

SHIPPING

1968. VOL. 41

# 船舶 6

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可 昭和四十二年六月七日 印刷  
昭和二十四年三月二十八日 国鉄特別承認雑誌第四〇六号 発行

世界最大のディーゼル船

## “BERGE COMMANDER”

船主	Sig. Bergesen D.Y.Co.
載貨重量	202,942 t
主機出力	27,600PS
速力	16.14ノット
引渡	昭和43年5月21日
建造	三菱重工長崎造船所

本船は、昨年10月長崎造船所で竣工した“BERGEHUS”の姉妹船で、27,600馬力のディーゼル機関を搭載した世界最大のディーゼル船である。

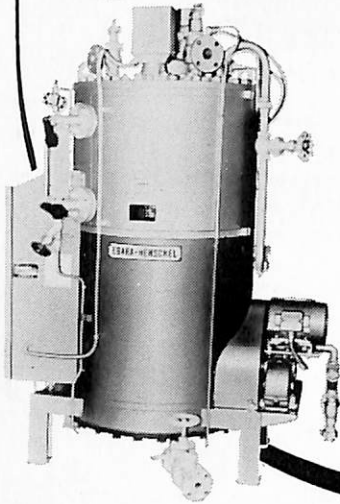


 三菱重工業株式会社

天然社

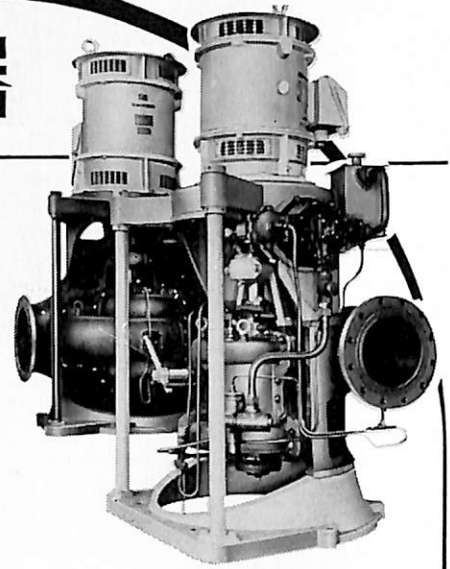
# エバラの船用機器

船舶用  
エハラヘンシェル・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  
支社：東京銀座西朝日ビル・大阪中之島新朝日ビル  
出張所：名古屋・福岡・札幌・仙台・広島・新潟・高松



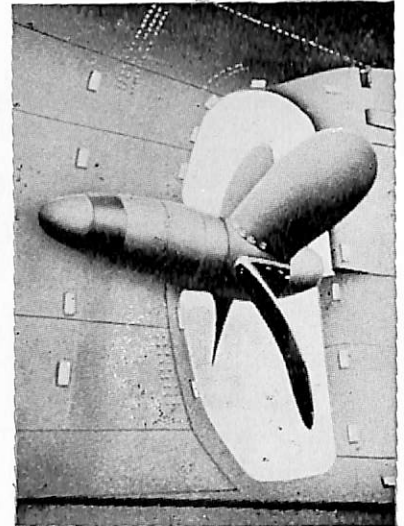
## 三菱防蝕亜鉛

CATHODIC PROTECTION ZINC

# CPZ

CPZの用途

各種船舶の外板、パラストタンク  
推進器軸、繫留ブイ、浮ドック  
港湾施設（鋼矢板岸壁、水門扉、閘門、棧橋）



船尾に取付けた CPZ-8F

## 三菱金属鋳業株式会社

東京都千代田区大手町1丁目6番地(大手ビル) 電話(270)8451  
営業所/大阪、札幌、仙台、新潟、名古屋、広島、福岡

総代理店・三菱商事株式会社

設計施工・日本防蝕工業株式会社



## 係船作業の合理化に!

ホーサーの格納・整理が1人でできます

- 甲板上の足踏みスイッチにより、ホーサーの巻込み状態を見ながら、自動的に操作できます。
- トルクコンバーターにより、ロープ張力を、いつも一定に保ちます。
- ホーサーの繰出しは、電磁クラッチの働きで、容易に行なえます。

KK式 タイディ

# ノボク ホーサーリール

# 艀装用など各種造船工事に活躍する 小川のOT型タワークレーン



## 特長

- 安全性と経済性を高める為の水平引込装置を採用。
- ジブの最少旋回径を0米にし、クレーン本体に保持するポストを繰込んでクライミングできる構造。
- 自力で吊り上げる即ちクライミングが簡易化できる装置である。
- モーメント制御装置及びクレーンロープの過負荷警報装置で、事故やワイヤロープの破壊を防止。
- クレーン運転者の目の前の標示装置で、ジブの傾斜角度、制限荷重及び旋回径を自動的に知り得る。

## OT型タワークレーン：能力

OT 3030型	3～9 ton
OT 4030型	4～9 ton
OT 5030型	5～10 ton
OT 6030型	6～10 ton

■御一報次第カタログ贈呈



## 株式会社 小川製作所

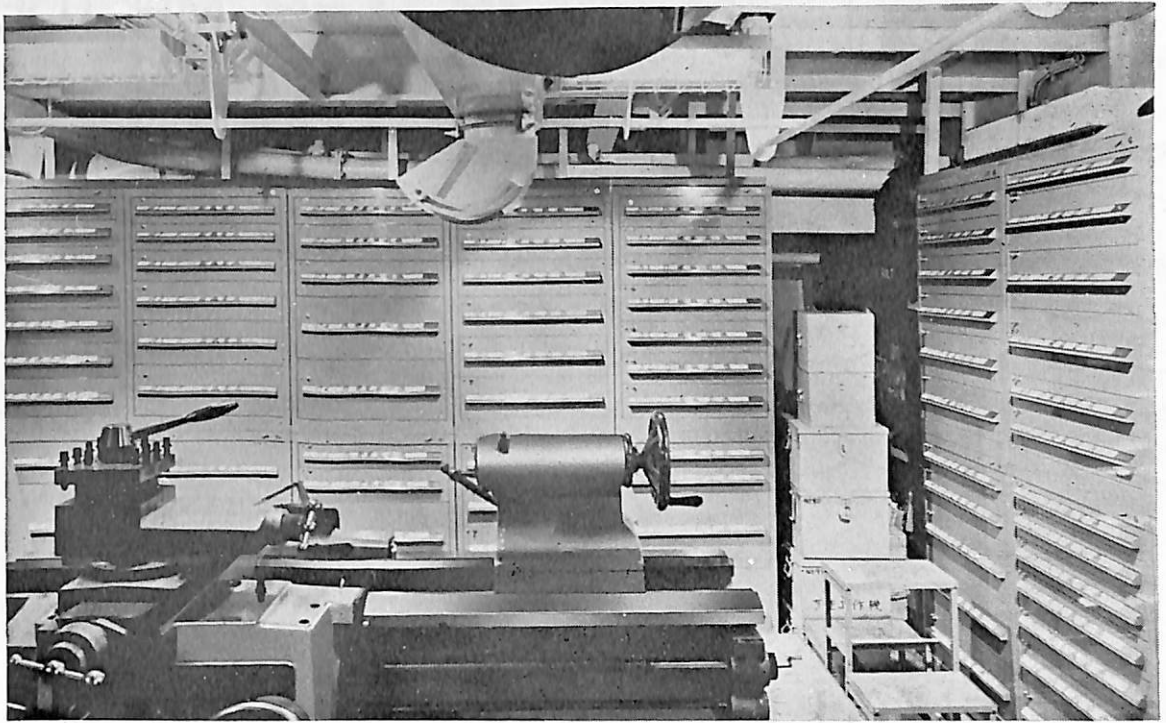
本社 千葉県松戸市稔台440番地 電話 松戸(0473)62-代表1231番  
 大阪営業所 大阪市東区淡路町5の33 兼松江商(株)機械第1部内  
 電話 大阪(06)228-3576~8

総代理店



## 兼松江商株式会社

東京支社	東京都中央区宝町2-5 (兼松江商ビル)	機械第1部第1課	電話(562)6611
大阪支社	大阪市東区淡路町5の33	機械第1部第3課	電話(228)3576~8
名古屋支店	名古屋市中区錦1-20-19 (名神ビル)	機械第1課	電話名古屋(211)1311
福岡支店	福岡市天神2-14-2 (福岡証券ビル)	機械課	電話福岡(76)2931
札幌支店	札幌市中央区南一条西5-1-1	電話札幌(6)7386	



## 船倉の合理化にヴィドマー

### ●船舶機装用ヴィドマー・キャビネット

せまい船倉内を最大限に使う。それなら、世界各国で使われているヴィドマー・キャビネットがいちばん

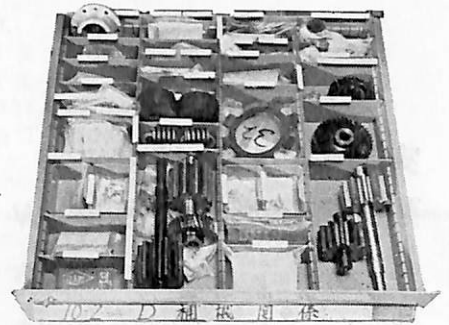
●1 ドローア(ひきだし)に平均 200kgを収納。床面積0.5㎡に4トンは平気

●ストッパー装置つき。ドローアは、すべり出ません  
施錠も完全

●ドローア内のマス目仕切りは、パーティション、ディバイダーなどで自由自在

●収納物は、表示ラベルで一目瞭然

●遠慮なくお問合わせください●専門の係員がお伺いいたします

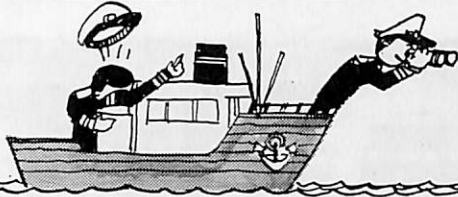


**村田ヴィドマー株式会社**

本社 京都市南区吉祥院落合町103番地 (電) 681-9141 (大代)  
 東京営業所 東京都港区芝琴平町27番地 (電) 502-1471 (代)  
 名古屋営業所 名古屋市駅前通新名古屋ビル南館5階 (電) 561-1501 (代)  
 大阪営業所 大阪市東区北浜3の5大阪神鋼ビル2階 (電) 202-3936 (代)

# マリンレーダ MR-100

シリーズ



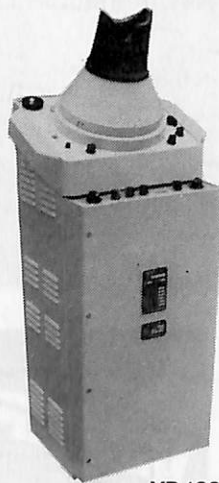
## すばらしいこの感度!!



実用形 出力10kW

強力実用形 出力50kW

10形ブラウン管を用いた指示器と、各種の空中線装置および送受信器の組み合わせで、ご希望のレーダ装置をお選びいただけます。



MR-100

### 主な特長

- 指示器10形ブラウン管…… 10 kW または 50 kWの送受信器と組み合わせ可能
- 長寿命
- 高感度……新開発の受信器、パランスド・ミクサ使用
- 他種レーダとの相互干渉がきわめて少ない……新周波数使用
- 容易な保守
- 優美なデザイン



## 株式会社 東京計器製造所

本社 東京都大田区南蒲田2-16 TEL 732-2111(大代)  
営業所 大阪・神戸・名古屋・広島・北九州・長崎・函館

# 船舶

第 41 卷 第 6 号

昭和 43 年 6 月 12 日 発行

天 然 社

## ◇ 目 次 ◇

コンテナ船の構造・強度について…………… 中川 萬 蔵… (41)

日立造船における数値制御方式 …………… 日立造船株式会社堺工場… (55)

造船工業における図形処理問題のソフトウェアについて …………… 服 部 幸 英… (62)

造船における数値化、数値制御について…………… 粟 田 剛 利… (76)

外板展開への電子計算機利用 …………… 目 代 昇… (83)

Freedom 型貨物船の設計と概要 (3) …………… 石川島播磨重工業株式会社… (88)

写真でみる坂出工場の現状 …………… 中 井 啓 美… (97)

これからの港湾——ポートアイランド構想によせて …………… 内 田 勇… (105)

インド向けタグボートと大洋漁業の F・R・P 漁艇 (大丸 商事部) …………… (108)

MAN ニュース …………… (109)

〔水槽試験資料 209〕 99 m 型旅客兼自動車渡船の模型試験例 …………… 「船舶」編集室… (110)

NK コーナー …………… (95)

建造許可実績 (昭和 43 年 4 月分) …………… (96)

〔特許解説〕 ☆ 船用雨中荷役装置 ☆ 端艇揚降装置 ☆ 舷梯の格納装置 …………… (114)

写 真 解 説 ☆ 準水陸両用新ホーパークラフト  
☆ 小川製作所のタワークレーン

竣工船——☆ ジャパン アゼリア ☆ たじま丸 ☆ 柳 博 丸 ☆ 晴 河 丸 ☆ きやすりん丸  
☆ 信 養 丸 ☆ 尚 昭 丸 ☆ 安 芸 丸 ☆ 越 後 丸 ☆ 金 寿 丸 ☆ せんだん丸  
☆ 白 洋 丸 ☆ 第 5 め っ く す ふ あ る と 丸 ☆ 国 星 丸 ☆ 大 輝 丸 ☆ 天 恵 丸  
☆ MUTAURA ☆ LING YUNG ☆ TANABATA ☆ JOANNIS ZAFIRAKIS  
☆ EVER FAITH ☆ KRISTIN BRØVIG ☆ TAMANO ☆ J. V. CLYNE  
☆ SNOW WHITE ☆ CAPETAN YIANNIS



**船齢を延ばす**

**ダイメットコート®**

**塗る亜鉛メッキ**

弊社工事は最新の設備と優秀な技術によりサンドブラスト処理からスプレイ塗装まで一貫した完全施工をしております。ダイメットコート国内施工実績 400 万平方メートル。

米国アマコート会社日本総代理店

株式 井 上 商 会 会 社

取締役社長 井 上 正 一

横浜市中区尾上町 5-80 TEL 横浜 (681)4021-3  
横浜 (641)8521-2

IHI 横浜第 2 工場建造中の NBC 社 276,000 D/T タンカー。本船の外板、デッキ等すべての暴露部及び COT 内にダイメットコート並びにアマコート塗料が使用されております。

## 準水陸両用新ホーバークラフト

高速パトロール船を世界16カ国向けに生産してきたThe Vesper Thornycroft Groupがホーバークラフトの分野にも進出し、76.2トンの準水陸両用海上フェリーVT1を建造した。

このフェリーの第1号はホーバークラフトを営業運航させているホーバートラベル社が設計段階で購入することとなり、明年中頃に引渡される予定である。

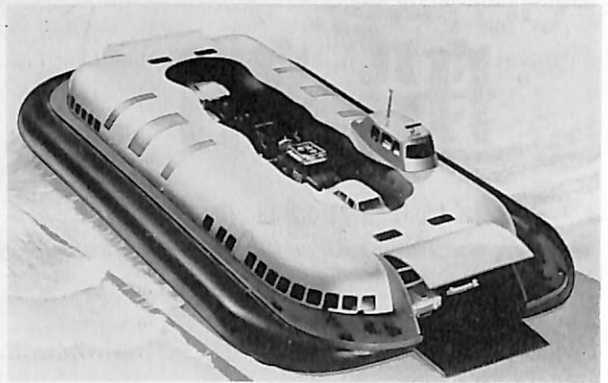
この設計の他の形式と相違する点は、水中防舷材が船長の前1/3で水から上がり、傾斜つきの船架となるので、その結果荷の積み卸しが早く簡単にできる。

船の中部に取り付けられた大形の防舷材は竜骨としての作用をし、ピッチが調節可能な2本のスクリューまたは水ジェットによって走向性が非常に富むという結果を生んでいる。

### 規 格

VT1は長さ29.2m、船幅13.2m、乗客座席数324名、または162名と自動車10台であり、静かな水面で無風の場合は最高速度が89km/時となる予定である。波高1mの場合74km/時で、2mの時は35ノットで航行できるものとなる。

満載時の回転時間は10分以下となる。海外向自動車搭載用に使用するため、ボスパーでは特製の海峡トラックを開発し、車輛用埠頭によく合い、ハンドルをとら

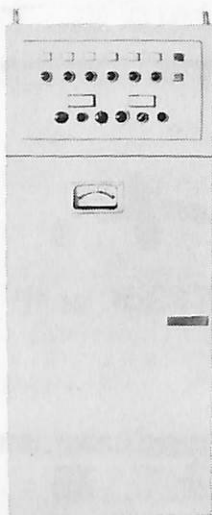


なくても車輛を導入できるようにした。

推進または昇降用にディーゼルまたはガス・タービンのいずれかを選択できる。昇降用の低速ファンを使用しエア・スクリューを使用していないことにより、動作中は静かである。

ボスパーでは軍用としての可能性も研究中で、ホーバークラフト艇の建造を考慮しており、巡視船や海軍艦艇の補助艇としての研究開発をすすめている。

VT1は甲板が広く安定でヘリコプターに使用でき、防舷材や水中装置は取りはずしのできるので準水陸両用となり得る。



FMA-26型

(カタログ文献呈)

## 光明可燃性ガス警報装置

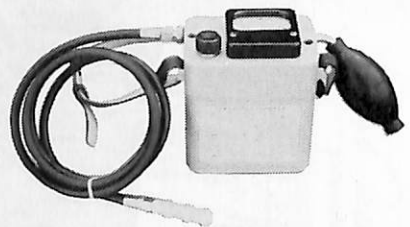
(日本海事協会検定品)

LPGタンカー  
ケミカルタンカー  
オイルタンカー

の

爆発防止に活躍する

光明可燃性ガス測定器  
FM型



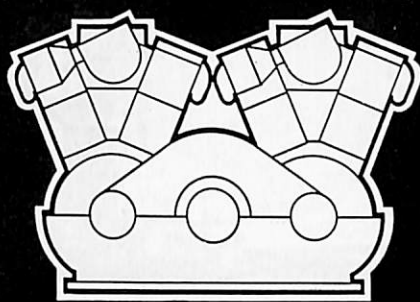
光明理化学工業株式会社

東京都目黒区中央町1-8-24 TEL711-2176(代)



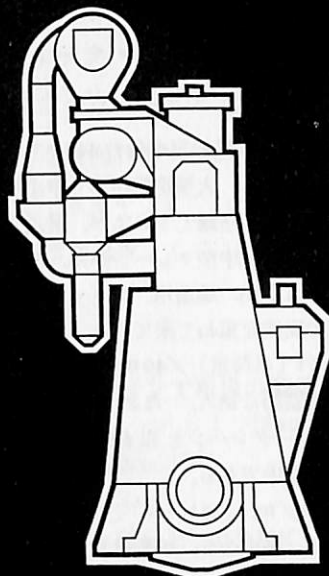
# ご計画の中の新造船にはどちらの粗悪油運転 ディーゼル機関を採用なさいますか？

4 X 10000 HP



MAN中速4サイクル機関減速機付き

1 X 40000 HP



MAN低速2サイクルロスヘッド機関

今日の海運業界での成功には関係者皆さまの推進機関についての十分な研究が不可欠です。機関速度の選択は一つの重要な問題です。70年前に世界最初のディーゼル機関を世に出したMAN社は、皆さまが適切な決定をされるのにご協力できます。MAN社は粗悪油運転可能な中速および低速の両ディーゼル機関を船用主機として製造し、数年にわたる運航実績をもつ唯一の会社です。

したがって、MAN社は、その豊かな経験を通して皆さまのご要求に応じ、中正で正確な資料をもとに適格な機関をおすすめできます。この開発はMAN社が船主各位により良い機関を提供するための長年にわたる研究にもとづくものです。

## M·A·N

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AKTIENGESELLSCHAFT AUGSBURG WORKS

M A N (ジャパン)

神戸サービスベース

東京 C. P. O. Box 68

神戸 Tel. 67-0765

ライセンサー

川崎重工業株式会社

三菱重工業株式会社

神戸 / 明石  
東京 / 横浜

## 小川製作所のタワークレーン 大型機部門に進出

小川製作所(本社 千葉県松戸市稔台 440)では、各種タワークレーンを製造し、大型造船所から中小規模の造船所にわたって、ひろく活躍しているが、最近では、従来、得意としていた小・中型クレーンから、次第に大型タワークレーンにも進出、建造用、ブロック組付用、ぎ装用と各造船所で実績を重ねて来ている。

この4月に、5t(吊荷重)/40m(作業半径)のタワークレーンを尾道造船に納入。なお、10t/30m、20t/30mの大型タワークレーンを岸本造船、日立造船より受注、目下、製作中である。

120t/m、150t/m、180t/m、といった小・中型クレーン部門では、従来から、三菱重工業、石川島播磨重工業、佐世保重工業等をはじめとする多くの造船所に小川製作所製のタワークレーンが活躍を続けている。

本機の特徴は概略次のとおりである。

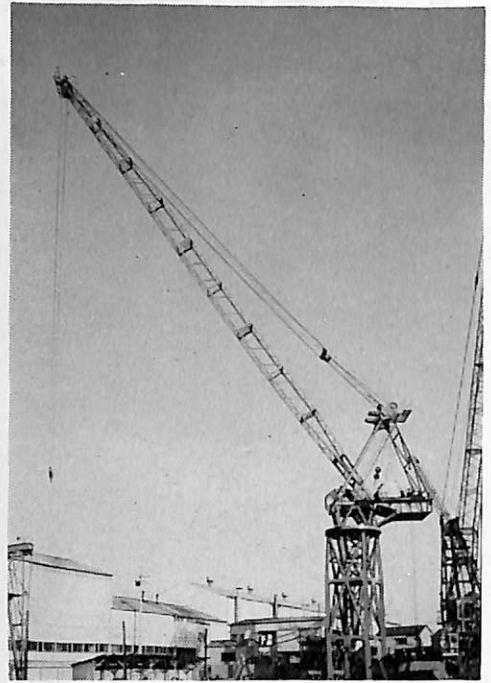
**取扱容易** いくら性能がよくても運転方法が複雑では効果は半減してしまうが、主幹制御方式を採用しているので、コントローラーの操作が軽くて視界のよい運転室とあいまって非常に運転が簡単である。

各種安全装置が完備しているので誤操作による事故が絶対がない。

**高能率** クレーンは単に速度がはやいというだけでは高能率ということとはできない。吊荷の着床や合せ作業を能率よく行なうためにはどうしても速度制御を必要とする。そのために従来のメカニカルブレーキやバンドブレーキにかわってVSコントロール方式を採用し、微速性能、インチング性能を飛躍的に改善してある。

**音がしない** クレーンの運転中に音がしないということは機械に無理がないという証拠である。この音を小さくする方法については次のようにして成果をあげている。

機械部分の音の発生源は主として歯車関係であるから、まず各部分の精度を高くすること、と同時にこの精度を長期にわたり維持すること、すなわち耐磨耗性が必要である。このためには歯車類や軸に対しては高周波焼入あるいはその他の熱処理を施し、油入歯車箱に納めてある。また軸承は、コロガリ軸承、すべり軸承を用途に応じて合理的に使用し、さらに給油にも特別の考慮をはらっている。



尾道造船に納入した5t/40mタワークレーン

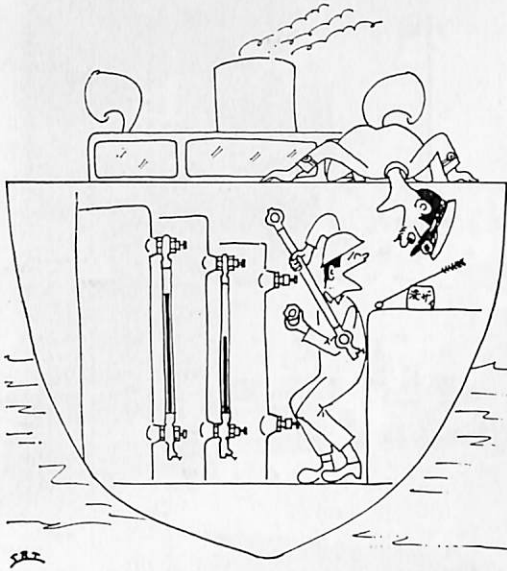
### その他

- (1) JIS規格、クレーン等安全規則、クレーン構造規格を満足していることはもちろん、保守、点検、修理に便利な構造となっている。
- (2) 電動機をはじめ電気機器は、安川電機製なので、安川電機の全国各出張所でアフターサービスを行なうことができる。
- (3) 組立後工場内において厳密な総合試験を行なった後をはじめて納入される。従って最高の品質が保証されると同時に現場据付に際し事故が発生することがない。
- (4) ジブの起伏による吊荷の上下をなくするための水平引込装置を採用してある。水平引込には在来より色々な方法があるが同社のクレーンはこの装置をすべてバックフレームに内蔵し安全性と経済性を高めている。
- (5) ジブの最少旋回径を0mにしている。従ってクレーン本体を保持するポストを本体の中心に繰込んで継足してできる構造になっている。
- (6) クレーン操作中運転者は目の前にジブの傾斜角度、吊るべき制限荷重および旋回径を自動的に知り得る。
- (7) 組立、解体およびクライミングは、自力できわめて簡単かつ容易に行なうことができる。
- (8) 運転室はアウトマスト(旋回部)側面に取りつけ、周囲の見通しがよいように回転窓をとりつけてある。
- (9) 巻上、引込、旋回の3操作を同時に行なうことができる。

—— 世界中の海を走る船に使用されている ——

# シートル・ゲージ

(クイック・マウント・液面計)



御要望に添い SUS 鋼製即納発売中!

ロイド認定の英国 SEETRUC社にて開発された画期的な液面計です。満タンでも取付け取りはずしができます。

金子産業が技術提携して東洋総製造販売元となっております。

- 納期 即納
- コンパクトデザインで取扱の簡便さを誇る
- 耐圧試験 20kg/cm<sup>2</sup> および 30kg/cm<sup>2</sup>
- 取付長さ 1.500mm以下
- 安全弁、ドレン弁付
- 呼び径 P.T. 3/4 B および JIS 10K, ASA 150
- 液面が赤色に見える
- 船舶の燃油、水タンクに
- 材質 Bs BMねじ込形および SUS 鋼製フランジ形

A: わーッ、満タンで?  
 B: そうです。はずしました。  
 A: うーん!!  
 B: それにスバナなしでも  
 取付け OK ですよ。



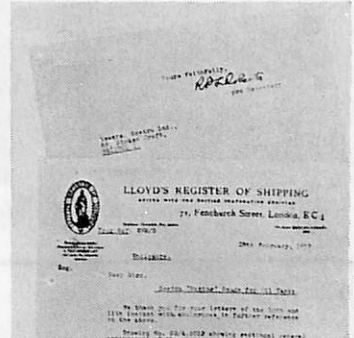
Bs BM 製ネジ込型

(カタログ進呈、乞誌名御記入を)

ロイド認定の  
 英国のシートル社と  
 技術提携



SUS-27 製フランジ型



ロイド認定の合格証

シートル社東洋総製造販売元

## 金子産業株式会社

東京都港区芝五丁目10番6号  
 電話 452-3171 (代表)  
 工場 東京・川崎・白河



FIST

MATAURA

(全倉冷蔵貨物船)

船主 P & Q社(英)

造船所 三井造船・玉野造船所

全長	長	164.600 m
幅	(垂)	153.924 m
深	(型)	22.708 m
吃水	(型)	14.090 m
総噸数	噸	9,504.39 噸
載貨重量		11,731.00 噸
冷蔵貨物倉		15,470 m <sup>3</sup>
一般貨物倉		2,216 m <sup>3</sup>
液体貨物倉		206 m <sup>3</sup>
速力(航海)		20.1ノット
	(試運転最大)	22.2ノット
主機	三井B&W 984 VT 2	
	BF-180型ディーゼル機関1基	
出力(連続最大)		20,700 PS×114 RPM
船級	級	LR
乗組員	員	55名
起進	工	42-9-20
進水	水	42-12-18
竣工	工	43-5-15



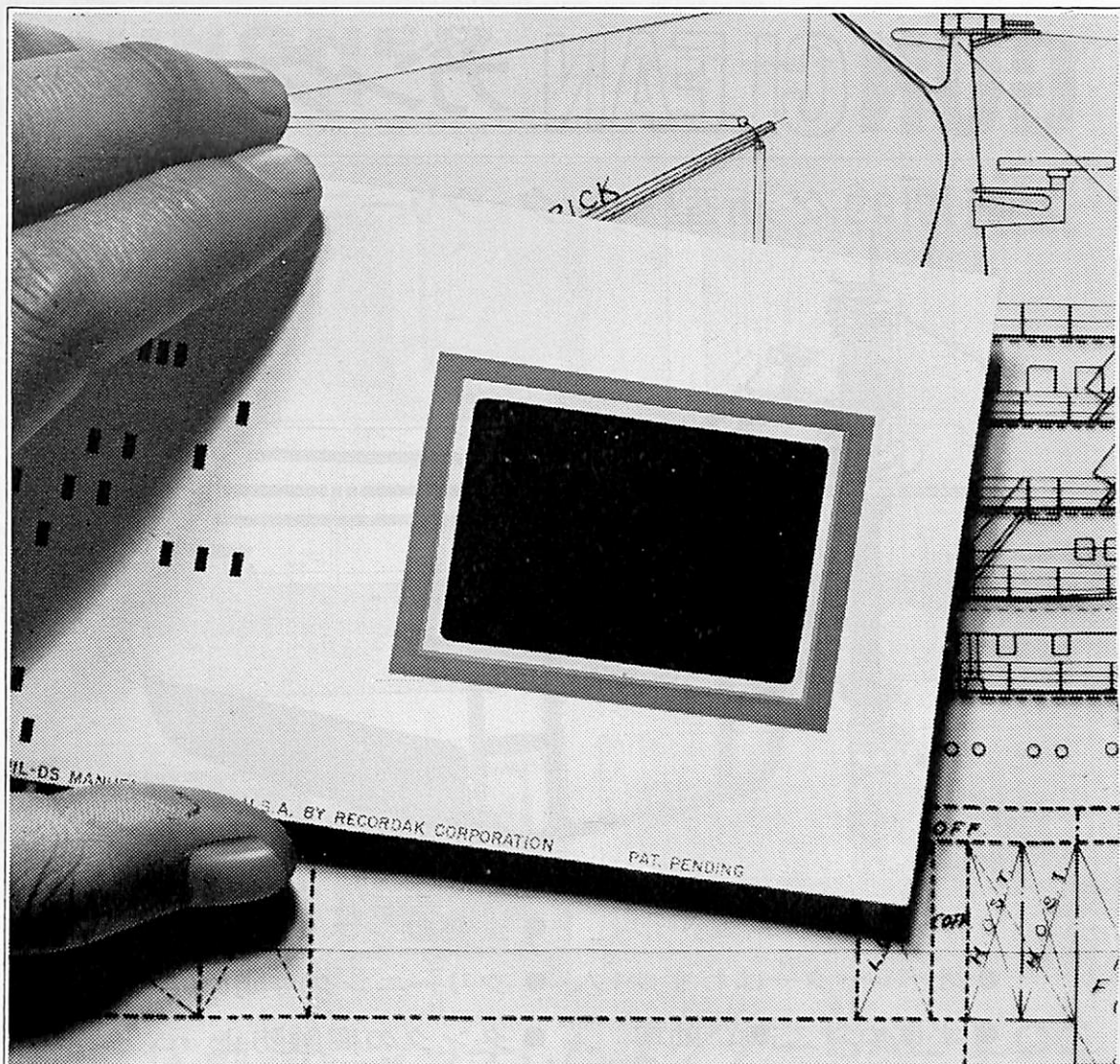
つ の  
船舶塗料

- C.R.マリンペイント
- L.Z.プライマー
- 楢印船底塗料
- 楢印船底塗料R
- ニッペンジンキー
- エポタール
- Transocean Brand
- Cupon Brand

大阪市大淀区大淀町北2  
東京都品川区南品川4



日本ペイント



## 拡大図に品質と精度をお求めなら…

マイクロフィルム化されている図面は、実際に使用する段階で、引伸ばさなければなりません。コダック社のコダグラフ・エスターベース・フィルムをお使いになれば、大小任意のサイズで、きわめて品質のすぐれた拡大原図が、簡単につくれます。作業効率の向上に、あなたの職場でも、さっそくお試しください。

### 《五大特長》

● 丈夫なベース ● すぐれた寸度安定性 ● 扱いやすい表面処理 ● 大きいサイズ ● 堅実性、信頼性、均一性  
こんな場合にもご利用ください。

\* 貴重な図面の保管 \* プリント量産の中間原図の作製  
\* 合成図面の作製 \* 図面の一部変更 \* 地図の複製…などに！

経済的で使いやすい、コダグラフ・ペーパーも、あわせてご利用ください。

● コダグラフ感材には、ご使用目的によって豊富な製品系列がそろっています。詳細は下記までお問い合わせください。

### コダグラフ・エスターベース・フィルム

#### 《特約店》

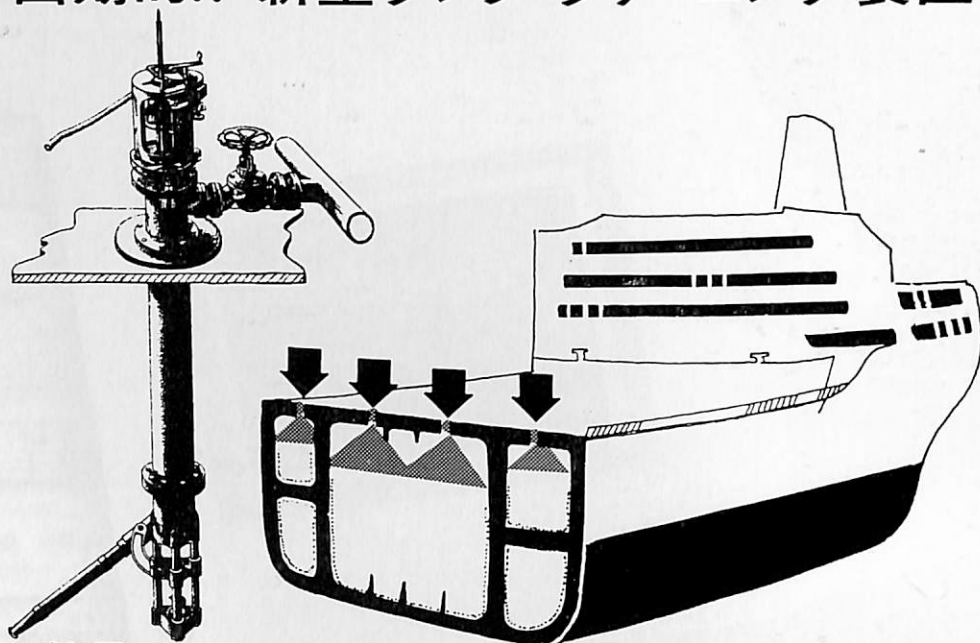
(株)五洋 (株)阪田商会 クスタ事務機(株)



長瀬産業 コダック製品部 営業第四課  
東京都中央区日本橋小舟町2の3 電話(662)6211(大代表)

# GUNCLEAN ガンクリーン

画期的!! 新型タンク・クリーニング装置



特長：

- 半永久的に設置
- オペレーターはわずか1人
- ずばぬけて高い効率
- 冷海水の使用
- 全自動システム
- クリーニング時間の短縮
- タンクの腐蝕防止
- クリーニングコストの節減

ガンクリーンは、目下世界中で採用されつつあり、現在までに合計10,000,000重量トンに及ぶタンカーに使用されました。

- 詳細は弊社、船舶機械部までお問い合わせください。

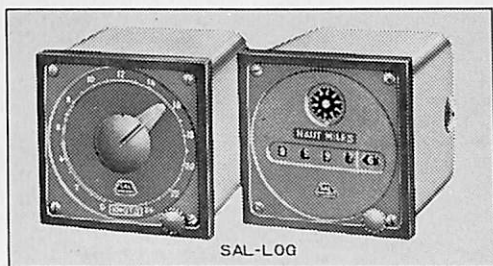
## ガデリウス

日本総代理店 ガデリウス株式会社  
東京都港区元赤坂1-7-8 電話(03)403-2141(大代)

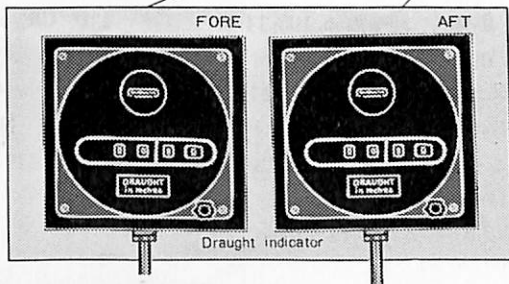
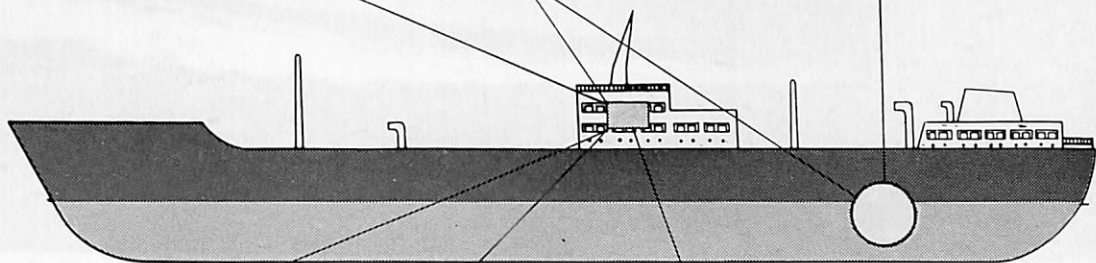
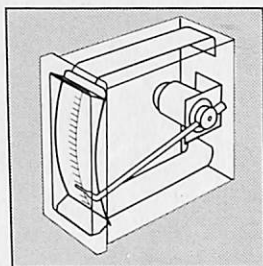
神戸市生田区浪花町27 興銀ビル 電話(078)39-7251(大代)  
●出張所———札幌・名古屋・福岡

# JUNGNER SAL-LOG

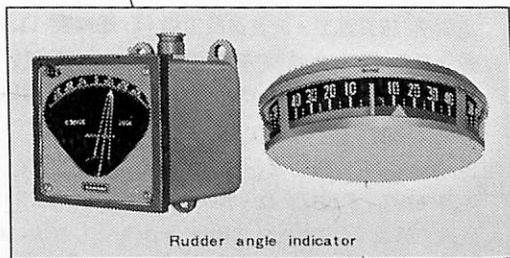
# ユグナー・サルログ



SAL-LOG



Draught Indicator



Rudder angle indicator

## 近代航法にマッチしたユグナーSAL-LOG

信頼性で選ばれるSAL-LOGは、あらゆる船舶の測程儀の製作に、50年以上の経験をもつユグナーの傑作です。例えばSAL-24 LOGはピトー管圧力を利用し、記録を連続的かつ正確に行ない、海中の障害物にも左右されません。ピトー管は船体に取りつけられ、航行中でも船内に容易に格納できるようになっています。また、船の速度と航行距離はいずれも

ブリッジと機関室に継続的に示されるようになっています。

このほか、ユグナーではドラフトインジケータ、トリムインジケータ、ラダーインジケータ、主機回転指示器など各種の計器類をそろえ、船舶の安全航行の指針となっています。

■ユグナーに関する詳細は、弊社船舶機械部までお問い合わせください。

# ガデリウス

日本総代理店 ガデリウス株式会社  
東京都港区元赤坂1-7-8 電話(03)403 2141(大代)

神戸市生田区浪花町27 興銀ビル 電話(078)39 7251(大代)  
●出張所 札幌 ・ 名古屋 ・ 福岡



LING YUNG (凌雲) (貨物船) 船主 Chinese Maritime Trust, Ltd. (中国)

造船所 浦賀重工・浦賀造船工場 総噸数 11,157.40 噸 純噸数 6,105.14 噸 遠洋 船級 CR, AB  
 載貨重量 11,920 噸 全長 159.50 m 長(垂) 148.00 m 幅(型) 23.40 m 深(型) 13.00 m 吃水  
 9.25 m 満載排水量 18,772 噸 長首楼付平甲板型 主機 浦賀スルザー 8RD 76 型単動 2 サイクルディ  
 ーゼル機関 1 基 出力 10,900 PS×116 RPM 燃料消費量 41.8 kt/day 航続距離 16,600 海里 速力  
 19.50 ノット 貨物倉(ベール) 20,100 m<sup>3</sup> (グリーン) 21,919 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,774 m<sup>3</sup> 清水倉 419 m<sup>3</sup>  
 乗員 57 名 工期 42-10-14, 43-1-12, 43-4-9

設備 第 3, 4 貨物倉は 2 Row hatch とし最大 56 個の 8 呎×8 呎×40 呎 コンテナを搭載できる。  
 22.5 噸エベール式デリックブーム 8 本を設備している。

特徴 「半没水船理論」を採用している。



防蝕防錆のことならなんでもご相談ください

無機質高濃度亜鉛塗料  
**ザップコート**  
 (ニッペンキー #1000)

**電気防蝕**

性能のすぐれた新しい  
 アルミニウム合金流電陽極  
 ALAP

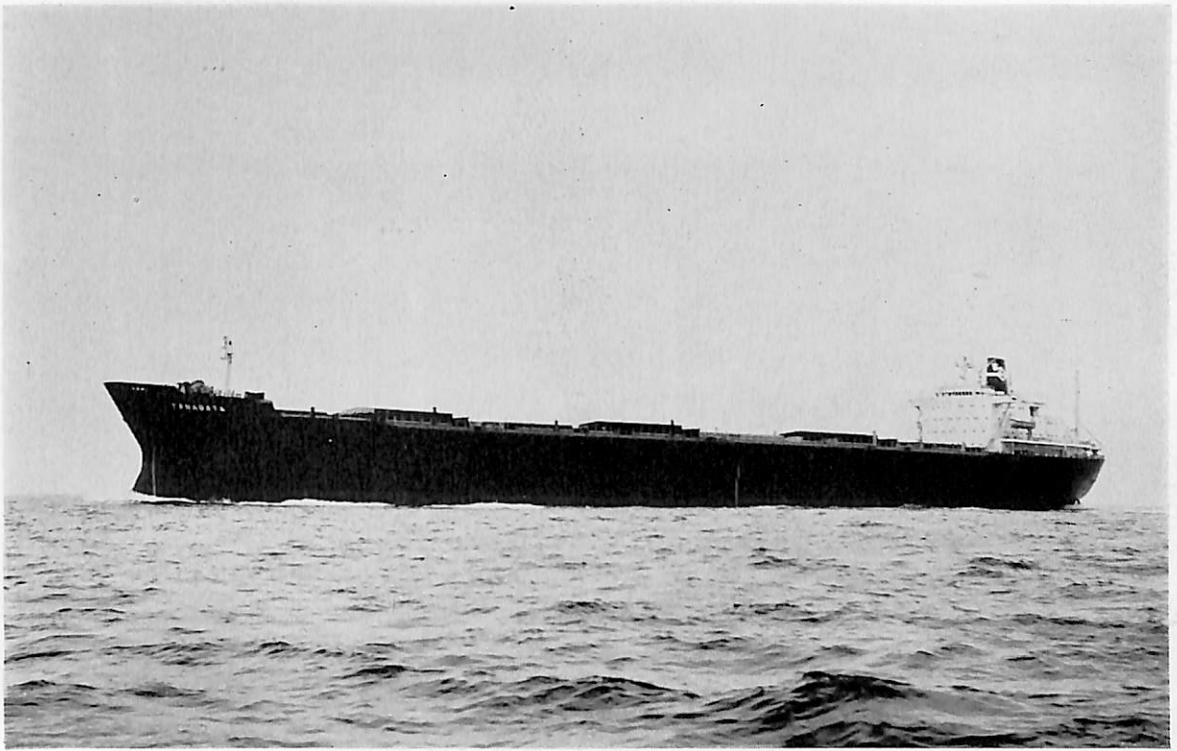
港湾施設・船舶・埋設管・地中海中鉄鋼施設・機械装置

調査 設計 施工 管理

**中川防蝕工業株式会社**

本店 東京都千代田区神田鍛冶町2の1 電話:(252)3171(代) テレックス:ナカガワボウショク TOK-222-2826  
 出張所 大阪(362)5855 名古屋(962)7866 福岡(77)4664 札幌(24)2633 広島(48)0524 仙台(23)7084  
 新潟(66)5584 四国(高松61-4379)





TANABATA (ばら積貨物船) 船主 Wilhelm Wilhelmsen (ノルウェー) 造船所 三菱重工・横浜造船所  
 長(垂) 211.00 m 幅(型) 31.80 m 深(型) 18.35 m 吃水 12.22 m 総噸数 35,955 噸 載貨重量  
 56,768 噸 速力(試) 16.45 ノット 主機 三菱スルザー 6 RD 90 型ディーゼル機関 1 基 出力 13,800 PS  
 船級 NV 起工 42-9-27 進水 43-1-20 竣工 43-4-24



IOANNIS ZAFIRAKIS (ばら積貨物船) 船主 South Mediterranean Shipping Ltd. (リベリヤ)  
 造船所 函館ドック・函館造船所 総噸数 16,045.98 噸 純噸数 10,208.14 噸 遠洋 船級 LR  
 載貨重量 28,386 噸 全長 180.80 m 長(垂) 170 m 幅(型) 23.10 m 深(型) 14.50 m 吃水 10.60 m  
 満載排水量 34,967 噸 船主尾楼付平甲板型船尾機関 主機 IHI-スルザー 7 RD 76 型ディーゼル機関 1 基  
 出力 10,080 PS×118 RPM 燃料消費量 39.3 t/d 航続距離 16,500 海里 速力 15.1 ノット 貨物倉  
 (ベール) 32,729 m<sup>3</sup> (グリーン) 35,128 m<sup>3</sup> 燃料油倉 2,018 m<sup>3</sup> 清水倉 248 m<sup>3</sup> 乗員 42 名 工期  
 42-6-1, 42-12-20, 43-3-11



EVER FAITH (木材兼ばら積貨物船) 船主 First Steamship Co., Ltd. (TAIWAN)  
 造船所 株式会社 名村造船所 総噸数 10,252.65 噸 純噸数 6,908.04 噸 遠洋 船級 AB, CR 載貨重量  
 16,446 噸 全長 145.52 m 長(垂) 136 m 幅(型) 21.6 m 深(型) 12.2 m 吃水 9.116 m 満載排水量  
 20,471 噸 凹甲板船尾機関型 主機 三菱 MAN K 7 Z<sup>70</sup>/<sub>120</sub> C 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,290 PS×130.4  
 RPM 燃料消費量 27.9 t/d 航続距離 18,660 海里 貨物倉(ベール) 20,352 m<sup>3</sup> (グレーン) 20,743 m<sup>3</sup>  
 燃料油倉 1,657.9 m<sup>3</sup> 清水倉 413.3 m<sup>3</sup> 乗員 45 名 工期 42-10-25, 43-2-17, 43-4-27



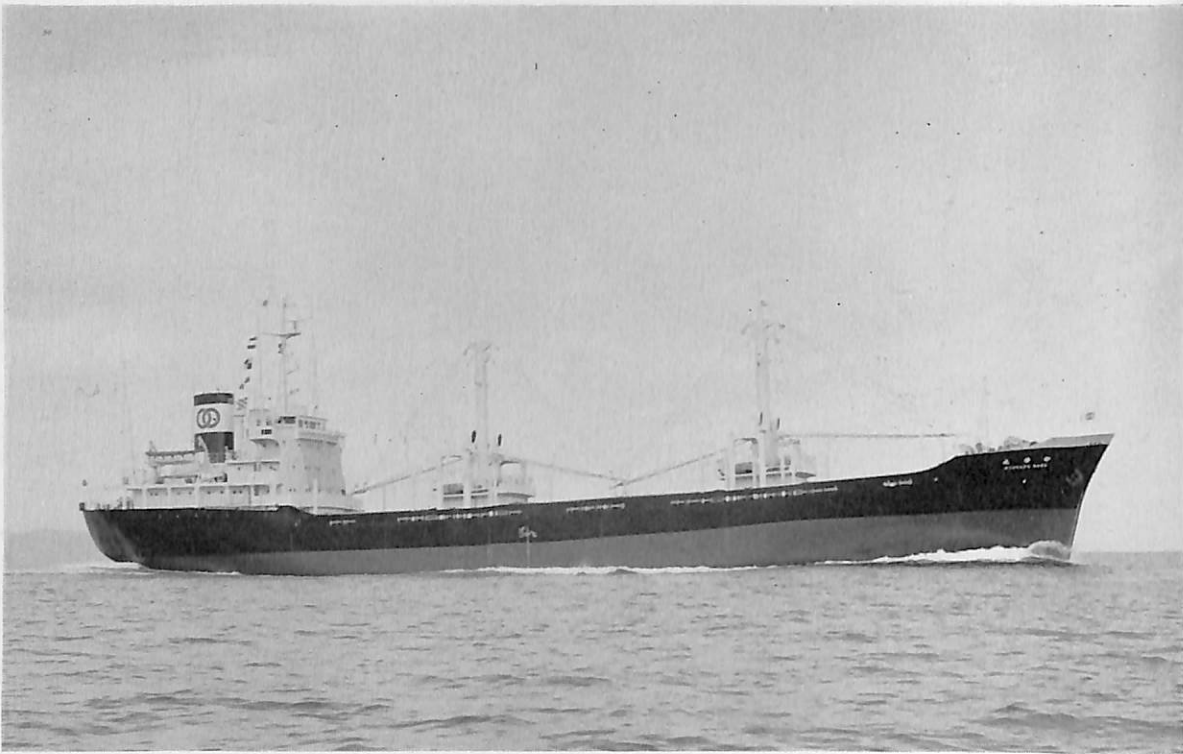
KRISTIN BRØVIG (ばら積兼鉾石運搬船) 船主 A. S. Brøvig Tank, (ノルウエー)  
 造船所 日立造船・向島工場 総噸数 13,766.78 噸 純噸数 8,113.51 噸 遠洋 船級 NV 載貨重量 22,105 噸  
 全長 154.74 m 長(垂) 152.00 m 幅(型) 22.80 m 深(型) 13.60 m 吃水 9.654 m 満載排水量 27,316.00 噸  
 船首楼付一層甲板型 主機 日立 B&W 762-VT 2 BF-140 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,650 PS×135 RPM  
 燃料消費量 30.5 t/d 航続距離 11,200 海里 速力 14.0 ノット 貨物倉(ベール) 26,599 m<sup>3</sup> (グレーン)  
 27,496 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,048.93 m<sup>3</sup> 清水倉 476.64 m<sup>3</sup> 旅客数 2 名 乗員 36 名 工期 42-9-30,  
 42-12-28, 43-3-15



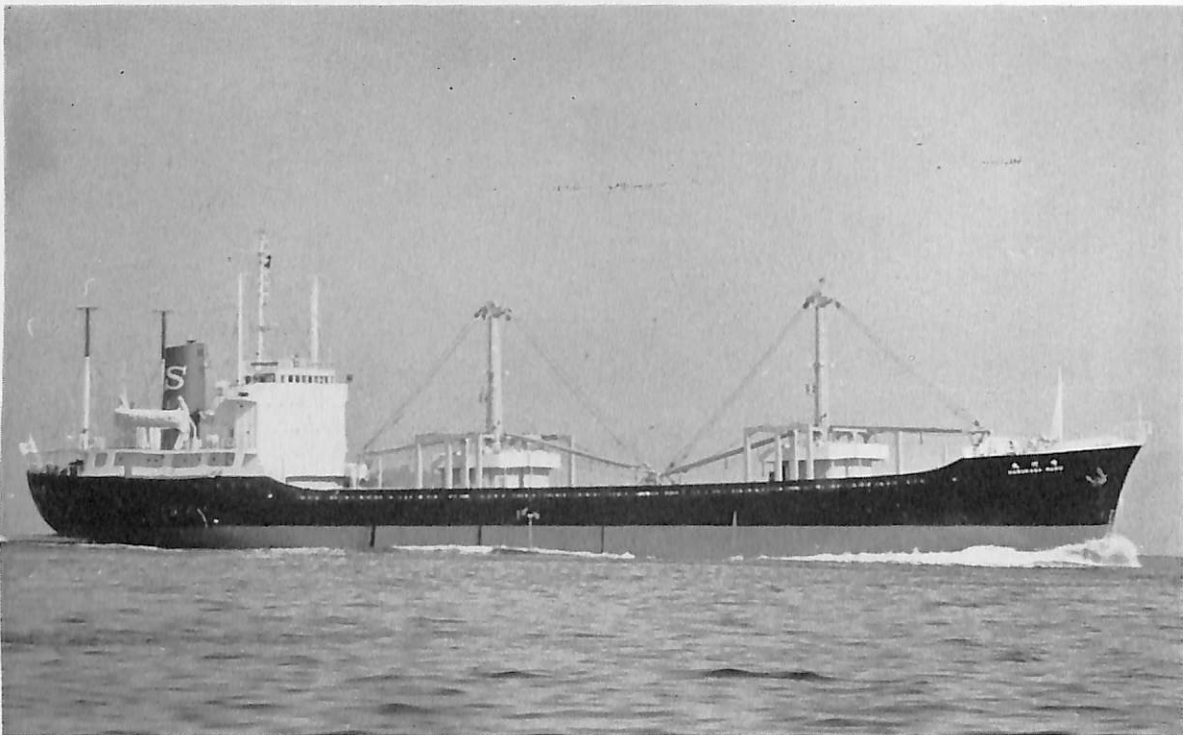
**ジャパン アゼリア** (木材運搬船) 船主 ジャパンライン・日新興業株式会社 造船所 日立造船・因島工場  
 総噸数 15,331.81 噸 純噸数 8,710.66 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 21,843.00 噸 全長 172.00 m  
 長(垂) 163.00 m 幅(型) 24.80 m 深(型) 13.40 m 吃水 9.173 m 満載排水量 28,144 噸 凹甲板型  
 主機 日立 B&W 762 VT 2 BF-140 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,140 PS×132 RPM 燃料消費量 29,56 t/d  
 航続距離 14,200 海里 速力 14.4 ノット 貨物倉(ベール) 29,907 m<sup>3</sup> (グレーン) 30,426 m<sup>3</sup> 燃料油倉  
 1,532.65 m<sup>3</sup> 清水倉 292.82 m<sup>3</sup> 乗員 36 名 工期 42-10-24, 42-12-28, 43-3-2



**たじま丸** (木材運搬船) 船主 三光汽船株式会社 造船所 尾道造船株式会社  
 総噸数 10,873.94 噸 純噸数 6,639.81 噸 船級 NK 載貨重量 10,873.94 噸 全長 154.10 m 長(垂)  
 142.50 m 幅(型) 22.20 m 深(型) 12.10 m 吃水 8.798 m 満載排水量 22,387.60 噸 凹甲板型 主機  
 日立 B&W 762-VT 2 BF 140 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,650 PS×135 RPM 燃料消費量 29 t/d 航続距  
 離 16,500 海里 速力 14.70 ノット 貨物倉(ベール) 21,649.60 m<sup>3</sup> (グレーン) 22,262.95 m<sup>3</sup> 燃料油倉  
 1,462.51 m<sup>3</sup> 清水倉 1,030.46 m<sup>3</sup> 乗員 35 名 工期 42-9-21, 42-12-29, 43-3-26 同型船 新光丸



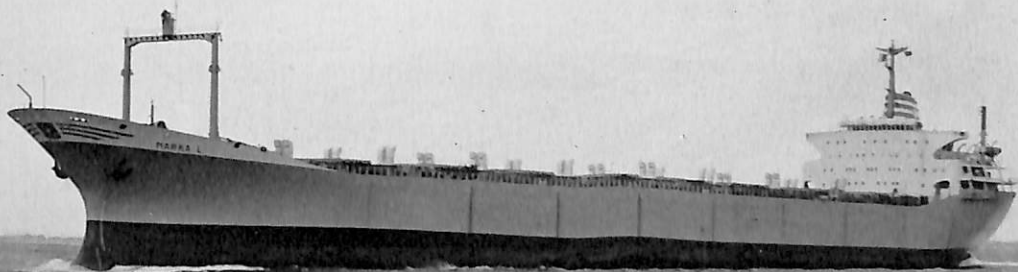
柳 博 丸 (木材運搬船) 船主 株式会社 丸二商会 造船所 尾道造船株式会社  
 総噸数 3,980.32 噸 純噸数 2,461.38 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 6,665.14 噸 全長 108.80 m 長(垂)  
 100.40 m 幅(型) 16.40 m 深(型) 8.40 m 吃水 6.752 m 満載排水量 8,789.38 噸 凹甲板型 主機 三菱  
 6 UD 45 型 ディーゼル機関 1 基 出力 2,975 PS×227 RPM 燃料消費量 12.4 t/d 航続距離 12,800 海里  
 速力 12.70 ノット 貨物倉(ベール) 7,964.04 m<sup>3</sup> (グレーン) 8,449.25 m<sup>3</sup> 燃料油倉 500.87 m<sup>3</sup> 清水倉  
 532.20 m<sup>3</sup> 乗員 30 名 工期 42-9-7, 43-2-1, 43-4-17



晴 河 丸 (木材運搬船) 船主 新和海運株式会社, 晴海船舶株式会社 造船所 四国ドック株式会社  
 総噸数 3,812.21 噸 純噸数 2,282.32 噸 近海 船級 NK 載貨重量 6,195.32 噸 全長 110.00 m 長(垂)  
 101.50 m 幅(型) 16.00 m 深(型) 8.10 m 吃水 6.64 m 凹甲板船尾機関型 主機 神戸発動機 6 UET  
 45'75 C 型 ディーゼル機関 1 基 出力 3,230 PS×218 RPM 燃料消費量 13.15 t/d 航続距離 10,700 海里  
 速力 13.1 ノット 貨物倉(ベール) 7,756.0 m<sup>3</sup> (グレーン) 8,060.0 m<sup>3</sup> 燃料油倉 586.76 m<sup>3</sup> 清水倉  
 461.57 m<sup>3</sup> 乗組員 30 名 工期 42-8-28, 42-12-9, 43-2-12



