

ISSN 0387-2246

SHIP BUILDING & OCEAN TECHNOLOGY
SENPAKU

6

JUNE

First Published in 1928 — 1982 Vol.55 / No.609

船舶

造船・海洋開発

石炭専用船“山興丸”／省工ネ内航貨物船2隻／海洋構造物／舟艇の構造・材料の変遷／液化ガスタンカー



神戸造船所で竣工した最新鋭コンテナ船“早川丸”

 **三菱重工**

全巻に歴史的な船の貴重な写真を多数収載!!

上野喜一郎 / 著

船の世界史 全3巻 完結

上巻

B 5 判上製 380 頁、カバー装、図版 1 S B N 4-8072-4008 0
330 余、定価 5,000 円 (送料 350 円) 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＝船の起りこり〈船の思いつき〉〈船の始め〉〈進んだ船〉〈最も進んだ船〉 第2編＝手漕ぎ船から帆船へ〈河を行く船〉〈海を行く船〉〈大洋を行く船〉〈日本の船〉〈手漕ぎ船の推進装置〉〈古代の航海〉 第3編＝帆船の発達〈帆船の生いたち〉〈大航海時代の船〉〈軍船の発達〉〈商船の発達〉〈帆船の推移〉〈日本の船〉〈中国および朝鮮の船〉〈帆船時代の航海〉〈船のトン数〉 第4編＝汽船の出現〈汽船の出現〉〈木船から鉄船へ〉〈推進機関の発達〉〈推進器の発達〉〈大西洋航路客船の発達〉〈日本の汽船〉〈汽船時代 (19世紀) の航海〉 付録＝船の歴史年表、汽船の発達史上有名な船の要目

中巻

B 5 判上製 300 余頁、カバー装、図版 1 S B N 4-8072-4009 9
250 余、定価 4,300 円 (送料 350 円) 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／スクリュプロペラの特配置の採用／特殊のスクリュプロペラの発達／別種のスクリュプロペラの出現／特殊の推進器の発達〈大西洋航路客船の発達〉イギリス船の躍進／イギリス・ドイツ船の競走／マンモス船の出現／世界最大船の出現〈汽船の速力〉船と速力／ブルーリボン／大西洋の横断速力の推移〈汽船時代の航海〉航海の区域／航海の方法〈船のトン数〉わが国におけるトン数速度の沿革／現在のトン数測度の方法／運河トン数 第2編＝日本の汽船〈明治時代〉汽船の誕生／鉄船から鋼船へ／航路の伸長／航洋船の建造／特殊貨物船の建造／特殊船の出現／その後の造船・造機〈大正時代〉客船の発達／貨物船の建造／特殊貨物船の発達／特殊船の発達／ディーゼル船の出現 〈昭和時代 (戦前)〉客船の発達／貨物船の発達／特殊貨物船の発達／特殊船の発達 〈昭和時代 (戦時)〉戦争と船／鋼船の建造／造船所の拡充と建設／その他の船の建造／商船の艦艇への改装／陸軍特殊船の建造／戦時中の造船量付録＝船の歴史年表 (2)、汽船の発達史上有名な船の要目 (2) 〈船体〉 〈推進装置〉

下巻

B 5 判上製 330 余頁、カバー装、図版 1 S B N 4-8072-4010 2
220 余、定価 4,600 円 (送料 350 円) 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〉 プロペラの特配置の採用／特殊のスクリュプロペラの発達／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)

LNG・LPGタンカー、その他の断熱に!

船舶用断熱材

フェノリットA40

(NK規格 冷蔵倉用防熱材料 昭57.4.8.承認) 準不燃(個)第2557号

■フェノリットA60 準不燃(個)第2559号 ■フェノリットP40 難燃(個)第3248号



安全性・耐火性

フェノリットは炎を当てても表面が炭化するだけで燃えにくく、しかも煙や有毒ガスが発生しません。

線膨張係数

フェノリットは線膨張係数が小さく、液化ガスのタンクや配管などの保冷工事における目地施工などにおいて、信頼性の向上を図ることができます。

耐熱性

フェノリットは有機断熱材の中で最高の耐熱性を示します。

耐薬品性

フェノリットは化学的に安定しているフェノール樹脂を原料としているため、耐薬品性が優れています。



三井石油化学工業株式会社

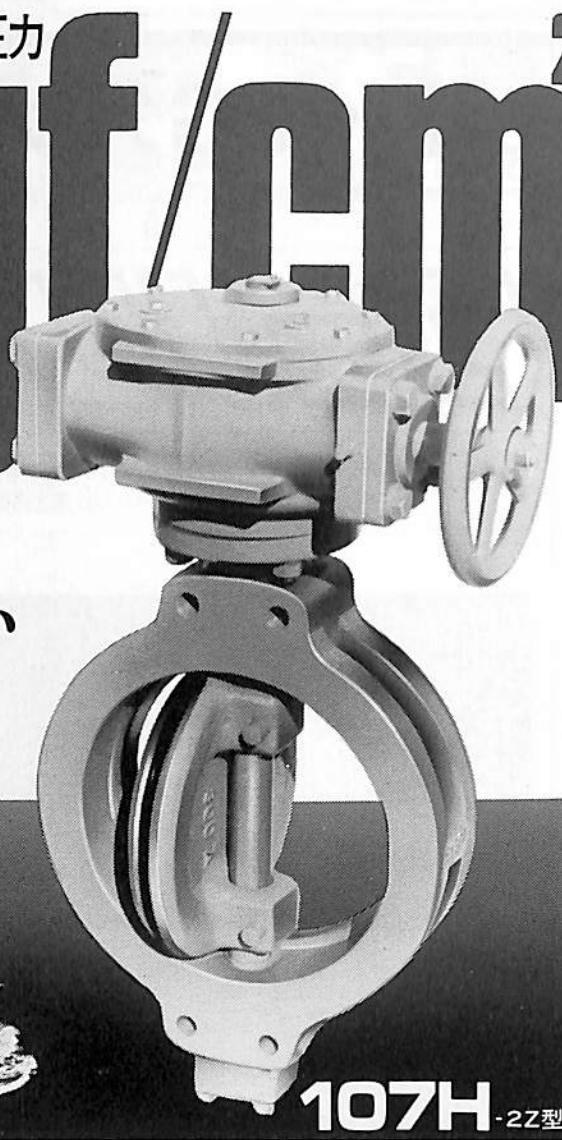
建設資材営業部

〒100/東京都千代田区霞が関3-2-5(霞が関ビル)TEL.03(580)3611代

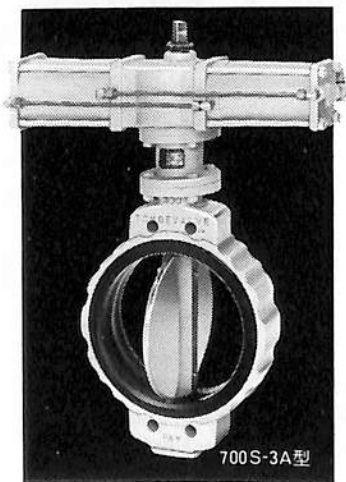
20kgf/cm² 最高使用圧力

バタフライバルブの常識を破って...

高圧下でも頼もしい
完璧の気密性。



107H-2Z型



700S-3A型

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

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

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

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

●シートリングの取換えは簡単にできます。

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

日・米・西・独・英・加 他数か国で特許取得。世界40数か国へ特許出願中 (UL) (FM) 米国UL・FM両規格認定 (ULC) カナダULC規格認定

実績NO.1

巴式バタフライバルブ



巴バルブ株式会社

本社 〒550 大阪市西区新町3 11 番 ☎06(534)1881(大代)
 札幌 ☎011(222)4261 仙台 ☎03(542)2541 神戸
 名古屋 ☎052(451)9231 大阪 ☎06(541)2251 福岡
 広島 ☎082(244)0511 福岡 ☎092(473)6831

6



新造船の紹介/New Ship Detailed

石炭専用船“山興丸”の基本計画.....山下新日本汽船工務部...12
 On the Basic Planning of Coal Carrier "YAMAOKI MARU" Yamashita-Shinnihon Steamship

省エネ内航貨物船を建造して/神永丸と神久丸.....松坂武彦...23

日本原子力船研究開発事業の現状.....日本原子力船研究開発事業団...32

連載/船殻設計の理論と実際<2>梁の設計.....間野正己...40

連載/液化ガスタンカー<48>.....恵美洋彦...45

海洋開発

海洋構造物<3>.....芦野民雄...51

舟艇協会創立50周年記念特集・5

舟艇の構造・材料の変遷.....竹鼻三雄...58

IMCOレポートNo.6/第46回海上安全委員会について.....9

海外事情/NAVIRE社の超大型フォールディングハッチカバー.....22

“TOKYO EXPRESS” 1軸に改装.....44

MAN, B&Wディーゼル首脳が語る.....39

NKコーナー.....57

ニュース・ダイジェスト.....78

特許解説/Patent News.....80

表紙/フルコンテナ船“早川丸”

三菱重工業神戸造船所で3月25日竣工した本船は、日本郵船・川崎汽船共有の高度合理化コンテナ船で、日本・極東/南ア航路に就航した。

主要目：全長/199.57m、巾/32.20m、深さ/19.00m、夏季満載吃水/11.6235m、総トン数/31,549.99t、コンテナ積載数/20ft.換算1,700個、主機関/三菱Sulzer“6RLA90”ディーゼル、20,400PS×90RPM 速力/公試最高22.33kt、満載航海18.6kt、進水/56年12月15日。

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)

防錆・防食

技術の中川が責任をもって施工します

電気防食

アルミニウム合金陽極 (ALAP)

亜鉛合金陽極 (ZAP)

塗覆装

自動制御外部電源方式 (NACC)

無機質亜鉛未塗装 (ジンキー#10)

防食剤

耐熱防錆塗覆材(ナカポーコンパウンド)

海水タンクの防食剤(ナカポークリーン)

電解防汚

海水電解式防汚装置 (CHLOROPAC)

防錆、防食の調査、設計、施工、管理



中川防蝕工業株式会社

本社 (〒101) 東京都千代田区鍛冶町2-2-2 03(252)3171

支店 (〒532) 大阪市淀川区西中島5-9-6 06(303)2831

営業所 千葉・京浜・名古屋・広島・福岡・沖縄

出張所 札幌・仙台・新潟・水島・高松・大分・鹿児島

F.O.ノズルやF.O.ポンプの消耗の激しいディーゼル機関に

オリド燃料精密フィルター

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

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

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

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



特約店 **岡田産業株式会社**

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

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

製造元 **株式会社 オリド エンジニアリング**

〒107 東京都港区赤坂5丁目4番地28号 TEL:03(586)0805

SEIKO MARINE QUARTZ CHRONOMETER

厳しさに耐える信頼の精度 セイコーク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。

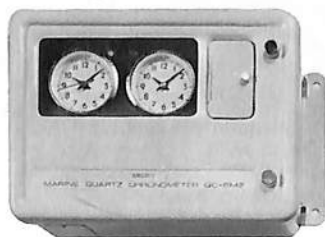
厳しい環境条件に耐えぬく特別設計。

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



セイコーク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



セイコークオーツ 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



セイコークオーツ クロノメーター QM-20

標準小売価格
188,000円
200×220×107mm
2.8kg

第46回海上安全委員会 (MSC) について

標記会合は、去る3月29日から4月2日までの5日間、ロンドンのIMCO本部にて開催された。主要な議題は「74年SOLAS条約の第二次改正」および「各小委員会からの報告」であったが、前者について波瀾含みであったため、いつもの海上安全委員会の雰囲気とは違ったものとなった。以下にその概要を述べる。

1. 74年SOLAS条約の第二次改正について

従来のスケジュールに従うと、第二次改正は、今次会合において最終審議され、本年秋の拡大海上安全委員会において採択される予定であったが、このスケジュールは大巾に変更された。すなわち本年秋の拡大海上安全委員会の開催を取止め、本年9月13日から17日までの5日間、もう一度安全委員会を開催し、来年5月16日から27日までの2週間、拡大海上安全委員会を開催して、そこで採択をすることとなったのである。すなわち、採択時期が半年ずれたこととなった。

以上のような結論になった理由は、主として2つ考えられる。1つは、開発途上国において改正内容についても主体的な検討を行なおうとする機運が高まったことであり、2つ目は、緊急性の高い事項のみ改正対象とする決議「A-500」に従おうとする動きがあったことである。

周知のごとく、第二次改正の内容は第Ⅲ章「救命設備」と第Ⅳ章「危険物の運搬」であるが、以上の動きから推察すると、開発途上国船も対象となる第Ⅲ章については、右諸国の要求により、内容のかなりの改変および発効時期の延期の可能性が考えられ、今後の成り行きに注意する必要がある。

なお第Ⅳ章については、対象となる船舶は主として先進国が有しているため、第Ⅲ章のような問題は生じないと考えられる。

なお、第二次改正の内容として、上記二章の他、第一次改正で取り残しとなった第Ⅱ-2章の一部の改正、および第Ⅲ章の改正に伴う第Ⅱ-1章、および第Ⅳ章の一部の改正が掲げられているが、これらについても、上記の変更されたスケジュールに沿って、改正作業が行なわれることになった。

次に、上記各章の検討の概要を述べる。

(1)第Ⅱ-1章

(i) 区画と生存艇の関係についての規定をおく必要性について take note した。

(ii) 第Ⅲ章改正の結果、改正を要する箇所のあることを take note した。

(2)第Ⅱ-2章

(i) 第2次改正に含めることについて賛否両論があった。事務局長は法的には改正は可能との見解を示した。

(ii) F.P.T.に可燃性油の積載を禁止する規定を、第2次改正におくかどうかについて、次回MSCで検討することになった。

(iii) 以下の事項については、FP(防火小委員会)で改正またはこれに代わる勧告の案を引き続き検討することとした。

- ① 機関区域に末端を置くサウンディングパイプ
- ② パラ53.2.4についてのソ連提案

(3)第Ⅲ章

次回MSCで検討することになった。

(4)第Ⅳ章

EPIRBの周波数を2182 KHzと121.5 MHzにすべきと原案のように2182 KHz又は121.5 MHzとし、航空機による捜索に重点をおくべきであるとの意見に分かれた。結論は今秋のMSCまで延期された。

(5)第Ⅴ章

(i) A部およびD部

現行第7章からケミカルおよびガスを適用除外とする簡単な改正で十分である旨の主張があり、今後検討されることとなった。

(ii) B部およびC部並びにIBC、IGCコード

次回BCH(バルクケミカル小委員会)にて検討。

(iii) IBCコードを強制化するためのSOLASおよびMARPOLの改正の発効日を一致させる必要がある旨のMEPCの提案を take note した。

以上で第二次改正の検討概要を終え、各小委員会からの報告についての検討の概要を述べる。

2. 各小委員会からの報告について

(1)救命設備小委

- ①持ち運び式無線電話の機能強化のため、第4章第14規則の改正を検討するようとのLSA(救命設備小委員会)からCOM(無線通信小委員会)への要請をtake noteした。また、同規則をFGMPSSの実施のため第4章全体を改正するまで改正すべきでないとのCOMの見解に同意した。
- ②救命設備の試験についての勧告、新形式救命設備の評価のためのコードは、改正第三章と同様に第47、48回MSCで検討されることになった。
- ③非常用標準シンボルはLSAでなお検討中であることをtake noteした。

(2)バルクケミカル小委

(i)バルクケミカルコード

(ア)新物質のリストおよび関係特別要件を暫定措置としてMSC Circularとして回章することとした。これらの改正は、IBCコードおよび現行コードの10回改正に含まれる。

(イ)IBCコードは新船のみに適用されるので、現行コードも引き続き改正する必要がある旨take noteされた。

(ii)ガスキャリアコード

(ア)ガスキャリアコードの第4回改正を原則的に承認した。本改正は、詳細部分を次回BCHで検討する。

(イ)SOLAS改正第Ⅶ章で強制されるIGCコードの発効日は、IBCコードと同一日とすることに原則的に合意した。IGCコードの防火要件の実施日については、1984.9.1とすることに合意した。

(ウ)酸化エチレンに関する基準案を暫定的に適用するよう各国に要請することを合意した。

(エ)適合証書に何回改正を適用しているか裏書きすることに合意した。

(3)防火小委

(i)火災試験

(ア)A級およびB級仕切りの火災試験方法の改正に関する総会決議案を承認した。

(イ)また、改正試験方法がトレモリノス条約のF級仕切りにも適用可能かどうかFPに検討方要請した。

(ii)1974年SOLASに関する事項

(ア)FP小委で作成した「不燃性」の解釈を各締約

国に回章することとした。

(イ)防災装置の基準の作成を第1次改正の発効までに行うようFPに重ねて要請した。

(ウ)FPで検討中の「主要な改造(Conversion of a Major Character)」の解釈に関して、他の章についても同様の検討を行なうことで合意した。

(iii)ISOとの関係

窓・舷窓のISO基準を現時点では作成すべきではないとの小委員会の見解に同意した。

(iv)特殊目的船コード

同コードは、第48回MSCで承認することで合意した。

(4)危険物小委(CDG)

第32回、第33回CDG小委で作成したIMDGコードの改正を採択した。

(5)設計設備小委(DE)

(i)油回収船の基準を作成する必要はないとの小委員会の勧告に同意し、作業計画から削除した。

(ii)あらゆる種類の船舶についてのヘリコプター施設のガイドラインをICAOとの協力により作成することを小委員会が合意したことをtake noteした。

3. その他の主な討議事項について

(1)トン数測度に関する事項

「1976年海事債権責任制限条約」、「油による汚染損害についての民事責任に関する国際条約」および「油による汚染損害の補償のための国際基金の設立に関する国際条約」上の「トン数」の取扱いについて議論され、いくつかの結論を得た。

(2)「検査と証書」について

バルクケミカルおよびガスキャリアーに関する検査と証書の規定は当面の間、コードにおくことで合意した。

(3)「欠陥報告」について

西欧14カ国による、本年7月1日からのPort State Controlの強化についての決定に対し、非難する国があった。

(4)作業計画について

①復原性および満載喫水線並びに漁船の安全に関

する小委員会（SLF）を新設することに合意した。

②1982年および1983年の間は、条約等の実施に主力をそそぐ観点から、これらに関する作業を主として行ない、MSCであらかじめ承認された

もの以外は、小委員会で条約等の改正作業を行なわないよう合意された。

（承認された小委員会の作業計画は、機会があれば逐次、次回以降に掲載する。）

Ship Building News

■防衛庁の海洋観測艦“すま”完工

日立造船舞鶴工場で建造中の防衛庁向け海洋観測艦“すま”は3月30日完工、引渡された。同艦は横須賀基地に配属される。

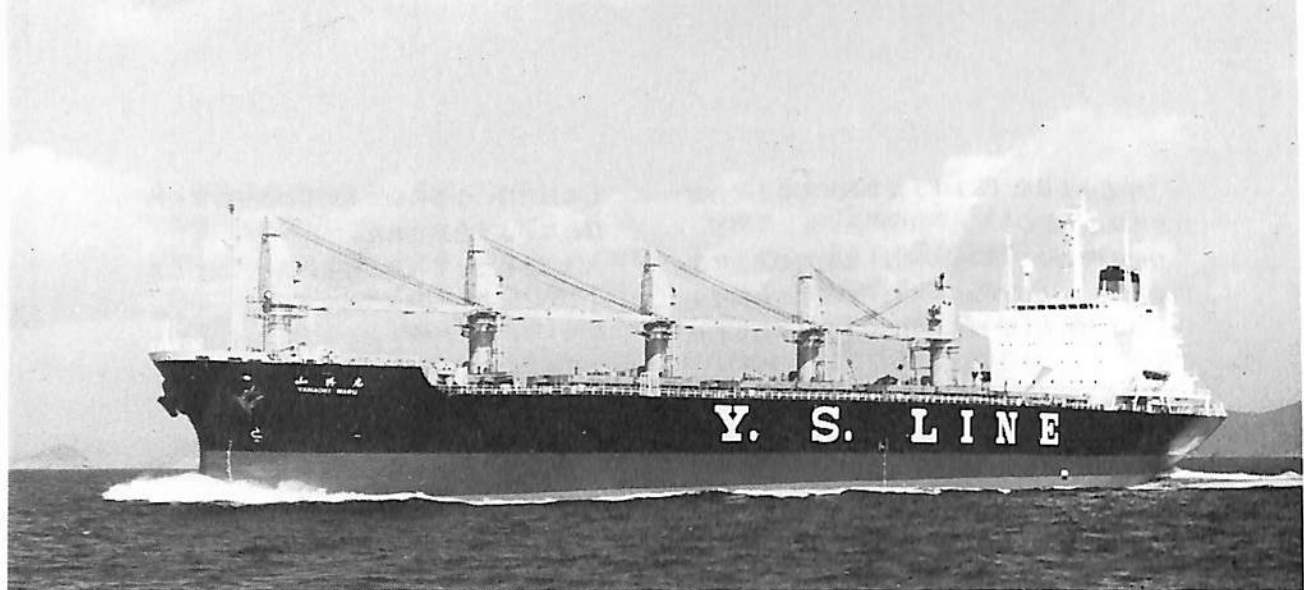
新海洋観測艦“すま”は、1,420トン“あかし”および2,050トン“ふたみ”に続く3番艦であるが1,180トンと小型の新設計船である。また前2艦と同様の海洋観測の任務にあたり、特に音源艦として“ふたみ”等と協同して観測業務を行なう。

<主要目>

全長	72 m
最大幅	12.8 m
深さ	5.6 m

喫水	3.4 m
基準排水量	約 1,180 t
機関	富士6 L 27.5 X F型ディーゼル機関 2基
軸数	2
軸馬力	3,000 馬力
速力	約 15 kt
乗員	65 名
主要装備	各種海洋観測装置一式
起工	55年9月24日
進水	56年9月1日





On the Basic Planning of Coal Carrier

"YAMAOKI MARU"

by Technical Division, Yamashita - Shinnihon Steamship Co., Ltd.

石炭専用船“山興丸”の基本計画

山下新日本汽船・工務部造船計画チーム

1. まえがき

本船は宇部興産殿の積荷保証を得、第37次計画造船として笠戸船渠にて1981年11月12日竣工した石炭専用船であり、宇部興産石炭プロジェクトの一翼を担う邦船一番船である。

宇部興産は過去沖の山炭鉱として創業され、長らく宇部炭として国内販売の実績を有していた。

このため石油危機による代替エネルギーとしての石炭への転化は、他社に先駆けて行ない石炭燃焼設備、微粉化技術では日本でも有数の技術を開発されている。国内炭枯渇によりいち早く豪州の山元と石炭安定輸入の基礎を固め、1977年には豪州の山元コールアニドアライド社と石炭輸入20年の長期契約を単独で結び、1982年度より石炭輸入量は年間250万トンに拡大された。

また豪州以外の海外炭供給源の多様化をも進め、カナダ、米国、中国よりも輸入を行なっている。社内に貯炭能力200万トンのコールセンターを設け、国内石炭販売の長期体制を確立している。このコールセンターは将来200万トンの貯炭場を新たに建設し、完成すれば400万トンの一大コールセンターとなる予定である。

国内石炭販売と同時に、輸入炭を使用しての自力発電を計画しており、昨年より総出力14万5千kwの石炭火力発電所を建設中である。また微粉炭を使用しての化学原料製造と、広く時代に即応した対策をとっている。

宇部興産と当社の関係は、当社の前身辰馬汽船時代より50年来の因縁があり、今回、本プロジェクトの邦船第一船の榮譽を担うものである。本プロジェクトの日本側海運会社としては、他に日本郵船、昭和海運があり、豪州側ユーベンスプリング社、ワードスミス社の船舶と共に石炭輸送にあたる。

2. 主要目等

全長	190.03 m
垂線間長	182.00 m
幅(型)	32.20 m
深さ(型)	17.50 m
夏期満載吃水	12.118 m
総トン数	30,017.52 t
載貨重量	49,000 t
航海区域	海洋区域
船級	NK, NS * "BULK CARR -

I E R[®], M N S^{*}, M O

試運転最大速力	16.66 Kt
航海速力	14.0 Kt
航続距離	16,200 浬
燃料消費量	38.6 T/D
最大乗組人員	28 名
清水タンク	473 m ³
燃料油タンク	2,098 m ³
バラスト専用タンク	20,104 m ³
主機関	宇部-三菱 8 UEC 60/150 H
	ディーゼル機関 1 基
連続最大出力	13,200 PS × 125 r.p.m.
常用出力	11,220 PS × 125 r.p.m.
発電機	ターボ発電機 540 kw × 3,600r.p.m. 1 基
	ディーゼル発電機 540 kw 2 基
	軸 発電機 260 kw 1 基
補助ボイラ	立型水管ボイラ 1 基
	9 kg/cm ² × 5.5 t/h
排ガスエコノマイザー	1 基
	強制循環フィンチューブ式 5 kg/cm ² × 3.6 t/h

3. 基本計画

本船は宇部港入港可能最大船型ということで主要寸法を決定した。石炭運搬船としては経済性よりみると、10万トン前後が豪州各港より判断して最適船型であるが、宇部港の制限により本船型を採用した。

今後、宇部港も順次大型化され5～6万トン船が入港可能のように浚渫工事が予定されている。

岸壁設備上、陸側輸送設備として現在あるものは毎時3,000トンのホッパー付ベルトコンベヤーと10トンダンプトラックであり、本船側に荷役装置を持つ必要があった。本船荷役が前提のため、荷役効率を上げることが性能上最も重要なこととなった。笠戸船渠の多大なるご協力により、本船型の石炭船では当に画期的な二重船側構造が採用され、開口率60%の超ワイドハッチとすることができ、荷役能率は飛躍的に向上できた。

鉱炭船とはかくバルクキャリアー型の構造が造船所より提示されるが、船側部の石炭掻出しの手間がかかり、荷役効率上好ましくない。本船形状は、当に今後の石炭船の形状を指向したものと自負する。グラブバケットの容量は10トントラックを対象に石炭比重を0.84トン/m³として決定した。

石炭積込みは豪州側ローダーの最大積込能力毎時2,000トンを基に、バラストポンプの容量を決定した。バラストタンクは船側と二重底に計画した。揚

荷時間は約48時間である。

本船は吃水が現状の宇部港許容吃水より深いこともあり、当面は背取りを行なっている。

航路は海外炭供給源の多様化により豪州、北米、中国を対象として計画し、強度上、2港積み2港揚げが可能なるように二重底を補強した。省燃費対策としては過去当社が他船で行なってきた諸項目に加え、当社では初めて軸発、可変ピッチプロペラの採用を行なった。可変ピッチプロペラ採用による省燃費は、実績として必ずしも明確ではないが、採用の理由は次の通りである。

イ. 排ガスエコノマイザーの容量上、冬期北米航路を前提とした場合、電力はターボ発電機1台では不足する。このために軸発を採用した。

主機は3,500秒の粗悪油を使用可能なるよう、各プラントを計画しており、軸発の利用は、この粗悪油エネルギーの利用が可能となる。

ロ. 荒天時または減速運転時エンジン負荷が大きくなっても主機のトルク制限値の影響を受けない。

ハ. 主機の燃料消費特性に合せて馬力、回転数の任意の選定が可能となり、直接燃料費の節減が理論上期待できる。

ニ. 直接燃費とは関係ないが、主機過負荷の回避および港内において、主機の発停回数の減少により、空気起動時の熱負荷が避けられ、主機の損傷率が低下し、維持費の節減が期待できる。

ホ. 停止距離が短くなるなど操船性能が向上する。

現在、可変ピッチプロペラ採用による省燃費の資料は、あくまでも定性的であるが、同型船が就航する頃には良い結果が出るものと期待している。

エンジン関係の省燃費対策に加え、社船でかなりの実績を収めたうなぎ塗料を満載状態での外板没水部全面に採用した。

計画造船による合理化仕様としては、当社他船と同仕様であるが、内容は次の通りである。

イ. 甲板係船機はすべて船側より遠隔操作可能。

ロ. ハッチカバーは締付装置等すべて同一場所より遠隔操作可能とした。

ハ. バラスト注排水はバラストコントロールルームを事務室に隣接して設け、ポンプの発停、弁の遠隔操作を可能とした。

ニ. 燃料積込みは上甲板上で国内では本船側1名にて操作可能とした。

ホ. 居住区各居室にシャワー付洗面所を設け、清水サニタリー方式を採用し、公室をすべて同一甲板

に配置するなど居住性を良くした。

へ. キャブスタンを両舷に適当数設け、タグライン引き上げ作業の合理化を計った。

ト. パイロットラダーは一人で操作可能とした。

チ. キャビネット式のセントラルスターを上甲板船橋前に設け、甲板部、機関部および電気部の部品管理を一元化した。

4. 船型、配置上の特徴

船型は球状船首、トランサム型船尾とし船首楼を有する平甲板船である。上甲板は二重船側構造とし、船側部はサイドタンクを設け、バラスタタンクおよび燃料タンクとしている。また上甲板上の汚れた雨水を貯蔵するため両舷機関室内上部に雨水貯蔵タンクを設けた。燃料油タンクは熱貫流率の小さなサイドタンク上部に4タンクを配置し、タンクヒーティングは1タンクづつ施行することで蒸気消費量を決定している。

一デッキクレーンは各船艙ごと1台計5台を設けた。ハッチオープニングをできる限り広くとるためハッチカバーはホールディング型を採用し、クレーンポストおよびハッチカバー格納方法を考慮することによりデッキクレーンよりの船艙内死角を最少限に押えることができた。背の高いデッキクレーンが船体中心線にあるため、船橋の中を広くすることにより前方の視界をよくした。ハッチを超ワイドハッチとした結果、荷役効率がよくなったと同時に、上甲板の洗浄面積を狭くすることができた。

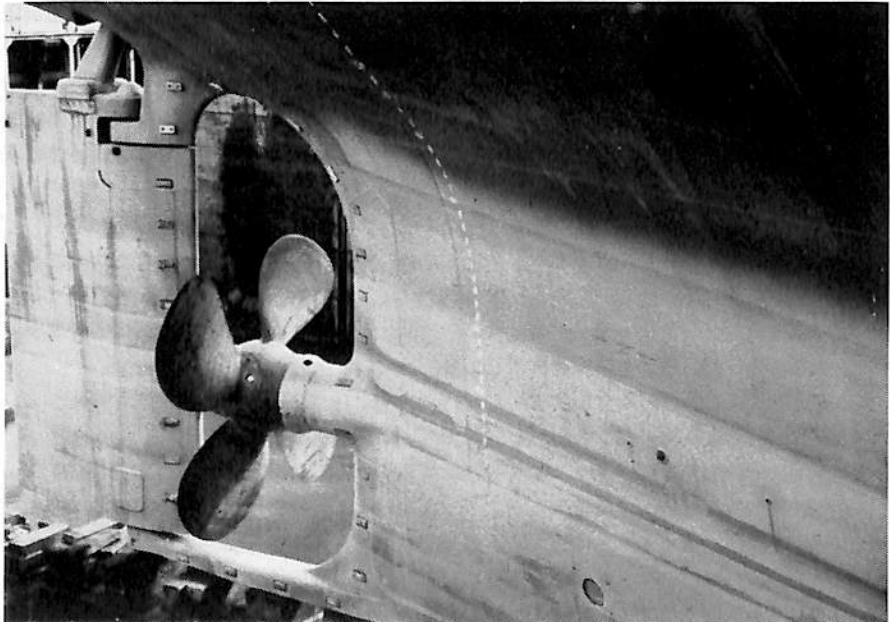
船型が小型でもあり、甲板洗浄は移動式洗浄機を利用することとし各艙装品の配置や船殻構造を洗浄し易く配慮した。グラブの格納はハッチカバー上に格納する場合、多々問題があり、クロスデッキ部に高床式台を設け格納した。石炭専用船ではガス発生による事故が問題となるが、本船はこの対策もきめ細かく配慮している。

本船は低速エンジン搭載であり、軸発を有するため機関室が広がるが、機関制御室を上甲板上に配置することにより、機関室を極力小さくし、船艙容積を充分にとることができ、職場環境も同時に向上できた。A-甲板には公室、ギャレー、糧食冷蔵庫を配置し船内合理化を計っている。

5. 船殻関係

船殻構造は縦肋骨式構造を採用し、石炭船としては画期的な二重船側構造とした。従来、船殻重量差の一点のみにより、造船所案は鉾炭船の場合、トップサイドタンク、ビルジホッパーを有するバルクキャリアー型であるが、グラブ荷役の場合、船側横肋骨に詰った石炭の掻き出しに手間がかかる。

本船は直接強度計算を行ない、合理的な船艙配置をとることにより、二重船側構造とすることができた。隔壁は波型隔壁を採用し、上下にストゥールを設けた。ホールドビルジウェルは下部ストゥール内に配置し、常時交通可能なよう上下ストゥール間にトランクを設けた。二重底内底板はグラブ荷役による損傷防止のため、増厚による補強を行なった。



可変ピッチプロペラを採用した本船



デッキクレーン5基それぞれにグラブバケットを装備

船首部は波浪対策を講じデッキクレーンポスト下部も充分なる補強を行なった。燃料油タンク底部にはサクションウェルを設け、粗悪油のストリップング性能の向上を計った。

6. 船体機装

6-1 甲板荷役装置

低圧型電動油圧式の非走行ジブタイプ水平引込型デッキクレーン5基を有し、それぞれ電動油圧式グラブバケットを装備している。デッキクレーンの容量は定格25トンであり、旋回半径は最大24m最小5mとし総揚程は37.5mである。旋回角度はNo.1デッキクレーンのみ200°とし、その他は360°エンドレスとした。巻上げ速度は荷重(25トン、10トンおよび無負荷)により3段の速度変換を行ない、各荷重で任意の速度が選べる仕様とした。

油圧ポンプは90kw、75kw各1台を備え、定格荷重において任意3動作同時運転を可能とした。グラブバケットは10トントラックを考慮して、容量を12.5m³とし、電動機45kw1台を有し自重は12トンである。デッキクレーンの補修作業環境を良くするためステ

ージ等を設けた。

6-2 ハッチカバー

ハッチオープニングをできる限り広くとるため高圧型電動油圧式ホールディング型を採用した。

締付装置は遠隔一斉自動締付装置とし、No.1ハッチカバーはクロコダイルホールディング型であり、No.2よりNo.5ハッチカバーはジャックナイフホールディング型である。開閉方式は油圧シリンダーによる折りたたみ方式を採用し、シリンダーには防塵対策を行なった。開閉時間は約3.5分である。

ハッチカバーのスパンは最大で19.2mであり、各パネルはタイコ張りとしキャンパー付きとした。

ホールディング型ハッチカバーとしては国内船での実績最大スパンは約21.0mであり、本船型のハッチカバーとしてはかなり大きなものとなった。

1船艙分カバー総重量は100トン以上になり、非常開閉は当初デッキクレーンで行なうことを考えたが、実用上無理との結論を得、持運び式パワーユニットにより行なうこととした。主パワーユニットは2ポンプ2モーター方式をとった。

本船は船首楼を有するためNo.1ハッチカバーは波浪対策を充分考慮して設計した。石炭ガス抜きを良くするためハッチカバーに自然通風筒を設けた。

また定期的に船艙内を換気するため、ハッチカバーを開放することもあり、グラブバケット格納はクロスデッキとした。

6-3 係船装置

低圧型電動油圧式係船機を採用した。船首部の係船機はギヤー部を密閉型とし、船尾部は開放型とした。船首楼甲板はデッキクレーン1台を配置したためかなり狭くなり、2ドラム型の係船機を使用した。ウインドラスおよびムアリングウインチの操作方式は、機側および遠隔操作可能とし、ブレーキ、クラッチおよびスピードコントロールを可能とした。

6-4 塗装

従来、日本の海運会社は塗装に関して施行および性能面で、あまりにも安易に妥協してきたきらいがある。

塩ゴム外板塗料はそれなりに完成された塗料であったが、石油エネルギーが豊富に使用可能であった時代には、ある程度の経済性は認められた。しかしその後、石油危機、造船不況の中にあつて造船所および船用塗料メーカーの努力がお座なりであり、真に海運会社にとって有効なる塗料開発への対応が必ずしも充分であったとは思われない。現在の省燃費型外板塗料にしてもすべて外国メーカーの素材を利

用するだけであり、燃料費昂騰に安易に悪乗りした塗料メーカーの戦略であった一面もある。

当社ではいち早く省燃費型外板塗料に取組み、社船でそれなりの効果を収めているが、未だ完成された塗料は無いのが実情である。今回本船には最も効果的であった塗料を採用した。

省燃費は資源小国日本の国策であり、また海運会社にとっても保船は腐蝕との戦いである。安価で有効的な塗料の早期の開発が望まれる。

本船の鋼材は全て両面ショットを打ち、無機ジントクのショッププライマーを施行した。外板は就航後の補修の比較的少いエポキシ仕様とし、デッキクレーンポスト等補修しにくい箇所はエポキシ塗料の重防蝕仕様とした。

7. 機関部関係

主機関の選定にあたっては、航海速度14.0ノット確保と航海中の排ガスエコマイザーによるターボ発電機駆動を条件のもとに検討した。また排ガスエコマイザーの発生蒸気量が不足気味であることからターボ発電機の不足電力分を主軸で賄えるよう、出力に余裕のある8UEC60/50Hをディレティングして採用した。

