

船舶

造船・海洋開発

5

MAY

First Published in 1928 — 1982 Vol.55 / No.608

新連載・船殻設計の理論と実際／船舶の就航実績解析プログラムと解析例／高度合理化コンテナ船“あめりか丸”



有明工場で竣工した世界最大の鉱石船 “HITACHI VENTURE” (26万DWT)

 **日立造船**

全巻に歴史的な船の貴重な写真を多数収載!!

上野喜一郎 / 著

船の世界史 全3巻 完結

上巻

B 5判上製 380頁、カバー装、図版 330余、定価5,000円(送料350円) I S B N 4-8072-4008-0 C 3056 ¥5000 E

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

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

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/大西洋航路客船の発達/イギリス船の躍進/イギリス・ドイツ船の競走/マンモス船の出現/世界最大船の出現/汽船の速力/船と速力/ブルーリボン/大西洋の横断速力の推移/汽船時代の航海/航海の区域/航海の方法/船のトン数/わが国におけるトン数速度の沿革/現在のトン数測度の方法/運河トン数 第2編—日本の汽船〈明治時代〉汽船の誕生/鉄船から鋼船へ/航路の伸長/航洋船の建造/特殊貨物船の建造/特殊船の出現/その後の造船・造機〈大正時代〉客船の発達/貨物船の建造/特殊貨物船の発達/特殊船の発達/ディーゼル船の出現/昭和時代(戦前)客船の発達/貨物船の発達/特殊貨物船の発達/特殊船の発達/昭和時代(戦時)戦争と船/鋼船の建造/造船所の拡充と建設/その他の船の建造/商船の艦艇への改装/陸軍特殊船の建造/戦時中の造船量 付録—船の歴史年表(2)、汽船の発達史上有名な船の要目(2)/船体/推進装置

下巻

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

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

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

発行：舵社 〒105 東京都港区浜松町1-2-17 ☎03-434-5181 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)



安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。

結露・氷結から視界をまもりまします。
変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、
吹き付ける氷雪、操舵室の窓は、どうしても
曇りがちです。

でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視
界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス
表面に薄い金属膜をコーティングして通電
発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融
雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金
属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜
の保護や感電防止も万全です。またガラス
は万一割れても破片の飛び散らない安全な
合わせガラスです。

ヒートライト® C

 **旭硝子**

〒100 東京都千代田区丸の内2-1-2 (千代田ビル)
☎(03)218-5397(加工硝子部)

SEIKO MARINE QUARTZ CHRONOMETER

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

安全航海に信頼の標準時計をお選びください。
厳しい環境条件に耐えぬく特別設計。
その上、インテリア感覚あふれるデザインですから、
船舶用としてだけでなく、正しい時間が要求される
いろいろな所でお使いいただけます。

主な特長

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

船内の
子時計を
駆動する
親時計として



セイコーオーツクロノメーターQC-6M2

300×400×186mm 20kg

- 子時計は豊富に揃ったデザインからお選びください。

- カタログご請求ください。

標準時計に小型・軽量、持ち運び自由な



セイコーオーツ クロノメーター QM-10

標準小売価格
150,000円
184×215×76mm
2.2kg

マホガニー木枠のインテリア感覚あふれる



セイコーオーツ クロノメーター QM-20

標準小売価格
188,000円
200×220×107mm
2.8kg

5



目次/Contents

新造船の紹介/New Ship Detailed

高度合理化コンテナ船“あめりか丸”の基本計画……………毛利武弘…10
 On the Basic Planning of the Highly Progressive Container Ship“AMERICA MARU” T.Mohri

“あめりか丸”の省エネルギーおよび省力化設備について…三井造船・基本設計部…22
 on the Design & Construction of the Highly Progressive Container Ship“AMERICA MARU”Mitsui Engineering & Shipbuilding

新連載/船殻設計の理論と実際<1>……………間野正己…29

船舶の就航実績解析プログラムと解析例……………田中 稔…36
 Computer Program for Analyzing Voyage Data and an Example of Analysis M.Tanaka

連載/山県昌夫先生と目白水槽<12>……………重川 渉…48

連載/液化ガスタンカー<47>……………恵美洋彦…50

海洋開発

海洋構造物<2>……………芦野民雄…63

Ocean Technical News Flash ……………62

舟艇協会創立50周年記念特集・4

ボート界50年間の変遷<2>……………小山 捷…67

IMCOレポートNo.5 / 第23回コンテナ貨物小委員会, 第26回航行安全小委員会………… 7

NKコーナー……………35

海外事情/Italcantieri社の石炭焚きバルク・キャリア……………60

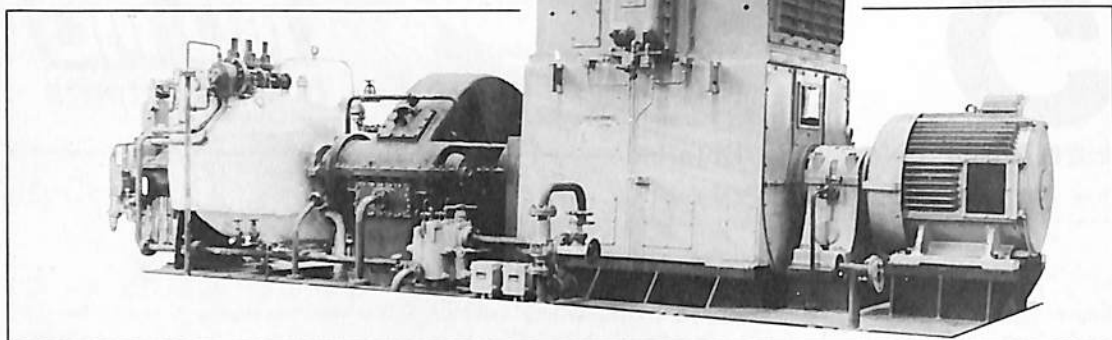
ニュース・ダイジェスト……………78

特許解説/Patent News ……………80

表紙/世界最大の鉾石運搬船“HITACHI VENTURE”

日立造船有明工場で建造されたChivalry Carries社向け26万重量トン鉾石船。1月8日引渡し後、ブラジルとヨーロッパ間に就航した。

本船は船首に同社開発のシリンドリカル・バウを採用、船尾にもHZノズルを装備し、また静圧過給機関と排ガスエコマイザーによるターボ発電機の採用など低燃費対策を行なっている。また同社開発の自動航法装置“トランソライン・マークII”も装備している。(主要目は61頁参照)



—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



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

丹羽誠一著

FRP船の建造技術

B5判310頁・上製・図表写真多数／定価6,500円(送料350円)

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

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

発行 舵 社・発売 天然社

〒162 東京都新宿区赤城下町50
電話(03)267-1931

第23回BC(コンテナ貨物)小委員会

第23回コンテナ貨物小委員会は、去る2月8日から12日までロンドンで開催された。その概要を紹介する。

1.1 先ず、BCの活動に触れておくと、主として、安全なコンテナに関する国際条約(CSC条約)および固体ばら積み貨物に関する安全実施基準(BCコード：バルクケミカルコードの略ではない。)について検討を行なっている。このことから判るように、BCは造船関係者より、海運関係者にとってより重要な委員会であり、またBCコードは石炭、微粉精鉱等のばら積み運送を対象としていることから、これら一次産品を主要な輸出品目としている発展途上国も比較的多く出席する数少ない委員会の一つでもある。

1.2 次にCSC条約に関係する動きを紹介する。CSC条約は、昨年4月2日第44回MSCにおいて、81年改正が採択され、昨年12月1日に発効している。81年改正は、

(イ)第1回目の保守点検及び安全承認板の取り付けを1985年1月1日まで猶予する。(この結果、第2回目の保守点検は1987年1月1日まで猶予されることになる。)

(ロ)イ)に合わせて、新造コンテナ(条約発効日以後製造に着手されたコンテナ)について義務づけられている製造後5年以内での第1回目の保守点検を1987年1月1日まで猶予する。

等を内容とするものであり、この改正に合わせ、わが国においても船舶安全法施行規則等の一部が改正されている。

81年改正は条約で規定されている。現存コンテナに対する条約発効後5年以内の保守点検及び安全承認板の取り付けに関し、特に米国等多数のコンテナを所有する国の中には、その実施が危ぶまれる状態に至ったことに起因するものである。

今次会合の主たる検討事項は、第21回BCにおいて、米国から提案のあった、現行の保守点検の代替制度(条約で規定したものよりも厳重な検査及び保守システムを、商取引等の必要性から、具備し実施しているコンテナ所有者に対し、条約で規定されている再検査時期の表示を免除する)で

あったが、さらに詳細な検討が必要とされ、次回結論を出すことになった。

また当初検討項目には上げられていなかったが、タンクコンテナの検査間隔について、CSC条約をIMDGコードの規定に合わせ、30カ月と改める旨の提案が行われ、これに端を発してタンクコンテナ以外のコンテナについても検査間隔を30カ月とするとの意見も出されている。本件は次回BCにおいて再度検討される予定である。

1.3 BCコードに関係した動きを紹介すると、イ) BCコードを強制化することの是非について前回のBCから検討が行なわれており、前回、強制化する場合適当と考えられる項目のリストアップが行なわれた。

今次会合においては、現時点では積地においてデータが入手できない等の指摘がなされ、詳細な検討は次回以降引き続き行うこととなった。

ただし、74年SOLAS条約第7章(危険物の運送)の改正案(今秋採択予定)のA部は個品輸送に限定されていることから、化学的危険性を有する固体のばら積み運送について大まかな基準をおくD部が作成され、その中でBCコードが参照(強制ではない)されている。

ロ) 石炭はBCコード付録B表(化学的危険性を有する物質)にエントリーされており、運送時の要件等が定められている。現在の規定では、メタンを発生する場合及び自然発火性を有する場合の要件が定められているのに対し、一律に要件を課す旨の提案が行なわれたことが議論の発端となっている。本件は、最近の石炭海上輸送量の増大とも関連し、今後主要な検討項目となると考えられる。

ハ) その他、DRI(Direct Reduced Iron: 還元鉄)の運送要件がまとめられ、MSC Circular(案)が作成された。また、試料採取法及び液状化する貨物の復原性基準がまとめられ、MSCへ送付されることとなった。

1.4 その他、穀類の運送に関し、荷燥りの免除及び荷燥り基準を定めたMSC Circular(案)が作成され、MSCへ送付された。(文責：三谷)

第26回NAV(航行安全小委員会)

船舶の航行安全というと、昔から、燈台などの航路標識や船燈・汽笛などが代表的なものとして考えられている。たしかに、燈台のある風景は写真とか油絵にとっては絶好の題材であり、各種の本の表紙などにも使われているのを見かけるし、船燈は、部屋のインテリアとしても一風おもしろく情緒があり、それを目あてに船具屋や骨董品店を捜すマニアもいるし、汽笛も、これまた馴染み深く、神戸や横浜の港町の洋館(神戸の北野町などを想い浮かべて欲しい)で聞く汽笛の音もいいが、青函連絡船で北海道へ渡り、函館あたりで、もう本州ともお別れだと思いつつながら汽笛の音を耳にするのも、また、なんとも言えない情緒があるそうである。

このように、船の航行にまつわる話題は、昔から数多く、また興味尽きないものであるが、それらに関する条約は、技術的な事項がこれでもかというほど、数字と文字がちや混ぜになって、頭痛がするほど続いており、まったく味気ないものである。

また、最近のIMCOの委員会では、なじみ深い燈台や船燈や汽笛のかわりに、目に見えない電波を使用するわけのわからない電波標識の話とか、船舶の無線航法システムの話とか、通信衛星を使う救難システムの話が盛んに議論されるようになってきた。

IMCOで扱っている船の航行についての代表的な条約には、

①1972年の海上における衝突の予防のための国際規則に関する条約(1977年7月15日発効、1981年の改正については1983年6月1日発効予定)(以下「衝突予防条約」という。)

②1974年の海上における人命の安全のための国際条約(1980年5月25日発効、1981年の改正については1984年9月1日発効予定)及び1974年の海上における人命の安全のための国際条約に関する1978年の議定書(1981年5月1日発効、1981年の改正については1984年9月1日発効予定)(以下「SOLAS条約等」という。)

及び③1979年の海上捜索救難に関する国際条約(未発効)(以下「SAR条約」という。)があり、それぞれの条約に関連する問題について、本年2月15日から19日までロンドンIMCO本部で開催された第26回航行安全小委員会では、次のような議論が進められた。

衝突予防条約に関連する作業

① 衝突予防条約の改正・解釈問題については、④

条約の規定中に分離通航帯における横断船の横切り角度について解釈上の混乱があるため第10条(c)の横切り角度に関する表現を改正すること。

⑤沿岸通航帯の使用が許される船舶の範囲を明確にするため第10条(d)を改正することなどが議論された。

② 船舶の航路指定に関し、追加修正案がまとめられた。

SOLAS条約等に関連する作業

① 船舶に備えつける航行設備につき、その技術基準等が次のように審議された。

④旋回率指示計(Rate-on-turn indicator(ROTI))は、SOLAS条約の改正によって、1984年9月1日以後建造される総トン数10万トン以上の船舶に義務付けられることとなるが、その技術基準について原案がまとめられ、1983年秋の総会で採択される予定である。旋回率計とは、船の旋回角速度を表示する装置で、表示板の目盛中央より左側をport側、右側をstarboard側の旋回とし、原案では目盛の長さは中央より左右120mm以上、1度/分をスケール上4mmで表わし±30度/分以上の表示ができるものとし、精度は0.5度/分に旋回率の5%を加えたもの以下とされている。

⑤レーダーの技術基準を改正し、固定周波数レーダービーコンの受信機に関する規定を含めるかどうかについては、時期尚早であるとの意見が多く、IALA(国際航路標識協会)の検討を待つこととなった。

⑥救難用掃引周波数トランスポンダーの使用については、掃引周波数レーダービーコン(陸上の電波標識の一種)の利用に混乱を与えることのないよう、トランスポンダーのシグナルコードを国際的に統一することとなり、遭難信号を受信する船舶上のレーダーの画像において、連続する207の点列で表示されるような信号を用いることで基本的な合意が得られている。また、トランスポンダーは主として救命いかに積み込まれ使用されるものと考えられているが、将来、トランスポンダーを小型化し、救命胴衣に装着する可能性も残されているため、その場合の利点欠点について議論が続けられる予定である。

② 無線航法システムの精度要件について検討が行われた。

③ 船舶内において使用する標準的な航海用語のう

ち基本的なものは既に総会決議として勧告されているが、それ以外の追加の語句について審議された。

SAR条約に関連する事項

- ① 捜索救難を行うにあたって、全世界の海域について各国の分担区域を決めるにあたっての準備作業が進められた。
- ② 船舶の運航通報システムの整備に関し審議が行われた。

以上のように、一般には馴染みのうすい話題ではあるが、航行安全小委員会では、さまざまな角度から航行の安全に関する議論が行われてきている。

(文責：川井)

■ミニ情報

1) IMCO委員会開催スケジュール (予定)

- 4月26日～4月30日 第15回STW
- 5月10日～5月14日 第10回BCH

- 6月21日～6月25日 第17回MEPC
- 6月28日～7月2日 第25回DE
- 9月6日～9月10日 第34回CDG
- 9月20日～9月24日 第27回NAV
- 11月22日～11月26日 第47回MSC

2) IMCO資料室新刊案内

- バルクケミカルコード (9回改正まで)
(英和対訳)
- ガスキャリアーコード (3回改正まで)
(英和対訳)
- A. 466 (XII) 船舶の監督手続き (英和対訳)
- A. 468 (XII) 船内騒音コード (英和対訳)
- 74年SOLAS条約第一次改正 (英文)
- 77年トレモリノス漁船安全条約 (英和対訳)
- 国連危険物輸送勧告 (UNオレンジブック)
(英和対訳)

Ship Building News

■川重、世界最大の可変ピッチプロペラを完成

川崎重工ではこのほど同社明石南工場において、直径11mの世界最大の可変ピッチプロペラの組立を完了した。

この可変ピッチプロペラは、同社の実績累計約420軸、240万馬力におよぶ豊富な経験をもとに製作されたもので、寸法的には従来の就航の中で世界最大実績(可変ピッチプロペラ8.2メートル、固定ピッチプロペラ10.5メートル)をうわまわる記録的製品である。

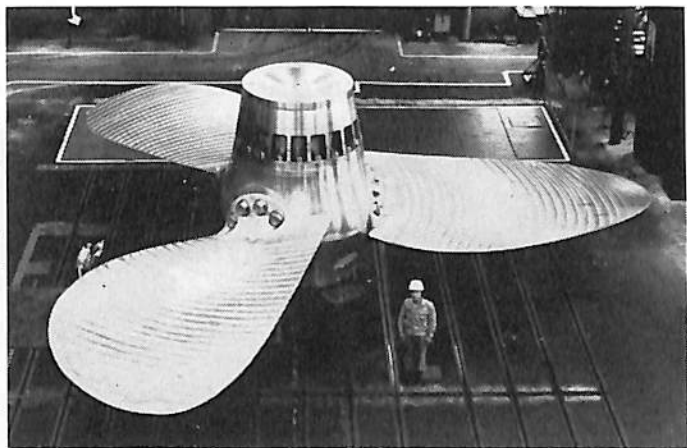
この可変ピッチプロペラは37次計画造船として同社坂出工場で建造中の日邦汽船向け208,000重量トン型鉾炭船(昭和57年9月就航予定)に装備される。

なお同鉾炭船は新日本製鐵、日邦汽船および同社の3社で省エネルギー船開発委員会を設けて開発した画期的な超省エネルギー船であり、可変ピッチプロペラは、1機1軸、2サイクルディーゼル・ギヤダウン型推進装置の一

環として省エネルギーに寄与する設計となっている。

可変ピッチプロペラの要目はつぎのとおり。

型式 川崎-エッシュァイス式 2400P3 / 670RS型
軸馬力 15,700 PS 45回転/分
プロペラ 直径：11.0 m 翼数：3 ポス径：2.4 m 材質：ニッケルアルミニウムブロンズ



On the Basic Planning of the Highly Progressive Container Ship
"AMERICA MARU"

by Takehiro Mohri

Vice General Manager, Technical Department: Mitsui O.S.K. Line Ltd.

高度合理化コンテナ船“あめりか丸”の基本計画

毛利 武弘

大阪商船三井船舶・工務部副部長

● はじめに

日本～北米加州航路は、わが国で最初に外航コンテナ専用船の就航したところである。わが社では昭和43年10月19日に“あめりか丸”（3世）が完成、生れるまでの関係者の不安を吹きとばす満船の出港となった喜びが、既に14年以前の想い出となってしまった。

その後、この航路用には昭和46年11月に“あじあ丸”（1000 TEU）を加え、2隻をもってKL、JL、YSと4社グループを組み、8隻の船隊でスペースチャーター方式のサービスを続けて来た。なお同航路には他にNYKと昭和による2社グループがあり、6中核体すべてが配船を行なっている。

しかし開設後、10数年を経て貨物の増加、並びに内容の変化など航路事情も当初とは相当に異って来ており、716 TEUとコンテナ積載数が小さく、40フィートベイの少ない“あめりか丸”（3世）は次第にこの航路に不適となりつつあった。

途中、甲板上コンテナ3段積みのための設備（計画2段）、固定バラスト設置による復原性の改善、20フィートベイから40フィートベイへの改装など、部分的な改良を施して来たものの、しょせんは応急処置に過ぎず、昭和55年初め頃より、代替船の建造が具体的に検討されはじめた。

このような事情は加州航路に配船する他の5社においても全く同様であって、初期就航船の新造船によるリプレースは、53年12月のNYKの“比良丸”を最初として順次行なわれることとなった。

この十数年間には2次にわたるオイルショックがあって省エネルギーが強く叫ばれ、また3国人配乗船の進出によって日本人船員の職場がおびやかされ、その国際的競争力を高めるために、少数定員船の実現——高度合理化が至上の使命となった。

この間、一般の産業界はエレクトロニクスを中心とした激しい技術革新の波にあらわれつづけたが、船舶技術の面でも、この省力、省エネルギー化をめざして、種々の技術開発が行なわれ、実用化されて



コンテナ船要目比較

船名		あめりか丸(3世)・23次	きゃんべら丸・35次	あめりか丸(4世)・36次
建造所		三菱神戸	三井玉野	三井玉野
竣工年一月一日		43-10-19	54-10-29	57-3-27
LOA (m)		187.00	216.30	222.51
Lpp (m)		175.00	199.00	206.00
B (m)		25.00	32.20	32.20
D (m)		15.50	19.00	19.00
d scant (design) m		9.525	11.52 (10.20)	11.62 (10.50)
G/T		16,404.77	32,163.5	31,854.79
D/W (M/T)		15.440	29,888	32,207
積載 コンテナ数	甲板上	段×列 (TEU) 2×8 228 (60)	3×12 634 (222)	3×12 696 (404)
	船内	段×列 (TEU) 6×7 488 (20)	7×10 936 (380)	7×10 980 (0)
合計 (TEU)		756 (80) ()内冷凍コンテナ	1570 (602)	1676 (404) 甲板上2段 1588
貨物油タンク m ³		—	—	1,280
主機		三菱SULZER 8 RND105	三井B&W 9 L 90GFC	三井B&W 9 L90GFCA
MCO(PS)×回転数(rpm)		28,000×108	30,700×94	35,500×97
NSR(PS)× "		23,800×103	26,100×89	25,300×87
速力	試運転最大	26.38	25.06	25.74
	滿載航海	22.40	22.31	22.27
燃料消費(C)/D(9600kcal)		90	90	85.7
最大搭載人員		33	30	30

注・亜米利加丸(1世)は戦前、またあめりか丸(2世)は5次船で南米移住船として活躍した。

来た。そしてこの1~2年は、特に主機関において、低燃費率が著しく進み、各主機メーカー間で競い合いとなっている現状である。

昭和55年春にスタートした“あめりか丸”(3世)代替船の計画においては、現時点で最も新しい省エネルギー、省力化技術を盛り込み、経済性の優れた船を造り出すことに主眼が置かれたのは当然のことであり、その直前の昭和54年10月29日に完工した濠州航路向け高度合理化コンテナ船“きゃんべら丸”を考へるの原点としながらも、すべての面で洗いをしない、より進歩した船となることを目標とした。“きゃんべら丸”については本誌Vol53, No 580 参照・編集部注)

以下、本船の基本計画について概説し、特に機関部の、省エネルギー対策については、三井造船船舶海洋プロジェクト事業本部基本設計部の紹介にゆずることとしたい。

●主要目の選定

本船の計画に当って定航部門より要望された諸条件は次の通りである。

Total TEU 1600
(船内7段, 上甲板上 3段ベース)
Max 40 ft Space

Total Space の65%を目途とする
Reefer Plugs / Space
200 / 40 ft × 200 個
Service Speed 18~22 kt
常時調整可能のこと

これらの要求数値は、冷凍コンテナの積載可能個数が少ないことを除いて、“きゃんべら丸”とはほぼ同一であったが、およそ2年半のタイムラグの間に省エネルギーの要請は一段と強くなり、他方、幸いにして三井造船では、主機関として従来に比し15%の出力アップを図ったGFCA型が開発されていたので、本船の主機として90GFCAを採用することとし、最も経済性の高い船型~主機型式の組合せが何であるかを、何種類もの要目を設定してシステムティックに追求することとなった。

この際、多少の初期投資の増加があっても、数年の間の燃費節減によって、回収可能と推定される方法があれば思い切って採用のこととした。この点、省エネルギーと共に低船価に重点を置いた“きゃんべら丸”とは若干視点が異っている。

甲板上3段積みでコンテナ積個数1,600TEU(強)とすると、コンテナベイ間隔、甲板上コンテナラッシング用具格納スペースを適当に確保し、航海速力22ノットを確保するための主機に8L90GFCA, M

CO 31,500 PS × 97 RPMを搭載して、Lpp 197 mと算出された。

巾はパナマックスの32.2 m、深さは8' 6" 7段に対して19.0 m、運航吃水は寄港地の港湾事情を勘案して10.6 mと設定した。

この197 m、8 L90G FCA型をオリジナル船型として、推進性能改善のために長さを1ベイ分(約7.5 m)延長して C_b をしばった船型、 C_b をしばらず運航吃水を浅くした船型、いずれの場合にも主機関を一筒多い9 L90G FCA、MCO 35,500 PS × 97 RPMとし、常用は大きくディレートして省燃費を狙うケースを組合せて12船型につき経済性を比較した結果、1ベイ、1シリンダー増加、 C_b をしばる組合せが当然、船価は若干アップするものの最も経済性において優れていることが判明し、採用船型と決定した。

なお、MCOを定格通りの35,500 PSとし、補機類軸系等をそれに合せたのは、将来スピードアップの必要が生じた際への適応を考えてのことである。

Dead Weight はアメリカサイドの吃水制限10.60 mの中で1,600 TEU (14 $\frac{1}{2}$ /20', 22 $\frac{1}{2}$ /40', TEUベースで20'40'各50%)および1,100 $\frac{1}{2}$ の貨物油を積載し、アメリカ側で補油可能ベースとした。運航吃水は最終的には軽荷重量の減少により10.50 mとなった。

Stability については、上記条件、ユニフォームロード、ArrivalでGoM + 0、ActualではWeight Controlにより60cm程度確保を目標とした。

● 船体部の計画

1. 船体構造

"きゃんべら丸"で採用した船艙部舷側上部のシングルハル構造、船首部を除くハッチカバーのパッキンレス構造は、そのまま踏襲のこととし、船体縦強度については荷役中の偏積で、特定の1ベイが空艙近くなるような状況でも堪えうるものとし、また左右アンバランスとなる場合に備えて、十分な振り強度を持たせることとした。

また最近の北太平洋における"尾道丸"その他の海難事故の教訓から、波浪の衝撃により損傷を生じぬよう形状、構造に配慮を行なった。

2. コンテナ積付枚

コンテナは艙内7段10列は当然として、甲板上を物理的に可能な13列とするか、または余裕を見た12列とするか、双方の利害損失の比較を慎重に行なっ

た。

そして本船では12列としても営業要求の積個数を十分カバーできるのでコンテナオペレーション上、余り条件がつかぬことを重視して、12列を採用することにした。

コンテナ積載能力は、甲板上3段で1,676 TEU、2段で1,588個である。

この内艙内は20' 420 TEU、40' 560 TEUであり、上甲板は20'~40' Convertible、ただし12TEU分は20'のみ積取り可の部分があるので、40' Max 積取比率は、

$$40' : 20' = 1,244 \text{ TEU} : 432 \text{ TEU} = 74 : 26$$

となる。

冷凍コンテナは、今回はすべて上甲板上とし、船首側の一部を除いて2段積みとし、上段の冷凍コンテナのメンテナンス用にハッチ間にステージを設けることとした。

なお、ハッチカバー強度については、最近のコンテナ単重増加傾向に対応するため、カバー1個の重量をコンテナクレーン能力、30L/T以下におさえつつ20'-60L/T、40'-80L/Tのスタックロードに耐え得ることとした。

3. タンク計画

燃料油タンク — 実際の太平洋横断ベースで、12,500 哩を確保可能のごとく、C重油 3511.4 m³、A重油 651.5 m³とした。

貨物油タンク — この航路の特殊性としてタロー油、シード油等を積取り可能とするため、3番艙両舷並びに3番、4番艙内に約320 m³のタンク4個を配置した。このタンクにはヒーティングコイルを設備、洗浄装置も備えるが、荷役は陸上からの持込みによることとした。その位置は積荷によりトリムに変化を生ぜぬようほぼ船体中心付近とした。

ヒール調整タンク — 20'ベースで1ハッチ片舷 Empty の際起るヒールを戻すに十分な容積として、片舷 724.1 m³宛とした。

4. 船体機装計画

本船は当然のこととして、計画造船における高度合理化船の要求を満たし、更に18- α 名定員での運航を可能とすることを目標とした。

わが社が51年秋より三井造船、三菱重工と共同で約2年間にわたり研究を行なった超合理化船研究委員会 (Model 80) の成果は、先づ"きゃんべら丸"に適用され、成果を収めたが、その実績から種々

ードバックして、更に実情に即するよう改善を行った。

また各部分にキメ細かく省エネルギー対策を実施すると共に、メンテナンスに対しても十分配慮することを基本とした。

(1) 中央制御室構想

本船では“きゃんべら丸”同様、船橋には主機の操縦装置のみならず、機関部の集中監視、記録機能、更にスタンバイシーケンス操作機能を持たせると共に、無線室を左舷半段下に離接させてコントロール機能を一元化する中央制御室方式を取った。18名定員までであればここまでの必要性はないが、将来の更に少人数化した場合や船舶構想を踏まえたトライアルというべきものである。

ここで太平洋航行中、昼間は士官1名の当直となるので、見張りに便なるとく配置に留意すると共に、航海援助装置として衝突予防装置(ARPA)、NNSsを備え、また情報と豊富かつ迅速に伝達しつつも通信士の負担を軽減するため、無線室に海事衛星通信装置を装備した。

冷凍コンテナ監視装置については“きゃんべら丸”同様、異常検出を主体としたプログラムを組入れたマイクロコンピュータ方式を採用し、信号伝送としては多重伝送システムをとっている。

(2) 係船装置

係船索はハンドリング上便利な65%φナイロンダブルブレード常用10本、予備2本としてすべてドラム巻取りとし、常用索に対しては1ドラム-1マシン方式とした。またタグライン用にはキャプスタン8基を装備、巻揚げに便ならしめている。

係船機の遠隔制御は船首3カ所、船尾2カ所から可能である。なお“きゃんべら丸”で試みられたオートテンション機構の組込みは、使用実績から見て中止した。

(3) 居住区配置

少数定員船となった場合、生活環境の改善、事務部員の労力軽減と共に、乗組員相互のスキンシップを養うよう配慮することが重要である。わが社の高度合理化船の場合、乗組員の団らんの場として、バーコーナー付のラウンジに思い切った広いスペースをさきその他に和室、麻雀台を揃えたレクリエーションルーム、サンルーム等多彩な公室を備えることとした。

丸テーブルを備え1ルームとした食堂、さらに省力化を考え機器種類、配置を原点から見直した厨房等はわが社高度合理化船の典型と云うことができる。

個室については次級士官以下はモノクラスとした。

(4) ポンピング

姿勢制御に関しては、トリム調整に必要なポンプ、弁を弁制御室よりの遠隔操作とし、ヒール調整は弁の自動制御によるポンピング方式として自動化されている。またビルジの排出も弁制御室よりの遠隔操作によっている。

(5) 塗装その他

船底部外板、計画吃水線以下にはタールエポキシ系A/Cの上に、OMP型A/Fを塗ってメンテナンス対策、省エネ対策とし、上甲板上面は全面ブリーチドタールエポキシ2回塗り、ハッチカバー上面は無機ジンクとしてメンテナンスレスを狙っている。また配管についても塗装、壁厚に十分配慮している。

● 機関部の計画

機関部に関しては、冒頭にも述べたごとく、低燃費機関9L90G FCAを更にディレーティングすることにより、本船計画時点では最低の燃費率となった他、機関プラント全体として総合的な省エネルギー対策を検討、適用することとなった。

また、Model-80を実績より見直し、省力化に対してより有効となるべく計画を行なったが、その詳細については、始めにもおことわりした通り三井造船による記事を参照されたい。

● おわりに

船舶における省エネルギーはまさに日進月歩と云える。特に主機関の低燃費化は著るしい。B&W機関でもこの後すでにG B E機関が現れて低燃費率記録は書き替えられている。(この1番機はわが社37次鉾炭船に搭載予定)

しかし、新しい“あめりか丸”は本船の優秀なる乗組員の皆様の運航により、これまでのいかなるコンテナ船よりも優れた省エネルギー、省力化船として、歴代の“あめりか丸”をしのぐ活躍をしてくれるものと期待して止まない。

おわりに、本船計画に積極的な協力を示された三井造船関係者の皆様に深甚なる感謝を捧げる次第である。

次号の新造船紹介

山下新日本汽船の石炭船“山興丸”



