

SHIPPING

# 船舶

1974. VOL. 47

# 3

昭和五十五年三月二十日 第三種郵便物認可  
毎月一回 十日発行  
昭和四十九年三月七日 印刷  
昭和四十九年三月十二日 発行  
昭和二十四年三月二十八日運輸省特別政承認許誌第四〇六号



ゲーティエン

### 中国むけ第2船“太田”進水

本船は、中国機械進出口総公司より受注した貨物船2隻の第2船で、日立造船向島工場で、2月5日進水した。

重量トン数 約14,800トン  
主機最大出力 8,300馬力  
速力(試運転最大)約18.5ノット  
完工 昭和49年5月下旬



## 日立造船

天 然 社



## 巨大船のふるさと香焼

産業と環境の調和に理想を追求、最新の技術と設備で、造船所のイメージを一新した長崎造船所香焼工場——そのシンボルとも言える3ステージ建造ドックに並んで長さ400m、幅100m、50万トンの巨大船も入渠できる修繕ドックが稼動を始めました。

大型船に対する世界的な需要の増大に应运、研究から建造、修繕・改造まで総合的に行な

える理想の造船所が完成したわけです。新しい修繕ドックは自動出入渠装置、自動盤木装置、高圧洗浄装置などを完備し、さらに至近距離にタンカークリーニング廃水処理設備もあり、香焼工場で建造されたタンカーのアフタサービスに、また、一般の大型修・改造船の受入れに、《ふるさと香焼》の役割りを果たします。



ながい経験と最新の技術を誇る！

# 大洋の船用電気機械



交流発電機 1100KVA 450V 600RPM

発 電 機  
各種電動機及制御装置  
船舶自動化装置  
電動ウインチ  
配 電 盤



## 大洋電機

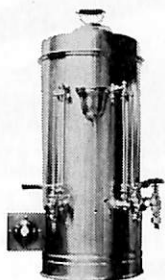
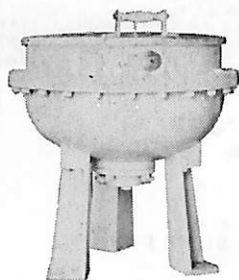
株式  
会社

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

# YKK型船舶厨房調理機器

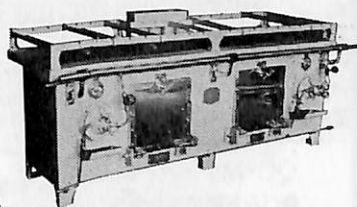
堅牢性、経済性、効率性、安全性抜群。高い信頼納期業界最短、即納主義

ライスボイラー

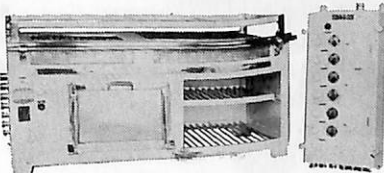


電気式湯沸器

26kw型多目的電気レンジ



2400型オイルレンジ



## 営業品目

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

## 株式会社 横浜機器製作所

本社・工場 横浜市中区新山下1-8-34  
電話 横浜045(622)9556(代)5335(代)  
第2ビル専用 045(621)1283(代)  
電略 「ヨコハマ」ワイケイ

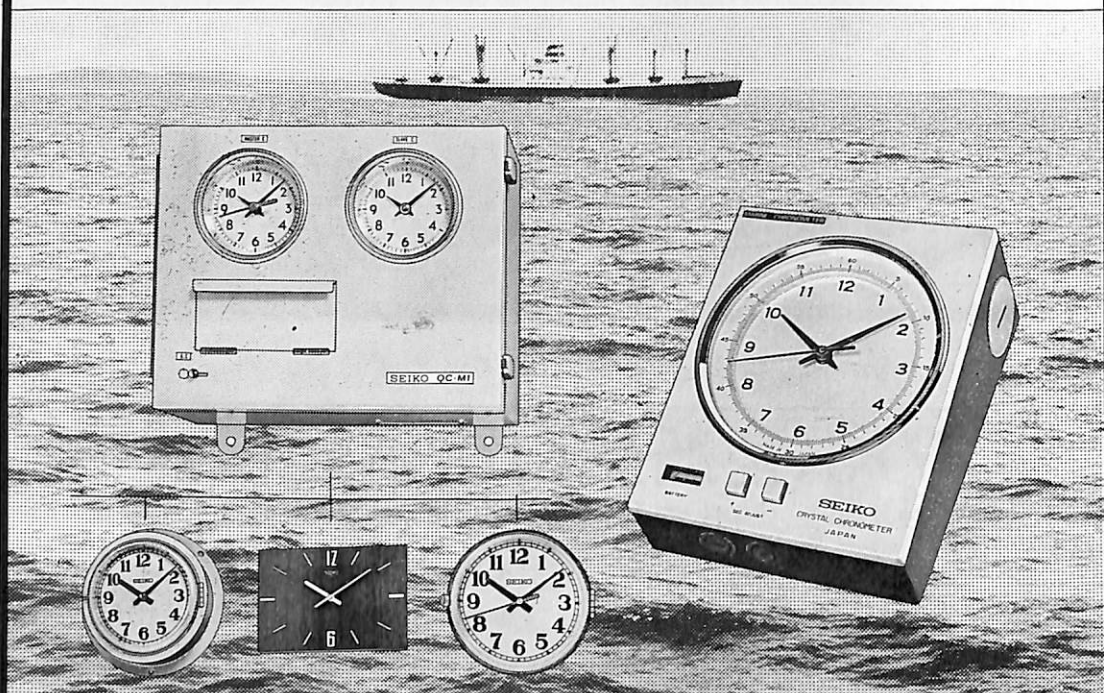
希望条件を指示下さい。即時見積、設計、納品致します。

# セイコー船舶時計 QC

QCは水晶発振による、高性能設備時計です。

船舶の時計は、なによりも高精度なものが必要とされます。温度変化、振動に強く、抜群の耐久性で定評あるセイコー船舶時計をおすすめします。標準時計としてマリンクロノ

メーター、船内の子時計を駆動する親時計として QC-M1、いずれも水晶発振による極めて正確な時計です。目的、規模に応じてお選びください。



QC-M1 260×320×160(%)重量8.5kg

- 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・直電源自動切換つき

豊富にそろった船舶用子時計、お好みのデザインをお選びください。

マリンクロノメーター

QC-951-II 200×160×70(%)重量2.6kg

- 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

小型、軽量ですから、自由に持ち運びできます。

# SEIKO

セイコー・株式会社 服部時計店

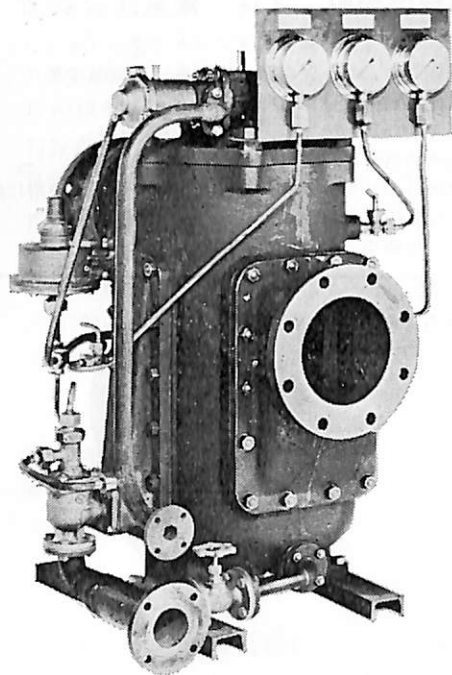
油汙過作業の省力化…

特許

機関室を広くする

# マックス・フィルターシリーズ

日本船用機器開発協会助成品



## MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油漉器

LS型の特長

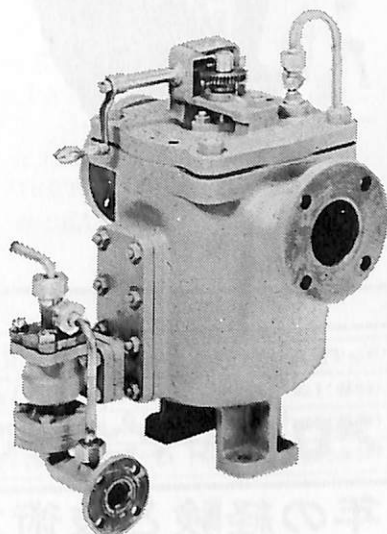
- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロレシプロケーターを採用

## MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油漉器

LSM型の特長

- 一分間で逆洗終了
- 手をよごさぬワン、ツー、スリー操作でOK



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

 新倉工業株式会社

本部 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町1703  
☎ 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)

# 世界的水準をはるかに抜く明るさ!!

●光の王様、光学技術の総結集!!

三信の高性能

## キセノン探照燈

■特許 3件 ■実用新案 3件  
■特許出願中 3件 ■意匠登録済

- 特殊設計により、寿命が長く、電圧、周波数変動にも強い。
- 太陽光に最も近い白色光です。
- 光柱光度がきわめて高く、照射距離が長い。
- 全閉式防噴流形構造により、完全防水です。
- 主要部分はステンレス製で、さびず、長期の使用に耐える。
- 特殊放熱板の採用により温度上昇が少ない。
- 激しい振動や、風速60mの風圧にも十分耐えます

●光の王様、ボタンで自在!!

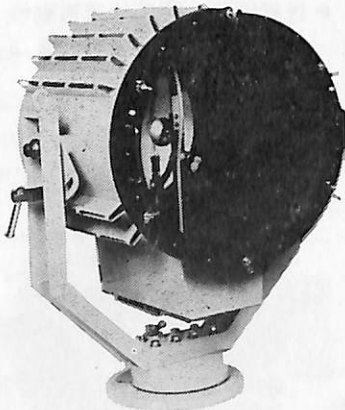
三信の高性能リモコン式

## キセノン探照燈

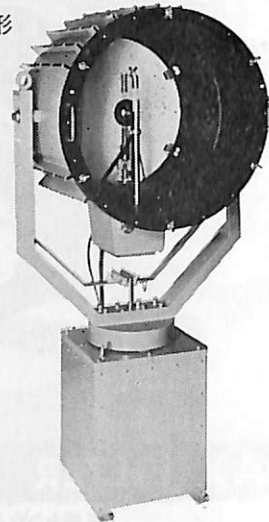
■特許 3件 ■実用新案 3件  
■特許出願中 3件 ■意匠登録済

- ふ仰、旋回操作は操作盤スイッチで完全リモコンです。
- 特殊設計により、寿命が長く電圧、周波数変動にも強い。
- 太陽光に最も近い白色光です。
- 光柱光度がきわめて高く、照射距離が長い。
- 全閉式防噴流形構造により、完全防水です。
- 主要部分はステンレス製で、さびず、長期の使用に耐える。
- 特殊放熱板の採用により、温度上昇が少ない。
- 激しい振動や、風速60mの風圧にも十分耐えます。

X-40形



RCX-60形



形 式	ランプ容量	最大光柱光度	照射距離	定格電圧	周波数
X-40	(呼称)1KW	3000万cd	10km	A.C220V1φ	50/60Hz
X-60A	(呼称)1KW	6500万cd	12km	A.C220V1φ	50/60Hz
X-60B	(呼称)2KW	8000万cd	13.5km	A.C220V3φ	50/60Hz

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)1KW	3000万cd	10km	A.C220V1φ	50/60Hz
RCX-60A	(呼称)1KW	6500万cd	12km	A.C220V1φ	50/60Hz
RCX-60B	(呼称)2KW	8000万cd	13.5km	A.C220V3φ	50/60Hz

●長年の経験と技術で安心をおとどけする……………



**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/〒101 東京都千代田区内神田1-16-8 ☎東京(03)295-1831(大代)
- 発送センター/ ☎東京(03)840-2631代 ●北海道センター/ ☎函館(0138)43-1411代
- 福岡営業所/ ☎福岡(092)77-1237代 ●室蘭営業所/ ☎室蘭(0143)2-1618
- 函館営業所/ ☎函館(0138)43-1411代 ●高松営業所/ ☎高松(0878)21-4969
- 石巻営業所/ ☎石巻(02252)3-1304 ●工場/ ☎東京(03)887-9525代

# 船舶

昭和 49 年 3 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

古野電気製MF-100型ドップラ・ソナーシステム……………箕原喜代美・中井 弘…(35)

JLN-1001 Pulse Doppler Sonar……………富岡源一郎・奥野清則…(44)

ドブラソナーについて……………清水良次…(51)

IHI ドップラソナーの概要……………石川島播磨重工業株式会社…(56)

ノズルプロペラの大型船への実用化について (DW280,000トン……………三井造船株式会社…(61)

タンカーTHORSAGAのノズルプロペラ)……………本社・船舶技術部

三菱テレコントロールシステムの応用……………三菱重工業株式会社船舶事業本部…(67)

昭和48年版LNG船基準の解説(1)……………日本海事協会…(70)

LNG船(その3貨物格納)(15)……………恵美洋彦・曾根 紘…(75)

日本造船研究協会の昭和47年度研究業務について(2)……………日本造船研究協会研究部…(84)

日本海事協会造船状況資料(昭和48年12月末現在)……………(93)

NKコーナー……………(98)

[水槽試験資料 279] 肥大船の水槽試験例(4)(船尾形状の影響)「……………「船舶」編集室…(99)

[特許解説] ☆船舶建造法 ☆防水函体装置 ☆造船作業用装置……………(105)

(談后感) 畑 賢二著「船の切手」……………(50)

荷油ポンプ、自動竣油装置をラインシュタール社へ技術輸出(石川島播磨重工)……………(83)

横浜港大黒埠頭連絡橋鋼桁ブロック第1回架設(三菱重工業)……………(92)

写真解説 ☆3,000重量トン型バージライン就航

竣工船 ☆護衛艦によど ☆康和丸 ☆栄和丸 ☆菱藤丸

☆ジャパンコスモス ☆美々津丸 ☆太栄丸 ☆あむーる丸

☆大城(DUCHENG) ☆ANANGEL PEACE ☆VERONICA

☆TROPICAL HIBISCUS ☆BARON ☆PASANIA

☆OGDEN DANUBE ☆SAINT MARCET ☆MESTA

☆KIWI ARROW ☆WORLD WOOD ☆JOSE BONIFACIO

☆SANKO ROBIN ☆SEA FAN ☆FAIRWEST

☆ESSO OSAKA ☆GOLAR KANTO ☆SEATIGER

☆MESSINIAKI THEA

あらゆる船舶の高性能化に

## かもめ 可変ピッチプロペラ



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

運輸省認定製造事業場  
通産省認定輸出貢献企業

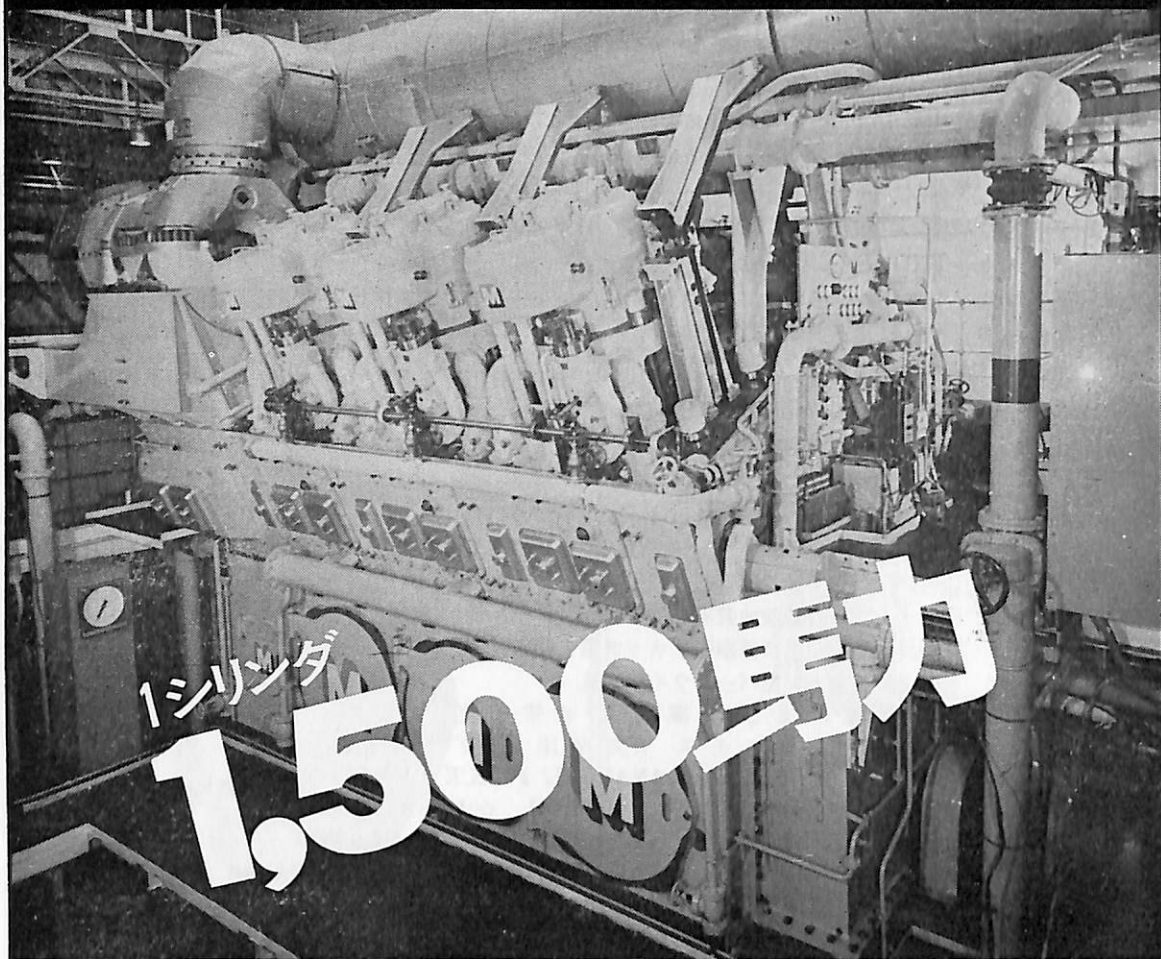


船舶用固定ピッチプロペラ・各種可変  
ピッチプロペラ専門製造

**かもめプロペラ株式会社**

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

船舶推進機関の新時代をひらく MITSUBISHI  
高出力4サイクル中速ディーゼル機関 V60M



## ハイパワー化!! 保守整備の省力化!!

近年の海上輸送の合理化にともない、船舶は「用途」「大きさ」「スピード」において多様化の傾向にあります。その結果、船舶に搭載する推進機関も、その「出力範囲」「プロペラ回転数」の多様化が要求されております。

この要求に応じるため、世界にはこるエンジン生産実績をもつ三井造船の技術は、画期的な中速ディーゼルエンジン「三井V60M」を開発しました。このエンジンは、ロボットによるピストンの解放をはじめ、主軸受の解放、吸排気弁の解放など保守整備の自動化を徹底的に推し進めた、全く新しい構想のエンジンです。

三井V60Mによる、ギヤードプラントは同一機種で、あらゆるプロペラ回転数の選択が可能で、しかも、その配列によっていかなる所要馬力にもお応えすることができます。また、陸用発電機関などにも、巾ひろくその用途が期待されています。

人間と技術の調和に挑む  
**M** 三井造船  
東京都中央区築地5丁目6番4号





### 3,000載貨重量トン型セメントバージライン

三井造船では、北九州運輸株式会社向けに建造中であったセメント輸送用のセルフローディングとセルフアンローディング装置付バージラインを完成し、このほど同船主に引渡された。

本バージラインは、大分県の日本セメント(株)佐伯工場から山口、広島、阪神地区などの瀬戸内海各地へのセメント運搬に従事するものである。

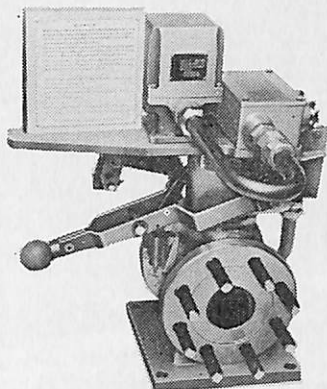
3,000トン型セメントバージと2,600馬力プッシャーとで構成されるこのバージラインは、バージの船尾に設けたノッチにプッシャーを挿入連結するもので、いわゆる三井造船式ディープノッチが採用されている。

バージのセメントホールドは4艙よりなり、2,900m<sup>3</sup>のセメントを積載できるほか、積込設備としてローディングブーム、分配箱、エアスライダ、シュートからなり、毎時1,000トンのセメントの積込ができ、積出設備としてホールド底部にエアスライダ、チェーンフローコンベア、バケットエレベータ、シュート、アンローディングブーム、バッグフィルターが設けられ、毎時500トンの積出が可能である。

#### 【主要目】

プッシャー	垂線間長	26.50 m
	幅(型)	8.50 m
	深さ(型)	3.90 m
	吃水(型・満載)	2.80 m
	総噸数	260トン
	主機関	1,300 PS×2
	乗組員	11名
バージ	全長	70.00 m
	幅(型)	16.00 m
	深さ(型)	7.35 m
	吃水(型・満載)	4.50 m
	載貨重量噸数	約3,000トン
	ローディングブーム	1,000t/h×1
	ディキエアスライダ	400t/h×4
	分配箱	1
	ホールドエアスライダ	1式
	チェーンフローコンベア	125t/h×4
	バケットエレベータ	250t/h×2
	アンローディングブーム	500t/h×1
	バッグフィルター	2
	ルーツプロア	2
	プロア	1

# ボイラの安全運転に**燃油緊急遮断弁**



燃油緊急遮断弁（FOカットオフバルブ）は水位低下、燃油圧力低下、および、ボイラの火が消えるなどの緊急事故が発生した場合自動で燃油の圧送を停止し、再び通電しても、手動でリセットしなければ弁は閉止状態を保持しています。一種の安全弁であってボイラの安全運転には欠かせない重要なバルブです。我が国での新造船のほとんどが金子製の燃油緊急遮断弁を装備しております。

NK, LR 認承済み

口径: 40A 50A 65A 機能: 通電時ラチエット弁開

圧力: 20~50kg/cm<sup>2</sup> 温度: 100~130℃

(注) ディゼルエンジン用には圧力、サイズ、材質等いろいろ用意しています。

# タンクの液面計測に**マリン、シートルゲージ**

マリンゲージ、シートルゲージは共に使用中でもゲージガラスの交換が容易です。液面は赤色ラインが拡大されて見易く、また安全弁を内蔵しガラス破損による液体の流出を防止します。

## ■マリンゲージ（プッシュ式）

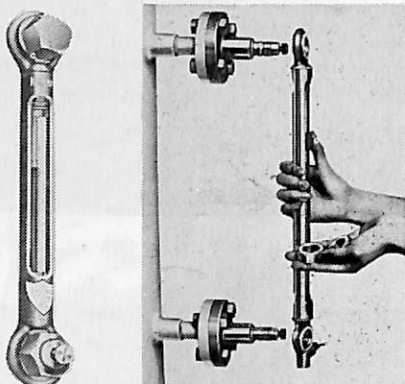
NK, LR, BV, DFSS, DNV, AB 等各国  
検定機関の認証済み。

BsBM専用ボス付3/4PFねじ

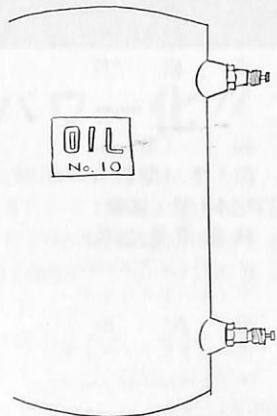
## ■シートルゲージ

BsBM3/4PTねじ

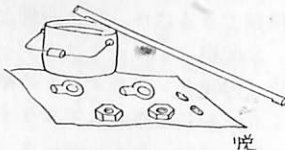
SUS-27 20A F付



SUS-27製シートルゲージ



こういふキコセ  
油の管理は  
よくやらなへちや  
それにや  
満タンでもさ  
分解できる  
シートルゲージが  
いいーねエ



悦

高压ガス用弁類試験、製造認定事業所  
技術の金子創業大正7年



# 金子産業株式会社

本社：東京都港区芝5丁目10番6号 〒108 ☎ (03)455-1411(代)  
出張所：広島県福山市寺町7番5号 〒720 ☎ (0849)23-5877



護 衛 艦 に よ ど

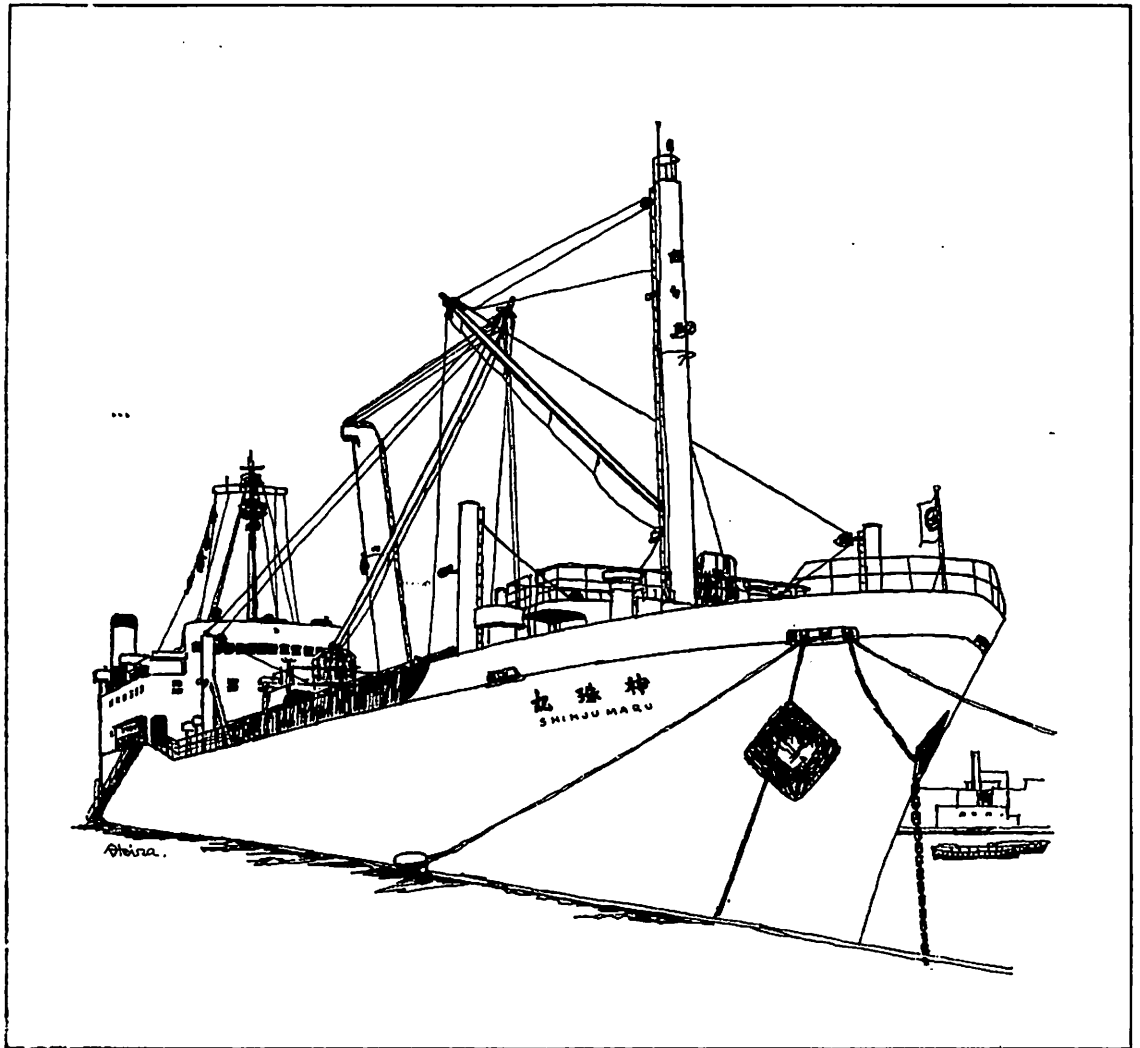
船 主 防 衛 庁

造船所 三井造船・玉野造船所

全	長	93.00m	
幅	(型)	10.80m	
深	さ(型)	7.00m	
吃	水(常備)	3.50m	
基	準排水量	1,470排水屯	
主	機 関	三井12V28N型ディーゼル機関4基(2軸)	
軸	馬 力	16,000馬力	
速	力	25.0ノット	
主	要 兵 器	50口径3インチ連装速射砲	1基
		40ミリ連装機関砲	1基
		アスロックランチャー	1基
		3連装短魚雷発射管	2基
乗	組 員	164名	
	起 工	昭和47年9月20日	
	進 水	昭和48年8月28日	
	竣 工	昭和49年2月8日	

# K-7 マリン・デリック

日本の代表的な1本デリックとしてすでに200隻以上の船舶に使用されています。



発売元

**株式会社 ケイ・セブン**

東京都千代田区丸の内2-4-1 TEL (201) 4037

販売総代理店



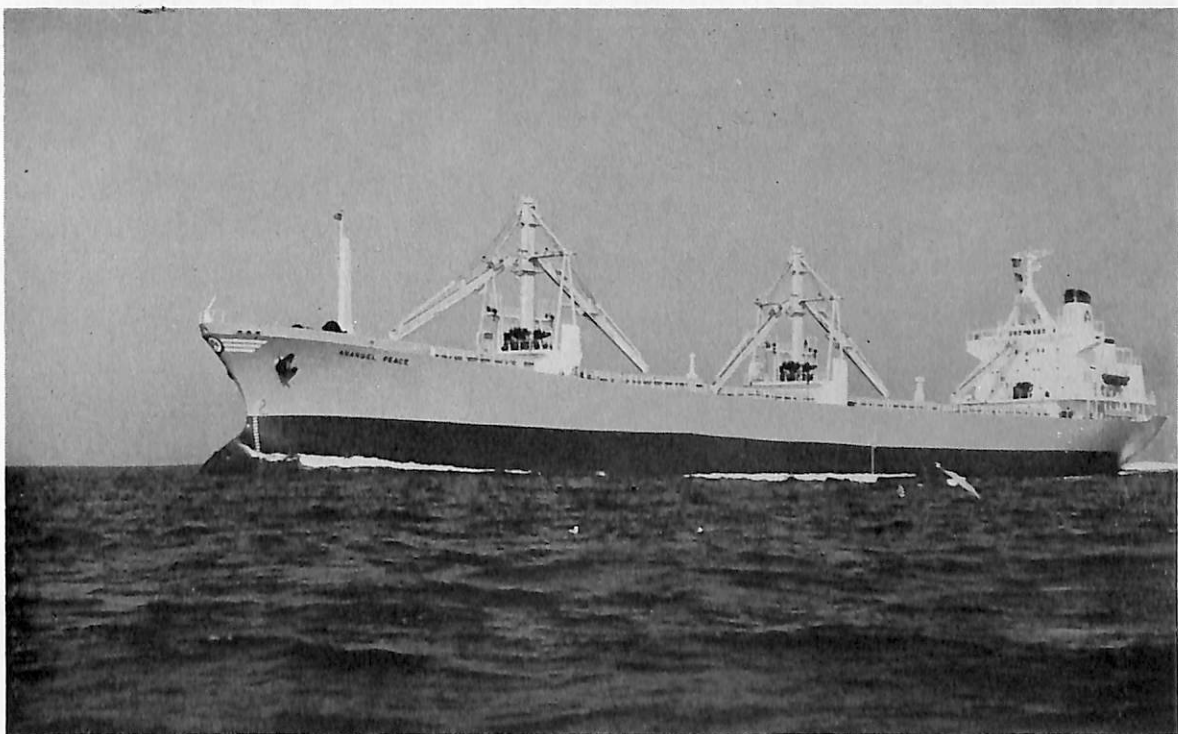
**極東マック・グレゴリー株式会社**

本社/東京都中央区八丁堀2-7-1(大石ビル) TEL (552) 5101

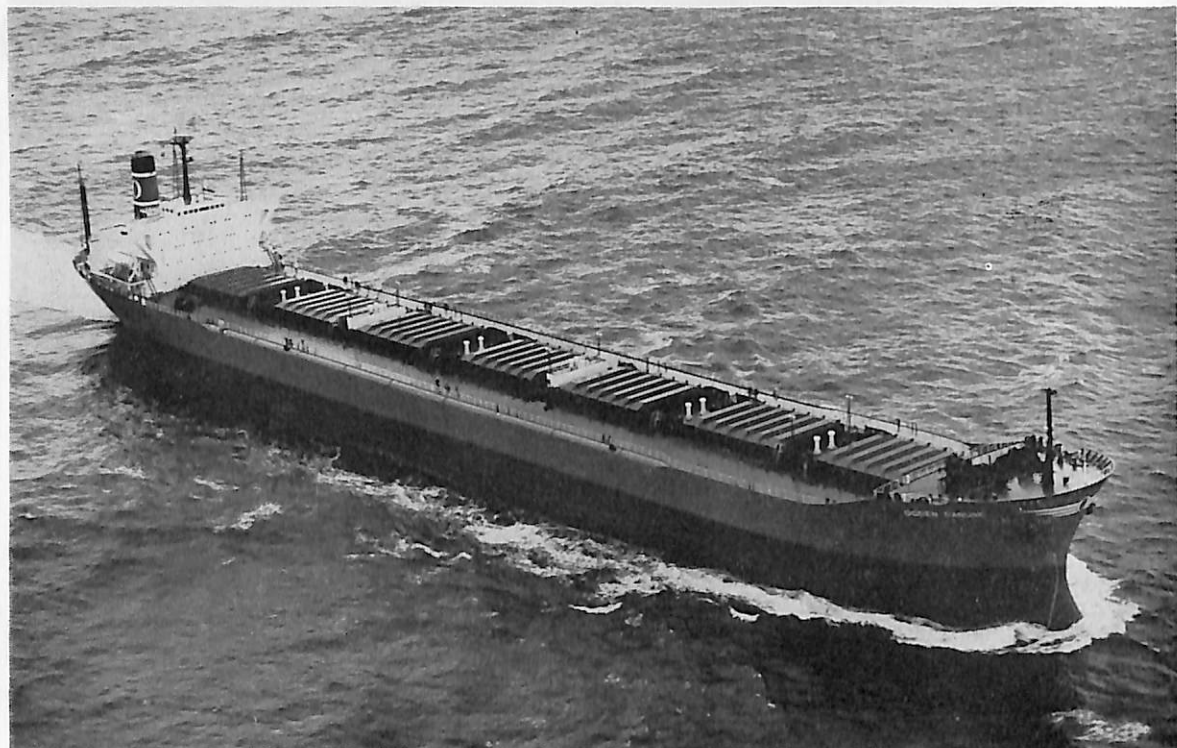
神戸出張所/神戸市生田区海岸通2の33(朝日ビル) TEL (391) 8864