ターボ発電機の不足電力分を賄う方法として主L Oポンプ、主冷却海水ポンプを主軸駆動とする案も検討したが、操作性の面から軸発電機が採用された。

発電機は航海中はターボ発電機と軸発電機が、出入港時はターボ発電機とディーゼル発電機が、揚荷

役時はターボ発電機とディーゼル発電機2台が、全デッキクレーンにそれぞれ給電可能な条件からターボ発電機を540kw、ディーゼル発電機を540kw 2台、軸発電機は航海中に主L Oポンプ、主冷却海水ポンプ、主冷却清水ポンプ、CPP作動油ポンプ、主空気圧縮機へ給電可能なように260kwとした。

補助ボイラは揚荷役時にターボ発電機を使用するので、ターボ発電機使用蒸気と、その他雑用蒸気を賄えるよう決められた。

排ガスエコマイザーは航海中のターボ発電機使用蒸気とその他雑用蒸気を賄い、排ガスエコマイザーのストブローは種々テストの結果、蒸気節約のため水噴射式を採用している。

機関制御室は乗組員の作業環境と居住区および機関室からの交通性をも重視して上甲板に配置し、そこから機関の遠隔操縦および監視を行なう。

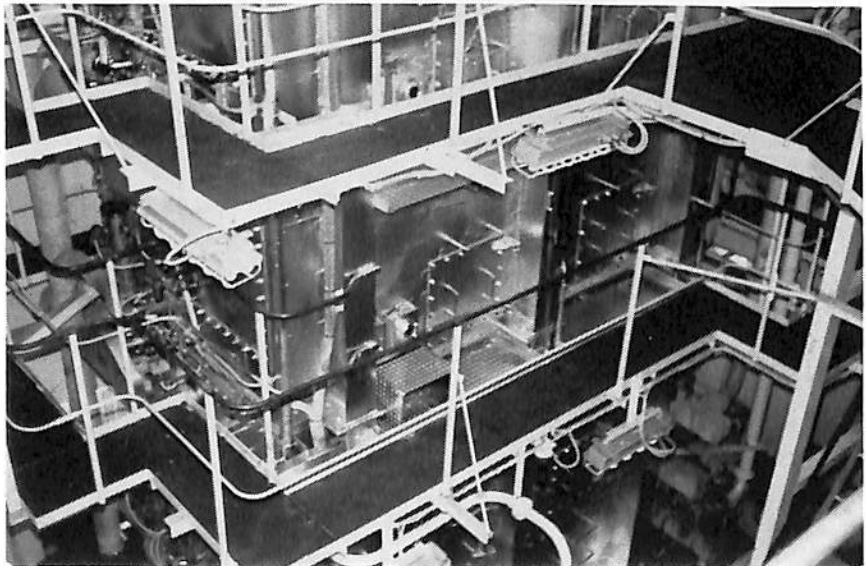
機関部工作室は内地停泊時に、陸上整備支援班の応援を得た場合を想定して十分な広さを確保し、第2甲板に配置した。

機関部工作室とセントラルストアは、電動トロリーにて物品の移動を可能にし、作業性の向上を計った。

造水装置は30T/Dの能力を持ち、ミネラル、滅菌剤、防錆剤を系統別に注入し、船内で消費する飲料水、雑用清水、養缶水のすべてを賄うものとした。

揚荷役は本船のデッキクレーンで行なわれるため、ACブレンダーを設けてディーゼル発電機の燃料費節減を計った。

排ガスエコマイザー



機関室内の大型海水弁はエアーモータ駆動とし、省力化を計った。

主機関は電気-空気式遠隔操縦装置により、船橋および機関制御室より遠隔操縦可能とし、主機関の回転数は航海および港内使用の2速制御とした。

C P Pの翼角制御は電気-油圧式遠隔制御方式により、船橋からはレバー式テレグラフによる翼角のフォローアップコントロールおよびカムスイッチによるノンフォローコントロールが可能である。船橋からのフォローアップコントロール時に主機関の急変を避けるため、ある翼角以上では徐々にしか翼角が変化しないように、自動増減速装置とプロペラ負荷が変化した場合に翼角を制御して、負荷を一定に保ち、定負荷運転ができるように自動負荷制御装置が設けられている。

軸発電機はC P Pと組み合わせるため、より経済的な方式である主機関に歯車継手を介して接続され、内部に増速歯車を内蔵する通常の同期発電機が採用された。

この方式では軸発電機とターボ発電機あるいはディーゼル発電機との並列運転は困難であるので、母線分離方式とし、軸発電機は航海中に主母線と分離された独立母線に給電する。独立母線から給電される各補機は主母線からも給電可能であり、また各補機個別に母線を選ぶことが可能であることから、軸発電機の負荷は最少限とできるようにした。なお軸発電機がトリップした場合には軸発電機より給電されていた各補機は自動的に主母線より給電される。

データロガーはマイクロコンピュータを中核として構成されており、機器の監視、警報、C R T表示を行なうと同時に温度、圧力、回転数など各種データを自動的にタイプライターにて記録する。

本船では機関制御室(上甲板)と機関部工作室(第2甲板)が離れており、航海中の主な作業場所となる機関部工作室でも、機器の監視ができるように機関部工作室にも機関制御室と同じ機能を持つC R Tおよびキーボードを設け、状態監視を容易にした。

8. 電気部関係

8-1 無線装置

従来から当社は主送信機2台と補助送信機1台の組合せであったが、海事衛星通信装置を搭載する船舶は、主送信機1台と補助送信機1台とした。

主送信機(電信1kw電話1.2kw)1台をシールドルームに設置、無線室内に当社独自の通信コンソールを設け、受信機3台、補助送信機、緊急自動受信

機(電信電話用各1)、オートキーヤー、アラームシグナルジェネレーター、国際V H F電話(2台)の管制盤、船内指令装置本体および制御器、操船指令装置の制御器、カセットテープレコーダー、主送信機制御パネル等を設け、種々の機器が1カ所で操作可能とした。装備周波数も新たに $U_3 V_3 X_3 Y_1$ の4チャンネルを増波し、世界各国との通信連絡設定がスムーズに行なえるよう配慮した。

その他F A X受画装置、国際V H F電話本体、空中線共用装置、無線用配電盤および蓄電池充放電盤、海事衛星通信装置本体およびテレプリンター等も無線室内に配置し、将来、狭帯域印刷電信、海事衛星通信F A Xが装備できるよう必要配線、スペース等も確保した。

空中線は主、補助ともハウス廻りにワイヤーを展張したが、長さがとれず必要容量を得るのに苦労した。最終的には煙突左右後部のアンテナポストとレーダーマスト両ウイング間に末広りのH型(船首尾方向は各2条)となった。本船は甲板上に背の高いデッキクレーンが5基1列に並んでいるので、方探のホーミング用2メガの較正曲線測定が心配されたが、クレーン影響は少なかった。

8-2 船内通信装置

自動交換電話機(全リレー式40回線)一式を装備し、船内指令装置と接続した。共電式電話は船橋と機関制御室、舵機室の2系統とし、船橋と無線室間は直接対話方式とした。他に岸壁電話用取入端子を設け、船内の必要個所に電話器接続座を設けた。

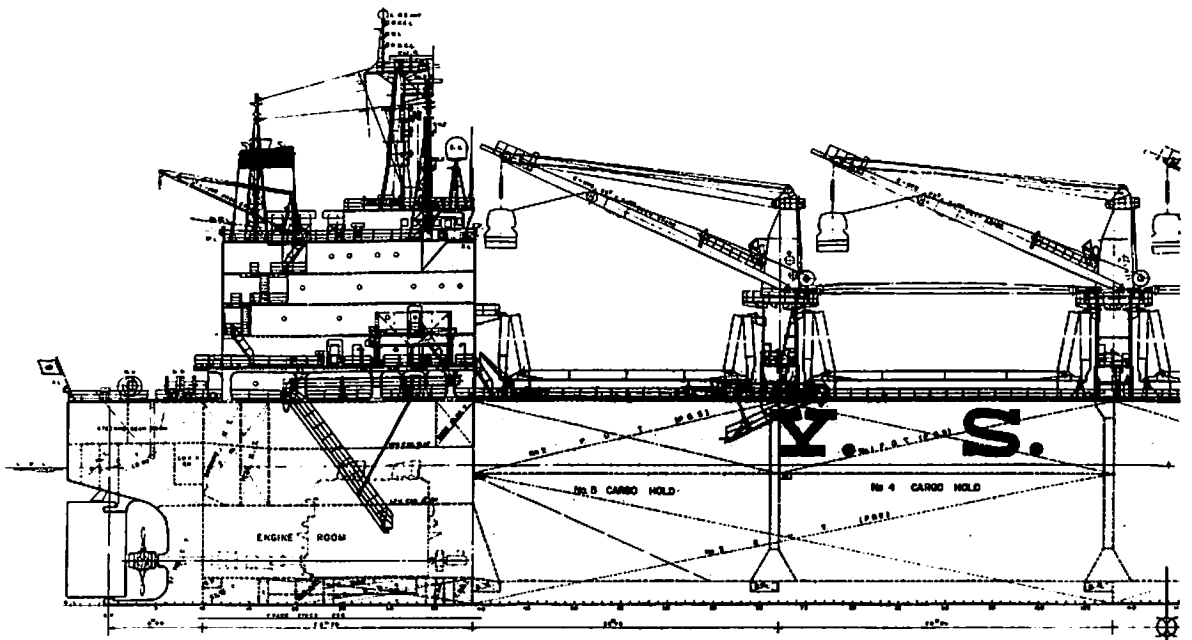
操船指令装置の管制盤を総合事務室にも設け、ここからオンデッキ放送が可能とした。また操船者が船橋ウイング先端にいても舵手のアンサーが聞えるよう操舵スタンドにもマイクを設けた。

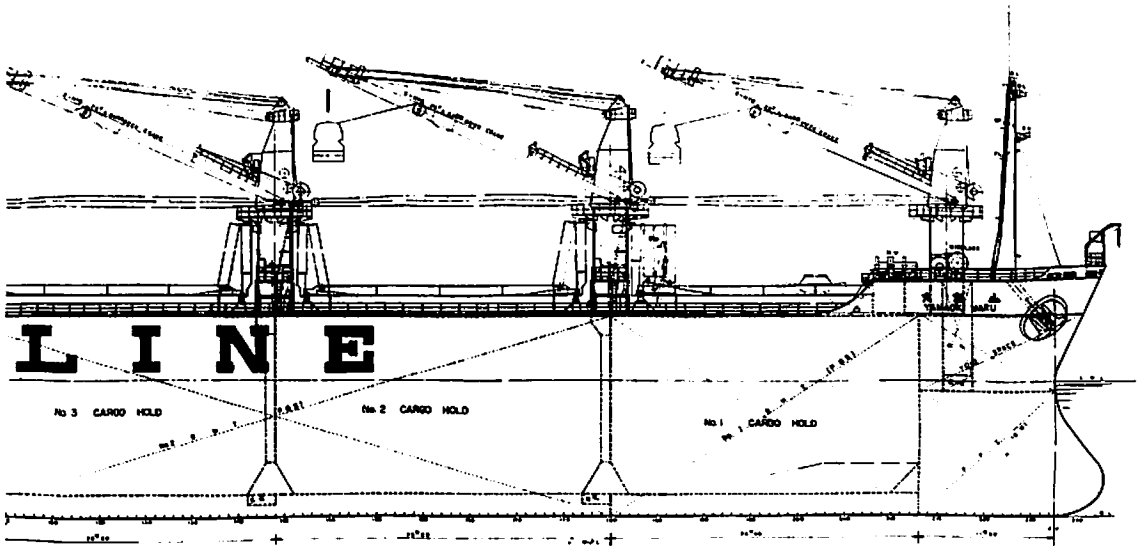
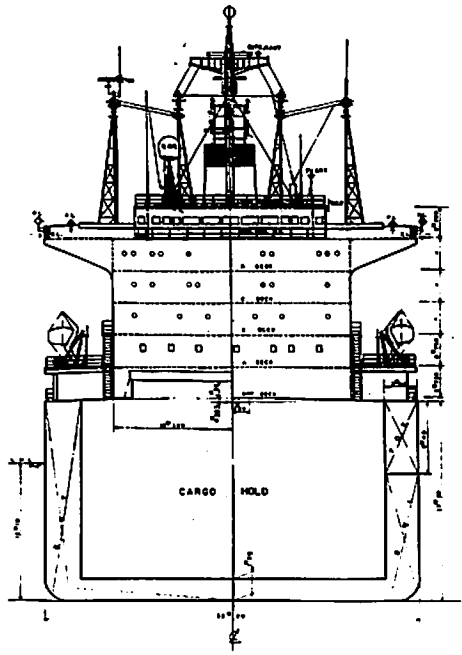
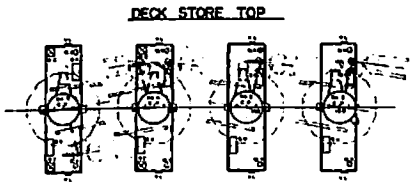
U H F帯船上通信装置一式(基地局2,制御器1,携帯機6)を装備し、主として荷役連絡、F.O.積込み連絡用、機関室内連絡用として使用、操船指令装置故障の場合は代用できる、一応船内の何処とでも通信可能なるようアンテナを配置した。

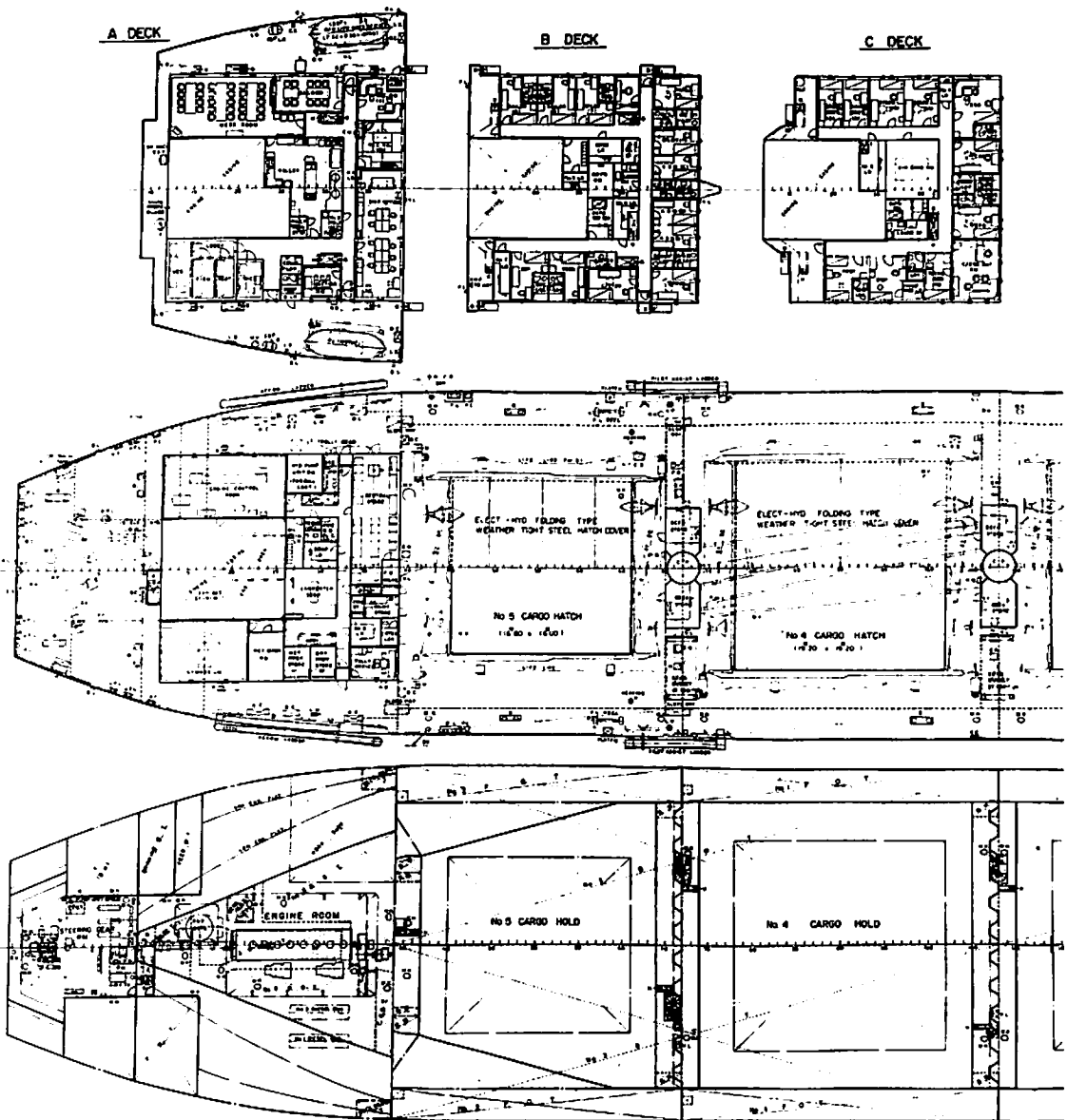
8-3 航海機器

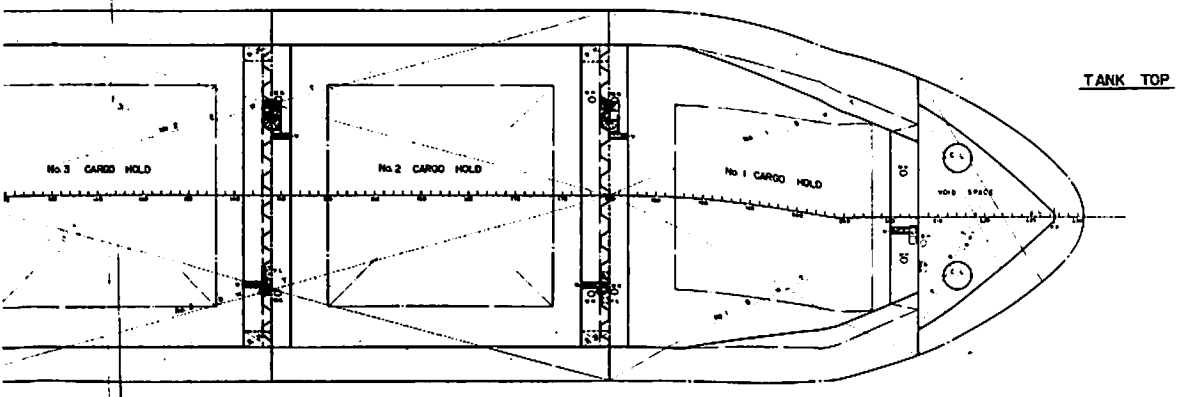
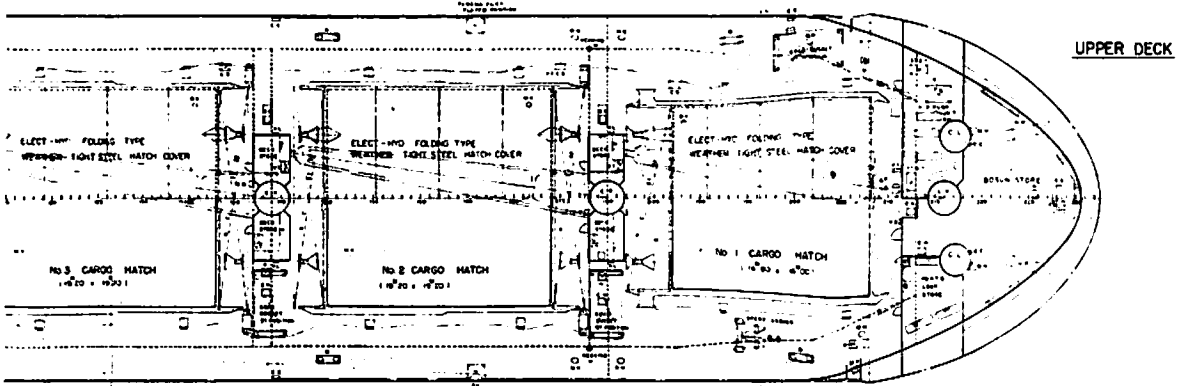
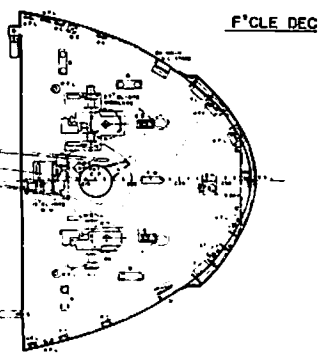
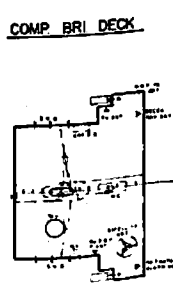
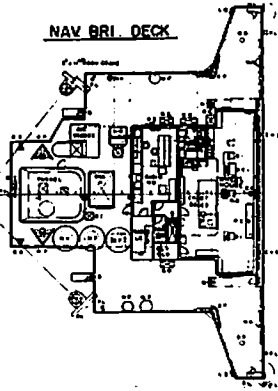
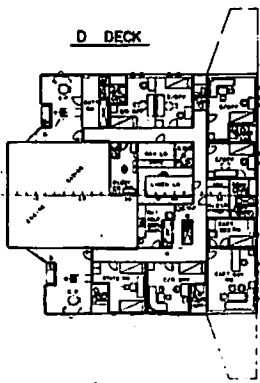
レーダー(Xバンド、Sバンド)2台、衝突予防装置、方探、N N S S、ロランC受信機(座標変換器付)、音響測深儀、ドブラスピードログ等を船橋内に機能的に配置した。自動操舵機はP I D機構付の最新式省エネタイプが採用された。

General Arrangement of Coal Carrier
"YAMAOKI MARU"









海外事情

■ NAVIRE 社の超大型フォールディング ハッチカバー装備の 41 型オープンバルカー

すっかり冷え切った造船マーケットでは、大型船の引合はすっかり姿を消して、本年度の日本の造船業界の受注量は、昨年比10%減との予測の公式発表があったにもかかわらず、実状は前回不況時をはるかに下回り、300万CGRT(標準貨物船換算トン)もあればよい方との見方も出ている。

わずかにコンテナ船や自動車専用船のリブリーズ需要があるが、これすら韓国を初めとする新興造船国の追撃を受け苦戦する状況は、早急に改善される見込みも薄いと云わざるを得ぬが、特殊な設計、建造技術を要する船の研究に目を向けることが、明日への展望を開くきっかけになるといえよう。

(編集部)

オランダの Phs. Van Ommeron社が、スウェーデンの Swedish Shipbuilder Oresundsvarvet A B社に発注した41型オープンハッチバルカー“Waarrecht”が竣工した。

本船は、UASC (United Arab Shipping Co.) に長期備船されて、船名も “Ibn al Kadi” と変更されたが、大きな特色は、41型としては巨大なフォールディングハッチカバーを装備していることにある。

その要目は、次の通りである。

№1ハッチ クリアー開口	12.9m×15.4m 2枚割
№2, 3, 4	25.8m×25.3m 4枚割
№5	12.9m×25.3m
ハッチカバー総面積	2,560 m ²
平均等分布荷重	2.6 t/m ²
コンテナ積許容荷重	20' 45 t
	40' 68 t
カバー構造重量	860 t (@ 335 kg/m ²)
附属金物重量	136 t
コーミング, 格納ランプ	
パッキン, 油圧装置合計	325 t

格納長さは2.2m、高さはコーミング上8.2mで最大許容傾斜5°、同トリム1.5°までは3分間で開放可能な油圧シリンダーを装備している。

許容最大風速16m/sec., -16℃までの低気温時にも油圧操作可能である。

本船要目および一般配置は次の通りである。

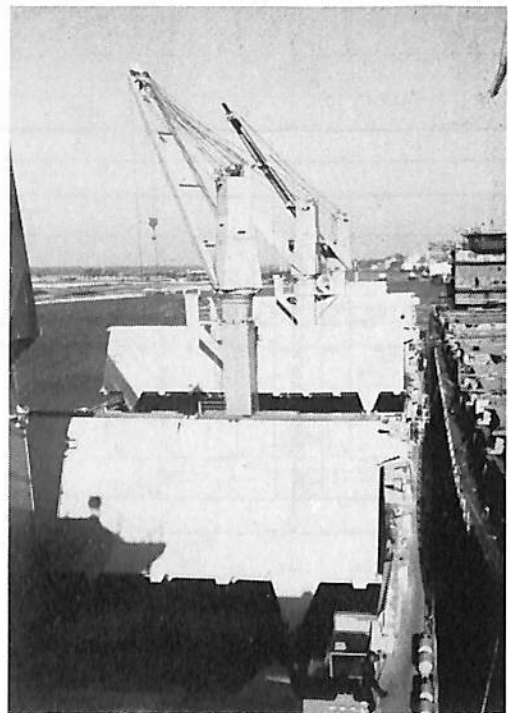
LOA	191.3 m
-----	---------

LPP	180 m
B	32.2 m
D	16.8 m
d	11.3 m
DWT	41,000 t
G/T	25,000 t
コンテナ積個数	1,300 TEU
主機	Gotaverken B & W 4L90 GFCA
	13,000 ps × 90 rpm
速力	16 Kt

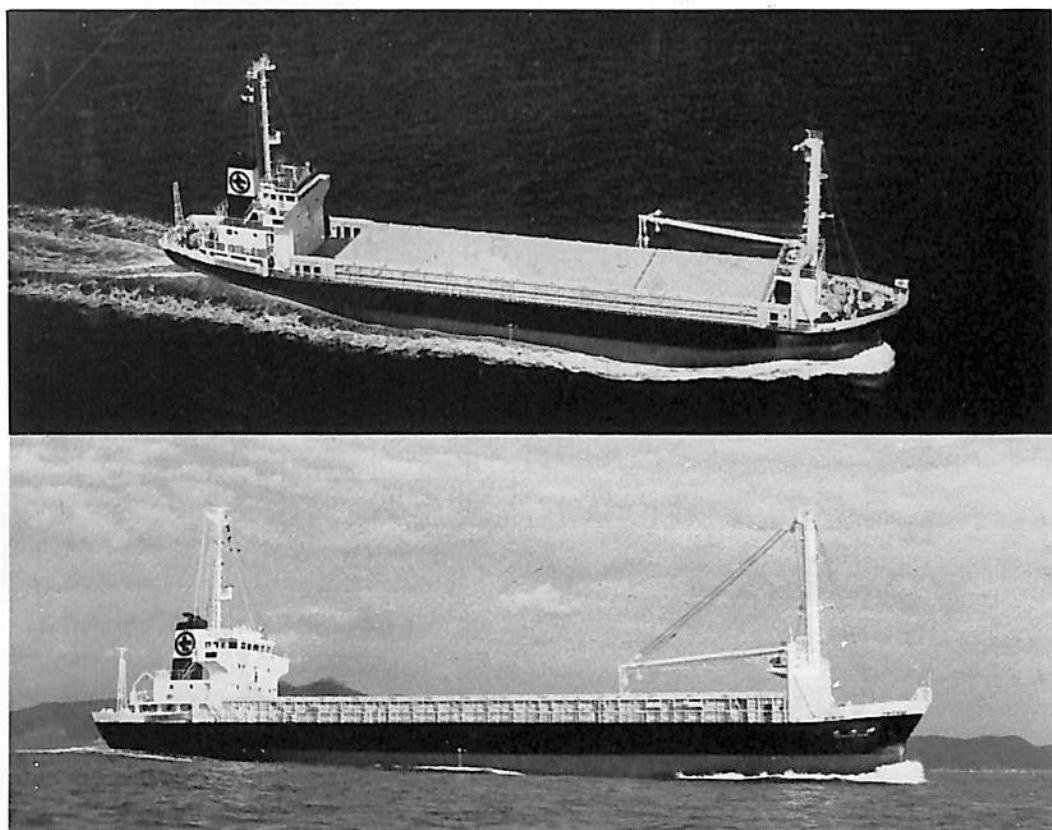
〈編集部注〉

25.3mの大きなスパン、これを2.2mの格納長さにおさえることは、大変むずかしい。どうしても“たわみ”が問題となり、パネル間つき合わせ部分の水密性が問題となるが、NAVIRE社は特殊な形状のかみ合わせ金物とスプリングおよびラバーシートを使ってこれを解決している。

オープンバルカーは、本来のバルクカーゴの他にフォレストプロダクツ、パルプ、ロールペーパー、更にはコンテナ貨物の適船として、ライパーとコンテナ船の間を狙う注目すべき船型と思われる。



“Ibn Al Kadi” のフォールディングハッチカバー



(船舶整備公団仕様)

省エネ内航貨物船(699G/T)を建造して

—栗林商船の“神永丸”“神久丸”—

松坂武彦

栗林商船・船舶部

1. はじめに

当社は昭和55年4月当時としては、数少ないC重油専焼の内航小型船を建造した。

その後この種の船は、各社で多く建造されるようになった。また省エネに関する製品や研究も続々と発表され、粗悪油専焼省エネ船の建造が始まろうとしている。

このような状況下、釧路～大阪間に定期配船する699 $\frac{9}{4}$ 型貨物船2隻を計画することになり、先に就航しているC重油専焼船“神瑞丸”(本誌56年2月号紹介)の経験を生かし、さらに船舶整備公団か

ら共有船として、要求のあった省エネ対策を取入れた、C重油専焼省エネ自動化船を建造した。

それが昨年10月および12月に愛媛県山中造船(株)で建造された、“神永丸”“神久丸”の両船で、就航後順調な運航を続けているので、省エネの面からその概要を紹介する。

2. 基本計画

社内の計画が終った時点で、船舶整備公団と工務面接前打合せを行なった。

その際、省エネに関して次の5点について、強い要望があり、当社の計画とも全てに合致するもの

タイトル写真/上・神永丸, 下・神久丸

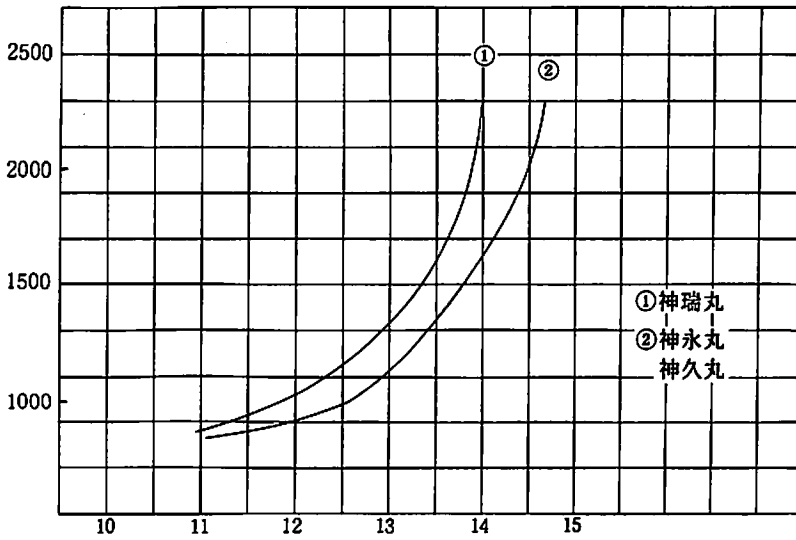


図1 馬力・速力曲線
公試運転成績
(1/4載貨状態)

であったので、基本計画に取入れた。

- 1) スリムな船型の採用。
- 2) 大直径CPPの装備。
- 3) 粗悪油専焼省エネ機関の搭載。
- 4) 主機関による発電機の駆動。
- 5) 排ガスエコマイザーの取付。

以上であるが、当社のグレードとして、舵には自社開発のケイセブン（以下K-7）式複合ラダーを装備、船底は全面サンドブラストを行なって、ロン

グライフペイントを塗布した。

さらにパーシャルデスチャージ型潤滑油清浄機、造水器、オイルバス型船尾管等の取付けも行なった。

3-1 スリム船型の採用

積荷の条件が新聞巻取紙1800本と8'×8'×15'コンテナ32個を艙内に積むこと、船員居住区を在来の6999型より大きく（185 m³）とする等の条件のもと、垂線間長75 m、型幅13.8 m、満載吃水4.335 mでC_b = 0.68の省エネ船型として理想的な、方形肥瘦

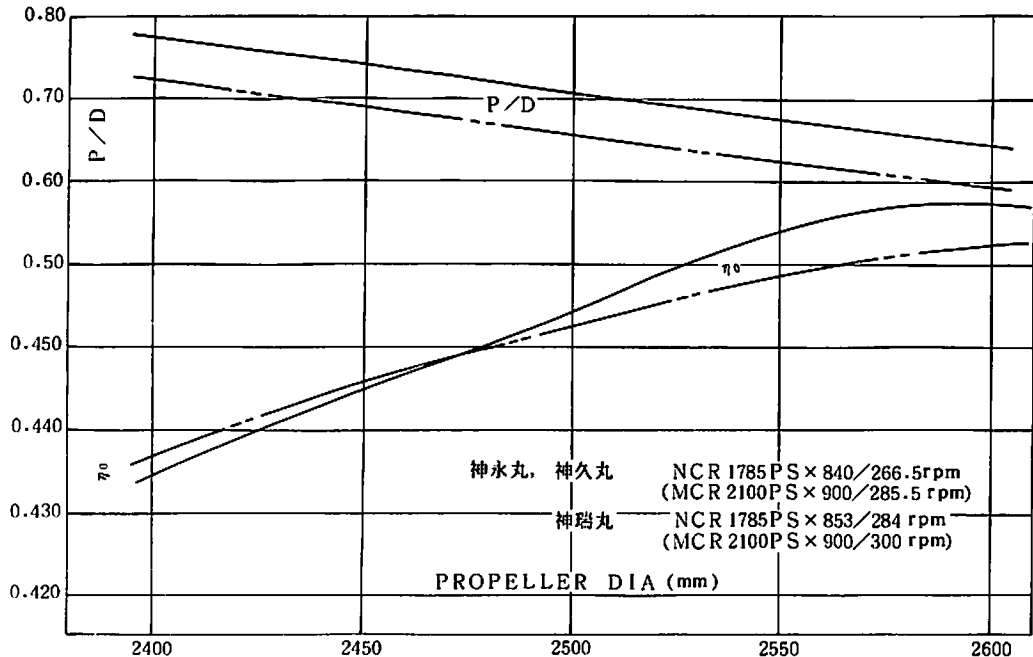


図2 プロペラ効率比較曲線



2隻の造波比較（上・神瑞丸，下・神永丸）



係数にすることができた。

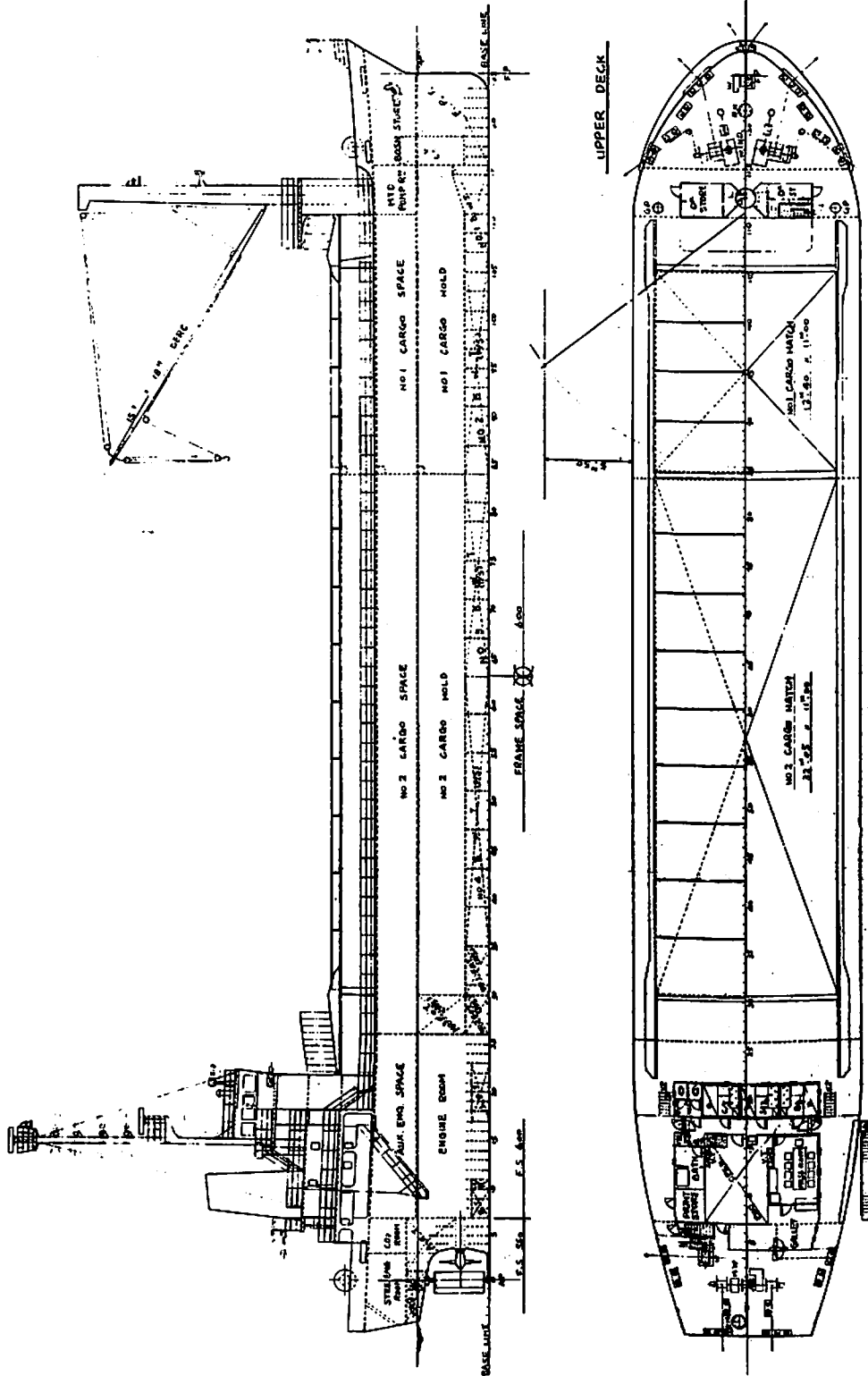
このことは在来船に比べて、大直径プロペラ装備の効果も加えて大幅な省エネ効果を発揮し、当社「神瑞丸」との馬力-速力曲線（図-1）の比較でもその差を見ることができる。

