

SHIPPING

船舶

1972. VOL. 45

5

昭和五十二年三月二十日 第三種郵便物認可
毎月一回 十二日発行 昭和四十七年五月十七日
昭和二十四年三月二十八日臨時特別水運雑誌第四〇六号
印刷

大型タンカー“日王丸”^{にちおう}

船主	主	山下新日本汽船(株) 日正汽船(株)
重量トン数	238,731トン	
主機関	日立UA-360型 蒸気タービン1基	
最大出力	36,000馬力	
速力(試運転最大)	16.27ノット	
完建	工造	昭和47年3月15日 日立造船堺工場

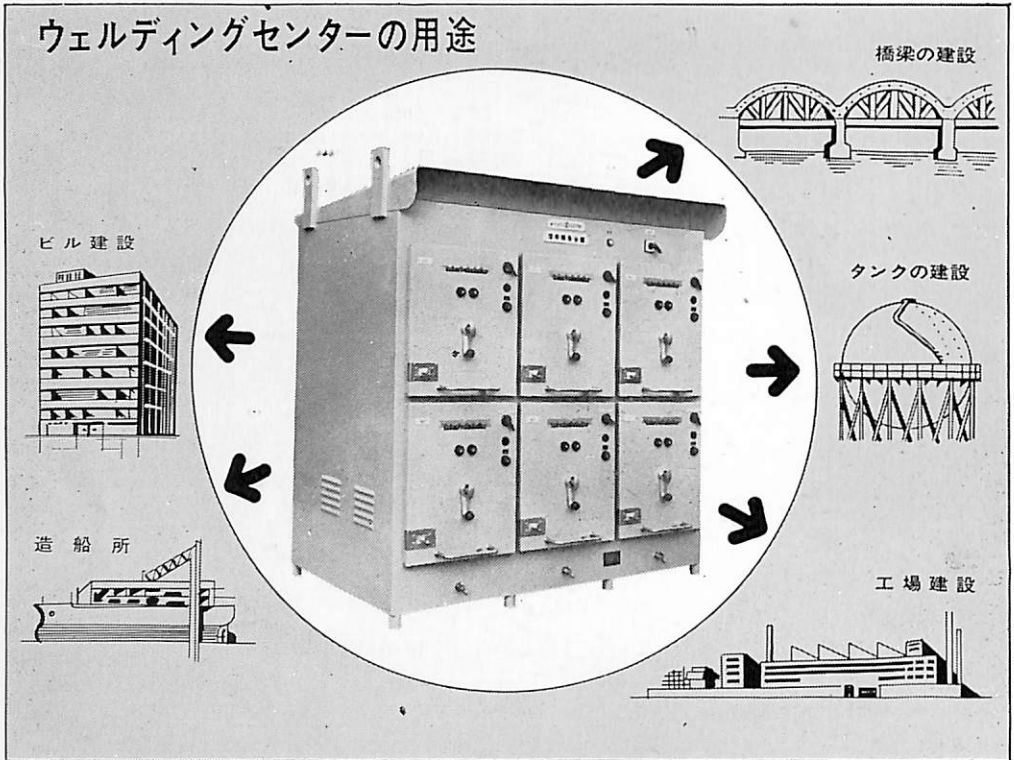


日立造船

天 然 社

溶接作業を集中管理し 合理化と安全性を計る— ウェルディングセンター

ウェルディングセンターの用途



■特長

1. ユニット化に成功!
2. 設置・移動が極めて容易!
3. 作業の保守が極めて簡単!

■内蔵使用機器

1. 溶接機
 - 300 A、大阪変圧器製 KR-300
 - 500 A、大阪変圧器製 KR-500
2. 自動電撃防止装置
 - 300 A、WDA……B300形
 - 500 A、WDA……B505形
3. リモコン装置



製造元 株式会社宮木電機製作所

● 詳細なお問合せは

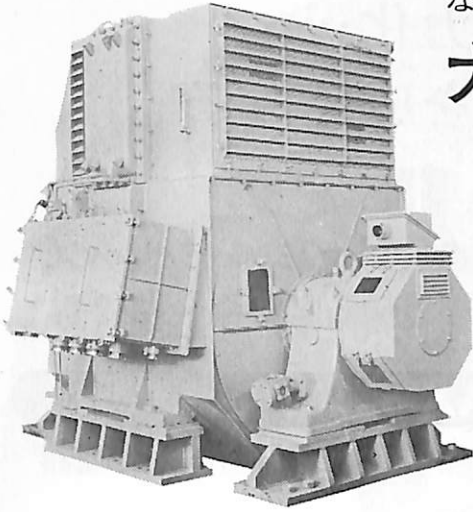
岩谷産業株式会社

大阪本社 大阪市東区本町4丁目1番 電話 (06)271-1212(大代表)

東京本社 東京都中央区八丁堀2丁目7番1号 電話 (03)552-2251(大代表)

ながい経験と最新の技術を誇る！

大洋の船用電気機械



交流発電機 1100KVA 450V 600RPM

発 電 機
各種電動機及制御装置
船舶自動化装置
電動ウインチ
配 電 盤



大洋電機

株式
会社

本 社 東京都千代田区神田錦町3の16 電話 東京(293) 3061 (大代)
岐阜工場 岐阜県羽島郡笠松町如月町18 電話 笠 松 (7) 4111 (代表)
伊勢崎工場 伊勢崎市八斗島町726 電話 伊勢崎 (32) 1234 (代表)
群馬工場 伊勢崎市八斗島町大字東七分川330の5 電話 伊勢崎 (32) 1238 (代表)
下関出張所 下関市竹崎町399 電話 下 関 (23) 7261 (代表)
北海道出張所 札幌市北二条東二丁目浜建ビル 電話 札 幌 (241) 7316 (代表)

高級船用潤滑油

モリコート

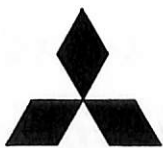
高性能潤滑剤

® REGISTERED TRADEMARK OF
DOW CORNING CORP. IN U.S.A.

ウイン

® REGISTERED TRADEMARK OF
WYNN OIL CORP. IN U.S.A.

減 摩 剤



三菱商事株式会社

潤滑油部

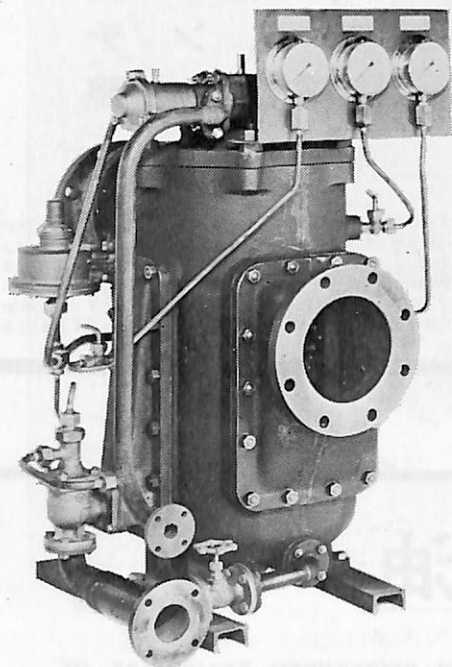
東京都千代田区丸の内2丁目3番1号 TEL(211)0211

油汚過作業の省力化…

機関室を広くする

マックス・フィルターシリーズ

日本舶用機器開発協会助成品



MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器

LS型の特長

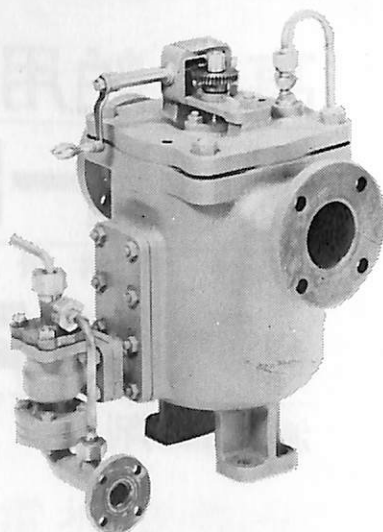
- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロシプロケーターを採用

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

LSM型の特長

- 一分間で逆洗終了
- 手をよごさぬワン、ツー、スリー操作でOK



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

 **新倉工業株式会社**

本 部 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町1703
☎0467 (46) 6 2 7 1 (代)
東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18
☎03 (443) 6 5 7 1 (代)
大阪営業所 大阪府北区梅田町34千代田ビル西館
☎06 (345) 7 7 3 1 (代)



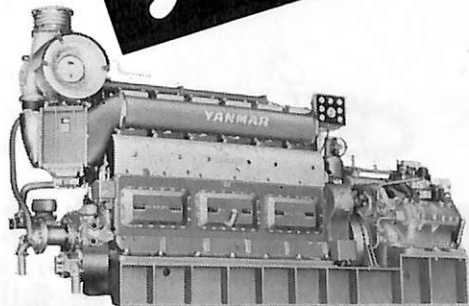
港から港へ

ヤンマーで

安全航海

航海にとって、いかにすばやく目的地につくか、
ということは大切なことです。でも、それより
もっと大切なことは、快適に安全に航海できる、
ということです。ヤンマーはつねに、エンジンに
携わる人々はもちろん、船内・船上で働くすべて
の人々の身になって、エンジンの開発をすすめて
います。たとえば、あわゆる自動化機器が装備
できるエンジンを開発したのも、その一例です。
港から港へ…安全・快適航海。
ヤンマーの《力》は、船舶の安全・合理化に大きく
働いています。

ヤンマー
ディーゼル



船舶主機

6G形シリーズ(800~1200馬力)



ヤンマーディーゼル株式会社

本社 大阪市北区茶屋町62 郵便番号530
支店 札幌・仙台・東京・金沢・名古屋・高松・広島・福岡

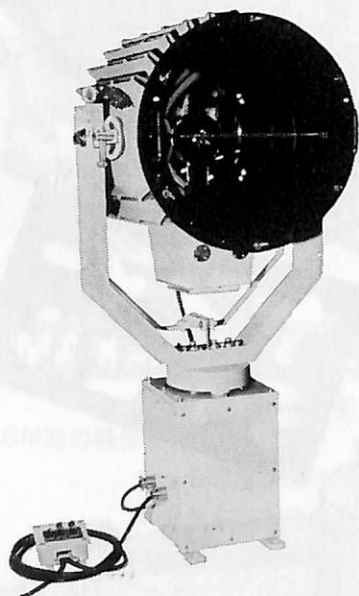
ボタンひとつで方向自在!!

三信の高性能

特許3件・実用新案3件・意匠登録1件

リモコン探照灯

形式	消費電力	光柱光度
RC20形	500W	32万cd以上
RC30形	1kW	140万cd以上
RC40形	2kW	300万cd以上
RC-60H形	3kW	700万cd以上



■この探照灯はスイッチ操作によりふ仰旋回ができる最新式のリモコン探照灯でつぎのような特徴を持っています。

1. スイッチによるリモコン操作ができますから便利で省力化になります。
2. 配線さえすれば船のどこにでも取付けられます。
3. 特殊放熱装置の採用による全閉構造のため防水は完璧です。
4. ステンレス製のため長年の使用に耐えます。
5. 世界水準をはるかに抜く明るさで、照射距離が長い。

■ 特許庁長官賞受賞

世界的水準をはるかに抜く明るさ!!



三信船舶電具株式会社

◎ 日本工業規格表示許可工場

三信電具製造株式会社

本社 ● 東京都千代田区内神田1-16-8 TEL東京 295-1831 大代表
工場 ● 東京都足立区青井1-13-11 TEL東京 887-9525-7
営業所 ● 福岡・室蘭・函館・石巻

船舶

第 45 卷 第 5 号

昭和 47 年 5 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

3基3軸船 えるべ丸	三井造船株式会社 玉野造船所 造船設計部 ..(41)
高速コンテナ船「しるばあ ぁろう」.....	川崎重工業株式会社 神戸工場 造船設計部...(50)
船舶の高度集中制御方式(超自動化)の研究開発の概要	
—— 高度集中制御化船舶とその運航について ——	小林 修...(56)
「錦江丸」の自動化システムと衝突予防装置	北星 賢二...(62)
超自動化船 星光丸 の衝突予防装置	大曲 恒雄...(70)
HOSR 型衝突予防レーダの開発	李中 勝...(74)
レーダーと併用するブロッティング追跡装置	鶴田 末 ..(83)
MARAC-1A 接近船報知装置	安立電波工業株式会社...(92)
LNG 船(その1 LNG 船の概要)(3)	恵美洋彦・曾根 紘...(98)
[製品紹介] えるべ丸に取付けられたサンロッド油加熱器	(106)
[水槽試験資料 257] 長さ 313m の油送船の水槽試験例	「船舶」編集部...(107)
日本海事協会造船状況資料(昭和47年1~2月分)	(112)
NK コーナー	(115)
昭和46年度造船工事状況(船舶局造船課)	(116)
昭和47年2月分建造許可船舶集計(船舶局造船課)	(117)
業界ニュース	(118)
[特許解説] ☆ スラリータンカー ☆ 木材集積船	(119)
砂利盗掘 8m型巡視船 第2よしの	(49)
日本舶用機器開発協会昭和47年度開発項目一覧表	(73)
世界最大のスラリー船に改造の SUN JUAN EXPORTER	(82)
写真解説 ☆ カーフェリー まりも	
☆ 世界最大のタンカー(GLOBITIK TOKYO) 起工	
☆ 杭打船 第十大成丸	
竣工船 ☆ みちしお ☆ えるべ丸 ☆ しるばあぁろう ☆ 日友丸 ☆ 日寿丸 ☆ 日王丸	
☆ なは丸 ☆ 雄星丸 ☆ てゝむず丸 ☆ 国見山丸 ☆ 成展丸 ☆ あまぞん丸	
☆ 東邦丸 ☆ 比叡丸 ☆ 鞍馬丸 ☆ さんたばあばら丸 ☆ KINABALU	
☆ DIAS ☆ PANGOS D. PATERAS ☆ BRITISH SURVEYOR ☆ EASTERN JADE	
☆ GOLDEN SPEAR ☆ EMMANUEL DELMAS ☆ BERTRAND DELMAS	
☆ DAISHOWA VENTURE ☆ HOP CHONG ☆ EASTERN VENTURE ☆ TRENTWOOT	
☆ HOWARD W. BELL ☆ EASTERN HAZEL	

あらゆる船舶の高性能化に

かもめ 可変ピッチプロペラ



- 減速機付 CPR 型
- 米国特許 No. 3395762
- 英国特許 No. 1151279
- 他内外 4 ヶ国特許

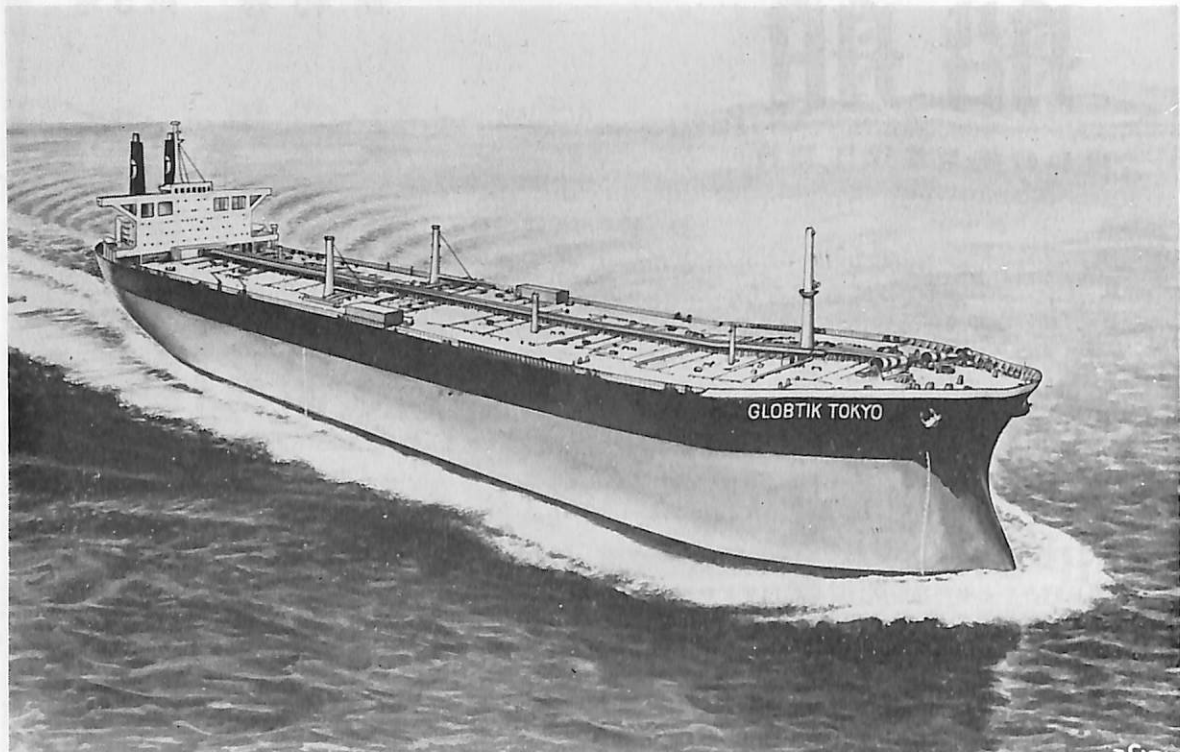
運輸省認定製造事業場
通産省認定輸出貢献企業



船舶用固定ピッチプロペラ・各種可変
ピッチプロペラ専門製造

かもめプロペラ株式会社

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



完成予想図

世界最大のタンカー GLOBTIK TOKYO 起工

石川島播磨重工業は、去る4月3日呉造船所において英国船主グローブティク・タンカー社(GLOBTIK TANKERS LIMITED) 向け世界最大の477,000重量トン型タンカー(内定船名GLOBTIK TOKYO)の起工式を行なった。

本船は世界ではじめて40万トンを越える大型船のため本船に関する建造技術、安全性などについて用船先きの東京タンカーおよび石川島播磨重工業はもちろん運輸省においても十分な検討がおこなわれてきたものである。

本船の建造は、現在拡張工事中の呉造船所第3建造ドック(能力:80万重量トン)でドック建設として並行しておこない、本年10月に進水、来年2月には完成の予定である。

本船は来年2月完成後、東京タンカー㈱が用船し、ペルシャ湾と鹿児島県喜入町にある日本石油グループの原油基地を結ぶ航路に就航することになっている。

主要目

載貨重量トン	約 477,000トン
総トン	約 235,000トン
全長	約 379m
長さ(垂)	360m
幅	62m
深さ	36m
吃水	28m
主機	IHI 製船用タービン1基

出力	45,000馬力
航海速度	約 15.0ノット
乗組員	35名

なお、本船と、従来建造された当時超大型船と称せられた船舶と主要目を比較してみよう。

	本船	日石丸	ユニバー スアイ ルランド	出光丸
全長	379.0m	347.0m	346.0m	342.0m
垂線間長	360.0m	330.0m	330.0m	326.0m
幅(型)	62.0m	54.5m	53.3m	49.8m
深さ(型)	36.0m	35.0m	32.0m	23.2m
吃水	28.0m	27.04m	24.78m	17.65m
総トン数	235,000 トン	184,855 トン	149,608 トン	107,957 トン
載貨重量トン数 (ロングトン)	477,000 トン	372,698 トン	326,585 トン	206,005 トン
主機関馬力	タービン 45,000 馬力	タービン 40,000 馬力	タービン 37,400 馬力	タービン 33,000 馬力
航海速度	15.0 ノット	14.5 ノット	14.6 ノット	16.5 ノット
貨物倉容積	581,000 m ³	470,000 m ³	399,600 m ³	245,058 m ³
乗組員	35名	31名	51名	32名
完成年月	昭和48年 2月予定	昭和46年 9月	昭和43年 9月	昭和41年 12月



杭打船 第十大成丸

石川島播磨重工は、このほど大成建設株式会社向けに世界最大級の杭打船「第十大成丸」を完成、引渡しを行なった。

同船は、昨年3月同社が船体および杭打機部を一括受注し、船体部の建造および装作業を同社の関連会社である石川島造船化工機株式会社で行なっていたものである。

この杭打船は船首部に三角トラス式の杭打やぐらを設け、同社製の大型スチームハンマー IHI-MENCK MRB-2000 型を搭載したもので、重量33トンの大型ハンマーにより杭径最大2.5メートル、長さ70メートル1本あたり重量150トンまでの大型杭を打設することができる。また、ハンマーをはずせばクレーン船（吊上荷重200トン）としても使用する。

船舶の大型化や海洋スペース利用の進展に伴ない海洋土木工事も最近ますます大型化しつつあるが、今回完成した「第十大成丸」はこうした動向に対処するため建造されたもので、シーバースやドルフィン、岸壁、栈橋などの港湾施設をはじめ、長大橋基礎など、各種海上構造物用の大径鋼管杭の打設に使用される。

本船の特長および仕様は次のとおりである。

特長

1. 直径 2,500 mm までの大径鋼管杭の打込みができる。
2. 前後とも最大 35 度の斜杭打ができる。
3. ハンマーのストロークが自由に調節できる。
4. 大径、長大、大重量の杭を自力で吊り込み、打込み作業ができる。

仕様

船体部	長さ(垂線間)	44 m
	幅(型)	22 m
	深さ(型)	4.3 m
	満載吃水	2.3 m
	総トン数	1130 ton
杭打機部	IHI-MENCK MRB-2000 型 スチームハンマー1基	
	ハンマー総重量	33 ton
	打撃体重量	20 ton
	ストローク最大	1.25 m
	1分間打撃回数	40~50
	打撃エネルギー	25,000 kg-m
	蒸気源	IHI-SC 99 II 型 5 t/h 水管式ボイラ



カーフェリー まりも

近海郵船が日立造船に発注し、瀬戸田造船で建造をすすめていた高速カーフェリー「まりも」(9,200総トン)は去る3月30日完成した。

本船は東京と北海道を結ぶカーフェリーの第1船で東京—釧路間(1,120km)を片道30時間で週2回往復するもので、処女航海は4月6日釧路発からであった。

本船就航により釧路で水揚げされる水産物、道東で生産される農産物などの生鮮食品が30時間という高速輸送により、安全に、はやく、安く、東京の食膳を賑わすことになった。同時に北海道への観光便として大いに期待されている。

特長および主要目は次のとおりである。

1 特 長

- 1) フィンスタビライザーおよびバウスラスター装備
- 2) 車輻甲板は上下2段となり、下段にはトラック、上段は乗用車を積載
- 3) 車輻搭載数を増やすために、トラック甲板幅は計画満載吃水線上の船幅より2m長くして傾斜船型

2 船客施設の特長

- 1) 客 室 客室は各等とも全室窓から外が見えるアウトサイドキャビン
- 2) 冷暖房装置 全船エアコンディショニング、四季を通じて快適な船旅を楽しめる。
- 3) 浴 室 大浴場(男、女)
一等用シャワー(男、女)

- 4) その他の船客施設 ○案内所 ○一等ロビー ○レストラン ○グリルバー ○パーラー ○カードルーム ○売店 ○ゲームルーム ○コインロッカー ○テレビ ○無線電報取扱局 ○無線電話室

3 主 要 目

- | | |
|-----------------|---------------------------------|
| 1) 長さ(垂線間) | 155.00 m |
| 2) 幅(最大) | 24.00 m |
| 3) 幅(計画満載吃水線にて) | 22.00 m |
| 4) 深さ(車両甲板まで) | 9.70 m |
| 5) 吃水(計画満載) | 6.30 m |
| 6) 総トン数 | 9,200 t |
| 7) 搭載車両台数 | 8t積トラック換算 100台 |
| | 乗 用 車 101台 |
| 8) 旅客定員 | 1 等 100名 |
| | 特 2 等 150名 |
| | 2 等 513名 |
| | ドライバー 70名 |
| | 合 計 833名 |
| 9) 主機関 | 日立 B&W 16 U-45 HU 型ディーゼル機関 2基 |
| 10) 最大出力 | 9,400 PS×2 |
| 11) 速 力 | (最高) 24.25ノット
(満載航海) 20.7ノット |
| 12) 乗務員 | クルー 31名 サービス関係 27名 |
| 13) 起工 | 46-5-14 進水 46-12-3 完成 47-3-30 |

み ち し お

(自動車航送客船)

船 主 淡路フェリーポート
株式会社

造船所 株式会社 金指造船所

総噸数 1,608.84 噸 純噸数 568.49 噸
近海 載貨重量 759.40 噸 全長 83.86 m
長(垂) 77.64 m 幅(型) 14.00 m 深(型)
5.50 m 吃水 4.00 m 満載排水量
2,384.53 噸 全通船楼型 主機 ダイハツ
8 DSM-26 (L) ディーゼル機関 4 基 出力
4×1,360 PS×682/270 RPM 燃料消費
量 168 g/PS/h 航続距離 1,990 海里
速力 17.8 ノット 燃料油倉 151.55 m³
清水倉 118.18 m³ 旅客 610 名 乗員 36
名 工期 46-10-18, 46-12-30, 47-
3-24 設備 4.5 t パウスタスター
装備



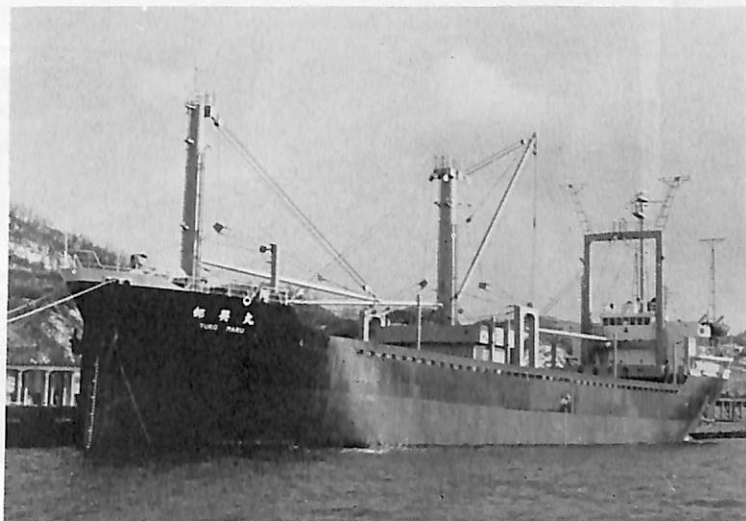
郵 興 丸

(木材運搬船船)

船 主 興和海運株式会社

造船所 梶崎造船株式会社

総噸数 3,183.86 噸 純噸数 2,163.30 噸
近海 船級 NK 載貨重量 6,173.81 噸
全長 101.400 m 長(垂) 96.000 m 幅(型)
16.300 m 深(型) 8.150 m 吃水 6.647 m
満載排水量 7,985.00 噸 凹甲板船尾機
関型 主機 赤坂鉄工所製 2 サイクル単動
トランクピストン形排気過給機付ディー
ゼル機関 1 基 出力 3,230 PS×218RPM
燃料消費量 14.0 t/d 航続距離 12,850
海里 速力 12.50 ノット 貨物倉(ペー
ル) 6,850.23 m³ (グリーン) 7,406.36 m³
燃料油倉 599.81 m³ 清水倉 344.99 m³
乗員 25 名 工期 46-8-30, 46-12-
4, 47-2-15



KINABALU DUA

(貨物船)

船 主 株式会社 ユアサ

造船所 渡辺造船株式会社

総噸数 3,410.67 噸 純噸数 2,831.92 噸
近海 船級 BV 載貨重量 6,206.08 噸
全長 105.00 m 長(垂) 97.95 m 幅(型)
16.30 m 深(型) 8.15 m 吃水 6.662 m
満載排水量 8,184.00 噸 凹甲板船 主機
神発製 UET^{45/75} C 型 ディーゼル機関 1
基 出力 3,200 PS×218 RPM 燃料消費
量 12.4 t/d 航続距離 10,000 海里 速力
12.50 ノット 貨物倉(ペール) 7,517.62
m³ (グリーン) 8,005.06 m³ 清水倉
444.95 m³ 燃料油倉 623.80 m³ 乗員
33 名 工期 47-1-11, 47-2-19,
47-3-10



祝 就 航
大阪商船三井船舶株式会社殿
えるべ丸
(三井玉野903番船)



フリュームスタビリゼーションシステムは世界中の約1,000隻の船に装備されています。本船にも御採用載っており、確実な減揺効果が航海の安全とスケジュールの遵守を容易にするものと期待されております。

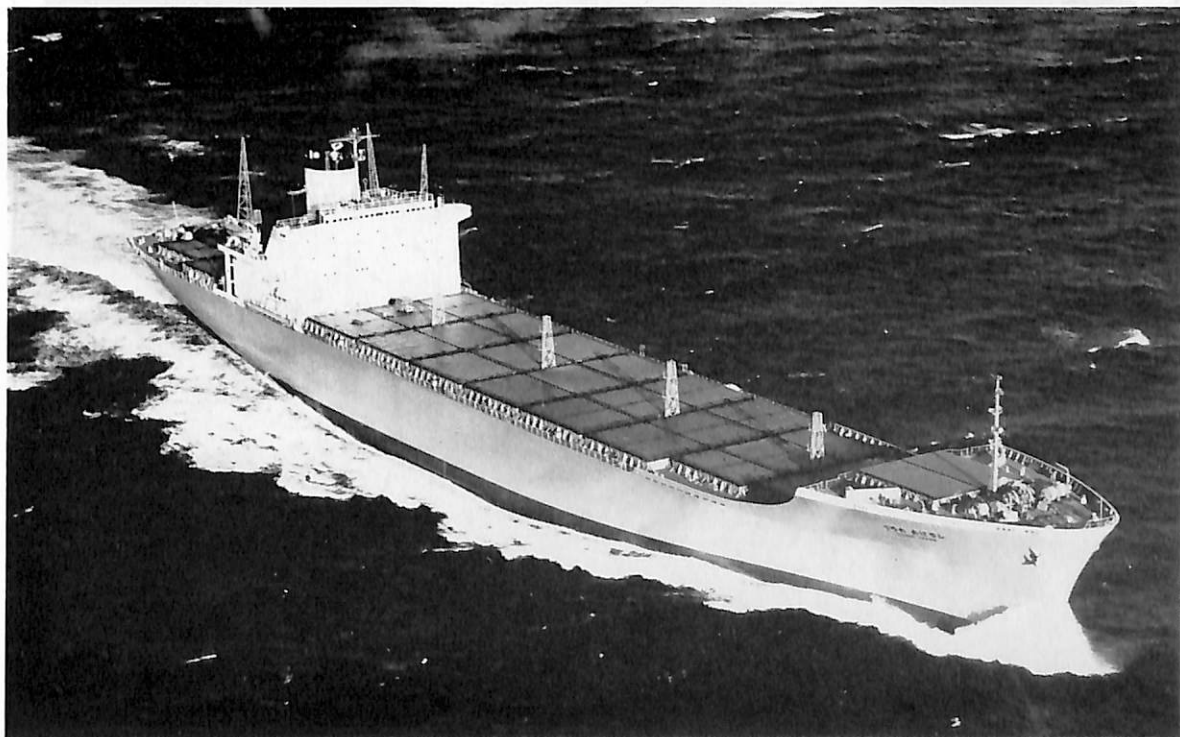
Flume Stabilization Systems, Inc. Hoboken, N.J.
John J. McMullen Associates, Inc. New York

極東マック・グレゴリー株式会社
東京都中央区八丁堀2-7-1 大石ビル
電話 東京 (03) (552) 5101





えるべ丸 (コンテナ船) 船主 大阪商船三井船舶株式会社 造船所 三井造船・玉野造船所
 総噸数 51,623.17噸 純噸数 30,423.77噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 35,229噸 全長 269.00 m 長(垂)
 252.00 m 幅(型) 32.20 m 深(型) 24.40 m 吃水 12.00 m 主機 三井 B&W 12 K 84 EF 1 基 連続最大
 33,800 PS×119 RPM 6 K 84 EF 2 基 连续最大 2×25,400 PS×119 RPM 速力(試) 30.96 ノット (航)
 27.48 ノット コンテナ搭載数 倉内 20' コンテナ 672 箇 40' コンテナ 454 箇 甲板上 20' コンテナ 262 箇 20'
 コンテナ換算にて 計 1,842 箇 燃料油倉 C 8,662.7 t A 533.4 t 清水倉 336.7 m³ 乗組 37 名 工期 46-3
 46-9, 47-3-24 設備 アンチローリングタンク, アンチピッチングタンク, (FLUMA STABILIZATION
 SYSTEM), 三菱 KAMAWA パウスラスター



しるばああろう (コンテナ船) 船主 川崎汽船株式会社, ジャパンライン株式会社 造船所 川崎
 重工業・神戸工場 総噸数 30,135.76噸 純噸数 17,194.67噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 30,465噸 全長
 225.50 m 長(垂) 211.00 m 幅(型) 30.60 m 深(型) 18.90 m 吃水 11.527 m 満載排水量 45,028噸 船首楼
 付平甲板型 主機 川崎 MAN K 9 SZ 105/180 C 型ディーゼル機関 1 基 出力 30,600 PS×104 RPM 燃料消費量
 118.4 t/d 航続距離 20,200 海里 速力 22.25 ノット 貨物倉(ベール) 55,043.2 m³ 燃料油倉 4,993.5 m³ 清水
 倉 427.4 m³ コンテナ積載数(倉内) 20' 253 箇, 40' 138 箇 (甲板上) 3 段積 20' 換算 492 個 合計 1,411 個
 乗員 31 名 工期 46-4-3, 46-10-21, 47-1-28 M0 取得船, 加州航路 (PSW)

レジャー船から超マンモスタンカーまで

素材供給・総合エンジニアリングから一貫体製で建造

新造船ニュース



リベリア向け141,400 DWT型スラリー輸送船“サン・ファン・エクスポーター”

優れた素材供給力をベースに鉄鋼・重工・船舶の
三部門を一体としたNKKは総合重工業技術で、
海の活用法を常に新しく書き換えています。



鉄鋼 重工 船舶
日本鋼管

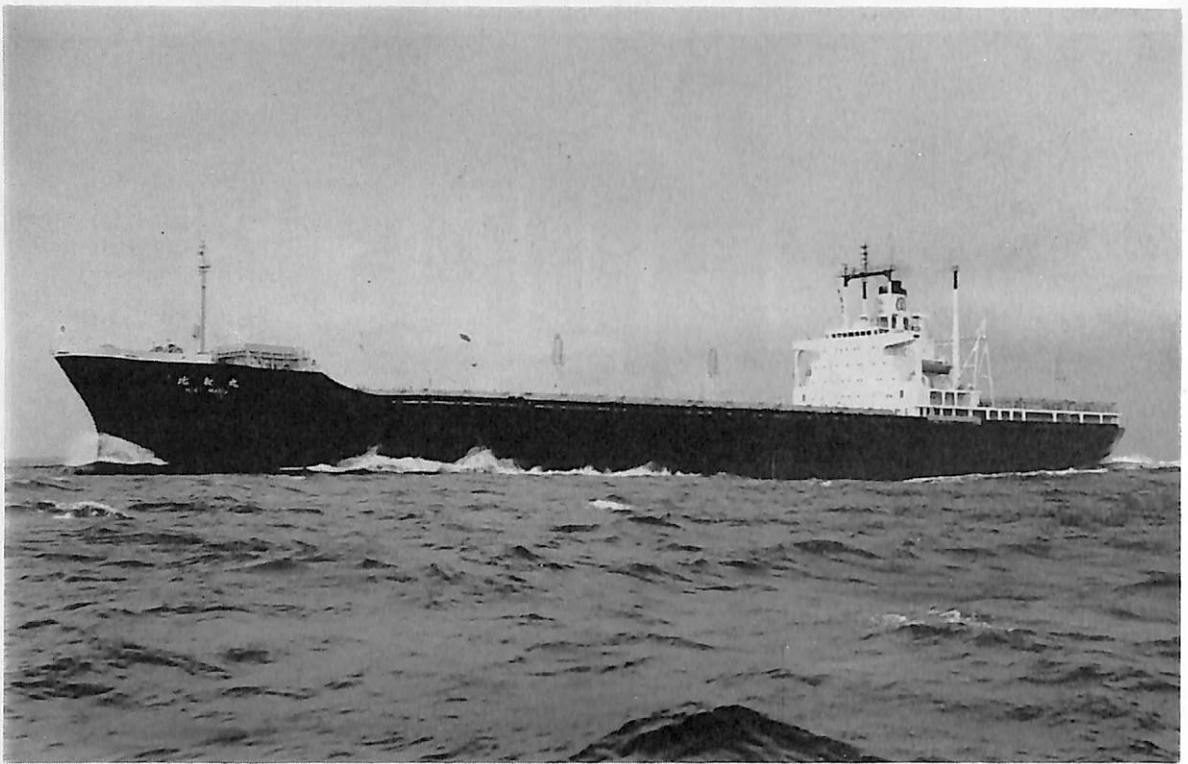
船舶本部：東京・大手町 タイムライフビル
TEL大代表(279)6111



EASTERN JADE (ばら積貨物船) 船主 Liberian Jade Transports, Inc. (リベリア) 造船所 株式会社
 大阪造船所 総噸数 19,654.24 噸 純噸数 13,871 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 33,673 噸 全長 185.500 m
 長(垂) 175.00 m 幅(型) 26.00 m 深(型) 15.50 m 吃水 11.151 m 満載排水量 41,748 噸 凹甲板船 主機 IHI
 スルザー 7 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,395 PS×144.8 RPM 燃料消費量 約 42.03 t/d 航続距離
 約 16,110 海里 速力 14.6 ノット 貨物倉(ベール) 41,242 m³ (グリーン) 44,735 m³ 燃料油倉 2,164.9 m³
 清水倉 432.4 m³ 乗員 50 名 工期 46-9-28, 46-12-22, 47-3-7



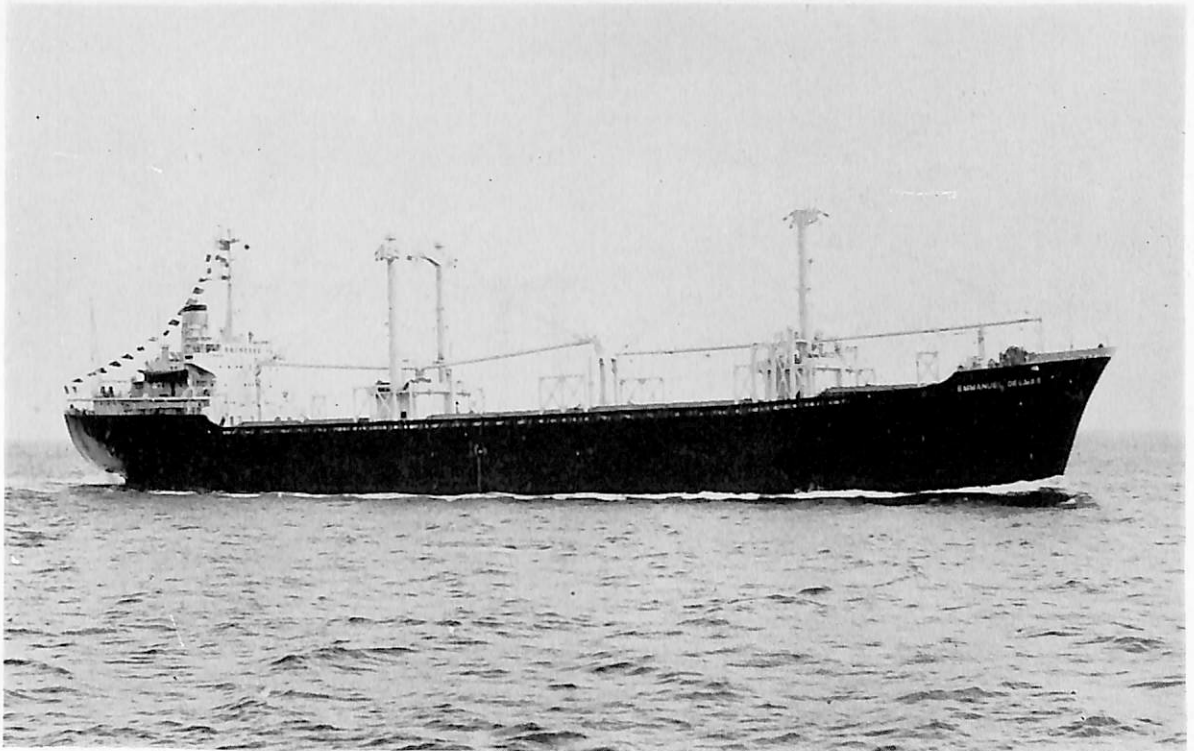
GOLDEN SPEAR (ばら積貨物船) 船主 Golden Nagos Steamship Inc. (リベリア) 造船所 日本鋼管・
 清水造船所 総噸数 12,959.41 噸 純噸数 8,719 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 22,076.1 噸 全長 155.70 m
 長(垂) 145.70 m 幅(型) 22.86 m 深(型) 13.60 m 吃水 9.908 m 満載排水量 26,906.8 噸 凹甲板型 主機
 住友スルザー 6 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,650 PS×130 RPM 燃料消費量 28.1 t/d 航続距離
 27,300 海里 速力 15.1 ノット 貨物倉(ベール) 24,929.9 m³ (グリーン) 28,474.5 m³ 燃料油倉 2,403.8 m³
 清水倉 84.3 m³ 乗員 40 名 工期 46-10-20, 47-1-8, 47-3-16



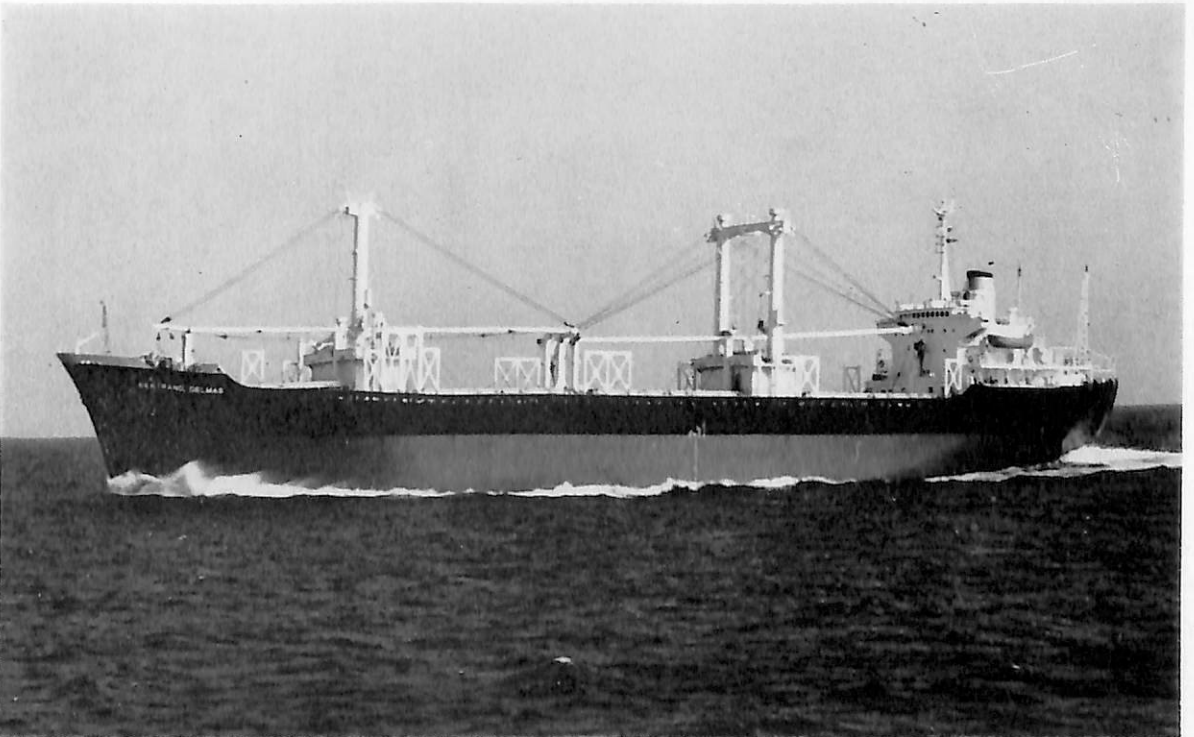
比 叡 丸 (コンテナ船) 船主 昭和海運株式会社, 日本郵船株式会社 造船所 三菱重工業・神戸
 造船所 総噸数 23,766.45 噸 純噸数 13,069.41 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 24,075 噸 全長 212.50 m
 長(垂) 200.00 m 幅(型) 30.00 m 深(型) 16.30 m 吃水 10.50 m 満載排水量 37,073 噸 長船首楼付平甲板船
 主機 三菱スルザー 9 RND 105 型 ディーゼル機関 1 基 出力 29,070 PS×102 RPM 燃料消費量 109.6 t/d 航続
 距離 約 16,600 海里 速力 22.4 ノット コンテナ積載数 ISO 型 20' コンテナ換算 1,006 箇 燃料油倉 8,282.9
 m³ 清水倉 903.7 m³ 乗員 40 名 外 2 名 工期 46-6-1, 46-10-27, 47-4-5
 同型船 箱崎丸, M0 取得船



鞍 馬 丸 (コンテナ船) 船主 日本郵船株式会社 造船所 三菱重工業・神戸造船所
 総噸数 51,139.76 噸 純噸数 30,993.91 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 35,396 噸 全長 261.00 m 長(垂) 245.00
 m 幅(型) 32.20 m 深(型) 24.00 m 吃水 12.0305 m 満載排水量 58,058 噸 下降甲板付平甲板型 主機 三菱
 ウェスチングハウス MS-4 D 型船用タービン 2 基 出力 2×36,000 PS×130 RPM 燃料消費量 351 t/d 速力
 (試) 29.9 ノット (航) 27.1 ノット コンテナ積載数 ISO 型 20' 換算 1,838 箇 燃料油倉 12,120.1 m³ 清水倉
 844.4 m³ 乗員 33 名 外 2 名 パイロット, 作業員 11 名 工期 46-3-20, 46-9-22, 47-3-10
 同型船 鎌倉丸, らいん丸



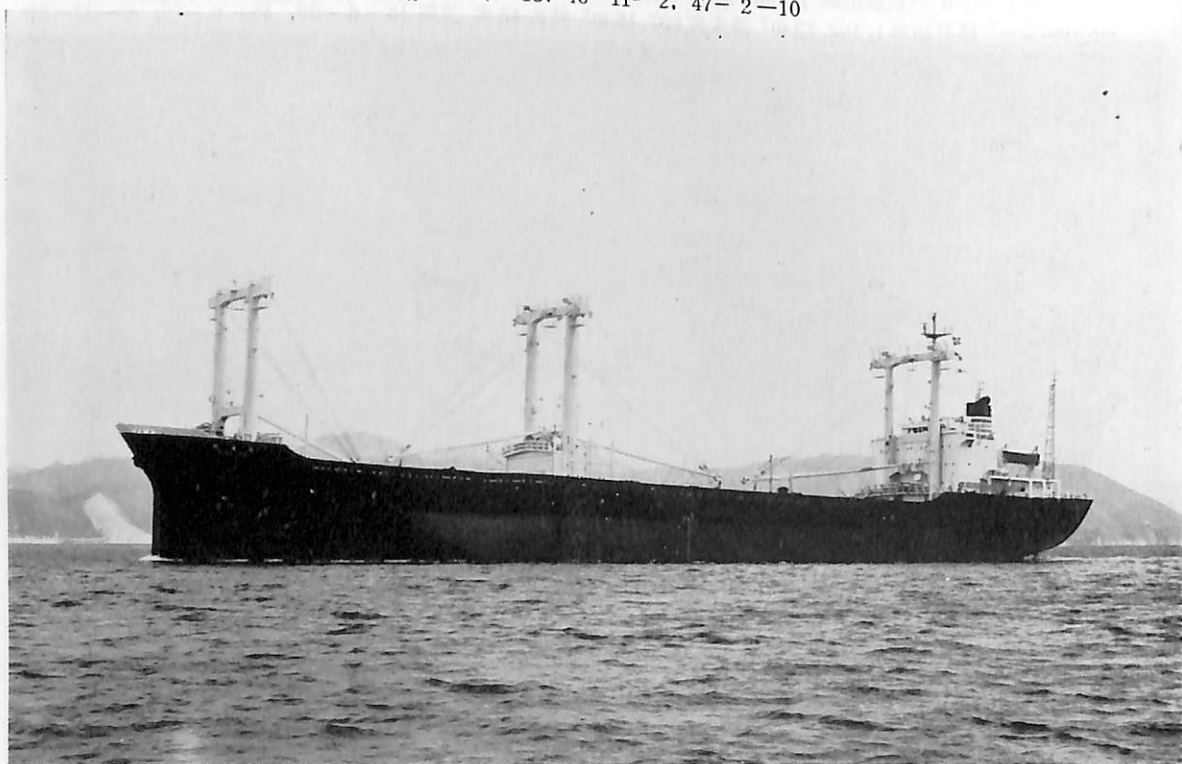
EMMANUEL DELMAS (貨物船) 船主 Societe Navale Chargeurs Delmas-Vieljeux (フランス)
 造船所 株式会社 日杵鉄工所・佐伯造船所 総噸数 9,933.47 噸 純噸数 6,105.06 噸 遠洋 船級 BV 載貨重量
 15,917 噸 全長 147.20 m 長(垂) 136.121 m 幅(型) 21.20 m 深(型) 12.05 m 吃水 9.081 m 満載排水量
 20,435 噸 凹甲板船 主機 IHI スルザー 6 RD 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 6,480 PS×135 RPM 燃料消
 費量 156 g/PS.h 航続距離 11,850 海里 速力 14.45 ノット 貨物倉(ペール) 20,203.5 m³ (グリーン)
 20,700.9 m³ 燃料油倉 1,102.72 m³ 清水倉 607.15 m³ 乗員 42 名 工期 46-6-20, 46-9-15, 46-11-27



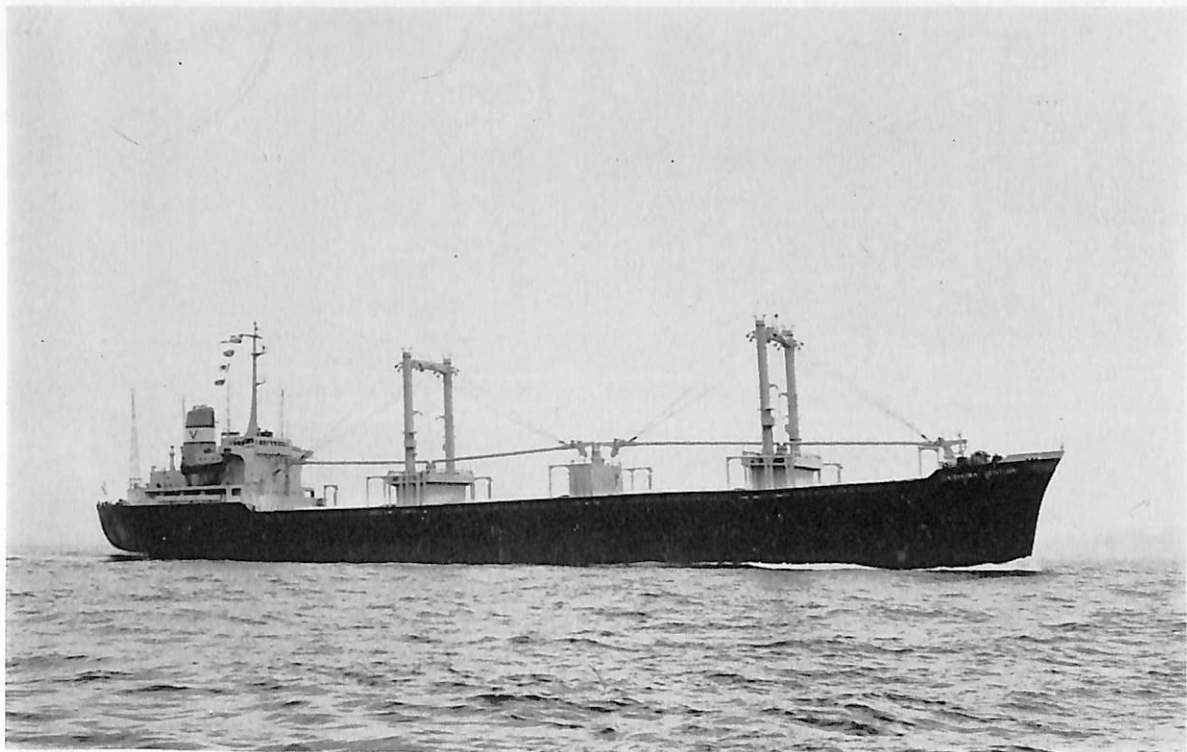
BERTRAND DELMAS (貨物船) 船主 Societe Navale Chargeurs Delmos-Vieljeux (フランス)
 造船所 株式会社 日杵鉄工所・佐伯造船所 総噸数 9,936.44 噸 純噸数 6,108.62 噸 遠洋 船級 BV 載貨重量
 16,004 噸 全長 147.20 m 長(垂) 136.121 m 幅(型) 21.20 m 深(型) 12.05 m 吃水 9.081 m 満載排水量
 20,435 噸 凹甲板型 主機 IHI スルザー 6 RD 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 6,480 PS×135 RPM 燃料消
 費量 156 g/ps.h 航続距離 11,850 海里 速力 14.45 ノット 貨物倉(ペール) 20,203.5 m³ (グリーン)
 20,700.9 m³ 燃料油倉 1,102.72 m³ 清水倉 607.15 m³ 乗員 42 名 工期 46-10-1, 46-12-14, 47-2-26