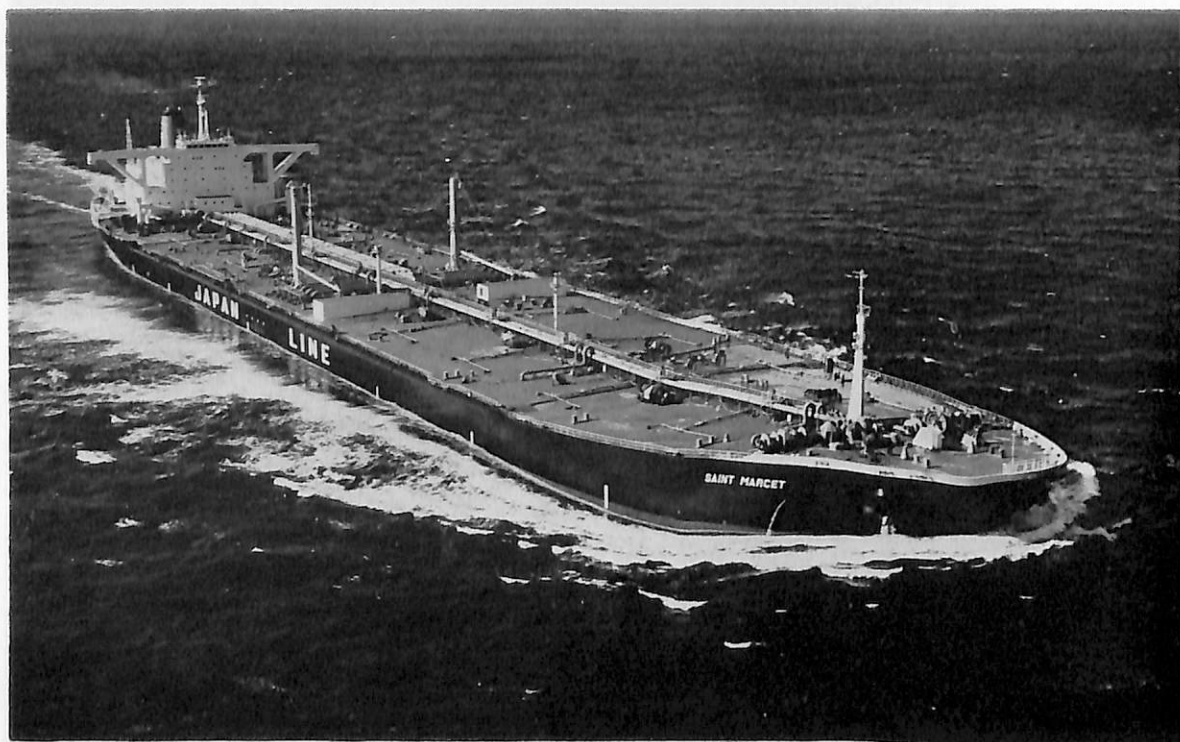
大 城 (貨物船) 船主 China National Machinery Import & Export Corporation (P. R. of China)  
 造船所 日立造船・向島工場 総噸数 10,715.31噸 純噸数 5,782.3噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 14,522噸  
 全長 154.90m 長(垂) 145.00m 幅(型) 22.00m 深(型) 12.00m 吃水 9.061m 満載排水量 20,613噸 船尾  
 樓付凹甲板船 主機 日立B&W 6 K 62E F 型ディーゼル機関1基 出力 7,600PS×140RPM 燃料消費量 30.7  
 t/d 航続距離 14,600海里 速力 15.6ノット 汽罐 日立造船フレミングNo45型ボイラ×1 発電機 525KVA, A  
 C400V, 50Hz×750rpm×3 貨物倉(ベール) 19,462m<sup>3</sup> (グリーン) 20,574.9m<sup>3</sup> 清水倉 366.2m<sup>3</sup> 燃料油倉  
 1,225.2m<sup>3</sup> 乗員 55名 工期 48-6-25, 48-9-19, 48-12-21



ANANGEL PEACE (貨物船) 船主 Anangel Peace Compania S. A. (パナマ) 造船所 石川島播磨重工業・  
 東京工場 総噸数 13,630.78噸 純噸数 9,829噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 22,630噸 全長 164.33m 長(垂)  
 155.448m 幅(型) 22.86m 深(型) 13.56m 吃水 9.848m 船尾樓付平甲板船 主機 IHI-SEMT-ピールスチ  
 ック16PC-2 V型ディーゼル機関1基 出力 7,200PS×482RPM 燃料消費量 33.7t/d 航続距離 15,000海  
 里 速力 15.0ノット 発電機 AC200KW×60Hz×450V×900rpm×1 貨物倉(ベール) 29,843.2m<sup>3</sup> (グリーン)  
 30,801.0m<sup>3</sup> 清水倉 210.4m<sup>3</sup> 燃料油倉 1,389.6m<sup>3</sup> 乗員 27名 工期 48-9-12, 48-11-9, 49-1-17



OGDEN DANUBE (ばら積貨物船) 船主 Ogden Danube Transport, Inc. (リベリア) 造船所 日立造船・舞鶴工場 総噸数 30,485.33噸 純噸数 23,305噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 61,495噸 全長 225.055m 長(垂) 215.00m 幅(型) 32.20m 深(型) 17.80m 吃水 12.436m 満載排水量 72,967噸 一層甲板船 主機 日立スルザー 7 RND76型ディーゼル機関 1基 出力 12,600PS×118RPM 燃料消費量 48.35t/d 航続距離 24,720海里 速力 14.80ノット 汽罐 7kg/cm<sup>2</sup>, 1,330kg/h×1 発電機 500KVA, AC450V, 60Hz 貨物倉(グレーン) 74,191.3m<sup>3</sup> 清水倉 440.38m<sup>3</sup> 燃料油倉 3,791.39m<sup>3</sup> 乗員 42名 工期 48-6-18, 48-9-8, 48-12-4



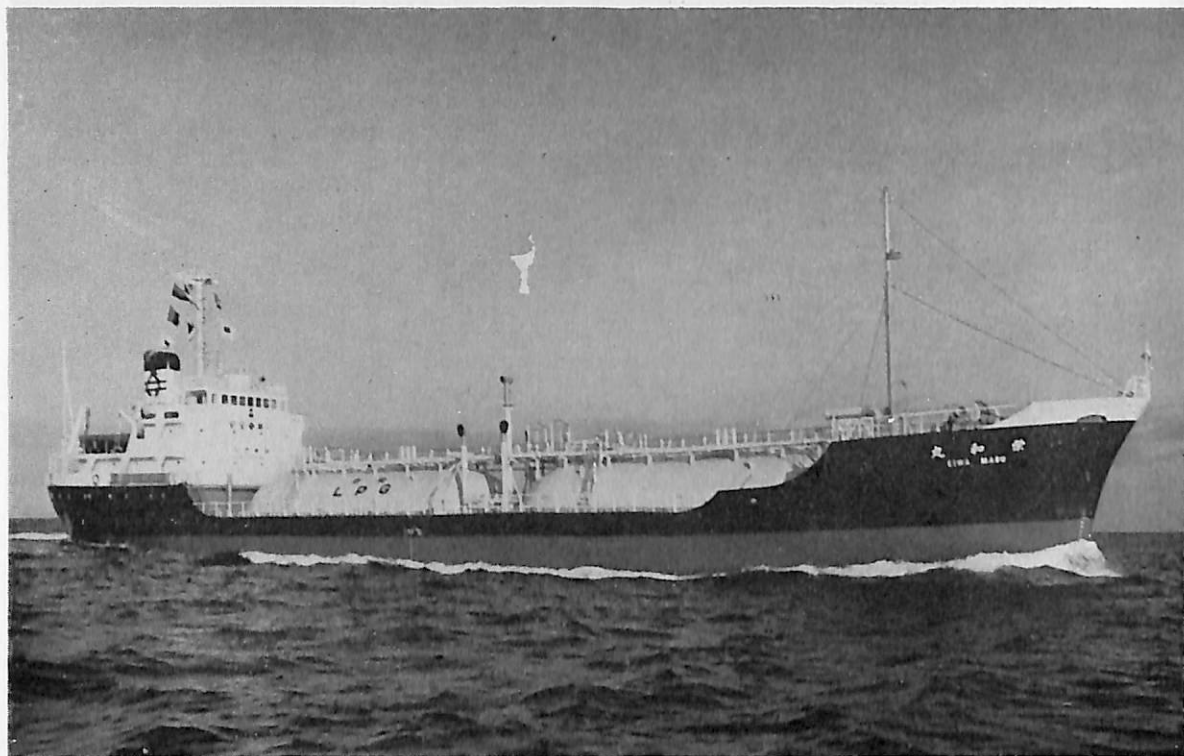
SAINT MARCET (油槽船) 船主 Caravel Tankers Limited (リベリア) 造船所 住友重機械工業・追浜造船所 総噸数 122,814.30噸 船級 AB 載貨重量 277,109噸 長(垂) 324.00m 幅(型) 54.40m 深(型) 26.90m 吃水 20.96m 主機 住友スタルラバルAPタービン 1基 出力 38,000PS×91RPM 速力 15.5ノット 工期 48-5-16, 48-9-24, 49-1-16



**KIWI ARROW** (ばら積貨物船) 船主 Kristian Gerhard Jebsen Skipsrederi (ノルウェー) 造船所 三井造船・藤永田造船所 総噸数 24,999.90噸 純噸数 12,993.10噸 遠洋 船級 NV 載貨重量 38,613噸 全長 182.00m 長(垂) 174.00m 幅(型) 29.00m 深(型) 16.10m 吃水 11.589m 満載排水量 49,707噸 凹甲板船 主機 三井B&W DE 7 K74E F型ディーゼル機関1基 出力 11,900BHP×120RPM 燃料消費量 A 3.15t/d C 48.07t/d 航続距離 15,000海里 速力 14.5ノット 汽罐 サンロッド CPDB-15 発電機 450V, 812.5KVA × 1,000BHP×3 貨物倉(ランバー) 40,745m<sup>3</sup> (グリーン) 41,684m<sup>3</sup> 清水倉 283.5m<sup>3</sup> 燃料油倉 2,321.4m<sup>3</sup> 乗員 37名 工期 48-6-3, 48-9-27, 49-1-16 設備 2×25t ガントリークレーン設置



**WORLD WOOD** (チップ運搬船) 船主 Eastern Pearl Transports Inc. (リベリア) 造船所 林兼造船・長崎造船所 総噸数 36,966.25噸 純噸数 27,906噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 46,599.82噸 全長 205.74m 長(垂) 196.50m 幅(型) 30.48m 深(型) 21.30m 吃水 11.3495m 満載排水量 58,620.04噸 平甲板船 主機 三菱スルザー 7 RND76型ディーゼル機関1基 出力 11,900PS×115.5RPM 燃料消費量 43.7t/d 航続距離 14,000海里 速力 14.8ノット 汽罐 コクラン缶 1,200kg/h×1台 発電機 AC 445V×580KW×3台 貨物倉(グリーン) 88,977.56m<sup>3</sup> 清水倉 512.64m<sup>3</sup> 燃料油倉 A 306.20m<sup>3</sup> C 2,209.66m<sup>3</sup> 乗員 45名 工期 48-7-5, 48-11-15, 49-1-31 設備 チップ揚降装置: デッキクレーン 10.5t×3 ベルトコンベア×1 ホッパ×4

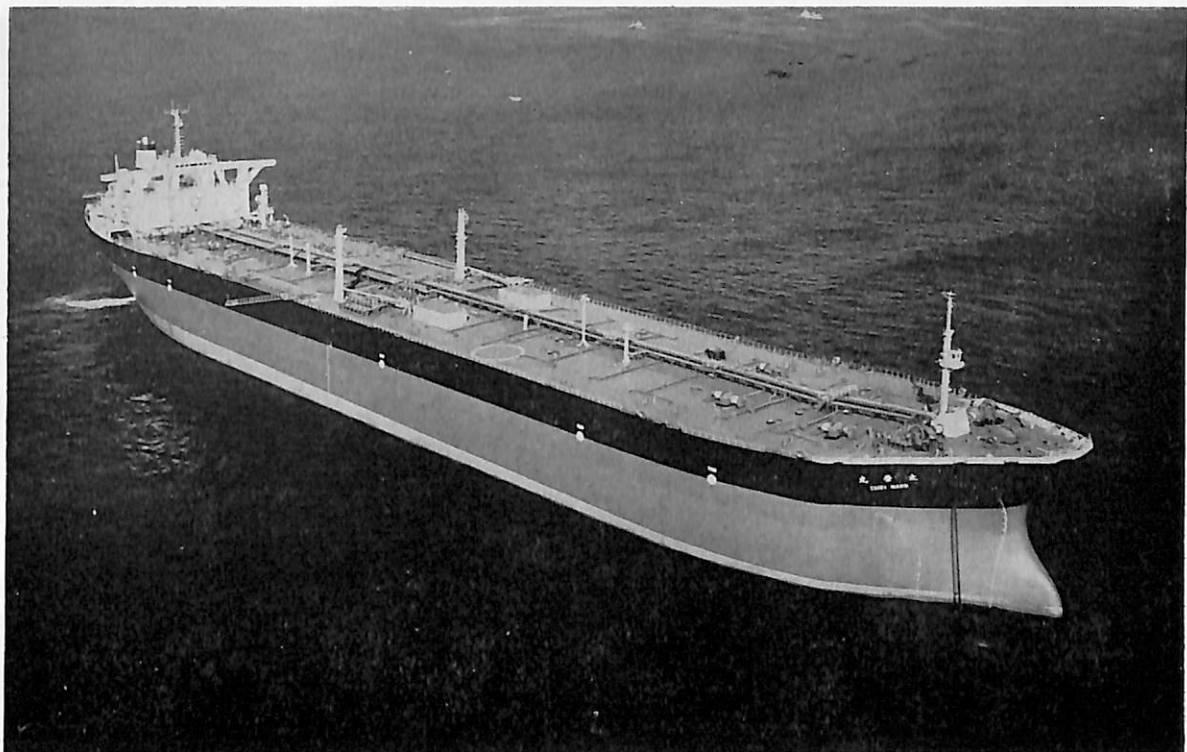


**榮 和 丸** (加圧式液化ガスタンク船) 船主 日東海運産業株式会社 造船所 徳島造船産業株式会社  
 総噸数 1,592.89噸 純噸数 912.65噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 2,111噸 全長 78.35m 長(垂) 72.00m 幅  
 (型) 12.30m 深(型) 5.90m 吃水 5.013m 満載排水量 3,123噸 凹甲板型 主機 赤阪鉄工・AH-36型ディー  
 ザール機関1基 出力 1,700PS×303RPM 燃料消費量 6.5t/d 航続距離 7,500海里 速力 11.7ノット 発電機  
 100KVA×2 貨物倉(グリーン) 1889,373m<sup>3</sup> 清水倉 157.27m<sup>3</sup> 燃料油倉 216.20m<sup>3</sup> 乗員 19名 工期 48-9  
 -2, 48-11-28, 49-1-31



**菱 藤 丸** (油槽船) 船主 船舶整備公団・松藤商事合資会社 造船所 今治造船株式会社  
 総噸数 1,598.25噸 純噸数 1,151.79噸 沿海 船級 NK 載貨重量 3,789.32噸 全長 88.40m 長(垂) 82.00m  
 幅(型) 13.40m 深(型) 6.50m 吃水 5.792m 満載排水量 4,893.00噸 ウェル甲板型 主機 ダイハツ6DSM  
 -26型ディーゼル機関1基 出力 1,105PS×710RPM 燃料消費量 8.9t/d 航続距離 2,800海里 速力 12.14  
 ノット 汽罐 クレイトン型RHDB-30, 470kg/h, 7.0kg/cm<sup>2</sup> 発電機 140KVA×2 37.5KVA×1 貨油倉 4,507  
 m<sup>3</sup> 清水倉 63m<sup>3</sup> 燃料油倉 114m<sup>3</sup> 乗員 13名 工期 48-7-11, 48-10-25, 48-12-15





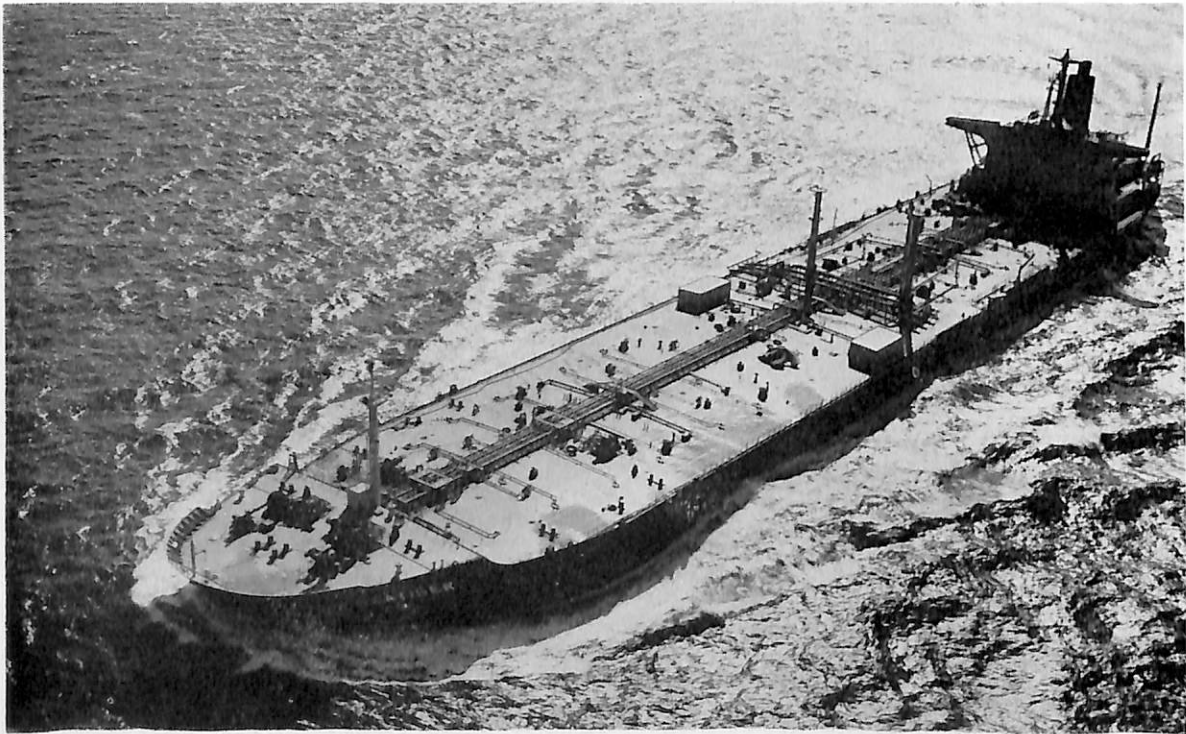
太 栄 丸 (油槽船) 船主 共栄タンカー株式会社・日本郵船株式会社 造船所 石川島播磨重工業・横浜工場 総噸数 117,184.56噸 純噸数 85,908.77噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 233,380噸 全長 317.00 m 長(垂) 300.00 m 幅(型) 50.00 m 深(型) 27.00 m 吃水 20.733 m 平甲板船 主機 IHIタービン×1 出力 33,000PS×80RPM 燃料消費量 170t/d 航続距離 17,000海里 速力 16.0ノット 汽罐 IHI-FWモノウォール型 61.2kg/cm<sup>2</sup>G×515°C×72t/h 貨油倉 278,879.89m<sup>3</sup> 清水倉 420.9m<sup>3</sup> 燃料油倉 9,092.94m<sup>3</sup> 乗員 34名 外10名 工期 48-8-17, 48-9-15, 48-12-19



あ む る 丸 (油槽船) 船主 三光汽船株式会社 造船所 三菱重工業・長崎造船所 総噸数 117,572.30噸 純噸数 88,418.11噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 237,020噸 全長 321.82 m 長(垂) 304.00 m 幅(型) 52.40 m 深(型) 25.70 m 吃水 19.8475 m 船首楼付平甲板船 主機 三菱船用パッケージド減速装置付タービン×1 出力 34,000PS×90RPM 航続距離 17,000海里 速力 15.8ノット 汽罐 三菱CEV2M-8W型×2 発電機 1,400KW, AC 450V, 1800rpm 貨油倉 289,150.7m<sup>3</sup> 清水倉 760.1m<sup>3</sup> 燃料油倉 8,586.3m<sup>3</sup> 乗員 39名 工期 48-6-21, 48-10-16, 49-1-31 同型船 円光丸



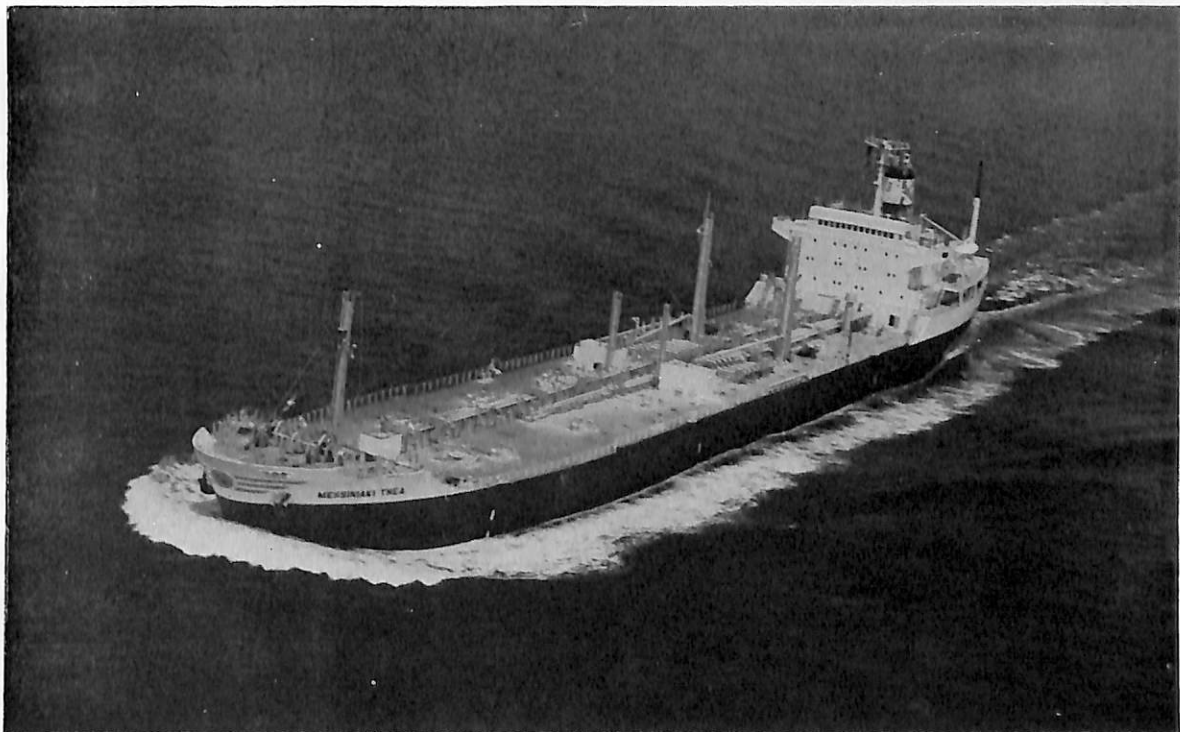
**GOLAR KANTO** (油槽船) 船主 Ocean Oil Sanchu, Inc. (リベリア) 造船所 川崎重工・坂出工場  
 総噸数 98,885噸 純噸数 80,903噸 遠洋 船級 NV 載貨重量 215,714Lt 全長 327.00m 長(垂) 313.00m  
 幅(型) 48.20m 深(型) 25.20m 吃水 19.597m 船首樓付平甲板 主機 KAWASAKI UR-315 型船用タービ  
 ン1基 出力 28,000PS×88RPM 燃料消費量 122.5t/d 航続距離 18,100海里 速力 15.52ノット 汽罐 KA  
 WASAKI UFR 87/77型 発電機 タービン2×1,280KW, 1,600KVA A. C. 450V ディーゼル 1×560KW, 700KVA  
 A. C. 450V 貨油倉 267,300m<sup>3</sup> 燃料油倉 6,300m<sup>3</sup> 乗員 41名 工期 47-7-17, 47-10-12, 48-2-5



**SEA TIGER** (油槽船) 船主 International Navigation Corp. (リベリア) 造船所 三菱重工業・広島造船所  
 総噸数 60,789.68噸 純噸数 45,845噸 船級 AB 載貨重量 121,739Lt 全長 260.62m 長(垂) 247.00m  
 幅(型) 40.60m 深(型) 22.30m 吃水 16.84m 満載排水量 141,327Lt 船首樓付平甲板船 主機 三菱スル  
 ー9 RND型ディーゼル機関1基 出力 23,490PS×118RPM 燃料消費量 86.3t/d 航続距離 25,800海里 速  
 力 15.80ノット 汽罐 三菱CE型16kg/cm<sup>2</sup>, 65,000kg/h×1 発電機 450V, 1,125KVA, 900KW×3 清水倉 508.0  
 m<sup>3</sup> 貨油倉 147,755.3m<sup>3</sup> 燃料油倉 6,798.3m<sup>3</sup> 乗員 43名 工期 48-8-10, 48-11-8, 49-1-30



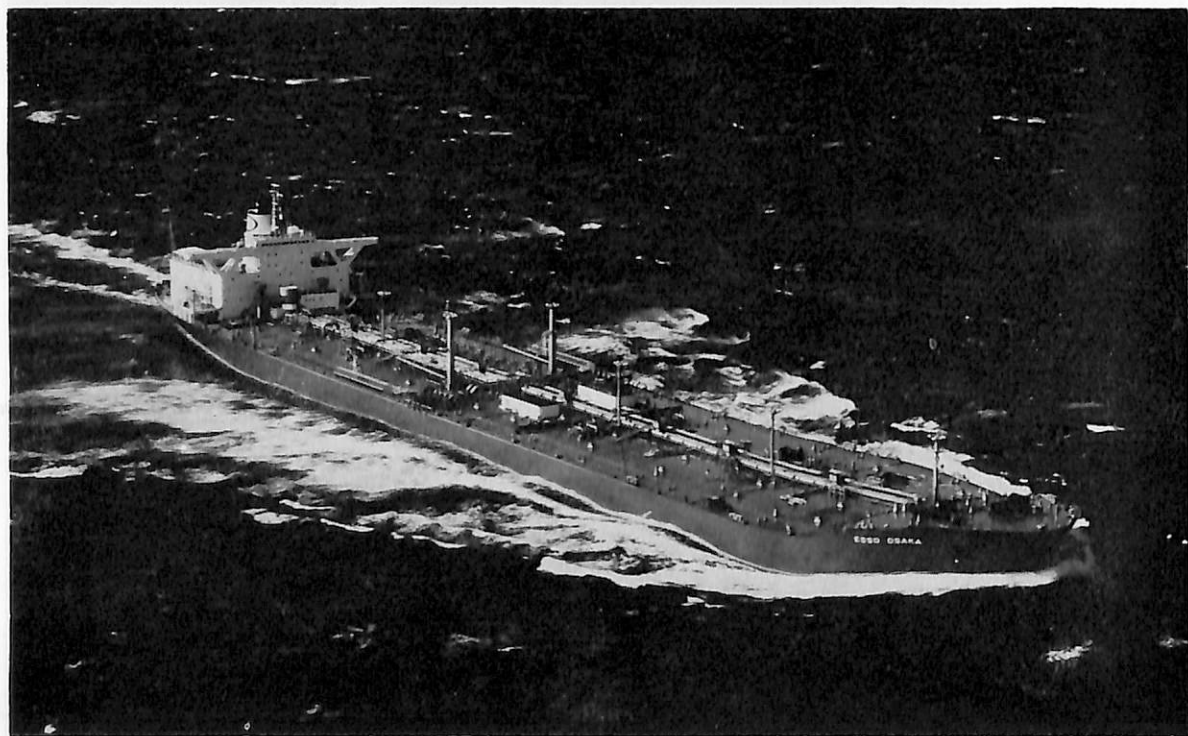
美々津丸 (自動車航送旅客船) 船主 日本カーフェリー株式会社 造船所 内海造船・瀬戸田工場  
 総噸数 9,551.62噸 載貨重量 2,594.8噸 全長 159.50m 長(垂) 148.00m 幅(型) 21.50m 深(型) 8.80m 吃  
 水 6.20m 主機 三菱MAN-V9V 52/55型ディーゼル機関×2 出力 2×18,000PS×430-210RPM 航続距離  
 2,210海里 速力 25.6ノット 旅客 貴賓室 4名,特等室 84名,一等室 188名,ツーリスト客室(含,予備) 740名,  
 計 1,016名,乗員 82名 車輛搭載能力 トラック(8t積) 62台,(4t積) 22台,乗用車 120台 航路 川崎-日向,  
 工期 48-5-22, 48-11-12, 49-2-15



MESSINIAKI THEA (油槽船) 船主 Hidalgo Oceanic Navigation S.A.(パナマ) 造船所 石川島播磨重工業  
 相生工場 総噸数 17,354.80噸 純噸数 11,901.44噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 30,326噸 全長 170.688m 長  
 (垂) 162.00m 幅(型) 26.00m 深(型) 14.35m 吃水 11.006m 凹甲板型 主機 IHI スルザー7RND68型デ  
 ーゼル機関1基 出力 10,400PS×144.8RPM 燃料消費量 36.9t/d 航続距離 23,500海里 速力 15.75ノッ  
 ト 発電機 420KW, 60Hz, 450V×3 貨油倉 37,941.5m³ 清水倉 481.0m³ 燃料油倉 C2,506.7m³ A 222.2m³ 乗  
 員 41名 工期 47-11-11, 48-2-16, 48-8-31



**ジャパンコスモス** (油槽船) 船主 ジャパンライン株式会社 造船所 三井造船・千葉造船所  
 総噸数 135,521.06噸 純噸数 101,796.74噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 273,225噸 全長 331.50m 長(垂)318.00  
 m 幅(型) 56.00m 深(型) 26.40m 吃水 20.58m 満載排水量 311,109噸 平甲板型 主機 IHI クロスコンバ  
 ウンド型衝動式二段減速装置付タービン 出力 36,000SHP×85RPM 燃料消費量 181t/d 航続距離 17,500海  
 里 速力 15.96ノット 汽罐 三井FW“MSD”型×2基 発電機 1,900KW×1台 950KW×2台 貨油倉 328,065.5  
 m<sup>3</sup> 清水倉 652.7m<sup>3</sup> 燃料油倉 9,110.9m<sup>3</sup> 乗員 36名 工期 48-4-20, 48-10-18, 49-1-31  
 設備 主機自動化操縦 (MO)



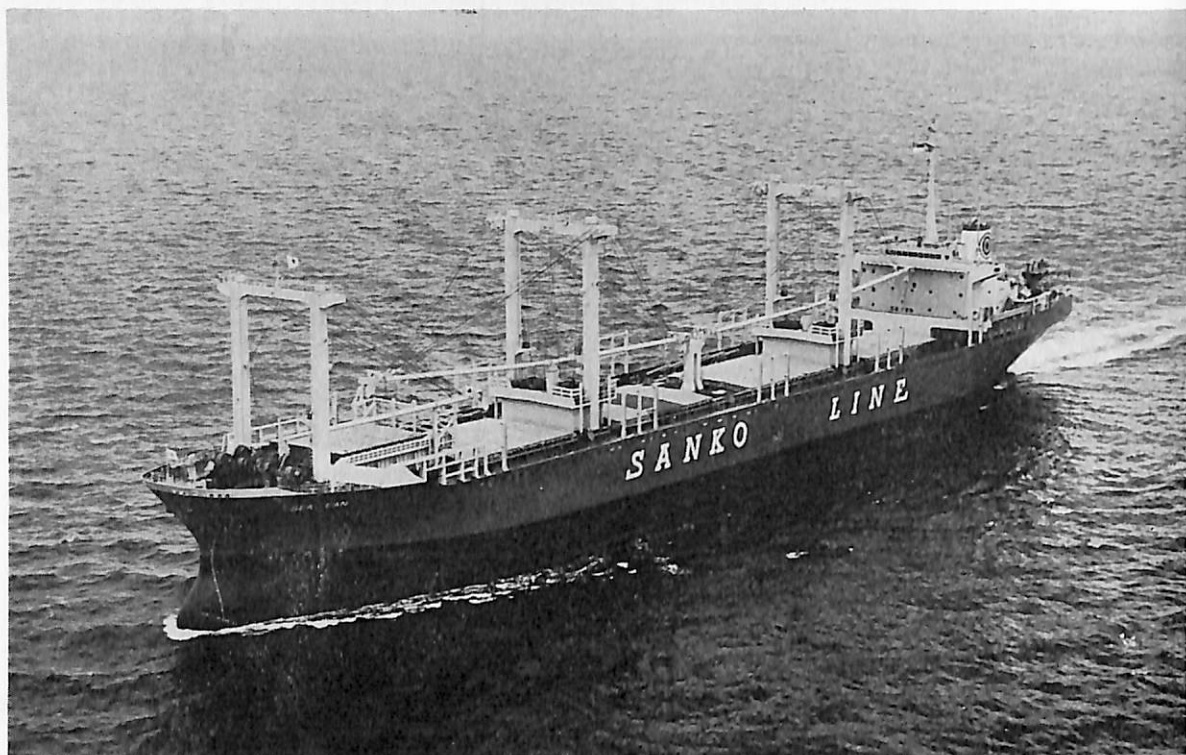
**ESSO OSAKA** (油槽船) 船主 Esso Tankers Inc. (リベリア) 造船所 日立造船・堺工場  
 総噸数 133,001.76噸 純噸数 112,665噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 278,683噸 全長 344.00m 長(垂) 325.00  
 m 幅(型) 53.00m 深(型) 28.30m 吃水 72'-5 $\frac{3}{4}$ " 満載排水量 319,249噸 一層甲板船 主機 日立UA-360  
 型タービン×1 出力 35,000PS×81RPM 航続距離 28,400海里 速力 15.21ノット 汽罐 日立UMC72/55型  
 発電機 2,100KW, AC450V, 60Hz, 1300rpm×2 貨油倉 341,012.1m<sup>3</sup> 清水倉 442m<sup>3</sup> 燃料油倉 15,427.7m<sup>3</sup> 乗  
 員 50名 工期 48-1-26, 48-7-14, 48-12-22



**JOSE BONIFACIO** (鉦油兼用船) 船主 Petroleo Brasileiro S.A. (ブラジル) 造船所 石川島播磨重工業・呉造船所 総噸数 126,759.83噸 純噸数 104,101噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 270,358噸 全長 337.132 m 長(垂) 320.00m 幅(型) 54.50m 深(型) 28.00m 吃水 21.076m 平甲板船 主機 IHI-タービン1基 出力 36,000PS×80RPM 燃料消費量 174.79t/d 航続距離 35,990海里 速力 15.98ノット 汽罐 IHI-MONO-W ALL型×2 発電機 AC1,800KW×60Hz×450V×1,800rpm 貨物倉(クレーン) 151,443.9m<sup>3</sup> 貨油倉 328,000.7m<sup>3</sup> 清水倉 1,056.2m<sup>3</sup> 燃料油倉 17,988.9m<sup>3</sup> 乗員 36名, 外 8名 工期 48-5-29, 48-9-7, 49-1-24



**SANKO ROBIN** (鉦油兼用船) 船主 Overseas Transport Co., (シンガポール) 造船所 日立造船・因島工場 総噸数 89,496.05噸 純噸数 62,519.08噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 162,438噸 全長 300.00m長(垂) 289.00 m 幅(型) 48.00m 深(型) 23.00m 吃水 17.134m 満載排水量 193,596噸 平甲板船 主機 日立B&W12K84 EF型ディーゼル機関1基 出力 28,100PS×110RPM 燃料消費量 103.2t/d 航続距離 26,900海里 速力 16.05ノット 汽罐 日立2胴水管ボイラー 貨物倉 92,814.14m<sup>3</sup> 貨油倉 202,307.78m<sup>3</sup> 清水倉 1,000.72m<sup>3</sup> 燃料油倉 7,839.39m<sup>3</sup> 乗員 40名 工期 48-4-5, 48-8-31, 48-11-29



