

船舶

●浮体方式による関西国際空港の概要 ●船尾外板の振動疲労き裂およびその防止対策 ●IMCO国際会議の概要 ●連載講座 / FRP船



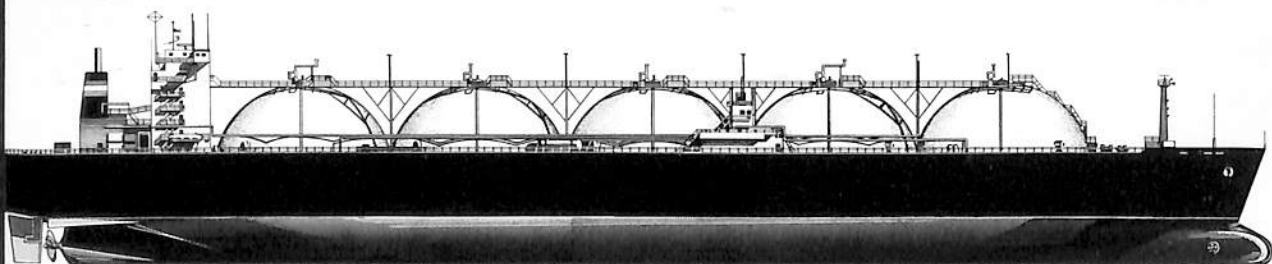
有明工場で竣工した鉾石 / シンター運搬船
"CO-OP MARINE" (115,153DWT)

グリーン・エネルギーの安定供給。

ゼネラル・ダイナミクス社は、総合技術でお手伝いします。

いま、ゼネラル・ダイナミクス社(米国)のクインシー造船事業部では、日本が直面するエネルギー問題に役立つべく、LNG船を建造しています。これらのLNG船は、今後20年以上にわたりインドネシアより日本へLNGを輸送するために利用されます。昨年より既に1隻が就航しており、今年はさらに3隻がこれに加わる予定です。

弊社のLNG船は全長280メートル、巨大な5基のアルミ球形タンク(一基の高さは12階建ビルに相当)によって、一度に125,000立方メートルのLNGを運ぶことが可能です。このアルミ球形タンクは、これからのLNGトータル輸送システムにおける基礎となるものでしょう。ゼネラル・ダイナミクス社の、時代の要求に応えた技術の一例です。



GENERAL DYNAMICS

Pierre Laclède Center, St. Louis, Missouri 63105

ゼネラル・ダイナミクス

〒105東京都港区虎ノ門3丁目2番2号第30森ビル
TEL(03)436-3773



日本沿海フェリー「えりも丸」



安全な航海のために 操舵室の窓は クリヤーに

結露・氷結から視界をまもります。

変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、吹きつける
氷雪、操舵室の窓は、どうしても曇りがちです。

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

ヒートコントローラー

※あわせて、ヒートライト製品の姉妹品、ヒート
コントローラーのご使用をおすすめします。

ヒートコントローラーは、自動的に使用適正温度
を保ちますので、ON・OFFの手間がいりません。

結露・氷結防止作用、融雪作用のある安全ガラス

ヒートライト® C

旭硝子

100 東京都千代田区丸の内2-1-2(千代田ビル)
☎(03)218-5339(車輛機材営業部)
支店 = 東京・大阪・福岡・名古屋・札幌・仙台・広島

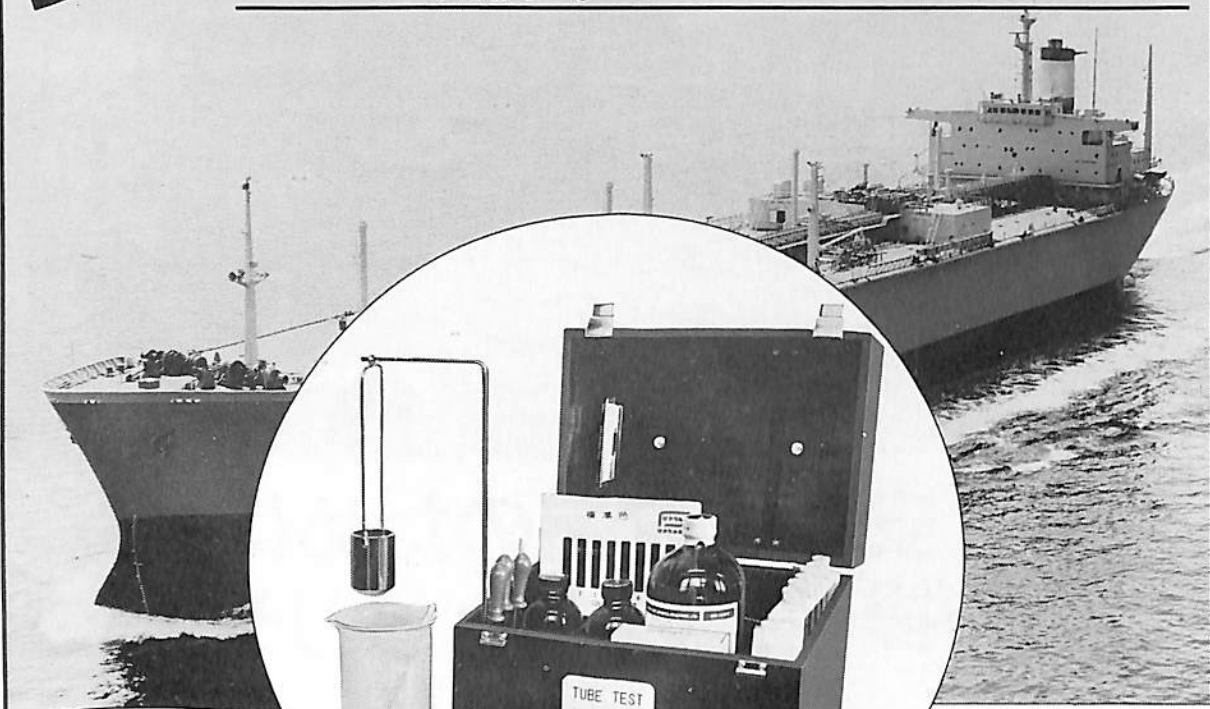
カタログ請求券
船舶
5

航海先に立たず。

新発売

早過ぎない遅過ぎない
オイル交換に。

チューブテスト



早過ぎても遅過ぎても
困る、エンジンオイルや
潤滑油の交換。いままでは
試験室でのチェックか時間測
定と経験にたよっていました。

このため時間のロス、オイルのムダ使い、
機械寿命短縮などになやまされました。
そこで開発されたのが
ゼネラル石油のTUBE TEST (チューブテスト)
〔潤滑油の簡易劣化測定試験器〕。
使用中のオイルの状態を、現場で、だれ
でも、カンタンに分析ができる画期的な
テスターです。

とくに遠洋航海中の船舶には便利です。
後悔先に立たず。航海の前にぜひどうぞ。

チューブテストの特長
TUBE TEST

- ①現存使用中のオイルの
状態を現場において誰でも簡単
に分析ができる。
- ②携帯に便利で必要のつど利用できる。
- ③劣化判定項目中、アルカリ価、不溶解分分散性および
粘度が一般試験分析値と同じ精度で分析評価できる。
- ④特に清浄剤の量と関係の深いアルカリ価のレベル
が、どの程度か明確に把握できる。
- ⑤試験依頼の手間を省き時間を節約する。

TUBE TEST

ゼネラル **ゼネラル石油**



5
MAY

目次 / Contents

●浮体方式による関西国際空港の概要……………木下共武… 11
A Digest of the Preliminary Engineering Study of
A Floating Offshore Airport in Osaka-bay T.Kinosita

●船尾外板の振動疲労き裂およびその防止対策……………田頭 登… 19
Statistical Observation of Damages on stern
structures due to Vibration N.Tagashira

●IMCO「タンカーの安全及び汚染防止に関する国際会議」の概要……………竹内正敏… 34

連載

●液化ガスタンカー<5>……………恵美洋彦… 38
Liquefied Gas Tanker Engineering <5 > H.Emi

●原子力船 / 米国における原子力船開発……………高田悦雄… 47

●海語「ボラード」と「ビット」の用語上の相違について……………杉浦昭典… 49
On the Difference of Usage between "Bollard" and
"Bitt" as Sea-Terms A.Sugiura

連載

●FRP 船講座<8>……………丹羽誠 …… 56
Engineering Course :FRP Boat S.Niwa

●高速旅客船主機としてのMB820形
高速ディーゼル機関の使用実績……………高木実 / 川合脩… 64
Reliability of MB820Db High Speed
Diesel Engine for High Speed Passenger Boat M.Takagi / O.kawai

●世界のFRP 船トピックス…………… 63

●NK コーナー…………… 79

●船舶 / ニュース・ダイジェスト…………… 80

●竣工船一覧 / The List of Newly-built Ship…………… 82

●特許解説 / Patent News…………… 88

表紙

本船は鉱石兼シスター運搬船として計画され、船首には日立造船開発のシリンドリカル・ハウ
を採用し、抵抗・推進効率のよい船型となっている。また、同社建造船のうちで最大の倉口を
有し、One Panel Side Rolling Hatch Coverを採用して荷役効率の向上をはかっている。
なお本船は引渡後、日本～オーストラリア間に就航する。

< 主 要 目 >

全 長	240.00m	主 機 関	日立スルザー6RND90型ディーゼル1基
全 幅	42.00m	連 続 最 大 出 力	17,400PS
深 水 (計 画 満 載)	15.67m	速 力 (試 運 転 最 大)	16,204kt
喫 水 (計 画 満 載)	15.67m	最 大 搭 載 人 員	32名
総 上 昇 数	約35,500 t	船 級	A B S
載 貨 重 量	115,153 t	引 渡 日	3月31日
		建 造 場	日立造船有明工場

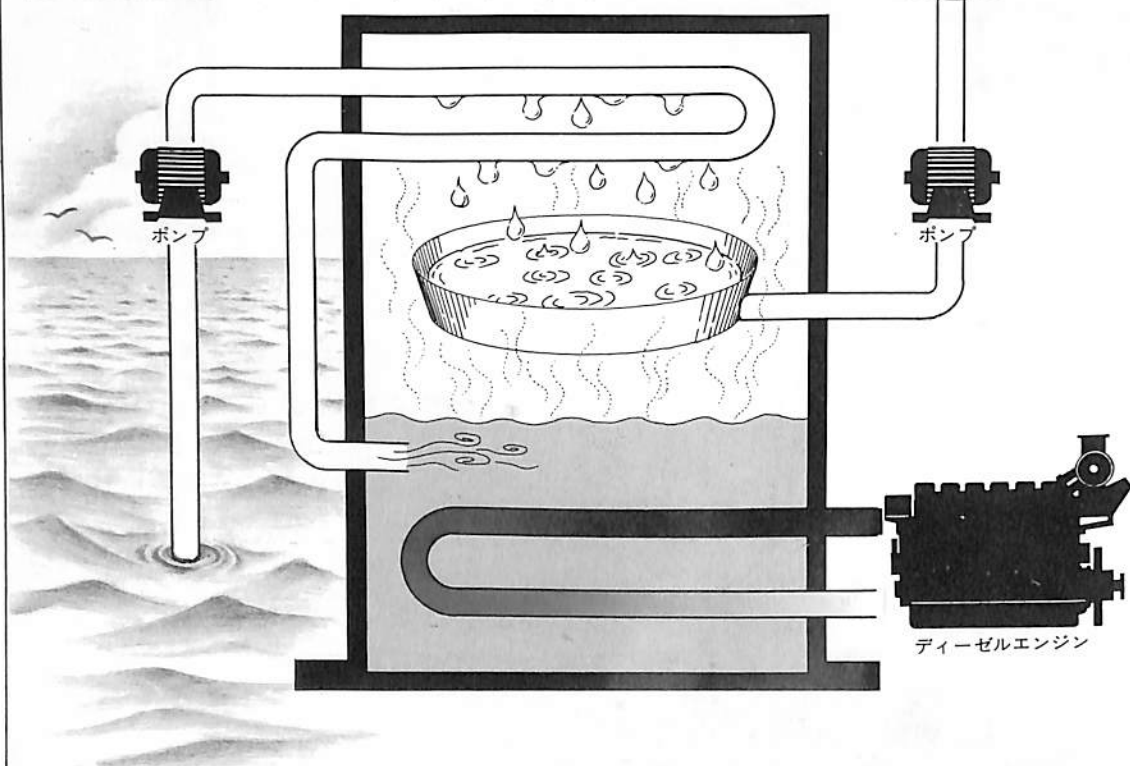
例えば、

ディーゼルエンジンと海水から

真水ができます。

真水は飲料水をはじめ、生活用水、ボイラ補給水、各種機器冷却水等として船舶、離れ島や僻地のホテル、海洋開発基地などをはじめ研究機関、化学工業など各方面にご利用いただけます。

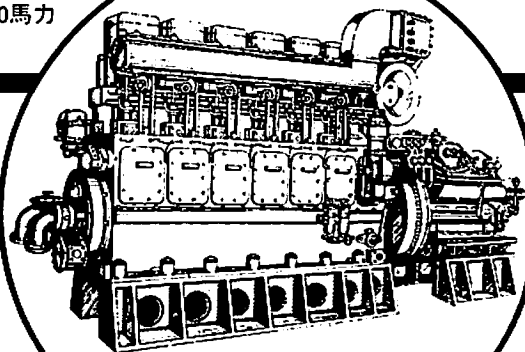
ST型 海水淡水化装置



船舶の自動化・省力化に貢献する

ダイハツキヤードエンジン

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1-1-87 (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・清水・高松・福岡・下関
 ロンドン・シドニー・ジャカルタ・シンガポール

油汙過作業の省力化…

特許

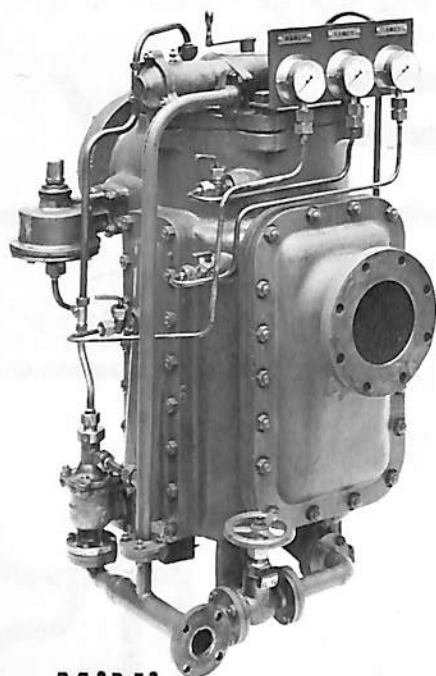
機関室を広くする

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

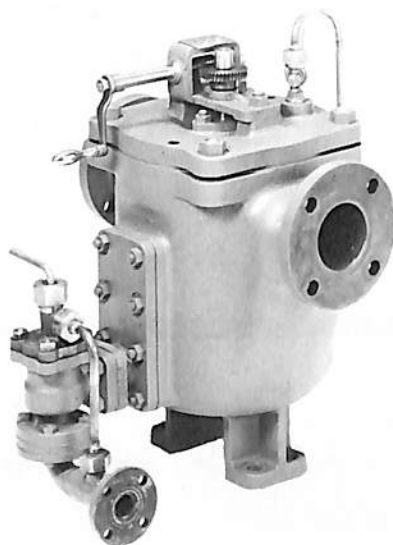
Mini

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

N 新倉工業株式会社

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)

長年の実績と信頼された製品

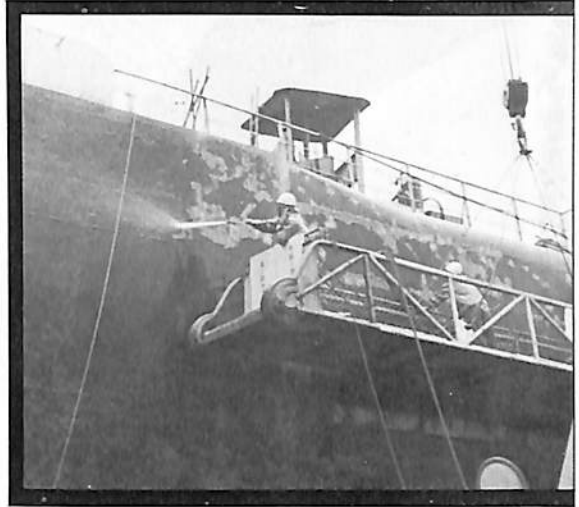
ウォーターブラスト用防錆剤

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。

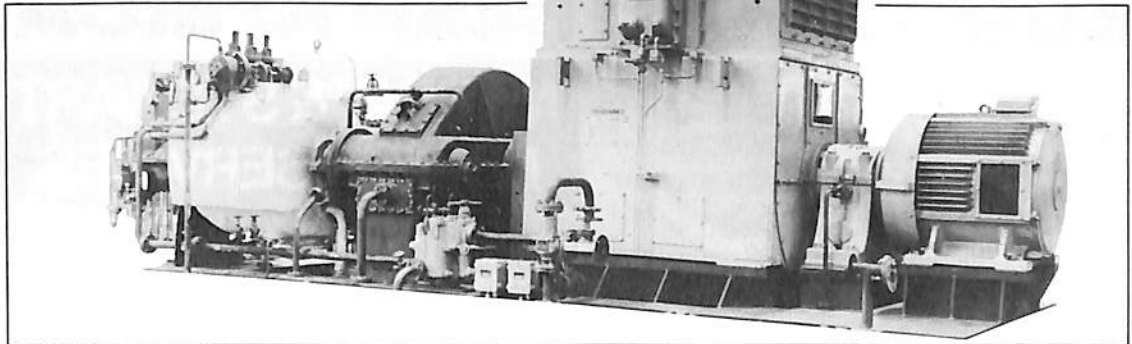
- ウォータージェット工法用
 - ウエットブラスター用
 - ジェットクリーニング用
- 等各種



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

TAIYO
ELECTRIC MFG. CO., LTD.



——なかい経験と最新の技術を誇る——

大洋の船舶用電気機器

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

大洋電機株式会社

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



I require assistance.

WE WAIT FOR THE SIGNAL AROUND SOUTHERN AFRICA.

Murray & Stewart Marine Services are on permanent standby. For any form of ship repair, survey, diving, salvage and servicing your vessels by launch or helicopter, call us. You don't have to fly the flag. A telephone call or telex will do.

UNITED KINGDOM
Telephone: 01-283 2651.
Samuel Stewart & Co. (London)
Ltd, Bevis Marks House,
Bevis Marks, London EC3A 7LD.
Telex: 886001. Mr. F. J. Emond.

UNITED STATES
Telephone: 212269-3170.
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 Stoas, Piraeus.
Telex: 212242.
Mr. P. G. Lefkaditis.

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

GERMANY
Telephone: 366177.
Wilhelm Schmidt, Steckelhorn 9,
2000 Hamburg 11.
Telex: 215278. Mr. H. Schmidt.

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

BELGIUM
Telephone: (031)-335920.
Euro Shipping, Jordaenskaai 24,
B-2000 Antwerp. Telex: 31389.

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 S.A. (Pty) Ltd.
Court Helicopters (Pty) Ltd.

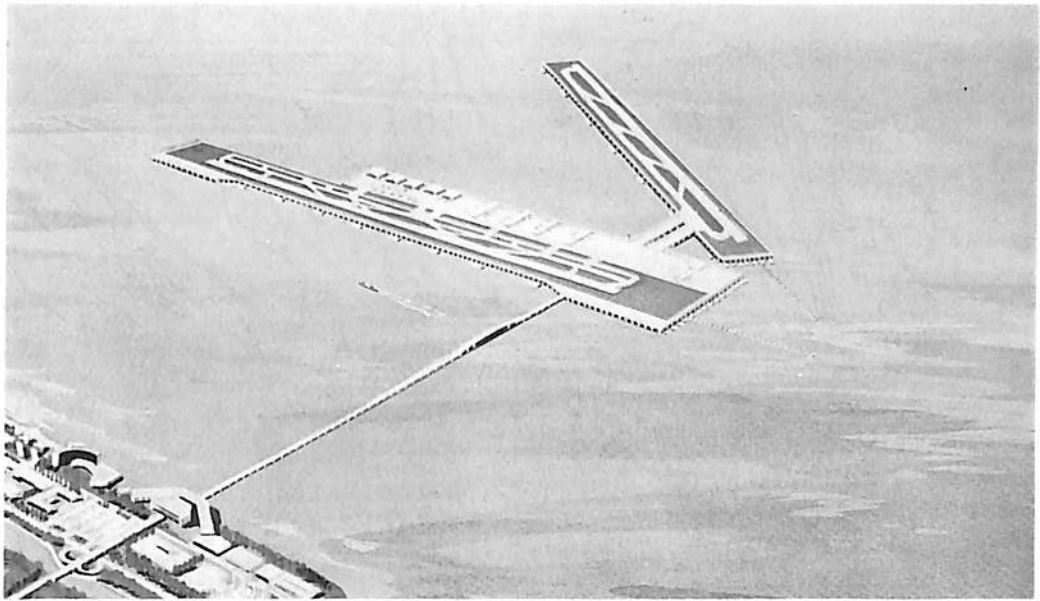
ITALY
Telephone: 593331.
Cambiaso-Risso & C.S.p.A.
Corso Andrea Podesta 1,
16121 Genoa. Telex: 28284
Amarge, 28265 or 27203 Gipenna.
Mr. J. Kuiper.

JAPAN
Telephone: 045-681-1861
Inouye & Company Ltd.,
80, Onoe-Cho 5. CHOME.
NAKA-KU,
231 YOKOHAMA,
Telex: 3822-253
Cable: "Inouye Yokohama".

CAPE TOWN: Box 1909, C.T. 8000.
Telephone 55-1375. Telegrams
Mustmarine C.T. Telex 570817SA
DURBAN: Box 18102, Dalbridge
4014. Telephone 47-9361.
Telex 64318SA.
PORT ELIZABETH: Box 12017,
Centrahil 6006. Telephone 28106.
Telex 747799SA.

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

BRAZIL
Telephone: 243-8539
Engenharia Transportes Comercio,
Rua Acre 92,
CEP 20000,
Rio de Janeiro
Telex: 2121158 BETC.



浮体方式による関西国際空港の概要

A Digest of the Preliminary Engineering Study of A
Floating Offshore Airport in OSAKA-Bay, JAPAN

by Tomotake Kinoshita

Offshore Airport Study Group the Shipbuilders Association of JAPAN

木 下 共 武

(社)日本造船工業会・海上空港対策特別委員会技術部会長

1. まえがき

航空審議会は、昭和49年、運輸大臣に対し大阪湾南東部泉州沖合約5kmの地点が新空港建設候補地として最適なる旨の答申を行なった。

この答申によれば、大阪湾は周囲密閉に近い楕円形で泉州沖はほぼ長辺の中央部に位置し、外洋波の影響が少なく、かつ、湾内吹送距離も小さいので、浮体方式にとって最適の自然条件を備えている。

本会は、この自然条件を前提に、近年急速に大形化した船舶や各種海洋構造物の建造実績を踏まえ、浮体工法による海上空港も十分可能であろうと判断し、海上空港研究会を昭和50年に発足させた。

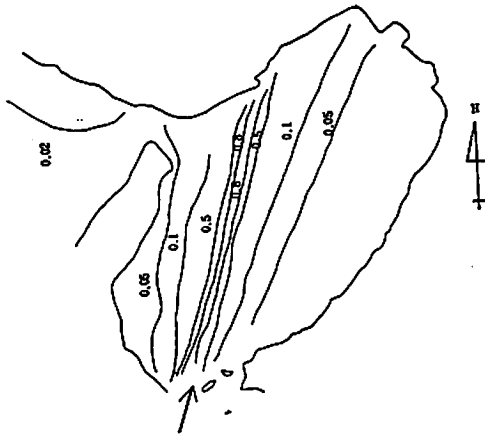
浮体方式については、昭和46年日本空港コンサルタントを中心とする海上空港研究会があり、その成果が航空審議会において建設工法検討の際の一案として取り上げられている。その方式は着陸帯をポンツーン方式で建造し、ドルフィンリンクで係留すると共に、施設は全面分離するとの案である。この案

に対する審議会の検討結果は長所として①水深、地盤条件等に関係なく建設できる、②環境問題から埋立ほど問題にならない、短所として、①建設費が高い、②動揺が避け難い、③現場施行の可能性に問題がある、④寿命が有限である、⑤航空機荷重の増大に対する補強が困難であるなどがあり、技術的に解明しなければならない問題が多いとしている。

海洋構造物は近年急速に進歩しているが、その一つにセミサブ方式がある。この方式は排水量に比し水線面積が小さいことを特長とし、これを浮体空港に応用すれば波浪による動揺を減少させると共に建造を容易にすることができる。

一方、近年のわが国における工業化の進歩は目ざましく、鋼構造物の価格が労働賃金や他の物質に比し漸減経過をたどってきたが、今回の経済変動でもこの傾向は変わらず、鋼製品は年と共に格安になってきている。

このような状況の変化を考慮し、昨年6月、本会



波高：南西 周期：10 sec
 注・数字は矢印を1とした場合の波高比
 第1図 うねりの侵入状況

では前記審議会で指摘されている諸問題は総て解決しうるとの見通しの下に、関西国際空港の建設を対象として急ぎ研究成果を取りまとめることとし、海上空港グループを発足させた。グループメンバーは本会会員のみであるが、各社の蓄積されたノウハウをすべてさらけだし討議したものである。

この取まとめには航空審議会答申の関係資料、大阪科学技術センターの関西新国際空港地域整備に関する検討報告書、日本空港コンサルタンツ発刊のAIR PORT REVIEWなどを参照しつつ、その考えの一部を採用させていただいた。

この概要をたたき台として、関係各方面の有識者はもとより、広く関心ある方々からご意見をいただき、それにより、より改善された案とするべく引続き技術的に深く検討、研究を進めることとして、本会に海上空港特別対策委員会技術部会を発足させた。

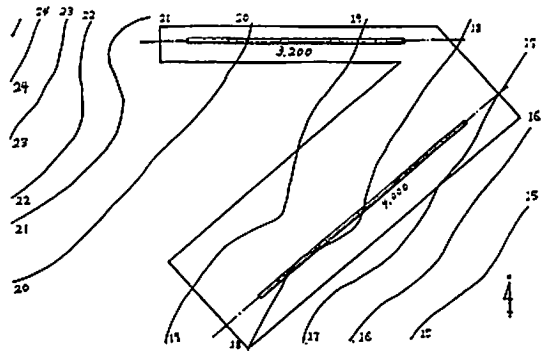
2. 概要の位置と規模

航空審議会の答申に沿って次の通りとした。

- (1) 位置：大阪湾東南部泉州沖5kmの海上
- (2) 規模：主滑走路 4,000m×1本（沿岸にほぼ平行）

副滑走路 3,200m×1本（横風用）

位置の特長として、外洋波の影響が殆んどないこと、水深約20mでほぼ均一なことであり、また湾内の吹送距離は何れの方からも34kmを超えることはない。第1図、第2図の航空審議会答申の関係資料を参照されたい。



第2図 泉州沖の水深図（単位：m）

津波についても外洋波と同様この地点は直接大きい影響はないと見られる。

審議会答申は、主滑走路を300m間隔の2本の平行滑走路となっているが、この概案は当初一本の滑走路で建設し、将来空港容量の増加が要請される段階で増設すればよいとした。増設の位置は審議会同様のクロスパラレルによるか、沖側1,500m離れた位置に独立して設けるかであるが、後者の方が建設費に比べ容量的に大きいので有利であろう。

3. 全体配置

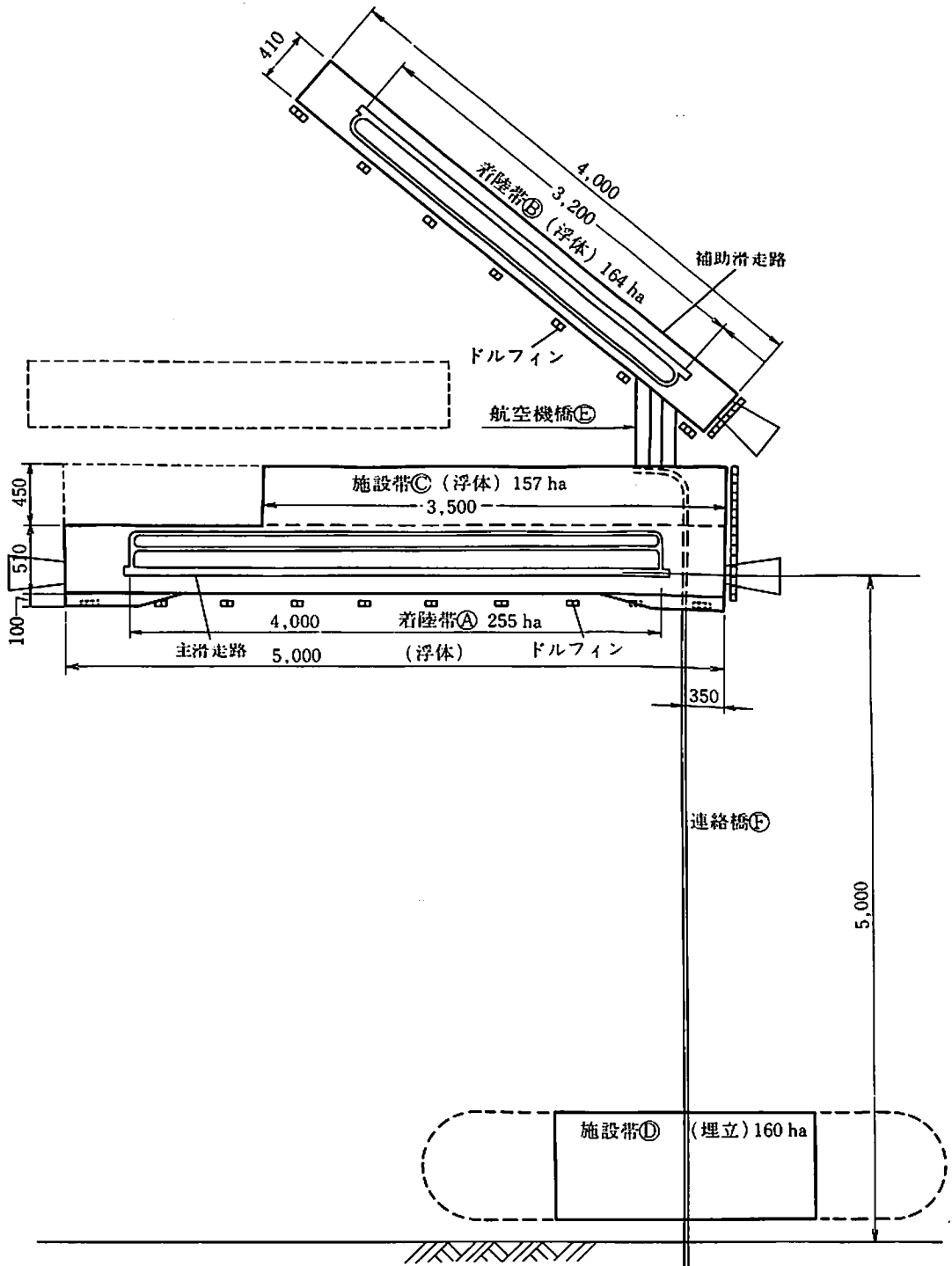
航空審議会の答申に沿って、沿岸から約5kmの海上に設けた4,000m主滑走路をもつ①、3,200m副滑走路をもつ着陸帯②の大きさ、および関係位置は次頁の第3図に示すようになる。施設帯は沖側施設帯③と沿岸側施設帯④とに分離している。これは地域と空港の結びつきを強めることに主眼をおいた大阪科学技術センター案に基いたものである。

着陸帯②と施設帯③との連絡は航空機橋⑤により、施設帯③と④との間は連絡橋⑥による。①③④⑤は浮体構造であり、⑥は栈橋方式で、中間下方を3,000t 屯級の船舶が横切り航行することができる。

施設帯③は沿岸部の適当な位置がよいが、ここでは一応埋立により造成するものとした。

着陸①②、施設帯③、橋梁⑤⑥はそれぞれ独立のユニットであり、配置および関係位置は自由に選択しうる。また将来、着陸帯増設の場合も前述の通り位置は適当な場所に建設でき、着陸帯の延長あるいは施設帯の増設も可能であるが、施設帯の増設の場合は図の左方へ延長するのが納まりがよい。

施設帯④は、空港用地として160ha必要とするが、それに隣接して他の諸施設を設けることもならぬ妨げない。



$\frac{1}{40,000}$

第3図 全体配置区

第1表 ユニットの構造・用途

施設区分	構造	用途
着陸帯④	半潜水式鉄鋼構造	上層は主滑走路，誘導路，下層は配管，電線等諸施設
着陸帯⑤	半潜水式鉄鋼構造	上層は横風用滑走路，誘導路，下層は着陸帯④と同じ
施設帯③	着陸帯④と一体の半潜水式鉄鋼構造	上層は駐機場，搭乗施設，管制塔，整備施設等，下層は人・自動車用通路，ランプ車両置場，搭乗補助施設，ユーティリティ，ハイドラント，整備部品庫等
施設帯①	埋立	官公庁施設（C I Q等），旅官貨物ターミナル，駐機場，航空会社事務所，ケータリング施設等
航空機橋⑥	半潜水式鉄鋼構造	施設帯③と着陸帯⑤とを結ぶ航空機用連絡橋
連絡橋⑦	橋梁	施設帯③と施設帯①とを結ぶ連絡橋 橋梁の下は3,000総トン級船舶の通航可能

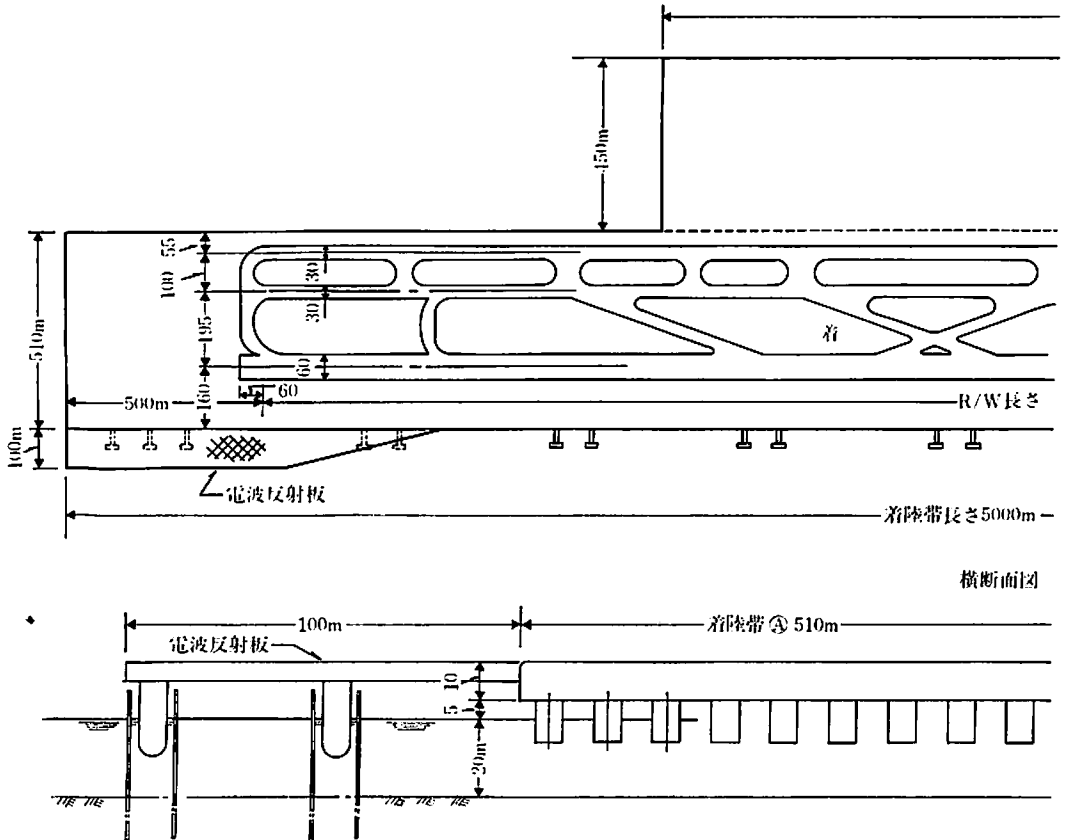
着陸帯④および⑤の右方および下方に近接して点状の図形で示すものは浮体の横移動を防ぐ係留装置である。

これらのユニットの構造，用途の概略は第1表を参照されたい。

4. 浮体の構造

着陸帯④と施設帯③の平面図，および横断面図を第4図に示す。

横断面図に示すように水面から5m上に10mの鋼製箱があり，その下に直径約7m×長さ約11.5mの円筒が15m間隔で並んでいる。円筒の吃水は約6.5



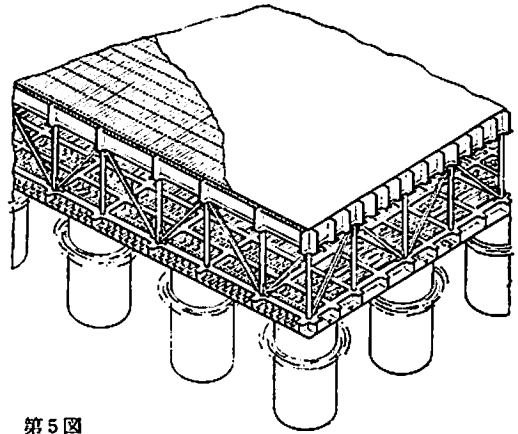
第4図 着陸帯④および施設帯③全体図

mでこの排水量で鋼製箱および円筒の自重を支えている。

本体は第5図に示すように上下面は鋼板で内部はトラス構造である。上面および下面の内側は縦横にステプナが入っており、上面の上側は全面厚さ7.5cmのアスファルトコンクリートでおおわれている。R/W1本・T/W2本があり、その部分はさらに厚いコンクリートでおおわれており、その他の部分は緑色のペイントが吹きつけられている。R/WおよびT/W以外のいずれの部分も航空機が走行しても強度・剛度ともに何等問題のない構造である。

この円筒形の支持浮体による浮体方式は通称セミサブと呼ばれる方式の一種であり、支持浮体の水線面積は本体が全面水没していると仮定した場合に比べ約17%となり、それだけ水面の変動による浮力の変化は小さい。セミサブのHeaving Motionはこの浮力の他に慣性力、摩擦力を考えなければならないが、その形状を適当に選べば波による動揺を極小にできる特色がある。