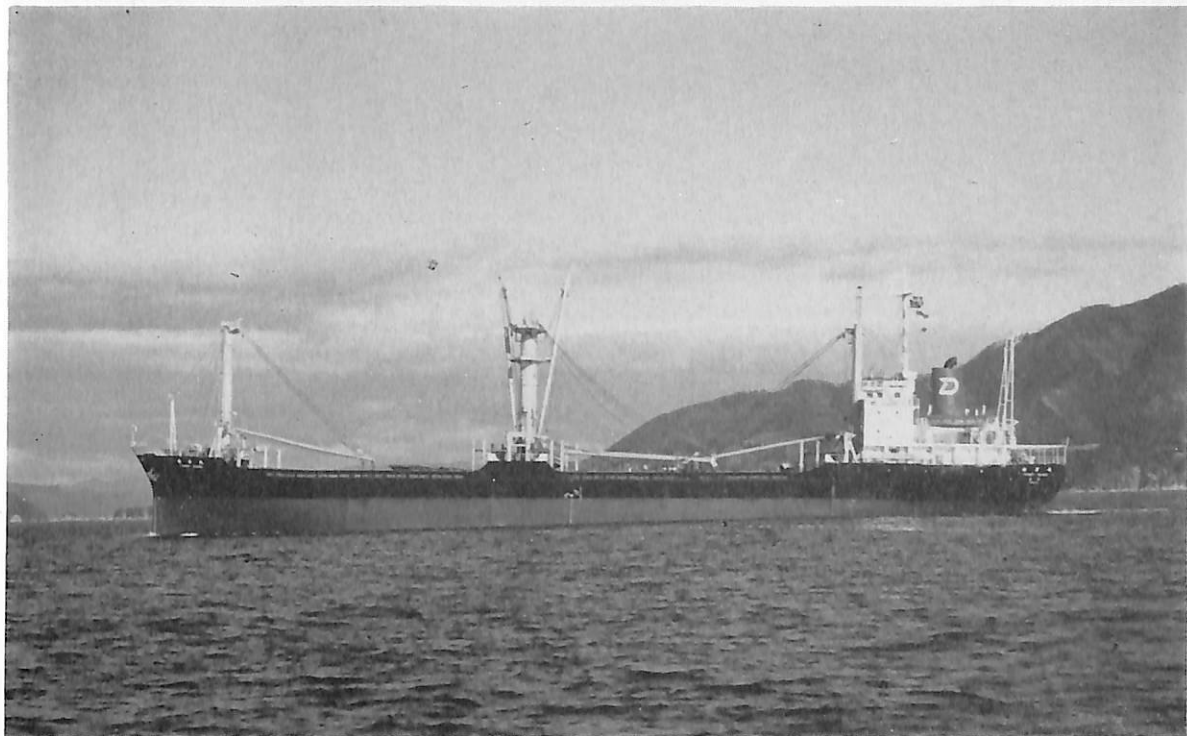
ていむず丸 (貨物船) 船主 新光海運株式会社 造船所 尾道造船株式会社
 総噸数 20,356.72 噸 純噸数 13,897.61 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 34,596 噸 全長 179.90 m 長(垂)
 170.00 m 幅(型) 28.40 m 深(型) 15.15 m 吃水 10.968 m 満載排水量 42,677 噸 凹甲板船尾機関型 主機
 日立 B&W 6 K 74 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,600 PS×120 RPM 燃料消費量 42.6 t/d 航続距離
 13,800 海里 速力 14.7 ノット 貨物倉(ベール) 42,163.30 m³ (グリーン) 46,025.40 m³ 燃料油倉 1,674.38 t
 清水倉 855.54 t 乗員 38 名 工期 46-7-13, 46-11-2, 47-2-10



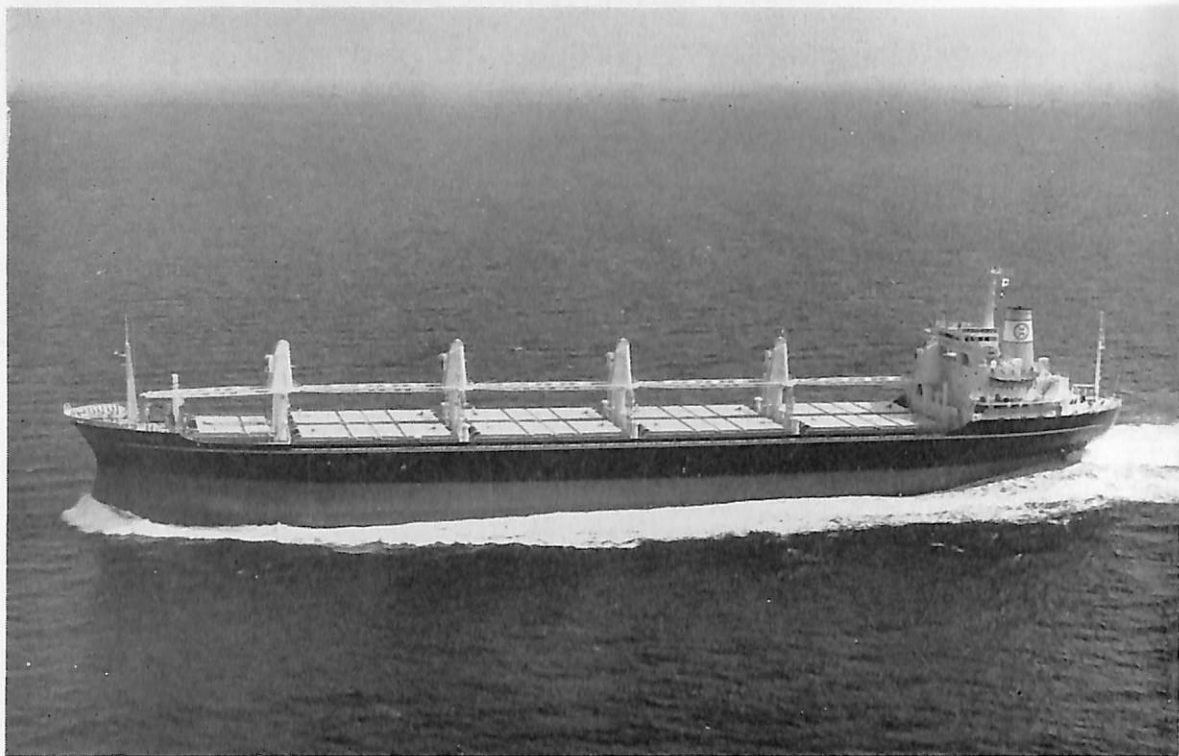
成展丸 (貨物船) 船主 伊藤忠商事株式会社 造船所 波止浜造船株式会社
 総噸数 9,042.86 噸 純噸数 6,054.47 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 15,147.91 噸 全長 138.46 m 長(垂)
 128.00 m 幅(型) 21.40 m 深(型) 12.00 m 吃水 9.014 m 満載排水量 19,263.60 噸 ウエル甲板船 主機
 IHI-ピールスタック 16 PC 2 V 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,208 PS×492.6 RPM 燃料消費量 28.5 t/d 航
 続距離 15,100 海里 速力 15.2 ノット 貨物倉(ベール) 18,794.79 m³ (グリーン) 19,426.81 m³ 燃料油倉
 1,697.88 m³ 清水倉 658.03 t 乗員 32 名 工期 46-7-14, 46-8-22, 46-11-15
 荷役設備 門型マストベレー方式採用



DAISHOWA VENTURE (木材、穀物運搬船) 船主 Triumph Carriers, Inc. (リベリア) 造船所 林兼造船
 下関造船所 総噸数 10,063.49 噸 純噸数 6,672 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 16,913.76 噸 全長 148.40 m
 長(垂) 138.00 m 幅(型) 22.50 m 深(型) 11.90 m 吃水 8.989 m 満載排水量 21,750 噸 凹甲板船 主機 IHI
 スルザー 6 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,200 PS×144.8 RPM 燃料消費量 27.6 t/d 航続距離 約
 20,500 海里 速力 14.75 ノット 貨物倉(ベール) 21,156.7 m³ (グレーン) 21,842.5 m³ 燃料油倉 1,903.75
 m³ 乗員 48 名 工期 46-8-20, 46-12-1, 47-2-29



雄 星 丸 (貨物船) 船主 船舶整備公団, 同和海運株式会社 造船所 波止浜造船株式会社
 総噸数 4,498.51 噸 純噸数 2,840.18 噸 近海 船級 NK 載貨重量 7,844.16 噸 全長 114.559 m 長(垂)
 107.00 m 幅(型) 18.00 m 深(型) 9.00 m 吃水 7.118 m 満載排水量 10,577.60 噸 凹甲板型 主機 赤阪
 UET-52/90 C 型ディーゼル機関 1 基 出力 4,420 PS×185 RPM 燃料消費量 17.0 t/d 航続距離 12,600 海里
 速力 14.4 ノット 貨物倉(ベール) 9,582.3 m³ (グレーン) 10,109.0 m³ 燃料油倉 A 119.66 m³ C 797.72 m³
 清水倉 493.94 m³ 乗員 30 名 工期 46-7-30, 46-10-10, 47-1-19



HOP CHONG (合昌) (貨物船) 船主 All Ocean Shipping Co. Ltd. (リベリア) 造船所 佐野安船渠株式会社 総噸数 14,653.32 m³ 遠洋 船級 AB 載貨重量 27,024 噸 全長 170.55 m 長(垂) 160.00 m 幅(型) 24.80 m 深(型) 14.35 m 吃水 10.353 m 凹甲板船尾機関型 主機 住友スルザー 6 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 9,900 PS×150 RPM 航続距離 約 15,000 海里 速力(試) 17.06 ノット (航) 約 14.5 ノット 汽缶(補) 1,500 kg/h×7 kg/cm² 発電機 2×400 KVA×AC 450 V 貨物倉(ベール) 32,423.9 m³ (グレーン) 33,586 m³ 自動車搭載数 1,874 台(国産中型) 乗員 44 名 工期 46-11-6, 47-1-11, 47-3-14



EASTERN VENTURE (貨物船) 船主 Harmony Carriers Inc. (リベリア) 造船所 株式会社 白杵鉄工所 佐伯造船所 総噸数 14,748.82 噸 純噸数 10,290.83 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 26,521 噸 全長 166.070 m 長(垂) 156.000 m 幅(型) 24.800 m 深(型) 14.350 m 吃水 10.456 m 満載排水量 33,054 噸 凹甲板型 主機 IHI-スルザー 6 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,415 PS×150 RPM 燃料消費量 154 g/BHP.h 航続距離 13,500 海里 速力 14.4 ノット 貨物倉(ベール) 32,444.95 m³ (グレーン) 33,432.06 m³ 燃料油倉 1,639.90 m³ 清水倉 252.27 m³ 乗員 46 名 工期 46-7-28, 46-10-21, 46-12-17



見山丸(鉱石運搬船) 船主 大阪商船三井船舶株式会社・馬場大光商船株式会社 造船所 三井造船・玉野造船所 全長 259.347 m 長(垂) 249.00 m 幅(型) 39.60 m 深(型) 22.00 m 吃水 16.152 m 総噸数 63,087.89 噸 載貨重量 116,524 噸 貨物倉 65,845.5 m³ 速力(試) 17.8 ノット 主機 三井 B&W 9 K 84 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 23,200 PS×114 RPM 乗員 28 名 船級 NK 工期 46-10, 46-12, 47-3-31 設備 貨物倉 4 倉, それぞれ 2 箇の片開き式サイドローリングスケルハッチカバー付, 三井 AEG ロータリーベイン型電動油圧式操舵機 BDC 800 型装備



なは丸(貨客船) 船主 琉球海運株式会社 造船所 尾道造船株式会社 総噸数 4,957.88 噸 純噸数 2,825.58 噸 近海 船級 NK 載貨重量 2,924.88 噸 全長 130.85 m 長(垂) 120.00 m 幅(型) 16.80 m 深(型) 9.10 m 吃水 5.718 m 満載排水量 6,454.00 噸 覆甲板船型 主機 日立 B&W 1250 VT 2 BF 110 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,400 PS×170 RPM 燃料消費量 33.60 t/d 航続距離 1,800 海里 速力 20.7 ノット 貨物倉(ベール) 2,505.85 m³ 燃料油倉 191.98 t 清水倉 533.37 t 乗員 49 名 工期 46-7-8, 46-11-19, 47-2-22



TRENTWOOD (ばら積貨物船) 船主 United International Ore Cassiers Ltd. (リベリア) 造船所 三菱重工業・広島造船所 総噸数 59,192.72 噸 純噸数 45,340 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 127,435 噸 全長 261.00 m 長(垂) 247.00 m 幅(型) 40.60 m 深(型) 24.00 m 吃水 57'-9¹/₂" 満載排水量 148,000 噸 平甲板型 主機 三菱スルザー 8 RND 90 型ディーゼル機関 1 基 出力 20,000 PS×116 RPM 燃料消費量 72 t/d 航続距離 約 25,600 海里 速力 14.8 ノット 貨物倉(グリーン) 141,174.6 m³ 燃料油倉 6,099.8 m³ 清水倉 698.0 m³ 乗員 40 名 工期 46-9-14, 46-12-17, 47-3-14



さんたばあばら丸 (ばら積貨物船) 船主 三菱鉱石輸送株式会社 造船所 三菱重工業・神戸造船所 総噸数 37,069.41 噸 純噸数 23,230.82 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 62,344 噸 全長 238.00 m 長(垂) 225.00 m 幅(型) 32.20 m 深(型) 18.20 m 吃水 12.2285 m 満載排水量 75,326 噸 船首楼付平甲板型 主機 三菱スルザー 6 RND 90 型ディーゼル機関 1 基 出力 15,660 PS×118 RPM 燃料消費量 63.9 t/d 航続距離 約 24,000 海里 速力 15.7 ノット 貨物倉(グリーン) 15,887.4 m³ 燃料油倉 4,239 m³ 清水倉 589.9 m³ 乗員 33 名 工期 46-7-1, 46-12-24, 47-3-22 同型船 紀見丸 M0 取得船



東 邦 丸 (油 槽 船) 船 主 飯野海運株式会社, 川崎汽船株式会社 造船所 川崎重工業・神戸工場
 総噸数 115,943 噸 純噸数 89,035 噸 遠洋 船級 NK 全長 319.3 m 長(垂) 305.0 m 幅(型) 53.0 m 深(型)
 25.3 m 吃水 19.54 m 満載排水量 266,205 噸 船首楼付平甲板船 主機 川崎 UA-360 スチームタービン 1 基
 出力 35,000 PS×89 RPM 燃料消費量 174.9 t/d 航続距離 17,200 海里 速力 16.32 ノット 貨油倉
 288,087 m³ 燃料油倉 8,552 m³ 清水倉 131 m³ 旅客 4 名 乗員 50 名 工期 46-5-24, 46-11-26,
 47-3-11



あ ま そ ん 丸 (自動車兼撤荷運搬船) 船 主 イースタンショッピング株式会社, 新光海運株式会社
 造船所 株式会社 名村造船所 総噸数 12,357.59 噸 純噸数 7,195.82 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 18,790 噸
 全長 150.11 m 長(垂) 143.00 m 幅(型) 22.70 m 深(型) 13.20 m 吃水 9.750 m 満載排水量 24,557 噸
 主機 三菱スルザー 6 RD 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,200 PS×145 RPM 燃料消費量 28.5 t/d 航続距離
 15,700 海里 速力 14.6 ノット 貨物倉(ペール) 20,940 m³ (グリーン) 21,405 m³ 燃料油倉 1,321.8 m³ 清水
 倉 179.3 m³ 乗員 35 名 工期 46-10-23, 47-1-18, 47-3-28 本船の自動車積載方法はカーラタン
 カーエレベーター (4 基) による方式



HOWARD W. BELL (油槽船) 船主 Chevron Transport Corporation (リベリア) 造船所 三菱重工業
長崎造船所 総噸数 118,341.93 噸 純噸数 100,178 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 264,077 噸 全長 337.70 m
長(垂) 320.00 m 幅(型) 53.60 m 深(型) 26.40 m 吃水 67'-4¹/₈" 満載排水量 299,381 噸 主機 三菱船用タ
ービン 1 基 出力 32,000 PS×90 RPM 燃料消費量 156 t/d 航続距離 25,000 海里 速力 15.1 ノット 貨油倉
320,532.1 m³ 燃料油倉 12,296.6 m³ 清水倉 372.5 m³ 乗員 56 名(外予備 7 名) 工期 46-9-4, 46-
12-5, 47-3-30 同型船 George M. Keller



EASTERN HAZEL (鉍石兼油槽船) 船主 Liberian Hazel Transports, Ince (リベリア) 造船所 三菱
重工業・横浜造船所 総噸数 41,164.64 噸 純噸数 29,362 噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 76,371 噸 全長
237.70 m 長(垂) 226.00 m 幅(型) 36.00 m 深(型) 19.10 m 吃水 13.299 m 満載排水量 99,362 噸 船首楼
付平甲板船 主機 三菱スルザー7RND90型ディーゼル機関 1 基 出力 18,270 PS×118 RPM 航続距離
29,000 海里 速力(試) 16.92 ノット (航) 15.9 ノット 貨油倉 93,372 m³ 貨物倉(グレーン) 40,648 m³
燃料油倉 5,638 m³ 清水倉 456 m³ 乗員 34 名 外予備 8 名 工期 46-8-20, 46-12-15, 47-3-8
設備 イナートガスシステム装置



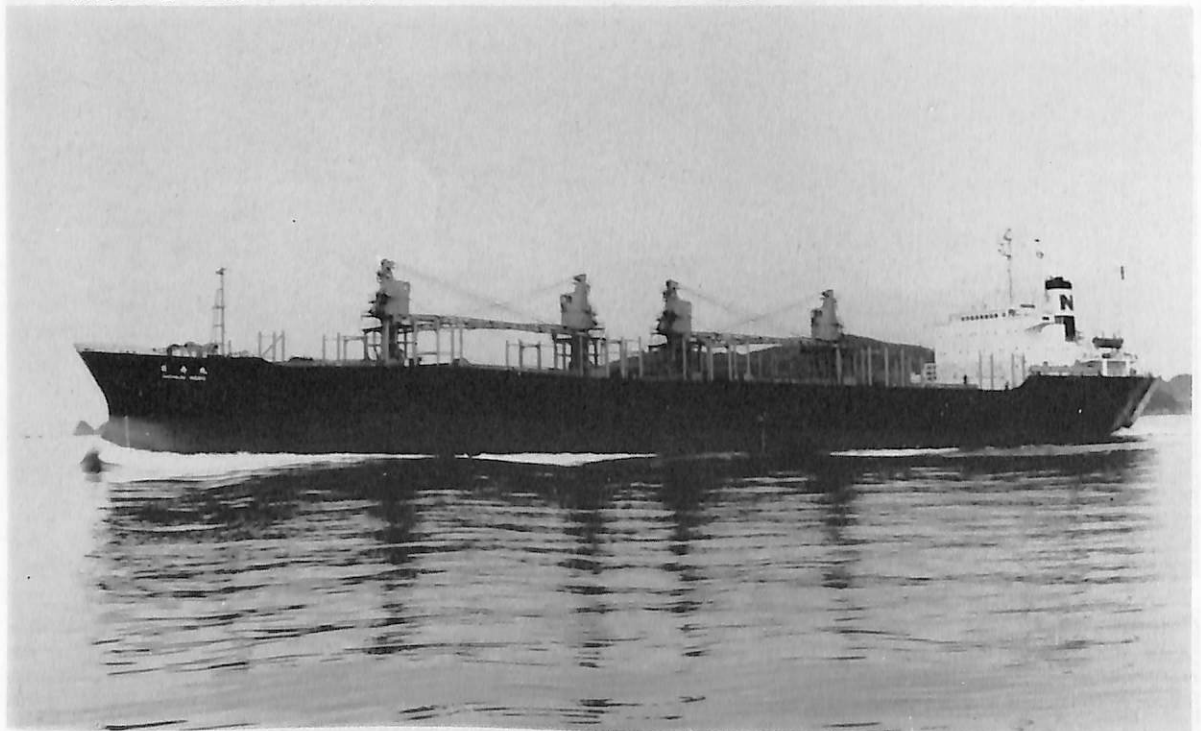
日 王 丸 (油 槽 船) 船 主 山 下 新 日 本 汽 船 株 式 会 社, 日 正 汽 船 株 式 会 社 造 船 所 日 立 造 船 ・ 堺 工 場 総 噸 数 120,255.21 噸 純 噸 数 90,612.13 噸 遠 洋 船 級 NK 載 貨 重 量 238,731 噸 全 長 324.00 m 長 (垂) 310.00 m 幅 (型) 53.00 m 深 (型) 25.00 m 吃 水 19.454 m 滿 載 排 水 量 272,088 噸 一 層 甲 板 船 主 機 日 立 UA-360 船 用 タービ ン 1 基 出 力 35,000 PS×89 RPM 燃 料 消 費 量 173.1 t/d 航 続 距 離 15,850 海 里 速 力 15.7 ノット 貨 油 倉 282,633.5 m³ 燃 料 油 倉 8,133.3 m³ 清 水 倉 610.6 m³ 乗 員 40 名 工 期 46-8-2, 46-12-15, 47-3-15 同 型 船 新 燕 丸



BRITISH SURVEYOR (油 槽 船) 船 主 BP. Medway Tanker Co, Ltd (イギリス) 造 船 所 三 井 造 船 ・ 千 葉 造 船 所 全 長 324.182 m 長 (垂) 309.982 m 幅 (型) 48.768 m 深 (型) 25.298 m 吃 水 19.653 m 総 噸 数 112,742.37 噸 載 貨 重 量 222,745 噸 貨 油 倉 272,381.6 噸 速 力 (試) 15.78 ノット 主 機 IHI 衝 動 船 用 タービ ン 1 基 出 力 30,000 PS×88 RPM 乗 員 48 名 船 級 LR 工 期 46-9, 46-12, 47-3-28 設 備 専 用 パ ラ ス ト タ ン ク の み で 離 着 岸 可 能, イ ナ ー ト ガ ス 装 置, 海 水 汚 濁 防 止 の た め 上 甲 板 に オ イ リ ー ウ ェ ー タ ー セ パ レ ー タ 装 備



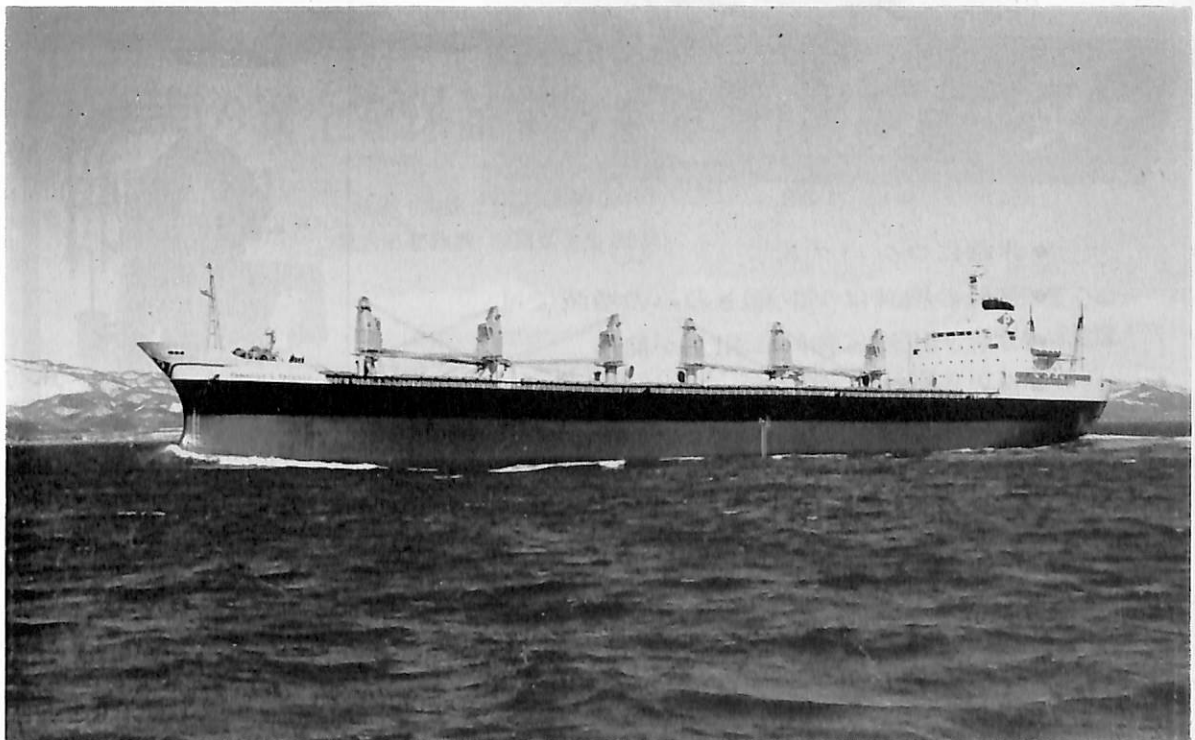
日 友 丸 (ニッケル鉱運搬船) 船主 山友汽船株式会社 造船所 笠戸船渠・笠戸造船所
 総噸数 15,404.65 噸 純噸数 7,233.03 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 25,390 噸 全長 168.50 m 長(垂) 160.00
 m 幅(型) 25.00 m 深(型) 13.00 m 吃水 9.433 m 満載排水量 31,233.03 噸 船首楼付平甲板型 主機 三菱
 8 UEC^{65/135}C 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,840 PS×137.4 RPM 燃料消費量 33.6 t/d 航続距離 12,880 海里
 速力 14.8 ノット 貨物倉(グリーン) 25,762.41 m³ 燃料油倉 1,318.42 m³ 清水倉 582.51 m³ 旅客 2 名
 乗員 29 名 工期 46-6-23, 46-9-9, 46-11-30 設備 複索グラブバケット×4



日 寿 丸 (ばら積貨物船) 船主 日正汽船株式会社 造船所 笠戸船渠・笠戸造船所
 総噸数 14,901.30 噸 純噸数 8,884.33 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 25,031 噸 全長 168.90 m 長(垂) 160.00 m
 幅(型) 25.00 m 深(型) 13.00 m 吃水 9.413 m 満載排水量 31,341 噸 凹甲板船 主機 三菱 8 UEC^{65/135}C 型
 ディーゼル機関 1 基 出力 8,840 PS×135.5 RPM 燃料消費量 33.6 t/d 航続距離 12,000 海里 速力 14.8 ノ
 ット 貨物倉(ベール) 28,959.97 m³ (グリーン) 29,636.09 m³ 燃料油倉 1,287.35 m³ 清水倉 450.40 m³
 乗員 31 名 工期 46-9-18, 46-11-19, 47-3-22 設備 電動油圧グラブバケット×4 台 同型船 日豊丸

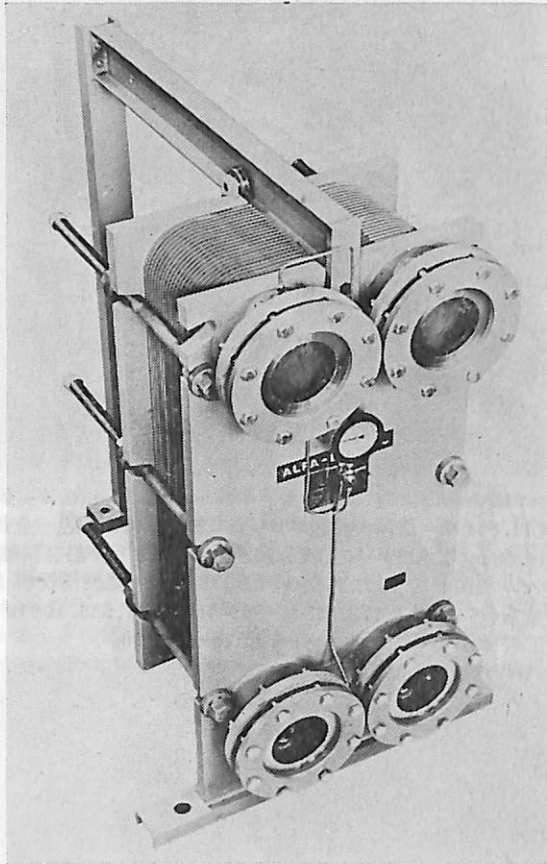


DIAS (ばら積貨物船) 船主 Dias Compania Naviera S.A. (ギリシヤ) 造船所 函館ドック株式会社・函館造船所 総噸数 16,605.93 噸 純噸数 11,884 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 28,855 噸 全長 180.80 m 長(垂) 170.00 m 幅(型) 23.10 m 深(型) 14.50 m 吃水 35'-0" 満載排水量 35,217 噸 船首尾楼付一層甲板船 主機 IHI-スルザー 6 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,650 PS×130 RPM 燃料消費料 28.6 t/d 航続距離 21,500 海里 速力 14.1 ノット 貨物倉(ベール) 1,178.828 ft³ (グレーン) 1,338.108 ft³ 燃料油倉 72,093 ft³ 清水倉 22,903 ft³ 乗員 40 名 工期 46-6-23, 46-9-2, 46-11-10



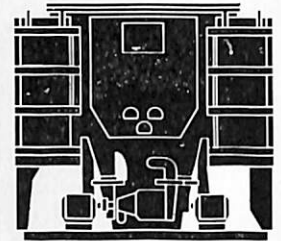
PANAGOS D. PATERAS (ばら積貨物船) 船主 Diamond Freighters Corporation. (ギリシヤ) 造船所 函館ドック株式会社・函館造船所 総噸数 16,452.13 噸 純噸数 10,631.23 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 28,712 噸 全長 180.80 m 長(垂) 170.00 m 幅(型) 23.10 m 深(型) 14.50 m 吃水 35'-1/2" 満載排水量 35,241 噸 船首尾楼付一層甲板船 主機 IHI-スルザー 7 RD 76 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,080 PS×118 RPM 燃料消費量 38.45 t/d 航続距離 18,300 海里 速力 15.0 ノット 貨物倉(ベール) 1,150.769 ft³ (グレーン) 1,303.724 ft³ 燃料油倉 C 76,482 ft³ A 6,635 ft³ 清水倉 8.774 ft³ 乗員 42 名 工期 46-10-11, 46-12-20, 47-3-10

アルファ-ラバル プレート式熱交換器

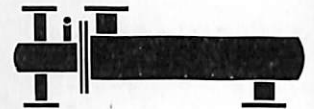


- 非常にコンパクト
- 容量の増減はプレートのみの増減で可
- 分解、点検、掃除、組立が簡単
- 世界中にあるアルファラバルの工場、代理店がアフターサービスを提供します。

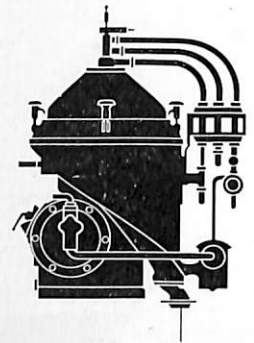
その他扱品目



ニレックス造水装置



スタネックス
フィンチューブ式
油加熱器



アルファ-ラバル
油清浄機

ALFA-LAVAL

日本総代理店及びライセンス

長瀬産業株式会社 船用機械課

本社 大阪市西区立売堀南通1丁目19番地
電話 (06)541-1121 ☎ 550

東京支社 東京都中央区日本橋小舟町2丁目3番地
電話 (03)662-6211 ☎ 103

アルファ-ラバル
プレート式熱交換器製造工場

株式会社 黒瀬工作所

本社 大阪市港区三先2丁目5番14号
電話 (06)571-0881 ☎ 552

本機 1 台で 2 台分の働き

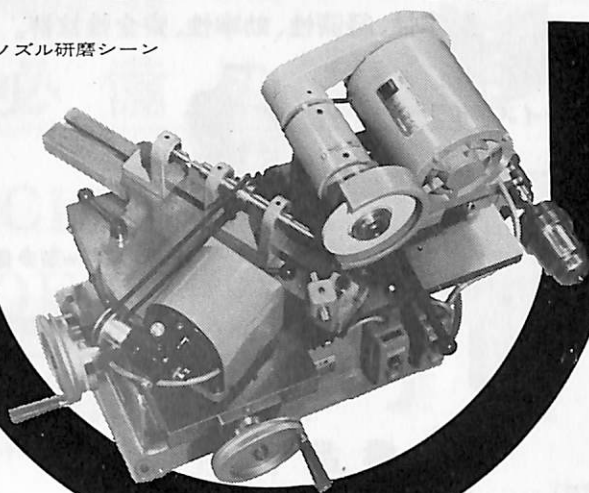
KAN-1B

ノズル兼吸・排気弁
精密研削盤

ノズル研磨シーン



仕上りの精度は、
KAN-IMSノズル
内面検査鏡で
ごらんください。



総合カタログ送呈

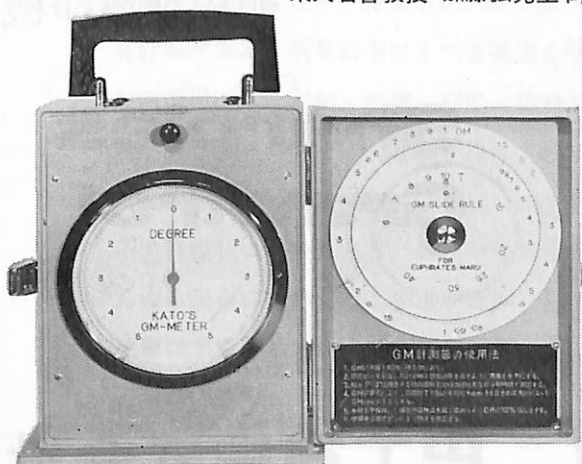
日本船舶工具有限会社

横浜市旭区本宿町 8 番地 郵便番号 241
電話 横浜 (045) 391-2345, 363-1315

あなたの安全を保証する

GMメーター

特許：加藤式GMメーター
東大名誉教授 加藤弘先生 御発明



- 船に積荷をするとき、常に重心の位置を測定できるので正しい位置に積荷をする判断ができる。
- 遊覧船、小型客船に大勢の人が乗るとき、科学的に安全な配置を指示することができる。



株式 会社 **石原製作所**

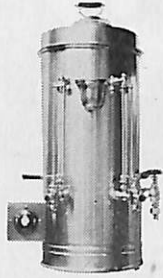
全国の船舶関係商社又は有名
船具店に御問合せ下さい。

東京都練馬区中村 3-18 〒176 TEL999-2161(代)
電略「トウキョウシャクジイ」イシハラセイサクショ
TELEGRAMS: KK/ISHIHARASS/TOKYO

YKK型船舶厨房調理機器

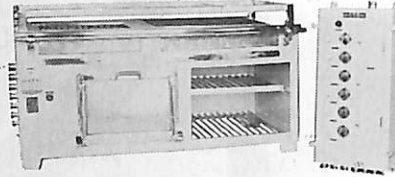
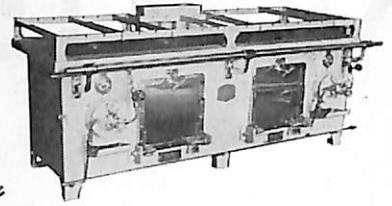
堅牢性、経済性、効率性、安全性抜群。高い信頼納期業界最短、即納主義

ライスボイラー



電気式湯沸器

26kw型多目的電気レンジ



2400型オイルレンジ

営業品目

電気レンジ・オイルレンジ・ライスボイラー・湯沸器
調理機・水漉器・豆腐製造機・アイスクリーム製造機
ハムスライサー・肉挽機・球根皮剥機・炊飯器・ケー
キミキサー・ガスレンジ・電気式オープン・パン醗酵器
電気式魚焼器・スープボイラー・ティスポーザー
食器洗浄機・堅型蒸気炊飯器・電気コンロ・電気熱板
ガス魚焼器・その他特殊製品全般

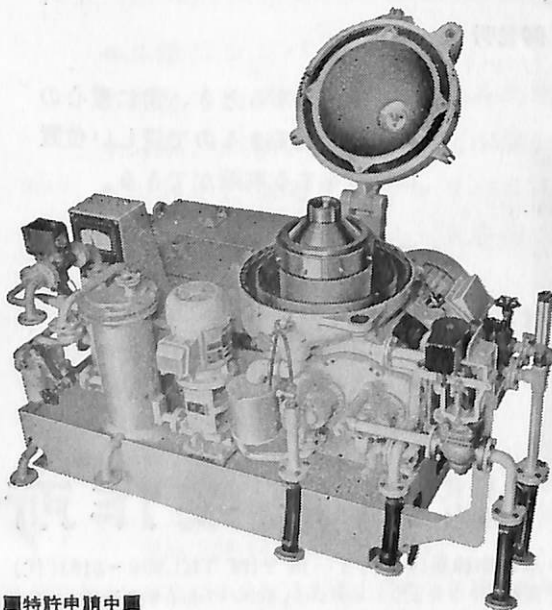
株式会社 横浜機器製作所

本社・工場 横浜市中区新山下1-8-34
電話 横浜045(622)9556(代)
第2ビル専用 045(621)1283(代)
電略「ヨコハマ」ワイケイケイ

希望条件を指示下さい。即時見積、設計、納品致します。

ノーマンで油の清浄!!

完全連続スラッジ排出形
船用油清浄機



■特許申請中■

Sharples Gravitrol

◆ペンヴォルト 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 (第二心斎橋ビル)
電話 大阪 (252) 0 9 0 3 (代表)

日本図書館協会選定図書



1 隻 1 冊 必 備 の 書



THE CYCLOPEDIA
OF
NAVIGATION

監 修 東京商船大学名誉教授 浅 井 栄 資
東京商船大学学長 横 田 利 雄

航 海 辞 典

A 5 判 850 頁 布クロス装函入 定価 6,500 円 千 120 円

- 解説項目 1,112 項、参照項目 5,308 項、挿入図 400 余個、挿入表 95 個
- 附録：天測暦、基本雲形、露点表、ビューフォート風力階級表、世界主要航路地図(色刷)、海図図式、モールス符号、手旗信号、航海技術年表等
- 口絵：アート紙色刷(文字旗、世界煙突マーク)
- 航海術の基本として、地文航法、天文航法、電波航法の理論を紹介し、特殊な航海計器や海象・気象の準拠すべき事項を取上げてある。
- 航海運用には、ぎ装・整備・操船・載貨を具体的に取上げて、原理と実際上の知識を盛り、さらに造船の基礎を揚げて根本から応用し得るように工夫してある。
- 機関関係には、内燃機関・タービンの主機をはじめ、補機電気関係はもちろん、その自動化の問題に及び、ボイラや推進軸系には小部門を特設して、運転上のあらゆる場合に対処し得る項目が選ばれている。
- 執筆は東京商船大学、神戸商船大学、航海訓練所、海技大学校の教官(41名)がこれにあたり、まさに最高の権威者を揃えた執筆陣といえよう。

東京都新宿区赤城下町 50 天 然 社 振替東京 7 9 5 6 2 番

日本海事協会の承認を得ました！

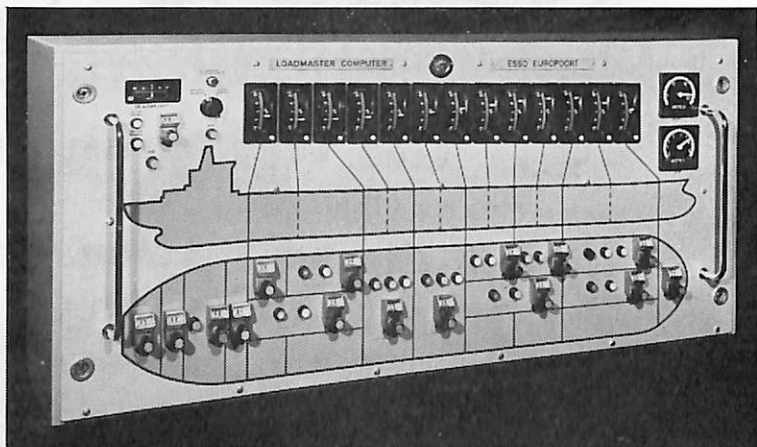


Kockums Loadmaster Computer

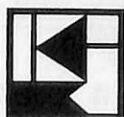
積付計算書(Load Manual)に代ってComputer Machineがあなたの船の強度計算を行ないます。

近年ますます船舶が大型化されると同時に、自動化されています。航海士にとって最適積付計算、船の強度計算は複雑になってきました。Kockum Loadmaster ComputerはSHEARING FORCES, BENDING MOMENTS, MEAN DRAFT, TRIMとDEADWEIGHTをアナログ的に表示します。

Kockums Loadmaster Computerは航海士専用のコンピュータです。



ロードマスターコンピューターは世界的水準を行くコッカム造船所(スウェーデン)の電子機器部によって、1968年に紹介され、すでに300台以上を受注し、世界中の船主より高い評価をいただいております。



日本総代理店

アクセル ジョンソン グループ

チェルベルジ株式会社

本社：東京都港区赤坂3-2-6 赤坂中央ビル TEL(582) 7171(大代)
時間外直通(582) 7172
大阪支店：大阪市南区安堂寺橋通2-36 南船場 TEL(261) 3637 代



詳細は弊社船用機械部へ

3基3軸船 えるべ丸

—主として機関部について—

三井造船株式会社
玉野造船所造船設計部

はじめに

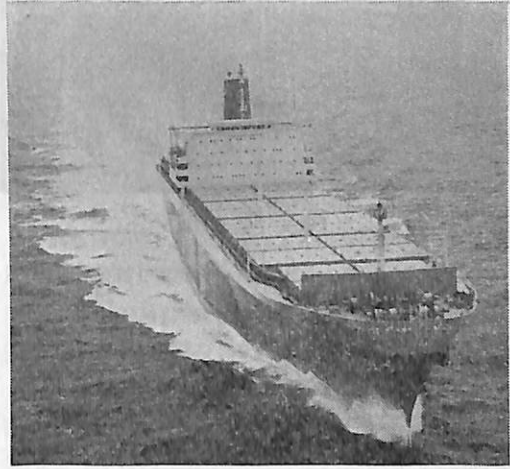
欧州各国の船主が高速大型コンテナ船を続々と計画或は建造に着手し、いよいよコンテナ船航路の網の目が7つの海にはりめぐらされる時代の開幕に、欧州航路用新鋭大型コンテナ船として大阪商船三井船舶(株) 殿より受注した本船は、3基3軸合計馬力84,600制動馬力のディーゼル主機関を有し、航海速度約27.5ノットの高速で、太平洋—パナマ運河—大西洋をつつばる画期的な船である。

本船建造の基本計画は、船主の要請を最大限に満すべく、船主と造船所間の幾回にもわたる検討打合せがなされたが、中でも主機型式についてタービнкаディーゼルか、その得失は未だに議論の余地があるが、大型商船として、世界に類例のないディーゼル3基3軸に踏み切られた船主の勇断は特筆に値するものと考えらる。

予行運転時、左舷スターチューブに焼損事故発生し、運転を一時中止して、斯界の注目をあびたが、ドックに入り、スターチューブの換装を行い、再度の予行運転では、プロペラ軸のたわみ、ボッシングの振動、船体と軸との相対変位、トルク変動、ベアリングの温度計測等の諸計測を行い、十分なる確信を得た上で、3月17日より4日間の海上公試運転では、3軸船としての性能をもれなくチェックできるよう、諸試験を網羅して有終の美を飾った。

まず、速力試験では試運転最大(1往復平均)30.96ノットの商船最高をマークしたが、これをMCOベースの馬力に換算すると31.78ノットとなり、3軸船の推進性能の優秀性を遺憾なく発揮した。中央プロペラのみで運転のとき16.95ノット、両舷プロペラのみで22.23ノットの速力を記録し、非常のときは減軸で運転しても、かなりのスピードで航海できることがわかった。また、船内より没水部に窓を設けて中央プロペラのキャビテーション発生状況を観測したが、本船のごとき大型高速船のプロペラとしては、キャビテーションも非常に少なく優秀なる成績を示した。

操縦性に関する諸試験においても、保針性能、主機最低回転数23.3rpmにおける船速3.4ノットが得られたこと(最高速と最低速の比が大なること)、港内操船時の低速における舵効き性能等、いずれも抜群の成績をおさめた。



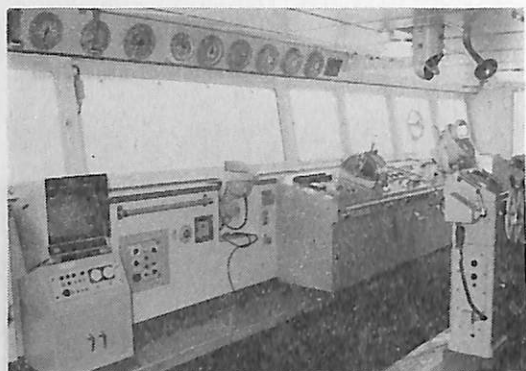
また、構造の面から見ても、世界に比類のない大馬力のディーゼル主機関を搭載しながら、振動、騒音ともに問題なく、居住性も何ら従来の船に劣らぬものであった。

機関部制御関係の試験についても、3基の主機関をブリッジから一元的に一定の操縦モードにしたがつて制御する主機遠隔操縦装置や、主機関自動負担装置も、船主、NKほか関係者立会いのもとに支障なく行われ、その性能の優秀さが確認された。

また、両舷軸の軸ブレーキ試験や、中央軸爪の強度確認試験も合せて行われ、いずれも計画通りの能力を持つことが実証された。これら諸試験の終了を待つて、6時間の“M0”運転が行われ、その間、1~2点の燃料タンクの低水位警報が出されたほかは、トラブルの発生は全くなく、多数の監視計器額の調整も十分であることが実証され、関係者の感銘を深くしたものであった。

主要目

全長	269.00 m
垂線間長	252.00 m
幅(型)	32.20 m
深(型)	24.40 m
夏期満載吃水(型)	12.00 m
計画運航吃水(型)	11.00 m
総トン数	51,623.17 T
純トン数	30,423.77 T
載貨重量(吃水12m)	35,229 KT



操 舵 室

(吃水 11 m)	28,618 KT
コンテナ搭載数	
倉内 20' コンテナ	672 個
40' コンテナ	454 々
甲板上 20' コンテナ	262 々
(ただし 40' コンテナも 118 個可)	
20' コンテナ換算合計	1,842 個
以上のうち冷凍コンテナ	160 々
(20' コンテナ換算にて)	
燃料油タンク (C 重油)	8,662.7 KT
(A 重油)	533.4 々
バラストタンク	11,358.9 々
清水タンク	366.7 々
主 機 関	
中央機 三井 B&W, DE 12 K 84 EF	1 基
連続最大出力 33,800 BPS×119 rpm	
両舷機 三井 B&W, DE 9 K 84 EF	2 基
連続最大出力 25,400 BPS×119 rpm	
合計出力	84,600 BPS
速 力	
試運転最大	30.96 Kn
運航速度	27.48 々
(吃水 11 m, 常用出力, 15% シーマージン)	
乗船人員	
乗組員および船医	32 名
水先案内人およびその他	5 々
合計	37 々
船級 NK, NS*, (CONTAINER CARRIER), MNS*, "M 0"	

1. 船 体 部

高速コンテナ船として、数年にわたる系統的水槽試験

の結果、あまり大きくない球状船首、トランザム型船尾およびボッシングによる両舷プロペラ軸支持方式を採用した。

航行中の風浪による甲板積みコンテナの損害をできるだけ少くするため、従来倉内 6 段、甲板上 3 段積とするのが標準であったものを、倉内 9 段、甲板上 1 段として計画したため、船の深さが大きくなり、吃水に比して非常に大きい乾舷を有する船型となつた。従つて甲板上に青波の打込む可能性が少くなつたので、係船作業の観点からも、船首楼は廃止し、低船尾甲板を採用することとした。

燃料油タンクとバラストタンクは主として、ダブルハル構造となつている舷側タンクおよび二重底を利用し、極東—欧州航路のサービスに必要な容量と燃料消費の状態におけるトリムおよびスタビリティを適当に調整できるよう、その適正配置に努めた。

船体強度、構造の面から見ると、船体横方向に 10 列のコンテナを積載するため、2 列倉口とし上甲板に大きい開口を有するので、船体縦強度および振り強度を維持するため、ダブルハル構造、センターボックスガーダー、倉口縁材等を機関室を通して全通させ、シアーストレーキ、ストリンガープレート、ダブルハル縦通隔壁上部は 43 mm の厚板鋼板を使用し、配管等必要にせまられて設けた開口は全て入念に補強が講ぜられた。

また、20' コンテナ倉の大部分は将来 40' コンテナ倉として改造が容易に行えるよう、前もつて必要な補強が施されている。

船体部艤装においても、操船、係船、荷役の迅速化をめざして、各種の遠隔制御装置、油圧化等を採用し、マンパワーの省力を計つた。以下その主なものを述べる。

甲板機械

揚錨機兼係船機	油圧駆動	54T×9 m/min×2
係船機	々	15 T×15 m/min×7
同上用電動油圧ポンプユニット		75 KW×8
同上用遠隔制御サーボポンプユニット		2.2 KW×2
同上用制御スタンド	各係船機に対して	各舷 1 台
曳船綱取機	圧縮空気駆動	400 kg×31 m/min×6

舵取機

MITSUI-AEG, RDC	2500 A/600×1
最大トルク	592 T-M
ポンプモーター	100 KW×3
パウラスター	
MITSUBISHI-KAMEWA	SP 1200/3S×1
翼径×推力	2400 mm×約 13.6 ton
同上用モーター	AC 3300 V, 900 KW

同上用制御	主パネル	操舵室
	従スタンド	両ウィング
	持運式制御箱	1個

倉口蓋油圧一斉締付装置

制御スタンド	各倉口横	計8台
油圧シリンダー式クリート		348個
同上用油圧ポンプモーター		11 KW×2

本装置は各倉口の倉口蓋（4枚）のクリート全数を2分以内に作動せしめる能力を有する。

弁遠隔操作装置

燃料油積込管およびバラスト管系のバルブの油圧による遠隔操作を各タンクの液面指示計等とともに1つのコンソールにまとめ、上甲板居住区画にある弁制御室にて、集中制御するようになっている。また、このコンソールにはヒール調整装置の制御パネルも組込まれている。

その他

航海中の船体動揺を減ずるため、ダブルハル構造を利用したフレーム式減揺タンク2式を有し、狭水路や港内における操船を容易にするため、前述のバウスタスターの外に、操舵室から、旋回俯仰、焦点等の遠隔操縦できるテレビカメラも前部マスト頂部に据付け、船首部の接岸、係船の様相を視取することができるようになっている。

2. 機 関 部

2.1 概 要

本船の推進装置は、ディーゼル機関3基（合計出力84,600 BPS）に、それぞれ、軸系を直結した商船として世界最大の高出力機関である。

中央機関（12 K 84 EF）は、機関室の後部区画に、両舷機関（9 K 84 EF）は、前部区画にそれぞれ配置され、これら3基の機関を、後述のように、一定のモード



建造中の機関室

にしたがつて、同時に、1本の3基共用主テレグラフ発信器ハンドル（マスターテレグラフ）により、容易に制御することができる。

中央軸系は1機1軸船とはほぼ同様の構造とされているが、両舷軸系は、シール等の保守点検が、船内から容易に行なえるように、ボッシング型支持構造が採用されている。

これら軸系には、中央軸系には固定用つめ、両舷軸系にはディスク形軸ブレーキ装置が設けられ、特に後者は、マスターテレグラフと連動して自動的に作動する。

回転方向は、中央軸は従来の1軸船と同じく右回りとし、両舷機関は、3軸装備の全体的な推進効率を水槽試験で種々検討した結果、内回りとしている。

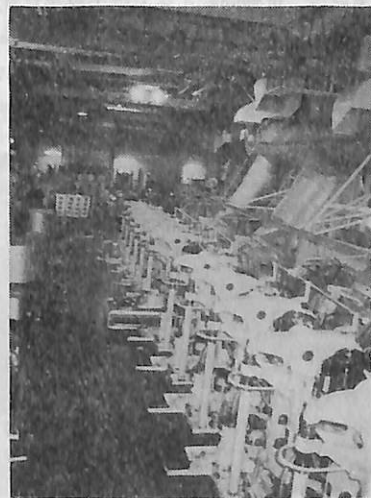
3基3軸船の特殊性として、積荷状態・海象条件等の変化によつて、3軸のプロペラの吸収馬力にアンバランスが生じることが考えられるので、両舷機関の苦しさを、中央機のそれに近づけるように、自動負荷分担装置を設けている。

機関部制御室は、居住区内の上甲板平面の左舷寄りに配置され、機関室とは視覚的に完全に隔離されるとともに、遮音の面からも効果的なアレンジが採用されている。

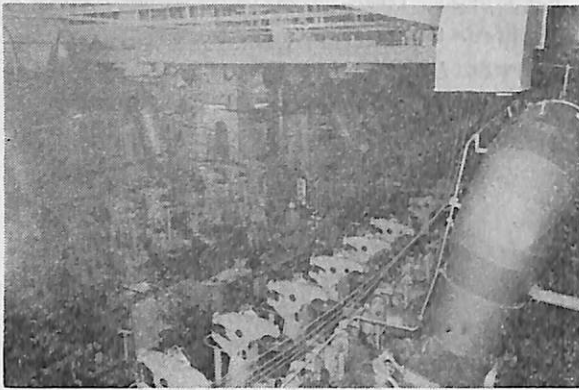
この制御室に隣接してエレベーターを設け、機関室との交通の利便をはかっている。

2.2 機関室配置

中央機は、機関室の後部区画に、両舷機関は、前部区画にそれぞれ配置され、両区画の間には、横強度保持のため、横隔壁（主機トップグレーチングの高さまで）が



主 機 室



3基上段（後部上方より見る）

設けられている。

推進補機類は、原則として、中央機用のものは後部区画に、両舷機用のものは前部区画に、それぞれ配置され、その他の補機類は、取扱い・保守作業および機器の機能を考慮して、最も適当な場所に配置されている。

ディーゼル発電機は、第4甲板の左右舷に、またターボ発電機は第3甲板左舷側に設けられ、この区画に近接して、左舷側に配電盤室が設置されている。

主機械トップグレーチング平面（第3甲板）には、前述のターボ発電機・配電盤室の外に、機関室倉庫・工作室・主要予備品類が配置され、operating platformとして、その機能を果し得るように考慮されている。

天井クレンとして、5tのものを4台設置し、主機械30シリンダ分の保守作業の利便を計っている。

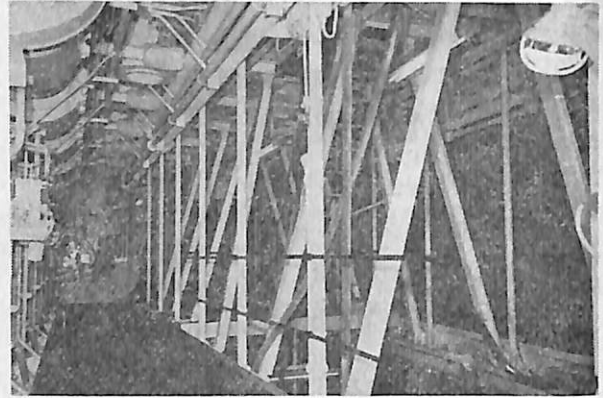
補助ボイラ1台および排気エコノマイザ3台は、いずれもA甲板に配置されている。

中央軸系には、爪型回転止めが推力軸受後部に設けられ、港内速度領域においては、必要に応じ、中央軸系を固定して、中央機関の保守作業を行なうことができる。

両舷軸系のディスク型軸ブレーキは、中央機関の左・



機関制御室



両舷主機中段

右舷側にそれぞれ設けられている。

2.3 主機械および同速隔操縦装置

2.3.1 主機械

主機としては、豊富な就航実績をもつ三井 B&W K 84 EF 型大形低速ディーゼル 機関3基が搭載されている。

本機はコンテナ船の特性に適合させるため、下記に示すように、構造強化、振動対策等の信頼性向上対策をはかっている。

主要目

中央機	三井	B&W 12 K 84 EF	1 基
	MCR	33,800 BPS×119 RPM	
	CSR	28,800 BPS×113 RPM	
両舷機	三井	B&W 9 K 84 EF	2 基
	MCR	25,400 BPS×119 RPM	
	CSR	21,600 BPS×113 RPM	