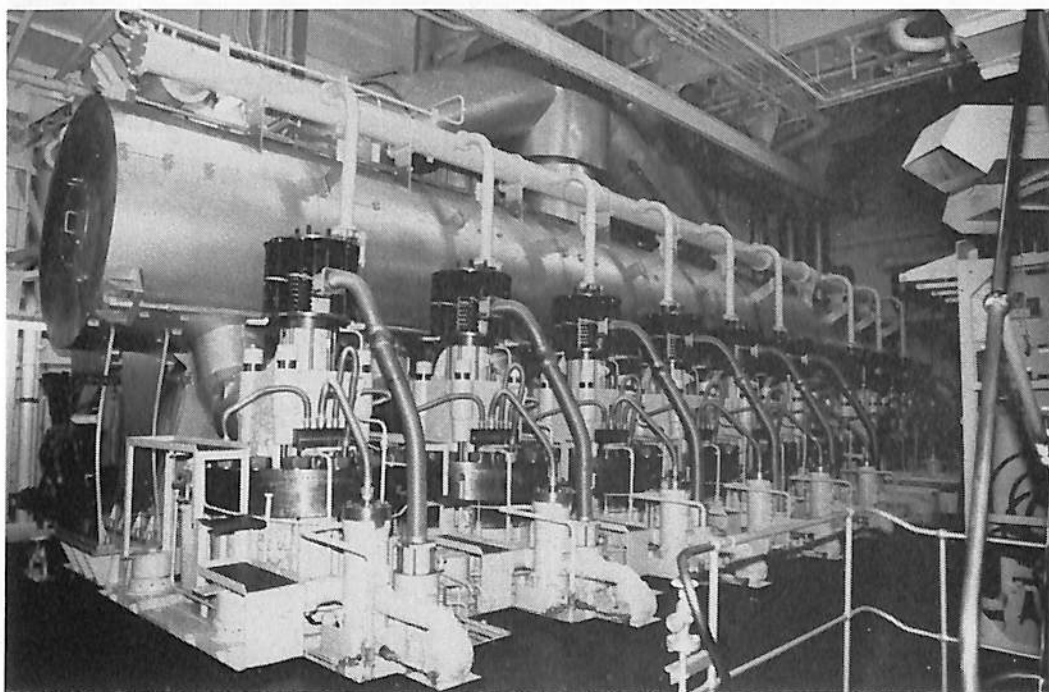
上甲板（船首を見る）

冷凍コンテナのメンテナンス・ステージ





ブリッジ/右手前が機関中央制御盤

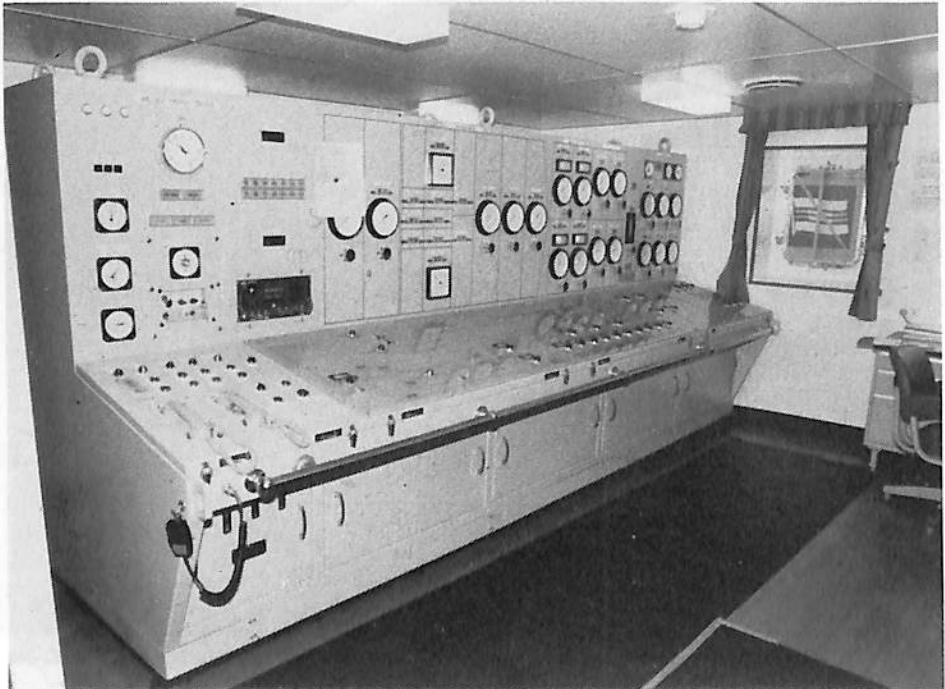


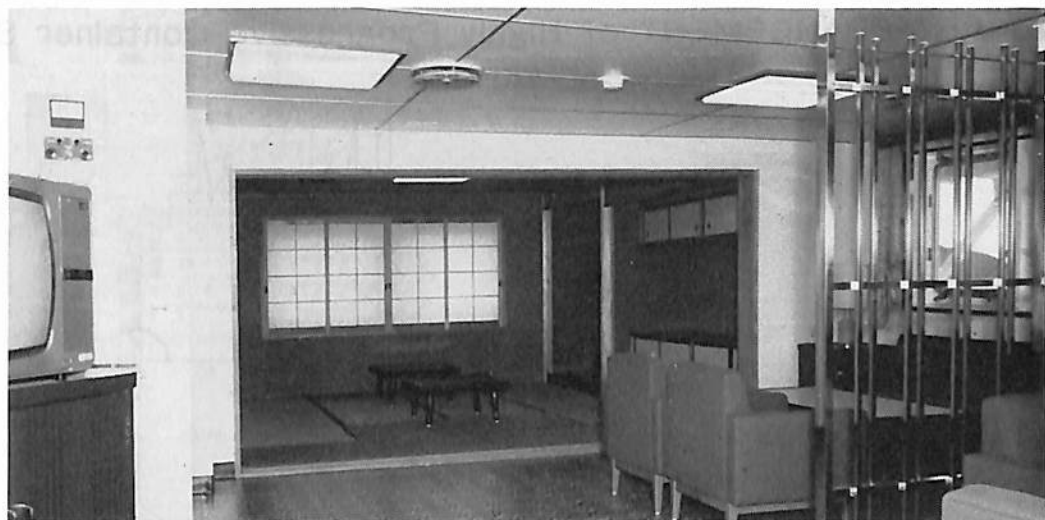
主機関三井 B & W 9 L 90 G F C A 型の上



補助機関制御室

シブス・オフィスに隣接しているバルブコントロール・ルームのコントロール・パネル



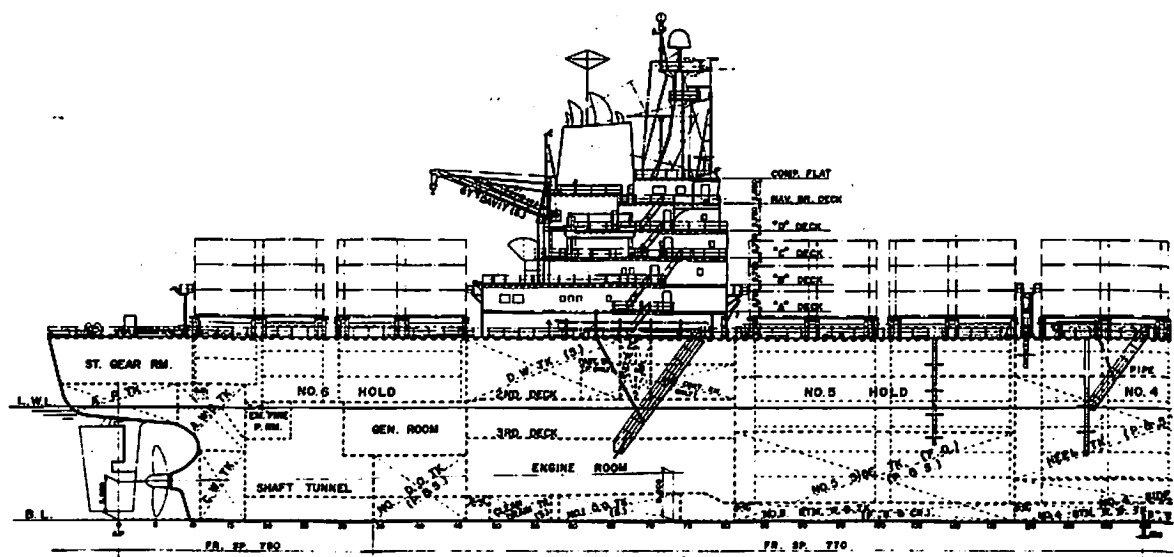


ラウンジを見る（上・右舷側に和室，下左・ラウンジ，下右・バーコーナー）



食堂

GENERAL ARRANGEMENT of Highly Progressive Container Ship "AMERICA MARU"

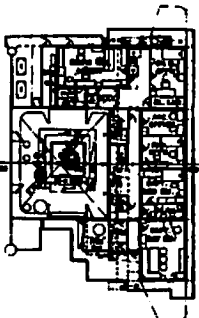
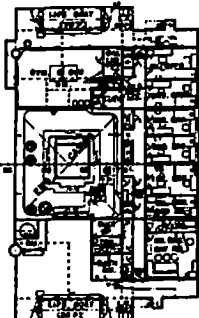
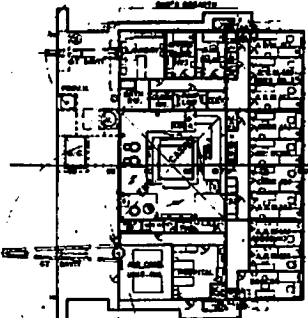
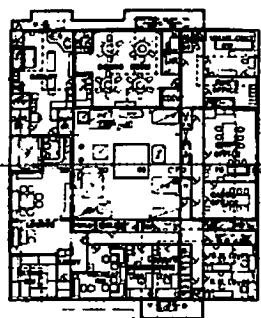


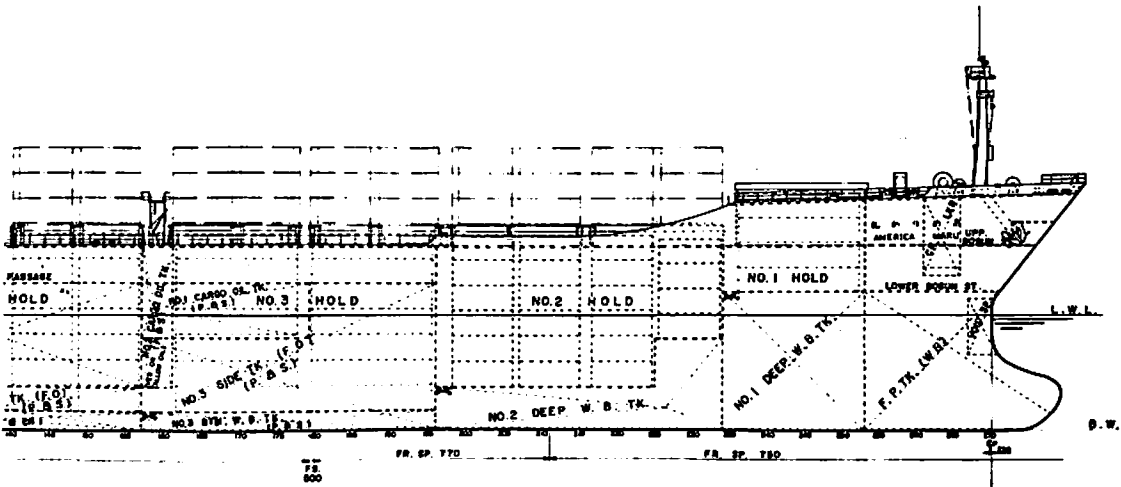
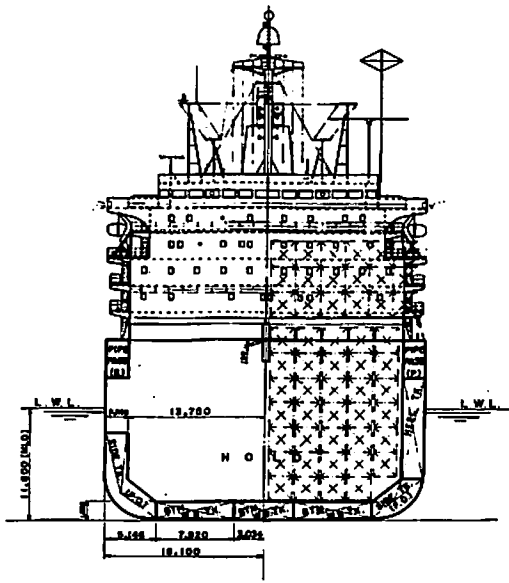
"A" DECK

"B" DECK

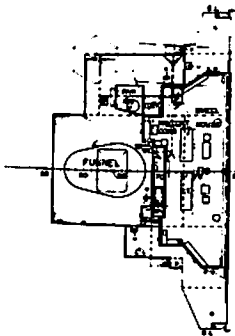
"C" DECK

"D" DECK

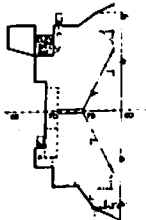




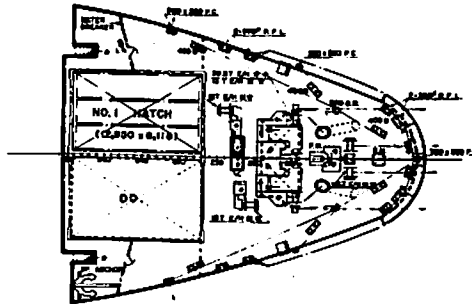
NAV. BR. DECK



COMP. FLAT



F'CLE DECK





On the Design & Construction of The Highly Progressive Container Ship
"AMERICA MARU"

by Basic design department Ship & Ocean Project Headquarters
Mitsui Engineering & Shipbuilding Co.Ltd.

“あめりか丸”の省エネルギー
および省力化設備について

三井造船・船舶海洋プロジェクト事業本部
基本設計部

1. はじめに

大阪商船三井船舶殿ご注文の“あめりか丸”は、日本・北米西岸を運航することを目的として計画された高度合理化コンテナ船で、省エネルギーと省力化について特に配慮して設計および建造された。本船は三井造船玉野事業所において建造され、昭和57年3月27日に完成したので、ここに本船の省エネルギーおよび省力化設備を中心として、その概要を紹介する。

2. 主要目等

全長	222.51 m
垂線間長	206.00
型幅	32.20
型深	18.80
夏期満載吃水	11.618

総トン数	31,854.79 トン
載貨重量	32,207 キロトン
船級	NK, NS*, MNS*, "CONTAINER CARRIER" "M0"
試運転最大速力	25.74 (Knots)
航海速力	22.27 (Knots)
燃料消費量	約 85.7 T/D (LCV 9600 kcal/kg)
最大搭載人員	30 人
コンテナ搭載個数 (20呎換算)	1,676 個
上記個数の内、上甲板上に20呎換算にて404個の冷凍コンテナの積載が可能である (ただしレセップは202個)	
タロー油 (獣脂) タンク	約 1,280 m ³
主機関	三井 B&W DE 9 L 90 GFCA 1 基
連続最大出力	35,500 BHP × 97 rpm

連続常用最大出力 31,000 BHP×93 rpm
 常用出力 25,300 BHP×87 rpm
 主発電機 ディーゼル発電機
 1020 KW×720 rpm 3基
 ターボ発電機
 1020 KW×3600 rpm 1基
 蒸気発生装置
 油焚ボイラ 11,000 kg/h 10.5 kg/cm² 1基
 排ガスエコノマイザー(三井ATG-Sシステム)
 6,075 kg/h 9.5 kg/cm² 1基
 低圧蒸気発生装置 1,700 kg/h 3.5 kg/cm² 1基

3. 省エネルギーのための計画および設備

3.1 一般

本船の主要寸法の選定に際しては、コンテナ搭載個数、TEU当りの重量、航海速力等の諸要求を満足しつつ、省エネルギー、運航探検性の観点から与えられた諸条件のもとで、船の長さ幅比、C_b等の性能上最も良い船型要素の組み合わせをもつ主要寸法を選定した。

この主要寸法の船型について、実際の運航状態における所要推進馬力をできるだけ少なくするため、船型理論、実績等に基づき船首尾形状を含めた船体形状を検討し、当社昭島研究所において模型水槽試験を実施し、その性能を確認し、本船に採用した。

一方、船体構造に対しては、合理的部材配置を高張力鋼の使用範囲の拡大により、軽量化をめざした。これらの部材配置の決定および高張力鋼の使用に際しては、直接計算によって強度上の安全および重量軽減の有効性を確認し、さらに本船就航後のメンテナンスも配慮した。また省エネルギー対策として当然考えられる、主機の低燃費率化および積極的な排熱回収に加え、自己研磨型船底塗料を採用し、ファウリングによる船速低下を防止し、長期的な意味での推進性能の向上をはかること、高性能型操舵制御装置の採用など、広い範囲にわたって省エネルギー対策を採用している。

3.2 主機械

本船に装備された主機械は、信頼性および低燃費に関して実績を積んだロングストローク低速ディーゼル機関三井B&W 9 L 90 G F C Aであり、陸上試験における常用出力時の燃料消費率は132.8 gr/PS hであった。

本船の計画速力は22.2ノットであり、ディレーティングによる省エネルギー効果と、北太平洋航路に対する出力余裕を考慮して、9シリンダ機関である

9 L 90 G F C Aを採用した。この機関では部分負荷時の燃料消費率低減をはかる目的で、負荷に応じて燃料噴射時期を自動的に調整する、燃料噴射時期自動調整ポンプを採用している。この燃料ポンプを採用することにより、主機定格負荷の75%近くまでシリンダ内最高圧力を計画値近傍に保つことができる。この結果75%負荷で、在来形燃料ポンプを採用した場合に比較して、約3%の燃料消費率低減が可能になっている。また、排ガスエネルギーの有効利用のため、無冷却式過給機を採用して排ガス温度の上昇をはかっている。

3.3 発電プラント

ターボ発電機1台およびディーゼル発電機3台を有している。本船の航路においては季節的に大きなシーマージンとなることが予想されるため、通常の航海は十分な余裕を持って運航され、平均的な主機負荷はかなり部分負荷になることが予想される。

したがって部分負荷においても、できる限りの排ガスエネルギーを回収できるよう排ガスエコノマイザシステムを計画する必要がある。

これに対処するため、三井造船にて開発された高性能ターボ発電システム(三井ATGシステム)を採用し、さらに、できる限り大きなエコノマイザを装備することとした。(次頁図参照)

本システムは在来の排気エコノマイザシステムに、エコノマイザ循環水を熱源とする低圧雑用蒸気発生器を付加したもので、雑用蒸気の圧力を必要最低限まで低下させ、主機排ガスエネルギーをより低温領域まで利用できると同時に、発電機タービン用の蒸気圧力を上昇させ、タービン効率を向上させることができる2段蒸気圧力方式である。

また、外気温度や主機械負荷の変化に伴う排ガス条件や、雑用蒸気量の変動により、排ガスエコノマイザ予熱部のボイラ循環水入口温度が下がり、エコノマイザチューブに低温腐食が発生しないように、循環水入口の温度制御を採用している。

本船は甲板上に冷凍コンテナを搭載するため、ターボ発電機とディーゼル発電機の並列運転が行なわれる機会が多い。省エネルギーの観点からターボ発電機に最大限の負荷を分担させ、ディーゼル発電機に残りの負荷を分担させる「溢流配分方式」を採用し、発電機燃料の節約をはかっている。

ディーゼル発電機の燃料系統にはA-Cブレンダーを装備し、A重油節減対策を施している。

3.4 船内電力の節減対策

船内電力消費節減のために、主冷却海水ポンプ、復水器循環水ポンプ、機関室通風機、などに2速式

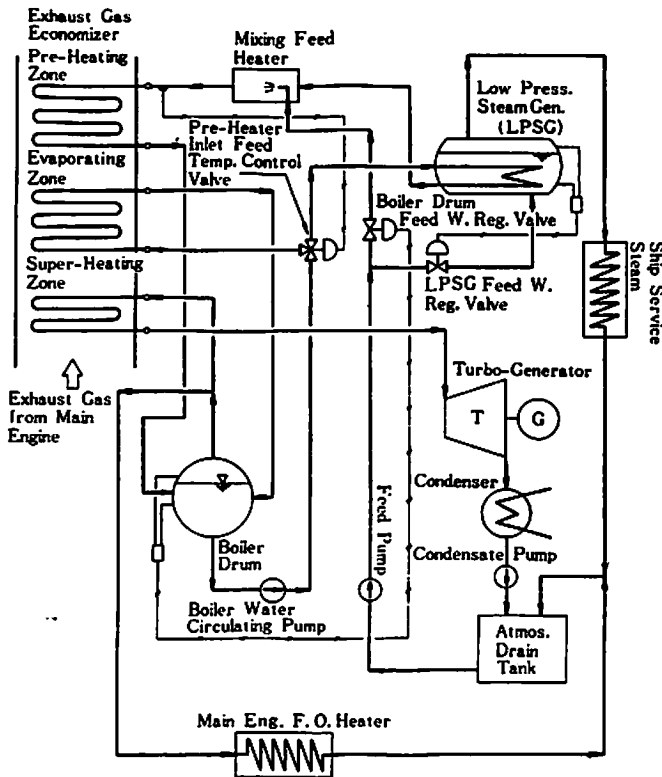


Diagram of Mitsui
ATG-S System
(三井ATG-S (基本)
システム概略図)

電動機を採用し、冬期あるいは主機負荷低減時には低速運転に切替えるよう計画されている。また、省エネルギー形蛍光灯の全面採用や、機関室無人化時に於ける不要電灯の自動消灯など、細部にわたる船内電力消費の節減がはかられている。

4. 省力化のための計画および設備

4.1 一般

本船は当面18名で運航されるよう計画されているが、乗組員数が18名以下の場合にも運航できるよう船内作業量の低減と自動化設備の充実について配慮され、加えて、船橋に中央制御室を設けるなど、種類の将来構想を採り入れた計画がなされている。

4.2 船体部の省力化設備

船体部に関しては、下記のような省力化のための対策を採用している。

- イ. 中央制御室への制御監視機能の集中化。
- ロ. 油圧弁切替操作の減少をはかるよう油圧ポンプとウィンチの組合せに配慮するなど、係船装置の省力化。
- ハ. コンテナの積み降し計画のための積付計算機の設置。

ニ. 保守点検作業省力化のためのパッキンレスハッチカバーの採用。

ホ. 自動ヒール調整装置の採用。

ヘ. 現場格納式ポジショニングコーン台座の採用。

ト. 効率的な調理、司厨作業が可能な居住区配置。
チ. 少人数化にともない、乗組員による火災発見の可能性が減少することの対策として、自動火災探知装置の設置。

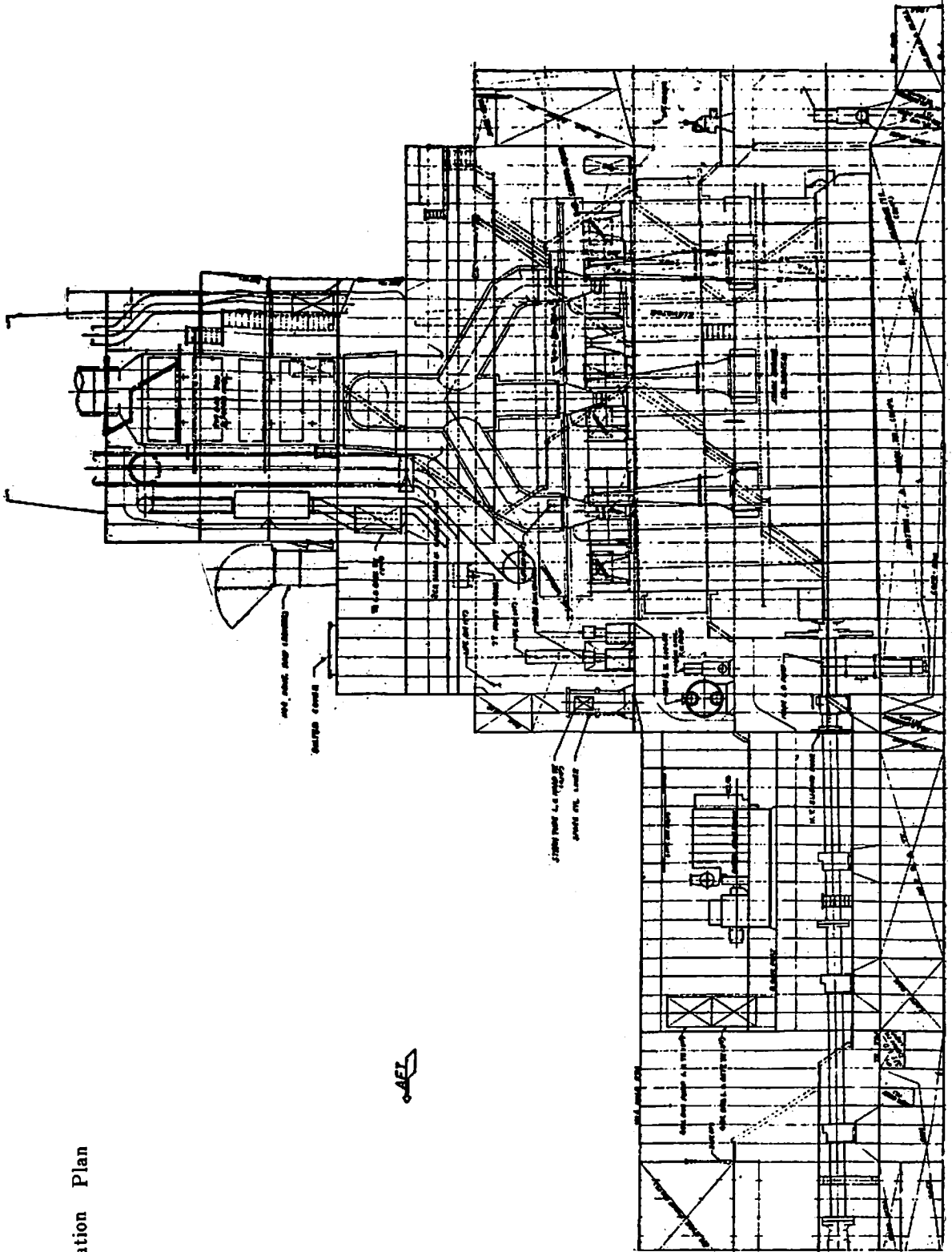
リ. 冷凍コンテナ自動監視記録装置の設置。監視、警報、記録、表示機能がすべてマイクロコンピュータにより処理され、信号伝送には雑音の影響をほとんど受けない多重伝送システムを採用している。

ヌ. 無線室と事務室を完全に分離し、かつ、通信士1名により通信および事務の両業務を円滑に遂行できるよう、無線室をDデッキと操舵室の中間に位置するように配置した。この結果、無線室の下層にある体育室の天井高さが1.5層分となり、乗組員のレクリエーション施設の改善も可能となった。

4.3 機関部の自動化設備

本船には船橋後部に中央制御室を設け、ここから

Elevation Plan





発電機および空気圧縮機などの主要機器を遠隔制御することができる。また、スタンバイシーケンス制御操作盤が設けられており、出入港時のスタンバイ作業の大部分をコンピュータにより行なうことができる。

機関部の監視警報記録装置としてデーターロガーを装備しており、CRT表示器の画面を通して中央制御室から機関部の監視を行うことができる。

中央制御室の他に本船では、機関室内に補助機関制御室が設けられており、データーロガーの端末装置としての操作パネル、CRT表示器、タイプライターおよび警報記録用プリンターを装備している。

CRT表示器(14吋)では入力計測点のグループ表示、棒グラフ表示、運転表示などの表示を行なう。補助機関制御室と中央制御室間のデーターロガー情報の伝送には、情報処理の高度化、高信頼化を図るため、船用として世界で最初の光ファイバーによる伝送システムを採用している。さらに、機関室内の各センサーからの信号は、多重伝送によりマイクロコンピュータに接続されている。

重要監視項目についてのみ、上記データーロガーとは独立の常時監視式モニターを装備している。通常はデーターロガーにより機関部の監視を行なうが、データーロガーの故障時には、この常時監視式モニターによって監視およびM0運転を継続できるように構成されている。

4.4 少人数船としての通信・航海設備

本船の通信装置としては、50回線自動電話装置、共電式直通電話装置に加えて、400MHzの船上通信装置を装備している。これは機関室内連絡用並びに上甲板上の連絡用として装備されているもので、2

台の親機と18台の子機により構成されている。

この2台の親機は互いに接続され、他方の親機を通じて子機に連絡することも可能である。また、船内指令装置の緊急放送を両機を通じて一斉放送することもできる。上甲板用親機は操船指令装置と接続することもできるようになっており、少人数船に適した利用価値の高いものと期待される。

また、自動電話装置と船内指令装置とを接続し、船内指令用スピーカーの無い室に装備されている自動電話機にスピーカーを組み込み、船内一斉指令を行なうことができるようにしている。

航海装置としては、16吋CRTを持ったレーダー2台および、IMCO仕様合致した衝突予防装置を操舵室に設置している。衝突予防装置の表示装置として、21吋大形高輝度CRTを採用している。

無線装置は1.2KWSSB主送信機、75W補助送信機、全波受信機2台、国内および国際VHF電話装置それぞれ1台、FAX2台などに加えて、最新の海事衛星通信用船舶地球局設備を無線室に設けている。海事衛星の利用により陸地といつでも即時に良質の相互通信ができ、電話、テレタイプ、ファックス、データー伝送などの各種サービスを受けることができる。

5. おわりに

本船は3月下旬に海上公試をはじめ諸試験を施行し、予想以上の成績が確認された。末筆ながら本船の設計・建造を通じて適切なるご指導をいただきました船主殿ならびに種々のご協力を頂いた関連メーカー各位に、心から感謝の念を表すとともに、本船の航海安全と今後の活躍を祈る次第であります。

船殻設計の理論と実際

一つの世代から

<1>

間野正己

工博・石川島播磨重工業技術研究所技師長

船殻設計とは、船殻を造るに必要な情報を決定し提供することである。それには各部材の寸法、材質、精度から組立の手順までが含まれている。船の設計は、船型設計、配置設計、船殻設計、艤装設計（船体部および機関部）に大きく分けられる。

船殻設計は、船型設計の線図と、配置設計の一般配置図をもとに、艤装設計の艤装品とは同時に同じ空間を占有しないような配慮をしながら、船殻構造の各部材の位置寸法を決定し、その建造手順をも指示する。

船殻構造の第一の務めは、外力に耐えて船の安全を確保することであるから、船殻構造を設計するに際しては船体強度に関する書籍（脚注参照）類や便覧等は直接参考になる。しかし、これら船体強度に関する書籍はあくまでも構造物の強度についての学問に関するもので、船殻設計の立場からは、更に何物かを付け加える必要があるように思われる。

私は、約三十年間、船殻設計に従事してきたが、この間の経験を、設計の観点からまとめてみたいと、かねがね考えていた。たまたま「船舶」の長谷川編集長のすすめもあり、浅学非才を顧みず「船殻設計の理論と実際」と題して、硬軟とりまぜて思いつくままに筆を走らせることを決心した。

読者諸賢のご批判を仰ぐとともに、息切れの際には、暖いご援助を賜わることを切望いたします。

〔脚注〕例えば

太田友彌著／船体強弱学

大串雅信著／理論船舶工学（中巻）

寺沢一雄監修／船体構造力学

教育テキスト研究会著／商船設計の基礎知識（下巻）

1. 船殻設計フィロソフィー

フィロソフィーは、一般に哲学と理解されているが、デザイン・フィロソフィーと云うのは、設計理

念とでも云った方が解り易い。設計者が、「自分はこう云う考えで設計するんだ」と云うことである。設計者が先ず最初に、この設計理念を確立しておけば、しっかりした設計を行なうことができるし、万一予期しない事態が生じて、設計理念に照らして適正な解決方法を決定することができる。

1955年頃から、船舶の大型化がはじまった（Fig 1.1参照）。船舶の大型化の初期の段階における世界の造船界に共通した船殻設計理念は、合理化であったように思われる。

従来小型船の経験をもとにした船級協会の規則を延長して、大型船の設計に適用すると共に、日本においても日本造船研究協会の各研究部会において、大学および造船各社が共同で研究を行ない、また各社が単独に、船殻構造の合理化について研究を行ない、軽い船を造ることに努力した。

このようにして建造された初期の大型船の就航実績がフィードバックされて、やがて信頼性の高い船が設計されるようになってきた。

船殻設計理念は、それぞれの設計者が、それぞれ異った理念をもっても不思議ではないが、私は、現在の技術的、社会的環境においては、性能、信頼性、保守の三本柱を、船殻設計理念にするのが最も適当であると考えている。

これは、船を使用する船主の立場を強調したもので、性能とは、与えられた期間、与えられた使命を果たすためのバランスのとれた構造のことで、合理化によって得られる。

信頼性は、船、船員および荷物の安全に関するもので、これらの安全をおびやかすような大きな損傷をおこさないようにすることである。これは信頼性設計により得られる。

保守は、修理費のかからない、また交通性のよい検査の仕易い構造と云った意味である。

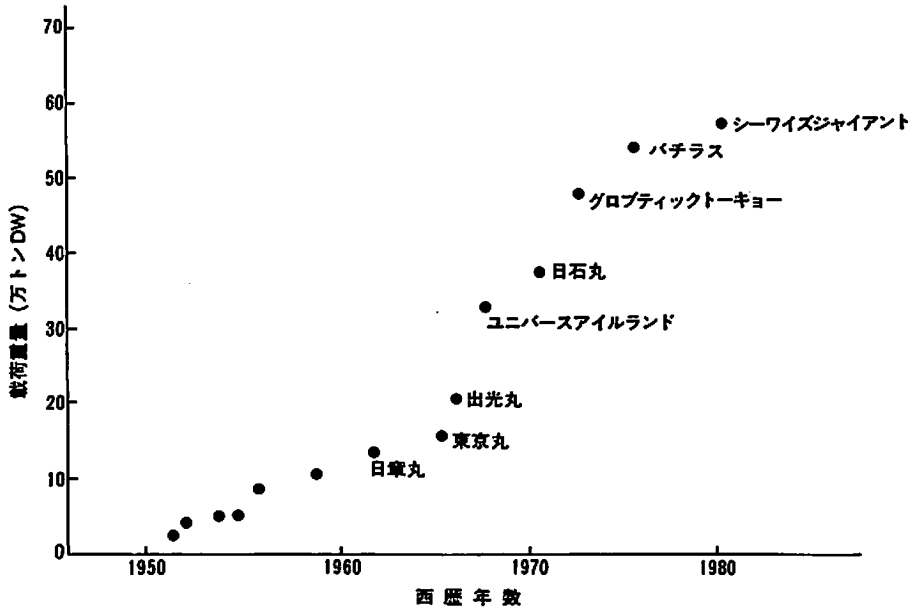


Fig. 1.1 船舶の大型化の年表

これら性能、信頼性、保守の三本の柱で表わされる設計理念をバランスよく実現するためには、信頼性設計と、フィードバックを組込んだ設計システムが有効である。

以下に、信頼性設計と船殻設計システムについて詳述してみる。なお、その前に船殻設計の基本と題して、船殻設計者のバックボーンについての私の考えを紹介しよう。

1.1 船殻設計の基本

船殻設計の基本は、「船体に加わる外力が、船体の強さを超えると船が壊れる」と云う冷厳な事実である。そして船体が壊れると船の安全がおびやかされ、乗組員の生命、荷主、船主の財産を危険にさらすことになる。この場合、船体に加わる外力にしても、船体の強さにしても、科学技術の発達した現在においてもなお人智の及ばないところがあり、時として神の力の偉大さを思い知らされることがある。この点では、船殻設計者は神様を相手に仕事をしているわけで、偽りやごまかしは神様には絶対に通用しないことを銘記すべきである。

昭和30年代、タンカーの大型化が進んでいた頃、上甲板に用いる鋼板のミルシートを一つ一つ調べては、規格に合格している板の中から更に強度の優れている板を順次選んで、船の中央部の応力の高くなる個所に配置した先輩の話や、タンクの水圧試験に立会って、水圧に耐えている隔壁にじっと手をあて

て、直かに強大な水圧を感じようとした船殻設計者の話を聞いたことがあるが、このように神をおそれる謙虚な気持は、今後とも船殻設計者のバックボーンとして伝承されるべきであろう。

私は、1952年から1974年のあいだ、船殻設計で働いてきたが、この間に体得した「船殻設計の基本」を要約すると以上ようになる。実際に船体構造を設計する場合には、各船級協会のルール(鋼船規則)に従っているが、ルール通り設計したからと云って安心はできないし、ましてルールの不備をすりぬけて設計していると天罰をうけることとき面である。

1.2 信頼性設計

船殻設計においては、船体に加わる外力と船体の強度が基本であると冒頭に強調したが、外力と強度をどのように取扱って船の安全性、信頼性を確保しているかを以下に述べる。⁽¹⁾

外力と強度をもうすこし明確に記述すると、船体構造に加わる外力、その外力に対する船体構造の応答、応答によりその構造の良否を判定する許容値の3つの項目に分けられる。

安全性、信頼性を確保するためには、外力の推定、構造応答計算、許容値の三者がそれ相応の精度を持たなければならない。船の場合、外力としては重力と浮力の差による静荷重と、波浪による変動力、衝撃力の動荷重の二つが考えられる。前者は比較的容易に把握できるが、後者は海域、季節などにより変

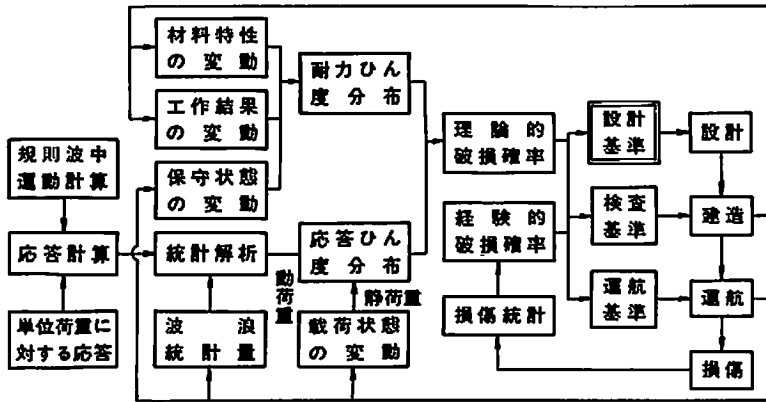


Fig. 1.2 信頼性設計の流れ図

化し、十分な精度で見積ることができないのが現状である。

構造の応答計算は、最近ではコンピュータの発達により、骨組構造や有限要素法を用いて、構造を適当にモデル化すると精度のよい計算が可能となり、計算結果も模型実験あるいは実船計測とよい一致を見せている。