きやすりん丸 (チップ運搬船) 船主 山下新日本汽船株式会社 造船所 舞鶴重工・舞鶴造船所  
 全長 176.20 m 長(垂) 165.00 m 幅(型) 25.00 m 深(型) 17.50 m 吃水 10.025 m 総噸数 20,686.14 噸  
 載貨重量 26,596.5 噸 貨物倉(ベール) 48,879 m<sup>3</sup> 速力(試) 16.98 ノット 主機 日立 B&W 862-VT 2  
 BF-140 型ディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 9,600 PS 乗組員 34 名(外 2) 船級 NK 起工  
 42-9-27 進水 43-2-3 竣工 43-4-24



MARKA L (ばら積貨物船) 船主 Elcommodore, Inc (リベリヤ) 造船所 函館ドック・函館造船所  
 総噸数 36,365 噸 純噸数 27,194 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 74,245 噸 全長 261.56 m 長(垂)  
 243.84 m 幅(型) 32.31 m 深(型) 18.30 m 吃水 13.576 m 満載排水量 90,153 噸 凹型 1 層甲板船尾  
 尾機関型 主機 浦賀スルザー 9 RD 90 型ディーゼル機関 1 基 出力 18,630 PS×115 RPM 燃料消費量  
 66.45 t/d 航続距離 23,000 海里 速力 16.25 ノット 貨物倉(ベール) 2,931,623 f<sup>3</sup> (グレーン)  
 2,961,329 f<sup>3</sup> 燃料油倉 170,893 f<sup>3</sup> 清水倉 11,857 f<sup>3</sup> 乗組員 41 名 工期 42-6-24, 42-12-24  
 43-3-30

SPES  
(油槽船)

船主 Lunmar S.A(パナマ)

造船所 三菱重工・長崎造船所

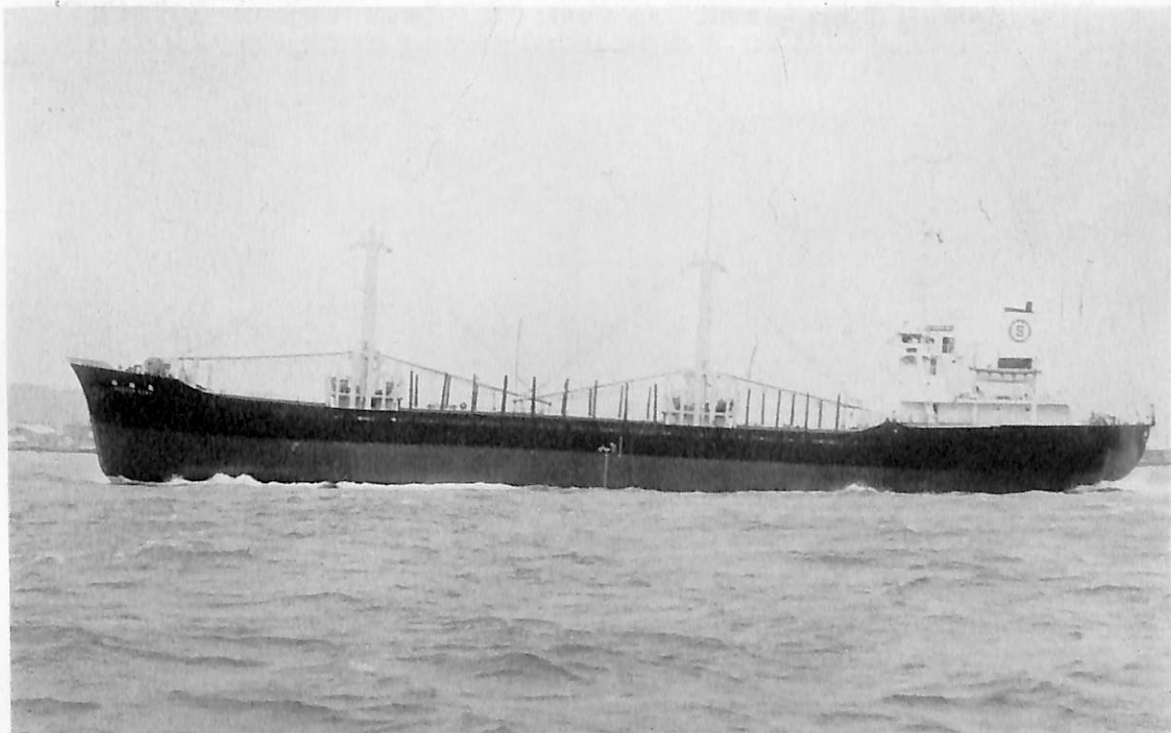
長(垂) 223.0 m 幅(型) 37.2 m  
深(型) 17.8 m 吃水 13.348 m  
総噸数 37,855.21 噸 載貨重量  
77,354 噸 速力(試) 16.5 ノ  
ット 主機 三菱スルザー 9RD  
90型ディーゼル機関 1 基 出力  
(連続最大) 20,700 PS 船級  
AB 起工 42-10-20 進水  
43-1-28 竣工 43-4-19



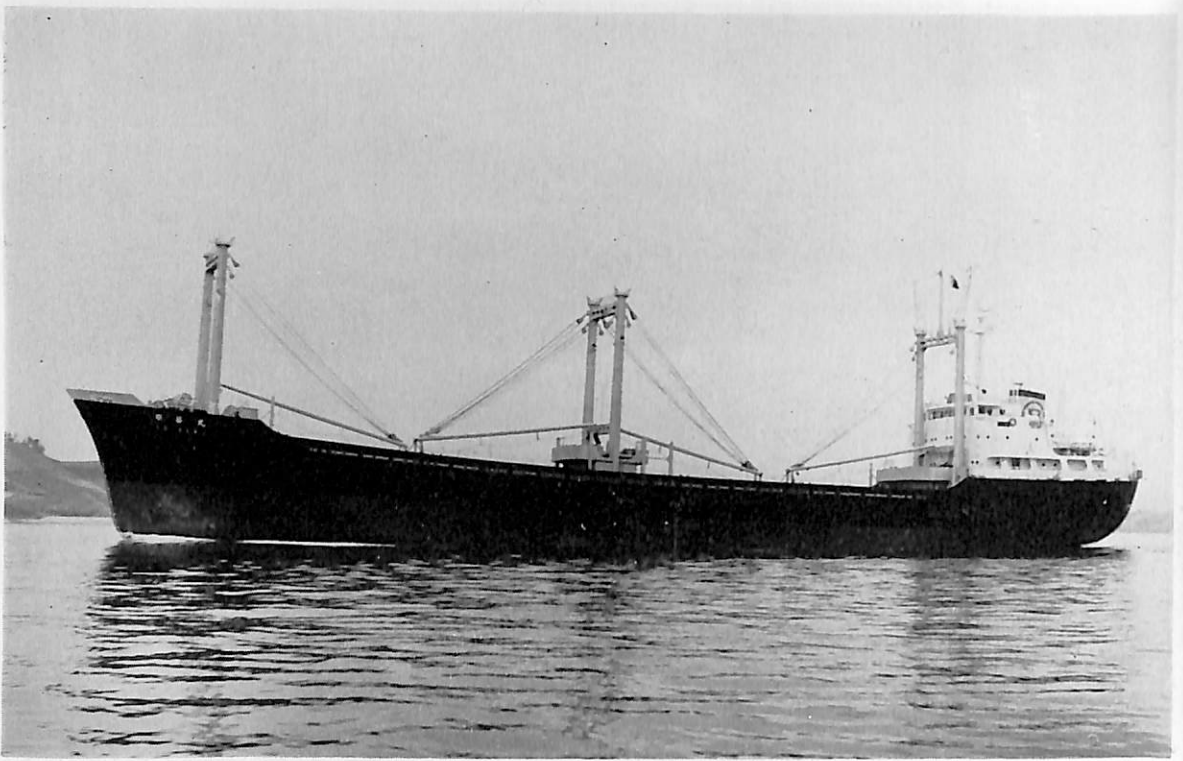
TAMANO (油槽船) 船主 Wilh. Wilhelmsen (ノルウェー) 造船所 三井造船・玉野造船所  
長(垂) 238.658 m 幅(型) 38.938 m 深(型) 17.678 m 吃水 13.526 m 総噸数 46,988 噸  
載貨重量 88,072 噸 貨物倉容積 102,476 m<sup>3</sup> 速力(試) 16.55 ノット 主機 三井 B&W 984-VT  
2 BF-180 型ディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 20,700 PS×114 RPM (常用) 18,900 PS×110 RPM  
乗組員 47 名 船級 NV 起工 42-10-5 進水 43-1-27 竣工 43-4-26



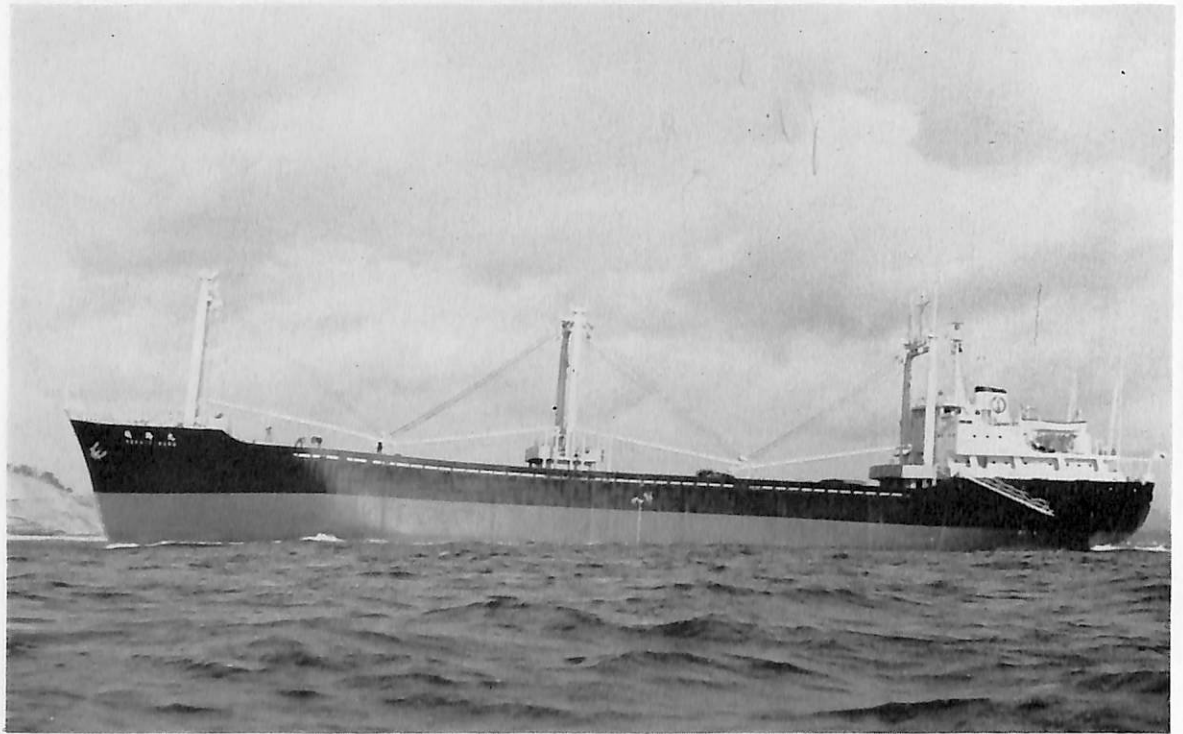
信 養 丸 (貨物船) 船主 長船興業有限会社 (岡山県笠岡市) 造船所 幸陽ドック株式会社  
 総噸数 2,724.13 噸 純噸数 1,656.96 噸 近海 船級 NK 載貨重量 4,703.97 噸 全長 98.255 m 長(垂)  
 91.00 m 幅(型) 14.60 m 深(型) 7.30 m 吃水 6.093 m 満載排水量 6,232.00 噸 船尾機関凹甲板型  
 主機 神戸発動機 UET<sup>39/65</sup>C 型ディーゼル機関 1 基 出力 2,550 PS×256 RPM 燃料消費量 432.59 kg/h  
 航統距離 11,000 海里 速力 13 ノット 貨物倉(ベール) 5,679.591 m<sup>3</sup> (グレーン) 5,921.864 m<sup>3</sup> 燃料油  
 倉 360.056 t 清水倉 136.435 t 乗員 25 名 工期 42-10-30, 43-3-14, 43-4-11



尚 昭 丸 (貨物船) 船主 株式会社 金指造船所 造船所 株式会社 金指造船所  
 総噸数 3,850.12 噸 純噸数 2,561.46 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 6,205.30 噸 全長 110.04 m 長(垂)  
 101.90 m 幅(型) 16.20 m 深(型) 8.20 m 吃水 6.571 m 満載排水量 8,175 噸 凹甲板船尾機関型 主機  
 日本鋼管 8 PC-2 V 型ディーゼル機関 1 基 出力 2,990 PS×405 RPM 燃料消費量 11.72 t/d 航統距離 12,900  
 海里 速力 約 12.4 ノット 貨物倉(ベール) 8,440.52 m<sup>2</sup> (グレーン) 9,075.99 m<sup>3</sup> 燃料油倉 679.00 m<sup>3</sup>  
 清水倉 146.74 m<sup>3</sup> 乗員 28 名 工期 42-12-8, 43-3-4, 43-4-30

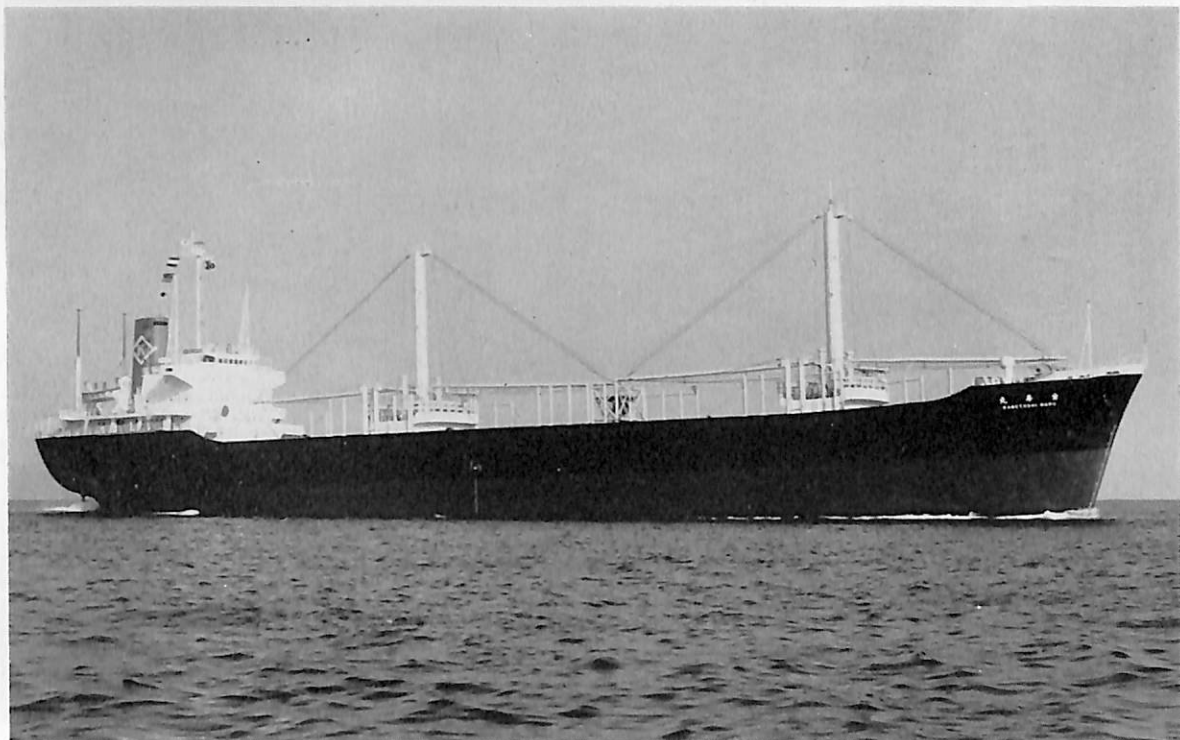


安 芸 丸 (貨物船) 船主 備後共同汽船株式会社 造船所 常石造船株式会社  
 総噸数 2,994.88 噸 純噸数 1,953.24 噸 近海区域 船級 NK 載貨重量 5,113.28 噸 全長 101.91 m  
 長(垂) 94.10 m 幅(型) 15.10 m 深(型) 7.70 m 吃水 6.37 m 滿載排水量 6,852.60 噸 船尾機関型  
 主機 三菱神戸 2 サイクルトランクピストン型ディーゼル機関 1 基 出力 3,500 PS×245 RPM 燃料消費量  
 13.44/day 航統距離 10,100 海里 速力 12.80 ノット 貨物油倉(ベール) 6,235.27 m<sup>3</sup> (グレーン)  
 6,615.97 m<sup>3</sup> 燃料油倉 447.14 m<sup>3</sup> 清水倉 130.11 m<sup>3</sup> 乗員 25 名 工期 42-12-8, 42-12-29,  
 43-3-18 設備 木材積装置

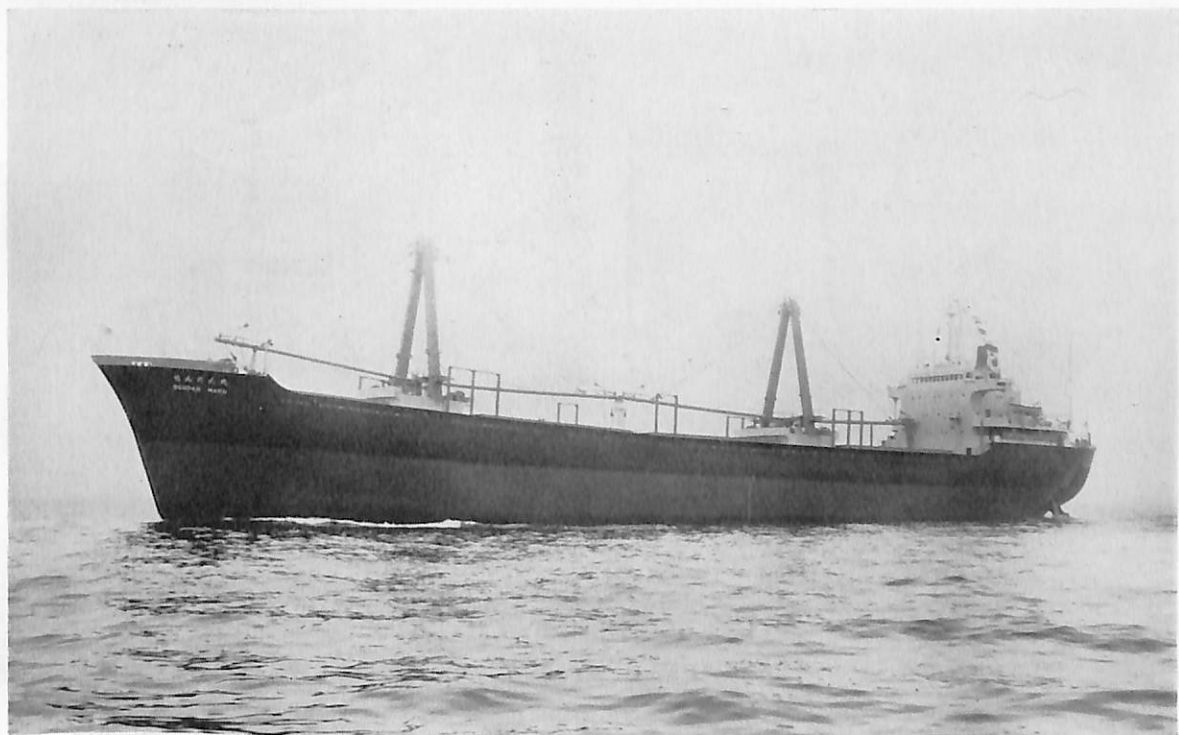


越 路 丸 (貨物船) 船主 新潟臨海港陸運送株式会社 造船所 常石造船株式会社  
 総噸数 3,827.66 噸 純噸数 2,589.62 噸 近海区域 船級 NK 載貨重量 6,385.58 噸 全長 107.13 m  
 長(垂) 99.50 m 幅(型) 16.40 m 深(型) 8.25 m 吃水 6.75 m 船尾機関型 主機 三菱 6 MT 50 型  
 ディーゼル機関 1 基 出力 4,098 PS×219 RPM 燃料消費量 16 t/d 航統距離 8,200 海里 速力 13.16  
 ノット 貨物倉(ベール) 7,982.17 m<sup>3</sup> (グレーン) 8,316.01 m<sup>3</sup> 燃料油倉 428.23 t 清水倉 340.54 m<sup>3</sup>  
 乗組員 32 名 工期 42-6-26, 42-12-16, 43-2-17

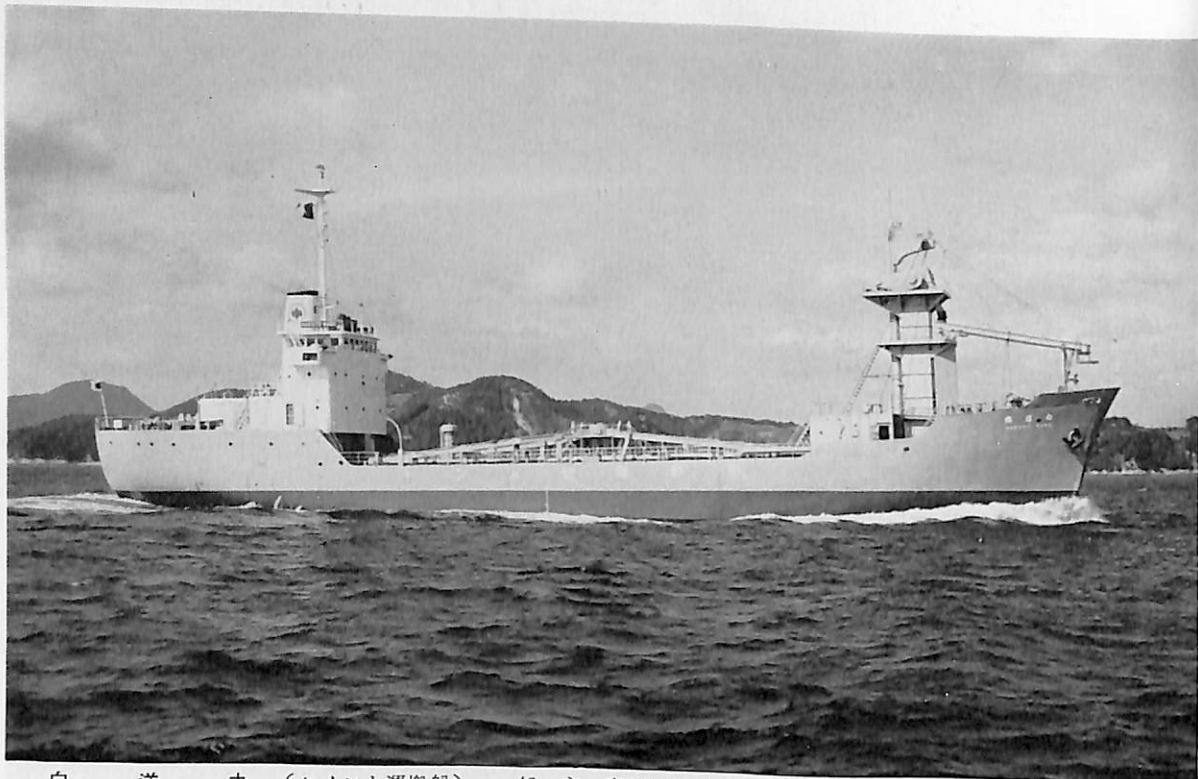




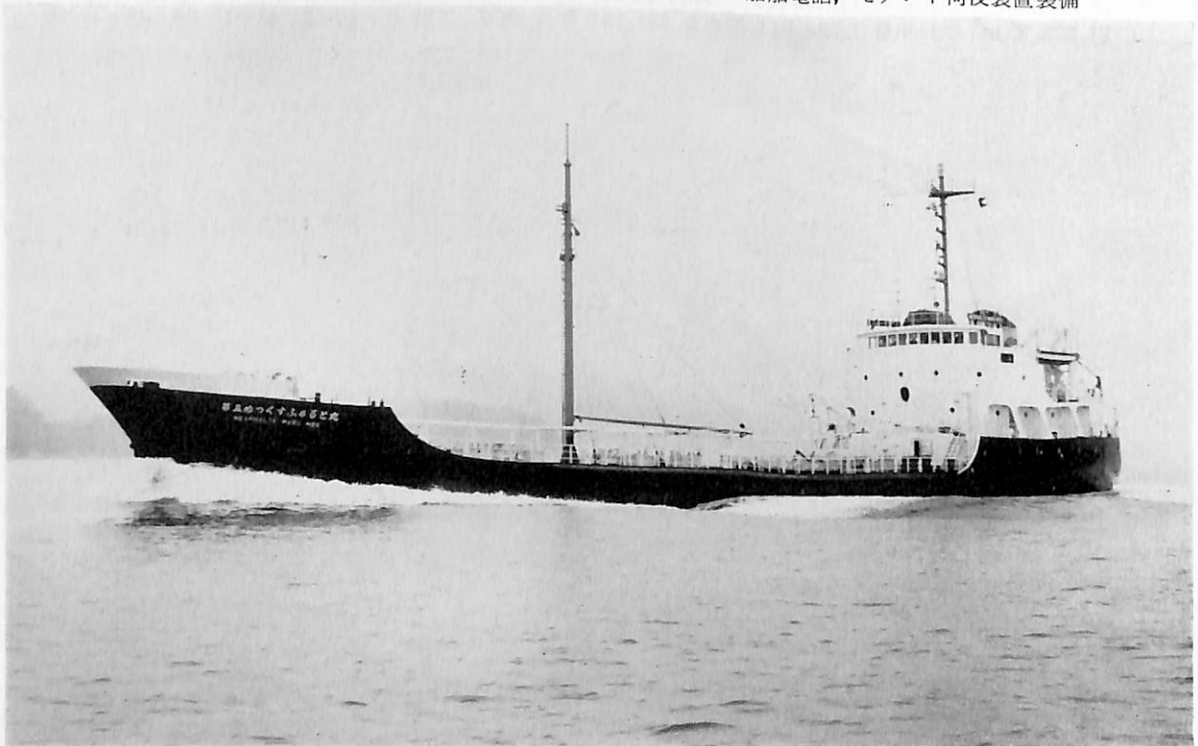
**金 寿 丸 (貨物船)** 船主 金成汽船株式会社 造船所 株式会社 金指造船所  
 総噸数 9,899.63噸 純噸数 6,369.30噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 16,011.10噸 全長 148.90m  
 長(垂) 138.00m 幅(型) 22.00m 深(型) 11.90m 吃水 8.685m 満載排水量 20,380噸 凹甲板船  
 尾機関型 主機 三井 B&W 662-VT 2 BF-140型ディーゼル機関1基 出力 6,550 PS×135 RPM 燃料消費  
 量 26.2 t/d 航続距離 14,400 海里 速力 14.00 ノット 貨物倉(ペール) 20,435.40 m<sup>3</sup> (グリーン)  
 21,273.83 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,324.94 t 清水倉 285.13 t 乗員 35 名 工期 42-10-6, 43-1-30, 43-4-20



**せんたん丸 (貨物船)** 船主 東京海事株式会社 造船所 三菱重工・神戸造船所  
 長(垂) 136.00m 幅(型) 21.60m 深(型) 12.20m 吃水 9.179m 総噸数 10,158.96噸 載貨重量  
 16,894.00噸 速力(試) 17.73 ノット 主機 三菱スルザー 6 RD 68 型ディーゼル機関1基 出力(最大)  
 8,000 PS 船級 NK 工期 42-11-24, 43-2-21, 43-4-22



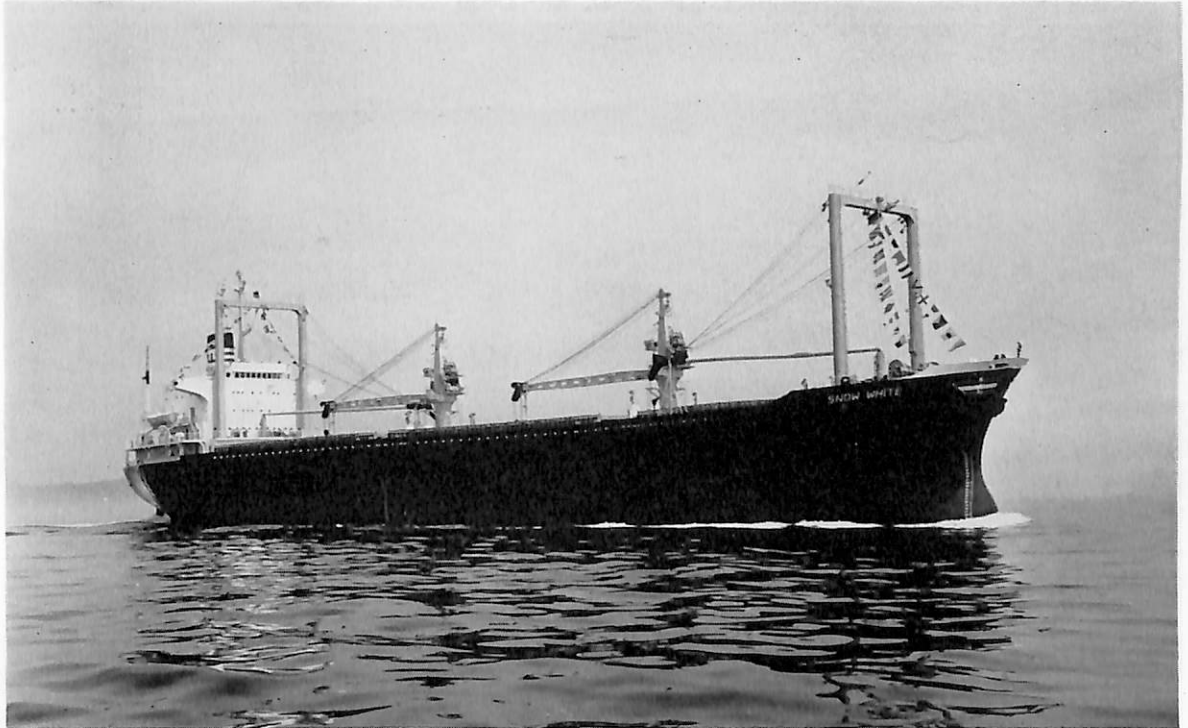
白 洋 丸 (セメント運搬船) 船主 東海運株式会社 造船所 田熊造船株式会社  
 総噸数 1,130.95 噸 純噸数 546.53 噸 沿海 船級 NK 載貨重量 1,694.84 噸 全長 77.900 m 長(垂)  
 66.000 m 幅(型) 10.800 m 深(型) 5.600 m 吃水 4.600 m 満載排水量 2,397.00 噸 船尾船橋型 主機  
 神戸発動機 6G 26 SS 型ディーゼル機関 2 基 出力 595 PS×2×297 RPM 燃料消費量 5.4 t/d 航続距離 2,970  
 海里 速力 11.25 ノット セメント倉(ペール) 1,387.44 m<sup>3</sup> 燃料油倉 69.96 m<sup>3</sup> 清水倉 45.00 m<sup>3</sup> 乗組員 16 名  
 工期 42-8-10, 42-11-6, 43-2-15 設備 レーダー, VHF 船舶電話, セメント荷役装置装備



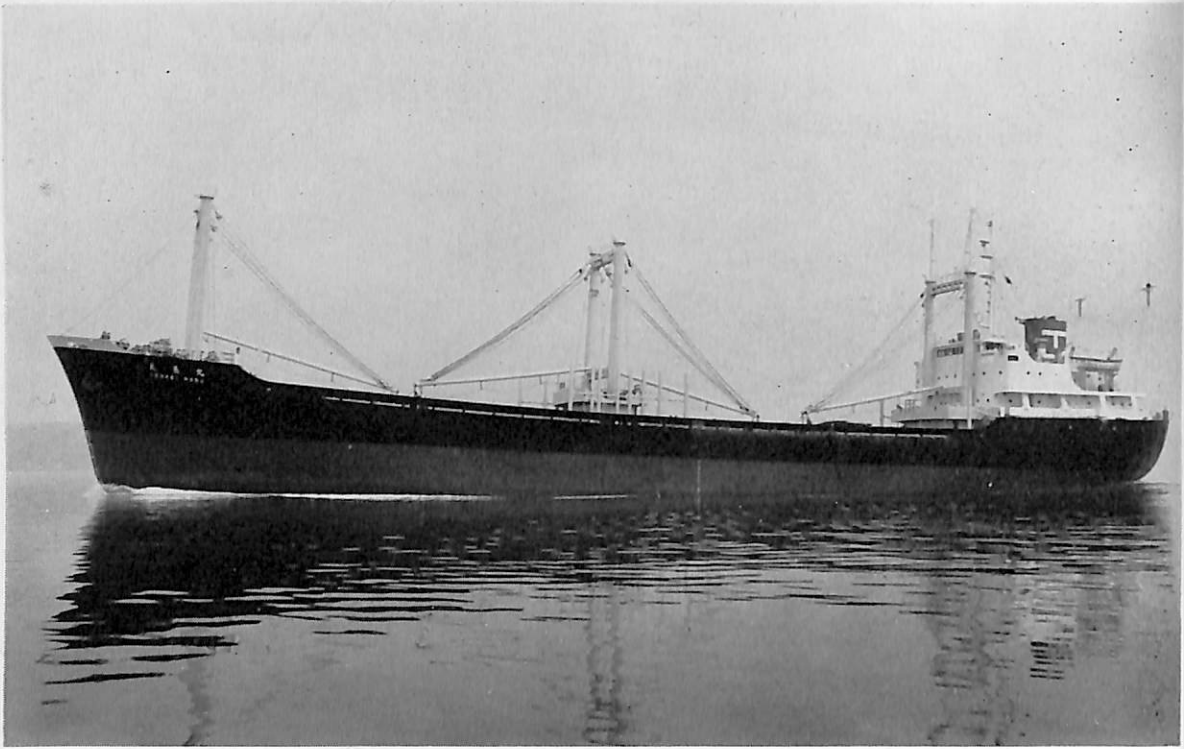
五めっくすふあると丸 (アスファルト運搬船) 船主 上野運輸商会 造船所 田熊造船株式会社  
 総噸数 1,467.27 噸 純噸数 770.31 噸 沿海 船級 NK 載貨重量 1,788.31 噸 全長 76.900 m 長(垂)  
 70.000 m 幅(型) 11.200 m 深(型) 6.600 m 吃水 4.900 m 満載排水量 2,830.00 噸 船首楼, 船尾楼付  
 一層甲板船 主機 ダイハツ 8 PSHTcM-26 D 型ディーゼル機関 2 基 出力 850 PS×2×682/240 RPM 燃料  
 消費量 7.6 t/d 航続距離 7,800 海里 速力 12.5 ノット アスファルトタンク(ペール) 1,693.04 m<sup>3</sup>  
 燃料油倉 231.03 m<sup>3</sup> 清水倉 52.55 m<sup>3</sup> 乗員 14 名 予備 3 名 工期 42-10-26, 43-2-2, 43-4-15  
 設備 レーダー, VHF 船舶電話, 二機一軸, 溶融アスファルト搭載



J. V. CLYNE (ばら積貨物船) 船主 Canadian Pacific (Bermida) Ltd. (英)  
 造船所 三菱重工・広島造船所 長(垂) 170.00 m 幅(型) 27.20 m 深(型) 15.75 m 吃水 10.21 m  
 総噸数 21,446.39 噸 載貨重量 28,899.00 噸 速力(最大) 17.104 ノット (航海) 14.7 ノット 主機  
 三菱スルザー 7 RD 76 型ディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 10,500 PS 船級 LR 工期 42-11-10,  
 43-2-3, 43-4-25



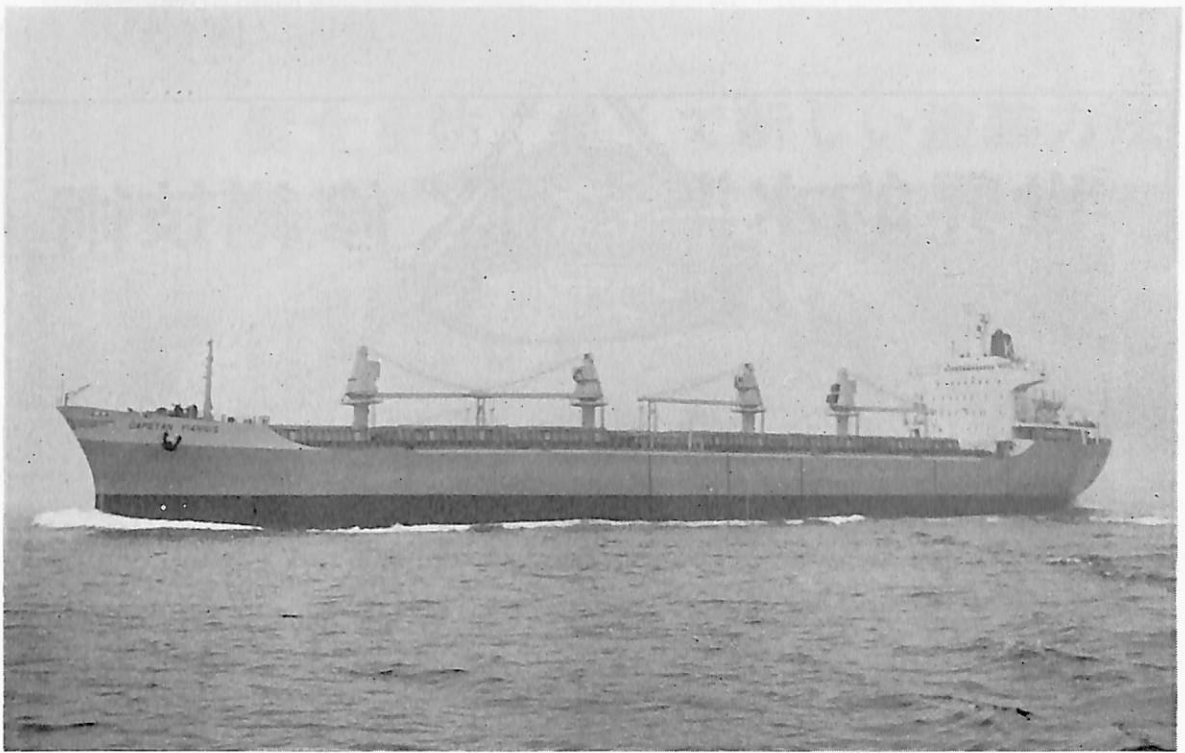
SNOW WHITE (ばら積貨物船) 船主 Mamaroneco Bulk Carrier Corp, Lnc. (リベリヤ)  
 造船所 浦賀重工・浦賀造船工場 総噸数 15,674.78 噸 純噸数 10,057.00 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量  
 22,078 噸 全長 162.00 m 長(垂) 152.00 m 幅(型) 25.20 m 深(型) 14.70 m 吃水 9.50 m 一層  
 平甲板船首楼付船尾機関型 主機 浦賀スルザー 6 RD 76 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,160 PS×113 RPM  
 燃料消費量 156 g/h/ps 航続距離 16,200 海里 速力 14.5 ノット 貨物倉(ベール) 32,170 m<sup>3</sup>(グリーン)  
 32,945 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,849 m<sup>3</sup> 清水倉 628 m<sup>3</sup> 旅客 1 名 乗員 42 名 工期 42-10 25, 43-2-3,  
 43-4-25 設備 長大 2 列艙口 (No. 2, 3 艙口長さ 30.40 m) 貨物艙 (No. 2, 3) に可動台甲板一層設備



天 恵 丸 (貨物船) 船主 天晴汽船株式会社 造船所 常石造船株式会社  
 総噸数 3,947.18 噸 純噸数 2,606.44 噸 近海 船級 NK 載貨重量 6,500.492 噸 全長 109.05 m 長(垂)  
 101.42 m 幅(型) 16.40 m 深(型) 8.25 m 吃水 6.73 m 満載排水量 8,524.00 噸 船尾機関型 主機  
 三菱 8UD 45 型ディーゼル機関 1 基 出力 4,227.5 PS×243 RPM 燃料消費量 17.386 t 航続距離 9,160 海里  
 速力 13.160 ノット 貨物倉(ペール) 8,146.36 m<sup>3</sup> (グレーン) 8,488.14 m<sup>3</sup> 燃料油倉 518.625 t 清水倉  
 199.71 t 乗員 30 名 工期 42-12-14, 43-2-27, 43-4-20 設備 木材積装置

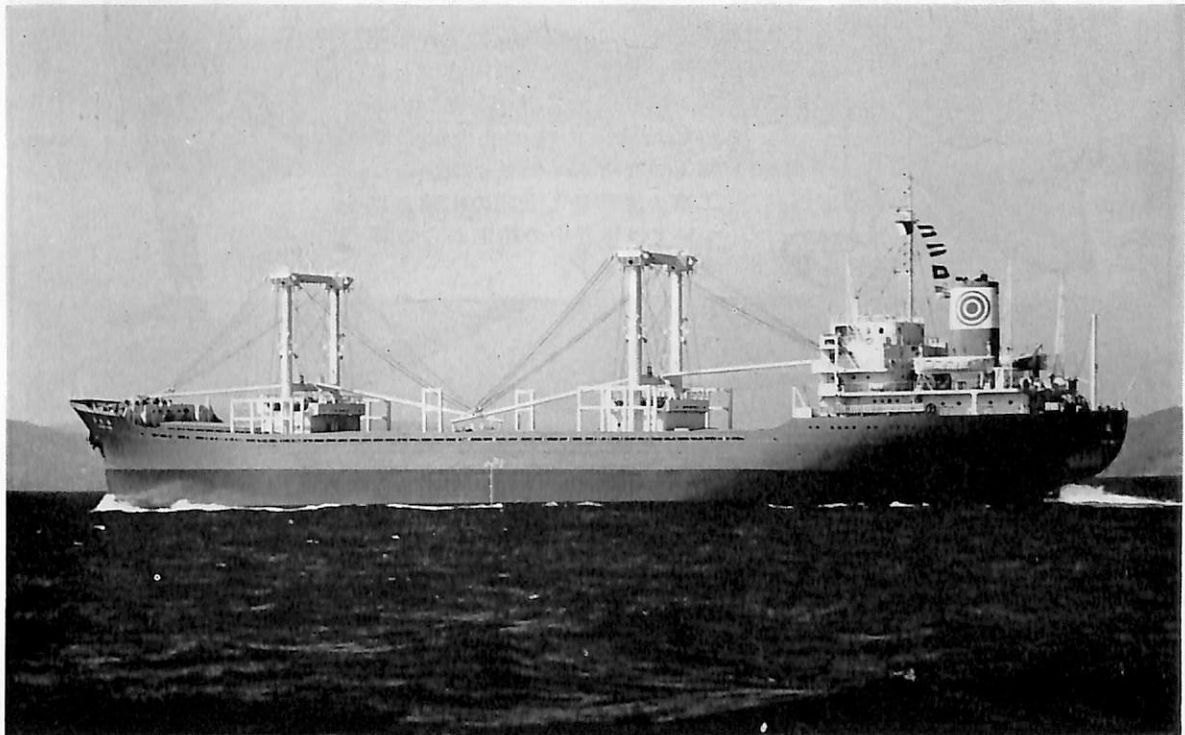


大 輝 丸 (木材, チップ運搬船) 船主 昭和海運株式会社 造船所 浦賀重工・浦賀造船工場  
 総噸数 18,799.55 噸 純噸数 14,155.64 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 24,928 噸 全長 168.00 m 長(垂)  
 160.00 m 幅(型) 25.00 m 深(型) 17.10 m 吃水 10.0 m 満載排水量 31,058 噸 平甲板船尾機関型  
 主機 浦賀スルザー 6RD 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 6,800 PS×142 RPM 燃料消費量 26.3 t/d 航続  
 距離 約 12,000 海里 速力 14.58 ノット 貨物倉(グレーン) 45,669 m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,271.7 m<sup>3</sup> 清水倉  
 1,162.2 m<sup>3</sup> 旅客 2 名 乗員 30 名(予備 4 名) 工期 42-10-25, 43-2-16, 43-5-9



CAPETAN YIANNIS (貨物船) 船主 Global Bulkcarriers S.A. (ギリシヤ)

造船所 株式会社 大阪造船所 長(垂) 192.00 m 幅(型) 28.950 m 深(型) 15.63 m 吃水 10.11 m  
 総噸数 24,700.74 噸 載貨重量 40,597 噸 速力(試) 16.755 ノット 主機 三井 B&W 684-VT 2 BF-  
 180 型ディーゼル機関 1 基 出力 13,000 PS×114 RPM 船級 AB 工期 42-11-2, 43-2-15,  
 43-4-26



国 星 丸 (貨物船) 船主 三光汽船株式会社 造船所 林兼造船・長崎造船所

総噸数 6,224.03 噸 純噸数 4,218.18 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 9,768 噸 全長 127.40 m 長(垂)  
 118.00 m 幅(型) 19.00 m 深(型) 9.55 m 吃水 7.23 m 満載排水量 12,620.0 噸 一層甲板凹甲板  
 船尾機関型 主機 日立 B&W 2 サイクル単動自己逆転クロスヘッド型ターボチャージ付ディーゼル機  
 関 1 基 出力 4,000 PS×210 RPM 燃料消費量 162 g/ps/h 航続距離 16,000 海里 速力 12.75  
 ノット 貨物倉(ベール) 11,907.53 m<sup>3</sup> (グレーン) 12,406.23 m<sup>3</sup> 燃料油倉 910.27 m<sup>3</sup> 清水倉 889.86 m<sup>3</sup>  
 乗員 31 名 工期 42-12-5, 43-2-15, 43-4-27

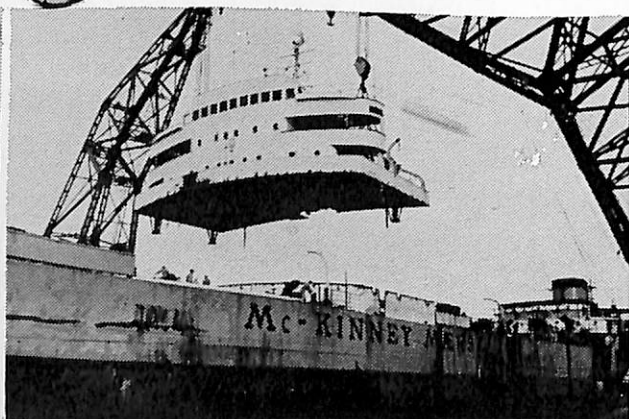
# 世界的水準を行く修繕技術



## 船のドクター NKK

NKKは、修繕、改造の主力工場である浅野船渠を中心にあらゆる種類の船舶の一般修理、各種改造、損傷修理およびエンジン取り換え工事を実施しており、3造船所全体の修繕能力は年間465万総トンを有しております。

工事の優秀さと工期の正確さについては世界中の船主から定評を得ています。



## 日本鋼管

船舶・修繕船営業部

東京・神田須田町 TEL.255-7211

# 腐食を防ぐ早くて新しい塗装方法



**無機亜鉛コーティングをショット・プライマー塗装方式に結びつけることです。**

自動式ショット・ブラस्टィングに無機亜鉛コーティングのショット・プライミング方式を組み合わせれば、経済的で時間と労力を節約し、能率はより一層向上します。

〈使い方〉

鋼板面処理段階が重要な工程です。ひずみとり処理後の乾燥した後、自動遠心回転機でショット・ブラストし、ホワイトメタルに仕上げます。ここでラストバンを19~25ミクロンの厚さにコーティングしてください。次の工程で、75ミクロンのラストバン・プライマーをコーティングする時には、軽くスイープ・ブラस्टィングするだけでいいのです。そのため、ブラस्टィングが

極くわずかで済み、トラブルも研磨剤も少なくなります。ラストバンによる腐食防止対策は万全。

エッソの無機亜鉛パーマナント・プライマー<ラストバン186420191>は、船舶用につくられたもので、特にプレート・バイ・プレート・システムに適應されます。たとえば、内部タンク・船体外部・デッキ・上甲板建造物などに使われます。ラストバン無機亜鉛コーティングは自硬性ですから、それ以外に処置を必要としません。正しい方法で使えば、塗装後の維持に手間がかからず、腐食により、鋼材を新品にかえる必要もありません。ラストバンについての、さらに詳しいことは、下記へお気軽にお問い合わせください。



**エッソ・スタンダード石油**

化学品販売部 東京都港区赤坂5丁目3番3号 TBS会館ビル 電(584)6211(代)

# 活躍する神鋼のシームレス鋼管

5,500トンという世界最大の熱間押出プレスから産まれる神鋼のシームレス鋼管は、ボイラ、熱交換器用・構造用・配管用・試錐、油井用・原子力用・高圧ガス容器用などに最適です。

円形管、異形管でも、厚肉管、薄肉管でもすべて表面が美しく寸法精度が高いこと、しかも徹底した品質管理と、厳密な非破壊検査が適用されているためです。

炭素鋼・合金鋼・ステンレス鋼・チタン・ニッケル

合金鋼など、あらゆる鋼種と、広い寸法範囲(外径280mm以下)の中から、ご要望のシームレス鋼管をお選びください。



## 神戸製鋼

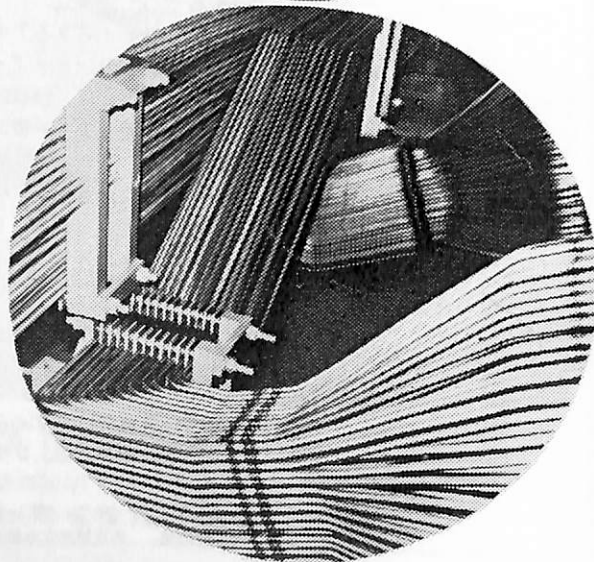
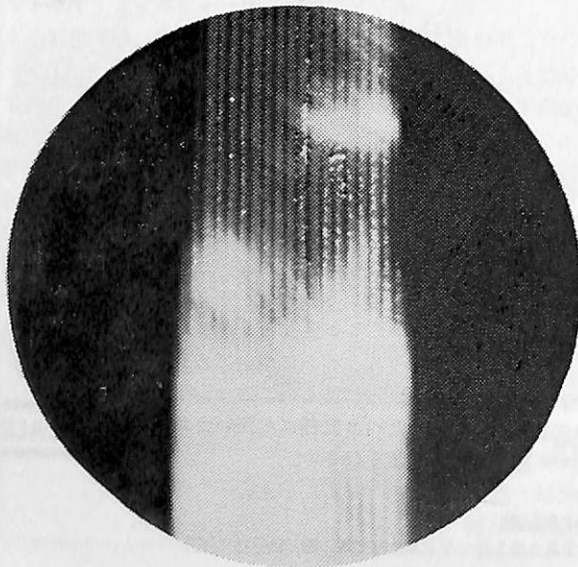
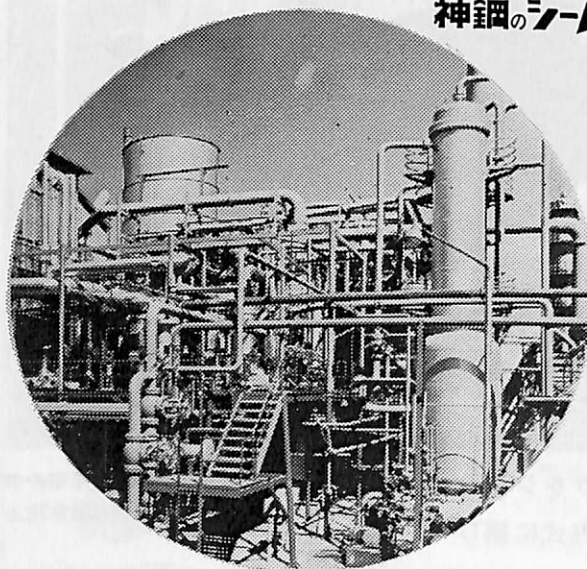
カタログは下記へお申しつけ下さい

大阪支社 大阪市東区北浜3丁目5(大阪神鋼ビル) TEL(203)2221

東京支社 東京都千代田区丸の内1丁目(鉄鋼ビル) TEL(212)7411



### 神鋼のシームレス鋼管







# 腐蝕とは お別れ

1960年、36,000トンの油槽船2隻が日本で建造された時、ボイラーの給水装置の中で、海水に接触する部分には、「ネオプレン」<sup>®</sup>塗料が幾層にも塗布されました。海水容器、バルブ、パイプ、フランジ、そして水頭など、はけ塗りした総面積は200平方メートル以上に及びました。荒々しく取扱われて3年経った現在でも、「ネオプレン」コーティングは全然傷つかず、金属を腐蝕や浸蝕から保護しています。

「ネオプレン」の素晴らしい耐候性、耐オゾン性、耐摩耗性、耐海水性、耐油性、そして各種多様な化学薬品に対する抵抗性は、30年間信頼して使用されて来た事実が証明しています。こうした諸特性に加うるに、「ネオプレン」塗料は秀れた接着性をもっています。これらを考え合わせますと、腐蝕に対する保護方法として「ネオプレン」塗料を使用すれば、必ず好結果を生むことは既定の事実と言えます。

®は登録商標



## 昭和ネオプレン株式会社

東京都芝公園第11号地の2第一松啓ビル：433-5271(代)

1932年以来実証された信頼性

### NEOPRENE

(御 芳 名)

(所 属 部)

(御 社 名)

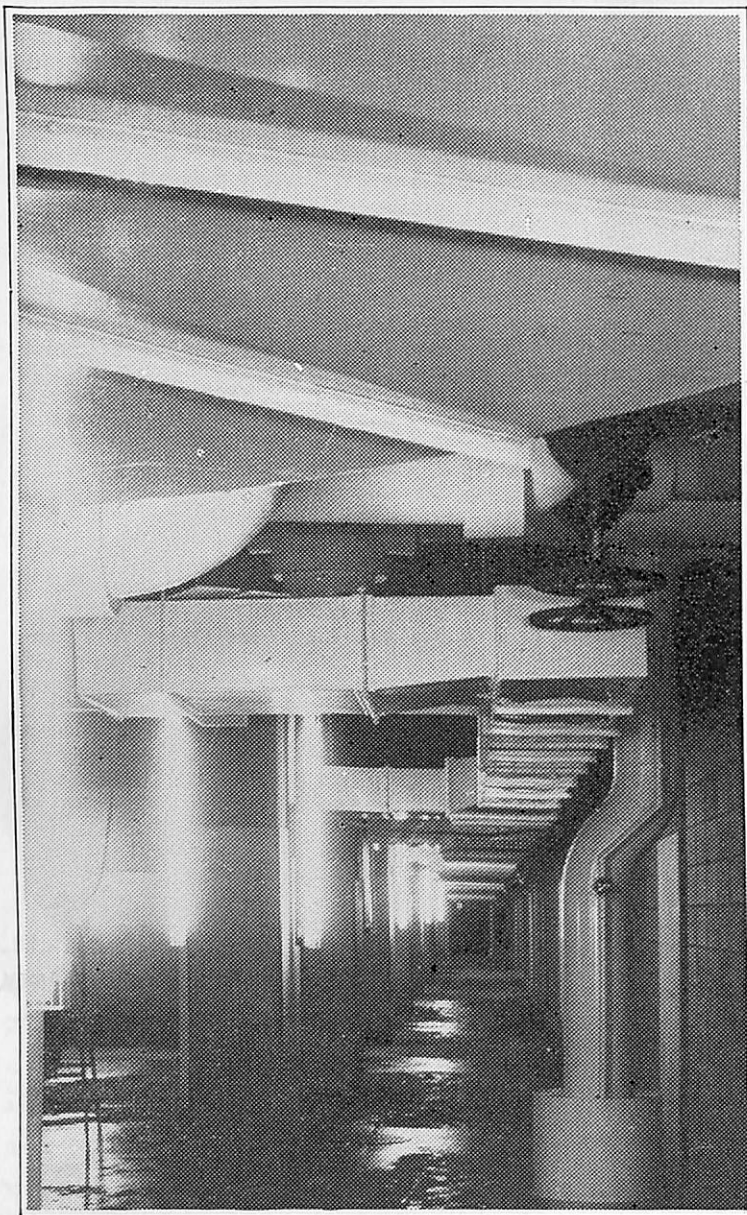
(御 住 所)

このクーポンをお切りの上、上記宛お送り下さい。資料を差し上げます。

Shipping

6 / 68

「6フィート」にしてご希望にこたえました



わが国初の6フィート  
トものです

亜鉛鉄板にはじめて 6フィートの広幅ものができました。いままでの4フィートものにくらべ はるかに板取りも経済的。溶接その他の加工工数をはぶくことができ 加工後の仕上りをもいちだんと美しくする なにかと利点の多い広幅化です。

厚さでも新記録を  
しました

広幅ができるようになっただけではありません。厚さでも 3.2mmまでこれからはおとどけできます。とくに船内ダクトなど 塩害のはげしいところに使われる亜鉛鉄板としては この厚手ものをおすすめします。適正規格のものをおえらびいただければ 耐蝕性も大幅にアップされます。

