) 標柱は館山沖を使用した。上表中 P/S は左 左 / 右 右 を示す。

(4)操舵試験成績

操舵角度 (度)	発令より 舵舵所要 時間(秒)	実際舵角 度 (dey)	操舵輪の 回転数 (回)	油 圧 kg/cm <sup>2</sup>	主機回転数 (毎分)	
					左舷機	右舷機
0~右35°	9.0	35	2	6	1970	1820
右35°~0°	8.4	0	2	6	2180	2180
0°~左35°	9.0	35	2	6	1820	1960
左35°~0°	8.0	0	2	6	2180	2180
右35°~左35°	16.6	35	4	6	1820	1960
左35°~右35°	16.4	35	4	6	1970	1820
右35°~0°	8.0	0	2	6	2180	2180

④ 操舵試験直前の主機回転数は2,180 R.P.Mである。

(5)後進試験成績表

前進中後進を発令し前進速力0になるまでの成績	
後進発令直前の艇状態	前進速力(ノット) 約26.32 主機関回転数(毎分) P2180/2180S
後進発令より艇停止までに要した時間(秒)	56.4
後進発令より艇停止までの航走距離(m)(L1)	104
吃水線長(計画) L.W.L (m)	32
L1/L.W.L	3.3
後進中前進1/4出力発令から後進速力0になるまでの成績	
前進発令直前の艇状態	後進速力(ノット) 10Kt 主機後進回転数(毎分) P1730/1730S
前進発令より艇停止までに要した時間(秒)	16.7
前進発令より艇停止までの航走距離(L2)(m)	26
L2/L.W.L	0.8

(6)惰力試験成績表

前進中主機関をストップし艇停止までの成績	
発令直前の艇状態	前進速力(ノット) 約26.32 主機関回転数(毎分) P2180/2180S
主機関停止発令より船速0になるまでの時間(分-秒)	1'-108
主機関停止発令より船速0になるまでの航走距離(L3)(m)	208
L3/L.W.L	6.5
(7)艇停止より前進を発令し主機1/4回転数 整定までの成績	
発令より主機1/4前進回転数整定までの時間(分-秒)	0'-30''.0
発令より主機1/4前進回転数整定までの航走距離(L4)(m)	192
L4/L.W.L	6

完成重量表 (単位トン)

項目	状態	状態		
		軽荷状態	常備状態	満載状態
船	殻	31.800	31.800	31.800
機	装	5.227	5.227	5.227
固定	齊備品	1.590	1.590	1.590
航海	器具	0.071	0.071	0.071
無線	およびレーダー	0.188	0.188	0.188
電	気	4.008	4.008	4.008
機	関	15.965	15.965	15.965
燃	料	0	8.000	16.000
滑	油	0	1.500	3.000
潤	滑油	0	0.020	0.040
乗員	および所持品 (21F)	0	2.100	2.100
糧	食	0	0.150	0.300
機関	内水および油	0	0.850	0.850
不明	重量	(+)1.718	(+)1.718	(+)1.718
合計	(トン)	60.617	73.237	82.907

完成重心試験成績摘要表

項目	状態	単位	試験時の状態	完成軽荷状態	完成常備状態	完成満載状態
排水量(W)		t	70.556	60.617	73.237	82.907
相当吃水(d eq)		m	0.978	0.897	0.992	1.060
前部吃水(d f)		"	0.992	0.937	1.057	1.125
後部吃水(d a)		"	0.970	0.870	0.946	1.013
平均吃水(d m)		"	0.981	0.904	1.002	1.069
トリム		"	(-)0.022	(-)0.067	(-)0.111	(-)0.112
T.P.C		t	1.310	1.265	1.342	1.390
M.T.C		t-m	2.820	2.680	2.830	2.930
K.B		m	0.648	0.587	0.653	0.700
B.M		"	3.352	3.398	3.347	3.245
K.M		"	4.000	3.985	4.000	3.945
K.G		"	2.090	2.223	2.048	1.956
G.M		"	1.910	1.762	1.952	1.989
G0G		"	0.042	0	0.184	0.133
G0M		"	1.868	1.762	1.768	1.856
O.G		"	1.104	1.318	1.048	0.888
⊗B		"	2.250	2.130	2.262	2.305
⊗G		"	2.163	1.832	1.832	1.909
B.G		"	(-)0.087	(-)0.298	(-)0.430	(-)0.396
⊗F		"	2.770	3.050	2.730	2.532

# 旧陸軍用舟艇の思い出

## <その2>

佐々木 孝男

元横浜ヨット設計部

### 2 横浜ヨットにて

株式会社横浜ヨット工作所、それは大正11年に創立され、ボートの専門メーカーとしては墨田川造船所につぐ歴史を持つ工場である。

昭和に入ってから、ほとんど海軍の仕事で満していたその指定工場であって、海軍のほか陸軍関係、その他の官庁、民間のものを少々扱っていた。先に述べた千葉工作所で量産していた折畳舟も、ヨット工作所で試作されたものである。

同工作所で本格的に陸軍の艇を造り出したのは、昭和12年陸軍運輸部より「HB-K」艇を受注したのに始まり、これより毎年1~2隻の同艇を建造していた。

「HB-K」艇とは「High Speed Boat Kō」の略で、即ち高速艇甲ということであり、約30~35ノットの速力を持っていた。これに対し「HB-O」なる艇種もあったが、これは造らなかつた。この艇は陸軍が第一次大戦後に英国のソーニクロフト社より輸入した40フィートCMBを約45フィートに拡大したもので、その船型、構造は丹羽誠一氏著の「世界の魚雷艇」（昭和28年刊）に出ているものとほぼ同じものである。ただし魚雷は積んでいない。

陸軍はこれに400~600馬力のガソリンエンジン1基を積んで、約30~35ノットの速力を出していたが、民間造船所では速力試験を行なわせなかつたので正確な数字はつかめなかつた。

本艇は母船に搭載して現場に運び水上に降すので、吊上げ装置を持ち、艇の着水前に艇内にて吊揚索を切りはなして水上に落下するようになっていた。今日の船載救命艇のような具合である。

17年であったと思う「HB-K」の代船の試作が始まった。同艇の使用実績不十分として運輸部金輪工場で試作が開始されたが、後ち横浜ヨットにも試作発注があり、競争試作のような形となり、軍側の案が主機3基搭載であったが、われわれの案は2基で充分要求を満すことができたので、後に横浜ヨット

案が量産されるようになった。

これが「カロ」艇である。

カロ艇に続いて高速輸送艇の試作が単独発注された。

17年頃は戦局はすでに前線への補給難におち入っていた。輸送船は空と海からの攻撃により次々と沈められる。駆逐艇、潜水艇による輸送では使用可能な艇に限度がある。大発などによる島づたいの輸送も行なわれたようだが、7~8ノットの艇では、いつ目的地につくやもわからず、敵機の機銃にやられることも多い。そこで考えられたのが、この輸送艇「伊号高速艇」である。

これは満載40トンの補給物資を積み、常備状態では23トンの貨物を積んで、25ノットで片道500、往復1,000哩を無給油で走ろうというもので、後には貨物艀を船尾に取り、船尾ごと切離して前線に置いてくる案ができ、南国特殊造船で試作したはずである。要するに前線での荷役時間を極力減さないと、母船ごと敵機の餌食になってしまうのである。

16年頃であったと思う「大発」（戦車、兵員揚陸艇）の木製化ができた。1隻試作して、実験中に海軍からこれを300隻大至急造れと命じられた。この内、数10隻を陸軍がゆづり受けて実験を行なった。

18年頃であったか、「小発」（兵員揚陸艇）の木製化が、大阪造船に発注された。木船工場でもない同造船所にこれを発注した理由はわからない。同所より川崎君という学校出たての元気のよい青年が、軍から横浜ヨットへ行って設計の指導を受けてこいと云われたのである。彼に協力して約1カ月でこれをまとめ上げたように思う。

たとへ小さな仕事とは云え、船を鋼製を木製化するというような仕事に、学校出たての青年をしかも1人で派遣する先方も先方なら、受入れる当方も当方というところだが、これに対し派遣された当人も不思議と思わず、またわれわれもなんの疑義もはさまらずに協力し、見事に設計を完了したのである。川崎



君の努力は大したものだった。当時はこうした時代だったのである。

18年、カロ艇の空気推進艇(エアプロバルジョン)を造った。これは後から考えると大変不思議な話であるが、当時、監督官の1人であった佐藤航技中尉と私との間で空気推進艇をやってみようという話が持上った。そして遂に試作までこぎつけた。私たちのプライベートの話を軍ならびに会社が事後承認したような形で、今日ではちょっと考えられないことである。

私が船体設計に掛ったが、造船部門は当時の横浜ヨットにはそんな余裕はないので、佐藤さんが技術研究所の設計者をつれて来てやらせるということになった。

当時の材料調達や工数の逼迫で陸海軍共にこの種の艇の軸系の整備には悩んでいた。その上エンジンも空冷星形を用いざるを得ない状況にあった。その内にたしかフィリピン方面だと思ったが、日本の④、②、に対し、米国は無人の無線操縦のプロペラ艇を使用して、攻撃をしてきたという話を佐藤さんがもってこられ、私にカロ艇のプロペラ船化を持掛けてこられた。なにか変わったことをやりたくてうずうずしていた若い私は、一も二もなく飛びついたのである。

しかし、この艇はついに完成しなかった。主機が入手できなかったのである。19年、私は銚子工場に移り、更に20年に千葉工作所に移ったため本艇と離れている内に終戦となってしまった。