「えるべ丸」主機の出力は、在来機関に比べて約9%の出力増加がはかられている。

高出力化の実施にあたっては、在来機関の就航実績および工場試験での高出力テスト結果から、十分な見透しを得たうえで採用したものである。本機の工場試験において、長期にわたり一連の性能テストを実施したが、燃焼室熱負荷は在来機関を上回ることを確認した。

高速コンテナ船では、船型にくらべて相対的に大出力の機関が搭載されるが、ディーゼル機関は大形化と高過給化とともに、振動起振力が増加する傾向にある。

3基3軸の「えるべ丸」主機は、コンテナ船の場合に特に問題視される局部振動や連成振動を極小におさえるため、各機それぞれに万全の対策を行なった。3軸船主機においては、台板板厚と板幅の増加、シリンダ・ジャケットとスキャンピングボックスの強化と結合法の変化、オイルドアの変更を行ない、機械本体の変形と振動

とを抑制した。9シリンダ機関には大型コンテナ船「おーすとらりあ丸」主機 9K 98 FF と同じく、完全バランス装置を組み込み、1次、2次の不釣合を完全に零とした。

なお、12シリンダ機は、もともと不釣合がないので、3基とも完全バランス機であり、シンクロナイズ等の対策は不要とした。

コンテナ船特有の回転変動に対するマージンを見込む必要があり、中央機は2節6次のねじり振動の共振点を常用運転域から大幅に高くするため、クランク軸のジャーナル径を、730 mm から 800 mm に太くした。また、排気弁駆動系の運動部質量軽減のため中間ばねガイドのないマルチスプリング方式の構造を採用した。軸系縦振動は6翼プロペラ使用により、6次振動が現われる。

左右舷機では軸駆動時の常用運転域近傍、中央機では単軸駆動時の常用域に共振点があり、振動抑制のため各機ともクランク軸船首端にダンパーを装備した。

一般商船では最低速として、5~7ノット程度を要求されるのが普通であり、したがって高速船では最低速時の安定軸回転数の要求が相対的に低くなる。本機では、ガバナの安定作動のため、駆動ギヤ比を高くしているが、高速運転域でのガバナ性能維持のため作動油冷却装置をつけている。一方、最低速時において、燃焼状態を外部負荷変動に対しても安定させるため、各機とも電動の補助プロアを装備している。主機3軸は船橋あるいは制御室から操縦されるが、操縦簡易化のため、1個のハンドルで統轄的に制御される。各機の保護装置は互いに他機との関連作動を行ない、たとえば潤滑油圧力低下は当該機をシャットダウンするが、他機はスローダウンするなどとなっていて、できるだけ船の停止を避けるよう計画されている。

機関を長期にわたり性能劣化をおこすことなく、常に最高の性能を発揮させるには、各機の熱負荷を一定にして使用することが望ましい。

「えるべ丸」にはこの目的から、下記に示すように、自動負荷分担装置を新たに開発し装備している。

2.3.2 主機械自動負荷分担装置

主機関の熱負荷的な“苦しさ”の指標としては、燃料ポンプ指度を掃気の絶対圧力で除したもの、すなわち、

$$\frac{1 \text{ サイクル当りの燃料噴射量}}{1 \text{ サイクル当りのシリンダ内充填空気量}}$$

をとることにし、この値が3基の主機関について、ほぼ等しくなるように制御することとした。

この苦しさの指標 (SEVERITY INDEX. 以下 S.I. と称する) は、1サイクル当りの燃料量、つまり軸トル

クを掃気圧力で修正したものであり、この値を S.I. として採用すれば、3基の主機関の間で、過給機を含めた機関系の汚れ具合にアンバランスが見られるような場合にも、汚れ具合のひどい機関の出力トルクは、自動的に他機関と比べて少な目に調整されることとなり、熱負荷的に、3基の主機関がほぼ同一の条件下で運転されることになる。

また、この負荷分担装置は、ローリングとかピッチング等によつて、瞬間的に3軸間の負荷にアンバランスを生じするような短時間現象については、対象外としており、あくまでも長時間的 (2分~18分) にみて平均的な S.I. を、3軸間で均一にすることを目的としている。

この負荷分担装置の機能は、次のように大別される。

- 1) 中央機の S.I. を指示する。
- 2) 両舷機の Δ S.I. を指示する。
- 3) 両舷機の Δ S.I. が0に近づくように、遠隔操縦装置を介してガバナを制御する。

ここに、 Δ S.I. とは、中央機の S.I. と両舷機の S.I. との差を表わすものである。

また、この負荷分担装置は、次の7項目の条件が満足されている時のみ作動する。

- 1) 負荷分担投入スイッチが“ON”となつていること。
- 2) 3機一体操縦装置を使つて、操縦が正常に行なわれていること。
- 3) RUNG UP 指令中であること。
- 4) 中央機が HANDLE LIMIT に達していること。
- 5) 3基とも、SLOW DOWN または SHUT DOWN していないこと。
- 6) 3軸の回転数がすべて 80 RPM 以上であること。
- 7) 3基とも前進方向に運転されていること。

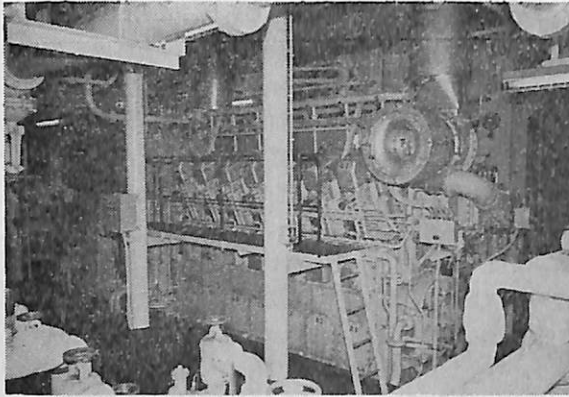
このように本装置は、各機関の苦しさをそろえる働きをするが、その結果として、両舷機関の回転数と、中央機関の回転数の間に過大な差が出ないように制限を設けている。この値は、3~4 RPM 程度を目標としているが、設定は可変としている。

2.3.3 主機遠隔操縦装置

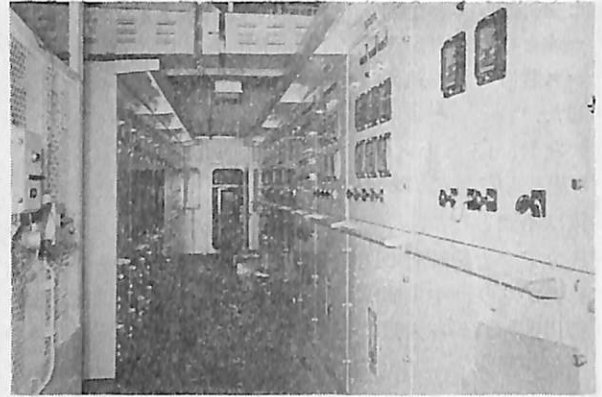
本装置は、船橋および機関部制御室から、3基の主機を同時に制御するためのテレグラフ連動方式による電気式全自動操縦装置であり、次の3主要装置より構成される。

- エンジンテレグラフ装置
- 機関操縦装置
- 機関保護装置

この内、エンジンテレグラフ装置は3基共通に一式、



ディーゼル発電機



メインスイッチボード

あと2者については、独立性を重視して、各主機ごとにその装置を設けている。

船橋では、1本の3基共通用主テレグラフ発信器ハンドル(マスターテレグラフ)を、単に所望する速力区分位置に操作するだけで、すべて自動的に、3基の主機を一定の操縦モードで操縦することができる。

機関部制御室からも、船橋からのマスターテレグラフの指令にしたがつて、1本の3基共通用主テレグラフ受信器ハンドルで応答する操作に連動して、すべて自動的に、3基の主機を船橋操縦の場合と同じ一定の操縦モードで操縦することができる。

マスターテレグラフの指令にしたがつて機関を操縦する場合、DEAD SLOW・SLOWの分画においては、中央機のみ運転され、両舷機は停止され、両舷軸系は、軸ブレーキにより固縛される。

エンジンテレグラフの分画、推定船速、主機回転数および軸ブレーキ嵌・脱の関係を表示すれば、下記のとおりとなる。

	テレグラフ分画	船速 (KT)	主機回転数 (RPM)		両舷軸 ブレーキ
			中央機	両舷機	
AHEAD	FULL AGAIN	—	—	—	脱
	RUNG UP	—	—	—	脱
	FULL	12	50	50	脱
	HALF	9.5	40	40	脱
	SLOW	6	40	—	嵌
	DEAD SLOW	4	25	—	嵌
	STOP	—	—	—	脱
ASTERN	DEAD SLOW	—	25	遊転	脱
	SLOW	—	40	遊転	脱
	HALF	—	40	40	脱
	FULL	—	50	50	脱
	FULL AGAIN	—	—	—	脱

上記のほか、船橋の個別用主テレグラフ発信器の指令にしたがつて、3基の機関を、機関部制御室から各々独立に制御することができる。

また、非常の場合には、主機中段に設けられた機械式操縦装置により、機側で機関を操縦することもできる。

2.4 発電機

本船所要電力はターボ発電機およびディーゼル発電機によりまかなう。

通常航海時の船内所要電力はターボ発電機2基によりまかなうことを原則とするが、冷凍コンテナ積載時には、必要とあればディーゼル発電機1基を並列運転させるものとする。

出入港時の船内所要電力はディーゼル発電機2基または3基によつてまかなわれる。

主要目を下記に示す。

	機 関		発 電 機
	形 式	数	
ディーゼル 発電機	三井 B&W 1426 MTBH 40 V	2基	1,700 KW ×600 RPM
	三井 B&W 826 MTBH 40 V	1基	980 KW ×600 RPM
ターボ発電 機	三井 BBC, 8,727 rpm	2基	1,100 KW ×1,200 RPM

2.5 蒸気発生装置

本船所要蒸気は補助ボイラおよび3基の排気エコノマイザによつてまかなう。通常通海時はターボ発電機を含めた所要蒸気を排気エコノマイザのみにてまかなう。

補助ボイラは、停泊中、または主機械の低出力時等排気エコノマイザの蒸気量が低下した場合に主として加熱用蒸気の供給源として使用する。

排気エコノマイザ用として独立の気水分離器を1基設

けている。

各排気エコノマイザの循環水は、それぞれ別個のボイラ水循環ポンプにより気水分離器との間に循環される。

蒸気発生装置の要目は下記に示すとおり。

排気エコノマイザおよび排気過熱器

	排気過熱器	排気エコノマイザ	排気エコノマイザ
形式および数	曲管 1基	曲管, 強制循環式 1基	曲管, 強制循環式 2基
(主機械)	12K 84 EF (中央機)		9K 84 EF (両舷機)
伝熱面積	276 m ²	920 m ²	1,050 m ²
蒸気圧力および温度	6.5 kg/cm ² G, 270°C	8.5 kg/cm ² G, 飽和	8.5 kg/cm ² G, 飽和
蒸気量(蒸気流量) (主機出力 80% MCO 時)	16,000 kg/h (排気エコノマイザ蒸気量 7,000 kg/h のとき)	7,000 kg/h (気水分離器出口にて)	7,000 kg/h (気水分離器出口にて)
付属品	スートブロワ (シーケンス制御)	スートブロワ (シーケンス制御)	スートブロワ (シーケンス制御)

気水分離器

形式および数	横円筒形 1基
内容積	約 13 m ³
使用圧力	常用 8.5 kg/cm ² G, 最大 14 kg/cm ² G
付属品	1要素式給水制御装置

2.6 補機類

推進補機類は、原則として、それぞれ中央機用に2台、両舷機用に2台設け、そのうち、1台常用、1台予備として計画し、NKの“M0”規則をカバーし得るものとした。

その他の補機類は、機関室用として必要な台数を設けるものとした。

補助ボイラ

形式, 数	立形水管式ボイラー 1基
伝熱面積	87 m ²
蒸気量	4,000 kg/hr

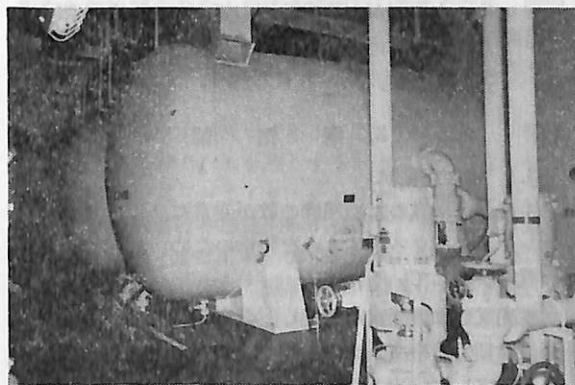
2.7 軸系

本船の軸系は、3基3軸方式で、両舷軸については、軸室内での作業性・点検の容易さ等の点からボッシング構造を採用した。

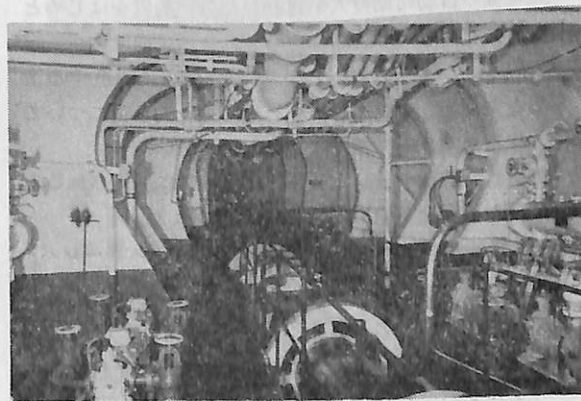
両舷推進軸換装に際しては、船尾側に抜出しできるようルーズカップリングとし、また軸室内での狭隘なスペースを考慮して、軸接手ボルトは、着脱の容易なテーパリーマーボルトを採用している。

その反面、テーパリーマーボルトは、その仕上加工が船内では非能率となるため、最後部中間軸の船外搬出が容易にできるよう、中間軸ベースとし、予備推進軸との間のテーパリーマーとも通しの便を計っている。

また、定検時等の軸抜きに際しては、船内に抜き出すことも可能である。



主 空 気 槽



中 央 軸 室

主機クランク軸と軸系を切離す必要が生じた場合には、油圧シリンダーを使用して、両者の切離しを行なうことができる。この切離装置は、各主機機フライホールの後部にそれぞれ設けられている。

従来、中間軸受の潤滑は、油かきリングによる掻きあげ給油によりなされていたが、本船の場合は、低速時の給油量の不足を補なうため、専用の油ポンプによる強制注油方式が採用され、軸受の発生熱量は、管路途中に設けられた油冷却器で持ち去られるものとした。

両舷軸の低速時の遊転を防止するとともに、低速性能の向上をはかるために、ディスク型軸ブレーキ装置が両舷軸系に装備され、マスターテレグラフと連動して作動する。

前述のように、テレグラフ分画 DEAD SLOW および SLOW の領域において、本装置は嵌となり、その他の分画においては、すべて脱の状態となる。特別の場合を考慮し、軸ブレーキをマスターテレグラフと切離して使うこともできるように、切換えスイッチを設けている。

中央軸には、固定用爪が設けられており、軸系故障時、軸を固定して、両舷機により航走を行なう。また、航走中、中央機の保守・点検の必要が生じた場合は、この爪により、軸を固定するか、または、前述の軸切離し装置を用いて、主機と軸系を切離し、軸系を遊転させて、これを行なうこともできる。

この固定用爪は、港内 FULL に相当する速度まで使用可能である。

2.8 自動化および計装

機関部の各装置は、機関の無人化に対する設備として、通常航海状態で24時間の無人運転が可能ないように計画されている。

発電機の自動同期投入・自動負荷分担装置をはじめとし、NKの“M0”規則に定められた諸設備はすべて設けているが、本稿においては、3基3軸船に関連する諸事項を主体として記述し、その他の一般的事項については、紙数の関係上、割愛することとした。

2.8.1. 船橋のコントロールスタンドに装備される主要な装置は下記のとおり。

- 1) 3基共通用主テレグラフ発信器(マスターレバ)……………1組
- 2) 照光式サブテレグラフ……………1組
- 3) ダイアル型個別用主テレグラフ(インディビデュアルレバ)……………1組
- 4) テレグラフプリンター……………計2台

12桁プリンター……………1台

24桁プリンター……………1台

- 5) その他必要な監視計器・スイッチ・表示灯類

2.8.2 機関部制御室

- 1) グラフィックパネル

コントロールデスク 正面に、左舷側から、ボイラ・発電機用パネル、中央機用パネル、両舷機用パネル、および油清浄機用パネルの順序で配置されている。

発電機・中央機・両舷機用の各パネルは、それぞれのコントロールデスクの正面に設置され、監視に便ならしめている。

- 2) コントロールデスク

コントロールデスクは、左舷側から発電機用、データロガー用、中央機用、両舷機用の4グループにまとめて配置されている。

機関操縦ハンドルの配置は、極めて特徴的であり、一見して奇異な感じをうけるが、機関の操縦モードにあわせて、使い易く配列されたものである。

すなわち、左舷側から、中央機用ハンドル、マスターハンドル、左舷機用ハンドルおよび右舷機用ハンドルの順に配置されている。

圧力計・温度計等の計器類は、各機関正面に対応して設けられ、監視の便をはかっている。

- 3) その他

3基の主機関相互の安全装置として下記のものが設けられている。

- 他の主機関の回転装置が嵌の状態の時、自機は空気運伝までしかできない。自機の回転装置が嵌の場合は、機関の起動が行なえない。
- 両舷機の軸ブレーキが嵌の状態では、両舷機の起動が行なえない。
- 他の主機関が主潤滑油圧力低下により危急停止した時、残りの機関は危急減速し、起動相当速度で運転される。

3. 電 気 部

3.1 電力系統

主機3基搭載のため補機の数が非常に多く、また冷凍コンテナ、バウスラスターを装備するため、大容量の発電装置を装備している。

主配電盤は機関室に設置し、発電機盤5面、給電盤2面、同期盤、冷凍コンテナ盤、バウスラスター盤各1面より構成している。給電盤は発電機盤の両側面に配置しまた、中央機、両舷機用重要補機の集合形始動器を1号

系、2号系別々に給電し、片側母線故障時にも残りの母線により給電できるものとし、中央機、両舷機とも運転可能としている。

3.2 発電装置

発電機はブラシレス型、ディーゼル発電機は防滴自己通風、ターボ発電機は全閉内冷型としている。

ディーゼル発電機 AC 450 V 3相

60 Hz 1700 KW 2台

ディーゼル発電機 AC 450 V 3相

60 Hz 980 KW 1台

ターボ発電機 AC 450 V 3相

60 Hz 1100 KW 2台

発電機は通常航海中はターボ発電機2台（冷凍コンテナ保冷）、またはターボ発電機2台とディーゼル発電機1台（冷凍コンテナ急冷）、出入港時はディーゼル発電機2台または3台（冷凍コンテナ バウスラスタ運転状況による）を適宜並行運転する。

発電機の操作監視は上甲板居住区内の機関部制御室に設置の発電機操作卓にて行う。この操作卓には各種計器、スイッチ、電源警報表示灯を取りつけて、発電機の操作監視を容易にしている。

3.3 冷凍コンテナ

冷凍コンテナ 給電用変圧器は 500 KVA 単相変圧器

3台を装備し、変圧器1台故障時にも容易にV接続で給電可能としている。

冷凍コンテナ警報盤は操舵室に設置し、パルス呼出方式のIC化情報集取システムを警報盤に実用化したもので、従来の1対1実線対応式より警報用電線を大幅に削減している。

3.4 バウスラスタ

主配電盤の母線電圧 450 V を 1200 KVA、3相変圧器により 3500 V に昇圧し、電動機（900 KW）に給電している。

始動器には真空遮断器、真空コンタクターを内蔵しスターデルタ始動方式を採用している。変圧器の電源遮断器投入時の励磁突入電流を抑えるためサイリスタ制御器を設け、1次電圧を段階的に昇圧し定格電圧近くまで昇圧後に投入している。

変圧器は差動継電器により保護し、高圧回路の接地事故には接地継電器を設け、いずれも電源遮断器を開せしめている。

3.5 テータロガー

主機3基搭載し監視点数が非常に多くデータロガーは常時監視装置と走査監視装置により構成し、主機、ボイラ、発電装置等の監視警報を行うと同時に各種データを自動記録している。（完）

8 m 型 砂利盗掘巡視船 “第2よしの”

石川島播磨重工は、かねてから同社横浜舟艇工場で建造中だった四国地方建設局向け 8 m 型 砂利盗掘巡視船「第2よしの」を3月末日、四国地方建設局徳島工事事務所に引渡した。

近年の建築ブームを反映して砂利の需要が急カーブに増加したため、砂利採取業者の河川での盗採の事例が後をたたないばかりか、ますます増加してきたため、四国地方建設局では吉野川水域におけるこれらの砂利盗採を取締るため、高速巡視船の採用に踏み切ったものである。

本船は巡視地域が河川であるため、特に浅瀬、川幅を考慮し、船型面で吃水を浅くする一方、スクリューを使わない推進装置“ハイドロ・ジェット”を採用した。これにより浅瀬航行や急速回転が可能で、また船体も近年レジャーボートをはじめ、公害監視艇、海洋調査艇、漁業取締艇など業務艇にも採用され、軽量化、耐久性、高速性が実証された強化プラスチックを使用している。

主要目

全長 8 m



幅	2.45 m
深さ	0.93 m
排水量	約 4.2 トン
主機関	クライスラー・ガソリンエンジン 225 馬力 2基
推進装置	石川島播磨重工製ハイドロ・ジェット IHJ-U-25/2S 型 2基
最大速力	約 70 km/H
乗員	10名

高速コンテナ船「しるばあ あろう」

川崎重工業株式会社
神戸工場造船設計部

1. ま え が き

「しるばあ あろう」は27次計画造船として、川崎汽船株式会社およびジャパンライン株式会社のご注文により、当社神戸工場において建造された加州航路に就航する高速コンテナ専用船である。

当社においては、ロールオン・ロールオフ式コンテナ船「おうすとらりあん しいろうだあ」など3隻の建造と定期貨物船「もんたな丸」のコンテナ船への改造工事を行ってきたが、リフトオン・リフトオフ式コンテナ船としては、昭和43年建造の「ごうるでん げいと ぶりつじ」に次ぐ2隻目の建造である。

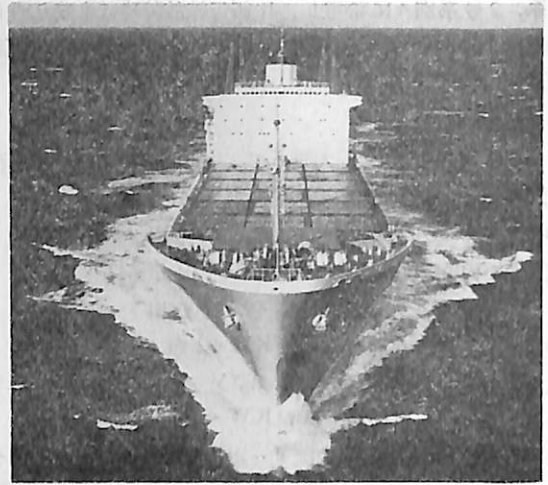
本船は、昭和47年1月28日無事竣工、船主殿に引渡しを完了した。以下に本船の概要を御紹介する。

なお、引続いてニューヨーク航路用大型高速コンテナ船（長さ248m、8万馬力）を建造の予定である。

2. 主 要 目

（参考のために「ごうるでん げいと ぶりつじ」の要目を右欄に併記する。）

	しるばあ あろう	ごうるでん げいと ぶりつじ
船 級	NK	NK
全 長	225.50 m	188.90 m
長 さ（垂線間）	211.00 m	175.00 m
幅（型）	30.60 m	25.00 m
深（型）	18.90 m	15.40 m
夏期満載喫水 （キール下面より）	11.527 m	9.524 m
総トン数	30,135.76 T	16,814.49 T
純トン数	17,194.67 T	8,674.10 T
満載排水量	45,028 t	24,832 t
載貨重量	30,465 t	15,926 t
コンテナ搭載数 （20'コンテナ換算）		
倉 内	919	484
甲板	492（3段）/332（2段）	232（2段）
計	1,411/1,251	716
試運転最大速力	26.304 kn	25.741 kn
満載航海速力	22.25 kn	22.44 kn
主機関	川崎 MAN K 9 SZ 105/180 型	川崎 MAN K 10 Z 93/170 E 型



航走中の「しるばあ あろう」

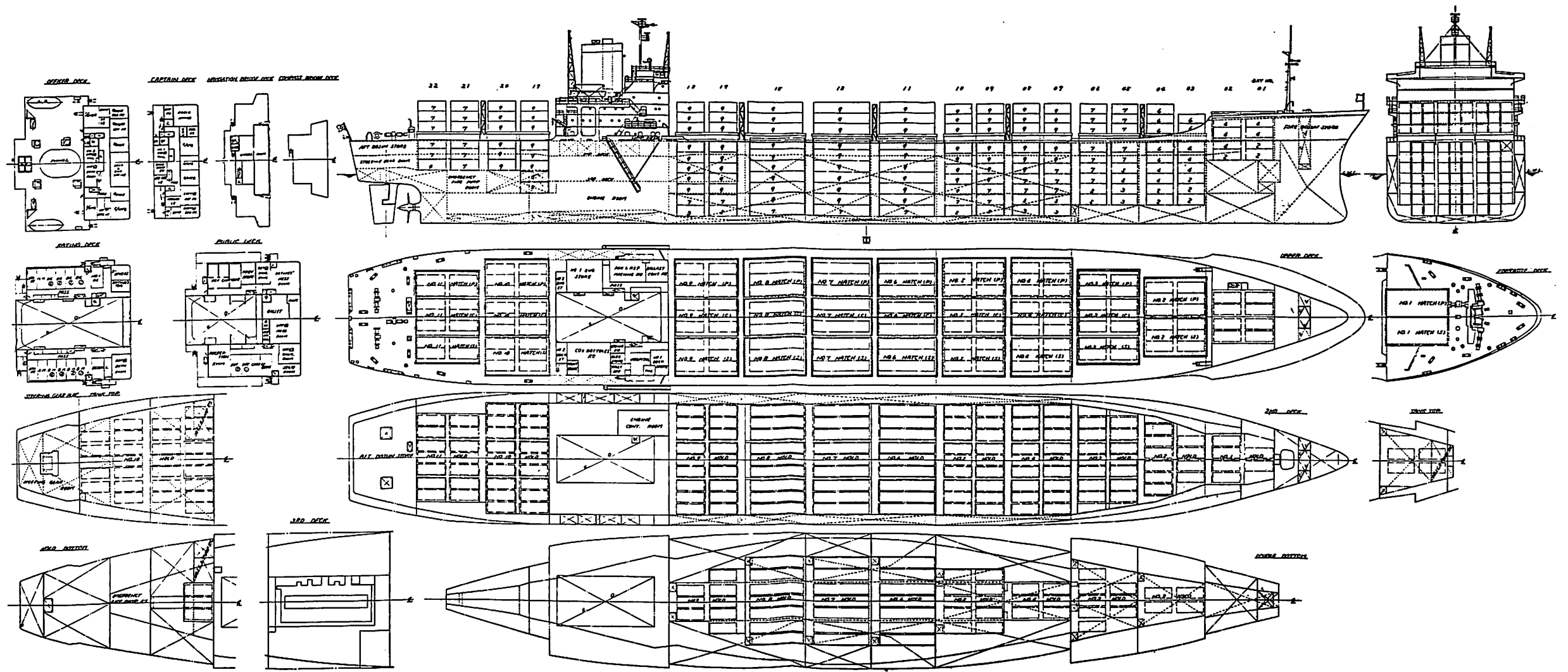
	ディーゼル機関	ディーゼル機関
連続最大出力	36,000 PS (110 rpm)	27,500 PS (115 rpm)
常用出力	30,600 PS (約 104 rpm)	23,400 PS (約 109 rpm)
燃料消費量 （補機を含む）	118.4 t/day	96.6 t/day
航続距離	20,200 SM	19,600 SM
乗組員	26 名	27 名
船客、予備、その他	7 名	8 名
燃料油タンク	4,450.8 m ³	3,238.7 m ³
ディーゼル油タンク	542.7 m ³	682.1 m ³
清水タンク	427.4 m ³	417.2 m ³
バラスタタンク （清水）	3,185.4 m ³	—
ク（海水）	5,835.0 m ³	6,177.1 m ³
貨物油タンク	1,659.1 m ³	1,073.6 m ³

3. 一 般

邦船最初の専用船によるコンテナ・サービスが実施されたのは、昭和43年秋、加州航路（PSW）においてであった。この航路に定期航路をもつわが国海運6社は、川崎汽船・ジャパンライン・大阪商船三井船舶・山下新日本汽船の4社グループと日本郵船・昭和海運グループに分れ、それぞれスペースチャーター方式によるコンテナ・サービスを開始した。

最初投入されたコンテナ船は4社グループ4隻、郵船グループ2隻、計6隻いずれも約700個積（長さ175m）であった。

その後、コンテナ輸送はしばらくの間赤字経営が続くという当初の予想に反し、着実な伸びを示し、次の3隻の増配が実施されることとなった。



こうるでん ありう 一般配置図

船主	船名	長さ	造船所	
商船三井 山下新日本	あじあ丸	200 m	日立 因島	4社グループ
川崎汽船 ジャパンライン	しるばあ あろう	211 m	川崎 神戸	
日本郵船 昭和海運	比叡丸	200 m	三菱 神戸	郵船昭和 グループ

4社グループにおいては、4隻のコンテナ船をもつてウィークリー・サービスを実施してきたが、本船および「あじあ丸」の就航により月6航海、5日間隔のサービスが行なわれることとなる。

寄港地は、神戸—名古屋—東京—ロサンジェルス—オークランドで1サイクル所要日数は29日である。

天候に左右されずに定期運航を確保するため、20万トンタンカーの主機出力に相当する36,000PSの主機を搭載し、航海速度に対しては充分な余裕を見込んでいる。

なお、類似名称のコンテナ船「ごうるでん あろう」(石播相生建造)は、本船と同じく川崎汽船・ジャパンラインの共有船でPNW航路に就航している。この船は「ジャパンエース(長さ175m)の同形船であり、本船と同形ではない。

4. 船体部

4-1 一般配置

本船は長船首楼つき平甲板船で、居住区および機関室を中央よりやや後方に寄せたセミアフト・ブリッジ船型で、巡洋艦型の後部をカットした様式の船尾と球状船首をもつ一軸船である。

機関室前方に9個のコンテナ倉と後方に1個の長いコンテナ倉をもっている。この10番コンテナ倉は非水密隔壁にて前後に仕切っている。

中央部のコンテナ倉は三列のハッチをもち、舷側は第2甲板上を通路兼通風ダクトとし、第2甲板下に燃料油タンク、パラスタックなどを配置している。

4-2 コンテナ積載

本船に搭載されるコンテナは20フィートコンテナおよび40フィートコンテナである。20フィートコンテナとは20'×8'×8'、40フィートコンテナとは40'×8'×8'-6"を示すものとするが、40'×8'×8'など高さの異なるものも搭載することは可能である。

(1) コンテナ搭載一般

○ 倉内

本船は機関室より前方に1~9番コンテナ倉(BAY No. 01~18)後方に10番コンテナ倉(BAY No. 19~22)を有し、倉内には高さ方向に最大7段、幅方向に最大9列のコンテナを格納することができる。

6, 7, 8番コンテナ倉(BAY No. 11, 13 & 15)には40フィートコンテナを、その他のコンテナ倉には20フィートコンテナを搭載することができる。

○ 上甲板ハッチ・カバー上

ハッチカバー上には高さ方向に最大3段、幅方向に最大9列のコンテナを搭載することができる。

6, 7, 8番ハッチ・カバー上(BAY No. 11, 13 & 15)には40フィートコンテナを3段積みすることができる。

2番ハッチカバー上は40フィートコンテナの場合2段積みとし、20フィートコンテナの場合には前半部(BAY No. 3)は2段積み、後半部(BAY No. 4)は3段積みとする。

その他のハッチ・カバー上は20フィートコンテナまたは40フィートコンテナのいずれかを3段積みすることができる。

なお、船首楼甲板上の1番ハッチ・カバー上にはコンテナ搭載設備を有しない。

(2) 搭載コンテナ数

最大搭載コンテナ数を20フィートコンテナ最大数搭載の場合および40フィートコンテナ最大数搭載の場合について示せば次表の通りである。

ハッチ 番号	20フィートコンテナ					40フィートコンテナ				
	最大数搭載の場合					最大数搭載の場合				
	倉内		上甲板		計	倉内		上甲板		計
	20'	40'	20'	40'		20'	40'	20'	40'	
1	26	—	—	—	26	26	—	—	—	26
2	42	—	30	—	72	42	—	—	12	66
3	68	—	42	—	110	68	—	—	21	110
4	96	—	54	—	150	96	—	—	27	150
5	112	—	54	—	166	112	—	—	27	166
6	—	61	—	27	176	—	61	—	27	176
7	—	61	—	27	176	—	61	—	27	176
8	—	61	—	27	176	—	61	—	27	176
9	112	—	54	—	166	112	—	—	27	166
10	58	—	54	—	112	58	—	—	27	112
11	39	—	42	—	81	39	—	—	21	81
計	553	183	330	81	1,411	553	183	0	243	1,405

(3) 冷凍コンテナ

冷凍コンテナは、ハッチ・カバー上に搭載できるようにハッチエンドに計112個のコンセントを設備している。

すなわち、5～11番ハッチ・カバー上1段目および2段目に40フィート冷凍コンテナを搭載することができる。この中、5番および9～11番ハッチ・カバー上については、20または40フィートコンテナをどちらでも搭載可能であるが、20フィートコンテナを搭載する場合には、ハッチ・カバーの前半部が冷凍コンテナとなる。

なお、本船は960KW発電機3台が設置され、通常は2台で冷凍コンテナの電力はもちろん、本船の全ての電力をまかなうことができる。

コンテナに供される計画電力はコンテナ1個分の消費電力は入力側で、40フィートが9.6KW、20フィートが5.8KW（いずれも220V）とし、合計消費電力は40フィートコンテナ同時積載100個、使用率60%として、576KWと決めた。

冷凍コンテナの搭載可能位置は前述の通りであるが、消費電力に制限があるので同時に搭載できるのは40フィートの場合最大100個である。

(4) コンテナ重量制限

倉内のコンテナ

コンテナ自体の強度により次の制限がある。

		40' コンテナ	20' コンテナ
7段積み の場合	2～7段目 合計 平均	150 LT 25 LT/個	100 LT 16.7 LT/個
	1段目	30 LT/個	20 LT/個
6段積み以下の場合		30 LT/個	20 LT/個

ハッチ・カバー上のコンテナ

ハッチ・カバー強度上より次の制限を受けている。

		40' コンテナ	20' コンテナ
3段積み の場合	合計 平均	70 LT 23.3 LT/個	50 LT 16.7 LT/個
	2段積み以下の場合	30 LT/個	20 LT/個

なお、ラッシングバーの強度、ラッシングフォースによる制限および転倒モーメントによる制限があり、1段または2段積みの場合には問題はないけれども、3段積みの場合にはさらに制限を受けることとなる。

4-3 船殻構造

船体中央部の貨物倉二重底、上甲板、第2甲板および

第2甲板より上方の船側と縦通隔壁は縦式構造とし、その他は横式構造としている。

横強度およびねじり強度を考慮して40フィートコンテナ1個または20フィートコンテナ2個おきに横隔壁を配置し、その上部クロスデッキ部を箱型にしている。

また、20フィートコンテナの行間には、上部に箱型梁を有する格子構造を設けている。

3列倉口となつているため、上甲板面に両舷で2条のI型縦桁を設けており、これによりハッチ・カバーの重量およびカバー上のコンテナの荷重を支持している。

セルガイドアングルは強固なものとして、水平リブを約8フィートごとに設けている。現在20フィートコンテナを搭載しているコンテナ倉を将来40フィートコンテナに変更する場合を考慮して、改造工事を容易にするため二重底をあらかじめ補強している。

機関室では大馬力主機搭載に鑑み、特に振動に対して十分な考慮をはらっている。

なお、船体の縦曲げおよびねじり変形を少なくするため、高張力鋼は使用しておらない。

4-4 タンク

(1) 貨物油タンク

1番コンテナ倉下部および10番コンテナ倉第3甲板下側部両舷に合計1,659m³の貨物油タンクを配置し、液体貨物の輸送もできるように計画されている。

これらのタンクは隣接して設けられた貨物油ポンプ室内の専用ポンプにより揚油およびタンク洗浄が行えるようになっており、タンク加熱の自動温度制御装置を有している。

(2) ヒーリングタンク

コンテナ荷役中に生じる船体横傾斜を調整するため、ヒーリングタンクを設け片舷タンクより反対舷タンクへ移水できるように配管している。

(3) 水バラストおよび燃料油タンク

コンテナ倉側部および二重底に1～6番水バラストタンクを設けて、船首尾タンクとともに適切な喫水を確保しうるようにしている。

この中2番、3番および4番タンクは、清水バラスト張りきりとしている。

燃料油タンクは、予定航路を往復するに十分な容量とし、復原性を考慮して、二重底とコンテナ倉側部に配置されている。

4-5 バラストおよび燃料油関係遠隔制御装置

ヒーリングタンク、船首尾バラストタンクおよび二重底バラストタンクの油圧駆動注排水弁および燃料油、デ

ディーゼル油タンクの注油弁は、居住区上甲板左舷のバラスト制御室より遠隔操作ができるようになっている。

制御室内には制御コンソールを設け、コンソールにはバラストおよび燃料油管系のグラフィックパネル、バラストタンク、燃料油タンクの液面および喫水監視用の可聴音波式液面計、消防ビルジバラストポンプおよび油圧ポンプ充停押ボタンなど、遠隔操作に必要な諸機器を備えている。

4-6 係船装置

ウィンドラスおよびウィンチはすべて保守、操作の面で有利な電動油圧式を採用している。

係船索はすべてナイロンロープで、ウィンドラスおよびムアリングウィンチに設けたホーサードラムに直巻とし、通常の場合には人力によるホーサー捲込み、ポラードの固縛などの作業を必要としないように計画されている。

係船補機要目

ウィンドラス (チェン)	26.5t × 9m/min	} 2 台
(ホーサー)	10t × 20m/min	
ムアリングウィンチ	10t × 20m/min	4 台

4-7 コンテナ荷役設備

本船のコンテナ荷役はすべて岸壁のコンテナ専用ガントリー・クレーンによつて行われるので、本船上にはクレーン、デリックブームなどの荷役装置は何も装備しておらないが、コンテナの積載、格納および固縛のために次のような設備をもっている。

(1) セル・ガイド

倉内におけるコンテナの格納および積みおろしを確実かつ容易にするため、各コンテナ倉には積載される各コンテナに合わせてセル・ガイドを設けている。

コンテナのセル・ガイドへの導入を容易にするため、ハッチ・コーミング部においてセル・ガイドを適当に開き、エントリー・ガイドを形成させている。

(2) コンテナ固縛装置

倉内のコンテナはセル・ガイドによつて保持されるので、固縛装置は備えていない。

ハッチ・カバー上に積載されるコンテナは、カバー上に取付けられたデッキ・ピースにはめこまれたうえ、ロッドタイプ固縛装置により固着される。

(3) ハッチ・カバー

ハッチ・カバーはすべて鋼製水密ボンツーン形で、岸壁クレーンによつて開閉される。

カバー1枚の重量は、岸壁クレーンの釣上げ能力30tを超えないように設計されている。荷役時に開放する倉口のカバーは、陸上または開放しないカバーの上に置く

のを原則とするが、ハッチ・カバー上に積載されたコンテナの上にも載せることができるように考慮されている。

4-8 コンテナ倉通風装置

機関室より前方にある1番～9番コンテナ倉は、第2甲板両舷側に機関室より船首楼内まで通じる全通の通路兼通風ダクトを有し、この通路の前端および後端に配置された電動ファンにより右舷側より給気、左舷側へ排気される。機関室後方の10番コンテナ倉についても同様に第2甲板両舷側に機関室より船尾ポースンストアまで通じる通路兼ダクトを有し、ポースンストア内に配置された電動ファンにより右舷側より給気、左舷側へ排気される。

1番～9番倉に対しては、悪臭を発する生皮の積載を考慮して、通風を強化している。

コンテナ倉通風ファン要目

軸流給気ファン	15kW × 2台
軸流排気ファン	15kW × 2台
軸流給気ファン	3.7kW × 1台
軸流排気ファン	3.7kW × 1台

5. 機 関 部

5-1 一 般

本船の機関部については、先に建造した「ごうるでんげいとぶりつじ」の仕様を基礎にして、日本海事協会の“M0”符号取得のために必要な仕様を追加することにより、通常航海中は24時間以内の機関室無人化運転が可能なものとしている。

すなわち、主機船橋操縦装置、発電装置の自動化、補機の自動発停、自動切換、延長警報装置などが追加され、無人化運転中の機関室安全性の向上と機関員の労働力の節減に寄与している。

5-2 機関部要目

(1) 主機関

川崎 MAN K 9SZ 105/180 型 単動クロスヘッド、排気タービン過給機付 ディーゼル機関	1 基
連続最大出力	36,000 PS × 110 rpm
常用出力	30,600 PS × 約 104 rpm

(2) プロペラ

5 翼一体型	1 基
直径 × ビッチ	7,100 mm × 7,184 mm
材質	ニッケルアルミ青銅

(3) 補助ボイラ

横形乾燃室式丸ボイラ	1 基
------------	-----

蒸発量	3,950 kg/H	
蒸気圧力(最大)	8 kg/cm ² , 飽和	
(4) 排ガスボイラ		
強制循環式	1 基	
発蒸量	3,500 kg/H	
蒸気圧力(最大)	8 kg/cm ² , 飽和	
(5) 発電装置		
発電機	交流ブラシレス自励式	3 基
	60 HZ AC 450 V 1,200 kVA	
	720 rpm	
駆動機関	4 サイクル ディーゼル機関	3 基
	1,400 PS×720 rpm	
(6) 空気圧縮機		
主空気圧縮機	440 m ³ /H×30 kg/cm ²	2 台
制御用空気圧縮機	100 m ³ /H×9 kg/cm ²	1 台
主機ピストン冷却水用クッション空気圧縮機	110 m ³ /H×6 kg/cm ²	2 台
非常用空気圧縮機	500 cc/行程(手動)	1 台
(7) 油清浄機		
燃料油清浄機	4,300 l/H	3 台
ディーゼル油清浄機	2,000 l/H	1 台
潤滑油清浄機	2,050 l/H	1 台
(8) 造水装置		
アトラス式	15 t/day	1 台
(9) ビルジセパレーター	10 m ³ /H	1 台
(10) ボイラ送風機		
1次	11.3 m ³ /min×230 mmAq	1 台
2次	72 m ³ /min×100 mmAq	1 台
(11) 機関室通風機		
	1,300 m ³ /min×30 mmAq	4 台

5-3 自動化概要

(1) 機関制御室

機関室第3甲板上左舷に機関制御室を設け、防熱、防音、冷房を施し、室内には次のような機関の操縦、集中監視に必要な装置と計器類を装備している。

- 主機遠隔操縦台
- 集中警報監視盤
- 温度計盤
- 主配電盤
- ユニットクーラー (3.7 kW)

(2) 主機関

機関制御室に機械式操縦装置を設けるとともに、船橋には電気-空気式操縦装置スタンドを設けて、テレグラフ兼操縦ハンドルのワンタッチ動作でカム軸切換およびウッドワードガバナーを介して燃料調整軸を駆動し、主

機の発停、増減速を行えるようになっている。

なお、各種補助装置として、次のものを装備している。

- 自動停止装置 (過速度、潤滑油圧力低下)
- 非常停止装置
- 自動減速装置 (潤滑油圧力低下、過給機潤滑油圧力低下、シリンダ注油量低下、クランクケースオイルミスト上昇、過給機軸受温度上昇、掃気室温度上昇)
- ねじり振動危険回転回避装置
- ねじり振動危険回転警報装置
- 起動空気中間弁自動閉鎖装置
- 各種インターロック装置

この電気-空気式操縦装置は川崎標準型で、前進および後進の増速時にユニークなプログラム制御装置を有している。

これは通常のプログラム時間設定器に加えて、主機回転数とトルクの偏差が一定範囲内に入ってくるまで、ガバナーの入力信号増加を停止し、プログラム時間を自動的に延長する装置である。本装置により増速中の主機回転数とトルクの関係は理想的に保持される。

主機の保護装置として、排ガス偏差警報装置、オイルミストデテクター、シリンダー注油低流量警報装置、自動燃料油粘度調整装置および掃気管火災警報装置を備えている。

(3) 発電機関

発電機関は、機関制御室内の主配電盤にうめこまれた発電機制御盤によつて遠隔起動される。なお、発電機関用として電圧低下および上昇、回転数低下時の予備機の自動起動装置のほか、次のような装置が装備されている。

- 自動同期投入装置
- 自動負荷分担装置
- 潤滑油ブライミングポンプの間歇的自動起動
- 自動停止装置 (過速度、潤滑油圧力低下、冷却水圧力低下および温度上昇)

また、負荷側には過負荷時の非重要補機選択遮断および停電後再起動時の補機順次行動を行つている。

(4) 補助ボイラ

補助ボイラ燃焼装置は完全自動化し、比例制御、オン・オフ制御の並用方式を採用している。

その他の装置として次のものを装備している。

- 自動給水装置
- 燃料油温度制御装置
- 自動燃料油遮断装置 (バーナー不着火、消火、水面低下、送風機停止、燃料油圧力低下および温度低下)

○各種インターロック装置

(5) 油清浄機

燃料油清浄機3台に対して、1個の制御盤、潤滑油清浄機1台およびディーゼル油清浄機1台にそれぞれ独立した制御盤を設け、タイマーによるスラッジの自動排出を行つている。

(6) 空気圧縮機

主空気圧縮機、制御用空気圧縮機—自動発停ができる。

(7) その他の補機

主潤滑油ポンプ、過給機潤滑油ポンプ、燃料油昇圧ポンプ、シリンダー冷却清水ポンプ、ピストン冷却清水ポンプ、燃料弁冷却清水ポンプ、主冷却海水ポンプ、給水ポンプ、罐水循環ポンプ—自動切換ができる。

燃料油サービスポンプ、燃料油移送ポンプ—自動発停ができる。

6. 電 気 部

6-1 電源装置

本船は、日本海事協会の“M0”符号取得船で、その主電源として、ディーゼル駆動960kW発電機3台を装備しており、冷凍コンテナ積載時の通常航海、出入港および荷役時の電力を2台の発電機で賄うことができる。

電気設備における自動化の特徴としては、発電機ディーゼルの自動始動装置、発電機始動順序選択装置、自動同期投入、自動負荷分担装置などを装備している点あげられる。

一般照明用として、440V/100V 40kVA変圧器を3台、冷凍コンテナ用として、440V/220V 200kVA変圧器を6台設けている。非常用電源としては、24Vスパロイド形蓄電池260AHのものを2組、無線用としては、200AHのものを1組装備している。

主配電盤は、機関制御室に装備し、機関部制御・監視装置と一括制御・監視できるようにしている。

6-2 照明装置

船内照明灯は、おもに蛍光灯を使用しているが、機関室の局部、高温部、ロッカー、暴露甲板通路には白熱灯を使用している。

上甲板照明は水銀投光器を、コンテナ倉照明は移動形の白熱灯を使用している。

なお、機関室の照明は、寿命などを考慮して無人化運転中3/4程度消灯できるようにしている。

6-3 航海装置

レーダー2台、ロラン1台、無線方位測定機1台、ジ

ャイロコンパス一式、電磁ログ一式、気象図ファクシミリ1台のほか、電波航法設備としてオメガ受信機1台を設けている。

6-4 船内通信装置

船内通信装置として、20回線自動交換電話装置一式、操船用および機関部連絡用共電式電話装置一式、50W船内指令装置一式を設けているほか、甲板部のプラスト制御のための装置として可聴音波式液面計および液面警報装置一式ならびにNK・“M0”船として必要な機関室火災警報装置一式を設けている。

6-5 無線装置

無線装置は、主送信機として、1kW中波・短波用1台、1.2kWSSB組込み中短波・短波用1台を設け、さらに補助送信機として、75W中波・中短波・短波用1台を設けている。

受信機は、主受信機としてSSB受信可能な全波用1台、中波用1台を設けるとともに、補助受信機として、全波受信機1台を設けている。

その他、VHF無線電話装置一式、オートアラーム一式を設けている。(完)

英和 海事大辞典

逆井保治編 A5・6500円

帆船時代から原子力船時代までの海事用語のすべてを集大成。収録範囲は海事用語の全範囲。(航海・運用・機関・電気・電子・自動制御・造船・造機・海象・気象・法規・保険・運輸・荷役・水産等とした)収録語数は、見出し語だけで約6300語、成句や熟語を含めると2300語に及ぶ本格的な大辞典である。

海事法令シリーズ②

船舶六法 47年版 A5判 2300円

- ① 海運六法 47年版 A5判・1500円
- ② 船員六法 47年版 A5判・1800円
- ③ 海上保安六法 47年版 A5判・1900円
- ④ 港湾六法 47年版 A5判・2500円

海事と情報 5月号

B5・480円

特集 カーフェリー輸送の現状と今後

東京都渋谷区宮ヶ谷 1-13 (〒151) 成山堂 電話03(467)7474 振替 東京 78174

船舶の高度集中制御方式（超自動化）の 研究開発の概要

小林 修
運輸省船舶局技術課

——高度集中制御化船舶とその運航について——

1. ま え が き

近年、船舶の自動化の要求は、世界的な乗組員の不足化傾向にあること、また船舶の巨大化、高速化に伴って航行安全の確保に対する要請が強まりつつあること等からますます高まっている。

運輸省船舶局は昭和42年頃から船舶超自動化に関する検討に着手し、43年度から船舶局の重要施策の一つとして「船舶の高度集中制御方式（超自動化）の研立開発」をとり上げ、船舶局を中心として、学識経験者、造船、海運、関連工業の各業界、関係団体および関係官庁からなる「船舶の高度集中制御方式総合研究開発委員会」を設け、4年間にわたり、推進、実施を行なつた。すなわち43年度にはシステムの概略設計を行ない、44年度にはこれをもとにディーゼルコンテナ船、タービタンカー、ディーゼルタンカーの3船型についてシステムの基本設計を行ない、45年度には20万重量トンのタービタンカーをベースとした高度集中制御化船舶の試設計を行なつた。このように過去3年間にわたり行なわれた研究開発は、どちらかといえば超自動化船というハードウェアを中心としたものであつて、その運航というソフトウェアについてはあまりふれられなかつたのが実情であつたのに対し、46年度には4カ年計画最終年度として4年間にわたる超自動化船の研究開発の総仕上げの意味を含め、超自動化船を運航という立場から検討し、いわば一試案という形で取りまとめた。

以下にその概要および今後に残された問題点等を記述することとしたい。

2. 超自動化船舶の現状と今後の建造計画

現在就航中の超自動化船は数少く、いまだ船舶を1つのトータルシステムとしての完全制御方式を採用しているものはないが、航海、機関、荷役および通信関係等の各分野に相当高度な制御を実施し成果を上げているものが現われている。一方計画中の超自動化船は後述のとおり相当な数にのぼり、これらに対する建造気運が盛り上つている。ここではすでに就航中の星光丸、三峰山丸の2隻の就航実績にもとづく評価を記述する。

星光丸（三光汽船：石川島播磨重工業建造、138,000 DW ディーゼルタンカー）および三峰山丸（大阪商船

三井船舶：三井造船建造、224,000 DW ディーゼルタンカー）はいずれも日本/ペルシャ湾航路に就航し原油輸送に従事している。星光丸には本研究開発の成果である衝突予防システム、船位推定システム、NNSS 船位決定システムおよび航法計算自動化システムが実験搭載されているほか、石川島播磨重工業が独自で開発した状態計算、最適積付けなどの計算システム、荷役制御システム、主機トルク制御システム、トラブル応急修理システムおよびデータロギングシステムと、東京芝浦電気が開発した医療診断システムを搭載している。

三峰山丸には本研究開発の成果のうち、自動荷役システム、ディーゼルプラント制御システムおよび定時情報受信システムを搭載している。

星光丸の第6次航までの実績による評価は、次のとおりである。

- ・電子計算機本体およびその周辺装置は、海上使用にも充分堪え得ることが判明した。
- ・航法関係のうち、衝突予防システム以外は、その実用性が証明された。
- ・船体関係および機関関係のシステムの実用性が証明された。
- ・今後のコンピュータ・コントロールの成否はセンサー類を含めて端末機器の信頼性の向上が絶対不可欠である。
- ・1台のコンピュータによる集中式よりもむしろ、独立型コンピュータの組み合わせの方がよいと思われる。

一方三峰山丸の第4次航までの実績は次のとおりである。

- (1) 自動荷役システム：タンカーの揚積荷役に伴う一連の必要な制御は現在全く問題なく全て自動的に行なわれ、乗組員によつてオペレーションされている。ただ計画時に全く予期しなかつた荷役計画や荷役順序によつて荷役を行なう場合には設定計算段階で対処し切れない場合がある。
- (2) ディーゼルプラント制御システム：各サブシステムには設定値が不適切であつたりまた若干方式の変更を要する部分があつたが、就航後の手直しによつて現在は良好に稼働している。当初は乗組員は監

視作業などの面で一抹の不安を持っているようであったが、実績を重ねるにつれて次第に除去されつつある。乗組員の要望としては事故診断システムの開発を望む声が非常に強かった。

- (3) 定時情報受信システム：受信機自体の感度が不良で満足すべき結果が得られず、受信機の改造を行なつて現在テスト中である。しかしチャンネル選定および入出力動作は計画通り作動することが確認されている。

また今後建造計画されている超自動化船は表1のとおりである。

3. 超自動化船の運航

3-1 試設計船舶の概要

超自動化船の運航について検討を行なう際の対象とした船舶は、乗組員9名で運航可能な20万重量トンのタービタンカーである。その試設計の基本方針、主要目ならびにコンピュータシステムの概要はつぎのとおりである。

(基本方針)

- (a) 船全体を航法、艤装、機関プラントの三つのシステムに分割し、それぞれのシステムに可能な限り、高度の技術を取り入れ、複数個のミニコンピュータで集中制御、管理する構成とした。
- (b) コンピュータ制御、管理以外の作業についても可能な限り機械化し船内労働条件の改善を図つた。
- (c) 荷役、係船作業など運航に必要な作業および各機器の保守、整備に必要な最小限の作業は本船乗組員で行なうこととし、その他は原則として陸上作業員により行なわれることとした。
- (d) 全乗組員は9名であり、狭水道や沿岸航海中などを除き、通常航海中は集中制御室での航海当直者は1名のみである。したがって精神的ストレスが生ずるおそれがある。これらの複雑な精神的ストレスの発生を事前に防止しうるよう各種設備および就労体制をも考慮することとした。