許容値に関しては、一般船舶のように経験のある船舶の設計においては、仮定した外力を用いて一定の構造応答計算方式により、数多くの既就航船について、それぞれの部材の応答を計算し、既就航船の損傷状況を参考にして許容値を定めるいわゆる経験的方法によっている。

従来の実績のない新しい特殊な船については、このような経験的方法を用いることはできないので、外力を可能な限り精密に推定し、それをもとに構造

応答の計算を行ない、一方、材料の疲れ特性や破壊力学の知識から許容値を定める方法を用いている。理論的信頼性設計とも云うべき方法である。

信頼性とは、構造物がどの程度安全であるかを示す尺度であり、信頼性設計とは、目標とする信頼性を保つための設計手法である。Fig 1.2 に信頼性設計の流れ図を示したが、本図中の理論的破損確率に基づくものが上述の理論的信頼性設計で、経験的破損確率に基づくものが経験的信頼性設計である。

Fig 1.2の信頼性設計の流れ図の中には、統計量、変動量が種々含まれている。このように船舶の設計に必要な諸因子は、一義的な値を持つものではなく、ばらつきを持った一種の統計量であると考えられる。例えば、構造物設計の基本となる外力と耐力にしても、前者は船の場合、載荷状態、波浪の状態によりその都度変化するものであり、後者にしても、材料

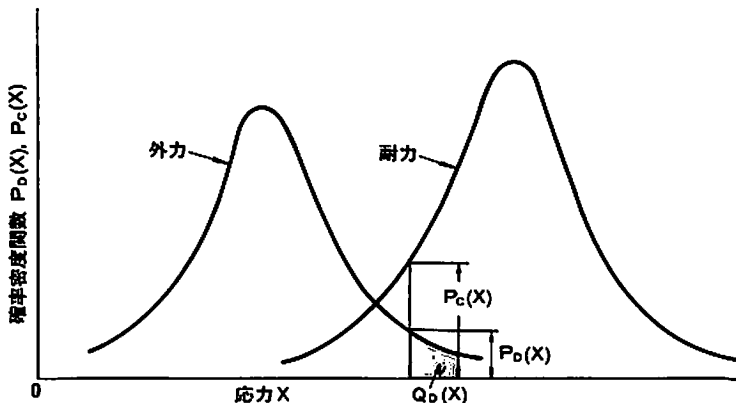


Fig. 1.3 破損の確率

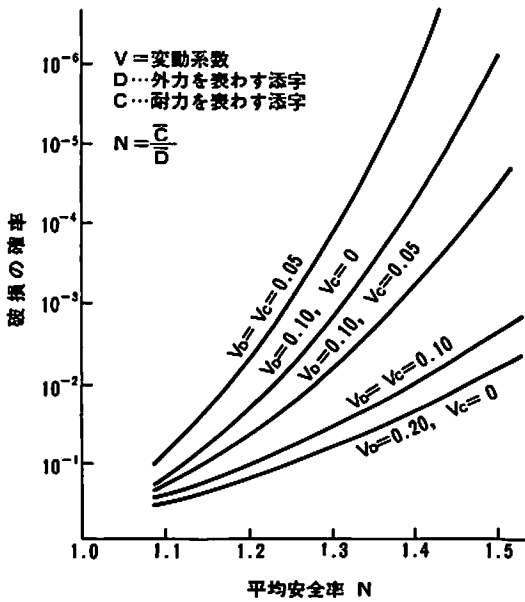


Fig. 1.4 破損の確率と平均安全率

の公差，工作の精度，あるいは設計基準の違いによりそれぞれ違った値をもっている。

理論的信頼性設計においては，このような統計量に対し，それぞれ統計資料を集め，各種の破損モードに対する破損確率を理論的に求め，これにより信頼性を保つことを目指している。

破損確率は，外力と耐力の分布状態から求められる。⁽²⁾ Fig 1. 3に示すように，外力 D (demand) および耐力 C (capability) の確率密度関数が，応力 X を横軸に与えられた場合，外力および耐力の確率密度関数をそれぞれ， $P_D(X)$ ， $P_C(X)$ とし，外力 D および耐力 C が任意の値をこえる確率をそれぞれ $Q_D(X)$ ， $Q_C(X)$ とすると，破損確率 P_f は次式で与えられる。

$$P_f = \int_0^{\infty} Q_D(X) P_C(X) dx = \int_0^{\infty} \{1 - Q_C(X)\} P_D(X) dx$$

P_f の大きさは，Fig 1. 3 の $P_D(X)$ および $P_C(X)$ 曲線の重なりあう部分の面積から近似的に推測できる。

破損は，船舶の場合，塑性崩壊，座屈，疲れ破壊，脆性破壊が主であり，塑性崩壊，座屈には最大荷重が最も影響を及ぼすので， 10^8 回に1度の大波による最大外力（波の周期を約7秒として，年間320日航海した場合，25年間で 10^8 回となる）を考慮する。また疲れ破壊には 10^8 回までの外力の分布を求め，累積被害度の考えで設計を行なう。脆性破壊は使用環境に応じた材質および溶接条件を適用することにより防ぐことができる。

破損確率を下げて，信頼性をあげるためには，Fig 1. 3の外力 D と耐力 C の曲線を離して，その重なる部分を少なくすればよい。

そのためには， C と D との平均値の比（安全率）を大きくするか，それぞれのばらつきを少なくすることが必要である。この点を理論的に取扱って得られた結果が Fig 1. 4 である。⁽³⁾ ここでは外力と耐力の分布をいずれも正規分布としている。

耐力の平均値 \bar{C} と外力の平均値 \bar{D} の比 \bar{C}/\bar{D} を平均安全係数 N とし，これを横軸にして外力と耐力の変動係数 V （標準偏差/平均値）のそれぞれの組合せに対する破損確率を求めている。Fig 1. 4 から変動係数 V により破損確率が大きく変化すること，変動係数が小さい場合は，安全係数を少し増せば破損確率はかなり減少するが，変動係数が大きい場合には，安全係数を増しても破損確率はそれほど減少しないことがわかる。

信頼性設計を行うために必要な種々の統計量について，その変動係数を先づ把握し，ついでその値を小さくして破損確率を下げるためには，基準化および基準の体系化が大切である。設計基準，検査基準，運航基準は，船の一生に会う各種変動量の変動係数を一定の枠の中に入れて，信頼性を保つために重要な役目を果たす。

以上述べたのは，理論的破損確率による信頼性設計であるが，一方，経験的破損確率からも信頼性の保障ができる。これは，一般の船舶のように，従来からの就航船の実績をもとに許容値を定めて設計を行なえば，材料，工作，運航なども従来の船と同等であれば，従来船と同等の信頼性を保持することができることである。

従来建造されたことのない新しい特殊な船舶に関しては，理論的破損確率を求め信頼性設計を行なうことが，現在では最も確実な方法と考えられるが，実績のある一般船舶では，経験的破損確率により信頼性設計を行なうことが实际的であろう。

以上，信頼性設計について説明したが，信頼性は，合理性，経済性とバランスを保って設計されるべきことは論を待たない。

1.3 船殻設計システム

信頼性設計を行なうにあたっては，基準化および基準の体系化が重要である。船殻設計の手順の確立と設計基準の確立がそれである。それぞれの設計基準に関しては，後に各章に分けて解説する予定である。ここでは船殻設計の手順の確立，即ちシステム

参考文献

- [1] 間野正己 溶接構造物の安全性、信頼性を考える。〔設計実例〕船舶、海洋構造物、機械設計 第23巻 第9号、1979年8月
[2] 第134研究部会、船体構造部材の許容応力に関する研究報告書、社団法人日本造船研究協

会 昭和49年3月 P. 226

- [3] J. B. CALDWELL, STRUCTURAL RELIABILITY, COLLOQUIUM ON RELIABILITY AS A DESIGN PARAMETER IN MARINE REACTOR SYSTEM.

Ship Building News

■ベルファースト建造の最新LPG船

英国ハーランド&ウルフ社（クィーンズランド）向け液化石油ガス運搬能力 59,000 m³ のタンカーアイソメリア号が、このほどベルファースト造船で完工した。

同タンカーの載貨トン数は 37,000 トン、搭載エンジンは 6 気筒 2 ストロークのディーゼルエンジンで、114 rpm での最大連続馬力は 20,500 馬力。また同船の船尾は特殊トンネル形状となっている。この船型は英国海事研究所を中心とした多数の研究機関によ

る模型テストの結果、考案設計されたものであるという。

LPG タンクは、プロパンおよびブタンの運搬に適した 5 個のスチール製角柱形タンクで、配管および船体の一部は二次障壁装置を形成して、いずれも -55°C の温度でも強度と柔軟性を失わない高品質特殊マンガン炭素鋼で造られている。

なお同船はシェル・タンカーズ社のオペレートで北海ガス田からの LPG 輸送に就航する。

提供／英国大使館広報部。



NKコーナー

■昭和57年度技術研究計画

NKの本年度における研究計画の主なものを簡単に紹介する。その内容は、一般、専門別および特別の三つに分類される。

1. 一般研究

昭和56年度からの継続研究として、前年度に開発した船体縦強度モニターシステムを2台製作し、ばら積貨物船、自動車運搬船各1隻に搭載してシステムの信頼性を検討する。一方、このシステムから得られた船体縦強度、横強度および主軸系の回転変動等の情報を参考として、操船者に提供する。

2. 専門別研究

1) 船体

昭和56年度から継続研究として行なっている“就航中船舶の長期無人応力計測”は、ばら積貨物船、コンテナ船各2隻およびLPG船1隻について実施する。この中で、コンテナ船1隻については、船首部の波浪衝撃による発生応力を計測する。

また、“船体構造部材の腐食衰耗および疲労に関する研究”として実船について構造部材の衰耗および塗装効力の維持に関する調査を行なう。特に肋骨については、衰耗による疲労強度の低下に関する研究を行なう。

さらに、“船尾振動および船体動的強度の研究”として、簡単な船尾構造モデルによる局部振動応答に関する実験を行なうほか、自動車運搬船による実船計測を行なう。

動的強度については、前記コンテナ船、ばら積貨物船の実船計測と平行して理論解析による基礎調査を行なう。

2) 機関

“機関を含む船尾構造の動的挙動に関する研究”として、自動車運搬船2隻につき、船体運動、船尾振動、サーフェスフォース、軸系のねじり、スラスト、曲げモーメントおよび主機関の運転条件等を、前記船尾振動の研究と併せて、総合的に実船実測を行ない、かつ、計測の省力化を目的とした無人計測システムを開発する。

“機関構造部品の強度に関する研究”として、プロペラ翼強度解析プログラムを開発する。

3) 海洋構造物

“海洋構造物に関する研究”として、前年度に引き続き、半潜水型石油掘削装置の波浪応答実験を行なうほか、各部材に加わる流体力を把握するための実験を行なう。

3. 特別研究

昭和55年に発足した特別研究委員会の研究計画の概要は次の通りである。

1) 振動研究委員会

昨年度、本研究の成果をまとめて「船舶振動設計指針」を発行した。本年度はこの英文版を発行する。

2) 騒音研究委員会

騒音予測プログラムの開発を行なうほか、船用主機および実船の騒音計測を継続して行なう。これらの成果をまとめ、「船舶騒音防止指針」を作成し、今年中に発行する。

3) 復原性研究委員会

旅客船、貨物船等の復原性に関するIMCOの勧告について検討を行ない、復原力計算プログラムの開発を計画する。

4) 海洋防止研究委員会

船舶の構造設備の設計、施工および船舶の装置の操作に関連する油の漏えい防止対策についての調査研究を取りまとめ、「海洋汚染防止指針」を発行する。

さらにその英文版を作成し、海外での使用に供する。

5) 省エネルギー研究委員会

船舶の省エネルギー問題のうち、NKの業務に直接関係する、大直径プロペラの問題、石炭焚き船の設備、船舶用燃料油の低質化対策、排ガスの廃熱利用蒸気プラントの構造および操作、主機駆動発電機の問題について行なった研究結果を基に、設計および取り扱いに関する指針を作成する。

6) 係留研究委員会

船舶または海洋構造物の係留システムの設計および解析方法に関する指針として、気象、海象による外力の推定法、係留方式の選定と係留特性、流体力および波強制力、索・鎖・アンカーの材料強度等の項目についての研究調査結果を取りまとめる。

船舶の就航実績解析プログラムと解析例

田 中 稔

石川島播磨重工業・船型基本設計部副部長

1. 緒 言

船舶が実際の航海において、どのような性能を発揮しているか、運航性能の実態を知ることが、運航管理者はもちろん造船設計者にとっても大変重要である。とくに、オイルショックを契機とするエネルギー高価格時代に対応するため、海運・造船界を挙げて船舶の省エネ化に取り組み、燃料節減のために新しい設計や技術を積極的に採用しようとする気運が高まる中で、就航後の性能を正確に追跡、把握することの必要性はいちだんと高まっている¹⁾。

一方、就航船の航海記録をもとに航海性能を解析、把握しようとする試みは従来から多数行なわれており^{2),3) 4) 5) 6)}、それぞれ貴重なデータを提供しているが、解析に使用される航海記録が本来性能解析を目的にしたものでないこと、航海性能に影響を与える因子が複雑多岐であるため、膨大なデータを統計処理する必要があることなどから、解析者によりさまざまな解析法が用いられているのが実情である。設計あるいは運航管理面において就航実績解析をルーチンとして実行していくためには、目的に適した解析法を確立し、電算化することが不可欠である。

著者らは、建造船の就航後の推進性能を追跡調査するため、航海記録としてもっとも入手しやすい abstract logbook (以下、アログと略称) をもとに、種々の解析要求にも対応できる就航実績解析プログラムを開発し実用に供している。最近、各方面で就航実績解析に対する関心が高まっているので、ここにそのプログラムの概要と解析例を紹介し参考に供したい。

2. 解析 法

2.1 シーマージンなどの定義

(1) シーマージン

通常定義に従って主機馬力の増加率で表わす。(第1図参照)。

$$S.M = \frac{P - P_c}{P_c} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (1)$$

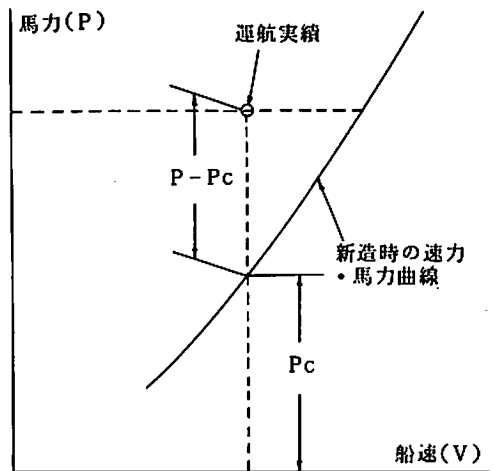
S.M : シーマージン

P : 航海時の主機馬力

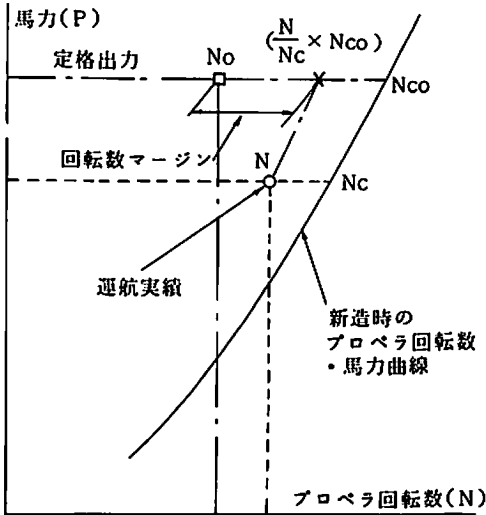
P_c : 航海時と同一吃水、同一船速で新造時の船底滑浄な時に平水中を航走する場合の所要主機馬力

(2) プロペラ回転数マージン

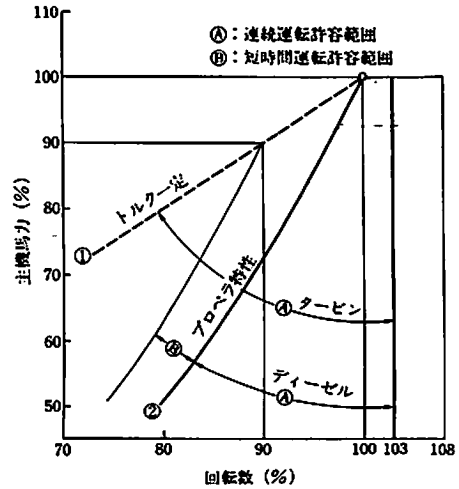
プロペラ設計に用いる回転数マージンの定義に合わせて、主機の定格回転数に対する計画渦載状態におけるマージンで表わす(第2図参照)。



第1図 シーマージン



第2図 プロペラ回転数マージン



第3図 ディーゼル、タービンの運転許容範囲例

$$RPM.M = \frac{\frac{N}{N_c} \times N_{co} - N_o}{N_o} \times 100 (\%) \dots (2)$$

RPM.M : プロペラ回転数マージン

N : 航海時のプロペラ回転数

No : 主機の定格回転数 (ただし、主軸回転数ベース)

Nc : 航海時と同一吃水、同一馬力で新造時の船底滑浄な時に平水中を航走する場合のプロペラ回転数

Nco : 計画満載状態、定格主機馬力で新造時の船底滑浄な時に平水中を航走する場合のプロペラ回転数

なお、 $\frac{N}{N_c} \times N_{co}$ は、プロペラ回転数低下率 (N/Nc) が載荷状態、主機馬力によらず一定であると仮定して計画満載状態、定格主機馬力に対する航海回転数を求めたもの。

(3) P/N^n 比
これは、航海時の主機トルクが主機の運転許容範囲内にあるか否かを直接判定するための指数で、つぎのように定義する。

$$Q.R = \frac{P/N^n}{P_o/N_o^n} \dots (3)$$

Q.R : P/N^n 比

Po : 定格主機馬力

P, N, No : (1), (2) 式と同じ

n : 主機特性に応じて n=1~3 を選定する。

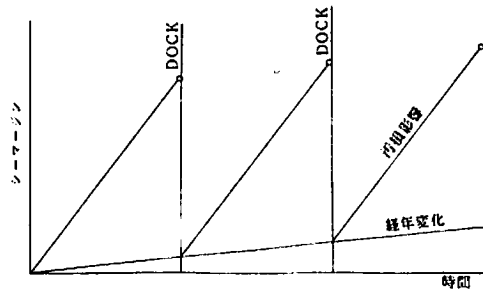
第3図にディーゼルおよびタービン主機の運転許

容範囲の代表的な例を示す。いま、 $n=1$ と指定すると、(3) 式は $Q.R=1$ のとき第3図のトルク一定の線①を表わし、 $Q.R < 1$ ならば航海時の主機トルクはタービンの運転許容範囲内にあり、 $Q.R > 1$ ならば運転許容範囲外であると判定できる。同様に、 $n=3$ と指定すると、 $Q.R=1$ は船用プロペラ特性の線②に一致し、やはり、 $Q.R < 1$ ならば主機トルクはディーゼルの連続運転許容範囲内にあり、 $Q.R > 1$ ならばトルクリッチ状態であると判定できる。

また、中速ディーゼルなどで主機特性が第3図と異なる場合は、その特性に応じて $n=2$ あるいは、その他の適切な値を指定すればよい。

(4) 経年変化

船舶の運航性能は、船底汚損や外板表面の経年劣化により時間の経過と共に次第に低下して行き、一定出力時の船速低下、および回転数の低下、あるいは一定速力を維持するのに必要な主機馬力の増加 (すなわち、シーマージンの増加) などの経時変化があ



第4図 シーマージンの経時変化

らわれてくる(第4図参照)。この経時変化のうち、ドック時に保守整備を行なっても復元されず、経年的に累積されて行く変化分を経年変化(船令影響)と呼ぶ。その原因としては、外板表面粗度の経年増加、プロペラ翼面粗度の増加、主機関の摩耗による性能低下などがあげられる。

(5) 汚損影響

運航性能の経時変化のうち、ドック時の保守整備により復元可能な一時的な性能変化を汚損影響と呼ぶ。海洋生物の付着等による船底汚損、プロペラ、主機関の汚損等が原因としてあげられる。

(6) 海象影響

平水中の性能と荒天下の性能の差異を海象影響と呼び、就航実績解析では、全性能変化から経年変化と汚損影響を差引いて求める。従って海象影響には、

- 1) 波浪による抵抗増加
- 2) 風による抵抗増加
- 3) 船体が斜航するための抵抗増加
- 4) 操舵あるいは当舵に基づく抵抗増加

などの影響が総合されて入ることになる。

2.2 航海馬力の推定法

航海性能の解析で最重要の基礎データは、船速(V)、プロペラ回転数(N)と航海馬力(P)であり、このうちもっとも問題となるのは航海馬力である。最近の建造船は軸馬力計を装備するケースが増えてきているが、大部分の既就航船は馬力計をもたないため航海中の馬力が計測されていない。従ってアログに記載された主機の運転記録から、航海馬力を推定する必要がある。本プログラムには、主機関性能の経年変化、馬力推定法の信頼性の調査も同時に行なうことを考えて、以下に示す複数の推定法を組み込んでいる。もちろん、軸馬力が計測されている場合には、計測値を直接入力することも可能である。

2.2.1 ディーゼル船

主機の陸上公試運転結果(第5図参照)を用いてつぎのように航海馬力を推定する。

(1) 主機の負荷指針による方法

負荷指針は燃料ポンプ1ストロークごとの燃料噴射量を示すものであり、これに主機回転数を乗ずれば単位時間に燃焼室へ送り込まれる燃料の体積が得られる。これにより発生馬力が求まるが、燃料ポンプのストローク(S)、主機入口の燃料温度(t)、燃料比重(P)、燃料の低位発熱量(H_ℓ)に対する補正が必要である。

$$P(LI) = f_1(LI \times RPM) \times C$$

$$C = \frac{S}{S_0} \frac{P - 0.00065(t - 15)}{P_0 - 0.00065(t_0 - 15)} \times \frac{H_{\ell}}{H_{\ell 0}} \dots (4)$$

P(LI) : 負荷指針 (Load Indicator) による推定馬力

LI : 航海時の負荷指針の値

RPM : 航海時の主機回転数

t & t₀ : 以下添字 0 は陸上公試運転時の値を、添字なしは航海時の値を示す。また、f_i (i=1, 2, 3, 4) は陸上公試運転結果を用いることを示す。

(2) 過給機回転数による方法

過給機回転数は燃焼室からの排気ガスがもつエネルギーと一定の関係があり、一方、排気ガスのエネルギーは主機の発生馬力と関係があることから、つぎの推定式が成立する。

$$P(S.C.RPM) = f_2(S.C.RPM) \dots \dots \dots (5)$$

P(S.C.RPM) : 過給機回転数 (Super Charger RPM) による推定馬力

S.C.RPM : 航海時の過給機回転数

(3) 掃気圧力による方法

掃気圧力とは過給機のコンプレッサにより燃焼室へ送り込まれる空気圧のことであり、主機馬力に関係がある。

$$P(Sc.P) = f_3(Sc.P) \dots \dots \dots (6)$$

P(Sc.P) : 掃気圧力 (Scavenge Air Pressure) による推定馬力

Sc.P : 航海時の掃気圧力

(4) 燃料消費量による方法

アログには、1日ごとの主機の燃料消費量が重量(t)あるいは温度15℃に換算した体積(Kℓ)で記載されている。それより、

$$P(F.C) = f_4(F.C) \times \frac{H_{\ell}}{H_{\ell 0}} \dots \dots \dots (7)$$

P(F.C) : 燃料消費量 (Fuel Oil Consumption) による推定馬力

F.C : 航海時の単位時間あたりの燃費 (燃料消費量(t)/航進時間(h))

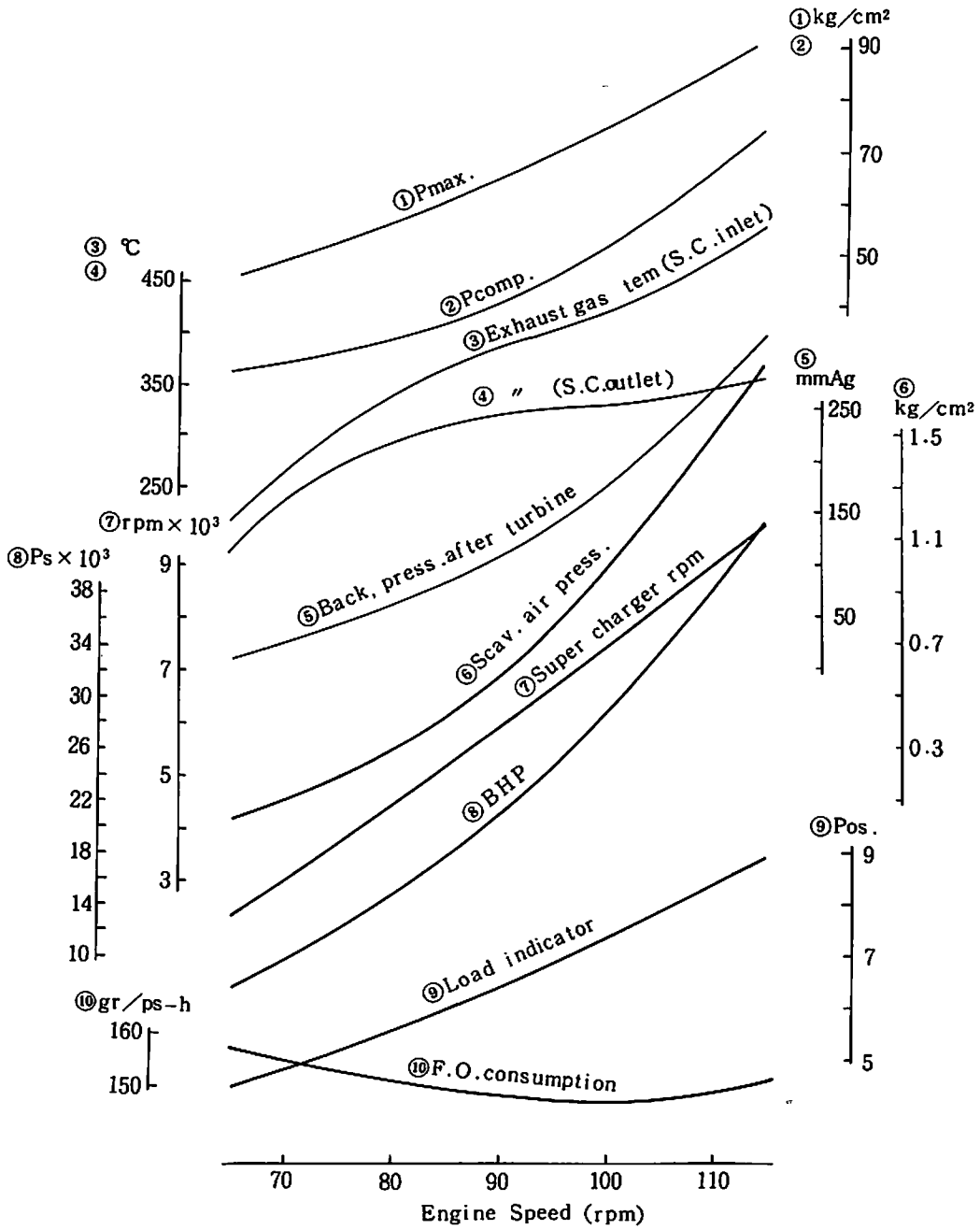
H_ℓ, H_{ℓ0} : 燃料の低位発熱量

2.2.2 タービン船

(1) 1段落蒸気圧力による方法

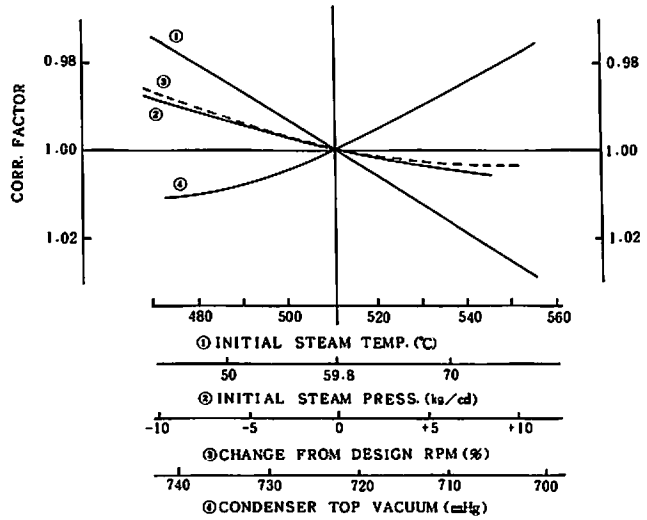
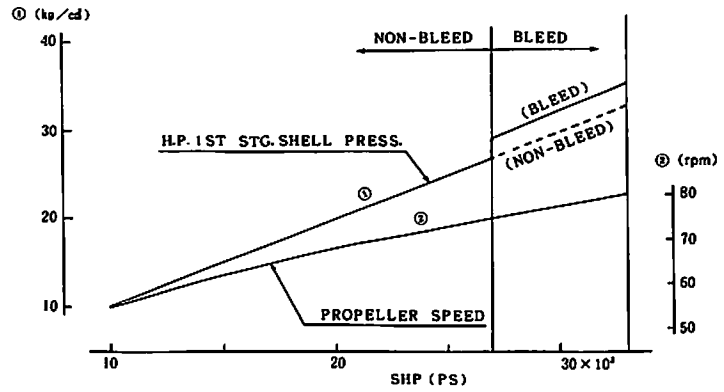
蒸気タービンの発生馬力は、各段落の蒸気圧とそれぞれ一定の関係があり、それにより発生馬力を推定できるが、高圧タービンの1段落蒸気圧力より推定するのがもっとも信頼性が高い。これに流入蒸気特性、主軸回転数、主復水器上部真空による補正を行なって発生馬力を求める。

$$P(P_{1st}) = f_5(P_{1st}) \times \eta$$



第5図 ディーゼル主機陸上運転成績例

第6図 タービン主機
性能曲線例



$$\eta = \eta_t \times \eta_p \times \eta_n \times \eta_v$$

$P (P_{1st})$: 1 段落蒸気圧力 (Steam pressure of 1st stage) による推定馬力

P_{1st} : 航海時の高圧タービン 1 段落蒸気圧力

η_t, p, n, v : それぞれ主蒸気入口温度, 主蒸気入口圧力, 主軸回転数, 主復水器上部真空による馬力補正係数。各計測値に対して主機の性能曲線 (第 6 図参照) から求める。

f_5 : 主機の性能曲線による。

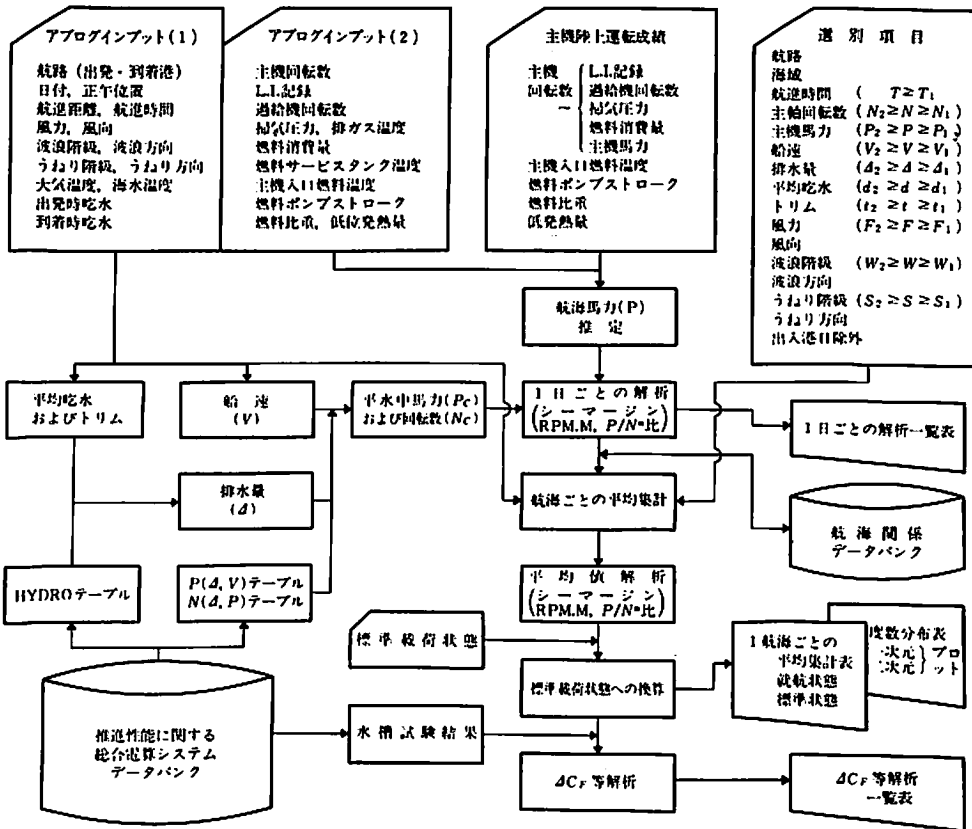
(2) 燃料消費量による方法

タービン船は, 主ボイラで燃料を燃焼させて発生させた蒸気を主機タービンに送り推進動力源として用いるほかに, ターボ発電機, 造水装置などの補機の駆動源としても利用する。したがって, 燃料消費量から推進馬力を推定する場合, 推進以外の目的に消費した蒸気に対して補正が必要になる。本プログ

