

4

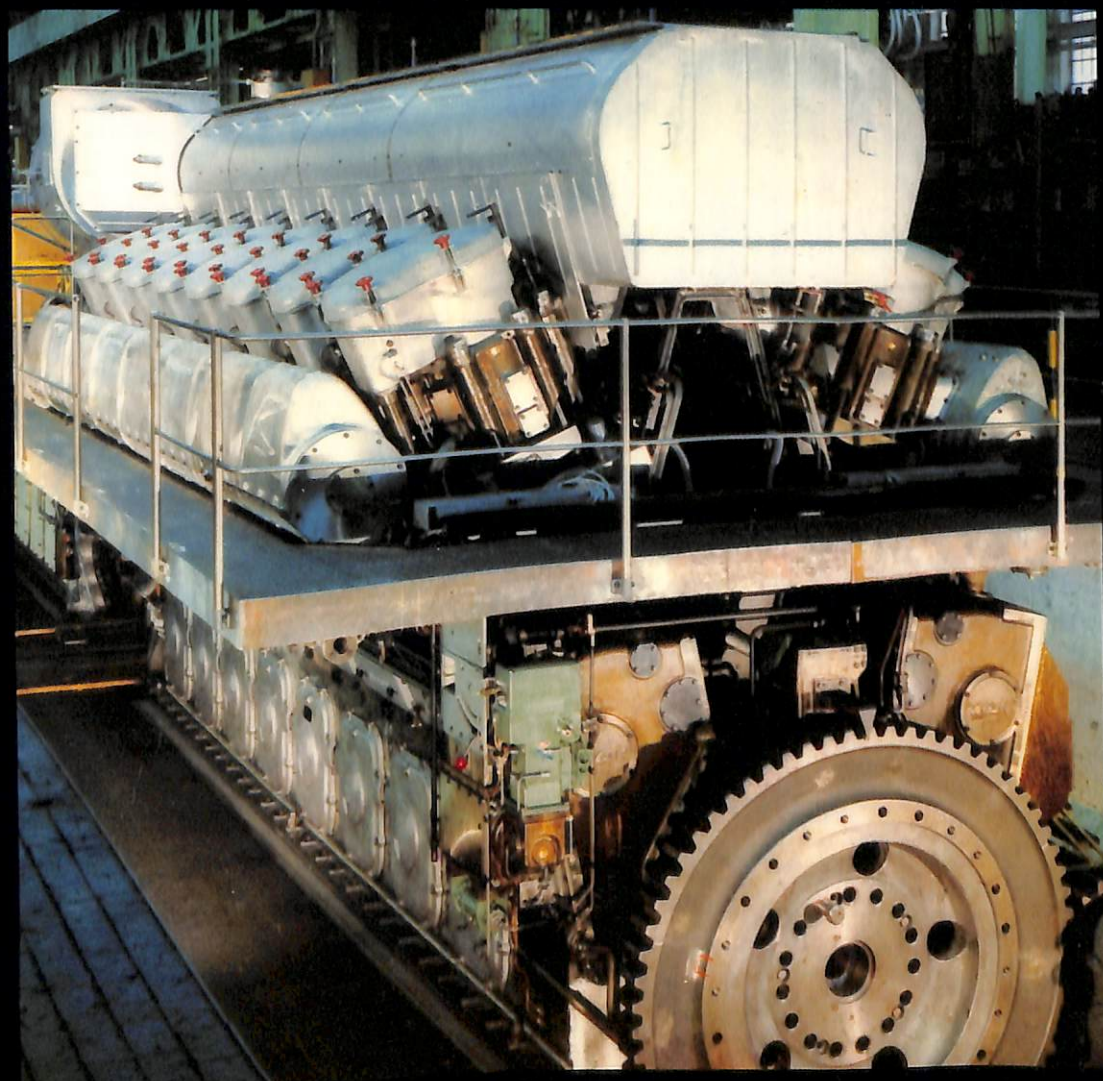
SENPAKU

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING MAGAZINE

First Published in 1928 No. 547

船舶

●低燃費ディーゼル船機関部の新システム ●住友標準船
 SSS型について ●GD社建造のLNG船 ●船舶の損傷
 とその防止



16V52/55A 16,880PS
 1,055PS/Cyl 静圧過給

M·A·N

余裕のある性能

この探照燈はスエズ運河規則により、スエズ運河を夜間航行する船舶が装備を必要とする探照燈です。三信のスエズ運河探照燈はスエズ運河公社指定仕様をすべて満足し、余裕ある性能を誇っています。

三信の"スエズ"運河探照燈



標準形
SCS60-A/B

防止弁)があり、フレキシブルゴムホースもつけられます。

- ⑥常用と予備との電球交換は、外部レバー操作により簡単に切換られます。また安全のため電源スイッチとインターロックが施してあります。
- ⑦燈体の外面には特殊フィンを設けて放熱効果を高め、内部の温度を低くしてあります。また全ての使用材料は良品質な材料を使用しています。
- ⑧標準在庫品にはN.KまたはA.B.Sの検査証明書がついています。なお、他の船級協会の検査も受けられます。
- ⑨SCA60は標準形(ステンレス)でAは床取付形、Bは吊下形、SCA-P60は軽量形(全耐食アルミ)で、全て2000Wと3000Wがあります。

特長

- ①照射距離は大気透過率74%、照度1ルクスの条件において、約1800m以上あります。
- ②前面ガラスは高級強化ガラスで透過率がよくすぐれた耐熱性があり急冷などにも耐えます。
- ③反射鏡はシングルビームとスプリットビーム(分割ビーム)の使用ができるように2分割したガラス製放物面鏡で、最高の性能を発揮ししかも裏面には特殊金属板により保護がしてありますので長期の使用に耐えます。
- ④ビームはレバーの操作で簡単にシングルビームとスプリットビームにすることができます。なお、スプリットビームの場合、中央の暗黒部は0から10°まで連続的に調節できます。
- ⑤燈体は密閉構造で内部圧力試験0.25kgf/cm²に耐えます。また熱気の排気部には安全弁(逆流



軽量形
SCS-P60



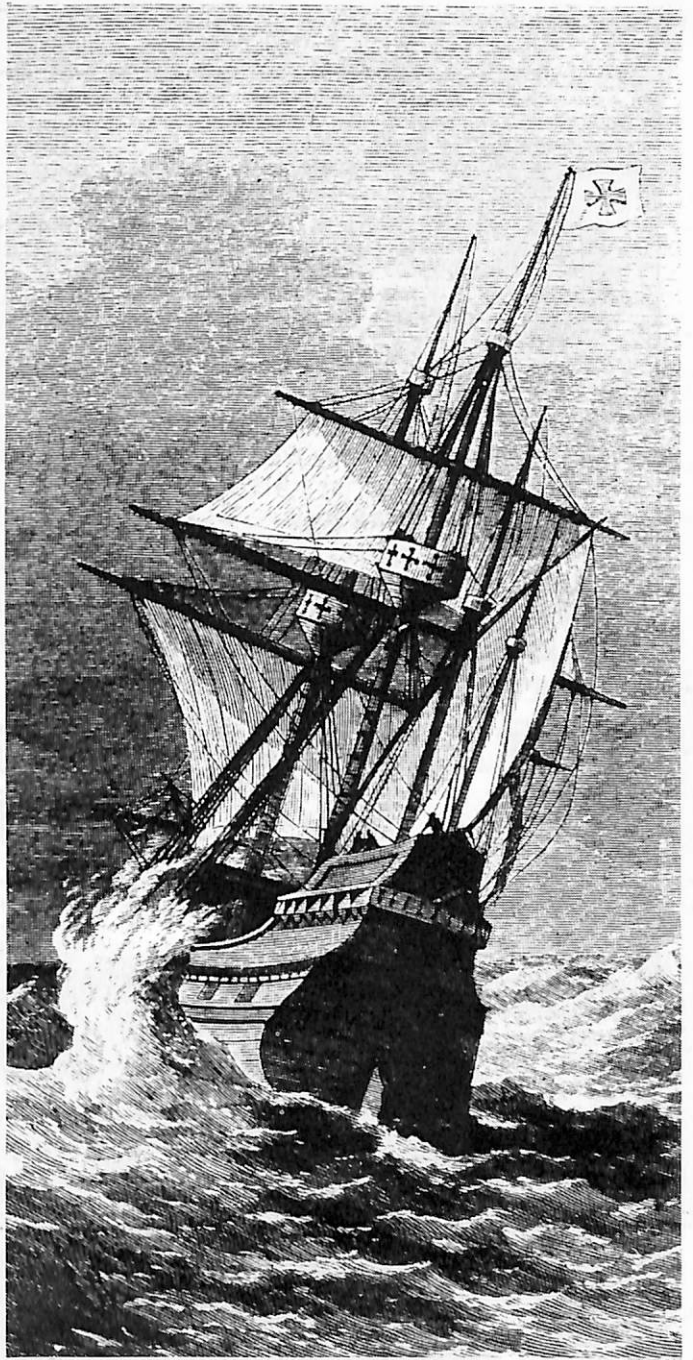
三信船舶電具株式会社

◎日本工業規格表示許可工場

三信電具製造株式会社

- 本 社……………〒101 東京都千代田区内神田1-16-8……………☎東京(03): 295-1831(大代)
- 東京発送センター……………☎東京(03): 840-2631(代)
- 九州配送センター……………☎福岡(092): 771-1237(代)
- 北海道配送センター……………☎函館(0138): 43-1411(代)
- 福岡営業所……………☎福岡(092): 711-1237(代)
- 室蘭営業所……………☎室蘭(0143): 22-1618(代)
- 函館営業所……………☎函館(0138): 43-1411(代)
- 高松営業所……………☎高松(0878): 21-4969(代)
- 石巻営業所……………☎石巻(0225): 23-1304(代)
- 大阪事務所……………☎大阪(06): 261-6613(代)
- 工 場……………☎東京(03): 848-2111(代)

ヴァスコ・ダ・ガマの時代、
“アフリカ”と云う言葉は、
“荒海”を意味しました。



ヴァスコ・ダ・ガマの悩みは 解決されました。 そして、今日、 より充実したサービスを…

その昔、ヴァスコ・ダ・ガマも小さな帆船で、今日の船舶と同じくアフリカ沖のルートを走ったのです。悪天候、荒海……それから来る船の修理、物資の補給、船体各所の検査などは、今日のわれわれからは想像を越える不便な状況の下で行なわなければなりませんでした。

もし、ダ・ガマが、当社に電話を一本入れることが出来ていたならば、彼の周航はもっと早い時期に行なわれていたでしょう。

今日では、すべての状況が変っています。どの船舶も、当社との契約によって、容易に当社の充実したサービスを受けることが出来ます。

当社は、アフリカでは唯一のグループとして、南大西洋およびインド洋を含む水域に対するすべてのシップ・エクイブメント・マリーン・サービスを行なっています。

修理、サーベイ、ダイビング・サービス、サルベージ、ヘリコプター／ランチ・チャーター・サービスなど、あらゆるご要望に応じられます。

ご一報ください——われわれは常時スタン・バイしてお受けしています。

MURRAY & STEWART MARINE SERVICES

Associated Companies: Murray & Stewart Marine (Pty) Ltd. South African Diving Services (Pty) Ltd. Southern Offshore Supplies (Pty) Ltd. Land & Marine and Salvage Contractors SA (Pty) Ltd. Court Helicopters (Pty) Ltd.

CAPE TOWN Box 1909, C.T. 8000 Telephone: 55-1375
Telegrams: Mustmarine C.T. Telex: 57-0817 SA

DURBAN Box 18102 Dalbridge 4014
Telephone: 47-9361 Telex: 6-4318 SA

PORT ELIZABETH Box 12017 P.E. 6000
Telephone: 2-5009 Telex: 74-7799 SA

UNITED KINGDOM
Telephone: 01-588-2445
Henry T. Meadows & Sons Ltd.
6 Broadstreet Place,
London EC2 M7JH
Telex: 88-5688
Mr. J. Meadows

UNITED STATES
Telephone: 212 269-3170
Marine Repair & Construction
Corporation International
Suite 1127, 17 Battery Place,
New York N.Y. 10004
Telex: 12-9247
Mr. F.A. Ganter

GREECE
Telephone: 4127210
Lambert Brothers (Hellas)
1 Makras Stoa,
Piraeus
Telex: 212242
Mr. P.G. Lefkaditis

SCANDINAVIA
Telephone: 414765
Tillestad & Hauger
Prinsensgate 2,
Oslo 1, Norway
Telex: 11715
Mr. O.M. Skau-Johansen

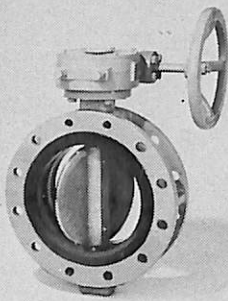
HOLLAND
Telephone: 010-365500
Ext. 235
Vinke & Co.
Consulting Engineers
and Marine Surveyors
56 Westersiraat,
Rotterdam
Telex: 23516
Telegrams: Vinkesurvey
Mr. H. van Son

GERMANY
Telephone: 366177
Wilhelm Schmidt
Steckelhörn 9
2000 Hamburg 11
Telex: 02-15278
Mr. H. Schmidt

BELGIUM
Telephone: 03-335920
Euro Shipping
Jordaenskaai 24,
B-2000 Antwerp
Telex: 31389

ITALY
Telephone: 59 33 31
Cambiaso-Risso & C.S.p.A.
Corso Andrea Podesta 1,
16121 Genoa
Telex: 28284 Amarge
28265 or 27203 Gipenna
Mr. J. Kuiper

FRANCE
Telephone: 553. 11-49
S.O.C.O.M.E.T.
Auvray et Cie
26 Avenue Victor Hugo
75116 Paris
Telex: 630236
Mr. P. Folliard



◀ 船体付バルブ・鑄鋼製フランジタイプ
Model: 720-20型 (口径250mm)

巴バルブは高度の信頼性と耐久性が要求される“船体付弁”として、船舶関係者の方々から圧倒的なご支持をいただいています。たとえばK重工のMサンのお話によりますと、従来のバルブは運行後に点検したところ、

カキ類の付着などによってシート面の損傷が多発。これの除去とすり合わせ作業などで相当の工数を要していたそうです。

ところが巴式(720型)を採用してからは、これらのムダを一掃。クレームなし!!という好成績を収め、「コストやイージーメンテナンスの面でも採用してよかった」とおっしゃっています。

巴式は小形・軽量で、経済的なバルブです。しかも耐食・耐久性に富んだ独特のシートリングを本体にはめ込んでいるため、海水には抜群に強く、閉止時の気密性が非常に高い、保守点検も容易、操作も軽快など、巴の技術が評価されたものと信じます。

K重工様から、一年間運行後の ギャランティードックでクレーム・ゼロ! という、嬉しいお言葉をいただきました。

巴式バタフライバルブは、下記の承認・許可を得ており、世界12カ国に特許申請中です。

- 運輸省海運局(J.G.) 下検第70号 使用許可
- 日本海事協会(N.K.) 67大445号 使用許可
- ノルウェー船級協会(N.V.) KEo/ts 承認
- ロイド船級協会(L.R.) PB.-325 使用許可
- ユーローペリタス船級協会(B.V.)
111-3-5, 66-3433/BE/mk 使用許可
- アメリカ船級協会(ABS) S-5492 使用許可
- ジャーマニー船級協会(G.L.)
2762/Hy/Th/My 使用許可

(実績 = No.1)

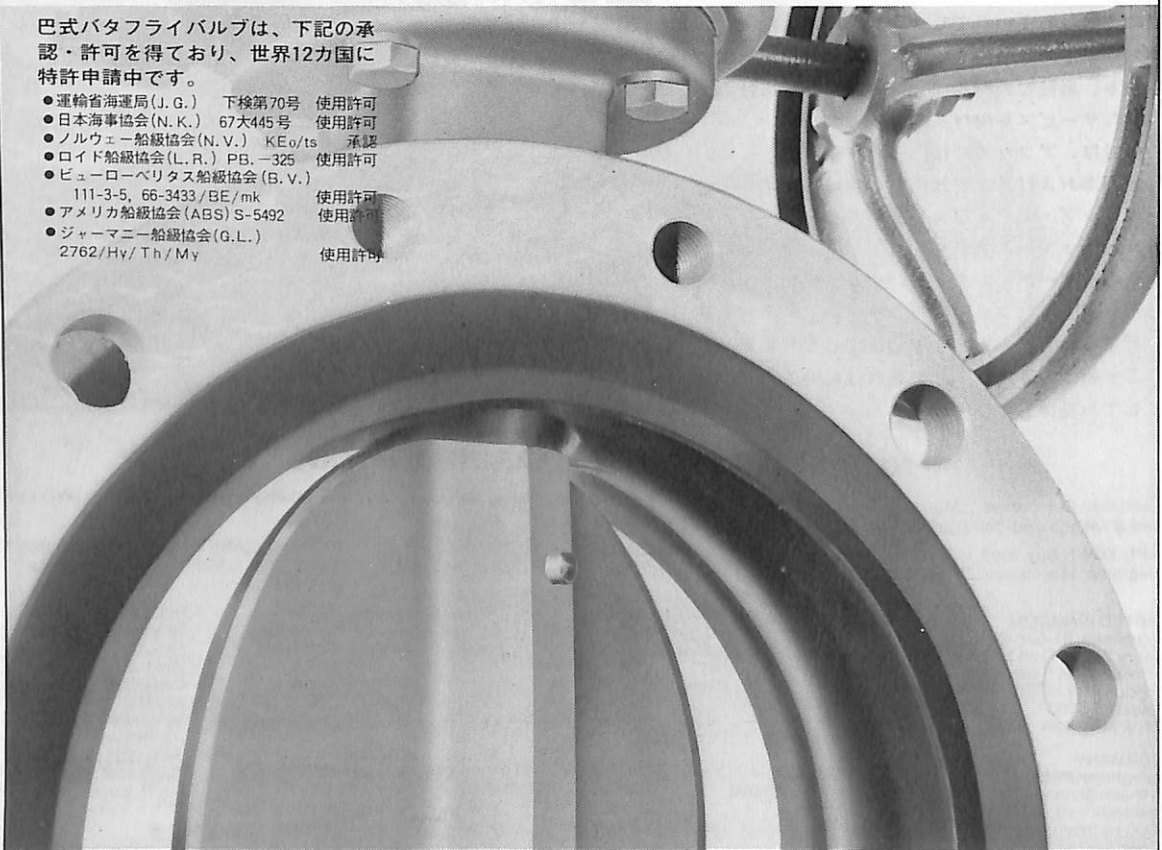
巴バルブ株式会社

巴式バタフライバルブは信頼性の高い船体付バルブとして、各種船舶の主要な部分に使われています。

- 主冷却海水ポンプ低位海水吸入弁
- 主冷却海水ポンプ高位海水吸入弁
- 冷凍機海水冷却ポンプ低位海水吸入弁
- 冷凍機海水冷却ポンプ高位海水吸入弁
- 停泊用発電機海水冷却ポンプ低位海水吸入弁
- 停泊用発電機海水冷却ポンプ高位海水吸入弁
- 冷却機海水冷却ポンプ吐捨弁
- 主機空気冷却器海水吐捨弁
- デイゼル発電機海水吐捨弁
- 主機シリンダーおよびピストン用清水冷却器海水吐捨弁
- エゼクターポンプ海水吐捨弁
- 補助清水冷却器海水吐捨弁
- 中間軸受冷却海水吐捨弁
- ビルジバラスト、甲板洗滌ポンプ低位海水吸入弁
- ビルジバラスト、甲板洗滌ポンプ高位海水吸入弁
- ビルジバラスト、甲板洗滌ポンプ海水吐捨弁
- 非常用消防ポンプ海水吸入弁
- ビルジ吐捨弁
- グリーンビルジ吐捨弁



本社 営業所 / 大阪市西区新町通4-5-1 〒550 ☎06(54)1251(代) T E X 525-6296
東京営業所 / 東京都千代田区神田東松町17 〒100 ☎03(252)6681(代) T E X 222-2387





目次 / Contents

●低燃費ディーゼル船機関部の新システム……………	富田幸雄…………15
New Diesel Ship Machinery System for Cuts Fuel Consumption	Y. Tomita
●住友重機械標準船SSS型について……………	26
A Summary of Sumitomo Standard Ships	
●船舶の損傷とその防止……………	賀来信一…………35
Damages of Hull Construction and Their Countermeasures	S. Kaku
●ゼネラルダイナミックス社(USA)建造のLNG船……………	42
LNG Ships by GD	
●新試運転計測装置<2>……………	須藤正彦・田島幸作・中牧直紀・鈴木孝吉…………49
New Measuring System for Sea Trials. M.Sudo K.Tajima N.Nakamaki K.Suzuki	
●活躍中の世界の有人潜水船……………	芦野民雄…………62
Review of Manned Submesibles in the World	T. Ashino

連 載

●LNG船—材料・溶接および破壊力学<29>……………	恵美洋彦 / 伊東利成…………71
LNG Carrier / Materials, Weldings and Fracture Mechanics <29>	H. Emi / T. Ito

連 載

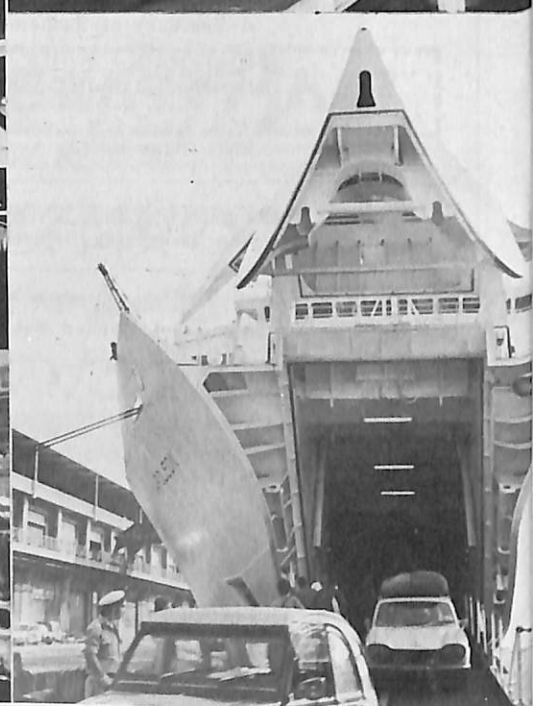
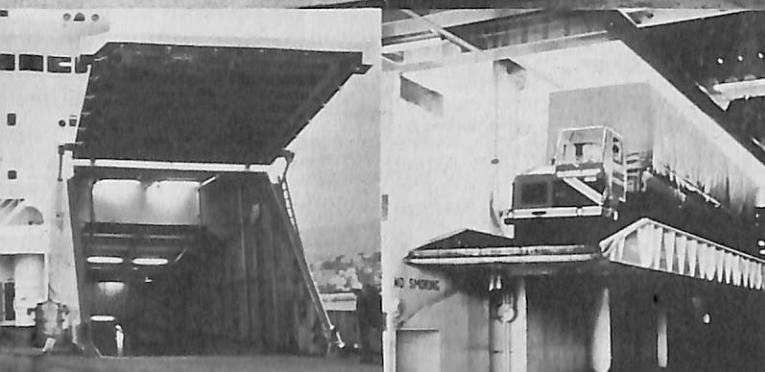
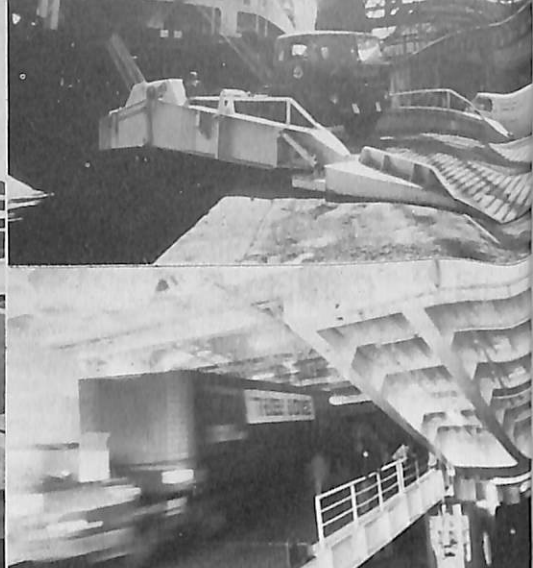
●ディーゼルエンジン<24>……………	斉藤善三郎…………82
Engineering Course : Diesel Engine <24>	Z. Saito
●時速80kmジェットフォイル<おけさ>……………	88

●安全公害の話題……………	59
●NK コーナー……………	70
●竣工船一覧 / The List of Newly-built Ship……………	96
●特許解説 / Patent News……………	104

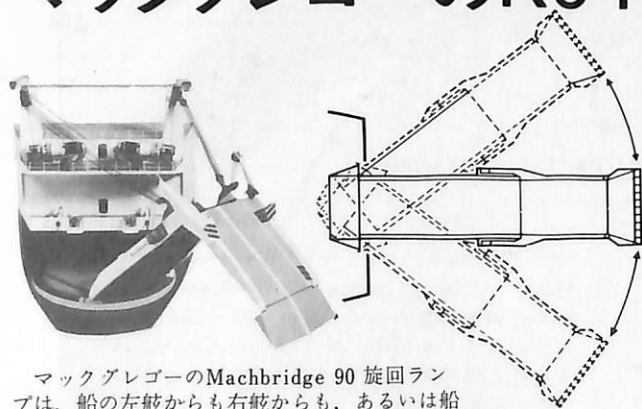
●海外事情

世界最大のフォレスト・プロダクツキャリアー……………	61
世界最大級RO/RO船“SEASPEED ARABIA”が就航……………	87

<p>表紙……………</p>	<p>M.A.N 52/55Aは1,055ps/cyl、450rpmの機関である。燃料消費率の低い静圧過給が採用されており、ピストン速度、排気温度をある限度以下におさえ粗悪油の適用に対する信頼性を上げている。石油価格の上っている今日の要求に適合した機関である。川崎重工業、三菱重工業でライセンス機関の生産が行なわれている。</p>
----------------	---



マックグレゴアのRo-Ro技術はますます躍進



マックグレゴアのMachbridge 90 旋回ラン
プは、船の左舷からも右舷からも、あるいは船
尾後方からも荷役ができるように、船の接岸に多様
性を与えたものです。このMachbridge 90を装備し
た第1船は1977年中に引渡し予定です。

マックグレゴアのRo-Ro サービスに対する進歩した
アイデアと近代的な荷役装置をよくご覧ください。港
の混雑を緩和するよう、寄港時間を短くし、また操船
を容易にするため色々の工夫がなされております。

この分野で私どもは、貨物の車両輸送に対し、リフ
トオンにおけるオープンシップと同じ概念を採用入れ
てまいりました。

それらはすべて貨物輸送を一層単純化するものです

MacGREGOR
Cargo transfer and access equipment

International MacGregor Organization のすべての技術は、下記日本総代理店を通じて、日本の造船業界にご利用いただいております。
極東マック・グレゴア株式会社 東京都中央区八丁堀2-7-1 大石ビル 電話(03)552-5101(代) テレックス 22582*

SEIKO

セイコー株式会社 服部時計店



セイコー船舶時計

安全航海に、信頼のQC

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



船内の子時計を駆動する親時計として

QC-6M2 300×400×186(%) 重量20kg

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

子時計は豊富にそろったデザインからお選びください。

標準時計に、小型・軽量、持ち運び自由な
QC-951-II 200×160×70(%) 重量2.6kg
(マリンクロノメーター)

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

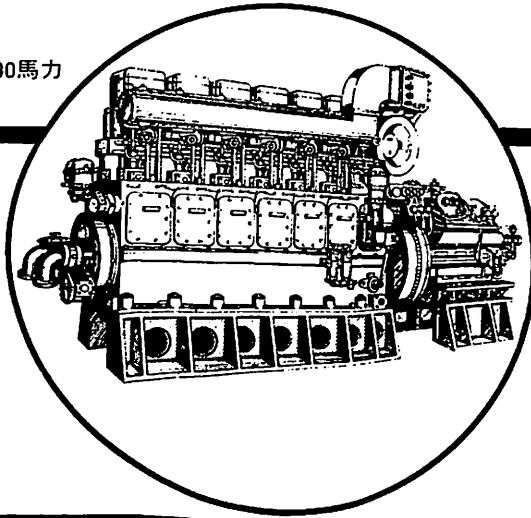
DAIHATSU

DAIHATSU

船舶の自動化・省力化に貢献する

ダイハツギヤードエンジン

6DSM-26型 1,300馬力



60余年の歴史と技術を誇るダイハツが特に省力化と経済性に重点をおいて製作した高性能船用機関

ダイハツディーゼル株式会社

本社・本社工場	大阪市大淀区大淀町中1-1 (06) 451-2551
守山工場	滋賀県守山市阿村町45 (07758) 3-2551
東京営業所	東京都中央区日本橋本町2-7 (03) 279-0811
営業所	札幌・函館・仙台・名古屋・高松・福岡・下関
	ロンドン・シドニー・ジャカルタ

DAIHATSU

DAIHATSU

油汙過作業の省力化…

特許 機関室を広くする

マックス・フィルター シリーズ

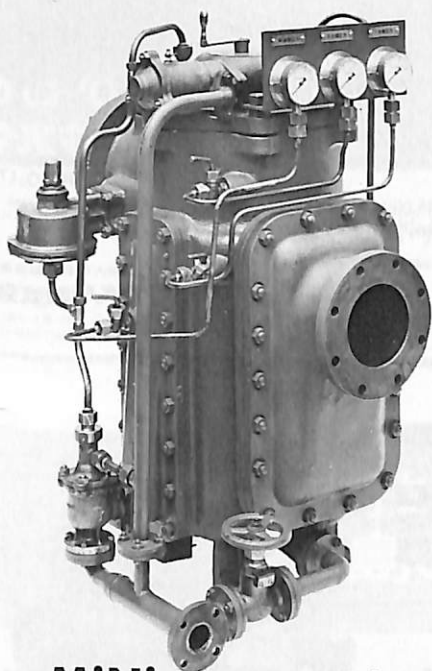
日本船用機器開発協会助成品

MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器

LS型の特長-

- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロレシプロケーターを採用



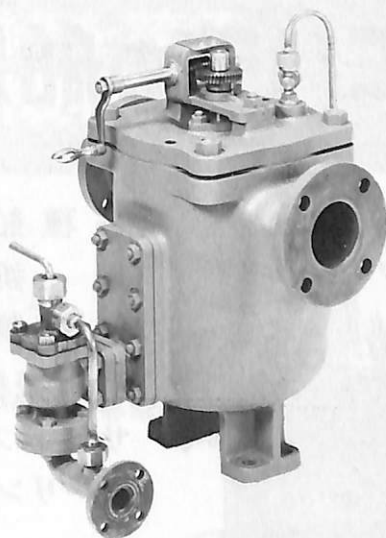
Mini

と改名しました

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

- 〔特長〕
- 価格 切換型より安い
 - 洗滌 簡単で容易
 - 据付 場所をとらない



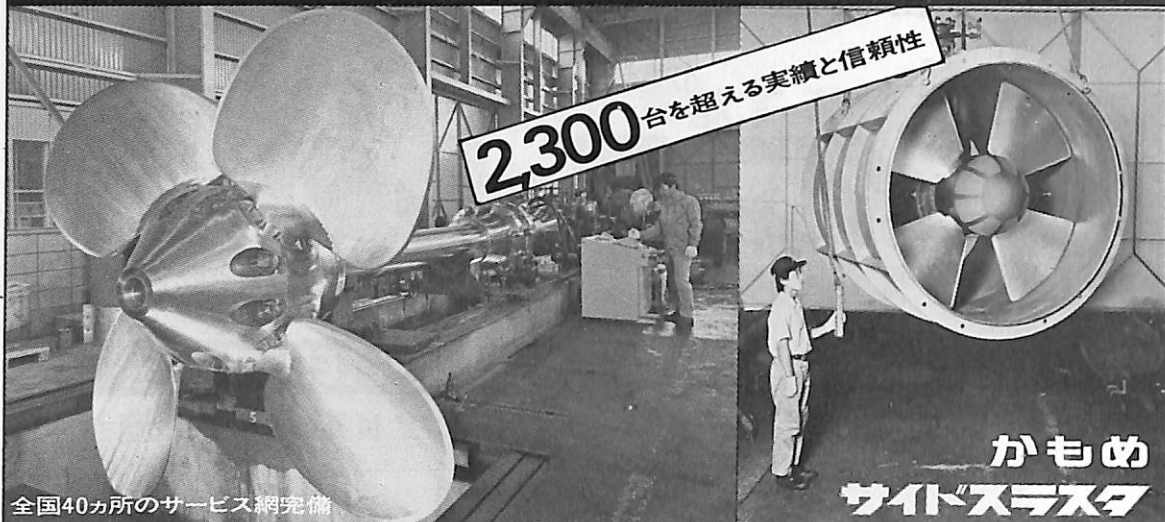
単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

 新倉工業株式會社

本部 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町1703
☎045(892)6271(代)
東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18
☎03(443)6571(代)
大阪営業所 大阪市北区梅田町34千代田ビル西館
☎06(345)7731(代)
九州営業所 福岡県久留米市日吉町24-20 宝ビル
☎0942(34)2186(代)

省エネルギー対策にピタリ!!

KAMOME PROPELLER



2,300台を超える実績と信頼性

全国40ヵ所のサービス網完備

かもめ サイドスラスト



かもめ 可変ピッチ プロペラ

Availability
c.p. propeller—up to 15,000 BHP
side thruster—0.5-12 tons thrust

KAMOME PROPELLER CO., LTD.

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

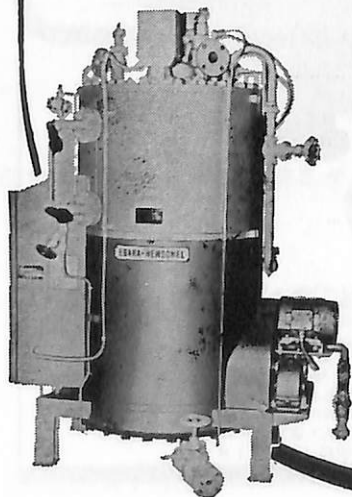
運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

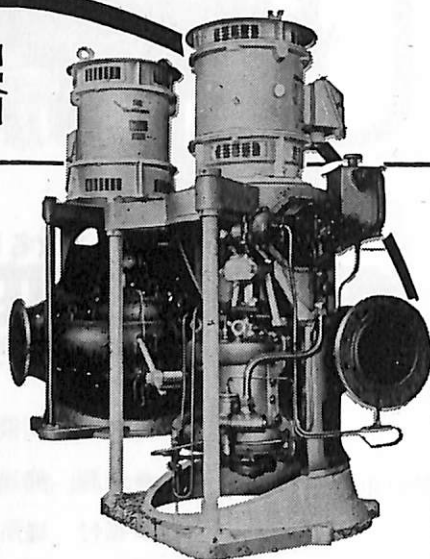
本社: 横浜市戸塚区上矢部町690番244 TEL: (045) 811-2461 (代表)
東京事務所: 東京都港区新橋4-14-2番105 TEL: (03) 431-5438-434-3939

エハラの船用機器

船舶用
エハラヘンジェル・ボイラ



各種 船用 ポンプ
送 排 風 機
空 調 機 器
甲板機械用油圧装置
サイドスラスト装置
ヒーリングポンプ装置



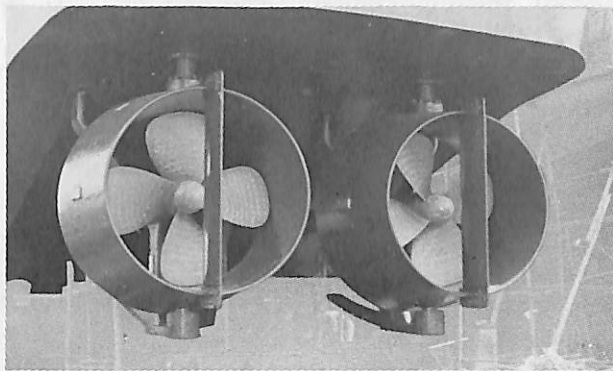
エハラ船用ポンプ



荏原製作所

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

PROPELLER NOZZLE SYSTEM ノズルノズル



- 推力の増大
- 操船性能が向上
- 装置が簡単・安価
- 浅吃水船に使用できる



(株) マスミ内燃機工業所

本社 東京都中央区勝どき3-3-12: TEL (532)-1651
清水営業所 清水市入船町8-16 TEL (53)-6178

最新の技術と実績を誇る 福島製の甲板機械



TWIN DECK CRANE (30t×22M×15.5M min.)

- 油圧・蒸気・電動各種
甲板機械
- デッキクレーン
- アンカー・ハンドリング
ウィンチ
- 電動油圧クラブ



株式会社 **福島製作所**

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

長年の実績と信頼された製品

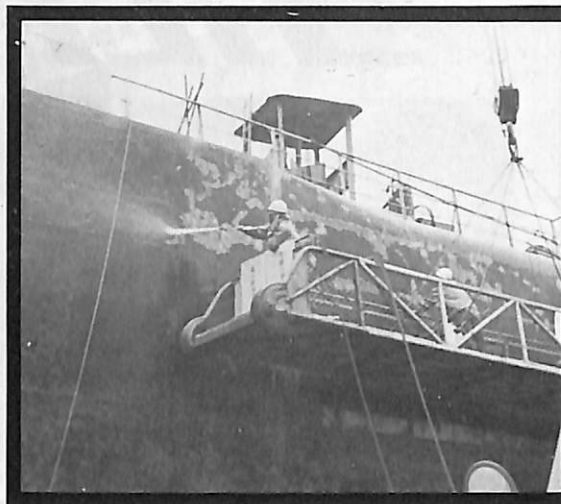
ウォーターブラスト用防錆剤

ハイビット

ハイビットとは……

ウォーターブラスト工法による素地調整では水を使用するため塗装面の乾燥までにサビが発生してしまいます。このサビの発生を防止するために開発された防錆剤が「ハイビット」です。ハイビットは各種の塗料に対して密着を阻害いたしません。

- ウォータージェット工法用
- ウエットブラスター用
- ジェットクリーニング用
等各種



Syoko 昭光化学株式会社

〒140 東京都品川区南品川3-5-3 ☎03(471)4631

信頼ある最高精度

TAMAYA 計算機

天文航法

新発売

NC-2



「航海用六分儀」のメーカー玉屋商店が、自信をもって製作したこのハンディ・タイプの計算機は、六分儀による天測後の計算と、各種の航法計算プログラムを内蔵したもので、これまでの、天測計算表やトラバース表など、数多くの計算表をくり返し使って行われていた航法計算が、まったく簡単に、速く、しかも正確に算出できる画期的なものです。

これからは、六分儀と合わせて航海士必携の計算機です。

 株式会社 玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4丁目4番4号 ☎104
TEL 03(561)8711 (代表)

大阪支店 大阪市南区順慶町通4丁目2番地 ☎542
TEL 06(251)9821 (代表)

工場 東京都大田区池上2丁目14番7号 ☎143
TEL 03(752)3481

44m 高速捜査救命艇



高速艇・消防艇専門メーカー 墨田川造船株式会社

本社 東京都江東区潮見2-1-6 TEL. 647-6111~7

現場のための 強化プラスチック船の工法と応用

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

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

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

好評 ■ 既刊書 = 図書目録呈

強化プラスチックボート 戸田孝昭著 実験データを基にFRPボートの設計・製造技術1200円(送200円)を解説。関係技術者、製造従事者必携の書

高速艇工学 丹羽誠一著 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 価3000円(送240円)

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

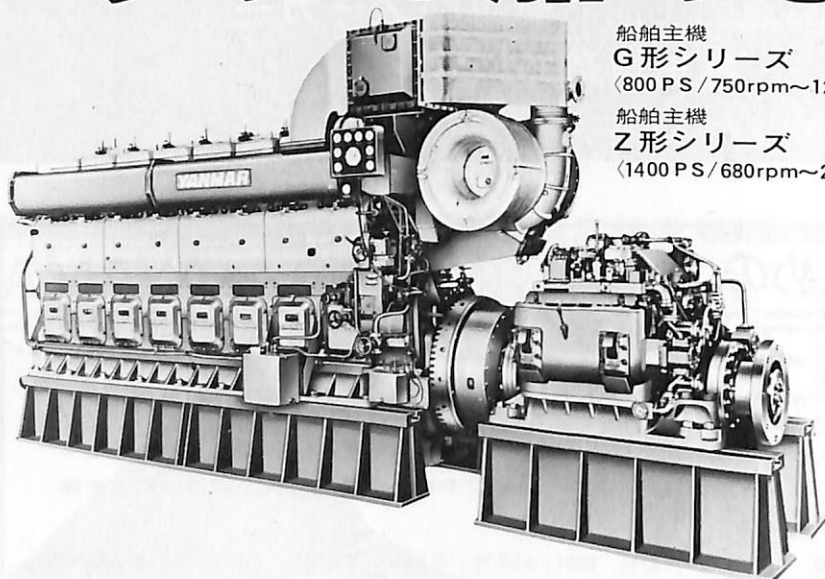
発行 株式会社 舵 社 〒104・東京都中央区銀座5-11-13(ニュー東京ビル) 電話(03)543-6051(代)・振替東京1-25521(舵社) 発売 株式会社 天然社

一滴の燃料を生かす確かな技術

海上輸送の原動力



タフな船の心臓



船舶主機
G形シリーズ
(800 PS / 750rpm ~ 1200 PS / 820rpm)

船舶主機
Z形シリーズ
(1400 PS / 680rpm ~ 2400 PS / 680rpm)


航海の安全を守る船舶の心臓=ディーゼルエンジン。乗組員の孤独な作業を支える、「絶対の信頼性」が要求されています。ヤンマーは部品の一つ一つにいたるまで徹底した品質管理を行い、ディーゼルエンジンをお届けしています。全国でその耐久性・安定性が高く評価され、「ヤンマーなら安心」の声が聞かれています。60余年にわたる、丹念な製品作りの実績が、海の男達のあいだで、信頼の輪を広げているのです。

- 軽量・コンパクト機関室が広く有効に使えます。
- ヤンマー独自の燃焼機構により運転費・維持費が安くすみます。

- 船舶主機用3.0~2400馬力
- 船舶補機用3.5~3600馬力

ヤンマー ディーゼル

●お問合せは〈営業統括部販売推進部〉まで。

 **ヤンマーディーゼル株式会社** 尼崎市長洲東通1-1 TEL (06)488-1111(代)
〈本社〉大阪市北区茶屋町62<〒530> TEL (06)372-1111(代)

札幌支店 / TEL (011)221-6131

東京支店 / TEL (03)213-8111

名古屋支店 / TEL (052)563-2271

大阪支店 / TEL (06)372-1111

高松支店 / TEL (0878)21-2111

広島支店 / TEL (0822)28-1111

福岡支店 / TEL (092)441-0111

仙台営業所 / TEL (0222)62-5761

焼津営業所 / TEL (05462)8-3118

低燃費ディーゼル船機関部の新システム <1>

New Diesel Ship Machinery System
for Cuts Fuel Consumption
by Yukio Tomita
Under Director and Manager,
Office of Development Managers
of Technology & Development Headquarters
Hitachi Shipbuilding & Engineering Co., Ltd.