新鋭ラインによる広幅・厚手材



# 亜鉛鉄板

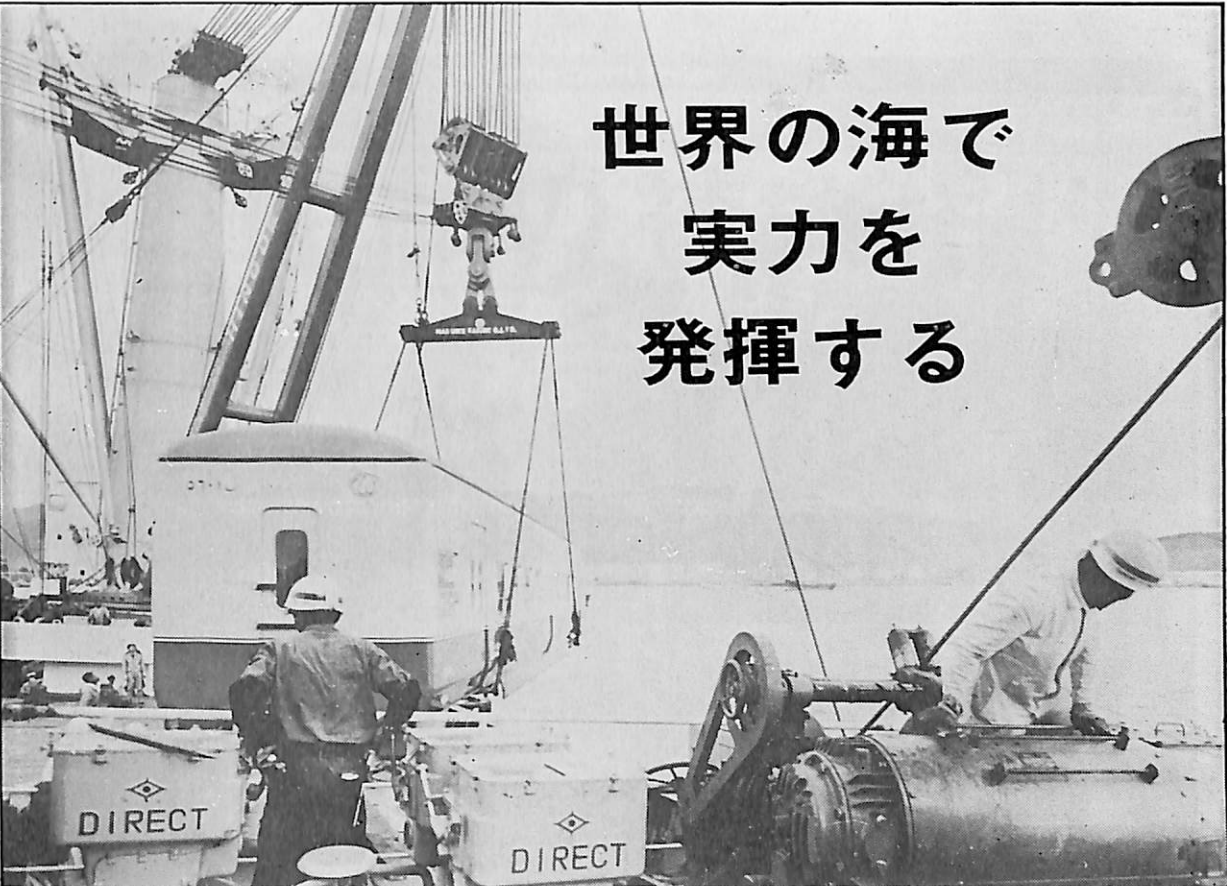


マル イセ  
八幡製鐵

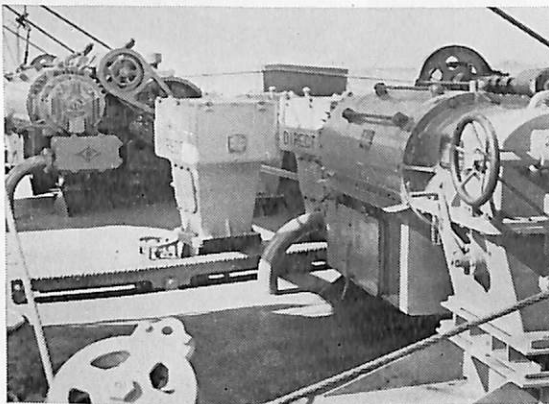
本社 東京都千代田区丸の内1ノ1  
〈鉄鋼ビル〉  
電話・東京(212)4111大代表

● ご用命・お問合せは/本社鋼板販売部まで

世界の海で  
実力を  
発揮する



250 t デリック用ヘビーウインチ



トッピング、ガイ用ダイレクトウインチ

  
**神鋼電機**  
SHINKO ELECTRIC CO., LTD.



資料進呈  
東京都 中央区 日本橋 江戸橋 3 の 5  
朝日ビル TEL 272-7451

**神鋼 船舶用電装品**

自励交流発電機  
船舶用電動機

配電盤 変圧器  
起動器 甲板補機  
電磁クラッチ・ブレーキ



## スーパータンカー・シリーズ 次々に完成!!

スーパータンカー時代を迎えてシェル・グループが日本で建造する11隻の21万トンタンカー。このうち〈メガラ〉〈マコマ〉〈マリーサ〉の3隻がすでに完成しました。これらの11隻には 補修および維持費を最少におさえ しかも船の寿命をのばすためにあらゆる塗装面にエピコート塗料が用いられています。1隻あたりのエピコート塗料は実に約300トン延面積20万㎡。莫大な量におよびます。スーパータンカー時代が エピコートをさらに重要なものにしていきます。

●エポキシ樹脂・エピコートは 日本をはじめ世界各国のあらゆる分野に20年の実績をもち 生産量第1位を誇っています。

世界中で選ばれ実証されたシエルの化学製品は工業・農業のあらゆる部門の技術革新をすすめる企業の合理化、コストダウンに奉仕しています。

●詳しいことは塗料メーカーまたはシェルへご相談下さい。

# エピコート

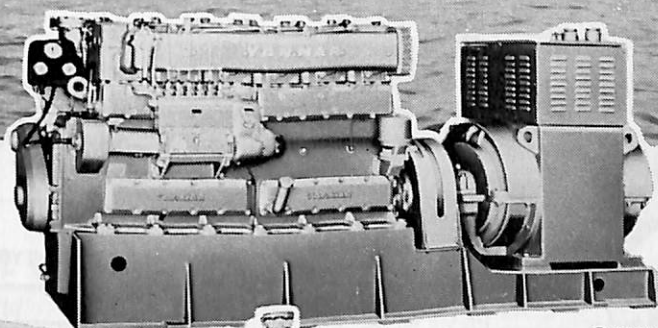
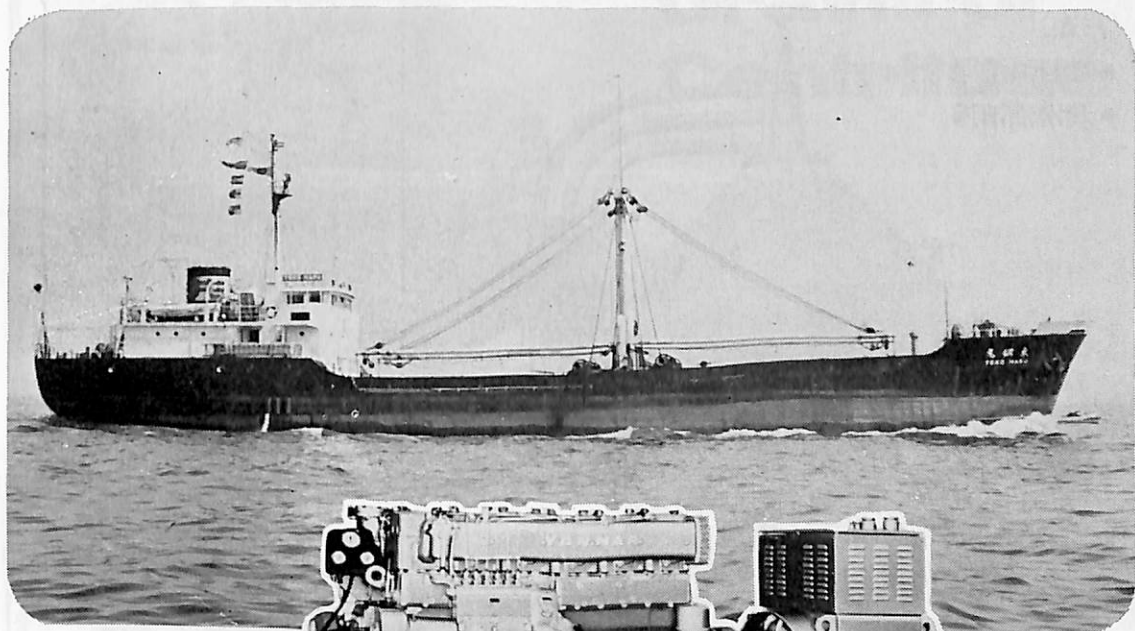
シェル化学製品販売株式会社

東京都中央区銀座東1-10〈三晃ビル〉(電535-6401)  
札幌(電22-0141)・名古屋(電582-5411)・大阪(電203-5251)  
福岡(電28-8141)

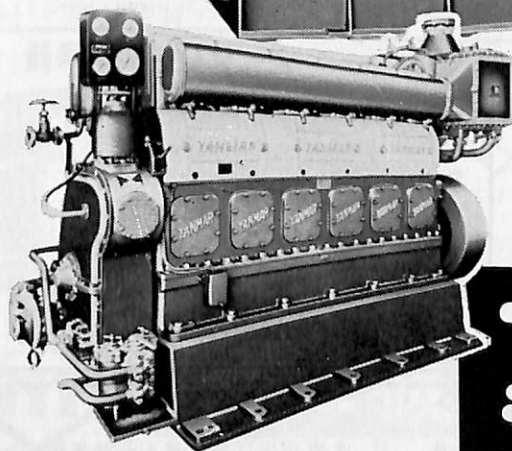
シェル化学



# ● 船舶の補機に！



●6KL×100KVA



●6ML-HT形 380馬力

- 船舶主機 3～800馬力
- 船舶補機 2～1000馬力

## ヤンマー ディーゼル



ヤンマーディーゼル株式会社

〈本社〉大阪市北区茶屋町62番地  
札幌・旭川・仙台・東京・金沢・大阪・岡山・広島・高松・福岡・大分

ヤンマー船舶機器株式会社

〈本社〉大阪市東区南本町4丁目20(有楽ビル)

# DE LAVAL

MOST RELIABLE MARK FOR CENTRIFUGAL & THERMAL EQUIPMENTS

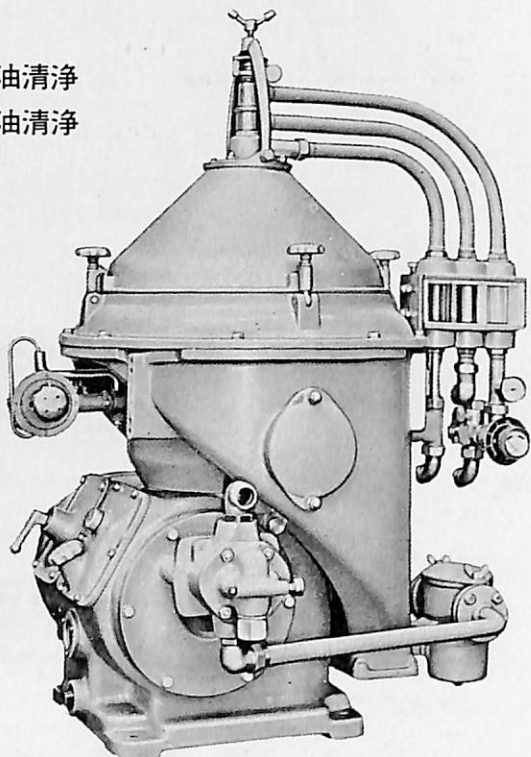
## デ・ラバル

### スラッジ自動排出型油清浄機

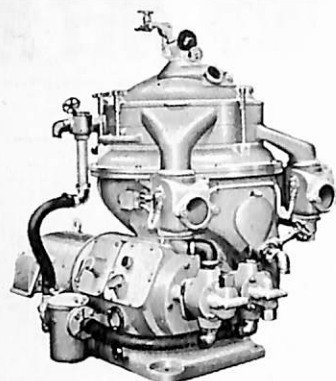
(スエーデン アルファ・ラバル社技術提携機)

〈用途〉

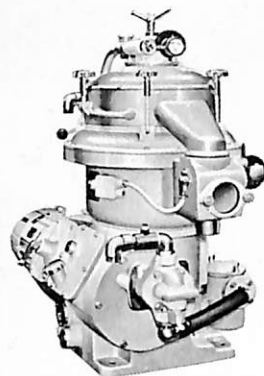
- 燃料油清浄
- 潤滑油清浄



TYPE MAPX 210T-14-60

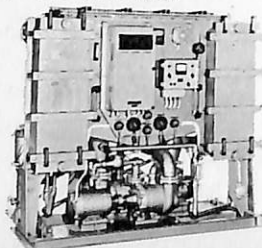


TYPE MAPX 309B-14-60



TYPE MAPX 207S-14-60

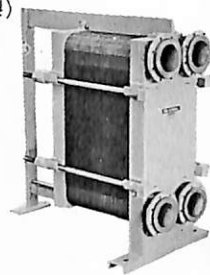
真空フラッシュ式 ニレックス造水装置  
(デンマーク ニレックス社製)



プレート式 デ・ラバル熱交換器  
(スエーデン アルファ・ラバル社製)

〈用途〉

- ジャケットウォータークーラー
- ピストンクーラー
- 燃料弁クーラー
- 潤滑油クーラー



スエーデン アルファ・ラバル社日本総代理店

## 長瀬産業株式会社機械部

製造及整備工場

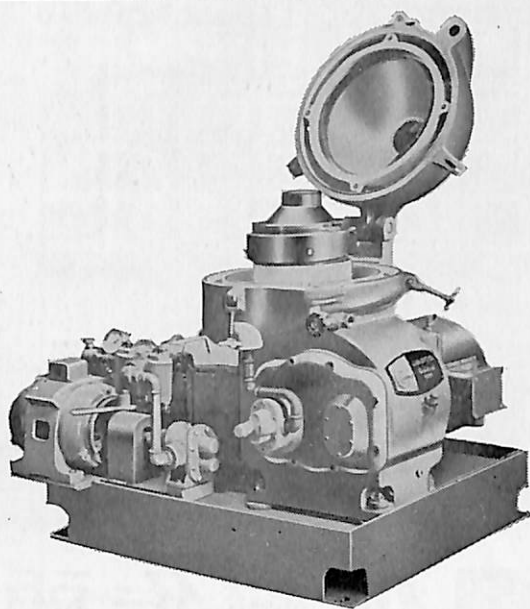
## 京都機械株式会社分離機工場

本社 大阪市南区塩町通4-26東和ビル (252)1312  
東京支店 東京都中央区日本橋本町2-20小西ビル (662)6211

京都市南区吉祥院御池町3-1 (68) 6171

# エンジン・ルーム自動化への一紀元！

完全自動式油清浄機の出現



■特許申請中■

## Sharples Gravitrol Centrifuge

ベンソールト ケミカルズ コーポレーション  
シャープレス機器部 日本総代理店

### 巴工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋江戸橋3ノ2 (第二丸善ビル)  
電話 東京 (271) 4 0 5 1 (大代表)  
大阪出張所 大阪市南区末吉橋通り4ノ23 (第二心齋橋ビル)  
電話 大阪 (252) 0 9 0 3 (代表)

## 営業品目

### ◇東京機械株式会社製品

中村式浦賀操舵テレモーター  
中村式パイロットテレモーター  
電動油圧舵取機 (型各種)  
(各汽動・電動及電動油圧駆動甲板機械)  
揚錨機、揚貨機、繫船機  
自動テンションウインチ  
電動デッキクレーン

### ◇東京機械・北辰電機協同製作

北辰中村式オートパイロット  
テレモーター

### ◇株式会社御法川工場製品

船舶用全自動ロータリーオイル  
バーナー

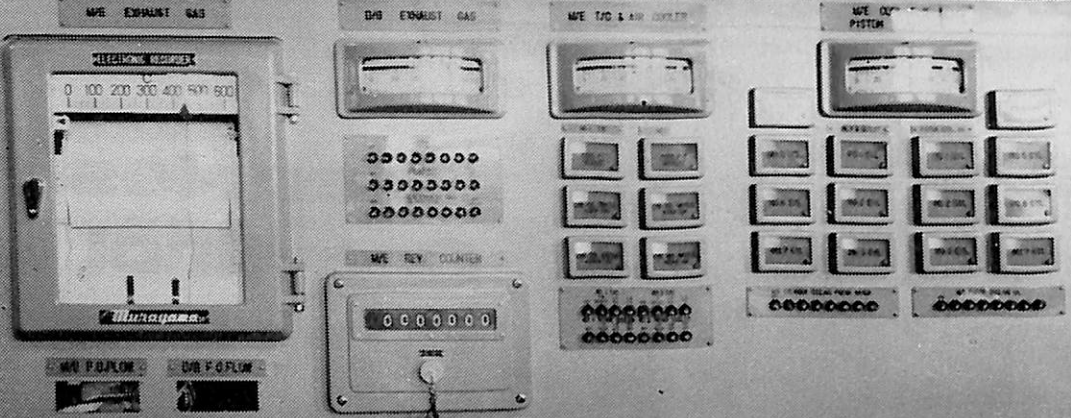


## 丸紅飯田株式会社

### 船舶機械課

東京都千代田区大手町1丁目4番地  
電話 (216) 0111 (大代表)  
大阪市東区本町3丁目3番地  
電話 (271) 2231 (大代表)

Muhayama



# 熱電抵抗温度計



## 株式会社村山電機製作所

本社 東京都目黒区五本木2-13-1 TEL (711) 5201 (代)  
出張所 北九州 (小倉) ・ 名古屋 ・ 大阪

監 修 者

上野喜一郎 小山永敏 土川義朗 原 三郎

実際家のための  
世界最初の造船辞典

# 船舶辞典

A5判 700頁 布クロス装函入 定価 2,800円 円 120円

項目数 独立項目数2,600。船体・機関・艤装・船種・法律規程その他造船技術者に必要な重要項目は余すところなく網羅されている。なおこの他に2,500の参照項目がありあらゆる角度から引くことができるように工夫されている。

内 容 造船関係の現場の人にすぐ役立つよう、凸版・写真版を多数挿入して、平易に解説されている。執筆者数45名。斯界の才一線に活躍する権威者を揃えている。

附 録 欧文索引、船の歴史年表、世界及び日本の船腹その他の諸統計表、造船所・船主・関連工業会社の住所録等を収録してある。

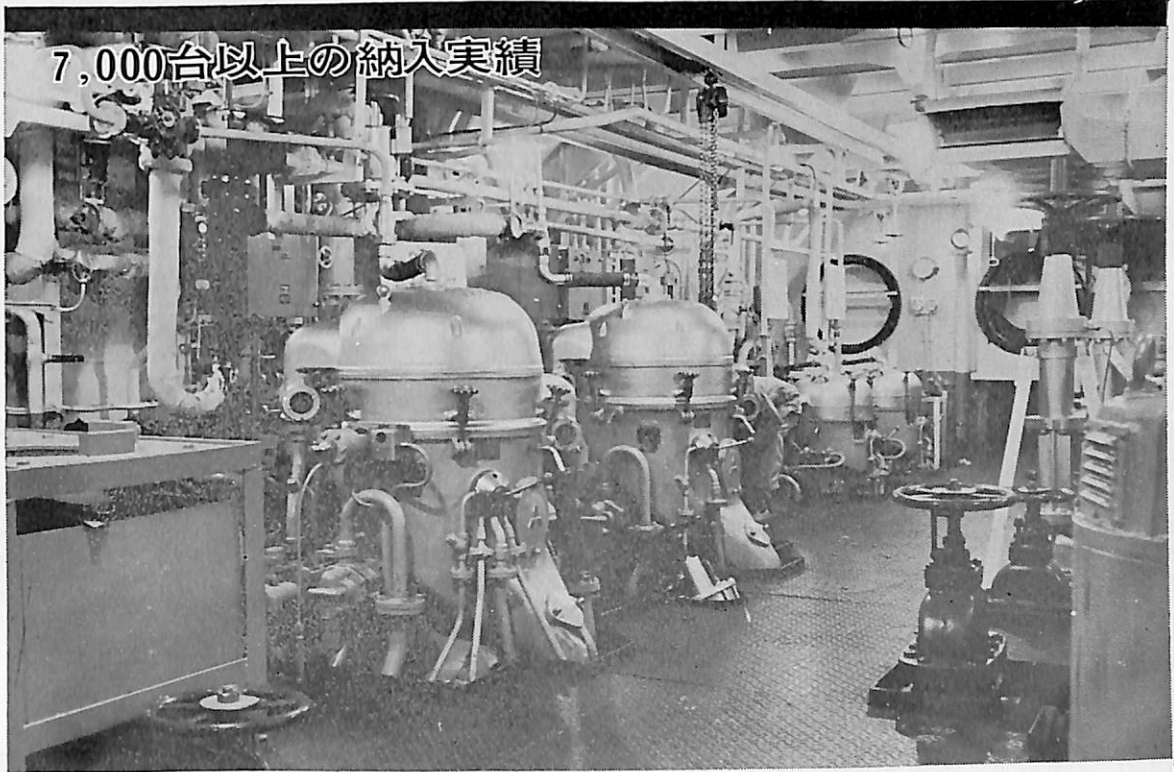
東京都新宿区赤城下町50

## 天 然 社

電話東京(269)1908番  
振替東京79562番



7,000台以上の納入実績



各船舶の機関部合理化に

# 三菱セルフジェクター

自動排出遠心分離機

回転体内に推積した固形分を運転を止めずに瞬間的に排出する，わが国で初めての分離板型連続遠心機であります。

(SJ-2型, SJ-3型, SJ-5型, SJ-6型)

遠心分離機の総合メーカー



三菱化工機 株式会社

営業第2部

本社 東京丸ノ内 TEL (212)0611 (代)

# 定評ある大日本塗料の 船舶用塗料



プリマイト——金属表面処理塗料  
 ジンクライト7R——ジンクリッチペイント  
 DNT鋼船々底塗料——油性船底塗料  
 ズボイド——亜酸化鉛粉さび止塗料  
 SDCコート No.401——タールエポキシ系塗料  
                   No.402  
 タイコーマリーン——マリンペイント

★造船工程に革命をもたらした★

新発売の

●ダイマーマーキングプライマー  
《電子写真感光乳剤》

新発売の

●ダイマーマーキングトナー  
《電子写真現像液》

本社  
 大阪市此花区西野下之町38  
 支店  
 東京都千代田区丸の内3の2(新東京ビル)

**大日本塗料**

営業所

札幌・仙台・新潟・日立・高崎・千葉・横浜  
 静岡・浜松・富山・名古屋・堺・神戸・岡山  
 広島・小倉・福岡・長崎・高松

# コンテナ船の構造・強度について

中 川 萬 蔵

三菱重工株式会社  
神戸造船所  
船政設計課長

## I. ま え が き

去る2月初旬、わが国初の大型外航コンテナ専用船の起工が三菱重工神戸造船所で挙行された。

その他に日本では更に5隻のコンテナ船が、引続いて現在建造に移されており、23次および24次計画造船で、わが国海運中核6社のコンテナ船6隻が、今年8月から10月末までの間に相次いで完成し、愈々積年期待の日本コンテナ船隊が太平洋上にその勇姿をあらわすこととなつた。

新聞紙上に、また雑誌などに、この邦船による本格的な海上コンテナリゼーションの輝かしい発進を告げる記事が、屢々報道されて来たが、これらによればこの6隻のコンテナ船の概要は表1の如くである。

一般貨物、雑貨等の輸送革命とも称すべきコンテナリゼーションが、日本の海運界においても現実の問題として考え始められ、その主役をになうコンテナ専用船が、わが国でも研究され始めたのは、既にもう10年近くも昔のことにさかのぼるが<sup>(1)(2)(3)</sup>、今ここに始めて、大型の専用コンテナ船が実際に建造されることになつたこの1968年は、わが国海運・造船界にとつて、まことに意義深い、末長く記憶にとどめられる年となることであろう。

さて、一般にコンテナ船と呼ばれるものは、コンテナ輸送に使用される船倉での積載形態にしたがつて、

- (1) 混載型 (一般貨物とコンテナが混載されるもの)
- (2) 分載型 (一般のうち特定の船倉をコンテナ専用倉とするもの。セミ・コンテナ船と呼ばれる)
- (3) 専用型 (全船倉をコンテナ専用倉とするもの)

の3種に大別され (この他に航海ごとに、コンテナと他の貨物との積み替えを可能とした兼用型を加えて、4種と教える案もあるが)、更に(3)の専用型は、コンテナの

荷役方式および船の構造等の相違によつて、次のように分類される。

- (3-1-a) リフトオンオフ・普通構造船
- (3-1-b)            〃            セル構造船
- (3-2-a) ロールオンオフ・コンテナ船
- (3-2-b)            〃            トレーラ船

これらの各船型に対する内容および特徴は、既に種々の解説が発表されているので、<sup>(4)(5)</sup>ここではこれらに関する記述を省略し、現在わが国で新造されているコンテナ船 (表1) が、すべて前記 (3-1-b) のリフトオンオフ・セル構造船であり、またこの船型が長距離大洋輸送の場合にはもつとも高能率であり、コンテナ専用船としてはもつとも普遍的な船型と考えられるので、本稿では、もつばらこの「リフトオンオフ・セル構造船」について記述する。

なお、ついでに附記する次第だが、前記各分類形式のコンテナ船は、いずれも米英等において、それぞれの目的に応じて早くから開発され、就航後、既に10年の年数を経過する例も見受けられるほど、その歴史は古い。ただし表2に各型式の代表実船例を示すが、この表からもわかるように、大部分がT型またはC型標準船からの改造船であり、積載コンテナの数も当時の要請に依ずるものとしては当然のことながら、リフトオンオフ・セル構造船の他は、極めて小規模なものであつた。

最近の欧米におけるコンテナ船の新造計画は、大変大規模なものとなりつつあり、積貨重量20,000~22,000吨、コンテナ積載数1,000~1,200個のフルコンテナ船が所々で建造される旨、あるいはされている旨、報じられており、更には、約3万DWT、35'および40'型コンテナで1,261個積 (20'型コンテナに換算すれば2,000個積) の出現すら伝えられているが、現在までに就航してい

表1: わが国新造コンテナ船一覽表

船 主	造船所	主 要 寸 法 (m) L × B × D × d	積貨重量 (t)	コンテナ数 (個)	主機馬力 (PS)	サービス速度 (KTS)	起 工	進 水	完 成
日本郵船	三菱神戸	175.00 × 26.00 × 15.50 × 9.50	15,800	752	27,800	22.6	43. 2. 9	43. 5. 17	43. 8. 末
昭和海運・日本郵船	〃	〃    〃    〃    〃	〃	〃	〃	〃	43. 2. 21	43. 6. 14	43. 9. 末
大阪商船三井船船	〃	175.00 × 25.00 × 15.50 × 9.50	15,000	708	28,000	22.4	43. 2. 22	43. 7. 13	43. 10. 末
ジャパンライン	石播相生	175.00 × 25.20 × 15.30 × 8.95	15,400	730	28,000	22.2	43. 2. 9	43. 6. 上	〃
川崎汽船	川重神戸	175.00 × 25.00 × 15.40 × 9.50	15,400	716	27,500	22.25	43. 2. 21	43. 8. 中	〃
山下新日本	日立因島	175.00 × 25.70 × 15.30 × 9.10	14,800	728	27,600	22.5	43. 3. 5	43. 7. 中	〃

表2: 在来の各種型式コンテナ船の実船例

型 式	船 名	積載コンテナ数	備 考	
混 載 型	HAWAIIAN, CALIFORNIAN	24' 型 296	1960年 C <sub>4</sub> を改造	
	AMERICAN RACER	20' 型 160	1966年 C <sub>4</sub> を改造	
分 載 型 (セミコンテナ船)	CARBITE TEXAS CITY	30' 型 192	1961年 T <sub>2</sub> を改造	
	PRESIDENT LINCOLN	20' 型 126	1961年 新造	
専 用 型	リフトオンオフ普通構造船	CONTAINERS ENTERPRISE	17' 型 134	1958年新造
	リフトオンオフセル構造船	HAWAIIAN CITIZEN	24' 型 408	1960年 C <sub>3</sub> を改造
		ELIZABETH PORT	35' 型 476	1962年 T <sub>3</sub> を改造
		HAWAIIAN QUEEN	24' 型 690	1965年 C <sub>4</sub> を改造
		LONG BEACH	35' 型 609	1966年 C <sub>4</sub> を改造
	ロールオンオフコンテナ船	FLORIDIAN	17' 型 191	1960年新造
ロールオンオフトレーラ船	CARIB QUEEN	トレーラ 92台	1957年 L.S.D. を改造	

るコンテナ船で見ると、コンテナ積載数の最も多い専用型のリフトオンオフ・セル構造船は、すべて改造によって得られたものであり（コンテナ数も最近改造の2~3例を除いては、精々400~500個程度のものが多く）、本文冒頭で記したコンテナ船が、8月末竣工の暁には、わが国初の第1船となるばかりでなく、新造の大型フルコ

ンテナ船としては、世界でも第1線に立つものと見られている。

## II. コンテナ船の構造に関する特異性

ロールオンオフ方式船では、コンテナをフォークリフトまたはトレーラ等で積み卸しするための開口を、船体の船側部または船首尾部に設けるという点で、リフトオンオフ方式船とは全く異なつた特徴を有し、また別の興味ある構造上の諸問題を提起するが、前述の如く、本稿ではリフトオンオフ・セル構造船だけを対象に記述する。

まず、一般貨物船などと異なる、構造・強度に関連する特殊性を列記すると、次の如くである。

### (1) 大倉口を有する

リフトオンオフ、すなわち、コンテナを上下方向のみに積み卸して（水平引込みは行なわず）、しかもコンテナの積載数を出来るだけ大きく取り、かつ倉内容積に対する積載効率を高めるためには、必然的に甲板の倉口幅を可能な限り増大する必要を生じ、また船長方向にも、横隔壁上端部のクロスデッキ部分ですら最小限に縮めた長大倉口が要求される。つまり、リフトオンオフの場合には、上甲板面積に対する倉口の開口面積の比が大になればなるほど、コンテナ積載効率が高まることになるが、船体強度確保の面からは、これは全く相反する条件であり、構造設計上大変厄介な問題となる。

図1は typical な船体中央断面の1例であり、また図2は船倉および倉口配置の1例を示すが、Midshipにおける倉口幅 (b) と船幅 (B) の比、またホール部

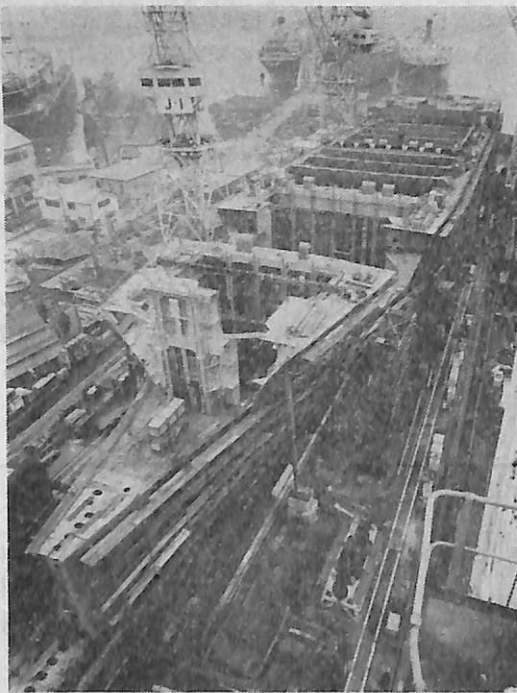


写真1 建造中のコンテナ船

表3 b/B および A<sub>OP</sub>/A<sub>DK</sub> 比較表

船種	b/B 値	A <sub>OP</sub> /A <sub>DK</sub> 値
一般貨物船(ライナー)	0.35~0.40	0.20~0.25
コンテナ船	0.70~0.80	0.50~0.65
バルブキャリア等	0.65~0.75	0.60~0.65

分で、全倉口面積 (A<sub>OP</sub>) が甲板面積 (A<sub>DK</sub>) に対して占める割合が、コンテナ船と一般貨物船とでどのように違うものであるかを試算して見たところ、表3の如く全く驚くべき相違を示している。

なお表中の b/B の値は、SNAME (1966年) で発表された論文 "Container Ship" 4) によれば、すでに

アメリカではこの値が0.83に達している船もあり、更に計画中の船には0.856というような値さえ設計されているということである。

バルブキャリアなどの特殊船も同列に属するが、リフトオン・オフ・コンテナ船ほど大きな構造上の問題を呈する大倉口を要求する船種はないのである。

(2) 方形貨物倉を形成する前項と同じように、方形のコンテナを効率高く格納する貨物倉

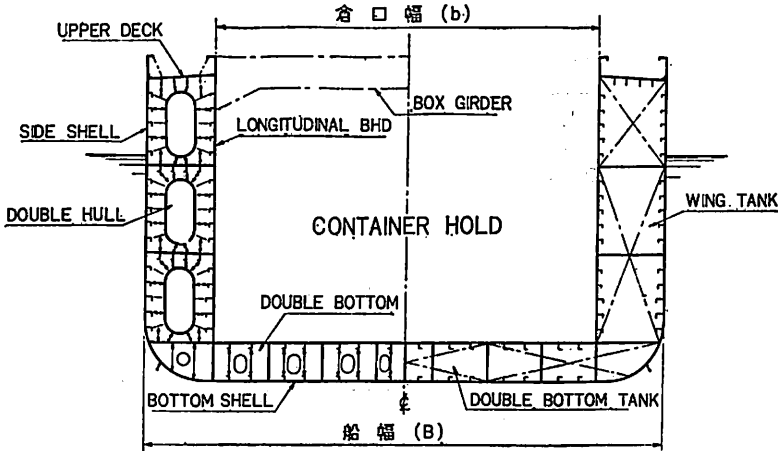


図1: Typical Midship Section

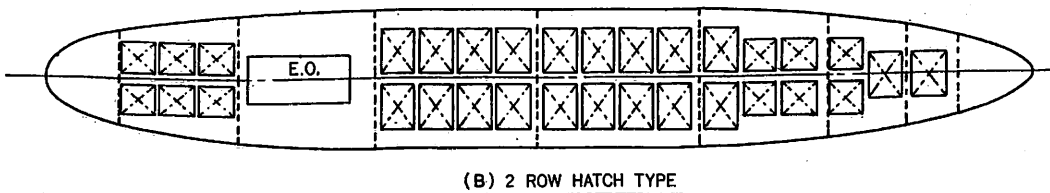
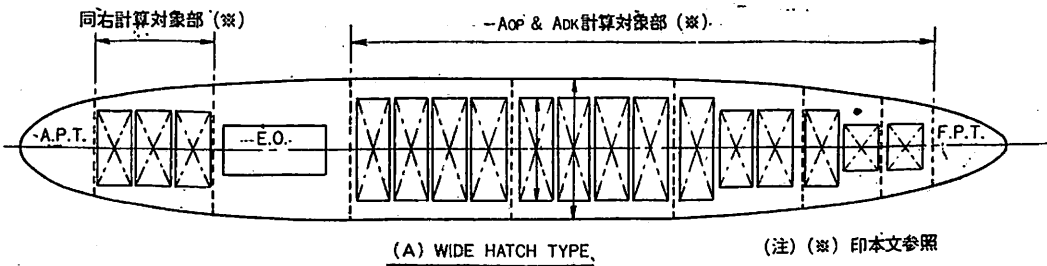
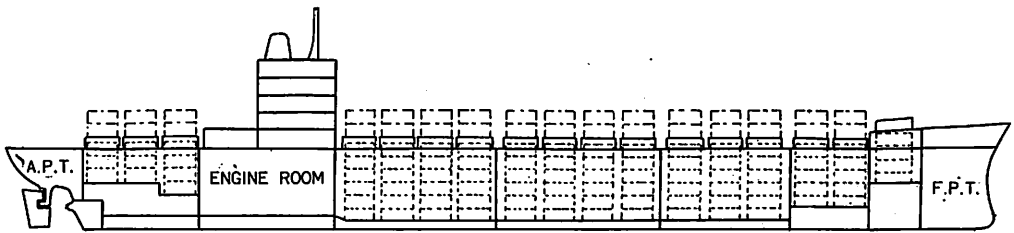


図2: Typical Hatch Arrangement

た別の機会に研究論文または報告として、造船学会などで発表することを期し、以下本文では、二、三必要に応じてそのごく概要にふれる以外は、コンテナ船の構造・強度上の主要な問題点とその対策を、主として設計上の観点から一般的に記述してゆくこととする。

昨年9月、造船協会の主催で、“専用船の構造強度上の問題点に関するシンポジウム”が行なわれ、その一項目として、筆者がコンテナ船についての講演<sup>9)</sup>を行なった。当時、まだ検討中の中間の段階で講演せざるを得なかった項目のうち、その後の考察によつて若干修正を要することとなった事項については、この機会をかりて本文で訂正記述していること、また反対に、昨年講演内容と重複して記述している箇所があることを、あらかじめおことわりして置きたい。

## 1. 縦強度について

前章で記した如く、強力甲板における倉口の大開口によつて、縦強度上必要な上甲板部の有効断面積の確保が非常に大切な問題となる。

Double hull の縦通隔壁は勿論、上甲板梁も当然縦通方式として、縦強度有効部材に算入することになるが、それでも上甲板々厚は相当な厚さとなり（大型船では40~50mmにも及ぶ）、デッキロンジもかなり大きな寸法のものとなるので、材料および工作上の問題を充分考慮に入れて寸法の限界を決定することが必要である。大型船になつてくると、上甲板部材に高張力鋼を使用することも、今後は当然考慮される問題となろう。要すれば、上甲板を二重張りにするとか、あるいは舷側にスポンソンを設ける解決法も考えられるが、後者は、船体抵抗上また接岸荷役上不利であり、改造船の場合とはかく、新造船においては工作費用をも合せ考えると、必ずしも得策とはいえないように思う。

次に wide hatch type の大倉口とせず、図2(B)に示すような2列倉口を採用する場合もあるが、この構造については、特にコンテナ船に限らず、すでに数隻かの貨物船にも採用され、従来から種々研究結果も発表されている。<sup>9)</sup>

中央甲板にどの程度の曲げ応力が流入するものであり、したがつて中央甲板の有効性を如何に取るかがキポイントとなるが、この有効率はクロスデッキ（倉口間甲板）の有効剪断剛性と、それが設けられている位置と船体に傾く縦強度上の剪断力分布曲線との相関々係によつて定まると考えられる。これまでこの有効度は、普通の構造を有する船では大略50~60%、船種によつては更にそれ以上の効果を期待しうると考えられて来たが、著

しく幅広で、かつクロスデッキの長さを極限した長大倉口のコンテナ船の場合には、縦強度上の中央甲板の有効性はそれほど期待できるものではないように思われる。

なお、前にも記したように、ファインな船型を有するコンテナ船では、縦強度有効部材を船体中央部の充分の長さを連続せしめることが困難なので、その移り変わり部分の強度の continuity に充分の注意を要する。

縦強度面からも倉口隅部の応力集中の対策は、あまねく重要な問題とされているが、これについては、後述の振り強度の章で一緒にふれることとする。

コンテナの積付けは、その貨物内容、揚げ卸し地別、あるいは重量などの諸条件をすべて考慮に入れ、用船上最も能率的な各種状態を想定して計画される。この場合適正なトリムおよびスタビリティを得るために、バラストタンクを各状態に応じていろいろ使い分けなければならぬケースが生じるが、勿論船体の縦曲げモーメントおよび剪断力を適切な値に抑えることも、当然同時に検討されるべき問題で、これらを設計段階で総合的に計算し、チェックする loading guidance をコンピュータで作成することも考慮される。コンテナヤードにおけるコンテナの荷役のコントロールもコンピュータが全面的に駆使され、きわめて短時間に高能率的に行なわれている。

## 2. 振り強度について

きわめて幅広、かつ長大な大倉口を有するコンテナ船では、この振り強度の解明が最も重大な課題となつた。これまで振り強度が vital な問題となるような船種が少なく、したがつて船体の振り強度理論が他の強度問題ほど、体系的に確立されていなかったこともあるが、コンテナ船では、特に

- (1) 大倉口開口のために、船体の振り剛性が著しく低下すること。
- (2) 甲板上の大開口のために、振り中心位置が一般の貨物船に比べて低く、船底より下にくることが予想され、したがつて、外力の水平成分によつて振りモーメントが甚だ大きくなること。

主としてこの2点から、強度計算法を明確にして、対策を確立することが必要である。

振りによつて生ずる主船体の剪断応力値は、一般に小さく問題にならない。実際の船体構造の上に、振り強度の適否が問題となつてあらわれる主な事項は、倉口のいわゆる菱形変形と、それに伴う倉口端部の応力集中である。（この他に、主船体の振り振動の問題があるが、こ

れについては後で記す.)

したがって、設計上の問題として最終的には、倉口の変形量を正確に推定して、その値を妥当な範囲内に制限し、その周辺の強度確保およびハッチカバーとハッチコーミングとの間の固縛並びに水密保持などの関連問題等を解決することに帰結する。

コンテナ船の振り強度は、船体強度の中で最も新しくかつ特異な問題なので、当社でもこのたびの実船設計に対処して、最も力を注いだ研究題目であつたが、上記のこれら諸問題をもう少し詳しく、各項目ごとに記してみよう。

### 2-1 船体に働く振りモーメント

船体に働く振りモーメントの研究については、古くから太田博士<sup>10)</sup>等の研究があり、船体が波の中を斜航する場合に、最も大きい振りモーメントが発生し、波の進行方向に対し船の進路角が60~70度で、波の有効波長が船の長さ等に等しいときに最大値をあたえることがすでに知られている

更に、最大振りモーメントの近似式としては、井口博士<sup>11)</sup>が、妹沢、Vedeler<sup>12)</sup>両氏の計算結果をもとにして、次式をあたえている。

$$M_{Tmax} = \frac{1}{100} CLB^3 (m-t)$$

ただし  $C=0.24\sim 0.34$

$L$ =船の長さ (m),  $B$ =船の幅 (m)

また、振りモーメントの実験研究に関しては、E. Numata<sup>13)</sup>の研究が有名であり、更に新しい所では、昨年 G. de Wilde<sup>14) 15)</sup>が船体の剪断中心位置を考慮に入れた midship における最大振りモーメントの計算式として、次式を与えた。

$$M_{Tmax} = \frac{C_T}{10,000} (1.75 - 1.5 \frac{e}{D}) LB^3 \exp(-\frac{9}{10,000} L) \quad (ft-ton)$$

ここに  $C_T=C_w$  (water plane coefficient) の関数として与えられる定数

$e$ =剪断中心位置と船底間の距離 (ft)

船底より上を+, 下を-とする

$L, B, D$ =船の長さ, 幅, 深(いずれも ft)

この他に、三菱重工では広島研究所での理論的研究により、波浪中での動的影響を考慮した振りモーメントの推定方式を新たに導いた。

船体に働く振りモーメントが船の微小部分に働く波の強制力と重力を含む慣性力とが、剪断中心のまわりにもつモーメントの差の集積効果であることに着目し、

midship に働く最大振りモーメントの推定に対してもこれを二つに分けて考え、次式を仮定する。

$$M_{T2} = M_{TW2} - M_{TI2}$$

ただし  $M_{TI2}$ =midship に働く振りモーメント

$M_{TW2}$  =  $\begin{matrix} \diagup & \diagdown \\ \diagup & \diagdown \end{matrix}$  波の強制力による振りモーメント

$M_{TI2}$  =  $\begin{matrix} \diagup & \diagdown \\ \diagup & \diagdown \end{matrix}$  慣性力による振りモーメント

更に、まず水線の形が cosine form をしている箱型断面の簡単な船型について、規則波中を斜行する船体に働く重力以外の慣性力として yawing acceleration に基づくものを採り、波を sine wave として取り扱い、かつその幾何学的波高に対して、有効波高係数をそれぞれ船底水圧および船側水圧に分けて導入する……等の仮定を設けて、まず wall sided vessel の場合の midship に働く前記各々の振りモーメントの計算式を導き、さらに実際の船型に対しては、その船の block coefficient と water plane coefficient とによつて、近似的に修正する係数を導入して、実船の振りモーメントを計算する方法を理論的に導いた。

船体に働く振りモーメントを充分な信頼性をもつて推定することは、非常にむづかしいことであるが、以上に記した幾つかの計算法によつて、積貨重量 15,000 吨程度のコンテナ船について、最大振りモーメントを計算してみると、次のような結果が得られた。

いずれも、最大振りモーメント  $M_{Tmax}$  を  $LB^3 \times 1/100$  で割った係数  $C$  ( $C=M_{Tmax} \times 100/LB^3$ ) の値と比較すると、

G. de Wilde の方法によつた場合  $C=0.31$

三菱・広研の  $\begin{matrix} \diagup & \diagdown \\ \diagup & \diagdown \end{matrix}$   $C=0.33$

という結果になり、これはかつて Vedeler<sup>12)</sup>の提案した略算式の係数に大変近く、これが簡単ながら合理的な値を与えていたことが認められる。また現在、日本海事協会で立案中の規則案が 0.3 と仮定していることも、概ね妥当な線といえよう。

ただし、上記は一つの例であり、船型によつては 0.4 乃至それ以上の大きな値となるケースもあるので、注意を要する。振りモーメントを計算する場合に考えるべき剪断中心位置は、船全体としてのものをとらなければならないが、当社広島研究所で行なつた模型実験結果によると、新造コンテナ船の場合、船全体の剪断中心位置は、ほぼ船底外板の所にあると考えて差支えないようである。一方倉口側線でクロスデッキを切断した完全開断面で計算した剪断中心位置は、船底外板よりもずつと

下方にあり、この場合の振りモーメント計算値は、非常に大となる。この双方の相関々係は、船の型によつて種々相異し、一般に single hull の場合ほど、その差は大となる。現在直ちに船全体としての剪断中心位置を船底外板の位置にとすることは、実験結果も少なく、かつまた、推定式自体の精度にも問題があるので、今後更に船体運動論に基づいた理論的、実験的研究によつて推定法の精度を高めることが必要と考えられる。また造船研究協会第 90 部会で扱っている船体の縦曲げに対応するような、振りモーメントに関する統計的調査研究も今後の問題として、興味あるテーマとならう。

### 2-2 振りに対する船体の強度 (応答)

船体が振りモーメントを受けた場合に、どのような強度上の応答を示すかについて、これまで行なわれている理論的研究を大別すると、次の 3 つになる。

第 1 は、例えば H. A. Schade<sup>10)</sup> の理論の如く、クロスデッキ部に重点をおいて取扱う方法である。これは通常の貨物船のように、倉口の長さ、幅がそれほど大きくない甲板の船については適用しうが、コンテナ船の如く、残存甲板部がきわめて小さい船に対して適用することは無理である。

第 2 の方法は、G. de Wilde の研究の如く、クロスデッキ部をならした、いわゆる reduced thickness の甲板を考え、その閉断面として取り扱う方法であるが、この方法も、コンテナ船の如く大倉口の甲板船に対しては、船体の振り強度を充分にとらえることができない懸念がある。

第 3 の方法は、SR 第 48 部会での研究のように、クロスデッキの効果を逆振りモーメントとして把握し、船体主構造を開断面として取扱う方法である。この方法は残存甲板部の小さいコンテナ船のような船に対して有効であるが、しかし、甲板上の倉口の大きさおよびその配列が不規則な場合には、なお問題がある。

実際のコンテナ船は、広幅大倉口部の開断面部と、クロスデッキ部の閉断面部とが交互に存在し、また既述の如く、船体は中央部で double hull を有するが、前後部まで全通しない部分的 double hull 構造であり、上述の上甲板の開口も engine opening の如く、比較的開口幅の狭いものが、広幅倉口の間配置されるなど、複雑な変断面構造をなしている。したがつていずれも船体を一定断面として取り扱っている従来の上記方法では、実船の振り強度を精確に把握することが難しい。

当社では、広島研究所を中心として、クロスデッキの逆振り作用を正しく把握し、倉口が不規則な大きさ、配

列をもっている場合にも有効な、一樣断面箱型梁について、新たに振り強度理論を導き、これに船首尾の先細の影響を加味し、また double hull および、single hull の双方の場合について検討することにより、部分的 double hull の場合の推定をも可能な理論計算法を樹立した。そして同時に、箱型および船型 (ふながた)、single hull または一部 double hull 等の要素を組み合せた数個の縮尺模型について、振り実験を行ない、上記理論計算と対比してその実用性を確認した。

この振り強度に関する理論的および実験的研究については、後日検会を得て発表の予定であるが、この成果により、実船の振り強度の計算を充分信頼しうる精度で行ない得たと同時に、倉口幅とクロスデッキ幅の関連、engine room の位置と opening の大きさに関する問題、あるいは、倉口長さの影響等、船体の振り強度に関する諸特性が種々明らかにされて来ている。

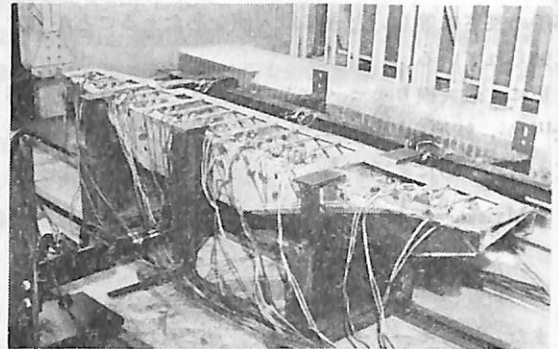


写真 3: 振り強度の模型実験

### 2-3 倉口変形量

既述の如く、設計上最終的には、倉口の変形量を正確に推定して、その対策を明確に樹立することが、実際上きわめて大切な問題である。

倉口のいわゆる菱形変形は二つの成分から成る。一つは、船体の振りによつて生ずる前後方向の変位の成分であり、他の一つは、振り中心が船体底部にあるため、上甲板部に面内曲げを生ずるための成分である。

倉口の変形量は、この二つの成分の和として算出されるが、その値は船体を受ける振りモーメントの大きさと、これに対する船体の応答、すなわち主船体の振りに関する剛性等によつて決定される。

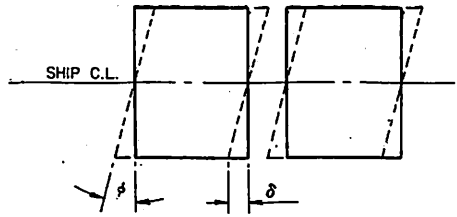
振りモーメントおよび振りに対する船体の応答については、すでに前述の通りであるが、コンテナ船の設計に際して、当社でいろいろ試みた計算結果の一端より、コンテナ船の倉口変形量が、従来の普通型貨物船に比較して、如何に大きいものであるかを示すと、表 5 のように



表5: 倉口変形量の比較表

項目	計算法	船の種類				
		普通型貨物船の例	コンテナ船の例			
		三菱の方法	SR-48の方法	G. de Wildeの方法		
振りモーメント係数の値 ( $C = \frac{M_{Tmax}}{100/LB^3}$ )		0.30	0.33	0.34	0.31	
角変形量 $\phi$ の比較		1	2.6	3.0	2.6	
変形量 $\delta$ の比較 (ズレ量)		1	6.0	7.9	6.6	

注)  $\phi$  および  $\delta$  は右図の変形量を示すものであり、上表の数値は貨物船の値を1とした場合の比較値を示す。



なる。

各計算法により、結果に若干の差異を示すが、コンテナ船の倉口変形量は、普通型貨物船に比べて、1例ではあるが、角変形量 ( $\phi$ ) で約3倍、ズレ量 ( $\delta$ ) では6ないし8倍にも達するものであることがわかる。なおコンテナ船の  $\delta$  および  $\phi$  の値は、甲板開口率の大きさ、船体の振りに対する剛性などの違いにより、一概にはいえないが、もつとも severe な荷重条件のときで、大体  $15 \sim 20 \text{ mm}$  および  $(1.5 \sim 2.0) \times 10^{-3} \text{ rad}$ . 程度の値と推定される。

このような振幅で変動する倉口の変形に対して、ハッチコーミングとハッチカバーを如何に設計し、相互の固着ならびに水密保持を如何に図るかは、実船設計上の大きな問題の一つである。殊に甲板積みコンテナの重量の殆んど部分をこのハッチカバーが受け持ち、更にこの重量こみのカバーをハッチコーミングで支持して、かつ相互間の水密を確保することには、従来船のハッチカバーとはまた全く異つた新たな問題解決、工夫が必要である。ハッチカバーそのものはポンツン型の、また開閉は吊り上げ吊り下げ式のむしろ簡単な方式であるが、大倉口であるために、いろいろ厄介な問題をまき起こす。限られた重量内で強度の十分なカバーとすること、ポジショニングガイドの問題、コーミングとの接触、締め付け等、船体との関連で考慮すべき問題は多いが、中でも水密保持のためのパッキンの解決には、既述の理由から、当社でも大変力を注ぎ、種々検討が重ねられた。

#### 2-4 倉口隅部の応力集中

大倉口船が振りモーメントを受けた場合のもう1つの問題点は、既述の如く、倉口隅部の応力集中の現象である。

倉口の変形に伴う応力上昇なので、クロスデッキの剛性を単純に増大するだけでは解決出来ず、基本的には一般配置の初期計画から、強度上重要な箇処ではクロス

デッキの幅を充分に取るなどの配慮が必要であるが、応力集中度は、その部分の局部形状並びに構造によつて、かなり緩和することが出来るので、従来からも倉口隅部の応力集中回避策としてはいろいろな方法が考えられて来た。

ただ、コンテナ船の場合は

(1) 在来の一般貨物船が主として、船体の縦曲げに対する応力集中を対象にしていたのと異なり、新たに振りに対する要素を考慮する必要があること。

(2) 一般の貨物船が、主に甲板面内での2次元問題として取扱うことが可能であつたのに対し、コンテナ船では、クロスデッキ部分が横隔壁上端部で、いわゆる stool を形成し立体構造をなしていること、また、セル構造上端のボックスガードも同様であり、これらの倉口隅部が複雑な立体構造となつていること。

この2点から、新たにこの問題を解明することが必要である。

当社では、応力集中の基準となるクロスデッキ端部の曲げ応力および剪断応力を、船の全クロスデッキ部分について計算し、その stress level を確認すると同時に、更に、クロスデッキおよびボックスガード端部の応力集中を確かめるために、縮尺1/4のかなり大がかりな模型実験を、それぞれ2個ずつ実施して、実船に採用する構造方式を最終的に決定した。

上甲板平面における倉口隅部の roundness の付与は、在来貨物船と同じように、きわめて大切な対策であり、なるべく大きな R を付与することが望ましいのだが、コンテナ船では図4の略図に示す如く、セルのガイドレールが接近しているために、大変難しいことになつており、その箇処の stress level に応じて、図に示すようないろいろの方策が採られるのである。

#### 3. 横強度について

コンテナ船の横強度に関する問題点は、次の3点にあ

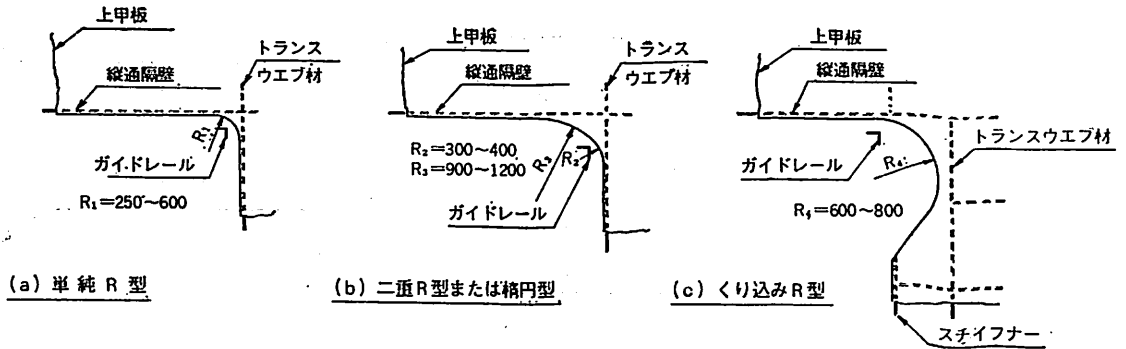


図4: 倉口隅部のRの付け方

る。

(1) 広幅の大倉口を有すること、中甲板がないことから、船側構造の上端における水平支持力が小さくなり、倉内区画構造に変形を生じ易い。

(2) 長大な方形ホールドのために、二重底構造が広大なパネルを形成し、したがって、その面外荷重による変形、応力が大きくなる懸念される。

(3) 方形のコンテナを効率よく積載するため、コンテナとの間隙空間を極力、節減したホールドが要求されることはすでに述べたが、この結果、double hull 構造の場合、二重底と船側縦隔壁との交叉部に十分なRをつけることが困難となり、結局は十字交叉の構造としなければならぬことになる。二重底の高さおよびdouble hullの厚さが他の船型とは比較にならぬほど、縮められたコンテナ船では、その直交々々部の強度、特に疲労強度が問題となる。<sup>9)</sup>

横強度の計算法は、前から種々の船型に対して、いろいろな研究が行なわれており、殊に近年は、コンピュータの利用などにより、実に精度の高い、高度の強度計算が、各種の船型構造について行なわれるようになった。その点では前記(1)(2)項に対する強度解析の方法も、特にコンテナ船だからといって、新しい手法の開発をまつことなく、これまでに確立されたいわゆる立体強度計算法等により、各部材の寸法、強度を確かめることが可能である。

したがって、コンテナ船としては、強度計算に用いる荷重条件をどう定めるかが、考慮すべき一番の問題となる。船体に働く外力のうち、船体運動を考慮に入れた波浪外力は従来船の場合と異なり、横強度に関する有効波高の統計的研究を実施中のSR第83部会の研究成果<sup>10)</sup>などによることとし、ここでは、コンテナ船として、コンテナの荷重が船体にどのように加わるかについて述

べる。

コンテナは、それ自体の強度上、最大6段まで積み重ねることが可能で、中小型船を除き一般に倉内コンテナは6段積み採用される。倉内コンテナの上下相互間には、特別な固縛装置はなく、セル構造のガイドレールにより、前後左右の移動が拘束されているのみである。したがって、倉内コンテナの全荷重が、各コンテナのコーナーキャスティングおよびコーナピラーを介して、二重底上の最下段のコーナーキャスティングの位置に、集中荷重として加わることになる。この荷重点は、特殊なコンテナの場合を除き、セル構造のピラーに非常に近接した位置にあり、したがってセル構造に一部分担され、二重底荷重としては小さなものとなる。