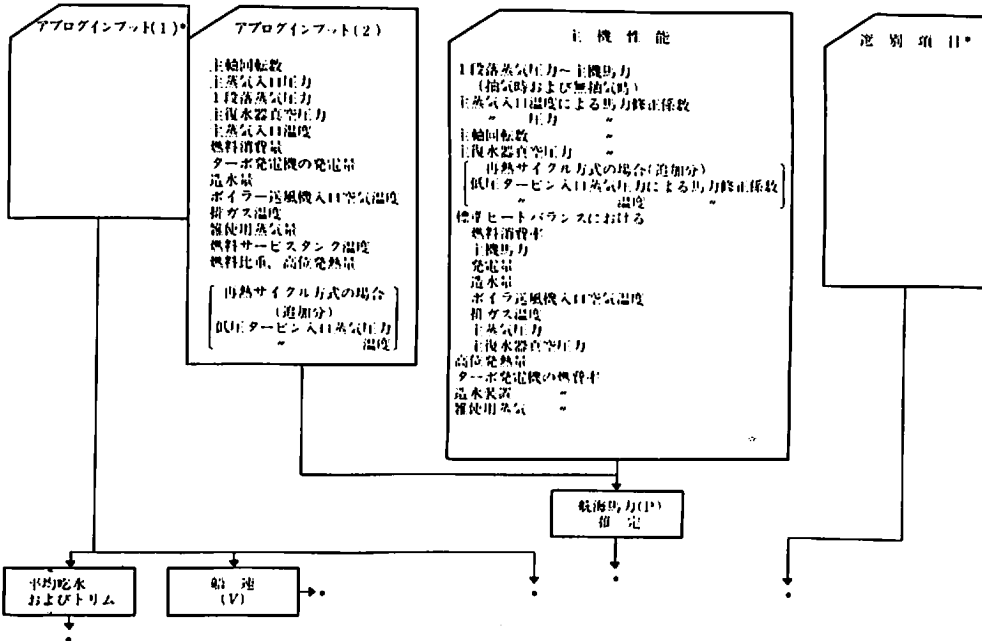
ラムでは, 主機プラント設計時のヒートバランス計算を利用して補正する方法を用いているが, かなり複雑であるので, 詳細は省略する (文献(7)参照)。

2.3 平水中の性能

シーマージンやプロペラ回転数マージンは, ある時点の運航実績が新造時平水中の性能から, どの程度変化しているかを示す指数であり, 平水中の性能がそれ等の算出するベースとなる。本プログラムでは, 海上試運転成績と水槽試験結果を用いるが, あらかじめ, 実際の航海時にしばしばあらわれる吃水数状態について馬力計算を行ない, それを馬力テーブル ($P (d, V)$: d : 排水量と V : 船速をパラメータとするテーブル), と回転数テーブル ($N (d, P)$: d : 排水量と P : 主機馬力をパラメータとするテーブル) の形にまとめておき, 平水中の性能が必要なつど内挿計算により求める。航海中 1 日ごとの排



第7図 ディーゼル船就航実績解析ブロック図



第8図 タービン船就航実績解析ブロック図 (注/*印はディーゼル船の場合と同じ)

水量は、出入港時の吃水（アログに記載されている）から、それぞれの排水量を求めておき、出航しからの航進時間ベースに直線補間して算出する。

3. プログラムの構成

本プログラムの解析ブロック図を第7図および第8図に示す。解析は1日ごとの解析、航海ごとの平均集計および ΔC_F などの解析の3段階に分けて実行される。なお、第7図の中の“推進性能に関する総合電算システム”は、水槽試験結果と海上試運転成績などが蓄積、ファイルされているデータバンクと推進性能関係諸計算プログラムで構成する推進性能に関するトータルシステムで、本航実績解析プログラムもその1サブプログラムとなっている（詳細は文献(8)参照）。

3.1 1日ごとの解析

解析の第1段階はアログデータの基礎解析であり、1日ごとに、入力データのチェック、航海馬力の推定、シーマージン・回転数マージン・ P/N^D 比などの計算を行ない、“1日ごとの解析一覧表”に出力する。同時に、これらの基礎データは入力データとともに航海関係データバンクにファイルされる。

解析に使用する入力データの詳細を第7図および第8図に示した。航海関係のアログデータ（アログインプット(1)）、機関関係のアログデータ（アログインプット(2)）、主機陸上運転成績（ディーゼル船）あるいは主機性能データ（タービン船）、および選別項目（後述）からなる。一般に就航実績の解析は数年分の航海実績をまとめて行なうため、1回に取扱うデータが相当膨大になり、入力データのチェックが大変な作業となる。そこで、入力データの自動チェック機能をプログラムにもたせ、多量のデータを正確かつ迅速に処理できるように配慮している。それにより入力データの欠落、けた違い、データ間のくい違い（たとえば、OG（対地速度）による航進距離とLOG（対水速度）による航進距離のある一定値以上の相違など）が自動的に検出され、不具合箇所とその内容を容易に識別できるエラーコードが出力されるようにしている。

3.2 航海ごとの平均集計

1日ごとの基礎解析が終了すると、1航海ごとあるいはその往復航別に船速、回転数、航海馬力、燃料消費量、排水量、風力階級、波浪階級などを平均集計（航進時間による加重平均値の算出）したあと、1航海平均のシーマージン、回転数マージンなどを解析する。解析結果は“航海ごとの平均集計表”お

よび1次元プロット（タイムヒストリ）や2次元プロット（風力階級 Vs. シーマージンの相関図など）の形で出力される。

平均集計を行なう際、第7図に示す選別項目の組み合わせにより種々多様な集計条件を指定することができる。集計条件が指定されると、アログデータの中から、その条件に該当する日のみのデータが選別されて平均集計が行なわれる。この機能は経年変化、汚損影響、海象影響など要素別シーマージンの解析や航路、荷荷状態、船速などの運航条件とシーマージンの関係の調査などに利用される。

たとえば、経年変化や汚損影響の解析では、海象影響を除去するための風力階級あるいは波浪階級による選別、操船影響を避けるための出入港日および短時間航進日の除外に加え、荷荷状態、航路、海域などによる選別も利用する。

コンテナ船のような荷荷状態が航海ごとに変動する船では、標準状態（たとえば計画満載状態）への換算を行なっておくと航海性能の推移を直接把握するうえで便利である。本プログラムには、標準状態として排水量のみを指定し、排水量の差に対して主機馬力と回転数を修正する場合と、排水量と主機馬力を指定し、航海速力と回転数を推定する場合の2通りの換算法が組み込まれている。前者は ΔG などの解析に、後者は航海ごとの船速変化を見る場合などに利用される。なお、これらの換算はシーマージンと回転数低下率が排水量および主機馬力によらず一定であるとの仮定に基づいて行なわれる。

3.3 ΔG などの解析

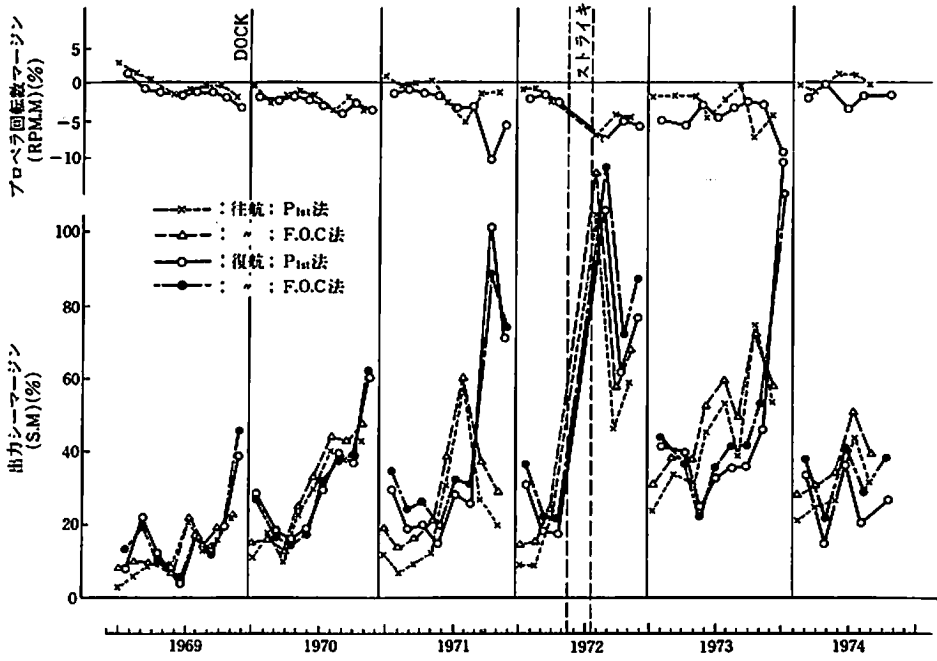
航海ごとの平均集計が終了すると、標準状態への換算結果（この場合、水槽試験が実施されている状態に換算しておく）と水槽試験結果を用いて、通常の model-ship correlation 解析法により ΔC_F と伴流係数（ $1-W_s$ ）および、それぞれの係数について新造船試運転時の値との差にとった抵抗増加係数（ $\delta \Delta C_F$ ）と伴流増加係数（ δW_s ）が求められる。この解析結果は新規計画船の航海性能の予測や運航採算計算などに利用される。

4. 解析例

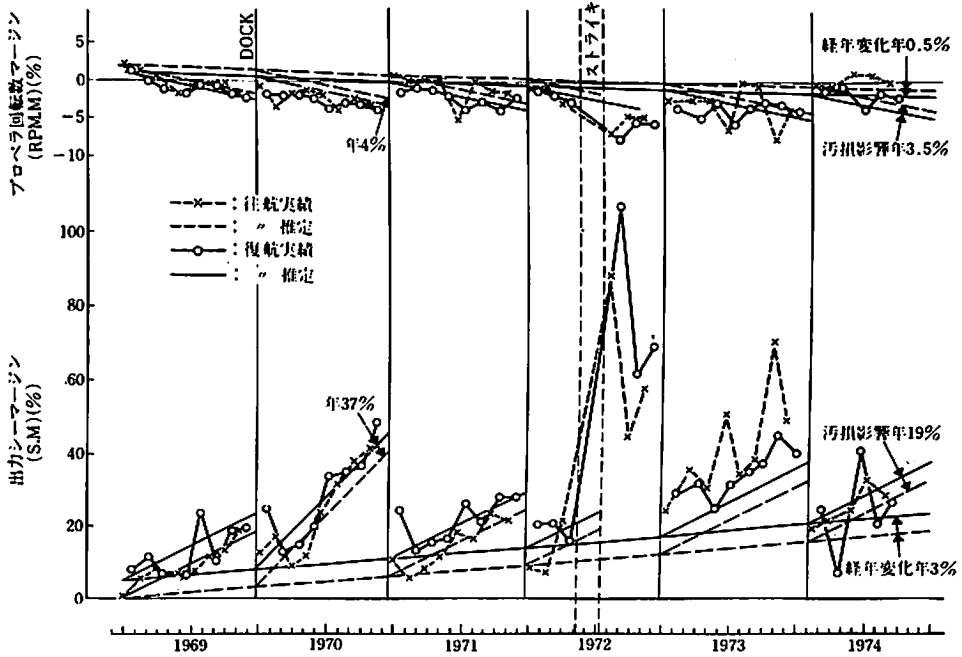
現在、タンカー、コンテナ船を中心に建造船約20隻について航海性能の追跡調査を行なっている。その中から比較的長期間の航海について解析を終了した130,000t型タンカーを例に解析の概要を示す。

4.1 対象船

解析対象船の主要目をつぎに示す。



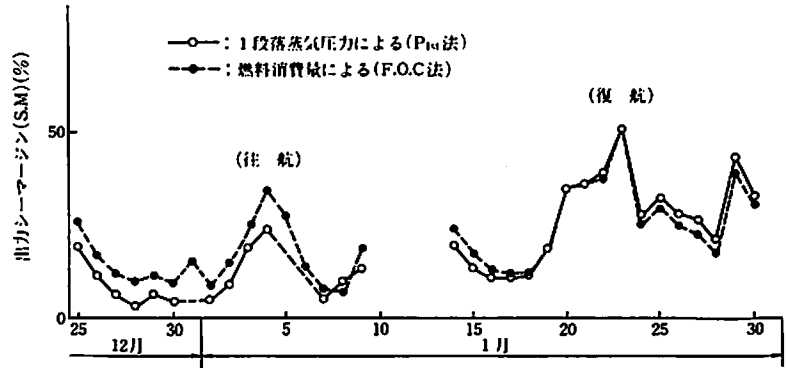
第9図 全データによる往復航別平均シーマージン



第10図 ビューフォート風力階級4以下のデータによる往復航別平均シーマージン

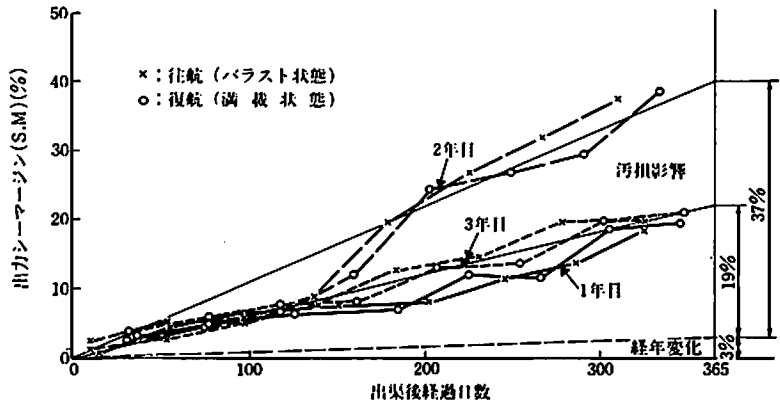
第11図

主機馬力推定法の違いによるシーマージンの比較



第12図

ビューフォート風力階級3以下のデータによる汚損影響の推定



L×B×D	260×43.3×22.4 m
載荷重量	137,200 t
航海速力	15.7 kt
主 機	タービン (1基)
M C R	25,300 PS×82.6 rpm
N O R	23,000 PS×80.0 rpm

本船は処女航海以来、おもに日本～Persian Gulf間に就航し、解析を行なった約6年間43航海のうち3,4次航および31,32次航のみがPersian Gulf～欧州間であったほかはすべて同航路であった。したがって往航がバラスト状態、復航が満載状態である。

4.2 経年変化と汚損影響

第9図および第10図にシーマージンとプロペラ回転数マージンの往復航別1航海平均値の推移を示す。第9図は全データの平均値、第10図はビューフォート風力階級4以下の日のみの平均値であり、ともに出入港日および航進時間が22h未満の日は除いている。また、解析にはLOGによる対水船速と、とくに注記したもの以外は1段落蒸気圧力による推定馬力を使用している。

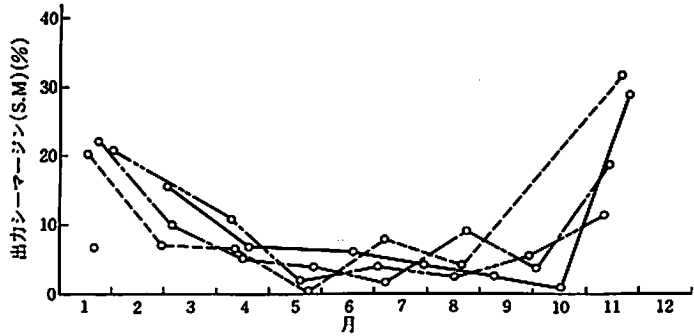
馬力推定法の違い(1段落蒸気圧力による方法と燃料消費量による方法)によるシーマージンの比較を第9図および第11図に示した。第9図は航海ごと

の平均シーマージンの比較、第11図は1日ごとのシーマージンの1往復航分の比較である。両推定法によるシーマージンの変化は意外によく一致しており、経年変化などの変動分を対象にする限り、いずれの方法を用いてもよいようである。しかし、一般に航海中の雑使用蒸気量(tank cleaning, cargo tank heatingなどを含む)や使用した燃料の発熱量は不明であり、その正確な補正ができないため、推進馬力としては1段落蒸気圧力による値の方がより信頼できると判断されるので、以下の解析には1段落蒸気圧力による推定馬力を使用した。

第9,10図によると経年変化(入渠しても回復せず船令とともにシーマージンが累積していく傾向)が明らかに存在しており、その値は平均的に見ると第10図に示すようにシーマージンに対して年3%、プロペラ回転数マージンに対して年0.5%である。

第12図は、汚損影響を調べるため、ビューフォート風力階級3以下の日のみのデータにより航海ごとの平均シーマージンを求め、経年変化を年3%として修正後、出渠後経過日数をベースにプロットした図である。海運ストライキに伴う長期停船により異常な汚損影響が見られる4年目と、その後遺症が残っている5年目(第10図に見られるように、入渠し

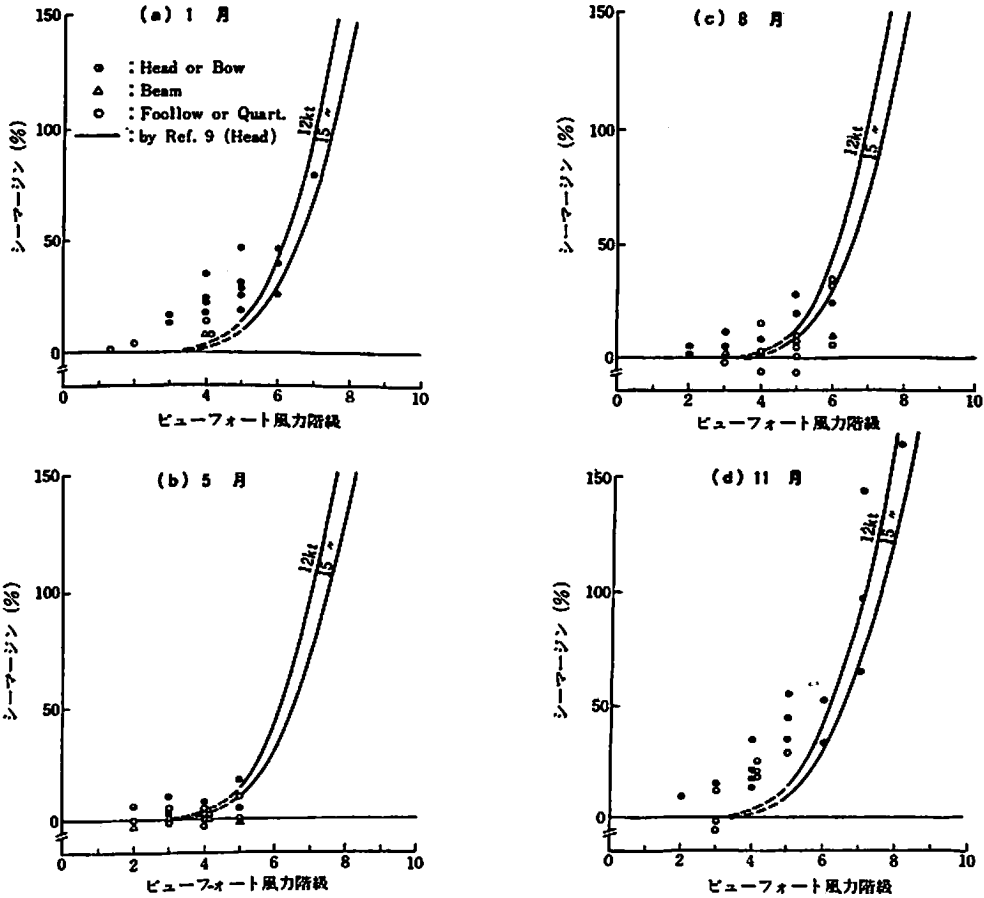
第13図 季節による海象影響の変化



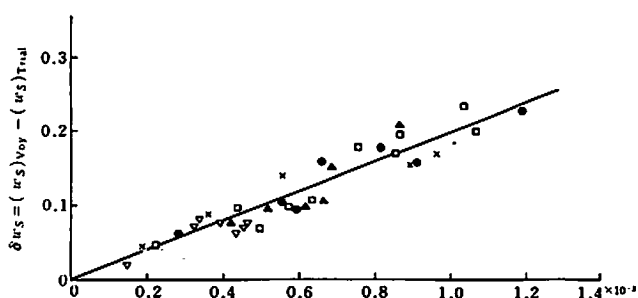
でもシマージンが正常なところまで回復していない), および航海数の少ない6年目を除いた3年間のデータを解析したが, 載荷状態による差はほとんどなく, 3年目が年19%, 2年目が年37%となっており, 年度により大きな差が現われている。同様の方法でプロペラ回転数マージンの汚損影響を求めたが, シマージンほどには年度による差は顕著でなく, 1, 3年目3.5%, 2年目4%と得られた。

4.3 海象影響

海象影響は全シマージンから経年変化と汚損影響を差し引いた残りとして求める。第13図に, 各航海の復航(満載状態)における1片航海平均の海象影響を就航月ベースに示した。本図には海象影響の季節変化が明瞭に見られ, 同時に本船のような大型船においても季節により相当大きな海象影響を受けていることが注目される。この原因を調べるために



第14図 ビューフォート風力階級と海象影響の関係



第15図 δC_F と δW_s の関係

2, 3年目の復航について、1日ごとの解析結果からビューフォート風力階級と海象影響の就航月別の関係を求め、第14図に示した。同図によると、1月と11月にはビューフォート風力階級7以上の荒天に遭遇し、非常に大きな海象影響を受ける日があること、また、風力が低い日も比較的に向い風が多くシーマージンが高くなっていることがわかる。一方、5月と8月は風力が1月、11月に比べて低いうえ、追い風の日が多いために海象影響は非常に小さい。同図中に、D.I. Moorの実験式⁹⁾による馬力増加率の計算値を実線で示したが、風力の高い範囲ではよく合っている。なお、本航路には夏期と冬期で流向が逆転する比較的強い潮流の存在が明らかにされているが⁴⁾、本解析では前述のように対水速度を用いているので、潮流影響は一応除去されている。

4.4 ΔC_F などの解析例

経年変化と汚損影響の主因は船体摩擦抵抗の増加であり、摩擦抵抗が増加すれば当然境界層が厚くなり伴流も増加するため、就航後の ΔC_F とWakeの増加量の間には一定の関係が存在すると予想される。第15図は、60,000～200,000 DWT までのタンカー5隻について、ビューフォート風力階級3以下の1航海平均値を用いて就航時の ΔC_F とWakeを解析した結果であり、それぞれの係数の試運転時からの増分にあたる抵抗増加係数($\delta \Delta C_F$)と伴流増加係数(δW_s)の関係を示している。 $\delta \Delta C_F$ あるいは δW_s の値そのものは各船ごとに相当大きなバラツキがあるが、両者の勾配($\delta W_s / \delta \Delta C_F$)は第15図に示すように各船ともほぼ同一の値になっている。この関係を用いると、一定の ΔC_F の増加に対して、船型や主機が異なる場合のシーマージンやプロペラ回転数の低下率などを比較計算することができ、新規計画船の性能検討に便利である。 ΔC_F の増加を 0.4×10^{-3} とした場合の比較計算例を第1表に示す。

4.5 新型船底塗料の効果

最近、高性能の新型船底塗料として自己研磨型長期防汚塗料(SP型A/F)が注目され、わが国での使用も急速に増えている。さらに既就航船にあっては、経年劣化した外板表面にサンドブラストを施行して表面粗度の回復をはかったうえで、新型船底塗料を塗装するという新塗装法が普及をはじめている。

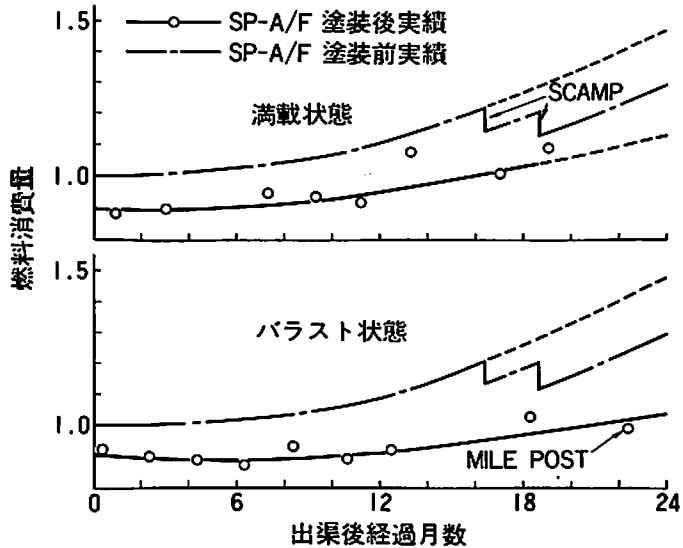
このような新塗装法の採用に伴って、その効果の追跡調査が行なわれており、解析結果の一例を第16図に示す。本船は200,000t型のタンカーで、就航後8年して船底部を全面サンドブラスト施行後SP型A/Fを塗装し、この程、2年間の航海を終了した。第16図はSP型A/F塗装前後各2年間の同一速力(満載状態:11kt, バラスト状態:11.5kt)に換算した燃料消費量の推移を比較したもので、SP型A/F塗装前の航海実績と比較して塗装後は、出渠直後の航海で約10%、1年後:15%、2年後:25%程度の燃料消費量の減少が見られる。出渠直後の約10%の燃費改善はサンドブラストによる粗度の回復(施行前:295 μ m, 施行後:115 μ m)によるものであり、新型A/Fの効果は燃料消費量の増加率の鈍化となってあらわれている。従来塗装(SP型A/F塗装前)では出渠後1年当りから燃費が急速に増加するため、途中、船体水中清掃(SCAMP)を施行している。

5. 結 言

以上、船舶の就航実績解析プログラムの概要とそれによる解析例を紹介した。本プログラムは、建造船の就航実績を解析し、設計どおりの性能を発揮しているかどうかを確認するとともに、シーマージンやプロペラ回転数マージンの実態を調査し、新しい船の設計向上に役立てることを目的に開発されたものであるが、入渠管理や種々の省エネ対策の効果確

第16図

新型船底塗料
の効果調査例



第1表 シーマージン等比較計算例

項目	種別	A 船	B 船
載荷重量 (MT)		80 000	130 000
主機		ディーゼル (1基)	タービン (1基)
最大出力×回転数 (PS×rpm)		23 000×122	28 000×106
常用出力×回転数 (")		20 700×117.8	25 200×101.5
シーマージン (%)		17	20
回転数低下率 (")		3.2	2.4
プロペラ効率減少率 (")		11	16

認など運航管理面にも有用なデータを提供できるものになっている。本紹介が何がしかでも関係方面の方がたのお役に立てば幸いである。

参考文献

- 1) E. V. Lewis, J. Femenia & R. B. Zubaly: Maritime Fuel Conservation, Trans. SNAME Vol. 85 (1977) pp. 244-270
- 2) SR 80研究部会: 船体性能の向上に関する調査報告書 ログブックの解析調査, 造研調査資料 No.46 1966年3月
- 3) SR 91研究部会: 海象気象と船体性能との関連に関する調査報告書 ログブックの解析調査, 造研調査資料 No.51-1 1967年3月
- 4) 別府健次, 山崎芳嗣, 立木正昭: S. S. Oriental Giant 号の運航性能について, 西部造船会々報 第39号 1970年3月 pp. 223-241
- 5) 鷺見倫一, 緩詰力, 前川裕: ディーゼル船のプ

ロペラ回転低下に関する調査 (第2報), 日本船用機関学会誌 第6巻第12号 1971年12月 pp. 21-32

- 6) SR 161研究部会: 船舶の波浪中性能推定の精度向上とその実証に関する研究報告書 ログブック解析による実船の運航状況調査, 造研調査資料 No.25 1976年3月
- 7) 田中稔, 溝口純敏: 船舶の就航実績解析プログラムと解析例, 石川島播磨技報 第21巻第2号 1981年3月 pp. 99-105
- 8) 荻原誠功, 並松正明, 越智正雄, 森正彦: 船の推進性能に関する総合電算システム, 石川島播磨技報 第19巻第4号 1979年7月 pp. 186-191
- 9) D. I. Moor & D. C. Murdy: Motions and Propulsion of Single Screw Models in Head Seas Part II, Trans. RINA Vol. 112 No. 2 (1970.4) pp. 121-163

山縣昌夫先生と目白水槽

重川 渉

日本造船研究協会副会長

◎貨物船の推進機関の所要馬力略算法

造船協会報
第63号

船舶を計画する場合には、先づその所要馬力の見当をつけることが、必ず重要な問題となる。普通には、それに似たような既成船から、その見当をつけるのであるが、適当なタイプ・シップがない時とか全く新しい型の船とかの場合には、その所要馬力を予想することはなかなか自信が持てない。通常の場合には2つか3つかの違った予想法によって色々と確めてゆくのであり、最後には模型試験によって確認するなり修正するのである。この論文で山縣先生はその所要馬力の略算法として、これまでの目白水槽の模型試験結果を纏めて発表されたのである。従って理窟も実験もない、ただデータを如何にまとめるか、絶え間ない根拠だけの仕事である。

纏め方としては、長さ50m～160mの範囲の貨物船を対象にして、その幅、吃水、満載排水量を点置してその平均値を採り、それを標準船型と決める。この一連の標準船が各120 r.p.m.のプロペラを装備した時のSHPを、水槽実験値を解析して与えている。このSHPを基本にしてエンジンの種類による修正、プロペラの相異による修正、排水量の修正、長—排水量の修正等を与えられた係数で行なう。方法としては最も簡単なやり方である。

別に新しい考え方ではないが、一連の標準船のSHPを与え、それをアドミラルティ・コンスタントの形で修正するという思い切った略算法、船体線図が母型標準船に似ていれば、最も簡易捷徑な方法ということが出来る。

馬力推定法はこれまでも各権威者により発表されているが、それらは軍艦用とか近代商船型に程遠く、またデータも古く、その点では今までのデータ改訂の意味もっている。またその一方、目白水槽型に偏する嫌いのあることは止むを得ないことである。

山縣先生は上述のごとく商船の経済推進性の向上にその若いエネルギーを傾注して来られたが、そうかと言って勉強にのみ没頭してはいないのである。広く世間の動向を見極め、商船が如何にあるべきかを常に考えておられたのである。

ちょうどこの頃より山縣先生は純学術論文だけではなく、その解説的論文を一般紙に書き始めておられる。もちろんその種の論文は純学術的なものより遥かに多い量であるが、その大部分は目白時代を辞せられた後年のもので本稿の枠外である。「科学主義工業」に昭和13年6月に書かれた「船型試験の経済的価値」と題する論文中の一部を紹介して、その当時の世間情勢を想起したい。

「近時の国際経済情勢は各国をして競って自国海運の助長乃至は保護策の強化に努力させる許りでなく、輸入割当制、輸入許可制等の貿易管理統制策を採用して他国船の進出を極度に阻止して居るに拘らず、ここ数年における我が新鋭優秀船隊の世界における縦横の活躍は実に世界海運史上未曾有の華々しさである。例えば我が快速優秀船は太平洋横断パナマ運河經由ニューヨーク航路において諸外国船の太刀打を許さず、彼等を殆ど駆逐し去って磐石の航権を確立して輝かしい覇業を完成すると共に、米大陸横断鉄道会社を経済的苦境に沈淪させた如き、又インド航路、濠洲航路等において我が優秀船の進出目覚ましく、日章旗はユニオン・ジャックを圧して忽ちに支配的位置を勝ち得、P&O汽船社長ショー氏をして「日本海運は今や東洋において往年のイギリスの地位に代らんとしている。今にして根本的対策を講ぜずばイギリス海運は滅亡の外無し」と悲痛な演説をなさしめ、イギリス朝野を挙げて我が海運進出の防圧に腐心しつつある等の如きである。斯くして我が商船隊は東洋近海は固より遠くヨーロッパ、南北アメリカ、濠洲、アフリカの辺陬に至る迄配船せられ、貨客輸送に依る運賃収入は貿易外収入として年々輸入超過に悩む我が国の国際貸借上の赤字を補填し、国家経済に多大の貢献をなすと共に国防の強

化に寄与することも妙くない。世界を瞠目せしめた我が新鋭商船隊の画期的飛躍は勿論海運業を構成する各種の要素の合作であるが、これに使用せられる船舶の経済的要素の如何も亦重要な一要素で従ってこの事業は半面において我が新造船の優秀性を、延いては船型試験の絶大なる経済的価値を遺憾なく物語るものと云はねばならぬ。』

と結んでいる。

先づその前半^{2/3}に書かれていることから話を始めたい。日本海運にこんな輝かしい業績の時代があったのであろうか。

現在の情況からみてちょっと信ぜられないような活躍ぶりである。少し誇張した表現もあるのであろうか。しかしもう一つの例をひこう。雑誌「モータシップ」(本誌「船舶」の前身)の昭和12年11月号に「單螺旋船と双螺旋船の推進機関の所要馬力の比較」という山根先生の解説論文にも同様の主旨のことが述べられている。

序でにその一部を引用しておく。

『ここ数年来本邦において建造された大型高速貨物船は一般に其の推進性能が非常に優秀で、この点全く世界に類を見ぬと謂うも決して過言ではない。推進性能の良好な船舶は当然一定の速力に対する推進機関の所要馬力を減少せしめ、海運業者としては船舶の運航採算を最も左右する燃料を、又国家としては其の重要資源である燃料を節約することになり、更に之等に伴って推進機関、燃料庫等の容積及び重量は減少し、一方においては建造費、即ち海運業者の固定投資額は軽減され、他方においては貨物船としての重要資本である載貨量が増大し、航洋船に在っては之等の好条件を具備する所謂経済船を以て激烈な国際海運競争場裡に登場して他国船を圧倒し、国家の貿易外収入中重要な位置を占める運賃収入を増加して国際貸借に貢献することになる等、推進性能の優秀な船舶が直接、間接に国家及び海運業者にもたらす利益は莫大である。近年本邦高速貨物船が太平洋横断ニューヨーク航路に於て諸外国船の太刀打を許さず、彼等を殆ど逐逐し去って輝かしい覇業を完成し、盤石の航権を確立した如き、又インド航路、濠洲航路において日章旗を掲げる船舶の進出目覚しく、英海運業者は政府と共にこの防圧対策に腐心狂奔しつつある等、数年来の本邦優秀貨物船の赫々たる業績は總べて当然の帰結と謂はねばならぬ』

と論旨の進め方から前文とは逆の書き方ではあるが、日本海運の短時日の躍進ぶりを記録している。

海運史の専門学者の意見を聞いた訳ではなく、ま

た筆者は、その方面の知識は全然ないのであるが、海運業というものはそんな簡単なものではないだろう。当時の輸出品の大宗は米国向けの生糸であっただろう。その運賃も他の貨物に比べると高いかも知れない。その生糸を米西海岸でなく直接パナマ経由でニューヨーク埠頭に横付けしたところで、まさか大陸横断鉄道が急に悲鳴をあげたとは考えられない。たしかに日本の高速貨物船の出現は、荷物の積替え、列車の編成時間を節約して数日の短縮は出来るだろう。またその航路には他国船の介入も許さないだろう。これは新航路の開拓であり、新天地への発展ではあるが、そのために在来の他国船を排除することではない。新航路の開拓には独り往航のことのみではなく、復航にはそれに見合う貨物のあることも前提条件に考えねばならない。ニューヨーク航路はその条件が揃ったのであろう。

それに比べるとインド航路、濠洲航路の進出は遥るかに困難なことであっただろう。日本海運業者の努力に敬意を表するのみである。この場合には船の速力とか性能の良さとかは次の問題であり、多分日本の輸出品の輸送を足掛りに、第3国間の運送を考えなければならぬ。本当の海運業の競争である。

筆が思わぬ方向に走ってしまった。素人の長談義は止めよう。

確かに船舶の燃費は10年前に比して半減したことは事実である。従って運賃費は今までのペースではなく新たな基準で見積らねばならぬが、だから海運業者はそれだけの増益があるとはいえない。競争相手も早晚その水準に到達するのである。あるいは追い越されるのである。絶えざる研究が必要である。

船舶の燃費の半減は、ただ水槽研究だけで得られたものではない。水槽試験研究によっての貢献は、それまで殆んど無関心であっただけに約20~25%の減少とみられる。今後ともこの勢いで節減できるとは思えない。