戦後、私が横浜ヨット鶴見工場に復帰した時、本艇は工場前の鶴見川に係留されていた。船殻は完成し、エンジン架台を甲板に取り付けてはいたが…。

戦後の或る日(21年頃であったと思う)、設計室にいた私は、外で「進駐軍が船を持って行った」という声を聞いて皆なで外へ出て見ると、本艇を河口

へ向って曳航して行くではないか、われわれには何のことわりもなく、あれよあれよという中に河口を出て行ってしまった。

その後、本艇がどうなったかわからず、空気推進艇であるので、水中の軸系工事が行なわれていないので、改造したとしたらかえって楽であったと思われる。

## 2-1「カロ艇」

この艇の用途は飛行機、魚雷艇、潜水艦等に対する舟艇機動部隊の護衛と敵の占拠した海岸の偵察、およびその他一般のパトロールであった。

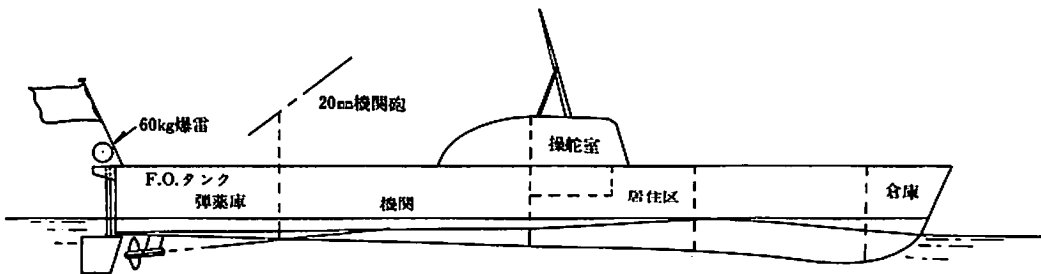
そして使用場所は南方の静穏なる海上ということであったが大型船には問題にならぬぐらいの波であっても、わづか18mぐらいの小艇には無視できないのである。今日とは違ってディープVの船型などは考へてもいなかった。とにかく乗員の乗心地などは頭から問題とせず、もっぱら小馬力で大速力を得ることを望んでいたのであるから、少々の波といえど性能、強度面に問題があるのである。

同一の条件で設計された海軍のT-1型魚雷艇の中の1隻が波浪の衝撃により、船底肋骨を折って修理に帰ってきたことがあり、それ以後、高速艇の船底肋骨の設計を変更したものである。

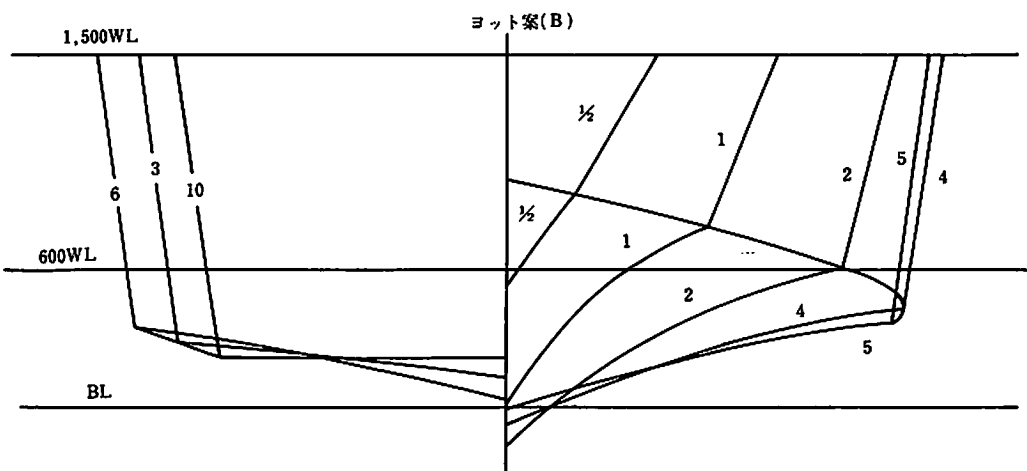
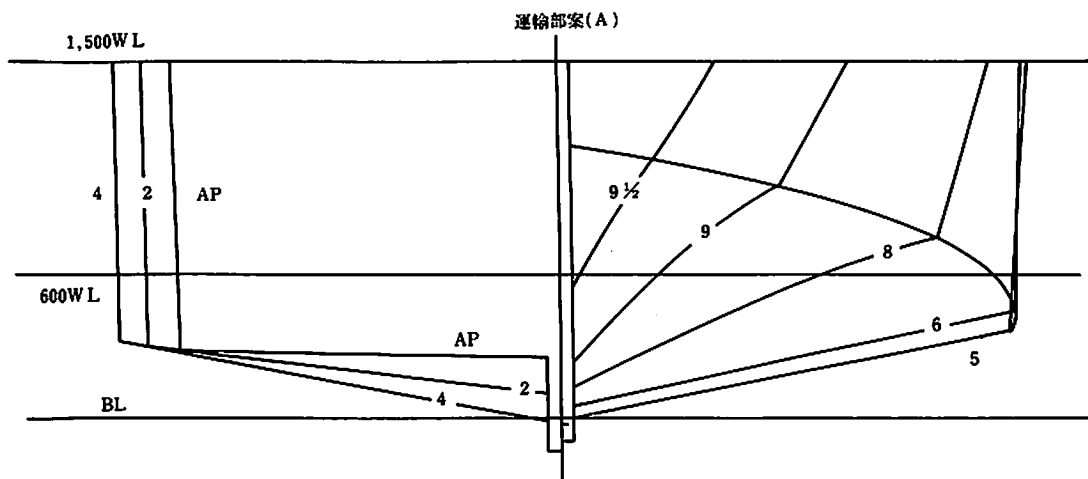
「カロ艇」は資料がほとんど残っていないが、記憶によると大体第1図のようなものである。

先に書いたような経緯により、競争試作の格好で、われわれの案が採用されたもので、運輸部案とわれわれの案の水槽試験を、横浜ヨットの小水槽で実施した。その結果は第3図に示す。

余談であるが、横浜ヨットの小水槽は、大水槽に比べ経費と時間の面でも非常に少なくてすむので、海軍の魚雷艇等の設計にも、先づ横浜ヨットで多数の模型を引張り、この内、好成績のものをいくつか技研の大水槽で実験し、最終案を得る方法を取ったも



第1図「カロ艇」。記憶をたどったもので正確ではないが、こんなものであった。



第2図「カコ艇」正面線図

のである。

このわれわれの案の船型は、大体、先に建造した海軍のT-1型魚雷艇（これは旧海軍では完全に成功した唯一の魚雷艇である）を少々修正し、外板を合板張りにした物で、原型に比べほとんど抵抗を増すことなく、建造工数はずっと下げられるもので、海軍でもT-1以後の量産型18M級魚雷艇は、この船型が採用された。

先年或る雑誌にこの船型を「陸軍が開発した簡易型船型」と書かれてあったが、これは全くの誤りで、横浜ヨットが開発したものであり、簡易型という表現も、性能を犠牲にしていないので、ちょっとひっかかるのである。

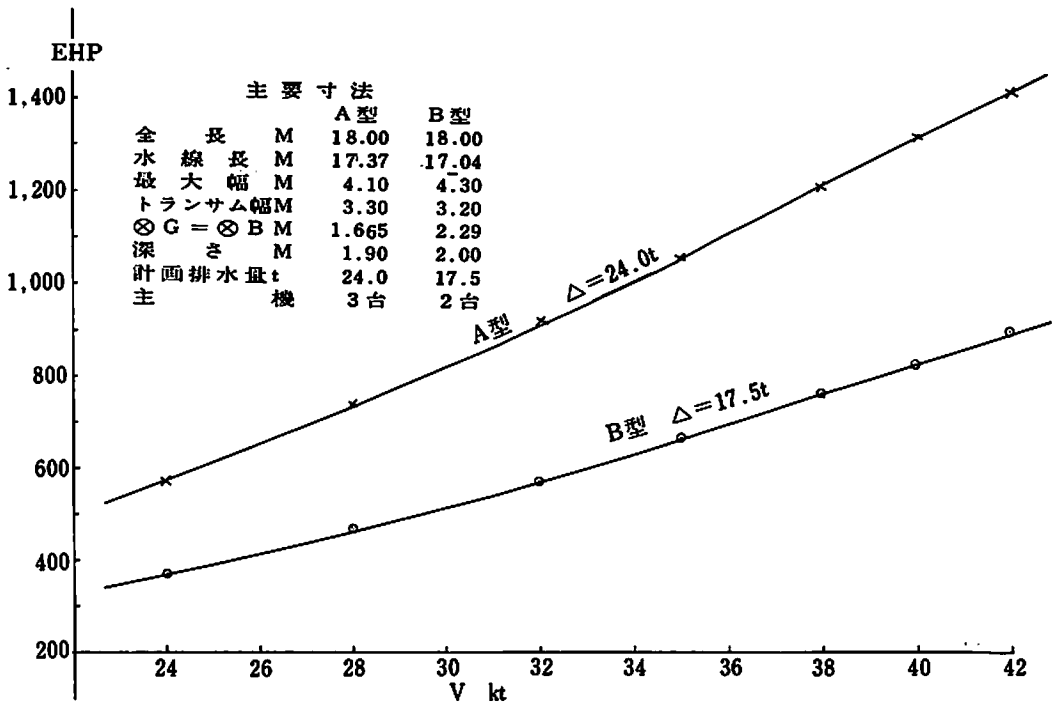
本艇の主要寸法等

全長	18.00 M
水線長	17.04 "

最大巾	4.30 M
チャイン巾	3.58 "
深さ	2.00 "
常備状態排水量	17.50 t
主機械	98式 800 ps / 2,000 rpm. 航空用ガソリンエンジン2基
速力 最高	約38kt. (実際は40kt 近く出た。)
乗員	7名
兵装	九八式20%高射機関砲 (船用改造型) 1門 小火器 1式 60kg簡易爆雷 2個

等であり、外に簡易無線機をつんでいた。

なお、陸軍は13%口径までを銃と称し、20%以上を砲と称していたが、海軍は40%機銃というように Machine Gun は総べて銃と称していた。このよう



第3図「カロ艇」の有効馬力比較曲線（計画常備状態）

に当時は同じものでも陸海軍により呼方が違っていた。

船殻は外板に耐水合板（タイプ1，カバ）を使用し，船底は前部の二重曲面になるところは，型の上で6%合板2枚を積層しておく，尿素樹脂接着剤を用い，型にバカ釘で圧縮し，接着剤の硬化後釘はめいて埋木をするという工作である。