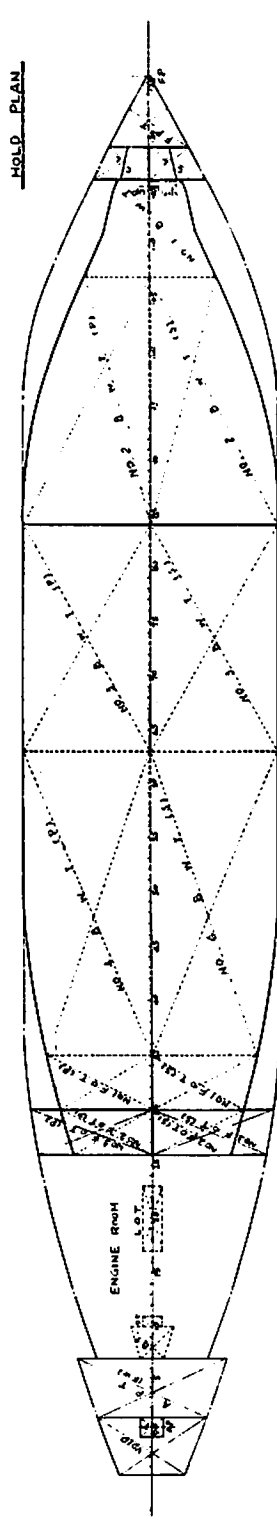
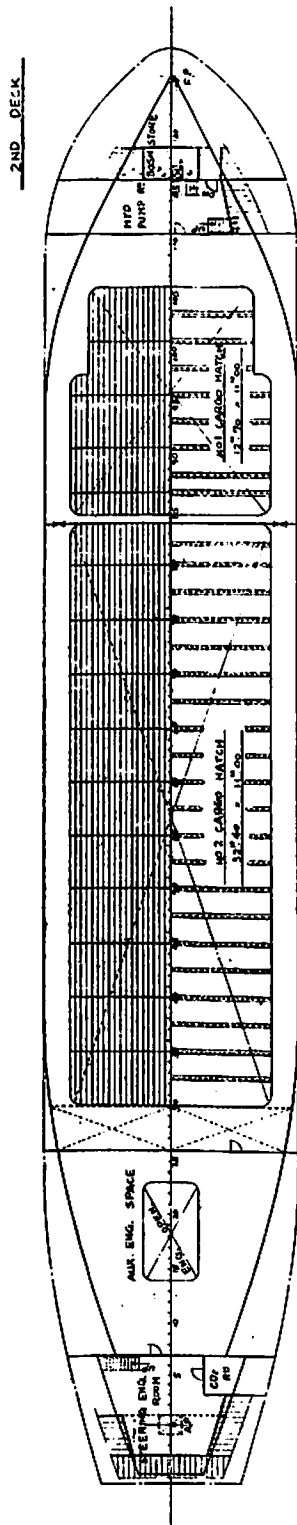
また、上の航空写真からも、造波の起き方に差のあることがはっきりした。

最大速力は14.59ノットと優速で、「神瑞丸」（最大速力13.84ノット）に比べて、約0.5ノット上回る12ノットでのサービスを可能にしている。

3-2 大直径CPPの装備

大径プロペラを低回転させることが、プロペラ効率を上げる手段として、有効なことは知られている。両船が配船される釧路～大阪間は、年間を通して





General Arrangement of 699GT Energy-Saving Type Cargo

比較的時化の多い（特に冬場は厳しい）海域を定期運航することを考えなければならない。

没水率を無視した大径プロペラは、レーシングが起きやすく、堪航性にも問題を生じることになる。

したがって、この程度の吃水を持つ船では、2,500%前後が最適直径と思われる。

さらに、「神瑞丸」とのプロペラ効率比較曲線（図-2）からも、プロペラ回転数を常用 267 r.p.m（減速比 3.2）にした場合、直径が 2,500%～2,600%のプロペラが効率の良いことがわかる。

以上のことから、「神瑞丸」（2,450 $\frac{mm}{m}$ ）に対して 100 $\frac{mm}{m}$ 大きい、2,550 $\frac{mm}{m}$ 径プロペラに決定した。

また C P P は軸発を行う場合、周辺機器を多く必要としないこと、載貨状態の変化や海象状況等に対応性が良く、効率の良いピッチを選択できることから、C P P を装備した。

3-3 主機関による軸発の駆動

本船の主機関は、中速で減速機を持っているので軸発は、その上部から P T O 軸によって駆動されている。主機が 857 rpm（85%出力相当回転数）の時 1,200 rpm になるように増速比（1.4 倍）をきめている。

軸発による省エネは、発電機を駆動する原動機の燃費率の差、主機関約 150 $\frac{\text{g}}{\text{ps}/\text{H}}$ に対して補機関約 200 $\frac{\text{g}}{\text{ps}/\text{H}}$ （1,200 rpm 150 ps～180ps）と 25%程度程度の燃費の節約となり、使用油の価格差 A 重油に対して C 重油を比較すると、本船クラスで航海時一年間に 110 kl 程度の燃費を必要とするので、両方の効果を合せると燃料費に換算して、約 44% の節儉となる。

軸発容量がこの種船としては大きい（150 KVA）のは、電力がピークに達する、出入港時にも軸発だけで賄われるように計画されたためである。また、定周波装置を取付けてはいないが、冬場のシケ（10月～3月）の間も、現在のところ 100% 軸発運転による航海を行なっている。

プロペラ回転数が大きく変化するような状況では、当然軸発は使用をさけるべきである。したがって 3-2 で述べたような最適直径の C P P を採用して、少々の時化でも回転数の変動を少なくすれば定周波装置は不必要であると思われる。現に公試運転のクラッシュアスターン時にも別表に示すような周波数の変動であり、電圧、電流にも大きな変化はなく、A.C.B もはずれず、各機器に対する影響もなかった。

主機関前後進操縦時における軸発電機の作動記録

前進 → 後進
 主機回転数 857 R/M
 翼角 A H 16°2 → A S 12°

項目 時間	周波数 Hz	電圧 V	電力 KW	主機回転数 RPM
試験前	60	443	38	857
5"	61.5		39	885
10	61.2		39	880
15	60.7		38	870
20	59.8		37	860
25	59.2		36	850
30	59.0		36	850
35	58.5		36	845
40	58.5		35	845
45	60.2		36	890
50	59.5		36	860
55	59.8		36	860
1' 00"	60		38	860
05	60.2		37	857
10	59.2		36	857
15	60.3		37	865
20	59.5		38	857
25	60		37	857
30				
35				
40				
45				
50				
55				
2' 00"				
05				
10				

3-4 粗悪油専焼主機関の搭載

「神瑞丸」の主機関に N.K.K Pielstick 6 PA 6 L を採用して、約 2 年間 C 重油専焼を行なって良好である。

計画がなされた時には、一年間の実績しかなかった。しかしピストンの試し抜き、その他が好成績だったこと、さらに吸排気系の変更を行ない New M.P.C (modular pulse converter) 方式を採用し低燃費化（149 $\frac{\text{g}}{\text{ps}/\text{H}}$ 以下）を達成したこと。また、この機関は排気ガス温度（過給機出口）が 50%～100% の広範囲な出力域で 330℃ 前後と低速機関に比べて高く、しかも安定しているので、排ガス

エコマイザーを取付けるのに適している。以上のことから常用 250 cSt油を専焼する仕様で採用した。

実際に搭載を終って、 $C_b = 0.68$ としぼった船でエンジンルーム前後の位置が Fr No. 7 ~ 26番程度では、他の主機関と各機器の組合せでは配置に困難を生じ搭載ができないことも予想され、本機が小型であったことは、非常に有効であった。

燃費率に関しては、“神瑞丸”に比べて約6%良くなっており、年間消費量ベースで70kl程度セーブできる予定である。

3-5 排気エコマイザーの取付

粗悪油を専焼する主機関では、燃料油の加熱に多くの熱を必要とする。

現在出回っているC重油の粘度(180 cSt 前後)程度では、各種の方法による加熱が考えられるが、近い将来 250 cSt 油が供給されるようになれば、加熱温度は機関入口で 120℃ ~ 125℃となる。したがって、蒸気による加熱が有効と思われるので、コンポジットボイラーを採用して、主機関の排気ガスの熱を利用することとした。

250 cSt 油を専焼させるためには、ストレージタンク、セッティングタンク、サービスタンク、FO 加熱器等の約 120,000 Kcal、暖房その他で 30,000 Kcal 合計 150,000 Kcal を必要とするので、7kg/cd 蒸気で 300 kg/H(約 180,000 Kcal)を発生するよう、排ガス側の伝熱面積をきめた。

先に述べたように、主機関の排気温度が低出力の時から高く、CPPを用いているので排ガス量も、大きな変化がないので、非常に安定した蒸気が得られる。

航海中必要な蒸気は、100%エコマイザーで賄っているが、この蒸気量を燃料油で得るとすれば、年間約 100 kl 必要とするので、省エネ効果は大きい。

3-6 その他

舵に K-7 式 複合ラダーを採用したことは、“神瑞丸”の実績から出入港時の離接岸を容易にし、直進航海中のコース安定性能が、優れていることから、省エネ効果が大きいこと等から当然のことである。

小型船に造水器の装備はぜひともと思われるが、AP タンクの清水を常時フルの状態にできる。(多くの船で AP タンクを消水タンクに使用する)このことは、理想的なトリムで航海ができ、プロペラ没水率の面からも有効で省エネにつながる。

さらにサニタリー系に清水を使用できるので(この方式は6年前から始め、現在、当社全船が採用し

ている)パイプ系のメンテナンス費用の減少、さらに乗組員の生活環境の快適さも加って非常に好評である。

造水の熱源には、主機の冷却水を85℃に出口温度制御し利用するもので、年間約1,000 kl 清水を作るので、経済的効果も大きい。

潤滑油清浄機には、パーシャル型(スラッジ排出時油分を排出しないタイプ)を装備して、年間約8 klの潤滑油をセーブしている。さらに、オイルバス型の船尾管を取付け、メンテナンスフリーをねらうと同時に、大径プロペラに対して、ベアリング間隙の少ないことは振動の面からも有効である。

4. 船体部の特徴

699 $\frac{9}{16}$ 型で $C_b = 0.68$ のスリム船型を最大の特徴とするが、艙内を2ホールドに分割し、前部にコンテナ、後部にロールペーパーを積載する船型も特徴の一つである。

前部ホールドには S.W.L. 15トンの K-7 式 1 本デリック(自社開発)を持ち、コンテナ荷役を自力で行うことができる。

そのために前方見通しが悪くなるが、ハウスを4段にすることで解決するとともに、185 m³の容積を有して、最大搭載人員10名を全個室とし、水道、ベーン、机、ソファ、テレビ等を備え、生活環境の向上を計っている。

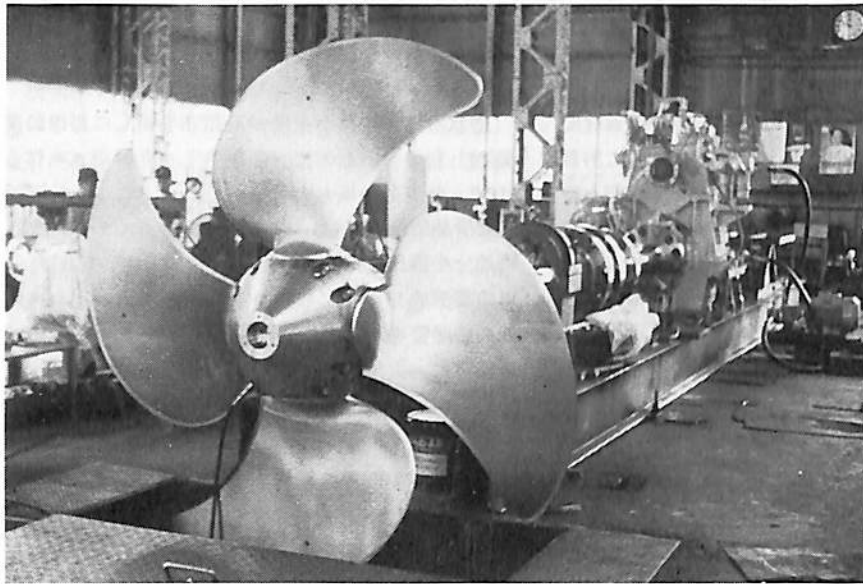
船体主要目

全 長	80.765 m
垂 水 間 長	75.000 m
全 幅	13.800 m
深 さ, 主甲板	4.410 m
上甲板	6.850 m
満 載 吃 水	4.335 m
総 屯 数	698.42 トン
載 貨 重 量	2,021.90 トン
艙口寸法 (No 1) 長さ 12.40 m × 幅 11.00 m	
(No 2) 長さ 32.05 m × 幅 11.00 m	
最大速力 (公試)	14.59 ノット
航海速力	12.00 ノット

5. 機関部の特徴

スリム船型の結果、エンジンルーム内の各機器の配置が非常にむずかしくなった。

これを解決するために、コントロールルームを居住区の一部ポートデッキに置いたことが大きな特徴である。



“神久丸”に取付けたハイスキュードプロペラ

この型式のものは、大型船には時々見られるが、小型船には少ない例と思われる。

したがって、すべての機器がコントロールルームから監視および制御が、できるように計画され、N K-M0 に準ずる自動化を行なっている。

機関主要目

主 機 関	日本鋼管 SEMT PIELSTICK 6 PA6 L 2100 P × 900 r.p.m
推 進 器	かもめプロペラ CPR - 65A/80 VEC型 CPP
発 電 機	ヤンマー 6KFL 145 PS / 1200 r.p.m 120 KVA …… 2 基 150 KVA …… 1 基 (軸発)
ボイラ ー	トータスエンジニアリング MKC型 コンポジットボイラー 油側 400 Kg/H ガス側 300 Kg/H
造 水 器	日窒ークルップ SEVa - 305 5トン/日
清 浄 機	
A重油-K-7	ロータリーストレイナー 1台
C重油-三菱化工機	SJ - 2000 1台
潤滑油-	” SJ - 3000 P 1台

6. ハイスキュードプロペラ

“神永丸”“神久丸”は全くの同型船であるが、“神久丸”の推進器には、かもめプロペラ製ハイスキュードプロペラが取付けられている。

同型船であることから、公試運転時にその違いを知るために種々のデータ采取了。その結果、“神久丸”の船体振動が約半分になったと報告されている。このことは、今後大径プロペラを採用しようとする船にとっては朗報であろう。(この件とケイセブン複合ラダーに関する詳しい報告が本誌近号に発表される。/編集部注)

7. おわりに

両船の省エネに関する概要は、以上紹介した通りである。

昨今省エネに対する、種々の方法論が盛んに聞かれるが、個々の効率を上げることを考えて、乗組員に取って扱いにくい船になったり、平穏な海象下では高効率運行ができて、冬の季節風程度の時化に航海できないスリム、大直径プロペラ船を作っても、決して省エネ船とは言えないと思う。

幸い両船は船舶整備公団のご指導のもと、小型船建造に関して多くの経験を持つ山中造船㈱の協力があって、釧路〜大阪と比較的海象のきびしい航路を定期船として計画通り運航している事実から、バランスの取れた省エネ船が完成したと自負している。

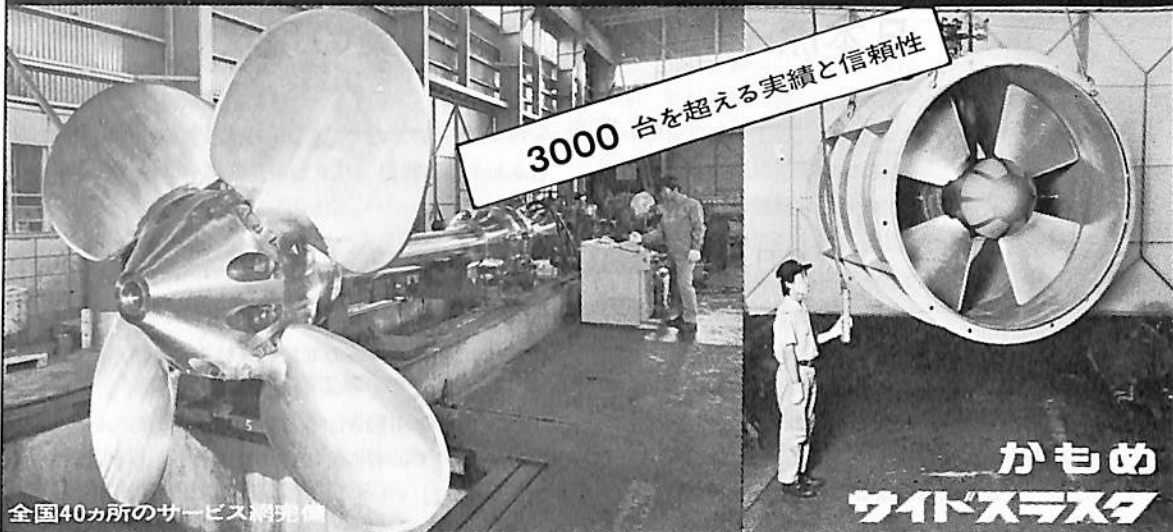
参考資料

“船舶” 1981年2月号 (699号型内航貨物船にC重油専焼のNKK-PA6型機関を採用して)

“内航海運” 1981年12月号 高粘度C重油専焼 (常用2500秒仕様) 省エネ自動化船“神永丸”の特徴

省エネルギー対策にピタリ!!

KAMOME PROPELLER



全国40カ所のサービス網を擁する

かもめ サイドプロペラ



かもめ 可変ピッチ プロペラ

Availability

e.p.propeller—up to 15,000BHP
side thruster=0.5~20tons thrust

KAMOME PROPELLER CO., LTD.

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

運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

本社：横浜市戸塚区上矢部町690 電話 045 811-2461(代表)
東京事務所：東京都港区新橋5-34-7 電話 03 431-5438-434-3339

最新の技術と実績を誇る 福島製の甲板機械



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



株式会社 福島製作所

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

日本原子力船研究開発事業の現状

——56年度年次報告——

日本原子力船研究開発事業団

日本原子力船開発事業団は、去る4月14日、昭和56年度年次報告会を開催し、昨年度に実施した業務について、出資者、寄付者およびその他の関係者に対し報告を行なった。その主たる内容は、原子力船“むつ”の改修工事および安全性総点検補修工事の

現況、新定係港候補地の立地調査結果および港湾構想などである。

以下、昨年に引続き、これら報告の概要について本誌上をかりて読者各位にご報告することとする。

1. 原子力船“むつ”の改修工事

1.1 概 要

原子力船“むつ”の改修工事は、昭和55年4月に準備工事を始め、同年8月に本格的工事に着手した。

遮蔽改修工事は引き続き行われ、格納容器以外のいわゆる船体部工事については、55年度中に船上において台甲板遮蔽体の重コンクリート充填準備を終了し、格納容器上部の各遮蔽体ケーシングの工場製作の途中段階まで達した。

格納容器内のいわゆる原子炉部工事については、55年度中に下部遮蔽体据付けおよび中間一次遮蔽体の復旧据付けを終了し、その他の遮蔽体の据付けの途中段階まで達した。

56年度は、上記に引き続いて工事を進め、船体部工事については57年3月に完了し、工事のために撤去した船体部の復旧を一部終了する状態まで進捗した。

原子炉部工事については、57年1月に格納容器内機器の復旧を終了し、諸試験を57年6月に行う予定である。

安全性総点検補修工事は、56年10月より制御室拡張工事を開始し、その他の工事もその一部を完了したが、57年6月末までに、残りの工事を完了する予定である。

今後、諸試験、入渠工事、臨時航行検査を終了して57年8月までに、出港する予定である。

1.2 遮蔽改修工事

(1) 船体部工事

a) 台甲板遮蔽体工事

56年4月重コンクリートを充填し、6月天板を塞いで完了した。

b) 格納容器上部遮蔽体工事

格納容器蓋部のABブロックは、ケーシングを6月現地に搬入し、仮据付け、重コンクリート充填の後、8月船内据付けを完了した。

Dブロック補間用のGブロックは、ケーシングを7月現地に搬入し、仮据付け、重コンクリート充填の後、12月に据付けを完了した。

主蒸気管貫通部補償遮蔽体のEブロックは、ケーシングを8月現地に搬入し、仮据付け、重コンクリート充填の後、船内据付けおよび内部遮蔽体積込みを57年2月に完了した。

工程がクリティカルパスとなったフランジ部のCブロックは、上記の各ブロックケーシングを仮据付けの後、8月に取付け寸法について現場計測を行なった。この計測結果をもとにケーシングを工場で完成し、12月に現地に搬入し、仮据付けおよび重コンクリート充填の後、57年3月に船内据付けを完了し船体部遮蔽工事の主要部分を終了した。

c) 二重底上部および内部遮蔽体工事

本工事については55年10月より準備作業を行っていたが、シリコン遮蔽体を56年8月に取付け、ポリエチレンブロックの据付けを56年11月に完了した。

d) 船体部復旧、諸試験および回航準備

57年3月より上甲板の復旧を開始し、引き続き、

他に撤去した船体部および艀装品等を復旧し、諸試験、入渠工事、臨時航行検査および回航準備を終了して、57年8月末までに出海の予定である。

(2) 原子炉部工事

a) 各種遮蔽体工事

圧力容器蓋部遮蔽体およびフランジ部保温材は56年4月、上部一次遮蔽体は5月、補償遮蔽体は6月にそれぞれ据付けを完了した。

b) 格納容器内機器、ダクト、電線、配管復旧工事

56年1月より復旧工事を開始し、57年1月に完了した。

1.3 安全性総点検補修工事

(1) 高圧注入系（再循環ライン）の改良

56年11月に着工し、57年2月高圧注入ポンプ据付けを完了し、配管配線工事中である。

(2) 格納容器スプレー系信号回路の改良

56年12月に着工し、配線工事中である。

(3) 安全保護系の独立性の改良

および

(4) スクラムバイパス遮断器の設置

56年11月に着工し、盤の一部取付けを完了し、配線工事中である。

(5) 一次系漏洩検出系（c/vサンプポンプ、ガス・ダストモニタ）の改良

57年1月に着工し、モニタ、ラックの取付けを完了し、配線工事中である。

(6) よう素トリチウム測定系の設置

57年1月に着工し、サンプリングラックの取付けを完了し、配管配線工事中である。

(7) 水素濃度測定系の改良

水素放出ラインの弁取付けを完了し、配管工事中である。盤および計器については工場にて製作中である。

(8) ガンマ線エリアモニタの改良

(9) 放射線監視盤の改装

56年12月に着工し、盤の取付けおよびモニタの設置を完了し、配線工事中である。

(10) 格納容器隔離弁の改良

56年12月に着工し、盤の改造および弁の取付けを完了し、配管配線工事中である。

(11) 制御用空気圧縮機の改良

57年1月工事を完了した。

(12) 工学的安全施設作動設備（S I信号、補助給水ポンプ）の改良

56年12月に着工し、盤の改造を完了し、計装管の取付けおよび配線工事中である。

(13) 二次系水質管理方法の改良

57年1月に着工し、水質監視盤、葉注ポンプの取付けを完了し、配管配線工事中である。

(14) 防火対策の向上

56年12月に着工し、57年2月に難燃塗装を除くその他の工事を完了した。

(15) 原子炉室入口扉等の改良

57年1月に着工し、3月工事を完了した。

(16) サブクール計の設置

56年12月に着工し、配線工事中である。

(17) 制御室の拡張

56年10月に着工し、一部の盤取付けを除き大体の工事を完了した。

以上の工事のうち、未完了のものは57年6月末までに完了する予定である。

2. 原子力船“むつ”の安全性総点検

2.1 はじめに

原子力船“むつ”の安全性総点検については、昭和50年10月に開始し、ハードウェアおよびソフトウェアの両面にわたって実施して来たが、本年度までにハードウェアの点検の一部を除きすべてを終了した。また、この総点検の結果に基づき、“むつ”の原子炉施設の安全性、信頼性をより一層向上させる観点から補修工事を行なうこととし、その工事実施について、原子炉設置変更許可申請書、続いて原子炉施設の変更に係る設計および工事の方法の認可申請（設工認申請）を行ない、それぞれ許可および認可を得た。

2.2 安全性総点検の実施内容および結果

(1) 原子炉プラントの機器の点検

この試験は、“むつ”の佐世保港回航後の54年1月から開始し、“むつ”の改修・補修工事の最終段階までに終わる。

① 制御棒駆動機構試験

改修工事終了後、制御棒駆動機構の健全性を確認するため、機能試験を行なう。

② 主要系統および関連機器の機能確認試験

原子炉プラントを安全に運転するために、特に点検しておく必要がある次の10項目の系統、機器等について、それぞれ機能試験を行なった

が、一部は補修工事完了後に実施する。

- (i) 補機および弁関連回路作動試験
- (ii) 補機類の点検
- (iii) プロセス計測器単体性能確認試験
- (iv) 自動制御系設備作動試験
- (v) 核計表系動作確認試験
- (vi) 安全性保護回路動作確認試験
- (vii) 放射線監視盤作動試験
- (viii) 自動遮断弁作動試験
- (ix) ECCS系統総合作動確認試験
- (x) 通風換気系統性能試験

③ 蒸気発生器伝熱管の探傷試験

渦電流検査によって、伝熱管の探傷試験を行ない、異常のないことを確認した。

④ 1次冷却系配管の探傷試験

1次冷却系の溶接部および応力集中部について、超音波試験および液体浸透試験を行ない、異常のないことを確認した。

⑤ 1次冷却水ポンプの点検

内部点検の結果、異常のないことを確認した。

(2) 原子炉プラント設計の再検討

安全性総点検計画が“むつ”総点検・改修技術検討委員会で承認された後、50年度から直ちに開始し、約4年半に亘り実施され、終了した。

① 炉心特性の再評価

新たな炉心特性解析コードを作成し、炉心性能の評価を行なった。この結果、現状の炉心設計には十分な安全余裕があることを確認した。

② 燃料特性の再評価

燃料の焼きしまり現象、燃料と被覆管との相互関係について検討した。この結果、このような現象により燃料の健全性が損なわれるおそれのないことを確認した。

③ 制御保護系の再検討

原子炉安全保護系の多重化、安全保護系と制御系の分離等について検討した。この結果、信頼性の向上を図るため、安全保護系の一部に改良を加えることとした。

④ 給水制御系の再検討

負荷の急変に対する給水制御系の追従性について検討し、良好な解析結果を得た。

⑤ 1次冷却系漏洩検出系の検討

1次冷却系から格納容器への冷却水の漏洩を検出する系統の性能の向上について検討した。この結果、1次冷却系漏洩検出系に一部改良を加えることとした。

⑥ 格納容器バウンダリーの改良の検討

格納容器バウンダリーの隔離弁の系統の改良について検討した。この結果、隔離機能の信頼性をより向上させるため隔離弁系統の一部に改良を加えることとした。

⑦ 放射線モニタの配置と感度の検討

船内の放射線監視モニタ、放射能監視モニタの配置、種類および性能について検討した。この結果、モニタ設備を強化するためサンプリング系および測定系の一部に改良を加えることとした。

⑧ 1次冷却系配管および余熱除去系配管の熱応力等の再評価

1次冷却系配管および余熱除去系配管に生ずる熱応力等について評価し、配管の健全性について検討した。この結果、このような熱応力等により配管の健全性が損なわれるおそれのないことを確認した。

⑨ 蒸気発生器伝熱管の健全性の検討

蒸気発生器の伝熱管の健全性を確保するための対策として、蒸気発生器2次側水の水質管理方法の改善について検討した。この結果、原子力発電所の運転経験に鑑み、最近、原子力発電所が新しく採用している水質管理方法に変更することとした。

⑩ 工学的安全施設の多重化の検討

工学的安全施設の信頼性の向上を図るため、非常用炉心冷却系(ECCS)等の多重化について検討した。この結果、非常用注水系のうち、高圧注水系について改良を行なうこととした。

⑪ 可燃性ガス濃度の制御方法の検討

事故時に、格納容器内に放出される可燃性ガスが一定濃度以下になるように制御する方法について検討した。この結果、可燃性ガス濃度計測系に改良を加えることとした。

⑫ その他

防火対策等について検討した。この結果、防火設備等について一部改良を加える

(3) 原子炉プラントの事故解析および関連実験研究

原子炉プラントの事故解析は、安全性総点検計画が“むつ”総点検・改修技術検討委員会で承認された後、50年度から直ちに開始され、約4年半にわたって実施され、終了した。また、関連実験研究は51年から約4年にわたり実施され、得られたデータは、ECCS解析再評価に用いられた。(事故解析)

① ECCS 解析再評価

1次系配管の破断による、いわゆる冷却材喪失事故が生じた場合のECCSの性能を評価、検討した。この結果、冷却材喪失事故時における安全余裕をさらに増大させるため、ECCSの一部に改良を加えることとした。

② 各種配管破断事故解析

冷却材喪失事故時の原子炉プラントの挙動、格納容器内圧の変化について解析、評価した。この結果、冷却材喪失事故時においても、格納容器の内圧上昇等により、格納容器の健全性が損なわれるおそれのないことを確認した。

③ 蒸気発生器伝熱管の破断事故の解析

蒸気発生器伝熱管が破断した場合の1次系の過渡現象等について解析評価した。この結果、このような事故が発生した場合においても原子炉を安全に停止させることができることを確認した。

④ 「評価指針」に係る安全評価解析

「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に示されている事象に対応させて、「むつ」の運転時の異常な過渡変化および事故時の再解析を行なった。その結果、このような事象に対しても安全であることが再確認された。

解析を実施した項目を表1に示す。

⑤ その他

スリーマイルアイランド原子力発電所の事象を模擬した解析を行なった。その結果、このような事故が発生しても、原子炉を安全に停止させることができることを確認した。

(関連研究)

① ステンレス鋼被覆管の高温強度に関する実験

高温条件下で酸化を受けた被覆管の強度について「むつ」燃料用被覆管を用いて実験し、ECCS再評価に必要なデータを得た。

② ステンレス鋼被覆管の膨張および破断に関する実験

高温条件下でのステンレス鋼被覆管の膨張および破断について、「むつ」燃料用被覆管を用いて実験し、ECCS再評価に必要なデータを得た。

表1 「評価指針」に係る安全評価解析一覧

1. 未臨界からの制御棒クラスタバンクの異常な引抜き
2. 制御棒クラスタ落下および不整合
3. 一次冷却材流量の部分喪失
4. 一次冷却系停止ループの誤起動
5. 蒸気負荷の急増

6. 蒸気発生器への過剰給水
7. 蒸気発生器への主給水喪失
8. 外部電源喪失
9. 一次冷却系の異常な減圧
10. 出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動
11. 負荷の喪失
12. 一次冷却材流量の喪失事故
13. 一次冷却材ポンプ軸の固着事故
14. 主給水管破断事故
15. 蒸気発生器伝熱管の破断事故

2.3 安全性総点検補修工事にかかわる安全審査等

(1) 安全審査

前述の総点検の結果にもとづき、事業団は昭和55年10月9日、原子炉設置変更許可申請をした。

行政庁による一次審査の結果は、56年4月21日付をもって原子力安全委員会へ諮問された。

原子力安全委員会は、原子炉安全専門審査会の結果をふまえ、同年7月27日内閣総理大臣宛審査結果を答申し、同年8月5日、事業団は内閣総理大臣名で、設置変更の許可を受けた。

なお、上記安全審査と並行して、変更の対象となっていない部分についても、発電用軽水型原子炉施設を対象とした各種指針およびTMI事故を踏まえた「我が国の安全確保対策に反映させるべき事項」について、原子炉安全専門審査会で検討された。

その結果、「むつ」の安全性が確認され、設置変更申請と同時に原子力安全委員会に報告された。

(2) 設計および工事の方法の認可

原子炉設置変更許可申請書(原子炉施設の変更)の認可を受けて、原子力第1船原子炉施設の変更に係る設計および工事の方法の認可の申請を2回にわけて行なった。

第1回の設工認申請を56年8月18日に行ない、同年8月28日に認可を得た。

第2回の設工認申請は56年10月19日に行ない、同年11月30日に認可を得た。

設工認申請の主な内容は次の通り。

① 第1回設工認申請の主な内容

- (i) 原子炉冷却系統施設のうち、非常用冷却設備の改良
- (ii) 原子炉格納施設のうち、格納容器隔離弁の増設、移設、機能の改善

② 第2回設工認申請の主な内容

- (i) 原子炉冷却系統施設のうち、二次系水質管理設備の改良
- (ii) 原子炉冷却系統施設のうち、漏洩監視設備の新設
- (iii) 計測制御系統施設のうち、安全保護系の改造
- (iv) 放射線監視設備のうち、固定エリアモニタ等の増設
- (v) 原子炉格納施設のうち、格納容器スプレイ

中間弁の増設

- (vi) その他原子炉の附属施設のうち、消防設備の改善、原子炉室海水流入設備の改善、水素濃度制御設備の新設等

(3) 使用前検査

現在は、原子炉等規制法第28条の規定に基づき、科学技術庁原子力安全局の行なう使用前検査を受けつつ工事を進めている。

3. 原子力船“むつ”の新定係港

3.1 新定係港選定の経緯

昭和55年8月、中川科学技術庁長官は青森県の地元関係者に対し、原子力船“むつ”の新定係港として大湊港を使用することの可否について検討を要請した。これに対し、青森県知事より本問題解決のため具体的な安全性確認の手順を示すよう要請があった。

その後、政府および事業団は青森県など地元三者と協議を重ねた結果、最終的に56年5月24日、政府、事業団と青森県の四者協定当事者との間で、原子力船“むつ”の新定係港については、むつ市関根浜地区を候補地として調査、調整のうえ決定することとし、可及的速やかに建設することで基本的合意が成立した。

事業団は、この合意に基づき、むつ市関根浜に新定係港を建設するために必要な調査計画を作成し、地元関係者のご了解をいただいた上で、56年9月から現地において各種調査を実施してきた。調査は順調に進み、新定係港建設の技術的見通しを得るために必要な調査結果がまとまったので、57年3月14日、事業団は青森県関係者に対し、原子力船“むつ”の新定係港に関する立地調査結果を報告した。

3.2 原子力船“むつ”の新定係港に関する立地調査結果

事業団が実施している調査のうち、新定係港建設の技術的見通しを得るために必要な調査は、地形、地質、地盤、地震、波浪であり、これらの立地調査の項目、結果および評価は以下に述べるとおりである。

(1) 立地調査の概要

立地調査の項目および方法を表-1に示し、その範囲を次頁図に示す。

表-1 立地調査の項目および方法

(1) 海 域

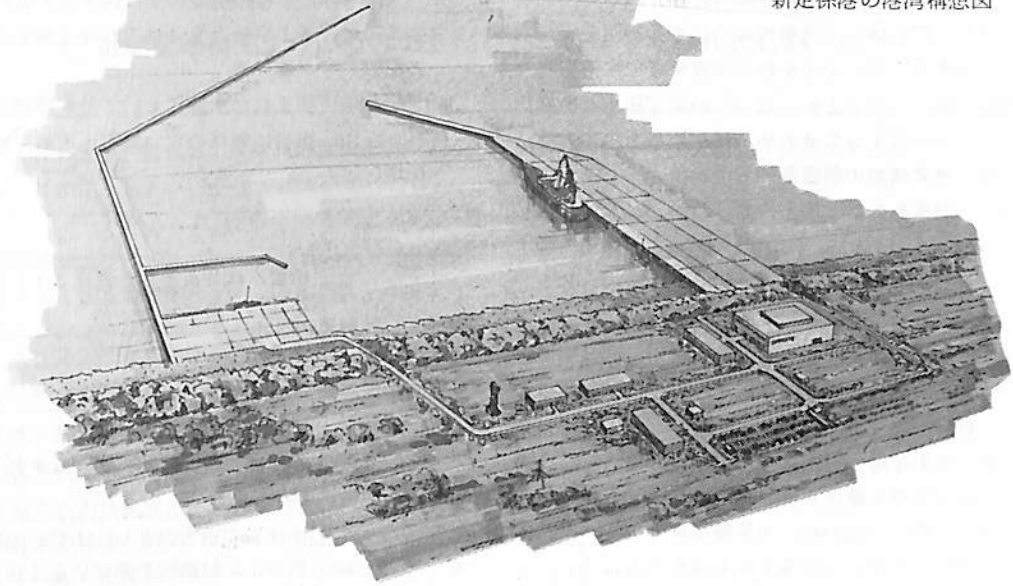
調査項目	調査方法
海底地形	深浅・汀線測量 ○測量船に搭載した音響測深機による測深、ただし測量船の走れない汀線付近については、レッドによる測深 ○レベルを用い、直接測距による水準測量
海底地質	テストボーリング ロータリー式海上ボーリングによる掘進、標準貫入試験および室内試験
	海上音波探査 探査船に搭載した音波探査機による探査
波 浪	波浪推算 過去の気象データにより波浪を推算

(2) 陸 域

調査項目	調査方法
地 形	航空写真測量 対空標識を地上に設置し、航空機による空中写真撮影
地質・地盤	テストボーリング ロータリー式陸上ボーリングによる掘進、標準貫入試験、PS検層、室内試験
	弾性波探査 各測線上に受信器を設置し、発破により生じた弾性波を測定
	地表・地質調査 現地踏査および既存文献資料調査
地震等	地震調査 既存文献資料調査