しかし、船体運動による加速度を考慮して、倉内コンテナの荷重は、一般貨物船と同様、コンテナの嵩比重(ストレージ・ファクターで約80~100 cub.ft/LT)で考えた等分布荷重が、二重底面の上に働くとして取扱う方が安全側である。ただし、コンテナの荷重は、前述の如く、実際には二重底に集中荷重として働くので、荷重点附近の局部補強には充分考慮する必要がある。

一方、甲板積みのコンテナの荷重は、セル構造を介して、セル構造のピラーの位置に集中荷重として働くので、この影響は無視できない。また、甲板積みコンテナは、船体の運動加速度によるコンテナ相互間の移動を防ぐために、スタッキング・フィッティングと呼ぶズレ止め装置が、コンテナ相互間に取り付けられる。このため、甲板上のコンテナに加わる運動加速度の取扱いには注意を要する。

先にも記した如く、コンテナのいわゆるストレージ・ファクターは比較的大きい値なので、船体に加わる実際の荷重(水圧・マイナス・コンテナ荷重)は、バラスト状態の方が大きくなる。すなわち、水圧による上向きの荷重の方が一般に大きくなるので、コンテナ船の船体横強

度は、この状態で決まるといつてもよいであろう。

次に、本節の初めに記した第(3)項の問題、すなわち、二重底と船側縦隔壁との直交々叉部の強度に関しては、(イ)単なる隅肉溶接の場合、(ロ)開先溶接とした場合、(ハ)隅肉溶接ではあるが、部分的にドレッシングを施した場合、(ニ)開先溶接をした後、更にフルドレッシングを施した場合、(ホ)前項ドレッシングをビーニングに代えた場合、(ヘ)隅肉溶接とし、角に小さなブラケットを付けた場合など——いろいろなケースの固着法が考えられる。

当社では、疲労強度を効率よく求める新しい実験手法、すなわち、Program fatigue test の方法を採用して、これらの固着法について、疲労強度の調査研究を行なったのであるが、この内容および結果については、また後日、機会を得て発表のこととしたい。

なお、最近当社(広島造船所)で建造されたパルプキャリアでは、この二重底と縦通隔壁との交叉部に R をつけた設計の実績があるが、この場合の疲労強度実験の方案と合せて、上記各ケースの実験が行なわれたものであり、これらの結果が総合的にまとめられたときには、コンテナ船といえども、今後、該部の応力レベルの高いケースが出現の場合には、僅かなりとも R をとる方が有利であるとの結論が、あるいは導かれるかも知れない。

#### 4. セル構造に関する諸問題

セル構造が、コンテナ船(リフトオンオフ型)特有のものであり、これがどのような構造のものであるかは、すでに第Ⅱ章で説明した。これで大体おわかり頂けたことと思うし、また、このセル構造に対する強度設計の基準をここでこれ以上記述することは、すでに随分紙数を費しているので省きたいと思うが、このセル構造のガイドレール、すなわちセルアングルが、積荷のときにも、揚荷のときにも、あるいは格納中でも、常にコンテナを円滑かつ適正に収納しなければならぬという使命に基づいて、設計上、工作上に要求される問題点を、ここで一寸記すことにしたい。

コンテナの寸法の世界を一つにした標準化が、きわめて重要なことであることはいうまでもなく、コンテナに関する記事には必ずそのことが言及されている。しかし欧米で、すでに前から作られ使われている海上コンテナの寸法は、海運会社で種々雑多であり、それが現在、如何に悩みの種になつているかは、我々にすら想像に難くない。そしてそれがまた、これまでの標準化への話し合いに対して、進行を妨げる障害になつたであろうことも、容易に想像されることである。今までコンテナ船の

改造あるいは新造の計画に際しても、このコンテナサイズの不統一が、現実に設計上の難問題となつた例も少なくないであろうと思われる。本稿では、コンテナ自体に関する説明は一切省いたが、すでに多くの解説が公表されているので、<sup>9)18)19)</sup>これを参照願つてこの項を進めることにする。

少し話が脇道にそれたようだが、実はコンテナの寸法が、我々造船サイドの船体建造にきわめて密接な関係を持つものであることを、これから述べようとするためである。

コンテナ船のセルガイドの設計、製作には、コンテナとの間隙を多からず、少なからず、適当な値に保つことが厳重に要求される。コンテナの方でも基準寸法を定め、かつ製作誤差に許容値を規定して、極端に寸法の相違したものが出来ないよう制限しているが(例えば渡辺氏の解説<sup>9)</sup>中の附表1:ISO規格寸法表を参照)、これを収納するセルガイドの方にも、これと同程度のきびしい寸法値が抑えられるのである。

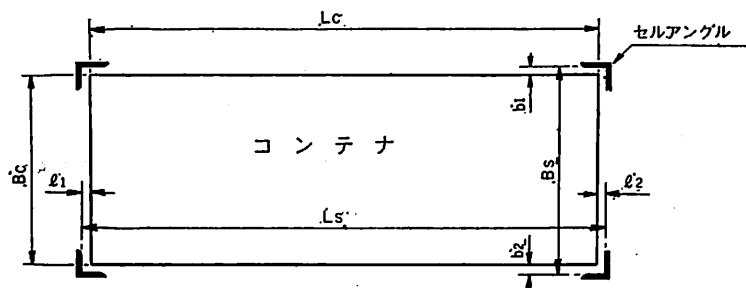
コンテナを収納する1組のセルアングルの内面間隔を、セルスロットと称するが、ISO規格の8×8×20型のコンテナについて、このセルスロットに対する基準寸法、およびその許容差寸法を、コンテナ自体に対するそれと並べて表示すると、表6のようになる。

20'コンテナに対するセルスロットの基準寸法は、長さ6,096mm、幅2,464mmであるが、これに対する許容差は、長さおよび幅のいずれに対しても+0、-6mmといったsevereな値が標準として考えられている。

船の長さ175m、幅25~6mといった巨大な船体構造において、このorderの製作許容差は、商船の船殻には、殆んど前例のない驚くべき数字といわねばならない。潜水艦耐圧船殻の真円度に対する許容差が、やはりこれと同程度のきびしい数値で抑えられるが、この方は厚板の円筒であるだけに、まだ作り易いのではないかと思われる。これに比べれば、大変焼みやすいアングルの船の深さにわたる長尺の大組構造をこのような精度で、組立て、かつ船体に取付けることには、周到な事前準備と、卓越した工作技術が要求される。詳細な施工要領の立案、適切な治具の用意、熟練した工作法の発揮等によつて始めて達成されることである。

1つのセルスロットに対する寸法精度が、このようにsevereに要求されるということは、それが集積して形成されるホールド全体に対する寸法精度も、おのずから従来船では必要としなかつた水準にまで向上することが要求されることを意味し、船殻建造上、この精度対策が基本的に、むしろ先行して検討確立されるのである。

表 6: セルスロットとコンテナの寸法基準  
(ISO 規格 20' 型コンテナの場合)



項目	寸法	メートル法		英国制	
		基準寸法 mm	許容差寸法 mm	基準寸法 ft-in	許容差寸法 in
セルスロット	長さ (Ls)	6096	+ 0 - 6	20'-0"	+ 0 - 1/4"
	幅 (Bs)	2464	+ 0 - 6	8'-1"	+ 0 - 1/4"
コンテナ	長さ (Lc)	6055	+ 3 - 3	19'-10 1/2"	+ 0 - 1/4"
	幅 (Bc)	2435	+ 3 - 2	8'-0"	+ 0 - 3/16"
コンテナとセルアングルとのクリアランス (両側にて)	長さ (l1+l2)	41	最大 44 最小 32	1 1/2"	最大 1 3/4" 最小 1 1/4"
	幅 (b1+b2)	29	最大 31 最小 20	1"	最大 1 3/16" 最小 3/4"

このように建造されたセルスロットに対しては、全数につき厳重な寸法検査が行なわれるとともに、就航前にモックアップまたはダミーを用いた揚卸し試験、更には実物のコンテナを用いた最終確認揚卸し試験等がくり返され、就航後、積載に支障のないことが十分に確認される。

なお、昨年当所で施工した改造コンテナ船では、改造工事という点で、ガイドレールの工作法は、基本的に現在の新造船とはまた異つた施工要領が採られたのであつたが、この場合にもすでに良好な結果が得られている。

#### IV. コンテナ船の船体振動について

海上の超特急と呼ばれるコンテナ船に、最近の超高速ライナに比しても、比較にならないほどの大馬力主機が搭載されることは、すでに第Ⅱ章で、詳らかに説明した通りである。外国船では大馬力を得るために、タービンの採用も検討されているが、その経済性の故に、わが国

で現在建造中のコンテナ船では、すべてディーゼル主機が採用されている。

最近のディーゼル機関の大型化に関する開発には、目ざましいものがあり、特に大径シリンダーの採用により、その馬力は飛躍的に増大し、最近では1シリンダー当り、3,500~4,000 PSにも達するものが出現するようになった。現在建造中のコンテナ船の主機馬力は、表1の如く、27,500 PS から 28,000 PS のものであるが、表4からもわかる如く、これまでのライナーに搭載した主機馬力の1.5倍から2倍にも上昇したものであり、また1シリンダー当りの馬力上昇も同等の著しいものである。

このため、必然的に機関の内圧変動量、外部不平衡力、および不平衡偶力も増大し、これらに基づく起振力によつて、船体振動も従来船以上に問題となつて来る。

一方、船体の方は block coefficient が著しく小さいファインな船型であるため、コンテナの積載効率を高めるには、どうしても機関室は船体中央部をさけて、船尾または、セミアフトに設けざるを得ない。これはいわゆる船尾

振動上、従来の貨物船に比すべくもない不利な条件となる。

また、プロペラ起振力に関しても、コンテナ船は、従来船に比較し、船の大きさの割に吃水が浅く、推進性能上、プロペラ・アバーチャを大きくとることが難かしい反面、プロペラは大径となり、したがつて防振しきわめて重要な要素とされているプロペラチップ・クリアランスの十分な確保が、著しく制約される。プロペラ起振力も従来の船に比較して、明らかに増大の傾向を持つ。

上記の如く、起振力に関する諸条件は、どの観点からも、悪化の方向にあり、起振力の増大が懸念されるが、この増大と相反して、船体の振り剛性の低下は、<sup>1)2)3)4)15)</sup>一般貨物船ではそれほど問題とならない振り振動を励起する可能性が生じてくる。

一般に振り振動は、船体水平振動との連成で起り、<sup>20)21)</sup>非連成の振り振動数を低下させる。特に振り剛性の低いコンテナ船について、振り振動数を計算する場合には、この連成現象を無視することは出来ない。また、コンテ

ナ船が振り振動を取り扱う場合、船体の反り(warping)を考えた振り理論<sup>20)21)</sup>で、振り剛性を決定することが必要である。また一方、水平振動との連成系として振り振動を取り扱うには、船体の振り中心をどこに取るかが重要な問題となるが、ここでは、第Ⅲ章第2節で述べた振り強度計算の振り中心は意味をなさない。当社では、小型模型により振り振動の実験を行なつて、振り中心を確認したが、その詳細は別の機会に報告の予定である。

また、振り中心と関連して、コンテナ貨物の慣性中心も、コンテナの甲板積みありと、なしの場合とで、大きく変化し、水平振動との連成振動数に影響を及ぼすことが考えられるので、注意を要する。

振り振動について、もう1つの問題点は、振り振動の付加水質量<sup>22)23)</sup>に及ぼすビルジキールの影響であろう。K. Wendel<sup>24)</sup>は矩形断面にビルジキールがついた場合についての研究を行ない、その影響が大きいことを示している。

目下当社では、長崎研究所において、コンテナ船の如き府せた船型について、その影響を調査するため、理論および実験の両面から研究を実施している。

上記の他、船体上下振動についても、広大なコンテナ倉を有するこの種の船では、二重底振動との連成を無視することは出来ない。<sup>25)</sup> また、上部構造についても、甲板積みコンテナによる見透し角の関係で、9万重量吨の船尾機関船と同程度の高さの上構となり、この上部構造の前後振動<sup>26)</sup>がプロペラ起振力と共振を起こす可能性が生じてくるので、その固有振動数のしつかりした推定とそれに基づくプロペラ翼数の選定に、十分な配慮が必要である。上部構造の剛性向上のための、鋼壁の適正配置、あるいは、上構基部の上甲板の固めなども設計図作成に際して、充分注意が払われる。

先にも述べたが、プロペラ直径の増大と浅吃水により、プロペラのチップクリヤランスの確保のために、プロペラの軸芯を極力下げる必要があるが、このため、機関室二重底が低くなり、剛性が低下するので、静的強度は勿論のこと、機関室の振動特性を充分に把握して、主機の起振力の増加に対応する構造配置並びに部材寸法の決定が必要である。

なお、主機の大馬力化に伴い、これを支持する主機械台(上記機関室二重底の一部でもある)も、これを構成する部材寸法は、従来にもまして、著しい厚板が要求されるようになる。機種の違いにより若干の開きはあるが、例えば Top plate は 50~60 mm、主機直下の Girder plate は 35~50 mm といった従来では見られない厚板材となつてくるので、溶接施工法などにも、従

来以上に十分な配慮が払われなければならない。

最後に、今度の高馬力主機で新たに採られた、船体に関係ある問題として、シリンダー頭部における支持ロッドのことに一言ふれておかう。主機のいわゆる H 型または X 型の揺れを防止するために、前後に2箇処、両舷にロッドを張つて、船体と連結する方式が新しく採られることになつたが、連結支持材としてのロッドの設計に関しては、これが逆に船体振動に悪影響を及ぼさないよう、船体側としても充分検討の上、その取付位置、周辺の固着法、ロッドのダンパー効果等を定めることが必要である。

## V. 結 語

以上、コンテナ船の構造、強度に関して主要な諸問題の全般について述べた。

この拙文が読まれる頃には、日本の2~3隻の船がすでに進水を終えている所であり、更にその完成ももう目前のこととなつている。この新しい時代を画する、意義深い新型船の誕生のために尽された各方面の努力が、所期の性能を発揮する優秀船として、結実する日の1日も早からんことを祈るとともに、これから悉々本格化する海上コンテナ時代に備えて、更にたゆみない技術上の前進が必要であることを痛感する。

我々構造、強度の担当分野においても、本文中で述べたように、今後まだ検討の望まれる問題も多い。殊にわが国としては、初めての建造経験なので、当社では目下実船による実験なども計画中であり、これによつてこれまでの理論的並びに実験的諸研究の裏付けを得るとともに、総合的な研究成果のとりまとめを行ないたいと考えている。

なお、最後に、我々の研究の立案実施にいろいろ御助言を賜つた諸先生方、ならびに設計段階で種々御指示を頂いた船主工務の方々、この誌上においても深く謝意を表する次第である。また、社内的には、この原稿に記載しているいろいろの研究成果については本文中にも記した如く、各研究所および設計の各位の協力の賜であることを附記し、併せて謝意を表するものである。

(43年5月10日)

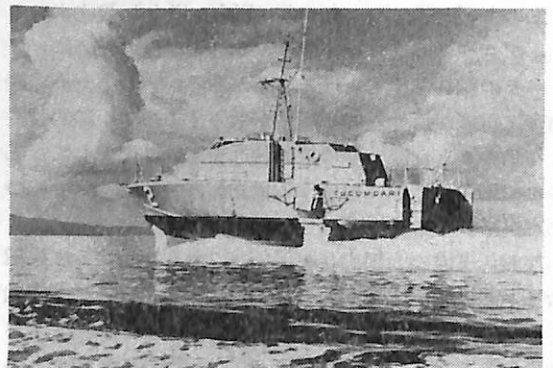
## 参 考 文 献

- (1) 日本造船研究協会第48部会「コンテナ船の構造・強度に関する研究」(昭和35年~39年8月)
- (2) 日本造船研究協会編「コンテナ船」船舶技術協会(昭和36年6月)
- (3) 甲斐敬二「コンテナ船」新三菱重工技報 Vol. 4 No. 1 (昭和37年2月)

- (4) J.J. Henry & H.J. Karsch 「Container Ships」 SNAME (1966年11月)
- (5) 豊田繁「コンテナ輸送の長距離選手:コンテナ船」フジステールデザイン (昭和42年4月)
- (6) 渡辺逸郎「コンテナ船とその荷役について」造船協会誌第456号 (昭和42年7月)
- (7) 三菱重工船舶特報「改造コンテナ船 Hawaiian Planter について」三菱重工船舶事業部 (昭和42年11月)
- (8) 中川萬蔵「コンテナ船の構造強度上の問題点」造船協会シンポジウム (昭和42年9月)
- (9) 八木順吉 他「2列倉口船の中央甲板の有効性について」関西造船協会誌第122号 (昭和41年9月)
- (10) 太田友彌「船体強弱学」(昭和13年6月初版)
- (11) 井口常雄「Torsional Stress in the Hull of a Ship」造船協会雑纂第92号 (昭和4年11月)
- (12) Vedeler 「On Torsion of Ships」TINA (1924年)
- (13) E. Numata 「Longitudinal Bending and Torsional Moments Acting on a Ship Model at Oblique Headings to Waves」Journal of Ship Research, Vol. 4 No. 1 (1960年6月) & Vol. 6 No. 4 (1963年4月)
- (14) G. de Wilde 「Structural Problems in Ships with Large Openings」International Shipbuilding Progress (1957年1月)
- (15) G. de Wilde 「Further Experiments on the Torsional Behaviour of Ships with Large Hatch Openings」(1967年9月)
- (16) H. A. Schade 「The Ship Girder with Multiple Hatch Openings under Torsion」Journal of Ship Research Vol. 5 No. 1 (1961年6月)
- (17) 郷田国夫「波浪中の船体に働く横荷重について」日本造船研究協会 SR 83-14-82 (昭和42年1月)
- (18) 毛利武弘「コンテナについて」船舶 Vol. 41, 1号 (昭和43年1月)
- (19) 渡辺逸郎「輸送合理化の宝箱:コンテナ」フジステールデザイン (昭和42年4月)
- (20) 大高, 熊井, 牛島「船体振り振動の研究(その1)」造船協会論文集第121号 (昭和42年6月)
- (21) 松浦, 安川, 川上「長大倉口を有する船体の振り振動(その1)」関西造船協会誌122号 (昭和42年9月)
- (22) 熊井豊二「船体振り振動における附加慣性力率について」造船協会論文集第104号 (昭和34年1月)
- (23) 熊井豊二「船体振り振動の附加慣性モーメントに対する3次元修正値について」造船協会論文集第108号 (昭和35年12月)
- (24) K. Wendel 「Hydrodynamische Massen und Hydrodynamische Massenträgheits momente」J. S. T. G. (1950年)
- (25) 山越, 大沼「船体振動と船底振動との連成について」造船協会論文集第118号 (昭和40年11月)
- (26) 広渡, 松本「上部構造の前後振動に関する研究」造船協会論文集第119号 (昭和40年6月)

#### ガスタービン使用の hidrofoil

航空機用ジェット・エンジンの舶用化が脚光をあびてきたが、アメリカ海軍ではこのほど、ロールスロイスのマリン・プロデュース・ガスタービン1基(4250軸馬力)を搭載した hidrofoil・ガンボート(水中翼砲艦)タカムカリ号の運転を開始した。同艦は、ウォータージェットを推進力に利用しており、プロデュース・エンジンが遠心ポンプに直結している。満載時の重量は58トン、速度は40ノット以上である。なお低速運転の際は、ディーゼル・エンジンをつけた別個のウォータージェットを補助機関として使用する。



# 日立造船における数値制御方式

日立造船株式会社  
堺 工 場

## 緒 言

最近の船舶の超大型化とそれともなう造船各社の建造量の増大は目ざましいものがある。そして、この現象は過去十数年間に渡り世界第1位の建造実績を持つ日本造船界に、いくつかの新しい問題点をもたらしている。特に、熟練労働力不足の問題は次第に深刻化し、各社の労働力構成のうちに占める未熟練者の比率は大幅に増加してきた。

そのため、生産自動化の推進の要請は日増しに強調されており、かつては安価で豊富な労働力に依存しつつ発展してきた日本造船界も重大な転機に立たされている。

1966年8月、日立造船が開発し、実用化に成功した数値制御 (Numerical Control -NC-) 方式は日本造船界待望の多品種少量生産における設計から生産までの自動化への大幅なアプローチとして、業界内外を問わず種々の反響を呼んできた。造船における設計から生産までの NC の研究は日立造船が独自で、多年にわたり、力を注いでいたものであるが、ついに、その1つが実を結んだわけである。ここでは実用化され日立造船 NC 方式についてその概要を紹介したい。

## 1. 造船業における NC

NC 方式は人間の生産活動の発展の歴史の中で、最も原始的な手工具から、汎用工作機、単能自動機をへて、生産の自動化の推進役として出現した。フィード・バック機構つきの自動ならい制御方式の持つ精度上の欠陥を完全に解決しうる生産手段として登場した。すなわち、フィード・バック機構を有する自動ならい制御は、自動制御方式の工作機への適用という面において多大の成果を収めたが、情報源として「型」を必要とするためにさけられない、次のような致命的な欠点を持っていた。

- (1) 型の精度以上の製品精度は得られず、本質的に精密加工、複雑加工が困難である。
- (2) 製品が大型化すれば型も大型化する。そのために型を縮尺すれば、製品の精度は更に劣化する。
- (3) 型を作るためには、依然として熟練した技術が必要である。

このような自動ならい制御の持つ欠点は本質的には型のようなアナログ量をその情報源にしている こと

り、これらの欠点を一掃するためには情報源を抽象化すればよいのは明らかである。しかも、最も抽象的な情報は数値であるから、数値のみで制御する制御方式 (NC 方式) を開発すればよいことになる。

汎用の NC 方式の出現は、1952年、米国 MIT (Massachusetts Institute of Technology) において、NC フライス盤の実用化に成功したのが最初であり、それ以来、急激な発展を続け、工作機械の自動制御においてきわめて重要な地位を占めるに至っている。

さて、造船界においては、1955年頃から船殻内業のけがき、切断分野に拡大自動切断方式 (光学的追跡によるならい制御方式) が登場したが、この制御方式は切断精度と生産能力の面に問題があつたので、日本においてはその普及が停滞するに至った。

これに代つて、けがきのみを自動化を目的として開発され、1962年に実用化されたのが電子写真けがき法であり、日本造船界における生産能力の増大には特に有効とされ、多くの造船所に採用されて、多大の成果を収めている。しかし、この方法も 1/10 原図というアナログ型情報源を必要としたので、その本質的な欠点は解決できなかった上に、けがきは自動化できても、切断は人力のみに依存するから、生産量に見合うガス溶断工の質的、量的確保と、その人海戦術の採用を前提にするものであつた。

しかるに、最近の船舶の超大型化ともなつて、各造船所の生産量が急激に増大する一方、国内の労働力、特に熟練労働力の不足は次第に深刻化し、生産量に見合うガス溶断工の確保が困難になつてきた。そのため、けがきのみでなく、切断までの自動化を精度よく行ない得る NC 方式の必要性が痛感されるに至つたのである。

更に、船舶の超大型化によつて、船殻の工作分野では、造船部材加工 (けがき、切断、曲げ) の許容誤差を縮小する必要性が生ずる一方、造船現図分野では精度の良好な従来の現尺現図法の使用が不可能になつたため、全面的な縮尺現図法の採用により、精度の保持は逆に困難になつている。この精度の面で相矛盾する問題点の本質的な解決法も NC 方式の採用、すなわち、精度の面に問題のあるアナログの要素を造船現図から一掃して、部材の形状決定を数値的に行ない、得られた数値から直接部材の加工を行なう方法を採用することである。

国内の造船界において NC の重要性が強く認識されるに至ったのは 1966 年末、ないしは 1967 年の初頭からで、各社ともに NC 開発組織の検討や欧米の NC 方式の視察などを熱心に行なっているようである。

## 2. NC の 2 要素

一般に、NC 方式においては、電子計算機のほかに、自動工作機、自動切断機、自動作図機などの加工（作図）を実行する機械、およびそれらを制御する数値制御装置（NC 装置）が使用されている。これらはハード・ウェアと総称され、NC システムを構成する重要な要素の 1 つである。

次に、NC 装置は簡単な補間機能（直線、円、2 次曲線、3 次曲線など）と工作機（切断機、作図機）に対して機械動作の指令信号を発する機能とを持っている。したがって、製品形状を必要な精度で加工（作図）するために、NC 装置固有の補間機能に対して必要十分な情報を NC 装置に入力しなければならない。しかし、この入力情報を手計算で作るためには、予め正確な図面を作らねばならないし、また、少し複雑な図形になると、図面から読取る点の数が多くなって事実上不可能である。そこで、まず、図形そのものを抽象的に表現し、数値計算によつて NC 装置の入力情報を求める方法が必要となる。もちろん、この数値計算は大変面倒なので、電子計算機を利用しなければならない。

このように製品形状を抽象的に表現した入力から、電子計算機によつてその図形を処理するシステムを総称して、NC のソフト・ウェアと呼ぶことにする。

一般に、本格的な NC システムはこのハード・ウェアとソフト・ウェアの 2 つの要素から成立っており、そのうちどちらが欠けてもその実用は不可能である。その意味でこの 2 つは NC の 2 要素といえることができる。

さて、NC のハード・ウェアのうち、電子計算機は汎用としても使用されるので、きわめて多種類のものが知られており、また、自動作図機は電子計算機を軸に発達して来た設計の自動化の手段としても有名である。

NC 切断特有のハード・ウェアである NC 装置と NC 切断機については、1960 年、英国 B.O.C (British Oxygen Co.) の Eagle が実用化され、その後、Norway の Central Institute for Industrial Research では既存の自動ないし切断機の制御用として NC 装置 ESSI を開発した。更に、最近、国内の電気メーカや溶断機メーカもその開発に力を注いでいる。これらの NC 切断用ハード・ウェアは情報の伝達方法や、電気的な入出力などに相違はあるが、数値的に表現された装置固

有の機械語で作られた制御テープ（穿孔テープまたは磁気テープ）により自動的に溶断機を作動する点においては本質的な差はなく、装置の信頼度と処理能力を除外すれば大同小異であるといえよう。

一方、NC 方式を採用する場合、けがき、切断以前の生産ステージである設計部門においては、従来の熟練者による 1/10 原図の作図作業がソフト・ウェアを仲介した電子計算機による作業に置きかえられる。すなわち、ソフト・ウェアが従来の熟練者の役割を果し、人間が電子計算機に生産の実行責任を委譲した生産方式が出現する。また、けがき、切断のステージでは、従来の熟練工の作業が、ソフト・ウェアによつて電子計算機から出力された 1 本のテープによる機械の自動操作に変わる。このように、NC の対象とする作業は設計から生産に至るまで、すべてソフト・ウェアを軸にした全く新しいシステムに置きかえられることになるから、ソフト・ウェア自体の良否が NC 方式の実用性とその効果の死命を制するもつとも重要な条件といえよう。

特に、日本の造船界における設計法と工作法は長い日本の造船の歴史の中で育ち、その技術水準の高さが過去 10 数年間にわたる建造量世界第 1 位の地位を確保せしめた要因になっている。したがって、この高水準の設計法、工作法に完全に適合し、かつ、それらを十二分に組み込んだ高水準のソフト・ウェアを開発することが、日本造船界における NC 方式の実用化にとつて必要不可欠なのである。

## 3. 日立造船 NC 方式の意義

### 3-1 日立造船における NC 開発の歴史

日立造船においては業界にさきがけて、NC 方式の重要性を認識し、1959 年からその調査を開始した。また、1961 年初頭、大阪府堺市への超大型船専門工場建設の計画に着手した際、将来の熟練労働力の不足を予知し、その対策として設計から生産までの NC 方式の採用を検討し始めたのである。次いで、1962 年、欧州造船界における NC の研究、開発状況の視察、調査を行なうとともに、社内において、ハード・ウェアとソフト・ウェアの研究を開始した。

1964 年、多数の社内 NC 技術陣を組織的に投入して、NC 用ソフト・ウェアの開発に着手する一方、ハード・ウェアとして、1965 年 3 月、NC 自動切断機 Logatome 2 基を導入、次いで、1965 年 4 月、NC 装置 ESSI と自動作図機 Aristomat を導入した。

1966 年 8 月、NC 用ソフト・ウェア HIZAC (Hita-



chi-Zosen Auto Coding) が完成し、わが国で初めて本格的な NC 方式の実用化に成功するに至ったのである。

### 3-2 日立造船 NC 方式の特長

日立造船 NC 方式は前述のとおり、高水準の建造技術を有する日本造船界での実用性を前提として開発されたため、他の既存の NC 方式に見られない種々の特長を有しているが、そのうちの主なものは次のとおりである。

(1) 従来の NC 方式においてはさげられなかつた、処理図形に対する各種の量的、質的制約が消滅し、いかなる造船図形でも処理できること。

(2) あらゆる船体形状を予め記憶し、必要なものを任意にとり出し得ること。

(3) いかに複雑な 3 次元的船体曲面構造も自動的に処理することができ、しかも、これらを記憶して、必要な際に取り出し得ること。

(4) 日本造船界における各種の高度な設計標準を予め記憶していること。

(5) 溶断工作上で必要な各種の施工法が組み込まれており、常時最高品質の製品が得られること。

(6) 1 枚の鋼板内への船体部材の組合せ方法に独特の工夫がこらされており、経済的な板取りが容易であること。

(7) 実用システムが充実しており、日本造船界の特色である短納期実現の有効な手段になり得るとともに、変更工事のタイムリーな吸収力にも富んでいること。

(8) NC 切断部材のみでなく、他のあらゆる図形の形状計算と作図にも使用できること。

### 3-3 NC 方式の実用化の意義

前述のとおり、日立造船は多くの質的、量的エネルギーと費用を投入して、NC 方式の開発を行ない、卓越した建造技術とかつては豊富な労働力に恵まれた日本造船界の特殊性の中でその実用化を進めて来た。このような日本造船界の現状において、今回、NC 方式の実用化に成功したことの意義を考えると、そのうちの主なものは次のとおりである。

(1) 日本造船業の近代化への足がかりができた。

従来、安価な労働力への依存による低船価の建造など、とかく、近代産業としての国際的評価が得られず、実際にも、多分に前近代的生産形態を残していた日本造船界の中で、労働力依存の解消を目的とするもつとも近代的な生産手段である NC 方式に、充実した内容と高

水準の造船技術を付与して実用化に成功したことは、日本造船界の近代化への第 1 歩であり、有力な足がかりである。

(2) 設計から生産までの完全自動化の基礎が確立した。

生産方式の発展における最終の目的は、設計から生産までの完全自動化の実現であることは論をまたない。そのためにも、造船における今後の自動化の対象としてもつとも重要なものは、各種の図面の作成などのような、具体性の大きい作業の抽象化であろう。これらの自動化の基礎は多品種少量生産における図形処理の自動化であるが、NC の実用化によってその基礎が確立し、今後の自動化の実現をより早めることになった。

(3) 日本造船界における生産技術の発展に対応して、NC システムをタイムリーに発展させることが可能になった。

前述のように、NC 方式は従来の熟練作業に依存していた生産の流れを、全く新しいシステムで置きかえることになる。しかし、生産の流れの根底をなしている設計法、工作法は建造コストや納期を直接左右する重要なものであり、固定したものでなく、今後とも常に改良、発展して行くものである。したがって、NC 方式もそれに応じてタイムリーに変化しなければ実用性が消失するので、ソフト・ウェアを常に改良・発展させて行くことは、開発以後の問題としてもつとも重要なことである。そのため、将来の発展の余地を考慮して、終始一貫した方針と統一された構成とで、日本の造船技術に立脚して自社開発された日立造船 NC 方式は、今後の改良、発展に対してきわめて有利であるといえよう。

## 4. 日立造船 NC 方式の概要

### 4-1 ハード・ウェア

#### (1) ESSI 装置

(イ) 補間機能 ESSI で補間できる曲線の種類と、入力データとして与えるべき情報を図 1 に示す。

(ロ) 補助機能 プログラム終了、テープ無視開始、テープ無視終了、早送り開始、早送り終了、切断開始、切断停止など

#### (ハ) その他

最大処理数値	181 m
最小入力単位	1 mm

#### (2) ロガトーム

(イ) 切断次管機移動可能幅 10,340 mm

(ロ) 切断可能板厚 6 mm~60 mm

(ハ) 切断速度 0~1,300 mm/min

カーブのタイプ	直線	円弧	放物線 (Y軸平行)	放物線 (X軸平行)
図形				
変位	$\pm \Delta X_i \pm \Delta Y_i$	$\pm \Delta X_i \pm \Delta Y_i$	$\pm \Delta X_i \pm \Delta Y_i$	$\pm \Delta X_i \pm \Delta Y_i$
カーブパラメータ		$\pm X_{C_i} \pm Y_{C_i}$	$\pm X_{P_i} \pm Y_{P_i}$	$\pm X_{P_i} \pm Y_{P_i}$
回転方向		- = 時計方向 + = 反時計方向	- = 時計方向 + = 反時計方向	- = 時計方向 + = 反時計方向
放物線の種類			+	-

図1 ESSIの入力データ

#### 4-2 ソフトウェア

##### (1) プログラム言語

###### a. 処理図形

通常の造船図面に現われる次のような図形を表現することができる。

- (イ) 直線と円弧の組合せでできる図形
- (ロ) 点群で現わされる図形
- (ハ) 船体表面を表現する図形
- (ニ) 船体曲面によって3次元的に決定される図形 (幾可学的相貫図形)
- (ホ) 設計標準や工作標準で標準化されている図形
- (ヘ) NC加工において必要な図形と情報

###### b. ステートメントの種類

ステートメントには次のものがある。

- (イ) 点の定義 12種類
- (ロ) 直線の定義 7種類
- (ハ) 円の定義 6種類
- (ニ) 放物線の定義 2種類
- (ホ) 曲線の定義 6種類
- (ヘ) 複合命令 (マクロ・ステートメント) 11種類
- (ト) 機械動作命令 25種類
- (チ) 繰り返し命令
- (リ) 座標変換命令
- (ヌ) 階数値計算命令

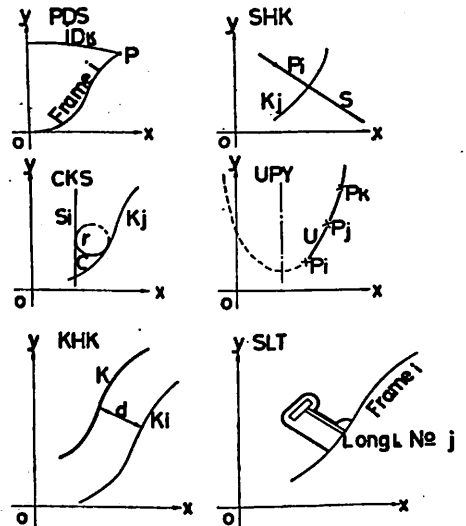


図2 HIZAC ステートメントの例

これらのプログラム言語は HIZAC 言語と呼ばれており、図2にステートメントの一例を示す。

##### (2) 処理プログラム

HIZAC の処理プログラムは HIZAC 処理システムと呼ばれ、次の2つの部分によって構成されている。

###### a. メイン・システム

次の機能を有している。

- (イ) プログラム言語の解釈

- (ロ) 定義計算
- (ハ) 経路計算
- (ニ) 座標変換
- (ホ) エラー・チェック

- (ヘ) 出力データ編集
  - b. サブ・システム
- 次の機能を有している。
- (イ) 入力データのチェックおよび修正

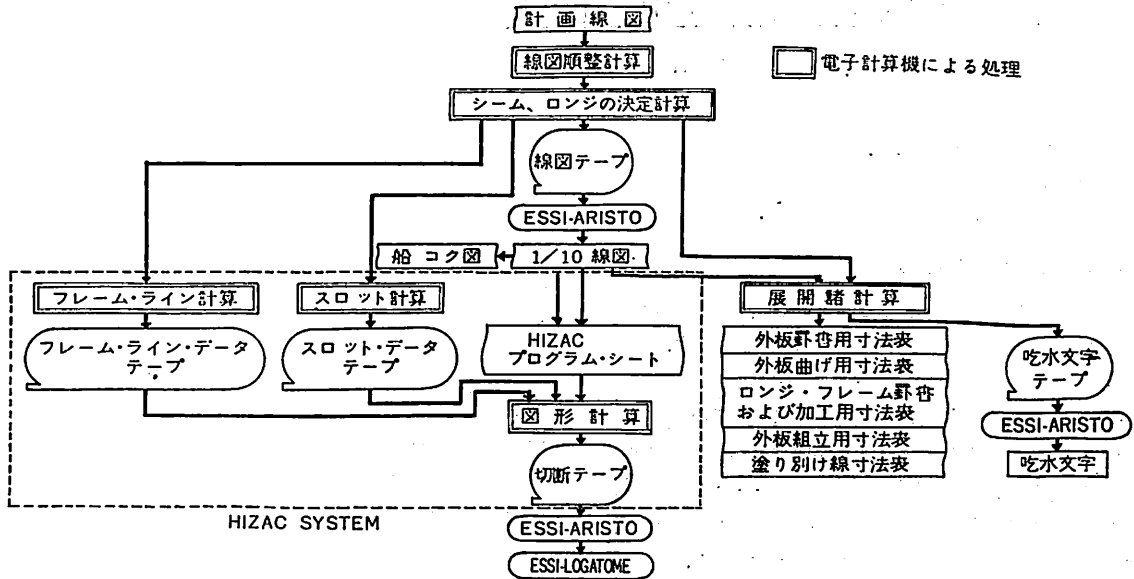


図 3 船コク生産設計における数値制御システム

### HIZAC PROGRAM SHEET

TITLE S.NO. 4155 2-30 BOTTOM TRANS										製 作 順 係長 担当 担当					
NOTE										作成年月日	年月日				
										カード保持曜日	年月日付				
DEF. NO.	DEF.	PARA. 1	PARA. 2	PARA. 3	PARA. 4	PARA. 5	PARA. 6	PARA. 7	PARA. 8	SEQ. NO.					
1	KCOM									01					
2	KDEF									02					
3	C	SING	41159	2-310	OSTRI-W					03					
4	K001	KFX	105	11000	14000					04					
5	K002	KMK	K001	11800	-X					05					
6	S003	SNX	15000							06					
7	S004	SNX	13000							07					
8	P001	PLS	105	26	59					08					
9	P002	PLS	105	26	57					09					
10	P003	PLS	105	27	51					10					
11	P004	PLS	105	27	57					11					
12	P005	PLS	105	28	51					12					
13	P006	PLS	105	28	57					13					
14	P007	PKS	K002	S003						14					
15	P008	PKS	K002	S004						15					
16	S001	SPP	P001	P008						16					
17	S002	SPP	P006	P006						17					
18										18					
19	SEQ	EXN	RKN	P001	P026	P002	K001	P003	P027	P004	K001	P005	P028	P006	19
20			S002	P007	K002	P008	S001	P001	EXF						20

A3553 A4

PAGE /

図 4 HIZAC プログラムシート

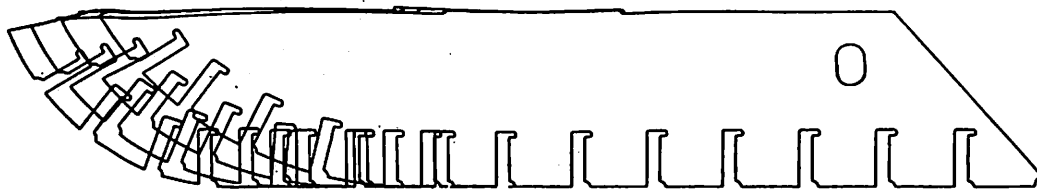


図5 HIZAC チェック用図面

- (ロ) フレーム・ラインの関数近似
- (ハ) スロットの形状計算
- (ニ) データ・テープ (ライブラリ・テープ) の作成

#### 4-3 NC の実用システム

図3に日立造船で実用化されている船コク生産設計から切断までのNCの実用システムの概要を示す。

このシステムにおいては船殻設計図が出図されたら、一般の内部構造部材に対してHIZAC言語を使用したHIZACプログラム・シートが作成される。これは従来の1/10原図に対応するものであるが、一般に10~20行程度のもので、非常に短時間で容易に作成できるのが、このNCシステムの特徴の一つになっている。

図4はHIZACプログラム・シートの一例である。

HIZACプログラム・シートは作成後、カードにパンチされ、電子計算機によって、HIZAC処理システムで切断(作図)形状が計算されて、ESSIの入力テープが作成される。

HIZACの処理システムにおけるエラーの検出方法とその情報形式には万全を期しているが、場合によっては電子計算機で検出できないエラーが発生する可能性があるため、実際の切断に先立つて、これらすべての検出と訂正を完了しておかねばならない。そのため、自動作図機Aristomatで、すべての入力テープは最終確認用の作図が行なわれている。図5は作図された図面の一例である。

#### 5. 日立造船NC方式の効果

一般に、まったく新しい生産手段を導入する場合、それを基礎にした種々の大規模な生産システムの作成と実用化をへて、初めて大きな効果が実現できるので、それまでには相当の年月が必要である。日立造船が実用を開始した、船殻生産設計から切断までのNCシステムによって得られる効果も年月の経過とシステムの完成過程にしたがって、果てしなく増大していくことであろう。しかし、1966年8月に実用を開始してから現在までに、予想を大幅に上まわる効果が得られているので、以下これについて述べたい。

#### (1) 切断精度と切断品質の向上

従来の拡大切断方式では、1/10原図の誤差のほかに、光学系の追跡誤差、機械的誤差を含み、 $\pm 2.0 \sim 2.5$  mmの切断誤差はさけられなかつたが、NC切断では $\pm 0.5$  mm以下にすることができる。また、従来の光学的な追跡においてはさけられなかつた、切断機の振動が発生することがなく、常時美麗な、安定した切断線を得ることができる。これらは船体構造部材の切断精度の向上をもたらす、造船における組立、溶接作業の定常化、合理化に寄与している。

#### (2) 切断誤作の減少

光学的追跡方式ではさけられなかつた、追跡線の選定間違い、墨の濃淡による誤動作などの起こる心配がないので、切断テープの選定以外には切断誤作は発生していない。

#### (3) けがき、切断能力の向上

光学的追跡方式に比して、切断能率が約15%向上するとともに、従来の技術者の夢であった切断機有効幅を十二分に活用する同時切断方式、装備吹管を全部使用する多火口切断方式などの実現により、自動切断機の処理能力が飛躍的に向上した。

#### (4) 生産設計能力の増大

従来の1/10縮尺現図法においては、1/10原図の作成作業の大部分を高度な熟練作業者に依存していた。そのため、生産設計の処理能力は熟練作業者の在籍数によって制限され、工場生産量拡大のネックになることが常であった。しかるに、NC方式の実用化によって、生産設計作業の分業化が可能になり、熟練を要する作業はその30%程度に分離された。

また、残りの70%の作業は簡単なプログラミングであるため、まったくの未経験者でも10日程度の訓練を行えば、熟練者と同程度の能率で行なうことができる。したがって、未経験者を投入しても、生産設計部門の処理能力を従来の約2倍までには容易に増大することができる。なお、この効果は生産設計部門のみでなく、造船を含むあらゆる設計部門でも期待できる。

### (5) 生産設計の時数低減

HIZAC を使用する生産設計作業においては、従来の1/10縮尺現図作業に対して、1隻当り約3,000時間の時数が低減した。

なお、この時数の低減量はシステムの実用化が進むにつれて、更に増大することが予想される。

### 結 言

造船業における設計から生産までの自動化へのアプローチとして、日本造船界で始めて、日立造船が開発し、実用化に成功した船殻生産設計から切断までのNC方式の概要について紹介した。

これらを取りまとめると次のようになる。

(1) NC方式は、本来、自動ならい制御方式の持っていた、本質的な精度上の欠点を解決する手段として開発されたが、日本造船界では、電子写真けがき法における、アナログ的欠陥と熟練労働力の不足に対する解決法として、その重要性が再認識されている。

(2) NCのソフト・ウェアが日本造船界の高度な設計法、工作法に完全に適合し、かつ、それらを十二分に

組込んだ高水準のものでないと、日本造船界におけるNC方式の実用化は困難である。

(3) 1966年8月に実用化された日立造船NC方式は、あらゆる造船図形、あらゆる船体形状、および複雑な3次元的船体曲面構造を処理することができ、日本造船界の各種設計標準、溶断工作法が組込まれている上に、部材組合せ方法の合理化、実用システムの充実など、他のNC方式に無い多くの特長を有している。

(4) 日立造船NC方式の実用化の意義のうち、日本造船業の近代化への足がかりができたこと、設計から生産までの完全自動化の基礎が確立したこと、日本造船界における生産技術の発展に対応して、NCシステムをタイムリーに発展させることが可能になったこと、の3点が重要である。

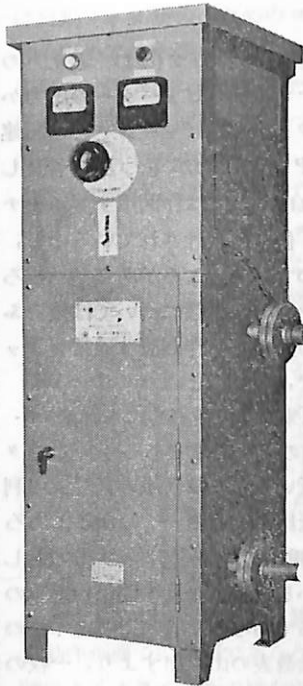
(5) 日立造船の船殻生産設計から内業切断までのNCシステムの実用化により、部材の切断精度と品質の向上、切断誤作の減少、けがき切断能力の向上、および生産設計能力の増大と時数の低減などの効果が得られており、これらは年月の経過とシステムの発展にしたがって、更に増大して行くことが予想される。

## 大機ハイクロレーター

### 海水直接電解装置で

### 海洋微生物の附着防止

- 工業用水として海水を利用している臨海の工場、火力発電所、船舶に於ける海水中の海洋微生物の殺菌には、大機ハイクロレーターを御用命下さい。詳細は下記へお問合せ下さい。



## 大機ゴム工業株式会社

本社 東京都墨田区文花1-32-29 電話 (617) 3211 (大代表)  
営業所 大阪・九州・名古屋工場 東京・大阪

# 造船工業における図形処理問題 のソフトウェアについて

(自動作画機の運用に関する意見)

服 部 幸 英  
日本鋼管株式会社  
造船技術部技術計算課長

## 1. ま え が き

造船工業は大型産業の中では最も前近代的な工業ではなからうか、ところがここ両三年造船工業にも急激な変革の波がうちよせて来た感が深い。船舶の巨大化にともなう設備の更新の必要性と、それに附帯して検討された自動化機器、エレクトロニクス関係の各種技術の急速な発達の反映、労働事情の急迫、それらの環境の中で造船世界一の呼び声の下に内外からの期待と注目の中ではヒョウタンから駒ではないが、いつしか思いがけない近代的装備もしなければならぬ事情もあつたであろう。ともかく欧米の造船所では未だ使用していないような大型の電子計算機を日本では各造船所が競って所有している(あえて使用しているとは書かない)現状である。自動化の観点から分類すると工業は三つのタイプに分けられる。(1) 装置工業、(2) 単一製品生産工業、(3) 注文生産工業がそれである。造船工業は建築建設プラントなどと共にこの「第3の工業」である。自動化即ち近代化ではないが、造船業は安い設備で多くの人間の手で船を作る産業であつた。造船所の設計部門はさながら図面製造工場である。一隻当たり A4 判換算原紙1万枚、青図70万枚、設計作業にコンピューターを導入する場合、計算に使うべきか作図に使うべきかは考えなければならないであろう。しかし設計は画をかくために図面を作っているのではない。デザインをするために画をかき、かいた画を工作の指示に使っているのである。電子計算機があつて自動作画機があれば作画機が自分で画をかいてくれるわけではない。自動作画機は他動作画機である。工業の話をしているうちに一挙に作画機のところへ話がおちてしまった。話をもとにもどす必要がある。自動化は機械の問題ではなくて考え方の問題であつて、自動化即近代化ではない事情もここにある。はじめの話にかえれば造船工業が前近代的な産業であることには今も変革はおこっていない。人間の考え方の移り変りは設備のように簡単には更新出来ない。しかし流行の移り変りはその逆に非常に急激である。自動作画機の導入がこの「流行」でなければかなり大きな変革を造船業にもたらす筈である。わが国における工作機の NC プームは思いがけない程急激に来た感がある。制御機メーカーが予測もしていなかつた急上昇のカーブを現在登つているとのことである。こ

の影響が造船業におよんで来るのはどの程度であろうか? 日本の造船工業における自動作画機への関心は内業工場での鋼板の自動ガス切断機への関心と共に急激に高まつた。しかし自動作画機の応用分野は NC ガス切断機との関連部分にのみ限られるものではない。その他の図形をとりあつかう分野のすべてにわたっている筈である。ここで話題を作画機のみ限定して、その問題点について二、三の気づいたことを解説的に説明してみよう。

## 2. 自動作画機の利用分野

工業界での自動作画機の利用分野を分類してみると次の5つの方向がある。

- (1) 電子計算機での計算結果のグラフ化
- (2) 自動製図機として
- (3) NC 工作機のコントロールテープのチェック
- (4) 工作上への直接利用
- (5) グラフィックシステムの一環として

この一つ一つについて簡単な説明をして話のいとぐちにしよう。

(1) 電子計算機の計算結果のグラフ化は、考え方の流れとしてはおそらくアナログコンピューターの出力から来たものであろう。デジタルコンピューターとの関連としては現在 CALCOMP 社のものがもつとも普及しているようであるが、これについては作図用サブルーチンパッケージの考え方が、便利に設計されているので、その点でも普及にあずかっているところがあるであろう。この作図サブルーチンの設計思想については後でふれるつもりであるが、この分野での作画機は通常プロッターと呼ばれている機械で、計算機とは on-line off-line のいずれでも使用出来るが、経済的にみれば off-line で使用するのが普通の使用方法であろう。このタイプの作画機はおそらく近いうちに技術系の計算機の利用方法としては、不可欠な出力手段の一つになるであろう。現在三菱重工、川崎重工等で設計計算の出力として、使用がはじめられているが、将来は事務系の計算の出力にも大いに利用されるであろう。特に近頃はやりの経営情報などには、無益な数表の山を出すより、一枚のグラフを出す方が、はるかに気がきいているのは論をまたない。

(2) 自動製図機として……自動作画機をうごかしているカラクリを知らない素人が、その機械を見て、まず話を飛躍させてしまうのは、いわゆる、製図作業が機械で代替出来るようにおもってしまうことである。たしかに「設計作業、計画作業は考える仕事である。したがってたとえ自動作画機があつたとしても、余り助けにならないだろう。しかし製図作業は絵を綺麗に画くことに主体があるのだから自動作画機で代替出来るはずだ」と考えるのは当然であろう。ところが実際はむしろその逆である。特殊な分野を除いて製図分野の仕事は自動作画機でおきかえるのは仲々大変なことである。自動作画機を動かすためにはコントロール紙テープが必要である。その紙テープを作るには電子計算機がなくては出来ない。そしてその電子計算機に手順をおしこむには「言葉」がなくてはならない。すなわち図形言語の必要が生ずる。第1のグループには言葉は不要である。計算言語(例えば FORTRAN)さえあれば、表現したい絵は殆ど函数関係の図的表現であるので、いくらかの作図サブルーチンで用が足りる。ところで製図問題のようなものに奉仕する図形言語が汎用的なものとしてありうるだろうか? この問題も後で説明しよう。

#### (3) NC 工作機のコントロールテープのチェック

日本の造船業界に作画機の流行をもたらしたいとぐちは自動ガス切断機のためのコントロールテープのチェックのための作画機であることは前に述べたが、日本の工作機の NC 化について、やや片手落であるのは、この作画機に対する準備がなかつた点であるとおもう。例えば英国の Ferranti は NC 工作機と共に、作画機もシステム的一端として準備しているし、ドイツの作画機 ARISTOMAT がヨーロッパでかなり普及しているのもやはり NC 工作機のためのチェック機構としてである。NC 工作機のための言語体系としては今後はおそらく APT の系統が支配的になるであろうが、そもそも言葉によつて図形を表現することには限度がある。従つてこの場合の正常な仕事の手順には、作画機によるチェック工程が一枚加わるのは当然の成行であろう。NC 言語としての APT のねらいと、図形言語とのくい違いについての議論も後で述べたいとおもう。

#### (4) 工作への直接利用

造船工業でのこの面での焦点はやはり EPM 原面の自動作画機での作製であろう。拡大投射の場合光学的追跡によるナライ切断の場合についても同じである。欧州の造船所では未だに光学的追跡の方が主流であるが、そ

の原面作製の段階で、自動作画機は使用されていないようであるし、今後もそのような使い方は考えていないらしい点は、いささか不思議な感じがするが、このことは、自動作画機の実用化がむしろ最近のことであることと、図形言語の問題が未解決であることと、欧州では今後の方向は切断の NC 化のみであると考えていることの三つがその原因であるようである。自動作画機の工作面に対する直接利用の形式は、図形言語の問題が解決されれば、他の産業でも、いろいろな発展があろう。

#### (5) グラフィックシステムの一環として

人間の工業活動の中で、図形、あるいは図面の占める割合は非常に大きなものがある。その証拠は工業系では、製図は学校での必須科目であつたし、今もそうである。電子計算機との結びつきで図形処理が大きくとりあげられたのは CRT の利用の可能性が現実化して来てからである。light pen による計算機への直接入力、将来技術計算の分野での電子計算機の利用方法を大きくかえるであろう。しかし、それにともなつて、むしろ作画機の活躍分野も増大するのではなからうか。しかしこの分野での仕事の実用化するには、先の図形言語の整備の問題のほか、リスト構造の処理の問題も大きなウェイトをしめるので、そのためのソフトウェアの仕事は並大抵ではないであろう。

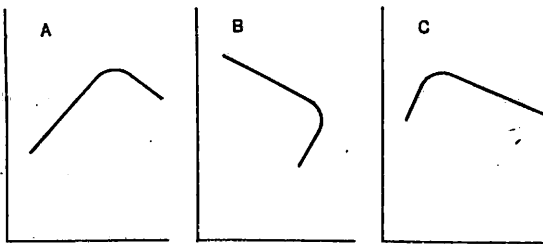
### 3. 図形言語の問題点

前節の説明で一括してあとまわしにした図形言語の問題について考察したいとおもう。日本の造船業界での作画機の流行や NC ガス切断機の活発な検討の割合には、この図形言語の問題の困難さについて未だあまり自覚もされていないように感ぜられるので、二、三の問題点を抽出して、識者の御検討をいただきたい。前節で分類した作画機の応用分野の分類に沿つた形で話題を拾いあげて行こう。

まず作図対象の性質の分類からはじめよう。作図対象には、はつきりと性質のちがう二つの分野がある。その一は我々が中学の数学でならう二次方程式の図式解法などで典型的にあらわれる函数の「グラフ」である。その二は工学系で得意とするいわゆる製図の時間におこなう図面、「図形」である。ところがやつかいなことに、船舶算法をとりあつかう造船設計の「計算係」等ではこの両者が図面として必要になつて来るわけである。排水量等測線、クロスカーブスタビリティカーブ、トリムダイヤグラム等々は前者であり、各種説明用配置図の類は後者である。話を前にかえして、CALCOMP 社で提供して

いる作図サブルーチンのパッケージはあきらかに、その設計の重点は前者すなわち「グラフ」型の作図におかれている。説明がややく細くなるが、例をあげてみると LINE, CNTRLN による曲線はその典型であり、AXIS というサブルーチンの場合などきわめて親切に設計されていて、坐標系の全体配置のための考慮、目盛範囲の自動編集から目盛文字の割りふりまで行なっている。ただしそれらが余り自動編集になつているため、造船特有のハイドロスタテックカーブのように同一場所へ各種の函数曲線を重複してかきたいときにはその機能がかえつて逆に不自由になつてしまう。しかし簡単に電子計算機での計算結果を画にしたいときにはきわめて便利であるといえよう。通常の FORTRAN のレベルで CALL statement で簡単に結合出来るから drafter oriented な厄介なコーディングは不必要である。CALCOMP 社の作図サブルーチンパッケージは、この種のものの使用法の一つの基準になるであろう。しかし本格的に使用するためには現状のものではグラフ型の分野にだけに限つて見ても不十分である。例えば函数尺目盛をつけたいとき、直角坐標系以外の系をとりたいとき、同一坐標系でも多数曲線を同一範囲に配置したいときなど欲を言えばきりがない。CALCOMP 社のサブルーチンはグラフ型のものに対してはスマートにまとまつた設計になつているが、図形そのものを対象にした場合の措置はきわめて貧弱である。例えば ELIPS, GRID POLY, RECT など単なるサンプル的なもので、図形の一部に適当に組込むことなども出来ず、極端にいえば単なる試み程度である。

「図形」型の画の場合を考えてみよう。このカテゴリーの画は絶対坐標系の「系」の支配は受けない。入力表現のためには一時坐標系を借りる必要はあるが、その後は図形上の点同志の相対的な位置関係のみが有意であつて、その位置がどうであろうと、向きがどうであろうと、あるいは場合によつては図形を裏がえしにしても、かわらないものが、すなわち図形型の絵である。普通の場合の電子計算機での計算とはまつたく別の世界である。しかしこのような「形」を製作するためには、図形



第 1 図

第 1 表

サブルーチン名	機能	アージュメント
PLOTS	作図準備	バッファエリア, その長さ, テープの番号
PLOT	直線移動	x, y, ペンコントロール
•SYMBOL	文字	x, y, サイズ, 文字列変数 又は記号番号, 角度, コード
•NUMBER	数値	x, y, サイズ, 数値変数, 角度, 桁数
SCALE	データの縮尺	配列変数, 指定軸の長さ, 数, 取出間隔
•AXIS	坐標軸	x, y, 軸の名称, 名称の桁数, 軸の長, 角度, 最初の値, インクリメント, 目盛単位
•LINE	函数曲線	X, Y, データ数, 取出間隔, 線とプロットの区別, プロット点の記号
FACTOR	縮尺	尺度因子 (出力)
WHERE	現在位置	x, y, 尺度因子 (出力)
OFFSET	平行移動	x, x の尺度因子, y, y の尺度因子