骨格はT-1等と同じであるが，ステム等は天然曲材を使用せずに積層していたように記憶している。

さて工程であるが，先づフレーム，キール，チェーン，ガンネル等を工場の床の上に伏せて据付ける。これにあらかじめ積層しておいた船首部の船底外板を取付ける。船尾部船底外板，側外板，甲板等は市販の合板をそのまま用いる。合板は始めカバのタイプ-1を使用したのが後，量産に入るとブナのタイプ-1になった。

主機関は飛行機よりおろしたもので，V型12気筒で，たしか“ローレン”であったと思う。海軍の魚雷艇T-1型には94式900ps. というW型の飛行機用エンジンを搭載したが，余り出力が下らずにW型がV型になると大分，機関室内が楽になる。

電気系統は当時の高速艇は，陸海軍共に実にお粗末なもので，本艇はDC-6Vの1系統であった。

居住設備も，今ではとても考えられないようなものであった。居住性と乗り心地を犠牲にして，排水量を少くし，小馬力のエンジンで所要の速力を得ていたのが，当時の実状といわざるを得ない。

18年であったと思う。「カロ艇」の第1艇の実用試験（主として兵装）を伊豆の三津海岸で行なった。35kt. 以上で走りながら幕的を実弾で撃つのである。海上は余り波もなかったが，船尾の20%機関砲は良く命中した。曳光弾が面白いように的にすい込んで行くのである。

次に爆雷の落下試験である。この爆雷は海軍の本格的なものと異り，水圧信管等という高級なものはない。重量も約60kgと小さく，これに導火索がついていて，索に点火して海中に落とすと索の長さにより所定の深度で爆発するという原始的なものである。60kgでは弾力も小さく，当時の潜水艇といえども，よほど好条件の下でも繫沈できたであろうか。

「カロ艇」は横浜ヨットでも数艇造ったが，日本造船において量産が計画された。しかし終戦まで大した数は造らなかったようであるが，艇としてはかなり成功した部類に入るものと思われる。（つづく）

## 昭和55年度秋季（第36回）船舶技術研究発表会のお知らせ

○日時 12月2日（午前10時～午後4時30分）

3日（午前10時～午後2時30分）

○場所 三鷹市新川6-38-1 船舶技術研究所

来聴は自由，また来聴者には講演集を無料配布。

○研究発表の題目と講演者はつぎのとおり。

### 第1日（12月2日）

- 1) 水海船舶試験水槽の建設（推進性能部）北川弘光
- 2) 水海船舶試験水槽の温度特性（推進性能部）小久保芳男
- 3) 水質に関する研究／第4報（共通工学部）高島逸男
- 4) 船型試験水槽での計測へのマイクロコンピュータの2,3の応用（推進性能部）荒井能
- 5) 広幅浅喫水船の水槽試験／その2（推進性能部）山口真裕
- 6) 柱体に及ぼす船の航走波の影響（推進性能部）神蔵輝男
- 7) キャビテーション水槽における船尾変動圧力計測実験（推進性能部）小山鴻一
- 8) 種々のソフトサーフェスによるプロペラエロージョン試験（推進性能部）武井幸雄
- 9) 小型船のブローチングに関する模型実験／第2報（運動性能部）山本徳太郎
- 10) 斜航模型船まわりの表面圧力分布計測について（運動性能部）不破健
- 11) 半潜水船主船体の流体力に及ぼす自由表面影響（運動性能部）二村正
- 12) 流速変動水域における小型船舶の操船性の予測について（運動性能部）小川陽弘
- 13) 練習船北斗丸による実船試験／その3（運動性能部）原口富博
- 14) 海洋気象観測船「啓風丸」による波浪計測実船実験／その2（運動性能，海洋開発工学部）猿田俊彦
- 15) 深水重力波の非線型変調について（共通工学部）富田宏
- 16) 船舶の衝突・接岸時における海洋構造物の係留力に関する基礎実験（海洋開発工学部）岩井勝

美

- 17) ワイヤ・ロープ曲げ疲労試験における多段曲げ応力変動による累積被害則について（海洋開発工学部）大津留喬久
  - 18) 浮遊式海洋構造物の洋上接合に関する技術開発／その2，相対運動と衝撃荷重（海洋開発工学部）影本浩
  - 19) 浮遊式海洋構造物の諸性能に及ぼす海底勾配影響について（海洋開発工学部）星野邦弘
  - 20) 自動位置保持装置付大深度石油掘削台船の動的応答特性について（海洋開発工学部）矢後清和
- ### 第2日（12月3日）
- 21) 貨油タンクの原油洗浄に関する研究／第2報（機関性能部）横村武宣
  - 22) 原油洗浄を伴うタンク内のガス濃度分布について（艦装部）長田修
  - 23) 防振内装による船室の騒音軽減効果（艦装部）原野勝博
  - 24) 模型ラフトの転覆実験（艦装部）土屋正之
  - 25) 散水によるふく射熱の遮断効果（艦装部）樋富和夫
  - 26) 衝突実験における模型船の挙動（艦装部）田中邦彦
  - 27) 模型船による衝突荷重の測定（艦装部）小黒英男
  - 28) 衝突事例における船体損傷について（艦装部）桐谷伸夫
  - 29) 低電圧直流回路の電気火花によるLPGへの着火性（艦装部）杉田政久
  - 30) CO<sub>2</sub> 消火装置における管系材質形状の噴出帯電への影響（大阪支所）吉田絃二郎
  - 31) 重水蒸気の音速分散（共通工学部）山田一成
  - 32) パルス圧縮法（LFM波）を用いた伝搬時間の測定方式（共通工学部）有村信夫
  - 33) 磁気的方法による鋼材の曲げ疲労検出法（共通工学部・山形大学）滝沢千嘉子
  - 34) LNG用レジンコンクリートタンクの適性試験（共通工学部）前田利雄

## □船主工務担当の方々との懇談会

本誌Vol. 53, No 584 に、NKが開催した日本船主協会南部地区船主工務ご担当の方々との懇談会について報じたが、これに続いて、去る9月26日、日本工業倶楽部において、主要船社の工務ご担当の方々と懇談会を開催した。

この懇談会は、3年前および昨年に続き、今回が第3回目にあたる。この会には、各船社から1名ないし2名、計23名の方々と、船主協会の方1名が参加された。NKからは、秋田副会長、今井、鶴見および樹田の3常務のほか全部長と室長が出席し、後刻水品会長も列席した。

恒例に従って、業務推進室長の司会の下に、秋田副会長の挨拶、今井、樹田両常務のNKの最近における業務、活動状況の説明があった。続いて、船主協会の工務専門委員会、新造船幹事会および保船幹事会の各委員長から積極的なご意見、ご要望の開陳があった。一方、他の船主の方々からも個別にご意見が述べられた。これらの要約すると次のとおりである。

“一般的な見解として、NKの最近の活動および船主に対するサービスには充分満足している。一方、コンピュータサービス、コンサルタントおよび鑑定の実施面については、もっと具体的に知らせて欲しい”。

懇談会に引き続き立食パーティが催され、相互の親ばくが一層深められた。また、宴たけなわの途中、船主の方からユーモアあふれる中にも示唆に富んだスピーチなどもいただき、非常に盛会の中に幕を閉じた。

## □PROTOCOL 1978 の現状

ご承知のように、PROTOCOL 1978 は二つのPROTOCOL で構成されている。すなわち、一つはSOLAS PROTOCOL 1978 であり、もう一つはMARPOL PROTOCOL 1978 である。双方共まだ発効していないが、それらの締約国の現状および発効見込みは次の通りである。

### 1. SOLAS PROTOCOL

本年8月12日現在、日本、バハマ、クウェートを含める13カ国が締約国となっており、それらの国々の合計商船保有率は、全世界の商船船腹量の約30%である。

このPROTOCOLの発効要件は、15カ国以上の締約国の合計商船保有率が、全世界の商船船腹量の50%を超えた日から6カ月後となっている。

IMCO では、本年中に、この条件を満たし、来年中ごろには、これを発効させるべく、未締約政府に対し、早急に締約国になることを積極的に働きかけている。

### 2. MARPOL PROTOCOL

本年6月10日現在、ウルグアイ、ペルー、イギリス、スウェーデンの4カ国が締約国となっており、それらの国々の合計商船保有率は、全世界の商船船腹量の約8%である。

このPROTOCOLの発効要件は、15カ国以上の締約国の合計商船保有率が、全世界の商船船腹量の50%を超えた日から12カ月後となっている。

現状から推察して、この条件を満たすのに、早くてもあと1年は必要とみられ、したがって、発効は2年後以降となる見込みである。

## □シアトル事務所開設

NKが、海外専任検査員事務所の大幅な開設を進めていることを、本誌Vol. 53 No 588 に報じた。

この計画の一環として、かねてからシアトルの新事務所開設を進めてきたが、このほど諸般の手続きも滞りなく終了し、去る9月15日から検査業務を開始した。

関係各位のご利用とご支援をお願いする次第である。

なお初代駐在員事務所長は上田徳技師である。  
事務所の住所、電話番号等は次のとおり。

住 所 NIPPON KAIJI KYOKAI  
Inter-urban Bldg., RM 304  
157 Yesler, Seattle WA. 98104,  
U. S. A.  
Tel.: 昼 206 - 623 - 9055  
夜 206 - 622 - 1193  
Telex: 910 444 4108 CLSNK SEA

## 受注

### ●日立、中国からタンカーを2隻

日立造船は中国船主のチャイナ・オーシャン・ SHIPPINGからタンカーを2隻受注した。納期は82年12月と83年1月。同船は41,000総トン、60,000重量トン、主機関日立B&W 7 L 67 G F C Aディーゼル12,500馬力、航海速力14.6ノット。なお日立の中国向け新造船受注は8年振り。

### ●幸陽、W・Wからバルクキャリアを2隻

幸陽船渠は日棉実業扱いで香港船主ワールド・ワイドからバルクキャリアを2隻受注した。同船は31,000総トン、57,000重量トン、主機関三井B&W 7 L 67 G F C A型13,100馬力、航海速力14.7ノット。納期は82年10月と12月。