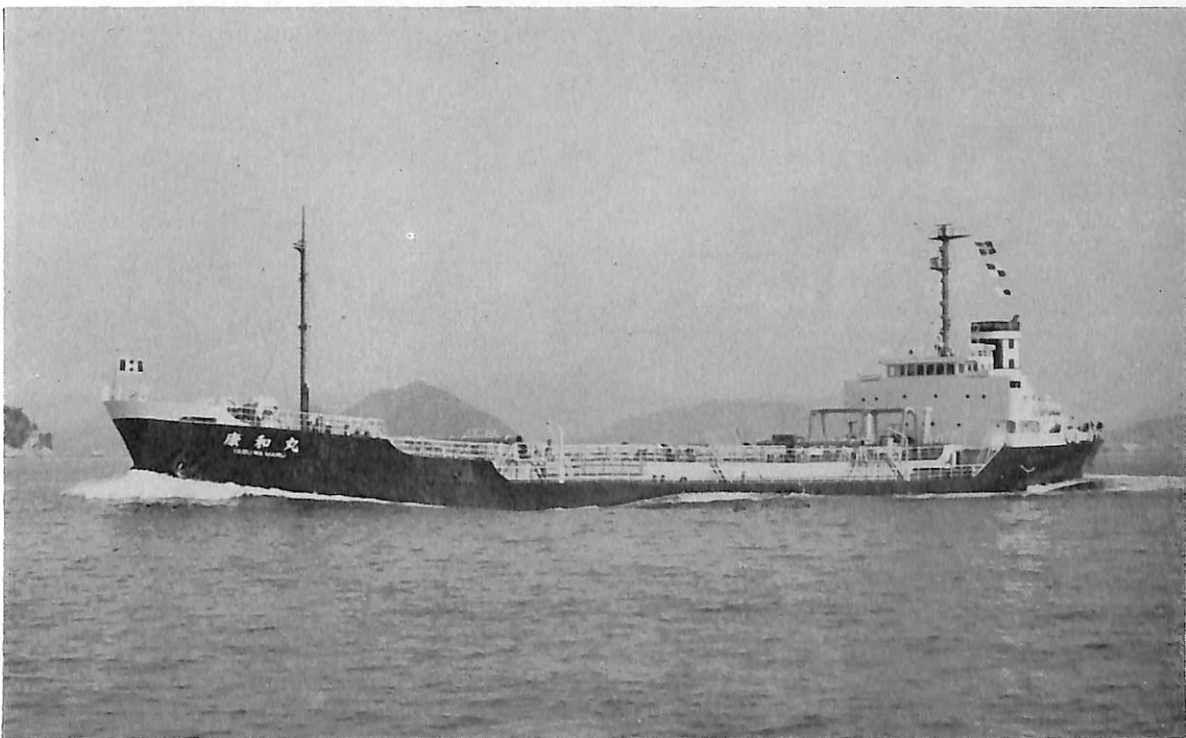
**SEA FAN** (ばら積運搬船) 船主 Galaxy Marine Incorporated (シンガポール) 造船所 株式会社金指造船所  
 総噸数 15,865.91噸 純噸数 10,514.83噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 25,535噸 全長 175.84m 長(垂) 165.00  
 m 幅(型) 25.40m 深(型) 13.40m 吃水 9.626m 満載排水量 32,552.94噸 凹甲板型 主機 三井B&W7K62  
 EFディーゼル機関1基 出力 8,600PS×140RPM 燃料消費量 33.7t/d 航続距離 15,300海里 速力 14.5ノ  
 ット 汽罐 サンロッド CPDB-15型 発電機 400KW×AC 445V×3 貨物倉(ベール) 31,907m<sup>3</sup> (グレーン)  
 36,157m<sup>3</sup> 清水倉 377m<sup>3</sup> 燃料油倉 A 158m<sup>3</sup>, C 1,735m<sup>3</sup> 乗員 34名 工期 48-6-20, 48-10-17, 49-1-  
 21, No.1 HATCH部 嵩上げ型. トムソン型. デリックブーム 同型船 SEA BELLS



**FAIRWEST** (自動車兼ばら積貨物船) 船主 Helindas Navigation Co., Ltd. (リベリア) 造船所 林兼造船・長  
 崎造船所 総噸数 9,960.55噸 純噸数 6,258噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 16,238.07噸 全長 152.76m 長(垂)  
 140.00m 幅(型) 22.20m 深(型) 12.00m 吃水 8.961m 満載排水量 21,836.80噸 凹甲板船 主機 IHI-スル  
 ザー6RD68型ディーゼル機関1基 出力 7,200PS×144.8RPM 燃料消費量 26.6t/d 航続距離 120,000海里  
 速力 14.80ノット 汽罐 コ克蘭コンポジット缶 1,000kg/h×1台 発電機 330KVA×3 貨物倉(ベール)  
 19,789.49m<sup>3</sup> (グレーン) 21,009.44m<sup>3</sup> 清水倉 531.95m<sup>3</sup> 燃料油倉 A 168.51m<sup>3</sup>, C 1,052.49m<sup>3</sup> 乗員 39名  
 工期 48-7-17, 48-10-13, 49-2-6 吊下げ式自動車甲板装備. 積載車 計 1,202台



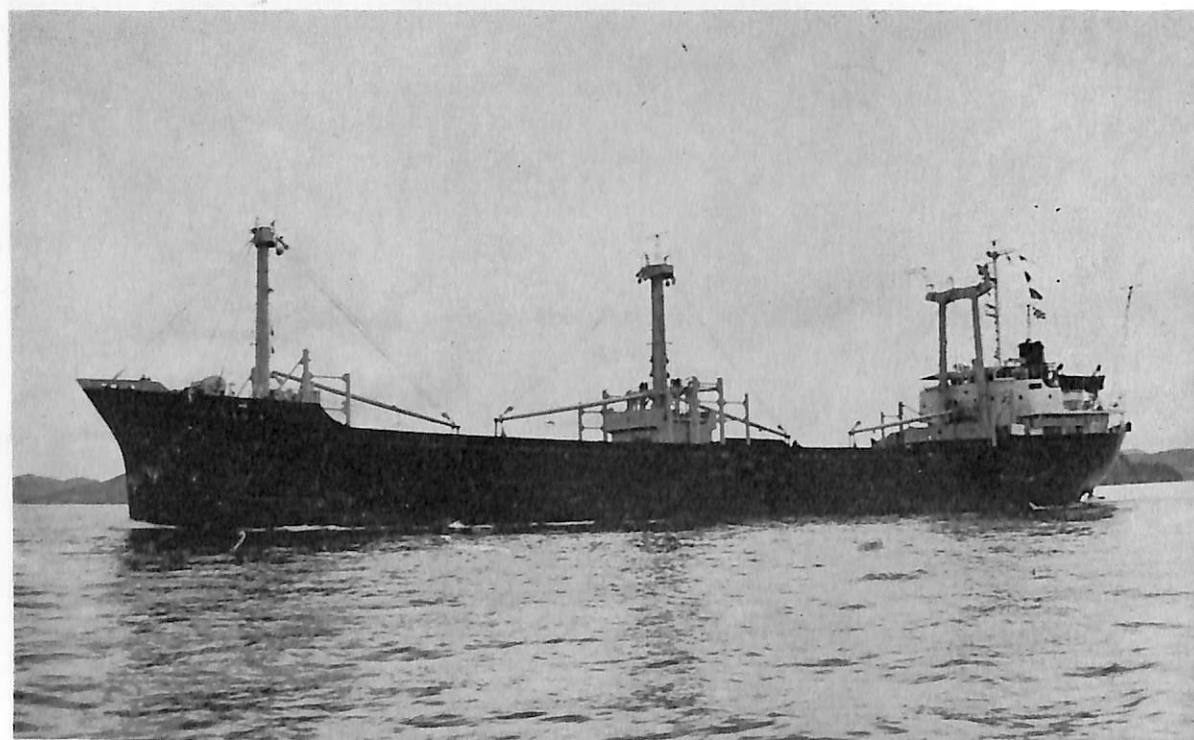
**MESTA (油槽船)** 船主 Koraboimpex (ブルガリア) 造船所 笠戸ドック株式会社  
 総噸数 46,773.55噸 純噸数 27,805.78噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 75,275噸 全長 237.00m 長(垂) 225.00  
 m 幅(型) 37.20m 深(型) 18.60m 吃水 12.917m 満載排水量 90,554噸 平甲板型 主機 IHI-スルザー 7 R  
 ND90型ディーゼル機関1基 出力 18,270PS×117.8RPM 燃料消費量 72噸/d 航続距離 14,800海里 速力  
 15.5ノット 汽罐 2 胴水管 25kg/h×16kg/cm<sup>2</sup>×2 排ガス 2.5噸/h×7kg/cm<sup>2</sup>×1 発電機 660KW×3 貨油倉  
 95,992.44m<sup>3</sup> 清水倉 411.32m<sup>3</sup> 燃料油倉 F 3,535.34m<sup>3</sup> D 240.88m<sup>3</sup> 乗員 38名 工期 48-5-10, 48-9-28  
 49-1-12 設備 イナートガス装備, セルフストリップング装備



**康和丸 (油槽船)** 船主 平和汽船株式会社 造船所 芸備造船工業株式会社  
 総噸数 2,738.33噸 純噸数 1,646.08噸 沿海 載貨重量 5,197.70噸 全長 96.500m 長(垂) 90.000m 幅(型)  
 14.800m 深(型) 7.400m 吃水 6.700m 凹甲板型 主機 阪神内燃機 6 LU46型ディーゼル機関1基出力3,200  
 PS×260RPM 燃料消費量 158g/PS-h 航続距離 4,000海里 速力 12.595ノット 汽罐 4,300kg/h×8 kg/cm<sup>2</sup>,  
 1,075kg/h×8 kg/cm<sup>2</sup> 発電機 AC445V×160KVA×2台 貨油倉 5,515.427m<sup>3</sup> 清水倉 89.77m<sup>3</sup> 燃料油倉147.28  
 m<sup>3</sup> 乗員 士官6, 部員10, 予備1 計17名 工期 48-7-2, 48-12-13, 49-1-31

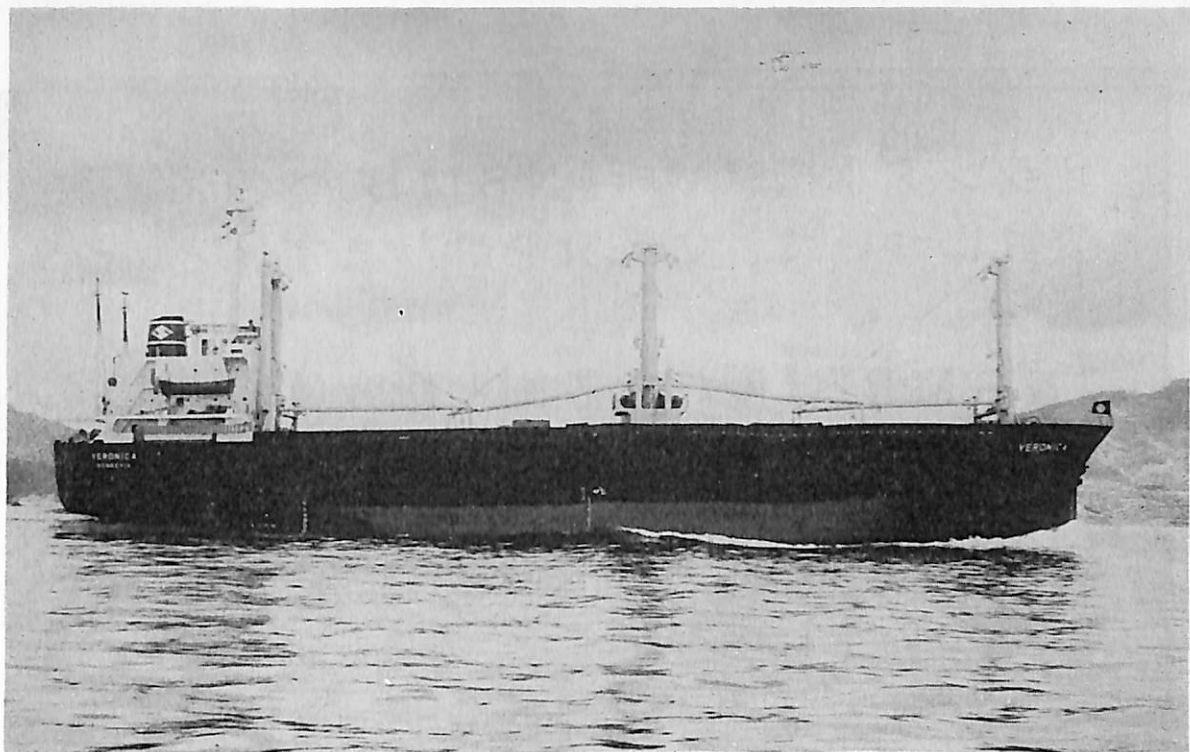


**BARON** (貨物船) 船主 Crimson Navigation Co., S.A. (パナマ) 造船所 今治造船株式会社  
 総噸数 3,939.95噸 純噸数 2,822.74噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 6,544.54噸 全長 105.57m 長(垂) 98.60  
 m 幅(型) 16.33m 深(型) 8.40m 吃水 6.821m 満載排水量 8,566.00噸 ウエル甲板型 主機 阪神内燃機 6L  
 U50A型ディーゼル機関1基 出力 3,230PS×218RPM 燃料消費量 11.86t/d 航続距離 11,590海里 速力  
 12.7ノット 発電機 165KVA×2 貨物倉(ベール) 8,000.21m<sup>3</sup> (グリーン) 8,421.48m<sup>3</sup> 清水倉 414.68m<sup>3</sup> 燃料  
 油倉 585.73m<sup>3</sup> 乗員 28名 工期 48-8-3, 48-11-4, 48-12-14

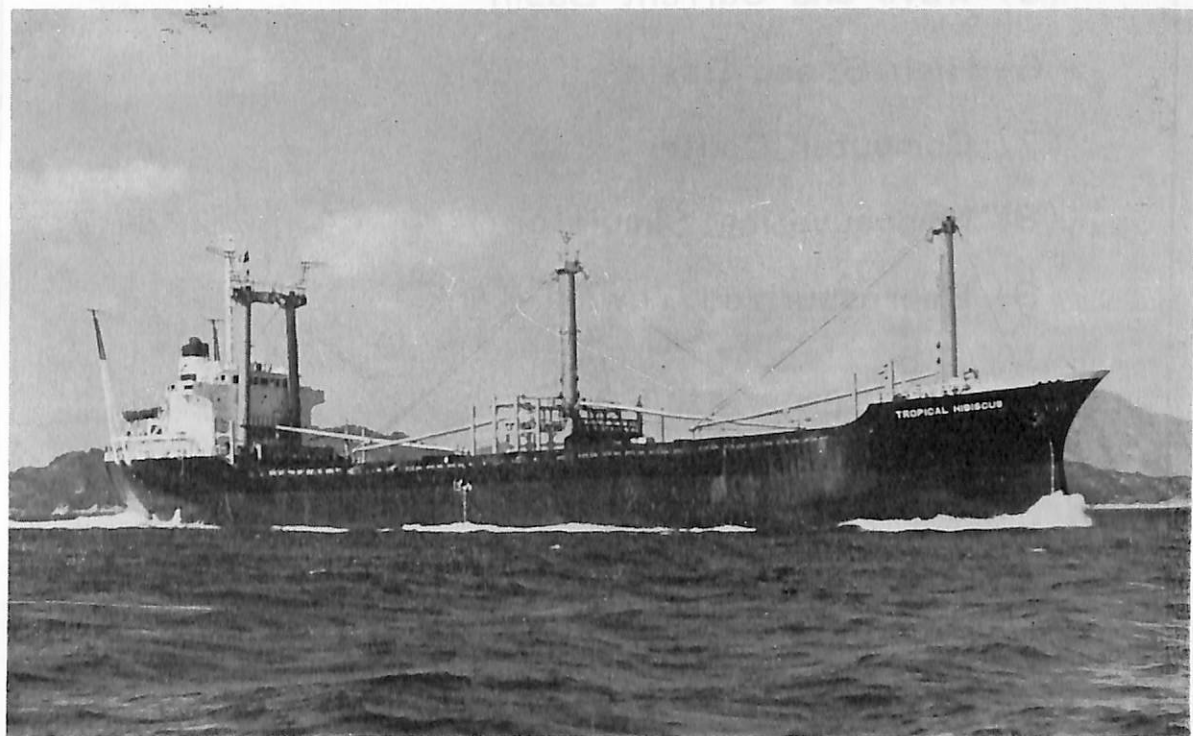


**PASANIA** (貨物船) 船主 Pasanian Shipping Lines S.A. (パナマ) 造船所 今治造船株式会社  
 総噸数 3,942.59噸 純噸数 2,823.78噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 6,551.97噸 全長 105.57m 長(垂) 98.60m  
 幅(型) 16.33m 深(型) 8.40m 吃水 6.821m 満載排水量 8,566.00噸 ウエル甲板型 主機 阪神内燃機 6L U  
 50A型ディーゼル機関1基 出力 3,230PS×232RPM 燃料消費量 11.86t/d 航続距離 11,590海里 速力 12.7  
 ノット 汽罐 600kg/h×7 kg/cm<sup>2</sup>, 400kg/h×7 kg/cm<sup>2</sup> 発電機 165KVA×2 貨物倉(ベール) 8,000.21m<sup>3</sup> (グレ  
 ーン) 8,421.48m<sup>3</sup> 貨油倉 585.73m<sup>3</sup> 清水倉 414.68m<sup>3</sup> 乗員 28名 工期 48-8-24, 48-12-13, 49-1-25





VERONICA (貨物船) 船主 Veronica Co., Ltd. (リベリア) 造船所 浅川造船株式会社  
 総噸数 6,254.95噸 純噸数 4,061.79噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 8,130.22噸 全長 105.70m 長(垂) 98.00  
 m 幅(型) 18.00m 深(型) 13.00m 吃水 7.60m 満載排水量 10,768噸 全通船楼型 主機 赤阪鉄工 6 UET45  
 /80D型ディーゼル機関 1基 出力 3,820PS×218RPM 燃料消費量 14.2t/d 航続距離 7,000海里 速力12.0  
 ノット 汽罐 コクランコンポジット 1基 発電機 250KVA×2 AC445V 貨物倉(ベール) 13,495m<sup>3</sup> (グレー  
 ン) 14,548m<sup>3</sup> 貨油倉 1,281.78m<sup>3</sup> 清水倉 287.32m<sup>3</sup> 燃料油倉 451.39m<sup>3</sup> 乗員 29名 工期 48-5-22, 48-  
 10-25, 48-12-21 設備 デリック 20艘×4



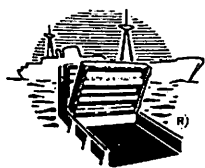
TROPICAL HIBISCUS (貨物船) 船主 Compania Universal Naviera S.A. (パナマ) 造船所 今治造船  
 株式会社 総噸数 5,792.31噸 純噸数 4,336.90噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 9,909噸 全長 119.88m 長(垂)  
 112.00m 幅(型) 20.50m 深(型) 9.55m 吃水 7.524m 満載排水量 12,934噸 ウェル甲板型 主機 神戸発動  
 機 6 UEC52/105D型ディーゼル機関 1基 出力 5,580PS×169RPM 燃料消費量 21.065t/d 航続距離 12,470  
 海里 速力 13.75ノット 発電機 280KVA×2 貨物倉(ベール) 12,130m<sup>3</sup> (グリーン) 12,960m<sup>3</sup> 燃料油倉  
 981.12m<sup>3</sup> 乗員 28名 工期 48-9-17, 48-11-8, 48-12-20

オランダ水槽試験所 (NSMB) への諸試験委託について、ご便宜を計ります。

“NSMB”は優れた設備と研究員による、迅速なサービスで定評があり、下記施設を備えております。

- (1) Deep Water Basin
- (2) Cavitation Tunnel
- (3) Seakeeping Basin
- (4) Shallow Water Basin
- (5) Wave and Current Basin
- (6) High Speed Basin
- (7) Computer Center
- (8) Manoeuvring Simulator
- (9) Depressurized Towing Tank

ご用命は下記へご連絡下さい。



オランダ水槽試験所日本総代理店

**極東マック・グレゴリー株式会社**

本社 東京都中央区八丁堀2丁目7番1号(大石ビル)  
電話 東京(03)552 代表5101番  
神戸営業所 神戸市生田区海岸通2丁目3番3(朝日ビル)  
電話 神戸(078)391 代表8864番

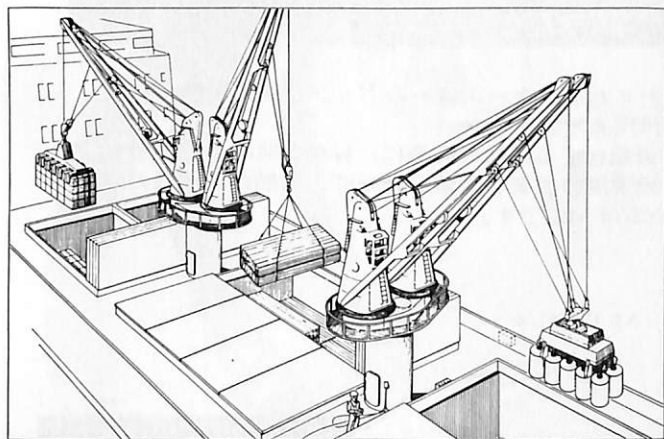
# NIKKO-HÄGGLUNDS TWIN CRANES

## Electro-hydraulic deck cranes



日鋼-ヘグランド標準電動油圧デッキクレーンには、シングルタイプとツインタイプがあり、各タイプ共各種力量（シングルは3-25t、ツインは5t×2-25t×2）のものが標準化されています。

作動はヘグランド社特製による高トルク低速油圧モータで行われ、減速用歯車装置は不要です。ツインクレーンは単独で別々に操作ができますし、又両者一緒に片方の運転室から操作することもできます。リモートコントロール装置も取付可能です。尚各種の貨物に適したアクセサリも豊富に用意しています。



一例 Crane type(twin)TD1522

Hoisting capacity	2×15 ton
Hoisting speed, low	40 m/min.
Hoisting speed, high <sup>1)</sup>	80 m/min.
Luffing from max. min. jib radius	33 sec.
Stewing speed	1.0 r.p.m.
Jib radius max. L	22.0 metre.
Jib radius min. L	3.0 metre.
Power input cont.	2×144 h.p.
Power input 10% duty cycle	2×260 h.p.
Total weight incl. platform	70.4 ton

 株式会社 日本製鋼所

東京都千代田区有楽町1-12(日比谷三井ビル) 電話(03)501-6111  
 営業所 大阪(06)203-3661・福岡(092)74-0561・名古屋(052)211-4541  
 広島(0822)28-6541・札幌(011)241-2271・新潟(0252)41-6301  
 仙台(0222)27-0691

# FURUNO®

## 入渠、航法に 対地速度情報を提供する ドップラソナーシステムです。



ドップラソナーシステムは、海底から反射されるソナーエコーのドップラ偏位を検出し、海底に対する絶対的な速度を測定する高精度測定装置です。

マンモスタンカ、コンテナ船、商船など大型化する船舶を完全に、しかも能率よく操船するために、ドップラソナーシステムは対地速度の重要な情報源として、船舶の安全性の向上に役立つDOCKING & NAVIGATION SYSTEMS です。

### ドップラソナーの効用

- ① 船舶のドッキング時の操船指令がより適確に
- ② マンモスタンカのオイルパイプ施設へのスムーズなドッキング
- ③ 船体の損傷防止
- ④ 棧橋、港内施設の損傷防止
- ⑤ 港内操船の合理化
- ⑥ 海峡をより安全で能率的に航行
- ⑦ 投錨時の引きずり、損傷防止（走錨監視）
- ⑧ 対地速度情報と航程計による最適航路決定、経済航行
- ⑨ 狭水道での座礁防止
- ⑩ 船舶の定速度制御への応用

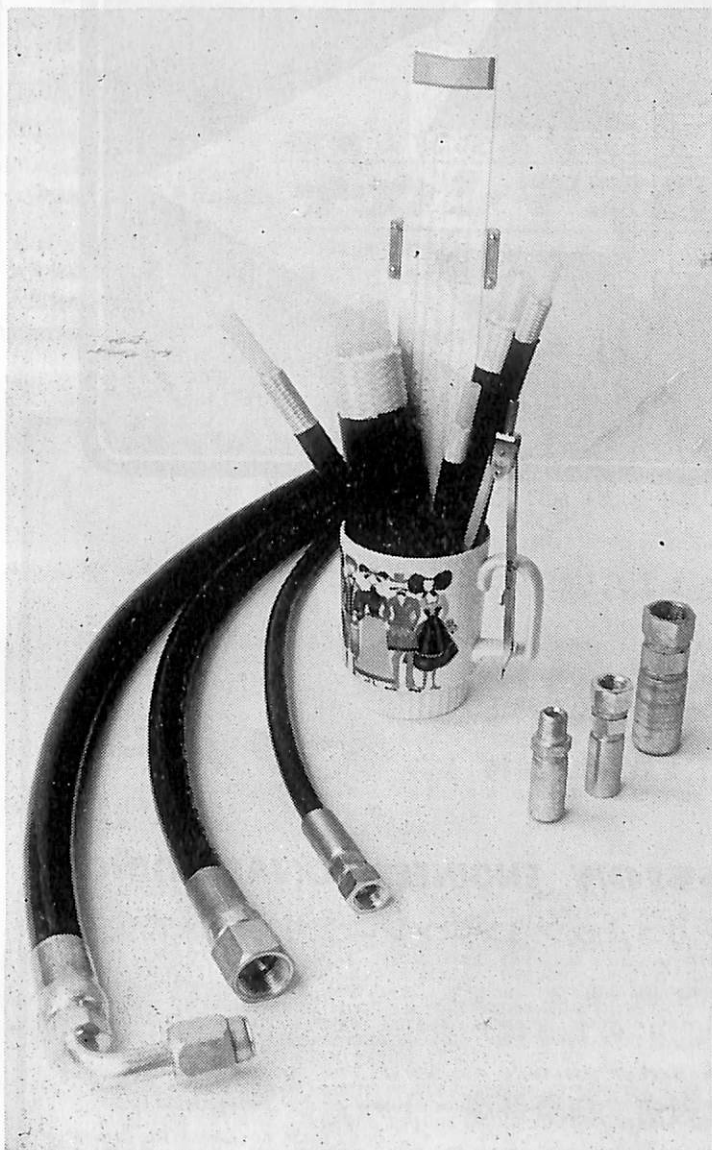
本 社 / 西宮市芦原町9-52 ☎0798 (65) 2111 (大代)  
支 店 / 東京都中央区八重洲4-5 ☎03 (272) 8491 (代)  
支 店 / ●北海道●東北●東海●中部●下関●長崎 その他35ヶ所 海外14ヶ所

エレクトロニクスで創造する

**FIL**

**古野電気株式会社**

優秀な造船技術者が  
油圧回路の設計を考える時  
いつでも  
**シンプルホース**が  
そこにある



■ 特 長

- 各種ホースに比し超高压で且つ柔軟性に富んでいる。
- 各種作動油に対する老化性、疲労性が少ない。
- 各種作動油を汚さない。
- 耐候性に優れている。
- 耐油圧衝撃性に優れている。
- 軽量である。
- 各種配管が美しく仕上る。

■ 用 途


甲板機械用、および油圧制御装置回路

■ 営業品目

油圧用……… **シンプルホース**  
 空圧用……… **シンプル N2チューブ**  
 空気計装用… **テコロジ**  
                   **テカホジ“1300”**

 **ニツタ・ムア-・カンパニー**

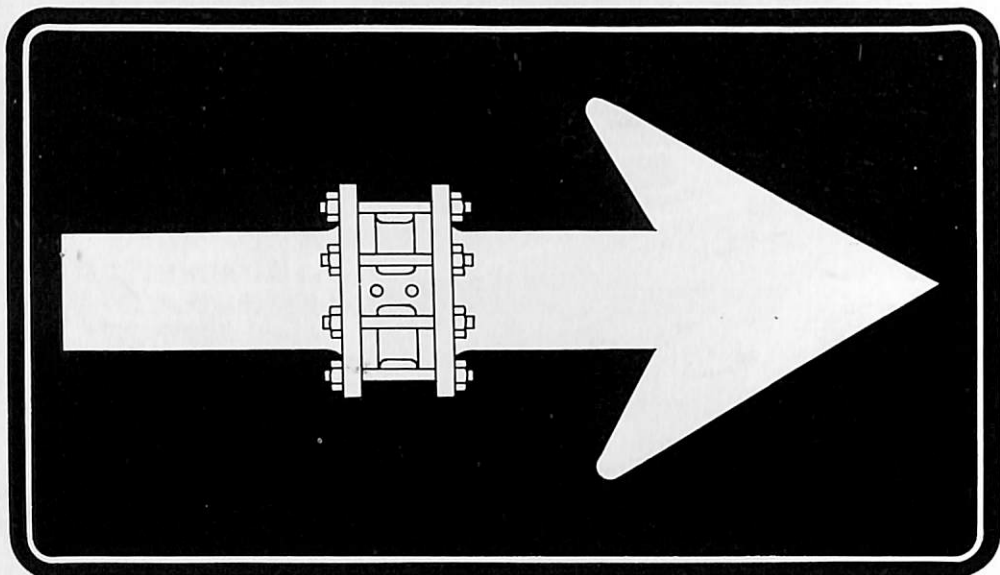
本 社 大阪市東区博労町4丁目30  
 TEL (06) 251-5631(大代)  
 工 場 奈良県大和郡山市池沢町172  
 TEL (07435) 6-1261(代)

 **新田ベルト株式会社**

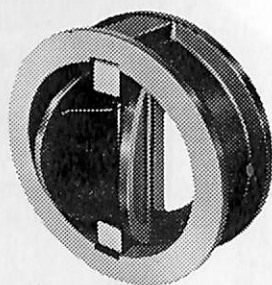
本 社 大阪市東区博労町4丁目30  
 TEL (06) 251-5631(大代)  
 東京支店 東京都中央区銀座8丁目2番1号  
 TEL (03) 572-2301(代)  
 名古屋支店 名古屋市中村区広小路西通2丁目18  
 TEL (052) 586-2121(代)  
 札幌営業所 札幌市中央区北一条西7丁目1  
 TEL (011) 241-0858(代)  
 福岡営業所 福岡市中央区天神5丁目5番4号  
 TEL (092) 74-4546(代)  
 北陸出張所 金沢市昭和町14番28号  
 TEL (0762) 65-6235(代)  
 広島出張所 広島市上東雲町15-19  
 TEL (0822) 81-7350  
 富士サービス 静岡県富士市横割1丁目1-22  
 センター TEL (0545) 61-7752

# デュオチェックバルブは

# 一方通行厳守です



- 取付けに方向性をもたない
- 小型，軽量
- ウォーターハンマー現象を防止
- 在庫資産コストを最小限に保持



**TRW Mission ENGINEERING(JAPAN)INC.**

ティアールダブリュミッションエンジニアリング株式会社

東京都港区西新橋 3 - 23 - 5 第24森ビル

電話 (436) 2141 (代)

〒105

総代理店：三菱商事・トーメン

# 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、各種鋼合金鋳造品・船尾  
装置一式

## ■新開発システム

### ○キーレスプロペラ

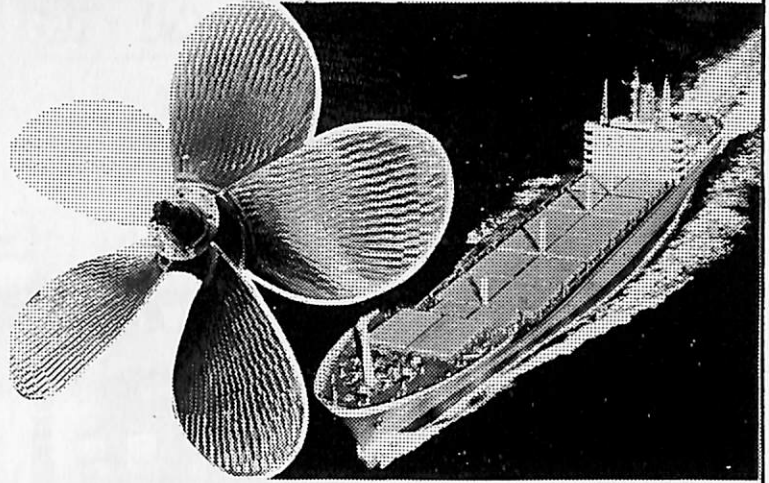
キーなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式  
取付・取外し簡便

### ○NAUタイププロペラ

当社と造船技術センターの共同開発、中小型プロペラの効率大巾アップ

### ○可変ピッチプロペラ

英国スト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(岡山中郵便局私書函167) 〒709-08 電話(0862)79-2205代 TELEX 5922-320 NKPROP J  
東京営業所 東京都中央区八丁堀1丁目6番1号 協栄ビル 〒104 電話(03)553-3461代 TELEX 252-2791 NAKAPROP  
大阪営業所 大阪市西区靱本町2丁目107 新興産ビル 〒550 電話(06)541-7514代 TELEX 525-6246 NKPROPOS

## 天然社編 船舶の写真と要目 第21集(1973年版)

昭和48年12月刊行 B5版上製函入 要目206頁、写真56頁 定価3,500円(〒200)

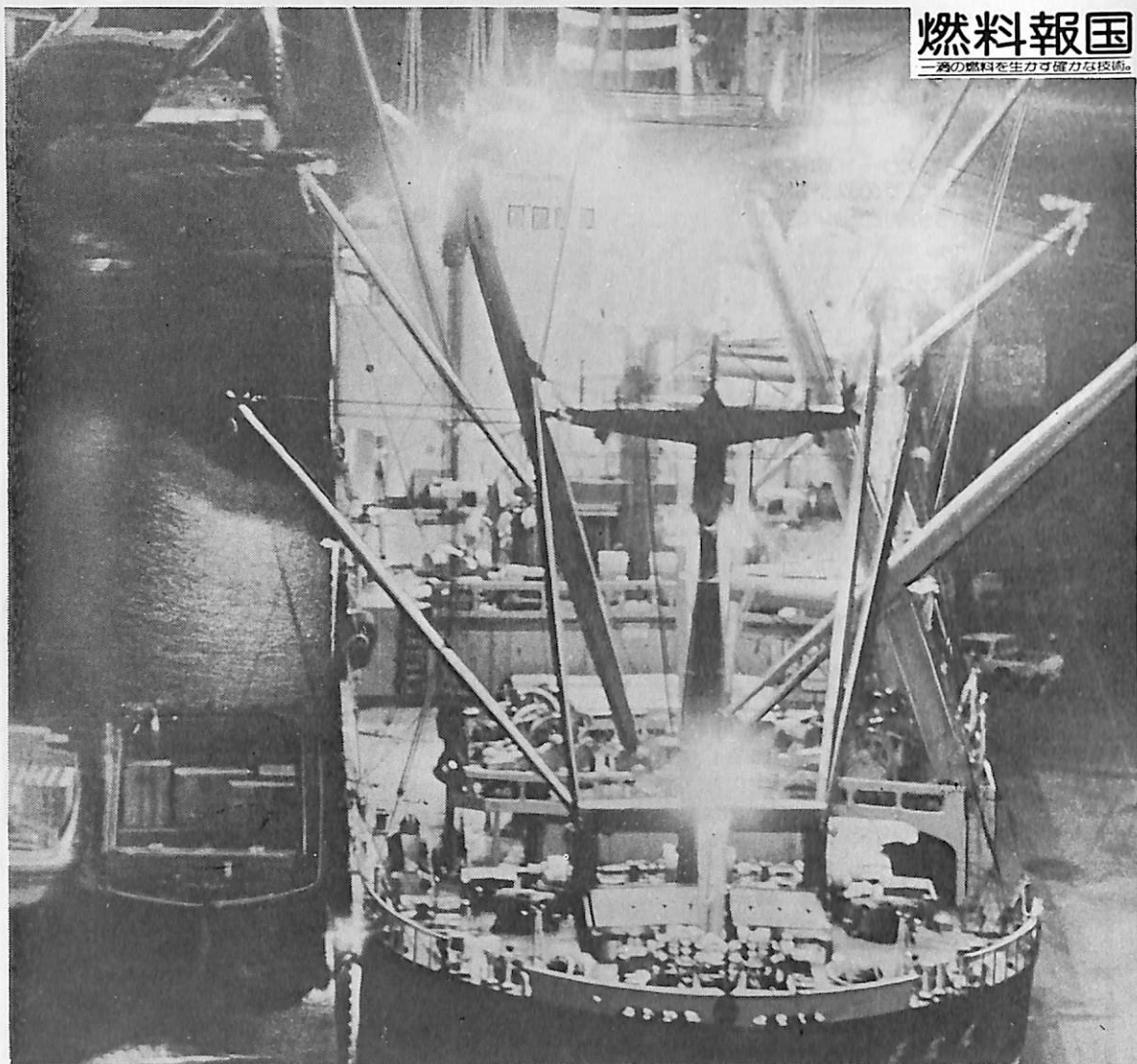
第20集以後—昭和47年8月~48年7月における2,000トン以上の新造船206隻を収録、この1年における主なる新造船の全貌が詳細な要目および全景写真をもつて明かにされた本集は、かならず、船舶関係の技術者はもちろん、一般愛好者にとつても貴重な資料であることを疑わない。