第4図は支持浮体の形状を浮体の幅全部にわたり一様に簡単な円筒で表現されているが、今後の検討

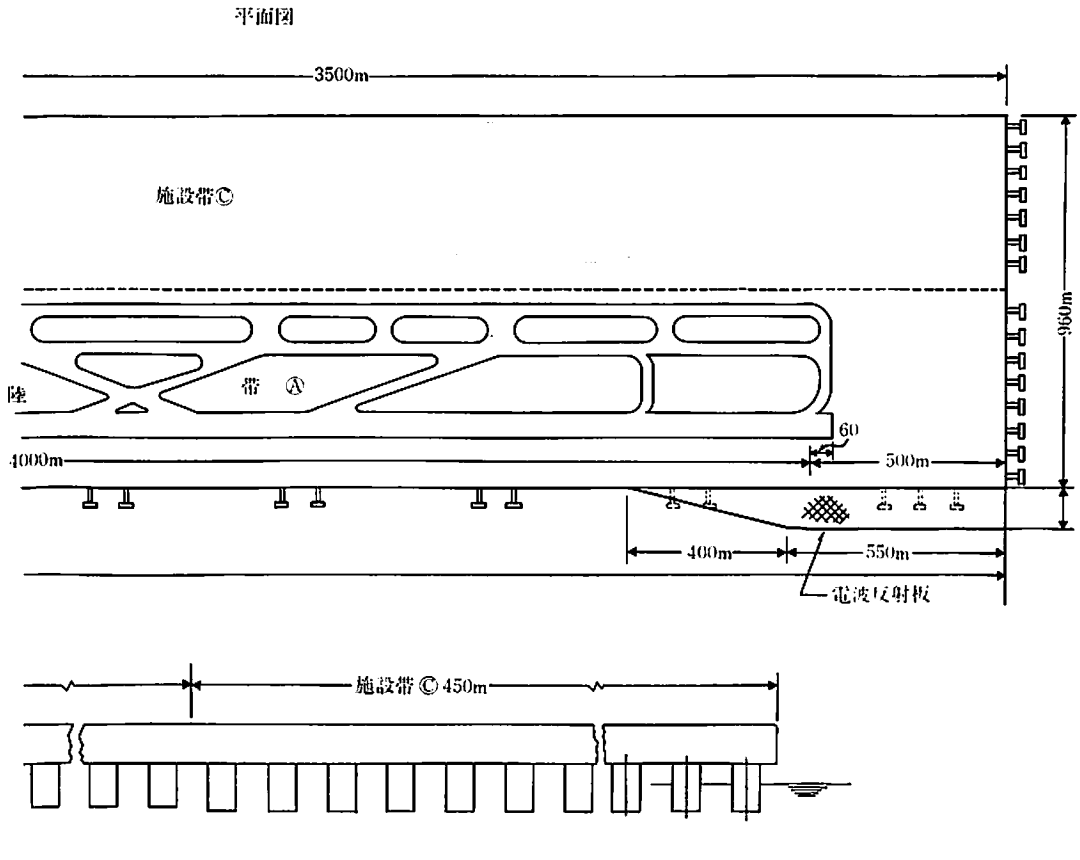


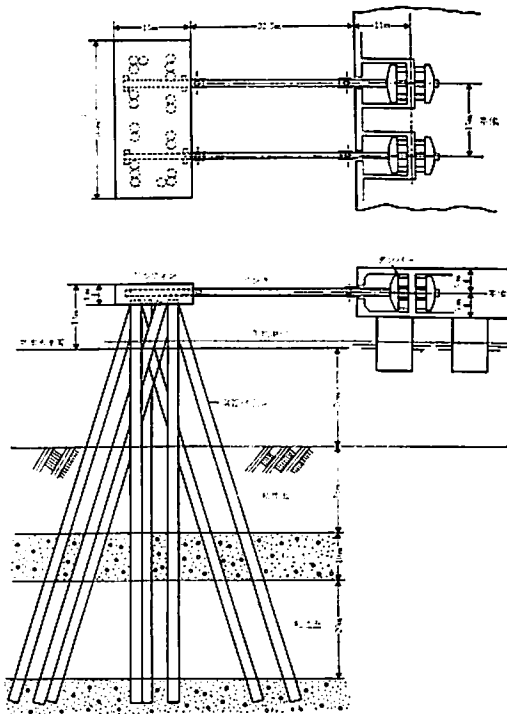
第5図

により最適の大きさ、形状、配列が選択されるであろう。

5. 係留方式

着陸帯A⑧および施設帯C⑨の係留は第6図に示すドルフィンリンク方式によった。即ち、直径2mの鋼管杭20本を海底の軟弱地層約50mを貫通して砂利





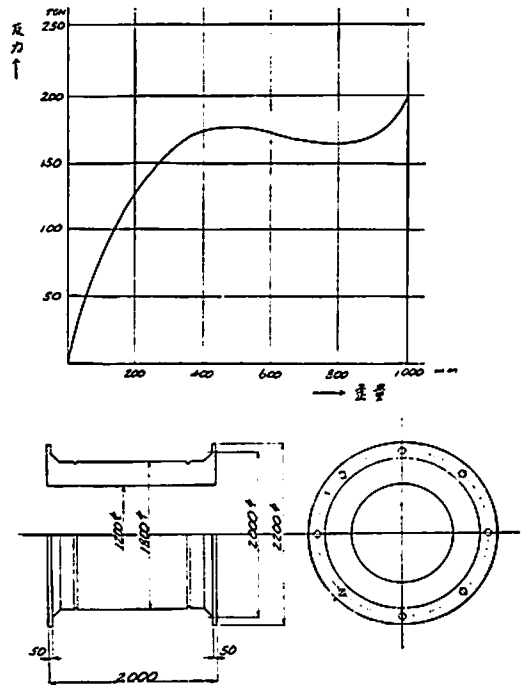
第6図 浮体係留要領図

層まで打込み、その頭部を固結し、一組としたドルフィンの頭部から2本のリンクを出して浮体を係留するものである。リンクの両端は上下左右に揺動しうるヒンチで構成され、浮体との関係にはダンパーを介して結合されている。

この組杭によるドルフィンーリンクを着陸帯④および施設帯⑤の長短2辺にL型に配置している。着陸帯⑥も同様である。

この方式によれば係留されている着陸帯④、施設帯⑤および着陸帯⑥は、潮の干満による上下を妨げず、風・波浪・潮流などで前後左右（水平方向）に揺動するのはきわめて少なくすることができる。また、温度による浮体の伸縮も自由に拘束されることはない。

ダンパーは第7図のごとき防舷材で1リンクに6個あり、合計1,000tを受持ち、移動可能量は±1mである。ダンパーはドルフィンに作用する外力、即ち風・波・潮流・干満・温度変化によるものを受持つことは勿論であるが、剛性の高いドルフィンと浮体との間に軟かいパネを入れた形として、相互に働く不均一の力を平均させると共に、地震時、海底の振動を吸集し、浮体本体およびドルフィンーリンク共に損傷をうけさせない役目を果たすものである。



第7図

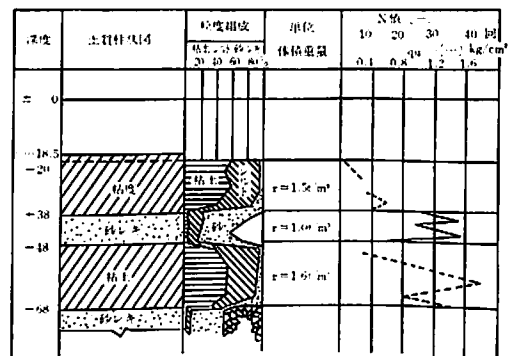
6. 設計条件と浮体の挙動

浮体の挙動および物量の算出に対し、航空審議会答申の関係資料を参考とし、次のような自然条件および航空機荷重を前提とした。

1) 自然条件

- 水深 20m ○干満差 1.62m
- 高潮偏差 1.6m ○夏冬の浮体温度差 33℃
- 基本風速 平常時 25m/s 荒天時 50m/s
- 有義波高 平常時 3.3m 荒天時 4.8m
- 海底地質 航空審議会資料に基づく（第8図）

2) 航空機荷重 500t



第8図 泉州沖海底地質

3) 平常時の浮体の挙動

- 風・波・潮流によるドリフト量(横方向で)約5cm
- 波のための浮体の上下の動き 滑走路部分で±1cm以内
- 波のための浮体の傾き ILSアンテナ, VASIS取付部で1/10,000以内
- 航空機500tによる浮体の沈下量(航空機の直下において)約3cm
- 干満による上下の移動量1.62m
- 温度変動による着陸帯の伸縮長手方向約2m横方向(R/Wの位置で)約7.5cm
- 浮体上甲板と下甲板の温度差による反り, 浮体外縁部の下がり18cm, 同傾斜1.2/1,000, R/W部分の傾斜1/10,000以内

4) 異常時の浮体に働く外力および係留力

着陸帯④および施設帯③は航空機や施設の風圧を考慮に入れて下記のように算定される。ドルフィン1基当りの許容負担力は2,000tであり, そのときの杭の押込安全率3.2, 引抜安全率16.3である。

	外力	ドルフィンの数	ドルフィン1基当りの外力
横方向	33,000t	22基	1,500t
縦方向	18,500t	15基	1,230t

この1基当りの外力は平均荷重であり, ドルフィン・浮体間の寸法誤差や浮体に作用する外力の不均一などから生ずる外力, 並びに浮体の干満温度伸縮やダンパーの変形などによるリンクの傾斜のために生ずる力などを追加しても許容荷重以内である。

7. 空港の機能その他

滑走路の配置および空港容量などについては既述の通りであるが, ここでは陸上空港と趣を異にする浮体特有の問題をとり上げる。

R/W端から着陸帯端までの距離は主滑走路で500m, 副滑走路で400mであり, 離着陸管制用諸装置を設けるのには十分な距離である。更にこれより外方にそれぞれ400~500m電波高度計用の反射板があり, 進入灯はこの上に設けられる。

計器着陸装置用のLLZアンテナはR/W端から300m外方, 着陸帯端からは内方に200mで, 波による影響は端から150m入るときわめて小さくなるので, この部分の波による動揺は殆んどない。GPアンテナはR/W端から350m内側の沿岸側に取付けられる。沿岸側からの波はきわめて小さく, かつ, 電波反射板は第4図に示すごとく周囲を囲われた支

持浮体となっているので波による動揺はない。ただ, 温度伸縮によるため1.2/1,000の傾斜がある。

進入角標示灯(VASIS)はR/W端より内方, R/Wを挟んで両側に設けられる。この部分は波の影響をうける端から遠く離れており, かつ, 着陸帯中心線に近いので波による動揺, 温度伸縮による傾斜ともきわめて小さい。なおVASISはGPアンテナと共に一般に作動方向は風下例となるので一層波の影響は少ない。その他の航空保安無線施設・灯火等の管制施設は陸上空港の場合と同様でよい。

施設帯浮体は前記のごとく運航管理施設, 乗客の乗降り, 貨物の搭載, 取卸し, 航空機の整備施設が主なもので, 空港管理施設, 旅客・貨物ターミナルなどは沿岸側である。これの所要面積は航空審議会答申の関係資料および大阪科学技術センター案を参照し, 沖側および沿岸側にそれぞれ225haおよび160haと想定される。

浮体工法については浮体の内部が有効に活用するので沖側の上面面積は225haの約70%で157ha(450m×3,500m)とした。従ってその差の68ha分は浮体の内部を利用することとなるわけで, これは157haの43%に相当する。

即ち, 内部は上面と対応した施設, 例えば格納庫の下は部品庫, 貨物ターミナルの下は貨物の保管および荷捌きというようになる。その他道路, ランプ車輻置場, ユーティリーなどが内部に設けられる。

航空機整備地区のうち修理工場は前述の地域との関連の上からも, また塩害などの面からも施設帯①, 或いは沿岸部の適地に設けるのがよからう。

施設帯③と着陸帯④との間の航空機橋⑤は浮体④③とほぼ同様の浮体構造である。沿岸側との連絡橋⑤は着陸帯④の箱の中を通り抜けるので, 浮体の干満に呼応しうよう一部可動橋となる。

その他の管理施設については陸上の場合とほぼ同じ方式でよからうと考えられる。

8. 建設

前記の設計条件に基づいて算定した鋼材加工重量は第2表の通りで合計550万t, 建設費約1兆4,000億円である。これは各施設費用は含まず土地造成に見合う分である。

これらは全国各造船所, 鉄工所で分担製作されたパネルおよびパーツを, 大阪湾およびその付近の造船所の大型ドックに集結, 約75m×450m程度のユニットに組立てられ, あらかじめ先行建設されたドルフィンのL型配置の角の部分から順次幅方向, 長

第2表 着陸帯④⑤および施設帯③の概要

	着陸帯 ④	着陸帯 ⑤	施設帯 ③
総面積	約 225 ha	約 164 ha	約 157 ha
本体	5,000m×510m×10m 鋼製箱形	4,000m×410m×10m 鋼製箱形	3,500m×450m×10m 鋼製箱形
支持浮体	円筒コラム形 約10,000個	同 左 約 7,000個	同 左 約 7,000個
鋼材加工重量	約 230万トン	約 150万トン	約 170万トン

手方向につき足される。ユニットの結合は溶接接合である。接合は水中部分は皆無ですべて空中で行なわれる。

ドルフィンは海上足場などを用い、正確な位置に杭打が行なわれる。

これらに要する期間はほぼ4年と見込まれる。因みにわが国造船の最盛期昭和49年の建造実績は加工鋼材重量約600万tであった。

防蝕は最近の海洋構造物に対して世界で最も実績の多いタールエポキシ塗装を行なうこととし、ドック内のユニットで施行され、現地接合後補修される。水中部分は電気防蝕による。この防蝕方法と通常のメンテナンスによって橋梁と同様の寿命が期待される。支持浮体は浮遊物などによる損傷も考えられるので各個に取外し、修理或いは取換えることも容易な構造である。

9. 浮体方式の特長

この浮体方式の特長を以下に要約する。

- 1) 着陸帯、施設帯、橋梁などは独立のユニットとなっているので、空港の容量、管制、あるいは騒音その他の制約や条件などによって相互の関係位置を自由に選定することができる。
- 2) 建設に伴う公害が少ない。
- 3) 現場作業が少なく、工場で製作するので工期が早く、管理もやさしい。
- 4) 完成してからの潮流の変化や懸念される環境の悪化が少ない。
- 5) 施設帯エプロンの諸サービス・整備地区での作業および貨物の荷さばきなど、施設帯の箱の内部が効果的に利用できる。
- 6) 完成後のメンテナンスが易しい。
- 7) 地震による被害がない。ドルフィンと浮体の連結部にはダンパーが入っているため双方とも地震で損傷をうけることはない。
- 8) 鋼構造物は切断、溶接は容易であり、改造、拡

張、増設なども容易である。また、将来航空機荷重が増大した場合も中間に支持桁を追加することで容易に補強しうる。

9) 不要となった場合は他に転用するとか、あるいは取払い、スクラップにすることも容易にでき、海底は元の姿にかえすことができる。

10) 日本の自主技術の開発に役立ち、経済的な波及効果も大きい。

10. 結び

浮体方式の海上空港については近年世界で強い関心もたれ、各国で多くのアイデアが発表されている。しかし水深が浅い場合は、経済的に他の工法に比し不利とされており、まだ実現をみたものはない。

今回の関西国際空港に対する本会のセミサブ方式による案は、まえがきで述べたように種々の周囲条件に恵まれ、審議会答申に指摘された浮体工法特有の諸問題は解決し、経済的にも他の工法に比べ、ほぼ拮抗しうるものとなった。

本会では本案をベースとして更に安全性、経済性を高めるべく53年末を目途として挙動・構造・係留などについて詳細な研究・検討に入っている。

一方、運輸省においても52、53年度にわたり政府予算を計上し本工法について安全性・経済性の調査をすることとなり、既に着手されている。

関西国際空港の建設はナショナルプロジェクトとして、国民的コンセンサスに基づき建設が進められるべきであることは言うまでもない。

本案については発表以来既に一部の方から貴重なご意見をいただいているが、更に広く多くの方々からご批判ご意見を仰ぎ、各種の案と共に、この案が更に広い場で検討されて、最も理想的な関西空港の建設に役立てば幸いである。

△

△

船尾外板の振動疲労き裂 およびその防止対策

Statistical Observation of Damage on Stern Structures due to Vibration
by Noboru Tagashira

田 頭 登

日本海事協会船体部

1. 緒言

日本海事協会の船体損傷データ（1971年から1975年までの5年間）によれば、長さ150M以下の中小型船において、船尾タンク部外板に振動疲労に起因すると考えられるき裂が26隻33件報告されている。

近年、大型船においては、構造設計および防食法の改善などにより、船体構造部材の損傷は大幅に減少しているが、振動疲労に起因すると思われる損傷は、船尾タンク部においてかなり発生が報告されている。また中小型船では、高出力機関をとう載し、且つ船型に対する種々の制約のため船尾伴流の流速分布が非定常性の強い船尾形状をもった船舶が多くなり、このような船舶にプロペラ起振力に起因すると考えられる船尾構造部材の振動疲労損傷が発生している。

これらの損傷は、定期的な点検と補修によって解決されているが、船舶の経済的運航に支障を来し、また補修などに多大の費用を要することがある。船体振動応答を予測し、これを防止する技術は、きわめて重要なものであり、各方面で多くの研究がなされている。

本稿では、上記船尾外板のき裂に関し、損傷データによる統計的解析および対策案について述べる。

2. 損傷状況

船尾外板のき裂は、内構部材の損傷に伴って二次的に発生したもの（図-1）と、内構部材の損傷とは無関係に発生したもの（図-2）とに大別できる。前者のき裂は、大型船においても発生しており、後者のき裂は、中小型船のみに発生している。

後者のき裂は、前記外板き裂発生船のうち17隻に報告されており、き裂は大多数が肋骨、桁板等のす

み肉溶接部に沿って発生している。さらに後者のき裂発生船では、内構部材の振動疲労損傷およびプロペラ翼端のキャビテーションエロージョンも併せて報告されている。

損傷の特徴として、き裂は、船尾タンク部のプロペラ近傍満載吃水線下の外板に多く発生しており、き裂部には、変形は認められないなどが挙げられる。

後者のき裂発生船の船体、機関および推進器の要目を表-1に、代表的な船尾構造、配置および損傷状況を図-3に示す。

3. 要因の考察

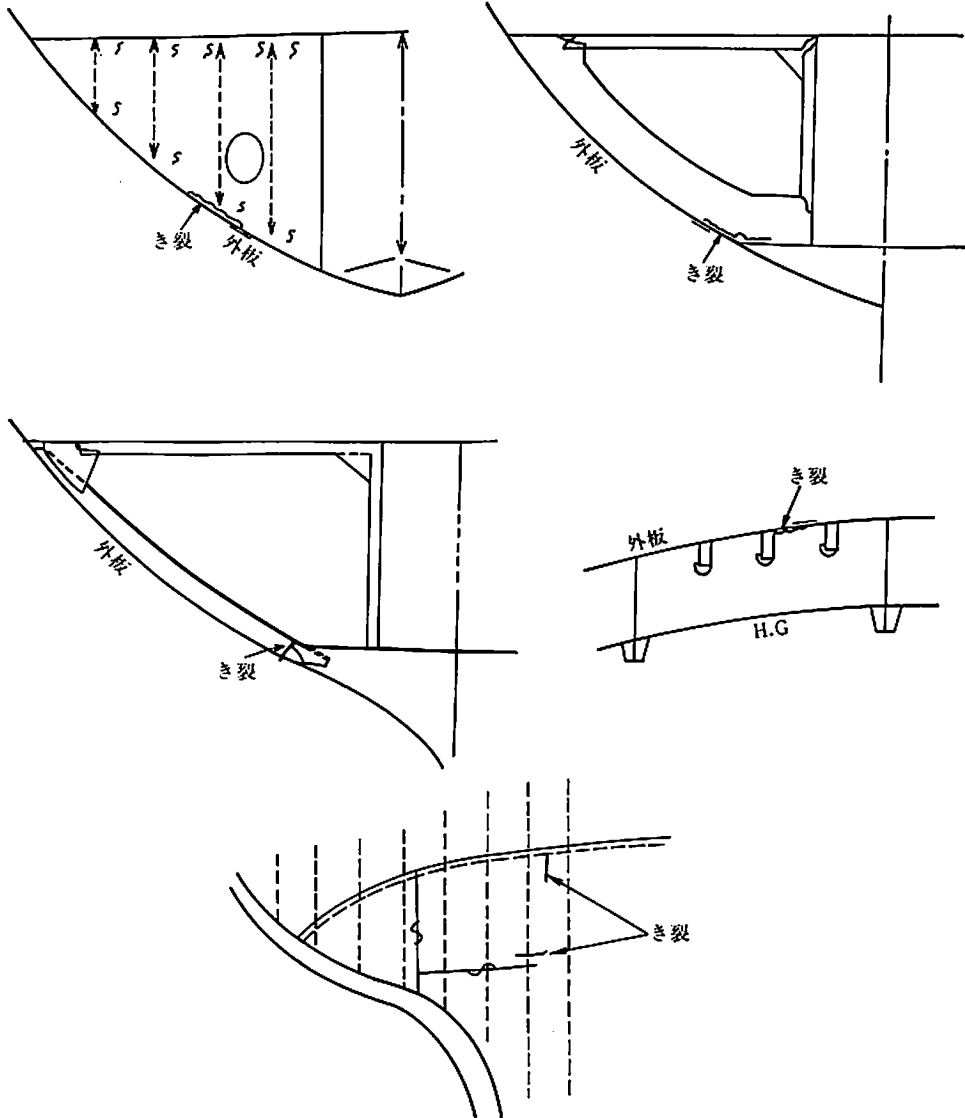
船尾外板のき裂は、プロペラ起振力による高次の繰返し疲労によるものと推定される。従って、損傷原因の解析および対策については、下記の項目について検討する必要がある。

- 1) 起振力の大きさ
- 2) 起振力に対する外板の応答
 - 振動モード
 - 共振
 - 強制振動
- 3) 外板の平均応力および変動応力の大きさ
- 4) 外板の疲労強度特性

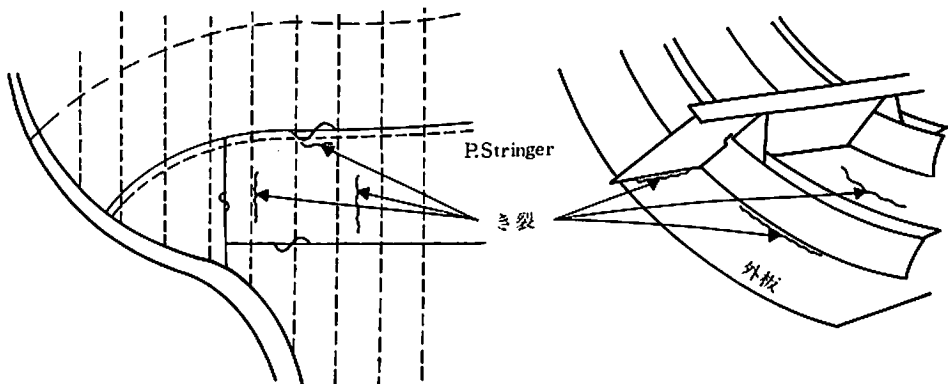
ここでは個々の船について起振力を定量的に算定する資料が不十分なことおよび起振力の伝達機構など振動応答理論に現時点では不明の点が多いことから、実船損傷データにより統計的手法による要因の考察を行なった。

3.1 プロペラ起振力

図一 船尾タンク内構部材および外板のき裂



図二 船尾タンク部外板のき裂



表一 1 損傷船の船体、機関および推進器の要目

番号	L × B × D × d	G. T	用途	建造年月	排水量	航速	Cb	主 機		推 進 器					
								型 式	MCR × rpm	数	径	ピッチ	ピッチ比	展開面総比	
1	105 × 16.6 × 8.4 × 6.82	4307	GA	'67—2	8785	12.5	0.739	2C × 6CY	3500 × 230	1	4	3300	2030	0.615	0.547
2	65 × 11.4 × 5.6 × 5.41	1037	GA	'70—4	3072	13.71	0.766	4 × 6	2500 × 260	1	4	2800	1760	0.629	0.622
3	49.5 × 9.3 × 4.6 × 4.51	591	GA	'69—2	1614	12.5	0.777	4 × 6	1500 × 330	1	4	2300	1230	0.535	0.540
4	101.4 × 16.4 × 8.25 × 6.74	3921	GB	'69—12	8547	13.2	0.762	2 × 6	4100 × 227	1	4	3300	2180	0.660	0.598
5	101.4 × 16.4 × 8.25 × 6.75	3971	GB	'70—5	8560	14.3	0.763	2 × 6	4600 × 225	1	4	3420	2250	0.658	0.600
6	100 × 16.4 × 8.5 × 7.11	3938	EK	'69—3	8941	12.4	0.767	2 × 6	3300 × 217	1	4	3300	2125	0.644	0.563
7	145 × 22.44 × 10.29 × 8.37	7449	HA	'71—10	16318	17.5	0.599	2 × 8	9100 × 136	1	4	5100	4230	0.829	0.617
8	98 × 16 × 5.6 × 5.37	2163	HA	'70—4	5750	14.85	0.683	4 × 12	4800 × 375	1	4	2550	1620	0.635	0.700
9	86.99 × 16 × 5.9 × 5.5	1952	HA	'73—8	4376	15.5	0.570	2 × 6	6000 × 205	1	4	3430	2890	0.843	0.721
10	86 × 14.6 × 5.16 × 3.61	1947	HA	'64—2	2735	13.5	0.603	4 × 6	2000 × 260	1	4	2600	1940	0.746	0.502
11	74.5 × 12 × 5.6 × 4.66	1725	BA	'72—12	3102	12.5	0.745	4 × 6	1350 × 385	2	4	1950	1270	0.651	0.576
12	63.5 × 12 × 5.5 × 4.66	1438	BA	'74—3	2490	12.0	0.701	4 × 6	2200 × 330	1	4	2300	1540	0.670	
13	61 × 10.7 × 5.15 × 4.02	999	BA	'69—5	1834	12.905	0.699	4 × 6	1750 × 280	1	4	2500	1650	0.660	0.553
14	42.5 × 8.2 × 3.6 × 2.95	448	BA	'64—10	716	10.0	0.696	4 × 6	600 × 400	1	4	1630	1040	0.638	0.461
15	72.91 × 14.98 × 4.6 × 4.4	3616	GG	'66—4	3618	10.5	0.753	4 × 6	1000 × 600/303	2	4	2200	1410	0.641	0.400
16	92 × 15.4 × 8.4 × 6.99	2962	EI	'73—11	7530	13.2	0.760	4 × 6	2100 × 600/270	2	4	2600	1820	0.700	0.550
17	60.4 × 12.5 × 4.6 × 3.35	920	JQ	'76—3	1940	12.3	0.767	4 × 6	1700 × 568/251	2	4	2200	2140	0.973	0.880

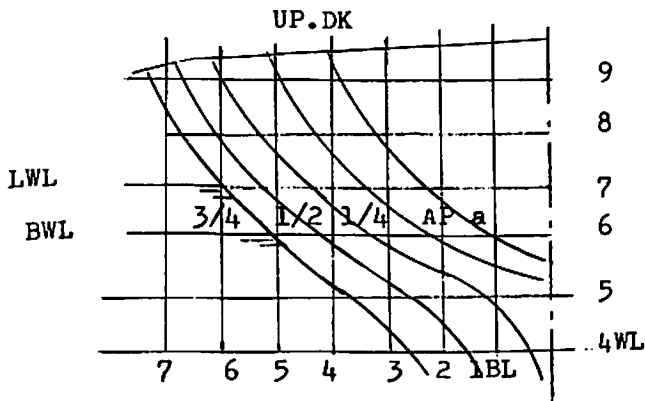
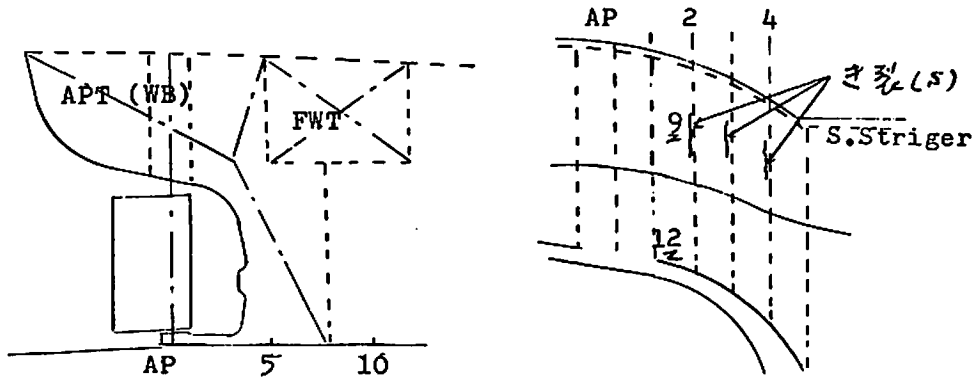
注) 1. 用途 GA: 一般貨物, GB: 木材, EK: セメント, HA: 自動車, BA: 加圧LPG, G.G: 重量物, EI: 赤泥, JQ: 補給船。

2. フロベラは全て固定翼。

3. 2C × 6CY: 2 cycle 6 cylinder.

図-3 船尾構造, 配置およびき裂状況

損傷船-6



損傷船-13

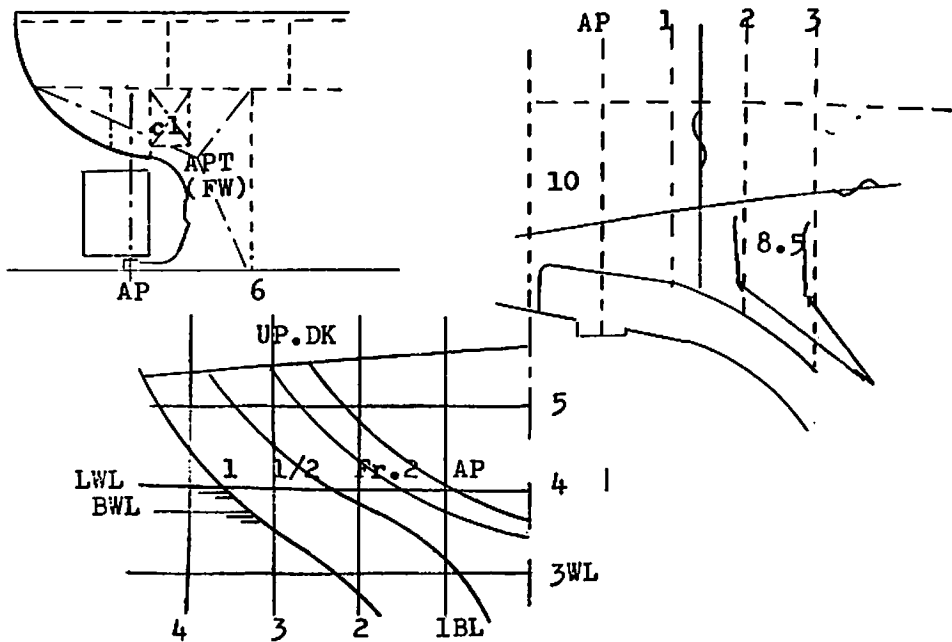
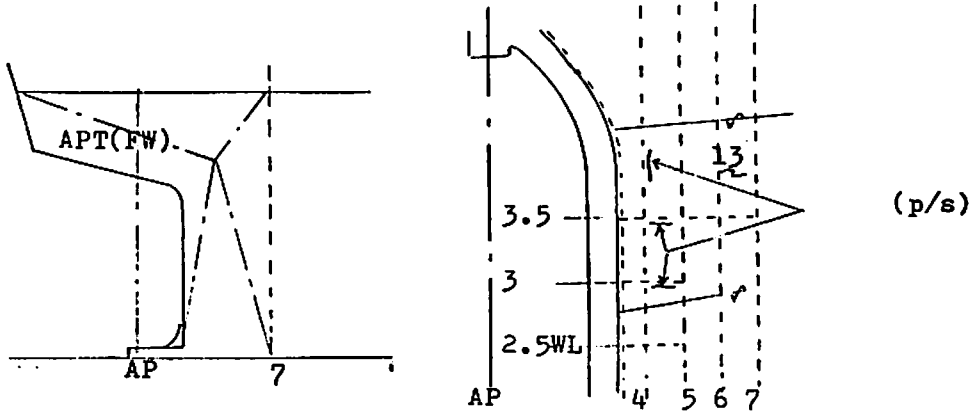
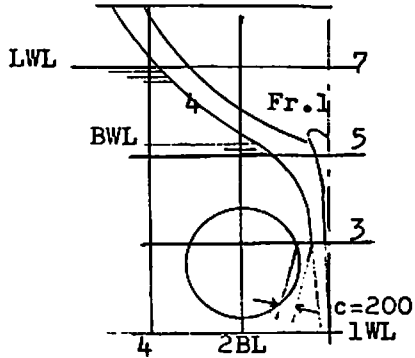


图-3(2)

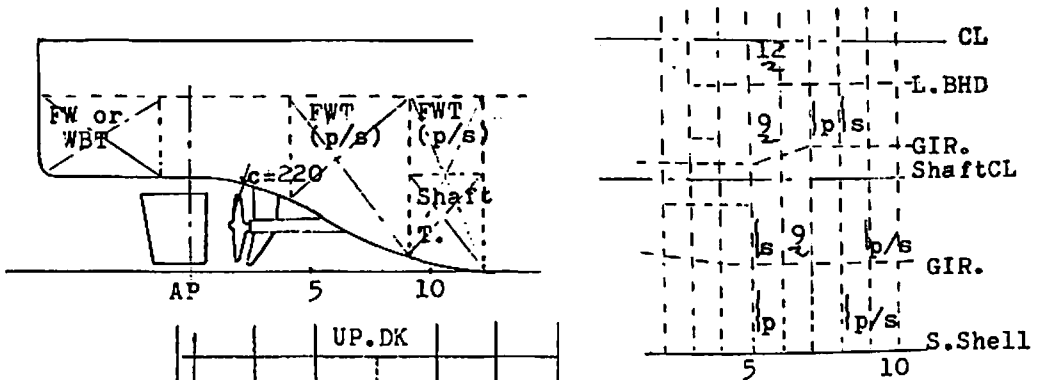
损伤船-16



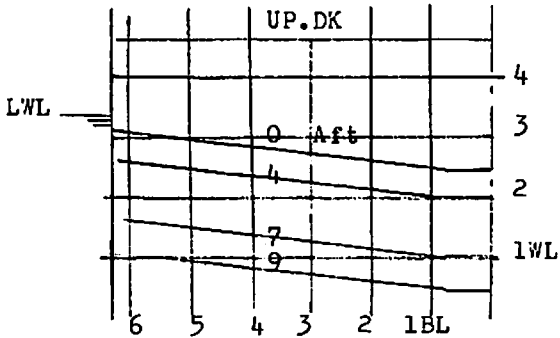
UP. DK



损伤船-17



UP. DK



プロペラが水中で回転する場合、プロペラ近傍の船体表面に水圧変動として発現するサーフェスフォースと、不均一流れによりプロペラ各翼がトルク変動、スラスト変動を受けることにより発生するベアリングフォースが起振力となる。さらに、プロペラ翼にキャビテーションが発生した場合も大きな船体振動を誘起することがある。これら起振力は、軸馬力、船体および船尾形状、プロペラ特性、プロペラと船体各部の間隔などにより複雑に変化する。

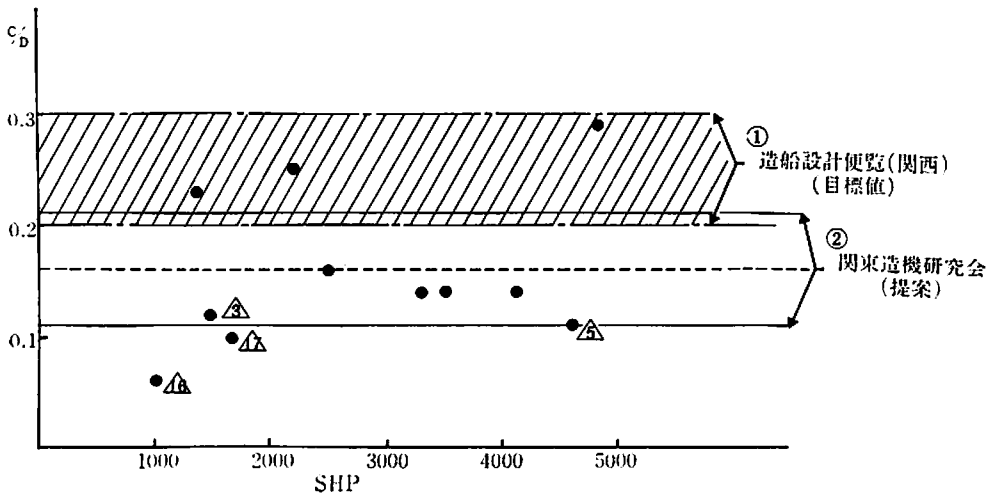
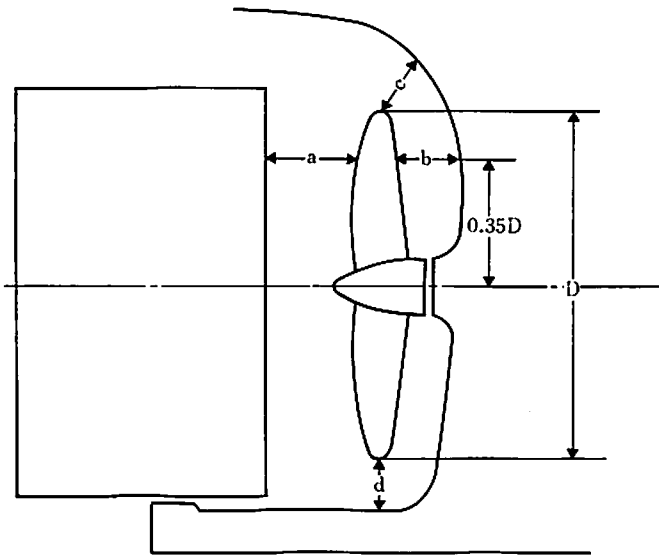
プロペラと船体各部の間隔について、現在一般に推奨されている値（表-2）と損傷船について整理したものが図-4である。

損傷状況で述べた17隻の損傷船のうち6隻は、ト

ルクッチ、起振力減少、キャビテーション対策のためプロペラを新替しており、また9隻は起振力減少、翼端キャビテーションエロージョン対策のため翼端カット工事が施行されている。図-4からプロペラと船体各部の間隔が著しく小であるため、大きな振動が発生したと思われる船舶のほか、従来の使用実績から経験的に採用されているプロペラの設計法はそのまま使用できない船舶もあると考えられる。

プロペラ起振力の減少について多くの提案がなされている。当会においては、プロペラと船体のマッチングに関し、船体、プロペラ、軸系などの損傷データをもとに統計解析の準備が進められている。

図-4 プロペラと船体各部の距離



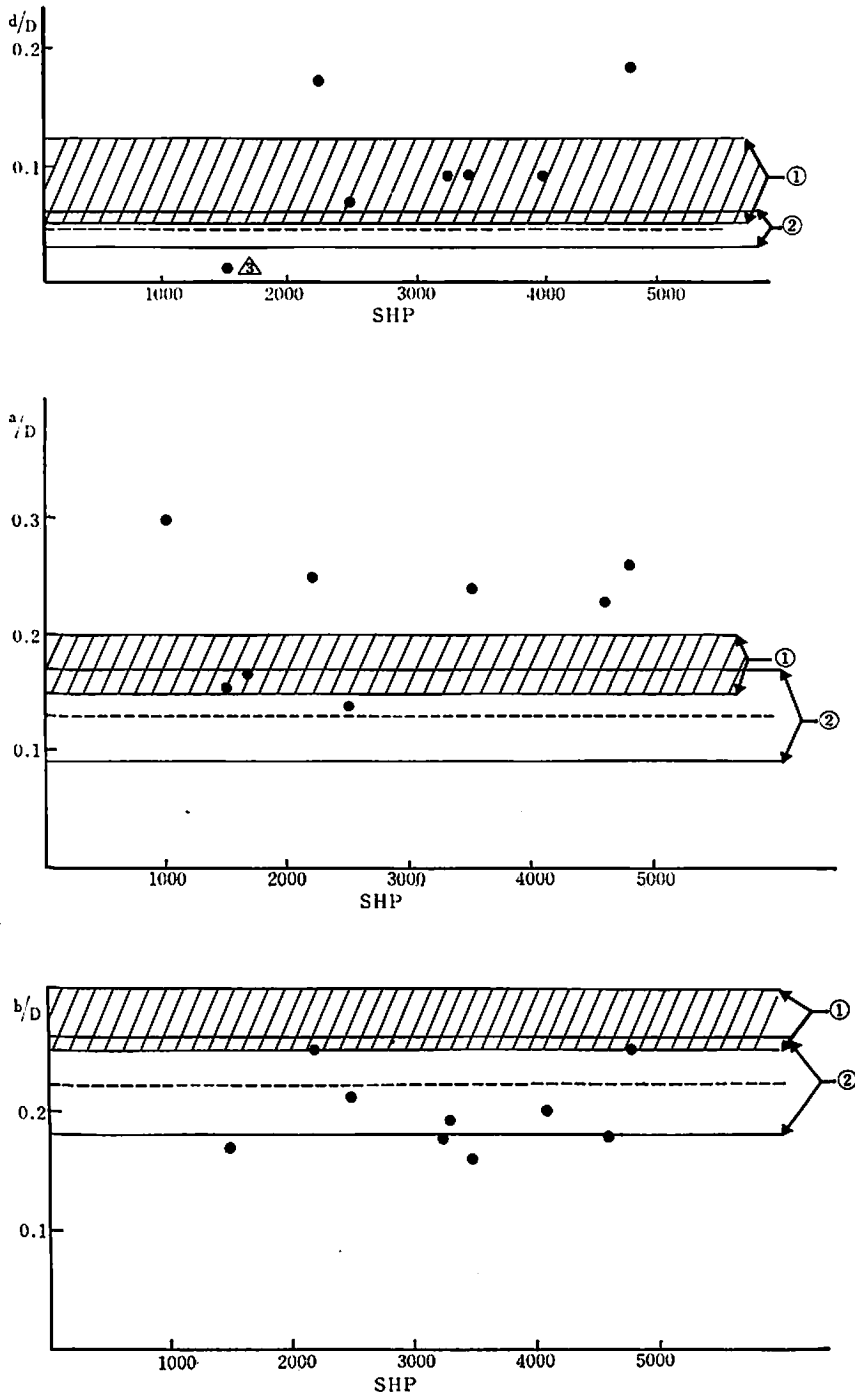
3. 2 起振力に対する外板の応答

外板が振動する場合、振動モードによって周辺条件が異なる。防撓板の自由振動時における各振動モードに対する応力分布の研究は報告されているが、起振力の伝達およびこれに対応する部材の振動モード