今の船形を踏襲するならもう10%の節約は無理かも知れない。しかし船の形を変えて了えば話は別である。或は推進方法を変えるか、そのような話は本稿では取扱はない。

船舶の燃費の半減に貢献のあったもう一人はもちろん造機研究者である。残りの20~25%を受持っている。華やかではないがコッコッと積重ねた結果である。この機会に敬意を表しておく。(つづく)

連載

液化ガスタンカー

<47>

恵美洋彦

日本海事協会

5.3.7 再液化サイクルの熱力学

再液化冷却装置の設計またはオペレーションに関連して再液化冷却サイクルの熱力学を基本として知っておく必要がある。次に掲げる解説は、ICS指針²²⁾によったものである。これは、最も簡単な1段圧縮直接冷却サイクルを例として具体的かつ平易に説明されている。この基本原理さえ知っておけば、他の冷却サイクル（2段圧縮直接式、混合式または間接式）でも容易に理解できる。

(1) 想定する冷却サイクル

例としてアンモニアの再液化冷却をとりあげる。

前述のように、1段圧縮直接式冷却サイクルとするので貨物は、低温圧力貯蔵状態となる。（常圧低温貯蔵状態のアンモニアを考えると、少なくとも2段圧縮となる。）

図5-69にアンモニアp-i線図の関連部分を示す。

この図上において、冷却サイクルを示すと次の①ないし④のようになる。

①貨物の蒸発によってタンク内から熱量 Q_1 をとり

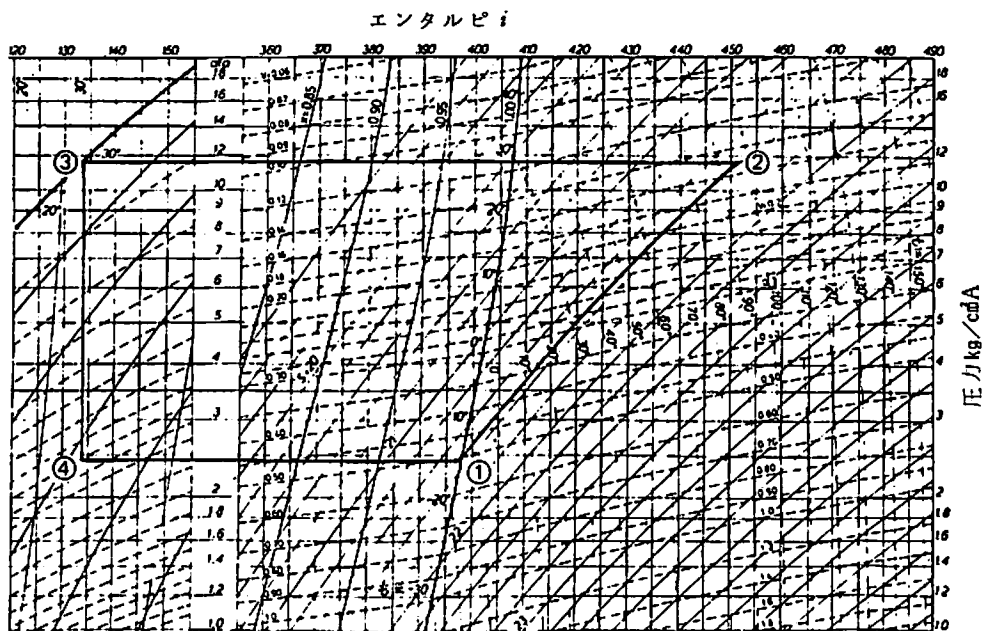


図5-69 冷却サイクルのアンモニアp-i線図上の表示

p (圧力) ; kg/cm²A

i (エンタルピ) ; kcal/kg

v (比容積) ; m³/kg

s (エントロピ) ; kcal/kg^oK

x (乾き度) ;

t (温度) ; ^oC

去る。

②タンク内の圧力 P_1 の蒸発ガスを圧縮機で吸入し、圧縮/吐出して圧力 P_2 で凝縮器へ送り込む。この圧縮過程でガスに Q_2 の熱量を与える。圧縮機は、この熱量に対応する仕事 W_1 をする。

③圧縮機から送り出された圧縮ガスは、冷却水に熱量 Q_3 を与えて凝縮液となる。

④膨脹弁を介して凝縮液をタンクに戻す。この間に圧力は、 P_2 から P_1 に減ずる。

これらの過程における熱量は、熱力学の第1法則によって次の関係となる。

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

(2) P-i 線図における理想冷却サイクル

まず、圧縮機が -15°C のアンモニアガスを吸引すると想定する。そして、吸引管内での圧力損失を無視し、かつ、加熱も冷却もされないものとする。即ち、理想的な冷却サイクルで説明する。

図5-69に示す再液化出発点①の状態(飽和蒸気)

は、次のとおり；

-温度 (T_1)	-15°C
-圧力 (P_1)	$2.4 \text{ kg/cm}^2\text{A}$
-エンタルピ i_1	397 kcal/kg
-蒸気密度	$1/0.52 = 1.92 \text{ kg/m}^3$

このガスは、等エントロピ線に沿って断熱圧縮され、そして、 30°C で凝縮するものとする。即ち、この凝縮圧力は、約 $11.7 \text{ kg/cm}^2\text{A}$ となる。圧縮の終点②においてアンモニアは、過熱ガスの範囲となる。

その状態は、次のとおり；

-温度 (T_2)	97°C
-圧力 (P_2)	$11.7 \text{ kg/cm}^2\text{A}$
-エンタルピ (i_2)	452.5 kcal/kg

凝縮点③の状態は、次のとおり；

-温度 (T_3)	30°C
-圧力 (P_3)	$11.7 \text{ kg/cm}^2\text{A}$
-エンタルピ (i_3)	134 kcal/kg

圧縮機から約 $11.7 \text{ kg/cm}^2\text{A}$ の圧力で吐出したガスは、その圧力のまま、凝縮器内で凝縮する。そして、潜熱は、点③で取去られる。凝縮温度は、 30°C である。

圧縮機から吐出するガスのエンタルピ i_2 と凝縮ガスのエンタルピ i_3 の差は、冷却水に与える熱量 Q_3 に等しい。即ち、

$$Q_3 = i_3 - i_2 = 134 - 452.5 = -318.5 \text{ kcal/kg}$$

(外部に与える熱量なので Q_3 は負)

凝縮液は、熱の授受なしに膨脹弁を介して膨脹す

る。即ち、等エンタルピでの状態変化となるため、図からも分るように点③から④まで垂直に下がる。圧力は、 $11.7 \text{ kg/cm}^2\text{A}$ から $2.4 \text{ kg/cm}^2\text{A}$ に下がる。膨脹後の④の状態は、次のとおり；

-温度 (T_4)	-15°C
-圧力 (P_4)	$2.4 \text{ kg/cm}^2\text{A}$
-エンタルピ (i_4)	134 kcal/kg
-乾き度 (x)	16%

また、この図から 30°C の液を -15°C に冷却するため約16%を蒸発させる必要のあることが分る。最終的に残りの凝縮液は、タンクに入るとき、内部の貨液およびその周囲から吸収した熱によっても蒸発する。そして、冷却サイクルが終了した時点で最初の点①に戻る。

冷却熱量 Q_1 は、出発点①(飽和蒸気)とタンクに液に戻る点④のエンタルピの差となる。即ち、

$$Q_1 = i_1 - i_4 = 397 - 134 = 263 \text{ kcal/kg}$$

貨物蒸気の密度が 1.966 kg/m^3 であるから圧縮機に吸引するガスの単位容積当りの熱量は、 $263 \text{ kcal/kg} \times 1.966 \text{ kg/m}^3 = 517 \text{ kcal/m}^3$ となる。

圧縮機で費やすエネルギーは、次の Q_2 に等しい。

$$Q_2 = i_2 - i_1 = 452.5 - 397 = 55.5 \text{ kcal/kg}$$

最終的に、熱力学第1法則は、次式となる。

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 = 263 + 55.5 = 318.5 \text{ kcal/kg}$$

凝縮器内で取去る熱量(この場合、 318.5 kcal/kg)は、常に、貨物タンク内における冷却効率(263 kcal/kg)より大きい。この差は、圧縮機で費やす熱量(55.3 kcal/kg)による。

(3) 実際の冷却サイクル

実際の冷却では、冷却過程で熱量損失があるため前(2)のようにならない。次に、損失の計算を示す。このような取扱いは、実用的に十分な精度である。

(a) 貨物ガス吸引管における熱量損失

貨物タンクと圧縮機間の貨物ガス吸引管での熱侵入によって熱量損失が生ずる。管が防熱されていない場合、多くの熱が貨物ガス中に侵入する。防熱されている場合、熱侵入は、著しく減るが、全くなくなることはない。ある設備では、吸引管系統に熱交換器を配置し、圧縮機出口のガスを冷却するが、この場合、吸入するガスは、暖められる。

吸引管での熱侵入量、即ちガスの温度上昇は、伝熱理論で求め得る。そして、この温度上昇による損失は、次のようにして求める。

例えば、タンク内のアンモニアが 4.06 kg/cm^3 の圧力であるとする。このガスは、温度が -2°C で比容積が $0.315 \text{ m}^3/\text{kg}$ (密度 = 3.17 kg/m^3) でもってタンクをでると想定する。そして、 20°C の温度で圧縮機に入るとすると、同圧のもとで比容積は、 $0.350 \text{ m}^3/\text{kg}$ (密度 = 2.90 kg/m^3) になる。

したがって、圧縮機での吸入損失重量は、 $3.17 - 2.90 = 0.27 \text{ kg/m}^3$ となる。これを百分率で表わすと次のようになる；

$$\frac{0.27}{3.17} \times 100 = 8.5 \%$$

これを温度 1°C 当たりの損失で表わすと $8.5 \div 22 = 0.4 \%$ となる。即ち、 1 m^3 当たりの吸入損失は、 $0.4 \%/^\circ\text{C}$ のオーダーになることが分る。

タンク内での蒸発圧力でガスが入るものとして圧縮機の能力を定めるものとする。この場合、実際の冷却能力は、タンク温度と吸入温度との差に対して約 $0.4 \%/^\circ\text{C}$ だけ減ることになる。

(b) 管内での摩擦損失

吸入管内での摩擦損失もガスの吸入重量の減少をもたらす。摩擦抵抗による損失圧力は、流体の管内移送として容易に求められる。損失圧力が分った場合、損失比は、次式で表わせる。

$$\frac{\text{圧力損失}}{\text{吸入圧力}} \times 100 = \text{損失比} (\%)$$

例えば、タンク内圧力が 4 kg/cm^3 で、圧力損失が 0.4 kg/cm^3 であったとすると、損失は、 $0.4/4.0 \times 100 = 10 \%$ となる。

(c) 圧縮機体積効率

貨物冷却用の圧縮機には、往復型が多く使用される。次に、往復型圧縮機を使用する場合について説明する。

この圧縮機は、冷却する物質およびその凝縮圧力に応じて1段また多段圧縮のものとなる。これらは、容積を変えるものである。

圧縮機の効率は、設計上の最高の効率を維持させるべきである。次に掲げる種々の因子が圧縮機の効率を減少させる。

- 凝縮圧力が与えられた状態より高い場合、ストローク毎のガス吸引量は、減るであろう。
- 吸入圧力が低圧、冷却ガス量の不足または過冷却のために減る場合は、行程当たりの吸入ガス量も減る。
- 筒隙^{注)}の増加は、吸込ガスの減少をもたらす。

注；筒隙 (clearance pocket) とは、シリンダ容積とストローク容積の差である。

- ピストンからのガスの逃げおよび圧縮機吸込または吐出弁から漏れは、吸込みガスの容積を減らす。

- バイパス系統から吸込み側に吐出ガスが漏れる場合、圧縮機の効率は、低下する。

- 摩擦による圧縮機の過熱は、吐出ガスを余分に過熱することによって装置としての効率を減少させる。

往復圧縮機の理論的吐出し量は V_{th} は、ピストンの行程で掃だす容積 (= 吸込み容積) となる。ピストン頂部の間隙および吸込/吐出弁の抵抗を考慮して実際の吐出し量 V_{act} は、 V_{th} にある係数、即ち容積効率を乗じて求める。この係数は、1 より小さくない、次式で表わされる。

$$\frac{\text{実際に吸込むガス量}}{\text{理論的吐出し量}} = \frac{V_{act}}{V_{th}}$$

この係数は圧縮機によって与えられ、主として、圧縮比によって変わる。吸込圧力および吐出圧力の値によっても変わるが、これは、無視し得る。

理論的吐出し量が $913 \text{ m}^3/\text{hr}$ のある圧縮機がタンク内で $-2^\circ\text{C}/4.06 \text{ kg/cm}^3$ のアンモニアガスを吸込んだとする。そして、吸引管で 12°C の温度上昇 (圧縮機吸込口で 10°C のガス) であり、かつ圧力損失は、 0.26 kg/cm^3 (吸込み圧力 3.8 kg/cm^3) であるとする。 68.5°C の凝縮温度での凝縮圧力は、 15.2 kg/cm^3 となる。圧縮比は、 $15.2/3.8 = 4$ となる。そしてこのときの容積効率を 0.828 とする。

冷却サイクル中に取去るべき熱量は、図5-69 を用いて次のようにして求め得る。

$10^\circ\text{C}/3.8 \text{ kg/cm}^3$ の点に於て

比容積 = $0.35 \text{ m}^3/\text{kg}$ (密度 = 3.8 kg/m^3)
圧縮機吸込み量

$$= 913 \times 0.828 = 755.9 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$= 755.9 \times 2.86 = 2,162 \text{ kg/hr}$$

$-2^\circ\text{C}/4.06 \text{ kg/cm}^3$ でタンクをでるガス

エンタルピ = 401 kcal/kg

$38.5^\circ\text{C}/15.2 \text{ kg/cm}^3$ の凝縮液

エンタルピ = 144 kcal/kg

取去るべき熱量 (単位重量当たり)

$$401 - 144 = 257 \text{ kcal/kg}$$

取去るべき合計熱量

$$2,162 \times 257 = 555,634 \text{ kcal/hr}$$

(a) 凝縮器の効率

凝縮器の冷却効率の低下は、次のような場合に生ずる。

- 冷媒の温度が相対的に高いとき。

- 冷媒の流量が少ないとき。
- チューブの熱伝導率がスケールまたは堆積物付着によって減少したとき。
- 漏えいチューブに栓をしたため、実際の伝熱面積が減少したとき。
- 余分な凝縮が冷却チューブやシエルをおおって熱交換面積が制限されたとき。

これらは、凝縮器のオペレーションおよび保守点検に関する問題である。即ち、設計上の最高の効率を維持するためには、装置を適切に扱うことが重要であることを示している。

ここでは対象外であるが、熱交換器や蒸発器も同様である。

5.4 圧力逃し装置および負圧防止装置並びにベント装置

5.4.1 圧力逃し装置／負圧防止装置

(1)一 般

圧力上昇に応じて流体を自動的に放出またはパイパスさせて過圧発生を防止する装置は、圧力逃し装置 (pressure relief device) といわれる。圧力逃し装置は、圧力逃し弁 (pressure relief valve) と非再閉鎖型圧力逃し装置 (non-reclosing pressure relief device) に分けられる。

A S M E規格³⁹⁾によると圧力逃し弁は、加圧流体を逃して圧力が所定の値に下がった後、再閉鎖する機能を有する弁である。これは、さらに、次のような種類の弁に分類される。JIS (B0100)にもほぼ同じような定義がある。

安全弁 (safety valve) ; 入口側静圧で作動し、かつ、急速な開放またははね上げ動作をする圧力逃し弁である。気体放出用の圧力逃し弁として用いる。

逃し弁 (relief valve) ; 入口側静圧を作動し、その設定圧力を超える圧力の増加に比例して開放する圧力逃し弁である。液体放出用の圧力逃し弁として用いる。

安全逃し弁 (safety relief valve) ; 圧力の加わり方に応じて、急速に開放またははね上げ動作したり、或いは設定圧力を超える圧力の増加に比例して開放する機構を有する圧力逃し弁である。即ち、気体および液体のいずれの放出にも用いられる圧力逃し弁である。

パイロット作動圧力逃し弁 (pilot operated pressure relief valve) ; 大部分の圧力を逃す装置が

組込まれ、かつ自己作動の補助的な圧力逃し弁 (パイロット弁) で、制御されるものである。この種の圧力逃し弁は、主として低圧用として採用されている。高圧側としては6ないし8 kg/cm²G程度までで使用されている。また、機構的に、真空逃し弁と兼用になるものが多い。

非再閉鎖型圧力逃し装置は、ラプチャーディスク (rupture disc)、破壊ピン装置 (breaking pin device)、液封圧力逃し装置 (liquid filled pressure relief device) 等がある。機構的には、特に説明を加えるまでもないが、いったん作動した場合、再閉鎖することはない。ラプチャーディスクは、貨物タンクに安全弁と直列に設けて使用する例がある。また、破壊ピン装置は、インタバリヤスペースのタンク漏えい時の圧力逃し装置として使用例がある。液封圧力逃し装置は、イナートガス供給管系統によく用いられる。

負圧防止装置 (vacuum pressure protection device) としては、次の3種類のものが挙げられている¹⁾。

真空逃し弁 (vacuum pressure relief valve) ; 設定圧力およびそれより低い圧力でもって開放作動し、大気またはその他の気体を吸引して負圧の発生を防ぐ弁である。正常の圧力に戻ったとき、弁は、再閉鎖する。負圧安全弁ともいう。

低圧警報／自動停止装置 2個の独立した圧力スイッチを設ける。このスイッチの1つは、まず最初に低圧力において警報を発するものとする。もう一つは、低圧の原因となる貨液または貨物ガスの吸引を停止し、さらに、冷却装置が設けられている場合、それも停止するものとする。

その他の負圧防止装置 ; その他、主管庁／船級協会が認める適当な装置。例えば、インタバリヤスペース等用としてある低圧力になると、自動調整弁が開いて窒素を供給して、圧力を高める装置がある。イナートガス装置用としては、前述した液封圧力逃し装置が真空逃し装置としても使用される。貨物タンク用としては、現在、真空逃し弁および低圧警報／自動停止装置のほかの負圧防止装置の例はない。

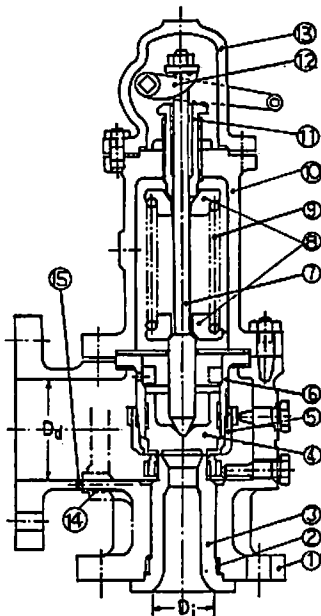
貨物タンク、その他の区域、貨物管装置および要素に設けるべき圧力逃し装置および負圧防止装置の種類を表5-37に示す。この表の用語は、前述の定義に従ったものである。

蛇足ながら規則りによる圧力逃し弁の用語は、前述の定義どおりでない。さらに、統一さえとれていないので注意を要する。例えば、貨物タンクに設け

表 5-37 貨物圧力逃し装置／負圧防止装置の設置

設置する区域／設備／装置		圧力逃し装置	負圧防止装置	備 考
貨物 格納 設備	貨物タンク 低温式*1	安全弁, パイロット弁作動の安全弁とする例が多い。	真空逃し弁または低圧警報／自動停止装置の何れか。併設の例も多い。	圧力-真空逃し弁を設ける例がある。
	低温圧力式*1 および圧力式*1	安全弁, ばね式が通常であるが, 7 kg/cmG程度までパイロット弁作動式あり。	何れかの方式の防止装置を設けるか, または耐負圧強度を有するタンクとする。	塩素の場合, 安全弁の入り口側にラプチャディスク必要。
	インタバリアスペース	構造方式および目的*2に応じた適切な圧力逃し装置とする。	構造方式に応じた適当な負圧防止装置を必要に応じて設ける。	インタバリアスペースとなるホールスペースを含む。
	防熱スペース	構造方式および設計に応じた適切な圧力逃し/負圧防止装置を必要に応じて設ける。		タンクと防熱カバー間の区域。
	二次防壁とホールスペース囲壁の間の区域	構造方式に応じた適当な圧力逃し装置を必要な場合設ける。	構造方式に応じた適当な負圧防止装置を必要な場合, 設ける。	二次防壁が気密構造となっている場合。
	独立型タンクタイプCの場合のホールスペース	低温式*1または低温圧力式*1の場合, 環境制御装置に対応した圧力-真空逃し弁を設ける。		圧力式*1の場合, 開放式ベント装置
貨物 管装置	液管系統	逃し弁, または安全逃し弁	—	
	ガス管系統	安全弁, または不要*3	—	
	ポンプ	逃し弁	—	機構的に全閉運転して管系の設計圧力を超えることのない形式の場合, 不要。
	圧縮機	安全弁	—	
	各種容器	格納流体に対して適切な圧力逃し弁	—	中間タンクは, 貨物タンクと同じ

注: * 1. 過圧安全弁の設定圧力が0.7 kg/cmGを超える場合, 圧力式または低温圧力式, 以下は, 低温式。
 * 2. 何に対して圧力を逃すかによって定める。例えば万一のタンク漏えい時に対してはラプチャディスクも可。
 * 3. 規則で定める設計圧力の管および要素の場合, 不要, 本文 5.2.1(1)(a)(i) および(ii)参照。



- ① 本体
 - ② ノズルガスケット
 - ③ ノズル
 - ④ ディスク (弁体)
 - ⑤ 調整リング
 - ⑥ ディスクガイド
 - ⑦ スピンドル
 - ⑧ ばね受け
 - ⑨ ばね
 - ⑩ ボンネット
 - ⑪ 調整ボルト
 - ⑫ レバー
 - ⑬ キャップ
 - ⑭ ドレン抜き穴
 - ⑮ ドレンプラグ
- Di呼び径 (ガス取入れ口の径)
 Ddガス排出口の径

図 5-70 タンク過圧安全弁 (ばね式, 密閉型全量安全弁)

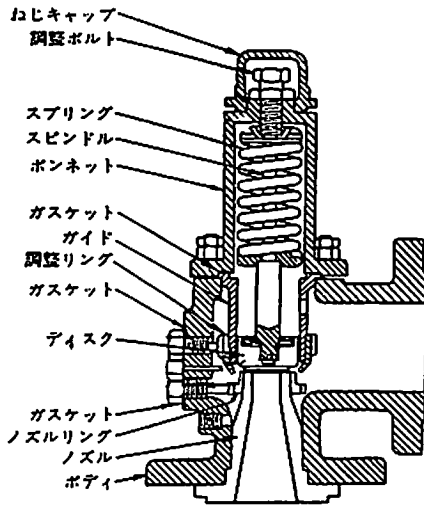


図5-71 安全逃し弁

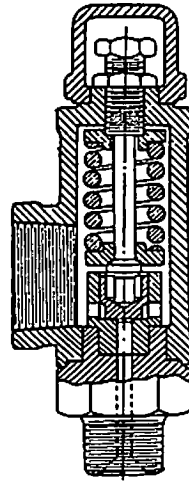


図5-72 逃し弁

る圧力逃し弁は、その機能からいうと前述の安全弁が要求されている。したがって、これを圧力逃し弁 (pressure relief valve) と称するのはよいにしても、逃し弁 (relief valve) 或いは安全逃し弁 (safety relief valve) とも称している (日本の液化ガスタンカー関係の規則では、過圧安全弁として統一して呼ばれている)。また、管系統の圧力逃し弁についても、規則¹⁾での呼び方は、要求される機能とは必ずしも対応していないので注意すること。

安全弁は、作動する機構によってばね式、おもり式およびてこ式、さらにパイロット弁作動式の安全弁に分けられる。おもり式は、油タンカーのブリザ弁によく用いられている。液化ガスタンカーのタンク過圧安全弁としては、ばね式安全弁またはパイロット弁作動式安全弁が主として採用されている。前者は、比較的圧力の高い圧力式および低温圧力式液化ガスタンカーに、後者は、主として、大気圧に近い圧力の低温式液化ガスタンカーに採用されている。ばね式安全弁の形式にも低揚程式、高揚程式、全揚程式および全量式がある。液化ガスタンカーには、主として、高揚程式および全量式が採用されている。

(2) 圧力逃し弁

図5-70 にタンク過圧安全弁として一般的なばね式の密閉型全量安全弁の1例を示す。また、管および容器/機器類に使用されるものとして図5-71 にばね式安全逃し弁、図5-72 にばね式逃し弁のそれぞれ1例を示す。

図5-73 および74には、低温式液化ガスタンカー

のタンク過圧安全弁として一般的なパイロット弁作動の安全弁の1例およびその作動原理を示す。図中のダイヤフラムの代わりにベローズを用いる例もある。

この形式の弁は、機構的に大気圧より僅かに低い負圧でも開放する。即ち、ディスクの重量を持ち上げるだけの負圧が働くとき弁が開放する。ディスクの重量を増すと、より低い負圧に耐えるようにし得るが、それでも $-0.02 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$ 程度までが限度である。この負圧機構をもって、負圧防止装置とすることもできる。しかし、大気圧よりごく僅かに低い圧力で大気をタンク内に導入するのは好ましくない。また、この程度の負圧で貨物ガスまたはイナートガスを導入させると装置が複雑になる。この種の安全弁を設ける場合、負圧機構は、2次的なものとするのが、通常である。そして、より高い圧力、即ち大気圧より僅かに高い程度の圧力で働く低圧警報/自動停止装置を別に設けて1次の負圧防止装置とする例が多い。

図5-73 に示すような弁は、追加の機構を設けることによって、負圧で開放しないようにすることもできる。即ち、負圧が生じた場合、与圧室に大気圧 (または相当圧力) が自動的に加わる装置を追加する。さらに、タンク内と与圧室とを連絡している系路をしゃ断する機構も必要である。

与圧室に大気を導入しない方式にしようすると、負圧により自動的に作動するイナートガス等の供給装置が必要となり、複雑な装置となる。

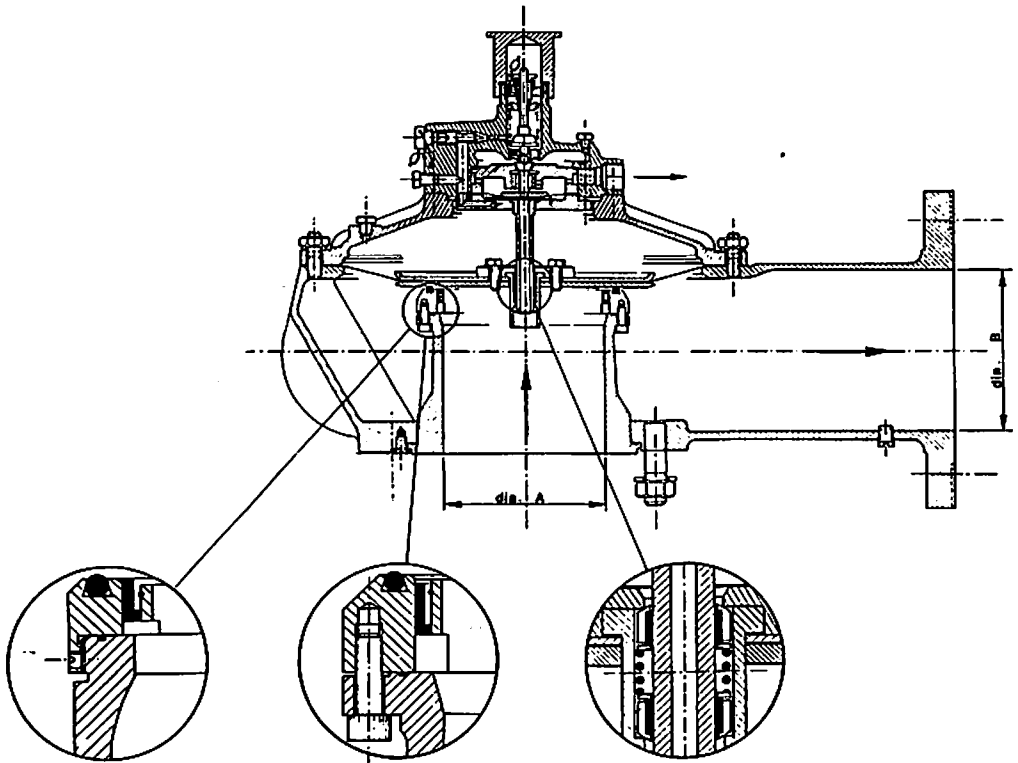


図5-73 パイロット弁作動安全弁

圧力計 +50ないし1500, m bar
 負圧側 -5ないし-20, m bar

の範囲に設定可能。

A; 取り入れ口の径(呼び径), B; 排出口の径

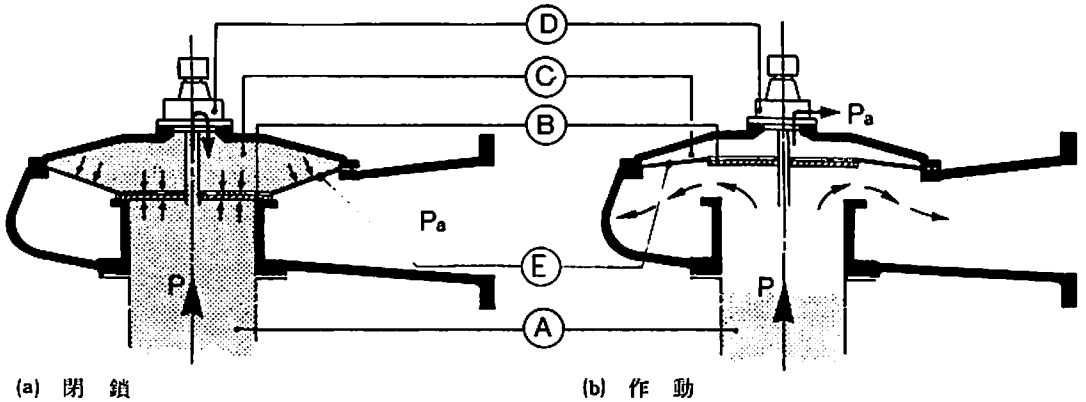


図5-74 パイロット弁作動式安全弁の原理

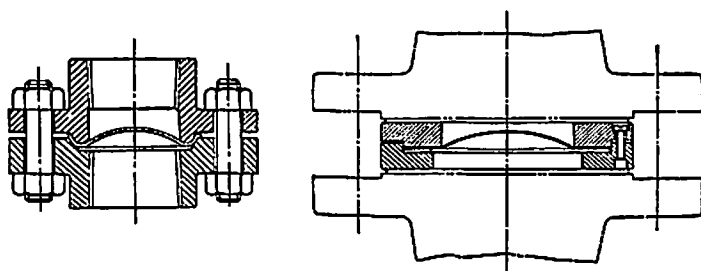
タンク内④の圧力Pが設定圧力より低い場合、この圧力はパイロット弁③をとって与圧室②に加わり、③のディスクが閉鎖する。圧力Pが設定圧力以上になった場合、パイロット弁③が開いて与圧室の圧力が大気に放出して、大気圧Paまで圧力が下がる。したがって、圧力Pにより、ディスク③が持ち上り、弁が開放することになる。Pが設定圧より下がるとパイロット弁が閉鎖することにより、再びPの圧力が与圧室に加わり、弁が閉鎖する。③は、ダイヤフラム。

表 5-38 圧力逃し弁の主要構造要素使用材料例

構造要素	最低設計温度					備考
	0℃	-55℃	-70℃	-105℃	-165℃	
本体, ボンネット*1 およびキャップ	炭素鋼	低温用炭素鋼	2½% Ni 鋼	3½% Ni 鋼	ステンレス鋼*2	鋳造品
ノズル *1	炭素鋼または ステンレス鋼	低温用炭素鋼ま たはステンレス鋼	ステンレス鋼		ステンレス鋼*2	鋳造品また は鍛造品
弁体 (Disk) *1	炭素鋼または ステンレス鋼	低温用炭素鋼ま たはステンレス鋼	ステンレス鋼		ステンレス鋼*2	鍛造品
ボルト, ナット類	炭素鋼	低温用炭素鋼	ステンレス鋼			圧延材
ダイアフラム, ベローズ	ステンレス鋼, またはテフロン				ステンレス鋼*2 またはテフロン	最近では防火 構造上の要 件からステ ンレス鋼と する例多い
ばね	ばね鋼と材, 弁ばね用炭素鋼ピアノ 線, ステンレス鋼等		ステンレス鋼		ステンレス鋼*2	線材
ガスケット類	アスベスト, テフロン, 合成ゴム, ステンレス鋼, 軟鉄, モ ネル, ニッケル等またはこれらの組合せ。				同左, または 36% Ni 鋼	

注; * 1. 主管庁/船級協会規格材とする。

* 2. 炭素含有量を制限するか (C < 0.06%), または 304 L / 316 L クラスとする。



(a) フランジ兼用ホルダ

(b) ディスク専用ホルダ

図 5-75 ドーム型ラプチャーディスク

なお、大気圧より十分低い負圧で始めて作動するいわゆる圧力・真空逃し弁といえる機構の弁については、(4)を参照のこと。

これらの圧力逃し弁の主要構造部に使用される材料の一覧を表 5-38 に掲げる。これは、LNG、LPG、エチレン等の炭化水素系可燃性ガスに対し使用温度に適切な材料の 1 例を示したものである。アンモニア、塩化ビニール等のように貨物の種類によっては、アルミニウム合金、銅合金、石棉等を不適当または使用禁止材料とするものもあるので選定には、十分注意する。

(3) その他の圧力逃し装置

その他の圧力逃し装置として最も一般的なラプチャーディスクの 1 例を図 5-75 に示す。表 5-37 に示すようにラプチャーディスクは、塩素輸送の場合、安全弁の入り口側に設ける。

液封圧力逃し装置、破壊ピン装置等は、貨物タン

クには用いられないし、機構的にも簡単であるので説明は省略する。

(4) 圧力-真空逃し弁, および真空逃し弁

大気圧より十分に低い負圧で作動する真空逃し弁または圧力・真空逃し弁は、パイロット弁作動のものとなるのが一般である。図 5-76 に圧力-真空逃し弁の負圧作動の機構原理を示す。

この図から分るように圧力-真

空逃し弁は、負圧で弁を開放する機構のパイロット弁が別に設けられている。正圧時の作動機構の原理は、図 5-74 と同じである。もちろん、正圧時に負圧パイロット弁から貨物ガスが逆流したり、或いは負圧時に正圧パイロット弁から大気を吸引したりしないような逆止機構は設けられている。

この形式の真空逃し弁は、機構的に十分に低い負圧を設定圧力とすることができる。例えば、-0.3 kg/cm²G 程度の真空逃し弁は、この形式で実際に製作されている。