富田 幸雄

日立造船技術開発本部開発室長

1. はじめに

1973年秋の石油ショックを契機として、燃料エネルギーに対する価値観に、大きな変革がもたらされ、いわゆる「省エネルギー」が社会的ニーズとしてクローズアップしてきた。一方、海運界において燃料油の高騰は、船舶の運航採算性を極度に悪化させているのが現状である。

このような状況にあって、低燃費船の開発は、われわれ造船界に課せられた緊急の課題であるとの認識のもとに、当社では鋭意このテーマに取り組んできた。

船舶において、燃料節減の方法は図-1に示すような項目が考えられるが、船舶の特殊性から、技術革新的な開発要素はできるだけ避け、既存の技術を組合せる、いわば技術移行的な開発要素に限定し、使用者に即座に受入れてもらえることを念頭に、ト

ータルシステムとしてこれらをまとめた日立造船式低燃費型標準船の開発を進めてきた。昨年秋、この成果を世界の海運界に提示し、関係各位の大きな反響をよんでいる。

この低燃費船機関部の中心となった新しい製品は、①「ツインバンク型ディーゼル機関」、②「低圧ターボ発電プラント」、③「シングループ式舵取機」で、これらについては、昨年8月新聞に、また本誌11月号に、その概要が掲載されているが、この3つのテーマについて、それぞれの開発の着想点や内容の詳細を以下に紹介する。

2. 日立 B & W ツインバンク型低速ディーゼル機関

2.1 ツインバンク型低速ディーゼル機関とは

大口径プロペラを採用しプロペラ回転数を下げ

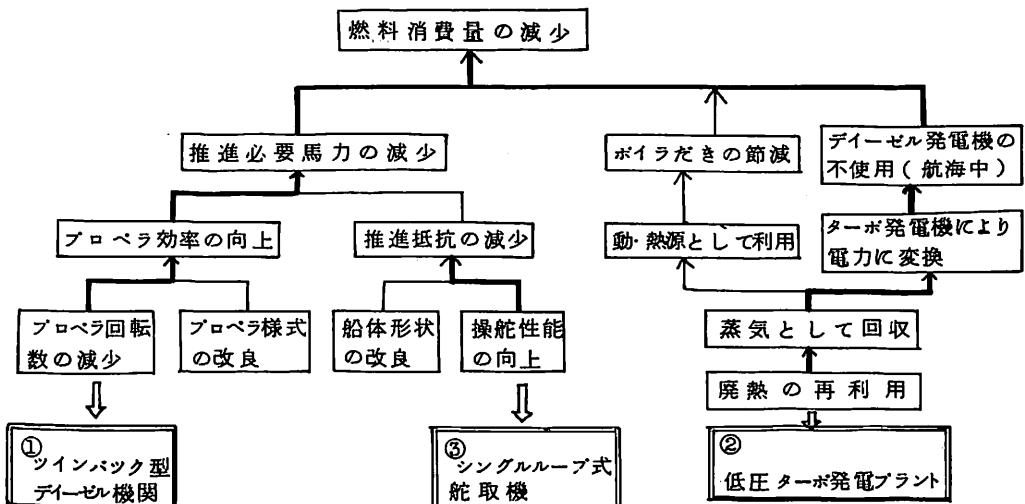


図1 船舶における燃料節減の方法

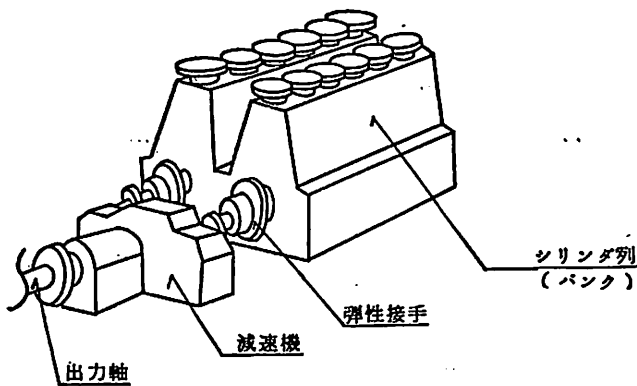


図2 ツインバンク型機関の構成

ば、プロペラ効率が向上し、推進必要馬力が減少することは衆知のことである。本機関はこの目的のため開発された船用低速ディーゼル主機関で、その構造は図-2に示すように、おのおのクランク軸をもった2列のシリンダ列(バンク)を、ひとつの共通台板上に並列に配置し、これらのクランク軸の出力端をそれぞれ弾性継手を介して歯車式一段減速機に結合し、1本の出力軸として取り出したものである。

2.2 本開発の着想点

2.2.1 要求されるプロペラ回転数

プロペラ回転数を下げる場合、それぞれの船舶によって異なるが、許容される最低のプロペラ回転数は、おおむね図-3に示す範囲となる。この範囲は船尾形状をマリナー型とし、吃水との関連や振動問題なども考慮して決められるものであるが、将来の課題として、例えばダクトシールド型などの特殊な船尾形状を採用した場合、要求される回転数はさらに低下することは言うまでもない。

2.2.2 要望される主機関の型式

現在、船用ディーゼル主機関として圧倒的に多く使用されている2サイクル・

クロスヘッド型低速ディーゼル機関を、開発の対象として選定した。これは使用者側にとって手馴れた機関であることのほか、粗悪燃料油にも充分耐えるし、潤滑油の消費量や管理の点、保守に要する技術レベルの問題など、中速ディーゼルより低速ディーゼルの方が利点が多いと判断したためである。使用者側に抵抗なく受入れてもらうためには、低速ディーゼル機関の採用は必須の条件であるとする。

2.2.3 ギヤード方式の採用

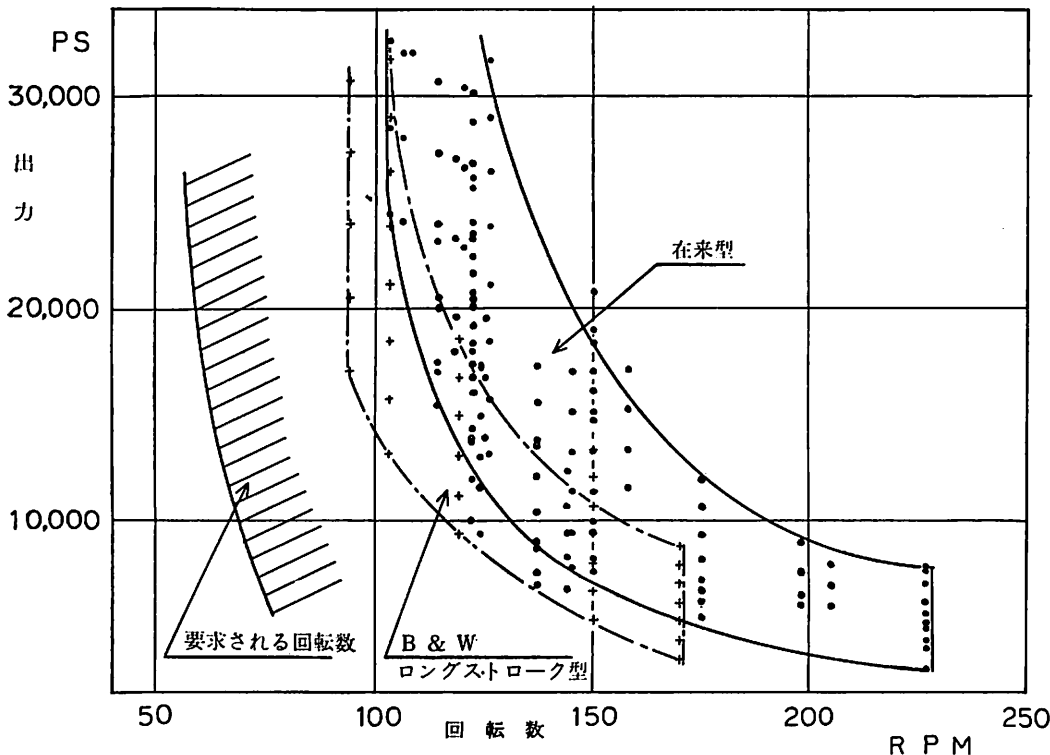


図3 要求される回転数および低速ディーゼルの出力範囲

2.2.1 で述べた「要求される回転数」は図-3に示すように、既存の低速ディーゼル機関のもつ回転数よりかなり低いレベルのものである。しかも、それぞれの船舶によって許容される最低のプロペラ回転数が異なるため、推進機関の出力端回転数は、ある程度自由に選択できるものでなければならない。この観点から減速装置、すなわちギヤード方式を採用することにした。

2.2.4 1機1軸・2機1軸からツインバンクへ
 低速ディーゼル機関をギヤードとする場合、ただ単に、従来の直列型機関に各種減速機を組合せた、いわゆる1機1軸方式では、減速機を含む機関の全長が大巾に増大するほか、高トルクに対応する減速機や弾性接手の容量に制限が生じる。また、機関軸心とプロペラ軸中心とを同心とするためには、遊星ギヤやロックド・トレーンギヤなど、複雑な特殊減速機構が必要となる。従って、1機1軸方式には種々技術的難点や制約が多く、コストも増大する。

これらを守るため、原動機側の出力端を2つに分割し、減速機への入力軸を2本として、通常的一段減速歯車機構により、1本の出力軸とする方式を採用することにした。こうすることにより弾性継手や減速歯車にかかるトルクは、1機1軸方式に比べ半分となり、しかも特殊な機構を用いなくても、必ず原動機を中心線上にプロペラ軸の中心が位置することになる。

次に、減速機への入力軸を2本とするには2機1軸方式とすれば良いが、これでは機関全体の横巾が増大し、また原動機軸心間距離の関係から減速機も大きなものとなり、機関室内の配置上大きな制約となる。

これらの問題を全て解決し、機関全体をコンパクトなものとするために、ツインバンク型機関が考えだされた。

2.3 ツインバンク型機関の具体化

2.3.1 具体化の対象としたディーゼル機関

以上に述べた着想を具体化してゆく上で、当面の対象を既存の低速ディーゼル機関のなかに求めたとき、次の理由からB&W型K45GF機関を母体としてツインバンク型とすることが最良であるという結論に達した。

- (1) この機関の出力範囲が最近の需要に一番良く適合している。
- (2) この機関は回転数が比較的高く、機関自体が軽量・コンパクトである。したがって、ギヤード機関として適している。

(3) この機関はB&W造機会社と当社が共同開発したもので、当社で多くの製造実績をもっており(就航中—22台、艀装中—19台、製造中—22台、合計—63台)、信頼性のある機関であることが確められている。したがって、ツインバンク型の開発は短期間に、しかも確実にこなすことができる。

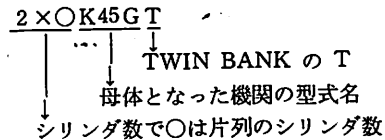
2.3.2 開発の状況

昭和51年始めより開発に着手し、同年4月よりB&W造機会社との協同開発を進めてきた。すでに詳細設計を完了し、現在当社で実機を製作中である。

1号機は2×6シリンダ、出力軸 80rpm で、昭和52年秋には運転を開始する予定である。

2.3.3 機関要目と仕様

(1) 機関の呼称は下記のとおりである。



(2) 機関の断面図および外形図は、それぞれ図-4、図-5に示すとおりで、主要部品は全て既存のK45GF機関と同一のものを使用している。

(3) 機関要目は表1に示すとおりで、減速機後の出力端での出力は1シリンダ当り約870PS(連続最大時)、また回転数は適用される船舶ごとに適宜選定されるが、おおむね60~90rpmである。

2.3.4 機関の構造

本機関の設計の母体となったB&W型K45GF機関との相違点を中心に、以下に説明する。

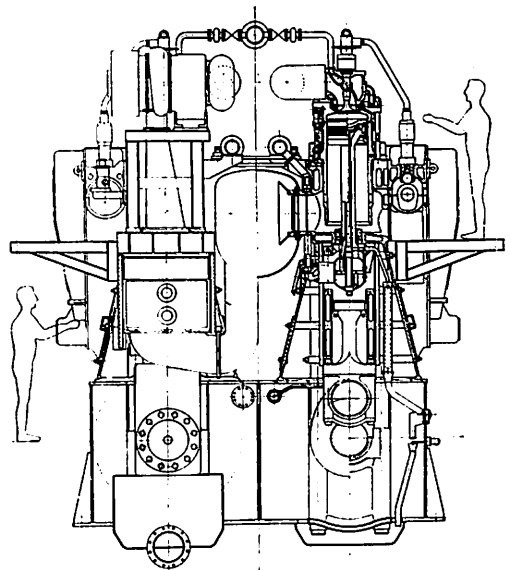


図4 日立-B&W K45GT 機関断面図

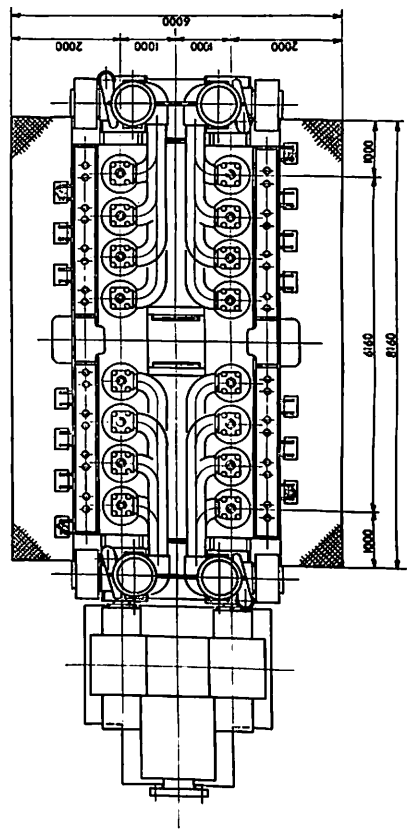
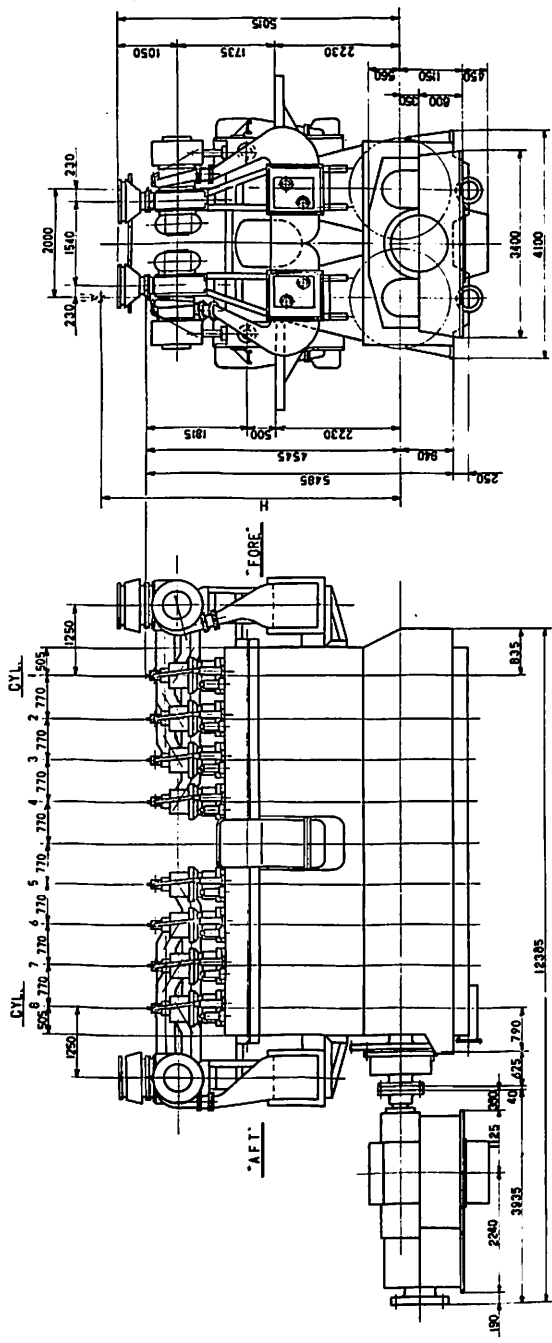


圖 5 日立-B & W 2×K45GT 機艙外形圖

表1 ツインバンク型 2×K45GT 機関要目表

(1) 主 機 関

型 式	日立B&W, 2サイクル, 単動, 可逆転 クロスヘッド型, ツインバンク, デーゼル機関			
呼 称	2×5K45GT	2×6K45GT	2×7K45GT	2×8K45GT
シリンダ径×ストローク	450mm×900mm			
クランク軸間距離	2000mm			
出力(連続最大出力時)	8,800PS	10,600PS	12,300PS	14,100PS
回転数(")	227rpm			
図示平均有効圧力(")	13.1Kg/cm ²			
シリンダ内圧力(")	86Kg/cm ²			
ピストン速度(")	6.81m/s			
回 転 方 向	縦よりみて反時計方向			

(2) 減 速 機

型 式	シングルまたはダブルヘリカルギヤー, 一段減速機			
呼 称	MCT-100	MCT-100	MCT-106	MCT-106
出力(連続最大出力時)	8,650PS	10,450PS	12,100PS	13,900PS
回転数(")	80rpm ※)		70rpm ※)	
減 速 比	2.84 ※)		3.24 ※)	
減 速 機 効 率	約98.5%			
出力軸回転方向	縦より見て時計方向			

※) 印は一例を示す。使用先によつて適宜選定する。

(1)台板：K45GF機関では鑄鉄構造となっているが、本機関は溶接構造を採用した。また、スラスト軸受ブロックは台板から分離して減速機ケーシングに組込んだ。台板内部は左右バンクに仕切られており、それぞれ独立のクランクケースを形成している。

機関の据付けは通常の機関と同じように、片側に1列、計2列の据付ボルトで主機台に据付ける構造としており、台板中央部には据付ボルトを設けないことにしている。

(2)架構：架構は右舷バンクと左舷バンクに分離しているが、それぞれの架構はK45GF機関と共通である。2つの架構の間に両バンク共通の掃気管を設けた。また、左右の架構は、その上部に設けられたトッププレッシングにより互いに連結されており、横方向の相対動きを減少させている。

(3)クランク軸：クランク軸はスラスト軸受部を除いて、K45GF機関と全く同じ設計とした。したがって、軸受類は従来のものと共通である。

左右のクランク軸の位相差は、最適の過給性能と最小の台板変形、および最小の機関振動と据付部への反力が得られるよう選定した。

(4)過給機：K45GF機関と同様に動圧過給方式を採用した。また、過給機はそれぞれ空気冷却器上に装備し、両バンクの船・艀端に配置した。

(5)操縦装置：基本的にはK45GF機関と同仕様の空気式遠隔操縦装置を採用した。

ガバナは左舷バンクに装備し、両バンクにそれぞれ設けたアンプリファイヤーをへて、両バンクの燃料調整軸を制御するよう設計した。ガバナが故障した場合に備えて、危急運転用の空気-機械式操縦スタンドを左舷バンクに装備した。

このほか、万一の場合は、いずれか片側のバンクだけで運転できるよう配慮した。すなわち、左舷バンクだけの運転の場合は通常のガバナ運転で、また右舷バンク運転の場合は、危急用操縦スタンドによる運転が可能である。

(6)減速機：2本のクランク軸は通常の弾性継手を介して、一段歯車式減速機に結合している。

載荷状態による船体部の変化や、機関および減速機の熱膨張によるアライメントの変化に対して、歯車は充分安全であるよう設計されている。

2.3.5 技術的検討事項

従来の機関から変わった点を中心に技術的検討を行った。また行なう予定の項目は次のとおりである。

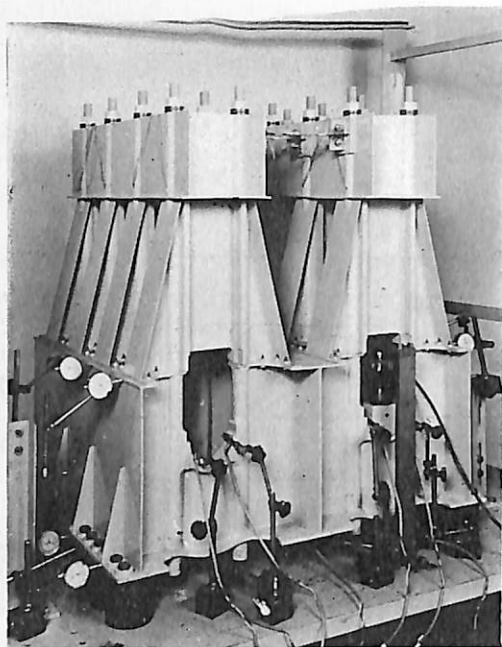


図6 モデルによる台板剛性テスト

(1)台板：実物の $\frac{1}{4}$ のスケールで作られたモデル(図-6)による剛性実験と、有限要素法による2次元および3次元解析により強度チェックを行なった結果、新設計の台板の強度は在来型機関と同等、もしくはそれ以上であることが確かめられた。

(2)振動：船体構造を含む系全体を弾性体として考えた解析を行なった結果、在来型機関の場合より低いレベルとなることが確かめられた。また、本機関の運動部の質量が小さいため、両クランク間の位相差をどのように設定しても、機関の不均衡偶力、ガイドフォースモーメントおよび内部偶力は、同出力の在来型機関に比べかなり小さくなる。

(3)過給性能：シミュレーションによるチェックを行なったほか、現在製造中のK45GF機関による模擬実験を予定している。

(4)一般性能：1号機による特殊試験・特殊計測を含む性能確認運転を、約3カ月間行なうこととしている。

2.4 特長

在来型の直結低速ディーゼル機関に比べ、次のような特長がある。

(1)燃費の低減：プロペラ回転数低下にともなうプロペラ効率向上のため、必要推進馬力が減り、燃料消費量が大幅に減少する。また、同時に推進補機の容量も小さくてすむ。

(2)小型で軽量：減速機を含む機関の長さ、高さが

短縮され（巾は変らない）、機関室スペースを大幅に減らすことができる。このため、長さにおいては載荷容積の増加、もしくは船体長さの短縮が可能である。高さにおいては、機関室上部にあらたに生じた空間を有効利用できるとともに、居住区に対する騒音防止にも効果がある。また、減速機を含む機関全体の重量は大幅に軽減する。

同等の出力（等価出力）をもつ在来型低速ディーゼル機関との諸元比較例を表-2に、また比較図を図-7に、そして船内配置の例を図-8に示す。

(3)低コスト：本機関のコストは、減速機と弾性継手を含めても、在来型機関より安くなる。また、補機類の容量減少によるコスト減と合せると、大口徑プロペラ採用にともなう船体部のコスト増大分を

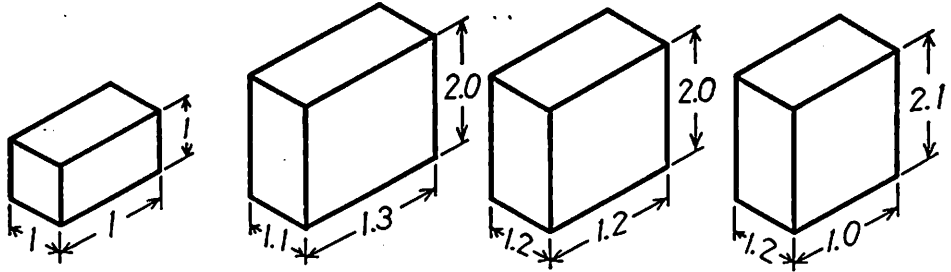
表2 ツインバンク型機関と在来型機関の要目比較

項 目	ツインバンク型 機 関		在 来 型 機 関		
	2x8K45GT	8RND76	7RND76M	6L80GF	
((諸 元))					
(主機関)					
1) シリンダ径	(mm)	450	760	760	800
2) ストローク	(mm)	900	1550	1550	1950
3) 定格出力	(BHP)	14100	16000	16800	15800
4) 定格回転数	(rpm)	227	122	122	103
5) 常用出力	(BHP)	12800	14400	15120	14400
6) 常用回転数	(rpm)	220	118	118	100
7) シリンダ内平均有効圧力 (定格出力時)	(Kg/cm ²)	12.2	10.5	12.6	11.8
8) ピストン速度 (定格出力時)	(m/s)	6.81	6.30	6.30	6.70
(減速機後)					
9) 定格出力	(BHP)	13900	-	-	-
10) 定格回転数	(rpm)	70	-	-	-
11) 常用出力	(BHP)	12600	-	-	-
12) 常用回転数	(rpm)	68	-	-	-
((重量・主要寸法 含減速機))					
13) 機関重量	(Ton)	322	550	521	545
14) 機関長さ	(mm)	12385	15925	14475	12620
15) 機 関 巾 (グレーチング最大巾)	(mm)	6000	6850	7225	7130
16) 機関高さ (据付面～シリンダトップ)	(mm)	5485	9970	9966	10970
(据付面～クランク中心)	(mm)	940	1400	1400	1795
(クランク中心～シリンダトップ)	(mm)	4545	8570	8566	9175
17) 機関解放高さ (クランク中心～クレーンフック)	(mm)	5600	11990	11990	11800

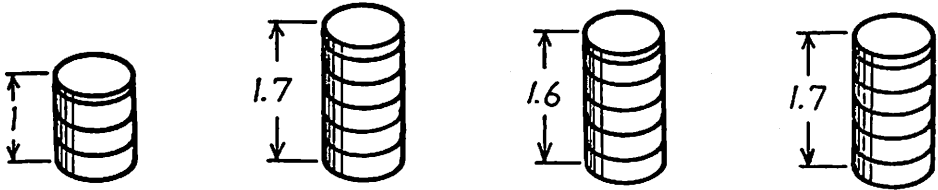
ツインバンク型機関
2×8 K45GT
ツインバンク型

在来型機関
7 RND76M

6 L80GF



容積 機関長さ (含減速機), 機関巾 (グレーチング最大巾), 解放高さ (据付面~クレーンフック)



重量 (含む減速機)

図7 ツインバンク型機関と在来型機関との寸法・重量比較表

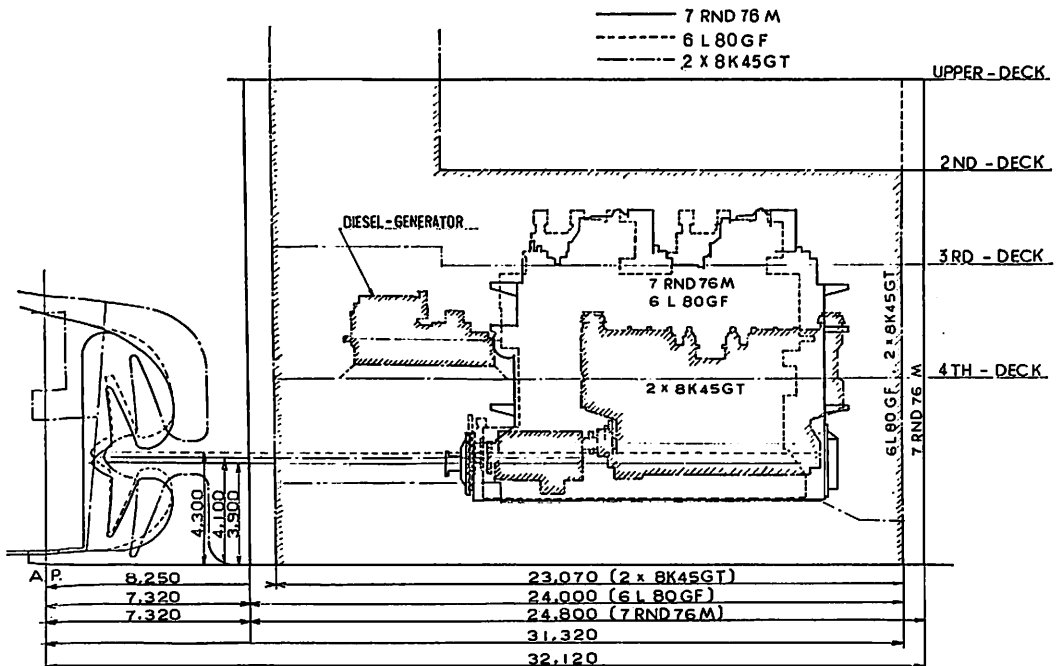


図8 6万トンクラス・バルクキャリア機関室配置比較

充分カバーし、全体として低船価となり得る。

(4)品質の向上：本機関は、母体となった直列機関を含めると、1機種（1種類のシリンダ径）で広範囲の出力範囲をカバーできる（K45GF機関とGT機関とで、4,400PS～21,200PSが得られる）ので、量産が可能となる。したがって、生産の合理化による品質の向上が容易となり、加えて前記の低コストを、さらに低下させることが期待できる。

2.5 信頼性と保守性

船舶の運航経済上、燃料費が大きな割合をしめることから、低燃費への関心が強いが、一方において信頼性や保守性についても、運航採算面および乗組員の問題から見のがせにできない点である。

これらについて、以下に詳しく述べる。

2.5.1 信頼性

機関本体については、既の実績のある在来型機関を母体としており、ほとんど全て同一の部品を使用していることは、先に述べたとおりである。また、減速機と弾性継手は、従来中速ディーゼル機関で使用しているものと同一設計レベルのもので、容量も同程度である。したがって、構成部品については、充分に高い信頼性をもつことが実証済みである。

また、推進系全体として見ても、減速機や弾性継手など要素数が多いにもかかわらず、危急時の片バンク運転が可能ことから、2機1軸の場合と同様に原動機側の信頼度が高まり、従来の直結低速ディーゼル機関による、1機1軸方式と変らない推進システムの信頼度を得ることができる。ちなみに、主機関の信頼度を0.988（ツインバンク型の場合は信

頼度0.988の機関を2台もつことになる）、伝達軸、プロペラ、減速機、弾性継手の信頼度を0.990と設定すると¹⁾、推進システム全体の信頼度は直結1機1軸方式の場合0.972となり、ツインバンク型の場合も全く同じ数値0.972が得られる。

先に述べた量産による品質向上は、さらに本機関の信頼性を増すことはいうまでもない。

2.5.2 保守性

2サイクル・クロスヘッド型ディーゼル機関を使用しているので、保守性に関してはもともと優位性がある。しかし、ツインバンク型ではシリンダ数が増加し、保守負担が極端に増加するのではないかと危惧されがちであるが、これは多分に心理的なものである。主機関の主要部について、保守費を試算した結果を図9に示すが、ツインバンク型機関は在来型の大口径機関に比べ、個々の部品が軽量小型であるため解放所要時間（MAN-HOUR）が少く、造船所や修理業者へ委託する工事費はさして増大しない。一方、部品単価が割安であるため、シリンダ数が多いにもかかわらず取替部品費は減少し、全体の費用は在来型のものよりむしろ減少している。

次に、船内での定期整備作業（主に排気弁と燃料弁の整備）は、シリンダ数の影響から在来型に比べ年間100～200時間（MAN-HOUR）程度の増加となるが、これは機関部の年間作業総時間数に対して2%前後のものであり、現状の乗組員で通常作業時間内に充分処理できるものと考ええる。

また、従来の大口径シリンダの場合、部品が大規模であり人手がかかるため、外部へ委託をしていた工

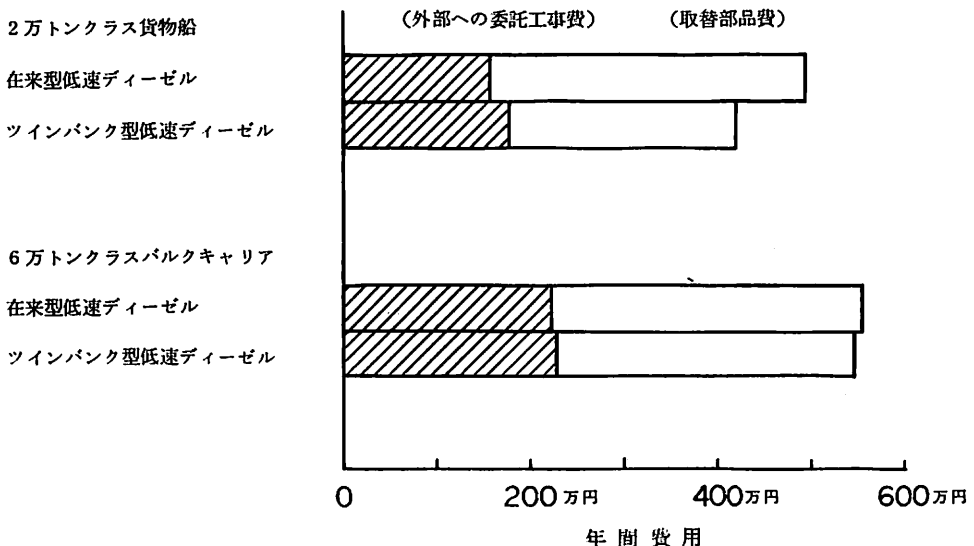


図9 主機関主要部の保守費比較

表 3 船用ディーゼル機関のジャンル

項 目	ジ ャ ン ル
(1) 回 転 数	低速 中速 高速
(2) サ イ ク ル	2-サイクル 4-サイクル
(3) 燃料噴射方式	空気噴射 無気噴射
(4) 過給方式	無過給、ピストンポンプ過給 ターボ過給（動圧方式、静圧方式、2段過給方式）
(5) ピストン配置	単動、複動、対向ピストン
(6) シリンダ配置	直列、V型、W型
(7) 運動機構	クロスヘッド型、トランクピストン型

事（ピストン抜きなど）を、部品が軽量小型となったため乗組員の手で施行するなどして、外部への支払費用をさらに削減できる可能性もある。

2.6 適用船の種類

船用主機関としてあらゆる船に適用でき、それぞれに特長が生かされるが、特にプロペラ荷重量が高く、相対プロペラ径の小さい船（低速貨物船、バルクキャリアー、タンカーなど）において著しい効果が発揮される。また従来、中速ディーゼル機関が主として使われてきた RO/RO 船などの特殊船に対しても、低速ディーゼル機関でありながらコンパクトである本機関が搭載可能となってきた。

一方、タービン船の燃料費改善のための換装主機関として、最適である点もみのがせない。

2.7 ツインバンク型機関の評価

ツインバンク型機関は船用ディーゼルの分野、またその歴史の上からみて画期的なエンジンであるといえる。すなわち歴史的観点に立ってディーゼル機関の進歩の過程から評価をすれば、この新しいエンジンの必然性、妥当性は明らかである。また、現時点での市場性という観点に立って技術的、経済的評価をしても、その優位性は明白である。

これらについて、以下に少し詳しく述べる。

2.7.1 ディーゼル機関の歴史

船用ディーゼル機関には大別して表-3のようなジャンルがある。歴史的観点からこのおのこのジャンルを考えてみると、そのときどきの時代的要請

に応じて、また背景となる周辺技術の進歩に応じて、エポックメイキングとなるような新形式を生み、あるものは姿を消し、あるものは進歩してきた。これにはそれなりの理由があり、歴史の必然性ともいうべきものである。

その必然性を周辺技術の進歩から考えれば、復動ピストンから単動ピストンへの復帰は、過給方式の技術向上による、シリンダ当りの出力の増加がもたらせたものであり、また燃料の空気噴射から無気噴射への進歩は、材料と油圧技術の向上が燃料の高圧噴射システムを完成させたことにあった。

2.7.2 ツインバンク型機関の生いたち

今回、われわれがツインバンク型機関という理念を低燃費船の主機に対し考えついたのは、歴史的必然であったと確信する。すなわち、歴史的にみて減速歯車と弾性継手の技術的進歩が、低速ディーゼル機関の分野において新しいジャンルを生み出すのは当然のことであり、その最適の解としてツインバンク型機関の理念は、出現すべくして出現したものといえる。もし、減速歯車のK値（歯面荷重）が、例えば20年前の8 kg/cm² のままであったら²⁾、また弾性継手の容量が、このような大馬力の伝達に耐え得ないままであったとすれば、ツインバンク型機関の理念は決して生まれなかった。

中速、高速ディーゼル機関の分野にV型やW型が存在するように、低速ディーゼル機関の分野における新しいジャンルとして、ツインバンク型が存在す

べきことは当然の理である。

2.7.3 ツインバンク型機関の意義

燃料価格の高騰ともなう省エネルギーの社会的ニーズが、ツインバンク型機関の理念を考えだしたひとつのきっかけであったが、この新しいエンジンを各方面から検討してみると、その価値は、すでに述べたように、単に燃料の節減だけでなく各方面に優れた点をもっており、船用ディーゼル機関の新しいジャンルにふさわしいもので、その適用範囲は大きく拡大されてゆくことを確信する。

2.8 今後の課題

2.8.1 当面の課題

従来の低速ディーゼル機関と異なり、先に述べたとおり量産が期待されるので、これに対応した生産システムの合理化をはかり、コストの一層の低減と品質の向上、すなわち信頼性のより高いエンジンをいかに生みだしてゆくかが当面の課題である。

2.8.2 次の課題

冒頭に述べたとおり、今回の開発は短期間で市場に提供でき、しかも安心して使ってもらえるもの、という観点から既存のエンジンから需要の最も多い出力範囲を選び、具体化の対象としたが、次の段階としては、出力範囲を拡大するため機種を追加すること。さらに、ツインバンク型機関に最適のエンジンを開発してゆくことがあげられる。すなわち、原動機側の回転数を上げ（例えば、中速エンジンの採用）、よりコンパクトなものとするほか、過給方式の改善により、さらに高性能化することなどである。（以下次号）

参考文献

- 1) Lars Th. Collin: 船用推進システムの将来、特にその動向、問題点および可能性について、日本船用機関学会誌、11巻12号（1976年）866頁
- 2) 宗 孝: 使用実績に基づく機械要素の実践的設計(8)、機械設計、Vol. 20, No. 9（1976年）93頁

Ship Building & Boat Engineering News

■ '77国際ガスタービン会議東京大会が

5月開催される

日本ガスタービン学会、日本機械学会、米国機械学会共催の第2回目“1977年国際ガスタービン会議東京大会”は、来る5月22～27日の6日間、東京プリンスホテルで開催される。

本大会の目的は、世界のガスタービン関係者が一堂に会し、ガスタービンに関する学術ならびに技術の最新情報を交換することにより、同分野の今後の発展に役立てようとするもので、第1回は1971年に多大の成果を収めた。

今大会のプログラムは、テクニカルセッションで内外よりの70編をこえる論文が発表されるほか、特

別講演として“FJR 710ターボファンエンジンの開発と現状”（松本正勝講師），“産業用ガスタービンについて一仮題”（I.G. ライス講師）とパネルディスカッションが開かれる。

なお大会参加登録等の詳細は、下記事務局宛に問合せのこと。

㈱サンセイ・インターナショナル

東京都港区赤坂1-7-5（昭和ビル）

電話 582-8716（代表）

■ IHI、防衛庁向け大型輸送艦“さつま”を完工

石川島播磨重工はこのほど、東京第二工場において防衛庁向け大型輸送艦“さつま”(2,000排水トン)を完工した。

同艦は第4次防衛力整備計画の一環として建造を進めていたもので、すでに引渡された“みうら”“おじか”の同型3番艦である。

“さつま”の主要目

基準排水量/2,000 t、全長/98.0 m
最大幅/14.0 m、深さ/7.6 m、吃水/3.0 m、主機関/2,200馬力ディーゼル2基、速力/14.0kt、乗組員/121名



住友重機械標準船 SSS 型について

A Summary of Sumitomo Standard Ships
by Ship & Offshore Sales Group Basic Design Dept.
Sumitomo Heavy Industries, Ltd

住友重機械工業船舶海洋営業本部計画室

1. まえがき

1973年末の石油危機を契機としたタンカーの構造的過剰、大量発注を一因とするバルクキャリアーの船腹過剰傾向、さらには世界的な景気中だるみに伴う鉄鋼原荷動き量の停滞など、最近の海運造船市況の惨憺たる有様には多言を要しない。

このように長期化する造船不況を乗り切るためには、第一に海上輸送機関としての船舶を如何に効率良く運航するか、特に今日のバンカー代や船員費等の高騰という時態に対して、造船所がどれだけ革新的な省燃費、省力化システムを完成させ得るか、第二には、荷積港から荷卸港までの海上輸送のみに留まらず、港湾施設さらには一部陸上輸送機関への引継ぎまでも含めた海上輸送システムを、どれだけ最適化できるか、また第三にはOPEC諸国の石油製品の国内製造指向、発展途上国の自国船隊拡充意欲などの例にも見られるごとく、一層複雑化する海上輸送パターンにいかに対応してゆかか等の問題が考えられる。

さて、いわゆる標準船としては、石川島播磨重工業の“Fシリーズ”や Austin & Pickersgills 社の“SD14型”などが、その大量建造実績が示すように成功を収めた筆頭に挙げられよう。

これらは、多種多様なユーザーの意向の共通項を引き出して設計された汎用性のある船を専門工場で連続建造するものであり、安価で最大の効率を追求した本当の意味の経済標準船と言える。

しかしながら、近年の不安定、混沌、多様化した海運情勢を考えると、各ユーザーの要求をそのまま取り入れた異なる船を、数隻ずつ建造するケースも増えてくると思われ、この場合、建造の合理化のために、いかに画期的なアセンブリー・システムを生みだしてゆけるかが重要となってこよう。

ここで紹介する当社標準船SSSシリーズは、今

まで建造、受注実績のある船を主体として、さらに過去、引合いのあった船の設計の中から、標準的なものを加えて製作したものである。

第一ステップとして11船型をカタログに収めてあるが、今後はタンカー、RO/RO船、ガスキャリアー等も含めながら、拡充、発展させてゆきたいと思っている。関係各位の忌憚のないご意見、ご助言を賜りたいと願うものである。

2. 標準船の呼称

“SSS—B27”、“SSS—C19”等のSSS(スリーエス)は、Sumitomo Standard Shipsの頭文字をとったものであり、“B”はBulk carrier、“C”はMulti-purpose cargo shipまたはGeneral cargo ship、数字はDeadweight(long tons)を示す。

3. 標準船設計の基幹姿勢

- 多様化する海運環境を考慮し、できるだけ広汎な載貨重量(12,000 DWT~63,000 DWT)および貨物の種類を想定したShip typeを用意する。
- St. Lawrence 運河可航型、非可航型、Panamax型を取り揃えてある。
- 船級はAB、LR、NK等、船主の選択項目とする。
- カーブギャは電動油圧型デッキクレーンを主体に計画したが、デリックブーム等への変更も可能である。
- 乗組員は一応、30~35名程度で設計されている。
- 推進機関は、一部を除き低速主機即ちSumitomo-Sulzer RND-Mタイプ、固定ピッチプロペラで計画してあるが、中速主機2機1軸、可変ピッチプロペラのバリエーションも可能である。

4. 各標準船型の特徴

(1) SSS—C型

“SSS—C12A”および“SSS—C12B”は Bulky cargo, Lumber, Log, Steel products, Container その他一般雑貨物を積載できる通常の多目的貨物船で、このうち C12A 型は 3 Holds, Single decker また C12B 型は 4 Holds, Twin decker である。

“SSS—C19” (図1参照) は 3層甲板, 4 Holds の一般貨物船で No. 1 Holds を除き Two-row hatch である。

またカーゴギヤは、1台の 70 ton (2×35 ton) Twin crane, 2台の 30 ton (2×15 ton) Twin crane を装備し、いずれも電動油圧駆動である。また居住区直前に 10 ton の Velle-type derrick が配置されている。

“SSS—C20” は 4 Holds, Single-row hatch を有する Twin decker の多目的船で、Heavy cargo 荷役のために 1セットの 120 ton Stülcken derrick を装備しているのが特徴である。

“SSS—C21” (図2参照) は 4 Holds, Two-row

hatch を有する Open type の多目的船で、上甲板上の 2段を含めると計 590 個の 20 feet コンテナが積載できる。なお、Hatch は荷役効率を考慮し、油圧駆動の Folding type である。

“SSS—C25” (図3参照) は、主に長尺物の Steel products の積載を考慮して設計された 3—Long holds を有する Twin decker 多目的船である。

(2) SSS—B型

“SSS—B21, B27, B29, B34” はいずれも 5 Holds, Single pull hatch cover, 4 set の電動油圧 Deck crane を有する通常の Bulk carrier であるが、このうち “B21” および “B27” 型は St. Lawrence 可航型で計画されている。また “SSS—B34” (図4参照) は、SSS—シリーズの中で最も受注実績の多い船型である。

最後に “SSS—B63” (図5参照) は、当社の Panamax type bulk carrier の標準船で、7 Holds, 2-section side rolling type の艙口を有している。
*28~34頁に表と図を掲載。

Ship Building & Boat Engineering News

■古野電気、立体スキャンングソナーを開発

古野電気はこのほど、先に同社が開発した全周型スキャンングソナー FSS-31 型の回路技術をもとに広域な水平探知はもちろん垂直探知もスライス断面でもれなく探知する、いわゆる立体スキャンングの新型ソナー FSS-75A を開発した。(写真)

本装置は指示部、送受信部、送受波器上下旋回装置、配电箱の 4 ユニットで構成され、特に送受波器上下旋回装置は重量 440kg と小型軽量化されて、19 t 級の小型漁船への装備も可能となっている。

また同社はこのたび無線通信機と音響測深機で、それぞれフランスとドイツの型式検定に合格した。

フランスの型式検定に合格した無線機 NS-15 型は、送信出力 150w, 周波数範囲 1.6~22MHz の SSB 船用無線送受信機。ドイツ水路協会の型式検定に合格した音響測深機 F851SD 型で、従来より IMCO 音測として販売している 200mm 幅記録紙を使用したオールソリッド方式のものである。



■山武ハネウエル、フロート式液面調節器でスイス・ベスタ社と販売提携を結ぶ

山武ハネウエルはこのほど、フロート式液面調節器で欧州市場をモブレイ社と 2 分しているスイス・ベスタ社と、わが国における販売総代理契約を結んだ。

このフロート式液面調節器は、各種船舶での液面制御をはじめ、石油化学、薬品、染料・染色、食品、水処理等プラントにおけるタンクや各種装置の液面制御・警報に広く適用できるもの。

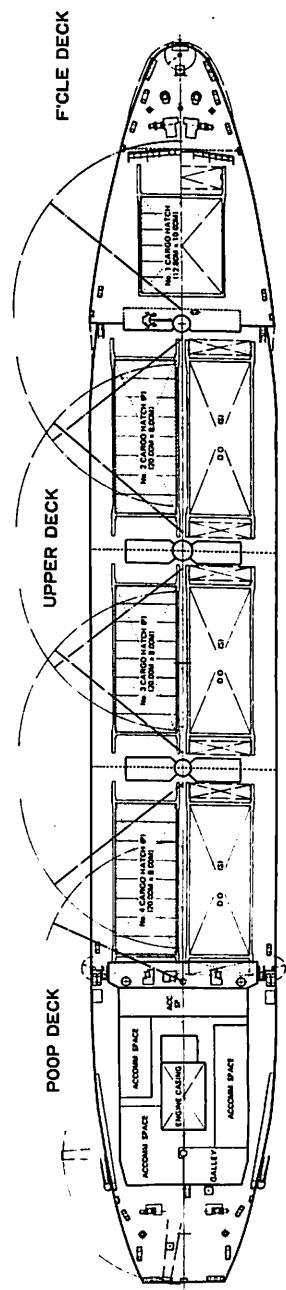
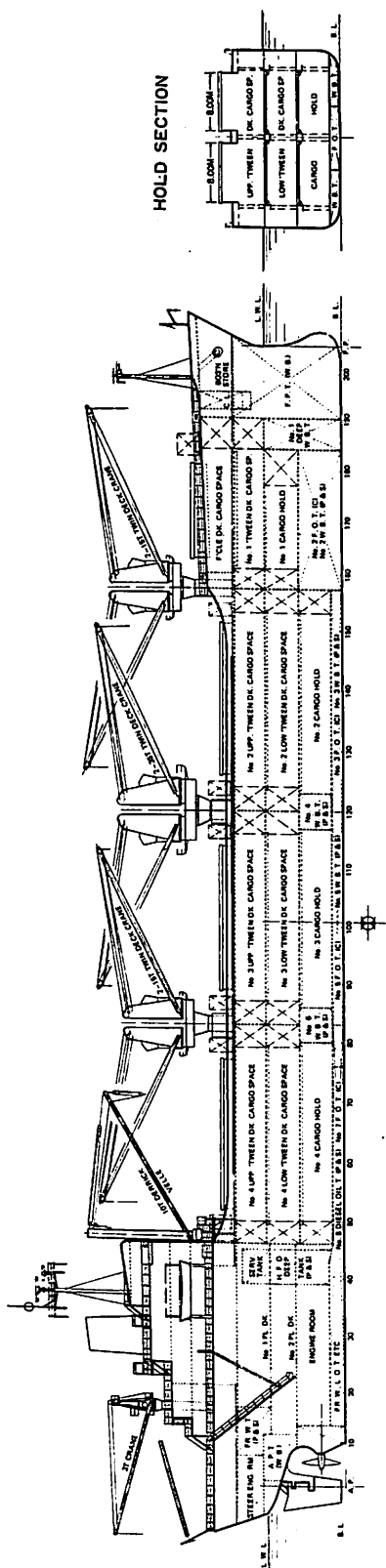
今回販売する同器は、各種装置に適用できるように各種機能部品をモジュール化し、高圧から真空、高温から低温まで広汎な用途に使用できるモジュラーシステムとなっている。種類は大別して「標準タイプ」「プラスチックタイプ」「工業用タイプ」の 3 種があり、いずれもフロート接液ユニット、取付フランジユニット、スイッチユニットの 3 つの部分で本体を構成されるが、それぞれの機能をモジュール化して用途の仕様によって組合せる形式をとっている。

標準タイプは、最高許容圧力 25kg/cm² の定格のもので、接液部にステンレス鋼を使用している。プラスチックタイプは、最高許容圧力 10kg/cm² で、接液部にポリプロピレンまたはテフロンを使用し腐蝕性液体用に適用する。工業用タイプの許容圧力は 16kg/cm²~250kg/cm² と適用範囲も広く、接液部にステンレス鋼を使用した調節器である。

