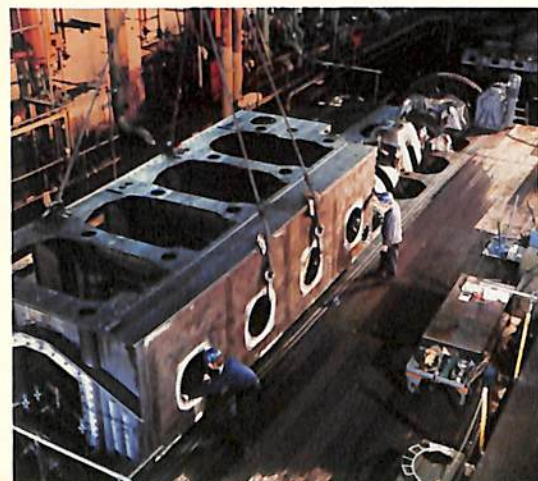
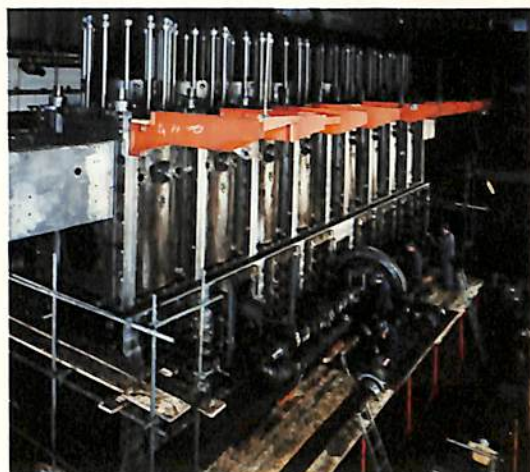
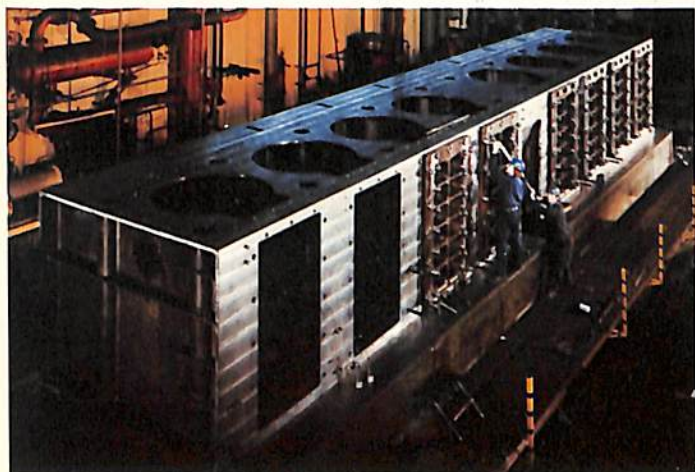


●最新鋭多目的貨物船“若重丸”“君重丸”の基本計画 ●液
化ガスタンカー ●FRP船講座 ●指導船“やしお”と実習船
“すいらん”

KSZ90/160B.BL



KSZ52/105B.BL*) 4425- 7965kW
KSZ70/125B.BL 6900-15200kW
KSZ78/155B.BL 11760-17640kW
KSZ90/160B.BL 16200-32400kW

*) under development

M·A·N
DIESEL ENGINES

NIKKO - HÄGGLUNDS

Electro - hydraulic deck cranes



日鋼—ヘグランド電動油圧デッキクレーン

には、シングルタイプとツインタイプがあり
シングルは8t～25t、ツインは8t×2～25t×2
までのものが標準化されています。作動はす
べて油圧で行なわれ、油圧サーボ機構をかい
して制御を行なうので完全な無段変速が可能
で効率のよい荷役ができます。

各ウインチは高圧で作動させるので、クレー
ン本体は小型軽量でデッキ上の据付面積が小
さくできます。安全装置も完備しており、は
じめの運転者でも安全に早く荷役ができま
す。アフターサービスについても、全世界に

ネットワークがあり迅速なサービスを受ける
ことができます。

その他の船用機器

- 油圧ウインドラス、ムアリングウインチ、
その他甲板機械
- カーリフター用油圧機器
- 船内天井走行クレーン用油圧機構
- バウスラスター用油圧機器
- 電動油圧式グラブ
バケット型、オレンジピール型、木材用グラブ



株式会社 日本製鋼所

東京都千代田区有楽町1-1-2 (日比谷三井ビル) 電話 (03) 501-6111
営業所 大阪 (06) 203-3661・福岡 (092) 721-0561・名古屋 (052) 935-9361
広島 (0822) 28-6541・札幌 (011) 271-0267・新潟 (0252) 41-6301

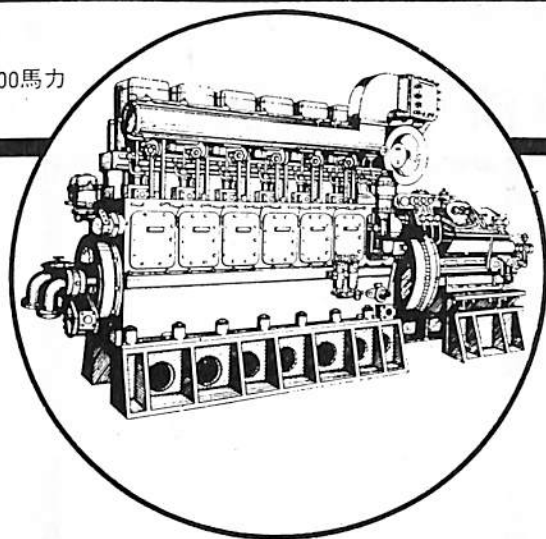
DAIHATSU

DAIHATSU

船舶の自動化・省力化に貢献する

ダイハツギヤードエンジン

6DSM-26型 1,300馬力



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

ダイハツディーゼル株式会社

本社・本社工場 大阪市大淀区大淀町中1-1-87 (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

DAIHATSU

DAIHATSU

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



◎ バブコック日立

本 社 東京都千代田区大手町2-6-2 〒100(日本ビル)TEL東京(03)270-7351(代表)
大阪販売所 大阪市東区北浜4-6 〒541(日生日立ビル)TEL大阪(06)231-5721(代表)
名古屋TEL(052)581-6211 九州TEL(092)741-5831



目次／Contents

新造船の紹介／New Ship Detaild

- “若重丸”を見る……………13
- 最新鋭多目的貨物船“若重丸”“君重丸”の基本計画……………山下新日本汽船工務部…19
On the Basic Design of Multi-Purpose Cargo Carrier
“WAKASHIGE MARU”“KIMISHIGE MARU”

連載

- 液化ガスタンカー＜2＞……………恵美洋彦…26
Liquefied Gas Tanker Engineering＜2＞ H. Emi

- 安全公害の話題／危険物船舶運送および貯蔵規則の一部改正……………38

連載

- 漁船の復原性能について……………土屋 孟…40
Practical Considerations Relevant to the Stability of Fishing Vessels T. Tsuchiya

連載

- FRP船講座＜5＞……………丹羽誠一…48
Engineering Course : FRP Boat＜4＞ S. Niwa
- “やしお”と“すいらん”について……………小林 務…55
28GT Type FRP Fishery Research Boat “YASHIO” and 19GT Type
FRP Fishery Training Boat “SUIRAN” T. Kobayashi

連載

- ディーゼルエンジン＜32＞……………齊藤善三郎…77
Engineering Course : Diesel Engine＜32＞ Z. Saito

- NKコーナー……………39
- 世界のFRP船トピックス……………54
- 船舶／ニュース・ダイジェスト……………85
- 竣工船一覧／The List of Newly-built Ship……………88
- 特許解説／Patent News……………96

表紙……MANは長年にわたる経験に基づいて2サイクル機関KSZ-B、BL機関を開発した。これには4サイクル機関の経験も十分に採り入れられている。従来の設計との相違点は台板の上に柱を立てたコラム型をはなれ、箱を数段重ね合せたボックス型を採用したところにある。機械加工、組立が容易な構造で、剛性も高くなっている。

B型とBL型は、相排気系を除いて同じ構造をもっており、出力も同じである。
BL型は、B型を低速化したもので、同じ出力を得るために、当然、平均有効圧力が上がっている。
同一構造を採用することにより大量生産によるコストダウンが期待される。

SEIKO

セイコー・株式会社 服部時計店



セイコー船舶時計

安全航海に、信頼のQC

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



船内の子時計を駆動する親時計として——

QC-6M2 300×400×186(%) 重量20kg

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

子時計は豊富にそろったデザインからお選びください。

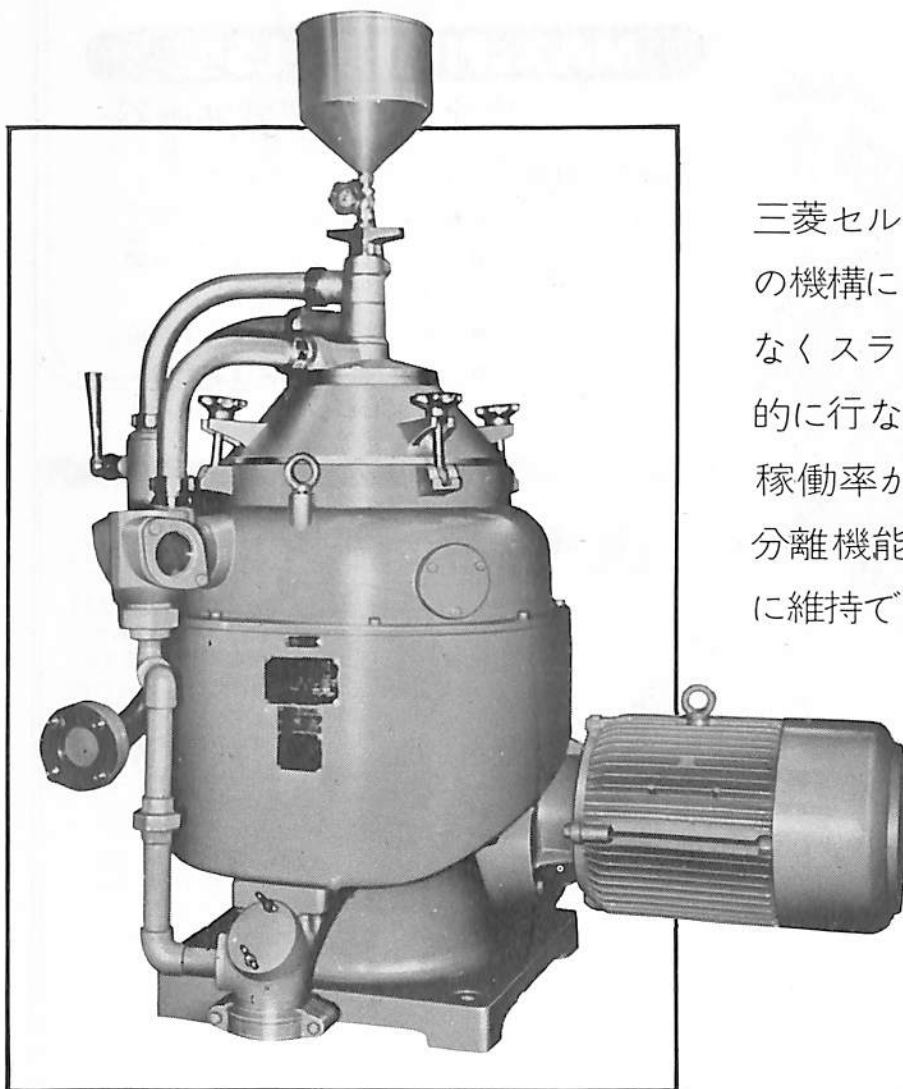
標準時計に、小型・軽量、持ち運び自由な
QC-951-II 200×160×70(%) 重量2.6kg
(マリンクロノメーター)

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

船舶機関部の合理化に 三菱セルフジェクタ

自動排出遠心分離機

7機種 (700～12,000 l/h)



三菱セルフジェクタはその独特の機構により運転を停めることなくスラッジの排出を連続自動的に行なうことができますから稼働率が非常に高くその優秀な分離機能と併せて清浄度を最高に維持できます。



遠心分離機の総合メーカー

三菱化工機株式会社

機器営業第一部 東京都千代田区内幸町2-2-3(日比谷国際ビル)電話03-508-8911(代)
大阪営業所 大阪市東区伏見町5-1(大阪明治生命館)電話06-231-8001(代)

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

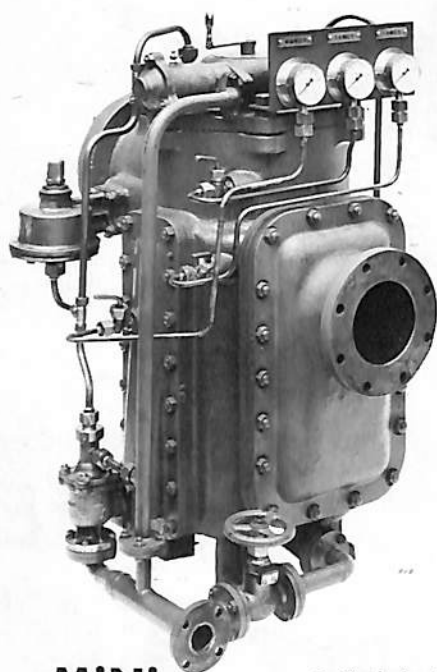
日本舶用機器開発協会助成品

MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器

LS型の特長

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



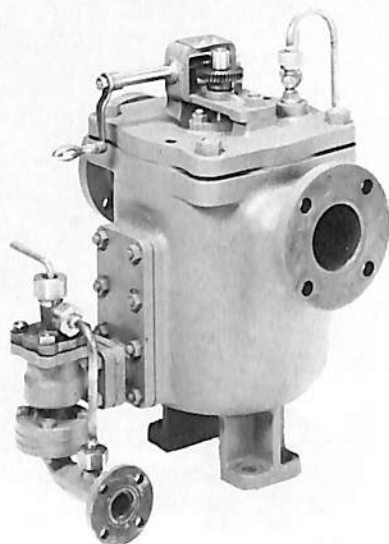
Mini

と改名しました

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

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



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

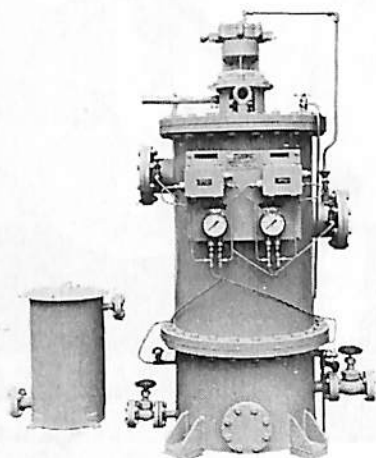
㊞ 新倉工業株式會社

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

「ケーワン K-1 ストレーナー」

7ヶ国特許取得

スラッジ完全分離 油圧駆動方式完全自動逆洗型 ノッチワイヤー式油汙過機



1. 非常に小型となりました。
2. 非常に安価となりました。
3. 汙過機サイドでスラッジを油から完全分離を致します。
(原液ロス“0”)
4. 油圧駆動により動力源を不要としました。

 神奈川機器工業株式会社

本社・工場 横浜市磯子区岡村 8-19-1
TEL (045) 753-3800~2
テレックス 3823-439

技術のナカシマ

世界の海に活躍する **ナカシマスプロペラ**

■製造品目

大型貨物船・タンカー・散積船
各種専用船プロペラの設計及び
製作、各種鋼合金鋳造品・船尾
装置一式

■新開発システム

○キーレスプロペラ

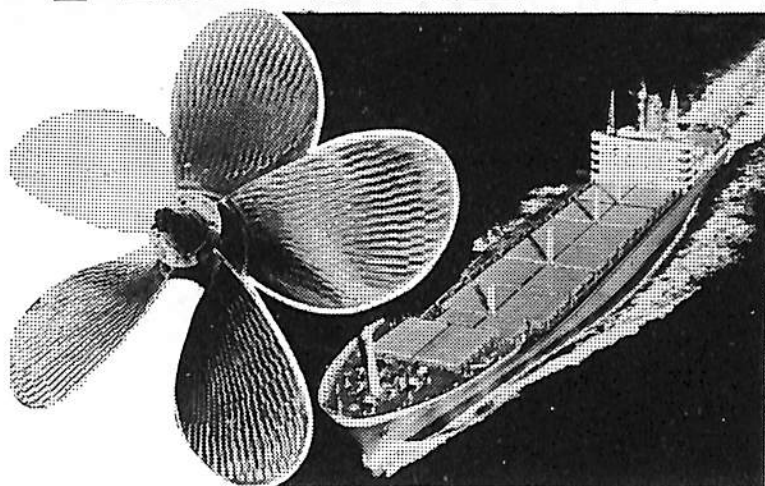
キーなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式
取付・取外し簡便

○NAUタイププロペラ

当社と造船技術センターの共同開発、中小型プロペラの効率大巾アップ

○可変ピッチプロペラ

英国ストン社との技術提携による高性能CPPシステム一式
(XS・XK・XX三種)



運輸省認定事業場

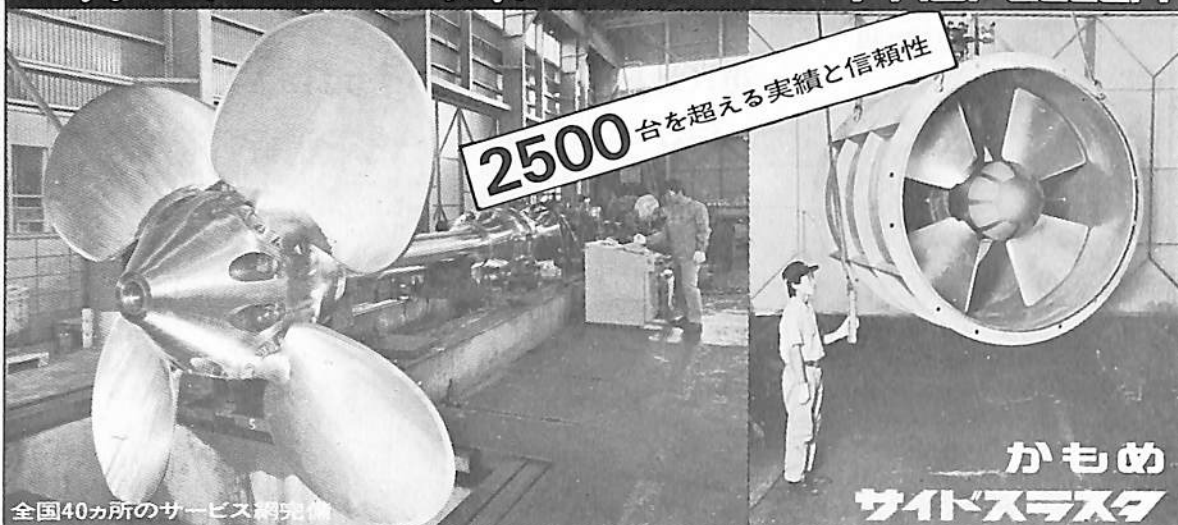


ナカシマスプロペラ株式会社

本社工場	岡山市上道北方688-1 (岡山中央郵便局私書箱167)	〒709-08	電話(0862)79-2205(代)	TELEX5922-320 NKPROP J
東京営業所	東京都中央区八丁堀1丁目6番1号 協栄ビル	〒104	電話(03)553-3461(代)	TELEX252-2791 NAKAPROP
大阪営業所	大阪市西区西本町1丁目13番38号 新興産ビル	〒550	電話(06)541-7514(代)	TELEX525-6246 NKPROPOS
福岡営業所	福岡市博多区博多駅前1-3-2 (八重洲博多駅前ビル)	〒812	電話(092)461-2117~8	TELEX725-414 NKPROPFK

省エネルギー対策にピタリ!!

KAMOME PROPELLER



全国40カ所のサービス網完備



**かもめ
可変ピッチ
プロペラ**

Availability

c.p.propeller—up to 15,000RPM
side thruster—0.5~20tons thrust

KAMOME PROPELLER CO., LTD.

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

運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

本社 横浜市戸塚区上矢部町690番244 TEL (045) 811-2461 (代表)
東京事務所 東京都港区新橋4-14-2 千105 TEL (03) 431-5438 434-3939

信頼ある最高精度

TAMAYA 天文航法計算機

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。

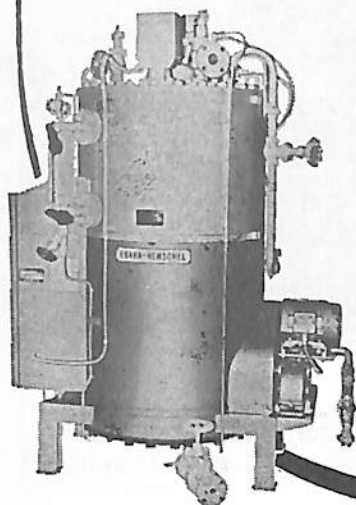
 **株式会社 玉屋商店**

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

エハラの船用機器

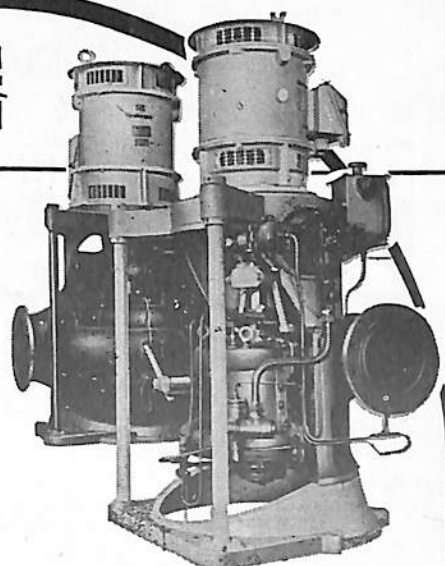
船舶用

エハラヘンジェル・ボイラ



各種船用ポンプ
送排風機
空調機器
甲板機械用油圧装置
サイドスラスト装置
ヒーリングポンプ装置

EBARA



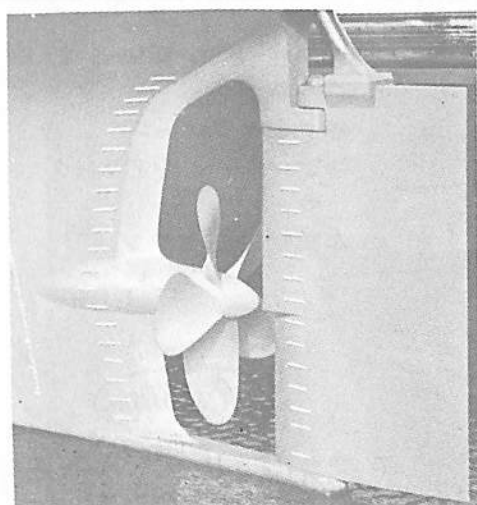
エハラ船用ポンプ

荏原製作所

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

船舶外板・タンクの

電気防蝕に関する調査・設計は



スタンプレーム周囲に取付けたALAP

専門のエンジニアリングコンサルタント

中川防蝕工業株式会社に

御相談下さい。

当社は技術士(金属部門)20名を擁する
ユニークな防蝕専門会社です。

中川防蝕工業株式会社

本社：東京都千代田区鍛冶町2-2-2 ☎(252)3171
支店：大阪市淀川区西中島5-9-6 ☎(303)2831
営業所：名古屋☎(962)7866・広島☎(48)0524・福岡☎(771)4664
出張所：札幌・仙台・新潟・千葉・水島・高松・大分・沖縄

長年の実績と信頼された製品

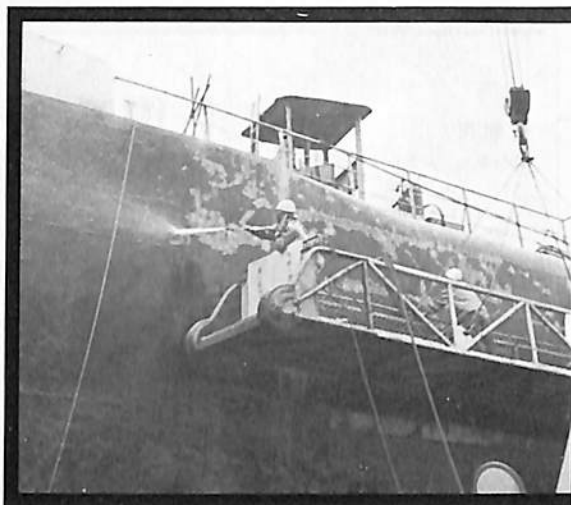
ウオーターブラスト用防錆剤

ハイビット

ハイビットとは……

ウオ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。

- ウオータージェット工法用
 - ウエットプラスター用
 - ジェットクリーニング用
- 等各種



昭光化学株式会社

〒140 東京都品川区南品川3-5-3 ☎03(471)4631

最新の技術と実績を誇る 福島製の甲板機械

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



株式
会社 **福島製作所**

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



TWIN DECK CRANE (30t×22M×19.5M min.)

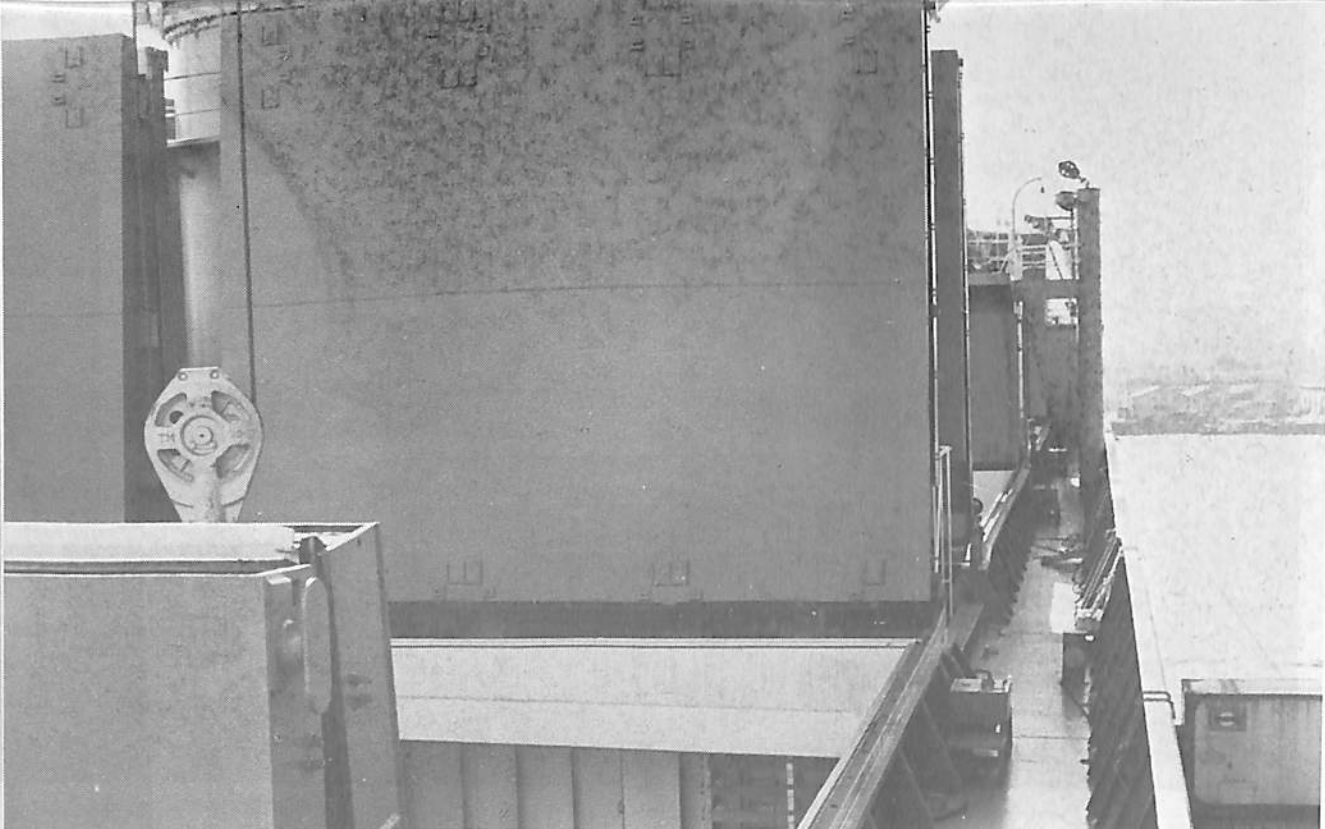


公試運転中の“若重丸”

最新鋭多目的貨物船 “若重丸”

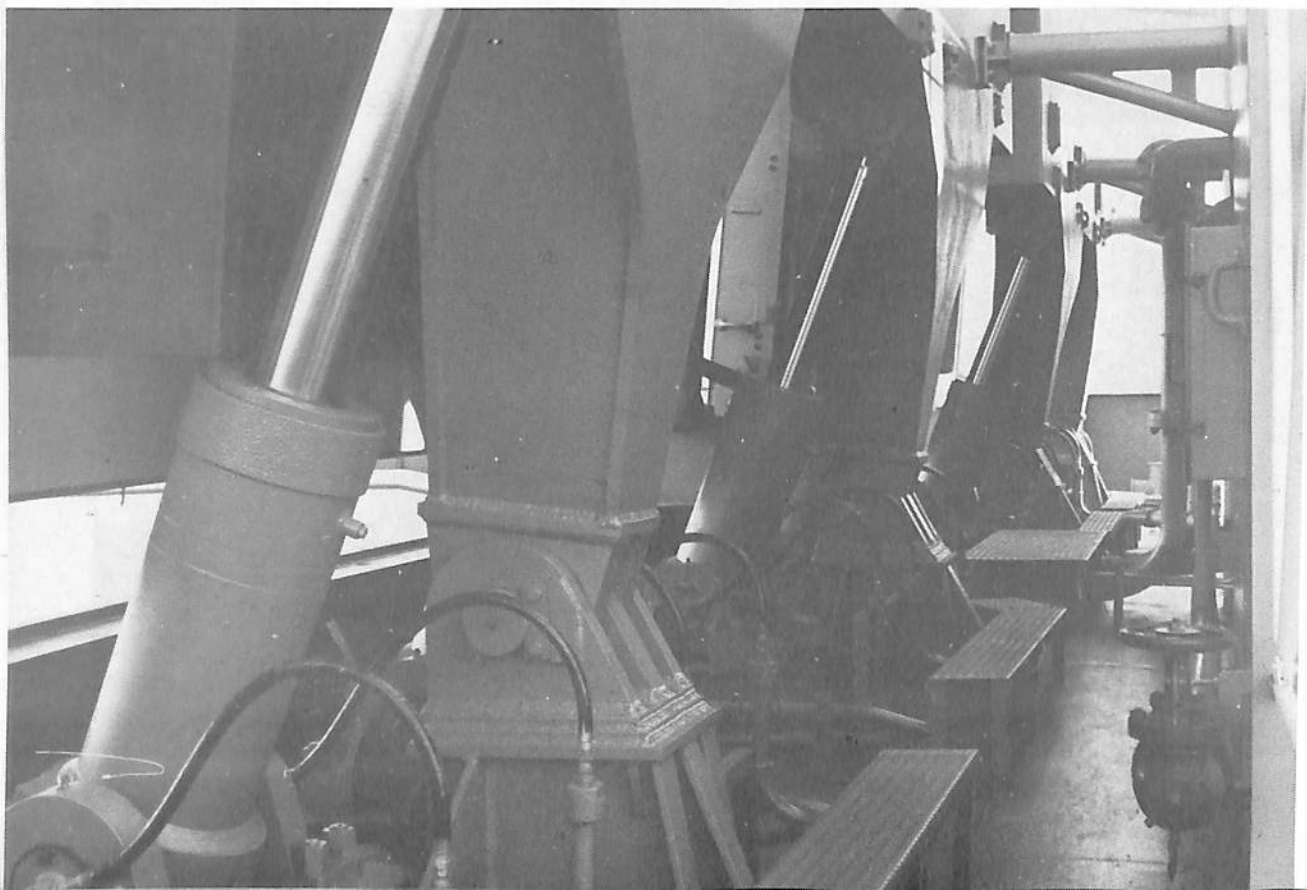
Y.S.L's New Multi-Purpose Cargo Carrier “WAKASHIGE MARU”