は理論的に説明されていない。

損傷外板は、船体外部の海水およびタンク中の液体と接して振動している。防撓板が液体中で振動するとき、液体の付加重量により固有振動数は低下する。この場合、付加重量は防撓板の振動形、液体の

図-4(2)



(注) 2軸船では1軸当りの馬力。△は表-1の損傷船の番号

表-2 プロペラと船体各部の間隔

		a/D	b/D	c/D	d/D	
目標値(実績より)		0.15~0.20	0.25~0.30	0.20~0.30	0.05~0.12	
1 軸	LR	3 翼	$[0.12, t/D]$	$[1.8k_1, 0.10]$	$[1.2k_1, 0.10]$	0.03
		4 翼	"	$[1.5k_1, 0.10]$	$[1.0k_1, 0.10]$	"
		5 翼	"	$[1.275k_1, 0.15]$	$[0.85k_1, 0.10]$	"
		9 翼	"	$[1.125k_1, 0.15]$	$[0.75k_1, 0.10]$	"
	NV		0.1	0.35—0.02Z	0.24—0.01Z	0.035
	BV	3 翼	$[0.12, t/D]$	$[1.20F, 0.15]$	$[0.80F, 0.1]$	0.03
		4 翼	"	$[0.97F, 0.15]$	$[0.65F, 0.1]$	"
		5 翼	"	$[0.825F, 0.15]$	$[0.55F, 0.1]$	"
		6 翼	"	$[0.75F, 0.15]$	$[0.50F, 0.1]$	"
	Institute de Recherches		0.06~0.10	0.15~0.17	0.07	0.04
NPL		0.08~0.15	0.20	0.08~0.10	0.02~0.03	
NSMB		0.08~0.12	0.15~0.20	0.10~0.12	0.03	
van Lammeren		0.056	0.134	0.082	0.025	
関東造船研究会		0.09~0.17	0.18~0.26	0.11~0.21	0.03~0.06	
2 軸			Tip-hull clearance		Clearance between propeller and shaft bracket or bossing	
	LR	3 翼	0.2D以上	1.2 k_1 D まで	0.15D以上 1.2 k_1 D まで	
		4 翼	0.2D "	1.0 k_1 D "	0.15D " 1.0 k_1 D "	
		5 翼	0.16D "	0.85 k_1 D "	0.15D " 0.85 k_1 D "	
		6 翼	0.16D "	0.75 k_1 D "	0.15D " 0.75 k_1 D "	
	NV		$(0.30-0.01Z)D$		—	
BV	3 翼	$[0.80FD, 0.20D]$		$[tip\ clearance, 0.15D]$		
	4 翼	$[0.65FD, 0.20D]$		"		
	5 翼	$[0.55FD, 0.16D]$		"		
	6 翼	$[0.50FD, 0.16D]$		"		

注 [] はいずれか大きい方の値を用いることを示す。

LR (1974), NV (1974), BV (1973)

LR : $k_1 - (0.1 + L/3050)(2.55C_b \text{SHP}/L^2 + 0.3)$

$k_1 - (0.1 + L/3050)(1.28C_b \text{SHP}/L^2 + 0.3)$

SHP—計画最大軸馬力 (2軸の場合は合計馬力)

t —Shaft center line より 0.7R の所における舵の最大厚さ

NV : Z—推進器翼数

なお、推進器の前方において船体部水線の後翼部の半径及び角度 ϕ はできるだけ小とすること

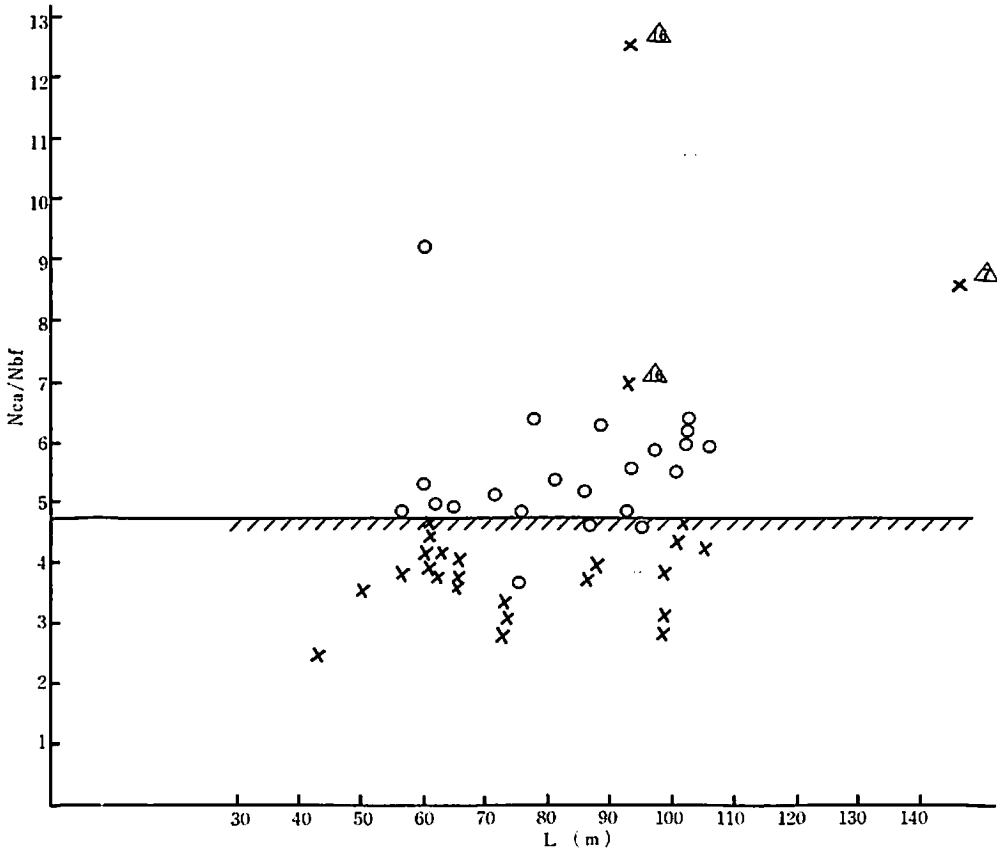
BV : $F - (C_b \text{SHP})^{2/3} / (10L)$

SHP—各軸における計画最大軸馬力

t —舵の最大厚さ

ここに、L—船の長さ (m), C_b —満載吃水における方形係数

図一五 翼回転数と外板パネル空中固有振動数の比。○非損傷船、×損傷船



ひろがり、液体の運動などによって異り、複雑である。

簡単のため、損傷船、非損傷船について肋骨および船側縦通材にかこまれた最小パネルを取り出し、周辺支持の平板として空中および水中における最低固有振動数を次式を用いて計算し、翼回転数との比を整理したものが図一五および六である。また損傷船の主機出力と外板パネルの固有振動数の関係を図一七に示す。

$$N_{cw} = Kp \times N_{ca} \quad (1)$$

$$N_{ca} = \lambda \frac{\pi}{2S^2} \sqrt{\frac{Dg}{\gamma t}} \quad (2)$$

N_{cw} ; 水中における最低固有振動数

N_{ca} ; 空中における最低固有振動数

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)} ; \text{板の曲げ剛性}$$

r ; 板の単位体積当りの重量

g ; 重力加速度

λ ; 支持条件による係数

四辺支持の場合 $\lambda = 1 + S^2/a^2$

S ; 短辺の長さ

a ; 長辺の長さ

$$Kp = \left[1 + \frac{r_w \times C \times S}{\pi r t \sqrt{\lambda}} \right]^{-\frac{1}{2}} ; \text{接水による固有振動数低下率}$$

r_w ; 液体の単位体積当りの重量

C ; 係数

片面接水の場合 $C = 1$

内面接水の場合 $C = 2$

これらの図からき裂は、外板パネルの固有振動数と起振外力の周波数が共振した場合、起振外力が非常に大きい場合に発生しているが、外板パネルの空中固有振動数と翼回転数の比が 4.7 (接水振動数では 1.9) 以下のものが大多数であることがわかる。従って起振力の減少対策に制約のある中小型船では、翼回転数および強制力の大きさに応じて固有振動数 (剛性) に下限を設ける必要があると考えられる。

3.3 外板の応力及び疲労強度特性

船尾タンク部外板は、タンク中の液体および船体

図-6 翼回転数と外板パネル固有振動数（接水）との比

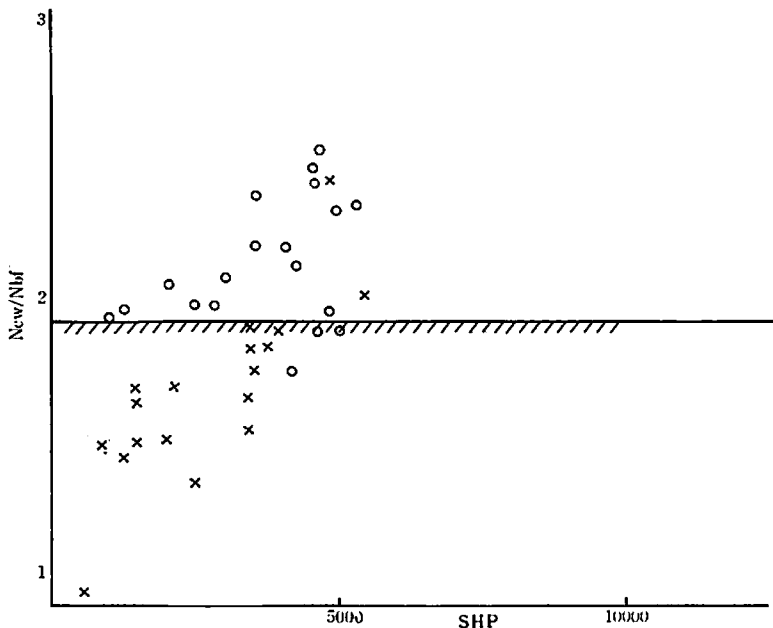
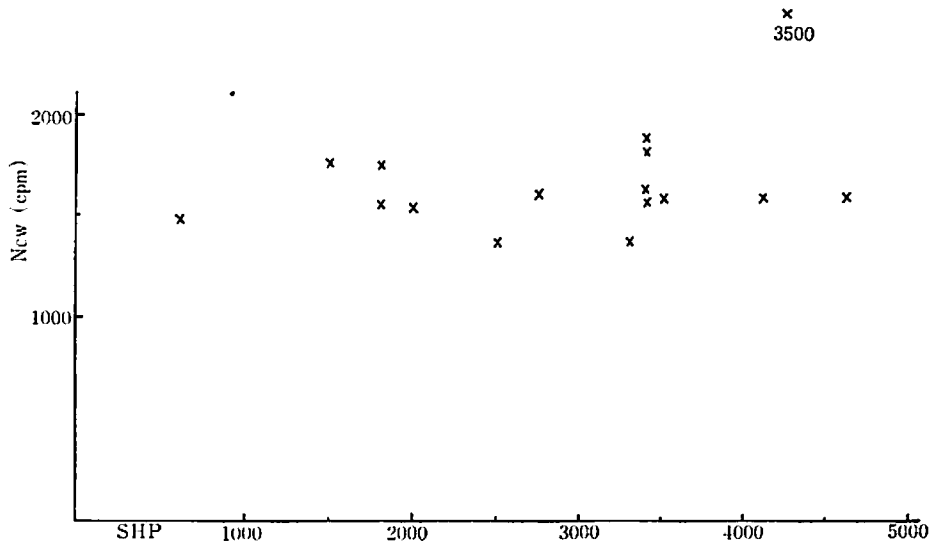


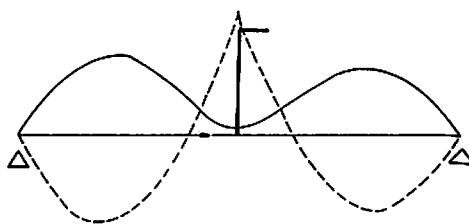
図-7 損傷外板パネルの最低固有振動数（接水）



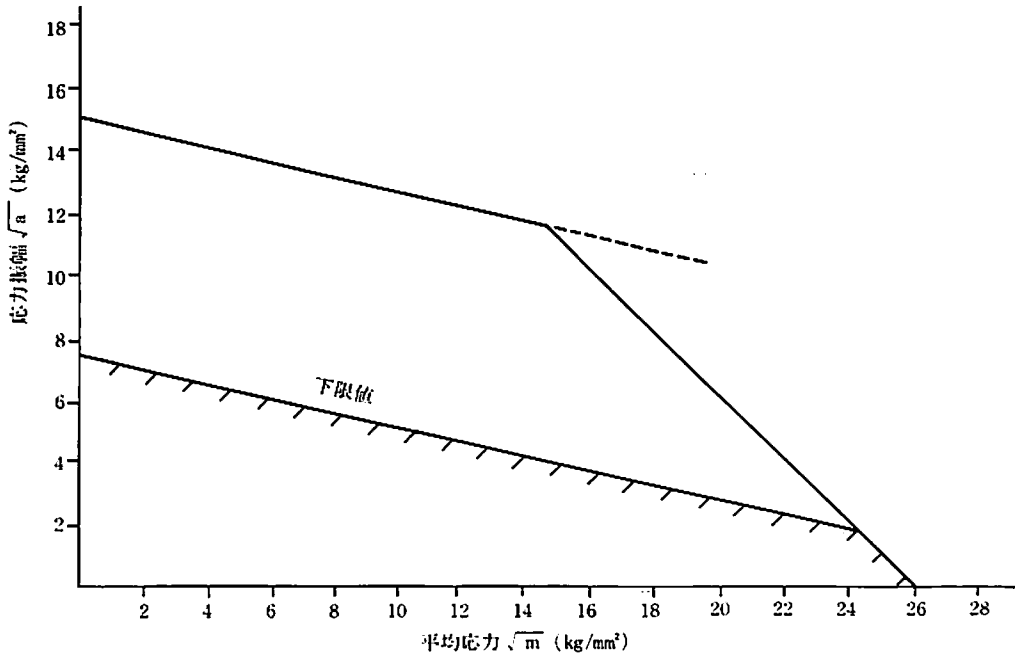
外部の海水と接しており、これら液体の圧力および振動による変動圧力さらにプロペラ近傍ではプロペラ回転による変動水圧力を受けている。前者は、外板に平均応力を発生させ、後者は、外板に繰返し応力を発生させる。

外板き裂発生位置は、大多数が肋骨、桁板等と外板固着すみ肉溶接部のすみ肉のトウ部である。一方に補強した防撓板の振動の固有値および応力状態を求めた研究によると、振動時、防撓機の面外変位および振りのための角変位による慣性力のため、防

図-8 防撓板の振動モードおよび応力分布例



図一9 Tすみ肉溶接疲労限度線図(推定)



撓材の接合部には集中力および集中モーメントが作用し、接合部に大きな曲げ応力が生じることが報告されている。(図一8)

構造用材料および溶接継手部の疲労強度に関しては多くの研究がなされているが、防撓板の撓み振動による疲労強度に関しては、接合部の形状係数、腐食疲労などをあわせて考慮する必要があるが、これに関する資料はほとんど整備されていない。十字すみ肉溶接継手の片振り疲労試験データにより、切欠きが存在するTすみ肉溶接継手の繰返し数 10^7 回における曲げ疲労限度線図を推定したものが図一9である。

通常、多板と肋骨の溶接は下向きすみ肉溶接であり、アンダーカットなどの大きな切欠きが発生する可能性は少ない。すみ肉溶接のトウの形状による切欠き効果または実船の繰返し数は 10^7 回を超えることを考慮して下限値を定めた。

等分布荷重を受ける4辺固定矩形板の最大応力は長辺の中央部に生じ次式により求められる。

$$\sigma_{max} = a P S^2 / t^2 \quad (3)$$

a : (3)最大応力係数

P : 単位面積当りの等分布荷重

ここで、平均応力を σ_m 、変動応力を σ_a とすると(3)式から

$$\sigma_m = ah S^2 / t^2 \quad (4)$$

h : 水頭

$$\sigma_a = a P_a S^2 / t^2 \quad (5)$$

P_a : 変動圧力

が得られる。また図一9の疲労限度線図から、き裂外板の平均応力と変動応力の関係は次式により表される。

$$\sigma_a \geq -\frac{3}{13} \sigma_m + 7.5 \quad (6)$$

外板に作用する変動圧力は、起振力および起振力に対する外板の応答並びに外板の共振曲線などにより求められるが、これらの資料がないので(4)式、(5)式および(6)式によりき裂外板に発生したと考えられる変動圧力限界値を求め、主機馬力について整理したものが図一10である。

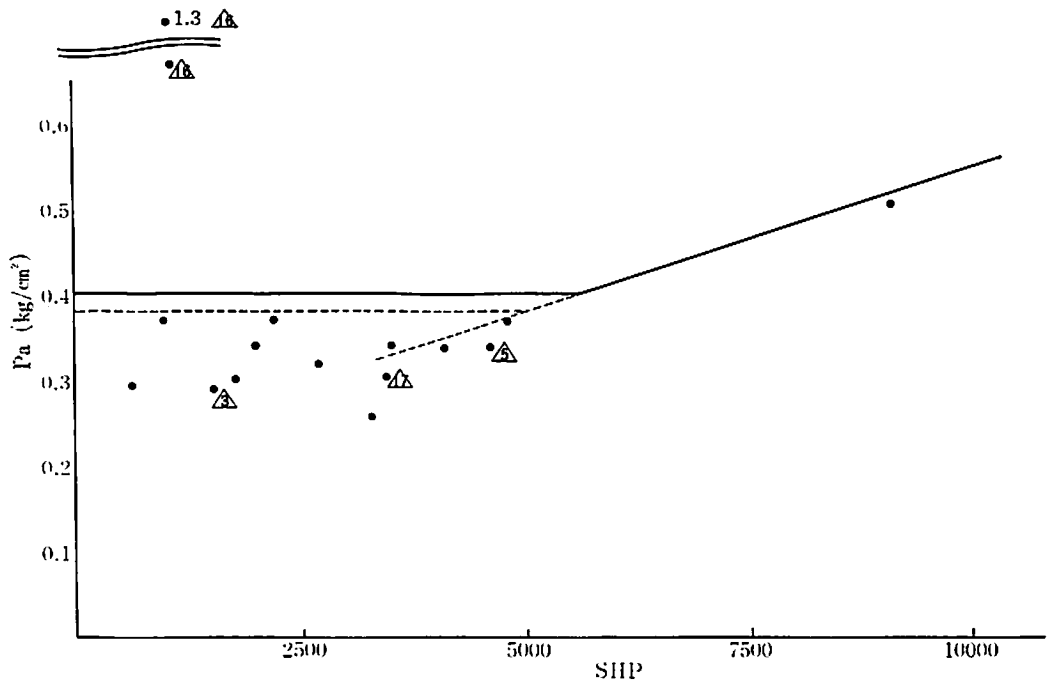
図一10から起振力が非常に大きいと考えられる1船を除き、変動圧力限界値は5,000馬力以下のものでは、 0.35 kg/cm^2 以下となっていることがわかる。これは、外板パネルが起振源の周波数と共振した場合でも、接水振動であるため、減衰がパネルの剛性に依りて大きいことおよび板の撓みが大きくなった場合膜力が生じて減衰がさらに大きくなるためと考えられる。

4. き裂防止対策

4.1 船尾タンク部の外板の板厚

損傷船、非損傷船の船尾外板の厚さについて、当会規則要求値との比較を整理したものが図一11であ

図-10 損傷船の船尾外板変動圧力推定値



る。

規則C 編16章16.4.3本文において「なお、船尾に機関を備える船舶及び高馬力の船舶では、さらに外板の厚さについて特別の考慮を払わなければならない」と規定されている。損傷要因の考察の項で述べたように起振力減少対策に制約があり、また振動応答理論に不明の点の多い現時点では、外板の剛性に起振源の周波数および強制力の大きさに応じて下限値を設ける必要がある。

図-5から外板最小パネルの空中最低固有振動数と翼回転数の比を4.7以上とすると式(2)から

$$Nca/Nbf = \lambda \frac{\pi}{2S^2} \sqrt{\frac{Dg}{\gamma t}} / Nbf \geq 4.7$$

となり、これより

$$t \geq 32.2 \times \frac{1}{\lambda} \times S^2 \times Nbf \times 10^{-3} \text{ (m)} \quad (7)$$

ここに

$$\lambda = 1 + S^2/a^2$$

S ; 短形板の短辺の長さ (m)

a ; 短形板の長辺の長さ (m)

Nbf ; プロペラ翼回転数 (cpm)

(プロペラ翼数×軸回転数)

さらに、外板に作用する変動限界圧力 P_a は、図-10から主機出力5,500馬力以下では、 0.4 kg/cm^2 とし、5,500馬力以上の中型船ではフレームスペースは一定であり、外板の曲げ剛性が比較的大きくなり、板厚変化による減衰率の変化が比較的小さいことから主機馬力に略々比例すると仮定すると

$$HP < 5500 \quad P_a = 0.4 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (8)$$

$$HP > 5500 \quad P_a = kHP + C \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (9)$$

図-10から k および C の値を求め

$$P_a = 3.22 \times 10^{-5} HP + 0.22 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (10)$$

式(4)(5)及び(6)から (板の自重による応力は考慮せず)

$$t \geq 10.12S \sqrt{\alpha(13P_a + 0.3h)} \text{ (mm)} \quad (11)$$

ここに

$$P_a = 3.22 \times 10^{-5} HP + 0.22$$

但し $HP \leq 5500$ では $P_a = 0.4$

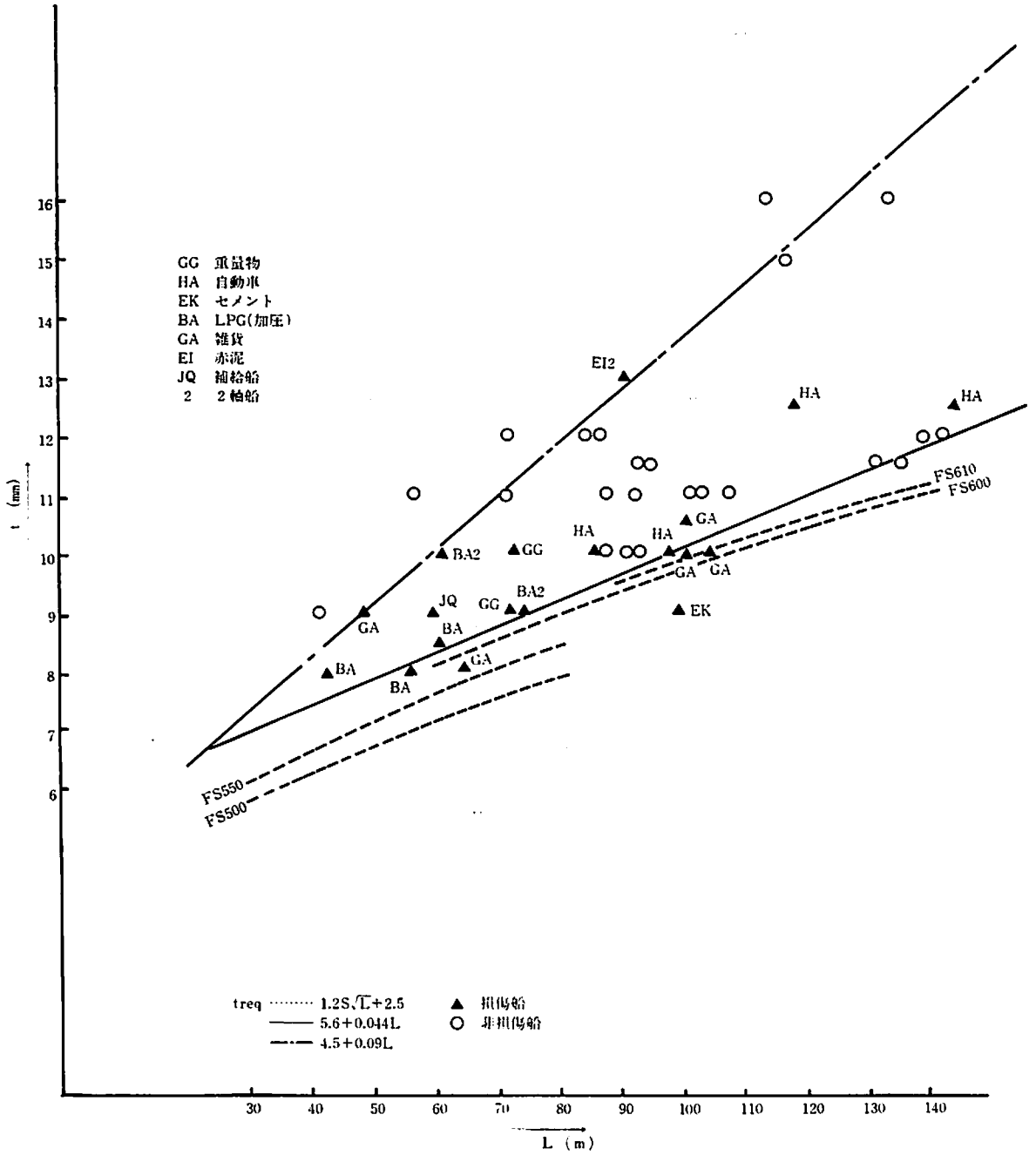
HP ; 主機出力 (PS)

h ; タンク水頭 (m)

α ; 四辺固定矩形板の最大応力係数で次による

a/S	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	∞
α	0.308	0.349	0.384	0.412	0.436	0.454	0.468	0.480	0.487	0.493	0.498	0.500

図-11 き裂外板の板厚の規則との比較



船尾タンク部プロペラ近傍の外板の厚さは上記(7)および(8)式のいずれかを満足させることが望ましい。

4. 2 船尾タンク内構造部材

緒言で述べたように船尾タンク部においては、内部構造部材の振動疲労き裂がかなり発生しており、その一部は外板き裂へ進展し、経済運航に支障を来している。

船尾部には多くの起振源があり、振動疲労に関し悪い環境にある。また船尾タンク部は部材形状に複雑なものが多く、部材の固有振動数の計算誤差が大きくなる。さらに起振源に近いことから、強制振動によると考えられる損傷も発生しており、理論解析を複雑にしている。

当会ではこれらの損傷に関し、損傷データによる統計解析作業および簡易振動計算プログラムの開発を進めている。現時点における解析結果および損傷対策について次に列記する。

- (1)肋骨のき裂および桁板等のき裂で外板固着部に発生したものは、き裂発生後比較的早い時期に外板き裂に進展する。
- (2)き裂は、部材取合部に大多数発生しているが、構造的な応力集中が大きな作用をしていると考えられるものがある。
- (3)部材の種類および起振源からの距離によりき裂発生部材群の剛性(固有振動数)が異なるようである。
- (4)小型船では、部材固有振動数とプロペラ翼回転数との比が1.65以下のものに多く発生している。これは、小型船では4サイクル6気筒の機関が多く採用されていることから、機関起振力との共振が考えられる。
- (5)水密隔壁板、制水板などでは防撓材に沿ったき裂が多く発生している。これは3.3で述べたように防撓材の面外変位および振りによる角変位による慣性力によるものと考えられる。従って、防撓材の剛性を増すと共にスパンの長いものではパネル分割を兼ね、倒れ止めを配置することが有効と考えられる。
- (6)カーリングを入れてパネルの剛性を上げる場合は、防撓板としての固有振動数が低下しないように設ける必要がある。
- (7)各部材の剛性にに応じて部材取り合い部の構造(桁材端の形状、桁材交叉部の肘板または面材接合部の形状、スニップ端形の状、クリップまたは肘板固着の選択など)に配慮が必要である。

4. 3 起振力の減少

振動対策を考える場合、起振力の減少を考えることは、きわめて効果的であり重要である。この問題について多くの研究が行なわれており、近年建造された大型タンカー、コンテナ船などではかなりの効果を上げている。中小型船においては、カーフェリ、漁船などの高出力化につれて船尾振動による船尾構造物の損傷が増加したことから、日本造船研究協会においては第112研究部会「機関及びプロペラ起振力と船体振動の応答に関する研究」が昭和47年に設置され、以来調査研究が行なわれてきた。しかしながら現段階では、整備された研究資料に対して起振力減少対策上調査研究を要する項目が個々の船舶の多様性に対応しきわめて多く、最適設計を行なうためには、相当な手数と費用を個々の設計について要すると思われる。

ここでは、今回の調査に基づく起振力減少対策および上記研究協会の第144部会「高馬力船の船尾構造に関する研究」における提言を要約して以下に示す。

- (1)プロペラと船体各部の間隔は起振力に大きな影響を与える。高出力船では、造船設計便覧(関西)に示された目標最小値(図-4)以上とすべきである。
- (2)プロペラの設計では通常プロペラ全面積に対する平均伴流率が用いられている。この伴流率の見積りが自動車運搬船のように、船尾伴流の強い船型では設計時過小であったことが実船計測により判明した例がある。試運転時の成績をもとに、類似船ごとにプロペラ設計に使用する図表で解析した値を整理する必要がある。また非定常流速分布についても、船型ごとにデータを整理し設計することが望ましい。
- (3)チップクリアランスを大きくとれない船型では、プロペラ直上付近の外板は水平軸に対してできるだけ大きな角度とし、サーフェスフォースの減少をはかる必要がある。
- (4)船尾流れの均一化はベアリングフォースの減少およびキャビテーションによるサーフェスフォース減少にきわめて有効である。流れの均一化の方法としては、船型をできるだけスリムにし、伴流分布の改善を計ることが最も必要である。その他ダクトプロペラの採用、整流板を取付け伴流のピーク値を下げる方法、船尾バルブの採用、プロペラ上端付近にジェット噴流を吹き出す方法などが提

案されている。

これらの対策のうち整流板を取付ける方法は、就航後振動対策として採用され効果を上げた例がある。ダクトプロペラを採用したものは、ダクト内面のキャビテーション・エロジョン対策としてダクト上部にエアジェットを噴出させ効果を上げた例が報告されている。

- (5)ディーゼル主機関の起振力は、機関の種類および着火順序によって異なるが、機関起振力のピークの周波数が、プロペラ翼回転数と一致しないように選ぶ必要がある。
- (6)軸系のアライメントについて、航走時、スラスト偏心により、プロペラを持ち上げる方向の曲げモーメントが、プロペラに作用することを考慮して適正値を選ぶ必要がある。特に、グランドブッシュ直後の船尾管前部軸受は、スラスト偏心による曲げモーメントが作用しても、軸受荷重の方向が反転しないように配慮する必要がある。

5. むすび

以上、限られた資料をもとにして、現段階における船尾外板の振動疲労き裂対策案のほか、一般的船尾振動起振力減少対策について記した。船尾タンク部外板の板厚算定式を統計的手法により求めたが、これら算定式は、外板き裂船についてその修理を調査の結果、これら算定式を満足する補強が行なわれた外板では、き裂は再発しておらず、十分実用できると考える。

振動問題は、総合的に理論に基づいて解決すると

いうよりも、大きな振動が発生した船型に対して、あらゆる角度から調査を行ない資料を蓄積し、防振設計および就航船の振動対策をはかる方法が現時点では实际的であると思われる。

最後に、本調査に当り有益な助言と資料を提供いただいた当会機関部星野部長並びに多量のデータの調査、処理をお願いした船体部および管理部の関係各位に厚くお礼申し上げる。なお、本稿は、当会船体部の定例勉強会において発表した資料を取りまとめたものである。

参考文献

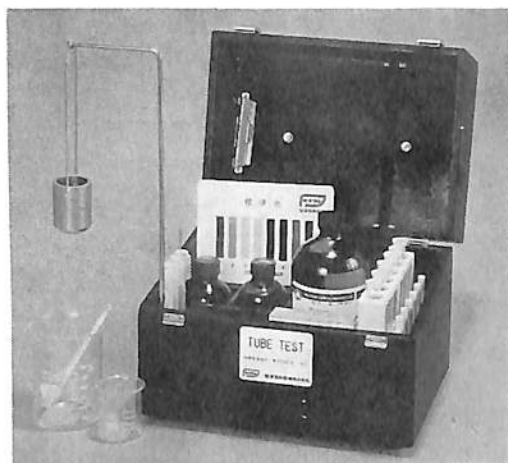
- 1) 日本造船研究協会, SR112 機関及びプロペラ起振力と船体振動の応答に関する研究, No. 167-1, No. 163-3, 昭和48年3月
- 2) 日本造船研究協会, SR144 高馬力船の船尾構造に関する研究 No. 205, 昭和49年3月, No. 226, 昭和50年3月
- 3) 後藤大三, 振動疲労懇談会報告, 日本造船学会誌第571号, 昭和52年1月
- 4) 越智義夫, 船倉部タンク内構造の振動による損傷の防止, 日本造船学会 船舶の振動および騒音に関するシンポジウム資料 昭和50年10月
- 5) 永元隆一ほか タンク内構部材の振動について (その1) 西部造船会会報第40号 昭和45年7月
- 6) 清水茂俊ほか 防撓板の振動時における応分布 (第1報) 日本造船学会論文集第123号 昭和43年6月
- 7) 谷口中他 Measurements of the Propeller-Induced Vibratory Forces of a Destroyer 日本造船学会論文集第114号 昭和38年12月
- 8) 山口勇男ほか 船体用鋼板の疲労強度について 日本造船学会論文集第115号 昭和39年6月

■新製品

ゼネラル石油, 簡易型の潤滑油の劣化測定試験器を発売

ゼネラル石油はこのほど、潤滑油の劣化進度とその過程を簡単に早く測定できる簡易型劣化測定試験器“チューブテスト”を開発(特許取得)、発売した。本器の特長は①使用中のオイルの状態を現場で簡単に分析できる②写真のように携帯に便利である③潤滑油の劣化判定項目中、アルカリ価, 不溶解分, 分散性および粘度が一般試験分析値と同じ精度で分析評価ができる, 等である。

直売価格はキット一基7万5千円, 試示薬(200cc)1万5千円。



安全公害の話題

IMCO「タンカーの安全及び 汚染防止に関する国際会議」の概要について

竹 内 正 敏

運輸省大臣官房安全公害課

IMCO（政府間海事協議機関。国連の海事関係の専門機関）主催の「タンカーの安全及び汚染防止に関する国際会議」が、去る2月6日より17日までロンドンにおいて開催された。

この会議においては、最終的に「1973年海洋汚染防止条約に関する1978年議定書」並びに「1974年海上人命安全条約に関する1978年議定書」およびこれらに関連して18の決議が採択された。今回は、この会議の概要について記述することとする。

1. 経緯および会議の性格

一昨年暮、米国沿岸において相ついで発生したタンカー事故を契機に、昨年3月カーター米国大統領がタンカーの安全強化、海洋汚染防止の対策に関する声明を発表したことは周知のとおりである。

米国は、上記対策のうちタンカーの構造設備基準および検査の強化について国際的な検討を求めてIMCOに提案し、同提案は、その後3回にわたるインターセッション・ワーキング・グループでの検討を経て、昨年10月開催の海上安全委員会・海洋環境委員会合同委員会において草案が準備された。

今回の会議は、タンカー規制強化に関する米国提案を受けて、これを最終的に検討し、タンカーの安全の強化および海洋汚染防止の目的とする条約を採択すること等を目的として開かれたものである。

この会議には62ヵ国が参加したほか、中国等3ヵ国および関係機関がオブザーバーとして出席した。

わが国からは在連合王国日本国大使館特命全権公使小村康一、運輸省船舶局首席船舶検査官赤岩昭滋両氏を政府代表とする総勢20名から成る代表団がこの会議に参加した。

タンカーの安全および汚染防止の問題は、各国にとって極めて重要な問題として認識され、既に1973年の海洋汚染防止のための国際会議、1974年の海上人命安全のための国際会議において、それぞれ条約等が採択されてきたところである。

今回はこれを更に強化すべくタンカーの構造・設備基準および検査の強化等を実施しようとするものでもあり、この会議の動向について、各国とも深い関心をもつところとなった。同時に世界屈指の海運、造船国であり、四方を海に囲まれた海洋国家であるわが国にとっても重大な関心を寄せる会議であった。

2. 主要議題の概要

(1) 1973年海洋汚染防止条約に関する1978年議定書（以下単に「1978年MARPOL議定書」という）について

1978年MARPOL議定書は、1973年海洋汚染防止条約の内容を一部修正して、これと一体となった議定書で、1973年海洋汚染防止条約から独立した形式の新条約として採択された。従って、本議定書は単独に発効し得ることとなった。

特に1973年海洋汚染防止条約では、同条約と一体となっている5つの附属書のうち附属書I（油に対する規制）及び附属書II（ばら積有害液体物質に対する規制）は、批准の際、同条約の発効時点より実施する義務を負う、いわゆる強制附属書であるが、各国とも実行上の技術的困難性もあって同条約を早期に発効させようとするれば附属書IIの実施期日を附属書Iの実施期日より遅らせる必要性に迫られていた。今回の会議の結果、同条約を早期に発効させ

る観点より、附属書Ⅱを附属書Ⅰより遅らせて実施させる規定が、この議定書に盛り込まれた。

具体的には、附属書Ⅱの実施は、附属書Ⅰの実施日より3年間またはIMCOの海洋環境委員会の場で同議定書の締約国の3/4以上の多数で採択された3年以上の期間、附属書Ⅱの実施義務を免除することとなった。

1973年海洋汚染防止条約の批准国が、現在3カ国のみで15ヶ国かつ世界船腹量の50%に達した日より1年後より実施という同条約の発効要件に未だ程遠い現在、上記の規定が盛り込まれたことにより、これまでの予想よりも早期の発効が実現するものと予想される。なお、同議定書の発効要件は、1973年海洋汚染防止条約のそれと同様に15ヶ国かつその所属船腹量が世界船腹量の50%に達した日より1年後となった。

加えて、同議定書の早期発効を更に促進する観点から、同議定書の発効目標日を1981年6月と定め、これに向けて各国とも1980年6月以内のできる限り早い時期に批准する努力をするように勧告する旨の決議がなされた。

(2) 1974年海上人命安全条約に関する1978年議定書（以下単に「1978年SOLAS議定書」という）について

1978年SOLAS議定書は、1974年SOLAS条約の改正条約の形式となり、従って同条約の締約国のみしか同議定書の締約国となり得ず、また同条約の発効後でないと同議定書は発効しないこととなった。

同議定書について改正条約の形式がとられたのは、現在同条約の批准国が10ヶ国、世界船腹量の40%に達し、近い将来に同条約の発効要件である25ヶ国かつその所属船腹量が世界船腹量の50%に達する状況が特に考慮されたことによる。