### 国内船

- 〔客船〕 あるかす、ましう、えりも丸、あるぼとろす、ごうるでん おきなわ、フェリー すみよし、おりおん、いせ丸、あるなす、にちなん丸、新さくら丸、おきなわ丸、さるびあ丸  
〔貨物船〕 せーぬ丸、しわく、ほうらい丸、東興丸、新川丸、金陽丸、ころんびあ丸、秀和丸、妙見丸、新宝丸、正龍丸、エイシアン フェニックス  
〔油槽船〕 瀬田川丸、高倉山丸、高宮丸、宗珠丸、豊光丸、龍光丸、鳥取丸、清和丸、大光丸、高城山丸、海光丸、帝光丸、流春丸、東榮丸、ぼしふいっくころな、第五福原丸、第八層若丸、ぐらんだあ、泰興丸、神裕丸、第一星宝丸  
〔散積貨物船〕 鋼四丸、新雄丸、龍光丸、香取丸、神洋丸、茨城丸、歴光丸、紀国丸、第二中興丸、菱東丸、渡鳥丸  
〔特殊貨物船〕 宇佐丸、熱田丸、あらふら丸、ぼしふいっく丸、万喜川丸、山鶴丸、大津川丸、鋼和丸、こーかさす丸、八戸丸、乾豪丸、べらごのぶりっじ、にゅーよーく丸、黒部丸、にゅーじゃーじ丸、東来丸、ジャパン アンブローズ、ぼしふいっく あろう、白山丸、かすけーど丸、豊陽丸、金寿丸、ジャパン プラム、さんたかたり丸、第七ぶりんす丸、SUN DIAMOND、相模丸、泰光丸、第三旭光丸、いそかぜ丸、大真丸、第八十七大盛丸、第一日本ハム丸、さくら丸、MARIVELES  
〔特殊船〕 銀河丸、第五天洋丸、第三天洋丸、吉野丸

### 輸出船

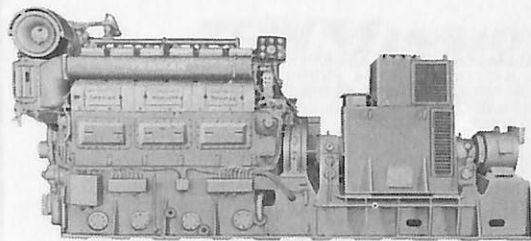
- 〔客船〕 海町、CEBU CITY  
〔貨物船〕 OCEAN HARVEST, ACROPOLIS, ALKYONIS, UNION BRILLIANCY, BUNGA ANGSANA, MERRY CAPTAIN, BUNGA SEROJA, SPES, FORTUNE VENTURE, SEA BIRD, PERICLES HALCOUSSIS, UNION PIONEER, OCEAN GADIS, LORD, CERRO GRANDE, LANSUNG ACE, SOUTH WORLD, UNITY, RESPLENDENT, UNION ADSTRALIA, CRIMSON CONCORD  
〔油槽船〕 GLOBTIC TOKYO, VENOIL, BERGE PRINCESS, THORSHOLM, SINDE, IOANNIS CHANDRES, VIOLAND N. GOU-LANDRIS, OTTO N. MILLER, EASTERN DALE, UNIVERSE PIONEER, FERNMOUNT, MOBIL PETROLEUH, ATHINA S. NIARCHOS, JAPAN ITOCHU, EASTERN DALE, ENERGY MOBILITY, GEORGE F. GETTY II, JEQUITIBA, TADOTSU, ACCILITY PRINCE, ANIA, NAVARCHOS MIAOULIS, MESSINIAKI ORMI, SEABORNE, ESSO KUMAMOTO, SOLEIL  
〔散積貨物船〕 SEVERN BRIDGE, MOSFIELD, POLYVIKING, GENE TREFETHEN, MOSBROOK, TAKAMENO, VOYWI, KYRIAKI, CHALMETTE, STAMY, FEDERAL BULKER, ARMONIA, EASTERN TREASURE, KOLLE D, VICTORIA I, INVERSHIN, EASTERN LILAC, AVLIS, ANTENOR, DORIC FLAME, WAYFARER, ELLISPONTOS, MERCY, STAR CASTOR, SPRAYNES, WOERMANN SASSANDRA, ANTIOCHIA, PERGAMOS, SETE  
〔特殊貨物船〕 NAESS AMBASSADOR, DOCECANYON, TANTALUS, TARTAR, ANDRS ANTARES, CYPRES KING, LARINA, GARDEN GREEN, SILVER BRIDGE, WORLD KINGDOM, AUTHENTIC, ROSS ISLE, AEGEAN SEA, ESSO FUJI, TOYAMA, OGDEN BRIDGESTONE, BUNGA TEMBUSU, GOHYO, SANKOMONO, MANDANG, STREAM BOLLARD, CAR CASTLE, ASIA DALE, LEO, CRYSTAL GARDENIA, REGENT CEDAR, GRAND CARRIER, SOUTHERN OCEAN, MANISTEE, INWANG  
〔特殊船〕 PETROBRAS II, PUNG YANG



## あらゆる大形船で今日も活躍。

貨物船・タンカー・フェリーボート・ドレジャー・クレーン船 …あらゆる大形船舶の補機にヤンマーの6GL形シリーズ〈720~1200馬力〉・6ZL形シリーズ〈1600~1800馬力〉が最適。

用途に応じて豊富な機種の中からお選びください。



船舶補機  
**6GL-ET**  
〈1200PS/720rpm〉

船舶補機 3.5~1800馬力

# ヤンマー ディーゼル

●詳しいカタログをお送りします〈本社・宣伝部〉まで。

ヤンマーディーゼル株式会社 (本社) 大阪府北区茶屋町62番530 TEL(06)372-1111(代)

(支店) 札幌・東京・名古屋・大阪・広島・福岡





日本図書館協会選定図書



1 隻 1 冊 必 備 の 書

THE CYCLOPEDIA  
OF  
NAVIGATION

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

航 海 辞 典

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

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

東京都新宿区赤城下町50 天 然 社 振替東京79562番

# 酸素事故をゼロにしよう。

理研酸素モニターは空気中の酸素濃度が低下し、人命が危険にさらされたり、逆に酸素濃度が高くなり化学反応、火災・爆発の起りやすい場所など広い範囲にわたって測定できます。

## ●長寿命で堅牢なセンサを採用

- 1) 電解液、メンブランの交換なしで一年以上連続使用できます。
- 2) 湿度100%まで使用できるうえにCO<sub>2</sub>やスモークにも影響されません。
- 3) 0~40℃まで自動温度補償されているので、一度校正すれば長期間再校正なしで連続使用できます。

- 操作は簡単(ウォーミングアップ不要)
- 高精度ですばやい応答
- 300mまで延長コード取付可能
- 小型軽量で携帯に便利
- 連続測定可能

 **理研計器株式会社**

営業本部 東京都板橋区板橋 2-46-8 (03)963-7381代  
横浜営業所 (045)322-5181-2 札幌営業所 (011)231-1644  
名古屋営業所 (052)262-1686代 大阪営業所 (06)312-5521-3  
広島営業所 (0822)21-8671代 理研九州販売 (092)431-2558

ユニークなセンサを採用した

## 理研酸素モニター

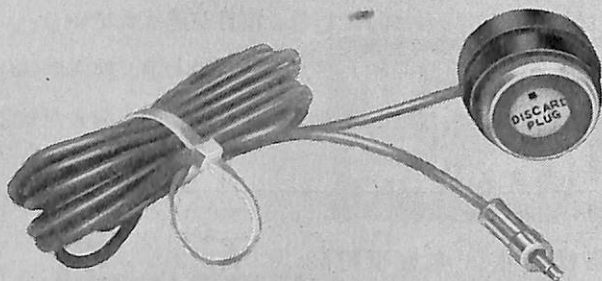
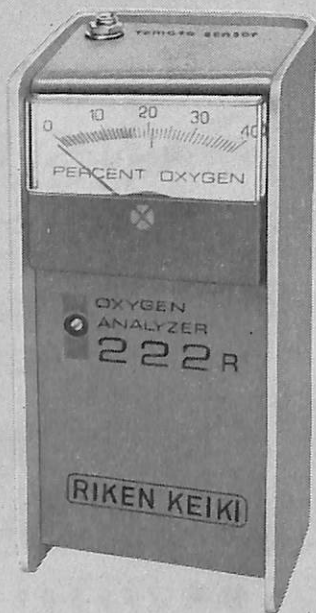
〈3機種〉  
新発売

- 定置式OM-300型(警報付)(0~10%, 0~25%)又は(0~50%, 0~100%)  
又は(0~25%, 10~50%)
- 携帯式OA-222R型(本質安全防爆型)0~40%
- 携帯式OA-225R型(本質安全防爆型)0~25%
- 携帯式OM-322R型(警報付)0~40%

### 携帯式 OA-222R型

本質安全防爆型 (労働省産業安全研究所検定合格品)

- 船艙・タンク等爆発危険場所で使用するのに最適です。
- 指示計目盛上で、既知酸素濃度(普通は空気)によるスパンチェックで使用でき、その上外部電源を必要としないので、乾電池の交換や充電の必要が全くありません。
- センサは安定、長寿命で、1ヶ月間の連続使用ができます。
- 小型・軽量で携帯に非常に便利です。



# 古野電気製 MF-100 型ドップラ ソナーシステムについて

箕原喜代美\*  
中井弘\*\*

## 1. ま え が き

近年、船舶の巨大化に伴い、離岸時や港内および狭水路航行の安全と運航の能率向上を図るため、高精度の対地速度計の必要性が生じてきた。現在、船舶において使用されている速度計としては電磁ログおよび圧力式ログなどがあるが、ともに対水速度の計測器であり、特に低速領域での精度がわるい。そこでわが社はこれらの情勢に対処してドップラ・ソナーの開発に昭和44年頃から着手し、基礎調査、基礎実験、試作、水槽試験、海上実験および実船テストを実施し、その性能を確認して実用化製品を生み出した。

ドップラ・ソナーの精度におよぼすいくつかの要因(温度、塩分、水圧、海底の傾斜や形状、トリム・ヒールおよび振動子の船体への取付誤差、ローリング・ピッチングの影響、トランスジューサの指向特性および感度、最適周波数、海中雑音、対地速度測定可能深度、ドップラ周波数の周波数分布)の基礎的な理論解析については紙面の制約上割愛し、ここでは動作原理、装置の概要につき簡単に解説し、われわれの行つた実験結果について触れ、現状および将来の展望について記述する。

## 2. 動作原理

送波および受波用の振動子を船体に装着し、動いている船の送波振動子から斜め下の前方または後方の海底に向けて周波数が高く指向性のある超音波を発射すれば、海底からの反射波の周波数が速度に比例してズレするというドップラ効果が生じる。ドップラ・ソナーは、このドップラ効果によつて生じた周波数のズレを検出測定することにより、船の対地速度を求めている。(信号が移動する船舶の運動方向に向けて発射されている場合には、反射信号の周波数が発射信号の周波数より増加し、逆の場合は低下する。この周波数のズレは、相対速度に比例している。)

一方向のみのドップラ・シフトでは、海底の変化、ローリング・ピッチングによる垂直方向の影響を受けるので、実際には前後および左右方向へ同一俯角をもつベアビームを使用し、一組ごとに各々得られた速度情報を平均することにより、より正確な測定をしている。また

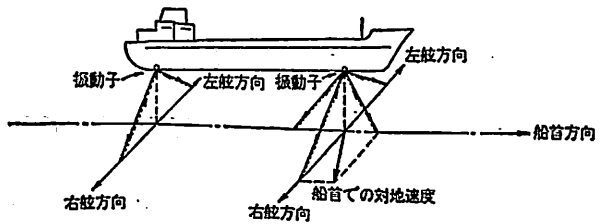


図-1 構成

巨大船では図-1の通り船首の前後方向および左右方向、船尾の左右方向に振動子を設置することにより船体の運動が把握出来るようにしている。

## 3. 装置の概要

超音波の発射方法には連続波方式とパルス波方式とがあり、連続波方式とは超音波を海底に向け連続的に送信し、反射信号も連続的に受信する方法で、パルス波方式とは超音波の送信と休止を一定の間隔で繰返し、休止時に反射信号を受信する方式である。

両方式にはそれぞれ一長一短があり、特にパルス波方式では受信信号が連続的に得られないため信号処理が複雑になり、そのため高価になる欠点があるが、連続波方式に比べ使用可能深度が深くなり、さらに深度の深い海域では、海水塊からの反射信号を受信して対水速度計としても使用出来るなど大きな特長があるため、今後はパルス波方式が多く用いられる傾向にある。

連続波方式とパルス波方式の比較を次に示す。

項目	連続波方式	パルス波方式
使用可能深度	約 50 m (送信と受信の誘導障害のため出力制限あり)	150~200 m
精 度	連続情報が得られるので高精度を得やすい	連続波に比べ情報量が少ないので装置が複雑化し高精度化が困難
送波器と受波器の共用	不可	可 (船底工事が簡単)
対水速度計としての使用可否	不可	可 (圧力式ログ・電磁ログとの置換を可能とする)
最小使用可能深度	約 1.5 m (送波器と受波器の間隔により制限)	約 1 m (残響時間、送受切替え時間等により制限)

\* 古野電気株式会社 箕原研究室長  
\*\* / 箕原研究室

装置の複雑さ (信号処理)	簡 単	複 雑
海底判別	不 可	可 (自動切換え可能)

また前後両方向に超音波ビームを放射するのは、単ビームの場合の2倍のドップラシフト信号が得られること、船の上下動の成分は打消されローリング・ピッチ

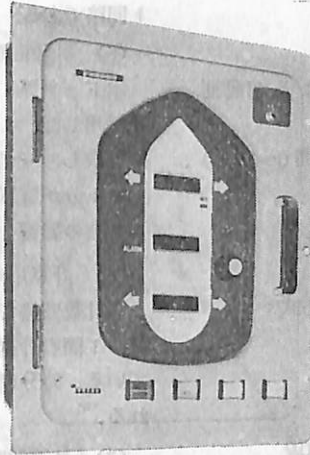
の影響も軽減される効果があるため、簡易形以外のドップラ・ソナーではほとんどこの方式が採用されている。またパルス波方式のものでは、海底からのエコーパルスと海水塊からのエコーパルスをレベル的に判別して対地対水の自動切替（浅深切替え）を行つて、これの表示もするようにしている。

なお AMETEKs 社のドップラ・ソナーと、当社製と比較表を次に示す。

	AMETEKs JN 410	AMETEKs JN 441	AMETEKs JN 430	FURUNO MF-100
海底よりの高さ	最大 250 ft	最大 250 ft	最大 150 ft	0.5m (海底反射にて精度を約1%に維持する場合) ~150m
速力範囲	0~30 kt (8"スケール長)	0~10 kt (標準)	0~±8+ft/sec (船首尾, 正横, 垂長, 3方向メータ)	Fore-Aft 方向 0~29.99 kts 0~15.43 m/sec Port-Stbd 方向 0~9.99 kts 0~5.14 m/sec
速力精度	フルスケールの2%, または読み方の3%のいずれか大きい方, ただし0ktでオフセットない場合	同 左	±1 kt (アナログ) デジタルの精度は計算機のプログラミングで定まる	Trim: 2°, Heel: 3°以内の場合 ±(1%+0.02) kts, ±(1%+0.01) m/sec
航 程 計	0.001 浬単位で5桁 (6桁または1yd)	1 yd 単位で5桁	水平 1 yd 単位で6桁 (アナログ), デジタルの時は 0.2 in 単位	0~99999.9 浬 (手動リセット付)
航程精度	走航距離の1.5%	同 左	走航距離の1.5% (アナログ)	海上実験の結果は走航距離の1%
最小識別速力	0.1 kt	0.2 kt	0.1 kt (アナログ) 10 ft/時 (デジタル)	0.01 kts
大きさ(寸法)	標準 19" リレーラックパネル高さ 3/4" キャビネット 21 3/4" × 11 3/8" × 15 1/4"	18" 長さの円筒形 10 3/4" 径	メイン電子ユニット 10.5" × 19" × 13"	メインラック 503 W × 480 D × 1110 H
トランスデューサ	直径 6 1/8" 高さ 4" 取り付け棒長さが (取り付け穴 2 1/2")	同 左	高さ 6" 径 8.25"	直径 445 m/m 高さ 658 m/m
保証水圧		20 ft	トランスジューサ水深 20,000 ft	50 m
重 量	コンソール重さ シャーン 281 bs キャビネット 201 bs	空中 481 bs	電子ユニット 381 bs ディスプレイユニット 9.51 bs	95 kg 送受信器 110 kg
トランスジューサ	アルミ1箇 111 bs 真鍮またはステンレス 281 bs	アルミ1箇 111 bs		180 kg
電 源	105~125 V 60~400 Hz 120 W	12 V DC 30 W	26 V DC 100 W 115 V 400 Hz 30 W	AC 100/115 V 60 Hz 1φ: 300 VA
照 明	赤色光 (明るさ可変)	赤色バック照明 可変	投射照明メータ	白色光 (明るさ可変)
情 報	(i) 海底に対する速力 (ii) 海底に対する航程	同 左	同 左	(i) 海底に対する速力 (ii) 海底に対する航程 (iii) 深度 150 m 以上は対水速力表示
発振周波数	600 KHz	同 左	同 左	455 KHz
ビーム幅	約 3°	同 左	同 左	5° (全角)
俯 角	60°	60°	60°	60°
特 色	トランスジューサは4個の振動子はめ込み	同 左	同 左	送受信器は船底タンク方式 デジタル方式 計算回路が簡単 船首および船尾の横方向スピードが正確に計測される
送波出力	6 W	6 W	6 W	20 W 1箇当り



実船に装備されたドップラ・ソナーMF-100 DS型



ドップラ・ソナー DP 型指示部 前面パネル



ドップラ・ソナー DS 型本体制御盤前面パネル

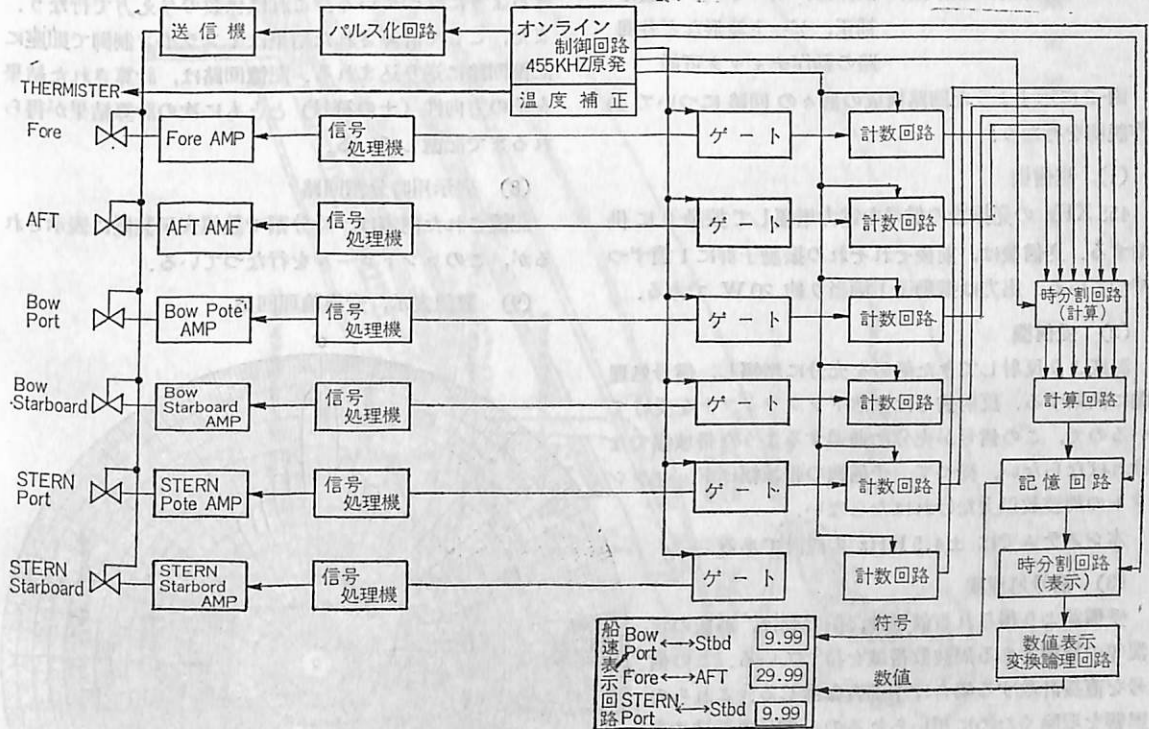


図-2 系 統 図

現在大型船に装備されているわが社のドップラ・ソナー MF-100 型の写真、および系統図を図-2に、また主要目を次に示す。

- (1) 測定範囲 縦方向 0~29.99 kts (0~15.43 m/sec)  
横方向 0~9.99 kts (0~5.14 m/sec)

(表示単位切替可能)

- (2) 航程表示 0~99999.9 浬 (手動リセット付)  
(3) 測定精度 Trim: 2° Heel: 3° 以内の場合 ±(1%+0.02) kts, ±(1%+0.01) m/sec  
(4) 動作深度 0.5 m~150 m (海底反射にて精度を約1%に維持させる場合)

- (5) 表示方式 速度: 数字表示  
方向: 矢印表示
- (6) 音速補正 水温補正…サーミスタによる自動補正  
塩分補正…手動設定 (範囲 0~39%)
- 使用超音波 455 KHz パルス波方式  
送受波器 チタン酸バリウム振動子  
送信出力 20W×6個  
受信方式 スーパーヘテロダイン方式  
受信帯域幅 ±4.5 KHz  
受信利得 110 dB 以上  
入出力インピーダンス  
入力インピーダンス: 50Ω  
出力インピーダンス: 75Ω
- 電源電圧 AC 100/115 V, 60 Hz, 1φ: 300 VA  
動作点検回路内蔵: 演算部, サーミスタ, 塩分補正, ゲート波形など各回路の動作チェック可能

図-2に示すような回路構成の個々の回路について動作説明を行なう。

#### (1) 送信機

455 KHz の発振器の信号を電力増幅して振動子に供給する。送信機は、前後それぞれの振動子群に1箇所ずつ持つている。出力は振動子1箇所当り約 20 W である。

#### (2) 受信機

海底より反射してきた信号を十分に増幅し、信号処理機に供給する。反射信号は当然ドップラシフトを受けているので、この信号が充分に通過するような帯域幅でなければならない。従つて、受信機の帯域幅はドップラシフトの周波数以上なければならない。

本システムでは ±4.5 KHz の設計である。

#### (3) 信号処理機

受信器より得られる信号は、船の動揺、海底の状況等の影響である周波数帯域を持つている。この信号を直接計数する場合は不都合を生じる。これらの影響を取除くために用いられるのが信号処理機である。この処理機により、反射波の周波数の中心値をとらえるようにするとともに、その時定数を適当に選定してバラツキの平均化を行なう。

#### (4) ゲート回路

本装置は、受信した信号を平均化処理し、そのまま計数回路によりカウントする方式を採用した。この計数時間を設定するのがオンライン回路で、時間ゲートを開いて計数回路に信号を導入するのがゲ

ト回路である。

#### (5) 計数回路

本ドップラ・ソナーは、前述のとおり、直接計数方式を採用した。これは前方向の信号と、後方向の信号を直接計数し、そのまま計算することにより直接ドップラシフト分が計算できる。このような方法で行なえば直接送信波の影響をなくすることができる。

#### (6) 計算用時分割回路

各計数回路でカウントされた値を計算回路で計算する際、1箇の計算器で行なえるように時分割方式を採用している。時分割信号はオンライン制御回路により与えられる。

#### (7) 計算回路、記憶回路

計算回路では、前述のとおり、ゲート回路とともに係数を与えている。ここでは kts と m/sec の表示を切換できるようにになっている。これは係数の与え方で行なう。また、ここで計算された結果はオンライン制御で即座に記憶回路に送り込まれる。記憶回路は、計算された結果をその方向性 (±の符号) とともに次の計算結果が得られるまで記憶している。

#### (8) 表示用時分割回路

記憶された内容は、時分割で数値表示装置に表示されるが、このコントロールを行なっている。

#### (9) 数値表示、変換論理回路

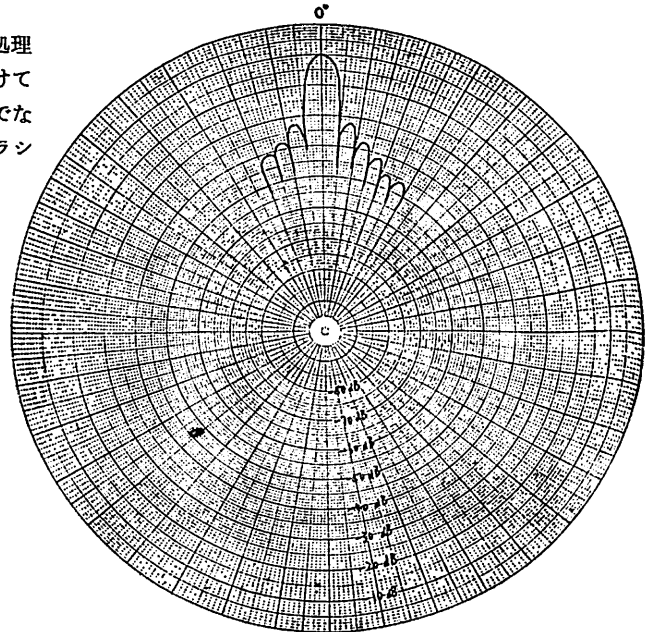
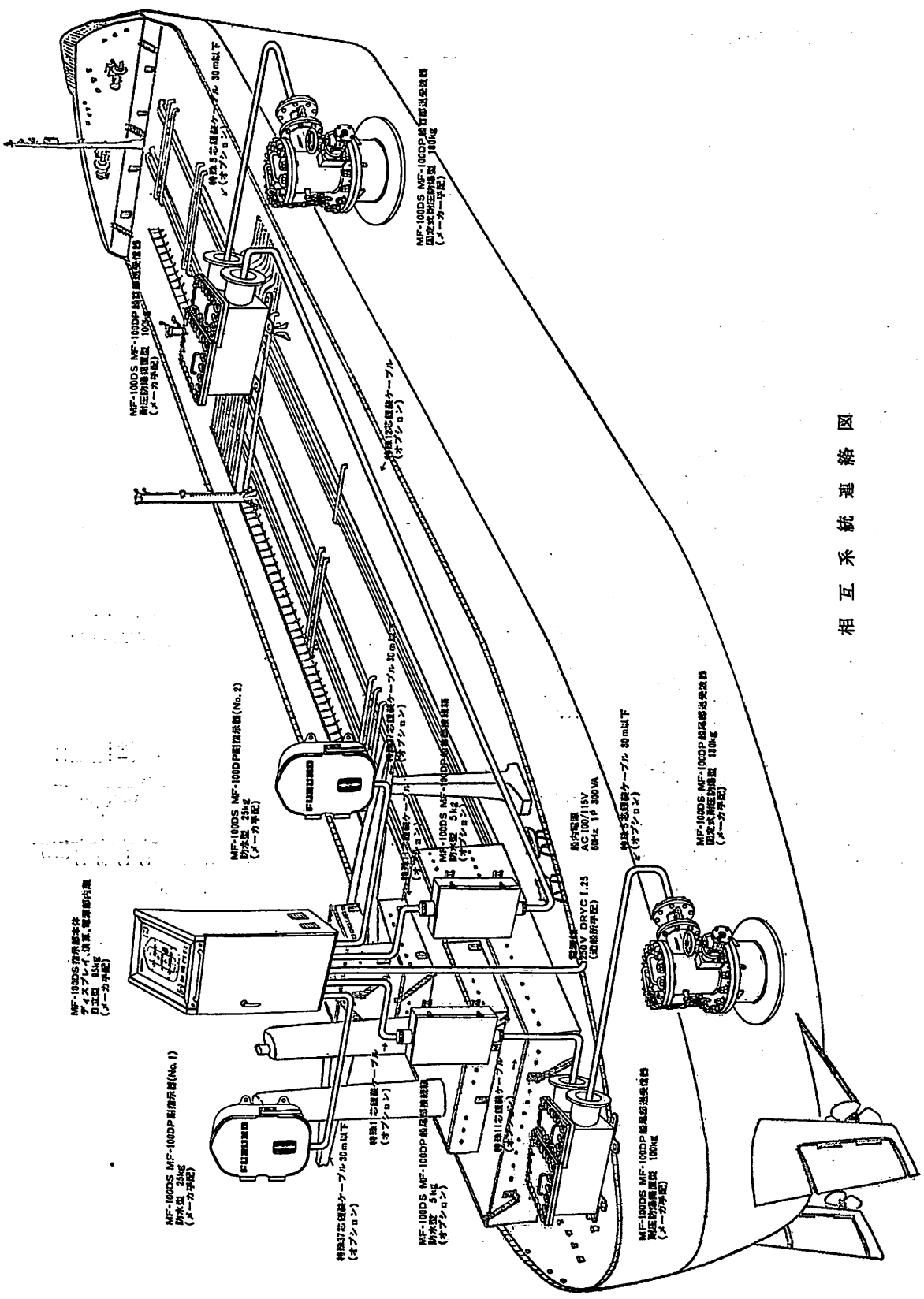


図-3 ビームの指向性 (455 KHz において、指向角半減半角約 2.5°)



MF-100DS 特殊基本法  
アイスクレイ、消火、電源部内蔵  
自立型 85kg  
(メーカー保証)

MF-100DS MF-100DP 制御装置 (No. 1)  
特殊対応制御ケーブル 30m以下  
(オプシオン)

MF-100DS MF-100DP 制御装置 (No. 2)  
特殊対応制御ケーブル 30m以下  
(オプシオン)

MF-100DS MF-100DP 船内電源装置  
防水型 5kg  
(オプシオン)

MF-100DS MF-100DP 船内電源装置  
防水型 5kg  
(オプシオン)

MF-100DS MF-100DP 船内電源装置  
防水型 5kg  
(オプシオン)

MF-100DS MF-100DP 船内電源装置  
防水型 5kg  
(オプシオン)

船内電源  
250V DRVC 1.25  
(50/60Hz)  
AC 100/115V  
60Hz 1φ 300VA

相互系統連絡図

記憶された内容は Excess 3 コードであり、これを数値表示装置に与えられるような内容の信号に変換する。

(10) 船速表示回路

船速は、数値表示装置により船首の横方向と前後方向、船尾の横方向の表示が kts, または m/sec で表示される。

(11) オンライン制御回路

今まで述べてきたように、回路の殆んどがデジタル化されており、また、時分割方式で動作している。これらの動作をつかさどるのがこの回路である。これは 455 kHz の送信用の信号を分周回路により分周し、合成して得られた信号ですべてコントロールされている。

機器の構成は次のようになる。

MF-100 DS 型

指示部本体	95 kg (自立型)
副指示器 (No. 1)	12.5 kg (防水型)
副指示器 (No. 2)	12.5 kg (防水型)
送受信器 (船首)	110 kg (耐圧防爆据置型)
送受信器 (船首)	110 kg (ク)
送受波器 (船首)	180 kg (固定式耐圧防爆型)
送受波器 (船尾)	180 kg (ク)
配線用ケーブル・電源線	
予備品	6 kg (ボックス付)
接続箱	5 kg
接続箱	5 kg

(注1) MF-100 DP 型は、MF-100 DS 指示部本体の構成が埋込型表示部 (18 kg)、演算部 (35 kg)、電源部 (40 kg) の3ブロックに分離されている。

(注2) 送受波器 (180 kg)、送受信器 (85 kg) は防水構造 (非防爆) 品も準備してある。

4. 実験結果

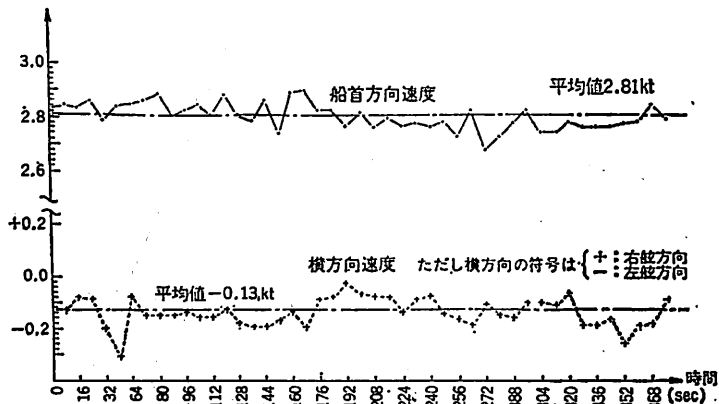
受信ドップラ周波数はトランスジューサのある定つたビーム幅によつて、有限のスペクトラム幅を持つ。代表的なビームの指向性の測定結果の1例を図-3に示す。

実験は、連続波方式とパルス波方式の双方について行なつたが、後者の方が種々の点で、より秀れているので、パルス波方式を採用することにした。

我々の行なつた実験の経過と結果を表-1に、またそれぞれのデータを図-4~8にまとめた。

表-1 実験経過と結果

実験(調査)順序	実験場所	実験方法	結果(精度)
基礎調査と実験	社内		実用化の可能性を確認
連続波方式実験	西宮港沖	マイルポストとの比較	-0.4~1.5% (図-4参照)
パルス波方式実験 (1)	100 m 水槽	スピード計測器との比較 (精度 1mm/sec 以下)	-0.4~1.4% (図-5参照)
対水速度計実験	相模湾	電磁ログとの比較 電波ログとの比較	-0.9~2.2% -0.15~0.75%
パルス波方式実験 (2)	西宮港沖	マイルポストとの比較	-0.88~0.08% (図-6参照)
パルス波方式実験 (3)	神戸港内	地上定点の方位角測定による位置との比較	-0.7% (図-7参照)
ドップラ・ソナーシステム MF-100 DP 性能試験例	佐世保港沖	レーダー・ブイによる船位確認との比較	0.59% (図-8参照)



水深: 約 7 m, 風速: 約 5 m, 船の大きさ: 13 GT, 潮流: 不明

図-4 連続波方式海上実験データ (西宮港沖にて)