主要構造部の使用材料の例は、表 5-38 に示すものと同じである。

5.4.2 タンク過圧安全弁の設計基準

貨物タンクの過圧安全弁は、安全装置として最も重要なものの 1 つである。液化ガスタンクでは発生していないが、陸上の液化ガスタンク或いはプラ

表 5-39 タンク過圧安全弁の設置に関する要件

項 目	基 準 / 指 針	備 考
基本的要件	タンクには、ほぼ同容量の2個以上の安全弁を設ける。20 m ³ 以下のタンクでは1個でも可。弁の容量/性能については、5.4.3による。	1ランク異なる呼び径（取り入れ口の径）の弁は、ほぼ同容量と見做して可。
配置および取付け	15度/0.015 L _F の横/縦傾斜で気相部となる甲板より上のタンク最高部に設ける。安全弁入口/取付用短管は、吹出し時の圧力損失を最小にするような構造配置とする。取付け部は、吹出し時の反力に耐える構造とする。弁の修理/点検が容易な構造とする。次に定める場合のほか、弁とタンク間には、如何なる止め弁/しゃ断装置も設けてはならない。排出先は、ベント管とする。	弁の取付け位置は、積付け率と密接に関連する。 (9章参照)
しゃ断設備 (設ける場合)	2個以上の弁が同時に非使用状態となるのを防ぐ装置、および非使用状態にあるかを自動的かつ明確に目視できる装置を設け、さらに、1個の弁で規定の容量を有するかまたは適切に整備された予備の弁を船内に備えること。	しゃ断設備は、保守を容易にするためにタンクと安全弁間に設ける止め弁等をいう。
設定圧力 (設定値封印)	設定圧力は、貨物の種類、貯蔵温度、および積付け率に関連して定めるが、MARVSを超えぬこと。設定圧力は、主管庁/船級協会の立会のもとで、封印されるので、封印できる構造の弁とすること。	圧力荷荷の場合の設定値については、4.1.3(3)参照。
設定圧力の変更のための設備 (設ける場合)	異なる設定圧力の安全弁を別個に設けかつ使用しない弁を隔離する装置を設けるか、或いは承認されたスペーサ、変換スプリングまたはその他の設備で設定値の変更ができる安全弁を設けること。この設定値変更は、承認された手引書に記載された手順に従って船長の監督下で実施し、航海日誌に記録すると共に、貨物コントロール室/安全弁位置に設定圧力を表示すること。	安全弁は、それぞれ、規則要件に適合すること。使用しない弁を隔離する装置の例は、図5-77を参照のこと。その他の設備は、設定圧力確認のための圧力試験を必要としない構造とする。
特別要件	塩素；設定圧力は、13.5kg/cm ² G以上とすること。入口側に弁の設定圧力より1kg/cm ² G低い設定値のラブチャーディスクを設けること。 エチレンオキッド；設定圧力は、5.5kg/cm ² G以上とすること。	左の設定値は、貨物の貯蔵温度の如何に抱わらず、即ち低温または低温圧力式でも要求される。

略号；L_Fは、満載喫水線規則による船舶の長さ。MARVSは、最大許容設定圧力の略(4.1.3(2)参照)

表 5-40 タンク過圧安全弁の構造基準

項 目	基 準
構造一般	<ul style="list-style-type: none"> - ガスは、排出口のみから噴出し、弁棒のすき間等から漏えいしない構造（密閉式）とする。 - 弁の作動および耐密性を確保するための適切なガイドを組込むこと。 - ディスク面より下部の排出側にドレン抜きを設けること。 - 外気/貨物温度を考慮して0℃未満にさらされる弁は、水分の氷結を防止できる構造とする。 - 外気による腐食で機能が停止/低下しないような構造とすること。
ばね	全リフト圧縮時に公称縮み量の80%を超えぬように設計する。設定した後、試験または密着荷重を加え、これを取除いた時の自由高さの減少が0.5%を超えぬようなものを使用する。
材 料	<ul style="list-style-type: none"> - 主要部（本体、ノズル、ディスク、ディスクガイド、ボンネット等の受圧部）は、規則¹⁾に適合し、かつ、主管庁/船級協会の検査合格材料とする。その他は、規則¹⁾に適合する材質のものとする。材料規定は、6.3参照。 - 弁体、ボンネット等の暴露する構造要素には、融点925℃未満の材料を使用してはならない。
その他	上記以外の詳細（形状寸法、弁体/ディスク、溶接、その他）については、JIS-B 8210を参照すること。

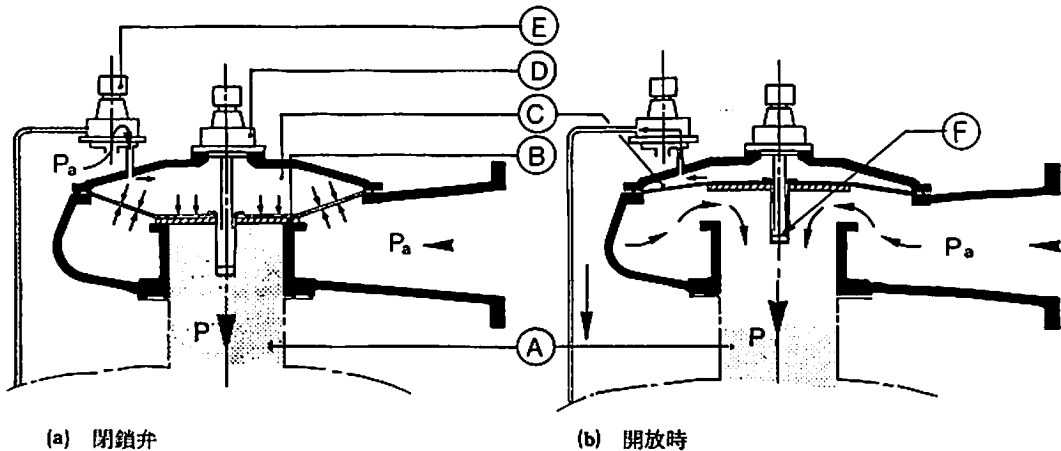


図 5-76 パイロット弁作動式圧力・真空逃し弁の真空作動原理

タンク内圧 P は、大気圧 P_a より低い、負圧安全弁の設定圧力より高い場合、負圧パイロット弁⑥から大気（または担当のイナートガス）が与圧室③に入って、ディスク④が閉鎖する。タンク内圧 P が、設定圧力以下になると、パイロット弁が作動して与圧室の圧力がタンク内と等しくなる。そして、ディスク④が持ち上り、大気またはイナートガスがタンク内に入る。⑦は正圧パイロット弁、⑥は逆止弁。

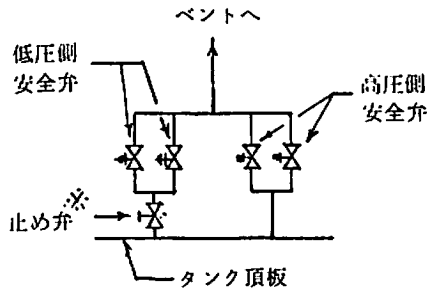


図 5-77 設定圧力変更のための切替装置
(※の止弁は、使用しない安全弁を隔離する装置で、定められた手順で開閉/ロックする)

ントでは、安全弁の作動不良を起因とする爆発事故も報ぜられている。したがって、安全弁の設計/選定にあたっては、特に慎重な配慮が必要である。

安全弁の設置および構造に関する基本的要件は、規則^{1) 2)}に示されている。さらに、参考となる規格

／基準^{39) 4) 42)}もあるので、これらを準用して設計する。表 5-39 および 40 にこれらの規則、規格および基準による安全弁の設置および構造要件を示す。なお、容量および性能に関しては、5.4.3 を参照のこと。(つづく)

海外事情

■ Italcantieri 社の石炭焚きバルクキャリア

エネルギー危機とそれともなう船舶用燃料としての石炭のリバイバルは、造船所に対し再び蒸気推進船を建造する機会を与えた。石炭焚きへの関心が強まるなかであって、石炭および油焚き推進船の建造において古い伝統を誇ることのできる造船所で受注に成功したのは、イタリア最大の造船会社 Italcantieri 社・Trieste、日本の三菱重工、米国の General Dynamic 社等があるが、今回はイタルカンティエリ社のものを紹介しよう。なお紹介記事は Shipping World & Shipbuilder ('81 July / August) によるものである。(編集部)

75,000 載貨重量トンの新造船 2 隻がオーストラリアの船会社、Bulk Ship Limited によって発注された。

本船は基本的にはオーストラリア沿岸に沿って、大陸と Coral Reef Barrier との間の比較的、浅海域、長い航程でアルミニウム鉱石（ボーキサイト）ならびに石炭、穀物類のような撒積荷を輸送するために計画されている。これらの理由で、制限吃水と特定の速力特性をもったむしろ巾／吃水比の大きな巾広の船体断面が選定されたが、載貨重量を確保するためには、長さ／巾比の大きな細長い主要寸法が選定されている。

また鉱石の荷積み／荷揚げ港における港湾クレーン下のエア・ドラフト制限が考慮されている。

一見した所では、本船は 4 つの貨物倉と、サイドローリング式ハッチ蓋と装備した 8 個のハッチをもつ普通のバルクキャリアのように見える。

言うまでもなく、最も重要な問題は石炭システムに関連した問題である、というのは蒸気システムは通常の蒸気条件と 3 段の抽気再生サイクルをもつ全く従来式のものであるから、石炭システムの設計条件は次頁の表に掲げる通りである。

石炭庫の距離をレディユースホッパーからできる限り少なくする目的で、石炭庫はボイラー室に隣接して、機関区域の前部に配置した船尾機関室配置としている。

タービンユニットはボイラーの後方に配置されて

おり、軸系は水平である。機関制御室は第三フラット上に配置されており、主配電盤を納めている。

19,000 軸馬力主タービンユニットは G・E 社との技術提携のもとで Cantieri Navali Riuniti 社によって製作される。これは通常通り関節式減速装置付きの 2 基（高圧 1 基、低圧 1 基）のタービンより成る。既に述べたように、このサイクルは脱気器に加えて、低圧側の 2 台の加熱器について、3 つの抽気点を有している。また復水器は通常とはかなり異なる温度、すなわち 30℃ に対して設計されている。

ボイラーはシングルシステムで 1 基の落し炉を有し、また側壁ヘッダーおよび水ドラムサドルによって中央点において支持される。過熱器は一段および二段を有している。過熱器床は炭がらリインジェクションシステムへ導くために傾斜をつけている。

また平衡通風システムが採用されているが、このシステムは炉内を常時わずかに負圧に保持し、これによって本質的にガスおよび煤煙の漏れをなくすることになっている。

石炭は連続払い出し、散布ストーカの上で焚かれる。火格子の速度は払い出し端部において 8 ないし 10cm の一定な灰厚さを維持するように調節される。火格子移動の方向は給炭機へ向けてである。分配機は給炭機によって火格子上に供給された石炭を分配する。比較的に大き目の石炭粒子は燃焼するまでに最大時間の得られる火格子の後部へ投入される、一方、比較的に小さ目の粒子は火格子の最前部へ向けて投入される。

このボイラーには上方炉に装備されるシングル油焚き非常用バーナを装備している。全出力定格の 50 パーセントまでのレートダウンの能力を有する。

シングルポイント炭がらリインジェクションシステムが採用されているが、これによりボイラー効率を約 4 パーセント向上できる。

発電プラントは 1,700 キロワットのターボ発電機 1 基および 1,700 キロワットディーゼル発電機 1 基より成る。ディーゼル発電機の高電力はテークホームモータが必要とする電力に基づくものである。すなわち本船の就航航路は非常時において停止せずに少なくとも低速でも航行および操縦を必要とするからである。さらに、400 キロワットの非常用セットが設けられている。

石炭は長さ 11 フレーム、容量 3,400 m³ をもつ機関

室前部の構造付タンクのなかに貯蔵される。最大の石炭の粒径は38mmである。石炭は輸送管を用いるデンスフェーズ式空気輸送システム^注によってレディユースホッパーへ移送される。ある程度の基数のデンスパイヤーがレザータンクの下方に装備される。石炭は一定の最大レベルを維持するために実際的には連続的にレディユースホッパーへ供給される。

灰処理装置は乾燥、自由飛散灰を処理するために空圧完全真空方式である。灰を連続的に船外へ排出することは不可能であるので、総容量600 m³の貯蔵ホッパー2基が設けられている。灰は船内に12日間貯蔵が可能であり、且つ約12時間で船外へ完全に排出される。なお船外へ排出される前に、灰は蒸気エゼクターの下流側で、海水の注入によって湿らせることができる。ボイラ下方のホッパーはあらゆる条件のもとで適正な灰の流れを確実にするためにクリンカーグラインダーが設けられている。シーケンスは完全自動化されているという。

なお同誌にはエンジンルームの配置図が掲載されているので参照のこと。

注) 石炭の空気輸送方式には大別してリーンフェーズ方式とデンスフェーズ方式とがある。前者は小麦等の粉粒体の輸送されているものと同じで空気による浮遊流動化して圧送するもの。石炭の場合では粉炭に実施例がある。後者は一種のプラグフローであり、石炭においては塊炭の輸送も可能である。実際の石炭の挙動は完全なプラグフローでなく、石炭粒間の吹き抜け空気により一種の浮遊化がともなっている。

主 要 目	
全 長	最大 255.00 m
幅、(型)	35.30 m
深さ、(型)	19.00 m
計画吃水、(型)	12.20 m
計画吃水に対応する載貨重量	約 75,500 t
貨物倉庫容積 (100 多満載)	67,800 m ³
主推進機、連続最大出力	19,000 軸馬力
満載状態、連続最大出力での浅海域 (水深32m) における試運転速度	15.8 ノット
主タービン出力	19,000 軸馬力(メートル)
推進器回転数	毎分85回転
過熱器出口圧力	61kg/cm ² 有効

過熱器出口温度	491 ℃
石炭の高位発熱量	5,280 Kcal/kg
補助燃料	ディーゼル油
(50%連続最大出力まで)	
タービンからの抽気の数	3

石炭システムの設計要目表

連続最大圧力	19,000 軸馬力
通常航海定格出力	17,000 軸馬力
19,000 軸馬力における計算燃料消費率(高位発熱量 5,280 Kcal/kg および 12,000 kw 電気負荷に基づく)	481 グラム/馬力・時
17,000 軸馬力における計算燃料消費率	488 グラム/馬力・時
19,000 軸馬力における総燃料消費量	9,139 キログラム/時 = 219.3 トン/日
石炭庫容積	3,400 m ³
対応する石炭量	2,400 m ³
航続日数	11日
平均速力15ノットとした場合、最大出力における航続距離は約4,000 マイルとなろう。	

表紙 世界最大の鉱石運搬船

“HITACHI VENTURE” の主要目

全 長	324.10 m
長さ(垂線間)	315.00 m
幅	55.00 m
深 さ	26.40 m
夏期満載吃水	20.469 m
総トン数	70,164.38 t
載貨重量	267,889 メトリック t (263,658 ロング t)
主機関	日立 B & W 8 L 90 G F C A 型 ディーゼル機関 1 基
連続最大出力	26,500 馬力
速力(試運転最大出力にて)	16.653 ノット
乗 員	38 名
船 級	LR(ロイド船級協会)

Ocean Technical News Flash



● 海中構造物を調査する無人検査艇(上)

水深 600 m の水圧に耐え、照明装置やテレビカメラを設けた無人の検査艇が、英国のアンダーウォーター・アンド・マリン・エクイPMENT社でこのほど開発された。

この無人検査艇“シーパップ”は、長さ 132 cm、巾 66 cm、高さ 61 cm で、重量は 77 kg。艇体は G F P 製と耐海水性の溶接アルミ合金製である。

“シーパップ”の駆動は強力な電気モーター 1 基と特殊設計の可変ピッチプロペラ 4 基によるもので、プロペラ 1 基で 1.5 shp、最大推力は少なくとも 3 ノットはであるという。

● 12,000 m の海溝用の有人潜水艇(右)

こちらは有人潜水艇。深海でのオペレーションを計画している海底石油事業に従事する会社のために開発中のもので、写真はその精密モデルである。

この潜水艇“ホーク”は、将来、12,000 m の海溝で科学探査や海床鉱脈の開発に使用されることになるが、まもなく本格的なテストが行なわれる。

“ホーク”は深海での水圧抵抗を最も小さくするための理想的な球形で、600 V の電力で 4 基の推進機が駆動する。

提供/英国大使館広報部



海洋構造物

その 2

芦野民雄

日本船用機器開発協会・調査役

2. Undersea Storage Tank (海底貯油タンク)

(1) Khazzan Dubai No.1 ~ No.3 (サウジアラビア)

Chicago Bridge & Iron Co. が建造して、ペルシャ湾の水深155フィートの所へ、1969年から沈めた50万バレル(2,200ガロン)の貯油タンクが3基ある。Khazzan Dubai No.1 ~ No.3で、高さ205フィート、直径270フィート、重量15,000トンのスチール製で底は無い。タンクの耐用年数は25年とみている。海底に据付けると頂部50フィートだけ

が海面上に出る。(下写真)

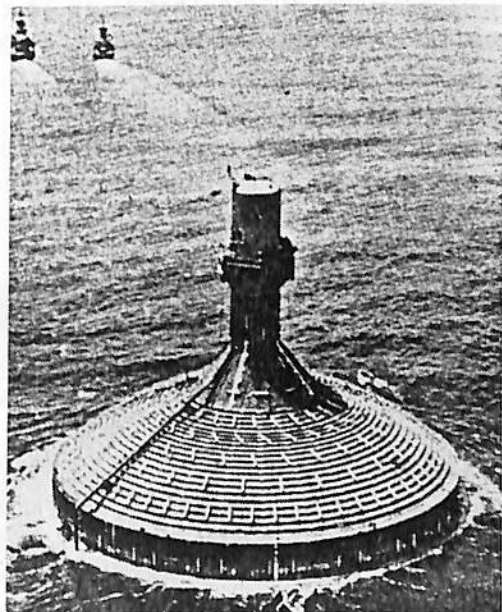
(2) Prestressed Concrete Tank (フランス)

1967年にフランスの石油貯蔵会社 Sea Tank Co. が設立され、ここで考案された補強コンクリートタンクは容量各種のものがあるが、水深230フィート(70m)容量535,000バレルのものについて述べると、タンク基部は258平方フィート(約79m平方)、タンク本体の高さ97フィート(約30m)の下の高さ10フィート(2.8m)のベースがついている。

このベースの上に直径36フィート(約11m)の鉄のコラムを乗せる。タンク図でわかるように中央ハ



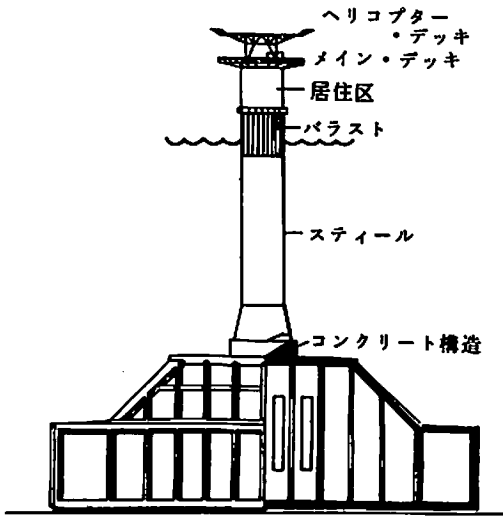
着底したタンク上部構造



サイトに曳航中のタンク

Offshore Structure / Part 2

by Tamio Ashino, Technical Advisor, Japan Marine Machinery Development Association



Prestressed Concrete Tank

ル部分と周辺部分とに大別される。中央ハルは潜水時の静水圧をすべて引うける。

周辺部分は8区画に分れているが天井部分のポートでつながっている。コラム上部には各種機械室、バルブ類、居住区やヘリコプターデッキがある。

空の時のタンク吃水は50フィート(15m)なので、十分な水深が必要となる。タンクは陸上で作られて曳航され、注水して沈められる。貯油を行なう場合には、原油/海水の入れ換えで行なわれる。

(3) Doris の Storage Tank (ノルウェイ)

フランスのC.G. Doris 社が造った鉄骨コンクリート製の原油貯蔵タンクで、1973年にノルウェイの海岸から300マイル離れた北海の Ekofisk 油田の水深70mのところへ設置したものである。

容量160,000 m³のタンクの周囲には、高さ90mのコンクリート製の囲いがあって、18mだけ海上に頭を出して、波浪の力を弱めてタンクを防禦するようになっている。現地に曳航してから組立に2カ月を要した。

比重0.83の低硫黄原油は、セパレーターからタンクに入るとき110°Fで、350,000 bpd の割で貯蔵し、720,000 bpd の割でタンクから引出すことができる。油を注入すると海水を排出するが、排出海水に含まれた油は除去される。タンカーが油をとるときは、海水をタンクに注入するが、タンク頂部のコントロール室で行なわれる。荒天時でもタンカーでの油の積込みができるので、生産油を休む必要がない。

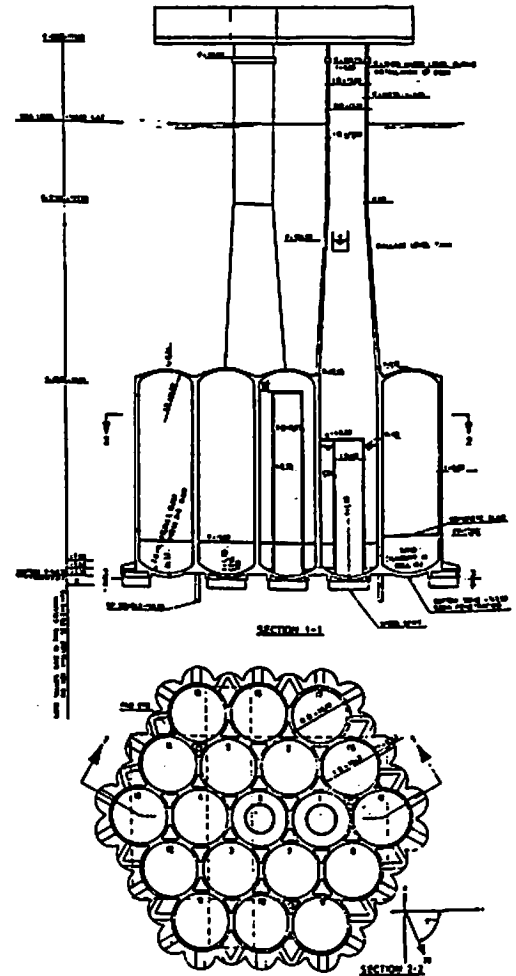
(4) Condeep 型 Storage Tank (ノルウェイ)

北海における海底石油掘削の進展に伴い、鋼よりも腐食が無く、耐久性に富み安価であるコンクリート海洋構造物が多く造られるようになってきた。

1973年に最初の重力式コンクリートプラットフォームが出現してから、1979年までに13基が北海油田に建設されている。

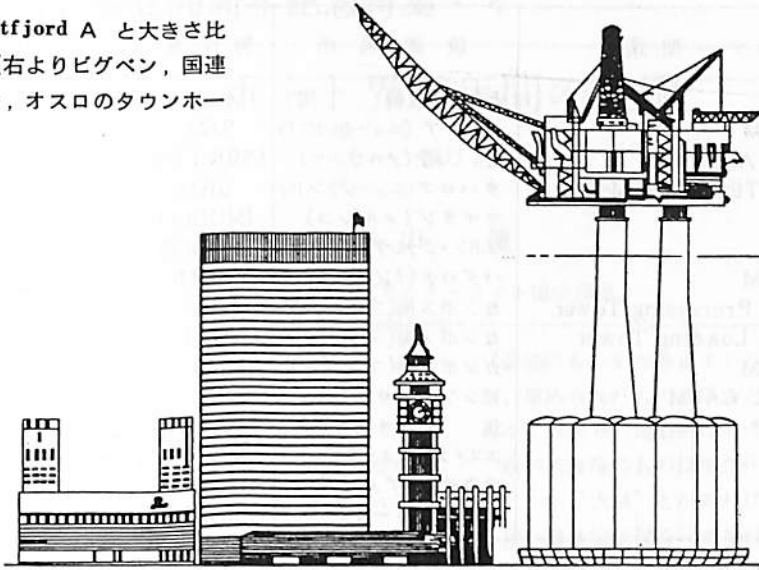
この中の6基は Condeep 型プラットフォームと言われるもので、ケーソン部とタワー部から出来ていて、主要部は海底にあって、波浪の影響をうけるのは、比較的細い上部タワー部だけである(下図)。ケーソン部は貯油タンクとなる。こういうコンクリート構造物は、陸上で造られ、ひき船で設置海域まで搬ばれるもので、この際、貯油タンク部の浮力を利用するものである。

この Condeep プラットフォームは、北海のノル



Condeep 概略図

Statfjord A と大きさ比較 (右よりビッグベン、国連ビル、オスロのタウンホール)



ウェイ海域の Statfjord 油田に設置されたもので、Brent 油田に設置した Condeep の製作には約20カ月を要したという。

(5) Statfjord A (ノルウェイ)

高さおよび重量で世界一の大きな Condeep 型コンクリート製生産貯油プラットフォームで、ノルウェイの Aker Group と Norwegian Contractors が共同して建造し、ノルウェイ西岸から 350 km 離れた Statfjord 油田に設置するものである。曳航のために 70,000 馬力を必要とする海洋構物である。デリックを含めて高さ 254.1 m で、海面上の高さは 108.8 m となる。

プラットフォームの重量は 290,000 MT で、噴油 3 日分の原油 175,000 t (130 万バレル) を貯蔵す

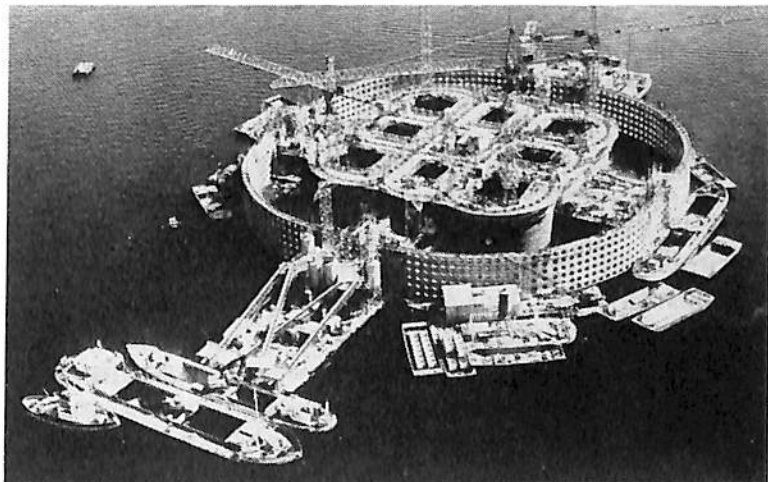
ることができる。6階にわかれて居住区が造られ、定員2名のベッドルームが100室あって、各部屋ごとにバスルームがついている。上図はニューヨークの国連ビルその他と大差を比較したものである。

居住区の上にはヘリコプターデッキがあって、さらにコントロールタワー (北海では初めて) を持っている。

Statfjord 油田は、北海で発見された油田の中の最大の油田で Shetland の北東 185 km にある。そしてそのわずかな1部 (埋蔵の 11.11%) はイギリスセクターに属していて、Conoco/Gulf/BNO Cが所有していて、残りはノルウェイの Statoil/Mobile Group の所有である。

Statfjord は世界第4位の大きな油田で、確認埋

C. G. Doris の Storage Tank



オーナー型式	設置場所	製作者	水深 (m)	接岸できる最大の船 (t)
KIPCO CALM	オンサン(韓国)	IMODCO	27.7	250,000
LE NICKEL CALM	ノウメア(ニューカレドニア)	SBM	19	100,000
MOBIL NORWAY ALP	北海(ノルウェー)	EMHCFEM	152	150,000
NEW ZEALAND STEEL CALM-Slurry	タハロア(ニュージーランド)	SBM	27	150,000
PEMEX CALM	マザタン(メキシコ)	IMODCO	23	60,000
PEMEX CALM	ラボン・グランデ(メキシコ)	IMODCO	25.6	150,000
PERTAMINA CALM	バダロナ(インドネシア)	SBM	22	150,000
PETROBRAS ALT Processing Tower	カンポス海(ブラジル)	C.B.I	131	550,000
PETROBRAS ALT Loading Tower	カンポス海(ブラジル)	C.B.I	131	54,000
PETROBRAS CALM	カンポス海(ブラジル)	IMODCO	-	120,000
SHELL SARAWAK CALM	ピンツル(サラワク)	SBM	-	250,000
SHELL UK CALM	北海(イギリス)	SBM	140	80,000
TEXACO CALM	エスメラダズ(エクワドル)	IMODCO	36	200,000
UNDESIGNATED	テキサス(アメリカ)	IMODCO	-	350,000
UNDESIGNATED	(シンガポール)	IMODCO	-	350,000

蔵量5億2000万MT(39億バレル)である。全部ノルウェーが使用するものとして、60年分の需要をまかなうことができる。この油田は1974年から開発が初められ、1979年から生産しだして、生産は25年～30年続けられると、予想されている。

(6) Condeep T300 (ノルウェー)

Norwegian Contractorsが建造した水深200～350mの貯油プラットフォームである。

Gravity Base

Height 328 m

(excluding skirt and dowels)

Breadth 188 m

(foundation)

Central Tower

Minimum internal diameter 20.9 m

Legs

Inclined leg length 175 m

Inclined leg internal diameter 22 m

Inclined leg (angle to the vertical) ... 16°

Concrete quantity 108,500 m³

Storage Capacity 180,000 m³

Deck Structure

Length 76 m

Breadth 76 m

Total deck area 16,400 m²

Topside Dry Weights

Process and drilling equipment 13,000 tons

Steel module weight 6,000 tons

Other topside weights 3,000 tons

Towing Specifications

Total weight during towout 471,000 tons

Topside weight during towout

..... 24,000 tons

Limited towing draft 220 m

3. Mooring Terminal (係留ターミナル)

Mooring Terminal とは石油生産プラットフォーム、または、貯蔵タンクから輸送タンカーに移すターミナルで各種類がある。すなわち、

S.B.M (Single Buoy Mooring) 一点係留ブイ

S.A.L.M (Single Anchor Lag Mooring)

S.P.Ms. (Single Point Mooring System)

S.B.S. (Single Buoy Storage System)

C.A.L.M. (Catenary Anchor Leg Mooring)

S.P.T (Storage Production Terminal)

S.A.L.S (Single Anchor Leg Storage)

E.L.S.B.M (Exposed Location Single Buoy Mooring)

T.L.B.M.S (Tension Leg Bow Mooring System)

A.L.P. (Articulated Loading Platform)

A.L.T (Articulated Loading Tower)

Mooring terminal のメーカーは、IMODOCO International Inc. (アメリカ)、Pusnes (ノルウェー)、Single Buoy Mooring Inc (アメリカ)、Chicago Bridge of Iran Co. (アメリカ)、EMH (フランス) 等である。

設置海域、水深等の一例を示すと上表の通りである。(つづく)

ボート界50年間の変遷

— その2 —

小 山 捷

(財)日本モーターボート協会理事

■昭和16～20年（1941～45）

●魚雷艇と上陸用舟艇

昭和16年12月8日、わが国は太平洋戦争に突入したが、真珠湾攻撃、マニラ占領、シンガポール占領等の華々しい戦果が報じられている間は、モーターボートに関するニュースは殆んど聞かれなかった。開戦によりやく間に合った20トン級の魚雷艇6隻と、80トン級のもの1隻が戦線に配備されたということを知った程度であった。終戦後の情報（映画化）によると比島のマッカーサー司令官は、そのころPT型魚雷艇でひそかに脱出していたそうである。

珊瑚海やミッドウエー海戦が不利に終り、米軍が南方からガダルカナルに上陸を開始したと同時に、魚雷艇、砲艇を始めとした上陸用舟艇（舟艇といえないような揚陸艇も含めて）のことが脚光をあびてきた。大艦巨砲主義の日本海軍は、その盲点をつけて虎の子の特型駆逐艦が魚雷艇と刺しちがえるという全く勿体ない場面が現出したからである。

南方の多島海では小船でなければ活躍できない場面が非常に多く、小船は空襲に対する被害率も少ない利点があった。

当然のこととして、魚雷艇および上陸用舟艇の急造が問題となり、これが発令されたが第一に量産のできるボート工場が全くなかった。墨田川造船も、横浜ヨット工作所も手狭であった。

当時のボートは木製が全体であったから、船体材料には一応心配はなかったが、大問題は主機械の入手であった。前述のように小型大馬力の船用エンジンは、米軍から輸入していて国産は全く無いといってもよい有様であったから、当然のことであった。当時、量産型式で国産可能のものは、航空機と自動車（トラック）用のものぐらいいで、これらを船用に改装して使用する以外に手がなかった。

しかし、航空機用のものは新品を船に廻すなどということとはとても考えられず、使用済みのスクラッ

プ直前のものを再整備するということが進められたが、集められたものは中古というだけでなく、型式も全く雑多で、造船所はその据付に苦勞をした。

直列式液冷のものはまだ仕末がよかったが、“金星”とか“火星”とか名付けられた星型のエンジンを狭い機械室にならべて据付け、これを空冷することとは、全く前代未聞のこととなったが、なにがなんでも実行ということで、できるだけ数を揃えることとなった。船体は海軍工廠の外、自動車の車体工場を活用する日本造船会社等が設立されたが、船大工の熟練工が不足したので船型も工作法も極力簡易化されて、曲りなりに“インスタント”の魚雷艇、砲艇、上陸用艇（大発動艇—大発）が出来上った。しかし南方への輸送が問題で、戦力として活用される率は非常に少なかったようである。

特にエンジンの型式不統一による部品の不足は致命的で、いざというときに出撃できないことが多かった。この点、米軍は舟艇のエンジンをガソリンはPackard, Hall-Scott, Chryslerとその馬力に応じ、またディーゼルはGray Marine一式を全面的に使用し整備の単能化を図っていた。また大発動艇（LCM）も、その船倉に小発動艇がびったりと納まるよう設計されていて、その輸送効率をあげるようになっていた。また、これらの舟艇を長距離大量に輸送し整備もできるドック・シップが考案されて活躍した。

また大発動艇に搭載しているエンジンの馬力を比較しただけでも、日本のが60馬力に対し、米軍のは200馬力2基という大差である。魚雷艇は英のBPB社とVosper社が開発したPT型を、Elco社を始め米・加のボートメーカーが全力をあげて量産したものである。これらを見ただけでも、ボートに関するかぎり彼我の勝負は全く明白であったといえるが、こうした情報は殆んど終戦後にわかったもので、戦時中の外国のボートの状況は全く不明であった。ただ、ドイツのQ-shipという貨物船に偽装した

おとり船に搭載していたディーゼルの小型魚雷艇を戦利品として入手できたボートの情報が唯一のものであった。

●特攻艇“震洋”

戦況が悪化した昭和19年になって、緒戦の消耗戦にやぶれては本土を防禦するのは、大艦隊でも大空軍でもない“特攻”あるのみということになり、各種の特攻兵器が立案されたが、その第4番目のものがモーターボートの爆装による特攻艇の計画であった。