同議定書の発効要件は、これが改正条約の形式をとったことを踏まえ、親条約の発効要件により少し緩く、15ヶ国かつその所属船腹量が世界船腹量の50%に達した日より6ヶ月後と定められた。

また同条約および同議定書の発効を促がす見地から、これらの発効目標日を定めて、いずれも同議定書の署名期間である1978年6月またはその後可能な限り早期に各国とも批准する努力をするよう勧告をする決議が採択された。

(3) 分離バラストタンク（S・B・T）問題につい

て

従来のタンカーは、貨物油を揚げた後、積地に向け航行する場合、船の安定を保つため空の貨物タンク内に海水（水バラスト）を入れる。この海水を排出するとき、タンクに残っていた油が海水に混って排出されるため、これが海洋汚染の要因の一つになっていた。

現在国際的に発効している1954年油濁防止条約の1969年改正条約によりロードオントップ（L・O・T）方式、即ち航海中に船内においてダーティバラスト、油性混合物の油水分離作業を行ない、水分を船外に排出、油分はスロップタンクに保留し、この上に貨物油を積載する方式が世界的に実施され、海洋汚染の防止が図られている。

今次会議においては、更にこれを強化する措置として、基本的には

①新造原油タンカーは、分離バラストタンク（S・B・T）方式および原油洗浄（C・O・W）方式を併用。

②現存原油タンカーは、S・B・T方式、C・O・W方式またはクリーンバラストタンク（C・B・T）方式のいずれか一つを実施、一定期間後、S・B・T方式またはC・O・W方式に移行。

とすることとした。

なお、タンカーに対する各方式の適用範囲および適用時期は、1978年MARPOL議定書において次のとおり定められた。

① 原油タンカー

① 載貨重量2万トン以上の新造原油タンカーは、議定書発効後直ちにS・B・T及びC・O・Wの二つを併用する。

② 載貨重量4万トン以上の現存原油タンカーは、議定書発効後直ちにS・B・T、C・O・W又はC・B・Tのいずれかを採用し、載貨重量7万トン以上のものにあつては議定書発効から2年後より、載貨重量4万トン以上7万トン未満のものにあつては議定書発効から4年後より、S・B・T又はC・O・Wのいずれかを実施する。

② プロダクトキャリア

① 載貨重量3万トン以上の新造プロダクトキャリアは、議定書発効後直ちにS・B・Tを設置する。

② 載貨重量4万トン以上の現存プロダクトキャリアは、議定書発効後直ちにS・B・T又はC・B・Tいずれかを実施する。

(ii) 新造油タンカーは、載貨重量7万トン以上のものにあつては1976年1月1日以降契約、1976年7月1日以降起工、1980年1月1日以降引渡のいずれかに該当する油タンカーを、載貨重量2万トン以上7万トン未満のものにあつては1979年6月1日以降契約、1980年1月1日以降起工、1982年6月1日以降引渡のいずれかに該当する油タンカーをいう。

(iii) ①④においてC・O・Wをも有しなければならない新造油タンカーは、載貨重量7万トン以上のものについては1979年6月1日以降契約、1980年1月1日以降起工、1982年6月1日以降引渡のものに限る。

(iii) C・O・W方式の場合にはI・G・Sを備えなければならない。これは1978年MARPOL 議定書に規定されている。

S・B・T方式は、タンカーの構造的な措置であるのに対し、C・O・W、C・B・T両方式は操作に関する面がかなり重要な要因を占めることとなるので、これら両方式については、構造・設備に関する規定のほか操作・監督に関する規定を含む Specification が強制規定として定められた。

特に現存タンカーに対しては、Specific Trade に従事するもの、特殊なバラストを有するものに限る、S・B・T、C・O・WまたはC・B・Tの要件が免除されることになった。

Specific Trade に従事するタンカーとは、積地に十分な水バラスト用の受入施設があることを条件に、国内輸送のみの航海に従事するタンカーまたは特別海域（汚染に対し特に注意を要する海域で地中海海域、バルチック海域、黒海海域、紅海海域およびペルシャ湾海域が議定書に定められている）もしくはIMCOが指定した海域のみの航海に従事するタンカーとされた。

(4) S・B・Tの防護配置(P・L)について

タンカーが衝突または座礁した場合における油流失量ができる限り少なくする観点より、1973年海洋汚染防止条約では貨物油タンクのサイズおよび配置の制限に関する規定が定められているが、1978年MARPOL 議定書においては、これを更に強化すべくS・B・Tの防護配置に関する規定が加えられた。

同議定書においては載貨重量2万トン以上の原油タンカーと載貨重量3万トン以上のプロダクトキャリアで新造船（新造船は、載貨重量7万トン未満の場合(3)の(ii)に記載されているものと同様7万トン

以上の場合詳細を調査中)はP・Lを議定書発効後直ちに実施することと定められた。

防護配置の基準は、次のとおりである。

$$\sum PA_c + \sum PA_s \geq J[L_i(B+2D)]$$

PA_c : 油タンク以外の空所またはS・B・Tの L_i 内における船側外板面積(m^2)。ウイングタンクの幅が2m未満のとき、そのタンク表面は算定されない。

PA_s : 油タンク以外の空所またはS・B・Tの L_i 内における船底外板面積(m^2)。船底から $\frac{B}{15}$ または2mのうちいずれか小さい方未満のときそのタンク表面は算定されない。

L_i : 貨物油タンクのある部分の船の長さ方向の長さ。(m)

B : 船舶の最大型幅。(m)

D : 船舶の最大型深さ。(m)

J : 載貨重量2万トンのとき0.45、載貨重量20万トン以上のとき0.30、2~20万トンの間では一次補間により得られる値。載貨重量20万トン以上のとき、 J の代りに一定の算式で得られる $J_{reduced}$ の値を使用することができる。

なお米案は、新造タンカーに二重底構造を要求するものであった。

二重底構造は、座礁時における油流失のみしか考慮されておらず、衝突時における油流失に対しても配慮すべきこと等が検討段階で指摘され、このP・Lがそのための措置として提案され、最終的にこの算式が作成されたのである。

(5) イナートガスシステム(I・G・S)、レーダーおよび操舵装置について

爆発防止の見地よりタンカーにイナートガスシステムを備え付けることとし、1978年SOLAS 議定書においては、その適用範囲および適用時期は次のとおり定められた。

① 載貨重量2万トン以上の新造油タンカー（この定義は、(3)の(ii)のとおり）はI・G・Sの備付を議定書発効後直ちに実施する。

② 載貨重量2万トン以上の現存油タンカーは、I・G・Sの備付を載貨重量7万トン以上のものにあつては議定書発効後直ちに、載貨重量2万トン以上7万トン未満のものにあつては、議定書発効の4年後より実施する。

ただし、載貨重量2万トン以上4万トン未満の

油タンカーで次のいずれかのものは、I・G・Sの備付が免除される。

① 60m³/時以下の洗浄能力機器のみを有する現存プロダクトキャリア。

② 60m³/時以下の洗浄能力機器のみを有する現存原油タンカーで主管庁がこれを適用することが不合理且つ实际的でないとするもの。

そのほか、1万総トン以上の全船舶に同議定書と発効後直ちに2台のレーダーを備え付けることとなった。

また操舵装置に関しても1万総トン以上の現存及び新造タンカーに2系統の遠隔操舵制御システム、舵角指示器等を備え、新造タンカー（新造船は、1979年6月1日以降契約、1980年1月1日以降起工、1982年6月1日以降引渡の船舶をいう）に対しては、更に2以上の動力装置の備付および非常電源の要件が追加されることになった。この場合に、現存タンカーにあつては同議定書発効から2年後より、新造タンカーにあつては同議定書発効後直ちに適用されることになった。

(6) 検査および証書について

船舶に対する従来の定期的検査に加え、随時の立入臨検を整備するほか、主管庁に代わって検査を行なう船級協会等の検査執行機関に対する監督が強化された。特に船令10年以上のタンカーの安全に係る検査時期の間隔が短縮される等老タンカーに対する安全検査を一層強化することとなった。

また、船舶に発行する貨物船安全構造証書、海洋汚染防止証書の有効期間については、5年以上の延長を認めない旨定められた。そのほか安全に係る立入検査の際、その入港国の官憲によって船舶の不当遅延が生じたときは、その船舶はその受けた損失等に関し補償する権利を有する旨の規定が新たに追加された。

(7) タンカーの構造設備基準に関する強化の早期実施に関する決議

タンカーに対するS・B・T(C・O・W, C・B・T), P・L, I・G・S, 操舵装置の適用の実施時期については、(3), (4)および(5)の中で記してきたように両議定書の発効時期またはその発効時期から何年後というふうにあくまで両議定書の発効時期をベースとして定められたが、特にS・B・T, C・B・T, C・O・W, I・G・Sおよび操舵装置に関する強制要件に関しては、両議定書の発効時期に先立って具体的に定められる特定の期日より実施すべきである旨各国に勧告するという決議が採決さ

れた。

関係勧告の内容は次のとおりである。

① S・B・TおよびS・B・Tの防護配置、即ち汚染防止のための新造船に係る要件は、新造時のときより実施するよう各国に要請する旨の勧告。

また、S・B・T, C・B・T, C・O・Wに係る現存船に対する要件は、1981年6月またはその後可能な限り早期に実施するよう各国に要請する旨の勧告。(1978年MARPOL議定書関係)

② 新造船に対するI・G・Sの備付要件および操舵装置に関する新造船に係る要件は、新造時のときより実施するよう各国に要請する旨の勧告。

現存船に対するI・G・Sに係る要件は、載貨重量7万トン以上のものにあつては1981年6月またはその後可能な限り早期に、載貨重量2万トン以上7万トン未満のもの（載貨重量2万トン以上4万トン未満のものは当然60m³/時をこえる洗浄能力機器を有するものに限られることになる）にあつては1983年6月またはその後可能な限り早期に実施するよう、また現存船に対する操舵装置に係る要件は、1981年6月またはその後の可能な限り早期に実施するよう各国に要請する旨の勧告。(1978年SOLAS議定書関係)

この決議に基づいて、両議定書の発効時期よりも前に所要の規制が実施される可能性もある。特に米国は、これら議定書発効の如何にかかわらず、上記決議に基づき米国に入港する船舶に議定書に定められた要件を課すものと考えられる。

以上、今次会議において採択された議定書、決議の主な内容等について簡単に記してきた。

特に今回採択された内容は、非常に厳しい措置を含んでいるが、これは各国のタンカーの安全および汚染防止についての関心が非常に高いことを示すものである。

今後、上記の条約および両議定書が早期に発効して国際的にこれが実施され、タンカーの一層の安全および汚染防止が図られることを願う次第である。

図 “船舶”用(1年分12冊綴り)ファイル圖

定価800円(〒300円、ただし都内発送分のみ)
ご注文は最寄の書店へお申込まれるのが、ご便利です。

株式会社 天然社

連 載

液 化 ガ ス タ ン カ ー

< 5 >

恵 美 洋 彦

日本海事協会船体部

1. 3. 3 毒性 (人体に対する有害性)

あらゆる物質は、ある特定の条件下では、有害な物質となり得る。例えば、酸素にしても60%以上の濃度では、人体に対して有害である。したがって、毒性についても定義がむづかしくなる。ごく一般的には、「毒とは、飲みこんだり、皮膚に触れたり、或いは吸入した場合に死に致るか、または重大な障害を及ぼす可能性のある物質をいう」という定義を考慮しておくのが妥当であろう。

毒性の評価方法も多くものがあり、表1-12に液化ガス貨物対象品に対する各種の毒性の性質、程度を表わした1例を示す。毒性のグレードを表わす総合的な評価方法も多く³¹⁾、特に定まったものはない。要するに、液化ガスタンカーのオペレーションでは、個々の物質の有害毒性について十分調査しておく必要があるということである。個々の物質の有害性、毒性、応急処置等については、多くの文献⁴⁾¹²⁾¹⁹⁾²¹⁾³⁰⁾³²⁾³³⁾があるのでそれらを参照されたい。本項では毒性に関する主な用語について簡単に説明しておくに留める。

許容濃度 (TLV ; Threshold Limit Value) ; 作業環境空気中の汚染物質の濃度で、その濃度に曝露されながら働いている労働者の大多数が毎日繰返してその状態で労働を続けても健康障害を起こさない濃度である。これは、American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) のものが最も有名で、また日本では日本産業衛生学会が定めている許容濃度がある。この許容濃度には、次の TLV-TWA、TLV-STEL 及び TLV-C の3種類があるが、一般的に TLV といえば、TLV-TWA のことである。

TLV-TWA (時間加重平均濃度, TLV-time weigh-

ted average concentration) ; 1日8時間、1週40時間の正規の労働時間加重平均濃度として表わされ、大多数の労働者はその条件に繰返し曝露されても健康障害を起こさない。

TLV-STEL (短時間暴露限度, TLV-short time exposure limit) ; 15分以下の短時間、継続的に曝露されても耐え難い程度の刺激を感じたり、麻酔作用によって事故を起し易くなったり、生体組織に慢性的または非可逆的な病変を起したり、自制心を失わせたり、作業能率が著しく低下したりしない最高限度。

TLV-C (上限値 ; TLV-ceiling) ; 例え瞬間的にも超えてはならない程度。安全な濃度と危険な濃度の境界線。

致死量, 致死濃度 (Lethal dose, Lethal concentration) ; 有毒物質を動物に与えてこれを死亡させるに要する量 (通常 mg/kg) または濃度 (通常, ppm) をいう。これを表わす方法としては、次に説明する経口 LD₅₀、皮ふLD₅₀ 及び LC₅₀ が実験的に最も信頼度が高いとされている。このほか、LDL (最少致死量 ; Lowest published lethal doses, 関連報告中の最少致死量)、MLD (Minimum lethal dose, 数回の実験で得られた致死量のうち最少値)、TD (Toxic dose ; 中毒症状を起こす量) 等も用いられる。なお、LCL₀、MLC 等は、何れも吸入濃度に対する LDL₀、MLD の同意語である。

経口 LD₅₀ ; 同一動物に対して毒物を経口投与してそのうち50%が死亡する体重1kg当りの量をいい、通常、mg/kg で表わす。例えばラットを実験動物とした場合、経口 LD₅₀-ラットと表わす。

皮膚 LD₅₀ ; 同一動物に対して毒物を皮膚接触投与

表 1-12 各種ガスの有毒性

品名 (T)はIMCOガス コードの毒性物質	許容濃度*1 TLV(ppm)		LD ₅₀ *2 (経口) mg/kg	LD ₅₀ *2 (皮ふ) mg/kg	LC ₅₀ *2 (ppm) (hr)	におい*3 検知限界 (ppm)	備考*4
	TWA	STEL					
アセトアルデヒド (T)	100	150	1930	640	4000* 4	2.3	*LCL ₀
アンモニア (T)	25	35			4837* 1	abt 50	*マウス
ブタジエン	1000	1250			285 4	>1000	
n-& iso ブタン	600	750			658 4	5000	
1-ブテン					20%* 2		*マウス
cis-2, trans-2 ブテン					20~30% 0.5		*マウス
イソブチレン					620 4		
塩素 (T)	1	3			293 4	0.314	
ジメチルアミン (T)	10	10	698				
エタン	F	F					
エチルアミン(T)	10	10					
塩化エチル (T)	1000	1250					
エチレン	F	F					
エチレンオキシド (T)	50	75	530 ~580*				*マウス
メタン	F	F			90%*		*LC, ネコ, 時に呼吸停止
メチルアセチレン ・プロパジエン混 合体	1000	1250			82g/m ³ * 2	100	メチルアセチレン LC, マウス
臭化メチル (T)	15	15			514* 6		*LCL ₀
塩化メチル (T)	100	125			3000 4		*LCL ₀
窒素							酸素との混合体で酸素分圧 100mmHg 以下致死
酸素							最低限18%濃度, 60%以上濃 度有害
プロパン	F	F					
プロピレン	F	F			65%* 2		*LC, マウス
プロピレンオキシ ド (T)	100	150	930	1500*	1740** 4		* ウサギ ** マウス
R 12	1000	1250			36%*		*LC
R 22	1000	1250			58%* 8分		*LC
二酸化硫黄 (T)	5	5			130* 24		*マウス
塩化ビニール(T)	A ₁	A ₁			250* 4		*LCL ₀ , 4時間・260日間 獣投与

注 *1 ACGIH1976による。F；単純窒息剤。A₁；悪性腫瘍発生

*2 産業衛生中毒便覧⁴⁾, *3 USCGのデータ¹⁴⁾

*4 動物名記載ないのはラットによる実験値

表 1-13 個々の物質に対する特別要件

(可燃性、毒性、使用禁止材料に関する要件を除く)

品名	特殊要件 貨物冷却装置の特別要件	空気との接触防止上の配慮	水分との接触防止上の配慮	重合防止の処置	その他の主な特別要件
アセトアルデヒド	間接式	○			
無水アンモニア					引火爆発上の特別要件1. 3. 2(8)参照
ブタジエン	特別要求*1	○		○	
塩素*	間接式		○		タンク容量制限 (600m ³ ; 1ヶ当り, 1200m ³ ; 合計), タンク及び貨物管装置の最小設計圧力, 材質の特別規定, 中和処理設備, 固定式ガス検知警報装置, タンク積付け制限, 貨物・ベントの独立等
エチレンオキシド	間接式	○			粉じん混入防止 (タンク内の完全な清掃), 自己反応を起こした貨物の廃却設備, 低温輸送 (t < -30℃) の義務づけ, サブマージドポンプの使用禁止, 貨物・ベントの独立, タンク安全弁の設定圧力 ≥ 5.5kg/cm ² G
メチルアセチレン・プロパジエン混合体	特別要求*1				貨物組成の配慮; C ₂ H ₂ < 50%, または C ₂ H ₄ + C ₃ H ₄ < 65%, 直接冷却式を用いる場合, 貨物蒸気圧および温度に特別配慮
臭化メチル	間接式				
窒素					低温積載でタンク周囲雰囲気が高濃度酸素とならぬようにする配慮
二酸化硫黄	間接式		○	○	
塩化ビニール	特別要求*1	○		○	
プロピレン*3 オキシド	間接式	○			アンモニア, アミン類, アルコールアミン類, 無機および有機酸, フェノール化合物又は単量体, ハロゲン化合物, 硫酸を積んだタンクには主管弁が認められた場合を除き積載不可。タンク気相部には N ₂ 等を封入

*1 間接式を用いるか又は冷却装置中に重合防止剤の沈澱及び重合体又は過酸化物の蓄積を生じないようにすること。

*2 第1回改正⁹⁴⁾による。

*3 IMCOケミカルコード¹⁾による。

してそのうち50%が死亡する量 (mg/kg) をいう。

LC₅₀; 有毒蒸気, 有毒ミスト等を動物に経気道 (吸入) させてその50%が死亡する濃度 (通常, 空気中の濃度 ppm で表わすが, 高濃度のときは vol. % で表わす) をいう。

1.3.4 化学反応

貨物による危険性については, 重合, 縮合等の自己反応, 消水または海水或いは空気との反応, 及び貨物同志或いは貨物と冷媒との相互反応による危険性が挙げられる。表1-13にIMCOガスコードで個々の貨物に対して定められている特別要件を示す。これは, 主として危険な化学反応の防止のための要件である。

(1) 過酸化物の生成と分解爆発

負2価の O₂ 基をもつ酸化物を過酸化物といい, これは, 一般に不安定で爆発的に分解することがある。さらに, 過酸化物は, 分解に際して酸素を放出し, その酸化作用で爆発がより一層激化することがある。

例えば, アセトアルデヒドは, 空気酸化して過酢酸を生成し, ブタジエンは, 空気との接触でペルオキシドを生成するが, これらは極めて不安定で分解爆発することがある。

このような物質の輸送においては, 空気との接触防止, 抑制剤の投入等の処置が必要である。

(2) 自己反応

重合とは, 同一分子を2個以上結合して分子量の大きい化合物を生成する反応をいい, 重合によって

表 1-14 各種ガスの相互反応表 (IMCO BCH/2 24 March '76 による)

グループ番号	グループ	品名					H ; 危険な反応あり 空白 ; 危険な反応なし			
6	アンモニヤ類	アンモニヤ	6							
7	脂肪族アミン酸	ジメチルアミン エチルアミン	7							
16	酸化アルキレン類	プロピレンオキシド	H	H	16					
19	アルデヒド類	アセトアルデヒド	H	H	19					
30	オレフィン類	ブタジエン エチレン プロピレン ブチレン メチルアセチレン・プロパジエン混合体			30					
31	パラフィン類	ブタン エタン メタン(LNG) プロパン			31					
35	ビニルハロゲン類	塩化ビニール			35					
36	ハロゲン炭化水素類	塩化エチル 臭化メチル 塩化メチル			36					

注 (1) 塩素, エチレンオキド, 酸素は, 完全に独立した貨物装置に積載するかまたは単体輸送するのが原則とする。

(2) 二酸化硫黄及び冷媒ガスの反応性不明, 前(1)の積付けとするかまたは反応性に関する実験データを提出すること。また, 反応性がハロゲン炭化水素のグループに入ると判定できる冷媒ガスは, 上表によってよい。

(3) 窒素は, 液化ガス貨物対象品とは危険な反応なし。

生成した化合物を重合体 (polymer) という。そして不飽和化合物 (炭素原子間の 2 重又は 3 重結合をもつ化合物で附加反応によって他の原子と結合し易い) 等で重合し易い化合物は, 急激な重合反応を起こし, その際の重合熱の発生による蒸気圧の上昇で爆発することがある。ブタジエン, 塩化ビニール等は, 重合によって爆発した例³⁾もある。

縮合とは, 有機化合物中の 2 つ或いはそれ以上の官能基間の反応において簡単な分子の脱離を伴って新たな共有結合を形成する反応の総称である。

分解とは, 化合物がより簡単な化合物に変わる現象の総称である。

これらの自己反応を起こし易い物質の輸送では, その反応による温度・圧力上昇, 爆発, 生成物による装置の閉塞等の危険を防止するために個々の物質に対して表 1-13 に示すような規定が定められている。

(3) 相互反応

ある物質が他の物質と接触または混合して発火, 著しい発熱及び圧力上昇等の危険な反応が生ずる場合或いは敏感な爆発性化合物等を生成する場合は, これらの物質同志が誤操作または貨物貯蔵設備の万一の故障の際でも混合或いは接触しないような配慮が必要である。これらは, 貨物同志, 貨物と冷媒, 貨物と不活性ガス, 貨物と材料, 貨物と潤滑油等の組合わせで考慮すべきである。

例えば, 塩素は, 化学的に活発なハロゲン元素の 1 つであり, 多くの物質と化学反応を起こす。塩素とエチレンが混合すれば激しく爆発し, 塩素とメタンの混合物は日光及び強い光線で爆発的に化合する。液化アンモニアと液化塩素が接触すると爆発性の三塩化窒素を生成する。アンモニヤは水銀と反応して爆発性化合物を生成する; 等を挙げることができる。

このような相互反応、言い換えれば、混合危険性を有する物質は、一般には、強い酸化性を有する物質と還元性を有する物質との混合によって起こることが多い。液化ガス貨物を対象とした相互反応の危険性については、現在のところ、米国における一連の研究¹⁹⁾³⁵⁾及びノルウェーによる研究³⁶⁾があるのみである。これらの研究結果をベースとして作成した液化ガス貨物の相互反応表を表1-14に示す。

相互反応が明確でない場合、実験にもとづいて評価する必要がある。その実験方法及び評価方法については、文献³⁷⁾に詳しく紹介されているので、ここでは省略する。

(4) 腐食反応

腐食は、その反応と進行速度によって危険の程度が異なる。また、環境及び他物質(空気、水、不活性ガス)と貨物ガスとの混合によっても腐食の様相が異なる。

一般的に腐食性物質は、人間の眼に入ったり皮膚に触れても害を及ぼす。

塩素は水と作用して塩酸を生成し、二酸化硫黄は水と作用して亜硫酸及び硫酸を生成する。これらは、鋼材等に対して腐食性を示す。また、塩化ビニールは、水と接触すると微量ではあるが、塩素を生成して鉄鋼を腐食させることがある。したがって、このようなガスは、水分を含む空気との接触も避ける配慮が必要となる。

(5) 氷結、水和物

メタン、エタン、エチレン、プロパン、ブタン等の液化ガス中に水分が存在する場合、水和物(hydrates)と称する白色の結晶状団体を生成することがある。水和とは、ある物質の分子またはイオンがそのまわりにいくつかの水分子を引きつけて1つの分子集団をつくる現象である。

水和物は、温度低下のみならず、圧力が高いと0℃より高い温度でも生成するが、これは、圧力の増加によって水和物の融点が高くなるためである。例えば、ある商業用プロパン(83.4%プロパン、12.4%エタン、4.2%メタン)では、1.033kg/cm²Aで-2℃、2.83kg/cm²Aで3℃、5.33kg/cm²Aで6℃の温度で水和物を生成する。

このように液化ガス中の水分の存在は、氷結のほか、水和物による荷役管系統の閉塞等の故障を生ずるおそれがあるので十分な配慮を払う必要がある。このような氷結又は水和物の生成は貨物装置中の貨物の膨脹により温度圧力が低下する箇所(スプレーノズル、膨脹弁等)に生じ易い。氷結又は水和物に

よる閉塞を防ぐには、貨物装置中の湿気の除去並びに水分を含まない貨物を取扱うことである。

もし、水分の存在する液化ガスを扱う場合は、適切な抑制剤(例えば、LPG等に対するメタノール)を投入することによって氷結及び水和物の生成を防ぐことができる。なお、詳細は、オペレーション関係の指針³⁸⁾に記載されているので参照されたい。

1.4 オペレーションと物性、その他

1.4.1 オペレーションと物性

液化ガスタンカーの運航に従事する乗組員は、これまで述べてきたような液化ガスの物性に関する基礎的理論及びその船舶で運送しようとする貨物の物性の概要を知っておく必要がある。これらのことは、IMCOガスコード²⁾のオペレーション規定にも定められているが、1978年6月に条約として制定される予定の「船員の訓練及び資格証明に関する国際条約(案)」³⁷⁾の決議として勧告されている「液化ガスばら積船の船長、士官及び乗組員の訓練及び資格」には、船長、全ての甲板部及び機関部士官並びに貨物及び貨物装置について特定の業務及び責任を有する部員があらかじめ知っておく必要のある物性の基礎事項が具体的にリストアップされている。参考までにその物性関連事項を次に抜粋しておくが、特に注記するのを除いて本章の表1-1及び1.1ないし1.3で説明してある。

〔液化ガスタンカー乗組員必須の物性に関する基礎事項〕

注：次の頭番号は決議8の附属書のB4項中のものと同一である。また、末尾の番号は、本章に関連事項を説明している条項番号である。

(a)化学及び物理

- (i)液化ガス及びその蒸気に関する物性及び特性
 - ガスの定義；1.1.2, 1.2.1
 - 単一ガスの法則；1.2.1
 - ガスの平衡状態；1.2.1, 1.2.2
 - ガスの密度；1.2.3, 表1-1
 - ガスの拡散と混合；1.2.5(5)
 - ガスの圧縮；1.2.1, 1.2.7
 - ガスの液化；1.2.2(1), 1.2.2(2), 1.2.7
 - ガスの冷却；1.2.7
 - 臨界温度；1.2.2(4), 表1-1
 - 引火点の実際上の意味；1.3.2(1), 表1-1

表1-15 データシートの例

		No.
国連番号 (又は分類番号); CDG UN No. (or Distinctive No.);		JG表番号; JG Table No.;
名称; NAME;		1973年海洋汚染防止条約分類; 1973 Pollution Convention Category;
I. 別名又は商品名; SYNONYMS or TRADE NAMES;		IMCO決議 A212(VII)/A328(XI) 船のタイプ;
II. 化学式; CHEMICAL FORMULA;		IMCO Res. A212(VII)/A328(X) Ship Type:
III. 物理的性質 PHYSICAL PROPERTIES		V. 適合性及び安定性 COMPATIBILITY and STABILITY
(1) 状態; Appearance;		
(2) におい; Odour;		(1) 空気に対する反応性; Reactivity with Air;
(3) 比重; Specific Gravity;		(2) 禁水性; Reactivity with Water;
(4) 沸点; Boiling Point;		(3) 他の化学品に対する反応性; Reactivity with Other Chemicals;
(5) 融点; Freezing Point;		(表-A) (表-B) (Tab.A) (Tab.B)
(6) 蒸気圧 (37.8°C); Vapour Pressure at 37.8°C; (Reid Vapour Pressure)		(4) 安定性; Stability;
(7) 蒸気圧 °C; Vapour Pressure at °C; 蒸気圧 °C; Vapour Pressure at °C;		(5) 材料に対する適合性; Compatibility of Materials;
(8) 膨脹係数; Coefficient of Cubic Expansion;		a) IMCOコードによる使用禁止材料; Prohibited Materials by IMCO Code;
(9) 蒸気比重 (空気=1); Vapour Density (Air=1);		b) IMCOコードにより使用が指定された材料; Materials designated to use by IMCO Code;
(10) 溶解性 (水); Solubility in Water;		c) その他; Others;
(11) 粘度; Viscosity;		VI. 健康危険性 HEALTH HAZARD DATA
(12) 静電気発生特性; Electrostatic Generation;		
IV. 火災及び爆発危険特性 FIRE and EXPLOSION HAZARD		(1) 許容限界濃度 (TLV-TWA); Threshold Limit Value (TLV-TWA);
(1) 引火点 (C.C/O.C); Flash Point (C.C/O.C);		(By the Data of ACGIH)
(2) 爆発限界; U.E.L Flammable Limit; L.E.L		(2) USCGの健康危険性のグレード Health Hazard Ratings by USCG
(3) 自然発火温度; Autoignition Temperature;		(3) におい検知限界; Odour Threshold;
(4) 消火剤; Extinguishing Media;		(4) 短期曝露限界 (TLV-STEL); Short Exposure Tolerance (TLV-STEL);
IMCOコード; IMCO Code;		(5) 経口 LD ₅₀ ; LD ₅₀ Oral;
その他の情報; Other Information;		(6) 皮膚 LD ₅₀ ; LD ₅₀ Skin;
VII. その他の情報 OTHER INFORMATIONS		(7) LC ₅₀ ;

爆発上限界及び下限界；1.3.2(4)，表1-1
自然発火温度；1.3.2(2)，表1-1
ガスの適合性；1.3.4(3)，表1-14
反応性；1.3.4
重合；1.3.4(2)

(iii)単一液体の物性

液体の密度；1.2.3(3)，表1-1
温度による変化；1.2.1 ないし 1.2.7
蒸気圧と温度；1.2.2(2)，表1-1
液体の蒸発及び沸騰；1.2.2(1)，表1-1

(iii)溶液の性質と物性

液体へのガスの溶解；1.2.6(2)
液体同志の混合性及び温度変化の影響；1.2.6(1)
溶液の密度と温度及び濃度との関係；1.2.2. ないし 1.2.6
融点及び沸点に対する溶解物質の影響；1.2.2, 1.2.6(1)
水和，生成および分解；1.3.4
吸湿性；1.3.4(4) および (5)，および9章オペレーションと保守を参照
空気及びその他のガス乾燥；7章周囲環境制御，安全装置等，9章オペレーションと保守を参照

(b)健康に対する危険性

(i)毒性

液化ガス及びその蒸気が毒となる状態；1.3.3, 表1-12
抑制剤の毒性；9章オペレーションと保守を参照
構造材料及び液化ガスの燃焼生成物の毒性；8章防爆，防火及び消防を参照
許容限界濃度(TLV)；1.3.3, 表1-12

(iii)皮膚接触，吸入及び経口による危険性；1.3.3, 表1-12

(iii)応急処置及び解毒剤の投与；9章オペレーションと保守を参照

(e)汚染；9章オペレーションと保守，10章液化ガスタンカーの関連規則参照

1.4.2 個々の物質に対する物性

液化ガスタンカーの設計及び運航にあたっては，これまで述べてきたような液化ガスに関する一般的な知識のほか，運送予定の個々の物質に対する情報が必要となる。さらに，液化ガスタンカーには，運送予定貨物毎のデータシートの備付けが義務づけら

れている¹²⁾。

このようなデータシートは，設計等の建造関係者にも有用な情報となるので，前広に作成することが望ましい。表1-15にそのデータシートの1例を示す。この表は，NKのケミカルデータバンクシステムの例である。

1.4.3 液化ガスの特性の海上輸送に関連する研究

LNG，LPG等の海上輸送量の増加に伴って個々の液化ガスの特性の海上輸送に関連する各種の研究が行なわれている。

例えば，LNGの水上投棄に関する実験³⁹⁾，多量のLNGの海上流出に関する研究³⁹⁾，ボイルオフガスの放出に関する研究⁴⁰⁾，LNG船からのLNGジェットソン投棄に関する研究⁴¹⁾，LNGの層化と突沸現象に関する研究⁴²⁾，各種液化ガスの滞留，拡散及び火災に関する研究⁴³⁾⁴⁴⁾，微小欠陥からのLNG漏えい量推定に関する研究⁴⁵⁾，塩素の海上ばら積輸送に関する研究⁴⁶⁾⁴⁷⁾等，手近にある資料をリストアップするだけでもきりが無い。このような各種資料は，蒐集整理しておいて個々の液化ガスタンカーの設計，オペレーション資料作成等に有効に利用するのが望ましい。

[1章参考文献]

- 1) IMCO, Code for Construction and Equipment of Ships carrying Dangerous Chemicals in Bulk, including its amendments Nos. 1 to 7, Resolution A212 (VII)
- 2) IMCO, Code for Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied gases in Bulk, Resolution A328 (IX)
- 3) 高圧ガス保安協会，改訂版高圧ガス工業技術，共立出版
- 4) 後藤ほか，産業中毒便覧，医歯薬出版
- 5) Reie, Properties of Gases and Liquids, 3rd edition, McGraw-Hill Co.
- 6) 日本化学会，化学便覧，丸善
- 7) 日本造船研究協会，第3基準研究部会調査報告書，昭和48年3月
- 8) 同上，研究資料No.56R，昭和52年3月
- 9) 化学工業協会，物性定数IないしX集，丸善
- 10) 同上，化学工学便覧，丸善
- 11) E. Patrick, LNG Fundamentals, New England Section SNAME, Oct. 1971
- 12) 安全工学協会，安全工学便覧，コロナ社

- 13) R. H. Perry, C. H. Chilton, Chemical Engineer's Handbook, 5 Ed, McGraw-Hill Co.
- 14) 日本機械学会, 伝熱工学資料改訂第3版
- 15) 橋口訳, 可燃性ガス及び蒸気の爆発危険性, 高圧ガス保安協会 (Bulletin 627 Bureau of Mines, Flammability Characteristics of Combustible Gases and Vapour)
- 16) 佐藤, 物性定数推算法, 丸善
- 17) 化学大辞典, 共立出版
- 18) 浅原他, 溶剤ハンドブック, 講談社
- 19) USCG, Chemical Data Guide for Bulk Shipment by Water, 1973
- 20) NFPA, 335M Properties of Flam. Liquids, Gases, Solids, National Fire Code, vol. 13, 1977
- 21) N. I. Sax, Dangerous Properties of Industrial Materials, Fourth Edition, Von Nostrand Co.
- 22) Ibert Mellan, Industrial Solvents Hand Book, Second Edition, NDC
- 23) Raznjevic, Hand Book of Thermodynamics Tables and Charts, McGraw-Hill Co.
- 24) 蒔田, 粘度と熱伝導率, 培風館
- 25) 液化石油ガス, 液化ケミカルガスの海上輸送の動向, 船舶, 昭和52年5月号
- 26) G. J. Boyle, D. Reece, Bulk Measurement of LNG, LNG 2nd Conference, 1970
- 27) 造研, L. 6. 11 オペレーションマニュアル作成参考指針, 研究資料No.52R, 昭和52年3月
- 28) 日本海事協会, 鋼船規則F編, 昭和52年度版
- 29) NFPA, 77 Static Electricity, National Fire Code vol. 14, 1977
- 30) ICS, Tanker Safety Guide (Liquefied gas)
- 31) 恵美, 角張, ケミカルタンカー(上), 船舶技術協会, 1978年(発行予定)
- 32) IMCO, International Maritime Dangerous good Code, 1977
- 33) IMCO, Medical First Aid Guide for use in Accidents involving Dangerous goods, 1976
- 34) IMCO, The first amendment to the Code for Construction and Equipment carrying Liquefied Gases in Bulk, 1978
- 35) National Academy of Sciences, Compatibility Guide for Adjacent Loading of Bulk Liquid cargoes, USCG, and A. T. Wehman; the Evaluation of the Test Procedure for Hazardous Binary Combinations of Materials in Marine Transportation, USCG
- 36) O. Steensland, Reactivity between Chemical Cargoes, Norwegian Maritime Research, No. 2 (角張訳, ケミカル貨物の相互反応, 船舶, No. 541, 1976年10月号)
- 37) IMCO STWX/7, Annex II, International Convention on Training and Certification of Seafarers (draft)
- 38) USCG, Hazards of LNG Spillage in Marine Transportation, Feb. 1970
- 39) Esso Research and Eng. Co., Vaporization and Downwind Drift of Combustible Mixture, Nov. 1972
- 40) A. Pastuhov, F. Show, Emergency Venting of the 5,000 m³ LNG Carriers, Conference Proceeding on LNG Importation and Terminal Terminal Safety
- 41) A. Kneebone, Shipboard Jetton Test on LNG onto the Sea, 4th Int. Conf. on LNG, June 1974
- 42) J. A. Sarster, LNG Stratification and Rollover
- 43) 日本造船研究協会, 安全工学協会, 可燃性ガスの滞留および拡散に関する実験報告書, 昭和46年3月
- 44) 同上, 低温液化ガス火災実験報告書, 昭和47年3月
- 45) 日本造船研究協会, L5.6 タンク欠陥部からの漏えい量推定に関する指針, 昭和51年3月
- 46) T. C. Mathiesen and Others, Safety Aspect of Ships for Bulk Carriage of Chlorine, 3rd Int. Symp. on Transport of Hazardous Cargoes by Sea, May 1973
- 47) Manufacturing Chemist Association, Chemist Safety Data Sheet SD-80, Properties and Essential Information for Safe Handling and Use of Chlorine, 1960

△

△

液化ガスタンカー<3>正誤表

図 1-10 下図と差しかえる。

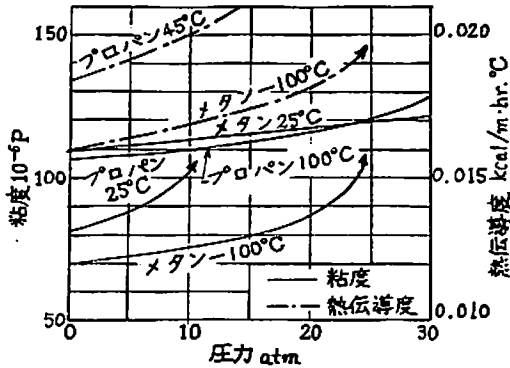


図 1-13 縦軸目盛の読みを1コマ 0.005 kcal/m-hr°Cとする。即ち、0.02および0.03の位

置を1コマずつ下にずらす。

図 1-16 点AとCとの間にある点を“B”とする。FDの線とCGの線との交点を“M”とする。

48ページ [誤]; 且に平衡……

右20行目 [正]; 互いに平衡……

49ページ [誤] (1-8) 式および (1-31) 式……

左1行目 [正]; (1-8) 式および (1-35) 式……

50ページ [誤]; $y_{B(1 atm)} = 1 - 0.854 = 0.146\%$

右43行目 [正]; $y_{B(1 atm)} = 1 - 0.854 = 0.146 = 14.6\%$

海外事情

“TABLE BAY” (OCL) と “HEDLLOYD HOUTMAN” (NL) / 第三世代の大型コンテナ船就航

世界の主要定期航路のコンテナ化が始った1960年代初めの800~1200TEU積23ノット級を第一世代、そしてこれに引き続き高速大量輸送の旗手として1970年代初めに出現したジャイアントコンテナ船、即ち1800~2500積25ノット級の船を第二世代とすれば、昨年末から本年中に続々竣工するクラスはさしづめ第三世代の大型フルコンテナ船と規定できよう。南アおよび濠州と欧州を結ぶヨーロッパの基幹航路に就航するこれらの経済船型が、今後のフルコンテナ船の設計に大きな影響を与えるものと思われる。(編集部)