(2) 立地調査の結果および評価

立地調査の結果およびこれに基づく新定係港施設の建設に関する評価は、次の通りである。



1) 港湾施設
(海底地形)

海底地形は、汀線から300～400m附近で水深約10mになり、等深線はほぼ汀線に平行に走っており、海底は比較的急傾斜になっている。それ以遠は緩傾斜となり汀線から1,000～1,500mで水深約15mになっている。

この結果、防波堤が沖合に出ても、大水深構造物とはならず、また必要な水深を確保するための浚渫土量が比較的少なくなることから、港湾施設を建設し易い地形であると判断される。

(海底地質・地盤)

海底の大部分は、表層を形成する約1mの沖積砂質土の下位に第三紀層の砂子又層が分布している。この砂子又層のN値(地盤強度の尺度)は、ほぼ20～50以上を示している。

この結果、砂子又層は、基礎地盤として良好であり、また、浚渫土となる沖積砂質土等は埋立用材として適したものであることから、港湾施設を建設するうえで、問題はないと判断される。

(波 浪)

設計外力として採用する異常時の波は、北東および北北西方向からの波となり、これらの波高は、当該海域が閉鎖海域であるので、太平洋側、日本海側に面した海域に比較して著しく小さい。また、常時の波は、西北西方向からの波が卓越し、ほとんどが数十cm以下の波である。

この結果、異常時の波に対して港湾施設の安全性および機能の健全性を確保することが容易であること、また、常時の波に対して防波堤の配置を適切にすれば、港内は十分静穏な状態に保てることから、港湾施設を建設するうえで、問題はないと判断される。

2) 附帯陸上施設
(地 形)

海岸線から陸側は、比較的狭い砂浜を隔てて海蝕崖となっており、その背後地は標高15～35m程度のほぼ平坦で広域の洪積台地である。

この結果から、この台地は、附帯陸上施設を建設、配置するうえで容易な地形であると半断される。

(地質・地盤)

標高15～35m程度の台地の基部は、標高0m程度から深さ300m程度まで、厚さと拡がりをもった砂子又層から成っている。この砂子又層のN値(地盤強度の尺度)は、ほぼ35～50以上を示しており、基礎地盤として良好であることから、施設を建設するうえで、問題はないと判断される。

(地 震)

歴史地震および活断層から想定される地震動について調査検討した結果、施設の耐震設計を行なう上で特に支障はないと判断される。

以上の結果から、むつ市関根浜地区に原子力船“むつ”の新定係港施設を建設することは、技術的

に可能であるとの結論に達した。

3.3 原子力船“むつ”の新定係港々湾構想

事業団は立地調査結果の報告と併せ、地元関係者に対し、新定係港々湾構想についても説明を行なった。調査着手後、半年を経た現段階までに得られた資料を基に、原子力船“むつ”の新定係港々湾構想についての考え方をまとめれば次のとおりである。

(1) 港湾構想の前提条件

- (i) 対象船舶は、原子力船“むつ”(以下“本船”という。)とする。(“むつ”の主要諸元; 総トン数 8,200 GT, 全長 = 130 m, 型幅 = 19 m, 満載吃水 = 6.9 m)
- (ii) 対象区域は、根古基川と美付川の間(幅 1.6 km)とし、関根浜漁港区域内への施設配置は避ける。
- (iii) 本船岸壁への配置は関根浜の集落よりできる限り距離を確保する。
- (iv) 航路、回頭泊地、所要静穏度等は、「港湾の施設の技術上の基準」によるものとする。

(2) 施設構想

今回得られた調査結果と前記の前提条件を基に、次の4要件を満足する施設構想を検討し、その上で港湾構想を策定する。

- (i) 本船の出入港および停泊に必要な水域の確保。

- (ii) 所要水域を静穏に保つことのできる防波堤の配置。
- (iii) 本船埠頭としての所要幅を確保すると共に、浚渫等による工事残土を受け入れ得る埋立用地の配置。
- (iv) 防波堤で囲まれた水域において最も静穏となり、かつ、操船に無理のない場所へ本船岸壁の配置。

施設		内容
水域施設	泊地	所要水深9mとし、直径3・Lの円を確保する。
	航路	入港時に、強風・追波を受けないよう東向きとし、幅1・Lを確保する。
防波堤	西防波堤	ほぼ東北東方向とし、所要の静穏度の確保等を考慮して必要な延長とする。
	東防波堤	ほぼ北北西方向とし、所要の泊地面積および航路幅を確保できる延長とする。
埠頭		港内の最も静穏となる泊地に本船岸壁を配置し、その背後を埠頭用地とする。

高速艇工学

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

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

新版強化プラスチックボード

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

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

現場のための強化プラスチック船の工法と応用

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

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

ボート太平記

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

流体力学、構造力学をはじめ、むずかしい「舟艇の物理」を平易に解説。

結びの図鑑(PART: I)

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

ベテラン帆船乗りが解説するロープワークの百科事典。イラスト画400余点。

結びの図鑑(PART: II)

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

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

帆船史話

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

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

帆船 その艦装と航海

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

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

発行/株式会社 舵社

新宿営業所: 千162 東京都新宿区赤城下町50

発売/株式会社 天然社

東京(03)267-1931(代)/振替・東京1-25521番

MAN, B & Wディーゼル首脳が語る

低燃費新機関 2 サイクルのLMC35型と 4 サイクルのL58/64型

MANおよびB&Wディーゼルの共同記者会見が、去る4月20日、ホテル・オークラにおいて行なわれ、O.ヴォアザールMAN社長、G.ケルテB&Wディーゼル社長およびR.ループレヒトMAN副社長より、「MANとB&Wディーゼルとの協調体制の現況」、「B&Wディーゼルの2サイクルの新機種」、「MANの4サイクルの新機種」等について、それぞれつぎのように説明発表された。以下はその要旨である。

MAN社のO.ヴォアザール社長は、

「MANとB&Wディーゼルの統合により、われわれは馬力範囲、製品の種類、市場占有率の面で大型ディーゼル機関製造グループとして最も重要な地位を得た」ことを述べ、さらに「われわれにとって統合による規模の増大も重要で、仕事の分担、組織の変更によりすべての分野に大きな経済性を持たせることで、次ぎの方策——低速2サイクル機関の開発設計は、コペンハーゲンのB&Wディーゼル、中速4サイクル機関については、アウグスブルグのMANが担当——が採られ、これにより開発面の二重投資が防げ、両者の開発キャパシティが節約された」と両社の協調体制を説明し、統合のメリットを強調した。

またB&Wディーゼル社のG.ケルテ社長は

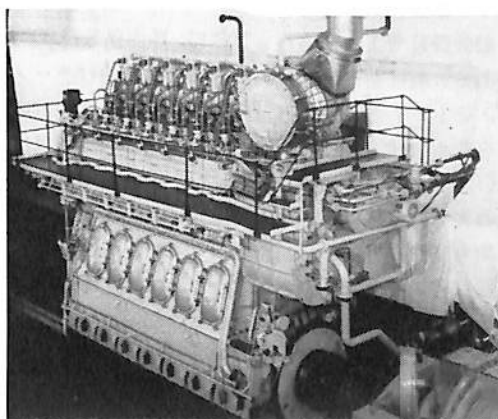
「B&Wディーゼルでは既に2年前にストローク・ボア比3:1の機関開発を開始した。この機関は小口径機関として設計され、新シリーズ(MC型)の前走者として考えられ、ディレイト仕様で最小1,600 PS、9気筒機関で最大6,000 PSまでの出力の範囲がカバーされている。そしてこの超ロングストローク機関の一番機の試運転は既に開始され、数カ月後には海上の稼動も始まる」と2サイクルディーゼルの新機種を発表した。そして「新型機関を採用することにより、直結のプロペラ回転数も過去には考えられなかったほど低いものにてできる。またMAN-B&W型の大口徑機関はディレイトされた経済仕様により、60rpmにも回転数が下げられ、燃料消費率は120 g/PS・hを切るものと期待している。すでに実証済みのこのシリーズの機関の口径は90、

80、70、60、50cmで、先きに述べた小口径機関35cm口径もある」ことを紹介した。

さらにMAN社のR.ループレヒト副社長は

「開発中の大型4サイクル機関58/64型のテスト機は来年夏から秋に完成、84年には供給が可能である」と話題の4サイクル新機種について次ぎのような発表を行なった。

「この新機種が完成すれば、われわれは8種の口径領域にプログラムを持つことになる」と述べ、「これらの機関のシリンダ出力は136 PSから1,650 PSとなり、これにより直列型機関のみを用いて544 PSから14,960 PSまでの出力範囲がすきまなくカバーされ、この結果、このプログラムは世界の各ディーゼル機関が1社で持っているものの中で最も完全なものである」と強調、「この機関の直列型のみを用いて8,400 PSから14,850 PSをカバーしている。」と述べ、さらに「われわれのディーゼル機関はすべて粗悪燃料油を用いることを前提として開発、設計されているので、新機種58/64型にも適用され、最少燃料消費率は123 g/PS・hが得られる」と説明した。



MAN-B&WのMC型エンジン。
6 L 35MC, 200 rpmで4,100 BHP
1982年4月のショップテストにて

船殻設計の理論と実際

一つの世代から

< 2 >

間 野 正 己

工博・石川島播磨重工業技術研究所技師長

2. 梁の設計

船殻構造を構成している部材をその役目から分類すると、板、梁、柱に大別される。

板は船内に水が入ってくるのを防ぐのが主要な役目で、板面に垂直な水圧を支える。

梁は横荷重を受けて曲げられることに抵抗する部材である。水圧を受ける板の防撓や重量物をその支点間に支持する役目を果たす。使われる場所により、防撓材、肋骨等と呼ばれ、また大きいものは桁と呼ばれる。

柱は軸圧縮力（時には軸引張力）を支える部材であり、梁相互間を結合したり、梁の中間を支持する。

これらの部材の中では、梁が最も多く、船殻設計では梁の計算を行なう機会が極めて多い。そこで、この章では梁の設計に関して、断面係数、曲げモーメント、周辺条件および梁の計算について説明する。

2.1 断面係数

船殻設計でよく使われる言葉に、断面係数(I/Y)がある。曲げをうけた梁の最大応力は、曲げモーメントを I/Y で除することによって得られる。言い方を変えれば、曲げモーメントに Y/I を乗ずればよい。 I は梁の断面2次モーメントで、梁の剛性を表わすものであるから応力は剛性に反比例する。

即ち非常に剛な梁は、曲げモーメントをうけても曲らないので、曲げ応力が生じない。 Y は中性軸からそれに直角の方向に最も遠い梁の部分までの距離で、一旦梁が曲げられると、中性軸から遠い部分の方が曲げの影響を大きくうけて大きな応力が生ずる。

2.2 曲げモーメント

船殻構造を設計する場合、船殻構造の殆どどの部材を梁とみなすことができる。梁というのは横荷重をうける部材のことである。船全体も、ハルガーダ

ーと呼ばれるように、浮力と重力を上下方向からうけて曲げられる梁と考えられるし、外板のような板でも、単位巾を切り出して考えれば、水圧を横からうける梁ということができる。

船体構造部材に対する曲げモーメントは、次式で表わされるように、一般に均一荷重をうける両端固定梁と考えて求めている。

$$M = \frac{W\ell}{12} \dots\dots (2.1)$$

ここに M ……最大曲げモーメント ($t-m$)

W ……荷重の総量 (t)

ℓ ……梁のスパン (m)

集中荷重をうける場合の最大モーメントは、

$$M = \frac{W\ell_1^2(\ell - \ell_1)}{\ell^2} \dots\dots (2.2)$$

ℓ_1 ……荷重点から両端までの距離のうち大なる方

で表わされる。

両端固定梁のどの点に集中荷重が加った時に、曲げモーメントが最大になるかという問題は、船殻設計者の常識としてよく云われているものである（最近の若い人はあまり知らないようであるが）。(2.2)式を ℓ_1 で微分して0とおけば極値が得られる。

$$\frac{dM}{d\ell_1} = \frac{W}{\ell^2}(2\ell\ell_1 - 3\ell_1^2) = 0 \dots\dots(2.3)$$

$$\therefore \ell_1 = 0 \text{ 或は } 2\ell - 3\ell_1 = 0 \quad \ell_1 = \frac{2}{3}\ell$$

曲げモーメントの最大値は $\ell_1 = \frac{2}{3}\ell$ の場合に生じ、その値は、 $\frac{4}{27}W\ell$ となる。均一荷重の場合の約1.8倍の値である。

普通の考えでは、スパンの中央に集中荷重 w が加った時に、曲げモーメントが最大になるように思われるが、実は端からスパンの $\frac{1}{3}$ のところに集中荷重が加った時に、最大の曲げモーメントが生ずるのである。

そしてその値はスパンの中央に集中荷重が加った

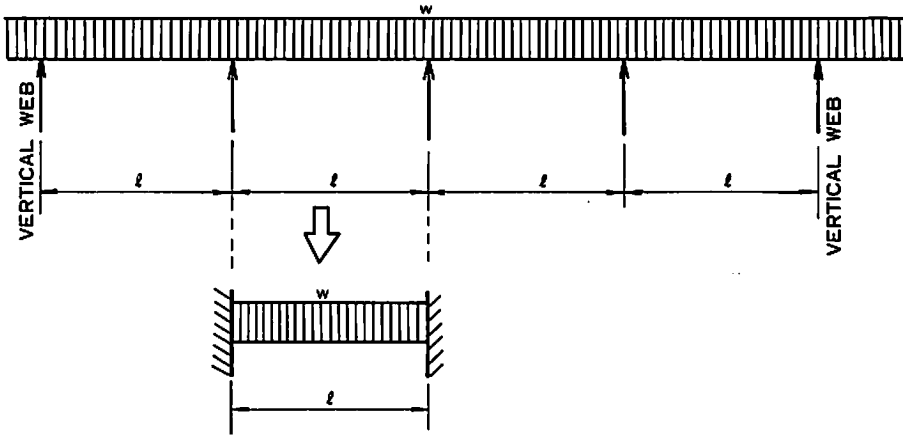


Fig. 2.1 縦通肋骨（等分荷重を受ける両端固定梁）

時の値 $Wl/8$ の 1.18 倍、約 20% 大きな値となる。

一方、塑性設計の考えから崩壊荷重を求めると、集中荷重がスパンの中央に加った時の崩壊荷重が最も低く $8 Mp/l$ (Mp はプラスチックモーメント) となり、端からスパンの $1/4$ のところに集中荷重が加った時は $9 Mp/l$ となる。設計のフィロソフィが異なれば、その結果も異なる実例である。

2.3 周辺条件

船体構造部材の設計において、上述のように均一

荷重をうける両端固定梁と考えて計算を行なっているが、詳細に考えると、この仮定では不充分の場合がある。

縦通隔壁の縦通肋骨はその一例である⁴⁾。縦通隔壁の縦通肋骨は、水圧による曲げの他にハルガーダーの縦曲げによる圧縮や引張りのための軸力を受ける。

しかし、上甲板や船底に近いものを除くと後者は小さいので、一般には水圧による曲げのみを考えればよい。

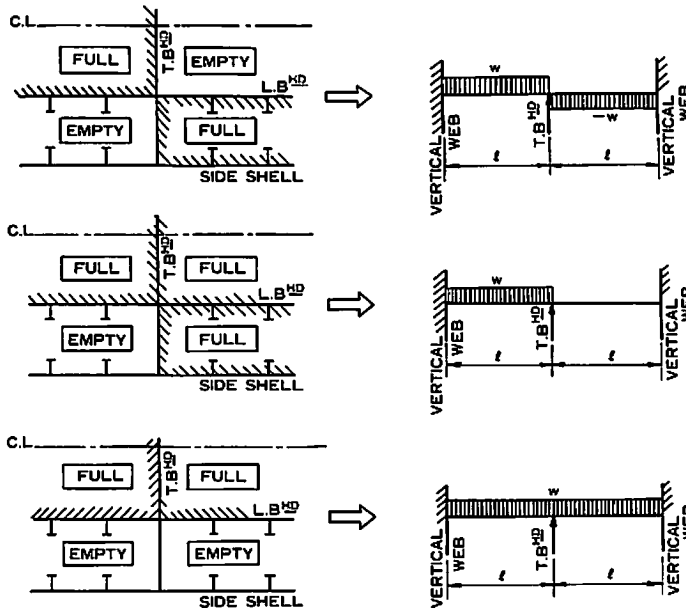


Fig. 2.2 タンクの載荷による荷重の変化

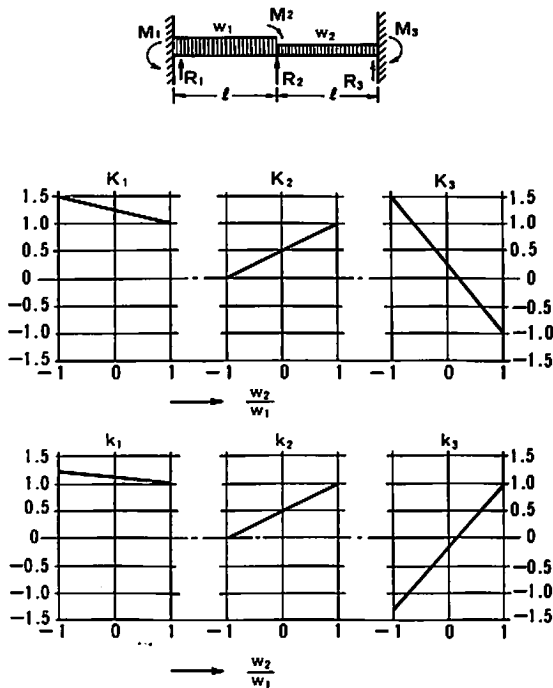


Fig. 2.3 w_2/w_1 によるKおよびk値の変化

この縦通肋骨は壁桁によって等間隔に支持されているので、等分布荷重をうける等スパンの連続梁と考えられる。この場合には、Fig. 2.1に示すようにある一つのスパンだけを取り出して、等分布荷重をうける両端固定梁として計算しても、まったく同じ結果が得られる。しかし、横隔壁のところでは、いつも同じ方向から荷重をうけるとは限らないので、一つのスパンだけを取り出して、等分布荷重をうける両端固定梁とみなすことはできない。この場合には、中央で支持された両端固定梁と考えるのが妥当である。荷重は、Fig. 2.2に示すように、周囲のタンクの載荷状態によって種々に変化する。この場合の曲げモーメントおよび支点における反力は次式で得られる。

$$M_1 = -\frac{(5w_1 - w_2)}{48} \ell^2 = -\frac{w_1 \ell^2}{12} \left(\frac{5}{4} - \frac{w_2}{4w_1} \right) \equiv -K_1 \frac{w_1 \ell^2}{12} \dots (2.4)$$

$$M_2 = -\frac{(w_1 + w_2)}{24} \ell^2 = -\frac{w_1 \ell^2}{12} \left(\frac{1}{2} - \frac{w_2}{2w_1} \right) \equiv -K_2 \frac{w_1 \ell^2}{12} \dots (2.5)$$

$$M_3 = \frac{(w_1 - 5w_2)}{48} \ell^2 = \frac{w_1 \ell^2}{12} \left(\frac{1}{4} - \frac{5w_2}{4w_1} \right)$$

$$\equiv K_3 \frac{w_1 \ell^2}{12} \dots (2.6)$$

$$R_1 = \frac{(9w_1 - w_2)}{16} \ell = \frac{w_1 \ell}{2} \left(\frac{9}{8} - \frac{w_2}{8w_1} \right)$$

$$\equiv k_1 \frac{w_1 \ell}{2} \dots (2.7)$$

$$R_2 = \frac{(w_1 - w_2)}{2} \ell = w_1 \ell \left(\frac{1}{2} + \frac{w_2}{2w_1} \right)$$

$$\equiv k_2 w_1 \ell \dots (2.8)$$

$$R_3 = \frac{(9w_2 - w_1)}{16} \ell = \frac{w_1 \ell}{2} \left(\frac{9w_2}{8w_1} - \frac{1}{8} \right)$$

$$\equiv k_3 \frac{w_1 \ell}{2} \dots (2.9)$$

w_2/w_1 が-1から+1まで変化すると、 K_1 、 K_2 、 K_3 、 k_1 、 k_2 、 k_3 はFig. 2.3のように変化する。 $|K_2|$ は常に1以下であるが、 $|K_1|$ および $|K_3|$ は1より大きくなる場合があり、 w_2/w_1 が-1の時には、1.5となっている。

即ち、横隔壁のところでは、縦通肋骨に加わる曲げモーメントは $\frac{w_1 \ell^2}{12}$ より大きくならないが、横隔壁に隣接している壁桁のところでは、縦通肋骨に加

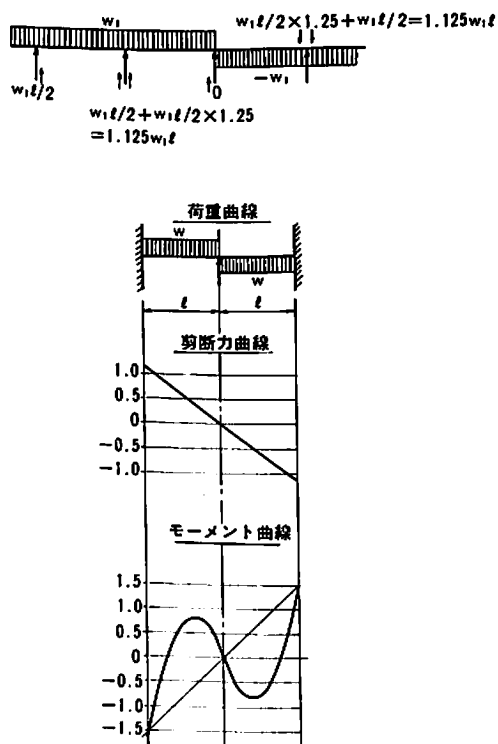


Fig. 2.4 横隔壁に隣接する縦桁に伝えられる荷重および縦通肋骨の剪断力とモーメント曲線

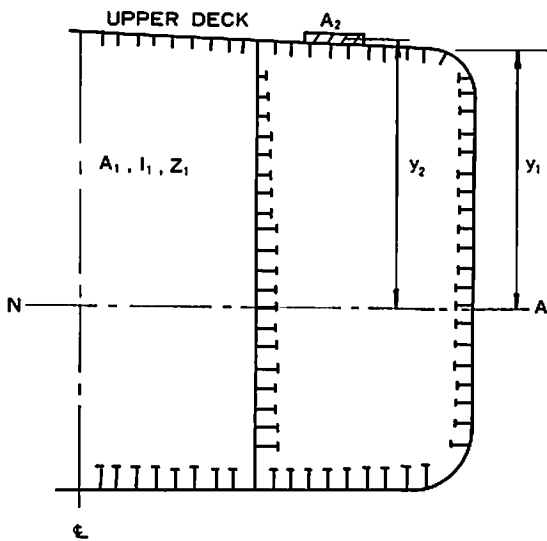


Fig. 2.5 タンカーの中央切断図

わる曲げモーメントは、 $\frac{w_1 \ell^2}{12}$ の1.5倍になる場合があり得る。

また反力に関しても、 $|k_2|$ は常に1以下であるが、 $|k_1|$ と $|k_3|$ は1より大きくなる場合があり、 w_2/w_1 が-1の時には、1.25となる。即ち、次のスパンの荷重までを考慮すると、横隔壁に隣接する堅桁には $w_1 \ell$ の1.125倍の荷重が縦通肋骨から伝達される。この場合の荷重、曲げモーメントおよび剪断力曲線を Fig. 2.4 に示す。

以上の考察から、載荷状態を千鳥とすると、横隔壁に隣接した堅桁には、他の堅桁の1.125倍の荷重が加わり、この堅桁のところで、縦通肋骨には他の場所の1.5倍の曲げモーメントが加わることがよくわかる。

このようにそれぞれの部材に対して実際的な周辺条件を考えることは大切なことである。

2.4 梁の計算

梁の計算においては、必要な I/y になるよう桁板と面材の寸法を決定する計算が必要である。

一例として、ハルガーダーの I/y 、即ち船の中央切断の断面係数を、所要の値にする方法を説明する⁵⁾。

船の中央切断の断面係数を所要の値にするためには、一般には上甲板を除いた他の縦強度部材に関しては、局部強度による要求寸法とし、上甲板の板厚

を調整して、所要の断面係数を保たせるのが普通の方法である。この場合、上甲板の板厚を増減すると、それにつれて断面の中性軸の位置が動くので、一度に所要の値を得ることは困難である。ここで説明する方法は、この困難を簡単な考察で解決したものである。

Fig. 2.5 はタンカーの中央切断である。この中央切断において、上甲板の板厚は局部強度により決まる最小板厚とし、他の縦強度部材も局部強度により決まる寸法を用いて、断面係数 Z_1 、断面積 A_1 、断面二次モーメント I_1 、中性軸 NA と上甲板の間の距離 y_1 を求める。

次いで上甲板に断面積 A_2 を加えて、ちょうど断面係数が要求値 Z に等しくなるとすると、次の関係式が得られる。

加えた断面積 A_2 の NA からの距離を y_2 とする。

中性軸の移動量 d は

$$d = \frac{A_2 y_2}{A_1 + A_2} \dots\dots (2.10)$$

断面二次モーメントの増加量 ΔI は

$$\Delta I = A_1 d^2 + A_2 \left(\frac{A_1 y_2}{A_1 + A_2} \right)^2 = \frac{A_1 A_2 y_2^2}{A_1 + A_2} \dots\dots (2.11)$$

上甲板から中性軸までの距離の減少量 Δy_1 は

$$\Delta y_1 = d = \frac{A_2 y_2}{A_1 + A_2} \dots\dots (2.12)$$

故に断面積 A_2 を加えた後の断面係数 Z は次式で表わされる。

$$Z = \frac{I_1 + \frac{A_1 A_2 y_2^2}{A_1 + A_2}}{y_1 - \frac{A_2 y_2}{A_1 + A_2}} = \frac{I_1}{y_1} + \frac{\frac{A_1 A_2 y_2^2}{A_1 + A_2} + \frac{A_2 y_2}{A_1 + A_2} \cdot \frac{I_1}{y_1}}{y_1 - \frac{A_2 y_2}{A_1 + A_2}} = Z_1 + \frac{A_2 y_2 (A_1 y_2 + Z_1)}{(A_1 + A_2) y_1 - A_2 y_2} \dots\dots (2.13)$$

近似的に、 $y_1 = y_2$ とすると

$$Z = Z_1 + \frac{A_2 (A_1 y_2 + Z_1)}{A_1} \dots\dots (2.14)$$

$$\therefore A_2 = \frac{A_1 (Z - Z_1)}{A_1 y_2 + Z_1} \dots\dots (2.15)$$

以上の考察により得られた(2.15)式を用いれば、一度に上甲板に追加すべき断面積の値を求めることができる。

(2.13) 式において、 y_2 が正(中性軸に関し y_1 と同じ側)であれば、 Z は常に Z_1 より大、即ち断面積

A_2 を加えることにより断面係数は増加する。

y_2 が負の場合には、(中性軸に關し y_1 と反対側)断面積 A_2 を加えることにより断面係数が減少することがあることに注意しなければならない。($A_1 y_2 + Z_1$)が正になる条件、即ち $y_2 < \frac{Z_1}{A_1}$ の場合がそれである。

断面積 A_2 を加えることによる断面二次モーメントの増加よりも、中性軸の移動量の影響が大きいためこのようなことが生ずる。

以上述べた断面係数の計算法は、1955年頃から筆者が考案してずっと利用してきていたが、1973年にパリーのECOLE NATIONALE SUPERIEU-

RE DE TECHNIQUES AVANCEESを訪ねた際に寄贈を受けた船舶算法のテキストに、全く同じ手法が掲載されていたので、学問に困境がないことをつくづくと感じた。(つづく)

参考文献

- (4) IHI相生造船設計部、船殻の詳細設計に関する考察、石川島播磨技報第8巻第39号、昭和43年1月
- (5) 間野正己、ガーダーのフェイスプレートの計算法、播磨造船技報第7号 昭和33年4月

海外事情

■“TOKYO EXPRESS”1軸に改装

超大型、超高速を誇ったTRIO、SCAN、ACEの3グループの極東/欧州航路用コンテナ船は、オイルショックによる減速を経て、ほとんどの船が主機をディーゼルに換装しつつあるが、その中でも西独の名門ハバグロイド社は、ひとりわが道を往くがごとく、タービン主機のまま2軸を1軸に改装した。

第1船“TOKYO EXPRESS”は、昨年11月に竣工、戦列に復帰したが、その成果が注目される。(編集部)

トリオとスカンダッチの極東/欧州線用超大型超高速コンテナ船は、たび重なるオイルショックのため、16隻が2軸のまま低速ディーゼル主機に換装されたが、西独ハバグロイド社の“HAMBURG EXPRESS”“HONG KONG EXPRESS”“TOKYO EXPRESS”“BREMEN EXPRESS”の4隻は、タービン主機のまま1軸船に改装された。

これらの4隻は、1972、73年に西独Blohm & Voss社およびBremer Vulkan社で建造された全長287.5m、型巾32.2m、型深さ25mの3,000TEU積み超大型フルコンテナ船で、主機はSTAL-Lavel製AP40蒸気タービン2基を搭載し、81,132馬力、136回転の2軸で27ノットの高速を誇り、燃費は1日当たり400トン(@\$ 200/tとして2,000万円弱の燃料代となる)という膨大なものであった。

オイルショックの結果、最初に採用された対策は23ノットに減速で、所要馬力50~60%、即ち燃費は230t/dayまで下ったが、更に燃料代コストの上る傾向にかんがみ経済性検討の結果、日本郵船の“春日丸”の低速ディーゼル2基に換装が発表されるに

および、各社はこれにフォローしたが、ひとりハバグロイド社は、1979年に諸々のタンクテストを行ない、タービン主機のままでも1軸船に改装すれば25~30%の節約可能との結論を経て、低速ディーゼル2基2軸の主機換装に比べて、はるかに安価な1軸改装に踏切った。

船尾のボッシングは撤去され、スターンバルブ付1軸アフトボディに改造、プロペラは新しい6翼95rpmの高効率のものに換装されたが、タービン主機は2基のうち1基を中心線上に移設、減速機もオリジナルのエピサイクリックパラレルギアからGE(USA)の2段減速ロックトレンギアに変更された。

このほか、低速に有効なバルバスパウに取替えて、所要推進馬力低減を図り、碇泊用1,000KVAディーゼル駆動発電機を新設して碇泊中の燃費を半減させるなどのきめ細かい省エネ対策を行ない、工期113日で完工し、サービスに復帰したが、併せてパイロット用ヘリポート新設、防火対策強化などの改装も行なっている。

燃費半減を狙い2軸のまま低速ディーゼル主機換装を選ぶか、セーブは2~3割だが残余寿命を考えて、タービン主機のまま1軸改装を選ぶかは、一に燃料費のエスカレート次第と思われるが、“TOKYO EXPRESS”の就航実績が注目される。

(Shipbuilding & Marine Engineering International 3月号1982)

■新装“船舶”用(1年分)ファイル■

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

連 載

液 化 ガ ス タ ン カ ー

<48>

恵 美 洋 彦

日本海事協会

5.4.3 タンク過圧安全弁の容量/性能

(1)規定容量

貨物タンクには、次のうち、いずれか大きい方以上の吹出し総量となる安全弁を設ける¹⁾；

- 貨物タンクのイナーティング装置の最大使用圧力が、安全弁の設定圧力を超える場合、装置の最大容量、または
- 火災にさらされた状態で蒸発する貨物蒸気量。

さらに、安全弁は、この容量を設定圧力（ゲージ圧力）の120%を超えない圧力で排出できなければならない。この場合、ベント管装置の背圧を考慮にいれる必要がある。

弁の容量は、殆んどの場合、後者の火災のケースで決まる。また、前者のケースでは、イナーガス装置の設計/仕様が定まれば、必要吹出し量は容易に分る。

ここで、設置が要求されているのは、安全弁である。即ち、タンクから貨物ガスを放出して圧力上昇を防ぐことを目的とする圧力逃し弁である。そして、表5-39からも分るように、安全弁からは、常に、貨物ガスが吹出すように弁の配置および貨物積付け

率が定められている。

もし、液を噴出させてタンクの圧力上昇を防ぐとすると、侵入する熱量を貨物の蒸発で費やす必要がある。そして、この量の貨物を蒸発させるためには、貨物ガスの容積と同容積の貨物を吹出さなければならない。これは、多量の貨物（貨物ガスの場合の何百倍のオーダの質量）を大気放出することになり、安全上、好ましいことではない。さらに、貨物を排出する逃し弁の寸法も貨物ガスの10倍のオーダのものが必要となり、実際的ではない。

火災時を想定した安全弁の最小容量 $Q_{req. A}$ は規則¹⁾で次のように定められている；

$$Q_{req. A} = FGA^{0.82} \dots\dots (5-18)$$

$Q_{req. A}$ ；標準状態の空気であわした排気流量、メートル単位 (m^3/min) と英国単位 (ft^3/min) で標準状態が異なる。メートル単位：0°C / 1.03 kg/cm² A。英国単位：60°F / 14.7 psig

F；タンクの種類等に応じて定まる火災露出係数。表5-41参照

表5-41 火災露出係数F^{1) 2)}

F	タ ン ク の 種 類
1.0	甲板上の裸のタンク
0.5	防熱材（主管庁承認）*1を設けた上甲板上のタンク ..
	船倉内の防熱されない独立型タンク
0.2	船倉内の防熱された（タンク付または船体付）独立型タンク
0.1	同上のタンクで、かつ、船倉内がイナーティングされているもの
	メンブレンまたはセミブレン方式タンク 一体型タンク
(*2)	部分的に開放甲板にある独立型タンク

*1；4.6.4(2)(C)に掲げた基準に合致している防熱材

*2；甲板の上下のタンク表面積とそれぞれのF値に応じて定める。

表 5 - 42 C の値¹⁾

κ	C	κ	C	κ	C	κ	C
1.00	0.606	1.26	0.660	1.52	0.704	1.78	0.742
1.02	0.611	1.28	0.664	1.54	0.707	1.80	0.745
1.04	0.615	1.30	0.667	1.56	0.710	1.82	0.747
1.06	0.620	1.32	0.671	1.58	0.713	1.84	0.750
1.08	0.624	1.34	0.674	1.60	0.716	1.86	0.752
1.10	0.628	1.36	0.677	1.62	0.719	1.88	0.755
1.12	0.633	1.38	0.681	1.64	0.722	1.90	0.758
1.14	0.637	1.40	0.685	1.66	0.725	1.92	0.760
1.16	0.641	1.42	0.688	1.68	0.728	1.94	0.763
1.18	0.645	1.44	0.691	1.70	0.731	1.96	0.765
1.20	0.649	1.46	0.695	1.72	0.734	1.98	0.767
1.22	0.652	1.48	0.698	1.74	0.736	2.00	0.770
1.24	0.656	1.50	0.701	1.76	0.739	2.02	0.772
						2.20	0.792

注；上記のCの値はメートル単位のものであり、次式で与えられる。

$$C = \sqrt{\kappa \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right) \frac{\kappa + 1}{\kappa - 1}}$$

英国単位は、上記の値の520倍となる。例えば $\kappa = 1$ および1.4では、それぞれ、315および356である。なお、Cの計算において、 $\kappa = 1$ のときは、1.001として計算する。

$$G = \frac{177}{LC} \sqrt{\frac{zT}{M}} \quad ; \text{メートル単位}$$

$$= \frac{633,000}{LC} \sqrt{\frac{zT}{M}} \quad ; \text{英国単位}$$

- L ; 噴出状態で蒸発している貨物の潜熱。
(kcal/kg, または Btu/lb)
- C ; 比熱比 κ によって定まる係数。表5-42参照。 κ が不明の場合0.606または315とする。
- z ; 噴出状態の気体の圧縮係数。不明の場合1.0とする。
- T ; 噴出状態の気体の温度。絶対温度(°K または°R)で表わす。
- M ; 貨物の分子量
- A ; タンク外表面積 (㎡またはft²)で次による。
回転形状のタンク：外表面積
その他の形状のタンク：投影底部面積を除いた外表面積
多数の圧力容器が配列して構成するタンク：

(i) 船体構造に防熱材を設ける場合 - 投

影底部面積を除いたオールドスペースの外表面積。

(ii) タンク付き防熱材の場合 - 投影底部面積を除き、図5-78に示すような防熱材を含まない圧力容器配列の外表面積。

ここで、噴出状態とは、安全弁設定圧力(ゲージ圧)の120%の圧力、およびそれに対応する飽和温度で噴出している貨物の状態をいう。なお、この式が導かれた根拠については5.4.4を参照のこと。

算定の手順は、次のとおり；

(a) 多種類の貨物を積載するタンクでは、(5-18)式のGの値を全ての貨物に対して求める。混合体でも例えば、LNG、LPG等では、圧倒的に多い成分(メタン、プロパン、ブタン等)で計算すればよい。

(b) FおよびAは、個々のタンク毎に求める。低温式液化ガスタンカーの小さなタンクハッチのごく一部暴露する部分は、Fの値が異なるが、無視する。圧力式液化ガスタンカーのように暴露する部分と暴露しない部分の比が、互いに無視できない場合、FとAは、それぞれ別々に求める。