注: ・印の命令のみが作図出力命令となる。その他は一種の準備命令

x, y は坐標値または移動量  
X, Y は坐標値の配列変数

ARROW	矢印	X, Y, 点の数, 取出間隔, 矢印の種類
BAR	矩形	x, y, 角度, 高さ, 幅, ハッチング高さ, ハッチングの種類, ハッチング密度
CIRCLE	円弧, 螺旋	x, y, 始の半径方向, 終の半径方向, 始の曲率半径, 終の曲率半径, 線の種類
CNTRLN	鎖線曲線	X, Y, 点の数, 取出間隔
CURVEX	$y=f(x)$ : 曲線	$x_0, x_1$ , 係数: 4 個, ベキ数: 4 個
CURVEY	$x=f(y)$ : 曲線	$y_0, y_1$ , 係数: 4 個, ベキ数: 4 個
DASHLN	破線曲線	X, Y, 点の数, 取出間隔
DASGPT	破線移動	x, y, 破線の長さ
DIMENS	寸法線	x, y, 寸法, 角度, 長さ
ELIPS	楕円	x, y, 長径, 短径, 角度, 始の角, 終の角, ペンの始めの動き
FIT	放物線	$x_A, y_A, x_B, y_B, x_C, y_C$
GRID	格子	x, y, x の格子間隔, y の格子間隔, x の区画数, y の区画数
POLY	正多角形	x, y, 辺の長さ, 角数, 角度
RECT	長方形	x, y, 高さ, 幅, 角度, ペンの始動



をあらわす「言葉」が必要である。ここで今までの説明に出て来た「グラフ」型と「図形」型の作図の違いをあらわす絵を示しておこう。第1図において、A図とB図とC図は、これをグラフ型としてみた場合はまったく相異なる絵である。しかしこれらも、坐標系を除いて考えてみればまったく同一の図形である。

図形サブルーチンパッケージの各サブルーチンは通常計算言語（例えば FORTRAN）で書かれている。ただしコントロールテープの処理の部分はそれが不可能なので、記号言語でのプログラムが一部に挿入されている。これらはそのサブルーチンを作ることは、割合に容易な仕事でもあるので、plotterの普及につれてさらに整備されたものも出現するであろう。しかし筆者が検討の対象に考えている図形言語のカテゴリーとはややはずれるので、説明の詳細は省略する。ただ参考に CALCOMP社のサブルーチンの機能一覧表(第1表)をかかげておく。

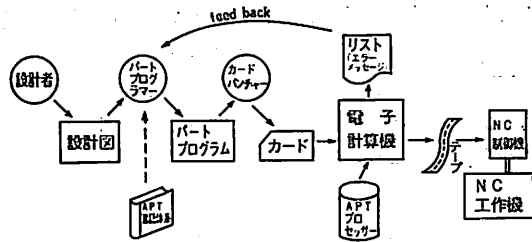
図形言語の考え方には現在のところ次のような三つの方向がある。

- (1) NC 工作機用作図言語の流用で役にたつと考える。
- (2) 適用分野向特殊作図言語を開発すべきだと考える。
- (3) 計算言語も含めた汎用図形言語が必要であると考える。

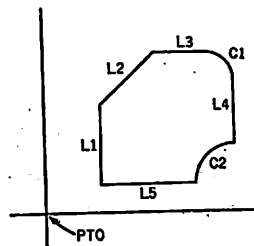
上記3つのカテゴリーについて、その一つずつを例をあげながら批判検討していくことにする。

### NC 工作機用言語の流用について

この分野の主流は APT II である。最近の数値制御ブームにつれて、造船界にもようやく APT という述語が耳なれたものになつては来たが、未だ充分には知れわたっていない面もあるので、まず簡単な紹介をしておこう。APT とは Automatically Programmed Tools の略であつて、工作機の数値制御用のコントロールテープを作製するための電子計算機のプログラムである。これは一種の文法体系をもつ implementation program である。APT のプロトタイプは 1955 年 MIT で作られ、1957 年 AIA (Aerospace Industries Association) と MIT がこの開発に着手し、1958 年 IBM 704 でまとまつた。これが APT-I と呼ばれるものである。その後これに改良が加えられ IBM 7090 での APT-II が作られ、これは 1961 年末に一般に開放された。AIA は APT Long Range Program を作り、現在 IIT Research Institute がこの管理と保守をひきうけている。現在 APT は各種の大型計算機での implementation



第2図



PTO=POINT/0,0,0  
 L1=LINE/4,0,4,8  
 PT=POINT/4.0,8.0,0  
 L2=LINE/PT, ATANGL, 45  
 L3=LINE/8, 12, 12, 12  
 L4=LINE/14, 5, 14, 10  
 L5=LINE/0, 2, 10, 2  
 C1=CIRCLE/12, 10, 0, 2  
 C2=CIRCLE/14, 2, 0, 3  
 INTOL/0  
 OUTTOL/0.005  
 CUTTER/.25, .125  
 SPINDL/2000, CLW  
 COOLNT/ON  
 FEDRAT/20.0  
 FROM/PTO  
 GO/TO, L1  
 TLLFT, GOLFT/L1, PAST, L2  
 GORGT/L2, PAST, L3  
 GORGT/L3, TANTO, C1  
 GOFWD/C1, TANTO, L4  
 GOFWD/L4, PAST, C2  
 GORGT/C2, PAST, L5  
 GORGT/L5, PAST, L1  
 GOTO/PTO  
 COOLNT/OFF  
 SPINDL/OFF  
 FINI

第3図

が出来ている。IBM社が1963年作製した ADAPT は APT のサブセットであり、小型計算機でも使用出来るものである。その後この種のサブセットの開発も進み、これらの言語は ASA で標準言語としての採用が検討されている。APT は会員制を採り現在数値制御言語として全世界に採用され、日本でも最近数社がこれに加盟した。その開発に約10年を費しただけであり、その有用性は高い。NC分野では、特に三次元の3軸5軸の制御のための言語としては他にこのようなシステムは存在しない。APT での工作までの手順を図式化すると第2図のようになる。

図形表現を言語でおこなうのには困難が多い。このため APT での処理には非常に綿密な結果のチェック用リストが印刷され、これがパートプログラマーに対してエラーの訂正用に役だつてい

る。図形言語としての文法体系の骨子は geometric definition statements (幾何学的図形要素の定義) と motion & startup statement (工具の動きの指示) の二本の柱がある。その他にこの二つのグループを補うも

のとして、計算関係、ポストプロセスに関するもの、その他特殊なもの、等の statements がある、あまり APT の説明が長くなつても、本論に入れなくなるので、例として ADAPT での最も簡単なパートプログラムをあげておこう。(第3図)

この例を見て感ずることはパートプログラムというものはなかなかやつかいなものであるということであろう。APT の ASA の標準としての原案のなかには Vocabulary Equivalence Declaration というものがあつて、長い文を幾分でも簡略化しようとする方法も考えられてはいるが、これも単語を略語でかくということだけで本質的な解決法ではない。上記の例は余り単純なものであるのわからないが、図形の中に円要素、曲線要素が入って来ると記述はたちまち複雑になつて来る。APT を製図のための図形言語に流用しようとするときに起る困難はむしろ APT の文法構造そのものにある。NC 用言語を図形言語に利用することの困難は「図面を作るということと工作機で物を切削することは本来異なる動作である」という現実から来ている。

まず APT の文法構造の問題から考えてみよう。第4図について説明する。

この2つの円の交点の一つを P としよう。

(A) 図の場合は例えば

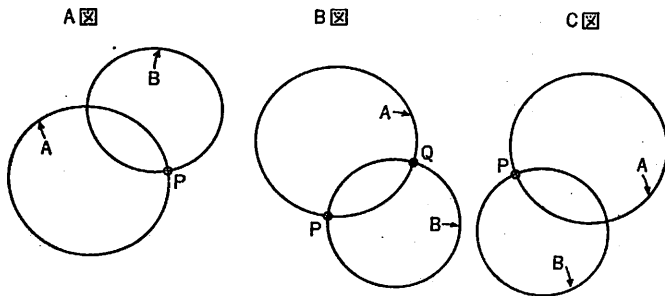
P=POINT/XLARGE, INTOF, A, B

と記述出来るであろう。あるいは

P=POINT/YSMALL, INTOF, A, B

でもいい。

しかしこの絵がかかかっている紙を少しまわしてみても、(B) 図あるいは (C) 図になつたとしよう この場合記述はそのままでもいいであろうか？ もし上の例のままであつたならば (B) 図では点 P は Q 点になつてしまう。もともと同一の図形 (A) と (B) とで突然点が反対側に移つてしまう。(C) 図の場合ももし記述が下のステートメントであつたならばやはり同じ現象がおこるのである。従つてこの文章は図形の本質的表現ではないという



第4図

ことになる。

第5図は機械製図によくあるハッチングをした絵である。これを APT で表現するのは容易であろうか？

これがなかなかむづかしい問題である。人間がやるときは三角定規をすべらして次々にかいて行く簡単な作業であるのに何故言葉で表現するのがむづかしいのであろうか。APT では図形要素を連結して出来る一連の線全体に名前をつけ直すことは出来ない。もし外周線全体に一つの名前がつけられれば表現は簡単になるであろう。

以上のようなきわめて単純な2つの例題の中に含まれる APT が図形言語として不適格である問題点を抽出してみると次のようになるであろう。

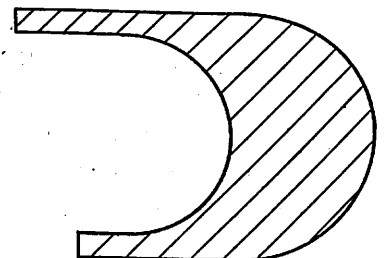
(1) APT は絶対座標系を基準に記述されるようになっていて、図形要素間の相対位置関係の記述の考慮がない。…(特に X, Y がつく modifier)

(2) APT は幾何学的定義と動作文とが完全分離していて、特に幾何学的定義は線要素に対して線の方向の記述が完全に無視されている。

(3) APT は線全体に名前を付与する機能がない。また一方線要素にはすべて名前をつけなければならないので、複雑なパートプログラムでは一目で図形イメージが得られない。(ただしカッコでくる Nested Geometric Definitions で不要のシンボルを使わないですます工夫は出来る)

(4) APT には位相幾何学的本質を表現する言葉がない。例えば円は直線と位相的に同じであるし、円弧は線分と位相的に同じである。線そのものが円になるか直線になるか始には決められない場合 APT では書きようがない。写像の表現が欲しい場合も多いが、これも APT にはない

NC 工作の世界と一般の平面上での製図の問題とでは、単純に考えれば後の方がずっと簡単な問題であろう。しかし見方をかえると複雑さはむしろ後の方にある。NC 工作はたとえ3次元曲面でもすべて表面あるいは輪郭の表現であるが、一般の作図は線の Nest であ



第5図

第 2 表

STATEMENT および DECLARATION	注 記	例
loop		LOOPST.....LOOPND
assignment statment	arithmetic expression geometric expression	A=A+1 B=CIRCLE/(POINT/o, o, o), PA, PB
cutter position statement	explicit positioning	GOTO/~   GODELTA/~   FROM/~
	inital continuous motion	GO/~   OFFSET/~
	intermediate continuous motion	GOLFT/~   GORGT/~   GOFWD/~ GOBACK/~   GOUP/~   GODWN/~
	terminal continuous motion	同上に <check surface> をつけたもの
sequence control statement	arithmetic transfer	JUMPTO/~   IF(~) ~, ~, ~
	geometric transfer	cutter tangency specifier TRANTO/~
	termination	FINI
post processor control statement		略
procedure statement		CALL/~
input output control statement		PRINT/~   PUNCH/~   READ/~ TITLES~
array declaration		RESERV/~
coordinate transformation declaration		REFSYS/~   REFSYS/NOMORE
Z surface declaration		ZSURF/~
procedure declaration		~=MACRO/~.....TERMAC
vocabulary equivalence declaration		SYN/~
cutter offset calculation declaration	direction	INDIRP/~   INDIRV/~
	calculation parameter	TOLER/~   INTOL/~   OUTTOL/~ CUT DNTCUT TLAXIS 等
	tool position	TLLFT TLRGT TLON 其他

geometric expression	cutter tangency specifier
POINT	TO
LINE	ON
PLANE	PAST
CIRCLE	TANTO
CYLNDR	
ELLIPS	
HYPERB	
CONE	
GCONIC	
LCONIC	
VECTOR	
MATRIX	
SPHERE	
QADRIC	
POLCON	
TABCYL	

る。これを何らかの言葉で表現しようとする、いろいろ困難な点が存在する。しかし造船業界は今までのところ NC 言語そのものとの接触が少なかつた。APT の利用は造船工業としても今後とも積極的に考えるべき問題である。それには以上の紹介はやや批判的にすぎ、逆効果であつたかもしれないが、APT の利用に関する具体的提案はまた後で述べたいと思う。APT の機能の総括表をあげておこう。(第2表)

特殊作図言語の開発について

電子計算機の利用の方法としての言語の開発では計算言語 FORTRAN がもつとも顕著なものであろう。これは problem oriented language といわれていたが、現在ではこのような言語はむしろ procedure oriented language と呼ばれる方がより適当であろう。その意味はその後、APT, SIMSCRIPT, STRESS 等々のよう

に、さらに問題向言語とよばれるにふさわしいものが開発されたからである。現在 APT は図形処理言語と呼ばれるだけの機構をそなえている。しかしそのプロセサーは FORTRAN 言語を使用して作られたものである。すなわち言語的には二重構造をもっている。例えて言えば、ソ連の文献を見るためにその英語訳からの日本語訳の紹介で、技術上の資料を得ているようなものである。FORTRAN のような比較的容易に近づける言語を利用してなお 10 年近くその作製にかかったことからでもわかるように、図形言語処理プロセサー（何も図形と限らず言語処理プロセサー全般）を作るといことは面倒な作業である。

しかしある程度その適用分野を限つての、図形言語は、今後いろいろと開発されるであろう。その理由は APT のような汎用性をねらつた言語では、例えば造船なら造船と限つて適用を考えた場合、能率面でまだ非常に不十分である。一隻の船の建造のためには鋼材切断用の部材図は一日当たり数十枚という単位になる。これを一つ一つ APT のような言語で処理していたら、おそらくは日本の造船業界では役に立たないであろう。ESSI の AUTOKON のようなもの生れた原因もここにある。AUTOKON の紹介は後で述べることにして、さてそれではより能率的な図形言語としてどんなもの考えたらいいかを少し検討してみよう。一般に計算機のソフトウェアの世界で「言語」と呼ばれるものは何であろうか？それはわれわれ人間の世界で使用されている自然語と違つた本質をもっている。ただ比喩的に言葉と呼ばれているだけで、むしろ数学の世界での記号での表現に近いものである。言語であることの条件を列記してみると次のようなものであろう。

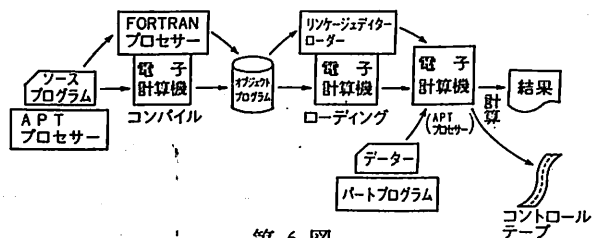
- (1) 意味をもつた単語、数、シンボルを要素としてもつ
- (2) いくつかの punctuations をもち、それらを使って操作の表現を作る
- (3) statements の逐次的列で手順を表現する
- (4) 逐次的でない手順のコントロール表現のための目印に labels がある。(label は入出力の形式を示す参照の目印等その他の用途のあることもある)

言語と呼ばれるための最低の必要条件は、意味をもつた単語 (vocabulary) と statements の逐次的列の二つであろう。FORTRAN, ALGOL, APT 等は言語としてはむしろ高級な部類で、その他アセンブラのソースプログラムのように、単に記号語の列でもやはり言語と呼んでもよいであろう。このように解釈すれば、AUTOKON のようなものも言語と呼べる条件はそなえて

いる。

図形処理プログラムはどうしても龐大な体系にならざるをえない。一方現実に使用出来る計算機の能力（特に内部記憶域の大きさ）には限度がある。そのプログラムのシステム設計がキポイントである。ガス切断の速度の点で日本の造船業は今、欧州の造船界のように「将来は数値制御ガス切断だけである」と考える程には方向の決定は出来ていない。例えば EPM のような作図作業に重点をおいた方が現実的であるという見方も有力である。しかしいずれにしても図形処理言語の必要性はほぼ確実である。特殊図形処理言語体系の決定版の設定が強く望まれている。それは言語と呼ばれる程の体裁はととのえていなくても、作業性に対する考慮に最も重点をおいたものであれば、単に略号の逐次記述だけであつてもかまわない。しかしそのような言語の設計について、まず考えなければならないのは、パートプログラムを翻訳するためのプログラム、すなわちプロセサーの働きについてである。

一般の言語処理の手順と、APT のようなプロセサーの言語処理との階層関係を図解すると次のようになる。(第 6 図)



第 6 図

前述の APT の批判では述べなかつたが、手順上の問題として、運営方法の点についても考えなければならない事項がある。第 6 図のような言語処理上の二重構造があるために、現在の APT ではプログラム（パートプログラム）がオブジェクトモジュールあるいはロードモジュールとして得られない。すなわちパターンとして同族のものを一旦オブジェクトプログラムとして作製し保存しておき、必要なときにはこのプログラムを load し、これに寸法、個数等だけをデータとして投入し、いろいろ違つた図形の処理をする機能は APT には現在のところついていない。そのため一部材について一つのパートプログラムはかならず作らなければならない。これは正常な計算機の使い方ではないであろう。例えていうと毎月の賃金計算のたびに、その月の賃金計算のプログラムを始めから作るのと同じことである、このような処理手順を Compile & go の処理と呼ぶ。我々としては本当の

ところは、フロアプレートならばフロアプレート、ウェブフレームならウェブフレーム、のためのプログラムを一回作つておいて、具体的な形を決めるための可変寸法量のみを、その時々にあたえて、全部の形をその場で生産してくれるようなシステムが欲しいわけである。

従つて造船業のための図形処理言語としては、やはり専用形の図形言語の仕様をさだめることから始めなければならないといえるであろう。造船用図形言語の仕様はどのようなものであろうか？

まず作図作業が造船工業では他産業にくらべて桁はずれに多い。しかもそれは短時間で処理されなければ意味がない。一般の NC 用のパートプログラムのように何日もかかつて作るような性質のものではなく、一部材のためのパートプログラムの作製は数時間のオーダーでなければならない。従つてその図形言語の文法はまず単純簡潔なものでなくてはならない。普通の定規とコンパスであらわす図形要素のほかに、造船特有のスロット、スキヤロップ、マンホール、パイプホール、等も単純なパラメーターとの連係で、同様の図形要素に加えられなければならない。船体外形曲面の一部の線要素も同じく図形要素として単純なパラメーター表示のもとに組込めなくてはならない。

大量の図形処理をするためには、パートプログラムを作る前に準備としての坐標計算が必要であるような体系であつては実用性が薄くなる（この点のプロセサの大きさとのかねあひは、実際的には見積りが難しいところであるが）。このように考えて来ると、大略そのシステムの仕様が決められるであろう。ここでその大綱をまとめてみよう。特に造船用図形言語としての条件として考えて見ると

(1) 語彙としては (a) 幾何学的述語 (b) 造船工作上的標準形状をあらわす述語 (c) 船体曲面の一部の曲線を抽出する述語の三種類を同格にあつかえるものであること、出来ればさらに (d) スカラーをあらわす述語 (e) 線に対するオペレーションをあらわす述語 (f) 文字記号をあらわす述語を加える。

〔説明：(a)、点の定義、直線の定義、円の定義、曲線の定義、すなわち APT でいう geometric definition にあたるもの。(b)、マンホール、ドレンホール、スカロップ、スロット等、(c)、デッキライン、フレームライン、パウバトックライン等、(d)、坐標値、角、距離、半径等、(e)、接線、法線、平行線、線のむすび、線の方向変換、坐標系の廻転等、(f)、工作指示等に必要なまとまつた注釈。APT との対比で説明すると、(b) (c) は

APT にはないものである。これに類する処理は MACRO でおこなえるが、造船用としてはこれらは組込函数的に使用する必要がある。勿論プロセサとしては標準の設計変更にもなつてこれら組込函数的変更を容易にするような考慮は必要である。〕

(2) 数値としては船体に固有な坐標系を基準にしたものがあたえられるものであること。およびフレーム番号ロンヂ番号等船殻ブロック図の呼称番号も相対的に使用しうるものであること。出来ればこれらの数値がデータとして再投入加入である形とする。すなわちパートプログラムがオブジェクトモジュールで中間保管可能であるようなコンバーラーであること。

〔説明：数値のあたえ方は絶対値相対値が自由にあたえられることが望ましい。絶対値をあたえる場合数値計算としては桁数がそのままでは多くなるので注意が必要であろう。例えば船首尾部部材を中央横断面からの距離であらわす時〕

(3) シンボルについては図形要素すべてに任意のシンボルがあたえられること。出来れば結合合成された線の全体やその任意の部分についても重複して任意に名前があたえられること。

〔シンボルとは図形要素の名前をいう。〕

(4) 作図の記述についてはステートメントのならんでいる順そのままのぞましい。APT のように motion statement を別にすることは表現が複雑になるので definition 兼用がのぞましい。ただしループおよびジャンプ等の記述でくり返してあらわれる図形の表現は出来るようにすること。出来れば APT の MACRO のようなプログラマーが定義しうるサブルーチン形式の結合も出来ることがのぞましい。

〔説明：定義語をそのまま列記することで、motion の順序を示すことにするためにはシンボルの使用はどうしても必要であろう。かつまた図形要素には線の方向を内在させる必要もおこるであろう。この点 APT の考え方と本質的に違う仕様であるので、これだけの説明で理解が可能であるかどうかやや疑問であるが〕

(5) ステートメント群の集合全体にはたらくコントロールの major word としていくらかのコントロールコードが必要である。例えば (a) 識別名称 (b) 線の種類の記述 (c) 変数に対する宣言 (d) 図形の規定 (e) ループの範囲 (f) ポストプロセスに対する指示 (g) 出力、特にエラーメッセージに関する指定 (h) ネスティングに対する措置、等々である。

〔vocabulary は二重規制の階層的性格になる。〕

(6) 図形表現以外に対する処理その他、例えば切断

長、溶接長、重量等の計算に対する資料としての線の長さ、面積等の積分計算、またスカラーに対する計算は「図形は図形として語らしめよ」とする立場からは余りのぞましくはないが、時として (FORTRAN 言語の中にアセンブラー言語による表現を加えたい時があるのと同様な理由で) スカラー計算のための標準函数や算術ステートメントの組込も必要であろう。

〔造船業においては管理量計算は不可欠である。〕

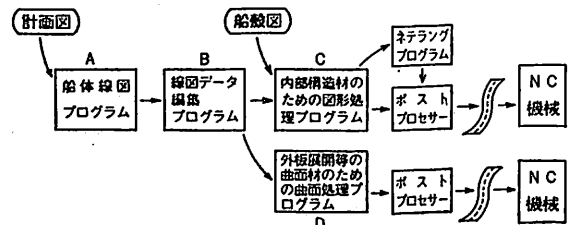
大略以上のような仕様であるが、このようなプロセッサを作ろうとすると、まず相当大型の電子計算機が必要になるであろう。基本的な形をととのえるだけでも、ワードマシンの場合 16k 語以上は必要であろうし、1 語のビット数は少なくとも 40 ビット以上は絶対必要である。1 語 32 ビットに該当する IBM 360 での APT はその計算のすべてを double word でおこなっている。

このような特定分野での図形言語の開発は造船業以外にも今後二、三年のうちに色々なものが出来るであろう。例えば、電子計算機のための回路図、建築土木分野での透視図、測量関係の地図、建築造船分野での配置図、自動車分野でのボディプレス型、等。それらからのヒントも種々期待出来るであろう。

造船用図形言語システムとして以上考えた範囲には、線図 fairing との関連について触れなかつたが、ここでこの問題についての筆者の見解を述べておこう。現状の電子計算機のスケールで考えると、これは別体系で考えるべきであるとおもう。線図 fairing は別個の独立した大型プログラムであつて、そのデータファイルでの連結でシステム設計がなされるべきであろう。もつとも ESSI-AUTOKON などではこれも含めて一つのシステムと考えているが、処理のフェーズとしてはやはり分離して処理されている。従つて外板展開、工作上的オフセットテーブル類の作製も当然別体系である。これらは船殻図との関連で処理される点は、この作図言語システムに組込むことも可能ではあるが、システムの単純化の上では別にした方が合理的である。NC 関係分野でも曲面加工のシステムとしての FMILL GEMESH 等は APT とは別のシステムとして形成されている。第 7 図にそのシステム体系を示しておく。本論で対象としているのはこのうちの C である。

造船用図形言語システムはその目的を自動ガス切断におくか、あるいは EPM 等の原画作製におくかによつても、その設計上の考え方に多少の変化があるであろう。しかし言語体系としては原画作製の方に目的をおいた場合の方が大型プロジェクトになるであろう。例えば英国の 2CL の計画は造船業からみた場合、ほとんど鋼

板のガス切断を目的としていることから、APT のサブセットとして、NC 言語の仕様にほとんど一致している。すなわち以上述べて来たような仕様のうち、設計作図的なものはほとんど除かれている、そのように範囲を限定すれば、厳密に計画をねれば 8k 語程度の計算機にも適用出来る作図言語プロセッサの作成は可能であろう。しかしいづれにしてもこの種のプログラムの開発は、従来のような個人プレーによるプログラム作製は不可能である。基本的な仕様限定してもその開発には 5 (年人) の工数はかかるであろう。筆者の個人的見解では、EPM システムで行くか自動ガス切断システムで行くかという現在の造船業界の迷いについては、後者へのスタートを早く切るべきではないかと考える。その理由としては、まず作図言語プロセッサの開発問題がある。EPM のための言語と NC flame cutting のための作図言語プロセッサとでは、その開発努力は 2 倍位の差異があるであろう。切断面精度の溶接工程への貢献は定量的には把握しにくい、これはメーカーの売り言葉だけでなく、欧州造船所の見解には耳をかたむけるべきであろう。さらに重要な要因として、現図工場工程のスキップがある。図面上に溶接指示、工程指示の情報を書き込むことは、その時点での能率向上には役立つであろうが、それは逆に次への飛躍の妨げにもなる。内業工場の工程は将来は造船業でも集中管理監視システムに移行すべきである。この場合基幹の流れはスケジュールされた流れでなければならない。これには工程時間が正確に予測出来る NC 切断による流れがなければならない。造船における内部構造材の NC 切断工程のために日立造船が開発した HIZAC システムも、今までのべて来た第 2 カテゴリーの図形言語とみることが出来るであろう。この種のシステムは開発に多大の費用が投入されるため、内容的な面の発表はなされない、今まで筆者が述べたような図形言語としての本質的な困難をこのシステムがどのように解決しているかは、知ることは出来ないが、先に述べた造船用図形言語としての 6 条件のうちの第 1 の条件の解決に重点がおかれていることは、発表された論文の中からも推測することが出来る。記述形式としては、



第 7 図

定義部分とカッティングシーケンス部分が明確に区別されている点などは、例えば BOC (英国) の EAGLE システム類似した形式である。(EAGLE システムは Ferranti 社の開発した工作機のための NC 分野の言語の造船業への適用である。) 英国造船業界はその後 2CL という言語の標準化を検討し、それでの implementation program の開発の努力をはじめている。この言語は APT の流れにしたがったものである。これについては後に少し詳しく紹介しようと思う。

#### 汎用計算図形言語システムについて

第 2 カテゴリーの図形言語はすでに確定的なイメージのある図形の定着化に重点がある。従って反対に図形によつてイメージの定着化をしようとする立場、すなわち設計のように図形によつて考え方を検討したいという立場から見るとまことに不便な言語である。すなわち、図形を画いたり消したりする時、図形の一部分を変形したり削除したり追加したりする時、図形を全体としてあるいは一部分の配置を変更してもとの配置との相互関係を見る時、図形のパターンとしての本質はそのままデータの一部を次々に変更して最適点を探したい時。これらの場合第 2 カテゴリーの図形言語は完全に無力化する。この言語はすでに確定している数量にしたがった作図に適したものである。極端な表現をすれば図形のトレーサーにすぎない。設計の本来の姿は試行錯誤である。しかも 80% は図形を媒介にする試行錯誤である。ここに第 3 のカテゴリーとしての作図言語の必要性が生ずる理由がある。第 3 の図形言語は従来の計算言語 (FORTRAN, ALGOL 等) に、第 2 カテゴリーの図形言語も加えた汎用言語である。この方向への二、三の試みはすでにおこなわれている。それは FORTRAN や ALGOL の文法仕様、新たに図形定義語と動作命令語とを追加し、そのためのコンパイラを新たに開発するということで実現させようとしている。内容の詳細はあきらかではないが、スウェーデンのコッカムス造船所は ALGOL を拡張してこの目的に沿わそうとしている由である。(筆者の見聞した範囲では、作画機のアクティビティはそれほど高いには見うけられなかつた。コッカムス造船所も NC 切筋に重点をおいている。線図 fairing と部材図形処理のシステムは自社開発でとりこんでいる点、欧州ではむしろ特異な行き方である。) 日本でも川崎重工で開発された KFAPF は考え方として、この第三のカテゴリーに当るものである。コッカムスの図形言語プロセッサの処理手順はどのようになされているか不明であるが、後者の場合は、処理手順は ALGOL Compiler を中核としている。すなわちソースプログラム中の図形

言語を前処理し、それを ALGOL のソースのレベルに翻訳し、その後は全体として ALGOL のプログラムとして処理されることになる。このような言語体系を使用する時の利点としては次のような事項が予想される。すなわち、

生産技術面 (特に現図あるいは内業部門) では、プログラムのオブジェクトモジュールあるいはロードモジュールが中間的に自由に得られる。すなわち一旦作りあげたパートプログラムは永久使用が可能であるので、その後はデータの再投入のみで計算実施が何時でも可能である。従つて作業管理的にはある程度高度な技術者が洗練されたパートプログラムを作り、これを標準パターンとして登録する。実際作業はパラメトリックなデータを船殻工作図から抽出する。(この作業はおそらく女子工員でも可能であろう) すなわち作業の分業と流れ作業が可能である。第 2 カテゴリーの図形言語での難点が解決されるということである。ただし ESSI の AUTO-KON にくらべてパートプログラミングの初期抵抗はやや大きいであろう。しかしプログラムの蓄積が可能である点から考えれば、長期的に見ればパターンと作業の標準化が進めばはるかに有利である。KFAPF の開発には富士通の協力があつたと聞いているが、蛇足的な意見をのべると富士通の FAPT の場合筆者の考えではむしろ APT よりも洗練されている点がある。(major word の使用をやめてシンボルで definition の機能の一部を潜在的に受けもたしている点など、単純に見えてかえつて実際的にはステートメントから図形のイメージがつかみやすくなっている。) KFAPF ではこの点むしろ APT に近づいた表現になつている。KFAPF の場合も HIZ-AC の場合と同じように内容的に立ち入つて知るわけにはいかないで、これ以上の批評も不可能であるが、motion statement の仕様決定ではまだまだ困難な点が残されているのではなからうか。

第 3 のカテゴリーの図形言語の利点はむしろ設計問題への直接利用の出来る点 (すなわち計算処理手順の中の一部に組み込むため、例えば判断命令の制御の下で図形が作れたり、図形的判断で計算のコントロールが出来る。…判断やループのネストの中で図形定義をおこなつたり、定義のやり直しをしたり、図形の領域や範囲と点や線の間接関係をしらべて計算の流れを変更したりする) であるが、これは一見簡単そうでは大抵の処理ではない。本質的には現在の言語処理プロセッサの範囲では不可能なレベルである。米国 GM 社が APL という言語システムを開発した動因は、図形処理のためということも一つの大きな部分を占めている。それはリスト構造の処理

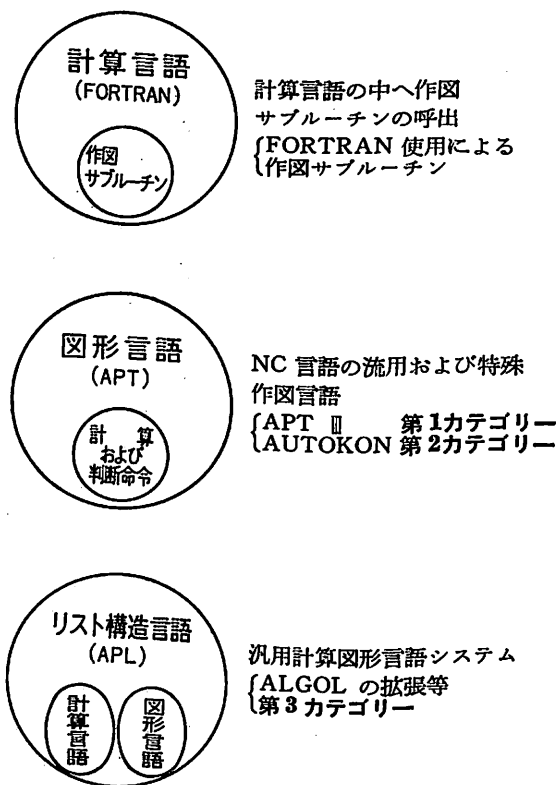
ということである。例えば言語処理プロセッサの中で最も重要な働きをしている動く情報テーブルを作成するための言語である。簡単な言い方をすれば「言語処理プロセッサを作るためのプロセッサ」に便利な言語体系とでもいうことが出来るであろうか。話が少し深入りするが、ここで APL の概要を紹介しておこう。勿論これも内容的には知る由もないのであるが、図形処理問題が非常に根深い困難を内包していることの認識にいくらかでも役立てばと思つて書加えることにしよう。GM 社が APL の開発に着手した直接の原因は graphic console の開発であつた。これは後に IBM 2250 となつたもので、DAC-I という呼び方で、そのシステムが呼ばれた。GM 社はそれを IBM 7094 との結合で研究したが、現在 IBM 360/67 との結合でグラフィックコンソール IBM 2250 6 台で本格的な実用期に入ろうとしている。1975 年にはこの種のグラフィックコンソールを 100 台使用すると称している。科学技術計算面での電子計算機の使用方法は大きく方向変換しつつある。グラフィックの基礎的ソフトウェアの開発には 10 人のプログラマーで 2 年半が費され、応用ソフトウェアで 12 人が約 1 年かかったとのことである。ここで基礎面とはおそらく時分割プログラムのことであり、応用面とは APL 言語の開発に関連する部分であろう。APL はかならずしも図形言語にのみ率仕するものではなく、もつと一般的にデータ要素の分類とデータ要素の関係を作りだすための処理言語である。プロセッサの構成としては PLI のための pre-processor となつている。すなわち言語としては PLI の表現はすべて可能であつてなおつけ加えるものとして、データのリスト構造の追加、訂正、生成を自由におこなうための機能 (ENTITY, ATTRIBUTE, SET ENTITY SET, ENTITY VARIABLE, SETVARIABLE, LOCATOR) がある。pre-processor としての translator の部分の開発に 3 人 1 年が費されその他各種の関連サブルーチンの開発には何人がそれに参加したかは明確にはつかめないとのことである。APL 言語 (Associative Programming Language) は図形処理の表現に直接使用出来る言語ではなくて、図形情報の性質をダイナミックに記述するための言語である。例えば、点と線分のネストで構成された図形の中の 1 点を消去したとする。その時その点に結ばれた線分はすべて消さなければならない。その線分はおそらく他の点との対として記憶されているであろう。(紙の上に画いた線という形の情報を記憶することは出来ない) この場合線分を消すことによつて相手の点そのものの存在も記憶から消去してはいけない。ある系に点を追加する時はこの逆

の事情になる。線要素が図形を構成し、線が面を構成し、面が空間を構成する。例にのべたような処理は階層的に働かなければならない。名前と値という計算機言語の特有の働きが何重にも階層になるもののデータの規制を始めに宣言あるいは定義で固定化してしまうだけでなく、それをダイナミックに処理出来るようにするのが APL のねらいである。PLI は文法的には FORTRAN や ALGOL よりもフレキシブルな言語である。しかしそれでも図形処理言語を作るためには不都合な面が多い。PLI をより汎用的な言語にするためにつけ加えられたものが APL である。(すなわち図形言語そのものではない。すなわち図形処理という建物をたてるためのいわば基礎工事である。)

以上図形言語の問題点の検討に紙数をさきすぎたため、説明の骨格がつかみにくくなつたかもしれないので、鳥瞰図のまとめをして論旨を明瞭にしておこう。第 8 図は図形言語の 3 つの傾向の図式化である。

第 1 カテゴリーは NC 分野での言語。例としては APT II, ADAPT, EXAPT, 2CL, FAPT 等。

第 2 カテゴリーはやや特殊化した分野での図形言語。例としては AUTOKON, EAGLE, HIZAC 等が造船



第 8 図



工業関係専用としてある。

第3カテゴリーは汎用計算機図形言語。例としてはコッカス造船所の ALGOL の extension, および KFA-PF, 等があるが, この種のものの本格的な形としてはアメリカの GM 社が DAC 開発のためにとりかかった APL 言語は第3カテゴリーの図形処理言語の基礎になるべきものである。GM 社での図形言語がどのようなものかはあきらかではないが, グラフィックシステムのための図形言語はさらに難しいものとなるであろう。

#### 4. 造船業での図形言語の例

##### 4.1. ESSI-AUTOKON

ESSI (Central Institute for Industrial Research) が NC による flame cutting の研究に着手したのは 1959 年で, 現在は hardware としての制御機のみでなく, software としての造船工業用のプログラムシステムも完成させこれを AUTOKON system と称している。このプログラムは同じくノールウェイの A/S Akers mek, Verksted, Oslo と A/S Bergens Mekaniske Verksteder, Bergen の二つの造船所の協力で, ESSI のメンバーが作製したもので, その内容の紹介は 1963 年 Oslo で開催されたこの方面の開発に関するシンポジウムで発表され, その翌年の IIW でも紹介された。(制御機の製作は ESSI と密接な関係のある Kongsberg Våpenfabrikk, でおこなわれ, その切断機との結合は西ドイツのシコマット, テルレックス, フランスのロガトム, 英国のハンコサイン等各種のものと同様である。作画機は当初, 西独のアリスタマットを利用していたが, 最近では Kongsberg Våpenfabrikk 自身でその製作もおこないキングマティックとの名称で売り出している)。話を作図言語にかえすと AUTOKON で使用している計算機は UNIVAC 1107 である。加入造船所に対しては, 船体外面曲線の計算作図, 内部構造材の切断形状, そのコントロールテープの作成等を一貫処理してサービスしている。ただし加入には相当高額のロイヤリティを支払う必要がある。ノールウェイ, 西ドイツ等で約 10 社がこれに加入して ESSI-director による作図と切断作業とに利用している。

このプログラムシステムの考え方は (1) 船体曲面の fairing のプログラムが土台になり, その上に (2) 船体内部構造材の形状表現の体系が出来上っている。(3) 部材形状のデータはすべて磁気テープにファイルされそれらが適宜編集されて具体的な切断コントロールテープが作られる。このパートプログラムのデータとオブジェクトとしての切断コントロール紙テープとはテレタイ

プによる送受信が可能になっている。欧州でこのシステムを採用している造船所は電子計算機を所有していない所が多く, むしろ全面的に ESSI に依存している。最近ではこの他にも外板展開計算等がシステムに組み入れられたとのニュースが入っているが詳細は不明である。AUTOKON の言語としての特徴は幾何学的定義を分離して使用することはせずに, 造船作業者が手作業でおこなっていた順序そのままの記述で切断手順をしめしていることである。またこのシステムのもう一つの特徴は同一の紙テープが作画機にも切断機にも利用出来るように制御機が設計してあることである。プロセッサの処理手順と各段階の概要は次の通りである。

##### 第1段階 船体曲面の fairing

入力 船首尾形状, デッキ, 特異点曲線およびステーションオフセット 約 200 点  
出力 船体寸法詳細 (紙テープおよび磁気テープ)  
記憶 (コア) プログラム約 12 k 語  
データ約 12 k 語  
(ドラム) 約 400 k 語 (磁気テープ) 4 本

##### 第2段階 内部材形状

入力 船体寸法詳細およびパートプログラム  
出力 内部材形状 (紙テープ, 磁気テープ)  
記憶 (コア) プログラム約 12 k 語  
データ約 12 k 語  
(ドラム) 約 400 k 語 (磁気テープ) 4 本

##### 第3段階 ネスティング

入力 内部材形状および部品識別番号と位置  
出力 はめこみされた図形 (紙テープ)  
記憶 (コア) プログラム約 8 k 語  
データ約 8 k 語  
(ドラム) 150 k 語 (磁気テープ) 3 本

作図言語としての単語の数約 60 種, 発表当初では全綴の記述であつたが, テレプロ入力 of のせいもあつてか, 最近ではむしろ略記号になっている。造船業の場合多量製図生産であるので, 作図言語としては簡単な文法であることが最も大切である。この点 AUTOKON の設計はそれに最も適合している。いろいろな意味で, このシステム言語の設計は実用上の最適化が検討されているようにおもわれる。ただし日本の造船の生産量に対しては, この形では機能的には不足である。特に EPM の原画作製用としては不十分である。それは度々のべて来たように, NC 切断を主眼とした言語であるためであるが, 部材位置寸法に関する部分は未だ直接数値入力のところが多いので, 多少の予備計算はさげられない。このシステムの便利な部分は船体線関係の間接的記述が可能点であ

る。前後部のスカロップ等の立体的変形まで自動計算が可能かどうかは疑問である。このシステムの特徴はむしろパートプログラマーに対する教育が容易であることの方にあり感ぜられる。システムの単純さということとはきわめて重要なことであつて、そのためのガイドブック、マニュアル類の整備はその作製にプログラム作製と同程度の時間と努力とが要ることを考えれば、むしろ実用上の有効性にシステム設計の重点をおいた考え方は参考にするべきところが多い。

#### 4.2 英国における 2CL

英国では造船技術での立遅れを回復するため Ministry of Technology が相当テコ入れをはかっている模様で、NEL (National Engineering Laboratory) による 2CL の推進計画もその一環である。これは 2 次元での数値制御問題のための言語でこの計画には BSRA (British Ship Research Association) も加わっている。2CL の語源は x-y 面での連続曲線制御と Z 軸での直線制御という意味である。『造船業における自動ガス切断もその主要な対象として考えられている点は従来の NC 言語とおもむきが異なる。とは言つても筆者のみるところどこが ADAPT と異なるのかかみつけられない程のもので、ほとんど完全に APT の流れをくんだものである。NEL の UNIVAC 1108 でプロセッサ作りが進められたと同時に昨年末までに KDF 9, ICT 1900 シリーズ ELLIOT 4100 シリーズ、で同じくプロセッサが作られる計画であつた。基準としては ASA FORTRAN IV で書かれるものとし、4 台の磁気テープ (あるいはそれ相当のドラムまたはディスク) と少なくとも 24 ビット以上を 1 語とし、12k 語以上の計算機にはすべて適用出来ることを意図している。そしてこれらは無償で提供されることを考えてある。2CL は APT のサブセットにすることが、ヨーロッパの APT 事務局との間に了解がついているとのことで、西ドイツの EXAPT 等と同類のものといえよう。AD-APT および AUTO-SPOT 関係での語彙の数は約 450 個もあるが、一方 2CL では約 170 個である。すなわち 2CL のねらいは新しい NC 言語の設定ではなく、現実的な計算機の能力の枠を仮定して、それに適合するものとして、すでに存在する APT 系統の語彙を取捨選択して簡潔で現実的な実行可能な体系を作ることであるとうけられる。ADAPT にくらべて新しい概念の導入としては AREA CLEARANCE の考え方がある。これは閉じた図形の定義とこれに係する一群の動作に対する考慮である。例えばポケットの工作とか前に例をあげた (第 5 図) ような問題

とかに適合した機能である。原案では未だ詳細な仕様は決定されていないが、いざプロセッサを作る段階になると、実際的には相当の困難が予想される分野である。2CL の推進計画で今後技術的な面での興味のある部分でもある。中央機関でこのような作業が積極的に進められている点は日本の産業形態との気質的な差異が感ぜられるし、またこのようなものが無償で一般に公開される点は英国人の社会公共性重視の考え方に根ざしている。造船業もこの恩恵の一部を享受出来る筈である。(例えば BOC の切断機、ICT の計算機等は国家援助の面が強いので、2CL の開発の結果は直ちに利用されるであらう。)

#### 4.3 ADAPT 改良計画案

日本の造船業界にとって当面の切実な問題としては、標準的な作図言語の設定ということであろう。EPM を主体にする内業工場運営にし、NC 切断機による内業工場の運営にし、いずれにしても作図言語の必要は絶対的な要求であるし、日本の造船業の生産量から考えると、それが英国の 2CL のようなもので消化出来るとは考えられない。しかし一方作図言語の処理プログラムの開発は容易な仕事ではない。作図機の流行にともなつて大手造船所ですでにこの方面の開発はそれぞれいろいろな規模で開始されているが、将来の造船業の近代化の態勢と照らしあわせて考えた時、現在のそれぞれの形がかならずしも満足なものとは言えないようである。前にも説明したように現在の APT の系統の言語は造船業の要求に適合したシステムではないが、規格化された言語として、ASA の標準にもとりあげられつつあるということ、全く新しい言語処理プログラムを開発することの困難さ、との二点を考えてみれば、日本の造船工業界としては例えば AD-APT の実際的な改良を考えることが必要なのではなからうか。その推進としていろいろ問題点はあるであろうが、英国における NEL での 2CL 開発に類似した運営形態も考える必要がある。中央官庁として運輸省に属するか通産省に属するかという所管の分類問題もあるであろうが、造船工業としては日本は世界をリードする立場にあると自他ともに目されている現在、今のままではこの方面のアクティビティはかなり低いままになつてしまう危険も含んでいる、今まで検討して来たことを根拠にして一つの提案として ADAPT の改良点をあげてみよう。

- (1) データー入力スタートメントの追加
- (2) 線図データーの TABCYL との結合
- (3) 標準パターン (例えばスロット、マンホール

etc) の組込サブルーチン化

(4) オブジェクトプログラムのロード・モジュールとしての取得可能なコンパイラーとすること

造船用の部材構造図形は幾種類かのパターンに分類出来る。例えば FLOOR PLATE 関係, web frame 関係, bracket 関係, longitudinal girder 関係, 等である。これらのパートプログラムはプログラムとしては殆ど同一であつてただ一部の寸法が変わるだけであるという場合も多い。この時一々その都度パートプログラムを作図することはまことに不経済である。その不都合を回避するにはパートプログラムが、ロードモジュールの形で保管出来、必要な時にデータのみ準備して計算に入れることが必要である。そのためにはデータの読込がパートプログラムに組込めることも必要である。線図プログラムはそれ自身独立に肋骨正面線図等の作図と結びつくことも必要であるが、同時に部材形状の一部の曲線として使用するためのデータの編成も必要である。APT の TABCYL は点列の位置情報から曲線を作る命令であるが、この原始情報として上記線図プログラムからの出力を自動結合出来れば充分使用に耐えるものとなる。この媒介としては磁気テープなりディスクなりを使用すればよい。スロット、スキヤロップ、パイプホール等の形状は設計標準として形状の規格化は各造船所のプラクティスとして決められている。これを ADAPT の MACRO 等で処理することやオープンサブルーチンとして組入れることは煩雑でありすぎて実用的見地からは実行不可能である。これはどうしても組込サブルーチンとして名前だけで CALL 出来なければならない。このためには一応プロセッサに幾分かの手入れが必要となる。以上の改良を実行するには大略の見積りで(1): 0.5 人年, (2): 0.1 人年, (3): 1 人年, (4): 0.4 人年, すなわち合計 2 人年の工数の投資で可能である。これは全く新しく作図言語を開発するよりはるかに有効な方法である。さらに ADAPT で実施する上での利点としてはこのシステムが標準言語であることから, canon から紙テープを作り出す処理 (これはポストプロセッサで受けもつていて, それぞれ適用機械すなわち個々の作図機に固有のプログラムである C の部分がすでに作られているものがある可能性も多いという点である。すなわち図形情報が規格化された表現になつているから, ポストプロセッサの用意されている作図機にはどれでも互換性が得られるという点は, 将来の形としてのぞましいことである。このようなシステムが整備されれば現在のよう大手造船所のみしか NC 化は出来ないという事情も一変する。各造船所は自動作図機あるいは NC ガス切

断機のみ所有していれば、計算は計算センター等を利用して近代的な工場運営が充分可能である。しかも各造船所固有のプラクティスもそれぞれ図形表現の中に組込むことも可能である。現実に西ドイツの J. J. Sietas が ESSI-AUTOKON システムで実行しているのはこの形態である。ただしこの場合線図プログラムについては、別途に考えなければならないであろう。大手の造船所ではすでにそれぞれ開発されたプログラムが存在しているし、それとこの提案の図形処理システムとの結合は容易に出来る筈であるが、線図プログラムを所有していない造船所にとっては、公共的に使用出来る計算センターで用意されたプログラムが必要になるであろう。

### 5. あとがき

造船工業は航空機産業や自動車工業にくらべて、いわゆるオートメーション分野では、はるかに見劣りのする製造方法を採用している。造船工業は量産工業ではないといわれていた時代は過ぎざりつつある。特に最近の大型船建造のプロセスは完全に量産工業の形態に移りつつある。しかも最近のデザインオートメーションやグラフィックコンソールによるマンマシンシステムの運用の面になると、航空機や自動車との工業上の類似性はますます強くなりつつある。そしてその基底には図形処理問題の解決しなければならない多くの事柄も共通に横たわつている。造船工業としての狭い視野の中にもとじては、あるいは欧米の巻返しに波に足もとをすくわれる危惧もないではない。日本の造船業界でも共通の地盤に立つて、新しい技術的検討を始める時期に来ているのではなからうか。(完)

### 海技入門選書

東京商船大学助教授 中島保司著  
**船舶運航要務**

A5判 上製 170頁 オフセット色刷挿入)  
定価 300円 (送70円)

甲板部、機関部をはじめ通信その他全般にわたり、全乗組員の実務上心得べき事項を集録した必読の書である。

### 目次

第1章	職別
第2章	当直
第3章	部署および操縦
第4章	船舶の検査・入渠および修理
第5章	日誌
第6章	信号
第7章	船舶灯
第8章	信号器具
第9章	船内衛生および救急医療

# 造船における数値化、数値制御の趨勢

栗田 剛 利  
三菱重工・横浜造船所  
造船工 作 部

## 1. は し が き

工作機械の数値制御方式は、1952年に米国のMIT (Massachusetts 工科大学) にて開発された。造船においては1955年頃から野番・切断の分野に拡大自動切断方式(光学的追跡)が採用され、その後1965年にこれに対して数値制御方式が採り入れられた。また航空機や自動車工業方面より自動製図機が発達し、造船業のような設計図面の多い部門にも応用されて来た。一方大型電子計算機の発達に伴いこれら数値制御のinput dataもmanualよりauto programmingになり複雑な図形も直接的なLanguageでinputすることが可能となった。造船の展開作業は数値制御に先立つて開発されたが、Fairing作業の電子計算化と相伴って、いわゆる数値現図は数値制御方式と結びつき、造船の設計現図、切断加工の花形となつて来ている。特に最近の労働力の不足、賃金の高騰に対する生産性向上の有力な対策となり各社とも開発に力を注いでいる。この方面の研究はすでに種々発表されているが、数値現図、数値制御を通じて、最近までの趨勢を簡単に紹介してみる。

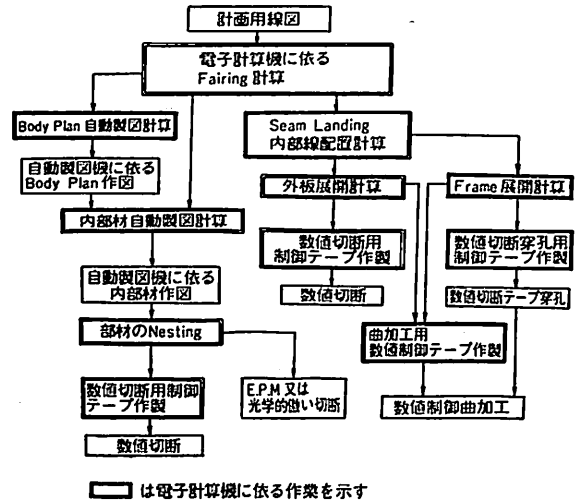
## 2. 数値現図における作業系列

最近の電子計算組織 (Electronic data processing system) の発展振りは目覚ましいものがあり、現図の数値化を大幅に可能にした。この数値化に伴う作業系列は、第1図に示すように、計画用線図の off-set 数値をinput dataとし、電子計算機でFairing計算を行ない、引続き外板などの展開寸法、治具寸法をout putして、これをそのまま数値制御加工機に入れる系列と、自動製図機を用いて、自動製図し、内部材の現図、数値制御加工を行うか、あるいはE.P.M. (Electro photo marking) による自動野番またはOptical tracerによる倣い切断を行う系列とがある。

更にさかのぼつてOptimum ship formを電子計算

- (註1) 造船協会論文集 第77号  
「数式による船型表示法」渡辺恭次
- (註2) 造船協会論文集 第119号  
「Fairing及Seam landing作業の数値計算化」(星野真, 他)
- (註3) 工作法シンポジウム (昭和42年4月)  
「原図作業の機械化」(前田和雄, 他)

機により決定する方法が種々研究されているが、これが完成すれば設計より加工までが完全に数値化されることになる。



第1図 数値現図作業系列

## 3. 数 値 現 図

### 3-1 線図の Fairing 計算

線図の Fairing 計算は、今までいろいろな方法が提案された。船型を偶数次のみの十次式多項式で表わす方法<sup>1)</sup>、あるいは船体の各断面線はパッテンの挽み曲線であると考える方法<sup>2)3)</sup>等が発表されている。特に後者は今まで行われている manual な Fairing 作業の計算化であつて実用性が高い。

Fairingの際のパッテンは分銅による多点支持兼集中荷重の挽み曲線と考えられる。この曲線は各荷重点間で三次式で近似出来る。Fairingの条件として、

- (1) 三次曲線は off-set の各点の近くを通ること。
- (2) 各荷重点における Shearing Force の変化量が全体を通じて最少にすること。

この2つの条件をあるウェイトにて結合してその値を最少にする。この最少にする方法として、

- (1) Linear Problem による方法
- (2) 最少二乗法による方法

がある。(2)の方法の方が(1)よりも外れた点に影響されるようである。

上記値を最少にする曲線より各 Station との交点を求め Station off-set を Fairing し、これに Frame space を割込んで out-put data として Frame off-set を求めることになる。

### 3-2 Seam landing の計算<sup>2)</sup>

外板展開に必要な data は外板一枚一枚について、その Frame と Seam の交点、および展開基準線と Frame との交点 (Body Plan 上の座標) である、したがって Seam landing の out-put として要求されるのは、Seam と各 Frame との交点を Fairing の結果をもととして計算することである。

設計から与えられる外板展開図よりこれを Body Plan の座標として各 Seam につき何点かを読み込ませ、Fairing に用いた船体曲面の三次函数による近似を応用し、この代表点をもとにして三次曲線で近似する。この際の近似は、船体を側面からみた投影面で近似したものをを用いる。これは Fairing のように形状が流体力学的な意味をもつものでなく、単に工学的に Fair であることであるので、それほど近似度は要求されない。

この Program で、内部線、Longit 等も同様の取扱にて計算することが出来る。この out-put を外板展開計に自動的に接続させることにより、一気に外板展開の out-put を得ることが出来る。Frame 展開計算も同様である。

### 3-3 外板展開、フレームの展開、外板組立治具計算

表記の計算方式は数値化の初期に取上げられたもので、種々の方法が発表されている<sup>4)</sup>。詳細はそれ等の paper にゆずるとして、最近では Fairing の数値化に

- (註 4) 造船協会論文集第 112 号会報 420 号(39年 7 月)  
 「数値計算法による現図展開作業」(北村昌一)  
 工作法シンポジウム (42 年 4 月)  
 「原図作業の機械化」(前田和雄, 他)

伴い Fairing より一連の作業として直接 out-put を得られるようになった。

## 4. 数値制御方式

### 4-1 数値制御方式

数値計算にて得られた out-put を input として、自動製図機、切断機、曲げ加工機を自動的に作動させるのであるが、この制御方式には次の二要素がある。

#### (1) Hard Wear

##### (i) 電子計算機

Soft wear の Program Language により表現された input により図形を計算し数値制御装置の input テープを出力する。

##### (ii) 数値制御装置

電子計算機から out-put された図形の情報によって切断経路を計算し、電気的パルスに転換する装置である。

##### (iii) 数値制御機械

数値制御装置からの電気的パルスをうけて作動し、図形を画いたり、切断したりする機械。

#### (2) Soft Wear

数値制御装置への input である。数値情報は簡単な図形では manual に作ることが出来るが、複雑な図形の場合は電子計算機を利用して自動的に作成する必要を生ずる。この Auto programing system は図形を一般の英文字、または数字によつて記述したものを電子計算機の言語に翻訳し、所定の計算を行つて、その結果を数値制御機が判読し得る形に配列したものを out-put させるように Arrange された電子計算機用の program である。

第 1 表に代表的な Soft Wear を示す。

第 1 表 代表的 Soft Wear

名 称	メ ー カ ー	メ ー カ ー の 国 籍	記 事
APT III	I.I.T.R.I を中心 とした会員制	U. S. A	N/C の世界最初の開発者である MIT の研究をイリノイ工科大学に移して開発させたもので 3 次元切削用として特色あり、最古の歴史ともつとも進んだプログラムを有するシステムである。2 次元用プログラムとして APAPT がある。
AUTOKON SYSTEM	CENTRAL INSTITUTE FOR INDUSTRIAL RESEARCH	NORWAY	船舶関係の電子計算組織として NORWAY 国立 CENTRAL INSTITUTE において開発されたシステム

FERRANT I AUTO-PROGRAMMING SYSTEM	FERRANT 1	U. K.	船舶関係の N/C 用に計画されたシステム
FAPT II	富士通 (株)	日 本	一般工作法を含む汎用プログラム 数式的表現を主とした簡単な記述ができる
ARP I, II	東洋電機(株)	〃	同上 英文的な表現が出来、計算機能を有する点で APT に近い
HIZAC	日立造船(株)	〃	船舶関係の電子計算組織 <sup>1)</sup>