### ●今治、パナマからバルクキャリア

今治造船はパナマ籍ニュー・メール・ラインから20,500重量トン型バルクキャリアを受注した。新山本造船が下請け建造し、納期は81年5月。同船は12,000総トン、主機関三菱スルザー8,040馬力、公試速力15.2ノット。

### ●常石、ワーコンからバルクキャリア

常石造船はトーメン扱いで香港船主ワーコン・SHIPPINGからバルクキャリアを受注した。納期は82年第4・4半期。これはさる9月受注した同型船の追加受注。同船は32,000総トン、60,500重量トン、主機関三井B&W 16,880馬力、航海速力16.2ノット。

### ●東北、山九運輸からバルクキャリア

東北造船は山九運輸からバルクキャリアを追加受注した。東北はすでに56年8月、57年2月納期で各1隻受注しており、今回は第3船目になる。同船は20,500総トン、34,000重量トン、主機関10,650馬力、航海速力15.0ノット。

### ●尾道、三光汽船からプロダクト船

尾道造船は三光汽船からプロダクト船を受注した。三光は仕組船として建造するため正式契約は来年初めとなる。同船は33,700総トン、61,000重量トン、主機関三井B&W 6 L 67 G F C A型13,100馬力、航海速力14ノット。

### ●来島、リベリア籍ローレンから自動車専用船

来島どっくはリベリア籍船主ローレン・カーキアーズから乗用車3,000台積み自動車船を受注し

た。納期は81年6月末。同船は15,670総トン、11,080重量トン、主機関川崎MAN 12,000馬力、航海速力18.0ノット。

### ●今治、紅洋海運から自動車専用船

今治造船は紅洋海運から乗用車4,900台積み自動車専用船を受注した。納期は56年2月末。同船は15,000総トン、16,800重量トン、主機関三菱スルザー7 RND 76M型16,000馬力、航海速力17.7ノット。

### ●寺岡、特殊船を3社から

寺岡造船は国内、外3船主から特殊船を4隻受注した。

(1)丸栄石油向け=99総トン型給油船、主機関ヤンマー230馬力、速力8.5ノット。納期55年12月。

(2)スワイヤ・サプライ・ベッセル(パナマ籍)=990総トン型サブライポート2隻、主機関ヤンマー230馬力×2、速力12ノット。納期56年5月と6月。

(3)ユナイテッド・モーターワークス(インドネシア)=1,200総トン型ランディング・クラフト、主機関ヤンマー900馬力×2、速力11ノット、納期56年4月

### ●檜崎、モロッコからトロール船

檜崎造船は川鉄物産を通じモロッコ漁業公社から480総トン型トロール船を受注した。納期は第1船が81年後半、以降2カ月ごとに引渡しの予定。

### ●石川島化、中国からタグボート5隻

石川島造船化工機は野村貿易を通じ中国機械進出口総公司から3,200馬力型タグボート(ダイハツ1,600馬力×2基)5隻を受注した。納期は81年4月から9月。なお同社はこの受注と同時に中国側と同型7隻分の建造に関する技術援助協力を行なうことになった。これにもとずき石化は中国交通部の研修生16名を受け入れることになった。

### ●三井、商船三井からライバー2隻の改造

三井造船は商船三井からライバー2隻のコンテナ積載量の拡大工事を受注した。対象船はカリブ航路に投入している“おれいおばいおにあ”“ぎゃらんとばいおにあ”(いずれも19,205重量トン)で、コンテナ積載能力を現在の192個から294個にする。完工は来年1月と3月。

### ●鋼管、ネドロイドから3隻の改造

日本鋼管はオランダのネドロイドから3隻の改造工事を受注した。工事の内容はネドロイド・ルーベ、

ネドロイド・リング、ネドロイト・ロワール（いずれも9,600重量トン）3隻の貨物船をコンテナ263個積み込みのセミコンテナ船にするもので、浅野ドックで来年1月から5月にかけて工事をおこなう。

●石播、台湾向けに「フューチャー32」の資機材

石川島播磨重工は台湾の中国造船公司から「フューチャー32」(32,700重量トン型標準バルクキャリア)1隻分のパッケージ契約を結んだ。石播は建造に要する各種資機材のうち鋼材を除く主機関(石播スルザー6RND68型10,400馬力)、補機、航海計器などを輸出する。石播にとってこの型のパッケージ輸出は初めて。

●川重、トッド造船から超大型浮ドック

川崎重工は米国のトッド造船所からV.L.C.C.が入渠可能な超大型フローティングドック1基を受注した。ドックの寸法は長さ240×幅65×深さ21mで、225,000重量トン級までの船舶が入渠可能という。納期は81年10月。

●鋼管、パキスタンからPC機関

日本鋼管は三井物産扱いでパキスタン向け初のPCエンジンの単体輸出契約を行なった。同主機関はパキスタンのカラチ造船所向けに6PC2-2L型1基1軸、3,000馬力2基(2隻分)で、納期は第1基が今年12月末、第2基が来年1月(いずれも船積み渡し)。この主機はカラチ造船所が中国向けに建造中の4,500重量トン型貨物船に搭載される。

海洋開発

●三井などサウジから造水プラント

三井造船と三井物産は韓国の新韓機工を加えた3社でコンソーシアムを組み、サウジアラビア王国王室委員会から19,200トン/日の2系列の造水プラントをフルターンキーベースで受注した。納期は82年9月。担当は三井造船がコンソーシアムリーダーと設計、機器製作、輸送、現地監督、運転。三井物産が海外調達、資材の供給など。新韓機工が土木、据付工事を担当する。

提携・新設・改正ほか

●日立、中国大連造船所と友好企業関係で協議書

日立造船は中国の大連造船所と友好企業関係を結ぶことになり、大阪本社で木下社長と大連造船所代表王序卿顧問との間で協議書に調印した。この調印で両者は新造船、修繕船、主要機器の製作、企業管

理、企業体質の改善、設計、技術開発などの分野で協力し合うことになる。大連造船所は1898年に創設され、従業員数は約1万6千人。10万トン級の船舶を建造できる船台をもつ中国第1の造船所。

●川崎重工(10月1日)

(1)エネルギープラント事業本部の新設=プラント鉄構事業本部の企画室砂町管理部、エネルギープラント事業部および原子力本部ならびに機械事業本部の機械営業本部の一部とボイラ事業部を統合再編してエネルギープラント事業本部を新設する。同事業本部は企画室、原子力本部、ボイラ営業本部およびボイラ事業部をもって構成する。

(2)原動機事業部=機械営業本部より移管を受けた営業機能を再編し、原動機営業部、汎用機械営業部、回転機営業部を新たに設ける。

(3)油圧機械事業部に新たにロボット部を設ける。

●石川島播磨(10月1日)

(1)広報部の所属を現行の営業本部営業管理室から企画室に改める。

(2)技術本部に石炭技術開発部を新設する。

(3)愛知工場における修理船工事の開始にともない同工場に修理部を新設する。

●日本鋼管(10月1日)

日本鋼管は次の組織改正を行なった。

(1)第1船舶計画部、第2船舶計画部の再編=船舶および海洋など製品分野別の技術開発力の充実・強化を図るため開発、計画および基本設計機能を「船舶分野」と「海洋等製品分野」とに再編、整理し「船舶計画部」と「海洋計画部」とを新設する。これにともない第1船舶計画部、第2船舶計画部を廃止する。

(2)船舶設計部の再編=海洋艦装設計室の機能を船舶設計部船装設計室、機装設計室および津製作所工事計画部生産設計室に移管する。これにともない海洋艦装設計室を廃止する。また船舶設計部を「船舶海洋設計部」と改称する。

(3)船舶本部内に分散している新製品開発企画、技術管理機能を統合、一元化し船舶総括部に「技術チーム」を新設する。また船舶技術のコンサルタント機能を第1船舶計画部より船舶総括部へ移管する。

# 竣工船一覽

## The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① XI FENG KOU	② CHITRAL	③ MOUNT PENTELI
所有者 Owners	China Merchant Steam	Pakistan National Shipping	Metropolitan Bulk Shipping
造船所 Ship builder	川崎坂出 (Kawasaki)	川崎神戸 (Kawasaki)	日立因島 (Hitachi)
船級 Class	LR	LR	AB
進水・竣工 Launching・Delivery	80 / 6・80 / 10	80 / 5・80 / 10	80 / 7・80 / 9
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨物 (RORO)・遠洋	多目的 (Multi)・遠洋	ばら積 (Bulk)・遠洋
G/T・N/T	12,321.31・5,159.23	12,478.74・6,910.16	32,247.28・25,602
LOA (全長:m)	176.98	153.00	224.50
LBP (垂線間長:m)	160.00	145.00	215.00
B (型幅:m)	26.50	23.00	32.20
D (型深:m)	18.50	13.40	17.80
d (満載吃水:m)	8.522	9.745	12.457
満載排水量 Full load Displacement	—	—	—
軽貨排水量(約) light Weight	—	—	—
載貨重量L/T Dead Weight	13,798	17,857	60,433
K/T	14,019	18,144	*61,402
貨物倉容積 Capacity (ベール/グリーン:m <sup>3</sup> )	34,320 / —	22,253.2 / 23,559.8	83,071.8 m <sup>3</sup> / —
主機型式/製造所 Main Engine	川崎MAN 7 L52/55A 8 L52/55A	川崎MAN K6SZ 70/125 BL×1基	日立Sulzer 6RND 76 M
主機出力 (連続:PS/rpm) MCR	15,825 / 450	11,200 / 126	13,500 / 122
主機出力 (常用:PS/rpm) NOR	14,250 / abt 434	9,450 / abt 119	12,150 / 118
燃料消費量 Fuel Consumption	50.8 t/d	31.5 t/d	44.6 t/d
航続距離 (海里) Cruising Range	13,250	18,500	22,800
試運転最大速度 (kn) Maximum Trial Speed	21.045	19.563 (計測せず 同型船) (BOLANの実績)	16.70
航海速度 Service Speed	18.60	16.5	14.6
ボイラー (主/補) Boiler	補1×1500kg/h×7kg/cm <sup>2</sup> G "1×1000kg/h×7kg/cm <sup>2</sup> G	Oil Fired Boiler×1基	/ 1,350kg/h×7kg/cm <sup>2</sup> g ×1
発電機 (出力×台数) Generator	主1×1400 KVA×400 V 補2×1360 "×400 " 非1×70 "×400 "	A.C.450 V, 580 kw×3台	625 KVA×AC450×60 Hz
貨油倉容積(m <sup>3</sup> ) COT	—	1,005.8	—
清水倉容積(m <sup>3</sup> ) FWT	634 m <sup>3</sup>	414.2	447.8
燃料油倉容積(m <sup>3</sup> ) FOT	1,775.3 m <sup>3</sup>	1,551.8	3,227.3
特殊設備・特徴他	船尾のスターンランプウエイ/ドアを通り艙内の固定ランプウエイにより各Dkに貨物を搬入。11tサイドスラスト1台を装備している。	—	—