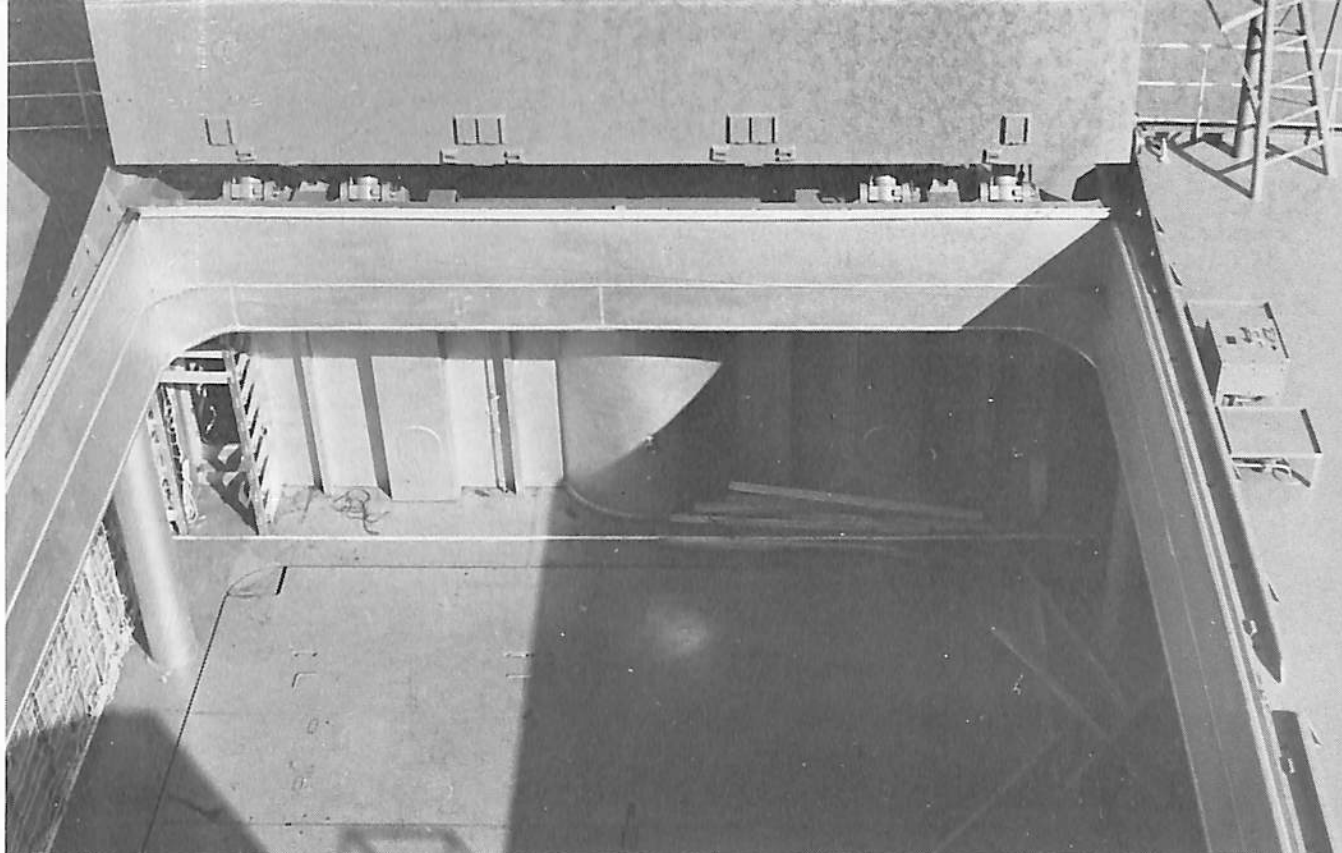




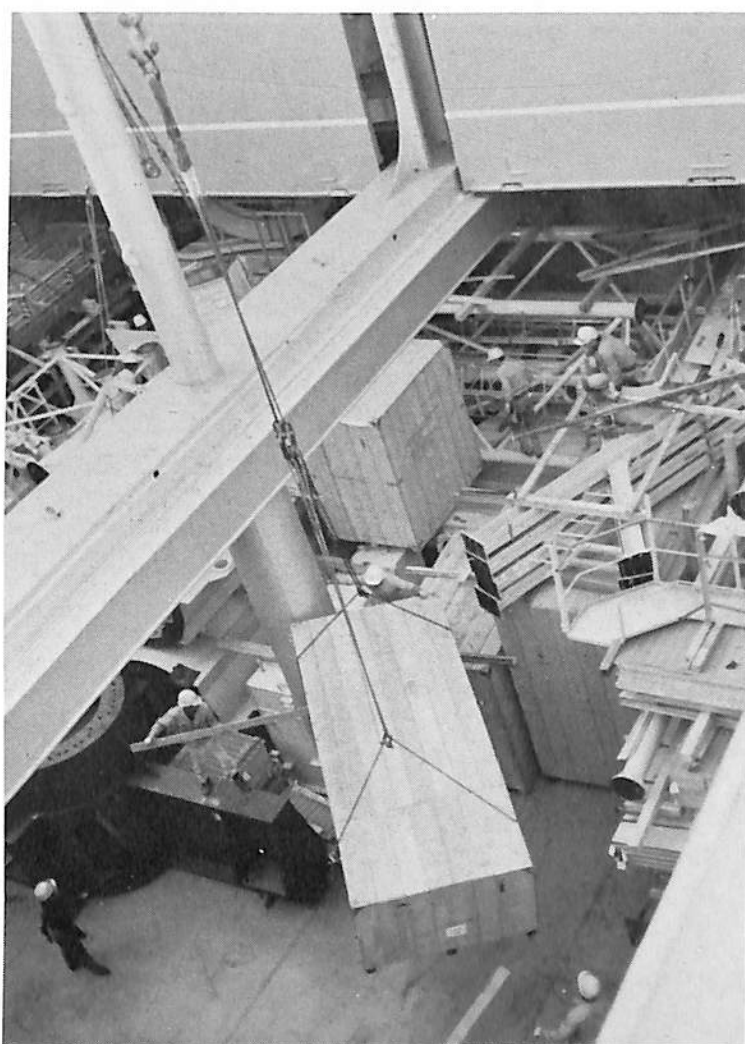
上甲板ハッチカバー格納状態

上甲板ハッチカバー開閉用油圧シリンダー





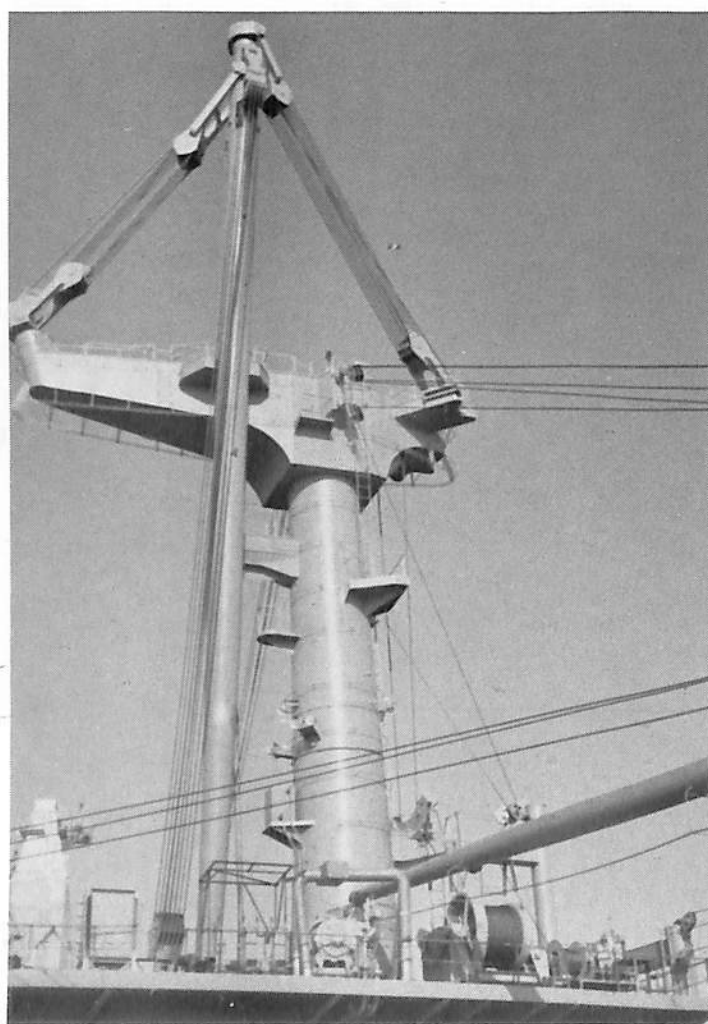
No.1 ホールド内



No.2 ホールドの荷役状況



福島製作所製25tデッキクレーン



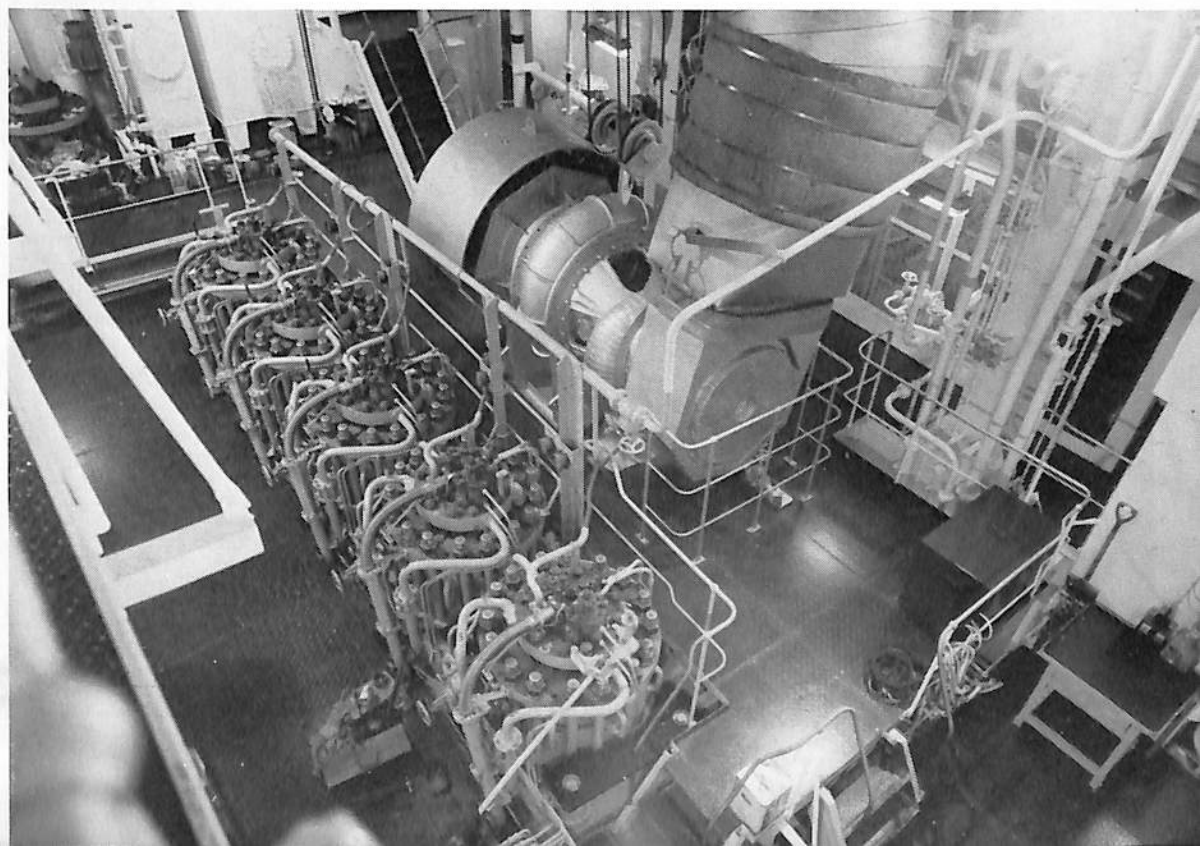
三菱重工製120tヘビーデリック

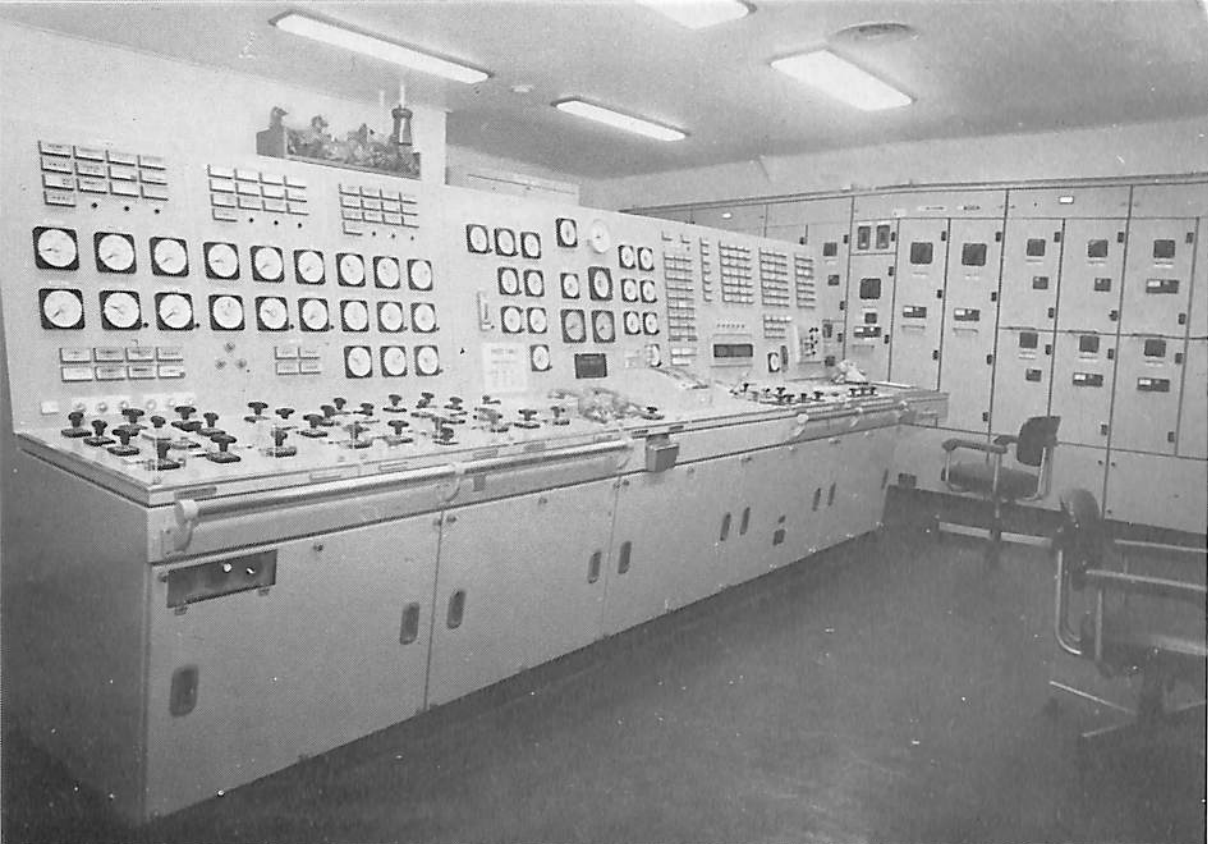
No.1 トムソンデリックポスト



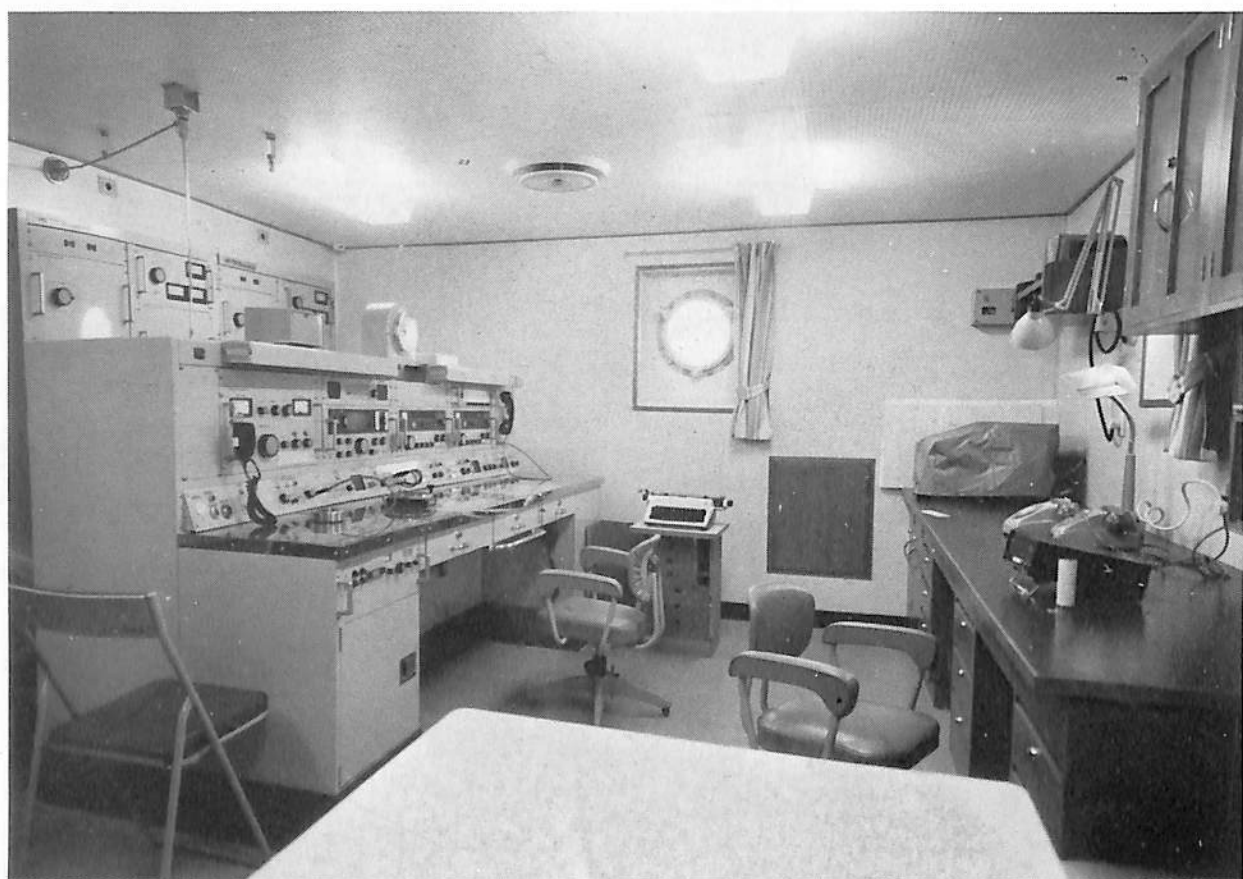
機関室上段

主機は三菱スルザー5RND68

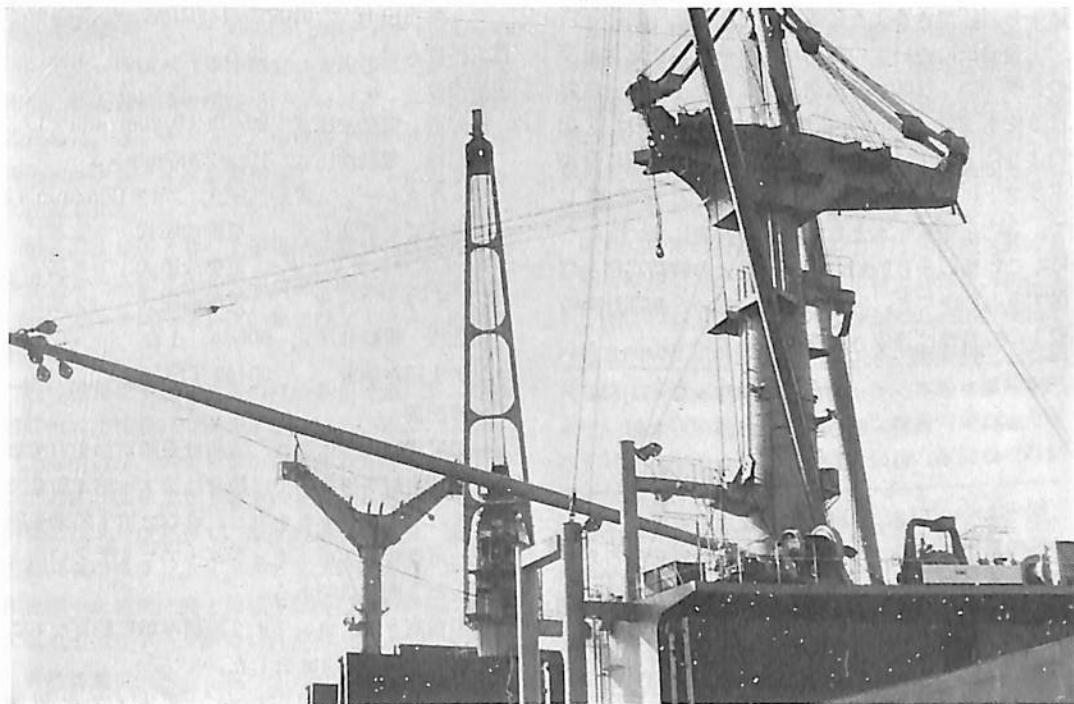




機関制御室内。コンソールとスタータ



無線室内



最新鋭多目的貨物船 “若重丸” “君重丸” の基本計画

On the Basic Design of Multi-Purpose Cargo Carrier
“WAKASHIGE MARU” “KIMISHIGE MARU”

by Technical Division
Yamashita-Shinnihon Steamship Co., Ltd

山下新日本汽船工務部造船計画チーム

●まえがき

“若重丸”，“君重丸”は32次計画造船の載荷重量18,000K T型多目的貨物船で，三菱重工業神戸造船所の第1083，第1084番船として，それぞれ，昭和52年11月18日，同年12月13日無事竣工し，印パ航路に就航した。

この2隻は120トンヘビーデリックを装備した同型船で，これまで同航路に就航していた在来定期船2隻とリプレイスしたため，当社所属の重量物船としては，“山重丸”，“新重丸”，“富士丸”と合せ，5隻の船隊が整ったことになる。

また，本船のような多目的貨物船は，わが社とし

ては初めてでもあり，基本計画から建造監督まで担当した当チームとしてもいろいろ苦心した点多かったので，以下，本船の概要および計画でのポイントを紹介してみたい。

●船体部

一般計画

本船の主航路は，上述のように印パであるが，本的にはワールドワイド・サービスが可能である。

積載貨物としては，雑貨の他にホットコイル，パイプ等のスチールプロダクト，プラント等の重量貨物，コンテナ，グレーン，さらに復荷用としての鉱

石等を想定している。そのために、船倉容積、倉口長さ、二重底構造、諸金具配置等は、これらの貨物に十分対応できるように設計した。

主要寸法についての制約は、コーラムシャ付近での全長 525' (160m) 未満、およびカルンパーにおける吃水 28' (8.5m) 未満であるが、全長は下記のように 158m におさえ、吃水は同所通過時にフルドラフトになる可能性が殆んど無いことを考慮して、30' を運航吃水とした。また次表に示すように、この種の多目的船の中では最大の載荷容積を確保することができ、容積の最大化という初期計画時の 1 つの目標は達成されたと思っている。

ペールキャパシティ (M³)/CN(L×B×D)(M³)				
A船	B船	C船	D船	本船
0.47	0.50	0.51	0.52	0.58

艀装については、2列倉口を採用するとともに、多種の貨物に対応できる各種の揚貨装置をそろえて荷役能率の向上を図っている。

また本船は、機関部の自動化、甲板機械のリモコンを始め、こまかな艀装品配置に至るまで、極力合理化、省力化を目指し、乗出時は26名の乗組員で出航した。

主要目

船級	NK (NS* MNS* M0)
船型	長船首楼付平甲板船
全長	158m
垂線間長	148.00m
型幅	23.00m
型深	13.00m
計画吃水	9.15m
構造吃水	9.63m
載貨重量	若重丸 18,195K T 君重丸 18,160K T
総トン数	若重丸 12,657.64トン 君重丸 12,657.63トン
純トン数	若重丸 6,894.43トン 君重丸 6,894.62トン
満載航海速力	15.5ノット (85%MC R, 15% S.M.)
航続距離	約13,400海里
貨物倉容積	ペール 24,641m³ グレーン 27,046m³
燃料油タンク容積	1,483.7m³
清水タンク容積	565.7m³
バラストタンク容積	4,422.2m³

主機関 三菱スルザー 5 RND68×1 基
最大出力 8,250PS×150RPM
常用出力 7,010PS×142RPM

最大搭載人員 35名

甲板機械

揚錨機 電動油圧式 26/10t×9/20m/min×1
係船機 電動油圧式 10t×20m/min×3
デッキクレーン 電動油圧式 25t×19m/min×2
120tヘビーデリック 電動油圧式 1基
10tトムソンデリック 電動油圧式 2基
10t K-7 デリッ ク 電動油圧式 2基
舵取機 電動油圧式 50t-m 1台

コンテナ積み個数 304個 TEU

一般配置

一般配置図に示す通り、本船は長船首楼を有する船尾機関室型平甲板船で、船倉は第1～第4船倉でそれぞれツインデッキを有し、倉口は第1船倉を除いて、荷役時のスポッティング・アビリティの向上を図った2列倉口である。

中甲板高さは、コンテナ2段積みが可能となるように船中心線で5.2mとした。

第2、第3倉間に120tヘビーデリックを装備し、長尺物/重量大型貨物用に両倉の倉口長さは20mとした。

バラストタンクは、復航時のバラスト航海に備えて、船首吃水を約3.5m (2.4%L_{pp}) 確保できる容量および配置とし、また清水タンクはペルシャ湾での長期滞船を予想して十分な容量を確保し、必要ならば船首尾バラストタンクも、清水タンクとして使用可能とした。また第3ウイング・バラストタンクは、重量物荷役時のヒール調整用タンクとしても使用する。

コンテナは一般配置図に示す積付けで、ホールド、オンデッキともロッドラッシングである。

船艀構造

ホールドおよびデッキの設計ユニフォームロードは、下記の通りである。

上甲板	2t/m²
中甲板	5t/m²
ホールド	11t/m²

ハッチカバーも周囲デッキと同等の強度を有している。

ホールドは、特にホットコイル積みのために、二重底内底板は横肋骨構造とし、荷重条件を重量25t (1.65mφ×1.7mL) または 10t (1.5mφ×1.0mL) のコイル1.5段積みとして設計している。

また、中甲板およびタンクトップは、それぞれ総重量8t、および56.5tのフォークリフトが走行でき、さらに20フィート20LT、40フィート30LTのコンテナ2段積み（第1船倉は3段積み）が可能である。鉱石荷役時の損傷や、カーゴダメージを避けるために、タンクトップ、中甲板上面の諸金具は、極力サンクンタイプを使用してフラットになるように注意した。

第2および第3倉の上甲板は、重量物積載時に備え6フレーム置きに40tの荷重に耐えうるハッチカバー、ハッチコーミング、およびブルワークの構造とした。

特に船首楼甲板は波浪の打込みを考慮して、静水頭17mの塑性設計でデザインとしている。

上部構造は、ブリッジからの前方見透しを確保するために、標準より1層多い6層としたが、同時に防振には十分注意して、鋼壁の適切な配置、および主要部材のスカントリングアップ等により、剛性増加を図った結果、海上公試運転時の振動計測において満足すべきデータが得られた。

荷役装置

三菱重工業製120tシングルポストのヘビーデリックを第2、3倉口間に装備し、両倉いずれにも使用できるようにした。第1、2倉間、第3、4倉間には、福島製作所製の25tデッキークレーンをそれぞれ装備し、第1および第4倉専用として10tトムソンデリックを各1基、さらに第2、および第3倉用にはヘビーデリックの補助として10tK-7デリックを配置して、軽量貨物の荷役効率向上を図っている。

特に第2、第3倉用の揚貨装置のジブ、ブームは、オンデッキに重量物積載時には、反対側、または垂直に格納できるように配慮されている。

重量物荷役時は、前述のように第3ウイング・バラストタンクをヒール調整用として使用し、バラストポンプの発停、系統のバルブの開閉は、ウインチ・プラットフォーム上のコンソールより遠隔操作できる。

ハッチカバー

上甲板、中甲板とも、油圧駆動の前後ニッ割りのフォールディングタイプで、上甲板は三菱重工業製、中甲板は辻産業製である。いずれも上甲板上倉口サイドにて、遠隔開閉を行なう。

上甲板ハッチカバーには、コンテナ積み用の位置決め金具のベースが取り付けられている。

ハッチカバーの前後の割りは、コンテナ搭載時に

部分開閉ができるように考慮されている。

騒音対策について

SR156 研究部会は、船舶の騒音の性状についての実験的、理論的研究を行なって、将来は新造船の初期設計において、騒音レベルの予測を行ない、騒音の少ない船の建造に役立てようという目的で、昭和49年度に発足してから、調査、船体、機関の三分科会を設置して騒音研究を進めている。

昭和52年度の計画では、過去3年間研究されてきた騒音低減対策の効果の判定、および解析方法による予測法の適用等の最終的な確認のために、実船での総合的実験が計画されており、第2船の“君重丸”は本実験への供試船となった。本船は機関室内を中心に、12項目にわたる特別な騒音対策が施工されており、海上公試運転時に、騒音、振動等の計測を行なった。

第1船“若重丸”とは約1カ月の工程のずれはあったが、両船ともほぼ同じ条件下での計測であり、騒音対策の効果の判定には好都合であった。

詳細のデータおよび解析結果は、SR156 研究部会の報告を待ちたいが、両船の計測に立会った感じでは、対策の効果は顕著にあらわれていると思われる。

本実験のために、特に施工された対策は主として次の通りである。

- ・ディーゼル発電機に防振ゴム設置
- ・ディーゼル発電機に防音ケーシング施工
- ・模擬エンジン・コントロールルームに仕立てたエンジンストアを浮き構造とした。
- ・主機過給機ダクトの消音対策
- ・その他

なお実験終了後に、上記防音装置は基本的には撤去されることになっていたが、実際には撤去不可能でそのまま残された装置もあり、今後、実用面における効果、メンテナンス、および寿命等については、興味の持たれるところである。

●機関部

概要

主機関として低速ディーゼルの中から、本船の要求スピードにぴったり合った三菱スルザー5RND68を採用した。5シリンダ機関は垂直2次のアンバランス・モーメントが大きいので、それを打消すべく機関前後に主機直結バランサーを設けている。また軸系振り振動においても、1節5次の付加応力がルール規定値を大きく超えるため、中間軸およびブ

ロペラ軸の軸径を太くして、共振点を常用回転数以上(約190RPM)へ追やるよう考慮した。

使用燃料油の低質化に対処するため、熱交換器、ポンプ、電動機等のデザインベースをレッドウッド No. 1 3,500sec 38℃とした。

推進器はSKF方式キーレス・プロペラを採用し、船尾管軸受は油潤滑式とし、シーリングにはコンパクトシールMKⅡを採用、2, 3番リング間の注油は止め、密閉式として煩雑な油面調整を不用とした省力化をはかった。

発電機容量は荷役時デッキクレーン2基、トムソンドリック2基、K-7ドリック2基つまりヘビードリック以外を全台使用した際の確率計算によって推定される必要電力を2台で、また航海中は常時1台にて必要電力を賄えるよう決定され、また常時少なくとも1台は予備機を持つ考えから3台とした。

造水装置はペルシャ湾での長期滞船と言う事態を考慮して、主機暖機用冷却清水加熱器を利用して造水できるよう配管した。

冷却海水管の対腐蝕についてはライニング管が良いか、厚肉管とするのが良いかで意見の別れるところであるが、50φ以上はすべてポリエチレン・ライニング、40φ以下はSch 80 亜鉛メッキ管とした。ライニングを施した管系のポンプ、弁、熱交換器の防蝕のため、ポンプ入口ストレーナには保護亜鉛を熱交換器入口には犠牲管を配し、また弁体、弁座はStainless Steel 製とし、弁内部にはタールエポキシコーティングを施し、防蝕に気を配った。

機関自動化はNK機関無人化規則に基づいて施工された。またデータロガーとしてデジタル式ダイレクトモニターを採用、2台のタイプライターにてデータをタイプアウトするよう計画した。

機関主要目

主機関	三菱スルザー 5 RND68×1 MCR 8250PS×150RPM NOR 7010PS×142RPM
プロペラ	4翼一体形ニッケルアルミニウム青銅製 4900DMM×3610PM×1
プロペラ軸	590φMM×6000LMM KSF45×1
中間軸	650φMM×6000LMM KSF55×1
ボイラ	壁円筒形コンポジットボイラ 6 kg/cm ² ×1200kg/hr×1
発電機	3 相交流防滴保護ブラッシュレス 537.5KVA(430KW)×3

電気部

照明装置

居住区、機関室共一般に蛍光灯を使用し、外部通路、倉庫等には白熱灯を使用した。

航海灯および信号灯については、昨年公布された新海上衝突予防法を全面適用することとし、従来の各種灯火に加えて、操船信号灯並びに組合せ使用により、操縦性能制限灯および喫水制限灯を表示できるよう装備した。

船内通信装置

各種の警報、連絡装置の他、自動交換式40回線ベージング付電話装置を備え、各公室、個室49カ所間の通話連絡を可能とし、かつ、0ダイヤルによっていずれの電話器からでも、船内一斉およびグループ呼出が行なえるようになっている。

航海装置

特記すべき仕様ではないが、航法援助システムの不完全な印パ方面に就航することを考慮して、2台のレーダ装置の内、主レーダを降雨時においても遠距離探知性能のすぐれたSバンドレーダとし、加えて、レーダ切換器を装備することにより空中線送受信機、指示機および電源の切換え使用を可能として信頼性の向上を図った。

無線装置

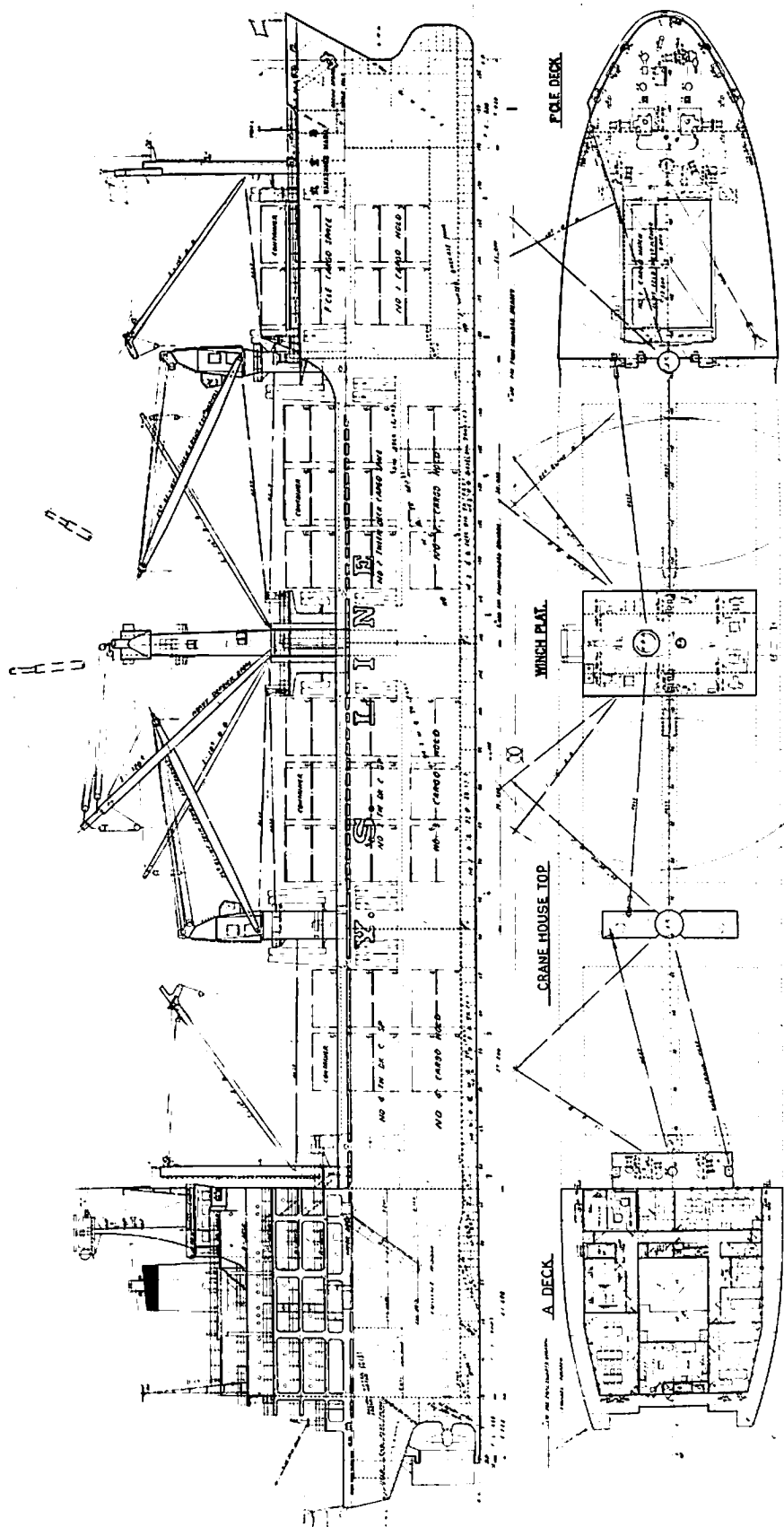
中、短波無線電信、電話装置は主設備の第1および第2送信機共シンセサイザ方式とし、ユニット化された回路構成は共通回路の差し替え使用を可能とさせ、保守、点検を容易なものとしている。

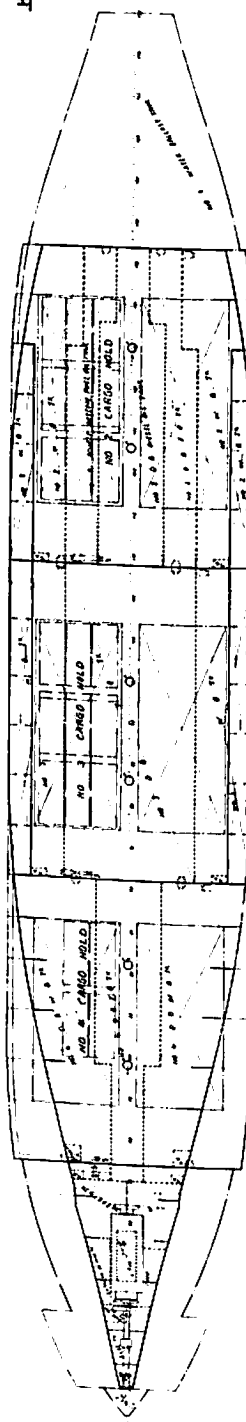
また、VHF無線電話装置についても、最近、VHFによる無線電話通信が多用化され、かつ、その重要性が増大していること、および、PG方面における特殊事情を勘案して、主装置(全チャンネル装備)および補助装置(16チャンネル装備)の2台として、万全を期している。

●あとがき

“若重丸”、“君重丸”は現在日本/印パ航路において順調な航海を続けており、本船から各部とも異常無し、との報告が来ている。本船は、短納期船であったため、基本計画から完工に至る間、必ずしも十分なスタディの時間が取れたとは言えないが、このようにほぼ完璧な船にでき上がったのは、当チームからの様々な要求を、積極的に取り入れて下さった造船所設計の方々、ハードな工程にもかかわらず、誠心誠意努力していただいた現場の方々のおかげで、誌面を借りて厚くお礼申し上げます。

“若重丸”の一般配置図





A hand-drawn floor plan of a building, oriented vertically. The plan shows two main rooms, each labeled "FIELD NO. 1" and "FIELD NO. 2". The room on the left is labeled "FIELD NO. 1" and the room on the right is labeled "FIELD NO. 2". The plan includes dimensions: "100' 0\"/>

The floor plan shows a rectangular building with a central corridor. At the top is the entrance area with a large open space. To the left of the entrance is a room labeled '10'. To the right is a room labeled '11'. Below the entrance is a large room labeled '12'. At the bottom of the plan is a large rectangular area labeled '13', which is the school bus. A dashed line runs vertically through the center of the building, indicating the main corridor.

A detailed floor plan of the main building of the 'Kriegsmarine' barracks. The plan shows a large central hall with a staircase, surrounded by various rooms including offices, storage areas, and a kitchen. The building has a symmetrical layout with a central corridor and rooms on either side. The plan is labeled with various numbers and letters, and includes a scale bar at the bottom.

連 載

液化ガスタンカー

<2>

恵 美 洋 彦

日本海事協会船体部

1. 2. 2 相の変化, 蒸気圧, 臨界現象

(1) 相の変化

物質の相変化は、温度と圧力によるもので気化（蒸発）、液化（凝縮）、昇華、凝固及び融解があるが、液化ガスを対象とする場合は、気化と液化の現象が主な問題となる。また、沸騰とは、液体内部の蒸気の圧力が液体外部の圧力に等しくなったときに気化が液体内部からも起って気ほうのぼり始める現象をいう。

相変化の圧力と温度の関係は、次の Clausius-Clapeyron の式で表わされる。

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta Q}{(v' - v)T} \quad \dots\dots\dots(1-6)$$

$v', v \Delta Q$; 相変化の潜熱

v, v' ; 相変化前後のそれぞれの容積

T ; 温度 (°K)

(2) 蒸気圧

一定温度の密閉容器内の液の蒸発が止まったときの蒸気の圧力を蒸気圧（飽和蒸気圧）といい、温度と物質が決まれば蒸気圧は定まる。図 1—3 に代表的な液化ガス貨物の温度—蒸気圧線図を示す。

蒸気圧 1 atm（大気圧）のときの温度が、その物質の沸点である。

蒸気圧と温度の関係式は、多くのものが示されているが、最も実用的なのは、次に示す Antoine の式である。これは、対臨界温度（1.2.2(3)参照） $T_r < 0.85$ の範囲では精度がよいが、臨界点近くでは実測値と合わない。

$$\log P = A - \frac{B}{C + t} \quad \dots\dots\dots(1-7)$$

$$t = \frac{B}{A - \log P} - C \quad \dots\dots\dots(1-7)'$$

P ; 圧力 (mmHg)

t ; 温度 (°C)

A, B, C ; 物質固有の定数。各種液化ガスの値を表 1—6 に示す。

液体の蒸気圧は、ある圧力 P_G の気体中においてもその液体が単独に存在したときの蒸気圧 P_L となる。即ち、全圧を P とするとき、 $P = P_G + P_L$ となる。

n 種の成分からなる混合体に対しては、次式の Raoult の法則があり、これは炭化水素の混合体に対して適用できる。図 1—4 にプロパン—ブタン混合体の蒸気圧線図を示す。

$$\pi = \sum_{i=1}^n p_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_n} \right) P_i$$

$$= \sum_{i=1}^n x_i P_i \quad \dots\dots\dots(1-8)$$

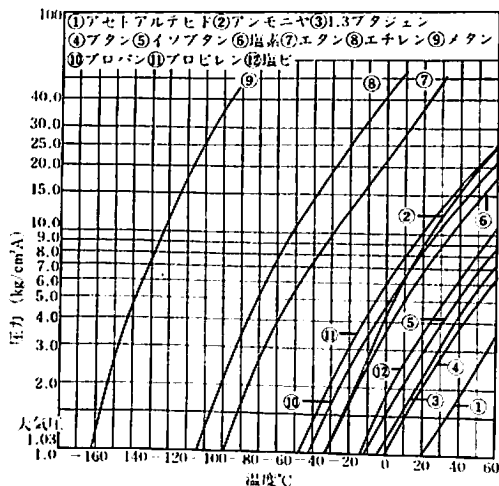


図 1—3 各種液化ガス蒸気圧

表1-6 液化ガス蒸気圧Antoine式 ($\log P(\text{mmHg}) = A - \frac{B}{t+C}$, t : 温度(°C) の定数

物質	A	B	C	備考	物質	A	B	C	備考
アセトアルデヒド	7.0565	1067.6	236.0		ノタン	6.61184	389.93	266.0	
アンモニア	7.36050	926.132	240.17		ノルアセチレン	7.212256	958.15	244.408	$t \geq -23.2$
1,3-ブタジエン	7.03555	998.106	245.233	$t \leq -55$		6.77915	801.91	228.93	$t < -23.2$
	6.84999	930.546	238.854	$t \geq$	プロパジエン	7.01308	876.269	246.555	$t > -34$
1,2-ブタジエン	7.39822	1219.877	259.776	$t \leq -20$		5.7137	458.06	196.07	$t \leq -34$
	6.99383	1041.117	242.274	$t \geq$	臭化ノル	6.95965	986.59	238.32	
ブタン	6.83029	945.90	240.00		臭化ノル	6.99445	902.451	243.6	
イソブタン	6.72466	873.561	238.978		炭素	6.49594	255.821	266.56	
1-ブテン	6.84290	926.10	240.00		プロパン	6.82973	613.20	248.00	
2-ブテン	7.34191	1230.76	272.36		プロピレン	6.81960	785.0	247.0	
trans-2-ブテン	6.86952	960.80	240.00		ジクロロフルオロメタン	31.645	1816.5	10.859	(12) $D=0.07$
イソブチレン	7.240475	1150.338	270.996		モノクロロフルオロメタン	25.128	1638.8	8.148	(22) $D=0.518 \times 10^{-2}$
塩素	6.93180	859.175	246.14		モノクロロトリフルオロメタン	7.8172	1109.1	0.014	(13) $D=0.188 \times 10^{-2}$
ジメチルアミン	7.31039	1099.357	240.785		ジクロロテトラフルオロメタン	5.627	1419.7	0	(14) $D=0.174 \times 10^{-2}$
エタン	6.84061	668.683	257.494		二酸化硫黄	7.28228	999.90	237.19	
エチルアミン	7.3862	1137.30	235.85		塩化ヒュール	6.89649	881.062	233.158	
塩化エチル	6.94914	1012.771	236.67		プロピレンオキシド	6.96997	1065.27	226.283	
エチレン	6.74756	585.0	255.0		酸	6.69144	319.013	266.697	
エチレンオキシド	7.25954	1114.41	244.065						

(注) 備考の t は、適用温度範囲(°C)を示す。備考の () 内の数字はフロン又はフロン番号を示す。
 * $C = 242.5 - 0.245t_b$ 又は $240 - 0.19t_b$ (t_b : 沸点(°C))として既知の2点の蒸気圧からA, Bの値を逆算したもの。
 無印は、文献⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾による値。
 ** Antoine式ではなく、本式で用いる定数⁽¹⁾。 $\log P = A - B/(T - C \log T + DT)$ (P : kg/cm²A, T : K)

π ; 混合蒸気圧

P_i ; 個々の純粋成分の蒸気圧

p_i ; 個々の成分の混合蒸気分圧

n_i ; 個々の成分のモル数

x_i ; 個々の液の組成のモル分率

$i = 1, 2, \dots, n$; n 種の混合物の個々の成分を表わす。

混合体の液組成と混合蒸気圧(全圧)が与えられて、その沸点を求める場合も(1-8)式を使用するが、この場合は、試験法によりある温度を仮定して全圧を求め、その全圧が始めに与えられた全圧に等しくなるまで、計算をくり返すことになる。

(3) 蒸発潜熱

蒸発潜熱 (latent heat of vapourization) とは、同じ温度における飽和蒸気と飽和液体のそれぞれのエンタルピーの差であり、単位質量を cal/g, kcal/kg, cal/mol 等で表わす。換言すれば、液体が気化(またはその逆)のときに要する(または放出する)熱量であり、通常、沸点での値で示される。蒸発潜熱は、蒸気圧が既知の場合、(1-6)式からまたは熱力学線図等による飽和液体のエンタルピーの差から求めることができるが、沸点での蒸発潜熱(L_b)が既知(例えば表1-1による)の場合、次式から任意温度($T^\circ\text{K}$)での蒸発潜熱 L_T を推定できる。

$$\frac{L_T}{L_b} = \left(\frac{1 - T/T_c}{1 - T_b/T_c} \right)^{0.26} \quad \dots\dots\dots(1-9)$$

T_c : 臨界温度(°K)

また、温度 $T_1^\circ\text{K}$ と $T_2^\circ\text{K}$ 間の平均蒸発潜熱 $\bar{L}$ (cal/mol) は次式で求めることができる。

$$\bar{L} = \frac{4.571 T_1 T_2}{T_1 - T_2} \log \frac{P_1}{P_2} \quad \dots\dots\dots(1-10)$$

P_1, P_2 ; 温度 T_1, T_2 における蒸気圧(絶対圧)

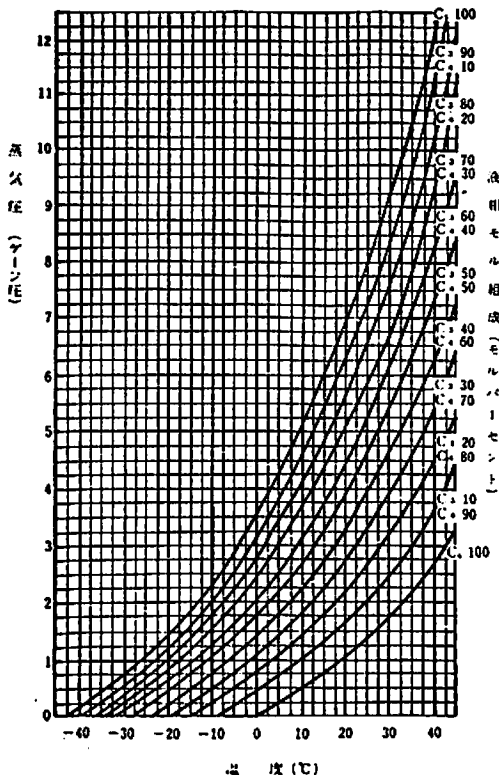


図1-4 プロパン(C₃), nブタン(C₄)混合体の蒸気圧

力)

(4) 臨界現象及び対応状態原理

物質にそれ以上の圧力を加えても液化しなくなる温度を臨界温度 T_c といい、このときの圧力を臨界圧力 P_c 、密度を臨界密度 ρ_c 、または単位質量をとったときの容積を臨界容積 $v_c (=1/\rho_c)$ 、1モルの物質の臨界容積を臨界分子容(例えば、 $\text{cm}^3/\text{g-mol}$)という。これらを臨界定数という。また、圧縮係数の臨界値 ($z_c = P_c v_c / R T_c$) を臨界圧縮係数という。

各種物質の物性は、その分子式、分子量及び臨界定数から推定できることが多く、また、臨界定数は、物質により定まった値である。各種液化ガス貨物の臨界定数は、表1-1に示してある。また、空気の臨界定数は、1.2.1(1)に示すとおりであり、水(H_2O)の主要物性及び臨界定数は、分子量18.02、融点0℃、沸点100℃、臨界温度374.2℃ 臨界圧力218.4atm、臨界密度0.323g/cm³である。

物質の種類、温度、圧力で変化する物性は、臨界定数を標準として表わすと一般化できることが多く、このような状態が成立する事実を対応状態原理という。この場合、次に示す対臨界値が用いられる。

$$\left. \begin{array}{l} T_r \text{ (対臨界温度 reduced temperature)} = T/T_c \\ P_r \text{ (対臨界圧力 reduced pressure)} = P/P_c \\ v_r \text{ (対臨界容積 reduced volume)} = v/v_c \\ \rho_r \text{ (対臨界密度 reduced density)} = \rho/\rho_c \end{array} \right\} \dots(1-11)$$

混合体では、それぞれの成分の臨界定数にモル分率を乗じて加算した疑似または仮臨界定数 (psedo critical value) を用いて対臨界値を求める。例えば、疑似臨界圧力 P_c' は次式のようになる。

$$P_c' = \sum_{i=1}^n P_{ci} x_i \dots\dots\dots(1-11)'$$

P_{ci} = 各成分の臨界圧力

x_i = 各成分のモル分率

(5) 例題

(a)重量比50%/50%のブタン/プロパン混合体の45℃における蒸気圧 (π)

モル数 (n) = 重量/分子量であるから

$$\begin{aligned} \text{ブタンモル分率}(\%) &= \frac{1/58.12}{1/58.12 + 1/44.10} \\ &\times 100 = 43.7\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{プロパンモル分率}(\%) &= \frac{1/44.10}{1/58.12 + 1/44.10} \\ &\times 100 = 56.3\% \end{aligned}$$

(1-7) 式より

$$\text{ブタンの45℃での蒸気圧} = 4.41 \text{ kg/cm}^2\text{A}$$

$$\text{プロパンの45℃での蒸気圧} = 15.4 \text{ kg/cm}^2\text{A}$$

(1-8) 式より

$$\pi = 0.437 \times 4.41 + 0.563 \times 15.4 = 10.6 \text{ kg/cm}^2\text{A}$$

(b)メタン/エタン/プロパン混合体 (70/20/10モル比) の -155℃ における蒸気圧 π ; (1-7) 式により、

$$\text{メタン蒸気圧 (-155℃)} = 1995 \text{ mmHg}$$

$$\text{エタン " (")} = 2.59 \text{ mmHg}$$

$$\text{プロパン " (")} = 0.65 \text{ mmHg}$$

$$\begin{aligned} \pi &= 0.7 \times 1995 + 0.2 \times 2.59 + 0.1 \times 0.65 \\ &= 1386 \text{ mmHg} = 1.84 \text{ atm} \end{aligned}$$