㊤という隠語でいろいろな型式のものが開発されたが、6米内外のベニヤ製艇体に自動車エンジンを搭載したモーターボートを基本として開発されたが考案が飛躍して、水中翼、ステップ付、ロケットエンジン、2軸、3軸艇と試作検討された。

あとから考えれば、母屋に火がついているのに右往左往していたことになる。結局㊤1型、5型が主体となって量産されて、震洋隊が組織され豫科練が教育され、フィリピン戦線および内地各地に配備されたが、神風特攻隊のような華かさもなく、また戦果も不詳なものが多かった。このモーターボートの悪夢的な活用法は、これらを企画したものとしては、全く後味のわるいものであるが、長崎県の大村湾にある川棚の訓練基地に、その記念碑が建てられている。

“震洋”の量産計画の中で一番問題になったのは、最初は船外機艇でもよいから船首に爆装した奇襲艇という発想であったのが、搭乗員防衛のためのロケット砲、機銃、防材乗切装置、防弾燃料タンク、増槽のいろいろな追加要求事項のため、速力や運動性が減少して初期の目的の軽快性を失ってしまったことである。その上に艦艇同様の編隊行動まで要求されて、大型の指揮艇をも建造するという作戦の事大主義が海岸からの奇襲を本命した本艇の特色を失わせてしまった。

しかし、この艇の計画もガソリンと輸送力不足のため下火となり、次は艦艇消失のため、陸上に余った魚雷を活用する“突貫魚雷”という魚雷自体に股がり、水面航走で突撃しようという研究を実験している内に終戦になった。

戦時中のモーターボートはすべて軍用であってレジャー用は当然みとめられなかったが、日本中の多くの人々がモーターボートを急造し、訓練をうけ、そして苦しみ、いろいろな犠牲者を出したことは残念であるが、多くの人々が高速艇に対する認識をもっ

たということは、ある意味で貴重な試練であったといえる。

戦時中のモーターボートの詳細は前号でも述べたが“船舶”（昭和40年7月号“戦乱期の日本のモーターボート”）に詳記してあるので、ここでは省略する。

■昭和20～30年（1945～55）

●戦後の復興

昭和20年8月15日、劇的な終戦の詔勅が下って、日本国民はむなしい抗戦の矛を納めた。そして第二次世界大戦も終了して全世界の人々が安堵の胸をおろした。勿論、日本国民は茫然自失の中に、何をなすべきかを忘れて、アメリカを始めとする連合軍の進駐振りを見守り、その占領政策にかすかな期待をもった。

日本のモーターボート界は戦時急造から急激に開放され、全く今後如何に生きるかについては全く見当がつかなかった。ボート工場のあるものは戦災で焼かれ、あるものは火災はまめかれたにしても、徴用工員や応召者の帰還、食糧問題、残存資材や仕掛品の整理等で全く開店休業の有様であった。

アメリカ軍を指導者とする連合軍の進駐振りは、まづ見事であったから、日本人の心にも段々ゆとりができ、また、進駐軍の方も極力、日本人に仕事を与え、そして食糧を与えてくれた。進駐軍自体は勿論、これに関係して来日したアメリカ人も、段々と日本の人心が落ついてくると、軍用艇の修理工事等を日本側に発注するようになったばかりか、彼等のレクリエーション用のヨット（セールやモーターボート）すら作らせて、アメリカ風のボート遊びのやり方を見せてくれた。

ここで、今まで数年間、全く鎖国的であった日本のボート界は少しづつ新しい息吹を感じてきた。

進駐軍、特にアメリカ軍は、上陸用舟艇及び飛行機救難艇を始めとする数々のモーターボートを新しい情報に飢えていた我々の前に展示してくれた。同時に、この種のボートの修理、保全等の工事が日本のボート工場の復興をうながす機運となった。また一方、進駐軍の占領行政が軌道にのり、日本政府機関の活動が始まるにつれ、戦争中に喪失した小型舟艇（特に警備艇、交通艇、小型漁船）の復興計画が盛んになってきた。

モーターボートの本格的なメーカーであった墨田川造船や横浜ヨット工作所は勿論、日華事変以来、

各所に創設された急造の軍需のモーターボート工場も、大部分は戦火をまともに受けていなかったが、その従業員は大部分が敗戦と同時に田舎へ帰省したり、転業したり、または工場の廃材で生活用品を作ったりして、細々と生活しているといった状況なので、進駐軍からの仕事や日本政府の復興計画は全く“地獄に仏”といった有難いことであった。

その上に、陸海軍の廃止にともなう、技術者や工員の優秀な人々が、これらのボート工場にまで職を求めた。特に、横浜にあった日本造船は、その膨大なボートの量産工場をもてあまし、漁船や曳船や大型ヨット等の生産にふみ切ったが、このよせ集め的な大工場をまかなう工事量が得られず、また戦後はじめて認められた自由、民主的な思想による労働問題も発生するなどして自滅的に解体されていった。

●南国造船の再開

こうした悪条件の中にあって、戦争中には、陸軍の上陸用舟艇等を量産していた南国特殊造船がボート界復興の口火を大きく切った。この造船所は墨田川の上流の王子にあって、勿論、B29の空襲で不運にも工場は焼失していた。しかし、藤井二三社長とこれを補佐した矢竹専務との活発な復興意欲が、横浜港での軍需物資陸揚の運輸業の好況に支持されて、ボート工場の再建に踏切らせたとのである。

たまたま、闇物資の横行や密輸入が盛んになり、その水上での取締の必要性が叫ばれて水上警察や税関の警備艇の需要が高まっていた。

さて、モーターボートの建造で、先づ考えられるのはエンジンであるが、この当時、入手できるものは、戦時中に急造した限られた数種のものしかなかった。即ち、トヨタ、日産のエンジンの改造したものか、陸軍上陸用舟艇に用いられたSB60馬力か、ロケ型80馬力の高速ディーゼル、または海軍型石油発動機ぐらいの中古品であった。

一方、アメリカ軍の上陸用舟艇等は、殆んどクライスラーのガソリンか、B-5 グレーマリンの200馬力というディーゼルエンジンの二種類で、この点は全く見事な統制ぶりであったが、それだけに、この型のエンジンの私下げ品が山のように市場に出廻った。

南国特殊造船は、この種のエンジンを買い集めて、再生することに目をつけ、残っていたSBやロケ型の日本のエンジンをも確保した。

同時に旧陸海軍の、有能な技術者を集めて、工場の再建をはかった。技師長には丹羽誠一氏を迎えて、

思うままに、その手腕を振わせて、この苦難な時代の推進力とした。

この頃の南国造船の活躍は、営業・技術いずれも目覚ましいものがあった。焼跡の中から不死鳥のように再生して、全く復興意欲の喪失していた、一般のボート工場を引き離した感があった。SBやロケ型のエンジンは勿論、グレーマリン・エンジンまで、その最大馬力を発揮させるようなピーク確認運転が行なわれ、同時に、そのピーク馬力に対応するようなボートが設計されて、航走実験を重ねて高速艇の効用を官庁関係へ進言した。

戦争前のモーターボートは、前述のようにガソリン・エンジンが主であった。重いディーゼル・エンジンでは、滑走することは勿論、半滑走にも入れないものが大部分であった。しかし、戦後はガソリン・エンジンを入手することは勿論、ガソリンの入手も思うにまかせない状態なので、当然、これらのディーゼルエンジンの活用が目向けられた。整調するとロケ型80馬力等は110馬力を超えるものも現われた。

こうして南国造船はいろいろな艇種の開発にふみ切ったが、中でも12M級のボートの研究に出色であって、ロケやGMを搭載して14ノットをはるかにこすものが現われている。たとえ、これが高速ディーゼルエンジンの瞬間馬力を利用した極端な計画ではあったが、軽量高馬力のディーゼル・エンジンが現われれば、高速艇の可能性を示した点で有意義であって、これがわが国のディーゼルモーターボートの実用化の第一歩をふみ出したことになっている。

次に南国造船ではモーターボートの実用性を向上させるために、その耐波性を取り上げた。モーターボートも実用化されて大型となると、その耐波性が問題になってきた。イギリスの有名なモーターボートマンであったハーバート・スコットペイン氏が強調したように、耐波性のないボートは実用にならない。およそ波のない海面はないから、耐波性を忘れては海上のパトロールボートは考えられないことになる。丹羽氏が戦時中の経験から、この点に関心をもったのは当然ではあるが、これがまた、従来の水面を滑走するモーターボートの実用性をはばんだ点であった。

南国製の船は、出来上ると一隻毎に耐波試験が行なわれて、丹羽技師長自らハンドルを操って波のある海面へと出かけ行った。こうして得た結論は従来の丸底やV底型のものより、波型V底が耐波性があるというので、この型をオメガ(w)ブレンという

キヤッチフレーズで売り出した。波型Vの船型はドイツやイギリスでも、早くからその優秀さが認められていたが、工作が複雑なので一般に用いられなかった。しかし、その優秀論にはいろいろな条件や主観が入るので単純に決定することは難かしく、同じデザイナーでも、その時々使い分けているので、なかなか結論を出すことは難かしい。

南国造船は以上のような、ディーゼル・エンジンの研究と耐波性の研究とから、海上保安庁が建造計画を発表した巡視艇の新型式の一つの提案をした。そして“はつかぜ”が15米型巡視艇の第1艇として就役している。

南国造船はそのあと25米の丸底型（USCGの82呎型）や南十字星というアベル式の3P艇を試作したりしたが、タイ国水上警察の鋼製艇を受注して、一気に金属製のボートの建造を開始した。しかし、昭和28年に本社の事業の不振から残念ながら解散し、技術者は防衛庁または日立造船へ木造掃海艇建造のため吸収されたのである。

●海上保安庁の巡視艇

当時の海上保安庁の首脳部は、アメリカ・コーストガードの指示を受けて、USCG式のボートをそのまま作る方針であったので、日本のボートメーカーとの間にいろいろと論議がかわされたが、結論的にはアメリカ説が強調され、USCG型の40呎、75呎、82呎型がすべてそのままの型式で建造されることになった。これらは幅広の船尾をもった丸底型で、燕曲肋骨に単板外板を張ったものであった。

もっとも75呎型だけは、内張りを45度に張った二重張り外板を使用したいという日本側のボート業者の主張が入れられて、大部分が二重張りとなって、はからずも、一枚張りとは二重張りの優劣を比較実験できるチャンスが生れた。これが最初の12Mと23M型である。

従来、モーターボートには、丸底型とV底型の二種類があって、丸底型は高速には不利であるが、耐波性がすぐれ、V底型は高速力には有利であるが、低速には不利であるとされている。アメリカ辺りのボート行政の実状をみると、高速のものは殆んどV底型であるが、中速以下のものは丸底型を採用している。特に巡航パトロールを主目的としているコースト・ガード等はこれを忠実にまもっている。

こうしたアメリカの経験からきたボート行政に対し、V型15M級の南国型ボートの提案はなかなか画期的なことではあった。この南国造船が打ち出した

計画に対して、ようやく終戦の自失から立ちなおった横浜ヨットや墨田川という本格的なボートメーカーも、これまた、その豊富な経験からくる独自の計画を提案した。はしなくも、この海上保安庁という日本に始めて作られたアメリカ・コースト・ガード式の役所の最初の新造巡視艇は三社の競合製作ということになった。エンジンは勿論、アメリカの払下品の再製品のグレーマリンであった。“腐っても鯛”という言葉があるように、この標準型の高速ディーゼル・エンジンは大したものであった。

出来上がった三社の巡視艇は外観的には多少のズレはあったが、一般的な性能には大差はあらわれない。耐波性に至っては、その極限まで試験される機会もないので何んともいえないが、こいらいにボートの優劣の判定のむつかしさがあるように思われた。

しかし、この15米艇が現在でも、海上保安庁の巡視艇一型式として採用されていることは15Mは外洋にも出動できる一つの限界を示すものとして、この開発は有意義なものとなった。

●東造船の創立

終戦と同時に、連合軍は日本の各地に進駐したが、中でも、横須賀の日本海軍基地に進駐した司令官、デッカー提督は非常にヨット好きであった。しかも、横須賀という不生産都市を生かしてゆくための民間産業の育成に頭をしばっていた。日本人の器用な手仕事の産業を見て、ヨット作りは、最も横須賀の平和産業の一つとしてふさわしいという判断を下した。

提督は直ちにヨット工場を開設することを前提として、その経営者を物色したが、勿論、その以前に戦時中、軍用舟艇を量産した南国造船、墨田川造船、横浜ヨット等を視察、調査していた。そして、これらの既成の造船所はどれも提督が、描いていた対米輸出向けの大型ヨットの建造には不向であるという結論をだしていた。それはセーリングヨットは橋が非常に高く、喫水が深いということであった。そういえば、墨田川も南国造船も隅田川の上流に、横浜ヨットは鶴見川の中にあり、いずれもその下流に橋をもち、川の水深も大型艇に不十分であるという、致命的な欠点をもっていた。

モーターボートならば、相当大型まで出来るが、セールボートとなるとやはり問題であった。自分自身でもヨットを愛用されていた提督が、横須賀こそ大型ヨット作りに最も適していると判断したのも無理ではなかった。



49フィート・クルーザー
“KONPIRA”

提督は、いち早く復興の槌音をひびかせていた南国造船へ、先づ白羽の矢を立て横須賀への進出を打診したが、南国造船の経営陣は事業家らしい便乗的な計画案を提出したので、既成造船所の横須賀進出は見送られた。

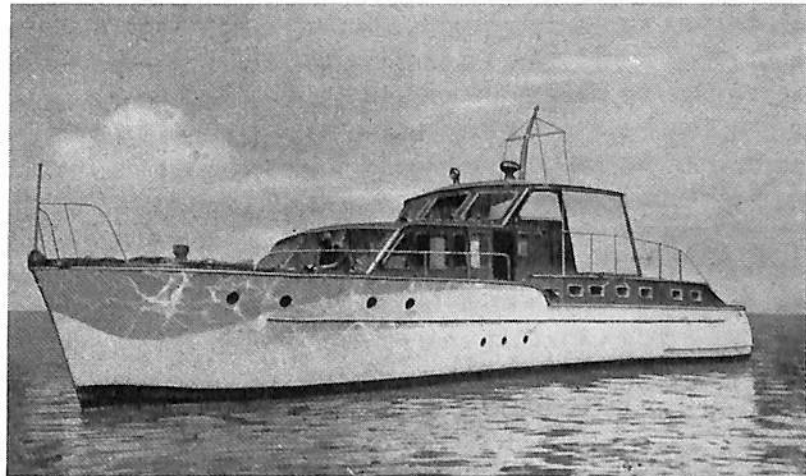
当時、南水洋での捕鯨事業は国民の食糧事情を好転させる唯一の極め手であったので、大洋漁業の捕鯨事業は進駐軍からいろいろと便宜を与えられて、横須賀港の一部は、これらの基地としていち早く解放されていた。それだけに、この企画が東貿易漁業株式会社の社長、中部謙吉氏の耳に入った。中部さんは当時、公職追放で大洋漁業から離れておられたが、この企画に共鳴され、川崎重工の山中三郎さんを通じて私が呼び出されて企画を練らされた。アメリカ人はヨット愛好者が多いので建造希望者が進駐軍関係者には注文主が続々とでてきた。こうして終

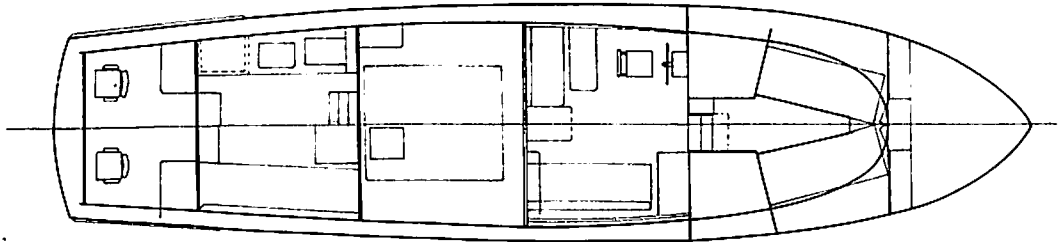
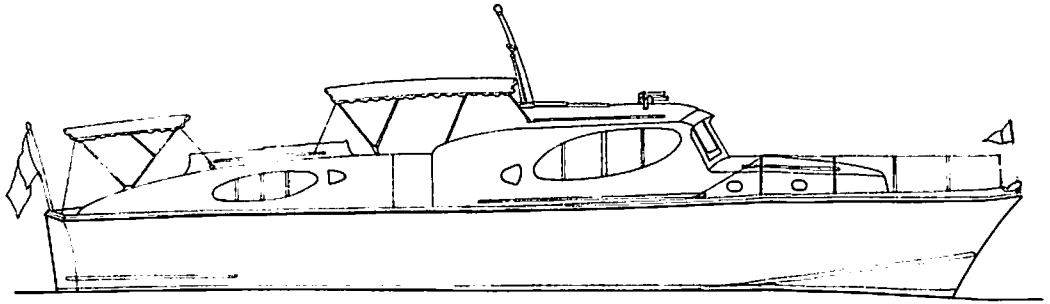
戦後初めて米国式の豪華な本格的な輸出用ヨット(モーターボートを含む)の建造が決定した。

横須賀の工業の復興という大義名分で、基地の民政も司どっていた司令官は非常に協力された。これらの基地との交渉に対しては中部さんの渉外係として信任されたジョージ溝田、石関自助両氏の熱心な説得の賜であった。後に東造船は溝田さんの母校であるスタンフォード大学(カルフォルニア)に日本の造船技術を示す意味で漕艇(シエルー8)を寄付する一場面もあった。

まづ試作をしようということになり、SRFと名称をかえ、全くアメリカ風に整備された旧横須賀海軍工廠の一部が提供され、全く道具も材料もない所でボート工場が開設された。横須賀工廠に詳しくあった福井径彦、稲葉知治さん、それに横浜ヨット出身の山形幸太郎さん等を中心に旧海軍の技術者を“全

58フィートクルーザー
“SURIGAO”





49フィートモーター・クルーザー "KONPIRA"

全長 / 49' 0"	吃水 / 2' 8"
巾 / 12' 0"	馬力 / ディーゼル 2 × 200 HP
深さ / 6' 0"	速力 / 12~16ノット

員集合”といった格好でスナイブ級のヨットを手始めに順次大型のものと移っていった。

これが戦後最初の米国式の本格的ヨット（モーターボートを含む）であった。最初はなるべく小ぢんまりとやるつもりでいたが、技術指導に米国からきた Thomas Kilkenny 夫妻の影響もあって、注文が一時的殺到したため、米海軍との渉外、材料、工具の入手等で人手不足となり、渡辺修治、清水龍男、中口博（航空）さん等の献身的な協力を得たが、ヨット作りにはいささかトップヘビーの陣容となってしまった。SRFという米海軍工廠に自由に出入りができて、アメリカの技術、特に整然とした体系的なやり方を見て、その彼等の考え方、実行力に全く雲泥の差のあることがわかり、敗戦の原因の一つはこの辺りにもあったのであろうと自嘲した。

Kilkenny さんから覚んだ木製ボートの正しい建造法は戦時急造で全く荒れてしまった日本のボート製造技術を期待されるように回復するのに役立ったが、監督するわれわれ自身が洗脳せねばならなかった。

かくて“東造船”の新興は日本のボート界に一つ

の時代を描くことになった。しかし、造船所設立の目標であった大型ヨットの米国への輸出は Decker 提督の44呎 Academy ヨール“ゴールデンバード”号、R, Berkey 提督の58呎モーター・クルーザー（米国 Consolidate 社設計）“スリガオ”号、Frayne Baker陸軍少将の49呎モーター・クルーザー“コンピラ”号を始めとした陸海要路の大官向のものからNBC特派員 George Folster さんの49呎ケッチ“わたりどり”号（太平洋横断45日）、Philip Rhodes 設計の50呎センターボード付ヨールのまで、中型、小型ヨットおよびモーターボートであった。

これらは本格的な輸出ではなく進駐軍関係者が土産物として持ちかえる式のもので、とても正規の運賃を払っては採算のとれるものではなかった。日本の船大工のもつ木工技術は評価されたが、大きな船体を“ピアノ仕上”させられるのには、当時まだ物珍らしかった電動サンダーを提供されても、戦争ボケで美的観念を失っていたわれわれには非常に難かしいことであった。

相当大型のボートを並列的に急造させられたので、設備も人員も予定以上に膨れ上がってしまった。国内

の需要は勿論ないし、輸出は進駐軍向けでは問題にならず、対米輸出は相当の数量の連続的な受注がない限り永続する望みは失せてきた。対米大型ヨット輸出という創立の目的は戦災復興および賠償のための舟艇建造の需要へと転換を余儀なくされた。

幸か不幸か墨田川造船や横浜ヨット工作所の復興がおくれていたので、税関、海上保安庁の監視艇や巡視艇の建造に参加が認められた。これはアメリカ式のボートの建造法を全員が一応修得していたこと、旧海軍の技術者が多かったこと、設備も新しかったこと、および大洋漁業の協力的なバックがあったためであった。

工場の存立には幾多の問題が残ったが、一度、開業した企業は放たれた矢のように後には戻れない。しかも同時に大型艇を建造した能力も、そう簡単に縮められない。その結果、輸出のみに依存することをあきらめて国内船にも開発の新しい分野を向けることになった。

たまたま、USCG型の23M巡視艇の建造計画が発表されていたので直ちに名乗りをあげ、また税関の監視艇も次々と受注した。工場は米軍基地内から隣接の旧日本海軍の潜水艦船台に移転して、更に整備したので朝鮮事変の際は被雷した木造掃海艇のバルチ工事を手伝わされたり、空母の飛行甲板のチーク積屑工事を受注したりして木工での特殊技術を買われて米軍からは重宝がられた。仕事がなくなると親会社の系列の木造の漁船の新造や修理を手伝った。

昭和28年タイ国水上警察の10M、21M、24Mと南国造船に次いで受注した。船体は鋼製で甲板、上構は軽合金である。南国造船の15Mの前例はあったが、24Mというのは初めてであった。

従来、モーターボートと称するものは木で作るのが常道であったが、戦前にも“糸崎丸”とか“わかもと”は軽構造鋼船で溶接で作られたし、また戦時中にも鋼製の魚雷艇等が作られた。陸軍が主として作っていた上陸用舟艇の小発動艇(10M)、大発動艇(13M)はいずれも出来るかぎりに軽く作られた鋼製ボートであった。

しかし、この終戦後に現われた本格的な鋼製ボートは、電気溶接工法の進歩と高速ディーゼル・エンジンの発達が生んだ新しい型のモーターボートといえるもので、南国造船がタイ国水上警察の要求によって口火を切った。南国造船も鋼製の船体は、王子では無理なので横須賀で建造したが、東造船としては、それほど苦労ではなかった。ベニヤ板の代りに鉄板、鉋や鋸の代りにガス切断機、ハンマーと釘

や接着剤の代りに電気溶接機やリベットといった具合で、船大工と鉄工とが仲よく組になって木船から金属船へと転換した。

船殻工事が簡単なほど、設計や艦装は簡単ではなかった。鋼材の重量が重いことと、電気溶接による外板や甲板の歪の修正には全く苦労が多かった。航空機は勿論、電車や自動車の作り方も大いに参考にして軽量で美しい船体の誕生に苦心したが、甲板や隔壁や上部構造等はベニヤ板か軽合金を使用しないと、如何に努力をしても木造艇の船殻重量には追いつけなかった。また船殻の外観も溶接歪がとれない欠点があった。

後に東大工学部の航空学科の主任となられた中口博さんの協力は、この大量の金属製ボートの設計に非常にものをいった。そして軽構造船の構造部材の寸法の実績を作った。ただ南国造船が前述のような理由で不本意にも姿を消したことは、ボート界にとっては全く残念なことであった。

東造船は軽構造鋼船の実績が認められて、防衛庁の魚雷艇5、6号および消防艇、税関の大型監視艇を建造したが、鋼船の建造設備の充実とともに鋼製漁船の建造も増加していったが、薄鋼板細工でその名を挙げた。

●舟艇協会の改称

昭和16年、時局におされて会名を日本モーターボート協会から日本機動艇協会と改称していたが、終戦の混乱から立ちなおり、高速舟艇の技術開発を目的とする技術財団として昭和23年(財)舟艇協会(会長加茂正雄、理事長御法川三郎、専務理事鈴木享、常務理事土肥勝由の諸氏)として再発足した。そしてモーターボート競走法の制定には数次にわたる模擬レースを江戸川、返子、相模湖等で実施して競艇およびエンジンの選定、実施規則等の立案審議に参画している。

その後、協会は運輸省、防衛庁の依託事業、高速艇試作研究、設計等を引き受けて活躍し、現在では会長牧野茂、専務理事丹羽誠一、常務理事舟越卓諸氏により大型モーターボートのメーカーをも会員として運営されている。

機関誌“舵”もこの年再刊された。

●競艇

昭和25年の朝鮮戦争が行なわれたころ、アメリカ人の指導もあって船外機艇のモーターボートレースが再開された。軍需景気も手伝ってか、船外機艇を

用いて競馬のような賞金をかけたレースを行なうという計画が立てられてモーターボート競技法が成立し、今日まで30数年ますます盛んに行なわれてきた。

最初はモーターボートがこんなことに用いられて、上手いくとは夢にも考えられなかったが、笹川会長の指導のもとこの事実は売上高も斯界最高となり、日本船舶振興会はその益金でまかなわれ、造船業界は勿論、全国の公共団体の事業の資金援助までしている。

使用しているボートは3M内外の合板製のステップ付ハイドロプロンで、エンジンは約30馬力、毎分7,000回転の船外機である。速力は70軒/時を超え、白い航跡が美しく、その直進と旋回性に迫力があるところが人気の的のようである。勿論このために船体やエンジンの研究、選手の厳正な訓練がされたのでモーターボートの基本技術の向上には非常に役立ち、欧米レーサーと一騎討ちのできる選手も、この業界から生れている。また、モーターボートに対する理解および認識が世間に広められてきたことも事実である。

●海外の事情(1945～54)

海外といっても、特にアメリカは戦後の復興を急速になしとげて、1946年には早くもA.P.B.AのGold Cup レースを再開させ、Guy Lombardo という著名な音楽家が“Tempo VI”号を駆って優勝している。これは余談であるが、私が1971年のワシントンのボトマック河畔で行なわれたPresident Cup レースで、はからずも同氏に対面し、親しく往年の功績に祝辞を述べた。氏は当日もレース会場の楽団を指揮したり、ミス・ハイドロプロンという美女にかこまれてボートで会場を一巡するなどモーターボートの華やかな一面を見せてくれた。

1947年“Blue Bird”号はジェットエンジンを採用したが、高速における船体の空気揚力のバランスの研究不足で失敗をしている。“Miss America”で有名なGar Woodは何を感じたのか合板製の大型ハイ・カタマラン“Venturi”号を作っているが、これは後に大事故を起している。

1950年、Ted Johnes が設計した“Slo-Mo-Shun IV”号でStanley Sayres が160哩/時という記録を出し、52年には更に178哩/時に増速し、3P型のプロペラ艇として最高の記録を立てた。この年に、Vosper社のPeter Du Cane が設計した“Crusader”号をJohn Cobbが操縦して、怪物で有名な長い湖Loch Nessで水上速力記録に挑戦

したが、240哩/時近くでポーポイズングを起し、悲惨な結末となった。

この艇は初めて独立した両浮舟を後部にもつトリマラン型を採用した3P艇であったが、水面滑走艇にジェット推進をつけるという基本的な危険性を如実にしめした結果に終わった。

■昭和30～39年(1955～1964)

●ボートブーム

昭和30年、IHIのブラジル関係の船の受注に関係していたTunkisという人が東造船に現われて、対米輸出用の木造船外機艇の量産を持ち込んできた。14呎と18呎のもので試作の結果OKというので量産を開始したが、その外観の仕上ががやかましく、また船積を待つまでの倉庫保管の問題で、とても造船所の片手間ではやれないということになった。

彼が指示する値段は当時の高給カメラの程度であるが、その寸法容積は比較にならないほど大きい。運搬も大変で梱包しなければすぐよごれたり傷がつく。場所をとるから倉敷料も大変である。最初は鋼船に切り変ったために余った船大工のための仕事として始めたが思はぬ伏兵のため行きづまってしまった。

当時アメリカ、特に西海岸はボートが戦後大衆化して小型のモーターボートはいくらでも売れるというのである。一種のプロカーである注文主は数を出せばよいかも知れないが、作られる方はこの単価の安いものを作るにも量産となれば相当の工場設備をせねばならない。

注文主は一銭も投資しないのであるから、こちらもこの不安定な未知の仕事に投資してまで工場を作ることは危険であるという結論で、東造船としての受注は中止した。しかし、別にこの事業をやってみる人が出てきてインピリアルボートという会社が設立された。

そして東造船からも人材が流れた。これがTunkis氏の関係からであろうIHIの傘下に入り、IHIがその後レジャー用モーターボートに首を突込む原因となった。

この時期は神武景気、電化時代といわれ高度成長、所得倍増と日本人の生活が向上してレジャー時代へと移っていった。生活のすべてが欧米化してゆく当然の帰結として、アメリカのボートブームが日本に伝染してきた。水上スキー連盟、日本モーターボート連盟が出来ると一方、湖水用の観光船が横浜ヨット

によって開発された。

レジャー用モーターボートはインピリアル・ボート社の実績から大企業がこれに目をつけた。特に昭和28年頃から日本に導入された強化プラスチック(FRP)の技術は、従来の木造艇を一気にFRP製へと転換させた。量産が成立するならばFRPは優秀なボート用材であるから各社は思い思いのデザインでモーターボート工業に飛びついた。日東防、IHI、ヤマハ(コマンド)、日飛、永大を始め、高分子、三菱、三井までこの分野に顔を出した。そして東京～大阪間の外洋マラソンレースが行なわれ、日本舟艇振興会(日本舟艇工業会の前身)主催の第1回モーターボートショー(37年東京都体育館で開催)が欧米にならって華々しく開催された。

こうしてモーターボートのみならずセーリングヨットの方も同時に需要が増加し、これらのボートを格納、または繋留するマリナが問題になってきた。モーターボート・レースを主催する日本モーターボート協会(JMBA)も再開され技術研究所も設立された。

●業務用のモーターボート

この頃、防衛庁では魚雷艇(PT)1～6号の実績から、7～8号は軽合金の大型で高速のものとなり、更に10号、11号と建造がつづき耐波試験も、そのつど行なわれて波浪中の高速艇の挙動が解析された。また、9号は英国のSander's Roe社製の木造魚雷艇を輸入したこと、Vosper社のPeter Du Cane氏が来日して丹羽さんと対談したことは特筆すべきことであろう。

関西でも大阪市大の池田勝さんを中心に石原造船の多田羅憲男さんらが中心となって、港内交通船や税関の監視艇が木造低速から鋼製高速化に系統的に開発され、それが現在の瀬戸内地方の高速小型旅客船の繁栄につながっている。そして大阪の三保造船や瀬戸内造船等の特殊メーカーも出現している。

●海外の事情

1955年に“新Blue Bird(K-4)”号がNorris Brothers社の設計で、Samlesbury工業社で完成した。エンジンはM-Vickers社のBerylというジェットが搭載され、操縦者はM.Campbell卿の息子のDonaldであった。この年の7月英国の北面湖水地帯にあるVllswater湖で初めて202哩/時の新記録を出し、その後毎年のように記録を更新し、1964年には276哩/時までには調子をあげた。

しかし、1967年DonaldはConiston湖で更に記録を更新するため、航行中、空中高くループを画いて湖水の露と消えた。

1957年、西ドイツのS-Bootの本家Lürssen社が、Jaguar級というS型を大型化した全長42.5M排水量190トン、エンジンMTU3000馬力4台、速力42ノットという大型高速艇を建造して新興国向けに輸出した。この級はその後40M-250トン、58M-400トンにまで更に大型化されて大型高速艇先鞭をつけた。

1956年、有名なMiami-Nassauの外洋モーターボートレースが開催され、58年にはRaymond Huntの画期的なDeep Vee艇が出現して、その耐波性の優秀性を示した。

1960年ノールウエのB.Mandalの設計で建造されたNasty型は木造とFRPの混合であるが、設計の優秀さで西独、ノールウエイ、ギリシャおよび米国まで評価されてベトナム戦にまで活躍したといわれている。1961年にはBoeing社がAqua Jetという水中翼船を開発し、また英国ではCowes-Torquay外洋レースが開催された。

■昭和40年(1964)以降

昭和40年以降のモーターボート界については業界が広がったために、まだ歴史として昇華させることは個人の力ではあまりに難かしい。

さて、前に述べた東造船は昭和42年、ボートブームの中で終戦後混乱期の役割をはたしたかのように、円満に姿を消すことになった。造船所がトップヘビーとなり、次から次へと大型のものを建造するようになると、ボートメーカーとして東造船の意義は薄れつつあった。たまたま、大洋系列の林兼造船、大洋造船(長崎)と東造船の三社の合理化が計画されて東造船は林兼造船の横須加工場となり、主として東部の漁船の造修することになった。

かくして東造船は消失したが、その高速艇の技術をなんとか残そうと、諏訪雅太郎さんが北尾勝比呂さんの協力を得て佐島にささやかな東葉ボートを創立させた。そして東の地盤によって木造の高速艇から始めFRP、鋼製のもとに至るまで受注して漁艇、パトロール・ボート、高速旅客船とレパトリを広げ、建造した艇は県漁業取締船、高速旅客船、遊魚船、輸出船を含めて14年間に27隻になった。最大の船は“グレート・ライナー・クイン”号24M、30ノット級の客船である。しかし石油ショック以後受注

は漸減して現在では天草に移転した工場も閉鎖しているが、この会社の経歴を見ていると大型の高速艇メーカーの経営は、技術的にも経済的にも小規模に実行することは非常に困難であることを示した。

40年以降の大きな出来事は、アタミで外洋モーターボートレースが毎年開催されるようになったこと、モーターボート技研が出来て、いろいろな基礎実験研究ができたこと、米国のシカゴの運河祭に耐波性のある屋形船“東京丸”が経済同友会によって寄贈されたことである。

ただ、残念なことはボートの増加と共に水上にも暴走族が現われて事故を起したため、操縦士免許や検査機構の制度が生れて、ヨットマンの自主規制が認められなくなったことである。

また、水中翼船、ホバークラフトが高速艇と競合してきたし、大型FRP船の基礎研究も開始された。海外の記録艇の世界では“Bluebird号”の悲劇

のあとを追う勇敢なアメリカの Lee Tayler という人が“Hustler号”で285哩/時を出した。すると直ちにオーストラリアの Ken Warby がこれに答えるように“Spirit of Australia号”317哩/時という前人未踏の水上速力記録を樹立して。追われた Lee Tayler はこの記録を破ろうと“U.S. Discovery号”を建造してレコードに挑んだが、悪い水面を無理して航走したため米国ネバタ州の Tahoe 湖の波に消えた。彼は航走前に「もしもレコードが破れないならば神よ私をお召し下さい！」と叫んだという。