(c) 噴出状態のガス圧力に対応する飽和温度を求める。この圧力/温度に対応する蒸発潜熱、比熱比および

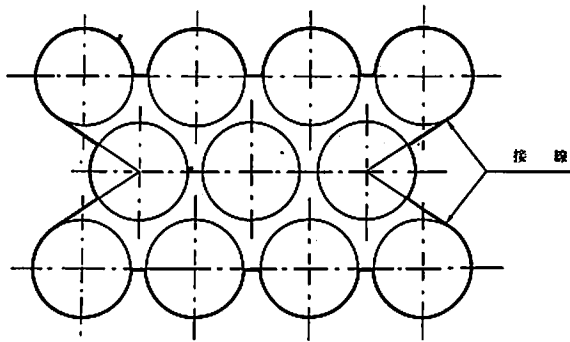


図5-78 多数圧力容器配置のタンクの外表面積の計り方

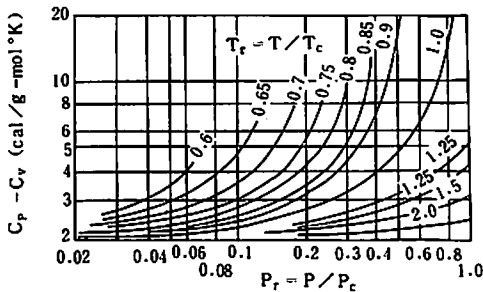


図5-79 Cp - Cv の一般化線図

圧縮係数は、次に掲げるところにより、求めることができる；

- 飽和温度；1.2.2(2)の(1.7)'式による。
- 蒸発潜熱；1.2.2(3)の(1.9)式による。
- 比熱比；

(i) 低温式 (低圧)

(1.18) および (1.20) 式より求めた値で十分である。

(ii) その他 (中圧または高圧)

(1.18), (1.19) および (1.20)' 式を使用して求める。なお、図1-7(c)の関連する範囲を拡大した Cp - Cv の一般化線図を図表5-43 安全弁設定圧力許容範囲

設定圧力 (Po ; kg/cm ² G)	許容範囲
0 ≤ Po < 1.5	± 10 %
1.5 ≤ Po < 3.0	± 6 %
3.0 ≤ Po	± 3 %

5-79に掲げておくので、この図によるとよい。また、(1.18), (1.19) および (1.20) 式を使用するのは、比熱比が小さく計算される。即ち、規定容量が大きく算定されるので安全側となる。

- 圧縮係数；図1-2(b)または(c)を使用する。

(d)前(c)に掲げた物性の求め方は、1例を示したものである。したがって、より詳細/専門的な方法によってももちろん差支えない。例えば、物質の状態方程式から Cp と Cv をより正確に求めることもできる。

(e)考慮しているガスの分子量は、表1-1 および (1.5) 式による。

(f)前bないし(e)によって、ガス係数 G、および規定排出量を求めることができる。

(5-18) 式で注意すべき点は、メートル単位と英国単位とで想定している空気の状態が異なることである。したがって、単に m³ と ft³ だけの換算では、容量が一致しない。状態の相異 (0℃と60°F=15.6℃) を考慮すると、Q req. A (メートル単位) × 35.31 × √(288.6/273) = Q req. A (英国単位) となるはずである。奇妙なことにこの標準状態の相異の修正を考慮しても両方の算式での計算結果は、僅かではあるが、相異なる。(5.4.4を参照のこと)

(2) 安全弁の作動

安全弁は、その設定圧力で吹始めなければならない。この吹始めの圧力は、弁の出口でガスの流出が検知されるときに入口側の圧力をいう。

安全弁は、実際に、その設定圧力に対して表5-43に示す許容範囲内で吹き始めるものとする。さらに、定格吹出し容量を継続して吹出しているとき、入口側の圧力は、設定圧力の120%を超えてはならない。吹止り圧力、即ちガスを放出している弁が閉鎖するときの入口側の圧力は、設定圧力の90%以上とするのが望ましい。2) 3) 少なくとも、80%以上となるようにする。

吹出し圧力および吹止り圧力は、いずれも、個々の弁について製品試験で確認される。吹出し量は、プロトタイプ試験(5.4.10参照)で確認される。また、次の(3)も参照のこと。

(3) 安全弁の吹出し量

安全弁の吹出し量は、各型式および寸法毎に差圧 P_{diff} に応じて与えられる。ここで差圧とは、弁の入口側圧力 P₁ (設定圧力 (ゲージ圧) × 1.2 + 大気

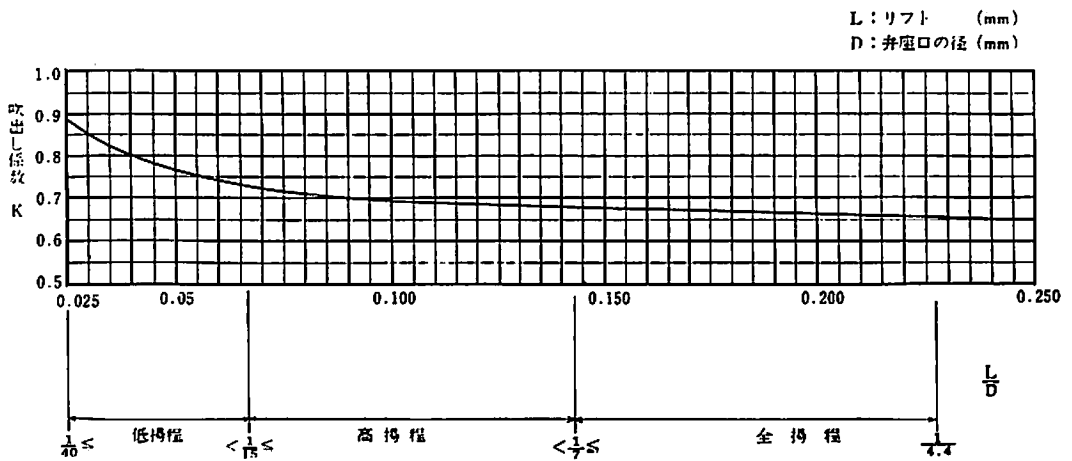


図5-80 ばね式安全弁の吹出し係数の概略値(全量式の場合 $K=0.78$ とする)

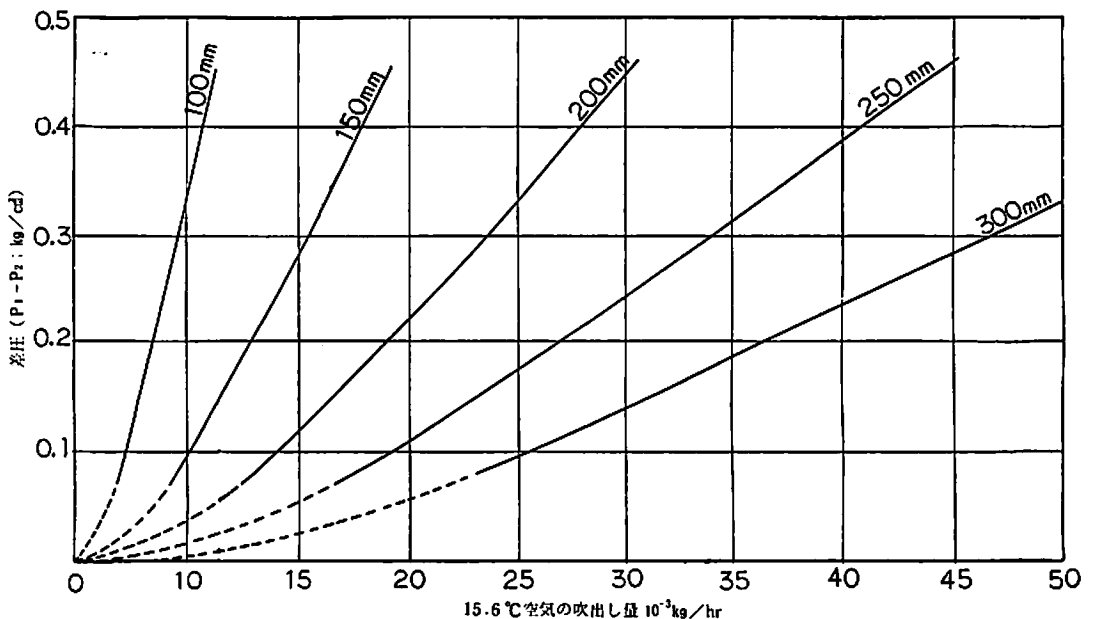


図5-81 パイロット作動の低圧用安全弁吹出し量特性曲線の例(図中の数字は弁の呼び径)

庄) と出口側圧力 P_2 (背圧; 絶対圧力) の差である。

この吹出し容量は、弁の型式および寸法毎にプロトタイプ試験を行なって求めなければならない。規則¹⁾適用以前は、構造形式、リフト等に応じて一般化された吹出し係数 K ^{注)}を用いて計算のみで吹出し量を表示した弁も少なくなかった。しかし、規則適用後、このような弁は、使用が認められないので注意を要する。即ち、ある型式/寸法の弁の使用実績があるからといって、必ずしも吹出し係数が実験で

確認されているとは限らない。メーカーから与えられる吹出し量に関するデータが、実験によったものであるか否かを必ず確認すべきである。これは、規則要件のみならず、実測によらぬ吹出し容量は確実性に欠けるところがあるので当然のことである。

注) 実際の吹出し量を理論吹出し量で割った値。ここで、理論吹出し量とは、気体の状態と吹出し面積によって算出した気体の吹出し量。即ち、後に掲げる

(5-20) および (5-21) 式において $K=1$ としたものの。図 5-80 に示すように K 値は、一般的に 0.5 ないし 0.8 の範囲となる。しかし、0.25 から 0.98 の範囲にまで広くばらつくこともある。図 5-80 は、ばね式安全弁の K 値の一応の目安には使用できる。しかし、前述のように K 値は、あくまで実験的に求められたものでなければならぬ。

安全弁の選定にあたっては、まず、前(1)に示した手順で規定吹出し量 $Q_{req. A}$ を求める。次いで、安全弁の数およびベント管を含む配置の概略を定め、出口側圧力、即ち背圧 P_2 を求める。背圧の算定方法については、5.4.9 を参照のこと。または、実績/経験に基づいて適当な背圧 (例えば、圧力式の場合、弁の設定圧力 (ゲージ圧) の 10% 程度) を想定して計画を進めてもよい。もちろん、最終的にベント管システムでの抵抗計算を行なって、背圧が当初の想定より小さいことを確認する必要がある。

このようにして、個々の安全弁の所要吹出し量および差圧 P_{diff} が与えられれば、弁を選定することができる。ただし、メーカーから与えられるデータが、 0°C または 15.6°C (60°F) のいずれの空気の吹出し量で示されているのか注意する必要がある。

例えば、図 5-81²⁸⁾ に示すような曲線で弁の 15.6°C の空気の吹出し量が質量単位で与えられていたとする。この場合、 0°C の空気の容積吹出し量に換算するための空気の状態の相異の修正も必要である。即ち、 15.6°C の空気の質量 (kg) を容積 (m³) に換算 ($\div 1.223$) し、次いで 0°C 空気吹出しへの換算 ($\times \sqrt{273/288.6}$) を行なう。または、前述のように吹出し係数 K で与えられることも多い。この場合、次式によって弁からの気体の吹出し量 W_G (kg/hr) を求める。

$$\frac{P_2}{P_1} > \left(\frac{2}{\kappa+1}\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \text{ の場合 ;}$$

$$W_G = 548 A_s P_1 K \sqrt{\frac{\kappa+1}{\kappa-1} \left\{ \left(\frac{P_2}{P_1}\right) - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \right\}} \frac{M}{z T_1} \dots\dots\dots (5.19)$$

$$\frac{P_2}{P_1} \leq \left(\frac{2}{\kappa+1}\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \text{ の場合 ;}$$

$$W_G = \frac{548}{\sqrt{2}} C \cdot A_s \cdot P_1 K \sqrt{\frac{M}{z T_1}} \dots\dots (5.20)$$

- C ; (5-18) 式ガス係数 G の式の中の C と同じ
- P_1, P_2 ; 弁の入口, 出口側圧力 (kg/cm²A)
- κ ; 比熱比
- A_s ; 弁の吹出し部の面積 (cm²)
- M ; 分子量 (kg/mol)
- z ; 圧縮係数
- T_1 ; 吹出し前のガスの温度 ($^\circ\text{K}$)
- K ; 吹出し係数

これらの式は、気体が断熱可逆変化の状態で噴出するものとして導かれたものである。算出過程の説明は、長くなるので省略するが、例えば、文献⁴²⁾ に詳細がでている。(5-20) ないし (5-22) 式において、 $\kappa=1$ とする場合、1.001 として計算すればよい。

ある弁からの空気の吹出し量を求める場合、(5-20) ないし (5-22) 式において気体の物性値をいれて計算する。即ち、 0°C 空気が流出するものとして、次の諸数値を用いる。

- $z = 0.9995 : 1.033 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$
- $0.9972 : 5 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$
- $0.9941 : 10 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$
- $0.9883 : 20 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$
- $0.9836 : 30 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$
- (中間は、補間法による)
- $T_1 = 273.15^\circ\text{K}$
- $M = 28.97$
- $\kappa = 1.402 : 1.033 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$
- $= 1.410 : 10 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$
- $= 1.419 : 20 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$
- $= 1.429 : 30 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$
- (中間は、補間法による)

これらから常温かつ $20 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$ 程度までの空気の圧縮係数 z および比熱比 κ を、それぞれ、1.0 および 1.4 として計算しても、実用上、問題のないことが分る。 15.6°C (60°F) 空気の場合も温度を除き、 0°C と同じ数値を用いても差しつかえない。

これらの式は、質量かつ時間単位の流量 (kg/hr) で表わされている。したがって、規定容量と比較する場合、標準状態での容積かつ分単位 (m³/min.) に換算する。即ち、質量/時間流量 (kg/hr) に比容積 (m³/kg)/60 を乗ずる。

(4)貨物ガスの吹出し量への換算

空気流量で与えられる弁の吹出し量を貨物ガスの流量に換算するには、(5.19)または(5.20)式を用いる。もっと簡単には、次の換算係数を空気流量 W_A (質量単位) または Q_A (容積単位) 乗すればよい。貨物ガスの流量を空気流量に置き換える場合は、逆にすればよい。

$$\left. \begin{aligned} \alpha_Q &= \frac{C_G}{C_A} \sqrt{\frac{M_G T_A z_A}{M_A T_G z_G}} \\ \alpha_w &= \alpha_Q \frac{\rho_A}{\rho_G} \end{aligned} \right\} \dots (5.21)$$

α ; 換算係数

ρ ; 空気または貨物ガスの密度

C, M, T, z ; (5.18) 式と同じ

添付 A ; 空気に対する値を意味する。なお T_A は、メートル単位 / 0°C 空気の場合、 273°K 、英国単位 / 60°F の場合、 520°R となる。

添付 G ; 貨物ガスに対する値を意味する。温度の取り方は、上記と同じく、 K (メートル単位) または R (英国単位) とする。

添字 Q, w ; 容積または質量単位を意味する。

この式は、状態が異なる空気同志の換算にも使用できる。例えば、 15.6°C 空気から 0°C 空気への換算係数 (容積) は、 $\sqrt{288.6 / 273}$ となる。

(つづく)

液化ガスタンカー<44>正誤表

44ページ、右欄、下から3行目

……計画は、…… → ……計算は、……

45ページ、左欄、上から5行目

……である。なお、……の間に、次の文を追加する；“しかし、動揺に対する増加分を10%とするのは、実例からみても少なすぎるようであり、他に余裕がない場合、15ないし20%程度見込んでおいた方が、より安全である。”

46ページ、(5.15)式

次の式と差しかえる。

$$Q_{ps1} = Q_{in} + \frac{\rho_c C_c V_c (T_e - T_s)}{24 N}$$

……… (5.15) ”

46ページ、右欄、(5.15)式の注

次の注を追加する。

ρ_c ; 貨物液密度 (kg/m³)

47ページ、図5-48の注

等エンタルピ線 (s) → 等エントロピ線 (s)

●川重、大幅な組織改正 (4月16日)

▶本 社

●社長室を新設し、総合企画室および市場開発室をもって編成する。①総合企画室は従来通りの編成とする。②市場開発室は営業総括本部の広報部、大阪支店、国内営業所および海外事務所を除く部門を再編成し、計画班、海外業務班、国内開発部、海外開発部および中国貿易部をもって編成する。

●総務本部、人事本部、財務本部および資材本部の各本部を廃止し、各部を独立の組織単位とする。(総務部、東京総務部および環境管理部を統合して総務部とする)

●営業総括本部を市場開発室(社長室に編入)、広報部および大阪支店、国内営業所、海外事務所に分割する。

●プラント鉄構事業本部の流通システム室を機電システム室と改称のうえ本社に移設する。(工務部を業務部と改称する。第1技術部および第2技術部を統合改編し、新たにプロジェクト部およびロボットシステム部を設ける。)

●技術開発本部のガスタービン開発室は開発部に編入する。

●技術開発本部の宇宙機器開発室は鉄構・機器事業部に移設する。

▶船舶事業本部

●神戸造船事業部を神戸造船工場と改称する。

●坂出造船事業部を坂出造船工場と改称する。

二新刊書

物理学 One Point シリーズ17

乱流 / 佐藤 浩 著 (東京大学工学部教授・工博)

共立出版発行 定価 980円

著者は、まず読者に乱流についてわかりやすく説明することを心がけ、乱流がせまい意味の流れだけでなく、日常生活や社会現象にも関連していることを理解してもらうことを主眼としたという。たしかに同書は乱流についての理論を体系的に網羅した専門書ではないが、基礎的なものをはかりわかりやすく掘り下げている。

内容をあげると乱流の発見、乱流の成長、乱流の理論、乱流の計測、乱流の構造、乱流の作用、乱流とは何か、の7章に分かれている。なかでも乱流の構造と乱流の作用の章はユニークな記述である。

海洋構造物

—その3—

芦野民雄

日本船用機器開発協会・調査役

4. platform plant

(プラットフォーム・プラント)

浮遊式プラットフォームまたはバージの上に各種のプラントを造ることができる。発電プラントを始めとして、洋上ガス分離プラント、パルププラント、製油プラントなど多種多様にわたるものである。

(1) ガス分離プラットフォーム

昭和43年(1968年)、佐世保重工で建造されて、Aramco Overseas社へ納入され、ペルシャ湾のSanfaniya沖で稼働しているもので、海底から採取した原油に含まれているガスを分離して、陸上のRefinery baseに送る洋上基地である。動力であるガスタービンは分離した天然ガスで動かされる。長さ69.5m、幅24.4m、高さ4.4mのバージで、Gas oil セパレーター2基、熱交換器2基、4,000HPポ

ンプ2基、450HPガスコンプレッサー2基、21,000KVAガスタービン2基等を備えていて、10Tクレーン、9Tジブクレーン、20Tスウィングクレーンも持っている。

(2) パルププラント

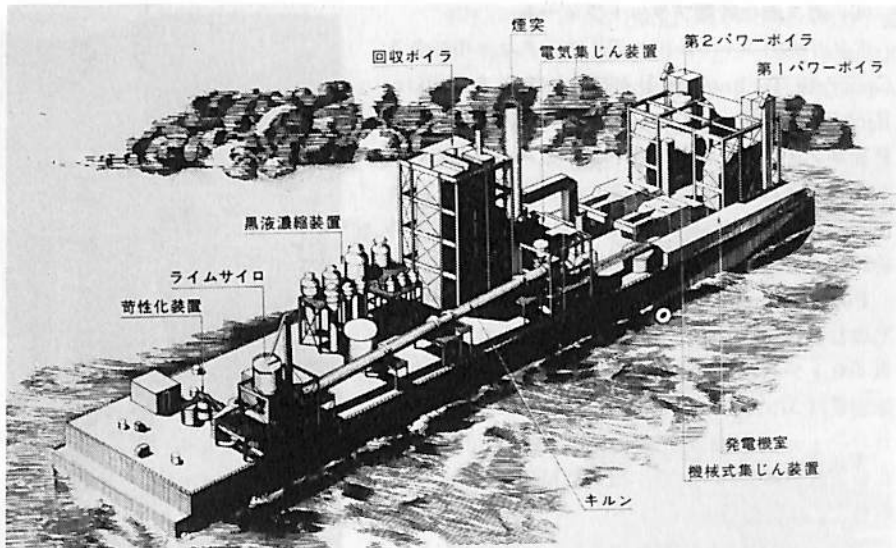
1977年12月に、石川島播磨重工が日産750トンのパルププラントと、発電プラントとをブラジルに納入、話題をまいたプラントである。

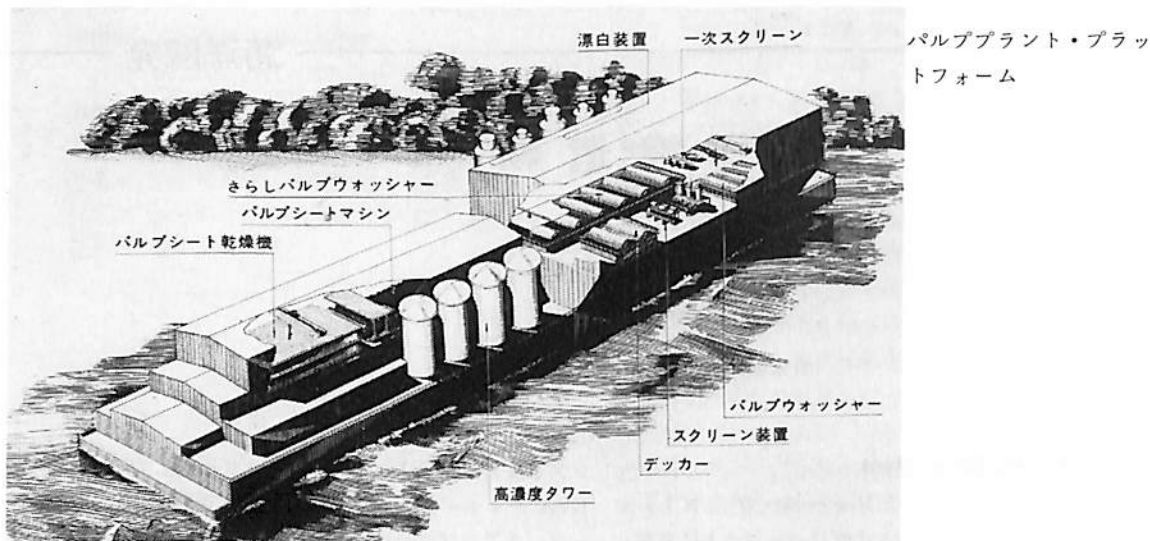
発電プラントバージは長さ220m、幅45m、深さ14.5mである。

発電プラント上には、ボイラ、発電機、回収ボイラ、黒液濃縮装置、キルン、苛性化装置等を備えている。(重量約30,000トン)

パルププラントは230m×45mで深さ14.5mで、蒸解設備、洗滌設備、漂白設備、パルプマシン、ド

パワープラント
プラットフォーム





ラヤ、包装設備を備え、重量約 29,000 トンである。なお船底部の何処が損傷しても沈没しないよう水密隔壁をつけている。また 2 区画が同時に浸水しても、残りに浸水しないだけの浮力を持っている。実際には、サイトに打込まれたパイル上に据付けられるものである。

(3) メンテナンス・プラットフォーム ARB-1 (アメリカ)

石川島播磨重工が Aramco Overseas 社へ納入したメンテナンス・プラットフォームはジャッキアップ式のもので、206 ft 水深の、サウジアラビア海域で使われる予定である。

(4) ガス液化貯蔵プラットフォーム

アメリカのシヤトル市の近くの、タコマ市にある Concrete Technology 社が建造して、Atrantic Richfield Indonesia Inc. に納入した世界最大の PS コンクリート製プラットフォームバージである。主要諸元は $L \times B \times D = 140.6 \text{ m} \times 41.5 \text{ m} \times 17.4 \text{ m}$ で排水量 68,000 トンのもので、現在、ジャワ沖約 20 マイルの Ardjuna 油田に係留されている。

Post-tensioning 式 PS コンクリート製で、 -45.6°C の LPG 貯蔵用として、 $51.2 \text{ m} \times 11.0 \text{ m}$ の重量 400 トンの 12 個の鋼製タンクがのせられていて、総容量は 375,000 バレルである。また 46.1°C のプロパン・ガスを -45.6°C まで冷却液化するための液化装置が搭載されている。なお乗員 50 人のための 4 階建ての居住施設もある。

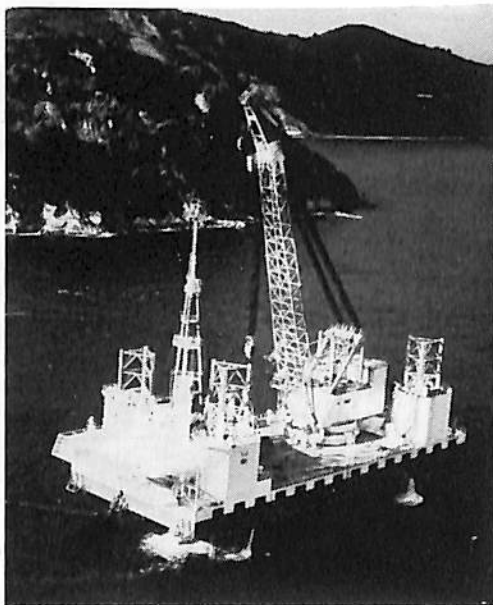
(5) 3,000 mtpd のオフショアメタノールプラント

スウェーデンの Swedeyards Development Corp. は、3,000 mtpd 容量のオフショア・メタノールプラントを設計した。その安全性分析の結果、Det

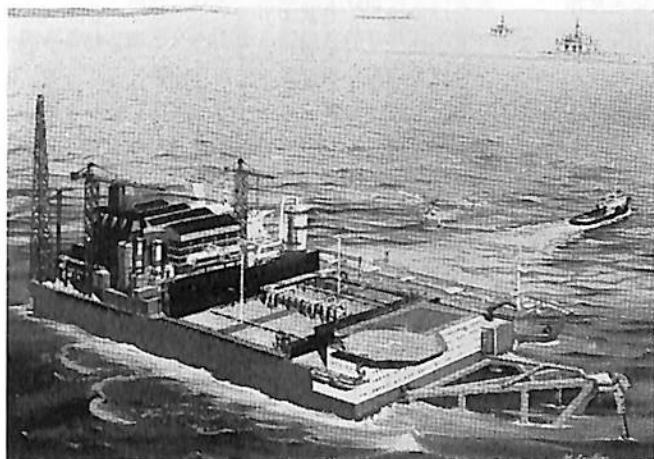
Norske Veritas の承認を得たものである。

オフショア・メタノールプラントは、陸上のものと比べて、次の諸メリットがある。

- 港湾施設やパイプラインが不要なので、その分だけ経済的となる。
- 建設時間が短いので、その分だけ投資が削減される。
- メタノールの運搬、貯蔵が容易である。
- 遠隔海域で他の基地を必要とせず、独立自給できる。
- 今まで手掛けられなかった遠隔海域のガス田に使える。



メンテナンス・プラットフォーム



オフショア・メタノールプラント

このオフショア・プラントは、あらかじめ工場で作られたモジュールを組立てるので、受注後28カ月で完成する。メタノール・プロセスは、新しい低圧 Topsoe プロセスを使う。その方法は、供給原料から硫黄や塩素を取除く脱硫プロセスである。

外側から加熱されたキャタライザーを入れたパイプに、炭化水素を吹込んで反応せしめ、水素と一酸化炭素と二酸化炭素にする。矯正反応は圧力20~40 kg/cm²g, 温度 850℃で起る。

メタノール合成は約 100 kg/cm²g で起る。蒸留されたメタノールは冷却後に大気圧下の貯蔵タンクにポンプで送られる。

伸びゆくメタノール・マーケット

日本やアメリカ、西ヨーロッパのような主要なメタノール消費国の輸入が、1980年代に増加する予想なので、国際メタノール・マーケットは大きく伸びるだろうといわれている。そこで、

- 天然ガスのとれる地域での新しいメタノールの輸出も増大する
- 1980年代は、メタノールのガソリンへの混入が増え、発電用ガスタービンの燃料としての需要も、全世界で増大する
- 世界的規模で、もし15%メタノール燃料のガソリン混入が行なわれるならば、メタノール需要は全世界で、1億500万 tpy-3,000 mtpd 容量のプラント 100基の年間生産量に等しい—となる。

オフショア・プラントと陸上プラントの比較

オフショア・プラントが、陸上プラントに比べて優位な点は次の通りである。

1. 比較的小規模で価格の安いガス田を、次から次

へ移動してメタノールを生産することができる。

2. 輸出や輸送に船舶を使っているところと比べ、オフショア・プラントでは、港湾施設やパイプラインの投資がいらない。
3. 建設が早く異った海域で生産できるので、それだけ投資への返えりが多くなる。
4. プラントが移動できるので、ガス契約商談に有利である。

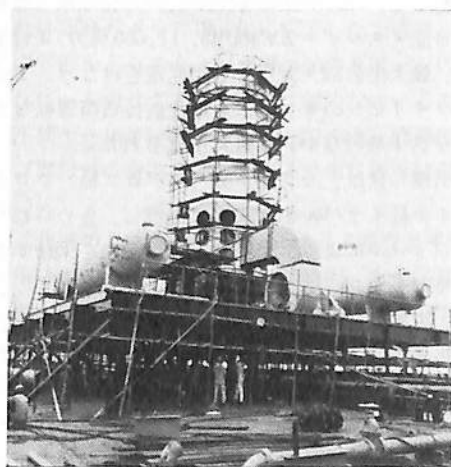
なお 3,000 mtp 容量のプラントは、天然ガス噴出 90MMcfd を必要とする。

(6) 浮遊式精製プラットフォーム (シンガポール)

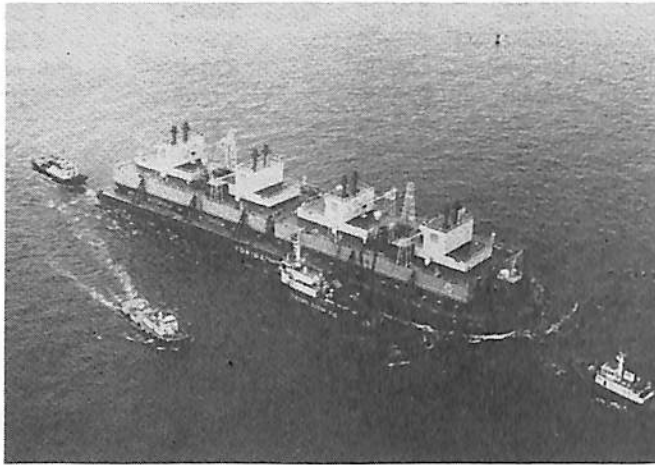
シンガポールの Keppel Shipyard では、1981年に船令12年の 127,000 DW タンカーを原油精製プラットフォームに改造した。この Floating Production Storage Offloading Vessel (FPSO) は Terminal Installation Inc. で FPSO II と命名し、フィリッピン人のオフショアで使われるもので、ヘリポートを持った Single buoy Mooring を通じて油井から原油を受取り、プラットフォーム上のセパレーター、コンプレッサー、クーラー等により水と油と不純分を分ける。

そして処理された原油をプラットフォーム上の貯蔵タンクにためて置いて、輸送タンカーに移す。

プラットフォーム上にはフレア煙突があり、余分のガスを燃やすと同時にこのガスをボイラ加熱用にも使う。所要電力は新設された2基のディーゼル発電で供給される。IMCOの要求を満たすためイナート



プラットフォーム上のフレア煙突



発電プラントハージ

ガスと油清浄装置も取り付けられた。

(7) 天然ガス処理プラットフォーム ELF TP1 (ノルウェイ)

フランスの Sea Tank Co. が、1974年に建造した3基のコンクリート製プラットフォームの中の1基で、天然ガス処理プラットフォームで、ノルウェイの Frigg 油田に設置された。水深100m の海域に設置されたもので、長さ80mの2本の柱の上にスチールの70m×70mの甲板を持ったものである。

(8) 発電プラントバージ (フィリピン)

1981年2月、フィリピン向け32MWの発電プラントバージ2隻が日立造船で完成してフィリピンに曳航された。Napocor Power Barge 1 および2である。

本台船は、NPCが電力増強の一環として計画したもので、バージ上に8,000KWの発電機(原動機:日立・スルザー ZV 40/48, 11,600馬力)4台を搭載、最大出力32メガワットの発電を行なう。2隻ともフィリピンのセブ島ナガに曳航後負荷運転など確認テストを行ない、6月に引渡された。

引渡し後は、セブ島ナガ・ネグロス島バコロド・レイテ島イサベルの3基地に係留し、きめられたスケジュールにより、交互に民需用電力を供給する。

〔特長〕

1. 世界初の本格的浮体係留方式の発電基地で、50年に1回の荒天にも稼働・送電できるよう設計されている。
2. 係留装置は、鋼製の杭とゴムフェンダからなるドルフィンとチェーンによる係留方式を採用している。この方式は安全なうえ構造が簡単で経済的

である。

〔主要目〕

1. 台船の主要寸法:長さ 65メートル
幅 30.4メートル
深さ 7メートル
排水トン(満載) 5,400トン
2. 主要機器
 - 1) 発電機:出力 8,000KW×4
西ドイツ・シーメンス社製作
 - 2) 原動機:日立・スルザー ZV 40/48 (11,600馬力)×4
日立造船・桜島工場製

3) 係留設備:1式

4) 接続用送電設備:1式

5. 海上空港

(1) 海上空港の諸計画

New Orleans Jet Carrier Airport

米国の City of New Orleans の Aviation Board が立案しているものである。同市の航空需要は今後30年間に旅客のみでも1970年の225万人から10倍近くの2,150万人に増大すると予測されるが、既存の Moisant 空港の拡張の余地はない。そこで様々な条件が検討され、同市から東へ約24マイルの Lake Pontchartrain の東部に候補地が選ばれた。

ここは水深が平均6ftで、水底は氷河期の粘土と密度の高い砂で、空港建設に適している。第1期工事には、2,380エーカーの埋立て(1エーカー当たり2万2,400ドル)と、騒音地区として460エーカーの土地買収が含まれる。市との連絡は近くを通る既存のハイウェイに連絡路を取付け、また高速鉄道を設けることにより確保される。これに要する費用は今後10年間にわたって4億360万ドルと見積られている。

Lake Erie Airport

これはクリーブランド市の National Aeronautics and Space Administration の Lewis Research Center が提案している計画である。同市から1マイル沖のエリー湖中に埋立地を作り、そこに空港を建設する。第1期工事では水深45ftの位置を1,050エーカー埋立てる。これに要する埋立用の土砂は約86

立方ヤードと推計される。年間約4,600万人の旅客を扱える滑走路とターミナル設備が作られる。第4期工事によって2000年までに規模は2倍になり、これに要する総予算は12億ドルである。

Lake Michigan Airport

シカゴ市には2つの空港があるがいずれも飽和状態に近いために第3の空港建設が立案され、その位置として市の55th Street Southの東8マイルのミシガン湖面が選ばれた。幸いにも水深が浅いので通常の埋立て方法によっても、あるいは堤防による干拓によっても建設地が得られるが、費用との関連で干拓法がとられることになった。円形の1万1,000エーカーの干拓地が作られ、市とは鉄橋もしくはトンネル、あるいはこの両者によって結ばれる。連絡設備や航空施設を除いた用地建設費は1970年価格を基準にして5億700万ドルと推計されている。

デンマークの Saltholm

コペンハーゲンのKastrup空港はヨーロッパで4番目に混雑する空港で、何回かの拡張によってこれ以上の拡張はもう不可能になった。新空港建設地には、デンマークとスウェーデンの間の海峡の、コペンハーゲンに近くスウェーデン南部からも比較的近い平坦な島Saltholmが選ばれた。この島が選ばれた理由は人口稠密なコペンハーゲン、スウェーデンのマルモから近いこと。離着陸時に海上コースがとれることであった。Airport Committeeの計画によれば、空港には島とその周囲に作られる干拓地が使用される。干拓地を作る堤防は平均水位より3.75m高くされる。空港には、燃料供給用の港湾設備と完全な下水処理設備が設けられ、塵芥はトラックで本土に運ばれる。2万5,000台収容できる駐車場も設けられる。連絡にはデンマーク側とは8レーンのトンネルが、スウェーデン側とは6レーンの鉄橋が建設され、この連絡路の建設に総予算2億2,500万ドルの半分が費やされる予定である。

ロンドンの第3空港

ロンドンの第3空港は、同市中心部から東へ50マイル離れたFoulness島の沖に建設される。干拓には4億3,000万立方ヤードの土砂が用いられ、干拓面から12ft、最大暴風波レベルから7フィートの高さの防護堤防が作られる。これに要する費用は2億7,000万ドルである。ロンドンとの連絡には、200~250人乗りの300mph.の速さで走るエア・クッション式モノレールが用いられ、所要時間はわずか10分である。またヘリコプターも使用される予定である。

ボストンの Brewster International Airport

これはMassachusetts Institute of Technologyの土木工学学生グループが立案したもので、ボストン市東方10マイルのBrewster島を建設地としている。ここは、最高潮位が+12フィート、ハリケーン波の高さが5フィート、最高波が27.8フィート、最も多い波が高さ19フィート、周期16秒という場所である。計画によれば高さ36フィート堤防で囲まれた1,820エーカーの土地に空港を建設するという。総費用は10億ドルと推計されている。