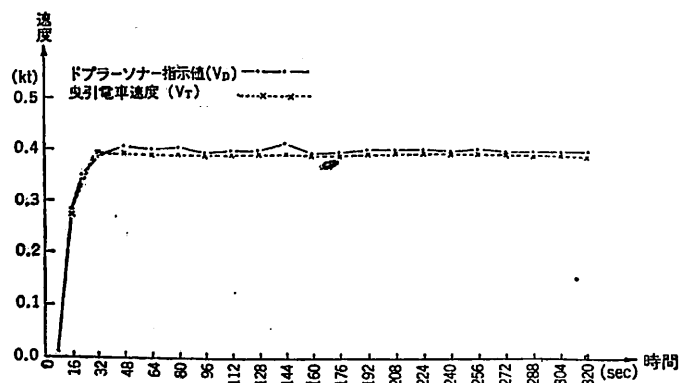


図-5 パルス方式 (1) 水槽試験データ (100 m 水槽にて)



図-4は船が少し航していることと、うねりも影響もあり測定値にばらつきが見られる。また、横方向に移動しているのは、右舷側からの風によるものと考えられる。

図-5は水槽実験で牽引車が実船のように複雑な動きをしないので、ドップラによる測定値のバラツキも少ない。

ドップラ・ソナーの最低感知速度は0.01 kt であるが SAMPLING 周期が4秒であること、牽引車速度立上り時間が短いこと、また、16秒ごとのデータにしていることから、立上り時の詳細な様子は表われていない。

図-6でマイルポストに入る前に速度が変化しているのは、船速を落しさらに転舵したもので、転舵により前進方向の速度が低下した時、横方向にも移動している状況が見られる。

図-7はドップラ・ソナーによる縦横方向速度の測定値とジャイロコンパスの方位をテープパンチャーに記録したのから計算機により航跡を計算したもので、船体運動を解りやすくするために要所に船形を図示した。

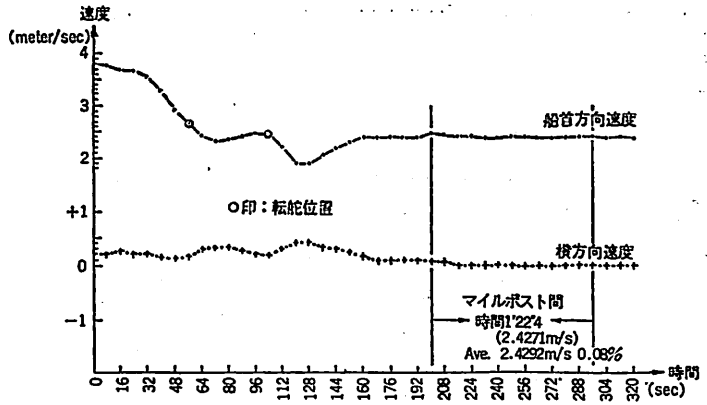
船が大きいため送受波器取付位置とブリッジ中央より地上 A, B, C 点の方位角を測定して決めた位置の航跡が異なっている。これはドップラ・ソナーによる測定値が非常に正確であることを示している。

図-8は実船における対地速度の精度確認のため、佐世保沖から接岸までの入港データを収録装置にて記録し、計算機によるデータ処理に基づいて海図上にプロットしたものである。

図-8において9時15分のレーダーによる船位確認(⊕印)は時刻精度不十分であったことがわかり、途中ブイ通過時刻を目視して再測定して、これを基準として海図上に航跡を記入した。

10時27分ブイ通過時、船首送受波器位置と船橋間隔約250m、10時42分約220m、11時10分約230mとなっており、また10時27分から11時10分までの船の航跡は3,400mでこの間にドップラ・ソナーによる船位ずれは20mであるから指示誤差は約0.59%と考えられる。以上の通り実船テストからも初期の仕様を満足するものが得られた。

なお、当社では航海中に船の位置を連続的かつ自動的



水深：約7m、風速：微風、船の大きさ：15GT、潮流：なし

図-6 パルス方式(2)海上実験データ((西宮港沖にて))

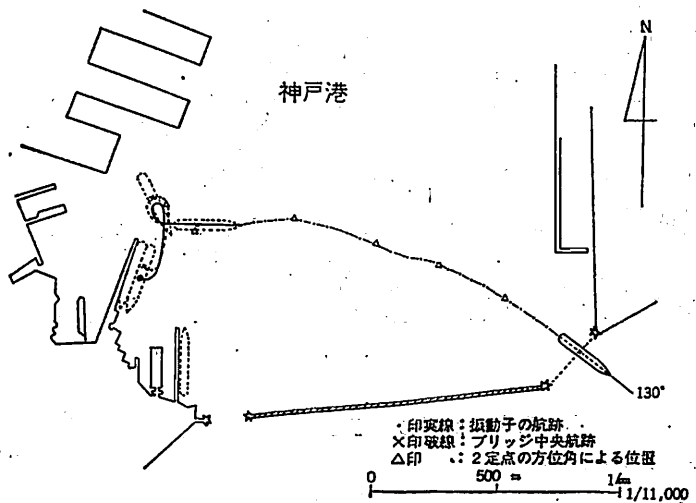


図-7 パルス方式(3)航跡計算データ(神戸港内にて)

に地図上に記録するドップラ・ソナー・ナビゲーターの開発も実施しているので、開発途上に実施した海上実験の結果について簡単にふれておく。海上実験においてX-Yレコーダーで海図上に航跡を記録した1例を図-9に、またこれを10秒間隔でデータタイプライターにより記録した例を表-2に示す。

図-9ではほぼ同じ航跡を南北に往復したもので、その全航程は9.9裡、その際の総合誤差は表-2の右2欄の最終行の値から

$$\sqrt{0.002^2 + 0.247^2} = 0.25 \text{ (裡) である}$$

総合誤差は約2.5%であった。今実験に伴う誤差要因(例えばジャイロコンパスは $\pm 1^\circ$ の精度のものを使用した)を除外して考えると、航程、速度、両精度とも $\pm 1\%$ 以下に充分収まっていることが確認できた。

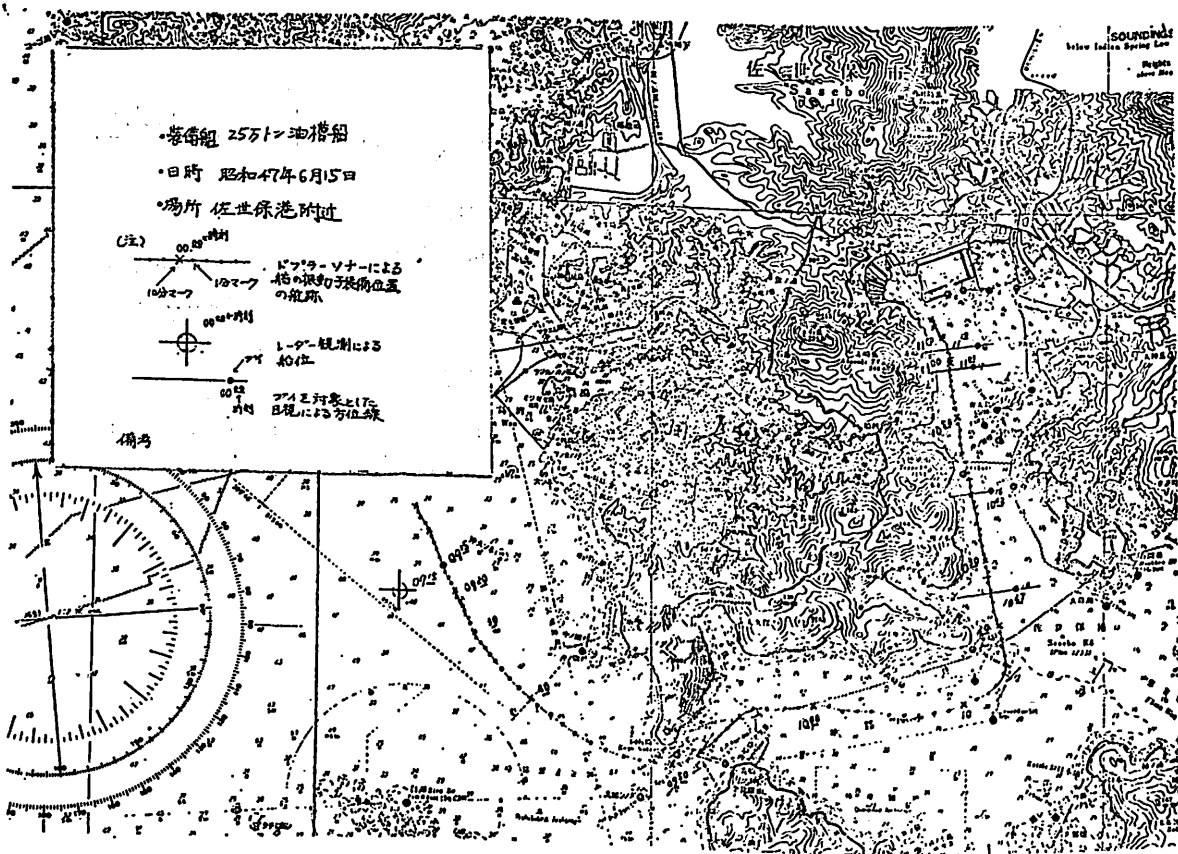


図-8 ドップラ・ソナーによる航跡計算結果

### 5. 現状および将来の展望

ドップラ・ソナーの効用として

- (1) 船舶のドッキング時の操船指令がより適確に
- (2) マンモスタンカのオイルパイプ施設へのスムーズなドッキング
- (3) 船体損傷防止
- (4) 棧橋、港内施設の損傷防止
- (5) 港内操船の合理化
- (6) 海峡をより安全で能率的に航行
- (7) 投錨時の引きずり、損傷防止（走錨監視）
- (8) 対地速度情報と航程計による最適航路決定、経済航行
- (9) 狭水道での座礁防止
- (10) 船舶の定速度制御への応用

等があるので、海洋調査船、超自動化船、巨大船に有用であることが認められ商船への搭載は最近めざましくなりつつある。

すなわち海洋調査船には古くから高価な精密級が搭載されており、電線布設船では正確なポジショニングと航

跡プロッタのセンサーとしての有用性が考えられ始めている。一般商船では日本郵船の鎌倉丸に試作機を搭載したのを皮切りに、大型タンカに離岸用として、また投錨時期の判定用として続々採用されており、昭和47年4月ごろから実績が出始めている。

小型船においても、タグボートにあつては特に微速の対地速度を知る必要性が強く従来の圧力式ログや電磁式ログの代りとして装備する船が増加する傾向にあるので、コストダウンした安価な簡易形（ドップラ・ログ）の需要もふえるだろうと思われる。

将来は衛星航法システム、ロラン、デッカ、オメガ、レーダーさらに慣性航法システムをも含めた精度の高い船位測定装置のセンサーとして利用されるようになると思われる。また潜水艦、潜水艦救難艇、各種深海潜水調査船等にこの装置が航海システムのセンサーとして果す役割は将来ますます大きくなるだろうと期待される。

さらにドップラ・ソナー・ナビゲーターにより船舶の位置が正確に求まるので、このデータを利用して安全かつ合理的な操船が可能となるし、また予定コースから外れた場合には警報を出すことや、そのズレを表示するこ

表-2

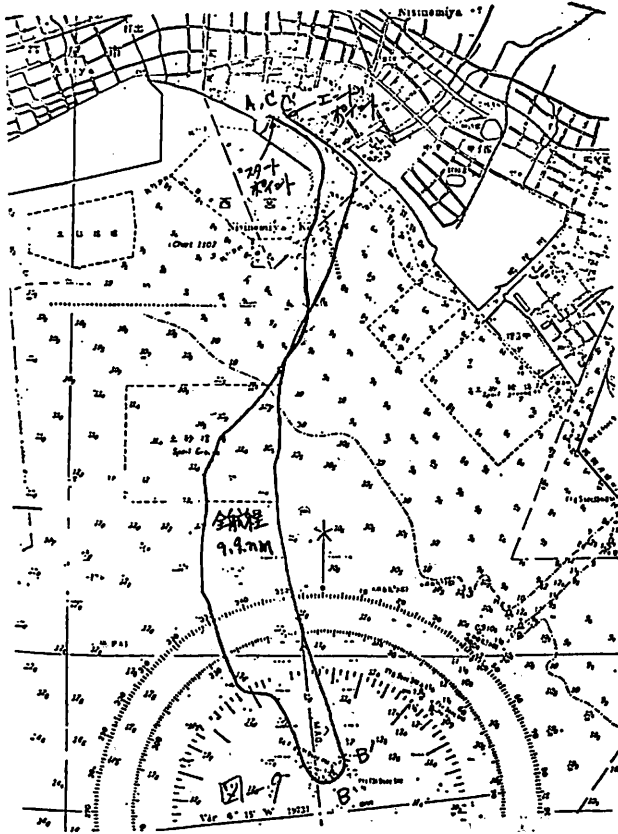


図-9

(1) REQUEST DATA

DESIRED COURSE	000.0 (DFG)
POSITION-X	000 (METER)
POSITION-Y	00 (METER)
DIRECTION ERROR	0.0 (DEG)
SPEED ERROR-X	0.0 (KTS)
SPEED ERROR-Y	0.0 (KTS)
RECORDER SCALE	0350 (*100)

(2) REAL TIME

GYRO COURSE (DEG)	SHIP X-SPEED (KTS)	SHIP Y-SPEED (KTS)	SHIP COURSE (DEG)	SHIP SPEED (KTS)	ON COURSE (MILE)	OFF COURSE (MILE)
199.3	00.53	00.00	126.3	05.27	-000.000	000.001
193.2	05.32	00.23	125.3	05.34	-000.009	000.013
194.1	05.35	00.12	125.6	05.37	-000.018	000.025
185.3	05.43	00.04	126.0	05.50	-000.026	000.037
192.8	05.54	00.18	122.9	05.59	-000.035	000.050
117.0	05.48	00.22	117.5	05.63	-000.043	000.063
119.8	05.63	00.34	116.7	05.62	-000.050	000.077
115.5	05.57	00.22	118.5	05.55	-000.057	000.091
118.3	05.54	00.16	121.0	05.51	-000.065	000.104
119.0	05.55	00.21	121.0	05.60	-000.073	000.118
119.9	05.61	00.12	121.6	05.62	-000.081	000.131
192.3	05.65	00.00	124.3	05.65	-000.089	000.144
126.6	05.67	00.00	129.1	05.69	-000.097	000.157
177.7	05.67	00.00	128.9	05.69	-000.105	000.169
177.7	05.67	00.00	128.9	05.69	-000.113	000.181
182.0	05.34	00.22	191.0	05.37	-003.654	000.000
197.2	05.31	00.23	205.6	05.27	-003.714	000.000
207.7	05.23	00.22	213.5	05.22	-003.728	000.000
214.9	05.25	00.22	219.5	05.20	-003.753	000.000
220.4	05.27	00.16	224.7	05.25	-003.758	000.438
226.5	05.26	00.15	231.7	05.31	-003.763	000.422
234.3	05.40	00.15	240.1	05.42	-003.772	000.418
242.6	05.33	00.17	248.5	05.29	-003.781	000.399
251.6	05.31	00.06	256.5	05.23	-003.787	000.386
251.6	05.17	00.00	265.1	05.23	-003.792	000.372
251.6	05.11	00.04	272.9	05.07	-003.792	000.358
251.6	05.10	00.00	281.5	05.11	-003.794	000.343
251.6	05.00	00.00	288.6	05.00	-003.798	000.329
251.6	05.00	00.00	295.9	05.00	-003.788	000.316
251.6	05.00	00.00	302.2	05.00	-003.783	000.303
251.6	05.00	00.00	308.2	05.00	-003.776	000.290
251.6	05.00	00.00	314.2	05.00	-003.767	000.277
251.6	05.00	00.00	320.2	05.00	-003.757	000.264
251.6	05.00	00.00	326.2	05.00	-003.747	000.251
251.6	05.00	00.00	332.2	05.00	-003.737	000.238
251.6	05.00	00.00	338.2	05.00	-003.727	000.225
251.6	05.00	00.00	344.2	05.00	-003.717	000.212
251.6	05.00	00.00	350.2	05.00	-003.707	000.199
251.6	05.00	00.00	356.2	05.00	-003.697	000.186
251.6	05.00	00.00	362.2	05.00	-003.687	000.173
251.6	05.00	00.00	368.2	05.00	-003.677	000.160
251.6	05.00	00.00	374.2	05.00	-003.667	000.147
251.6	05.00	00.00	380.2	05.00	-003.657	000.134
251.6	05.00	00.00	386.2	05.00	-003.647	000.121
251.6	05.00	00.00	392.2	05.00	-003.637	000.108
251.6	05.00	00.00	398.2	05.00	-003.627	000.095
251.6	05.00	00.00	404.2	05.00	-003.617	000.082
251.6	05.00	00.00	410.2	05.00	-003.607	000.069
251.6	05.00	00.00	416.2	05.00	-003.597	000.056
251.6	05.00	00.00	422.2	05.00	-003.587	000.043
251.6	05.00	00.00	428.2	05.00	-003.577	000.030
251.6	05.00	00.00	434.2	05.00	-003.567	000.017
251.6	05.00	00.00	440.2	05.00	-003.557	000.004
251.6	05.00	00.00	446.2	05.00	-003.547	000.000
251.6	05.00	00.00	452.2	05.00	-003.537	000.000
251.6	05.00	00.00	458.2	05.00	-003.527	000.000
251.6	05.00	00.00	464.2	05.00	-003.517	000.000
251.6	05.00	00.00	470.2	05.00	-003.507	000.000
251.6	05.00	00.00	476.2	05.00	-003.497	000.000
251.6	05.00	00.00	482.2	05.00	-003.487	000.000
251.6	05.00	00.00	488.2	05.00	-003.477	000.000
251.6	05.00	00.00	494.2	05.00	-003.467	000.000
251.6	05.00	00.00	500.2	05.00	-003.457	000.000
251.6	05.00	00.00	506.2	05.00	-003.447	000.000
251.6	05.00	00.00	512.2	05.00	-003.437	000.000
251.6	05.00	00.00	518.2	05.00	-003.427	000.000
251.6	05.00	00.00	524.2	05.00	-003.417	000.000
251.6	05.00	00.00	530.2	05.00	-003.407	000.000
251.6	05.00	00.00	536.2	05.00	-003.397	000.000
251.6	05.00	00.00	542.2	05.00	-003.387	000.000
251.6	05.00	00.00	548.2	05.00	-003.377	000.000
251.6	05.00	00.00	554.2	05.00	-003.367	000.000
251.6	05.00	00.00	560.2	05.00	-003.357	000.000
251.6	05.00	00.00	566.2	05.00	-003.347	000.000
251.6	05.00	00.00	572.2	05.00	-003.337	000.000
251.6	05.00	00.00	578.2	05.00	-003.327	000.000
251.6	05.00	00.00	584.2	05.00	-003.317	000.000
251.6	05.00	00.00	590.2	05.00	-003.307	000.000
251.6	05.00	00.00	596.2	05.00	-003.297	000.000
251.6	05.00	00.00	602.2	05.00	-003.287	000.000
251.6	05.00	00.00	608.2	05.00	-003.277	000.000
251.6	05.00	00.00	614.2	05.00	-003.267	000.000
251.6	05.00	00.00	620.2	05.00	-003.257	000.000
251.6	05.00	00.00	626.2	05.00	-003.247	000.000
251.6	05.00	00.00	632.2	05.00	-003.237	000.000
251.6	05.00	00.00	638.2	05.00	-003.227	000.000
251.6	05.00	00.00	644.2	05.00	-003.217	000.000
251.6	05.00	00.00	650.2	05.00	-003.207	000.000
251.6	05.00	00.00	656.2	05.00	-003.197	000.000
251.6	05.00	00.00	662.2	05.00	-003.187	000.000
251.6	05.00	00.00	668.2	05.00	-003.177	000.000
251.6	05.00	00.00	674.2	05.00	-003.167	000.000
251.6	05.00	00.00	680.2	05.00	-003.157	000.000
251.6	05.00	00.00	686.2	05.00	-003.147	000.000
251.6	05.00	00.00	692.2	05.00	-003.137	000.000
251.6	05.00	00.00	698.2	05.00	-003.127	000.000
251.6	05.00	00.00	704.2	05.00	-003.117	000.000
251.6	05.00	00.00	710.2	05.00	-003.107	000.000
251.6	05.00	00.00	716.2	05.00	-003.097	000.000
251.6	05.00	00.00	722.2	05.00	-003.087	000.000
251.6	05.00	00.00	728.2	05.00	-003.077	000.000
251.6	05.00	00.00	734.2	05.00	-003.067	000.000
251.6	05.00	00.00	740.2	05.00	-003.057	000.000
251.6	05.00	00.00	746.2	05.00	-003.047	000.000
251.6	05.00	00.00	752.2	05.00	-003.037	000.000
251.6	05.00	00.00	758.2	05.00	-003.027	000.000
251.6	05.00	00.00	764.2	05.00	-003.017	000.000
251.6	05.00	00.00	770.2	05.00	-003.007	000.000
251.6	05.00	00.00	776.2	05.00	-002.997	000.000
251.6	05.00	00.00	782.2	05.00	-002.987	000.000
251.6	05.00	00.00	788.2	05.00	-002.977	000.000
251.6	05.00	00.00	794.2	05.00	-002.967	000.000
251.6	05.00	00.00	800.2	05.00	-002.957	000.000
251.6	05.00	00.00	806.2	05.00	-002.947	000.000
251.6	05.00	00.00	812.2	05.00	-002.937	000.000
251.6	05.00	00.00	818.2	05.00	-002.927	000.000
251.6	05.00	00.00	824.2	05.00	-002.917	000.000
251.6	05.00	00.00	830.2	05.00	-002.907	000.000
251.6	05.00	00.00	836.2	05.00	-002.897	000.000
251.6	05.00	00.00	842.2	05.00	-002.887	000.000
251.6	05.00	00.00	848.2	05.00	-002.877	000.000
251.6	05.00	00.00	854.2	05.00	-002.867	000.000
251.6	05.00	00.00	860.2	05.00	-002.857	000.000
251.6	05.00	00.00	866.2	05.00	-002.847	000.000
251.6	05.00	00.00	872.2	05.00	-002.837	000.000
251.6	05.00	00.00	878.2	05.00	-002.827	000.000
251.6	05.00	00.00	884.2	05.00	-002.817	000.000
251.6	05.00	00.00	890.2	05.00	-002.807	000.000
251.6	05.00	00.00	896.2	05.00	-002.797	000.000
251.6	05.00	00.00	902.2	05.00	-002.787	000.000
251.6	05.00	00.00	908.2	05.00	-002.777	000.000
251.6	05.00	00.00	914.2	05.00	-002.767	000.000
251.6	05.00	00.00	920.2	05.00	-002.757	000.000
251.6	05.00	00.00	926.2	05.00	-002.747	000.000
251.6	05.00	00.00	932.2	05.00	-002.737	000.000
251.6	05.00	00.00	938.2	05.00	-002.727	000.000
251.6	05.00	00.00	944.2	05.00	-002.717	000.000
251.6	05.00	00.00	950.2	05.00	-002.707	000.000
251.6	05.00	00.00	956.2	05.00	-002.697	000.000
251.6	05.00	00.00	962.2	05.00	-002.687	000.000
251.6	05.00	00.00	968.2	05.00	-002.677	000.000
251.6	05.00	00.00	974.2	05.00	-002.667	000.000
251.6	05.00	00.00	980.2	05.00	-002.657	000.000
251.6	05.00	00.00	986.2	05.00	-002.647	000.000
251.6	05.00	00.00	992.2	05.00	-002.637	000.000
251.6	05.00	00.00	998.2	05.00	-002.627	000.000
251.6	05.00	00.00	1004.2	05.00	-002.617	000.000
251.6	05.00	00.00	1010.2	05.00	-002.607	000.000
251.6	05.00	00.00	1016.			

# JLN-1001 Pulse Doppler Sonar

富岡源一郎\*  
奥野清則\*\*

## 1. はしがき

日本の経済の発展にともなつて輸入、輸出のための船舶の需要は年とともに増大し、また船舶の大形化にともないその安全性については万全の配慮がなされる必要がある。船舶の正確な対地速度を知ることは安全かつ正確な操船にとっては必要欠くべからざるものであるが、従来のログは、いずれも対水速度を測定するものであるため、風、潮流、海面状態などの影響を受け、正確な船舶の速度測定は困難であつた。

ここに紹介する JLN-1001 パルス・ドップラー・ソナーはこうした要求に即し、日本無線が開発した対地速度測定装置で、正確かつ安全な接岸、混雑した港内および狭水路航行、海洋調査船あるいは自動航法装置の推測航法用センサーとして、最適に使用することができる。

## 2. 精 度

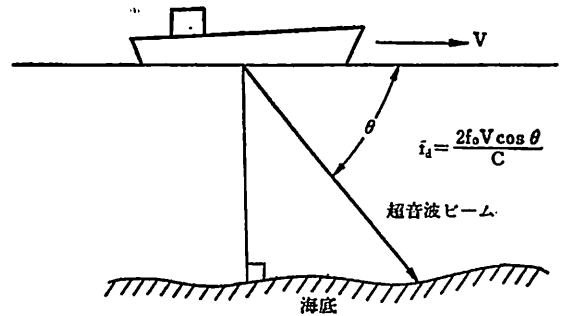
ドップラー・ソナーの有効性については近年ようやく認められてきたが、ユーザの立場からすればその操作性にも増してどれだけの精度で使用することができるかということが重要な問題になつてくると思われる。ここで本装置の概要にふれる前にドップラー・ソナーの精度について簡単にのべてみたいと思う。

一般にある物体から発射された音波や電波が他の物体で反射されて戻つてくるとき、両物体間に相対速度がある場合に発射周波数と受信周波数との間に明らかなる周波数のずれが生じ、物体が遠ざかるときには受信周波数が発射周波数に比べ低く、逆に近づくときには高くなる。この原理を対地速度測定装置に応用したのがドップラー・ソナーで、船底に装備した振動子より超音波を海底に向け発射すると海底より反射されてきた超音波は海底に対する船舶の相対速度に応じたドップラー偏位を受け振動子で受信される。第1図に示すようにこのときの超音波の発射角度を  $\theta$ 、発射周波数を  $f_0$ 、船速を  $V$ 、ドップラー周波数を  $f_d$ 、海水中の音速を  $C$  とすると

$$f_d = \frac{2Vf_0 \cos \theta}{C} \quad \dots\dots(2.1)$$

で表わされる。

上記ドップラー方程式より船速  $V$  はドップラー周波数に比例するためドップラー周波数を測定することにより船舶の速度が測定できる。



第1図 ドップラ効果

(2.1) 式よりドップラー・ソナーの誤差要因としては次のものがある。

- a) 海水中の音速の変化
- b) 超音波ビームの俯角の変化
- c) 超音波ビームの船首方向よりの偏位
- d) ドップラー・スペクトラムにより生ずる誤差

ここで各誤差要因について当社ドップラー・ソナーの仕様をあてはめ試算してみたいと思う。

### 2.1 水中の音速の変化

海水中の音速は(2.2)式で表わされ、温度、塩分濃度、圧力によつて変化することがわかる。

$$C = C_0 + \Delta C_t + \Delta C_s + \Delta C_p + \Delta C_{tsp} \quad \dots\dots(2.2)$$

- $C_0$  : 定数
- $\Delta C_t$  : 温度の補正項
- $\Delta C_s$  : 塩分濃度の補正項
- $\Delta C_p$  : 圧力の補正項
- $\Delta C_{tsp}$  : 温度、塩分、圧力の補正項

ここで基準音速を 1500 m/sec とし使用状態における各項の音速におよぼす誤差を計算してみると

- $\epsilon_t = 7.74\%$  ( $-4^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ )
- $\epsilon_s = 9.95\%$  (0‰~40‰)
- $\epsilon_p = 0.06\%$  ( $1 \text{ kg/cm}^2 \sim 5 \text{ kg/cm}^2$ )
- $\epsilon_{tsp} = 0.84\%$ <sup>4)</sup>

となり、水温ならびに塩分濃度に対して補正が必要である。

本装置では水温検出として振動子部に内蔵のサーミスタより、また塩分濃度は手動入力 of デジタル・スイッチより求め、内部組込みの小形コンピュータにより音速を近似式((2.3)より計算して補正を行なつているため補正誤差は0.1%以下である。

\* 日本無線株式会社 技術第2部  
\*\* 〃 超音波課

$$C = 1448.6 + 4.618t - 0.0523t^2 + 2.3 \times 10^{-4}t^3 + 1.25(s-35) - 0.011(s-35)t \quad \text{m/sec} \quad \dots\dots(2.3)$$

$t$ : 水温 (°C)  
 $s$ : 塩分濃度 (%)

### 2.2 屈折

上記で述べたように海水はその温度、塩分が一様でないため音速の分布は一様でなく、また静水圧のため水深に比例し音速は増大する。したがって音速は第1図の例のごとく直線とはならず連続的に屈折するものと考えられる。

一般にドップラー・ソナーにおいては超音波の俯角を45°~60°と大きく取っているため境界面において全反射はおこらず、音線は温度傾度のため下方に屈折し海底に突き当たり反射して戻ってくる。ここで境界面において屈折の法則が成り立ち送信波の音線と海底反射波の音線が等しいと仮定した場合、ドップラー現象の原理よりドップラー周波数は振動子表面の音速と俯角によるのみ決定され、途中の音速には影響されないことがわかる。

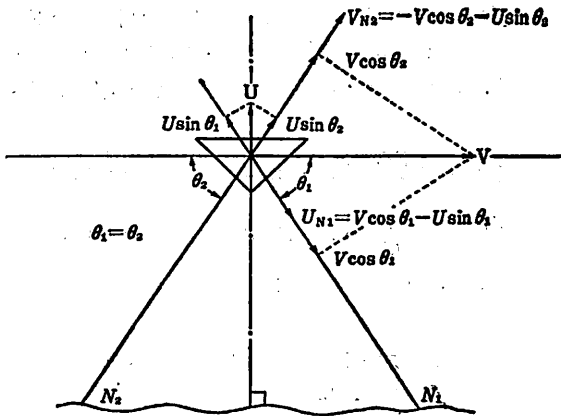
### 2.3 超音波ビームの俯角の変化

ドップラー・ソナーにおいては通常振動子を船底に固定するため船体運動により俯角の変化が生じる。本装置では船体運動による誤差を少なくするため対称配列方式(ペアビーム)を取っている。ここで対称配列方式における船体運動による誤差を検討してみる。

#### 2.3.1 垂直速度成分

船舶にとって水平方向の速度成分のみが重要な要素であるが、うねり等により垂直速度成分が生じ誤差となる。

第2図のように水平速度を  $V$ 、垂直速度を  $U$  とする



第2図 垂直速度成分の影響

とビーム  $N_1$  に対するドップラー周波数  $f_{d1}$  は

$$f_{d1} = \frac{2f_0}{C} (V \cos \theta_1 - U \sin \theta_1) \quad \dots\dots(2.4)$$

同じくビーム  $N_2$  に対して

$$f_{d2} = \frac{2f_0}{C} (-V \cos \theta_2 - U \sin \theta_2) \quad \dots\dots(2.5)$$

$\theta_1 = \theta_2$  とすると対称配列においては

$$f_d = f_{d1} - f_{d2} = \frac{4f_0V}{C} \cos \theta \quad \dots\dots(2.6)$$

となり、垂直成分は打消し合つて合成ドップラー周波数には影響しない。

#### 2.3.2 トリム・ヒール

第3図のように垂線に対して  $\delta$  の傾きを持つている場合、ビーム  $N_1, N_2$  に生ずるドップラー周波数はそれぞれ

$$f'_{d1} = \frac{2Vf_0}{C} (\cos \theta \cos \delta - \sin \theta \sin \delta) \quad \dots\dots(2.7)$$

$$f'_{d2} = \frac{2Vf_0}{C} (\cos \theta \cos \delta + \sin \theta \sin \delta) \quad \dots\dots(2.8)$$

となり、対称配列における誤差は

$$\epsilon_s = 100(\cos \delta - 1) \% \quad \dots\dots(2.9)$$

偏角によらず常に負である。

#### 2.3.3 ピッチ・ロール

ピッチング・ローリングが生じた場合(2.7)式(2.8)式の  $\delta$  を下記のごとくに置いた場合に等しい。

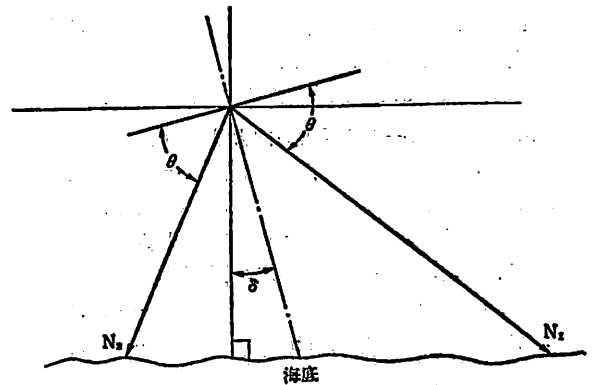
$$\delta \rightarrow \delta(t) = \delta_m \sin \omega t$$

$\delta_m$ : 最大振れ角

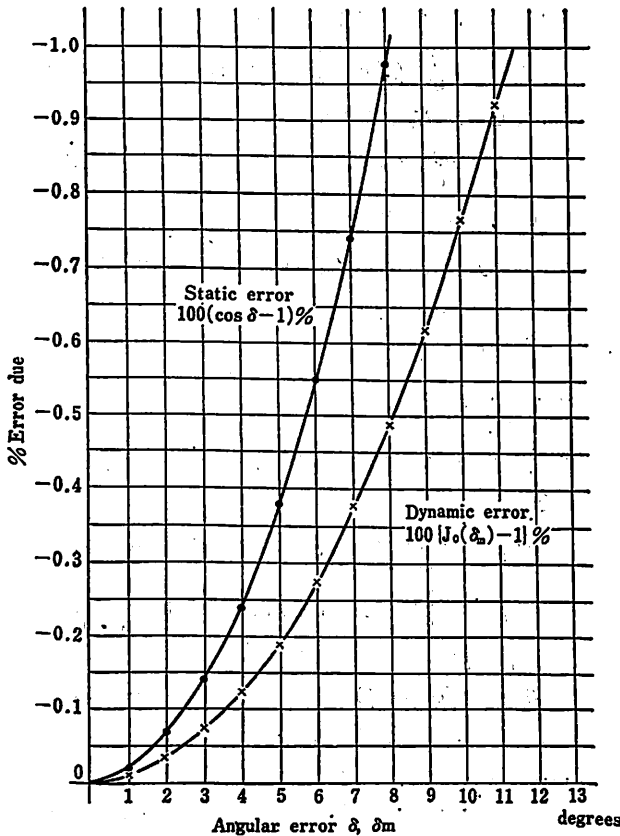
$\omega$ : 運動の角周波数

平均ドップラー周波数は

$$\overline{f'_d} = \overline{f'_{d1} - f'_{d2}} = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} \cos \theta \cos \delta(t) dt$$



第3図 傾斜による誤差



第4図 対称配列における垂直傾斜による誤差

$$= \frac{4Vf_0}{C} \cos \theta \cdot \frac{\omega}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos(\delta_m \sin \omega t) dt$$

$$= \frac{4Vf_0}{C} J_0(\delta_m) \quad \dots\dots(2.10)$$

となり、平均誤差は

$$\overline{\epsilon_{\delta m}} = 100 \{J_0(\delta_m) - 1\} \quad \dots\dots(2.11)$$