水上スピードの記録はすべて貴い犠牲の上に成り立っているという歴史的な現実を我々は忘れてはならない。

舟艇協会の50年に際して、その間のいろいろな経験を思い出して書いて見たが、資料が膨大で十分な取捨選択が出来なかった。誌面も都合もあるのでなるべく古いものに重点をおいた。(おわり)

代表的な戦時中のモーターボート一覧

艇種	型式	艇名	船型・構造	長	幅	深	吃水	排水量	主 機 械		速 力	備 考
									型 式	数×馬力		
魚	T-51	10号	R. SW	32.4	5.0	2.8	1.2	85	71号6型	4×920二軸	30	大型
	T-51B	11号型	R. SW	32.4	5.0	2.8	1.2	85	71号6型	4×920	29	大型
雷	T-20		V. W	18.0	4.3	2.0	0.7	20	各種航空エンジン		21.5	
	T-25		V. W	18.0	4.3	2.0	0.7	21	71号6型	1×920	25.8	
	T-30		V. W	18.0	4.3	2.0	0.7	23	ヒ式水冷	2×450~500	20~21.5	
	T-35		V. W	18.0	4.3	2.0	0.7	24	71号6型	2×920	38	
	T-38		V. W	18.0	4.3	2.0	0.7	24	金星空冷	2×700	27.5	
艇	T-14		V. W	14.7	3.6	1.8	0.6	14	71号6型	1×920	33.3	小型
	T-15	*	1 S. W	15.2	3.8	1.8	0.6	15	71号6型	1×920	32.6	小型
	T-63	*	V. W	23.0	4.6	2.2	0.9	47	63号ディーゼル	1×2,000	23.5	
	T-70	*はやて	1 S. W	18.0	4.8	2.3	0.8	20	YE2H水冷	2×2,000	70	超高速
武 装 艇	H-2	はやぶさ	2 S. S	18.0	4.4	2.1	0.8	23	火星II型空冷	2×1,050	35.6	
	H-35	"	V. S	18.0	4.3	2.0	0.8	25	71号6型	2×920	27.5	
	H-38	"	V. S	18.0	4.3	2.0	0.8	24	金星空冷	2×700	27.5	
	H-61	*	V. S	19.0	4.4	2.0	0.8	26	51号10型 ディーゼル	2×300	18.5	
魚 雷 追 撃 艇	7 m		1 S. S	7.0	1.6	0.8	0.5	1.5	トヨタ特KC	2×68	28	
	14 m		V. W	14.7	3.6	1.6	0.5	12	71号6型	1×920	32	T-14型
	18 m	公称1690型	2 S. W	18.0	4.5	2.1	0.8	20	71号6型	2×920	42.6	MA S型
雷	1型	*	V. S PW	6.0	1.65	1.05	0.5	1.2	トヨタ特KC	1×60	25	
	1型改1	震洋1型	V. PW	5.1	1.65	1.05	0.5	1.35	トヨタ特KC	1×68	23~28	量産4500
	2型	*	水中翼PW	6.5	1.3	0.8		2.0	トヨタ特KC	1×68	計30	
	5型	震洋5型	V. PW	6.5	1.86	0.9	0.6	2.4	トヨタ特KC	2×68	23~28	量産1500
	6型		1 S. PW	7.0	1.6	1.1	0.5	2.5	ロ号 噴進薬	推力 kg 700~1200	計100	
	7型		1 S. S	7.0	1.8	0.8	0.5	2.15	㊦火薬ロケット	推力800kg	70	
	8型	震洋8型	V. PW	8.0	2.3	1.0	0.6	4.0	トヨタ特KC	3×68	60	
											23	
特	突口魚雷	*	PW	4.0	0.6	0.6	0.5		各種魚雷により航走			
陸 軍	HBK	連絡艇	1 S. W	12.2				5.0	池 貝	1×400	37	
	イ号	輸送艇	V. PW	33.0	5.0	2.8		86~95	89 式	3×800	25	
	カ号	連絡艇	V. PW	18.0	4.3	2.0	0.7	17.5	BMW	2×800	37.3	
	レ号	内迫攻撃艇	V. PW	5.0	1.4	0.6		1.3	ニッサンその他	1×80	26	
	雷(砲)艇	内迫攻撃艇	V. PW	7.0	2.2	1.0	0.4	2.0	ニッサンその他	1×80	22~24	

注) 特記以外は全部向軍のもの

船型: R-丸型, V-V底型, 1 S-単段, 2 S-複段

構造: S W - 木鋼交造, S - 鋼製, W - 木製, PW - ベニヤ製

*印は試作実験のみ, ただしT-70は計画のみ

高速艇年表 (つづき)

()内は哩/時

西暦	元号	一 般	国	内	海 外
1940	昭15 16	日米開戦 太平洋戦争 太平洋戦争		42 魚雷艇, 上陸用舟艇急造 44 特攻艇“震洋”急造	昭16 日本の魚雷艇配備につく 昭17 マッカーサー将軍, 魚雷艇で退却 (フィリピン) ガダルカナル米, 上陸用艇活躍 41 米海軍PT艇試作
1945	20	45 終 戦 48 ロンドン オリンピック	45 米軍艇, 修理 (技術導入) 46 日本造船, 再開 47 南国造船再開 48 三越ボートショー 舟艇協会改称, “艇”誌再刊 49 東造船創立	12m かわせみ (NG) 47 バトロールボート再建開始 海上保安庁, 水上警察 { 税 関, 漁 業 等 }	45 U I M 46 Gold Cup レース再開 47 Bluebird (K-4) ジェット化 アメリカボートブーム始まる 48 Gar Wood 双胴船
1950	25	50~53 朝鮮戦争 52 日米講和 53 相模湖事故 洞爺丸事故 テレビ本放送	50 モーターボートレース(日米)再開 52 競艇開始 (大村) 53 南国造船解散, 日立造船舟艇部 55 タンキス船外機艇 (対米輸出)	52 タイ向バトロールボート量産 54 物産海艇 (木造) 開始 55 FRPボート出現	50 Slo-Mo-Shun IV (1160) Vosper 飛救 (68' HSL) 52 Crusa der号, J Cobb 事故死 (200以上) Slo-Mo-Shun (178)
1955	30	神武景気 電化時代 55 紫雲丸事故 56 東京タワー 59 伊勢湾台風	55 水上スキー聯盟 (JWSA) 日本モーターボート連盟 インビリアルボート 56 高速艇の開発 (関西)	56 防衛庁魚雷艇建造開始 湖沼用客船建造 58 防衛庁Sanders Roe PT輸入 (50ノット)	55 Bluebird (K7) (202) 56 Bluebird (K7) (225) Miami-Nassau レース開始 57 Jaguar 級 (Lürssen) 58 R. Hunt Deep Vee 開発 60 MDM刊行
1960	35	高度成長 ローマ オリンピック カラーテレビ 62 巨大タンカー ベトナム問題 東 京 オリンピック	60 IHI, 日飛, ヤマハ, 永大等 ボートに進出 61 東京 — 大阪マラソンレース 62 第一回ボートショー(日本舟艇協定会) 62 堀江氏ヨットで太平洋横断 63 日本モーターボート協会 (JMBA) 設立, 全モ連	60 Zoo Maran (日飛) 優勝 61 トーアヨット新工場 62 防衛庁 PT-10号 63 防衛庁 AH-41 (消防艇)	61 Boeing-Aqua Jet 61 Cows-Torquay レース開始 62 Nasty (Norway) 62 Glass Moppie, Tramontana 出場 64 Bluebird (K-4) (276)
1965	40	学園紛争	64 モーターボート技術研究所設立 66 東造船解散と東京ボートの閉業 67 業務用艇の建造 68 アタミ・オシヤン・カップレース	イスラエル, タイ向PB輸出 68 屋形船 (東京丸) シカゴへ	67 Levi-トンネルボート 67 Bluebird (K-7) 号事故 D. Campbell 死す 67 Hustler, Lee Tayler (285) 70 Donzi 艇出現
1970	45	万国博(大阪) ハイジャック 47 ミュンヘン オリンピック 48 石油ショック	70 ダイナモーター船開発(JMBA) 70 市販モーターボートの性能試験 73 小型船舶操縦士免許制 74 小型船舶検査機構	70 BH級世界記録 大型バトロール, 高速旅客船 (FRP, 軽合金) 時代	72 Wilton号 (FRP) 掃海艇進水 73 Miss Embassy (ガスタービン) 73 Hustler (285) 75 Benihana special Rocky Aoki 優勝 (マイアミ・ナッソー・レース)
1975	50	沖縄海洋博 レジャー用ボート 需要減	75 ボート輸入時代 77 モーターボート“艇”号試験 トンネルボート実験	75 全天候型救命艇開発 76 大型高速旅客船就航 “ 77 半没水型双胴船 (三井) 78 ボーイング, ハイドロfoil就航	78 “大型ホバークラフト) 78 Spirit of Australia (317) Ken Warby 79 H.Scottpain 死去
1980	55		CFRP艇の研究 新競艇の研究	防衛庁 標的艇 アルミニウム艇再検討 56 FRP掃海艇研究 FRP高速艇 (30m-30kt)	80 V.S Discovery II号 Lee Tayler 事故死

受 注

●川重、川汽から38次船建造分2隻

川崎重工は川崎汽船が38次船として建造するLPG船、コンテナ船各1隻を受注した。主要目次のとおり。
▷LPG船 75,000立方メートル積み、45,500総トン、主機関川崎MAN14V52/55A型12,330馬力、速力15.6ノット、納期58年3月。

▷コンテナ船（1,476個積み）31,200総トン、主機関川崎MANK8SZ90/190C型25,430馬力、速力22.5ノット、納期58年4月末。

●尾道、エバグリーンからコンテナ船を4隻

ロイズリスト紙の伝えるところによると台湾船主エバグリーン・ラインは、丸紅を介して尾道造船に1,800～1,900TEU積みフルコンテナ船4隻を発注した。納期は84年1月、4月、7月、10月。この4隻は尾道が以前エバグリーン向けに建造したLタイプの1,800TEU積み28,900重量トンとほぼ同型になるが、主機関は前のスルザー7RND90M型22,260馬力から同6RLB90型24,400馬力型（メーカーは日立）に変更される。

●三井、パットマンからバルクキャリア

三井造船は香港船主パットマン・フィールドから61,200重量トン型バルクキャリアを受注した。納期は84年5月。同船は35,000総トン、主機関三井B&W6L67GCA13,100馬力、速力14.5ノット。

●今治、パナマ籍レバンテからバルクキャリア

今治造船はパナマ籍船主エステレラ・デル・レバンテ社から36,000重量トン型バルクキャリアを受注した。納期は今年10月末。主要目は20,000総トン、主機関三菱スルザー6RLB66型11,850馬力、航海速力14.6ノット。

●来島、富士海運向けバルクキャリア

来島どっくは富士海運から24,000重量トン型ログ・バルク1隻を受注した。納期は本年11月で主要目は14,000総トン、主機関神発8,000馬力、航海速力15.0ノット。

●笠戸、印度トラニとバルクキャリア

笠戸船渠は三菱商事扱いでインドの民間系船主トラニ・ SHIPPINGからバルク・キャリアを受注した。同船は25,000総トン、40,000重量トン、主機関スルザー6RLB66型11,100馬力（メーカーは三菱が有力）、航海速力15.0ノット。納期は83年5月。

●物産、新旭川のバルクキャリアをパナマに転売

三井物産は昨年11月に倒産した木材商社の新旭川が今治造船に発注していた20,800重量トン型バルク・キャリア（契約納期は本年4月）を対象にパナマ籍オクシデンタル・トランスポートーションと転売契約をおこなった。同船は契約納期どおり4月下旬に引き渡される。主要目は12,300総トン、主機関三菱スルザー8,040馬力、航海速力13.5ノット。

●浅川、パナマ航空からタンカー

浅川造船はパナマ籍船主ミューチュアル・プロスペリティ・ SHIPPINGから10,000重量トン型タンカーを受注した。納期は本年9月。同船は5,300総トン、主機関赤阪6,000馬力、航海速力12.7ノット。

●検垣、パナマ向けケミカル船を2隻

検垣造船はパナマ籍船主2社からケミカル船を各1隻ずつ受注した。納期はマラソブレ・マリティア向けが82年9月、パズ・デ・グランデ・ナビエラ向けが同12月。主要目は5,200総トン、9,000重量トン、主機関神発6,000馬力、航海速力13.0ノット。

●北日本造船、冷凍船を2隻

田中産業グループの北日本造船は斉藤海運と八洋汽船を建造船主に15万CF積み冷凍船2隻を受注した。納期は斉藤海運向けが57年7月、八洋汽船向けが同年9月。主要目は1,950総トン、3,800重量トン、主機関赤阪4,550馬力、航海速力15ノット。完成後は極洋が用船する。

●来島、W・フラムから自動車専用船

来島どっくはノルウェー船主ウイール・フラム・ SHIPPINGから、2,500台積み自動車船を受注した。主要目は9,800総トン、8,100重量トン、主機関川崎MAN12,000馬力、公試速力20.1ノット。納期は83年6月。

●来島と川重、自動車船への改装工事

川崎汽船は定期用船中の36,000重量トン型カーバルクを自動車専用船に改装することになり、神戸汽船から用船中の“第17とよた丸”の改造を来島どっくに、また日本汽船から用船中の同型船“春洋丸”の改造を川崎重工に発注した。改造によりコロナ換算1,866台積みが2,380台となり、また背高車も積めるようになる。

●林兼、サウジからタグボート

林兼造船は太平オーバーシーズの扱いでサウジアラビアのロイヤル・コミッションから250総トン型タグボート1隻を受注した。納期は83年3月末。主

機関はGM製 975 馬力型を 2 基搭載する。

●住重が、エッソ・マレーからモジュール

住友重機械は住友商事扱いでエクソンのマレーシア現地法人 E P M I (エッソ・マレーシア) からデッキ・モジュール 2 基分を受注した。完成は今年 10 月。

開発・完成ほか

●三井、ガスタービン SB60C-M を開発

三井造船は独自の技術により高効率の産業用ガスタービン“三井 SB60C-M”を開発し、試運転に成功した。主要目は次のとおり。形式=産業用 2 軸形ガスタービン、出力軸回転数=5,680 R P M (定格)、最大出力 14,140 kw (ISO 標準状態)、タービン入口温度 1,031℃、熱効率 31.1%、圧力比=13.2。

●日立と川重、氷海タンカーの共同研究開発

日立造船と川崎重工の両社は北極海の石油開発に対応する氷海用タンカーの共同研究開発に係る契約を結んでいたが、このほど開発委員会の代表委員として日立から加納船舶営業本部副本部長、川重からは中村技術室長(理事)が就任した。今後は専門分科会を設けて研究を進めていく予定。

●ナカシマプロペラなどが水中研磨を開発

ナカシマプロペラ、マリンエンジニアリング、阪神マリンエンジニアリングの 3 社は、省エネルギー船の需要増加にともない共同で開発をすすめていたプロペラの水中研磨法を完成し、国内・外の受注活動を開始した。

●生産技術超近代化の研究開発テーマ決まる

日本造船振興財団、日本造船研究協会、日本造船工業会の 3 団体は、かねて懸案だった造船業界における生産技術超近代化の進め方を発表した。

計画の進め方や研究開発テーマはつぎのとおり。

▷研究開発の期間=57年度を初年度とする 5 カ年間とする。

▷研究開発の実施機関=日本造船研究協会

▷研究開発テーマ

①造船所主体の研究開発=a)鋼材曲げ加工の自動化、b)高精度超自動化をめざした建造作業、c)省資源、高能率、省人化をめざした溶接法、d)悪作業環境の解消をめざした塗装作業、e)省人化、安全化をめざした足場装置の開発。

②造船所・メーカーの共同研究開発=新しい材料、

機器、器具の研究開発。

●川重、世界最大の CPP を完成

川崎重工明石南工場で最大直径 11メートルという世界最大の可変ピッチプロペラ(3翼)が完成、披露した。このプロペラは同社が建造中の日邦汽船向け省エネ型鉸炭船「邦英丸」に装備される。

●三菱の UE・HA シリーズがさらに低燃費化

三菱重工はこのほど三菱 UE エンジン「HA シリーズ」を一段と低燃費化することに成功したと発表した。このシリーズは本年 10 月以降、順次納入が可能になるという。新タイプの HA シリーズは燃料消費率を各機種とも従来の HA シリーズより最大定格出力(MR)時に 1 馬力 1 時間当たり 6 グラム低減させたもので、最大ディーレーティング時には MR 時よりさらに 7 グラムも低減させることができるようになった。これは新たに開発した MET-SB 型過給機を採用したこと、燃焼室内最高圧力を上昇させたことなどにより成功したものの。

新発足・組織改正

●造工の「需要予測作業グループ」が発足

日本造船工業会は昨年 11 月に業界の長期ビジョン策定を主な目的として政策委員会(委員長・浜野和夫三井造船顧問)を設置したが、このほど、その下部機構として「需要予測作業グループ」を設けた。

メンバーは次のとおり。

リーダー 大島康弘(三菱重工船舶海洋業務部主権)

委員 春谷幹雄(川崎重工船舶営業本部営業企画部課長代理)

同 相沢顕邦(住友重機械船舶海洋事業本部営業室)

同 原田慎哉(三井造船業務本部経営企画部)

同 天野隆史(三菱重工船舶海洋業務部調査グループ)

同 大石捷郎(造船工業会調査室主任)

同 緑川好浩(同上)

●鋼管が組織改正(4月1日)

1) 厚生部に健康開発室を新設する。

2) 鋼構造営業部土木港湾チームの国内営業機能を同部鉄構建設営業室へ、輸出営業機能を第 1 重工本部重工輸出部へそれぞれ移管、土木港湾チームは廃止する。

特許解説 / PATENT NEWS

岡田 孝 博

特許庁審査第三部運輸

●流出油回収母船〔特公昭56-54278号公報，発明者；田頭巖ほか1名，出願人；三菱重工業〕

従来，外洋におけるタンカーの座礁事故などによる洋上への大量油の流出に際しては，専用の流出油回収船がなく，その本格的な油回収処理作業を行なう体制が確立されていないため，能率的な流出油の回収作業を行なうことができないという問題点があった。

本発明は，上記の背景のもとに，外洋における大量の流出油事故発生に際し，該流出油を回収するための専用母船を提供するものである。

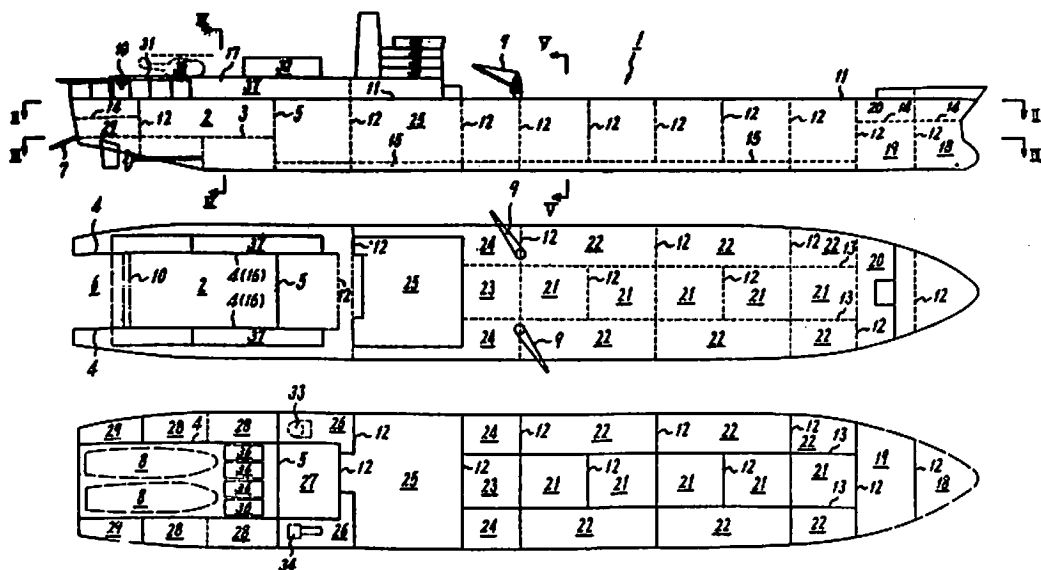
図において，1は流出油回収母船の船体，2は後部の上甲板11の下方における両舷側間の中央部にその長手方向に沿って形成されたドックで，7は船尾部近傍のゲート部6に装着したゲートドア，そして8は油回収作業船で，海水を入れた状態のドック2内に，船体1の停船中，航走中のいずれの場合でも自由に出入できる。

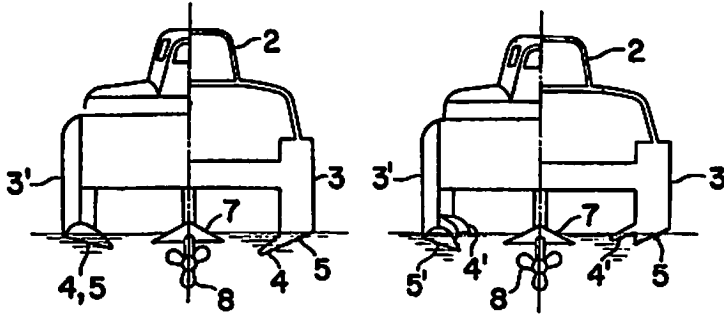
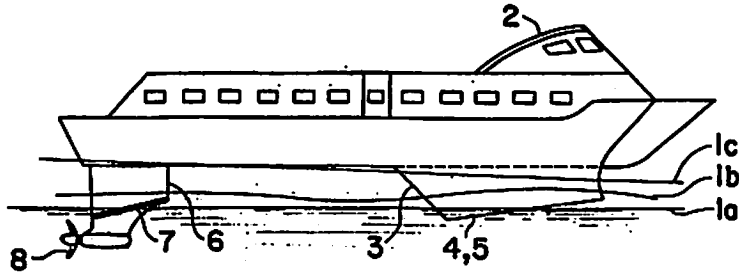
9は上甲板11上の適所に所要数配設された回収油水積取装置，21，22，23，24，25はそれぞれ油水分離タンク，回収油サイドタンク，スラッジホールド，燃料油タンク，機関室である。

また，10はドック2の上部甲板17に装置された機材運搬用クレーン，26は焼却炉室，27はオイルフェンス格納庫，33は焼却炉室26内に設置された吸着材焼却炉，36は油回収浮体である。

上記のように構成された流出油回収母船は，外洋においてタンカーの油流出事故が発生した際，ドック2内に油回収作業の作業船8を積載して事故発生現場まで航走したのち保留される。ついでバラスタタンク28内に適当に注水して船体1の吃水を深くするとともに，ゲートドア7を開いてドック2内に海水を導入したのち，油回収作業船18をドック2内から外洋に浮べる。

そこで油回収作業船8は流出油の回収作業を行ない，海水とともに回収した油，回収油水積取装置9





によって母船内の複数の油水分離タンク21内へ順次送り込むと、海水を含む油は、それら油水分離タンク21で油と海水に分離され、そのうちの油は回収油サイドタンク22に貯蔵され、また海水はポンプで船外に排出されるか、コアレッサー室20に設けられた精度の高い油水分離器を通して、さらに油を分離したのち船外に排水する。また、油回収作業船8は含油吸着材の回収作業も行ない、含油吸着材は機材運搬用クレーン10で油回収作業船8から焼却炉室26に導入され、剪断などの前処理を経て吸着材焼却炉33で焼却処理される。

●高速船(特公昭57-1473号公報、発明者;尾崎篤志、出願人;新明和工業)

従来、高速船としてはハイドロプレーン、水中翼船等があり、これらは重量・抗力比が大きく効率のよい乗り物であるが、ハイドロプレーンはある速度以上になるとポーポイズ現象を起し、平水でもはねて水に突込む恐れがあり、また波浪中では波によって抛りあげられる危険があり高速時の耐波性が非常に悪い。

水中翼船は、半没式の場合は波の水衝撃が強くて強度の点から耐波性に限界があることと、波による振動が多く乗り心地が悪いという難点があり、また全没式の場合は乗り心地はよいのであるが、縦横の安定及び上下の釣合いを保持するために複雑高価な自動安定操縦装置を必要とする不利がある等、いずれも短所があって満足するものがなかった。

本発明は、上記の問題点をなくし、高速時に

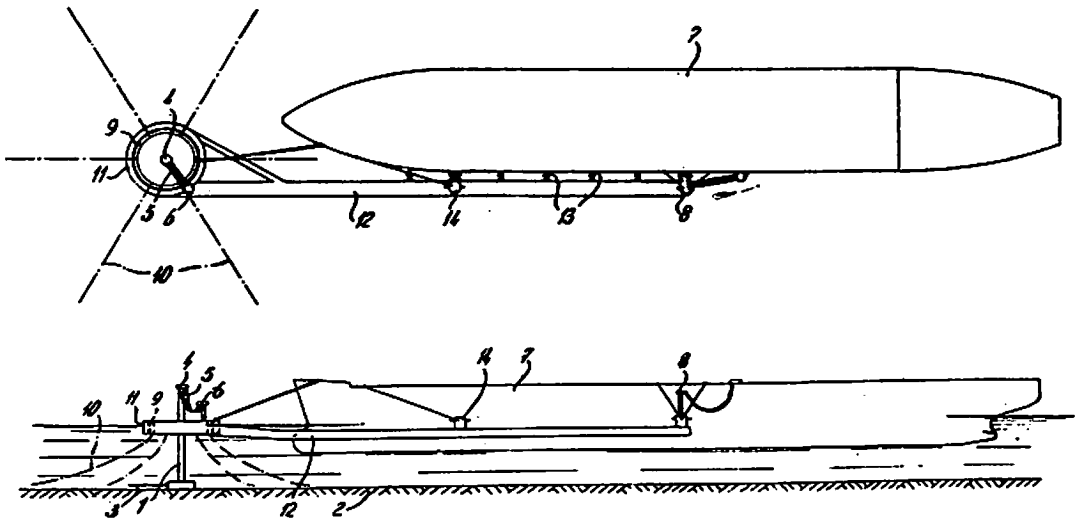
て耐波性大にして、かつ安定性良好な高速船を提供するものである。

図において、1a、1b、1cは水面、2は船体、3、3'は船首に近い左右両側局部に設けた一対の支柱状の浮揚体で、水中に沈んだ時、船の横安定を保持するのに足るだけの浮力を得るに必要な最小横断面積を有し、通常、船体の長手方向に細長い形状をなし、滑走板4、4'を支持している。そして、滑走板4、4'の下面と浮揚体3、3'の下面5、5'とは一体になって水上滑走面を形成して進行方向に迎え角を有し航行中動的揚力を発生する。また、6は船尾中央局部に設けた支柱で、その底面の左右と下方にはそれぞれ高速滑走中浮上して滑走する滑走面7と、推進のためのスクルー8を有する。

上記の構成を有する高速船において、平水中を高速航行する時には吃水線が1aとなり、船体の全重量を前方滑走面4、4'、5、5'および後方滑走板7の動的揚力で支持する。

これに対し、波浪中では吃水線が1bとなるのであるが、滑走面の面積を必要な量にとどめてあり、上方に増加する揚力が少く、とびはねや衝撃を受けず滑らかに航行する。低速より高速での滑走に移る途中では、吃水線は1cとなり、浮揚体3、3'の浮力により船体を支持し、十分な横安定を保持する。

また、更に高速状態で航行することを望む場合には、滑走面を浮揚体3の下面5、5'と滑走板4、4'との2段にする。これにより波浪による衝撃が更に緩和されて乗り心地が非常に向上する。



●繫船ブイ〔特公昭 57-1475 号公報，発明者；コルネリス・ヴァン・デル・ガーク，出願人；シングル・ブイ・ムアリング・インコーポレイテッド〕

従来，船舶を繫留するための繫留部材を備えた環状の浮揚体が，海底に設置された塔を中心として回転であり，該塔を介して前記浮揚体およびその繫留部材へ導管が延在している繫船ブイは公知である。この形式の繫船ブイを介して液化天然ガスを搬送しようとする場合，液化ガスが著しく低温であるため，繫船ブイから海底へ延びる導管が氷結硬化させられ，該導管は繫船ブイの動きに応動不可能となる。

本発明は上記の問題点を解決し，低温媒体を取扱うことのできる繫船ブイを提供するものである。

図において，1 は海底 2 に設置された塔で，3 は海底 2 に配置され，塔 1 に結合され貫通して上方へ延びている導管である。

4 は，塔 1 の頂部に回転可能に結合されホース 5 が接続された接続ヘッドで，該ホース 5 は別の接続ヘッド 6 に接続されており，該接続ヘッド 6 からは導管が図示しない形式で取扱い船舶 7 のための接続箇所 8 へまで延びている。

9 はアンカケーブルまたはアンカチェーン 10 が結合さ

れた環状体で，11 は環状体 9 を中心として回転可能に配置されたリングで，リング 11 には接続ヘッド 6 が固定されている。

さらに，12 はリング 11 に固定的に結合された繫船アームで，繫船アーム 12 には繫船に必要なフェンダ 13 およびボラード 14 のような部材が備えられている。そして，塔 1 を取囲むリング 11 内のスペースは，通常条件下のリング 11 の運動が塔 1 に負荷を与えないような大きさを有している。

破損事故 — たえばアンカチェーン 10 の破損時でも繫船ブイと塔 1 との損害が著しくならないように，塔 1 を海底 2 に起立させておくことができる。

また，アンカチェーン 10 を結合させる部分が固有の浮揚性を有せず，浮揚性を有する回転可能な部分に取付けられていてもよい。その場合，非浮揚性部分は浮揚性部分の支承つば内に支持されたフレームとして形成される。

前記の構成により，低温媒体が供給されても主として水面下に位置する導管部分に氷結が生じ，水面上の導管部分では監視と除去によって氷結は取除かれる。

船舶/SENPAKU 第55巻第5号 昭和57年5月1日発行
5月号・定価800円(送料55円)

本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。

発行人 土肥 勝 由/編集人 長谷川 栄 夫

発行所 株式会社 天然社

〒105 東京都港区浜松町1-2-17 ストックベル浜松町3階

編集・販売・広告

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

船 舶・購読料

1ヵ月 800円(送料別)

1ヵ年 9,600円(送料共)

・本誌のご注文は書店または当社へ。

・なるべくご予約ご購読ください。

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。

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



PLANIX

新製品 / デジタルプランメーター

- プランクスの特徴：
- 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 - ¥55,000 PLANIX3 - ¥59,000 PLANIX3S - ¥56,500

※カタログ・資料請求は、本社まで
ハガキか電話にてご連絡ください。

 TAMAYA

株式会社 玉屋商店

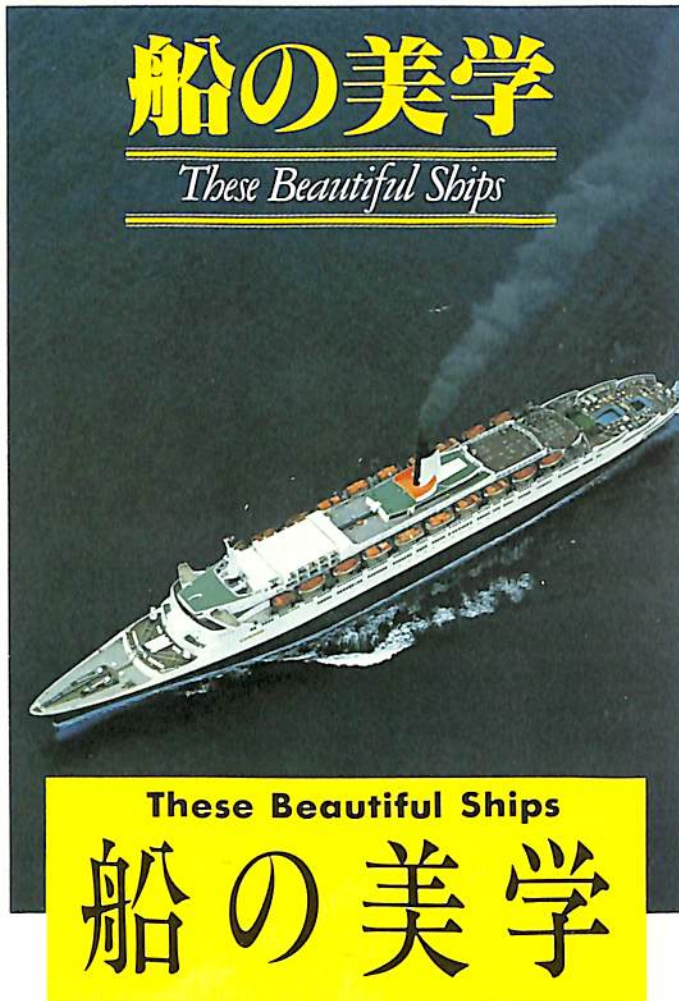
本社：〒104東京都中央区銀座3-5-8 TEL. 03-561-8711(代)
工場：〒143東京都大田区池上2-14-7 TEL. 03-752-3481(代)

日本図書館
協会認定図書

歴史的に貴重な写真を多数収載した 船ファンに送る待望の最新刊

「乗りもの」には固有の魅力があり、幅広いファンがいる。その魅力とは、飛行機にせよ、自動車であれ、本来の機能的要請が集約されて形づくられたフォルムの持つ魅力に惹かれるからである。この合目的構成の魅力の中でも、その雄大さと工学的機能美において、船の形態美に優るものはない。

本著は、船の魅力にとりつかれて30年になる著者が、商船のもつ形態美の観察と鑑賞へのガイダンス的アプローチを試みたものである。歴史的に貴重な写真を多数収載し、写真集としても、ぜひ座右に備えたい一書である。



〔主な内容〕

- I 商船の美しさとは
視覚の焦点——アクセント
舷弧——船のたたずまい
- II 前進性とパワーの表現
船首
船尾
マスト
- III ハウスのデザインとコンポジション
開放型ハウス
北大西洋型ハウス
開放と閉鎖のコンビネーション
箱型ハウス——直線と角型のイメージ
曲線と丸みの印象
階段式ハウスの組立て——
流線型への道
ハウスの均整美
- IV 煙突
単煙突の存在感と構成美
複煙突のコンポジション
煙突デザインのいろいろ
- V 均整と調和
上部構造積み重ねのバランス
視線の焦点——多角型の
頂点の位置
頂点から流れる線の連続性
- VI 塗装の効用
黒と白のコンビネーション
白の面積と船体のバランス
シアの強調とシアライン
個性的な塗装
補遺——改造の功罪

These Beautiful Ships 船の美学

野間 恒 著

A4変型判・上製・カバー装・総168頁
定価3,800円(送料350円)

既刊書のご案内

好評発売中

船の世界史 全3巻

上野喜一郎 著

上巻 B5判 上製・カバー装 380頁 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 第2編=手漕ぎ船から帆船へ 第3編=帆船の発達 第4編=汽船の出現

中巻 B5判 上製・カバー装 300頁 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 第2編=日本の汽船

下巻 B5判 上製・カバー装 332頁 定価4,600円(送料350円)

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

●主な内容●第1編=現代の汽船 第2編=現代の汽船の技術

発行=舵社 〒105 東京都港区浜松町1-2-17 ストックベル 浜松町 ☎03-434-5181 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)

保存委番号:

定価 800円

237001

雑誌コード05541-5