(註1) 工作法シンポジウム (43年4月) 「造船における数値制御方式」 (滝沢 悦)

自動製図機においても切断機においても機械自体の Control についてはそれぞれの特徴があるが、いずれも曲線追跡装置に他ならない。数値制御機の input する方法には磁気テープ方式と、穿孔テープ方式とがある。

前者は B.O.C. (英国) の方式であり、後者は ESSI (Norway) その他広く用いられている方式である。

以下 ESSI 方式を例にして、曲線をどのように表現していくかを説明する。

#### 4-2 Manual Programing

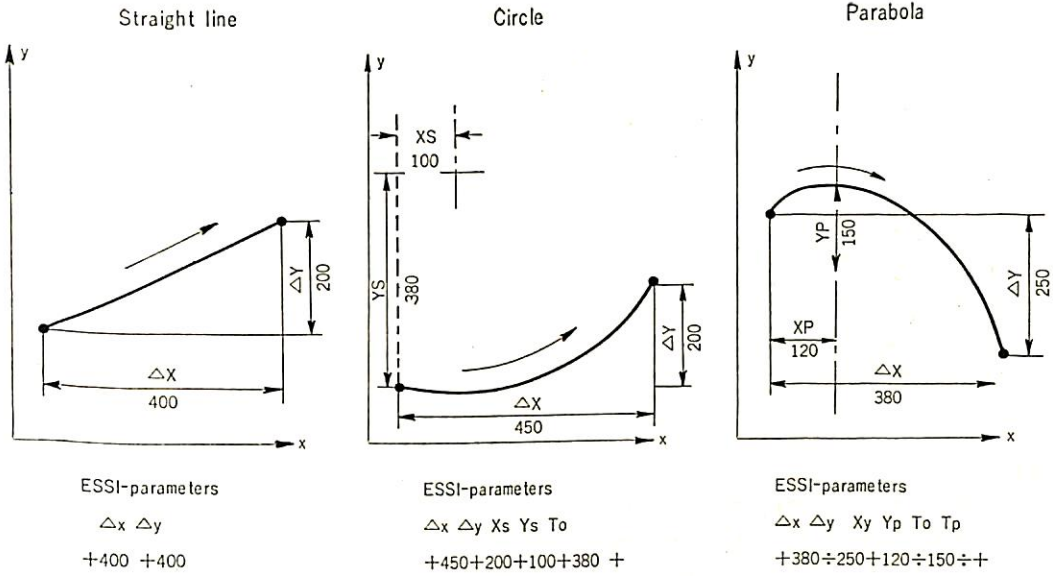
数値制御の Programing は図形を直線、円弧、拋物線等によつて、いくつかのブロックに分割し、各ブロックについて制御機の要求する順序に従つて data を記述することであるが、簡単な図形については、直接人手により Programing が行なわれる。

##### (1) 曲線の表示

直線、円弧、拋物線を表わすのに次のような Data Block を用いる。

CURVE	STRAIGHT	CIRCULAR ARC	PARABOLA II Y-AXYS	PARABOLA II X-AXIS
COORDINATE COMPONENTS	$\pm\Delta X_i \quad \pm\Delta Y_i$	$\pm\Delta X_i \quad \pm\Delta Y_i$	$\pm\Delta X_i \quad \pm\Delta Y_i$	$\pm\Delta X_i \quad \pm\Delta Y_i$
CURVE PARAMETERS		$\pm X C_i \quad \pm Y C_i$	$\pm X P_i \quad \pm Y P_i$	$\pm X P_i \quad \pm Y P_i$
DIRECTION OF ROTATION		- = CLOCK WISE + = COUNTER CLOCK WISE	- = CLOCK WISE + = COUNTER CLOCK WISE	- = CLOCK WISE + = COUNTER CLOCK WISE
ORIENTATION OF PARABOLA				

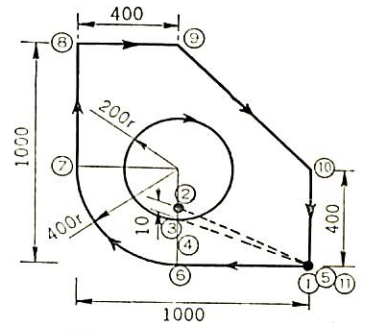
第2図 Curve Representation



The most important auxiliary functions:

- 5. Rapid traverse on
- 6. " " off
- 7. Cutting oxygen on
- 8. " " off
- 9. Punchwarking on
- 10. " " off

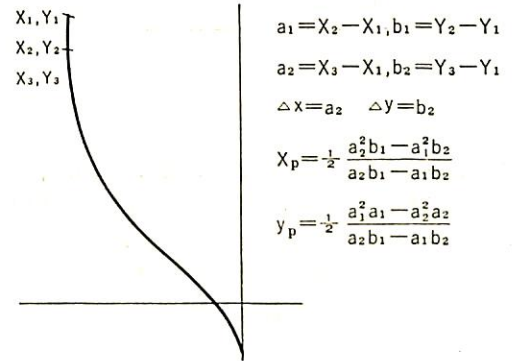
第3図 ESSI Code



AF	$\Delta X$	$\Delta Y$	X'S	XS	経路説明
5	-600	+210			① ②
6.7	+0	-10			② ③
	+0	+0	+0	+200	③ ④
8.5	+600	-200			④ ⑤
6.7	-600	+0			⑤ ⑥
	-400	+400	+0	+400	⑥ ⑦
	+0	+600			⑦ ⑧
	+400	+0			⑧ ⑨
	+600	-600			⑨ ⑩
	+0	-400			⑩ ⑪
8.0					

第4図 ESSI Coding の一例

直線、円以外の曲線に対しては第5図のようにパラボラの近似として表わすことができる。まず3つの連続し



第5図 拋物線近似

た点  $(X_1, Y_1)$  から  $(X_3, Y_3)$  までを考えると、図に示したようなパラメーターとなる。

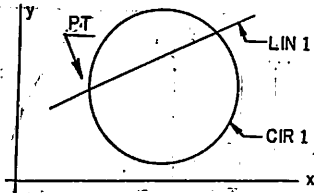
4-3 Auto Programing

複雑な図形になると 4-2 で述べたような Manual Programing は困難となり、記述し易い方法で input data を作り、これを電子計算機で翻訳させて、前記のような制御機 input を作る。

APT による図形記述方法の一例を示す。

- (i) POINT
- PT=POINT/×SMALL, INTOF, LINI, CIRI

点 PT は上記の如く記述される。まず POINT により PT が点であることを示す。次に点 PT は直線 LIN 1 (すでに定義されている直線) と円 CIR 1 (すでに定義されている円) との交点で x 寸法に対し小なる方、つまり第 6 図の左側の点であることを示している。

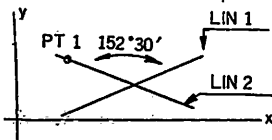


第 6 図

(ii) LINE

LIN 2 = LINE/PTI, ATANGL, 152.5 LIN 1

直線 LIN 2 は上記の如く記述される。まず, LINE により LIN 2 が直線であることを示す。次にこの直線 LIN 2 は, 点 PT 1 を通り既知の直線 LIN 1 と 152° 30' の角度で交叉する直線であることを示している。

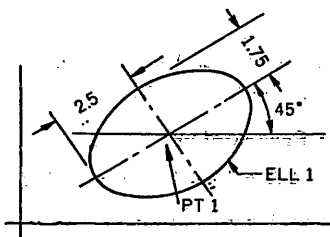


第 7 図

(iii) ELLIPS

ELL 1 = ELLTPS/CENTER, PT1, 2.5, 1.75, 45

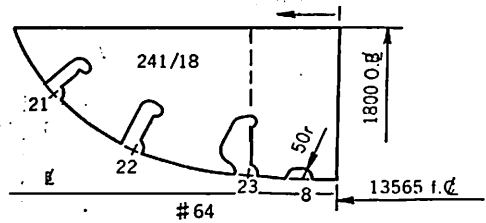
楕円 ELL 1 は上記の如く記述される。まず ELLIPS により ELL 1 が楕円であることを示す。次にこの楕円は中心を既知の点 PT1 におき長径 5.0 短径 3.5 がかつ長径が x 軸に 45° の傾斜を持つ楕円であることを示している。



第 8 図

以上の如く, Soft Wear の一般的記述はまだ複雑であり, 船舶特有の記述が研究されている。

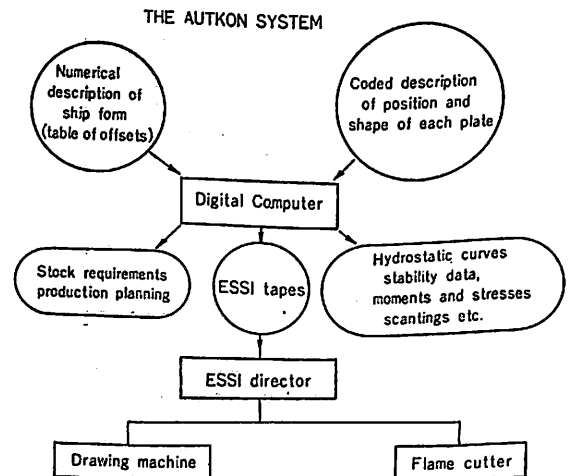
一例として Autokon System を説明する。



第 9 図

第 9 図の如き FLOOR の Statement は下の如く表わす。

YARD No. 548 TRANSVERSE SECTION 64>  
 PLATE No. 241/18>  
 START CONTOUR>  
 STRAIGHTLINE: STARTPOINT(-13565,+1800)  
 DIRECTION(+180)>  
 INTERSECTION(-16000,+1800)  
 LOFTING CONTOUR>  
 LONGITUDINAL: 21 CUTOUT 13 (+480,+30)>  
 LONGITUDINAL: 22 CUTOUT 13 (+500,+31)>  
 LONGITUDINAL: 23 CUTOUT 23 (+500,+31)>  
 SEAM 8 CUTOUT 100 (-50)>  
 LOFTING CONTOUR>  
 INTERSECTION(-13000,+0)>  
 STRAIT LING DIRECTION(+90) END POINT  
 (-13565,+1800)>  
 ROUTINE 3 (-13900,+1700).  
 END CONTOUR  
 ROTATION(+180)  
 ESSI (E-673)>  
 FINISH>



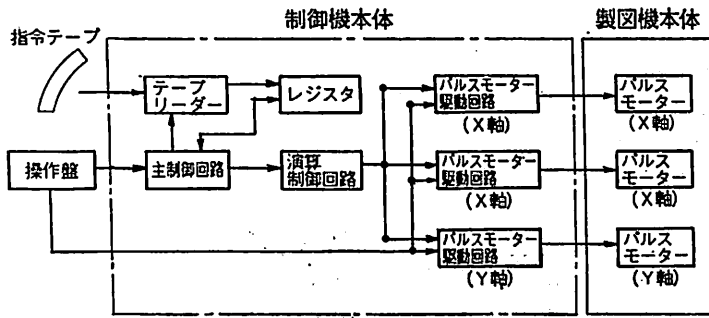


## 5. 部材の Nesting

以上説明した如く自動製図、自動切断は一つ一つの図形については容易に行われるが、実際に造船において加工される場合はいくつかの図形を合せて1枚の鋼板から切断する場が多い。この nesting をおろそかにすると Scrap % が増加し Cost up をまねく、各造船所等 Scrap % の低減にはやつきになっている。

この nesting program はまだ完全に自動化したものがないようである。Autokon は Plate nesting system を有しているが、完全な Auto programming はなく、一度図形を画いたものを、はり合せて、Coordinator で読取り、それを電子計算機にかけて制御機用 input に転換する方法である。

この方面には今後テレビスクリーンとライトペンを使用する MAN-MACHINE SYSTEM の技術が更に発展するものと考えられる。



第10図 自動製図機回路図

## 6. 数値制御加工機

造船に應用される数値制御加工機は自動製図機、自動切断機が主なものであるが、最近山形の曲げ加工機が開発された。

### 6-1 自動製図機

自動製図機の標準仕様は下記の如くである。

有効製図範囲	1200 mm × 1200 mm 1200 mm × 2400 mm
設定単位	0.02 mm / パルス
走行速度	10~1200 mm/min
反復精度	± 0.02 mm 以内
総合精度	± 0.075 mm 以内
画線装置	中立ペン ローラーペン スクライブペン

### 6-2 ガス切断機

数値制御切断の制御は自動製図機と同様である。ペンがガス切断トーチに置変わりかつ切断ガス酸素の Control を自動制御出来るようになってきている。第2表に主な切断機を示す、この内で CONDOR のみが磁気 tape control である。磁気 tape が造船の現場に適するか穿孔 tape が良いかは検討の余地がある。

第2表 主な数値制御切断機

機種名	制御方式	maker
LOGATOM	ESSI	L'AIR LIQUID (FRANCE)
TELEREX	ESSI, その他	KJELBERG-EBERLE (GERMANY)
SICOMAT	ESSI	MESSER-GRIESHEIM (GERMANY)
CONDOR	FERRANTI	BRITISH OXYGEN (ENGLAND)
HANCOSINE	ESSI, その他	HANCOK (ENGLAND)

現在のところ、欧州の独壇場であるが、そろそろ日本でも開発され始まった。

船舶の外板は僅かに曲りのある左右対称の板より成るので、フレームプレーナーのように、この Seam のみを両舷同時に加工出来る数値制御機(自動曲線切断機)

(註1) 工作法シンポジウム 42.4

「曲線自動切断機」(武藤昌太郎, 他)

がある1)。

これは一般の切断機に比し安価であり、古いフレームプレーナーに取付けられる。

×軸方向の送りはプレーナー自身の機構にまかせ、Y軸方向の送りの制御は×軸方向の移動につれて発生されるパルスを利用して行う方式をとっている。

### 6-3 その他の数値制御機

その他現在造船で使用されている数値制御機は次の二

つがある。

#### (1) 逆直線作画機

曲りフレームを加工するにはあらかじめ罫書された曲線(逆直線)を直線になるように加工する。

この曲線は左左対称であるので、曲線自動切断機と同様な、簡単な数値制御方式で、このような作画機を作ることが出来る。

#### (2) 山形曲げ加工機

これは最近英国において開発されたもので Hugh & Smith 社の Frame Bending Machine を数値制御にした<sup>1)</sup>、Swan Hunter 造船所で使用している。

### 7. 数値制御の趨勢

#### 7-1 欧州における数値制御

欧州各国における数値制御はわが国より進んでいる。特にガス切断機については独走である。しかし造船所に採用されている状況は思ったよりも遅いものである。開発途上種々トラブルがあつた由で光学的なものと切換が出来るものが多い。切断機械が発達した一つの理由としては、日本のガス切断工のような姿勢が出来ないせいもあろう。Soft Wear 関係でも Autokon System は立派なものである。このような研究開発に関して中央研究的なもの、造船所との結びつきが強い。

これがまた開発の Speed を早めているようである。自動製図機はあらゆる分野に進出しているが、特に自動車、航空機会社に多く用いられ、高精度の機械が開発されると同時に大型化している。

#### 7-2 わが国における数値制御

(1) 自動製図機は今や造船の花形となりつつある。自動切断機または EPM のいずれを採用しても、製図は必要であり、Body Plan、更には設計図の分野にまで応用される。また艦装関係の Piping の図面にも利用されている。製図機の国産化および Soft Wear の開発もようやく緒についた感がある。

(2) 日本特有の問題として EPM の存在がある。ガス作業者はまだ十分にいること、数値制御切断機の cost の高いこと、また現在のところ切断トーチは板一枚一本であり、これに対し EPM は一枚の板に切断工の人員をかければ工場面積あたりの生産量を増大出来る

という利点がある。

従つて既存の造船所の合理化には、工場面積の拡張に制約があるので EPM は最適な機種であると考えられている。しかし将来においては労働事情も考え、精度的なことも考えると、数値制御切断機の時代となるであろう。特にプラズマ切断が実用化されれば切断 Speed は飛躍的に大きくなるので数値制御切断の方が有利となる。


### 8. 結 び

以上造船における数値化、数値制御の概要を述べたが、

(1) 労働事情に対する対策としての自動化

(2) 部品加工精度向上による生産性の向上

という大きな目標をもっているこの方式は、現在開発が活潑に行われている。近き将来において、各造船所ともその System の完成に至るであろう。また、これ等の System が管理 System とも結合して電算機を中心とした System として大系づけられる日も近いであろう。現在の技術革新の主軸である 'エレクトロニクス' は造船工作技術の分野にも浸透し、溶接技術の発展によるブロック建造方式の採用にも比すべき第 2 次の革新の時代を迎えている。



古き歴史と  
新しい技術を誇る

## ミツ目印 清 罐 剤

登 録 罐 水 試 験 器  
実 用 新 案

一般用・高圧用・特殊用・各種

最新の技術、40年の経験による  
特許ミツ目印清罐剤で汽罐の保護と  
燃料節約を計って下さい。  
罐水処理は何んでも御相談下さい。

営 業 品 目

ミツ目印 清罐剤	ミツ目印 罐水試験器
罐水試験試薬各種	燐酸根試験器
B R 式 P H 測定器	試験器用硝子部品
P T C タンク防蝕剤	

### 内外化学製品株式会社

本 社 東京都品川区南大井 5 丁目 1 2 番 2 号  
電話 大森 (762) 2 4 4 1 ~ 3  
大阪出張所 大阪市西区本町 1 の 3 電 (54) 1761  
札幌出張所 札幌市北二条西十丁目 1 電 (4) 5291-5

(註 1) The Royal Institution of Naval Architects. Jan. 1937 Vol.109 No.1

"A Design Study of a Numerically Controlled Frame Bending Machine"  
(M. Shama, 他)

# 外板展開への電子計算機利用

目 代 昇  
三井造船(株)玉野造船所  
船殻工作部生産設計課

## 1. ま え が き

一般構造物に比較して、複雑な形状からなる船体の建造にあつては、生産工程の円滑維持と建造コストの低減は、形状寸法を最終決定する原図工程がその鍵をなすといつても過言でなく、したがつて、少しの誤りも許されず、高度の精度が要求され、作業要員の適性の有無はもちろんのこと、熟練度はきわめて重要な問題で、その達成に長期を要した。

最近、大形電子計算機を利用した線図の Fairing にはじまり、野書き、切断にいたる一貫した作業工程の機械化が各社において、研究、検討されつつあり、その成果は大いに期待されているところである。

当所においても、各種主要原図作業の数値計算法を開発し、高度の注意力と熟練を要した作業を単純化して、自動化された座標読取作業におきかえつつあるが、なかでも、精度の向上、工程の短縮に顕著な成果を取めた1例として、新しい外板展開の手法について述べ原図作業機械化の一端をここに紹介する。

なお、機械化にあつては、不慮の失策、誤差などの介入をなくするために、Tape to Tape 方式を開発し、座標値読取り、作図作業はすべて、Tape Control として、電子計算機との間を直結した。

## 2. 新外板展開法の開発

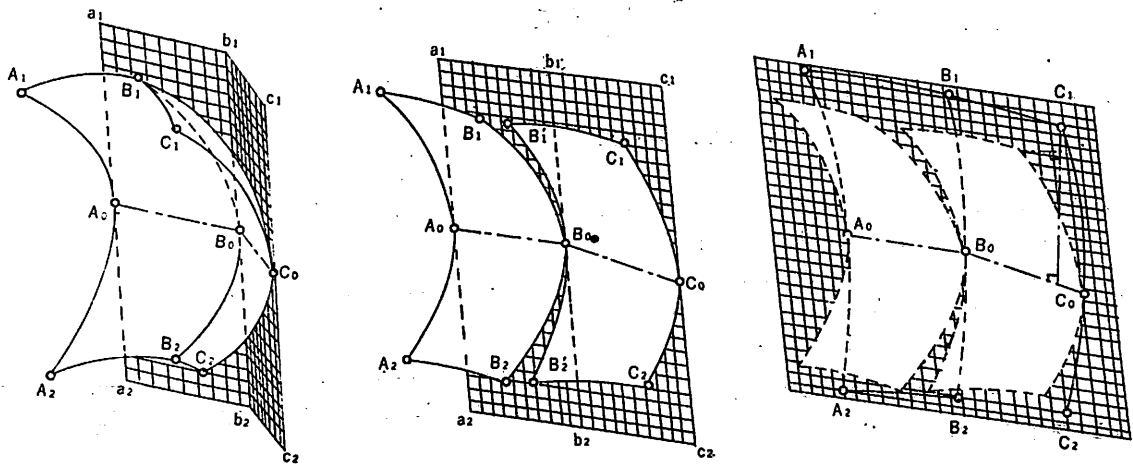
従来、外板の近似展開法には数種の展開法(直角線展開法、片金送り展開法、両金送り展開法、たすき送り返

し展開法、ローラー線展開法、フラット展開法等)があり線図の形状、すなわち、外板の縦横曲り、あるいはねじれの様相によつてどの展開法をとるか、撓鉄曲げ加工法の特徴も十分理解の上、判断しなければならず高度の経験を必要としてきた。また同様に電子計算機利用による機械化の場合も、従来法そのままの踏襲では、それぞれの展開法に対するプログラムを必要としかつ、線図に適合した展開法を選択するための判断プログラムの折込みも加わり、演算処理は複雑となり、実際的でないことが考えられ、1つの展開法でいかなる線図の形状に対しても適合し高精度の展開結果が得られる手法の必要が痛感され、ここにユニバーサルな新展開法を考案し、“接触面展開法”と名付けた。

第1図は新展開法の原理を示すものである。図において、外板曲面  $A_1 B_1 B_0 B_2 A_2 A_0$  と接触線  $A_0 B_0$  を共有する  $a_1 b_1 B_0 b_2 a_2 A_0$  なる接触平面を想定する。同様に  $b_1 c_1 C_0 c_2 b_2 B_0$  なる接触平面を順次想定してゆくと、外板曲面に接し多角形を形成する屏風のごとき一連の接触平面群が生じる。この多面体状の接触平面群を第1図(b)のごとく一平面に展延する。

このとき外板曲面は接触線を共有しているため、接触面の数に分割され、引裂かれる。つぎに、この引き裂かれた外板曲面を接触線を展開軸として接触平面上に展開する。

以上の原理をもとにして具体的に展開する方法を第2図に示す。



(a) 外板と接触面との関係

(b) 接触面を広げた状態

(c) 接触面に外板を展開した状態

第1図 接触面展開法の原理

- 1) 第2図 (a) の正面線図においてほぼ中央のフレームライン (図中 FR2) の仮フレームライン ( $\overline{U_2L_2}$ ) に平行な接線を全てのフレームラインに対して引く。
- 2) その接点を  $C_1C_2C_3$  とする (この接点は、数学的に厳密な点でなくてよい)。
- 3) FR2 の接点  $C_2$  を通る直交線を引き各フレームラインの接線との交点を  $N_1N_2N_3$  とする。
- 4) 正面線図に示すように  $e_1e_2e_3, f_1f_2f_3, h_1h_2h_3$  さらに  $u_1u_2u_3, l_1l_2l_3$  を測る。
- 5) 第2図 (b) に示すように  $\overline{N_1N_2N_3}$  の実長図を描く。
- 6)  $u_1u_2u_3$  さらに  $l_1l_2l_3$  のバックセット量  $u'_1u'_2u'_3, l'_1l'_2l'_3$  を求める。
- 7) 正面線図においてフレームラインに沿った長さをパッテンにつけ、 $U_1, C_1$  および  $L_1$  点の位置を記入する。
- 8) 第2図 (c) に示すように任意の直線  $\textcircled{N}$  を引き実長図より  $l_{12}, l_{23}$  を取ってきて直線  $\textcircled{N}$  に  $N_1N_2N_3$  の点をつける。
- 9)  $N_1N_2N_3$  の各点より垂線を立て正面線図より求めた  $h_1h_2h_3$  ( $h_2=0$ ) を  $N_1N_2N_3$  点よりとり  $C_1C_2C_3$  ( $C_2=N_2$ ) の点をつける。
- 10)  $N_1N_2N_3$  の点より  $e_1e_2e_3, f_1f_2f_3$  の距離に各点をつけ実長図よりとってきたバックセット量  $u'_1u'_2u'_3, l'_1l'_2l'_3$  をつける。

- 11) 10) の点を通つて接触線 (1 フレームスペース間では直線とみなす) に直交する直線をひく。
- 12)  $C_1$  点で接するようにパッテンを振らせて、パッテンにつけた  $U_1, L_1$  点と 11) の直交線と交差する点を  $U'_1, L'_1$  とする。 ( $i=1, 2, 3$ )
- 13)  $U'_1U'_2U'_3, L'_1L'_2L'_3$  の各点をフエアーに結ぶと曲り外板の展開形状が得られる。

### 3. 外板展開作業の機械化

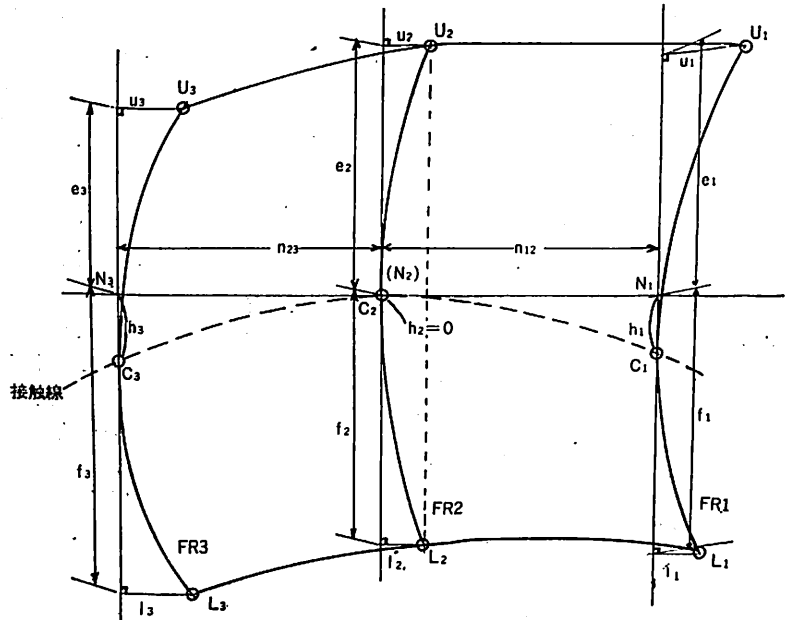
#### 3.1 電子計算機による数値計算法

電子計算機で行う接触面展開法の計算は、手作業による手順、方法と全く同じで単なる座標交換の繰返し計算

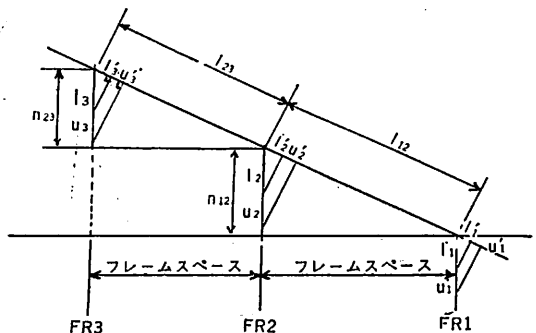
だけで求まりその概略を説明する。

第3図 (a) のごとく、正面線図において、ベースラインを  $x$  軸、センターラインを  $y$  軸として所要点 (たとえばシーム、ウォーターライン、ロンジチュージナルメンバなどとフレームラインとの交点のとき点) の座標値 ( $jx_i, jy_i$ ) を求め、外板のほぼ中央に位置するフレームラインの接線を  $\beta$  軸としてその接点を原点  $(0, 0)$  とする  $\alpha, \beta$  座標に座標交換すると ( $jx_i, jy_i$ ) は ( $j\alpha_i, j\beta_i$ ) となる。

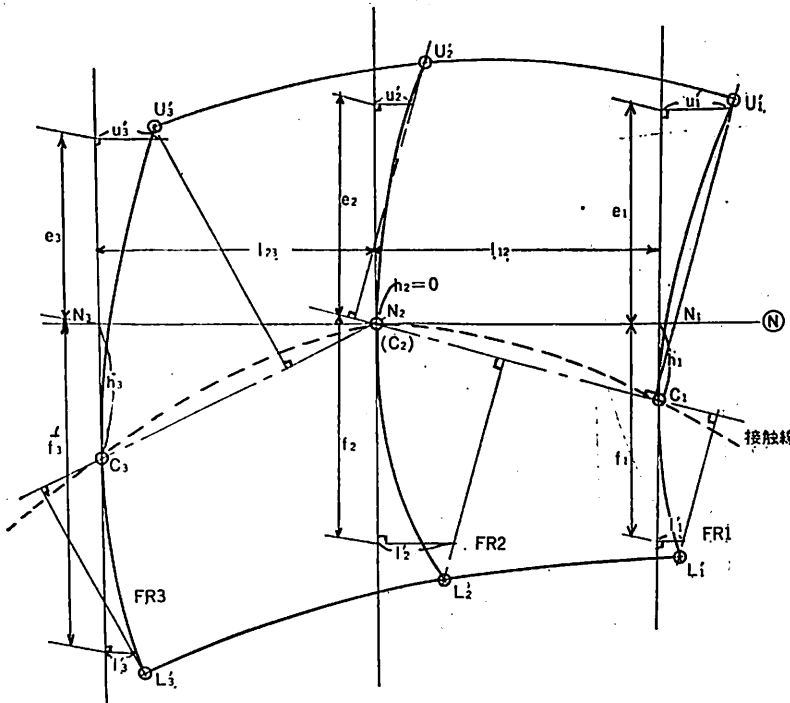
$$\left. \begin{aligned} j\alpha_i &= \frac{(jx_i - o_x o) (o_y u - o_y l) - (jy_i - o_y o) (o_x u - o_x l)}{\sqrt{(o_x u - o_x l)^2 + (o_y u - o_y l)^2}} \\ j\beta_i &= \frac{(jx_i - o_x o) (o_x u - o_x l) + (jy_i - o_y o) (o_y u - o_y l)}{\sqrt{(o_x u - o_x l)^2 + (o_y u - o_y l)^2}} \end{aligned} \right\} \dots (1)$$



第2図 接触面展開法 (a) 正面線図に対する作業



第2図 接触面展開法 (b) 実長図



第2図 接触面展開法 (c) 展開図の作製

外板を平面に展開すると、フレームラインのカーブは非常におとなしくなるので、各座標点間では直線で近似できる。

したがってプラス i 方向の座標点に関して

$$\begin{aligned} j\gamma'_j &= j\gamma_j \\ j\delta'_i &= j\delta'_{i-1} \\ &+ \sqrt{(j\delta_{i-1} - j\delta_{i-2})^2 - (j\gamma_{i-1} - j\gamma'_{i-1})^2} \end{aligned}$$

ここで  $j\delta_{i-1}$  は、正面線図において円弧近似したフレームラインに沿った各座標点間の実長で板厚  $t$  を考慮して決める。

$$\begin{aligned} j\delta_{i-1} &= (2R_j + t) \times \sin^{-1} \frac{1}{2R_j} \\ &\times \sqrt{(jx_{i-1} - jx_{i-2})^2 + (jy_{i-1} - jy_{i-2})^2} \end{aligned}$$

最終的に第3図(c)のごとく鋼板の縦縁を X 軸、横縁を Y 軸と定めた座標軸に対する値を求めるため、 $(r, \delta) \rightarrow (\alpha, \beta) \rightarrow (X, Y)$  座標すなわち、 $(j\gamma'_i, j\delta'_i) \rightarrow (j\alpha''_i, j\beta''_i) \rightarrow (jX_i, jY_i)$  への座標変換を行な

う。また鋼板の必要な大きさも第3図(c)において、長さ  $X=L$ , 幅  $Y=B$  で指示される。

### 3.2 Tape Control による外板展開作業

原図作業の機械化は、正面線図上の各点を  $x, y$  座標値として読取り、従来の作図手作業に代えて、電子計算機

J : ほぼ其中のフレームラインからのフレームラインの位置を示す番号

i : 接触線からの構造線の位置を示す番号

第3図(b)は、接線を含んだ接触面を一平面に展開したもので、座標点  $(j\alpha, j\beta)$  の  $j\beta$  の値は変化することなく  $j\alpha$  の値が変化して  $j\alpha'$  になる。

$$j\alpha'_i = (0 + 0l_1 + 1l_2 + \dots + j-1l_j) - (\alpha, -j\alpha) \times \frac{j-1n_j}{j-1j}$$

(J=0, 1, 2, \dots, i=0, \pm 1, \pm 2, \dots)

ここで

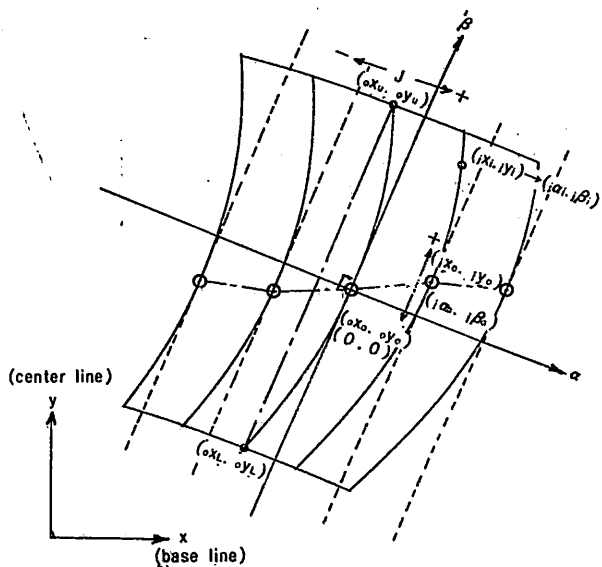
$$j-1l_j = \sqrt{(j\alpha_0 - j-1\alpha_0)^2 + j-1S_j^2}$$

$$j-1n_j = j\alpha_0 - j-1\alpha_0$$

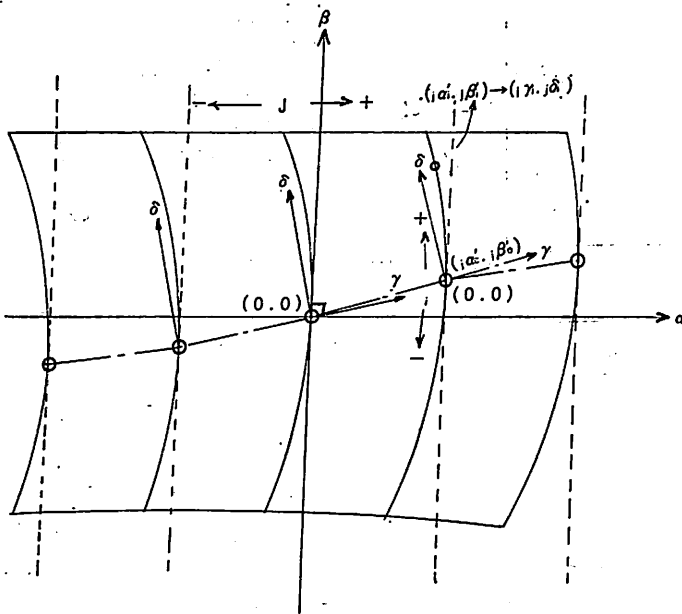
$j-1S_j$  = フレーム J-1, J 間のフレームスペース

以上のようにして求めた座標点  $(j\alpha', j\beta')$  は、つぎの段階で外板を平面、すなわち接触面に展開するために第3図(b)に示すごとく、接触線を  $r$  軸とした  $(r, \delta)$  座標に移す必要がある。この座標変換は第(1)式と同様の操作を行えばよい。

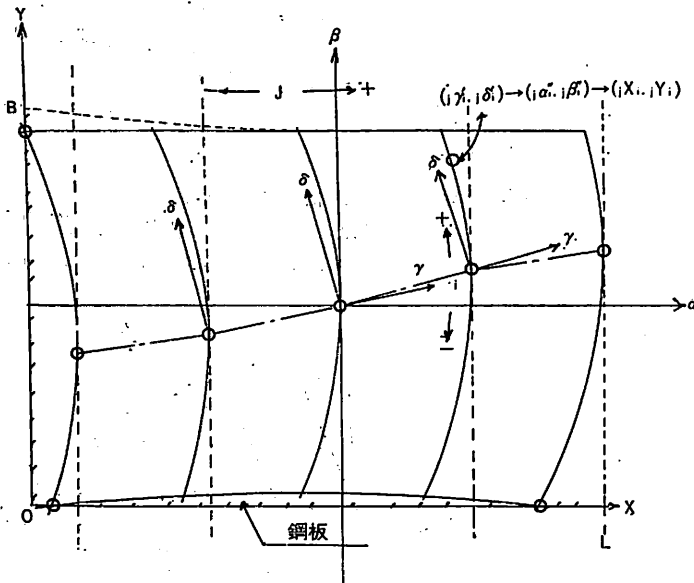
最後に、すでに一平面に展開された接触面に外板を1フレームスペースごとに展開する。その際フレームライン上の各点は、母線である接触線 ( $r$  軸) に直角な方向に移動し第3図(c)に示すごとく  $(j\gamma'_i, j\delta'_i)$  になる。ただし、 $j\gamma'_i$  は変化することなく  $j\gamma'_i = j\gamma_i$  のままである。



第3図 外板展開計算の座標軸 (a) 正面線図



第3図 外板展開計算の座標軸 (b) 接触面を広げた状態



第3図 外板展開計算の座標軸 (c) 外板展開図

でこれら座標値を演算処理し、その解の数値を処理して、原図を作製するものであるため、数多くの座標点の読取り、すなわち  $(x, y)$  値をいかに速く、誤りなく、高精度に読取るかがまず第1の問題となる。

つぎにおびたしいアウトプットデータを手際よく処理し、高精度の原図にいかに表示するかが第2の技術的問題点となる。われわれは、この2つの問題点を解決するために Tape to Tape 方式なるものを開発し、機械

化をスムーズに達成した。以下本方法による外板展開作業の機械化の概要を述べる。

Tape により、各種展開作業の座標値読取りを自動化するため使用している座標解析機 (Coordinate Analyzer) は、メーカを指導し開発され、原図作業機械化の発端となつたものであるが、その外観は第4図に示されている。正面線図を本機の製図テーブル上 (A) にセットし、操作盤上 (B) の  $x, y$  軸駆動モータのスイッチ操作で追跡してスクリーンに拡大投影された線図上の所要点をスクリーン上の照準に合わせ、タイプオンのボタンを押すとカウンタ表示の  $(x, y)$  値がタイプアウトされ自動的に Tape に穿孔される (C)。この穿孔 Tape を電子計算機にインプットする。インプットデータは、上記方式に基づき演算される。そのアウトプットデータは、穿孔テープにとり座標解析機のリーダ (C) にかへ、製図テーブル上にセットした用紙 (トレスタ) 上に展開図を自動的にプロットとする。プロットの際各点はトレスに便なるよう機械的に○印で所在が明示される。なお、本機は作図線の高精度と付帯設備の簡略化をはかつて Point Control 方式を採用したので、プロット後パッテンでトレスし、第5図に示される外板展開図 (1/10 縮尺原図) を得る。

アウトプットデータの処理方法として座標解析機の他に数値制御自動製図機がある。本機は、座標解析機の Point Control 方式と違つて、座標点間の任意の曲線を適当な座標軸系のもとで直線、円弧、3次曲線等の式で表わし、表わされた式の係数および終点座標値、座標変換指令を自動製図機の入カデータとして紙テープに穿孔して任意の曲線を追跡し超精密に作図する。

第6図に入力データの一例を示す。

補間機能

- 1) 直線  $y = ax$
- 2) 円弧  $y^2 + py = -x^2 + ax$
- 3) 3次曲線  $y = ax + bx^2 + cx^3$

座標変換機能 (座標軸系の回転角度)

- 1)  $X = 0^\circ$
- 2)  $Y = 90^\circ$
- 3)  $S1 = 45^\circ$

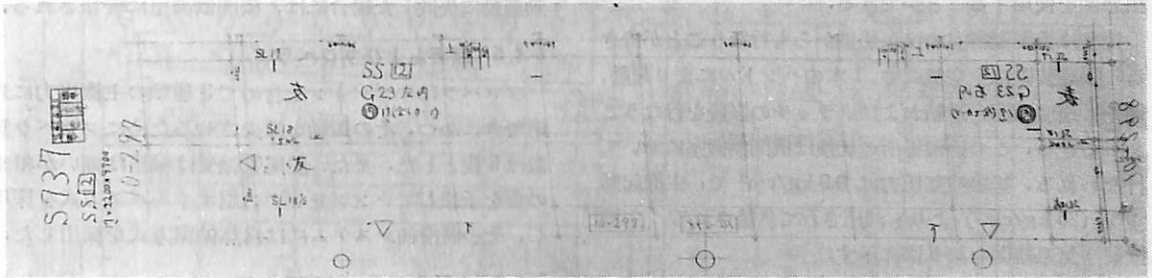
#### 4. あとがき

本報告に述べた接触面展開法は、従来の全ての展開法にとつてかわり、また機械化によって1隻当り片舷約200枚の曲り外板を2名の女子従業員が処理し作業時間も約1/3に短縮されるという好結果を得た。

われわれが、設計寸法の現場生産工程への伝達方式の近代化という観点で原図作業の全面N/C化を目指して最初に取り組んだ問題であったが顕著な成果を収めたので現場作業への電子計算機の応用例として報告した次第である。



第4図 座標解析機の外観



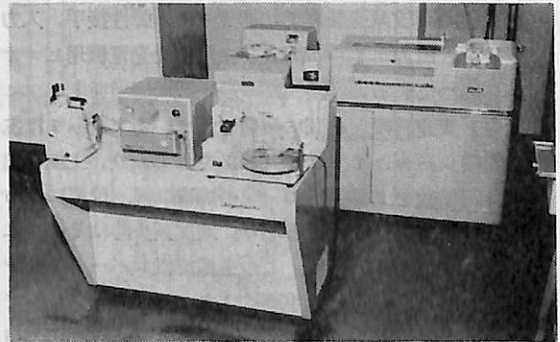
第5図 プロット後の外板展開図

#### 4) S2=135°

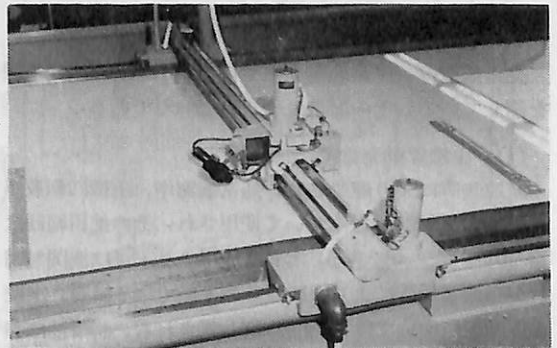
第7図に操作台、穿孔テープ読取機、第8図に自動製図中の様子を示す。

DXF-3, 275/4, 5613/1, 2.  
 DYF0, 0/4, 2352/0, 0.  
 DXR0, 0/3, 353/3, 166/3, 166.  
 DXF0, 0/3, 702/0, 0.  
 DXR3, 353/0, 0/2, -1/3, -353.  
 DYF0, 0/4, -1572/0, 0.  
 DXR3, 745/2, 17/3, 372/3, -372.  
 DXF-3, 275/4, 6301/1, 2.  
 DYF0, 0/4, 2352/0, 0.  
 DXR0, 0/3, 353/3, 166/3, 166.  
 DXF0, 0/3, 702/0, 0.  
 DXR3, 353/0, 0/2, -1/3, -353.  
 DYF0, 0/4, -1375/0, 0.  
 DXR4, 1337/2, 17/3, 567/3, -567.  
 DXF-3, 275/4, 6217/1, 2.  
 DXR2, -17/4, 1731/3, 755/3, 764.  
 DXF0, 0/3, 154/0, 0.  
 DYF0, 0/5, 21337/0, 0.  
 DXF0, 0/4, -346/0, 0.  
 DXR0, 0/3, -601/3, -601/0, 0.  
 DXF0, 0/4, -3263/0, 0.  
 DXR0, 0/3, -745/3, -372/3, -372.  
 DYF0, 0/4, -1572/0, 0.  
 DXR3, 353/2, 17/2, 1/3, -353.  
 DXF0, 0/3, -702/0, 0.  
 DXR3, -353/0, 0/3, -165/3, 166.  
 DYF0, 0/4, 2352/0, 0.  
 DXF0, 0/4, -6301/0, 0.

第6図 自動製図機入力データの例



第7図 数値制御自動製図機の操作台  
および穿孔テープ読取装置



第8図 自動製図機による作図作業

# Freedom 型貨物船の設計と建造 (3)

石川島播磨重工 株式会社

## — 第1船 “CHIAN CAPTAIN” —

### 4.3 主機および減速装置

#### (1) 主機 (第2表)

主機は IHI-S. E. M. T.-Pielstick 12 PC 2 V 型 1 基を標準型とし、このほか 14 PC 2 V 型 1 基または 16 PC 2 V 型 1 基をオプションとして装備できるよう計画されている。中速 4 サイクルクランクピストンディーゼル機関でありながら粗悪油を使用でき、本船においては粘度が 38°C にてレットウッド No. 1 で 1,500 秒までの粗悪油を使用することができる。

操縦は機関制御室のほか船橋からも行なうことができる。操縦装置は全空気式で、1本のハンドルにより起動、停止、速度調節、逆転およびクラッチの嵌脱を行なうことができる。この操縦場所の切換は機関制御室において行なわれる。操縦空気圧力は 9.9 kg/cm<sup>2</sup> で、主機起動空気 (25 kg/cm<sup>2</sup>) よりも減圧されて供給される。主機操縦空気系統図を第 6 図に示す。

#### (2) 減速装置

当社製の 1 段減速装置で、クラッチ、弾性接手、入力ピニオン、出力ホイールおよび主機駆動発電機用ピニオンから成っている。

主機と減速装置との間に装備されているクラッチは主機の操縦レバーとインターロックされており、主機を起動後、回転数を上昇させて一定の操縦レバー位置になるとクラッチは自動的に嵌となり、速度減少時はその逆に自動的に脱となる。また、この主機操縦レバーとのインターロックを解除して、手動によりクラッチを嵌、脱できる自動嵌脱レバーを備えている。クラッチ駆動用の空気は 8.8 kg/cm<sup>2</sup> で、主機起動空気より減圧されて供給される。(第 6 図)

### 4.4 発電機

発電装置は、主機駆動発電機のほかディーゼル発電機を備えている。その概要はつぎのとおりである。

#### (1) 主機駆動発電機

減速装置により駆動され、通常航海中、主機回転数が常用出力回転数付近において使用され、その使用範囲は 55~61 サイクルである。本発電機用クラッチは機関制御室から遠隔操作により嵌脱することができるほか、主機低速回転においては自動的に切り離される。潤滑油は強制潤滑システムを採用し減速装置から分岐されて供給さ

れており、減速装置と同一系統である。

#### (2) ディーゼル発電機

機側起動、停止のほか機関室制御室からの遠隔起動および停止、自動起動ができるよう計画されている。この自動起動の入口信号は、主機駆動発電機の低サイクル (55 サイクル以下) および高サイクル (61 サイクル以上) のほか、無電圧およびエンジンレグラフの FULL 位置からの離脱のいずれの信号でも自動的に起動する。自動起動に失敗した場合には、機関制御室に警報される。

### 4.5 軸系およびプロペラ

プロペラはオプションを含めて 3 種類の主機出力に対応でき、かつ、その振動を減少させるためにプロペラ翼数は 5 枚とした。また、船尾管軸受は軸径は細いが将来の姿を予想してシンプレックス型オイルバス方式を採用し、その潤滑油システムには自然循環方式を採用した。

### 4.6 自動化および遠隔化装置

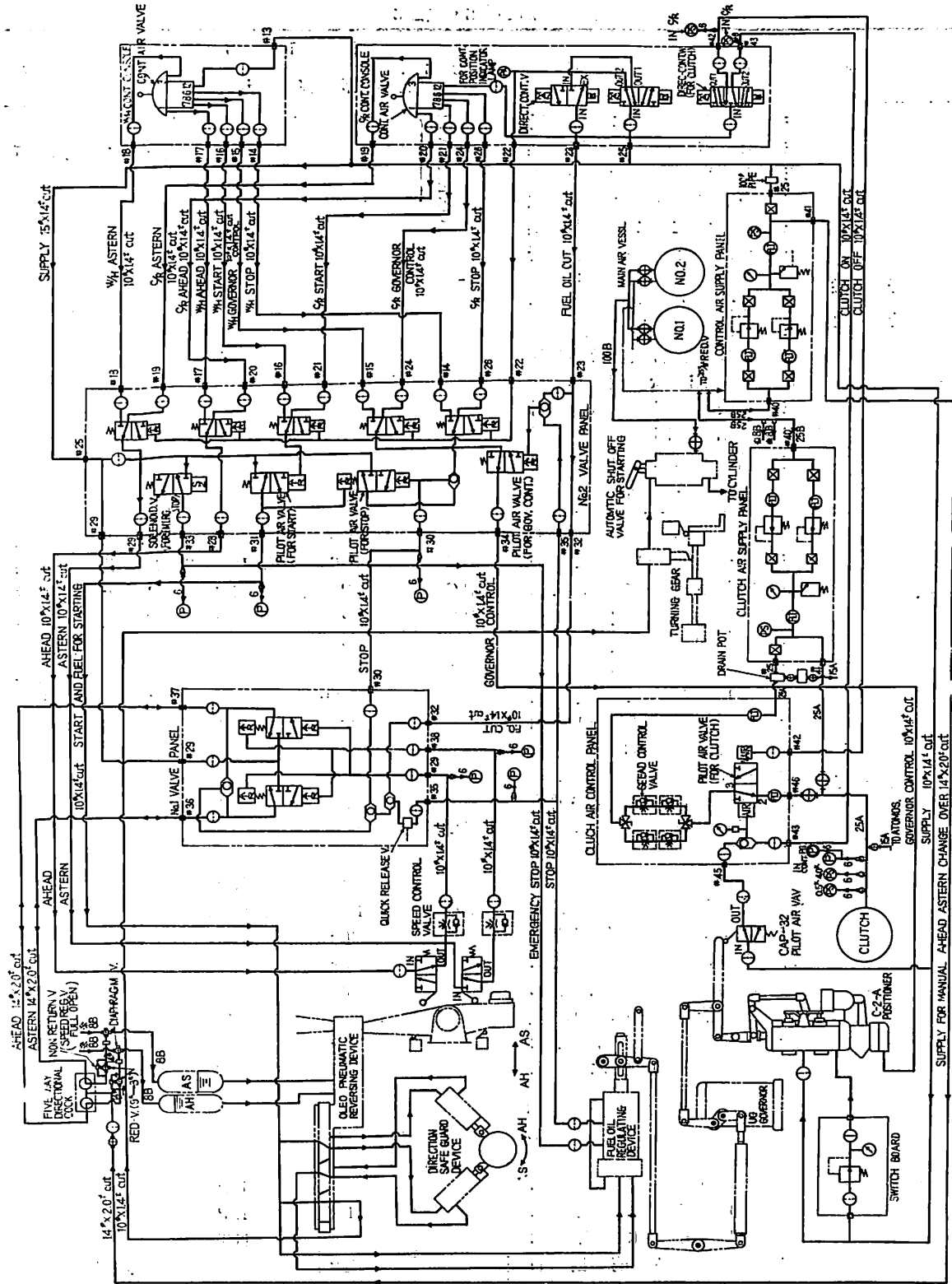
機関室中段に機関制御室を設けて主機、発電機ならびに関連補機を操作し、計器を集中的に監視するとともに警報装置を設けた。主機は、この機関制御室のほか船橋からも操縦できるよう船橋に主機操縦スタンドを設け、さらに警報表示灯を備えた。このほか、補助ボイラの自動燃焼装置、自動給水制御および自動排ガス流量制御、補機、ポンプなどの自動起動、熱交換器の自動温度制御などを採用した。

機関制御室にはコントロールコンソール、アラームパネル、主配電盤およびユニットクーラなどを設け、第 3 表に示す計装を施している。(第 7 図)



第 7 図 コントロールコンソール (機関室)





第6圖 主機縱空氣系統圖

第3表 機関部自動化・遠隔化リスト

区分	項目	自動化	制御室				備考
			操作	指示	表示	警報	
縦 その他	主機起動	ONE LEVER —	○		○		} 船橋遠隔制御も可
	主機前後進切換		○		○		
	主機燃料ハンド		○				
	主機ガバナ調整		○				
	主機操縦位置切換		○		○		
	主機燃料遮断		○				
	主機回転装置				○	—	
	主機クラッチ		○		○		
	主機負荷指針			○			
	主機C重油起動完了				○		
	F.O.流量積算計				○		
	主機回転計				○		
	主機軸回転計				○		
過給機回転計			*○		*:切換式		
主機	主機F.O.入口	PC PC PC PC PC PT* T PT* T TC PC PC PC PC PC PC PC PC PC		PT		LP	PC: 圧力調整
	主機L.O.入口			PT		LP HT	TC: 温度調整
	主機動弁装置L.O.入口			P		LP	P: 圧力指示
	起動空気槽			P		LP	T: 温度指示
	主機空気槽			P			L: 液面指示
	主機掃気			P			LP: 低圧力警報
	冷却清水入口			PT*			HT: 高温警報
	冷却清水出口			T		HT	HL: 高液面警報
	冷却清水出口共通管					HT	LL: 低液面警報
	燃料弁冷却清水入口			PT*			
	燃料弁冷却清水出口共通管			T		HT	
	冷却海水入口		TC	PT	—	LP	
	クラッチ空気			P		LP	
	制御用空気			P		LP	
	減速装置L.O.入口		PC	PT		LP HT	
	排ガス, シリンダ各筒出口			T*			
	排ガス, 各過給機入口			T*			
	空気冷却器空気出口			T*			
各過給機L.O.溜り				HT			
過給機冷却清水入口		T*					
過給機冷却清水出口				HT			
					*:切換式		
ディーゼル発電機	運起停止	○	○		○		
	L.O.入口	○	○			LP	
	冷却海水入口			P		LP	
	冷却清水出口					HT	
排ガス各筒出口				T*		*:切換式	
主機駆動発電機	運	○	○	—	—	—	—

補助ボイラ	バ ー ナ 蒸 気 ド ラ ム 圧 力 給 水 入 水 位 パ イ パ ス ダ ン 口 主 機 排 ガ ス 入 口	PC LC TC ○	○	P L T*	—	LP HL LL	*:切換式
清 淨 機	C 重 油 清 淨 機 潤 滑 油 清 淨 機	○ ○					
熱 交 換 器	C 重油清浄機 F.O. 加熱器 潤滑油清浄機 F.O. 加熱器 燃 料 油 粘 度 調 整 器 主 機 空 気 冷 却 器 主 機 冷 却 清 水 冷 却 器 主 機 L. O. 冷 却 器 ディーゼル発電機冷却清水冷却器 ディーゼル発電機 L.O. 冷却器 減 速 装 置 L. O. 冷 却 器 主 機 燃 料 弁 冷 却 清 水 冷 却 器	TC TC ○ TC TC TC TC TC TC TC		—	—	—	—
諸ポンプ類	主 機 予 備 冷 却 清 水 ポ ン プ 主 機 燃 料 弁 冷 却 水 ポ ン プ 補 助 ボ イ ラ 給 水 ポ ン プ 主 機 予 備 L. O. ポ ン プ 主 機 F.O. プ ー ス タ ポ ン プ 主 燃 料 油 移 送 ポ ン プ 補 助 燃 料 油 移 送 ポ ン プ 主 空 気 圧 縮 機 主 機 動 弁 装 置 L.O. ポ ン プ 減 速 装 置 予 備 L.O. ポ ン プ No. 1 バ ラ ス ト ポ ン プ 舵 取 機 用 油 圧 ポ ン プ	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		—	—	—
諸タンク	C 重油セツトリングタンク C 重油サービスタンク A 重油サービスタンク 燃 料 油 ス ラ ッ ジ タ ン ク 主 機 L.O. サ ン プ タ ン ク 減 速 装 置 L.O. サ ン プ タ ン ク 主 機 動 弁 装 置 L.L. タ ン ク 主 機 清 水 膨 脹 タ ン ク 清 淨 機 用 作 動 水 タ ン ク ディーゼル発電機冷却清水膨脹タンク 給 水 カ ス ケ ー ド タ ン ク シ ー ウ ェ ッ ジ タ ン ク ビ ル ジ ウ ェ ル	TC TC LC				HL HT LL HT HL LL HL LL LL LL HL LL LL LL LL LL HL HL	—
軸 系	中 間 軸 受 船 尾 管 後 部 軸 受 船 尾 管 L.O. 重 力 タ ン ク	—	—	—	—	HT HT LL	—

## 5. 電気設備

### 5.1 概要

燃費を向上させるために主機駆動発電機による給電方式を採用したこと、小人数による操船のための集中監視、自動・遠隔装置、量産船としてとくに広範囲なアフターケアを可能とするよう留意したことなどが、本船の大きな特徴である。

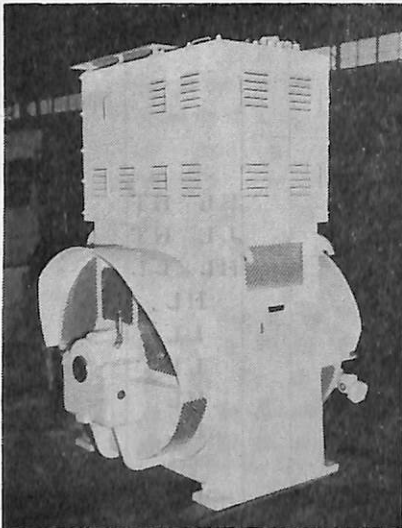
### 5.2 発電装置

装備した発電機は主機駆動発電機1台、ディーゼル発電機2台で、その使用区分はつぎのとおりである。

航海時	主機駆動発電機 (1台) またはディーゼル発電機 (1台)*
出入港時	ディーゼル発電機 2台
荷役時	〃 2台
停泊時	〃 1台

#### (1) 主機駆動発電機 (第8図)

一般高船用としては世界的にもあまり装備例のないもので、エアクラッチを介して主機械によつて駆動される。このため、主機械の回転変動にともない周波数の変動を生じるが、55~61 サイクル範囲においては定格電圧を維持し、船内の各負荷に給電している。励磁装置はシリコン整流器による静止励磁方式で、発電機上に搭載して