標準船 SSS-Series 要目表

型 式 名	SSS-B21	SSS-B27	SSS-B29	SSS-B34	SSS-B63
主要寸法等					
全長	163.50m	178.00m	170.00m	179.00m	228.40m
垂線間長さ	154.50m	168.00m	160.00m	170.00m	218.40m
幅	22.80m	22.96m	26.40m	28.40m	32.20m
深さ	13.50m	14.60m	14.40m	15.00m	18.20m
吃水	9.613m	9.75/10.40m	9.75/10.20m	10.84m	12.20/13.00m
載貨重量等					
載貨重量	21,500Lt	24,500/ 27,000Lt	27,000/ 28,600Lt	33,900Lt	58,100/ 63,000Lt
総噸数	13,300 T	16,600 T	17,100 T	18,800 T	36,000 T
容積等					
貨物容積 (グレーン)	28,500m ³	36,100m ³	36,600m ³	44,600m ³	84,000m ³
" (ベール)	(14,500m ³ —Ore)	(18,200m ³ —Ore)	(18,700m ³ —Ore)	(20,100m ³ —Ore)	(41,000m ³ —Ore)
20' コンテナ搭載数	—	—	—	—	—
速力等					
満載航海速力	15.5 knot	15.1 knot	15.0 knot	15.0 knot	15.1 knot
燃料消費量	39.5Mt/day	39.5Mt/day	39.5Mt/day	39.5Mt/day	49.6Mt/day
推進機関等	1-Sumitomo Sulzer	"	"	"	"
主 機	6R ND68M	6R ND68M	6R ND68M	6R ND68M	6R ND76M
連続最大出力	11,400PS ×150rpm	11,400PS ×150rpm	11,400PS ×150rpm	11,400PS ×150rpm	14,400PS ×122rpm
常用出力	10,260PS ×145rpm	10,260PS ×145rpm	10,260PS ×145rpm	10,260PS ×145rpm	12,960PS ×118rpm
主補助機器					
主 発 電 機	3 sets— ディーゼル, 480KW	3 sets— ディーゼル, 480KW	3 sets— ディーゼル, 480KW	3 sets— ディーゼル, 480KW	3 sets— ディーゼル, 550KW
補助ボイラー	1 set— 1,500kg/H	1 set— 1,500kg/H	1 set— 1,500kg/H	1 set— 1,500kg/H	1 set— 1,500kg/H
排ガスエコマイザー	1 set— 1,500kg/H	1 set— 1,500kg/H	1 set— 1,500kg/H	1 set— 1,500kg/H	1 set— 1,500kg/H
船 口	シングルプル タイプ	シングルプル タイプ	シングルプル タイプ	シングルプル タイプ	サイドローリ ングタイプ
荷役装置	4 sets— 電動油圧, シングルデッ キクレーン 15T× 15M/MIN.	4 sets— 電動油圧, シングルデッ キクレーン 15T× 15M/MIN.	4 sets— 電動油圧, シングルデッ キクレーン 15T× 15M/MIN.	4 sets— 電動油圧, シングルデッ キクレーン 15T× 15M/MIN.	—
貨物艙数	5 Holds	5 Holds	5 Holds	5 Holds	7 Holds

SSS—C12A	SSS—C12B	SSS—C19	SSS—C20	SSS—C21	SSS—C25
129.00m 120.00m 20.00m 11.80m 8.90m	129.00m 120.00m 20.00m 11.80m 8.80m	166.60m 156.00m 24.50m 14.85m 10.50m	160.00m 152.00m 22.96m 13.80m 10.15m	166.00m 156.00m 22.80m 13.40m 9.30/9.80m	162.00m 152.00m 25.20m 14.70m 9.60/10.56m
12,000Lt 8,000 T	12,000Lt 8,000 T	18,700Lt 15,300 T	20,000Lt 14,000 T	20,000/ 21,500Lt 11,500 T	21,800/ 25,000Lt 15,700 T
15,800m³ 15,000m³ 256 Unit	16,000m³ 15,200m³	31,300m³ 28,300m³ 384 Units	28,500m³ 26,500m³ 359 Units	27,500m³ 26,500m³ 590 Units	31,400m³ 30,000m³
14.7 knot 28.8Mt/day	14.7 knot 28.8Mt/day	17.5 knot 46.1Mt/day	16.0 knot 39.5Mt/day	15.2 knot 36.1Mt/day	14.8 knot 36.1Mt/day
" 12 Z V40/48 8,520PS ×125rpm 7,240PS ×118.5rpm	" 12 Z V40/48 8,520PS ×125rpm 7,240PS ×118.5rpm	" 7 R ND68M 13,300PS ×150rpm 11,970PS ×145rpm	" 6 R ND68M 11,400PS ×150rpm 10,260PS ×145rpm	" 6 R ND68M 10,410PS ×137rpm 9,370PS ×132rpm	" 6 R ND68M 10,410PS ×137rpm 9,370PS ×132rpm
3 sets— ディーゼル, 540KW 1 set— 1,000kg/H 1 set— 1,000kg/H	3 sets— ディーゼル, 350KW 1 set— 1,000kg/H 1 set— 1,000kg/H	3 sets— ディーゼル, 670KW 1 set— 1,500kg/H 1 set— 1,500kg/H	3 sets— ディーゼル, 550KW 1 set— 1,500kg/H 1 set— 1,500kg/H	3 sets— ディーゼル, 600KW 1 set— 1,200kg/H 1 set— 1,200kg/H	3 sets— ディーゼル, 550KW 1 set— 1,200kg/H 1 set— 1,200kg/H
シングルプル タイプ	上甲板—シン グルプル 第2甲板—ポ ンツーン	上甲板—シン グルプル 第2, 3甲板—フ ォールディング	上甲板—シン グルプル 第2甲板—ポ ンツーン	フォールディ ングタイプ	上甲板—シン グルプル 第2甲板—フ ォールディング
2 sets— 電動油圧, ツインデッキ クレーン 50T× 24M/MIN.	1 set— 電動油圧, ツインデッキ クレーン 25T× 17M/MIN. 2 sets— 電動油圧, シングルデッ キクレーン 10T× 23M/MIN.	1 set— 電動油圧, ツインデッキ クレーン 70T× 7.5M/MIN. 2 sets— 電動油圧, ツインデッキ クレーン 30T× 25M/MIN. 1set—10T ベレータイプ デリックブーム	1 set—120T ストルッケン デリック (4 sets— 10Tデリック) 2 sets— 電動油圧, シングルデッ キクレーン 20T× 15M/MIN.	3 sets— 電動油圧, シングルデッ キクレーン 25T× 18M/MIN. 1 set—25T トムソンデリ ックブーム	2 sets— 電動油圧, シングルデッ キクレーン 25T× 9.5M/MIN. 2 sets— 電動油圧, シングルデッ キクレーン 15T× 15M/MIN.
3 Holds	4 Holds	4 Holds	4 Holds	4 Holds	3 Holds



1 · SSS - C19

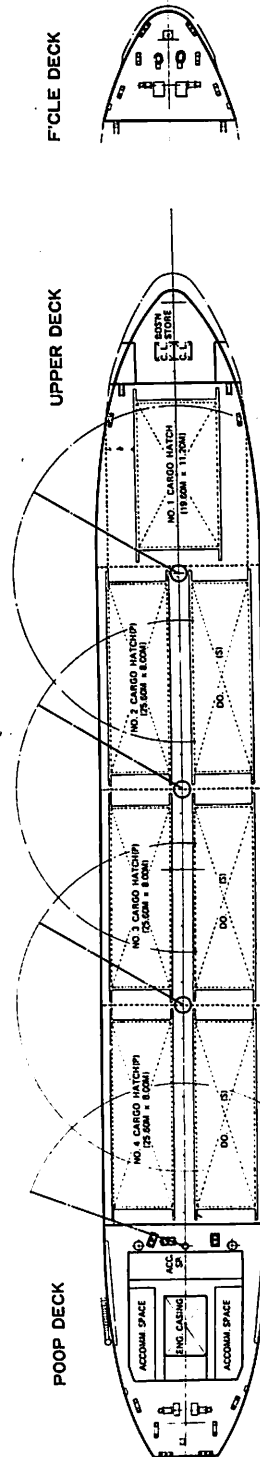
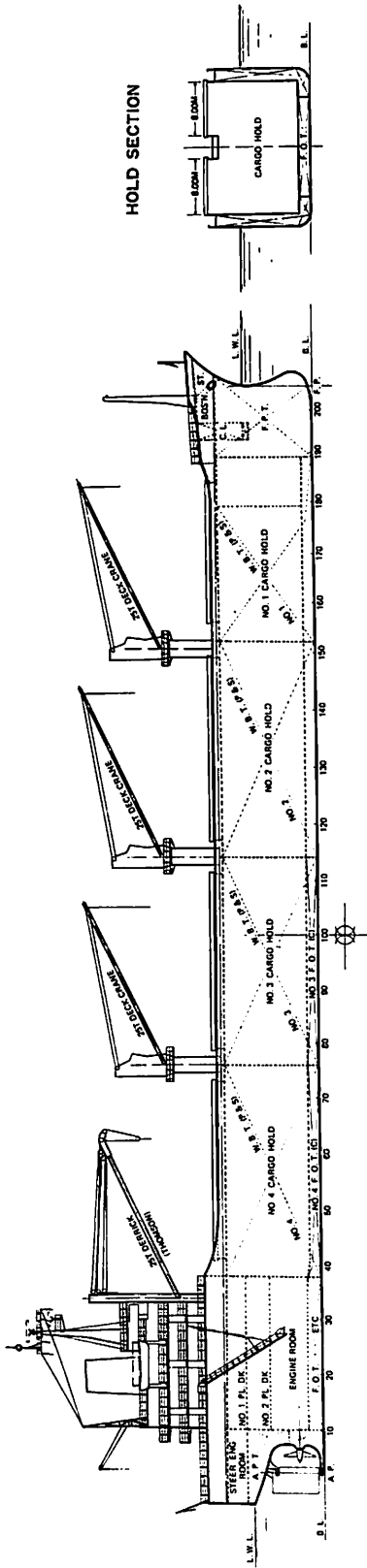
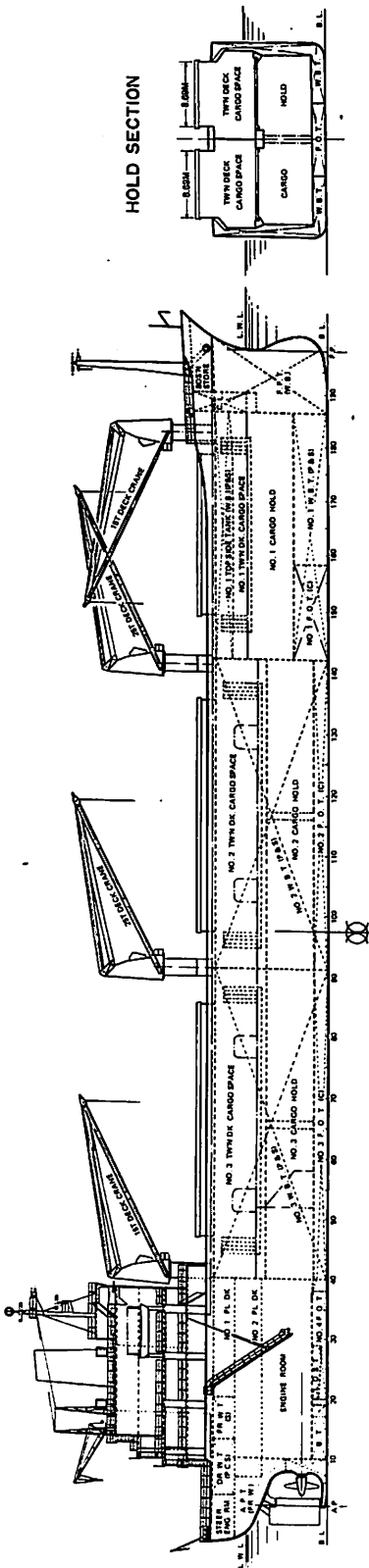
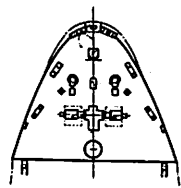


FIG 2 : SSS - C21

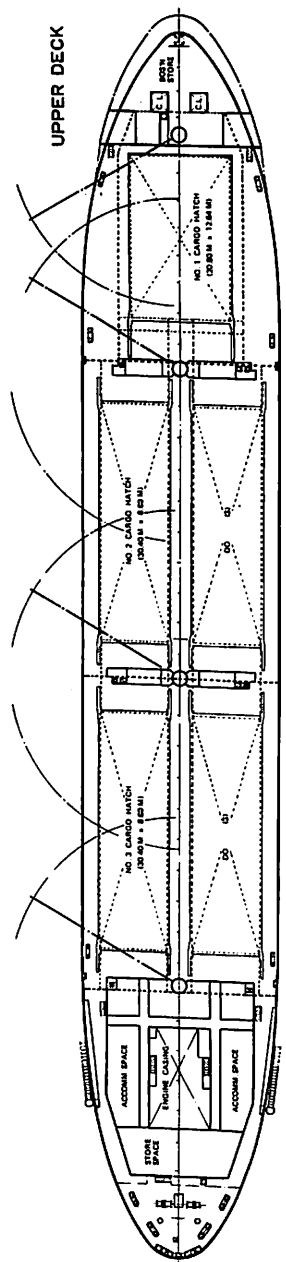


HOLD SECTION

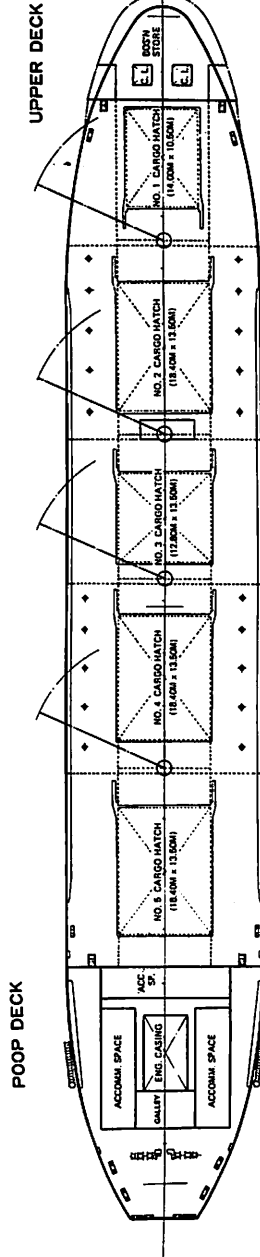
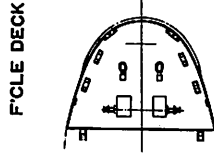
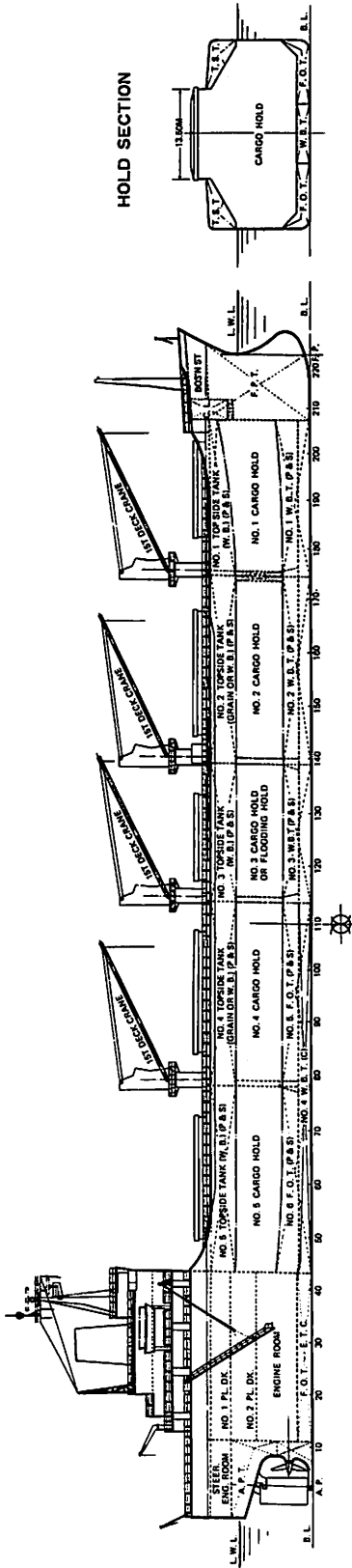
FO'CLE DECK



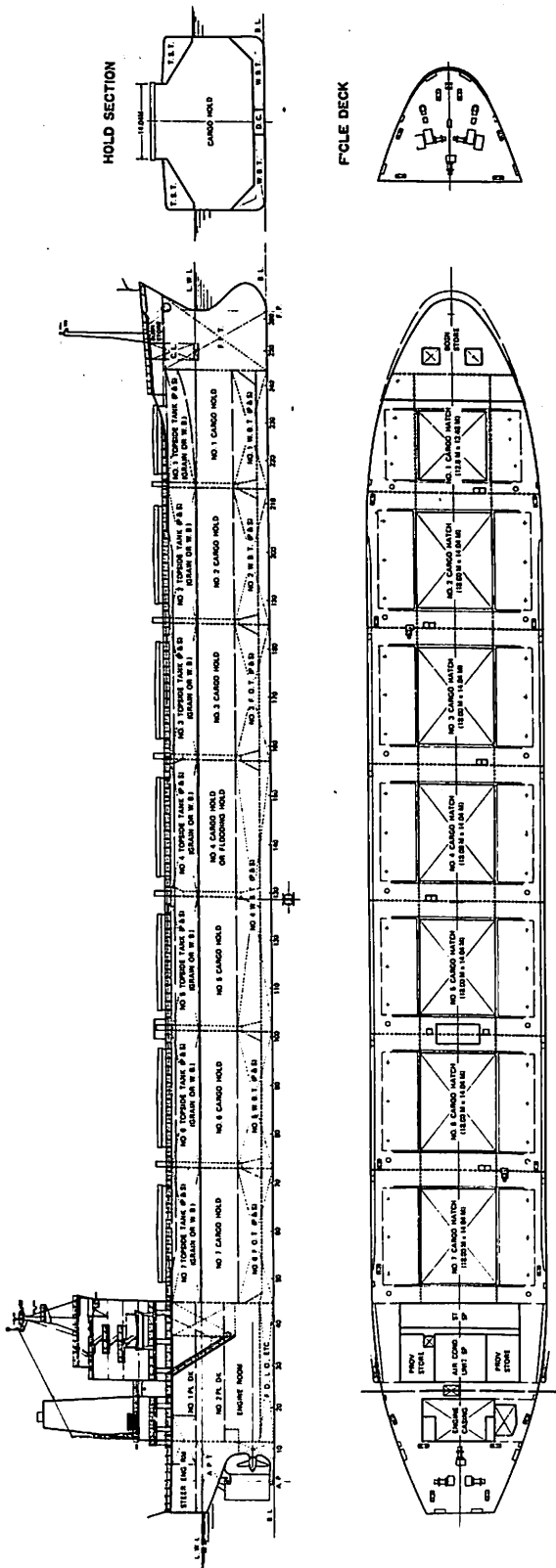
UPPER DECK



3 • SSS - C25



4 • SSS — B34



5 • SSS — B36



船舶の損傷とその防止

Damages of Hull Construction and their Countermeasures

by Shinichi Kaku

Naval Architect head of Planning Division

Nippon Kaiji Kyokai

賀 来 信 一

(財)日本海事協会技師長室長

1. 船舶の事故と損傷

1.1 海難事故の原因

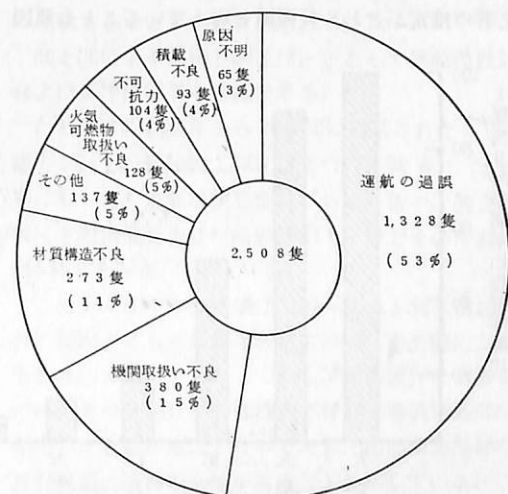
船舶の火災、沈没、坐礁、転覆などの事故は多大の財産のそう失ばかりでなく、なによりも貴重な人命が失われることがあるため、なが年にわたり関係者の真剣な努力が続けられているが、いまだに悲惨な事故のニュースを聞くことのある昨今である。

海難事故の原因については、海上保安庁や海難防止協会等で集計分類されているが、図一は昭和43年において海難事故となった2,508隻の船舶の事故原因を示したもので、約3分の2が運航の過誤および機関の取扱い不良によるものとされている。この傾向は現在でもあまりかわっておらず、海難事故を防止するために航法の規制、船員の訓練、航海機器、防火、防爆設備の整備改善によって過誤による事故を防止するとともに、万一の事故に備えて、消火・救命設備の改善促進が配慮されているのは当然である。

1.2 船体構造の一般損傷

一方、船体や機関の構造、材質の不良による損傷も若干あり、図一では約11%となっている。衝突、

爆発、坐礁、火災等船員の誤操作や誤判断による損傷（海難損傷）をのぞくこの種の損傷は一般損傷とよばれ、船員が通常の注意をはらって運航しても防ぎ



図一 原因別海難発生状況（昭和43年海上保安庁統計）
材質構造不良 273隻のうち、機関故障は126隻、浸水は90隻、舵故障は38隻、推進器故障は10隻、その他9隻

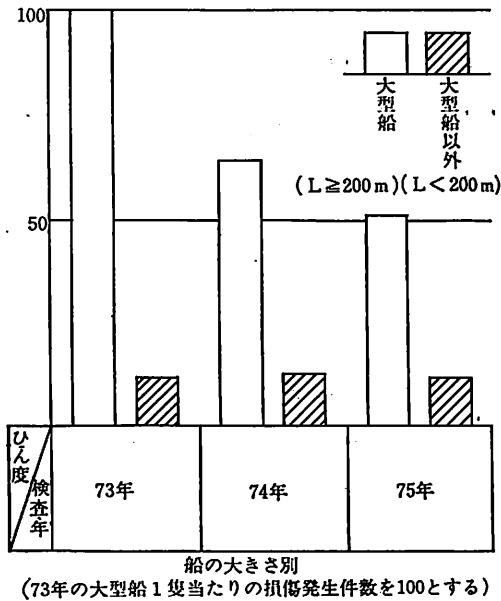


図-2 各検査年次における損傷発生ひん度

得ないことがあるため、乗組員に不安感を与えることがあり、その発生を極力防止することが関係技術者に強く要望されている。

一般損傷の防止のために、従来から船体の設計、材料、工作および検査の各工程を通じて十分な注意がはらわれているが、必ずしもその損傷は皆無とはならない。これは船舶の場合、相手が海象という自然現象であるため、外力の正確な予測と船体自身の応答の推定がきわめて困難となっていることも原因

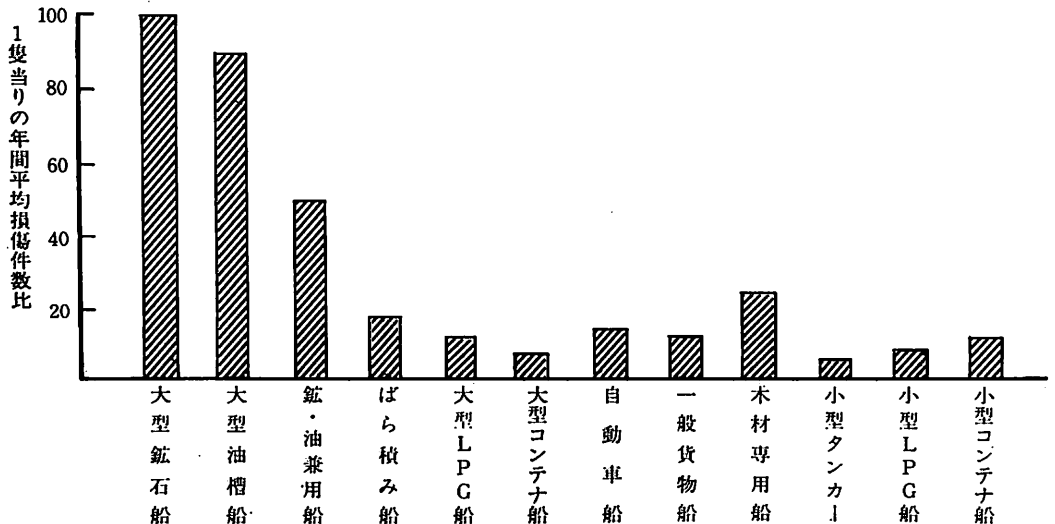


図-3 各種船舶の年間船体一般損傷件数比較図 (大型鉾石船の年間平均損傷件数を100とする)

の一つであろう。

しかし最近における波浪外力と船体応答に関する研究、構造設計の改善、建造工事の品質管理、タンク内防食対策など、一連の措置により、船体構造の一般損傷件数はしだいに減少する傾向がある(図-2参照)。

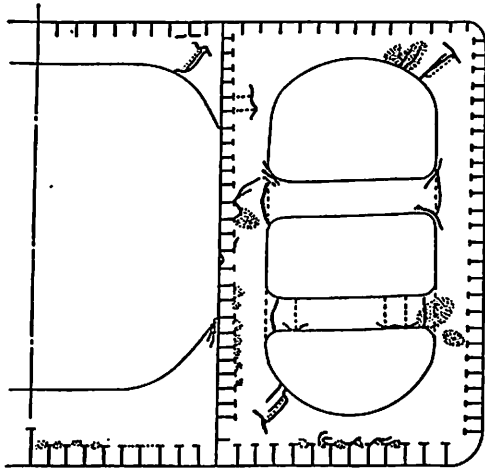
波浪外力や搭載する貨物、バラスト水等に起因する船体構造の一般損傷の防止は、船体の構造技術者として今後も重点をおいて真剣に取り組まねばならぬ問題であり、本稿では一般損傷の現状とその防止対策等の概要を紹介することにしたい。なお特にことわらないかぎり、船体損傷または単に損傷とは、船体構造の一般損傷のことを意味する。

2. 船体損傷の一般的な傾向

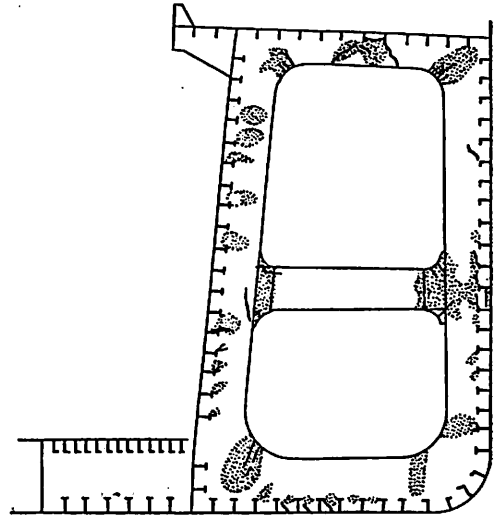
2.1 各種船舶の損傷

船体構造の一般損傷は船令、航路、貨物、大きさ、構造寸法によってことなるが、船の種類によってもかなりの差がある。

各種の船舶について船体損傷の平均発生件数(1隻の船に発生したき裂や変形の個数)の比を図-3に示す。この図から油槽船や鉾石船は、他の種類の船にくらべて損傷件数が目立って多いことがわかる。この原因は船の大きさが大で構造部材が多いこともさることながら図-4のとおり、タンク構造にかなりの損傷が発生していることが原因となっている。ばら積み貨物船および一般貨物船では、老令船で倉内肋骨下端付近の損傷が目立っているが、その件数は比較的少ない。



(a) 油槽船の横強度部材の損傷



(b) 鉱石船の横強度部材の損傷

図4 大型油槽船、大型鉱石船のタンク中の損傷

2.2 一般損傷の原因

船体構造の一般損傷の原因は、次の5つにわかれる。

- (1) 異常な荒天、異常な積付によって船体構造に過大な応力を生じたとき
- (2) 船体振動や航行中にうける荷重によって、船体の不連続構造部に過大な応力、特に繰返し応力を生じたとき
- (3) 建造時の工作欠陥が原因で、過大な応力や変形を生じたとき
- (4) 船令の増加や特別な腐食環境のもとで構造部

材が全体的にあるいは局部的の衰耗し、部材の応力が過大となるとき

- (5) 材質不良のとき

上記のうち(1)については、造船技術者よりも運航者側で配慮されるべきことのように思う。統計的にみて、数百年に1度の荒天を自由に航行するためには、ブルドーザもどきの船体構造となろう。むしろこのような荒天は避けて通るか、止むを得ず荒天に遭遇したときは、船体に過大な応力を生じないように運航することが必要と思われる。

(2)と(3)による損傷の防止は、主として造船の設計および工作技術者の課題である。

たとえば昭和25年から20年間に建造された5,000総トン以上の船舶約1,200隻について調査した結果、もっとも重要な構造部材である外板や、強力甲板にき裂損傷を生じた船舶は約100隻でその件数は144件であった。

この144件のき裂損傷は、図-5のとおり構造設計に起因するものが過半数を占め、工作欠陥によるものは約4分の1となっている。構造設計によるものは、その大部分が内部構造部材の不連続構造部に発生したき裂が原因となっており、内部構造部材の設計構造に改善の余地があることを示している。

前記(4)による損傷の防止については、保船関係者および造船の防食技術者の課題と考えられる。

一般に船令が増加するにつれて、船体内部構造の塗装が損われ、腐食が進む上、繰返し荷重による疲

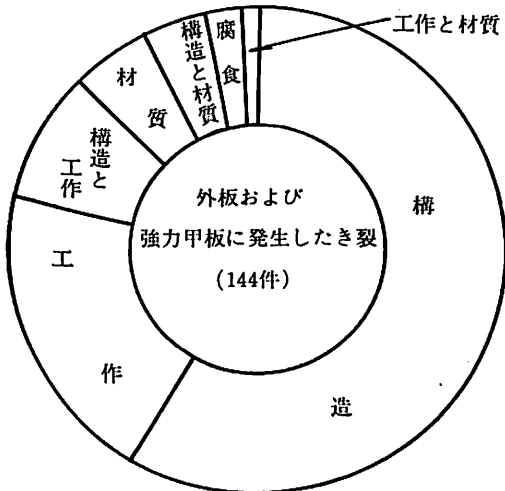


図-5 外板および強力甲板に発生したき裂の要因別分類

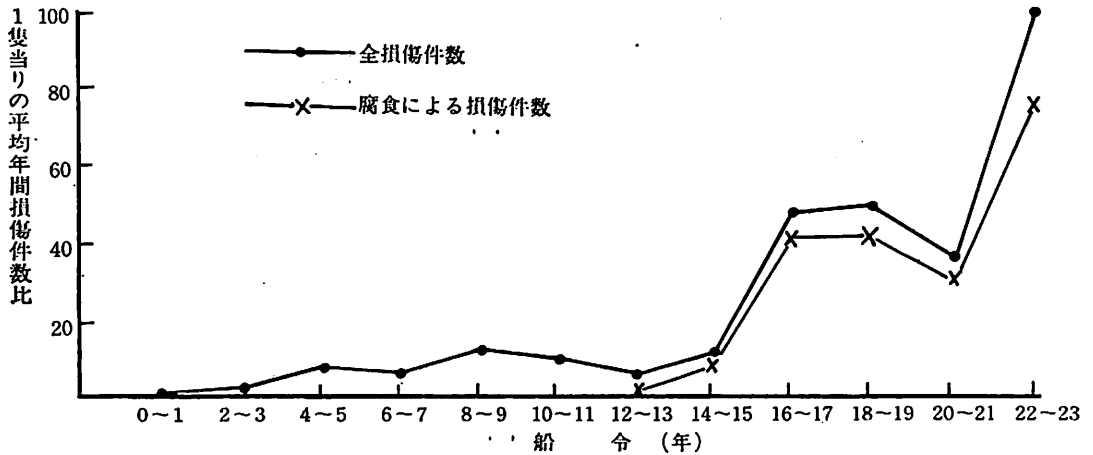


図-6 一般貨物船の船令と年間平均損傷件数比 (船令22~23年の全損傷件数を100とする)

れの累積によって構造上の不連続部にき裂を生じることが多い。図-6は一般貨物船に発生した船体損傷件数と船令との関係を示したものである。船令が12~13年までは損傷件数は少く安定した状態であるが、船令が14年以上となると急激に損傷件数は増加し、その増加した大部分が腐食衰耗が原因となっていることがわかる。

2.4 き裂と変形

船体損傷はき裂かあるいは変形となってあらわれる。通常き裂は引張応力によって、変形は圧縮またはせん断応力によって発生するが、場合によってはき裂と変形が同時に起ることもある。これはその部材に圧縮(またはせん断)と引張応力が交互に生じていることを示している。

き裂には延性破壊、ぜい性破壊および疲れ破壊の3種類がある。延性破壊は破断面が部材表面とある角度をもっていること、および周囲の構造部材にかなりの変形があることでわかるが、現在この破壊は少ない。

ぜい性破壊はキラキラした結晶質の破面を示していること、破壊が比較的低い温度で起こること、き裂が長いことで特徴づけられ、重大な損傷事故となることもあるが、切欠きじん性のすぐれた鋼材が使用されている現在では、ほとんど発生することはない。

疲れ破壊は、現在、比較的多く発生する損傷で、構造上の不連続部に発生するき裂の大部分は、この疲れき裂である。疲れき裂の進行は遅いので、その破面はさびで変色し、滑らかであるのが普通で、教科書にある貝殻状破面を見ることはまれである。

疲れき裂はもっとも数が多いが、不連続構造部等

発生する場所が予測しやすく、就航後の定期的な検査で短かいき裂のうちに発見されて補修補強されるので、数のわりには損傷事故に直結することは少ない。しかし部材が腐食衰耗すると、かなり大きなき裂が短期間に発生することがあり、老令船等では注意を要する。

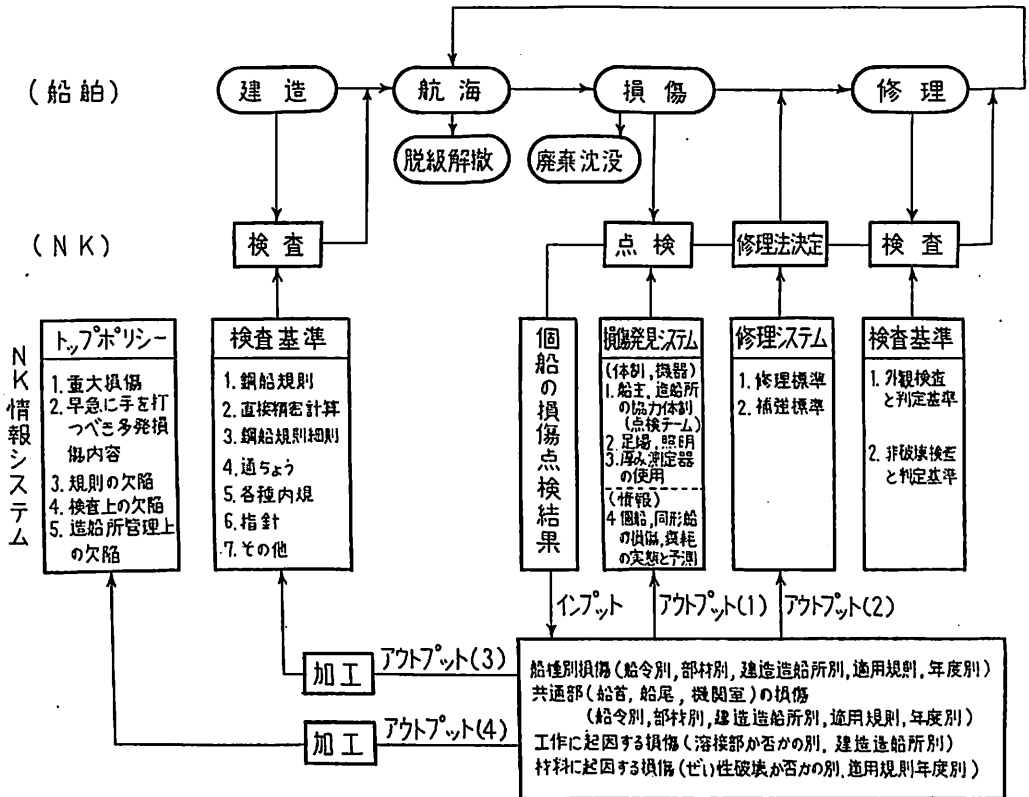
構造部材の変形や凹損は、き裂ほど構造強度を低下させることはないので軽視されることもある。しかし強力甲板や外板に生じた凹損は、船の縦強度を減少させることもあるので注意を要する。また構造部材の変形は、その周辺の部材にき裂を生じたり、大きな損傷の兆候である場合もあるので軽視すべきではない。

2.5 船体損傷に対する考え方

ある船の構造部材に一般損傷を発見した場合、ただちに強度不足と判断して、本船はもちろん他の船まで点検補強することは過大評価となる場合が多い。

損傷が発見された場合の措置の一例を述べてみる。

- (1) 損傷は補修して旧へ復する。
- (2) 損傷の原因が2.2の(1)ないし(5)のいずれに該当するかを簡単にチェックしてみる。異常な荒天遭遇、あるいは異常な積付条件に起因するものであれば、旧に復すだけでよい。
- (3) 構造上の不連続が原因であれば、不連続構造を緩和するかまたは構造寸法を増して応力を減少させる。
- (4) 工作欠陥や材質不良が原因であれば、欠陥の除去または新替えをする。
- (5) 腐食衰耗が原因であれば、適当な寸法のもの



図一七 NK船体損傷システム

に新替え防食措置をする。

(6) その部材と同種部材を調査し、損傷の兆候があれば損傷部材と同様の措置をとる。

(7) 通常、海象や積付状態で重要な損傷があった場合は、類型船について損傷またはその兆候の有無を調査することが望ましい。

(8) 類型船に同様な損傷が発生している場合は、詳細な海象状況、構造強度解析を行ない、適切な補強対策を立案するとともに、要すれば今後建造する新造船へフィードバックする。

このような一連の措置がシステムとして機能することが理想であるが、現実には工期、調査期間と方法等の関係で完全に機能することはむづかしい。

しかし、多少の不完全さはあっても、船主、造船所、船級協会のたえざる努力によって図一七のとおり毎年減少の傾向にあることは喜ばしい。

3. 船体損傷の防止対策

3.1 船体損傷情報システム

船級協会は船舶の建造から就航、解撤まで検査業務を通じ、一貫して損傷情報を集積するのに都合の

よい立場にある。船体構造部材の数は1隻の船でも数千から数万に達し、数千隻におよぶ船舶の個々の損傷を集計解析することは容易ではないが、最近電算機を使うことによって、比較的短期間に解析することが可能となった。

図一七は日本海事協会が採用されている船体損傷のフィードバックシステムである。すなわち船舶の定期的な検査を通じて、個々の船の損傷情報がインプットされる。このデータを船の種類、大きさ、船令、構造部材ごとに電算機で分類集計し、これをデータベースとしていろいろな角度からこれを取り出す。代表的な取出しかたがアウトプット(1)ないし(4)である。

短期間のうちにデータを解析し、規則の制定が改正部門、図面審査部門、実地検査部門へそれぞれ必要とするデータを通報するシステムが採用されている。

3.2 船体構造設計の改善

船体損傷情報のフィードバックによって損傷を生じやすい箇所の設計構造の改善が進められている。たとえば油槽船や鉱石船など大型専用船の桁構造

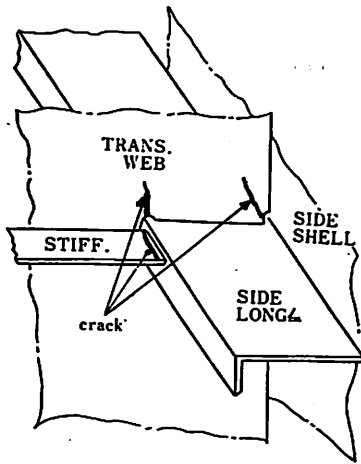
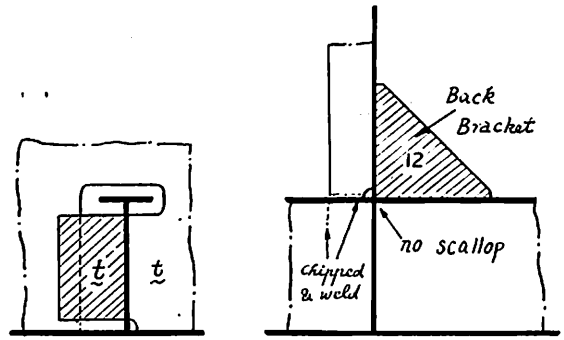


図-8 スロット周辺の損傷



a) カラー補強

b) バックブラケットによる補強

図-9 スロット周辺の損傷防止対策

は、従来主として曲げを考慮して寸法が決められていたが、せん断による座屈やき裂損傷が発生することがあり、新しくせん断強度も考慮して、桁板の寸法が増加されたため損傷は減少した。

また桁と防撓材または縦通材との交差部のスロットの周辺には、図-8のとおり損傷が多発したことがあったが、図-9のとおりスロット部に塞板（カラープレート）を設け、さらにバックアップブラケットを取付けることによって損傷が激減した。また新造船では押し込みロンジやかのに目玉型スロットが用いられ、損傷は非常に少なくなった。

3. 3 建造工事の品質管理と検査の改善

船体損傷情報のフィードバックにより、どのような工作欠陥が損傷原因となるかが、あきらかになり、そのような工作欠陥をなくするためには、造船所において品質管理すべき項目と許容限界値が明らかにされた。

すなわち排除されるべき工作欠陥とは、部材の目違い、溶込不足、やせ馬変形、部材の取付け忘れ、溶接忘れが主なもので、これらを防止することが管理の目標となっている。

日本海事協会では建造時の検査においてこれらの工作欠陥をふくめて、検査時に発見された欠陥をその種類と数によって加算する減点法検査方式を採用している。この検査方式を採用して以来、検査時に発見される欠陥は急速に減少しており、したがって工作欠陥に起因する損傷も減少している。

溶接の内部欠陥についても、溶込不足とき裂だけが有害な欠陥と考え、溶接の前後の作業管理を充分に行なうとともに、これらの欠陥を容易に発見し得

る非破壊検査機器の実用化を進めている。

3. 4 就航中の船舶に対する修理と補強

現在就航中の船舶については、定期的な検査の時期において船体損傷の早期発見と適切な補修補強によって損傷の再発の防止が必要とされている。

特に大型船や高密度船においては、定期的な検査時以外の時期の損傷発生と補修のための停船は、多大のデマラージ（停船損失費）を要するばかりでなく、関係者にも多大の迷惑をかける。さらに定期的な検査と修理の期間もその短縮が強く要望されている。

したがって短期間のうちに発生した損傷を要領よく発見するためには、あらかじめ本船の既往の損傷と類型船の損傷状態を検査員に通報することが望ま

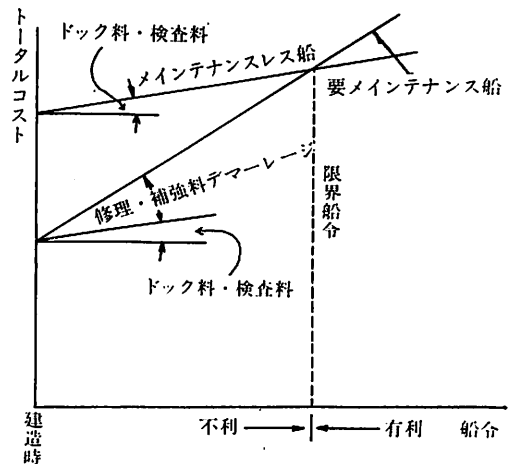


図10 メンテナンスレス船とその限界船令

しい。

船体損傷情報システムのアウトプット(1)は、この目的のために作製されたもので、この情報を頭におきながら検査すれば、ポイントを見逃さないで検査することが可能となる。

3.5 腐食の防止対策

腐食による損傷は、老令船をふくめてかなりの件数に達しており、防食対策は今後ますます重要なものとなりつつある。

大型バラストタンクにおいては、従来、金属電極による電気防食法が採用されていたが、電気防食が有効となるようなバラスト条件の設定が実際には達成されにくいいため、タンクの上部において急激な腐食を生じ、これが内部材の損傷の原因となった。

そこで、日本海事協会ではこのような大型タンクでは上甲板下深さの殆ど箇所まで特殊塗装を行ない、その下部は電気防食の防食電流密度の標準値を規定するなど、防食対策が講じられ、腐食量は減じ、損傷も急速に減じている。

4. 将来の船舶の損傷防止とメンテナンスフリー船

船体の一般損傷を、フィードバックシステムにより減じていくにしたがって船価の上昇はさげられない。しかし若干の船価の上昇があっても、就航後の一般損傷の修理の費用と、そのためのデマレージがなくなれば、図-10のとおり、ある限界船令以上をすぎれば経済的にもメリットがでるはずである。

特に大型船や高密度船のように、船価の高い船舶では一般損傷が少なく、保船のための検査や修理に費用や期間を要しないメンテナンスフリー船は、船主からも強く要望されている。メンテナンスフリー船の建造はそれほどむづかしいものではなく、現在よりもスカントリングを大巾に増加しさえすれば、損傷件数は大巾に減じよう。しかしこれでは資源の無駄づかいである。

スカントリングの大巾増を避けて、船体損傷情報のフィードバックと構造、工作、防食の改善によって信頼性の高いメンテナンスフリー船の建造こそ、今後の造船界の重要課題となると信じている。

Ship Building & Boat Engineering News

■ 三井造船 自航式海底石油掘削船 建造に意欲的

三井造船の玉野造船所はこのほど、インターオーシャンドリリング社向け自航式海底石油掘削船“インターオーシャン・ディスカバラー号”を完工した(写真)。

本船は、“ディスカバラーⅡ・Ⅲ”、“ペトロプラスⅡ”に続くこの船型の第4船目であるが、掘削装置、推進装置が大型化され、とくに掘削能力は先の3船を大巾に上回わり、作業水深約450mにおいて海面下深度約8,000mまで掘削が可能であるよう

に設計されている。

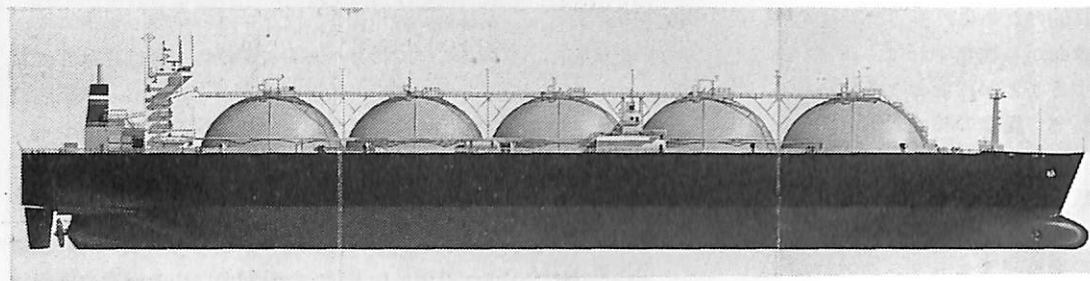
このように同社は1967年末に“ディスカバラーⅡ”を完成以来、オイルリグ建造に積極的で、下表にみられるようにジャッキアップ式、セミサブ式を合せ12船を完工している。

インターオーシャンディスカバラー号の主要目
全長/115.999m、長さ(垂線間)/111.152m、幅(型)/21.336m、深さ(型)/7.925m、満載吃水/5.810m、総トン数/5,970.75トン、載貨重量トン数/5,411キロトン。



型	船名	船主	竣工
船	ディスカバラーⅡ	オフショア・インターナショナル S. A.	1967. 12
	ディスカバラーⅢ	オフショア・インターナショナル S. A.	1970. 7
	セドコ 445	セドコ・インターナショナル S. A.	1971. 11
	ペトロプラスⅡ	ペトロレオ・ブラジレイロ S. A.	1975. 3
型	ディスカバラー 534	オフショア・インターナショナル S. A.	1975. 8
	ディスカバラー・セブンシース	オフショア・インターナショナル S. A.	1976. 8
	インターオーシャン・ディスカバラー	オフショア・インターナショナル S. A.	1977. 2
ジャッキアップキ型	トランスワールド・リグ60	トランスワールド・ドリリング U. S. A.	1971. 3
	第4白龍	日本海洋掘削	1975. 5
	ボルグステン・ドルフィン	フレッド・オルセン	1976. 2
セミサブ型	アリュエーション・キー	キー・ドリル U. S. A.	1976. 3
	ボルギラ・ドルフィン	フレッド・オルセン	1976. 8