イタリアの Cristoforo Colombo Airport

これは1955~62年にGenoa Port Authorityによって建設された空港で、土地価格が極度に高かったので海上を埋立てて建設された。建設当時、付近の土地価格が1エーカー当り46万ドルだったのに対し埋立て干拓費用は6万1,000ドルであった。埋立てには近海海底砂とジェノア市のゴミが用いられた。水深は15mである。5kmにわたって防波堤が設けられ、空港と堤防の間の幅240mの水路は水上飛行機用に用いられている。ジェノア市とはハイウェイによって、またリビエラとは水上艇により結ばれている。

ホノルル International Airport

既存の空港に接するKeehi Lagoonの2,000フィート沖に新滑走路が作られる予定である。新滑走路はサンゴ礁の上に建設され、埋立てにはサンゴや岩石が用いられる。海岸沿いに2,3層の防護石を用いた防波堤が築かれる。滑走路の位置については、1,400万ドルから3,300万ドルの費用がかかる8種類の案が検討され、陸上に騒音を及ぼさない位置として海上が選ばれた。

タヒチの Papeete Faaa Airport

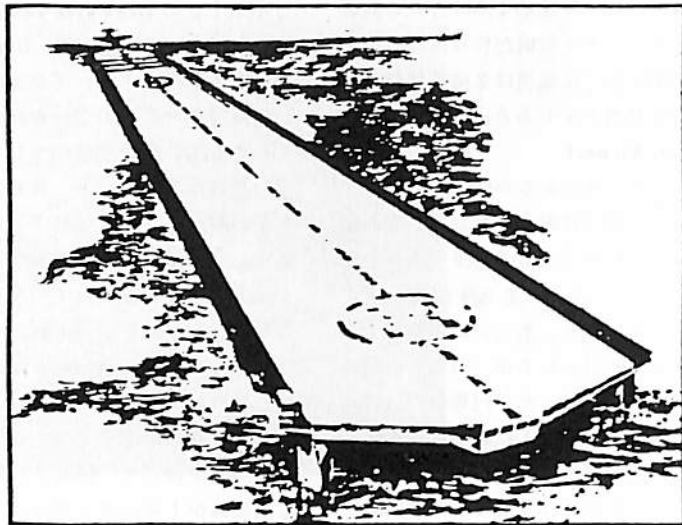
これは300万ドルで1961年に完成した空港で、島とその周囲をとりまくサンゴ礁の間のラグーンに建設された。このラグーンはサンゴ礁のない一方を除けば水深1~10フィートでは静かである。同島にはサンゴ礁以外に空港を建設できる平坦な場所は存在しない。

(2) 北海の Floating Airport (ノルウェイ)

北海のオフショア石油掘削のための、海上浮遊式飛行場が、数社によって考えられている。その中のSeaforth Maritime社の計画が、ノルウェイ船舶研究所(NSFI)に採上げられて検討されているが、1981年秋までに決定をみる予定である。

この浮遊式飛行場は、滑走路の長さ2,000フィート、幅300フィートの半潜没型構造で、乗客のトラ

Seaforth Stolport
の概略図



ンジットエリア、ホテル等が滑走路の下に造られている。既にできているカナダのCAAターミナルの大きき形をまねたもので、それに更に改良を加えたものと言われ、船舶輸送会社、航空輸送会社の了解も取付けたものであるという。

現在では、補給物資や人員を陸上のSumburgh等のエアポートから、ヘリコプターで運んでいるがヘリコプターが加圧式でないため、低空を飛ばねばならず、航空輸送増大のため非常に混雑を招致していると同時に低空を飛ぶため不経済である。これに代るものとしては、ストールポート(stolport)短距離離着陸空港)で、海上の長距離は固定翼の飛行機で運び、ストールポートからリグまでの数マイルはヘリコプターで運ぶことになる。

ストールポートの設計は、14脚柱を持つ半潜没型構造部で三階建てとなっていて、最上甲板は滑走路で次の階は客室、ホテル等、最も下の階は格納庫と機械室となっている。

滑走路は高摩擦、防水結表面にしてあって、苛酷な海象に应答できるようにしてある。常に風に向けて姿勢を変えることができ、悪天候の海域から移動でき、必要なときは、他の生産海域へ移動することもできる。このプラットフォームはGale Force-8の状態、ヒービング0.4m以内、ピッチング0.2°以内、ローリング0.5以下である。

エアトラフィック・コントロール、マイクロウェーブ着陸システムを備え、飛行場内の気象室が、最適の方向へ、常にエアポートを向ける。万一リグの火災が起った場合は、その避難所となり、消火施設を供給することができる。また病院ともなり、減圧施設も備えている。格納庫と機械室のある階には

給油施設と、飛行機とリグのメンテナンスに必要な資材も置いてある。乗客をさばく階には、免税のショッピングセンター、銀行、トラベルエージェンシーも待機している。

この飛行場建造には、Seaforth社と共にイギリスのHarland and Wolff Belfastが参加しているが、同社は、このストールポートをワイピースに造れるところである。ノルウェイのStad Seaforth社とカナダのDash 7という短距離陸機のメーカーも参加している。

まだこのストールポートの完成時期は未定だが、建造には1億フラン掛る見込みである。化石燃料の探求が、益々陸地から離れてゆく傾向にあるので、それだけストールポートの必要性は高くなってゆくことであろう。

(3) 北海のFloating Airport (イギリス)

英国アバデーンに本拠を置き、沖合産業の支援とエンジニアリングを業とするSeaforth Maritime社は、半潜水式沖合「空港」の概念設計を煮つめた。

当初、この設計は改造VLC Cを使用するはずであった。しかし、今日では、同社はSeaforth Stolportと称される延長600m、幅70mの浮遊式滑走路の設計を行なっている。この空港は特に4発式のDe Havilland Dash 17短距離離着陸機用として設計されている。

この空港は半潜水式の伝統的特長である安定性をもつほかに①風向に対するこの滑走路の角度を調節するため、②航空機の離着陸を助けるためと③横風問題が生じないようにするためにその没水体内にストラスタが配置される。

(つづく)

NKコーナー

■ "Overseas" No. 29 発刊

去る3月、Overseas No.29を発刊した。今回もNK以外の多くの方々から多大のご支援をいただいた。ここにご支援くださった方々に厚くお礼申し上げる。次に内容の主なものを紹介する。

船舶、海運に関する記事として、“船舶の省エネルギー”その2、“浅喫水船について（インタビュー）”、“タンカー往航時スペースの清水運送利用への技術入門”を、また、日本紹介記事として“桜”をそれぞれ掲載した。

なお次号は10月発刊の予定である。

■ 東部地区造船所基本設計担当の方々との懇談会

去る4月7日、日本工業倶楽部において、東部地区の主要造船所基本設計ご担当の方々および日本造船工業会の方々を招請し、懇談会を開催した。

この会には、函館ドック、石川島造船化工機、石川島播磨重工、金指造船、三保造船、三菱重工、三井造船、日本海重工、日本鋼管、新潟鉄工、住友重機、東北造船および日本造船工業会から計14名が参加された。NKからは、今井副会長、柘田、宇都宮両常務理事を初め関係者14名が出席した。

懇談会に入って、まず、NK側から、NKの活動状況の紹介と最近の技術規則改正の概要、海外サービスネットワークの拡充およびNK承認各国政府の最近の動向について説明を行なった。このあと、ご出席された方々から質疑、これに対するNKの応答が行なわれ、引き続き、NKに対し、発展途上国の規則を含む各国政府規則の動向は握や鋼船規則改正等に関するご要望が活発に述べられた。

懇談後、内田副会長ほかNKの関係者も加わり、立食パーティーに入り、和やかな交歓風景が繰り広げられ、有意義な懇談会の幕を閉じた。

■ 釜山事務所が新事務所へ移転

去る3月14日、NK釜山事務所は、仕事量の増加により手狭になったため、1978年事務所開設以来住み慣れた東区草梁洞の信東ビルから、新築されたばかりの中区大橋洞の東州ビルに移転した。

新事務所は、ビルの10階にあり、釜山港のながめは格別である。NKと同じフロアには現代海運、9階にはABSが入っている。

従来にも増して関係各位のご支援とご利用をお願い

する次第である。新事務所の住所、電話番号等は次のとおりである。

住 所：Room No 1002, DONGJU BLDG.
13, 1-KA, DAEGYO DONG,
BUSAN, KOREA

Tel. : BUSAN (462)-8221-3

Telex : CLSNKPS K 29169

Cable : "CLASNIPPON" BUSAN



■ 機関関係諸承認物件の紹介

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

○ ディーゼルエンジン始動用高圧空気圧縮機

1. 製造者：株式会社 松原鉄工所
2. 承認番号：FC 8101
3. 承認年月日：昭和56年11月6日
4. 適用規則：昭和56年版鋼船規則
5. 品名：ディーゼルエンジン始動用高圧空気圧縮機
6. 型式：MG-80、堅型2段圧縮空冷式
7. 主要目：次表のとおり。

所要馬力 (ps)	回転数 (rpm)	容量 (m ³ /h)	圧力 (kg/cm ²)	行程 (mm)	シリンダ径 H.P.& L.P. (mm)
5.0	1,000	13.5	30	60	88 & 80
6.5	1,200	16.2			

舟艇の構造・材料の変遷

竹 鼻 三 雄

工博・東京大学船舶工学科

1. はしがき

第2次大戦後の中速・高速艇の構造材料の変遷をたどってみることにしたい。また昭和20～30年代の木造船に関する調査・研究を系統的に概説したものを付録とした。

材料とその工作法は舟艇の形状（船型と水上の形状を含む）および構造に大きな影響を与える。とくに舟艇においては波浪中の高速航行に適するように開発された船型の実現と、波浪衝撃に耐える構造強度を持ち、しかも艇体重量をできるだけ軽くしようとする身を削るような努力によって、新材料の採用を含む構造・工作法が進歩発展してきた。本文では、木材、アルミ合金、FRP（ガラス繊維強化プラスチック）の3種の材料について、サンプルとして選んだ14隻の中央断面図によって変遷のあとをたどってみることにしよう。

2. サンプル艇一覧および各艇の中央断面

表1にサンプル艇の一覧を、表2に関係の年表を、図1～9及び図11～15に各艇の中央断面を示す。

3. 木構造

現在の木造掃海艇に用いられる主要な木材の強度を表3に示す。主要な構造にはますます輸入材が多用されるようになって来た。

在来型のボート構造はSteam bend frameまたはsawn frame などという細いフレームに薄い外板を平張、目板張り、クリンカー張などで張り付けるものであったが、大型艇は集成材をキール、肋骨とし、外板を二重矢羽根張りとしたものに移り、小型艇は合板と接着剤を使用するものに代った。

しかし現在は、掃海艇を除いては、アルミ合金製、高張力鋼製（ともに大型艇）、またはFRP製（小型から遂次大型へ）となりつつある。掃海艇も欧州

諸国ではFRP化されつつあり、わが国でもFRP化への研究開発が進行中である。（表2参照）

図1～4はいずれも軽構造木船で、図1は戦後最初に開発された軽構造木船で、角型チェーンを有する。図2は占領軍の指示により設計された丸型の巡視艇である。図3は戦後最初の魚雷艇で典型的なオメガブレンで同型が、軽木構造2隻、アルミ合金2隻、鋼製2隻がある。図4は中型掃海艇で日本で戦後最初に作られたものである。

4. アルミ合金構造

現在用いられている船舶用アルミ合金の機械的性質を表3に示す。巡視艇は軽木構造からオールアルミへの段階でアルミフレームに二重張木外板を張ったアル骨木皮艇が出現した（図5）、今はオールアルミまたは鋼製となっている。図6の“あらかぜ”は日本で最初に建造されたオールアルミ高速艇で20数年の船齢を保ち最近退役して永久保存されることになった記念すべき船である。

図7は最初のディープVタイプの船であり、図8は現役の最新の魚雷艇である。肋骨付外板ストリップ、チェーン材、ガンネル材などすべて押し出し型材を使用し、溶接による強度低下および船体変形を極力押えることができた。図9は現在最大のアルミ製高速旅客船である。

5. FRP構造

FRP船の主体をなすFRP積層板は、成型形の中で手積み積層により船体形状と同時に製造するものであるため、品質の技術に対する依存度が高く、鋼、アルミ合金のような工場製品規格が定められず、また木材のように外観検査によって等級がきめにくい。

図10にはガラス含有率と強度諸値の関係を示した

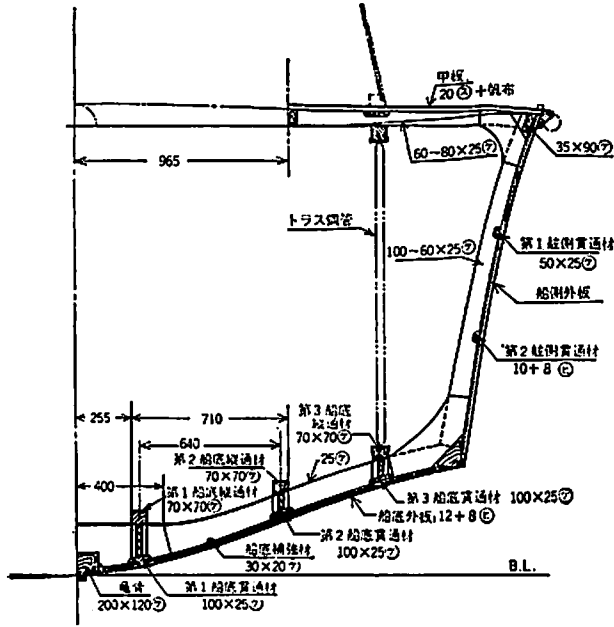


図1 はつかぜ (そよかぜ)

中央切斷 (外板二重張)
 ストレンゲージ張付位置圖 (船) F.30~F.31 間の船を立前とする

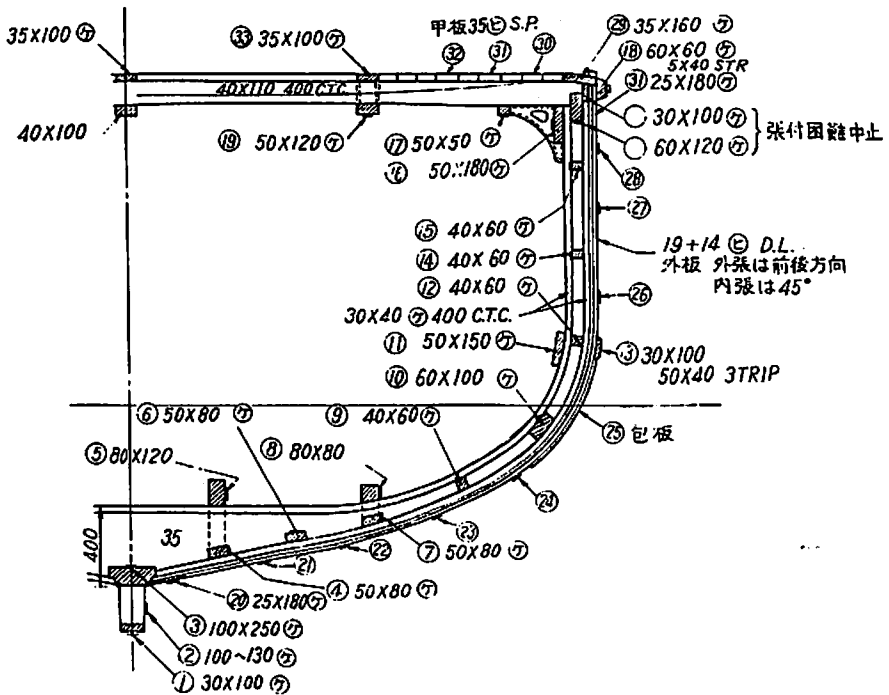


図2 はつなみ

図3 魚雷艇1号

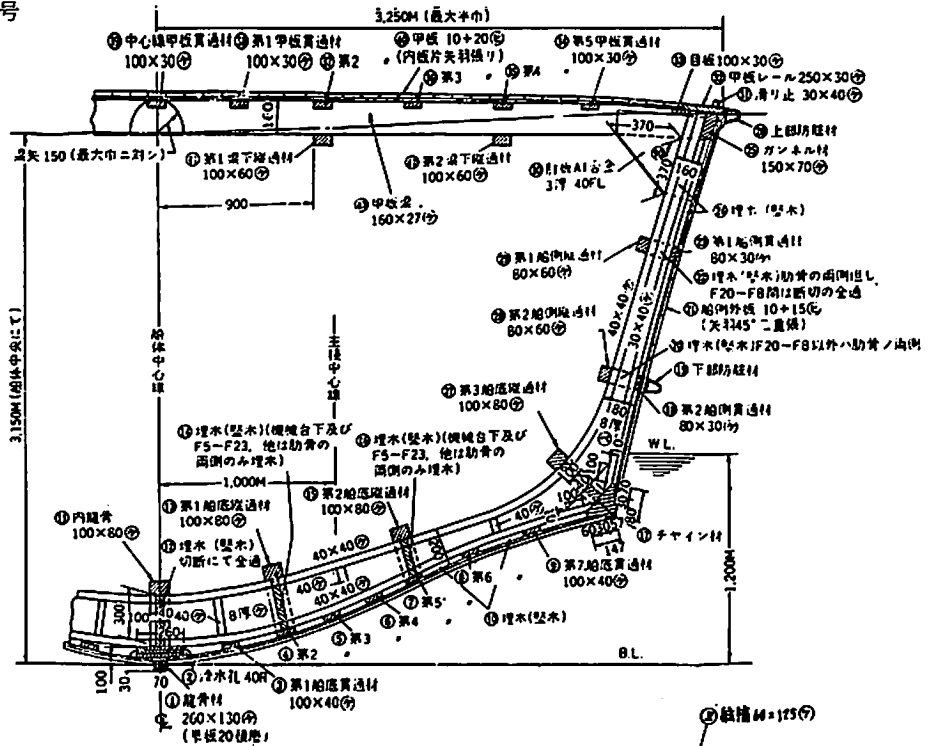
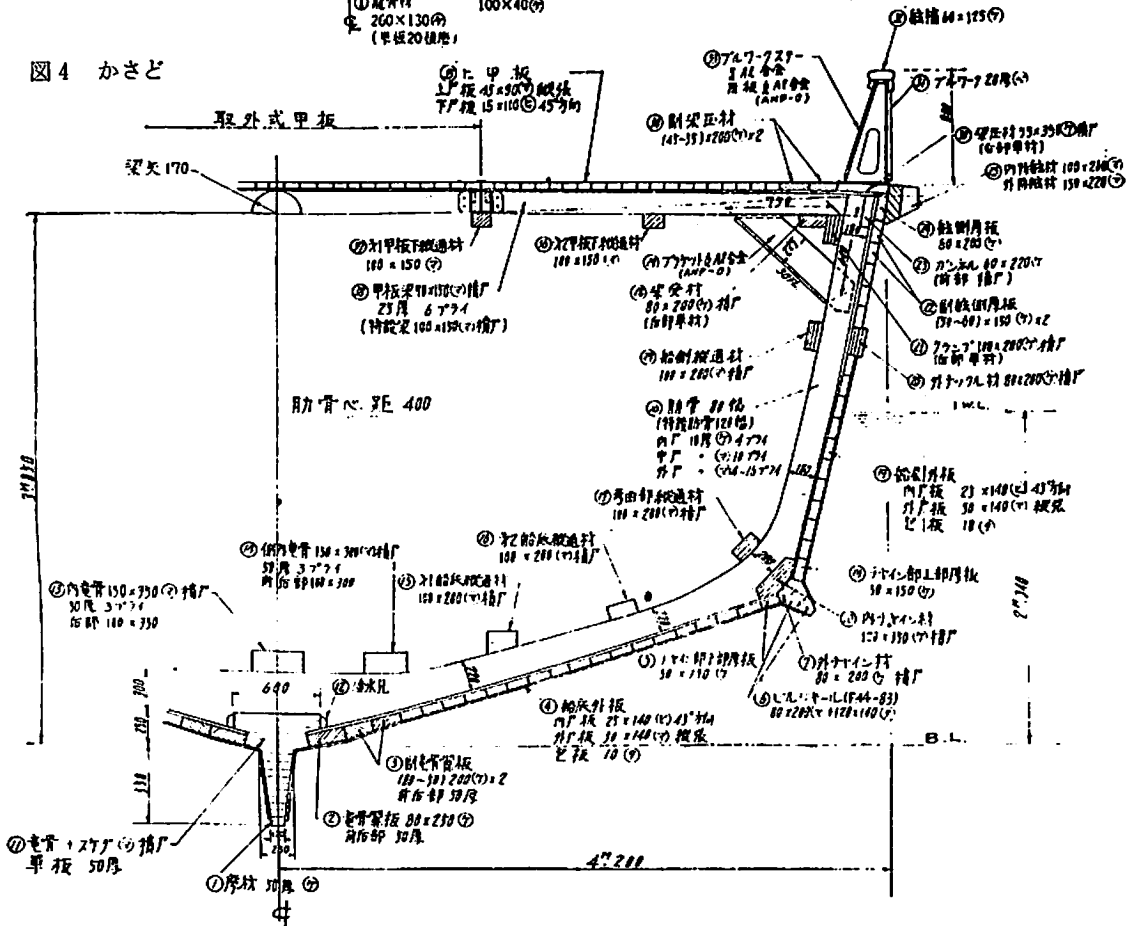


図4 かさど



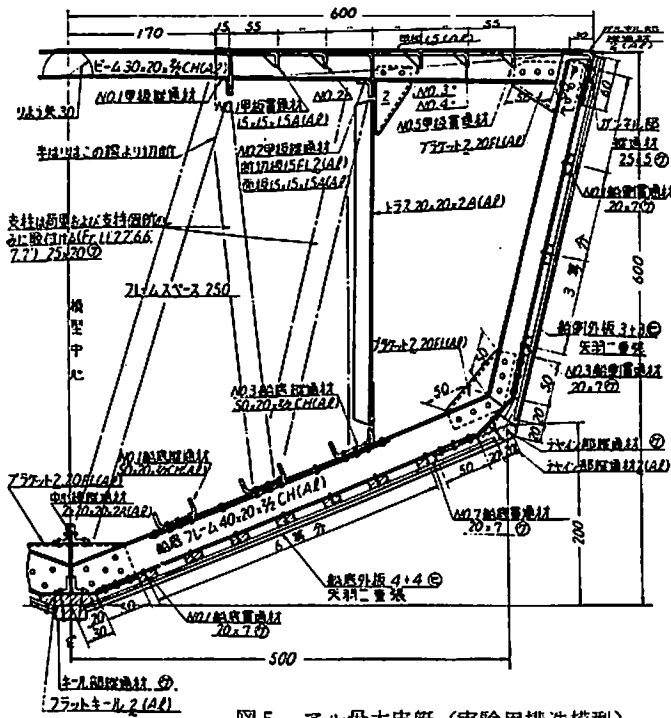


図5 アル骨木皮艇 (実験用構造模型)

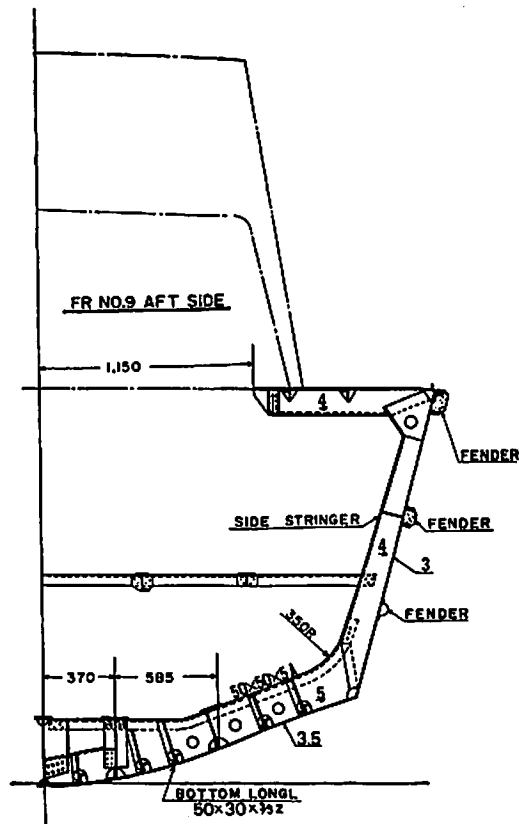


図6 あらかせ

表1 サンプル艇一覧

No	材料	船種	船名	船型	構造	全長×幅×深×(吃水) m m m m	主機馬力 PS	速力 kt	備考
1	木	15m型巡視艇	はつかぜ	オメガブレン V	矢羽二重張	16.96 × 4.50 × (0.603)	165 × 2	15.8 11.9	戦後最初の軽構造木船 そよかぜ型11隻
2		23m型巡視艇	はつなみ	丸	片矢羽二重張 14隻 1枚張 10隻	23.0 × 4.60 × 2.40	350 × 2	13.9 12.9	占領軍の助官により丸型
3		魚雷艇 (PT)	1号	オメガブレン	両矢羽	25.9 × 6.5 × 3.2	4000	30	同型木製 2隻 "アルミ製 2" "鋼製 2"
4		中型掃海艇 (MSC)	かさど	V	片矢羽	46.0 × 8.4 × 3.9	600 × 2	14	同型 22隻
5	アルミ合金	23m型巡視艇	まつゆき	角	アル骨木皮 矢羽 45°二重張	21.0 × 5.10 × 2.60	1100 × 2	25.0 21.7	同型 7隻
6	耐食アルミ合金	15m型巡視艇	あらかぜ	オメガブレン	縦構造	15.0 × 4.20 × 2.00	220 × 2	19.5 16.9	最初のアルミ合金V型艇
7		特務艇 (高速救命艇)	ASH 06	ディーブV オメガ	"	25.0 × 6.2 × 3.3	2800 (3軸)	30	最初のディーブV型
8		魚雷艇 (PT)	13号	"	"	32.0 × 9.2 × (1.2)	11000 (3軸, CODAG)	40	同型 5隻
9		高速旅客船	シーホーク2	"	"	48.3 × 8.2 × 3.9	2200 × 2	26.5	最大の高速旅客船
10	FRP	試作艇 巡視艇	MK-II はまゆう	"	縦, サンドイッチ	12.0 × 3.4 × 1.6	280	18.25 15.06	日米協試海上保安庁に寄贈
11		哨戒艇 (PB)	19~27号	"	縦, 単板	17.0 × 4.3 × 2.2	380 × 2	20	唯一のFRP製自衛艦 同型 9隻
12		漁業取締船	若越	ディーブV	"	23.15 × 4.8 × 2.4	540 × 3	25.64	3機3軸 FRP船の最初
13		英国掃海艇	HMS WILTON	丸	横, 単板	46.6 × 8.5 × 6.1	1500 × 2	16	試作実験艇
14	G/C FRP	ランナバウト	TORAYCA -26	ディーブV	縦, 単板	7.95 × 1.9 × 0.95	235	53	最初のハイブリッド艇

注：速力は上段が試運転最大または4/4、下段は常用または航海(3/4)を示す。

が、バラツキが多く（主としてガラス繊維強化材の配合および気泡の存在による）、各基準においては最低値のみを規定し、構造設計時に予め行なった材料試験値に修正して、部材寸法が求められるようになっている。

FRPはもともと小艇の多数生産に木材より適した材料として、まずこの方向から広がったが、FRPの軽量、高強度、耐食性などの性能が優れているため、同型の建造隻数の少ない大形の実用艇にもいろいろな工法によって応用面を拡げていった。

しかし前述の材料特性のバラツキを少なくして、信頼性を向上するためには、品質管理に余程の工夫が必要である。

図11の“はまゆう”は塩ビ発泡材をFRPで補強

したストリップを、籠形の型（内層FRP積層時に取り外す）の外側に斜め張りして心材とし、その外、内層にFRPを積層するサンドイッチ構造であり、(財)日本モーターボート協会の実験用試作艇であったが、完成後、海上保安庁に寄贈されて巡視艇となり、15年の任務を果たして解役となった。

図12は哨戒艇として初めて海上自衛隊に採用されたもので、単板構造である。図13は現在最高速の漁業取締船で、3機3軸方式である。図14は英国の試作掃海艇で、ロービングクロスのみ単板構造で、装備品取付の関係で木船時代と同じ横肋骨構造で、肋骨のフランジと外板は機雷の不慮の爆発に対し剥離しないように非磁性のボルトで止められている。

ガラス繊維を強化材として使用する在来FRP船

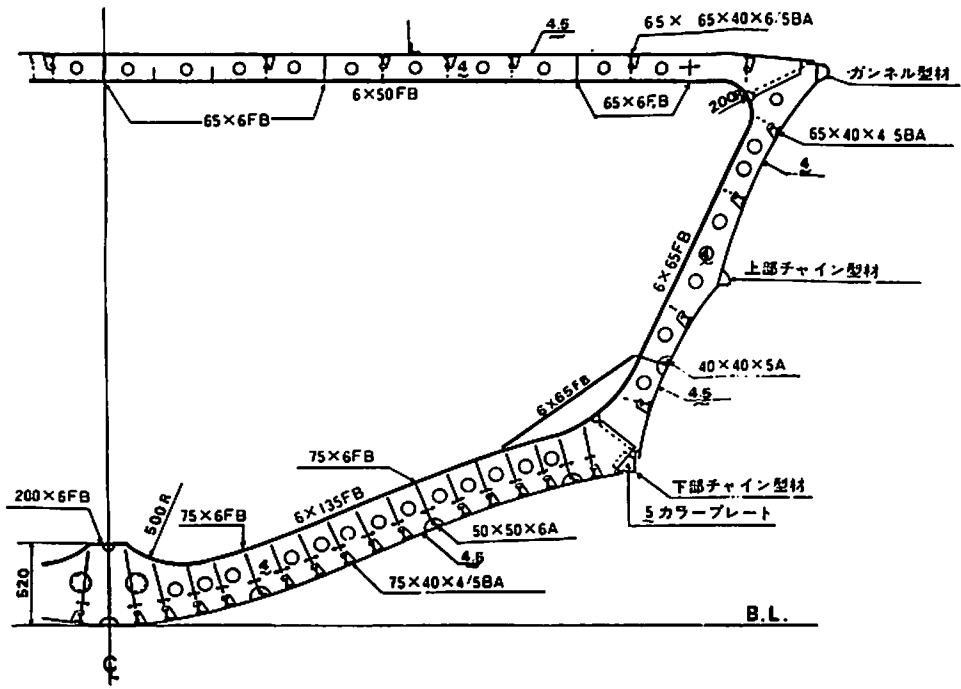


図 7 ASH 06

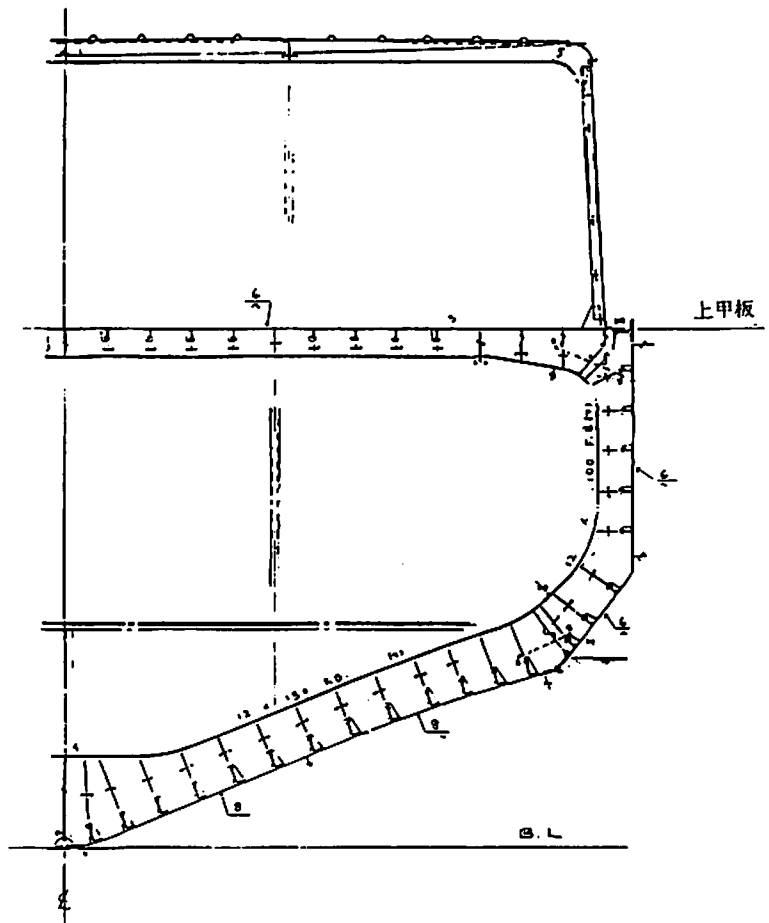
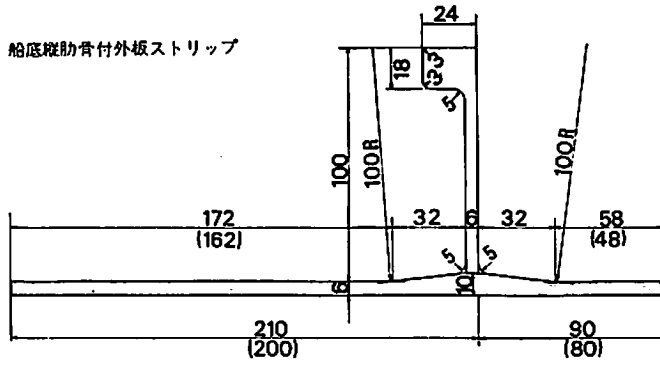
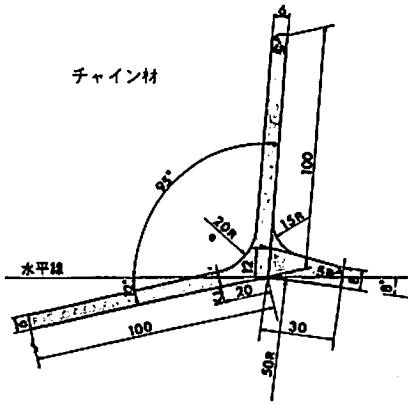


図 9 シーホーク 2

船底縦肋骨付外板ストリップ



チェーン材



ガンネル材

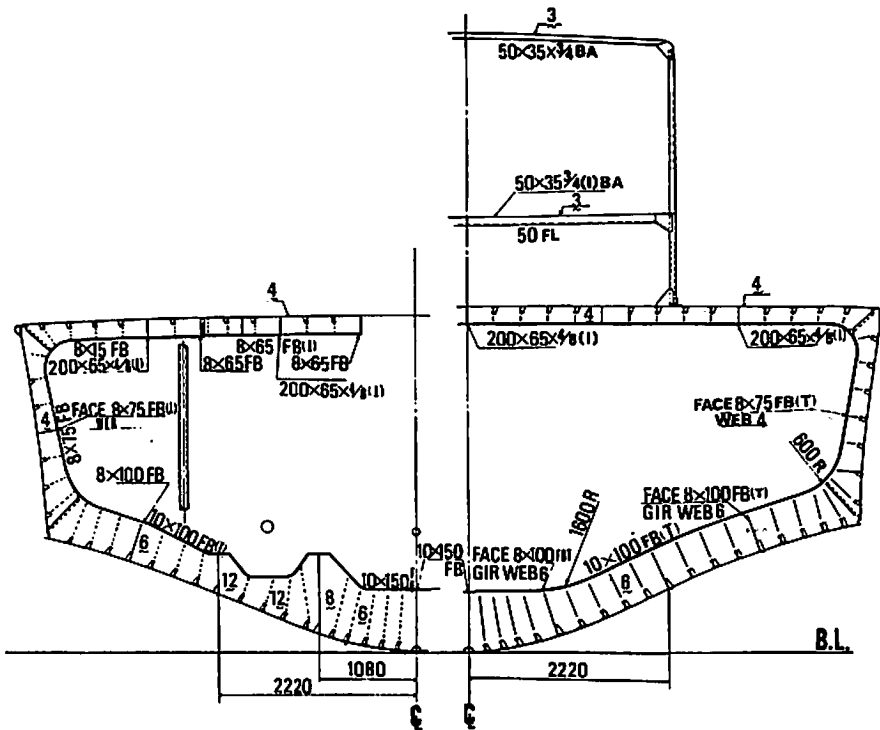
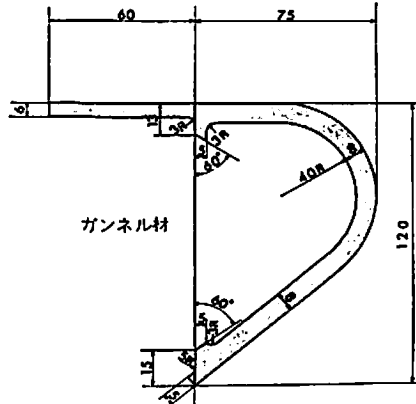


