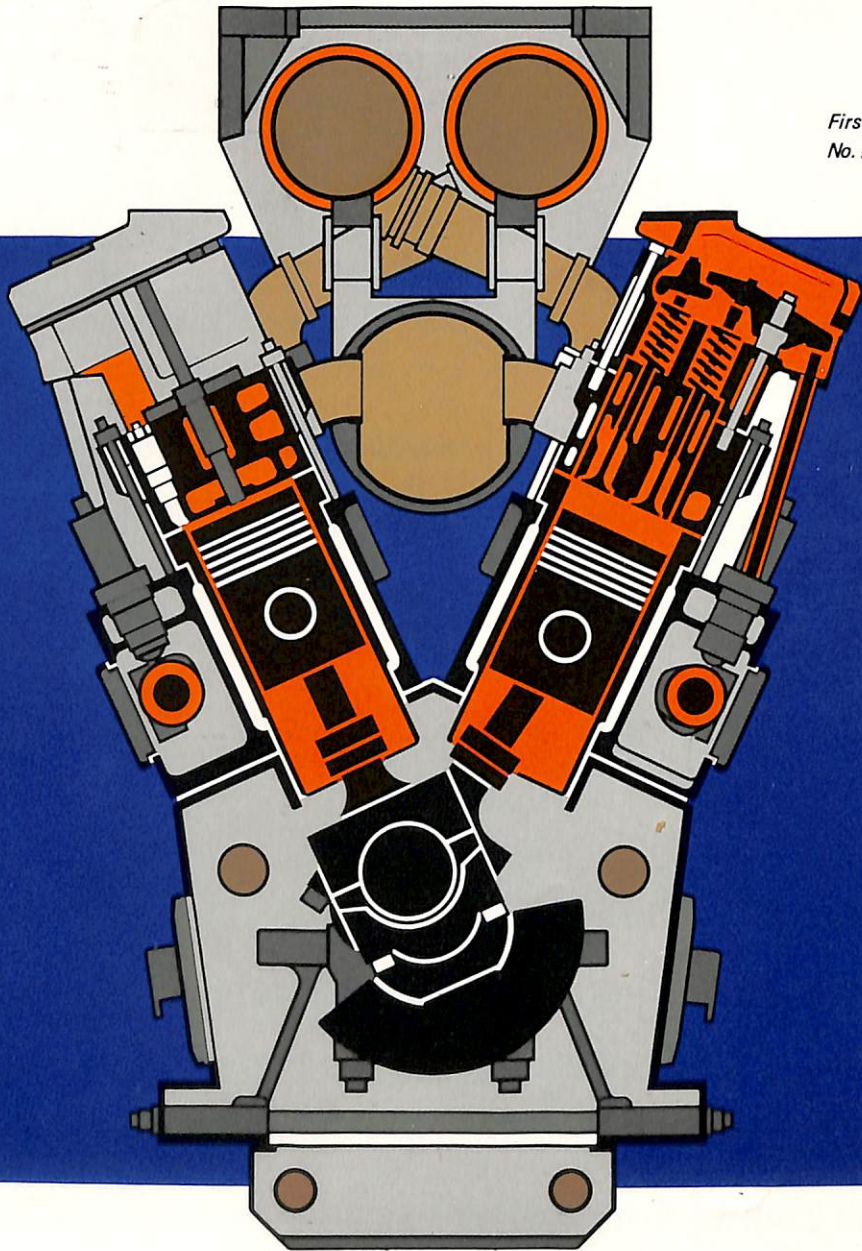


2

SHIP BUILDING
& BOAT ENGINEERING

船舶

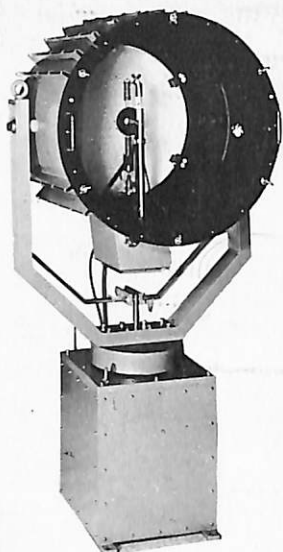
First Published in 1928
No. 533



V65/65 4サイクル ディーゼル機関

M·A·N (JAPAN) LTD.

世界的水準をはるかに抜く明るさ!!



光の王様・ボタンひとつで方向自在! ●特許3件●特許出願中3件●実用新案3件●意匠登録済●

高性能 **JET** キセノン探照燈

この探照燈はキセノンランプを光源としたキセノン探照燈に、リモコン装置を備えた製品です。この探照燈は、三信の長年の経験と技術を結集し開発した、世界的にも他に類のない高性能リモコン式キセノン探照燈です。

形式	ランプ容量	最大光柱光度	照射距離	定格電圧・周波数
RCX-40	(呼称) 1 kW	3000万cd	10km	A.C 220V 1 φ 50/60Hz
RCX-60A	(呼称) 1 kW	6500万cd	12km	A.C 220V 1 φ 50/60Hz
RCX-60B	(呼称) 2 kW	8000万cd	13.5km	A.C 220V 3 φ 50/60Hz



ハロゲンランプ式 ●日・米・英特許および意匠登録出願中

小形リモコン探照燈

この探照燈は、10cm回転放物面形反射鏡と55Wハロゲンランプ2個とを組合せ、更にふ仰および旋回がリモートコントロールできるようにした探照燈です。

燈体はアルミニウム合金鋳物を使用し、燈体部の構造は全閉式完全防水になっております。

船舶の特殊条件に安心してご使用できるよう、十分な安全率を考慮した設計で、小形船舶に適した探照燈です。



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 ☎(03) 295-1831(大代)

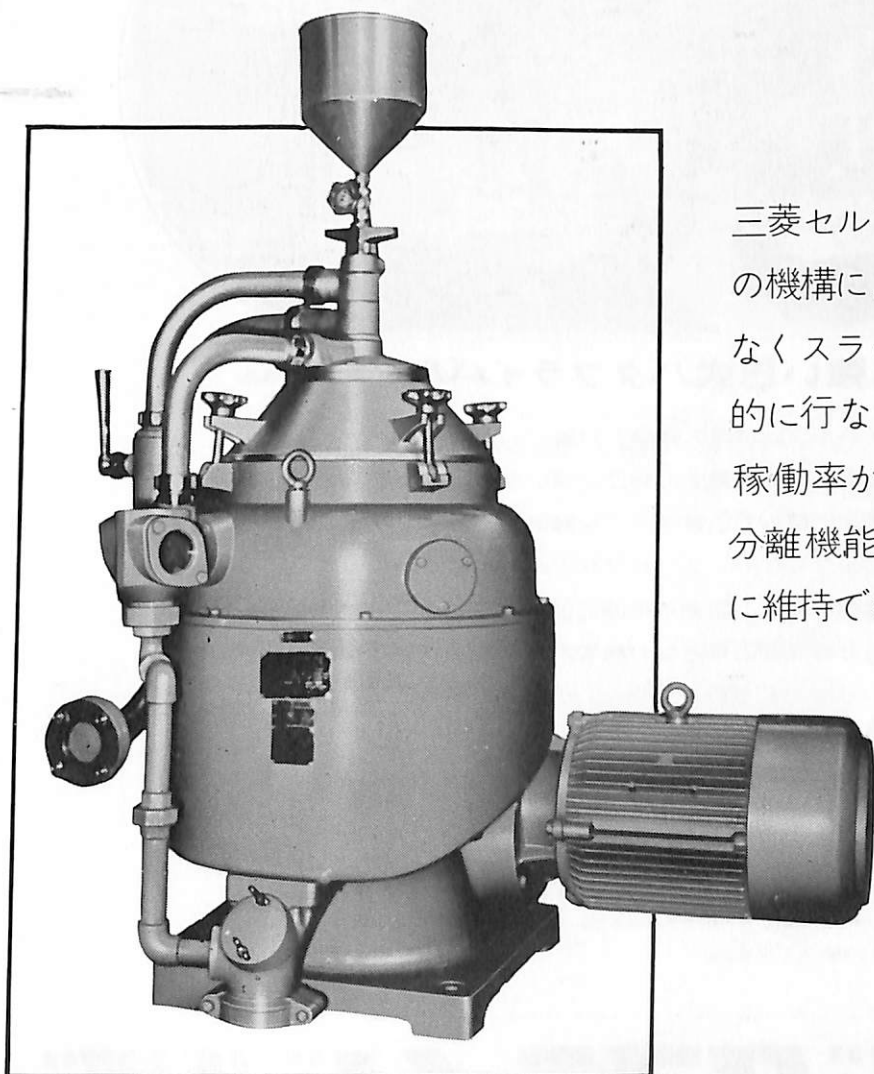
●東京発送センター ☎(03) 840-2631(代) ●九州発送センター ☎(092) 771-1237(代) ●北陸発送センター ☎(0138) 43-1411(代) ●福岡営業所 ☎(092) 771-1237(代)

●神奈川営業所 ☎(0476) 21-4969 ●愛媛営業所 ☎(0143) 22-1618 ●滋賀営業所 ☎(0143) 43-1411(代) ●石巻営業所 ☎(0225) 23-1304 ●I 塩 ☎(03) 848-2111(代)

船舶機関部の合理化に 三菱セルフジェクタ

自動排出遠心分離機

7機種(700~12,000 l/h)



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

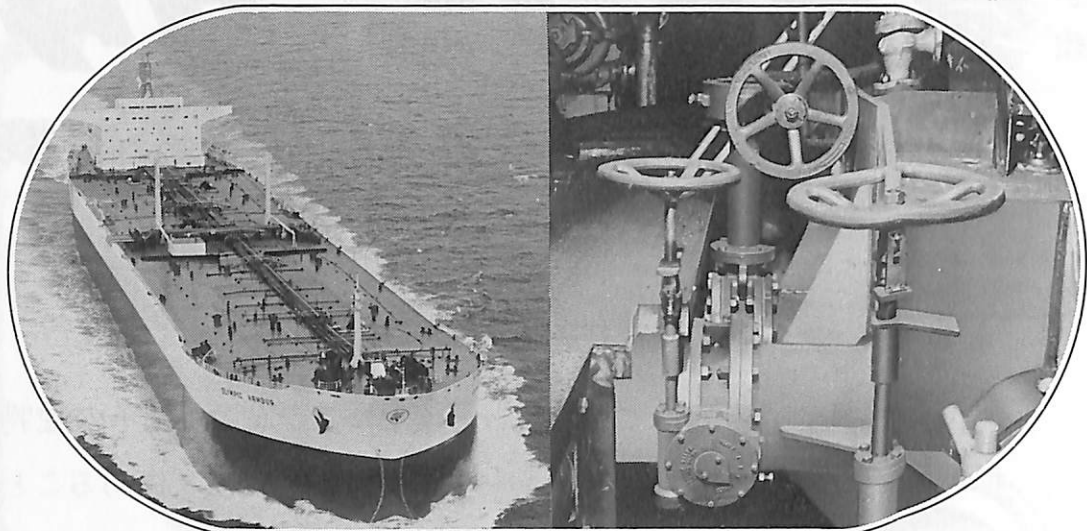


遠心分離機の総合メーカー

三菱化工機株式会社

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

ギャランティドックで [クレーム“ゼロ”]



— 航海に強い巴式バタフライバルブ —

巴式バタフライバルブは独自の機構と材質で、安全でスムーズな航海をお約束します。その最大の特長は厚いゴムシートリングが本体の内面を完全に覆っていますので腐蝕は全然無く、かきなどの付着もグンと少なくなり、スリ合せなどが不要になったことです。従来の船体付弁では、定期点検時には必ずと言っていいほど、シートのスリ合せ作業が必要となり時間と経費がかかりました。ギャランティドックでもクレーム“ゼロ”の実績を誇る巴式バタフライバルブをぜひご検討ください。

船体付弁 鋼製フランジタイプ(710・720型)は

- ゴムシートリングで内面を覆っているので耐蝕性は抜群です。
- 面間寸法を最小にした経済設計、配管用のガスケットも不要です
- 標準材料は弁体をSCS13、弁棒をSUS403とし耐蝕性、強度アップ。また、ご要望により、さらに耐蝕性の高い材料も可能です
- 操作は簡単で確実なギヤー式、またエアシリンダー式電動式も可能です
- もちろんモレは「ゼロ」の完全密閉です
- 軽量で設置スペースをとりません。

〈あらゆる流体に〉

巴式バタフライバルブ

◎ 巴バルブ株式会社

本社・営業所 〒550 大阪市西区新町通4の51 電話(06)541-2251(代表)
東京営業所 〒101 東京都千代田区神田松下町17 電話(03)252-6681(代表)

認定/日本海事協会(N.K.)・ノルウェー船級協会(N.V.)・ビュローベリタス船級協会(B.V.) 使用許可/ロイド船級協会(L.R.)・アメリカ船級協会(A.B.)



目次

特集・衝突予防レーダと総合航法システム

ミニ・コンピュータと船用システム	坂野 希	17
IBM船用／航海システムの機能	日本アイビーエム	35
SDL-1000型衝突予防システム	小川静夫	41
ミニ・コンピュータを利用した船舶用衝突予防レーダシステム	飯塚康雄	47
ミニ・コンピュータを使った船舶衝突予防装置	吉本高使	51
衝突予防装置“オートラップ”	三井造船・協立電波	58
船舶衝突予防装置“TAPLAN”と“ASRAP”	協立電波	62
完全自動衝突予防装置“DIGILOT”	古野電気	70

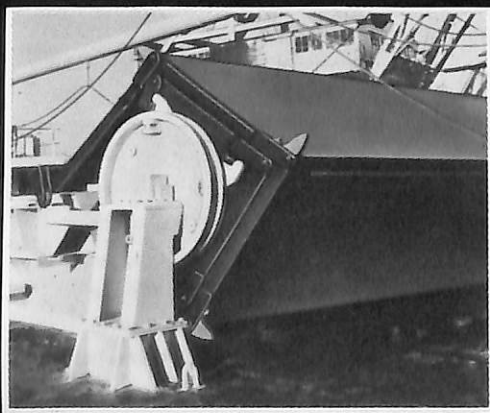
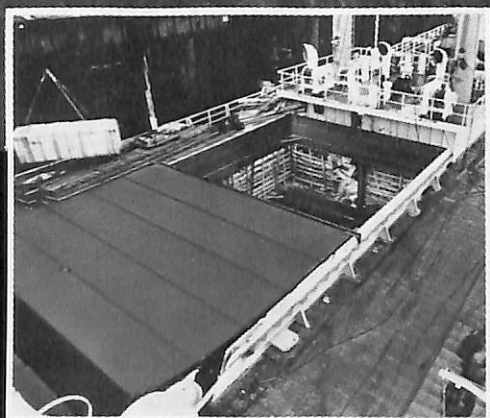
第1回STARシンポジウムに出席して	横尾幸一	73
新造船の紹介／多目的貨物船UT-20“MARI BOEING”		76
第3回氷海港湾工学国際大会とアラスカ横断パイプライン	芦野民雄	84

連載

船体の構造計算方法の精密化に関する研究	日本造船研究協会研究部	86
船用減速歯車装置の動向と船研における研究<3>	船舶技術研究所減速装置研究室	92

FRP船の構造設計<1>	丹羽誠一	97
高速小型漁船について	小林 務	104
NKコーナー		111
竣工船一覧		112
特許解説		124

表紙	M.A.N-Sulzer	V65/65型機関
	連続最大出力	1,800ps/cyl
	回転数	400rpm
	平均有効圧力	18.43bär
	平均ピストン速度	8.67m/s



完全自動ハッチカバー “MacGREGOR ROLLTITE”

荷役時間の節減と省力化は世界共通の命題です。“MacGREGOR ROLLTITE”はカバーの開閉、締付共に完全に自動化されております。

このカバーの優秀性はSD14型船“ARRINO”（写真）で認められ、特に標準船型に最適であることが実証されました。

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 電話(03)552-5101(代表)

ドッドウェル社—船舶室内装工法に パネリングシステムを導入

GKN SANKEY社のパネリングシステムの技術導入—国内販売開始

ドッドウェル船舶機械第二部では、IMCO（政府間海事協機関）の規則や、SOLAS（海上人命安全条約）の要求に適合しうる船舶室内装工法として、英国のGKN SANKEY社の各国船級協会認定—不燃材パネルを用いたパネリング工法を導入し、日本国内において当社の確立された技術設計陣のもとに販売活動を始めた。

このシステムは、取付施工が極めて簡単で、しかも、IMCO勸告におけるAクラス及びBクラス材の規定に充分適合しており、既にNK, ABS, LR, DTI, NV, NSC及びスウェーデン、デンマーク、ソ連等の政府より認可を受けている。

（SBG, BVについては現在申請中）

以下に本製品の概要を紹介する。

1. GKN SANKEY 船舶パネルの機能と構造

本製品は一切アスベスト材を使用しない不燃性の材料で、バルクヘッドライニングと各船室間を区画する役割に使用され、IMCOの規則やSOLASの要求に合致する事を条件に、居住区装材として必要な各種の機能—機械的強度、耐火性能、作業効率、遮音効果や装飾性等あらゆる面より検討製作された、高品質合理的なハイセンスシステムである。

▼Aクラス適用パネル材

各種船舶において最も火気発生率の高い部所のバルクヘッドライニングとして使用される。Aクラスパネルは、表面はPVCにて被覆された0.6mmの薄鋼板（防錆の為に亜鉛メッキされている）で、内面は高密度のミネラルウールであり、裏面はアルミ箔が張りつけられている。パネルの厚みはA D及びA 15は20mm, A 30及A 60は40mm、幅は1000mm、高さは2200mmが標準であるが、2400mm高さのものもあり、また他の特殊サイズにも、御要求に応じて用意できる。

▼Bクラス適用パネル材

各船室間の区画壁として使用されるBクラスパネルは、GKN社が独自に開発考案した、波形パーミキュライト（蛭石）がPVCにて表面被覆された2枚の薄鋼板（0.6mm）の間に張りつけられている。パーミキュライト波形材は、完全な不燃材であり、又遮音性能も32dBと非常にすぐれている。厚みは34mmで、他サイズはAクラス材と同様である。

▼Bクラス適用ドア

ドアユニットは数層、外板、スチールフレーム及びBクラスパネルより形成されており、形状もルーバー、キックアウト、キャビンドア、バスルーム、ウェットルーム用と、各種それぞれの目的に合致する様に設計加工されている。またドアには船舶用の鍵や把手が簡単に取付けられる。標準サイズは高さ1950mm、幅600, 700, 800mmの3種であるが、高さ、幅とも特殊なサイズの用意及び製作も可能である。

2. GKN SANKEY 船内パネルシステムの特長

▼Aクラス及びBクラスの適用材を供給できる。

▼安全でかつ装飾時間の大幅な短縮が可能。

パネルの組立ては、フリースタンディングの為、パネ

ルごとの支柱等の補強が不要で大幅な装飾時間の短縮が計れる。

▼材料費の節減

従来のパネル装飾にともなう補強等の副資材が不要の為、非常に安価である。

▼無害、無毒で加工も簡単

アスベスト材を使用していない為、船内及び作業場での加工でも粉塵公害が無く、また切屑も少ない。またキャンパー、シェアーにも簡単に合せて切断加工が出来る為、デッキの傾斜に対しても容易に工事が進められる。

▼耐久性が秀れていること

全てのパネルは、PVC被覆の亜鉛メッキ鋼板を使用している為、作業場や船内工事の手荒い作業にも充分耐えられ、パネル自体の損傷も同色のペーストで手直しがきく。また船内取付後の振動等に対する耐久性も、充分なるデータに基づいて安全かつ充分なる配慮がなされている。

▼遮音効果が絶大

特にBクラスパネルは、波形のパーミキュライト状の32dB以上の遮音効果がある。

▼配線等による外観美をそこなわない

Bクラスパネルの波状形は、内部に電線を配す事が可能な為、室内のパネル口の外観をそこなわずに自然な居住性が保てる。

▼ネジ部の引抜き支持荷重の増大

従来のボードと比較して118kgと優れている。またパネルに特別に加工取付けられたナット付ボルトの場合には、263kgまで支持可能である。

▼多彩な色調

各種のパネルは、シックな英国調の多種多様な色合の木目、織目、格子柄、焼付塗装仕上を用意しており、その種類は100種前後製作しております。

またBクラスパネルは裏表別々な色合いを取り入れる事もできる。

3. GKN SANKEY パネルシステムの組立方法

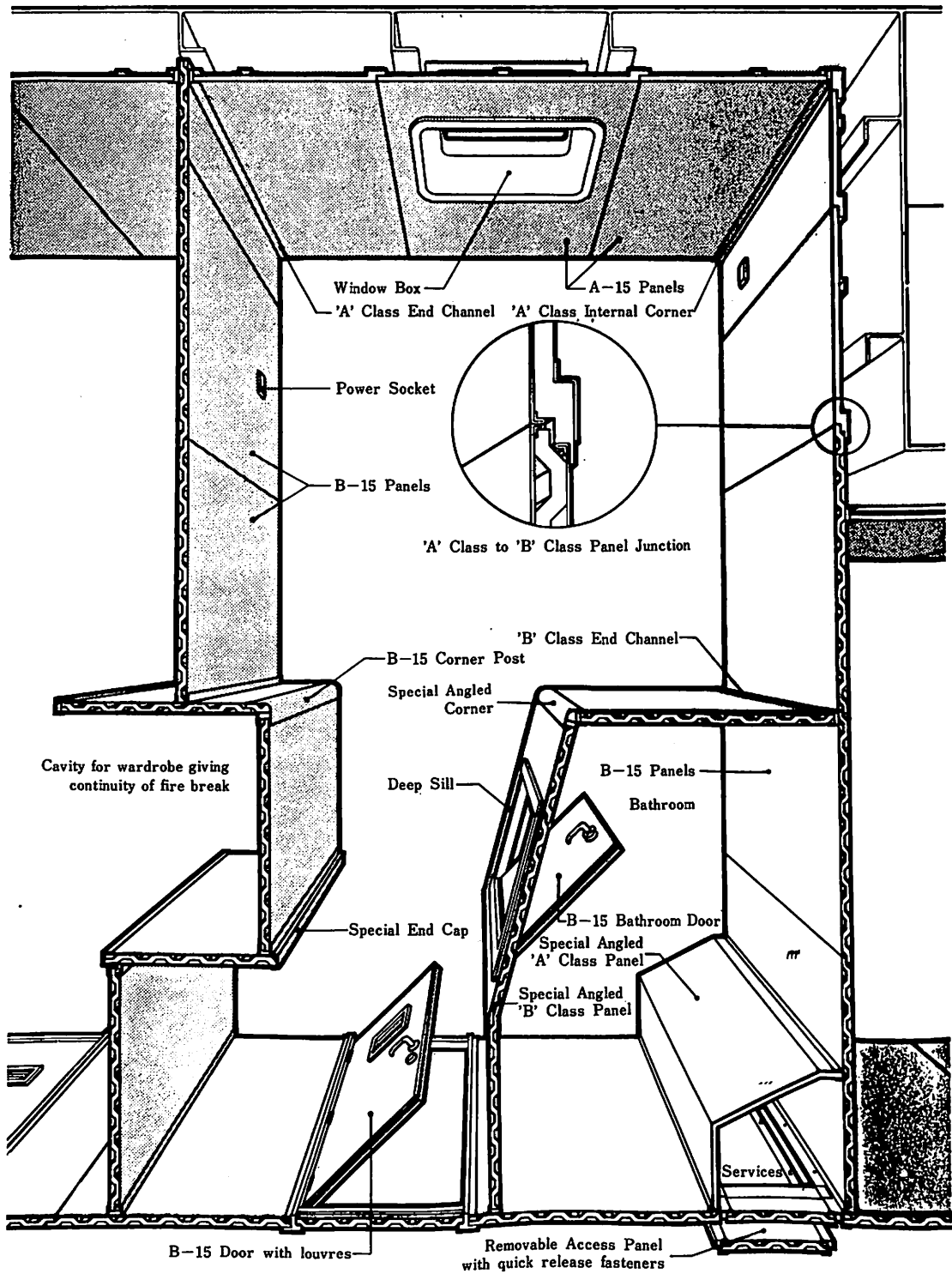
Aクラス及びBクラスパネル材は、共に床と天井に溶接されたチャンネルに嵌め込むだけで組立てられ、チャンネルとパネルはネジで締込むのみで充分、パネルとパネルとの接合もタブ・キーによってロックするだけであり、補強の為の接合材等を全く必要としない。

チャンネルの内側には火災の場合の延焼を防ぐ為、船舶物の断熱材が埋込まれている。

パネルの船体への固定は前記のチャンネルの他に、コーナー接合ポスト、三方接合ポストによって、簡単に繋ぎ止められる。コーナー接合ポストは美感や居住性を充分考慮してかどが円く仕上げられ、三方接合ポスト共々充分な断熱効果が保てる様に工夫されている。

また浴室等の水を使用する場所のパネルは、パネル接合部にペーストでシールをし、水の進入を防いでいる。改造の場合にもパネルが簡単に取外しが可能である。

4. GKN SANKEY社PANELの各種仕様—欄表及びPANEL組立見取図



現在これ等のパネリングシステムは、過去3年間欧州において20数隻のタンカー、客船のキャビン等に装備した実績を持ち、また我國においても新建造のタンカーのキャビン、フロント、エンジンケーシング等に本製品を納入取付を行なった。

他にある大手造船所要求により、モデルルーム用として納入も予定している。

この様に最近のIMCO勧告にも見られる様に、居住区の防火構造や騒音規制の点で、使用材料の性質及び、構造の規制が年々厳しくなっており、乗組員の居住性を考慮しつつ、かつ安全に使用できるシステムが要求される事は明確であり、また外国船主筋においても、本件に関し真剣に取り組んでいる様子が窺える。

GKN SANKEY PANEL の各種仕様一欄表

Class	Finish	Panel Size	Weight	Thermal Capacity (U-Valve) Thermal Conductivity (K-Valve)
B-15 Double panel	PVC faced steel and mouldecl Vermiculite	2200mm high (standard) × 1000mm wide ×34mm thick	17.08kg/m ²	U-Value : 1.72w/m ² °C K-Value : 0.054w/m ² °C
A-0 & A-15 Single side	PVC faced steel and high density mineral wool 300kg/m ³	2200mm high (standard) × 1000mm wide ×40mm thick	12.12kg/m ²	U-Value : 1.384w/m ² °C K-Value : 0.036w/m ² °C
A-30 & A-60 Double side	PVC faced steel and high density mineral wool 300kg/m ³	2200mm high (standard) × 1000mm wide ×40mm thick	16.5kg/m ²	U-Value : 1.384w/m ² °C K-Value : 0.036w/m ² °C
A-60 Single side	PVC faced steel and high density mineral wool 300kg/m ³	2200mm high (standard)	16.5kg/m ²	U-Value : 1.384w/m ² °C K-Value : 0.036w/m ² °C
B-15 Door panel	PVC faced steel and corugated Vermiculite	1950mm high (standard) × 34mm thick ×600m, 700m and 800mm wide (standard)	17.08kg/m ²	A Kind of Standard door
				a. Plain cabin door b. Cabin door with louvre c. Cabin door with kick out panel d. Bathroom/wetroom door

DODWELL & CO., LTD.

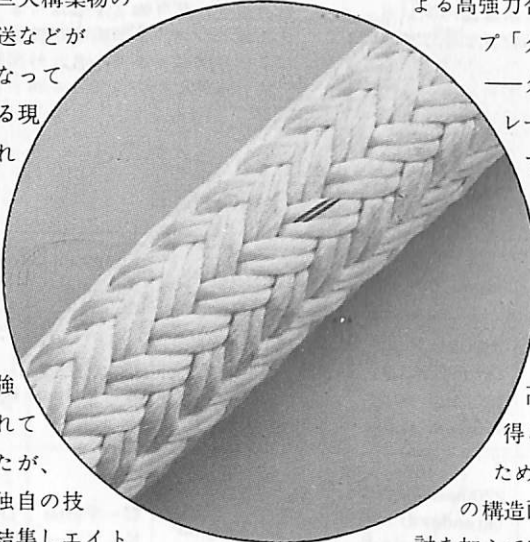
産業機材事業部 舶用機械第二部

〒107 東京都港区赤坂1丁目9番20号 第16興和ビル別館 電話 (03)584-2351
 〒541 大阪府大阪市東区瓦町5-39 大阪化学繊維会館 電話 (06)203-5151

高強力 合繊ロープ 「タフレ」 —ダブルブレードロープ—

船舶の大型化、タグボートの高馬力化、巨大構築物の海上輸送などが盛んになってきている現在、これに使用される合繊ロープの高強力化が強く望まれていましたが、当社は独自の技術力を結集しエイトロープ編索機 (TOSCO) の考案

に続いて、ロープ構造面の改良による高強力合繊ロープ「タフレ」—ダブルブレードロープ—を完成しました。ロープを太くせず高強力を得る目的のため、ロープの構造面から検討を加えて完成したロープが「タフレ」であります。

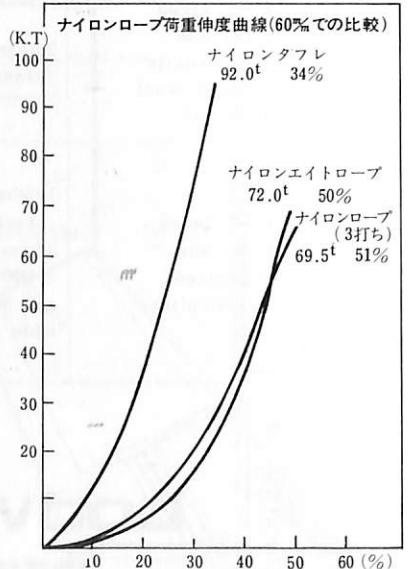


〈構造〉

引揃えて編組された内側の芯ロープを外側からさらに編組したロープで包んだ構造。強い引張り強さと適度な伸びを備えた完全な強力体として、一本のロープに設計されています。

〈特長〉

- 1) 引張り強さが著しく向上。ナイロンタフレは3打ちロープ、エイトロープの同分径と比較して約30%向上しました。
- 2) 破断時の伸びが大巾に減少。3打ちロープ、エイトロープにくらべ約半に減少、ロープ操作上の不安が減り、特に低荷重の伸びが減少しました。
- 3) キンクが発生しない。ロープの撚り崩れ、型崩れがない。
- 4) 柔軟性、操作性。繰返し荷重後も硬くならず、操作性にすぐれている。
- 5) 耐摩性。ロープの外面に突起がなく、局所的な摩耗がおこりにくい。
- 6) スプライス加工 (接続加工)。アイスプライス、カットスプライス加工が容易に行えます。



〈規格〉

項目	ナイロンタフレ		ナイロンエイトロープ		ナイロンロープ(3打ち)	
	重量/100m	引張り強さ	重量/100m	引張り強さ	重量/100m	引張り強さ
40	104	38.0	96.5	28.1	97	27.8
42	113.5	41.3	106	30.7	107	30.4
45	130.5	46.9	120	34.5	122.5	34.6
50	160	57.0	153	43.5	151.5	42.1
55	193	68.2	185.5	52.0	183.5	50.3
60	229.5	80.3	224	61.5	219.5	59.1
65	269	93.5	261	70.6	261	68.5
70	312	107	302	81.2	300.5	78.7
75	361.5	124	346.5	92.4	346.5	89.5
80	412	140	395	106	394	101
85	462	156	436	115	436	116
90	518.5	175	490.5	128	491.5	126
95	578.5	194	550	142	547.5	139
100	639.5	215	605	157	606.5	153

(注) 引張り強さは、標準引張り強さを表示

〈用途〉

- 1) 高強力、低伸度の特長を生かして……係船索(ホーサー)、曳航索(タグロープ)、係留索(ブイロープ)その他海上作業索。
- 2) ロープの芯に鉛を挿入し、重量加工が行える構造を生かして……海上施設用: オイルフェンスの下張り索
水産用: 定置網(底網)の足綱、垣網のふかれ防止綱) まき綱(沈子綱) 棒受綱(沈子綱)



東京製綱嚮-雙株式会社

カタログご請求お問い合わせは
下記営業所へ……………どうぞ

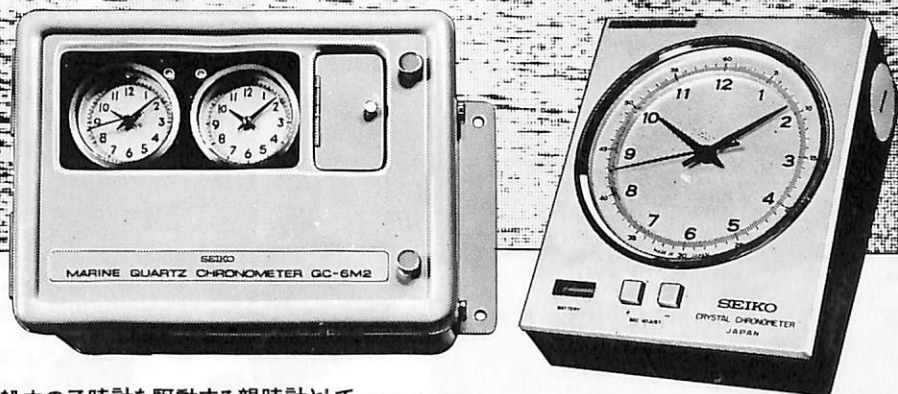
SEIKO

セイコー・株式会社 服部時計店

セイコー船舶時計

安全航海に、信頼のQC

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



船内の子時計を駆動する親時計として

QC-6M2 300×400×186(%) 重量20kg

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

子時計は豊富にそろったデザインからお選びください。

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

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

油汙過作業の省力化…

特許

機関室を広くする

マックス・フィルタ[®]シリーズ

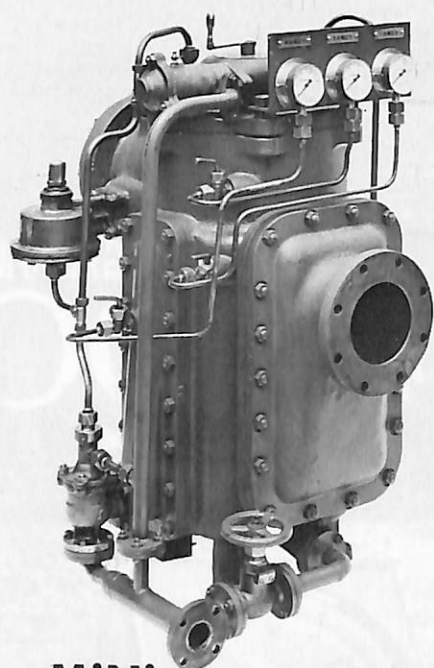
日本舶用機器開発協会助成品

MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器

LS型の特長

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



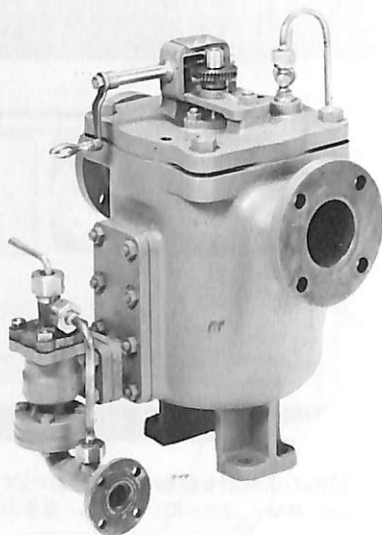
Mini

と改名しました

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

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



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

㊟ 新倉工業株式會社

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

レーダと併用できる
簡易普及型

衝突予防用
オートプロッタ

アスラップ

**AUTOMATIC SAMPLING
RADAR PLOTTER**

アスラップは極めてユニックな方式の全自動航跡(アドレス)プロッタです



自船に近づく 全ての船を常時監視し 危険と思われる船を 自動的に選択プロットし 警報を発して 注意を喚起させる 航行援助装置です

- 特長
- 目標の選択からプロット、更に警報まで全自動
 - 判り易い特殊記号のプロット表示
 - 目標数は多目標
 - PPI上に重畳するので見易い
 - 性能のよいビデオ処理
 - 信頼性の向上



協立電波株式会社
KYORITSU DEMP CO., LTD.

本社 東京都目黒区中根2丁目2-13 千152 Tel.03 (723) 7311
神戸支店 神戸市生田区元町通5丁目127 千650 Tel.078(351)1101

技術のナカシマ

世界の海に活躍する **ナカシマスプロペラ**

■製造品目

大型貨物船・タンカー・撒積船
各種専用船プロペラの設計及び
製作、各種銅合金鑄造品・船尾
装置一式

■新開発システム

○キーレスプロペラ

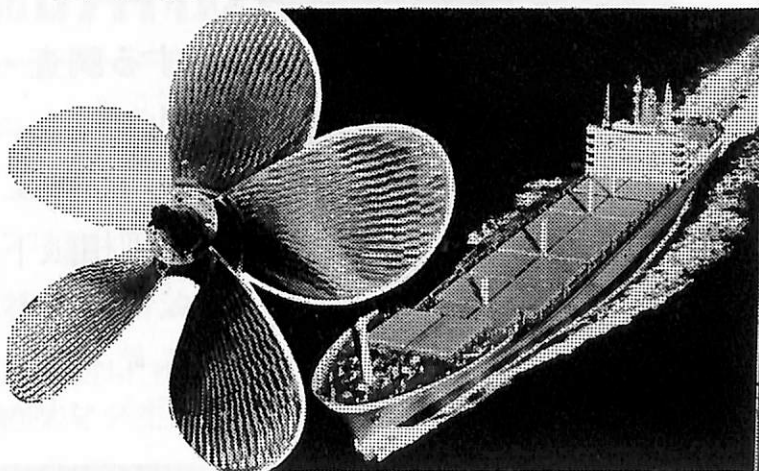
キーなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式
取付・取外し簡便

○NAUタイププロペラ

当社と造船技術センターの共同開発、中小型プロペラの効率大巾アップ

○可変ピッチプロペラ

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



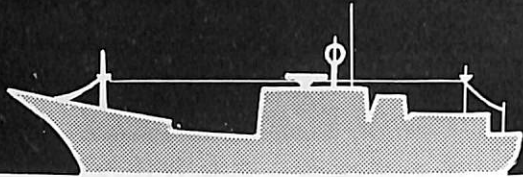
運輸省認定事業場



ナカシマスプロペラ株式会社

本社工場	岡山市上道北方688-1(岡山中央郵便局私書函167)	千709-08	電話(0862)79-2205(代)	TELEX5922-320 NKPROP J
東京営業所	東京都中央区八丁堀1丁目6番1号 協栄ビル	千104	電話(03)553-3461(代)	TELEX252-2791 NAKAPROP
大阪営業所	大阪市西区靱本町2丁目107 新興産ビル	千550	電話(06)541-7514(代)	TELEX525-6246 NKPROPOS
福岡営業所	福岡市博多区博多駅前1-3-2(八重洲博多駅前ビル)	千812	電話(092)461-2117-8	TELEX725-414 NKPROPFK

KODEN



燃料と航海時間の節約に。



コンピュータ オメガ

オムナス・OMN-169・170シリーズ

- 目的地までの所用時間・針路・距離をいつでも呼出し、最短距離で航海できる。
- 緯度・経度を常時表示する。
- 月日と時間を設定するだけで動作する。
- チャート・ラチステーブル・空間波補正表は必要ない。

●営業品目 無線方位測定機 ロラン受信機 オメガ受信機 ファックス受信機 レーダ レーダバイ ラジオバイ コールバイ 魚群探知機 シンクロソナー 魚網監視装置 遭難自動通報用送信機 SOS自動受信機 電子計算機 情報システム装置 O E M機器 産業用電子機器 特殊電子機器 オメガ航法装置オムナス 衛星航法装置ソムナス 1W送受信機 自動操舵装置

(株)光電製作所

〒141 東京都品川区上大崎2-10-45

☎(03)441-1131

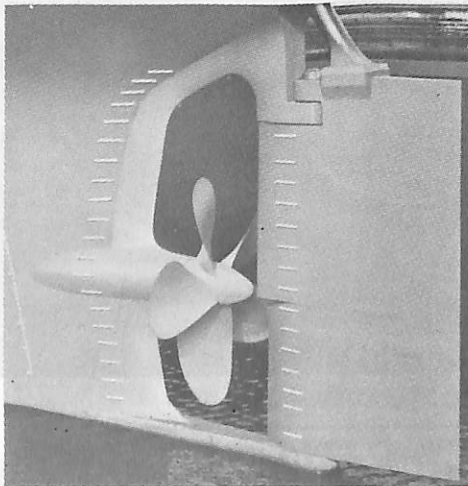
船舶外板・タンクの

電気防蝕に関する調査・設計は

専門のエンジニアリングコンサルタント

中川防蝕工業株式会社に

御相談下さい。



スタンプレーム周囲に取付けたALAP

当社は技術士(金属部門)20名を擁する
ユニークな防蝕専門会社です。

中川防蝕工業株式会社

本社・東京都千代田区鍛冶町2-2-2

☎(252)3171

支店・大阪市淀川区西中島5-9-6

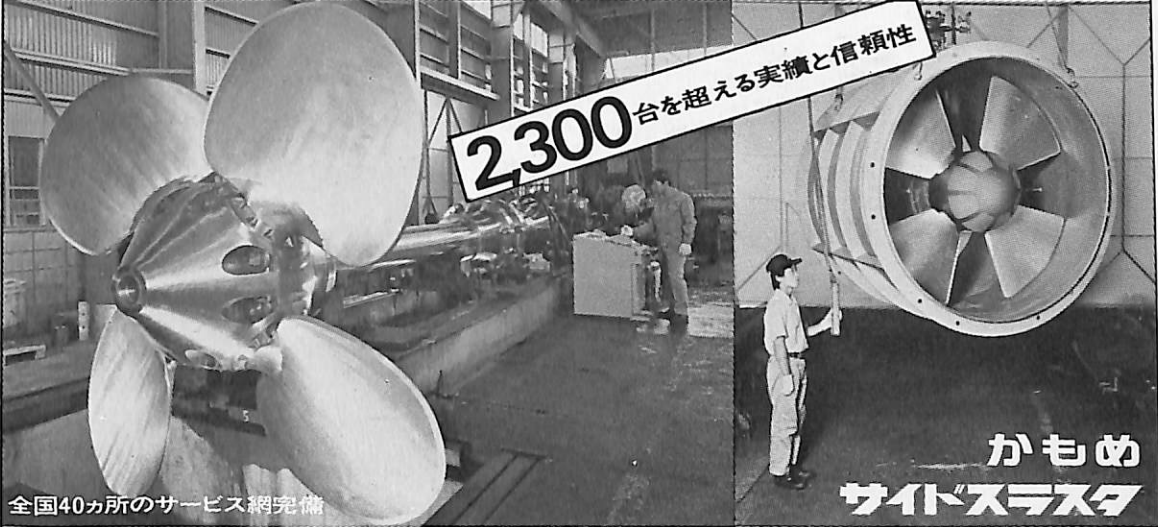
☎(303)2831

営業所・名古屋☎(962)7866・広島☎(48)0524・福岡☎(771)4664

出張所・札幌・仙台・新潟・千葉・水島・高松・大分・沖縄

省エネルギー対策にピタリ!!

KAMOME PROPELLER



全国40ヵ所のサービス網完備

**かもめ
サイドスラスト**



**かもめ
可変ピッチ
プロペラ**

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

KAMOME PROPELLER CO., LTD.

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

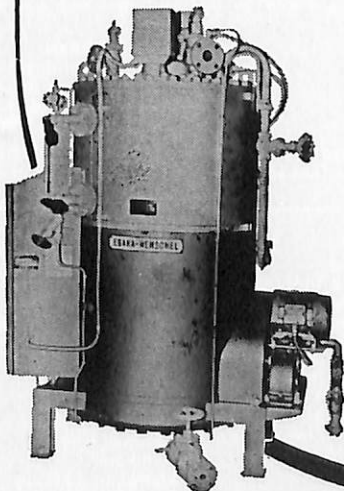
運輸大臣認定製造事業場

かもめプロペラ株式会社

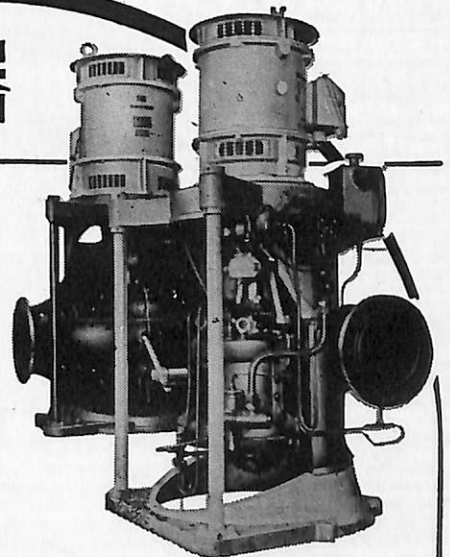
本社：横浜市戸塚区上矢部町690番244 TEL:(045) 811-2461(代表)
東京事務所：東京都港区新橋4-14-2千105 TEL:(03)431-5438-434-3939

エハラの船用機器

船舶用
エハラヘンジェル・ボイラ



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



エハラ船用ポンプ

EBARA

荏原製作所

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

南半球におけるマリンサービスはおまかせください。 Murray & Stewart Marine Services

南ア共和国最大のマリン サービス グループ＝マリー&スチュアート マリンサービス

船舶修理、オフショア・潜水サービス、サルベージ、ヘリコプターのレンタル



船舶修理と維持管理

完全24時間制のドライドック、修理用係船岸壁、立入り制限のサービス施設を備え、あらゆる大きさの船舶修理、船底調査、船体清掃・塗装等の作業が常時可能です。

●スターロック・ドライドック(長さ360m・幅45.1m・深さ13.7m)

は南半球屈指の大きさを誇っています。

船用電気機器サービス

迅速な電気及びエレクトロニクス機器の修理と直流・可変速電動機の24時間まき替えサービス、責任施工。

水中各種測定サービス

深さ80mまでの各種測定、修理維持管理及び修復。

オフショアラッチサービス

あらゆるオフショア作業と、航路運行业務のサービス。

サルベージ作業

南アフリカ海岸線、及びオフショアにおける、いかなるサルベ

ジ作業も可能な設備を保有。

保険業者に代って、サルベージの各種可能性を査定すること(は水路測量及び地震測定と同様、当社の専門分野です。

ヘリコプターによる機動隊サービス

南アフリカ連邦最大、多方面にわたっての活動が可能なヘリコプター部隊が、24時間出動態勢で待機(ケープタウンを基地に大型シコルスキーS-61N型から、小型のベル型までを保有)。

世界に誇る三大サービス

- ①安全かつ経験豊かなオフショア作業サービス。
- ②全世界のオイルリグの保守整備(オイルリグ無開放最長保守記録の保持)。
- ③救難・救助の飛行、及びサルベージ・建設作業・撮影・その他のヘリコプター作業。

●当社は、南大西洋、及びインド洋の海岸水域において、あらゆる海洋サービスを提供するアフリカ大陸で唯一のグループです。

CAPE TOWN:
Telephone 55-1375
P.O. Box 1909
Cape Town 8000
Telex 57-0817 SA

PORT ELIZABETH:
Telephone 2-5009
P.O. Box 12017
Port Elizabeth 6000

DURBAN:
Telephone 47-936
44 Bluff Road
Durban 4001
Telex 66-318 SA

関連会社 : Murray & Stewart Marine (Pty) Ltd., Murray & Stewart Marine Electrical, Land & Marine and Salvage Contractors (SA) (Pty) Ltd., Launch Services (Pty) Ltd., South African Diving Services (Pty) Ltd., Ocean Recoveries (Pty) Ltd., Durban Offshore Supplies (Pty) Ltd., Court Helicopters (Pty) Ltd.

支店:
United Kingdom:
London:
Telephone 01-629-4164
Resident Murray & Stewart Marine
European Representative:
Mr. F. J. Emond. c/o. John Bailey,
Empire House, 175 Piccadilly,
London, W1V 9DB.
Telex 25263.

Greece:
Piraeus:
Telephone 426635/8
Lambert Brothers (Hellas),
1 Makras Stoas,
Piraeus.
Telex 212242
Mr. P. G. Lefkaditis

West Germany:
Hamburg:
Telephone 366177
Wilhelm Schmidt,
Kajen 6—(Detjen Haus)
2000 Hamburg 11.
Telex 215278
Mr. H. Schmidt

Holland:
Rotterdam:
Telephone 144500
Vinke & Co.
Consulting Engineers &
Marine Surveyors,
Haringvliet 88,
P. O. Box 1152,
Rotterdam 1,
Telex 23339
Mr. B. K. Brouwerens
Mr. H. A. M. van Son

Italy:
Genoa:
Telephone 593333
Cambiaso-Risso & C.S.P.A.,
Corso Andrea Podesta 1,
16121 Genoa.
Telex 27203.
Mr. J. Kuiper

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

Scandinavia:
Oslo:
Telephone 413866
Titelstad & Hauger,
Prinsensgate 2,
Oslo 1, Norway
Telex 11715.
Mr. O. M. Skau-Johansen

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

France:
S. O. C. O. M. E. T. Auvray et Ci
26 Avenue V. Hugo
75116 Paris
Telephone 55311-49
Telex 63236
Mr. P. Foliard

ミニコンピュータと船用システム

坂 野 希

石川島播磨重工業制御システム技術室船舶電子機器部長

1. まえがき——ミニコンピュータ出現の背景

船用コンピュータ・システムの現状を一口で言うならば、ミニコンピュータの時代と言えよう。そして、近い将来を予想するならば、必ずマイクロコンピュータの時代が訪れるのではなからうか。

ミニコンピュータは形は小さいが非常に性能のいいコンピュータであると、一般的には受けとられている。これが広く利用されるようになってきた背景には、つぎのようなことが考えられる。

それは、第一にコンピュータの利用方法について考え方が変わってきたことがあげられる。当初、コンピュータの能力について理解が十分でなかった頃には、“そこにコンピュータがあるから使う”といった利用者の態度が見られた。これはちょうど、靴に足の方を合せてはいているようなもので、話が反対であった。ところが、コンピュータの能力について、だんだんと理解が進むにつれ、自分の利用目的に合致したコンピュータが強くと求められるようになり、ミニコンピュータ出現の一因となったと考えられる。

第二には、大規模なコンピュータ・システムを開発しようとする、ぼう大なマンパワー、時間、金を必要とすることに対する反省がある。たとえば、日本での最初の本格的コンピュータ船“星光丸”のコンピュータ・システム開発の場合でも、一台のコンピュータによる集中制御方式であったから、とりまとめるのに大変な苦労が必要であった。大規模なシステムでは、ソフトウェアの開発、総合調整、システム全体のとりまとめのどれ一つをとってみても、大変な組織と労力が必要となる。

そこで、もっと小さなシステムで、能率よく本当に目的としている仕事を、早く信頼度高く処理できないかということで、もう一度、取り扱う制御対象が見直されたところにミニコンピュータのニーズがあったといえよう。

第三の要因は、だんだんと自動化の程度と範囲がローカルな非常に細かいところまで及んできたため、ミニコンピュータの応用面がひろげてきたことである。この傾向は、マイクロコンピュータの出現により、ますます強くなると考えられる。

第四の要因としては、ハードウェアの製作面での半導体技術の革新的発展をあげることができよう。すなわち、IC、MSI、LSIなどの半導体技術の急速な進歩により、ハードウェアの価格が非常に安くなったことがあげられる。しかも、LSIの製造技術は、いまなお急速な進歩をとげつつある現状から考えて、ドラマチックに低価格のマイクロコンピュータの出現が期待できよう。

2. ミニコンピュータの現状

2.1 ミニコンピュータの歴史

ミニコンピュータを歴史的に見ると、元来軍用に多くの適用例を見ることができる。軍用の場合、航空機搭載用のように、艦装上の空間の制限だとか、あるいは機能が細分化されていて、一つの機能を分担するコンピュータがダウンしても、システム全体がダウンしないようにバックアップする必要性からミニコンピュータが使われてきたと考えられる。

表1に軍用ミニコンピュータがどのように発展してきたかの一例を示す¹⁾。ようするに、小さく、速く、安くなったことを示しており、このことは一般産業用ミニコンピュータについてもいえる。

一般産業用ミニコンピュータが最初に市場に出たのは、1959年米国DEC社のPDP-1型ミニコンピュータであった。このミニコンピュータは、18ビット、32K語の構成で12万ドルもした。それが1966年に同じDEC社より1万ドルコンピュータPDP-8型が発表され、当時としては非常にセンセーショナルなニュースであり、今日のミニコンピュータ時代の開幕となった。

表 1 軍用ミニコンピュータのトレンド

項 目	1962	比	1967	比	1972	総合比
外形寸法	2 ft ³	$\frac{1}{3.5}$	0.7 ft ³	$\frac{1}{7}$	0.1 ft ³	$\frac{1}{20}$
重量	100ポンド	$\frac{1}{3}$	35ポンド	$\frac{1}{4.5}$	8ポンド	$\frac{1}{12}$
電力	250W	$\frac{1}{3}$	80W	$\frac{1}{3}$	25W	$\frac{1}{10}$
スピード	200 μ S	$\frac{1}{6}$	30 μ S	$\frac{1}{6}$	5 μ S	$\frac{1}{40}$
コスト	\$ 160,000	$\frac{1}{5}$	\$ 30,000	$\frac{1}{4}$	\$ 8,000	$\frac{1}{20}$
MTBF (航空機用)	330 Hr	30	10,000 Hr	15	150,000 Hr	450
主たるMTBFのFactor	トランジスタ, ダイオード	70%	IC	80%	コネクタ	75%

4 K語メモリー付コンピュータ

2.2 ミニコンピュータのプロフィール²⁾³⁾⁴⁾

- (1) イメージ
- ・経済的：安価
- ・用途的：特定用途たとえばプロセス制御，データ処理などに専用されるものでない。
- ・物理的：小容積，軽重量，小電力
環境条件がゆるい（空調，特別な電源装置不要）
- ・技術的：プログラム内蔵形
語長12~18ビット
内部2進並列固定小数点演算
1アドレス 1語長命令
コアメモリ 1K語以上
プログラム制御入出力チャンネル（バス方式）と割込装置が標準

(2) 応用分野

- ・多目的特定用途
(Multi-Purpose Dedicated Application)
 - a. 人間といっしょに働く
Standard-alone or Personal (Group) Computer
 - b. マシン・システムの頭脳として装置または施設と一体となって働く。
Machine or System Component Computer
 - c. 大型コンピュータ・システムといっしょに働く。
Satellite or Terminal Computer

2.3 ミニコンピュータの価格

DEC社が1959年12月にPDP-1を発表して以来の，同社の発表したPDPミニコンシリーズの価格を年代順に調べてみると下記の通りである⁵⁾。

- ・1959年12月：PDP-1 12万ドル
- ・1962年8月：PDP-4 6.5 "
- ・1963年9月：PDP-5 2.7 "
- ・1965年5月：PDP-8 1.8 "
- ・1966年9月：PDP-8/S 1.0 "
- ・1968年7月：PDP-8/L 0.85 "

以上からドラマチックにミニコンピュータの価格が低下してきた経過の一端を知ることができる。また，米国における1960~1970年の10年間に発表された，何社かのミニコンピュータの価格をプロットしたのが図1である⁶⁾。年率22%の割合で下ってきたという驚くべき事実が分る。これを可能にしたものは，半導体技術を中心とするエレクトロニクスの進歩により，ミニコンピュータのハードウェアの製造コストを下げることに成功したからである。さらに，最近のLSIデバイスの開発動向からすると，図1の価格傾向は，ミニコンピュータの場合よりもマイクロコンピュータの方が一段と価格低下が実現する可能性をもっているといえよう。

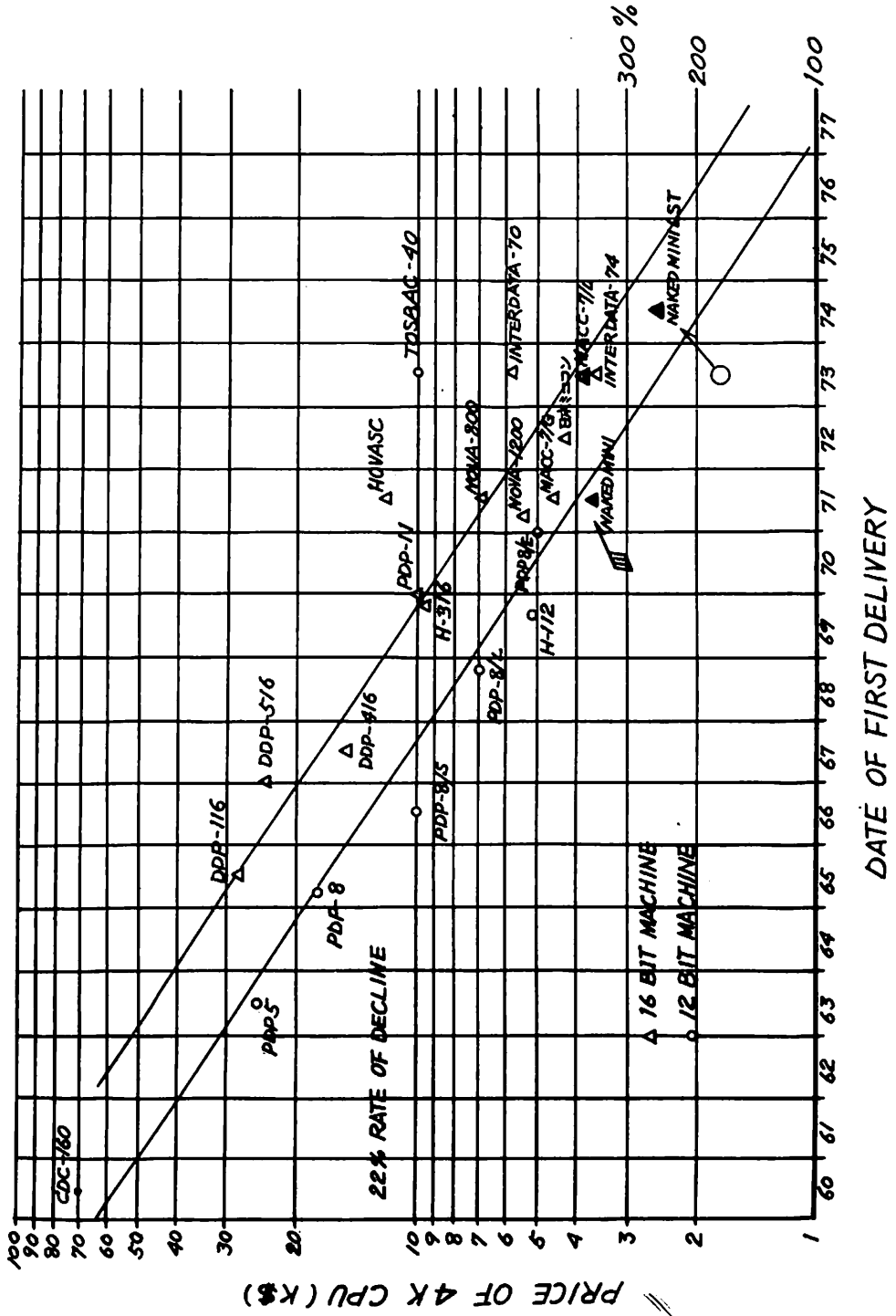
2.4 最近のミニコンピュータの技術的動向

マイクロコンピュータの出現により，その位置をおびやかされつつあるミニコンピュータは，一段と機能拡張によりシェアを保持しようとする方向にある。ミニコンピュータの機能拡張にみる，最近の技術動向のいくつかをひろってみるとつぎの通りである⁷⁾。