LNG SHIPS by GENERAL DYNAMICS



ゼネラル・ダイナミックス社 (USA) 建造の LNG 船

既報のごとく、わが国初の LNG 船が去る 2 月 1 日、川崎重工坂出工場で起工された。同船はノルウェーのモス・ローゼンベルグ社との技術提携による独立球型タンク方式（モス方式）船で、完工は今年末の予定である。

このように世界の LNG 船建造の気運が高まる中で、最近の話題の一つは、なんとといっても大量の隻数を受注し、LNG 船建造の支配的位置を占めた米国の General Dynamics 社であろう。同社では、現在、126,750m³ LNG 船 12 隻の建造を行っており、

そのうち、7 隻はインドネシアから日本向け、5 隻はアルジェリアから USA 向けの LNG 輸送に従事することになっている。この 12 万 m³ 型 12 隻の船価は、総額 11 億ドルを超えるといわれ、現在、世界最高の LNG 船受注量であり、関係各方面の注目の的になっている。

そこで同社から本誌編集部に送付されてきた資料と、海外雑誌に紹介された記事をベースに、同社における LNG 船建造の概要について、ここに紹介した。（編集部）

1. LNG 船建造体制

General Dynamics 社は、1964 年 Quincy 造船所を傘下におさめ、USA 海軍向けの軍艦（原子力潜水艦、潜水艦母船、給油艦等）を建造してきた。1972 年に LNG 船の建造契約以後、Quincy 造船所の能力拡大と近代化に 5 千 6 百万ドル、Charlston タンク工場の新設に 6 百万ドルの投資を行なって、船体とタンクと同時に建造する体制を整えた。（写真 1 および 2 参照）

前述のように 12 万 m³ 型 12 隻の LNG 船は、世界最大のシェアであるが、これは同社において 1980 年までの建造量であると云われる。同社がこのような多量の LNG 船受注に成功したのは、USA 船主の発注による USA 政府の助成が寄与しているといわれる。しかし、USA 以外の国の造船所を別にすると、このような条件は、USA の他の造船所とは同じである。したがって、同社がこのように多量の LNG 船受注に成功したのは、基礎材料、即ち鉄鋼材

料およびアルミ合金を安価に入手できるようにしたのが一因であると云われる。特に、アルミ合金は、他では 1 ポンド当り最高 1 ドルの価格に対し、約 0.4 ドルで購入したとのことである。

2. LNG 船の概要

2.1 船体一般

General Dynamics 社建造の LNG 船は、アルミ合金製独立型球形タンク（モス方式）5 基を搭載する。この 5 基のタンクは、何れも同寸法、同容量であるところに特徴がある。また、タンクカバーは半球型が採用されている。

このようなタンクを効果的に搭載し、USA 西岸での喫水制限（36 フィート）を満足し、さらに、良い推進効率を得るための船型の選定には、多くの配慮が払われた。水槽試験の結果では、採用された船型は良好な推進性能が得られるものと予想されている。

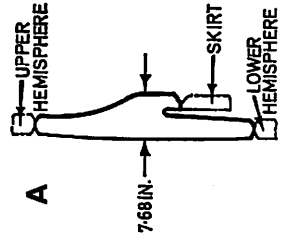
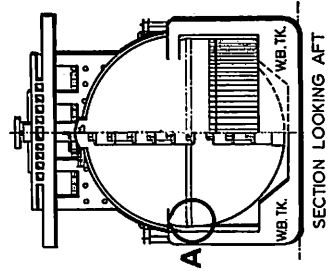
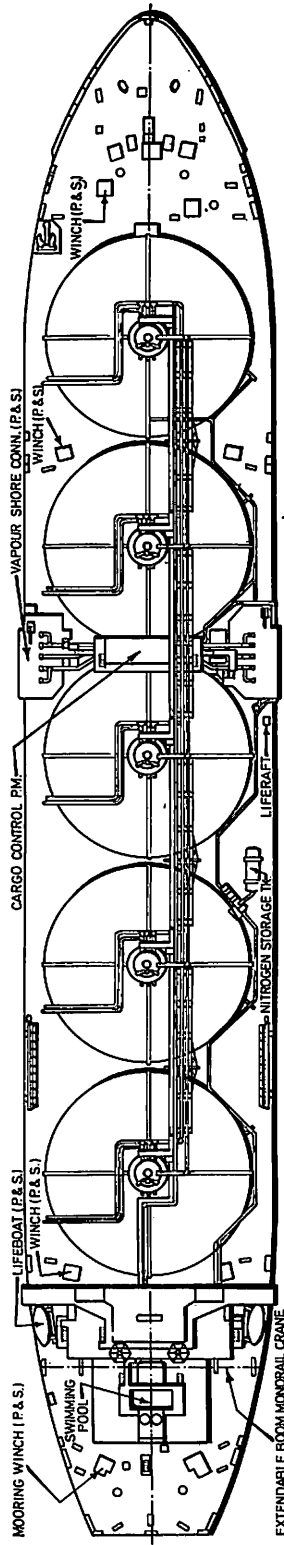
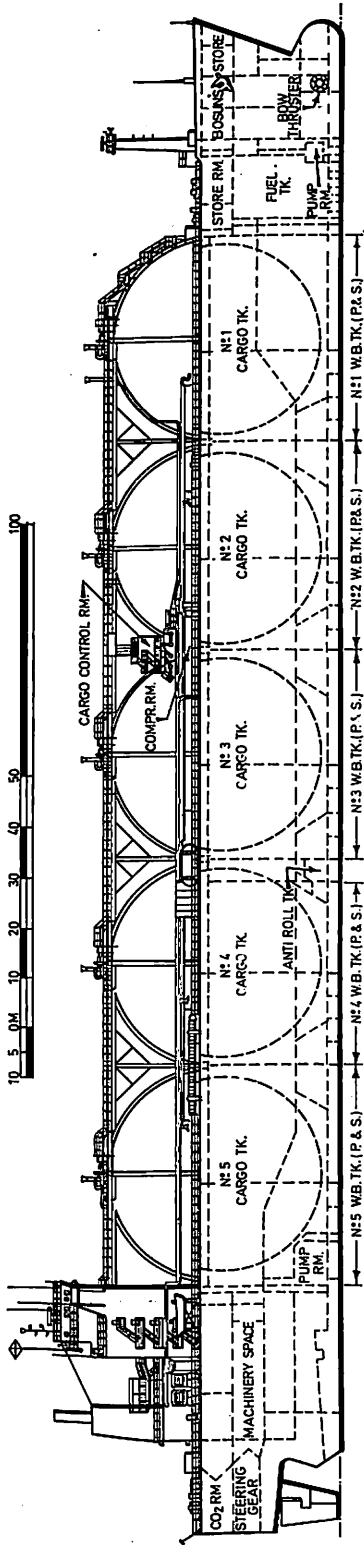


図-1 GD社LNG船の一般配置図



写真1 Quincy 造船所の全景

居住区域は、船尾に配置されているが、操舵室の高さは、タンク頂部上から前方に最良の視界を与えるように定められている。即ち、General Dynamics社は、USCGと協議の結果、一般のスーパータンカーのバラスト航海時より良い視界を操舵室に与えることができるように定めた。

貨物タンク区域の船体構造材料は、低温貨物積載による耐低温じん性を考慮して定められているが、その主なものは、次のとおりである。

- 上部ボックスガーダ（上甲板、舷側厚板、縦通隔壁板上部および側タンクの上甲板下水平頂板）；EH36およびED36級鋼
- 縦通隔壁板、横置隔壁、スカート甲板の一部；CS/CN鋼
- 二重殻内殻板、その桁板および縦通防撓材・肋骨

・梁（船側および船底部は外板付を含む）およびビルジ外板；C級鋼

- タンクカバー；ASTM A537 A鋼
- タンクスカート下部；ASTM A537 B鋼
- 船側および船底外板；B級鋼等
- ビルジ部外板付桁板および縦通肋骨；A級鋼

これらの船は、SOLAS、USCG、ABSの関連規定に適合するように設計されているが、さらに、通常時および損傷時に対する厳しい復原性の要件を満足するように設計されている。主要目は次の通りである。

Length Overall.....	285.3 M
Length Between Perpendiculars	273.4 M
Breadth, Molded	43.7 M
Depth, Molded to Upper Deck	

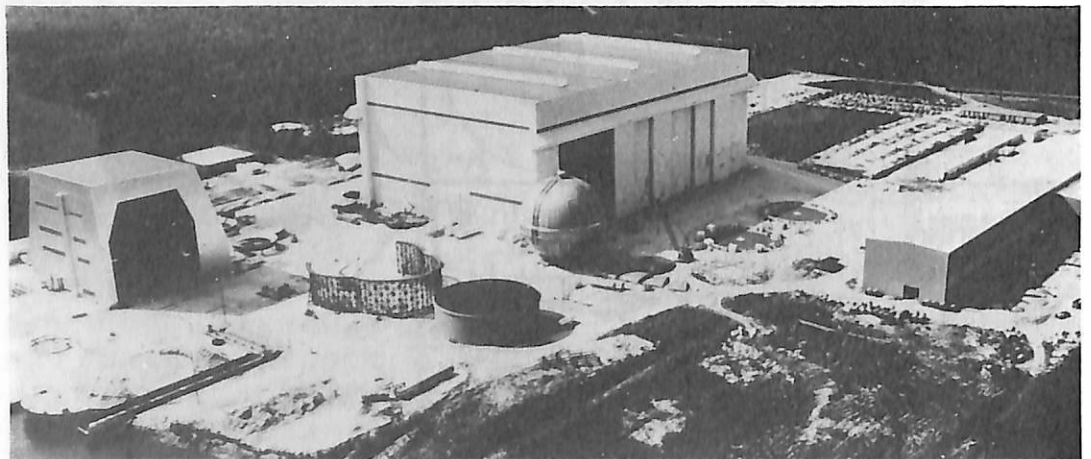
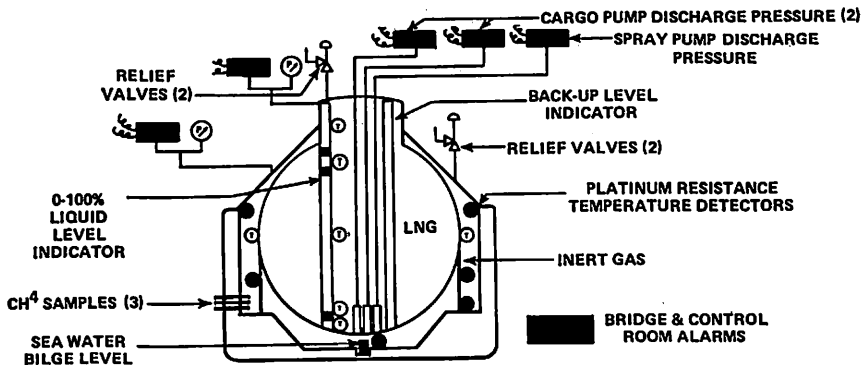
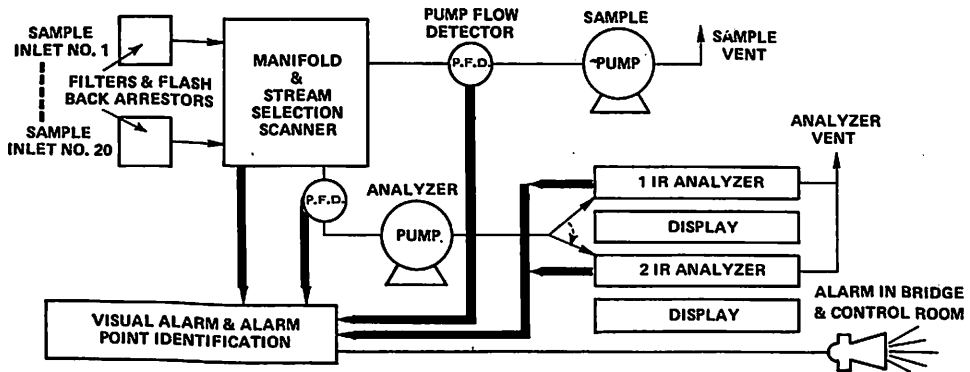


写真2 Charleston タンク工場の全景

CARGO TANK SAFETY INSTRUMENTATION



METHANE DETECTION SYSTEM



MACHINERY SPACE GAS DETECTION

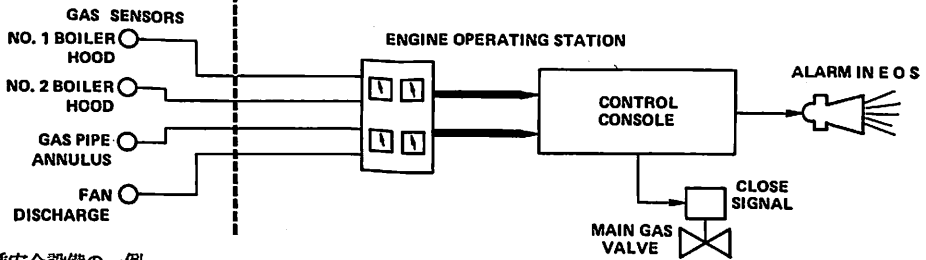


図-2 各種安全設備の一例

at Side, Amidships25.0 M
 Draft, Design Waterline11.0 M
 Total Deadweight64,620 M. TONS
 Displacement96,614 M. TONS
 Cruising Radius Burning Oil
 Only (Approx.)19,500 KM
 Shaft Horsepower, Max Continuous
 43,600 M. HP
 Design Speed, Trial Conditions Knots
20.4 KT
 Specific Fuel Consumption Rate
 (Approx.)0.213 KG/SHR-HR

Main EngineGE Steam Turbine
 Output (m. c. r.)43,600 SHP

2.2 貨物格納設備, 荷役用設備

タンクは、前述のようにモス球形タンク方式であり、これについては、広く紹介されているので詳細説明は省略する。

荷役用諸設備を含めた貨物用諸設備の主要目を示すと次のようである。

- 貨物タンク；アルミ合金（5083-O）製モス方式球形タンク，内径120フィート
- タンク防熱材；ポリウレタンフォーム，スラブパ

ネルはり付け、厚さ8インチ

- 二次防壁 (タンクスカート下部のキャッチベジ
ン); PVC独立気ほうフォームのカバー
- 貨物ボイルオフ量; 0.25%/日
- 積荷/積荷時間; 12時間
- 貨物管; オーステナイト系ステンレス鋼管 (タン
ク外), アルミ合金管 (タンク内)
- 貨物ポンプ; 1,040m³/hr×125m×10台, 各タン
クに2台, (Carter 製)
- スプレーポンプ; 8.5m³/hr×5台, 各タンクに1
台, (Carter 製)
- 荷役制御; 中央制御システム (Culter Hammer,
製)
- 高容量ガスコンプレッサ; 20,388m³/hr×1台
(Airco 製)
- 低容量ガスコンプレッサ; 5,100m³/hr×2台
(Airco 製)
- 液体窒素タンク; 25m³, ペーパーライザ付
- イナートガス発生装置; ディーゼル油燃焼排ガス
式, 184m³/min., (Gas Atmospheres 製)

2.3 計装及び安全装置

貨物取引に重要な貨物の液面、温度および圧力計測およびこれらの指示・記録装置は、Simmonds Precision 製である。これらの装置は、その精度が重要で、デモンストレーションテストが関係者の立会のもとで行なわれた。例えば、液面指示装置は、120フィート高さの円筒形タンクでフロンTFを用いて行なわれたが、±4mm以内の高精度であることが確認された。

安全設備としては、高位、低位液面警報、安全弁、ガス検知、各種機器自動または緊急停止装置、その他がある。1例を挙げるとタンク内およびタンク周囲スペースの圧力を連続的に監視して、操舵室および貨物コントロール室に自動警報を発し、ガス

コンプレッサ、窒素供給装置を作動させてタンク内およびタンク周囲スペースをある一定の正圧に保つことができるようになっている。

また、各種安全設備の1例は、図-2に示される。

2.4 消防設備

LNG船には、3種の独立した消火設備、即ち消火主管、CO₂およびドライパウダ消火装置が装備される。消火主管は、250m³/hrの2台のワシントンポンプで水の供給をうける。このうち、1台は、機関室、他の1台は前部ポンプ室に設けられる。消火主管は各舷に1本設けられ、船首および船尾でクロスコネクションにより連結される。船内では35カ所のホースコネクションが設けられる。

CO₂消火装置は、機関室、バラストポンプ室、非常用発電機室およびペイントストア用である。

ドライパウダ消火装置は、Ansul Co. 製で、8個の2700ポンドのドライケミカルユニットが設けられる。これらは、船長方向に8カ所のホースコネクションを有し、さらに、積揚荷用ステーションをカバーする2台の固定モータが設けられ、貨物タンクおよび暴露甲板を有効にカバーしている。

また、これらの他、ウォータスプレー用装置が、貨物管装置、甲板室、コンプレッサ室および貨物コントロール室を保護できるように設けられている。これは、機関室に設置された681m³/hrのポンプで水の供給をうける。

さらに、ショアコネクションの位置に漏えいLNGから船体を保護するためのウォータカーテン装置が設けられる。この水の供給は消火主管による。

2.5 機関主要目

- 主機関; スチームタービン, 43,000 SHP (G. E. 製)

NAVIGATIONAL EQUIPMENT

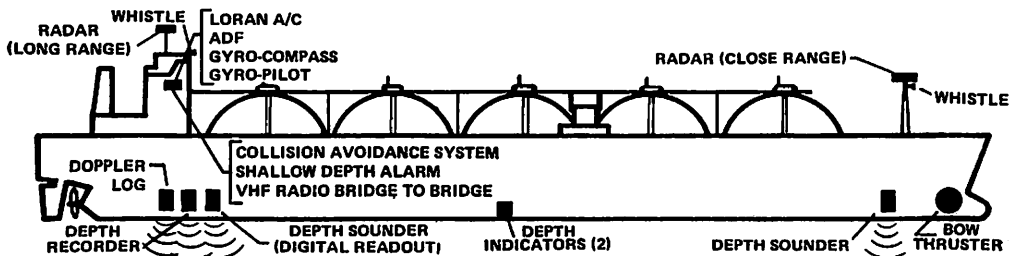
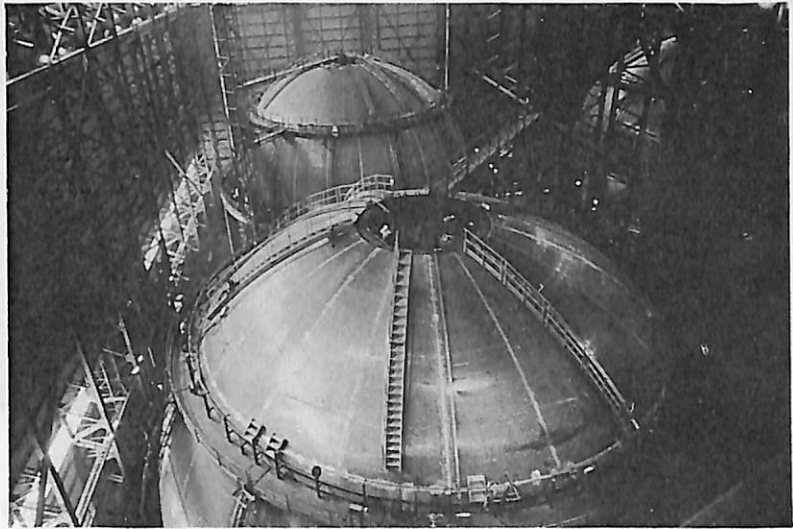


図-3 各種航海設備の概要

写真3

Charlston タンク工場内



- ボイラ; 850 psig., 950°F, 2台 (Foster Wheeler 製)
- 燃料; 重油およびLNGボイルオフガス
- プロペラ; 6翼, 103 rpm (Ferguson 製)
- 発電機; ターボ発電機, 2500 KW 2台 (G. E. 製)
- 予備ディーゼル機関; 1500 KW (Alco 製)
- 非常用発電機; 250 KW ディーゼル
- パウスラスタ; 2200 hp (Bird-Johnston 製)

- レーダ (遠距離用, 10cm); Radiomarine 製
- レーダ (近距離用, 3.2cm); Radiomarine 製
- 音響測深器; Raytheon 製
- ジャイロコンパス, ジャイロパイロット操舵装置; Sperry Marine 製
- 速度計; Raytheon Co. 製
- ロラン A/C 受信機; Radiomarine 製
- 衝突予防およびサテライト航海装置; Sperry Marine 製

2.6 航海設備

図-3に各種航海設備の概要が示されている。その主要目の例は、下記のとおりである。

3. 建造の概要

Quincy 造船所におけるLNG船建造は、1973年

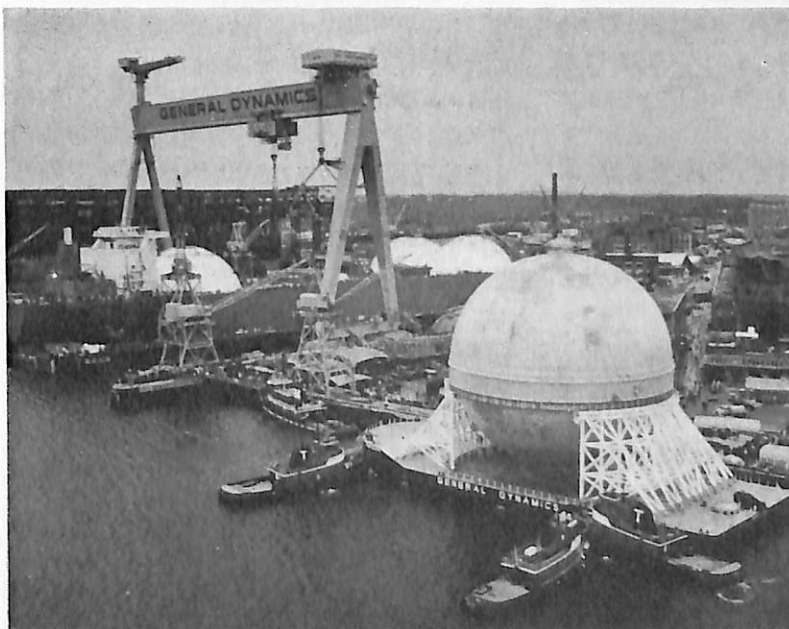
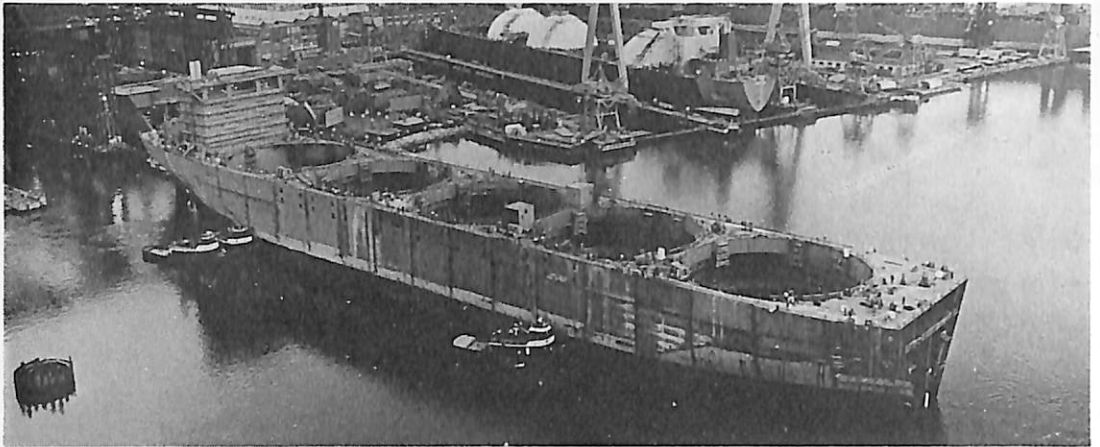


写真4

バージによって海上輸送されたタンク (LNG船に見える半球はタンクカバー)



手前は3番船（ドック内は2番船）

12月1日の起工で始まり、第1船は、1975年12月13日に進水している。

同造船所の新しい施設のうち特筆すべきものとして、1,200トンのゴライアスクレーンを挙げるができる。このクレーンは、西半球で最大のガントリクレーンである。船体の建造にあたってこのクレーンは、船首部船体の取付け、甲板室の搭載等、約1,000トンの重量物を吊上げる。また、タンク、タンクカバー、陸上で組立てられた貨物管装置等の搭載にも利用される。

Charlston タンク工場は、内径120フィート、容量2万5千 m^3 タンクを同時に8基建造可能で、2週間半に1基のタンクを完成させる能力を持っている。この工場は、タンクの最終組立てと溶接を行なう組立て工場（同時に6基のタンクの工事を行なうことができる。写真3参照）とタンクに防熱材を取付ける防熱工場とがある。なお屋外には、タンク水圧試験場も設置されている。

組立て工場では、アルミ合金板の熱間成形、溶接、機械仕上げ等が行なわれ、球形タンクを組立てる。またここでは、タンク内のパイプ支持等のタワー、タンクスカートのアلمミ合金部、ドーム部等も作られてタンクに取付けられる。タンク1基完成までの全溶接長は、約60マイルとのことである。

組立て工場で完成したタンクは、水圧—空気圧試験を行なうため、水圧—試験場に移動される。水圧—空気圧試験に用いられる圧力は、31 psig（タンク頂部）である。

水圧試験終了後、タンクは、防熱工場に移動され、同工場ではタンク外面に防熱が施される。この防熱方式は、ポリウレタンフォームのスラブパネルをタンク外面に張付けるもので、タンクは、防熱工場

内で回転しながら防熱材が取付けられる。この取付ける防熱パネルは、タンク1基で1万枚以上であり、タンク防熱材の最終厚さは、約8インチとなる。

このようにして Charlston タンク工場で完成したタンクは、1基約850トン（川崎重工の第1号タンクの搬出時の移動重量は1,300トン）の重量になり、このタンクは、Quincy 造船所まで海上輸送されることになる。

Charlston タンク工場から Quincy 造船所までは、約900マイルの距離であり、このタンク輸送のために特別に Quincy 造船所で建造されたバージ“Hercles”によって海上輸送される。このバージは、写真4でわかるようにタンク搭載用に、直径18インチ計24本の支柱で構成されたタンク受台を有する。このバージは、長さ250フィートのオーシャンバージとして設計されている。

タンク建造は、船体より若干遅れたが、1976年12月3日、Charlston タンク工場で完成した第1号タンクが、前述のバージに積込まれ、Quincy 造船所向けに出港し、4日後 Quincy 造船所に到着した。LNG船の第1船は、本年6月完成の予定である。

このように General Dynamics 社は、LNG船では世界における支配的な位置を占め、さらに1980年以降にもその位置を確保するため16万 m^3 型LNG船、ディーゼル機関駆動の2軸プロペラ等の検討を続けているようである。1972年 General Dynamics 社が5隻のLNG船を1隻当り900万ないし940万ドルで、計5隻契約した当時は、仕事がないため閉鎖寸前であったとのことであり、USA政府、USA船主等の助成、支援があったとはいえ、同社の積極策は、学ぶべき点も多いものと思われる。

新試運転計測装置 <2>

極超短波を利用した船舶速度および
位置計測装置(TRIPOSIK)について

New Measuring System for Sea Trials
On the Ship Speed and Position Measuring System
(TRIPOSIK) used Ultra-high Frequency Radio Wave
by Masanobu Sudo, Kosaku Tajima
Naoki Nakamaki, Koukichi Suzuki

須藤正信/田島幸作

日本鋼管造船事業部船体基本設計部/日本鋼管洋造船所造船設計部

中牧直紀/鈴木孝吉

芙蓉海洋開発海洋調査部/山武ハネウエル船舶海洋システム事業部

6. 精度評価

システムして予想される誤差には、次のようなものが考えられる。

- 1) 陸上の2従局間の距離誤差によるもの
- 2) 電波測位機の装置内の誤差によるもの
- 3) 電波伝播上の誤差によるもの
- 4) 位置の線の交角の悪さによるもの
- 5) 速力試験のときのコースの弯曲によるもの

1) については $\pm 0.1\text{m}$ の精度 (現在の測量技術で充分確保出来る) で距離測定が行なわれるので、これによる誤差は無視できる。

2) については周囲温度の変化, 受信レベルの変化, 水晶発振器の安定度などが考えられるが, 設計上 $\pm(0.5+10^{-5} \cdot D)\text{m}$ 以内になるように考慮されているので問題ない。

3) については, 反射波によるもの, 気象変化による大気屈折率の変化などが考えられるが, 本電波測位機では円偏波を採用しているため, 一次反射の影響がなく, 安定した精度が得られる。

4) については交角が $30^{\circ} \sim 150^{\circ}$ の間であれば問題ないが, これよりはずれると誤差が大きくなるので注意する必要がある。

5) については, 速力試験中, 指定コースからのずれは問題ないが, 速力演算処理の性質上できるだけ船の航路を直線的に保持する必要がある。

システム全体の精度を定量的に算定することが難しいので, 運輸省電子航法研究所に依頼して, 次節で述べるように, 他の計測方法と比較することに

よって総合的な実用精度の検定を行なった。

7. 試験結果

本装置の実用的な総合精度を検定するために, 海上および陸上で, 各種の実用試験を行ない, その結果, 従来の方と比較して遜色のない高い精度を有し, 海上試運転計測装置として, 極めて有効であることが確かめられた。

7.1 速力試験

海上試運転で船速を計測するのに, 標柱を使用する方法とラジオログ (わが国では MARSMEC が広く使用されている) による方法が, 最も一般的に採用されている。従って, われわれはこれらとの比較を行なうことが最も実用的であると考え, 本装置を船舶に装備して, 同時計測を行なった。その一例を以下に示す。

標柱間計測との比較は, 東京湾岩井袋標柱コースにおいて, S船を用いて実施し, 次頁の表-3に示すような結果を得た。

本装置の主局を本船 (海面高さ: 16m) に, 従局をそれぞれ剣崎 (海面高さ: 39m) と観音崎 (海面高さ: 55m) に設置した。従局間距離は 14173.7m であり, 主局従局間距離はそれぞれ約13kmと約17kmであった。

表に示すごとく, 計測データの最大偏差は0.26% であり, かつ標準偏差も0.11%と十分に小さい。なお, 試験船Sは小型船で, 保針性にやや難点があり, 標柱見透し線に直角な航路からやや離れたた

表 3 S船における本装置と標柱間での計測結果の比較

計測番号	本装置の計測値 T (knot)	標柱試験の測定値 M (knot)	$\frac{T-M}{M}$ (%)	修正後の計測値 T' (knot)	$\frac{T'-M}{M}$ (%)
1	7.707	7.703	+0.05	7.690	-0.17
2	7.501	7.487	+0.19	7.487	0
3	7.551	7.549	+0.03	7.548	-0.01
4	7.662	7.660	+0.03	7.656	-0.05
5	7.426	7.429	-0.04	7.422	-0.09
6	7.827	7.807	+0.26	7.814	+0.09

表 4 J船における本装置と MARSMEC の計測結果の比較

計測番号	本装置の計測値 T (knot)	MARSMEC の計測値 R (knot)	T-R (knot)	$\frac{T-R}{R}$ (%)
1	12.85	12.833	0.017	0.13
2	11.14	11.123	0.017	0.15
3	15.05	15.023	0.027	0.18
4	13.98	13.967	0.013	0.09
5	16.17	16.130	0.040	0.25
6	15.66	15.633	0.027	0.17
7	17.82	17.819	0.001	0.01
8	17.15	17.115	0.035	0.21

め、これによる誤差を、本装置による航跡計測結果を用いて修正した。その場合は最大偏位は0.17%、標準偏差が0.09%となる。

ラジオログ (MARSMEC) による方法との比較は、遠州灘大王崎沖コースにて、J船を用いて実施し、表4に示すような結果を得た。

本装置の主局を本船 (海面高さ: 44m)、従局をそれぞれ鳥羽第一ホテル屋上 (海面高さ: 125.5m) 渥美半島の蔵王山 (海面高さ: 254.5m) に設置した。

従局間距離は41,361.5mであり、主局従局間距離は約40kmと約55kmであった。

表に示すごとく、計測データの最大偏差は0.25%、標準偏差は0.07%と十分に小さい。

MARSMEC は、陸上の従局が一局であるため、それを中心とした直線上に船を航走させないと、コースのずれによる誤差を生じて、真の船速より小さい値を計測することになる。風や潮海流のある試験海面で、このように操船するのは以外に難かしく、本計測もその例にもれず、すべてのMARSMECの計測値が本装置による計測値より小さい値を示している。本装置による航跡計測結果からも、コースの偏倚があったことが確認されている。

以上のように、最大偏差値、標準偏差とも十分に小さく、この種類の計測機器に対する電子航法研究

所の判定基準を十分に満足している。

7.2 旋回試験

旋回試験で従来使用されている方法では、本装置と同等の精度をもった旋回航跡を求めることができないので、前例のS船について、航空測量を行なって両者の比較を行なっている。当然、航空測量にも計測・解析誤差があるが、試験結果の標準偏差は約5mであった。

求められる旋回航跡の精度は、本装置による測距精度によるわけであり、その点、本装置の電波測位部の計測精度は、主局従局間50kmで±1m以内 (次節にその実用精度について述べている) であることから、この目的のために十分なものである。

なお、本装置の電波測位機 (Electr-O-Posik) は、水路測量、港湾測量、浚渫・掘削作業などの海上位置測量作業に数多く使用され、十分な精度を有することが確認されている。

7.3 遠距離到達安定度試験

本装置の長時間連続計測試験もかねて、主局と二つの従局を海を挟んで陸上に設置し、強風雨の中で12時間の連続計測を行ない、本装置の測距精度および安定度を確認した。

主局は三浦半島の油壺に、従局(1)は伊豆半島の真鶴岬に、従局(2)は伊豆半島の伊東に設置した。

距離測定は連続して行なっているが、データ記録

表 5 本装置の測距精度の測定結果

区 間 \ 項 目	区 間 距 離 D _t *	測 定 平 均 値 D ₀	球面補正後の測 定平均値 D' ₀	差 D _t -D' ₀
従局(1)から主局	41,466.001m	41,470.4m	41,466.5m	0.499m
従局(2)から主局	49,049.519m	49,054.8m	49,050.2m	0.681m

* 印は通常の測量方法によるもの

は1秒間隔で行ない、1時間おきに合計12回、5分ないし10分間のデータを採取した。

測定結果は表5に示す、従局(1)主局間の測定区間距離は 41,466.5±0.144m、測距誤差は平均値で 0.499m、変動の標準偏差は0.144mであった。従局(2)主局間の測定区間距離は 49,050.2±0.273m、測距距離誤差は平均値で 0.681m、変動の標準偏差は 0.273m であった。

電波測距機の固有の誤差は、次のように表わされている。

$$d \leq (0.5 \pm D \times 10^{-5}) \text{ m} \quad D: \text{区間距離 (m)}$$

上式をそれぞれの区間に代入すると、

$$\text{従局(1)~主局: } d \leq \text{約} 0.9 \text{ m}$$

$$\text{従局(2)~主局: } d \leq \text{約} 1.0 \text{ m}$$

となり、本計測結果は理論値より小さいことが判る。

本章において、主な試験の概略について述べたが、その詳細な解析結果とその他の海上試験結果を、次節で述べる。

8. 試運転データ解析システム

試運転終了後、磁気テープに集録された船位データを持帰り、汎用コンピュータおよび作画機を用いて、直ちに解析・作画を行ない、成績書を作成する必要がある。この一連の作業を行なわせるために、解析用プログラム (TRIAS) が用意されている。

大きなコンピュータや作画機 (例えばX-Yプロッターなど) を船に持込み、計測と同時に解析を行なわせることも可能ではあるが、経済性、機器の総合的な信頼性、操作の容易性、計測・解析要員の船上での労力減少などを考えて、われわれは、あえて解析・作画作業を陸上の汎用コンピュータで行なった。

8.1 システムの概要

磁気テープに集録された船位データは、図9のような流れで処理される。

FILING PROGRAM により、各試験毎に試験番号をつけて整理し、解析用のデータ・ファイル (MEASURED DATA FILE) を作る1次処理を

行なう。データをプリントアウトし、内容をチェックすることができ、必要に応じてデータの削除・修正を行なうことができる。

ANALYSIS PROGRAM は、データの座標変換、補完、フェアリング、潮流修正 (旋回試験の場合は自動的に) を行ない、船の回頭角データを外から取込み、時間、船速、回頭角、航走距離、船位、横流れ角などの時系列データのファイル (ANALYZED DATA FILE) を作る。また、時系列データをプリントアウトすることができる。

FIGURE PROGRAM は、試験期日、場所、天候・海象、船の状態など、成績書に記述する必要がある一般情報を取込み、作画機用磁気テープを作る。

作画機用磁気テープを自動作画機にセットすることにより、所定の図面を描くことができ、成績書として完成する。現在、次の4型式の作画プログラムが用意されている。

- 1) 一般航跡作画プログラム
- 2) 時系列特性作画プログラム
- 3) 旋回作画プログラム
- 4) 前後進作画プログラム

8.2 解析結果

J船の海上公試運転結果を、上記プログラムを用いて、解析・作画した例を以下に示す。

図10および図11は、後進停止試験と旋回試験 (右旋回) における船の重心の対地航跡であり、一般航跡作画プログラムで作画した。図12は潮流修正を行なった旋回航跡である。図13は、時系列特性作画プログラムを用いて描いた旋回特性の時間変化曲線である。図14は、成績書に挿入される通常の型式に整理された旋回圏であり、旋回作画プログラムで描かれ、図15は、同様な目的のために描かれた前後進試験結果であり、前後進作画プログラムを用いている。一般航跡作画プログラムおよび時系列特性作画プログラムは、旋回・前後進試験以外にも、速力試験時の航跡の検討やあらゆる操縦性能試験の解析に使用できる。これにより船の動きを充分に把握できる。

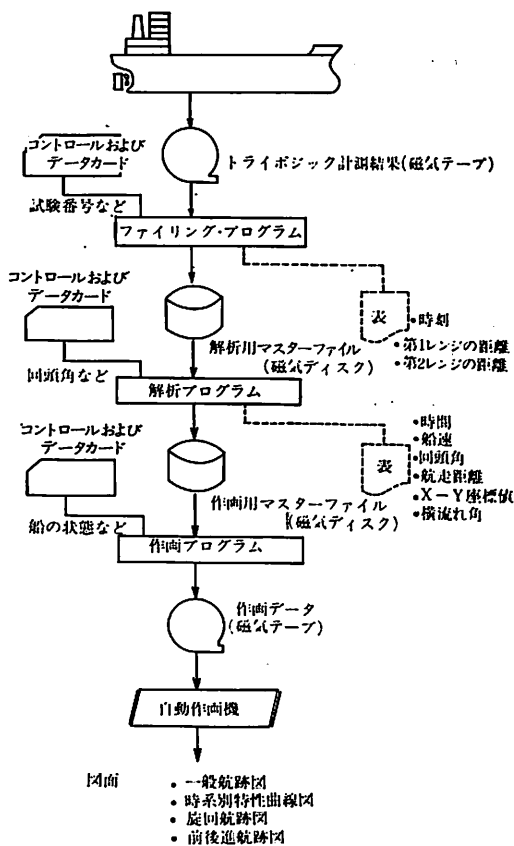


図9 試運転データ解析システム (TRIAS) のフローチャート

9. 効果

既に述べたことから、従来の計測・解析・作画作業に比し、本装置および解析プログラムを用いることにより、次のような効果が得られることが判る。

- 1) 天候、海象、時間(昼夜を問わず)の制約を受けずに試験が行なえるので、公試運転のスケジュールが確保され、同時に試験日数が短縮できる。この結果、労務費、燃料費、その他経費が大幅に低減できる。
- 2) 従来にくらべ、少数の人員で計測作業が行なえる。
- 3) 磁気テープに自動記録されたデータを、そのままコンピュータ処理するので、だれにでも、しかも短期間で、試験成績書を作ることができる。
- 4) 位置と時間計測により船速や航跡を求めているので、試験中に船舶などが電波伝搬経路を横断するなどの測定不能時間があっても、計測値を採用することができる。従って試験のやり直しはない。

5) 暴露甲板上での計測作業がなくなり、計測員の安全が確保できる。

6) 計測可能範囲が100kmと広いので、他の交通船舶を避けて試験海面を自由に選定でき、試験の安全性が向上する。

7) 海図上に自船の位置を精度良く確定でき、従ってコースの選定・維持が容易である。

8) 速力試験で航走場所・方向の制限がないので、風波等阻外条件の少ない最適コースを選定できる。

9) 操縦性試験において、実験中得られる時々刻々の位置データがすべて自動記録されるので、従来に比して画期的な精度で航跡を算出できる。また、従来求め難かった運動性能、例えば、船の横流れや速力低下の状況が適格に把握できる。

10) データ収集、処理、記録が自動的に行なわれるため、人為的誤差が含まれない精度良い試験ができる。

10. あとがき

以上、新試運転計測装置 (TRIPOSIK) とデータ解析システム (TRIAS) の概要について2回にわたり述べたが、このように、計測から解析・作画まで一貫した試運転の総合システムとして完成した。

本装置は、日本鋼管、芙蓉海洋開発、山武ハネウエルの3社の共同で開発され、数次にわたる運輸省電子航法研究所の検定試験を受け、海上公試で使用するために十分な精度をもつとの評価を受けた。以来、日本鋼管津造船所で建造されたすべての船の海上公試運転に使用されており、その有効性が確認されている。

今後、新しい試運転計測装置として広く用いられ、試運転の合理化・省力化に、また、精度の高い速力・運動性能の計測に少しでも貢献できれば幸である。

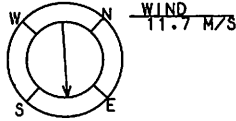
本稿を終るにあたり、まず、本装置の開発に際し堪大なるご理解を戴いた運輸省関係各位に、また検定試験に対し、熱心なご指導、ご検討を戴いた電子航法研究所・電子航法評価部の山内宏之氏と水城南海男氏に、厚くお礼申し上げます。

本装置の開発は日本鋼管、落合技監と芙蓉海洋開発、平田常務のご助言とご鞭撻により進められ、社内の数多くの関係各位の強力なご援助によって完成した。さらに、実用試験の遂行には津造所の皆様へ種々のご協力を戴いた。ここに筆者一同誌上をお借りして、深く感謝の意を表する次第である。

SNO.35 ASTERN STOPPING TEST

LOADING CONDITION	FULL LOAD	SHIP CONDITION	
DATE	JAN.13TH.1978	DRAFT	FORE 74.098 FT
WEATHER	CLOUDY		MEAN 75.318 FT
WIND	314.0DEG. 11.7 M/S		AFT 78.538 FT
SEA CONDITION	SLIGHT	TRIM	2.44 FT
PLACE	ENSYU-NADA	DISPLACEMENT	437802 LT
STARTING TIME	22 OCLOCK 19 MIN.		
INITIAL COURSE	78.0 DEG.		
INITIAL REV.+ SPEED	60. RPM 11.9 KTS		

SCALE(M)
0.0 180.0 360.0 540.0



SAME SCALE SHIP

○ 80 SECONDS
→ BOW DIRECTION
WITHOUT TIDE CORRECT

FULL ASTERN FROM HALF AHEAD

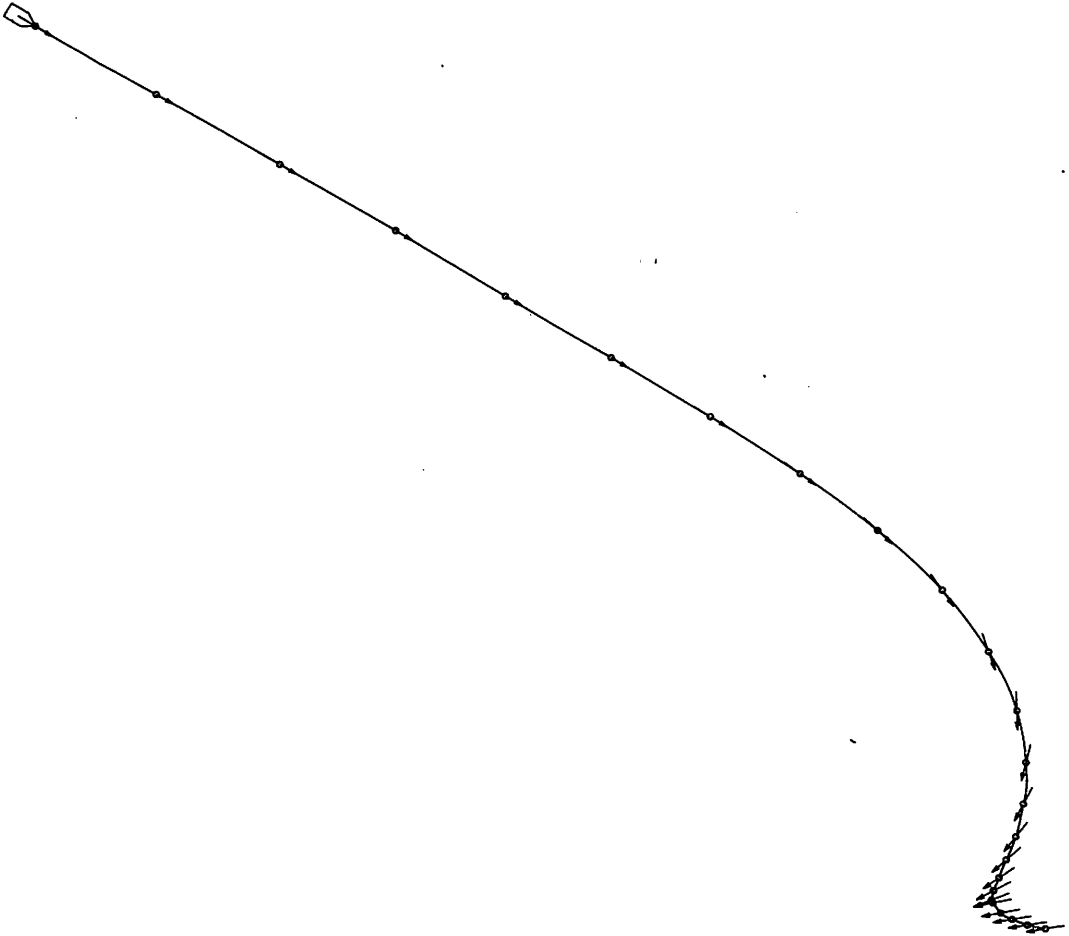


图10 後進停止試験時航跡

SNO.35 TURNING TEST (S)

LOADING CONDITION	FULL LOAD CONDITION	SHIP CONDITION		
DATE	JAN. 13TH 1976	DRAFT	FORE	74.098 FT
WEATHER	FINE		MEAN	75.318 FT
WIND	110.0 DEG. 4.70M/S		AFT	78.538 FT
SEA CONDITION	SLIGHT	TRIM		2.440 FT
PLACE	ENSYU NADA	DISPLACEMENT		437902 LT
STARTING TIME	12 OCLOCK 44 MIN.			
INITIAL COURSE	82.0 DEG.			
INITIAL REV.+ SPEED	78.0 RPM 15.0 KTS			

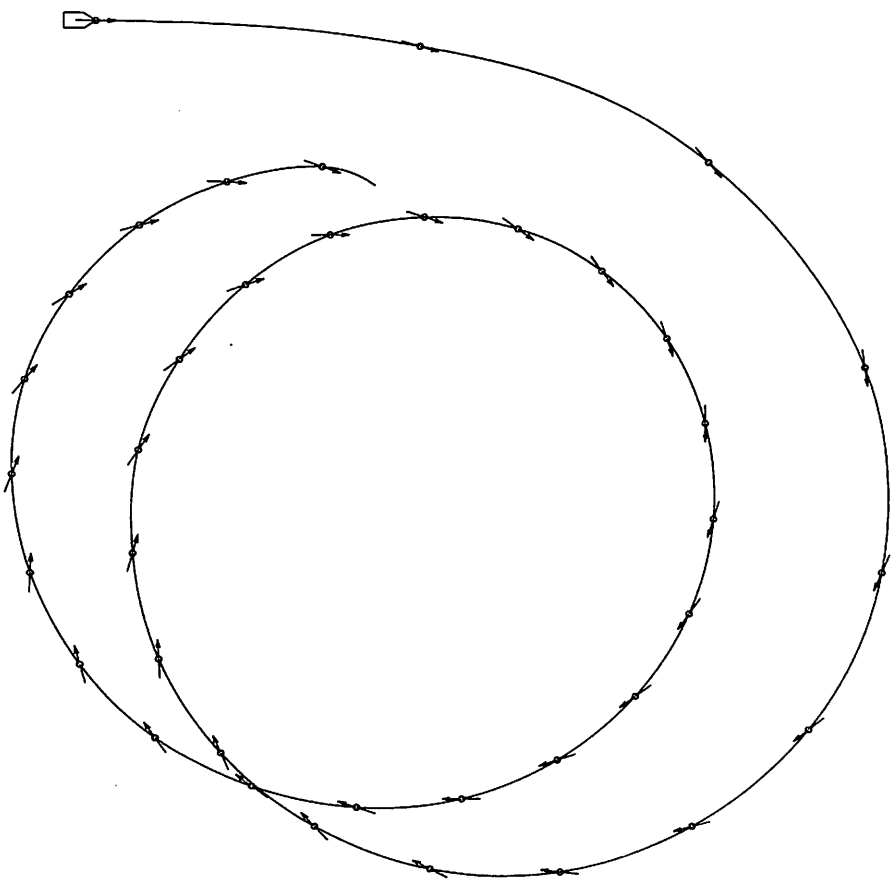
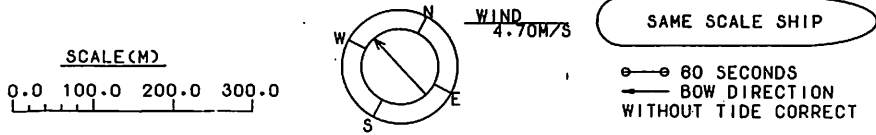
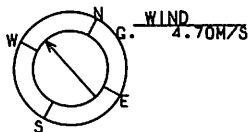


图11 右旋回航跡図 (潮流修正前)

SNO.35 TURNING TEST (S)

LOADING CONDITION	FULL LOAD CONDITION	SHIP CONDITION		
DATE	JAN. 13TH 1978	DRAFT	FORE	74.098 FT
WEATHER	FINE		MEAN	75.318 FT
WIND	110.0DEG. 4.70M/S		AFT	76.538 FT
SEA CONDITION	SLIGHT	TRIM		2.440 FT
PLACE	ENSYU NADA	DISPLACEMENT		437902 LT
STARTING TIME	12 OCLOCK 44 MIN.			
INITIAL COURSE	02.0 DEG.			
INITIAL REV.+ SPEED	79.0 RPM 15.0 KTS			

SCALE (M)
 0.0 100.0 200.0 300.0



THIS PLOT DATA IS THE RESULT OF TP ANALYSIS.