第8図 主機駆動発電機

\* ディーゼル発電機は、主機駆動発電機が無電圧となった場合、荒天時に主機回転数が負荷側から要求される許容周波数以下となった場合、波浪などの影響により回転数が大幅に変化する場合などに使用する。

いる。

本機の主要仕様はつぎのとおりである。

出力	170 KW
電圧	450 V
相数	3相
周波数	60 c/s
力率	80%

発電機の起動、停止はエアクラッチを嵌脱して行なうが、その操作は機関制御室において押釘スイッチにより行なう。また、主機が 42.7 c/s に相当する回転数以下となるとクラッチは自動的に脱となり、発電機は停止する。

#### (2) ディーゼル発電機

本機は発電装置の小型、軽量化をはかるため、主機駆動発電機と同様に静止励磁装置を各発電機本体に搭載するとともに、片軸受を採用している。主要仕様はつぎのとおりである。

出力	200 KW
電圧	450 V
相数	3相
周波数	60 c/s
力率	80%

本機は、航海時に主機駆動発電機の無電圧、周波数低下 (55 サイクル以下) および周波数上昇 (61 サイクル以上)、もしくはエンジンテレグラフの低速、または後進選択による信号などによつて自動起動し、主機駆動発電機からの給電を自動的に切り換えて、停電の時間を最小としている。

なお、主機駆動発電機との並行運転は、主機の回転数がかならずしも一定でないことが多いことから主機駆動発電機の周波数が不安定であるため、恒久的には行なわず切換時のみに行なっている。

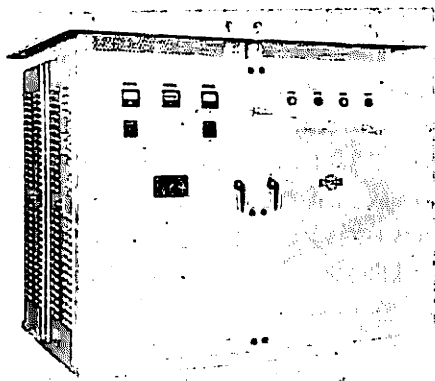
#### 5.3 定周波電源装置 (第9図)

SCR (Silicon Controlled Rectifier) による静止型電源変換装置で、主機駆動発電機を使用する際、周波数の変動が好ましくない航海計器装置および無線装置に対して安定した 60 サイクルを供給する電源装置である。本装置の主要仕様はつぎのとおりである。

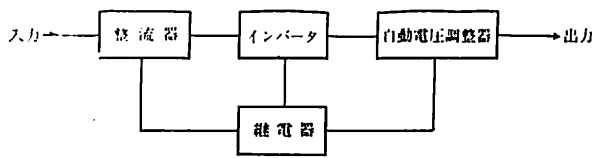
入力	A.C. 115 V 3相 55~63 c/s
出力	出力 10 KVA
電圧	A.C. 115 V $\pm 2.5\%$
周波数	60 c/s $\pm 1$ c/s

#### 5.4 給電方式

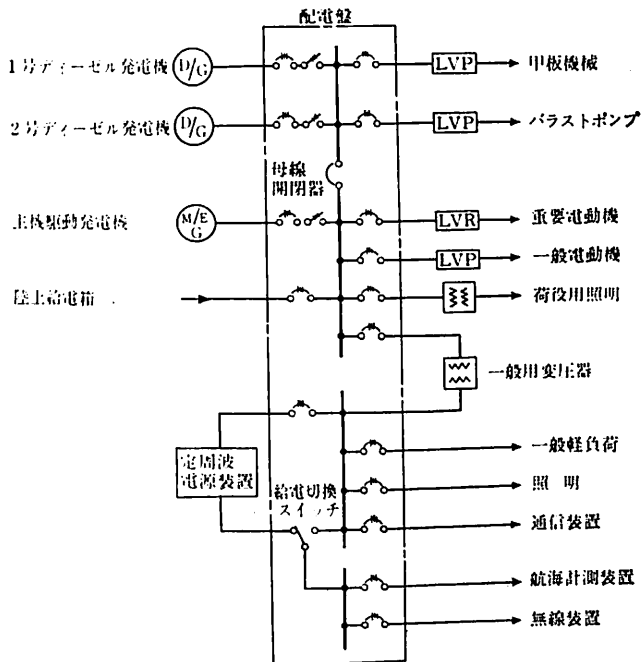
本船の動力装置および大容量厨房機器の給電回路は



第9図 定周波電波装置



第10図 ブロックダイアグラム



第11図 給電方式

440V 3相 60 c/s, その他は 115 V 単相 60 c/s である。440 V 給電系統は主機駆動発電機系とディーゼル発電機系の2系統にわけ, 必要に応じて母線開閉器により給電を選定する。すなわち, 航海時は「接」として主機駆動発電機からディーゼル発電機への自動切換給電を可能とし, 停泊時は「接」として船内の各負荷に給電することができる。開閉器を「断」とするのは, 入出港に際して

甲板機械およびバラストポンプを運転する場合のみである。発電機回路にはそれぞれ過負荷継電器をもたせて選択, 遮断を行なわせている。

115V 系統は, 20 kVA 単相変圧器3台により給電される。このうち, 周波数変動の影響を受けやすいものは定周波電源装置を経て給電される。なお, 定周波電源装置に故障を生じた場合は, 警報を発すると同時にそれらの負荷は他の 115 給電系統から自動的に転換給電し, 一応の航海に支障のないようにしている。

### 5.5 電動力装置

電動機は, 輸入品および 115 V 単相のものを除いてすべて IEC (International Electro- Technical Commission) 枠番の国産 E 種絶縁 3 相誘導電動機を採用し, きよくよくその小型化をはかっている。主要電動機は機関制御室から遠隔発停ができるようにし, また, 操船用および主機補機用電動機は電源回復時に自動的に順次起動させて, 乗組員の労力および精神的負担の軽減をはかっている。

主機駆動の潤滑油ポンプ, 冷却海水ポンプ, 冷却清水ポンプにはそれぞれ電動の予備ポンプを備え, 圧力の低下により自動起動するよう計画されている。また, 起動器には本船のためにとくに開発した小型起動器を装備し, 船内蔵装の合理化をはかっている。

### 5.6 照明装置

上級職員室, 喫煙室, 食堂, 厨房は蛍光照明, その他は白熱照明とし, 各場所とも平均した照度を得られるよう計画した。さらに, 上甲板の照明には, 操舵室から管制することができる広角型リフレクタランプを使用している。

### 5.7 通信装置

#### (1) 通話装置

電話装置は無電池式で, 操舵室と機関制御室間の専用回線と, 操舵室と機関制御室, 舵機室, 上級士官室間の2系統である。また, 操船用として船内指令装置にトークバックシステムを設け, 操舵室, 船首部, 船尾部間の通話を行なうことができるよう計画している。

#### (2) プロペラ軸回転積算計

本船用として保守皆無, 半恒久化を目的としてとくに開発したインパルス式回転積算計を装備している。

### 5.8 航海計測および無線装置

世界的なサービスネットワークをもつ機種を全面的に

採用し、量産船としての就航後のアフターケアにとくに考慮をはらっている。また、操舵室には航海制御盤を設けて、航海灯、各種信号灯、照明灯、航海計器制御スイッチおよび電話、船内指令装置、ホーンコントローラ、舵機警報、一般警報などを組みこみ、操船操作をきよくりよく単純化している。

### 5.9 集中監視および自動、遠隔制御装置

すべての警報および計器、制御装置を機関制御室に集中させ、合理的な操作ができるよう計画している。

## 6. 結 語

造船産業における契約が従来、ユーザーのアイデアに基づく個別注文生産方式であったのに対し、Freedom船は造船所が海運界の現状と将来の動向を考察して船型を開発し、それを連続的に量産する場合の単価を設定して多くのユーザーに提供するという一般量産品業界と同

様な販売方式である。しかしながら、船舶の場合は、自動車などの量産品とは異なり1隻の価格も桁がちがいが、また、その量産手段も異なっている。たしかに、大胆な計画であり、かつ危険がないとは云えないが、近年におけるあいつく合理化によりその限界に達したかにみえる現状を打ち破り、品質の向上および均一化、工期の短縮およびコストダウンを実現させるために、この方法は残された合理化のひとつであろう。しかしながら、現在、Freedom船の建造は、モデルシップに相当する第1船が徹底したテストとトライアルとそれにともなる改良工事を経て完成したばかりである。これまでは、いかにして所期の性能をもつ船を得るかに力がそそがれたが、これからはいかにしてもつとも効率的に量産するかに力が注がれることになる。その一大プロジェクトを成功させるために、当社の総力をあげて努力を重ねてゆく所存である。(文責 中島武之、江原 宏、武田允志)

## 天然社・海技入門選書

東京商船大学助教授 鞠谷 宏 士 A5 180頁 卒 350	東京商船大学助教授 清 宮 貞 夫 A5 90頁 卒 280
船の保存整備	蒸気機関
東京商船大学助教授 鞠谷 宏 士 A5 160頁 卒 390	東京商船大学助教授 伊丹 潔 A5 180頁 卒 460
船舶の構造及び設備器具	船用電気の基礎
東京商船大学助教授 上坂 太 郎 A5 160頁 卒 280	東京商船大学助教授 宮嶋 時 三 A5 200頁 卒 460
沿岸航法	燃料・潤滑
東京商船大学教授 横田 利 雄 A5 140頁 卒 280	東京商船大学教授 岐島 直 人 A5 200頁 卒 480
航海法規	電波航法入門
東京商船大学各教授 田中 岩 吉	東京商船大学教授 野原 威 男 A5 155頁 卒 380
海上運送と貨物の船積	船舶の強度と安定
(前篇)海上運送概説 A5 140頁 卒 320	東京商船大学学長 浅井 栄 資
(後篇)貨物の船積 A5 160頁 卒 390	東京商船大学助教授 卷 島 勉 A5 170頁 卒 480
東京商船大学教授 豊田 清 治 A5 160頁 卒 280	気象と海象
推測および天文航法	<以下統刊>
東京商船大学教授 野原 威 男 A5 110頁 卒 270	東京商船大学教授 賀田 秀 夫
船用プロペラ	ボイラ用水
東京商船大学助教授 中島 保 司 A5 170頁 卒 300	東京海技試験官 西田 寛 図
運航要務	指 庄
東京商船大学教授 米田 鶴 次郎 A5 180頁 350円	東京商船大学教授 賀田 秀 夫
操船と応急	船用金属材料
東京商船大学教授 横田 利 雄 A5 155頁 320円	東京商船大学助教授 小川 正一・真田 茂
海事法規	機械の運動と力学
前東京高等商船教授 小方 愛 朔 A5 170頁 卒 300	東京商船大学助教授 小川 正 一
船用内燃機関(上巻)	機械工作・材料力学
A5 200頁 卒 320	東京商船大学教授 真壁 忠 吉
船用内燃機関(下巻)	船用汽罐
東京商船大学助教授 庄 司 和 民 A5 140頁 卒 420	東京商船大学助教授 小川 武 輔
航海計器学入門	船用補機

# NKコーナー



ディーゼル機関のエンジンガーダのすみ肉溶接のき裂 28,000 PS のディーゼル機関を搭載する、長さ 175 m の貨物船の機関室の二重底ブロックを検査中、主機直下の二重底頂板とエンジンガーダとのすみ肉溶接に、ほとんどブロック全長にわたるき裂が発見された。この部分の二重底頂板は、船体用鋼板としては例の少ない板厚 60 mm の KB 鋼が使用され、片支 3 条のエンジンガーダも 35 mm および 40 mm の厚板が使われている。

き裂はすみ肉溶接の最終仕上げビードの二番に生じており、フロア間でき裂らしいものが肉眼でやつと認められる程度であった。このガーダのすみ肉溶接をカラーチェックで検査したところ、き裂は、ブロックのほぼ全長(約 7 m)に及んでいることが判明した。そこで、他のガーダについてもカラーチェックにより検査した結果、これらのすみ肉溶接部にも同様なき裂が若干認められた。この溶接は、桁板の両面から 45 度の開先を取り、頂板と下向きすみ肉溶接を行なったものである。第 1 層は B-17 (6 mm φ) を用い、その後は、FI-120 (8 mm φ) を使用し手溶接で肉を盛り、必要に応じて仕上げビードとして同じく FI-120 (6 mm φ) を使用している。ビードの層数は大体において 5 層となっている。

このブロックの溶接は、二月上旬の寒冷時の夜間に行なわれ、予熱は行なわれていないようである。

拘束の多い構造部材の厚板を溶接する際、予熱も行なわず、イルミナイト系の溶接棒を初層に使用したことがき裂発生の原因と考えられている。修理としては、き裂箇所を全部はつきり取り、1 層目は 50°~70°C に予熱の上 LB-52 を使用し、他は FI-120 で再溶接を行ない良好な結果が得られた。

## トッピングリフト用シャックルの破断損傷

昨年 11 月に完成した木材運搬船 (10,718 総トン) が、処女航海で木材の荷役中、トッピングリフトのシャックルが破断するという事故を起こした。破断したのは、No. 4 ハッチ用 1 本式 (2-トッピング方式) 20 トンブームのトッピングブロック用の径 3 インチのシャックルである。船長の話では、このブームの索取り方法などは、荷役を開始してからずっと同一の正常な方法によっており、荷役ウインチの操作にも無理な点はなかったが、荷役開始後 2 日目に事故が発生したとのことである。NK に参考図として提出されている揚貨装置図によると、こ

のシャックルは、JIS B 2801 の SB タイプ径 70 mm (使用荷重 30 トン、耐力試験荷重 60 トン) を使用することとなっているが、実際にはこれより太い 3 インチ径のものを使用していたようである。なお、この 20 トンブームは、指定条件の仰角 30 度において、該シャックルに加わる計算上の張力は、ブーム方向が船首尾方向の場合は、40.5 トン、4.5 m のアウトリーチ一杯に振出した場合は、40.45 トンとなるのに対して使用荷重 30 トンのシャックルを使用するという設計になっている。この設計に疑問があるが、しかし、このシャックルは、少なくとも 60 トンの耐力試験を行なったものであるはずである。(このシャックルは、規則上は揚貨装置に含まれるもので、その寸法、材料、耐力試験を施行したことの確認は、船舶所有者(船長)の責任となっており、NK は検査を行わない) 破断したシャックルの材質については、米国の研究所で調査した結果が報告されている。その報告によると、引張り強さ 46.8 kg/mm<sup>2</sup>、降伏点 34.6 kg/mm<sup>2</sup>、伸び(標点間距離 2 インチ) 26.5%、断面収縮率 62.3% で、破断面付近の材料組織、偏析の有無を調査した範囲では、事故に関連があると思われるような異常はなかったということである。この調査では、化学成分、衝撃試験などは行なっておらず、切欠きじん性についての正しい判断をすることはむずかしいが、上記調査結果から見て、一応不良材ではなさそうに思われる。したがって、このシャックルには、計算上の張力よりもかなり大きい力が実際には加わったのではないかとと思われる。揚貨装置の事故は人命に関する場合も少なくないので、その設計は十分慎重に行なわれているものと考えられるが、揚貨装置のように検査の対象となっていないものについては、特に慎重な設計が必要であろう。

## 高把駐力錨 AC-14 を承認

高把駐力錨 AC-14 は、英国海軍で開発された把駐力のきわめてすぐれた錨であるが、最近、東京鑄鋼所が同海軍と技術提携を行ない、この錨を製造することとなり、NK にその製造法の承認の申込みがあつた。NK では、この錨の各種の実験結果や実績などについて調査の結果、高把駐力錨として承認した。近く改正予定の鋼船規則案によれば、この錨を使用する場合は、普通錨に対する規定の重量より 25% 軽減した重量のものでよいこととなる。

## 原子力船の船級検査について GL, NK が討議

現在西ドイツで建造中の原子力船“オットー・ヘーン号”を検査している西ドイツの船級協会 GL と、わが国で建造が決定した原子力第一船の検査を行なう NK とが原子力船の船級検査に関する問題について、ハンブルグの GL 本部で討議することが決定した。討議の内容は、原子力船検査の法律上の問題、両船級協会の規則の比較、製造中検査および定期的検査等である。

昭和43年度(4月分)建造許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分		隻数	G.T.	D.W.	
国内船	24次計画造船	貨物船	1	32,800	53,850
	自己資金船等	貨物船	11	77,339	123,180
		油槽船	1	3,900	6,000
	計		13	114,039	183,030

区 分		隻数	G.T.	D.W.	
輸出船	一般輸出船	貨物船	5	239,660	343,300
	計		5	239,660	343,300
合 計		18	353,699	526,330	

- 註) 1. 自己資金船等には開銀融資(計画造船を除く)によるものおよび船舶整備公団共有によるものを含む。  
 2. 鉱石兼油槽船および撒積兼油槽船は貨物船として集計してある。

国内船(昭和43年4月分建造許可)(計13隻, 114,039 G.T., 183,030 D.W.)

造船所	船番	注文者	用途	G.T.	D.W.	速力	L×B×D×d	機関	船級	竣工
今治造船	188	山友汽船	貨	2,999	5,500	11.5	94.00×15.70×8.00×6.65	日立B&W 2,750	NK	43.9中
白杵鉄工	1100	住友商事	〃	10,500	16,500	14.0	138.00×22.5×11.9×6.65	IHI PC 7,440	〃	43.11下
林兼長崎	661	丸神汽船	油(化学 薬品)	3,900	6,000	14.5	101.00×15.60×8.50×7.00	〃 5,560	〃	43.10下
来島どっく	447	新田汽船	貨	10,000	15,800	14.3	136.00×21.80×12.00×8.69	川崎MAN 7,500	〃	43.11末
尾道造船	203	新光海運	〃	10,600	16,300	14.7	142.50×22.20×12.10×8.75	日立B&W 8,400	〃	43.12末
常石造船	188	三井近海汽船	〃	2,600	4,200	12.3	87.50×15.00×7.00×5.00	阪神D 2,500	〃	43.8中
太平工業	211	中尾海運	貨(木)	2,990	5,300	12.5	95.00×15.00×7.80×6.60	赤坂D 3,000	〃	47.7中
来島宇和島	437	公団・堀江船舶	〃 (石灰石)	2,550	4,280	12.0	84.50×14.20×7.40×6.20	阪神D 2,500	〃	43.8.30
今井造船	246	光洋汽船	貨	2,700	4,500	12.5	88.20×14.40×7.20×6.05	伊藤D 2,500	〃	43.9.15
三保造船	661	関田汽船	特貨 (冷蔵)	2,500	3,300	13.75	92.00×13.80×7.30×5.80	神発D 3,800	〃	43.9末
波止浜造船	238	公団・豊和海運	貨	4,500	7,100	13.8	104.00×17.60×8.80×7.12	IHI PC 5,580	〃	43.11.15
舞鶴重工	115	ジャパンライン	貨(ばら)	32,800	53,850	15.0	210.00×32.00×17.30×11.50	舞鶴スルザ 15,000	〃	43.11末
石幡名古屋	2032	石幡名古屋	〃(〃)	25,400	40,400	14.45	184.00×24.40×16.20×10.03	IHIスルザ 11,200	〃	43.8下

輸出船(昭和43年4月分建造許可)(計5隻, 239,660 G.T., 343,800 D.W.)

大阪造船	293	Liberian Valiant Transport Inc	B.C	13,000	19,600	14.8	146.12×22.60×13.25×9.72	三井B&W 8,400	LR	44.12下
東北造船	114	Keumsung Shipping Co. (韓国)	C	3,160	5,000	12.25	97.50×15.00×7.60×6.28	阪神D 2,500	NK	43.12末
浦 賀	914	H. Clarkson and Company (英)	B.C/O.C/T	67,500	96,700	15.70	251.00×40.80×22.50×14.00	浦賀スルザ 25,000	LR	46.1下
石幡相生	2101	Northwind Shipping Company (パナマ)	〃	78,000	111,000	16.00	274.00×44.50×23.00×13.70	石幡タービン 25,000	AB	45.12下
〃	2102	Southwind Shipping Company (パナマ)	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	46.4中





写真 1 塩田のまち坂出。

そのイメージは、市の北西に当たる番の州埋立地を中心とした重化学工業化の波に、洗い流されようとしている、3年前まで、この番の州は、魚の豊富な浅瀬にすぎなかつた。しかし現在は、最新鋭の超大型船専門工場である当坂出工場が操業し、続いて四国電力、三菱化成の進出も決つた。

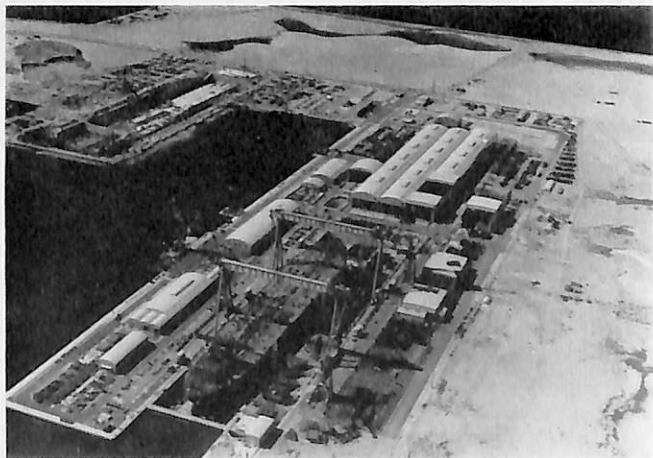
ここから島伝いに対岸の岡山県児島と結ぶ「瀬戸大橋」ルートは、本州四国連絡架橋の有力候補のひとつにあげられている。

写真 2 坂出工場の全景。

敷地 740,000 m<sup>2</sup> のうち、南側に修繕部門を分離し、中央を新造船部門として、北側に将来工場を拡張できる余地を残している。レイアウト上の制約から、内業工場—大組立工場—建造ドックを直線に配置し、ぎ装工場は建造ドックとき装岸壁の間においた。

受電所、水槽、ガスセンターは正門付近に集約し、配線、配管を地下に埋設した。

道路は直線直交とし、幹線は歩道を含め、幅を 20 m としている。



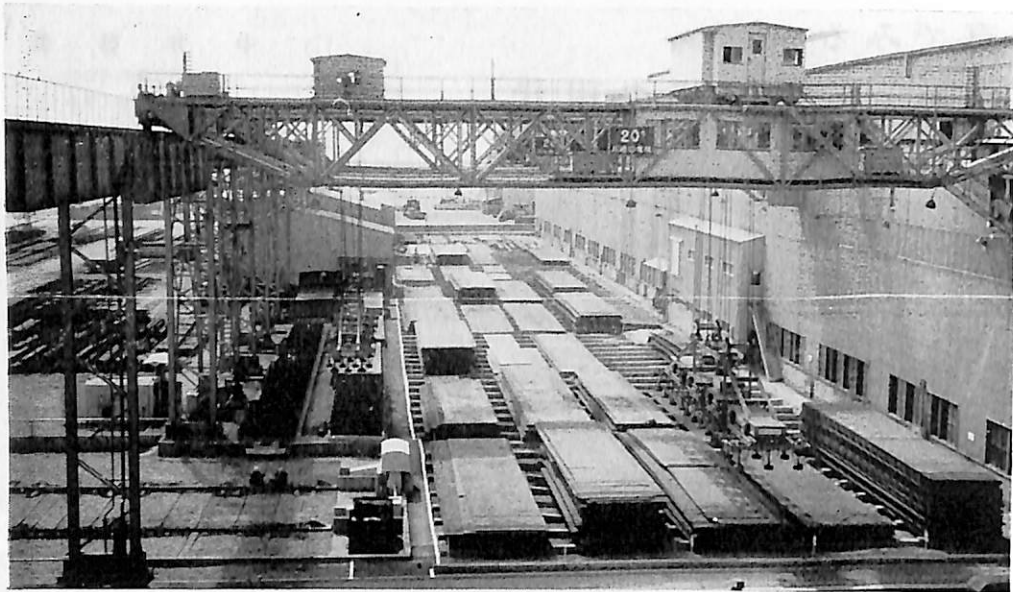


写真3 坂出工場の月間加工重量は、しだいに増加し、すでに9,000tを記録した。今後も、さらに上昇し、秋までには13,000tの水準に達する見込みである。

しかし、鋼材の在庫量は、メーカーのサービスヤ

ードが整備されジャストインタイム入手が軌道にのりにつれて、むしろ減少する傾向にある。

いつぼう、鋼材事務の電算化は、事務計算だけにとどまらず、生産管理まで含めたトータル・システムの形をとるようになった。

工場配置図

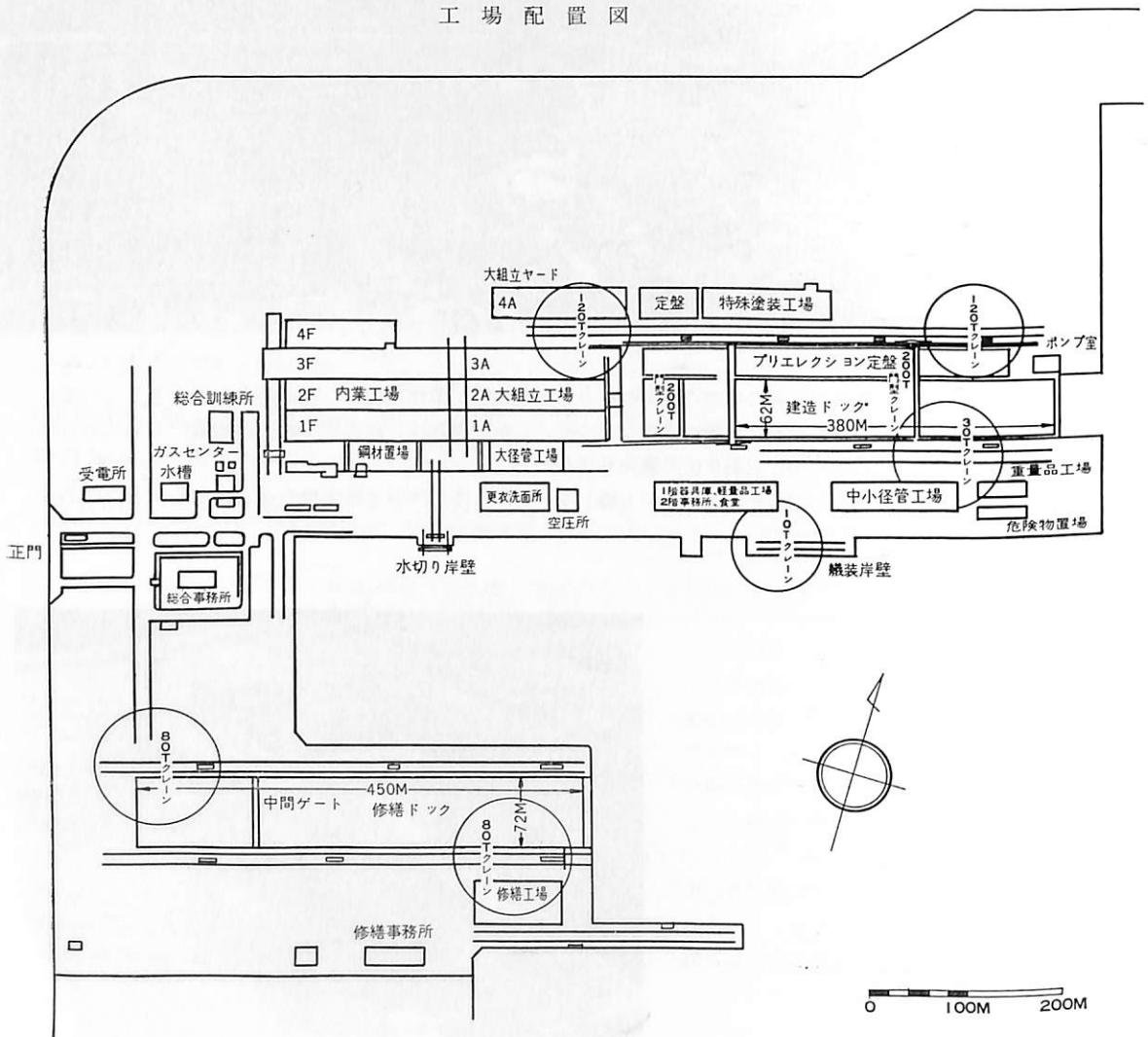


写真4 内業工場では、船殻部材をスキンプレート、内部構造、ビルトアップロンジ、形鋼の各系列に大別した。

このIF棟では、スキンプレートとビルトアップロンジを流しているが、加工重量の増大に対処し、ビルトアップロンジを全面的に外注に切りかえ、スキンプレート専用とする計画を進めている。

IFのおもな設備として、フレームプレーナー、拡大投影機、ベンディングローラー、1,000tプレスなどがあり、20tリフマグクレーンを2台持つ。

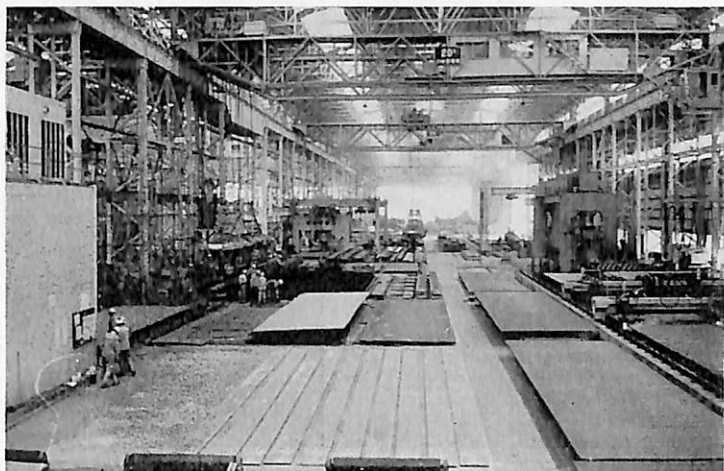


写真5 内部構造用の拡大投影機。

1/10縮尺原図によりけ書く。現在は3F棟に3台あるが、4F棟が完成すれば4Fに移設する。

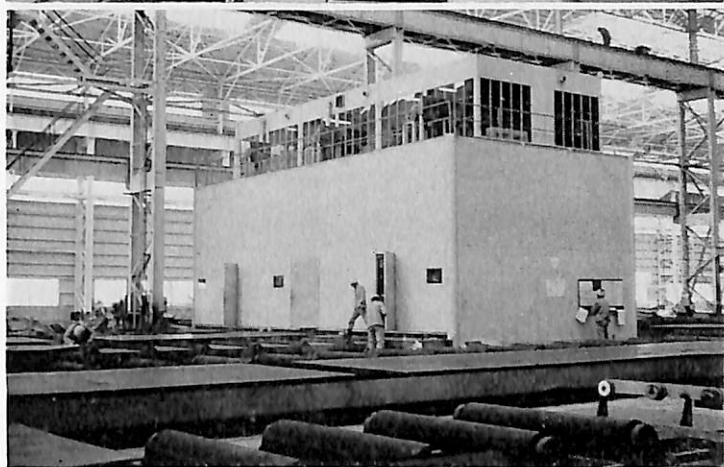


写真6 共通部内部構造の重ね切断。

1船で400枚ていどある。酸素プロパン炎を使い、4～6枚重ねで、板厚の合計は80mmが限界。なお、重ね切断以外は酸素アセチレン炎を使う。

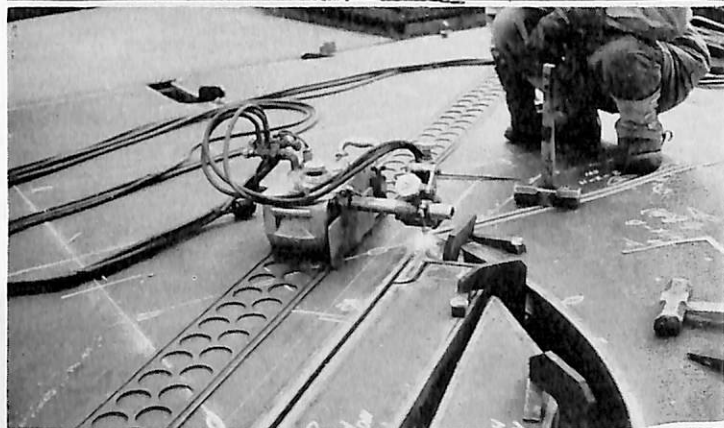


写真7 2F棟では共通部の内部構造を、となりの3F棟では非共通部の内部構造を加工し、小組立をする。

小組立の工程管理と配員には、タクト・システムを導入している。





写真 8 3F 棟では形鋼のけ書き、切断、曲げ加工をしているが、4F 棟が完成すれば全面的に 4F へ移設する。

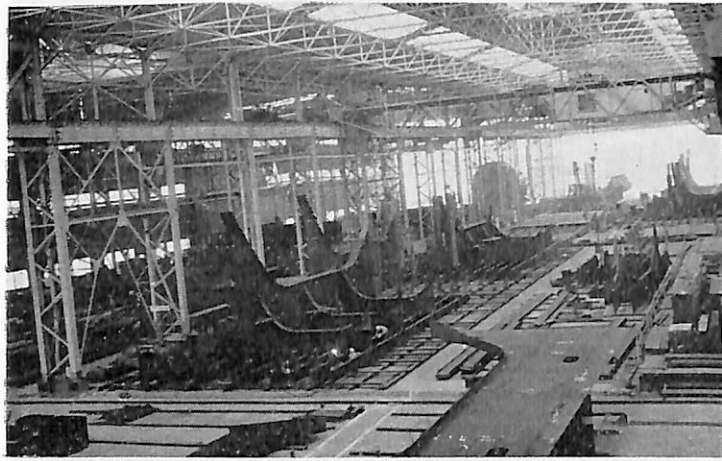


写真 9 大組立ブロックを共通平板ブロック、非共通平板と立体ブロック、曲り外板ブロックの3系列に分類し、1A 棟と2A 棟では共通平板ブロックを組み立てる。

共通平板ブロックは、枠組み、板継ぎ、結合、検査の各工程を経て搬出される。

この写真は、2A 棟で170型油槽船の横隔壁を組み立てているところである。

大組立工場ではタクト・システムによる工程管理と配員を行なっている。

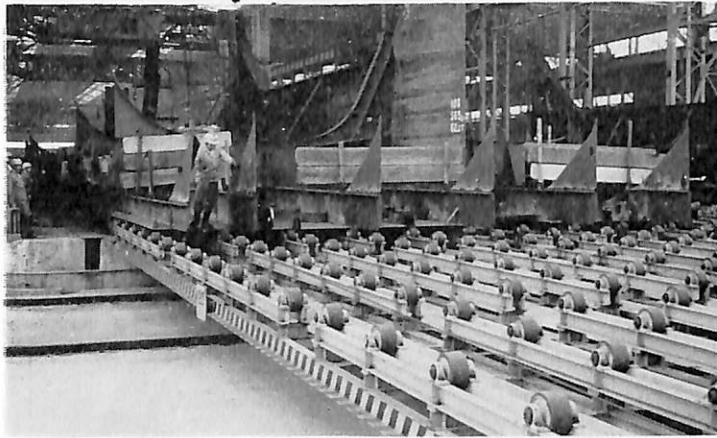


写真10 共通平板ブロックの大組立では、配材と枠組みの移動は50t天井クレーンで行なうが、板継ぎ以降はホイールブロック上をウインチでけん引し移動する方式とした。1A, 2A 棟から120tトラバース上に移したブロックを120tクレーンで搬出する。

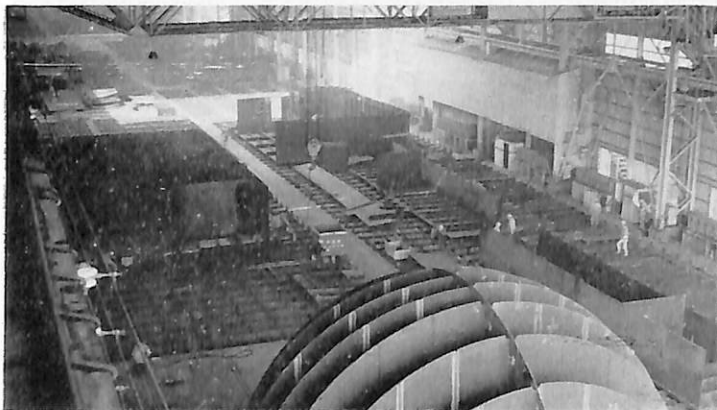


写真11 3A 棟では、非共通部平板と立体ブロックを組み立てる。ここではコンベアは使用せず、移動屋根をあけて、120tクレーンで直接ブロックを搬出する。

写真12 4A棟では曲り外板を組み立てる。外板は定盤から1mおきに林立したフラットバーの治具で支持している。治具の高さと、シームとパットの交点の座標は電算機で計算した。ブロックは移動屋根をあけて120tクレーンで搬出する。

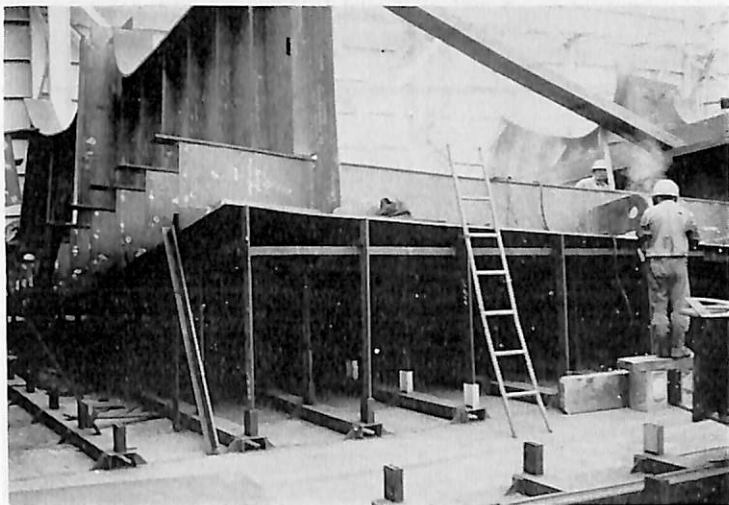


写真13 共通平板ブロックの板継ぎにフラックス・カップ・バック法による片面自動溶接を採用しているのはじめ、内業と大組立ステージの板継ぎには、広範囲に自動溶接法を採用している。

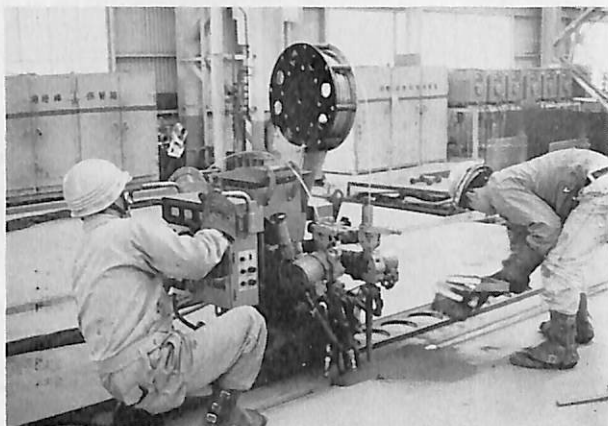


写真14 上甲板と底部外板のロンジ継手には消耗ノズル式エレクトロスラグ溶接 (CES 溶接) を使う。これはデッキロンジのブリエレクション継手に適用している例である。



写真15 平行部の側外板パットはエレクトロスラグ法により立向自動溶接する。装置のユニット化により、移動しやすくなっているところに特色がある。



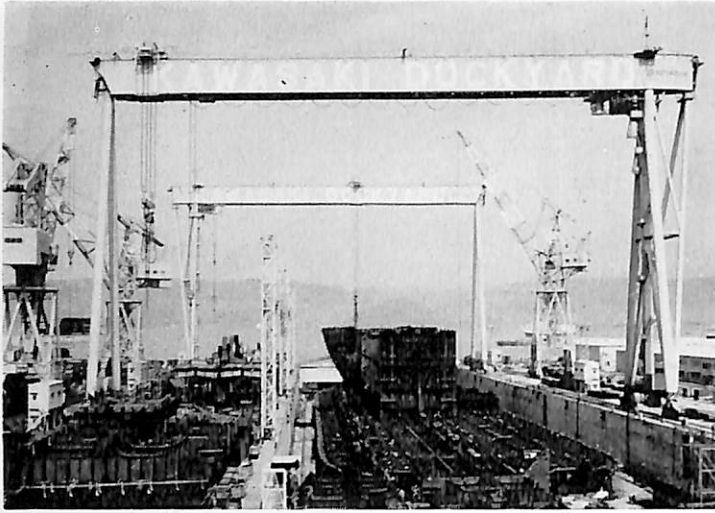


写真16 建造ドックとプリエレクション定盤.

建造ドックは長さ 380 m、幅 62 m、深さ 10.3 m で、350 型まで建造することができる。建造ドックの側部と前部にプリエレクション定盤があり、大組立ブロックを結合して、平板大ブロックや立体大ブロックとしている。

建造ドックとプリエレクション定盤をまたいで、スパン 102 m の 200 t ガントリークレーン 2 基があり、これをはさみ、右舷側（写真では左）に 120 t ジブクレーン 2 基、左舷側に 30 t ジブクレーン 1 基がある。120 t ジブクレーンは大組立工場から定盤へのブロック移動用に、30 t ジブクレーンは建造ドックでのぎ装用におもに使用されている。

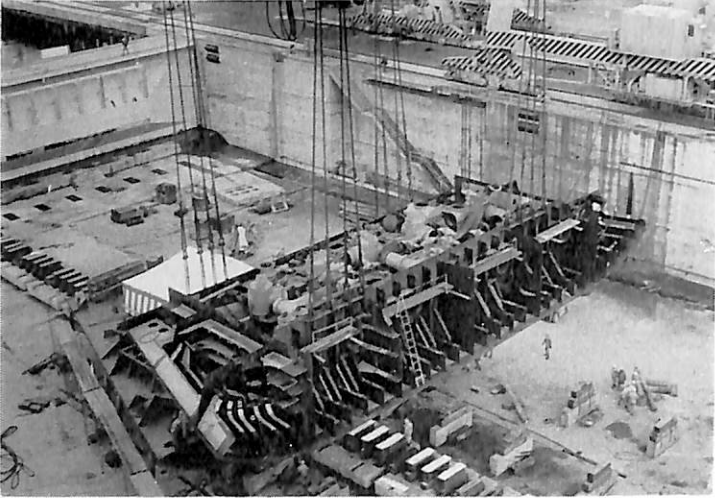


写真17 坂出工場では、単ドック建造での工数平準化、工期短縮、作業環境の向上、先行ぎ装などを目的として、プリエレクション方式を採用している。

写真は 170 型油槽船のポンプ室底部外板の例で重量はぎ装品を含め 290 t に達した、底部外板のプリエレクションは、工数平準化をおもな目的とする。

写真18 建造ドック内での工期短縮と作業性の向上を目的とした機械室立体大ブロックの例、各甲板、側外板、縦壁をプリエレクションし、反転しているところで重量は先行ぎ装品を含め約 280 t に達した。

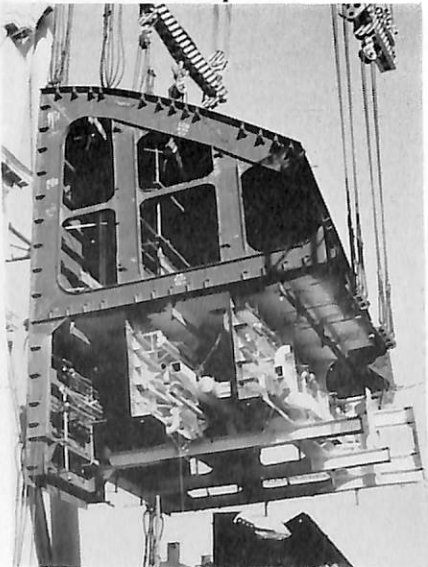


写真19 作業環境の改善を主目的とした、上甲板大ブロックの例、長さ 30 m、幅 19 m で重量は 300 t に達した。

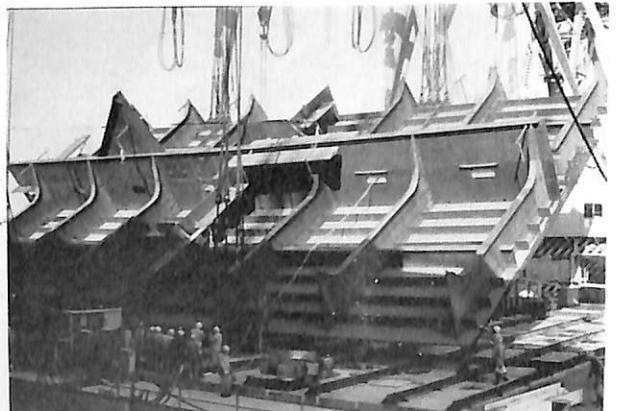


写真 20 上部構造の立体大ブロック。

上部構造のプリエレクションは、ぎ装工数の平準化と作業性の向上をおもな目的としている。壁や甲板裏のパイプ、ダクト、ピースなどを大組立工場で反転前にとりつけ、プリエレクションによる大ブロック完成後、仕切り、内張り、電線、家具などのぎ装をする。

写真の大ブロックは重量 185 t。

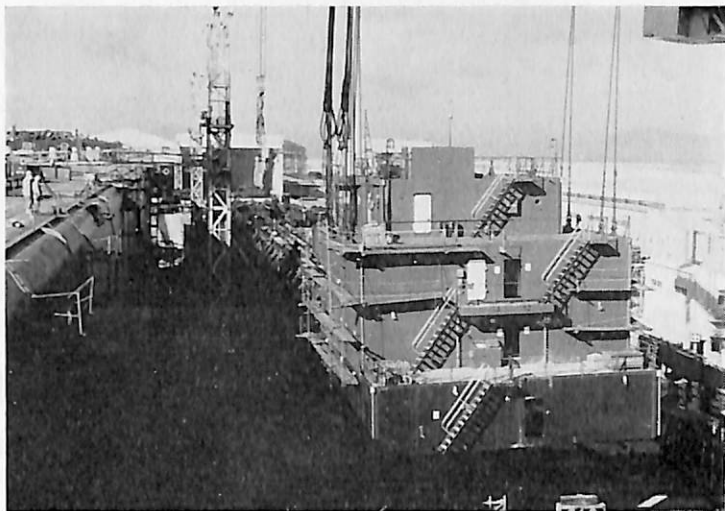


写真 21 特殊塗装工場では、外板、荷油槽などのブロックを塗装する。この工場は長さ 123 m、幅 32 m で、乾燥を早めるためのスチームヒーターと換気装置を設備している。ブロックは移動屋根をあけて、120 t クレーンで搬入、搬出する。

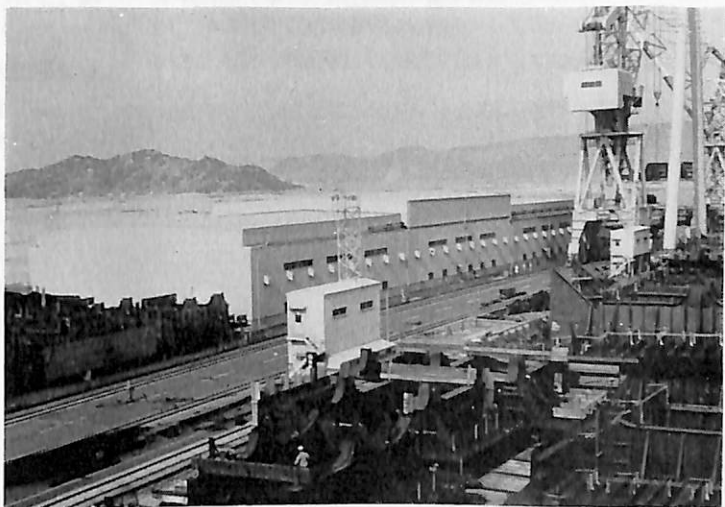
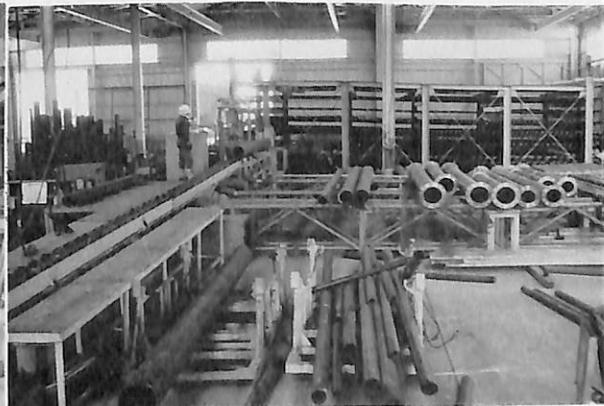


写真 23 中小径管工場の管材自動搬入装置

レイアウト上の制約から、250φ以下を加工する中小径管工場と、300φ以上を加工する大径管工場に分離した。中小径管工場には管材自動搬入装置があり、押しボタン操作により各サイズの管材を搬入することができる。この製品置場は建造ドックのクレーンとぎ装岸壁クレーンの両方がとどく範囲にある。

写真 22 軽量品工場でぎ装品を検収、保管し、ステージ別、区画別にパレット化してフォークリフトで発送する。出図、納期、原価の管理からパレット化までを電算機により一元化するパレット管理が実用化の段階にはいつた。



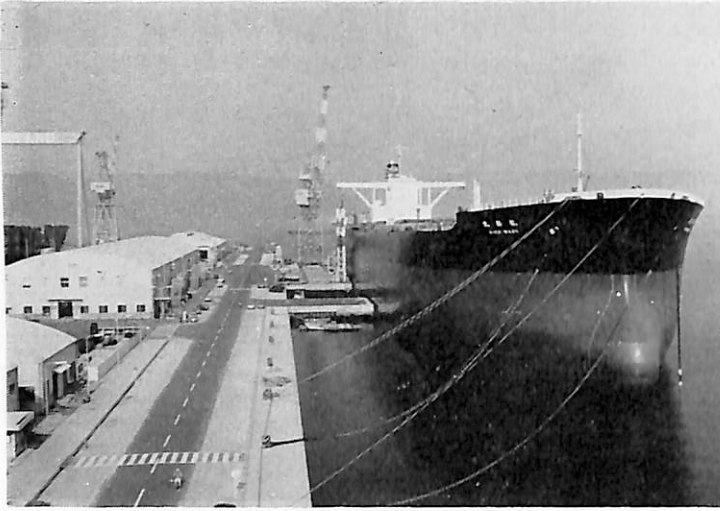


写真 24 ぎ装岸壁に係留した 180 型油槽船  
 ぎ装岸壁のクレーン能力は 10t しかなく、走行距離も短い。これは重量物を建造ドック内で搭載することを前提にしたためである。軽量品の運搬には、上甲板に仮設した小型クレーンと特殊フォークリフトが活躍する。電気、酸素、アセチレン、圧縮空気、水の配線、配管を集中し、供給と撤去を迅速に行なえるようにした、動力タワー、外板塗装用の移動足場などに特色がある。

岸壁の諸設備は、係船したままで、瞬間最大風速 45 m/sec の台風にも耐えるよう計画された。



写真 25 総合訓練所では、溶接、ガス切断、玉掛けなどの基本作業と安全について、技能職員の教育訓練をする。

特に、溶接については、機器整備、技術研究、技能訓練を実施して組織的に自動化を推進する溶接技術センターとしての機能を持つ。



写真 26 建設中の修繕ドック。

昭和 43 年 8 月末完成をめざし、修繕ドックの建設を進めている。すでにコンクリート工事の 80% を終わり、クレーンの組み立てが始まった。修繕ドックは長さ 450 m、幅 72 m、深さ 12.3 m で、500 型まで収容する能力があり、180 型までは、中間ゲートを使って入れ、その奥では同時に新造船の後部を建造することができる。



# これからの港湾

## — ポートアイランド構想に寄せて —

内 田 勇  
明治海運社長

産業界の各分野における急速な技術革新の進展は、世界経済の拡大と流通の加速化をもたらしたといわれる。すなわち生産面における大量生産体制並びに消費面における変革、流通面における大量配給体制の進行は、必然的に輸送機能に対する需要の近代化を促進する。

しかして世界貿易は経済成長に伴って逐年伸長し、わが国においても、燃料原材料の輸入量の増大に対応して、タンカーはじめ各種専用船の大型化とともに大規模な増強が行われつつある。また、製品雑貨の大量定型的輸送手段としてコンテナ船の登場を見るに至った。これは国際海上輸送と国内陸上輸送とを如何にして調和させるかという問題を新しく提起した点において、まさしく輸送革新の担い手と称して過言ではない。自動車、鉄道、海運、航空の各輸送機関は、コンテナを媒体としてその有機的結合を強いられ、さらに国内の陸上輸送機関は、欧米その他諸外国の国内輸送機関と直接関連づけられることも画期的といえる。

かように輸送機能の近代化は、海上輸送機関としての船舶の大型化、高速化の機能分化を促進せしめるほか、コンテナリゼーションによってドアからドアへの輸送を目標とするユニットロードシステムと、これに伴う陸海空各輸送機関を連結した一貫輸送体制により大量輸送を可能ならしめる。

一方、かかる輸送機能に完全にするためには、貨物集散ターミナル設備の近代化が必然的に重要な要素となる。従って港湾設備は輸送機能の革新に伴い当然近代化への道を急がねばならぬ。その取扱貨物量の増大とフォークリフトやモビルクレーン等新しい荷役用具の開発により、突堤の規模も従来のままでは狭隘となり実用に適さなくなっている。これに加えてコンテナ船の出現は埠頭用地に広大なスペースを要求するにいたり、港湾に対する考え方を根本的に変えざるを得なくなった。港湾とは本質的には海陸交通の接続点であり船舶を安全にけい留させる場所であるが、前述の通り船舶自体の変化に加え、コンテナリゼーションという輸送革命によつて港湾の機能に変化を生じ、また、港湾そのもの、すなわち港湾の建設技術の進歩と港湾における荷役形態の変化が、

技術革新によつて大いに促進されるにいたつたわけである。

かかる情勢を背景として神戸において具体化したポートアイランド構想をここに紹介し、新しい港湾のあり方を考えてみたい。

神戸港が横浜とともに日本を代表する貿易港であり、その立地条件のもたらす天然の良港であることのみならず、その背後に阪神重工業地帯を含む近畿経済圏、瀬戸内経済圏を擁し、わが国の国際貿易の門戸として動かざる地位を占めていることは喋々を要しない。

一方、神戸の市街部は背山に遮ぎられて都心部に土地を求め難くなり、最近では西北神地域や埋立地の利用開発が、総合的な都市再開発の見地から積極的に推進されている。それは神戸市が広域都市圏としての合理的な機能分担を果たさんがためである。

かねてから神戸港は摩耶埠頭を築造し、さらに東へと建設すべく企図していたが、港湾活動は可及的に都心部に近い処が有利であることから、在来の第2および第3防堤を埋立護岸として利用できることに着目し、港域前面にいわゆるポートアイランド建設の構想を具体化するにいたつた。

これは、別図の通り、都心部より僅かに2料の距離にあり、しかも在来の新港埠頭とは500米、神戸の港湾活動を一体的に運営するのに至便の地である。さらに在来の新港突堤が昭和39年、同40年と2年連続台風に見舞われた経験から、この地に一大人工島を築造することは、これが防壁として恰好のものとなるであろう。

かくしてポートアイランド計画は昨年8月、運輸省の港湾審議会において、昭和50年を目標とする神戸港湾計画の一環として審議決定されるにいたつたのである。

幸い神戸港周辺の埋立については、背山である六甲山系が急斜面で海に迫っているため、自然の水深に恵まれその維持のためのしゅんせつの必要がないこと、六甲山が花崗岩質より成りその土砂を使用しているので工場の早期建設が可能であることのほか、年間を通じて大潮時の平均干満差は約1.5米で繫船に便利、気候温暖（平均気温15.3度、平均風速3.6米）という好条件に恵まれている等の利点がある。

ポートアイランドは別図のとおり、神戸港前面に425万平方メートル（128万坪）の用地を造成し、そこに129万平方メートル（39万坪）の埠頭用地と173万平方メートル（52万坪）の港湾機能用地、123万平方メートル（37万坪）の都市再開発用地を設営しようとするものである。

埠頭用地の中、埠頭部分の岸壁、ヤード、フレートス

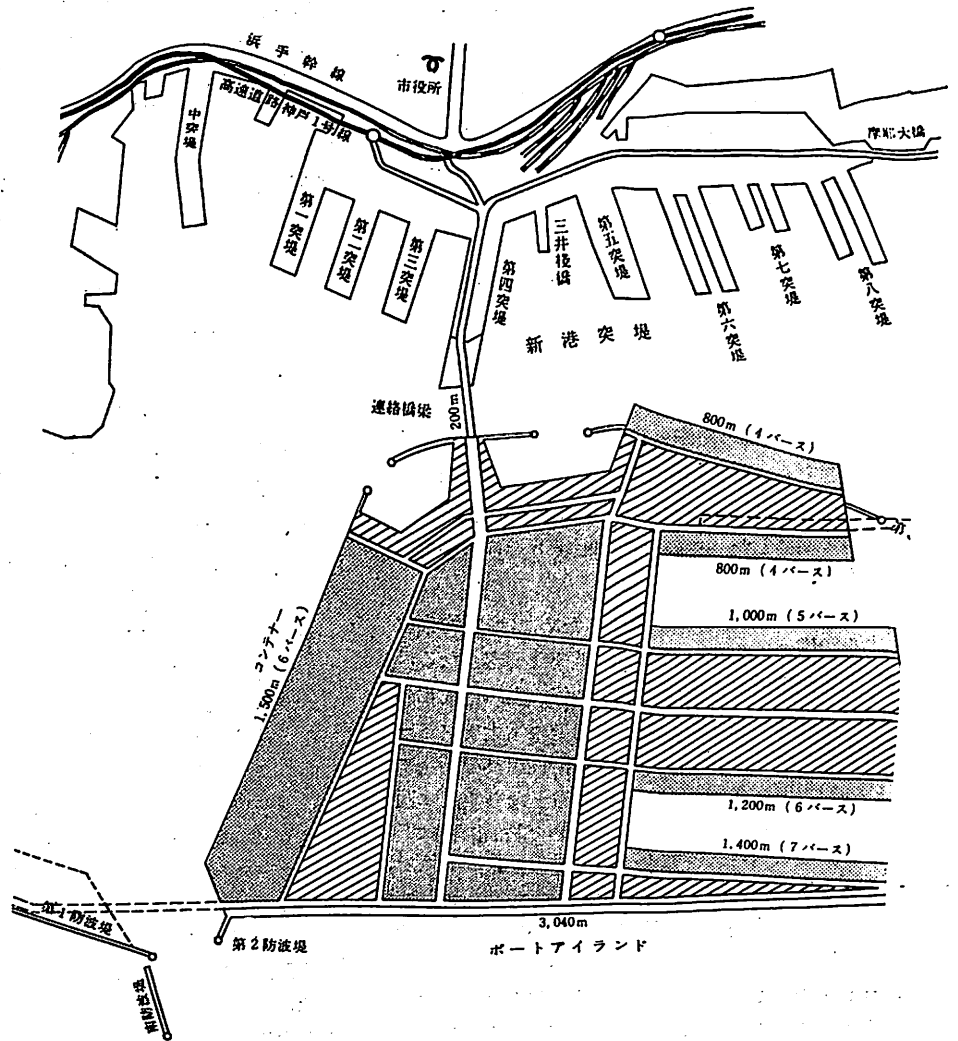
ーション、上屋、道路、ガントリクレーン等は阪神外  
 貿埠頭公団が大阪港の埋立地も含めて建設し、その施設  
 を船会社等に貸付け、維持管理に当り、あるいは災害の  
 復旧等も行うことになる。ポートアイランドには15,000  
 重量屯程度の定期船を対象とする26バースと、20,000  
 重量屯程度のコンテナ船を対象とする6バースを建設す  
 る。そしてコンテナ時代に適わしい広大なスペースをも  
 つ各船会社の専用埠頭として利用させ、港湾機能の能率  
 化を促進する。