(1) メモリ拡張機能の向上

64K語までの拡張能力をもつものが非常に多くなった。これはリアルタイム・マルチプログラミングにおけるデスクよりのロールイン，ロールアウトをやめコアにストアしようとしているためである。

図1 Mini-Computerの価格傾向
(CPU 4K CORE BASIC)



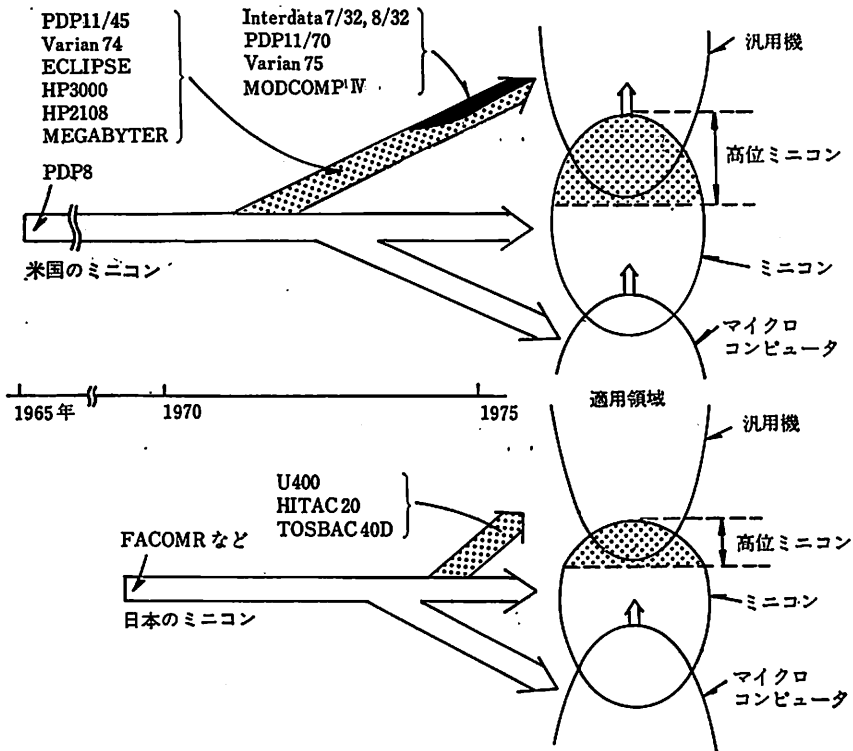


図2 ミニコンピュータの変遷

(2) アーキテクチャの高級化

浮動小数点演算ハード機構をもつものが多くなった。例えば単精度で32ビット、倍精度で64ビットのものも出現している。また、スループットの向上とソフトウェア開発の容易さをねらってマイクロプログラム化が一つの流れとなっている。

(3) 入出力機構の強化

DMA転送の高速化（1M語/秒以上）とか、割り込み処理機能の強化、たとえば、PSWによる割り込み時の切り替え方式の採用とか、マイクロプログラム制御による割り込み処理のハード化などをあげることができよう。

以上にみられるような動向は、図2²⁾に示すようにミニコンピュータ専業メーカーの多い米国において顕著にみられる傾向である。このようにマイクロコンピュータの動向は、船用コンピュータ・システムの考え方に大きな影響を及ぼすことが予想されるので、今後の技術動向に関心をもつ必要がある。

3. 船用システムとミニコンピュータ

3.1 集中形システムから分散形システムへ

本格的なコンピュータ搭載船が建造され始めたの

は、世界では1966年のフランスのドラペラ号が、日本では1970年の星光丸が最初であるが、その頃の船用コンピュータ・システムのすべてが集中形コンピュータ・システムであった。しかし、筆者らの星光丸での経験から集中形システムの反省として、つぎの問題が提起された⁴⁾。

- ・開発のための大がかりな社内体制が必要
- ・ソフトウェアとくにオペレーティング・システムの複雑さ
- ・広範なユーティリティ・プログラムの準備が必要
- ・コンピュータを設置するための専用の部屋および空調設備が必要
- ・総合調整のために膨大な時間と人員が必要
- ・コンピュータが停止した場合のバックアップ方式に細かい配慮が必要

このような反省と高信頼性、低価格のミニコンピュータの出現により、現在の船用コンピュータ・システムは、分散形システムが主流をしめている。表2に現在実用化されている各種分散形コンピュータシステムの分野別適用例を、また、図3に一つの事例を示す。元来、この方式の考え方は、米国ハネウ

表 2 分散形コンピュータ・システム適用分野の例

適用分野	機 能	機 能 の 概 要
航法システム	船位測定システム	デッカ、オメガ、ロランC、NNS Sなどの電波航法受信機と結合し、航位を緯度、経度の形で計算する。
	衝突予防システム	舶用レーダと結合し、レーダ映像信号の中から取り出された相手船と自船との将来の相対位置関係を計算して、衝突の危険の有無を判断する。また、危険のある場合には、避航の方法についても計算する。
荷役システム	航法・船体状態計算システム	船体のせん断力や曲げモーメントなどの船体状態計算、天測計算や一船航法計算などの諸計算をオフラインで行なう。
	荷役制御システム	タンカーの積荷および揚荷作業において、船体姿勢、荷役レート、ポンプの回転数、タンク液面などを監視しながら自動的に荷油の積荷、揚荷を制御する。
機関プラント・システム	機関・プラント監視システム (コンピューティング・ロガー)	従来のロガーの機能であるエンジンプラントに関する警報、監視、記録作業の外に、コンピュータの演算、判断機能を活用して故障診断、予防通報、最適操作指令、機関状態計算等の機能をもつ。

エル社、AMI社などの提案によるものが原型とされている。(図4参照)この方式の特長は、言うまでもなく各システムは独立しており、他のシステムとの関連をあまり考える必要もなく、また、1台のコンピュータが故障しても他のシステムへの影響が少ない点にある。したがって、ソフトウェア開発とバックアップ方法の容易さ、メンテナンスと総合調整時間の短縮などの利点があるから、この方式が舶用コンピュータ・システムにもっとも適しているといえよう。

しかし、前述のように最近のミニコンピュータの技術動向は、マイクロコンピュータの出現により、ミニコンピュータの機能拡張をより一層うながす結

果となって現われてきている。したがって、これらのコンピュータ技術動向を背景にした今後の舶用システムにおけるコンピュータ・システムの方向としては、一つはマイクロコンピュータを利用した舶用システムのより末端、より局所的な個所の自動化、計装化に Dedicate (専門化) する方向に進むであろう。

このような考え方は DDC (Distributing Digital Control) と呼ばれているもので⁹⁾、その狙いは、コントロール・ポイントにより近いところにマイクロコンピュータを装備することにより、今まで簡単に実現し得なかった機能、たとえば、計装機器の自動故障診断、自動キャリブレーションなどの機能を効率的に実現することにある。一方、一段と機能を拡張したミニコンピュータは、舶用システムの各機能をより一層 Integrated System とするために貢献することになるであろう。その一例として後に述べる“DATABRIDGE”は、最近の技術成果をとり入れたミニコンピュータを使用した総合航法システムで、舶用コンピュータ・システムのもう一つの方向を示すものである。

4. ミニコンピュータの性能と信頼性の評価

ミニコンピュータの特長として応用面からは広い適用性をもっているが、一旦

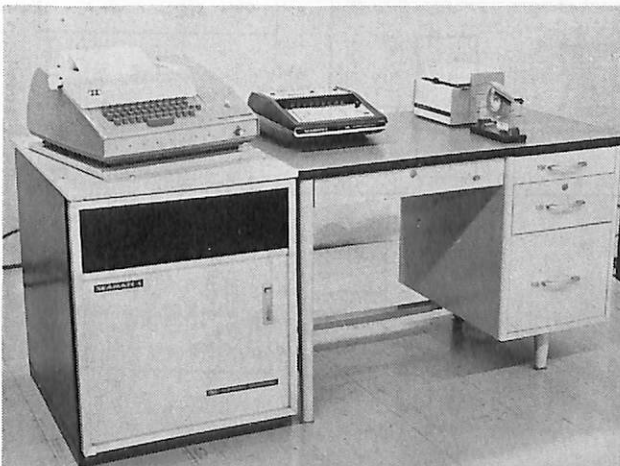


図3 コンピュータを利用したシステムの一例(船体状態計算器)

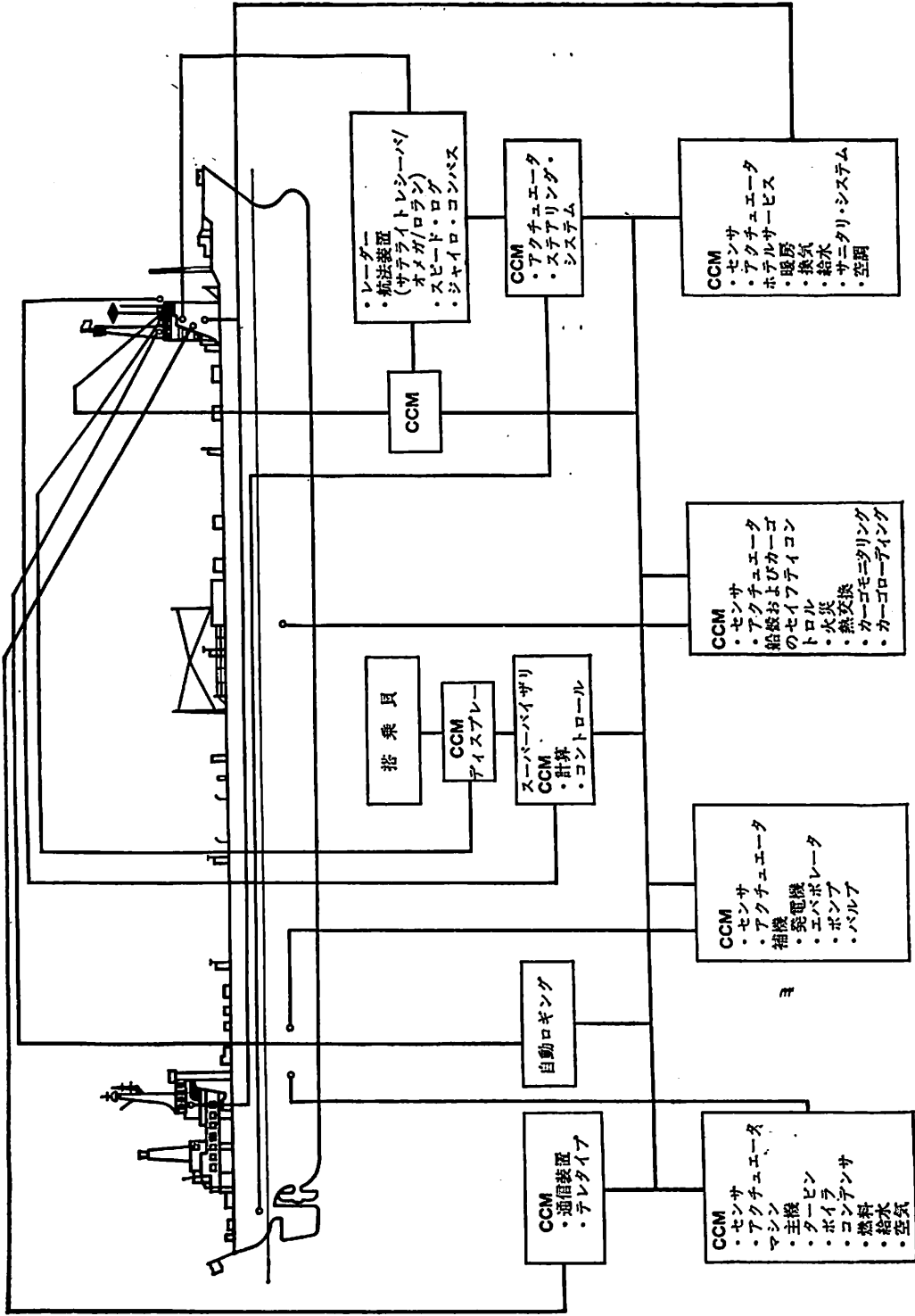


図4 AMI社のDedicated System

アプリケーションがきまると非常に専用性をもって
くる。したがって、ミニコンピュータの性能を評価
する場合には、性能に対する価格 (Price to Per-
formance) の評価が重要となる。さらに、重要な
ことは、ミニコンピュータの価格が、そのシステム
全体の価格の中にしめる割合はさほど重要ではな
く、処理されている仕事に対してコンピュータの価
格が適当かどうかということである。

しかし、定性的にはそうであっても容量的客観的
にミニコンピュータの性能/価格比を求めることは
極めて困難であり、確定された手法は見当たらな
い。ここでは文献¹⁰⁾にあらわれた一例を紹介する。

4.1 ミニコンピュータ価格/性能評価規準

$$\rho_h = \frac{\text{基本構成の}}{0.1M \left[1 - \frac{W-F}{2W} \right] + \frac{20}{T} (A_h + L_h + I_h)} \frac{\text{価格 (\$)}}{+100N + 50R}$$

ここで

- ρ_h : ハードウェアの価格/性能値
- M : 基本構成の主記憶容量 (ビット)
- F : 命令語のアドレス部のビット数
- W : 語長 (ビット)
- R : 汎用レジスタ数
- T : メモリのサイクルタイム (μs)
- N : 基本構成価格に次の附加機能が含まれている数
 - 実時間クロック
 - 電源喪失保護
 - 電源復帰自動スタート
 - メモリのパリティチェック
 - メモリ保護
- A_h : 演算能力指数 (0~100)
 - なし : 0
 - 加算, 補数演算ハード付 : 25
 - 加減算ハード, 乗除算ソフト付 : 50
(固定小数点)
 - 加減算, 乗除算共ハード付 : 75
(固定小数点)
 - 加減乗除演算ハード付, 浮動小
数点演算ソフト付 : 90
 - 固定, 浮動小数点演算ハード付 : 100
- L_h : 理論演算能力指数 (0~100)
 - なし : 0
 - and, or 演算ハード付 : 25
 - and, or, exclusive or 演算付 : 50
 - 上記に更に word テスト命令,

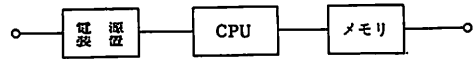


図5 信頼性モデル

- 条件付分岐命令 : 75
- 上記に更に bit テスト命令, bit
操作命令 : 90
- 上記に更に合理的なテスト命
令のあるもの : 100
- I_h : 入出力能力指数 (0~100)
 - なし : 0
 - プログラム制御入出力付 : 25
 - 上記に更にDMA付 : 75
 - 上記に更に多重制御入出力付 : 100

さらにこの文献ではソフトウェアの価格/性能値
の評価方法にも触れているが割愛する。読者の中で
興味ある方は、末尾の文献を参照されて、使用され
るミニコンピュータを評価してみても如何。

4.2 信頼性評価

ミニコンピュータ自体の信頼性はどの位あるのだ
ろうか? 筆者ら I H I でいうミニコンピュータ・
システム DCM-16 のについて試算してみた。

DCM-16 は基本的には CPU, メモリ, 電源の
3つの部分より構成されており、信頼性モデルは図
5 に示すような直列モデルと考えられる。信頼性を
示す尺度としては、普通、故障率または M T B F で
表わされるが、いずれにせよ使用している電子部品
と接続個所の数によって信頼性はきまってくるとい
える。使用している電子部品および接続個所の故障
率は表3に示す値を使用した。また、計算例として
8 K 語のコアメモリ付の場合を示すと次の通り。

- a. 1年目: 9,673時間
 - b. 2年目: 14,581時間
 - c. 3年目: 16,229時間
- (表4参照)

4.3 システムの信頼性

分散形システムは、本質的に信頼性を高めるため
に考え出されたシステムである。元来、ある品物の
信頼性が高いということは、その品物がこわれにく
いことを意味しているが、システム商品といわれて
いるものは、システムを構成する部品の数が多くな
り、なおかつ部品の種類によっては技術的、経済的
限界のために信頼性にバラツキがあり、システムと
しての信頼性がどうしても低下し、本来の意味から
の信頼性としては決して満足な数値が得られないこ

表 3 電子部品の故障率 (%/1000 Hr)

	製 造 者	M I L - H D B K - 2 1 7 A		
		min.	avg.	max.
1. I C				
a. 1 年 目	0.02	0.005	0.04	0.10
b. 2 年 目	0.01	—	—	—
c. 3 年 目	0.008	—	—	—
2. ダイオード	0.001	0.01	0.10	1.00
3. インダクター	0.002	0.02	0.03	2.00
4. トランジスタ	0.004	0.01	0.30	1.20
5. 抵 抗	0.0001	0.00035	0.00043	0.016
6. コンデンサ				
a. タンタル	0.004	0.0005	0.0058	0.11
b. そ の 他	0.001	0.0002	0.002	0.25
7. コネクタ	0.04	0.001	0.01	1.00
8. フィード・スルー	0.0002	—	—	—
9. 半田接続点	0.0001	—	—	—

引用文献：コンピュータ製造者資料より

表 4 DCM-16の信頼性見積計算

部 品 名	故障率(F) %/1000Hr	C P U		メ モ リ		電 源 装 置		
		個 数 n	F × n	個 数 n	F × n	個 数 n	F × n	
I C								
a. 1年目	0.02	265	5.30	78	1.56	5	0.10	
b. 2年目	0.01	''	2.65	''	0.78	''	0.05	
c. 3年目以上	0.008	''	2.12	''	0.624	''	0.04	
インダクター	0.002	0	—	3	0.006	0	—	
ダイオード	0.001	4	0.004	195	0.195	26	0.026	
トランジスタ	0.004	5	0.020	32	0.128	22	0.088	
抵 抗	0.0001	265	0.0265	312	0.0312	90	0.0090	
コンデンサ								
a. タンタル	0.004	45	0.180	6	0.024	3	0.012	
b. その他	0.001	131	0.131	95	0.095	20	0.020	
コネクタ	0.04	4	0.16	1	0.04	5	0.20	
半田接続点	0.0001	6685	0.6685	2853	0.2853	450	0.045	
フィードスルー	0.0002	1427	0.9154	339	0.0678	0	—	
合 計		1年目	7.4054		2.4323		0.5000	10.3377
		2年目	4.7554		1.6523		0.4500	6.8577
		3年目以上	4.2254		1.4963		0.4400	6.1617

MTBF (Hr) : 1年目/9,673, 2年目/14,582, 3年目以上/16,229

とが多い。

したがって、システムにおける信頼性確保の対策は、システムの稼働率の向上に向けられるべきである。つまり、信頼性の視点を従来の物のこわれにくさから、こわれても障害の全システムへの波及しにくさ、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、稼働率の向上にはつぎの点に留意すべきであり、そのためにはマイクロコンピュータの利用が、今後有利になると考えられる。

(1) システム機能のモジュール化

モジュール化により故障時の修理復旧時間 (M T T R) を短縮できるので、稼働率を向上させることができる。

(2) システム運用レベルの階層化¹¹⁾

システムの一部に障害が発生しても、システムのスループットとか能率は低下するが、システム全体をストップさせないという配慮 (Graceful Degradation) が必要である。そのためには障害の発生した部分のすみやかな排除、すなわち構成制御 (Configuration Control) と各種組み合わせの運営方法 (Fail Soft System) を考慮しておくことが肝要であろう。

5. 船用環境とミニコンピュータ

5. 1

ミニコンピュータが設置される船用環境は、陸上のそれとはいささか異なり、温度、湿度、動揺、振動、塩分など厳しい条件が多い。その上、陸上からサービスがうけられる時間々隔が非常に長いということが、航空機などよりもむしろ厳しい条件といえよう。したがって、各国の船級協会は表5 (次頁) に示すように、船舶搭載の自動化機器に対して環境試験条件を規定している。もちろん、現在の各国船級協会のルールの中で、船舶搭載用ミニコンピュータにも適用することを明確に規定しているものはほとんどない。

しかし、最近の自動化関係の船級ルールの中で、コンピュータシステムに関連する動向を見てみると、つぎの点が注目される。

(1) Lloyd は、1975年に Test Requirements For the Type Approval of Control and Electrical Equipment の中で、コンピュータ・システムへも適用することをきめた。

(2) NV は1974年に Navigational Aids and Bridge Systems を制定し、この要求事項を満足するシステムを搭載する船舶に対し、機関部のM

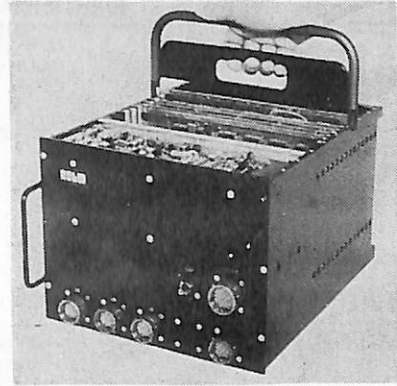


図6

0と同じように、甲板部のM0に相当する“NAV”という符号を与えることを決めている。しかも、甲板部のコンピュータ・システムを含む広範囲のものであり、今後の甲板部自動化の方向を示唆するものとして画期的なものといえる。

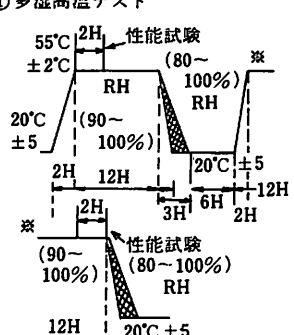
(3) I E C (国際電気標準会議) の Publication 92 (Electrical Installation in Ships) に、船舶の制御と計装に関する新しい1章がつけ加えられることが、1973年のミュンヘン会議で最終的に合意されたことである。このI E Cの推奨規格は、船舶搭載の電子機器、とくにコンピュータにとってはシビアな条件が多い。たとえば周囲温度55°Cにて満足に作動することを要求している。しかし、各国の船級協会は、このI E C推奨規格を漸次とりいれようとする方向にあるので、関係者は十分に関心をもつ必要がある。

5. 2 ラゲダイズ型ミニコンピュータ

現在市販されている一般産業用ミニコンピュータの多くは、上述の各国船級協会のルール、もしくはI E C規格に無条件でパスするとは考えられない。一方、一般標準仕様のもを航空機、艦船などの環境条件に合致するように主として構造設計のみを変更したラゲダイズ型 (Ruggedized Type) ミニコンピュータと呼ばれているものがある。代表的な製品例として図6に示すROLM社 (米国) の Rugged NOVA-1602 がある¹²⁾。これは米国データジェネラル社のミニコンピュータNOVAが原型で、これをMIL-E-5400 (航空機搭載電子機器)、MIL-16400 (艦船用電子機器) の環境仕様に合致するよう構造設計を改良したものである。

一方、船用の分野でのラゲダイズ型ミニコンピュータの例は非常に少ない。後に紹介する総合航法システム DATABRIDGE に使用されているミニコンピュータNORD-42 (ノルウェー、ノルスケデー

表5 船用自動化機器環境条件, 試験基準対応表 (一部)

ITEM	※NK (1972) 船舶の自動制御 遠隔制御に関する 細則	◎LR (1975) (GUIDANCE NOTE)	※AB (1973) (SECTION 4.1.)	※NV (1973) (CHAPTER VII)
1. 周囲温度 (使用温度)	①監視室内: 0~45°C ②機関室: 0~50°C ③暴露甲板上: -10°C~+60°C ④保管(無通電): 60°C ⑤ボイラ室など: 60°C で誤動作しないこと。		①機関室など: 0~50°C ②その他の区域: 0~40°C ③半導体類の Max: 0~60°C	①制御室, 機械室, 居住区: 5~55°C ②キュービクル内, デスク内など: 5~70°C ③デッキ甲板, ポン プルームなど: 25~55°C
2. 振動: 耐振	① 1 Hz~10 Hz: P P 3 mm 10 Hz~60 Hz: 片側 150/F ² mm ※ F = 振動数 (Hz)	①一般機器 1) 振動数 (Hz) 振巾 (mm) 1-13.2 ±1.0 mm (=2.0 mm P P) 13.2-100 ±0.7 g 2) 耐振テスト 上記①のテストで共振点を見つけ その共振点で2 H以上。共振点が存 在しない時は30 Hz ±0.7 gで2時間 以上 3) 互いに直角な3方向。通常の出付 姿勢で上記を実施 4) 防振台が組付けられているものは 取付けたままでテスト 5) 試験中機器の性能が満足であるこ とを確認する。 ②ディーゼル機関に直接装備の場合 1) 振動数 (Hz) 振巾 (mm) 1-25 ±1.6 mm (=3.2 mm P P) 25-100 ±4.0 g	① 5 Hz~15 Hz振巾 P P 1.4 mm 15 Hz~25 Hz振巾 P P 1.0 mm	① デッキバルクヘッ ド, ビームなど 5 Hz~50 Hz 20 mm/sec ② 主機関 補機まわ り 機械室 5 Hz~30 Hz 100 mm/sec 30 Hz~80 Hz 1.9 G
3. 動揺: 傾斜	① 動揺: 垂直から 22° 30' 周期 10 sec ② 傾斜: 横 15° (持続) 縦 10°	① 傾斜: 各方向に対し 22° 30'	① 傾斜: 各方向に 対し 垂直 から 30°	① 傾斜: 各方向に對 し 40°
4. 乾燥高温 (温度サイクル)	MO船は I の温度 + 5 °C の温度で 4 H 動作さ せ 1 の周囲温度で精度 を確認する。	① 55°C ± 2°C または、メーカー仕様の高い 方の温度, RH 50% 以下 (35°C に て), 16 H 以上運転 ② 運転中で、試験終了直前に正規の性 能テストを行なう。 注) 本テストは多湿高温の結果が良好 な場合、省略される。
5. 多湿高温 湿度	① 特に規定なし 一応 RH 90% 以上で 正常であることとし ている。	① 多湿高温テスト 	...	① 居住区制御室など すべての温度湿度 で RH 96% ② 上記以外の場所 RH 100%

1. *印のあるものは環境条件を記載してある。2. ©印のあるものは試験基準を記載してある。

©BV (1828-1968) GUIDANCE NOTE NI-1.3.4.-BM 3-90A	©IEC 18B(C.O.)3 (TEST)	JMSA ©規格案
①クラス1 (パネル機器など) 2H 1~25Hz, 振巾2mm ②クラス2 (現場に取り付けられるものなど) 1~25Hz, 振巾2mm P P 25~55Hz, 振巾1mm P P ③上記で共振点がない事	①一般機器 1) 振動 2~13.2Hz ± 1mm 13.2~80Hz ± 0.7g 2) 時間 掃引 90分 共振点 90分 ②ディーゼル機関, ディーゼル装置, 圧縮機, 舵取機 1) 振動 2~25Hz ± 1.6mm 25~100Hz ± 4.0g	①一般機器 1) 5~60Hzで共振がないこと。 2) 共振点 (5~11Hz複振巾3mm) または30Hzで0.7g以上で2時間 ②ディーゼル 圧縮機付 1) 5~100Hzで共振点がないこと。 2) 共振点 (5~26Hz複振巾3mm) または30Hzで4g以上で2時間 ③排気管など付 1) 30~100Hz 6g 1Hz/sで 200Hr 掃引する。 30分毎の加熱, 空冷を同時に行なう
①傾斜: 各方向に対し 22°30' ②動揺: 22°30', 周期10sec 加速度: 1g	①傾斜: 各方向に対して 22.5° ②動揺: 22.5° 10秒	①傾斜: 各方向に対して 22.5° ②動揺: 22.5° 10秒
①70°Cで湿度45~75%の条件で48H以上の加熱後正規の動作をすること。 ②電子機器55°C, RH45~75%で100H運転, その後で正規の動作を行なうこと。 このテスト期間中少なくとも2Hは70°Cに上げ, 異常がないこと。	①0°C~55°C満足に動作 ②70°C ± 3°C 2時間 劣化しないこと Pub 68-2-2 (1966) Test Bo Operationalによる。	<p>35°C RH 15~90%相当で上記いづれかで5サイクル</p>
①多湿高温テスト <p>①上記プログラムを2回連続して行なう。なおテスト中動作特性は規格内にあること。</p>	<p>IEC PUBL 68-2-4 (1960) TEST Dによる</p>	IEC sc18B(co)3に下記を追加 <p>◎および◎点で動作させる</p>

タ社)は、数少ないラゲダイズ型船用ミニコンピュータの一例といえる。これも原型はNORD-10という一般産業用ミニコンピュータのアーキテクチャ、ソフトウェアを交えることなく、NV船級協会の環境仕様に合致するよう構造設計したものである。その外NORD-42は、先に述べたような最近のミニコンピュータの新しい技術動向であるメモリの拡張性(〜64K語、半導体メモリの採用)、マイクロプログラミングの採用などをとりいれている点にも、船用ミニコンピュータとして特長がある。

5.3 艦装上の諸問題

船用ミニコンピュータをめぐる問題として、環境仕様の確定とラゲダイズ型ミニコンピュータについて述べてきたが、実際の艦装上の問題としても、いくつかの留意すべき点がある。

(1) 冷却装置のチェック

ミニコンピュータは、システム・コンポネントとして閉鎖された函体内に装備されることが非常に多い。これがマイクロコンピュータになれば、100% そうなると考えられる。その場合には、函体の中の雰囲気温度がコンピュータの周囲温度になるということに注意する必要がある。おそらく、函体が設置されている室内温度より約10℃は高くなると考えられるので、冷却装置の計画に注意することが肝要である。

(2) 振動対策

温度よりもっとトラブルを起す原因として振動がある。最近のミニコンピュータは、コストダウンするための生産技術上の理由から大型印刷基板を使用する傾向が強い。この大型印刷基板の函体内における設置方法によっては、振動に弱い傾向が見られる。経験的には基板が垂直になるように設置した方が、水平時よりも強い傾向が見られる。

(3) 誘導対策

ミニコンピュータ・システムの誤動作の原因となるノイズは、主として艦装ケーブルの長い検出器ラインと電源ラインから混入する場合は圧倒的に多い。したがって、システム側にはフィルタ・アイソレータ、フォトカップラなどによるノイズ対策が必要であると共に、艦装ケーブルの配線ルートを計画する際に、動力ケーブルからのセパレーションにも十分な配慮が必要である。

(4) 初期故障対策

陸上のコンピュータ・システムの据付にくらべて、船舶の場合には非常に制約条件が多い。例えば、最近の船舶建造方式であるブロック建造方式で

は、艦装関係もブロック建造時に先行して陸上で施工されるので、船舶の完工時期より何カ月も前にシステムを造船所に納入することが要求される。したがって、当然のことながら初期故障をどうやって早くつぶし、しかも納入後から完工までの長期間をどうやってシステムの信頼性を保持するかが重要な問題となってくる。

この問題は単にシステムの製作者だけでは解決できるものではなく、造船所側の協力体制が必要である。特に艦装中に発生する鉄粉を含む粉じんや塩気の、電子装置の中に侵入することを防ぐ対策がポイントとなる。

6. ミニコンピュータを利用した航法システムの 実例——IHI-DATABRIDGE について——

一口にミニコンピュータを利用した航法システムといっても、衝突予防装置のみのシステム、例えばSPERRY社のCAS 101、三井造船・協立電波のAUTORAPのようなものもあれば、IHI-DATABRIDGEやIBMのシステム、三菱重工のTONACのように複合機能のものがある。

ミニコンピュータを利用した航法援助装置のなかで、衝突予防装置ほど最近発達した電子技術の恩恵にあずかっているものはないであろう。衝突予防装置の発達の歴史を考えると、1960年代のごく初歩的な段階であった第一世代につづき、1970年代は第二世代といえよう。このようなシステムはコンピュータ技術の発展と切りはなしては考えられず、前述のコンピュータの高性能化、小型化にとともに、その価格も下り、信頼性も大きく向上したため、この利点を大いに利用できるようになった。この時代にIHI-DATABRIDGEが発表されたわけである。

1975年代になり、衝突予防システムは再び大きく飛躍しようとしている。コンピュータはますます高性能化し、低価格となってきた。そして約5年間にわたるフィールドデータの蓄積をもとにして、より高性能で、より安全航海へつながるシステムへと発展する気運が見られる。この度、当社が発表したDATABRIDGEの新型も第三世代の一翼を担うものとして計画されたものである。衝突予防システムについて最も豊富な経験に基づき、従来の機種を大幅に改良した。

そもそも本文中で述べている衝突予防装置は、周知のごとく、メインレーダに接続し、PPI上のターゲットに対する本船の位置関係を航海士にわかりやすく示し、さらに各ターゲットの動向、自船操舵の



図7 実船で運用中のDatabridge

結果などを知ることのできるものである。従来は航海士が一定時間間隔で行っていたターゲットのプロット作業は、交通量が増せば大変な作業となる。これを自動化すれば、当直航海士にも大きな心のゆとりが得られ、衝突・座礁を未然に防ぐこともできよう。しかしこのようなシステムは、その性能（例えば表示データの精度など）はもとより、操舵室という特殊な環境を考えれば、まずなによりも使用しやすくなくてはならないであろう。衝突予防システムは不用意に導入し使用すると、当初の希望

とは逆に衝突助長装置として働いてしまうおそれもありうる。IHI-DATABRIDGE は、人間工学的に最も安全な設計をし、また押釦の配列も誤操作をまねかないような配列としている。また各種の fail safe, fool proof の思想をとり入れた設計になっている。

以下に IHI-DATABRIDGE の概要を示す。

6.1 システムの機能

IHI-DATABRIDGE は、つぎに示すサブシステムにより構成される総合航海システムである。

- DATARADAR (衝突予防システム)
- DATASAILING (航海計算システム)
- DATAPOSITION (自動測位システム)
- DATAPILOT (自動操舵システム)

このサブシステムのなかより、使用者は必要なものだけを自由に採択することができる。

DATABRIDGE システムとの情報入出力関係を第8図のブロック線図に示す。

(1) DATARADAR の機能

衝突予防システム DATARADAR は、システム内に装備されている P P I 上に、本船メインレーダからの生ビデオを表示し、これに重畳してコンピュータが発生した各種シンボルを表示し、安全な針路について情報を得るものである。航海士が自船に関するのあるターゲットを電子式ポインタで指定する

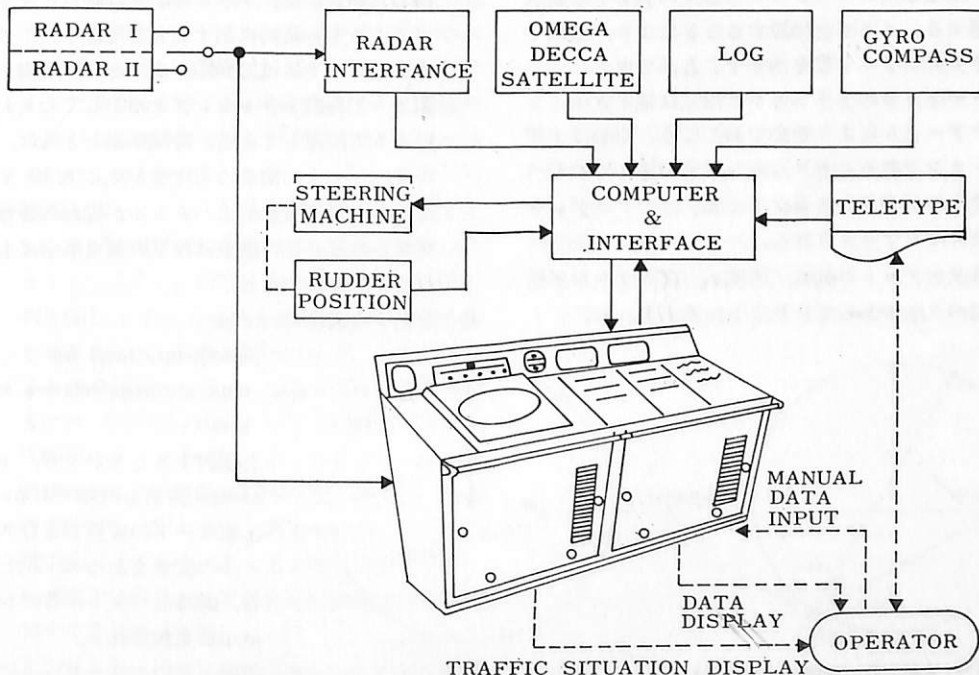


図8 システム・ブロック図

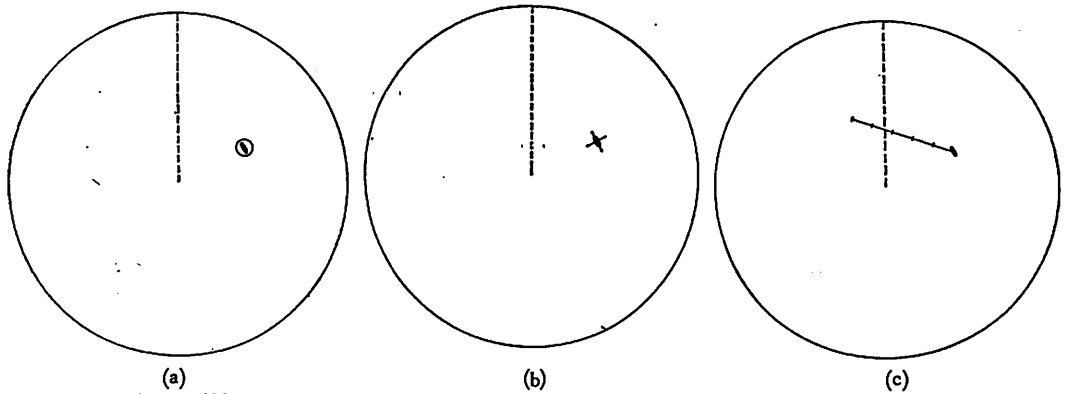


図9 ターゲットの捕捉

と、コンピュータはメインレーダとのインタフェースを介して、そのターゲットに関するデータを収集し、結果をベクトルの形式でPPI上に表示する。また数値表示器にも結果が表示される。そしてCPA、TCPAが、あらかじめ設定した制限値より小さくなれば、衝突の可能性があるとして警報（ブザー、ランプ、PPI上のシンボル）を発する。さらに本システムにより避行操船シミュレーションが可能である。現在トラッキングしているターゲットが針路、速度を変更しないものと仮定し、自船が変針していく場合、将来どのような位置関係になるかをシミュレートすることができる。以下に DATA-RADAR の主なる機能を箇条書にして説明する。

- a. 24海里以内のターゲットを最大24個まで自動追尾する。メモリを増設することにより、追尾できるターゲット数を増やすことができる。
- b. ターゲットのトラッキング指定は電子式ポインタサークルにより手動でおこなう。自動はオプションである。トラッキングを指定してからベクトルが表示されるまでの間、このターゲットは×印でマークされる。
- c. 各ターゲットの針路/速度が、真ベクトル/相対ベクトルとしてPPI上に表示される。

DATARADAR	
TARGET DATA	
CPA	2.4 NM
TCPA	12.0 MIN

DATARADAR	
TARGET DATA	
COURSE	183.1
SPEED	23.1

DATARADAR	
TARGET DATA	
RANGE	5.4
BEARING	75.8

図11 ターゲットデータの表示例

- d. PPI上の表示がベクトルなどにより非常に輻湊した場合には、トラッキングは続けたままでベクトルを一時的に消すことができる。この場合ターゲットには三角印が表示され、航海士が誤まって再度トラッキングを指定してしまわないように配慮してある。時間経過とともに、このターゲットに衝突の可能性が生じた場合には、もちろん自動的にベクトルが現われ警報も発せられる。この機能はNVの要求事項にもなっているものである。
- e. PPIの表示モードは

-north up/head up
-true motion/relative motion

を選択することができ、off-centre 表示も可能である。

- f. 上記モードの変更およびスケールの変更をおこなった場合、瞬時にベクトル等のシンボルが更新される。
- g. 追尾しているターゲットについて下記のデータを数値表示

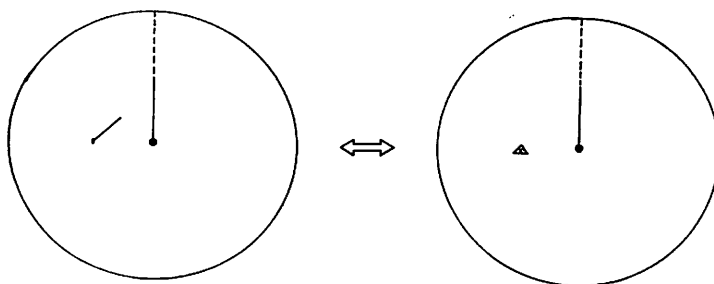


図10(a) 本船左舷の物標のベクトルは不要である

(b) ベクトルは消去してもトラッキングは続けられている

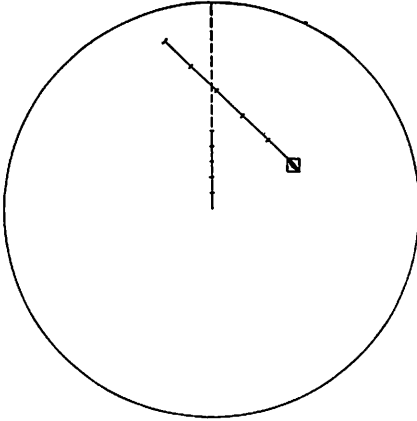


図12 衝突警報 (PPI上のシンボル)

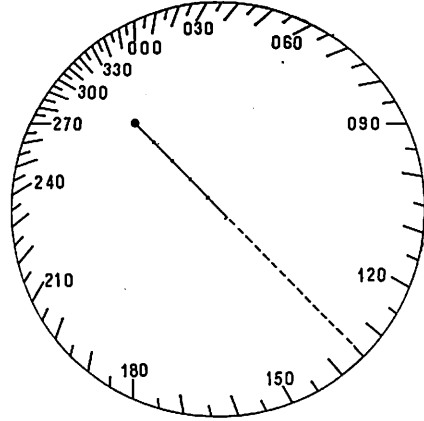


図13 Off Center した場合の電子式 Bearing Scale

器に表示することができる。

CPA/TCPA

方位/距離

針路/速度

- h. あるターゲットのCPAおよびTCPAが、あらかじめ設定した制限値をとると同時に割ると衝突警報が発せられる。警報はブザー、ランプの点滅、PPI上の危険ターゲットに四角のシンボルを表示することによる。確認ボタンを押すことにより警報を確認すると、ブザーはとまり、ランプは点灯したままになる。PPI上で点滅していた四角いシンボルも点滅せず、表示されたままになる。自船あるいはターゲットが船であった場合は、相手船が避航操船をして衝突の危険が去ると、このランプあるいはシンボルは自動的に消える。
- i. 避航操船シミュレーションが可能である。すなわち自分が何分後に実際の操船をおこなうかシステムに入力し、PORTに舵を切るかSTARBOARDに舵を切るかを指定すればそれに応じてPPI上の画面が更新される。シミュレーションの操船が、新たに危険をまねくような場合にはSIMULATED COLLISION WARNINGのランプが点滅する。シミュレーションの間はもちろん実際の海域を常に監視し、本当の危険がないかをチェックしている。
- j. 電子式ポインタサークルまでのレンジ/ベアリングおよびCPA/TCPAを数値表示器に表示することができる。
- k. このシステムは船内装備の主レーダに何ら影響をあたえない。

- l. ベクトルは6分間ごとの節が表示されている。ベクトルの長さは6, 12, 18, 24, 36分の長さに切替えることができる。
- m. 電子式ベアリングスケールを採用しているのでトルーモーションモードやオフセンタしたときでも正しいベアリングを素早く読みとることができる。
- n. ターゲットの過去の位置をPPIに表示することができる。(バックトラッキング)
- o. ターゲットの全データをロギングすることができる。
- p. ターゲットが処理海域(24海里)の外に出てしまったり、あるいは反射エコーが微弱になったりすると、トラッキング不能の警報が生じる。

(2) DATASAILING の機能

DATASAILING は各種の航法計算を行なうシステムである。航海士が希望する航路について変針点の緯度、経度など、所要なデータをシステムに入力すると、漸長緯度コース、大圏コース、推測船位、ドリフト、各変針点にいたるまでの距離、所要時間

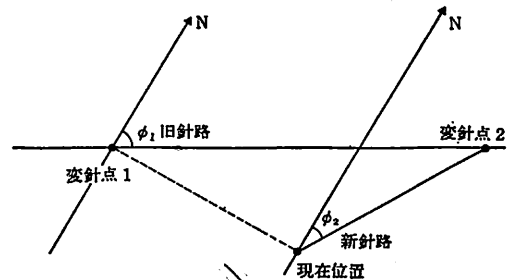


図14 コースモード

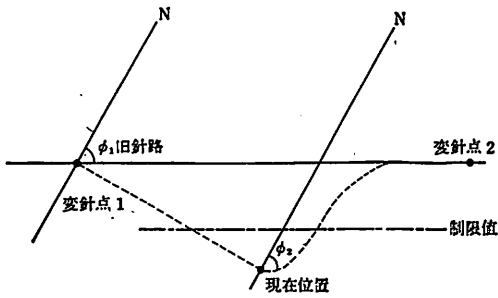


図15 トラックモード

を計算することができる。以下に各機能を箇条書にして説明する。

- a. 航路上に15の変針点を設定することができる。
- b. 各変針点間で、大圏コース、漸長緯度コース、集成大圏コースのうちから一つのコースを選ぶことができる。
- c. つぎの変針点に向かうのに DATASAILING ではつぎの3つのアプローチの方法がある。コースモードでは第14図のように常につぎの変針点に向かうように針路角が計算される。修正コースモードでは二つの変針点間の航路を計算し、常に自船をこの航路にのせるような針路を決定する。第15図に示すように何らかの方法によりシステムが自船位置があらかじめ設定した航路幅の外に出ていることに気づくと、警報が発せられ、もっとも有効に指定航路に戻るべく針路が計算される。
- d. 任意の変針点までの距離、所要時間を計算することができる。
- e. 上記と逆に任意の変針点までのETAを入力すると、それを達成するのに必要な自船速度が計算される。
- f. 航海士の計算の労力を軽くするために DATASAILING には Trial Mode がある。これは上記の各機能を実際に使用している航海中 (real mode) に、航路変更をした場合どうなるかなどを、オフラインで計算することができるのである。trial mode は独自に変針点のテーブルを持っており、試行計算の結果が良好であったならこれを直ちに real mode の変針テーブルに移すこともできる。
- g. 変針点に自船が接近してきた場合、変針点までの距離が15海里以内にあるかどうかチェック

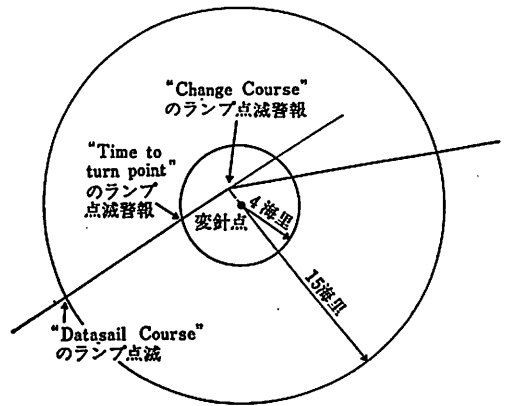


図16 変針点に接近した場合

し、15海里以内ならコースの計算は中止され、中止前のコースを維持する。つぎに自船位置が4海里以内にあるかチェックし、4海里以内なら警報が作動する。さらに、現在位置が変針点に最も接近すると、再び警報が作動する。この警報を押卸により確認すると、つぎの変針点への針路が表示され、確認しない場合はいままでの針路が維持される。最接近点が4海里以上の場合は後者の警報のみが作動する。

- h. DATASAILING で計算した針路は、後にのべる DATAPILOT の設定コースとしてそのまま転送することができ、自動操舵機能が有効に使用できる。

(3) DATAPOSITION の機能

DATAPOSITION は各種の船位測定システム、船速測定システムからのデータをもとにした船位決定システムであり、最も確からしい船位、針路、対地速度などを連続的に計算するものである。

システムを作動させるには、まずキーボードより自船の初期位置を入力する。システムはただちに針路、速度の情報を読みとり初期位置に累算し、現在位置を更新していく。

ログ、ジャイロのみによるデッドレコニングの場合は潮流の影響を計算することができない。しかし海図などによりあらかじめわかっているときにはこれをキーボードより入力することもできる。入力すると真針路、対地速度を計算し表示できる。

もし一つでも自動測位システムが接続されているならば、これよりの情報をもとにして真針路や対地速度を求めデッドレコニングの結果との差により、

潮流等の影響を逆算することができる。

二つ以上の自動測位システムが接続されている場合、これらの測定結果の差はシステムの内部で処理される。すなわち、最も精度の高い測位システムによる結果に基準をおき、他のシステムの結果はこれを改善するために用いる。

DATAPOSITION の船位決定システムの計算では、各種測位システムの精度を考慮して計算をおこなう。精度の高いシステムの結果には大きくウェイトをかけ、精度の低いシステムではウェイトを低くする。このようにして全体の精度としては可能な限り高くしているのである。

DATAPOSITION の標準仕様として接続可能な船位測定システムは

- DECCA Navigator
- NNS
- OMEGA
- LORAN C
- Doppler Sonar Log

がある。

(4) DATAPILOT の機能

DATAPILOT は最適な舵の操作により設定された針路に制御するもので、少ない舵の操作による平均船速の増加を目的としたものである。通常、船速は操舵によりかなり低下するものであるが、これを最少にするため、この DATAPILOT は新しい操舵制御理論に基づき設計されている。すなわち適応制御理論の採用により各パラメータは自動的に決定される。自船が変針中に船体の運動特性を計測し、保針操舵に最も適した定数を求めるのである。

システムはジャイロコンパスおよび舵角センサよりの信号をもとにして上記の機能を実行する。このシステムは従来のオートパイロットと同様な機能を有するわけであるがより高性能である。制御装置は

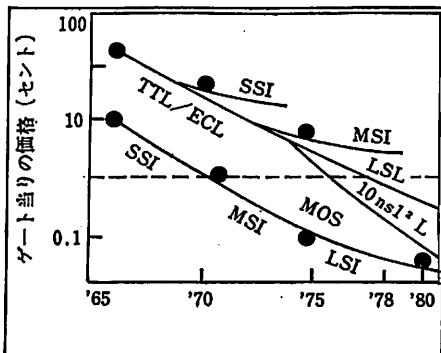


図17 LSIの価格推移

もちろん DATABRIDGE コンソールに内装された DATAPILOT PANEL に装備され、一般のオートパイロットと同じ制御モードを持つ。

各モードを順次説明しよう。

a. オフラインモード

オフラインモードでは操舵ダイナミクスについての情報を記録することができる。実際に舵は動かさないモードである。

b. ラダーコントロールモード

このモードでは、“Rudder Angle” の押釦により直接舵が制御される。これは Follow-Up システムであり、実舵角が表示器に数値表示される。

c. マニュアルコースモード

このモードでは DATAPILOT は航海士が設定した針路に自船が向うように動作する。設定針路は数値表示されている。

d. DATASAILING コースモード

このモードでは、設定は DATASAILING により計算されたものを使用する。総合航法システムの特徴を最も発揮した機能である。

7. あとがき

船用コンピュータ・システムも、今後さらにコンピュータ技術の進展と共にいくつかの改良を重ねながら、船舶の運航安全性と経済性に大きく寄与して行くことは間違いないところである。また、船用コンピュータ・システムに技術的に最も大きな影響を与えると考えられるのは、何度もいつてきたが、マイクロコンピュータの出現であることも間違いないであろう。

図17¹³⁾はマイクロコンピュータのハードウェアの基本素子であるLSIの、今後の価格推移予想を示している。ところで、ゲート当たり1セントのLSIを使用することが出来るとしたらハードウェアのコストはどうなるであろうか？ 16ビットLSIプロセッサを実現するのに約6,000ゲートが必要とすると、このシングル・チップCPUのコストは、わずか60ドルになる。また、1ビット当り0.1セント以下のMOSメモリが市場に出るのも間違いと予想されており、そうなれば32K語(25万6,000ビット)メモリも、わずか256ドルで入手出来ることになる。それに入出力回路として1,000ゲート必要としても、約10ドルの追加にすぎない。つまり、32Kメモリ付き16ビット並列演算ミニコンピュータと同じ機能をもつマイクロコンピュータのハードウェア

が、350ドル以下で出来る可能性があるということである。これを革命といわないで何と云えばよいのだろうか。

革新的発展をとげつつあるエレクトロニクスの将来を容易に予測することはできないが、LSIの出現によりハードウェアの製造コストが、相対的に、しかも急速に低減してゆくことが予想される。したがって、今後の船用システムの開発において重要になってくることは、マイクロコンピュータの応用に関連するソフトウェアの効率的開発と、必要とするセンサ・アクチュエータの開発であるといえる。

参考文献

- 1) G. M. Harold: Trends in avionics systems, Sept. 1968 (CDC社資料)
- 2) 乗松: ミニコンピュータ, 電気学会誌, 第90巻, 8号 (1970) p. 25~33.
- 3) 相磯: ミニコンピュータとその応用, 電子通信学会誌, 第53巻, 8号 (1970) p. 1082~1090.
- 4) 相磯, 飯塚: ミニ・コンピュータの動向, 情報処理, 第11巻, 2号 (1970) p. 88~94.

- 5) 杉山: Mini-Computerの歴史と応用, MCB研究会論文集XX (日本システム工学会資料) MCB7203.
- 6) D. L. House & R. A. Henzel: The Effect of Low Cost Logic on Minicomputer Organization, Computer Design, Jan., 1971, p. 43~49.
- 7) 松崎, 田中: 汎用中・大型機の領域に迫る 高位ミニコン, 日経エレクトロニクス, 1975年6月16日, p. 48~76.
- 8) 唐沢: 船用コンピュータ・システムについて, 日本船用機関学会誌, 第5巻10号 (1970) p. 26~36.
- 9) B. S. Allen: Flexible Microprocessor Process Control, ISA Reprint, 75~808.
- 10) J. L. Butler: Comparative Criteria for Minicomputer, Instr. Tech., Oct. 1970, p. 67~82.
- 11) 川崎: 制御用計算機システム, 電気学会雑誌, 第91巻2号 (1971) p. 16~26.
- 12) ジーン・リチソン: 悪環境に耐えて動作する軍用ミニコン, 日経エレクトロニクス, 1971年8月16日, p. 66~70.
- 13) ローレンス・アルトマン: 台頭著しいパイポラLSI, 日経エレクトロニクス, '75年9月22日, p.68~91.