以上の関係を第4図に示す。図より偏角が5°以内であれば誤差は-0.4%以下であることがわかる。

### 2.4 超音波ビームの船首方向よりの偏位

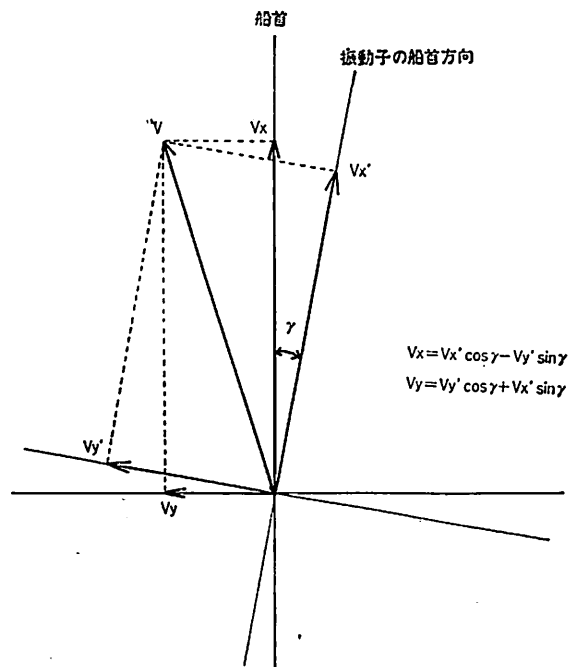
振動子の船首方向と実際の船首方向との間に偏角が生じている場合も同様に誤差として表われてくる。第5図のように船首方向に対して  $r$  の偏角が生じている場合、真の船首方向、左右方向の速度はそれぞれ

$$V_x = V_x' \cos r - V_y' \sin r \quad \dots\dots(2.12)$$

$$V_y = V_y' \cos r + V_x' \sin r \quad \dots\dots(2.13)$$

で表わされる。

ドップラー・ソナーにおいては、その振動子部はたか



第5図 船首方向の偏角による誤差

だか直径が 800φ 程度であり通常船底板に溶接等の方法により固定して使用されるため船首方向に振動子の方向を一致させることは非常に困難である。このため本装置ではデジタル・スイッチにより船首方向に対する偏角を設定することにより、内部プログラムにより(2.12)式、(2.13)式を計算し、真の船首、左右方向の速度を算出している。

### 2.5 ドップラー・スペクトラム

第6図のように海底に向け発射された超音波ビームはある広がりを持つているため、海底から反射されたドップラー周波数は広がりを持ったスペクトラムとして観測される。ドップラー・スペクトラムの幅を  $\Delta f_d$  とすると

$$\Delta f_d = \frac{4Vf_0}{C} \sin \theta \cdot \sin \Delta \theta \quad \dots\dots(2.14)$$

$$\frac{\Delta f_d}{V} = \frac{4f_0}{C} \sin \theta \cdot \sin \Delta \theta \quad \dots\dots(2.15)$$

$2\Delta\theta$ : 振動子の指向角

となる。ここで

$$\begin{cases} C = 2916 \text{ knots} & (1500 \text{ m/sec}) \\ f_0 = 300 \text{ kHz} \\ \theta = 60^\circ \\ \Delta\theta = 1.5^\circ \end{cases}$$

とすると (2.15) 式より

$$\frac{\Delta f_d}{V} = 9.19 \text{ Hz/knot} \quad \dots\dots(2.16)$$

すなわちドップラー周波数は速度に比例するかなり幅の広いスペクトラムであることがわかる。このドップラー・スペクトラムの電力密度分布が正規分布であると仮定すると Berger の解析結果より

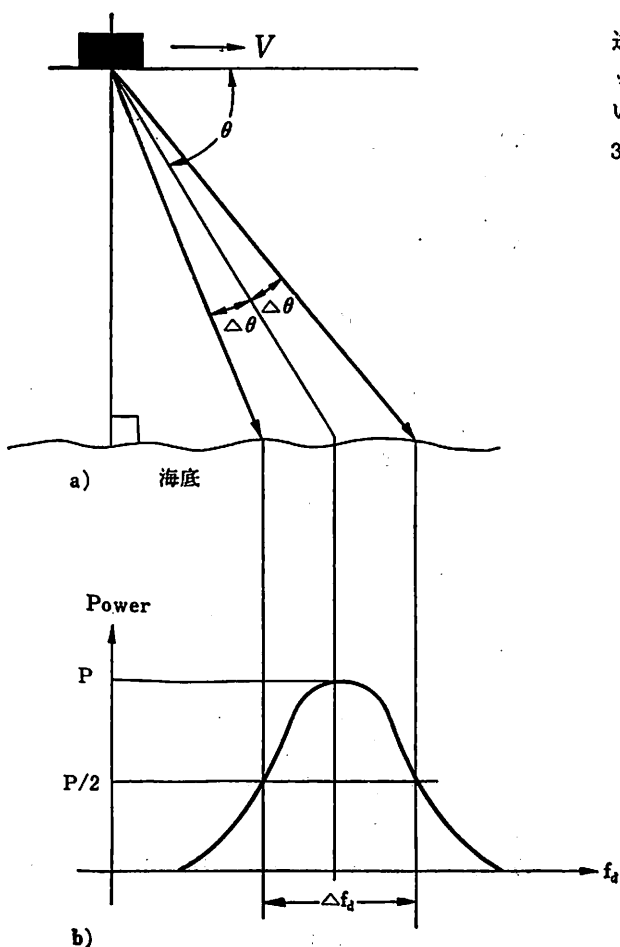
$$\frac{\partial V}{V} = \frac{\partial D}{D} = \frac{1}{f_d} \left( \frac{\Delta f_d}{2T} \right)^{1/2} = \frac{(\sin \theta)^{1/2} (\lambda \Delta \theta)^{1/2}}{2 \cos \theta (D)^{1/2}} \quad \dots\dots(2.17)$$

$\frac{\partial V}{V}$  : 平均速度誤差

$\frac{\partial D}{D}$  : 平均速度誤差

$$T = \frac{D}{V}$$

上式より平均誤差は測定時間あるいは測定距離の平方根に逆比例している。すなわち測定時間、測定距離を



第6図 ドップラスペクトラム

る程度大きく取ることにより誤差を十分小さい値にすることが可能である。本装置では、PLL\*1ドップラー周波数追尾器とソフトウェア処理による高度のフィルタリングを行い、測定誤差が最小になるようにしている。

以上で検討した誤差要因よりドップラー・ソナーの精度として使用条件装置の構成のちがひ、補正の処理の方法などにより異なるが、本装置においてはピッチ・ロール角を $5^\circ$ 以内とすれば精度として1%程度の値が得られる。

### 3. 本装置の概要と特長

第7図に本装置の系統図を示す。船舶の回転運動も検出するため船首、船尾の2組の振動子部を持ち、船首の前後左右方向船尾の左右方向計6方向のドップラー周波数より移動方向と速度を計測する。

#### 3.1 各部の機能

##### 3.1.1 振動子部

前後左右各4方向(船尾振動子部は左右の2方向)の送受信セラミック振動子、水温検出用サーミスタ、マッチングトランスより構成され、耐圧防爆構造になっている。

##### 3.1.2 本体

###### a) 送受信部

電力増幅部・受信部・送受切換部より成り各検出方向用に6組装備され、それぞれは任意に交換が可能である。

###### b) 周波数追尾部

位相同期回路を応用した追尾器6組より構成され追尾器は信号保持機能を有しているため、短時間の信号の喪失に対しても安定なドップラー情報を取り出すことができる。

###### c) 処理部

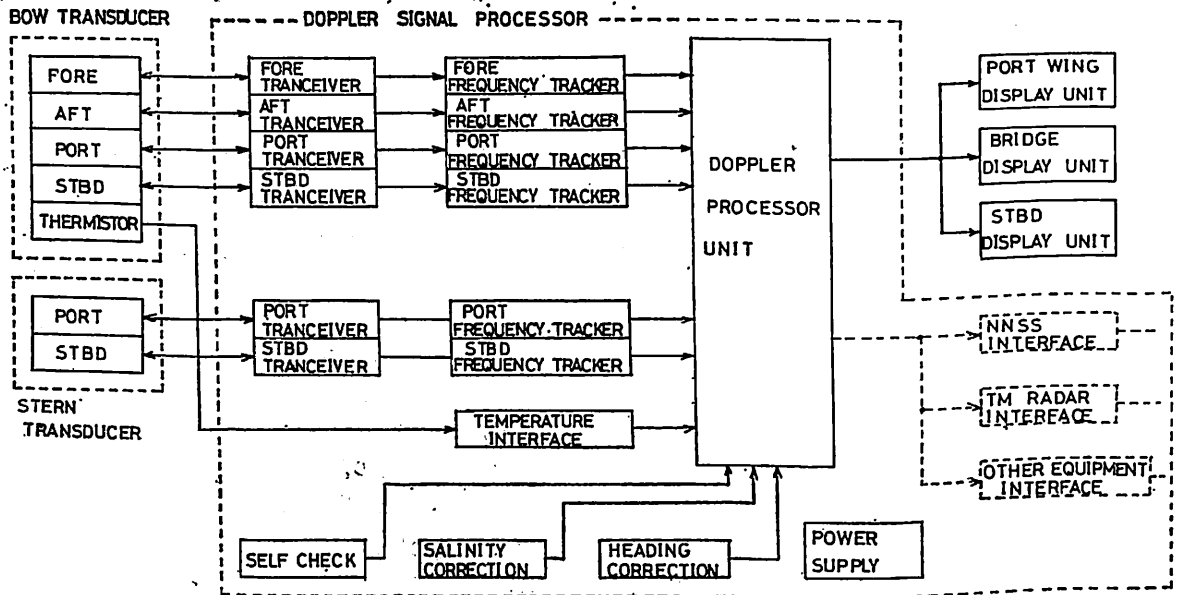
周波数追尾器からの6方向の速度情報ならびに各補正部からの信号をもとに各方向の正確な速度、移動方向、積算移動距離を算出し、表示部に伝達する。

計算は先きのべたように2KWのROMメモリーを持った小形コンピュータにより第8図のフローチャートにしたがって処理されるため正確かつ信頼性が高い。またプログラム方式のため拡張性があり、ジャイロ等を接続することによりコースモードオペレーションを行なわせることも可能である。

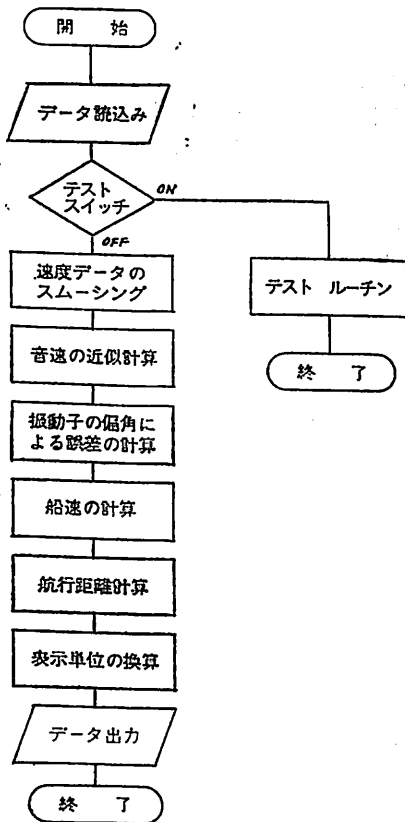
##### 3.1.3 表示部

3方向の速度と移動方向ならびに積算移動距離を大形数字表示器にて表示する。副表示部は

\*1 PLL: Phase lock loop



第7図 系 統 図



第8図 ドップラー・ソナーの流れ図

3方向の速度と方向のみ表示し防水構造になっている。

### 3.2 特 長

- 1) ペアビーム方式のため船体運動による誤差が少ない。
- 2) CW方式に比べ振動子が送・受で共用できるため装備が簡単に行なえる。また送信信号の受信部への廻りこみが生じないため使用深度範囲が広い。
- 3) 振動子部は防爆構造である。
- 4) 大形 LED 表示器の使用により読取りが容易である。
- 5) 小形コンピュータ組みこみによるデジタル処理のため信頼性が高い。
- 6) 振動子の船首方向に対する偏差を補正することができる。
- 7) 表示速度に対して Knot, m/sec, feet/min, 移動距離に対して NM, km, の各表示単位が自由に選べる。
- 8) データ出力をそなえている。
- 9) 全て自動操作である。
- 10) 各部の動作試験が行なえる。

### 3.3 仕 様

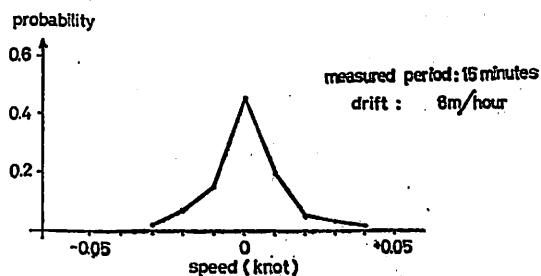
- 1) 方 式 ペアビーム パルスドップラー・ソナー
- 2) 使用深度 0.6 m~200 m  
上記深度以上の場合是对水速度測定



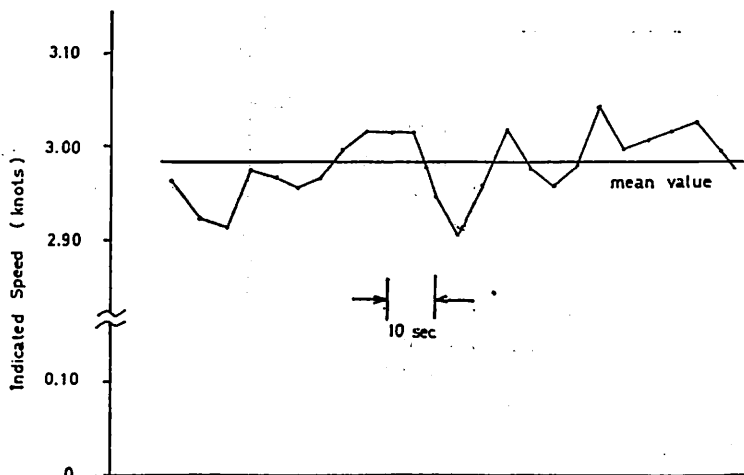
TRIAL NO	INDICATED DISTANCE	ERROR
1	1869 m	+ 0.92 %
2	1850 m	- 0.11 %
3	1849 m	- 0.16 %
4	1840 m	- 0.65 %
5	1860 m	+ 0.43 %
6	1850 m	- 0.11 %

第9図 マイルポスト走航における誤差

- 3) 速度範囲 前後方向 0~40 knots (0~20 m/s)  
左右方向 0~10 knots (0~5 m/s)
- 4) 分解能 0.02 knot (0.01 m/sec)
- 5) 精度 1.0%±0.02 knots
- 6) 走航距離 0~9999.99 NM (km)
- 7) 補正
  - a) 音速 近似計算による補正
    - i) 水温検出 振動子部サーミスタ -3°C~30°C
    - ii) 塩分濃度 デジタル・スイッチによる設定 0~40‰
  - b) 船首方向よりの偏差  
デジタル・スイッチによる設定 0~±5°
  - c) ピッチング・ローリング  
ベアビーム方式による自動補正 0~±5°
- 8) 使用超音波周波数 300 kHz パルス
- 9) データ出力 BCD コード
- 10) ビーム方向 船首部前後左右, 船尾部左右方向
- 11) ビーム俯角 60°
- 12) ビームの幅 3°
- 13) 送信出力 15 W



第11図 係船時の速度表示確率分布



第10図 表示速度例

- 14) 動作温度範囲
  - a) 振動子部 -10°C~+50°C
  - b) 本体 0°C~+50°C
  - c) 主表示部 0°C~+50°C
  - d) 副表示部 -10°C~+50°C

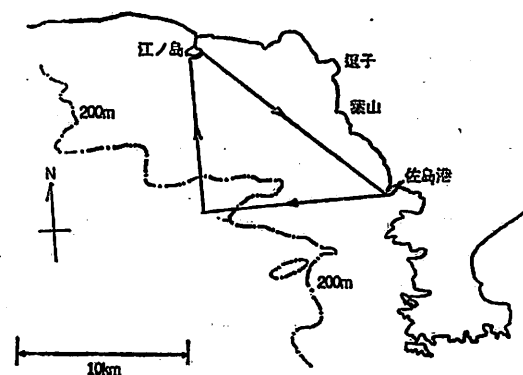
#### 4. 評価試験結果

##### 4.1

伊勢湾において当社実験船に実験機材を装備しマイル・ポスト間走航における精度試験ならびに係船時におけるドリフト量の測定を行なった。実験結果の一部を第9図, 10図, 11図に示す。マイル・ポスト走航では最大誤差+0.92%, 平均誤差+0.32%が得られた。実験値は船の蛇行, 振動子の取付け誤差なども含む値である。また係船時の平均ドリフト量は 8 m/時であった。

##### 4.2

相模湾にて最大使用深度の確認実験を行なった。第12図に示すように佐島港を出航し針路を 270°にとり

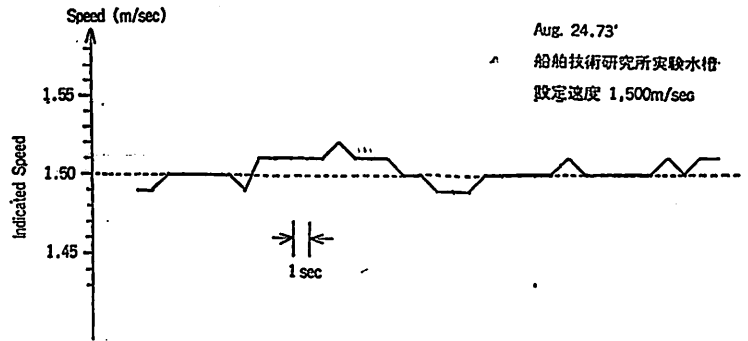


第12図

定速度(約8ノット)にて走航した。水深200m地点までは安定は海底反射信号が得られ、対地速度が、またそれ以上の水深では対水速度が得られることが確認できた。なお水深は当社魚群探知機にて測定した。江ノ島・佐島間の走航では最大水深が約60mであるため全区間にわたって対地速度が測定でき、走航距離は13.842kmとなり海図より求めた距離13.8kmと一致していた。(試験機では走航距離が1m単位で表示するように変更している。)

#### 4.3

船舶技術研究所第3実験水槽にて速度試験を行なった。試験は牽引台車に振動子を装備し設定速度で台車を走らせ、この時の表示速度をプリンタにて出力グラフにまとめたもので、結果の一部を第13図に示す。水槽のため多重反射の影響が一部でみとめられたが、結



第13図 実験水槽における速度試験

果は仕様を十分満たすものであつた。

#### 5. あとがき

以上 JLN-1001 パルス・ドップラー・ソナーの概要・特長・試験結果などについて簡単にのべたが、ドップラー・ソナーは実用化されて日も浅く、ユーザ各位の御理解と御批判をいただければ幸いである。

#### 読 後 感

畑 賢 二 著

#### 船 の 切 手

上 野 喜 一 郎

私は船が好きで、造船の学科に学び、その後、船に関する仕事についてから、すでに43年にもなる。その間、船について絵図などの資料を集めるようになってからも、すでに久しい。それらのコレクションの中に船の切手があつて、その数も相当な数に上つている。それらの切手に描かれた船の絵は、船の歴史や種類、人間とのかかわり合いなどを、よく表わしており、それを眺めるだけでも楽しいものである。

かねて、こころやすくお願いしている畑氏は、古くから船の切手の収集家として有名であるが、その収集された切手の種類は範囲が非常に広く、その数は私とは桁違いであつて、常に敬意を表している。

このたび、同氏が今までに収集された船の切手を使って、「船の切手」という書物にまとめられたが、その内容を拝見して感じたことは、

① 外国では、船に関する種々の切手が数多くの国で発行されていて、しかもその種類が広範にわたっていることは、実にすばらしいというほかはない。その中に

は、私がまだ見たことのないものも少なくない。

② それらの切手を基にした場合において、内容の配列の仕方がすぐれている。すなわち、船の起りからの歴史、今の船、船と人間などの項目のもとに、巧みに配列されており、従つてページをめくつて眺めるだけで非常に楽しいものである。

③ 古くからの海国であり、人の生活の上にも、国の経済の上からも、船とのかかわり合いが深いわが国において、これまでに発行された「船に関する切手」が、余りにも少ないことが感ぜられる。

最後に、一つだけ希望を述べさせていただくならば、本書にはその性質上、紙についての配慮はされているが、意をいえば、白黒にした場合の切手がさらにはつきり出るような紙を使うことが望まれる。しかし、時節がら無理な注文かもしれないが……。

要するに、本書は、船に興味を持たれる方はもちろん、そうでない方にも、切手が持つ力を通じて、海や船について関心を起こさせ、さらに深めるのに役立つところが大きいことを信じて、推薦する次第である。

発行日 昭和48年11月15日

定 価 2,000円

発行所 丸ノ内出版 東京都千代田区丸ノ内2-4

丸ビル588区 電話・03(201)-2843

振替東京40267

## 1. まえがき

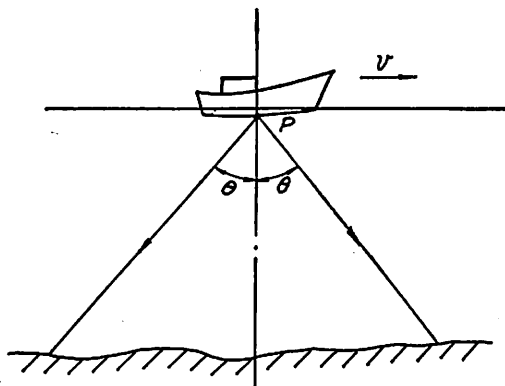
これまで、船速の測定方式としては、ピトー管方式、電磁方式およびプロベラ方式等があげられるが、いずれも船の対水速度を計測するものであつた。

最近、船舶の大型化にともなつて、操船上、接岸時および浅海域の航行時における対地速度の情報が重要視され、必要となつて来た。ドプラソナーは、この目的に合った特性をもっているため、近年、各所で開発され実用化されるようになった。

本文においては、ドプラソナーの動作原理と、当社で開発した装置の概要および各種の試験結果について述べる。

## 2. 動作原理

この装置は、船底に装備された超音波送受波器から進行方向および後方ななめ下に超音波を發振し、海底からの反射波を受波しそのドプラ変位を検出して対地速度を測定する装置である。即ち、海底からの反射波は、航行している船と海底との間の相対運動によりドプラ効果を受け、周波数変位しており、その周波数を計測して船の対地速度を精密に測定する装置である。また前述のように超音波ビームを前方および後方ななめ下に向けて同時に發振して両者の周波数の差を取るることによつて船の上下方向の動揺成分をキャンセルしている。速度 $v$ で移動している送受波器Pから、ななめ下前方 $\theta$ の方向に出た音波が海底で反射され再び送受波器にもどつて来る場合について考える。第1図に概略図を示す。



第1図 動作原理

\* 沖電気工業株式会社 電子通信事業部 制御総合技術部 水測技術部 海洋計測グループ

等価的に送波器が、音の進行方向に進む距離は $v \sin \theta$ であるから1秒間に發射される波の数 $f_0$ は音速 $C$ とすれば、 $C - v \sin \theta$ なる距離の間に分布することになる。よつて、音の見かけの波長 $\lambda$ は、

$$\lambda = \frac{C - v \sin \theta}{f_0}$$

この波が海底で反射され再び受波器で受波される。

受波器が1秒間に受ける波の数 $f_+$ は、見かけ上 $C + v \sin \theta$ なる距離の中の音波に相当するので

$$f_+ = \frac{C + v \sin \theta}{\lambda} = \frac{C + v \sin \theta}{C - v \sin \theta} \cdot f_0$$

となり、

同様に、後方に出した音波に対し、受波の周波数 $f_-$ は

$$f_- = \frac{C - v \sin \theta}{C + v \sin \theta} \cdot f_0$$

となる。

したがつて、前方向、後方向の受波信号のドプラ周波数の差 $4f$ は、次の通りである。

$$4f = f_+ - f_- = \frac{4v \sin \theta}{C} \cdot f_0$$

上の式においても明らかなように周波数差 $4f$ は船の速度 $v$ に比例しており、この $4f$ を検出することにより速度 $v$ を計測することが出来る。ただし、この場合音速 $C$ の影響を受けるため別途音速を計測して補正を加える必要がある。実用装置においては、サーミスタ等で温度を測定し、音速補正を行なつている。

一方、船の上下方向の速度成分は二つの信号の差を取っているために、その影響がないことが上記の式を見ても明らかなことである。

本装置においては、前記2つの受波信号の周波数差を検出して船の対地速度を計測している。

## 3. 装置の概要

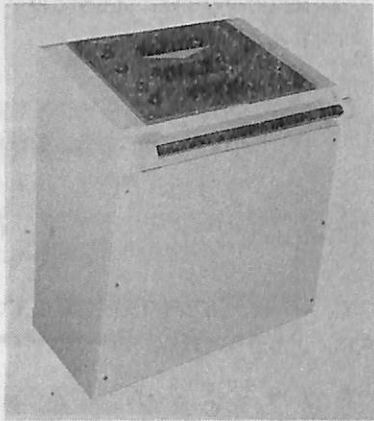
大型船の航行時および接岸時の対地速度を計測する目的で船首部で左右方向および前後方向の速度検出用送受波器と船尾部において左右方向の速度検出用送受波器をそれぞれ一組設置して各々の速度成分を同時に測定する装置である。

第2図に送受波器の外観図、第3図に表示部の外観図を示す。

一般にドプラソナーは、パルス波を用いる方式と連続波を用いる方式があるが、前者は送受波相互の誘導の



第 2 図  
送受波器外観図



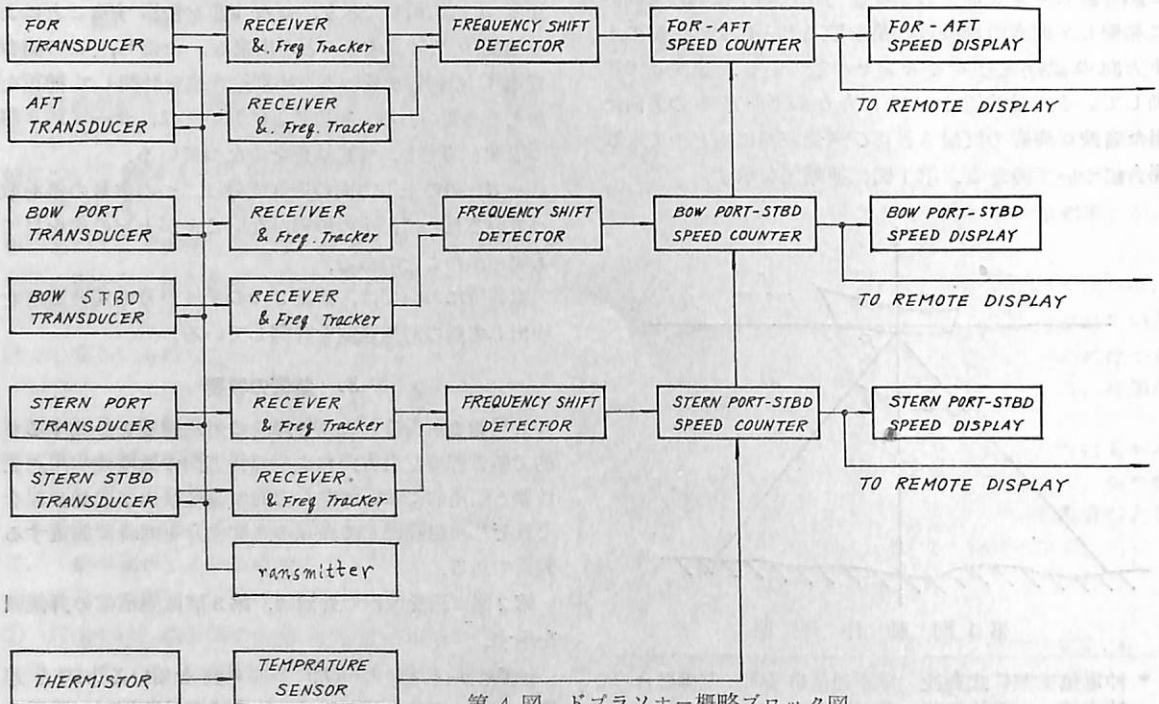
第 3 図 ドブラソナー表示部

影響がないため送受波器は一組で良く、比較的大出力の音波信号を送振出来るため深い海域でも測定可能である。一方、後者は、微速において比較的高精度が得られる特性をもっている。送受波器の構成や使用電力等の実用上から考慮すると、ドブラソナーとしては、パルス波方式が多くなるものと予想される。

本装置においては、パルス波方式を用いているために上記送受波器は、船首部に一組、船尾部に一組装備される方式をとっている。装置の概略ブロック図を第 4 図に示す。

ブロック図において、船首部と船尾部に装備されている送信器からパルス駆動信号をそれぞれの送波器に加えてパルス超音波を船底より、前後、左右ななめ下方に発振させ、海底からの反射波を各々の受波器で受波し、増幅の後、フリケンシートラッカにより受波信号周波数成分の中心にロックされるようになっていいる。次に各々の信号の周波数変位を計測した後、各速度成分を表示するために速度カウンタにより計数表示される。本装置においては、ブリッジに設置する主表示装置の他にウィングで表示を行なうリモートディスプレイを有している。

なお、本装置の送受波器部の前面には、船底と同一平面状になるように、ABS 樹脂の板を装備しているため、水の流れを乱すことがなく、かつ凹凸による気泡の発生もほとんどなく、しかも、海中生物の付着もほとん



第 4 図 ドブラソナー概略ブロック図

どもとめられない実績をもっている。

次に本装置の概略性能を以下に述べる。

- 測定方式   パルス波のドブラ変位方式
- 測定範囲   0~30 kt
- 精     度   1%±0.01 kt (Hell 3.5°, Trim 2°)
- 超音波周波数 430 kHz
- 指示方式   速度; デジタル4桁  
            方向; ランプによる矢印
- 測定深度   0.5 m~150 m
- 送受波器指向幅 約3°
- 音速補正   サミスタ温度検出による自動補正
- 電     源   AC 100 V 50/60

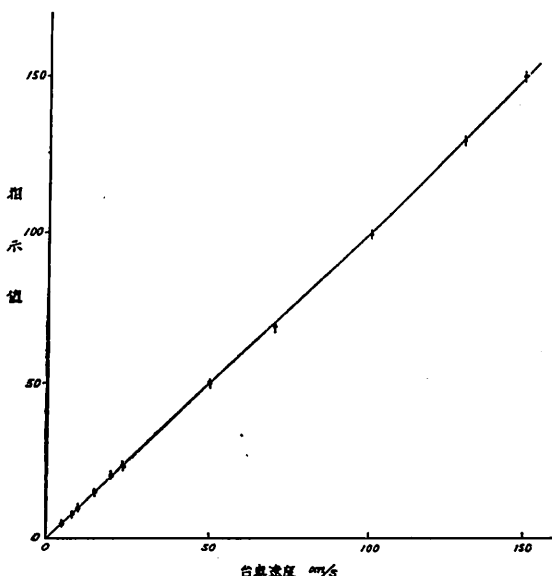
#### 4. 試験結果

ドブラソナーに関しては、これまで各種の試験、水路実験および海上における実用試験をくりかえして来たが、水槽における校正結果および実船における試験結果等についてその概要を述べる。

水槽実験は、深さ 3 m のコンクリート水槽上を所定の速度で走行する台車上に本装置を設置して一定速度に対する指示値の校正を行なった。この試験においては、水底が平らなコンクリート面であり、応答特性を検討するのに適している。

第5図に水槽試験結果の一例を示す。

この試験においては、送受波器を水面下 50 cm 程度の所に設置し、台車の走行による波および気泡の影響をさけている。また水槽内での深度に対する温度分布があり水面に対して水底が2°低い値であったが、音速の補



第5図 ドブラソナー水槽校正結果

正の方法は、実用の場合と同じく、送受波器設置位置の温度を計測して自動補正している。以上の条件のもとに測定したが理論値と良く一致しているのがわかる。なお、このような校正試験は連続波信号についても実施したが、上記パルス波と同じ結果を得た。即ち、水槽内での残響の影響は、ほとんどとめられなかつた。第1表にラジオログとの比較結果を示す。

エンジンの回転数と時間、ドブラソナー指示値、ラジオログの指示値で両者の差は、精度以内に入っている。

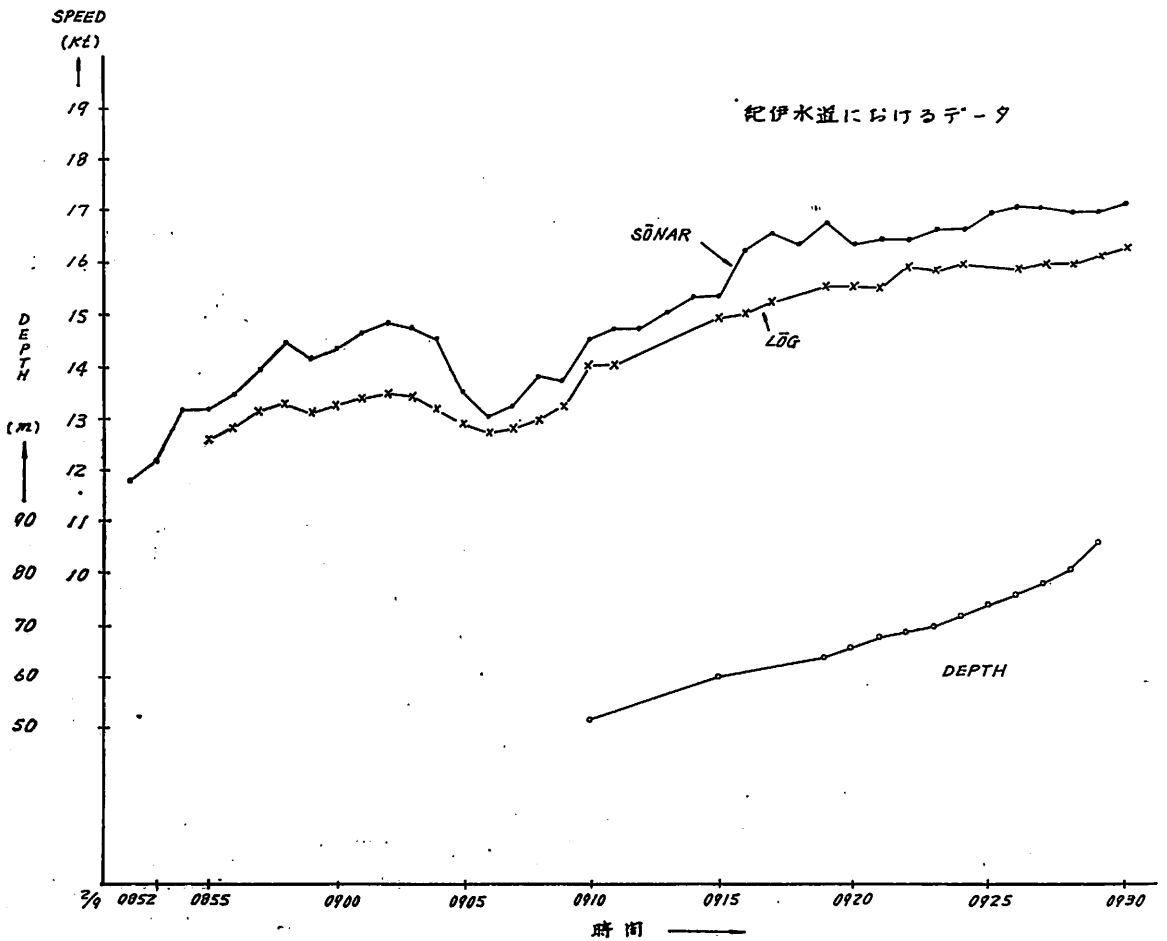
上記の試験においては応答特性の校正は出来るが、実船においては、基準となる計測器がなく、比較する計器として電磁ログを用いた。この電磁ログは、船底近くの水に対する速度を計測する装置で、海流等があると対地速度とは異なる。