港湾機能用地は倉庫、梱包業、野積場、駐車場等の貨

物保管荷捌き用地や、港湾関連業の事務所用地等に利用  
 し、さらに必要に準じ鉄道ターミナル、トラックターミナ  
 ル等の用地を確保し、船員や港湾就労者の福利厚生施設  
 用地等に充当する。

都市再開発用地は、いわゆる都市の過密化を緩和し、  
 新しい都市造りを行うための用地で、流通センター・運輸  
 所センター、さらに商社、銀行、通信、保険等の事務所、営  
 業を含むオフィスセンターやショッピングセンター、娯  
 楽センター等の用地、および市街地の地域純化に資する  
 ための工業用地、並びに一般の住宅用地、あるいは公園、

### 神戸ポートアイランド



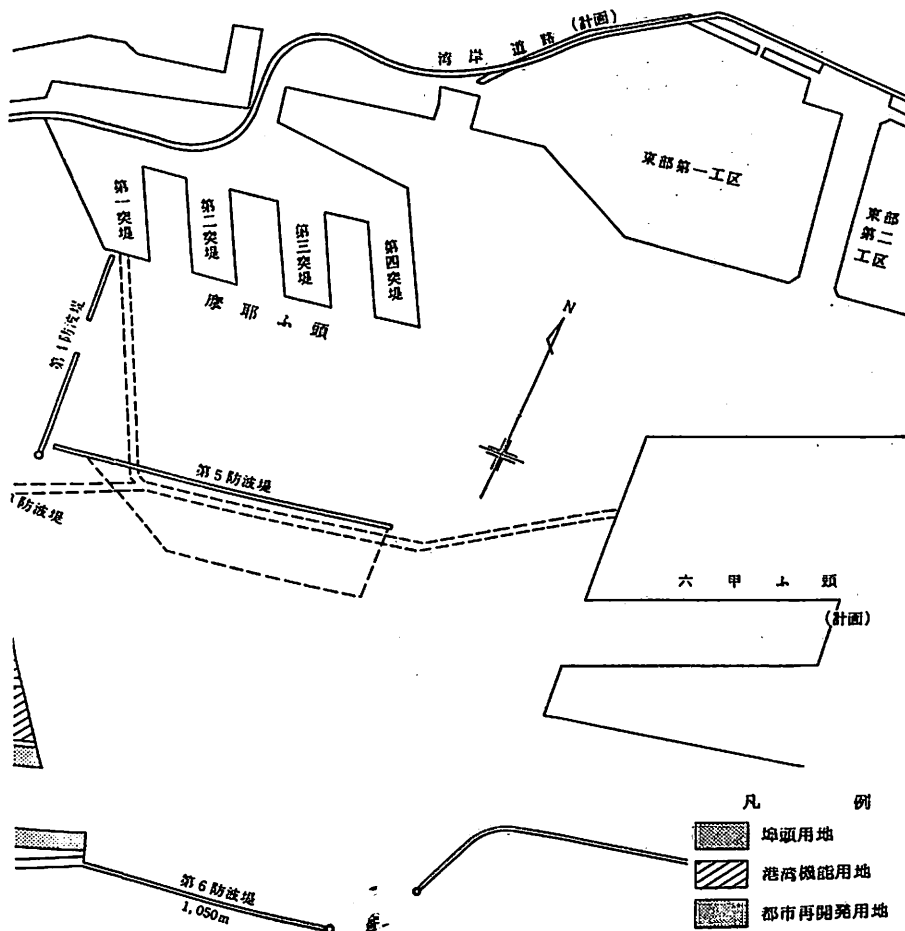
緑地，下水処理場等の公共用地に充当する。

なお，この外に曳船，舢舨，起重機船等を対象とする泊地面積 20 万 $m^2$  の小船溜りを建設するほか，ポートアイランドへの交通施設計画として，第 4 突堤との間に連絡橋梁を，さらに将来は摩耶埠頭，新港埠頭等各埠頭間の連絡道路の建設が見込まれている。

以上がポートアイランド計画の概要であるが，過密化しつつある都市の再開発，あるいは昭和 50 年には現在の 2.2 倍に達するものと予想される外貿定期船貨物量の

増加に対処する施策として，名案であると思われる。願わくばこの人工島の建設が，従来の航行区域内に造成されることにより，各方面の意向を十分に勘案して，特に水路の安全を守り，航行船の海難を招く原因を排除するよう格別の考慮が払われるものでありたいと切望する。そして，新しい時代にマッチした新しい港湾都市として，わが国の経済発展のための力強い礎となることを期待する次第である。

計画平面図



## インド向けタグボートと 大洋漁業の F. R. P. 漁艇

— 株式会社 大丸 商 務 部 —

大丸という名から読者は恐らく百貨店のみを思い浮かべられるであろう。しかしこの会社の商務部は商事会社として積極的な活動をしている。特に輸出及び国内向け中小型船艇の販売部門で最近、非常に多くの実績を作っている。

大丸の成功の理由を考えると直ちに次の三点が浮ぶ。

1. 機関部には絶体確実なものを採用する。例えば、インド向けタグボートの主機は MAN のオリジナル機関であり、同じく西独 Renk 社の減速装置、Vulkan 社の弾性継手を採用している。これは川崎汽船—ANL の提携で話題となった豪州航路ロールオン、ロールオフ船に予定されている設計と同じメーカーの組合せである。

2. 設計を独立の設計コンサルタント社に依頼している。本記事に紹介する各船艇は、それぞれ大成設計工務、小山ボートコンサルタントの設計になるものであり、山口琢磨氏、小山捷氏という第一級の技術士の手に成っている。欧米におくれ近年発足したばかりの技術士\* (コンサルタント エンジニア) 制度の積極的活用という意味で日本工業界としても注目すべき方針である。

3. 新しい機構、材料の積極的採用。各船艇の特長を見れば直ちに判ることである。

次に最近大丸の扱ったインド向けタグボートと大洋漁業向け強化プラスチック漁艇を紹介する。

### インド向けタグボート

1957年に納入されたインド向けタグボート5隻の内 BHARAT 号。スタンチューブのパッキンに山口琢磨氏取得の特許(船舶7月号に掲載の予定)が使用されていることを特長とする。船型に二種ある。

商社: K.K. 大丸商務部

船主: ボンベイ港湾局

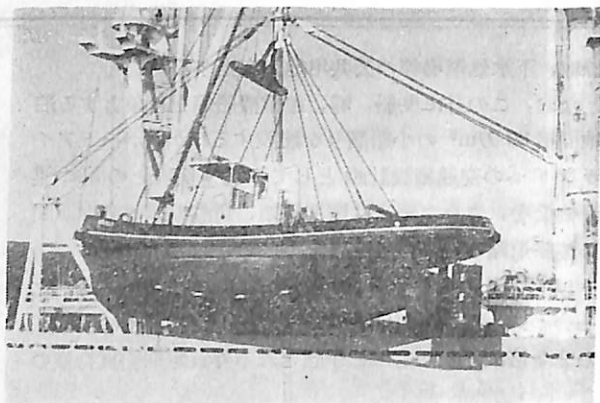
造船所: 袖野造船所, 名古屋

設計: 大成設計工務 東京 山口琢磨

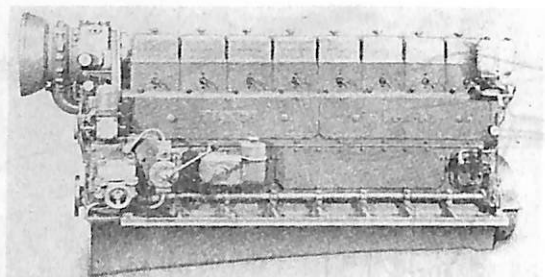
第一船型主要目

船名	BHARAT, BRAHM 及び BAHADUR
全長	20.80m
長(垂)	19.00m
幅(型)	5.60m

\*技術士: 科学技術庁による国家試験がある。詳細は日本技術士会に問合せられたい。Tel. 東京 262-2930



ボンベイ港湾局向けタグボート5隻の内  
第1船 "BHARAT"



"BHARAT" 主機: MAN W8V  
17.5/22 AmAL 型機関

深(型)	3.40m
吃水	2.80m
総吨数	100 GT
主機	MAN オリジナル W8V 17.5/22 AmAL 358 BHP 900/180 rpm
弾性継手	Vulkan EZ 115
減速装置	Renk SWV 36 (可逆転)

第二船型主要目

船名	RANJIT 及び RAMESH
全長	23.50m
長(垂)	21.50m
幅(型)	6.40m
深(型)	3.80m
吃水	3.30m
総吨数	145 GT
主機	MAN オリジナル G6V 30/45, 560 BHP 400/150 rpm
弾性継手	Vulkan EZ 165
減速装置	Renk SWV 40 (可逆転)

## 大洋漁業向け F.R.P. (強化プラスチック) 漁艇

この漁艇は大洋漁業の英断により業界のトップを切つて試作された二隻の F.R.P. 単板漁艇の内一隻であり、母船第 21 東丸に搭載されて鮪漁に当る。従来第 21 東丸は鋼製漁艇 4 隻を搭載していたが本漁艇の完成により 2 隻に減らされる。これにより多くの合理化が得られる。

本漁艇を完成に導いた諸条件。

1. 材料の進歩 ガラス繊維：旭グラスファイバー  
ポリエステル：大日本インキ、三菱樹脂提携の日本ライヒホルドの製品
2. F.R.P. 船特有の船型の完成：小山技術士。
3. 簡易モールド法の完成：東栄ボート。
4. F.R.P. 漁船研究会の協力。

商社：大丸商務部

船主：大洋漁業

造船所：東栄ボート、横須賀

設計：小山ボートコンサルタント、小山 捷、横浜



大洋漁業“第 21 東丸”搭載の F.R.P. 漁艇

### 主要目

全長	15.8 m
幅(型)	3.8 m
深(型)	1.5 m
純屯数	19.8 T
船体	強化プラスチック単板構造
主機	いすゞ DA 640 T 減速機付 120 BHP, 2300/590 rpm

## (MAN ニュース)

### ○ 信頼性工学

「信頼性工学」は工学のもつとも新しい分野の一つである。しかしある機械の信頼性を解析するには膨大な資料の処理が必要なので、この理論の全面的適用は容易でなかった。MAN では、この問題を「電子データ・プロセッシング・センタ」の活用により解決し、ディーゼル機関にこの理論を適用できるようになった。IBM ニュースに詳細な報告“Collection and processing for wear data within a maintenance and reliability programme for MAN Diesel engine” H. Daner が掲載されるので、関心のある方は読まれるとよい。

### ○ MAN 中速機関 VV, RV 40/54

1) 英国ブリティッシュ & アイリッシュ・スチームパケット社は、ダブリン—リバプール間の航路のためフェリー 3 隻を発注した。最初の 2 隻の主機は MAN の V 9 V 30/45 mAL (各 2850 PS, 428 rpm) 4 台搭載であり、第 3 船は R 7 V 40/54 (各 4000 PS, 430 rpm) 4 台である。なお発電機はいずれも GV 23.5/33 mAL である。

2) ブレーマハーフェン市の造船所アーゲー・ウェザー (AG.Weser) で開発された標準船の第一船が発注された。

船主：The Shipping Co. Adolf Wiards

主機：MAN V 6 V 40/54, 6520 PS, 400 rpm

3) コンテナ船にもこの機関は発注された。すなわち、ニューキャッスル市の Common Brothers Ltd. のコンテナ船で、ハンブルグの Sietas 造船所で建造される。主機は V 5 V 40/54, 5430 PS, 400 rpm である。

4) タンカー用としても R 6 V 40/54, 3350 PS, 430 rpm が受注された。船主：De Vries & Co. (ハンブルグ)、造船所：Nobiskrug Rendsburg。

5) フィリピン向け R 6 V 40/54, 3140 PS, 400 rpm、タヒチ向け V 6 V 40/54, 6520 PS, 400 rpm が最近受注された。

### ○ 新しい中速機関 VV 5050 を開発中

MAN は新しい中速機関 VV 5050 を開発中であるが、その主要寸法はシリンダ径 520 mm、ストローク 550 mm である。V 型 12 気筒の試験機関は 7 月に起動する。

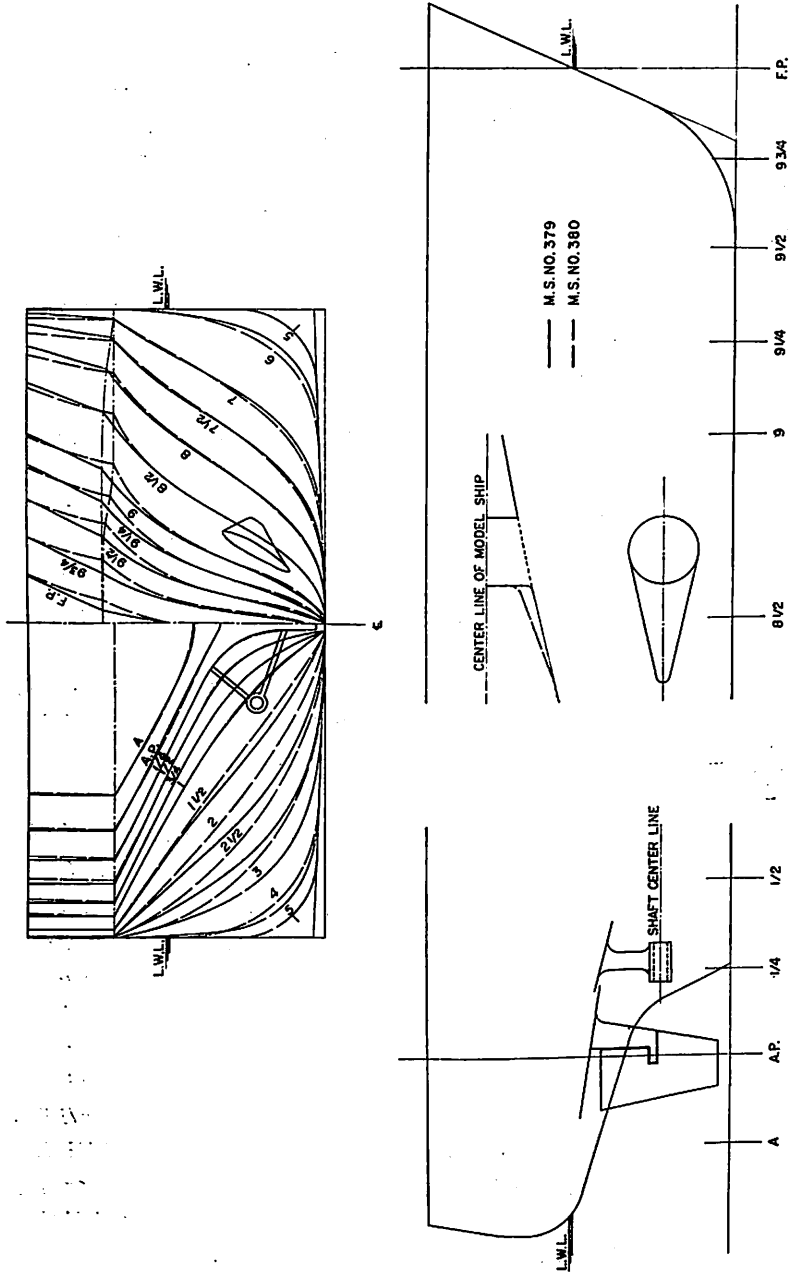
当初は 900 BHP/cyl, 400 rpm を保証するが、将来は少なくとも 1000 BHP/cyl になる予定。また一応 V 型機関のみを最初に製造し、直列機関は後日になる。

平均有効圧力	17.3 kg/cm <sup>2</sup>
燃料消費量	150 g/BHP. h
潤滑油消費量	1.0~1.2 g/BHP. h
使用燃料	150 g/BHP Redwood I

18 筒機関の長さは 7.9 m にすぎず、この機関 2 基で 32,400 BHP 出せるので VV 40/54 型に比し船の設計は楽になる。

99 m 型旅客兼自動車渡船の模型試験例

船舶編集室



第1図 M.S. 379 & 380 正面線図, 船首尾形状およびバウスラスタスター形状図

M.S. 379, M.S. 380 は 99 m 型旅客兼自動車渡船に対応する模型船で、模型船の垂線間長さおよび縮率は、それぞれ 5.5 m, 1/18.00 である。両船の主要寸法を、試験に使用した模型プロベラの要目とともに、実船の場合に換算して第 1 表に示し、正面線図および船首尾形状を第 1 図に示す。本船の実船は船首部にバウスラスターを装備する予定になっており、模型船としてはバウスラスターのダクトとスタビライザーの開口をつけたものと両方の孔を塞いだものとを準備した。バウスラスターダクトの形状は第 1 図に、スタビライザーの形状は第 2 図に示されているが、図に示されているようにバウスラスター入口の形状は両模型船で若干異なっている。両模型船ともハンギング舵が採用されている 2 軸船である。また、両模型船とも L/B は約 5.8, B/d は約 4.0 である。

なお、主機は連続最大出力 2,800 BHP × 300 RPM のディーゼル機関 2 基の搭載が予定された。

第 1 表 要 目 表

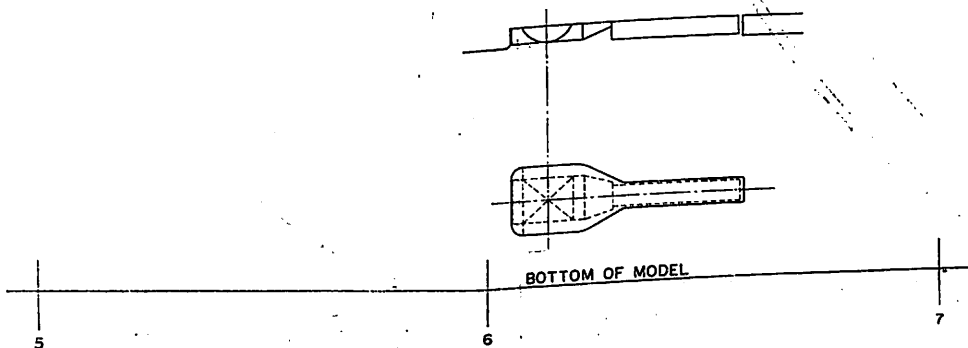
M. S. No.		379	380
長さ (LPP) (m)		99.000	
幅 (B) 外板を含む (m)		17.125	
満 載 状 態	喫水 (d) (m)	4.263	
	喫水線の長さ (L.w.L.) (m)	103.500	
	排水量 (Ps) (m <sup>3</sup> )	4,149	4,026
	C <sub>B</sub>	0.574	0.557
	C <sub>P</sub>	0.608	0.590
	C <sub>M</sub>	0.944	
	L <sub>CB</sub> (LPPの%にて図より)	+2.36	+1.91
平均外板の厚 (mm)		12.5	
摩擦抵抗係数		I.T.T.C. 1957 Model-Ship Correlation Line	

試験は両模型船とも満載および試運転の 2 状態で実施された。

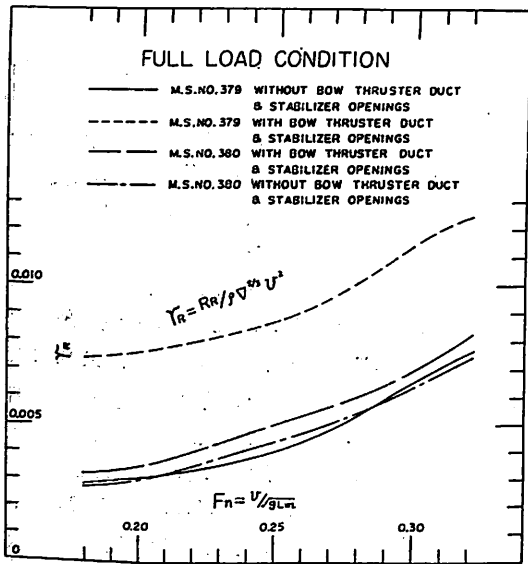
抵抗試験は、両模型船ともバウスラスター開口部およびスタビライザーのある場合とない場合の両方で実施され、その結果得られた剰余抵抗係数  $r_R$  を第 3 図および第 4 図に、これらの結果に基づいて実船の有効馬力を算定したものを第 5 図および第 6 図に示す。

自航試験については、M.S. 379 はバウスラスター開口部およびスタビライザーがない状態で、M.S. 380 は両方がある状態で行なわれた。その結果得られた自航要素を第 7 図に示す。これらの結果に基づいて実船の伝達馬力等を算定したものを第 8 図に示す。ただし、試験の解析に使用した摩擦係数は I.T.T.C. 1957 Model-Ship Correlation Line で、実船に対する粗度修正量  $\Delta C_F$  は 0.0004 とした。また、実船と模型船との間における伴流係数の尺度影響は考慮されていない。

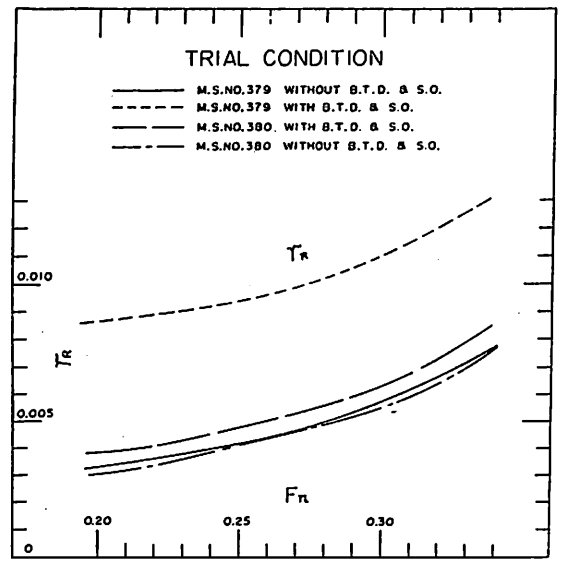
M. P. No.	380 $\frac{R}{L}$
直 径 (m)	2.813
ポ ス 比	0.192
ピ ッ チ (一定) (m)	2.110
ピ ッ チ 比 (ク)	0.750
展 開 面 積 比	0.049
翼 厚 比	0°
傾 斜 角	4
翼 数	
回 転 方 向	外 廻 り
翼 断 面 形 状	エーロフォイル



第 2 図 スタビライザー形状図



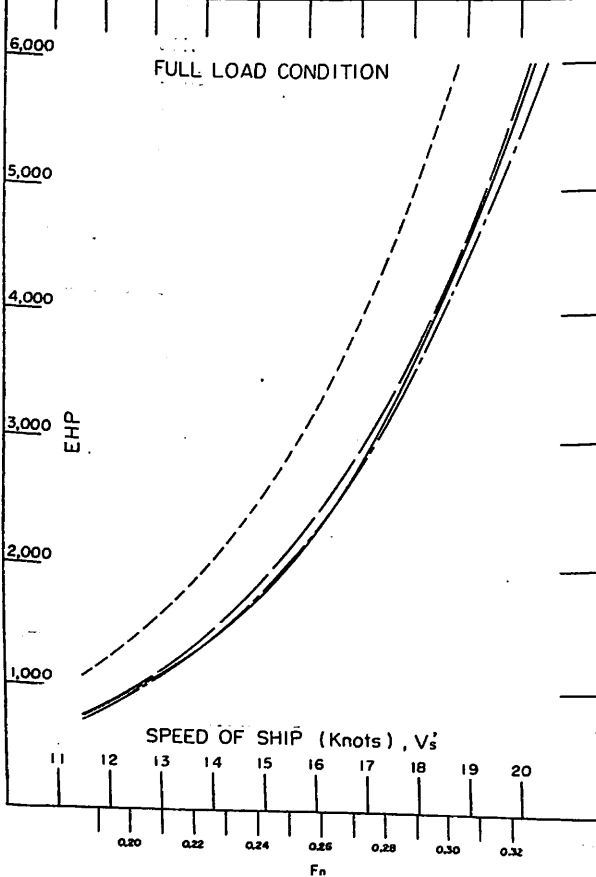
第3図 M.S. 379 & 380 満載状態の剰余抵抗係数



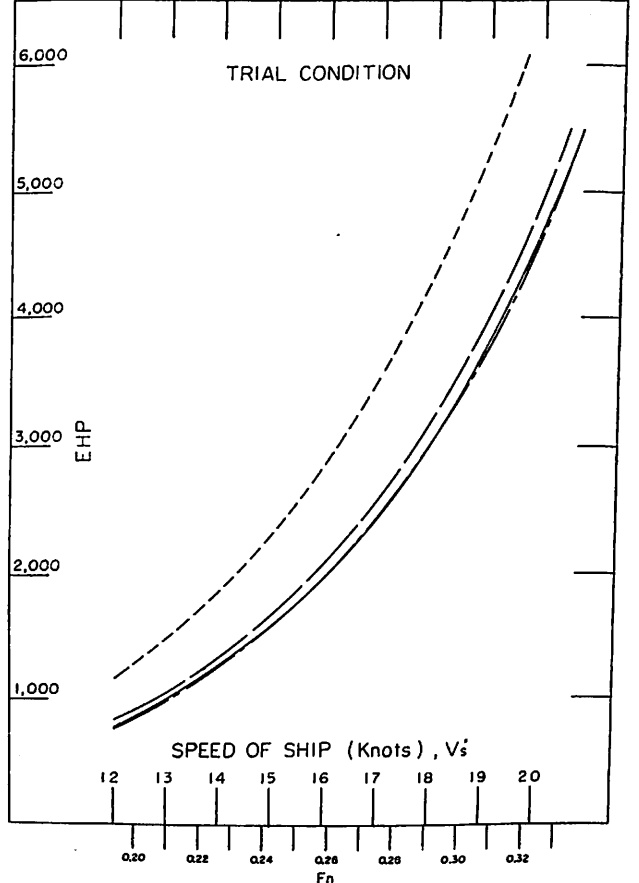
第4図 M.S. 379 & 380 試運転状態の剰余抵抗係数

M.S. NO.	DRAFT (m) INCLUDING SKIN			TRIM (m)	DISPLACEMENT		B.T.D. & S.O.	MARKS
	A. P.	M. S.	F. P.		$\nabla_s$ (m <sup>3</sup> )	$\Delta_s$ (ton)		
379		4.263	0	4,149	4,253	WITHOUT	——	
				4,131	4,234	WITH	----	
380			0	4,026	4,127	WITH	----	
				4,037	4,138	WITHOUT	----	

M.S. NO.	DRAFT (m) INCLUDING SKIN			TRIM (m)	DISPLACEMENT		B.T.D. & S.O.	MARKS
	A. P.	M. S.	F. P.		$\nabla_s$ (m <sup>3</sup> )	$\Delta_s$ (ton)		
379	3.748	3.623	3.498	0.250	3,372	3,456	WITHOUT	——
					3,353	3,437	WITH	----
380	3.852	3.727	3.602	0.250	3,35E	3,440	WITH	----
					3,367	3,452	WITHOUT	----

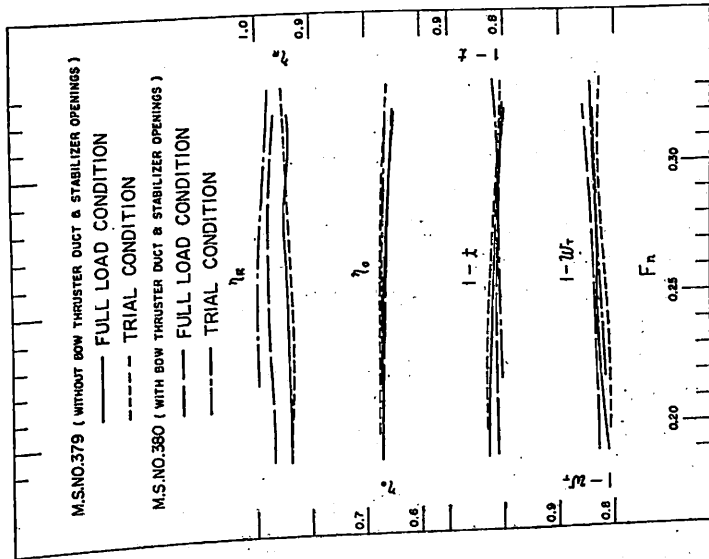


第5図 M.S. 379 & 380 満載状態のEHP曲線図

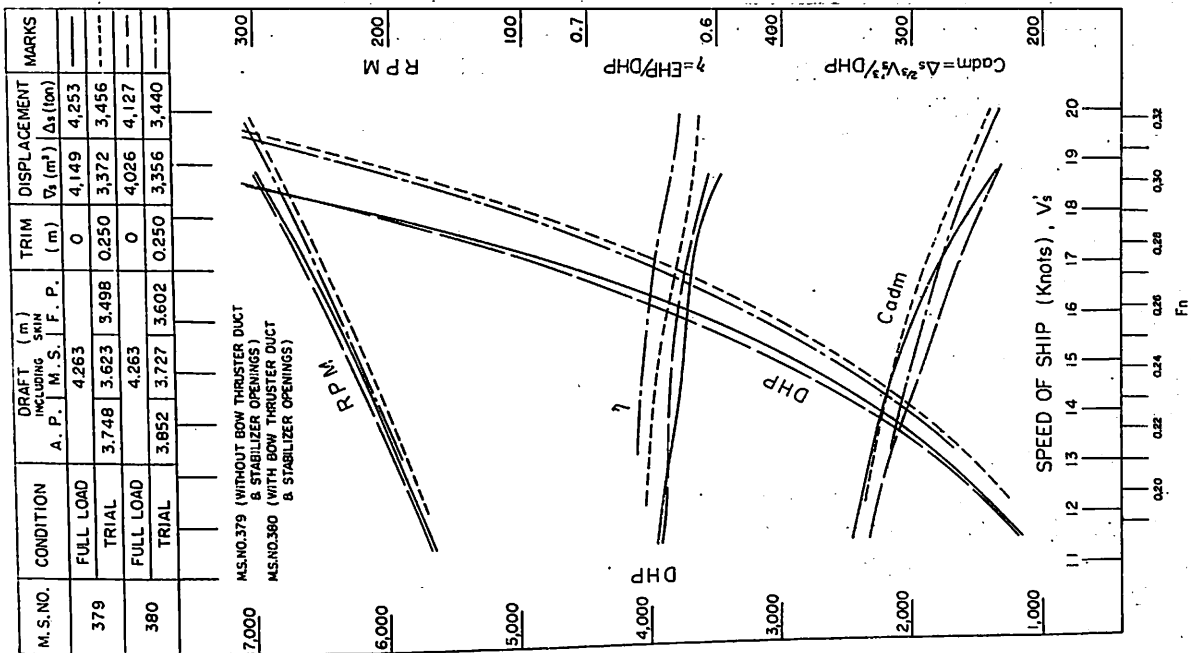


第6図 M.S. 379 & 380 試運転状態のEHP曲線図





第7图 M.S. 379 & 380 x M.P. 330<sup>r</sup> 自航要素



第8图 M.S. 379 & 380 x M.P. 330<sup>r</sup> DHP 等曲线图

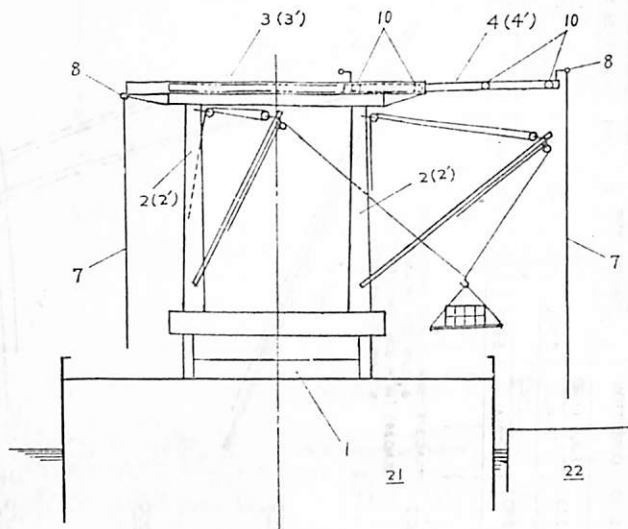
# 特許解説

船用雨中荷役装置 (特許出願公告昭 43-4687 号, 発明者, 小口芳保, 出願人, 三菱重工業株式会社)

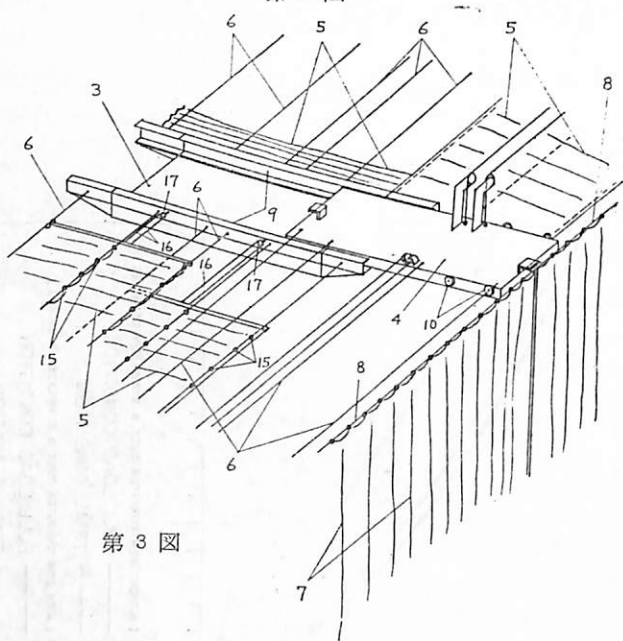
従来から降雨時の貨物船の荷役作業を行なうに際しては船内および船内の貨物を保護するものとしてハッチテント等が使用されていたが, これらはどちらかといえば荷役中に急に雨が降り出した時などに使用されるもので降雨時にそれらを用いて積極的に荷役を行なうためのものではなかつた。そこでこの発明では, 上記の点を考慮して降雨時にも積極的に荷役作業を行なうことができるようにした雨中荷役装置を提供せんとしたのである。

図面について説明すると, 船のハッチ 1 をはさんで前後にデリックポスト 2, 2' が設けられ, そのデリックポスト 2, 2' の上にプラットフォーム 3, 3' が取り付けられている。プラットフォーム 3, 3' の上面には船の左右舷方向に移動するパネル 4, 4' が取り付けられている。またハッチ 1 を隔てて向かい合った前後のプラットフォーム 3, 3' とパネル 4, 4' との間には防水布 5 を張るためのスパンワイヤ 6 が必要数張り渡されている。そしてこのワイヤ 6 に沿って防水布 5 がハッチ 1 および舷側部の上方に張られ, パネル 4, 4' の最先端には防水カーテン 7 がスパンワイヤ 8 に張られている。防水布 5 にはリング状の金物 15 が取り付けられその中にスパンワイヤ 6 が貫通され, 防水布 5 の端部にはワイヤ 16 が取り付けられていてプラットフォーム 3, 3' に設けた滑車 17, 18 を通してウインチ (図示されていない) で引張ることにより展張される。また防水布 5 に取り付けられた別のワイヤ 19 がプラットフォーム 3 に設けられた滑車 20 を通してウインチ (図示されていない) で引張れば, 防水布 5 は収納される。プラットフォーム 3 の船首, 尾端には溝型レール 9 が取り付けられ, パネル 4 のローラ 10 が右左舷に移動するようになっている。パネル 4 の左右端にはワイヤ 11 および 12 が取り付けられ, それぞれプラットフォーム 3 に設けられた滑車 13 および滑車 14 を通してウインチ (図示されていない) に導かれており, ワイヤ 12 を引けばパネル 4 は右方に移動し, ワイヤ 11 を引けば左方に移動するようになっている。また, パネル 4, 4' の相互間には防水布 7 がワイヤ 8 に展張懸垂可能に設けられ, 他の防水布と同様な手段で展張, 収納されるようになっている。そこで雨中の荷役に際しては, ワイヤ 11 か 12

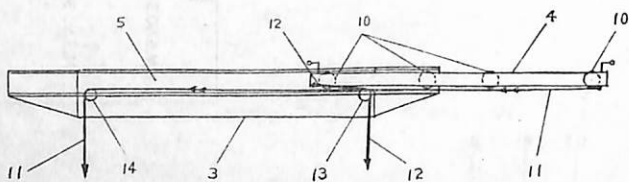
のいずれかを引張ることによりパネル 4, 4' を右左舷のいずれかの側に移動させた後防水布 7 を展張し, パネル 4, 4' 上面の防水布 5 を同様にして展張すれば, 荷役作業を能率よく行なうことができる。



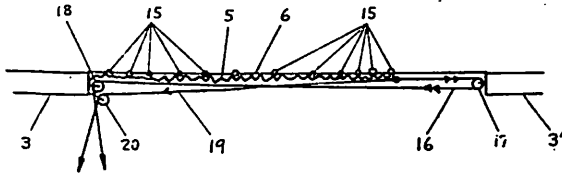
第 2 図



第 3 図



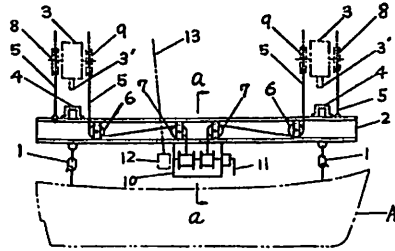
第 4 図



第5図

端艇掲降装置（特公昭43-1310号，発明者，丹羽利一，出願人，三菱重工業株式会社）

従来から存在する救命艇降下設備はほとんどのものが本船側からポートウインチを操作して救命艇の降下をさせるようにしたものであつた。そのために全員が救命艇に乘船することができず，少なくとも1人のものがポートウインチを操作して他のものを救命艇に乗り込ませて降下させた後，繩梯子か救命索等で乗艇しなければならなかつた。



第1図

この発明は，上記の点を改良して全部のものが救命艇に乗り込んでから救命艇内でポートウインチを操作して救命艇を降下させて全部のものの安全な避難を行なうことができるようにしたものである。

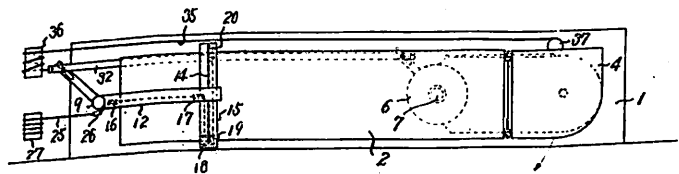
図面について説明すると，ポート A は適当な位置で吊り金具 1 で懸吊され，その吊り金具 1 はポート吊りビーム 2 に取り付けられている。そのポート吊りビーム 2 にはこのポート A を扱う重力式ポートダビットのクレードル 3 のフック 3' に係合するような位置にビーム吊り金具 4 およびポート吊索 5 を導く滑車 6, 7 が取り付けられている。ポート吊索 5 はポート吊りビーム 2 の一部にその一端が固定され，他端は重力式ポートダビットの所要の滑車（図示しない）および滑車 8, 9 を経て再びポート吊りビームに戻され，その滑車 6, 7 を経てポート吊りビーム 2 の下方に設けられたポートウインチ 10 のドラムにそれぞれ巻きとられてい

る。この吊索の巻き出しはポート A 内より操作可能のポートウインチ 10 のハンドブレーキ 11 を操作することによつて行なわれ，また吊索 5 の巻き込みは取外し式の電動モータ 12 によつて船内より電線 13 で給電して行なわれる。ビーム吊り金具 4 はポート A の格納位置においてポート A をポートダビットのクレードル 3 のフック 3' に吊るものである。そこでポートウインチ 10 を操作してポート吊索 5 を巻き出せば全員乗艇したままポートダビット 3 の振り出しおよびポート A の降下進水が行なわれる。

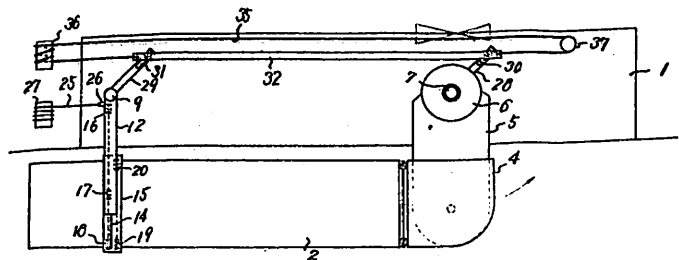
舷梯の格納装置（特許出願公告昭43-8213号，発明者，矢野富八郎，ほか2名，出願人，日立造船株式会社）

舷梯格納装置としては従来から舷梯をその上部のプラットホームと水平な位置まで吊り上げ，これを回転起立させてリセス内に格納するものなどが存在していたが，そのような型のもは，格納時に回転起立させるので格納姿勢が不安定になりがちであり，格納後の舷梯の固縛も簡単なものではなかつた。そこでこの発明では上記の点を改良して舷梯をプラットホームと水平な位置まで吊り上げた後，水平な状態でスライドさせて格納できる舷梯格納装置を提供せんとしたのである。

図面について説明すると，舷側のリセス 1 の一側に立設された軸 7 に腕 5 と操作棒 28 を有するプラットホームベッド 6 が遊嵌され，そのプラットホームベッド 6 の下部周囲に複数個のローラ 8 が設けられ，回転できるようになつている。腕 5 はプラットホーム 3 に固着されており，そのプラットホーム 3 に一体的に重ね合わせ状に回転台 4 が取り付けられ，舷梯 2 の上端がその回転台 4 に



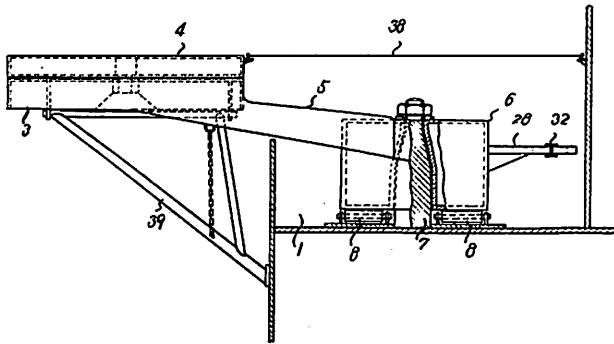
第1図



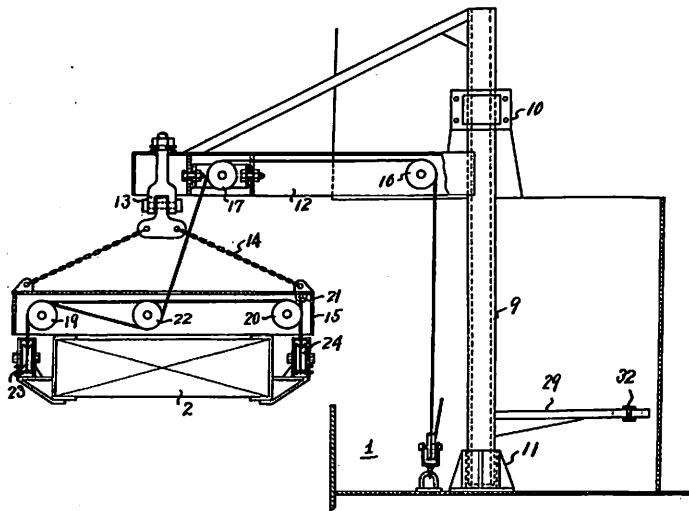
第2図

取り付けられている。舷梯2の下端側のリセス2には回転支柱9が立設され、その回転支柱9にダビット12が固着されている。そのダビット12の外端に取り付けたユニバーサル13にチェーン14を介して係梁15が吊装されている。ダビット12内の両側部には滑車16、17が取り付けられており、また係梁15内の一側には2個の滑車18、19が並列的に、他側には滑車20と止め金具21が、中央部には滑車22がそれぞれ取り付けられてい

る。そこで一端が係梁15内の止め金具21に係止されたロープ25は、舷梯2側部の滑車24を介して係梁15内の滑車19、20を経て、舷梯2側部の滑車23を介して係梁15内の滑車18、22からダビット12内の滑車17にいたり、その内部の滑車16からリセス1内の滑車26を介してウインチ27に他端を巻きとらせるように掛装されている。29は回転支柱9に固着された操作棒でプラットホーム6の操作棒28とともに先端に溝30、31が形成



第 3 図



第 4 図

され、その溝にレバー32の両端部に取り付けたピン33、34を挿入して操作棒28、29と連結されている。このレバー32はロープ35を介してドラム36で作動され、前記操作棒28、29を同方向に作動させるもので、ロープ35の一端がレバー32の一方に係止され、ガイドシーブ32に係合された後、ドラム36に多重巻に巻装され、その他端がレバー32の他方に係止されている。そこで舷梯2を格納状態から使用状態にするときには、ドラム36およびロープ35によつてレバー32を横移動させ、これを操作棒28、29に伝えてプラットホームベッド6と回転支柱9の回転に変換し、プラットホームベッド6は腕5によつてプラットホーム3を外方に、また回転支柱9はダビット12を介して舷梯2の下端を吊装した係梁15を外方にそれぞれ回転させ、舷梯2をリセス1底面と水平な状態のままリセス1外へ放出させる。その後ウインチ27を巻き戻してロープ25を繰り出せば、舷梯2の下端が降下する。格納するときと同様に逆の操作を行えばよい。

(特許庁 安部 弘教)

船 舶 第41巻 第6号

昭和43年6月12日発行  
定価320円(送18円)

発行所 天 然 社

東京都新宿区赤城下町50

電話 東京(269)1908

振替 東京79562番

発行人 田 岡 健 一

印刷人 研 修 舎

購 読 料

1 冊 320円(送18円)

半年 1,600円(送料共)

1 年 3,200円( )

以上の購読料の内、半年及び1年の予約料金は、直接本社に前金をもつてお申込みの方に限ります

21世紀の産業界に贈る。高性能液状ガスケット完成!!

新製品

ヘルメシール<sup>NO.</sup> 101Y

船舶内の漏止めにお奨めします!!



景品付発売記念セール実施中

NO. 101Yの特徴

1. 特別に重合した多元重合高分子を主成分にした新しいタイプの不乾性液状ガスケット(特許出願中)
2. 耐熱圧性がよい。耐熱、耐圧性がよく熱が加わっても在来不乾性形のような著しい耐圧低下を起さない。
3. 耐圧性が優れている。パッキンやガスケットに塗布すると最低締付け面圧力を低減でき、ガスケット係数、最低締付け面圧力のバラツキを少なくする。
4. 耐水、耐油、耐ガンソリン性、作業性がよい。どこにでも気軽に能率的に使用できます。

《型録贈呈》

液状ガスケットJIS工場



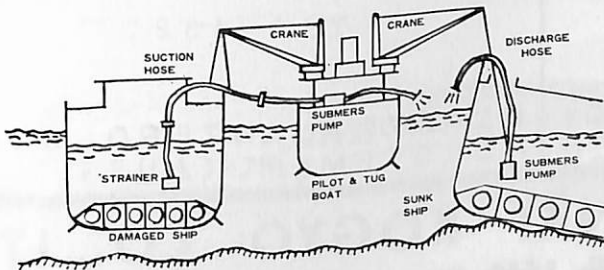
日本ヘルメチック株式会社

本社・営業部 東京都品川区大崎2-11-1 電話(492) 3677(代表)  
 大阪営業所 大阪市西区江戸堀1-144 電話(441) 1114・2904  
 名古屋営業所 名古屋市熱田区横町2-20 電話(681) 9371(代表)

ライカ 舶用 水中ポンプ

非常用備品として.....  
 サルベージ用として

口径・揚程・水量・電圧  
 各種専門製作



ライカ電潜株式会社

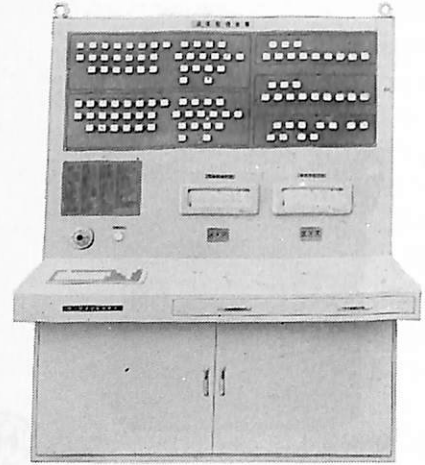
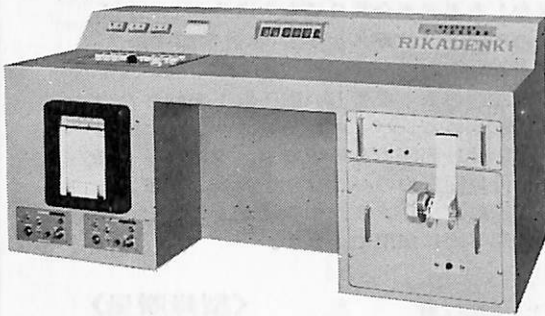
大阪市大正区三軒家浜通4-16 TEL (552) 3001

# ZERO SCAN SYSTEM

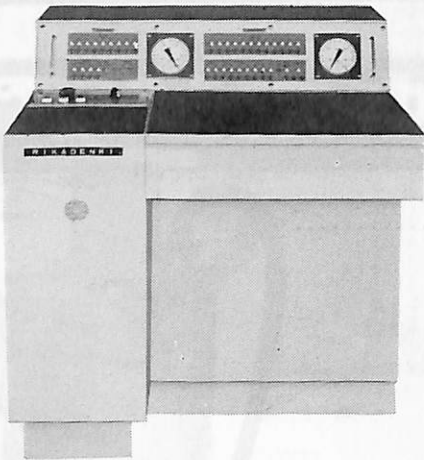
## 多個所自動監視装置

ZERO SCAN SYSTEM は船舶運行に必要なあらゆるデータ(温度・圧力・液面等)を測定し、監視するための新しいSYSTEMです。

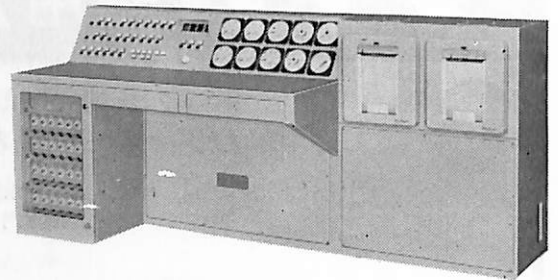
ZERO SCAN SYSTEM 最新のエレクトロニクス技術を駆使し、従来の多個所監視装置の観念を破った全く新しい理想的なSYSTEMです。



ZSA-1110型



ZSA-155型



ZSA-432型

●ご用命・お問合せは／本社第一営業部または小倉営業所まで

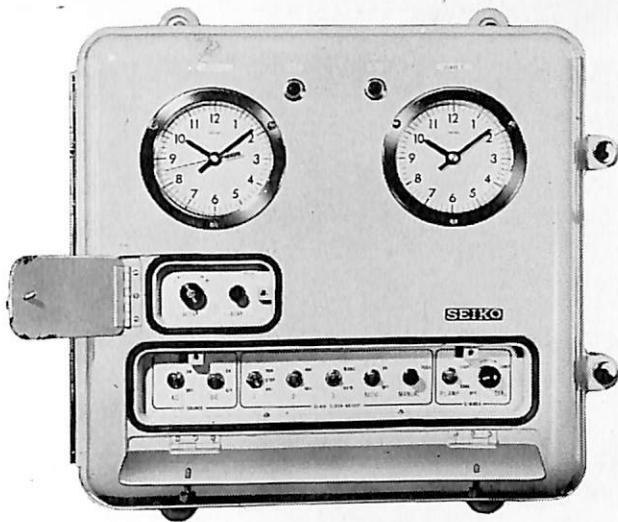
●これらの監視盤にはZERO SCAN SYSTEMを用いております。



**RIKADENKI KOGYO CO., LTD.**  
**理化電機工業株式会社**

本社・工場 東京都目黒区中央町1-9-1 TEL (712) 3171大代表  
TELEX 246-6184  
小倉営業所 北九州市小倉区京町10-281 (五十鈴ビル) TEL (55) 0828番

この「精度」に信頼がよせられています



QC-6TM 450mm×430mm×200mm

## セイコー船用水晶時計 QC-6TM

日差±0.2秒以内。オールトランジスタ式。安定した精度を持っています。グリニッジ標準時と日本標準時の両方を表示。従来のマリンクロノメーターにかわって、航海に必要な数かずの時刻をコントロールします。セイコーが最新のエレクトロニクスの技術を結集して、特に船舶用に設計しました。



QC-951-II 200mm×160mm×70mm

## セイコー クリスタルクロノメーター QC-951-II

小型で、精度が高く、しかも自由に持ち運びのできる水晶時計があれば……そんな要望をすべて満たしたセイコー クリスタルクロノメーター。平均日差±0.2秒以内。オールシリコントランジスタ式。乾電池で作動します。マリンクロノメーターとしても、理想的な機能をそなえた標準時計です。

世界の時計

**SEIKO**

発売元 株式会社 服部時計店

東京本社 東京都中央区銀座4丁目  
特器部 東京都千代田区神田鍛冶町2-3  
電話 東京(256)2111  
大阪支店 大阪市東区博労町4丁目  
特器課 電話 大阪(252)1321

特約店 株式会社 宇津木計器製作所

本社 横浜市中区弁天通り6丁目83番地  
電話(20)0596(代)-8番  
大阪出張所 大阪市港区三条通り3丁目31番地  
電話(573)0271番

# カワサキ 船舶用炭酸ガス消火設備

船舶用として最も秀れた



《カワサキ船舶用消火設備》は20余年にわたる各種消火設備の経験と、最高度の航空機工業の技術により日夜あくなき改良と進歩を加え多数の特許、実用新案をとり入れた充分の信頼性と優秀性を持っております。

お問い合わせ、  
カタログの  
ご請求は……



## 川崎航空機工業株式会社 機械事業部

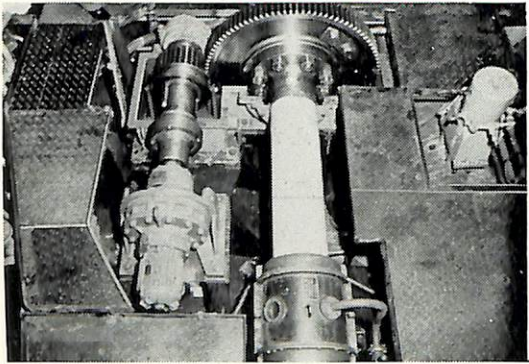
東京 東京都港区芝公園25号地(協立ビル) TEL 434-5211 代表  
大阪 大阪市北区曾根崎中1の64(梅田第一ビル) TEL 312-6161 代表

船舶 第四十一卷 第六号  
昭和四十五年三月二十日 第三種郵便物認可  
昭和四十三年六月七日 印刷(毎月一回)  
昭和四十三年六月十二日 発行

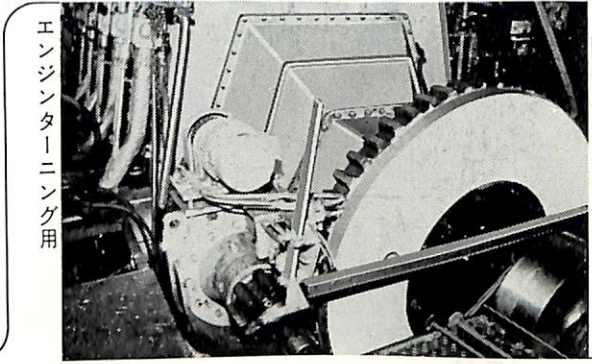
編集発行 兼印刷人 田岡健一  
東京都新宿区赤城下町五〇番地  
印刷所 研修舎

造船及び主機・補機メーカーの“VE”に大きく貢献しています……

# 住友の 船用サイクロ減速機



プロペラ軸ターニング用



エンジンターニング用

- 【特長】●大減速比●高効率●小型・軽量●故障がなく長月命●衝撃や過負荷に強い●運転が円滑静粛●慣性モーメントが小さい●性能が常に安定●合理的な構造で保守が容易
- 【用途】◆ターニングギヤ用サイクロ◆ウインテ用サイクロ◆ウインドラス用サイクロ◆キャブスタン用サイクロ◆ハッチカバー用サイクロ◆ステアリングギヤ用サイクロ◆ポートダビット用サイクロ◆その他多種



## 住友機械工業株式会社

本社: 大阪市東区北浜5の15 新住友ビル TEL大阪(06)203-1131(代)  
支社: 東京都千代田区神田錦町2の1 住友機械ビル TEL東京(03)294-1411(代)  
営業所: 札幌(0122-23-3732) 名古屋(052-961-6538) 高岡(0766-22-8238)  
広島(0822-21-5273) 福岡(092-75-6031) 新居浜(08972-7-1212)

詳細は最寄りの営業所又は  
代理店に照会願います。

本号定価 三二〇円 発行所 天  
東京都新宿区赤城下町五〇番地  
電話 東京(03)七九五六二番  
然社

保存委番号:

052101

IBM5541