海外事情

■最近の海事衛星システム

今回は、通信合理化のエース海事衛星システムのその後の模様をダイジェストしてみよう。エレクトロニクスの進歩が、不況にあえぐ船主経済にとって、一つの光明たり得るかは、ここしばらくの同システムの開発/利用の普及にかかっているのである。

船舶における短波通信にかわるものとして数個の通信衛星を利用して、全世界をカバーする自動化が可能な通信システムが注目されている。現在発表されている海事衛星システムとしては、1976年運用開始を目指している米国のマリサットシステム、1978年頃を計画している英国を中心とする欧州諸国のマロツツ計画、IMCOのインマルサットシステム等がある。

世界で最初の商用海事衛星通信システムとなるマリサットシステムは、当初、米海軍の通信衛星の一部を共用するもので、将来、民間専用開放され、コムサット・ジェネラル、RCA、WUIおよびITT社のコンソーシャム（資本合同体）によって運用される。地上局（SANTA PAULA CALIF, SOU-

THBURY CONNETICUT), 宇宙局および移動局のシステムが確立しつつあり、運用に関する協議が各国で進められている。

1976年2月（または4月）には大西洋上、3月（または5月）には太平洋上に静止衛星が打上げられる予定で、サービス海域は大西洋と太平洋である。船舶端局装置は指定方向に自動追従するパラボラアンテナと通信卓からなり、電話、テレタイプ、ファクシミリ、高速データ伝送等のサービスが行なわれるよう計画されている。アクセス成功率99%といわれ、ほとんど即時に回線が設定される。利用料金はテレックス1分間当り5~6ドル、電話は10ドルの見込みで、本システムに加入を計画している船舶は、米国メジャーオイルのタンカーを中心としてノルウェー船等で20隻を数えており、日本でも商船の利用にさきがけてKDDに実験が予定されている。

インマルサットシステムについては、1976年2月ロンドンで「第2回国際海事衛星システムの設立に関する政府間会議」が開催され、参加国による条約調印、成立のため、準備が進められている。

IBM船用／航海システムの機能

日本アイ・ビー・エム

1. はじめに

近年、船舶の自動化技術の発達は著しく、その信頼性が向上するにつれ巨大船、高速船の安全性、及び経済性の確保等に不可欠なものになりつつある。

このような世界の情勢に答えるべく、日本アイ・ビー・エムは昭和48年10月航海システムを発表した。

このシステムで使用している電子計算機装置は、システム/7といい、昭和45年11月の発表以来、工場における自動制御や、研究所における検査、分析などの業務分野で広く利用されており、航海システムのように各種航海機器と接続して、それからの信号を解析、処理するためには、最適なシステムである。

また、システム/7には大容量、高速磁気ディスクがあり、航海システムのコントロール・プログラム、アプリケーション・プログラムを初め、航路に関する情報、オメガの突間波補正用データ等を記憶する。

更に、磁気ディスクを使用することの利点は、電源スイッチを入れるだけで、初期プログラム・ロードが自動的に行なえることである。



ブリッジ・コンソール操作中

航海システムには次の5つのプログラム・モジュールがある。

- ・衝突予防分析モジュール
安全航海（衝突予防）に必要な情報の提供
- ・船位測定モジュール
推測位置及び実測位置の計算
- ・航路計画モジュール
航路（大圏及び航程線）の記憶
- ・航路保持モジュール
安全航海（座礁予防）及び航路維持のために必要な情報の提供
- ・適応自動操舵モジュール
経済的な航海（航海時間の短縮と燃料費の削減）のための最適操舵

これらのプログラム・モジュールは同時に稼動し、互いに密接な関係を持ち、必要なデータの交換を行なっている。

2. 装置の機能

・5090—NO2ブリッジ・コンソール

この装置は航海システム用に開発されたもので、PPI、データディスプレイ、鍵盤装置、警報装置がある。通常は船橋に設置され、システムと操作員の間インターフェイスとなり、電源の発停をはじめ、システムが必要とする殆んど全ての操作が可能である。

・PPI：直径16インチのデイ・ライト・チューブで、レーダー映像と演算処理モジュールからの処理結果を同時に表示する。

表示方式は真運動、相対運動表示と、ノース・アップ、ヘッド・アップ表示の組み合わせで4方式の表示が可能である。

表示レンジは、3、6、12、24海里の4段階切換えで、レーダーのPPIの表示方式には関係なく任意に指示できる。

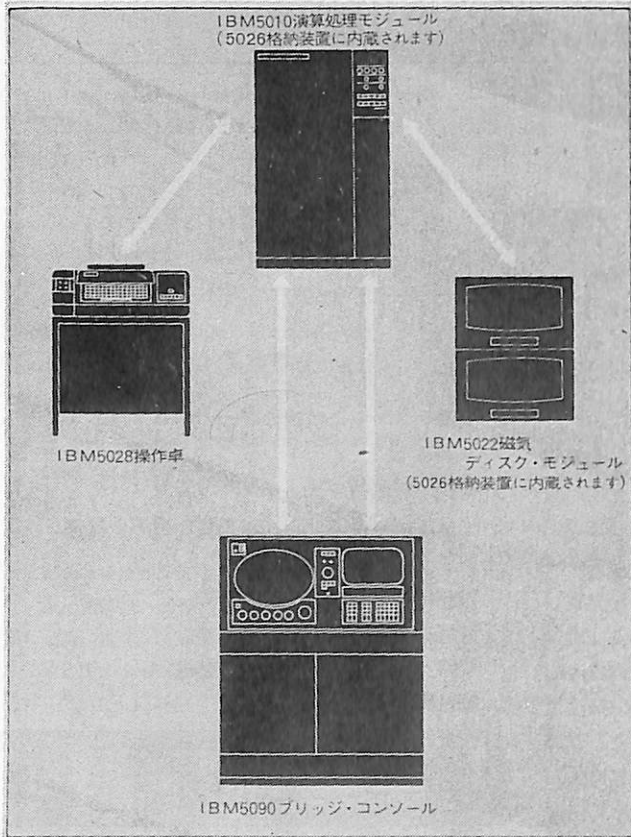


図1・航海システムの装置構成

・データ・ディスプレイ：テレビ状の画面で、その大きさは横64文字、縦24行の大きさである。この画面には、システムが捕捉、追跡しているターゲットの動向、船位の計算結果、航路情報、自動操舵の状況等を英数字を使って表示する。画面は任意に選択することができる。

また、画面の上側には警報が鳴ると同時にメッセージが表示され、何故に警報が鳴ったかを説明する。画面の下側には操作手順に関するメッセージが表示されて、次に操作員が何をなすべきかを指示する。

・鍵盤装置：ファンクション・キー、サブファンクション・キー、データ・キーの3種類があり、システムの初期設定、プログラム・モジュールの選択、作動、停止、警報やメッセージのリセット、データの入力等に使用する。

・警報装置：警報にはシステム・アラームとアプリケーション・アラームの2種類がある。システム・アラームはそのシステムに異常な事態が発生した時鳴り、アプリケーション・アラームは、例えば衝突の危険が近づいた時など、操作員の注意を喚起する時鳴る。

警報はその重要度によって鳴り方が変わり、システム・アラームが最も重要度が高く、情報メッセージと共に発生するものが最も低い。

○5026格納装置

この装置は次のような装置を格納し、各装置に電力を供給すると共に、電源異常検出機構によって入力電圧に異常がないか監視する。

○5010演算処理モジュール

記憶域の大きさは20Kワードで、演算処理速度は400ナノ秒である。

航海機器からの信号や操作員（航海士）が入力したデータを分析、計算し、結果を表示する。

○5090—NO1レーダー・ナビゲーション・インターフェース・モジュール

演算処理モジュールと航海機器とのインターフェースである。

接続可能な機器は次のとおりである。

レーダー

ジャイロ・コンパス

スピード・ログ

オート・パイロット

航海衛星受信機

デッキ受信機

オメガ（または、ロラン/C）受信機

メーカーが異なれば機器の電気的特性は異なるので、インターフェースは機器ごとにその特性に合わせて作成される。

○5022磁気ディスク・モジュール

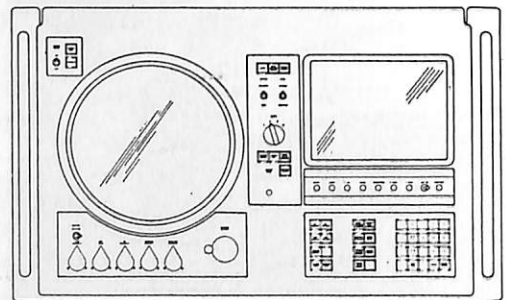


図2・ブリッジ・コンソール上面図

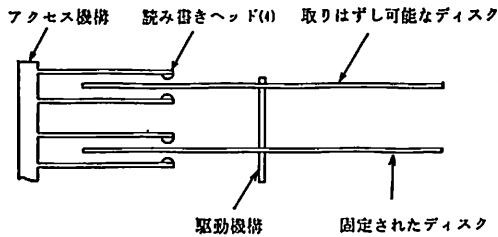


図3・磁気ディスク・モジュール断面図

1 モジュール当り磁気ディスクは2面あり、1面は取り外し可能で他の1面はドライブに固定である。

記憶容量は2面合計約2457Kワードで、平均処理時間は269ミリ秒である。

航海システムのプログラムはディスク1面の約8割を占めている。

・5028操作卓

印刷、紙テープ読取・穿孔、鍵盤装置があって、システムの維持補修のとき使用する。

3. プログラムの機能

衝突予防分析モジュール

最大16.5海里以内にある21このターゲットの動向を分析し、その結果を表示する。

図4のPPI上に表示されている小円は、現在システムがそのレーダー・エコーを収集、分析しつつあることを示す。

システムはレーダー・エコーがターゲットであることを確認すると、データ・ディスプレイ上にアストリスク（*印）とCPA（最接近距離）、TCPA

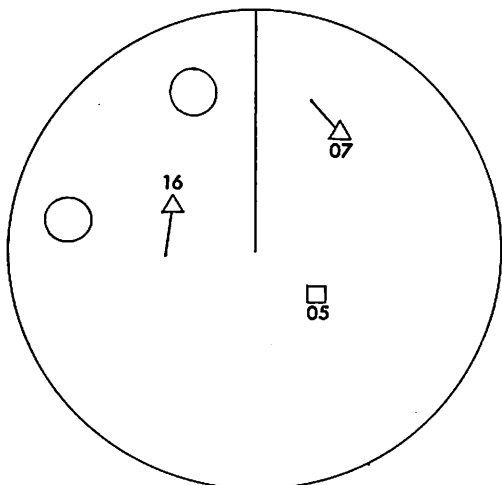


図4・PPIの表示例—衝突予防分析

COLLISION ASSESSMENT STATUS NORTH UP TRUE MOTION							
GMT 1432				PAGE 1		REL BRG AT CPA DEG	
TG NO	TRUE DRG DEG	RNG N.M.	TRUE COURSE DEG	TRUE SPEED KNOTS	TCPA MIN.	CPA N.M.	REL BRG AT CPA DEG
04	102	07.0	297	18.4	10.6	00.1	284
OWN SHIP 091 22.3 NUMBER OF TRACKED TARGETS				VECTOR = 10 MIN 01			

図5・データ・ディスプレイの表示例—衝突予防分析

（最接近点到達時間）の暫定値を表示する。分析結果が正確になるとアストリスクは消滅する。

PPI上において航行中のターゲットには三角形のシンボルと指定時間の長さだけのベクトルが表示され、停止しているターゲットには四角形のシンボルが表示される。

変針中のターゲットはPPI上で三角形のシンボルとベクトルが点滅し、データ・ディスプレイ上のCPA、TCPAは暫定的なものとなり、アストリスクが表示される。

・ターゲットの捕捉方法

ターゲットの捕捉方法には自動と手動の2種類がある。

演算処理モジュールはレーダー装置から送られてきたレーダー・エコーを分析し、ターゲットを識別する。

ターゲットの識別は自動捕捉モードのとき、システムは操作員が指定したサーチ・パターンに従って検索する。サーチ・パターンは5種類あり、適宜そのときの海域の状況に合わせて指定することができる。

荒天のとき、システムは海面反射を検査し、ときどき、うねりを追跡することがあるが、レーダーの感度が適切に調整されていれうねりをターゲットと判断することはない。

しかし、極端に天候が悪い場合は天候が回復するまで手動捕捉のみにするか、あるいはサーチ・パターンを変更すべきである。

PPIのターゲット上に小円が表示されてから、ベクトルが表示されるまでに要する時間は約1分である。その後、システムはそのターゲットの相対速力に応じてデータの収集頻度を決定し、ベクトルの計算を繰り返してより正確なものにしていく。正確

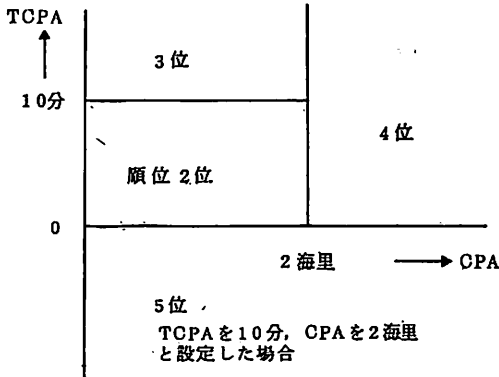


図6・危険度の分析

値を得るまでの所要時間はそのときの状況によって変わり、1分から5分の間である。

・ターゲットの危険度の分析

ターゲットはその危険度の順位に従って配列され、1画面当たり6こずつデータ・ディスプレイに表示される。

危険度の分析は距離、CPA、TCPAの3要素を基準に行なう。

これらの設定値はそのときの状況に合わせて任意に変更することができる。

危険度の順位づけは設定距離以内にあるターゲットを危険順位第1のグループとし、設定距離以外、16.5海里以内のターゲットについてはCPA、TCPAを使用して分類する。

・避航シミュレーションの機能

危険を回避する場合、この機能を利用すれば実際に変針する前にその避航針路が安全かどうか確認することができる。

鍵盤装置から避航針路(000~359度)と変針開始までの時間(00~12分)を入力すると、システムは変針終了時点における自船とターゲットの関係を計算し、最も危険な6このターゲットの情報をデータ

LANDMARK TABLE No. 91.

Symbol A-F	LANDMARK POSITIONS*		Description
	Lat. XX.XX, XD	Long. XXX.XX, XD	
A	42.57.6 N	144.24.0 E	釧路港東岸防波堤付根から0.7'
B	42.57.2	144.05.3	石岸岬海岸線
C	42.17.1	143.19.3	十勝港南岸
D	42.11.9	143.21.2	ルベツバツ埼
E	41.55.3	143.14.9	裸堂岬燈台
F	39.32.4	142.03.2	鮎埼燈台

図7・ランドマークの入力情報例

・ディスプレイに表示する。

船位測定モジュール

システムは実測船位の計算と、その実測船位を基準にした推測船位の計算を連続的に行なっている。

実測船位の計算のためには航海衛星、デッカ、オメガ(または、ロラン/C)の信号およびレーダー映像を利用する。

レーダー映像を利用した船位測定のためにランドマークという機能がある。

・ランドマークの機能

・PPI上で明瞭に識別できる物標の位置(緯度、経度)をブリッジ・コンソールの鍵盤装置から入力して、ランドマーク・テーブルに登録し、使用するときこのランドマーク・テーブルを作動状態にすれば、PPI上でランドマーク・シンボルが表示される。

このシンボルはA, B, C, D, E, Fの6こで、ランドマーク・テーブルの数は99こであるので、航行する航路に沿って予め登録しておくことができる。

ランドマークを作動状態にすると、システムは自船の推測位置からランドマークまでの方位、距離を計算してPPI上にシンボルを表示する。

このとき、推測位置と実際の船位(未知)とに差異があれば、その差異はドリフトの大きさと同じであり、ランドマーク・シンボルは比定したレーダー映像からその分だけずれて表示される。

このずれを操作棒とカーソルを使って修正するとランドマークはレーダー映像上に移動し、システムはこの移動量をそのときの推測位置に加減して実際の位置を計算し、データ・ディスプレイ上に表示する。所要時間は約10秒である。

この実測位置は航路保持モジュールに送られて座

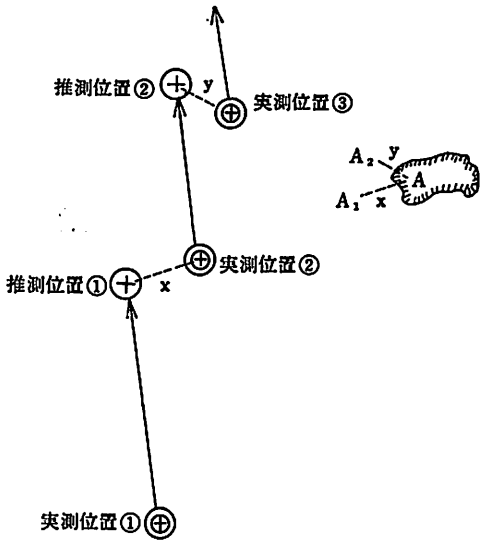


図8・ランドマークの使用例

ランドマークの表示と位置のずれの調整はPPI上で行ない、推測位置、実測位置の計算は演算処理モジュールで行なうのであるが、便宜上同一図中に記載した。

推測位置①のとき、ランドマークAはA₁のところにあった。PPI上でA₁をAに戻したとき、システムはそのずれ分xを計算し推測位置①に加減して実測位置②を出す。

同様に、推測位置②のとき、ずれ分yを加減して実測位置③を求める。

適当な間隔を置いてランドマークを設定しておけば、AがPPIの表示範囲外に出ても次のランドマークBが表示されるので、連続的に船位を測定することができる。

礁予防のために利用される。

航路計画モジュール

自船が使用する航路を予めルート・テーブルに登録しておき、使用のときそのテーブルを作動状態にすれば、PPIとデータ・ディスプレイにその航路が表示される。

登録できる航路の数は最高99本で、登録のためにはブリッジ・コンソールの鍵盤装置から次のようなデータを入力する。

・航路番号

これは航路を作動、停止、変更、取り消すときのキー・コードになる。

・起程点、変針点、到達点の位置（緯度、経度）

変針点の数は航法によって異なり、大圏は0、集成大圏は2、航程線航路の場合は8こである。

・航法（航程線、大圏、集成大圏航路）

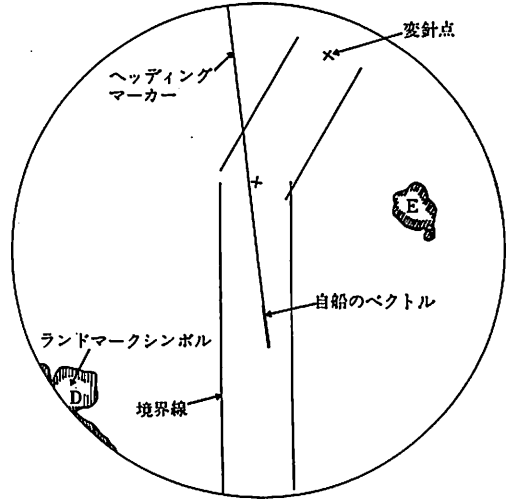


図9・航路の表示例

航法は変針点間ごとに指定することができる。従って、1本の航路で大圏と航程線を指定すればその航路は集成大圏になる。

また、1本の航路で大圏と同時に最高緯度も指定すると、もし、この大圏の頂点緯度が指定された最高緯度以上であれば、システムはこの航路を集成大圏航路として計算し表示する。

・航路幅（両舷方向の許容離脱距離）

航路幅と航路帯の広さのことで、船長が指定した航路の両舷方向に任意の距離をおいた境界線を設定することである。

航路帯の広さはその海域に合わせて、最低0.5海里から最高99.9海里まで任意に指定することができる。

以上のような航路情報を入力し終ると、システムは次の計算を行ない、データ・ディスプレイに表示する。

・航程線航路の場合は各変針点間の針路、距離と全航程

・大圏航路の場合は起程点における針路、全航程

航路保持モジュール

このプログラム・モジュールは船位測定モジュールからの実測位置と航路計画モジュールからの航路情報を利用して、座礁予防と航海距離の無駄な増加の防止を行なうと共に、今まで、航海士が航海中に船位を海図に記入するたゞに行なっていたこと、たとえば、航路からの離れ具合、変針点に向かう修正針路、変針点までの距離と時間および実速などはす

Leg	Turning Point*		Type	Lane Width (N. Miles)		Course (Deg.)	Distance (N. Miles)
	Latitude	Longitude		Port	Stbd		
	XX.XX, XD	XXX.XX, XD	TT**	PP, P	SS, S		
0	42.58.4 N	144.19.8 E					
1	41.52.8	143.23.9	00	2.0	2.0	212	77.5
2	39.30.2	142.14.3	00	2.0	2.0	200	152.1
3	38.14.5	141.45.2	00	2.0	2.0	197	79.0
4	35.39.3	140.57.3	00	2.0	2.0	194	159.8
5	35.01.2	140.23.2	00	2.0	2.0	216	47.2
6	34.51.7	139.59.0	00	2.0	2.0	245	22.0
7	34.51.7	139.45.9	00	2.0	2.0	270	10.7
8	34.58.3	139.43.0	00	2.0	2.0	340	7.0
Total							555.3

図10・航路計画の入力情報例

べてブリッジ・コンソール上で知ることができる。

そのために次のような機能を備えている。

- ・ 次の変針点までの針路と距離の計算
- ・ 2回の船位測定の結果から得た横流れ量を変針点までの針路に加減した推薦針路の表示
- ・ 航路からの離脱距離の計算
- ・ 自船の位置と境界線との関係を監視し、自船が境界線に接近したときメッセージを表示し、境界線を横切ったとき警報を出す。

適応自動操舵モジュール

このプログラム・モジュールはオートパイロットのポンプ・ユニット経由で舵角を制御するものであるが、オートパイロットに比較して、無駄な操舵に起因する速力の低下を最小にする点が大きな特徴である。

・ 舵角決定のために次のPID制御式を利用している。

$$\delta_O = A_1(\varphi - \varphi_D) + A_2\dot{\varphi} + \delta_0$$

- 但し、 δ_O : 指令舵角
- φ : 船首方向
- φ_D : 指定針路
- $\dot{\varphi}$: 角速度
- δ_0 : 定常誤差修正舵角
- A_1 : 比例制御定数

A_2 : 微分制御定数

通常のオートパイロットでもPID制御式を利用しているが、IBMの場合、無駄な操舵に起因する速力の低下を最小にするための調整値 A_1 、 A_2 を次のような計算式を使って、自動的に、連続的に決定している。

$$\text{Min. Factor} = \sum_{i=1}^m \{(\varphi_i - \varphi_D) + \alpha(\delta_{O_i} - \delta_D)\}^2$$

但し、 $i = 1, 2, 3, \dots, m$

α : 定数

この計算式のためにシステムは船首方向 φ 、指令舵角 δ_O の過去15分から20分の間のデータを記憶している。

また、このプログラム・モジュールにはブリッジコンソールの鍵盤装置から、新針路、推薦針路を入力すると自動的に変針する機能がある。

図“船舶”用(1年分12冊綴り)ファイル回

定価450円(〒300円、ただし都内発送分のみ)
ご注文は最寄の書店へお申込みされるのが、便利です。

株式会社 天然社

SDL-1000 型衝突予防システム

小川 静夫

日本無線技術第2部船舶レーダ課

1. まえがき

近年、船舶の大形化、高速化に伴い、船舶間の衝突の危険性が高まりつつある現状であり、衝突を未然に予防する目的で各種衝突予防装置が開発され、実用化の段階に至っている。また省力化や経済的輸送の見地から、衝突予防装置と航法機器を組合せたトータルナビゲーションシステムとして、船位測定、自動操舵、自動航法を可能とする方向に進みつつある。

2. 衝突予防の概念

2.1 レーダ航法

昨今、中大形船舶はレーダの2台装備が標準となっており、航法におけるレーダのウエイトが大である。レーダの機能としては、船位決定と見張りの機能がある。見張り、すなわち他船との衝突を回避するためには、他船の動向を把握し、衝突の可能性があれば海上衝突予防法等により、速やかに回避するための操船を行なう必要がある。

従来は、他船の動向をマニュアルプロットングを数分ごとに行なって算出しているが、プロットングする目標数にも限度があり、時間もかかり、航海士の負担が大である。このようなプロットングを自動化した機器も開発されているが、さらに高度なレーダ映像から他船の情報を抽出し、計算機で処理し、速度、コース等を計算し表示し、危険の有無の判定を行ない、警報を発する装置も開発されつつある。

レーダによる衝突回避のフローチャートを第1図に示す。

2.2 衝突予防の概念

衝突予防には衝突の予測及びその回避の2面があり、出来るだけ早く衝突の危険性を予測し、速やかに回避することが必要である。

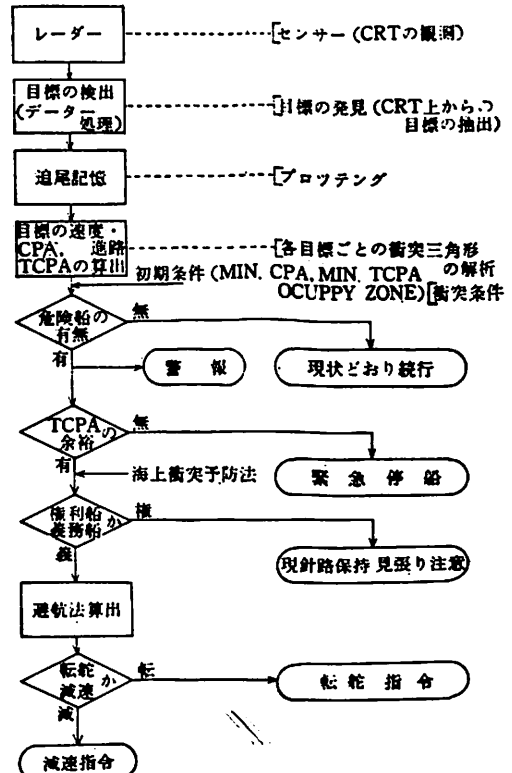
衝突の予測は、いわゆる最近接距離 DCPA (Distance to Closest Point of Approach) と最近時点までの時間 TCPA (Time to CPA) を求め、予め設定された MIN. DCPA (許容される最小接近距離) と MIN. TCPA との大小比較により衝突の危険性を判定する。

第2図に衝突三角形を示す。

レーダをセンサとし、計算機を用いた衝突予防の基本動作について以下に説明する。

(1) 第1段階 目標検出

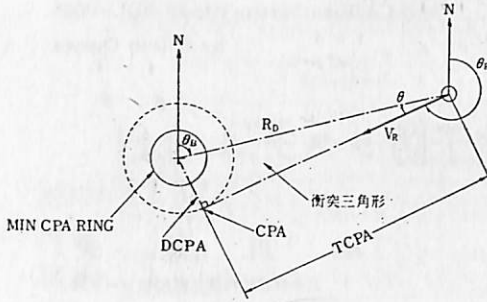
レーダ映像から目標(船舶、ブイ)信号を抽出す



第1図 レーダにおける衝突回避のフローチャート

$$DCPA = R_D \cdot \sin \theta$$

$$TCPA = R_D \cdot \cos \theta / V_R$$



第2図 衝突三角形

る。まずレーダ信号を量子化し、雑音、レーダ干渉、海面反射、陸地・島等の不要信号を除去し、必要な目標情報（距離、方位データ）を計算機に転送する。

(2) 第2段階 目標追尾

レーダのSCAN毎に変化する信号から同一目標を判定し識別するために、目標の運動から、次の位置を予測し、目標の追尾を行なう。

(3) 第3段階 衝突判定

(2)の目標追尾により求められた位置変化と、データが得られた時間間隔から速度、コースを計算し、衝突三角形の解析によりDCPA、TCPAを求め衝突の危険を判定する。

(4) 第4段階 表示

以上により求められた目標の速度、コース、衝突の危険の有無等のデータをデジタルまたはアナログで表示し、操船の手助けをする。

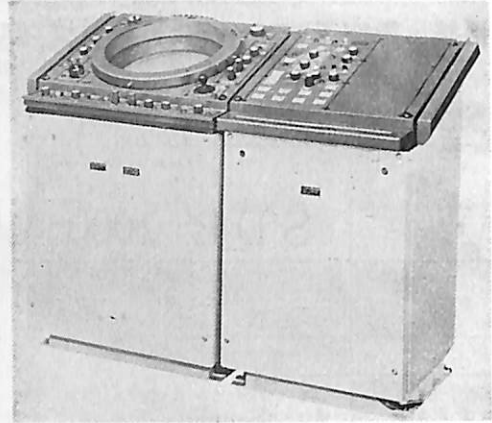
3. SDL-1000型衝突予防システム

3.1 概要

本システムは、レーダをセンサとし、映像信号から目標データ（距離、方位等）を抽出し、計算機で速度、コースを算出し、また衝突判定を行ない、以上の結果をレーダ指示機上に、生ビデオ (Raw Video) に重畳して表示するものである。

他船の速度、コースがベクトルとして表示され、周囲の状況が at a glance で把握でき、操船上非常に有効である。目標の捕捉方法は、自動または手動かを状況に応じて、任意に切換え可能であり、追尾はいずれの場合も自動追尾である。

表示ベクトルは相対ベクトル及び真ベクトルの2種類があり、North up または North Stabilized Course up いずれの表示モードでも切換え可能になっ



第3図 外観

ている。

危険船が生じた場合には、CRTで安全船とは別のシンボルに変わって表示され、同時にランプ、ブザーでも警報が発せられる。

第3図にディスプレイの外観を示す。

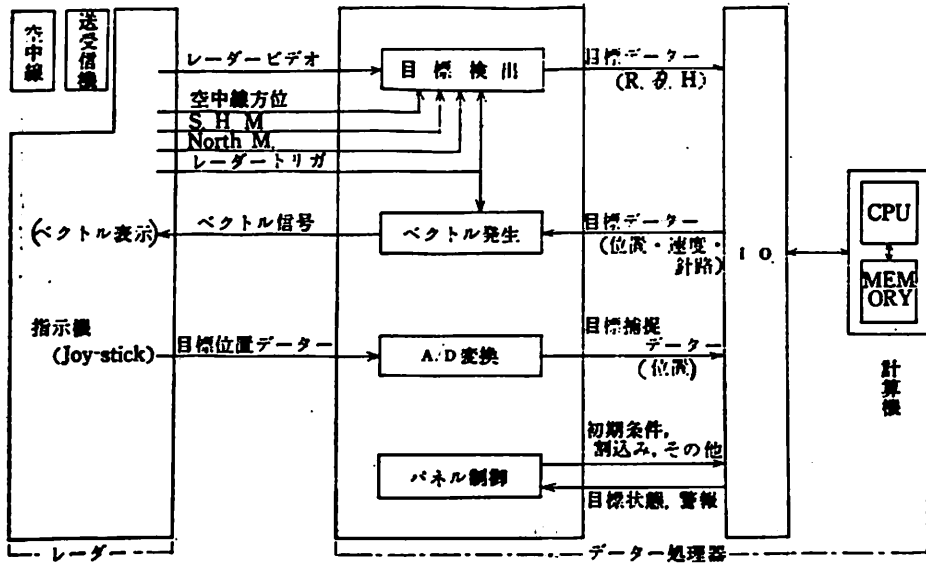
3.2 システム原理

第4図、第5図にシステムブロック及びソフトウェア構成図を示す。

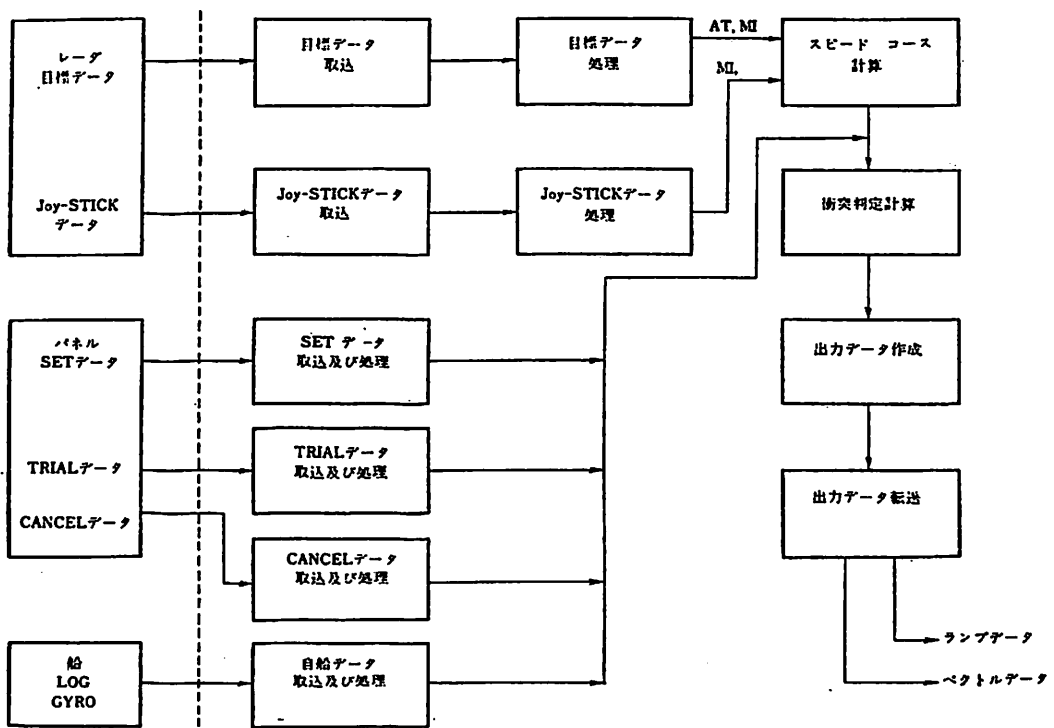
レーダからのVIDEO信号はデータ処理器の目標検出回路で量子化され、相関回路でスイープ相関がとられ、雑音、レーダ干渉の不要信号が除去され、さらに陸地も除去されて、I/O回路を通して計算機に目標データが送られる。計算機では目標位置の移動を予測しながら追尾を行なう。追尾方法については後述する。この追尾により目標の相対速度、コース、DCPA、TCPAを計算し、衝突判定を行なう。以上の処理が終った後に計算機からI/Oを通して、ベクトルデータがベクトル発生回路に送られ、D/A変換後、レーダ指示機上にベクトルとして表示される。計算機からはアラーム信号もデータ処理器に送られ警報を発生する。

トライアル・マニュアルは操作パネル上のスイッチにより、トライアルのスピード、コースを任意に設定することにより、シミュレーション結果がベクトルとしてレーダ指示機上に表示され、避航スピード、コースが容易に推定可能である。

手動捕捉はレーダ指示機上のJoy Stickレバーを捕捉したい目標に合わせ、SWを操作することにより、その映像の位置がA/D変換され、計算機に送られ、その目標の追尾が行なわれる。



第4図 システムブロック図

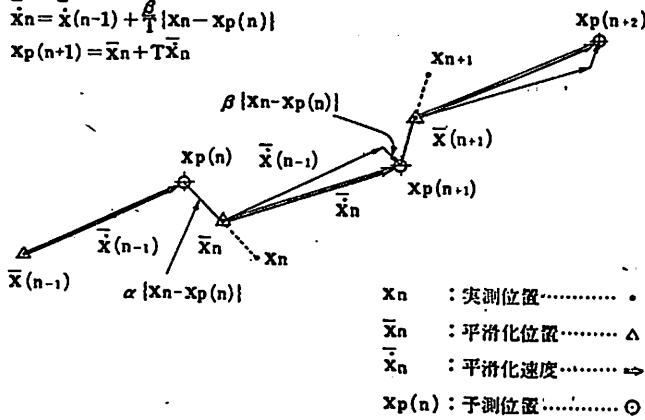


第5図 ソフトウェアの構成図

$$X_n = X_p(n) + \alpha \{X_n - X_p(n)\}$$

$$\bar{X}_n = \bar{X}(n-1) + \frac{\beta}{T} \{X_n - X_p(n)\}$$

$$X_p(n+1) = \bar{X}_n + T \bar{X}_n$$



第6図 α - β 予測原理図

- X_n : 実測位置……………●
- \bar{X}_n : 平滑化位置……………△
- \bar{X}_n : 平滑化速度……………→
- $X_p(n)$: 予測位置……………○
- T : サンプルング周期
- α : 位置の平滑化定数
- β : 速度の平滑化定数

$$X_{p(n+1)} = \bar{X}_n + T \bar{X}_n$$

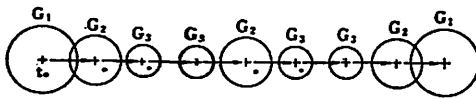
これを図示すると第6図のようになる。

以上述べた α - β トラッカーにより目標の予測位置を計算機で算出し、その予測位置を中心にして、3段階の円形ゲートを設定する。このゲート内に目標が入力されれば、同一目標から得られた新しいデータとみなし、次回のゲートを小さくしていき、入力が無ければ、次回のゲートを大きくしていき、追尾を行なう。入力の有無による追尾の状態を第7図に示す。最大ゲートに広げられても目標位置データが得られない場合は LOST TARGET として表示後追尾を中止する。

・衝突判定

衝突の危険船判定は前述した衝突三角形の解析により行なわれる。すなわち目標の相対速度、コースから DCPA, TCPA を計算機で算出して、それと予め設定された MIN. DCPA 及び MIN. TCPA と比較して危険かどうかを判定する。

本システムでは以下の3段階に分



時刻	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9
入力データ	有	有	有	無	有	有	無	無	無
次回ゲート	G_2	G_3	G_3	G_2	G_3	G_3	G_2	G_1 (LOST TARGET)	

●印……………入力位置
+印……………予測位置

第7図 追尾ゲートの設定

上記以外には追尾領域の設定、ベクトル長の切換え、追尾不要船の消去、各種状況表示のランプ類の制御回路がある。

・追尾方法

目標の速度、コースを算出するためには、その目標の移動位置を予測し追尾することが必要になる。すなわち SCAN ごとに入力されるレーダ信号の中から同一目標を識別し、次回に入力される目標位置を予測していかなければならない。本システムの追尾方法は、いわゆる α - β トラッカーによって行なわれる。

α - β トラッカーの伝達関数 $G(s)$ は

$G(s) = \alpha/S + \beta/TS^2$ で表わされ、 α は位置の平滑化定数、 β は速度の平滑化定数を意味している。

物理的には次式のように表わされる。

$$X_n = X_p(n) + \alpha \{X_n - X_p(n)\}$$

$$\bar{X}_n = \bar{x}_{n-1} + \frac{\beta}{T} \{X_n - X_p(n)\}$$

類している。

安全船：接近船であり、MIN. DCPA 以遠を通過するか、または遠ざかっている目標
DCPA > MIN. DCPA

または、TCPA < 0

危険船：MIN. DCPA 以内に接近するが、避航時間が充分な目標

DCPA ≤ MIN. DCPA

TCPA > MIN. TCPA

重危険船：MIN. DCPA 以内に接近し、避航時間が短い目標

DCPA ≤ MIN. DCPA

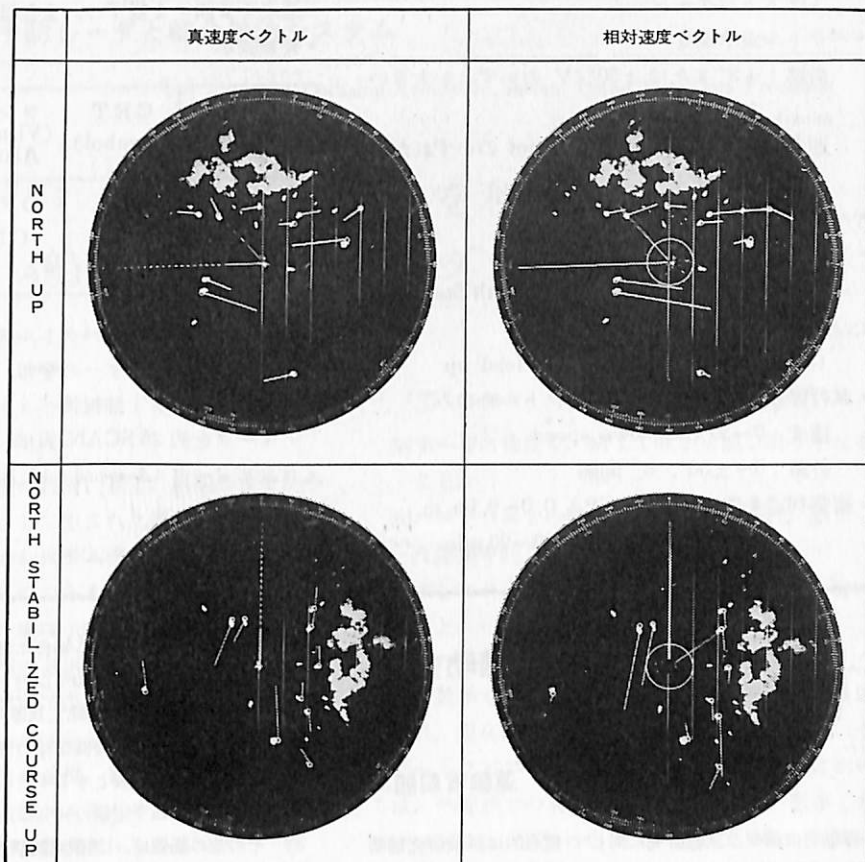
0 ≤ TCPA ≤ MIN. TCPA

3.3 特長

本システムは衝突予防装置に要求される各種の機能を備えているが、主な特長を列記する。

(1) レーダ指示機と一体化

本システムは、通常のマリン・レーダに付加する



第8図 表示例

構成になっており、専用の表示器を必要としない。そのため、レーダ指示機上に、レーダ映像と共に、衝突予防に必要なベクトル類が重畳表示され、操作が簡単である。また LOW COST で装備も容易である。

本システムはX, S, Cバンドのレーダのいずれとも組合せ可能であり、2台切替方式も可能である。

(2) 目標の捕捉

目標の捕捉は自動、手動の2種類が可能であり、目標の処理範囲も3段階に選定でき、海域、外況の変化にも充分対処できる。また追尾はすべて自動である。

(3) 各種表示モードの選択

衝突予測に有効な相対ベクトル、回避のために必要となる他船のアスペクトを示す真ベクトル表示がNorth up, North Stabilized Course up 表示いずれでも任意に切替え可能である。以上の表示例を第8図に示す。

(4) トライアル・マニユーバ

衝突危険船が生じた場合に、あらかじめ避航の速度、コースを見つけることが容易である。

(5) 保守・点検が容易

各種ICの採用により高信頼性が保たれ、さらに機能チェックも容易に行なえ、保守に便利なよう設計されている。

3. 4 主要性能

- 目標捕捉範囲：16n. m. 以内で前方90°, 前方180°, 全周の切換え
- 捕捉方法：自動/手動
- 捕捉目標数：10隻
- 使用レンジ：3, 6, 12, 24n. m. オフセンタ可能, 他のレンジでは、衝突予防機能OFF
- 表示：16インチ P P I Raw Video Processed Data との重畳表示 Processed Data
 - ：ベクトル (真速度/相対速度)
 - ：自船ベクトル (真ベクトル時のみ)
 - ：MIN. DCPA リング (相対ベクトル時のみ)
 - ：追尾ゾーン

- ：テストパターン
- ベクトル表示精度
 - 針路：±3°または±30°/Vのいずれか大きい方
 - 速度：±5%または±0.5knotのいずれか大きい方
- ベクトルの長さ：6, 15, 30 min.
- 方位表示
 - 衝突予防モード：North up/North Stabilized Course up
 - レーダモード：North up/Head up
- 試行操船：手動設定（相対ベクトル時のみ）
 - 速度：0~30knot, own speed
 - 針路：0~±50°, 5°間隔
- 衝突判定条件：MIN. DCPA 0.0~9.9n.m.
MIN. TCPA 00~99 min.

- 追尾不要船：1隻ずつ、または全船同時
- 警報表示

状態	アラーム (Symbol)	CRT (Symbol)	ランプ (Visual Alarm)	ブザー (Audible Alarm)
安全目標	○	○	OFF	OFF
危険目標	◇	◇	ON	OFF
重危険目標	◇	◇	点滅	ON

- ロストターゲット：ベクトル約10SCAN点線表示、ランプ、ブザーの警報
- 初期捕捉マーク：捕捉後ベクトル表示まで“ハ”マークを約25SCAN表示
- コンピュータ：1 word 16 Bit メモリー容量 4KW

募集／運輸省試験研究補助金 について

運輸省船舶局

運輸省は重要な試験研究に対して重点的に試験研究補助金を交付し、毎年研究を助成しています。補助金交付の対象は運輸省の所掌事務にかかる技術の向上に関する試験研究であり、基礎となる試験研究の成果が確認されていて、試験研究の実施計画が具体的にたてられているものになっています。補助金を受ける者の条件としては、原則として法人または人であり試験研究を完遂するに足る経済能力、技術能力を有することになっています。補助金の算定は次の基準によって行われます。

- (A) 機械装置または工具器具備品の買受、製造、改良、据付または修繕に要する費用については、当該試験研究に必要とする品目を対象として、その補助額は当該品目の予定額の50%以内とする。
- (B) 主要材料費および部分品費は、試作を行うことによ

り研究目的が達成される場合に対象とし、その補助額は当該品目の予定額の50%以内とする。

- (C) 補助材料費および消耗工具器具備品費は、当該試験研究が多量または特殊仕様の補助材料または、消耗工具器具備品を必要とする場合に対象としその補助額は、当該品目の予定額の50%以内とする。

- (D) その他の経費は、当該試験研究において膨大な計算などが必要な場合に限り、電子計算機の借料を対象とし、その補助額は予定借料の50%以内とする。

- (E) 土地、建物または構築物の買受、建造、改良、据付または修繕に要する費用には交付しない。

船舶局での要望課題は「船舶の安全性確保に関する研究」「公害防止に関する研究」「船舶技術の高度化に関する研究」「海洋開発に関する研究」等を掲げていますが、このほか船舶局の所掌事務にかかる技術全般の向上に関する試験研究を意図していますので研究課題がありましたら運輸省船舶局技術課までご連絡下さい。(電話 03-580-3111 内線 2463) なお、補助金交付申請書の提出締切日は昭和51年3月31日です。

昭和50年度における研究は表のとおり。

研究題目	被交付者	研究費総額(千円)	補助金額(千円)
LNG船用タンク材料アルミニウム合金の水平突合溶接の高能率化に関する研究	川崎重工	51,200	9,937
動シール・シームトラッキング電子ビーム溶接装置の開発研究	三菱重工	37,725	9,203
ディーゼル機関大型構造物組立用回転装置の開発	三井造船	35,861	9,243
FRP大型船体構造の応用試験研究	日本飛行機	20,235	3,481
マイクロプロセッサによる船用主機の制御方式の研究	三菱電機	27,280	5,654
オイルタンカー用隔膜の小型モデルによる材料および油水置換方法の試験研究	住友電気工業	12,463	3,016
高性能オイルフェンスの開発研究	ブリジストンタイヤ	18,477	5,661

ミニ・コンピュータを利用した 船舶用衝突予防レーダシステム

飯 塚 康 雄

沖電気工業

1. はしがき

本資料は海上交通の輻湊に基く、船舶の安全かつ合理的な航行を目的として生まれた衝突予防レーダシステムに関し、そのシステム構成上の考え方を中心に実例を記述したものである。

レーダを利用した衝突予防の考え方は、十数年以前より存在し、各種の運用方法が開発されているが、近年、データ処理技術の発達に伴い、急速に自動化が進み、実用化がはかられるようになった。

特にコンピュータの普及、量産によるコストダウン等により、衝突予防システムの自動化が加速され、数多くの新製品が発表されるに至った。

しかし、コンピュータで実施できるタスクを単に人力と置き換えただけのシステムでは、コスト、運用操作、信頼性の面でバランスがとれず、ユーザの失望を買うことが多い。

従って、予め充分な機能検討を行ない、特にマン・マシンインターフェースを充分に検討しつくした後、システム設計を行ない、ハードウェア、ソフトウェアの仕事の分担を明らかにしたバランスのとれた設計を行なう必要がある。

本稿では、我々のこのような考え方の経過を実例に基いて記述したいと思う。

2. ハードウェアの基本検討

ハードウェアを決定するに当っては、レーダ送受信機、指示機等については長年月の耐船舶環境、運用等に基き充分検討を尽くされているので、検討を必要とする物はデータ処理機器、表示機器等が主体となる。

まず検討に当たっての条件としては下記の如きものが挙げられる。

(i)処理内容につき適正な規模であること。

(ii)船舶搭載環境に充分耐え得ること。

iii)サービス性良く、MTTRが可能な限り小なること。

(iv)ハードウェアの障害が明瞭に表示され、誤まった運用を防止すること。

(v)本システムのダウンが他システムへ波及しないこと。

以上の問題に対し、国内外の各公立機関、各メーカー等で数多くの開発がなされ、試行錯誤的に改良がなされ、現在に至っている。

ハードウェアのコストが高かった開発当初においては、処理能力の有効利用という点から、数多くのファンクションを中央集権化した Centralized Computer 方式が全盛であったが、サービス性、障害の分離、運用性の問題等から見直しがなされ、更に量産によりハードウェアコストも低下したので、機能別に処理能力を持ち、必要あれば上位の処理装置を持つ Satellite Computer 方式が大勢を占めるようになった。

上記の問題に対する今一つのアプローチとして、本目的専用の処理装置を開発することが考えられる。この方法は最適規模という点では最も優れているが、長年月の開発期間を要し、コスト的にもあまり量産効果を期待することはできない。

更にソフトウェア的にも新しい O/S の開発の必要もあり、一部専用目的等の外はそのメリットが少いと考えられる。

すなわち、要約すれば、最適規模となるメリットより、量産効果の減少、開発費の負担、更には製造量に比例して減少すべきハード、ソフトのバグの残留等、デメリットの方が大きいと考える。

次に上記の中間を行くものとして、最近開発された高集積度演算素子、いわゆるワンチップ素子の利用が考えられる。

機能的には部分的に本目的に利用できる物もあ

り、一応の検討対象となるが、未だ製品として試行錯誤の状態にある上、集積度が高いため、陸上のサービス機関と隔離された状態での長期の使用の際の故障モード解析の困難性、及び保守部品の価格アップ等の理由で、充分目的に合致するとは言えない。

特に最近の海運事情から外洋航海の長期化、三國間輸送の増大等の問題もあり、このような長期の利用に関して、充分な保守体制と保守部品の在庫を必要とする点で、この種の新しい素子の採用は問題が多い。

以上の種々の検討を数量的に実施した後、我々は、3,000台以上陸上で販売経験のある、Field Proven な汎用ミニコンピュータ及び周辺装置をベースとし、これに船用機器設計者がその経験に基づく耐船舶環境に対する処置を実施して使用した。

この機種は汎用の最もローコストのシリーズであるが、機能は十分に満足しており、各種の環境試験及び実船運用において満足すべき信頼度を有している。

3. 運用に関する基本検討

前項のハードウェアに関する基本検討と同様に、運用に関する基本検討を充分に行なわなければならない。

その主な検討条件は次のとおりである。

- (i)衝突予防の演算業務は、運航上の新しい業務でなく、在来より実施していた基本業務の一つである。
- (ii)短時間に適確な判断が必要である。
- (iii)オペレータの判断に必要な情報を提供し、不十分な条件の判断でいたずらに判断を誤らせるものであってはならない。
- (iv)マシンの機能限界が明らかにされていなければならない。
- (v)障害で誤った情報を提供するおそれのあるときは明らかに表示しなければならない。

よく知られているように、衝突予防レーダシステムから、オペレータに与える情報としては、相手船の針路、速力、CPA、TCPA等があるが、これ等はすべて処理装置の中でデジタル量として算出するものであり、当然のことながら、開発当初はこれ等をすべて、大型のデジタルディスプレイで表示するものが大半を占めた。

ところが、運用面より考えると、すべての相手船に関し、デジタル量を必要とすることはまれであり、かえってデジタル量特有の増減の判断しがた

いことが弊害となることが判明した。

すなわち、第一次の危険判断は人間の特質上アナログ量の必要があり、第二段階として精密な判断のためのデジタル量を用意する必要がある。

この形態は船舶ばかりでなく、より迅速な判断を必要とする航空機のコックピットにおいて同じ思想が盛り込まれており、理想的なマン・マシンインターフェースとしては、アナログ量による一次警報と、オペレータのコマンドによるフレキシブルな形式でのデジタル量の表示ということが望まれる。

我々は、各種の実船経験、船主又は造船所の御指導等により、初期警報のための警報リング、ベクトル表示による一次警報及び必要により読取可能なデジタル表示の3者の組合せによる方式を開発した。

デジタル表示としては、現在は固定ウィンドウ方式であるが、よりユーザの便宜をはかるため、作者、改変の自由なCRTによるブライต์ディスプレイ方式のものも開発中である。

次に本システムが信頼されて利用されるためには、機能の限界が明かであり、かつ障害により誤った情報を提供をしないように嚴重に考慮する必要がある。

機能の限界として基本的なものは、レーダの探知能力であり、物標の反射断面積、各種のクラッタ等により決まる要素であるが、明確な定量的表現は難しい。

そこで、これに対処するためには、長年乗組員が運用経験のある船舶用レーダとできるだけ同一性能、同一操作であることが必要で、Raw Videoを中心とする在来の運用操作と全く同一で、これに僅かな操作を加えれば自動モードに自然に入れるような抵抗ない形とする必要がある。

このためには、在来と全く同一のレーダPPIの表示面、操作機を有し、これに必要に応じRaw Video 以外に Process Video, Vector 等が表示でき、別の表示面に必要あれば詳細なデジタル表示を行なえる方式が望ましいと考える。

なお将来系としては、単に在来のレーダ航法との一致ばかりでなく、見張り業務も考慮し、より抵抗なくオペレータに受け入れられるよう、ヘッドアップディスプレイ等の開発も考慮する必要がある。

又、同じ理由で現在オペレータの五感の中で、比較的使用度の少ない聴覚を利用し、初期警報としてのVoice Warning 方式の採用等も興味ある問題である。

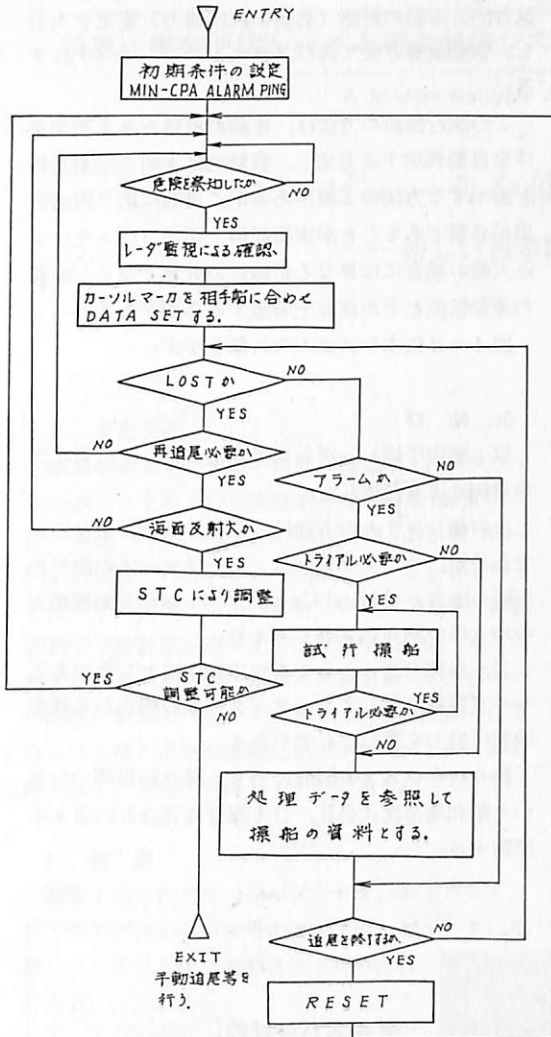


図 4-1 衝突予防レーダシステム運用フローチャート

4. ソフトウェアに関する問題

衝突演算に係るアルゴリズムについては、レーダの特性、利用条件 (Open Sea Coastal Complex 等)、表示方式等により各種の方式があり、どの追尾方式、どの演算方式が優れているかは一概に結論を下すことはできない。

しかし、いずれにしても充分運用経験を織り込んで、バグの少ない安定したソフトウェアの必要があり、なおかつ歴史の浅い本システムのため不断の改良が必要である。

このためには、ソフトウェアが整然と機能別にモジュール化されていることが必要で、ユーザーの要求が抵抗なく取入れられるよう万全の考慮を払う必要がある。

この点からも、我々は在来の港湾管制レーダ、そ

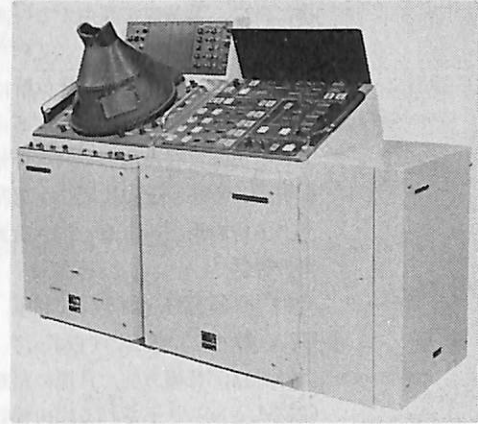


図 4-2 衝突予防レーダシステム外観

他の経験を活かし、数多くの実船経験を容易に織り込むため、ハードウェアとして汎用ミニコンピュータを利用し、完備されたソフトウェア形態を確立するよう考慮した。

5. 衝突予防レーダシステムの実例

以上記述した考え方に基いて開発製品化した衝突予防レーダシステムを御紹介する。

このシステムはスーパータンカを対象としたもので、これをベースとし種々目的により変形が可能な方式である。

(i) 構成

本システムは次の装置により構成される。

5 cm波 (又は10cm波) レーダ装置	
(No. 1 レーダ)	1 式
3 cm波レーダ装置 (No. 2 レーダ)	1 式
切換機	1 式
P P I 指示機 (トルモーショ付)	1 式
衝突予防ディスプレイ	1 式
処理装置	1 式

(ii) 特長

まず、レーダ装置に関しては、あらゆる条件で検知確率を増大するため、用途に応じ 3 cm波、5 cm波 (又は10cm波) の何れも使用できるようにし、かつ必要に応じ、セット予備としても使用できるよう考慮した。

衝突予防指示機としては、運用面でできるだけ在来の運用、表示形態を援用することとし、次の主要機能を有する如くした。

警報リング ; 0.5 N. M. ~ 20 N. M. の任意の点にセットし、5 kt 又は 10 kt (切換) の相対速度で接近して来る物

標に対し、警報音を発生する一次警報

識別マーカ；自船向けのベクトルを任意位置に表示し、これに沿って接近する相手船の視認を容易にする一次警報ベクトル；相手船の針路，速力に応じた速度ベクトルの表示による一次判断要素の提供

演算データ；時刻，目標番号，測定時間間隔，CPA (N. M.)，TCPA (Min.)，目標針路，目標方位，目標の距離 (N. M.) が表示される二次警報の提供

追尾モード；自動及び手動

上記の機能中，演算データは必要あれば電動タイプライターにロギングすることができる。

(四) 運用方法

本システムの代表的な運用方法を図4-1に示す。本システム運用の初期条件としては，本船の速力，海面状態等のあらゆる判断から，前記警戒リングの大きさ，最小CPAの値の2点を予め入力する。

その後規定のシーケンスにより相手船を捕捉，自動追尾し，アラーム条件の判定までを自動的に実施する。この結果をオペレータが判断し，必要あれば

試行的に本船の針路（必要あれば速力）変更を入力し，自動演算させて再びアラームか否かを判定する。

この試行操船の方法は，本船の針路を与え衝突条件を自動判定する方法と，自動的に本船の回避条件を表示する方法の2種があるが，目的に応じ両者併用が必要であることが実船経験上明かとなった。又巨大船の場合には単なる折線近似計算でなく，本船の運動性能を予め演算上考慮する必要がある。

図4-2に本システムの外観を示す。

5. 結 び

以上衝突予防レーダシステムにつき，その考え方を実例により記述した。

この種システムの有効性は数多く実例により明かであるが，マン・マシンインターフェースの面での不断の改良，Coastal-Complexにおける処理能力の増大等の開発が必要と考える。

又，当然のこととして本システムのセンサであるレーダ装置に対しても，データ処理の観点から性能改善に努力を重ねる必要がある。

終りに本システム開発に当り，種々御指導いただいた昭和海運株式会社，日本鋼管株式会社の方々に深謝する。



■ ポスパー社の
最新型ホバークラフト
“VT 2”

最新型ホバークラフト“VT 2”のプロトタイプがポスパー・ソニークロフト社で建造された。

VT 2は全長100ft.，重量は約100 t (最高荷重)で，これまでに建造されたものうちでも最大クラスのホバークラフトである。推進機は写真で見ると2つのダクトファンで，直径が13ft 6 in.。ロールス・ロイス社製のプロテウス・ガス