(主要目)

船種	単螺旋タービン・タンカー
船型	船尾船橋、平甲板型
主要航路	日本～(マラッカ海峡)～ベルジャ湾
主要貨物	原油
全長	309.0 m
垂線間長	294.0 m
型幅	49.0 m
型深	29.7 m

載貨重量	約 200,000 LT
満載航海速力	約 16 ノット (15% シーマージン)
航続距離	約 13,500 浬
船級	日本海事協会
乗組員数	9 名
主機関	形式台数 クロスコンバウント 2 段減速タービン機関 1 台
	連続最大出力 33,000 PS×90 RPM
	常用出力 31,000 PS×88 RPM

(コンピュータシステムの構成)

本船に採用されている高度集中制御方式の主要部は9台の制御用コンピュータ使用による自動制御および監視であり、各システムを有機的に結合し、船全体を1つのトータルシステムとしてとりまとめたものである。

9台のコンピュータは次のように使用されている。

- (a) 船位決定および定時情報自動受信システム
 - (b) 衝突予防システム
 - (c) 船位保持システム
 - (d) 荷役システム
 - (e) 機関制御システム
 - (f) 機関監視システム
 - (g) 階級制御統括コンピュータ
 - (h) キャラクタディスプレイ・システム
 - (i) デバッグ・システム
- } 航法システム
} 艤装システム
} 機関プラント

3-2 超自動化船の操作手順

超自動化船には在来船になかったコンピュータ・システムが新たに設置されることになるので超自動化船の乗組員に要求される運航技術もこれまでのものとは異つたものとなるであろう。このため超自動化船の乗組員に必要な知識、技能を具体的に把握するため、試設計船舶に搭載した各システム取扱い操作を具体的に調査し、在来タンカー乗組員作業との比較を行ない、そのような超自動化船の運航に必要な作業を行なうにはどのような作業処理形態をとればよいかについて検討した。

運航技術の面で在来タンカーと超自動化タンカーの間には種々の変化がみられるが、その主なものをあげると次のような点である。

(1) 定常時と非定常時

超自動化船の運航技術を検討する場合、もつとも問題となるのは、機器・システムに故障がなく、正常に作動している場合の運航技術と、機器・システムが故障した場合の、いわば非定常状態にあるときの運航技術に、相当大きな、質的、量的な差が存在することで

表1 超自動化船の建造状況(予定を含む)

船名・船主		星光丸, 三光汽船	三峰山丸, 大阪商船 三井船舶	鳥取丸, 日本郵船	一, 川崎汽船
造船所・船番		石川島播磨(相生), 2179番船	三井造船(千葉), 874番船	三菱重工業(長崎), 1695番船	川崎重工業(神戸), 1174番船
船種		タンカー	タンカー	タンカー	鉱/油兼用船
工程(起工, 進水, 竣工)		44.12.17/45.4.14 /45.9.19	45.4.22/45.10.10 /46.1.20	47.1下/47.4下/47.7	46.11中/47.5下 /47.9
L × B × D × d (m)		260.0 × 43.5 × 22.8 × 17.0	310.0 × 54.0 × 26.4 × 19.0	304.0 × 52.4 × 25.7 × 19.81	275.0 × 44.0 × 24.2 × 17.87
トン数		73,300 G.T. /138,000 D.W.T.	125,000 G.T. /224,500 D.W.T.	120,000 G.T. /237,000 D.W.T.	88,200 G.T. /156,000 D.W.T.
主機		ディーゼル1基1軸, 28,000 P.S.	ディーゼル1基1軸, 38,000 P.S.	蒸気タービン1基1軸, 34,000 P.S.	ディーゼル1基1軸, 32,000 P.S.
航海速力		15.4ノット	15.7ノット	15.8ノット	15.4ノット
乗組員(職員, 部員, その他, 計)		11-21-4-36名	15-20-1-36名	(27名)	(36名)
コンピュータシステムの概要	コンピュータ	TOSBAC 3000 S, 16ビット, 16K 語	HOC-700-M, 16ビット, 16K 語	MELCOM 350-5 S, 16ビット, 16K 語	FACOM 270-20, 16ビット, 16K 語
	航法システム	○船位測定(NNSS) ○船位推定(電磁ログ, ジャイロ) ○衝突予防(レーダ)	○定時情報自動受信	○船位測定(オメガ) ○船位推定 ○航法計算 ○衝突予防(レーダ) ○定時記録	○航法計算 ○狭域最適航路設定 システム ○船位測定(オメガ)
	艙装システム	○荷役制御 ○船舶の状態計算 ○荷油とバラストの最 適積付計算 ○冷凍機故障診断 ○医療診断	○荷役計算 ○荷役およびバラスト 注(排)水制御	○荷役, バラスト注 (排)水制御 ○船体姿勢, 強度の監 視, 制御	○荷役, バラスト注 (排)水制御 ○積付計算 ○医療診断
	機関プラントシステム	○トラブルの応急処理 ○データ・ロギング ○主機のトルク・コン トロール	○監視およびロギング ○制御操作(発電機, 空 気圧, 主機, ボイラ ー) ○主機の異常診断	○主機操作, 制御 ○主機, 主発電機の異 常検知と予防処置 ○主機自動復帰	
備考		(25次船に相当する 自己資金船)	26次船	27次船	27次船

船名・船主		錦江丸, 昭和海運	一, 第一中央汽船	一, ジャパンライン
造船所・船番		日本鋼管(津) 9番船	住友重機械工業	石川島播磨重工業
船種		タンカー	鉱/油兼用船	タンカー
工程(起工, 進水, 竣工)		46.6.25/46.12中 /47.2	48.7/48.12/49.3	
L × B × D × d (m)		314.0 × 54.8 × 24.6 × 20.5		
トン数		133,000 G.T. /259,000 D.W.T.	一/約20万 D.W.T	20万 D.W.T. クラス
主機		タービン1基1軸, 36,000 P.S.	ディーゼル1基1軸, 32,000 P.S.	タービン
航海速力		15.8ノット		
乗組員(職員, 部員, その他, 計)		11-20-4-35名		
コンピュータシステムの概要	コンピュータ	OKITAC 4300, 16ビット, 16K 語	(2台)	複数のミニ・コンピ ュータ
	航法システム	○衝突予防 ○自船運動測定(入港 着岸時) ○船位測定(特定水域)	○船位測定(オメガ) ○航法計算 ○衝突予防(レーダ)	
	艙装システム	○荷役, バラスト注 (排)水制御	○積付計算 ○バラスト注(排)水 監視, 制御 ○主機, 補機の監視, 診断	
	機関プラントシステム		○予備品管理 ○機器の使用時間集計 ○データ・ロギング	
備考		27次船	28次	

ある。

機器・システムが故障しても、十分なバック・アップ装置、バック・アップ・システムを設けている場合は、安全性をそこなわず、運航技術的にも問題なく航海を継続することは可能であるが、コストとの見合いもあり、無制限にバック・アップ・システムを進めることはできない。

しかし、階級統括型制御方式の場合、中央集権型制御方式に比べて、故障が直接在来型手動制御に連がる可能性がきわめて少なくなっている点および階級制御用コンピュータのバック・アップ・マン的性格によつて、分散制御コンピュータのCPU側の故障時の代行制御機能を、ある程度まで持たせる並列設備の効果が期待でき、信頼性の向上をはかり得る点に注目すべきである。

(2) 筋肉労働

在来船では、乗組員が現場におもむき、手が操作していた機器の発停、調整を伴う運転制御の大部分は、一切の操作が不要な自動制御となる。

かりに自動制御系が故障した場合には、操作端に異常がない限りは、押ボタン・スイッチ操作によるだけでよく、例えば機側での弁操作を直接人力で行なうような事態になるのは極めて稀となる。

超自動化レベルが向上するにつれて、筋肉労働は、その姿を消し、制御室での監視作業と非常時の押ボタン操作となる。

(3) 熟練労働

在来船の場合、定常運転中でも機器の運転音、温度、臭気などや、限られた計器の指度などから状態を判断したり、船位の測定や新針路距離の目測、荷役の進行のチェックなど、船務全般にわたり、経験に基づく勘と技術に対する依存度が非常に高い。したがつてこのような船舶で定員だけを圧縮しようとする、1人ひとりの乗組員には、より高度の技術が要求されることになる。コンピュータ・コントロールの場合は、非常に熟練した乗組員の操作をベースに、さらにコンピュータの高速演算機能、割込機能を最大限に利用するプログラム制御を行なうので、プログラムを押ボタン起動すれば、あとはシステムが人間の介入を必要とするまで一切の処理が、自動的に行なわれる。したがつて熟練労働を要する作業は大幅に減少し、熟練技術の必要度が低下する。

(4) マン・マシン・コミュニケーション

超自動化船での主体作業は、ディスプレイやオペレーション・コンソールを介しての乗組員とコンピュー

タとの対話となる。しかも従来の自動化船と異なる点は、たとえ計器を見ながらあつても、乗組員は直接機器と対話をしていたのに対し、超自動化船では、殆んどすべての情報はコンピュータで処理され、より利用し易い情報として乗組員に提供され、逆に乗組員はそれらの情報を基に、コンピュータに種々の仮定を与えて最善の解決策を得るようになつている。

この機能は、定常運航の際にも、また故障処置などの非定常運転の際にも損われることはない。したがつて、超自動化船の乗組員は、すべて自由にコンピュータと対話できる能力を持たなければならなくなる。

(5) チーム作業能力

船舶の運航に伴つて発生する労働力需要の最大の特徴は、その高低、粗密がきわめて大きく、しかもその不足を他からの供給に依存することが殆んど不可能である点である。

したがつて陸上産業の場合には、発生確率がある程度以下の作業に対して極めて安易に、労働力の臨時投入によつて解決しているのに比較して、船舶では労働力の機動性の高度化と、守備分野の拡大の2点に対する必要性が極めて高い。

少数の乗組員で比較的広範囲のしかも各々異質の作業を効率的に消化しなければならない超自動化船の場合、発生した作業ケース別に最も合目的な編成で対処する乗組員体制が必要不可欠となる。したがつて、乗組員は個々の専門分野でチームを指揮監督し、また専門分野外ではチーム編成の1員としてチームの長の指揮にしたがう能力が必要となる。これはむしろ超自動化船乗組員の適応性の要件ともいえる。

(6) 横断技術(共通技術)

3.1~3.3で検討したとおり、超自動化船の各作業は、システムが円滑に作動している場合は、在来船作業に比べて、質量ともに大幅に軽減される。したがつて定常時に乗組員が行なう作業に必要な技能は、さほど高度な内容・程度のものとはならない。しかし労働力に機動性を持たせるためには、全乗組員がほぼ同一レベルの定常時作業に従事する能力を有していることが必要である。

この場合の同一レベルの定常作業に従事する能力とは、簡単には、コンピュータ・システムの操作、主としてコンソール操作を行なうことができ、かつ大洋および沿岸での航海当直に従事できる能力であろう。

したがつて超自動化船の乗組員は誰でも、システムが円滑に作動している状態では、1名で航海当直を行なえることが望ましい。

(7) 垂直技術(専門技術)

横断技術が航海当直遂行に必要な基礎的運航技術であるのに対して、垂直技術とは、船舶の労務のピーク作業を処理するための、機器故障などの重大事故に対処するための特殊な専門技術をいう。

垂直技術はかなり専門化した高度の技術であり、その程度、内容から、1人の人間が能力上修得できるのは、超自動化船運航に必要な全垂直技術分野のうち的一部分とするのが妥当であろう。

乗組員ひとりひとは、一定のレベル以上の横断技術を有するとともに、各人が異なるジャンルの垂直技術を持つことによつて、適切な就労体制の下では、技術者集団としての乗組員の持つ総合的な能力を十分に引き出すことが可能であろう。

3-3 超自動化船の保守点検

1. 船内保守整備

従来、船舶保守整備は十分な船内労力を得られたことから、船内作業による事後保守が主力であり、この方法がまた一番経済的と考えられてきた。しかしながら近年の労務情勢の変化等からみて従来通りの経験豊かな優秀な労力を十分確保することは最早望めず加えて人件費の急激な上昇により、大幅な省力化、大型化、技術開発による自動化導入等に進まざるをえなくなり、また船内労働の合理的検討より、従来の船内における保守整備作業等は大幅に退歩せざるを得ない。加えて、近來の装備機器類の高度化複雑化はその整備、修理に相当高度な知識を要求し、技術的にも船内処理は困難視されるものが多くなってきている。このような情勢からみて大幅な省力化を計り、航空機等で実施している予防保守整備方式に移らざるを得なくなり、乗組員は主として運航関係のみに従事し、保守整備については可能なかぎり陸上移管とならう。

2. 保船システムの体系

前述のとおり大幅な省力化の進んだ超自動化船の保船システムについては、乗組員のこれに割振る時間は極めて制限され初期的な点検作業またはある限られた軽労働作業に限定されてくる。したがつて保守整備作業の大部分は陸上に移管し、またその整備方法についても臨床医学的保守体制より、航空機や新幹線で実施している予防保守計画整備体制の確立が必要となつてくる。すなわちその目的とするところは、機器のアベイラビリティの向上であり、それによつてメンテナンス・フリーとすることである。その方法として使用機器の①固有の信頼度向上と②使用の信頼度向上とがあげられる。固有の信頼度向上対策としては機器の使用部品、材質の向上、安全

設計、冗長方式の採用、製造工程における品質管理の強化等が上げられる。使用の信頼度向上対策としては、使用環境の改善、操作技術の向上、保全システムの確立、予備品の品質管理等が上げられるが一番大きな要素となるのは保全システムの確立である。使用機器によつて、ある一定の間隔で優秀な技術者によつて定期的に点検整備されるならばその保全度は極めて高いものとなる。したがつて、日本帰港時、あるいは入渠時等を利用して、陸上の専門整備機関による整備によれば常に最高のアベイラビリティを保つことは可能であり、ここに計画整備の意義があるわけである。しかしかにか固有の信頼性の向上を計り、使用の信頼性の向上を計つたとしても、突発事故の完全防止は不可能であり、この対策には、運用の安全性、機器の信頼性あるいはシステムの経済性より検討し、バック・アップ方式、冗長方式の採用、迅速な修理対策を指示する事故診断プログラム方式および事故防止診断プログラム等の採用となる。

3-4 超自動化船の経済性の検討

将来的にみて超自動化船の経済性ははたしてどうなのかというもつとも多い疑問にひとつの目安を提供することを目的として、試設計タンカーをベースにして、(1)省力効果の試算、(2)安全性向上効果の試算、(3)運航経済性向上効果の試算を行なつた。評価試算のアルゴリズムはSR-106 コンピュータシステム分科会で採用しているものによつた。

この試算によると、省力効果および運航経済性向上効果については

(イ) 開発銀行ベースで初期投資として、超自動化システムにかけ得る金額は約8.2億円になる。

(ロ) 実態ベースで初期投資として、超自動化システムにかけ得る金額は約9.6億円になる。

と計算された。

さらに超自動化船を現在定員で運航するものとした場合には、安全性向上効果は

(イ) 海難発生確率を世界平均とした場合、超自動化システムに対する初期投資額を更に約8.8億円上積みすることができる。

(ロ) 海難発生確率を日本平均とした場合、超自動化システムに対する初期投資額を更に約2.9億円上積みすることができる。

と試算された。このことは超自動化船が決して一般に言われているように採算に乗らないものではないことを示す一つの根拠とならう。

この試算に使用したデータには官庁統計資料や関係機関資料等を可能な限り採用した。上記数値の計算過程に

は仮定条件を多数採用しており、試算値の信頼性を低くする要素となつてはいるが、この種計算の試みは前例がなく、仮定条件は全て計算結果が安全側になるよう配慮して設定したので、将来超自動化船建造を計画する場合の一つの参考となるだろう。

3-5 超自動化船乗組員の養成

技術革新のテンポおよびわが国の終身雇用制度や年功序列昇進制度などを勘案すると、来るべき超自動化船の乗組員を全員新規養成者でまかなうことは非現実的であり、将来の一時期超自動化船乗組員を在来船乗組員の再教育訓練によつて確保せざるを得ないと予想される。この場合は、一応在来船乗組員を陸上の教育機関で再教育のうえ、適当な超自動化船で技術訓練を行なう方法が考えられるが養成可能員数あるいは養成期間、養成コストなどの点で問題点が多い。そこで航空機搭乗員の養成方法として、すでに一般化し、欧米では船舶乗組員の養成方法としても大きくクローズアップされつつある訓練用シミュレータ方式に着目し、在来船乗組員に対して、超自動化船乗組員として必要な技能を付与できるシミュレータの要件について検討した。

再教育訓練にシミュレータを使用する場合シミュレータによつて行なうことのできる再教育訓練の内容、程度、範囲には自から限度があり、使用するシミュレータの機能にもよるが、座学および乗船訓練も必要であろう。

そこでシミュレータの機能としては、一応理想的なものを使用した場合のシミュレータによる再教育訓練期間と、実船のみでの再教育訓練期間との比較検討を行なつた。その結果在来の航海も、機関士、通信士を超自動化船乗組員として再教育訓練する期間はシミュレータを使用した方が約1カ年短縮できるものと見通しを得た。

この差は主にシミュレータの時間圧縮機能、極限状態模擬機能によつて生じたもので、他にも養成員数、養成コストなどの点でも、シミュレータ方式の方が有利であるとの意見が強い。

すでに船舶乗組員の訓練を目的としたシミュレータも諸外国で次々と具体化しており、世界一の造船、海運国として、わが国でもこの研究開発に取り組むことが必要であろう。

4. 船舶の超自動化の今後の問題点

超自動化船について各視点から検討を進めてきたが、今後に残された問題点として次のものがあげられた。

(1) システムの信頼性の確保

超自動化船のような高度なシステムは構成する部品の数も膨大となり、しかもそれらが複雑に関連しあつてい

るため、一旦システムがダウンした場合にその復旧に長時間を要することとなる。今後システムにおける信頼性確保のためには、システムの稼働率の向上に向けられるべきである。すなわち信頼性の視点を、従来の物のこわれにくさからこわれても障害のシステム全体への波及のしにくさおよび直し易さに移すべきであろう。このような観点からの具体的な方策としては、当面次の諸点をあげることができる。

- ① システムの機能のモジュール化
 - ② システムの標準化と国際化
 - ③ システムの運転レベルの階層化
 - ④ 協調のとれた信頼性設計
 - ⑤ メンテナンス体制の確立
- (2) 運航環境の整備
 - ① 航行援助施設の充実と統一
 - ② 航路管制の必要性
 - ③ 情報伝送システムの開発
 - ④ システムの調和
 - (3) 人間性疎外の解決策の研究の必要性

船舶の乗組員数の減少に伴つて乗組員の精神衛生上の種々の問題が発生することが予想される。これらの問題は心理学、精神医学、社会学などの分野の協力を得なければ解決が困難な要素が多く、超自動化船の居住性能を確保するには、これら分野の研究成果を積極的に取り入れることが重要であろう。

(4) 乗組員制度の変更

自動化さらにMO化によつて船舶の運航に必要な作業内容や作業形態はすでに過去の概念をかけ離れたものとなつており、超自動化船の場合にはこの傾向はますます顕著なものとなつてはいるが、現在の超自動化船はかつての在来船の乗組員制度をそのまま踏襲して運航されており、制度上の既成概念によらない新しい乗組員制度の検討を望む声が超自動化船の乗組員からもつよく出ている。

(5) 超自動化技術の進歩に応じた投資方式

技術進歩のテンポは今後ますます早くなり、特に超自動化技術では、この傾向は一層顕著になると予想される。したがつて、システムの経済的陳腐化を防止し高経済性を維持するためにシステムの改良を小刻みに実施する逐年投資の考え方を導入する必要性がでてくる。

5. あとがき

船内労働の軽減と作業環境の改善、船舶運航の安全性の向上および運航経済性の向上のために時代の趨勢として高度集中制御化船舶への期待はますます高まつてきて

(82頁へつづく)

「錦江丸」の自動化システムと衝突 予防装置

北 里 賢 二
沖電気工業株式会社

1. は し が き

近年 船舶の自動化が叫ばれ、すでに我国でも、1~2の船でコンピュータを搭載した自動化船が完成し、実用に供されている。

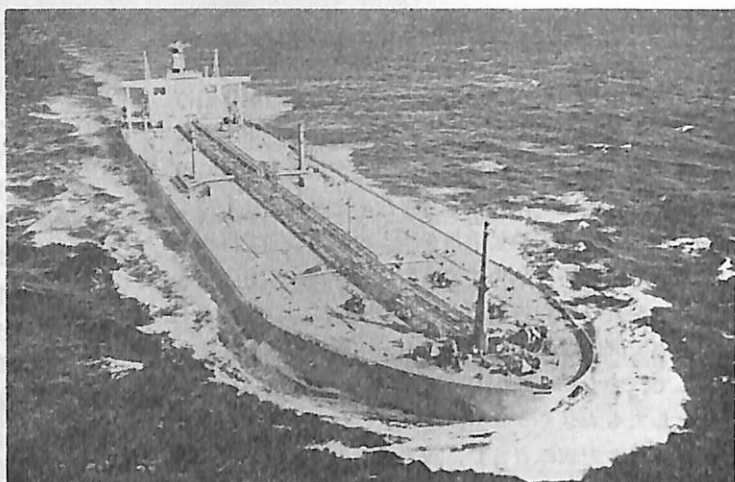
昭和海運、日本鋼管、沖電気の3者は、このような情勢に対処するため、船舶自動化のための共同研究を進めてきたが、その最初のステップとして、昭和47年2月に日本鋼管の津造船所で完工予定の昭和海運向け大型カンカー「錦江丸」(259,000重量トン)に、制御用小型コンピュータ OKITAC-4300を中心とした、自動航法システム、タービン船用ボイラのモニタリングシステムを採用することになった。

本システムは、単に作業を機械にまかせ、省力化するのみでなく、ますます複雑化する業務に対処するため、安全性の向上、運航の合理化をはかることを目的とし、更に経済性、利用効果、信頼性に重点をおき、開発されたものである。

本文では、錦江丸に採用された自動化システムの概要ならびに、衝突予防装置について紹介する。

2. 錦江丸の自動化システムの概要

錦江丸の自動化システムは、大別して自動航法システ



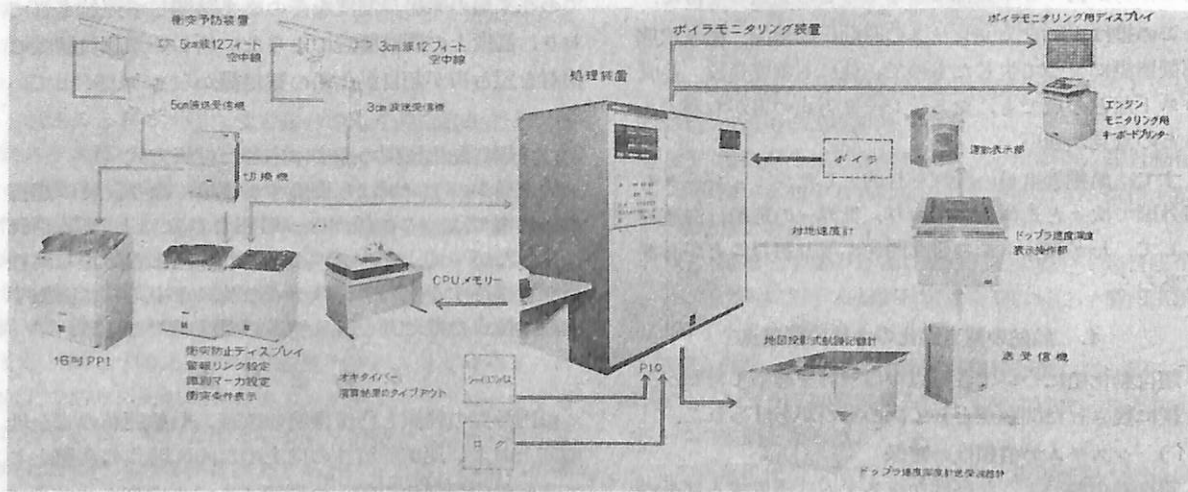
航走中の錦江丸

ムとタービン船用ボイラのモニタリングシステムの二つに大別される。さらに自動航法システムは

- (1) レーダによる衝突予防装置
- (2) ドップラーソナーによる自船運動測定装置
- (3) 特定水域の船位測定装置

から構成され、これに必要なデータ処理を制御用小型コンピュータ OKITAC-4300で行なうようになっている。第1図に全体の系統図を示す。

2.1 レーダによる衝突予防装置



第1図 自動航法エンジンモニタリングシステム構成

衝突予防装置は、3 cm 波および 5 cm 波のレーダを複式装備し、このレーダの情報で衝突予防を行なうもので、レーダの PPI 上に、自船から任意の距離に警報リングをあらかじめ設定し、他船などの目標が警報リングを、外側から内側に横切ると警報を発し、乗組員に目標の接近を知らせるようにしている。また、レーダの PPI 上に自船の方向に向いた、一定の長さの、衝突危険判定のための識別マークが出るようになっている。この識別マークは PPI 上の任意の場所に移動できるようになっているので、マークの端を他船などの目標に合わせて衝突危険の判定を行なうと同時に、CPA、CCPA などの諸データをコンピュータにより計算し、ディスプレイ上にデジタル表示するようになっている。この場合、PPI 上には、目標の速度ベクトルが表示される。

衝突予防装置の詳細については、第 3 章において述べる。

2.2 ドップラーソナーによる自船運動測定装置

本装置は、船舶の海底に対する速度および深度を測定表示するもので、速度は、船底より海底に向って連続の超音波を放射し、反射波のドップラー偏位を測定することにより求める。この場合、超音波は前後左右に一定角度（本装置の場合 30°）で海底に放射し、船のローリング、ピッチングおよび海水の流れ等に関係なく、前後左右方向の正確な対地速度が得られるようになっている。

深度は速度測定とは別に、超音波パルスを海底に放射し、反射時間により測定される。

船舶の前後左右方向の速度および深度のデータは、デジタル表示されるとともに、外部に送出される。なお、本装置による測定が海中条件、深度等により不可能になった場合、自動的に警報を発すると同時に信号を外部に送る。

速度表示はブリッジに設置される表示操作部（本体）および左右ウィング部に設置される運動表示部にデジタル表示される。

温度による音速の補正は船底に設置されたサーミスタの信号により自動的に行なわれる。

ドップラーソナーによる対地速度計は、すでに外国の 1~2 の会社で製品化されているが、潮流、風などの影響のない、正確な対地速度が得られること、微速度が測定可能などの特徴があり、今後、接岸、狭水道航行などの航法装置として採用されるものと思われる。

本装置の概略の性能は次の通りである。

- (1) 測定方式 連続波によるドップラー方式
- (2) 測定範囲 0.02~20 ノット
- (3) 表示精度 0.01 ノット

- (4) 超音波周波数 430 KHz
- (5) 測定可能深度 70 m 以下
- (6) 送受波器指向幅 約 3°
- (7) 表示 デジタル 4 桁

2.3 特定水域の船位測定装置

本装置は、特定水域（例えばマラッカ海峡）において、前述のドップラーソナーからの速度データをコンピュータにより積分演算を行ない、自船の移動距離を出し、航跡および現在位置を X-Y レコーダ上にプロットするものである。X-Y レコーダは特殊なもので、記録紙の裏面より、所定の海域の海図が映射されるように考案されており、容易に自船の現在位置が判るようになっている。また、海図の交換および記録紙の交換は全て電動で容易に行なわれる。なお、本装置はジャイロ、ログの信号によっても動作できるようになっており、海底の状況によりドップラーソナーの使用が不可能になった場合は自動的に切り換るよう考慮されている。

主な性能は次の通りである。

- (1) 有効プロット範囲 500 mm × 500 mm
- (2) 記録方式 高速乾燥性インク打点方式、色：赤
- (3) 打点間隔 1分、2分、4分ごと
- (4) マップ プロジェクター
スライド方式によるマップ プロジェクターで画質向上のため大型フィルムを使用している。スライドは、30枚カートリッジに收容され、スライド選択が可能である。
- (5) 精度 ±0.5%
- (6) 海図縮尺比 1/20,000、1/40,000
1/80,000、1/160,000

2.4 タービン船用ボイラのモニタリングシステム

本システムは、ボイラ各部のセンサより得られる各種信号を収集して、動作状態のモニタおよびトラブルシューティングを行なうものである。処理処置は自動航法システムと共用している。

本システムの主な機能は次の通りである。

- (1) スキャンニング
運転状態の異常を検知するため読み込んだデータをもとに、プログラムにしたがって計算または比較し、ボイラの動作状態を判断する。
- (2) トラブルシュート
スキャンニングにおいて、異常検知したとき、その内容を調査し、プリントアウトするとともに表示器に表示する。
- (3) 性能計算

スキャンニングのとき読み込んだデータより、ボイラ効率、プラント効率、理論馬力等を計算し、プラントの正常な運転状態の確認を行なう。

(4) 経年変化調査

ボイラ各部の汚れ状態を、一定時間ごとに計算し、経年変化の傾向を調べて印字する。

(5) 分布調査

特定データの定常値からの偏差分布の調査を行ない、その結果を印字する。

(6) データロッキング

定時(4時間ごと)及び任意時に全点の印字を行う。

(7) 指定値呼び出し(コール)

指定したデータを読み込み印字する。

(8) トレンド

動特性の把握のため、特定測定点の連続的なデータの印字を実行する。

これらの機能はキーボードプリンタによりプログラムの選択、指示が行なわれ、結果が印字されると同時に、パネル組込形のランプ表示器にランプ表示されるようになっている。

2.5 処理装置

処理装置は、プロセス入出力装置(PIO)、中央演算処理装置(CPU)、汎用入出力装置(ET)から構成され、CPUとしては、OKITAC-4300、ETとしてはOKI-TYPER-6000を、船舶用として、耐環境性を向上させるため、一部改造を行ない使用している。

演算処理内容としては

(1) レーダ情報による衝突条件計算

(2) ドップラーソナーまたはジャイロ、ログデータによる推定位置計算

(3) ボイラモニタリングのためのデータ処理

がある。処理装置の主な仕様は次の通りである。

中央処理装置(CPU)

(1) 方式 プログラム記憶方式

(2) 語長 16 bit+P

(3) メモリサイクル 1.5 μ s

(4) メモリ容量 16 KW

(5) メモリ素子 磁気コア

(6) アドレス方式 ページ方式

(7) 割込みレベル 4レベル

(8) I/ σ 接続方式 バス方式

入出力装置(ET)

(1) 印字方式 活字シリンダ方式

(2) 印字数 最大 83 字/行

(3) 速度 最大 1000 字/分

(4) 符号 8 単位

プロセス入出力装置(PIO)

自動航法関係

(1) デジタル入力

衝突予防装置情報

ドップラーソナー情報

ログ情報

ジャイロ情報

時計情報

航跡記録器情報

(2) 割込み入力

衝突予防装置のリクエスト信号

操作パネルのリクエスト信号

時間基準パルス

(3) デジタル出力

衝突予防の各種演算結果

システムアラーム

(4) アナログ出力

船位測定計算結果

ボイラモニタリング関係

(1) アナログ入力 71 点

(2) デジタル入力 26 点

(3) プリンタコントロール

キーボードプリンタと中央演算処理装置の信号授受を制御する。

(4) 表示出力

トラブルシュートによる故障原因の表示およびプログラムスキップ内容の表示を行なう。

3. レーダによる衝突予防装置

3.1 衝突予防装置の考え方

レーダによる衝突予防装置については、近年種々の方式が開発されているが、まだその決定版といわれるものはないようである。

従来、船用レーダで行なわれてきた衝突予防の方法として、他船などの目標の自船に対する相対位置をレーダPPI上に連続してプロットし、目標の軌跡を求めて、幾何学的に作図により、いわゆる衝突三角形の解を求めて衝突の危険性の判断を行なっている。この作業は面倒な上、多数の目標について同時に行なうのは困難である。

現在考えられている衝突予防装置は、これらのプロット作業を機械が半自動的に、あるいは完全に自動的に行なうものである。

この場合一番問題になるのは、目標の自船に対する相対位置を求めるため、レーダ情報の中の雑音に埋もれた

目標の信号を取り出すことである。そのために複雑なハード、ソフトが必要となり、かつ信頼度が落ちるようになる。

我々は、以上の点を考慮し、現在の技術で信頼度、経済性のある方式として、本装置を検討した。すなわち、本装置では、目標の位置の検出は PPI 上の目標に操作者が、特定のマーカを合わせることにより行なうようにし、プロットング計算のみをコンピュータで行なうようにした。

一般に、船舶の衝突予防の手順としては

- (1) 近接目標の発見
- (2) 目標が移動しているか、停止しているかの判断
- (3) 目標が移動物である場合は、方向、速度の測定
- (4) 衝突の危険性の判断

(5) 衝突の危険性がある場合は、避航法の判断が考えられる。本装置では、(1)の近接目標の発見のために警報リングを用い、(2)(4)のために、一つは操作者の判断を容易にするための識別マーカを PPI 上に出すようにし、さらに正確なデータによる判断が可能のように、識別マーカを目標に合わせて、目標の自船に対する相対位置データをコンピュータに入力し、プロットング演算を行なわせ(2)(3)(4)がより正確にできるようにした。また、(5)も、操作者が避航するための自船の針路、速度データをコンピュータに入力し、試航演算が可能ないようにした。

3.2 構 成

衝突予防装置は、5 cm 波レーダ、3 cm 波レーダの 2 系列のレーダと両系列のレーダを切り換える切換機、一般の航海用に使用する PPI 指示機、および、衝突防止用ディスプレイ・処理装置から構成されている。

3.3 レーダ装置

レーダ装置は、気象条件、海域の状況等に応じることができ、さらに信頼度の向上を考慮し、3 cm 波レーダと 5 cm 波レーダを複式装備した。この 2 系列のレーダは切換機により、PPI 指示機および衝突防止用ディスプレイに接続され、両者のディスプレイにおいては、2 系列のレーダの信号が任意に選択できるようになっている。(インター スイッチ方式)

レーダ装置は、衝突防止装置などのセンサーとして使用できることを目的として、新たに開発された、NC-1073 型 (5 cm 波) NX-1063 型 (3 cm 波) レーダで、高信頼度、高保全度のレーダである。

空中線は 12 呎スロットアレイ形で、3 cm 波と 5 cm 波では、輻射部と導波管部のみ異なるが、回転基部は全く同一構造になっている。

送受信機は、送信パルス幅が 3 段切換で、レンジに応じたパルス幅が選択できるようになっている。構造は、壁掛形で床置装備も可能である。筐体は二重構造になっていて内部筐体は、手前に 90 度倒れるので、点検、保守が容易に行なえる。3 cm 波、5 cm 波とも外観、構造はほぼ同一で、立体回路部だけが異なっている。

PPI 指示機は、16 吋ブラウン管を使用したコンソール形で、ブラウン管を除いて全て固体化されており、偏向回路に X-Y アンプ方式を採用しているため、レーダスイープのほかに、電子カーソルなどの別スイープが容易に入力できるようになっている。

主要回路は全てプラグインタイプの基板になっているので、基板交換により容易に保守ができる構造になっている。

この PPI 指示機は、衝突予防用ディスプレイの PPI 指示機としても、同じものを使用している。

レーダ装置の主な性能は次の通りである。

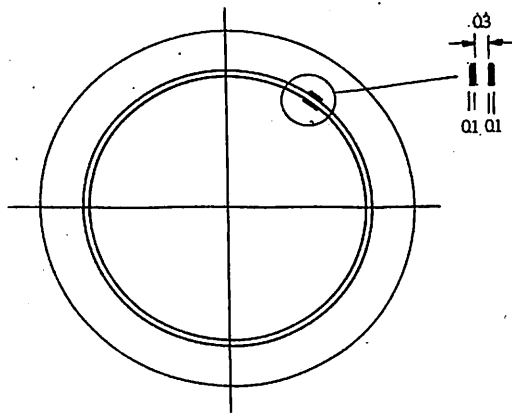
	NX-1063	NC-1073
周波数	9375 MHz (3 cm 波)	5540 MHz (5 cm 波)
空中線長	12 呎	12 呎
水平指向性	0.6°	1.0°
垂直指向性	18°	18°
回転数	15 r.p.m.	15 r.p.m.
送信パルス幅	0.08/0.3/1.0 μsec (3 段切換)	
繰返し周波数	2400/2400/600 Hz (3 段切換)	
ブラウン管径	16 吋 (40 cm)	
表示レンジ	3/4・1.5・3・6・12・24・48・96 哩	
固定マーカ	1/4・1/4・1/2・1・2・4・8・16 哩ごと	
可変マーカ	0.00~96.0 哩	
オフセンタ	3/4 半径	
プロッタ	曲面ガラス半鏡方式	
付属回路	S.T.C, F.T.C, S.H.F	

3.4 警報リング

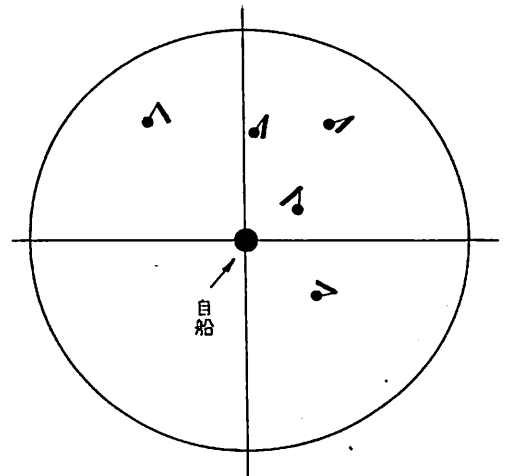
前述のように、本装置は近接目標の発見のため警報リングを用いている。警報リングは、自船から 0.5 哩~20 哩の間の任意の距離に、0.3 哩間隔の 2 本のリングを出すことができるようになっており、そのリングは衝突予防ディスプレイの PPI 指示機に表示される。

この 2 本のリングの外側リング上に目標が出てから、約 144 秒以内に内側リング上に目標が出ると、アラームが出るようになっている。

これは相対速度が一定以上で近接してくる目標についてのみアラームが出ることになる。この装置の場合、相対速度 10 ノット以上の接近目標に対してアラームがな



第2図 警報リング原理図



第4図 識別マーカ原理図

る。

アラーム音は内側の警報リング上の目標をレーダスイープが通過するたびに短音を出し、PPI上のその方向に輝船を出して、近接目標の方向が容易に確認できるようにしている。

警報リング上の目標の検出は、同一方位、同一位置からの反射信号が、送信5~6パルスの内2パルス以上ないと検出しないようになっていて、他船のレーダ電波などの雑音を除去して装置の誤動作を防いでいる。

第3図に回路の動作原理を示すブロック図を示す。

3.5 識別マーカ

衝突予防用ディスプレイのPPI上には、警報リングのほかに衝突危険判定のための識別マーカが出るようになっている。

船が航行する場合、互に直線移動している相手船との衝突の危険性は、自船より見て相手船が常に同一方向にあり、かつその距離が接近して来ることにより知ることができる。したがって、レーダPPIを相対表示にして、対象船を監視続ければ、その位置をプロットすることにより、衝突の危険性を識別することができる。しかし、

通常のレーダでのPPI視測では、対象船の方位、距離の変化を視視つづけることは面倒な作業であり、衝突の危険性を識別するまでに長時間を要する。今この視測に、PPI上での対象船の位置に長さが明らかな、自船方向に向つたマーカ線を固定して出しておくことができれば、対象船がこのマーカ線上を移動して接近する場合は衝突の危険性があることになり、マーカ線から離れていく場合は衝突の危険性はないから、容易に衝突の危険性の判断ができるようになる。

本装置では、上記識別マーカが同時に5本出るようになっており、その各々をPPI上の任意の位置に設定できるから、同時に5隻の対象船について視測ができることになる。

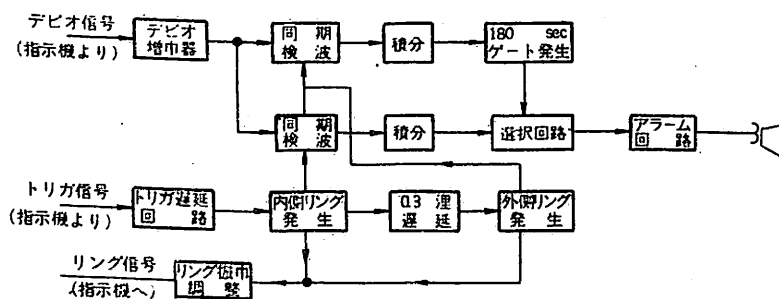
また、この識別マーカは、コンピュータでプロット演算を行なう場合の対象船の位置情報の設定にも使用できるようになっている。

3.6 衝突予防用ディスプレイ

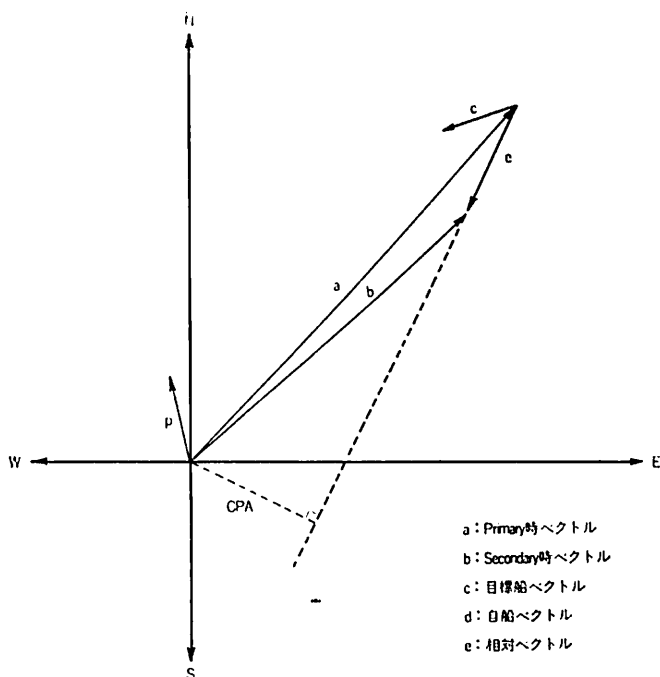
衝突予防用ディスプレイは、レーダPPI指示機とデータ表示部から構成されている。

レーダPPI指示機は、通常のレーダ情報の表示のほかに、警報リングの設定位置の表示、識別マーカの表示、目標の速度のベクトル表示ができる。

データ表示部は、衝突予防装置の操作と表示を受持ち、その主な機能は、各種操作用信号の発生、デジタルデータの表示、レーダデータのA/D変換、デジタルデータのD/A変換である。換言すれ



第3図



第 5 図

ば、レーダ指示機とコンピュータとの間のインターフェイス用機器である。

3.6.1 衝突予防計算

衝突予防計算の手順の概要は次の通りである。

(1) PPI 上で、1~5 隻の目標を選び、データ表示部のつまみで識別マークの先端を目標に合わせ、1 次データ入力スイッチを押す。数分後にもう一度、該目標に識別マークの先端を合わせ直して、二次データ入力スイッチを押す。

(2) 一次入力データ (目標の自船からの方位、距離データ)、二次入力データおよび自船の速度、自船の針路データを補正して、ベクトル表示する。

(3) 一次データ入力時ベクトルと二次データ入力時ベクトルより、自船と目標の相対ベクトルを計算する。

(4) 自船ベクトルと相対ベクトルより目標ベクトルを計算する。

(5) 相対ベクトルによつて、目標が自船にもつとも接近する距離 (CPA) およびその距離に達する時間 (TCPA) を計算する。CPA があらかじめ指定した最接近許容距離 (MIN. CPA) 内に入るか調べる。

(2)~(5) により出力データは計算される。また試行操船の場合は以下のようなになる。

(6) 仮想自船速度および仮想自船針路の入力で自船ベクトルを作る。

(7) (4) 項で計算した目標ベクトルと自船ベクトルより相対ベクトルを計算する。

(6)~(7) により相対ベクトルが計算されると、(5) 項と同様にして、出力データが算出される。

以上の出力データは、必要ならばコンピュータの ET にプリントアウトすることができる。

データ表示部に表示される内容は次の通りである。

- (イ) 船内時計の時間 (時、分、秒)
- (ロ) 目標の No. (1~5)
- (ハ) 時計時間々隔 (分)
- (ニ) CPA (浬)
- (ホ) TCPA (分)
- (ヘ) CPA の方位 (度)
- (ト) 目標のスピード (ノット)
- (チ) 目標の針路 (度)
- (リ) 目標の距離 (浬)
- (ヌ) 目標の方位 (度)
- (ル) 設定データ

MIN. CPA (浬)

試航操船データ：自船速度 (ノット)
自船針路 (度)

(オ) アラーム

3.6.2 実際の操作方法

第 6 図は、実際のデータ表示部のパネルである。図から明らかなように、つまみ等は機能別に区分けしてある。

衝突予防装置の代表的な使用例は第 7 図のフロー・チャートで示すことができる。

(a) 初期条件の設定

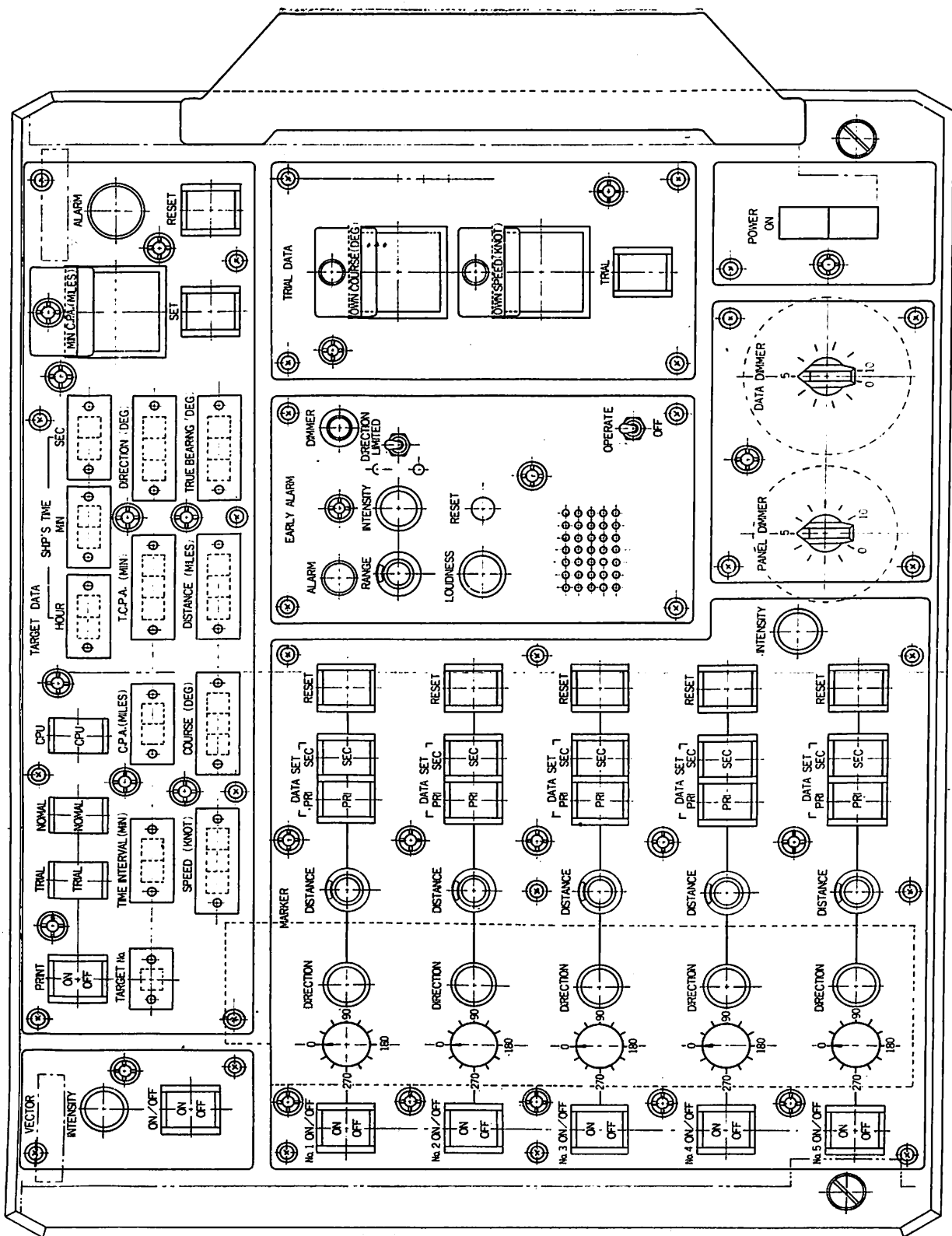
装置を動作させ、PPI 指示機のレンジを設定する。

データ表示部では **MIN. CPA** を設定する。次に警報リングのパネルを動作させ、警報リングを希望する位置に **RANGE** のつまみで設定する。

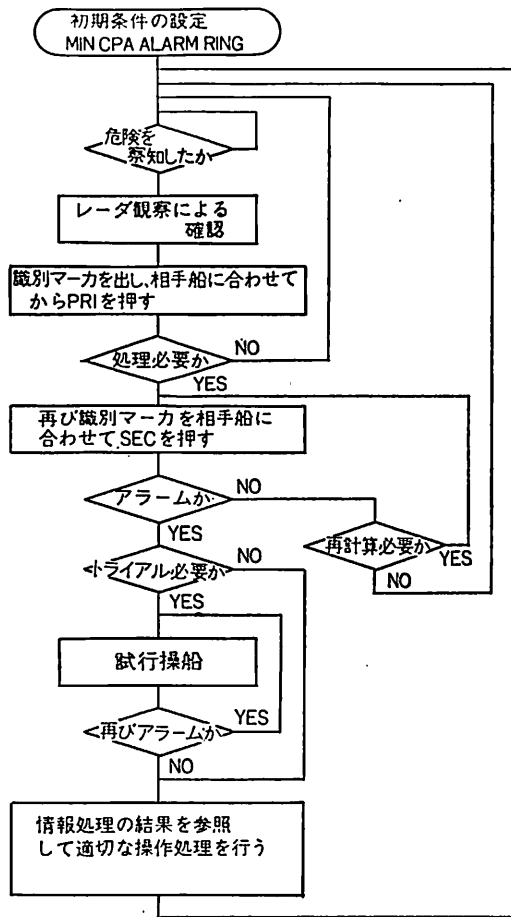
(b) 危険の察知

危険が察知されるのは、次の(イ)~(ニ)が考えられる。

- (イ) レーダ映像を隔時観測することによるアラーム
- (ロ) 警報リングによるアラーム
- (ハ) 船橋における見張りによるアラーム
- (ニ) 他船からの通報その他によるアラーム



第6図 ツマミ・ボタンの説明図



第 7 図

(ロ)～(ニ) のアラームの場合、まずレーダ映像により相手目標を把握する必要がある。

レーダ映像面での目標が、要注意と考えられる場合には、識別マーカの先端を目標に重ねて、**[PRI]** のボタンを押す。これによつて、目標の第 1 次距離、方位データが情報処理装置へ送られる。

一次データを入力してからある程度時間が経過すると、自船と目標間の相対速度とレーダの使用レンジによつて決定される見かけの長さだけ目標がブラウン管上で偏位する。偏位した目標が、一次データ入力時に設定した識別マーカ上にあるか、マーカに沿つて近づく場合には将来本船と衝突するか、至近距離まで接近する可能性があると判断できる。したがつて、この場合は衝突計算を行なう必要がある。

衝突計算を行なう場合には、偏位した目標に再び識別マーカの先端を重ねる。次に **[SEC]** ボタンを押すと、目標の第二次の距離、方位データが情報処理装置へ送られ

る。**[SEC]** ボタンによる指令信号により、情報処理装置は計算を実行する。

[SEC] ボタンは、同一の目標を追跡する際には何回押しても良い。**[SEC]** を 2 回以上押すと第二次データは、**[SEC]** のメモリから **[PRI]** のメモリに押し出され、第三次のデータは **[SEC]** のメモリに送られる。この過程が次々と繰返される。計算は **[SEC]** ボタンを押す都度実行される。

情報処理装置で計算した結果は、データ表示部表面パネルに表示されるとともに、PPI 指示機ブラウン管上に、相手船の絶対ベクトルが表示される。

(c) 処理結果の判断

計算の結果得たデータがアラームでない場合、その目標を念のため今一度追跡する必要があるれば再度操作を繰返して行ふ。また再度の計算が不要であれば **[RESET]** する。

計算の結果、CPA が設定した MIN CPA 以内にあると、アラームが発生する。この場合、試行操船の計算が必要であれば、TRIAL DATA パネルから試行操船のデータを入力する。試行操船の結果はパネル面に表示される。

試行操船の結果も引続きアラーム状態であると、アラーム発生したままであるが、CPA が MIN CPA より大きくなるとアラームが解除される。

(d) 最終処理

航海士は衝突予防用ディスプレイ上に表示されたデジタルデータや、ベクトルおよび本船の針路、速力等を勘案して適切な操船方法を決定する。

以上のように、本装置はあくまで衝突予防のための判断資料を提供するもので、最後の判断処理は人間が行なうことが原則である。

4. む す び

「錦江丸」に搭載した自動化システムの概要と衝突予防装置について紹介したが、このシステムは、文中にもあつたように、経済性、実用上の利用効果、信頼性に重点をおき開発された。

開発にあつては、運用面については、昭和海運、船舶としてのシステムについては、日本鋼管、電子機器としてのハードの面については、沖電気と、3 者がそれぞれの立場で共同して検討を行なつた。

今後はさらに実運用上の評価を重ね、次のステップに進んで行く予定である。

超自動化船 星光丸 の衝突予防装置

大 曲 恒 雄
東京芝浦電気株式会社

1. ま え が き

船舶の大形化に伴う省力化、船舶安全性の向上、運航経済性の改善等の要望にこたえて、従来の船舶自動化システムを大幅に高度化かつ総合システム化したいわゆる超自動化船が出現し始めている。

わが国では昭和42年頃から運輸省がこの問題を取り上げ、広く国内の研究機関、大学、海運会社、造船所、関連メーカーなどを集めて研究開発を推進して来た。その具体的な研究機関として(社)日本造船研究協会にSR106と称する研究部会が設けられ、システム設計とソフトウェアの開発が進められた。また、システムの構成に必要なハードウェアの開発機関としては、

(財)日本船用機器開発協会などがそれに当って来た。これらの研究開発の成果を適用した超自動化第1船として星光丸が昭和45年9月完成し、以後ベルシャ湾からの原油輸送に従事しながら搭載されたシステムの評価試験が進められている。

星光丸には、制御用電子計算機TOSBAC-3000Sを中心とする高度集中制御方式の超自動化システムが搭載されており、航法関係、船体関係、機関関係などの広い分野にわたる高度の自動化が試みられている。航法関係の1サブシステムとして衝突予防装置があり、目標の検知、追尾、危険船の判別、避航操船法の算出など一連の処理を自動化したこと、高輝度表示装置を使用したこと、などの点で特色を有している。