<NEDLLOYD HOUTMAN> は“ANZEC” (濠, ニュージーランド, 欧州コンテナサービス) 用に建造された。姉妹船の<NEDLLOYD HOORN>は, “SAFCON” (南阿コンテナサービス) 用に引続いて竣工した。この2隻の特色は, 1970年代の当初建造された超高速ジャイアント船<NEDLLOYD DELFT> との要目を比較してみると一目瞭然である。

	N. DELFT	N. HOUTMAN
建造	1973年	1977年
Lpp	286.00m	247.00m
Bmld	32.24m	32.26m

Dmld	25.00m	24.15m
DW	42400 t	42000 t
d(計画)	12.00m	12.00m
主機	40,555 SHP×2 BV STAL LAVAL タービン	26,800 BHP×2 SULEER 8RND 90Mディーゼル
航海速度	26Kt	23Kt
コンテナ積高	2952TEU	2714TEU
燃費	約330 t/1日	約188 t/1日

即ち, 主機出力を約40%落し, タービンをディーゼルに変えて, 長さを約14%短縮し, 積高減を約7%に止め, 同じ載貨重量を確保したことにより, 速度は3Ktの低下と引き換えに低船価, 省エネルギーのメリットをフルに享受できることとなった。

本船型は, パナマ通航可能の最大巾と, 南阿ダーバン港の制限全長850呎の範囲内で, 航海速度23Ktを確保しながら最大の積TEUとDWを確保するためのベストの解答の1つであろう。本年中には, 主機と構造こそ違うものの, 船型的には殆んど同一の10隻が竣工するが, そのリストは次の通りである。

船名	船主	建造
N. HOUTMAN	Nedlloyd	Verolme
TABLE BAY	OCL	Weser
SA HELDERBERG	SFA	Dunkerque
CITY OF DURBAN	Harrison	Weser
N. HOORN	Nedlloyd	Verolme
ORTELIUS	CMB	Boelwerf
SA SEDERBERG	SAF	Dunkerque
TRANSVAAL	DAL	HDW
SA WATERBERG	SAF	Dunkerque
SA WINERBERG	SAF	Dunkerque



原子力船

米国における原子力船開発

米国における原子力商船の歴史は、1955年の春から始まった。勿論、軍事用としての原子力潜水艦の計画は以前から行なわれていたが、この年、アイゼンハワー大統領は、原子力平和利用を内外に示すことを目的として、原子力商船建造の声明を行なったのである。この計画の実施のため、直ちに原子力委員会に船用原子炉部が、また海事局に原子力船企画室が設置された。翌1956年には原子炉の設計製作をB&W社が行なうことに決定し、さらに1957年には原子力船の設計契約をG. G. シャープ社と締結し同年秋にはニューヨーク造船所に建造の発注が行なわれた。これが原子力貨客船サバンナ号の誕生の経過である。その後、1961年末に臨界に達し、1962年5月、米国政府に引渡され実験航海、商業航海に乗り出した。その後の8年間に、サバンナ号は約50万哩を走破し、この間に米国内の32港に入港したほか、海外の26ヵ国45港を訪問している。1970年7月、サバンナ号は所期の目的を果たして係船されることになったが、この間の種々な経験と実績から原子力船を安全に運航する上での技術的な問題のないことが実証された。

原子力商船用の船用炉の開発研究は、サバンナ計画とともに関係当局およびB&W社によって進められた。サバンナ号の成果は原子力を商用船舶推進に利用することの技術的可能性を立証したが、この経験をもとにB&W社は安全性をより重視した改良型原子炉の設計に努力を集中し、まずIBR（一体型沸騰水原子炉）へと設計を発展させた。これは加圧器を除く一次系を1個の圧力容器に内装する最初の設計であった。IBRの設計は原子力委員会に提出され、そのすぐれた特徴を応用した船用炉の設計を行なうことが決定された。これがCNSG（Consolidated Nuclear Steam Generator）と呼ばれる概念となる。

CNSG-Iは西独の原子力船オット・ハーンで用いられ、自己加圧型という点に特徴を持っているが、これは引き続きCNSG-IIおよびIIIと発展していった。

1969年、海事局はCNSGを基礎とする原子力船開発の計画を発足させ、CNSG概念設計の安全上の問題を明確にし、必要な試験と評価作業を開始した。1973年2月には、12万馬力コンテナ船の子備安

全解析書が原子力委員会に提出された。その後、同委のコメントにより子備安全解析書は改訂、詳細化され、対象も12万馬力タンカーに変更の上、1974年4月、原子力規制委員会に提出された。これがCNSG-IVである。

これについて、その認可適合性、製作可能性、信頼性、保守可能性を評価する検討が行なわれ、その結果、ヘリカル蒸気発生器を除き、設計全般について肯定的な結論が出された。

B&W社は以上の結論に基づき、ヘリカル蒸気発生器を陸上炉の蒸気発生系と類似の12基の小さな貫流型蒸気発生器に置き換え、また検査と保守を容易にするため、一次冷却系ポンプの位置を圧力容器蓋に移した。これがCNSG-IVAであり、規制当局の要求に合致した検査、保守の可能なコンパクトな原子炉となっているといわれる。

米国はサバンナに続く計画として、3隻の高速原子力コンテナ船を1970年代後半に就航させ、1980年代の始めには原子力船時代が来ると予測していた。更に原子力商船の市場は1980年代半ばには急速に進展し、今世紀中には200隻ぐらゐの原子力商船隊を持つと予測した。これらの予測は、オイル・ショック後の海運不況のために、実現不可能とみられるに至ったが、米国としては(1)常に将来のための原子力船計画を持ち、(2)予想スケジュールは2～3年程度の遅延をみるとしても本質的な変更はなく、(3)将来計画になんらかの重要な変更を現在または近い将来に行なうべきかどうかについては、海運界による原子力船建造、受け入れ等につきさらに詳細な検討を必要とする、としている。

このように米国の原子力船開発にかかる意欲は並々ならぬものがあり、これは商務省海事局の研究依頼費をみても明らかである。1976会計年度の海事局の原子力船研究依頼費は3,391,180ドル、15件にのぼり、研究依頼費全体に対する割合は金額にして15%、件数にして10%になっている。

その研究内容をみても、今すぐにもカタログ販売が可能な船用炉CNSG-IVAをバックに、北海油田を対象とした原子力潜水タンカーを始め、原子力発電船、原子力パージなど具体的な適用にまで踏み込んでいる。（高田悦雄／日本原子力船開発事業団企画部調査課長）

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3丁目4番16号 TEL 03 (561) 8711 (代表)	☎ 104
大阪支店	大阪市南区順慶町通4丁目2番地 TEL 06 (251) 9821 (代表)	☎ 542
工場	東京都大田区池上2丁目14番7号 TEL 03 (752) 3481	☎ 143

現場のための 強化プラスチック船の工法と応用

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

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

■主なる内容■ 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・成型型／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／リンバーホルルの取付け方法／コアーの応用／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) 術を解説。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4000円(送240円)

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

発行 株式会社 舵社 〒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

海語「ボラード」と「ビット」の 用法上の相違について

On the Difference of Usage between 'Bollard' and 'Bitt' as Sea-terms
by Akinori Sugiura

杉 浦 昭 典

神戸商船大学教授

1. まえがき

係柱、双係柱、係船柱の定義を海洋文化協会編「標準海語辞典」(1944)には『係柱は暴露甲板の両側などに直立する短い鉄柱で、大索を巻き止めるのに用いる。一個のものを係柱(ビット)、二個併立しているものを双係柱(ボラード・ヘッド)という』また『係船柱は船舶を係留するために係船岸壁・埠頭・棧橋などに設けてある強固な柱』と述べられている。

文部省編高等学校用「運用術」(1958)では『ボラード及びビット(bollard and bitt)』を『係船索その他船外から導かれたロープ類をけい止するための甲板上に設けた短い柱である。二本のものをボラード(bollard or bollard head)、一本のものをビットと称する』と説明している。

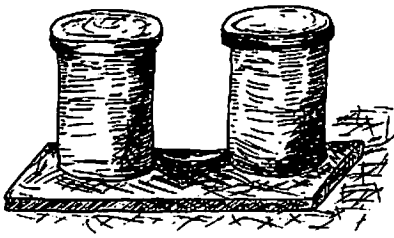


図1 双係柱



図2
係船柱(曲柱)

このことは、依田啓二著「船舶運用学」(1949)、横田利雄著「船舶運用学」(1951)、鞠谷宏士著「船舶の構造及び設備器具」(1956)、岡田正明著「最新運用術」(1957)、航海訓練所運航技術研究会編「航海図鑑」(1969)、天然社辞典編集部編「航海辞典」(1970)、海文堂刊「新訂航海便覧」(1972)などにおいてもほぼ同様である。

JISにはF2001ボラード(Bollards)とF2018簡易型ボラード(Bollards (simple Type))があって双係柱をボラードと呼んでいるが、ビットについてはF2051引船用ビット(Double Type Crose Bitts for Tug Boat)、F2804船用鋼板製クロスビット(Ship's Steel Plate Cross Bitts)があり、必ずしも1本の係柱を指してはいない。

文部省編集「学術用語集・船舶工学編」(1955)では、和英の部に『ボラード bollard [head], bitt』、『ビット bitt』、英和の部に『bollard [head] ボラ

図3
引船用クロスビット

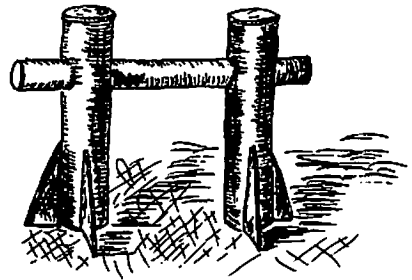


図4
クロスビット

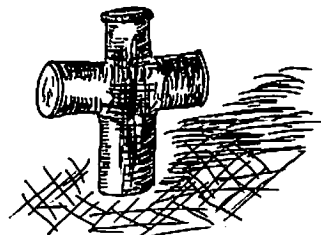




図5
係船柱（直柱）

ード』『bitt ビット、ボラード』とあり、山口増人著「新版造船用語辞典」（1960）とともにボラードとビットを同義語として扱っている。

日本港湾協会編「港湾構造物設計基準」（1974）には係船柱の形式として直柱と曲柱の区別が示されているが、ボラードやビットという表現はない。しかし、長尾義三著「港湾工学」（1968）では直柱をビット、曲柱をボラードとし、雑誌「近代港湾」（1976年7月号）の『飛沫（しぶき）講座（第一回）ビットについて（木下かおる）』にも同様の説明がある。

こうしてみると、航海、造船、港湾の各関係分野で、係柱などに対する呼び名が必ずしも共通のものでないばかりか、まるきり反対の場合さえある。係船柱である曲柱を航海関係者はビットと呼び、港湾関係者はボラードという。港湾関係者がビットという直柱を造船関係者はボラードと呼ぶ。まことに曖昧な表現である。

ところが、かつて航海関係者から運用術のパイブ

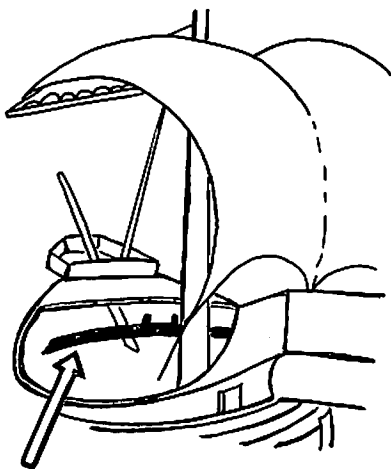


図6 14世紀後半の帆船にある bite
（パチカン博物館 Fiesole の絵画から）

ルのようにいわれた米国海軍のテキスト “Knight’s Modern Seamanship” の最新版（1977）にある双係柱の挿し絵には bitts という説明が付いている。一方、英国海軍のテキスト “Admiralty Manual of Seamanship Vol. I”（1964）では係柱が single bollard、双係柱が twin bollards である。英語を国語とする米英両国の海軍の間で用法にこのような差異があるのだから、わが国で混乱を生じるのも無理はない。

IMCO で採択された「航海関係標準 英語用語集」（1976）では双係柱を Bitts/Bollards とし、係船柱を Bollard としている。おそらく米英両国における慣用を尊重し、諸外国における混乱を考慮して決定されたものであろう。

では英国における慣用がすべて英国海軍のテキスト通りであるかということ決してそうではない。係柱や双係柱の名称としてはビットの方が古く、ボラードは名称として18世紀に入ってからできた用語である。そこで、なぜ米英両国の間に用法の差が生まれ、わが国における曖昧な慣用ができたのか、それぞれの語源と関連書物を調査し、考察した結果が次に述べる内容である。

2. 語源と英語辞書の表現

語源辞典によれば、bitt の語源は定かでないが、おそらく古代スカンジナビア語 biti であろうといわれる。14～15世紀、当時の大型船では錨索を船首楼

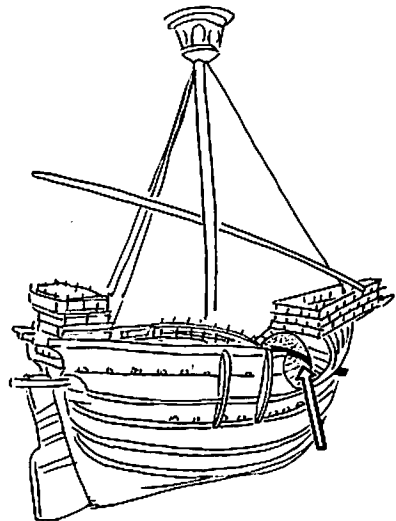


図7 15世紀初期の帆船にある biti
（ロッテルダム Prins Hendrik 海事博物館マタロ船の模型から）

内の横方向に貫通する湾曲した大きなビームに巻き止めた。このビームのことを14世紀には bite, 15世紀には biti と呼んだのである。ビームの中央付近には二本の角があつて錨索を巻き止めやすくしていたが、これが後に riding bitts となり、また双係柱の原形だとも考えられている。

bollard の語源についても確証はないが、多分 bole すなわち樹幹に接尾語 -ard を付けて造られた用語だろうという。これはそのまま係船柱として理解できよう。

英国の代表的な辞書 OED (1961) は bitt を “One of the strong posts firmly fastened in pairs in the deck or decks of a ship, for fastening cables, belaying ropes, etc.; generally used in the plural.”, また bollard を “A wooden or iron post, on a ship, a whale-boat, or a quay, for securing ropes to.” としているので、ほぼ bitts が双係柱, bollard が係柱または係船柱だと解釈できる。

米国の “Webster’s Third New International Dictionary” (1969) は bitt を “A single or double post of metal or wood fixed on the deck of a ship around which mooring lines or other lines are made fast.” または bollard と同義とし、bollard を “A single or double post of metal or wood fixed on a pier or wharf and around which mooring lines are thrown.” または bitt と同義としている。すなわち bitt が係柱または双係柱, bollard が係船柱であるか、またはどちらも同じだということである。

これは「小学館ランダムハウス英和大辞典」(1973) の解釈と似通っている。しかし、研究社「新英和大辞典」(1953) の場合、bitt が『(通例複数) 係柱 (甲板のふちに立てた通例 2 本一組の鉄または木の太く短く強い柱; いかり綱やもやい綱を巻きつけて留める)』すなわち双係柱であり、bollard が『係柱 (波止場、さん橋などに立てた木、石または鉄の短くて強い柱)』すなわち係船柱であるというのは OED の方に近い。三省堂「カレッジクラウン英和辞典」(1964)、旺文社「エッセンシャル英和辞典」(1973) もほぼ同様である。

このように英米の英語辞典、わが国の英和辞書について見る限り、解釈に多少の違いはあるが、語源についての考察を加味すると、bitts が双係柱, bollard が係柱および係船柱を表わす用語だとするのが妥当である。しかし同義語と見なす考え方も多

く、英国海軍のテキストのように双係柱を twin bollards, 係柱を single bollard とし、また米国海軍のテキストのように双係柱を bitts, 係柱を bitt とする慣用も広く通用している。ただ係船柱を mooring post または bollard という以外、bitt と呼ぶ例は見当たらない。

3. 洋書の表現

Smith “Seaman’s Grammer” (1627) と W. Mountaine “The Seaman’s Vade-Mecum and Defensive War by Sea” (1756) はともに bits に riding bitts の意味を与え、bollard の記載はない。しかし、“Encyclopedia Britannica” (1769) には同様な bit or bitts の説明のほか、ドック周辺の係船柱としての bollards があげられている。

“Falconer’s Maritime Dictionary” (1780) にも bollard はなく bits だけであるが、その1815年版にはブリタニカ初版と同様な説明の bollareds が見られる。また “Steel’s Elements of Mastmaking, Sailmaking and Rigging” (1794) および “Steel’s Art of Rigging” (1818) でも bitts だけである。

この7冊は英書であるが、米書の L. Mckay “The Practical Ship-Builder” (1839) と R. H. Dana Jr. “Seamen’s Friend” (1845) にも bitts の記載しかない。しかし、19世紀後半に入ると出版物も増えると同時に bitt と bollard の両方について記載されたものが多くなる。1845年までに出版された書物で確認できたのは僅か9冊に過ぎないが、少なくとも19世紀前半までは bollard を海語として普通に用いることはあまりなかったと考えられよう。

W. H. Smyth “Sailor’s Word-Book” (1867) になると bitts を双係柱, bollard を捕鯨ボートなどの係柱または岸壁の係船柱を指す語としてかなり詳しい解説を加えている。その解釈は、現在でも帆船用語について定評のある A. Ansted “A Dictionary of Sea Terms” (1898) と似通っている。

オックスフォードの J. A. H. Murray “A New English Dictionary on Historical Principles” (1888) も上記2冊の英書と同様で、引用文を見ると bitt については16世紀のものから、bollard については19世紀半頃からのものがあげられている。別に参照した19世紀後半出版の6冊の内容を斟酌しても、これが当時の一般的な考え方であったと推量できる。

A. C. Holms “Practical Shipbuilding” (1904) に “To make fast the mooring lines, large cast

iron bollards or timber heads are bolted to the deck, in such a position as will give a straight lead (end-on as regards the bollard) to the mooring pipe. Similar bollards—sometimes termed 'bits'—are provided on the fore-castle deck, for towing as well as mooring purposes.”とあるのをはじめ、20世紀の英書には bits より bollards の方が多く、また大部分が同義語としている。

英国海軍の“Manual of Seamanship” (1909, 1915, 1922, 1937) 各版では bollards に関する記述はないが、bits についても錨索係止用 riding bits として取り上げているだけである。しかし、説明には“Bits are cast steel bollards……”とある。また twin bollards, single bollard が記載されたのは1951年版からで、bits は大型艦の錨鎖係止用 riding-bits のこととなっている。英国海軍で係柱に bollard の語を当てるのは、riding bit に bits の語を当てて bollared と区別するためではないかと考えられる。

米国海軍の“Knight's Modern Seamanship”は3版(1901)から10版まで一貫して bits だけを用語としており、11版(1945)では、Bits は“A Pair of vertical wooden or iron heads on board ship, used for securing mooring or towing lines. Similar to dock bollards.” Bollard は“An upright wooden or iron post on a dock to which hawsers may be secured.”と明快に定義を与えている。12版から最新の16版までこの用法は変わっていない。

“International Maritime Dictionary” (1943), “Glossary of Shipbuilding and Outfitting Terms” (1943), “Naval Terms Dictionary” (1952), “Encyclopedia of Nautical Knowledge” (1953) など米国版海語辞典はほとんど“Knight's Modern Seamanship”と同じ解釈である。また港湾に関する A. D. Quinn “Design and Construction of Ports and Marine Structure” (1972) も同様である。

The Society of Naval Architects and Marine Engineers “Ship Design and Construction”(1969) は bits と bollards を同義語としているが、英国の造船関係とは反対に bits を見出し語としている。日本の造船用語で双係柱をボラードと呼び、ビットをその同義語としているのは、米国式ではなく英国式である。ただし、G. O. Watson “Dictionary of Marine Engineering and Nautical Terms”

(1964) のように英書であっても米書と同じ用法を示すものもある。

他の欧州諸国語の場合、英語と同様、語源は不明確であるが、呼び方も用法も英語と非常によく似ている。次表はその例である。

	ビ ッ ト	ボ ラ ード
イ ギ リ ス	Bitt	Bollard
フ ラ ン ス	Bitte	Bollard
ス ペ イ ン	Bitá	Bolardo
ド イ ツ	Beting	Poller
オ ラ ン ダ	Beting	Paal
ロ シ ア	Битенг	Пал

表にあげた例の他にオランダ語とロシア語には別の表現が数種ある。ロシア語はほとんどオランダ語の発音をそのまま使用しており、また英語の bits の発音をロシア語として使うこともある。英語以外の各国語についても共通していえることは、ビット系とボラード系が同義語として用いられるが、係柱を表すのはボラード系の用語に限られているという点である。

4. 和書の系譜

わが国で発行された航海関係書の多くは、米英書からの翻訳またはそれらを参考にして書かれたものである。従って、海語の大部分は英語の発音を片仮名書きに改めたものであった。海軍兵学寮「船具教授書」(明治5年・1872)には『ボルラード・エード』として係柱の絵があり、『ライジン・ビット』として現在の引船用ビットのような図がある。bollard-head と riding bits のことである。

浜武・香山共著「船乗独案内」(明治7年・1874)には『ライジング・ビット』は『デッキノ前部ノ中央ニ備ヘタル材ニシテ纜索ヲ維持スルモノナリ』、『ボルラード・エード』は『船側ヲ切り明ケ願シ置ク材ノ頭ニシテ大ナル索具ヲ巻止ムルニ用フ』と説明されている。

明治初期の和書で参照できたのは、この両書と明治10年代の発行と思われる本山漸著「改正船具運用教授書」の3冊だけである。3冊とも木造船船に関するもので同じ頃の洋書とほとんど変わらない。海軍機関学校「和英対照普通海軍用語集」(明治41年・1908)は体裁だけ横書きの洋書風であるが、『船体風具』の項に『ビツ Bits』『ライディン、ビツ Riding-bits』『ボルラード、ヘッド Bollard head』とあるだけで解説を付けていない。

しかし、内藤・川井田共著「英和海語辞典」（明治43年・1910）では Bitt を係柱および小木材、Bollards または Bollard-heads を双係柱とし、また Bowsprit-bitts, Riding-bitts, Cable-bitts, Bollard-timber などに関連語としてあげている。そして Mooring-post を係船柱と訳し、別に Mooring-bitts のこととしている。しかし、Mooring-bitts は係船柱ではなく、本来は木造帆船の甲板上に設ける係柱の一種である。

「海員必携商船船具運用新書」（大正8年・1919）は明治初期の帆船関係書の内容に近く、松崎嘉雄著「海員実用造船学」（大正11年・1922）には『ボラード 1対』『ビット 独立』とあるだけで、あたかもボラードが双係柱でビットが係柱だと断定しているかのようである。住田正一著「海事大辞書」（大正15年・1926）は『繫船器（Bollard）』として係柱の説明をしている。

尾崎主税編「英和海語辞典」（大正15年・1926）は bitts を係柱、bollard を双係柱および係船柱としているが、それなら bitts を単数、bollard を複数にしなければならない。尾崎主税編「英和海語新辞典」（昭和10年・1935）の方では bitt が係柱、bollards が双係柱、bollard が係船柱というように改められており、英国式の用法に従ったことが明白

である。

小沢覚輔編「英和海事用語辞典」（昭和17年・1942）が、bitt と bollard をともに係柱として双係柱の語を使っていないのはよいが、mooring-bitt と mooring-bollard をともに係船柱のこととしているのは、内藤・川井田共著「英和海語辞典」にならったものであろう。この両語は係船柱ではなく木造帆船の甲板上に設けた係柱の種類を示すものである。

荒木勉著「船舶運航要諦」（昭和13年・1938）で双係柱に bollard-heads、係船柱に bitt の語が使われているのは、現在の航海関係者の慣用が、当時既に定着してしまったことを示すものである。

成山堂刊「和英英和船舶用語辞典」（1962）はビットの項で『係船用の索具類を係止する管。甲板上或は岸壁上に取り付けられた短柱のうち、二本組になっているものをボラードヘッドと呼び、一本だけのものをビットという』、ボラードの項で『船を係留させるときにロープをまきつけてこれを係止するため甲板上に設置した柱。一般に柱が2本一組につくられたものをボラード（双係柱）といい、一本のものをビットという』と現在の航海関係者の慣用を裏付けている。

海文堂刊「英和海事用語辞典」（1963）は両語とともに係柱とだけ訳している。逆井保治著「英和海事

神戸商船
大学教授 杉浦 昭典 著

帆船史話

B5判上製312頁・図版120・美麗カバー装
定価3,500円(送料240円)

大航海時代以後、世界の海は急速にひらかれていった。新しい航路・領土の発見、海賊船の横行、制海権・商圏の拡大競争、それに伴う海洋国間の激突。やがてクリッパーシップの出現による大帆船時代が到来する。本書には、それらの時代を貫いて流れる帆船および帆船乗りにまつわる、凄絶かつ絢らんとした歴史とドラマが語られている。帆船運用上の制度や慣習なども詳述され、帆船風俗史としても興味深い。

発行 船 社 / 発売 天然社
東京都中央区銀座5-11-13ニュー東京ビル
電話(03)543 6051 / 振替・東京1 25521(船社)

最新刊・発売中!!

主な内容 ■ I. 序章 / II. 女王陛下の海賊 / III. メイフラワー西へ / IV. ピープス登場 / V. 17世紀のイギリス軍艦 / VI. イギリス・オランダ戦争 / VII. カリブ海海賊たち / VIII. アンソンの世界周航 / IX. クックの航跡 / X. バウンティのランチに続け / XI. 木造帆走軍艦 / XII. 悲運ロイヤル・ジョージ / XIII. ネルソンタッチ / XIV. クリッパーの栄光と帆船の末路

同じ著者による姉妹篇 **重版発売中!**

帆船 その艤装と航海

B5判上製318頁 / 図版310余

著者20余年の研究と資料を集大成した古今帆船の一大事典と賞讃された大著。 定価3,300円(送料240円)

大辞典」(1972)では、bitt に双係柱の説明を加えているが、挿し絵は双係柱と係船柱(曲柱)になっており、bollard には係船柱の説明に棧橋の挿し絵が付けられている。

5. むすび

「まえがき」に述べたように日本語の名称では、船舶の甲板上に設けるものを「双係柱」および「係柱」、岸壁や棧橋に設けるものを「係船柱」と呼んで区別する。

英国海軍のテキストに従えば、一般に英国では双係柱を twin bollards, 係柱を single bollard と呼び、係船柱のことを bollard または mooring post という。また bitts というのは軍艦における riding-bitts のことである。

米国海軍のテキストに従えば、一般に米国では双係柱を bitts, 係柱を bitt, 係船柱のことを bollard または mooring post という。

ただし、英米両国で出版された大部分の書物では、船舶の甲板上に設けるものについては bitt と bollard を同義語と見なしている。

英国で bollard が主になっているのは、木船から鉄船に移行するとき、それまで船内で多く使われていた bitt の関連語と区別するためではなかったかと思われる。

米国で bitt が主になっているのは、英国での考え方とは無関係に英語の伝統を維持し続けた結果ではないかと思われる。

'bitt' は動詞として錨索などを係柱に『巻き止める』という意味を持っている。また 'bitter end' とは『係柱に巻き止めた錨索の船内に残った後端』のことである。この語は錨索ばかりでなく、係留索についても使われる。

一方、'bollard-eye' は船内から陸岸へ送り出す『大索の先端に加工して作る、係船柱にかけるための輪』であり、曳船の係柱にかけるため曳索の先端に作る輪のことでもある。また 'bollard test' の bollard は係船柱のことである。このような海語からの関連では、bitt が船内設備で bollard が係船柱であるということが出来る。

このようなことを総合すると、わが国で外来語としての「ボラード」と「ビット」を使う場合、双係柱については「ボラード」と「ビット」のどちらでもよいと考えられる。すなわち同義語と考えて差し支えない。同義語として用いる場合には、同一船内にあるものについて、たとえば「ツイン・ボラー

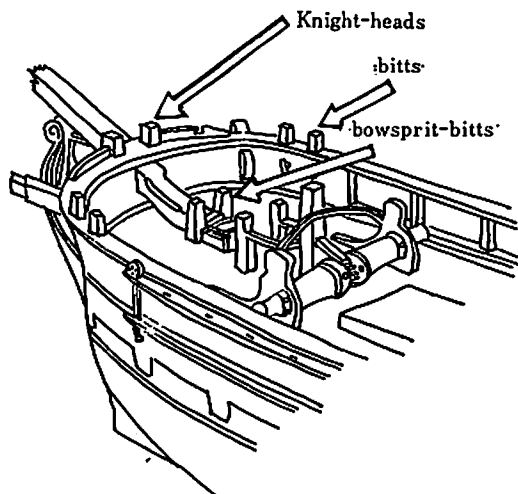


図8 19世紀初頃の木造帆船船首甲板
(C.G.Davis "Ships of the Past" (1929) から)

ド」と「シングル・ボラード」、「ダブル・ビット」と「シングル・ビット」というように、どちらか一方の名称に統一することが望ましく、また混乱も少ない。

英米の例によれば、双係柱のビット (bitts) と係柱のボラード (bollard) を組み合わせて呼ぶことはあっても、双係柱をボラード (bollards) として riding-bitt 以外の係柱をビット (bitt) と呼ぶことはない。

また係船柱については「ビット」と呼ばない方が無難である。係船柱は「ボラード」または「ムアリング・ポスト」でなければならない。

なおボラードをボラード・ヘッドと呼ぶ習慣は、木造帆船の船首にバウスプリットをその両側から支えるために設けた knight-heads を一名 bollard-heads 呼んだことに由来する。従って現在の船舶にあるものをボラードでなくボラード・ヘッドと呼ぶのは不適當である。

ちなみにバウスプリットの甲板上にある部分はその両側を bowsprit-bitts ではさまれ、その上から cross-bitt で押さえられていた。ただし、クロス・ビットはその形状を表す名称であるから、現在でも類似の形状のものに用いられている。

△

△

ロンドン短信

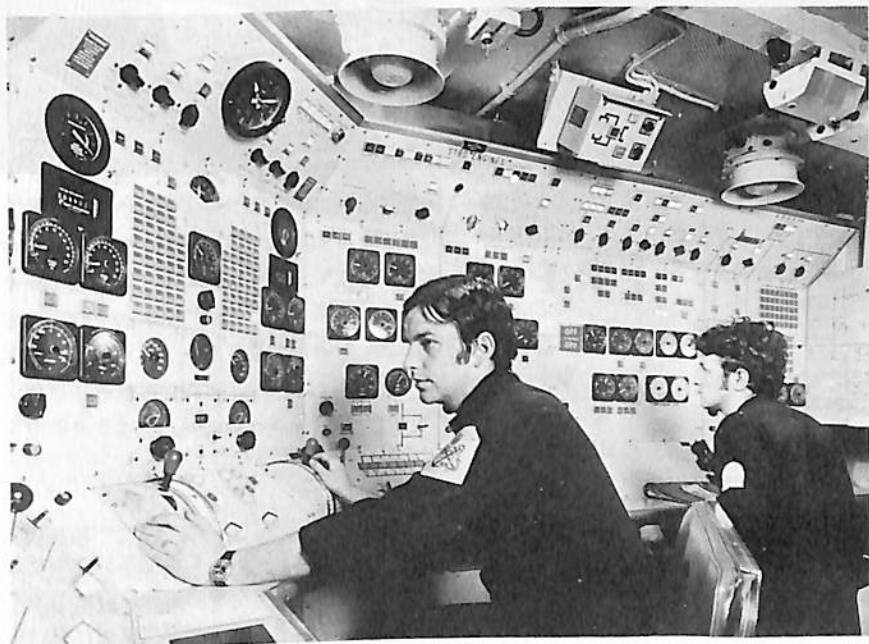
■海上自衛隊で採用される英国の船舶制御システム

英国のホーカー・シドレー・ダイナミックス・エンジニアリング (HSDE) 社はこのほど、同社が20年にわたる各種電子制御システムの製造経験をもとに開発した船舶制御システムの製造技術について、川崎重工業とライセンス契約を結んだ。

これにもとづき川崎重工業では、当面は海上自衛隊の駆逐艦および護衛艦用の推進制御システム

を製造する意向である。

なおHSDE社製の制御システムの総数は、現在製造中のものを含めて、約30種にもものぼり、1,400トン級のコルベット艦から20,000トン級の巡洋艦までと広範囲にマッチした各種サイズの制御システムを生産することが可能であるという。写真は英国海軍のフリゲート艦“ARROW”のコンソール。



■セイコー、卓上型水晶時計を新発売

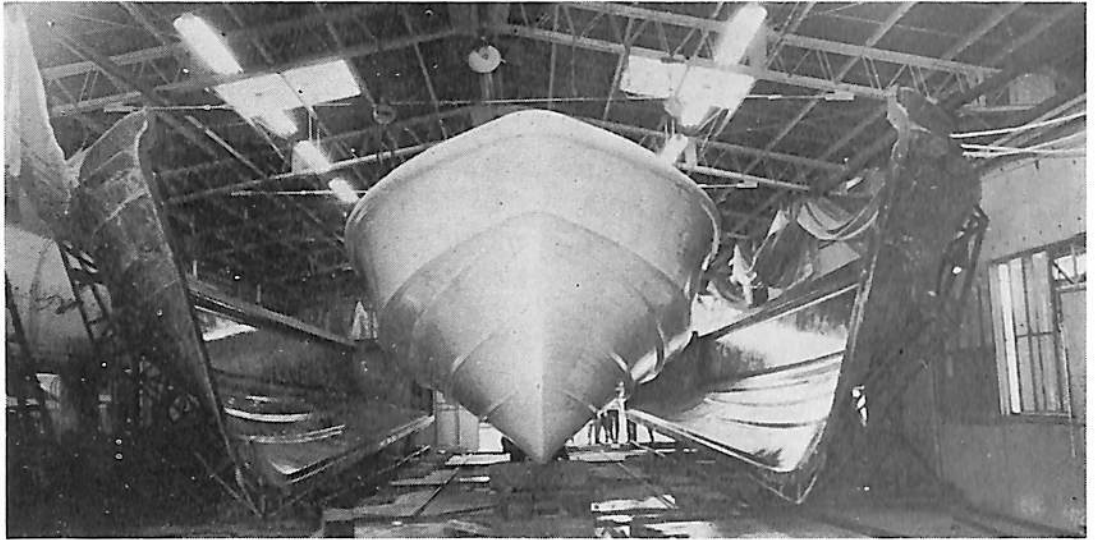
高性能設備と信頼性を誇る船舶時計のメーカー、セイコー・服部時計店はこのほど、平均日差±0.1秒以内の高精度と船舶用としてのあらゆる厳しい環境条件に充分対応ができるよう特別設計されたポータブル型置時計“セイコークォーツクロノメータMQ10”（写真）を発売した。

今回、新たに採用した0.5秒ステップ運針は、船舶用クロノメータとして、航海には欠かすことのできない天体観測にも利用ができ、二次電池の内蔵により、万一電池をとり出しても40時間以上作動し、電池交換などの場合にも再修正のわずらわしさがなく、高い精度が継続保持されるという。

外装デザインは、おちついた木枠のポータブル型

で移動が簡単である。





連 載

FRP 船 講 座 < 8 >

FRP 原材料 < 7 >

丹 羽 誠 一

4. その他の材料

4. 1 添加剤

4. 1. 1 触媒 (硬化剤)

触媒 (catalyser) とは 元来、少量の添加によって反応度に著しい影響を与えるが、反応の間に自らは全く変化しない物質のことである。近年、重合の開始剤 (initiator) のように、それ自身が変化して重合速度を著しく促進する効果のある添加剤をも含めて呼ぶようになった。

不飽和ポリエステル樹脂の常温硬化には、メチルエチルケトンペルオキシド (MEKPO) がコバルト系その他の促進剤と共に一般に使用される。市販品は55%または60%ジメチルフタレート (DMP) 溶液が一般的である。

輸送中の振動や、時間の経過によって触媒作用に必要な活性酸素の量が低下するので、製造後6ヵ月以上経過したものの使用は好ましくない。

MEKPOのような有機過酸化物は促進剤の作用

によって常温で分解して遊離ラジカルとなり、架橋反応のスタートとなる。有機化合物の多くは原子間の共有結合によって分子が構成されている。たとえばC—C、C—H、C—Oなどの一重結合では、各元素が2個の電子を互いに共有している状態にある。この結合が切れて結合に使用されていた2個の電子が1個ずつそれぞれの原子に属して分離した状態になるとき、これらの切断された分子あるいは原子の切片はきわめて不安定な状態、すなわち他の分子と反応して再び共有結合を形成して安定化しようとする傾向を持つ。この活性な原子または分子切片をラジカル、フリーラジカルあるいは遊離基という。

ラジカル重合はこのラジカルが連鎖的にモノマーを付加して生長する重合であり、その最初のラジカルを発生させるのがこの触媒である。

ラジカル反応は触媒 (R : R') が分離してラジカルR·、R'·(·は電子を示す) となり、モノマ

一 $X-C=C-Y$ の 2 重結合を開かせて結び付く開始反応 (initiation reaction) から始まる。この生成物 $R-\underset{\substack{| \\ X}}{C}-\underset{\substack{| \\ Y}}{C}$ はやはりラジカルである。不

飽和ポリエステル樹脂の硬化は、このようにラジカルが次々とスチレンモノマーおよび線状不飽和ポリエステル の 2 重結合を開かせて連鎖的に生長してゆく。これが生長反応 (propagation reaction) である。この生長ラジカルどうしが結合すれば、それ以上の反応は続かない。これが停止反応 (termination reaction) である。

反応のスタートとなるのが触媒から発生したラジカルであり、スタートの分布が不十分だと樹脂全体に反応がゆきわたらないうちに停止反応になってしまう不完全硬化のおそれがあるので、いかなる場合でも触媒量の最低限は守られなければならない。防衛庁の工作基準では 55%MEKPO 0.6%以上を管理基準としている。

過酸化物の濃度や純度を表示するには活性酸素量 (active Oxygen percent) で表す。有機過酸化物から生成する遊離ラジカルの数量を示す指針となるもので、100%の純度の過酸化物の活性酸素の理論量は活性酸素 (-O-) の原子量をその過酸化物の分子量で除した百分率で表す。100%MEKPO の理論量は 18.2%であり、55%MEKPO は 10.0%である。

4. 1. 2 促進剤

常温硬化にさいしMEKPOと組合せて使用する促進剤 (accelerator) は、ナフテン酸コバルトまたはオクテン酸コバルトで、いずれも 6%コバルト金属濃度のもので一般に使用される。触媒の分解を促進するものであり、厳密にはプロモータ (promotor) と呼ぶべきもので、また助触媒とも呼ばれている。

ラジカル発生機構ではコバルトは消費されず、過酸化物の分解に関与する。したがってその使用量が少くとも不完全硬化を起すことが少ない。

促進剤としてコバルト系金属石けんを用いると、添加後樹脂の粘度、揺変度がかなり低下するし、揺変性樹脂に入れたナフテン酸コバルトは硬化促進作用が低下するので、要求性能を示して促進剤を添加調整された 2 液形樹脂を購入使用の方が安全である。

促進剤を保存、取り扱い際に直接触媒と接触させないように十分に注意しなければならない。

促進剤も長期の保存によって促進効果が減少するので製造後 6 ヶ月以上経過したものの使用は好ましくない。

4. 1. 3 硬化遅延剤

気温の急激な上昇などにより、使用樹脂に管理基準以内の触媒量を加えたのではマツライフを十分に長くして完全な積層作業ができない場合、硬化時間を遅らせるために樹脂に添加するもので、ヒドロキノン等重合禁止剤とほぼ同じものが使用される。そのようなときには硬化遅延剤を樹脂量に対し 0.2~0.3%添加し、よく混合してから触媒を加えて使用する。