1978.8.16. O-TSUKADA

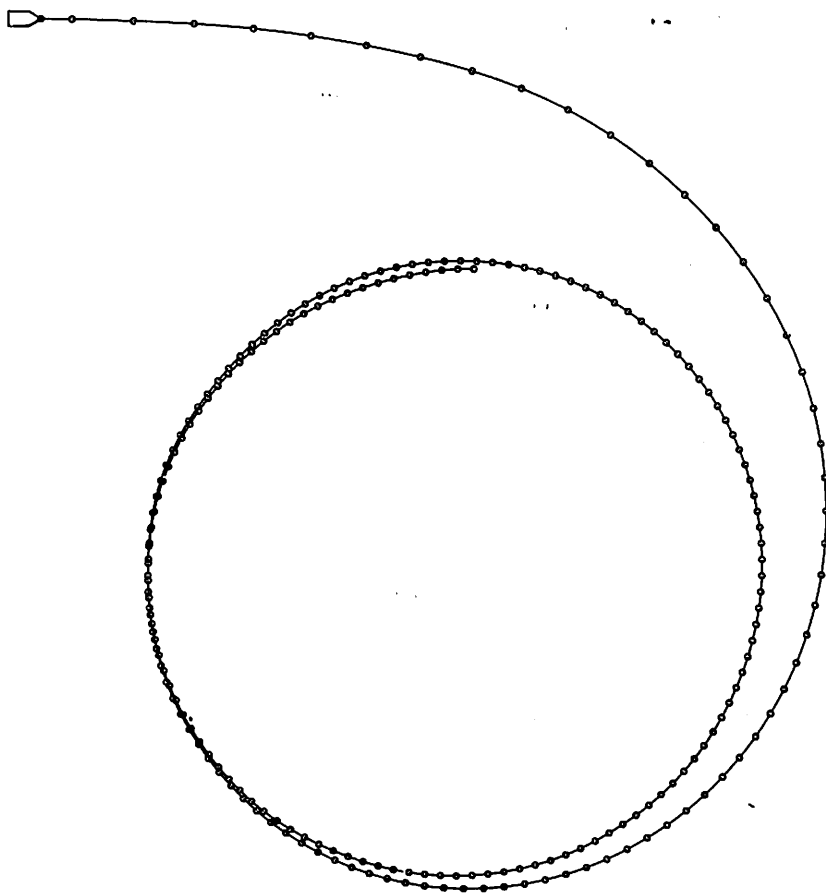


図12 右旋回航跡図 (潮流修正後)

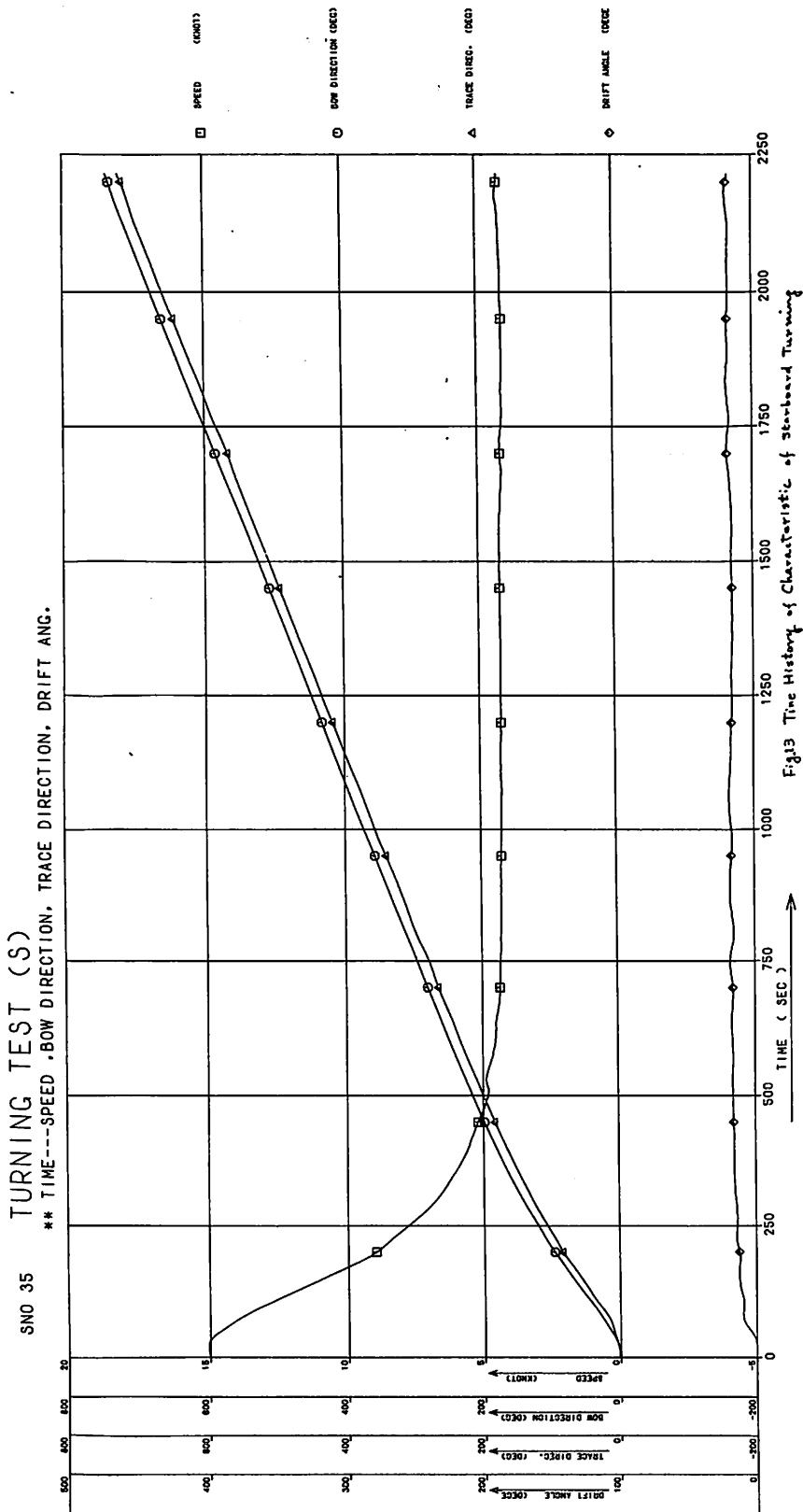
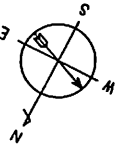


図13 右旋回時特性曲線図

SNO. 350 TURNING TRIAL

WIND ESE
4.7 M/S



LOAD CONDITION		TURNING SIDE		STARBOARD	
ENGINE OUT-PUT	N.S.R.	STARTING TIME	13'-48"	PORT	12'-44"
DATE	JAN. 13TH '78	INITIAL COURSE	55.0 DEG.	STARBOARD	82.0 DEG.
PLACE	ENSYU WADA	INITIAL R.P.M.	78.0 R.P.M.	PORT	79.0 R.P.M.
WEATHER	FINE	RUDDER ANGLE	3.35.0 DEG.	STARBOARD	3.35.0 DEG.
SEA CONDITION	SLIGHT	MAX.HEEL ANGLE	1.0 DEG.	PORT	1.0 DEG.
FORE	74.098 FT	TIME FOR 180 DEG.	3'-7"	STARBOARD	3'-8"
DRAFT MIDSHIP	75.318 FT	HEADING	6'-31"	PORT	6'-38"
AFT	78.538 FT	TO	10'-57"	STARBOARD	11'-8"
TRIM	2.440 FT	CHANGE	15'-32"	PORT	16'-0"
DISPLACEMENT	437802 LT				

WIND ESE
4.7 M/S

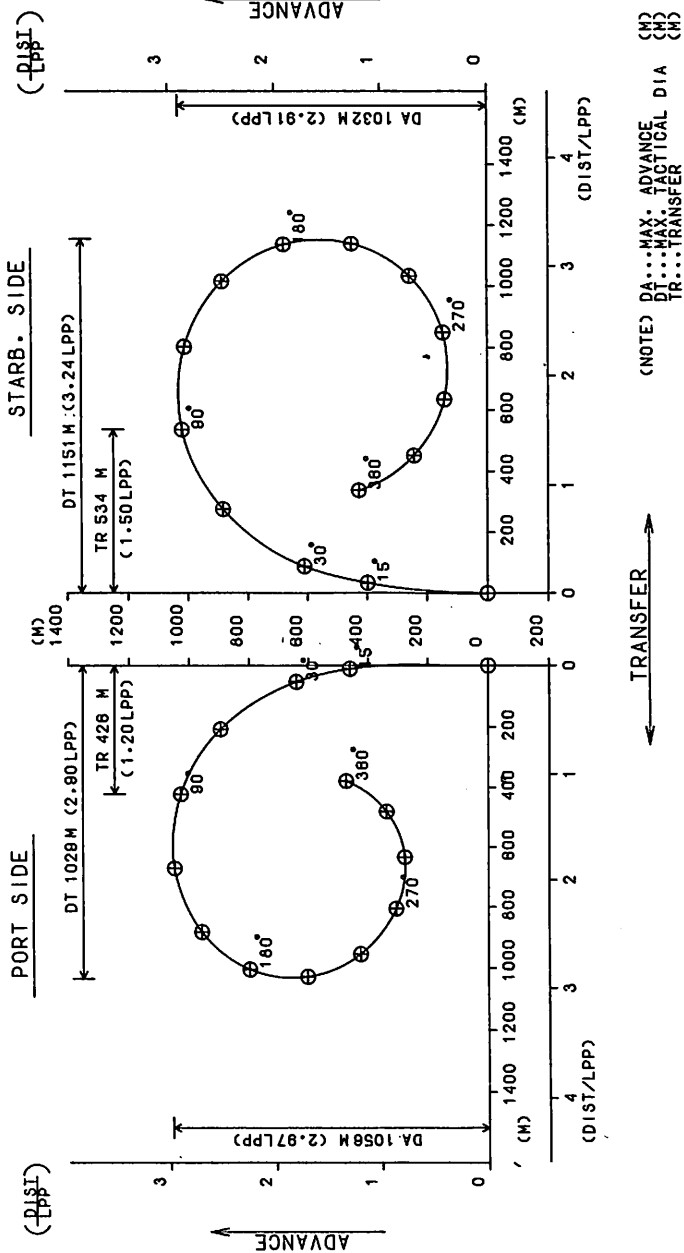
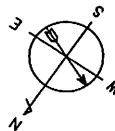
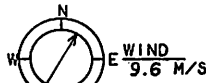
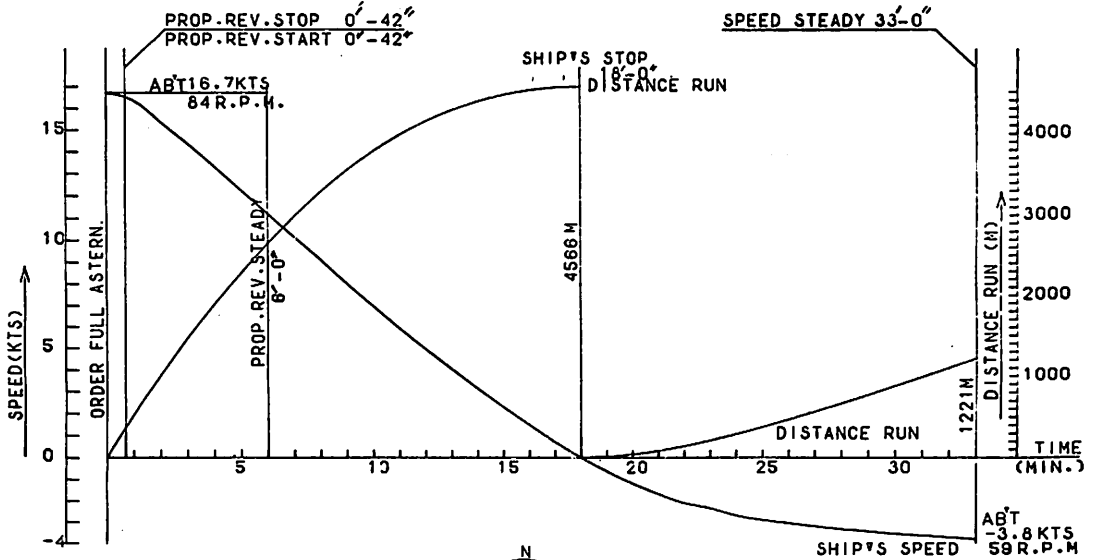


图14 旋回試驗成績

CRASH STOP ASTERN TRIAL

(FULL AHEAD TO FULL ASTERN)

LOAD COND.	FULL LOAD COND	SHIP CONDITION	
DATE	OCT. 20, 1974	DRAFT	FORE 20.450 M
WEATHER	FINE		MEAN 20.580 M
SEA COND.	SLIGHT	AFT 20.710 M	
PLACE	ENSYU NADA	TRIM	0.260 M
STARTING TIME	13HR.-43MIN.	DISPLACEMENT	299746 KT
INITIAL COURSE	90 DEG.		



- NOTE
1. FIGURE SHOWS THE ELAPSED TIME IN MINUTES FROM ORDER.
 2. RUDDER ANGLE TO BE KEPT 0 DEG.

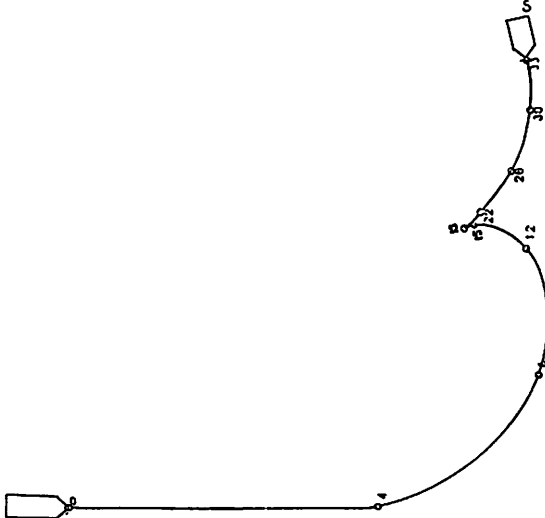


図15 後進試験成績

安全公害の話題

漁船安全条約国際会議について

佐藤 守信

運輸省船舶局安全企画室

船舶の安全については、従来から1960年海上人命安全条約（通称1960年S O L A S条約）等による国際的規制が行なわれているが、漁船についてはこれらの条約の通用から外されていた。このため、政府間海事協議機関（I M C O）は、1964年以降漁船の安全について委員会を設け、延べ20回にわたる会議を経て漁船安全条約の草案について検討を重ねてきたが、本年3月7日から4月2日まで、スペインのトレモリノスにおいて漁船安全条約採択のための国際会議を開催し、国際的に統一した安全基準による漁船の安全性の向上を図ることとしている。

同条約会議にはわが国から、加川隆明在スペイン特命全権大使及び堀之北克朗運輸省船舶局首席船舶検査官を政府代表とする総勢25名の代表国が出席する予定である。

ちょうど本誌が読者の手に渡る頃は、条約会議の真最中と思われるので、今月は漁船安全条約会議の話題をお伝えしよう。

1. 経緯

1960年の海上における人命の安全のための国際会議において、漁船を1960年S O L A S条約の対象にすべきかどうかの検討がなされたが、この会議では、同条約に漁船を含めることは見送られた。しかし、この会議は、締約国政府が漁船にこの条約の原則を合理的、かつ、実行可能な限りにおいて適用することを勧告するとともに、I M C Oに対しF A O（国連食糧農業機関）と協力して漁船の安全、特に漁船の復原性について研究することを勧告した。

I M C Oは、この勧告を受けて、1964年に漁船復原性専門家会議を設け、世界の漁船に適用すべき復原性基準の検討を始めたが、同専門家会議は後に「漁船安全小委員会」へと発展した。

また1966年のL L C（満載吃水線条約）会議で

も、I M C Oに対して漁船の最小乾舷に関する研究を行なうよう勧告が行なわれた。

一応、1962年頃から、I L O（国際労働機関）、F A O及びI M C Oの三つの国連専門機関が共同して「漁船員と漁船のための安全基準」を作成する動きがあり、1968年にはA部「乗組員のための作業安全基準」が、1974年にはB部「漁船の構造設備等に関する安全基準」が完成された。

1972年のI M C O第25回M S C（海上安全委員会）は、漁船の安全のための条約を採択するための国際会議を開催するために、その準備を漁船安全小委員会で行なうことを要請した。この要請を受け、漁船安全小委員会は1973年2月の第13回会議より具体的な漁船安全条約の準備作業を開始した。第14回小委員会で条約の第一次案を作成し、第15回小委員会で第二次案を、第16回小委員会で第三次案を、第19回小委員会で第四次案の作成を行なった。そして、この第四次案が1976年3月に開催された第20回小委員会で検討され、最終条約草案としてまとめられた。この最終条約草案は、同年5月に開催された第34回M S Cで承認され、I M C O事務局から各国政府に配布された。

2. 草案の概要

この草案は、形式的には、条約採択のための国際会議の確定書（FINAL ACT）の添付書類（ATTACHMENT）となっており、添付書類1が1977年の漁船安全条約、添付書類2が条約の定義で使用される用語の図解、添付書類3が会議による勧告、添付書類4が会議による決議となっている。また添付書類1の漁船安全条約は、条約本文（全13条）及び付属書（ANNEX）の漁船の構造及び設備のための規則から構成され、さらに同付属書は2つの付録（APPENDIX）を有している。

条約の概要は次のとおりである。

(条約本文)

条約として一般的に必要な事項である条約の一般的義務、定議、適用、証書及び監督、不可抗力、署名、批准、受諾及び加盟、発効、改正、廃棄寄託及び登録などの要件を規定している。本条約は長さ24m以上でかつ総トン数100トン以上の漁船の合計が隻数で50%となるような15カ国以上の国が締約国となった日の24カ月後に効力を生ずることとなっている。

(付属規則)

第I章 一般規定

この章は、この付属規則を運用するために一般的に必要な事項である適用、定議、免除、同等物、検査、証書の発行、様式、有効期間などの要件を規定している。適用は原則として、長さ24m以上の新造漁船が対象であるが、旗国の管轄水域で操業する漁船は、その漁船の安全性を考慮して、要件を免除できることとなっている。

第II章 構造、水密性及び設備

この章は、構造、水密度、倉口、排水管等々について要件を規定しているが、概ねその内容は、1966年L L C条約及び1960年又は1974年のS O L A S条約に規定しているものをとり入れている。

第III章 復原性及びそれに関連した耐航性

この章は、復原性基準、魚倉の浸水、最大許容運航吃水等について規定している。復原性基準については、I M C O勧告A.168(1968年)「漁船の非損傷時復原性の基準」を概ねとり入れている。また損傷時復原性等の具体的基準は、手引きとして添付書類3で勧告することとしている。

第IV章 機関及び電気設備

この章は、I M C O勧告A.325(1975年)「旅客船及び貨物船における機関及び電気設備に関する勧告」の貨物船に対する要件を概ねとり入れている。なお、A部機関設備、B部電気設備、C部定期的無人となる機関区域の3部から構成されている。

第V章 防火、火災探知、消火及び消火作業

この章は、A部「長さ45m以上の漁船に対する火災安全措置」及びB部「長さ45m未満の漁船に対する火災安全措置」から構成されており、A部については、I M C O勧告A.327(1975年)「貨物船における火災安全要件に関する勧告」並びに1960年S O L A S、1974年S O L A S条約中の居住区域と業務区域の隔離、脱出設備、火災警報装置、スプリンクラ

などの規定を概ねとり入れている。

第VI章 船員の保護

この章は、1966年L L C条約の中の船員の保護に関する規定をとり入れ、一般的な船員の保護手段についての要件を規定している。

第VII章 救命設備

この章は、救命艇、救助艇の数や積み付け、救命胴衣、持運び式無線装置等について規定している。ここで注目されるのは、survival craft(生存艇<救命艇、救命いかだ等の総称>)の概念と、救助艇の積み付け、並びに、E P I R B(非常位置指示無線装置)に関する規定であろう。

第VIII章 非常措置、召集及び訓練

この章は、非常配置表及び離船、召集及び訓練等についての要件を規定しているが、非常措置の訓練を除き1960年又は1974年S O L A S条約の規定を概ねとり入れている。

第IX章 無線電信及び無線電話

この章はA部～D部の4部から構成されており、新造船及び現存船の双方に適用されることとなっている。長さ75m以上の漁船は無線電信及び無線電話を、75m未満の漁船は無線電話を備えることが原則となっている。また、各漁船は主電源の他に補助電源(送受信機を連続して少くとも6時間操作するために十分な容量のもの)を備えることとなっている。

第X章 船舶に搭載する航海設備

この章は、コンパス、測深装置、レーダー等の航海設備について規定している。

3. 運輸技術審議会の建議

運輸大臣の諮問機関である運輸技術審議会(会長山田昌夫)は、昨年末、石田運輸大臣に対し、「1977年の漁船の安全のための国際条約草案」に関する建議を行なった。

同建議書では

「漁船の安全増進については、従来しばしば国際的に論議されてきたにもかかわらず、海上人命安全条約及び国際満載吃水線条約において、漁船はこれら条約の適用除外とされている現状にとどまっている。1977年度、漁船の安全のための国際条約に関する会議が行なわれる運びになったことは、漁船の安全増進にとって画期的なことであり、我が国もこれに積極的に参加し、これを機会に本条約の早期発効を目指しつつ、まず本条約成案の完成に努力すべきである。

海外事情

■ “世界最大のフォレスト・プロダクツキャリアー”

最近、西独でカナダ/北欧間の航路用に《フォレスト・プロダクツキャリアー》と呼ばれるオープンバルカータイプの専用船が建造された。50,000DWT, 16ノットの高性能船である。チップ船では世界の先手を取った日本であったが、この種の船では必ずしもそうでもない。

注目すべきは、その巨大なハッチカバーと高性能のデッキクレーンであり、そのメリットは超高効率で人力を要しないポジショニング荷役方式にある。

今回は、世界最大のフォレスト・プロダクツキャリアー《WARSCHAU》の概要を Shipping world & Ship builder (Jan. 1977) からひろってみた。

<要目>

LOA	213.35 m
LPP	205.00 m
Bmld	30.40 m
D	17.30 m
d (強度)	12.17 m
DWT	50,250KT
Lumber 積高	73.315m ³
主機	MAN 16V 52/55A 16,000ps×113rpm.
航海速力	16kt
建造	Flensburger (西独)

草案は、漁船の安全について最も重要な基本的事項、即ち船体構造、復原性、機関、消防、船員保護、救命等の諸安全施設につき、基準を定めており、現行の我が国の安全基準に比し、格段の強化が図られるものとなっている。

しかしながら、草案の作成にあたったIMCO漁船安全小委員会における検討が必ずしも十分でなかった一部の規定については、海上人命安全条約等による一般商船に対する規制の現状及び漁船の安全規制に関する我が国における従来の経験等からみて、草案の基準が厳しく、そのため、かえって条約成文の完成が遅れたり、或いは批准発効が遅れるおそれのある事項も幾つか認められる。

これらについては、海上人命安全条約との関連、

船主 Alfred C. Toepfer (西独)
傭船者 Canadian Transpot Co.
(カナダ)

<ハッチカバー>

Kvaerner 製 No. 1 ハッチ 20.3m²×19.0mb
No.2~6ハッチ 19.5m²×25.8mb

各ハッチ共分割フォールディング型で、幅が25.8mという巨大なスパンを持ち、各ハッチ共1304/1482m²の製材 (Packed Lumber) の甲板積可能な強度を持っている。1パネルの重量は98トンである。

<デッキクレーン>

Liebherr 製 20t×26m/3mR。荷振れ防止およびスボッティング装置付。

電動油圧式のこのクレーンは、最大作業半径26mという大きなワーキングレンジを持ちながら、最小作業半径は3mと云う優秀なもので、揚貨速度は40m/毎分、旋回速度は1.5rpm、ラフニング時間は35秒の高性能を發揮する。

カーゴハンドリング・アタッチメントとしては自動木材グラブのほか、一般のグリーン用グラブの装置も可能である。

<係船機>

フォクスルの2台のウインドラス兼ムアリングウインチを始めとする合計6台の係船機は、3ポールのポールチェンジタイプで、オートテンション機構付である。

<主機等>

中速ディーゼルの1基1軸に、Escher Wyssの可変ピッチプロペラを装備している。発電機はMakとSiemensの組合せで、1,100BHP×925KVA×3基である。

漁船の特殊性を考慮した上で実施上無理のないものに修正し、この条約の早期発効を期し得るものとするよう努力する必要がある。

以上の観点から草案の主要な問題点に対して我が国の意見を提出するにあたっては、下記の点に十分な配慮を払う必要がある。」

として、具体的に、「免除」「最大許容運航吃水」「漁船の防火構造」「救命設備」及び「無線電信及び無線電話」についての我が国のとるべき対処ぶりを建議した。

現在、同条約会議は開催中であるが、同会議が成功裡に終わり、世界の漁船の安全が一層増進されることを期待して、この稿を終えることとする。

活躍中の世界の有人潜水艦

Review of Manned Submersibles in the World
by Tamio Ashino

芦 野 民 雄

まえがき

過去10年間を振り返ってみると、世界の先進諸国は、海洋開発、海洋調査のブームに乗って、その目的や使命を十分に考えずに、むやみと潜水艦を造った傾向がある。アメリカにおいても同様であって、使用目的を主にせず、技術を誇るために造られた傾向があり、従って造られた多くの潜水艦は、需要がないため、あるいは経済的理由から隠退したものが多。

現在、世界で実際に活躍している有人潜水艦の能力、特徴、利用度等について調べ、分った発生事故についても調べてみた。これを見れば、今後の傾向や、その使い方についての参考ともなる。

有人潜水艦

世界中に分布されている有人潜水艦で、歴史的なもの、廃却されたもの、隠退したものを除き、すぐ使えるものはほぼ70隻とみてよいだろう。70隻の中には、1975年に完成したもの11隻を含んでいる。現在、潜水艦が一番集中稼働しているところが北海であって、そこでは海底石油掘削関係で活躍している。

世界の潜水艦数は、第1表に示す通りである。

第1表 潜水艦

	潜水艦
総数(隻または基)	70
アメリカ民間所有のもの	29
平均最大深度(ft)	2,250
平均重量(lbs)	19,000
平均ライフサポート(man-hrs)	120
平均乗員数	3

これを各国別にみると第2表のようになる。

第2表 各国別にみた潜水艦

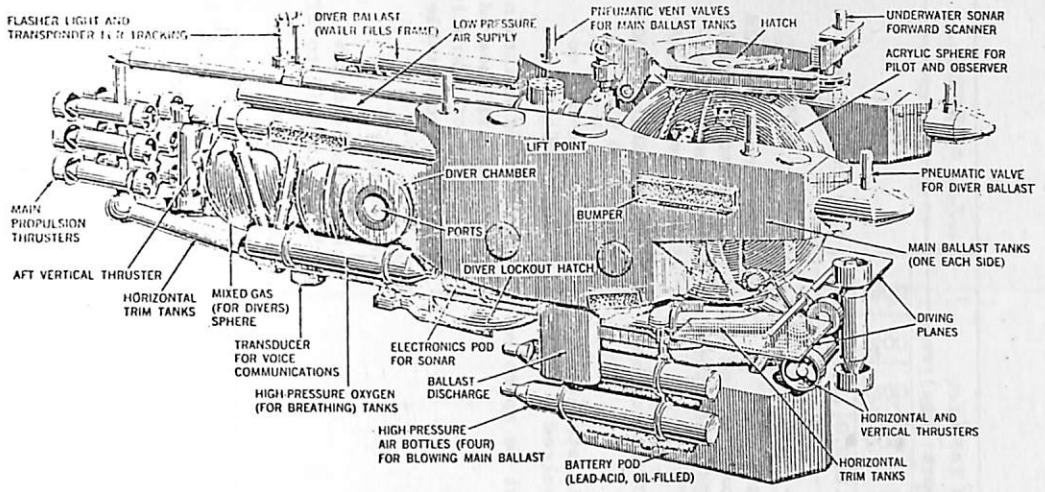
アメリカ	29隻
イギリス	8
カナダ	7
フランス	7
ソ連	7
日本	4
イタリア	3
オランダ	1
コロンビア	1
台湾	1
西ドイツ	1
スウェーデン	1
チェコスロバキア	—
ブルガリア	—
ポーランド	—
計	70隻

70隻の潜水艦の要目は次号に示す。

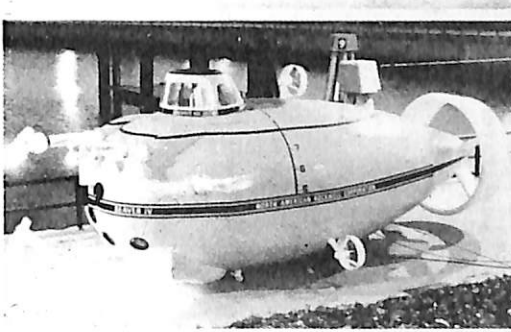
船級規定、証明等

潜水艦の所有者、利用者にとって最も大切なのは、そのシステムデザインと船級協会等から取得した規定または証明である。保険会社もこれによって保険を決めている。アメリカ海軍の証明は船級協会の規定よりやや厳しい。現在、全世界で主要な4つの船級協会があって、それらをリストアップしてみると第3表に示すようになる。

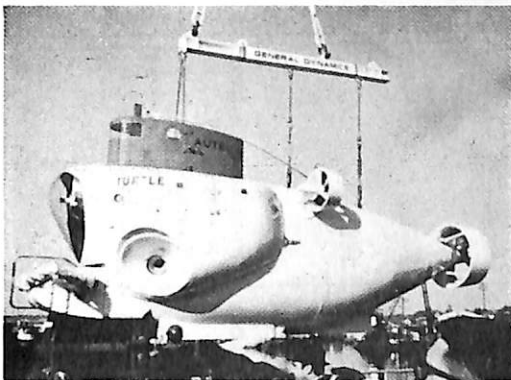
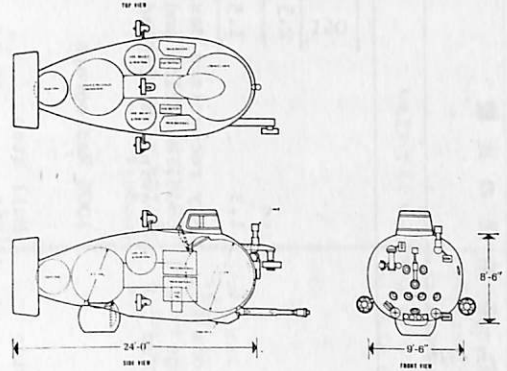
第3表は各船級協会の規定と、アメリカ海軍の要求仕様とを並べたもので、各国船級協会の規定が、すこしずつ異っている。従って4つの船級協会の規定の標準化が望ましい。ABSの潜水艦パネルや



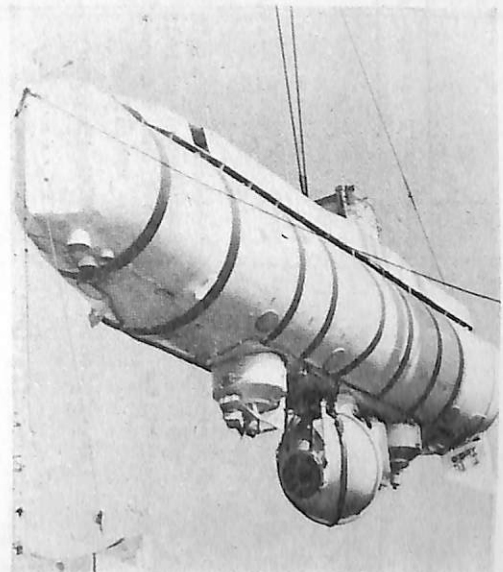
Johnson Sea Link I—米国



Beaver MKIV の全姿 (上) と断面図 (右)—米国



Turtle (Sea Cliff と同型)—米国



Trieste II—米国

第3表 各船級の比較

	A B S	ロ イ ド	ノリスケベリタス						ドイツ・ロイド						アメリカ海軍規定	
			Depth (Ft.)		Depth (Ft.)		Depth (Ft.)		Depth (Ft.)		Depth (Ft.)		Depth (Ft.)			
圧力殻																
Design Collapse Depth	1.5	1.43	150	300	600	800	1200	1500	1800							
Operating Depth	1.2	1.5	2.5	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7							
Design Criteria and Documentation	Membrane=2/3 yield Combined=3/4 yield Equations & drawings specified	Equations & drawings specified	Any recognized design code, equation and drawings specified													1.5 Acceptable
Weld Inspection	100% Radiograph		100% Radiograph													1.10 - 1.25
Piping Penetrations	Hull stop valves required	Hull stop valves required	Hull stop valves required													Membrane=2/3 yield Combined=3/4 yield Equations & drawings specified
Electrical Penetrations	1.5 of operating depth		No plastic penetrators													See NavShips 0900-000-1000
ライフ・サポート																Desirable but no requirement
O ₂ Limits	18.4% to 23.6%		161±20 mm. Hg													Capable of maintaining seal if sheared off (1.5 of operating depth is acceptable)
CO ₂ Limits	1%		< 7.6 mm. Hg													Normal 18 to 21% Set Points 17 to 23%
CO ₂ Scrubber Duration	Mission < 24 hrs: Mission + 72 hrs. Mission > 24 hrs: Mission + 3 days + 2 hrs/day.	5 times mission	Mission +72 hrs													0.5 to 2.0%
Standard Man Consumption	1 ft. ³ O ₂ /hr		26 l O ₂ /hr													Depends on Stated Mission time with 50% Safety Factor
Temperature Control			22 l CO ₂ /hr													1.5 ft. ³ O ₂ /hr. for planning

Humidity Control	30-90%					Descretion of designer
Instrumentation	O ₂ , CO ₂ R. H. Temperature	Gas analysis R. H. Temperature	(2) CO ₂ (2) O ₂ (± 10 mm. Hg) Barometer ($\pm 3\%$)	O ₂ , CO ₂ Pressure	O ₂ , CO ₂ R. H. Temperature Pressure recommended	1.5 x surfacing time
Emergency Life Support Equipment	1.5 x surfacing time	O ₂ Breathing System	1.5 x surfacing time			
通信方法	Yes	Yes	Yes	Yes	Recommended	
U.W. Telephone	Yes	Yes	Yes	Yes	Recommended	
Radio (with Distress Frequency)	Yes	Yes	Yes	Yes	Recommended	
Pinger	Yes	Yes	Yes	Yes	Recommended	
Recovery Buoy	Yes	Yes	Yes	Yes	Recommended	
Pinger	Yes	Yes	Yes	Yes	Recommended	
Signal Devices (flares, lights)	Yes					
Life Jackets	Yes					
Periodic Inspection	Annual & after repair	Annual, Review after 4 yrs & after repair or lay up > 3 yrs	Annual, Review after 4 yrs and after repair	Annual, Review after 2 yrs	Depends on configuration	Period of Certification not specified. To be determined
Jettisoning Consideration for External Appendages Susceptible to Entanglement	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Recovery Features	Consideration for structural attachment for lift	Lifting eyes to be tested to 8 x designed negative buoyancy or 1.25 x air weight		Automatic ballast blow required		Be able to lift when flooded, rescue plan

Marine Technology Society の潜水船委員会などがその統一を呼びかけている。従って4つの船級協会が代表者を送り、メーカー、使用者も代表を送り、国際的な標準を造ることが切望される。全部とは言わずとも、基礎的なアイテムについての国際標準を造っただけでもお互いに利する所がある。例えば吊揚げ金物、ピンガーや通信の周波数チャンネル、使用目的に応じてのライフサポートの時間等である。

アメリカにおける有人潜水船

稼動コストの高い深海潜水船「Alvin」を使って海洋調査をするために、1974年10月に、海軍とNSFとNOAA間で取りきめが行なわれた。それは、調査プログラムを実施するために、3者が今後3年間に亘る費用をもつことである。そしてNOAAは、1975年に魚類、環境調査等に使用する。University National Oceanographic Laboratory System (UNOLS) は全費用の負担なしで、深海潜水船を有効な調査に使うことができる。しかし海洋調査では、深海潜水船「Alvin」を使ってはかえって不経済になるような浅海調査もあるので、「Alvin」

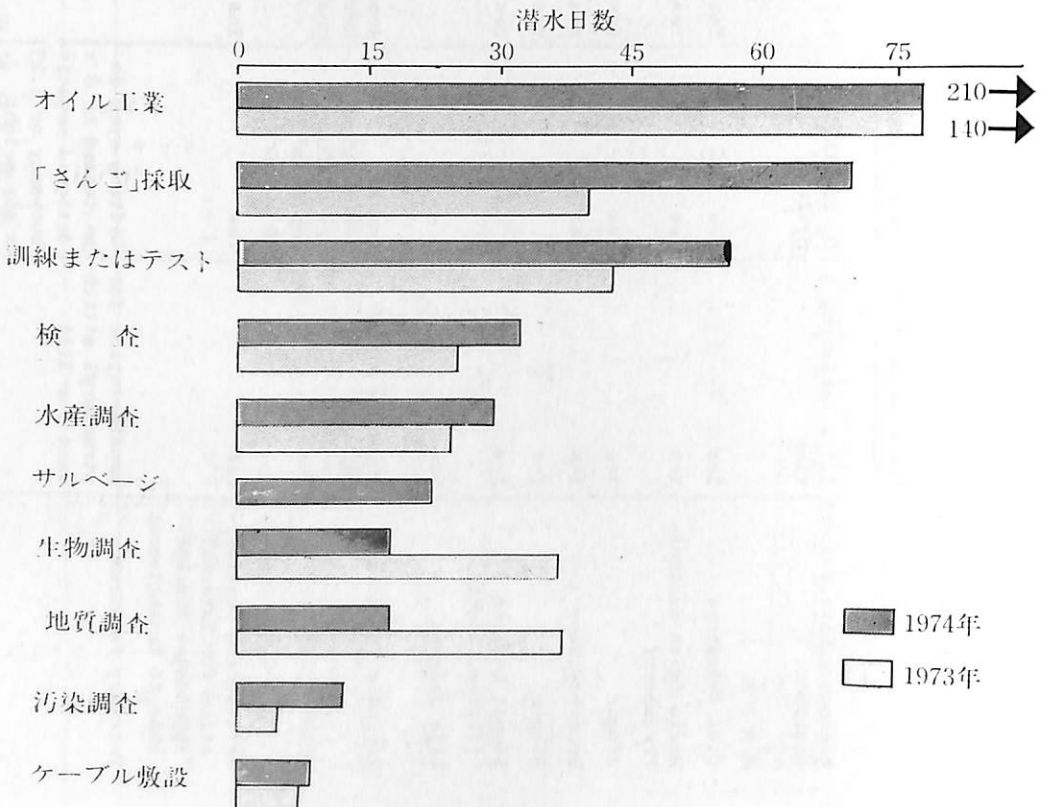
は東海岸だけでなく、西海岸その他の深海調査に、計画を樹てて割り当てる。

石油掘削工業は、海底検査、海底建設、パイプ敷設等に一番潜水船を必要とする、そして今や潜水船の最大の利用者である。Vickers Oceanics 社の調査によれば、スキューバダイバーと浅海潜水船利用の範囲は、環境にもよるが150メートルを境にすると言っている。

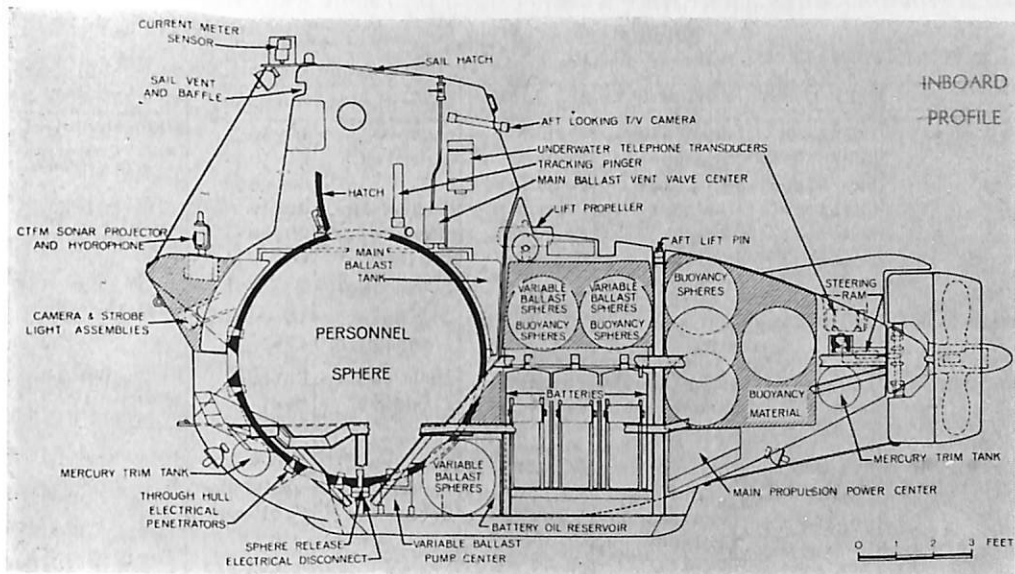
これ以外に潜水船の活躍する分野として、環境調査、海中投棄、海底採鉱、大陸棚端部の石油調査、海底構造物の建設、沈積物移動の調査等で、たとえば米仏共同プロジェクト FAMOUS 等では有効に活用されている。

潜水船は漁業調査にも活躍していて、アメリカ水産庁では、深海のロブスターの定着移動状況、2,000~3,000ft 深度の蟹の生態等を調査している。また、Sardinia, Corsica, Hawaii 沖では「さんご」の採集を潜水船で行なっており、観察プラットフォームとしても有効に使われている。

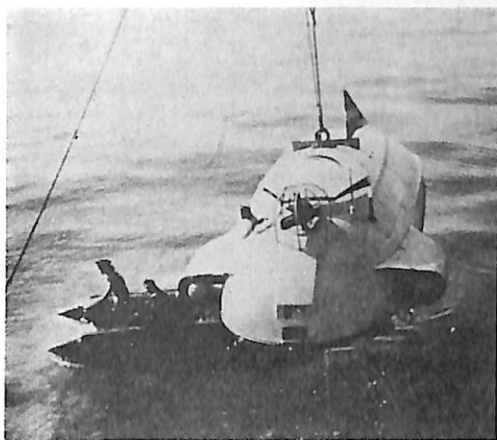
海外に貸し出されているアメリカの潜水船は、年間平均して70日ずつの潜行をしているものと推定される。第1図で示すようにアメリカにおける潜水船



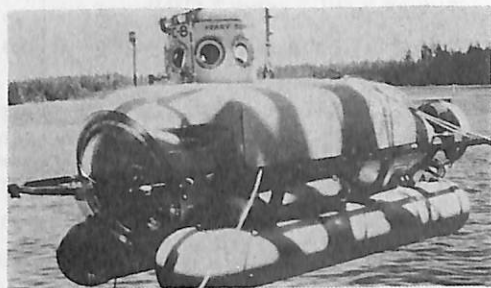
第1図 アメリカにおける潜水船の利用



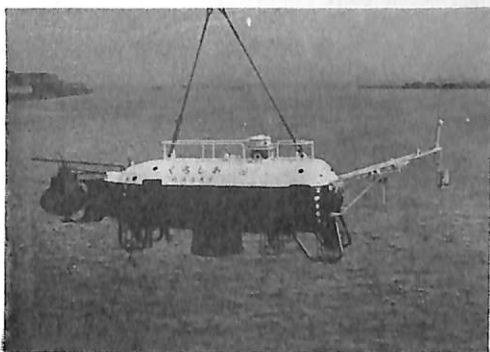
改造後の ALVIN (米)



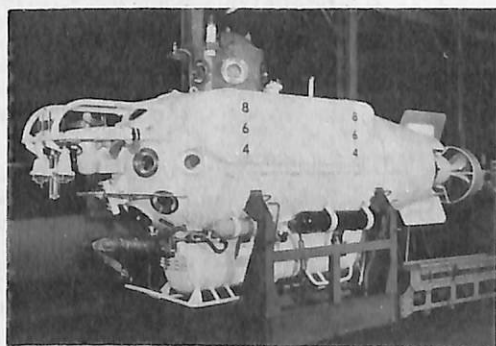
Diving Sauce SP 3000 (仏)



PC-88 (英国)



くろしお (日本)



はくよう (日本)

第4表 潜水船の事故

名称	DEEP QUEST	NEKTON BETA	SEA LINK	PISCES III	TS-1	UZUSHIO
運航者住所	Lockheed Ocean Lab. San Diego, California, USA	General Oceanographics Newport Beach, Calif., U.S.A.	Harbor Branch Found. Ft. Pierce, Florida, U.S.A.	Vickers Oceanics Ltd. Barrow-in-Furness, England	Taylor Diving & Salvage Belle Chasse, La, USA	Fuyo Ocean Dev. Co. Japan
事故発生日時	7,8 Oct. '69	21 Sept. '70	17,18 June '73	29 Aug.-1 Sept.'73	14 Oct. '74	1974
事故の種類	Entanglement	Sunk due to broken port	Entanglement	Sunk due to flooding	Entanglement	Fire due to short circuit
岸からの距離	5.1 off Point Loma, Calif.	500 yds. off Santa Catalina Island, Calif.	20 off Key West, Florida	150 Southwest of Cork, Ire.	170 East of Dundee, Scotland	
事故深度 (ft)	430	230	360	1,575	275	33
最大使用深度 (ft)	8,000	1,000	1,000	3,600	1,350	650
船内圧力	4	2	4	2	2	2
死者	0	1	2	0	0	2
空中重量 (lfs)	115,000	4,700	21,000	24,000	22,500	10,400
救助方法	Nekton vehicle cut line, surfaced under own power.		TV sled attach cable - surface lift.	PLSCES II & V & CURV	Divers	Tether haul
救助到着時間	14:50		14:20	40:38		Within minutes
救助開始	14:50		31:08	72:18		
船の回収	15:50		32:15	76:55	6:00	
容量	204		48	198	205	96
残り	140		Near Zero	54		
通信方法	Underwater Telephone		Underwater Telephone	Underwater Telephone	Underwater Telephone	Tether Telephone
援助したもの	Floating line on bottom	Operating procedure, struck by salvaged boat, under load being lifted.	Operating close to cables on wreck; currents; cold temp.	Hatch dog.	Operating w/o propeller guard	Combustible & toxic material
引用元	USCG SAR Report (1)	USCG SAR Report (2)	Smithsonian Report(3)	Vickers Report(4)	Personal Communication(5)	

REFERENCES

- (1) S.A.R. Case Study 3130, 11th Coast Guard District, 14 Oct. 1969
 (2) S.A.R. Case Study 5943/C-7717, 11th Coast Guard District, 18 Dec. 1970 (3) "Report of the Johnson-Sea Link Expert Review Panel", 21 Dec. 1973 (4) "Pisces III Accident Inquiry" Vickers Oceanics, Vol. I & II, 20 Dec. 1973 (5) Personal Communication with Mr. James McDole

の活躍は、1973会計年度の潜水370日に対して、1974会計年度では500日と躍進している。

全世界のオフショア石油業者が所有または使っている潜水船は、過去2年間で3倍となっている。すなわち、1972～73で5隻が、1975年には15隻と増加し、今後はさらに増える傾向にある。

事故の情報源についても記入してあるが、ここでは事故そのものについての内容は述べず、この事故惹起により、更に潜水船と人命の安全性が改良されたと考えてよいであろう。

潜水船の事故

過去10年間に、潜水船の海底作業中に起った事故は6回で、5人の尊い人命が失われている。第4表に事故をリストアップしたが、潜水船の仕様については、第3表を参照されたい。

事故の情報源についても記入してあるが、ここでは事故そのものについての内容は述べず、この事故惹起により、更に潜水船と人命の安全性が改良されたと考えてよいであろう。

有人潜水船の今後の傾向

過去10年間の結果として、潜水船利用の新しい方法等が完成されたが、潜水船の主要な傾向としては、完全な総合潜水システム、すなわち支援船、着水装置、回収装置、兵たん支援法等を併せ考えたシステムの改良完成へ向って進むものと考えられる。また、着水後は有効な調査活動をして、支援母船まで帰投できるための、各種新しい機器の開発が行なわれるであろう。また大陸棚で活躍する有人潜水船は、ダイバーによるきめの細かい仕事も出来るような、ダイバーロックイン・ロックアウト式のものが増える傾向にあるようだ。通信、識別装置についても、今後10年間には音響通信技術の発展が期待されている。

参考文献

- An Assessment of Navy's Undersea Technology Needs.
- Manned Undersea Activities of the Federal Agencies and Utilization of Manned Undersea Research Submersibles and habitats—Dec. 1973.
- Guide for the Clasification of Manned Submersible—1968.
- Safety and Operational Guidelines for Undersea Vehicles.
- International review of Manned Submersible and Habitats.