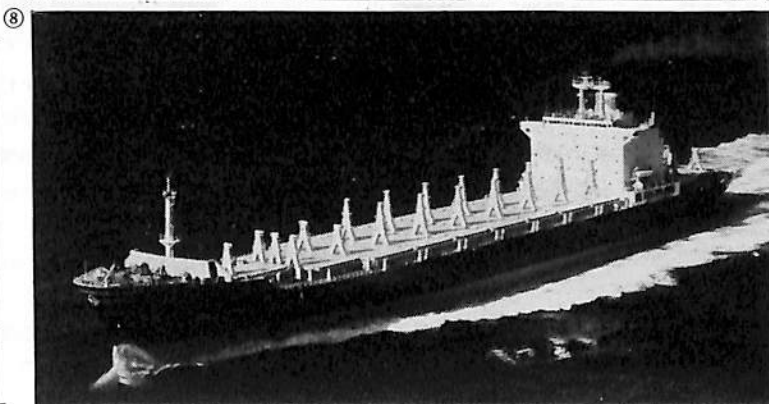
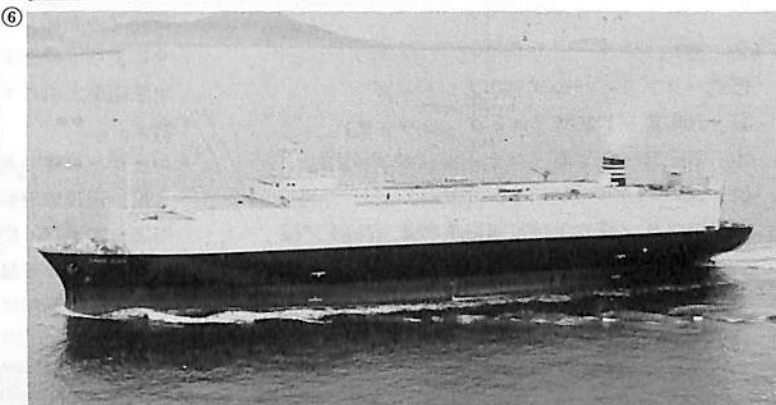
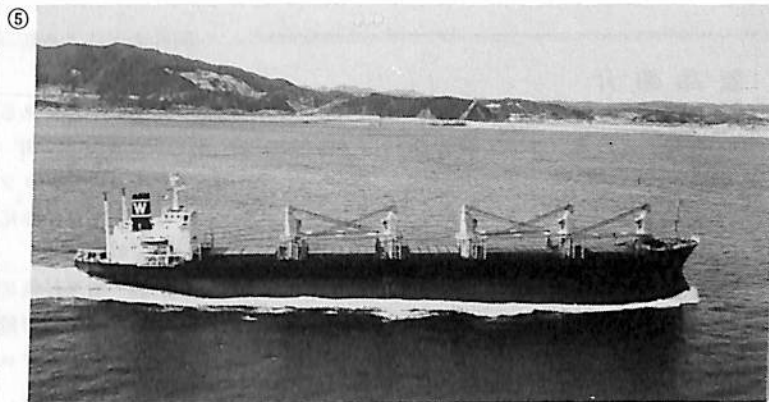


④ HORYO MARU
日邦汽船 日立有明 (Hitachi) NK 80 / 7 • 80 / 10 鉄石・石炭(Ore Coal)・遠洋 74,815.58 • 51,477.95
270.00 260.00 43.00 23.80 16.30
— — *130,502 132,597 —
日立B&W6L90 GFCA 20,500 / 94 17,400 / 89 59.1 t / d 30,650 17.653 14.85
7,300kg / h 720 KW × 2
— 1,973.31 —
—



船名 Name of Ship	⑤ WORLD PRIZE	⑥ PIONEER LEADER	⑦ CARIBBEAN COURAGE
所有者 Owners	Mantis Shipping	大浜汽船	Associated Transport
造船所 Ship builder	大阪 (Osaka)	今治丸亀 (Imabari)	三井千葉 (Mitsui)
船級 Class	LR	NK	ABS * A 1⑩ "Oil Carrier" *AMS
進水・竣工 Launching・Delivery	80/7・80/10	80/5・80/6	80/5・80/10
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積 (Bulk)・遠洋	自動車 (Car)・遠洋	油槽 (Oil)・遠洋
G/T・N/T	14,441.27・10,078.61	18,382.36・10,385.91	40,839.70・30,282
LOA (全長: m)	170.604	199.40	229.528
LBP (垂線間長: m)	162.000	186.00	220.000
B (型幅: m)	24.600	30.00	44.000
D (型深: m)	14.200	19.34	18.900
d (満載吃水: m)	10.061	9.318	12.190
満載排水量 Full load Displacement	33,415	31,490	—
軽貨排水量 (約) light Weight	—	13,631	—
載貨重量 L/T Dead Weight	27,188	*17,576.9 ...	82,172
K/T	—	17.859	83.487
貨物倉容積 Capacity (ベール/グリーン: m <sup>3</sup> )	33.870 / 34.335	—	—
主機型式/製造所 Main Engine	日立 B&W 8L55GFCA	三菱 Sulzer "7 RND76 M"	三井 B&W 6L80GFCA
主機出力(運統: PS/rpm) MCR	10,550 / 151	16,800 / 122	18,400 / 106
主機出力(常用: PS/rpm) NOR	8,970 / 134	15,120 / 118	16,700 / 103
燃料消費量 Fuel Consumption	30.71 t/d	50 t/d	58.3 t/d
航続距離 (海里) Cruising Range	16,800	21,000	22,560
試運転最大速力 (kn) Maximum Trial Speed	17.559	20.533	15.89 (at Full Load)
航海速力 Service Speed	約 14.75	17.7	14.92 (at C.S.O 15% SM)
ボイラー (主/補) Boiler	コ克蘭罐 7 kg/cd, 1,400 kg/h	堅型水管式 (油焚) 7.0 kg/cd 1,434 kg/h (排ガス) 1,500 kg/h	MITSUBI WTA-45M MAX, EVAPORATION 45,000 kg/h
発電機 (出力×台数) Generator	562.5 KVA×3,670BHP×3	850 KVA×2 台	Dieser 3 SETS Yanmar T220 AL-UT, 900BHP×900 rpm
貨油倉容積 (m <sup>3</sup> ) COT	—	—	99,524.3
清水倉容積 (m <sup>3</sup> ) FWT	281.1	653.56	457.7
燃料油倉容積 (m <sup>3</sup> ) FOT	1,782.8	3,958.01	3,749.3
特殊設備・特徴他	Lumber Freeboard 取得	—	SBT (PL), COW 装備

<p>⑤ <b>SEA-LAND MARINER</b></p> <p>Sea Land Service</p> <p>三井玉野 (Mitsui)</p> <p>ABS</p> <p>80 / 5 ・ 80 / 10</p> <p>コンテナ (Container) ・ 遠洋</p> <p>25,224.90 ・ 16,990</p>
<p>226.964</p> <p>213.000</p> <p>30.600</p> <p>16.500</p> <p>10.0235</p>
<p>37,946</p> <p>14,540 1</p> <p>23,406</p> <p>23,780</p> <p>839 個</p>
<p>三菱 Sulzer 9 RND90M</p> <p>30,150 / 122</p> <p>27,135 / 118</p> <p>96.4 t/d at C.S.O. of M/E</p> <p>18,000</p> <p>24.58</p> <p>22.3</p>
<p>堅円筒水管ボイラ MC-30 EVAPORAT, 3000 kg/h 三菱重工 × 7</p> <p>1300 kw × 2 台, 650 kw × 1 台 900 kw × 1 台</p>
<p>—</p> <p>210.8</p> <p>3,660.4</p>
<p>—</p>



## 製品紹介

### 巴バルブ、アルミブロンズ製の新バルブを開発

バタフライバルブの総合メーカーである巴バルブはこのほど、高級素材であるアルミブロンズを用いた新しいタイプの巴式バタフライバルブ700 Zシリーズを開発した。新バルブは全8種類で同社の技術とノウハウのすべてを投入し、従来バルブ(同社製)の約4分の1の軽量化が実現されたという。

#### (名称)

巴式バタフライバルブ700 Zシリーズ

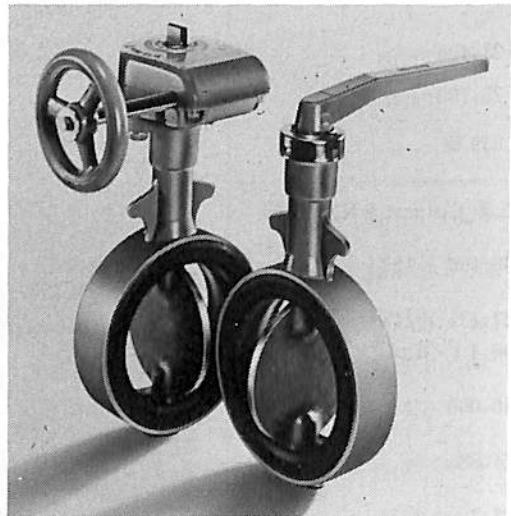
- ① 700 Z-1 Y型(ロック レバー式)
- ② 700 Z-2 Y型(ウオーム ギャー式)