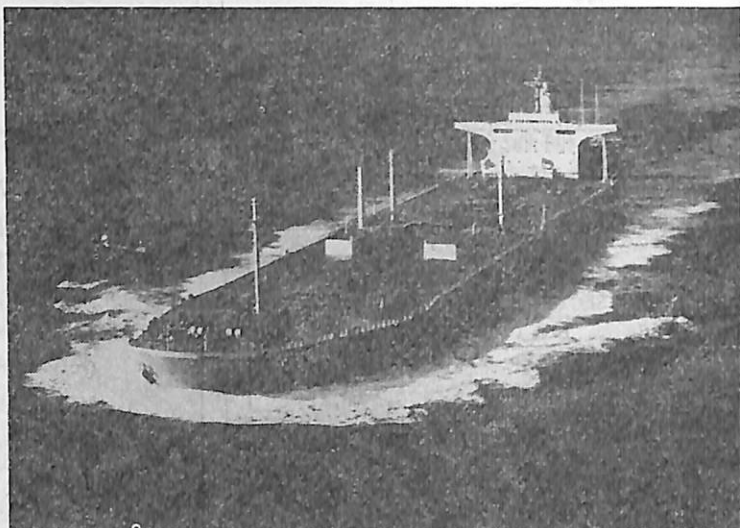
この衝突予防装置を構成するハードウェアは(財)日本船用機器開発協会の委託により、沖電気工業(株)、富士通(株)、日本無線(株)、および東京芝浦電気(株)の4社が共同で開発を担当した。またソフトウェアの開発は石川島播磨重工業(株)と日立造船(株)が担当した。

2. システムの基本構想

船舶衝突予防装置を考える場合の選択要素としては種々の条件が挙げられるが、本システムは次の基本構想のもとに作られている。

(1) 自動化のレベル

自動化のレベルをどうするかという問題は、このよう



星 光 丸

なシステムを考える場合の最も重要なポイントであるが、本システムでは情報の収集および処理についてはできるだけ自動化のレベルを上げる一方、避航操船の最終的判断と実行は乗組員にまかせることにより、有効な人間-機械システムの実現を目指している。

(2) 機能

目標の自動検知および追尾、目標データの算出、危険船の判別、避航操船法の算出、試行操船シミュレーション等船舶衝突予防装置に必要と考えられる殆んどすべての機能を含んでいる。

(3) レーダ

レーダの反射信号は気象条件や海面の状況によつて種々の影響を受けるが、その受け方は波長によつて相当変化する。本システムでは、衝突予防装置におけるセンサーとしての機能をより完全なものとするために、Xバンド(3cm帯)とSバンド(10cm帯)の2種のレーダを同期して動作させる方式を採っている。

(4) 目標数

本システムは主として広海域を対象としているため、処理可能目標数は最大10目標に限定されている。

(5) 処理方式

高度集中制御方式による船舶超自動化システムの1サブシステムとして構成されているため、汎用電子計算機を他のサブシステムと共用する方式を採っている。

3. 主要性能および諸元

本システムの主要性能および諸元は概略つぎのとおりである。

- (1) 処理範囲 自船を中心とする半径16海里以内の海域
- (2) レーダ Xバンド、Sバンド併用
 - 繰返し周波数 1500 pps
 - パルス幅 0.4 μ s
 - 送信出力 40 KW 以上
- (3) レーダアンテナ 2重同軸方式スロットアンテナ
 - 水平方向ビーム幅
 - { Xバンド : 0.65°
 - { Sバンド : 1.9°
 - 回転数 15 rpm
- (4) 雑音除去方式 レーダスイープ間相関検出方式
- (5) 海面反射除去方式 レーダスキャン間相関検出方式(蓄積管利用)
- (6) 目標検知方式 スライディング・ウィンドウ検知器による統計検知方式
- (7) 目標追尾方式 線形予測器(α - β トラッカー)による自動追尾方式
- (8) 処理目標数 最大10目標
- (9) 動作モード 3種
 - AT (Automatic Tracking) モード:
目標の検知、電子計算機への入力および追尾のすべてを自動的に行なう。
 - MI (Manual Initiation) モード:
ライトペンにより指定した目標のみを自動追尾する。
 - MP (Manual Plotting) モード:
ライトペンにより指定された目標の位置データが電子計算機へ入力されるが、追尾は行なわない。
- (10) レーダ情報表示方式 走査変換による高輝度表示方式

- 走査線数 945本
- 使用ブラウン管 16インチ丸形

4. ハードウェアの構成と各部の主な機能

本システムは図-1に示すハードウェアから構成されており、各部の主な機能はつぎのとおりである。

4.1 レーダ装置

本システムのセンサーであるが、通常の航法用レーダとしても使用できるよう考慮されている。

前述したように、XバンドおよびSバンドの2組のレーダが完全に同期した状態で動作し、切替使用または同時使用が可能である。アンテナはそれぞれのスロットアンテナを同一回転軸上で上下に重ねた構造となっており、両者のビーム方向は完全に一致している。

4.2 レーダ情報処理装置

レーダからの信号を自動的に処理して目標の位置データを抽出し、電子計算機へオンラインで供給する機能を持っており、つぎの3つの装置から構成されている。

(1) 雑音除去装置

雑音や他のレーダからの干渉信号など、繰返し周期に同期していない不要信号を除去するための装置で、レーダの繰返し周期ごとの相関をとることにより所望の信号との弁別を行なっている。

(2) 海面反射除去装置

レーダスキャンごとの相関処理を行なうことにより海面反射の影響の減少を図るための装置で、アンテナ2回転以上のレーダ信号を蓄積管に書込むことにより得られ

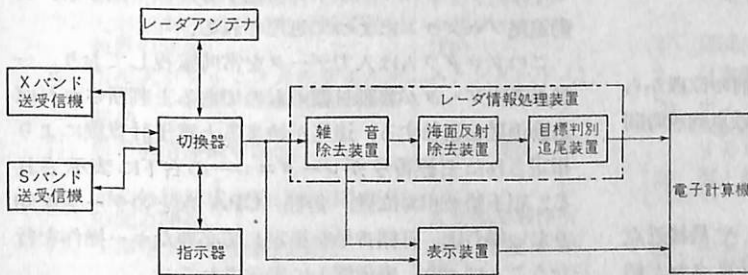


図-1 ハードウェア構成

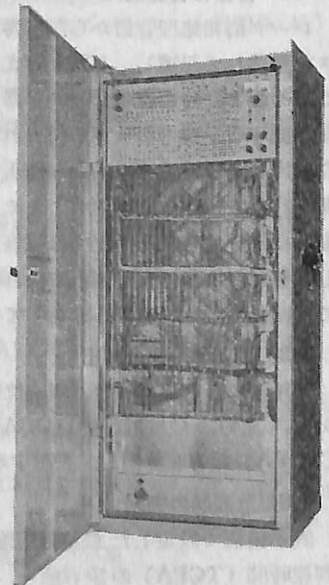


図-2 目標判別追尾装置の外観

積分効果を利用している。

4.3 目標判別追尾装置

以上2つの装置により不要信号が除去されたレーダ信号をデジタル化した後、スライディング・ウィンドウ検知器により目標の統計的検知と位置検出を行ない、そのデータを電子計算機へ送り出す。図-2は目標判別追尾装置の外観写真である。

4.3 表示装置

レーダ信号の高輝度表示、電子計算機で処理された結果の表示などを行なうと共に、電子計算機へのデータ、指令などを入力するための装置で、本システムにおける人間-機械インターフェイスである。

5. プログラムの構成と各部の主な機能

本システムのプログラムは概略図-3に示すような構成となっており、各部の主な機能はつぎのとおりである。

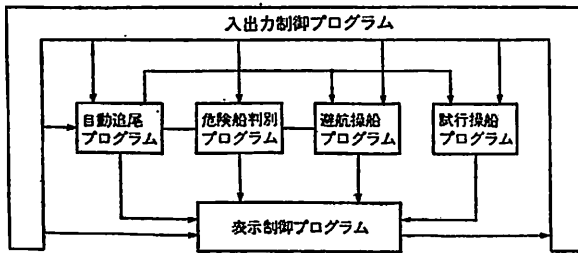


図-3 プログラム構成

5.1 目標の自動追尾

レーダ情報処理装置から刻々得られる目標の位置データを整理して記憶し、これからまず目標の航跡を推定する。それと同時に次のデータが得られる時点の目標位置を予測する。次のデータが得られると予測位置との誤差を算出し、予測方法に必要な修正を加えてさらに次の予測を行なう。これを繰返すことによつて目標の動きを自動的に追尾する。その出力は以後の処理の基礎データとして使われるが、表示面上では目標の番号を常時エコーのそばに表示させる働きをしている。

5.2 目標データの算出

追尾中の各目標につき、現在位置と数分前の位置から針路、速力、最接近距離 (CPA)、最接近点到達時間 (TCPA) などを算出し、表示する。

5.3 危険船の判別

表示装置で設定した最接近距離 (CPA) や最接近点到達時間 (TCPA) の限界値と、前項で計算された結果とを比較し、もし危険条件が満たされれば警報を発す

る、

5.4 避航操船法の算出

危険船がある場合、本船がどの程度変針すれば危険を回避できるかを計算し、新針路を表示する。

5.5 試行操船 (シミュレーション)

本船の針路、速力を任意に設定した場合、相手船の相對運動がどのようになるかをシミュレートして見るための機能で、30分後までの予想相對航跡を表示面上に点線表示する。

6. 動作概要

6.1 AT モードの場合

AT モードは目標の検知、電子計算機への入力および追尾をすべて自動的に行なうモードであり、大洋航行中などに使用される。

レーダ受信機からの信号はまず音雑除去装置に入り、レーダスイープ間の相関が検出される。目標からの反射信号はレーダビームが目標を照射している時間だけ続けて得られるため、1周期前の信号と比較した場合同一距離での相関がとれるが、雑音や他のレーダによる干渉信号は相関がとれないために除去される。

次に、この信号は海面反射除去装置内の蓄積管に書込まれる。この蓄積管は1電子銃方式のものであるため、書込みと読出しは交互に行なわれる。本システムでは、レーダスキャン2~5回分を続けて書込んだ後読出し動作に移るようになっており、これ以後の処理はすべてこの読出しサイクルに同期して行なわれる。蓄積管の積分効果により海面反射の影響を軽減された信号は、次に目標判別追尾装置へ送られる。

この装置ではまず入力ビデオ信号を振幅および時間軸 (距離) についてデジタル化し、これをスライディング・ウィンドウ・レジスタと称する記憶装置内に格納する。その内容は過去数レーダスイープにわたる信号の相関が判別しやすいような形に整理されており、その記憶内容のパターンから目標の存在と中心位置が検知される。そのデータはオンラインで電子計算機へ送られ、自動追尾プログラムによつて処理される。

このプログラムは入力データを常時監視しており、一連の入力データが移動目標のものであると判断されれば自動追尾を開始する。追尾が始まると電子計算機により指定された目標番号がレーダエコーの右下に表示される。相手船の相對位置、針路、CPAなどのデータを知りたい場合は、目標番号を指定して必要なキー操作を行なうことにより、表示盤上に表示される。

また、あらかじめ設定されている限界 CPA および

TCPA との比較を常に電子計算機が行なっており、もし限界値を割る場合はランプおよびブザーにより警報を発すると同時に、避航操船の計算を行なつて安全な進路を recommend する。

6.2 MIモードの場合

目標数が多いために AT モードではオーバーフローする場合や、擬似目標の混入が避けられない場合は MI モードに切換え、ライトペンで指定した目標のみを自動追尾させる。この場合、レーダ情報処理装置は AT モードと同様に動作しているが、電子計算機に入る所でフィルターがかけられており、ライトペンで指定された付近またはすでに自動追尾されている目標付近のデータのみが電子計算機にとり入れられる。

このモードで目標の追尾を始める場合は、まず空いているチャンネルの中から選んで追尾番号を指定し、次に目標位置にライトペンを当てて位置データを入力し、最

後に MI ボタンを押す。その結果、自動追尾が開始され、その目標については前項と全く同様の処理が行なわれる。

7. む す び

以上、超自動化船星光丸に搭載されている衝突予防装置の概要について紹介した。このシステムの開発に当つては技術的な可能性を追究することに重点がおかれたため、非常に大規模で複雑なものとなつており、実用的システムとするためには、経済性、信頼性その他多くの観点から見直しが必要なことは当然であるが、その際本開発で得られた経験が有効な指針になり得るものと確信する。

最後に、本システムの開発および評価にあたり、種々御指導と御協力を頂いた関係機関および関係各位に深く感謝する次第である。

日本船用機器開発協会 昭和 47 年度技術開発項目一覧表

事 業 名	担当会社名		
I. 共同開発事業 (船用機器関係)		15. 船用デリックの自動制御装置の開発	(有)宇津木計器製作所
1. 超高速船用ディーゼル機関の開発		16. 浚渫船用ドレッジバルブの開発	正和バルブ工業(株)
A 超高速船用ディーゼル機関の開発	三井造船(株)	17. 船体撓み監視装置の開発	(株)共和電業
B 特殊減速装置の開発	三井造船(株)	18. 船用液化ガスレベル計測装置の開発	日本航空電子工業(株)
C 弾性接手つきクラッチの開発	住友重機械工業(株)	19. 簡易形フロート式レベル計の開発	(株)東京計器
2. 吸気加熱方式を用いた低圧縮比高過給機関の開発	阪神内燃機工業(株)	20. キャラクタディスプレイを利用した遠方監視装置の開発	三菱電機(株)
3. 油圧式動弁機構の開発	(株)松井鉄工所	21. ドップラ・ソナー・ナビゲーターの開発	古野電気(株)
4. 高出力ガスタービン用クラッチの開発	石川島播磨重工業(株)	22. A・D・F(自動方向探知機)方式航跡自動記録装置の開発	(株)日本オセアニクス研究所
5. 電磁歯車式船用駆動装置の開発	川崎重工業(株)	23. 大形タンカー船倉内作業足場の開発	三菱重工業(株)
6. 中速ディーゼル機関減速機用高硬度歯車の開発	大阪製鎖造機(株)	24. 船首尾欄曲部の外板塗装用作業台の開発	日本鋼管(株)
7. 船用主機用大形エアクラッチの開発	日本ピストンリング(株)	25. 船殻作業用の足場架構および足場板の開発	(株)井上商会
8. 船用用超大形膨張継手の開発	宇野工業(株)	26. 油スラッジ廃油等万能燃焼装置の開発	日本マリンオイル(株)
9. 大形超高速船用船尾管軸受軸封装置の開発	中越ワウケンヤ(株)	27. 機関保守整備省力化装置の開発	坂出機工(株)
10. 溶接式ホワイトメタルライニングによる船用大形船尾管軸受の開発	スタンダードメタル工業(株)	2. 自主開発事業	三井造船(株)
11. 燃料油清浄機の開発	神奈川機器工業(株)	28. ディーゼル機関の短時間等価耐久試験法の開発(燃焼室壁に関するもの)	三菱重工業(株)
12. 完全無給油式空冷式船用空気圧縮機の開発	(株)サクジョン瓦斯機関製作所	29. 海上航行自動記録装置の開発	三井造船(株), 石川島播磨重工業(株)
13. 圧縮空気脱湿装置の開発	兵神機械工業(株)	30. 大容量油水分離装置の開発	
14. ユニットウィンチの開発	(株)荏原製作所		

HOSR 型衝突予防レーダの開発

—— 衝突予防システムの理想と現実 ——

奎 中 勝
日立造船株式会社
第一造船基本設計部

I 章 緒 言

船舶の衝突予防を自動的に行うことは船舶運航者の長い間の夢である。この問題については、日本造船研究協会の第106研究部会「船舶の高度集中制御方式の研究」の場においてかなりつつこんで研究された。本論では上述の研究の内ソフトウェア面を主体として紹介し、自動回避を行う衝突予防システムの難しさと現状の問題点を解説する。

さらにこの紙面を借りて、現在日立造船(株)と沖電気工業(株)とが共同開発をしている新方式簡易型衝突予防レーダについて紹介したい。この HOSR 型衝突予防レーダ(仮名)アイデアは上述の研究部会での研究の過程において考えついたものであり、現在日本造船研究協会と日立造船の連名で特許出願中のものである。

II 章 衝突予防とレーダシステム

レーダによる衝突予防にはおのずから機能上、次のような制限がある、

1. 相手船の未来位置予測

現在、一般的に考えられている衝突予防システムはレーダより得られる情報(相手船の距離、方位)のみを入力データとし、これを電子計算機に入れ、衝突の危険性の判定と回避すべき操船方法を決定するのであるが、これは主としてレーダ情報の雑音処理技術と目標の自動追跡技術によっている。

従って極めて信頼性の高い情報を必要とするが、レーダ解像力上、若干の誤差はまぬがれ難い。

レーダにより探知された相手船の情報は自船を中心とした相手船の方位、相手船までの距離及びその進路方向と速度である。これらの情報はある時間をかけ、平均化すればかなりの精度で計測できるはずである。しかし、その計測時間中において相手船の変針、変速があればその動きを確実につかみ、再び一定時間の平均化操作が必要となる。そしてさらにその後の相手船の位置はこのような過去の相手船の情報をもとに、その進路速度が不変のものとして予測せざるを得ない。

ここに根本的な予測の欠点があり、自船の回避行動直前において相手船の針路速度を変更しないという保証はないのである。従って両船の接近相対速度の大きさにもよるが、その離間距離が小さくなつた段階では機械的な

システムに全面的に頼ることは危険であり、また、そのような危険性を防止するシステムの構成は大変困難なものであろう。何故ならばレーダでは相手船の意志を計ることはできず、また相手船の変針、変速の開始を確実につかむことも非常にむずかしいからである。

さらに静止している物体の情報は静止しているということのみであり、それを回避するにはその物体が何であるかの確認が必要である。しかし現代のレーダのみではこのことに不可能なことである。

2. 船と陸岸との識別

自動的衝突予防システムではレーダのビデオシグナルから、それが船であるか、島であるか、陸であるかの識別が必要となる。

しかしこれはレーダの原理上大変むずかしい問題であり、あらゆる条件下で完全に働く識別機能の構成は不可能に近いものと考えられる。この問題の一つの解決法はレーダの中に外部入力として海図を入れ、これを判断の基準とする方法がある。

3. 海上衝突予防法との関連

現行の海上衝突予防法の適用は「船舶が互いに他の船舶の視野の内にある場合」にのみであつて、少なくとも両船が互いに接近した時(経験的におよそ2浬)から効力を発生することを意味している。

しかし、一般に、レーダによる相手船の自動追跡によつて、正確な相手船の行動を探知するに必要な時間的制約のため「衝突予防法によつて規制される状況になる以上のはるか遠い離間距離において衝突の危険の認知とそれに対する早期回避をすること」に限定せざるを得ない。なお実際回避航法においては、いかに衝突予防法の規制する海域外といえども、予防法の精神に準拠するという常識的な航法が存在する。

そこで、海上のような2次元平面交通でかつ自由度の大きい船舶に対しては、レーダ確認可能海域内での合理的な衝突回避航法の国際的規制の確立等重要な問題が残されている。

4. 1960年 SOLAS との関連

SOLAS の国際海上衝突予防規則附属書に「海上における衝突回避の援助としてのレーダ情報の使用に関する勧告」があり、レーダ情報に対する態度が明確にされている。

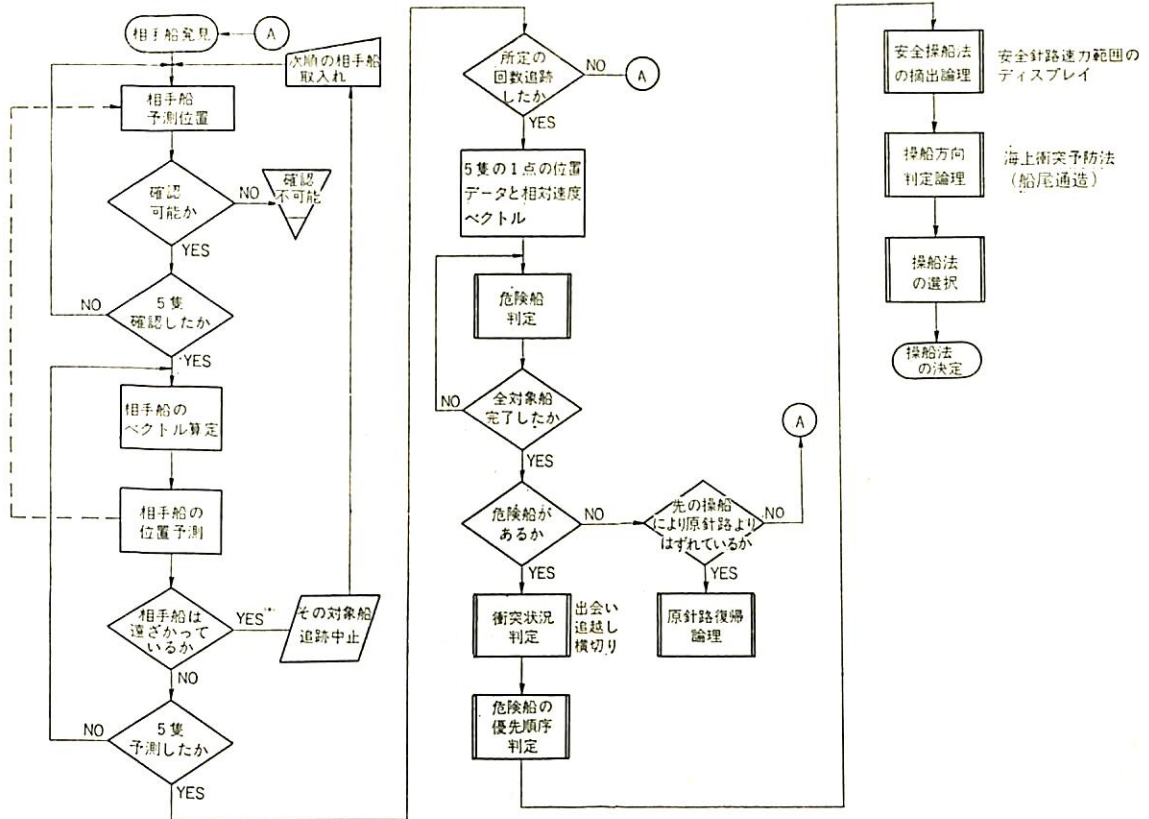


図 III-1 衝突回避航法フローチャート

それは視界制限時、レーダによる相手船の位置確認は規則の定める注意して航行すべき義務を免除するほど充分な情報とは見なさないということであり、この見地からしても、衝突予防法規制範囲内のレーダを用いた自動衝突予防装置は、現状では法的に成立し得ないものである。

III 章 理想的衝突予防システム

本章は日本造船研究協会「船舶の高度集中制御方式の研究」において考案された理想的衝突予防システムの持つべき論理能力の解説である。

一般に理想的な衝突予防システムを確立することは甚だ困難であるが、衝突予防には次の3つの重要なプロセスが存在する。それは、

- 相手船の認知 (距離と方位)
- 衝突の危険性の判定 (最接近距離と時間)
- 回避操船方法の指示

である。これらの最低必要機能を基本方針に織り込んだ全体のシステム構成としている。以下に順をおって構成される各論理の概略を述べる。図 III-1 には現状のレー

ダ能力を基礎とした理想的な衝突予防システムソフトウェアの全般的な流れを示す。

1. 相手船の自動追跡と位置情報の抽出部

ハードウェアと密接な関連をもつものであり、機能として数隻から10隻程度の相手船を自動追跡し、定時間間隔において相手船の位置情報を抽出する。

2. 危険船判定論理

前項で得られた相手船の2点の位置情報と時間間隔または1点の位置情報と相対ベクトルを用いて衝突三角形の演算を行ない、両船の最接近距離、時間を求め、予め一定の基準値で定められた最接近安全距離、時間と比較し、衝突の危険性を判定する

3. 衝突状況判定論理

前項によつて危険と判定された相手船に対し、そのまま両船が針路、速力を保持すれば、将来、海上衝突予防法の規制距離範囲内に入った場合、出会い、追越し、横切り状況のいずれの衝突状況に合致し、かつ自船が針路速力保持義務船か避航義務船かの未来予測をするものである。

4. 危険船（複数隻）の優先順序判定論理

危険船判定論理で危険船が複数隻存在する場合、如何に回避するか非常に困難である。しかし、実状は複数隻の危険船の中から、最危険船を選択し、まずこの船から回避する手段がとられている。従つて次のような判定で優先度をつけた。

- (1) 最接近時間の小さい順序
- (2) 離間距離の小さい順序
- (3) 速力の早い順序
- (4) 最接近距離の小さい順序

これにより当面の衝突回避をどの船を対象にして行うべきか判定するものである。

5. 安全操船法の抽出論理

本論理ではすべての危険船について安全に回避しうる針路があるかどうかであつて、後述のように衝突回避可能な安全針路速力範囲を統一的に求めるものである。

6. 操船方向判定論理

安全操船法の抽出論理で求めた安全針路範囲は一般に左右舷同時に存在しうるものである。そのいずれを選ぶかはその針路が最危険船に対して

- (1) 出会い状況であれば衝突予防法の規定に準拠した操船方向。
- (2) 横切り状況であれば可能なかぎり相手船の船尾を通過する操船方向とする。
- (3) 上記いずれにしても処置可能なものは常識的な回避操船すなわち相手船から遠ざかる方向を選択する。

本論理は以上のような過程をへて前項の論理で存在する安全針路の中から望ましい操船方向を求めるものである。

7. 操船法の選択論理

本論理は安全操船法の抽出論理、操船方向判定論理の結果および現針路が原針路（計画航行針路）よりずれている場合の復帰の必要性等の総合判断より最終的に安全操船法（複数）の内、いずれを選択採用するか決定するものである。

8. 原針路復帰試行操船論理

相手船を連続的に回避していく時、一定方向へ原針路から大幅にずれる懸念があるのでこれを防止するため常時、計画航行針路と現針路を比較し、衝突危険船がない場合、計画航行針路に復帰できるように本論理を設けている。これによつて大洋航行中、所定の航路に修正されることになる。

これらの論理は一般にコンピュータ・プログラム化され On line real time に情報処理するものである。結果は適当なディスプレイ装置により操船者に示される。

IV章 実際上の問題

理想的衝突予防システムはⅡ章で述べた本質的欠陥やそれ以外の問題がある。まず船舶用レーダの受信信号は一般にセット雑音、干渉雑音、雨および波反射などを含むことが多く、この信号をそのまま、デジタル処理を行なう精度が劣化するのみならず衝突予防装置自体の機能をそこなうことも予想される。またレーダ影像信号を量子化して計算機に入力しようとしている装置のような場合、小ターゲットのエコー信号と海面反射信号の分別がよく行なわれていないと多数の信号が計算機に入力として入ることも考えられる。このようにレーダ解像力上の問題がある。次にコンピュータによる追跡精度の関係であるが、ハードウェアの機能として自船運動中においても相手船を完全に追跡し、かつ新しい情報として相手船の針路角の変化率が必要である。

さらにハードウェアの追跡対象船を何隻にするかにより機器の能力、コンピュータ容量に影響し、コストと効果のバランスに問題が出てくる。

以上のように完全に信頼のおける作動はかなり難しいと考えられる。従つて一つの実用化の方向はシステムとしては操船者に判断を示すとどめ、実際の操船は人間の総合的判断にゆだねる方式である。さらに簡単なものとしては単にレーダ上に於て操船指示者が衝突の危険性を検討しうるものがある。

将来はおそらくもつとも簡単なものから、ハードウェアの発達とともに漸次、前章で述べた理想的な性能をもつものへ発展して行くであろう。

さて以上の点を十分検討した結果、大規模の衝突予防システムは実験的な試作は大に行なうべきであるが、実用化にはほど遠いもののように感じられる。またその必要とする費用とその効果は必ずしもバランスしないものと考えられる。

以上で非常に簡単ではあるが理想的衝突予防システムの難しさを述べたが、しからば現状で使用でき、有効な衝突予防システムはどうあるべきでろうか？

次章以下でその一つの方法について紹介する。

V章 衝突三角形の新しい解法

有効な衝突予防システムの開発にあつて、その新しい原理を見だし後述の HOSR 型衝突予防レーダに採用した。その原理は以下に述べる衝突三角形の論理を基礎にその衝突三角形の写像を応用したものである。

今、図 V-1 に示す通りある時刻において、点 O に自船があり、ベクトル OA で自船が進行中であるとする。そして相手船を右舷前方 B 点に認め、相手船は速度ベクトル BC で進行中であることが判つたとする。この場合、衝突三角形の原理で図示の通り BD なる相対速度ベクトルを得て、線 BD の延長線上に自船位置より垂線を立てその足を E とすれば、線 OE の長さは一般に最接近距離といわれるもので、両船が速度ベクトル（速力と針路）を変えない限り、両船は距離 OE だけ離れて航過しあうことを意味している。

衝突回避の問題を考える場合、一般に自船位置中心に予め定められた許容最接近安全距離を半径とする円を描き相手船と航過し合うとき、この円内に相手船が入らないような回避操船を行なうという考え方をしている。図 V-2 に示すように上記の最接近安全距離となる相対ベクトルは相手船の位置より自船中心の最接近安全距離円に引いた両接線上にあることは明らかである。このような相対速度ベクトルを構成する自船速度ベクトルは衝突三角形の原理より容易に求められる。ただしこのよう

な限界自船速度ベクトルは無数に存在するものである。

このベクトル群をすべて自船中心位置に平行移動し、そのベクトルの先端の存在範囲を求めると 図 V-3 に示すような自船の速度ベクトルの危険範囲が容易に描ける。

この危険範囲は作図の原理から次のような方法で機械的に作図できる。

- (1) 相手船の速度ベクトルを自船位置に移し、その先端をベクトル危険範囲の扇形の先端とする。
- (2) 相手船位置より自船中心の最接近安全距離円に接線を引き、これに平行に (1) で定めた扇形の先端を通る直線を引く。

この 2本の直線でかこまれた狭角の部分で相手船の方に開いた部分が自船速度ベクトルの危険範囲であり、自船速度ベクトルの先端がこの中にあれば、許容最接近安全距離以内で相手船と遭遇することになる。

図 V-4 に上述の作図法の証明を示す。図から明らかな如く、相手船位置より自船中心の許容最接近安全距離円に接する両接線で作られる扇形 OAB の幾何学的な写

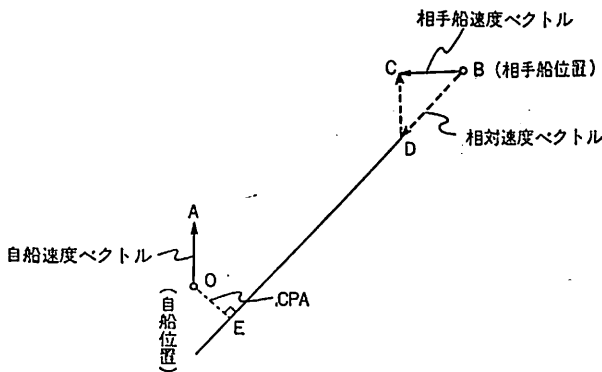


図 V-1

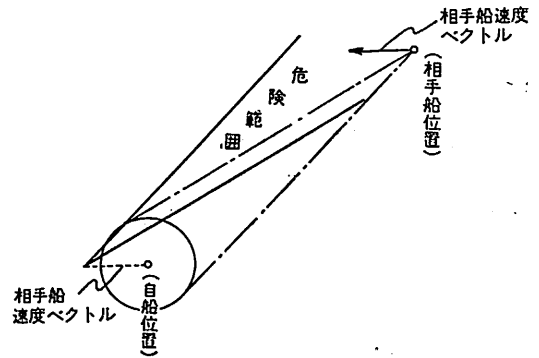


図 V-3

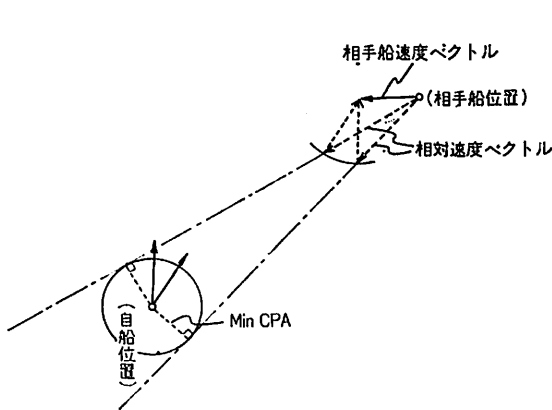


図 V-2

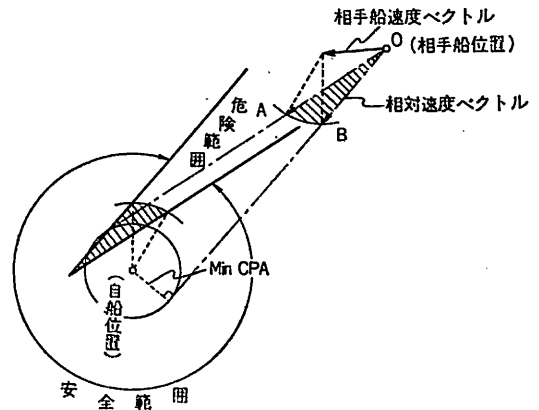


図 V-4

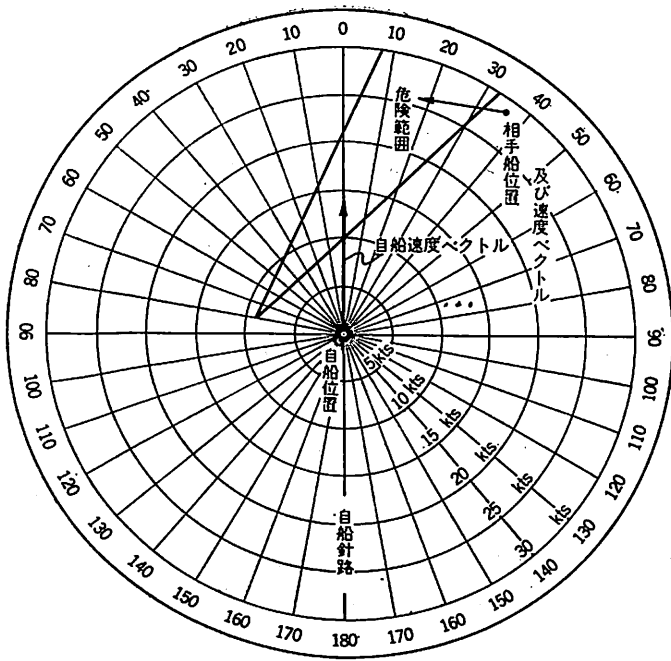


図 VI-1

像である。

VI 章 新型衝突予防レーダ HOSR 型の開発

コンピュータによる衝突予防レーダの場合、ターゲットの自動追尾による判定処理、雑音処理、海面反射除去など、ハードウェアとソフトウェアの両面にわたる複雑な問題の解決を必要とするため、システムとして極めて大がかりなものを強いられる。

そこで衝突危険判定を行なう前段のこれら高度な瞬間的判断機能を航海士に委ね、レーダ画面上的プロットイングまたは海図上の作図によつて航海士が行なう衝突危険判定作業をレーダ画面上で半自動的に行なわせるようにしたのが本装置である。

すなわち、本方式は自船が回避する場合の操船方法をみつけるもので、判断基準として最接近時の両船離間距離が最接近安全距離を保ち、そして安全針路速力範囲を表示装置を介してレーダの CRT 面上にグラフィカルにディスプレイし、船舶運航者に簡易かつ便利な判断資料を提供するものである。

換言すれば衝突危険となる自動速度ベクトル範囲を各相手船ごとにもとめ、安全操船法の選択については操船者の意志決定に依存する。

本方式の原理は V 章で述べた衝突三角形の論理を基礎にその衝突三角形の写像を応用したものである。表示方

法は 図 VI-1 に示すように操船者が 1 目みて判断できるものが理想であるが実際には電気回路構成の便利さとコスト面から VII 章に説明する方式を採用した。また本方式は独立したコンピュータを必要としないもので、在来船にも普通のレーダと同様に搭載可能なものである。

当社はこの装置の実用化を目的として沖電気工業 (株) と共同で試作機を製作中である。

本試作機の実用化実験にあつては当社と山下新日本汽船 (株) との超オートメ船共同研究委員会の場において主としてユーザーサイドの見地から本装置のディスプレイ方式について十分討議し、山下新日本汽船 (株) の御好意により本試作機を当社で建造する 28 次船 (山下新日本汽船、山和商船) の 163,600 DW 鉱石兼油槽船に搭載し、その実用性をテストすることになっている。

VII 章 HOSR 型衝突予防レーダの機能

1. 実際のブラウン管上の表示図形について

1.1 概要

ブラウン管上に表示される衝突三角形を解析する図形については、すでに V 章で述べられているが、本レーダで実際に表示されている図形は原理的には同一であるが、表示される位置等に差異があるので、以下に説明する。

1.2 図形の作図方法

図 VII-1 に示すように、自船位置 O を中心として最近接距離に対応する半径の円を求め、相手船位置 A' から円に接線 (PA'P', QA'Q') を引くことにより、Q', A',

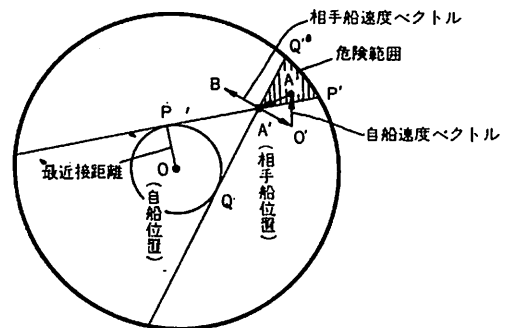


図 VII-1

P' でかこまれる危険範囲を導く。次に相手船速度ベクトル $\vec{AA'}$ の方向を逆向きにしたベクトル $\vec{A'O'}$ の先端 O' を基点として自船速度ベクトル $\vec{O'A}$ を表示する。

ベクトル $\vec{O'A}$ の先端 A が危険範囲 (Q', A', P') 内にある時は、自船の速力と進路方向はその相手船に対して危険であることを示していることになる。

1.3 図形の証明

i) 三角形 $A'O'A$ において $\vec{O'A}$ は自船速度ベクトル、 $\vec{O'A'}$ は相手船速度ベクトルであるから $\vec{AA'}$ は相手船相対速度ベクトルとなる。

ii) $\vec{AA'}$ が自船の方向を向いている時に衝突の危険があり定量的には $\vec{AA'}$ の向きが $\angle PA'Q$ の範囲にある時、最近接距離内を相手船が通過する。

iii) 相手船速度ベクトル $\vec{O'A'}$ が不変とすれば、 $\vec{AA'}$ の向きを $\angle PA'Q$ の範囲外にするためには、点 A

が斜線の部分 $Q'A'P'$ の範囲外にあれば良い。すなわち自船の速度ベクトル $\vec{O'A}$ が危険範囲 Q', A', P' 外にあれば良いことになる。

1.4 本図形に変更した理由

原案の図形の代りに本図形を採用した理由は実際に装置を構成した場合、構成が簡略化されるとともに、操作が容易かつ同時に数隻の処理が可能で、精度も向上するためである。

2. 装置の概要

2.1 構成

HOSR 型衝突予防レーダは、レーダ装置と衝突予防装置とに大別できる。

レーダ装置としては標準船用レーダである NX-1063 レーダシリーズを使用しており、空中線、送受信機、指示機より構成されている。

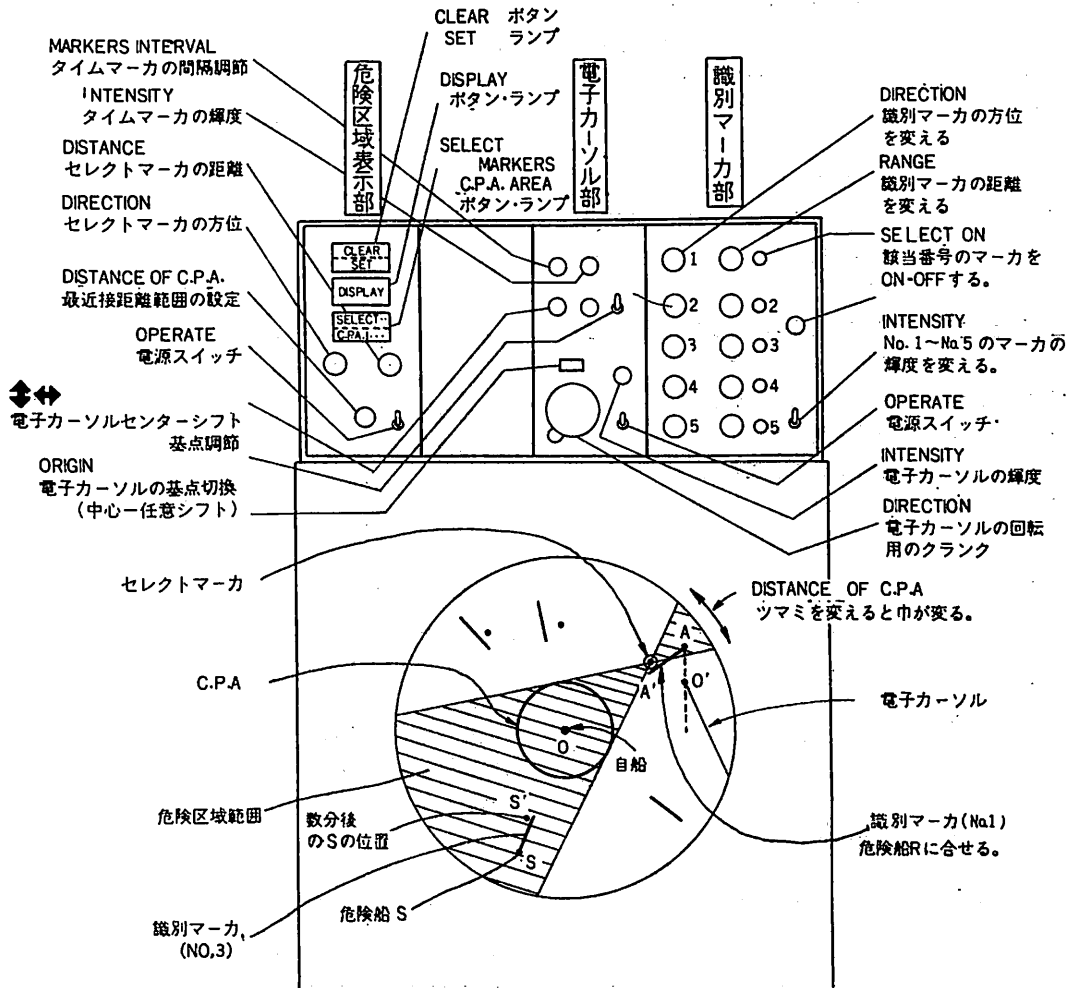


図 VII-2 衝突予防装置の操作パネル

衝突予防装置は識別マーカ部、電子カーソル部、危険区域表示部より成り、一体となつて指示機に組み込まれている。(図VII-2 参照)

2.2 性能諸元 レーダ装置

型名	周波数	送信出力	空中線長	方位分解能	水平指向性
NX-1063	9375MHz (3cm波)	50KW	4m (120R)	0.6°	0.6°
NC-1073	5540MHz (5cm波)	60KW	〃	1.0°	1.0°
NS-1103	3050MHz (10cm波)	50KW	〃	1.8°	1.8°

垂直指向性	18°±10%
回転数	毎分15回転
送信パルス幅	0.08/0.3/1.0μsec (3段切換)
繰返し周波数	2400/2400/600HZ (3段切換)
ブラウン管直径	16吋 (40cm)
表示レンジ	3/4・1.5・3・6・12・24・48・96 哩 (8段切換)
固定マーカ間隔	1/4・1/4・1/2・1・2・4・8・16 哩間隔
可変マーカ範囲	0.00~9.60 哩 (3/4~6 哩レンジ) 00.0~96.0 哩 (12~96 哩レンジ)
オフセンタ	3/4半径 (中心微調整ツマミ付)
付属回路	海面反射除去 (S.T.C), 雨雪反射除去 (F.T.C), 船首方位線 (S.H.F)
方位目盛板	相対方位目盛板および真方位目盛板 (ジャイロ連動)
映像面表示	相対方位/真北位表示切換
カーソル	平行線機械カーソル
プロッタ	曲面ガラス半鏡方式
入力電源	100V 60HZ 1KVA, 440V 60HZ 3φ 0.5KVA
衝突予防装置	
識別マーカ表示本数	5本 (常時表示)
識別マーカ線長	28mm (固定マーカ間隔)
電子カーソル表示本数	1本 (常時表示)
電子カーソル基点	映像基点/任意ソフト (切換可能)
電子カーソル角度表示	1°目盛カウンタ表示
電子カーソル・マーカ間隔長	約10mm~20mm 連続可変
危険区域表示	1範囲 (スイープ回転に同期して表示)
C.P.A 設定範囲	0~3 哩

相手船選択
セレクトマーカ 1本円形 (常時表示)

2.3 説明

2.3.1 レーダ装置

このレーダは高信頼度と高保全性を主目標に開発された最高級の船用レーダであり、3cm波、5cm波、10cm波の3機種を有しており、気象条件、使用条件により幅広い選択が可能である。

指示機の偏向回路には X-Y アンプ方式を採用したことにより、衝突予防に必要な各種図形、輝線類をブラウン管上に常時表示させることができる。この機能は標準の指示機を変更することなしに、付加していくことができる。

2.3.2 衝突予防装置

i) 識別マーカ部

自船方向に向かった輝線を映像面に表示し、相手船が自船の方向に向かつてくるかどうか識別する識別マーカを発生させる。

識別マーカは独立に5本出せるようになっており、同時に5隻の針路を知ることができる。プロットする手間が不要な上、幅狭した海域での衝突危険船の識別に有効であるとともに、本レーダでは相手船の過去位置の記録に使用している。

ii) 電子カーソル部

映像面で任意の点より任意の方向に輝線を常時表示する電子カーソルを発生している。

カーソル線上には、等間隔の輝線のタイムマーカが出せるようになっており、電子カーソルにより任意の2点間の方位測定、距離の測定も可能である。本レーダでは電子カーソルの機能を利用して定量的な避行操船量を得ることができる。

iii) 危険区域表示部

本ユニットは識別マーカ、電子カーソルのように単独利用はできないが、それらと組合せて本章1.2項1.3項で説明した図形の計算およびその結果の表示を行なっている。

衝突三角形 AA'O' については、相手船の過去位置 A は識別マーカで表示し、現在位置 A' は本ユニットで発生させたセレクトマーカを相手船 A' に重ねることにより表示している。自船の速度ベクトル $\vec{O'A}$ は自船のログによる速度信号を積分することにより得ており、その値により電子カーソルの基点をオクセンタしている。したがって O' は電子カーソルの基点として表示される。

危険区域範囲の表示はセレクトマーカで得られた相手船の位置 A' を基点としたスイープをメインスイープ

(通常の映像を表示しているスイープ)の回転と同期して常に同方向に発生しているが、C.P.A.を見込む角度以下の場合にのみブラウン管上に表示されるようになっている。

3. 実際の使用方法

3.1 操作手順 ()内は1例

3.1.1 危険船を識別マークにより見つける。

- (1) SELECT ON ボタン (No. 3) を ON にすると、識別マーク (No. 3) が出る。
- (2) DIRECTION, RANGE (No. 3) ツマミを調節して識別マーク (No. 3) を危険船と思われる目標 (S) に合せる。
- (3) 数分たつても、識別マーク (No. 3) と目標の現位置 (S) の偏位量が少ないときは、危険船と判定する。

3.1.2 上記で見つけた危険船に対し危険区域を表示させる。

- (1) OPERATE スイッチを入れる。……→パネル照明点灯

識別マーク、電子カーソルが動作し、かつ RANGE が 3・6・12・24 哩の場合、……→ OPERATE ランプ点灯

- (2) OPERATE スイッチを入れると CLEAR, SET のいずれかが点灯、動作させてない限り CLEAR の状態にすること。

- (3) 識別マークを危険船と判定した目標(A)に合せ、すぐに SET ボタンを押す。……SET ランプ点灯、自船速度積分開始

(セット後 RANGE を変えても識別マークを動かさない限り積分をつづけているので、もとの RANGE にもどせば SET 状態になる。)

- (4) 何分か経過後、DISPLAY ボタンを押す、セレクトマークを出す。……OPE ランプ点灯および SET 状態でないと動作しない。

(もし危険区域が出た時は SELECT MARKER ボタンを押す。)

- (5) セレクトマークを目標 (A) の現位置 (A') に合せ、同時に電子カーソルの基点を識別マーク (No. 1) の外側 (A) に合せる。

- (6) C.P.A AREA ボタンを押すと、

- i) 電子カーソルの基点が A 点より (SET 開始より現在まで自船が移動した距離だけ瞬間的に移動し) O' 点に移る。

\overrightarrow{OA} 自船速度 $\overrightarrow{O'A'}$ 相手船速度

- ii) 危険区域が表示される。

- (7) DISTANCE OF C.P.A ツマミを廻すと危険区域の範囲が変化するから、予め設定した C.P.A. の値に設定する。

3.1 判定方法

- (1) 識別マーク (No. 1) の外側 (A 点) が危険区域内にあれば相手船は設定した C.P.A. の値より近づく。

- (2) 設定した C.P.A. の値より近づかないための操船法判別の手順としては、

- A) 電子カーソル DIRECTION を廻し、電子カーソルを O', A 方向に合せる。

- B) 電子カーソル MARKERS の INTERVAL を調節し、タイムマークを A 点に合致させる。

- C) 速力不変で変針のみで避行する時は、A に合致したタイムマークが危険区域から外れるよう、電子カーソルを廻し、その回転角度だけ変針する。

- D) 変速のみで避行する時は、AO' の長さ l_0 が自船の速力を表わしているから、A 点を危険区域からずらした位置と O' との長さ l_0' とすると下記ようになる。

$$\text{現行速力} \times \frac{l_0'}{l_0} = \text{避行速力}$$

- E) 変針・変速を併用する時も C) D) を組合せれば良い。

3.3 使用上の注意事項

- i) 数隻の危険船に対してできるだけ短時間に危険区域表示をさせる場合は、3.1.1, 3.1.2 項の操作をその各々の船ごとに順次行なう必要はない。

- 3.1.1 を省略し、3.1.2 (3) 項により 5 本の識別マークを 5 隻の危険船と考えられる目標に順時に合せる。次に (4) 項の動作を行なつた後、第 1 目標に対し (5) ~ (7) 項を行ない、判定したら SELECT MARKER ボタンを押して第 2 目標に対し (5) ~ (7) 項を行ない判定する。以下順次 3 ~ 5 目標に対し判定を行なっていく。

(注 このような一連の操作に時間がかかっても、自船の速度が常に積分されているため、精度がおちることはない。)

- ii) 操作終了後 OPERATE スイッチを OFF にする場合、SELECT MARKER ON の状態で DISPLAY OFF にし、CLEAR ON の状態にして

から OFF にすることが望ましい。

VIII 結 言

衝突予防システムの理想と現実について概略を述べ、あわせて新しい衝突危険判断法を紹介したが、僅かでも読者の御参考になれば幸いである。

さらにこの紙面をかりていささか宣伝めいたこととなつたが、新しい衝突危険判断法を利用し簡単な半自動式

衝突予防レーダを紹介し、レーダ画面上に衝突危険となる自船の進路と速力範囲を直接的に表わす特殊な衝突三角形を画かせることによつてグラフィカルに危険船の判定と回避手段の判定が行なえることを示した。

このような方法が実際の船舶運航者にとつて有用でかつ実用的であれば、筆者の望外の喜びである。

なお、Ⅶ章については沖電気工業(株)北里氏に執筆していただいた。(完)

(61頁よりつづく)

いる。昭和43年以來続けられて来た本研究開発は46年度末をもつて一応の区切りをつけることとなつたが、この間運輸省の動きに呼応して民間の研究団体である(社)日本造船研究協会には第106研究部会が発足し、300人をこえる研究者の共同研究により高度集中制御方式の主としてソフトウェア面の具体的な研究が行なわれた。またシステムの開発に伴つて要求されるハードウェア

の開発は主としてメーカー独自の形で進められたが、その開発の促進助長のため(財)日本船用機器開発協会がかなりの支援を行なつてきた。今後とも超自動化の傾向に対処するため、今後関係各界は一層協力して船舶の自動化の推進に努力してゆく必要がある。また本研究開発が今後のわが国造船、海運界のより一層の発展の指針となれば幸である。

世界最大のスラリー船に改造された SUN JUAN EXPORTER

総工費約28億円、改造によつてふえる重量約35,700トンという工費、規模ともわが国最大の改造船工事が、このほど日本鋼管・津造船所で完了した。

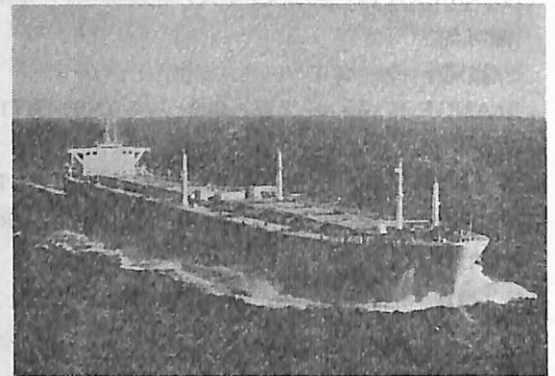
これはリベリアのマルコナ・キャリアーズ社から受注した106,000重量トン鉄石運搬船「SUN JUAN EXPORTER」を141,700重量トン鉄石スラリー輸送船に改造したものである。

同船の改造工事は同社の三つの造船所が分担したもので、鶴見造船所浅野船渠は船体増深工事(2.5m)とスラリー輸送設備新設工事、鶴見造船所は延長部新船体(長さ40m、幅38m、深さ23.5m)の建造、また津造船所で新船体を接合する船体延長工事が行なわれたのである。

このように同船は規模の大きい改造を行なつたうえ、鉄石のスラリー輸送用の各種設備を備えたため、改造工事費としては世界最高の約28億円となつた。

同船は、昭和42年11月鶴見造船所で建造された当時世界最大の鉄石運搬船が、今回の改造工事で世界最大の鉄石スラリー輸送船に生まれ変わったのである。

同船に装備されるスラリー輸送装置は、マルコナ社が開発したマルコナフロー・スラリー方式とよばれ、スラリー状(泥状)にした鉄石をポンプで船積みし、その後水分を抜いて輸送し、荷揚げは再びスラリー状にもどして行なうもので、このため同船は、水を噴射して鉄石をスラリー状にするマルコナジェット装置を船底に設置している。さらにスラリー輸送に必要な配管、タンク、ポンプ、ポンプ駆動用のエンジンなどを二重底およびポンプルームに設置しているが、特に配管については25万トンクラスのタンカーの船底配管とほぼ同じ位の