図 8 魚雷艇13号

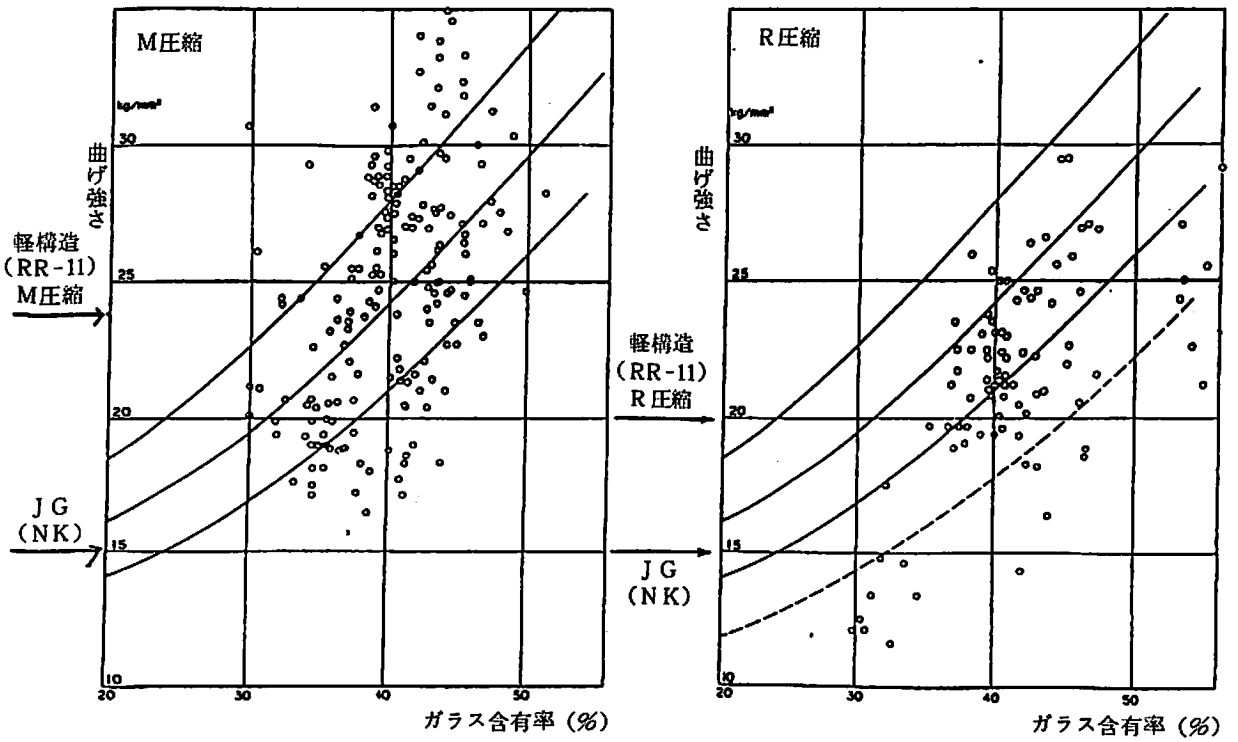
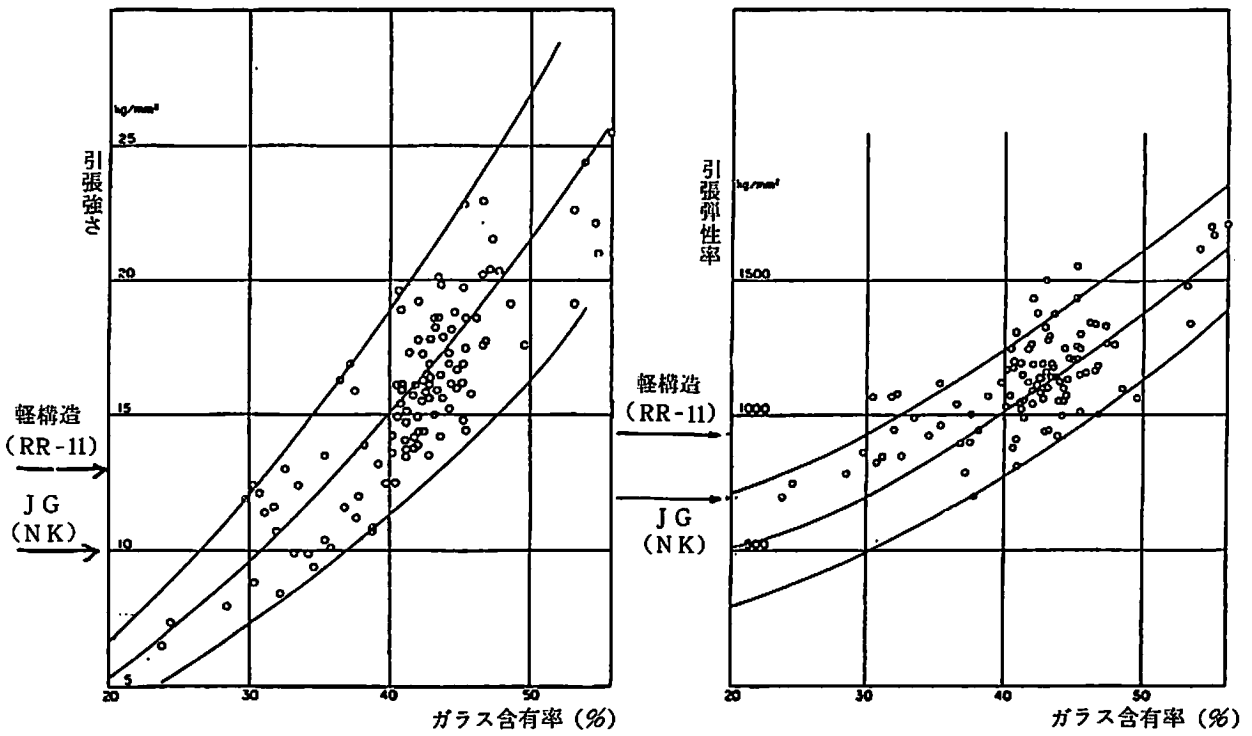


図10 船舶用FRPの強度諸値

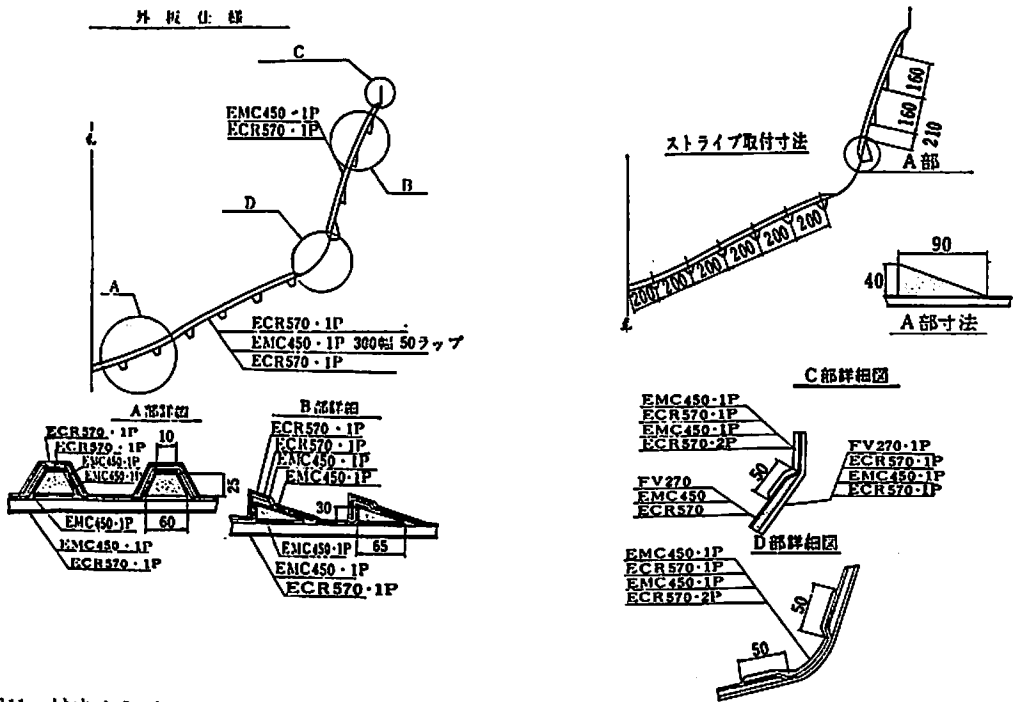


図11 はまゆう (MK-II)

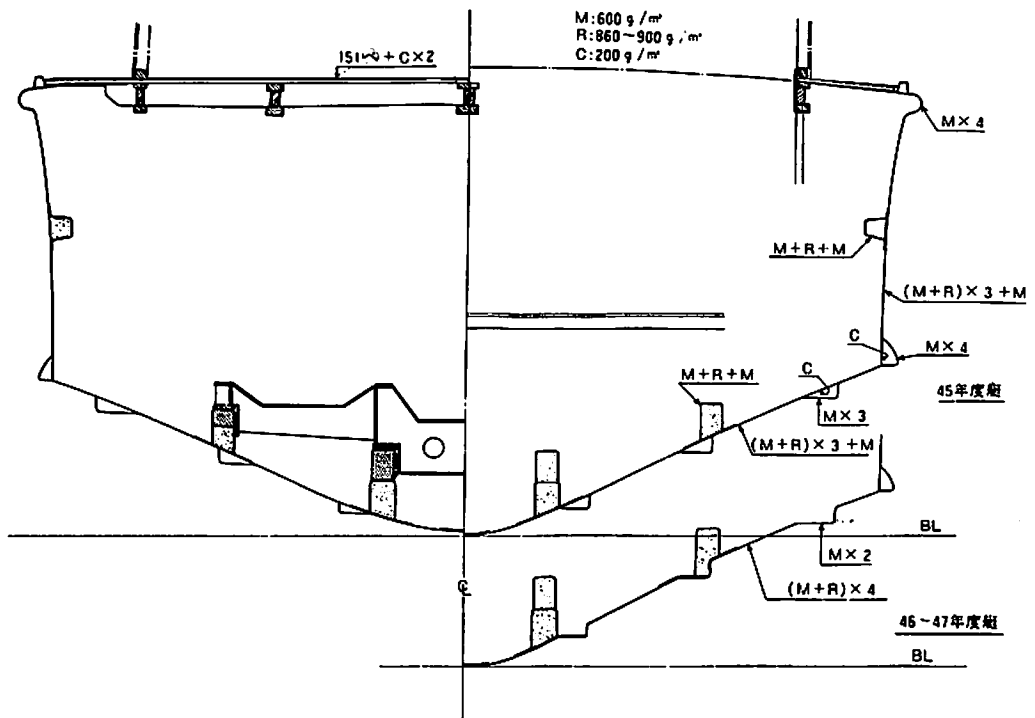
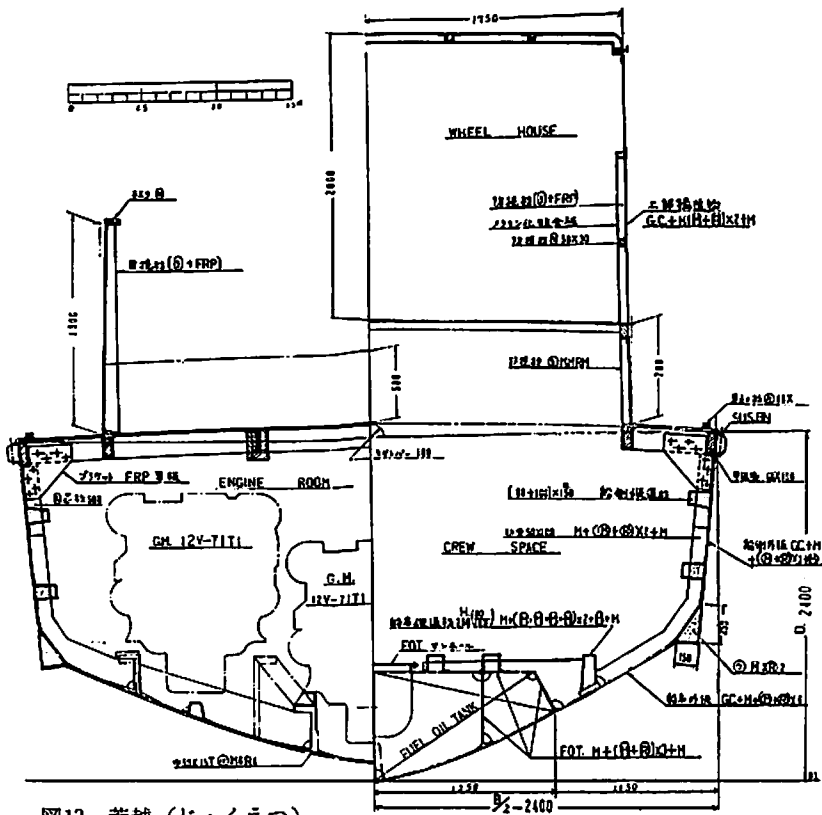


図12 哨戒艇



- 記号
- M: M450 チョップドストランドマット 450 g/m²
 - Ⓜ: M600 チョップドストランドマット 600 g/m²
 - Ⓡ: R810 ロービングクロス 810 g/m²
 - Ⓢ: ラワン
 - Ⓣ: ウレタンフォーム
 - Ⓤ: パルサコア
 - Ⓦ: 杉材

図13 若越 (じゃくえつ)

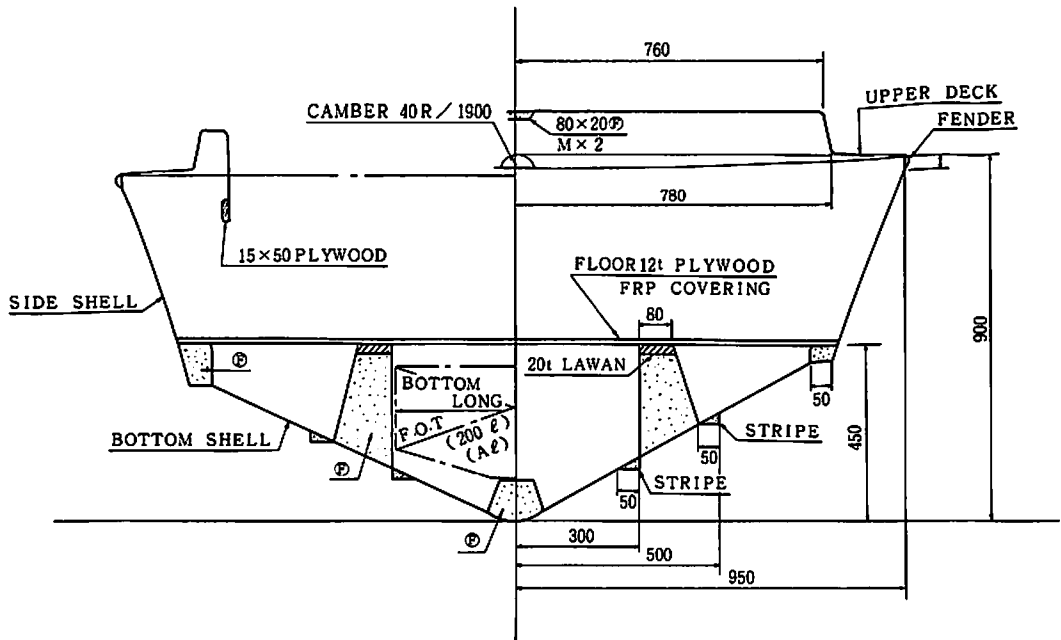


図15 TORAYCA-26

14 HMS WILTON

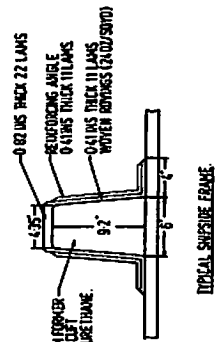
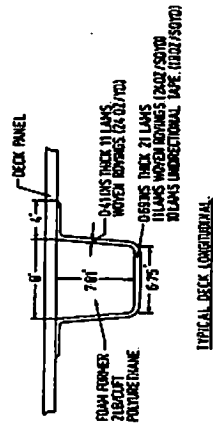
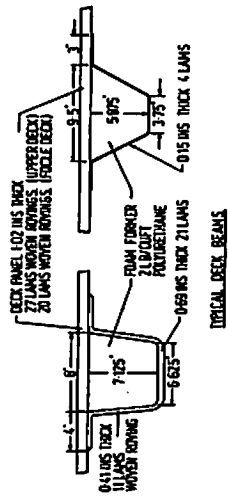
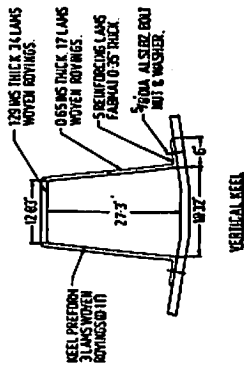
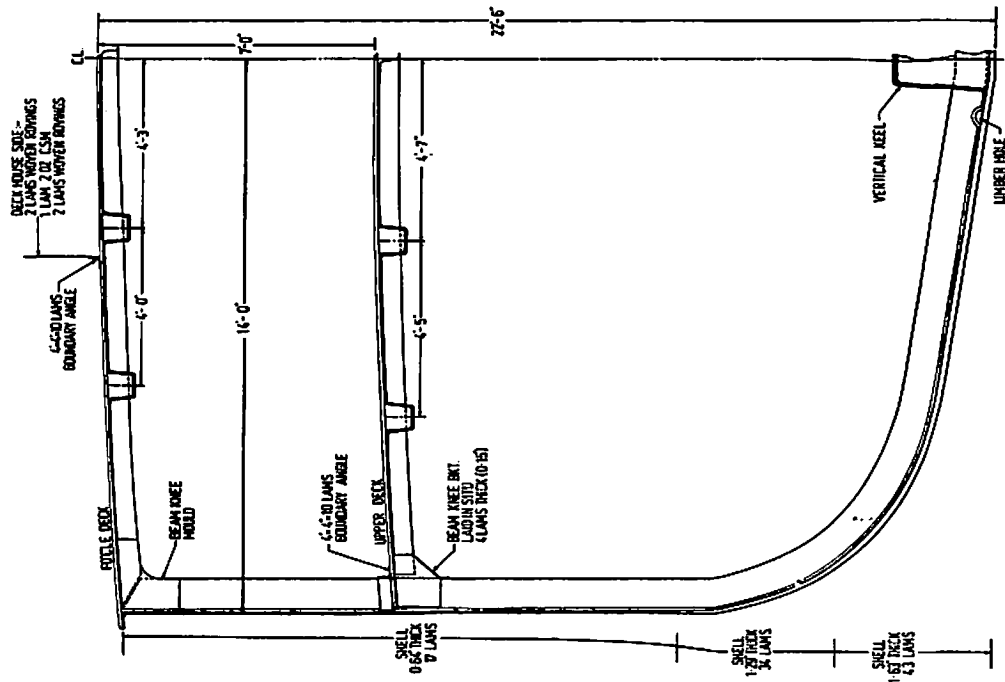


表3 耐食アルミニウム合金の機械的性質
アルミニウム合金板の機械的性質 (JIS H 4000より)

材種	質別	板厚 (mm)	引張試験 ¹⁾			曲げ試験	
			引張強さ (kg/mm ²)	耐力 (kg/mm ²)	伸び (%)	厚さ t (mm)	内側半径
A5052P	0 H22 ²⁾ , H32	2.9 ~ 6.5	18~22	6.5	20	2.9 ~ 6	1 t
		6.5 ~ 75	"	"	18		
	H24 ²⁾ , H34	2.9 ~ 6.5	22~27	16	9	"	1.5 t
		6.5 ~ 12	"	"	11		
		2.9 ~ 6.5	24~29	18	7		
	H 112	6.5 ~ 12	"	"	10	"	2 t
		4 ~ 6.5	20	11	9		
6.5 ~ 13		"	"	7			
		13 ~ 50	18	6.5	12	-	-
A5083P	0 H22 ²⁾ , H 32	0.8 ~ 40	28~36	13~20	16	0.5 ~ 12	2 t
		2.9 ~ 12	31~39	22~30	12		
	H 112	4 ~ 6.5	29	13	11	2.9 ~ 6.5	4 t
		6.5 ~ 40	28	13	12		
A5086P	0 H22 ²⁾ , H32	1.3 ~ 6.5	25~31	10	18	2.9 ~ 12	2.5 t
		6.5 ~ 50	"	"	16		
	H24 ²⁾ , H34	1.3 ~ 6.5	28~33	20	8	2.9 ~ 12	3 t
		6.5 ~ 12	"	"	12		
		1.3 ~ 6.5	31~36	24	6		
	H 112	6.5 ~ 12	"	"	10	2.9 ~ 6	4 t
		4 ~ 6.5	26	13	7		
6.5 ~ 13		25	"	8			
13 ~ 25		25	11	10			

注 1) 範囲を示していない数値は最低値。
2) 質別H22, H24については、引張強さの上限及び耐力は適用しない。

アルミニウム合金押出型材の機械的性質 (JIS H4100より)

材質	質別	引張試験 ¹⁾				
		試験箇所 の厚さ (mm)	断面積 (mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	耐力 (kg/mm ²)	伸び (%)
A 5052 S	0	-	-	25以下	6.5	20
	H 112	-	-	18	6.5	-
A 5083 S	0	38以下	200以下	28~36	12	14
	H 112	38~130	"	"	11	"
		130以下	"	28	11	12
A 5454 S	0	130以下	200以下	22~29	8.5	14
	H 112	"	"	22	8.5	12

注 1) 範囲を示していない最低値

の剛性を向上して、過剰強度を排し、軽量化を達成し、より高速を得るためには、カーボン繊維を混入したG/C FRP (ハイブリッド構成) が有望である。

表5には、ガラスロービングクロスに代りに、カーボンクロスを入れたハイブリッド積層板の強度値を示す。G/C FRP (3')の構成で、剛性、強度を落さずに約20~30%の艇体重量の軽減が達成できる見

込である。図15は舟艇協会が東レからの委託を受けて試作した26フィートのランナバウトである。

6. むすび

中・高速艇に採用可能な材料・構造のパラエティが大きく、筆者は全部に精通していないことは残念である。しかし、ここに触れていない高張力鋼 (ハイテン) を含めて、材質の特長を生かして適材適所

表4 主要木材強度表

樹種	比重		曲げ強さ kg/cm ²	引張強さ kg/cm ²	圧縮強さ kg/cm ²	曲げ弾性係数 kg/cm ²	せん断強さ kg/cm ²
	気乾状態	全乾状態					
けやき	0.69	0.64	1.000	1.300	500	12.0 × 10 ⁴	130
たもも	0.55	0.52	950	1.200	440	9.5 × 10 ⁴	110
しおじら	0.53	0.49	900	1.200	440	9.5 × 10 ⁴	110
なかつ	0.68	0.64	1.000	1.200	450	10.0 × 10 ⁴	110
あかまつ	0.52	0.48	900	1.400	450	11.5 × 10 ⁴	95
くろまつ	0.54	0.51	850	1.400	450	10.5 × 10 ⁴	90
すぎ	0.38	0.35	650	900	350	7.5 × 10 ⁴	60
ひのき	0.44	0.40	750	1.200	400	9.5 × 10 ⁴	75
*ベイツ	0.55	—	763	—	417	12.8 × 10 ⁴	72
*ベイツ	0.49	—	790	—	360	11.2 × 10 ⁴	87
*アカラワン	0.58	—	905	—	478	11.1 × 10 ⁴	84
*アピトン	0.73	—	1.191	—	534	12.9 × 10 ⁴	136
*タンギール	0.56	—	798	—	379	12.0 × 10 ⁴	83

備考 (1) 国内産材は林業試験所，木材工業ハンドブックによる。
 (2) *印は林業試験所データによる。
 (3) †印はアメリカ林産試験所データによる。

表5 GFRP及びG/CFRPの強度値(舟協，CFRP委)

構成	曲げ強さ kg/mm ²	曲げ弾性率 kg/mm ²	W _{CF} %	W _{GF} %	W _F %
GFRP	24.2	1080			43.6
G/CFRP (1)	26.1	1117	4.7	31.0	35.7
G/CFRP (2)	26.9	1155	6.1	30.3	36.4
G/CFRP (3)	19.9	1017	9.4	24.7	34.1
G/CFRP (3')	29.2	1300	10.5	27.5	38.0

注：3点曲げ，試験片数5ケの平均，(3')は10ケの平均
 試験片寸法 100mm × 100mm，(3')のみ巾20mm
 基材構成：GFRP：(M450 + R570) × 2 + M450
 G/CFRP(1)：M300 + CF + M600 + CF + M300
 CF：#6151B (90g/m²)
 G/CFRP(2)：M300 + CF + M600 + CF + M300
 CF：#6142 (120g/m²)
 G/CFRP(3),(3')：M300 + CF + M450 + CF + M300
 CF：#6343 (200g/m²)

という言葉を実に当てはめ、舟艇の設計に自由度を持たせることは、舟艇設計者の楽しみこれに過ぎるものはないであろう。

終りに図面を引用させていただいた文献名を挙げ感謝の意を表する。

参考文献

図1：ポートエンジニアリング1(46.12) P16
 図2：軽構造木船建造基準案と解説(38.7) P114
 図3：戸田孝昭著：材料と構造(48.12) P206
 図4：軽構造木船建造基準案と解説(38.7) P181
 図5：日立造船技報20.1(34.2) P32

図6：ポートエンジニアリング1(46.12) P23
 図7：ポートエンジニアリング1(46.12) P125
 図8：丹羽誠一著：モーターボートの設計(48.3) P130
 図9：船舶53.587(55.8) ... P38
 図10：小船工：FRP船技術指導書設計編(2)(54.10)
 図11：強化プラスチック12.2(41.3) P87
 図12：ポートエンジニアリング9(49.2) P5
 図13：漁船228(55.8) P44
 図14：RINA:GRP船シンポジウム報文集(1972.10) P14
 図15：舟協:CFRP委員会資料(56.6)

表 6 昭和20～30年代の木船構造関係研究委員会一覧

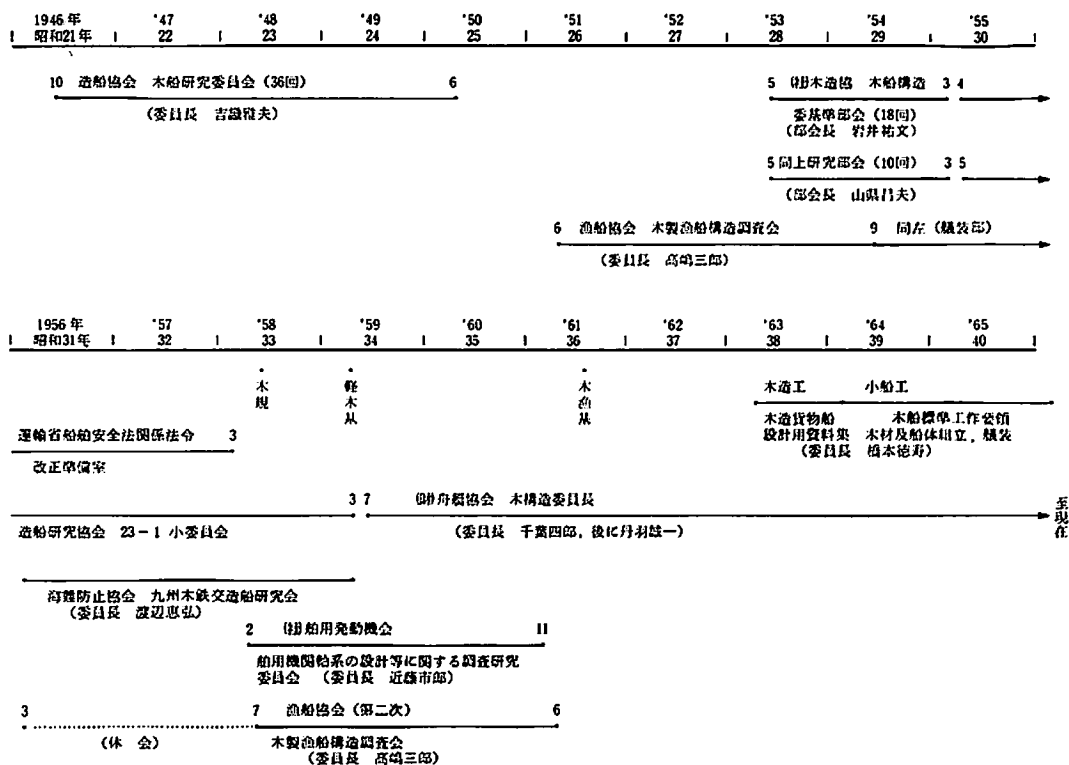


表 7 実験船の要目および実験の種類

船 名	総トン数	L × B × D (m)	用 途	たわみ実験の種類
ちどり	3.67	9.00 × 2.00 × 0.90	漁船研究室 試験室	静水中に停泊しているとき 静水中で積荷したとき 上架状態で荷重を加えたとき 波浪中を航行したとき (2次)
はやぶさ丸 (旧第5福竜丸)	140.86	28.56 × 5.91 × 3.00	東京水産大学 練習船	静水中に停泊しているとき 静水中で積荷したとき 上架状態で荷重を加えたとき 波浪中を航行したとき (1～3次)
鵬丸	69.42	22.51 × 4.86 × 2.32	隠岐水高 練習船	静水中に停泊しているとき 波浪中を航行したとき
わかたか丸	83.84	23.03 × 5.31 × 2.41	東北海区水研 調査船	波浪中を航行しているとき 経年変化の測定
亀久丸	133.38	25.03 × 6.73 × 2.89	木材運搬船	静水中に停泊しているとき 静水中で積荷したとき
朝日丸	80.81	21.19 × 5.78 × 2.28	〃	〃

付・昭和20～30年代の木船構造に関する研究概観

(1)はしがき

終戦直後から約20年間に行なわれた木船構造に関する研究については昭和造船史（戦後編）に記録されておらず、今や全く忘れ去られようとしているので、この機会に筆者の記憶に止まっている範囲内を、年代順に述べて付録とし、大方のご参考に供したい。記録がすでに散逸しているので、筆者の記憶洩れが多くあると思われるので、よろしくご叱正を賜りたい。

第二次大戦中の物資の輸送用として、鋼船の不足を補うため、木造貨物船の戦時標準化（250トン、150トン、100トン型）が進められ、多数の木船が建造された。この戦時標準木造貨物船の設計のための構造の研究が、一つは船舶試験所において、また一方、東大第二工学部の原田正道氏により行なわれた。

前者は代用木材の材質、肋骨部曲り材、継手、釘などについて行なわれ¹⁾、後者は木船の特異な外板構造の縦強度に及ぼす影響を「片持梯子梁（はしごばり）理論」により解明した。²⁾³⁾⁴⁾

終戦後の日本の造船界は潰滅状態で、造船施設は全部賠償指定となり、わずかに漁船の修理・建造のみが許された。造船協会（現日本造船学会）は造船学術研究の中心として戦時中その責務を果たしたが、戦争の苛烈化に伴って、会報（現論文集）、雑纂（現会誌）の休刊、講演会の中止の止むなきに至って終戦を迎えた。

昭和21年のなかば過ぎに至り、今までに貯えられてきた造船関係技術をさらに発展させ、新生日本の復興に貢献すべきであるとの観点から、研究の運営・推進の母体としての研究委員会が設置されることとなり、まず電気溶接、木船、鋼船工作法、漁船の4研究委員会が開かれた。木船研究委員会は、前述の船舶試験所と原田氏および関東地区の木造船所を中心として結成された。

九州地区においては九州大学工学部と九州海運局を中心として、戦時中から木造船の構造研究の母体があり、これが終戦後も継続され、木鉄交造船の研究にまで及んだ。

大阪地区においては、日立造船が木造掃海艇のメーカーであるところから昭和30年代に木製軽構造の研究が、大阪大学工学部、大阪府立大学工学部等の指導を受けて始められたが、後に造船所が神奈川県にあるところから、東京の舟艇協会木構造委員会に加わり、同じく掃海艇メーカーである日本鋼管鶴見

造船所と共同し、防衛庁海幕及び技本の指導を受けて、木造掃海艇関連の研究に加わった。

水産庁漁船研究室は小型木船の強度の研究を船舶用発動機会の研究と協力する形で行なった。

もう一つの木船構造研究の流れは、木船構造規則の制定、及び軽構造木船建造基準案の作成作業である。これら規則作成のため、主として東京を中心として多くの研究が行なわれた。

本稿では、以上の研究をグループ別に紹介しようと思うが、筆者の知っている範囲に止まるので、精粗は免れないことをご了承願いたい。

(2)造船協会木船研究委員会

前述のような事情で造船協会内に木船研究委員会が設置せられ、東京大学第一工学部の吉識雅夫教授を委員長とし、昭和21年10月24日に第1回会合を開かれた。委員には、山県昌夫、上村光三郎、原田正道、市川慎平、金子富雄、小山捷、吉田隆、大場龍男、武原虎雄、渡辺英一、芥川輝孝、高木淳の名前が見られた。

筆者は、大学卒業直後で適当な就職口も無いまま大学院に籍を置き、吉識先生のご指導を仰ごうと思っていたところであり、委員長候補者として会議に出席するよう命じられた。これが筆者の一生をきめた重大な方向付けとなったことは、当時知る由もなかった。この委員会は24年6月まで続けられ、計36回の会合を開いた。

審議の主な内容は、原田正道委員が戦時中に考案された「片持梯子梁理論」²⁾³⁾⁴⁾という木船の縦強度理論の発展とその木船構造接手への応用であった。すなわち、木船外板縦縁補強に関する実験的研究⁵⁾

（筆者考案のシーム補強具を有する木造重ね梁の実験）木船の横強度計算⁵⁾、木船の二材合せ肋骨の強度実験⁵⁾⁶⁾、釘穴の面圧に関する実験⁵⁾⁷⁾、実船の進水時における船体挽みの実測（銚子および勝浦の木造船所において）などであった。

また原田正道氏のご指導による木船関係の論文数編⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾と、船舶試験所における木船関係の論文¹¹⁾¹²⁾が、この時期に発表されている。

筆者はこの研究委員会が終了した後も、引続き委員の方々のご指導を受けて木船関係の研究を続け、木材接手の振動¹³⁾、木材強度性能の異方性の解明¹⁴⁾など一連の研究を行なうことができた。

筆者の研究の一つの目玉であったシーム補強木栓

または鋼板のアイディアは、木船のたわみを減少させる目的のものであったが、実用化されないままに一つは軽構造木船となり、他はFRP船となり、外板のシームの存在による船体たわみの問題は解消した。

(3)木船関係構造規則制定に関する研究

木船の船体構造の標準を示す木船検査規程は、主として1000総トンまでの木造帆船を対象として明治43年(1910年)に制定されたが、船舶安全法が昭和8年3月公布されるにおよび、新しい木船構造規程が500総トン程度以下の木造汽船を対象として昭和9年2月に制定され、木材の等級の明示、縦強度材の分布の適正化、横強力部材の強化、固着の強化などについて、第一次大戦中に建造された大小幾多の木船の建造実績が取り入れられている。

第2次大戦終戦後の新しい情勢に対処するため昭和28年5月(株)木造船協議会内に木船構造委員会基準部会が設置され、木船構造規程の改正に資するための調査・研究を行なうこととなった。この間の検討事項は多岐にわたり、強力計算の基準、木船用木材、縦強度、部材強度、固着釘および接手、構造係数(接手の存在による有効断面積の減少を補う係数)、中央横断面の設計などを行なった。

その結果は報告書¹⁵⁾およびその要約論文¹⁶⁾に述べられている。この研究成果は木造協の解散後、運輸省内に設けられた船舶安全法関係法令改正準備室(室長 水品政雄氏)に引継がれ、新しい木船構造規則が昭和33年5月に公布された。

また、同じく木造協内に木船構造委員会研究部会が設置され、軽構造木船の構造基準の設定、接着構造の研究、競走艇の船型試験を研究課題として採上げ、約2年間にわたり調査、研究が行われた。¹⁷⁾

軽構造木船構造基準を立案しようとした目的は、現行の木船構造規程は主として機帆船、漁船等の排水量型船舶を対象として制定されているので、警備艇、遊覧船、作業艇、モーターボート等は高速となり、軽量化の必要が生じたものについての検査の基準としては適当でないので、これらの構造基準を明確化して、併せてその安全性を確保しようとするものである。

軽構造木船の定義は「良質の木材または強度上の欠陥を極力排除した集成材を使用し、高度な設計及び工作法によって建造される両矢羽根又は片矢羽根張りの外板を有する木船であって、フレーム又はビームとキール、チェーン、ガンネル及び縦通材との

固着並びに外板又は甲板の内外層の固着に接着剤を使用しないもの」となっている。

この基準案の対象とする船舶は長さ10m以上35m未満、 V/\sqrt{L} は5.5未満としている。木造協の解散後は本事業は(株)日本造船研究協会第23研究部会第1小委員会にバトンタッチされ、昭和30年5月から約4年間の研究ののち、軽構造木船建造基準案が昭和34年3月成案し、運輸省の検査心得(2-2木船構造規則付録-3 軽構造木船)に取り入れられた。この間に23-1部会では、関連する研究として、以下の研究を行なった。

- (1)木材のスカーフ継手と重ね継手の強度(竹鼻三雄)
- (2)軽構造木船航走時強度試験(21m巡視艇“うらなみ”による)(竹鼻三雄)
- (3)軽構造木船上架時強度試験(14フィートから25mまで6隻について)(小山捷)。この実船試験で船体2点支持中央ジャッキアップの曲げモーメント負荷法が考案実施され、後にFRP船に縦曲げ試験による検査の方法が導入されるもとなつたのは意義深いことである。このFRP船の縦曲げ試験による検査という他材料船、外国に見られない方法は今まで実績のないFRP船の構造についての安心感を産んだが、FRP船の建造実績が積まれ、FRP船構造規則が整備されるにつれやがて必要がなくなるであろう。
- (4)木材の継手(菱田一郎)
- (5)木ネジ引抜き実験(千葉四郎)
- (6)ダンフォースアンカーと有錐錨との把駐力比較試験(馬込正敏)
- (7)高速艇の衝撃による曲げモーメント等について(菱田一郎)
- (8)アルミ合金高速艇の設計(丹羽誠一)
- (9)その他、軽構造木船要目調査、木材の機械的性質の調査、引用規格の調査など。