1.2.3 密度、比重、容積

(1) 密度、比容

物質の単位体積の質量を密度といい、密度の逆数、即ち単位質量の物質の容積を比容または比容積 (specific volume) という。また物質の量の単位として分子量をグラム単位、即ち、分子量にグラムをつけた量を1グラム分子または1モル (mol) として表わすが、物質の単位質量として1モルをとったときの容積を分子容 (molar volume; $\text{cm}^3/\text{g-mol}$, m^3/kmol 等で表わす) という。

(2) 気体の密度、比重、容積

一般に気体の比重は、標準状態の空気を1として表わす。

標準状態の乾燥空気の密度は、0.0012932g/cm³である。任意状態の乾燥空気の密度 d (g/cm³) は、次式で与えられる。

$$d = \frac{0.0012932}{1 + 0.00367t} \cdot \frac{p}{760} \dots\dots\dots(1-12)$$

t : 温度 (℃)

p : 圧力 (mmHg)

水蒸気は、同一状態の空気の密度の約5%であり、湿潤空気の密度は、当然、乾燥空気より軽くなる。例えば相対湿度50%で温度20℃の湿潤空気は、同温度の乾燥空気と比べて96.9%の密度である。

気体の比重は、表1-1にも示してあるが、「同温、同圧、同容積の気体は、ほぼ同数の分子からなる。即ち、1モルの気体は、同温、同圧ではほぼ等しい容積からなる」という Avogadro の法則から空気の分子量 (28.97) と物質の分子量の比から近似的には推定できる。標準状態での全ての気体1モルの

なお気体の容積は、気体の密度がわかれば、その逆数、或いは(1-1)式から求めることができる。また、気体の容積は、通常、標準状態(0℃, 1 atm)の容積を立方メートルで表わし、これを Nm^3 (標準立方メートル; normal cubic meter) と表わす。

(3) 液体の密度, 比重, 容積

一般に液体の比重といえば、4℃で1 atmの標準状態の水を1として表わす。

標準状態の水の密度は、 0.999973g/cm^3 であり、温度によって多少変化（例えば、 0°C で、 0.999841g/cm^3 、 30°C で 0.995646g/cm^3 ）するが、実際上は、温度変化の影響を無視することができる。

液化ガスタンカーの設計、オペレーションに必要な液密度（または比重）は、平衡状態の液密度、即ち飽和液密度である。従って、温度または圧力のいずれかの関数でもって、その液密度を表わす。図1-5に主要な液化ガス貨物の液密度（沸点未満の温度では大気圧下、沸点以上の温度では飽和液密度）を示すが、これからわかるように温度変化による液密度は大きく変化する。

飽和液密度，飽和蒸気及び温度との間には，次の関係式が成立する。

$$\frac{(\rho_L - \rho_V)}{(\rho_{Lb} - \rho_{Vb})} \left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right)^{1/3}$$

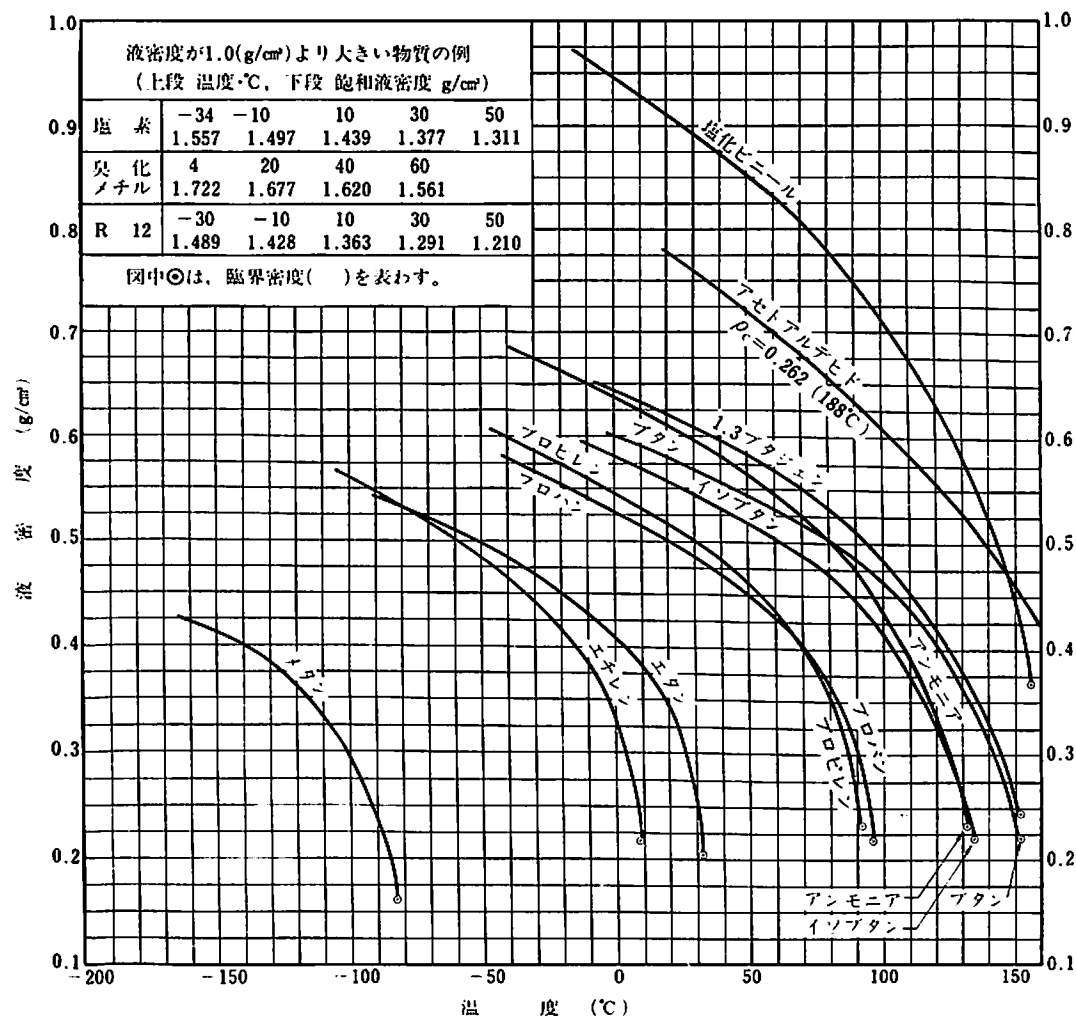


図 1—5 液化ガスの液密度（飽和液体）

表 1-7 LNGの液密度計算用分子容及び収縮係数²⁷⁾

(1) 各成分の分子容

成 分	分 子 量	分 子 容 $\text{m}^3/\text{kmol} \times 10^2$							
		-175℃	-170℃	-165℃	-160℃	-155℃	-150℃	-145℃	-140℃
CH_4	16.042	3.636	3.695	3.757	3.821	3.890	3.964	4.042	4.126
C_2H_6	30.058	4.682	1.721	4.700	4.800	4.841	4.882	4.925	4.969
C_3H_8	44.094	6.122	6.164	6.208	5.252	6.298	6.344	6.392	6.440
$n\text{-C}_4\text{H}_{10}$	58.120	7.543	7.589	7.635	7.682	7.729	7.778	7.826	7.876
$i\text{-C}_4\text{H}_{10}$	58.120	7.557	7.603	7.659	7.711	7.764	7.818	7.873	7.928
$n\text{-C}_5\text{H}_{12}$	72.146	8.894	8.944	8.995	9.047	9.099	9.152	9.206	9.260
$i\text{-C}_5\text{H}_{12}$	72.146	8.957	9.003	9.060	9.113	9.167	9.221	9.275	9.330
$n\text{-C}_6\text{H}_{14}$	86.172	10.326	10.380	10.434	10.489	10.545	10.602	10.659	10.716
N_2	28.016	3.996	4.181	4.407	4.583	5.021	5.428	5.915	5.496
O_2	32.00	—	2.930	3.001	3.151	3.252	3.367	—	—

(2) 収縮係数 C

平均分子量	$C \times 10^3, \text{m}^3/\text{kmol}$							
	-140℃	-145℃	-150℃	-155℃	-160℃	-165℃	-170℃	-175℃
16.0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.2	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
16.4	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.07
16.6	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11
16.8	0.26	0.25	0.23	0.21	0.19	0.19	0.16	0.15
17.0	0.33	0.31	0.29	0.27	0.24	0.23	0.21	0.12
17.2	0.40	0.37	0.35	0.32	0.30	0.27	0.25	0.23
17.4	0.47	0.44	0.40	0.38	0.35	0.32	0.30	0.27
17.6	0.54	0.49	0.46	0.43	0.40	0.37	0.34	0.31
17.8	0.60	0.55	0.51...	0.48	0.45	0.41	0.38	0.35
18.0	0.65	0.61	0.57	0.53	0.49	0.45	0.42	0.38
18.5	0.81	0.75	0.70	0.65	0.60	0.46	0.52	0.48
19.0	0.95	0.88	0.82	0.76	0.71	0.65	0.61	0.57
19.5	1.09	1.01	0.94	0.88	0.81	0.76	0.70	0.65
20.0	1.21	1.13	1.05	0.98	0.91	0.85	0.79	0.74
21.0	1.43	1.34	1.25	1.17	1.10	1.03	0.95	0.89
22.0	1.61	1.53	1.43	1.35	1.26	1.18	1.10	1.03
23.0	1.75	1.66	1.56	1.48	1.39	1.31	1.23	1.15
24.0	1.85	1.76	1.67	1.58	1.49	1.41	1.33	1.26
25.0	1.92	1.83	1.74	1.65	1.58	1.50	1.42	1.34

中間値は補間法による。

$$= \left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^{1/2} \left\{ \rho_L (\rho_L b - \rho_v b) \left(\frac{T_c - T}{T_c - T_b}\right)^{1/2} + \rho_v \right\} \quad \dots (1-13)$$

 ρ_L, ρ_v : それぞれ飽和液, 蒸気の密度 T, T_c : それぞれ任意温度, 臨界温度 (°K)接尾字 b : 沸点における密度, 温度を意味す

る。

上式により, 既知の液密度及び温度がわかれば, 沸点における値の代わりに, その値を用いても任意の温度 $T^\circ\text{K}$ における液密度がわかる。

また, ρ_v は, ρ_L に対して沸点附近では0.3ないし0.4%, $T/T_c=0.8$ 付近では約3%であり, 場合によっては無視できる。この場合, (1-13) 式は, 次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\rho_L}{\rho_{Lb}} \left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right)^{1/5} \\ = \left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^{1/5} \\ \rho_L = \rho_{Lb} \left(\frac{T_c - T}{T_c - T_b}\right)^{1/5} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1-13)'$$

(3) 混合液体の密度

混合体の場合、平衡状態がそれぞれの成分の飽和状態とならないので、液密度は単なる組成の荷重平均とはならないが、常圧または常温付近のプロパン・ブタン混合体では、次に示す容積組成比の荷重平均（即ち、モル荷重平均）でも混合体の液密度（ ρ_{mix} ）を推定できる。

$$\begin{aligned} \rho_{mix} &= v_p \rho_p + v_B \rho_B + v_{iB} \rho_{iB} \\ &= 1 / (w_p / \rho_p + w_B / \rho_B + w_{iB} / \rho_{iB}) \end{aligned} \dots\dots\dots (1-14)$$

v_p, v_B, v_{iB} : 混合体のプロパン、ブタン、イソブタンのそれぞれ容積比

w_p, w_B, w_{iB} : 同じく組成重量比

$\rho_p, \rho_B, \rho_{iB}$: 混合体の温度でのそれぞれの液密度

LNGでは、次に示す式が N_2, O_2 及びイソパラフィンの含有量 5% (mol) 未満のものについて 0.3% 以内の誤差でよくあうとされている²⁰⁾。式からわかるようにモル荷重平均に収縮係数の補正を行なったものである。

$$\rho_{mix} = \frac{\sum x_i M_i}{\sum (x_i v_i) - x_m C}; \text{ (kg/m}^3\text{)} \dots\dots\dots (1-15)$$

v_i : LNG中の各種成分の分子容 (m³/kmol)

M_i : LNG中の各種成分の分子量

x_i : LNG中の各種成分のモル分率

x_m : LNG中のメタンモル分率

C : 収縮係数。LNGの平均分子量に応じて表 1-7 による。

(4) 液化ガスの体積膨脹

液密度の逆数が比容積であり、l/kg, cm³/g 等で表わされ、温度上昇に伴う体積膨脹も温度に対応する液密度が分かれば((1-13) 又は (1-13)' 式による) 求めることができる。或いは、平均体積膨脹率 α が分っている場合は、(1-16)' 式により簡単に求めることができる。液化ガス（飽和液体）の場合は、体積膨脹率が不明の場合でも低温で且つ圧力が比較的低い範囲では、(1-16)' 式で十分推定できる。

$$v_2 = v_1 \{1 + \alpha_{12}(t_2 - t_1)\} \dots\dots\dots (1-16)$$

$$v_2 = v_1 \left(\frac{T_c - T_1}{T_c - T_2} \right)^{1/5} \dots\dots\dots (1-16)'$$

v_1, v_2 : 温度 $t_1^\circ\text{C}$ ($T_1^\circ\text{K}$), $t_2^\circ\text{C}$ ($T_2^\circ\text{K}$) での体積

α_{12} : 温度 $t_1^\circ\text{C}$ から $t_2^\circ\text{C}$ 間の平均体積膨脹率

T_c : 臨界温度 $^\circ\text{K}$

(5) 過圧下の液化ガスの液密度、容積

過圧状態（飽和蒸気圧より高い圧力）の液体の密度または容積は、液体の等温圧縮率 $\beta = -(dv/dp)/v$, v : 比容積, p : 圧力 がわかれば容易に求められるが、液化ガスについての圧縮率の測定例は少ない（一般的に液化ガスの圧縮率は 13.8×10^{-5}

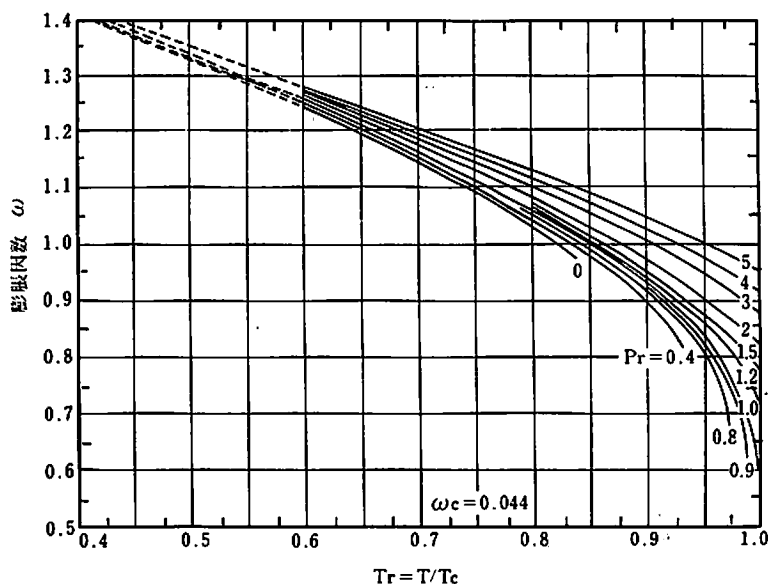


図 1-6 ω 線 図

atm 程度、水の圧縮率は 10℃, 1 atm ないし 100 atm の範囲で $4.82 \times 10^{-5}/\text{atm}$ 。

しかし、既知の密度 ρ_0 または比容積 v_0 (飽和液体でもよい) があれば、図 1-6 に示す対臨界圧力及び温度の一般函数 $\omega = f(P_r, T_r)$ なる膨脹因数 (expansion factor) を用いて次式により任意の圧力、温度の密度 ρ または比容積 v を推定できる。または、臨界膨脹因数 $\omega_c = 0.044$ を用いて臨界密度又は臨界比容積から推定してもよい。

$$\left. \begin{aligned} \rho &= \rho_0 \cdot \omega / \omega_0 \\ v &= v_0 \cdot \omega_0 / \omega \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1-17)$$

(6) 例題

(a) 液化アンモニアの 0℃, 45℃ の飽和蒸気密度

(1-1) 式及び図 1-2 により 0℃, 45℃ での飽和蒸気密度 d_0, d_{45} を求める。 $T_r(0^\circ\text{C}) = 0.675$, $T_r(45^\circ\text{C}) = 0.785$, $P_r(4.36 \text{ atm}; 0^\circ\text{C} \text{ での蒸気圧}) = 0.0389$, $P_r(17.02 \text{ atm}; 45^\circ\text{C} \text{ での蒸気圧}) = 0.152$, $z_0(T_r = 0.675, P_r = 0.0389) = 0.936$, $z_{45}(T_r = 0.785, P_r = 0.152) = 0.865$, $R = 0.0825 \text{ (l} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K)}$, $M = 17.03$ であるから

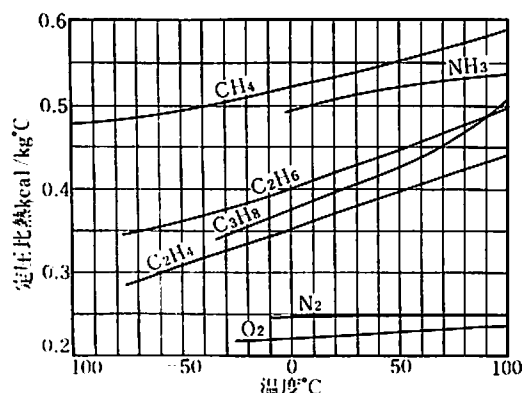
$$d_0 = \frac{4.36 \times 17.03}{0.936 \times 0.0825 \times 273} = 3.52 \text{ g/l}$$

$$d_{45} = \frac{17.02 \times 17.03}{0.865 \times 0.0825 \times 318} = 13.8 \text{ g/l}$$

(b) 液化アンモニアの 0℃, 45℃, での液密度 (ρ_{L0}, ρ_{L45}) 及び体積膨脹

前(a)と同様の方法で求めた沸点でのアンモニアの蒸気密度 d_b は 0.85 g/l であり、沸点での液密度は表 1-1 から 677 g/l である。従って、(1-13) 式及び前(a)の結果から

$$\begin{aligned} \rho_{L0} &= (677 - 0.85) \left(\frac{405 - 273}{405 - 240} \right)^{1/3} + 3.52 \\ &= 634 \text{ g/l} \end{aligned}$$



(a)

$$\begin{aligned} \rho_{L45} &= (677 - 0.85) \left(\frac{405 - 318}{405 - 240} \right)^{1/3} + 13.8 \\ &= 559 \text{ g/l} \end{aligned}$$

0℃ から 45℃ に温度上昇した場合の体積膨脹率 v_{45}/v_0 を上記の結果、(1-16) 式及び (1-16)' 式から求めるとそれぞれ次のようになる。

$$v_{45}/v_0 = \frac{1/\rho_{45}}{1/\rho_0} = 634/559 = 1.132; \text{ 前記の結果}$$

果

$$\begin{aligned} v_{45}/v_0 &= 1 + \alpha \Delta t = 1 + 0.00271 \times 45 \\ &= 1.122; (1-16) \text{ 式} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_{45}/v_0 &= \left(\frac{T_c - T_0}{T_c - T_{45}} \right)^{1/3} = \left\{ \frac{405 - 273}{405 - 240} \right\}^{1/3} \\ &= 1.155; (1-16)' \text{ 式} \end{aligned}$$

* 化学便覧⁹⁾ に示される 0℃ から 50℃ 間の平均体積膨脹係数 $\alpha = 0.00271$ を使用

上記の結果からわかるように、圧力が大気圧より十分高い場合、蒸気密度を無視した体積膨脹率は、約 2% の誤差を生じる。

(c) 温度 45℃ の飽和液体アンモニアが体積膨脹なしに 50℃ まで温度上昇した場合の圧力

45℃ 液体アンモニア; $T_r = 0.785$, $P_r = 0.151$
50℃ 液体アンモニア; $T_r = 0.797$

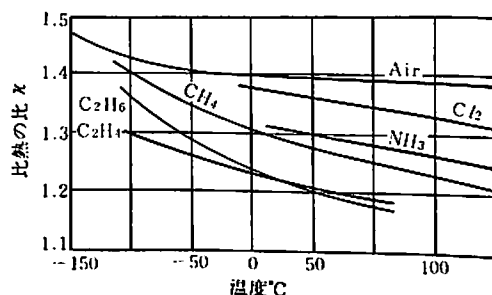
(1-17) 式から $\omega_{45}(P_r = 0.151, T_r = 0.785) = \omega_{50}(P_r, T_r = 0.797)$ となる対臨界圧力を図 1-6 から求めると $P_r \approx 1.0$ となる。

したがって、アンモニアの臨界圧力は 112 atm であるから

$$P = P_r \times P_c = 1.0 \times 112 \text{ atm} = 112 \text{ atm}$$

即ち、温度 45℃ の飽和液体アンモニア (圧力 17.03 atm) を密閉タンクに 100% 積載して温度を上昇させると 1℃ につき約 20 atm の圧力上昇をもたらすことがわかる。(タンクの温度上昇による容積膨脹を無視)

(d) メタン/エタン/プロパン (70/20/10, モル比)



(b)

図 1-7 気体の定圧比熱及び比熱比

表1-8 低圧における気体の定圧分子熱実験式定数

物質	a	b×10 ²	c×10 ⁵	d×10 ⁹	物質	a	b×10 ²	c×10 ⁵	d×10 ⁹
空 気	6.713	0.04697	0.1147	-0.4696	エ チ レ ン	0.944	3.735	-1.993	4.220
水 蒸 気	7.700	0.04594	0.2521	-0.8547	エチレンオキシド	-1.12	4.925	-2.389	3.149
アセトアルデヒド	4.19	3.164	-0.515	-3.800	メ タ ン	4.750	1.200	0.3030	-2.630
ア ン モ ニ ア	6.5846	0.61251	0.23663	-1.5981	メチルアセチレン	4.21	4.073	-2.192	4.713
1,3-ブタジエン	-1.29	8.350	-5.582	14.24	プロパジエン	2.43	4.693	-2.781	6.484
n - ブ タ ン	0.945	8.873	-4.380	8.360	臭 化 メ チ ル*	3.368	2.6164	-1.307	2.555
イ ソ ブ タ ン	-1.890	9.936	-5.495	11.92	塩 化 メ チ ル	3.05	2.596	-1.244	2.300
1 - ブ テ ン	-0.240	8.650	-5.110	12.07	窒 素	6.903	-0.03753	0.1930	-0.6861
イ ソ ブ テ ン	1.650	7.702	-3.981	8.020	プ ロ パ ン	-0.966	7.279	-3.755	7.580
cis - ブ テ ン	-1.778	8.078	-4.074	7.890	プ ロ ビ レ ン	0.753	5.691	-2.910	5.880
trans - ブ テ ン	2.340	7.220	-3.403	6.070	R 12	4.292	2.7025	-1.0605	—
塩 素	6.8214	0.57095	-0.5107	0.6406	R 22*	2.4142	4.3184	-3.156	8.223
ジメチルアミン	-0.275	6.6152	-3.4826	7.1510	二 酸 化 硫 黄	6.157	1.384	-0.9103	7.744
エ タ ン	1.648	4.124	-1.536	1.740	塩 化 ビ ニ ール*	3.343	3.6602	-2.046	4.406
エチルアミン*	5.1815	5.0174	-1.370	-3.731	プロピレンオキシド*	0.3261	7.6854	-4.411	9.018
塩 化 エ チ ル*	4.069	4.481	-1.417	4.007	酸 素	6.085	0.3631	-0.1709	0.3133

無印は文献¹⁰⁾¹⁶⁾による値、*印は化学式からの推算法に従って求めた値。

混合体の -155℃ における液密度 ρ_{mix} ; (1-15) 式

$$\text{平均分子量 } M' = 0.7 \times 16.04 + 0.2 \times 30.07 + 0.1 \times 44.1 = 21.65$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{メタン分子容} = 0.0389 \\ \text{(m}^3/\text{kmol)} \\ \text{エタン分子容} = 0.04841 \\ \text{(m}^3/\text{kmol)} \\ \text{プロパン分子容} = 0.06298 \\ \text{(m}^3/\text{kmol)} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{各物質の分子量及} \\ \text{び -155℃ におけ} \\ \text{る液密度から計} \\ \text{算, 簡単には表 1} \\ \text{— 7 使用。} \end{array}$$

$$\text{収縮係数 } C = 0.001292 \text{ (表 1—7)}$$

$$\rho_{mix} = \frac{21.65}{0.7 \times 0.0389 + 0.2 \times 0.04841 + 0.1 \times 0.06298 - 0.7 \times 0.001292} = 511.7 \text{ kg/m}^3$$

上記の計算式からわかるようにモル荷重平均した場合の液密度は、501 kg/m³ となる。この場合、約 2% 少ない液密度を見積ることになる。

1. 2. 4 熱容量

(1) 一般

物質の温度を 1℃ 上昇させるのに必要な熱量を熱容量 (heat capacity) といい、物質の単位として 1 g をとった場合を比熱 (specific heat ; cal/g℃, kcal/kg℃ 等), 1 モルをとった場合を分子熱またはモル比熱 (molecular heat ; cal/mol℃, kcal/

kmol℃ 等) という。

温度が圧力一定のもとで上昇する場合を定圧比熱 c_p , 定圧分子熱 C_p 等といい、容積一定の場合を定容比熱 c_v , 定容分子熱 C_v 等という。

これらの熱容量は、広い温度範囲では、温度の函数となるが、通常の熱量の計算では、ある温度 (t_1, t_2 ℃) の平均熱容量を用いる。これを平均比熱といい、 $\bar{c}_p(t_1, t_2)$ 等で表わす。

(2) 気体の比熱, 比熱比

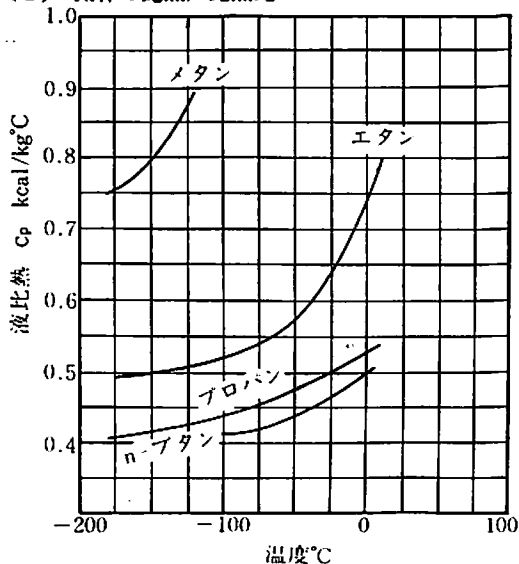


図 1—8 液化ガスの比熱

気体の比熱または分子熱は、一般に低圧（物質が理想気体状態を示す $p=0$ の状態または $p=1 \text{ atm}$ の大気圧状態）で各種の文献⁽⁹⁾⁽¹⁴⁾等々に示されている。表1-1に 1 atm , 298°K における定圧分子熱を示す。

気体の熱容量は、温度変化に伴って変化する。図1-7(a)に低圧気体の低温での定圧比熱を示す。低圧気体の定圧分子熱 C_p と $T^\circ \text{K}$ との関係は、次の実験式で求めるのが便利である。この式では、 273°K ないし 1500°K 程度では精度も非常に良く、また、 273°K より低温でもおよそその値の推算には使用できる。

$$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3 \quad (\text{kcal/kmol}^\circ \text{C}) \quad \dots\dots\dots(1-18)$$

a, b, c, d ; 物質定数。表1-8参照。

ある温度の任意の圧力での定圧分子熱 C_p は、その温度での低圧状態の定圧分子熱 C_{p0} (理想気体状態となる $p=0$) または C_{p1} (1 atm 状態) から次式によって求めることができる。なお、工学的には、 C_{p0} と C_{p1} の差は無視できる程度である。

$$C_p = C_{p1} \text{ (または } C_{p0}) + 5.03 \frac{P_r}{T_r^3} \dots\dots\dots(1-19)$$

P_r, T_r ; 対臨界圧力, 対臨界温度

気体の温度が高まる場合、 1°C の温度上昇の変化の前後では理想気体の状態式が成立すると想定すると、定圧分子熱 C_p または定圧比熱 c_p と定容分子熱 C_v または定容比熱 c_v との間には次の関係式が成立する。

$$\left. \begin{aligned} C_p - C_v &= 1.9865 \\ & (= R; \text{kcal/kmol}^\circ \text{C}) \\ c_p - c_v &= 1.9865/M \\ & (\text{kcal/kg}^\circ \text{C}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1-20)$$

C_p と C_v または c_p と c_v の比を比熱の比 (relation of specific heat) といい、通常、 κ で表わす。比熱の比は、1 より大きく、同じ原子数の気体分子に対してほぼ同じとなり、単原子気体では1.66, 2 原子気体は1.40, 3 原子以上の多原子気体では1.33 に近い値となる。

1 例を図1-7(b)に示す。

(3) 混合気体の比熱

n 種の混合気体の低圧状態の定圧分子熱 $C_{p,n}$ は、次式のようにモル平均化して求めることができ、任意の圧力に対する補正も擬似対臨界圧力 P_r' 及び擬似対臨界温度 T_r' を用いて、(1-19) 式で求めることができる。

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・成形型／FRPメス型／木製メス型／樹脂バテ／樹脂塗装およびペーパー研ぎ／第3章・成形／ハンドレイアップ法による成形／積層計画／離型処理／ゲルコート／ガラス裁断／積層作業／積層工程中の注意／船こく構造部材の取付け／脱型／第4章・組立／甲板の取付け／2次加工／固着／木材とFRPの接着／リンバーホールの取付け方法／コアーの応用／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(送料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 4000円(送料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 2000円(送料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

$$C_{p,n} = \sum_{i=1}^n x_i C_{p,i} \quad \dots\dots\dots(1-21)$$

$C_{p,i}$; i 成分の定圧分子熱

x_i ; 混合気体中の i 成分のモル分率

(4) 液体の比熱

液化ガスの 1 atm 圧力下液体の定圧比熱の値は、表 1-1 に示されている。また、図 1-8 に液化ガスの液体定圧比熱の例を示す。これらは、温度が沸点以下では大気圧での値、沸点を超えた場合は、その温度に対応する蒸気圧での値である。

蒸気圧のあまり高くないある温度 ($T^\circ\text{K}$) での物質の気体定圧分子熱 $C_{p(v)}$ (kcal/kmol $^\circ\text{C}$)、蒸発潜熱 L (kcal/kmol) がわかっている場合の液体の分子熱 $C_{p(l)}$ (kcal/kmol $^\circ\text{C}$) の推定式として次式がある。但し、この式は、温度による蒸気圧の変化を無視しており、さらに気体の状態を理想気体と見做して導かれているのである程度の誤差は生じる。

$$C_{p(l)} = C_{p(v)} + 0.38 \frac{L}{T_c - T} \quad \dots\dots\dots(1-22)$$

T_c , T ; 物質の臨界温度, 温度 ($^\circ\text{K}$)

混合液体の分子熱は、そのモル荷重平均で求めたものより一般的には大きな値となり、一般的に予測する方法はない。

(5) 例題

(a) アンモニアの 45 $^\circ\text{C}$ (1 atm) における比熱の比

(1-18) 及び (1-20) 式及び表 1-8 により

$$\begin{aligned} C_{p1} &= 6.5846 + 0.6125 \times 3.18 + 0.02663 \\ &\quad \times (3.18)^2 - 0.0015981 \times (3.18)^3 \\ &= 8.75 \text{ kcal/kmol}^\circ\text{C} \quad (1 \text{ atm}) \end{aligned}$$

$$C_v = 8.75 - 1.9865 = 6.764$$

$$\kappa = 8.75 / 6.76 = 1.295$$

(図 1-7(b) によると約 1.3)

(b) プロパン/ブタン (50/50 モル比) の 45 $^\circ\text{C}$, 9.6 atm における混合気体比熱

(1-17) 式より

$$\begin{aligned} C_{p(45, 1 \text{ atm}, B)} &= 0.945 + 8.873 \times 3.18 - 0.438 \\ &\quad \times 3.18^2 + 0.00836 \times 3.18^3 \\ &= 25.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{p(45, 1 \text{ atm}, p)} &= -0.966 + 7.279 \times 3.18 \\ &\quad - 0.3755 \times 3.18^2 + 0.00758 \\ &\quad \times 3.18^3 = 18.63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{p(45, 1 \text{ atm}, p/B)} &= 0.5 \times 25.00 + 0.5 \times 18.63 \\ &= 21.815 \text{ (kcal/kmol}^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

(1-11)' 式, 表 1-1 より

$$T_{c'(p/B)} = 0.5 \times 425 + 0.5 \times 369.8 = 397.4^\circ\text{K}$$

$$P_{c'(p/B)} = 0.5 \times 38 + 0.5 \times 43 = 40.5 \text{ atm}$$

$$P/P_{c'} = 0.237, \quad T/T_{c'} = 0.8, \quad (1-19) \text{ 式より}$$

$$\begin{aligned} C_{p(45, 9.6 \text{ atm}, p/B)} &= 21.815 + 5.03(0.237 \\ &\quad / 0.8^3) = 24.1 \text{ (kcal/kmol}^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

この混合気体の平均分子量を 51.11 とすると 45 $^\circ\text{C}$, 9.6 atm における定圧比熱 c_p は, 0.472 kcal/kg $^\circ\text{C}$ となる。 (つづく)

Ship Building & Boat Engineering News

■古野電気、マイコン内蔵の衛星航法装置 FSN-20型を発売

衛星航法システムは赤道と直角の円形極軌道を高度約 1,000 km, 周期約 107 分で回るトランシット衛星から時刻と軌道に関する正確なデータ信号を船内で自動的にキャッチし、コンピュータにより自船の位置の緯度・経度を測定するもので、古野電気ではマイクロコンピュータ技術を採用入れたコンパクトな新型衛星航法装置をこのほど発売した。

新装置 FSN-20 型は衛星航法、推測航法、オメガ航法の 3 つの演算機能を組込んで、その表示機能の種類は「現在位置」「平均船速・方位」「目的地までの距離・方位」「船路監視」「衛星飛来の予報 (8 衛星)」「測位精度の判別」「過去位置の再表示 (5 点)」「オメガレーン値」「漁船の投網・揚網の位置 (6 点)」などがある。

機器構成

空中線部	698 ϕ ×490(H)mm	5.5kg
受信部	340(W)×200(H)×350(D)mm	14kg
演算表示部	342(W)×250(H)×380(D)mm	25kg
プリンタ部	334(W)×165(H)×318(D)mm	11kg





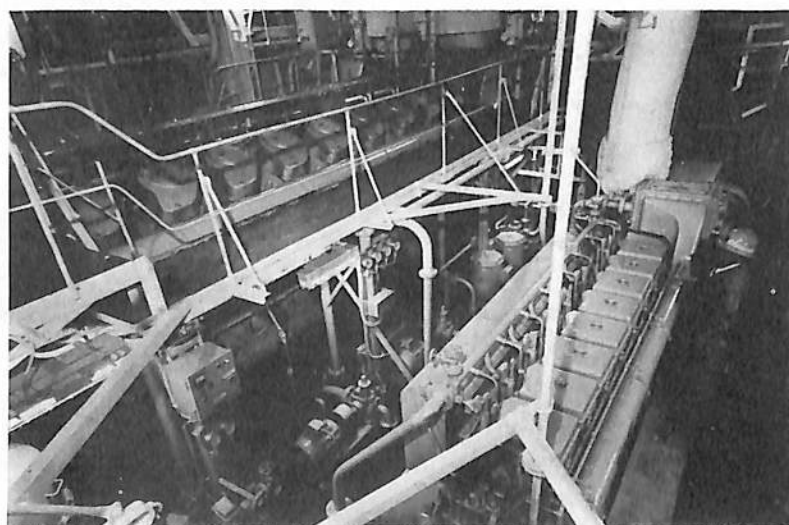
I H I，省エネルギー・タンカーの第1船を完成

石川島播磨重工は同社建造のタンカーとしては、はじめて主機関に中速ディーゼル機関を搭載，大幅な燃費の削減をはかる省エネルギー船を完成，その1番船“睦邦”（59,900DWTタンカー）を昨年12月26日，オーシャン・アリエス・タンクシップ社に引渡した。

1 主 要 目

垂 線 間 長 207.00m
幅 (型) 36.00m

深 さ (型) 16.30m
吃 水 (型) 11.80m
載 荷 重 量 59,998 L T
総 ト ン 数 29,934 T
主 機 関 I H I - S . E . M . T .
P I E L S T C K 18 P C 2 -
5 V 11,700馬力 1基
航 海 速 力 14.1ノット
プ ロ ペ ラ 4翼可変ピッチプロペラ 1基



“睦邦”の機関室全景

海外事情

■《SD-18》

1960年代の中頃、世界的なコンテナ化のイノベーションによる定期在来船の代替と、老朽化した多量の戦時標準型船腹、即ち主としてフリーダムの代替需要から、わが国のIHIのフリーダムと並びベストセラーになった英国 Austin & Pickersgill 社の《SD-14》は、より大型、高速化してライナー航路向きにモデルチェンジされた。

《フリーダム》、《SD-14》の成功で数多くの近代的ツインデッカーが「多目的」船の呼称のもとに、各国の造船所から発表されたが、未だにこの元祖たる船型に優るものは出現していないようである。

1968年、第1船竣工以来、110隻を数える《SD-14》を凌駕するベストセラーたり得るかが、興味が持たれると共に、不況にあえぐ名門 Austin & Pickersgill 社の救世主たり得ることが期待される《SD-18》であろう。 (編集部)

英国の Austin & Pickersgill 社の D.Kimber 専

務は、多目的船主場に高い競争力を持った《SD-18》を投入すると発表した。

『大多数の世界のオーナー達は、この不況に気迷いを感じているよであるが、この新鋭船は、特に“古い蒸汽船”による不定期サービスに代えて、定期船に目を向けている船主にアピールするであろう。《SD-18》は、《SD-14》に比べて若干高価ではあるが、より洗練された船である。……』

『《SD-18》は、特にライナーサービスを行なうオペレーターに魅力あるように配慮した。1980/1981にかけて竣工すれば、中近東やアフリカ航路用として、ちょうどその港湾設備の近代化に合わせて運航開始可能のため理想的であろう。』

この新船型は、最新の《SD-14》MKIVのすべての性能を盛込んだ上に、載貨容積847,000立方呎、載貨重量18,000トン、コンテナは20フッター換算494個を搭載できる。

主機は Sulzer の 5 RND68M (9,500 BHP × 150rpm)、航海速力は15.25ノット、荷役装置としては、10Tデリック6ギヤングか、25Tクレーン2基と35Tクレーン4基計6基のオプションが用意されている。

(Marine Week 12/30 1977)

Ship Building & Boat Engineering News

■三菱重工、高速豪華客船を進水

三菱重工は、昨年末下関造船所において船舶整備公団、東海汽船向け大形客船「すれちあ丸」(約3,700総トン)の進水式を行なった。

本船は、今年4月に竣工し、4月末のゴードンウィークに東京～三宅島～八丈島航路に就航する。本船は、従来の旅客船に比べて大きさ・乗心地・スピードの点で格段に優れた伊豆七島航路最大の豪華客船である。

とくにスピードについては20ノット以上というこのクラスでは最高級の速さを誇っており、本船の就航により東京～三宅島～八丈島航路は大幅に短縮され、これまで東京着が午後8時50分から9時であったものが、午後7時に繰り上がる。この到着時間なら新幹線の利用も可能となり、北関東・東北部・静岡・山梨はもとより関西方面の利用客もその日のうちに帰宅できるようになる。

また本船は、30度のフリーロールを3度に減揺で

きる横揺れ防止装置(フィンスタビライザ)を船体中央部に1対装備し、さらに離接岸のスピードアップを図る横移動装置(バウスラスト)と可変ピッチ推進器を装備するなど、快適な船旅を満喫できるよう設計に注意が払われている。

主 要 目

全 長	111.50m
全 幅(型)	15.20m
深 さ(型)	6.20m
満載喫水(型)	4.75m
総 ト ン 数	約3,700トン
最 大 速 力	21.7ノット
航 海 速 力	20.3ノット
主 機 関	8 UET45/80D × 2 基
連続最大出力	5,800 P S / 230rpm × 2 基
旅 客 定 員	沿海 1,700名 近海 2,250名
乗 組 員	58名

安全公害の話題

危険物船舶運送および貯蔵規則の一部改正

工 藤 栄 介

運輸省船舶局検査調整課

わが国における原子力発電の本格化を前にして、核燃料サイクルの確立が叫ばれているが、これに伴って使用済核燃料等放射性物質の安全輸送問題が近時一段とクローズアップされている。

こうした状況にあって、運輸省は I A E A (国際原子力機関)「放射性物質安全輸送規則1973年版」をベースとした昭和51年1月原子力委員会決定「放射性物質の輸送に関する技術的基準について」を危険物船舶運送及び貯蔵規則にとり入れるべく作業を急いでいたが、昨年11月17日同規則の一部を改正する省令(昭和52年運輸省令第32号)が公布され、今年1月1日から施行されることとなった。

なお、本省令の改正にあたって、昨年の8月9日付けで、放射線審議会から「放射性物質又は放射性物質によって汚染された物の輸送に関する基準(放射線障害の防止に関する技術的基準に関する部分)の改正について」の答申を受けている。

改正省令の概要は、次のとおりである。

1 輸送物の基準

- (1) 放射性輸送物を放射線被ばく防止の観点からL型、A型、BM型及びBU型の4種類に区分することとし、危険性の少ない放射性物質等を輸送する場合にはL型、一定量を超えない放射能を有する放射性物質等を輸送する場合にはA型、一定量を超える放射能を有する放射性物質等を輸送する場合にはBM型又はBU型の放射性輸送物として輸送しなければならないこととした。
- (2) 放射性輸送物を臨界の防止の観点からその臨界に達する危険性の程度に応じ、第1種核分裂性輸送物、第2種核分裂性輸送物及び第3種核分裂性輸送物の3種類に区分し、そのいずれかの形態で輸送しなければならないこととした。

2 輸送の基準

- (1) 放射性輸送物及びそれを収納したコンテナについて、それらの表面から一定の距離における最大放射線量率及び臨界に達する危険性の両方を考慮

して一定の指数(輸送指数)を定めることとした。

- (2) 放射性輸送物及びそれを収納したコンテナには、それらの表面の放射線量率及び臨界の危険性に応じ、特定のラベル及び表示を付し、又は行うこととした。
- (3) 輸送の基準として、放射性輸送物は移動、転倒等のないよう積載すること、旅客が通常立入る場所には積載しないこと等輸送方法として遵守すべき事項を定めることとした。
- (4) 放射性輸送物又は放射性輸送物を収納したコンテナの輸送指数の合計が一定数を超えることとなる場合には、船舶内の一つの船倉もしくは区画又は一つの甲板の一定区域内に放射性輸送物を積載することを認めないこととした。