図3月号掲載「米国における Cavitation 関係の研究」の正誤表

頁	行	誤	正
全体を通して		σ_c (Limited cavitation number の意味)	σ_l
		σ_{ll} (Local limited cavitation numberの意味)	
30 左, 上15行		..., Naval Hydrodynamics Di-	..., Naval Hydr-omechanics Di-
31 左, 下4行		$C_p = \frac{P - P_\infty}{\frac{1}{2}\rho V_\infty^2}$: 圧力降下	$C_p = \frac{P - P_\infty}{\frac{1}{2}\rho V_\infty^2}$: 圧力係数
34 右, 下13行		3, 4 表面粗さ, および乱れの影響	3.4 表面粗度および乱れの影響
35 右, 下1行		応する蒸気蒸を用いること...	応する蒸気圧を用いること...
32 左, 上10行		$-\sigma_c G(t) \cdot \frac{1}{2}\rho V_\infty^2$ (12)	$-\sigma_l C_T(t) \cdot \frac{1}{2}\rho V_\infty^2$ (12)
37 左, 上15行		第11図.....0.9以下を.....	第11図.....0.6以下を.....
37 右, 上15,		$\dots 2V_\infty / D \approx 360 S^{-1}, \dots$	$2V_\infty / D \approx 360 s^{-1}$
	16行	$\dots 2V_\infty / D \approx 944 0 S^{-1}, \dots$	$2V_\infty / D \approx 9440 s^{-1}$
38 右, 上4行		$\Delta T = B \cdot (p_v / p_l) \cdot (\lambda / C_L)$	$\Delta T = B \cdot (p_v / p_l) \cdot (\lambda / C_L)$ (14)
39 右, 上6行		方法があると言えよう。	方法であると言えよう。

図第5回舟艇技術講演会

(財)舟艇協会主催による第5回舟艇技術講演会は下記の要項で行なわれる。

日時/4月20日(水), 午前10時~午後4時

会場/ブリヂストンホール(東京都中央区京橋1-1ブリヂストン美術館内)

講師/演題(順不同)

竹鼻三雄氏(東京大学)FRP製耐火救命艇の火災試験について

高橋邦敏氏(日本海事協会)・救命艇の落下試験について(予定)

堀内浩太郎氏(ヤマハ発動機)・新しい複合材料の舟艇に対する使用例について

桂田史郎氏(ヤンマーディーゼル)・最近の小型軽量ディーゼルエンジンについて

丹羽誠一氏(舟艇協会)・中速ディーゼル搭載の高速艇について

昭和52年度 技術規則改正計画

去る2月7日のNK技術委員会でNKの昭和52年度技術関係業務についての報告があったが、そのうち、鋼船規則、検査要領および規準の改正計画は、次のとおりである。

船級・船体関係

1. B編（船級検査）

IACSの統一規則を採用してプロペラ軸の定期的検査の規定を改正する。

2. C編（船体構造及び船体艦装）

(1)小型船構造規則の新設に伴い、C編の小型船関係条文を削除する。

(2)単底構造（5章）も小型船構造規則の新設に伴い、全般的に見直す。

(3)二重底構造（6章）は、バルクキャリア規則の改正に伴い、これと同趣旨のものに改正する。

(4)肋骨関係（7，9章）は、特設肋骨等の規定が現状と合わないので改正する。

(5)船首尾構造（8章）は、最近の船の構造に合うよう条文を改正する。

(6)縦強度（15章）に関しては、ローディングマニュアルの内容をNKが承認するよう改め、承認のための検査要領を作成する。

(7)その他全般にわたり不具合な箇所があれば随時改正する。

機関関係

3. D編（原動機、動力伝達及び推進軸系装置）

(1)主機関の後進出力（1章）に関しては、IACSの統一規則を採用して規定を改正する。

(2)内燃機関（3章）

(a) IACSの統一規則を採用してディーゼル機関の掃気室消火設備に関する規定を新設する。

(b)ディーゼル機関用過給機もIACSの統一規則を採用して量産機器の検査要領を新設する。

(c)中高速ディーゼル機関のクランク軸詳細計算合理化のため検査要領を改正する。

(3)軸系装置（5章）

(a)軸系の算式のうち、トルク変動値に関する検査要領を改正する。

(b)小型船に使用されるステンレス製プロペラ軸に対する検査要領を新設する。

(4)プロペラ（6章）は、可変ピッチプロペラの翼

厚算式に関する検査要領を新設する。

4. G編（予備品及び装備品）

(1)IACSの統一規則を採用して、蒸気タービン及び補機の予備品に関する規定を改正する。

(2)従来の要具及び装備品の規定は現状に合わないので改正する。

5. J編（自動制御及び遠隔装置）

外国船級協会の自動化関係規則及びIMCO Resolution “Unattended Machinery Space” を考慮し、規定及び検査要領を全面的に改正する。

材料その他

6. K編（材料）

昨年の液化ガスばら積み船規則の全面改正に伴い、低温用鋼材に関する規定を検査要領から規則の方に移す。また、IACSの統一規則を採用して、軟鋼、鍛鋼、プロペラ材料の規定の改正を行う。

7. L編（艦装品）略

8. M編（溶接）略

9. N編（液化ガスばら積み船）

昨年のIMCO Resolutionを採用したN編の全面改正に伴い、検査要領を全面的に改正する。

10. P編（海底資源掘削船）

現在IACSで作成中の統一規則案（構造関係は従来より適用範囲が拡大され、電気関係も大幅に改正される予定）を採用して規定の改正を行う。

11. R編（防火構造）略

12. 危険化学品ばら積み船規則

昨年の危険化学品ばら積み船規則の新設に伴い、これに関する検査要領を整備・新設する。

13. 内部防熱式液化ガスタンク船規準

昨年の液化ガスばら積み船規則の全面改正に伴い、この規準の内容を見直し、改正する。

14. プレストレストコンクリートバージ規準

内容の一部見直しと、プラントバージ、貯蔵バージ等に関する規定の追加を行う。

15. フローテングドック規準

現在までの適用経験に基づいて内容を見直し、改正する。

16. プラントバージ、ホテルバージ等の規準

今後、需要が見込まれるこれらの海洋構造物及び特殊船に関して規準を作成する。

恵美洋彦 / 伊東利成

日本海事協会船体部

10-5 オーステナイト系ステンレス鋼及びその溶接

10-5-1 オーステナイト系ステンレス鋼

1. 一般(つづき)

IACS規則⁵⁾及びIMCO規則案⁶⁾は、固溶化熱処理した304, 304L, 316, 316L, 321, 327及び347タイプのものが、超低温用材料として規定されている。

オーステナイト系ステンレス鋼は、圧延材としてタンクに用いられるほか、管、鋳鋼及び鍛鋼として、貨物管装置、弁、その他の低温用艦装品構造材料に最も多く用いられる。NK規則⁷⁾にも規定されている低温用ステンレス鋼管規格(JISG3459)、低温用ステンレス鍛鋼規格(JIS)及び低温用ステンレス鋳鋼規格(ASTM A473)を表10-76な

いし82に示す。これらは、いずれもNK規則にとりいれられており、内容は、NK規則とほとんど変わらない。

このようにオーステナイト系ステンレス鋼の鋼種は数多くあるが、この発達過程を示したものが図10-215である。

2. 低温用材料としてのステンレス鋼

オーステナイト系ステンレス鋼は、液化ヘリウム(-269℃)の温度までの超低温用材料として永年使用されており、LNG船のタンク用材料のみならず、貨物管装置、その他の各種管装置及び各種艦装品材料としての優れた特性のほか、必要な形状に容易に成形できること(ポンプ及び弁の鋳物を含む)、耐食性、加工の容易さ、火災時の耐熱性等が優れているという点もよく使用される理由である。

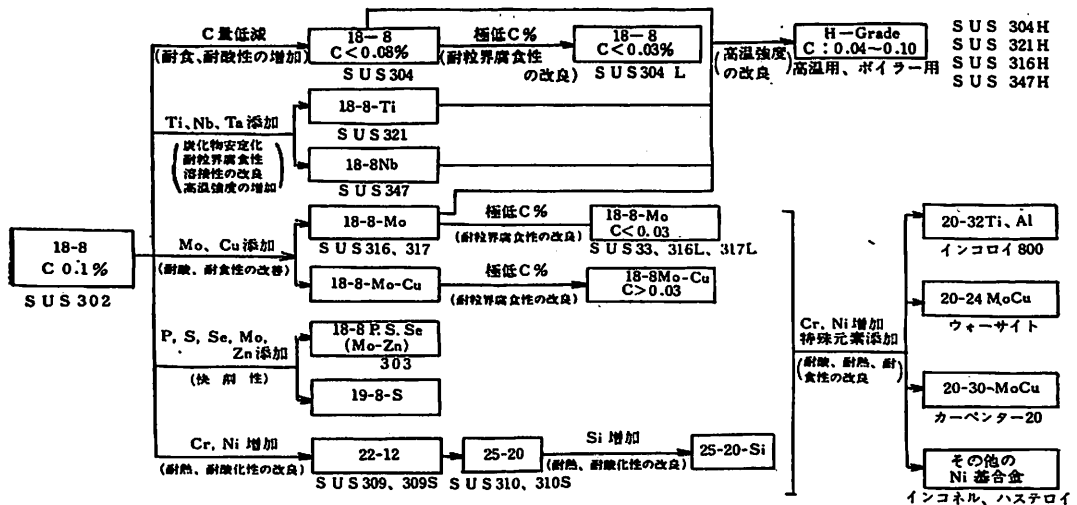


図10-215 Cr-Ni オーステナイト系ステンレス鋼の発達過程⁵⁾

表10-76 低温配管用ステンレス鋼管熱処理及び成分規格 (JIS G3459)

種別の記号	参 考 旧 記 号	化 学 成 分 %									四 溶 化 熱 処 理 °C
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	その他	
SUS304TP	SUS27TP	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	8.00-11.00	18.00-20.00	-	-	1,010以上急冷
SUS304HTP	SUS27HTP	0.04-0.10	0.75 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	8.00-11.00	18.00-20.00	-	-	985
SUS304LTP	SUS28TP	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	9.00-13.00	18.00-20.00	-	-	1,010
SUS321TP	SUS29TP	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	9.00-13.00	17.00-19.00	-	Ti 5×C%以上	920 冷間仕上り 1,095以上急冷
SUS321HTP	SUS29HTP	0.04-0.10	0.75 以下	2.00 以下	0.030 以下	0.030 以下	9.00-13.00	17.00-20.00	-	Ti 4×C%~0.60	熱間仕上り 1,010以上急冷
SUS316TP	SUS32TP	0.03 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	10.00-14.00	16.00-18.00	2.00-3.00	-	1,010以上急冷
SUS316HTP	SUS32HTP	0.04-0.10	0.75 以下	2.00 以下	0.030 以下	0.030 以下	11.00-14.00	16.00-18.00	2.00-3.00	-	985
SUS316LTP	SUS33TP	0.030 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	12.00-16.00	16.00-18.00	2.00-3.00	-	1,010
SUS309S TP	SUS41TP	0.15 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	12.00-15.00	22.00-24.00	-	-	1,030
SUS310S TP	SUS42TP	0.15 以下	1.50 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	19.00-22.00	24.00-26.00	-	-	1,030
SUS347TP	SUS43TP	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.040 以下	0.030 以下	9.00-13.00	17.00-19.00	-	Nb+Ta 10×C%以上	980 冷間仕上り 1,095以上急冷
SUS347HTP	SUS43HTP	0.04-0.10	1.00 以下	2.00 以下	0.030 以下	0.030 以下	9.00-13.00	17.00-20.00	-	Nb+Ta 8×C%~1.00	熱間仕上り 1,050以上急冷

備考 注文者が製品分析を要求した場合にも、表記の化学成分を適用する。
ただし、SUS304LTPおよびSUS316LTPのC含有量は0.035%以下とする。

超低温用材料としてのステンレス鋼で最も一般的なものは、304タイプであるが、現在就航中または建造中LNGの船では、貨物管材料として304L、316及び316Lタイプも使用されている。これらの304L及び316Lタイプのいずれも304タイプに比し価格は上昇するが、貨物管外面が海水に接触する可能性があるか否か等の貨物管の使用条件及び設計上の配慮により使用材料の種類は選定される。

低炭素含有量 (0.03% max.) のステンレス鋼種が選定されるのは、暖かい海水に長期間接触する場合の溶接近傍の内部粒界腐食を起こす可能性を避けるためである。しかしながら、304Lタイプは、304に比べて強度が低い。このため、コスト低減の目的から、例えば、炭素含有量を max. 0.05% に制限した特別仕様の304タイプの材料が使用されることもある。さらに、最近発行されたイギリス規格BS 1501 Part 3では、最大0.08%炭素含有量に対して、最大炭素含有量を0.06%とした修正304タイプの規格を定めている。

Moを含む316または316Lタイプは、ケミカルタンカーにはよく使用されているもので、特に海水による点食に対する抵抗を改善したものである。このタイプは、304及び304Lタイプに比し、価格はさ

らに上昇するが、このタイプも貨物管材料に使用されている。参考までに表10-83に304タイプをベースとしたコストの比較を示す。

LNG船のタンクにステンレス鋼を用いているのは、現在のところテクニガスメンブレン方式であり、これは304LタイプでNi量をやや増やして18-10ステンレス鋼が用いられている。この材料がテクニガス方式の設計に用いられたのは、溶接部の粒界腐食に対する配慮から特に慎重な材料選定が行なわれたものであることは間違いないが、最近ではコスト低減の意味から304Lタイプのかわりに304タイプの使用も検討されているようである³¹⁾。

さらに、最近では、オーステナイト系ステンレス鋼は、窒素を添加させて標準タイプのステンレス鋼(304, 304L, 316, 316L, 347)より高い強度をもたせたものが開発されている。これらの材料は、ヨーロッパではすでに超低温装置及び、液化酸素及び窒素の輸送または貯蔵用装置に使用されており、0.2%の窒素を加えることで引張強さを約40%増加させ、かつ延性を失わずに十分な砂壊じん性をもつ材料とすることができる。この種の材料は、現在、各国の規格にとわれつつあり、316L+Nタイプのものは、ケミカルタンカーにはすでに使われている。

表10-77 低温配管用ステンレス鋼鋼管機械的性質規格

種類の記号	参 考	引 張 試 験				
		引張強さ kg/mm ²	0.2%耐力 kg/mm ²	伸 び %		
	旧 記 号			11号試験片 12号試験片	5号試験片	4号試験片
				縦 方 向	横 方 向	縦 方 向
SUS304TP	SUS27TP	53 以上	21 以上	35 以上	25 以上	30 以上
SUS304HTP	SUS27HTP	53 以上	21 以上	35 以上	25 以上	30 以上
SUS304LTP	SUS28TP	49 以上	18 以上	35 以上	25 以上	30 以上
SUS321TP	SUS29TP	53 以上	21 以上	35 以上	25 以上	30 以上
SUS321HTP	SUS29HTP	53 以上	21 以上	35 以上	25 以上	30 以上
SUS316TP	SUS32TP	53 以上	21 以上	35 以上	25 以上	30 以上
SUS316HTP	SUS32HTP	53 以上	21 以上	35 以上	25 以上	30 以上
SUS316LTP	SUS33TP	49 以上	18 以上	35 以上	25 以上	30 以上
SUS309STP	SUS41TP	53 以上	21 以上	35 以上	25 以上	30 以上
SUS310STP	SUS42TP	53 以上	21 以上	35 以上	25 以上	30 以上
SUS347TP	SUS43TP	53 以上	21 以上	35 以上	25 以上	30 以上
SUS347HTP	SUS43HTP	53 以上	21 以上	35 以上	25 以上	30 以上

- 備考 1. 厚さ 8 mm未滿の管で、12号試験片または5号試験片を用いて引張試験を行なう場合には、伸びの最小値は管の厚さが 8 mmより減少すること 1 mmについて 1.5%の割合で表本の伸びから減じたものとし、JIS Z8401 (数値の丸め方) により整数値に丸める。
2. 外径 20mm 未滿については、本表の伸びは適用しない。ただし、記録しておかなければならない。
3. 呼び径 200 A 以上の管については、横方向から号試験片をとることができる。また、厚さが厚い管については、4号試験片を削り出すことができる。
4号試験片による横方向の伸びの最小値は、本表の4号試験片の縦方向の伸びの最小値から 8%を減じたものとする。
4. 自動アーク溶接鋼管および電気抵抗溶接鋼管から引張試験片を採取する場合、12号試験片または5号試験片は、継目を含まない部分から採取する。
- (注) 管は、つぎの式で計算した値Hになるまで圧縮し、へん平にしても、管の壁にきず、われを生じてはならない。

$$H = \frac{(1+e)t}{e + \frac{t}{D}}$$

ここに H: 平板の距離 (mm)

t: 管の厚さ (mm)

D: 管の外径 (mm)

e: 管の種類によって異なる定数で低温配管用では0.09

表10-78 低温用ステンレス鋼規格 (JIS G5121)

種 類	記 号	類 似 鋼 種 (参考)
13 種	SCS 13	ASTM(ACI)CF 3, ASTM(ACI)CF 8A
14 種	SCS 14	ASTM(ACI)CF 3M
16 種	SCS 16	ASTM(ACI)CF 3M
17 種	SCS 17	ASTM(ACI)CH 10, ASTM(ACI)CH 20
18 種	SCS 18	ASTM(ACI)CK 20
19 種	SCS 19	ASTM(ACI)CF 3, ASTM(ACI)CF 3A
21 種	SCS 21	ASTM(ACI)CF 3C

備考 遠心力鋼鋼管には、記号のあとにこれを表わす記号-CFを付ける。

例: SCS 1 -CF

表10-79 低温用ステンレス鋼成分規格 (JIS G5121)

種類	記号	化 学 成 分 %									
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	その他
13種	SCS 13	0.08以下	2.00以下	2.00以下	0.040以下	0.040以下	8.00 ~11.00	18.00 ~21.00	—	—	—
14種	SCS 14	0.08以下	1.50以下	2.00以下	0.040以下	0.040以下	10.00 ~14.00	17.00 ~20.00	2.00 ~3.00	—	—
16種	SCS 16	0.03以下	1.50以下	2.00以下	0.040以下	0.040以下	12.00 ~16.00	17.00 ~20.00	2.00 ~3.00	—	—
17種	SCS 17	0.20以下	2.00以下	2.00以下	0.040以下	0.040以下	12.00 ~15.00	22.00 ~26.00	—	—	—
18種	SCS 18	0.20以下	2.00以下	2.00以下	0.040以下	0.040以下	19.00 ~22.00	23.00 ~27.00	—	—	—
19種	SCS 19	0.03以下	2.00以下	2.00以下	0.040以下	0.040以下	8.00 ~12.00	17.00 ~21.00	—	—	—
21種	SCS 21	0.08以下	2.00以下	2.00以下	0.040以下	0.040以下	9.00 ~12.00	18.00 ~21.00	—	—	Nb+Ta 10×C% 以上 1.35以下

表10-80 低温用ステンレス鋼機械的性質規格 (JIS G5121)

種類	記号	固溶化熱処理℃	引 張 試 験				かたさ試験	備 考
			引張強さ kg/mm ²	0.2%耐力 kg/mm ²	伸 び %	絞 り %	かたさ HB	
13 種	SCS 13	1030~1150急冷	45以上	19以上	30以上	—	183以下	
14 種	SCS 14	1030~1150急冷	45以上	19以上	30以上	—	183以下	
16 種*	SCS 16	1030~1150急冷	40以上	18以上	35以上	—	183以下	(注)
17 種	SCS 17	1050~1160急冷	45以上	21以上	30以上	—	183以下	
18 種	SCS 18	1070~1180急冷	45以上	19以上	30以上	—	183以下	
19 種*	SCS 19	1030~1150急冷	40以上	19以上	35以上	—	183以下	(注)
21 種*	SCS 21	1030~1150急冷	45以上	21以上	30以上	—	183以下	(注)

(注) 曲げ試験で曲げ面に粒界腐食われが認められてはならない。

表10-81 低温用オーステナイト系ステンレス鋼化学成分規格 (ASTM A473-70)

タイプ	C %	Mn, max %	P, max %	S, max %	Si, max %	Cr %	Ni %	そ の 他 %
304	0.08 max	2.00	0.045	0.030	1.00	18.00 to 20.00	8.00 to 10.50	
304 L	0.03 max	2.00	0.045	0.030	1.00	18.00 to 20.00	8.00 to 12.00	
309 S	0.08 max	2.00	0.045	0.030	1.00	22.00 to 24.00	12.00 to 15.00	
310 S	0.08 max	2.00	0.045	0.030	1.50	24.00 to 26.00	19.00 to 22.00	
316	0.08 max	2.00	0.045	0.030	1.00	16.00 to 18.00	10.00 to 14.00	Molybdenum 2.00 to 3.00
316 L	0.03 max	2.00	0.045	0.030	1.00	16.00 to 18.00	10.00 to 14.00	Molybdenum 2.00 to 3.00
317	0.08 max	2.00	0.045	0.030	1.00	18.00 to 20.00	11.00 to 15.00	Molybdenum 3.00 to 4.00
321	0.08 max	2.00	0.045	0.030	1.00	17.00 to 19.00	9.00 to 12.00	Titanium, 5×Carbon min
347	0.08 max	2.00	0.045	0.030	1.00	17.00 to 19.00	9.00 to 13.00	Columbium plus Tantalum 10×Carbon min

(注) 1038°C (1900°F) ・上急昇の固溶化熱処理

表10-82 低温用オーステナイト系ステンレス鍛鋼機械的性質規格 (ASTM A473-70)

タイプ	0.2% 耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	伸び (50.8mm, %)	絞り (%)	硬さ H _B
309 S 310 S 317 321 347	21 以上	52.5 以上	40 以上	50 以上	—
304 316 (肉厚 127mm 以下)	21 以上	52.5 以上	40 以上	50 以上	—
304 316 (肉厚 127mm を超える)	21 以上	49 以上	40 以上	50 以上	—
304 L 316 L	17.5 以上	45.5 以上	40 以上	50 以上	—

表10-83 オーステナイト系ステンレス鋼管のコスト比較⁵¹⁾

304 タイプ	100
304 L タイプ	107
316 タイプ	124
316 L タイプ	134

1973年イギリスでの 12"φ 溶接管をベースとしたもの

表10-84 BS 1501 Part 3 による標準タイプ及び窒素添加高強度タイプのステンレス鋼規格の比較

タイプ	BS 1501 Part 3 標示	化 学 成 分 %							引張強さ Ton/in ² (N/mm ²)	1%耐力 Ton/in ² (N/mm ²)	伸び % 標点間距離 5.65√A
		C	Cr	Ni	Si	Mn	S	P			
304	304 S 12	0.03 max	17.5 ~19.0	9~12	0.20 ~1.0	0.5 ~2.0	0.03 max	0.045 max	32.0min. (490)	15.0min. (230)	40
	304 S 15	0.06 max	17.5 ~19.0	8~11	0.20 ~1.0	0.5 ~2.0	0.03 max	0.045 max	33.0min. (510)	16.0min. (245)	40
	304 S 49	0.04 ~0.09	17.5 ~19.0	8~11	0.20 ~1.0	0.5 ~2.0	0.03 max	0.040 max	33.0min. (510)	14.0min. (215)	40
304 + N	304 S 62	0.03 max	17.5 ~19.0	9~12	0.20 ~1.0	0.5 ~1.0	0.03 max	0.045 max	38.0min. (590)	20.5min. (315)	35
	304 S 65	0.06 max	17.5 ~19.0	8~11	0.20 ~1.0	0.5 ~2.0	0.03 max	0.045 max	38.0min. (590)	20.5min. (315)	35
316	316 S 12	0.03 max	16.5 ~18.5	11.0 ~14.0	0.20 ~1.0	0.5 ~2.0	0.03 max	0.045 max	33.0min. (510)	16.0min. (245)	40
	316 S 16	0.07 max	16.5 ~18.5	10.0 ~13.0	0.20 ~1.0	0.5 ~2.0	0.03 max	0.045 max	34.0min. (520)	17.0min. (260)	40
	316 S 49	0.04 ~0.09	16.0 ~18.0	10.0 ~13.0	0.20 ~1.0	0.5 ~2.0	0.03 max	0.040 max	33.0min. (510)	14.0min. (215)	40
316 + N	316 S 62	0.03 max	16.5 ~18.5	11.0 ~14.0	0.20 ~1.0	0.5 ~2.0	0.03 max	0.045 max	40.0min. (620)	22.0min. (340)	35
	316 S 63	0.07 max	16.5 ~18.5	10.0 ~13.0	0.2 ~1.0	0.5 ~2.0	0.03 max	0.045 max	40.0min. (620)	22.0min. (340)	35

表10—84に、先に述べた最大炭素含有量を下げた304タイプ、及びこの窒素を加えたタイプが規格化されているBS1501 Part 3の規格を示す。これと似た窒素添加型のオーステナイト系ステンレス鋼の規格は、AISIでも与えられている。

表10—85にLNGの各種低温装置の使用材料例を示すが、この表から各種装置には、オーステナイト系ステンレス鋼が広範囲に使用されていることが分る。

また、ポンプ、弁、圧縮機等の各種装置部品材料としてオーステナイト系ステンレス圧延材及び鍛鋼材と共に鋳鋼材が用いられることが多いが、この鋳鋼では、JISでいえばSCS 13 (18Cr-8Niタイプ)、SCS 14 (18Cr-10Ni-2Moタイプ)等が用いられる。

ステンレス鋳鋼は、常温ではオーステナイト組織であるが、超低温に冷却した場合、低温変態(オーステナイトからマルテンサイトに変態)が起こり、抗張力の急激な増加、じん性の急低下、ひずみの発生等を起こすおそれがある。そのためには、十分なカブゼロ(深冷)処理を行なって不安定なオーステナイトを完全にマルテン化させて使用する必要がある。

3. 物理的特性

表10—86、87及び88にオーステナイト系ステンレス鋼の物理的な性質を示す。オーステナイト系ステンレス鋼は非磁性であるのが大きな特徴である。304タイプの-184℃から+21℃の間での平均熱膨脹係数は9% Ni鋼の 7.2×10^{-6} (cm/cm℃)より約20%大きく、又-196℃での熱伝導度は9% Ni鋼の11.3 (kcal/m, hr, ℃)より約40%小さい、すなわち、304タイプステンレス鋼は9% Ni鋼に比べて超低温においても膨脹収縮は大きく、熱伝導度は低い材料である。なお、304タイプステンレス鋼と同じく面心立方構造のアルミニウム合金(Al-Mg)の熱膨脹係数及び熱伝導度は、それぞれ-100℃ないし17℃の平均で $19.9 \times 10^{-6}/\text{℃}$ 、及び-100℃で13.6 kcal/hr, m, ℃となっており、アルミニウム

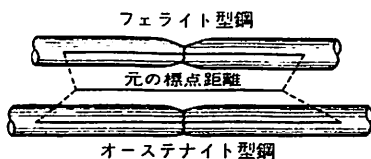


図10—216 引張り試験片の伸びの比較¹²⁾

合金は同じ温度で304のタイプステンレス鋼より大きな値となる。

図10—216に304タイプステンレス鋼の熱伝導度の温度による変化を示す。

4. 機械的性質、低温じん性及び疲労特性

(1) 機械的性質

前述の表類は、各種のステンレス鋼の規格による機械的特性を示す。一般的にいうと、フェライト系ステンレス鋼、およびマルテンサイト系ステンレス鋼は構造用合金鋼に類似した性質を示すが、オーステナイト系ステンレスは引張り強さが高いにもかかわらず、耐力は他にくらべてかなり低い値を示す。

これはオーステナイト鋼の特長が著しく低い応力で降伏するが、一旦降伏すると著しく加工硬化するのでその部分の伸びはそれとまり、他の軟かい部分が伸びを起して、最後には試験片全体が硬化するので、このように試験片全体にわたって伸びが起るのが特徴で、切断箇所には特に大きな局部収縮が起らない(図10—216参照)。

このため伸びは非常に大きくなるが、逆に絞り値は低い値となる。

また、軟鋼材のように著しい局部収縮は生じないので、標点間距離による伸び値の差異はほとんどない。

なお、歪一応力曲線で常温において引張り試験を行なうと、低い応力で降伏しその勾配はしだいに低

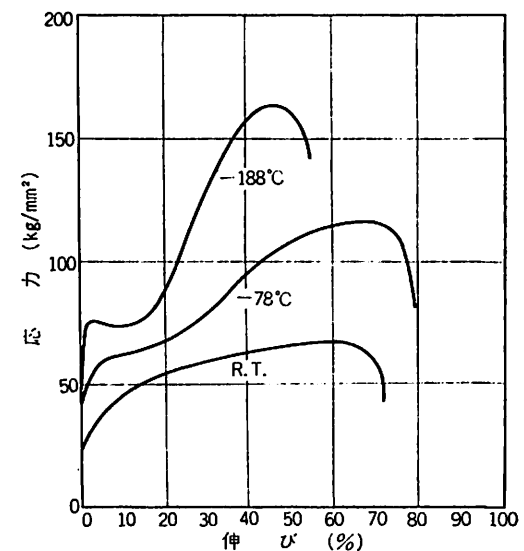


図10—217 19% Cr-9% Niステンレス鋼の引張りによる応力-歪曲線 (0.10% C, 0.35% Si, 0.47 Mn, 9.38% Ni, 18.82% Cr)

表10-85 各種LNG低温装置使用材料例

装 置	部 品	使 用 材 料 例
管 装 置	管, フランジ 異材継手 ガスケット ボルト ナット	304, 304L, 316, 316L, アルミ合金5083-O (タンク内) クラッド継手 (オーステナイトステンレス鋼, 純 Ni, 純 Ti, 純 Al, Al 合金又はオーステナイトステンレス鋼, 純 Al, Al 合金) アスベスト (LNG船以外の低温用としては充てん材入り テフロン, 金属被覆ガスケット等の使用例あり) 316, 304 304
ポ ン プ	外胴体 内胴体 羽根車 軸 撹動部固定側 撹動部回転側 ボルト, ナット その他	SCS12, アルミ合金AC4C SCS13, アルミ合金AC4C SCS13, アルミ合金AC4C 304, 9% Ni 鋼 銅合金, ニレジスト鋳鉄, カーボン 銅合金, 304 (表面硬化) 304 304, アルミ合金AC4C
弁	本体, 弁体 弁 棒 弁パッキン	SCS13, SCS14 (Cを制限している例あり) 304 テフロン
安 全 弁	本 体 ダイヤフラムシート ベローズシート スプリング	SCS14 (Cを制限, ≤ 0.06 等している例あり), 304 SCS14 テフロン 316
膨 脹 継 手	ベローズ フランジ, 直管部 ボルト, ナット	316 ($C \leq 0.95$), 316L 304 304
ガスコンプレッサ	ケーシング シャフト 羽根車 シャフトシール	SCS13; オーステナイト可鍛鋳鉄 (ニレジストD-2M) 9% Ni 鋼, 304 アルミ合金6061-T6, チタン合金 (6AL-4V), 9% Ni 鋼カーボン
L N ₂ タンク	タンク本体 外 筒 弁, 管, フランジ ヒーター管	304L 炭素鋼 (普通鋼) 304L 銅

(注) ステンレス鋼種は, J I Sに合わせたタイプ番号に統一して表示した。
オーステナイト系ステンレスは, 太字で表わす。

表10-86 ステンレス鋼の特性

	軟 鋼	フェライト型	マルテンサイト型	オーステナイト型
結 晶 格 子	体心立方体	体心立方体	体心立方体	面心立方体
磁 性	有	有	有	無
自 硬 性	無	無	有	無
膨 張 係 数 ×10 ⁻⁵	約 11	約 11	約 11	約 18
熱 伝 導 度 ×10 ⁻³ Cal/cm ² /sec/°C	~124	~62	~58	~51

表10-87 オーステナイト系ステンレス鋼の物理的性質

AISI No.	引張強 ¹⁾ 性 率 kg/mm ²	密度 g/cm ³	比電 氣抵 抗 μΩ ・cm 室温	比熱 cal/ g・ °C 0~ 100 °C	熱伝導度 cal/cm/ sec/°C		平均膨張係数 1/°C×10 ⁻⁵										融点範囲 °C	3) 磁性		
					100°C	500°C	-184	-129	-73	-180	0~	0~	0~	0~	0~	0~				
							~21 °C	~21 °C	~21 °C	~21 °C	100 °C	316 °C	538 °C	649 °C	816 °C	962 °C				
201	20,100																	○		
202	—																	○		
301	19,700	8.0	72	0.12	0.038	0.050	13.6	14.0	14.8	15.7	16.9	17.1	18.2	18.7				1,398~ 1,420	○	
302	19,700	8.0	72	0.12	0.038	0.050					17.3	17.8	18.4	18.7				1,398~ 1,420	○	
302 B	19,700	8.0	72	0.12	0.037	0.050					16.2	18.0	19.4	20.2				1,371~ 1,398	○	
303, 303Se	19,700	8.0	72	0.12	0.038	0.050					17.3	17.8	18.4	18.7				1,398~ 1,420	○	
304	19,700	8.0	72	0.12	0.038	0.050	13.3	13.9	14.8	15.7	17.3	17.8	18.4	18.7				1,398~ 1,454	○	
305	19,700	8.0	72	0.12	0.038	0.050					17.3	17.8	18.4	18.7				1,398~ 1,454	○	
308	19,700	8.0	72	0.12	0.035	0.050					17.3	17.8	18.4	18.7				1,398~ 1,420	○	
309, 309 S	20,400	8.0	78	0.12	0.036	0.043					14.9	16.7	17.3	18.0		20.7		1,398~ 1,454	○	
310, 310 S	20,400	8.0	78	0.12	0.033	0.043	12.6	13.5	14.0	14.4	15.8	16.2	16.9	17.5		19.1		1,398~ 1,454	○	
314	20,400	7.8	77	0.12	0.040	0.048										17.6			○	
316	19,000 ⁴⁾ 20,000 ⁵⁾	8.0	74	0.12	0.038	0.050	12.8	13.3	14.0	14.8	16.0	16.2	17.5	18.5	20.0				1,371~ 1,398	○
317	19,700	8.0	74	0.12	0.038	0.050					16.0	16.2	17.5	18.5	20.0				1,371~ 1,398	○
321	19,700	8.0	72	0.12	0.037	0.052					16.7	17.1	18.5	19.3	20.2				1,398~ 1,427	○
347, 348	19,700	8.0	73	0.12	0.037	0.052	13.5	14.6	15.3	15.7	16.7	17.1	18.5	19.1	20.0				1,398~ 1,427	○

1) 冷間加工を施すとこの値は低下する。 2) 0~93°C 3) ○焼なまし状態では非磁性であるが冷間加工を施すと磁性をもつ。○冷間加工を施しても非磁性。 4) 10°Cでの値, 5) -196°Cでの値

表10-88 304 タイプステンレス鋼 (18-8 ステンレス) の低温における物理的性質

熱膨脹係数 (cm/cm°C) (温度間の平均値)	-73~21°C	14.6×10 ⁻⁶
	-129~21°C	13.9×10 ⁻⁶
	-184~21°C	13.3×10 ⁻⁶
熱伝導度 (kcal/m, hr, °C)	21°C	14.6
	-104°C	11.1
	-196°C	6.9
比熱 (cal/g, °C)	27°C	0.120
	-101°C	0.088
	-196°C	0.037

下するが低温ではある歪以上になると急激に勾配が大きくなる (図10-217)。このため低温になる程いちじるしく強度は上昇する。これは通常の加工硬化だけではなく、組織の一部にマルテンサイト相が析出したことを示す。

次に焼鈍 (固溶化処理であるが、一般的には焼鈍処理と呼ばれる) 状態にある数種類のオーステナイト系ステンレス鋼の引張性質の温度依存性を表10-89に示す。いずれの鋼種も温度が低下するにつれて0.2% 耐力と引張強さは増加し、伸びは減少する。

図10-218に304タイプステンレス鋼の低温機械的性質の例を示す。また、図10-219に304Lタイプ

表10-89 オーステナイト系ステンレス鋼の引張性質

鋼種	温度 °C	0.2%耐力 kg/mm ²	引張強さ kg/mm ²	伸び%
304	24	23	60	60
	-196	40	144	43
	-252	45	172	48
304 L	24	20	60	60
	-196	25	40	42
	-252	23	45	41
316	21	27	63	60
	-73	35	98	49
	-196	48	147	43
	-252	64	167	35
347	21	27	64	62
	-73	32	98	53
	-196	35	136	42
	-252	46	161	40

ステンレス鋼の例を示す。後者の例は、RR813委員会⁵³⁾が、メンブレンタンク素材を対象として調査した板厚1.2mmの薄板に対するものである。

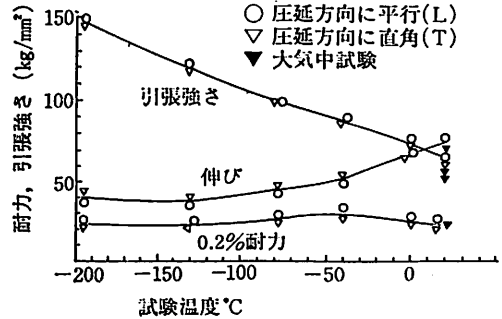


図10-219 304L鋼の低温引張性質⁵³⁾

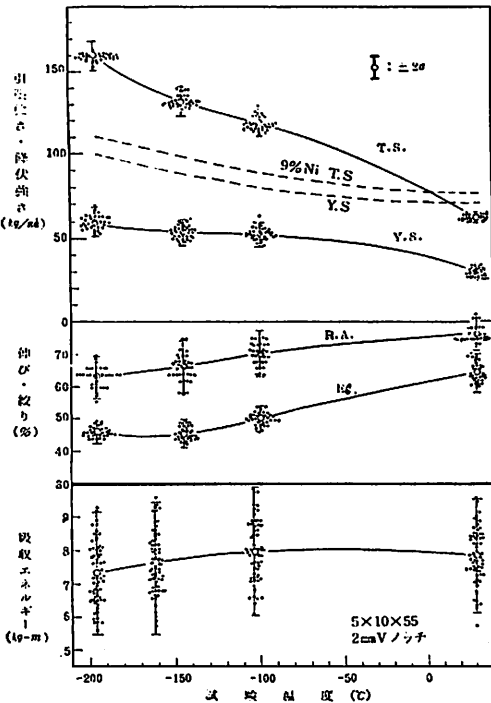


図10-218 SUS304鋼の低温における機械的性質

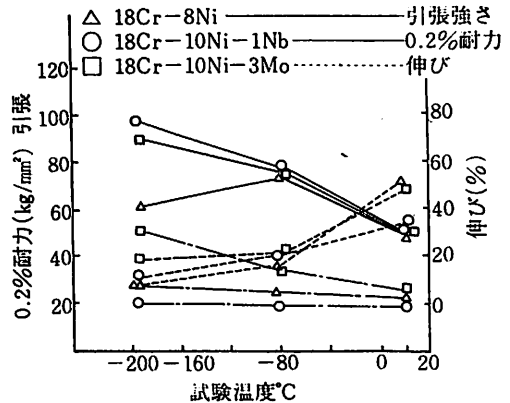


図10-220 オーステナイト系ステンレス鋼の低温引張特性

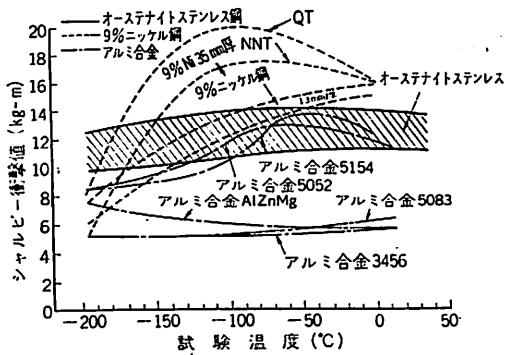


図10-221 各種母材の衝撃値の比較

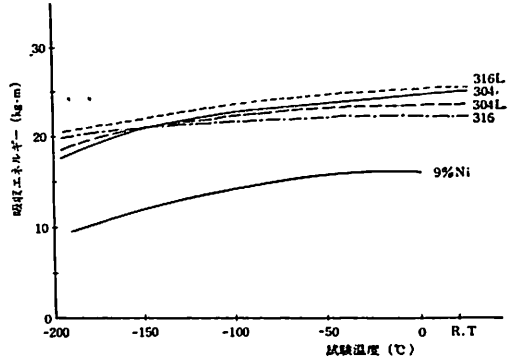


図10-223 ステンレス鋼の低温衝撃性質（シャルピー衝撃試験 10×10, 2Vノッチ）

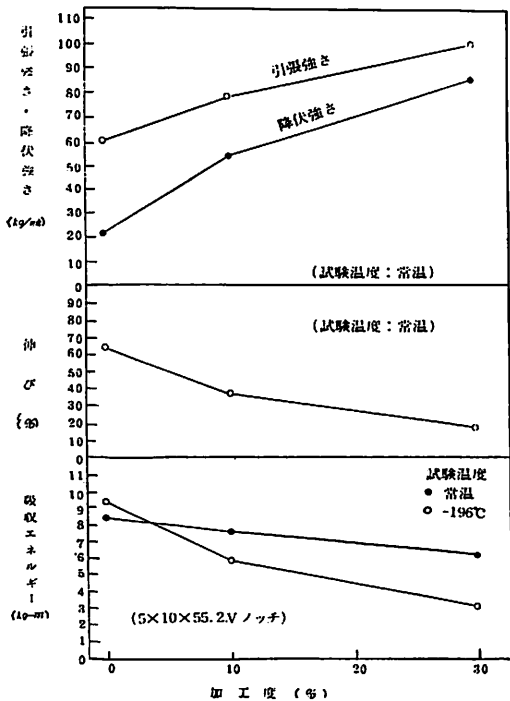


図10-222 SUS304 鋼の機械的性質におよぼす冷間加工（室温）の影響

これらの圧延材に比べて鋳鋼は、先に示したオーステナイト系ステンレス鋳鋼規格からもわかるように同じような成分の圧延材に比べて引張特性は劣っている。図10-220にその1例を示すが、これによっても耐力、引張強さ、延性ともに類似成分の圧延材に劣っているが、その絶対値は、普通鋼に比べて十分高い値といえる。