タービン2基で60ノットのスピードを出すという。

軍用目的としてVT 2は130名と重砲，軽量タンク，偵察車が搭載可能である。

VT 2の特長として5フィート高さの障害物乗り越え，水面下での爆発物に対しても高性能の機能を持っているという。

ミニ・コンピュータを使った船舶衝突予防装置

—新しい表示図形について—

吉 本 高 使

東京計器船舶用事業部

1. まえがき

本船舶衝突予防装置の構成、性能諸元、オプションユニットおよび拡張機能とその特長については、本誌 VOL. 46, No. 11 (1973. 11) p. 100~104 に掲載されている。今回はミニ・コンピュータを使って、従来になかった新しい表示図形を、本船舶衝突予防装置が表示することを中心に述べる。写真1は本機の制御指示器のパネルであって、ドーバー海峡の航路の一部分を表示している例であり、写真2は本機の追尾計算機にミニ・コンピュータが収納されている様子を表わすものである。

2. 概要

衝突予防のために、レーダ、ログ、およびジャイロ・コンパスからの信号をミニ・コンピュータに接続して、より高度な避航計画を巧みに行なうことができる。

この場合、その表現方法に従来とは全く異なった表現が行なわれた改善のある場合と、従来の表現を単に延長した機能が追加されたものとの2種類がある。本機は前者に相当するものであって、米国コースト・ガードの研究によれば、船舶が極めて多い海域の状態では、衝突予防の分析は船舶の少ない海域での場合と全く異っていて、分析的な解(後述)を求め、これを表示する必要がある、と述べている。

本機の新しい表示図形によって、避航操船をする場合に、その図形を横切らぬ船首方向を決定すればよいのであって、すべて方位に対する試行や速度べ



写真1 衝突予防装置の制御指示パネル外観

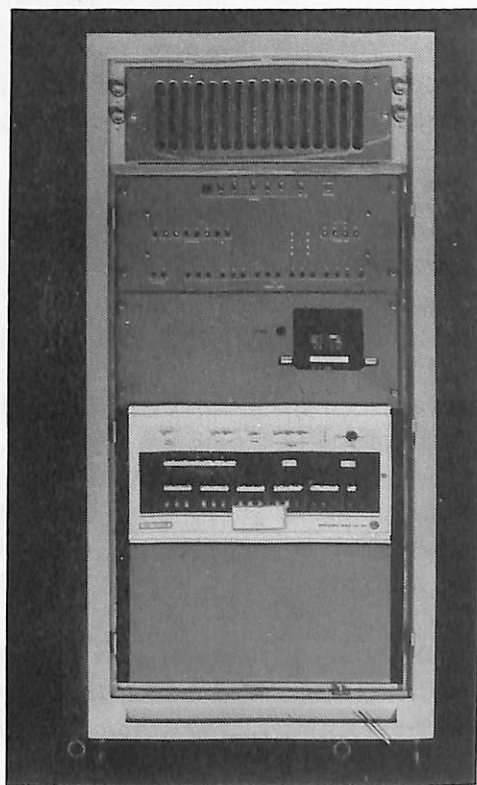


写真2 衝突予防装置の追尾計算機 (内部にミニ・コンピュータを収納)

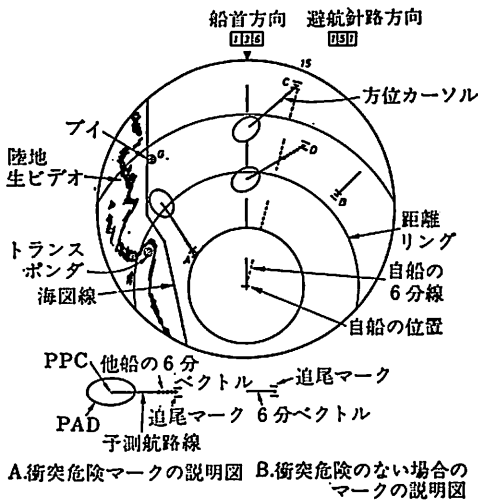


図2 表示の代表例

航距離、Dマイルは航海士が設定する値であり、自船の船首マーク・ベクトルがPADを横切らぬようにすれば、避航他船に対してDマイル以上離れて航行することとなる。自船の速度で較正されたベクトルによって自船の針路上の他船または横切り船については、直接その危険までの距離と時間を求めることができるが、自船の針路以外の他船については、同様に較正された電子カーソルを用いて求めるられる。

経験によれば、この他船の速度、時間、方向、距離等についての評価は良好であり、本機は追加機能として、衝突予防のための他船に対する数値をCPAとTCPAを含めてデジタルで表示することもできる。

図2は数隻の避航他船が表示されている様子を描いた。すなわち、レーダ生ビデオを重ねて表示し、さらに追加機能として海図をも表示している。またコース・アップ表示であって船首方向を上へ向け、PPIはオフセンタ表示であり、またジャイロ方位信号によって船首マークの方位も操船の進路方向に変化させて表示させるといふ、これらの機能を組み合わせて有効な表示効果を持たせている。

避航他船の速度ベクトルは8レーダ・スキャン後に表示され、他船を手動捕捉後、PADは30レーダ・スキャン

後に表示される。PPCと他船間を結ぶ線は予想された航路線である。

その線の方向は自船の船首方向に関して真方位を示している。従って他船の船首方向が変われば当然この線の方向は回転することになる。図2において、自船の船首は上へ向いていて、船Aは船尾に向けたアスペクトにあり、船CとDは左舷船首に向けたアスペクトである。PPCへ到る他船からの距離と自船からの距離の比は、他船と自船の速度比であり、更に冗長をもたすために、自船は実線で6分ベクトルを、他船は点で6分ベクトルを表示している。船Aの速度は自船の約1/2であり、船Dは自船の約1/3、船Cは約1/4である。

船Bは図2に示すように遠ざかる方向へ進み、衝突の危険性はない。自船の位置は小さな十字印で表示され、中心から下へ1/2半径の所に固定されている。通常自船の船首方向は上へ向って垂直に表示されるが、針路方向を変えると、その方向はその量に応じて変化する。次にリセット押ボタンを操作すると、船首方向は上へ垂直に向きを変える。この押ボタンを操作するのは避航操船を針路変更によって完了し、安全に変針で避航したと、判断した時なのである。

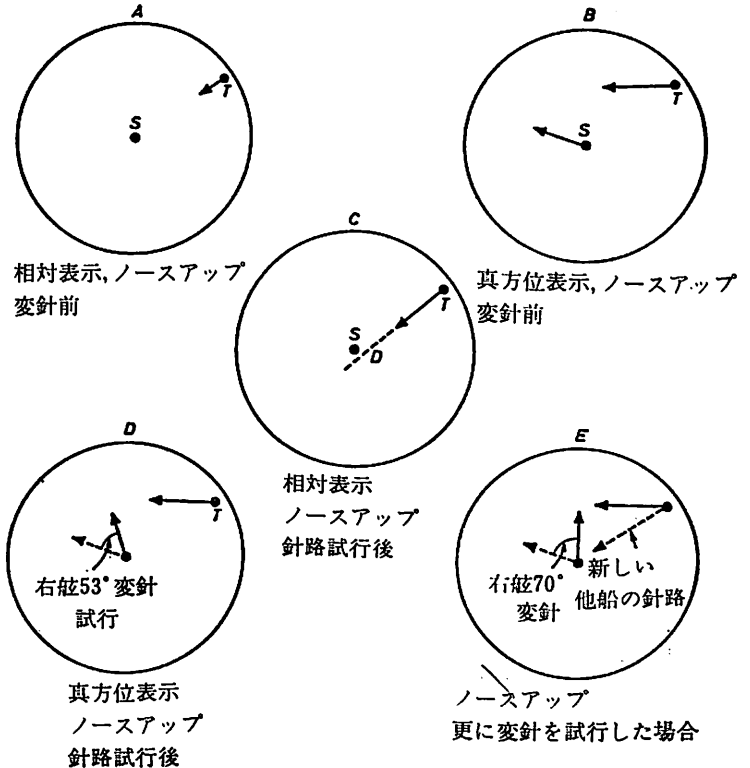


図3 表示方法の比較

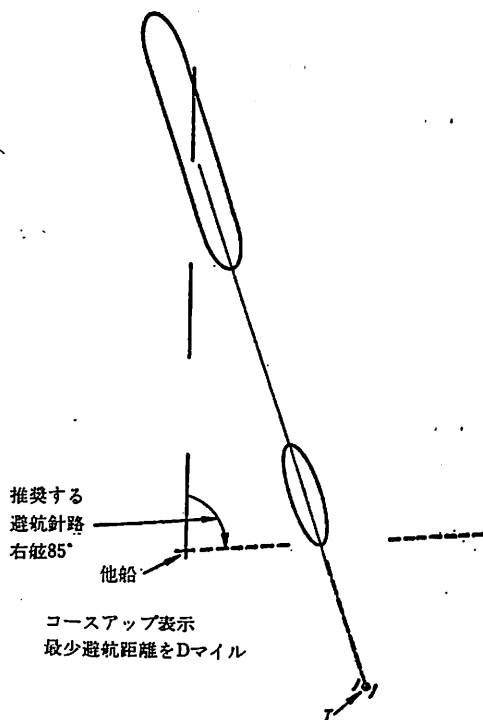


図4 本機の表示内容 (図3 Bに対応する)

4. 表現方法の利点

表現方法のうち最も重要な特長は、自船の船首方向が変化しても、PPCの位置が変わらないということであり、その結果、自船が避航操船の計画を立てるのにPPCやPADがあたかも停止しているかのようにあつかって、PPCやPADに対して避航すればよい。図2において、自船は船Dと交差している。15°右舷に舵をとれば船Dの船尾を約23分後に通過することになることがわかる。電子カーソルによってこれから舵をとるべき新しい船首方向を正確に測定することができる。本機をもっと正しく理解するには或る特別な状態をいくつかの表示方法について表わし、これを比較するのがよい。

図3 Aには相対表示で衝突針路上にある他船Tを表わしている。

図3 Bにはこれを真方位表示で表わした。ここで他船の速度とアスペクトを知ることができる。従来の操船の方法によって、他船の船首を通るような場合、コンピュータによって何回か試すことにより、右舷53°だけ舵をとり、安全通過距離Dマイルを得たとする。(図3 Cと図3 Dを参照)この図3 Cと図3 Dも共にもう17°右舷に舵をきった場合にはどうなるかということとは同時に表示していない。

図3 Eには70°右舷に舵をとった場合の新しい相対表示で、他船の衝突避航の状態を表わしている。避航操船を行なう場合の誤差や遅れ、また他船の速度や針路方向のわずかな変化は極めて衝突危険に及ぼす影響は大きい。

図4は本機が図3 Bと同じ状態を表現させたものである。図4によれば、2つのPPCとPADがあることが明らかになり、また避航他船の前を通過しようとすることは一見して、おろかであることがわかる。正しい避航変針角は右舷85°である。航海士は船首方向に対して、他船の時間ベクトル長を変えて行なう試行をすることなく判断を下すことができる。またこの表示から基本的なデータや避航操船に要するデータ、速度、アスペクト、危険までの時間や距離等も得ることができる。図4はまれではあるが、ないわけではない。極めて難解であり、しかもあいまいさの両方が同時にでくわしている例であるといえる。

他船どうしが衝突を避けるための操船をしている場合、それを自船から見てそれを評価するには、その他船のPADが重なっていることによって、判断するわけである。重なっている他船どうしのPADは自船に対して考えたのと同じ方法で他船どうしが、その針路上でぶつかることを表わしている。それだからこのPADの重なり具合を自船側で見ていると、避航操船をしなければならぬ距離に他船どうしが来た場合に、一方または両船が避航を始めることを知ることができる。衝突の危険性のあるすべての船の真方位アスペクトが表示されているので、法規によって、特権の与えられた、しかも義務船を確かめることもできるわけである。

5. 3軸表現

時間軸を考慮に入れることによって、衝突回避の問題は更に明らかに説明することができる。海面を平面と考え、時間軸を垂直にとり図5に示すように自船を原点にとる。他船は北東象限にいるとする。移動船舶は、空間のコーン面上のどこかに存在していることになり、その位置はその船の移動した量に従い、位置と時間の積分値を示している。静止船舶は垂直線上にいと表現されるわけである。2つの線が交わった時に衝突は発生し、この衝突を発生させるための自船の避けねばならぬ方向が求まる。まず、避航他船の位置と未来を予測する速度と方向が測定されねばならない。

自船の軌跡は速度と方向の関数であり、コーン面

上のどこかにいることになり、頂角は自船の速度の関数である。PPCは他船の航路線と自船のコーン面との交点であることは明らかである。衝突に到るまでの時間およびその距離はそれぞれPPCの時間軸および海面に投影した点によって計算される。他船の航路線と垂線とのなす角が自船のコーンの頂角の $\frac{1}{2}$ より大きい場合には、2つのPPCができることになる。

また誤差の影響もこの図5に見ることができる。すなわち他船について、船首方向とその速度の誤差によって、他船の未来航路線はいくらか円錐形状になると推定されることになる。一方自船の速度についての誤差は、自船のコーン面を決める頂角がわずかに異なる2つのコーン面の間に自船が存在していると考えることによって表現される。これらのすべての誤差はPPCのまわりの投影区域として拡大されることとなり、この海域は危険範囲を表わしていることになる。

速度試行によってPPCがどのような動きかたをするかも、図5から明らかになる。自船の速度が減少するとコーンの頂角は小さくなり、PPCは他船の航路線上を、自船に向かって移動し、速度が増加すると逆に遠ざかることになる。

このように速度について試行することによって、自船のまわりの様子を知ることができ、自船に直接影響を及ぼす状態をつかみ、これから先に発生するであろうと思われる状態を学ぶことができる。

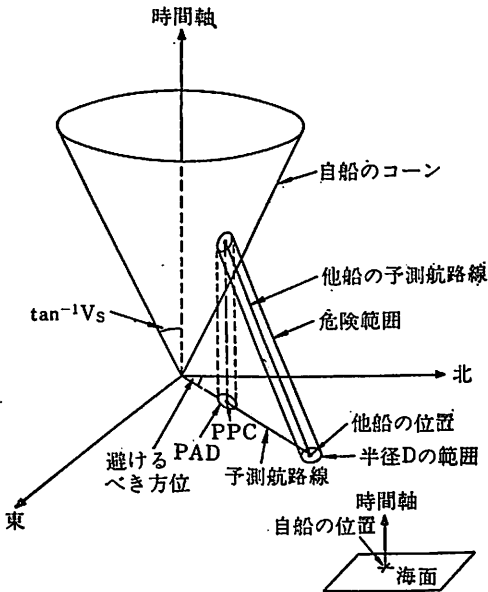


図5 3軸表現図

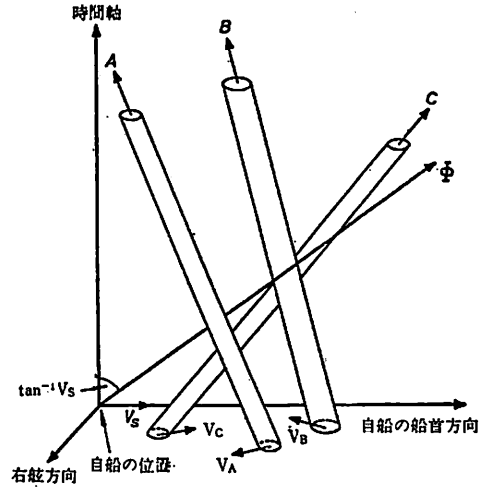


図6 3進入他船と自船

PADの外囲面は避航他船の針路線にそって危険区域を表わした楕円柱の表面として表現される。この楕円柱の軸と直角な面で切ると半径Rの円となるわけである。この楕円柱と自船のコーンとの交線を海面上に投影するとPADが得られることとなる。多数の他船について考える場合、このPADの表示による利点はますますでてくる。図6には3軸表示で表わしたものであり、ここに ϕ は自船の針路線であり、船A、BおよびCについてその予測航路線とその危険範囲をそれぞれ表わしている。自船は衝突を避けるためにそのそれぞれの危険範囲をぬうように自船の針路を選んでいる。しかし自船のコーンとぶつかる楕円柱が存在するわけである。PADを使用した表現方法は、必要なすべての情報を表示するものであって、例えばこれは単に他船の未来時刻における他船の予測位置を表示するというような表示ではない。この予測未来位置は時間軸と直交する面で切った場合、他船の針路線と交わる点を投影して得られる。従ってこの多くの面が全体にわたって分析するには、得られる情報は極めて少ないものになってしまう。すなわちベクトル表示の場合、一つの時間を表わす面で切った場合を考えると、これは危険なCPAを表示するので航海士は或る決めた針路方向に変針をしてその危険を避けようとする。

図6の自船の針路線をもう一度考えてみると、いくつかの他船に対してすべて交わっている所がないことがわかる。航海士の避航操船が正しかったかどうか？ また危険がなくなったら再び針路方向にもどることができるであろうか？ この質問に対し

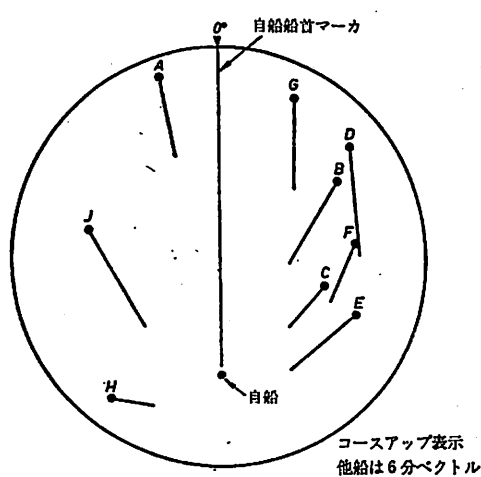


図7 a 相対表示

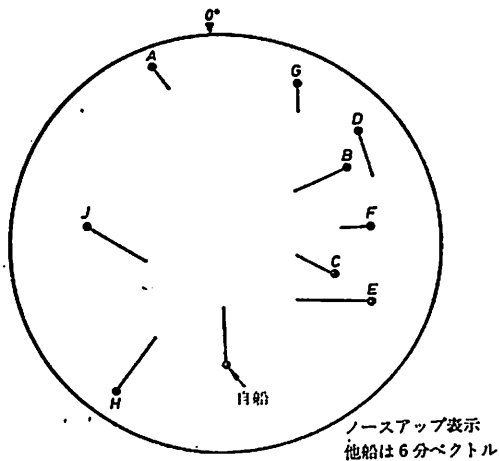


図7 b 真方位表示

て、一つの時間を表す面の表示に対しては、現在直面して変針を行なう場合に、それによって他の危険状態を発生させてしまう結果になる。その結果、時間をかけて試行し、速度を減らしたり、または避航針路を選ぶことになる。これらのことがらは3軸の表現を用いてうまく説明されている。

8. 複雑な状態

多数の避航他船がある複雑な状態を考え、多くの表示方法の間の差について主に述べることにする。図7 aには相対指示表示で説明しているが、船AとBに対して自船は衝突針路上にあり、船Cは近くを通過するであろうということがわかる。図7 bは真方位指示表示を説明していて、真の針路方向、アスペクトおよび速度を各船ごとに表示している。問題

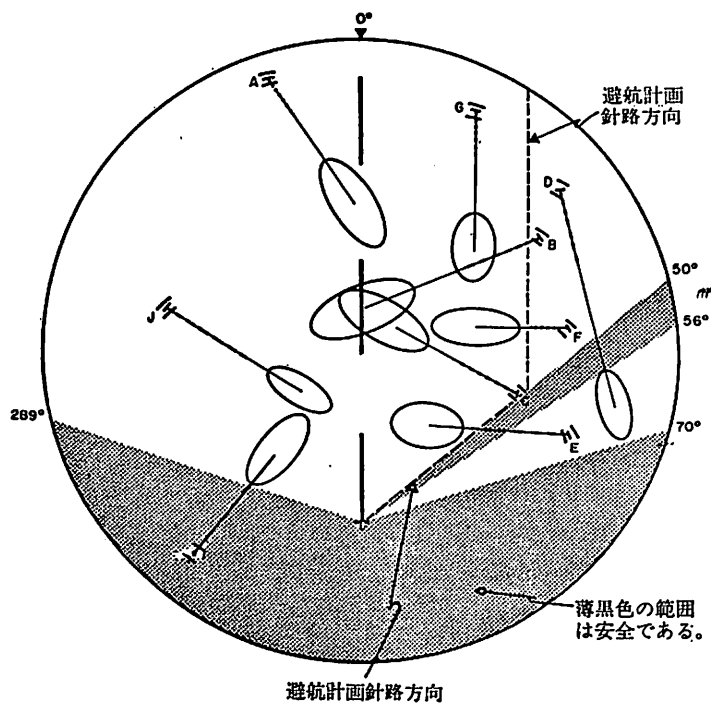


図8 本衝突予防装置の表示

は「自船を避航操船するのにどの方法が安全であり、法規を守れ、かつ最も効率が良いか？」である。現状のままではこれら図7 aとbの表示方法では、この質問に対してすぐには答えられていない。

それには時間を変えながら、自船の変針針路方向を試行させてみなければならない。また法規を守った針路方向を求めるという問題について、いくつもの回答が得られてしまうこともある。従って選んだ針路が一番効率の良いものでないこともある。これら2つの表示方法から明確ではないけれども、回答をしなければならないのなら、船首方向を船Cの方向へ向け、船Eの船尾を通過しようとするようになるであろう。避航後、もとの針路方向であるO度に変針し、船Fの船尾を通過し、船Gを左舷側に見るように操船することになる。

図8は本機の表示を示して、ここには薄黒い部分の海域は $50^{\circ}\sim 56^{\circ}$ 、 $70^{\circ}\sim 289^{\circ}$ の間にある安全区域であり、避航計画は点線で示してある。船D



図<B&W>新船型パナマックス、バルクキャリア 一開発——30%燃料費節約型——

内外の海運会社の経営危機、及びこれに伴う造船所の受注低迷で、操業度は低下の一途をたどり、造船業の52年危機が叫ばれていたが、昨暮の中近東産油国筋及びギリシャ/西欧を中心とする欧州系船主からの中小型船の大量受注で、少くともわが国の造船所の52年危機はマクロの視点では一応回避し得たと見られるが、西欧の造船業界においては同時期の受注は逆に減少し、一説によれば全世界の発注量の75%は、低船価を武器に日本が文字通り“かき集め”たとも言われている。この事実は、日本以外の造船業界の存亡の危機として受け取られ、EC諸国から非難が集中している現況である。

しかしデンマークの名門B&Wは、在来船型に比べて画期的な燃料節約型新船型を開発し、パナマックス型バルカーのシェアーの拡大をねらっている。

省資源が省力に代り最大の目標とされている昨今、本パナマックスBCはB&Wにとって救世主となり得るのか？……52年半ばに就航が予定される第1船の就航実績が注目される。(Marine Week 12月5日、1975)

<B&W>が開発した燃料節約型パナマックスB

は右舷側に舵をとろうとするであろう。船DのPADは自船がその船首を通過できる位の動きであり、また困難性をともなわずに、左舷側を見て通過できる。現在位置の様子では自船の針路上にはもはや安全コースはないことがわかる。更に話を進めると船Jは 45° 右舷へ舵をとる可能性があり、また船Cは船速を落すかまたは 45° 右舷へ舵をとるであろう。これら2船の変針避航に対して、自船の安全には影響を及ぼさない。その理由は、船Jの避航操船によりそのPADは自船の針路上に重なることはないし、船Cに対しては、追いつくことは全くないからである。別の安全航行を決める方法は速度に対して試行することであり、多分多少程度に速度を落すことになるであろう。

参考文献：A. Modern Collision Avoidance Display Technique; J of Inst Navigation Vol. 28, No. p. 143~155 By Robert F. Riggs (Sperry)

Cは、従来の船型に比べて、約30%の燃費節約が可能であり、年間240日稼働として16ノット級の本船の場合、燃料年間4,300トン、30万ドルの節約になり、船主経済に大きく寄与することが期待される。

その設計上の骨子は、船尾の船型と推進器系に特殊な工夫を凝らすことにより、主機出力を節減することにある。

即ち、推進器の直径を6.35mから9mに拡大し、減速ギヤーを用いてプロペラ回転数を50rpmに下げていること、及びこれに伴いプロペラ展開面積は約2倍になっていることである。

また、プロペラ直径拡大により、航海状態特にバラスト状態のプロペラ没水率が低下し、推進器効率が激減するのを防止するために、船尾に特別な工夫を凝らしたヒレ状のセミダクトを装備し、これを解決している。本船の主機には、B&W 7K67GF (13,100BHP, MCR 145rpm) が採用されているが、従来の類似パナマックスBCには、7K80GF (18,500BHP, MCR 126rpm) が搭載されていた。

この2船型のパフォーマンスを比較してみると、満載/バラストの両状態の平均で、約30%の燃料消費量が節約されるのである。

なお本船型は、デンマークの特許によって保護されている。

衝突予防装置オートラップ (AUTORAP)

三井造船/協立電波

1. まえがき

衝突予防装置オートラップは、船の安全航海のための援助装置として開発された航海機器であり、衝突および座礁を避けるために必要な情報を操船者に提供することができます。本装置は船舶レーダ、ジャイロコンパスおよびスピードログからの信号をもとに他船との関連を迅速かつ正確に判定し、高輝度ブラウン管（ディスプレイ）および発光ダイオード数字表示器にみやすく結果を表示します。

操船者の要望を充分に考慮し、最新の技術を取入れてありますので、簡単な操作で容易に使うことができます。

オートラップはディスプレイ上にシンボル表示をしますが、レーダ映像の重ね合せ表示も可能です。

2. 装置の概要

オートラップは、図1の写真に示されているように、1つの筐体にて構成されるコンパクトな装置です。本装置の中には下記の機器が格納されていま

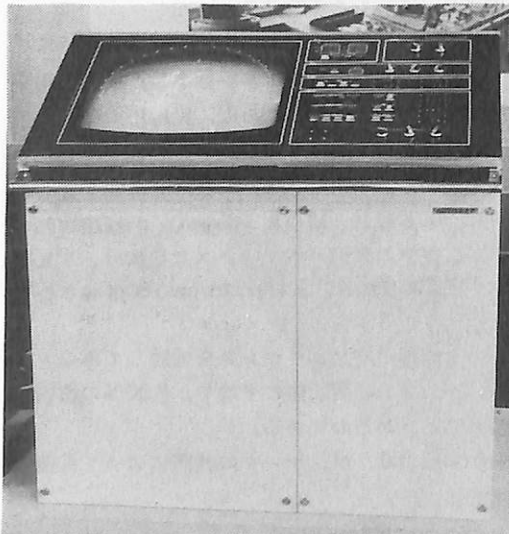


図1 オートラップ

す。

レーダ信号処理器（雑音除去、レーダ信号パターン判定回路を含む）

21インチ高輝度角形ブラウン管（ディスプレイ）
ミニコンピュータ（16Kワード、16ビット/ワード）

ディスプレイコントローラー操作パネル（押釦スイッチ、デジタルスイッチ、発光ダイオード数字表示器を含む）

カセットデータレコーダ

電源部

自船から16マイル以内の危険船を最大40隻まで自動抽出することができ、操船者の判断で自動抽出されていない遠方の他船を追跡チェックしたいときは手動抽出をすることもできます。抽出された船は自動的に追跡状態に入り、距離、方位、速度、コース、最接近距離（CPA）、最接近時間（TCPA）の計算がコンピュータで行なわれます。その結果はディスプレイ上に表示され、高輝度ブラウン管を使っているの、昼間でもフードなしでオートラップは使用することができます。また操船者が特に注目したい船の情報（距離、方位、速度、コース、CPA、TCPA）は、発光ダイオード数字表示器に計算結果を連続して、数字表示しうるようになっていきます。

○ディスプレイ上にシンボル表示された映像（図2）

○レーダPPI上に表示された映像（図3）

操船者がデジタルスイッチでCPA、TCPAの初期設定をしますと、衝突危険のある船は、衝突危険シンボルとなり警報が出ますので、操船者は容易に衝突危険船を判断することができます。衝突危険船を避行する場合、操船者はディスプレイ、数字表示器および初期設定スイッチを使って試行操船を行ない、新針路の情報を得ることができます。

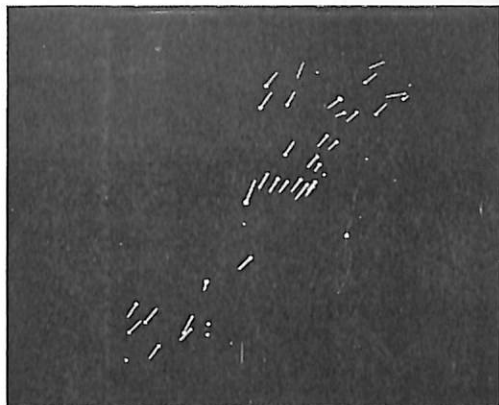


図2 ディスプレイ上にシンボル表示された映像

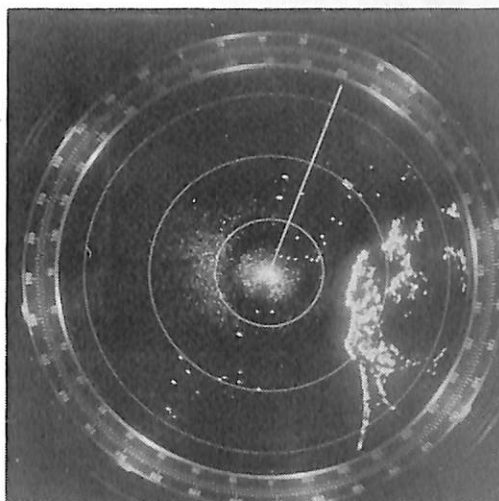


図3 レーダPPI上に表示された映像

幅狭した東京湾またはマラッカ海峡等の狭水域では、カセットデータレコーダに記憶している海図情報をもとに安全航路をディスプレイ上に表示し、自船は表示された航路に従って航行してゆけば、座礁の心配をすることなく安全航行をすることができます。もし安全航路から自船が逸脱した場合、警報が鳴り、操船者は航路からずれたことを知らされます。

ディスプレイ上に表示された自動追跡船は図-2でわかるように、速度およびコースがわかるベクトル表示をしていますので、各船の航行状態を一目で判断することができます。

なお、ベクトル長は1分単位で29分まで設定表示することができます。

○安全航路の一例 (図4)

船舶レーダからのレーダ映像信号は、まずレーダ

信号処理器の雑音除去回路でスイープおよび多数決照合をされて雑音信号を除去します。雑音除去されたレーダ映像信号は、レーダ信号パターン判定回路で船と陸の信号に判別され、船の信号はその大きさの判定もするようになっています。船または陸に判別されたレーダ映像信号は、コンピュータへジャイロおよびログ信号と共に転送されます。コンピュータは転送された信号をもとに、下記のプログラムを使い必要な情報計算をすることになります。

- モニタプログラム
- 状態計算プログラム
- ディスプレイプログラム
- 試行操船プログラム
- 安全航路表示プログラム

計算結果はディスプレイ・コントローラーにより、ディスプレイ上に表示されますが、表示方式はトルネーション等6種類あります。

表示レンジは3/6/12/24マイルの4段切換えとなっており、ディスプレイ上で任意の方向へ画像を移動できるオフセンター機能がついております。また、発光ダイオード数字表示器には、操船者が注目したい船のデータが表示されます。

○オートラップシステム構成 (図5)

カセットデータレコーダは、安全航路の海図情報を入れておく補助記憶装置として使い、またコンピュータのバックアップ装置として、万一プログラムがこわれたときに簡単な操作でコンピュータにプログラムロードができるようになっています。

オートラップはC、XまたはSバンドの船舶レーダであれば、どのレーダとも接続し、使用することができます。

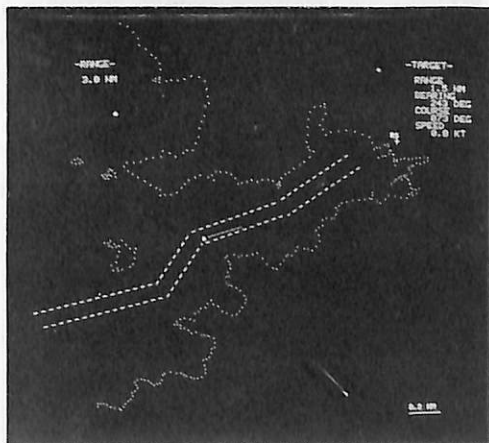


図4 安全航路の一例

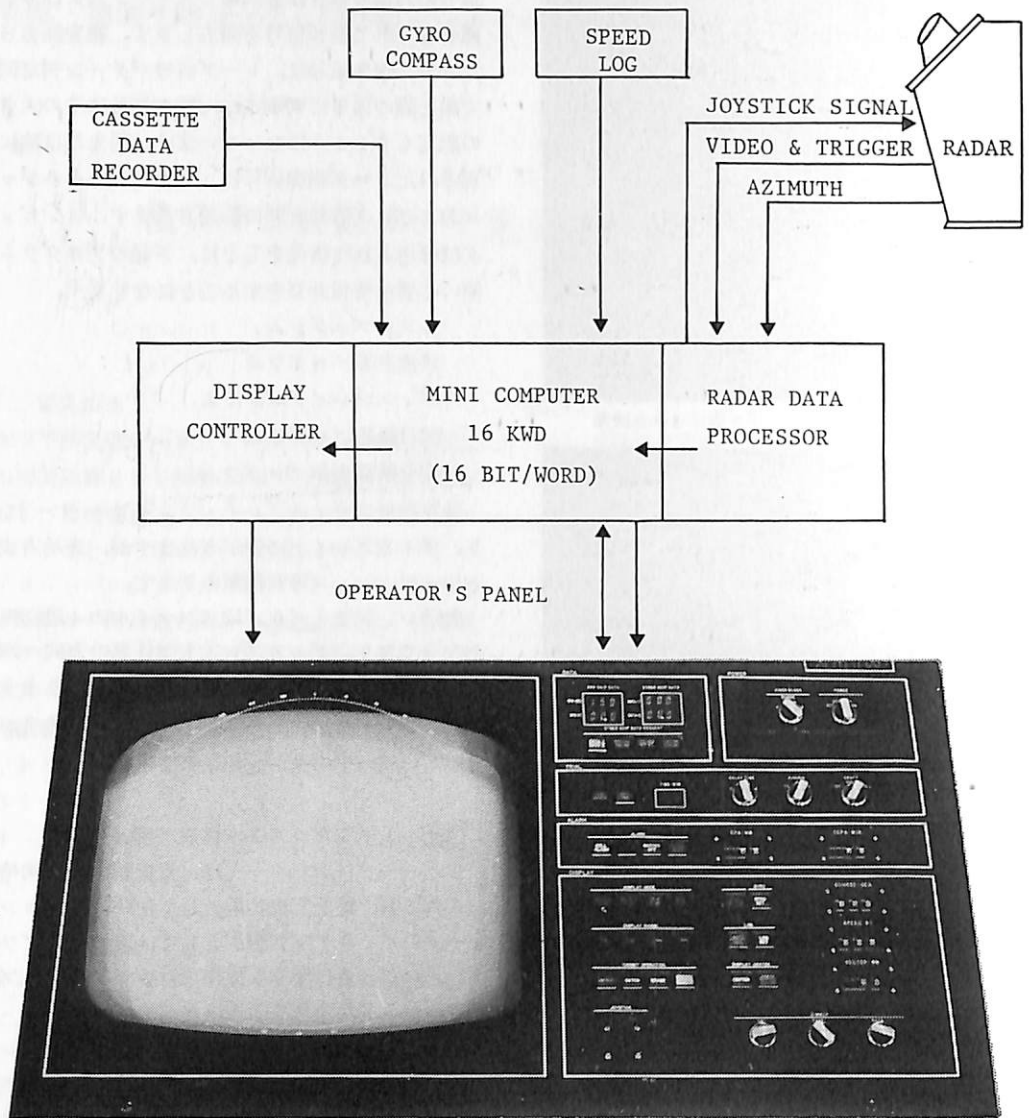


図5 オートラップのシステム構成

3. 主要目

3-1 表示方式

レーダ映像信号をシンボル化したグラフィックディスプレイ（レーダ映像信号の重ね合せ表示可）

3-2 シンボルマーク

- ◎：自船
- ：他船 船舶の大きさにより円の大きさ変化
- ×：衝突危険船
- ・：未追跡船
- …：陸地
- ：ノースマーカ

—：ヘッドマーカ

□：ジョイスティック

—：ベクトル 速度およびコース（設定時間により長さが変化）

3-3 表示レンジ

3, 6, 12, 24NM

ただし、実際の信号処理範囲は0.25~16NM
任意のオフセンターが可能

3-4 表示モード

- North-up Relative Vector
- North-up True Vector
- Head-up Relative Vector

Head-up True Vector
True Motion
Trial Maneuver

3-5 ディスプレイ

21インチ高輝度角形ブラウン管

3-6 データ表示方式

発光ダイオードによるデジタル表示

3-7 データ表示内容

自船 速度, コース

他船 距離, 方位, 速度, コース

C P A, T C P A

3-8 抽出方法

自動 (40隻) / 手動 (40隻) 合計 40隻

3-9 追跡可能相対速度 80ノット

3-10 消去

自動 追跡船が40隻ある場合, 最も危険度の少ないものは消去され, 危険度の高い船を自動的に抽出し追跡する。

手動 ジョイスティックで指定した船は, 消去されるが, それが危険度が高い船の場合は, 自動的にまた抽出され追跡する。

3-11 ベクトル長の設定

最大29分まで (1分単位の調整可能)

3-12 試行操船の操作

1分単位で最大29分まで

3-13 警報

衝突危険 他船とのC P A, T C P Aの値が設定値以下になるとシンボルマークが変り, 同時に衝突危険警報ランプが

フリッカし, ブザーが鳴る。

航路逸脱 安全航路を表示中, 自船が航路から外れると, ブザーが鳴り, 航路逸脱警報ランプがフリッカする。

3-14 レーダ映像信号

ビデオ信号 (X, C, Sバンド) トリガー信号 (500~3500 Hz) アンテナ回転信号

3-15 方位信号

ジャイロ, ステップ式またはシンクロ式

3-16 速度信号

電磁ログまたはドブラーログ 200パルス/マイル

3-17 所要電源

A C 100 V 1φ 50/60 Hz

A C 115 V 1φ 50/60 Hz

約 2.5 KVA

3-18 外形寸法, 重量

990mm(W) × 865mm(D) × 1075mm(H)

約 300kg

4. むすび

本装置は基礎実験から始め, 約4年にわたる研究開発の結果, 完成したものです。その間, 剣崎灯台における再三にわたる臨海実験および昭和50年秋の日本海フェリー株式会社殿の“えりも丸”による本装置の実船実験をおこないました。その結果, 所期の成果を納め, 充分に実用しうることが判明しました。なお, 本装置は本年1月中旬に1台製品として納入する予定です。

新刊洋書

“Queen of the North Atlantic”

ペーパー版 126頁 定価2,000円 (送料共)

昨年3月, わが国にも初めて来航した英国の豪華客船“クィーン・エリザベス”号の初代の記録である。建造にまつわる逸話から始まって, 建造, 就航, そして大戦時の兵員輸送を経て退役するまで豊富な写真とイラストを収載している。特に船体や船室, その他の諸設備の貴重な写真資料が注目に値する。

同書の輸入, 販売はアトランチック・ブック・サービス (東京都北区赤羽北3-23-17 電話908-8336)。



船舶衝突予防装置 "TAPLAN" と "ASRAP"

協立電波

1. まえがき

当社における衝突予防装置としては、三井造船と共同開発の AUTORAP (オートラップ) のほか、自社開発の TAPLAN (タプラン) およびユニークな簡易普及型の ASRAP (アスラップ) の3機種がある。AUTORAP は、ベクトル方式として未来予測を行ない高輝度プライト表示器を使用し、16KW の CPU をバックに、試行操船など豊富なソフトウェアを備えた新鋭機である。

TAPLAN はプロットを主体とし、3本のガードリングで自動警報を出す外、追跡ターゲットの危険方位をパノラマ表示する実用機である。

ASRAP は警戒海域をアドレス化し、自船方向に向う船を自動選別し、追跡プロットし、危険船と判定すればアラームを発生する簡易型の低密度海域用航行援助装置である。

次に TAPLAN および ASRAP について述べる。

2. TAPLAN (タプラン)

TAPLAN は TArget PLoTting ANticollision system から造語した商品名で、プロットング方式の衝突予防システムを意味している。

これはレーダと併用する衝突予防装置として、早くから種々の基礎研究を重ね開発されたもので、その1号機が実船テスト中である。

現在衝突予防レーダ装置として、ミニコンを使用した機種が一応出揃ったようである。これらは、ベクトル表示、CPA、T・CPA、速度演算、試行操船等の諸機能を持ち、多目標の自動抽出、自動追跡をすることが一般的なパターンとなって来たもようであり、いずれも高性能化を志向しているように思われる。

しかしながら、諸機能を簡略化して、単なるプロットングだけでもよいという多くの意見もあり、また国際海上衝突予防規則において、「適切かつ系統的プロットング」の要請もあるので、プロットングを主軸にして過去の軌跡を演算表示し、目視による状況判断の試料とするとともに、更に CPA、T・CPA、距離、速度演算を行いその結果を数値表示し、試行操船による危険範囲のパノラマ表示は補助的な役割りに止めたものが本装置である。

写真-1 は TAPLAN 衝突予防システムである。左側は16インチレーダで、右側はコンピュータ、インターフェース、電源部などを収納した本体である。

2-1 仕様

概要は次の通り

- | | |
|-------------|-------------|
| (1)表示方式 | 過去の航跡5点プロット |
| (2)プロット・モード | H/U, N/U |
| (3)目標捕捉 | 自動及び手動 |
| (4)追跡方法 | 自動追跡 |
| (5)追跡目標数 | 5目標 |

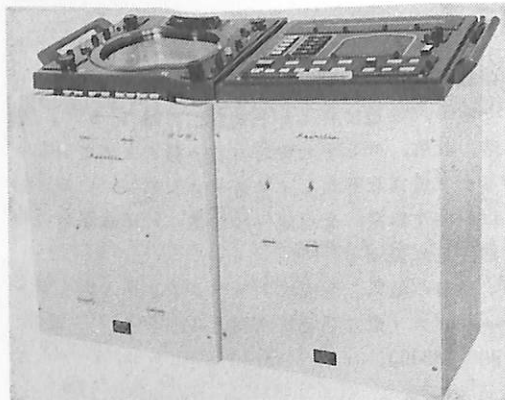


写真-1 TAPLAN

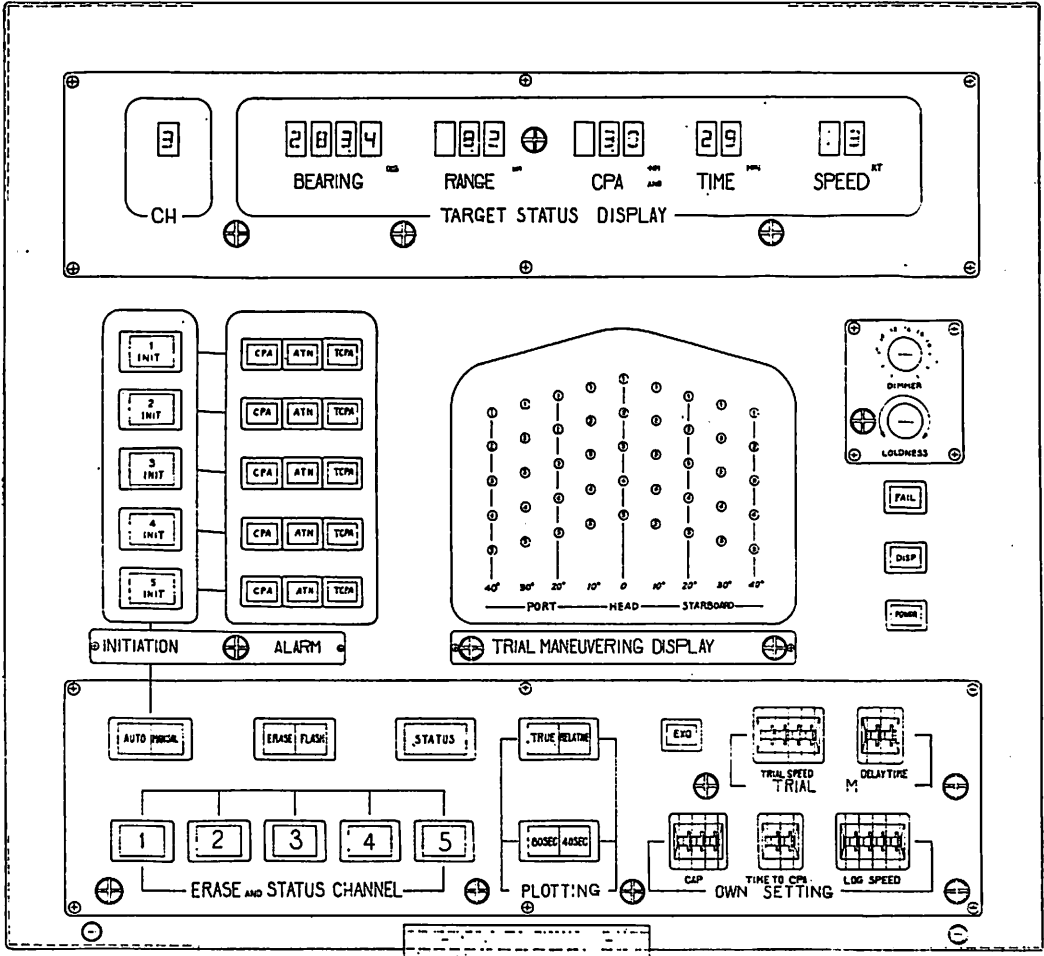


図-1 TAPLAN の表示パネル面

- (6) 試行操船 左右舷 0~40度(10度間隔)
- (7) 監視リング 4~12渾の間に3リング
- (8) 目標の状態表示 目標番号, 方位, 距離, CPA, T・CPA, 速度
- (9) 中央処理装置 8 Kバイト

2-2 特長

(1) 5目標5点プロット方式

最も危険と思われる目標船のみを選択しプロットする。このプロット数は平均化された5点で、過去の航跡が表示される。

(2) 自動追跡による省力化

手動/自動モードで抽出入力された目標船は演算予測された追跡データをもとに自動的に追跡される。他船との分解能を考慮して、追跡は自動可変の追跡ゲートを使用。

(3) プロットは見易い重畳表示方式

航跡プロットはレーダ指示器上に、ビデオ信号と重ねて高輝度表示される。この重畳方式は経済性、映像との対比による見易さという点で優れている。

(4) 監視リングによる自動警報

- ① 4~12渾に3本の監視リングを設定し、常時進入船を監視する
- ② 進入船があると警報を発する
- ③ 同時に1リング60隻、計180隻を監視
- ④ AUTOの時は自動的に入力する
- ⑤ 陸地判定を行う

(5) 情報処理による確実な追跡

レーダ干渉波を除去すると共に、不要信号を抑圧しビデオ信号の質を向上し、確実な追跡を行う。

(6) 追跡目標船の状態表示

追跡目標の相対距離と速度, CPA, T・CPA, スピードなどを数値表示し、目標船の動向を把握す

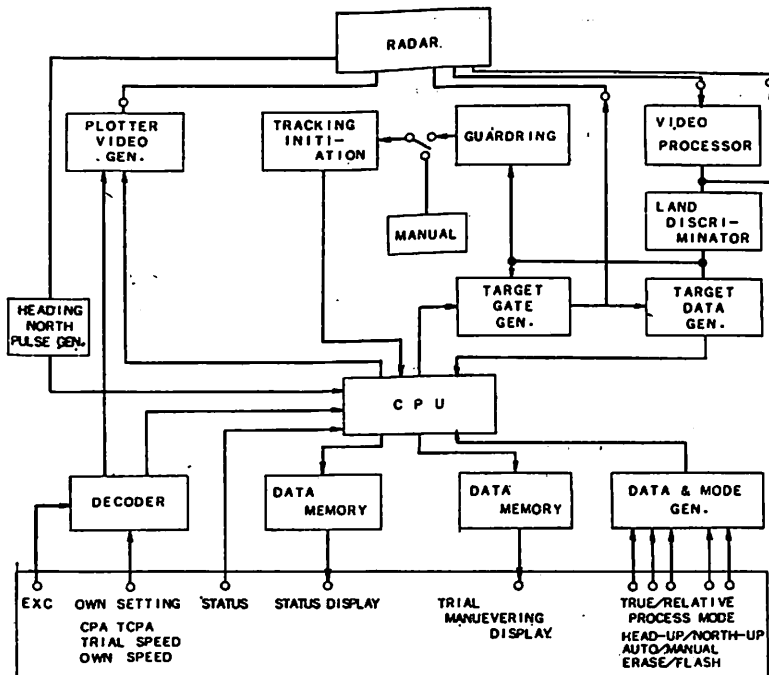


図-2
総合系統図

る。

(7) 危険操船方位のパノラマ表示

追跡5目標の左右舷±10度の試行操船演算結果をパノラマ的に配置されたランプにて危険表示する。危険方位が一目瞭然にわかる。

(8) 機能性と操作性を備えた実用機

2-3 構成

本装置の操作・表示パネル面を図-1に、システム系統図を図-2に示す。この主な構成を次に示す。

(1) コンピュータ部

中央処理装置は8Kバイトのミニ・コンTOBAC-10を使用し、追跡ゲート発生、データ平均処理、プロットの書出し、CPA、T・CPAの演算処理、試行操船などのソフトを行っている。

(2) インターフェイス部

中央処理装置と外部機器との間の割込み指令、追跡データの読み込み、追跡ゲート、プロット信号および数値表示データの書出しを行う。

(3) 入出力部

レーダ装置との間のデータを授受する部分で

①情報処理部

②プロットング・ビデオ発生部

からなり、前者はビデオ信号の雑音処理を行って質の向上をはかり、後者はD/A変換器によりプロット点表示の信号をPP1へ送出する。

(4) タイミング発生部

レーダトリガに同期した距離クロック、アンテナ回転に対応した角度クロック、その他のタイミングを発生させる。

(5) ガード・リング部

12遅に固定リング、4~5および6~11遅にそれぞれ可変リングを設けて通過船の進入方向判定を行い、進入船のみ自動捕捉し、警報を発する。

(6) 操作部

チャンネル指定と消去、モード指定、試行操船データの設定、そしてイニシエイション等の操作を行う。

(7) パノラマ表示部

試行操船の演算結果をパノラマ的に点灯表示する。

(8) 状態数値表示部

目標船のNo、距離、CPA、T・CPA、速度を数値表示する。

(9) 警報表示灯

CPA、T・CPAおよびATTからなる設定値をこすと点灯し、警報を発する。ATTは目標損失を知らせる。

(10) 電源部

2-4 操作と動作

手動(MANUAL)モードでは、レーダ指示器上に要注意の船舶を発見すると電子カーソルを操作してイニシエイションを行う。選択した船の位置情報は中央処理装置に送り、以後、ゲート発生回路を通



写真一2 現在4隻を追跡し、プロット中。
右上の四角はガードリングに自動捕捉された状態を示す。

じて自動追跡を開始する。位置データは平均処理した後、プロットとしてPPI上に出力する(写真一2)。最大5目標まで指定可能で、1隻当たり5点のプロットがレーダ映像上に高輝度表示される。プロットの平均化処理時間は40秒と80秒の2通りある。40秒では、第一のプロットと第四のプロットの距離をN埋とすれば、この目標の速度Vは、 $V(KT)=30 \times N$ により概略見当がつく。また、H/UとN/Uのモードの切換選択も自由である。

次に、自動(AUTO)モードではガードリングの何れかに目標が進入すると、島か船かの判定をした後、自動的に目標を捕捉する(写真一2)。捕捉後の自動追跡は、手動モードと同様である。自動追跡可能な最大目標数はやはり5隻であるが、新たな危険船を自動捕捉するとすでに追跡中の目標と優先度の比較判定を行い、その結果に従って追跡目標の入れ換えをソフト的に行なう。追跡の中止は該当SWにより行う。

また目標船の状態はモードとチャンネル・セクタSWとを操作すれば、その目標の距離、方位、CPA、T・CPA、速度等がデジタル的に数値表示される。

次に、イレーズ・モードにするとプロット映像が消去されロー・ビデオのみとなる。またフラッシュモードでは、該当するプロットは点滅し、目標の確認ができる。

試行操船ではまず、危険判定のための基準値として、CPA、T・CPA、自船速度、自船の運動性能による変針時定数等を操作パネル上で設定し入力する。次いで自船の設定試行速度で、左右舷各40度まで10度間隔で変針した時の各目標に対する危険予測のシミュレーションを行う。その結果、危険な操船方位には赤ランプがパノラマ的に点灯表示される。

そこで、全体の点灯分布から、操船の安全範囲を視覚的に知ることができる。

3. ASRAP (アスラップ)

ASRAPはAutomatic Sampling RAdar Plotterを略した商品名で、自動抽出アドレス照合方式の簡易型レーダプロットング警報装置のことである。

ここにいうプロットングとは、警戒海域をアドレスに細分化し、船舶の通過したアドレスの軌跡を表示することで、TAPLANの如く演算された点としてのプロットとは異なる。

本装置は既設のレーダの附加装置として設計された単体である。

3-1 ASRAPの概要

ASRAPはコンピュータを使用しない、全く斬新な方式の衝突予防用オートプロット装置である。これは、臨海実験、あるいは洋上航海実験など、長年の研究の末、商品化されたものである。本装置はレーダからのビデオ信号を入力し、自船方向の移動目標を発見すると、内部処理を行い、PPI上での電子プロットを開始する。そして一定数のプロットが特定方向に並ぶと危険船の判定を下し、この危険船に対し、アラーム・マークをつけ、警報を鳴らして、航海士の注意を喚起する。(写真一3)

レーダ装置のブラウン管面上での手動プロットングの手順は次表(表1)の通りである。

ASRAPは表1の如くこの複雑な操作を自動的に



写真一3 ASRAP装置

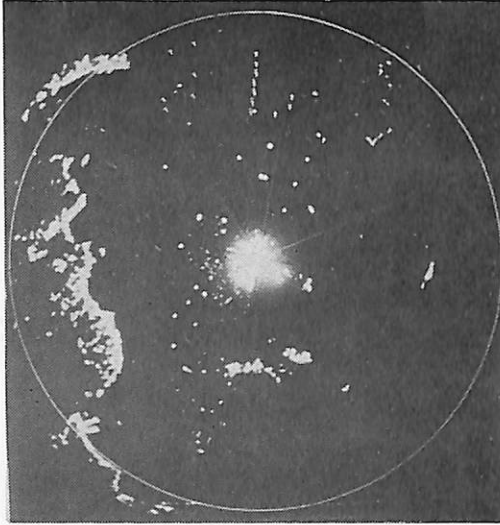


写真-4 プロット中PPI映像

表1 プロットの手順

No.	手動プロット	ASRAP (AUTO)
1	目視による目標の選定	雑音・陸地の処理 目標の自動抽出
2	目標に印をつける (プロット)	目標をメモリに入れる
3	一定時間毎にプロット	自動追跡
4	プロットをみて危険船 判定	危険判定 (〒印)
5	不要プロットの消去	プロット表示時間

代行している。

ASRAP は単なるプロットとはことなり、目標の選定、抽出から危険判定までをすべて自動的に行っている。これは全くユニークな方法で、特定のパターンに従って実行する。そして大幅なコスト・ダウンと合理化の努力が、簡易型 ASRAP の誕生となった。

これは、航海士に対する見張り援助装置としての機能を果し、かつ航海士の労力の軽減に役立つ。

この ASRAP は、“自動的に衝突を回避する装置”ではなく、衝突の回避が可能なだけの十分な時間と距離をもって事前に警報を発し、航海士はこれをもとに情況判断をし、しかる後衝突回避の操作を行うものである。

3-2 仕様

概要を次に示す。

- (1) プロットング範囲
距離範囲 3~12NM
方位範囲 全方向、または前方120°, 240°
- (2) プロットング分解能
距離 0.5NM
方位 3.6°
- (3) レーダー・レンジ
6, 12NM切換
- (4) プロット点表示時間
手動選択 3, 6, 10分
- (5) メモリ容量
14.4Kビット
- (6) 情報処理
スキャン相関、雑音抑圧、
スイープ相関
- (7) 警報発令区域
12~10NM L CPA 3.5NM以内
10~8NM L CPA 2.5NM以内
8~6NM L CPA 1.5NM以内
- (8) 回路方式
全固体化
- (9) 外部信号
レーダ・トリガ 300~3000 Hz
ロー・ビデオ 2V (75Ω)
方位信号 シンクロ信号
船首パルス 100 μS, ±2V

3-3 特長

- (1) 単純化したオートプロットング
危険海域に針路をとる船だけを選択し、自動的にプロットする
- (2) 全船の動きが判る
ワンタッチで全船のプロットも見られ操船に役