3 輸送物および輸送の確認

BM型輸送物、BU型輸送物及び核分裂性輸送物を輸送しようとするときは、運輸大臣による放射性輸送物としての安全性の確認を受けなければならないとするほか、BM型輸送物、BU型輸送物及び第3種核分裂性輸送物については、個々の輸送の安全性についても運輸大臣の確認を受けなければならないこととした。

4 被ばく防止

乗組員の被ばくを防止するため、立入制限区域の設定、船内居住場所の最大放射線量率及び年間許容被ばく線量(一般公衆に対する許容線量と同等。)について規定した。

5 その他

放射性物質等のうち、空容器、放射性汚染物、ウラン鉱石等を容器に収納し、又は包装しないで輸送する場合の技術基準を設けるほか、技術基準の一部に従うことが著しく困難な場合における技術基準の特例に関する規定を設ける等、所要の規定を置くこととした。

液化ガスばら積み船規則等、新規規則が 公刊

NKではこのほど「液化ガスばら積み船及び危険化学品ばら積み船規則」、「鋼製はしけ規則」および「強化プラスチック船規則」（いずれも和英併記）を公刊した。

「液化ガスばら積み船及び危険化学品ばら積み船規則」は、液化ガスまたは危険化学品を船舶で安全にばら積み輸送するための国際基準として採択されたIMCO決議をすべて取り入れ、積載される物質の特性を考慮して、この種船舶の設計に必要な最小限の基準を定めたものである。

液化ガスや危険化学品の船舶輸送は、今後増大する傾向にあり、その安全に関する社会的要求はますます厳しいものになってきている。このような情勢に対応した国際規則であるIMCO決議を全面的に取り入れた本規則は、日本語で出版される最初のものとして船舶設計者、海運関係者に役立つところが大きであろう。定価は1冊3,000円（送料250円）である。

なお、この規則は当面外国籍船舶に適用されるが、近く運輸省の認可を得て日本船舶にも適用される予定である。

「鋼製はしけ規則」は、遠洋区域を航行する航洋はしけが数多く建造されている現状にかんがみ制定されたもので、船倉内に一般貨物や液状貨物を積載

するはしけ、上甲板に貨物を積載して運搬するはしけ等各種はしけの構造、設備、艀装、検査に関する技術的基準が示されている。また、航行海域を限定されているはしけに対しては、軽減規定が設けられていることはもちろんである。定価は1冊2,600円（送料250円）である。

なお、この規則も当面外国籍船舶に適用され、運輸省の認可を得次第日本船舶にも適用される予定である。

「強化プラスチック船規則」は、FRPの軽量、耐食性という特徴を生かしたFRP船が、沿岸小型漁船用をはじめとして数多く造られていることに対応して制定されたもので、FRP船の現在までの実績に最新の技術を盛り込んだ規則である。

FRP船は今後大きな需要が見込まれているが、その建造に当たってこの規則は最近の技術上の指針を与えるものとして注目される。定価は1冊1,800円（送料250円）である。

なお、この規則は運輸省の認可を得ており、日本船、外国船の別なく適用される。

以上の各種規則の購入申込先と申込み要領は次のとおりです。

東京都港区赤坂2-17-26

（財）日本海事協会 総務部総務課

電話 03(582) 0331番（代）

現金書留または銀行振込（三菱銀行虎ノ門支店
日本海事協会特別会計口No.35口座）。

左から「鋼製はしけ規則」「強化プラスチック船規則」および「液化ガスばら積み船及び危険化学品ばら積み船規則」



漁船の復原性能について

< 2 >

Practical Considerations Relevant to
the Stability of Fishing Vessels < 2 >
by Tsutomu Tsuchiya

土 屋 孟

工学博士・水産庁漁船研究室

4. 波浪中航走時の復原性

(1) 甲板水影響と C_1 係数による判定

C_1 係数のところでふれたように、船の最低乾舷高さとブルワーク高さの和、すなわち ($F_{min} + H_B$) の値が大きいく程、上甲板上に波が打ち込む可能性が少いことは常識的にも理解できる。しかし海の波は気まぐれで、時には予想外の高波が生じたり、強風域では沖合でもしばしば大きな砕波が発生するのが見られる。従って漁船のような小型の船舶で、かつ甲板上での漁撈作業の都合上、ブルワークの高さをあまり高くすることのできない船では、 $C_1 > 1.0$ であってもブルワークを越えて大量の海水が甲板上に打ち込む可能性が全く無いとは言えない。

特に船が荒天時に追い波または斜め追い波中を比較的高速力で走っている時は、波がゆっくりと船を追い越してゆくので、その波の山が船のブルワーク頂部よりも相対的に高い場合には、上甲板上に一時に大量の海水が乗り、ブルワークの中がプールのようになることもある。外国漁船についても、数年前北大西洋でヨーロッパのスターントローラーが船尾のスリップウェーから、大量の海水を作業甲板上に打ち込まれて転ぶくした、との話を IMCO の出席者から聞いたことがあった。

そのような状況下で甲板上に乗った大量の海水が船を転ぶくさせようとする作用の最もきびしい場合を単純化して考えると、船が直立したままの状態ですべてのようにブルワーク内一杯に海水がなみなみと打ち込んでしまった時と考えられる。すなわち、その瞬時の状態では一般に船の横復原力は失なわれて

不安定状態になるので (図 10-a 参照)、次の瞬間には船は甲板水による傾斜モーメントにより片舷に傾斜を始め (図 10-b)、甲板水の持つ動的傾斜モーメントが、船の動的復原モーメント (いわゆる動復原力) と等しくなる角度まで大傾斜することになる。(図 10-c)

従って、もしその大傾斜状態になっても船の横復原力がまだ残っているならば、船はその状態から相当量の甲板水をブルワーク頂部等より舷外に流出させつつ、一時的には甲板水の滞留状態下の静的中立に近い傾斜角まで復原することになる (図 10-d)。そのような状態を C_2 係数の場合と同様に図に示すと、図 11 のようになる。

同図中の実線は通常の GZ 曲線 (静的横復原挺曲線) であり、点線はブルワーク頂部の最低点までの水面を持つ甲板上の滞留水 (ただし海水面以下のものを除く) による静的横傾斜モーメント挺曲線である。

従って、実線の部分から点線の部分を差し引いたもの、すなわち仮にブルワーク放水口が閉じているとした時の甲板水滞留時の同船の静的横復原挺曲線は、同図中の曲線 0 イロハニホで示される。そして前述のように直立時に甲板上一杯に海水を打ち込まれると、船は同図中の (面積 a) = (面積 a') となる傾斜角 φ_3 まで大傾斜することになる。

図 11 では、 φ_3 において GZ の値がまだ正で復原力が残っているため、 φ_3 まで一時的に大傾斜した船は、その後直ちに静的平こう点であるロ点、すなわち傾斜角 φ_1 付近まで復原することになる。

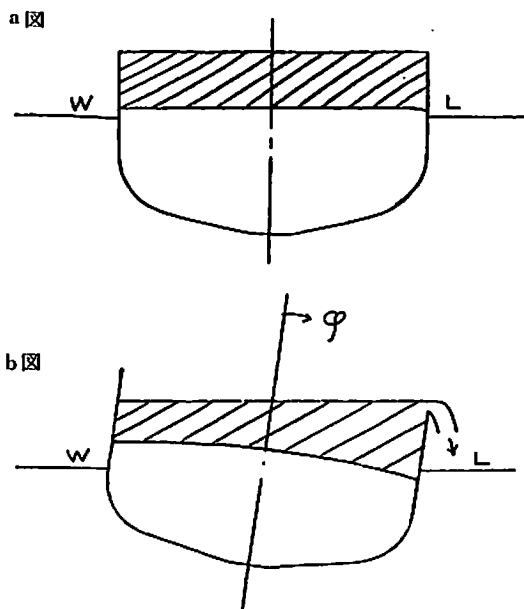


図10 甲板水影響説明図

従って、いま同船の大量荷崩れ発生の限界傾斜角を φ_l とし、その角度までの GZ 曲線の正の部分の面積を、図11で示すように b として、

$$(\text{面積 } b) / (\text{面積 } a) = C_{3-l} \quad \dots\dots\dots (10)$$

と定義すれば、前述のような状況下で船が転ぶくしないための条件としては、概ね

$$C_{3-l} > 1 \quad \dots\dots\dots (11)$$

で表わすことができる。

また、 C_2 の場合と全く同様に、同船のその状態における海水流入限界傾斜角を φ_f とし、 φ_f までの面積を b' として

$$(\text{面積 } b') / (\text{面積 } a) = C_{3-f} \quad \dots\dots\dots (12)$$

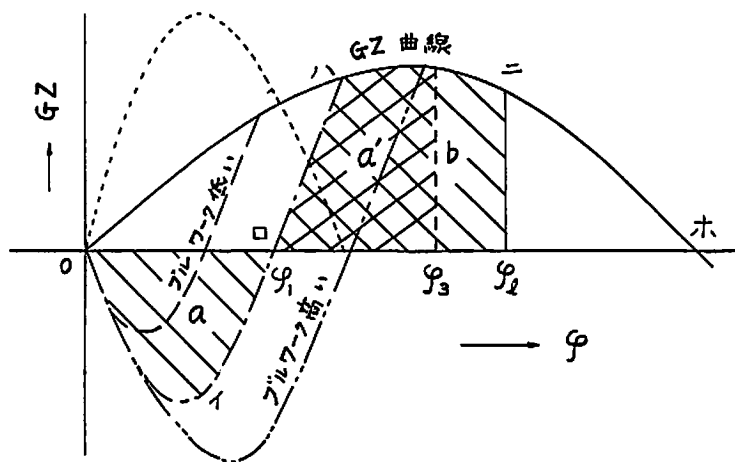
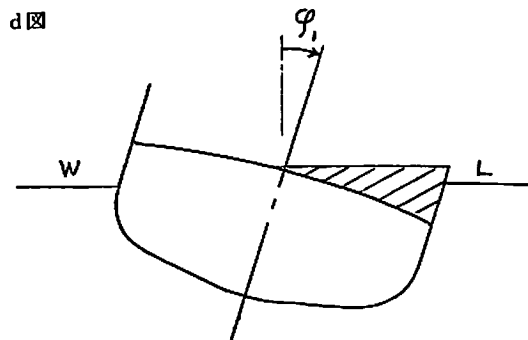
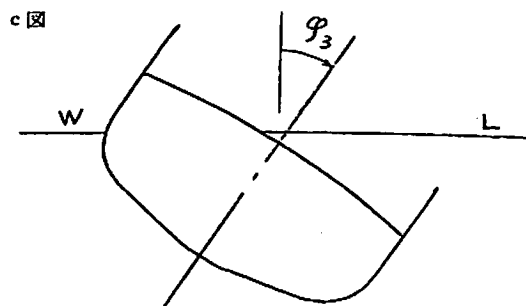


図11 $C_{3-l} = b/a$



と定義すれば、 C_{3-f} についても C_{3-l} と同様のことがいえる³⁾⁶⁾。

以上で明らかなように、 $C_{3-l} > 1$ 、かつ $C_{3-f} > 1$ であれば、同船が大量の海水を甲板上に打ち込まれても、その甲板水影響のみで瞬時に船が転ぶくするおそれは極めて少いと判断することができる。これが C_3 係数による判定法で、ブルワークの高い船では一応確かめておく必要がある判定法であろうと思われる。

実際には上記のような大量の海水打ち込みが、静水面に近い海況下では発生し難いと思われるが、たとえば追波、またはそれに近い斜め追波下の航走時には類似の状態があると考えられるので、 C_3 係数はそのような場合の安全性に対する一つの判断の尺度になると思われる。しかし、 $C_3 = 1.0$ を安全の限界としたのは当面の応急措置であって、今後さらに検討を重ねて、より合理的な数値とすることが望ましい。

図11の破線で示されるとおり、ブルワークが低い場合は面積 a は小さくなるが、高くなると2点鎖線のようにそれが急激に大きくなって C_3 の値を減少せし

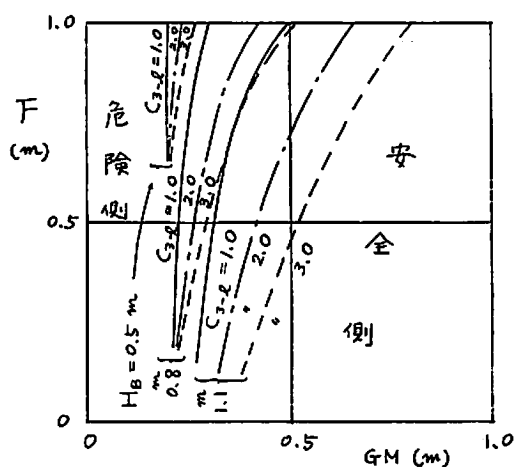


図12 D船の $C_{3-t}=1.0$ の安全限界線

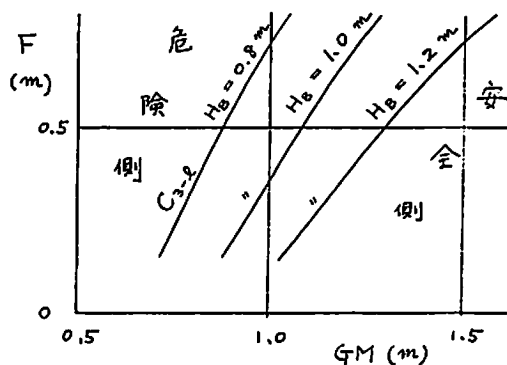


図13 E船の $C_3=1.0$ の安全限界線

表4 計算例の漁船の要目

船 の 記 号		D	E	F
要 目	単位			
総 ト ン 数	T	58	約 40	59
L_{pp}	m	24.20	20.70	24.50
B	m	5.00	5.30	5.37
D	m	2.35	1.93	2.30
漁 業 種 類		沖 合 底 曳	ま き 網	か つ お 釣
ノ ル マ ル ト リ ム	m	0.0	0.96	0.0
計 算 時 ト リ ム ($B L$ より)	m	1.00	0.40	1.50
減 減 係 数 N	1/度	0.020	0.020	0.020
限 界 傾 斜 角 ϕ_t	度	55.0	35.0	55.0
浸 水 開 口 位 置				
$\left\{ \begin{array}{l} x_f (B L \text{交を原点}) \\ y_f (\quad " \quad) \\ z_f (\quad " \quad) \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} m \\ m \\ m \end{array} \right.$	$\left(\begin{array}{l} \text{船首} \end{array} \right. \begin{array}{l} 9.68 \\ 1.10 \\ 3.00 \end{array}$	$\left(\begin{array}{l} \text{船尾} \end{array} \right. \begin{array}{l} 1.00 \\ 1.00 \\ 2.50 \end{array}$	$\left(\begin{array}{l} \text{船尾} \end{array} \right. \begin{array}{l} 3.80 \\ 1.24 \\ 2.84 \end{array}$
ブルワークの高さ H_B ()内は計算用仮定値	m	$\left(\begin{array}{l} 0.50 \\ 0.80 \\ (1.10) \end{array} \right.$	$\left(\begin{array}{l} 0.80 \\ 1.00 \\ (1.20) \end{array} \right.$	$\left(\begin{array}{l} \\ 1.15 \end{array} \right.$
算 入 区 画		船 首 楼 甲 板 室	船 首 楼 甲 板 室	甲 板 室
出 漁 海 域		日本海西部	日本沿海	日本南東沖合
航 海 日 数	日	10~12	1 ~ 2	10~15
備 考			試 設 計 船	

め、船に転ぶくの危険を生ぜしめるので注意を要する。

図11のような甲板水影響を含めたGZ曲線の形状を求め、 C_3 の値を計算で求めることは手計算では容易ではないが、現在では C_1 および C_2 と同様に電算機で容易に $C_{3-l}=C_{3-f}=1.0$ となる船の状態を漁船の設計時に予め求められるようになっている。図12および13にそれらの計算の例を、表4に計算対象船DおよびEの要目を示す。

両図で明らかなように、ブルワークの高さ H_B が高くなるほど、安全限界線の位置がGMの大きい領域に移動し、 H_B の増大に応じてGMの増大が安全上必要であることを示している。

また、同国では乾舷が高いほどGMの増大を必要とする傾向が示されている。その理由は乾舷が小さいと甲板水と舷外の海面との高さの差、すなわち水頭差が小さくなって、甲板水による傾斜モーメントが小さくなるためであり、逆に乾舷が高いとその傾斜モーメントが大きくなるためである。

しかし、一方では乾舷が高い時は大量の海水を打ち込まれる可能性が少くなるという現象があるので、船の大きさ等によっては乾舷が高い時にも $C_3 > 1.0$ を必要とすることには疑問があり、波浪打ち込みの可能性との関連を考えることが実用上必要であろうと思われる。

図12では参考のため $C_3=2$ および3となる限界線も画かれている。また、図13の例で判るとおり、船によっては $C_3 > 1.0$ とするためにGMの値を可成り大きく要求されるものがあるので注意を要する。

(2) 航走時の波浪打ち込み

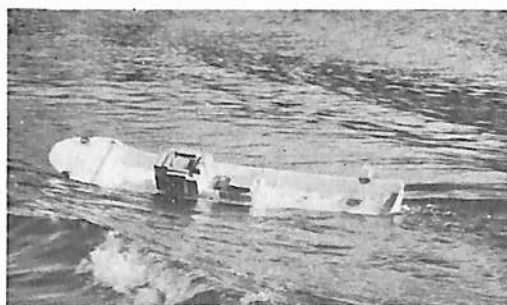
漁業者が漁船の最も危険な状態として、荒天時に斜め追波中で航海している時を挙げているのは今に始まった話ではないが、最近の研究で自航模型船による転ぶく実験が行なわれ、その解析が進められている。それらの一連の研究によると、斜め追い波中航走時に転ぶくの発生が最も多いこと、および転ぶくした多くの場合に、大量の波浪打ち込みによる甲板滞留水が転ぶくの大きな引き金になっていることが認められ、波浪打ち込み防止対策の必要性が改めて認識されつつある。

波浪中で正常の航海をしている時の船体動揺の推定には、電子計算機の利用によって実用化されたいわゆるストリップ法と称する理論計算法が一般化しているが⁸⁾、漁船についても半滑走状態で航走する一部の高速漁船を除いては、同法が実用上満足するものであることが次第に明らかにされてきている。従って使用海域の荒天時に予想される不規則波のスペクトラムが判れば、その理論計算法を用い、ブルワークをこえる波浪の打ち込みの発生頻度とそ

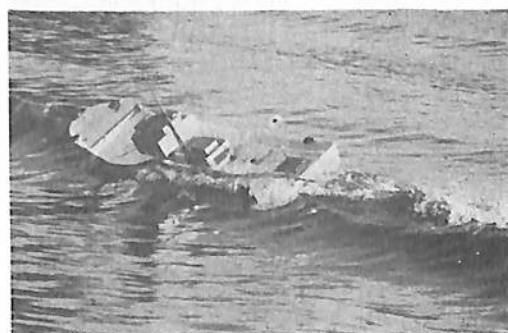
自航模型船内転ぶく実験図



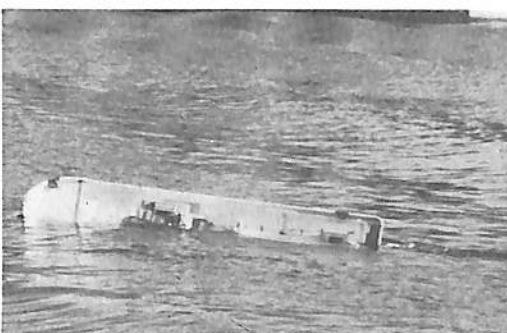
①



③



②



④

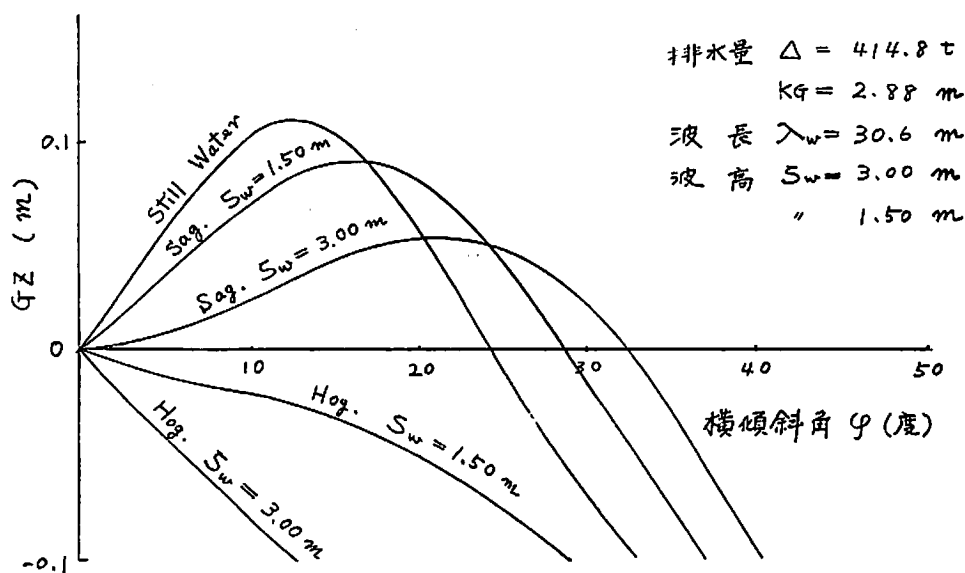


図14 縦波中のGZ曲線の変化

れに対応する甲板水量を推定することが可能になるはずである。この方法が実用されるようになれば、前述の C_1 係数による判定法を一般化したもの、すなわち停泊時横波状態下のみに限らず、波浪中を任意のコースで航走している状態下の波浪打ち込み防止のための安全性示数が求められることになり、それと共に、 C_1 係数による判定法も波浪打ち込みの発生確率を考慮に入れた合理的なものに修正されることが期待される。

(3) 追波中航走時の復原力低下

前述の模型実験の中で、追波中航走時に復原力不足に帰因すると見られる転ぶく状態がいくつか見られたため、その際のGZ曲線を計算したところ、図14のような結果が得られた。同図の計算対象船には表3（前号参照）のB船を用いた。同図によれば、波頂が船の中央部にきた、いわゆるホギング時には、平水時に比べて船の復原力が著しく劣化すると共に、谷が船の中央部にきたサギング時にもある程度の劣化がみられる。従って、追波航行中に甲板上の滞留水等により船に傾斜モーメントが加えられている場合には、平水上ではありえないはずの転ぶくも生ずる可能性があり、波が船をゆっくりと追い越す状態の時に特に危険であることが知られる。

以上の結果、追波中航行時に大角度のローリングを生ずるような状況になったら、船の復原力が図14のようになっているおそれがあると推定されるので、船速をおとし、あるいはコースを変更して、大

量の海水を甲板上に打ち込まないようにすることが運航上望ましい。一般に追波状態で航行する時の方が向い波の時より身体に感じる船の動揺が小さくなり、海象を甘く判断し易い傾向があると思われるが、船の復原性能上は極めて危険な状態であることを乗組員に再認識願ひ、船の運航と水密性の保持などに一層注意していただいたら、漁船の全損事故はもう少し減るのではないかと考えられる。

(4) ブローチングの防止

FRP製小型漁船の自航模型を使って追波中を高速で航走させた水槽実験の報告によると、船が波を追い越して次の波の背に船首を突込んだ際に、船首を急に横にとられる、いわゆるブローチング現象が発生する場合があることが述べられている⁹⁾。漁船にとってこのような現象は瞬時の転ぶく事故を招き易い最も警戒を要する現象の一つである。また、転ぶくに至らないにしても、このような状況下では船のコースが左右に大きく振られ、オートパイロットも使用不能になるなど、船の運航に苦勞することになる。

このような現象の発生を防止するために、経験的には船首の傾斜も大きくし、船尾のスケグをつけ、あるいは深い落とし舵をつけるなどの対策がとられているが、この問題を解析的にとらえ、漁船に対する定量的な防止対策が講じられているとは寡聞にしてまだきいていない。FRP製の小型漁船が15~20ノットの高速で航走するようになった今日では、この

ブローチング防止のための諸研究を急ぐことも時代の要請といえる。

しかし一方において、漁船の中には操業時にシーアンカーを船首から入れ、風浪の中で船首を立てて操業したい船が相当数あり、それらのための設計上の要求がブローチング防止対策と矛盾する場合もあるので、その際には一方に偏しないきめの細かい対策を検討する必要があると思われる。

5. 操業時の復原性

漁船はある程度の荒天までは操業するので、その気象海象下で操業に伴う漁具張力、および非対称積荷による傾斜モーメントが生じても転ぶくしないだけの復原力を持つことが要求される。その傾斜モーメントの大きさ、および荒天操業の限界気象海象は漁業種類、漁具および船規模などによって大差があるので一概にはいえないが、船の設計時にそれらの操業の実態に即した復原性能の検討をする必要があることはいうまでもない。

操業時に特に大きな傾斜モーメントが生じ易い漁船は、まき網漁船、底曳網漁船、棒受網漁船などであるが、それらの傾斜モーメントの影響を考慮する上に一つの障害がある。すなわち、船が波浪中で操業する場合、漁具張力は大きく変動するが、その動的特性が現在までのところではまだよく把握されていない。従って船の動揺との連成を検討することが現在では困難で、今後の大きな研究課題として残されている。その結果当面の対策としては、推定される漁具張力のピークの値を漁撈機械の能力、および操業の実態などから推定し、その張力による傾斜モーメントが船に定常的に加わったとして、予想される操業時の最悪気象海象下の復原性能の判定をするほかはない。

復原性能上問題が生ずる操業状態の多くは停船、または微速運動中の状態であるので、その復原性能の判断の方法としては、前述の C_1 および C_2 係数による判定方式の中に、操業時に発生することが予想される最大の傾斜モーメントを加算する方法が現在用いられている。

すなわち、 C_1 、 C_2 係数の計算時に考慮する定常風による傾斜モーメント M の代りに、漁具張力等による傾斜モーメント M_F を加えた $(M+M_F)$ を使い、あとは前号に記載された C_1 、 C_2 係数と同様の計算をすればよいことになる。

以上の内容を式で表わすと次のようになる。

(i) 操業時の C_2 係数を求める際には、前号の図2中に示されている D_W (定常風による船の傾斜モーメントレバー、 m) の値を(13)式で求めればよい。

$$D_W = \frac{K_1 \times A \times H + M_F}{W} \quad \dots\dots\dots(13)$$

(ii) 操業時の C_1 係数を求める際には、前号の(8)式中の φ_1 の代りに(14)式を用いればよい。

$$\tan \varphi_1 = (K_1 \times A \times H + M_F) / (W \times GM) \quad \dots\dots\dots(14)$$

その結果、前号の(9)式の代りに(15)式を用いればよいことになる。

操業時の傾斜モーメント M_F を考慮した $C_1 = C_2 = 1.0$ の安全限界線の計算例を図15に示す。

同図の計算対象船は表4中のFに示す要目の漁船であるが、同船が操業時に漁獲物を甲板上的片舷に釣り溜めする可能性があるため、その傾斜モーメントを考慮し、かつその際の操業限界の気象海象を定常風 15 m/s に相当する荒海として C_1 および C_2 係数を求めたものである。 M_F としては 10 t-m および 20 t-m を仮定して各安全限界線が求められた。同図により、 M_F の影響が概略どの程度のものであるかのおよその判断ができる。同図中のCの左下の添字は計算時の定常風速 (m/s) を示し、また右下の添字の最も右側にある数字は計算時の傾斜モーメント M_F (t-m) の値を示している。

$$C_1 = \frac{(F_{\min} + H_B)}{B \times \tan \{ \varphi_0 + (K_1 \times A \times H + M_F) / (W \times GM \times \pi) \}} \geq 1.0 \quad \dots\dots\dots(15)$$

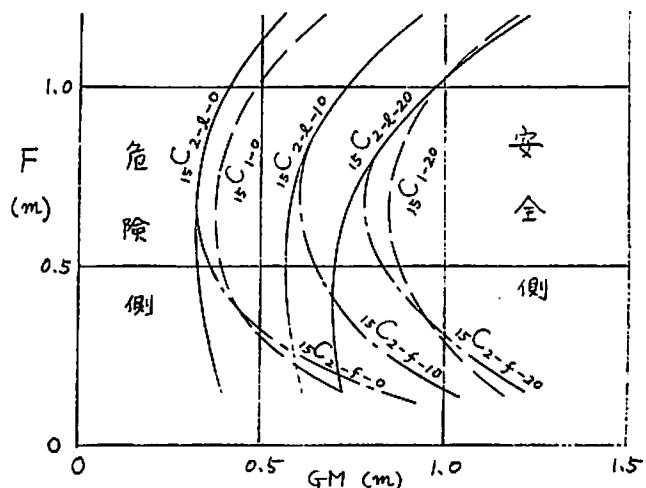


図15 F船の安全限界曲線図

操業時には、魚倉のハッチ、甲板室のドアなどを開いている場合があるので、 C_2 係数の判定に際しては、 $C_{2-f} > 1.0$ の条件が特に低乾舷の使用状態時にきびしくなる。従って、漁船の設計に当っては、操業時に開放されるおそれのある諸開口の取付け位置に慎重な配慮が必要であり、また船長および漁撈長は荒天操業時には不必要な開口の閉鎖を励行させることが大切であろう。

なお、前述のとおり、波浪中の船体動揺に伴い変動する漁具張力の動的特性が明らかにされれば、荒天操業時の波浪打ち込みに関して現在の C_1 係数によるものよりも精度の高い判定が得られるばかりでなく、漁具と船体とを関連させた一つの力学体系としての理論的処理が可能になり、その結果単に船の安全面だけでなく、船体の動揺を考慮に入れた漁具と漁撈機械の合理的設計、およびそれを考慮に入れた漁船の操業時の復原力の合理的判定が可能となって、漁船漁業の安全と経済両面に大きな寄与をすることが期待される。

6. 上記のほか復原性上問題となる事項

前述のように、漁船が転ぶく事故をおこす際の使用環境と直接の事故原因、およびその転ぶくに至る過程はいくつかのパターンに分類され、その大部分のものに対してそれらの発生を防止するために必要な漁船の復原性能の判定法が現時点で大まかながら考えられている。しかし、上記にまだふれなかったいくつかの問題があるので、以下に多少ふれておくことにする。

(1) 強風による大傾斜

昭和40年秋に発生したマリアナ海難¹⁰⁾で200トン前後のかつお釣漁船10隻のうち6隻が秒速70mをこえる強風により転ぶく、または行方不明となり、1隻が座礁沈没して、209名の人命が失われたことは、まだ関係者の記憶に新しいことであろう。

最近の漁船は一般に船員居住区の改善と漁撈機械の省人省力化などのため、水面上の風圧を受ける側面積の増大が目立ち、強い横風による大傾斜の発生が懸念される。特に二層甲板型の漁船ではその傾向がつよいと思われるので、船の乗り心地や操業性能をある程度犠牲にしても、船のGMを大きくとらないと、消費状態時に問題が生ずる。数年前の Fishing News 誌上に大型スターントローラーが荒天下で大傾斜している写真を掲載し、この問題を指摘している。

(2) 着氷海難

わが国の漁船の着氷海難は、その発生件数こそ多くはないが、乗員全員が死亡するという悲惨な事故であるため、多くの調査研究が行なわれてきた。その間に様々の着氷海難防止の諸対策が研究されたが¹¹⁾、そのうち船体に付着した氷を除去する対策としては、その装備コストの割合いに漁船の年間の大量の着氷発生の可能性が少いためもあって、まだ決定版ができたとはいえない状態であり、着氷海域をさけるための気象予報が最も現実的な対策として効果を挙げているのではないかと推定される。

筆者が一昨年ソ連の漁船の安全管理態勢調査のため、モスクワおよびムルマンスクに行った際に、ソ連の着氷海難防止対策を特に興味をもって尋ねてみたが、多くの研究の結果、ソ連においても着氷予報を出して、漁船を危険な海域からいち早く脱出させるのが着氷海難防止の最良の方法であるとの結論に達し、その励行に努めた結果着氷海難は皆無となったとのことであった¹²⁾。

わが国の着氷海域が今後わが国の漁船の漁場として残されるかは疑問であるが、着氷海域に出漁する漁船に対しては、多くの研究成果が忘れられることなく利用されることを期待したい。それらの中には、任意の気象海象中を任意のコース、船速で航走する際の船の着氷量とその着氷位置を推定する電算用プログラムもあるので、その有効利用のため、ひと言だけ紹介しておく。

(3) 高速急旋回時の横傾斜

最近の漁船の中には試運転で急転舵をした際に大傾斜をして問題になることがある。その理由を考えると、船の重心位置の上昇と、速力の増大、および機動操舵機のパワーの増大などが挙げられる。漁船の舵面積は操業目的、港内の機動性、追波中航行時の針路安定などを経験的に考慮の上決められているため、高速航行時に急転舵をすると必要以上の急旋回をして大傾斜が生ずる可能性がつよい。従ってそのようなおそれのある漁船では、それに応じて船のGMを予め大きくしておくことが必要となる。

(4) 入港時の海難防止

以上のほか、河口港または入港し難い港を根拠とする漁船にとって問題となるのは、荒天入港時のコース不安定とそれに伴って生ずる転ぶくの発生であろう。これらの問題は前述の追波、または斜め追波中航走時の問題と同一であるので、それらの研究の一環として今後の課題になるが、漁港および沿岸波浪との研究交流が是非とも必要な分野である。

(つづく)

参考文献

- 3) 土屋孟：漁船の復原性能の理論的解析法について，漁船研究技報第25巻（通巻57号）1971.3
- 6) (社)日本海難防止協会：漁船の荒天時安定性等に関する研究，完了報告書，1970.3
- 8) (社)日本造船学会：第2回耐航性に関するシンポジウム，1977.12
- 9) 日本小型船検査機構：波浪中におけるモーターボートの甲板への波の打込みに関する研究，1976.3
- 10) 科学技術庁研究調整局：マリアナ海難に関連する漁船安全対策特別研究，1967.2
- 11) (社)日本海難防止協会：着氷海難防止対策に関する研究報告書，1973.2
- 12) 水産庁研究開発部研究課：昭和50年度，ソ連の漁船安全管理に関する調査報告書，1975.11

海外事情

■“STRATHENDEN”，P & O 社のポーランド建造ヘビーリフター

“STRATHENDEN”の名は，古い客船ファンにとってなつかしい名前であろう。

1937年に建造されたP & O社のこの23,722総トン客船は，大型ジェット航空機による旅客航空路網の発達と共に次第にその栄光の座を，味もそっけもないがおそろしく能率的な「ジュラルミンの精密機械」に明け渡さざるを得なかった数多くの豪華客船と同じように，1964年に売却によりP & O社のフリートリストから姿を消した。

同時にP & O社はその営業上の主力を，旅客サービスから世界的な貨物サービスにシフトしていったのである。

世界第一級の旅客ライナー運航会社の多くが，そのかつての栄光の豪華客船の名を惜しんで，新鋭のコンテナ船やカーゴライナーにその名を冠しているが，名を受けついで船にその社の将来を期待していることをうかがい知ることができる。

これは，ひとりP & O社のみならず日本でも例えばNYKが，その欧州航路コンテナ用のフラッグシップに“春日丸”，“鎌倉丸”等の名を与えていることをみても，二度と訪れることはない豪華パセンジャーライナー時代に対する愛惜の情を共に，新しい物流システムとしてのコンテナ船や多目的ライナーに期待してのことであろう。（編集部）

“STRATHENDEN”号は，ポーランドのGdansk造船所で建造された6隻のP & O社のヘビーデリック付多目的船である。

甲板上貨物の保護のため，長船首楼付のセミアフトラ機関ツインデッカーで，機関室の幌のNo. 5ホールドは660m³の冷凍貨物艙であるために，どちらかと言えば4ホールドの艦機関船と云ったほうが当を

得ているかも知れない。

最近の多目的船の例に洩れず，全長169.2m，吃水9.75m，載貨重量16,760T，載貨容積23,480m³のハンディサイズで，主機は8 RND68の13,200ps×150rpmで航海速度18ノットをマークする。

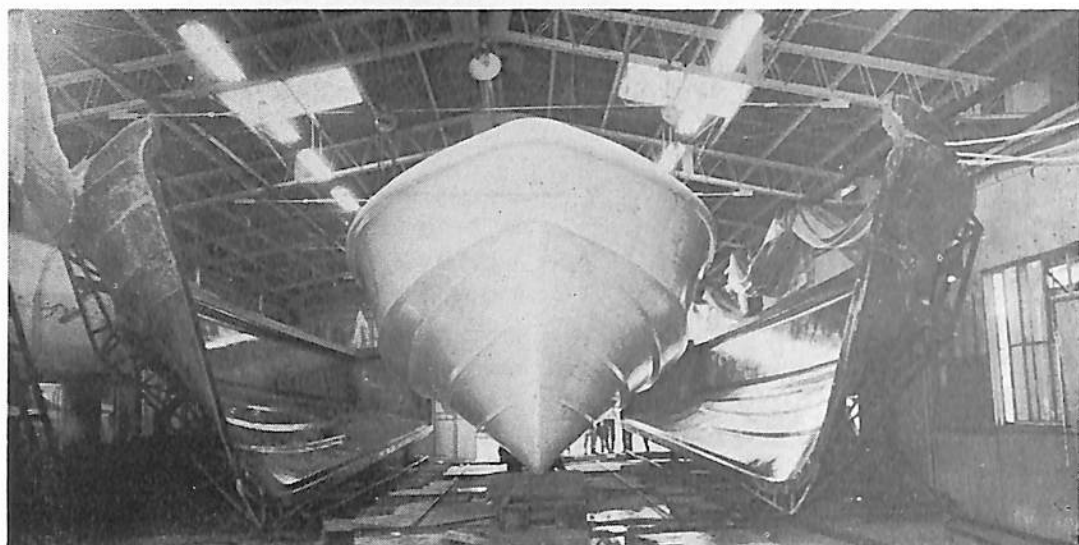
本船の特色は次の通りである。

- (1) 船体，特に二重底は，重量物，撒物グラブ荷役に対し補強され，更にコンテナ積ソケットも装備されていること。
- (2) 上甲板は，No. 1とNo. 4 ホールド上が2/m² No. 2とNo. 3は重量物を考慮し，3 T/m²の許容荷重まで補強されていること。
- (3) No. 5 ホールでは，+5～-25度±0.5度Cの冷蔵貨物艙660m³を持つ。
- (4) No. 2/No. 3ハッチ間には300Tのシュトルケン型ヘビーデリック装置が搭載されているが，アウトリーチは10mである。
- (5) 西独 Liebherr 社製S B型12.5T×ツインクレーン2基と5T シングルクレーン6基が，コモンギヤーとして搭載されている。
- (6) ハッチカバーは，MacGregor 社の folding および multifolding 型で，強度は1.75 T/m²の油圧シリンダ駆動である。上甲板は20Tコンテナ1段，中甲板は20Tコンテナ2段積みが可能となっている。
- (7) 主機は，H. Cegielski の Sulzer 8RND68型で，87%MCR=11,480ps で航海速度18ノット，燃費77T/日。3,500秒の粗悪C油使用対策が考慮されている。

<要目>

LOA	169.20m
LPP	158.00m
B	23.17m
D	13.30m
d	9.75m
DW	16,760 t
GT	12,474 t
V _s	18 k

(Shipping World & Shipbuilder 12月号1977)



連 載

FRP 船 講 座 < 5 >

FRP 原材料 < 4 >

丹 羽 誠 一

3. 4 ポリエステル樹脂の製造法

不飽和ポリエステル樹脂の製造は、不飽和線状ポリエステル合成と、得られたポリエステルを重合性モノマーに溶解させる 2 工程からなっている。

不飽和ポリエステル樹脂の製造法を、標準用樹脂 UP-G (オルソタイプ) を例にとって説明する。

先ず次の原料を配合比にしたがって反応釜に仕込む。

	重量比
無水マレイン酸	98.1 (1 モル)
無水フタル酸	148.1 (1 モル)
プロピレングリコール	159.7 (2.1 モル)

釜内はあらかじめ不活性ガス (炭酸ガスまたは窒素) によって空気を置換しておく。この不活性ガスを少量づつ通しながら反応釜の温度を決められた温度まで加熱する。エステル化反応を開始すると発熱するので、初期は注意しながら昇温する。温度は

160~200℃である。エステル化反応によって水が発生するので (縮合水) 反応釜の上部の分留塔、コンデンサーを通して水だけを釜の外に取出す。このエステル化反応が進行するにしたがって水の出が少くなり、内容液の粘度が上って来る。

反応の追跡はおもに酸価および粘度により、所定の値になるまで反応させる。最終酸価は普通 30 以下である。反応の終了近くで釜内を減圧して、内容アルキッド液中に残っている水と、余分のプロピレングリコールを取出す。

酸価とは遊離酸の量を表わす値で、酸価の数値が高いことは未反応の部分が多いことを示し、従って不飽和アルキッドの分子量が小さく、粘度が低いことを意味する。

製品としての樹脂の酸価はスチレンモノマーの含有量によって変るものであるから、製品の酸価が低いことは、必しも不飽和アルキッドの分子量が大きいことを示すものではない。製品の場合はスチレン

含有量と組合せて判断しなければならない。

定められた酸価・粘度になったところで反応釜内の温度を120~100℃まで下げて、重合禁止剤（普通ハイドロキノンを使用する）を添加溶解し、次いでスチレンモノマーの仕込まれた溶解釜に注入して均一に溶解する。スチレンモノマーの仕込量は普通40%である。この樹脂液はまだ温度が高いので急速に常温まで冷却する。

冷却後、この樹脂液を調合槽に送り、この中で促進剤やアエロジル（シリカ微粉）等を入れて、それぞれ規定された粘度、揺動度、硬化性になるように調整して貯蔵タンクに移送する。この段階で別に製造された他の種類の樹脂、例えば軟質樹脂を調合して樹脂の性質の改善をはかることもある。その後、缶詰めあるいはローリーに入れて造船所へ出荷される。

この方法はグリコールと酸類等のエステル化に必要な原料を全部一度に仕込み、反応させるので2段反応法と呼ぶ。

他の一例としてUP-CM（イソ系）樹脂の製造法を説明する。

イソフタル酸はグリコールへの溶解性が悪く、ポリエステル化反応に関与しにくいので、まずイソフタル酸とプロピレングリコールとを縮合させた後、無水マレイン酸を添加して第2段の反応を行なわせる。まず次の原料を反応釜に仕込む