(2) 低温

性オーステナイト系ステンレス鋼は、その結晶構造が面心立方格子であるため、極低温までぜい性破壊を起こさない。また、前述したように各種規格で

もVシャルピー等のじん性試験は要求されない。

図10-221に9% Ni 鋼、アルミ合金及びオーステナイト系ステンレス鋼のVシャルピー試験の比較を示すが、これから分るように、オーステナイト系ステンレス鋼は、アルミ合金5083材等と同様に遷移現象を起こさない。また図10-222及び223及び表10-90に各種のオーステナイト系ステンレス鋼の冷間加工の影響並びにVシャルピー試験の例を示す。

現在のところ、オーステナイト系ステンレス鋼はタンク材としては、メンブレン方式タンクにのみ採用されており、独立型タンクまたはセミメンブレン方式タンクでタイプBの設計はないのが、アルミ合金の5083-O材で行なわれたような広幅試験等によるじん性試験は行なわれていないようである。

また、オーステナイト系ステンレス鋳鋼の2mm Vノッチシャルピー試験の例を図10-224に示す。この図中のAないしFの鋼の組成及び履歴は表10-91に示すものとほぼ同じである。鋳鋼のじん性は、その引張特性と同じく類似成分の圧延材と比較してすべての温度において劣っており、特に極低温での衝撃値は、非常に低くなっている。Mayerらは、 δ -フェライト相が少なく高炭素鋼では熱処理温度（1050°C）の固溶限以上の炭素が結晶粒界に網目をなして析出するため粒界の破断強度が低下し、一方 δ -フェライト相の混在する低炭素鋼にあってはその δ -フェライト相が、またNb添加安定化鋼では共析炭化物がそれぞれオーステナイト地の不安定さと重なって低温での衝撃値を著しく低くさせると述べている²³⁾。

オーステナイト系ステンレス鋳鋼又は鍛鋼の規格では、圧延材と同じく一般に衝撃試験は要求されていないが、例えば、NK規則¹⁾では、何れも鋼材の用途に応じて衝撃試験を要求する。ことがある旨、

表10-90 オーステナイト系ステンレス鋼の衝撃値

鋼 種	温 度 (°C)	衝撃値 Vノッチ (kg/m)	鋼 種	温 度 (°C)	衝撃値 Vノッチ (kg/m)
302	21	15.2~16.5	316	21	15.2
	-73	15.6		-73	15.2
	-196	13.8~16.5		-196	15.2
	-252	—		-252	—
304	24	—	321	21	15.2~17.2
	-196	—		-73	16.5~23.4
	-252	11.7~12.6		-196	15.2
		-252		—	
304 L	24	—	347	21	11.7~15.2
	-196	9.2		-73	9.7~17.2
	-252	9.1		-196	11.7~14.5
		-252		8.3	
310	21	12.3~13.8			
	-73	12.3			
	-196	11.7			
	-252	—			

表10-91 鋳造材の化学組成 (%)²³⁾

ヒート記号	履歴*	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	Nb
A	L	0.14	0.38	0.53	0.017	0.014	8.4	18.0	—	—	—
B	C	0.11	0.70	0.90	0.022	—	8.5	18.6	—	—	—
C	L	0.06	0.35	0.52	0.013	0.007	8.4	17.8	—	—	—
D	C	0.12	0.72	0.83	—	0.032	8.4	18.4	—	—	0.94
E	L	0.11	0.46	0.50	0.017	0.012	9.8	17.7	—	—	1.27
F	C	0.12	0.74	0.83	—	—	10.0	18.4	—	—	0.75

* L : 実験溶解材, C : 商用材

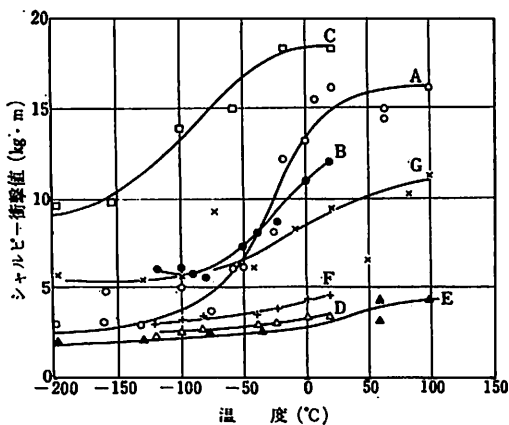


図10-224 オーステナイト・ステンレス鋼の鋳造状態での衝撃値 (2mm Vノッチ)

規定されている。したがって、特に重要な鋳鋼についてはシャルピ衝撃試験を行なった方がよいようである。もっともこの試験を製品の品質確認試験としてロットごとに行なうか、または製造法確認試験として行なうかは、製造所の品質管理及び製品の衝撃値のバラッキの程度によって決めてよいであろう。

(つづく)

Engineering Course : Diesel Engine <24>

by Zenzaburo Saito

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

齋藤善三郎

三菱重工業

第6章 高速ディーゼルエンジン

6.10 外国の小形高速ディーゼルエンジンの実際 (つづき)

6.10.2 一般用途の小形高速ディーゼルエンジンの構成体系

一般用途エンジンに関連した用語として下記があるので若干の説明をする。

(1) 基本エンジン (Basic engine) : B

各種用途に適応したエンジンにするための元のエンジンを指して基本エンジンと呼ぶ。

小形の高速ディーゼルエンジンの場合には、車両用エンジンが基本エンジンとして多く用いられる。Cummins や GM社ディーゼルエンジンはこの例である。

(2) 多用途エンジン : W

車両用(主として自動車用)エンジン以上の出力をカバーすることを主目的に、汎用的に最初からデザインされた基本エンジンで、欧米に多くみられる。例えば John Deere のディーゼルエンジンはこれに属してゐる。

(3) 専用エンジン (Exclusive engine) : E

例えば船用ならば始めから船用使用のみを目的としてデザインされたエンジンのように、その用途にのみ適応した専用の特性をもったエンジンである。

しかし実際にはその後一般用途にも転用される例が多い。著名な例としては、建設機械専用の Cat 社ディーゼルエンジンがある。

(4) 転用エンジン (Application engine, または Conversion engine) : C

基本用エンジンを転換して、一般用途向けに改造したエンジンを転用エンジンと呼ぶ。

(5) 一般用途エンジン :

車両用(主に自動車用)および特殊用途の2者以外の、すべての一般的用途に使われるエンジンを一般用途エンジンと呼ぶ。一般用途としては常識的には下記である。

建設機械用 (for Off high way)

鉄道車両用 (for Railway)

船用主機用 (for Marine propulsion)

船用補機用 (for Marine auxiliary)

発電機用 (for Generator)

産業用 (for Industrial)

以上に説明したのは、一般用途の小形高速ディーゼルエンジンの構成分類を理解しやすくするためのものである。一般用途の高速ディーゼルエンジンの構成体系の概要を図6.10.2.1に示す。車両用(主に自動車用)エンジンを重点に置いて眺めた体系図である。

(注) JIS B 8012 及び JIS B 8016 等に規定がある連続定格出力30ps以下の農工用および陸用一般、動力用のエンジン即ち、はん用小形ディーゼル機関と呼ばれるものに相当するエンジンは対象外としている。

同図に見られる一般用途の小形高速ディーゼルエンジンは、基本エンジン〔B〕からの転用エンジンが大半を占めている。特に車両用(主に自動車用)エンジンが主力である。しかし車両用(主に自動車用)エンジンをオーバーする出力を必要とする範囲に対しては、多用途エンジン〔W〕および一部の専用エンジン〔E〕が、基本エンジンとして用いられる。

基本エンジンとして自動車用エンジンを、転用エンジンにした例として F I A T 828 形ディーゼルエンジン(図6.10.2.2)を示す。用途としては下記

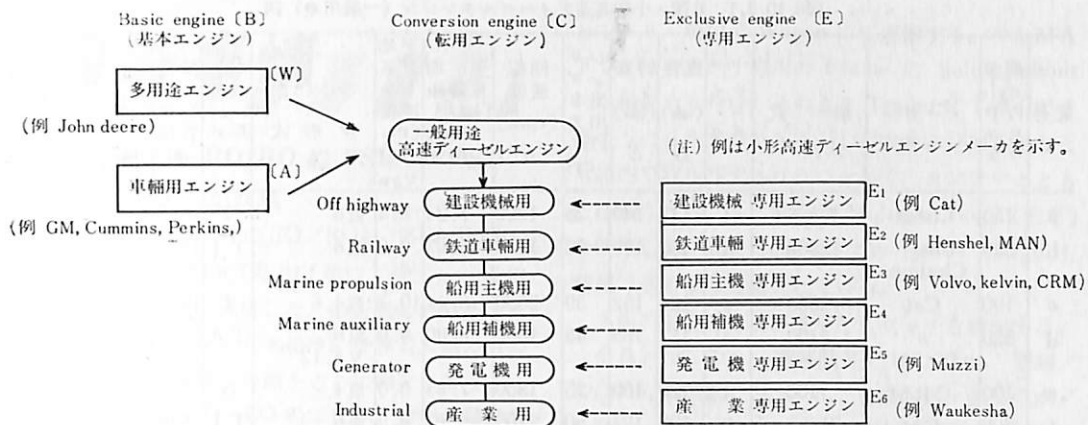


図6.10.2.1 一般用途の小形高速ディーゼルエンジンの構成体系概要図

メーカー	形式	サイクル	直径	行程	出力	シリンダ形式	(PS/Cyl) シリンダ当り出力	(rpm) 回転速度	平均ピストン速度	総行程容積	(kg/cm ²) 平均有効圧	(kg) 重量	(kg/PS) 馬力当り重量
FIAT	828	4	145	130	330	直6	55	2400	10.4	17.2	7.2	1200	3.6

図6.10.2.2 FIAT 社 828 形高速ディーゼルエンジン (自動車用) の性能諸元

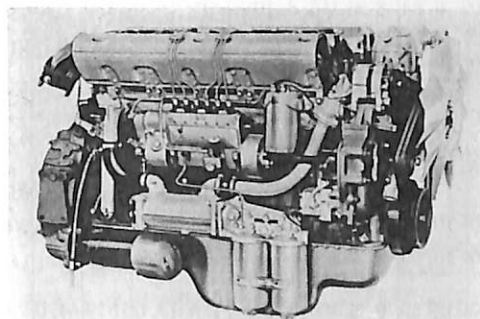


図6.10.2.3 FIAT 828 形高速ディーゼル (自動車用) 外観

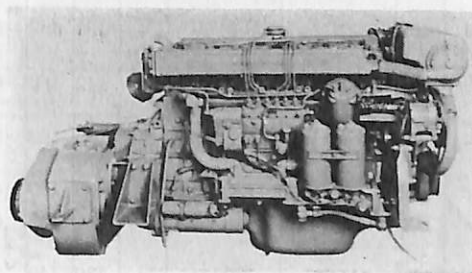


図6.10.2.4 FIAT 828 形高速ディーゼル (船舶用) 外観

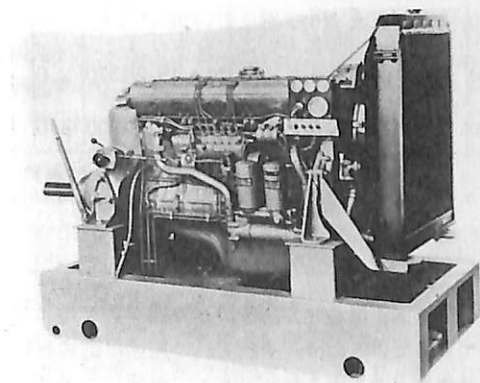


図6.10.2.5 FIAT 828 形高速ディーゼル (産業用) 外観

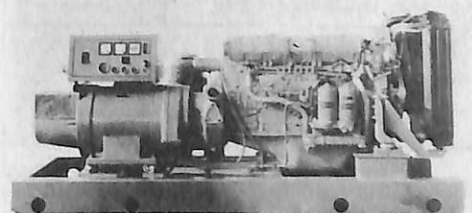


図6.10.2.6 FIAT 828 形高速ディーゼル (発電機用) 外観

図6.10.3.1 外国・小形高速ディーゼルエンジン（一般用途）例

記号	最多cylのP S クラス	メーカー	形式	サイケル	直径 (mm) D	行程 (mm) S	シリンダ当り出力 PS/cyl	回転速度 (rpm) n	平均有効圧 (kg/mm ²) p _e	平均ピストン速度 (m/s) v _{pm}	シリンダ形式	過給形式	最多シリンダ容積 e	重量 kg	馬力当り重量 kg/PS	図6.10.2.1. 掲載
a	155	Lister	J A S 6	4	127	140	28	1800	7.24	8.4	直6	T	10.7	1065	6.9	a
b	320	Allis-Chalmos	2500	4	133	165	53	1800	11.63	9.9	直6	T I	13.8			
c	190	Cat	3300	4	121	152	39	2000	8.14	10.1	直4, 6	T	10.5	880	4.6	c
d	520	"	3400	4	137	165	43	1800	8.90	9.9	直6 V8, 12	T A	29.2	1955	3.8	d
e	100	CRM	100	4	120	150	25	1800	7.35	9.0	直4	N	6.8	600	6.0	
f	800	GM	71シリーズ	2	108	127	50	2100	9.22	8.9	直6 V8, 12, 16	T I	18.6	2177	2.7	
g	860	"	92シリーズ	2	123	127	71	2100	7.65	8.9	直6 V8, 12, 16	T	24.1	2087	2.4	
h	160	Muzzi	V1370	4	115	132	20	2000	6.54	8.8	V4, 6, 8	N	11.0	840	5.3	
i	232	JohnDeere	500シリーズ	4	130	127	38	2100	9.84	8.9	直6	T	10.1	1085	4.7	i
j	165	Perkins	V8.640	4	117	121	20	2250	7.50	9.5	V8	N	8.8			
k	270	Waukesha	V S シリーズ	4	127	140	34	1800	8.00	8.4	直6 V8	T	14.2	1275	4.7	
l	783	"	V S シリーズ	4	146	132	49	1800	11.10	7.9	V8, 12, 16	T I	35.3			
m	680	Cumins	VTA1710	4	140	152	51	2100	10.40	10.6	直6 V12	T I	28.1	3856	5.7	
n	260	DEUTZ	F714	4	120	140	21	1800	6.84	8.4	V6, 8, 10, 12	T	19.0	1430	5.5	
o	800	"	BFM716	4	135	160	50	1800	19.90	9.6	直6, 8 V12, 16	T A	36.6	2975	3.7	
p	966	"	BAM816	4	142	160	60	1800	12.11	9.6	直6, 8 V12, 16	T A	39.9	3620	3.8	
q	600	POYAUD (SACM)	520	4	135	122	50	2500	10.33	10.1	直6 V8, 12	T A	20.9	1608	2.7	q
r	282	Volvo	T D120	4	130	150	47	2000	10.58	10.0	直6	T I	12.0	1250	4.4	r
s	800	Henschel	1516	4	145	155	66	1800	13.03	9.3	直6 V8, 12	T I	30.7			
t	378	VM	1300 V	4	130	140	31	2000	12.50	9.3	V6, 8, 10, 12	T A	13.6	1517	4.0	t
u ₁	335	MAN	D253	4	125	130	33	2300	8.19	10.0	V8, 10	T	16.0	990	3.0	
u ₂	512	"	D365	4	136	155	43	1950	8.75	10.0	H12	N	27.0	2800	5.5	
v	285	ALSTOM	V122	4	120	140	23	1800	7.54	8.4	直6 V8, 10, 12		18.9	2000	7.0	v
w	543	MWN	D233	4	125	130	45	2300	11.07	9.9	直6, 8 V12	T A	19.2	1370	2.5	w
x	475	Dorman	J シリーズ	4	130	125	40	2200	10.23	9.2	V8, 12	T	19.9	1900	4.0	

(注) 過給形式：N（無過給），T（過給），T A（アフタクーラ付過給），T I（インタクーラ付過給）
出力規格：D I N6270相当
A 転用：自動車用を転用

を代表例としてとりあげた。

自動車用（図6.10.2.3参照）

船用（図6.10.2.4参照）

動力用（図6.10.2.5参照）

発電機用（図6.10.2.6参照）

の各外観図を掲載してあるが、外観が各々のエンジンで異っているのは、それぞれの用途に応じた固有の装置を必要とするためである。専門技術が各コンバージョン毎に不可欠である。従って一般用途エンジンを考える場合には、すでにメーカーまたは転用

海外事情

■世界最大級 RO/RO 船 “SEASPEED ARABIA” が就航

Seaspeed Ferries 社の RO/RO 船 “SEASPEED ARABIA” が川崎重工坂出工場にて竣工し、このたび中東/日本間に就航した。最近盛んに建造される RO/RO 船の中でも本船は、世界最大級のものであり、本船の要目、特徴をここに紹介しよう。

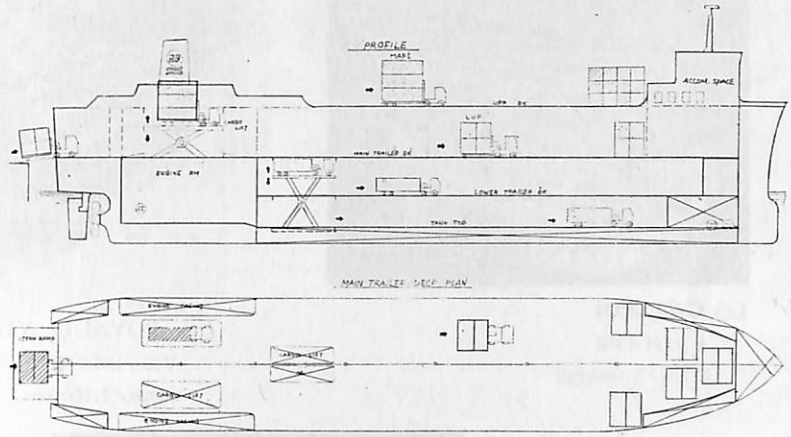
RO/RO 船は LO/LO 船に比べ、船内の積付効率は低いが、さほど大きな岸壁設備を要しないこと、および荷役作業も比較的簡単であることから、近年、RO/RO 船建造の指向が強いが、本船もそれら多くの RO/RO 船の特徴を受け継いでおり、さほど大きな差はない。目立った特徴といえば、船内に傾斜路を採用するのをやめ、乗込甲板 (Main Trailer Deck) から、Upp Deck, Lower Trailer Deck および Tank Top への上下交通に、Cargo Lift を採用している点と、もう一つは LUT (Lift Unit Frame) 方式および MAFI (Multi-Axle Frame) 方式を採用し、積付効率を大きく改善している点である。LUF とは同時に 20 FT 型コンテナ 2 列 2 段計 4 個を載せられる Frame のこ

とであり、専用の Wagon にて運搬する。また MAFI とはコンテナ専用の Frame に Solid Rubber の車輪を取り付け、そのまま Trailer にて牽引できるようにしたものである。LUF および MAFI も船内で取り外ざされることなく、コンテナとともに積載される。また 2 台の Multiple Bogy (台車) を使用して、最大 1,000 T までの Heavy Cargo も積載できるよう考慮されている。

本船の主要目および簡単なスケッチを付記する。

全長/197.50m, 垂線間長/180.00m, 型幅/32.20m, 型深/19.85m, 計画吃水・強度吃水/8.50m・10.00m, 主機/KAWASAKI MAN 14 V52/55, 14,000 PS × 2 基, 航海速力/19.7kt, 航続距離/23,300 哩, 乗組定員/47名, 最大貨物積付可能数/ISO タイプ 20FT コンテナ*1,327個, トレーラー 307 台 (長さ約 12.20m, 幅約 2.43m)

*LUF MAFI を使用して積み込み得る最大数で、Practical な RO/RO Operation では約 800 TEU と推定される。



エンジン専門メーカーの手を経て、一般用途用として完成されたエンジンが市場に商品化されて出まわっているのです、これを利用する方が賢明である。

6.10.3 外国の一般用途小形高速ディーゼルエンジン

外国における一般用途の小形高速ディーゼルエンジンの全般の状況を見るために、主なものを図 6.10.

3.1 に一覧表にして示した。

外国の一般用途小形高速ディーゼルエンジンの場合も、構成体系は図 6.10.2.1 の構成体系概要図に合致する。同図に外国の小形高速ディーゼルエンジン名を記入してあるので参照されたい。

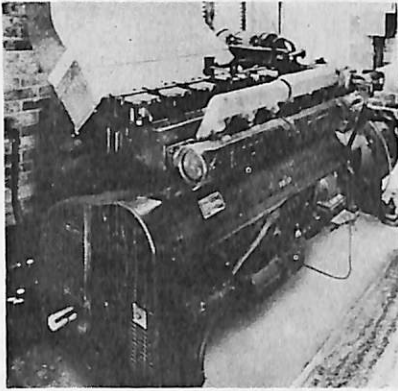
一般用途としては、発電機用、産業用が主な用途

として使用されるので、エンジンの回転速度は 1,800rpm 表示になっているものが多い。

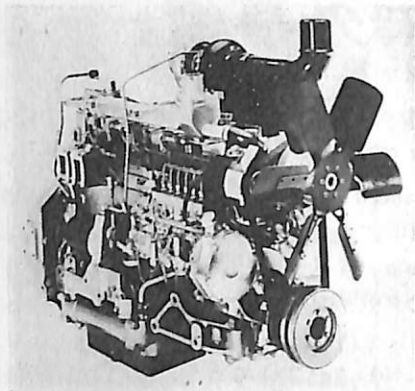
外国の小形高速ディーゼルエンジンの場合には、約 500PS 程度までを車両用 (主として自動車用) エンジンが基本エンジンとなっており、一般用途をカバーし、この出力以上は応用エンジン、または専用エンジンが基本エンジンとなり、一般用途をカバーしている傾向が見られる。後者の場合には、過給または高過給の形をとっているのが目立つ。

以上の説明は、図 6.10.3.1 の数値が物語っていることを取り出して、外国の一般用途の小形高速ディーゼルエンジンの理解の一助として述べたものである。(次号へつづく)

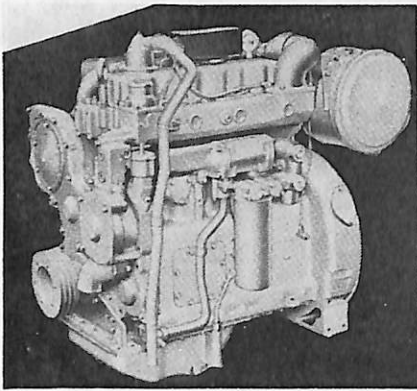
ディーゼルエンジン／図 6. 10. 3. 2 外国の一般用途の小形高速ディーゼルエンジンの外観



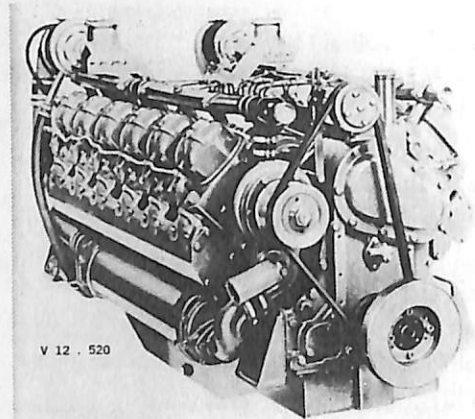
(a) Lister JAS 6
6—127×140
155PS/1,800rpm



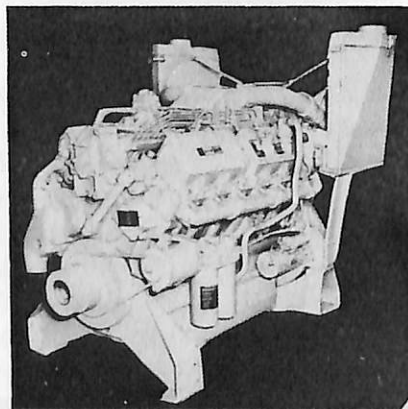
(i) John deere 6619A
6—130×127
232ps/2,100rpm



(c) CAT 3304
4—121×152
235ps/2,000rpm



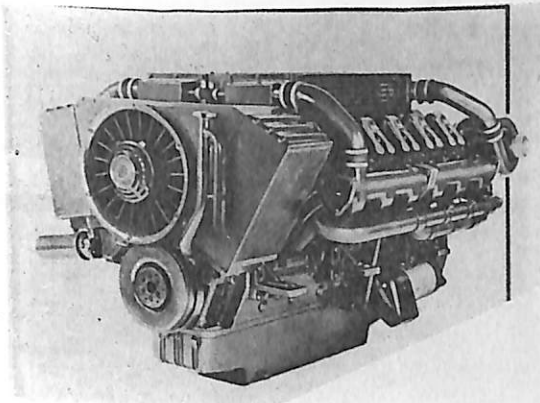
(q) POYAUD V12—520
V12—135×122
600ps/2,500rpm



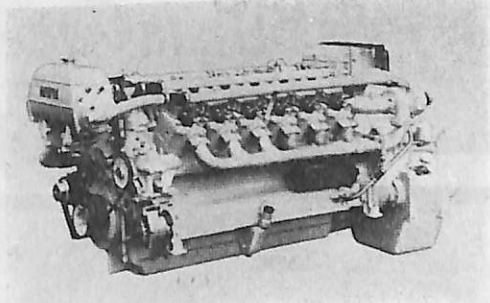
(d) Cat 3412
12V—137×165
520ps/1,800rpm



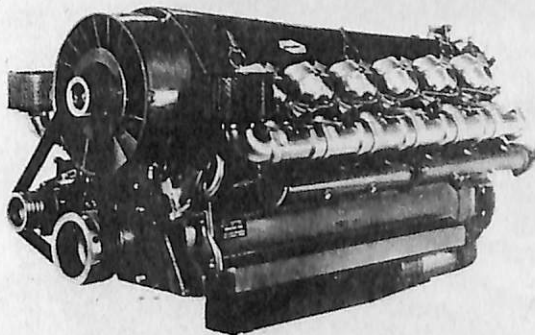
(r) Volvo TD120A
6—130×150
282ps/2,000rpm



(t) VM TI-1312V
12V—130×140
378PS/2,000rpm



(w) MWN TBD 233V12
12V—125×130
543PS/2,300rpm



(v) ALSTOM V122S
12V—120×140
285ps/1,800rpm



—昨年の本誌7月号の海外文献で紹介されたボーイング社(米国)のジェットfoilが、このほどわが国に初輸入された。

超音速でしかも快適な乗心地を特長とするジェットfoilとは、海水を吸いこんで加圧し、これを後に吐き出して進む“ウォーター・ジェット推進方式”の水中翼船で、香港、ハワイ、ベネズエラに続き、新潟～佐渡・両津間に5月初め就航する。

佐渡汽船が購入したこのジェットfoil<おけさ>は第9号艇の296人乗りで、時速約80キロのスピードで上記区間を50分近くで走り、所要時間は現行のほぼ半分に短縮される。



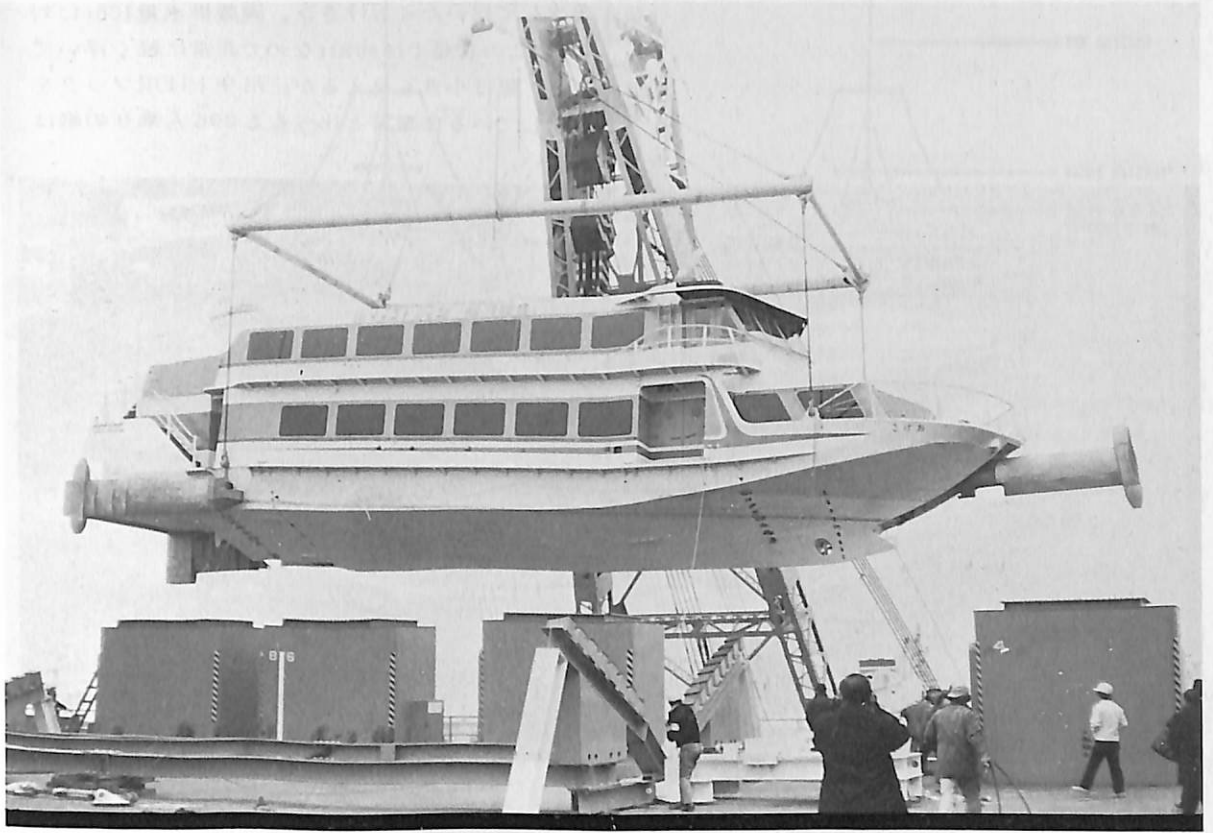
ジェットfoil<おけさ>

- 全長/27.4m
- 全巾/9.4m
- 高さ/船体航行時12.8m
- 吃水/foil上げ時1.7m
foil下げ時5.2m
foilポン1.4~2m
- 重量/111.8t
- 推進装置/ガスタービン2基アリソン製501-K204型
定格馬力3,780HP×2
ウォータージェット・ポンプ2基ロケット
ダイナ製R-20 24,000ガロン/分×2
- 巡航速度/43kt
- 船体構造/船体、船室—高強度アルミ
水中翼とストラット—耐食性ステンレス
スチール
- 乗客数/296人

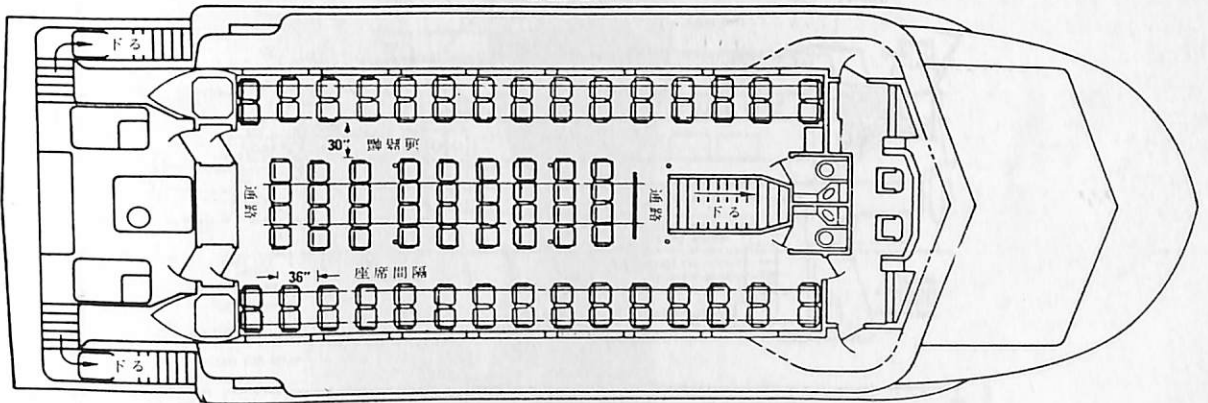
時速80kmのジェットfoil

<おけさ>

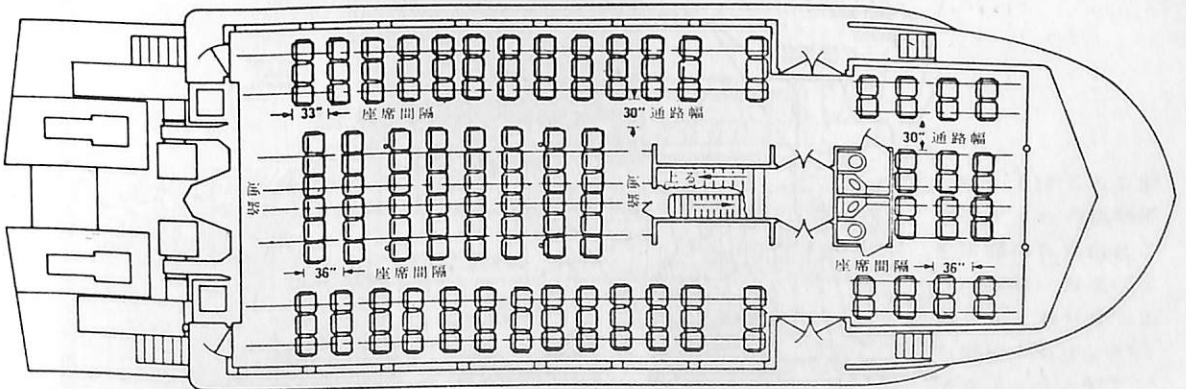




客室配置図



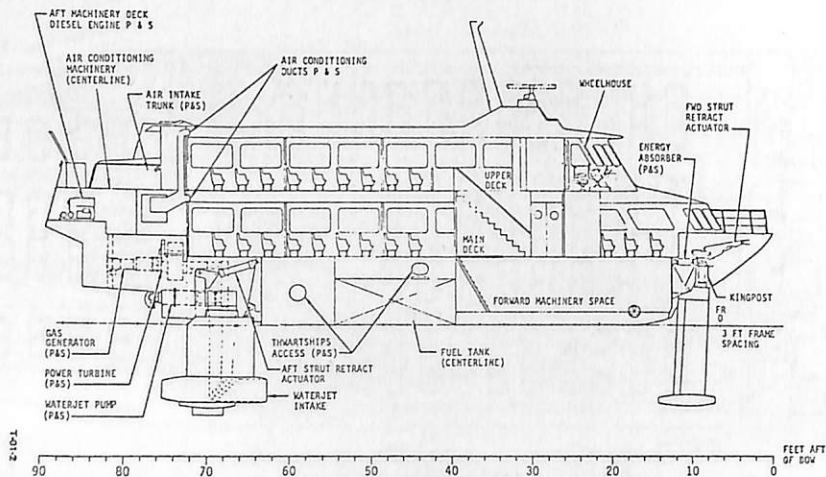
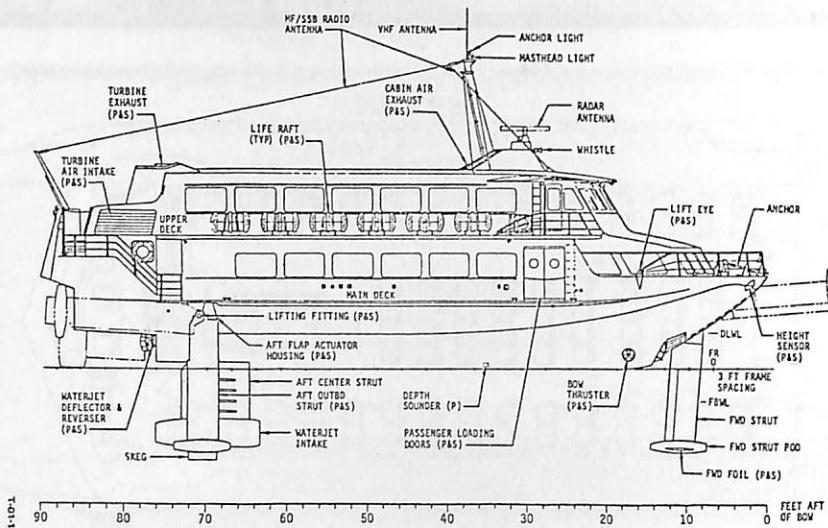
2階

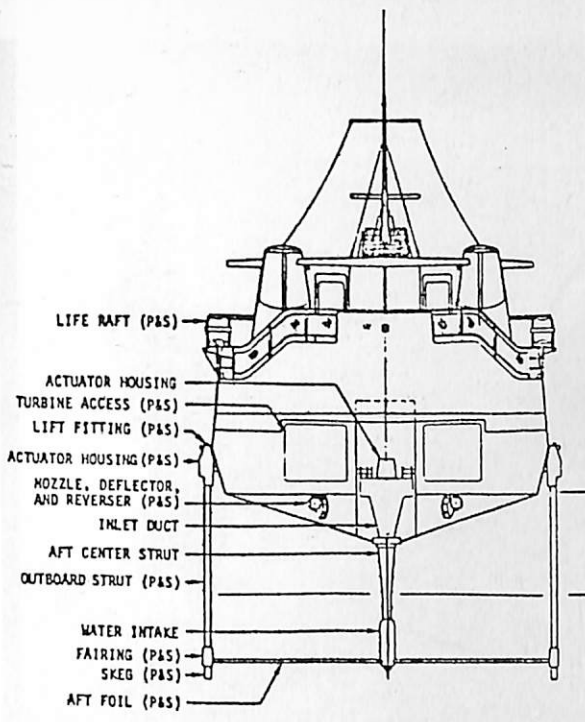


1階

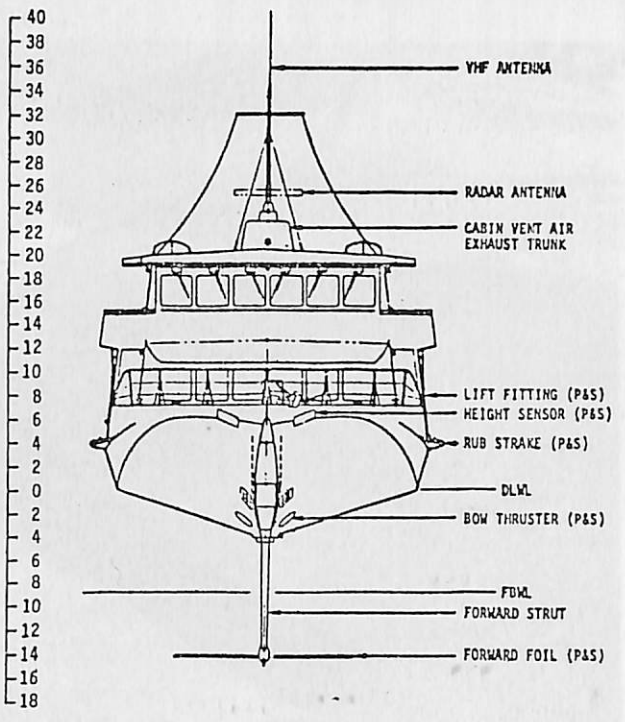
図は929-100BC型座席数250のもの

着水して浮いたくおけさ。満載排水量106tに対して、この状態では約81tなので非常に軽く浮いている。艇は小さく見えるが、吊り上げ用フックをはずしている作業員と比べると296人乗りの艇は大きい。

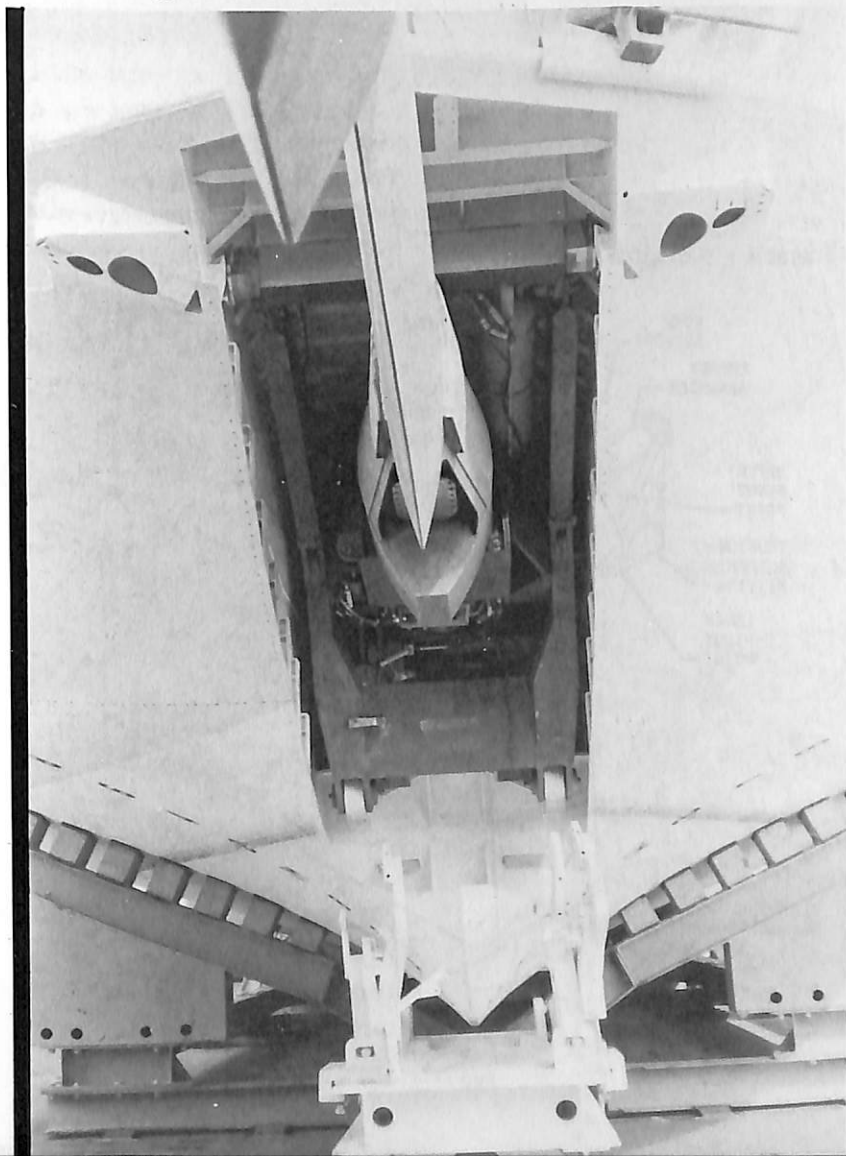




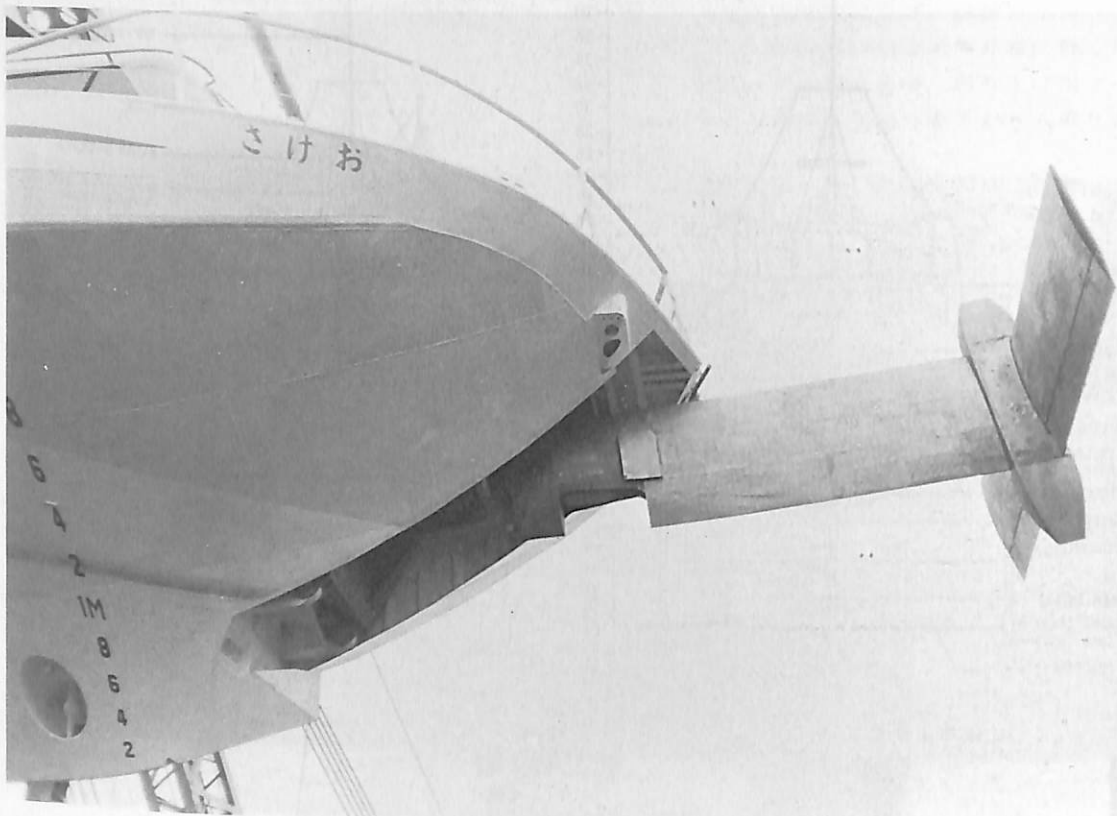
後ろより見る



前より見る

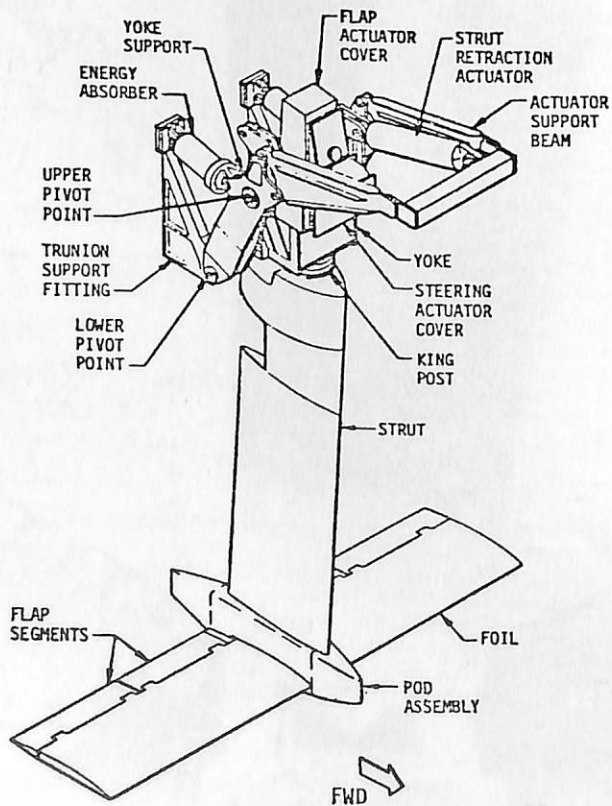


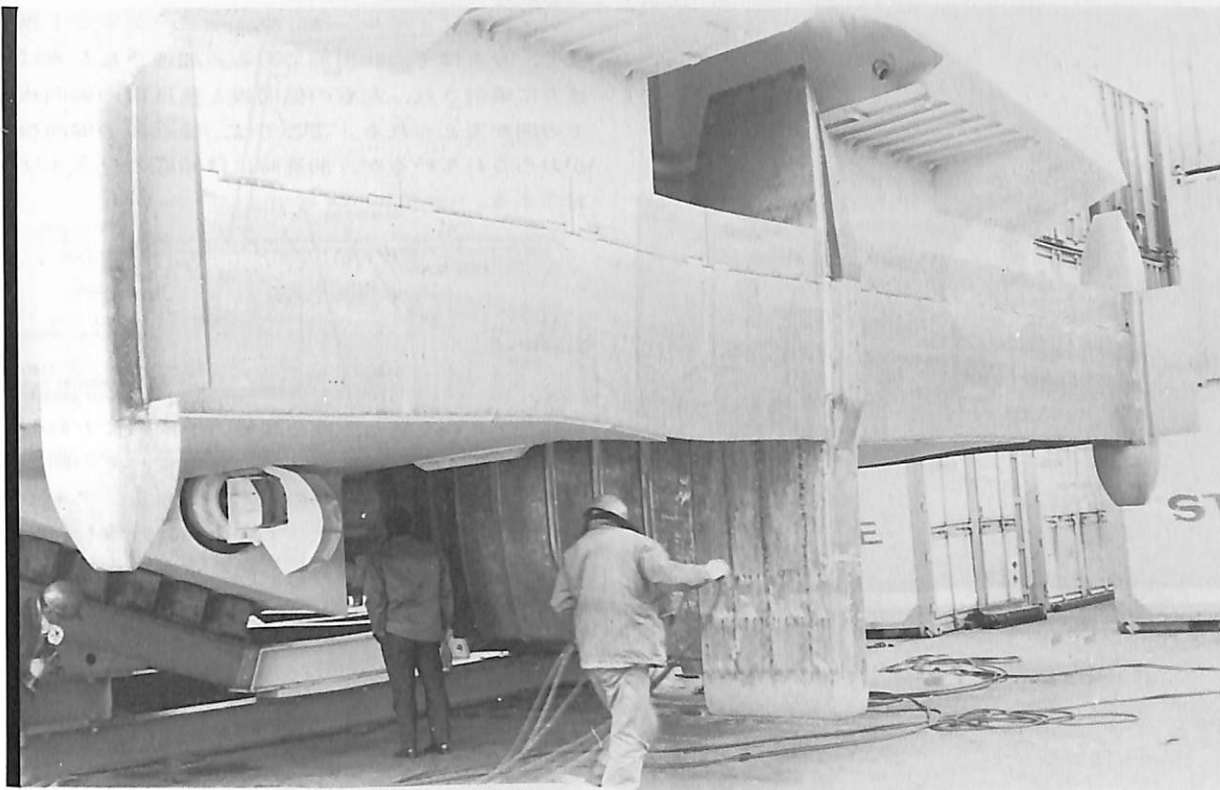
跳ね上げてある前部フォイルの格納部を正面から見たところ。両舷に音波によるハイトセンサーと右舷に250ポンドのダンフォース型アンカーが見える。