硬化遅延剤を使用するときは触媒量の下限は高くしなければならない。

硬化遅延剤は使用法を誤ると不完全硬化を起しやすいため、あくまで例外的に用いるべきのものであり、正規の作業ではその作業条件に適した硬化特性を持つ樹脂を使用すべきである。

使用にあたっては樹脂メーカーの指導を受け、十分なテストを行なって条件を確認しておかなければならない。

防衛庁の工作基準では、現場でこのようなものを添加することを原則として禁止している。

4. 1. 4 空気硬化剤

非空気硬化性の樹脂に添加して空気硬化性を付与するもので、適度の融点をもったパラフィンワックスを主成分としたスチレンモノマー溶液である。

大型ハンドレイアップ成形には通常、非空気硬化性樹脂を使用し、最終層だけに空気硬化性とした樹脂を使用するか、またはトップコートとして空気硬化性とした樹脂で積層面を被覆して硬化させる。

空気硬化剤の添加量は樹脂 100 部に対し 2~6 部配合するのが一般的であるが、適正量は樹脂メーカーに問い合わせ、確かめる必要がある。

パラフィンワックスは石油から分離精製した結晶性パラフィンの製品、ノルマルパラフィンが主成分で、市販品は融点で分類されており、 n ℃パラフィンと呼ばれる。樹脂中のワックスが硬化にさいし表面に浮き出して酸素を遮断し、同時にスチレンの揮発を防止する。

ワックスの融点以上の温度では効果が少ない。また貯蔵中の温度が低すぎると樹脂中で析出することがある。

4.1.5 着色剤

積層用樹脂に着色することは積層欠陥が見えにくくなるため、原則としては禁止すべきである。外観上からの要求により船殻内面に着色するときは、最後の層を着色樹脂で積層することもできるが、むしろ積層完了後、積層の完全なことを確認した上でトップコートとして着色樹脂を用いた方がよい。積層用樹脂に着色するときはポリエステル樹脂カラーペーストを使用し、樹脂に対し5%を限度として必要最低量を使用する。

ゲルコート用樹脂は、硬化特性や粘度特性の安定した、色分けのない、耐熱性や耐候性の良い、着色したゲルコート用樹脂を買う方が安全である。

クリヤゲルコート樹脂に着色するときには、カラーペーストを使用するのが良い。樹脂100部に対しカラーペースト5~15部程度が適当であるが、着色剤の特性によりかなり変動する。添加量が多いと硬化性が著しく変化するため事前にテストして触媒量とゲル化時間の関係を確認することが大切である。

カラーペーストは着色剤の形態の一つで、液状重合体や可塑剤と顔料をロール混合してペースト状にしたもので、不飽和ポリエステル樹脂用にはフタル酸ジオクチル(DOP)等の可塑剤、飽和の液状ポリエステル、フタル酸ジアリル(DAP)変性不飽和ポリエステル樹脂等のような安定性の良い樹脂が使われる。

着色剤は所望の色彩を与えるために用いる染料や顔料の総称である。染料は水や有機溶剤に可溶の有色の有機化合物であって、プラスチックに溶解して鮮やかな色調を与える。顔料は水や有機溶剤に難溶の有色化合物で、有機物の場合は有機顔料、無機物の場合は無機顔料という。顔料の分散性は染料に比較して劣るので、これで着色したものは鮮明さにおいて幾分劣る。しかし耐熱性、耐候性、耐溶剤性等は逆に無機顔料>有機顔料>染料の順にすぐれている。着色剤の特性、特に経日的な変退色性は価格と密接な関係があり、価格の低廉なものほど変退色しやすいと考えてよい。

4.1.6 揺変性付与剤

不飽和ポリエステル樹脂に特殊な充てん剤を混合すると普通チクソトロピーと呼ばれる構造粘性を有する懸濁液をつくる。樹脂中に分散している固体粒子が、粒子間に網の目状に相互に結び付き傾向を持っている場合、懸濁液の内部に連続的な構造ができ、その構造は比較的弱い力を加えると破壊されて

粘第が低下し、逆に放置すれば再び構造を回復し粘度を増す。

スプレー中は吹きやすく、積層作業中は抵抗が小さくて含浸脱泡が容易であるが、放置すると粘度を増し流れを起さないために、ゲルコート用樹脂や積層用樹脂には超微粒子状無水シリカ(商品名アエロジル)を用いる。

アエロジルは無水ケイ酸(SiO_2)が99.8%以上を占める白色粉末で、ごく微量の TiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 等を含む。粒度 12μ を中心とし $2\sim 20\mu$ のものを主体とする超微粒子状で、かさ比重 $40\sim 60\text{g/l}$ というふわふわした外観を有する。

樹脂に添加混合するには種々の方法があるが、手間と時間をかけて十分に樹脂中に分散させなければ効果を発揮しない。アエロジルはかさ比重がいかにかたくても真比重は2.2あるので長時間放置すると沈降する。この沈降速度は混合方法、混合順序等によって大きな差がある。

4.1.7 難燃剤

難燃性ポリエステル樹脂には不飽和アルキドの成分として難燃性の原料(ハロゲンを含む2塩基酸)を使用した反応型と、一般積層用樹脂に難燃剤を添加した添加型とがある。ここでいうのは後者に属するものである。難燃剤には相乗作用のあることが知られている。一般によく知られているものに塩素化パラフィンと三酸化アンチモンの併用がある。また反応型難燃性樹脂に三塩化アンチモンを添加することも効果がある。

水酸化アルミニウムは一般積層用樹脂に単独で添加される。

添加型の難燃剤は多くの場合、物性に好ましくない結果をもたらす、また経日変化でも好ましくないことが多い。

ハロゲル化合物は燃焼にさいして有毒ガスを発生するので船内に使用することは危険である。

4.1.8 その他の添加剤

作業時の室温が急激に低下したため、樹脂の粘度が増加して積層作業に支障をきたすようなとき、樹脂に希釈剤としてスチレンモノマーを入れることがある。スチレンモノマー含有量の大きい樹脂は、FRPの物性に悪影響を及ぼすから、防衛庁の工作基準では現場での添加は原則として禁止している。このような事態の起らぬよう作業環境を管理すべきである。

積層用樹脂に増量剤としての充てん剤は使用してはならない。

4. 2 パテ

4. 2. 1 パテとサーフェーサー

顔料や充てん剤や硬化剤や、時には短い繊維などを適当な展色剤（樹脂）で練りあげたものをパテと呼び、穴埋めや接着等に使用される。

充てん剤は硬化時の収縮を減少させ、密着性、作業性、研磨性の向上等に役立つものを用いる。タルク、炭酸カルシウム、マイカ、微粉末シリカ、クレー等の外にガラスマイクロバルーン、フェノールマイクロバルーン等の軽量剤やガラス繊維、アスベスト繊維なども用いられる。

展色剤には油、油ワニス、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂等がある。FRP用には当然不飽和ポリエステル樹脂を用いる。樹脂パテ、ポリパテと呼ぶこともある。

パテは木型の仕上げに使用されるほか、積層品の内部、たとえばT型継手のコーナー部整形用や、船底スプレーストリップ充てん用などに使用される。このような積層品内部に使用されるパテは損傷や層間剝離のスタートにならぬよう適当な物性を有し、また軽量であることが容要される。

木型の仕上げには凹部の充てん、面の波うちに対するへら付けに使用される。硬化後研磨仕上げするので研磨しやすいこと、仕上げの肌が平滑であることが要求される。

サーフェーサーは充てん剤を添加した塗料であり、塗膜に厚みを持たせ微小な凹凸を平滑に仕上げるために用い、研磨してさらに仕上げ塗装を行なう。パテのへら付けときわめて近い性質のものであるが、凹凸の程度により使い分ける。面の波打ちをサーフェーサーで仕上げようとしても効果はあがらない。サーフェーサーは展色剤をポリエステルとしたものの外に、木型をウレタン塗料で仕上げる時にはウレタン系のものが使用される。

パテ、サーフェーサーにはその用途により種々の充てん剤が使用され、その種類により、また充てん量によってさまざまな性質を持つ。

FRP用としては樹脂パテを使用する。積層品内部に充てん使用するのは、一般積層用樹脂または軟質系樹脂を使用し、木型用には塗料用樹脂を使用した方がよい。

木型用にはきめが細かく作業性、研磨性の良いものが要求されるので、充てん剤としてはタルクや炭

第1表

充てん剤の種類	吸樹脂量
炭酸カルシウム（沈降性）	32
“（重質）	30
炭酸マグネシウム	106
硫酸バリウム	23
石コウ（焼殺）	32
アルミナ	73
クレー（#33, Binney & Smith 社製）	54
カオリン	47
タルク	46
ケイソウ土	112
シリカゲル（Hi-sil）	210
“（Santocel）	250
ケイ酸マグネシウム	111
雲母粉末	85
ガラス繊維粉末	47
石綿	69
岩綿	146

酸カルシウムは不適當で、超微粒子状無水シリカ（商品名アエロジル）ないしホワイトカーボン（商品名カーブレックス等）が適している。市販されている鋳金用パテ（ノンワックスタイプのポリエステル樹脂使用）はこの目的に適している。

4. 2. 2 充てん剤 (filler)

樹脂が添加して強度、耐久性の改善、あるいは増量の目的に使われる物質を言う。有機、無機の固体が多いが、このうち長い繊維や布状物は通常強化材と呼んで充てん剤とわけている。

充てん剤の吸樹脂量とは、一定量の充てん剤に樹脂を滴下しながら混練してパテ状になったときの樹脂量を測り、下式によって計算されるもので、成形時の流動特性、樹脂と充てん剤との適切な配合比の基準となるものである。

$$\text{吸樹脂量} = \frac{\text{吸収した樹脂容量(cc)} \times 100}{\text{充てん剤の重量(g)}}$$

各種充てん剤の吸樹脂量を第1表に示す。

以下FRP用充てん剤の主要なものについて述べる。

1) タルク (talc)

3MgO·4SiO₂·H₂Oの構造を有する鉱物で、普通、葉片状または鱗片状のなめらかな感觸を有する灰白色の固体で、滑石と呼ばれる。微粉にして薬用、化粧用、粘着防止剤等に使用する。

パテ用充てん剤としては安いことと、研ぎ易さか

ら広く用いられているが、研ぎ上げた肌が荒いから仕上用には適当ではない。

比重 2.65~2.98

2) 炭酸カルシウム (Calcium Carbonate)

CaCO₃ 石灰石として多量に産するので、これを機械的に粉砕することによって製造される重質炭酸カルシウムと、化学的方法で製造される軽質または沈降炭酸カルシウムとがある。

価格が安いので重質炭酸カルシウムが充てん剤として多く用いられる。

	重質	軽質
真比重	2.71	2.6~2.7
かさ比重 (g/cm ³)	0.91~1.33	0.45~0.55
粒度 (μ)	0.3~8	1~6

3) カオリン (Kaolin, Kaolin clay, Procelain clay)

Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O で表わされる無機物質で、粘土の主成分をなす。結晶は真珠光沢をもつが、塊状のものは真珠光沢から土状光沢、白色ないし灰色、黄色、褐色、青色、赤色を帯びている。陶器の原料やセメントの原料となるが、硬度、耐摩耗性などを改善する補強性充てん剤として各種プラスチック、ゴム、紙などに用いられる。

4) クレー (clay)

粘土である。市場では含水ケイ酸アルミニウムを主成分とする鉱石の粉末をいう。安価な充てん剤、増量剤として用いられる。

5) 超微粒子状無水シリカ (商品名アエロジル)

揺変性付与剤として使用されるアエロジルである。パテ用充てん剤としてはきめが細かく、研磨して仕上げた肌がきわめて緻密なので型仕上げ用パテとして最適である。

6) コロイド状シリカ (ホワイトカーボン, 商品名カープレックス, ニプシル, トクシル)

ホワイトカーボンという名称はゴム用充てん剤としてカーボンブラックに代る性質を持っていることから来ている、微粉ケイ酸の総称で、乾式法で製造される無水ケイ酸がアエロジルである。湿式法で製造される含水ケイ酸 (SiO₂·nH₂O) は仕上用充てん剤としてはアエロジルにやや劣る。

比重 1.95

かさ比重 (g/cm³) 0.15~0.24

粒度 (μ) 0~5

7) シラスバルーン

シラス中に含まれる火山ガラス微細粒子を短時間高温で熱処理することによって得られる微細なガラス質の中空体である。白色ないし淡褐色粉末状の外観を有し、主成分は SiO₂ 75~76%, Al₂O₃ 13~14%, その他である。粒子径は原料となる火山ガラスの大きさによってほぼ決まり、適当な条件によって得られたバルーンの直径は原料粒子直径の約2倍になる。粒径範囲は0~600μ程度であるが、パテ用を使用するものの例は次の通りである。

製品	粒子範囲	かさ比重	液体置換比重
	うち 44μ以下 44~74μ		
Y04	0~74~85%	11~16%	0.4~0.44 0.29~
Y02	300μ	58~67%	24~30% 0.2~0.24 0.54

比重的安価な軽量充てん剤であるが、要求される性能に対し必しも十分とは言えない。

8) ガラスマイクロバルーン

国産されていないので高価になる。今日入手し得る充てん剤の中で最も軽量のパテを得られる。

粒径 (μ)	20~130
かさ比重	0.10~0.25
液体置換比重	0.12~0.41

9) フェノールマイクロバルーン

発泡剤を添加した液状のフェノール樹脂を噴霧乾燥すると微細な粒子の表面から硬化し、揮発成分は中に集まり、中空の球状品が得られる。

国産されていない。パテの比重はガラスバルーンに及ばないが、伸び率において勝り、構造材の内部に使用するのに適している。

フェノールはスチレンにおかされるおそれがあるので使用直前に混入しなければならない。

かさ比重	0.11~0.15
液体置換比重	0.25~0.35

4.2.3 パテの物性

船体の積層にあたって局部充てん用や整形用として層間にパテを使用することが多いが、開放型スプレーストリップとロンジガーダー、隔壁などとの交差する部分に硬すぎるパテを塊状に充てんしてハードスポットを作り、外板損傷の原因となった例や、

第 2 表

樹脂	充てん剤	樹脂 100 に対する 重量比	曲げ強さ (kg/mm ²)	曲げ弾性 率 (kg/mm ²)	伸び (%)	比重	容積比 (概算) (%)
157BQTN	タルク	114.3	3.9	561	.67	1.64	33
157BQTN	シラスバルーン	35.7	2.3	142	1.8	.83	52
"	"	"	2.0	148	1.5		
R	"	"	1.7	150	1.14	.79	
L・2009	"	"	1.1	93	3.6	.82	
"	"	"	.79	66	5.2	.80	
"	シラスバルーン チョップドストランド	35.7 3.6	1.3	106	3.2	.82	
R	ガラスバルーン	30	1.3	147	.92	.45	62
R(7)+X(3)	"	"	1.7	145.2	1.1	.46	
R(5)+X(5)	"	"	1.7	141	1.2	.47	
R(3)+X(7)	"	"	1.8	132	1.4	.48	
R	フェノールバルーン	30	1.5	57.7	2.6	.55	55
R(5)+X(5)	"	"	1.5	54.5	2.7	.57	
R	サランバルーン	12	.92	26	3.7	.44	81
R(7)+X(3)	"	"	.93	22.1	4.2	.44	
R(5)+X(5)	"	"	.85	17.9	4.7	.45	
R(3)+X(7)	"	"	.52	9.4	5.5	.41	

チェーン部やT型継手部の整形に使用したパテが脆いものだったために、層間剝離のスタートになった例など、パテの使用法を誤ると重大な結果をまねくことがある。それなのに今までパテの使用はほとんど現場まかせで、物性について研究が行われた例はきわめて少い。今回、運輸省の高速艇基準作成のための調査の一部として、強化プラスチック技術協会がパテの物性について調査研究を行なった。調査研究は2部にわかれ、ひとつは昭和高分子㈱による軽量パテの研究であり、他は造船所で現在使用しているパテの特性を知るための曲げ試験である。

1) スプレーストリップを密封形とするとき、フォーム材の封入は、断面形状の変化や曲り、ねじれがあるためきわめて困難で、軽量パテを充てんする工法が採用される。スプレーストリップにパテを充てんするとその重量は5m級モーターボートで船殻重量の6~10%、17m級のパトロールボートで5~6%にもなるので、少くとも木材程度の比重を持つ、適当な物性のパテがほしい。そのため充てん剤として下記のマイクロバルーンを試験した。

シラスマイクロバルーン(三機工業サンキライト)

フェノールマイクロバルーン(UCC社)

ガラスマイクロバルーン(3M社)

サランマイクロクロスフェア(ダウ・ケミカル社)

以上の外に一般に広く使用されているタルクを比較

のために採用した。

樹脂は一般成形用樹脂の外に可撓性樹脂を使用した。

性能目標としては比重は軽いほど良いが、少くとも木材程度(0.35~0.6)、破壊時最大伸び率はFRPより大(少くとも2%)とし、曲げ弾性率は500kg/mm²程度となると使用形態によりハードスポットを形成するおそれがあるので、200kg/mm²程度までのものが望ましい。心材としては硬質ウレタンフォームの圧潰強さがあれば良いのであるが、最も弱いサランの場合でもその数倍となるから心配ない。

結果として次のことがわかった。

①シラスバルーン：比重0.8程度で目標に達しない。伸びは高価な可撓性樹脂を用いないと不十分である。

②ガラスバルーン：比重は0.45~0.48で良好である。

伸びはシラスバルーンよりやや少い。

③フェノールバルーン：比重0.55~0.57で適当である。

伸びも適度である。

④サランバルーン：比重0.41~0.45で良好である。伸びも良好である。

ただし試験後ダウ・ケミカル社の都合(毒性の問題といわれる)により製造が中止されたことが判明した。

第 3 表

樹 脂	引 張 強 さ (kg/mm ²)	曲 げ 強 さ (kg/mm ²)	曲 げ 弾 性 率 (kg/mm ²)	伸 び (%)
157BQTN	4.3	9.9	398	2.1
R	7.0~9.0	13.0~15.0	272	6.6
X	1.2	1.7	50	32
L2009	1.54	.51	15.3	57

第 4 表

	かさ比重 g/cc	液体置換 比重
シラスバルーン	.20~.24	.3 ~.5
フェノリック マイクロバルーン	.10~.15	.25~.35
ガラス マイクロバルーン	.15	.22
サラン マイクロソフエア	.016	.035

⑤タルク：タルクを限界まで使用したものは伸びがきわめて少く、また弾性率が高すぎる。

一般に不安定形充てん剤より球形充てん剤を使用した方が応力集中度が低く、伸びが大となると考えられている。またシラスバルーンやガラスバルーンに比べてフェノールやサランの方がかなり伸びが大きいのは、充てん剤のバルーン自体が変形しやすいための効果が大いものと考えられる。

実際の使用にあたっては価格が問題になる。一般にバルーンは不定形充てん剤に比べて価格は高い。しかしバルーンのkg当り価格が仮りに不定形充てん剤の10倍であるとすれば、樹脂に真比重2.8程度の一般充てん剤を1：1に配合するときと、液体置換

比重0.2のバルーンを10：3に配合するときとではパテの比重は約1/3になり、充てん剤としてのバルーンの使用量は一般充てん剤の約15%でよいことになるから、充てん剤の費用は約1.5倍にすぎないし、また樹脂の所要量も50%程度に減少することになるので、決して価格的に引きあわないものではない。

第2表に試験成績の代表的なものを示し、第3表に使用樹脂の注型品特性を、第4表に使用マイクロバルーンの比重を示す。

2) 造船所で現在使用しているパテは、造船所5社が現場で調合し、5mm平板としたものを東大船舶工学科において曲げ試験を実施した。試験方法は昭和高分子と統一した。樹脂はいずれも積層用樹脂である。内1社は市販ポリパテをも使用しているのでもこれらも試験した。

一般に現場では樹脂に充てん剤を添加練り合せてゆき、手ごろな稠度になったところで使用するの、配合比は樹脂の粘度や作業者の個人差により必しも一定ではなく、今回の試験片についても配合比に疑問のあるもの、気泡等の欠陥のあるものもある。

充てん剤の配合比が大きく物性に影響を与えているのは応力集中度によるものであり、配合比が多い

第 5 表

樹 脂	充てん 制	樹脂 100 に対する 重量比	曲 げ 強 さ (kg/mm ²)	曲 げ 弾 性 率 (kg/mm ²)	伸 び (%)	比 重	容 積 比 (概算) (%)	造 船 所	備 考
ポリマール 8225	タルク	100	3.7	645	.58	1.58	30	D	
リゴラック 157BQTN	"	"	2.75	252	1.5	1.59		A	現 用
ポリマール 8285P	"	83.3	5.32	845	.64	1.62	26.5	B	"
ポリマール 8225	"	43.3	1.54	123	2.14	1.57	16	D	"
ライヒ FH123N	アエロジル	10	3.24	382	.81	1.18	5.3	C	作業性悪し
ライヒ PC95GT	"	8	3.21	416	.76	1.31	4.3	"	従前使用
"	"	5	3.51	446	.78	1.32	2.7	"	"
リゴラック 157BQTN	フェノール バルーン	50	1.29	101	1.3	.63	67	A	大型船用
エボラック G512PTWY	パーライト アスベスト ベースト		1.16	235	.57	1.82		E	現 用
日立化成ポリセット			3.1	427	.76	1.6		C	現 用

ときは樹脂の特性を改良しても効果は少ないものと想像される。

充てん剤としてはタルクが多く用いられているが、樹脂 100 に対しタルク 50 程度配合したものは軽量化を問題としないとき、適度の物性を有するものと考えられる。

フェノールバールン配合のものの伸びが意外に低かったのは、樹脂の差よりもむしろ使用上の稠度の限界まで配合した影響が大きいのではないかと思わ

れる。

このように配合比の物性に及ぼす影響が大きいのであるから、パテの配合も今後は現場の手かげんでなく、正しく定められた配合比を守ることが大切である。

なお、適度な配合比の標準を得るための試験を行う必要がある。

試験成績を第 5 表に示す。 (つづく)

世界のFRP船トピックス



図ハンドレイアップからの脱出 (そのVII)

——コールドプレス——

前号ではFRP船殻の成形を巨大な油圧プレスと金型によって試みた実例を述べたが、実際には現在は行なわれていない。FRPをプレスで成形することは成形に携る者にとっては一つの願望と言ってもよいであろう。

ところが便利なことに、FRPの成形はハンドレイアップができるように、大気圧のもとで特に加熱をしなくても可能である。したがってなにも加熱した巨大な金型と何千トンというマンモスプレスを使わないでも、丈夫な雌雄型をつくってガラス繊維と樹脂をチャージして押えれば可能となるはずである。

特に船殻のように何千、何万杯も作らずに数十数百の単位であれば、金型を使ったプレスのように数分で成形する必要もない。

そこでFRPの成形法の1つとしてコールドプレス成形法という方法が考え出され、昭和43年頃から注目を集めたプロセスがある。

コールドプレス用の成形型は、勿論、金型であっても何等差支えないが、プレス圧力が平方センチメートル当り数キログラムで、Matched Dieのように十数キロからSMC成形のように100キロにも及ぶ巨大な圧力を要しないので、アルミニウムの型でも、ステンレスの板金型でもよいが、

最も作り易いのはFRP型である。型の表面をFRPで成形し、背面を鉄棒やレジンコンクリート、あるいは普通のボルトランドセメントによるコンクリートなどを充填して補強する簡易なプレス型を用いることができる。かつプレス成形機も数百トンの出力で十分となる。

さてコールドプレスで作られたFRP船殻の実例となると、これまた意外に少いのが実情である。もともとコールドプレス発祥の地が英国であるので Norwich 地方で小型ディンギーの船殻が量産された実績があり、現在でも一部この成形法が実施されていると言う。わが国ではロンシール工業が小型ディンギーを数百杯コールドプレスによって成形し市販したのが量産品として唯一の実績である。

以上7回にわたってFRP舟艇船舶の成形がハンドレイアップというプリミティブな成形法から何とか脱却するために試みかつ試みつつある手段や方法について述べてきたが、決定的なものは未だ現れていない。

しかしハンドレイアップ法が信頼性に欠けると言うものではなく、正しく管理され、熟練したワーカーによるFRP成形品はかえって機械による成形品より信頼性が高いとも言えよう。

(百島祐忠・コンポジットシステム研究所)

高速旅客船主機としての MB820 形 高速ディーゼル機関の使用実績

Reliability of MB820Db High Speed Diesel Engine
for High Speed Passenger Boat
by Minoru Takagi/Osamu Kawai
Ikegai Iron Works,

●
高木 実/川合 脩

エンジン技術部/神明工場製造部
池貝鉄工

1. まえがき

当社が西独ダイムラーベンツ社と MB820 形 (写真 1) の技術携約を結び^{注 1)}、その国産 1 号機を完成したのは昭和 36 年 12 月であった。

この 1 号機は日立造船のシュプラマール形水中翼船 PT20 の国産 1 号艇の主機として搭載され、名鉄観光汽船“大鵬”の主機として昭和 49 年まで稼働、同船の廃船にともない、現在も予備機として活躍している。

これを契機として水中翼船を航路に投入する船主もふえ、現在日本国内で旅客船として就航している水中翼船は 30 数隻で、これらの主機はすべて当社の MB820Db 形が使用されている。

その後、昭和 46 年頃より主として瀬戸内海において高速艇形の旅客艇が採用されるようになった。

これは主として陸の新幹線の開通に端を発した、高速輸送という社会的ニーズに対応するためと高速

料金および運航の合理化による採算性の向上が時流にマッチしたためと思われる。

しかし当初の高速艇は規模も 20m 以下のもので主機も 500 馬力程度のものであった。

これら初期の高速艇は、そのルーツが魚雷艇などの軍用が主であったためか、主機の出力にシーマージンを取らないで計画されるのが慣例になっていたこと、および計画段階より船速確保に無理があったもの、排水量が計画を大幅にオーバーしたものなどがあり、就航初期より既に機関が過負荷状態で運航されるものもあり、それによって発生する主機トラブルも少なくなかったようである。

そのためもあって昭和 47 年 1 月 28 日付船舶局通達によって過負荷運転警報装置の取り付けが義務づけられるようになった。

その後、高速旅客艇も漸次大形化され 23m クラスのものが主流をしめるようになり、これらのほとんどに MB820Db 形 2 基が採用されるようになった。

更に昨年になって 45m クラスの大形高速艇も出現するようになり、高速旅客艇もいよいよ大形時代に突入するようになってきた。

第 1 図は現在国内に就航している当社高速機関を搭載している高速旅客艇と、その航路を示したもので現在までの主機延総運転時間は 1,350,000 時間に達する。

写真 2 ~ 5 に MB820Db 形を搭載した代表的な高速旅客艇の写真を示す。

2. 機関出力について

従来より高速ディーゼル機関のカatalog馬力と連続最大出力 (MCR) の関係に明確さを欠く面もあり、かつ各社間にこの間に大幅な相違がみられ、これがひいては船の計画段階で機関の選定をあやまら

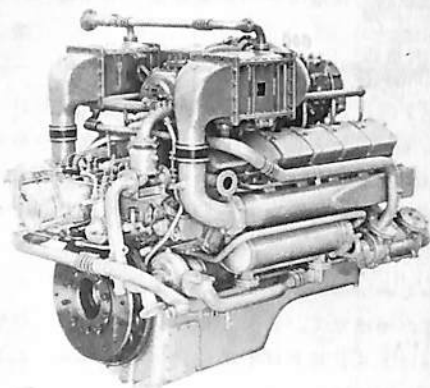
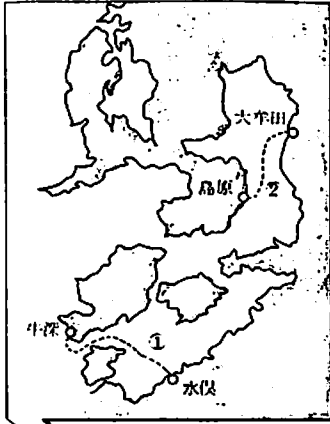


写真 1

MB820Db 形高速ディーゼル機関

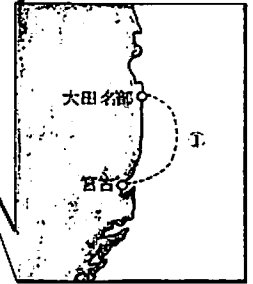
第 1 図



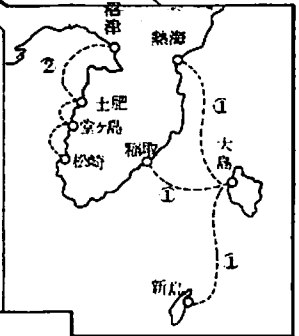
- ① 江崎汽船 牛深～水俣 ガルマ1号(FRP)
- ② 島原観光汽船 島原～大牟田 はまゆり(FRP)

水翼 : 水中翼船
 ST : 鋼製高速艇
 AL : 鋁合金高速艇
 FRP : FRP高速艇
 — : 公用船

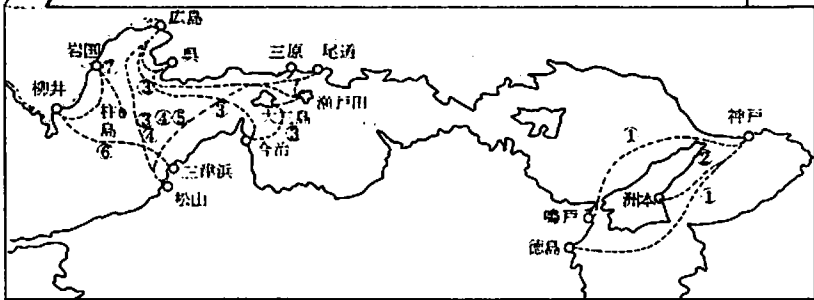
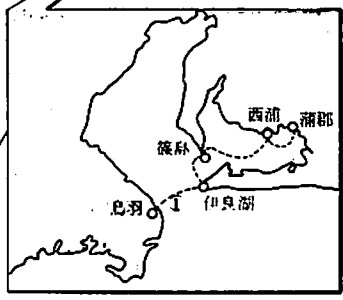
- ① 岩手東北自動車 宮古～大田名部 第8線中丸(ST)



- ① 東海汽船 熱海～大島～稲取～新島 シーホーク(AL)
- ② 伊豆箱根鉄道 沼津～土肥～宮ヶ島～松崎 コバルトアロー1号(ST) コバルトアロー2号(ST)



- ① 名鉄海上観光 蒲郡～西浦～徳島～伊良湖～鳥羽 海王, 王将(水翼PT-50) はまふき(水翼PT-20)



- ① 阪急内海汽船 神戸～徳島 ぼりぼう, せいぼう(水翼PT-50) 神戸～鳴戸 あまつ, かすがの(水翼PT-20)
- ② 共同汽船 神戸～神本 いそかせ(ST) しおかせ, はまかせ(AL)
- ③ 瀬戸内海汽船 広島～瀬戸田 わかしお(水翼PT-50) 広島～松山 こんどる, こんどる2号, こんどる3号(水翼PT-50) 広島～今治 はるかぜ, ひかり2号(水翼PT-50) 尾道～今治 おんとり, おんとり2号, おんとり3号, おんとり5号(水翼PT-50) あさなみ, さなみ(AL) ひまき3号(水翼PT-50)
- ④ 石崎汽船 松山～三原 光星, 彩星, 春星(水翼PT-50) 松山～尾道 つばき, 金星, 明星(水翼PT-20) はなて1号(水翼PT-20)
- ⑤ 昭和海運 岩国～三津浜～柳井 しぶき1号, しぶき2号(水翼PT-20), しぶき3号(水翼PT-50)
- ⑦ 岩国・柱島海運 岩国～柱島 すいせい(ST)



写真2・PT50型水中翼船“おおとり”（瀬戸内海汽船）/
MB820Db 形×2



写真4・鋼製高速旅客艇“コバルトアロー1号”（伊豆箱根鉄道）/
MB820Db形×2



写真3・FRP高速旅客艇“ガルーダ1号”（江崎汽船）/
MB820Db 形×2



写真5・軽合金製高速旅客艇“しおかぜ”（共同汽船）/
MB820Db形×2

せ、これが主機トラブルの原因となっているという意見もある。

この点、中低速機関の場合各社出力の運転範囲に明確な規定を設け、国際的にもISOなどによって規定を統一しようという動きもある。

しかし、これらの規定はすべて所謂、排水量形船形の主機を対象としたもので、これをそのまま高速艇主機に適用するとすると、いろいろ矛盾が生じてくる。

すなわち、排水量形船形の主機の場合、一般に回転数 n と出力 N の間には $N \propto n^3$ の関係が成立するが、高速艇の場合、高負荷範囲では艇が多少とも滑走状態に近くなるため、この3乗曲線から相当はずれた特性になる。その最も顕著な例が水中翼船の場合である。

この関係をMB820Db形について説明すると第2図において出力範囲AはDIN-6270-A出力に相当し、これは10%の過負荷運転が許容される連続最大出力範囲である。

出力範囲Bは同じくDIN-6270-B出力に相当する出力範囲で6時間中1時間の連続運転が許容される最大出力で、それ以上の過負荷は許容されない出力範囲を示す。

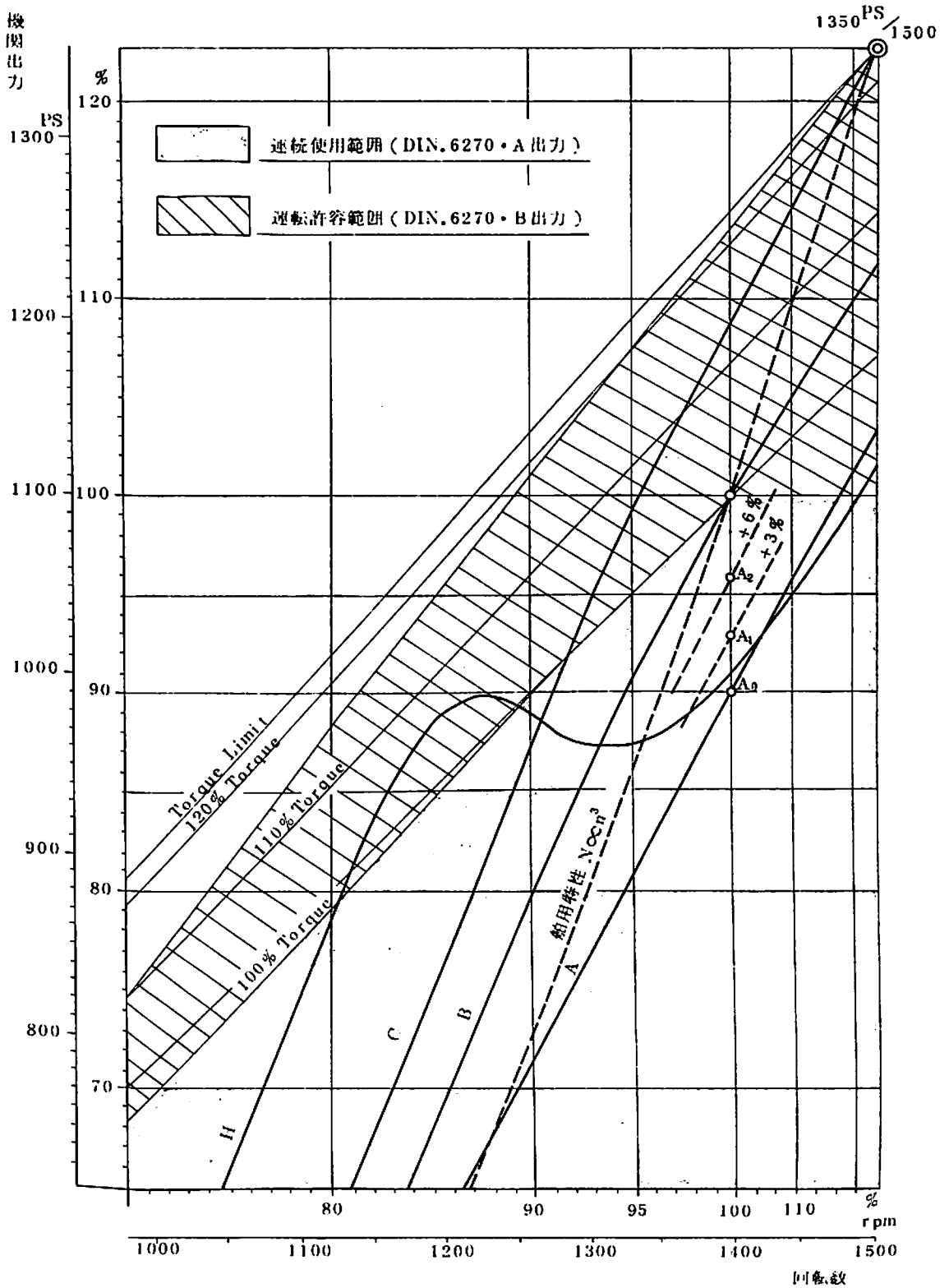
特性曲線Hは水中翼船の場合で翼走に至る過渡状態でBゾーンに突入するが、翼走状態になると再びAゾーン内に戻り、出力範囲との間に特に矛盾は生

じない。特性曲線Aはシーマージンを見込んで計画された高速艇の場合で、平均3%程度の年間負荷上昇を見込んで相当長年月にわたって出力がBゾーンに突入するおそれはない。特性曲線Bはシーマージンを取らないで計画された場合で、就航当初は全運転範囲でAゾーン内で運転できるが、短年月の間に巡航運転範囲がBゾーン内に突入するおそれがある。C特性は計画段階より船速確保に無理があった場合、または排水量が計画を大幅に上回ったような場合で、海上公試段階で既に10%近い過負荷がかかっている場合で短年月の間にBゾーンからも巡航範囲がはみ出し、このため負荷制限装置が作動して機関回転数が維持できなくなり、その結果、船速がますます低下するという悪循環に落入る場合である。

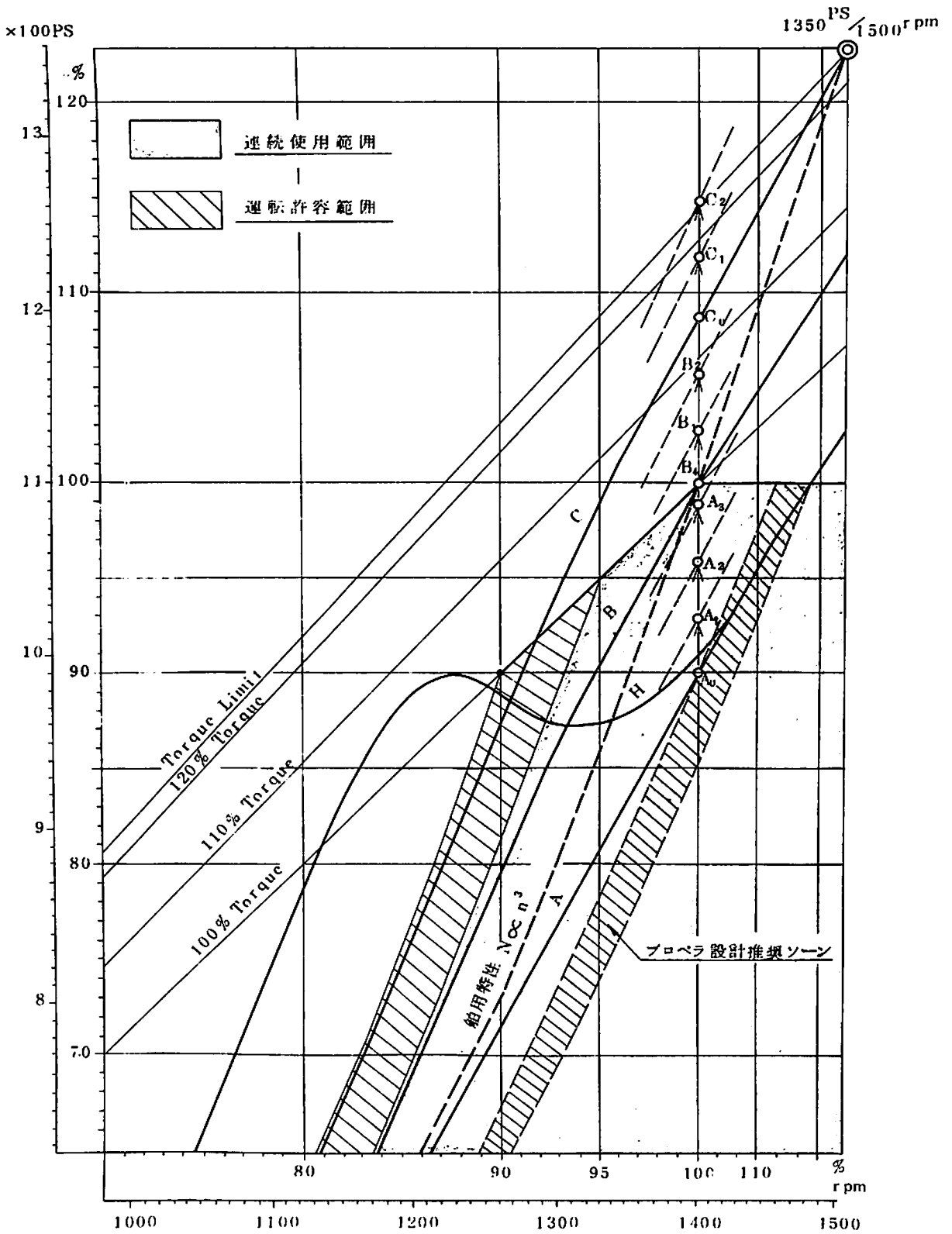
中低速機関の出力規定範囲には、各社多少の相異があるが、本質的にはほぼ同じ考えのもとに規定されているので、これにならって出力範囲をきめた場合、第3図のごとくなる。この図からわかるように、例えば水中翼船の場合、翼走にうつる過渡状態において運転許容範囲から大きく逸脱してしまうため、このような出力規定を設けると、この機関は水中翼船に適用できないことになる。そのためもう一段出力の大きな機関を搭載しなければならなくなるが、これは高速艇主機の第一条件である軽量小形という条件に反することになる。