重量比	
イソフタル酸	166.13（1モル）
プロピレングリコール	159.7（2.1モル）

反応釜内で不活性ガスを通してながら、加熱昇温して一定温度で反応を続ける。この反応でも水が出るのでコンデンサーを通して水だけ釜外に取出す。一定酸価になるまで反応させて内容液の温度を下げ、無水マレイン酸を下記量だけ追加する。

無水マレイン酸	98.1（1モル）
---------	-----------

再度、昇温してエステル化反応を続行する。これ以後はUP-Gと同様で、規定された酸価になってから減圧操作後、溶解槽中でスチレンモノマーと均一に混合溶解する。最終酸価は普通20ぐらい、スチレンモノマー使用量は40~45%である。以後、調合槽中で調整され発送される。

この方法は飽和酸を先に反応させ、その後、不飽

和酸を反応させるので、2段反応法と呼ばれる。

オルソ系樹脂においても、無水マレイン酸に比べて反応性の小さい無水フタル酸とグリコールを第1段で反応させ、次いで無水マレイン酸を加えて反応を完結させる方法もしばしば用いられる。

2段反応法で製造された不飽和アルキッドは、その鎖の中央部に不飽和部分の無い鎖があり、両端に不飽和部分が集中している。このような構造が硬化後の構造に余裕を与え、靱性が良くなる。

2段反応法は1段反応法と比較して製造に要する時間が長くなる欠点はあるが、一般に2段反応法で製造した樹脂の方が耐水性、耐熱性、機械的強度が良好である。

3. 5 ポリエステル樹脂の性質

3. 5. 1 液状樹脂の酸価と水酸基価

原料酸（飽和酸、不飽和酸）とグリコールが反応すると水がとれ、結合（エステル結合）してポリエステルとなるが、この反応が進むにつれて、未反応の酸が少なくなる。したがって見掛け上の酸の濃度が薄くなる。酸の濃度を酸価（JIS K-6901）という単位で表すので、具体的には酸価の数値が小さくなる。

酸価とは樹脂や溶剤などの中に含まれる遊離酸の量を表わす値で、試料1g中に含まれるカルボキシル基を中和するのに要する水酸化カリウム（KOH）のミリグラム数mgで定義される。

さきに述べた通りエステル化反応の進み具合（重縮合度合）を見る目安となり、また簡単に測定できるので樹脂製造時に、この酸価を品質管理に利用している。

酸価は不飽和アルキッドの分子量と関係が深い。したがって粘度とも関係し、できたポリエステル樹脂の硬化後の種々の性質にも影響する。

不飽和アルキッドには、末端のカルボキシル基のほかに水酸基も存在し、市販の液状ポリエステル樹脂の水酸基価は、酸価と同程度のものが多い。一般に同一の原料配合で造られた同じ酸価の樹脂でも、粘度や耐薬品性に差があるのは水酸基価が異なるためと考えられる。その測定法には酸価のように、短時間に正確な値を与えるものは確立されていないのでJISには測定法の規定はない。

水酸基価は酸価と同様に試料1g中に含まれている水酸基と当量のKOHをmgで表わした価である。

なお次式により不飽和アルキッドの酸価および水

酸基価からアルキッドの数平均分子量を求めることができる。

$$\text{数平均分子量} = \frac{2 \times 56.1 \times 10^3}{\text{酸価} + \text{水酸基価}}$$

一般的に言えば樹脂の酸価は低いほど、即ち分子量は高いほど、硬化物の物性は向上すると言える。

その1例として次の実験例を説明する。

ジエチレングリコールと無水フタル酸、無水マレイン酸を原料として、エステル化反応時間を変えて酸価の異なる種々の溶融粘度の不飽和アルキッドを作り、それら不飽和アルキッド70部とスチレンモノマー30部の樹脂を調合し、物性を測定したものである。(嶋田吉英・仁木正男：ポリエステル樹脂, 1961)

第1表からわかる通り、酸価は反応時間と関係がある。酸価を下げると分子量は増大し、それに従って粘度は上昇する。当然、同一比率のスチレンモノ

マーに溶解した不飽和ポリエステル樹脂の粘度も上昇する。第1表のアルキッドを調合した樹脂を硬化させて物性を測定したところ、

①分子量の大きいものの方が、耐水性は向上する(実験では吸水率が低下する)

②引張り強さ、曲げ強さ等の機械的強さも向上することが判った。

他の研究でも同様な報告があり、機械的強度のほか耐熱性、電気的性能に関しても分子量の高いものの方が望ましい。

しかし極端に分子量を大きくすると、スチレンモノマーに対する溶解性が悪くなり、製造に要する反応時間も長くなり、そのわりには物性の向上が認められないので、やはり適正な酸価、分子量、粘度が存在するといえる。

一般の不飽和アルキッドの分子量は2,000~3,000くらいが適正といわれている。

第 1 表

酸：グリコール (モル比)	酸 価	酸 価 よ り の 計 算 分 子 量	14℃の溶融粘度	反応時間(210℃)
1 : 1	65.5	905	72	4 1/6
1 : 1	53.8	1102	96	6 1/4
1 : 1	43.4	1365	153	7 1/2
1 : 1	35.4	1671	214	8 1/2

グリコール：ジエチレングリコール

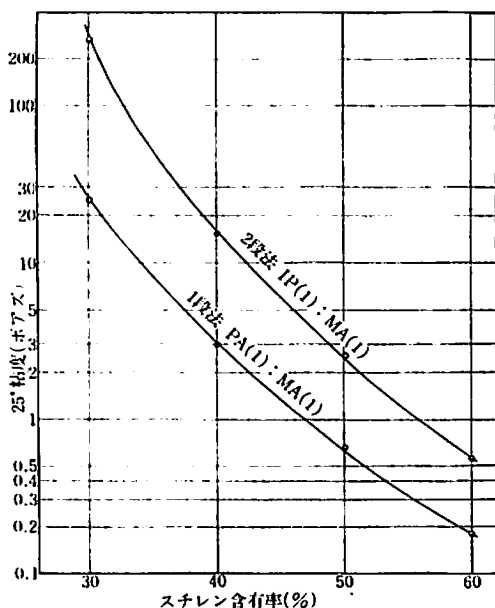
酸：無水フタル酸(5)+無水マレイン酸(5)

第 2 表

反応 方式	酸のモル比	酸 価	アルキッド の軟化点℃	スチレン含量%と樹脂粘度CP/25℃			
				30	40	50	60
1 段 法	PA:MA						
	1 : 1	31	30	2,500	300	65	18
	2 : 1	32	32	1,800	200	50	14
	IP:MA						
2 段 法	1 : 1	24	51	12,300	980	140	41
	2 : 1	17	62	9,800	760	125	22
	PA:MA						
	1 : 1	18	30	2,700	340	85	22
2 段 法	2 : 1	25	35	2,700	290	65	15
	IP:MA						
	1 : 1	16	60	27,000	1,520	250	57
	2 : 1	14	70	30,000	1,630	275	65

使用グリコールはプロピレングリコール

PA：無水フタル酸，MA：無水マレイン酸，IP：イソフタル酸



第 1 図

3. 5. 2 樹脂の粘度とスチレン量およびその物性との関係

不飽和ポリエステル樹脂の粘度としては、室温で数十から数万センチポイズの広い範囲のものが用いられる。しかも成形時、樹脂が強化材や充填剤の表面を十分にぬらした後、硬化させるという成形法を採るので、作業性の点からも粘度は重要な因子である。ハンドレイアップにおいて液状ポリエステル樹脂を、刷毛を用いて含浸させる場合、室温で3~10ポイズ程度のものが、作業上扱いやすく適当と考えられている。

液状樹脂はその組成のほかに、エステル化反応の方式や酸価により、またスチレンモノマーの量により粘度は変化する。その一例を第2表に示す。

この表からわかるようにスチレンモノマーの量が多いほど粘度が低い。第1図にそのうち二例を示す。

無水フタル酸系樹脂に比べて、イソフタル酸系樹脂は酸価が低いためでもあるが粘度が高い。

同一配合組成の樹脂では、1段反応より2段反応の方が粘度が高い。

第2表に示した樹脂の物性を第3表に示す。

3. 5. 3 粘度の測定法

粘度の測定には一般にブルックフィールド形粘度計が使用される。この測定は簡単に、しかも正確な

値が得られるが、欠点は粘度計の価格が高いことである。J I S K-6901でも、この方法を採用している。

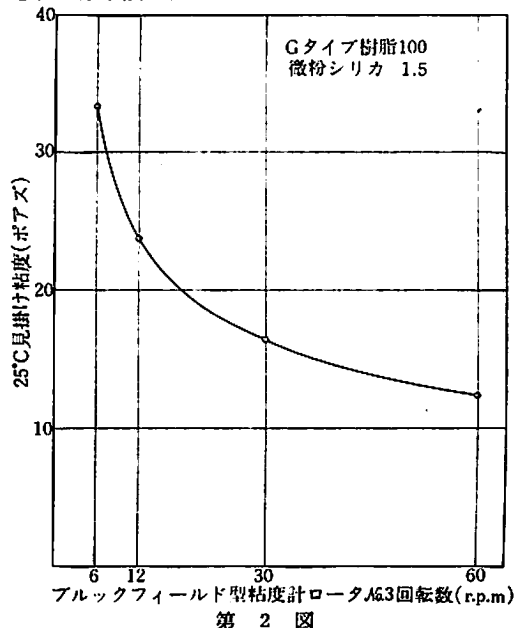
この原理はローターを樹脂液中で回転させ、その粘性抵抗トルクをスプリングバランスによって測定するものである。試料を 500ml ビーカーにとって恒温槽中に浸漬し、その温度を $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ に合わせる。粘度に応じて定められたローターとガードを粘度計に取り付け、試料中にローターを標線まで浸す。約5分間静置した後、ローターを3分間回転させたときの指度を読みとり、使用したローターと回転数に応じて定められた乗数を指度に乘じて粘度を求める。

揺変性樹脂の場合は毎分60回転で測定する。

この粘度計は揺変度も測定できるので便利である。揺変度はローターの回転数を、毎分6回転と60回転と2回測定し、ローターの回転数を変えることにより生ずる、粘度測定値の変化を比較して揺変度を表わす。毎分6回転で測定した粘度を60回転で測定した粘度で割った値を揺変度と、J I Sでは測定している。第2図に揺変性樹脂の1例を示す。

J I Sでは別に“あわ粘度法”を採用しているが、これも器具が高価で、しかも揺変度は測定できない。

ガードナー気泡粘度計は測定管に標線まで試料を入れ、 $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ の恒温槽に標準粘度計と共に栓を上方にして浸す。約20分後に試料と標準液とを同時に倒立して、あわの上昇速度を比較する。試料に対応する標準液の粘度によって試料の粘度を表わす。



第 2 図

第 3 表

反 応 方 式	酸のモル比	スチレン含量 %	加熱変形温度 ℃	曲 げ 強 さ kg/mm ²	弾 性 率 kg/mm ²	衝 撃 値 アイゾット・ ノッチ無し ft-lb/in
1 段 法	PA : MA 1 : 1	30	82	9.8	440	2.6
		40	94	8.4	350	2.3
		50	94	8.4	390	2.6
		60	94	7.7	370	2.6
	PA : MA 2 : 1	30	64	9.8	430	1.7
		40	69	8.4	420	2.5
		50	70	9.8	400	2.2
		60	75	9.1	370	2.6
	IP : MA 1 : 1	30	96	10.5	420	2.2
		40	102	17	410	2.3
		50	102	11.2	390	2.5
		60	99	11.2	370	2.3
	IP : MA 2 : 1	30	70	9.8	400	2.2
		40	74	12.0	400	3.6
		50	79	12.7	390	3.6
		60	80	12.0	380	3.5
2 段 法	PA : MA 1 : 1	30	105	11.2	390	2.4
		40	114	9.1	390	2.2
		50	108	9.8	370	2.2
		60	103	11.2	350	2.2
	PA : MA 2 : 1	30	69	10.5	420	1.2
		40	76	8.4	410	1.0
		50	79	8.4	390	1.8
		60	81	9.8	370	1.6
	IP : MA 1 : 1	30	122	12.7	390	3.0
		40	125	11.2	340	3.3
		50	124	12.7	340	3.0
		60	116	12.0	340	3.0
	IP : MA 2 : 1	30	89	11.2	390	2.7
		40	96	13.4	380	3.6
		50	96	12.7	370	3.7
		60	96	11.2	350	3.4

標準液の粘度はストークスで表示されているから、
ポイズに換算するにはストークス値に試料の密度を
乗じる必要がある。

現場で大雑把に粘度を測定する方法としては、塗
装現場で使用しているフォードカップ法がある。こ
れは一定容量の金属製カップの底に規定された丸穴
があり、この容器1杯の試料が、丸穴から流れ出し
終るまでの時間を粘度の目安とするものである。こ
の器具は比較的安く、測定も簡単であるが、揺変度

は測定できない。

3. 5. 4 揺変度

一般にハンドレイアップやスプレーアップ成形用
に使用する樹脂は、“タレ止め”加工がなされてい
る。これが揺変性樹脂である。

揺変性とは刷毛やローラーなどで樹脂を動かした
り、ガラス繊維に含浸させたり、攪拌したりしてい
るときは粘度が低く、静かにして置くと見かけ上、

粘度が上り、流れにくくなる性質を言う。このことをチクソトロピックな性質とか、チクソトロピー、略してチクソ樹脂等と言う。

揺変性とは等温可逆的なゾルゲル変換を意味する。すなわち静置状態では、粒子と粒子とが弱い凝集力によって3次元構造を形成しているが、剪断力に加わると、この構造が破れて流動しやすくなり、再び静置すると、構造が再び再生されて見掛けの粘度が増大する性質である。

液状樹脂に揺変性を付与する方法で広く利用されているものに2種類あり、1つはアエロジル揺変剤の添加であり、他の1つは有機揺変剤を添加する方法である。

アエロジルは超微粒子のシリカ (SiO_2) であり、煙草の煙よりも細かいと言われる、その粒子の表面積は $50\text{m}^2/\text{g}$ から $380\text{m}^2/\text{g}$ くらいまでの、かさ高く、ふわふわした外観をした白色の粉体である。このアエロジルを樹脂液中に混入し分散させると、粒子は互に引張り合って鎖状につながり、網の目状の構造を作る。

この結合は撹拌したり振動させたりするような力を加えると切り離され、流動性のある液状にもどる。しかし静止させると再び結合して粘性を回復する。これがチクソトロピー効果である。

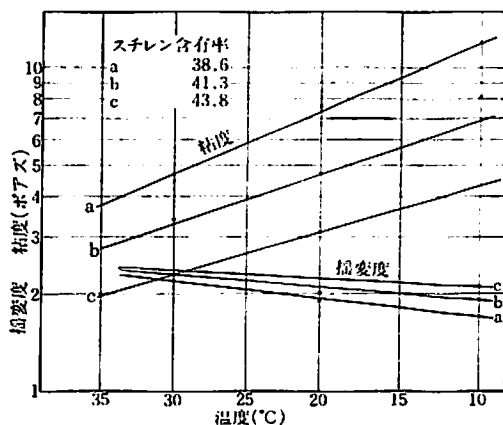
アエロジルを液状樹脂に添加した揺変性樹脂の外観は、やや白濁した半透明なものである。アエロジルの“かさ比重”は $40\sim 60\text{g/l}$ の非常にふわふわした粉体であるから樹脂に添加混入し、均質にする操作は非常にむづかしいし、手間がかかる。単に混入させるのにも普通の撹拌だけでは相当時間がかかり、しかも揺変性の効果が出にくい。

アエロジルの樹脂への混入量は、一般にゲルコート用で約2%、ハンドレイアップ、スプレーアップ用で約1%を添加する。

混合法にはいろいろな方法があり、手間と時間がかかるので、樹脂はそれだけ割高となる。このアエロジルは如何に微粉とは言え、真比重 $2.2\sim 2.6\text{g/cm}^3$ のシリカであるから、長時間放置すると沈降する。この沈降速度は混合法、混合順序により大きな差があることを覚えておかねばならない。

3.5.5 揺変性樹脂の経時変化

ナフテン酸コバルト系の促進剤が入っているいわゆる2液形樹脂は、長時間貯蔵すると粘度、揺変度、硬化速度が変化する。したがって長期間貯蔵した樹脂を使用するときには、あらかじめその特性を



第3図

確認しておかなければならない。

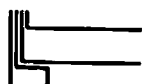
一般に製造後10日ぐらいまでの間に急激な粘度低下が認められる。促進剤であるナフテン酸コバルトを2部添加しただけで、製造直後でも粘度低下が認められ、その後の経日変化も大きい。ナフテン酸コバルトを4部にすると粘度は半分くらいにまで低下する。しかも揺変度が例えば3.1であったものが、12日後に1.0（数字上では揺変性なし）になった計測例があるように、ナフテン酸コバルトは揺変性を低下させる。今日までに発表された報告によれば、

- ①不飽和ポリエステル樹脂液中に分散させたアエロジル表面へのナフテン酸コバルトの吸着は比較的短時間に行なわれ、それ以後はあまり変化しない。
- ②添加量が一定の場合、ナフテン酸コバルトの吸着はアエロジルの比表面積が増大するに従って増加する。
- ③アエロジル表面に吸着されたナフテン酸コバルト結合物は、すでにアエロジルでもナフテン酸コバルトでもない。その分だけ粘度、揺変性は低下し、硬化促進作用も低下する。

そのため、これらの問題点の対策として、ナフテン酸コバルトの吸着による減量については、アエロジルが一定量以上のナフテン酸コバルトを吸着しないので、吸着される量だけ増量することで改良をはかっている。

また揺変度が低下する問題については、エチレングリコール、プロピレングリコール、ポリエチレングリコールのような揺変性安定剤を添加することで改善をはかっている。しかしこのような揺変性安定剤は、あまり多く樹脂に混入すると硬化樹脂の物性を低下させるので、あまり使用したくない。

世界のFRP船トピックス



■ハンドレイアップからの脱出（そのⅣ）

——マーコ法の試み——

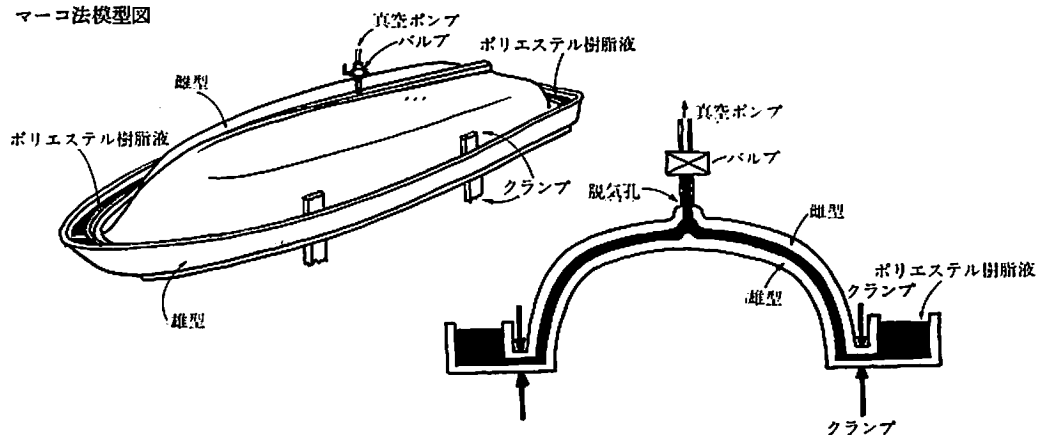
ハンドレイアップ法といふ原始的な成形法からの脱出を試みた実施例は、FRP船殻の開発の当初から存在していた。

その代表的な実施例に、Celanese Plastics Co.（米）で開発したポリエステル樹脂（Marco Resin）によるマーコ法（Marco-Method）がある。

マーコ法が実施された時期は昭和30年（1955年）当時であるから今から22年前になる。

ハンドレイアップ法はガラス繊維を型に手貼りする方法であるから、舟艇の船殻を成形する場合には、一般的に成形型は雌型のみあればよい。マーコ法では雌雄の成形型により船殻の成形を試み、ハンドレイアップの脱出を企図したわけである。その着想は当時としては画期的なものであったが、ガラス基材、樹脂の性能、造型技術のみならず、客観的なFRP成形加工業界の情勢から受

マーコ法模図



け入れるには、無理があったため頓坐して今日に到っている。しかしこの着想は現在の客観情勢により脚光を浴びる成形法の一つとなる可能性がある。

図はマーコ法の実施態様図である。雄型と雌型の両型のキャビティーにあらかじめガラス繊維基材のみを設計された層数に従ってガラス基材を重ねて装填して型を閉じてクランプしておく。

型の周辺には樹脂を溜めておく溝ができるように雄型、雌型の端末を図のように形作っておく。この樹脂溜りの溝に樹脂を注ぎ込み、図に示す脱気孔から真空ポンプで吸引して、樹脂が型にあらかじめ装填してあるガラス繊維に含浸しながらキャビティー全体に行きわたった時点で、バルブを閉じて樹脂の硬化を待つ、というシステムである。当時小型のモーターボートの船殻が製作された実績がある。

（百島祐忠：コンポジット・システム研究所）

いずれにしても、このような樹脂の経時変化については完全に改良されたわけではないので、樹脂の購入は計画的にすべきで、貯蔵期間はなるべく短くするように管理すべきである。

3.5.6 温度が粘度、揺変度に及ぼす影響

スチレン含有率33.7%のGタイプベースレジンに対し、スチレンをそれぞれ8部、13部、18部添加し

て、高温時、中温時、低温時の使用に適するよう調整した3種の樹脂a、b、cの変化を第3図に示す。一般に液状ポリエステル樹脂の粘度は温度が上昇すると低下するが、その関係は粘度の対数と絶対温度の逆数がほぼ直線関係にある。

揺変度は逆に温度が高い方が大きい傾向を持つ。またスチレン含有率の高い樹脂は、作業性の要求から当然揺変度を大にする必要がある。（つづく）

“やしお”と“すいらん”について

28GT Type FRP Fishery Research Boat
“YASHIO” and 19GT Type FRP Fishery Training Boat “SUIRAN”
by Tsutomu Kobayashi

小林 務

水産庁海洋漁業部漁船研究室

●まえがき

全国の各県水産試験場には、20～30トン前後の漁業調査船が多く所属しているが、これらの調査船の殆んどものは、従来型の本造船であり、代船建造時にFRP化されるものが多い。

また、その際に漁業調査の能率化を画ると同時に、沿岸小型漁船の高速化に伴ない、これら漁船の漁業指導を行う必要があるため、漁業調査船の高速化が企画されることが多くなっている。従来の木造調査船は丸型のフレームラインを持つ排水量型船型が殆んどを占め、これらのFRP化に際して高速を要求されるにもかかわらず、依然として丸型の排水量型船型が採用される場合が多く、高速用船型としては不向きである。

また一方、水産高等学校の小型練習船なども、訓

練の高速化のためやはり高速を要求されるものが多くなってきた。

ここに掲載する2種類の船は、前記のような理由で高速が要求されていたが、たまたま計画当時にFRP製船舶船型開発委員会⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾においてFRP船の系統的模型船の抵抗試験が終了し、その成績がほぼまとまった時期であったため、早速その成果を盛込んで計画を立て、ハードチャイン船型として設計されたので、紹介することにした。

1. 東京都三宅島・離島海域漁業調査指導船・やしお

1.1 経緯

被代船「やしお」は昭和38年度に建造された総トン数13トン型の本造船であり、本造船としての耐用



完成時般走中の“やしお”

年数を経過し、船体・機関・無線機器等の老朽化が著しく、調査試験等も漁業者の要望に応えられなくなったと共に、航行上の安全確保にも支障のおそれが生じたので、昭和50年度予算で代船建造の計画が立てられた。

この代船建造計画はFRP製の総トン数25トン型の高速な漁業指導船とすることにより、1)伊豆諸島中部海域における漁業指導の能率の向上、2)調査海域の拡大、3)高速化により広範囲の調査、観測、漁業取締りの実施、4)計器類の充実による海況、漁況の確実な把握、船員室の設備改善による長期にわたる離島指導等の効果をねらったものである。

本船の建造に当っては、東京都知事から水産庁長官あての依頼により、設計から完成に至るまでの間の技術指導を水産庁において行なった。なお、本船の基本設計ならびに建造時の監督は、(株)東京設計研究所において行なわれ、石川島播磨重工業(株)舟艇工場において建造された。昭和51年2月25日基本設計完了、同年4月25日起工、同年9月17日進水、そして同年9月30日竣工した。

1. 2 基本計画

(1) 仕様要点

東京都から提出された仕様の主なものは次のとおりであった。

- a) 総トン数 約25トン
- b) 材質 FRP
- c) 主要寸法
長さ×幅×深さ=17.00m×3.75m×1.50m
- d) 主機関及び速力等
主機関 中速ディーゼル 200P S
巡航速力 12kt
プロペラ 固定ピッチプロペラ
- e) 定員 10名
- f) 航続力 1日10ktで8時間航行
航海日数 10日
航続距離 800哩

g) 業務の種類 三宅島海域において漁業の調査、指導、試験、取締り等の業務に従事する第3種漁船とし、漁業種類は延縄、流刺網、底魚釣、底刺網等とする。

h) 船型 速力に重点をおく。ただし、停船中の観測作業時にローリングがはげしくないこと、各種漁撈作業のため作業に支障のないローリング周期であること、なお、船型は漁船型の要望が強かった。

(2) 船型の基本的な考え方

高速を要求されているにもかかわらず、当初東京都から提案された船型は、丸型排水量型の漁船タイプであり、停船しながら、あるいは低速時の観測ならびに漁撈作業の際のローリングの周期が短かすぎないこと、乾舷高さは漁撈作業の容易さを考慮して高過ぎないこと、ブルワークを全周に設けた船型であることなどの要望が極めて強かったため、当時FRP製船舶船型開発委員会の研究成果が得られた直後であったため、この成績を早速使用し、全通ハードチェーン、トランサムスターン、スケグ付の漁船船型を適用することとした。

このような船型を選んだ理由の主なものとしては、

- イ) ハードチェーン船型にすることにより、半滑走状態での使用が可能となり高速が得られること、また、ローリングの抑制効果が大きいこと、
- ロ) スケグによりローリング抑制と停船時の風圧による横流れ防止が期待でき、また、航走中の保針性が良好となること、
- ハ) 漁撈作業が従来型船と同様に支障なく行なえること、

などがあげられる。なお、総トン数はできるだけ25トン未満にするため主要寸法に制約があるが、復原性能との関連もあるので、暫定的に次の主要寸法で検討を進めた。

LoA	21.80m (クリップ型船首を含む)
Lpp	17.00m
B	3.90m
D	1.60m

(3) 主機関の種類と船型

本船の主機関としては、乗組員からは当初国産中速エンジンの希望が強かったが、基本計画の段階で船の性能を犠牲にしてまでは、これにはこだわらないとの柔軟な意見に変ったため、輸入高速ディーゼルのキャタピラやGM等の機種についても検討することとした。

まず、主機関の機種と機関室の必要容積ならびに船型の関係を見るために、A案及びB案の2種類を作成した。

a) A案

このA案は第1.1表に示すキャタピラー D343型を搭載した場合であり、そのおさまり具合、シャフトレーキ、船型の関係の概略を第1.1図に示している。また、同機種ではシャフトレーキは許容最大15°まで据付け可能であり、ロットリングフィルタ

第1.1表 主 機 関 の 要 目

項 目 \ 機 種	キャタピラー D343	GM 8V-71T I	新 潟 6MG16X	ヤンマー 6A-HT	GM 12V-71N
エンジン型式	4サイクル, 過給機, 空気 冷却機付	2サイクル, 過給機, 空気 冷却機付	4サイクル, 過給機, 空気 冷却機付	4サイクル, 過給機, 空気 冷却機付	2サイクル
気筒配列	直列6気筒	V型8気筒	直列6気筒	直列6気筒	V型12気筒
シリンダ× ボアストローク	mm 137×165	107.95×127.0	160×200	165×200	107.95×127.0
連続最大出力	365PS/ 1,800rpm	350PS/ 2,170rpm	350PS/ 1,200rpm	340PS/ 1,200rpm	395PS/ 2,170rpm
全長×全幅×全高	mm 2,350×1,411 ×1,116	1,661×1,241 ×1,232	2,770×1,340 ×2,080	2,870×1,133 ×1,765	2,010×1,213 ×1,262
重量(含減速機, 乾燥重量)	kg 2,574	1,528	3,800	4,330	2,234

一使用により, 特A重油の使用も可能である。この機種の場合には主機関の制約により船型を著しく変型をさせなくても済む。GM8V-71T I型を搭載した場合も同様に, おさまり具合, 船型への影響はない模様である。

b) B案

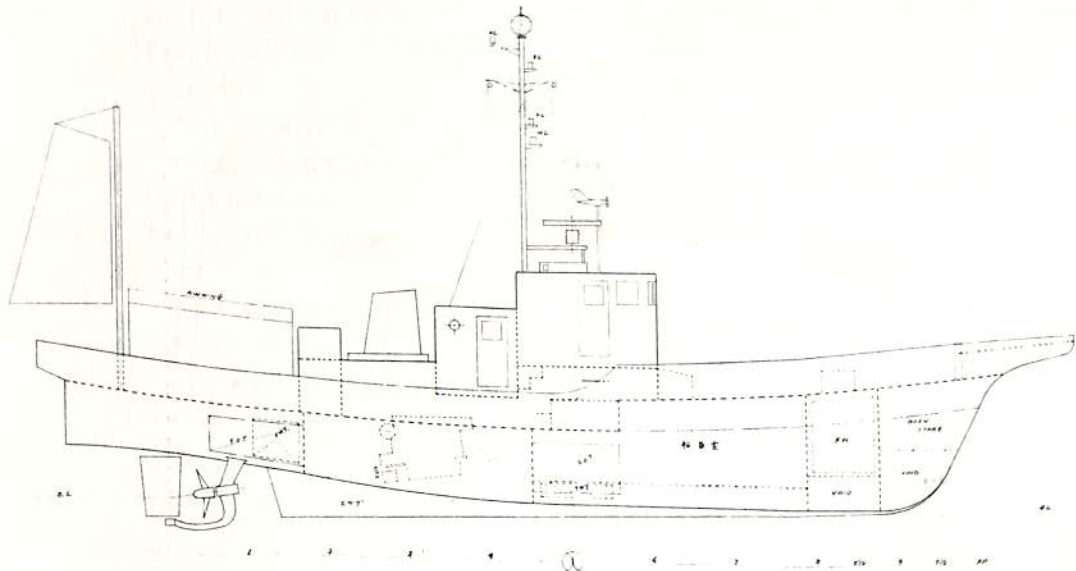
このB案は第1.1表に示す新潟中速ディーゼル6MG16Xを搭載した場合であり, その機関室と船型の関係の概略を第1.2図に示している。また, 同機種の許容最大シャフトレーキは6°であり, オイルパンを改造すれば最大14°までは可能である。しか

し, 機関容積が大きく, しかも減速ギヤー部分の形状も大きいので, 船体中心線の形状を極端に彎曲させなければ, この一般配置にはおさまらない。

このような船型は, 推進性能上好ましくないと考えられる。

また, ヤンマー6A-HT型を搭載した場合も同様な結果となる。

A案, B案の比較では明らかにA案が有利であり, その他の諸条件も考慮の上, 主機関はキャタピラD343型とすることに決定した。また, プロペラは固定ピッチプロペラとし, 常用出力を365PS×



第1.1図 “やしお” A案

第1.2表 やしお・計画重量重心トリム等計算書

状 態	第 1 次 計 算			第 2 次 計 算			第 3 次 計 算		
	軽 荷	満載出港	50%消費	軽 荷	満載出港	50%消費	軽 荷	満載出港	50%消費
Δ t	30.70	41.15	40.05	30.20	37.63	37.23	32.10	39.53	39.13
d_F m	0.336	0.641	0.759	0.467	0.679	0.869	0.549	0.753	0.935
d_A m	1.481	1.487	1.392	1.374	1.390	1.259	1.345	1.362	1.243
d_M m	0.909	1.064	1.072	0.921	1.035	1.064	0.947	1.058	1.089
トリム m	1.105	0.846	0.633	0.907	0.711	0.390	0.796	0.609	0.308
$\overline{KG}$ m	2.091	2.339	1.891	1.726	1.813	1.279	1.636	1.736	1.227
$\overline{KB}$ m	0.430	0.765	0.732	0.435	0.668	0.655	0.510	0.735	0.725
TKM m	2.438	2.336	2.340	2.440	2.320	2.325	2.360	2.295	2.300
KG m	1.730	1.759	1.803	1.786	1.709	1.728	1.649	1.601	1.619
OG m	0.821	0.695	0.727	0.873	0.682	0.672	0.710	0.551	0.538
KG/D	1.081	1.099	1.127	1.116	1.068	1.080	1.031	1.001	1.012
GM m	0.708	0.577	0.537	0.654	0.611	0.597	0.711	0.694	0.681
F_b m	0.708	0.553	0.541	0.679	0.565	0.536	0.653	0.542	0.511

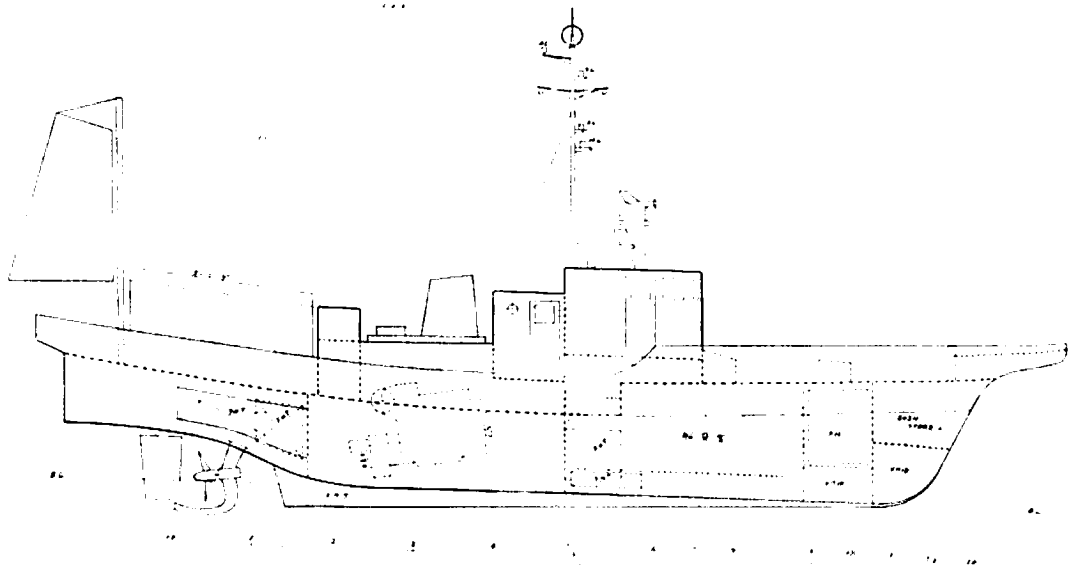
(注) 喫水は線図の B/L よりの値を示す。

$\times 0.85=310PS$ とし、 $V_s=12ノット$ 、伴流係数 $w=0.2$ とするとプロペラ回転数 500rpm の時プロペラ直径は 1.25m、600rpm の時プロペラ直径は 1.10m となるので、プロペラアパーチャ部分による船底ならびにチェーンの形状を不自然にならないようにするため、プロペラ回転数を 600rpm としてギヤー

比を 3 : 1 とした。

(4) 復原性能の検討

A 案で線図を作成し、排水量計算を実施し第 1 次の重量重心トリム等の計算を実施した。その結果を第 1.2 表に示す。



第1.2図 “やしお” B案

第1.3表 やしお馬力推定計算

状 態	満 載	50% 消 費	試 運 転					
			Case I			Case II		
Δ t	39.53	39.13	34.10			35.25		
L_{WL} m	18.472	18.540	18.401			18.445		
B_c m	3.900	3.900	3.900			3.900		
T m	1.100	1.104	1.030			1.041		
$L_{WL}/\nabla^{1/3}$	5.467	5.506	5.722			5.672		
C_p	0.602	0.593	0.560			0.571		
B_c/T	3.455	3.442	3.689			3.650		
LCB %	-1.67	+0.92	-1.440			-1.003		
$F_{n\sigma}$	V_s	BHP	V_s	BHP	V_s	BHP	V_s	BHP
0.8	8.95	88	8.94	90	8.73	65	8.78	72
0.9	10.07	155	10.06	157	9.83	116	9.88	127
1.0	11.19	285	11.17	286	10.92	220	10.98	232
1.1	12.31	456	12.29	470	12.01	367	12.08	391
1.2	13.43	645	13.41	648	13.10	511	13.17	537

(注) 1. B_c は $L_{WL}/2$ におけるチェーン幅である。(m)

2. T は $L_{WL}/2$ におけるキールを除く喫水である。(m)

$$3. C_p = \frac{\nabla - \delta \nabla}{L_{WL} \times (A_{L/2} - \delta A)}, \quad \nabla = \Delta / 1.025$$

ここに

$\delta \nabla$... $B L$ 以下の容積 (m^3)

$A_{L/2}$... $L_{WL}/2$ における横断面積 (m^2)

δA ... $L_{WL}/2$ におけるキールの横断面積 (m^2)

4. LCB は $L_{WL}/2$ から浮心までの距離を L_{WL} の百分率で示す。
前方を正、後方を負とする。

$$5. F_{n\sigma} = V / \sqrt{\nabla^{1/3} \cdot g}$$

ここに

V ... 船速 (m/s)

g ... 重力の加速度 ($9.8 m/s^2$)

6. V_s は実船速度を示す。

$$7. BHP = EHP / \eta_P \times \eta_T$$

ここに

BHP ... 制動馬力 (PS)

EHP ... 有効馬力 (PS)

η_P ... 推進効率 (0.50 と仮定した)

η_T ... 伝達効率 (0.95 と仮定した)

第1次の計算段階では、軽荷排水量が30.7 tであり、 ΔG 、 KG も大きく、満載出港ならびに50%消費状態も軽荷状態の ΔG が大きいこと、および燃料タンク(4,500l)が船尾にある等のため、トリムが非常に大きくなった。

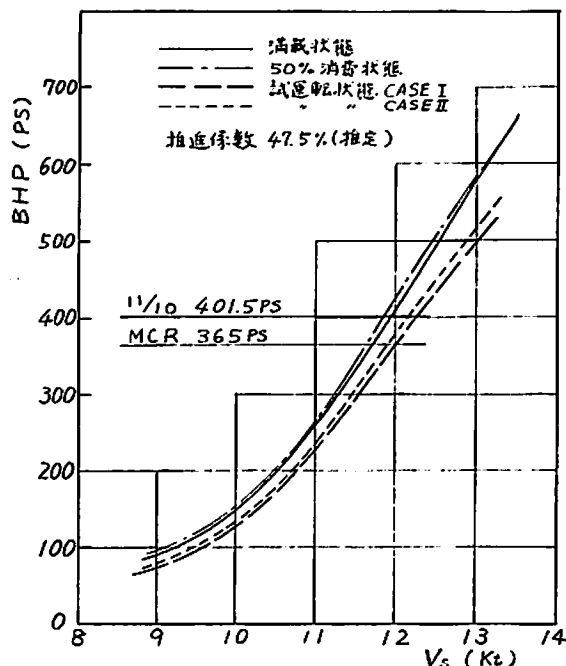
以上のように船尾トリムが大きくなるので、線図の修正が必要と考えられたが、船尾部の船型を肥らすには、プロペラ・アパーチャが定まっているので、プロペラ前方でチェーンおよび船体中心線の船底を下げるか、後方において船底を下げることになり、船型の改悪につながるので、積荷重量に制限を加える方が船としては有利であると考えて、漁具重量を約1/2に、燃料油を約3,000l余にまで減量することにより、第1.2表の第2次計算結果に見るように、トリムは改善された。また、 KG 、 OG 、 GM 、 F_b なども良い方向の計算結果となったが、 C 係数計算では満載および50%消費状態共に定常風速 15 m/s の場合に $C=b/a$ が1を下廻る結果となった。

この船型は風圧側面積が大きく、 KG および OG も大きいことなどが C 係数の小さくなる原因と考えられるので、重心を下げる対策として、上部の重量軽減を徹底的に行なった。すなわち、ブリッジの高さを全体に下げ、エンジンケーシング、マスト等の高さをつめ、煙突の軽量化、無線機、航海計器類の軽量化も計った。これらの対策により重心の下降と風圧面積の減少に効果が見られたが、更にブルワーク高さを一部低くし、固定バラスト約2 tを船底に搭載した。

また、ビルジキールをとりつけて減衰係数を大きくして、横揺同調角度を抑制する等の対策を講じた結果、 C 係数は定常風速 15 m/s の場合、満載出港および50%消費状態共に1.35~1.32、19m/sの場合に0.90~0.95の値とすることができた。この最終段階の重量重心トリム等計算結果を第3次計算として第1.2表に示している。

(5) 速力の推定

当時、FRP製船舶船型開発委員会において、FRP船の系統的模型試験結果が全抵抗係数の推定式にまとめられた段階であったため、早速この推定式を使用して速力の推定を行なった。使用した推定式は、 $L_{WL}/\nabla^{1/3}$ 、 C_p 、 B_c/T 、 LCB の4種類の船型要素によるものであり、速力推定計算を実施した

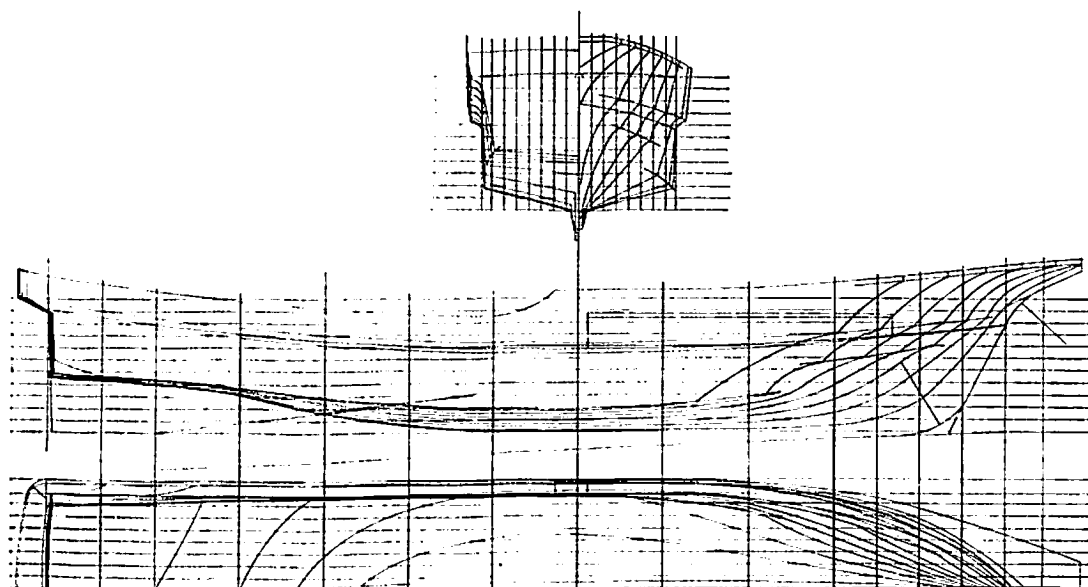


第1.3図 “やしお” 馬力—速力推定曲図
(推進係数47.5%と推定した場合)