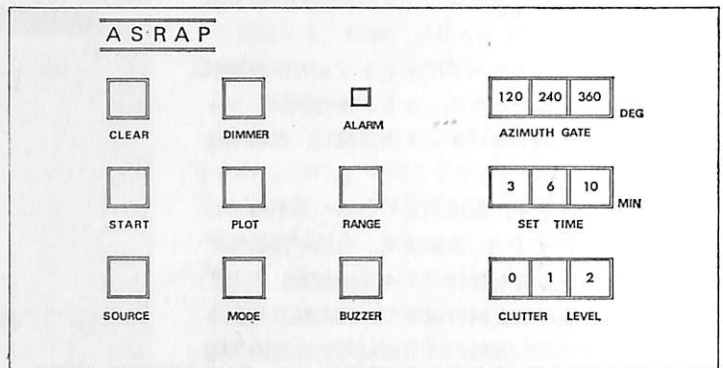


図-3 操作盤見取図

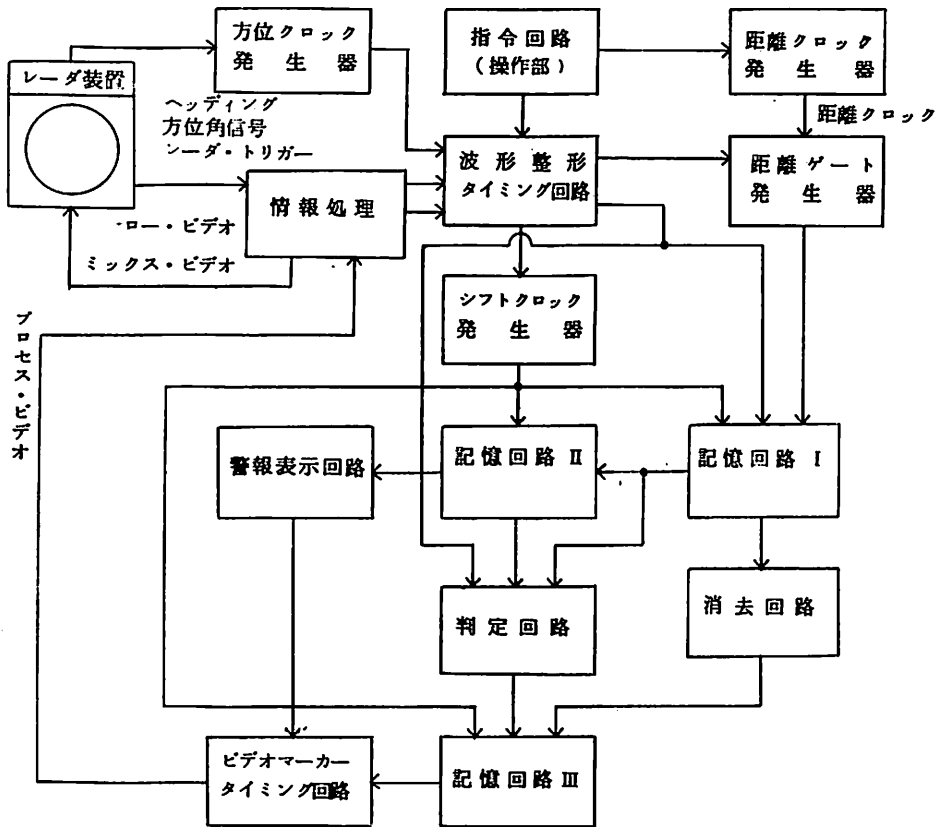


図-4
ブロック図

立つ

- (3) 判り易いプロット表示
危険船は (T) マーク, 安全船は (T) マークの表示で一目瞭然
- (4) 明瞭な映像
妨害波除去には多年研究した新方式を採用
- (5) 多目標同時監視
処理海域全方位にわたり, 全ての船の針路を常に監視
- (6) 陸地信号の除去
大きな島や陸地内部の目標は除去し, プロットや警報は出さない
- (7) 警報
(T) マークが出ると同時に警報音を発する

3-4 操作手順

図-3 に操作盤を示す。その操作手順は次の通り

- (1) ASRAP 操作盤の SOURCE 釦を押す。(電源 ON)
- (2) CLUTTER LEVEL の選択
雑音レベルの設定を行うもので3段階に分れている。波浪状況に応じて使い分ける。
- (3) RANGE

ONにてプロット範囲は3~7浬

OFFにてプロット範囲は6~12浬

- (4) AZIMUTH GATE
120°, 240°, 360°の選択をする。
プロット方位角を限定できる。
- (5) SET TIME
プロットの表示時間を自船速度に応じて3分, 6分, 10分と切り替える。
表示されるプロットの数は船の速度で変わるので, プロット数で船の速度が判る。全ての釦がOFFになると表示時間は無限大となる。
- (6) PLOT
レーダ PPI からプロットマークの表示を一時的に消去できる。これは表示のみで動作は続行するので, アラーム発生は常に可能。
- (7) MODE
MODE にはプロットモードと判定モードがある。プロットモードは方向判定をしたターゲットの全てを表示し, 判定モードでは, 本船に接近する危険性のあるターゲットを自動的に判定表示する。
- (8) BUZZER

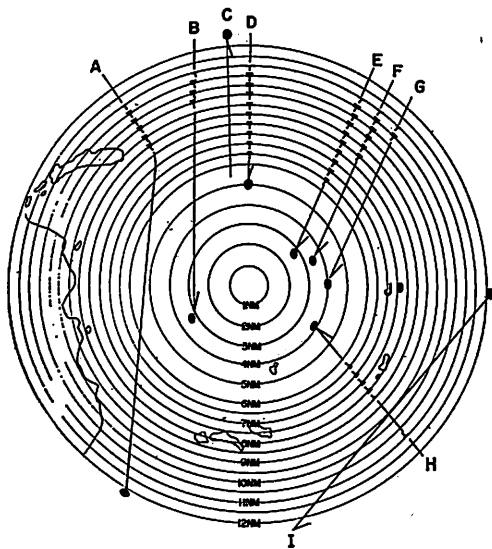


図-5 判定 MODE による表示 (MODF OFF)

スイープが危険船上を通過する時短音が発生する、この音の発生回数で危険船の数が推定出来る。

(9) CLEAR

全てのプロットを消去する。

3-5 回路構成

図-4 にブロック図を示す。

本装置は次の各部からなっている。

(1) 情報処理部

ビデオ信号から干渉波を除去し、シークラッタを抑圧して良質のデータを得る。

(2) 方位クロック発生器

レーダ空中線の回転に同期したパルスが発生する。

(3) 指令回路 (操作部)

SOURCE, START, CLEAR, MODE などの押釦の操作により各部へ指令信号を発生し、回路を制御する。

(4) 距離ゲート発生器

距離クロックにより、距離ゲートを発生し、記憶回路のタイミングを制御する。

(5) シフトクロック発生部

(6) 記憶回路

記憶回路は本システムの主要部をなすもので各種のデータの記憶し、判定回路に適宜に提供する。

(7) 判定回路

スキャン照合、陸地判定などの機能を行う。

(8) 警報表示回路

LED表示器と音響アラームを発生させる。

(9) 消去回路

一定の時間後メモリ消去指令が出て、そのメモリを消去する。

表 2 図 5 の説明

コース	コース説明	図-4 判定モード表示の見方
A	本船に対して衝突コースを航行中の船舶が途中でL-CPA外へ転舵した場合です。本船が転舵した場合にはプロット中の全船舶のプロットが曲がります。	9 哩までは本船と衝突するコースを航行して来たので、9.5 哩まではアラームプロットになっています。転舵した後もすぐL-CPA外へは向えないので2つのアラームプロットが出ていますが、やがてプロット表示はされなくなりL-CPA外への転舵が完了したことがわかります。なお本船が転舵する場合は転舵後にL-CPAに向う目標物がないように注意しなければなりません。
B	本船の左舷2.8 哩を通る対向船で両船共転舵をせず通り過ぎた場合です。	9.5 哩までアラームプロットが表示され、以後のプロット表示がないので、この目標船とは2.5 哩から3.5 哩の距離で通過出来る事が相対距離9 哩の時点でわかります。
C	本船前方を本船より早い速度で航行中の同向船の場合で、本船後方を本船より遅い速度で航行中の場合も同様です。	接近する目標物でないためプロット表示はしません。(安全船)
D	本船に対して衝突コースを航行中の船舶が両船とも転舵しない場合です。	一番危険な状態で10.5 哩から9 箇もアラームプロットがつづいています。すぐ転舵してL-CPA外へ向かわなければなりません。
E	本船に対して右舷前方から最近接距離 1.5 哩を通る対向船の場合です。	Dと同様です。
F	本船に対して右舷前方から最近接距離 2.5 哩を通る対向船の場合です。	この場合も危険な状態ですが、8 哩からはプロット表示がないので2.5 哩以内には接近しないことがわかります。

G	本船に対して右舷前方から最近接距離 3.5 哩を通る対向船の場合です。	この場合も危険な状態ですが、10哩からはプロット表示がないので 3.5 哩以内には接近しないことがわかります。
H	先船（コース I）のプロット表示のある後を通過するコースを通る場合です。	先船 I は L-CPA 外へ向うので判定結果のプロット表示はしていませんが、I の通過位置の記憶素子はすでに動作しているため後船 H のプロットが一時中断されますが、交叉点を通過後新たにプロットが開始され、8 哩の地点ではアラームプロットが表示されます。実際には I のプロットは古いプロットから消えてしまうので、プロットが交叉することは少なくなります。
I	最近接距離 9.5 哩を通る危険でない船舶の場合危険です。	危険でないためプロット表示はしません。
J	本船から 7.7 哩離れた同向船で、速度と針路が本船と同じ場合です。	危険でないためプロット表示はしません。

3-6 プロット表示の見方

プロットの表示は図-5 の如く大別して 9 通りある。矢印は目標船の移動を示す。この図はセット・タイムは無限大として画いてある。実際にはセット・タイムを過ぎたものは消失する。

プロットマークは T 形と T 形（横線あり）の 2 種類で、T 形はアラーム・プロットと呼ぶ。

表-2 は図-5 の説明である。

4. まとめ

ここには自社開発された TAPLAN および ASRAP について紹介した。TAPLAN は現在船に搭

載テスト中で実用機としての検討ならび評価がつけられている。ASRAP はすでに商品として近海航路の船舶にて実用中であり好評を得ている。

新鋭機種としての共同開発の AUTORAP は、その 1 号機の出荷もすでに終わっている。

レーダ衝突予防装置におけるレーダビデオ信号の質の向上は、重要なテーマであり、これに関しては東海大学を中心とした三井造船との共同開発が進められており、その成果が製品にもり込まれている。今後とも検討を積み重ね、皆様のご要望に応えたいと希っている。

信頼ある最高精度

このマークが保証する航海用六分儀



636 航海用六分儀

MS-2型



「玉屋商店」の航海用六分儀は、過去 50 年に及ぶ豊富な製作経験と卓越した技術、精選された材料によって、構造の堅牢さはもとより測角精度、反射鏡、シェードグラス等、その優秀さは広く海外の専門家に認められております。

株式会社
玉屋商店

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

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

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

完全自動衝突予防装置 "DIGIPLLOT"

古野電気

1. 概要

最近、船舶の高速化、巨大化及び海上交通の輻湊とともに船舶の安全航行に対する有効な手段が強く望まれています。ここに紹介する「DIGIPLLOT」はあらゆるレーダのエコーを分析処置し、物標の動きを連続してプロットすることができる完全自動の衝突予防装置です。

自船の半径17マイル以内に存在する200個の小物標の中から自船に近い40個を選び、16インチ・デイルイト・ブラウン管に表示します。これらの物標はベクトル表示であるため、その針路、速度(相対運動と真運動)を一目で知ることができ、デジタルでも表示しますので正確なデータが読み取れます。また、CPA (Closest Point of Approach), Time-CPA の設定、試行操船の実施ができるように、あらゆるプログラムが組込まれています。衝突予防のための情報提供システムとしてはもっとも新しいもっとも信頼性の高い装置です。

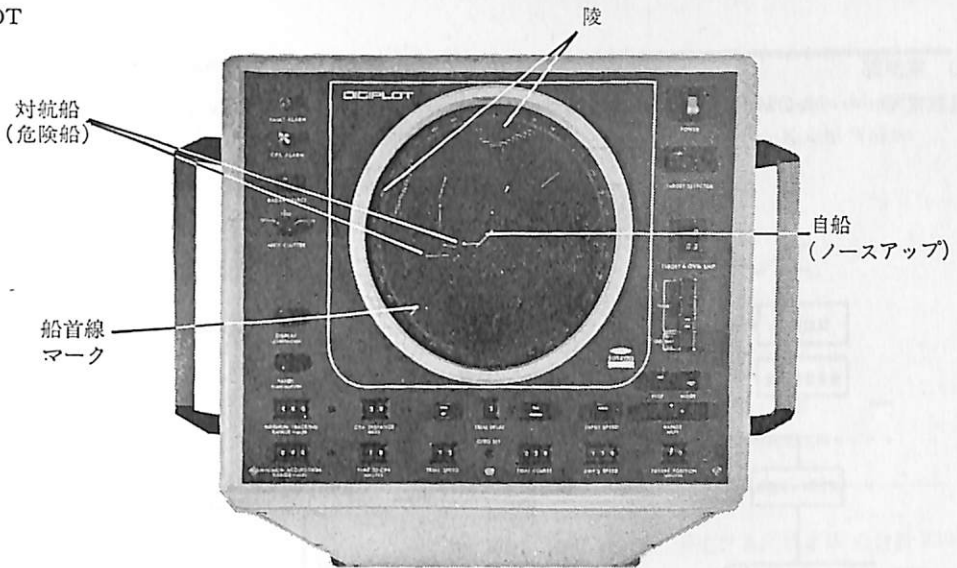
2. 特長

- a) 自船と他船との相対関係が一目でわかる完全自動衝突予防装置(ディジプロット)です。
- b) 停止している物標は、ブラウン管上に「○印」で表示し、移動している物標は「○印」のベクトルで表示します。したがって、常時、自船と他船の位置、針路、速度を同時に表示し、 x 分後の未来位置がわかります。陸地、半島、島などの固定物標は、その前縁が小さな点となり、1目で区別できます。
- c) 自船の半径17マイル以内に存在する最高200個の物標をとらえ、自船に近い順に40個を選択して表示します。相当、輻湊した海域においても、十分に利用できます。
- d) 真運動表示では、自船とすべての他船との避航対勢(相互の針路と速度状況)の判定が一目瞭

然です。相対運動表示では、自船とすべての他船との衝突の有無、危険度の判定が一目瞭然です。すなわち、任意の時間後の相対位置の表示から、CPA, T-CPAを知ることができま

- e) デジタル表示——ジョイスティックによって、小円を目標物の自船からの距離、方位、速度、針路、CPA, T-CPAが即座に、デジタルで表示されます。
- f) ベクトル表示のモード変換は、瞬間的で、相対運動と真運動で表示します。もちろん、ノースアップとヘディングアップの切替もできます。
- g) デイルイト表示(16インチブラウン管)——ベクトル表示のモード変換が瞬間的にできる高速偏向方式を採用しています。明るい船内でも、数人が同時に観測できます。
- h) 試行操船——自船の針路、速度を予測設定しますと、未来の避航の過程、または結果がクイックタイムでブラウン管上に表示できます。ノースアップの場合は実際の30秒ごとの動きが、1秒間に短縮されて、避航過程が、ブラウン管上で観測できるため、非常に臨場感をもって、確かな避航情報が得られます。
ヘディングアップの場合は、避航結果を、瞬間的に判定し、表示します。
- i) オートアラーム——CPA, T-CPAの設定により危険船の存在を、アラームと点滅ランプによって、知ることが出来ます。また、ブラウン管上ではその危険船のベクトルの輝度が上り、どれが危険船かを容易に知ることが出来ます。
- j) センサーであるレーダは最高感度に調整するだけで、あとはこのディジプロットがすべて自動処理します。

DIGILOT
表示例



3. 仕様

1) 指示部

ブラウン管……16インチ，デイルイトブラウン管
(フード不要)

表示方式……ベクトル表示及びデジタル表示

①ヘディングアップ方式とノースアップ方式
の切替可能

②真運動と相対運動の切替可能

表示切替レンジ…3, 6, 12, 24マイル

ただし，24マイルレンジでは，17マイル以遠は
表示しません。

2) ベクトル表示

物標表示……①最高200個の物標を探知記憶し，
40個までをブラウン管上に表示

②停止船は「○印」で表示

③移動船は「○印」による速度，針路情報を含
んだベクトル表示

物標表示優先順位…自船に近い順位

方位精度……1度以内

方位指示精度…ジャイロ入力信号の1度以内

船首指示精度…1度以内

方位測定精度…約±2度以内

距離分解能……使用レンジの最大の1.5%または，
±250フィート(≒±75m)のいずれか大きい方

距離精度……最大値の約5%以内

ベクトル間最小距離…0.2マイル(操作者による選
択を除く)

最小追跡表示距離…自船より0.1マイル

最小探知距離…自船より0.3マイル以上

目標物針路精度…約3度以内

目標物速度精度…約±10%以内または約±0.5ノッ
ト以内のいずれか大きい方

3) デジタル表示

真方位精度……±1度～±3度

目標物位置精度…距離指示値の±0.1マイル～±0.2
マイル以内

目標物方位精度…1度

目標物速度精度…速度指示値の±0.1ノット～±0.5
ノット以内

目標物CPA距離…距離指示値の±0.1マイル～±5
マイル以内

目標物CPA距離…時間指示値の±0.1分～±0.5分
又は±5%以内

4) CPAアラーム

CPA距離設定…0～7.9マイル，0.1マイル単位

CPA時間設定…0～39分，1分単位

CPAアラーム…①ブラウン管上の目標物の高輝度
表示

②聴音(消音スイッチ付)と点滅ランプ

5) 試行操船

試行針路……0～360°，1°単位

試行速度……0～79ノット，1ノット単位

試行時間……実操船30秒を1秒に短縮するクイッ
クタイム表示

6) 速度，真方位設定

自船の速度設定…①スピードログ信号による自動設
定

②手動設定(0～79.9ノット，0.1ノット単位)

真方位設定……ジャイロ信号による自動設定

7) デッドエリア設定

第1デッドエリア…0～39.9マイル，0.1マイル単位
(完全デッドエリア)

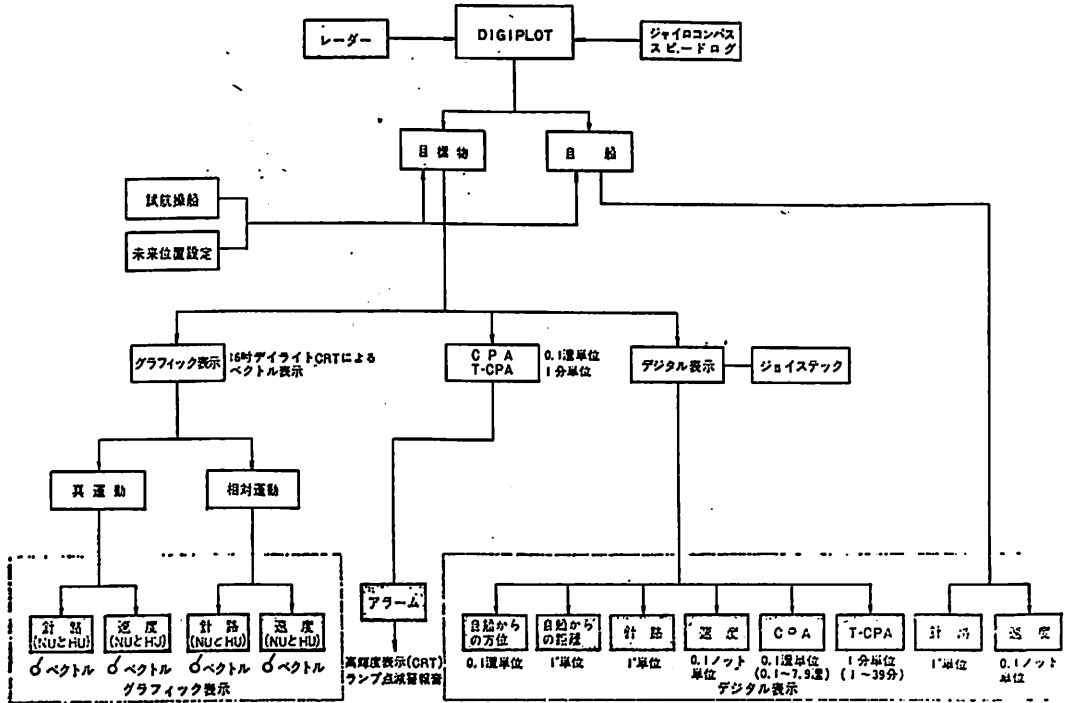
第2デッドエリア…0～19.9マイル，0.1マイル単位
(セミデッドエリア)

8) 電源部

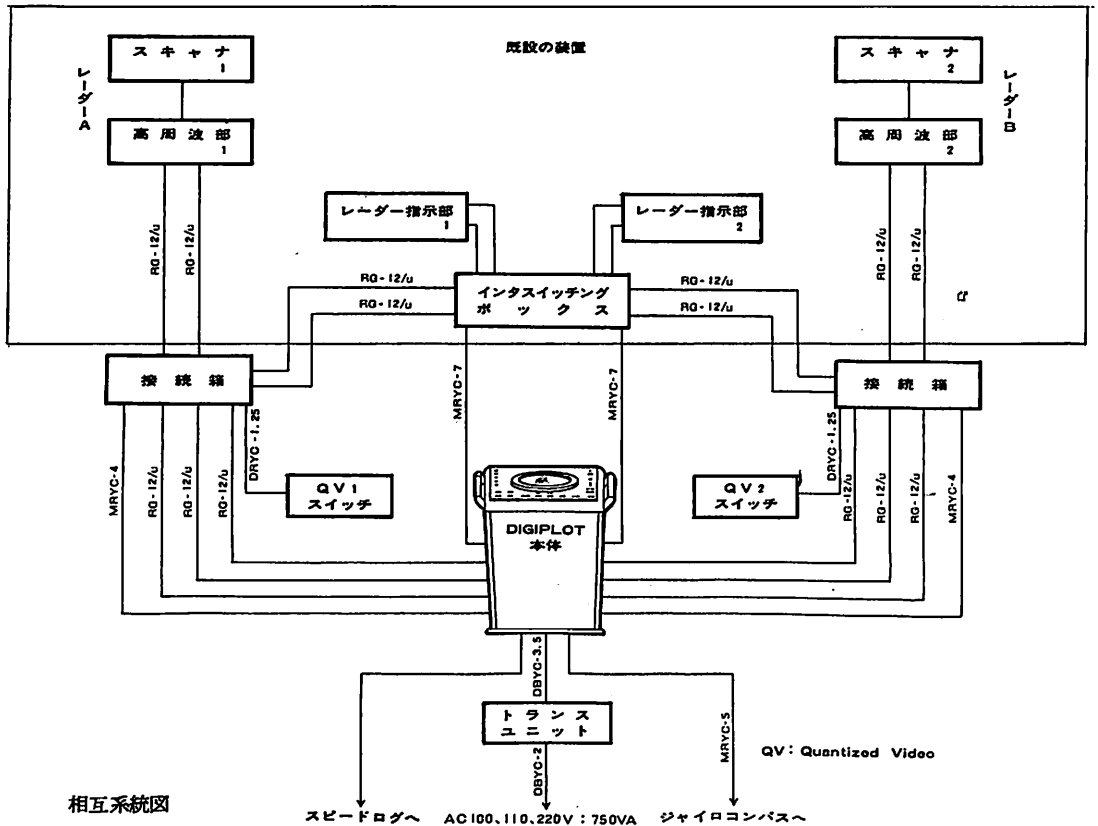
電源電圧……………AC110V/AC220V

指示部本体入力…AC110V~130V

50/60 Hz 1φ ; 750VA



DIGI PLOT 情報出力ブロックダイアグラム



相互系統図

第1回STARシンポジウムに出席して

横 尾 幸 一

日本造船技術センター

1. まえがき

アメリカの造船造機学会は新しいシリーズの船舶技術・研究のシンポジウム (Ship Technology and Research Symposia) を開催し、第1回ということで、STAR ALPHA と称した。

2. 日 程

1975年8月26日 (火)

15.00~20.00 登録

18.30~19.30 レセプション

8月27日 (水)

7.30~ 登録

8.30~12.30 耐航性 Session

Chairmen Cummins, Motora

14.00~18.00 操縦性 Session

Chairmen Brard, Couch

8月28日 (木)

8.30~12.30 馬力推定と推進 Session 1

Chairmen Edstrand, Wu

14.00~18.00 同上 2

Chairmen Dillon, Strasser

20.30~24.00 晩さん会

8月29日 (金)

8.30~12.30 最適設計

Chairmen van Manen

15.00~22.00 NSRDC 見学及びピクニック

3. 出席者

出席者は250人とも260人ともいわれていたが、配布されたリストによると、アメリカ197、スペイン4、英国1、フランス2、スウェーデン2、ソ連3、デンマーク2、ノルウェー3、フィンランド1、カ

ナダ2、オランダ4、ドイツ3、日本15の合計239名となっている。しかし、日本人の参加者が実際には18名いるので、リストにはかなり多くの名前が抜けているものと思われる。

日本よりの出席者は次のとおりであった。

東京大学 田宮 乾, 元良各教授

大阪大学 野本, 田中両教授

九州大学 井上, 田才両教授

横浜大学 竹沢助教授

船舶技術研究所 伊藤部長, 高橋室長

防衛庁技術研究本部 松岡室長

造船技術センター 横尾理事

明石船型研究所 渡辺理事

三菱重工業船長崎研究所 田村課長, 馬場氏

石川島播磨工業船技術研 田崎部長

究所

日立造船船技術研究所 岡田所長

三井造船 山内理事

4. 講演題目およびその概要

(1) R. G. Kline, Springing and Hydroelastic Problems of Large Ships, D. J. Seynour & Co.

大洋を航行する船舶は、その寸法の増大によって、波により誘起された船体振動すなわち Springing を経験するようになった。波の出合いの同調が Springing 誘起の主要源であると仮定すると、大きな問題は起振力の推定、構造的応答の計算、その結果の有義性を船舶設計の規準で決定することである。本論文は Springing 起振力および応答力の各種成分の相対的重要性に中心をおき、最も重要なのは船尾における各種力の分布であると決論する。また、流体力学的質量やダンピングの値をきめるにあ

たって最も大きな不確かさがあるのは船尾である。浮力は応答と同様に重要であり、解析的取扱いをするのに最も困難な問題は振動数によって変化する流体力学係数および比例しないダンピングであることを示した。

(2) D. Hoffman, C. C. Hsiung and T. E. Zielinski, Wave Load Distributions on Large Ships, Webb Inst. of N. A.

環境が荷重や応答に及ぼす影響および設計値や操船規準を特に参考として、船舶設計や操船における技術的発展を促進する新しい船の要求の役割を論じる。船の応答の型として、曲げモーメント、加速度および圧力の3つを選び、詳細な議論を行った。

(3) M. St. Denis, On Statistical Techniques for Predicting the Extreme Dimensions of Ocean Waves and of Amplitude of Ship Responses, D. T. NSRDC

長期の最大値すなわち極限値のみならず、短期の最大値すなわちピーク、大洋波の寸法、週期的船体応答を推定するために利用しうる統計技術の有用性について論じる。説明の範囲は期待値やその分散を含み、各種の波浪の取扱いや線型、準線型および非線型システムとしてモデル化された船に対して応用する。

(4) Panel H-10, Proposed Procedures for Determining Ship Controllability Requirements and Capabilities, SNAME T & R Hydrodynamics Committee

本論文は、制限水路を安全に操船する限界の条件と必要な操縦性能を研究するための一般的解析法を提案する。また、実際の操縦性指数やマージンに関する概念の提示、代表的研究の提案、実際の操船に基づいた操縦性試運転の提案を行っている。

(5) V. W. Rinehart, Maritime Administration's Computer Aided Operations Research Facility, Maritime Administration

Maritime Administration の電子計算機を利用した操船研究施設 (CAORF) は船橋、外界の視界、操作室、電子計算機およびソフトウェアから成っている。操船は操縦者、船橋、船、外界の複合とみられるので、これらの要素間の相互作用を研究することによって、操船のための決心、それに影響を及ぼす要素を一そうよく理解できるとともに、人の訓練、船橋の装置の設計、船の操縦性能、港や水路等の外の特質の設計、船の交通システムを研究することができる。

(6) J. P. Hooft and P. J. Paymans, Four Years Operation Experience with the Ship Control Simulator, N. S. M. B.

NSMB の操船シミュレーターは、4年間の間に、VLCC の船長、航海士、パイロットのための沢山の操船コースをもつとともに、新しく設計された船の操縦性能の研究から港や航海援助装置の設計の評価までの各種のプロジェクトを行ってきた。ここに、若干の代表的研究の概要を述べるとともに、若干の考察を与えている。

(7) K. Tamura, Speed and Power Prediction Techniques for High Block Ship Applied in Nagasaki Experimental Tank, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

長崎水槽で使用されている模型と実船との相関方法とその歴史的背景について述べている。寸法と C_B が急速に大きくなったために生じた馬力推定の困難性は、2次元法の代りに3次元法を導入して解決した。現在の C_B の大きな船にとっては、船尾まわりの流れを判別することが必要で、その判別法およびその模型と実船との相関に及ぼす影響について述べる。

(8) Eiichi Baba, Blunt Bow Forms and Wave Breaking, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

プラントな船首形状の造波抵抗に及ぼす影響を解析的に研究するために、低速で動く肥大船型の造波抵抗を計算する漸近式を導いた。単純な肥大船型の造波抵抗の計算によれば、低速では、造波抵抗係数は F_n^3 に比例し、長さ幅比がある値、たとえば6を越えている時には、船首形状による造波抵抗は船尾によるものから分離できる。また、突出した船首は船首波のけわしさを減少するのに効果的であって、碎波抵抗の減少に役立つ。これらの理論計算を肥大模型の実験値で確かめた。

(9) Paul S. Granville, Partial Form Factors from Equivalent Bodies of Revolution for the Froude Method of Predicting Ship Resistance, NSRDC

模型船の抵抗を実船状態に外挿するフルードの方法を改良するための部分的形状影響係数の役割を述べる。部分的形状影響係数は等価平板の抵抗を、レイノルズ数によって変化する船の粘性抵抗の一部に転換する。これに対して、全体的形状影響係数は、時には Hughes の形状影響係数と呼ばれるが、等価平板の抵抗を粘性抵抗に転換する。部分的形状影響係数を用いると、実船の抵抗は、形状影響係数を

0とした伝統的の方法で推定したものより小さくなり、全体的形状影響係数で推定したものより大きくなる。若干の数値例および部分的形状影響係数と船体幾何との関係を与えている。

(10) M. W. C. Oosterveld, Recent Results of Tests in the NSMB Depressurized Towing Tank, NSMB

本論文は NSMB の減圧長水槽の説明である。本水槽は約 2 年間稼動してきており、大型船の後の実際にキャビテーションを起している状態でプロペラを試験することができる。普通に行われている実験は、抵抗、自航試験、流れの観測、伴流帯の計測、キャビテーションの観測、定常的および動的の翼のスピンドル・トルクの計測、騒音の計測である。また、主な数値プログラムについての説明を与えている。

(11) D. T. Valentine and F. J. Dashnaw, Highly Skewed Propeller for San Clemente Class Ore/Bulk/Oil Carrier Design Considerations (NS RDC and Maritime Administration)

米国の商船に始めて装備された高スキュー・プロペラの設計手順、設計の決定、最終的の幾何図形、模型試験および実船試運転の結果を提示している。本論文は高馬力商船の船体振動を減少する手段としての高スキュー・プロペラの可能性を評価するため研究プログラムである。この研究のために 2 隻の San Clemente (鉱石/撒積/油兼用船) を選び、1 隻には通常のプロペラ、第 2 船に高スキュー・プロペラを装備した。高スキュー・プロペラの主要な利点は、非定常プロペラスラストの減少、非定常圧力の減少、振動レベルの減少である。

(12) Åke Williams, Single-and Twin-Screw Propulsion of Tankers and Bulk Carriers, Swedish State Shipbuilding Experimental Tank.

大型タンカーと撒積貨物船を対象として、まず、1 軸と 2 軸の推進性能の比較を行った。ついで、 $C_B=0.80$ 以上で長さが 300m 以上の船に対して、400 隻の試験結果を解析した。2 軸スケグ型にも特別の注意を払った。1 軸船と 2 軸船の間の馬力の差はかなり小さく、2 軸スケグ型では 5% 以上の利得がみられた。

(13) Michael G. Parsons, Optimization Methods for Use in Computer-aided Ship Design, University of Michigan

主な数学的プログラムの方法を、設計者やこの方向に馴れていない研究者のために述べる。船の設計

に応用するための、特定の問題形成法とその結果に興味を持つ人のために出発点を与える目的で、電子計算機を援用する船舶設計において急速に増加した、これらの方法の応用を簡単に概観する。また、強制的、非線形の極小化の問題を解くのに使用する電算機プログラムを提示する。

(14) Harry Benford, of Dollar Signs and Ship Designs, University of Michigan

この論文は船用工業の広い聴衆を対象としている。まず、技術経済に馴れていない人向けのことを緒言で述べ、次に、種々の状況に適合するメリットの尺度を選ぶ特質を述べる。また、設計を決定する時にインフレを取扱う方法の応用研究に対する基本的な考え、高い油の値段の衝撃、ペルシャ湾からニューヨークへ油を動かすための最良の船の選定、船舶設計および運転のどの要素が経済性能に最も重要であるかをはっきり示す若干の研究等について説明する。

(15) R. P. Giblon, Service Margins and Power Plant Selection, George G. Sharp, Inc.

本論文は、船の航海速度や蒸気タービン、ディーゼルおよびガスタービンの推進機関の関連する出力を決定する際の指導のために、推進動力装置使用のための余裕についての情報を提示する。特に、現在建造されている高馬力大型船に対して、造船家および船用機関家に興味のある資料を提示する。

5. シンポジウムの進行状況

このシンポジウムでは co-chairman 制がとられ、各 Session とも 2 人の chairmen が進行係をつとめた。討論は非常に活発であり、討論時間は講演時間を上まわるのが普通であった。

6. NSRDC の見学

最終日にはアメリカ海軍の研究所 NSRDC の水槽関係の施設を見学した。見学した施設は、高速水槽 (903m×16m×4.86m)、大水槽 (590m×16m×6.7m)、浅水水槽 (362m×16m×3.04m)、角水槽 (109m×73m)、旋回水槽 (半径約60m)、回流水槽 (測定部 18m×6.7m×2.7m)、キャビテーション・トンネル等であった。施設の説明は非常に丁寧であり、長時間の有益な見学であった。

△

△



新造船の紹介

Multi-Purpose Cargo Ship UT-20 "MARI BOEING" built
by HITACHI Shipbuilding & Engineering Co., Ltd.

多目的貨物船UT-20の第1船

"MARI BOEING"

日立造船株式会社

1. まえがき

本船はリベリアの Delphinus Maritima S. A. 社の D. W. 20,000 L. T. 型多目的貨物船：UT-20 (Universal Transport) 2隻のうちの第1船であり、当社向島工場において、昭和50年3月12日起工、6月16日進水、11月27日竣工、引渡された。第2船も引き続き、12月12日引渡された。

この船は、日立造船が開発した標準船シリーズのうち、UT-20型の第1船で、多目的貨物船としての機能が十分発揮できるよう、次のような方針で計画されている。

(1) 本船は一般貨物のほか、コンテナ、木材、穀類、石炭、鉱石等が搭載できるよう計画されており、貨物倉には次の配慮がされている。

(a) 一般貨物搭載のため、第2甲板(台甲板)が設けられている。

(b) 第2甲板ハッチ・カバーは、倉口両側に垂直格納されて、倉口前後部に部分的に設けられた

縦通隔壁と一体となって、穀類積みのためのフィーダーを構成する。

(c) 第2甲板には、セルフ・トリミングのために、グレーチング付きの大きなグリーン・ホールが設けられている。

(d) 上甲板、同ハッチ・カバーは、コンテナ積み、木材積みに対する設備、補強がされている。

(e) 第2甲板、同ハッチ・カバーには、フォークリフト使用のための補強がされている。

(2) デッド・スペースになりがちな第2甲板貨物倉の前後部には、サドル・タンクと称されるバラスト・タンクを配置し、バラスト状態の吃水を確保している。またこのタンクは穀類倉としても利用される。

(3) 10tデリック1基に加えて、20t(10.5t×2)ツイン・クレーン2基をそなえて、荷役の効率化を図っている。

(4) コンテナはISO20フィートコンテナで、計305個（そのうち35個は冷凍コンテナ積載可能）、40フィートコンテナの場合は、計133個積載可能である。

(5) 主機は、コンパクト、高出力エンジンとして開発された日立B&W7K67GF型ディーゼル・エンジンの1番機を搭載している。

(6) 補助発電装置として、ガス・タービン発電機を搭載している。

(7) 機関部自動化として、ABSの※ACCを取得し、必要な操縦装置、制御装置および監視装置を設けている。

2. 船体部

2.1 主要目等

全長	161.58m
垂線間長	152.00m
幅(型)	22.80m
深さ(型)	13.60m
計画満載吃水(型)	9.75m
満載吃水	9.986m
載貨重量(計画満載吃水にて)	20,526 MT
" (満載吃水にて)	21,192 MT
総トン数	13,456.53 Ton
純トン数	8,557 Ton
船級 ABS ※A1Ⓢ, ※AMS & ※ACC	
試運転最大速力(連続最大出力, 1/3載貨状態にて)	18.998kt
満載航海出力(常用出力, 15%シー・マージンにて)	16.25kt
航海日数	約 33日
航続距離	約 12,800浬
乗組員数(船主1名, パイロット1名を含む) 35名	
貨物倉容積(グリーン)	27,311m ³
" (ベール)	25,621m ³
燃料油タンク容積	1,828m ³
消水タンク容積	373m ³
バラストタンク容積	4,915m ³
コンテナ個数(20フィート・コンテナで)	305個
" (40フィート・コンテナで)	133個

2.2 船殻構造

船型は巡洋艦型船尾および傾斜型船首を持ち、5個の貨物倉を配置している。貨物倉内には、後述するサドルタンク間に、貨物倉口の周りに第2甲板(台甲板)を設け、各貨物倉内の船底部にはホッパーを設けている。

本船の大きな特徴としては、船足確保としてのバラスト兼用倉の取り止めと、倉内梁柱を設けないことの2点を同時に満足させるため、各貨物倉仕切り隔壁の上部に、船の全幅にわたって、長さ6肋骨心距および深さ台甲板から上甲板までのタンクを設けて、これをサドルタンクと名付けた。このサドルタンクはバラストタンクとして使用するほか、グリーン積みを考慮し、全体配置図に示すようにタンク底部はホッパー状としている。また、台甲板と上甲板を支持する倉口側線に設けられた縦桁は、前後のサドルタンク間で支持されるため、倉内の梁柱は不要となっている。なお、サドルタンク下の隔壁は、すべて平板型堅防撓材構造とされている。

主船体の構造様式は、船首尾部および各倉口間を除く上甲板、倉内台甲板ならびに貨物倉下の二重底構造は縦肋骨構造とし、そのほかは横肋骨式構造としている。

舷側外板と上甲板および舷側外板とブルワークとの接合には、鉚接構造が用いられているが、そのほかはビルジキールと外板との接合を含め溶接構造となっている。

貨物倉内の甲板梁は、原則として4肋骨心距ごとに設けられた特設梁で支えられている。この特設梁は、上甲板上に20フィートおよび40フィートコンテナの搭載を考慮して配置されている。同様に各倉内二重底も上記コンテナの搭載を考慮した構造配置とされている。

グリーン貨物の搭載を考慮し、上甲板には水密多孔型のグリーンハッチを、また、倉内台甲板には約1.7m×0.75mのグリーンホールを設けてある。

また上甲板は木材積みをも考慮されており、倉内台甲板は、5トンフォークリフトによる荷役を考慮した構造となっている。

2.3 荷役および係船装置

本船の荷役装置として、1番貨物倉には従来型荷役方式を採用しているが、2番から5番貨物倉にはツイндеッキクレーン2台を配し、荷役の効率化を図っている。

係船装置には揚錨機1台、および係船機2台を装備し、それぞれにホーサードラムを配して係船作業の簡易化を図っている。なお、1台の係船機にはスターアンカー用アンカードラムを配し、またカーゴウインチを係船用に用いることにより、セントローレンス通行が可能なるよう考慮されている。

荷役装置および係船機の要目は下記のとおりである。

(a) ツインデッキクレーン (電動) (10.5×) 2 t 2
台デリックブーム 10 t × 2

(b) 揚貨機

10 t ブーム用

カーゴウインチ (電動油圧)

8 t × 30 m/min × 1 2 台

トッピング及びスルーイングウインチ (電動)

1.5 t × 25 m/min × 1 2 台

(c) 係船機

揚錨機 (電動油圧)

27 t × 9 m/min 1 台

ホーサードラム 9 t × 15 m/min × 2

係船機 (電動油圧)

9 t × 15 m/min 2 台

アンカードラム 5 t × 25 m/min (1 台のみ)

2. 4 倉口閉鎖装置

本船の倉口にはすべて鋼製倉口蓋を備え、倉口閉鎖に要する労力の軽減を計り、荷役能率の向上を図った。

上甲板にはシングルプルタイプ鋼製風雨密倉口蓋を設けており、コンテナ積み considers 強度および金物の配置を行なっている。閉鎖はデッキクレーンまたはデリックによって行なわれる。

第 2 甲板にはヒンジアップ式鋼製非水密倉口蓋を設け、開閉はデッキクレーンまたはデリックによ



上甲板全景。10.5 t ツインクレーン (辻産業製) が 2 基搭載されている。

て行なわれる。本倉口蓋はグリーン積みの際、垂直格納状態でシフティングボードとして用いられる。

2. 5 コンテナ積載

コンテナは ISO 20 フィート・コンテナ (20 トン、ただし 1 番倉口のみ 10 トン) 倉内 5 段積み、上甲板および倉口蓋上 2 段積みで計 305 個積載可能である。うち 35 個は冷凍コンテナ積載可能である。ISO 40 フィート・コンテナ (32 トン) については倉内 5 段積み、上甲板上 2 段積み、倉口蓋上 1 段積みで計 133 個積載可能である。

コンテナ固縛金物にはツイストロックを採用し、2 段積みまではラッシング不要としたが、荒天時を考慮し、倉内のみならず上甲板上及び倉口蓋上にも各所にアイプレートを設置している。また他の貨物積載時の障害にならぬよう、ポジショニング・ツイストロックは取外し式とし、アイプレートについても倉内は埋込み式、上甲板および倉口蓋上は取外し式とした。

2. 6 貨物倉用機械通風装置

本船の貨物倉内の通風には機動通風方式を採用、換気回数は 3 回で計画した。通風機は各区画とも 300 m³/min × 40 mm Aq (5.5 KW) 軸流ファン (排気) 1 台ずつとし、上甲板上クレーンハウスおよび油圧ポンプ室内に配置した。

2. 7 甲板艦装その他

本船にはオーストラリア港湾労働組合規制を適用し、倉内梯子には傾斜梯子を採用している。

また木材積載のため、上甲板上に取外し式スタンション用のソケットを設けている。

2. 8 消火装置

射水式消火装置と機関室内および非常用発電機室内消火用として、6 倍発泡の固定式低膨張消火装置を装備している。

2. 9 船室空調装置

ボートデッキ上、空調機室に装備したセントラルユニット形空調機により、シングルダクト方式ですべての居室、公室を冷暖房している。

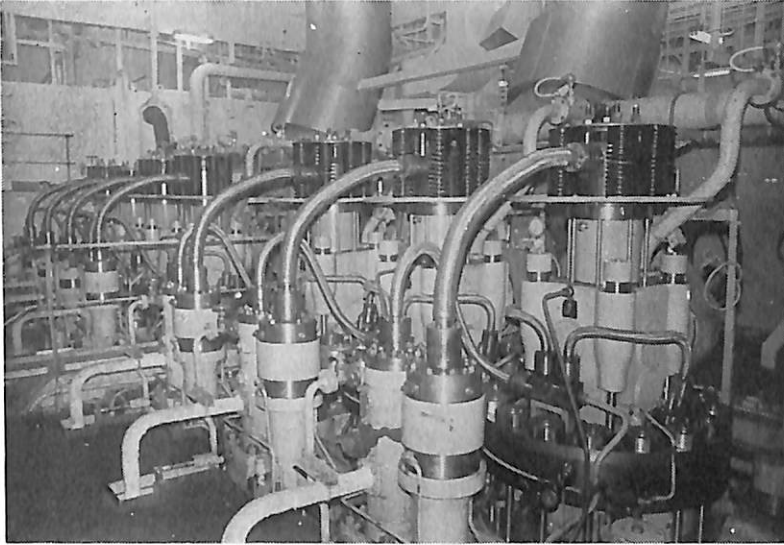
冷凍機 : 37 KW × 1 組

ファン : 5.5 KW × 2 組

3. 機関部

3. 1 機関部概要

本船の主機関は、日立 B & W 7K67GF 型単動 2 サイクル無気噴油クロスヘッド型過給機付自己逆転ディーゼル機関 1 台を装備し、1 組の推進軸系に直結している。



エンジン・ルーム。
主機はコンパクト、高出力エンジンとして開発された日立 B & W7K67GF。

主発電装置として、日立 B & W6T20HH 型立単動 4 サイクル、ディーゼル機関直結 3 相交流発電機 3 台、および補助発電機として、Kongsberg, Viking KG2—3H 型ガスタービン機関直結 3 相交流発電機 1 台を装備しており、発電機の容量は航海中主発電機 1 台、冷凍コンテナ搭載時主発電機 2 台、荷役時 2 台使用として計画しており、補助発電機はこれらの予備として使用するよう計画している。蒸気発生装置として、航海中低質燃料油の加熱、暖房用加熱蒸気、その他必要蒸気供給のため排気ガスエコノマイザ 1 台、および停泊中の必要蒸気供給のため、補助ボイラ 1 台を装備している。

機関室上段に機関コントロールステーションを設け、主機関の操縦および主機機器の監視に必要な計器類を集中化している。

3. 2 機関部主要目

(1) 主機関

型式：日立 B & W7K67GF 型単動 2 サイクル無
気噴油クロスヘッド型過給付自己逆転ディーゼル機関

出力：連続最大 13,100 PS×145 rpm
常用 11,900 PS×140 rpm

(2) 軸系およびプロペラ

中間軸 : 510 mmφ×7540 mm 1 本
プロペラ軸 : 510 mmφ×6335 mm 1 本
プロペラ : エロフォイル断面 4 翼一体式 1 組
直径 5400 mmφ

(3) 発電装置

主発電機用原動機：日立 B & W6T20HH 型立単動 4 サイクルディーゼル機関
600 PS×900rpm×3 台

補助発電機用原動機：Kongsberg Viking KG2—
3H 型ガスタービン1142PS×
1800 rpm×1 台

(4) 蒸気発生装置

補助ボイラ：日立造船フレミングボイラ No. 3 1 台
1350kg/h×7 kg/cm² (飽和)
噴燃装置 ボルカノ ABC ターボジェ
ットバーナ
排ガスエコノマイザ 強制循環 1 台
1200kg/h×7 kg/cm² (飽和)
(主機常用出力にて)

3. 3 機関部自動化の概要

機関部は ABS, ACC 取得に必要な自動化および監視装置を採用しており、航海中機関室をワンマンコントロールできるよう計画されている。

機関室上段左舷にコントロール・ステーションを設け、主機関の遠隔操縦、発電機関、推進補機の遠隔発停、および主要機器の集中監視が行なえる設備としている。

(1) 主機遠隔操縦装置

遠隔操縦装置は当社空気式を採用し、コントロール・ステーションより前後進切換、発停および増減速のすべての操作が行なえる。

(2) 自動制御

(i) 主機

危急時停止装置、排気弁駆動異常検出装置
シリンダ油自動注油および自動補給
増速時燃料油制限装置 危険回転数範囲警報

(ii) 発電機

コントロール・ステーションよりの遠隔発停
危急時停止装置



士官喫煙室

(イ)空気圧縮機

自動発停およびドレン自動排出装置
制御空気用除湿装置

(ロ)補助ボイラ

自動燃焼装置 (ON-OFFおよび比例制御)
バーナ危急時遮断装置 自動給水制御装置
エコノマイザ発生蒸気自動圧力調整装置

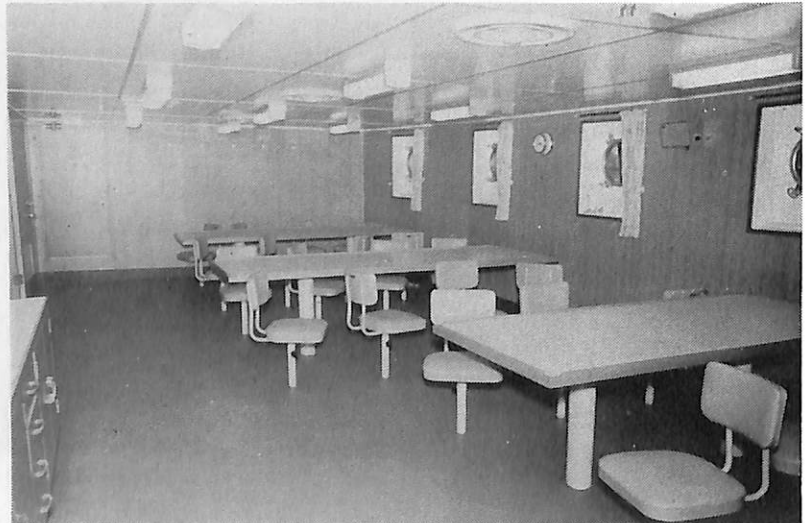
(ハ)その他

主要系統の圧力、温度制御
ポンプの遠隔発停および自動発停
主要タンクの液面制御
清浄機の自動スラッジ排出および危急時遮断装置

4. 1 一般

船内電源装置として、ディーゼル駆動の主発電機 500 KVA を 3 台と、補助発電機 (ガスタービン発電機) 800 KVA を 1 台装備している。航海中 (冷凍コンテナを搭載せぬ場合) および停泊時は、主発電機または補助発電機 1 台を運転し、航海中 (冷凍コンテナを搭載した場合)、出入港時および荷役中は主発電機 2 台または補助発電機 1 台を運転する。切替時は補助発電機と主発電機 1 台の並列運転も出来るようにし、電源操作の便を図っている。本船の甲板機は、ツイndeッキクレーンおよびトッピングウインチは電動式で、ウインドラス、カーゴウインチおよびムアリングウインチは電動油圧式である。さらに冷凍コンテナ (35個) 用として、給電盤と監視盤を装備している。

4. 電気部



部員食堂



部員喫煙室

4. 2 電源装置

主発電機：ディーゼルエンジン駆動自動式500KVA (400 KW), AC450V, 3φ, 60 Hz, 3台

補助発電機：ガスタービン駆動ブラシレス式 1000 KVA (800KW), AC450V, 3φ, 60 Hz, 1台 (輸入品)

主配電盤：デッドフロント自立形で発電機盤4面, 440V給電盤3面および115V給電盤1面より構成されている。

変圧器：

一般用変圧器 3台
30KVA, 450, 445, 440/115V 1φ
冷凍コンテナ用変圧器 4台
120KVA, 450/230V 1φ (常用3台 予備1台)

蓄電池：

自動化, 通信警報および蓄電池灯用2組, アルカリ式 DC25.2V, 270AH

無線装置用1組, アルカリ式 DC24V, 220AH

充放電盤：

自動化関係の蓄電池用として一面装備し, 充電方式は交互切換充電方式を主体として, 浮動充電も可能なものとしている。

船外給電箱：AC440V, 3φ, 60 Hz, 300A

4. 3 動力装置

原則として, 5.5 KW 未満の電動機はかご形誘導電動機を, 5.5 KW 以上の電動機に対しては, 特殊かご形誘導電動機を採用し, 絶縁はE種またはB種としている。重要補機用の始動器は2つのパネルに集合化し, 主配電盤の両側に列盤として装備している。

4. 4 照明装置

照明系統は AC115V の一般照明回路および DC 24V の非常照明回路の2系統からなっており, 照明器具は一部の室の天井灯を除いて, 全般的に蛍光灯を採用している。上甲板照明は400Wの水銀灯2個, 300Wの水銀灯10個および500W白熱灯6個を装備し, さらに艙内照明用として, 300W白熱吊下式灯具15個を装備している。

4. 5 通信航海計測装置

電話装置：

自動交換式電話装置 一式 20回線
共電式電話装置 相互通話用 3組

指令装置およびトークバック装置 1式

エアーフォンおよびスチームフォン 1式

信号電鐘：

機関室パトロール員, 機関員, 病室の各呼出し
1式

警報装置：

非常警報装置, 糧食庫信号 各1組

監視装置：

冷凍コンテナ監視装置

計測装置：

主機回転計, 舵角指示器, 水晶時計 各1式
娯楽装置：

テレビ受像機 2台, ステレオ装置 2台
空中線共用装置 1組

航海計測装置：

転輪羅針儀および自動操舵装置, 音響測深儀, 圧力式測程儀, レーダ装置, 方位測定機, 気象模写受信装置, オメガ受信機, 電気式風信儀, エンジンテレグラフおよびロガー 各1式

操舵室内に装備の集合制御盤：

航海操作盤, 航海計器盤, 計器盤, 集合制御盤

4. 6 無線装置

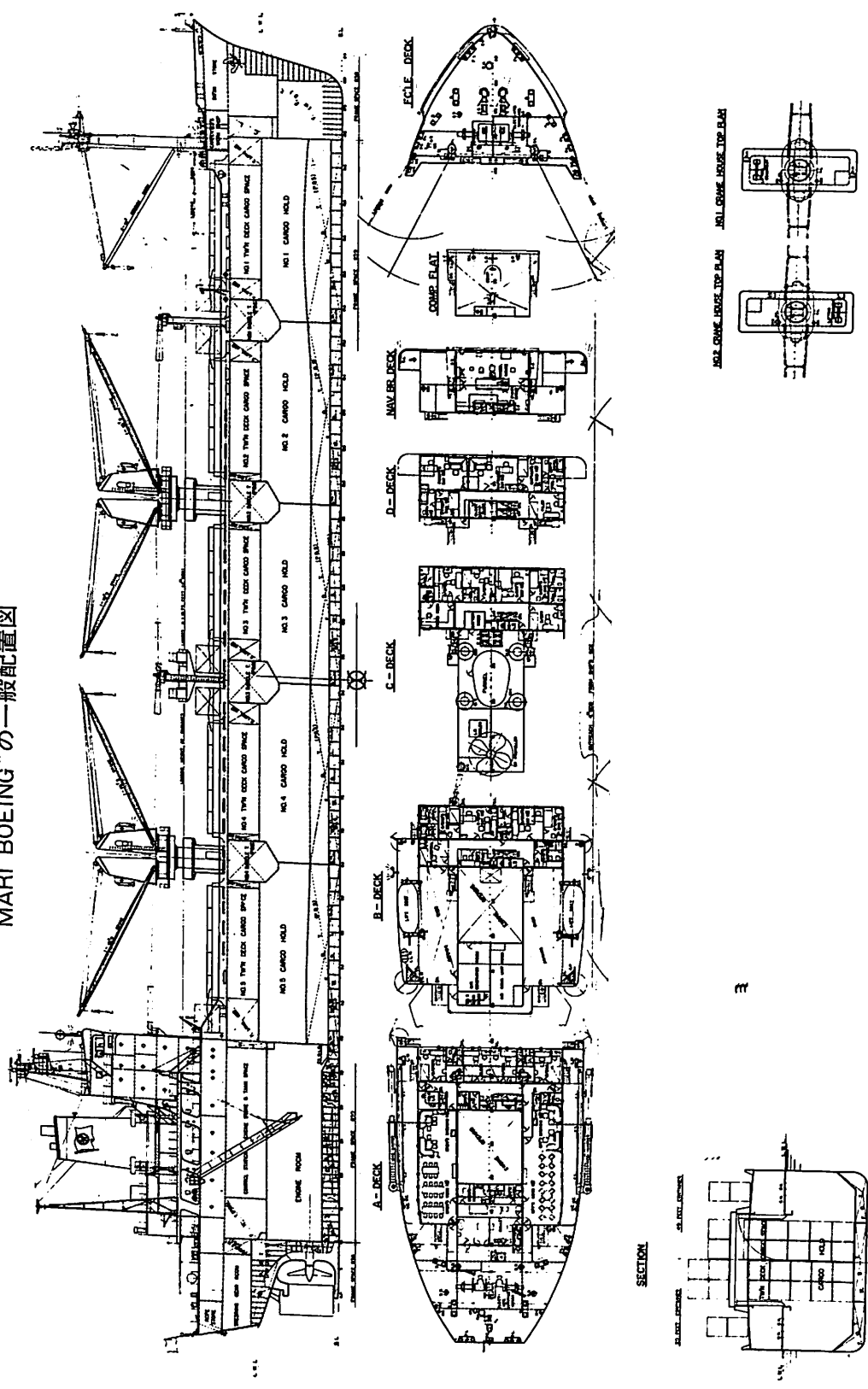
主送信機, 補助送信機, 主受信機, 補助受信機, 自動警急受信装置, 自動電鍵装置, 国際VHF無線装置, 救命艇用携帯無線機 各1台

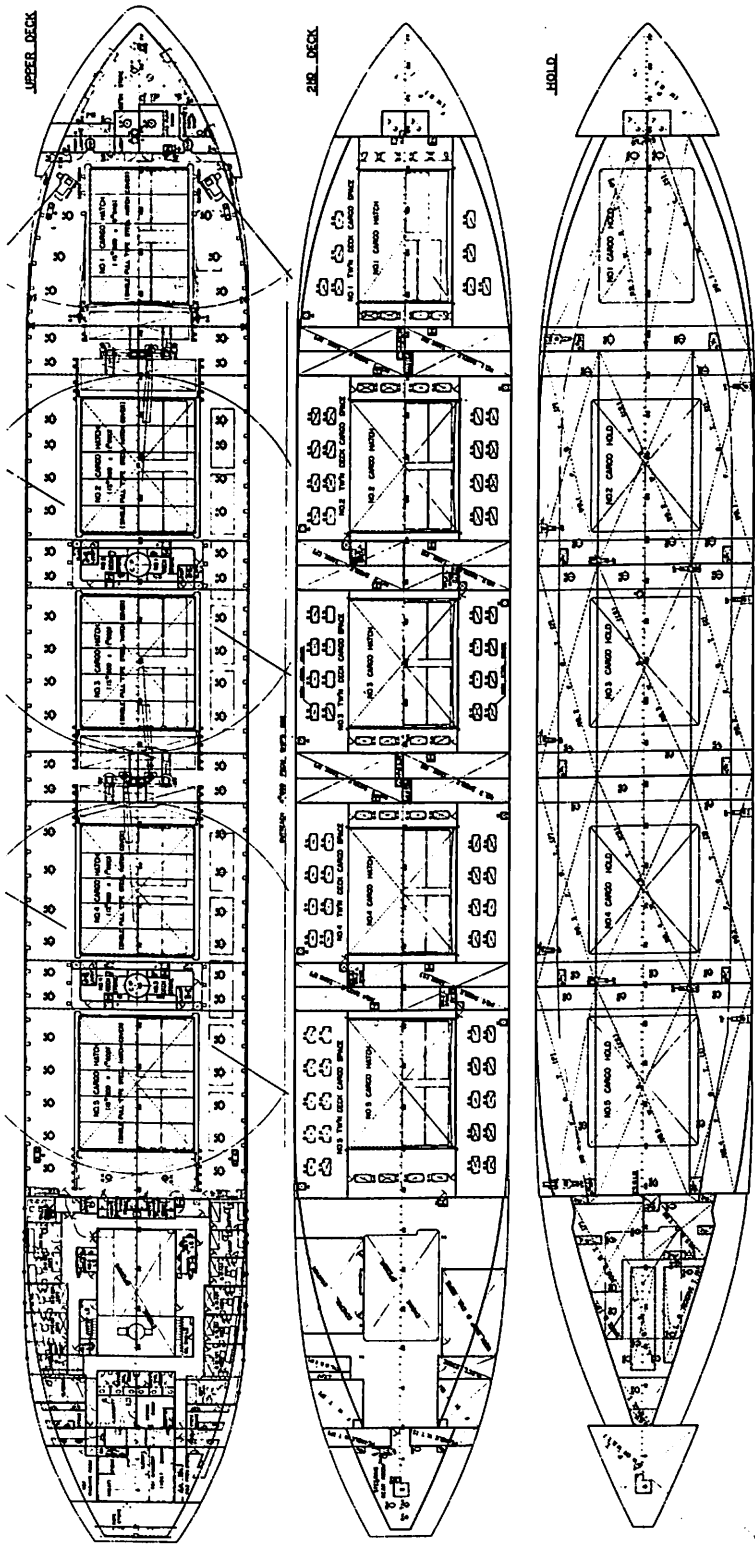
5. 居住区

5層からなる居住区画に居室公室など整ぜんど配置されており, 士官室にはプライベートトイレット, シャワールームをもっており, 上級士官以上の個室は寝室を持っている。