大規模なものである。

スラリー輸送とは鉄石、石炭のような固体を粉状ないし粒状にして、さらに液体をまぜスラリー状にしたものをパイプで運ぶ、いわば鉄山と積み出し港、荷揚げ港を直結できるパイプライン輸送の手段として最近脚光を浴びているものである。

なお、同船は、日本とペルー間の鉄石のスラリー輸送に従事する。

主 要 目

	改造前	改造後
全 長	263.74 m	303.74 m
垂線間長	252.00 m	292.38 m
幅	38.00 m	38.00 m
深 さ	21.00 m	23.50 m
吃 水	15.47 m	17.40 m
G T	32,643	44,046
D W T	106,229	141,706
主 機	三井 B&W 1084 VT 2 BF 180	〃
出 力	23,000 BHP × 114r.p.m.	〃

レーダと併用するプロッチング追跡装置の研究

鶴 田 末 一
東海大学工学部

まえがき

国際海上衝突予防規則において、レーダを使用する船舶の航法規定関係のうち、レーダによる衝突のおそれの判定法 (Rule 2-1-5) として本年3月改正が予定されていて、それにはかなり具体的に指示されている。その第1項目に『適切且つ系統のプロッチングによるべきこと』と規定され、これはプロッチングの重要性を示すものである。

筆者等は数年来、レーダと併用して電子工学的にプロッチングを行うことを目的として研究に従事していたが最近その一部の目的を達成したので、それにつき詳細に述べることとした。

まず適切なプロッチング装置とするため三つの重要な問題の解決が必要とされた。それは i) 海況、気象状況によつて起る目標探知能力の低下に対処して目標の抽出が確実に行うこと、ii) 指定された目標の移動を常に把握追跡してその位置点 (方位、距離) データを得られること、iii) 位置点データの精度を高めるためのデータ処理とプロッチングのためのデータ蓄積と読み出しの方法等である。

今回開発したプロッチング装置は、この問題等の解決に沿つて研究されたので、記憶された位置点 (データ) は良質であり、その用途を拡張して、衝突防止に一層役立せることができる。そこで第2段階として iv) 目標と自船の将来の相対関係を予測するため、そのデータより C.P.A. (最近接距離) と T.C.A. (最近接所要時間) の演算を行わせることと、その結果が危険なときは、v) 操船シミュレーションを行い安全圏への避航のため変針角および変速データを求める等、の電子演算回路の研究を実施された。この研究はアナログ方式で系統的に完了したのであるが、今後実用装置としては小形電算機と連続動作させるため現在実験中の段階である。

その次の問題は改正航法規定で一番大切な『レーダによる見張り義務』に対する装置の拡張開発である。それは vi) 他船の危険範囲への侵入に対する警報と追跡の自動化、vii)

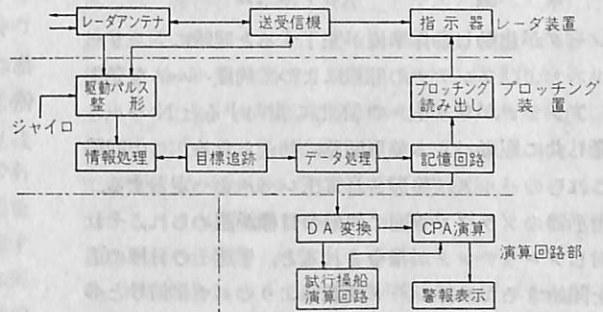
陸地、雨雲等による誤警報の除去、viii) 他船の安全圏へ退去の場合の動作解除、等の対策が解決し始めて完成するのである。

この問題はいまなお研究途上にあるもの、一部解決したのものもあり、理想的なレーダ使用の衝突防止装置の完成はいま一歩というところである。

この研究開発においては機器装置の製作は日本船用機器開発協会の依頼により協立電波株式会社において実施されたものであり、関係者各位の協力の結果によることを付記する。

1. 試作装置の概要

この研究のために試作されたレーダ機器、プロッチン



第1図 レーダ装置と併用するプロッチング回路 (含 演算回路)



送受信機 プロッチング装置 指示器

写真1 レーダと併用するプロッチング装置

グ追跡装置並びに演算回路のブロック図を第1図に示し、この全体の装置の外観は写真1に示す通りである。

専用レーダ機器は普通の船用レーダで、アンテナ部、送受信機および指示器によつて構成される。プロッチング追跡装置を動作させるため若干の改造が必要でアンテナ部に2速度シンクロと角度パルス発生器を増設し、指示器にプロッチング用のビデオ増幅器1回路が追加された。このレーダ機器の仕様を列挙すると下記の如くである。

波長	3.2 cm
尖頭出力	50 KW
パルス幅	1/0.1 μs
繰返周波数	1000/2000 PPS
アンテナビーム幅	1° (水平) 19° (垂直)
アンテナ長	1.4 m
回転数	15 RPM
指示器直径	12 吋
電源	100 V 60 Hz

レーダが起動し動作準備が完了すると同時にトリガーパルスおよびアンテナの回転によつて角度パルスを発生し、アンテナがジャイロの真北に指向するとNパルスを発し共に駆動パルス整形回路に加えられる。この回路でこれらのパルスは整形され電圧レベルを一定とする。

指示器のブラウン管面に他船の目標が認められ、それに対しプロッチングが指令されると、早速その目標の追跡を開始するため、レーダ受信機よりのビデオ信号と必要な駆動パルスが情報処理回路に加えられる。

このビデオ信号は目標からの反響信号と、海面散乱反射、外部からの干渉電波、およびその他の雑音等よりなる一般に雑音と総称される不要信号が同時に混入複合した生ビデオ信号であつて、これをそのままデジタル化することは甚だ困難で、目標探知能力を著しく低下する結果となる。これに対処してその能力低下をさせないため目標信号のみを抽出する統計的処理を施す情報処理回路が準備され、これに生ビデオが加えられる。ここで目標信号のみを確認抽出し符号化された信号として目標追跡回路に送られる。

追跡回路はこの装置ではもつとも重要な部分で人体に譬えれば心臓に該当する。目標が移動するときはその方位角と距離は変化するためそれに従い角度方向と距離円に分かれて別々に追跡し、目標の位置点データをデータ処理回路に与えるとともに、目標を中心とする如き一定範囲角度のゲートパルスと一定範囲距離に相当するゲートパルスを発生し情報処理回路に送りその動作範囲区域

を決定する。

データ処理回路は追跡回路より送られた目標信号データが確率過程に従つて常に変動した値となるため、この目標位置点データの誤差を僅少とする如きデータ処理機能をもつものである。

記憶回路は位置点データをそれぞれ方位角と距離に分離して1組として記憶蓄積するものであり、随時読み出しが出来るうえそれを何回読み出しても消去の指令を受けるまでは保持される。ここで読み出されたデータは指示器のブラウン管に指示されるほか必要に応じて演算回路にデータを供給する。データ読み出し回路は1種の方位角と距離のカウンターであり、アンテナ回転に従つてアンテナ指向の方位角を角度クロックパルスで計数し、電波発射より反響電波到着までの時間差をクロックパルスで計数しつつ考査し、記憶した目標信号所在の番地と一致したとき始めて読み出しのパルス出力となる。すなわちブラウン管上には現在反響信号があると同様にアンテナ回転1回につき1度だけ指向方向と距離円周上に対して輝点として表示される。

プロッチング追跡装置としては以上に述べた主要回路部の構成によつて完備するものであるが、この装置に記憶されたデータは非常に精度高い良質のものであり、過去と現在のデータを読み出し、演算回路に導くことによ



写真2 プロッチング追跡装置

り航法上必要な種々のデータを算定することができる。例えば映像プロッチングのみを用いた自船と目標との未来位置の相互関係は直観的に想定するに過ぎないが、演算回路によつて C.P.A. および T.C.A. を算定すればその結果は正確であり、かつ表示と警報も発せられる。危険と判定された場合、いままでのデータに更に変針、減速等の諸量を設定し加えて試行操船シミュレーションを行わせることにより、安全圏に操船するためのデータを演算によつて求めることができる。これまでの研究はこれら可能性の追求のため演算回路は総てアナログ方式であり、記憶回路より読み出した位置点データは一旦 D-A 変換器でアナログ化したのち演算回路に加えらる。なおミニコンピュータを用いる全デジタル化は現在実験中であることを付記する。

以上のプロッチング装置および演算回路の主要部分の配列を写真2に示す。

2. 目標信号の情報処理

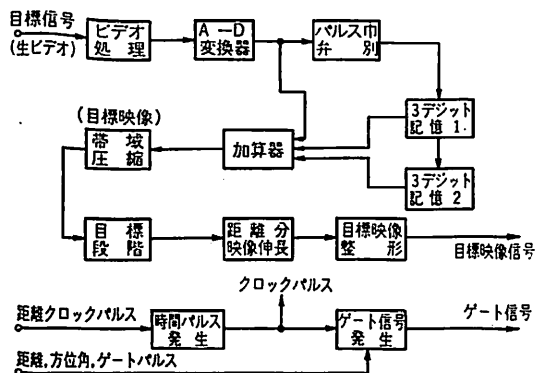
(1) 情報処理回路の原理

レーダ受信部より送られてくる生ビデオ信号は前述の如く目標信号と各種雑音の複合信号であつて、たとえブラウン管上で周囲の雑音に埋れながら目標が辛うじて認めることができる状態では、その目標だけを符号化し、追跡、記憶、演算等の機能を発揮することは不可能である。かかる機能を発揮させるためには適切な統計処理を行う情報処理回路によつて目標信号のみを抽出し確認することが必要である。しかもこの情報処理によつて如何なる目標をも失つてはならないということが絶対条件である。

情報処理は目標信号と雑音の性質が次の如く異なることを利用する。すなわち目標反響信号の振幅は確率過程に従つて変化するが、電波発射より反響信号到着までの時間はコヘレンス（一定不変）であるが、海面散乱反射信号の到着時間と信号レベルとともに正規分布に従うランダム性であるため、この二つの異なる性質を利用して分離できる可能性がある。また他のレーダ等による干渉電波妨害を除去するため発射電波の繰返し周波数と妨害電波の繰返し周波数を非同期に選ぶことにより、簡単に分離することも可能である。

(2) 回路と動作の説明

情報処理回路の原理ブロック図を第2図に示す。この処理が施される範囲は追跡回路より送付されるゲートの開閉用パルスにより比較的狭い面積区域に限定される。この研究では実、験的に目標を中心として方位角では±6.3° 距離は±0.5 哩の範囲とした。この面積範囲は目標



第2図 情報処理回路の原理ブロック図

が7 哩の距離にあるとき約1 哩平方に相当する。ゲート区域を狭くした理由はこの情報処理回路に関する限りでは記憶容量の増加を防ぐためである。

受信部よりの生ビデオ信号の目標信号と雑音が6 db程度レベル差があるときは、雑音処理は比較的簡単であるが、雑音レベルがこれ以上となるとレベル差だけの雑音処理は難しくなる。ブロック図のビデオ処理器では信号をA-D変換器で3段階に分けて量子化が行われる。そののちパルス幅弁別器で映像信号がある程度以上広い場合阻止する如き性能をもたせている。この方法にて反響信号の幅が広い陸地等がある程度除去することができる。この弁別器で受け入れられた3デジットのパルスはそれぞれ記憶1の該当するデジットのソフトレジスタに記憶される。この記憶回路は前に述べた如く1×1 哩範囲内で行と列にて構成される指定番地にゲートパルスを起点として記憶される。次のアンテナの1回転によつて記憶されたパルスは前と全く同様な時間順序で加算器に加えるとともに記憶1と全く同様に構成される記憶2のソフトレジスタに記憶される。勿論この場合新しきビデオ信号が前と同じく量子化され弁別され記憶される。

またもう1回アンテナが回転し前の範囲で量子化と弁別が行われたのち全く同様に記憶1に記憶され、記憶1の古き情報は記憶2に移され、同時にA-D変換器を通過した情報と1回前の情報および記憶2より読み出す2回前の情報が加算器に加えらる。この如き動作がアンテナの1回転毎に繰返され加算器の出力は殆んど目標のみとなる。写真3は記憶1に記憶されつつあるパルス列を示す。写真4は記憶1と記憶2の出力を加えた状態を示し、8個のパルス列は目標を示し他は雑音によるパルスを示す。

写真5は最新の映像を量子化したものと、記憶1およ

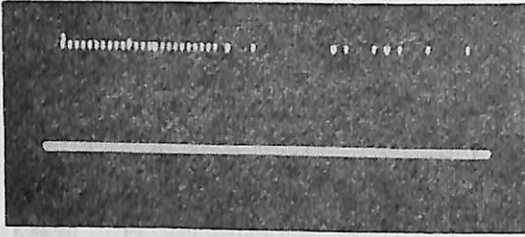


写真3 パルス化された映像

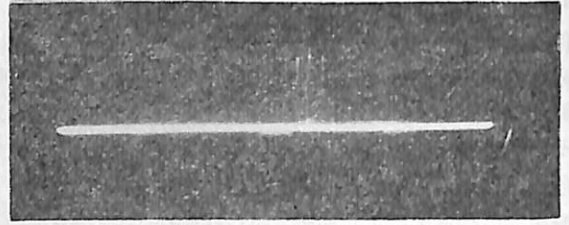


写真5 3種の信号を加算したものを
限界値で切った状態

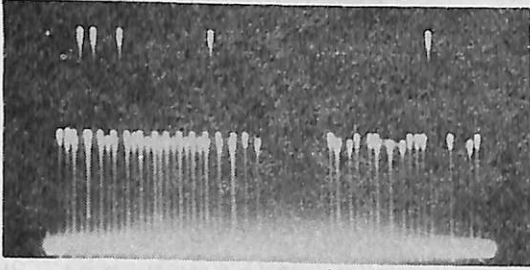


写真4 記憶1と記憶2の出力加算状況

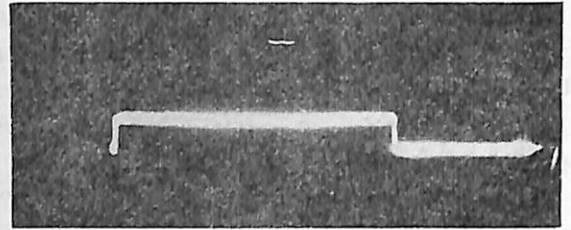


写真6 情報処理済の最終出力（上段）
角度ゲート（下段）

び記憶2より読み出した信号を全部同時に加算器に加え限界値を調整しそのレベルを越えたものを目標映像信号と認めてよくその出力を示す。

その出力パルスの帯域圧縮とパルスを角度方向（時間）にパルス伸長を行い、波形整形を行い1 μ sのパルス幅よりなる映像信号を写真6に示した追跡回路およびデータ処理回路に送付される。

(3) 情報処理の効果

この処理方式は目標をデジタル化したのちスイープとスキャンングにおいて信号のレベルとアンテナ3回転期間の時間的一致性の照合の二つの面で弁別が行われるため、雑音の除去作用は非常によく行われる。この効果によって海面散乱反射範囲内でも追跡とプロットは良好

に行われることとなつた。写真7は勝浦沖における反航船のプロット状態を示し、これによるとマスキング範囲内でも外径の1/3程度の中心近くまで有効であることが証明された。

この情報処理の範囲を1湊平方の如く狭くしたのは多数のICおよび回路部品を必要とするためである。この処理範囲もブラウン管上ではマスキング状態で表示されるので、たとえ順調に追跡が動作してもモニターすることができない。もし目標映像のみを明瞭にブラウン管上に表示するために、この処理方式を用いるとすれば莫大な経費を必要とする欠点がある。

(4) 雑音除去の新方式

半導体の急速な進歩発達のため今まで試みられなかつた新しき雑音処理方式が可能となつてきた。この方法は記憶素子にダイナミックソフトレジスタ（ただ1個のICで1024の記憶が可能である）の使用を主とし、相関法、マッチフィルター、時間一致照合法等を複合して利用し、確率統計的に目標存在を決定するものである。この方式では使用部品の減少と、小形化するため経費の大幅の節約が可能である。

この回路および動作原理等の説明は、いま研究中なるため次の機会にゆずるが、この方法によるとブラウン管全面の海面散乱反射によるマスキングおよび雨雲による妨害等の雑音を除き目標の損失を極端に防ぎながら表示できる。写真8Aは雑音処理前の映像で、写真8Bは雑音処理により除去した場合の映像である。



写真7 情報処理によるマスキング内の
追跡状況（2本のゲート内に目
標あり）、太平山丸上



写真8 A 情報処理前の海面反射と雨雲によるマスキング状態(剣崎灯台において)

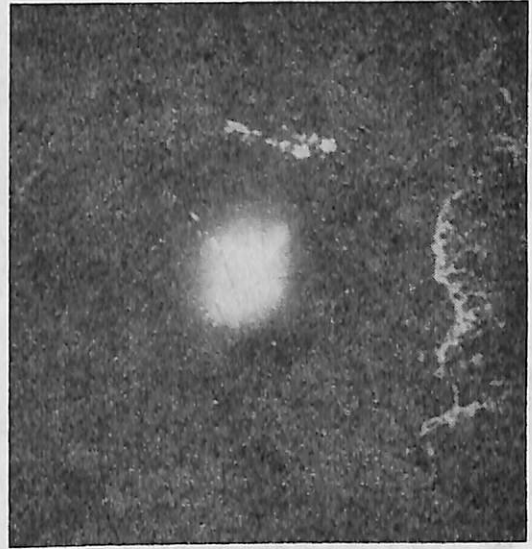


写真8 B 新方式による雑音処理後の状態

このときの気象状況は低気圧通過中で風速15米以上で海面散乱反射によるマスキングは半径は3マイル、また雨雲による妨害はすぐその外側より遠方であり、最悪な条件であった。雑音処理後の映像はごく普通の状況と同じとなつた。

写真9は海面散乱反射と目標反響電波のAスコープによる波形であり、右より海面散乱反射(2目盛まで)雨雲(4目盛まで)陸地反射(5目盛より)目標(3.8目盛)である。ただし1目盛は20マイクロ秒である。

3. 目標追跡方式

プロッチング追跡装置においては目標の追跡作用はもつとも重要な機能であつて、この装置の中核的作用をなすものである。この追跡方法は一種の相関とデジタルフイドバックを用いて目標に対し追従機能をもつもので、

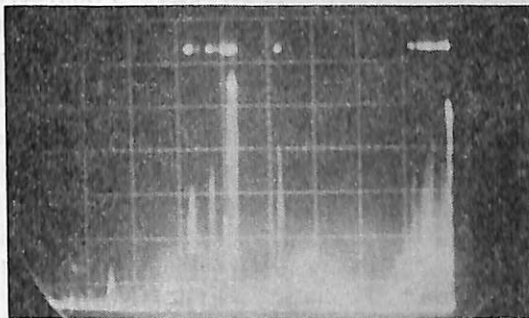


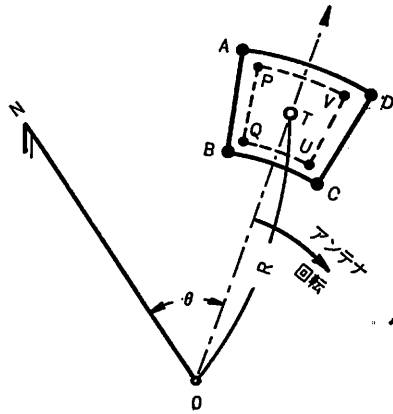
写真9 海面反射, 雨雲反射, 目標信号, 陸地反射等の状態(Aスコープ)

動作が迅速であることが特徴である。ここで実際の動作と機能を説明することとした。

(1) 目標追跡の原理と回路の説明

ブラウン管上に目標が獲得され、自船に接近のおそれあるとき、目標の追跡が指令される。この際に指向したときのアンテナの方位角と自船からの距離と二つの面に分離してそれぞれ二つに分担した回路で追跡される。方位角の追跡は真北を規準としアンテナの回転により発生する角度クロックパルス(0.9°)を単位として目標に指向するまでの角度が計数される。また自船から目標までの距離は電波発射から目標よりの反響電波到着までの時間をクロックパルス(0.3μs, 0.025 哩)で計数される。この二つによる追跡方法は殆んど類似しているため、目標の移動に対し方位角に対する追跡だけを述べることにした。

第3図に目標Tに対する追跡範囲ゲートの関係を示す。Oは自船の位置で極座標の原点としN方位と目標指向方向との夾角を θ とし、TのOからの距離はRなることを示す。BAとCDで示される実線は情報処理回路に加えられる角度ゲートを示し、信号の情報処理はこの扇形範囲内のみで行われる。またQPとUVで表される点線は目標確認用のビデオ角度ゲートを示す。図中弧BCおよびADは距離方向の追跡範囲を限定する距離ゲートを示す。また弧QUとPVもビデオ確認の距離ゲートを示す。すなわち信号の情報処理範囲は扇形ABCDの内部のみであり、目標確認の範囲は扇形PQ



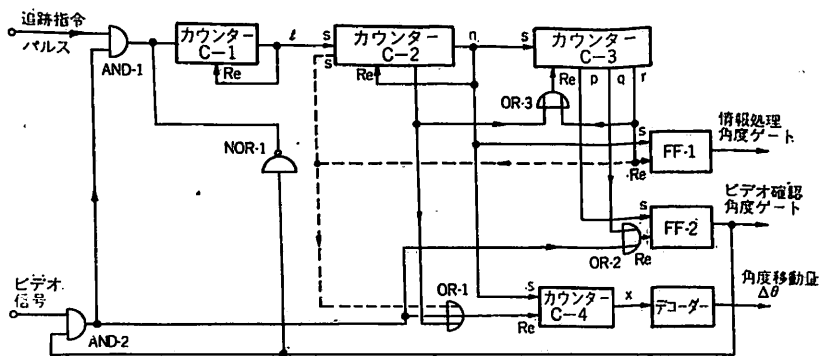
第3図 目標と追跡ゲート範囲の関係位置

UV の内部に限定される。

第4図は方位角追跡の原理を示す回路のブロック図にして合計4個のカウンタを使用して角度クロックパルスを計数しつつ、一旦目標が獲得せられると、それを中心とする如く扇形 ABCD および PQUV のゲートを移動する機能をもつ如き追跡が行われる。

ある目標に対して追跡が指令されると（目標の方位角 OT 線上で指令）直ちにカウンタ C-1 の計数が開始され l カウントすると、その出力パルスによつて次のカウンタ C-2 の計数が始まると同時に C-1 は停止復帰する。

C-2 の計数が m カウントするとその出力パルスによりカウンタ C-3 および C-4 を復帰させクリアとする。C-2 の計数が更に進み n カウントとなるとその出力パルスによつて C-3 と C-4 が同時に計数を開始し同時に C-2 の計数を停止させフリップフロップ FF-1 を駆動させ情報処理回路の角度ゲート BA を開かせる。



第4図 目標信号の方位角追跡回路原理ブロック図

C-3 の計数が p カウントすればフリップフロップ FF-2 を駆動しビデオ角度ゲート QP を開かせる。C-3 の計数が q カウントすると FF-2 を復帰しビデオ角度ゲート UV が閉じられる。さらに r カウントすると FF-1 が復帰して情報処理回路の角度ゲート CD が閉じるとともに C-3 の動作が停止する。

この研究において実際に用いた角度ゲートおよびカウントするパルス数の関係は次の如くである。

$$1 \text{ パルス角度} = \Delta\phi = 0.9^\circ$$

$$l=7 \quad m=350 \quad n=386 \quad r=14$$

$$p=2 \quad q=10 \quad q-p=8$$

$$\text{情報処理角度ゲート幅} = 0.9^\circ \times 14 = 12.6^\circ$$

$$\text{目標信号角度ゲート幅} = 0.9^\circ \times 10 = 9^\circ$$

ゲート内に目標を獲得した場合と無き場合の追跡回路の動作順序は若干相異し、次にそれらを説明する。

(2) 目標信号がビデオゲート内にある場合

ビデオ信号は AND-2 を経て OR-2 を通り C-3 の q カウントを待たずして FF-2 を復帰させビデオ角度ゲートを閉じる。これと同時にビデオ信号は OR-1 を経て C-4 の計数を停止し、もし x カウントであればデコーダによつて前回の目標方位角から角度移動量が表示される。すなわち、

$$\Delta\theta = \left(x - \frac{r}{2}\right)\Delta\phi$$

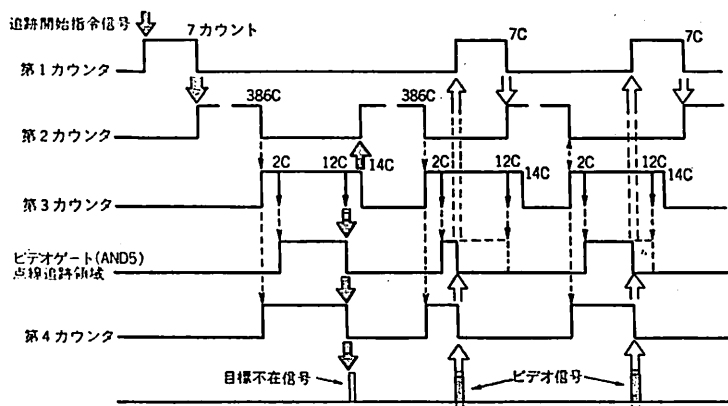
となる。また目標信号角度ゲート内におけるビデオ信号の存在確認により、NOR-1 を経て追跡指令のパルスが無くとも C-1 の計数が開始され、前に述べた順序によつて総てのカウンタおよび諸回路を動作させ、次の目標の角度追跡が自動的に継続される。

目標信号の方位角がゲート範囲内で前の位置より若干変化してもその確認した信号により C-4 が直ちに停止し、それと同時に C-1 の動作が開始されるため、上に

述べた如き順序による動作により二つの角度ゲートは常に新しき目標信号を中心とする如く移動訂正する訳である。目標信号の方位角データは N パルスより目標指向角までを角度クロックパルスの計数をデータ処理回路で行うことで求められる。

(3) 目標信号がビデオゲート内に無き場合

目標船が遠い距離にある場合とか、動揺しているときまたはは



第5図 方位角追跡タイムチャート

方位が変化しているときは、目標からの反響信号の強度は確率過程に従って変動するため、目標を失うことがある。そのほか目標信号が何等かの原因で失われる場合は C-3 は最後の r カウントまで計数され C-1 を駆動することなく直接 C-2 を起動し前と同様な順序で他のカウンターが計数し、次回の目標の追跡を続ける。このことは角度ゲート内に目標信号を得られないとき、追跡指令を行つた方位角が、すぐ前回は目標信号を確認したときの方位角に目標信号が存在すべきであると予期して、次回のゲート内の目標追跡を行う訳である。また目標信号が獲得されない場合はデコーターによる目標移動量を表示することなく不在表示が行われる。第5図に各カウンター、ビデオゲートの動作およびビデオ信号等の時間関係をカウントで示す。

4. データ処理、記憶および読み出し

(1) データ処理回路

この研究においてプロット表示のための位置データのうち方位角誤差がもつとも悪影響をおよぼし、その場合船舶が直線コースを進行していても、酔歩現象を示すように表示される。この誤差は CPA および TCA 計算の際は大きな誤差となることは知られている。

一般に船舶航行中において波浪によつてローリング、ピッチング、ヨーイング等の動揺が複合しておこる結果、自船のアンテナ指向方向が変動し目標の方位角データはランダム誤差を常に伴うこととなる。しかもこの変動は船舶固有の伝達関数と波浪の状況により、ある周期をもち振幅が変化するためその周期より長い時間の積分値の平均を取つて方位角データの誤差を減少させることができる。この方法による平均値を $\bar{\theta}$ とすると

$$\bar{\theta} = \frac{1}{T} \int_0^T \theta(t) dt$$

の形によつて求められる。船用レーダにおける方位角測定は離散的であり、n 回のサンプリング測定とするとその平均値は次式で表わされる。

$$\bar{\theta} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \theta_j = \frac{1}{n} (\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n)$$

目標の方位角誤差が Gauss 分布に従うときサンプル値平均の分散 $\sigma_{\bar{\theta}}^2$ は次式に従う。

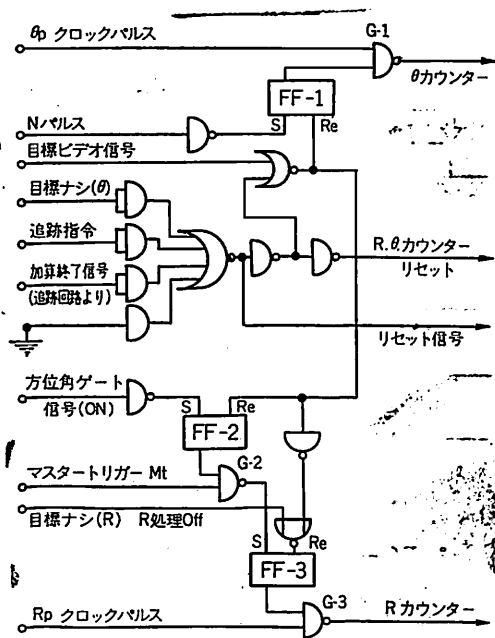
$$\sigma_{\bar{\theta}}^2 = E(\bar{\theta} - E(\bar{\theta}))^2$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\bar{\theta}}^2 &= E(\bar{\theta} - \mu)^2 \quad \text{ここで } \mu \text{ は母平均} \\ &= \frac{1}{n^2} E(\sum (\theta_j - \mu))^2 = \frac{1}{n^2} \sum_{j=1}^n E(\theta_j - \mu)^2 \\ &= \frac{1}{n^2} \sum \sigma^2 = \sigma^2 / n \end{aligned}$$

サンプル値平均の分散は母分散をサンプル数 n で割つたものとなり、結局サンプル平均の偏差は標準を \sqrt{n} で割つたものとなる。すなわち n 回平均値の中央誤差は 1 回測定の中央誤差の $1/\sqrt{n}$ と減少する。このデータ処理回路はこの原理により誤差低減を目的として設計された。この方法で n を大きくすればするほど誤差は低減できるが、n の増加によるデータ処理回路の電子部品はそれに比例して増加し、その効果は \sqrt{n} に比例するに過ぎない。しかもアンテナの回転数は 15 RMP であり、 θ_1 を現時点の方位角 (平均) データとし θ_2 を前時点の方位角 (平均) データとすればその時間差は 40 秒かその倍数で定めるため、n の数は自然と制限され最大数は 10 となる。

i) 方位角データの処理

目標信号はアンテナ 1 回転につき一度だけ得られ、 θ の計数は基準 N 方向から目標信号までの角度をゲートとし、その間にある 1 パルス当り 0.2° を計数して求められる。第6図は θ と R 計数のゲート回路を示す。追跡開始指令によりデータ処理回路全体が待受け状態となりアンテナが N に指向すると N パルスにより FF-1 が起動され θ_p クロックパルスが G-1 を通過して θ カウンターの計数が開始される。アンテナがさらに回転し目標を指向したとき目標信号によつて FF-1 が復帰して G-1 が閉じ計数は停止する。そこで θ カウンターで測定される目標の方位角データはパルス数に 0.2° を掛けたものである。目標無き場合は追跡回路からの目標な



第6図 データ処理回路(ゲート指令回路)

し信号で FF-1 を復帰させ θ カウンターの動作を停止させ、データ無し最初の待期状態に戻る。

ii) 距離データの処理

距離データの計数はアンテナ回転全方向については行わず、ビデオ角度ゲート範囲内のみで行われる。追跡指令の信号で FF-2, FF-3 が復帰し G-2 と G-3 は閉じている。アンテナ回転に従って目標方向に近づくと角度ゲートが開かれる。このとき方位角ゲート ON の信号で FF-2 を起動し G-2 が開かれる。そこでマスタートリガー M_t によつて FF-3 が起動し G-3 が開かれ、R クロックパルス R_p が G-3 を通過し R カウンターの計数が開始される。 R_p の 1 パルスは 0.025 遅に相当する時間間隔 $0.3 \mu s$ である。ここでそのスイープ内に目標無きときは R ゲート Off 信号で FF-3 および R カウンターは停止し最初の待期状態に戻る。そのうち目標信号が得られるまで同じ順序で動作が繰返される。目標信号が得られると、FF-2, FF-3 が復帰し、R カウンターは M_t より目標までの距離に相当するパルス数が計数される。角度ゲートを通り過ぎアンテナはおよそ 1 回転し、次の角度ゲートが開くまでは G-2 と G-3 は休止する。

iii) データ平均値の算出

データ処理回路は追跡回路より受け入れた確認した目標信号と二つのクロックパルスおよび各制御パルスによつて方位角と距離データの平均値を求める機能をもつ

のである。すなわちゲート指令回路を通過した正しく制御された角度クロックパルスおよび距離クロックパルスを目標の位置データに相当するだけそれぞれの累算器に送付される。一つの期間中最大 10 回の計測したパルスが送り込まれるが、目標獲得数が少ない場合もあり、この研究では最大 10 より最小 3 の目標獲得数に応じて分周器を用いて平均値を算出することとした。計算機構は一般の計算ユニットと同様で、その説明は省略する。

(2) プロッチング記憶、読み出し回路

目標のプロッチングを行うためデータの記憶回路と読み出しの回路は便宜上同時に説明する如くした原理ブロック図を第 7 図に示す。

i) データの記憶

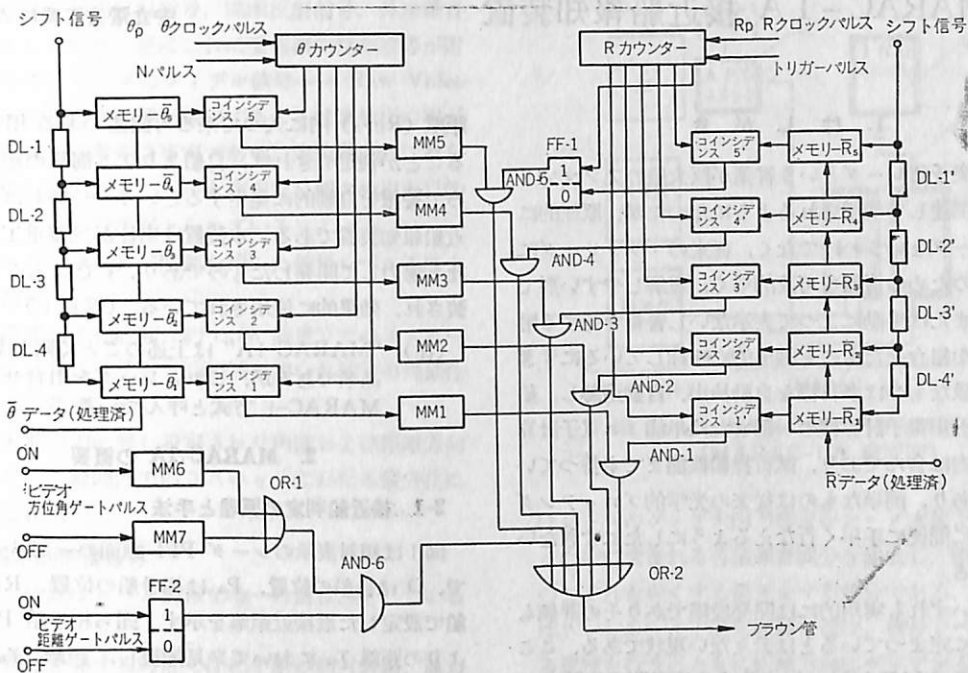
データ処理が行われた方位角データ $\bar{\theta}$ と距離データ \bar{R} は一定間隔(アンテナ 10 回転時間またはその整数倍)おきにデータ処理回路より順に送り込まれる。そのデータは初めにメモリー \bar{R}_1 メモリー $\bar{\theta}_1$ に記憶される。これら記憶回路は基本的に方位角用メモリーは 11 ビット、距離用メモリーは 9 ビットよりなり、メモリーの添字は 1, 2, 3, 4, 5 と順に古きデータが記憶される。例えば $\bar{\theta}_1$, \bar{R}_1 は最新のデータであり $\bar{\theta}_5$, \bar{R}_5 のデータは 5 周期前のデータである。

これらのデータは各期間ごとに送られてくるソフト信号により、 $\bar{\theta}_1, \bar{\theta}_2, \dots, \bar{\theta}_5$ までと $\bar{R}_1, \bar{R}_2, \dots, \bar{R}_5$ までのメモリーに順次移送され記憶される。6 周期前のデータは新しきデータの受け入れとともに消滅する。 $\bar{\theta}_1, \bar{\theta}_2, \dots, \bar{\theta}_5$ および $\bar{R}_1, \bar{R}_2, \dots, \bar{R}_5$ までのメモリーはそれぞれ相当する一致回路 $CC-1\theta, \dots, CC-5\theta$ と $CC-1R, \dots, CC-5R$ に接続される。

ii) 読み出し回路

メモリーに記憶された過去 5 点の位置データはそれに相応したアンテナ角度方向のスキャンニングと距離方向のスweepを段階的にクロックパルスを用いてカウンターにて作り出し、その番地に相当したとき一致回路を経て読み出され、その信号パルスをブラウン管に加えて PPI 方式の輝点として現すことができる。第 7 図につき説明すると、まず角度方向に対しアンテナの回転に従って N 方向を基準とした θ クロックパルスをスキャンニング用 θ カウンターに加えその出力は段階的に上昇し、メモリー $\bar{\theta}_1$ より $\bar{\theta}_5$ までの角度データと同番地となつたとき、それぞれ一致回路 (C.C) で信号パルスを発生し、その出力によつて単安定マルチ (M.M.) が起動させる。この MM で時間調整ができ、数ミリ秒にセットされる。

この間にレーダ電波発射の起点であるトリガーパルスによりスイープ用 R カウンターにおいて距離用クロックパルスの計数を行いつつその出力は段階的に上昇し、



第7図 データ記憶、読み出し回路原理図

メモリー- \bar{R}_1 より \bar{R}_5 までの距離データと同番地となつたとき C.C. でそれぞれ信号パルスが発生し AND-1 より AND-5 まで加えられる。この際角度データによる MM からパルス無き場合はこれら距離からの信号は AND 回路は通過できない。

すなわち記憶した目標の方位角と距離とスキャンニングとスイープが一致該当しない限り、ビデオ信号として OR-2 を通りブラウン管上に表示されない。

目標プロッチングするとき現在のゲート範囲を表示するため、追跡回路から方位角と距離用ゲートパルスを受けて MM 1, MM 6 を起動させ OR-1 と AND-6 を

経て OR-2 を通りブラウン管上に表示させることができる。この際距離ゲートパルスは FF-2 を起動し表示用角度ゲートの長さを定める。

写真10はこの方式によるプロッチングをレーダシミュレーターに対し行ったものである。一番新しい目標は生ビデオで2本のゲートを表す線内に夾まれたもので、記憶された過去の位置点データは生ビデオの近くより新しきものより順にプロットされている。写真11は東京湾上において実船試験における2目標船のプロッチング記録である。

次の段階の研究結果は機会をみて発表する。(完)

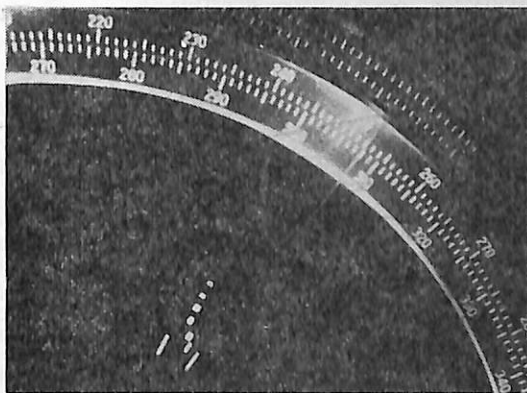


写真10 シミュレーター目標のプロッチング



写真11 東京湾上における2目標プロッチング (太平山丸上)

1. は し が き

最近衝突予防レーダという言葉が巨大船のアンマンド化などに関連して使用されるようになったが、原理的に新しいレーダというわけではなく、従来のマリンレーダに衝突予防のための情報を可及的早く、理解しやすい形で自動的にまたは手動によつて表示ないし警報を発する附加的機能を組合せたものを抽象的に呼称しているにすぎない。高級なものは多目標を自動検出、自動追跡し、船舶搭載の汎用電子計算機の一部または単能ミニ電子計算機を系統内に含んでおり、試行操船機能までも持っているものもあり、簡単なものは従来の光学のプロットングを電子的に簡便に手早く行なえるようにしたにすぎないものもある。

しかしいずれも実用的には開発段階でありその評価もまだ十分に定まっているとは云えない現状である。ここに紹介する MARAC-1A と称する衝突警報装置は、両者の中間クラスと考えられるもので、機能の重点をあくまで見張り援助機能におき高価な電子計算機等を使用せず、確実な目標の検出と誤警報をなくすことに重点をおいている。すなわち当社大中型レーダと併用し、レーダ受信々号を処理して自船より10海里以内に入つて来る相手船を自動的に捕捉し、追跡し、予め設定した最接近

距離 (RCPA) 内に入つて来る可能性のある相手船であることが判定できれば、自船より7.5海里の距離のところで警報を自動的に発生するという——いわば一種の接近船報知装置である。本装置は当社が三菱重工業株式会社と協力して開発したものであり、すでに2,3の船に実装され、効果的に使用されている。(写真1)

(注) “MARAC-1A” は上述のごとく附加装置の商品名であるが、これとレーダを組合せた方式を MARAC-1 方式と呼んでいる。

2. MARAC-1A の概要

2-1 接近船判定の原理と手法

図1は相対表示のレーダ PPI 画面の一部を示すもので、O は自船の位置、P₀ は相手船の位置、RCPA は自船で設定した最接近距離を示す。即ち相手船 P₀ を自船よりの距離 γ_0 において発見捕捉し、距離 $(\gamma_0 - 5\Delta\gamma)$ において RCPA 内に接近して入つて来るか否かを判定する。目標船 P₀ は直線運動をするものとし、その進路が図1の $\angle AP_0B$ の中にあるか否かの判定を、自船よりの距離 $\gamma_0 - 5\Delta\gamma$ において、円弧 \widehat{CD} を横切るか否かにより行う。また目標 P₀ を γ_0 で捕捉すると同時に図1に示す $\angle EOF$ に相当する角度ゲート θ を設定し、この角度ゲート内で P₀ の追跡を行い、P₀ が距離 $\gamma_0 - 5\Delta\gamma$ に達した時点において、 $\angle EOF$ 内にまだ存在する場合、換言すれば、P₀ が円弧 \widehat{CD} 上に在る場合には危険船として警報を発生するようにしてある。本装置においては、 $\gamma_0 = 10$ 海里、 $\Delta\gamma = 0.5$ 海里とし、RCPA はそれぞれ1, 2 および3海里の選択が可能となつている。

一般にレーダ信号には目標物の反射エコーの外に、レ

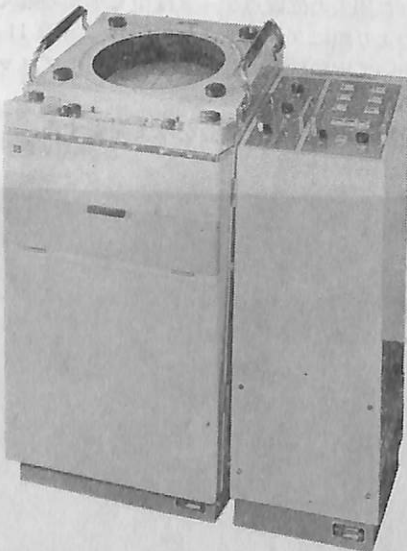


写真1 MARAC-1A の VSP ユニット, CJA ユニットおよび組合せ使用するレーダディスプレイ

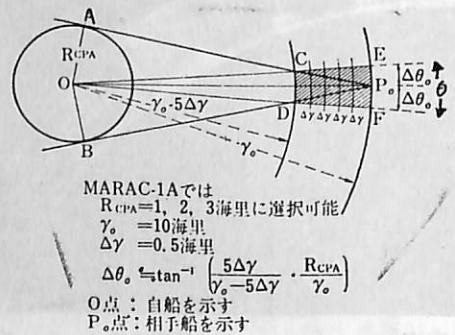


図1 MARAC-1A 原理説明図

レーダ干渉信号、海面反射信号、雲雨反射信号、外来雑音信号が混入しており、更にこれに受信機内部雑音等が附加されるので、レーダのビデオ信号——Raw Video と称す——から直接目標を検出することは誤検出の率が大きくなることは衆知の事実である。本装置ではこれらの妨害信号を極力押え、しかも確実な目標の検出を目的として次の三つの方法がとられている。

- (1) スレシホールド回路を用いた信号レベル差による選別
- (2) 距離量子化区間(約 0.08 海里)での3スイープにわたるスイープ間相関を用いた信号の周期性による選別
- (3) 上期出力に対し設定された角度および距離方向のゲート範囲内での3スキャンにわたる積分化による相関

2-2 基本的前提条件

- (1) 本装置はレーダ情報を唯一の情報源としていること。
- (2) 警報を発する時点では相手船の相対針路、速力はその後も変わらないこと
- (3) 衝突危険の判定は回避動作の可能な十分遠距離、すなわち少なくとも自船より7.5 海里の距離で行うこと。
- (4) 海域は十分広いこと、いわゆるオープンシーであること。
- (5) 相手船はレーダで10 海里の距離で確実に探知できる程度の船であること。

2-3 基本的構成とその解説

本装置の構成は下記のとおりである。(図2参照)

- (1) ビデオ信号処理ユニット (VSP)
- (2) 接近船判定ユニット (CJA)
- (3) 表示盤ユニット (IND)
- (4) 角度パルス発生ユニット (APG)

以下各ユニットについて機能を中心に簡単に述べる。

(1) の VSP ユニット

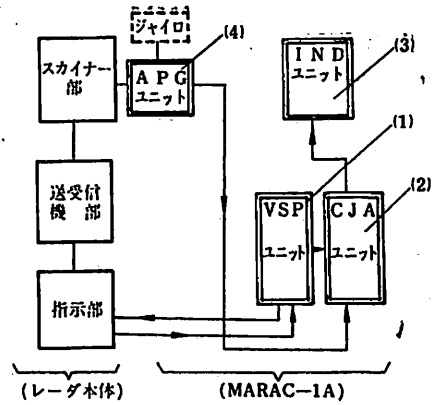


図2 レーダと組合せたブロック図 (MARAC-1A 構成図)

はレーダのビデオ出力信号をレーダ本体より受け、この中に含まれる各種雑音成分を除去し、誤動作発生のおそれを少なくする働きをする部分である。具体的にはスレシホールド設定回路を設け、信号レベル差による選別を行うとともに距離方向にビデオ信号を120分割し、各スイープごとに記憶させ、3回のスイープを重ね合わせて積分することにより真のスコア信号をとり出すようになっている。図3はそのブロック図と機能を示すものである。本ユニットはCJA ユニートを動作させると自動的に10海里にセットされる。また3海里以下では動作しない。

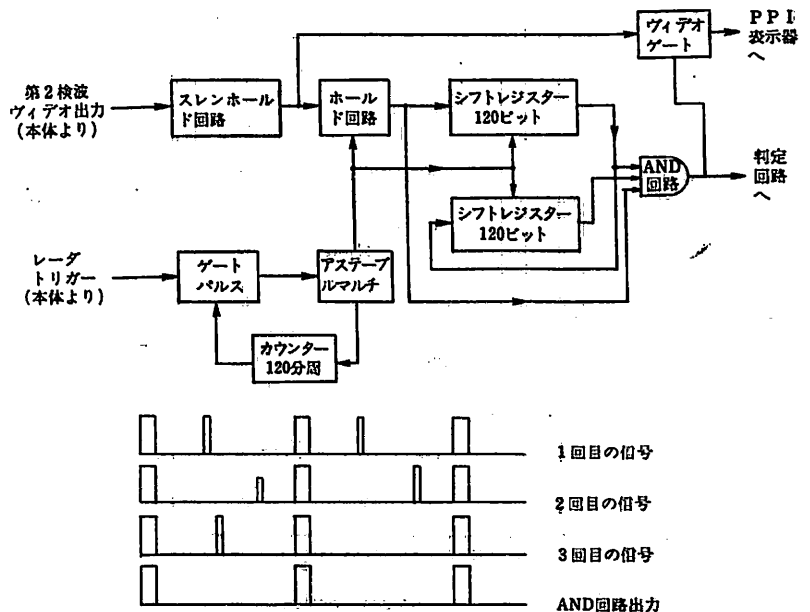
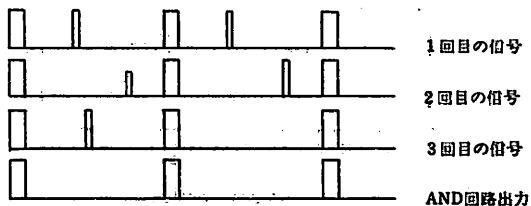


図3 VSP ユニートのブロック図と機能解説図



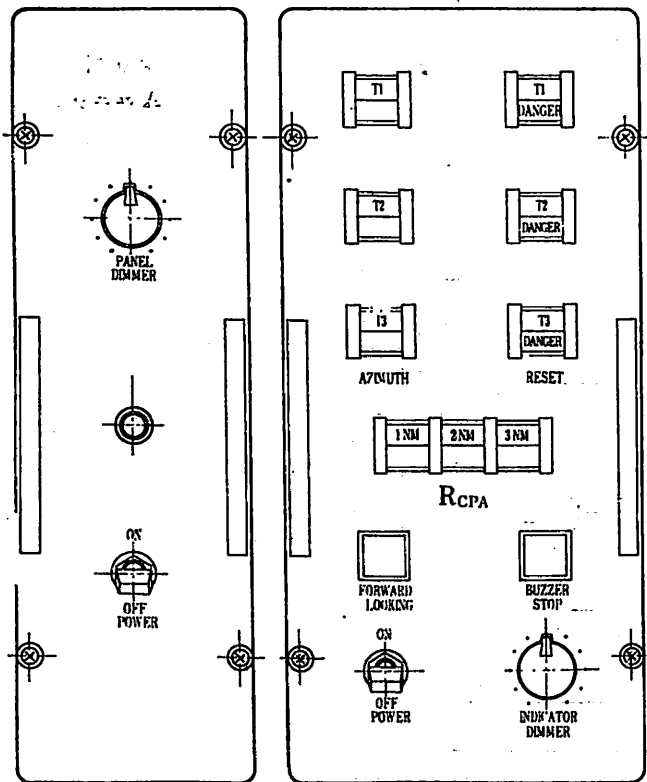
メモリーとしては120ビットのシフトレジスターを用い1量子化区間——0.083海里——に相当する約8MHzのトリガーパルスに同期したクロックパルスによりシフトを行い、各出力のANDをとつて判定回路の入力としている。シフトレジスターの入力側にはクロックパルスによつてリセットされるホールド回路を設け、一量子化区間内に入力される信号をまとめてシフトレジスターへの入力としている。スレシホールドレベルの設定時にはアナログ出力をPPI上に表示し画面を見ながら適切な値に設定し、目標の検出率を低下させることなく使用できるようにしてある。

(2)のCJAユニットでは、VSPユニットで処理されたビデオ信号を10海里より内側に0.5海里ごとに5分割してメモリーに記憶する、このメモリーもシフトレジスターで構成され、シフトパルスはVSPユニットのシフトパルスを6分周して得ている。そしてレーダスイープの休止時間にメモリー内容が調べられる。目標を捕捉していない状態では常に9.5海里～10海里の区間のメモリー内容を見ている。その範囲

に目標が入ると、後述のAPGユニットよりの0.5度ごとの角度パルスを計数して、予めセットされているRCPAに相当する角度ゲートを発生する。この結果目標の検出範囲は距離方向に0.5海里、角度方向にRCPAで定まる角度(RCPA=3海里の場合は12度)に制限される。この範囲内でアンテナ3回転中2回以上の信号を検出すれば、その範囲に目標ありと判定して、目標の移動とともに検出範囲を順次内側に近づけ7.0海里～7.5海里の範囲で目標を検出した場合に警報を発生する信号をINDユニットに送る。もし途中の範囲で信号が存在しないと判定すると、目標は予め設定したRCPA内に入る可能性がないと判定し、自動的に最初の状態に復帰し、新しい目標の捕捉にそなえることになる。

上述の回路方式を並列に接続することにより、多数目標の警報を発生することができる。角度ゲートすなわち警戒領域方位マークの表示はAZIMUTHスイッチを押すことにより、いつでもPPI指示器上に表示でき、また警報信号発生時には自動的にその方位マークを表示する。本ユニットでは船首方向±30度の範囲のみの接近船報知ができるよう走査サイズを切換えることもできるようになっている。図4にVSPおよびCJAユニットの正面図を示す。

(3)のINDユニットは図5に示すように捕捉した目標ごとにそれが10～7.5海里のどの区間に存在しているかを表示するユニットであり、最終判定で危険とされた目標に対する警報ランプも実装している。このランプはCJAユニッ



映像信号処理ユニット (VSP Unit)

接近船判定ユニット (CJA Unit)

図4 VSP Unit と CJA Unit の正面パネル図

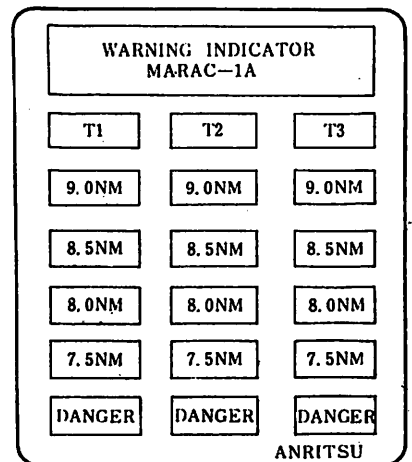


図5 IND ユニット外観図

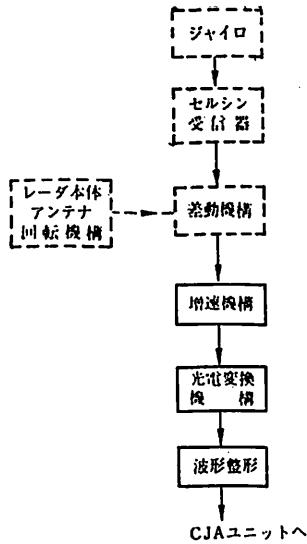


図6 APGユニットのブロック図

トでリセットしないかぎり点灯している。

(4) の APG ユニットはレーダ本体のスカナー部に装着されておりアンテナ1回転ごとに720個の角度パルスを発生し方位を±0.5度の精度に分解し、これをCJAユニットに角度信号として選出する、この角度パルスをアンテナ回転機構から直接とり出すと、自船が変針するとき真方位に対し設定方位が狂うので、常にアンテナ方位を真方位でとり出すため、ジャイロ信号をレピータで受け、これとアンテナ回転との差をとることにより、角度ゲートは真方位で設定することができる。こうしてとり出した方位の回転軸を36倍増速し、20個のスリットのある板を回転させ、光電変換により0.5度ごとの720個の角度パルスをつくるようになっている。図6にブロック図を示す。