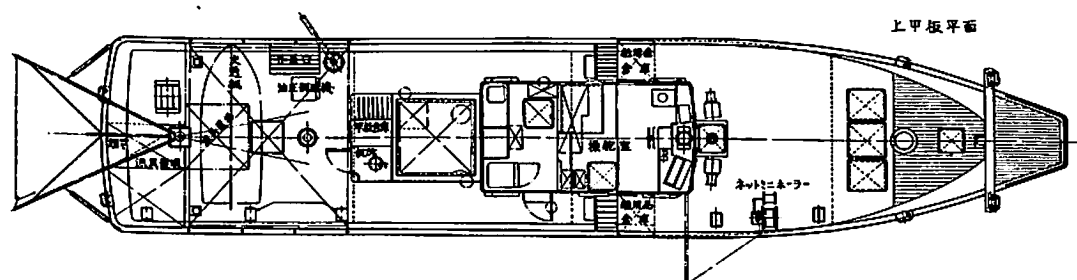
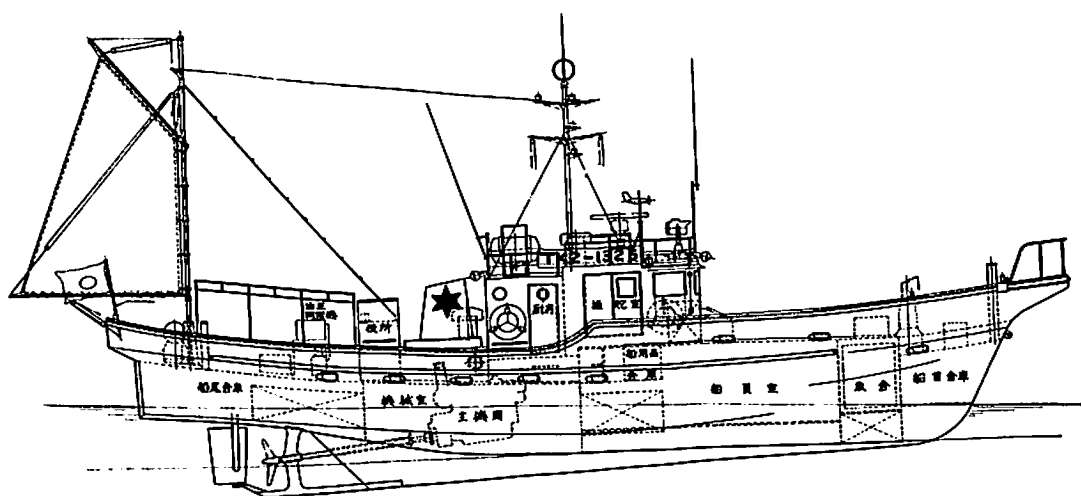
状態と船型要素等は第1.3表の通りであって、速力—馬力推定曲線を第1.3図に示す。

1. 3 完成図書

線 図	第1.4図
一般配置図	第1.5図
中央横断面図	第1.6図
完成要目表	第1.4表
完成重量及び復原性能等	第1.5表
試運転成績表	第1.6表



第1.4図 “やしお” の線図

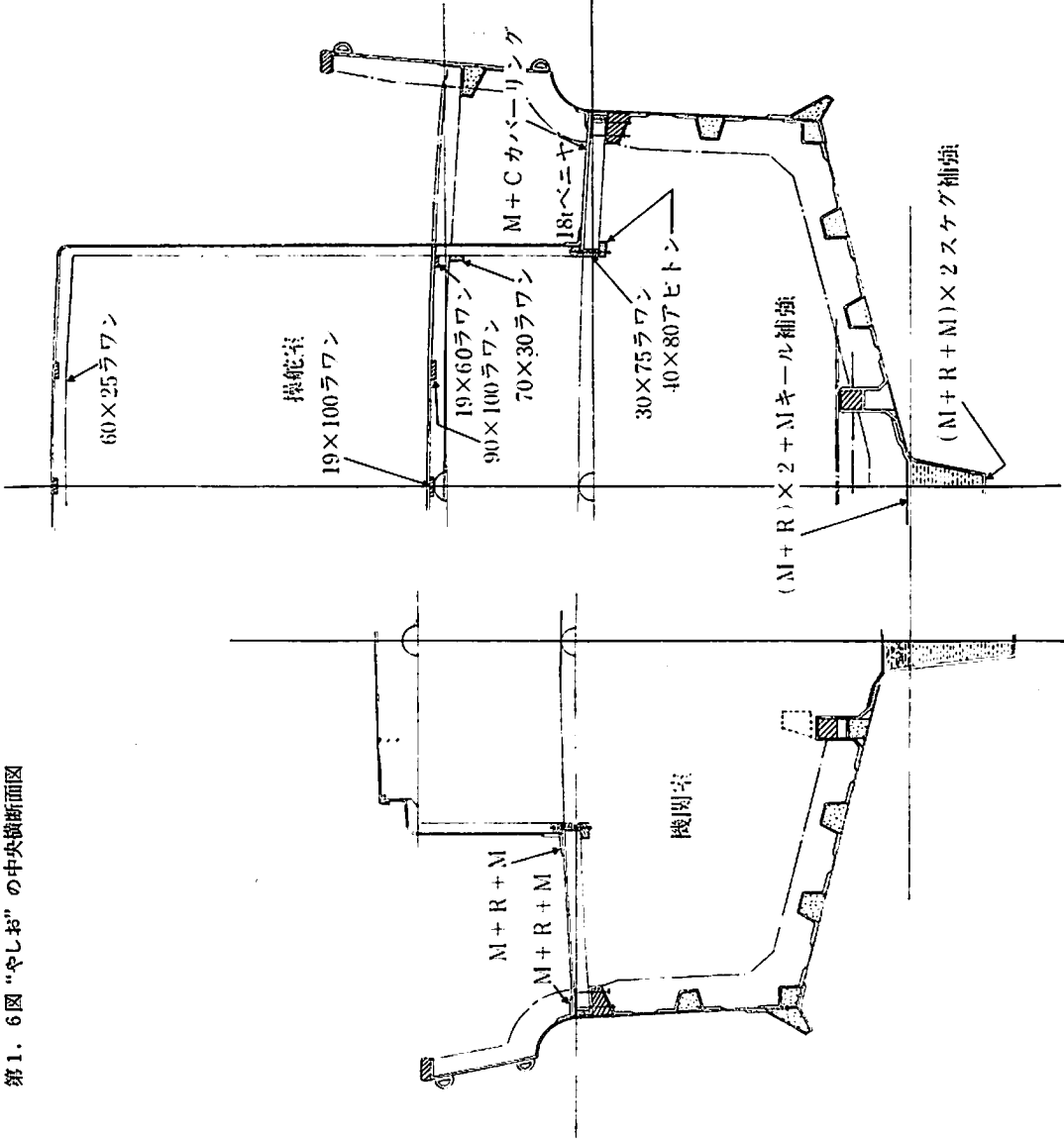


第1.5図 “やしお” 一般配置図

第1.4表 やしお・完成要目表

(1)	船種等	船資	型質格	ハードチャイン・スケグ付漁船型 FRP 第3種漁船	
	主	全長	長さ(登録)	21.30m 16.99m 3.88m	
	要	深さ	総トン数	1.60m 28.58T	
	寸	機関の種類及び数	力	キャタピラー D343 過給機空気冷却機付高速ディーゼル 試運転最大12.3kt (排水量32.6t)	1基
一般事項	法	速航燃料消費	距離油槽	470哩 3,160ℓ (1,580ℓ×2)	
	法	清魚活定	水槽倉庫	1,600ℓ (800ℓ×2) 2.0m³ (1.0m³×2)	
	法	魚活定	倉庫	1.1m³	1
	建造年月日等	建造所	工水工	石川島播磨重工業株式会社横浜舟艇工場 昭和51年4月25日 昭和51年9月17日 昭和51年9月30日	
(2)	構造等	構造方式	主水密隔壁	縦肋骨方式 4	
	船	船底外板	側外板	FRP単板製, 積層9プライ, ガラス含有量約4650g/m² FRP単板製, " 10 " , " 約5100g/m²	
	船	甲板	隔壁	耐水合板 15mm + FRPライニング (4プライ) 耐水合板 9mm, 船首倉庫及び機関室FRPライニング (2プライ)	
	材	縦通材	甲板梁	FRP製ハット型断面, 発泡体コア タンギール材, 横置構造	
船殻	部	魚活上機	魚活上機	耐水合板 12mm内張り FRPライニング3プライ, 舷側は防熱材入り	
	材	タ	ン	FRP単板製, 積層4プライ, ガラス含有量約1,800g/m² 縦通材上, 鋼製溶接構造 6~9mm	
	張	出軸	受軸	FRP単板製, 積層6プライ, ガラス含有量約3,000g/m² 鋼製Y型, シューブース付	1
	質	車軸	舵板及び舵軸	FRP製 鋼製複板舵, 舵軸は鋼製	1 各1
操舵装置	揚	船首尾ビット	船首尾ビット	FRP製 ステンレス鋼製	1 1
	揚	船首尾ビット	船首尾ビット	高圧油圧式 1.0t×20m/min, 横型ドラム式, (株)アワクメ けやき材, ステンレス冠材及びカンヌキ付, 船首 200mm 角 船尾 150mm 角	2基 3本
	揚	船首尾ビット	船首尾ビット		
	揚	船首尾ビット	船首尾ビット		

第1. 6図 “やしお” の中央横断面図



	ポンプ・タンク	燃料ブーストポンプ	ギヤー式, 1 m ³ /h×3 kg/cm ² AC220V 0.4KW	1 台
		清水ポンプ	ホームポンプ, 0.85m ³ /h×15 m, AC100V 150W	1 "
		魚倉冷凍機	レシプロ式, 1500Kcal/h, 三菱電機(株)	1 "
		油圧ポンプ	ギヤー式, 主機駆動, 28PR240型, (株)アワクメ	1 "
		燃料油タンク	船体付 1580ℓ	2 基
		清水タンク	" 800ℓ	2 "
		油圧油タンク	アルミ合金 100ℓ	1 個
		潤滑油タンク	" 100ℓ	1 "
		空調冷却水ポンプ	渦巻式 2 m ³ /h×10m, AC100V 0.4KW	1 "
	諸管装置	排気管	ステンレス鋼管製	1 組
		消音器	ステンレス鋼管	1 "
		海水管系	銅管, 亜鉛メッキ	
		燃料, 潤滑油管系	銅管	
		清水管系	塩化ビニール管	
		ビルジ, 空気抜管系	銅管	
(5)	電源装置	No.1 交流発電機	主機駆動, AC225V 15KVA, 三相 60Hz (株)東京電機製作所	1 台
		No.2 交流発電機	補機駆動, AC225V 30KVA, 三相 60Hz 旭電氣製造(株)	1 "
		主機付発電機	交流一直流式, DC28V 60A	1 "
		蓄電池	DC24V 200AH (N-200)	3 組
		陸上電源受電装置	AC100V, 単相 60Hz 50A	1 個
		整流器	シリコン, 入力 AC100V, 出力 DC20~35V, 60A	1 台
		変圧器	15KVA, 入力 AC220V, 三相 60Hz, 出力 AC105V 単相 60Hz	1 "
		主配電盤	デッドフロント壁掛型	1 基
	照明装置	探照灯	キセノン電球式, 500W AC220V, 室内操作型, (株)湘南	1 台
		投光器	水銀灯式, 400W AC220V, 旋回俯仰式, (株)湘南	4 "
		作業灯	AC100V 100W(2), DC24V 100W(1)	3 個
		集魚灯	白熱電球式, 500W×3 個×2 組	
			" 5000W×1 個×10組	
		室内灯	AC100V, 予備灯 DC24V	1 式
	電動機	旋回窓	300mmφ, センターモータ式 AC100V	3 台
		モータサイレン	0.4KW 急発停止式 AC220V	1 "
		電気冷蔵庫	250ℓ, AC100V	1 "
(6)	無線通信	SSB 送受信機	SL1-1型, A ₃ J 10W, A ₃ H 2.5W, 1.6~9.0MHz DC24V/AC100V 古野電氣(株)	1 台
		DSB 送受信機	DR 2-2 型, A ₃ 1 W (12波), 27MHz, DC24V 古野電氣(株)	1 "
		全波受信機	RG 1-1 型, 100KHz~28MHz 8 バンド, A ₁ A ₂ A ₃ J A ₃ H 古野電氣(株)	1 "
		拡声装置	VA-700型 35W, DC24V トーア(株)	1 "
	航海機器等	レーダー	FRC-402型, 10インチ 20KW 48週, AC100V 古野電氣(株)	1 台
		方向探知機	FDC-1型, 27MHz, AC100V 古野電氣(株)	1 "
		ローン受信機	LA-5型, A ₂ 1850KHz DC24V 古野電氣(株)	1 "
		魚群探知機	FHG-1500型, 2 周波切換 50/200KHz, 2 KW AC100V 古野電氣(株)	1 "
		風向風速計	KB-11型, ベーン式発電式 AC100V 光進電機(株)	1 "
		油圧測深機	TS-OP 500m 測深用, AC220V 0.75KW 鶴見精機(株)	1 台

(3)	船 体 機 装 置	係船装置	船尾キャブスタン 三方ローラー 船尾かんざし リーグプレート等	高圧油圧式 1.0t×20m/min, 縦型ドラム式, (株)アワクメ ステンレス製, 船首両舷, 船尾両舷 けやき材, 200mm 角 ステンレス製, リングプレート(10), 船首アイプレート(1)	1 基 6 1 式
		扉	扉	操舵室, 厨房, 便所: アルミ合金製 甲板倉庫: 木製	4 枚 1 "
		ハ ッ チ	ハ ッ チ	アルミ合金製: 船首倉庫 500mm×500mm (取外し) 船員室 600×600 (ヒンジ) 船尾倉庫 700×700 (取外し) 活魚倉 600×800 (") 魚倉 700×600 (") 機関室(頂部) 600×600 (ヒンジ) FRP製: 船員室(操舵室内) 600×600 (ヒンジ) 機関室(厨房内) 600×600 (ヒンジ)	1 個 1 " 1 " 1 " 2 " 1 " 1 " 1 "
		通	機動通風装置	機関室: 電動軸流 給気/排気 0.75KW AC220V 船員室: " " / " 0.40KW AC220V 厨房: " " / " 0.20KW AC220V	1 台 1 " 1 "
		風 装 置	自然通風装置	船首倉庫: グーズネック 500mmφ アルミ合金製 操舵室: 荒天型 150φ " 機関室: クラムシェル 100φ " 船尾倉庫: グーズネック 50φ " 厨房: マッシュルーム 200φ " 便所: " 150φ " 船員室: クラムシェル 100φ " 甲板倉庫: クラムシェル 100φ " マッシュルーム 150φ "	1 個 1 " 2 " 2 " 1 " 1 " 2 " 1 " 1 "
		冷 暖 房 装 置	冷暖房装置	海水冷却, パッケージ型, ヒートポンプ式, NH-12 冷/暖 3024/3629 Kcal/h 船員室に設置, 米国クルーズエアー社	1 台
		搭 載 艇	交通艇 船外機	FRP製 FISH-12 ヤマハ発動機(株) 9PS "	1 隻 1 台
(4)	機 関	主 機	機関型式 気筒数×筒径×行程 連続最大出力 減速逆転機 減速比	キャタピラー D343 過給機空冷冷却機付 4 サイクルディーゼル 6 (直列)×137mm×165mm 359PS/1800rpm キャタピラー三菱(株) MGN76LX 新潟コンバーター 3.03:1	1 基
		軸 系 ・ プ ロ ペ ラ	推進軸 プロペラ 直径×ピッチ ピッチ比 展開面積比 材質	JISG 4303 SUS 304, 110mmφ 3 翼一体型 1,230mm×800mm 0.650 0.550 アルミニウム青銅	1 本 1 基
		補 機	発電機用原動機 型式, 出力	4 サイクルディーゼル, ヤンマーディーゼル(株) YMG-30A 38PS/1800rpm	1 基
			雑用ポンプ 燃料移送用ポンプ	ゴムロータリー式, 10m³/h×15m, AC220V 1.5KW ギヤー式, 1m³/h×3kg/cm², AC220V 0.4KW	1 台 1 "

(7) 調測 査装 観置	水深水温記録計	(B.T) 米国製 鶴見精機(株)	4 "
	電磁海流計	(G.E.K) 理化学研究所製 (株)本地郷	1 "
	電気水温計	SK-11 自記式表層1点 AC100V 村山電機(株)	1 "
	観測用ダビット	旋回式, 鋼製亜鉛メッキ	1 式
(8) 漁 撈 装 置	ラインホーラー	延縄用, 油圧駆動, 75kg×0~100m/min (株)アワクメ	1 台
	ネットホーラー	刺網用, 油圧駆動 5 P S, 両舷式 (株)アワクメ	1 "
	ネットホーラー	底刺網用, 油圧駆動, 400kg×0~60m/min (株)アワクメ	1 "
	底釣用捲上機	巻取式 AC100V 500W 伸光商事	3 "
		ラインホーラー式 AC1000V 200W 山下釣具	3 "
	肉 摺 機	油圧駆動 52番 (株)アワクメ	1 "
	スパンカー		1 式

第1.5表 やしお・完成重量及び復原性能等

項 目			状 態	軽 荷	満 載 出 港	50% 消 費	90% 消 費
船 体	船	設	t	11.723			
	機	装	t	4.72			
	固 定 齊 備	備	t	0.64			
	固 定 バ ラ ス ト	ト	t	2.00			
機 関			t	6.44			
電 航 通 電 音 観 漁	電	気	t	2.70			
	航	海 光 学	t	0.14			
	通	信 情 報	t	0.19			
	電	測	t	0.16			
	音	測	t	0.04			
	観	測	t	0.87			
	漁 撈 装 置	置	t	1.21			
運 用	機関及び諸管内の水油	油	t ...	0	0.54	0.54	0.54
	一 般 齊 備	備	t	0.81	4.11	3.21	2.49
	燃 料	等	t	0	2.89	1.49	0.397
	漁 撈	撈	t	0	1.05	3.01	3.01
合 計 重 量=△			t	31.643	39.423	39.092	37.270
喫 水 (B L上)	前 部	d_F	m	0.670	0.834	1.020	1.024
	後 部	d_A	m	1.235	1.315	1.191	1.140
	平 均	d_M	m	1.005	1.075	1.106	1.082
ト リ ム (B L上)			m	艀 0.565	艀 0.481	艀 0.171	艀 0.116
T P C			t	0.516	0.593	0.590	0.573
M T C			t - m	0.465	0.635	0.628	0.587
K B (B L上)			m	0.600	0.700	0.695	0.673
B M			m	1.740	1.573	1.580	1.610
K M (B L上)			m	2.340	2.273	2.275	2.283
K G (B L上)			m	1.411	1.418	1.432	1.449
G M			m	0.929	0.855	0.843	0.834
O G			m	0.458	0.343	0.326	0.367
〰 B			m	艀 0.470	艀 0.720	艀 0.710	艀 0.648
〰 G			m	" 1.274	" 1.495	" 0.980	" 0.830

$\overline{F}$	m	纜 1.150	纜 1.970	纜 1.940	纜 1.770
$F_{\theta}\overline{\Delta}$	m	0.613	0.543	0.512	0.536
最大復原挺 GZ	m	0.427	0.387	0.380	0.380
最大復原挺角度	度	36.3	34.4	33.8	33.8
最大復原性範圍	度	85.2	82.1	80.8	79.9
動揺周期	秒	4.16	4.02	4.01	4.08
C係数	定常風速 15m/s		1.74	1.76	1.91
	" 19m/s		1.34	1.37	1.45

第1.6表 やしお・試運転成績

速 力 試 験	試 運 転 種 類	① 海 運 局・船 主			② 水 産 庁・船 主			
	施 行 年 月 日	51. 9. 24			51. 9. 24			
	施 行 場 所	本牧沖標柱間			本牧沖標柱間			
	標 柱 間 距 離	1546.7m			1546.7m			
	天 候	くもり			晴			
	海 況	平穏, 水深30m			平穏, 水深30m			
	風 速	北東3～4 m/s			北北東7～8 m/s			
	前 部 喫 水	0.645m (B L上)			0.650m (B L上)			
	後 部 "	1.295m (")			1.290m (")			
	平 均 "	0.970m (")			0.970m (")			
ト リ ム	0.650m (")			0.640m (")				
排 水 量	32.635 t			32.61 t				
水 線 長	18.40m			18.40m				
	負 荷	主機回転数	速 度	プロペラ 失 脚 率	主機回転数	速 度	プロペラ 失 脚 率	
	最 低 速	rpm —	kt —	% —	rpm 550	kt 4.436	% 5.6	
	1/4	1,134	8.870	8.5	1,134	8.754	9.7	
	2/4	1,429	10.393	16.0	1,429	10.313	15.5	
	3/4	1,635	11.291	19.2	1,635	11.273	19.3	
	85%	—	—	—	1,705	11.656	20.0	
	"	—	—	—	1,705	11.649	20.0	
	3/4	1,800	12.143	21.0	1,800	12.061	21.6	
	11/10	1,858	12.312	22.4	1,852	12.326	22.1	
	旋 回 力 試 験	項 目		左 旋 回		右 旋 回		
主 機 関 回 転 数		1,635 rpm						
前 進 速 度		11.27 kt						
実 際 の 舵 角		35°		35°				
實際舵角に要した時間		6.9sec		7.4sec				
旋 回 圈		42.6m		53.3m				
旋 回 圈 / 水 線 長		2.3		2.9				
回頭に要した時間 (sec)		30°	8.1		6.8			
		90°	14.3		13.9			
		180°	22.3		25.1			
		360°	43.9		45.9			
旋回における主機回転数変化			1,635→1,580rpm		1,635→1,580rpm			

前後進 発停試験	主 機 関 回 転 数	1,800rpm
	前 進 速 度	12.06 kt
	発令より船停止までの時間	前進—後進 20.8 sec
惰 力 試 験	" " 航走距離	50.4m
	航走距離/水線長	2.74
	主 機 関 回 転 数	1,800rpm
惰 力 試 験	前 進 速 度	12.06 kt
	発令より船停止までの時間	4.9 sec
	" " 航走距離	153m
惰 力 試 験	航走距離/水線長	8.32

2. 長崎県立長崎水産高等学校小型実習船・すいらん

2.1 経緯

本船は長崎県立長崎水産高等学校の小型実習船であり、同県下海域において漁業、航海運用、機関及び航海計器等の実習・訓練に従事する第3種漁船として計画され、特に実習の高能率化を図るため高速を要求されたものである。その設計の基本的な考え方については「やしお」と同様であるため、ここに併せて紹介するものである。

本船の基本設計ならびに建造時の監督は㈱東京設計研究所において行なわれ、建造は東海ボート㈱において行なわれた。昭和50年11月25日基本設計完了、昭和51年4月起工、昭和51年9月竣工した。

2.2 基本計画

本船は前記のように総トン数19トン型とし、生徒10名ずつのせて実習訓練を行なうため高速をねらい、航海速力12ノット以上、試運転最大13.5ノット

以上が要求されたが、本船ではいか釣り、底延縄、底刺網、浮刺網、一本釣り等の漁業実習を行なうため、その船型は高速漁船型とすることとし、「やしお」と同様な設計思想のもとに基本設計が行なわれたので、簡単に紹介する。

その船型は全通ハードチャイン、トランサム型、スケグ式とし、基本計画では「やしお」と同様にスケグと船底の交点はナックルラインとし、スケグ下端は角型であったが、建造段階で前記の部分を丸型に変更した。

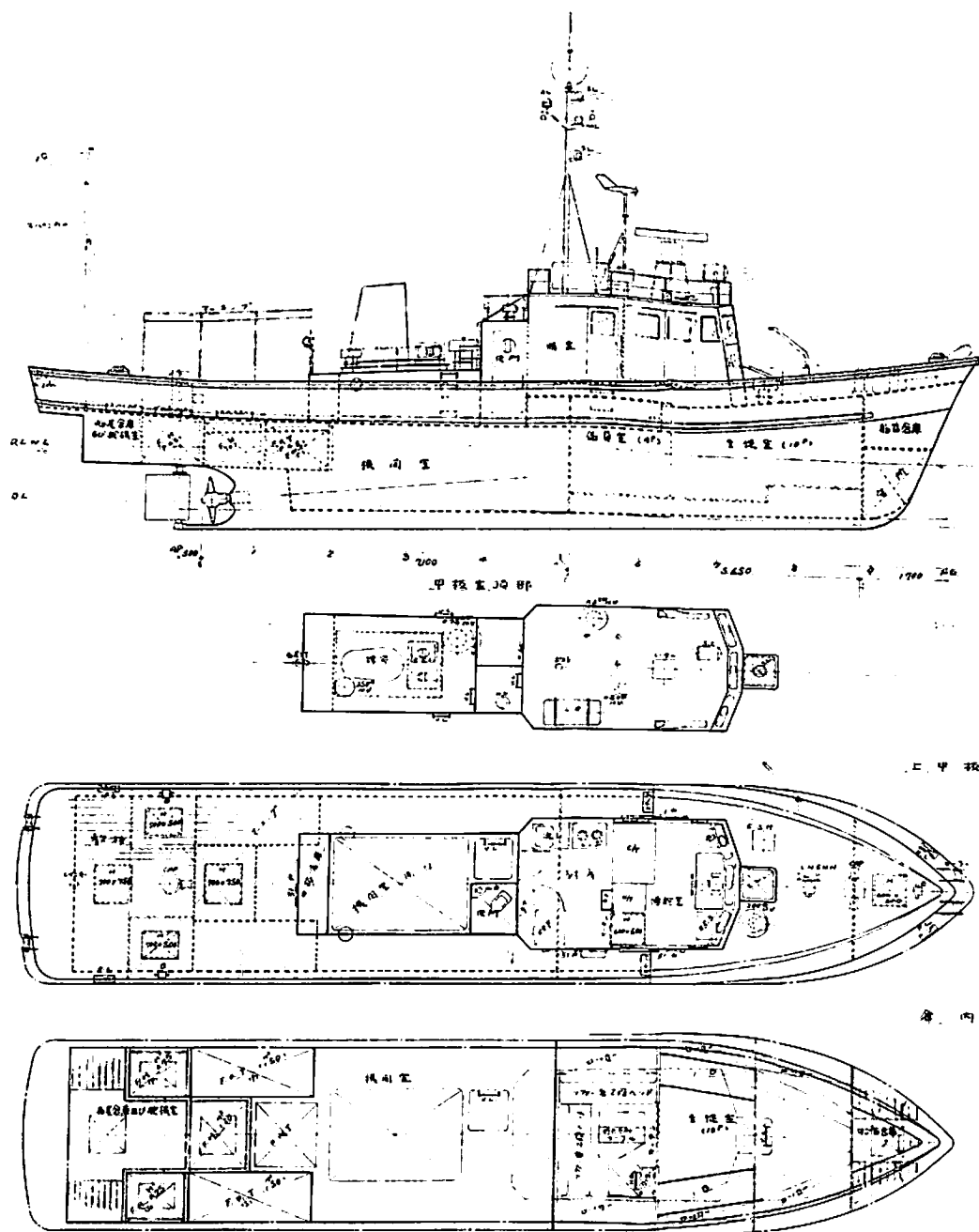
本船の主要寸法は次の通りである。

LoA	18.55m
L_R	14.95m
B_{max}	4.03m (ブルワーク外面)
B	3.50m
D	1.45m
Δ	33.0 t (計画満載状態)

また主要寸法比を「やしお」と比較すると



“すいらん”



第2.1図 “すいらん” の一般配置図

	すいらん	やしお
L_R/B	4.27	4.35
L_R/D	10.31	10.63
B/D	2.41	2.44
$L_R/\nabla^{1/3}$	4.70	5.12

のとおりで、本船は「やしお」に比較して小型であるため、復原性能を考慮して若干幅を広目としているが、装備重量が重い「やしお」計画満載排水量 37.6t に対して 33.0t であって比率的に重く、 $L_R/\nabla^{1/3}$ に見るような差が生じている。

主機関は装備重量の軽減のため軽量小型高出力のものを選ぶ必要があるため、GM12V-71N 型とした。

復原性能に関しては、本船も「やしお」と同様に重心が高目となり、風圧側面積も大きな船となるので、C 係数を 1.0 以上とするために重心の下降と風圧側面積の減少対策を講じた。その結果として本船の最もきびしい使用状態である、いか釣り操業時

についての計画重量重心トリム等計算結果を第 2.1 表に示している。また完成時成績とし定常風速 15 m/s において、いか釣り操業時でも C 係数は 1.0 以上であることが確認された。

2.3 完成図書

一般配置図	第 2.1 図
中央横断面図	第 2.2 図
完成要目表	第 2.2 表
完成重量及復原性能等	第 2.3 表
試運転成績表	第 2.4 表

むすび

以上のように、高速を要求された 20～30 トン型漁業調査船及び実習船の船型にハードチェーン船型を採用した 2 隻の例について紹介したが、いずれも漁撈作業を行なう必要のある船であるため、高速取締船などとは異なった使用面上からの制約があるので、船型の選定がむづかしい面もあり、また、速力推定についても同様である。今後これらについて更に研究を進める必要があろう。

第 2.1 表 すいらん・計画重量重心トリム等計算書（いか釣り漁業）

状 態	軽 荷	満 載 出 港	漁 場 発	帰 港
Δ t	26.47	33.71	31.86	30.14
d_F m	0.865	0.924	0.942	0.961
d_A m	0.963	1.152	1.088	1.022
d_M m	0.914	1.038	1.015	0.992
ト リ ム m	0.098	0.228	0.146	0.061
$\overline{MG}$ m	1.36	1.80	1.62	1.41
$\overline{MB}$ m	1.144	1.358	1.325	1.283
TKM m	2.358	2.122	2.175	2.232
KG m	1.45	1.41	1.42	1.44
OG m	0.536	0.372	0.405	0.448
KG/D	1.000	0.972	0.979	0.993
GM m	0.909	0.712	0.755	0.792
F_b m	0.556	0.432	0.455	0.478

- (注) 1. 喫水は線図の BL よりの値を示す。
2. 乾舷用深さ $1.45\text{m} + 0.02\text{m} = 1.47\text{m}$

第 2.2 表 すいらん・完成要目表

(1) 一般事項	船 種	船 型	ハードチェーン・スケグ付漁船型
	船 資	質 格	FRP 第 3 種漁船
	全 長	長 さ (登 録)	18.55m 14.95m

主 要 寸 法 等	幅	3.50m	1 基	
	深さ	1.45m		
機 関 の 種 類 及 数 量	総トン数	19.24T		
	機関の種類及び数	GM12V-71N型高速ディーゼル機関		
	速力	試運転最大 15.15kt (排水量 27.05 t)		
	航続距離	480浬		
	燃料油槽	3,000ℓ (1,500ℓ×2)		
	清水槽	1,200ℓ (600ℓ×2)		
	魚倉	1.5m³ (0.75m³×2)		
	活魚倉	1.2m³		
定員	船舶職員(3), 教員(1), 生徒(10) 計14名			
建 造 等	建 造 所	東海ポート株式会社		
	起 工	昭和51年 4 月		
	竣 工	昭和51年 9 月		
(2) 船 体 部 材 質	構造等	構造方式 主水密隔壁 3		
	船 底 外 板 側 外 板 甲 板 隔 壁 材 梁 倉 倉 構 造 台 ク 管 軸 管 突	船底外板	FRP単板製, 積層 7 プライ, ガラス含有量 約3,910g/m²	
		船側外板	" " " "	
		甲板板	耐水合板 18mm+FRPライニング (3 プライ)	
		隔壁板	耐水合板 9mm, 船首倉庫 及び 機関室FRPライニング (2 プライ)	
		縦通材	FRP製ハット型断面, 発泡体コア	
		甲板梁	アビトン材, 横置構造	
		魚倉	耐水合板 12mm 内張, FRPライニング (3 プライ)	
		活魚倉		
		上部構造	FRP単板製, 積層 4 プライ, ガラス含有量 約2,300g/m²	
機 関 燃 料 車 舵 板 及 び 舵 軸 管 突	機関台	木製FRPライニング		
	燃料タンク	FRP単板製, 積層 6 プライ, ガラス含有量 約2,700g/m²		
	軸管	FRP製		
	舵板及び舵軸	鋼製亜鉛メッキ		
	舵軸管	FRP製		
	煙突	ステンレス製		
(3) 船 体 機 装 置	操舵機	電動油圧, トランクピストン型 0.3 t-m	1 式	
	自動操舵装置	磁気コンパスパイロット	1 "	
揚 錨 ・ 係 船 装 置	遠隔操縦装置	ハンドリモートコントローラー	1 "	
	揚錨・係船装置	船首キャブスタン 高圧油圧式 1.5 t ×20 m/min, 横型 2 ローラー式	1 台	
	船尾キャブスタン	" 0.5 t ×20 m/min, 堅型ローラー式	1 "	
	木製ビット	ステンレス冠材及びカンヌキ付	3 本	
機 動 通 風 装 置	フェアリーダ	青銅製, 船首尾両舷	4 個	
	リングプレート等	ステンレス製リングプレート(10), アンカーローラー(4)		
通 風 装 置	機動通風装置	機関室: 電動軸流, 給気/排気 0.75KW AC220V 船 室: " " / " 0.40KW AC220V 厨 房: " " / " 0.20KW AC220V	1 台 1 " 1 "	
	自然通風筒	船首倉庫: グーズネック 50mmφ アルミ合金製 生 徒 室: 荒天型 200φ " 操 舵 室: " 150φ " 機 関 室: マッシュルーム 250φ "	1 個 1 " 1 " 1 " 1 "	

		船尾倉庫：グーズネック 50φ "	1 "
冷装 暖房置	冷 暖 房 装 置	海水冷却，ヒートポンプ式パッケージ型 冷/暖 3,000/3,600kcal/h，船員室に設置	1 台
	扉	操舵室，厨房，便所：アルミ合金製 機関室，甲板倉庫：木製	4 枚 2 "
	ハ ッ チ	F R P 製：船首倉庫 600mm × 600mm (取外し式) 生徒室 " × " (ヒンジ式) 船員室 " × " (取外し式) 船尾倉庫 700 × 750 (") 活魚倉 " × " (") 魚 倉 " × " (")	1 個 1 " 1 " 1 " 1 " 2 "
(4) 機 関	主 機 関	機 関 型 式 GM12V-71N型 2 サイクル V 型高速ディーゼル 気筒数×筒径×行程 12(V 型)×107.95mm×127mm 連 続 最 大 出 力 350PS/2,170rpm ギ ャ 減 速 比 3.0 : 1 (米国ジェネラルモータース，富永物産)	1 基
	軸系・プロペラ	推 進 軸 系 J I S G 4303 S U S 304 中空軸外径 110mmφ ブ ロ ペ ラ 3 翼可変ピッチプロペラ C P C 30 型 直 径 1.050mm 基 準 ピ ッ チ 比 0.400 展 開 面 積 比 0.553 材 質 アルミニウム青銅鋳物 (かもめプロペラ)	1 本 1 式
	補機	発 電 機 用 原 動 機 4 サイクルディーゼル (ヤンマーディーゼル) 型 式 出 力 N S 180 型，15PS/2,400rpm	1 基
	ポンプ・タンク	雑 用 ポ ン プ ゴムロータリー式，20m³/h×15m，A C 220V，5.5KW 油 圧 ポ ン プ 高圧ギヤ式主機駆動，入力 20PS 清 水 ポ ン プ ホームポンプ，0.85m³/h×15m，A C 100V，150W 熱 料 ポ ン プ ギヤ式，1.2m³/h×2 kg/cm²，A C 220V，0.4KW C P P 油 圧 ポ ン プ 高圧ギヤ式，A C 220V，0.4KW 冷 凍 機 レシプロ式，900kcal/h，A C 220V，2.2KW 同上用冷却水ポンプ 渦巻式，1.0m³/h×10m，A C 220V，0.4KW 燃 料 油 タ ン ク 船体付 合計3,000ℓ 清 水 タ ン ク F R P 製 1,200ℓ 補機用燃料タンク ステンレス製 100ℓ 油 圧 油 タ ン ク " 150ℓ	1 台 1 " 1 " 1 " 1 " 1 " 1 " 2 " 1 " 1 " 1 "
	諸管装置	排 気 管，消 音 器 ステンレス製 清 水 管 系 塩化ビニール管 海 水 管，ビ ル ジ 管 } 銅管 燃 料 油 管，潤 滑 油 管 } 空 気 抜 管 } 油 圧 管 圧力配管用銅管	1 式
(5) 電 源 装 置	電 源 装 置	№ 1 交 流 発 電 機 主機駆動，A C 225V 35KVA，三相 60Hz № 2 交 流 発 電 機 補機駆動，A C 225V 10KVA，三相 60Hz 主 機 付 発 電 機 交流一直流式 D C 28V 2KW 蓄 電 池 D C 24V 200AH(N-200) 陸上電源受電装置 A C 100V，单相 60Hz 50A 整 流 器 シリコン，入力 A C 100V，出力 D C 20~35，60A	1 台 1 " 1 " 3 組 1 台 1 "

	変圧器 主配電盤	20KVA, 入力 AC220V 三相 60Hz, 出力 AC105V 単相 60Hz デッドフロント壁掛け型	1 〃 1 基	
	照明装置	探照灯 投光器 作業灯 集魚灯 (空中) 〃 (水中) 室内照明	白熱電球式, 1 KW, AC100V, 黄銅製, 室内操作型 〃, 500W, 〃, 〃, 方向自在型 AC100V, 100W(2), DC24V, 100W(1) 白熱電球式, 1 KW, AC100V 〃, 500W, 〃 コード50m AC100V, 予備灯 DC24V	1 台 2 〃 3 個 8 〃 2 〃 1 式
	電動機	旋回窓 モータサイレン 電気冷蔵庫	300mmφ センターモータ式 DC100V 0.4KW 急発停式 AC220V 170ℓ, AC100V	3 台 1 〃 1 〃
(6) 無線航海計器等	無線通信	SSB 送信機 DSB 送信機 VHF 受信機 全波受信機 拡声装置	A ₃ J 10W, A ₃ H2.5W, 1.6~9.0Hz, DC24V (日本無線) A ₃ 1 W, 27MHz, DC24V (日本無線) A ₃ 5 W, 150MHz, DC24V (日本無線) 可搬式トランジスタ式, FM, AM, SW, AC100及び電池 (ソニー) 出力 30W, , ラジオ受信, カートリッジプレーヤー, FMトータック装置, トランペットスピーカー(1), 室内スピーカー(3) DC24V (東亜特殊電波)	1 台 1 〃 1 〃 1 〃 1 〃
	航海機器等	レーダー 無線方位測定機 ローラン受信機 魚群探知機 風向風速計	7 インチ, 10KW, 48 漣, 壁掛型, DC24V (古野電気) 全自動式, 200~13,000KHz, DC24 (大洋電機) 完全自動式, A 波 3 チャンネル, DC24V (古野電気) 2 周波切替, 0~340m, DC24V (古野電気) ベーン式発電式, AC100V	1 台 1 〃 1 〃 1 〃 1 〃
(7) 調査観測		電動測深機 水深水温記録計 深度計 サリノメータ PH 測定器 電気温度計	500m可測, AC220V, 0.75KW (鶴見精機) (B. T) (ワールドターマン鶴見)	1 台 1 〃
(8) 漁撈装置	いか釣り	電動いか釣り機 手動 〃 スパンカー シーアンカー	完全自動式, AC220V, 0.4KW アルミ合金製マスト パラシュート型	2 台 4 〃 1 式 1 組
	延縄	ラインホーラー	電動式, DC24V, 250W (泉井)	1 台
	刺網	ネットホーラー	電動式, DC24V, 荷重60kg (泉井)	1 〃
	一本釣	撒水管	ノズル 5 個付	2 組

第2.2表 すいらん・完成重量及び復原性能等（いか釣り漁業）

項 目		状 態	基 準 軽 荷	い か 釣 り 漁 業 時		
				満 載 出 港	漁 場 発	満 載 帰 港
計 面 時	船	殻	t	9.614		
	機	装	t	4.283		
	固 定 齊 備	t	0.337			
	航 海 機 器	t	0.269			
	電 氣 線	t	2.184			
	無 機 関	t	0.216			
	一 般 齊 備	t	5.070			
		t	0.700			
	合 計	t	22.673			
	余 裕 約 5.4%	t	1.227			
時	固 定 パ ラ ス ト	t	2.000			
	基 準 軽 荷 状 態	t	25.900			
	完成時基準軽荷状態	t	26.18		26.18	
い か 釣 り 用 漁 撈 装 置		t	0		0.57	
い か 釣 り 時 軽 荷 状 態		t			26.75	
載 荷 重 量	機関及び諸管内の水油	t	0	0.21	0.18	0.17
	一 般 齊 備	t	0	1.96	1.88	1.81
	燃 料 消 水 等	t	0	4.09	2.05	0.41
	漁 撈	t	0	0.98	1.28	1.28
合 計 重 量=△		t	26.18	33.99	32.14	30.42
喫 水 (BL上)	前 部 d_F	m	0.823	0.909	0.921	0.939
	後 部 d_A	m	0.988	1.173	1.109	1.044
	平 均 d_M	m	0.906	1.041	1.015	0.992
ト リ ム (BL上)		m	0.156	0.264	0.188	0.105
MTC		t-m	0.606	0.670	0.662	0.652
TKM (BL上)		m	2.375	2.114	2.170	2.228
KG (BL上)		m	1.407	1.412	1.421	1.445
GM		m	0.968	0.702	0.749	0.783
OG		m	0.501	0.371	0.406	0.453
ΦB		m	艀 1.140	艀 1.365	艀 1.330	艀 1.290
ΦG		m	" 1.501	" 1.885	" 1.717	" 1.516
ΦF		m	" 1.920	" 1.950	" 1.962	" 1.966
F_0 Φ		m	0.466	0.396	0.365	0.389
最 大 復 原 挺 GZ		m		0.255	0.268	0.270
最 大 復 原 挺 角 度		度		24.5	25.0	25.0
最 大 復 原 性 範 囲		度		59.8	60.2	60.0
動 揺 周 期		秒		4.01	3.92	3.87
C係数	定常風速 15m/s			1.14	1.02	1.01
	" 19m/s			0.78	0.73	0.64