プープデッキには Galley, Pantry を中央にして, 両側に士官食堂と喫煙室および部員食堂と喫煙室を配置し, これらの公室は憩いの場としても十分な広さと設備をもっている。

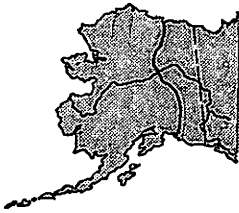
“MARI BOEING”の一般配置図





POAC'75

第3回氷海港湾工学国際 大会とアラスカ横断パイ プライン



1975年8月11日から15日までの間、アラスカのフェアバンクスで第3回氷海港湾工学国際会議 (Third International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions) が開催された。世界各国からの参加者約400名をかぞえ、日本からも約20名が参加した。

会議内容は、環境評価、海床海底、北方資源、氷海の構造物、氷と輸送、氷の動力学、計器、遠隔センシング、北方資源等にわかれて、提出論文140編に対して活発な質問ならびに討論が行なわれた。

世界的なエネルギー危機に直面している現在、北極海に埋蔵されている原油資源開発のためには、苛酷な氷の環境を克服せねばならず、従って多くの危険と莫大な出費とが予想される。それにもかかわらず、われわれは原油資源確保のために、それに挑戦せねばならない。

すでに氷海に対する経験の深いソ連、カナダ、フィンランド、アメリカ、ノルウェイ、ドイツに引きつづいて日本が、この程氷海研究への見込みある出発をしたと発表されたのが印象的であった。さらに北極海はその埋蔵資源ゆえに、将来各国の出入りのはげしい地中海と同様になるであろうという示唆に富んだ発言がなされた。

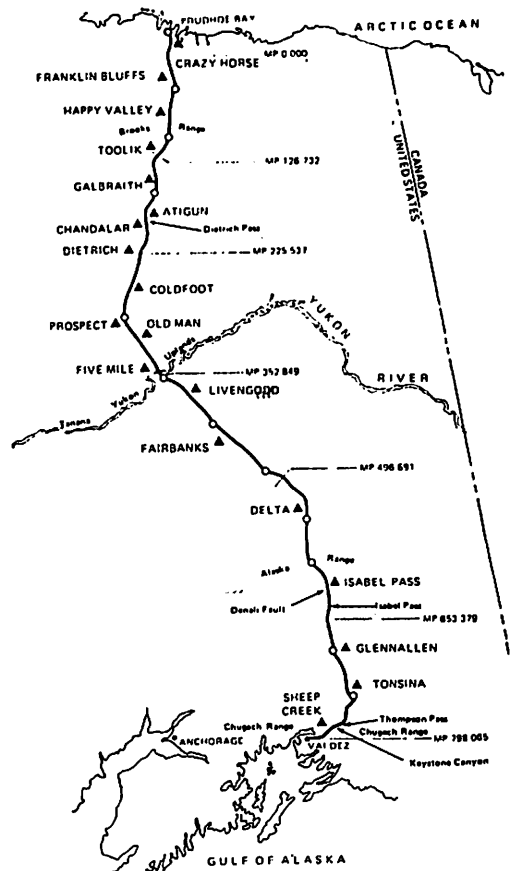
海水の工学については基礎的なことが理論と実験とを対照して多く述べられているが、氷海中の船舶の摩擦の効果や船の側圧についてほとんど調べられていない現状で、非常にパワフルな船でも驚くほど薄い氷で簡単に横に押されるという。

氷山についての観測等に関しては幾多の方法が述べられているが、氷山を貴重な水資源として利用することも考えられている。また氷の厚さの遠隔識別はほとんど解決間近という。

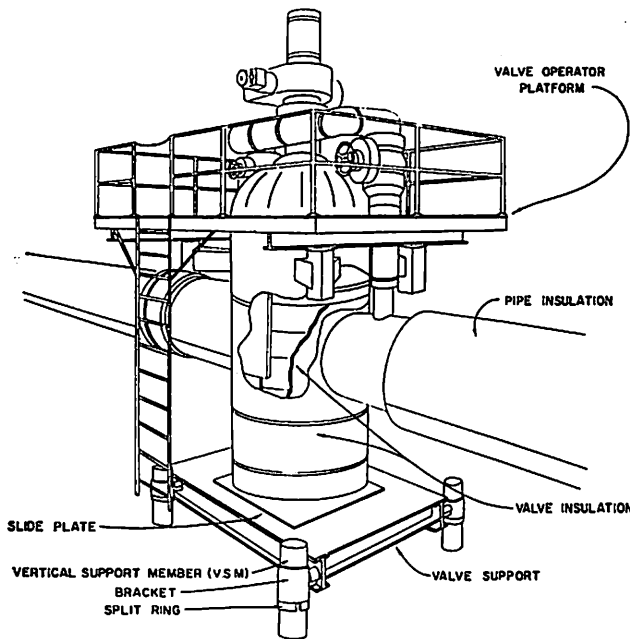
氷海中のオフショア構造物については、円錐形が勝れている点の解析が興味深く述べられていた。また北極海で原油を運搬するための半潜水砕氷タンカーの設計がノルウェイの技術者により発表された。アラスカ北極海域の原油と天然ガスの埋蔵量は、最近の予想によれば重油が1,200億バレル、天然ガスが500兆立方フィートと言われており、上記予想の半分以上がアラスカの大陸棚上にあると言われていている。このため、アメリカは北極オフショアプログラムを造り、その開発に乗り出して、すでにボフォート海岸北方数マイル海上の島で掘削を開始したということであった。

アラスカ横断パイプラインの試験施設

アラスカ横断パイプラインは北極海のプルードホエ (Prudhoe) から大平洋岸アラスカ湾のバルデー



太線はパイプライン、キャンプ地、○ポンプステーション



ズ (Bldez) まで789マイルにわたって布設される48インチ直径のパイプラインである。ノーススロープの原油をこのパイプラインで1日当たり200万バレル運ぶため途中に12個所のポンプステーション(上図)が設けられ、その総工費45億ドルと見積られている。

遠隔操縦の48インチゲートバルブの操作とメンテナンスを調べ、垂直支持装置の熱装置をテストする

ためにフェアバンクス北方の近郊に実物のパイプを設置した。この部分はパイプライン実現のときそのまま使用される予定である。

48インチのパイプラインは140フィート設置され、48" W-K-Mスラップゲートバルブとその支持プラットフォーム、中間パイプ支持台とパイプアンカーが設置された。48"パイプに10"のパイプがつながれて、テスト液を循環させられるようにした。パイプは実際のとき使用する絶縁体で補装し、出来るだけ実物をシミュレートするためにノース・スロープの原油400バレルを持ってきて使うこととした。循環させるためのポンプを格納させる小屋が作られている。テストに必要なタンクや加熱用ガソリン等を格納するタンクも設備され、さらに油漏洩

の際を見越しての資材等も貯蔵されて全施設は8フィートの塙で囲まれるようにしてある。

このテスト施設は1975年1月から1976年春まで実験がつづけられる予定である。

ヒートパイプ

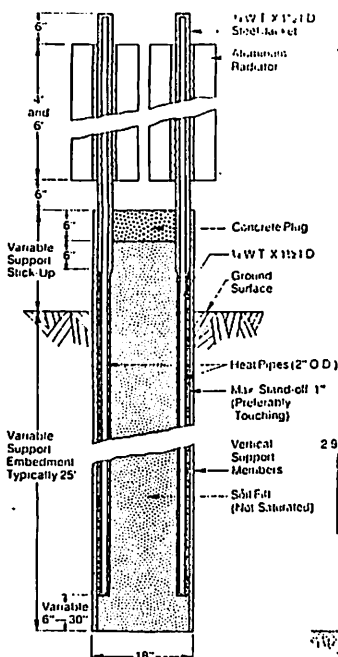
アラスカ横断パイプラインの敷設される所はどこでも支持パイプ基礎部の永久凍土を保つために、特

殊なヒートパイプシステムが使われる。

凍度の温度が凍点に近い永久凍土限界では、外界温度が高くなり永久凍土を融かすことがある。そうすると土壌部を隆起させることとなる。

ヒートパイプはこの外界からの熱サイクルによる土壌の変化を防ぐもので、外界温度が土壌の温度よりも下る場合はそれに応じて土壌の温度が自動的に下降するように働く。このシステムは蒸発凝結を自動的に繰り返すクロズドサーキットとなっていて、土壌の熱はチューブ下端に入って無水アムモニアに吸収され、それが蒸発してパイプを上り、上部のラジエーター部分で外界温度で冷却され、熱を放出して凝結して液体となり、これを繰り返す。アルミニウム製のラジエーターフィン(左図の通りである。(芦野民雄)

Typical Thermal Support With Two Heat Pipes



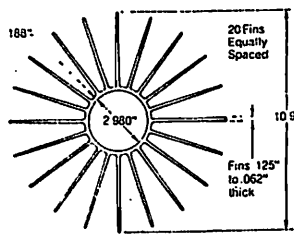
Plan View



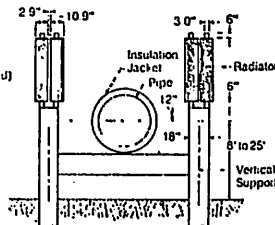
Cross Section



Cross Section of Aluminum Radiator



Geometry of Typical Thermal Pile Installation



船体の構造計算方法の精密化に関する開発

日本造船研究協会研究部

近年における船舶の大型化、高速化、専用船化等の急速な進展により、従来の経験を超える新たな船体構造上の諸問題が提起されており、このような近代的船舶の船体構造の合理的設計方法を確立することが要請されている。このためには、船体構造計算方法の精密化が絶対的な要件であり、昭和45年度を初年度とする官民協力の「船体の構造計算方法の精密化に関する開発」5ヵ年計画が策定された。

日本造船研究協会では、本開発計画に従って、「大型鉱石運搬船の船首部波浪荷重および鉱石圧に関する実船試験」、「実船搭載用波浪計に関する研究」、「波浪外力に関する水槽試験」及び「船体構造強度に関する研究」の4研究を実施し、昭和49年度には何れもその最終年度としての研究を行った。ただし、4ないし5年間にわたる研究の成果を総合的にとりまとめる作業は、昭和50年度に譲られた。

「大型鉱石運搬船の船首部波浪荷重および鉱石圧に関する実船試験」

研究部会：SR124（部会長 東京大学教授 高橋幸伯氏）

本研究は昭和45年度に開始され、昭和49年は前年度に引続いて、鉱石運搬船「笠木山丸」による総合実船試験と7隻の鉱石運搬船等による自動計測が実施された。

(1) 総合実船試験

(a) 計測船および計測期間

供試船の大型鉱石運搬船笠木山丸の要目については前年度報告（本誌第48巻第11号以下同じ）の80ページを参照されたい。計測スケジュールは次表のとおりである。

計測スケジュール

計測次数	時 期	航 路	計測員	備考
第1次	48. 12. 15 ~49. 1. 9	福山~オーストラリア	2名	48年度
第2次	49. 1. 15 ~49. 2. 26	"	"	"
第3次	49. 3. 1 ~49. 3. 31	"	"	"
第4次	49. 8. 25 ~49. 9. 25	"	"	49年度
第5次	49. 9. 30 ~49. 10. 23	"	"	"

(b) 計測項目、計測記録装置および解析装置

前年度報告80~82ページに詳細を述べたので省略する。

(c) 計測結果

笠木山丸における総合実船計測では、前年度の3航海に引き続き、夏から秋にかけて2航海の計測を行った。冬の荒天と夏の台風時期をねらったつもりであったが、5航海を通じて特にはげしい荒天には遭遇しなかった。

今回は、鉱石圧の計測は割愛して、波浪プイによる波高計測と船首部の水圧計測に重点を置いて計測を行った。波浪計測では、波スペクトルが求められる形で相当数のデータは得られたが、計画したプイの箇数から見ると必ずしも満足すべき結果ではなかった。また水圧計測も、船首部ではげしい衝撃水圧を記録するような機会には一度も遭遇しなかった。

本格的解析作業は第5次計測終了後から始められたので、まだ総合的な解析は終了していない。

(2) 自動計測

(a) 計測船、計測項目および計測装置

前年度報告82~83ページに詳しいので参照された

い。

(b) 計測結果

自動ダイナミックデータ集録装置による計測では、計器の不調その他のため必ずしも十分な成績を上げることができなかったが、自動R.M.S.計による計測はきわめて順調で、多くのデータを集積することができた。簡単な計測装置による長期連続の安定した計測の有用性をあらためて確認した。

これらの自動計測は、各計測船が昭和49年9月から50年2月にかけて、相次いで入渠した際に、計測装置を撤去して終了した。いずれの計測結果も、まだ予備的な一次解析ともいべき段階を終わったばかりである。

「実船搭載用波浪計に関する研究」

研究部会：SR132（部会長 東京大学教授 田宮真氏）

本研究の昭和49年度事業の主なものは、水圧式波浪計2種およびレーダ波向計による実船波浪情報の計測、集積と、波向計陸上システムの製作およびそれによる資料解析である。

水圧式波浪計（I）はひきつづき笠木山丸実船試験（SR124参照）に使用された。第3次航までの実績においておだやかな海象が多かったのに作動不良の例が多かったので、49年6月にメーカーと改善策を検討し、主としてブイ内への浸水防止の見地から対策を立案実施した。

水圧式波浪計（II）は49年4～5月に気象庁観測船啓風丸の波浪観測に参加し、その後SR125の実船試験に供給された。

レーダ波向計測システムのうち、船上システムは昭和48年度に完成し、観測資料がひきつづき集積されている。陸上システム（波向解析装置）は昭和49年度に完成し、前記観測資料の解析が始められている。

反射型（レーダ）、加速度型、クローバ型、レーザー型各波浪計について、それぞれ改良、開発が行なわれた。

(1) 水圧式波浪計（I）

笠木山丸の実船試験に搭載使用した。使用状況を表1に示す。

これによれば成功率は53%となる。成功しなかったものの原因として考えられる点は次に示すとおりである。

- 1) センサー不良によるもの 12台

表1 使用実績表

航海次数	1	2	3	4	5	計
使用数	20	11	6	14	11	62
成功数	12	5	4	7	5	33

2) 送信部不良と考えられたもの 11台

3) 投入法不良のもの 5台

4) パンチャーの作動不良のもの 3台

5) 原因不明のもの 3台

本波浪計の将来性については、本SRの波浪計に更に改良を加えることによって十分実用に供し得る波浪計とすることができることが確認された。

(2) 水圧式波浪計（II）

49年4月23日から5月2日までの10日間、伊豆大島南東方の海域で、気象庁所属観測船啓風丸に便乗して波浪計測を行い、本波浪計の性能を確認した。

本波浪計はSR125部会（超高速コンテナ船の耐航性に関する研究）に提供され、49年11月25日から50年1月18日までの間PNW航路（日本…シアトル・バンクーバー）において実船試験が行われた。

(3) その他の波浪計

クローバ型波浪計については、これによって得られた波浪データの解析結果をもとにして、海洋波の方向スペクトルの構造を明らかにすることに重点がおかれた。一方、波浪計そのものに関しては、その心臓部をなすジャイロが製作後相当長期間にわたり使用されているので、その再調整ならびに損傷箇所の修理を行い、さらにその検定を行った。

加速度型波浪ブイは、昨年度ほぼ満足すべき結果が得られたので、本年は、計測の自動化を最終目標とする計測の安定化およびブイの簡易軽量化とコストダウンを目標として、送受信機の回路、ブイ形状などに若干の改良を施した。

レーダを使用する反射型波浪計については、反射面の微小変位による電波波高計の異状出力の減少について実験し、ほぼ満足すべき対策を見出し、この波浪計システムの実船搭載に対する態勢を整えることができた。

レーザー波浪計については、水面反射について実際におこると考えられる泡だった水面よりの反射強度の測定を行うとともに、応答のよい位相計を製作し、レーザー距離計による波高の観測の可能性と実用波浪計システムの仕様が得られた。

(4) 実船計測による波浪情報

笠木山丸に搭載され、波浪計測に使用された水圧式波浪計（I）は総数62個中33個は自動的に解析可

能な紙テープデータの集録に成功した。解析は、スペクトル解析、極値統計解析、アナログ記録の手解析が行われた。

第1次～第5次波浪計測解析の結果、次のことが明らかとなった。

- (i) スペクトル解析によって有義波高を求める場合、極値の Rayleigh 分布の仮定は実用上妥当といえる。
- (ii) スペクトル解析によって平均周期を求める場合

$$T_{0-2} = 2\pi \sqrt{m_{-2}/m_0}$$

の定義によるのが実際の波周期に近い。

- (iii) 西部太平洋の波浪の波スペクトル形状は、Pierson-Moskowitz 型の表現で大体良好である。ただしピーク付近におけるスペクトルの集中度は、Pierson-Moskowitz 型のものに比べて若干高いようである。

SR125のPNW航路コンテナ船の実船試験において行なわれた水圧式波浪計(II)による波浪計測の解析結果からも、北太平洋における波浪は Pierson-Moskowitz 型スペクトルに比べて、ピークの集中度が高いという結果が出ている。

(5) レーダ波向計

昨年度報告(本誌第48巻第11号)で紹介したレーダ波向計により、前年度に引き続き笠木山丸の実船試験において波向観測を行なうとともに、PPI映像写真および磁気テープ記録の再生映像の観察、連続撮影のPPI映像写真の動的観察、磁気テープ記録またはPPI映像写真を波向解析装置にかけることによる波向の推定等の研究が推進された。

これらの情報の全般的解析整理および各種の方法の得失については昭和50年度の最終とりまとめに譲られた。

波浪外力に関する水槽試験

研究部会：SR131(部会長 東京大学教授 元良誠三氏)

本研究は、試験水槽における系統的な模型試験を行い、これを理論計算および実船試験の結果と合わせて解析し、荒天中で船体に加わる波浪外力とその分布を求める方法を確立する目的で、昭和46年度より4年計画で研究を進めてきたものである。

本年度実施した研究を要約すると次のとおりである。

(1) 船体運動および変動水圧に関する基礎研究

前年度のタンカー船型に引続き、コンテナ船模型について、強制動揺法により、横運動方程式の流体力係数を計測して、強制動揺法により求めた実験値と比較した結果、一般に付加質量係数はよく一致し、減衰項は前進速度影響があることがわかった。また横揺れ抵抗についても2次式、3次式近似の係数を求めた。

2次元模型船を油圧装置により大振幅強制動揺せしめ、変動水圧を計測した。本年度は、昨年度の上下揺れに引続き横揺れについて行ったが、玄側が没水するような大振幅の横揺れでも微小振幅の理論による線型の計算値がかなりよく合うことがわかった。

船首水面付近の半波形の水圧計測値の解析方法について、船首波による静水中での水面の隆起によるヘッド差を0点から修正する方法を試み、実験値と理論値とのよい一致が得られることを示した。

変動水圧計算方法の精密化の一環として、強制動揺による radiation pressure の計測値と理論値の比較、拘束船体に加わる diffraction pressure の計測値の比較、および波浪中自由航走の模型に働く水圧の計測値と理論値の比較を行った結果、従来も言われているように、radiation pressure, diffraction pressure とともに理論値と実験値はよく一致し、波浪中の自由航走模型で理論値と実験値が一致しない場合があるのは、主として横揺れ角度の推定の精度の悪さによるものであることを確かめた。

(2) 波浪変動水圧に関する研究

軽荷状態について正面波に対する波浪変動水圧を計測して、理論値と比較した結果、満載状態と同程度の一一致を見た。

昨年度のタンカー船型に引続き、本年度は鉱石船型および1軸コンテナ船型について変動水圧の応答関数を用いて不規則波中の変動水圧の標準偏差の計算を行い、前のタンカー船型を含めて3船型の比較を行った。その結果、タンカー船型と鉱石船型とは大差なく、コンテナ船型が一般にかなり大き目であった。

昨年度計算した標準偏差を用いて、タンカー船型および鉱石船型につき波浪変動水圧の長期予測を行った。その結果、迎え波状態ではSS7½より前方の両舷または weather side にかかなり大きい変動水圧が生じるが、船速を低下させればある程度減少すること、横波では全長にわたって weather side にかかなり大きい変動水圧が作用し、しかも船速を低下させても減少は期待できないこと等が示された。

(3) 波浪中の船体加速度長期予測

46年度に計算した鉤石船型の船体運動の解を用いて、波浪中の船体加速度の長期予測を行った結果、一般に垂直加速度の方が水平加速度よりも大きいこと、垂直加速度、水平加速度ともに船首尾が最も大きいこと、垂直加速度は迎え波状態で大きく、水平加速度は横波状態で大きいことなどがわかった。

(4) 波浪衝撃水圧に関する研究

昨年に引続き、数値モデルを用いて非線型の波の反射、干渉の挙動をラグランジ法およびMAC法を用いて計算した。何れの方法でも干渉した非線型の波の波高は、それぞれの波の線型解を重ね合わせて求めた波高よりかなり高くなり、圧力もそれに伴って高くなることが認められた。

Freak wave の挙動について実験的な計測を行った結果、砕波時の波粒子の水平速度は非常に大きくなり、粒子の orbital motion は水平に大きく引延したような形となることがわかった。この波の粒子の水平速度は砕波の空間波形の位相速度にほぼ等しいことがわかった。

剛体底および弾性底をもつ2次元模型を油圧装置で一定速度で着水せしめて衝撃圧を計測し、落下衝撃実験結果および Chuang の実験結果と比較した。剛体底の場合、衝撃圧は Chuang の実験結果とよく一致したが、弾性底の場合40%程度高い衝撃圧が得られた。

Chuang の実験結果をはじめ、種々の実験結果を参照して、接水角をパラメータとする衝撃圧係数を求めた。これは衝撃圧の推定の際用いられるものである。

不規則の波面の法線速度を種々の面から検討し、砕波限界前の波ならば波面の法線速度は合成された orbital velocity に等しく、砕波ではその位置の空間波形の位相速度の波面法線方向成分にほぼ等しいという結論を得た。

複合した波の砕波限界を検討した結果、単一の stokes 波が粗度 $\lambda/4$ を超えると砕波になるのと同じく、ある一点での合成された粗度が $\lambda/4$ を超えると砕波になるという仮定が成り立つことが推定された。

鉤石船型について、スラミングの大きさおよびその発生条件を調べるため、模型船を既知の速度および傾斜角で落下させる落下衝撃実験と、正面規則波中の航走実験を行った。その結果、衝撃圧の最大値は波高とともに増大する傾向にあること、 $\sqrt{L/\lambda} = 1$ 付近で大きい値を持つこと、および船速が増大すると衝撃圧は増大するが、これは衝撃速度が増大す

るのでなく、衝撃角度が減少するためであることが判明した。

水槽中に大波高の不規則波を作り模型船を航走させることにより、高い頻度で衝撃圧を発生させ得ることを確めた。この時発生した衝撃圧の最大値は、水頭換算で船の長さ程度に達した。この時用いた波のスペクトラムは、風力階級6の平均海象の約4倍の波高のものおよび風力階級8の平均海象の約2倍の波高に相当するものであり、Neumann の不完全発達スペクトラムに大体相当するものであった。この方法は今後推定法のチェック等に有効な手段として使えるものと思われる。

2方向不規則波中で数多くの模型実験を行ない、衝撃圧の統計的な分布を求めた。まず方向性から言えば、向い波(2方向波の作る三角波の主進行方向に対して)の時が頻度、圧力ともに大きく、向きが変わると急激に頻度も圧力も下ることがわかった。また船速の影響は大きく、船速が増加すると頻度、圧力ともに急激に増加するのが認められた。

向い波の場合、入射波と船首波が干渉して、入射波の波傾斜が増大することがこれまでも指摘されており、衝撃圧推定に不可欠と考えられるので、この増大率(干渉係数)を実験的に求めた結果、船速によって変化するが2~3倍になり得ることがわかった。

不規則波中の衝撃圧を推定する際に、衝撃圧が接水角度や接水速度に関して非線型であることを考慮し、その統計的な取扱いを検討した。すなわち、接水角度、接水速度そのものは線型と考えられるので、最大期待値等が求められるが、それらの最大期待値を用いて衝撃圧を求めた場合、非線型性に対する何らかの修正が必要なわけである。今回はその修正係数を求めた結果、非線型影響は割合に小さく、波との出合数が大きい時は修正係数は1に近づくことがわかった。

衝撃圧の推定法を確立するのがこのSR部会の大きな目的の一つであるので、試案が作成されたが、未だ検討すべき余地が多いので、今後検討を続け、昭和50年度に最終的な案を作成することとなった。

(5) 甲板衝撃圧に関する研究

2次元模型に油圧装置で大振幅上下揺れおよび横揺れを与えて甲板衝撃圧を計測した。その結果は、上下揺れの場合は水線位置の水圧の計算値から乾玄に相当する水頭を差し引いた値でかなりよく近似できることがわかった。また横揺れの場合は静的な水圧計算でほとんど近似できることがわかった。

甲板衝撃圧に関するこれまでの研究結果を考慮して甲板衝撃圧の推定に関する試案を作成した。この試案はほぼ最終案と考えられるが、なお今後検討し、50年度の最終取りまとめで完結する予定である。(羽賀)

船体構造強度に関する研究

研究部会：SR133 (部会長 東京大学教授 山本善之氏)

昭和46年度から49年度にいたる4カ年間の継続研究を実施する本研究部会の研究項目とその内容は、船体構造強度の究極的な解明につながる重要な問題からなり、船殻構造の破壊機構について総合的実験とその詳細な解析を必要とするきわめて大規模なものである。

昭和49年度においては、新規の研究を行うとともに、今までに行われた研究をとりまとめ、実際の設計に役立つような形にする作業を行い、その一部が本年度においてまとまった。さらに、座屈および最終強度解析用プログラムと、動的応答解析用プログラムが完成した。

以下に各研究項目の概要を述べる。

(1) 船体構造の静的応答

(a) 船側構造の強度

SR133 研究部会では、専用船の構造強度について、大規模な実験的研究が続けられてきたが、そのうち静的な強度に関して得られた結果を崩壊小委員会で整理検討してまとめた。

ここで扱ったのは、静的または準静的な外力を受けた時の鉋石運搬船の船体構造がどんな挙動を示すか、つまり各部材にどんな応力が生じ、外力の増加に従って各部材がどのように座屈し、崩壊して最終状態になるかを追跡し、それらを定式化することを目標とした。本小委員会では対象とする検討事項をその性質により次の4項目に分けて作業を進めた。

- (i) 積載鉋石の挙動
- (ii) ストラットの座屈
- (iii) 船側構造の全体崩壊
- (iv) 動的影響

以上の検討を行うに当っては、各所で行われた実験結果を説明できる比較的簡単な式を見出すことに重点をおいたが、船側構造の全体崩壊は、船体の絶対強度解明とそれを強度評価基準においた船体構造計算法開発という面から見て本研究の主眼目であり、特に座屈解析プログラム小委員会で行われた計

算との比較検討も行った。

(b) 大型構造模型による鉋石運搬船の強度試験

これは、鉋石運搬船の横強度について鉋石を満載した大型構造模型によって検討したものである。本年度は静的荷重と衝撃荷重とが鉋石圧に及ぼす影響の差異の検討、船倉内の鉋石が船体振動によって締め固まった場合に外力に対して生ずる鉋石圧にどのような変化があるかの検討、また船側荷重によってウィングタンクが崩壊するまでの鉋石圧と構造との挙動の調査等に関連した実験を行った。またこれに加えて、有限要素法によって鉋石ペレットの挙動を解析する際に必要な定数を得るための三軸試験および大型構造模型の実験に用いた土圧計の指示値を校正するために土圧計の検定試験を行った。

これらの実験研究から、鉋石を積込んだ船体に船側から荷重が加わった場合に、縦通隔壁に働く圧力の大きさは、鉋石の締め固まりの程度および鉋石の荷重履歴に非常に影響されること、船側からの衝撃荷重による鉋石圧の増加量は、同じ大きさの静的荷重のもとにおけるその約2倍であることなどが明らかになった。

(c) ストラットの座屈および船側構造の動的崩壊

鉋石運搬船のストラットのような組板構造の圧縮強度については、柱としての座屈、パネルとしての座屈およびそれらの連成による座屈が問題となる。本年度は簡単な断面形状を有する3種類の試験体による実験を行い、断面の縁繊維の塑性化とウェブ部のパネル座屈によって柱としての座屈応力が減少することが明らかになった。

また、船側構造に外圧を作用させて動的崩壊実験を行い、動的崩壊のメカニズムを明らかにし、ストラットなどの動的座屈が問題を複雑にしていることがわかった。

(d) 座屈解析プログラム開発

昭和47年度に座屈プログラム開発小委員会を発足させて予備的調査研究に続き、昨年度は局部座屈解析プログラムとストラットエンドおよびビルジコーナ一部分の最終強度解析プログラムの開発を行ったが、本年度はこれらのプログラムのテストランを実行し、必要なプログラム修正を行った上で、その実用性の確認を目的として、本SR内の他の研究グループによる圧縮試験結果の解析を実行した。

その結果、解析データの集積は未だ充分でなく、引続き実用性確認のテストランを行う必要があるが、得られた解析結果を検討して一応両プログラムとも使用可能の状態になったと判定された。

(2) 船体構造の動的応答

(a) 船体構造の動的応力

船体の変動外力および衝撃外力に対する船体の応答に関する諸研究をとりまとめるため、破壊小委員会を設けて検討を行った。これらの研究を大別すれば次のとおりである。

- (i) 水面衝撃を受けるパネルの挙動
- (ii) 繰返し変動荷重に対する切欠部の疲労亀裂の発生
- (iii) 繰返し荷重に対する切欠部の疲労亀裂の伝播
- (iv) 大型衝撃水圧発生装置による船体構造部材の動的応答
- (v) 船側構造の動的応答解析

船体構造の板パネルの水面衝撃荷重に対する動的応答を模型の水面落下実験によって調査し、衝撃速度、模型の重量、パネルの大きさ、パネルの剛性および初期撓みと衝撃圧力との関係を検討するとともに、板の弾塑性解析を行って衝撃水圧に対するパネル変形を求めた。

大骨に発生した亀裂が繰返し荷重によって外板に貫通する場合および大骨と外板との溶接部に沿って伝播する場合の両者について実験的に調査し、それらの発生条件を検討した。

船体構造模型の繰返し衝撃荷重試験を行い、桁材に発生した亀裂の伝播速度を求め、これらを応力的に解析し、衝撃荷重による場合と従来実施されている静的繰返し荷重による場合との相異を調査した。これらの結果を用いて実船の船側縦桁の破断寿命を検討した。

(b) 外板構造の衝撃応答実験

昨年度本 S R 部会で開発製作した大型衝撃水圧発生装置を用い、装置そのものの性能を調査するとともに、発生させるべき水圧波形に対してどのような方法を使用すればどのような波形が得られるかについて検討した。また、この装置を用いて、構造模型の破壊試験を行い、水圧波形と模型の動的応答を解析し、実験と理論とがかなりよく一致することを確認した。

(c) 船側構造の動的応答解析プログラム

本プログラムは、船側タンクが波浪衝撃荷重を受ける場合の動的応答解析を行うことを目的として、衝撃を受ける平面骨組構造物の弾塑性応答を解析するために作られた汎用プログラムである。

本プログラムの機能は次のとおりである。

- (i) 計算対象 静的荷重または動的荷重が作用す

る平面骨組構造物、ストラットの面外座屈も同時に取扱い可能

- (ii) 応力、変形 弾塑性微小変形及び弾塑性大変形
- (iii) 解析方法 有限要素法で剪断撓みの影響を考慮した梁要素を使用、弾塑性解析は塑性関節法による
- (iv) 応答の計算法 β 法及び拡張された Nigam の方法のいずれでも計算可能、静的計算は逆行列を求める方法による
- (v) 降伏条件式 適当な式が選択できる。歪速度の増大に伴う降伏応力の上昇を考慮した解析が可能
- (vi) 荷重 節点荷重、分布荷重。変位荷重は取扱えない。動的な荷重の波形は Sine 波形及び任意波形について計算可能
- (vii) 取扱える問題の大きさ
最大節点数 ≤ 40 最大要素数 ≤ 50
- (viii) 使用言語 FORTRAN IV (G)
- (ix) 使用電算機 IBM370-168 (Core Memory 3 M bite)
- (x) プログラムの大きさ 1024 K bite

(3) 有限要素法による船体構造解析プログラムの精度評価

さきに開発された船体構造解析用プログラム PASSAGE の精度を調査するため、大型タンカーの構造を PASSAGE を含む各種プログラムで解析して比較検討を行い、また各種モデルにより精度に影響を及ぼす各要因の調査を行って、PASSAGE の信頼性を確認した。(羽賀)

短 信

■ IHI, SEMT と中小型ディーゼル機関で技術提携

石川島播磨重工はフランスの S.E.M.T 社が開発した SEMT-PIELSTICK PA 6 型ディーゼル機関の製造、販売に関する技術提携を結んだ。PA 6 型機関は 1 基当り出力 2,400 馬力 (6 気筒) から 6,300 馬力 (18 気筒) まで出力範囲をカバーする 4 サイクル中速ディーゼル機関である。

PA 6 型の主要目

ピストン径: 280mm, ストローク 290mm, 定格回転数: 1,050rpm, シリンダあたり出力: L 型 (6, 8 および 9 シリンダ) 400 馬力/シリンダ, V 型 (12, 14, 16 および 18 シリンダ) 350 馬力/シリンダ, 使用燃料油: 灯油, A, B, C 重油, 原油, 馬力あたり重量: (12 シリンダ型の場合) 4.4kg/馬力, 燃料消費量: 156g/馬力-時間

船用減速齒車装置の動向と 船研における研究< 3 >

船舶技術研究所減速装置研究室

4. 船舶技術研究所における試験研究 (つづき)

4-3 硬化齒車に関する試験研究

表面硬化齒車は調質齒車に比較して設計K値を数倍高くとれるため、軽量小形化が強く要求される減速装置に採用されることが多い。また、この傾向は今後ますます強められるものと思われる。現在までの小形齒車を用いた耐久強度試験では、浸炭焼入れ齒車および窒化齒車の両方とも非常にすぐれた強度

をもつことが実証されている。

しかし、窒化齒車は表面硬化層が薄く、さらに母材との境界部での硬度分布が急に大きく変化するため、衝撃的な荷重に対する強度が懸念され、大形減速機への実用化が遅れている。浸炭焼入れ齒車は硬化層が深く、硬度分布もその傾斜がゆるいため、比較的早くから実用されているが、熱処理による歪が大きく、さらに構造も一体形となるため、重量軽

表 4-4 耐久試験齒車主要目

項 目	齒 車	試 験 用 大 齒 車	試 験 用 小 齒 車
		ハ ス バ 齒 車	
齒 車 齒 形		標 準	
齒 形 基 準 断 面		齒 直 角	
工 具 齒 形		並 齒	
モ ジ ュ ー ル		14 m	
圧 力 角		20°	
齒 数		80	21
ネ ジ レ 角		10°54'44"	
基 準 ピ ッ チ 円 直 径		1140.594mm	299.406mm
相 手 齒 車 と の 中 心 距 離		720mm	
齒 車 精 度		J I S-0 級	
齒 厚 減 少 量		min. 0.2 mm	min. 0.16 mm
綜 合 パ ッ ク ラ ッ シ		max. 0.99 mm	max. 0.99 mm
齒 巾		200 mm	80 mm
材 質		クロムモリブデンバナジウム鋼	SNC-22
熱 処 理		窒 化	浸炭焼入れ
仕 上 方 法		齒 面 研 削	齒 面 研 削

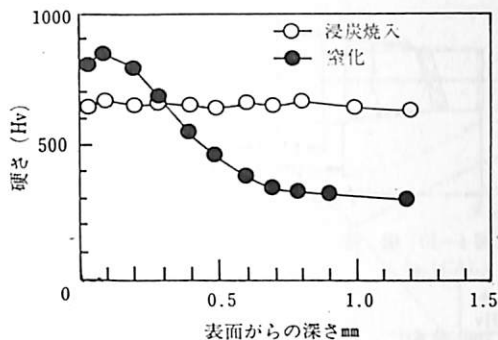


図4-8 表面硬度

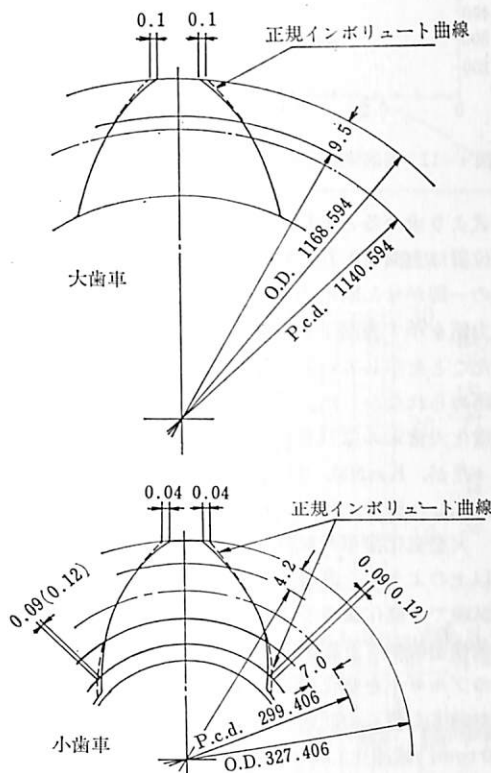


図4-9 歯形修整要領

減, すなわち軽量化がはかりにくいなどの問題点を含んでいる。

窒化歯車は組立形構造が可能のため, 実用化されれば減速機の飛躍的な軽量小形化が期待できる。このような観点から, 船舶技術研究所では主に窒化歯車の実用化に必要な基礎資料を得るための実験研究を実施してきた。

(1) 供試歯車

供試歯車はモジュール14の研磨したはず歯車で, 窒化大歯車と浸炭焼入れ小歯車を組合せたも

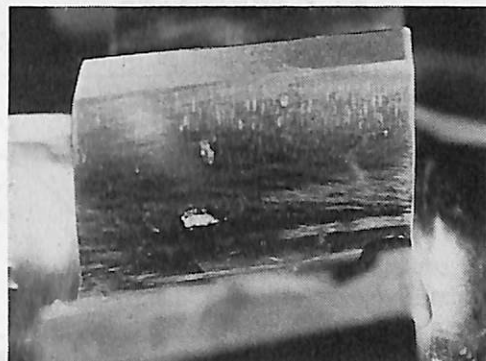


写真4-3 スポーリング

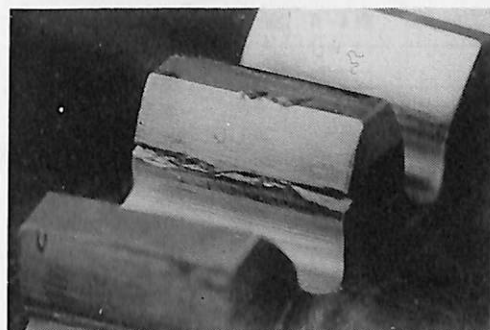


写真4-4



写真4-5

の2組である。歯車の主要目は表4-4のとおりである。大歯車の歯幅は80mmおよび50mmで, 高いK値で試験できるように歯幅を狭くしてある。材料は小歯車がNi-Cr鋼, 大歯車はNi-Cr-V鋼である。窒化は520℃36時間, 550℃64時間の合計100時間で, 図4-8に示すように表面から0.5mmまではHv500以上の硬度が得られている。窒化および浸炭焼入れ後研磨したが, 検査結果は大変精度の良いものであった。

(2) 試験結果

試験は実用化という観点から, 負荷耐久試験, 歯元動荷重の計測および騒音の計測を行ない, 検討を加えた。

表 4-5 試験用大歯車主要目

項 目	開 発 目 標 値
歯 車 歯 形	標 準
歯 形 基 準 断 面	歯 直 角
工 具 歯 形	並 歯
モ ジ ュ ー ル	16
圧 力 角	20°
歯 数	196
ネジレ角および方向	11°37'
基 準 ピ ッ チ 円 直 径	3201.594mm
歯 巾	500mm
材 質	クロムモリブデンバナジウム鋼
熱 処 理	熱入, 焼もどし後, 窒化

表 4-6 窒化前後の精度比較

	As Cutting	After Nitriding
Single Pitch Error :	55(μ)	42(μ)
Pitch Variation :	96	80
Accumulative Pitch Error :	164	80
Normal Pitch Error :	35	36
Runout :	90	60
Swell in Diameter :	0	20-80
Swell in Tooth Width :	0	10-67

初めに、歯形、歯すじ修正を行っていない無修正歯車について、潤滑油 JIS 200 番タービン油、流量 150 l/min、荷重 K=750 psi の運転条件で負荷試験を実施した。その結果、小歯車のデテングダム、大歯車のアデングダムに研磨目が残っている程度の軽いスクロイングが発生した。

この歯車を再研磨し図 4-9 に示す修正を施し再度負荷試験を行なった結果、K=1250 psi および K=1350 psi の荷重では何ら異状が認められなかった。

次に、第 2 組目の歯車に図 4-9 に示す修正を施し、潤滑油は前回より粘度の高いギヤ油を用いたところ K=1250 psi で異状は認められなかったが、K=1500 psi、 5×10^6 回で小歯車の歯 1 枚に、P.C.D より若干歯元寄りの方に幅 2.5mm、長さ 5.5mm 程の硬化層の剝離が発生した。(写 4-3) さらに、小歯車ではこの他に、2 枚の歯の表面に微小なき裂が発見された。その後 K=1500 psi での負荷試験を進めたところ 6×10^6 回で上述の微小なき裂の 1 つが進展し、歯が 1 枚折損した。(写 4-4)

小歯車には上述の 3 枚の歯を除いて、他の歯には異状は認められなかった。剝離をさらに詳細に調べると、写 4-5 に示すように表面下約 0.7mm の位置から発生している。K=1500 psi 時の最大せん断応力を、2 つの弾性体のローラ接触と考え、Hertz

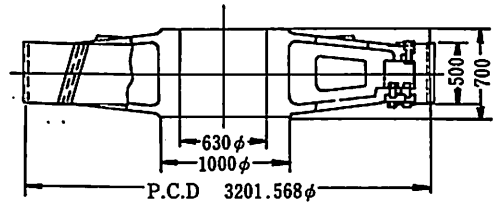


図 4-10 構造

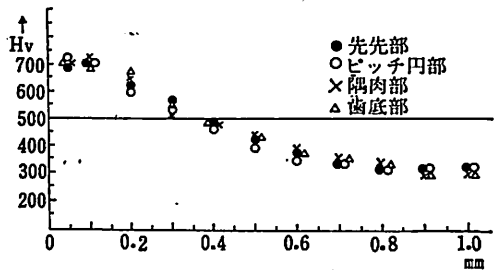


図 4-11 歯部硬度分布

の式より求めると 53 kg/m^2 となり、またその発生位置は表面下 0.75mm となる。従って剝離は硬化層の一部がせん断応力のくり返しにより、その最大応力値を示す表面下からき裂が発生して疲れ破壊をしたことを示している。この間大歯車では何ら異状は認められなかった。

窒化大歯車の摩耗量は正確に捉えることが困難であったが、K=500、および 700 psi でそれぞれ 10^7 回運転した後で、約 10μ の摩耗量が測定された。

(3) 大型窒化歯車の試作

以上のように、直径 1,140mm の試験用歯車の耐久試験で、窒化歯車が K=1500 psi 或はそれ以上の耐久性を持つことが明らかになった。しかし、高出力のブルギヤを窒化歯車にするには、実際の製作面においても多くの問題がある。そこで、1,800 PS, 120 rpm、減速比 3.6 の条件のもとで直径 3,200mm 歯幅 500mm のはずば歯車を試作した。その要目は表 4-5 に示す通りである。この歯車の構成は図 4-10 のようにギヤホイールとセンターホイールをボルト止めし、軸は冷し嵌めするようになっている。試作の経過は次のとおりである。

大歯車材は荒歯切の前に 920°C 焼入れ、620°C 焼もどしが行なわれ、その際、ホイールは直径で 13mm 収縮した。最終歯切後のガス窒化は直径 4,500mm、高さ約 3,000mm の容積を持つ炉で行なわれた。窒化は 520°C 42 時間、550°C 62 時間の合計 104 時間行なわれた。硬度分布は図 4-11 に、窒化前後の歯の精度の比較を表 4-6 に示す。歯の精度は窒化によって特に大きく変化することはなかったが、外径で最大

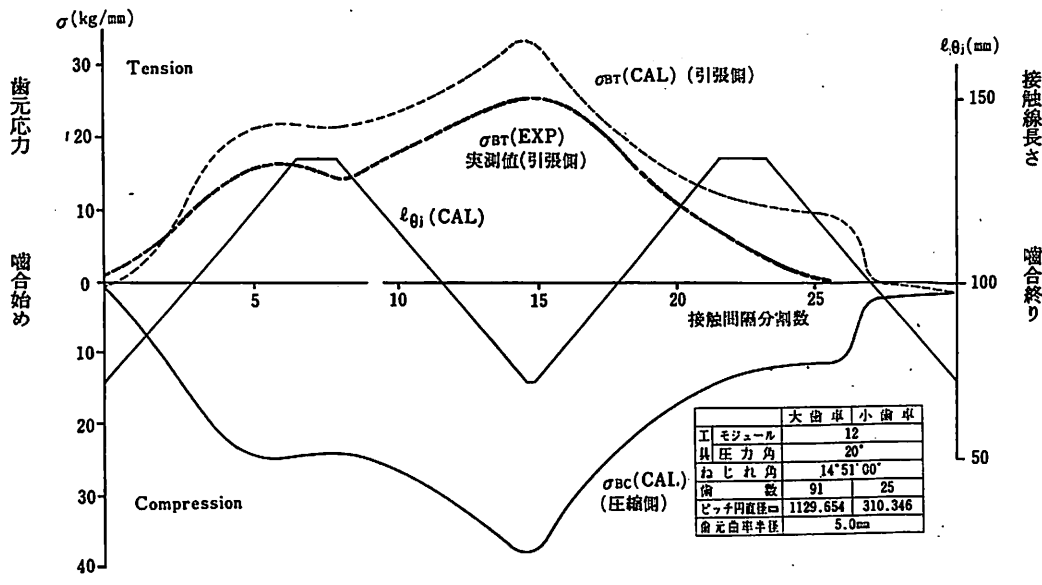


図4-12 HAGURUMA-1 による計算結果

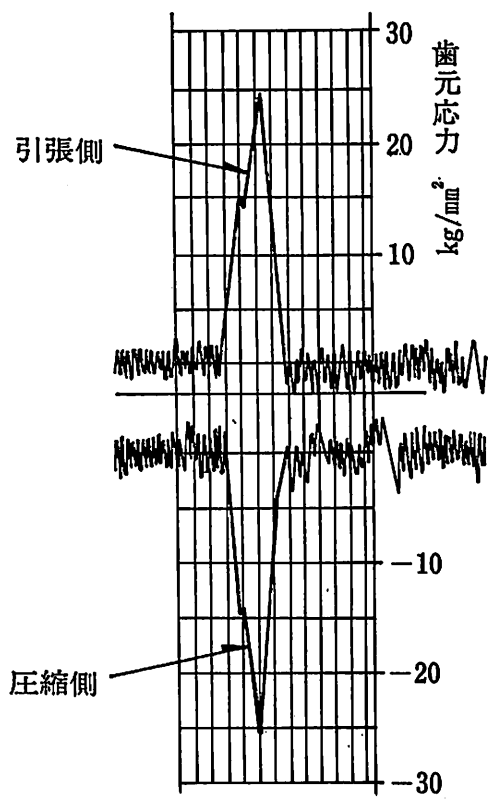


図4-13 歯元応力の実測例

80 μ のふくれが記録された。大歯車は窒化を考慮に入れた材質を選定したが、歯切に対しては、あまり良好な切削性をもっていなかったため、十分高精

度の歯切ができなかった。軸とセンターの冷し嵌めは研削盤上で精度測定を行なった結果、歯部の寸法変化にはほとんど影響しないことがわかった。この歯車を片面で0.08mm以内の研削を行なった結果、JIS 0級 (DIN 2 class) の良好な精度が得られた。

以上の経験から将来、大形船用減速歯車を窒化して使用することも十分可能であることがわかった。

4-4 歯元応力に関する試験研究

歯車の歯元応力の計算には有限要素法を用いる方法などがあるが、まだ一般化されていない。

船舶技術研究所の歯元応力計算コードHAGURUMA-1 は石川島播磨重工の協力を得て作成したもので、適用した理論と仮定は次のとおりである。

- 1) 試算はインポリュート歯形のはずば歯車および平歯車を対象とする。
- 2) 無限幅の片持平板についての弾性理論を藤田公明氏の研究に基づき、歯車に適用する。
- 3) 歯幅が有限幅であることについて、モーメントイメージ法などによる応力の補正を行わない。
- 4) 歯元すみ肉部の応力集中係数として、Dolanの実験結果を適用する。
- 5) 荷重は歯幅方向に均一であると仮定する。
- 6) 理論歯形について計算し、嚙合誤差、加工誤差などの誤差を無視する。

モジュール、ねじれ角その他の諸元はインプットデータとして入力し、歯幅および接触間隔の分割

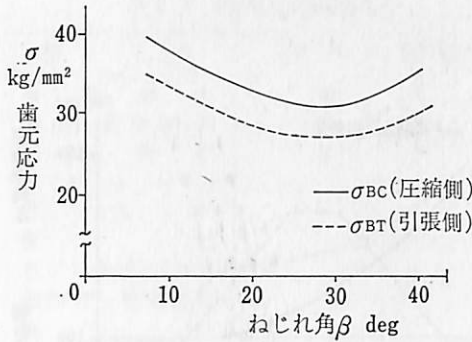


図4-14 ねじれ角の影響

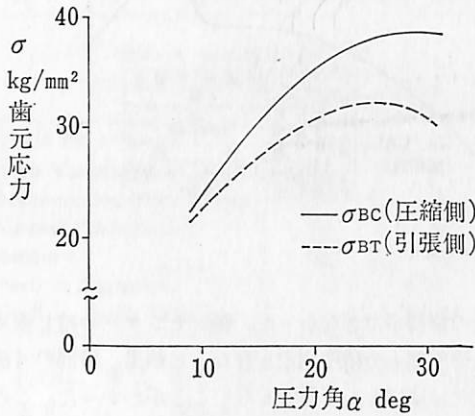


図4-15 圧力角の影響

数は任意に選ぶことができる。

図4-12は、モジュール12、圧力角20°、ねじれ角14°51′、歯幅70mm、P.C.D 310.35/1,129.66mmのはずば歯車を、大形歯車試験機により1,532/422 rpm、4000 PS (K=1,000 psi) で運転した場合の歯元応力の計測値と、計算コードHAGURUMA-1による計算値の比較を行なったものである。 σ_{BT} および σ_{BC} は引張側の応力および圧縮側の応力を表わし、その最大値は共に1枚噛合時に発生することがわかる。また、応力波形はよく似ているが、最大値は計算値の方が約20%程高い値を示している。図4-14～図4-16は同じくHAGURUMA-1によりパラメーターサーベイを行ない、ねじれ角、圧力角、および歯元すみ肉半径の差が歯元応力におよぼす影響を示したものである。以上のように、歯元応力の面での最適歯車諸元を計算で見出し得ることがわかる。

5. あとがき

以上、蒸気タービン用減速装置に関する一連の紹介を行なったが、記載した船舶に関する構造メーカーの技報、日本船用機器開発協会の会誌、運輸省船

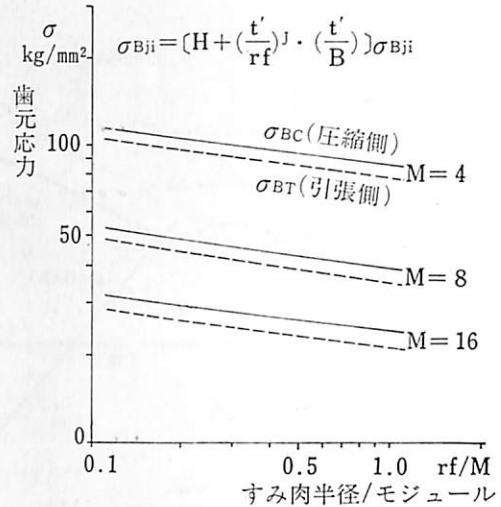


図4-16 すみ肉半径の影響

舶局の蒸気タービン減速装置の開発事業報告書その他の文献を利用させて頂いた。また、石川島播磨重工の建造船に関しては、資料の一部を同社より提供して頂いた。

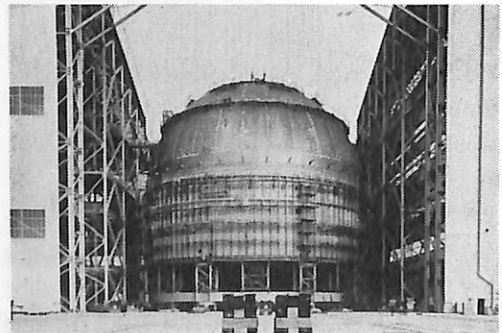
船舶技術研究所の研究紹介のうち、調質歯車の耐久試験の一部は、石川島播磨重工と共同して実施したものであり、大形空化歯車の試作及び空化歯車の耐久試験は、日本船用機器開発協会、大阪製鎖と共同して実施したものである。ここにあらためて、関係者諸氏の協力に謝意を表する。(おわり)

短 信

■川重 LNG船搭載の巨大タンクを完成

わが国初めてのLNG船を受注した川崎重工は、本船に搭載用のタンクを播磨工場でのほど完成した。

この第1号タンクは同社が独自のシステムで建造を進めてきたもので、主要材料は耐蝕性アルミ合金で、最大板厚は200mmを超える超厚板を使用、タンク直径37m、容積26,370m³、搬出時の移動重量は1,300トンである。



FRP 船の構造設計

< 1 >

丹 羽 誠 一

図FRP船体構造の考え方

FRP構造は、例えば鋼構造などとは、まったく異った見方をしなければならない。鋼構造、アルミ構造などは性質の安定した素材を買って来て、切断し、曲げ加工し、溶接し、銲接して船体に組立てる。成品の一部となった後も素材そのものの性質は変化しない。ところが船体を形成するハンドレイアップによるFRP構造は、ガラスマット、ロービングクロスなどのガラス基材と、不飽和ポリエステル樹脂という化学製品とを原機料として、これを工員が型に張り込んで積層していくのであるから、ガラス基材の組合せ方、樹脂の選択、成形技術の良否によって、まったく成品の性質が変わって来るし、積層作業の管理が十分でないと種々の欠陥が発生しやすい。そこでFRP構造の設計にあたっては、それを建造する造船所のFRP成形技術を知って、それに適した構造を考えなければならない。このへんのことは木船構造を考えるとやや近いものがあるだろう。こまかい神経の行きとどいた工作の高級高速艇の構造と、昔ながらの木造漁船とを比べて見れば、継手効率の高い工作をした高級艇の部材寸法はきわめて小さく、継手効率を高める工夫をしていない木造船は、きわめて寸法の大きい部材を使っている。それでいて船体のたわみを比べると高速艇の方がはるかに小さい。

FRPは強いという。しかしその強さは木や鋼などの構造とはまったく異った強さである。船体構造の代表的な成形品をとって見ると、その比重は鋼の $\frac{1}{5}$ 、引張強さは $\frac{1}{3}$ 、ヤング率は $\frac{1}{20}$ という数字の通り、強さのわりにはきわめて変形しやすい材料である。これを十分に頭に入れて構造を設計しないと部材応力があがらないまま座屈によって破壊する。また、局部的に硬い構造を造ると応力集中により破壊する。層間剪断強さは元来あまり強くないうえに、作業上の管理がゆきとどかないと、ここに樹脂リッ

ちな層などの欠陥が現れやすく、これが層間剪断疲労強さをさらに低下させる。注意しなければならないのは、このような欠陥積層品でも、新しいテストピースを試験したのでは、物性上であまり性能低下が明らかでないことで、欠陥は疲労により樹脂リッチ層のクラックが発達してはじめて、そのおそろしさを現わすことである。すなわち、FRP積層品は元来非破壊検査による欠陥の発見が困難なだけでなく、切り出し試験片による静的試験でも発見困難な欠陥がたくさんかくれている可能性が大きく、疲労試験を行なってはじめて、その性能が明らかになるということである。

まず代表的構成の健全な成形品の機械的性質を他の造船材料と比較すると、第1表ようになる。FRP成形品中(高)(低)とあるのは成形品中のガラス含有率によってクラスわけしたものであって、(低)とあってもそれが欠陥品であるというわけではない。

このFRP板は破断直前まで永久変形はきわめて少く、従ってかなり大きな変形も、外力を除けば復原してしまう。この性質は、高速艇のように波浪衝撃によるきわめて短い持続時間の大きな外力を受ける場合に、この柔かい構造で柳に風と受けながし、適度に変形してその衝撃エネルギーを吸収し、外力が去れば復原する。この性質を上手に利用すると構造内部の変形によって衝撃エネルギーを吸収して、人体に伝わることを少くし、乗心地の改善に有効である。