第6図、第7図は実船におけるドブラソナーの指示値である。

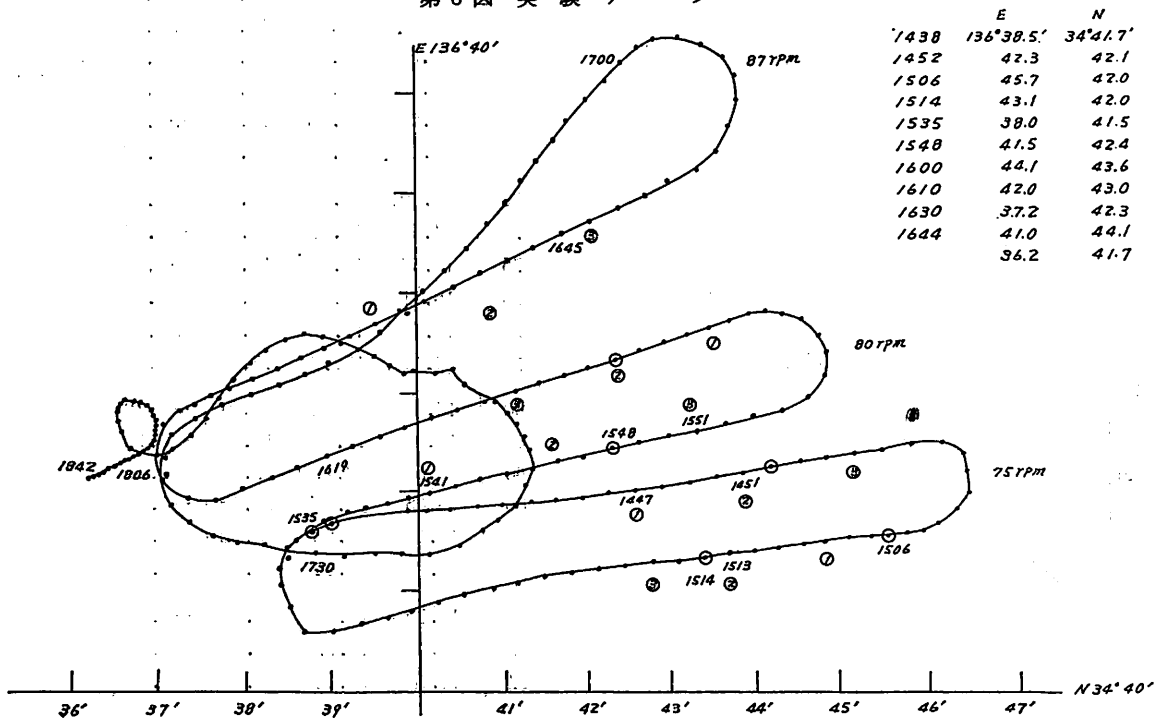
同じ実船において、電磁ログとの比較結果を第7図に示す。速度に対する傾向は一致しているが電磁ログの方

第1表 ドブラソナーデータ  
ラジオログとの比較

RPM	TIME	ドブラソナー (kt)	RADIO LOG (kt)	ERROR (%)	ANOTHER DATA
70	13.24	14.36	14.37	+0.07	※対称外
70	13.29	14.60	14.63	+0.20	
70	13.34	14.88	15.05	+1.01	
70	14.03	13.72	13.64	-0.58	
70	14.08	14.68	14.75	+0.48	
70	14.13	15.15	15.14	-0.07	
70	14.13	15.15	15.14	-0.07	
75	14.49	16.06	15.97	-0.56	
75	14.53	16.37	16.28	-0.55	
75	14.57	16.48	16.44	-0.24	
75	15.11	13.96	13.98	+0.14	
75	15.15	15.42	15.46	+0.26	
75	15.19	15.97	15.97	0.00	
80	15.43	15.02	14.91	-0.78	
80	15.48	16.45	16.42	-0.18	
80	15.52	17.22	17.29	-0.41	
80	16.05	14.06	13.98	-0.57	
80	16.10	15.88	15.82	-0.38	
80	16.14	16.64	16.67	+0.18	
87	16.39	16.99	16.94	-0.29	
87	16.44	17.77	17.76	-0.06	
87	16.46	18.13	18.19	+0.33	



第6図 実験データ



第7図 記録結果

第2表 ドブラソナーデータ  
実船における走行データ  
70 RPM

No.	TIME	ドブラソナー				エコー			
		前 (kt)	後 (kt)	左 (kt)	右 (kt)	水深 (m)	水深 (m)	水深 (m)	吃水 (m)
01	13.24	14.26			0.39	23.90	24.0	31.0	7.0
02		14.45		0.28		24.13	24.2	31.2	7.0
03		14.31			0.31	24.20	24.2	31.2	7.0
04	13.29	14.64			0.20	24.82	25.0	32.0	7.0
05		14.68			0.28	24.93	25.1	32.1	7.0
06		14.52			0.30	25.07	25.1	32.1	7.0
07	13.34	14.93			0.20	25.64	25.9	32.9	7.0
08		15.17			0.30	25.63	25.9	32.9	7.0
09		14.91		0.27		25.60	25.9	32.9	7.0
10	14.03	13.49			0.26	25.08	25.1	32.1	7.0
11		13.64		0.31		25.16	25.2	32.2	7.0
12		13.77			0.21	25.21	25.3	32.3	7.0
13	14.08	15.07			0.31	25.60	25.8	32.8	7.0
14		14.76		0.38		25.62	25.8	32.8	7.0
15		15.26			0.26	25.54	25.8	32.8	7.0
16	14.13	15.04			0.21	24.68	24.8	31.8	7.0
17		15.17		0.31		24.58	24.6	31.6	7.0
18		15.18		0.21		24.52	24.5	31.5	7.0

第3表 ドブラソナーデータ  
実船における走行データ  
75 RPM

No.	TIME	ドブラソナー				エコー			
		前 (kt)	後 (kt)	左 (kt)	右 (kt)	水深 (m)	水深 (m)	水深 (m)	吃水 (m)
19	14.49	15.95			0.40	24.44	24.5	36.0	11.5
20		15.88			0.50	24.64	24.7	36.2	11.5
21		16.17			0.27	24.80	25.0	36.5	11.5
22	14.53	16.21		0.30		25.30	25.5	37.0	11.5
23		16.26			0.31	25.47	25.6	37.1	11.5
24		16.40			0.31	25.48	25.7	37.7	11.5
25	14.57	16.49			0.40	25.55	25.7	37.2	11.5
26		16.42			0.39	25.54	25.7	37.2	11.5
27		16.44			0.30	25.49	25.6	37.1	11.5
28	15.11	13.91		0.29		25.70	25.7	37.2	11.5
29		13.86		0.29		25.69	27.7	37.2	11.5
30		14.28		0.39		25.70	27.7	37.2	11.5
	15.15	13.89		0.20		25.40	25.5	37.0	11.5
		15.41			0.31	25.32	25.3	36.8	11.5
		15.50			0.21	25.23	25.2	36.7	11.5
	15.19	15.91			0.21	24.73	24.7	36.2	11.5
		15.96		0.20		24.56	24.6	36.1	11.5
		16.05			0.20	24.47	24.5	36.0	11.5

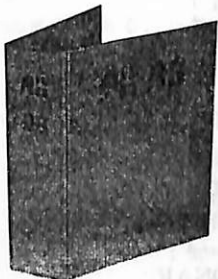
は、水の流れの影響が出ているためにドブラソナーと値が異なっているものと考えられる。

第6図は、ドブラソナーのデータを入力として作図された航跡の記録例である。

### 5. あとがき

以上、ドブラソナーについてその概要を述べたが、接岸時および浅海航行時には、本装置は非常に有効であるものと云える。但し、深海においては、対地速度を計測するのが不可能であり、海水からの反射波を受波して対水速度計測に切換えが可能な方式をとっている。(完)

### 「船舶」のファイル



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

頒価 400円(〒150)

(新刊)

運輸省船舶局監修

### 最新 船舶安全法および関係法令

「船舶安全法の一部を改正する法律」が昭和48年9月14日に公布され、同年12月14日に施行された。これに伴い、同施行令・同施行規則がほぼ全面的に改正され、新公布の政令・省令も同日付で施行された。

本法令の骨子は(1)適用範囲の拡大——20トン未満小型船舶の検査義務(2)検査の代行——日本小型船舶検査機構の発足(3)検査制度の整備——各検査方法、申請手続、様式の改正(4)整備事業場の認定規則の公布(5)船舶等型式承認規則の公布等である。本書は本法令の全文を収録し、各条文に注釈、参照法令番号を加え、さらに主要法令の要綱をも収めてある。

発行所 成山堂書店(東京都新宿区南元町4-51)

A5判252頁、定価1,200円(送料110円)

## 1. ま え が き

船舶の大型化に伴って、特に接岸時の操船には微速を測定する計器が必要となつて来ている。

ドプラソナーの開発はかなり早く行なわれてはいたが<sup>1)2)3)</sup>、ドプラソナーそのものが、操船援助装置となり得るという期待は広く一般には持たれていなかった<sup>4)</sup>。

しかし、ここ数年の間に特に20万DWTを越す船には接岸操船用ドプラソナーが必要であることが明白になつて来ており、国内外の多くのメーカーが開発する段階に至り、本誌にもその一例がある<sup>5)</sup>。

ドプラソナーは本来対地または対水速度を測定するものであるが、これを母体として各種の航海援助装置を組み上げることができる。当社はこのような見地から、一般航法にも利用できるシステム“NAVDOCK SONAR”を開発し、生産を開始した。

本稿では、NAVDOCK SONARのあらましについて紹介するとともに、ドプラソナーに共通すると思われる1,2の問題について説明する。

## 2. NAVDOCK SONAR

NAVDOCK SONAR 全体について以下簡単に述べる。

### 2.1 構 成

NAVDOCK SONAR は超音波振動子を組込んだ

TRANSDUCER ASSEMBLY, TRANSCIEVER, 受信信号を処理する MAIN ELECTRONICS, 結果を表示する各種 DISPLAY, 海水の TEMPERATURE CALIBRATION AMP. 等によつて構成される。

航海援助システムと航跡記録のシステムではジャイロコンパスからの方位信号が必要である。

NAVDOCK SONAR の系統を Fig. 1 に示す。

### 2.2 機 能

NAVDOCK SONAR の主な機能は下記のとおり。

#### (1) 自己チェック機能

MAIN ELECTRONICS には自動的かつ随時に、装置内の各種電源の他、重要な箇所12点のチェックを行い、異常時には警報および異常箇所の表示を行う。この機能は装置の作動が正常かどうか、もし異常が発生した場合はどこを修理すべきかがすぐわかるので、装置の信頼性を大きく向上させている。

#### (2) 接岸援助システム

NAVDOCK SONAR としての基本システムであり、船の前後、左右方向の高精度の速度表示ならびに対地・対水の速度表示を行う。本稿では主にこの基本システムに焦点をあてて述べる。

#### (3) 操船援助システム

これは Fig. 1 に示す OPERATION DISPLAY に操船に必要な情報をまとめて表示するものである。基本システムにより得られた速度データに基づいて、下記に

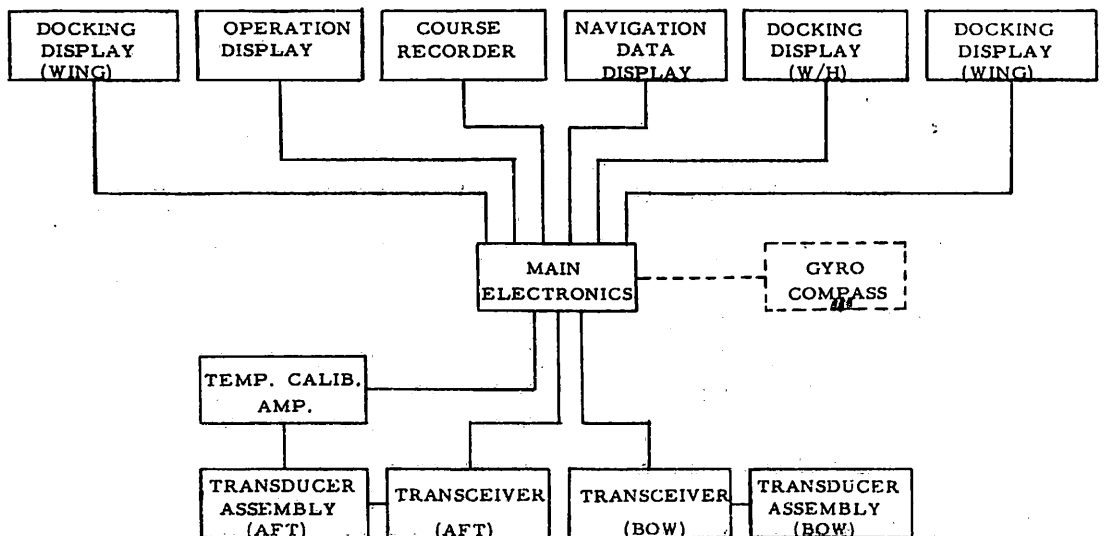


Fig. 1 SYSTEM BLOCK DIAGRAM OF THE NAVDOCK SONAR



示す各項について演算予測、表示を行い、操船の援助とするものである。

- a) 変針点までの到達距離および時間
  - b) 停止地点までの距離および時間
  - c) ボトムクリアランス (船首および船尾)
  - d) 船速のベクトル
  - e) 航程
- (4) 航法援助システム

Fig. 1 に示す NAVIGATION DATA DISPLY に航法に必要な情報を表示するもので、表示内容は下記のとおり。

- a) 計画航路を維持するための船首方位角
- b) 計画航路の許容幅を越えた場合の警報
- c) 航走速度の成分
- d) 航走距離の成分

(5) 航跡記録システム

基本システムにより得られた速度データを基に、ジャイロコンパスからの方位信号を組合せて航跡録記を行うシステムである。主な機能は下記のとおり。

- a) 計画航路のプロットイング
- b) 計画航路に対する実航跡の記録
- c) 使用海図の縮尺度の撰択

3. 接岸援助システム

IHI NAVDOCK SONARの主な特徴は、小形データ処理装置を内蔵しているため精度が高いと同時に、システムの拡張性に富んでいること、連続波とパルス波を使用していること、190 kHz の低い周波数の超音波を使用していること等であるが、以下詳細に述べる。

3.1 NAVDOCK SONAR の原理

(1) ビーム配置

NAVDOCK SONAR のビーム方向は Fig. 2 に示すように船の前後左右の4方向であるが、連続波の送受信ができるようにするため、送信用と受信用の振動子をそれぞれのビーム方向に対して設けている。

(2) 基本関係式

一般にドプラソナーはつぎの式を基本関係式として利用するものである。

$$f_{ri} - f_i = \frac{2v_i f_i}{c} \cos \theta_i \quad \dots\dots\dots(1)$$

- ただし、 $f_i$  : 送信信号の周波数
- $f_{ri}$  : 受信信号の周波数 ( $i$  番目のビーム)
- $v_i$  : 船体の速度 (ノット)
- $\theta_i$  : ビームの俯 (ふ) 角
- $c$  : 水中の音速

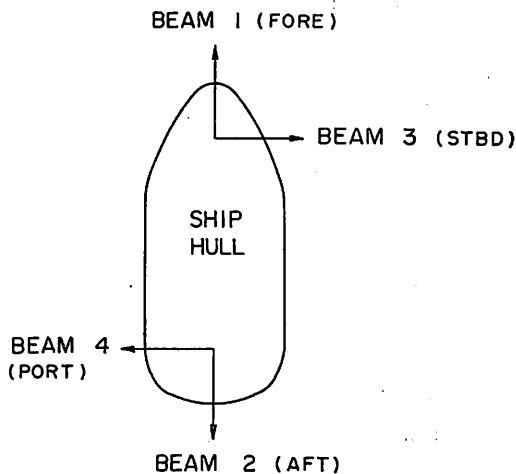


Fig. 2 BEAM CONFIGURATION

しかし、(1) 式は、ドプラ効果を表現するつぎの式の簡便なる近似式である。

$$v_i = \frac{(f_{ri} - f_i) \cdot c}{(f_{ri} + f_i) \cdot \cos \theta} \quad \dots\dots\dots(2)$$

(2) 式は

$$f_{ri} + f_i \approx 2f_i \quad \dots\dots\dots(3)$$

とすることにより、(1) 式と同一になる。相対速度が小さいとき、ドプラ効果の影響が小さく、従つて  $f_{ri}$  と  $f_i$  とが同じような大きさとなるが、(3) 式の近似度が高いのは速度が小さい場合である。

相対速度が大きくなるにつれて (3) 式の近似度は悪くなる。

一般にドプラソナーの設計に当つては (1) 式を用いる方が装置が簡単になるためよく採用されているが、IHI のシステムでは小形データ処理装置を使用しているので、原理に忠実な (2) 式を用いて精度を上げている。

3.2 仕様

NAVDOCK SONAR の基本仕様はつぎのとおり。

(1) 自己チェック機能

- 電源異常表示 (5 種類)
- 電源以外の異常箇所表示 (11 箇所)
- 数字表示器とランプ異常チェック

(2) 速度表示範囲

- 前後方向: 0~30.00 KTS または 0~15.43 M/SEC
- 左右方向: 0~9.99 KTS または 0~5.14 M/SEC

(3) 速度精度

2 M/SEC 未満:  $\pm 1$  cm/SEC

- 2 M/SEC 以上:  $\pm 0.5\%$  以内
- (4) 深度表示 (船底から海底まで)  
 SHALLOW 表示: 0~10 未満  
 DEEP 表示: 10 m 以上
- (5) 航程  
 0~99999.9 NM (リセットボタン付)
- (6) 送信周波数  
 190 kHz
- (7) 作動モード  
 連続波 (50 m 未満) とパルス波 (50 m 以上) の自動切り替え
- (8) ビーム幅  
 3 dB:  $2.5^\circ$
- (9) 使用深度  
 対地速度: 0~約 300  
 対水速度: 300 m 以上
- (10) 送受波素子  
 チタン酸バリウム磁器振動子
- (11) 送受波器配置  
 船首部: 前方および右舷方向 (振動子各 2 個)  
 船尾部: 後方および左舷方向 ( // )
- (12) 送信出力  
 30 W 以上
- (13) 受信方式  
 スーパーヘテロダイン方式
- (14) 受信帯域幅  
 $\pm 1.9$  kHz と 250 Hz との自動切り替え
- (15) 受信利得  
 115 dB 以上
- (16) 補正  
 水温, トリム: 自動補正  
 塩分, ヒール: デジスイッチによる手動補正
- (17) 電源  
 AC 100 V, 60 Hz, 1 $\phi$

### 3.3 構成機器

接岸援助システムを構成する機器は次のとおりである。なお外形を Fig. 3 に示す。

#### (1) TRANSDUCER ASSEMBLY

送・受信専用の振動子を前後・左右用にそれぞれ設け、船首と船尾に一台ずつ装備する。船底構造の一部と見なされる部分は規格材を使用している。

#### (2) TRANSCEIVER

190 kHz, 30 W の信号を送信し、受信信号の増幅を行なう。構造は壁掛, 防滴形である。

### (3) TEMPERATURE CALIBRATION AMP

海水の温度が音速におよぼす影響を補正するため、船尾部 TRANSDUCER ASSEMBLY に組み込みの測温素子と組合せて使用する。

### (4) MAIN ELECTRONICS

本装置は小形データ処理処置, アナログ回路, デジタル回路, 電源回路からなり, 演算, 制御, 表示命令, 記憶等一切の機能を有している。

### (5) DOCKING DISPLAY

船の前後, 左右方向の速度表示, ドトムクリアランス表示, 対地または対水表示等を行なう。W/H 用は防滴形, WING 用は防水形である。

### 3.4 性能

ここでは相模湾において行なつた海上テストと, IHI の試験水槽で行なつた性能テストについて述べる。

#### (1) 海上テスト

標柱間を航走し, ストップウォッチで時間を計測して対地速度とし, 同時にその航走中, NAVDOCK SONAR の表示速度を記録した。結果を Fig. 4 に示す。

両者速度を比較すると, 標準偏差を  $\sigma$  として:

$\sigma = 1.18$ cm/sec	以内に入るもの	60%
$2\sigma = 2.37$ cm/sec	//	90%
$3\sigma = 3.55$ cm/sec	//	100%

となつている。

#### (2) 微速性能

海上テストでは微速性能が確認できないので微速性能テストは試験水槽を使用して行つた。なお, 試験水槽用曳引車の速度精度は  $\pm 1$  mm/sec 以内である。

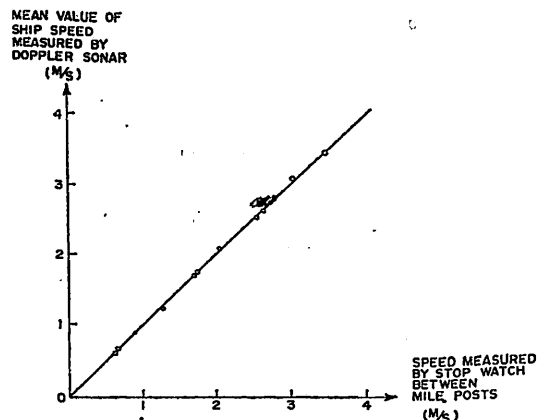
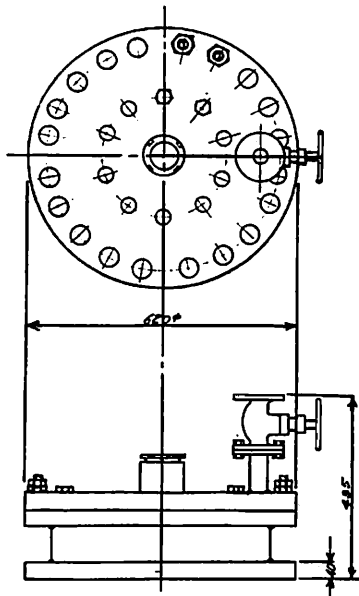
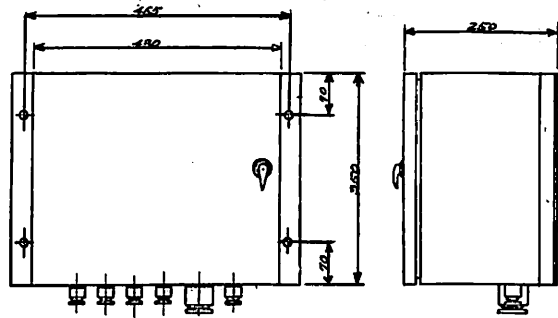


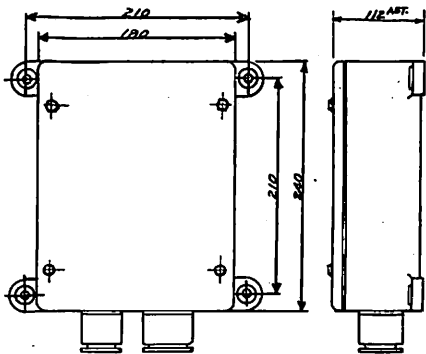
Fig. 4 RESULTS OF SPEED TEST AT THE PORT OF AIOI



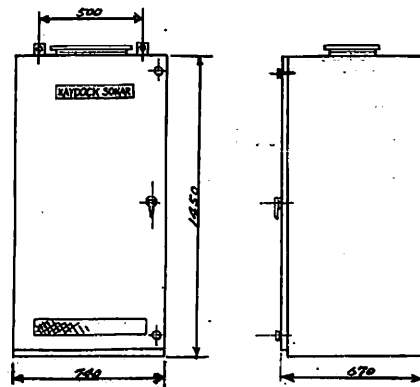
TRANSDUSER ASSEMBLY



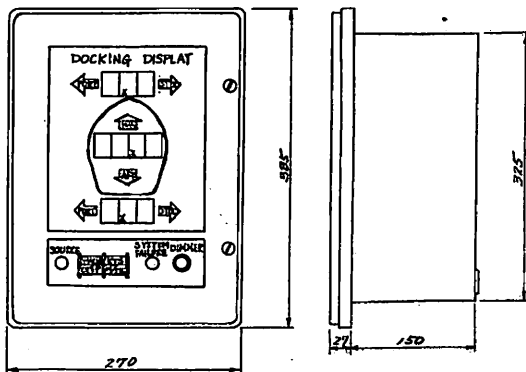
TRANCEIVER



TEMPERATURE CALIBRATION AMP.



MAIN ELECTRONICS



DOCKING DISPLAY

Fig. 3 NAVDOCK SONAR OUTLINE VIEW

TABLE 1 RESULTS OF TANK TEST

Speed of towing carriage (cm/s)	Doppler Sonar speed (cm/s)	
	Maximum	Minimum
5	5	4
10	10	9
20	20	19
30	30	29
40	40	39
50	50	49

テスト結果を TABLE 1 に示す。

4. 計測速度のばらつきと表示の遅れ

一般に偶然的誤差のためにばらつきのある計測値を平均すると、結果としてばらつきが少くなる性質があるので、ドプラソナーでも平均処理を行い表示している。

平均個数を増すに従い、ばらつきは少くなるが、船が加速度を持っている時は、表示値が遅れる。

以下これ等の点について考察してみる。

4.1 ばらつきの生ずる原因

送信器は極めて精度の高い安定した周波数の発振器を使用しており、また受信器、演算処理装置、振動子等も安定していることは確かめられている。従つて速度計測のばらつきは水中の超音波によるものと考えられる。

水中超音波の伝播経路がすべて物理的に一様であるならば、ばらつきを生じることはない。しかし、受信用振動子面には種々の方向からの超音波が到来し、それらに強弱があると、ドプラ効果による異つた周波数のスペクトルが変動してばらつきの原因となるものである。

受信用振動子面への到来超音波の入射角および強度は、超音波の屈折、散乱、海底の反射強度等により左右される。屈折、散乱は、海水中に溶存する気体、塩類によるものの他、温度の不均一、不純物等により生ずるものである。

また海底の反射強度に影響するものは、海底の質（へどろ、砂、岩石等）および形状である。

さらに水中雑音も多くあり、受信信号に影響を与える。普通、水深の浅い所では雑音の影響は少ないが、水深が増大するに従い影響は大きくなる傾向がある。

4.2 ばらつきに対する確率論による考察

ドプラソナーにおいても、生の速度計測値（データ）の数が多くなれば、そのデータのばらつきの確率分布は正規分布と見ることができるので、データの加算平均処理も行った各集合も正規分布の確率的性質を持つている。

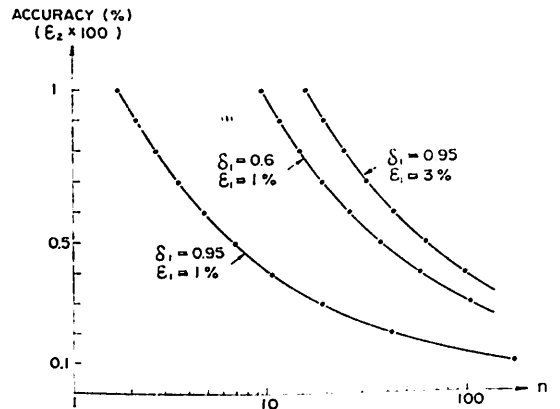


Fig. 5 RELATION BETWEEN RAW DATA OF STOCHASTIC PROCESS AND ARITHMETICAL MEAN

これについて確率論により考察してみた。

結果の一例を Fig. 5 に示す。（ただし  $\delta_2$  はすべて 0.99 とした。）

例として、生のデータが真の値の  $\pm 1\%$  以内に入るものが 95% ( $\delta_1 = 0.95$ ) ある場合、加算平均値の 99% ( $\delta_2 = 0.99$ ) までは真の値の  $\pm 0.4\%$  ( $e_2 = 0.004$ ) 以内に入るためには、生のデータ数 ( $n$ ) は約 11 個あればよい。

5. む す び

以上 IHI NAVDOCK SONAR について簡単に述べた。NAVDOCK SONAR を開発してからまだ日も浅いが、受信台数も多く、航法援助システムとして今後の発展が大いに期待されている。

ドプラソナーは船用機器としては新しい装置であり、今後改良を積重ねる必要があると思われる。

当面の課題としては、性能ならびに機器の信頼性をより向上させるべきであろう。

文 献

- 1) E.E. Turner, B.J. Thompson, O.H. Jackson: "The Raytheon Acoustic Doppler Navigator", Navigation, Vol. 13, No. 3, 1966.
- 2) M. Schweitzer: "Doppler Sonar", Naval Engineers Journal, Dec. 1969
- 3) W.H. Buford, Jr. and J.M. Johnson: "Development and Testing of Doppler Sonar Navigation Systems", Oceanology International (1969)
- 4) 竹田盛和: 超低速下の対地速力表について, 航海, No. 29, 1969
- 5) 有村浩: ドップラナビゲータ (1), 船舶, Vol. 46, No. 12, 1973
- 6) 近藤: 確率論とその応用, 日科技連

# ノズルプロペラの大型船への実用化について

三井造船株式会社  
本社・船舶技術部

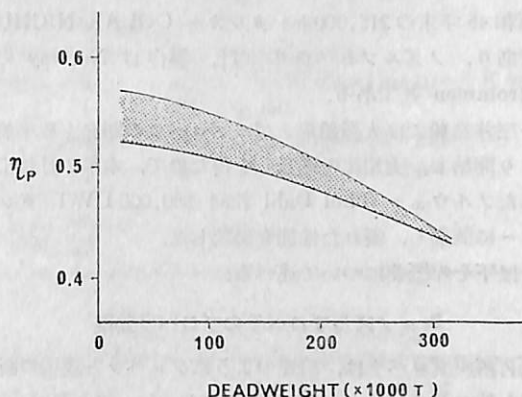
—DW 280,000 トンタンカー THORSAGA  
のノズルプロペラ—

## 1. ま え が き

Screw propeller が船舶に応用され始めて、早くも130年近くになるが、最近の船舶、特にタンカー、鉱石船などに見られるような船型の大型化・大出力化によって、プロペラ荷重度は増大し、プロペラ効率も低下しつつある。ちなみにプロペラ効率は、船型の大型化、肥大化につれて第1図に示すように、D/W 3万トン型船舶の55%程度から、30万トンディーゼル船の44%程度へと急激に低下している。

このような大型肥大船のプロペラ効率の低下に対処するため、現在まで種々のプロペラ効率を向上させる試みがなされて来た。大型船用のノズルプロペラの実用化も、そのひとつである。ノズルプロペラは、写真1に示すように、プロペラとノズルから構成されるもので、プロペラの周囲は翼型の断面を持ったノズルによって囲まれている。

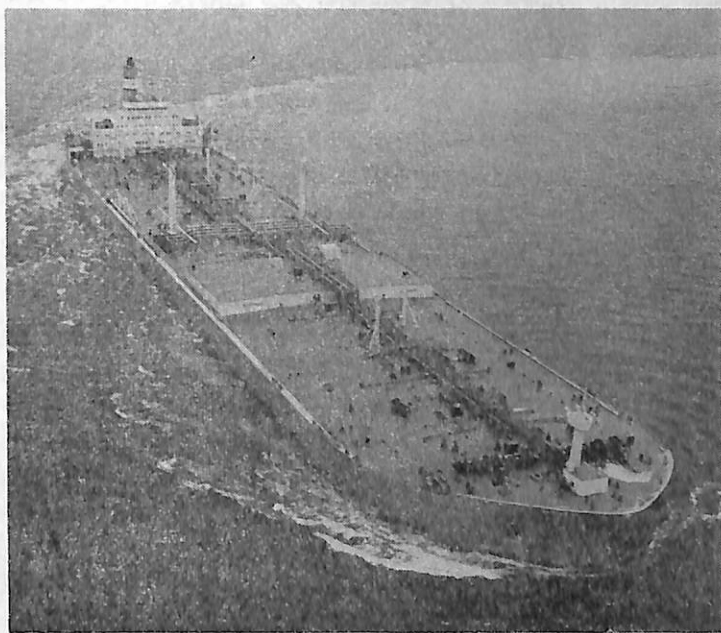
プロペラをダクト(ノズル)で囲むというアイデアは、すでに18世紀末に基本特許が取られているほど、



第1図 船型とプロペラ効率(ディーゼル船)

古くから考えられていた。現在でも一般に tug boat, trawler 等には、曳航力の増加、操縦性の向上の目的で、小型のコルトノズルが使用されているのは良く知られている。

その後、ノズルプロペラの挙動についての基礎的な流体力学理論が、1950年代になり確立され始め、ノズルプロペラの実用化を目指す研究が数多く行われた。これら



THORSAGA



写真1 “THORSAGA”のノズルプロペラ

の研究は、主としてノズルプロペラの系統的模型試験、禍理論にもとづくノズルプロペラの理論計算であつた。特に NSMB (Netherland Ship Model Basin) の Prof. Van Manen は、1953年にノズル形状を変えた系統試験を行い、その後の理論的研究の発展およびノズルプロペラの実用化に大きく貢献した。

ノズルプロペラが大型船へ最初に実用化されたのは、昭和45年末の215,000トンタンカー GOLAR NICHU であり、ノズルプロペラの設計、製作は Norway の Strommen 社である。

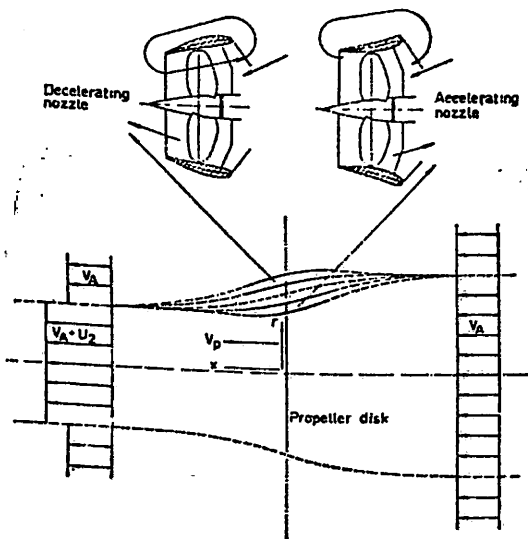
三井造船では大型船用ノズルプロペラの開発を数年前より開始し、実用化の見通しを得たので、本年7月竣工したノルウェー Thol Dahl 社向 280,000 DWT タンカーに装備し、優れた性能を確認した。

以下その概要について述べる。

## 2. ノズルプロペラのプロペラ効率

ノズルプロペラは、前述のようにプロペラと翼型の断面を持つたノズルとから構成されている。第2図に示すように、ノズルプロペラはノズルの形状によつて、Accelerating type と Decelerating type とに分けられる。

Accelerating type のノズルプロペラは、プロペラの荷重度が高い場合のプロペラ効率の改善、あるいはプロペラ直径が制限される場合に有効であり、適切に設計されたノズルでは、ノズル内外面の圧力差によりプロペラと同様にノズル自身が前向きのスラストを発生する。また馬力損失の一因となるプロペラの trailing vortex



第2図 ノズルプロペラの型式

第1表

$C_T$	$\Delta \eta_i$ (%)		
	0.5	0.7	0.8
1.0	7.2	4.4	3.0
2.0	12.5	7.0	4.1
3.0	16.2	8.7	5.3
4.0	18.3	9.6	6.0
5.0	20.0	10.5	6.5

の一部は、ノズル回りの Circulation となることによつてエネルギーを回復する。これらがノズルプロペラの効率を増加せしめる原因となる。M/T THORSAGA を始め、大型船に採用されるノズルプロペラは、この type のものである。

Decelerating type のノズルプロペラは、プロペラ翼での静圧増加のために用いられ、ノズル自身は抵抗（負のスラスト）となる。これはプロペラキャビテーションの防止が望まれる場合に使用される。