3. MARAC-1A の操作方法の概要

3-1 ヴィデオ信号処理表示 レーダ指示距離レンジを10

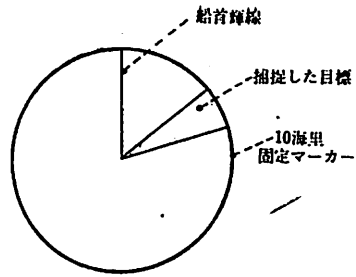


図7 方位マーカー(角度ゲート)の表示

海里、25海里または60海里的いずれかにする。VSPユニットの電源スイッチをONにすると、レーダ映像信号は第二検波器のあとで本ユニットに入り、処理された後、ヴィデオ増幅器に加えられる。

この機能は10海里以上のレンジにレーダディスプレイをセットするとき常に使用できる。特にレーダ干渉波に対しては効果が大きい。

3-2 衝突警報動作

(1) 3-1の状態にあるとき、自船の速度、操縦性能を考慮して最接近距離 RCPA を1、2または3海里的のい

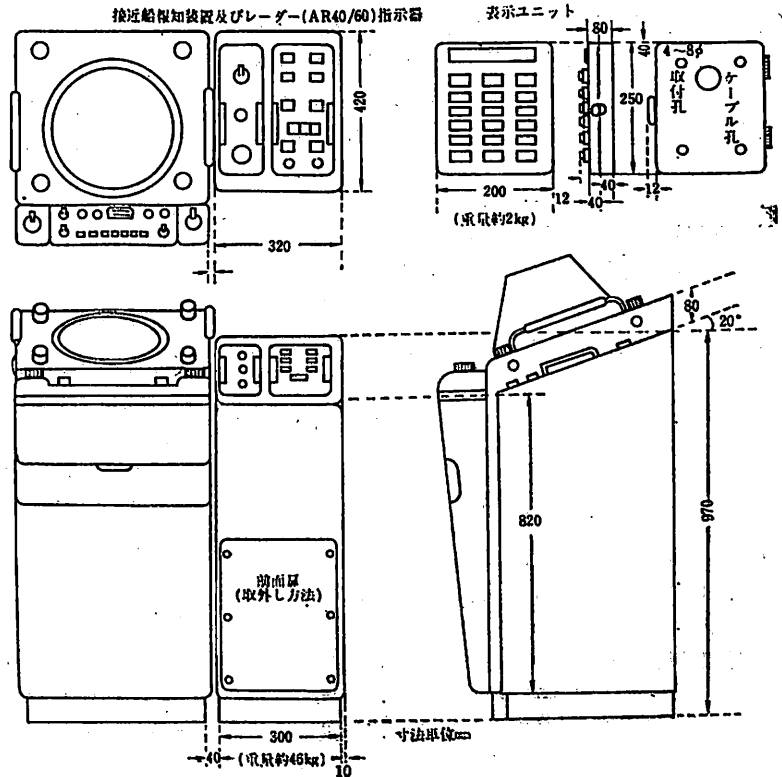


図8 MARAC-1A 外形寸法図

- れかに押ボタンスイッチでセットする。
- (2) CJA ユニットの電源スイッチを ON とする。この時、レーダ指示器の映像は通常の信号処理をされていない映像に戻る。
 - (3) 同時に目標（相手船）が10 海里的距離に来ると、本ユニットで自動的にそれを捕捉し、追跡を開始する。
 - (4) 捕捉すると同時に CJA ユニットの AZIMUTH スイッチの目標ナンバー表示ランプが点灯し、それに対応する IND ユニットの最初の距離レンジランプが点灯する。すなわち T1 ランプが点灯する。
 - (5) その後、目標が(1) で設定したコースを進んで来ると、IND ユニットのランプが順次点灯する。そして DANGER ランプが点灯すると警報ブザーが鳴る。このとき CJA ユニットのリセットスイッチの警報ランプ (DANGER) も点灯する。
 - (6) この DANGER ランプは、目標を捕捉しつづけている間は点灯したままである。途中で目標がコースより外れると、ランプは消えてリセット状態に自動的に戻る。
 - (7) この IND ユニットランプ列は目標数だけであり、目標の捕捉状況が一目で判る。
 - (8) 目標を捕捉したとき、または進路中に目標の方位を知りたいときは AZIMUTH スイッチを押すと CRT 面上に方位マーカが図7 のように表示される。なお、警報ランプ点灯時は自動的に方位マーカが表示される。このマーカの長さは約10 海里で、角度幅は予め設定した RCPA に依存する。
 - (9) 警報が発生し、目標（危険な相手船）の位置を確認したならば、警報ランプの点灯しているリセットスイッチを押せばランプも消え、方位マーカも消えて最初の状態に復帰する。そして新たな相手船の検出にそなえる。
 - (10) 警報ブザー音のみは、ブザーストップスイッチを押して止めることができる。

4. 仕様 の 概 略

4-1 ヴィデオ信号処理ユニットの仕様

- (1) 距離範囲……10, 25, 60 海里レンジで動作
- (2) 処理範囲……上記レンジの全範囲
- (3) 距離分解能……10 海里レンジで約0.1 海里
25 海里レンジで約0.2 海里
60 海里レンジで約0.5 海里

4-2 近接船判定ユニットおよび角度パルス発生ユニット仕様

- (1) 距離範囲……10, 25, 60 海里レンジで動作
- (2) 目標検出……自動捕捉
- (3) 目標検出距離……10 海里
- (4) 目標の判定……アンテナ回転3 回に2 回、スイープ4 回にわたって検出される信号を目標に判定する。
- (5) 同時捕捉目標数……1 ~ 5 目標可能
- (6) 有効相対速度……90 ノットまで
- (7) 設定可能最接近距離……1, 2, 3 海里 (± 0.25 海里) 3 段切替え
- (8) 同時捕捉角度分解能……2° (RCPA = 1 海里)
4° (RCPA = 2 海里)
6° (RCPA = 3 海里)
- (9) 角度パルス……0.5 度ごと、アンテナ1 回転に720 個
- (10) 判定結果の表示……操作パネル表示
目標捕捉中……ランプ表示
警報……ランプ表示およびブザー
方位……CRT 方位マーカ表示

4-3 表示ユニットの仕様

判定結果表示……目標捕捉中は目標がどの距離レンジにあるかのランプ表示

T1	目標が10~9.5 海里にある表示
9.0 NM	目標が9.5~9.0 海里
8.5 NM	9.0~8.5 海里
8.0 NM	8.5~8.0 海里
7.5 NM	8.0~7.5 海里
DANGER	目標が7.5 海里に近接したとき、 なお危険と判定した表示。

4-4 総合仕様

- (1) 本装置は当社大中型レーダすなわち AR 60, AR 40 および AR35 シリーズと組合せ使用できること。
- (2) 本装置の動作可能環境条件
温度 0°~75°C
湿度 90%
- (3) 電源 AC 100 V ± 10 % 1φ 50/60 c/s
- (4) 外型寸法 図8 参照
- (5) 重量

5. 実船テストの概要

以上、“MARAC-1A”について大略をのべたが、本装置は昭和45年10月より約3週間、三菱鉱石輸送株式会社の“さんたもにか丸”に当社レーダ AR60 と組合せて装備し、日本~臺灣間にて実船テストを行ない、ほぼ

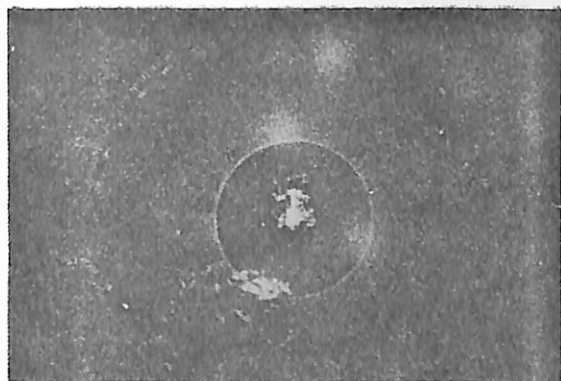


写真 2 ヴィデオ信号処理の効果を示す PPI 画像
(非常に雑音の多い状態で距離範囲 20 海里
の内 10 海里までヴィデオ信号処理を行な
った PPI 画像)



写真 3 方位マーカの表示
(捕捉した目標を中心に 10 海里まで扇状に
方位マーカが現われている)

所期の効果が得られた。さんたもにか丸は約 6 万トンの
鉱石運搬船で、巡航速度約 15 ノット、装備したレーダ
のアンテナ高約 30 メートル、アンテナは 8 フィートス
ロット、出力 40 KW ピーク、パルス幅 1.5 μ s であつ
た。船舶に対する捕捉感度は、晴天時においては

大型船舶	25 ~ 35 海里
中型船舶	20 ~ 30 海里
小型船舶	15 ~ 20 海里
木造帆船 (全長 15 m 位)	10 ~ 12 海里
ブイ、流木等	2 ~ 5 海里

であり、目標が波間にかくれない間は小型船舶 (数十
トクラス) に対しても有効に動作することが判つた。

正規動作を妨害する最大要素はシークラッターであり
風力 6 ~ 7 位となると受信機ゲインを適正にしないと誤
動作の怖れが大いにある。STC は 3 ~ 5 海里位の距離し
か制限できないので、荒天時における誤動作対策につい
ては今後なお研究すべき問題が残っている。

6. む す び

最近、船舶の自動化ないし高度集中制御化の一環とし
て、レーダを用いる衝突防止、予防ないし警報システム
がいろいろ提案され、試験的に試用される傾向にある
が、コストパフォーマンスの観点から、絶対的にこれ
だという方式を決定することは非常に難しい問題であ
る。情報源として不安定要素を多分に含むレーダエコー
信号を唯一のものとしているだけに、動作性能も多分に
確率的要素を含んでいることを銘記する必要がある。船
舶の大きさ、操縦性能、運航航路、乗務員の訓練度、装
置の価格、性能、取扱い易さ、保守のし易さ等々いろい
ろな観点を総合的に考慮してユーザーが最終的には決定
せざるを得ないであろう。

本装置も、そうした意味で何等かのご参考になれば幸
いである。最後に本装置の開発に当り、ご協力をいただ
いた三菱重工業株式会社のご担当の各位、実地テストに
多大の便宜を計つていただいた三菱鉱石輸送株式会社お
よび“さんたもにか丸”の乗組の方々に深謝する次第で
ある。

参 考 文 献

- (1) 船舶の高度集中制御方式の研究, 報告書
(その 1 航法システム)
日本造船研究協会 昭和 45 年 3 月 No. 106-1
〃 昭和 46 年 3 月 No. 123-1
- (2) COMPACT SYSTEM by GEC-AEI
S & SR Aug. 8, 1969
- (3) TM/CPA Display System by Raytheon
S & SR July 26, 1968
- (4) Digiplot System by Iotron
E.D. Aug. 16 Sept. 27, 1970
- (5) Data Radar System by Norcontrol
S & SR Nov. 6, 1970
- (6) TPS ターゲットプロットティングシステム
Unmanned Age March 1970
- (7) Photoplot System by Calvin Hughes
J. of Inst of Navigation Oct. 1968
- (8) Predictor System by Marconi
J. of Inst of Navigation April 1969
- (9) Collision Threat Assessment System by
SPERRY S & SR Nov. 27, 1970
- (10) 66 AC Group Radar by Decca
S & SR July 26, 1968
- (11) エレクトロニックプロッター (安立電波)
水産電子 Nov. 1970
(S & SR は Shipbuilding & Shipping Record
の略)

LNG 船

(その1 LNG 船の概要) (3)

恵 美 洋 彦*
會 根 紘**

2.2.3 ガストラנסポート(ウォルムス社設計)36%
ニッケル合金鋼メンブレタンク方式(ポーラーアラス
カ号およびアークティックトーカー号)

[参考文献]

- i 「Design and Model-Testing of the "Membrane" Tank Developed by Gaz-Transport and Gaz de France for Methane Tankers」-The First International L.N.G Congress, Session 6 "Transportation of L.N.G."
- ii 「ALASKA TO JAPAN LNG PROJECT START UP AND OPERATIONAL HISTORY」& 「ENSEIGNEMENTS TIRES DE LA CONSTRUCTION ET DE LA MISE EN SERVICE DES METHANIERES "POLAR ALASKA" et "ARCTIC TOKYO"」-The Second International Conference and Exhibition on Liquefied Natural Gas, Session 4 "LNG Shipping Projects"
- iii 「WELDING ONBOARD A 71500 M³ LNG VESSEL WITH INTEGRATED TANKS」-International Institute of Welding ANNUAL ASSEMBLY 1971, PUBLIC SESSION THEME 3

LNG タンカーも通常の油タンカーと同じく驚くほど急速に大型化している。そのタンク容積に関して言えばか働開始年1964~1965年に掛けて就航したメタンプログレス号、ジュールベルヌ号でタンク総容積が25,000 m³~26,500 m³であつたものが、1968~1969年のエッソ・ブレーガ号で40,000 m³、1969~1970年のポーラーアラスカ号およびアークティックトーカー号に至つて71,500 m³という風に5年間で実に2.8倍に増大している。

このようにタンクの容積が大きくなつたのは、タンクの構造が従来の独立自己支持方式からメンブレタンク方式に変わったため可能になつたものと考えられる。

Polar Alaska, Arctic Tokyo の主要目

- 建造: Kockums, Sweden
- 設計: Worms (Gaz transport 考案)
- 主要寸法: L_{pp} ; 230.00 m
 B ; 34.00 m



図2.19 LNG Ship POLAR ALASKA (文献 iii)

D ; 21.20 m

d ; 10.00 m

- タンク容積: 約 71,500 m³, タンク数; 6 (1 タンクの容積 8,600~13,000 m³)
- 主機: 20,000 P.S. タービン
- 船級: ABS
- 船価: 95 億円

船体構造・配置

図2.20に示すように、完全な二重船殻構造である。各タンク相互間および船首尾部にコフファダムを設けている。

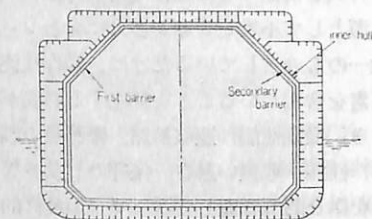
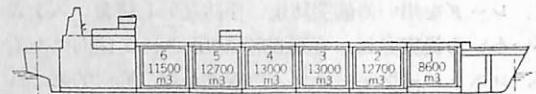


図2.20 Gaz Transport (文献 i)

*, ** 日本海事協会船体部

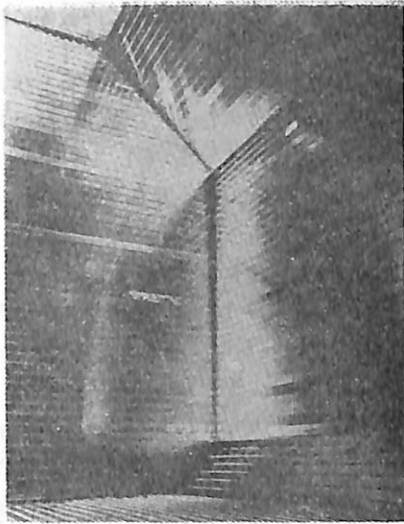


図 2.21 Inside of Tank with Invar Membranes (文献 iii)

タンクの概要

タンク（一次防壁）は厚さ **0.5mm** の 36% ニッケル合金鋼（Invar と呼ばれ Fe-Ni 系合金の中で最小の熱膨張率を有する。したがって、他の材料を使用するメンブレンと異なりコルゲートシートにする必要がない。）製であり、一般にメンブレンタンクといわれるものである。前に紹介した独立自己支持方式のものでは、タンク重量が大きく高価な低温用材料を多量に使用することになるため船価は非常に割高のものとなっている。通常の油タンカーと比較してみるとカロリーベース（等価重量）で約 2.5~3 倍に相当する。

メンブレンタンク式 LNG タンカーでは、その高価なタンクの重量を大幅に軽減して、タンクは単に液密を保つだけの構造としたものである。

防熱材（二次防壁を含む）の概要

タンク（一次防壁）を単なる液密部材としているため

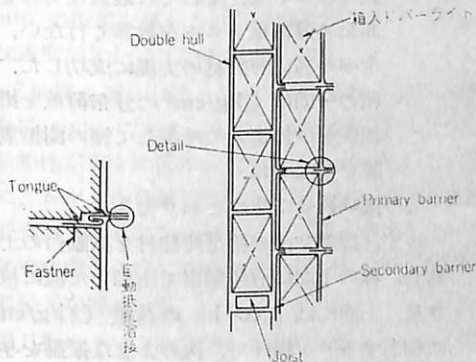


図 2.22

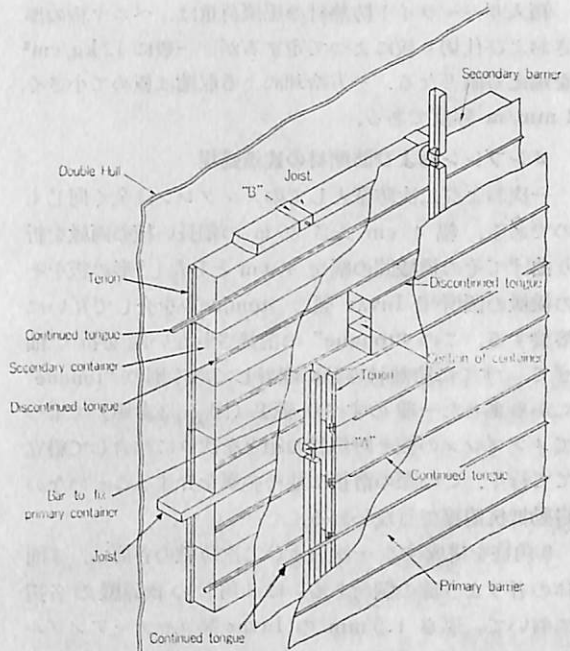


図 2.23 G.T. Integrated System (文献 i)

液体貨物による荷重はすべて防熱材が受け持ち、二重船殻構造の船体に力を伝えるように設計されている。

この防熱材は「箱入りパーライト」と呼ばれるもので長さ 1 m、厚さ 20 cm、深さは液の許容蒸発率によつて異なるが通常 40~60 cm のペニヤ板の箱の中に補強用仕切り板を置きパーライトを詰めたものである。この防熱材を一次および二次防熱材として 2 層設け、2 層のメンブレン（一次防壁および二次防壁）を交互に配置して特殊な方法により互いに固着している。（図 2.22 参照）



図 2.24 (文献 iii)

箱入りパーライト防熱材の圧縮荷重は、ベニヤ板の厚さおよび仕切り板によつて定まるが、一般に 12 kg/cm^2 を越える値となる。一方冷却による収縮は極めて小さく 1 mm/m 程度である。

メンブレンおよび防熱材の建造過程

一次および二次防壁としてのメンブレンは全く同じものである。幅 45 cm 長さ 30 m の細長い板の両縁を折り曲げてその横縁間の幅を 40 cm とした \sqcap 形の板をその横縁の個所で Invar 製の “tonque” を介して互いに溶接する。この “tonque” の溶接されない端を折り曲げて、すでに防熱材の箱に固着してある別の “tonque” にかませた一種のすべり継手（図 2.22 参照）でもつてメンブレンの板と防熱材の箱とを次々に結合して組立てて行く。この際の溶接は他の金属を介することのない自動抵抗溶接で行なわれる。

8 角柱を構成する一次および二次防壁の各面は、8 面体の各りよう線の個所あるいは 8 角形の横隔壁の各辺において、厚さ 1.5 mm の Invar 製コーナーアングルを介して相互に接合される。このコーナーアングルは Invar 鋼でカバーした根太で支持されている。横隔壁は 8 角形のトランスリングを構成し、3 つの相異なる面が相互に交差するその各頂点では、厚さ 1.5 mm の T 型の特殊な部材で上記のコーナーアングル同志を相互に結合する。また根太は 9% Ni 鋼製のアングルとスタッド

ボルトおよびナットによる支持金物で内殻等に溶接して固着される。

建造途中においては内殻とメンブレンおよびメンブレン相互の間にフレオンガスを圧入して、2 つのメンブレンの tightness を確認している。もし “ハロゲン検知器” によつていかなる漏えいも確認できるのであれば、その方法が良い。

構造強度およびモデルタンクテスト

メンブレンタンクは自己の形状保持および荷重の支持はできないが、 180°C の温度変化 ($+20^\circ\text{C} \sim -160^\circ\text{C}$) による熱収縮は行なう。冷却されたとき多面体であるタンクの各すみ部に、熱応力がエッジフォースとして働くことは避けられない。LNG 貨物による部材のたわみ量は、なるべく小さくしなければならぬ。また、不均等な構造により生じる局部応力は絶対に避けねばならない。波浪により船体は周期的に曲げられるが、その縦曲げにより、各ホールドの囲壁は伸長、短縮の繰返しを行ない、その力は船体付きのメンブレンタンクに直接伝わる。それゆえ、時として非常に複雑な性質を示す薄膜の疲労強度については充分研究しておかねばならない。

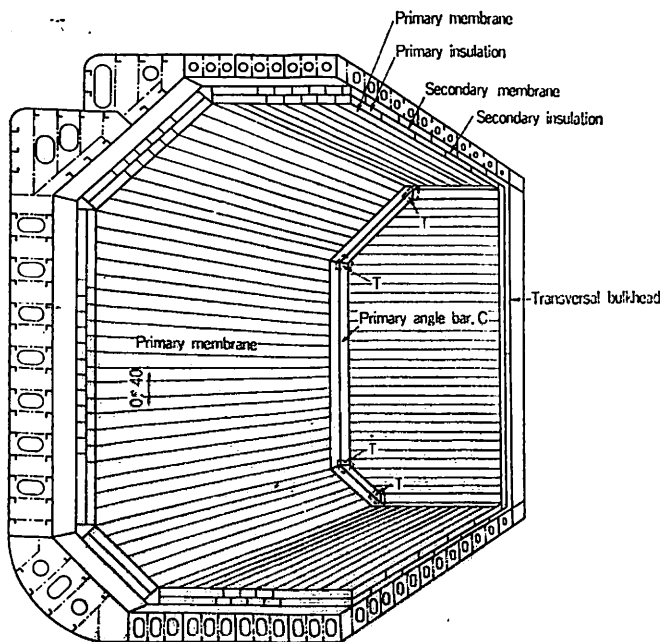
以上の観点の下に、各種の実験およびモデルタンクテストが行なわれているので、その一部を紹介しておく。

1) 箱型防熱材のテスト

- 液体貨物による動および静荷重に耐えられるベニヤ板の材料決定のためにぼう大な実験を行ない Okoumé と Bouleau の合板を接着剤限定の上で使用することとした。
- 24 時間以上液体窒素中で冷却した後外気にさらし、その機械的性質が変化しないことを確認した。
- 防熱箱を構成するベニヤ板の厚さ、内部の仕切り板の配置およびパーライトの圧縮強度について、それぞれ最適なものを選ぶため静荷重テストを数多く行ない、安全率の高い防熱材の実現に成功した。
- 箱の一面に 2 kg/cm^2 の分布荷重を掛け他面を液体窒素で冷却して箱の耐振動実験を行なつた。

その実験概要は次のとおりである。

まず、標準寸法の箱型防熱材を振動台の上に載せ、箱の下面は液体窒素で冷却した板に接触させ、上面には $8,000 \text{ kg}$ の荷重 (2 kg/cm^2 に相当する) を掛けて、次のような振動を与えた。



Midship and center line section of a methane tanker.

図 2.25 G.T. Integrated System (文献 i)

振動数 310 c/min
振幅 2 mm
繰返し数 10^7 回

その結果、箱にはいかなるき裂も生じなかつた。また、パーライトの粒がつぶれたり変形したりすることもなかつた。

2) メンブレンタンクの各部分の試験

○ 素 材

低温用鋼材としての Invar 鋼はメーカー側で充分な試験が行なわれており、常温および極低温における諸性質はよく知られているところである。その二つの温度における素材のウェーラー曲線 (S-N 曲線) は、繰返し数 10^7 回における疲労限でもつて判断するようにしている。

○ 溶 接 部

溶融および抵抗による TIG 溶接部材の各種類ごとに、 10^7 回における疲労限を求めておいた上で、平均応力 8 kg/mm^2 の引張りを与えた部材にさらに 1 m につき $\pm 1 \text{ mm}$ のたわみを重ね合わせて疲労試験を行なっている。

3) 負圧テスト

誤まつた操作をした場合タンク内部におう入を生じることがある。タンクの安全弁の設定圧力はタンクにいかなるおう入も生じないものとなるように安全率をみて 0.03 kg/cm^2 とした。パネルに負圧を掛けてハロゲン検知器によりリークテストをしたところ、 0.15 kg/cm^2 で Invar の変形が起こつたが、リークはなかつた。 0.70 kg/cm^2 で初めてリークが生じることがわかつた。

4) モデルタンクテスト

船体の振動は防熱材およびメンブレンに悪影響を及ぼすが、ことに空倉の場合は影響が大きい。そこで容積 3.5 m^3 のモデルタンクを作製し振動試験を行なっている。

重量 8 トンのタンクに最大振幅 $\pm 10 \text{ mm}$ 、振動数 400 c/min の振動を与える。この場合、タンクには 1.9 G の加速度が加わっていることになる。

10^7 回繰り返した後ハロゲン検知器により一次防壁が完全に tight であることおよび液体窒素により防熱材の断熱性が完全に保たれていることを確認している。さらに、タンクを分解した後、メンブレンおよび防熱材の諸要素が全くそこなわれていないことも確かめている。

二次防壁および二次防熱材についても同じ試験をし、同じ結果を得ている。

同じ型のタンクを使用して各防熱部材ごとに三面体部分に設ける T 型部材について熱損失を試験した。

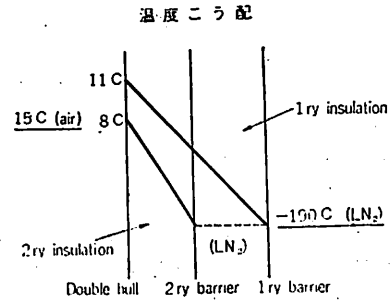


図 2.26

まず、一次防熱材を取り付ける前の段階において、直接二次防壁に液体窒素を接触させる。そうして内殻のいかなる点においても、外気温よりも 7°C 以上低くならないことを確認した。

さらに、一次防熱材、一次防壁を取り付けた上で、同じ試験を行なつたところ、特別な点で外気温より 4°C 低くなつた以外は、 $1\sim 2^\circ\text{C}$ 低い温度になつた。

液体貨物の動揺に対して、モデルタンクで繰返し荷重試験を行なっている。液体貨物としては液体窒素の代わりに水を使用しているが、Invar 鋼はその弾性限を常温と -160°C において比較した場合、40% も後者の方が高く出るのでより過酷な条件で試験したことになる。繰返し試験の諸要目は以下の表による。

表 2.4 (文献 i)

繰返し数	全体(?)生に対する割合 (%)	a: 動揺による加速度 (g)	p: 動揺による圧力 (kg/cm^2)
7.41×10^6	24.7	0.030	1.160
13.74×10^6	45.8	0.195	1.340
7.11×10^6	23.7	0.375	1.550
1.575×10^6	5.25	0.602	1.800
0.165×10^6	0.55	0.756	1.975
合計 30×10^6			$p = (1+a) \times 1.125$

タンク底部で 1.125 kg/cm^2 の静水圧が掛かるとして (これは LNG の比重を 0.45 とすると 25 m の深さのタンクに相当するものである)。

このような条件の下で、たとえば動圧を $0.6\sim 1.8 \text{ kg/cm}^2$ の範囲で変化させながら $1,575,000$ 回の繰返し試験を行なっている。

液化メタンに対するシリーズテストが、容積 25 m^3 の実験タンクを使つてフランスガス公社の実験所で行なわれているので、その概要をあわせて紹介しておく。

タンク底部に $0.4\sim 1.5 \text{ kg/cm}^2$ の変動圧を掛けてメ

ンブレンに生じる応力測定を行なっている。2,000回繰り返したところでは、最大全応力(熱応力+液圧による応力)は、使用温度における溶接部を含んだ組立部材の疲労限よりもはるかに低い値となっている。タンク壁が2 kg/cm²の圧力に対して約4 mm たわんだことに注目しなければならない。

さらに、一次防壁は非常に溶接部が長いので、その大部分は自動溶接で行なわれるが、そのためにかえつてメンブレンの tightness は良くなっている。むしろどうでもいような箇所は手溶接を行なっているために、欠陥が多いという現象を引き起こしている。

一次防壁からの少量の漏えいについては、LNG の蒸発ガスが急速に拡散して行くようにさえしておけば、一次防壁に過大な局部応力を生じることはなく、別に問題は起こらない。ちなみに一次防壁に245 l/sec すなわち840 m³/h、全容積にして13 m³の漏えいを与えて、シミュレーションテストを行なったところ、防熱材に加わる余分な圧力は0.04 kg/cm²に達した。この後さらにこの25 m³のモデルタンクに液体窒素を入れ、これをジュールベルヌ号に積んで航海させている。ピッチングによつてタンク底部に掛かる荷重は1気圧程度であり、結局タンク底部の圧力は2~3 kg/cm²に達していたとみられる。約10ヶ月航海した後、そのタンクは解体して調べられたが、一次防壁の tightness は完全であった。

5) Invar の溶接詳細

Invar 鋼の溶接については、TIG 溶接および自動抵抗溶接の両者が採用されている。溶接部の完全な tightness が要求される長さ約30 mの横縁をフランジした細長板のフランジ相互の溶接の大部分は溶接速度が早くかつばらつきの少ない自動抵抗シーム溶接が行なわれている。

Invar 鋼はその低熱膨張率のために LNG タンクに採用されており、表2.5による材料仕様に完全に合致したもとなつている。

また、抵抗シーム溶接についても数ヶ月にわたる造船

所での研究の成果として、“受入れ基準”が作成され U.S.C.G. の承認を得ている。この3枚の invar 鋼板の重ね合わせ抵抗溶接については、スケットの大きさ、ブローホルの大きさ、数等について詳細な規定がある。

TIG 溶接の大部分は0.5 mm と1.5 mm の Invar

表2.5 Specification for INVVAR for Gaz-Transport System (文献 iii)

CHEMICAL ANALYSIS %	
C	max. 0.04
Si	max. 0.25
Mn	0.20~0.25
S	max. 0.012
P	max. 0.012
S+P	max. 0.020
Ni	35~36.5
Fe	Bal.
DILATOMETRIC PROPERTIES	
Mean coefficient between -180°C and 0°C	1.5±0.5·10 ⁻⁶
MECHANICAL PROPERTIES	
Tensile test on 0.5 to 1.5 mm thick plates	
UTS at room temp. kg/mm ²	min. 47
YP or 0.2 proof stress at room temperature kg/mm ²	min. 28
Elongation %	
at room temperature	min. 30
at liquid nitrogen temp.	min. 30
ISO V-notch on slabs kgm/mm ²	
at room temperature	20
at liquid nitrogen temperature	12
DELIVERY CONDITIONS	
Cold rolled with softening thermal treatment at 850°C	
Suppliers have to be specially approved by Gaz-Transport after extensive welding and fatigue testing.	

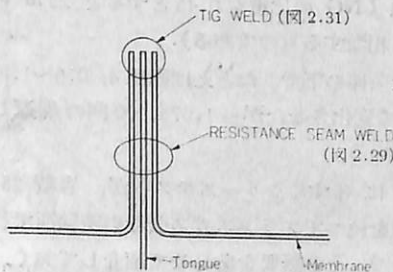


図 2.27

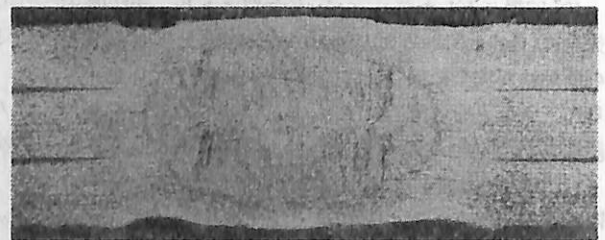


図 2.28 Resistance seam welded Invar joint. (文献 iii)

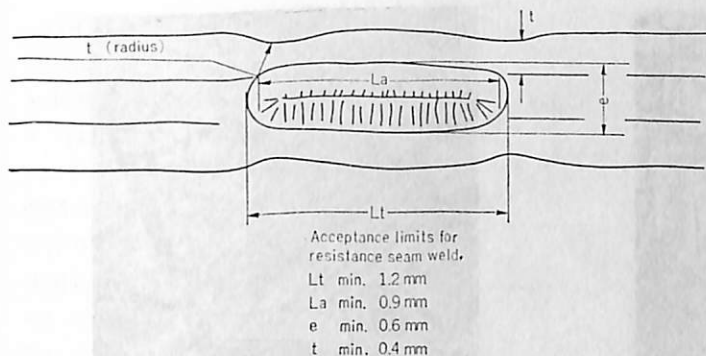


図 2.29 (文献 iii)

鋼および 1.5 mm と 1.5 mm の Invar 鋼 (すなわちコーナーアングルとメンブレンおよびコーナーアングル相互) のすみ肉溶接として用いられている。

シーム抵抗溶接線の 50 m ごとに金属組織学上の試験を行ない、規定どおりの溶接になっているかどうか確認している。すなわち、サンプリングした Invar の溶接部を 1 mm ごとに拡大鏡で調べるのである。この組織が良ければ、フロンガスを使つて漏えい試験を行ない、もし漏えいがあるようであれば、TIG 溶接で補修をして再度漏えい試験を行なう。この過程を繰り返してメンブレンのシームを完全に tight にして行く。その後、該 TIG 溶接はダイチェックによつてクラックの有無をチェックする。メンブレンが完全に tight になり、かつ溶接部にクラックが全くなかつたら、メンブレン全体について最低 10 時間の特別な負圧テストを行なつて、最終的なチェックとしている。

6) Invar 鋼の腐食について

Invar 鋼板は製鋼所でイナートガスふん囲気中で冷間圧延および熱処理される。造船所の通常の間所では腐食するので、特別な乾燥した倉庫に保管しておく。また

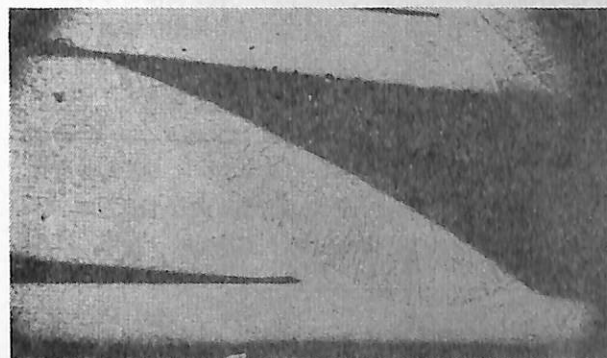


図 2.30 Fillet weld between 1.5 mm and 0.5 mm Invar sheets. (文献 iii)

メンブレンタンク製作中は湿度を 60% 以下に保つようになっている。さび、ほこり等は溶接部のブローホールの原因となるので、十分注意して除去している。アメリカの資料によると、Invar 鋼は海水中で応力腐食を起こしやすいということで、造船所の手で特別に“沸騰塩化マグネシウム溶液”と自然の海水の両方を用いて比較実験を行ない、特に問題とならないことを確認している。

Invar 鋼の溶接の機械化は溶接品質を良くすることにつながるため、小組立ての可能な部分は機械的に溶接している。

図 2.32 および 図 2.33 はその溶接機械設備である。前者は、厚さ 1.5 mm の二次防壁補強用円板と厚さ 0.5 mm のメンブレンとのすみ肉溶接機を示している。後者は、メンブレンタンクかど部の厚さ 0.5 mm のメンブレンと厚さ 1.5 mm のコーナーアングルとの溶接機を示す。

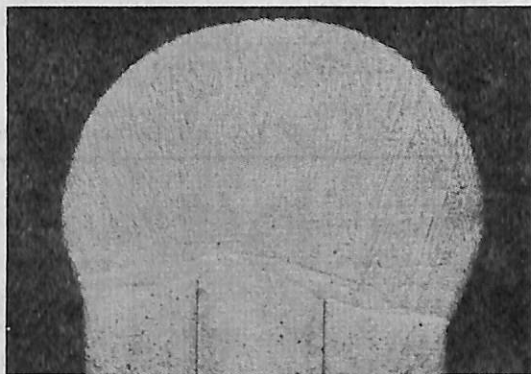


図 2.31 (文献 iii)

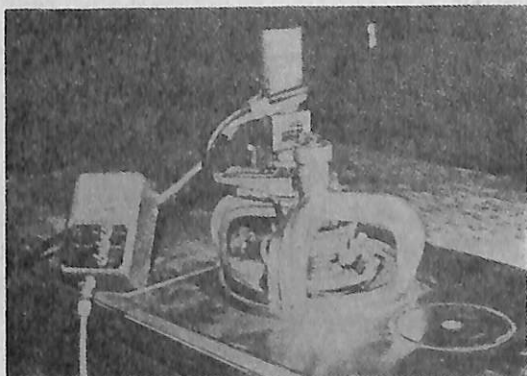


図 2.32 Mechanized welding of reinforcement pads on Invar strakes. (文献 iii)

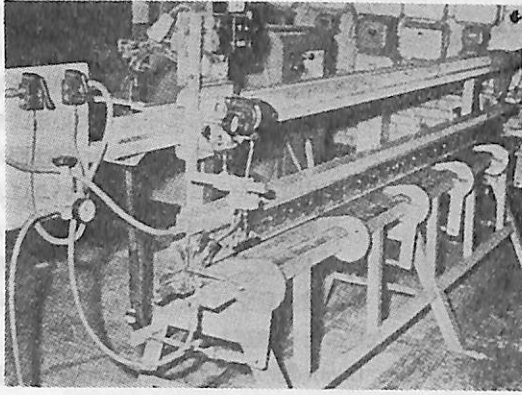


図 2.33 Mechanized welding of longitudinal fillet welds in Invar strakes (文献 iii)

7) 9% ニッケル鋼

箱形防熱材を支える根太の支持金具は9% ニッケル合金鋼製である(図 2.34 および表 2.6 参照)。その溶接部の形態により、表 2.6 のような3種の溶接棒を使い分けており、溶接の位置および大きさによりどの溶接棒が最適かを決定して使用している。溶接長の極めて短い溶接についてはクラックが生じやすいので、細心の注意が必要である。この支持金具は船体内殻にスタッド溶接され

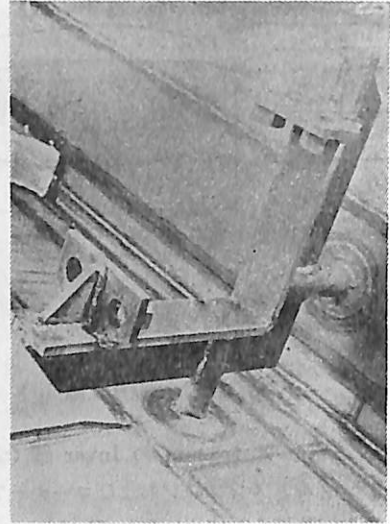


図 2.34 Support pieces of 9% Ni steel and ASTM 304 L for plywood boxes. (文献 iii)

たステンレス鋼製のボルトで内殻に固着されるが、このステンレス鋼と内殻材であるCS鋼との溶接についても、幾つもの試験が行なわれ、最善の方法が取られている。

表 2.6 9% Ni-Steel and electrodes for 9% Ni-Steel (文献 iii)

	9% Ni	Nicrex 9	OK 69.45	Inconel A
CHEMICAL ANALYSIS %				
C	max. 0.08	0.08	0.2	0.04
Si	0.15~0.35	0.3	0.5	0.2
Mn	0.40~0.70	1.5	7.5	1.6
P	max. 0.035	max. 0.020	+	+
S	max. 0.035	max. 0.015	+	+
Ni	9.00~9.75	52	12.5	Bal.
Cr		13	16	15.2
W		0.8	3.5	
Mo				1.0
Fe		23.0		8.2
Nb		0.8		2.2
MECHANICAL PROPERTIES				
UTS	kg/mm ²	68.8	60	70
YP	kg/mm ²	44	45	50
Elongation δ ₅	%	35	40	35
IMPACT TEST				
ISO V-notch, temperature °C	-185	-196	-196	-196
kgm, average	3.5	~7.4	~7	~8
	min. 2.4			

パイピング

LNG 用パイプは ASTM 規格; 304 L および 316L のステンレス鋼製である。パイプは圧延された板を丸め、端部を TIG およびプラズマ溶接して作られるが、監督機関の要求により少なくとも2つのビードを作りそのうちの1つはフィラーワイヤを使用したものとしている。パイプの内面については、テレビジョンでチェックし、さらにランダムに X 線検査を行なっている。造船所内(現場)で行なわれる最終段階でのパイプの溶接は X 線検査を行ない、セクションごとにハロゲン漏えい試験を行なっている。弁類はすべてステンレス鋼製

でパイプに溶接されている。メタン漏えいの危険性にかんがみ、ハロゲン漏えい試験は充分注意深く行なわねばならない。したがって、多数の非破壊検査要員が必要である。

運航経過

LNG 貨物の最初の積出しは、ポーラーアラスカ号が 1969 年 10 月、アークティックキー号が 1970 年 2 月である。第 1 船のポーラーアラスカ号では最初の積込みに cold down test その他諸試験を行なったため 11 日を要したが、アークティックキー号ではその半分で済んだ。また荷揚げの根岸においても最初は陸上の受入れ諸施設の cold down test その他を行なうために荷揚げにかなり時間を要したが、第 2 船目ではじん速に行なわれた。

通常の積込み時間は 24 時間以下、荷揚げ時間は 30~36 時間である。1971 年 1 月末までに両船で 30 回以上運航し合計 $2.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ 以上の LNG をアラスカから日本へ運搬している。

これらの航海中にポーラーアラスカ号については、最初の 2 航海でそれぞれ事故を起こしており、信頼できる二次防壁がいかに必要不可欠なものであり、また一次防壁のタンク内耐負圧性がいかに重要なことであるかを物語っている。そのうちの 1 つは No. 1 タンク内で液体貨物の流動により電線導板が落下し、数箇所のメンブレンに破孔を生じ約 6 個月わたり使用できなかつたものである。他の 1 つは運航に直接支障をきたさない程度で、詳細は不明である。

結 言

メンブレン方式タンクと最近の進歩した独立自己支持方式タンクとをその経済性について比較した場合、その優劣は不明だと思われる。

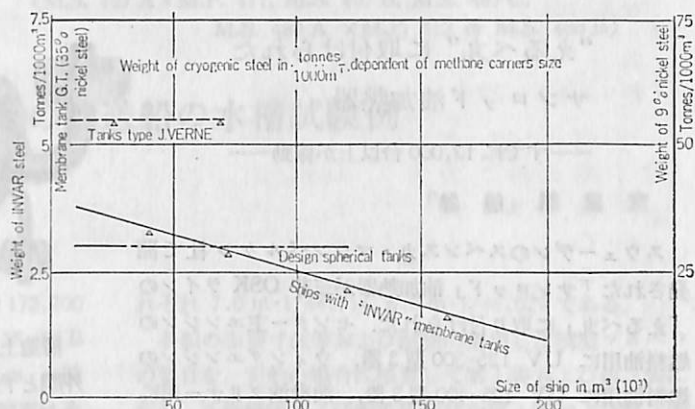


図 2.35 (文献 ii)

LNG の長距離海上輸送の発展はメタンタンカーの大型化を必然のものとし、通常の油タンカーと同規模の大きさになるものと予想される。

ポーラーアラスカ号およびアークティックキー号は世界初の商業ベースのメンブレンタンク式 LNG 船として現在就航中であるが、建造上の問題点としては、一次および二次防壁としてのメンブレンの高水準の技術を要する溶接工作の精度維持をいかにして図るか、あるいは保守上ではいかにして防熱材の検査を行なうか、就航後二次防壁に漏えい箇所があつた場所をどのようにして発見するかが考えられるが、筆者が手に入れた公表された資料ではそれらの点については不明である。

正 誤

「船舶」4月号表紙の1, “サン・ファン・エキスポーター”の説明文中, 「スリラー輸送船」とあるは, 「スラリー輸送船」の誤植につき, ここにお詫びして訂正いたします。

天然社 広告部

「船舶」のファイル



左の写真でごらんのよ
うな「船舶」用ファイル
を用意してあります。
御希望の方には下記の価
格でおわかりいたしま
す。

頒価 300円(〒150)

〔製品紹介〕

“えるべ丸” に取付けられた
サンロッド油加熱器

—すでに 12,000 台以上が稼動—

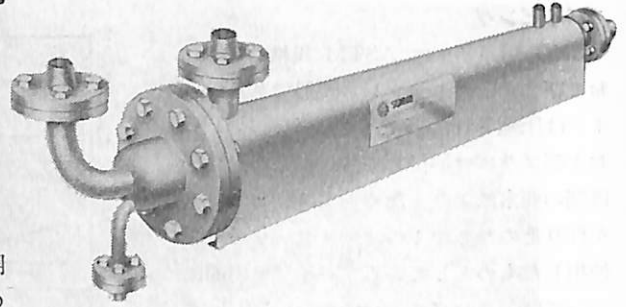
スウェーデンのスペンスカ・マシナベルケン社で開発された「サンロッド」油加熱器が三井 OSK ラインの「えるべ丸」に取り付けられた。センター主エンジンの燃料油用に UV 125-300 型 3 器、ウィングエンジンの燃料油用に UV 125-400 型 3 器、油滑油クリナー用に BV 150-140 型 2 器、BV 90-95 型 1 器、ボイラー用に BV 90-65 型 1 器からなっている。

「サンロッド」油加熱器は 1953 年にスペンスカ・マシナベルケン社の日本総代理特許分権製造社のガデリウス株式会社（神戸市生田区浪花町 27 興銀ビル・東京都千代田区麹町 4-5 SK ビル）から初めて日本に紹介された。1965 年同社と技術援助契約のもとにガデリウスが国内製造を開始した。この油加熱器はもつとも信頼性が高く、苛酷な使用にも適し、その性能が極めて優れているなどからすでに 12,000 台以上が稼動しており、長年の運転実績はこれを実証している。

「サンロッド」型の原理はスペンスカ・マシナベルケン社で開発され、鋼管の表面に熱伝導率の高い銅スタッドを多数溶接し、伝熱面としてその表面積を拡大したもので、単位伝熱面当りの効率が高く、小型・軽量で、漏洩がなく、経済的に設計されている。

油はその熱伝達係数が低いので油側の伝熱面積は蒸気（または高温水）側の 4~8 倍にしている。この方法により両媒体間の伝熱効果は著しく、最高の性能を発揮する。また伝熱面積を大きくしても相対的に加熱器の容積は増加しないので同じ仕様条件の場合、「サンロッド」型では他に比較して小型に設計できる。

「サンロッド」伝熱面は内胴管（サンロッド伝熱面）として挿入され、一端に加熱媒体の出入口接続管が取り付けられてあり、内胴の両端はプレス加工した半球面鋼板を溶接して圧力容器となっている。外胴管には油の出入口接続管、空気抜孔等が設けてあり、油は外胴管とサンロッド伝熱面の間を流れ加熱媒体は内胴中央の管で伝熱面内部に導入され所要熱を与えて下部よりドレンとして放出される。



構造上特筆すべき点は器内は溶接部が 1 箇所であり、外胴と内胴の接続部が 1 箇所になつていること。従つて、伝熱面内胴の一端は自由であり、器内の熱応力による影響は全くない。銅スタッドは特殊な自動溶接機により溶植され、溶植部は完全でしかも秀れた熱伝導特性を有している。

なお、油の器内流速は比較的大きいのでサンロッド伝熱面は常に清浄に保たれ、長期にわたり効率よく運転できる。また伝熱面の点検清掃も極めて容易で、保守手入れの際は油配管は取外すことなく、何等特殊工具も必要としない。

「サンロッド」油加熱器の標準型式説明



B 型

スタッドは約 90 度曲げられて製作され、油の高温上昇を必要とする用途に適します。

標準圧力範囲：10kg/cmG, 16kg/cmG, 40kg/cmG
(140 p.s.i., 225 p.s.i., 570 p.s.i.)

流量範囲：約 50~10,000 l/h (100 lb/h~20,000 lb/h)

接続方式：フランジ



U 型

スタッドは約 60 度に曲げられており、比較的多量で油の高温上昇を行うのに適します。

標準圧力範囲：16kg/cmG~100kg/cmG (225 p.s.i.~1,400 p.s.i.)

流量範囲：約 2,000 l/h~20,000 l/h (4,000~40,000 lb/h)

接続方式：フランジ



RZ 型

スタッドは直立で千鳥配列となっており、特に大容量の油を扱い、器内の圧力降下を低くする場合に適しています。

標準圧力範囲：10kg/cmG, 16kg/cmG (140 p.s.i., 225 p.s.i.)

流量範囲：約 400 l/h~100,000 l/h (約 800~200,000 lb/h)

接続方式：フランジ



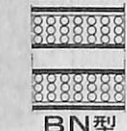
M 型

この型式は数本のサンロッド伝熱面を 1 個の外胴内に組入れ製作されています。スタッドは直立、曲げ両者の組合せになっています。1 基当り油の扱い量はこの型式が最大です。

標準圧力範囲：10kg/cmG~100kg/cmG (140~1,400 p.s.i.)

流量範囲：約 4,000 l/h~300,000 l/h (約 8,000~600,000 lb/h)

接続方式：フランジ



BN 型

コイルチューブの合理的な組合せによって、小型化された特許製品で油質の適用範囲も広く高温上昇に適し、加熱蒸気圧 5 kg/cmG 以上のものに適します。

標準圧力範囲：10kg/cmG~100kg/cmG (140~1,400 p.s.i.)