#### (仕様)

- 適用フランジ: JIS, 5 kgf/cm<sup>2</sup>, 10 kgf/cm<sup>2</sup> 兼用
  - 適用流体: 清水, 工業用水, 泥水, 海水, 空気, 潤滑油など
  - 最高使用圧力: 10 kgf/cm<sup>2</sup>
  - 使用温度: -10°C~80°C
  - 本体耐圧試験: 20 kgf/cm<sup>2</sup>
  - シート漏れ試験: 12 kgf/cm<sup>2</sup>
  - 標準材質
    - 本体: ADC12
    - 弁体: ALBC2
    - 弁棒: SUS 403
    - シート: NBR
    - 塗装: エポキシ系焼付塗装
  - サイズ
    - 40A~200A (呼び径40mm, 50mm, 65mm, 80mm, 100mm, 125mm, 150mm, 200mm) 8種類。
  - 駆動部
    - ロック レバー式: 40・50・65・80・100・125・150
    - ウオーム ギャー式: 40・50・65・80・100・125・150・200
- 特許・実用新案出願11件
- シートリング関係
  - 弁体関係
  - 駆動部関係
  - その他 特許・実用新案・意匠登録申請中

同社発表による新バルブの主な特長はつぎのとおり。

- 非常に軽量である
  - ①新素材の採用 ②合理的設計により重量は、従来の巴式バタフライバルブ(同口径)の約1/4。仕切弁・玉形弁に比べると1/4以下と、非常に小型で軽量。
- 耐蝕・耐摩耗性に優れ、長寿命である。極めて優れた耐蝕・耐摩耗・耐熱・耐疲労特性をもつアルミブロンズ弁体を採用。
- 気密性にすぐれ、かつ非常に低トルクである。新開発の弁体、シートリングおよび部品の組合せにより一段とトルクを軽減するとともにシール性能を大幅にアップ。またCV値(流量)も向上。
- ユーザーが使い易いように細かな配慮。5K, 10K兼用型であり、接合フランジの種類によって迅速、簡単に配管ができ、しかも保温は必要に応じて施工可能。その他インジケータの明瞭化等細部にわたる工夫。



アルミブロンズ製巴式バタフライバルブ

■低コストの衛星ナビゲーター“DS 3 Satnv”:  
コンパクトな卓上受信器, アンテナ, ケーブルからなり, 400 MHz の周波数帯域内で作動する。受信器のサイズは, 440 mm×305 mm×180 mm(高さ)で, 密閉式のキーボードが組込まれている。アンテナは直径180 mm, 高さが同じく180 mm。電源は直流10-40 V使用。なお, 任意で交流/直流コンバーターも入手可能。日本代理店はエンジニアリング・イクイップメント・カンパニー・リミテッド(東京都港区東新橋1-3-1 第2小田ビル)

# “船舶” 55年総索引

“SENPAKU”80 Annual Index.

Vol.53 No.580~Vol.53 No.591

ニュース・ダイジェスト, NKコーナー, 竣工船一覧, 特許解説は毎号収載

## NO. 580

1月号

- 新造船/高度合理化コンテナ船“きゃんべら丸”の基本計画について……………村上幹弥  
/“きゃんべら丸”の設計と建造……………三井造船  
＊
- 海洋開発/世界海洋開発シリーズ<1>イギリス……………芦野民雄  
＊
- 第41回IMCO海上安全委員会……………船舶局
- 連載/液化ガスタンカー<22>……………恵美洋彦
- 連載/FRP船講座<26>……………丹羽誠一
- 海外事情/ROROコンテナ兼PCC“Nopal Mascot”
- 世界のFRP船トピックス

## NO. 581

2月号

- 新造船/5,500台積み自動車専用船“第十ふりんす丸”……………金指造船所  
/1,990総トン浅吃水型多目的貨物船  
“友和華丸”……………新浜造船所  
＊
- わが国造船界の海洋開発活動<1>三井造船
- 世界海洋開発シリーズ<2>ノルウェー……………芦野民雄

- 英国の国際海洋開発機器展プレビュー

＊

- 連載/液化ガスタンカー<23>……………恵美洋彦
- 連載/FRP船講座<27>……………丹羽誠一
- 海上保安庁の新造船艇
- 全天候高性能半没水型双胴船“めいさ80”
- 海外事情/VLCCの主機換装“MOBIL HAWKの成功, “タービンとディーゼル”主機燃費差の分析について
- 世界のFRP船トピックス

## NO. 582

3月号

- 新造船/高度合理化コンテナ船“白馬丸”の基本計画……………嶋田武夫  
/自動車専用船“座間丸”……………日立造船  
/二重底とサブマージドポンプを採り入れた“CYS JUSTICE”……………山下新日本汽船
- 海上保安庁新造船艇シリーズ<8>  
800トン型設標船“ほくと”<1>  
＊
- 世界の海洋開発シリーズ<3>カナダ……………芦野民雄  
＊
- 原子力船/エネルギー問題と原子力船の開発……………渡辺幸生
- 連載/液化ガスタンカー<24>……………恵美洋彦

- 連載/F R P 船講座<28>.....丹羽誠一
- 世界のF R P 船トピックス
- 1979年12月末現在の造船状況

**NO. 583** 4月号

- 新造船/高度合理化コンテナ船“日豪丸”の基本計画.....山下新日本汽船
- /“日豪丸”の設計と建造.....日立造船
- 海上保安庁新造船艇シリーズ<9>
- “ほくと”<2>
- \*
- わが国造船界の海洋開発活動<2>石川島播磨重工業
- 世界海洋開発シリーズ<4>フランス...芦野民雄
- オーシャン・テクニカル/世界初のリール式布設自航船“APACHE”
- \*
- 連載/液化ガスタンカー<25>.....恵美洋彦
- 連載/F R P 船講座<29>.....丹羽誠一
- 海外事情/“AL BERRY” AMPTC 初の大型L P G専用船, 新らしいストラドル・バージ・システム
- 世界のF R P 船トピックス

**NO. 584** 5月号

- 新造船/大型高速カーフェリー“おおすみ”
- /“いしかり”の船体改造工事
- 原子力船/“むつ”の現況.....
- 日本原子力船開発事業団
- \*
- 海洋鉄鋼構造物の疲労計算.....
- G.ハラム/G.スターリング
- オーシャン・テクニカル/自動Mooring System付パイプ・レイ・バージ
- わが国造船界の海洋開発活動<3>日立造船
- 世界海洋開発シリーズ<5>西ドイツ...芦野民雄
- \*
- 連載/液化ガスタンカー<26>.....恵美洋彦
- 連載/F R P 船講座<30>.....丹羽誠一
- MAN社長の記者会見
- 海外事情/カタマラン型ガスキャリア
- 世界のF R P 船トピックス

**NO. 585** 6月号

- 新造船/自動車専用船“追浜丸”の基本計画
- .....山田和人
- /SBT5万トン型タンカー“WORLD FREEPOR”の設計と建造.....
- 石川島播磨重工業
- /フランスで建造された47,600 DWTコンテナ船“HELDERBERG”.....間野正己
- \*
- わが国造船界の海洋開発活動<4>三菱重工業
- 世界海洋開発シリーズ<6>ソ連(1).....芦野民雄
- オーシャン・テクニカル/世界最大のセミサブ型パイプ・レイ・バージ
- \*
- 海底ケーブル敷設船“瀬戸内丸”
- 連載/液化ガスタンカー<27>.....恵美洋彦
- 連載/F R P 船講座<31>.....丹羽誠一
- 海外事情/新らしいスクルーコンベアシステム
- 世界のF R P 船トピックス

**NO. 586** 7月号

- 新造船/高度合理化コンテナ船“ジャパン・アポロ”の基本計画.....柴田幸夫
- /“ジャパン・アポロ”の設計と建造.....
- 石川島播磨重工業
- 1974年SOLAS条約及び同条約の1978年の議定書の船舶安全法関係省令への取入れについて(1)
- .....釣谷 康
- \*
- 世界海洋開発シリーズ<7>ソ連(2).....芦野民雄
- \*
- 連載/液化ガスタンカー<28>.....恵美洋彦
- 連載/F R P 船講座<32>.....丹羽誠一
- 新艇/東京商船大学実習船“やよい”.....森田知治
- 海外事情/佐野安開発のRORO用カタマラン 船尾船型
- 世界のF R P 船トピックス

**NO. 587** 8月号

- 海上保安庁新造船艇シリーズ<10>
- 130トン型巡視船“あがき”
- /富士S.E.M.T PA4V形高速ディーゼル機関
- .....富士ディーゼル

- 新造船/全軽合金製大型高速旅客艇“シーホーク2”  
.....三菱重工業  
/横浜税関の25m型高速監視艇“はまかせ”
- 1974年SOLAS条約及び同条約の1978年の議定書の船舶安全法関係省令への取入れについて<2>
- 連載/液化ガスタンカー<29>.....恵美洋彦
- 連載/F R P船艙座<33>.....丹羽誠一  
米
- 12th OTC-80に参加して .....中村和一  
米
- 海外事情/多目的“CONDOK”船が就航
- 世界のF R P船トピックス

NO. 588 9月号

- 新造船/高度合理化コンテナ船”とらんすわーど・ぶりっじの基本計画”.....川崎汽船  
/”とらんすわーど・ぶりっじの設計  
.....川崎重工業
- 超大型コンテナ船“春日丸”の主機換装工事  
.....三菱重工業
- “春日丸”の主機換装に関するコメント  
.....日本郵船
- IMCO/第42回海上安全委員会報告 .....船舶局
- 55年度試験研究補助金の交付を受けた船舶部門の技術概要.....三木 享
- 連載/液化ガスタンカー<30>.....恵美洋彦  
米
- 世界海洋開発シリーズ<8>オランダ...芦野民雄
- わが国造船界の海洋開発活動<5>住友重機械工業  
業  
米
- 新造船/神奈川県漁業取締役“たちばな”.....  
.....日立造船
- 世界のF R P船トピックス
- 1980年3月末現在の建造状況