反面、ここに中途半端なスチフナーなどを設けると、ここに応力が集中してスチフナーが切損する。「FRPのモーターボートは補強すれば、そこから破壊する」と言われるのはこのため、今日のFRP製高速艇は、そのほとんどが横フレームを持たない縦肋骨構造になっているのは、特にチェーン部においてフレーム切損をくりかえして来た結果であ

第 1 表

材	料	引張強 kg/mm ²	ヤング率 kg/mm ²	圧縮強 kg/mm ²	曲げ強 kg/mm ²	比 重
FRP	マット成形品	(高)	1,268	26.1	25.5	1.55
		(低)	1,087	24.9	13.5	
	CMRMR	(高)	1,100	14.3	27.6	1.6
		(低)	988	13.2	24.4	
鋼 SS—41		41	21,000	—	—	7.85
アルミ合金 A5083—0		27	7,200	—	—	2.75
ひのき	(平均)	12	900	4	7.5	.44
	(低)	6	600	3.5	6	.34
けやき	(平均)	13	1,200	5	10	.69
	(低)	8.3	800	3.5	7	.45

り、サンドイッチ構造高速艇のベテランであるオランダのレオ・タールは、船底サンドイッチ板と船側サンドイッチ板とは、小さなビルジサークルの単板で結合すべきだと言っているのも弾性支持によって破損からにげることを考えているのである。

今日のFRP漁船は、在来の鋼船や木船に比べて船殻重量が軽く、それだけ大馬力のエンジンを載せているものが多く、高速艇なみの速力を出すものや、荒天にあっても速力を落さず突張るものなど、高速艇なみの波浪衝撃を受ける船が多くなった。このような船では在来の鋼船のような、変形を制限する構造思想を捨てて、ある程度の弾性バックルをゆるす構造思想に転換しないと、軽い船体を造ることはできないし、経済的にも大型FRP船は成立しないであろう。

このあたりのことを例をとって説明すると、高速艇船体に多く使われているアルミ合金A5083—0と鋼材SS41とを比較すると単純な梁として比較すれば、強度を同等に設計した場合、アルミ合金は鋼の半分の重量になるが、変形量を一定として設計するとアルミ合金は少しも軽くなることにならない。現実の高速艇船体はアルミ合金の場合、鋼の約3/4程度の重量で設計されている。

SS41軟鋼とMR構成のFRPとを比較すれば、強度設計では鋼の3/4、変形設計では実に鋼の4倍の重量になるということになる。すなわち鋼船構造をそのまま置きかえたのでは、とうていバランスの良い設計は成立しないのがFRP構造である。しかもFRPではスチフナをこまかく入れることは、簡単に溶接できる鋼の場合のようにはゆかず、スチフナの交叉する構造はさらに工作がやっかいなのであ

る。

FRP船にはFRP船の構造思想があってはじめて有効なFRP船が成立するのだということを十分に知っておかなければならない。

波の中で行動する高速艇の受ける外力は、今日までの研究ではまだ定量的に決定するに足る理論も、データもない。ストリップメソッドなどによる理論計算も低速では実験値とよく一致するが、肝心な部分では役に立たない。ただそれらを定性的に考えて少いデータを処理して作った経験則によって設計せざるを得ない現状である。波浪と格闘するようになった漁船についても、その事情は変らない。マイクロにとらわれると物の本質を見失うおそれがある。

FRP高速艇構造が、縦方向のみに、かなり深いガーダーで補強された船底外板パネルと、比較的柔な船側外板パネル、甲板パネルとを、それぞれチェーン部、ガンネル部で弾性結合したものに、船巾と同じオーダーの間隔で比較的剛な木製隔壁を配置し——小型艇ではこの隔壁も省略されたものが多いが——となってからあまり事故も起らず安定していることは、漁船構造についても良い参考となるものである。ランナバウト類に見られる船底ガーダーに乗せたコックピット床を、外板に接着した構造は、大型FRP漁船の二重底構造と共通するもので、ランナバウトの場合、決してフロアプレートのようなのは設けていない。

以上のような構造のできた根本的な考え方は、次のことを基本としている。

- (1) 波浪の衝撃水圧はきわめて高い圧力になるが、(静止吃水の30倍といったオーダー)このような圧力を同時に受ける面積はさほど大きなものでは

なく、また時間的にもきわめて短いのが普通である。

- (2) このような波浪衝撃を受ける位置は、そのときの船のスピード、波浪の性質、波浪との出会角度、およびそのときの船の姿勢により、かなり広い範囲にわたって変化する。
- (3) きわめてせまい区画に切ってスチフナーを配置した剛な構造にすると、波浪による局部応力は大きくなり、スチフナーの切損ともなり、また船底外板の曲げ破損ともなるが、ある程度広い範囲の平均したパネル構造の受ける全荷重は、さほど大きなものではないので、パネル構造を弾性的に支持するのが安全である。
- (4) 船全体の形状を保持するには縦肋骨構造による縦剛性と、隔壁による横剛性とで、現在の一般の例では推進軸心の精度を保つには十分な程度の剛性が保たれている。
- (5) 木造漁船はもちろん、比較的細長い釘固着の単板張木造高速艇（海上保安庁の旧25m、旧23m艇など）に比べてもFRP漁船の縦曲げたわみはかなり小さい。単板張り外板パネルの剪断伝達力が木の継手効率の悪さのためかなり低いので、木船は部材寸法によるみかけの強さに比べ実際のたわみはかなり大きいのである。

図FRP積層板の物性

FRP積層板は、ガラス繊維基材と樹脂との組み合わせ、およびその工作法によってその機械的、物理的物性が変化するものである。設計者がその設計に適した組み合わせを選定するものであるが、積層作業者はその組み合わせによって得られる物性を100%引き出し、設計者の意図するところを実現するために、その変動要素を理解して作業しなければならない。

構造材としてのFRPを設計するとき、その設計データは金属の場合のハンドブックデータ集のように完備してはいない。最近米国のGibbs & Cox, Inc. がまとめた船用FRP積層板の設計特性は、同社が米国内の代表的なプレジューボートの外板のデータをはじめとして、政府発表の関連文献、工業関係研究所のデータなどの、きわめて多くのデータを選別分類して作成したものである。ここではデータは図表化されて、従来一般的な数値で表わしたものよりわかりやすいばかりでなく、積層板に予想される物性の範囲をも示している。

物性値は、積層板のガラス含有率をパラメーター

として示しているが、それは

- ①ガラス含有率と物性値との間には近似的に直線の関係がある。
- ②ガラス含有率は、ガラス基材構成の設計に大きく依存するが、作業管理が正しく行なわれれば、積層工場で簡単に、しかも正確に管理し得る。の2点の理由によったものである。

筆者は最近のわが国におけるデータをこの報告にあてはめてみて、わが国の今日の状態においてこの報告が適当なものであるかどうかを検討したところ、ガラス構成とガラス含有率との間関係が大きくはずれているほかは、おおむね、きわめて良好な一致を示すことを確かめ得た。ガラス構成とガラス含有率との間にこのような大きな日米間の相異が出たのは、次のような理由によるものと思われる。

- ①わが国の今日大型成形品積層工場では、作業性を優先して樹脂を選定することが多く、比較的流動性の大きい樹脂を使用するのでガラス含有率は大きくなる。
- ②わが国の積層技術の指導が、厚さを考慮しない強度優先の指導であったため、ガラス含有率の高い積層板が優れた積層板であるとの誤った観念を植えつけ、基材構成に最も適したガラス含有率の観念を見失っていたこと。
- ③ここに取扱ったデータがほとんどテスト用に作成されたものであって、船体から切り出されたものがごく少数であること。

FRP船の破壊状況を観察すると、引張荷重によって破壊した例はほとんど無く、ほとんどが曲げ破壊であり、最近は大漁船に層間剪断剝離の例が見られている。曲げ破壊については、それが健全な積層であるかぎり、ガラス含有率をむしろ低くした、厚い積層板の方が曲げ強さは低くても荷重に強いことが明らかであり、また層間剪断強さはガラス含有率にはほとんど無関係で、それよりも積層上の欠陥が大きく影響している。Gibbs & Coxの報告にMR積層品の平均的ガラス含有率は35%であるとして、最近のわが国の船体検査（本体から切り出したものではない）におけるMR積層品のガラス含有率がいずれも40%を越しているのは、この点から考えなおさなければならず、積層用樹脂の基準についても考え方を改めなければならぬ。

FRP船、特に波浪中を行動するFRP船の構造については、前記のようにマクロ的に見なければならぬ現状であるので、積層板そのものの特性値、強度の値は設計上に反映して来る段階ではなく、た

第 2 表

ガラス含有率 %	衝 撃 強 (シャルピーノッチなし) kg-cm/cm ²
40.1	145
"	122
41.3	133
42.6	163
"	151
42.7	176.7
42.8	153
42.9	180.2
44.2	153
"	167
45.2	162.6
45.8	158

だ特性の比較だけを考えて設計が行なわれる。FRP積層板は異方性板であるが、このような条件から長手方向の特性値の比較のみを考えれば今日の実用には差支えないものと考えてよからう。現実に異方性の原因になるロービングクロスの0°方向と90°方向との異方性は今日においてはかなり少くなっており、0°方向に比較して90°方向の強度低下は5~10%以下で問題ではなく、また主応力の方向も明らかでない構造において45°方向の物性を考えることも効果は少いであろう。したがって以降に示す諸データは長手方向のデータ（一部には90°方向のものも区別しないでプロットした）を主としたもののみとした。圧縮強さを採り上げなかったのは船体構成メンバーは圧縮により破壊する以前にほとんど挫屈してしまうからである。

1) ガラス構成とガラス含有率

MR構成の全ガラス量に対しRの占める率 $\Sigma R / \Sigma(M+R)$ が積層板のガラス含有率を左右する。したがって積層板の強度設計を行なうには、このロービング率を決定することから始めなければならない。脱泡用ローラーおよびへらを使用して成形した積層板の平均的ガラス含有率として Gibbs & Cox 社が示したものは、マット部のガラス含有率25%、

ロービングクロス部50%として計算した値に近いものであるが、日本における最近の例ではマット部30%ロービングクロス部55%として計算したものよりやや大きなガラス含有率を示すものが多いようである。わが国の例でも数年前までは米国における平均値以上の積層を行なうためにはかなりの熟練を要したが、今日では初心者でも楽に高いガラス含有率の積層ができるようになってきている。これは大型成形品工場が作業能率を重視して含浸の楽な、流動性の大きな樹脂を要求するため、一般にスチレン分の多い樹脂が供給されるためと思われる。このような樹脂を使用した積層板は厚さの減少による曲げ荷重負担能力の低下の外に、ブリトルな積層品となること、樹脂瘻せが大きき、経年劣化がはげしいなどの欠点があることを知らなければならない。第1図に Gibbs & Cox の与える米国における平均的積層品と、25%:50%計算値、30%:55%計算値と共に、最近のわが国の船体用積層品の例を示す。

2) ガラス含有率と厚さ

ガラス含有率と積層板の厚さとは理論的には1対1の対応を持つ。しかし実際には樹脂の比重の差があったり、内部に空洞ができたりするので、実測値には多少のパラッキが出るのはやむを得ない。第2図にガラス 1000 g/m² あたりの厚さの計算値曲線と、実測値を示す。なお実測値の大部分はゲルコート厚さ(0.3~0.5mm)を含むものである。ゲルコートの無いことを確認しているものは黒点で示している。

3) ガラス含有率と比重

Gibbs & Cox の与える平均値および上限下限と、実測値との比較を第3図に示す。最近のものはやや軽いものが多いようである。

4) ガラス含有率と引張強さ

Gibbs & Cox の与える平均値および上限下限と、実測値との比較を第4図に示す。

5) ガラス含有率と引張弾性率

Gibbs & Cox の与える平均値および上限下限と、実測値との比較を第5図に示す。

第 3 表

スチレン添加量(部)	0	5	10	20	30	40
収 縮 率 (%)	6.8	7.0	7.4	8.0	8.6	9.0
引 張 り 強 さ (kg/mm ²)	6.6	6.5	6.3	6.0	5.8	5.9
曲 げ 強 さ (")	10.5	10.5	10.1	9.7	10.2	10.0
曲 げ 弾 性 率 (")	48.0	47.0	46.0	45.0	46.0	45.0
衝 撃 値 (kg-cm/cm ²)	3.1	3.5	3.5	3.6	2.9	2.6

6) ガラス含有率と曲げ強さ

圧縮側がマットまたはマット+ガラスクロスとなるものを第6図に、圧縮側がロービングクロスとなるものを第7図に示す。

第7図の鎖線はロービングクロスを圧縮側としたときの実測値の平均線および下限線である。

7) ガラス含有率と曲げ弾性率 (第8図)

曲げ弾性率については曲げ強さのような表裏による差は明らかでない。

8) ガラス含有率と直角剪断強さ

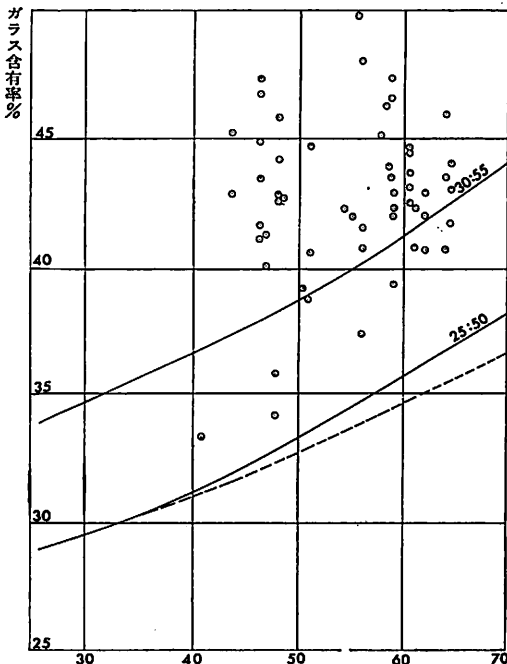
第9図に示すように、国内における実測値はかなり分散している。

9) ガラス含有率と層間剪断強さ

ガラス含有率に関わらず、 $0.7 \sim 1.0 \text{ kg/mm}^2$ 程度。工業的にはR積層よりもRの間にMを挿入することにより層間剪断強さは向上すると考えられている。

層間剪断強さは確立された試験方法によって評価されるに至っていない。実際の破壊の機構は試験方法によって再現し得ない性質のものと思われる。多くの場合、層間剪断破壊の大部分は、剪断と同時に引きはがしの要素を多分に含んでいるものと思われ、マットはこの際の引きはがしによる初期の破壊を押え、またその伝達を防止しやすい性質であると考えられる。

層間剪断強さは欠陥の存在によって大巾に低下すると考えられる。特に遊離樹脂層の存在は、新しい試験片による試験では明らかにならないが、反復外



第1図 破線Gibbs&Cox $\Sigma R / \Sigma (M+R) \%$

力を受けることによりこの部分にクラックを生じ、層間剪断強さを極端に低下させると考えられる。

10) 衝撃強さ

十分なデータが集っていない。最近のものでは次のような例がある。(第2表)

スチレン添加量の高い樹脂を使用した場合は、樹脂やせと共に衝撃値の低下が大きいと考えられるが、次に成型品による樹脂単体の試験結果の1例を示す。(第3表)

スチレン添加量が30%を越すと、衝撃値の低下が目立つことを明らかにしている。

大形成品において、作業性のみを追ってスチレン含有量の大きい樹脂を使用することは、波浪衝撃を受ける高馬力の漁船や高速艇においては、特に危険なことを認識しなければならない。

11) 疲労強さ

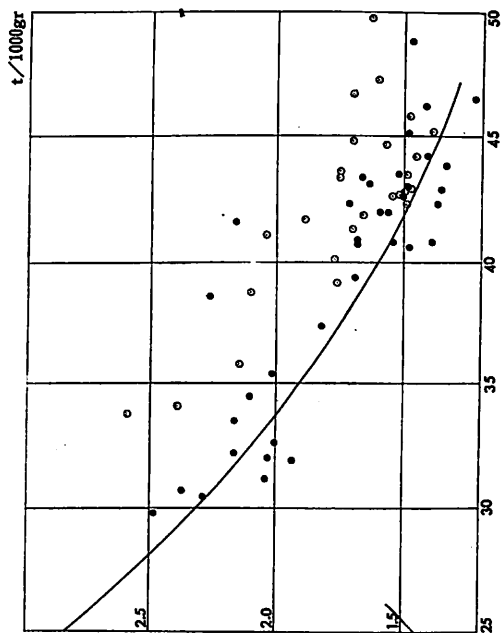
FRP, 特にMR構成積層板の疲労試験成績はあまり発表されていない。昭和46年に日本小型船舶工業会の行った引張り疲労試験(実施, 日本硝子繊維)は(M600+R830)×3, ガラス含有率約50%のものであるが、そのうち無欠陥の試片および小気泡入り試片の成績を第10図に示す。これは次の2つの式で近似することができる。

$$1.22\sigma_B - 3.5 \log_{10} N \quad 10^3 \leq N < 10^5$$

$$0.62\sigma_B - 0.5 \log_{10} N \quad N \geq 10^5$$

σ_B : 引張り破断強さ

N : 繰返し回数



第2図

ガラス含有率%

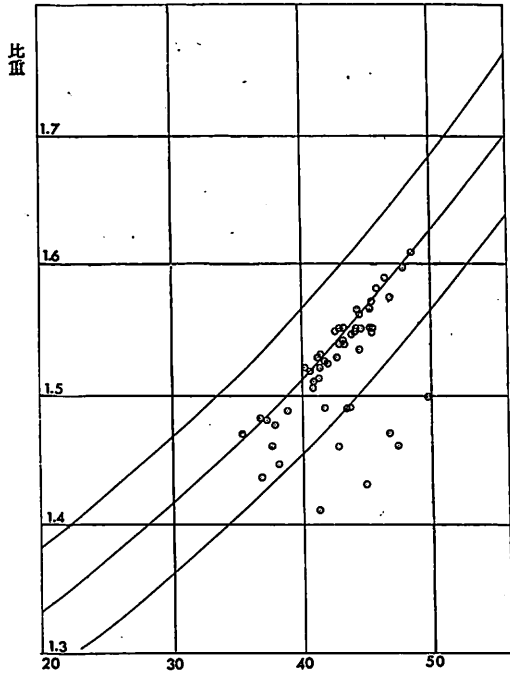
曲げ疲労試験についてはMR構成の試験成績が手もとに無いので、ガラスクロス積層、ガラス含有率約60%のものを上と同様な式で近似した。

$$1.45\sigma_B - 7.8 \log_{10} N \quad 10^3 \leq N \leq 10^5$$

$$0.58\sigma_B - 1.5 \log_{10} N \quad N > 10^6$$

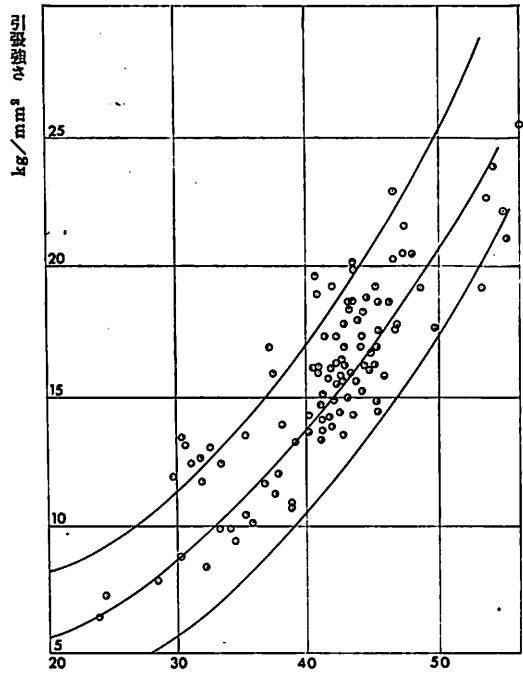
σ_B : 曲げ破断強さ

以上は単なる参考であって、そのまま設計に使える値ではない。(つづく)



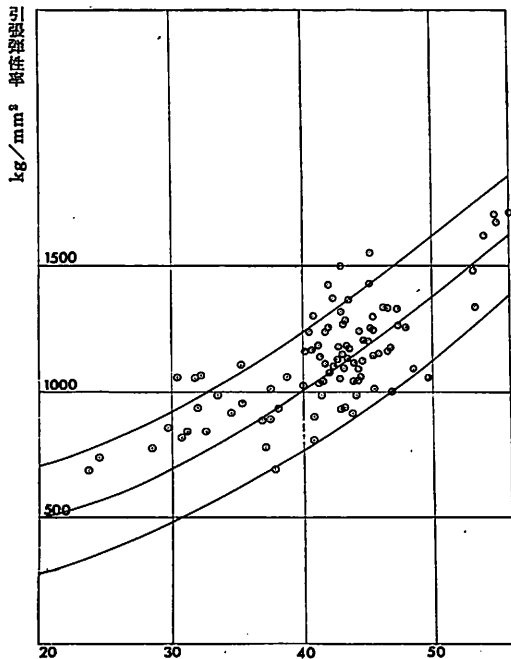
第3図

ガラス含有率%



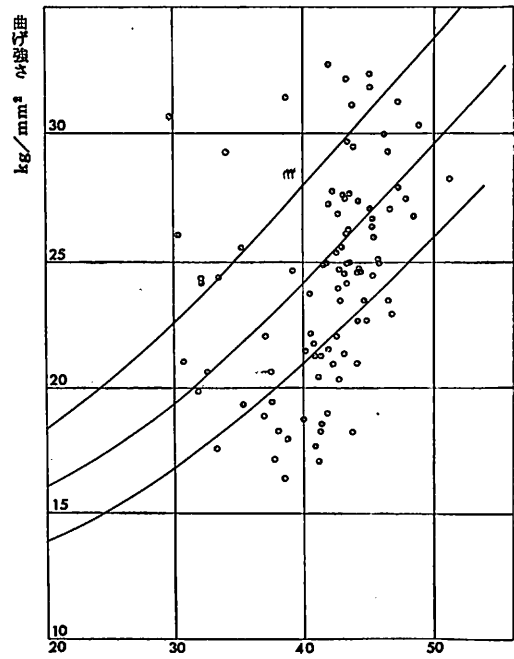
第4図

ガラス含有率%

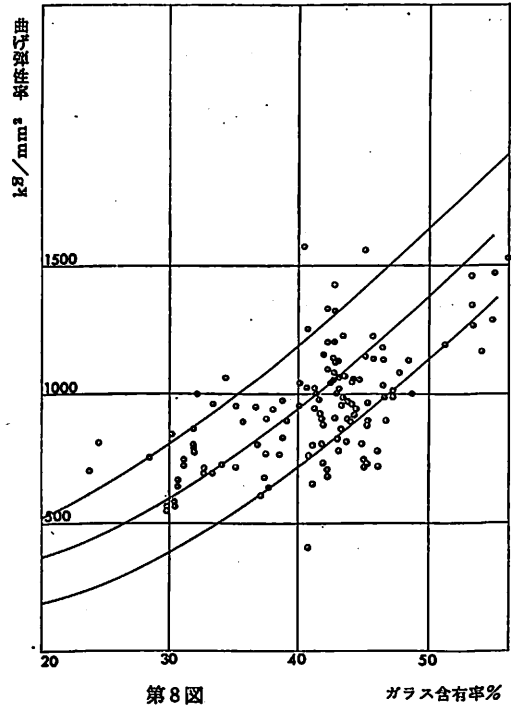
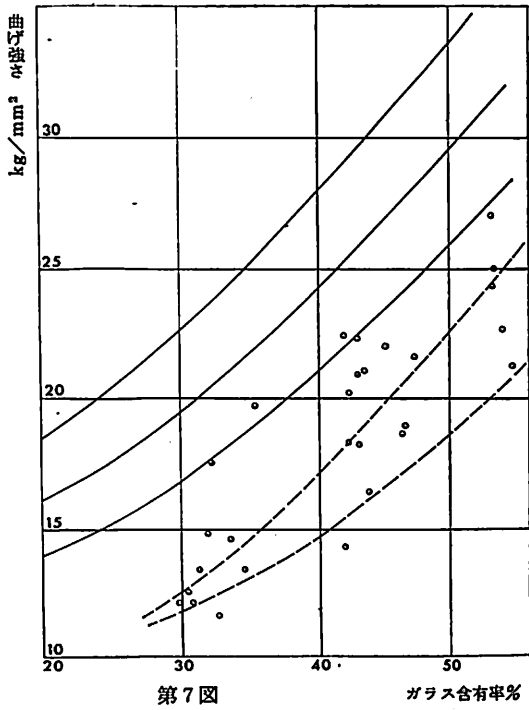


第5図

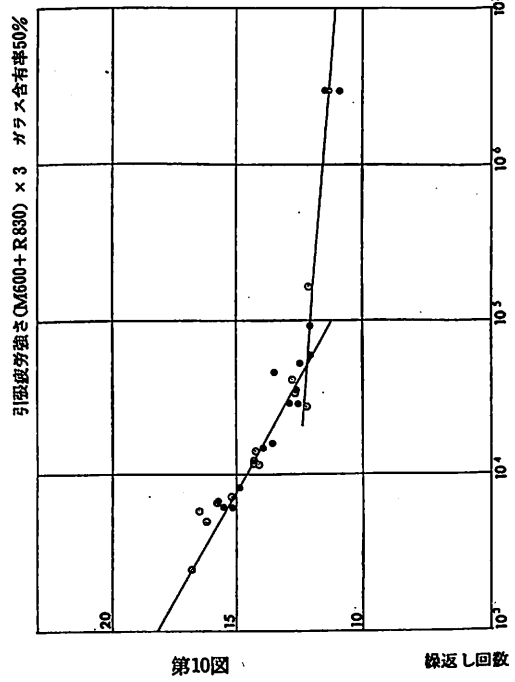
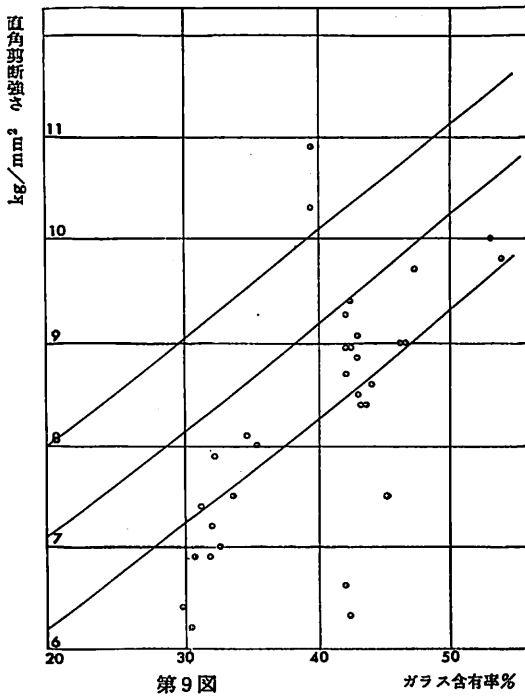
ガラス含有率%



第6図



● 焼成品 ○ 成形品



高速小型漁船について

小林 務

水産庁海洋漁業部漁船研究室

1. まえがき

わが国における5トン前後の沿岸小型漁船は、昭和42~43年頃からFRP化が急速に進み、現在までのFRP漁船の勢力は10トン未満の漁船総数約30万隻の約1割に及んでいる。

FRP化が進められる以前にも、従来からの木造和船型あるいは和洋折衷型の船型改良と主機関の改良により高速化は行なわれていたが、これらの船体構造は従来からの方式を踏襲していたために、高速化のための必要条件である重量軽減には自から限界があり、また船型の改良にも限界があった。そのためにフルード数 $F_n = V / \sqrt{Lg}$ が0.5付近のハンプを越えることは極めて困難であった。

しかし、FRP化に伴ない船型の改良の自由度が増すと同時に船体重量の軽減が可能となり、さらに主機関も高速化して軽量にして高出力のものが開発され、または積極的に自動車用エンジンを船用化した高速ディーゼルを搭載するなどして船速は急速に上っている。これらの漁船のうち特に高速のものとしては、小型まき網用の魚群探索船などがあり25~30ktの船が続出し、また遊漁船（一般客用釣り船）でも同程度の速度の船が数多く建造されている。全国的に最も数の多い一本釣りを主漁業とする雑漁船も現在では11~18ktのものが殆んどであり、 F_n にして0.6~0.9に及んでいる。

したがって、この標題では高速小型漁船を紹介することになっているが、以上のように一般的にFRP漁船が高速になっているので、結果的にはFRP漁船の現状の一部を紹介することになると思うが、ここでは漁船研究室において実施した水槽試験結果を中心に紹介することにする。

2. 高速化に伴う船型の変遷

1) 「あかつき」と「ちどり」の船型

現在の高速小型FRP漁船を理解するためには、

その船型がどのような変遷をたどったかを知ることが最も近道であると思うので、20年前に漁船研究室において実験用に建造した2隻の船を紹介する。

第1図は漁船研究室が創立して間もない昭和26年3月に建造した5トン型木造和船型実験船「あかつき」の線図である。この船型は東京湾内を主体に南関東周辺の135隻の小型漁船のデータをもとにして主要寸法ならびに線図を決定したものであり、昭和20年代の代表的な、しかも当時としては高速な（実験時最大約8.3kt）和船型と見ていただいてよいと思う。また構造的にも新しい試みとしてキールと船首材にけやき積層材を使用したことを付け加えておく。主要寸法等は次の通りである。

長さ×幅（型）×深さ（型）

11.00m×2.20m×0.90m

主機関 ディーゼル25PS

第2図は同じく漁船研究室において昭和27年3月に建造した4トン型木造和洋折衷型漁船「ちどり」の線図である。この計画に当っては、千葉、神奈川、静岡ならびに茨城県下の小型漁船280隻のデータをもとに、これらの平均的な主要寸法比を使用して船型を決定し、沿岸漁船の主力である15~20トン型の縮尺模型として実験に使用し易い大きさとし、また、この船型が2~10トン型にも性能上適するか否かも検討しようとしたものであった。

主要寸法等は次の通りである。

長さ×幅（型）×深さ（型）

9.00m×2.00m×0.90m

主機関 ディーゼル16PS

2) 和船型漁船の高速化

和船型漁船の船型上の特徴は全通したハードチェーン、トランサム船型であることであろう。したがって船型は一見すると単純であるが、このハードチェーンの選び方によって諸性能が殆んど決ってしまうので、この選定にはかなりむづかしい面を含んで

いる。しかし、木造和船型から高速FRP漁船に移って行く過程においては、和船型がハードチェーンを持った船型であったことが幸いしたと思われる。すなわち、従来の低速和船型を高速型に変えるためにはハードチェーンの形状を高速艇船型のように、特に船尾部形状を十分な面積を持たせながら扁平にして行くことで可能であり、また、このような変型については造船所も船主も大きな抵抗を感じることなく行なうことが出来たのではないかと思われる。

このように船型が変化して来た模様は、「あかつき」の船型を第3～第6図に示す船型と比較していただければ明白のことと思う。特に船体後半部の形状に注意していただきたい。

第6図は和歌山県すさみ地区で建造されたFRP漁船であり、この周辺では同系統の漁船が多く建造されていて、曳縄釣漁船としての性能の優秀さは全国的に知られている。今から約10年前に同地区で建造された同程度の大きさの木造漁船の写真があるので写真1に示したが、当時のこれらの船速は9kt程度であり、船の主要寸法、ハードチェーンの形状等も「あかつき」によく似た船型である。

なお、和船型の特徴としては、砂浜などに上架する際に船尾船底下方に突き出ているプロペラが邪魔になるので、ユニバーサルジョイントを使用してプロペラ軸上下装置により軸ごと上方に格納する形式のものが多い。ところが、最近のFRP漁船では、漁港設備の拡充に伴って高速艇型のようなシャフトブラケット式のもの、或いはスケグを取付けるものも多くなっている。また舵も取外し式のさし舵が使用されるのも特徴の一つであろう。縦長の舵は取り外しが容易であるばかりか、効率が良く、また船の針路安定、横流れ防止、ローリング抑制等にも効いているようである。したがって舵も船型との関連で

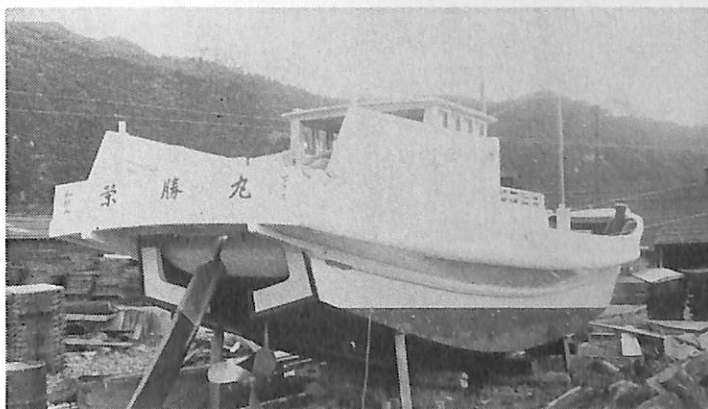


写真1

改良されなければならない点である。

3) 和洋折衷型漁船の高速化

「ちどり」は20年前の和洋折衷型の代表的な船型であることは前述の通りであるが、これらの船型の特徴は、全通したハードチェーン或いは前半部が丸型のものもあるが、船尾はトランサム型で船底部にはスケグを持ち、洋式舵を持っていることなどが挙げられる。

15～20トン型折衷型漁船は従来は排水量に近いものが多いが、漁業種類によって軽量の船は、和船型と同様にハードチェーンの形状の処理で半滑走型も可能である。

第6図のように最近の5トン以上のFRP漁船ではスケグ及び洋式舵付のハードチェーン型のもが増加していて、型の上では和洋折衷型となっているが、これに移行した理由は別にある。例えば、漁港が完備したため毎日上架する必要がなくなったこと、プロペラ軸上下式は軸系の振動による故障が多いこと、プロペラ上部の船底を切りかかために船体抵抗が増加しプロペラ効率も低下すること、スケグがローリング抑制、横流れ防止等に効果があること等が挙げられる。したがって、このタイプの船は和船型の改良型として考えられたものであって、結果的に従来からの折衷型に類似していると言う方が妥当であろう。

3. 高速型漁船の例

1) 開北丸

この船は青森県深浦漁業協同組合所属のFRP漁船であり、夏季は深浦の沖約30数軒にある久六島周辺において、潜水具を使用して潜水し貝を採取する日帰り操業の船である。往復航海時間を短縮して操業時間を延長する目的で13～14ktが要求された。この設計に当っては八戸市のニッターエンジニアリング・サービス(株)からの技術相談があったので漁船研究室において船型を指導し、昭和47年に同社において建造したものであり、その後この船の類似船は多数建造されている模様である。

その線図は第3図に示す通りであり、変形のスケグを持った船型である。

主要寸法等は次の通りである。
長さ×幅(型)×深さ(型)
13.00m×2.65m×1.06m

主機関 ヤンマー 4KSD

80 PS×1200 rpm (連続)

125 PS×1500 rpm (最大)

2) 陸奥湾ほたて貝採取船

この船は全国漁業協同組合連合会からの依頼により、FRP漁船研究会の船型開発研究を担当する第6分科会において昭和48年8月にモデル設計を完成したものである。

この設計に当っては基礎資料収集のため2回にわたって現地の本造ならびに既にFRP化された漁船を調査した。陸奥湾におけるほたて貝漁業は、現在のところでは稚貝を特定海面に放流し保護しながら成長を待ち、成長したものを底曳網漁法により採取する方法と、養殖用かごに入れて海中に吊して養殖する方法の2つがあり、両者の生産額はほぼ同等である。しかし近い将来は養殖に移行するであろうとの見込みから、養殖を主体とする船型を選んでいる。

その船型は第4図に示すように養殖作業の際に横復原力を要求されるので幅の広い船型とし、漁港の整備されていない地区が多いのでプロペラ軸上下式を採用している。また養殖作業工程として養殖海面まで日に何回も往復するので、この時間短縮のために高速を要求されている。

主要目等は次の通りである。

長さ×幅(型)×深さ(型)

10.00m×2.70m×0.75m

主機関 ディーゼル 55 PS

なお、抵抗試験は昭和48年9月に低速部を漁船研究室の水槽で行ない、高速部分は日本造船技術センターに外注し、50年2月に実施した。

3) 駿河湾さくらえびまき網漁船

駿河湾の特産物であるさくらえび漁はまき網漁船で行なわれているが、さくらえびのとれる海面は年々湾内から湾口或いは遠州灘よりの湾外に移っているため、湾の奥にある由井漁業協同組合所属漁船では往復航海に時間を費すこととなった。したがって、FRP漁船にして高速化を計り(最大14~15kt)、往復航海時間を短縮するのを主目的として、静岡県水産課からの依頼により昭和47年11月に模型船の抵抗試験を実施したものである。

線図は第5図に示し、主要目等は次の通りである。

長さ×幅(型)×深さ(型)

10.50m×2.55m×0.85m

主機関 高速ディーゼル 75 PS

4) 海幸丸

和歌山県すさみ地区周辺は前述のように従来から曳網釣り漁業が盛んであり、紀伊半島沖は言うに及ばず、遠く三陸沖或いは五島列島、壱岐・対馬沖まで1人乗りで操業し、近海まぐろ、かつを等の漁獲をあげていることで全国に知られている。またその漁船もかねてから優秀であるとの評判が高いので、漁船研究室においては昭和48年8月これらの船を中心に実態調査を行った。その調査の対象に選ばれた漁船の中の1隻が海幸丸である。

その線図は第6図に示す通りであり、本船の抵抗試験は昭和49年に日本造船技術センターに外注して行なった。写真2は試験時の模様を示している。

主要目等は次の通りである。

長さ×幅(型)×深さ(型)

11.80m×2.12m×0.85m

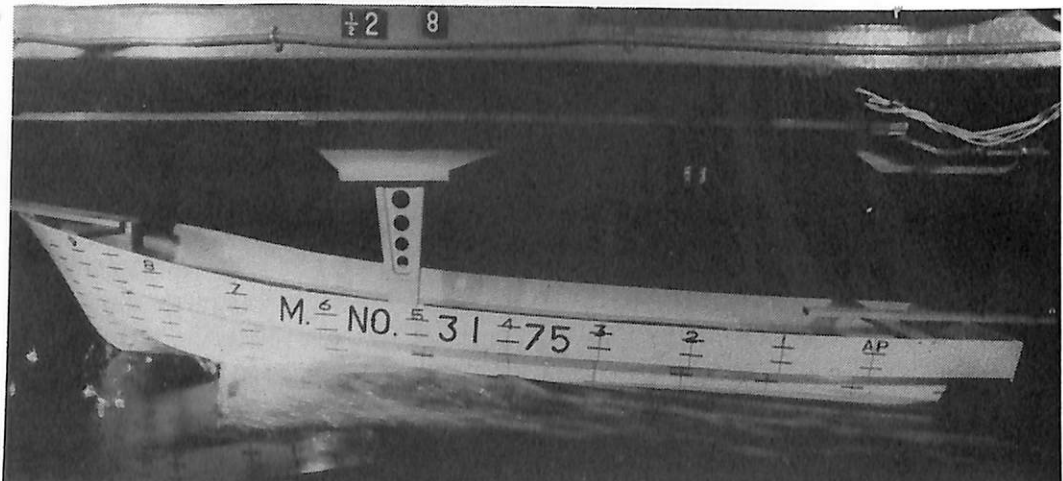


写真2

主機関 いすず DH100 のマリン化,

120 PS×1800 rpm

この船はすさみ市の嶋上造船所において昭和46年に建造されたFRP漁船であるが、同造船所においては同型船を20隻建造しており、海上での使用実績を検討しながら若干の改良を加えつつ建造を進めて来た模様である。船速は12~18ktである。また現在建造されている船はこの線図に更に船首部における波波性を目的として改良を加えているとのことである。

この地区の船は全般的に細長い船型であることが特徴であるが、その理由は釣りのためローリング周期が短かすぎないことが最も要求度の強い点であるためである。したがって、船型はスケグ式を採用し、各種のビルジキールが考案されて取付けられている。主機関としてはいすず、ニッサン、三井ドイツ(空冷)、その他の高速ディーゼルが積極的に採用されている。

4. 高速型漁船の全抵抗係数

これら4種類の高速型漁船の抵抗試験結果をそれぞれ比較し、また低速時代の船型との比較のために「あかつき」及び「ちどり」の試験結果も同時に示したものが第7図である。

1) 抵抗試験結果の表示

各種の船型の性能の優劣を比較するには、模型船による抵抗試験結果を同じ排水量にして比較するのが最も実用的であると考えられるので、すべて排水量10tに換算して全抵抗係数 s_{RT} の形で比較した。また高速型では速度によって水線長さが著しく変わるため、排水量ベースのフルード数 F_{nv} を使用するのが合理的であるためこれを横軸とした。したがって、同じ F_{nv} における s_{RT} の数値は推進効率の差により若干異なって来るが、ほぼ軸馬力に比例すると考えてよい。

s_{RT} 及び F_{nv} の定義は次の通りである。

$$s_{RT} = s_{RT} / \frac{1}{2} \rho \nabla^{1/3} V^2$$

$$F_{nv} = V / \sqrt{\nabla^{1/3} g}$$

ここに s_{RT} …… 排水量10tの全抵抗係数

s_{RT} …… " " の全抵抗 (kg)

ρ …… 海水の密度 ($\text{kg} \cdot \text{m}^3 / \text{m}^3$)

∇ …… 排水容積 (m^3)

V …… 速度 (m/s)

F_{nv} …… 排水容積ベースのフルード数

g …… 重力の加速度 (9.8 m/s^2)

使用した摩擦式……シエンヘルの摩擦式
粗度修正値…… $\Delta C_F = 0.0004$

漁船研究室では模型船の抵抗試験は、状態数5~9について行なっているが、図中に示している s_{RT} 曲線はこの中から実用状態に近い軽い排水量と重い排水量の2状態を選んで示している。

また、図に示した表中の船型要素の定義は次の通りである。

L …… 水線長、「あかつき」とほたて貝採取船も後端までの長さを探っている。

B …… 水線幅

T …… 水線長さの中央部におけるキール或いはスケグを含まない吃水

$L/\nabla^{1/3}$ …… ∇ はキール或いはスケグを含む全容積

C_F …… この ∇ にはキール或いはスケグの容積は含まず、キール或いはスケグを含まない最大横断面積を使用している。

LCB …… 水線後端から浮心までの距離を水線長さで割った値 (%)

(注) 表中の海幸丸の C_F の欄がブランクになっているのは、この定義に沿わない計算で0.75以上になり過大であるために取除いた。

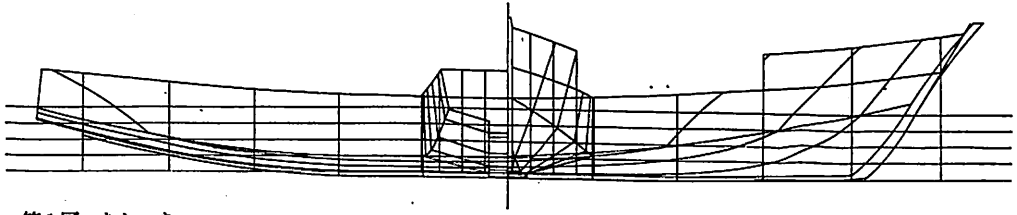
2) 全抵抗係数の比較

これらの船型要素からみると、各船は次のように類別出来そうである。すなわち、開北丸は最も細長く比較的吃水の深い船型；海幸丸はこれに次いで細長い吃水の浅めの船型；さくらえびまき網漁船はやや幅が広く、吃水はやや深めの船型；ほたて貝採取船は最も幅が広く、しかも吃水の浅い船型である。したがって、これを念頭において線図を見較べながら第7図を見ていただきたい。

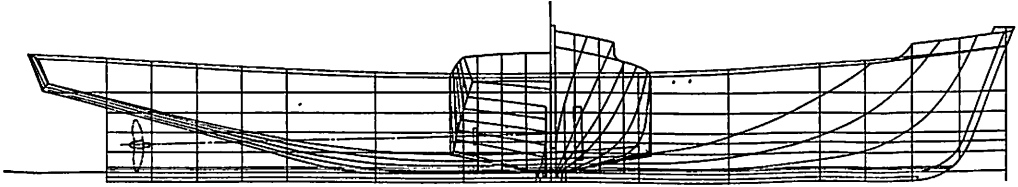
なお、「あかつき」と「ちどり」は船型要素の上からはほぼ前記の4隻の中に含まれていて、特に変わったようには見えないが、これらの s_{RT} 曲線を最近の高速型FRP漁船と比較すると、大きな相違のあることがわかる。

「あかつき」は8~8.5kt(この図では8.5~9.5ktに相当)付近を、また「ちどり」は6.5~7kt(この図では7~8ktに相当)付近をねらって設計したものであり、この程度の速度においては最近の高速船型に比較して遙かに優れている。しかし、これらの船型のまま更に高速まで出そうとすれば航走中のトリムが激増し、船体抵抗も急増するので、この s_{RT} 曲線に見るように傾斜の急な曲線となり、高速型には不具合な船型であることがわかる。

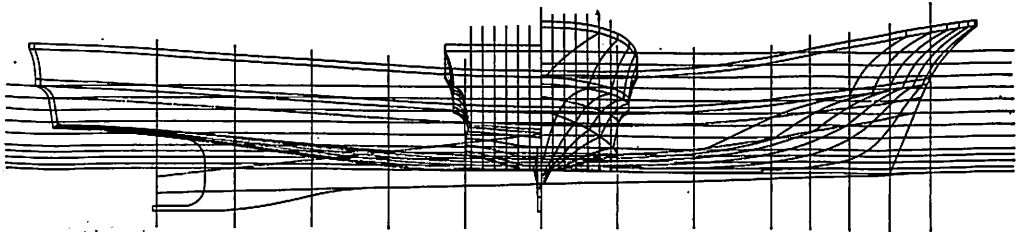
これに対して最近建造されている高速船型は、



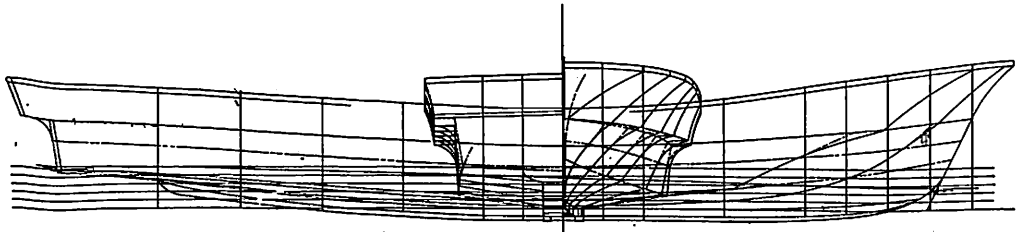
第1図 あかつき



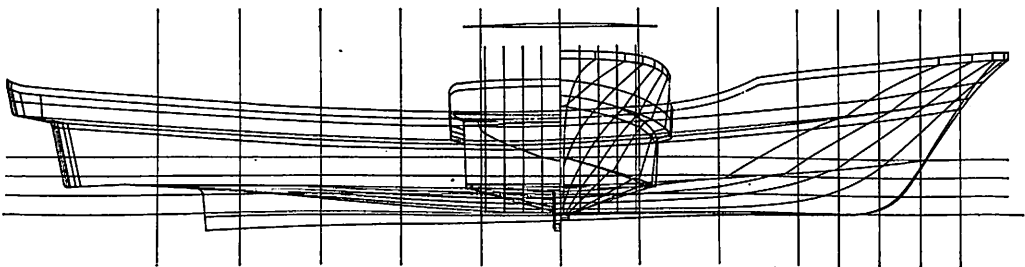
第2図 ちどり



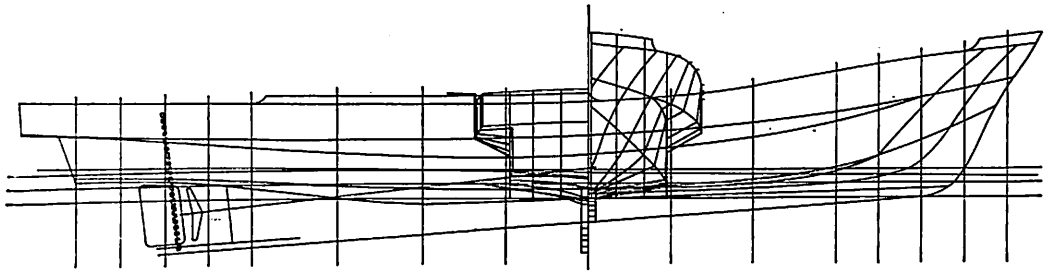
第3図 開北丸



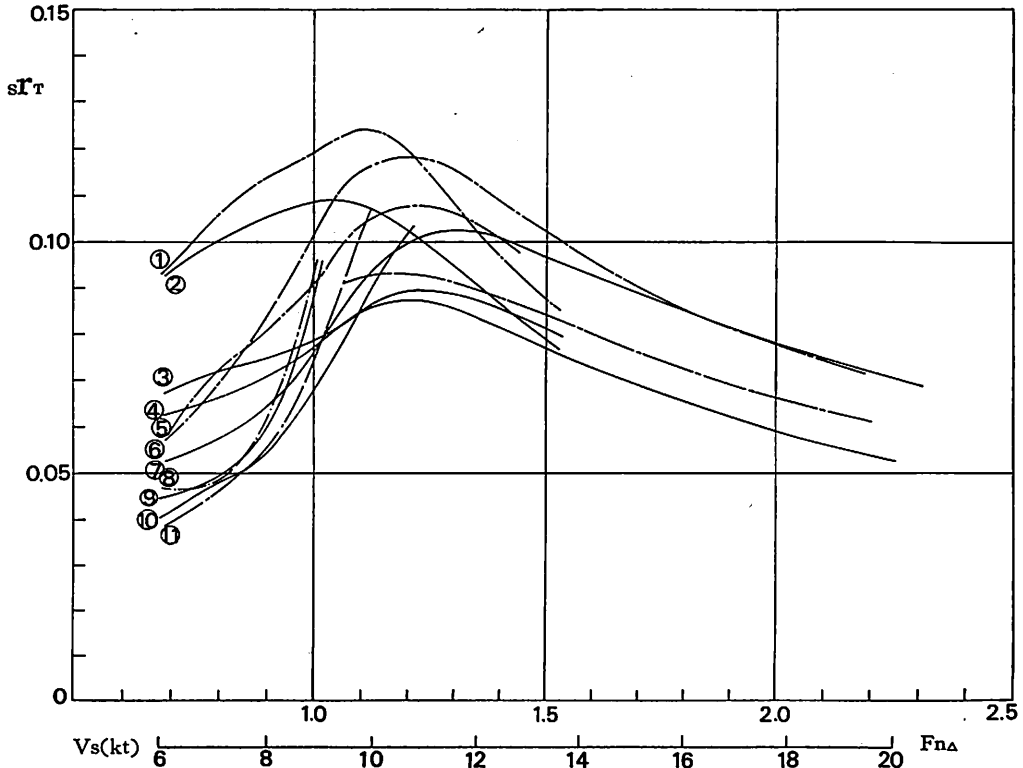
第4図 ほたて貝採取船



第5図 さくらえびまき網漁船



第6図 海幸丸



第7図 全抵抗係数曲線

①9005, ②9003, ③9802, ④8603, ⑤8605, ⑥9402, ⑦9405, ⑧1909
⑨1906, ⑩0803, ⑪0808

船名	あかつき	ちどり	開北丸	ほたて貝採取	さくらえび旋網	海幸丸						
M.NO.	0803	0808	1906	1909	8603	8605	9402	9405	9003	9005	9802	9804
L/B	4.67	4.76	4.29	4.36	5.71	5.70	3.64	3.97	4.40	4.44	5.28	5.27
B/T	5.05	4.34	4.26	3.65	4.36	3.70	9.24	6.34	4.13	3.51	6.11	5.03
L/▽ _中	5.93	5.57	5.30	5.05	6.55	6.07	6.02	5.58	5.57	5.23	6.20	5.85
C _p	.611	.654	.601	.601	.594	.615	.663	.636	.479	.525		
LCB(%)	50.3	47.9	45.4	44.3	51.5	53.5	46.4	47.9	50.0	52.3	46.1	50.1

F_{nv} にして1.5以上の半滑走から滑走をねらって船尾部の船型を偏平なハードチャイン、トランサム型としているために低速部分の船体抵抗が増加せざるを得ないようである。したがって図に見るように $F_{nv}=0.8$ 付近では「あかつき」, 「ちどり」に比較

して約2倍位の馬力を消費する船型もあることがわかる。

また, sT 曲線には $F_{nv}=1.1\sim 1.3$ にハンプがあり, ハンプ付近のばらつきも大きく, sT の低いものの約1.4倍までの範囲に分布している。

開北丸(8603)、海幸丸(9802)などは低速部、高速部共に比較的良好な船型と思われる。これらの船型要素 L/B と $L/\nabla^{1/3}$ が大きいので、排水量の割合に細長い船型が有利であることを示している。しかも、8605と9804の比較では B/T が大きい方が s_{Tt} は小さい結果を示しているので、船底は偏平で吃水の浅い方が有利である。

これらのことから一般的に L/B 、 $L/\nabla^{1/3}$ 、 B/T の大きい船は有利であると言えそうである。

この逆に L/B 、 $L/\nabla^{1/3}$ が小さい船型すなわち排水量の割合に幅が広くて長さの短い船型はハンプ付近の s_{Tt} が高く、しかも B/T の小さい吃水の深い船型は不利であることがわかる。

3) 高速型船型の今後の課題

漁船は漁業種類により航走中或いは操業中の速力の選び方が異なり、特に小型漁船は幾種類もの漁業を兼業するものが大部分であるため、低速から高速までの広範囲にわたって使用されるのが普通である。一例を挙げれば、曳縄釣漁船は漁場までの往復航海と、特に魚群を見つけてこれに接近する時は高速が要求されるが、曳縄釣中は8kt程度であり、しかもその時間はかなり長い。また一本釣漁船が兼業の流し網漁を行なう場合には、投網は高速で行われるが、揚網中は低速である。

以上のことから、高速小型漁船も低速時における性能も良いことが必要であるが、現状の船型では一般に低速性能の良くないものが殆んどを占めていると思われる。したがって、低速でも性能の良い高速船型の開発が今後の課題である。

5. むすび

最近の高速小型FRP漁船は大小の造船所において各種各様の船型が開発され、建造されている。今回はこの中漁船研究室において抵抗試験を実施したものについて、数少ない資料ではあるが紹介して参考に供した。

漁船の造船所は官公庁船以外は線図を公表しないのが普通であり、特に小型FRP漁船についてはその傾向が強いようであるが、高速船型の性能を論ずるには線図がなければ無意味であるため、あえて線図を掲載することにし、今後の船型改良の参考に供した次第である。

線図を紹介させていただいたニットーエンジニアリングサービス、全国漁業協同組合連合会及びFRP漁船研究会、静岡県水産課及び由井漁業協同組合ならびに嶋上造船所に対して厚く感謝します。

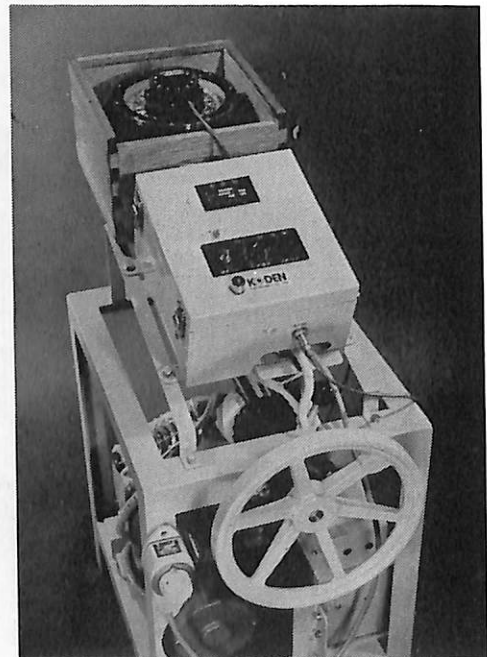
■光電製作所、布谷船用計器と提携してオートパイロットを発売

船用エレクトロニクスで独自の分野をもつ、(株)光電製作所(東京都品川区上大崎2-10-45)と航海計器で卓越した実績をもつ布谷船用計器工業(株)(大阪市西区9条南1-10-7)は、このほどオートパイロットの製造、販売提携を結んだ。

これは布谷計器で開発した中小型船用オートパイロットを光電製作所のブランドで販売するもので、商品名は“コースパイロット”と称している。

型式はCP-032型シリーズで、操舵機によってM2・D1・D1B・D1Cと4種類の仕様をもっている。このシリーズのコースパイロットの持長は(1)長時間の操舵に適し、(2)保針精度が極めて高く、最短の航海、燃料の節約が計られ、(3)天候調整も組込まれているので、どんな海況でも適切に針路設定ができ、(4)操作も簡単でツマミ2個で操舵ができる、(5)舵機が手動式であろうと電動油圧式であろうと如何なる種類にも適合し、(6)遠隔制御器を使って操舵ができ、(7)全ソリッドステート化されているので、高い信頼度があり、(8)機構的には頑丈にできていますので時化でも確実に作動する。

対象船は50tクラスまでの漁船等で価格は取付仕様で異ってくるが、概略M2型で60万円前後、D1型で55万円前後、D1B型で57万円前後、D1C型85万円前後で、いずれも取付工事時の船体附带工事費は含まない。



NKコーナー

昭和50年度第4回技術委員会

標記の技術委員会が、昨年12月8日、日本工業クラブで開催され、鋼船規則及び同検査要領の改正等について審議が行われ、いずれも承認されたほか、NK各部門担当者から関係事項について報告があった。

1 鋼船規則及び同検査要領の改正

- (1) タンカー等の桁構造に関し、波浪荷重及び許容応力について見直しを行い、合理的なものに改めた。(規則C編29及び30章)
- (2) ばら積み船の二重底構造の頂板の厚さについては、従来他船級協会のそれに比べて厚いことが指摘されていたが、今回これを改め、ほぼ同程度のものとした。(規則C編31章)
- (3) K, L, Mの各編を、次のように再編した。
 - (i) 従来K及びL編に分けて規定していた船体及び機関材料を、一括してK編に規定することとし、新たに、LNGタンク用材料を含む極低温用材料に関する規定を加え、IACS統一規則に従って作成した。
 - (ii) 従来K編にあった艀装品と同材料の規定によって、新たにL編を構成した。

M編では、溶接材料の認定試験に関する規定の表現を簡易化し、更に溶接工技量試験の資格継続試験(3年ごとに行われている)を、従来の実技試験の代わりに、管理の良好な造船所では別の方法で代替することを認めることとする。

2 強化プラスチック船規則案

強化プラスチック(FRP)で構成された小型船の入級申し込みに対処して、かねて検討されていたFRP船規則案がまとめられた。本規則案は、FRP船の船級登録と検査、工場設備、材料、成形工事、構造寸法、漁船に関する特殊事項について規定している。

3 諸報告

次の諸事項について、報告された。

- (1) 1974年1年間の機関関係の主要損傷について
- (2) NKの最近の国際活動について

造工中手造船所設計部長との懇談会

去る12月9日、日本造船工業会会員のうち大手8

社を除く造船所の設計部長級の人たちとの懇談会がNK本部で開催された。

当日は、12造船所及び造工関係者計14名と、NK側秋田常務、太田、高橋両技師長以下関係者12名が出席した。

初めに、NKから次の事項について説明があった。

(1) 最近の鋼船規則の改正作業の状況

特に、別項記載のバルクキャリアの二重底板厚軽減について述べられた。

- (2) 最近発行されたNKコンピュータプログラム紹介パンフレットを中心に、コンピュータサービスについて、特に、従来の主として結果をみる検査から、設計初期の段階で、造船所の役に立つサービスを提供することができるようになったことが強調された。

造船所側から出された主な意見、要望等は次のとおりで、これに対しNK側からそれぞれカッコ内に示すとおり回答された。

- ① Grain loading plan に関する証書発行権限をNKに付与している国はどこか。(NKに各種条約証書発行権限を付与している国のリストを配布)
- ② バルクキャリアの二重底の規則が改正され、NK船級船建造の際重量増となる不利が解消されたことは結構である。
- ③ NKからの実務的情報が遅かったり、周知されないためNK船級が不利となることが多い。造船所設計部門に機を失せず直接に伝達して欲しい。(昭和51年1月から季刊の“NKニュース”を発行する予定であるが、これに関係情報を掲載するよう考慮する。)
- ④ 電算機処理をNKに委託する場合、その計算料金の概算を前もって知らせたい。(了承。要望に沿うようにする。)
- ⑤ 同型船の試運転では、試験項目の一部省略を認めて欲しい。(了承。省略項目の提案を希望する。)
- ⑥ NKの国際的知名度が低いため外国船の船級獲得に不利になっている。国際化を強力に進める必要がある。(現在最重要課題として取り組んでいる。)

竣工船一覽

The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① HAIFENG 2022	② HANBADA	③ ROSE DAPHNE
所有者 Owners	中国機械出口総公司	韓国海洋大学	Capella Carriers Corp.
造船所 Ship builder	金指造船所見島	白杵鉄工所白杵	四国ドック
船級 Class	NK	KR	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/7・75/9	75/8・75/10	75/7・75/9
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨物船・遠洋	練習船・遠洋	冷蔵運搬船・遠洋
G/T・N/T	1,906.41/900.25	3,491.77/1,511.78	3,699.25/2,156.25
LOA(全長:m)	97.50	99.80	131.48
LBP(垂線間長:m)	89.00	90.00	122.95
B(型幅:m)	13.40	14.50	18.00
D(型深:m)	6.20	9.50	10.60
d(満載吃水:m)	5.00	5.10	6.987
満載排水量 Full load Displacement	3,888.00	4,220.12	9,591.9
軽貨排水量(約) light Weight	1,759.47	2,061.20	3,542.7
載貨重量 L/T Dead Weight	2,094.90	2,124.83	—
K/T	2,128.53	2,158.92	6,049.2
貨物倉容積 Capacity (ベール/グリーン:m ³)	1,850.82/2,184.64	216	冷蔵貨物7,951.0/—
主機型式/製造所 Main Engine	赤坂6DM51SS	神発6UET45/75C	赤坂9UEC52/105D型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	3,600/225	3,800/230	9,300/175
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	3,030/213	3,230/218	7,900/166
燃料消費量 Fuel Consumption	13.5t/d	155g/bhp/h	35.6t/d
航続距離(海里) Cruising Range	18,000	5,000	12,150
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	16.6	16.556	20.09
航海速度 Service Speed	14.0	15.00	17.50
ボイラー(主/補) Boiler	/augboiler 500kg/h×1	/OE-11 1.7t/h×1	バーチカルボイラ
発電機(出力×台数) Generator	500KVA×3	450V×312.5KVA×3	520KW×3
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	191.59	1,112.00	207.7
燃料油倉容積(m ³)FOT	760.73	692.00	1,416.5
特殊設備・特徴他	—	—	—

④ SANTA DIVINA

Compania Mirasol de Navegacion S.A.