第 2.3 表 すいらん・試運転成績

速

ディーゼルエンジン <32>

Engineering Course : Diesel Engine<32>

by Zenzaburo Saito

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

斎藤善三郎

三菱重工業

第8章 ディーゼルエンジンの構造

8.1 ディーゼルエンジンの構成

ディーゼルエンジンの構造の話は、まずディーゼルエンジンの一大特長である燃焼室から始まるのが一般的である。ガソリンエンジンを知っている人などの専門家には非常に理解し易い。

しかし、その他の一般の人から、「ディーゼルエンジンの全貌構造を知る以前に、その一部ぐらいの燃焼室をとりあげて説明され、了解できても、その燃焼室がディーゼルエンジンのどこにあって、どんな役割を持っていて、エンジンの他部分と機能上どのように連結してエンジンの動力源として役目を果たしているか、という総合的なことになると別の話になって、すぐにはつながらない」と言われることが多い。

そこでディーゼルエンジンの構造を説明するに当たって、まず構造全般についての構成から始めて、系統別に分類し、基礎から応用まで初歩の人にもわかるように平易に解説をすすめることとする。

なお、いままでの章と同様、オリジナルな図や写真やグラフを豊富に集録したものとする。

8.1.1 各種ディーゼルエンジンの構造比較

ディーゼルエンジンを分類（第5章参照）をしてみると、数馬力の小形ディーゼルエンジンから始まって中小形、中形、更に5万馬力におよぶ大形ディーゼルエンジンまで多種多様である。

これらディーゼルエンジンの横断面図をならべてみたのが、図5.1.11各分類形式別エンジン（本誌No.532掲載）である。

この図でみるように大形低速ディーゼルエンジンを除いた他のエンジン、即ち小形・高速ディーゼル

エンジンから中形高速ディーゼルエンジンまでは、4サイクルエンジンで構造は全く相似で共通的である。事実、ディーゼルエンジンのほとんどが4サイクルを採用し、小形から中形まで同一構造なのである。

もう1つ実例として、ここに出力約1,000 psの小形高速ディーゼルエンジンと出力約19,000 psの中形中速ディーゼルエンジンとの横断面図の比較を図8・1・1に示す。

図5・1・11の中で、大形低速ディーゼルエンジンのみは歴史的に古くから、この特異な形をとってきている。これは現在でも他の小形ないしは中形ディーゼルエンジン群と異質のものなのであろうか？

図8・1・2大形低速ディーゼルエンジンの構造例の図を見てみよう。

同図の右側には Sulzer 8 RND 105/180形の2サイクル大形低速ディーゼルエンジンの外観、横断面図および構造モデル図の3つの図を示す。また同図の左端には小形ないし中形ディーゼルエンジンの構造モデル図を参考に掲載した。

大形低速ディーゼルエンジンの場合は、同図でみるようにクロスヘッド③とピストン棒②が、ピストン①と④コンロッドの間に連結して運動を伝達する仕組みとなっており、クロスヘッド形と呼ばれる。

これに対してクロスヘッド③を有しないエンジンのピストンを特に区別して、トランクピストン（胴形ピストン）と呼ぶ。小形ないし中形ディーゼルエンジンはこの形に属する。

クロスヘッドは、トランクピストン形においてのコンロッドによるスラストをピストン胴部を長くして、受ける代りに設置した滑動面である。トランク

小形高速 [クラス]
 三菱12 SA 形 [形成]
 12V—140×165 [シリンダ数—直径×行程]
 970 ps/2, 100 rpm [出力]

中形中速
 MAN 18 V 52/55
 18V—520×550
 18,990 ps/450 rpm

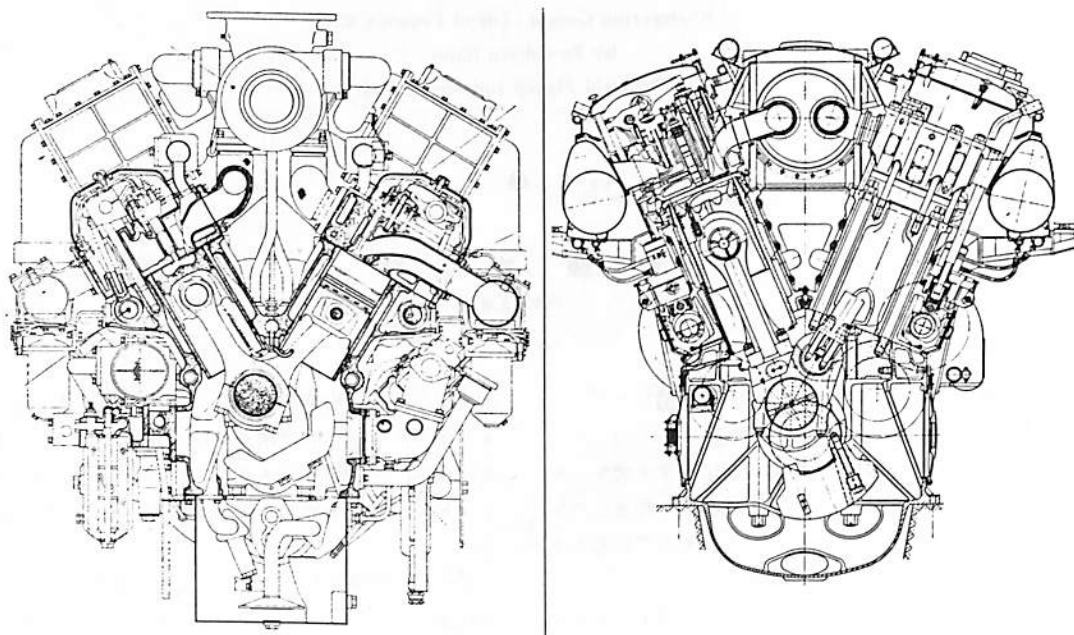
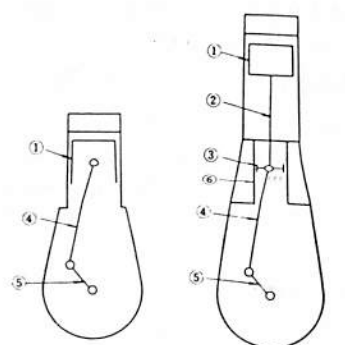
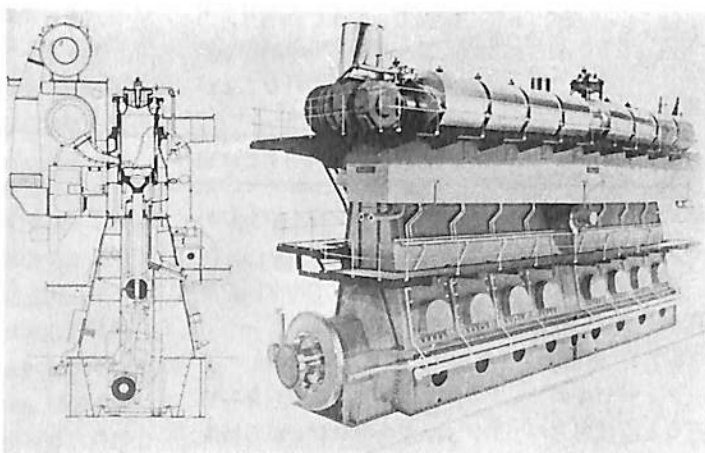


図8・1・1 小型高速ディーゼルエンジンと高出力中形中速ディーゼルエンジンの横断面図



①ピストン ②ピストン棒 ③クロスヘッド
 ④連接棒 ⑤クランク ⑥ガイド

(注) (i) 4サイクル
 小形中形
 ディーゼルエ
 ンジン
 (ii) トランクピ
 ストン形
 [モデル図]
 (注) (i) 2サイクル
 大形低速
 ディーゼルエ
 ンジン
 (ii) クロスヘッ
 ド形
 [モデル図]



横 断 面

外 観

(注) Sulzer 8 RND 105/180
 シリンダ数—直径×行程：8—1050×1800
 出力/cyl：4000 ps/108 rpm/cyl
 サイクル：2サイクル

図8・1・2 大型低速ディーゼルエンジンの構造例

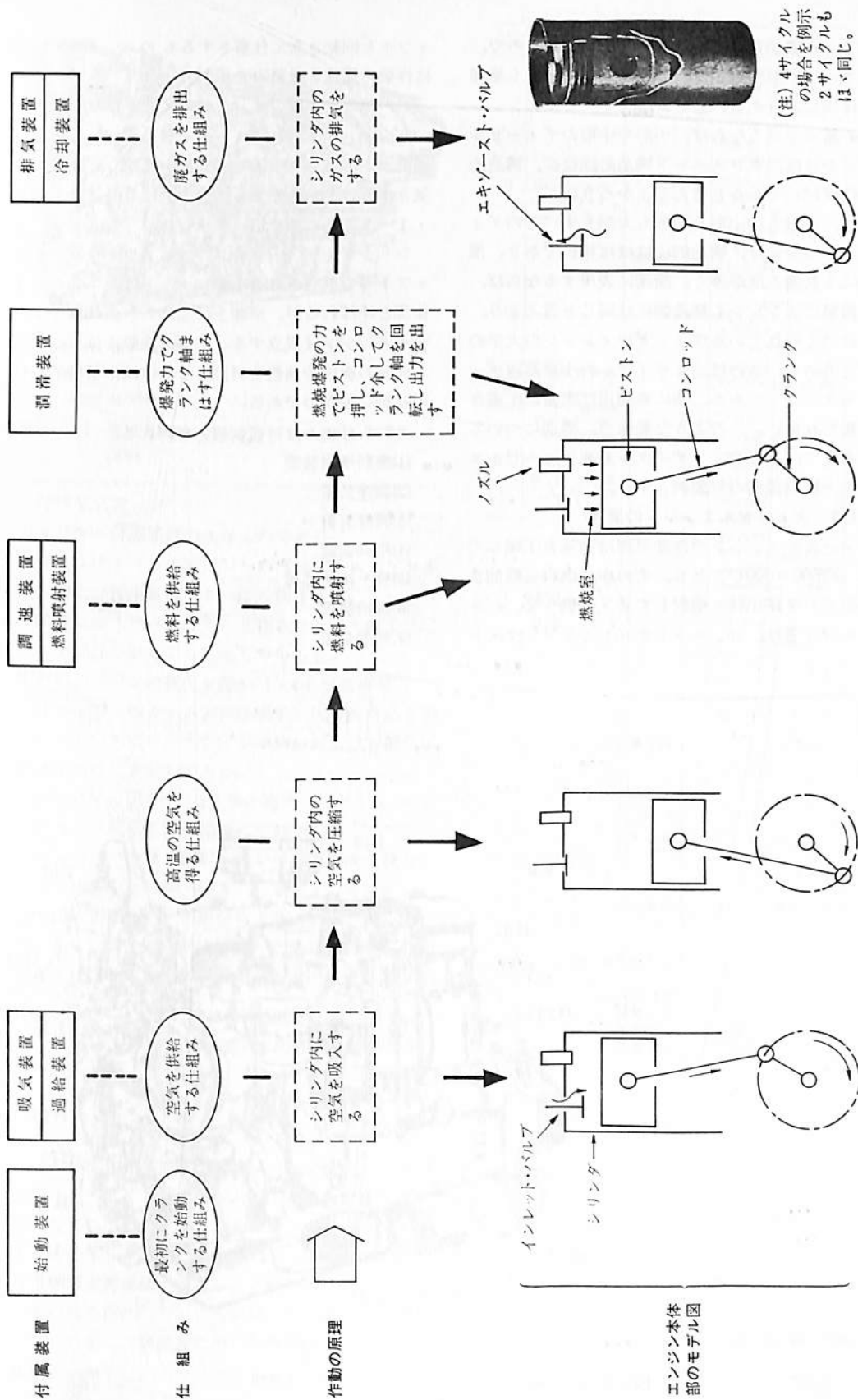


図8・1・3 ディーゼルエンジンの作動原理と仕組み

ピストンの機能を分離分担させた機構であるので、クロスヘッド形は見かけの形状は変わっていても原理的には同じと言える。大形低速ディーゼルエンジンをこの観点で見ると、小形や中形のディーゼルエンジンとは、クロスヘッド構造を除けば、構造的にはほぼ同じであると考えてよからう。

即ち、小形も中形も中形も大形もすべてのディーゼルエンジンは、構造的にはほぼ相似であり、部品の共通の面が多く、簡潔に表現するならば、どの種類のエンジンも構造的には同じと言えよう。

現在つくられているディーゼルエンジンの大半の台数を占めているのは、4サイクルの小形高速ディーゼルエンジンである。特に車両用は大量に生産されて親しみやすい。このような意味で、構造については、本文では主として4サイクル高速ディーゼルエンジンを構造説明の対象例とする。

8.1.2 ディーゼルエンジンの構成

ディーゼルエンジンの作動原理は空気を圧縮して高温（約500～600℃）とし、その中に燃料（軽油または重油）を霧化状に噴射して着火燃焼させ、ピストンを押し下げ、コンロッドを介してクランク・シ

ャフトを回転させて仕事をするもので、図8・1・3に作動の原理と仕組みを示す。

この原理は同図のエンジン本体部で行なわれる。シリンダとヘッドとピストンで形づくられる所謂、燃焼室内に空気を吸入し、これを圧縮して高温の空気とすることから始まる作動の過程の概要は、図8・1・3の中に順を追って示した。

シリンダやピストンやコンロッドやクランク・シャフト等で構成されるこのユニットは、エンジン本体部と呼ばれるが、原理上はこれらがあればディーゼルエンジンは成立する。しかし実際にはエンジン本体部の機械的運動を可能にするには、補助的な仕組みが必要なのである。

これら仕組みは付属装置と呼ばれる。

- (1)燃料噴射装置
- (2)調速装置
- (3)潤滑装置
- (4)冷却装置
- (5)吸・排気装置
- (6)過給装置
- (7)始動装置

B13 シリンダ・ブロック	固定部
B31 シリンダ・ヘッド	
B35 ヘッド・カバー	
B23 フライホイール・ハウジング	往復部
B51 ピストン	
B61 コンロッド	
B71 クランク・シャフト	回転部
B73 フライホイール	
B75 ダンパ	
B95 カム・シャフト	バルブ・メカニズム
L11 オイル・ポンプ	
L41 オイル・ストレーナ	潤滑装置
L51 オイル・パン	
C21 サーモ・スタット	冷却装置
C62 ウォーター・アウトレット	
C41 ファン	燃料装置 吸気装置 始動装置 電気装置
F61 フューエル・フィルタ	
I13 エヤ・クリーナ	
S11 スターチング・モータ	
E11 ジェネレータ	

注

- 1) Leyland EO 370
小形高速ディーゼルエンジン
- 2) ゴジックは本体部
- 3) ゴジック以外は付属装置
- 4) 代表的部品を示す

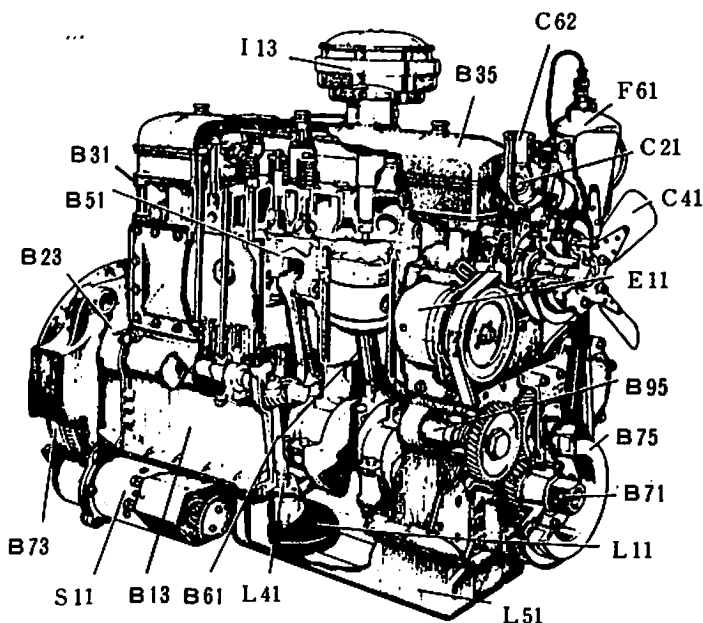
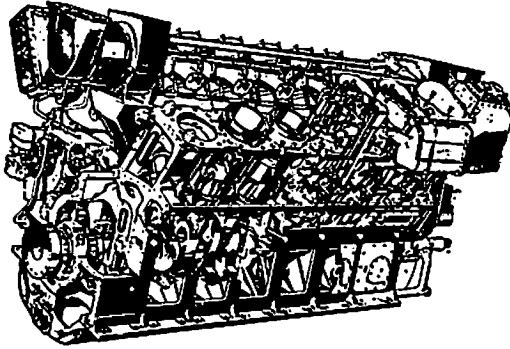


図8・1・4 小形高速ディーゼルエンジンのカット図例



注 MAN 18V 52/55形
18V-520×550
18,990 ps/450 rpm

図8・1・5 高出力中形中速ディーゼルエンジンのカット図例

(8)電気装置

の8種類が付属装置の主なものである。

即ち、ディーゼルエンジンの構成は、エンジン本体部および付属装置の2つに大別される。

構成は2大別されるが、これらはすべて数千点におよぶ部品の組立てられたものである。

実際のエンジンの状況を図8・1・4小形高速ディーゼルエンジンのカット図例に示す。代表的部品を番号で示してあるが、エンジン本体部および各種付属装置にわけて表示してある。

参考までに図8・1・5中形中速ディーゼルエンジンのカット図例を併せ掲載しておく。

今まで述べたディーゼルエンジンの構成全般をとりまとめたのが、図8・1・6ディーゼルエンジンの構成表であり、小形から大形エンジンまですべてに当てはまる。用語はJIS*に準じてあるが、最近多い輸出を考慮して、英語語を主にしてある。

(注) *JIS B 0109 往復動内燃機関用語(主要部品)

JIS B 0110 往復動内燃機関用語(付属装置)

(日本規格協会発行)

今後、JIS用語と記したものは上記によるものを目指すことにする。

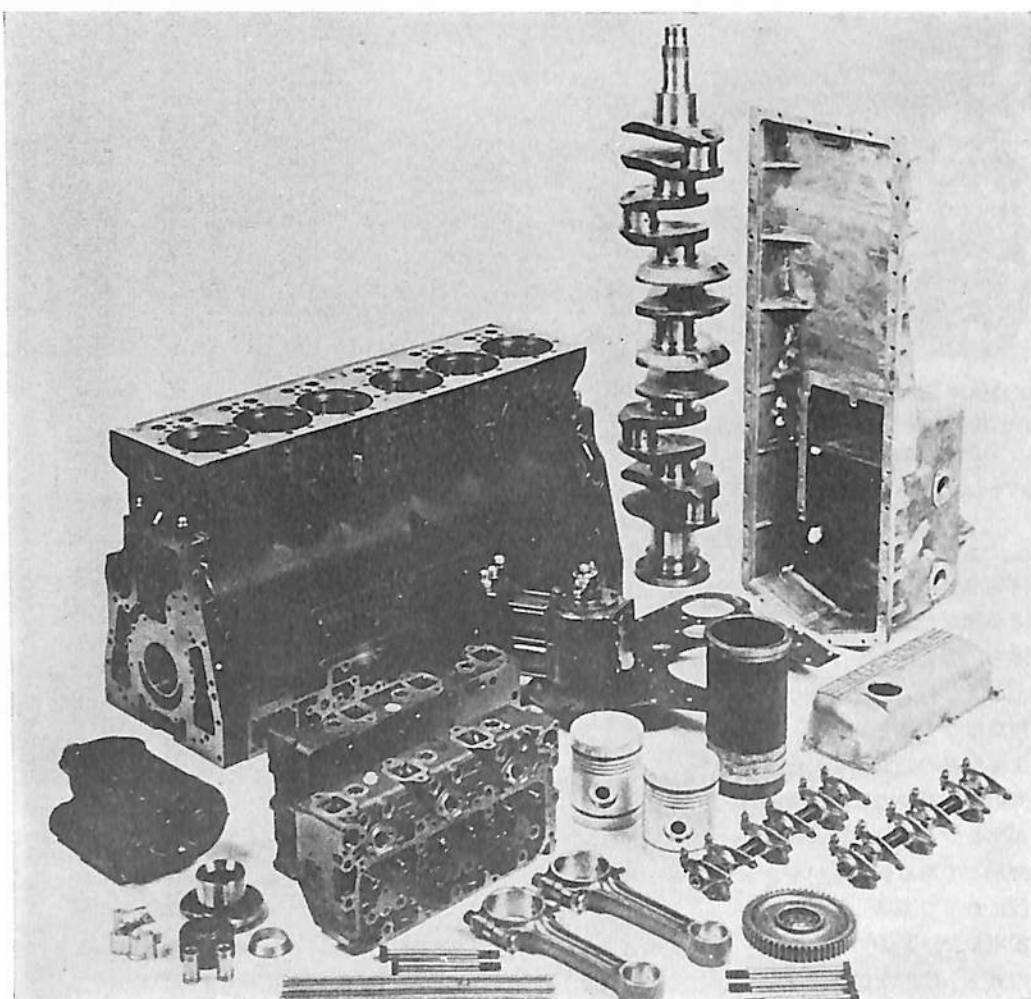
この構成表の利用例であるが、例えば今、ピストンのディーゼルエンジンにおいて占める位置を構成表で見ると、ピストンの記号は、B51(図8・1・4参照)であるので、「エンジン本体部の中で往復部の主要部品」であることがわかる。

その他の部品についても同様にして見ることができる。なおこの構成表に示した番号は、以後の構造説明に利用する。

メイン記号	装置名	備考	番号	ユニット	JIS No.
B	エンジン本体 Main System メインシステム	固定部	10	シリンダ・ブロック Cylinder block	B0109
			30	シリンダ・ヘッド Cylinder head	"
			40	燃焼室 Combustion chamber	"
			50	ピストン Piston	"
		往復部	60	コンロッド Connecting rod	"
			70	クランク・シャフト Crank shaft	"
		回転部	80	バルブ・メカニズム Valve mechanism	"
F	燃料噴射装置 Fuel injection System フュエル・インジェクションシステム		10	インジェクション・ポンプ Fuel injection pump	B0110
			30	インジェクション・ノズル Fuel injection nozzle	"
			50	タイマ Timer	"
			60	フュエル・フィルタ Fuel filter	"
G	调速装置 Governor System ガバナ・システム		10	ガバナ Governor	"
L	潤滑装置 Lubricating System ルブリケイティングシステム		10	オイル・ポンプ Lubricating oil pump	"
			20	レギュレーティング・バルブ Pressure regulating valve	"
			30	オイル・フィルタ Oil filter	"
			40	オイル・クーラ Oil cooler	"
			50	オイル・パン Oil pan	"
C	冷却装置 Cooling System クーリングシステム		10	ウォーター・ポンプ Cooling water pump	"
			20	サーモ・スタット Thermostat	"
			30	ラジエタ Radiator	"
			40	ウォーター・クーラ Fresh water cooler	"
I	吸排気装置 Inlet exhaust System インレット・エキゾースト・システム		10	インレット・パイプ Inlet pipe	"
			20	エキゾースト・パイプ Exhaust pipe	"
T	過給装置 Supercharge System スーパージャ・システム		10	スーパージャ Super charger	"
			20	ターボチャージャ Turbo charger	"
			30	インタークーラ Inter cooler	"
S	始動装置 Starting System スターチング・システム		10	スターチング・モータ Starting motor	"
			20	デコンプ Decompression	"
			30	グロー・プラグ Glow plug	"
			40	スターチング・エンジン Starting engine	"
			50	スターチング・エアバルブ Starting air valve	"
E	電気装置 Electric System エレクトリック・システム		10	ジェネレータ Generator	"
			30	バッテリー Battery	"

(注) JIS NO. はJIS(日本工業規格)の往復動内燃機関用語の番号を示す。…日本規格協会発行

図8・1・6 ディーゼルエンジンの構成表



- B13 シリンダ・ブロック
- B14 シリンダ・ライナ
- B31 シリンダ・ヘッド
- B35 ヘッド・カバー
- B51 ピストン
- B61 コンロッド
- B71 クランク・シャフト
- B81 パンプ
- B87 ロッカ・アーム
- B88 ロッカ・アーム・シャフト
- B89 プッシュ・ロッド
- B91 タペット
- L51 オイルパン

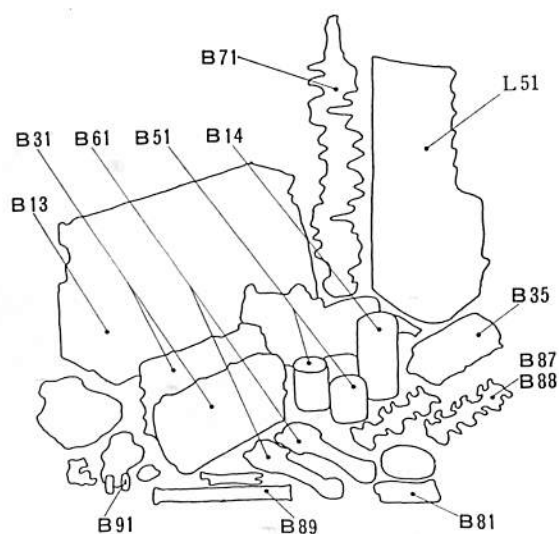
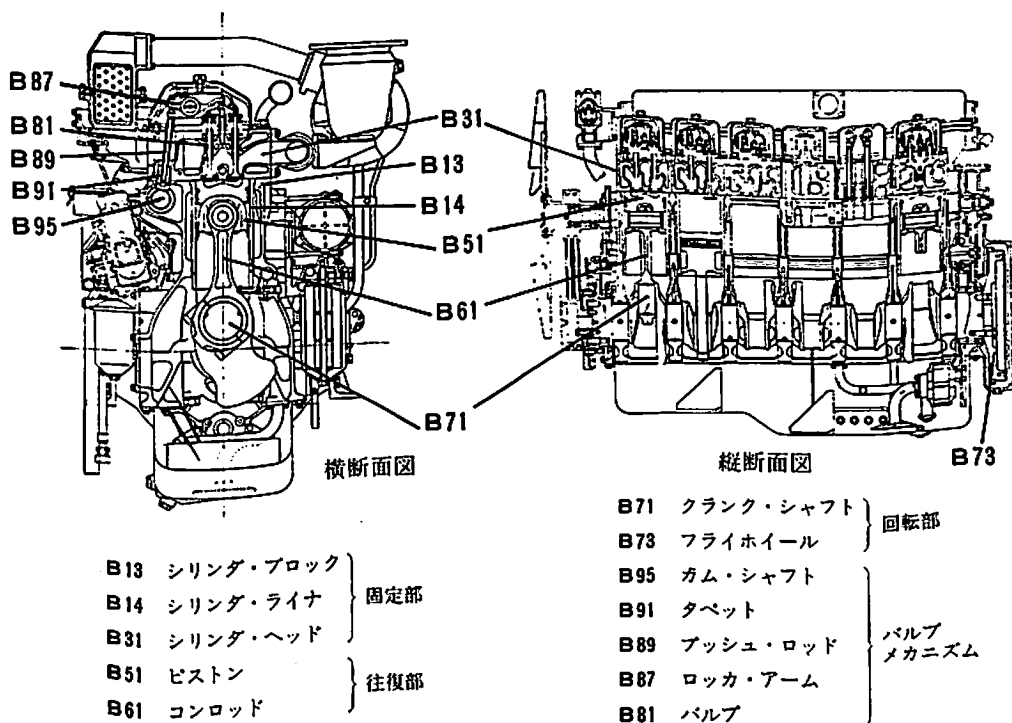
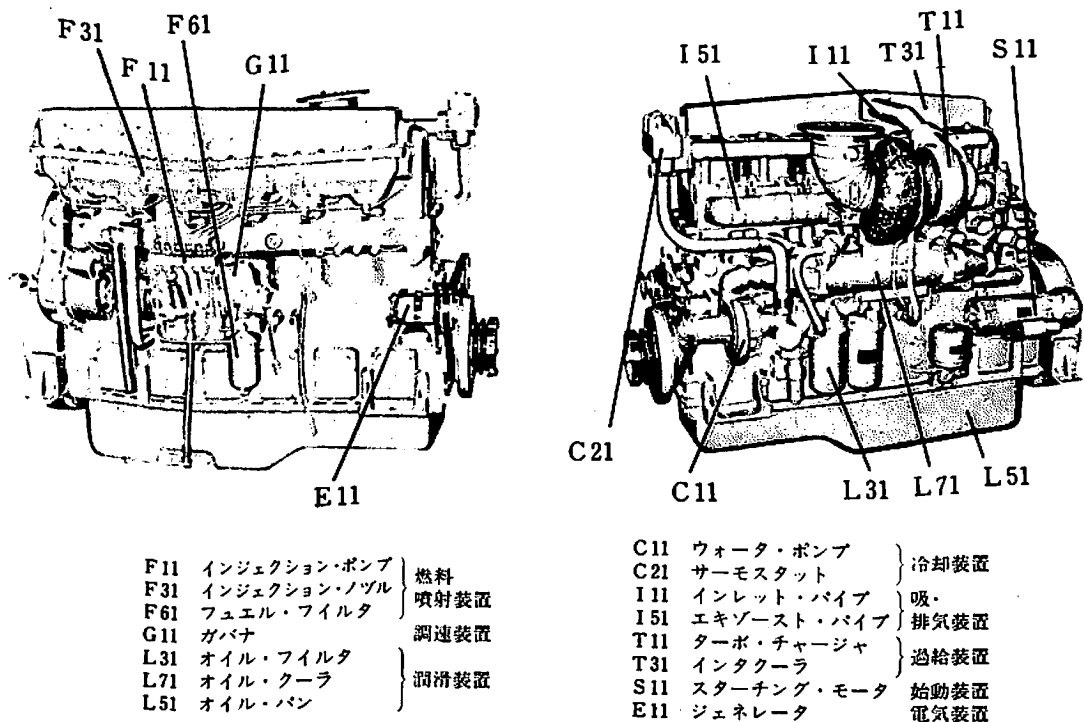


図8・1・7 高速ディーゼルエンジンの本体の部品の外観



注 三菱S6A形高速ディーゼルエンジン6-145×160

図8・1・8 ディーゼルエンジン（高速）の本体部の図例



注 三菱S6A形高速ディーゼルエンジン6-145×160

図8・1・9 ディーゼルエンジン（高速）の付属装置

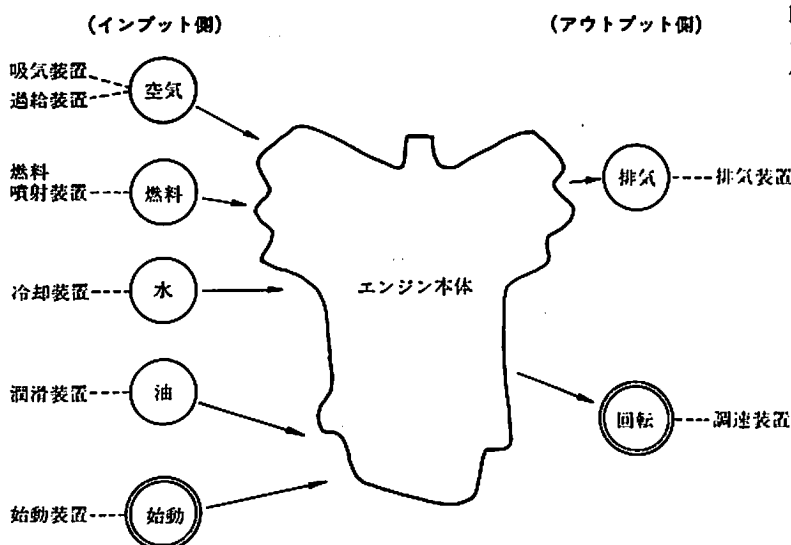


図8・1・10 ディーゼルエンジンの付属装置とエンジン本体の関連図

8.1.3 エンジン本体の概要

エンジン本体はすでに述べたように、ディーゼルエンジンの主要部であって、メイン・システム (Main System) とも呼ばれる。その構成は下記の通りである。固定部としては

シリンダ・ブロック、シリンダ・ヘッド、燃焼室の3つのユニットがある。

往復部としては

ピストン、コンロッド

の2つが主要ユニットである。

回転部としては、クランク・シャフトがある。その他には、バルブ・メカニズムがある。

以上で合計7ユニットでエンジン本体は構成されているわけである。

図8・1・7 高速ディーゼルエンジンの本体の部品に、主な部品の単体の実物写真例を示してある。

図8・1・8のディーゼルエンジンの本体部の図例には、ディーゼルエンジンの横断面図および縦断面図を掲載し、その中のエンジン本体部の構成の部品を矢印で示してある。

この断面図をみてわかるように、エンジン本体部は、エンジンの内部の主要部品のほとんどを占める。エンジン本体部の構造の詳細は後述する。

8.1.4 エンジンの付属装置の概要

ディーゼルエンジンはエンジン本体のみでは実際には動かない。機械的に運動させるには、各種付属装置が必要である。

図8・1・9のディーゼルエンジンの付属装置の図は外観図を利用して付属装置を図示したもの。付属装置の該当部品を線印で外観図に示した。

この図でわかるように付属装置の部品は、エンジン本体の外まわりに取りつけられるものが殆んどである。付属装置は英語ではアタッチメント (Attachment) で、「付着物」の意味であり、実際の姿をずばり示しているわけである。

付属装置という名前だから重要でないと思うのは当たらない。エンジン本体と同じに重要な機能を果たしているのである。どんな付属装置でも1つ残らず良好に作動するものでなければ、そのディーゼルエンジンは良好な信頼性あるエンジンとは言えないほどに大切な役割を受けもっている。

付属装置には、燃料噴射、調速、潤滑、冷却、吸排気、過給、始動、電気の各装置計8種類がある。

内容は図8・1・6のディーゼルエンジンの構成表に図示の通りである。

作動原理と仕組みの関係を説明した図8・1・3の中に、付属装置がディーゼルエンジンの構成において占める位置を図示してあるので参照されたい。

シリンダ内に燃料を供給する仕組みとして燃料噴射装置が必要であり、ピストンの往復、クランク軸の回転等の摺動部には潤滑装置は不可欠であり、またクランク軸の回転制御には調速装置が必要であり、更に燃焼による各部の温度上昇に対しては冷却装置が必要であり、出力を増すために空気をたくさん送るためには過給装置が必要となる等々の理由が付属装置の機能となっている。それぞれの構造詳細は次章に順を追って説明する。

以上に述べたディーゼルエンジンの構成のモデル図として図8・1・10に付属装置とエンジン本体との関連を示し、本節のまとめとする。 (つづく)

受注

●石播、ユーゴからタンカーを1隻

石川島播磨重工はこのほどユーゴスラビアのユーゴタンカー社から79,000重量トン型タンカーを受注。これは49年春、53年前半の納期で受注した59,000型の建造をやめ大型化したもの。主機関はIHI 10PC4V15,000馬力、速力14.9ノット、納期は79年6月。

●三菱、郵船の33次船ライパーを契約

三菱重工は日本郵船が33次船として建造するライパー1隻(1隻のオプション付)について契約した。オプションの有効期限は53年3月末。同船は21,500重量トンで三菱MAN12,000馬力を搭載、試運転速力18.1ノット、納期は53年9月末(オプション分の納期は53年内)。コンテナの積載も可能である。

●今治造船、ブルー SHIPPINGの自動車船

今治造船はブルーSHIPPINGから乗用車4,500台積み自動車船1隻を受注。納期は53年6月。同船は17,800重量トン、主機三菱スルザー16,800馬力、航海速力18ノット。完工後は商船三井が用船する。

●今治、昌洋汽船向けに貨物船

今治造船は昌洋汽船(本社・愛媛県)から8,200重量トン型貨物船1隻を受注。納期は53年5月末。主機はUET 6,000馬力で航海速力13.5ノット。

●来島、自社用タグボートを高知重工で2隻

来島どっくは系列の高知重工の船台アイドル防止のため、自社用に使うタグボートを2隻建造する。同船は、いずれも主機に阪神内燃機の1,300馬力エンジン2基を搭載する。船型は199総トン型で納期は53年6月と8月。

●ヤマハ、モーリタニア向け経済協力のFRP船

ヤマハ発動機は、わが国がアフリカのモーリタニア回教共和国に無償援助で提供するFRP船10隻などを受注した。FRP船は約5総トン、主機56馬力(ヤンマー)で、このほかFRP製ピローグ40隻、船外機(ピローグ用)計45台・出力25馬力、通船ボート(FRP製)4隻も一括受注した。納期は53年3月15日。

●四国ドック、大和汽船から冷凍船

四国ドックは大和汽船(本社・愛媛県)から275,000CF積み冷凍貨物船を受注した。船型は6,100重量トンで納期は53年5月末。主機は石播12PC2-5V型7,800馬力で公試速力19.5ノット。

●臼杵、住商からマダガスカル向けタンカー

臼杵鉄工は住友商事がマダガスカルの国営船主ソリタニー・マラガシー(Solitary Malagasy)社と契約した6,350重量トン型タンカーを受注した。納期は53年10月。同船の主機関は三菱6UET45/80D型3,825馬力で公試速力13.6ノット。

●神例造船、オランダからバージを1隻

神例造船所(本社・徳島市)はオランダのスマット・インターナショナル社から18,000重量トン型デッキ・カーゴ・バージを受注した。同社はスマット社から51年も同型1隻を受注している。納期は53年央の予定で関係会社の栗津造船(本社・鳴門市)で建造の予定。

●磐固屋、関兵精麦から2隻

磐固屋船渠は仙台の関兵精麦から8,500重量トン型ロールオン/ロールオフ船2隻の受注を内定した。納期は53年6月と8月。同船は4,999総トン、主機は鋼管PC9,100馬力、船海速力16.0ノット。

●幸陽が安保商店からケミカルタンカー

幸陽船渠は安保商店(本社・尾道市)から11,500重量トンのケミカルタンカーを受注した。納期は53年8月末。総トン数7,000で主機関川崎MAN6,000馬力を搭載し航海速力13.7ノット。

●横浜造船所、アラビア石油から調査船

横浜造船所(本社・千葉市)は日興商工(本社・東京)を通じアラビア石油のカフジ現地法人から海洋調査船1隻の新造船を受注した。同船はアラビア地域で油田調査に当るが150総トンで主機はGM製400馬力型を2基搭載する。

●三菱、金属鉱業事業団の2千トン調査船

三菱重工業は金属鉱業事業団の2,000総トン型マンガン団塊探査調査船を落札受注した。主要目は2,000総トン、主機ディーゼル、速力15ノット。乗組員約60人。

●石播、台湾へ主機などパッケージ輸出

石川島播磨重工は台湾造船機械公司向けのIHIスルザー7RND68M型主機関など多目的貨物船2隻分のパッケージ輸出契約を行なった。これは造船機械会社が建造する28,900重量トンの多目的貨物船に搭載するもので主機は13,300馬力。

●鋼管、デンマーク向け貨物船4隻

日本鋼管はデンマーク船主DFDSと7,950重量トン型RO/RO船4隻の受注を内定した。納期は

54年第1・4半期を皮切りに第2船以下は3～4カ月のピッチで引渡し予定。主機は船主指定でB&Wの低速ディーゼルで出力8,000馬力。

●佐世保が台湾船主向けバルク2隻

佐世保重工は台湾船主エディ・スチームシップ社向け35,000重量トン型バルクキャリア2隻の受注を内定した。納期は53年央で主機12,000馬力を搭載し速力は15.5ノット。

●神戸発動機と赤阪鉄工、主機7機を契約

台湾国営の中国造船公司(CSBC)は6,100重量トン型木材船に搭載する主機関7基を神戸発動機(5基)と赤阪鉄工(2基)に発注した。主機はいずれも6UET45/75C型3,800馬力。

●防衛庁、52年度大型艦艇の建造造船所を決定

防衛庁は52年度予算で建造する大型艦艇の建造造船所を長官決裁でつぎのとおり決定した。

- 1) DD (2,900排水トン型護衛艦) = 船体は住友重機械、主機は川崎重工のガスタービン。
- 2) DE (1,200排水トン型護衛艦) = 船体は三井造船、主機は川崎重工のガスタービンと三菱重工の艦艇専用ディーゼル機関。
- 3) ASR (4,500排水トン型電線敷設艇) = 船体は三菱重工、主機は川崎重工MANディーゼル。
- 4) MSC (440排水トン) = 船体は日立造船と日本鋼管、主機は三菱重工。

開発・完成

●船用機器開発協、大成とPCバージ実用化にメド

日本船用機器開発協会と大成建設は、研究開発用の500重量トン型プレストレスト・コンクリート(PC)バージを完成、実用化にメドをつけた。コンクリートバージの用途は、

- (1)バージ/LNG運搬船、容積型貨物運搬船、作業台船、ラッシュバージシステム、はしけ
- (2)港湾施設/フローティングバース、浮消波堤
- (3)貯蔵施設/原油、LNG、冷凍冷蔵
- (4)レジャー施設/海上ホテル
- (5)公舎施設/し尿処理プラント、ゴミ処理プラント
- (6)工場施設/定置型各種製造プラント

試作バージの主要目はLBDd37.0×9.0×3.1×2.6m、積載重量500トン、航行区域は平水区域。

●日立、モデルエンジニアリング用走査撮影装置と図面化技術を開発

日立造船は日本船用機器開発協会と昭和49年度、

50年度にわたる共同開発で、モデルエンジニアリング用の走査撮影装置の製品化ならびに写真の図面化技術の開発に成功した。この開発には日本工業写真会、大日本スクリーン製造会の両社が協力している。この走査撮影装置は配管装置図面を模型の写真撮影により直接製図できるという意味から「ドラフトカメラ」と名付けられた。

●三菱で艦艇専用のDRV35/44型機関を試運転

艦艇専用的高速機関として、防衛庁技術本部と三菱重工、三井造船が共同開発したDRV35/44型主機関1号機が完成、陸上試運転に入った。同機関の主要目はずぎのとおり。

- ①シリンダー内径×ピストン行程350×450mm、②連続最大出力6気筒で4,600馬力、③毎分回転数570回転、④平均有効圧力14.5kg/cm² ⑤平均ピストン速度8.36m/秒、⑥馬力当り燃料消費率180g/時