NO. 589 10月号

- 新造船/ツインバンク・エンジン搭載第1船8万トン型タンカー“GLOBTIK BRITAIN”
- 連載/液化ガスタンカー<31>.....恵美洋彦  
米
- 世界海洋開発シリーズ<9>スウェーデン.....  
.....芦野民雄

- わが国造船界の海洋開発活動<5>川崎重工業  
米
- 新艇/高知県15m型F R P製高速漁業取締船  
“小鷹”と“はつかぜ” .....小林 務
- 海外事情/石炭焚ボイラー搭載船の空気圧送式燃料供給装置
- レストランボート“スミダ3号”

NO. 590 11月号

- 原子力船/“むつ”の安全性総点検補修工事
- 新造船/三重大学向け漁業実習兼学術研究船“勢水丸”
- フランス、ベルギー、オランダの三国協同型機雷掃討艇.....竹鼻三雄 [訳]
- 連載/液化ガスタンカー<32>.....恵美洋彦  
米
- 世界海洋開発シリーズ<10>イタリア.....  
米 芦野民雄
- わが国造船界の海洋開発活動<6>日本鋼管  
米
- 新造船艇/F R P製双胴型測量船“きたうら”  
.....日本飛行機
- 旧陸軍舟艇の思い出.....佐々木孝男
- 海外事情/石炭・船用燃料に復活、中速ディーゼル機搭載のイタリアの大型コンテナ船  
“Ercole Lauro”
- 1980年6月末現在の建造状況

NO. 591 12月号

- 新造船/油送船“天龍山丸”の基本計画.....  
村上幹弥  
/“天龍山丸”の設計と建造.....  
住友重機械工業
- スターリング機関の現状.....塚原茂司  
米
- 世界海洋開発シリーズ<11>スペイン、フィンランド、デンマーク、ルーマニア、ブルガリヤ/欧州諸国.....芦野民雄  
米
- 連載/液化ガスタンカー<33>.....恵美洋彦
- 海外事情/エバーグリーンの“L”クラスコンテナ船，“VCR”船と在来冷蔵貨物船

# 特許解説 / PATENT NEWS

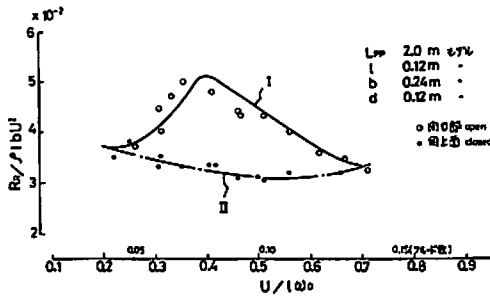
幸 長 保 次 郎

特許庁審査第三部運輸

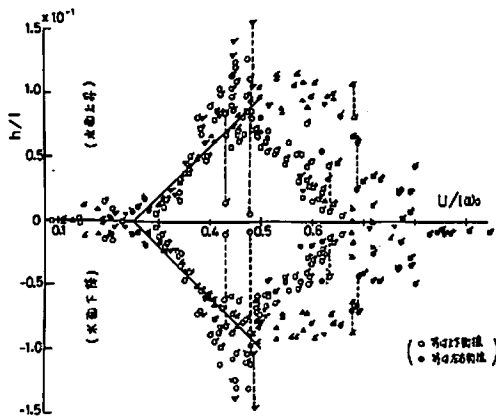
## ●船体水中開口部の調整装置 [特公昭55-223 16号公報, 発明者; 福田和広, 出願人; 三井造船]

掘削船などのように, 船体を垂直に貫通して水中に開口する開口部をもつ船体が走航するとき, 開口部内流体が動揺して, 走航抵抗が大になることが指摘されており, 従来このため開口部船底に蓋を設けたり, 開口部周壁に固定フランジを設けることが行なわれている。しかし, 蓋を設ける場合には, その強度を大にしなければならず, また固定フランジでは, その設計船速では効果的であるが, 船速が変化した場合には対応できない問題がある。

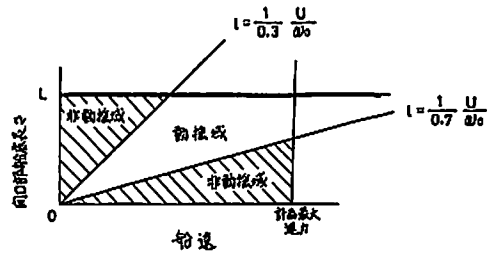
本発明は上記従来の欠点を除去するために, 開口部船底近くに開口部長さ調整板を配置し, 船速に応じて調整板を開口部に出没せしめ, あらゆる船速において開口部内流体の動揺を最小限にし, 走航抵抗



第 1 図

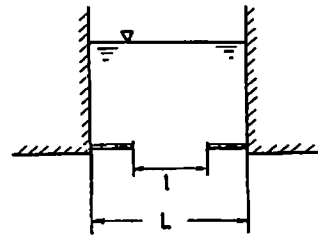


第 2 図

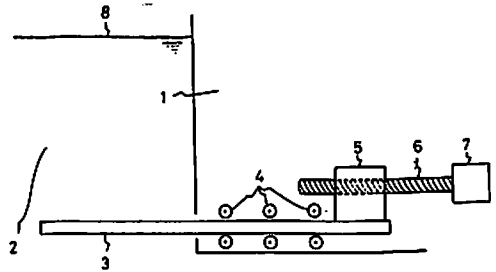


第 3 図

第 4 図



第 5 図



値を最小とするものである。

開口部を開放した場合と閉鎖した場合の船体抵抗の変化をみると (第 1 図), 船速  $U$ , 開口部船長方向長さ  $\ell$ , 上下動固有円周波数  $\omega_0$  として,  $U/\ell\omega_0$  がある値域の場合, 急激に高くなっている。また開口部を開放した状態における開口部内の水面上昇, 下降の大きさをみると (第 2 図), やはり  $U/\ell\omega_0$  がある値域において, その動揺振幅が大きく, しかも上記両者にきわめて密接な因果関係のあることが了解できる。

すなわち,  $U/\ell\omega_0$  が 0.3 以下および 0.7 以上で開口部内流体の動揺が減少し, 船体抵抗値が低下することが認められる。

したがって船速  $U$  と開口部長さ  $\ell$  を  $U/\ell\omega_0 \leq 0.3$ ,  $U/\ell\omega_0 \geq 0.7$  の関係となるよう,  $U$  の変化に伴って  $\ell$  を, モータ 7, 駆動ねじ 6 などにより調



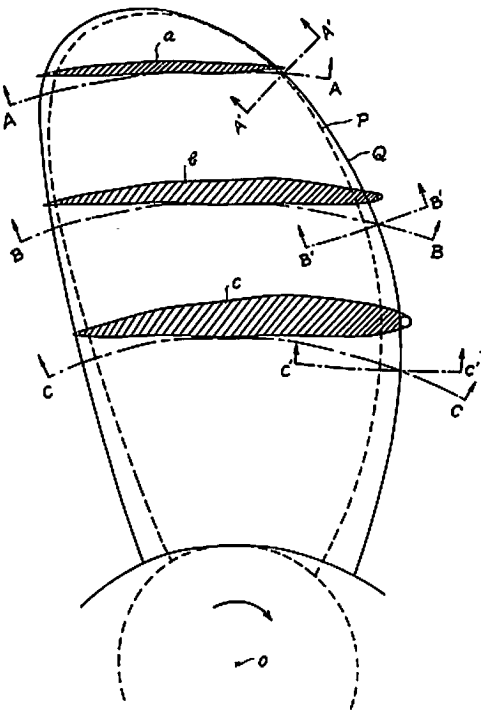
整自在とすれば、常に最小限度の船体抵抗の下に走航できることになる。

●船用プロペラ〔特公昭55-22320号公報、発明者；千葉規胤、出願人；三菱重工業〕

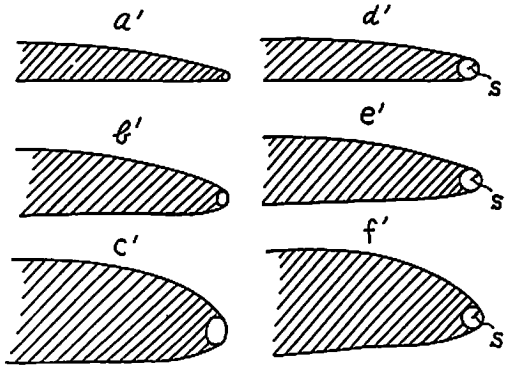
プロペラの形状を指定するのに、従来においては、プロペラ軸心Oを軸とする円筒面（例えばA-A、B-B、C-C）で、翼のねじれをなくした展開図Qの切断部の翼型a、b、cの形状によって行なっている（第1図）。したがってプロペラ翼前縁において、プロペラ翼輪郭線Qに直角な面A'-A'、B'-B'、C'-C'で切断した断面は、それぞれ第2図a'、b'、c'に示すようになり、各断面a'、b'、c'の前端部における内接円の半径は一定ではなく、工作の困難性、仕上がりの悪さを招く原因となっていた。

本発明は、このような問題点を解決しようとするもので、プロペラ翼前縁の工作が容易で、仕上がりが良く、また流体力学的にも優れた船用プロペラを提供するものである。

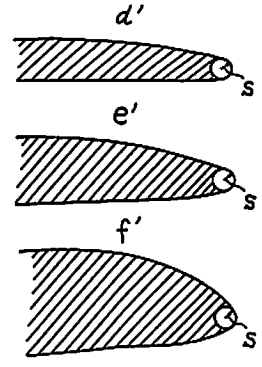
図面において、破線Mはプロペラ翼をそのポストともに示す正面投影図であり、実線Nはプロペラ翼のねじれをなくした展開図、すなわちプロペラ翼の