このように高速艇の特殊性から高速艇主機として

第 2 圖



第 3 図



適用されるためには、第2図のような出力範囲で耐久性に富んだ機関であることが必要条件となってくる。

3. 出力と信頼性の関係

中低速機関の場合、第3図のように機関に規定範囲を設けるのは主として機関の耐久性と信頼性の確保がその基本になっている。例えば低回転範囲でトルクを大幅に規制しているのは、平均有効圧力一定で回転数を下げてゆくと機関構成部品、特に排気弁の温度が急激に上昇し、その結果特に粗悪燃料を使用した場合に高温腐蝕の危険が増大するためとされている¹⁾。

しからばMB820Db形の場合、果して第2図のごとき出力規定で耐久性が保証されるかという疑問が生じてくると思われる。

当社においてはこの問題に対して第1図に上げた高速旅客艇の主機関について次の3つのグループに分け、主要部品の耐久性についての調査を行った。

- 1) Hグループ；第2図のH特性を有する船（すなわち、水中翼船）の主機関
- 2) Aグループ；第2図のA～B特性曲線内に入る負荷状態（新船時）にある高速艇の主機関
- 3) Bグループ；第2図のB～C特性曲線内に入る負荷状態にある高速艇の主機関

旅客船の主機関の場合、1年毎の中間検査および4年毎の定期検査が法令によって義務づけられているために信頼性工学で対象としているような船の運航に支障をきたすような事故が経験されることは殆

んどないといってさしつかえない。

MB820形機関に対しては、昭和42年より第1表に示すような中間検査実施要領がJGによって承認され、このスケジュールにもとづきオーバーホールを施行しているが、現在、本スケジュールによるオーバーホール実績をもとにして、更に内容の見直しを行なっている段階である。

さて文献2によると主要部品の信頼性は下記のごとく評価される²⁾。

すなわち機関の完成時において N_0 個装備されていた部品のうち、ある運転時間 t を経過した後、 N_s 個が使用可能であったとすると、その部品の信頼度 R は

$$R(t) = \frac{N_s}{N_0} = \frac{N_0 - N_f}{N_0}$$

で与えられる。ここで N_f は交換された部品の数である。

上式を時間 t で微分すると

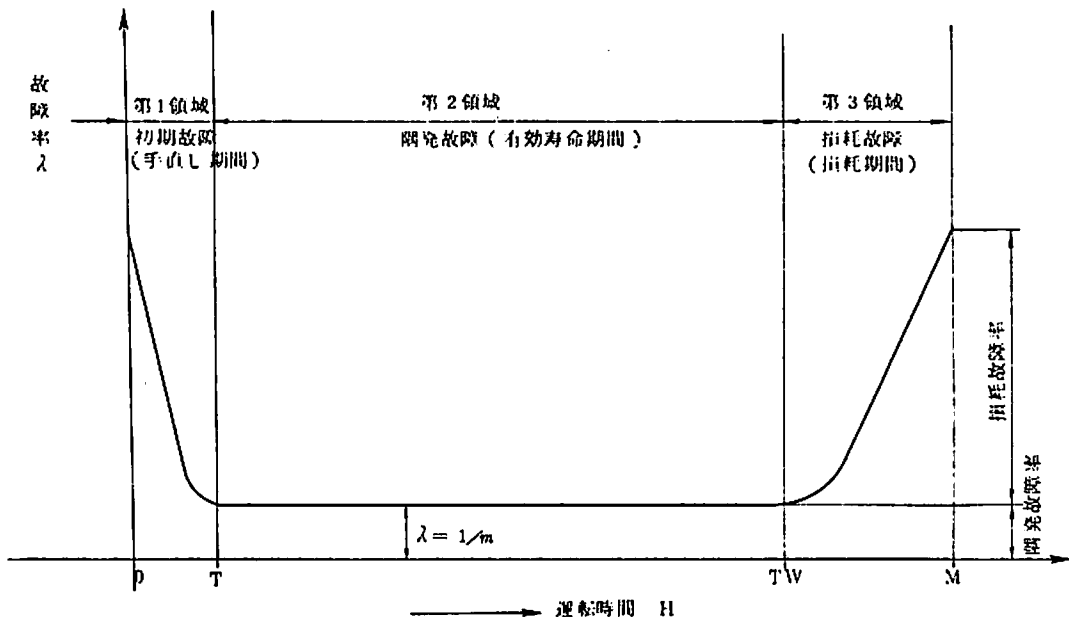
$$\frac{dR}{dt} = \frac{d(1 - N_f/N_0)}{dt} = -\frac{1}{N_0} \frac{dN_f}{dt}$$

となる。したがって t 時間後に N_s 個残っている部品の中で dt 時間の間に dN_f 個交換されたとすると N_s 個のうちの1個当たりの物品の交換される確率は

$$\lambda = \frac{1}{N_s} \frac{dN_f}{dt} = -\frac{N_0}{N_s} \frac{dR}{dt} = -\frac{1}{R} \frac{dR}{dt}$$

で与えられる。ここで λ は一般に故障率と称されるものである。

上式に初期条件 $t=0$ $R=1$ を入れると信頼度の



第4図

第1表：MB820形中間検査および定期検査実施要領

◎ 全気筒(12)検査
 2, 4, 6 ... 気筒のみ検査
 ○ 検査施行 × 検査施行せず

検査の種類と区分	1年目中間検査						2年目中間検査						3年目中間検査						定検							
	<2000		2000~4000		4000~6000		<4000		4000~6000		6000~8000		<4000		4000~6000		6000~8000			>10000						
	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎	○		◎	○					
シリンダー開放燃焼面検査	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎					
吸排気弁開放検査	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎					
シリンダー内壁及びピストン冠部検査	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎					
ピストン抜出し検査	2	4	6	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎					
シリンダーライナ抜出しライナ検査	×	4	6	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎					
架構シキレット部検査	×	4	6	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎					
クラシクピン及び軸受検査	2	4	6	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎					
架構サイドカバ開放(内部点検、ギヤ類)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎					
クラシクシャフト及び軸受検査	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×					
燃料ポンプ駆動ギヤ、カムギヤ等開放検査	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×					
排気ターボ送給機開放検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
燃料及び潤滑油コンソリダト開放検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
空気冷却器開放検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
清水冷却器開放検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
潤滑油冷却器開放検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
海水ポンプ開放検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
海水及びビルジポンプ開放検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
潤滑油ポンプ開放検査	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×					
ゴムカクゾリニク外観検査	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
ゴムカクゾリニク開放検査	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×					
燃料ポンプ開放調整試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
始動用電動機及びスイッチメカテスト	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
充電用発電機及びリレーメカテスト	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
その他電装品メカテスト	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
分類記号	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A					
小分類																										
大分類	I										II										III					IV

一般式は、
$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda dt}$$
で与えられる。

いま部品の交換が必要とされる密度関数を

$$f(t) = \frac{1}{N_0} \frac{dN_f}{dt} = -\frac{dR}{dt}$$

とし、交換を必要とする部品の確率を $Q(t)$ とすると

$$Q(t) = \int_0^t f(t) dt$$

で与えられる。したがって信頼度 $R(t)$ は

$$R(t) = 1 - Q(t) = 1 - \int_0^t f(t) dt$$

となる。

一般に多数の機関についての故障の割合と運転時間の関係を求めると第4図のごとくになるといわれている。このうち第1領域にある初期故障はならし運転時に手直しによって解決され急速に減少してゆく性質のものである。

次に第2領域に入ると故障の頻度が或る一定値に安定する。したがってこの領域では $\lambda = \text{const}$ であるとみてよく、この領域における信頼度を R_c とすると、

$$R_c(t) = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{t}{m}}$$

ここで $m = 1/\lambda$ で故障間平均時間 (MTBF と略称) を表す。

この期間に起る故障は全くランダムに起る性質のもので、信頼性上最も好ましくない性質のものでとされている。この期間を過ぎ第3領域に入ると部品の損耗によって起る故障がその上加り、再び故障率が增大する。JGの中、定期オーバーホールはこの損耗故障を未然に防ぎ機関を常に第2領域に保とうとして取られた規則であると解釈される。

中定検時におけるオーバーホールで交換される部品は、主として下記の3つの要因によって交換される。

- 1) 摩耗によって部品が摩耗限度に達した場合
 - 2) ピッチング、キャビテーション、フレッティング、グロウレーションなどの表面金属組織の破壊による場合
 - 3) 熟または機械的繰返し応力によって金属組織が疲労してクラックが発生した場合
- これに対して焼付き、切損などの損傷は機関の運転を不可能に陥し入れる場合が多く、これがオーバーホール時に発見されることは稀である。

第5～9図は主要部品の摩耗状態を先に分類した3グループについて比較したものである。

第10～13図は主要部品の中定検時における部品交換率を同じく3グループについて比較したものである。

これらからわかるようにHとAとの間には、特に目立った差異は認められないが、Bグループの場合は明らかにH、Aグループに比較して部品の損耗が増大することがわかる。

以上の結果からMB820Db形の場合、第2図の出力範囲規定を特に第3図のごとく変更しなければならないという要素は特に見当らなく、当初設定した出力規定で充分耐久性を維持できることが確認された。

3. 機関の取扱いと信頼性の関係

ここでいう取扱いとは、主として運転および保守を意味する。

運転および保守の適否が機関の信頼性を左右することは古くからいふるされていることではあるが、ここにMB820Db形機関で経験された2～3の具体例について述べてみたい。

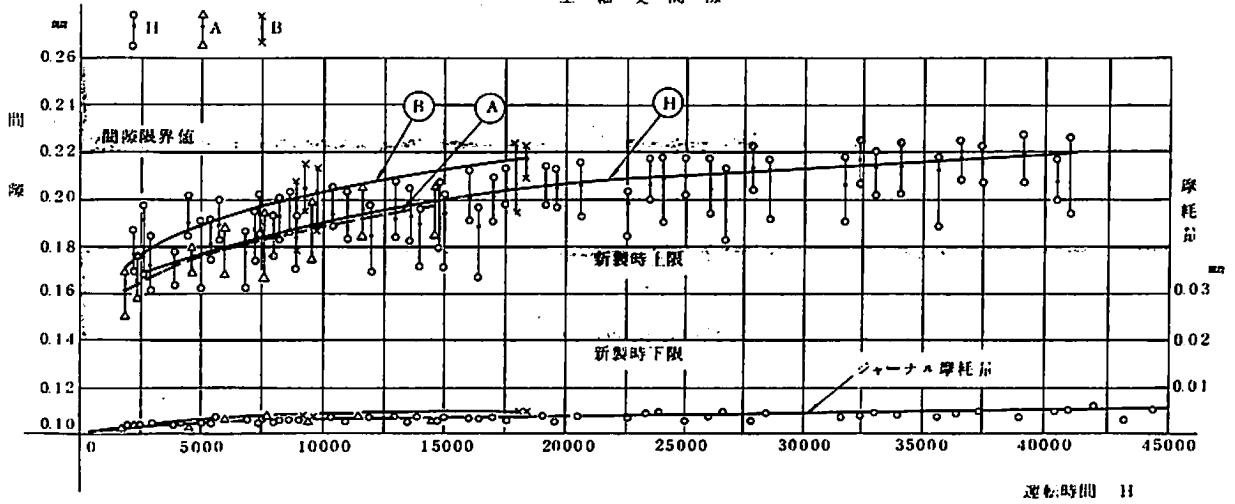
3-1 操船とガスタイト

水中翼船が商業運航を開始した昭和37、8年頃、主機関のシリンダヘッドガスケットからのガス洩れが問題となったことがあった。この現象は燃焼室内の燃焼ガスがガスケットを通して冷却水側に漏洩し、その結果、清水圧力が急激な変動を起し、はなはだしい場合には運航に支障をきたすことになる。この機関の架構は水中翼船の場合、軽合金製でガスケットパッキンには軟質パッキンが使用され、そのガスタイトは第14図のごとき構造となっていてガスケットの締付けはAによって規定される。最初ガス洩れの原因はガスケットの材質と締付け力との問題と考えられ、種々の改善策を試みたが満足のものが出なかった。そのうち商業運航する水中翼船の隻数が増加するにしたがってガス洩れが頻繁に発生する船と殆んど発生しない船があることがわかり、その原因が翼走に移る際の操船方法にあるらしいということになった。そこで翼走に入る際の操船方法をいろいろかえて、その際の燃焼最大圧力などの変化を調べた。その結果を第15図に示す。

この結果から翼走に移行する際の船の加速時間を或る一定値におさえればガス洩れを防止できることがわかり、これを令行するよう船主にお問い合わせの結果、それ以後ガス洩れのトラブルを大幅に減じることができた。更にその後、ガスケットを硬質ガスケットに変更することにより、ガス洩れ対策は完了した。

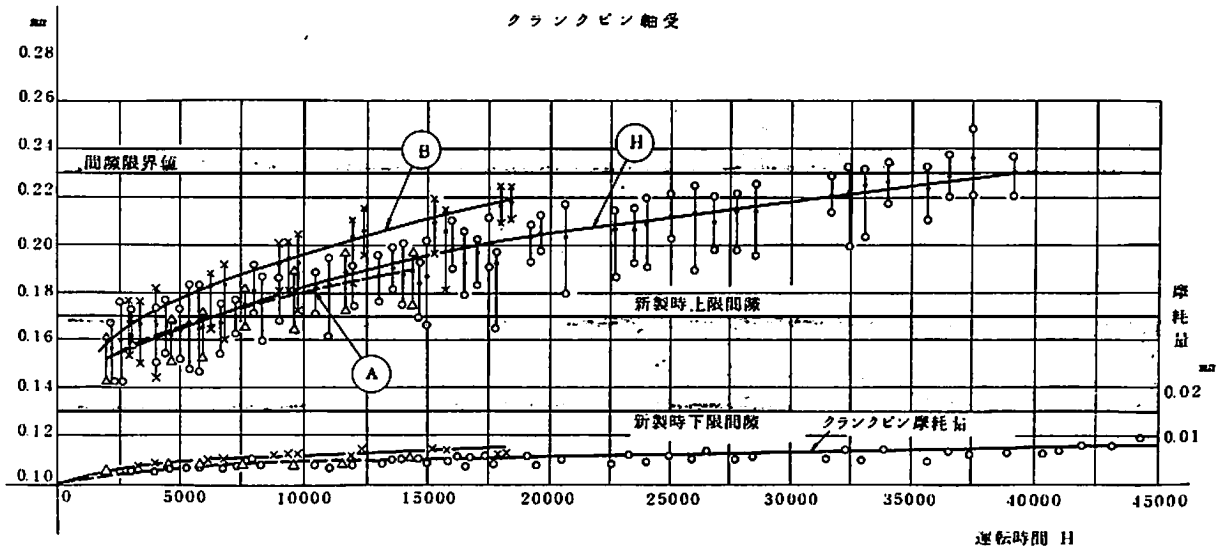
第 5 図

主軸受間隙



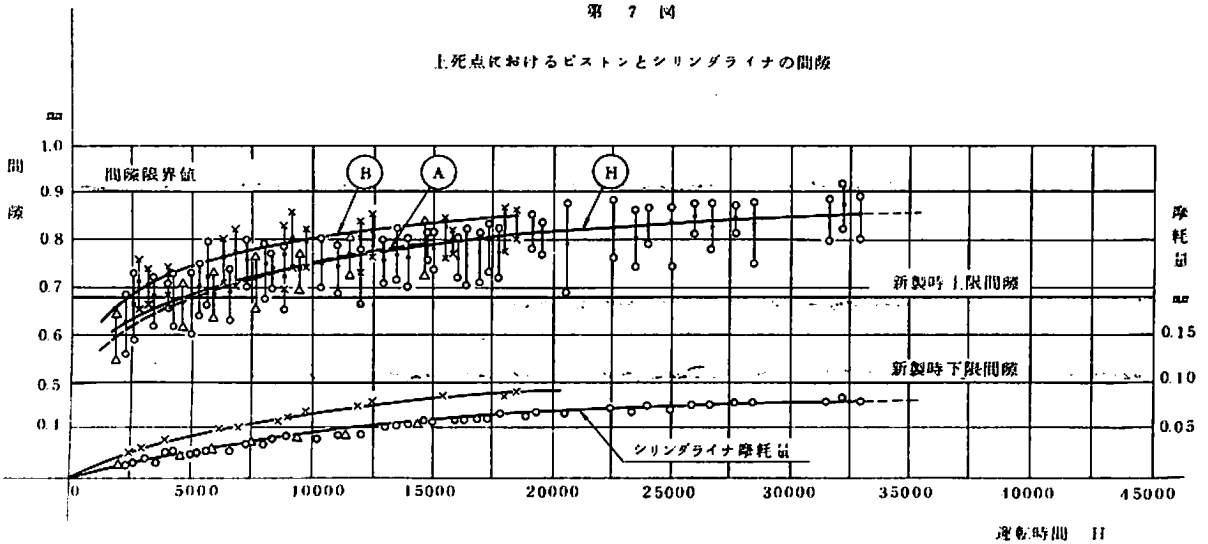
第 6 図

クランクピン軸受

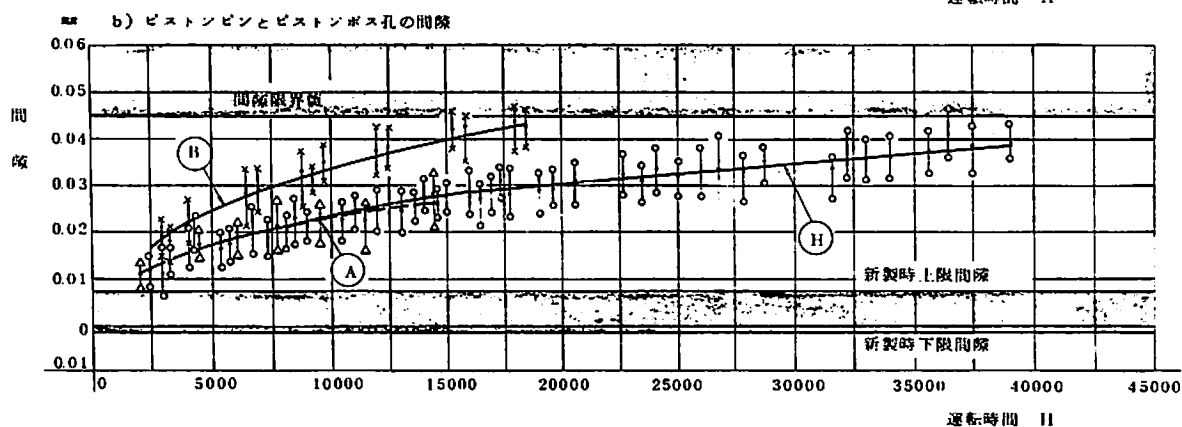
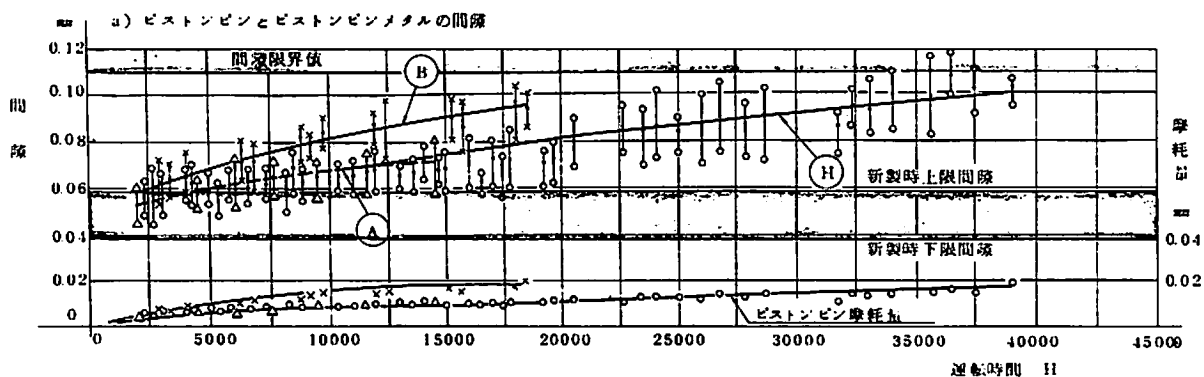


第 7 図

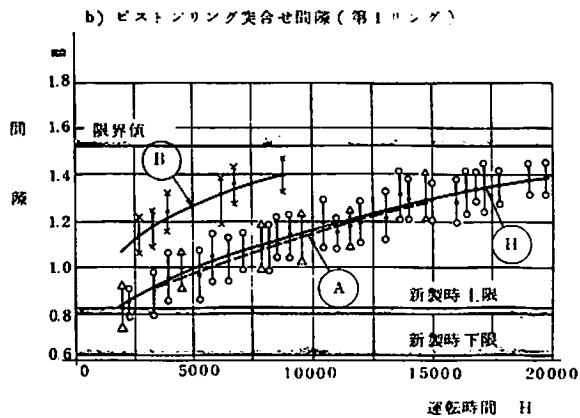
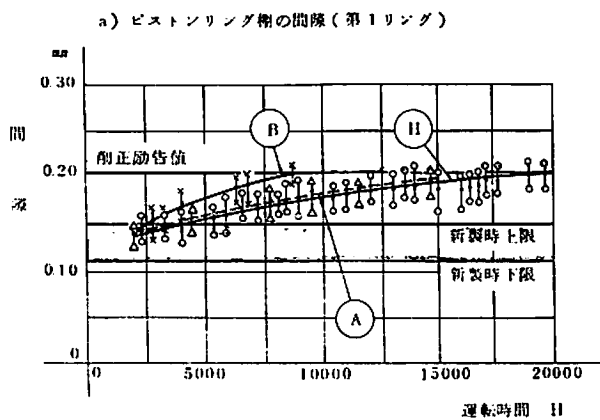
上死点におけるピストンとシリンダライナの間の間隙



第 8 図
ピストンピン間隙

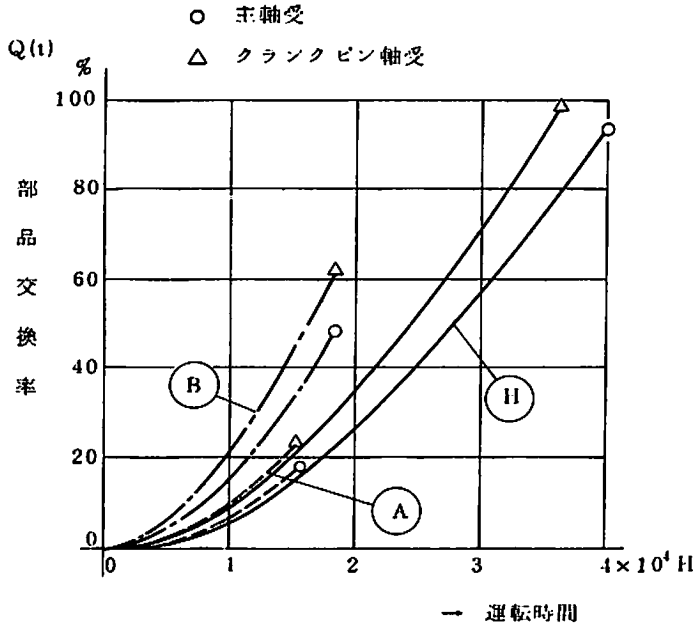


第 9 図
ピストンリング (第 1 リング) 間隙



主要部品交換率

1) クランク軸, 軸受



主要交換理由

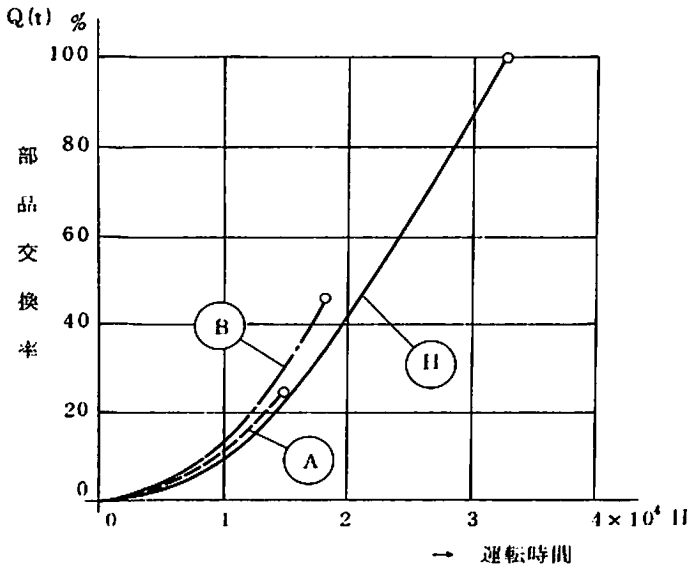
- オーバーレー消滅
- カミ込みキズ
- 軸受面キャピテーション
- メタル剝離

保守が耐久性に及ぼす要素

- プライミングの励行
- 指定オイルの使用
- オイル交換時間
- オイルフィルタの清掃

第 10 図

2. シリンダライナ



主要交換理由

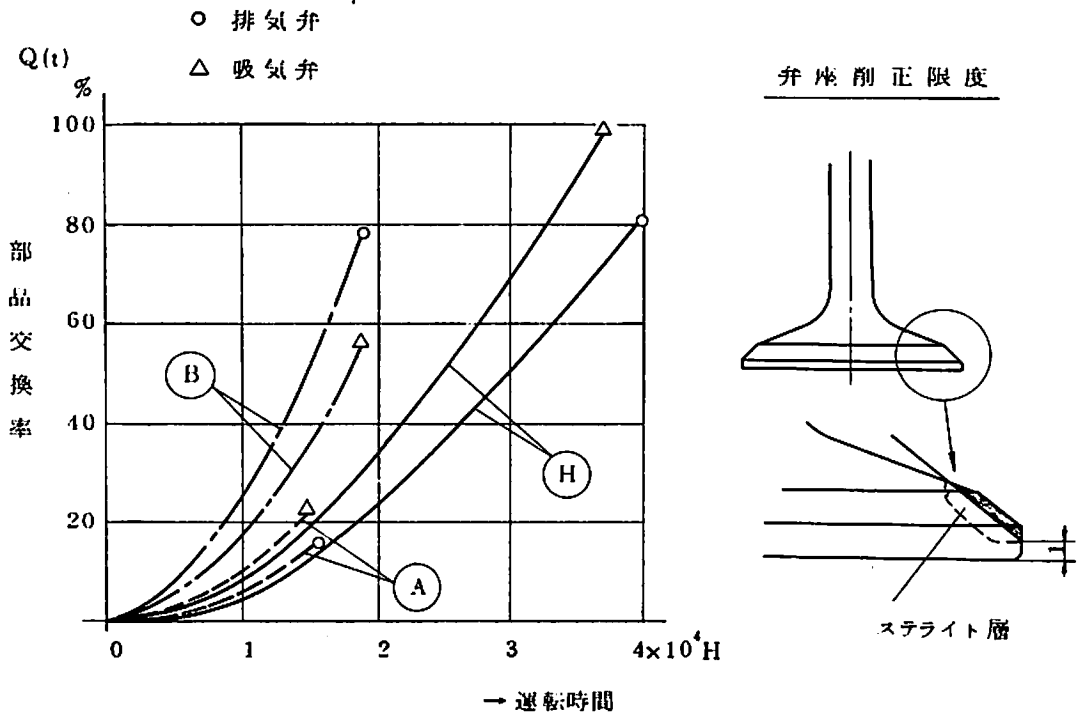
- ジャケット部キャピテーション

保守が耐久性に及ぼす要素

- 水質
- 防蝕油(インヒビター)の濃度管理

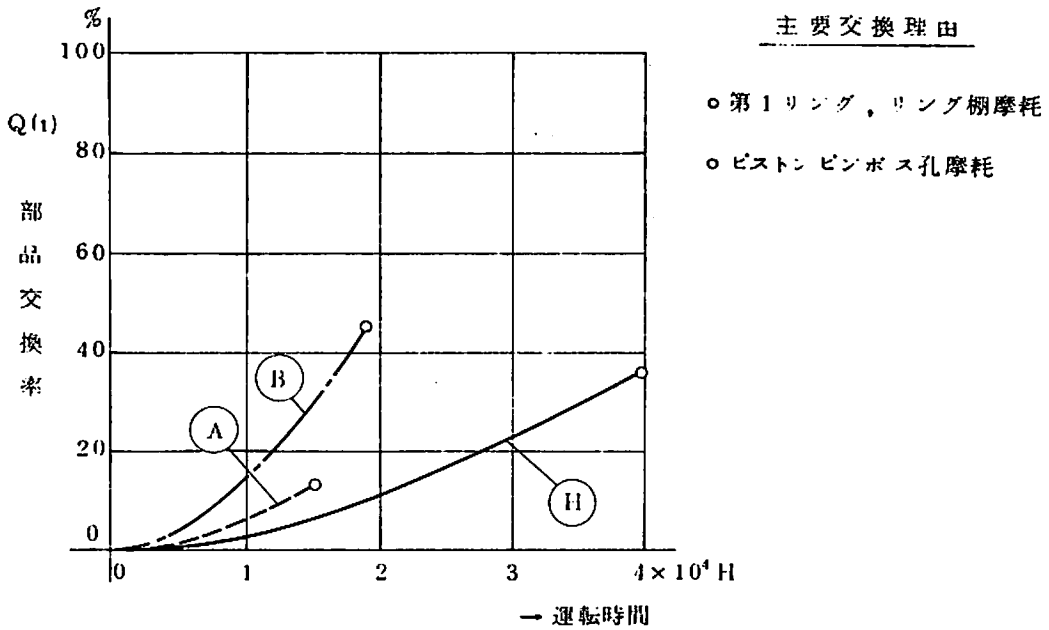
第 11 図

3) 吸排気弁

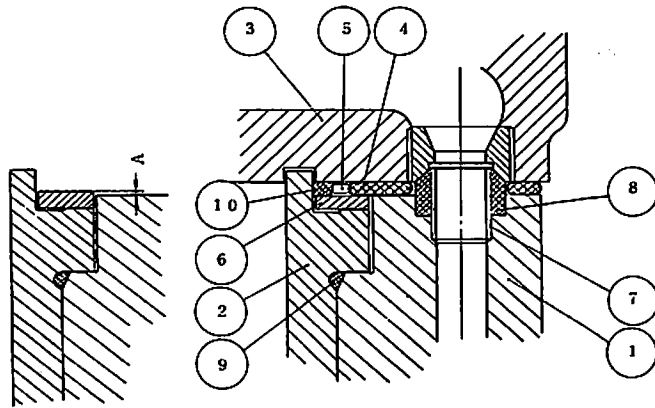


第 1 2 図

4) ピストン



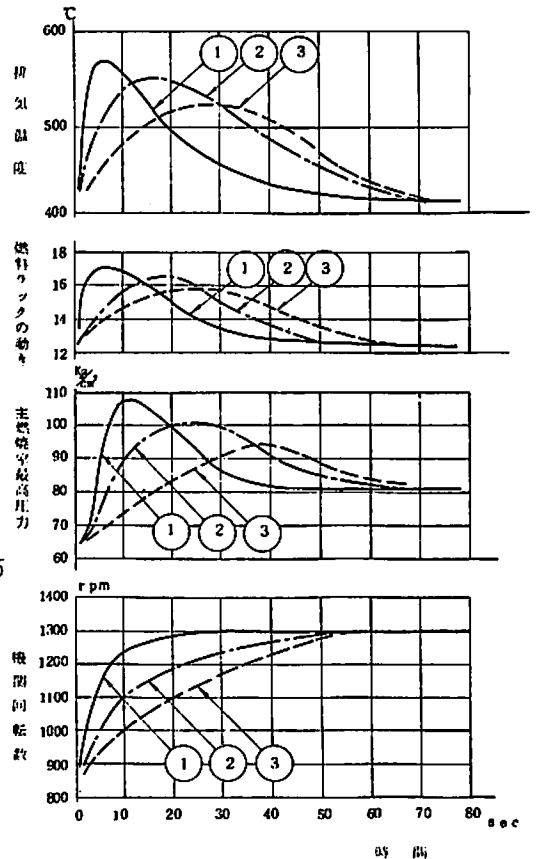
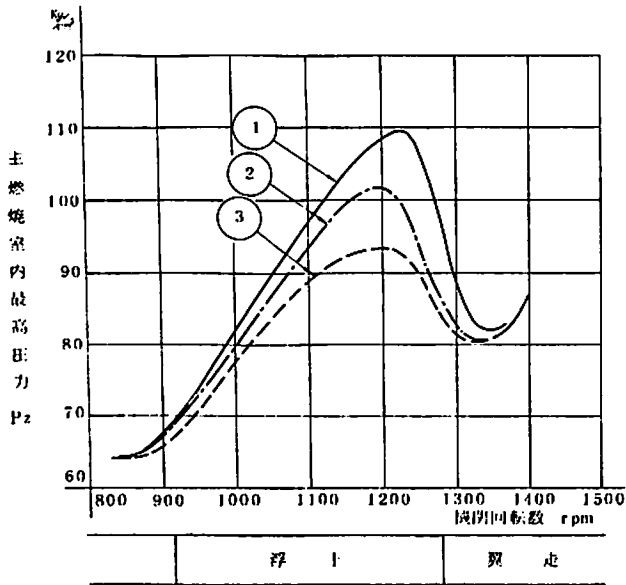
第 1 3 図



- | | |
|--------------|--------------------|
| ① 架 構 | ⑥ スペーサリング |
| ② シリンダライナ | ⑦ 冷却水連結管 |
| ③ シリンダヘッド | ⑧ ゴム 管 |
| ④ ガasketパッキン | ⑨ シリンダライナ 龍ゴムリング |
| ⑤ スチールリップ | ⑩ アスベストリング |

A : スペーサリング縮代

第 14 図



第 15 図

時 間

シリンダライナ上部



シリンダライナ下部

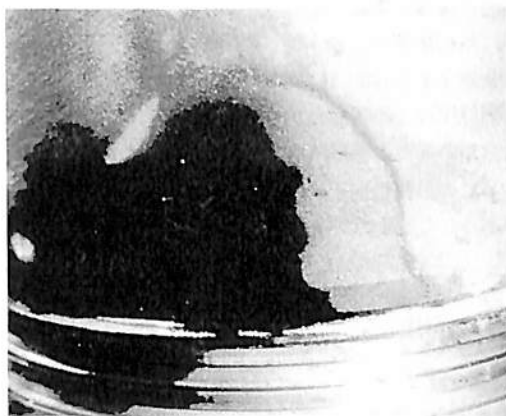


写真6

3-2 冷却水とシリンダライナジャケット部のキャビテーション腐蝕

MB820形のシリンダライナは、摺動面の摩耗が限度に達して交換されるケースは稀で、耐久限度はほとんどジャケット部のキャビテーション腐蝕による孔食によって左右される。

このキャビテーション腐蝕はピストンの往復運動によって、上下死点におけるピストン上下運動の方向が変わる際にピストンによるシリンダライナのハンマリングによりライナが振動してジャケット側にキャビテーションが生じジャケット表面に形成された防蝕被膜が破壊され、ここに電蝕が集中するために腐蝕が進行すると考えられる。

冷却水については日本国内の水道水を使用するが、水質によって問題を起すことはほとんどないが、新製直後のセメントタンクに貯蔵された水道水などにはPH-10以上の高アルカリ質であったりする場合があり、このような冷却水を使用した場合、

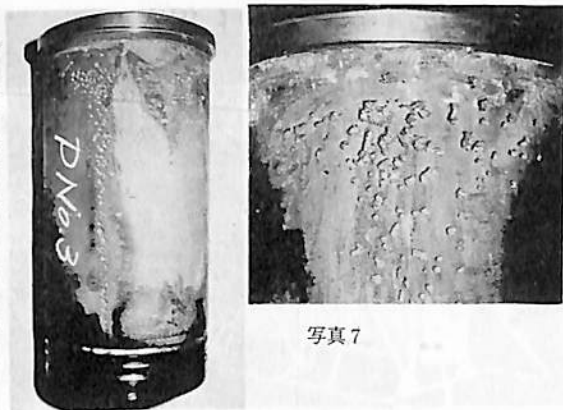


写真7

短時間でキャビテーション腐蝕が進行することがある。<本機関の冷却水の水質は取扱説明書によって硬度 88~266 (JIS) 塩化物 150mg/l 以下 PH 値 6.8~8.5 と規定している。>

興味があることは水質の違いによって発生するキャビテーションのパターンが異ってくることである。

写真6は PH 値が10以上と異状に高く、しかもインヒビタ(防蝕油)を使用しなかった場合で、針孔のような小さくて深い孔蝕がせまい範囲に集中して発生する。

これに対し写真7は逆の場合で、インヒビタの濃

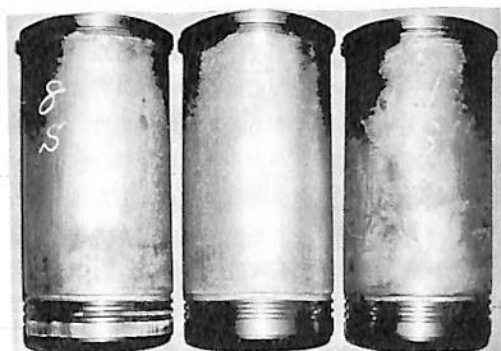


写真8

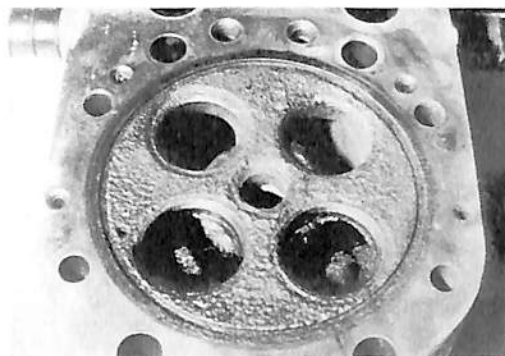


写真9

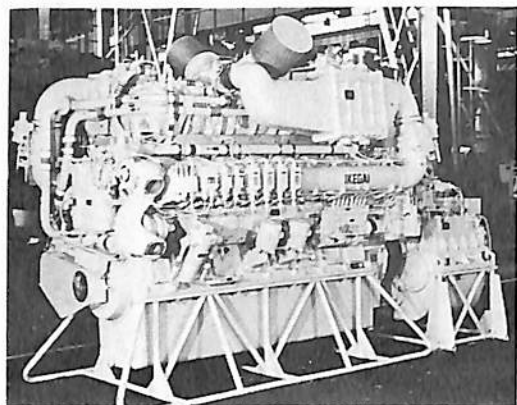


写真10 ライセンス MTU16V652TB81 形機関
(2,750PS/1,485rpm)