技術提携ほか

●住友重、フィリップスと棒組構造熱交換器で技術導入

住友重機械は米国のフィリップス社と熱交換器に関する技術提携を行なった。提携機種は棒組構造を邪魔板に採用した熱交換器、テリトリは制限なし、契約期間は14～15年。

●鋼管とセネール社の提携

日本鋼管とスペインのセネール社の球形独立タンク方式のLNG船建造技術導入交渉は両者で合意するとともに政府の認可を得た。

日本鋼管はこの導入で、すでに導入開発した技術と併せてLNG船やタンク需要への広汎な受注体制が整った。

●富士ディーゼル、SEMT社と提携

富士ディーゼル(本社・千葉県館山市)はフランスのSEMT社から高速PA-4型ディーゼルエンジンの改良型である200VGと20VGDSの技術提携(期間10年)を行なうこととし政府に認可申請中で認可のおり次第正式契約する。

新たに富士が導入するのは、すでに同社が導入して生産中の機種にくらべシリンダ数や口径、ストローク、回転数は同じだが、改良によって出力が高く、機関重量も軽くなっている。

●日立、仏ガストラとLNG船で技術提携

日立造船はフランスのガストランスポート社とメブレン方式LNG専用船の建造技術に關し技術提

携契約を締結した。同社はLNG船の技術として日立CBI方式（球形独立タンク）の建造体制を整えているが、メンブレン方式のLNG船が世界的にも大きな就航実績を占めているところから今回導入したもの。ちなみにガストラとの技術提携社は三菱重工、石川島播磨重工、三井造船、日本鋼管の4社がある。

●11月の船舶関係甲種技術援助契約、新規は6件

運輸省船舶局が経めた11月の船舶関係甲種技術援助契約の新規分は、川崎重工がジャーマン・アンド・ミルネと契約したアークティック・クラス砕氷船設計技術など6件で、ほかに変更が4件。新規の概要つぎのとおり。

1) 日本鋼管＝ワールドワイド・ SHIPPING エージェンシー（香港）とタンカーにおけるタンク安全装置の技術。

2) 川崎重工＝ホーカー・シドレイダイナミックスエンジニアリング（イギリス）とガスタービンおよびディーゼルエンジン駆動推進機関のための制御システムに関する技術

3) 三鈴マシナリー＝BOLL & KIRCH FILTER-BAU GMRH（西ドイツ）とフィルターの製造に関する技術

4) 東京科研＝ブルアンドロパーツ（アメリカ）とボイラ用水処理薬品の製造に関する技術ならびに訪船サービスに関する技術

5) 川崎重工＝ジャーマンアンドミルネ（カナダ）とアークティッククラス砕氷船設計技術。

6) 日立造船＝ガストランスポート（フランス）とLNG輸送用運搬設備に関する技術。

組織改正

●三井造船が組織改正

三井造船は12月1日で組織の改正を行なった。主な改正は、①国内船営業部の艦艇営業部を分離し艦船営業部を新設、②修繕船事業室に保船サービスグループを新設、③海岸機器工作部を廃し工場長直属のプロジェクトグループを新設、④千葉造船所造船工場の生産技術部を廃止し業務を造船管理部に移管、またホーバークラフト工作部を廃止し、業務を艦装工作部に移管する。⑤藤永田造船所造船工場の造船管理部と造船設計部を統合して工務部を新設、また船殻工作部と艦装工作部を統合して工作部を新設、工場長直属のプロジェクト・グループを新設す

る、⑥玉野造船所機械工場の工事試験部を試験部と改称、⑦重機プラント事業部に品質保証部を新設。

●住友重機が機構改革

住友重機械工業は12月1日付で機械営業本部北海道サービスセンター、標準機械本部名古屋営業所および大阪支社九州営業所を発展的に解消し、札幌営業所、名古屋営業所および九州営業所を新設。

●日立造船、新潟営業所新設

日立造船は12月1日付で新潟営業所を新設、また広島工場鉄構部に工務課を、舞鶴工場に艦艇兵器計画室を新設した。

●日立造船情報システムが発足

日立造船は電算部門のシステム部を「日立造船情報システム株式会社」として分離独立させ、また従来技術開発室と各工場の艦装設計部門が開発を担当してきた「モデルエンジニアリング株式会社」を設立した。

日立造船情報システムの社長は宗正氏（前日立造船システム部長）、従業員は205名、また「ニチゾウモデルエンジニアリング」は西尾雄太郎社長（前日立造船広島工場長付）で従業員は16名。

●函館、香港資本と合併で現地法人

函館ドックは船舶、海洋構造物などの輸出入に関する仲介・販売を主要事業目的として、香港資本と合併で新会社「ハコダテ・ドック・インターナショナル・カンパニー・Ltd.」を設立、香港政庁から設立認可を取得した。社長には函館ドックの菅原文夫専務が就任（非常勤）。

●三菱重工、千代田化工とLNG用タンク事業会社設立

三菱重工と千代田化工建設が、石油、天然ガス用のタンク専業会社「三菱重工千代田タンクエンジニアリング株式会社」を共同出資で設立した。

新会社は三菱重工のもつタンク関連のハード技術と千代田化工建設のタンク建設実績、経験にもとづくエンジニアリング技術とを有機的に結合し、石油および石油製品貯蔵用の常圧タンク、LPG・LNG用の低温タンクなどの設計、組み立てと据付けの一切を行なうエンジニアリング会社。

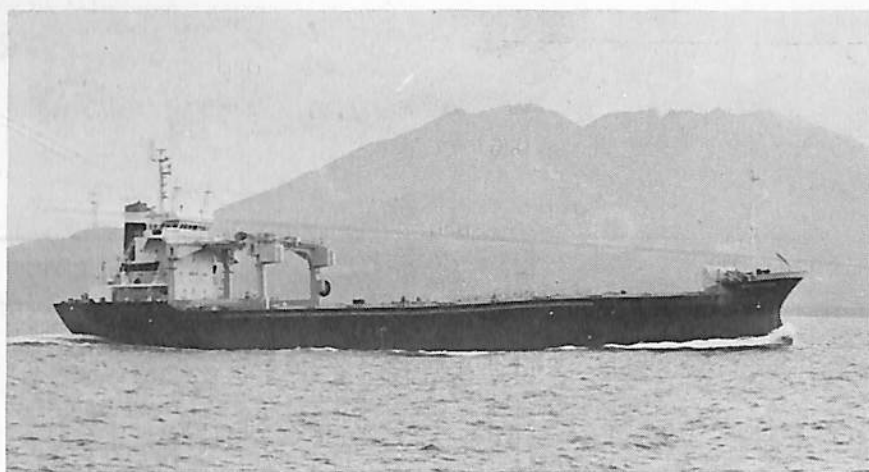
新会社は資本金三億円（三菱51%、千代田49%出資）で社長は垂水保之氏（三菱重工機械事業本部調査役）が就任。

竣工船一覽

The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① AMERICAN MOHAWK	② TURQUOISE BOUNTY	③ TIMMAR TRADER
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	Mohawk Incorporated 鹿児島ドック (Kagoshima) A B 77/9・77/11 コンテナ(Container) 遠洋	Sea Containers Atlantic 瀬戸内造船(Setouchi) L R 77/6・77/10 コンテナ(Container) 遠洋	Cosmos Shipping & Investment 浅川造船(Asakawa) L R 77/8・77/10 貨(Cargo) 遠洋
G/T・N/T	4,376.24/2,801.00	5,480.07/3,277.78	5,390.37/3,590.92
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	115.50 106.00 18.80 8.60 6.596	119.00 107.25 18.90 10.50 7.67	119.16 110.00 18.00 9.00 7.215
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/クレーン:m³)	— — *7,405.92 7,524.77 ---	10,303.18 3,709.68 6,489.67 6,593.50 9,763.64/9,977.24	11,399.4 2,772.56 — 8,626.84 11,562.25/12,128.67
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 試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed 航海速力 Service Speed	横田—KSLH 654 ... 5,200/225 4,420 PS/213 155g/psh 7,000 15.49 13.1	川崎MAN16V40/54型 8,900/430 8,010/416 32.9t/d 14,000 18.64 17.00	赤坂鉄工6UET45/80C 4,500/230 3,820/218 16.0/d 10,500 15.442 12.7
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	600/400kg/h 250 KVA ×3	サンロッド型1,500kg /h × 7 kg/cm²G 6DS-26, 1,300ps×700r/h×3	コ克蘭コンボジット 600kg/h × r 250KVA×2
貨油倉容積(m³)COT 消水倉容積(m³)FWT 燃料油倉容積(m³)FOT	— 300 630	— 106.26 1,219.92	— 607.50 659.44
特殊設備・特徴他	Gantry Crane 30 L/T	30t ガントリークレーン コンテナ20'—330, 35'—172, 40'—160個	—

①



④ TASMAN VENTURE

Forestry Shippers Ltd.

鹿児島ドック
(Kagoshima)

L R

77 / 7 · 77 / 10

貨 (Cargo) 遠洋

5,561.49 / 3,265.26

144.60

133.60

21.00

13.40

7.074

—

—

*8,319.5

8,453.03

14,292 / 15,450

鋼管Pielstick14PC2-2V

7,000 / 520

—

155 g / PSh

11,000

17.43

15.00

750KVA × 3

268

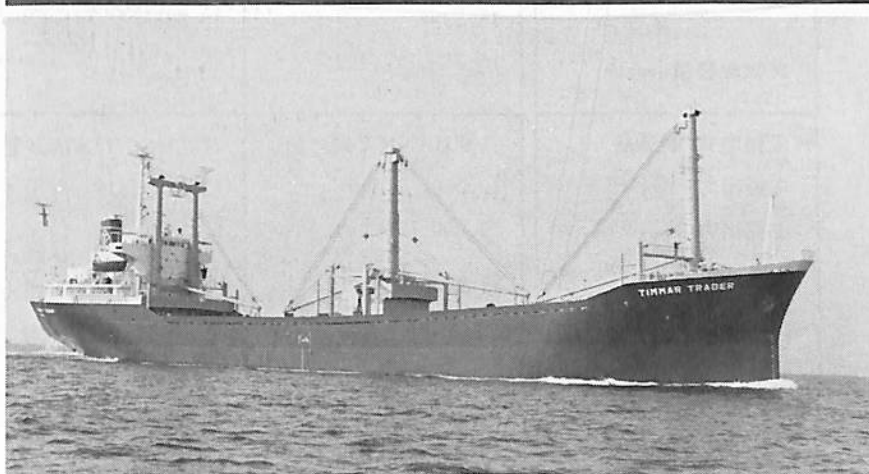
782

Side Port Doors/
Elevater Lifting
Systems

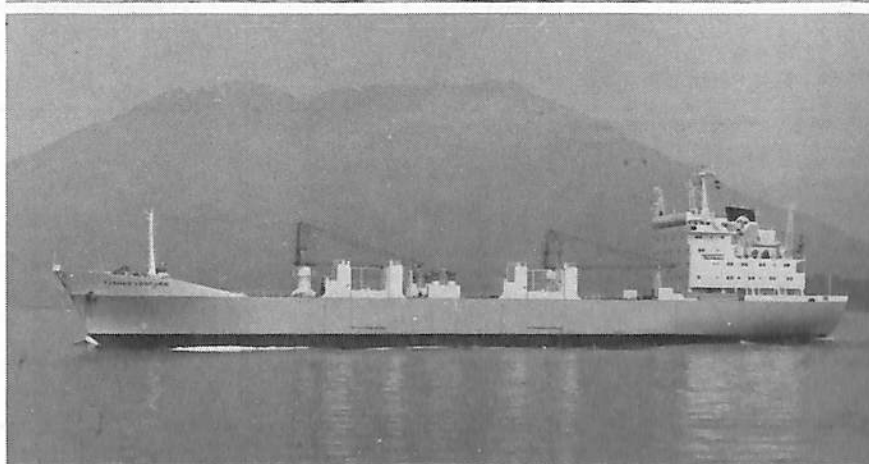
②



③



④



船 名 Name of Ship	⑤ PACIFIC PRINCESS	⑥ PRESIDENT	⑦ TENGCO
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	Glory Maritime 新山本高知 (Shin Yamamoto) N K 77/8・77/10 貨 (Cargo) 遠洋	Intercontinental Car Carrier 日立舞鶴(Hitachi) A B 77/8・77/11 貨 (Cargo) 遠洋	相模船舶(Sagami Senpaku) 四国ドック(Shikoku) N K 77/7・77/9 貨 (Cargo) 遠洋
G/T・N/T	8,012.48/4,867.79	9,246.57	10,604.03/6,551.47
LOA(全長: m) LBP(垂線間長: m) B(型幅: m) D(型深: m) d(満載吃水: m)	155.50 145.00 25.00 14.50 8.9205	180.00 170.00 28.00 25.20/12.30 7.5155	148.10 137.50 21.70 12.20 9.37
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: m³)	21,859 6,327 15,287 15,532 16,258/17,489	19,931 * 9,396 * 10,368.6 10,535 —	22,281 4,754.2 17,250 17,526.8 21,329.1/21,865.8
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 試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed 航海速力 Service Speed	三菱MAN18V40/54 10,000/9,850 9,000/8,865 31.54t/d 17,950 19.331 16.20	日立B&W7L67GF型 13,100/119 11,140/113 45.99t/d 19,200 20.22 18.0	赤城8UEC45/105D 8,000/175 7,200/169 27.9t/d 16,700 17.44 14.4
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	(補) 油焚 7 kg/cm²G × 飽和×1,200kg/h × 1 AC.675KVA×450V× 900R.P.M. × 3	1,450kg/h×7kg/ cm²G × 1 AC450×500KW× 3	コ克蘭コンボジット 8 kg/cm² 530ps×900rpm× 2
貨油倉容積(m³)COT 消水倉容積(m³)FWT 燃料油倉容積(m³)FOI	— 302 "C" 1,581 "A" 197	— 2,488	— 615.4 1,810.5
特殊設備・特徴他	多目的船		同型船 "TENGCO" も 9 月に竣工

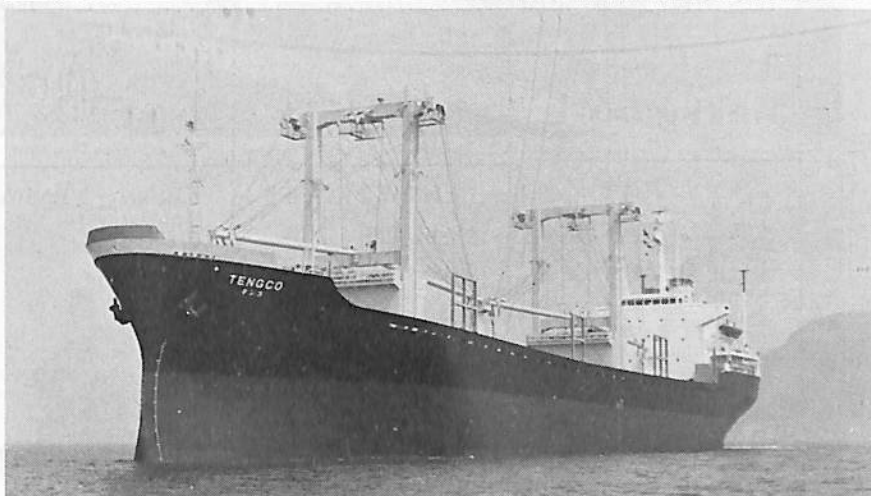
⑤



⑥



⑦



⑧



⑧ VAN STAR

Pacific Navigation Co.

三菱神戸(Mitsubishi)

L R

77/6・77/10

貨(Cargo) 遠洋

13,307.17/7,703.61

164.397

154.00

22.86

14.00

10.40

28,271

* 6,774.5

21,157

* 21,496.5

26,725.3/28,153.9

三菱Sulzer7RND68型

11,550/150

10,400/145

38.5t/d

11,700

20.16

16.00

1.5t/h×7kg/cm²G

AC450V×500KW×3

396.4

1,589.7

多目的貨物船

船 名 Name of Ship	⑨ TALANA	⑩ MANSART	⑪ KOREAN AMETHYST
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	Cape Continent Shipping 日立向島(Hitachi) G L 77/7・77/11 貨(Cargo) 遠洋	Compagni Generale Maritime 三菱横浜(Mitsubishi) B V 77/6・77/10 貨(Cargo)、コンテナ (Container)、遠洋	Korea United Line, 林兼・長崎(Hayashikane) KR & ABS 77/8・77/11 ばら/木材(Bulk/ Timber)、遠洋
G/T・N/T	13,750/8,150	16,649.21/9,719.61	11,710.43/7,206.10
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	161.58 152.00 22.80 13.60 9.99	163.0 155.0 26.6 14.4 10.022	156.036 144.44 22.50 12.00 9.171
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:m³)	27,395 * 6,986 * 20,086.6 20,409 26,873/27,945	30,188 * 9,439 * 20,421.3 20,749 30,386.4/33,275.1	23,692.65 5,472.94 17,931.93 18,219.71 22,593.05/23,395.60
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 試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed 航海速力 Service Speed	日立B&W 7 K67GF 13,100/145 11,900/140 46.5t/d 11,300 18,907 16.25	三菱Sulzer 7 RND76型 16,800/122 14,280/116 53.1t/d 13,500 20.54 18.00	Mitsui B&W 6K62EF 8,900/155 8,100/150 30.0t/d 12,000 17.756 14.70
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	Aarborg AQ-3 1,300kg/8kg/cm²G Drip-proof型×3	Cylindrical Vertical型 7kg/cm²×2,000kg/h AC440V×650KW×3	1,000kg/h×7kg/cm²×1 AC445V×370KW×2
貨油倉容積(m³)CO T 清水倉容積(m³)FW T 燃料油倉容積(m³)FOT	— 299.0 D.O160.6, F.O1,581.3	— 314.6 1,784.7	— 325.76 1,417.43
特殊設備・特徴他	多目的船	—	—

⑨

⑫ TAHAROA
VENTURER

Miranda Shipping

三菱広島 (Mitsubishi)

NK

77 / 6 · 77 / 10

砂鉄 (Cargo), 遠洋

60,909.32 / 45,294.61

261.00

247.00

40.60

24.00

17.602

150,561.00

* 29,982

* 124,579.8

126,579

121,488

三菱Sulzer 9 RND90型

26,100 / 122

23,490 / 118

86.3t / d

27,000

18.44

15.4

Cylindrical Vertical型

935.5KVA × 3

—

592.5

7,247.3

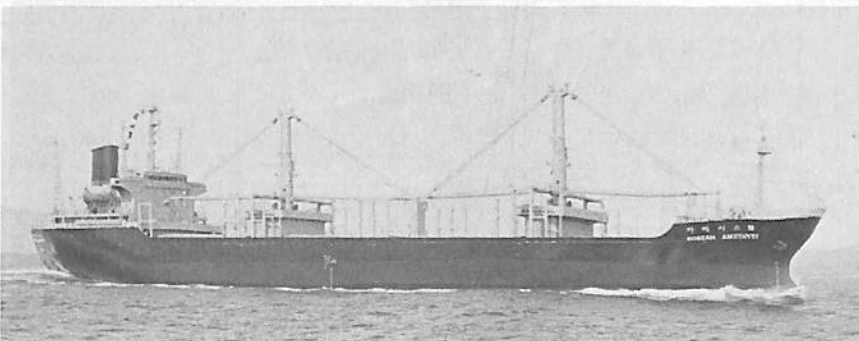
—



⑩



⑪



⑫



船 名 Name of Ship	⑬ GOLDEN POLYKLEITOS	⑭ GEORGIA RAINBOW	⑮ ANDROS OCEANIA
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	Polykleitos Shipping 鋼管清水 (NKK) A B 77/9・77/11 ばら積(Bulk), 遠洋	昭栄海運(Shoei) 佐野安水島(Sanoyasu) N K 77/8・77/12 ばら積(Bulk), 遠洋	Associated Transocean Tankers 石播横浜 (IHI) A B 77/7・77/10 ばら積(Bulk), 遠洋
G/T・N/T	14,530.52/10,238	15,773.18T/9,558.85T	20,676.16/14,854.0
LOA(全長: m) LBP(垂線間長: m) B(型幅: m) D(型深: m) d(満載吃水: m)	172.26 161.66 22.86 13.60 32'-1"	160.76 151.18 24.80 14.35 10.00	187.73 178.00 28.40 15.30 10.738
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 (ペール/グレーン: m³)	29,676 * 4,957 * 24,328.66 24,719 329,127/33,894	32,822 6,505 24,917 25,317 30,288.9/32,041.6	— — 37,207 37,804 —/1,616.519ft³
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 試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed 航海速力 Service Speed	住友Sulzer 6 RND68型 9,000/137 7,650/130 29.2t/d 17,670 17.171 14.7	三井B&W7L55GF×1 9,400/150 8,500/145 33.47t/d 12,000 17.38 14.70	IHI-Sulzer6RND68型 9,900/150 8,900/144.8 34.3t/d 27,800 16.34 14.30
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	1,700kg/h×7kg/cm² AC450V×330KW×2	コ克蘭 コンボジット 1,200kg/h×8kg/cm² 600psディーゼル駆動360 kW×AC450V×60Hz3台	水管式7kg/cm²G×1.5t/h AC450V×420KW×3
貨油倉容積(m³)COT 汚水倉容積(m³)FWT 燃料油倉容積(m³)FOT	— 84.7 2,818.9	— 273 1,499.5	— 375.4 3,330.0
特殊設備・特徴他	—	オンデッキの木材積用 起倒式スタクション 25ton用デッキクレーン 4基	—

⑬ NAVIOS MINER

Navios Corporation

住友(Sumitomo)

A B

77/9・77/11

ばら積(Bulk), 遠洋

36,237.03/28,427

230.20

218.00

32.20

18.20

13.00

77,345

12,617

63,706

G85,776

住友Sulzer6RND76M

14,400/122

12,960/118

49.5t/d

23,500

16.71

15.34

1-1.5T/Hr/1-
1.5T/Hrエコノマイザー
550KW×3

440

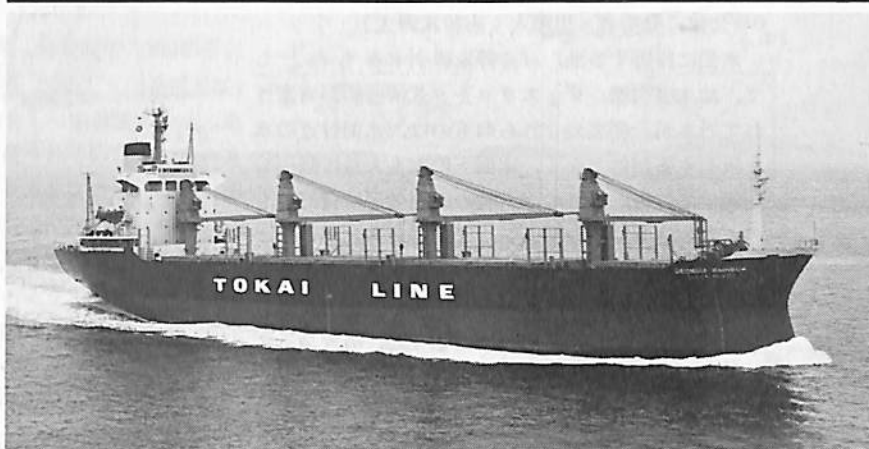
3,540

スターンアンカー

⑬



⑭



⑮



⑯

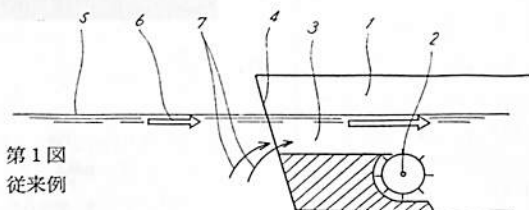


特許解説 / PATENT NEWS

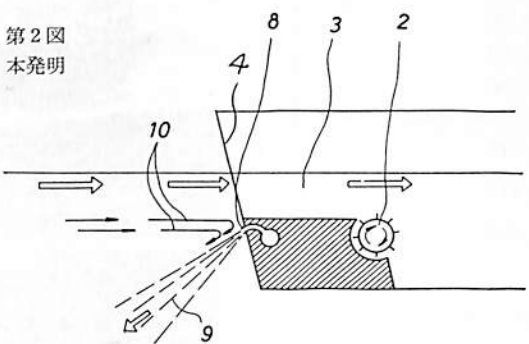
●水面浮遊物吸引力増強装置 [特公昭52—3788 0号公報, 発明者・出願人; 志村末寿夫]

水面に浮遊する油, ゴミ等を吸引するものとして, 油水吸引器, ディスクロータ式清掃船が考案されているが, 従来のこれらのものは, 水面付近の水を吸引するだけでなく, 水面下の水も大量に吸引し処理するので, 水面の浮遊物の吸引効率は良好なものでなかった。すなわち第1図に図示されているように, 水面付近の水6だけでなく, 水面下の水7を大量に吸引するわけである。したがって吸引口近辺の水面浮遊物の動きは第4図のように, 吸水口近辺で流跡が生じているだけである。

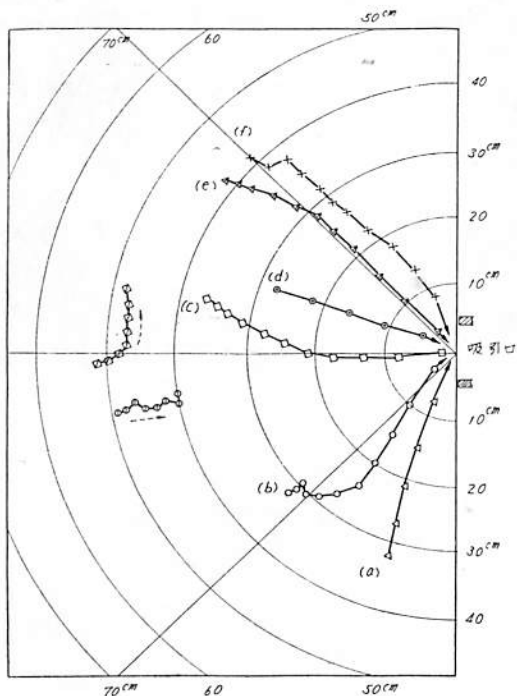
本発明は以上の背景のもとに, 浮遊物の浮遊する水表面の水のみを吸引するよう構成したものである。図面を参照すると, 水面浮遊物吸引装置1は船いかだ, 岸壁等に設けられ, 吸引動力2により案内水路部3に水流を作り, 水面付近の浮遊物を吸引す



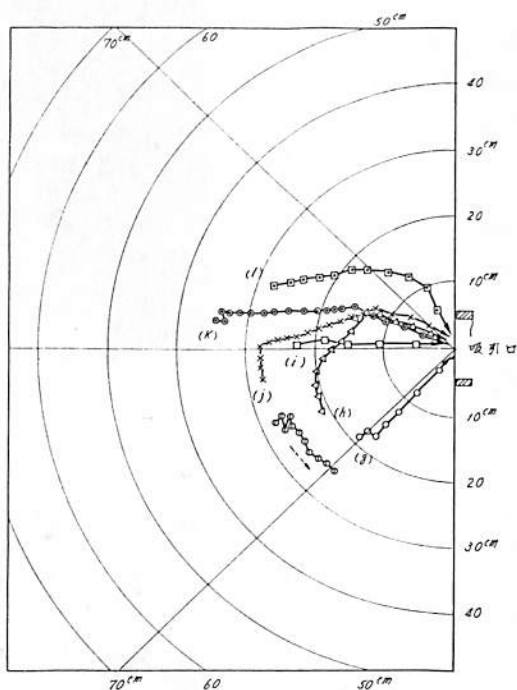
第1図
従来例



第2図
本発明



第3図 流跡 本発明 (吸入口幅5 cm, 深さ2 cm)



第4図 流跡 従来例 (吸入口幅5 cm, 深さ2 cm)

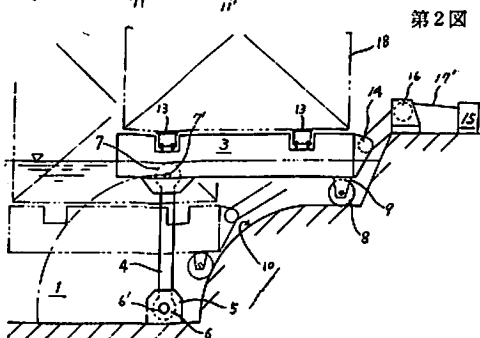
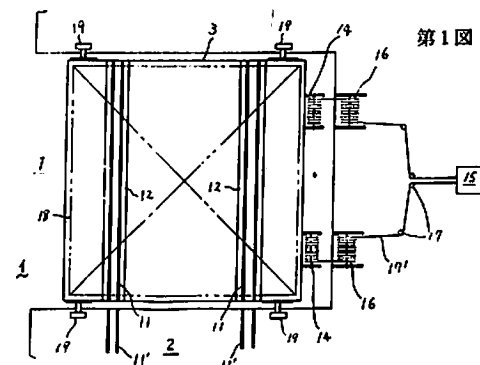
る。水路部3の入口4近辺には、水平もしくは斜め下方に向けて水流出口8が設けられ、流体が噴出される。したがって入口4からは水面付近の水のみが吸引され、水面の下に位置する水層は、水流出口8からの噴出流体により作られる流れ9に沿って前方もしくは下方に流れる。本発明の装置を用いた吸引装置の、吸引口近辺の水面浮遊物の動きは第3図のようになり、第4図のものと比較すると、その流跡が広範囲にわたっているのが理解できる。

●重量構造物の進水装置〔特公昭52-39240号公報、発明者：松本文友外1名、出願人：三菱重工業〕

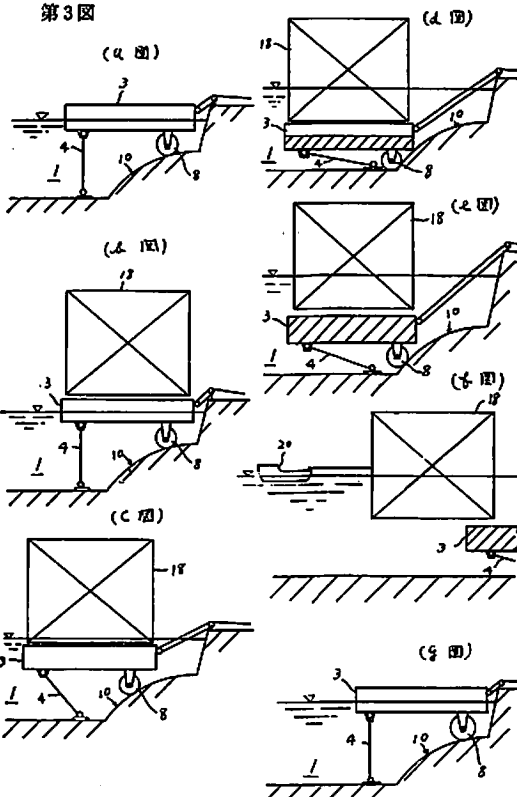
ケーソンなどの自己浮力をもつ重量構造物は、海上に進水させ、現場まで曳航されているが、その進水に際し問題があった。ケーソンを台車に乗せ、傾斜進水路を降下させる方法では、傾斜進水路のレールの精度の問題、レール上の障害の有無の潜水確認などの必要があり、またその他ワイヤロープを使用した進水装置が提案されているが、その製作、保守点検が容易でないなどの問題がある。

本発明は上記背景のもとになされたもので、製作が容易で、進水装置としての場所あまりとらず、進水操作の簡単な装置を提供するものである。

図面を参照すると、一方を海側に開放し、三方を陸上側に囲れた凹状進水池1が設置され、方形の注排水可能なフロート構造の進水用架台3が取付けら



第3図



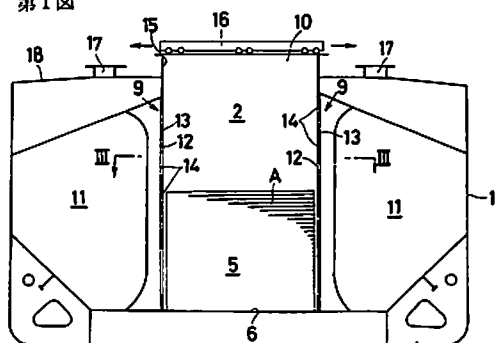
れる。架台3の前部下面は、ピン軸受7により、進水池1の底部に固定された軸受5に枢着された支柱4に支持され、後部下面は車輪8で支持される。車輪8の接する進水池1の底面10は、架台3が支柱4の軸受5を中心として水平状態に移動するよう、円弧状に形成されている。19は架台3のロック装置である。

進水にあたっては、架台3上にケーソンなどの重量構造物が載置され（第3図a、b、c）、その後、架台3はウインチなどにより海上側へ移動させる。その際、支柱4、円弧面10、車輪8により架台3は水平に維持される。（d）架台3が進水池1の底面近くに移動した時、架台3内に注水が行なわれ、架台3はさらに下降する。（e）やがてケーソン自身の浮力により、ケーソンと架台3は離れ、ケーソンは海上に浮遊する。（f）ケーソンは曳船により引出される。（g）進水が終わると、架台3はフロート内の海水が排出され、ウインチで上げられ、もとの状態にセットされる。

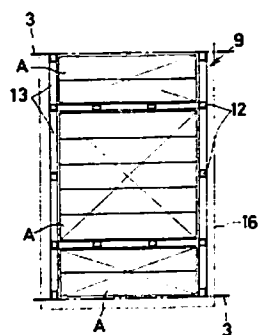
●定形重量貨物運搬船〔特公昭52-39557号公報、発明者：漆谷一雄外2名、出願人：日立造船〕

船舶にスラブのような定形重量貨物を積載する場

第1図



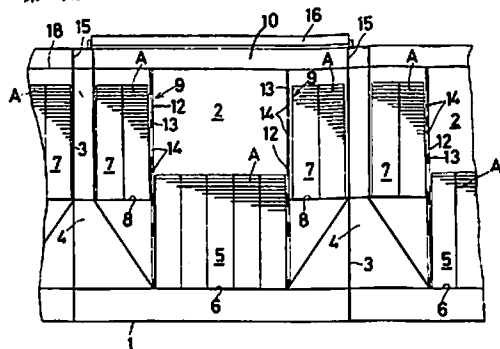
第3図



合、そのすべてを船艙底に積載すると、一部の単位船艙底のみに大きな貨物積載荷重が作用し、他の部分、特に横隔壁を介する隣接船艙部分に、上記荷重方向と逆の大きな浮力が作用するため、船体横断方向のせん断力が発生し、各船艙の許容積載貨物量が制約を受けるという問題がある。また積載貨物により極端に重心位置が低下し、ローリングが大きくなり安定航行が阻害される。

本発明は上記問題点を解決するためなされたもので、図面を参照すると、船体1には横隔壁3により船長方向に多数の船艙2が区画される。船艙2はさらに仕切壁9により、区画5と7に仕切られている。仕切壁9は、その上端がハッチまで延び、その下端は内底板6まで延びて構成され、船長前後方向の仕切壁9は、区画5と7の間を仕切り、船幅方向の左右両側の仕切壁9は、区画5、7と側部艙室と

第2図



を仕切り、それぞれ貨物移動防止壁も兼ねている。仕切壁9は垂直ガイド柱12と連結材13とで格子状に構成され、多数の連通孔14をもつ。

区画5は船艙底中央部の内底板6を貨物積付面とする下部積付部として構成され、他方区画7は内底板6より上方の高所位置に設けられた水平支持板8を積付面とする上部積付部として構成される。4は横隔壁3の補強用スチフナである。

本発明は以上の構成により、下部積付部区画5に積載した貨物の重量によって船体に生じるせん断力を隣接位置の上部積付部区画7に積載する貨物Aの重量によって打ち消すことができ、また船体の重心位置の極端な低下を防止できる。

また仕切壁9は格子状に構成され、多数の連通孔14をもつことから定形重量貨物だけでなく、散積貨物をも収容することが可能となる。

〔特許庁審査第三部運輸 幸長保次郎〕

図“船舶”用(1年分12冊綴り)ファイル図

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みされるのが、便利です。

図

株式会社 天然社

船舶/SENPAKU 第51巻第2号 昭和53年2月1日発行
2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ヵ月 800円(送料別41円)

6ヵ月 4,800円(送料別246円)

1ヵ年 9,600円(送料共)

*本誌のご注文は書店または当社へ。

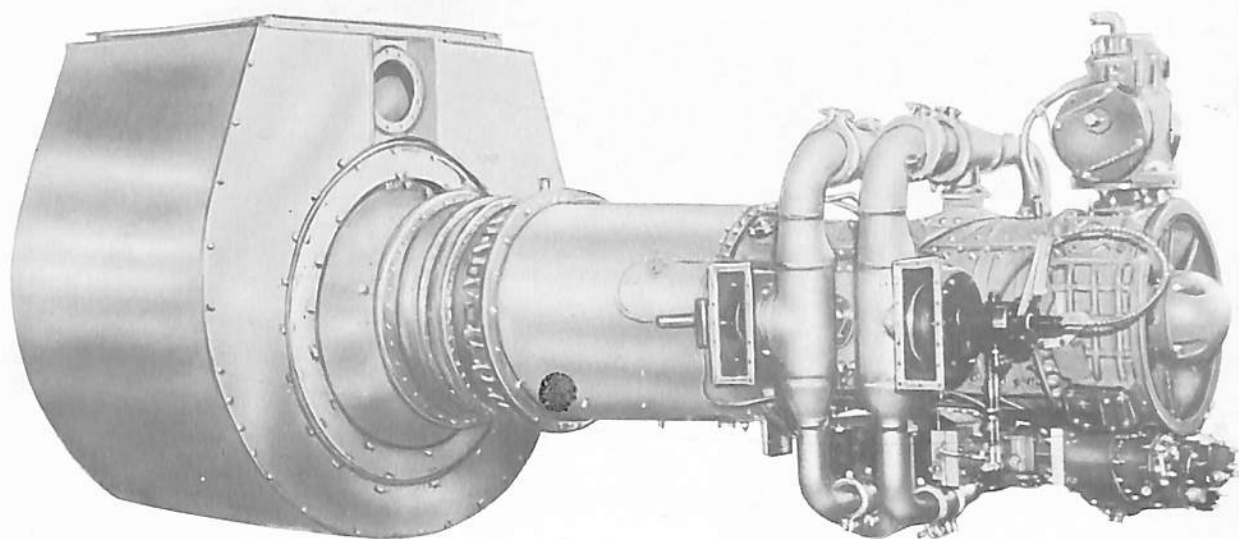
*なるべくご予約ご購入ください。



GM Allison

ガスタービン

出力5420馬力



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

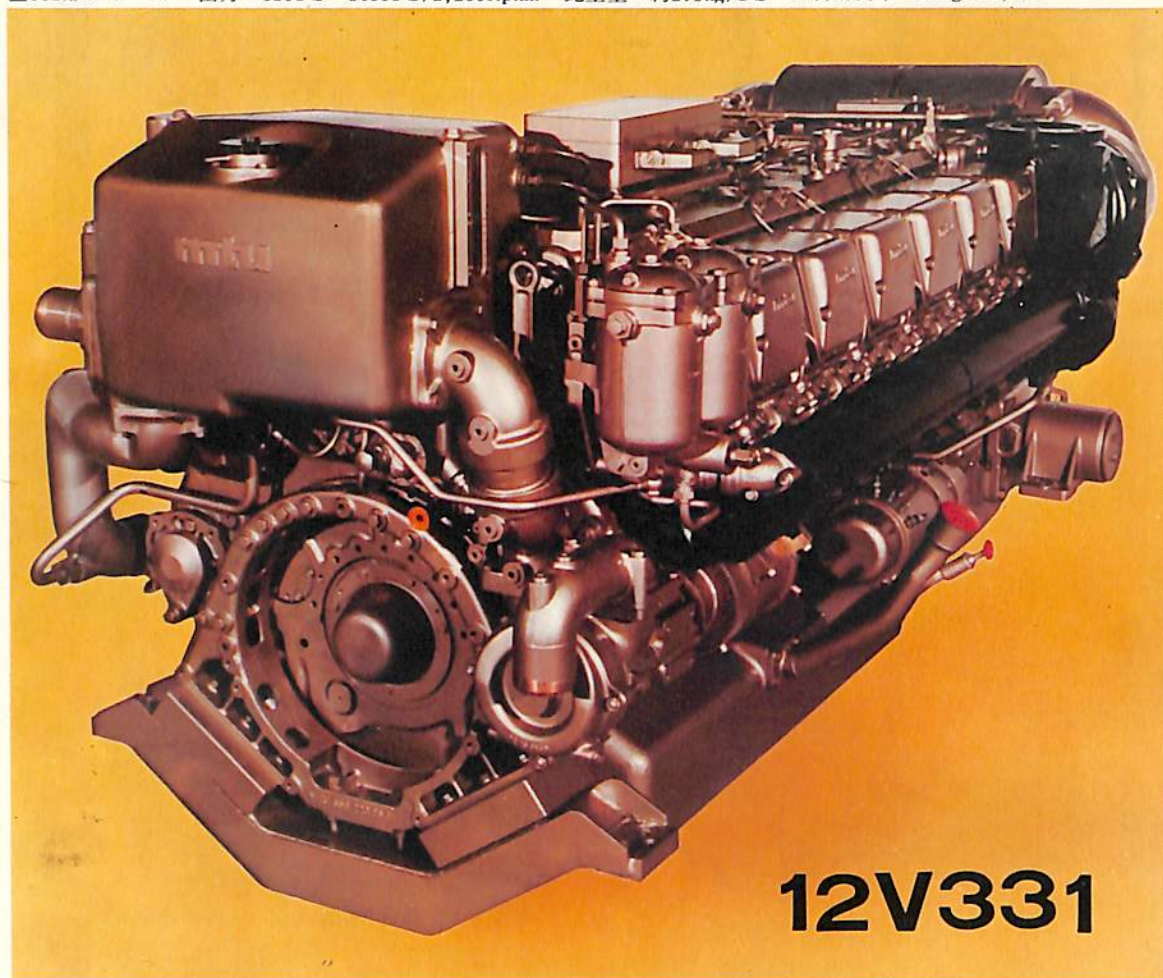
U.S.Navyのきびしい規格であるMIL-E-17341に公式に合格した唯一のガスタービン機関でDD-963 デストロイヤーの発電機関としても採用されています。



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

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

■331形シリーズ 出力: 610PS~1430PS/2,250r.p.m. 比重量: 約2.1kg/PS 燃料消費率: 169g/PS, br.



12V331



mtu

軽量・コンパクトな高速機関

より速く航行するために、またより燃料を節約するために、MTUディーゼルエンジンを使ってみませんか?

MTU高速ディーゼル機関は重量、容積が小さく、単位時間馬力当りの燃料消費が少なく、高速艇用主機関に最も適しています。

M・A・N(JAPAN)LTD.

〒100 東京都千代田区有楽町1-10-1 ☎03(214)5931

日本総代理店

保存委番号:

221049