西造船

NK

75 / 7 · 75 / 9

貨物船 · 遠洋

3,969.70 / 2,800.94

107.33

99.00

16.50

8.50

6.92

8,794.00

2,022.61

6,663.05

6,771.39

8,491.01 / 9,028.37

赤坂6UET45/75C型

3,800 / 230

3,230 / 218

13.02t/d

9,780

15,942

12.5

800kg/h

445V × 180KVA × 1

458.46

581.67

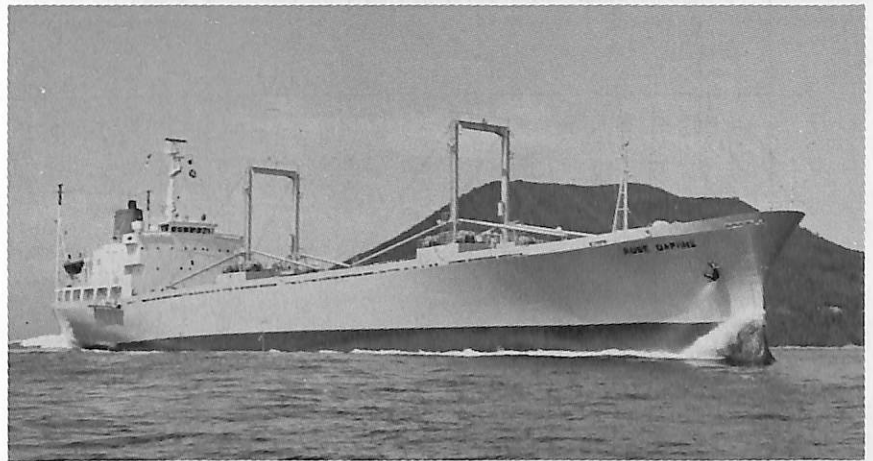
①



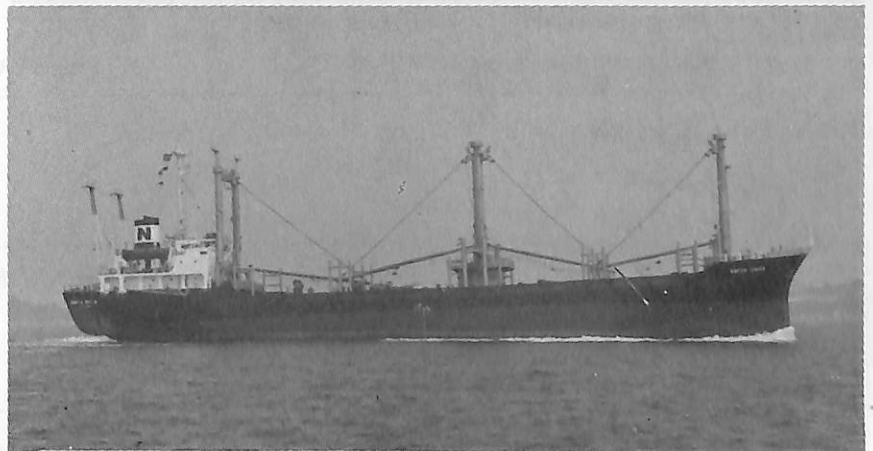
②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ GLORIA YASUSHI	⑥ XEBEC VENTURE	⑦ LAMPUNG
所有者 Owners	Zafiro Grande Naviera S.A.	Jubilation Carriers Inc.	P.T.Mare Shakti Bulk Transport
造船所 Ship builder	西造船	岡山造船	下田船渠
船級 Class	NK	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/9・75/10	75/10・75/11	75/8・75/11
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨物船・遠洋	コンテナ船・遠洋	貨物船・遠洋
G/T・N/T	3,974.61/2,797.42	3,974.89/2,315.79	5,077.58/2,900.75
LOA(全長:m)	107.33	108.50	118.45
LBP(垂線間長:m)	99.00	99.00	110.00
B(型幅:m)	16.50	18.80	18.00
D(型深:m)	8.50	8.60	9.00
d(満載吃水:m)	6.92	6.516	7.232
満載排水量 Full load Displacement	8,794.00	9,279.60	11,121.60
軽貨排水量(約) light Weight	1,973.56	2,611.55	2,768.00
載貨重量 L/T Dead Weight	6,711.31	6,562.76	—
K/T	6,820.44	6,668.05	8,353.24
貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン:m ³)	8,491.01/9,028.37	—	10,709.86/11,336.44
主機型式/製造所 Main Engine	神発6UET45/75C型	楨田KSLH654型	三菱6UET45/80D型
主機出力(連続:PS/rpm)	3,800/230	5,200/225	4,500/230
MCR			
主機出力(常用:PS/rpm)	3,230/218	4,420/213	3,825/218
NCR			
燃料消費量 Fuel Consumption	12.80t/d	17.5t/d	14.41t/d
航続距離(海里) Cruising Range	9,960	7,500	9,999.7
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	15.381	15.65	15.2
航海速度 Service Speed	12.50	13.00	12.3
ボイラー(主/補) Boiler	WHO-50 619kg/h	コ克蘭コンボジット 400g/h	/700kg×1
発電機(出力×台数) Generator	445V×180KVA×2	AC445V×250KVA×3	AC445V×250KVA×2
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	458.46	195.31	558.09
燃料油倉容積(m ³)FOT	581.67	553.88	801.71
特殊設備・特徴他	—	冷凍コンテナ18筒搭載 可能	—

⑧ HOUSEI MARU

豊和海運

今治造船今治

NK

75 / 7 · 75 / 9

貨物船 · 遠洋

6,559.71 / 4,503.07

123.32

115.00

20.50

10.60

8.111

14,728.00

—

—

15,369.30

14,304.6 / 15,369.3

神発6UEC52/105D

6,200 / 175

5,580 / 169

154.08g/ps/h

10,200

16.733

13.00

／ 豎形水管式

445V × 280KVA × 2

—

653.79

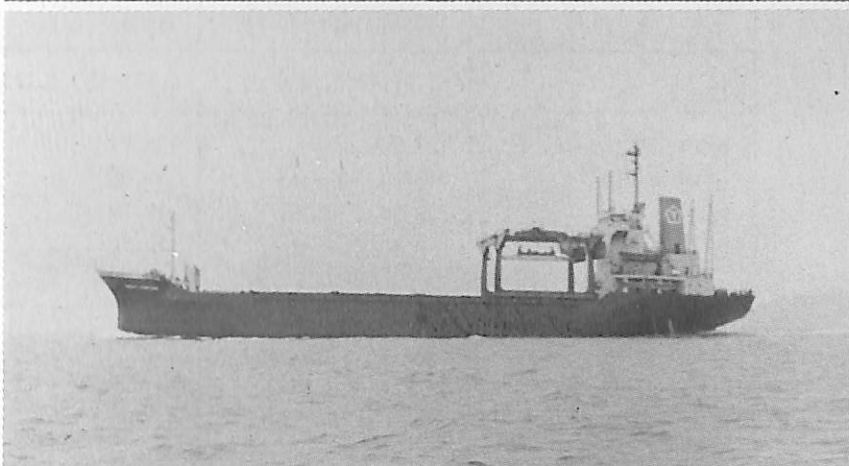
839.76

—

⑤



⑥



⑦

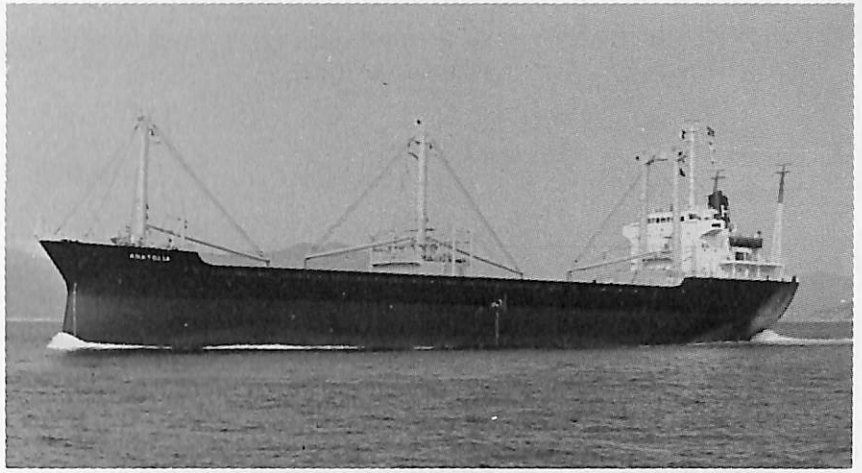


⑧



船名 Name of Ship	⑨ ANATOLIA	⑩ BLUE JUPITER	⑪ LUSTY
所有者 Owners	Lilacfield Steamship Co.	Yokohama Shokai	Nichiyo Kisen
造船所 Ship builder	今治造船今治	宇品造船所	宇品造船所
船級 Class	NK	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/8・75/10	75/7・75/9	75/10・75/11
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨物船・遠洋	貨物船・遠洋	ばら積貨物船・遠洋
G/T・N/T	6,737.43/4,860.00	6,951.93/4,123.66	6,952.90/4,132.32
LOA(全長:m)	123.32	128.77	128.77
LBP(垂線間長:m)	115.00	120.00	120.00
B(型幅:m)	20.50	19.60	19.60
D(型深:m)	10.60	10.50	10.50
d(満載吃水:m)	—	8.252	8.252
満載排水量 Full load Displacement	14,728.00	15,250.00	15,250.00
軽貨排水量(約) light Weight	3,094.12	3,200.00	3,200.00
載貨重量 L/T Dead Weight	—	—	—
K/T	11,633.82	12,048.00	12,062
貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン: m ³)	14,304.6/15,369.3	13,841.00/14,134.00	13,841.00/14,134.00
主機型式/製造所 Main Engine	神発6UEC52/105D	日立B&W7K45GF型	日立B&W7K45GF型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	6,200/175	6,150/227	6,150/227
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	5,580/169	5,600/220	5,600/220
燃料消費量 Fuel Consumption	156g/ps/h	22.9t/d	22.9t/d
航続距離(海里) Cruising Range	10,200	16,000	16,000
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	16.889	16.29	16.39
航海速度 Service Speed	13.0	13.20	13.20
ボイラー(主/補) Boiler	／ 縦型水管式	／ 5.5kg/cm ² ×800kg/h×1	／ 5.5kg/cm ² ×800kg/h×1
発電機(出力×台数) Generator	445V×280KVA×2	A445V×300KVA×2	AC445V×300KVA×2
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	653.79	841.8	841.8
燃料油倉容積(m ³)FOT	839.76	C 1,155、A 194.2	C 155.8、A 194.2
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑨



⑫ ATLANTIC PIONEER

South Wing Shipping
Line S.A.

金輪船渠

NK

75 / 6 · 75 / 8

ばら積貨物船 · 遠洋

11,441.81 / 7,996.62

158.00

148.00

23.40

13.00

9.539

25,761.00

5,500.00

—

20,187.00

25,081.00 / 26,179.00

宇部6UEC65/135D

10,000 / 145

8,000 / 137

35.6t/d

14,000

18.06

15.3

/ 8kg/cm² × 1,200kg/h × 1

450V × 575KVA × 2

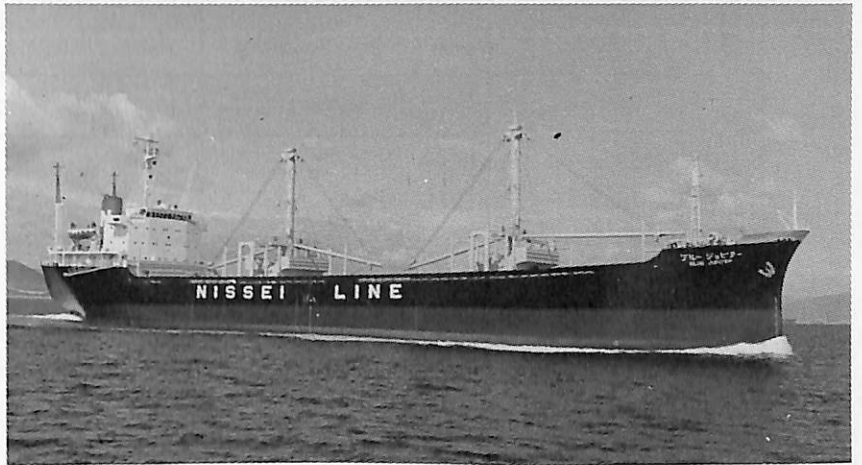
—

531.00

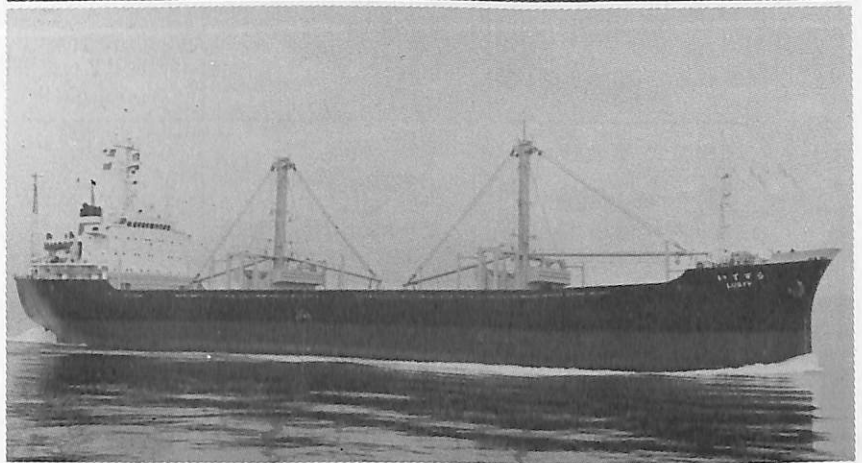
C 1,403.0、A 121.5

—

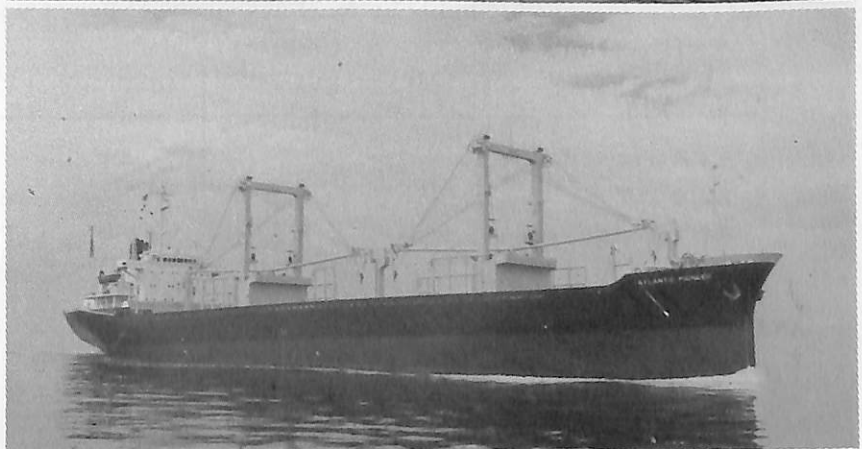
⑩



⑪



⑫



船名 Name of Ship	⑬ WASHU	⑭ ATLANTIC ALBATROSS	⑮ JAMAICA FAREWELL
所有者 Owners	Showa Lease Co.	Anglo Pacific Line Ltd.	Eridanus Maritima S.A.
造船所 Ship builder	金輪船渠	三菱重工業下関	日立造船向島
船級 Class	NK	LR	AB
進水・竣工 Launching・Delivery	75/8・75/10	75/7・75/11	75/8・75/12
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積貨物船・遠洋	貨物船・遠洋	UT20型貨物船・遠洋
G/T・N/T	12,185.20/8,113.87	13,057.07/7,682.98	13,456.53/8,557.00
LOA(全長: m)	158.00	162.05	161.581
LBP(垂線間長: m)	148.00	150.00	152.00
B(型幅: m)	23.40	22.86	22.80
D(型深: m)	13.00	14.00	13.60
d(満載吃水: m)	9.539	10.583	9.986
満載排水量 Full load Displacement	25,761.00	27,209	27,382.00
軽貨排水量(約) light Weight	5,500.00	—	6,187.00
載貨重量 L/T Dead Weight	—	21,185.00	20,861.00
K/T	20,246.00	—	21,195.00
貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン: m³)	25,081/26,179	25,621.3/26,933.5	25,621/29,845
主機型式/製造所 Main Engine	宇部6UEC65/135D型	三菱8UEC52/105E型	日立B&W7K67GF型
主機出力(連続: PS/rpm) MCR	10,000/145	10,600/175	13,100/145
主機出力(常用: PS/rpm) NCR	8,000/137	9,010/166	11,900/140
燃料消費量 Fuel Consumption	35.6t/d	33.0t/d	46.8t/d
航続距離(海里) Cruising Range	14,000	13,000	13,800
試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed	17.97	18.91	19.027
航海速力 Service Speed	15.3	15.2	16.25
ボイラー(主/補) Boiler	/8kg/cm²×1,200kg/h×1	/豎煙管式	/日立フレミング・3型
発電機(出力×台数) Generator	450V×575KVA×2	AC450V×625KVA×2	AC450V×500KVA×3
貨油倉容積(m³)COT	—	—	—
清水倉容積(m³)FWT	531.0	629.9	373.2
燃料油倉容積(m³)FOT	C 1,408.0、A 121.5	1,409.0	1,693.6
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑬ OGDEN LOIRE

Ogden Loire -
Transport Inc.
大阪造船所

A B

75 / 9 · 75 / 12

自動車・ばら積貨物船・遠洋

20,513.25 / 14,481.00

185.371

175.00

26.00

16.10

11.385

42,732.00

9,712.00

32,498.00

33,020.00

40,088 / 41,396

IHIスルザー6RND76型

12,000 / 122

10,800 / 117.8

43.7t/d

15,600

17.644

14.80

／コクラン型コンポジットボイラ

AC450V×60Hz×3

—

465.4

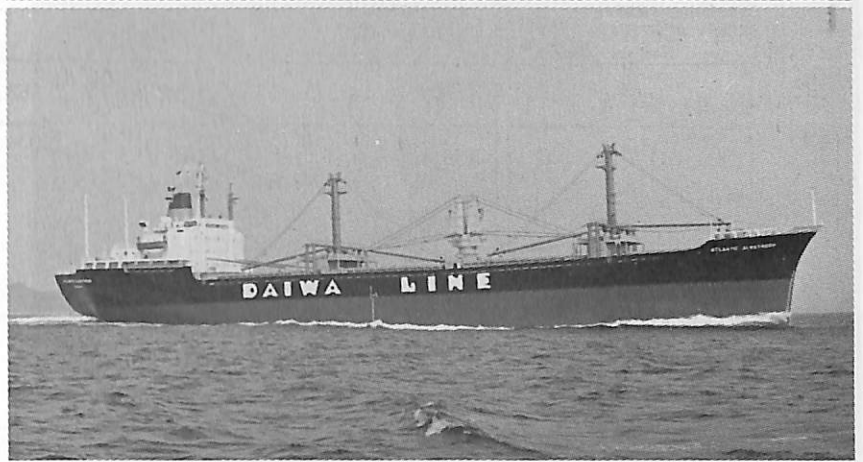
2,137.9

吊下げ、取外し式自動車甲板をNOS.1.2.4.5 Holdに装備

⑬



⑭



⑮



⑯



船名 Name of Ship	⑰ ALLIED TRADER	⑱ ZAMORA	⑲ CROWN HOPE
所有者 Owners	東亜郵船	Flota Petrolera Ecuatoriana	Crown International Tankers
造船所 Ship builder	波止浜造船	金指造船所	佐世保重工業
船級 Class	NK	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/9・75/11	75/9・75/12	75/7・75/12
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	油槽船・遠洋	油槽船・遠洋	油槽船・遠洋
G/T・N/T	9,572.29/6,576.25	19,752.33/12,563.66	21,691.44/14,446.86
LOA(全長:m)	138.43	182.03	184.50
LBP(垂線間長:m)	128.00	170.00	176.00
B(型幅:m)	21.40	27.00	28.40
D(型深:m)	12.00	17.00	14.60
d(満載吃水:m)	9.119	11.723	11.10
満載排水量 Full load Displacement	19,576.74	44,491	45,453.00
軽貨排水量(約) light Weight	3,805.46	8,118	—
載貨重量 L/T Dead Weight	15,517.97	35,672	36,850.00
K/T	15,767.09	36,243	—
貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン:m ³)	—	—	—
主機型式/製造所 Main Engine	IHI-16PC2V型	川崎MAN K7SZ70/125型	IHIスルザー7RND68型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	8,480/8,350×520/139.8	13,300/145	11,550/150
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	7,210/7,100×493/132.5	11,300/137.5	10,395/144.8
燃料消費量 Fuel Consumption	31.7t/d	43.7t/d	α
航続距離(海里) Cruising Range	10,000	18,858	17,300
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	15.236	16.604	16.06
航海速度 Service Speed	14.1	14.8	15.23
ボイラー(主/補) Boiler	／ドライ・シリンドリ カルボイラ	／川崎SM-27(2,700kg /h、16kg/cm ²)	／sasebo AMDII 32,000kg/h
発電機(出力×台数) Generator	445V×400KVA×3	AC445V×580KW×2	AC450V×700KVA×3
貨油倉容積(m ³)COT	21,124.43	44,923	48,796.7
清水倉容積(m ³)FWT	338.47	352	408.0
燃料油倉容積(m ³)FOT	A 149.62、C 974.69	A 222、C 2,567	2,092.4
特殊設備・特徴他	—	—	カーゴオイルタンク内 グイメットコート全塗装

⑳ COROLLA

Caribbean Tankers
Inc.

日立造船舞鶴

A B

75 / 9 · 75 / 12

油槽船 · 遠洋

40,632.65 / 29,656.00

243.50

232.00

34.40

18.70

14.055

95,201.00

—

80,264.00

—

—

日立B&W
8K84EF型×1

20,000 / 114

18,200 / 110

68.9t/d

20,500

16.30

15.40

／日立HZA-30S型×2
AC450V×900KW×1
AC450V×480KW×2

100,813.36

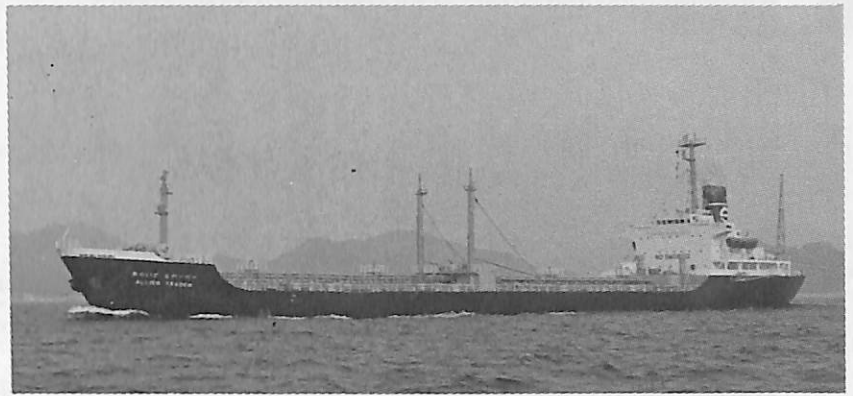
518.02

F 4,199.32

D 347.80

A.B.C + ACCU取得船

⑰



⑱



⑲



㉑



船名 Name of Ship	⑳ CHEVRON ANTWERP	㉑ WORLD HITACHI ZOSEN	㉒ KAZUKO
所有者 Owners	Chevron Navigation Corp.	Liberian Moonstone Transport Inc.	Harmony Tanker Corporation
造船所 Ship builder	三菱重工業長崎	日立造船有明	日立造船堺
船級 Class	A B	A B	A B
進水・竣工 Launching・Delivery	75/6・75/11	75/6・75/12	75/9・75/12
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	油槽船・遠洋	油槽船・遠洋	油槽船・遠洋
G/T・N/T	122,626.25/104,038	124,878.53/107,519.00	125,594.98/105,721.00
LOA(全長:m)	338.793	331.00	331.00
LBP(垂線間長:m)	320.00	316.00	316.00
B(型幅:m)	53.60	51.20	51.20
D(型深:m)	27.30	28.30	28.80
d(満載吃水:m)	69'-7½"	22.007	22.013
満載排水量 Full load Displacement	—	306,179.00	301,421.00
軽貨排水量(約) light Weight	—	37,274.00	—
載貨重量 L/T Dead Weight	272,425.00	—	264,618.00
K/T	—	268,905.00	—
貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン:m³)	—	—	—
主機型式/製造所 Main Engine	三菱2段減速装置付タービン	日立UA-360/90型 2段減速タービン	日立UA-360型 2段減速タービン
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	36,000/90	36,000/90	36,000/82
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	36,000/90	35,000/89	36,000/82
燃料消費量 Fuel Consumption	175.0t/d	173.1t/d	184.1t/d _σ
航続距離(海里) Cruising Range	25,000	16,700	22,400
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	15.80	16.204	16.372
航海速度 Service Speed	15.40	15.60	15.50
ボイラー(主/補) Boiler	三菱C.E.V2M-8W型×2/	日立UMG76/55型×2	日立BD86/54型×1
発電機(出力×台数) Generator	AC450V×1,800KW×1	AC450V×1,750KW×2 AC450V×540KW×1	AC450V×2,000KW×2 AC450V×430KW×1
貨物倉容積(m³)COT	331,538.2	332,673.4	332,210.4
清水倉容積(m³)FWT	486.2	447.4	553.4
燃料油倉容積(m³)FO1	12,986.1	9,047.6	12,146.1
特殊設備・特徴他	271型船の4番船	—	—

⑳



㉑



㉒



㉓



㉔ LACONICA

Shell Tankers (U.K.)

三井造船千葉

L R

75 / 7 · 75 / 10

油槽船 · 遠洋

159,647.81 / 125,057.05

343.60

330.00

56.00

28.65

22.367

353,073.00

41,212.00

306,950.00

311,861.00

—

川崎クロスコンパウンド
インプルスタービン×1

36,000 / 90

36,000 / 90

184t/d

15,200

15.73

14.9

三井-FW J.B.B.ESDⅢ

127,000kg/h×1
1,300KW、1,200KW、
650KW各1

384,133.7

869.6

8,727.6

—

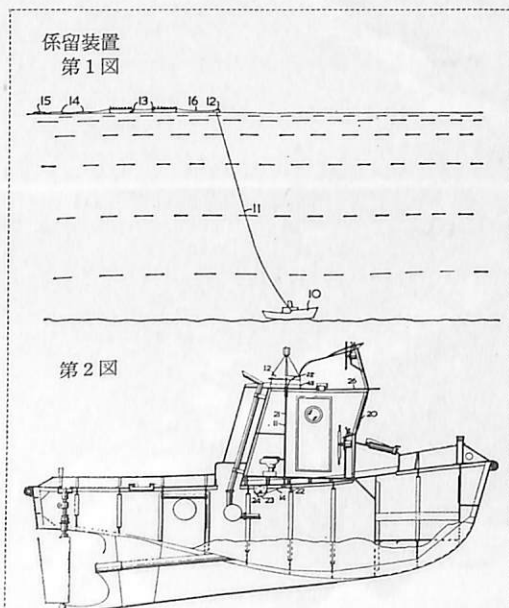
特許解説

係留装置〔特公昭50—33600号公報，発明者；ウィリアム・ヨーク・ヒッグス，出願人；同〕

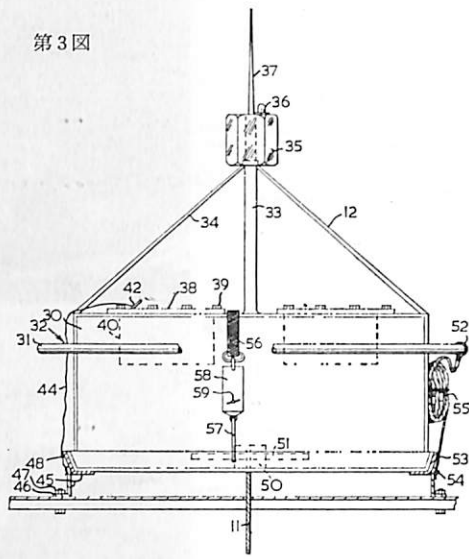
引き船やトロール船などの鋼製の小型船舶においては、いったん事故が発生すると、瞬時に沈没するという危険を有している。たいていの場合、遭難信号を送る時間の余裕すらなく、浮揚性救命具も使用されることもなく、ばらばらになり、沈没個所近辺で、漂流している。このような状態では、結果として、乗員の生存の確保は難しく、従来この種の事故が絶えなかった。

本発明は、上記のような事故に対処するためになされたものであり、散逸する救命具を沈没個所に係留するためのブイとして、沈没船を利用するという着想をもとにしている。

図面を参照して説明すると、第1図は、沈没した時の作動状況を示しており、沈没船10から索11により、救命具13～15のブイ12が係留され、ちょうど沈没船10がブイ12の錨の動きをしている。ブイ12は、



第3図



第2図に示されているように、通常はその船舶の操舵室20の上部に取付けられている。ブイ12の下部の索11は、導管21を介して、リール23に巻き取られている。ブイ12は第3図に示されているように、その上部に反射鏡35、照明36、アンテナ37が設けられ、本体30は浮揚性材料で形成されている。31はブイの本体30の周りに設けられたフック部で、救命具の係留、海上に漂流中の乗組員の手がかりに用いられる。

ブイ12は、通常はその船舶に取付けられているが、その船舶が事故により沈没すると、本体30自体の浮揚性により、その係合が解かれ、浮揚する。ブイ12と船舶との間は、リール23に巻かれた索11により連結されており、リール23には、索11の張力を一定に保つ機構が設けられ、ブイ12が不必要に流されるのを防止している。

膨脹形気密布製ボート〔特公昭50—34317号公報，発明者；榎本敦雄，出願人；藤倉ゴム工業(株)〕

従来の組立分解式の軟構造艇においては、キール構造が不完全なため、横すべりを完全に防止することができなかった。また底板とキール部の結合が十分でなかったため、発進時から滑走状態への移行がスムーズでなく、スピードボートとして十分でなかった。

本発明は、上記の欠点を改良し、組立結合した場合は剛固で、分解輸送時にはコンパクトに収まる布製組立ボートに関するものである。

第1図は全体図で、気のう1、1は底布20の両側に取付けられ、艇首で合体して舷となる。2は艇首

部の覆い、3はトランソム取付部、4は空気弁、5はオール取付座、6はライフラインをそれぞれ示している。12は底板、7はキールで、それぞれ気のう1、1間に挿入される。

キール部は、第2図に示すように前部7₁と後部7₂および底板との連結部7₃とから成り、組立時連結して使用する。

底板部は、第4図に示すように、4つの部分から成り、接手13により接続される。艇尾部12₄には、キールの後部7₂と嵌合する凹部14と補強部15が設け

られる。

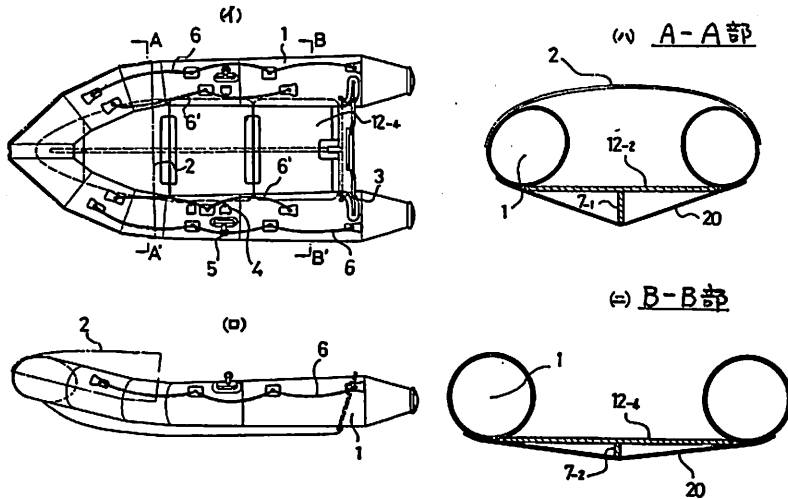
艇尾トランソム16は、第3図に示すように、気のう1、1間に、取付用ゴム座3を介して取付けられる。底板12は、突起17により押えられ、キールは連結金具18との間に、ステー21を介して係合される。

(第5図)

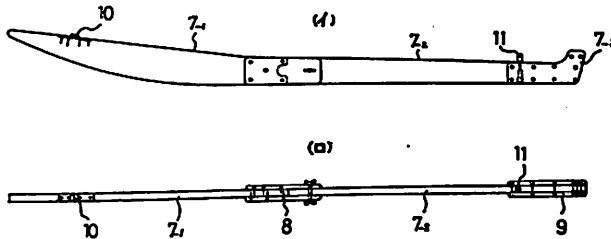
底布20は、キール、底板により十分に張られて、横断面三角形の艇底が形成される。トランソム部16は、キール、底板と一体に強固に、気のうに取付けられる。

膨脹形気密布製ボート

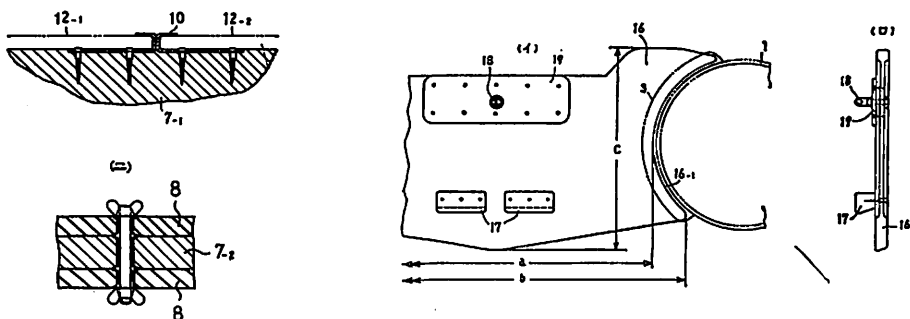
第1図 (全体図)



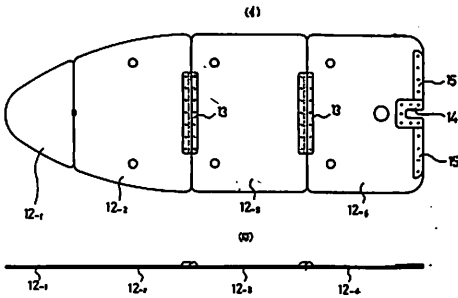
第2図 (キール部)



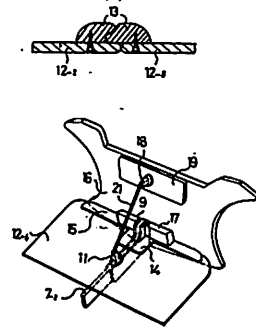
第3図 (トランソム部)



第4図 (底板部)



第5図 (結合部)



オイルバス式船尾管油圧調整装置〔実公昭50—41676号公報，考案者；平井彰，出願人；三井造船㈱〕

船舶のオイルバス式船尾管では，船尾管内油圧を外部水圧より少し高目にして海水の浸入を防ぐようにしている。しかし船舶の吃水は，刻々変化するものであり，一方船尾管内油圧は重力タンクにより一定に保持しているため，内外の圧力差の変動により，オイルシール部は変形をくり返し，浸水等の事故が多かった。

従来この対策として，高底重力タンク切換え方式と，移動重力タンク方式が考えられていたが，何れもその構造が複雑である等の欠点をもっていた。

本考案の方式は，上記従来の複雑な方式を採ることなく，効果的な油圧調整装置を提供するものである。

図面を参照して説明すると，1は潤滑油重力タンクで，乾吃水 L_1 上高さ h_1 （約2m）に取付けられ，その高さは満載吃水 L_2 上高さ h_2 （約5m）として設けられる。6は油圧制御弁で，油圧を下げる時はこの弁を開き，油を排出して重力タンクの油面を下げる。油圧を上げる時はこの弁を閉じ，ポンプ4で重力タンクに油を補給して油面を上げることにより，油圧を調整する。

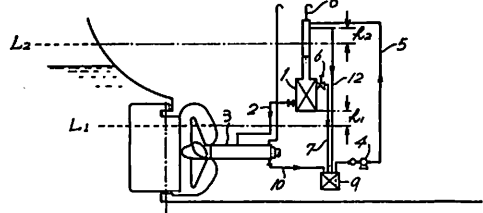
第2図は，これを自動化したもので，制御弁6の作動を差圧発信器15で行なう。すなわち，船尾管付

近の船底から導いた水圧伝達管14と重力タンク1の底部から導いた油圧伝達管により，その差圧を検出し，制御弁6の作動を行なう。

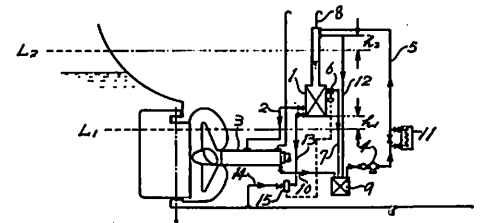
（特許庁審査第1部分類審査室 幸長保次郎）

オイルバス式船尾管油圧調整装置

第1図



第2図



図お知らせ 連載の“LNG船”と“講座・ディーゼルエンジン”は紙面の都合により，今月号は休載させていただきます。次号よりまた連載いたします。

船 船 第49巻 第2号 昭和51年2月1日発行

2月号・定価800円（送料40円）

本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。

編集兼発行人 土肥勝由

発行所 株式会社天然社

〒104 東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル

電話・(03) 543-7793 振替・東京 6-79562

船 船・購読料

1カ月 800円（送料別 45円）

6カ月 4,800円（送料別 270円）

1カ年 9,600円（送料 共）

*本誌のご注文は書店または当社へ。

*なるべくご予約ご購読ください。

“船 舶” 1975年度総索引 (Vol. 48 No. 520/1月号~Vol. 48 No. 531/12月号)

1月号 No. 520

高速コンテナ船もんぶらん丸 三井造船玉野造船所
実船試験用計測コンテナシステム<1>

計測装置 竹沢 誠二
操縦シミュレーションについて 小川 陽光
三菱水槽における推進試験法の変遷につ
いて 谷林 英毅

中小型貨物船の主要目決定についての一
考察 大橋 誠三

明石船型研究所の試験水槽と自動化設備
について 明石船型研究所

FRP船設計における構造的諸問題 広郡 洋祐
日本船用機器開発協会の昭和48年度開発

事業について<3> 日本船用機器開発協会
LNG船(その4 材料, 溶接, 破壊工

学)<5> 恵美洋彦・伊東利成
M. A. N. -Sulzer 65/65型機関について

Mr. R. Hafner(M. A. N.), Mr Perrin(Sulzer)

2月号 No. 521

LPG運搬船“ばれすとうきょう”
日立造船船舶事業本部
機関部タービンプラントの総合自動化シ

ミュレーターの概要 富田 幸雄
無人潜水船について 芦野 民雄

小型船舶用船燈について 小池正衛・竹沢節雄
UBE-IMT 船用遊星減速装置について 小林 清

開発協会の昭和49年度海洋開発計画につ
いて 細井 茂

日本造船研究協会の昭和48年度研究業務
について<1> 日本造船研究協会研究部

実船試験用計測コンテナシステム<2>
解析装置 竹沢 誠二

LNG船(その4 材料・溶接および破
壊工学)<6> 恵美洋彦・伊東利成

3月号 No. 522

世界最大の自動車運搬専用船“神悠丸”
について 三菱重工業神戸造船所

[NNS S特集]
NNS Sの利用について 木村 小一

東芝NNS S測位装置 箱田俊夫・津留 勇
北辰マグナボックス衛星航法システム 柿崎 泰雄
FSN-10A型衛星航法システム

古野電気株式会社
JLE-3000型衛星航法装置の概要

関根光五・小西猛博
衛星航法システムPYXIS-7 久永 哲生

海洋構造物のダイナミックポジショ
ンシステム 藤井 斉

LNG船(その4 材料・溶接および破
壊工学)<7> 恵美洋彦・伊東利成

日本造船研究協会の昭和48年度研究業務
について<2> 日本造船研究協会研究部

廃油処理船第11三晃丸について 瀬尾 正雄

4月号 No. 523

豪州航路最新鋭コンテナ船“Australian
Emblem”

特集・SOLASに基づく防火構造と消防設備

1974年の海上人命安全条約の概要 和田 祐行
タンカーの消火設備の概要 湯本 秀

タンカーの防火構造について 中岡 豊彦
船舶のイージー・メンテナンス 川原 隆

大型船の高馬力推進に関するシンポジ
ウムに出席して 横尾 幸一

LNG船—その4/材料・溶接および破
壊力学<8> 恵美洋彦・伊東利成

実船試験用計測コンテナシステム<3>
解析ソフトウェア 竹沢 誠二

講座・交通艇<2> 丹羽 誠一
日本造船研究協会の昭和48年度研究業務

について 日本造船研究協会研究部
講座・ディーゼルエンジン<2> 斉藤善三郎

レジャーボートにおける物理的測定要項
の分析と方法<2> Wyle 研究所

“クイーン・エリザベスII”号来日
潮 流 竹田 盛和

タンカーのカーゴオイルポンプ用増速機
KVG71 について

海外事情
Chevron 社のガスタービン/電気推進

35型タンカー
衝突予防システム
コンパクト化されるか? 半潜水式海洋
石油掘削装置
最近の英国における船舶機器 特集

5月号 No. 524

ロールオンオフ貨客船“だいやもんど
おきなわ”
就航した国際高速カーフェリー“飛龍”
について
海洋研究船“白鳳丸”の減揺水槽におけ
る減揺効果 田玉 一郎
最近のM0船の警報および故障発生の実
態 山田博・小林英雄・角張昭介
波浪荷重監視装置の概要 三井造船/システム本部
接岸速度計(Docking Sonar)
SRD-101 光電製作所/情報システム部
LNG船—その4/材料・溶接および破
壊力学<9> 恵美洋彦・伊東利成
実船試験用計測コンテナシステム<4>

図化ソフトウェア 竹沢 誠二
日本造船研究協会の昭和48年度研究業務
について 日本造船研究協会研究部
小型漁船の般型研究の現状と問題点 小林 務
巡視船用7m型救難艇 海上保安庁船舶技術部
講座・交通艇<3> 丹羽 誠一
講座・ディーゼルエンジン<3> 斉藤善三郎
レジャーボートにおける物理的測定要項
の分析と方法<3> Wyle 研究所
潮流 山口 博
海外事情

A. P. Mollerの17,000DWT型高速ラ
イナー
タービン主機プラントのコンピュータ
・コントロール
81,300DWT大型Panamaxバルカー
開発

6月号 No. 525

新造船の紹介
3,000総トン型深海トローラー“深海丸”
ケーブル船“黒潮丸”
欧州における海上交通管制水域について
<1> 豊田 清治

世界の港湾<1>ロンドンとサザンプトン
砕氷船の現状 芦野 民雄
三菱船舶シミュレータシステムの概要
第2回英国船舶機器展を見る
LNG船—その4/材料・溶接および破
壊力学<10> 恵美洋彦・伊東利成
日本造船研究協会の昭和48年度研究業務
について 日本造船研究協会研究部
2つの型式のFRP製13M中速業務艇群
平田 和夫
ライセンスMTU652形池貝高速ディーゼ
ル機関

講座・交通艇<4> 丹羽 誠一
講座・ディーゼルエンジン<4> 斉藤善三郎
潮流/造船業の構造とか経営について 小野塚一郎
海外事情
世界最大の56T級シザースリフトが完
成
西独の超高速原子力コンテナ船の建造

7月号 No. 526

多目的貨物船“Pacific Rainbow”
高速貨客船“クイーン コーラル”
電磁歯車式船用駆動装置の開発 柴田 福夫
大容量荷油ポンプおよび駆動装置につい
て 福永 靖夫
一体型クランク軸のTR鍛造法について 大橋久道
オメガ航法による位置記録装置 古谷 俊雄
MF-200ドブラー・ログの概要
欧州における海上交通管制水域について
<2> 豊田 清治
世界の港湾<2>ロッテルダム=ユーロ
ポート
LNG船—その4/材料・溶接および破
壊力学<11> 恵美洋彦・伊東利成
日本造船研究協会の昭和48年度研究業務
について 日本造船研究協会研究部
ボーイング社のモジュールハイドロ

J. Philip Geddes

18m型警備艇“守礼”の概要 菊地 陽一
モーターボートの復原性 丹羽 誠一
講座・ディーゼルエンジン<5> 斉藤善三郎
レジャーボートにおける物理的測定要項
の分析と方法<4> Wyle 研究所
潮流/造船と船員 江間 教夫

海外事情

見直される多目的ジャッキアップ／フ
ーター
泡を利用したイナートガスシステム

8月号 No. 527

漁船特集

漁船建造の動向 佐藤 参
北海道立水産高校共同実習船“北鳳
丸” 仲丸 弘
インドネシア向け漁業訓練船“Bawal Putih”
599トン型かつお竿釣漁船 名雪健太郎

世界の港湾<3>ハンブルク

欧州における海上交通管制水域について
<3> 豊田 清治

LNG船—その4／材料・溶接および破
壊力学<12> 恵美洋彦・伊東利成

電磁歯車式舶用駆動装置の開発<2> 柴田 福夫
モデル方式による機関室ぎ装設計法の開
発<1> 冨田 幸雄

日本造船研究協会の昭和48年度研究業務
について 日本造船研究協会研究部

比国向けFRP高速客船“Epza”につい
て 諏訪雅太郎

セーターボートの船型：船底傾斜角 丹羽 誠一
講座・ディーゼルエンジン<6> 斉藤善三郎

三菱舶用積付計算機

海外事情

“B26”バルクキャリアー
Dynaship—帆船の復活?

9月号 No. 528

シミュレータ特集・その1

操船シミュレータについて 野本 謙作
荷役シミュレータ 西山安武・山田猛敏

豪華客船“Seven Seas”就航

オメガ航法システム 海上保安庁燈台部
船用機関故障データの収集システムとそ

の応用 玉木 恕乎

各国潜水船の事故 芦野 民雄

海上交通管制<1> 飯島 幸人

モデル方式による機関室ぎ装設計法の開
発<2> 冨田 幸雄

LNG—その4／材料・溶接および破壊
力学<13> 恵美洋彦・伊東利成

日本造船研究協会の昭和48年度研究業務

について 日本造船研究協会研究部

三脚型滑走艇の試作 尾崎 篤志

モーターボートの船型：滑走面の巾 丹羽 誠一

講座・ディーゼルエンジン<7> 斉藤善三郎

新材料：アルミニウム・ポリエチレン複

合板について 百島 祐忠

海外事情

リール式パイプ敷設船

ガスタービン推進3題

10月号 No. 529

大型高速カーフェリー“だいせつ”

イシプラス建造130型Ore/Oil Carrier
“Docepolo”

シミュレータ特集・その2

シミュレータ研修について 池松 金治

NSMBの船舶操縦シミュレータ 中下 弘昭

国際海事衛星システム設立の第1回政府

間会議 木村 小一

居住区仮設電灯なし工法 伊左治 功

舶用電線の引張荷重に対する耐力につい
て 石渡 正雄

高性能探照灯について 佐藤 泰司

木材／ばら積船をフルコンテナ船へ

海上交通管制<2> 飯島 幸人

LNG船—その4／材料・溶接および破
壊力学<14> 恵美洋彦・伊東利成

日本造船研究協会の昭和48年度研究業務
について 日本造船研究協会研究部

ピッチと翼幅のプロペラ性能へ及ぼす影
響<1> R.W.L Gawn

講座・ディーゼルエンジン<8> 斉藤善三郎

潮流／造船研究体制について 重川 涉

海外事情

“UT704”超大型サブライボート就航

欧州水域で最も高速のフェリー“Tor
Britannia”

11月号 No. 530

長崎大学水産学部練習船“鶴洋丸” 柴田 恵司

MV-C P20高速旅客船の誕生 村上 雄三

非対称カタマラン型高速旅客船“ぶる—
—ほうく”

プレストレストコンクリート船 三浦 信和

シミュレーター特集・その3

IHI操船シミュレータの紹介 森正彦・田中稔

海上交通管制<3> 飯島 幸人

LNG船—その4/材料・溶接および破

壊力学<15> 恵美洋彦・伊東利成

日本造船研究協会の昭和48年度研究業務

について 日本造船研究協会研究部

講座・ディーゼルエンジン<9> 斉藤善三郎

ピッチと翼幅のプロペラ性能へ及ぼす影

響<2> R.W.L Gawn

潮流/フィロソフィーの転換を 木下 昌雄

海外事情

幅広、浅吃水の多目的セミコンテナ船

StaFF20

SSV—新しいオフショアの動脈

艦艇における最近の通信用アンテナに

ついて 水野 和郎

海上自衛隊における強化プラスチック

製品 戸田 孝昭

船用減速歯車装置の動向と船研における

研究<1> 船舶技術研究所減速装置研究室

LNG船—その4/材料・溶接および破

壊力学<16> 恵美洋彦・伊東利成

日本造船研究協会の昭和48年度研究業務

について 日本造船研究協会研究部

世界の港湾<4> プレーメルハーフェン

津山重美・比留間康允

大型化する高速艇

丹羽 誠一

講座・ディーゼルエンジン<10>

斉藤善三郎

潮流/NKこの30年

水品 政雄

海外事情

Internautis ミニサイズ・ヘビーリフター

多目的海上トラック Merc Contractor

12月号No.531

30型自動車兼積貨物船“Universal Giant”

艦艇特集

艦艇のASW機能について 沖 陽一

天然社の図書案内

航海辞典 A5・850頁 定価6,500円・送料280円

監修/東京商船大学名誉教授・浅井栄資, 横田利雄

船用品便覧 B5・300頁 定価5,500円・送料200円

編集/電子航法研究所部長・木村小一, 神戸海運局主任検査官・芹川伊佐男, 船舶品質管理協会技師・土川義朗

船の写真と要目('72'73年版)各B5・300頁 定価3,000円・送料200円

船の構造及び設備属具 A5・160頁 定価900円・送料145円

東京商船大学教授・鞠谷宏士著

船の強度と安定性 A5・160頁 定価900円・送料145円

東京商船大学名誉教授・野原威男著

海洋気象学 A5・311頁 定価1,200円・送料200円

理学博士・宇田道隆著

燃料・潤滑 A5・200頁 定価950円・送料145円

東京商船大学教授・宮嶋時三

株式会社 **天然社**

東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル
振替・東京6-79562番 電・03-543-7793

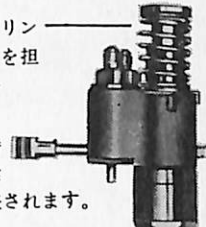
GM・ビッグパワーエンジン

耐久性と経済性を巧みにマッチさせた高性能ディーゼルエンジン。

インジェクターを始め、あらゆる構成部品に数多くのデザイン上のノウハウとテストの結果が生かされています。

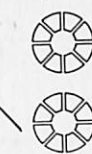
このホロー戻りスプリングでさえも重要な役目を担っています。最大1分間2800回のサイクルロードに耐え得る特殊スプリング鋼が、素材段階から厳密に検査されます。

燃料消費率向上と公害対策の為、ニードルバルブチップは最も大切な役目を果たしています。チップオリフィスの数・サイズ・位置等は完全燃焼に適した燃料の噴霧状態を最善にする様設計されています。



例えば、プランジャーブッシング燃料噴射のタイミングと規定量をコントロールし、最大限の燃料節約ときれいな排気を可能にする為極精密仕上げが要求されます。

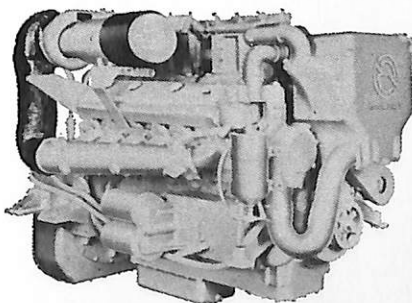
チップオリフィスの噴射口径は、 $\frac{55}{10000}$ インチ。電子精密加工に依り人為的ミスが入り込むチャンスは皆無。最適の爆発・燃焼状態を可能にします。



用途と必要な馬力に見合うインジェクターサイズを御使用下さい

BIG ECONOMY POWER

ユニットインジェクターシステム。この言葉は多くのユーザーに依ってGMデトロイトディーゼルの優れた特徴の一つとして認められています。現在殆んどGMエンジンに使用されているクリーンチップN-インジェクターは、GM技術チームのたゆまぬ研究・改良の結果燃料消費節約またはパワーアップの為完全燃焼を可能にしています。



GM12V-71TI型船用エンジン



ゼネラルモーターズ・コーポレーション
ディーゼルエンジン日本総代理店

富永物産株式会社

東京都中央区日本橋小舟町2の5伊場仙ビル
電話 東京 (03) 662-1851
大阪市北区相釜町50堂ビル
電話 大阪 (06) 361-3836

あなたのそばに信頼の技術



太平洋の激しい風浪に直撃される

FRP製 **25.1m**
定期旅客船

江島汽船有限会社殿納入「第八江宝丸」

わが国でたったひとつの純漁村、宮城県江島^{えのしま}。人口800の風光明媚なこの島の、唯一の交通機関です。激しい太平洋の風浪に直撃され、濃霧におびやかされるこの定期離島航路では、特に安定性にすぐれ、欠航を最少限にすることが必要でした。現地岸壁に対応した接岸、旅客定員を最大限に、生活物資や海産物の変動重量などを考慮した復原性の高い、常に適当な範囲内にトリムを保持した定期旅客船です。

- 材 質：FRP(強化プラスチック)
- 全 長：25.1m
- 幅 　：4.8m
- 深 　さ：2.0m
- 総噸数：67.76t
- 主機関：船用ディーゼル400ps×1基
- 速 　力：約12kt
- 定 　員：旅客65名 乗員4名 合計69名



石川島播磨重工業株式会社

船舶事業本部 新造船営業室 舟艇グループ
東京都千代田区大手町2丁目2番1号(新大手町ビル) 電話 東京(03)244-5642