流量範囲：約 1,000 l/h~100,000 l/h (約 2,000~200,000 lb/h)

接続方式：フランジ

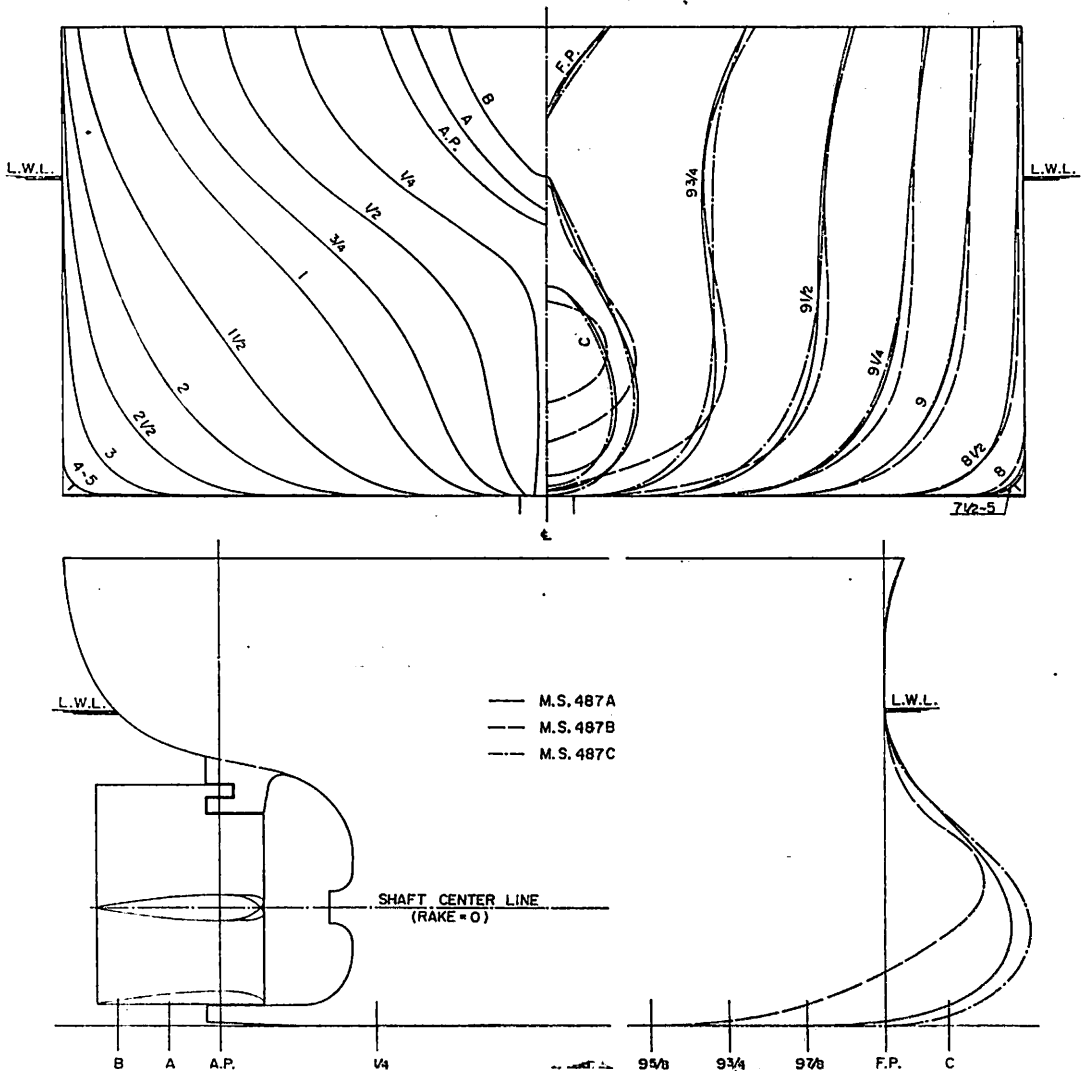
長さ 313 m の油送船の水槽試験例

「船舶」編集室

M.S. 487 A, 487 B および 487 C は載貨重量約 173,700 英トン・垂線間長さ 313.0 m, M.S. 488 A および 488 B は載貨重量約 177,500 トン・垂線間長さ 313.0 m の油送船に対応する模型船で、模型船の長さおよび縮率はそ

れぞれ 7.0 m・1/44.714, 6.8 m・1/46.029 である。

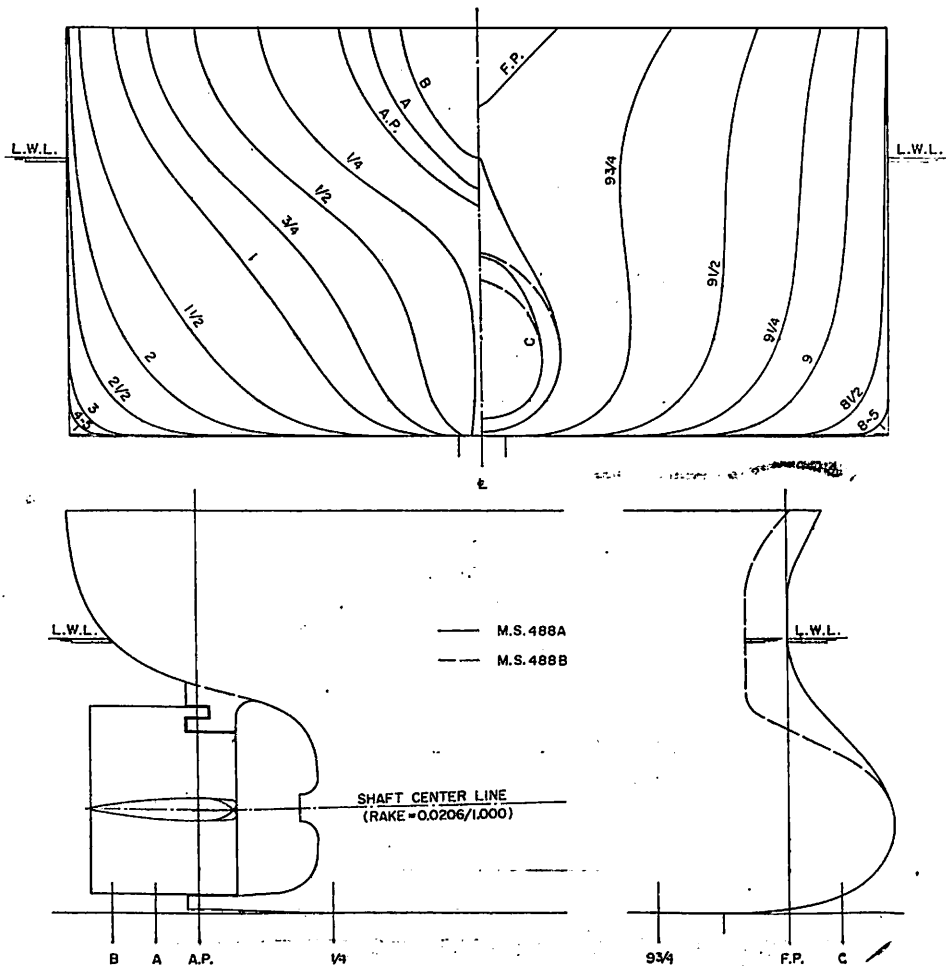
各船の主要寸法等および試験に使用した模型プロペラの要目を、実船の場合に換算して第 1 表および第 2 表に示し、正面線図および船首尾形状を第 1 図および第 2 図



第 1 図 M.S. 487 A, M.S. 487 B および M.S. 487 C 正面線図および船首尾形状

第1表 船体要目表

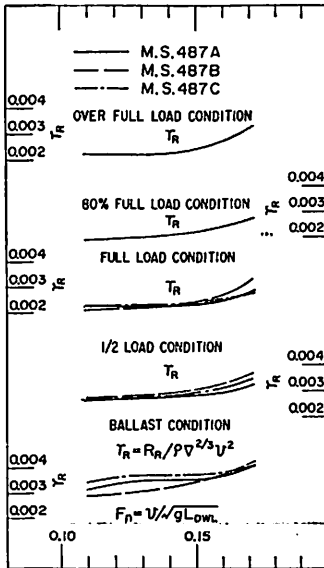
M.S. No.		487A	487B	487C	488A	488B
長さ L_{pp} (m)		313.000				
幅 (外板厚を含む) B (m)		48.200			48.244	
満載状態	喫水 d (m)	16.430			16.530	
	喫水線の長さ L_{DWL} (m)	318.000			317.994	315.508
	排水量 V_s (m ³)	203,370	203,393	203,329	269,131	208,913
	C_B	0.820	0.821	0.820	0.838	0.837
	C_F	0.824			0.842	0.841
	C_M	0.995				
i_{CB} (L_{PP} の%にて 図より)		-3.30			-2.77	
平均外板厚 (mm)		0				
船首形状		突出バルブ				
バルブ	大きさ (船体中央断面積の%)	12.0	8.8	12.3	12.1	9.5
	突出量 (L_{PP} の%)	2.00	1.50	2.31	2.00	
	没水深度 (満載喫水の%)	70.7	55.0	70.7	70.8	
摩擦抵抗係数		シェーンヘル ($\Delta C_F = -0.0004$)				



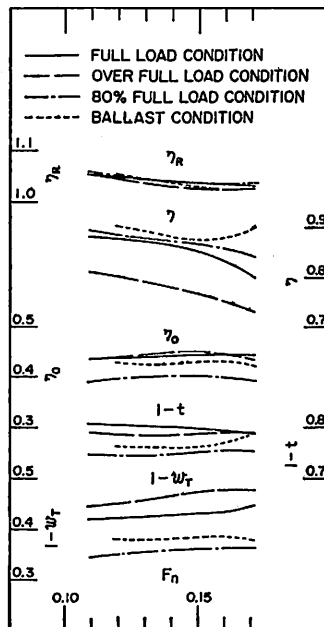
第2図 M.S. 488 A および M.S. 488 B 正面線図および船首尾形状

第2表 プロペラ要目表

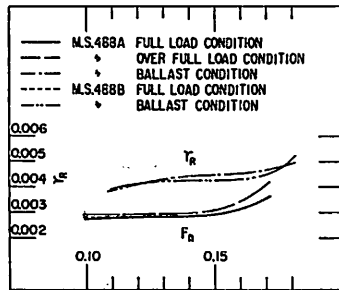
M.P. No.	411	412
直径 (m)	7.816	8.046
ボス比		0.1731
ピッチ (一定) (m)	6.073	6.252
ピッチ比 (一定)		0.777
展開面積比		0.635
翼厚比		0.0460
傾斜角		0°
翼数		6
回転方向		右廻り
翼断面形状		改トルースト型



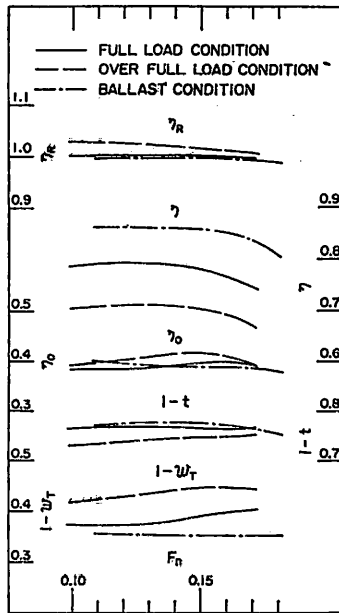
第3図 M.S. 487A, M.S. 487B および M.S. 487C 剰余抵抗係数



第5図 M.S. 487A x M.P. 411 自航要素



第4図 M.S. 488A および M.S. 488B 剰余抵抗係数



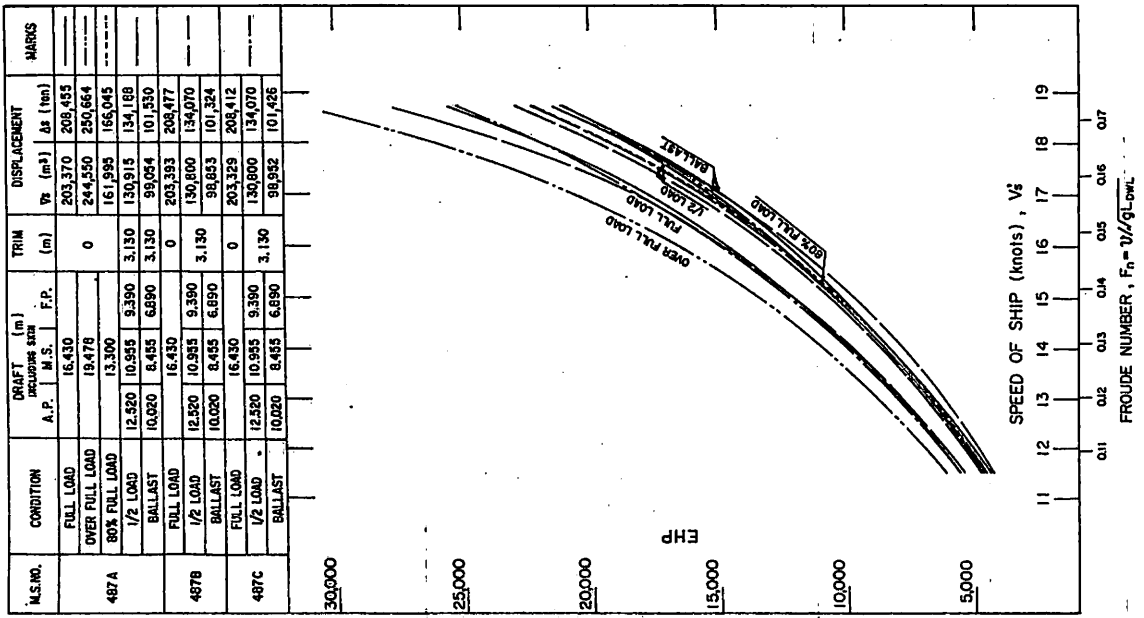
第6図 M.S. 488A x M.P. 412 自航要素

に示す。舵としてはいずれも反動舵が採用された。また、L/B はいずれも約 6.5, B/d はいずれも約 2.9 である。

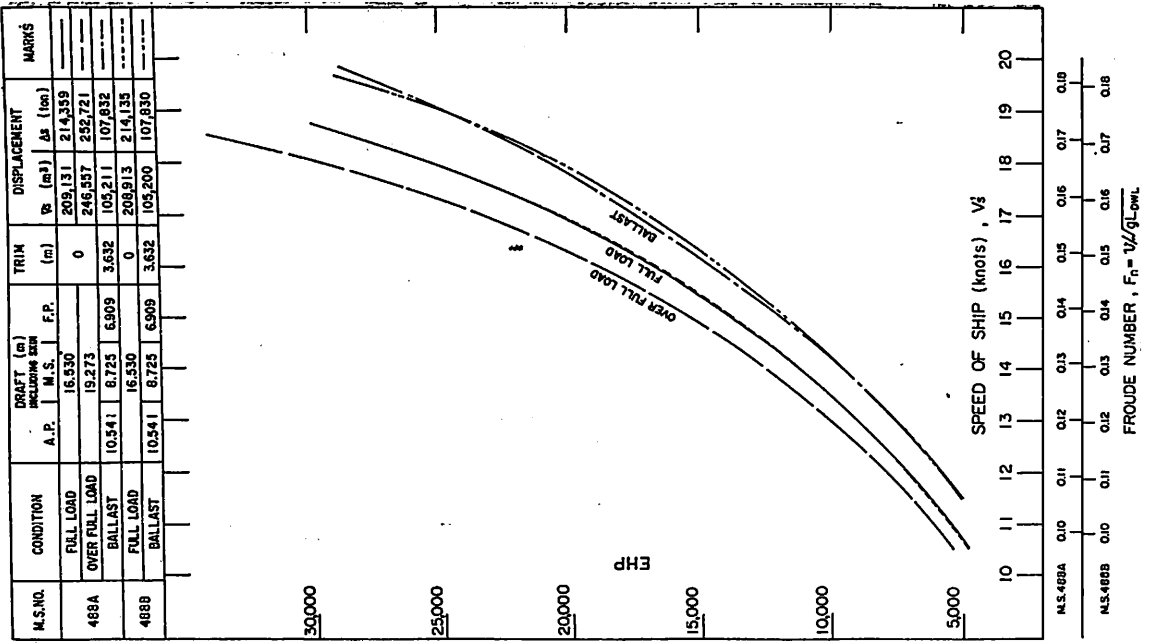
なお、主機としては連続最大出力で M.S. 487 A には 28,000 SHP × 90 RPM, M.S. 488 A には 33,000 SHP × 95 RPM のタービン機関の搭載が予定された。

試験は M.S. 487 A に対しては満載のほか 4 状態の抵抗試験および満載のほか 3 状態の自航試験, M.S. 487 B および M.S. 487 C に対しては満載のほか 2 状態の抵抗試験, M.S. 488 A に対しては満載のほか 2 状態の抵抗および自航試験, M.S. 488 B に対しては満載のほか 1 状態の抵抗試験が実施された。試験により得られた剰余抵抗係数を第 3 図および第 4 図に、自航要素を第 5 図および第 6 図に示す。これらの結果に基づき実船の有効馬力を算定したものを第 7 図および第 8 図に、伝達馬力等を算定したものを第 9 図および第 10 図に示す。

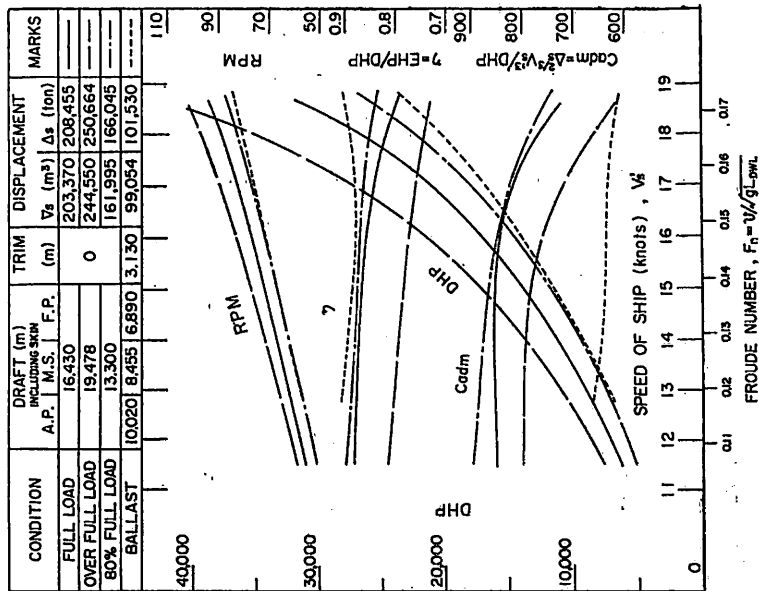
ただし、試験の解析に使用した摩擦抵抗係数はいずれもシェーンヘルのもので、実船に対する粗度修正量 ΔC_F は -0.0004 とした。また、実船と模型船の間における伴流係数の尺度影響は考慮されていない。



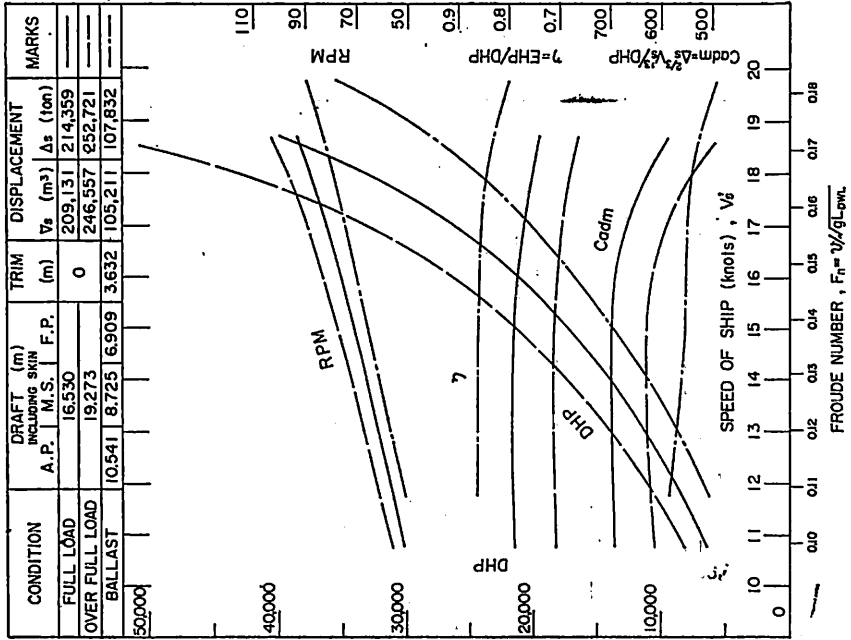
第7図 M.S. 487A, M.S. 487B および M.S. 487C 有効馬力曲線図



第8図 M.S. 488A および M.S. 488B 有効馬力曲線図



第9图 M.S. 487A x M.P. 411 伝達馬力等曲線図



第10图 M.S. 488A x M.P. 412 伝達馬力等曲線図

日本海事協会 造船状況資料

(昭和47年1, 2月分)

表 A 昭和47年2月末現在の建造中および建造契約済の船舶総括表

(100総トン以上)

	国内船				輸出船				総計
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計	
隻数	158	92	188	438	290	171	14	475	913
総噸数	2,871,018	7,349,497	196,054	10,416,569	6,656,445	17,387,550	28,630	24,052,625	34,469,194
総噸別内訳	100以上隻数	10	6	142	158		4	4	162
	500未満総噸数	3,339	2,258	41,409	47,006		830	830	47,836
	500	1	3	11	15	1	2	3	18
	1,000	600	2,697	9,625	12,922	670	1,550	2,220	15,142
	1,000	2	8	10	20	4	1	3	28
	2,000	2,899	15,194	14,700	32,793	7,009	1,200	4,150	45,152
	2,000	19	2	7	28	8	1	9	37
	3,000	55,363	5,998	15,750	77,111	23,175	2,000	25,175	102,286
	3,000	12	2	3	17	4	2	6	23
	4,000	44,389	7,650	9,600	61,639	13,050	7,000	20,050	81,689
	4,000	16	3	5	24	4	1	5	29
	6,000	78,755	13,900	24,170	116,825	21,000	5,600	26,600	143,425
	6,000	13	1	4	18	7	1	8	26
	8,000	86,850	6,300	25,800	118,950	45,350	7,500	52,850	171,800
	8,000	5		6	11	24		24	35
	10,000	46,000		55,000	101,000	229,580		229,580	330,580
	10,000	20			20	65		75	95
	15,000	236,280			236,280	826,670	135,600	962,270	1,198,550
	15,000	17	1		18	58	13	71	89
	20,000	302,004	15,500		317,504	976,500	231,900	1,208,400	1,525,904
	20,000	9			9	41		41	50
	25,000	195,000			195,000	867,700		867,700	1,062,700
	25,000	2	1		3	1		1	4
	30,000	53,000	27,200		80,200	25,800		25,800	106,000
	30,000	9			9	40	1	41	50
	40,000	322,500			322,500	1,372,841	39,000	1,411,841	1,734,341
	40,000	7	2		9	4	2	6	15
50,000	282,800	90,600		373,400	171,900	87,250	259,150	632,550	
50,000	3			3	2	1	3	6	
60,000	155,939			155,939	110,500	54,200	164,700	320,639	
60,000	7	5		12	22	14	36	48	
80,000	463,100	329,800		792,900	1,514,300	963,800	2,478,100	3,271,000	
80,000	6	13		19	5	12	17	36	
100,000	542,200	1,194,500		1,736,700	450,400	1,056,500	1,506,900	3,243,600	
100,000		23		23		37	37	60	
120,000		2,676,700		2,676,700		4,103,400	4,103,400	6,780,100	
120,000		21		21		78	78	99	
160,000		2,726,200		2,726,200		10,224,700	10,224,700	12,950,900	
160,000									
200,000									
200,000		1		1		2	2	3	
240,000		235,000		235,000		470,000	470,000	705,000	
機関別内訳	タービン隻数	5	47		52	5	110	115	167
	PS	283,000	1,655,000		19,38,000	129,000	3,744,400	3,873,400	5,811,400
	ディーゼル隻数	153	45	188	386	285	51	360	746
	PS	2,060,190	619,350	596,880	3,276,420	3,437,930	1,248,000	4,734,380	8,010,800
その他隻数									
PS									

表 B 昭和47年1～2月中に進水した船舶総括表

(100総トン以上)

	国内船				輸出船				総計
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計	
隻数	34	13	66	113	33	4	1	38	151
総 噸 数	262,411	579,892	39,454	881,757	632,308	308,800	850	941,958	1,823,715
100以上 隻数	2	1	57	60					60
500未満 総噸数	398	499	17,666	18,563					18,563
500	1	2	4	7			1	1	8
1,000	600	1,698	3,678	5,976			850	850	6,826
1,000		3	2	5	2			2	7
2,000		5,997	3,060	9,057	3,310			3,310	12,367
2,000	6	2	1	9	4			4	13
3,000	17,734	5,998	2,200	25,932	11,978			11,978	37,910
3,000	3		1	4	2			2	6
4,000	11,290		3,350	14,640	7,100			7,100	21,740
4,000	5			5	2			2	7
6,000	24,989			24,989	10,800			10,800	35,789
6,000	5			5	1			1	6
8,000	35,300			35,300	6,000			6,000	41,300
8,000	1		1	2	1			1	3
10,000	9,900		9,500	19,400	9,590			9,590	28,990
10,000	6			6	10			10	16
15,000	67,100			67,100	121,830			121,830	188,930
15,000	4			4	3	1		4	8
20,000	75,000			75,000	49,800	17,700		67,500	142,500
20,000	1			1	1			1	2
25,000	20,100			20,100	20,600			20,600	40,700
25,000									
30,000									
30,000					3			3	3
40,000					104,500			104,500	104,500
40,000					1			1	1
50,000					40,000			40,000	40,000
50,000									
60,000									
60,000					1			1	1
80,000					65,800			65,800	65,800
80,000		1		1	2	2		4	5
100,000		89,000		89,000	181,000	176,100		357,100	446,100
100,000		2		2		1		1	3
120,000		234,200		234,200		115,000		115,000	349,200
120,000		2		2					2
160,000		242,500		242,500					242,500
160,000									
200,000									
200,000									
240,000									
240,000									
機関別内訳	タービン 隻数		4	4	2	2		4	8
	PS	140,000		140,000	52,000	51,000		103,000	243,000
	ディーゼル 隻数	34	9	66	109	31	2	34	143
	PS	295,090	51,700	148,320	495,110	273,530	41,600	317,330	812,440
	その他 隻数								
	PS								

表 C 昭和47年1～2月中に竣工した船舶総括表

(100総トン以上)

	国内船				輸出船				総計
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計	
隻数	29	13	57	99	30	7	4	41	140
総 噸 数	392,136	353,916	19,491	765,543	448,417	656,590	4,455	1,109,462	1,875,005
100以上 隻数		2	53	55			1	1	56
500未満 総噸数		698	15,328	16,026			455	455	116,481
500	2	7	3	12			1	1	13
1,000	897	6,684	2,393	9,974			850	850	10,824
1,000			1	1			1	1	2
2,000			1,770	1,770			1,150	1,150	2,920
2,000	3	1		4	1		1	2	6
3,000	8,735	2,983		11,718	2,990		2,000	4,990	16,708
3,000	3			3	4			4	7
4,000	9,686			9,686	14,897			14,897	24,583
4,000	7			7	1			1	8
6,000	34,264			34,264	4,957			4,957	39,221
6,000	3			3					3
8,000	21,406			21,406					21,406
8,000					3			3	3
10,000					29,426			29,426	29,426
10,000	3			3	12			12	15
15,000	32,561			32,561	150,538			150,538	183,099
15,000	3			3	5	1		6	9
20,000	56,815			56,815	88,149	17,700		105,849	162,664
20,000	1			1	2			2	3
25,000	20,356			20,356	45,159			45,159	65,515
25,000									
30,000									
30,000	2			2					2
40,000	67,447			67,447					67,447
40,000									
50,000									
50,000	1			1	2			2	3
60,000	51,085			51,085	112,301			112,301	163,386
60,000						1		1	1
80,000						63,200		63,200	63,200
80,000	1	1		2		1		1	3
100,000	88,884	96,760		185,644		85,300		85,300	270,944
100,000		1		1		1		1	2
120,000		117,575		117,575		103,290		103,290	220,865
120,000		1		1		3		3	4
160,000		129,216		129,216		387,100		387,100	516,316
160,000									
200,000									
200,000									
240,000									
タービン 隻数	1	2		3		3		3	6
PS	80,000	70,000		150,000		52,800		52,800	202,800
ディーゼル 隻数	28	11	57	96	30	4	4	38	134
PS	286,030	51,650	92,340	430,020	294,880	135,400	11,400	441,680	871,700
その他 隻数									
PS									

NKコーナー



貨物船の肋骨下端部の検査について

最近船齢約15年の2隻の船が、航行中に肋骨下端部を折損、倉内に浸水するという重大事故を生じた。老齢船のこの種の損傷について、NKでは従来から検査員に注意を与えていたが、今回さらにこの種の事故を防止するため、次の要領によつて肋骨下端部の検査を精密に行なうことになった。

1. 船齢10年以上の船の第一種中間検査においては、少なくとも片舷2個所のリンバーポートを取りはずしセメントチェックを取除いて、肋骨と外側肘板の固着部を入念に検査する。現状不良の箇所を発見したときは、点検の範囲を拡げる。
2. 第一次第三種定期検査においては、肋骨の全数につき、リンバーボードを取はずし、セメントチェックを取除いて、肋骨と外側肘板の固着部を入念に検査する。

総点検船の追跡調査について

昭和45年に鉱石船および鉱油兼用船69隻ならびに20次タンカー14隻について点検を実施したが、その後2年を経過した今日、点検当時補修あるいは補強を行なつた箇所について、補修、補強の効果がどの程度あつたか、その後新たに損傷が発生したとすれば、その発生状況はどのようなものか、またその後の衰耗状況がどうなつていくか等について調査を行ない、大型船の損傷発生および衰耗進行の時間的推移を知り、今後の検査に役立てることとするため、上記83隻の船について、今後3年ないし4年の間、定期的検査を行なつた場合には、次のように追跡調査をすることとした。

すなわち、従来大型船の定期的検査においては、特に

1. 第二種中間検査では、船首尾タンクおよび代表的専用バラストタンクの内検を行なう。
2. 第一種中間検査では、別記1に加えて、船尾側からそれぞれ1個の貨物油タンクまたは船倉を任意に選定して、内検を行なう。
3. 定期検査では、鋼船規則で衰耗に関する検査が明記されていない種別の定期検査でも、内検を行なうタンク特に専用バラストタンクについては、部材の衰耗状況を注意して検査し、必要に応じて衰耗量を計測することとなつているが、前記の点検船については、この検査結果と、45年の総点検結果と比較できるように、以下各項に留意するものとする。

1. 中間検査で内検を行なうタンクを選ぶ際は、できるだけ総点検を行なつたタンクの中から選定すること。
2. 総点検を行なつたタンクについて内検を行なつた場合は、総点検時の検査成績と比較しやすいように、総点検時に作成したのと同様に、リングごとの損傷図を作成すること。
3. 定期検査で板厚計測を行なう場合は、総点検で板厚計測を行なつた箇所から選ぶように考慮すること。この場合、板厚計測は、総点検時の計測にならつて行なうこと。

船舶の自動制御、遠隔制御に関する細則の一部改正について

船舶の自動制御、遠隔制御に関する細則の一部が改正され、2月23日から実施することとなり、その内容については、造船所その他の関係者に通知された。今回の改正は、大型ボイラの自動制御および蒸気タービン船の無人化海上試運転の主ボイラの試験方法について行なわれ、その経緯および要旨は、次のとおりである。

1. 5・2・2（「自動化細則」の条文番号を示す。以下同じ）
従来の5・2・2では、ディーゼルタンカーの2ドラム式大型ボイラに対しても、制御室からバーナの点火、消火ができるよう規定していたが、荷油ポンプなど関連機器の自動化が十分でない段階では、ボイラの燃焼装置のみ自動化しても省力化の利点が少ないので、主ボイラに限ることとした。

2. 7・8・6
蒸気タービンコンテナ船で、2台の発電機を常用するものが現われたので、ブラックアウト試験にこれを追加規定した。

3. 7・8・7
主ボイラのA.C.C.に関して3種類の故障を想定し、試験方法が定められていたが、ボイラに対して過酷な試験を何回も実施することは、できる限り避けたいという製造所の要求と、従来のバーナへの燃料供給を最大にしたときの試験と、A.C.C.の機能を止めた状態で主機を危急停止する試験を行なつたときの現象が過熱蒸気圧力の上昇という同一結果になることを考慮して、バーナへの燃料供給を最大にしたときの試験を廃止した。

昭和46年版鋼船規則改正解説の配布について

昭和46年12月1日から改正実施した鋼船規則軸系関係改正の解説が、このほど造船所その他の関係者に配布された。

この改正規則は、軸径が200mm以上の第1種のプロペラ軸について、抜き出し検査の間隔を、原則として、現行どおり3年とし、別に定める精密な検査およびプロペラの取付け条件の確証試験に適合したものについてのみ、この間隔を4年とすることを定めたものである。

セイロン政府から権限付与する

NKはかねてから、セイロン政府に対し、セイロン国籍船に対する検査の実施と各種証書の発給に関する権限の付与方を申請中であつたが、このほど1972年2月9日付けで同国政府からその権限を付与された。

昭和46年度造船工事状況

47. 4. 10 船舶局

1. 受注実績 (第1表参照)

新造船建造許可実績

国内船	285隻	7,742千総トン (1.88)	6,571億円 (2.00)
輸出船	114	7,223 〃 (0.57)	7,336 〃 (0.64)
		[2,092百万ドル]	
合計	399	14,965 〃 (0.90)	13,907億円 (0.94)

(注) 1. () 内は対前年度比を示す。

2. 昭和46年12月20日以前建造許可を受けたドル建契約の円換算については1ドル=360円で、同日以後のそれは1ドル=308円で計算してある。

昭和46年度の新造船受注量は史上最高であった前年度(602隻, 16,675千総トン, 1兆4,789億円)に次ぐものである。国内船受注量は対前年度比はほぼ2倍になったにも拘らず、輸出船は約半分に激減した。

(1) 国内船受注の特色

- 36年度以来10年振りに国内船受注量が輸出船受注量を上回った。
- 計画造船、自己資金船の受注量はそれぞれ42隻, 3,843千総トン(対前年度トン数比1.43)243隻, 3,900千総トン(対前年度トン数比2.73)であった。計画造船の受注量のうち、28次計画造船の予約量は16隻, 1,570千総トンである。
- 20万重量トン以上の超大型油槽船(VLCC)の受注量は31隻, 3,946千総トンで前年度のほぼ3倍強となった。このうち自己資金船のVLCCはわが国初の47万重量トン1隻を含め計13隻, 1,741千総トンに達した。
- カーブエリーの発注が活発で18隻, 134千総トンを受注した。

(2) 輸出船受注の特色

- 世界景気の停滞、国際通貨不安等を反映し、輸出船受注量は前年度トン数比57%と激減した。
- VLCCの受注量は47隻, 5,815千総トンで対前年度トン数比15%増であった。
- 油槽船受注量はほぼ前年度並であったのに対し、貨物船は対前年度トン数比11%と激減した。
- 円建契約が普及し、95隻6,996千総トン7071億円に達し、全輸出船受注量に占める比率は総トン数、金額でそれぞれ97%、96%となった。

2. 工事实績 (第2表参照)

(1) 主要造船所30工場新造船進水実績

国内船	74隻	4,636千総トン (1.36)
輸出船	158〃	6,606 〃 (1.01)
合計	232〃	11,242 〃 (1.13)

(注) () 内は対前年度比を示す。

進水実績は従来の最高であった45年度を13%上回っている。

なお、ロイド統計によると46年のわが国進水量は、11,992千総トンで世界全体の48%を占めており、連続16年間世界一である。

(2) 工場別進水実績

- 三菱長崎 10隻 1,211千総トン
 - 石播呉 8〃 890 〃
 - 川崎坂出 6〃 701 〃
 - 三井千葉 6〃 664 〃
 - 日立堺 5〃 621 〃
 - 佐世保 7〃 613 〃
- 30工場計 232〃 11,242 〃

3. 新造船手持工事量 (第3表参照)

主要造船所30工場の新造船手持工事量は合計で439隻, 28,241千総トンで、従来最高であった46年3月末現在を上回ったが、伸び率は前年同期比10%と鈍化した。

なお、ロイド統計によると46年12月末現在のわが国手持工事量は34,053千総トンで世界全体83,660千総トンの41%を占めている。

第1表 昭和46年度新造船建造許可実績

区分	隻	総トン数		対前年度契約船価		対前年度	
		(千トン)	対前期比	(億円)	対前期比		
国内船	貨物船	189	3,561				
	油槽船	76	4,034				
	客船	20	147				
	計	285	7,742	1.88	6,571	2.00	
輸出船	貨物船	50	776				
	油槽船	62	6,437				
	客船	2	10				
	計	114	7,223	0.57	7,336	0.64	
合計	399	14,965	0.90	13,907	0.94		

(注) 1. 兼用船は貨物船として集計してある。

第2表 昭和46年度新造船工事实績

区分	起工		進水		竣工	
	隻	総トン数 (千トン)	隻	総トン数 (千トン)	隻	総トン数 (千トン)
国内船	71	4,852	74	4,636	69	3,961
輸出船	160	6,838	158	6,606	157	6,866
合計	231	11,690 (1.21)	232	11,242 (1.13)	226	10,827 (1.19)

(注) 1. 主要造船所30工場を対象とする。
2. 500総トン以上のすべての商船を対象とする。
3. () 内は対年度比を示す。

第3表 昭和47年3月末現在新造船手持工事量

区分	隻	総トン数 (千トン)
国内船	76	6,114 (1.77)
輸出船	363	22,127 (1.00)
合計	439	28,241 (1.10)

(注) 1. 主要造船所30工場を対象とする。
2. 500総トン以上のすべての商船を対象とする。
3. () 内は対前年同期比を示す。

昭和47年2月分建造許可船舶集計

国内船(2月分)(合計16隻, 767,996 G.T., 1,403,300 W.T.)

47. 3. 1 船舶局造船課

造船所	船番	注文者	用途	G.T.	D.W.	L×B×D×d	主機	航海 速度力	船級	竣工 竣工
石播相生	2309	飯野海運 海祥海運	油	90,600	177,000	279.60×44.50×24.70×18.88	IHI Sulzer D.32,000×1	15.9	NK (Mo)	48.12 上
波止浜造船	311	オーシャン・ フェリー	貨客	7,000	2,750	127.00×23.40×7.30×5.20	IHI D. 9,540×2	22.0	—	47.10 中
旭洋造船 鉄工	238	東京商船	特(冷) 貨運	2,600	3,500	96.00×14.60×7.70×6.40	神発 D. 4,500×1	15.25	NK	47.6 末 林兼より 下請
鋼管鶴見	900	大阪商船三井船 船・新栄船船	貨(鮎)	90,000	159,500	280.00×47.00×23.60×17.00	住友 Sulzer D.29,000×1	15.05	◇	48.4 上 28 次
三菱長崎	1726	三光汽船	油	139,500	257,000	322.00×53.60×27.10×20.00	三菱 T.38,000×1	16.0	◇	49.1 下
◇	1727	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	49.9 下
◇	1728	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	49.11 下
栗之浦ドック	91	三瓶海運	貨	3,999	7,000	101.80×17.00×8.60×7.10	阪神 D. 4,500×1	12.6	◇	47.5 末
笠戸船渠	269	宇部興産	貨(セ メント)	13,950	20,700	152.50×24.40×13.30×9.00	宇部 UEC D.12,150×1	16.0	◇	47.9 末
日立堺	4349	三光汽船	油	122,500	235,000	310.00×53.00×25.00×19.35	日立 UA T.36,000×1	15.7	NK (Mo)	48.2 末
来島どつく (宇和島)	716	大東海運	貨	3,150	5,950	94.00×16.00×8.20×6.80	神発 D. 3,800×1	12.5	NK	47.6 中
宇和島造船	717	三菱商事	◇	2,999	5,950	94.00×16.00×8.20×6.80	赤坂 UET D. 3,800×1	12.5	◇	47.6 末 来島どつく より下請
西造船	141	浅岡汽船運 小山海運	◇	2,999	6,000	96.00×16.20×8.20×6.70	伊藤 D. 3,400×1	12.5	◇	47.5 下
高知重工	746	大盛丸海運	貨(冷) 運	4,500	5,700	115.00×17.50×9.30×6.70	神発 D. 6,200×1	15.5	◇	47.10 末
浅川造船	205	興洋海運	油	1,999	3,900	87.00×13.80×6.80×6.00	ダイハツ D. 1,600×2	12.0	◇	47.5 末
渡辺造船	144	仁勇海運	貨	3,200	6,250	97.95×16.30×8.15×6.70	阪神 D. 3,800×1	12.2	◇	47.5 中

輸出船(2月分)(合計369,000 G.T., 813,200 D.W.)

造船所	船番	注文者 注文者の国籍	用途	G.T.	D.W.	L×B×D×d	主機	航海 速度力	船級	竣工 竣工
住友追浜	1014	(1) リベリア	油	121,500	267,000	324.00×54.40×26.90×20.96	住友 STAL LAVAL T.38,000×1	15.7	AB	49.3 下
◇	1015	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	49.5 下
◇	1018	(2) ◇	◇	◇	272,000	◇	◇	16.1	◇	50.5 中
渡 辺	143	(3) 英国(香港)	貨	3,300	6,200	97.95×16.30×8.15×6.70	神発 D. 3,800×1	12.5	BV	47.3 下
福 岡	1009	(4) ニューギニ ヤ	油 (LPG)	1,200	1,000	63.00×10.80×5.00×4.60	ウスキダイ ハツ D. 1,000×2	◇	AB	47.9 下

註文者: (1) Mobil Shipping and Transportation Company (2) Ogden Sungari Transport, Inc.
(3) Eastern Prime Line Ltd. (4) Liquefied Gas Carriers Pty., Ltd.

業界ニュース

“太陽と海の祭典”第11回東京ボートショー

“太陽と海の祭典”とうたつた第11回東京ボートショーが、日本舟艇工業会主催のもとに、東京・晴海で3月16日から20日まで開催された。

参加社は年々ふえる一方で、今年は91社267隻の出品。カラフルなモーターボートやヨットが2カ所の会場いっぱい展示され早くもここでは夏をさき取りましたようなムード。

ことしの特長は、スポーティタイプの高速艇、キャビン付クルーザーに人気が集まり、中型艇も充実していた。それに外国メーカーも大挙して進出しているのが目立った。色はこれまでのアイボリーホワイト一辺倒から、ライトブルー、



会場風景

レッド、オレンジとはなやかになってきた。会期中は、ラジコンボート競技会、水着ファッションショー、船のガラクタ・チャリティーなど催しものも多彩。昨年は入場人員7万2千人を動員したが、今年は10万人を越した。日本のモーターボート、ヨット界は、毎年50%の伸びを示し、海洋レジャーの人気は高まる一方である。

古野電気、全米船用電子機器協会から表彰される

古野電気株式会社（西宮市芦原町9番52号）は、このたび全米船用電子機器協会より、音響測深機部門における1971年度最優秀商品メーカーとして表彰された。わが国において同協会から表彰されたのは古野電気が始めてである。

この対象となつたのは、同社が1964年に開発した輸出用音響測深機 F-850、F-860 シリーズで、現在まで8年間に全世界を市場として多数の船舶に採用されている代表的な音響測深機である。

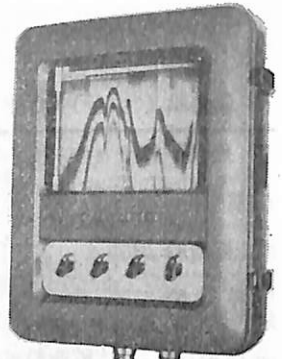
F-850 シリーズ

大型タンカー、コンテナ船などに装備して海底までの深度、状況を記録する音響測深機である。特に記録紙幅が20cmもあり（一般には15cm幅）、水深、海底状況が詳細にわかる大型記録器を採用している。

外国では、漁船に装備して高級魚群探知機としても利用されている。

F-860 シリーズ

本シリーズは、タンカー、コンテナ船などでは音響測深機として、漁船においては高級魚群探知機として利用されている。記録紙幅は15cmの標準型であるが、モーター制御回路は回転数が一定の特殊モーターを使用し、精度の高い記録が得られるようになっている。



F-850

金指造船、三河臨海第4区購入契約

金指造船所（清水市三保491-1）は3月24日愛知県との間に豊橋市大崎町地先の三河港臨海工業地帯大崎第4区、面積428,672平方メートルの買収契約に正式調印した。価格は約30億2千万円。計画によると、同社は7月から豊橋造船所第1期建設に着手、10万総トンドック1基の建設を目ざし、50年7月から操業する予定である。

当初は5万総トン級の船を年間4隻新造することになっている。投下資金は129億円で、従業員は操業時1,500名、第1期工事終了時で2,500名とするが、このうち7割程度は地元から採用する。また外注依存度を50%見込み、地元の下請企業および関連企業との連携を強めたとしている。

関西汽船、フェリー業界協調に注力

「戦国時代」を迎えたカーフェリー業界の中で、大手の関西汽船は競合するフェリー会社との共同事業化を積極推進し始めた。業界協調は過当競争をさげ、各社安定経営とサービス向上を促進するうえで大きな課題となつているが、同社では関係当局の行政指導にさがかけて共同配船や運賃プール制など自主的に体制整備をはかる方針である。

モーターゼーションの波に乗って、カーフェリー業者は先発、後発が入乱れて新航路開設や増便が相つぎ、ことに瀬戸内海のフェリーラッシュは激烈で、この海域をおもな営業区域とする関西汽船も他社フェリーとの競合が複雑化している。

同社ではすでに高松航路で加藤汽船と船型の統一、共同配船、共同PRを行い、徳島航路で共同汽船、共正海運の三社で全面的なジョイントサービスを実施しているが、泉大津一志筑航路でも南海中央フェリーと相互代理店契約、共同配船、船型統一、運賃プール制などで提携、目下徳島フェリーとのジョイントサービス交渉を進めている。

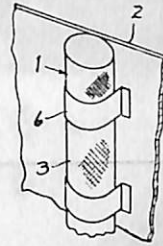
特許解説

スラリートンカー（特許出願公告昭47-2906号，発明者，鈴木英男，出願人，三井造船株式会社）

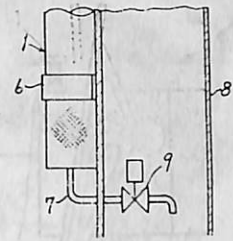
従来，鉄鉱石は採掘されると山元から陸上輸送により港に送られ，そこで船積されるのが普通であつたが，山元の近くに適当な積出港がない場合にはスラリーとして山元からパイプ輸送し，そのまま船に沖積するという形が採られる場合もあつた．そこで鉄鉱石スラリーのようなもの場合，その後処理のために航行中にスラリー内の水抜きをしておくことが経済的であつた．

この発明は，上記の点に鑑み船上における水抜き装置を備えたスラリートンカーを提供せんとしたものである．

図面について説明すると，船体のスラリートンク2の外側にはバラストタンク8が形成され，そのスラリートンク2の側壁に除水管1が垂直に帯金6により取り付けられ，その下端は管7によつてバラストタンク8に通ずるようになつている．除水管1は細長い筒状をしていて断面丸，四角等に形成され，特定の形に作られた枠組が製作され，外側に瀝材3が取り付けられて構成されている．瀝材3として素焼，不銹鋼粉末冶金による多好板と不銹鋼，青銅の金網等があり，スラリー成分の粒子の大き



第2図



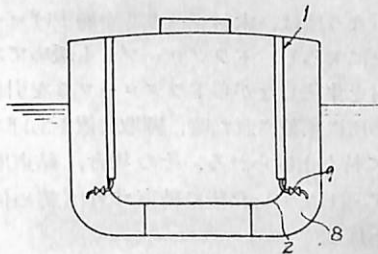
第3図

さによつて決定される．また，管7には遠隔操作弁9が設けられている．そこで，スラリートンク2内のスラリーの水分は除水管1内に排出され，その除水管1に溜つた水分は管7を通じてバラストタンク8に排水される．さらにスラリー中に水分を残しておきたい場合には遠隔操作弁9を適当な時期に閉じておくようになつている．バラストタンク8内の水は船内装備のバラストポンプで船外に放出されることはいうまでもない．

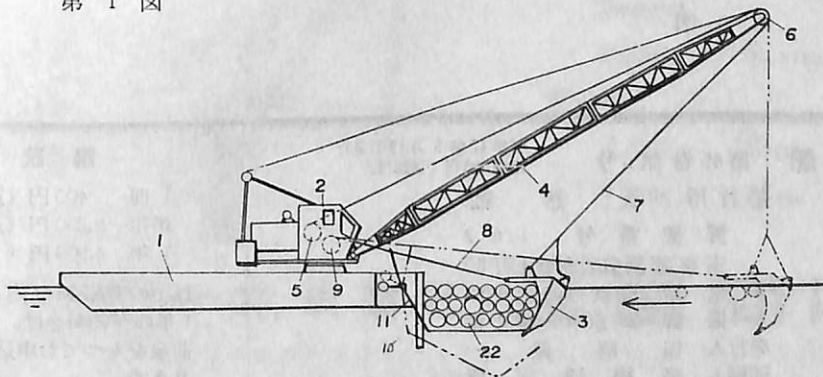
木材集積船（特許出願公告昭47-7115号，発明者，両角常美，外2名，出願人，株式会社神戸製鋼所）

従来，水面上に散在して浮遊している木材は作業員がとび口で木口を並べ整列して筏を組む作業を行なつていたが，その作業は足場などが悪く作業員は危険にさらされていた．そこでこの発明では上記の点を改良して，作業能率が良く，かつ作業員の危険を排除した台船上に旋回可能なブームを有する運転台を設け，ブームの先端を介して一端を巻上げドラムに巻き掛け，他端を海面に浮遊し，木材を集積するのに都合のよい形状をした熊手状のもの（以下，木材用レーキとする）に固着した巻上げロープと，一端をドラグドラムに巻き掛け他端を前記木材用レーキにドラグロープを有し，ブーム直下の船側に集積した木材を筏組する際に木材下の海中にワイヤーを通す縄取装置を設けた木材集積船を提供したのである．

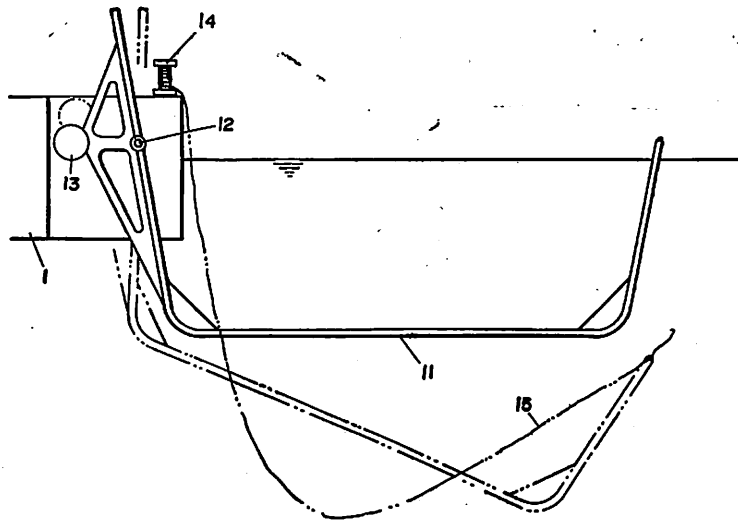
図面について説明すると，台船1上にターンテーブル



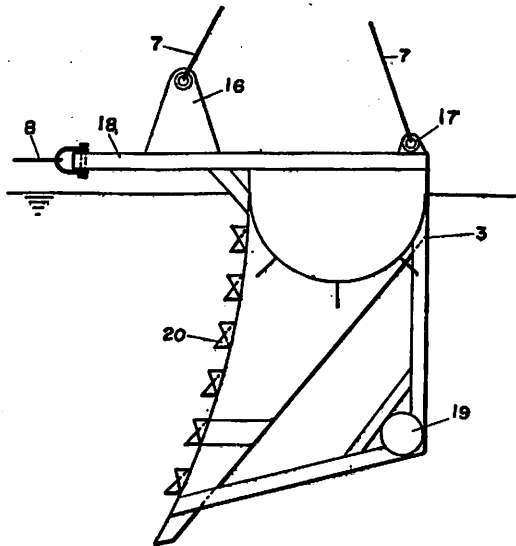
第1図



第1図



第 2 図



第 3 図

を介して台船 1 に対して旋回可能な運転台 2 が設けられ、その運転台 2 は巻上げドラム 5、ドラグドラム 9 およびこれを駆動する原動機が内装されている。また運転台 2 の前端にはブーム 4 が起伏自在に枢着されており、一端が巻上げドラム 5 に巻き掛けられ、他端が木材用レーキ 3 のブラケット 16、17 に連結された巻上げロープ 7 がブーム 4 の最先端に装着されたシーブ 6 を介して張設されている。ドラグロープ 8 は一端がドラグドラム 9 に巻き掛

けられ、他端が木材レーキ 3 のドラグアーム 18 に連結されている。さらに台船 1 のブーム 4 下船首に繩取装置が設けられ、この繩取装置は U 字型のリンク 11 がピン 12 で揺動自在に取り付けられ、船首で軽く操作できるように重錘 13 とを有している。リンク 11 の先端には結束用ワイヤー 15 が取り付けられ、船上の結束用ワイヤードラム 14 に巻きつけられている。符号 10 は受棒で、木材の船底への移動を防止するものである。そこで、木材集積を行なうには、木材レーキ 3 を巻上げロープ 7 を緩めて海上におろし、ドラグロープ 8 も緩めて木材レーキ 3 で木材を集積しながらドラグロープ 8 を引き寄せ、繩取装置の所に集積された時、繩取装置をあげると木材 22 は海上に持ち上げられる。その場合、結束用ワイヤー 15 を下に通しておいた後に結束すれば締め付け役が組み上げられる。

(安部 弘教)

船 舶 第 45 卷 第 5 号

昭和 47 年 5 月 12 日発行
定価 400 円 (送 28 円)

発行所 天 然 社

郵便番号 1 6 2

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 高 橋 活 版 所

購 読 料

1 冊 400 円 (送 28 円)

半年 2,250 円 (送料共)

1 年 4,500 円 (〆)

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ってお申込みの方に限ります



THOMAS MERCER

— ENGLAND —

一世紀にわたる…
輝く伝統を誇る!

ESTABLISHED - 1858 -

全世界に大きな信用を博す!
英国・トーマス・マーサー製

マリン・クロノメーター

デテント式正式クロノメーター

二日巻・八日巻・検定保証書付(温度補正書・等時性能書・日差書付)



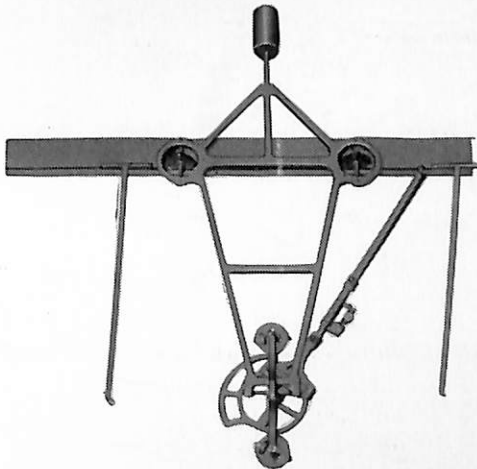
マリン・クロック

八日巻・デテント式正式クロノメーター
8時(200%)真鍮ラッカー
仕上 ダイヤルは白色エナ
メル仕上

総代理店 村木時計株式会社

東京都中央区日本橋江戸橋3の2 TEL(272) 2971(代表) 〒103
大阪市南区安堂寺橋通2-42 TEL(262) 5921(代表) 〒542

世界の水準をいく玉屋のINTEGRATOR



○精度は定評があります。

○使いやすく能率的です。

下記の三項目を測定し計算できます。

Area $\int Y dx = A$

Moment $\frac{1}{2} \int Y^2 dx = M$

Moment of Inertia $\frac{1}{3} \int Y^3 dx = I$

測定範囲

X方向 155 cm

Y方向 68 cm

登録 商標 株式会社 玉屋商店

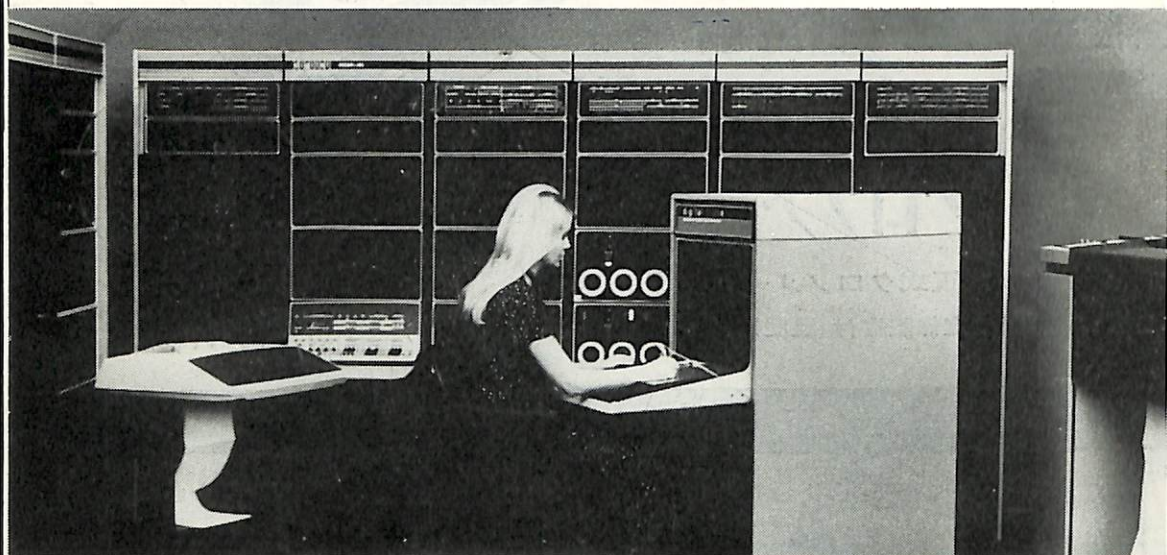
本社 東京都中央区銀座4-4-4
(和光裏通り)
支店 大阪市南区順慶町4-2
工場 東京都大田区池上2-14-7

電・(561) 8 7 1 1 (代表)

電・(251) 9 8 2 1 (代表)

電・(752) 3 4 8 1 (代表)

Introducing GRAPHIC-15



グラフィックシステムをお探しですか？

DECにおまかせ下さい。

世界のDECが自信をもって

GRAPHIC-15をお勧めいたします。

- FORTRAN言語により使用できます。
- ソフトの豊富な18ビットマシンPDP-15を使用しています。
- ハードでベクトルおよびキャラクターを発生させるため高速です。
- 他のDEC製品同様COST/PERFORMANCEが抜群です。

DIGITAL EQUIPMENT CORPORATION INT.
東京都港区西麻布1-2-7(第17興和ビル) ●電話 404-5894-6

株式会社 理経 ●営業部輸入第三課
東京都港区西新橋1-18-14小里会館 ●電話 591-5241(代)

digital

保存委番号：
221043

雑誌コード 5541-5

船舶 第四十五卷 第五号
昭和五十七年三月二十日 第三種郵便物認可
昭和四十七年五月七日 印刷
昭和四十七年五月十二日 発行 (毎月一回)

編集発行 兼印刷人 東京都新宿区赤坂下町五〇番地
田岡健一
印刷所 高橋活版所

定価 四〇〇円

発行所

天 然 社
東京都新宿区赤坂下町五〇番地
(郵便番号 一六二)
振替・東京七九五六二番
電話東京(03)一九〇八番

資料請求券
船舶
5