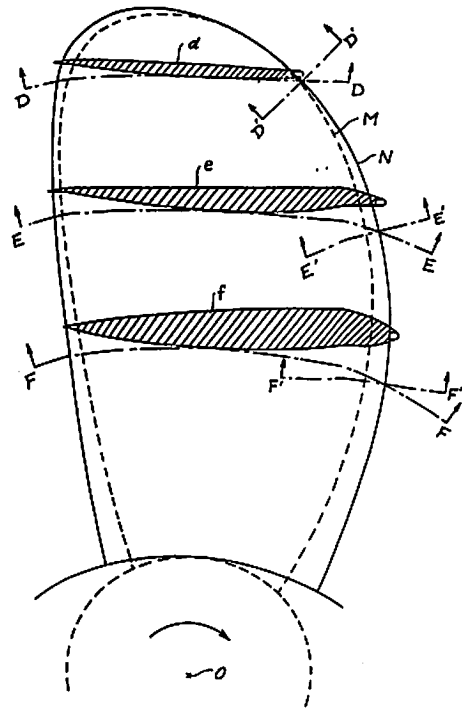
第1図 従来例



第2図  
従来例



第4図  
本発明



第3図 本発明

輪郭線である。プロペラ半径の中央部付近から翼先端にかけての、翼輪郭線Nに直角な面D'-D'、E'-E'、F'-F'で切断した断面d'、e'、f'をとったとき、その前端部における内接円の半径Sが一定に構成されている。

したがって、プロペラ翼の前縁の仕上げの際に、1個の仕上げ型（ゲージ）を用い、これをプロペラ翼輪郭線Nに直角に当てるだけで正確な形状に仕上げることができる。

また、プロペラ軸心Oと同軸の円筒面D-D、E

-E, F-Fで展開図Nを切断した断面図d, e, fの前縁をみると、前縁は横に長い長円となり、しかも翼端に近いほどその長短軸比が大となることから、キャビテーション防止の面からも利点のあるプロペラ翼の形状となる。

●船用燃料油溢水防止自動給油装置〔特公昭55-26032号公報、発明者；植田康吉、出願人；ガデリウス〕

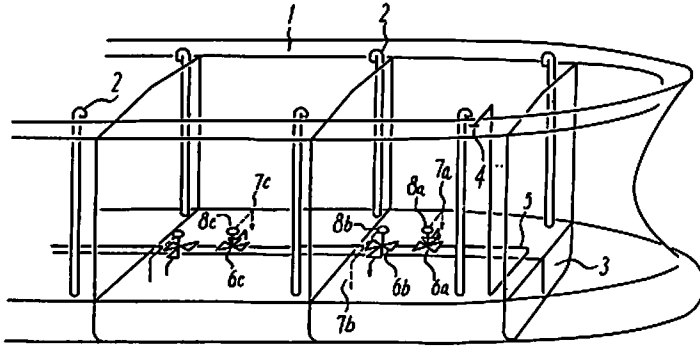
船用燃料油は船舶の入港時に、はしけまたは陸上の貯蔵槽より送られ、これを受入船の機関要員が船底に設けられた燃料油槽の液面を測定しながら所定の受入量に近づくと、バルブの切換を行ない複数の燃料油槽へ次々と満たしていく作業が行なわれているが、この作業には、例えば1万トンクラスの船で、数人で約10時間も要している。また液面の測定は通常、重錘のついたワイヤ等を用いて人手により行な

われるが、切換えの遅れにより空気抜管、測深用管から燃料油を噴出させ、海面の汚染事故を引き起こしている。

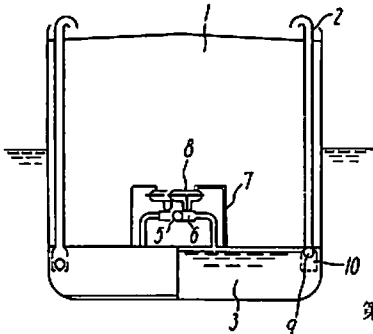
本発明は、上記欠点を解決するもので、多数の燃料油槽への給油の切換を自動的に確実に行ない、空気抜管等よりの油溢れの防止を図るものである。

図面において、船体1の船底部に燃料油槽3が設けられ、外部からの送油取入口4より給油管5を介して、燃料油が供給される。給油管5より各燃料油槽へには切換弁6、空気圧式切換弁駆動装置8、油槽内空気圧伝達管7が設けられ、また燃料油槽3にはフロート9、フロート式閉止弁10を介して空気抜管2が設けられる。

陸上またははしけより送り込まれた燃料油は、取入口4、給油管5、切換弁6を経て、第1の燃料油槽3へと流入する。油槽3内の油面が所定の高さまで上昇すると、空気抜管2のフロート式閉止弁10が



第1図



第2図

作動し、空気抜管での流体の流通が止められるが、さらに燃料油を供給し続けると、油槽3内の空気圧は上昇していく。所定の圧力になると空気圧伝達管7を介して切換弁駆動装置8を作動させ、切換弁6を駆動して、燃料油の供給先を第2の油槽へと切換える。以下順次同様の作動により、すべての燃料油槽に燃料油が供給される。

船舶/SENPAKU 第53巻第12号 昭和55年12月1日発行  
 12月号・定価800円(送料41円)  
 本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。  
 発行人 土肥 勝由/編集人 長谷川 栄夫  
 発行所 株式会社 天然社  
 〒104 東京都中央区銀座5-11-13 振替・東京 6-79562  
 編集・販売・広告  
 〒162 東京都新宿区赤城下町50 電・03-267-1950

船舶・購読料

1カ月 800円(送料別 41円)  
 1カ年 9,600円(送料共)  
 \* 本誌のご注文は書店または当社へ。  
 \* なるべくご予約ご購読ください。

# 三菱重工船舶用制御システム製品

超合理化船の省力化、省エネルギー対策です！

## MEDEA

操船性能と機関性能の両方を向上させる  
三菱電子式ディーゼル機関遠隔制御装置



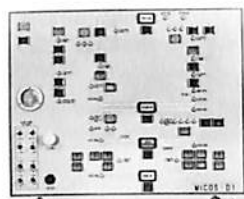
## MARAC-III A

USCG、IMCO規則に準拠した  
三菱船舶衝突予防装置



## MICOS-D1

超合理化船の必須システム  
三菱ディーゼル船機関部  
ワンマンコントロールシステム



## MLC-1600

縦強度や復元性の計算に  
三菱船用積付計算機



## MACCS

ボイラの自動燃焼制御・  
蒸気温度制御・給水制御に  
三菱船用ボイラ制御装置



## COMOS-D4

超合理化船の安全を約束する  
三菱ディーゼル船機関部状態監視・記録システム



## MLC-3200

三菱船用積付計算機  
ハンディタイプ



陸上における各種操作訓練用、関連機器・システムの開発に

# SIMULATOR SYSTEM

当社の最新技術により、いかなるご要求に対しても援助いたします。詳細は下記へお問合せください。

三菱重工業株式会社 船舶・鉄構事業本部 船舶技術部 東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎東京(03)212-3111

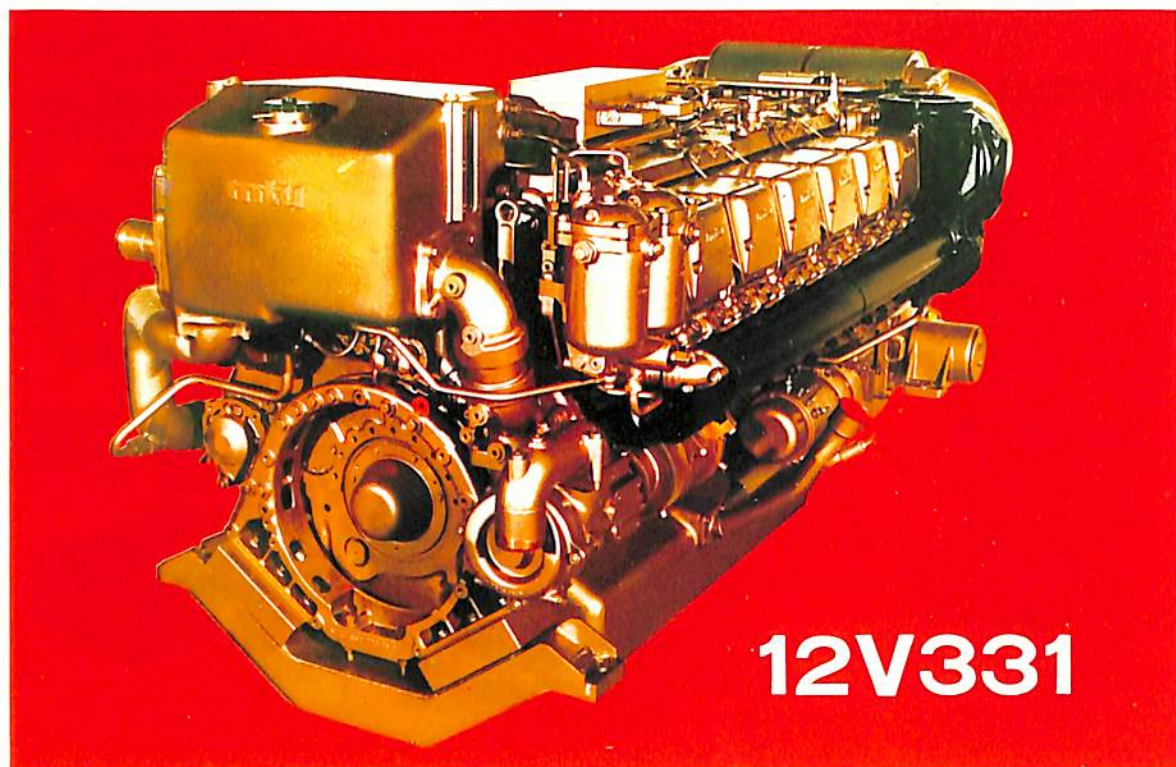


SENPAKU・VOL.53 NO.591 1980 DECEMBER

Published Monthly by TENNENSHA & Co., Ltd. No.11-13 5-Chome Ginza Chuo-ku, Tokyo, Japan.



“マリンホーク” 船主：昭和海運(今治市) 航路：三原～今治



12V331

■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.

エムデーウー  
**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

保存委番号：

241001

定価 800円

雑誌コード05541-12