(財)舟艇協会は前記の造研23部会第1小委員会の解散後、そのほとんど全部の委員を吸収して技術委員会の分科会としての構造委員会を昭和34年7月に発足させ、さし当って「掃海艇の構造の簡易化並に材料入手に関する改善」を研究課題として取り上げることとした。同委員会は翌年から木構造委員会と改称し、この委員会は現在まで継続してほぼ毎月1回の割で会議を開いている。

木構造委員会においては、「軽構造木船基準案の問題点とその対策」を、4年間の建造および検査の実績にもとづき検討し、昭和38年3月に刊行した¹⁸⁾ 漁船協会においては、昭和26年から木船構造規程

による木製漁船構造基準作成の作業を行っていたが、運輸省が同規程の改正作業を始めたため、一時、その作業を中止し、新しい木船構造規則の成立を待って昭和33年に第二次木製漁船構造基準調査会を再開し、昭和36年に同基準を完成した。

その際、同時に審議されていた艀装部については、木船の建造状況、艀装品の高度化など諸事情を考慮した結果、審議を打ち切り、未完稿のまま昭和37年に発表された。その間に木製漁船の各国の構造基準の比較研究が行なわれた。¹⁹⁾

(4)木鉄交造船に関する研究

前述の九州大学における木船の研究については、接手の強度計算²⁰⁾¹⁾、木造船の比較強度²²⁾などがあるが、これらの研究をベースとして九州海運局を中心とした木鉄交造船の研究が、社海難防止協会をスポンサーとして昭和31～33年度に行なわれた。

九州木鉄交造研究会には強度部会と運航性能部会とが設けられ、前者は縦強度（実船議題を含む強度解析）、横強度（損傷解析2隻を含む横強度理論）ならびに木鉄船の構造基準の検討を含み、後者は船価、運航性能、耐用年数、経費と採算の検討を行なった。本研究に関する報告書²³⁾及び強度部会の報文²⁴⁾がある。

(5)関西における木船強度の研究

関西において、木船肋骨の継手強度の研究が昭和27～29年に亘って真能創氏を中心として行なわれた²⁵⁾。これらの研究は、やがて日立造船における軽構造木船の研究に寄与することになる（(7)を参照）。

(6)木船の船体にたわみが軸系に及ぼす影響の研究

（社）日本船用発動機協会においては、昭和32～35年度の4カ年間にわたり、船用機関軸系の設計等に関する調査研究事業を行ない、小形船の軸系事故に関連する諸種の研究を推進した。そのうち第1分科会では木船船体のたわみと軸系のひずみとの関係を求めるための調査及び実験を行なった²⁶⁾。（第2分科会はクランク軸の強度を主として研究した）

第1分科会の研究の中で特筆すべきことは、表に示すような6隻の木船について静的試験と動的試験を行ない、軸系に及ぼす影響を測定したことである。静的試験というのは、静水中で荷重を変えた場合、または上架時に荷重を加えた場合をいう。この場合の船体のたわみはナイロン糸を張ったり、トランシ

ットにより測定できるが、動的試験すなわち波浪中を航行する場合の船体たわみの計測は、風の影響や船体振動の存在で静的試験の方法は採用できない。

そこで船の前後に塩ビのパイプを導設し、その中にナイロン糸を張り、風の影響を除き、船の中央で糸と甲板の相対変位を8ミリカメラで動的に測定する方法を考案した。また、長い編成の列車がレールのカーブなりに曲がって走ることからヒントを得たヒンジ式撓み計²⁷⁾なるものを考案し、電氣的に船のたわみを連続測定できるようにした。

この実験に供した“はやぶさ丸”は船体構造としては非常に撓みの大きい船であったが、ビキニ水爆実験で放射能の灰を被った“第五福竜丸”は練習船に改造したもので、東水大での役目を終って廃船になったものが、また“第五福竜丸”に戻り、原水爆禁止運動のモニュメントとして東京湾夢の島に保存されていることは奇しき因縁であった。

本研究の結果判ったことは、上架時の木船のたわみが意外に大きいことで、例えば、“はやぶさ丸”で110mm、軸の付加曲げ応力7kg/mm²となり、軸のフランジを連結したまま上架することは軸に危険を及ぼす場合があることを知った。積荷と波浪の影響はこれに比べれば小さく、問題にする程度ではなかったが、船体の終年変化によるたわみにも注意する必要があることが判った。

本研究は水産庁漁船研究室の協力を得て、その実験船についての実船試験が含まれているので、漁船研究室の報告²⁸⁾²⁹⁾³⁰⁾³¹⁾にも結果が発表されている。

(7)軽構造木船に関する研究

日立造船は木造掃海艇メーカーとして軽構造木船の研究³²⁾を大阪大学の指導³³⁾により早くから行なっていて、実船についての研究³⁴⁾³⁵⁾³⁶⁾³⁷⁾も数多く発表されている。また軽構造に関する理論的研究³⁸⁾³⁹⁾についての論文の数も多い。これらはやがて先に述べた舟艇協会木構委員会の木造掃海艇、木造巡視艇を対象とした実際研究として、日本鋼管鶴見造船所、防衛庁海幕及び技本との共同研究に取り込まれて行く。

これら実際研究の主なもの挙げると、掃海艇（中）船体構造検査実施要領（29年制定、35年改案審議）、15m巡視艇の合板甲板の継手方式（海上保安庁船舶技術部、35年6月）、構造用木材等規格（35～36年）、小型木船構造基準案（海上保安庁船舶技術部、36年9月）、木船船殻構造接手の疲労強度（日立造船神奈川工場、昭和36～37年度研究）、自

衛艦工作基準, 130 木製船郭(防衛庁, 39年5月)などがある。(昭和40年代以降の研究は省略する。)

(8)木造貨物船の標準設計および標準工作法に関する研究

(社)日本木造船工業会, のちに(社)日本小型船舶工業会が昭和38~40年度にわたり, 木造船の技術向上の一環として, 運輸省船舶局の指導により, 木船標準設計用資料集⁴⁰⁾および木船標準工作要領⁴¹⁾⁴²⁾を作成した。

木船に関する共同研究は木造掃海艇を主な対象とする舟艇協会木構造委員会を除き, 上記のものが最後となり, 小型木船はFRP船に急速に変わり, 昭和41年からは各地でFRP船建造技術者講習会が開催され, またFRP漁船研究会が同年創立されるなど大きな変化があり, (財)日本小型船舶工業会では, 昭和45年度からはFRP船諸標準の研究委員会を開設した。

昭和20年, 30年代から昭和40年代に移るところに小型船の船体材料に大きな変化があったことがわかり, 木造船の時代は終わったといえよう。木造掃海艇もやがてFRP化される運命となろう。

(おわり)

参考文献

- 1) 船舶試験所研究報告(第6号)(19.6 天然社版)に木船関係の次の4報告が記載されている。
 - (a)大江卓二:木材の嵌合接合に就て(第1報)
 - (b)大江卓二・金子富雄・安部美雄:木釘用材及木釘に就て(第1報)
 - (c)菅四郎・大江卓二:木船肋骨彎曲部材の実験的研究(第1報)
 - (d)大江卓二:エゾマツ及トドマツに関する試験
- 2)原田正道:木船の縦強度(第1報~3報), 造船協会会報, 74(27.5), 75(28.9), 82(25.7)
- 3)原田正道:木船の縦強度(1)~(7), 船舶 20.1(22.4)~21.2(23.2)
- 4)原田正道:木船の縦強度, 東京大学生産技術研究所報告 2.3(26.11)
- 5)吉識雅夫・竹鼻三雄・助川政之:木船強度の研究, 東京大学理工学研究所報告 12.2(1958)
- 6)吉識雅夫・竹鼻三雄:木船構造接手の研究(第1報)(二材合せ肋骨), 造船学会論文集 98(31.2)
- 7)吉識雅夫・竹鼻三雄:木船構造接手の研究(第2報)(木材のヤング係数と面圧特性), 造船学会論文集 102(33.2)
- 8)原田正道:釘の一設計法, 造船協会会報 76(29.9)
- 9)原田正道・米田博:木材の平面嵌接, 造船協会会報 77(30.7)
- 10)原田正道・疋田善政:釘の一設計法(続き), 造船協会会報 77(30.7)
- 11)市川慎平:木材接手について, 船舶 21.3(23.3)
- 12)市川慎平:木材接手に関する一実験, 造船協会会報 77(30.7)
- 13)吉識雅夫・竹鼻三雄:木船構造接手の研究(第3報)(接手の振動減衰), 造船学会論文集 105(34.7)
- 14)竹鼻三雄:木船構造接手の基礎的研究, 造船学会論文集 109(36.6)
- 15)(社)日本木造船協議会:木船構造委員会基準部会報告書(30.12)
- 16)湯地輝雄・竹鼻三雄・渡辺梅太郎:木船強度の一考察, 造船学会論文集 100(32.2)
- 17)(社)日本木造船協議会:木船構造委員会研究部会報告書(30.6)
- 18)(社)日本造船研究協会第23研究部会編纂, (財)舟艇協会木構造委員会追補:軽構造木船建造基準案とその解説, 舟艇協会出版部(38.7)
- 19)竹鼻三雄:木製漁船の各国の構造基準について, 漁船 105(35.2)
- 20)栖原二郎:木材接手の計算法, 木材工業 10(昭和22)
- 21)栖原二郎:木材の「ホルト」接手の変形及び破壊の機構, 造船学研究(九大造船学教室)4(23・10)
- 22)長谷川清一・栖原二郎:木造船の比較強度について, 西部造船協会会報 1(24.8)
- 23)(社)日本海難防止協会:木鉄交造船研究会報告,(本文及び附録資料編)(34.1)
- 24)九州木鉄交造船強度部会報告;木鉄交造船の強度について, 西部造船協会会報(昭和33年)
- 25)真能削:木船肋骨の継手強度について
 - (a)第1報;単材肋骨嵌接継手の強度, 関西造船協会誌 73(28.4)
 - (b)第2報;単材肋骨嵌接継手の強度, 関西造船協会誌 75(29.5)
 - (c)第3報;二材合わせ肋骨の継手強度, 関西造船協会誌 77(29.12)
- 26)(社)日本船用発動機協会:船用機関軸系の設計等に関する調査研究事業報告, 第1報(33.4), 第2報(34.4), 第3報(35.4), 第4報(36.3)
- 27)竹鼻三雄:木船船体たわみの動的測定, 造船学会

- 論文集 108 (35.12)
- 28) 大津義徳・和田正三・山下英夫；和船型木造漁船の挽みについて，漁船研究技報 4 (33.12)
- 29) 大津義徳・和田正三；和船型木造船の挽みについて，漁船研究技報 5 (34.8)
- 30) 土屋孟；和洋折衷型木造実験船ちどりの船体たわみ試験について (第1報)，漁船研究技報 13 (34.10)
- 31) 土屋孟；木造漁業練習船わかたか丸の船体たわみについて，和洋折衷型木造実験船ちどりの船体たわみ試験について (第2報)，漁船研究技報 17.3 (38.3)
- 32) 菱田一郎；木製軽構造の研究，関西造船協会誌 79 (30.6)
- 33) 日立造船御神奈川工場；木船の強度に関する研究，運輸省昭和30年度試験研究)
- 34) 山近勇・岡田一喜・西牧興；小形掃海艇の船体応力およびたわみの測定，日立造船技報 18.4 (32.11)
- 35) 菱田一郎・山近勇・西牧興・吉川昭夫；アルミ・フレーム木製外板構造の実験研究，日立造船技報 20.1 (34.2)
- 36) 丹羽誠一・菱田一郎・山近勇・西牧興；木船強度の実験研究，造船学会論文集 104 (34.1)，日立造船技報 20.1 (34.2)
- 37) 千葉胤彰；木船構造における固着きと木材との関係 (固着ききの引抜抵抗)，日立造船技報 20.3 (34.8)
- 38) 菱田一郎・山近勇・山辺長三郎；釘で止められた double diagonal system's board の剛性に就て，造船学会論文集 102 (33.2)
- 39) 菱田一郎・真能創；木船縦強度の理論的研究 (a) 第1報：弾性結合された多層重ね梁としての木船縦強度の解法，造船学会論文集 104 (34.1) (b) 第2報：木船甲板の有効断面積について，造船学会論文集 107 (35.7)，日立造船技報 21.1 (35.2) (c) 第3報：船底勾配の影響について，造船学会論文集 109 (36.6)
- 40) (社)日本木造船工業会，木造貨物船設計用資料集 (39.3)
- 41) 運輸省船舶局；木船標準工作要領 (上巻) 木材編 船体組立編 (40.3)
- 42) (社)日本小型船舶工業会；木船標準工作要領 (下巻) 艀装編 (41.3)

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. 成形型／どんな成形型を採用すべきか／木製めす型／FRP製めす型■VIII. 積層作業の管理／工作図による作業管理／原材料の特性と作業管理／作業管理とFRP板の物性／標準工作法／積層指示書■IX. 技術管理と教育訓練／積層工の技能管理／作業管理技術者の教育■X. 安全・衛生・公害／環境法規／安全管理／衛生管理／公害管理■あとがき (以上10章58節137項・雑誌「船舶」の連載記事を大幅追補・全面改編)

受注

○石播, エバー・グリーンからコンテナ船を4隻
石川島播磨重工はこのほどエバーグリーンからコンテナ船(1,600個積み)4隻を受注した。納期は83年後半から84年初め。

エバーグリーンからのコンテナ船契約は尾道造船が3月中旬に1,800個積み4隻を決めており、これで合計8隻となる。なお尾道造船の納期は84年1月から10月。

○常石, 高知県造船からバルクキャリア

常石造船は海運オーナー業の高知県造船から64,500重量トン型バルクキャリアを受注した。納期は58年7月竣工の予定でジャパンラインが定期用船する。主要目は38,000総トン, 64,500重量トン, 主機関石播8PC4-2L型12,000馬力, 航海速力14.0ノット。

○常石, 神原汽船から自動車専用船

常石造船は神原汽船から乗用車34台積み自動車専用船を受注した。納期は57年12月で竣工後は日本郵船が用船する。主要目15,000総トン, 11,000重量トン, 主機関三井B&W8L55GFC A型12,000馬力, 最大速力17.4ノット。

○林兼, 台湾船主から冷凍船

林兼造船は台湾船主グレート・パシフィック(大洋航業)から40万CF積み冷凍船を受注した。丸紅扱いで納期は83年3月。主要目は7,700総トン, 8,200重量トン, 主機関三井B&W6L55GB型9,650馬力, 最大速力18.2ノット。

○内海, バルクキャリアなど2隻

内海造船は九州急行フェリーから7,000総トン型自動車渡船を, また日商岩井から27,400重量トン型バルクキャリアをそれぞれ受注した。納期は九州急行向けが58年7月末。また日商岩井向け(建造船主はリベリア籍サンエイ・マーチャント社)は58年2月末。主要目はつぎのとおり。

▷フェリー・7,000総トン, 主機関日立B&W9L45GBE型8,200馬力, 航海速力17.6ノット。

▷バルクキャリア・16,800総トン, 主機関日立B&W7L55GA型10,500馬力, 航海速力14.5ノット。

○来島どっく, バルクキャリアを2隻

来島どっくは太平工業の建造でこのほどパナマ籍ユニバーサル・スター SHIPPINGと東興船舶の両社からバルクキャリアを各1隻を受注した。納期は今年6月と7月。主要目は6,800総トン, 13,000重量

トン, 主機関神発4,550馬力, 航海速力14.7ノット。

○臼杵, パナマ船主からLPG船

臼杵鉄工は田中産業を輸出当事者としてパナマ籍船主ナビゲーション・アソシエイツ社から5千立方メートル積みLPG船を受注した。タンク型式は半加圧冷却型で納期は83年9月。佐伯造船所で建造する。同船6,300総トン, 6,000重量トン, 主機関赤阪6UEC45/115H型6,000馬力, 航海速力14ノット。

○福岡, 日本海運からコンテナ船

福岡造船は日本海運から236TEU積みコンテナ船を受注した。納期は58年3月末, 主要目は3,000総トン, 2,981重量トン, 主機関神発7,000馬力, 速力(最大)17ノット。

○今治, パナマ籍カシナラインからバルクキャリア

今治造船はパナマ籍船主カシナ(KASINA)ラインからバルクキャリアを受注した。同船の納期は83年2月, 主要目は14,900総トン, 25,000重量トン, 主機関三菱スルザー7RLB56型10,500馬力, 航海速力13.9ノット。

○住重, 米国から石炭搬送システム

住友重機械は米国マテリアル・トランスファー社から石炭ターミナルの搬送システムを受注した。搬送分野でのシステム・エンジニアリングを含むフルターン・キーベースで米国向け受注は本件が始めてで納期は82年10月。

完成・開発ほか

○石播でPC2-6型機関1号機が完成

石川島播磨重工はPC2-6型機関の国産1号機として12PC2-6V型機関(8,100PS×520回転)を完成したと発表した。同機関は新山本造船で建造中の協成汽船向け貨物船に搭載されるが, 2カ月間にわたるテストでは期待通りの低燃費を記録し, 常用出力時の保証燃費率を従来よりも2グラム下げること成功した。(MC仕様で常用出力時の燃費は135グラム)

○直接水添石炭液化法実験プラントが完成

日本鋼管と三井造船が新エネルギー総合開発機構から委託をうけて49年以降, 研究・開発をすすめていた「直接水添石炭液化法-2.4トン/日-実験プラント」が完成。このほど稼働をはじめた。これは通産省工業技術院のサンシャイン計画の一環として進められているもの。

ニュース・ダイジェスト

○西独MANとB&W、画期的な省燃費機関を発表
西独MANとデンマークB&W・ディーゼル両社の社長は4月20日、ホテルオークラで記者会見をおこない2サイクル機関の新シリーズとして超ロングストローク型のLMC型、4サイクル機関の新機種L58/64型を開発した、と発表した。

両社はMANがB&W社の株式の99.8%を取得したことで現在は技術開発・営業を含め完全に一体化している。今回の開発に当ってはB&Wが2サイクル機関、MANが4サイクル機関を担当した。発表された新機種はいずれも画期的な省燃費を達成している。このうちLMC型での小口径のL35MC型はすでに一番機が完成（楨田鉄工）、84年までに全シリーズの供給が可能になるほか、90型の燃費は120グラム台を突破、119グラムを達成する見込み。また58/64型は経済仕様の85%ロードで123グラムといずれも画期的な低燃費が期待されている。

○三井、船用光ファイバー伝送システムを実用化

三井造船はこのほど藤倉電線と共同で船用光ファイバー伝送システムの実用化に成功、大阪商船三井船舶の協力を得て、さきに竣工したコンテナ船「あめりか丸」に搭載した。同システムが船舶用として本式に採用されたのは世界ではじめてという。光ファイバー伝送システムの特徴はつぎのとおり。

- (1)光ファイバーは低損失であると同時に広帯域特性を有しているため、高速データ伝送が可能で信号の高度な多重化ができる。
- (2)光ファイバーケーブルは、誘導雑音を全く受けないため、伝送系の信頼性が大幅に増す。
- (3)同ケーブルは無誘導・非導電性であるため、動力ケーブルとの複合または隣接が可能でケーブル布設上のメリットが大きい。
- (4)従来の船用ケーブルに比べ、小型・軽量であるため、スペースの有効活用および配線工事の省力化が図れる。
- (5)装置も含めて光ファイバー伝送系は耐振特性などが優れており、船舶の環境条件にもフィットできる。

○スルザー、まずRTA58型から生産開始

スルザーは、世界各地でRTA58型10基の受注に成功し、すでに一部で製造に着手したと発表した。1号機の引渡しは1983年6月が予定されているという。RTAスーパー・ロング・ストローク機関はスルザーが生産中のロングストローク・クロスヘッド型機関（RLB型）よりも、さらに燃費を10%（85

～90負荷で122グラム）削減が可能な機関として開発されたもので、昨年末にRTA38、48、58、68、76、84の6機種が発表された。今回、製造に着手したRTA58型はストローク1,700ミリ×ボア580ミリで4～9基筒により7,680から17,280馬力までがカバーできる主機関である。

○日立、メカトロ研究センターを新設

日立造船は製品および生産設備のメカトロ化を推進するため、その基本となるマイクロコンピュータ制御専門技術者を養成する「メカトロ研修センター」を技術開発本部に新設（4月16日）した。

○住重、日特金属工業を吸収合併

住友重機械工業は4月20日、日特金属工業を合併すると発表した。住重は日特金の株式の約33%を保有、これまででもテコ入れを行っていた。なお日特金は船舶向けとして伝導機器関係を扱っている。合併の期日は57年10月1日。

○造船不況カルテル、2年7カ月に終止符

昭和54年8月から2年7カ月にわたり継続していた造船不況カルテルは、造船業界から公正取引委員会に対し、特に期限延長の申し入れもなく、57年3月31日の期限を迎え、終止符をうった。

組織改正

○住友重機械（4月1日）

- (1)標準機械営業本部、精機事業部および電機事業部電動機部門を標準機械事業本部に改編する。同事業本部は企画室、営業本部（技術部、変減速機営業部、油圧機器営業部、電機営業部および精機貿易部）および製造本部（開発室、精機製造部および電機製造部）にて構成する。
- (2)船舶海洋事業本部追浜造船所設計部を同造船所第1設計部および第2設計部に改編する。
- (3)玉島機械事業部玉島製造所に総務部を設置する。

○佐野安船渠（4月1日）

- (1)管理部門（総務、労務、企画、資材、経理）および技術部門を新浜に集結。
- (2)船舶営業部を新設（東京事務所は船舶営業部に吸収する）。
- (3)水島造船所の総務、勤労、資材関係は管理部門へ、陸機営業関係は陸機部へ、設計関係は設計室へそれぞれ移管する。
- (4)大阪工場を大阪造船所と名称変更。

特許解説 / PATENT NEWS

岡田 孝 博

特許庁審査第三部運輸

●油タンカーの改造方法〔特公昭56-48353号公報, 発明者; 安達正昭ほか3名, 出願人; 日立造船〕

今日, いわゆる石油危機以後, 石油海上輸送量の減少にともない, 油タンカーが余ってきた情勢に鑑み, タンカーを鉱石, 穀物その他の撒積貨物を含む一般貨物を積載する貨物船, またはこれらの貨物と油との兼用船に改造する必要性が生じてきた。

本発明は, 上記の背景のもとに油タンカーを貨物船, または兼用船に改造する合理的な方法を提供するものである。

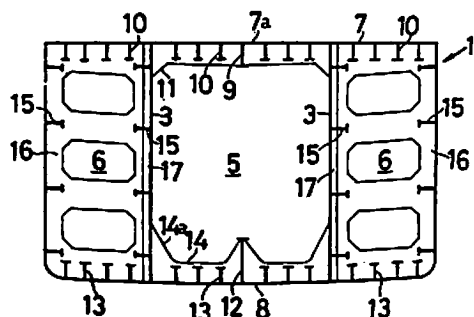
図において, 5は中央タンク, 6は側タンク, 3は縦隔壁である。タンカー1を貨物船(兼用船)21に改造するには, まず, 中央タンク5の上方の甲板部材7aを方形に切断して, ここを開口し, この甲板

部材7aを中央タンク5内方に降ろして, これを内底板22として, 船底外板8とともに二重底構造とする。

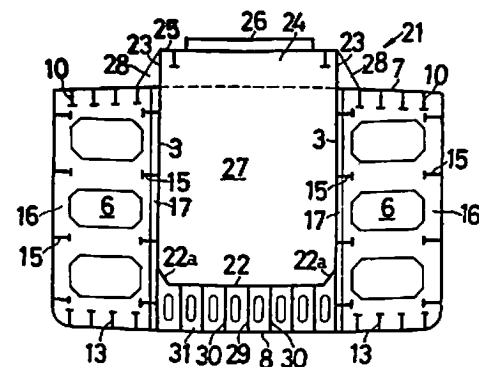
そして縦隔壁3の上端に, これと連続して新設垂直縦壁23を上甲板7上方に突出するよう設け, かつこの新設縦壁23両端間に新設横壁24を接続して上記開口の上方を囲み, さらに新設縦壁23および新設横壁24上端に, 水平に新設甲板25を張るとともに, この新設甲板25より上方に突出した倉口26を設けることにより, 一般貨物用船倉27を形成する。この際, 甲板部材7aの切断は, 縦方向にあっては縦隔壁3上端に沿ってなされるが, 横方向においては横隔壁よりもやや内方によった箇所を切断する。

また, 新設縦壁23および新設横壁24は支持板(ステーまたはブラケットなど)28および水平材等により補強され, さらに, 新設甲板25下面にも甲板縦材および横ビーム等の骨材を渡す。甲板部材7aを中央タンク5内下方に降ろし, 船倉底を二重構造とするには, 甲板部材7a, 下面の甲板下ガーダ9, 甲板縦材10, 横ビーム11および船底の中心ガーダ12, 船底縦材13, 船底横材14を利用する。

すなわち, 内底板22の高さに応じて甲板部材7a下面の上記縦, 横材を適当な高さに切断し, これらを船底外板8上の上記縦, 横材に溶接し, 中心ガーダ29, 側ガーダ30, フロア板31および必要に応じて船底縦材等を形成する。船倉底には必要に応じて両側に下部傾斜部22aを設ける。この傾斜部22aも船底横材14の両側傾斜辺14a, またはこの部分に取付けられているブラケット等を利用する。側タンク6はそのまま残される。



改造前



改造後

●船底改造工法〔特公昭56-48354号公報, 発明者; 馬場栄一, 出願人; 三菱重工業〕

従来, タンカーの単底を二重底に改造する場合は船体の切断や船体と新造船底構造物との結合等に際して, その都度ドックの注排水を繰返さなければならず, また支承すべき船底部の高さを局部的に変えるような場合には盤木を積み重ねたり, あるいは取外したりする面倒な作業が必要になって, 作業能力が大幅に低下するという問題点があった。

本発明は、上記の背景のもとに、船底部の改造工事に際し、ドックの注排水の回数を極力少なくし、かつ盤木の高さ調整を不要ならしめうるようにした船底改造工法を提供するものである。

図において、1はドック、2はドックゲート、4は上下に可動なドック底部材、5はドック底部材4を支承して上下動させる油圧式ジャッキ、5は海面である。

上記の構成により、タンカーの単底を二重底に改造する場合は、改造の対象となる船体に下方から付設すべき新造の船底構造物9を盤木10を介してドック底に配置し、この船底構造物9の上面と同じ高さになるように、ドック底部材4の上面をセットする(第1図)。

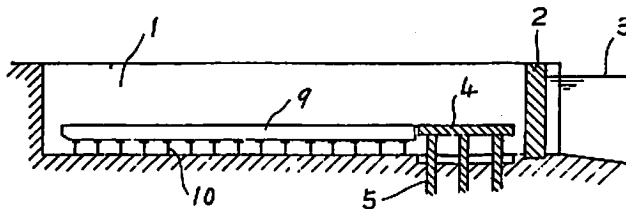
ついで、ドック1内に注水して船体6を導入し、二重底に改造すべき船底部分8を、船底構造物9に整合させようように位置合わせすると共に、二重底構造を必要としない船尾機関室を含む船尾部7は、ドック底部材4上に載置されようように位置合わせして、ドック1内を排水する(第2図)。

このようにして船体6が船底構造物9およびドック底部材4に載置された状態において、船体6の船底部分8と船底構造物9との溶接等による結合作業を行ない、また、切断線11に沿う船体6の切断作業を行なう。そしてドック底部材4上の船尾部7をジャッキ5の作動によりドック底部材と共に下降せしめ、航行時の船底抵抗の増加を防止するため、船尾部7の下面が新造船底構造物9の下面と同じレベルになるようにセットする(第3図)。

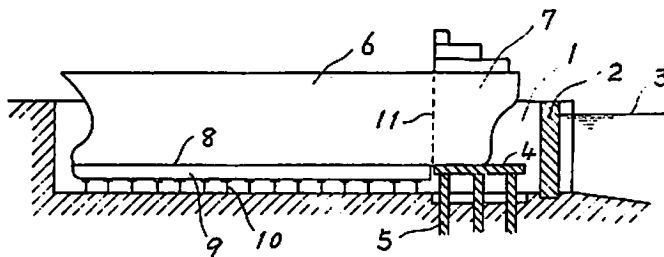
ついで切断面11に沿い船体の再結合を行なう。これにより、このタンカーの船底を二重底に改造する工事が完了する。

●保留、曳船用ペンダント収納装置〔特公昭56-49788号公報、発明者：遠藤魏志、出願人：新明和工業〕

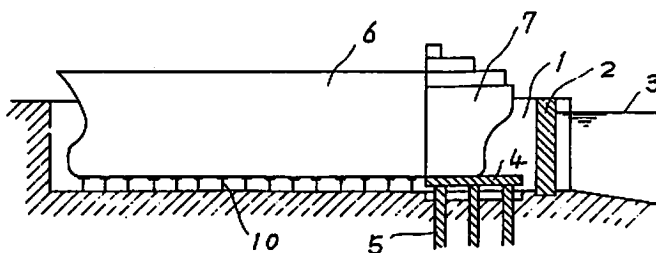
従来、飛行艇のように舷にドーム等の突出部のある船艇においてペンダントを収納する場合には、ムアリングハッチを開いて、ペンダントに連結した引上索を引きつつ、ペンダントを舷端から舷側に沿い



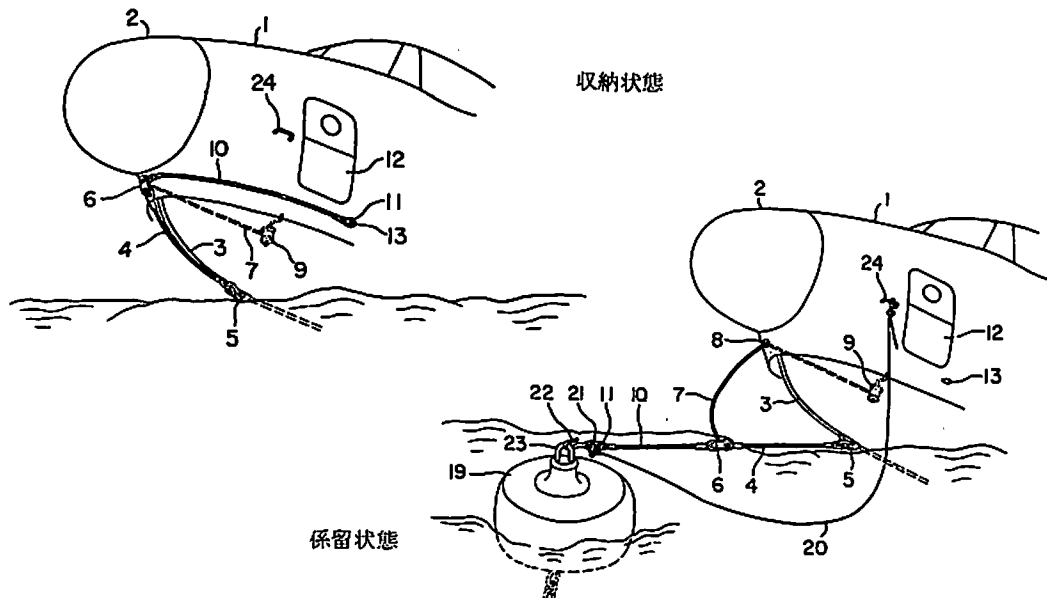
第1図



第2図



第3図



収納状態

係留状態

手繰り寄せて、これをキール線上に収納し、収納後に引上索を舷側に巻きつけたのである。

したがって、このような従来装置においては、ムアリングハッチを左右両側に設ける必要があるばかりでなく、ムアリングハッチから身をのり出して手繰りを行なうため艇体が動揺すると作業性が悪かつ危険であり、また巻きつけた引上索が舷側から張り出して、飛行中の抵抗を増大する等の欠点があった。

本発明は、上記欠点を除去するペンダント収納装置を提供するものである。

図において、1は船艇、2はその舷に突設したドーム、3はキール、4は係留、曳航用ペンダントでその基端をキール上の吃水位置に取付けた金具5に連結し、ペンダント先端に取付けた連結金具6に引上索7を連結して、これをキール3の上端真上に設けた船艇1の孔8を貫通して、艇内の巻取機9にて巻取る。

10は結合索で、一端を連結金具6に取付け、他端に取付けた連結環11を、ムアリングハッチ12の直下

において船艇1に固着した金具13に固縛し、収納状態において結合索10を舷側に密着せしめる。

上記の構成により、船艇1を係留ブイ19に係留するには、まずムアリングハッチ12を開いて連結環11を金具13からはづし、補助索20の一端と連結環11とをシャックル21によってポートフックの一部であるフック22に結合し、フック22をブイ19の環23に引っかけてポートフックの把手を引抜く。

そして、結合索10の張力によって引上索7が繰出され、係留状態となった後、補助索20の他端をハンドリングクリップ24に結び、ムアリングハッチ12を閉じて係留操作を完了する。

ブイ係留を解くには、補助索20を手繰ってブイ19を引寄せ、フック22を環23から取外したのち、シャックル21の結合を解いてフック22と結合索10とを切離す。しかるのち引上索7を巻取機9に巻取り、ペンダント4をキールに沿接収納して巻取機9をロックする。ついで補助索20と結合索10とを切離し、連結環11を金具13に固縛する。

船舶/SENPAKU 第55巻第6号 昭和57年6月1日発行

6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

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。

・なるべくご子約ご購読ください。

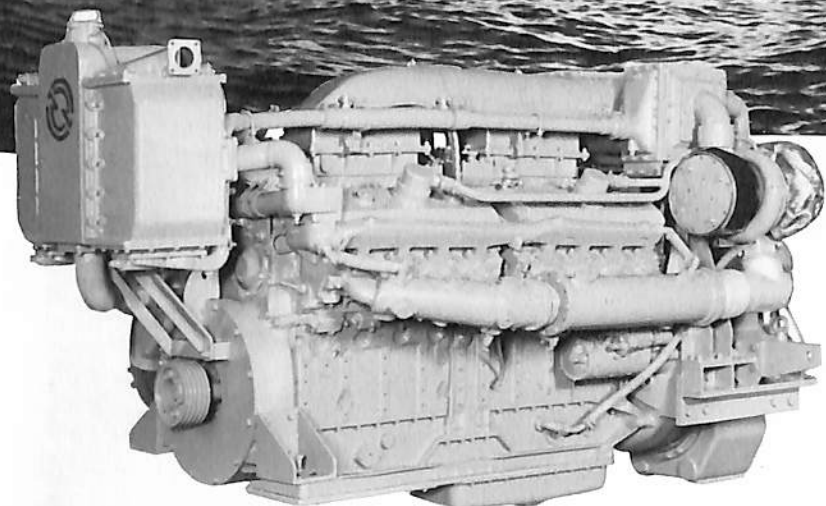
振替・東京 6-79562

Pack more work into every day...and more economy, too.

いま、注目を浴びる **new** 1100馬力 16V-92TI

GM。

デトロイトディーゼル92シリーズ
が更にパワーアップ...ターボイン
タークーラー1100馬力。コンパクトボディに強力パワーをバックし
た省燃エンジンが、大型艇の厳し
い高速性、経済性対応をクリアー
します。



青森県漁業取締船 “はやかせ”



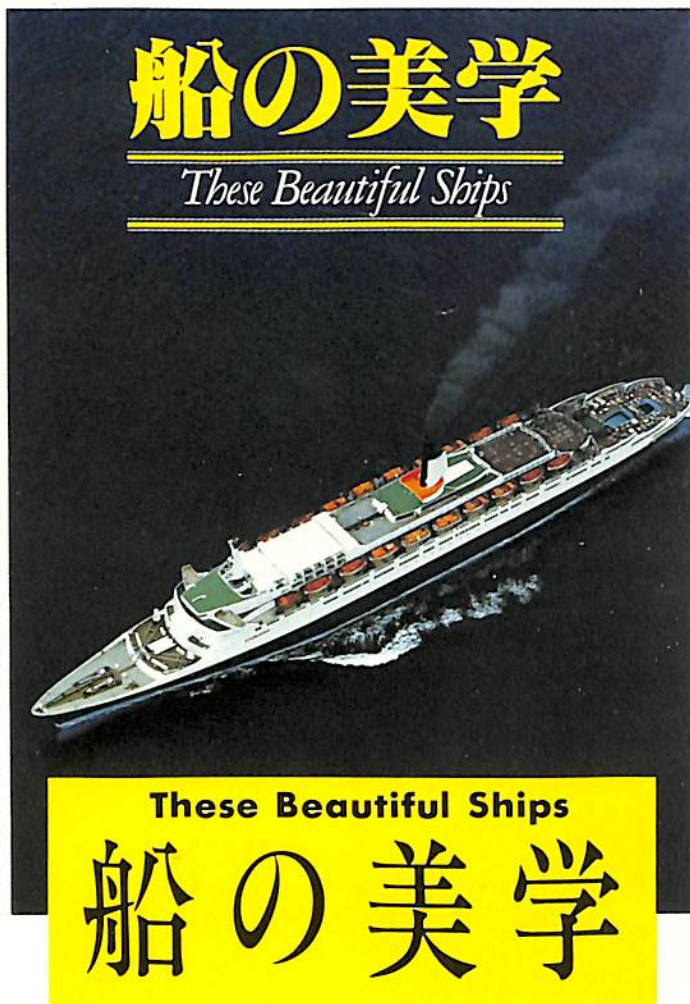
東京：中央区日本橋小舟町4-1 ☎(03)662-1851(大代表)
大阪：北区西天満2-6-8 ☎(06)361-3836
サービス工場：船 橋 ・ 姫 路 ・ 福 岡

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

日本図書館
協会選定図書

「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余年になる著者が、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
船弧——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05541-6