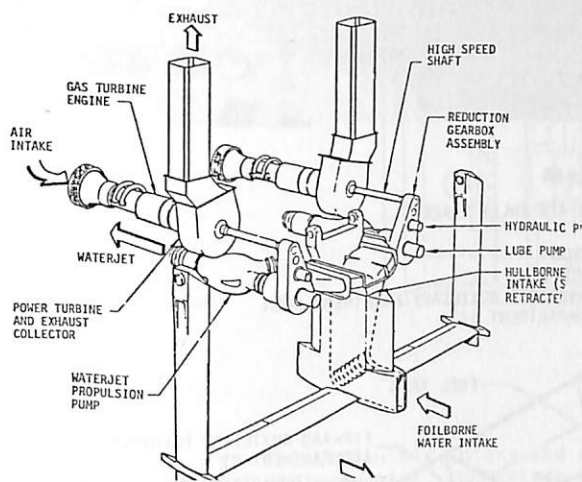
前部フォイルを側面から見る。前部フォイルにはフラップが付いているほか、ストラットごと左右に7度ずつ回転して舵の役目をする。なお付根には浮遊物の衝突に対し緩衝装置が付いている。(図参照)

前部ストラットの詳細



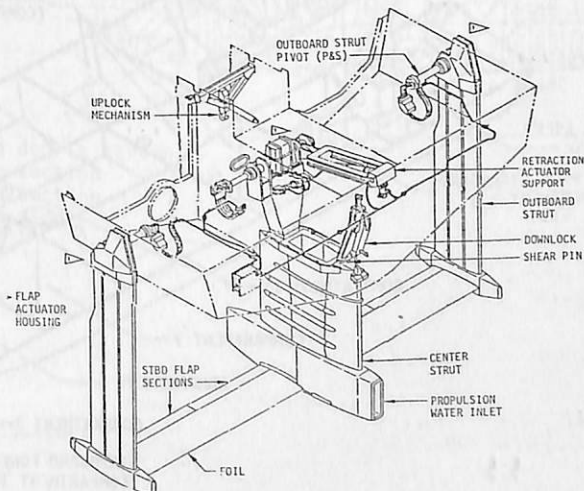


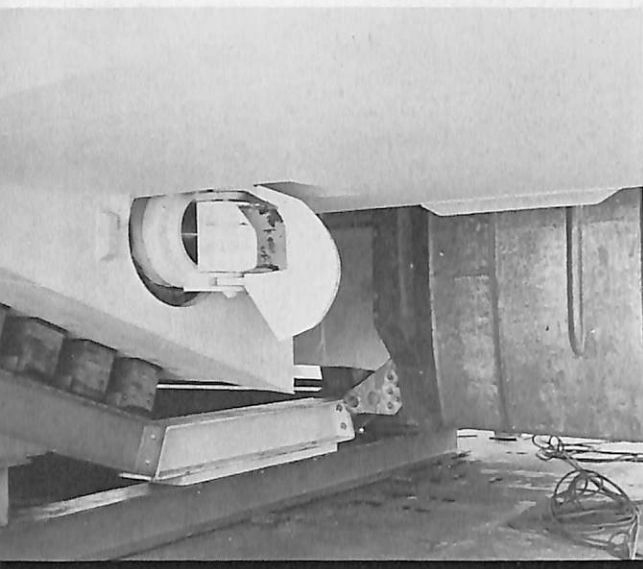
跳ね上げた状態の後部フォイル。作業中の人と比較すると大きさが推定できる。ストラットは中央と左右の3本で、中央の下前部には推進用の水の取入口があり、ストラットを通して艇内の左右2基の軸流ポンプに入る。中央ストラットの幅は、約2.5mである。(図参照)



推進機システム

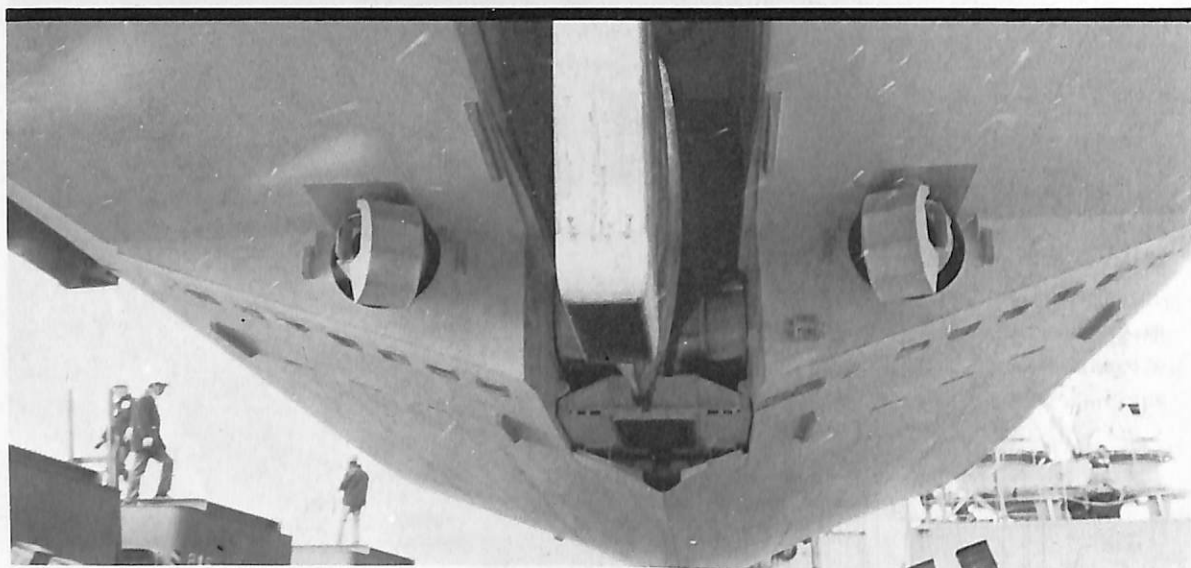
後部ストラットの詳細



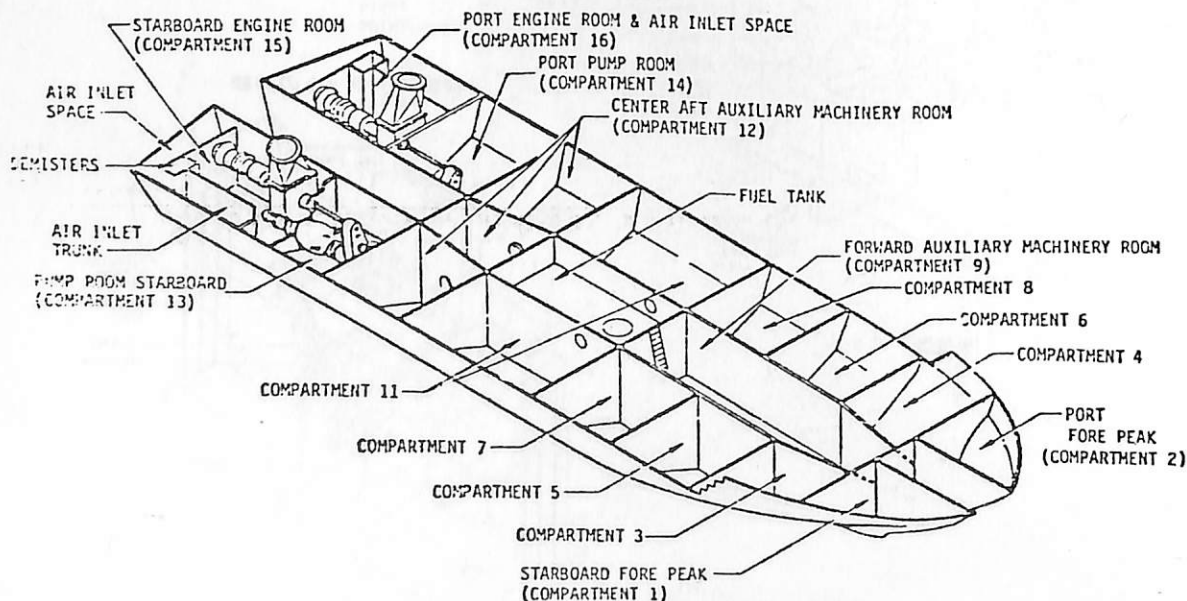


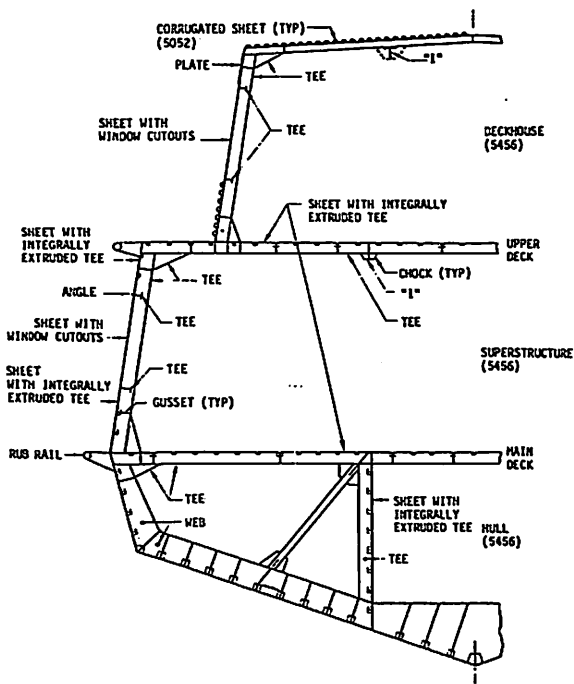
“ジェットfoil”は、ウォータージェット推進で、写真はその吐出部である。加速された水は後方に噴射され、左右の偏向板と後進用の偏向板で方向が変えられる。ここでは、後進用の偏向板がおろされているが、前進時には船底のウエルにおさまる。

後部foilを跳ね上げた状態。手前の長方形の穴は、中央ストラットの水の取入口で、その向うに見える穴は、艇体の水の取入口である。foilをおろすと中央ストラットの上部と合致し、ハルボーン状態では直接この穴から水を取入れる。



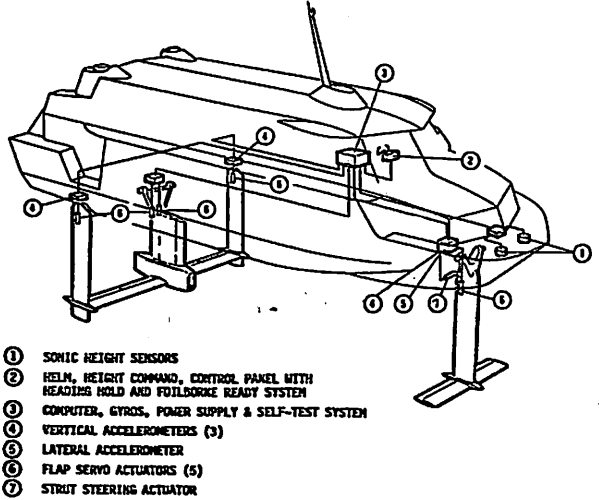
下部船体の詳細



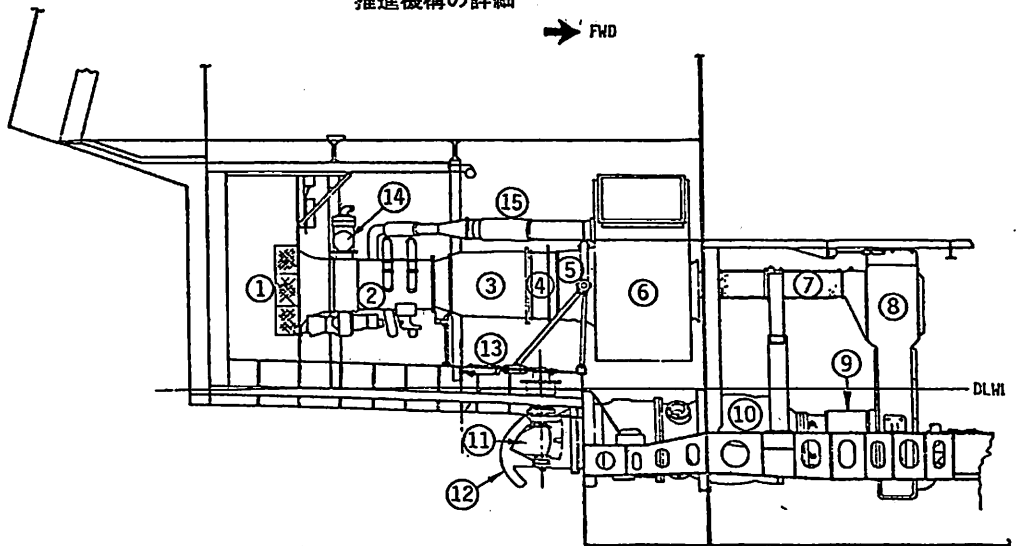


中央断面図

自動制御装置系統の詳細



推進機構の詳細



1. Combustion air intake and debris screen
2. Gas generator, compressor section
3. Gas generator, combustion section
4. Gas generator, turbine section
5. Power turbine section
6. Exhaust collector
7. High speed shaft
8. Gearbox
9. Low speed coupling
10. Waterjet pump
11. Waterjet deflector
12. Waterjet reverser
13. Deflector and reverser actuators
14. Hydraulic start motor
15. Compressor bleed air duct

竣工船一覽

The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① IBRAHIM ZAHIER	② GAS GEMINI	③ IRISH CEDAR
所有者 Owners	P.T.Pupuku Sriwidjaja	Transport Inc.	Irish Shipping
造船所 Ship builder	三菱横浜 (Mitsubishi)	三菱横浜 (Mitsubishi)	林兼下関 (Hayashikane)
船級 Class	GL	NK	LR
進水・竣工 Launching・Delivery	76/8・77/1	76/12・77/1	76/10・77/1
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	尿素運搬 (Chemical)・遠洋	LPG運搬・遠洋	貨 (Cargo)・遠洋
G/T・N/T	7,373.94/4,424.97	42,252.06/28,980.43	17,323.72/11,245.22
LOA (全長: m)	114.50	228.00	176.885
LBP (垂線間長: m)	109.40	216.00	165.00
B (型幅: m)	20.00	36.60	25.00
D (型深: m)	10.00	22.00	14.20
d (満載吃水: m)	6.034	12.078	10.339
満載排水量 Full load Displacement	—	—	35,577
軽貨排水量 (約) light Weight	—	—	8,005
載貨重量 L/T Dead Weight	*7,473.77	*54,964	27,138
K/T	7,593.70	55,846	27,572
貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン: m ³)	—/12,681.2	—	35,291/36,104
主機型式/製造所 Main Engine	Daihatu8DSM-32型×2	三菱MAN12V52/55型×1 " 14V52/55型×1	三井B&W6K74EF
主機出力 (連続: PS/rpm) MCR	各2,000×600/180	26,000×430/119	11,600×124
主機出力 (常用: PS/rpm) NCR	各2,000×557/167	23,400×415/115	10,600×120
燃料消費量 Fuel Consumption	19.8t/d	80.7t/d	41t/d
航続距離 (海里) Cruising Range	7,330	17,000	14,500
試運転最大速度 (kn) Maximum Trial Speed	14.11	20.31	16.721
航海速度 Service Speed	12.00	17.10	14.9
ボイラー (主/補) Boiler	—	／OE-3型×1, 排ガスエコノマイザー×1	／7kg/cmG×1,500kg/h×1
発電機 (出力×台数) Generator	450KW×400V×50Hz×2 100KW×400V×50Hz×2	主機駆動1,800×450V×60Hz×1 ディーゼル駆動1,000×450V×60Hz×1	712.5KVA×450V×3
貨油倉容積 (m ³)COT	—	77,961.3	—
潤水倉容積 (m ³)FWT	127.0	676.3	237.00
燃料油倉容積 (m ³)FOT	591.0	4,179.2	2,215.00
特殊設備・特徴他	ハウラスター, アンローディングシステム	—	—

※は編集部調べ

④ HOEGH MALLARD

A/S Alliance

川崎坂出(Kawasaki)

NV

76/10・77/2

貨(Cargo)・遠洋

29,212.63/17,018.33

200.00

190.00

30.80

15.70

11.566

58,387

13,324

44,351

45,063

49,961.83/50,137.27

川崎MAN K8SZ70/125

15,200×145

13,700×140

52.1t/d

27,570

17.478

15.3

／サンロッドCPDB-20L×1
450V×1,187.5KVA×
720rpm×3

—

604.22

F.O 4,230.13

D.O 490.53

オープンハッチ／ガン
トリークレーン付

大型多目的貨物船

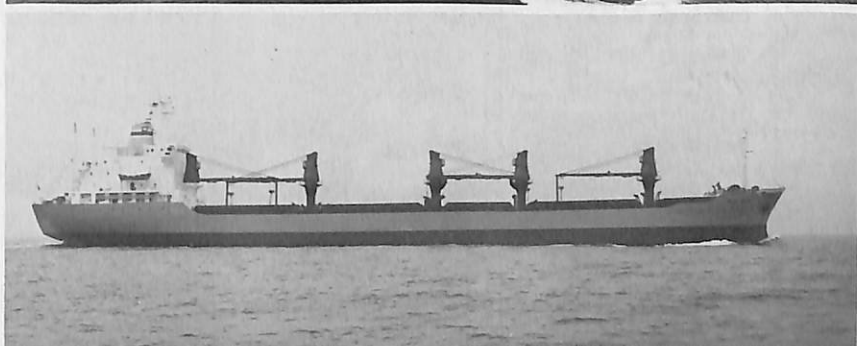
①



②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ BOGASARI SATU	⑥ LAVAUX ..	⑦ CANOPUS
所有者 Owners	P.T.Bogasari	Helica S.A.	Adirondack Shipping
造船所 Ship builder	林兼長崎(Hayashikane)	三井玉野(Mitsui)	三井千葉(Mitsui)
船級 Class	NK, BK	LR	AB
進水・竣工 Launching・Delivery	76/10・77/1	76/9・77/1	76/10・77/1
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	16,916.63/11,149.33	17,874.26/10,746.39	19,866.23/13,659.00
LOA(全長:m)	174.00	179.70	179.00
LBP(垂線間長:m)	166.00	171.00	170.00
B(型幅:m)	22.86	25.00	27.00
D(型深:m)	14.50	13.70	14.80
d(満載吃水:m)	10.449	9.767	10.957
満載排水量 Full load Displacement	33,460.27	35,802	41,960
軽貨排水量(約) light Weight	7,027.95	* 7,495	7,740
載貨重量 L/T Dead Weight	26,014.95	27,853	33,681
K/T	26,432.32	28,306	34,220
貨物倉容積Capacity (ペール/グレーン:m ³)	33,766.39/34,390.20	37,828	38,423.0/44,264.2
主機型式/製造所 Main Engine	IHI/Sulzer-6RND68型	三井B&W DE7K67GF型	三井B&W7K67GF型
主機出力(連続:PS/rpm)	9,900×150	13,100×145	13,100×145
MCR			
主機出力(常用:PS/rpm)	8,910×144.8	11,900×140	11,900×140
NCR			
燃料消費量 Fuel Consumption	32.9t/d	45.8t/d	45.8t/d
航続距離(海里) Cruising Range	15,000	13,000	13,950
試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed	17.081	16.98	17.54
航海速力 Service Speed	14.5	15.37	15.58
ボイラー(主/補) Boiler	／コ克蘭コンポジット型 1,200kg/h×1	／1,400kg/h×7kg/cm ² ×1	／1,400kg/h
発電機(出力×台数) Generator	AC440KW×445V×2	ダイハツ6PSHTc-26D, 560KW×3	840KW×3
貨物倉容積(m ³)COT	—	—	—
消水倉容積(m ³)FWT	404.09	204.3	223.8
燃料油倉容積(m ³)FOT	2,197.52	1,801.6	1,868.1
特殊設備・特徴他	—	—	deck crane 20t×5

⑧ BERGNES

A/S Kristian Jebsens

住重浦賀 (Sumitomo)

LR

76 / 9 · 77 / 1

ばら積 (Bulk) · 遠洋

20,472.4 / 12,597.01

180.00

170.00

28.40

15.00

10.894

—

—

33,965

—

40,796 / 42,553

住友 Sulzer 7RND76 型

14,000 × 122

12,600 × 118

48.2t/d

15,000

17.48

15.90

/7kg/cm²G × 1,375kg/h × 1

500KW × 3

—

284.7

2,144.4

—

⑤



⑥



⑦



⑧



船名 Name of Ship	⑨ CENTURION BULKER	⑩ TOYOTA No.24	⑪ ZENKO MARU
所有者 Owners	Atlantic International	Canpus Maritime Co.	Sanko Kisen
造船所 Ship builder	日立舞鶴(Hitachi)	今治丸亀(Imabari)	三菱重工横浜(Mitsubishi)
船級 Class	A B	N K	N K
進水・竣工 Launching・Delivery	76/10・77/1	76/9・77/1	76/11・77/1
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積、車(Bulk, Car)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	20,608.02/15,069	23,464.40/16,887.22	31,263.59/21,911.68
LOA(全長:m)	182.245	194.30	199.95
LBP(垂線間長:m)	172.21	182.00	189.80
B(型幅:m)	28.13	27.60	32.20
D(型深:m)	15.85	17.00	18.20
d(満載吃水:m)	11.326	11.973	12.874
満載排水量 Full load Displacement	43,334	51,349	—
軽貨排水量(約) light Weight	* 7,101	11,406	—
載貨重量 L/T Dead Weight	35,661	* 39,312	* 52,677
K/T	36,233	39,943	53,522
貨物倉容積Capacity (ベール/グリーン:m ²)	44,476.76/50,643.12	46,456.05/48,898.96	—/64,929.7
主機型式/製造所 Main Engine	日立Sulzer7RND68型	三菱Sulzer7RND76型	三菱MAN14V52/55型
主機出力(連続:PS/rpm)	11,550×150	14,000×122	14,000×430/124
MCR	10,400×145	11,900×115.6	12,600×415/120
NCR	41.3t/d	44.89t/d	44.2t/d
燃料消費量 Fuel Consumption	14,980	18,900	24,000
航続距離(海里) Cruising Range	16.90	17.047	17.03
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	14.90	15.0	15.2
航海速度 Service Speed	—	—	—
ボイラー(主/補) Boiler	／Compositeシステム Verticalタイプ	／コクランコンポジット式 7.0kg/cm ²	／1,500kg/h×7kg/cm ² G×1
発電機(出力×台数) Generator	AC450V×400KW×60Hz×3	750KVA×2	AC450V×550KW×60Hz×3
貨油倉容積(m ³)CO T	—	—	—
清水倉容積(m ³)FW T	370.00	484.00	556.0
燃料油倉容積(m ³)FOT	2,048.00	3,024.12	3,253.7
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑫ ALICE 1

Alice Ocean S.A.
 佐世保重工(Sasebo)
 A B
 76 / 6 · 77 / 1
 ばら積(Bulk) · 遠洋

33,407.85 / 23,476.00

208.00
 199.00
 32.20
 18.20
 12.205

66,088
 10,348
 54,862

—
 — / 69,929 + 7,136 トップサイド

IHI-Sulzer7RND76型

14,000 × 122
 12,600 × 117.8
 153g/ps/h
 19,800
 16.78
 15.0

6,700kg/h
 900KVA × 2

—
 745.6
 A) 284.9
 C) 2,944.6

⑨



⑩



⑪

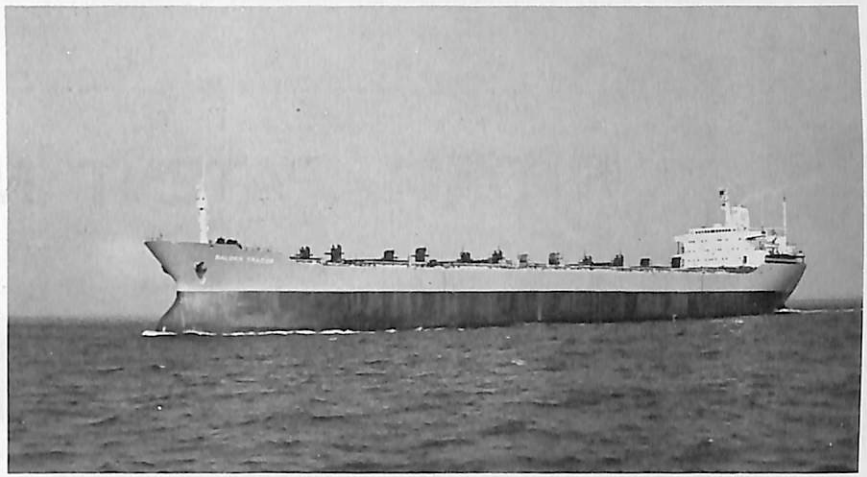


⑫



船名 Name of Ship	⑬ BALDER TRADER	⑭ TUROSZOW	⑮ TRICORN
所有者 Owners	Parley Augustsson	Polska Zegluga Morska	Tricorn Shipping
造船所 Ship builder	函館函館(Hakodate)	三菱神戸(Mitsubishi)	今治丸尾(Imabari)
船級 Class	L R	N V	A B
進水・竣工 Launching・Delivery	76/8・77/1	76/10・77/1	76/3・77/1
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋	油(Oil)・遠洋
G/T・N/T	35,564.87/22,659.19	39,318.82/25,132.04	46,384.65/33,467
LOA(全長:m)	219.075	232.50	237.613
LBP(垂線間長:m)	208.00	220.00	226.00
B(型幅:m)	32.25	32.20	39.40
D(型深:m)	18.55	19.10	18.70
d(満載吃水:m)	13.689	13.8755	13.974
満載排水量 Full load Displacement	78,277	85,039	106,228
軽貨排水量(約) light Weight	11,894	*13,628	16,242
載貨重量 L/T Dead Weight	65,338	*70,283	*88,565
K/T	66,383	71,411	89,986
貨物倉容積Capacity (ベール/クレーン:m ³)	71,541.0/72,732.5	—/81,248.4	—
主機型式/製造所 Main Engine	IHI-Sulzer6RND90型	三菱Sulzer7RND76型	三菱Sulzer7RND90型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	17,400×122	14,000×122	20,300×122
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	15,660×117.8	12,600×118	17,250×116
燃料消費量 Fuel Consumption	58t/d	46.3t/d	63.34t/d
航続距離(海里) Cruising Range	22,600	18,200	22,800
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.403	16.50	16.617
航海速度 Service Speed	15.00	14.50	15.1
ボイラー(主/補) Boiler	/7kg/cm ² G×1,600kg/h×1	1,800kg/h×1/1,800kg/h×1	2胴水管式16kg/cm ²
発電機(出力×台数) Generator	AC450V×700KVA×3	AC450V×650KW×60Hz×3	950KVA×2
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	110,211.7
消水倉容積(m ³)FWT	398.4	335.4	873.2
燃料油倉容積(m ³)FOT	4,322.2	2,901.9	4,845.6
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑬



⑯ ARIERA G

Capricorn Tankers

日立堺(Hitachi)

A B

76 / 9 · 77 / 1

油(Oil) · 遠洋

61,140.89 / 46,184

265.60

255.00

41.40

22.20

16.841

152,301

* 21,772

128,467

130,529

—

日立B&W7K90GF型

23,900×114

21,700×110

78.745

21,700

15.648

14.7

35,000kg/h×1

AC450V×900KW×60Hz×1

157,975.9

594.3

5,057.5

—

⑭



⑮



⑯



特許解説 / PATENT NEWS

らせんプロペラ [特公昭51-34200号公報, 発明者; 田村欣也外1名, 出頭人; 三菱重工業]

通常の船用プロペラにおいては, 船尾部の流速分布が一様でないことから, プロペラ翼は真上の位置では軸方向の流速が小さいので, 相対的に迎角が大きくなり, キャビテーションが発生しやすい。一方, 真横の位置では軸方向流速が大きく, 迎角が小さいのでキャビテーションが発生しにくい。したが

ってプロペラが一回転する間に各プロペラ翼では, キャビテーションの発生と消滅とがくり返され, いわゆる非定常キャビテーションの状態になる。

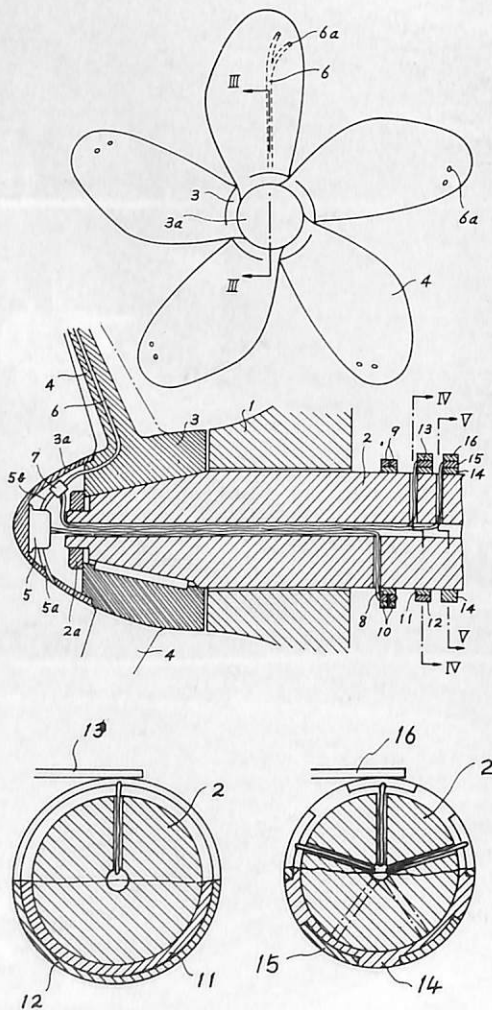
この結果, キャビテーションによる損傷が発生し, 特に最近の船舶の大型化, 高速化はこの問題の解決をさらに困難なものにしている。

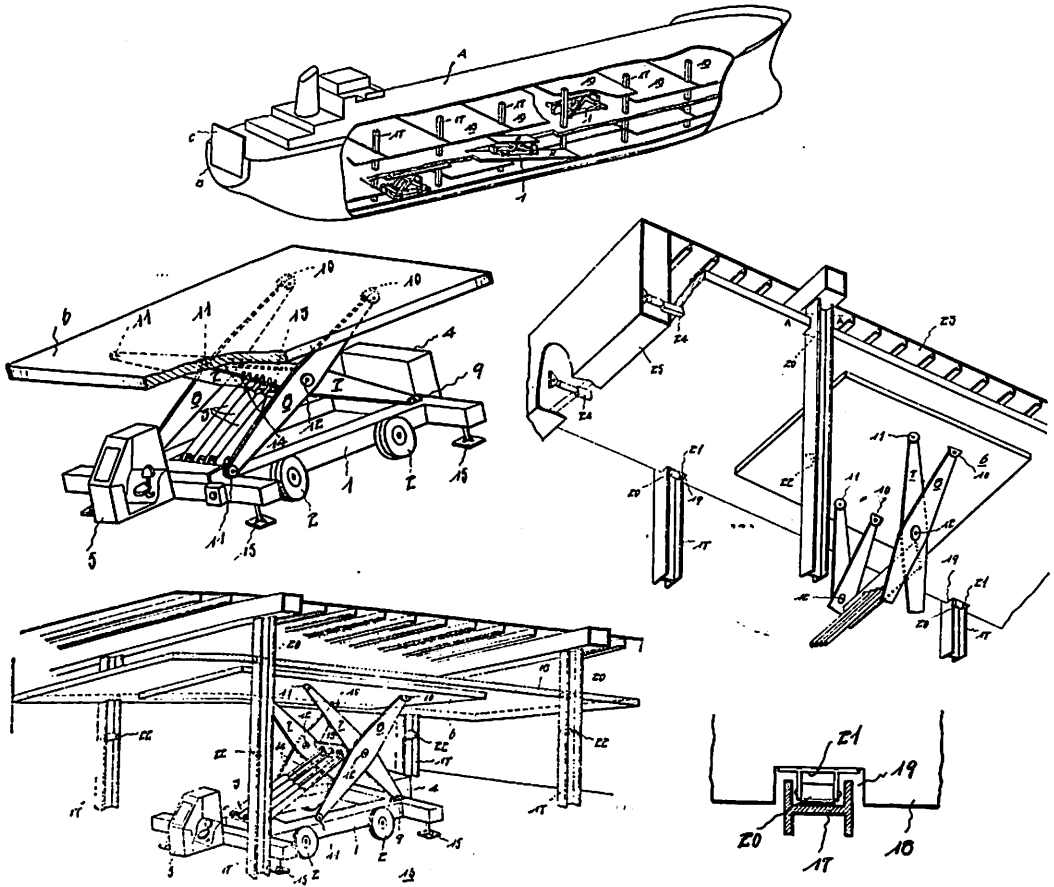
本発明は, 以上の背景のもとになされたものであり, 図面を用いて説明すると, プロペラボス3の先端部には, キャップ3aが取り付けられ, その内部にはポンプ5が設けられて, その吸入口5aがキャップ3aの一部に開口している。ポンプ5の吐出口5bに連通された導管6が, 各プロペラ翼4の内部を通して延び, プロペラ翼表面のキャビテーション発生予想部6aに開口している。各導管6の途中には, 電磁弁7が設けられ, 励磁によりその開閉が行なわれる。

プロペラ軸2に固着された第1絶縁リング8に, 一对の摺動リング9, 9が固着され, プロペラ軸中空部を通る導線によりポンプ5の端子とリング9, 9が接続され, 刷子10, 10を介してポンプ5への給電が行なわれる。さらに第2絶縁リング11を介して第2摺動リング12が固着され, 電磁弁7の一方の端子と第2の摺動リング12とが導線により接続され, 第2刷子13から電源の一端が連結される。さらに第3絶縁リング14を介して, プロペラ翼4の数すなわち電磁弁7の数と同数の摺動片15が等間隔に設けられ, プロペラ軸2の中空部を通る導線により, 電磁弁7の他方の端子と各摺動片15が接続され, 第3刷子16から電源の一端が連結される。

以上の構成により, プロペラが回転して, あるプロペラ翼がキャビテーション化し始める位置にきた時, その翼に対応する摺動片15が第3刷子16と接触して電流を通じ, 電磁弁7が開き, ポンプ5から吐出された水が, その翼の表面のキャビテーション発生予想部6aに噴出される。

自走台車による昇降式カーデッキの昇降方式 [特公昭51-35313号公報, 発明者; 小牟田義治,





出願人；大阪造船所]

ロールオン・ロールオフ方式の船舶に、昇降自在なカーデッキを装備することが広く行なわれているが、従来その昇降は船体に設備された専用ウィンチによるワイヤ巻上げ方式、またはワイヤ曳きによるフォルディング方式のものが採用されている。

しかしこれらの装置は複雑で、そのため船体配置及び構造に制約を加え、高額の設備費を要し運航採算上きわめて不利益であった。

本発明は上記欠点を除去するためなされたもので、移動自在のカーデッキの昇降を昇降プラットフォーム付自走台車のプラットフォームの昇降により行なうものである。

図面を用いて説明すると、1は本発明に用いられる自走台車で、油圧シリンダ3、アーム7、8により昇降自在なプラットフォーム6、動力装置収容部4、運転室5、アウトリガー15から構成され、油圧シリンダの伸縮によりプラットフォーム6を上下に昇降することができる。

第1図にはロールオン・オフ自動車運搬船が示さ

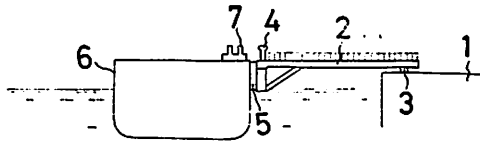
れており、その船内には所定間隔を置いて上下固定デッキ間に、H型鋼より成るピラー7が設けられ、このピラー7の縦溝面をガイドとして、昇降自在にカーデッキパネル18が設けられている。

目的地で自動車の陸上げを終了して、次に他の貨物を収容するため、カーデッキパネルを収容する場合、自走台車1は、そのカーデッキパネル18の下に移動し、プラットフォーム8を昇降させ、カーデッキパネル18を下面より押上げ、上部格納スペース23内に収容し、カーデッキパネルの端部に設けられた出入自在のストップ24により支持される。22はカーデッキパネルを所定位置で受止めるストップである。

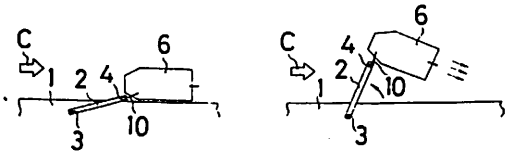
船舶の離着岸誘導方法〔特公昭51-35316号公報 発明者；南周治、出願人；日立造船〕

操船方法のなかでも、特に離着岸が技術的に非常にむづかしいものとされている。小型船舶、例えば箱船のような場合、このような離着岸を頻繁にくり返さなければならず、潮流の激しいところや風など

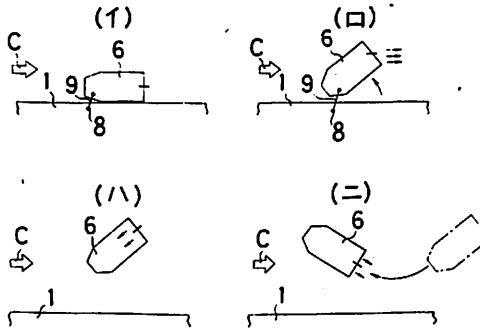
第1図



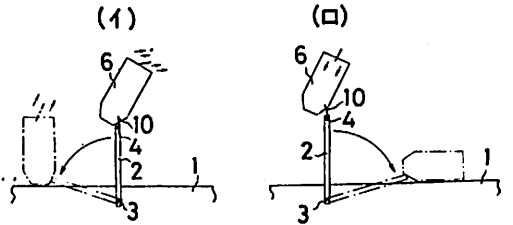
第3図



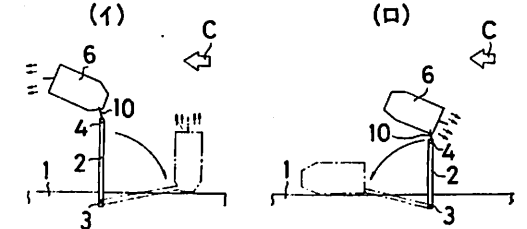
第2図



第4図



第5図



の強い場合には、その操船をさらに困難なものにしている。

本発明は上記の背景をもとに、岸壁側から船舶を誘導し、安全かつ確実に船舶を接岸または着岸させる方法を提供するものである。

図面を参照して説明すると、岸壁1に枢軸3を介して水平方向に、例えば流体シリンダにより揺動自在に構成された係船アーム2が設けられる。4はアーム2の先端に設けられたビット、5はフェンダ、6は誘導される船舶で、7はそのボラードである。

この係船アームを用いて離岸誘導を行なうには、まず係船アーム2を時計方向に回動し、第3図(イ)のように先端部のビット4と船舶6を連結する。次いで船舶6のスクリュを正回転すると、係船アーム2に誘導されて、船舶6は船首側より離岸する(同図(ロ))。この際アーム2を積極的に駆動させることもできる。

接岸する場合には、第4図(イ)に示されているように、水面上に突出している係船アーム2の先端に船舶6を斜めから接近させ、次いでアームの先端と船舶とを連結し、そのまま前進する。船舶は係船アームに誘導され、その船首部が接岸する。

船側部を接岸する場合には、同図(ロ)に示されているように、アーム2の先端に船舶を係合した後、スクリュを逆回転させる。船舶はアームに誘導され、その船側部が接岸する。

第5図は潮流、風のある場合、それぞれ船首部、船側部を接岸する方法を示している。

(特許庁審査第一分類審査室 幸長保次郎)

船 舶 第50巻 第4号 昭和52年 4月 1日発行
4月号・定価800円(送料45円)

本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。

発行人 土肥勝由

編集人 長谷川栄夫

発行所 株式会社 天然社

〒104 東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル

電話・(03) 543-7793 振替・東京 6-79562

船 舶・購読料

1カ月 800円(送料別 45円)

6カ月 4,800円(送料別 270円)

1カ年 9,600円(送料 共)

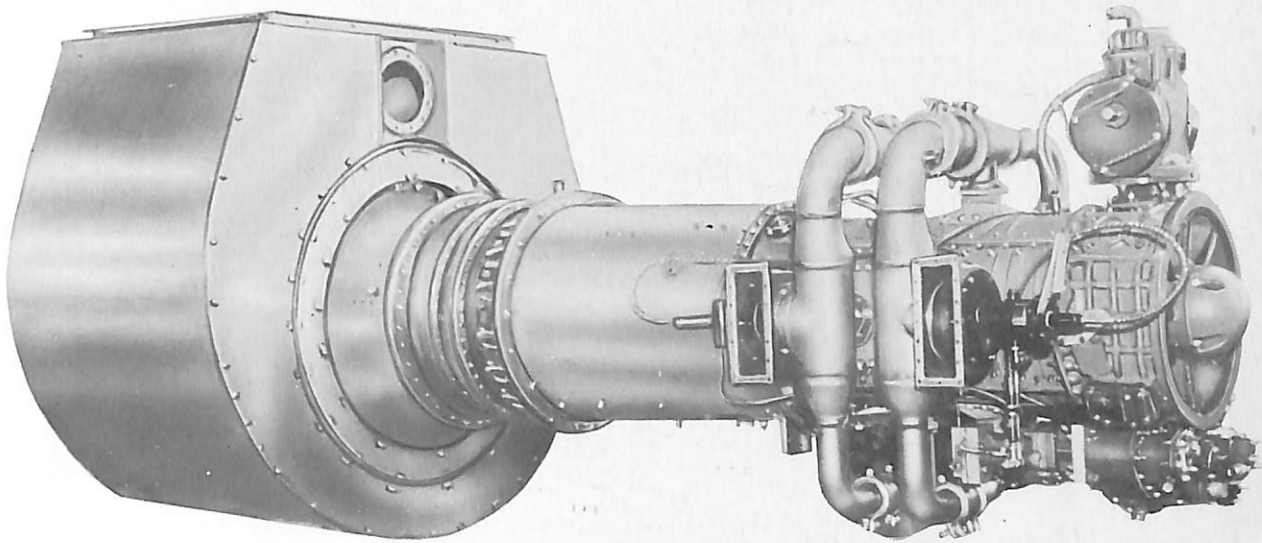
*本誌のご注文は書店または当社へ。

*なるべくご予約ご購読ください。



GM Allison ガスタービン

出力5420馬力



GMアリソン 501KF 船用ガスタービンは 10,000 時間以上のテスト及び海上運転の結果によって騒音や振動の極めて少ない船舶用主機関としての優れた特性が実証されています。

U. S. Navyのきびしい規格である MIL-E-17341 に公式に合格した唯一のガスタービン機関で DD-963 デストロイヤーの発電機関としても採用されています。



ゼネラル・モーターズ・コーポレーション
デトロイト・ディーゼル・アリソン日本総代理店
富永物産株式会社

東京都中央区日本橋小舟町2の5(伊場仙ビル) TEL 03 (662) 1851(大代表)
大阪市北区桐笠町50番(堂ビル) TEL 06 (361) 3836-9



あなたのそばに信頼の技術

IHI FRP 業務艇は、巨大船の建造でつちかわれた高い造船技術と、総合重工業のすそ野の広さを背景につくられています。

200カイリ時代に貢献する漁業調査艇・取締艇、離島唯一の交通機関として定期旅客船、海の安全を守る巡視艇・磁気探査船・監督艇、更に作業の安全と工期短縮に役立っている作業艇と、あなたのそばで活躍しているIHIの作業艇は、緻密な工程管理によってこの工場で作られます。



石川島播磨重工業株式会社 船舶事業本部 新造船営業室 舟艇グループ
東京都千代田区大手町2丁目2番1号(新大手町ビル) 〒100 電話 東京(03)244-5642