度管理が適正でなかった場合でアバタ状の比較的浅い孔蝕が広い範囲にわたって点在している。

このように水質とインヒビタの濃度管理はキャビテーション防止に重要な要素となり、これが正常に管理された場合は、キャビテーションの発生を大幅に減少させることができる。写真8は9500時間使用されたライナの外周面で孔蝕はほとんどみとめられない。

3-3 燃料中の水分による燃焼面のコロージョン

高速艇(特に軽合金製の場合)の燃料タンク壁面は昼夜の温度変化が激しく、特につゆ時など空気中の水蒸気がタンク壁面で凝縮して予想外の水分が燃料中に混入することがある。高速艇の場合、機関室に特にセッティングタンクを設けず、直に燃料が燃料ポンプに導かれるために特に荒天の際など、これがかくはんされて乳化した燃料が燃料弁より燃焼室内に噴射されることがある。このような状態で運転された場合、燃焼室面に写真9にみるようなコロージョンが発生することがある。

これは機関を停止した後、排気されずに残っていた燃焼ガス中の水分が凝縮して金属表面を腐蝕させるために生じたものと考えられる。したがって乳化した燃料が全シリンダに噴射されても、全シリンダにこのような腐蝕が発生するものではなく機関が停止した位置におけるシリンダの行程差によって異なってくる。

これを防止するためにはタンク出口に油水分離器を取りつけることによって解決できる。

ここではほんの2, 3の例を紹介したに過ぎないが、このように機関の信頼性および耐久性を向上させるためには機関プロパーの、所謂ハードの問題と

同じ比重で機関の繕装、取り扱いなどのソフトの問題が大きな要素であることが経験される場合が多い。

4. むすび

これまでにMB820Db形の使用実績について述べてきたが、特に高速旅客艇の場合、その歴史が浅いため主機関の信頼性向上は機関メーカー単独の努力のみでは自づと限界があり、ユーザー、造船所、主機メーカー3者のパートナーシップの上に立った相互努力によって初めて達成される性質のものであることが今までの経験から痛感される。

この点、MB820形機関の場合、機関自体の高い信頼性もさることながら、理解のあるユーザー、造船所にめぐまれたことが結果的に高速旅客船の主機として優秀な実績を生み出し得たもので関係ユーザー、造船所に対し誌上をかりて深く感謝の意を表する次第である。

当社ではこの実績に力を得てMB820形より更に大容量の652形機関(写真10)に対しても船用主機としての信頼性向上に意欲的に取り組んでゆく所存である。

注1) ダイムラーベンツ社の大形高速ディーゼル部門は1966年MTU社に移管され、それにもない当社の技術携携先もMTU社となった。尚MB820形のMTU社の呼称は12V493である。

参考文献

- 1) 船用主機関の開発動向, A. シーフ, 三村道夫訳
日本船用機関学会誌 No. 11 Vol. 6
- 2) 船用機関工学と信頼性工学, 玉木恕乎 「船舶」1964
—6

■新刊紹介

'78 海運・造船会社要覧

わが国海運、造船および海運仲立、代理業者、商社と関係団体など主な会社830社の会社要覧でさらに638社の海運・造船・関係会社の住所録を加え、今版は、新たに関係80団体

が収められている。
A5版: 本文 1,250頁
定価12,000円(送料280円)
発行所 日刊海事通信社
本社 東京都港区西新橋
3-23-6(白川ビル)

〒105
電話(03)433-0955(代)





日本とメキシコ親善のかけ橋 漁業訓練船“ONJUKU”完成

海女で有名な千葉県の「御宿」という地名をそのまま船名としたメキシコの漁業訓練船“ONJUKU”（上写真）が、去る3月3日、三重県伊勢市の内田造船所で完成した。

280GT型の本船はトロール、イカ釣り、エビかご、ハエナワ、刺網等多目的の漁業訓練船で、日本の前農林大臣鈴木善幸氏がメキシコ訪問の際、同国から漁業指導を依頼され、それにより日本政府から同国に寄贈されることになった船である。

“ONJUKU”という船名の由来は、今から約370年前の1609年（慶長14年）、スペインがフィリピンを統治していたころ、スペイン政府任命のフィリピン総督がメキシコへ帰任の途中、乗船が御宿沖で難波したが、乗組員が地元の人に救助されたという故事にちなんでメキシコのロペス大統領自らが命名したものとされる。

本船はNK船級船であると同時にメキシコ政府の委嘱によりNKが工務監督を併せ行なった船で、3月3日の引渡式にはメキシコ政府の水産庁長官、駐日メキシコ大使とともにNKの水品会長も出席した。

NKではこの訓練船が数少ないメキシコ籍NK船級船として同国で十分な成果を挙げ、日本とメキシコの親善のきづなとなるよう心から願っている。

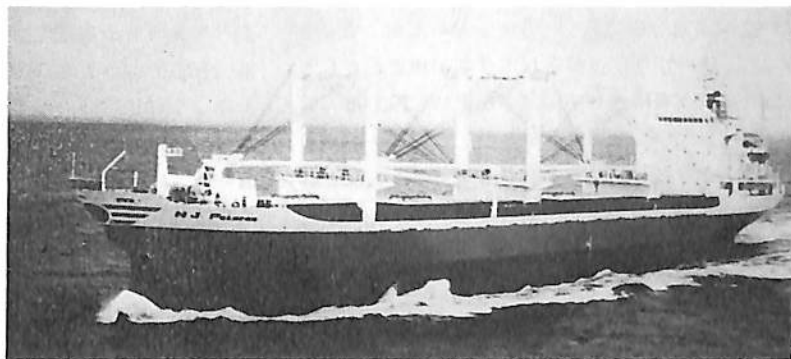
なお本船に限らず、NK船級の新造船で同時にNKのコンサルティングを申し込む輸出船が大変多くなった。その例としてパプア・ニューギニア政府向け30トン型FRP漁業訓練船、香港の Prompt Shipping Corp. Ltd. の6,200DWT型コンテナ船などが挙げられるが、いずれの船主もNKのコンサルティングに非常に満足している。従って今後、このようにNKの船級検査とコンサルティングを併せて依頼する船舶が増えて行くものと予想されるので、NKではコンサルタント部門の充実を図ることとしている。

初のNK船級ギリシャ籍新造船完成

NK船級のギリシャ船は、昨年末現在で90隻、約83万総トンあるが、ほとんどが日本などからの購入船かまたは製造後にNK船級を取得した船舶である。ところがこのほど新造のギリシャ船としては初のNK船級船が2隻相次いで完成、無事ギリシャ船主に引き渡された。

このギリシャ籍新造船というのは、檜崎造船所で建造中だった N. J. Pateras (11,850総トン) と Telamon (11,845総トン) の2隻で、ともに多目的貨物船。前者は1月13日、後者は2月24日の完成である。

両船のために監督が4人、コンサルタントが2人それぞれギリシャから派遣されていたが、NKの検査はこれら監督、コンサルタントに好感をもって迎えられ、両船の船主からも非常に信頼を博した。NKではこれを機会に、今後引き続きギリシャ船主から新造入級の申し込みがあることを期待している。



初のNK船級ギリシャ籍新造船“N. J. Pateras”

受注

●三菱、新和・暗海向け共有ニッケル船

新和海運と子会社の暗海船舶は共有で38,700重量トン型ニッケル船を建造することになり、開発銀行に対し33次船融資を申請した。造船所は三菱重工で納期は今年10月。同船は26,750総トン、主機三菱MAN10,000馬力、速力14.5ノット。

●鋼管、東京ガス向けLNG陸上貯蔵タンク

日本鋼管は東京ガスの根岸LNG基地向けに地下貯蔵式のLNGタンク1基の製造・建設工事を一式受注した。このタンクはテクニガスのメンブレン方式によるもので、この方式による陸上タンクの製作ははじめて。タンク容量は95,000立方メートル。

●神田、シー・コンテナズ向コンテナ船4隻

神田造船は英国シー・コンテナズ社向け20フィート型576個積みフル・コンテナ船4隻を1括受注した。納期は78年10月、79年1、3、6月。船型9,090重量トン、5,300総トン、主機関川崎MAN14,770馬力、航海速力17.0ノット。

●大島、キチバリーから自動車専用船

大島造船所は住友商事を通じパナマ籍船主キチバリー(Kichivally) SHIPPINGから乗用車1,800台積み自動車専用船を1隻受注。竣工後は大阪商船三井船舶が日産自動車の積荷保証で運航する。同船は8,500総トン、6,800重量トン、主機関住友スルザー16ZV40/48型11,600馬力。公試速力18.0ノット。

●幸陽、清力汽船から18型バルクキャリア

東京海事は幸陽船渠に18,000重量トン型バルクキャリア1隻の発注を計画していたが、これを幸陽船渠の関係会社清力汽船(本社・大阪)に肩替り建造させ竣工後用船することで契約を終了した。同船は11,250総トン、主機は石播PC9,100馬力。納期は54年1月。

●常石、シーブリッジからバルクキャリア

常石造船は葉州のシー・ブリッジから16,000トン型バルク・キャリア1隻を受注した。同船は13,500総トン、主機関スルザー指定で10,800馬力、速力16ノットで、(1)エレベータ付カーゴハッチでオープンタイプ、エアコン能力は外気温氏40度に対して室内を20度に維持し、フレッシュエアも通常の25%から100%に保持するなど、仕様がハイグレードとなっている。納期は79年5月。

●石播、第5港建から清掃兼回収船

石川島播磨重工は、名古屋の第5港湾建設局から190総トン型双胴油回収兼清掃船1隻を受注した。納期は今年11月末。

●石播、英船主から550個積みコンテナ船

石川島播磨重工は英国船主ジョン・スワイヤ・アンド・サンズからコンテナ550個積み12,100重量トン型コンテナ船1隻を受注した。同船は8,800総トン、主機IHIスルザー8,855馬力、納期は79年1月で系列の臼杵鉄工佐伯造船所で建造する。

●石播と林兼、コンテナ船2隻分をパッケージ契約

石川島播磨重工と林兼造船は台湾国営の中國造船公司(CSBC)と20フィート型コンテナ1,048個積みフルコンテナ船2隻分のパッケージ・ディールで契約した。香港船主エバーグリーン・ラインズがCSBCに発注した20,000重量トン型でパッケージの内容は鋼材を除く主機関、補機など船用機器類一式である。主機は石播スルザー20,100馬力。

●東北、パナマ向け木材貨物船

東北造船は日本鋼管の下請けでパナマ籍船主シリウス・スティームシップSAから8,500重量トン型木材貨物船1隻を受注した。納期は本年九月。同船は5,600総トン、主機関は鋼管12PC2-2V型5,000馬力、航海速力13.0ノット。

●宇部、宇部興産からセメント船

笠戸船渠の関係会社・宇部船渠は大株主である宇部興産から6,830重量トン型セメント専用船1隻を受注した。同船は4,500総トン主機関宇部MAK6MU552AK型4,500馬力、航海速力14.0ノット。

●日立、マースクから1括9隻の改造工事

日立造船がマースク・ラインからコンテナ船9隻の大型化工事を1括受注した。工事は船体中央部を切断、ミッドボディを挿入し船体を14.3メートル延長、コンテナの積載能力を現在の40フィート型608個から85個ふやして693個にしようというもの。着工後は1隻3週間のピッチを守る条件となっている。

●今治、広栄汽船からコンテナ船

今治造船は広栄汽船(本社・今治市)から7,800重量トン型コンテナ船1隻を受注した。同船は20フィート型コンテナを350~400個積載できる。同船は内航フィーダーに就航するが5,000総トン、主機関は日立B&W5,500馬力を搭載、航海速力13.8ノット。納期は今年9月末。

●函館、中国からドレジャーを2隻

函館ドックは連東商会を通じて中国機械進出口公司から掘削能力毎時140立方メートル級ディッパードレジャー2隻を受注、納期は今年末から来年初頭。主機関は680馬力2基でディッパーバケット容量4立方メートル、掘削深度3～15メートル。

●三重、ワールドフィード向け2隻

三重造船は米韓合弁会社ワールド・フィードシップス向け40フィート型コンテナ375個積みフルコンテナ船2隻の受注を内定した。納期は78年12月と79年4月の予定。三重は同型船2隻をすでに引渡しており、これは追加受注に当る。12,000総トンで35トンのデッキクレーン2基を装備し、主機関は鋼管PC11,700馬を搭載、航海速力17.0ノット。

●檜崎、エバグリーンからセミコンテナ船を2隻

檜崎造船は兼松江商を通じ香港船主エバグリーン・ラインズから18,000重量トン型セミ・コンテナ船2隻を受注した。同船は35トンデッキクレーン2基を装備し20フィート型コンテナ850個を積載する。納期は78年8月末と11月末。総トン数は11,100で主機関日立スルザー10,500馬力を搭載、航海速力は18.0ノット。

●運輸省、臼杵鉄工の船台拡張を許可

運輸省は臼杵鉄工本社工場の第2号船台（現行能力1,000総トン）の拡張を許可した。海上保安庁の巡視船受注にともない長さを10メートルだけ延長し、能力を1,477総トンに引き上げるもの。

開発

●ダイハツと船用機協が新型エンジン完成

ダイハツディーゼルは日本船用機器開発協会と、日本船舶振興会の補助をうけ共同で「低騒音ディーゼル機関およびV型高過給ディーゼル」を開発中のところ、このほど完成した。同機は8PV-2型2,300馬力、回転数は900から1,200という高回転機関で、騒音は各国が機関室騒音の規制水準にしている90DBを目標として開発された。

●三菱、高強度鋼系プロペラ材を開発

三菱重工は船用プロペラの高強度化・軽量化および耐食性向上に貢献する高強度鋼系プロペラ材「MCRS, Mitsubishi Corrosion Resistance Steel」（仮称）を開発した。これは船用機器開発協会との共同研究でステンレス系高強度プロペラ材の研究を進めてきた三菱重工が新材料を用いた直径4.8メー

トルのプロペラを試作し、確性試験を行ってきた結果、従来の銅合金材に比べ、海水中における疲れ強さ、キャビテーションに対する耐エロージョン性は格段に優れているという。

●鋼管、LPG船メンブレン方式で技術導入

日本鋼管はフランスのテクニガス社とオリバ社の合弁会社ガス・メンブレンシステム社からメンブレン方式のLPG船建造技術を導入することで契約した。

●造船6社などで海底石油生産システム研究組合

造船大手6社は開発予算総額150億円の「海底石油生産システム研究プロジェクト」の研究受託に伴い、石油関係ユーザー6社とともに3月17日、研究組合を設立した。これは通産省が工業技術院を通じ今年から取り組むもので、技術開発について研究受託の受皿として民間側企業が組合を設立して開発をより効率的に推進するのが目的。造船大手6社のほか、新日鉄、川崎製鉄、神戸製鋼、東京芝浦電気、アラビア石油、出光興産、インドネシア石油、石油資源開発、帝國石油、日本オイルエンジニアリングの合計16社。

●国際協力事業団がパラグアイに調査団

国際協力事業団は3月末から3週間にわたりパラグアイ共和国の商船拡充に伴う技術調査団（団長は栗山運輸省船舶局技術課長）を派遣した。調査団は6名で構成され、パラグアイが6カ年計画で整備拡充する予定の自国商船隊のうち日借款を期待している外航船とプッシュャーバージについて話合う。

機構改革

●三井、機構簡素化を実施

1) 本社一般管理部門

①社長室経営企画部を廃止、また同室関連企業部を分離、独立の部とする。②環境安全部を廃止し、その機能を総務部および人事部に移管する。③総務部、経理部、財務部の課制を廃止する。④勤労部を人事部と改称し、その課制を廃止する。

2) 開発本部および技術本部

①開発本部および技術本部を統合し技術開発本部とする。②同本部に技術管理部、開発部、特許契約部、玉野研究所、千葉研究所、藤永田研究所のほか新たに昭島研究所を設ける。③昭島研究所に業務部および船型、推進、耐航、空力の各研究室ならびに試験工作課を設ける。

竣工船一覽

The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① ONOE MARU No.2	② BARKNES	③ NAVIOS MERCHANT
所有者 Owners	日本郵船(N Y K)	Dillingham Jebsen	Navios Merchant
造船所 Ship builder	住友追浜(Sumitomo)	住友浦賀(Sumitomo)	住友浦賀(Sumitomo)
船級 Class	NK	LR	ABS
進水・竣工 Launching・Delivery	77/12・78/3	77/6・78/3	77/12・78/3
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	66,000	19,169.36・12,571.64	36,237.03・28,427
LOA(全長:m)	262.35	180.00	230.20
LBP(垂線間長:m)	251.60	170.00	218.00
B(型幅:m)	40.20	28.40	32.20
D(型深:m)	23.00	15.00	18.20
d(満載吃水:m)	16.20	10.894	13.024
満載排水量 Full load Displacement	139,534	42,359	77,345
軽貨排水量(約) light Weight	* 22,034	* 7,805	* 12,615
載貨重量 L/T Dead Weight	* 115,644	33,750	* 63,708
K/T	117,500	* 34,554	64,730
貨物倉容積Capacity (ベール/グリーン:m³)	137,834	—/42,553	—/85,776
主機型式/製造所 Main Engine	住友Sulzer 8 RND90	住友Sulzer 7 RND76	住友Sulzer 6 RND76M
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	23,200/122	14,000/122	14,400/122
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	19,700/116	12,600/118	12,960/118
燃料消費量 Fuel Consumption	76.4t/d	48.2t/d	50.2t/d
航続距離(海里) Cruising Range	25,000	15,000	23,000
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.445	17.44	16.76
航海速度 Service Speed	15.26	15.7	15.0
ボイラー(主/補) Boiler	/2000kg/hr	1.375t/hr, エコノ1.5t/hr	油ダキ1.5t/hr, エコノ1.5t/hr
発電機(出力×台数) Generator	ダイハツ8 PSHTb-26D型	500KW×3	720KW×3
貨油倉容積(m³)COT	—	—	—
消水倉容積(m³)FWT	412	284	442
燃料油倉容積(m³)FOT	5,801 D)445	2,144	3,543
特殊設備・特徴他	—	—	—

①



④ SUNBELT DIXIE

Great American Lines

佐世保(Sasebo)

NK

77/12・78/3

自動車(Car)・遠洋

11,447.16・6,635.56

183.70

172.00

26.80

25.90

8.70

24,203

11,473

12,530

12,730

—

三菱-MAN14V52/55

14,000/430

12,600/415

46.7KT/d ("C"oil)

最大18.700

21.03

18.35

 $2.1\text{t/hr} \times 7\text{kg/cm}^2 \times$
 169.6°C
 1000KVA(800KW)×3

—

400.2

2339.3("C"oil)

3,317台

②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ SUZUKASAN MARU	⑥ THOR I	⑦ WAKATAKE MARU
所有者 Owners 造船所 Ship builder 船級 Class 進水・竣工 Launching・Delivery 用途・航行区域 Purpose・Navigation area	商船三井(MOL) 三井玉野(Mitsui) NK 77/12・78/3 自動車(Car)・遠洋	Thor Dahl 三井玉野(Mitsui) NV 77/9・78/1 多目的(Multi)・遠洋	日本郵船(NYK) 鋼管鶴見(NKK) NK 77/11・78/3 重量物(Heavy Lifter)・遠洋
G/T・N/T	14,132.42・—	14,794.89	15,489・9,965
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	176.25 166.00 32.00 12.48 9.03	165.12 158.00 22.86 14.70 10.84	162.5 152.0 25.2 14.35 10.4
満載排水量 Full load Displacement 軽貨排水量(約) light Weight 載貨重量 L/T Dead Weight K/T 貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	25,838 *12,149 *13,472.8 13,689 —/—	29,423 *9,347 19,759 *20,076 24,745.1/25,405.3	— — 23,998 24,383 28,641/29,841
主機型式/製造所 Main Engine 主機出力(連続:PS/rpm) MCR 主機出力(常用:PS/rpm) NCR 燃料消費量 Fuel Consumption 航続距離(海里) Cruising Range 試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed 航海速度 Service Speed	三井B&W 9 L67GF型 16,800/119 14,300/113 53.9t/d 18,000 20.43 18.9(満載)	三井B&W 7 L67GF 13,100/119 11,900/115 約44t/d 21,600 19.71 16.95	三菱MAN12V52/55 11,820/120.4 10,040/114 35.5t/d 13,000 17.85 15.85
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	排ガス1,800kg/h D1,000ps/720rpm×3	排ガス1,500kg/hr —	1.5t/hr×1 540KW×3
貨油倉容積(m ³)COT 消水倉容積(m ³)FWT 燃料油倉容積(m ³)FOI	— 577.5 3,870.3 D)331.4	— 340.1 2,628.8 D)312.5	— 557 1,813
特殊設備・特徴他	小型約4,581台 13層カーデッキ	NV Ice Class取得 120tヘビー, 40tクレーン×2, 10tデリック×4	350T デリック

⑧ TAHAROA
ENTERPRISE

Taharoa Maritime

鋼管津(NKK)

NK

77/6・78/3

鉍石(Ore)・遠洋

47,263・32,934

260.0

248.0

41.6

23.3

17.1

—

—

126,604

128,636

—/76,045

日立Sulzer 7 RND90

20,300/122

18,270/118

68.6Kt/d

23,000

16.54

14.5

2 t/hr×1

680KW×3

—

575

6,078

スラリー脱水装置

⑤



⑥



⑦



⑧



船名 Name of Ship	⑨ ENGLISH WASA	⑩ NISSAN SILVIA	⑪ TOYOFUJI MARU No. 3
所有者 Owners 造船所 Ship builder 船級 Class 進水・竣工 Launching・Delivery 用途・航行区域 Purpose・Navigation area	Salenrederierna A.B 日立因島(Hitachi) L R 77/10・78/2 ばら積(Bulk)・遠洋	Interocean Car Carriers 日立舞鶴(Hitachi) A B 77/10・78/2 自動車(Car)・遠洋	トヨフジ海運 (Toyofuji) 内海田熊(Naikai) N K 77/12・78/2 自動車(Car)・遠洋
G/T・N/T	36,245.64・24,314.57	9,246.57・5,908	3,420.50・
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	244.55 215.00 32.20 17.80 12.445	180.00 170.00 28.00 25.20 7.5155	112.81 102.00 16.50 10.98 5.65
満載排水量 Full load Displacement 軽貨排水量(約) light Weight 載貨重量 L/T Dead Weight K/T 貨物倉容積Capacity (ベール/グレン:m³)	72,913 *12,149 *59,804 60,764 —/74,262.4	19,931 *9,375 *10,388 10,555 —/—	6,057 3,668.80 *2,267.80 2,304.20 —/—
主機型式/製造所 Main Engine 主機出力(連続:PS/rpm) MCR 主機出力(常用:PS/rpm) NCR 燃料消費量 Fuel Consumption 航続距離(海里) Cruising Range 試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed 航海速度 Service Speed	日立Sulzer 8 RND76 16,000/122 14,400/118 55.3t/d 22,800 17.40 15.3	日立B & W7L67GF 13,100/119 11,140/113 46.2t/d 19,200 20.95 18.0	阪神6 LUS46型 4,000/265 3,400/251 13.2t/d 7,509 16.48 14.9
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	フレミングボイラー1台 540KW×AC450V× 60Hz×3	/7kg/cm²×1,450kg/h×1 ダイハツ6PSHTb-26D型	620kg/hr×4kg/cm²G 320KW×2
貨油倉容積(m³)CO T 消水倉容積(m³)FW T 燃料油倉容積(m³)FOT	— 429.1 3,802.7	— 628.6 2,487.9	14,177.72 195.82 85% 294.06, 7,08
特殊設備・特徴他	—	約3,500台	普通車 676台

⑨



⑫ TAKATORI

海上保安庁(MSA)

内海田熊(Naikai)

JG

77/12・78/3

巡視(Patrol)・近海

468.71

45.70

44.25(吃水線長)

9.20

4.30

3.88(常備)

633,818(常備)

578,429

*129,403

131,485

—/—

新潟6 M31E×2

1,500/380

1,275/360

—

750

15.677

14.9

特殊装置(各一式)

- (1)えい航ウインチ 油圧式
- (2)ロープリールウインチ 油圧式
- (3)オイルフェンス揚取装置 油圧式
- (4)可燃性ガス検知装置
- (5)自衛噴霧ノズル400ℓ/min
- (6)小容量多重通信装置
- (7)写真電送装置
- (8)模写送受信装置

⑩



⑪



⑫



特許解説 / PATENT NEWS

●液体貨物運搬船のタンクのスカートと船体との固着方法〔特公昭52—47235号公報，発明者；松永和介外1名，出願人；川崎重工㈱〕

液体貨物運搬船の建造にあたり，その搭載タンクのスカート部と船体との固着方法としては，第2～4図に示されているように，支持甲板5上に固着されたスカート4の直下に補強材8を用いる方法，あるいは第5～7図に示されているように，スカート4と支持甲板5との間にブラケット9を用いる方法などが提案されている。

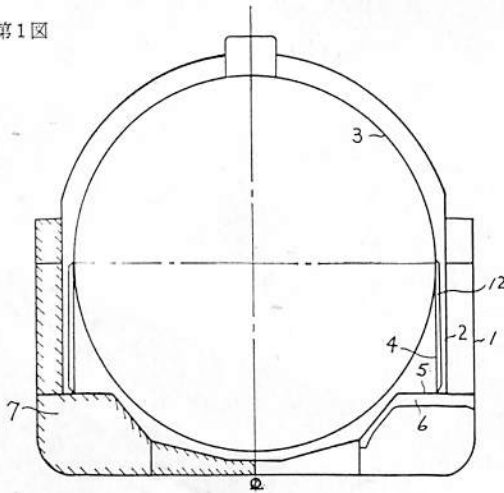
しかし上記従来の方法では，いずれも工作上容易

でなく，特にスカート4を支持甲板5上に正確に設置することが困難であった。

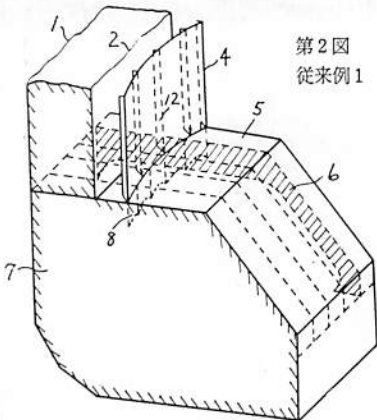
そこで本発明は，タンク荷重を伝達する構造体としての構成を有するとともに，加工工作上容易な，スカートと船体との固着方法を提供するものである。

第8～10図を参照して説明すると，外板1，内殻

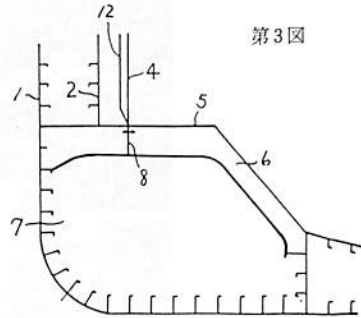
第1図



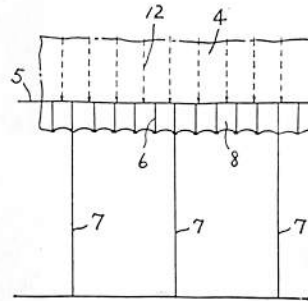
第2図
従来例1



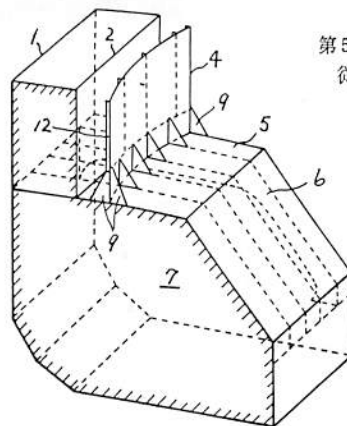
第3図

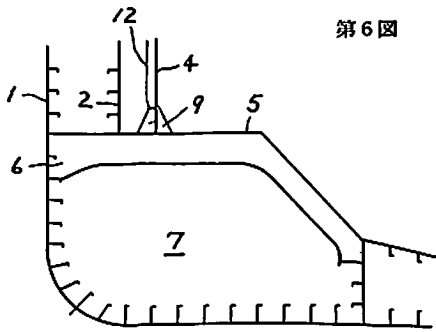


第4図

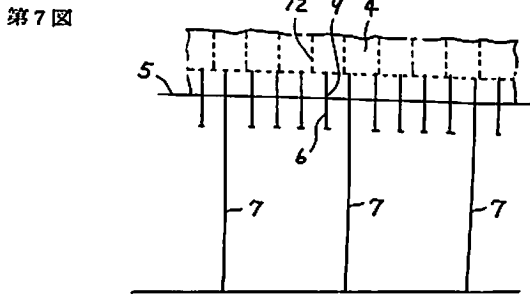


第5図
従来例2

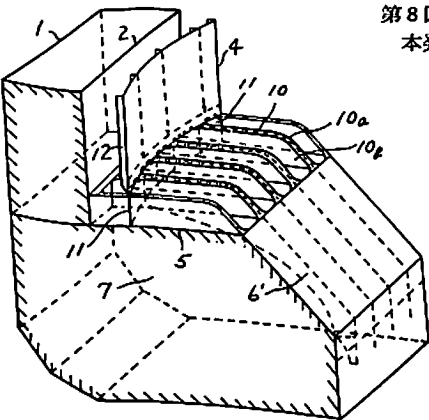




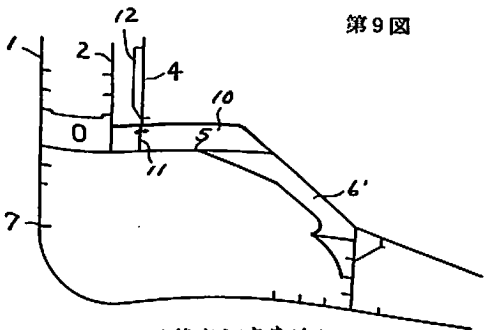
第6図



第7図



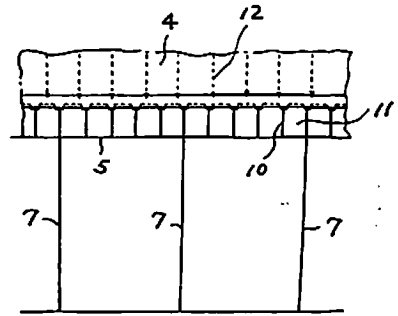
第8図
本発明



第9図

板2の下部に搭載タンクを支持する甲板5が設けられる。支持甲板5の下部には複数の甲板下ビーム6'が取付けられ、所定単位毎に甲板下フロア7が設けられる。支持甲板5の上部には、甲板下ビーム6'と対応する位置に甲板上ビーム10が取付けられる。甲

第10図



板上ビーム10は桁板10b、面板10aから成る断面T字形に形成される。

搭載タンクの支持スカート4は甲板上ビームの面板10a上に搭載され、次いで切断スカート板11が、支持甲板5と隣り合う甲板上ビーム10とで形成される区面部に挿入され、各支持甲板5、隣り合う甲板上ビーム10の桁板10bおよびスカート4の重なり合う下部でそれぞれ溶接することによりスカート4は支持甲板5に固着される。

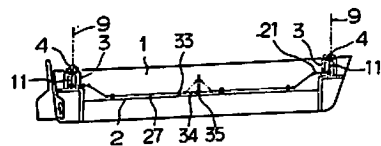
㊦一斉離脱装置〔特公昭52-48399号公報、発明者；柳田稔、出願人；アイ・エイチ・アイ・クラブト(株)〕

救命艇などの小型船舶を、母船より一斉に確実に離脱させる装置に関するもので、従来この種の装置として種々の方式のものが提案されているが、構造の複雑なものは逆に、その作動が不確実になるおそれがあり、また構造の単純なものは安全性に欠けるなどの問題があった。

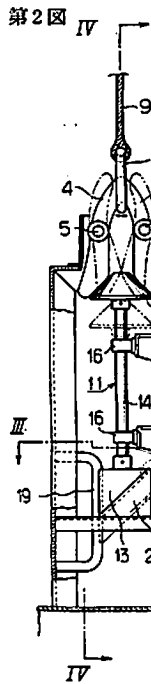
本発明は構造簡単でしかも作動が確実に、安全性も良好なものを提案するもので、図面を参照して説明すると、吊り下げられた状態の小型船舶1は水平を保持するよう、前部と後部とでフック4により吊下げロープ9のリング10に係合される。

フック4は小型船舶1に取付けられた棒体3に5で枢着され、その下部に斜面6をもち、滑動片11の上部円錐形ストップ12の斜面17と係合している。滑動片11の下部には軸部14を介して下部斜面ストップ13が設けられ、滑動片11は棒体3に設けられた上下ブラケット15の軸受16およびガイド片19により、上下摺動可能に支持される。

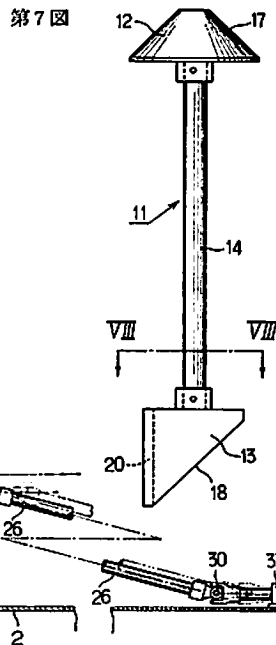
下部斜面ストップ13の斜面18と係合する斜面プロ



第11図

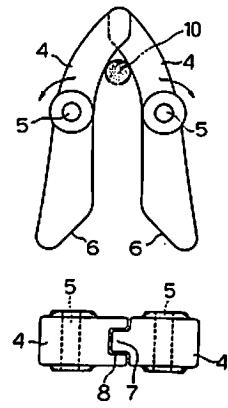


第2図

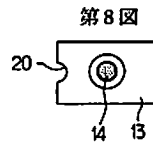


第7図

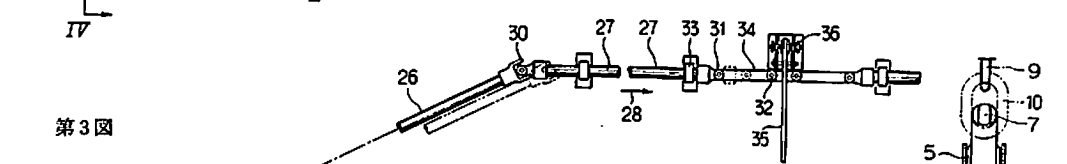
第5図



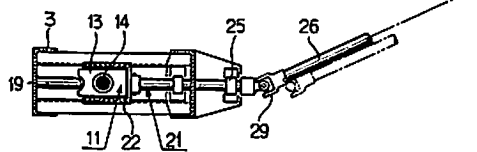
第6図



第8図



第3図



第4図

ック22が枠体3のブラケット24の軸受25に摺動可能に支持される。斜面ブロック22をもつ受動軸21の端部は自在継手29~31、中間軸26、27を介して操作ハンドル部35に連結されている。

小型船舶1をフック4により吊下げロープ9のリング10に係合させて吊下げた状態から一斉に離脱させるには、まず操作ハンドル部35を引起す。操作ハンドル部35の動きにより、中間軸26、27は図示矢印28の方向に動かされ、斜面ブロック22を図示破線部

位置に移動させる。次いで滑動片11は下降し、上部円錐形ストッパ12の斜面17とフック4の下部斜面6との係合が断たれ、離脱が行なわれる。

〔特許庁審査第三部運輸 幸長保次郎〕

船舶/SENPAKU 第51巻第5号 昭和63年5月1日発行
5月号・定価800円(送料41円)
本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。
発行人 土肥勝由
編集人 長谷川栄夫
発行所 株式会社天然社
〒104 東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル
電話・(03) 543-7793 振替・東京 6-79662

船舶・購読料

1カ月 800円(送料別41円)
6カ月 4,800円(送料別260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入ください。

Dimetcoat® 厚膜型無機亜鉛塗料

ダイメットコート

鋼構造物を腐食から守る特殊防食塗料

Amercoat®

小松島特殊塗装工場

新造船、就航船などに最新設備によって工期短縮
低コスト、精度の高いタンク内塗装施工を行います。

小松島工場：〒773 徳島県小松島市中田町東山 TEL 08853-2-6352

発売元 株式会社 井上商会

〒231
(本社) 横浜市中区尾上町5-80
TEL 045-681-1861(代)

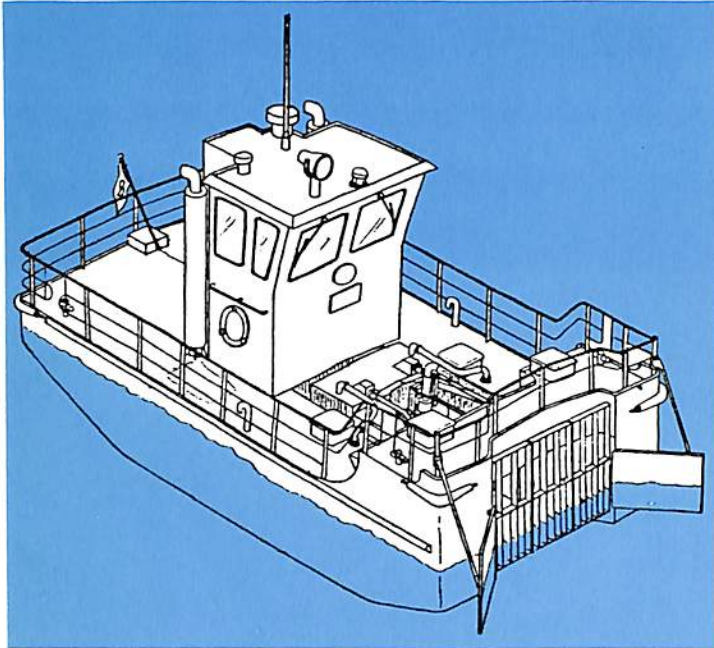
製造元 株式会社 日本アマコート

〒232
(工場) 横浜市中区かもめ町23
TEL 045-622-7509

社長 井上正一

IHI は "かけがえのない海をいつまでも美しく" と願う心で環境保全に積極的に取り組んでいます。

IHI油回収船・油回収装置を



主 要 目

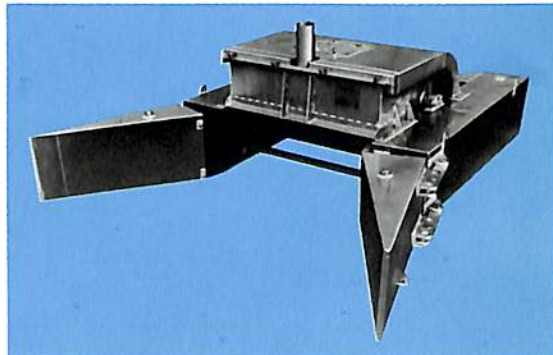
全	長	10.00M
垂線間	長	9.70M
全	幅	4.90M
単	胴幅	1.55M
深	さ	1.75M
計画満載吃水		1.40M
総	屯数	14T
主	機関	40PS×2
速	力	5.0KT
油回収能力		10M ³ /H

IHI油回収船は

1. 散気分離方式 (キラキラした低粘度)
2. ドラムフィン方式 (中高粘度)
3. 回転かご方式
(エマルジョン化した高粘度以上)

以上の三方式の油回収システムをカセット式にし、油の流出粘度に応じて、すばやく取り換え可能な形式とした油回収船です。

ドラムフィン油回収装置(浮体式)本体



海上保安庁へ納入のDF-05-800形



石川島播磨重工業株式会社 船舶事業本部 艦船営業部 作業船グループ
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)244-5641

保存委番号:

221049