一般にノズルプロペラと通常のプロペラのプロペラ効率の比は、プロペラ荷重度 (Bp) が高いほど大きい。このような点から、ディーゼル主機を搭載した大型船でのノズルプロペラの採用はより有効である。また、ノズルスラストの全スラストに対する比率を大きくした方が、ノズルプロペラ効率増加につながる。ただ、この比率をより高めるために、十分な検討をしないでノズルプロペラの設計を行えば、ノズル後端において流れのハク離が生じ、プロペラ効率が低下する可能性があるので充分注意を要する。通常のプロペラ設計では、ノズルスラストと全スラストの比は約30%前後となる。比較を簡単にするため、プロペラ表面の摩擦およびプロペラの slip stream の回転等による効率減少を無視した理想効率 (ideal efficiency) について比べると、運動量理論を適用することによりノズルプロペラと通常プロペラのプロペラ効率増加率 ( $\Delta \eta$ ) は第1表のようになる。

ここで、通常プロペラの理想効率

$$\eta_{ic} = 2 / (1 + \sqrt{1 + C_T})$$

ノズルプロペラの理想効率

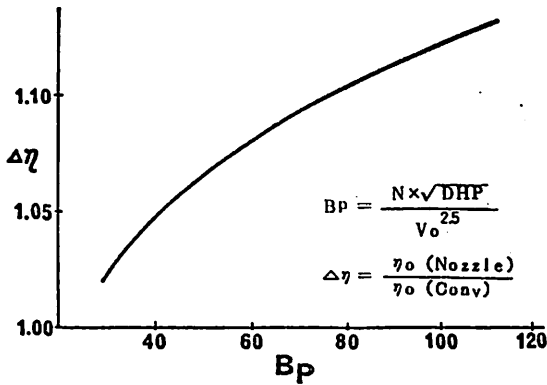
$$\eta_{in} = 2 / (1 + \sqrt{1 + \tau C_T})$$

$$\Delta \eta = (\eta_{in} - \eta_{ic}) / \eta_{ic}$$

また、 $C_T$  は全スラストを用いた荷重係数

$\tau$  はプロペラスラストと全スラストの比

また、模型試験水槽における通常プロペラおよびノズルプロペラの単独試験結果によれば、ノズルプロペラの



第3図 ノズルプロペラによる効率増加

効率増加は第3図のようになる。

### 3. M/T THORSAGA のノズルプロペラ

三井造船では、昭和42年頃よりノズルプロペラの大型船への実用化についての可能性を検討しはじめ、昭和44年より、三井造船独自による実用化研究を開始した。

研究はノズルプロペラ装備船の推進性能、操縦性能をはじめとし、ノズルプロペラの設計、ノズルおよびサポートにかかる波浪荷重の検討、ノズルおよびサポートの構造設計、強度解析、三次元モデルによるノズルプロペラシステムの振動計算、流木実験、およびノズル製作、取付等の検討等非常に広範な分野におよんだ。特に、効率の良いノズルプロペラの開発のため、日本造船技術センター、船舶技術研究所、オランダ NSMB の Vacuum tank 等の社外の試験水槽、研究機関において、各種のノズルプロペラ付船型の抵抗・自航試験、プロペラ単独試験、プロペラキャビテーションテスト等を行うとともに、斯界の有識者に参加を願つて研究会等を行い、実用化研究に積極的に取り組んだ。

そして昭和46年には、このような広範な研究にもとづいて、当社自主開発のノズルプロペラの大型船への実用化の目途を得た。ちょうどその頃、ノズルプロペラ装備の第1船“GOLAR NICHU”(ノズルプロペラの設計、製作は Strommen 社)の出現を機に、北欧船主から当社での建造船へノズルプロペラ装備の話し合いを受けた。特に、Norway の Thor Dahl 社は、このような新技術の開発にも積極的に協力する姿勢があり、当社の研究の進展を良く理解し、当社の自主開発にもとづくノズルプロペラを D/W 280,000 トンタンカー“THORSAGA”号へ装備することを決定した。

THORSAGA の主要目を第2表に示す。また、THORSAGA に装備されたノズルおよびプロペラの主要目

第2表 THORSAGA の主要目

Classification	LR +100A1 “Oil Tanker Pt HT.”, +LMC. “UMS”	
Length o.a.	1125'-0"	(342.900 m)
Length pp	1080'-0"	(329.184 m)
Breadth mld	170'-0"	(51.816 m)
Depth mld	91'-0"	(27.737 m)
Draft at full	71'-5 $\frac{3}{8}$ "	(21.773 m)
Gross tonnage	139,680.52 tons	
Deadweight	279,750 long tons	
Main engine	Mitsui B&W diesel engine 9 K 98 FF one set	
output	M.C.O. 34,200 ps×103 rpm C.S.O. 31,500 ps×100 rpm	
Speed	max. trial at : 15.78 knots full load	

第3表 ノズルプロペラの基本要目

	THORSA- GA	THORSHO- LM
Propeller type	Nozzle prop.	Conv. prop.
Propeller dia.	7.3 m	7.8 m
Propeller pitch ratio	0.88	0.69
Propeller boss ratio	0.18	0.18
Propeller weight	abt. 30 t	abt. 40 t
Nozzle		
Nozzle inside dia.	7.4 m	
Nozzle outside dia. (max)	9.0 m	
Nozzle length	3.7 m	
Nozzle weight (including support)	abt. 70 t	

および通常のプロペラを装備した同型船 THORSHO-LM のプロペラ要目を第3表に示す。

前に述べたように、ノズルプロペラではノズル回りに CIRCULATION が発生し、ノズル内の流れは加速される。運動量理論によれば、ノズルシステムへの平均流入速度  $V_o$  とノズル内プロペラ位置での平均流入速度  $V_p$  は次式のようになる。

$$\frac{V_p}{V_o} = \frac{C_T}{2[-1 + \sqrt{1 + rG}]}$$

THORSAGA の場合、上式よりノズル内速度  $V_p$  は  $V_o$  の約2.5倍程度となつている。このため、ノズルプロペラのプロペラピッチ比は通常のプロペラに比べて大きく、約1.3倍になつている。またノズル内流速が増加するため、プロペラキャビテーションに対しては、特に慎重に配慮し、理論計算および模型実験等により最適な

ビッチ分布、翼断面形状、翼輪郭形状となるように設計し、通常のプロペラとは異つたものになつている。

ノズル形状も accelerating type ではあるが、ノズルの推進効率、ノズル強度、工作の容易さ等を考慮し、ノズル形状として特に有名である NSMB 開発のノズル No. 19 A を若干改良している。

ノズルプロペラと船尾との船長方向のクリアランスはノズルプロペラと船体との interaction によるスラスト減少率の増加等、推進性能に大きな影響をもたらす。THORSAGA では、建造工程の関係で船尾形状は姉妹船と同一であつたが、現在、ノズルの最適前後位置についても広範な研究を行つており、この研究によりさらに推進効率を高め得るかも知れない。

ノズルサポートの形状も、船尾の水流の方向等を考慮し設計するとともに、骨の配置等についても、ノズルとソールピースおよび船体との間に連続性を持たせるように留意し、強度解析を行つて十分な剛性を持つように設計した。舵形状は、基本的には通常の設計法に従つたが、特にノズルプロペラの場合の舵への流入速度の変化あるいは旋回中の舵圧力中心位置の変化等についても詳細な検討を加え、舵トルクが過大にならないように配慮した。

また、ノズルプロペラの場合試運転中あるいは航海中において、ノズル内への流木の流入によりノズルプロペラに損傷を与えることが特に心配されている。確かに、回流水槽での実験によれば、海面を浮遊する流木のノズル内への流入はないが、水中に浮遊し船底を回り込んで来る穴木のごく一部はノズル内に流入する結果を得た。

しかし実際には、このような大型船舶が航行する大洋において、しかも水中にある流木に遭遇する確率は非常に少ない。現在航行中の THORSAGA をはじめ、数隻のノズル付船舶が安全に航行していることから見て、流木のノズル内流入については心配する必要はないであろう。

#### 4. THORSAGA の試運転結果

THORSAGA の公式試運転は、昭和 48 年 7 月 9 日より 13 日まで、和歌山県日の御崎沖で行われた。THORSAGA は前述のように、当社で現在までに 7 隻建造した 280,000 トンタンカー船型であり、これら同型船のなかで THORSAGA のみがノズルプロペラを装備した船型である。

試運転時の実船計測項目は、当社標準の試運転実施要領にもとづく速力試験、旋回試験、操

舵試験、停止試験、前後進試験、船体振動・振り振動試験の他に、操縦性関係諸試験（変形 Z 試験、逆スパイラル試験、新針路距離測定試験、IMCO 関係操縦性試験）、プロペラキャビテーション観測、プロペラスラスト測定、研野式軸馬力計による馬力計測およびトルク変動計測、ノズルおよびサポート部の振動および応力の計測等である。これらは満載状態およびバラスト状態の両方に対して行われた。またノズルプロペラ付船型の諸性能と通常プロペラ付船型との比較のために、昭和 48 年 1 月に行われた通常プロペラ付船型 THORSHOLM の試運転においても、前もつて同様の実船計測を行つた。

THORSAGA の試運転結果と通常プロペラを装備した同型タンカー 5 隻の試運転結果を比較し、THORSAGA のノズルプロペラについて次のような結論を得た。

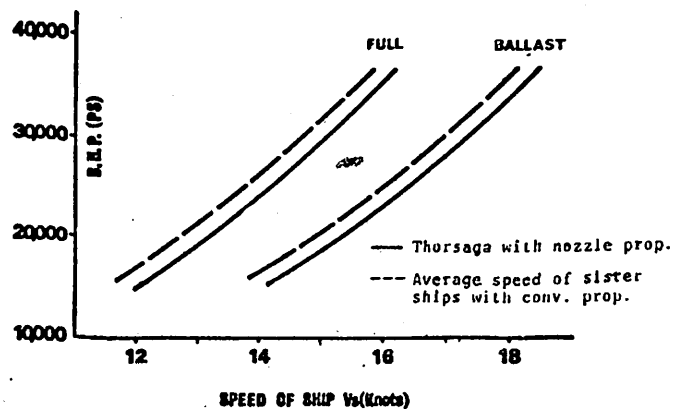
- 1) 速力増加は、満載状態で 0.4 kts, バラスト状態で、0.35 kts であつた。
- 2) 振動は満載状態で半減し、ノズル系の構造は充分安全な設計であることを確認した。
- 3) 旋回性能は改善された。また進路安定性、舵トルクについても、ほぼ変りない結果を得た。

#### 4.1 速力試験

速力試験結果を第 4 図に示す。この結果は、試運転時計測結果に風、潮流の修正を行つたものであり、THORSAGA と通常プロペラを装備した同型タンカー 5 隻の平均を比較している。したがつて、ノズルプロペラの採用により、無風、平水中の速力は同一主機馬力に対して、満載状態で 0.4 kts, バラスト状態で 0.35 kts 向上している。

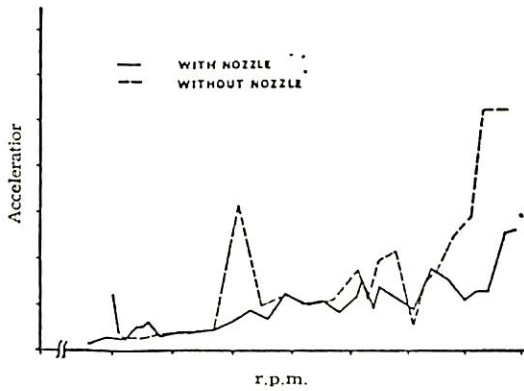
#### 4.2 船体振動および構造強度

ノズルプロペラを採用することにより期待される効果



第 4 図 速力馬力曲線

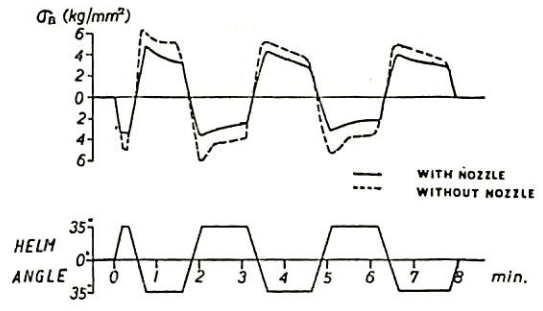




第5図 船橋甲板の前後振動

のひとつに、船体振動の減少がある。THORSAGAの試運転においては、船体各部の振動計測を入念に行つた結果第5図に示すように、通常プロペラ付の同型船と比較して navigation bridge deck での前後振動加速度は、満載状態ではほぼ半減し、バラスト状態でも若干低い結果を得た。ノズルプロペラシステムでは、プロペラ周囲のノズルの存在により、Surface force は減少する傾向にあり、またノズル内のプロペラ位置での伴流分布はより均一になるため、通常のプロペラに比べてプロペラ起振力が小さくなり、振動上の好結果を得ることが出来たものと考えられる。

また、ソールピース、ノズルおよびノズルサポート等のノズル系の振動についても計測を行つた。この結果に



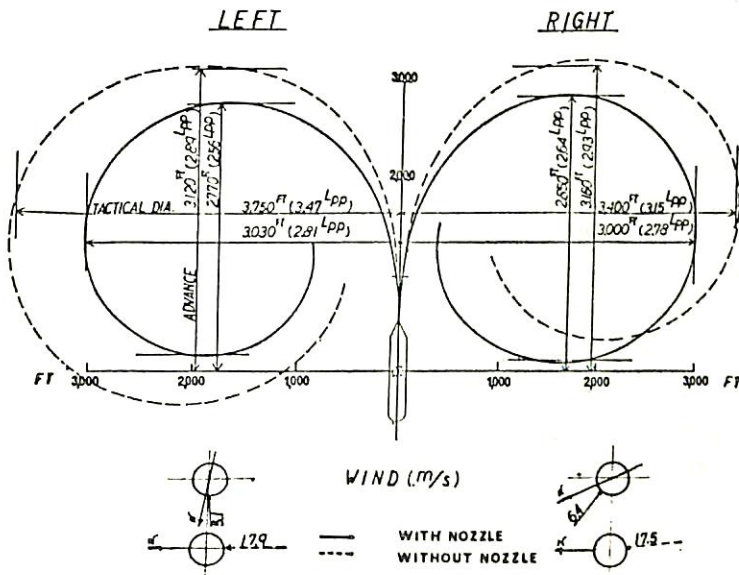
第6図 シューピースの水平曲げ応力 ( $\sigma_B$ )

よれば、ノズルには blade frequency の2倍の振動が誘起され、それが船尾部の起振源となつている、またノズル系に共振現象らしき振動が見られたが、振動の点から見れば問題ない大きさであつた。

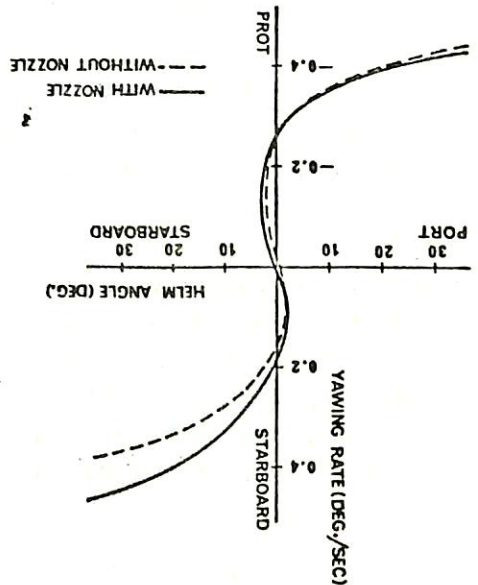
ノズル系の構造強度に関しても、理論解析を行うとともに、試運転時にノズルサポート、ソールピース等の応力計測を行い、ノズル系の安全性を確認した。特にソールピースの応力は、操船時 ( $35^\circ-5^\circ$  変形 Z 試験時) において第6図に示すように通常プロペラ付同型船と比べ低い値を示した。これはノズルサポートが直接ソールピースに取り付けられているためであり、より安全な構造であることがわかる。

#### 4.3 操縦性試験

操縦性試験は、前述のとおり広範に行われた。その結果の一部として第7図に旋回試験の結果を、第8図に逆



第7図 旋回試験結果



第8図 逆スパイラル試験結果



写真2 TVカメラによるプロペラキャビテーションの観測

スパイラル試験の結果を示す。

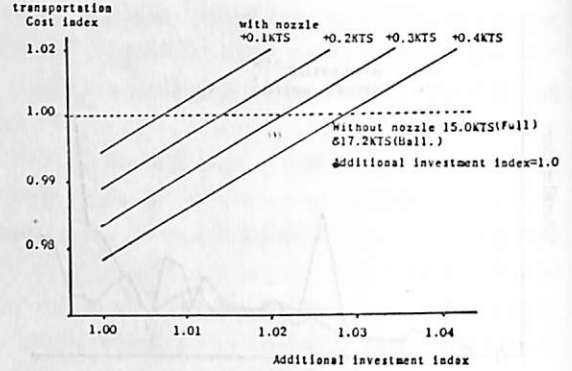
旋回試験では、advance, tactical dia ともに、ノズル付船型が10%~20%程度小さくなっている。しかし、この結果は、風や潮流等の試運転状態の違いの修正を行っていないので、何等かの修正を行えば、この差は小さくなると思われる。

進路安定性については、模型実験においてノズル付船型の方がループ幅が大きかつたにもかかわらず、実船試験では、ノズルの有無による有意の差はなかつた。

#### 4.4 プロペラキャビテーション観測

実船におけるノズルプロペラキャビテーションの観測に成功したのは、THORSAGA が世界で最初である。観測はTVカメラによつて行う方法を採用し、ノズル内プロペラの背面側の状況を見るため、船底から約8m上方でプロペラ前方約5mのAft peak tankの右舷外板から、TVカメラ用およびストロボスコープ用の外径約16cmの2個の観測窓を突出させた。そして、操舵機室に配置したモニターテレビ、ビデオコーダーに記録した。観測結果では、エロージョンにつながる有害なキャビテーションの発生は認められなかつた(写真2参照)。

ノズルプロペラキャビテーションについては、特に広範な研究を行い、通常のキャビテーションタンクでの模型実験の他に、NSMBのVacuum tankでの模型実験等も行つた。そして、これらの実験と実船観測の結果から、キャビテーションの模型/実船の相関についての興味ある結果を得た。これは別途詳細に報告する予定である。



第9図 ノズルプロペラの経済性

#### 5. ノズルプロペラの経済性

ノズルプロペラの経済的効果については、例えばペルシャ湾-日本間に就航の280,000 DWTクラスのタンカーの場合、ノズルプロペラにより実現される速力向上によつて、年間輸送量は約56,000トン増加する。同様に、第9図に示すように、0.3 ktsの速力増加は、2%程度の船価のsavingに相当するものとなる。

#### 6. あとがき

THORSAGAに装備したノズルプロペラの成功によつて、大型船へのノズルプロペラ装備に関する多くの技術的問題点を解決した。この成功により、対象船の選定、あるいはノズルプロペラ設計を適切に行うことによつて、THORSAGAにおいて得られたような速力増加が得られると確信し、ノズルプロペラをより効率の高いものにするには、理論的・実験的研究を積み重ね、ノズルプロペラシステムの最適設計、船尾形状に適したノズルの開発等の研究を行う必要がある。

そして、今後の研究の発展によつては、ノズルプロペラは、大型船のプロペラ効率低下を改善する有効な推進装置として、現在バルバスバウが殆どどの船に装備されていると同じように、大型船へ装備される可能性は充分考えられる。

最後に、今回の成功は単に三井造船の努力の結果によつて得られたものではなく、Thor Dahl社の理解ある協力と、この開発研究に対して協力を願つた内外の研究者、研究機関の助力によるところが大きかつたことを付記する。

# 三菱テレコントロール システムの応用

三菱重工業株式会社  
船舶事業本部

最近のタンカー超大型化の傾向に加えて、IMCO 制限によるタンク数増加によって貨油弁の数も大幅に増えつつある。

一方、船舶の自動化の進歩によりコンピュータコントロールタンカーが出現しており、今後もますます多様化した高度な自動化が要望され実現していくであろう。

このような背景の下で開発されたテレコントロールシステムを、当社建造の日本郵船(株)殿向けタンカー“常盤丸”に試験的に搭載し成功を取めたので、ここにその概要を紹介し、参考に供したいと思う。

## テレコントロールの効果

このシステムを採用することによって次の効果があ

る。

(1) 制御系のトラブルが一次的に検知できる。

例えば、貨油弁駆動機構のシックや追従不良を検知し、警報(アラーム)させることができる。

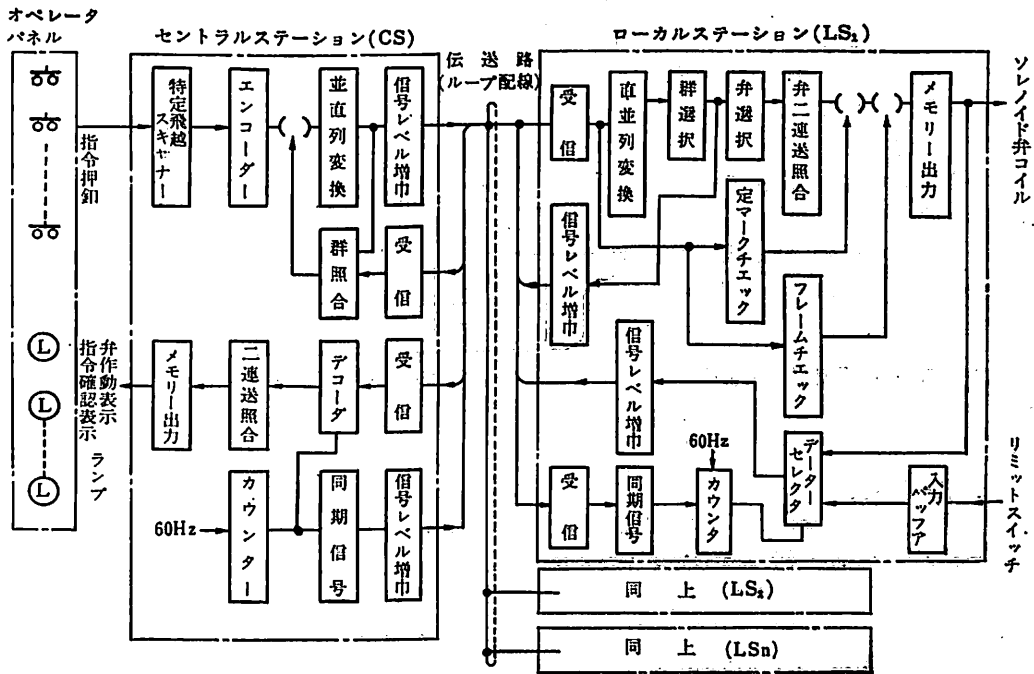
あるいは機関部においては諸弁の開閉、補機類の自動起動、トリップの第一原因などの監視(モニタリング)ができる。

更に、コンピュータと組合せてシステムトラブルあるいはプラントトラブルなどの監視あるいは予防制御を数本の線で行うことができる。

(2) 配線が少くなる。

操作機(アクチュエータ)への制御指令あるいは検出端からのフィードバック信号は、数本の線で多重伝送されるので、制御場所からプラントまでの配線が大幅に節減される。したがってデータロガー、制御盤などの電気品の小型化が期待できる。また端子のゆるみ、増締めなどの保守点検も従来より容易になる。また、上甲板上の貨油弁リモートコントロール用配線が減少するので、絶縁低下で悩まされることも少くなる。

上記のような効果は、自動化の範囲の拡大あるいはその程度が高度化すればするほど、また船が大型化すればするほど、増大するので、まさにこれからのシステムといえよう。



第1図 テレコントロール機能ブロック図

## テレコントロールの実施例

実船に搭載した事例を次に紹介する。

### (1) 貨油弁制御の例 (第2図参照)

荷役制御室内に設けられたコンソール上の、例えば弁開スイッチを操作すると、弁開信号がセントラルステーションに送られ、そこで120ビット毎秒パルスコードに変換される。このコードがローカルステーションに伝送されて、どの弁の開信号であるかを選択される。そして指令された弁のソレノイドが作動し、貨油弁が油圧により全開する。

弁全開がリミットスイッチにより検出されると、その信号がローカルステーションに送られ、カウンターに同期した信号がセントラルステーションに伝送され、弁開信号が出て、コンソールの開ランプが点灯される。

もし、弁開を指令したにもかかわらず弁が開かない場合は、警報を出すようになっている。閉の場合も全く同じ作動を行う。この貨油弁制御に関しては、4個の弁の開閉について実施した。

### (2) 機関部警報の例 (第3図参照)

ローカルステーションでは60Hzの同期信号により、常時検出接点の入力信号をチェックしているため、入力信号が反転した場合には、ただちにその信号がセントラルステーションへ伝送され、三菱監視警報装置(MUS)により警報される。

### (3) 実施結果 (第4図参照)

この実施例についての配置概略は第4図の通りで、結果は良好である。

なお、ローカルステーション(LS<sub>1</sub>)は波浪・衝撃の激しい場所にもかかわらず、何ら問題なく作動している。

## テレコントロール装置の特長および仕様

### (1) 特長

#### (a) 無保守・高信頼性

- 伝送周波数に船内電源周波数60Hzを採用  
これにより発信器・変復調器などが不要になり、装置が簡単になり同期ずれの問題もなくなる。
- 外来雑音に対する信号パルスの高耐力  
符号照合検定のインタロックを持たずとも

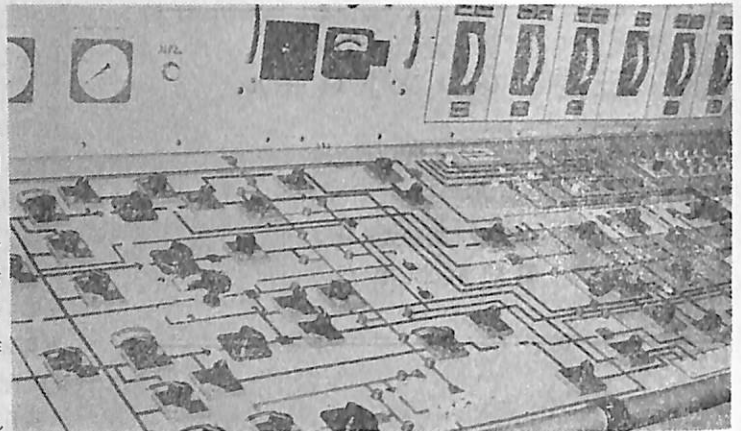
に、サイクリック方式とし、システム全体として安定化を計っている。

- IC応用による無接点制御および電気信号低レベル化

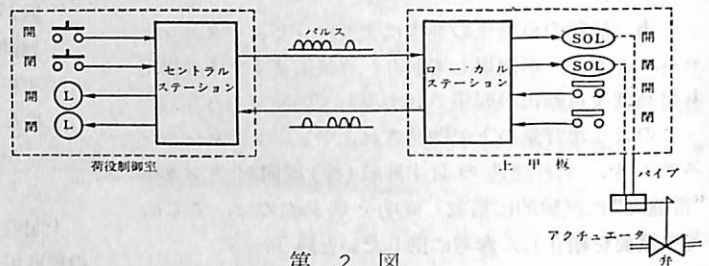
メンテナンスフリーを計るとともに、将来の本質安全防爆形へ結びつける基礎を確立した。

#### (b) 特殊環境条件に対する高耐力性

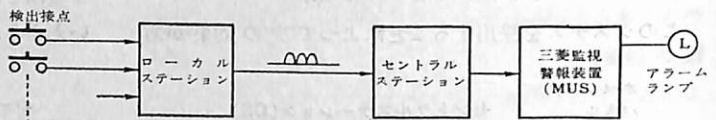
- 温度 -10°C~+65°C



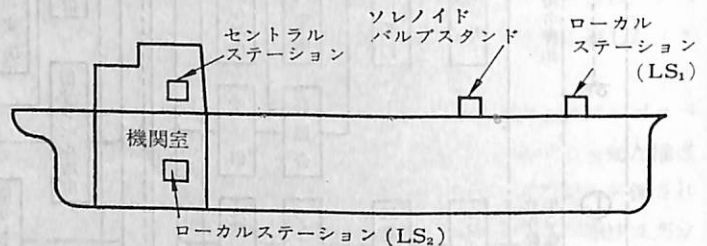
カーゴバルブコントロールコンソール



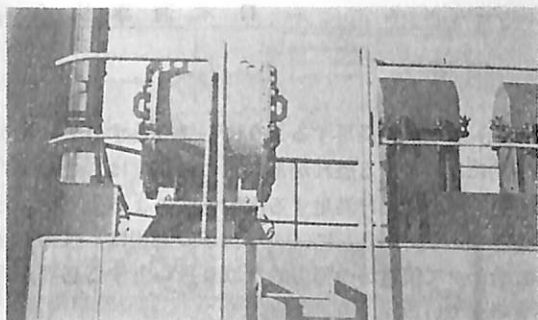
第2図



第3図



第4図



ローカルステーション

熱衝撃・高温放置・低温放置に対して十分なものである。

○ 湿度

湿度・塩気に対する防湿処理, 塩気による発錆防止に対して十分なものである。

○ 振動

十分なる耐振性のもの

(c) 1対N制御方式

○ 追設が簡単, 経済的

回線がループ状になっており, 制御対象が増えた場合, 中央の制御は共通の制御装置で回線も増加することなくローカルステーションに標準の制御ユニットを追設するのみでできる。

○ 特定飛越スキャナーの採用による制御の自由性・速応性

指令信号のあつたもののみ記録, 自動走査するので, 同時あるいは短時間にたくさんの伝達指令が出て最小の時間で制御できる。

(2) 仕様

(a) 環境条件

- 1) 温度  $-10^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$  (ローカルステーション)  $0 \sim +50^{\circ}\text{C}$  (セントラルステーション)
- 2) 湿度 相対湿度 95%
- 3) 傾斜 動揺 横傾斜  $15^{\circ}$  縦傾斜  $10^{\circ}$  横揺れ  $22.5^{\circ}$
- 4) 振動 振幅 3 mm 周波数 16.7 Hz
- 5) 塩気 塩気にさらされる

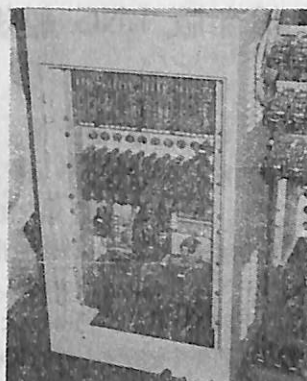
(b) 電源

- 1) AC 110 V 単相 60 Hz
- 2) 瞬時電圧変動 定格の  $\pm 15\%$
- 3) 漸変電圧変動 定格の  $\pm 3\%$
- 4) 瞬時周波数変動 定格の  $\pm 8\%$
- 5) 漸時周波数変動 定格の  $\pm 4\%$

(c) ローカルステーション 15カ所

(d) 方式

- 1) 制御



セントラルステーション

指令信号任意選択走査, ローカルステーション選択, 返送照合, 機器選択二連送照合, 定マーク検定, フレーム検定後指令信号を受信する。

2) 監視表示

ローカルステーション全点常時走査, 同期式に1ビットずつ伝送, 二連送照合後, 機器の状態がオペレータパネルに表示される。

3) 符号方式

- ローカルステーション選択および返信用  
6C2 (15通り) パルスコード式  
機器選択用 6C2 (15通り) パルスコード式  
監視表示用 ビット伝送サイクリック式

4) 信号伝達方式

直流パルス

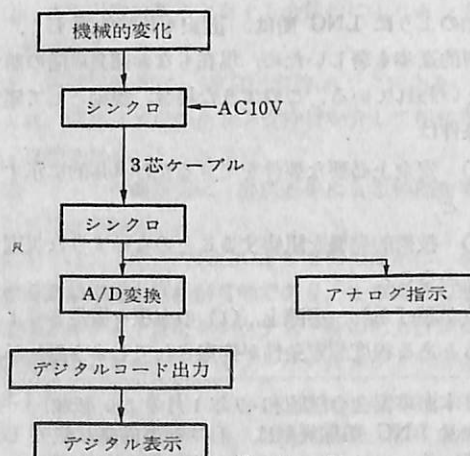
5) 信号伝送速度

120 bit/sec (60 Hz 電源のとき)

(3) 機能

テレコントロールシステムの機能は第5図の通りである。

アナログ信号伝送は第5図に示した経路により行うことができる。



第5図

まえがき

当会は、鋼船規則第4編に液化ガスタンク船に関する規定を定めている。しかし、LNG船、低温式エチレン船等の $-50^{\circ}\text{C}$ より低温状態の引火性液化ガスを貯蔵運送する船については、その詳細を示していない。LNG船規準(以下単に規準という)は、このような船に対する当会の基本的要件を示すもので、昭和46年6月制定された。

その後、わが国におけるLNG船建造体制確立に関する調査研究の発展、新技術の開発ならびに当会におけるLNG船に関する調査研究に合わせてLNG船規準の全面改正を行なった。

規準は、当会で原案を作成し、当会の危険物ばら積み船専門委員会液化ガスタンク船小委員会(委員長藤田東大教授)で慎重審議された後、昭和48年8月31日に当会技術委員会、同9月25日に当会理事会で承認されたものである。なお、規準案審議のうち材料、溶接に関しては、当会の船体圧延鋼材および船体溶接専門委員会の合同委員会(委員長金沢東大教授)で行なわれた。

この規準は、現在の最新技術の粋を反映したものであるが、これまでに審議公表されたIMCOおよびIACSの規則案またはこれらに関する日本提案のうち、合理的と思われるものは、この規準にできるだけ採り入れるように努めた。また、この規準は、現在LNG船として開発されつつある新しいタンク構造方式についても基本的な考え方を示している。

このように、この規準は、現時点でLNG船の構造設備に関する最新の規則、規準といえる。

周知のようにLNG船は、歴史も比較的新しく、また技術的進歩も著しいため、現在もなお開発段階の船であるといわれている。このような場合、規則として望ましい条件は

- (1) 安全上必要な要件をできるだけ具体的に示すこと
- (2) 技術的発展を阻害することのないような規則であること

の2点が挙げられ、實際上、(1)の事項を満足させようとするとある程度想定条件が拘束されてしまう恐れがある

\* 日本海事協会誌昭和49年1月号より転載。  
なおLNG船舶規準は、日本海事協会で購入している

り、(2)の事項を満足するようにしようとすると表現が抽象的になりすぎる恐れがある。この規準は、この両方の条件をできるだけ満足する内容とするように努力したつもりであるが、さらに、この規準の適用は、技術的進歩に合わせて慎重かつ弾力的な取り扱いとする必要があると考えている。

この規準は、当会としての今後の調査研究結果、IMCO、IACS、LNG船安全基準作成委員会等の結論、ならびにこの規準に対する関係各位の御意見を採り入れて、現行の鋼船規則第41編とともに見直しを行ない、近い将来、鋼船規則に取り入れる予定である。

以下、規準の各条に従って解説する。

第1章 総 則

1.1 通 則

1.1.1 目的および適用

-3の基本承認に関する規定は、次のようなことを考えて定めたものである。すなわち、LNG船は、新しい構造方式の貨物格納設備が採用されることが多い。このような場合、船級登録の有無にかかわらず、ある設計の貨物格納設備について、当会として受け入れられるものか否かの意見を求められることがある。当会は、開発段階の新しい構造方式についても提案があればこの規準に基づいて調査検討を行ない、その段階での意見を回答することとしている。

-5の規定は、この規準で想定していない船の構造方式、設計条件等の提案があつた場合の規定である。

たとえば、超低温液化ガスタンク船の就航航路は、ごく一般的な使われ方をするものを想定し、温度条件、二次防壁の有効期間、設計外荷重の算定等を規準中に示しているが、LNG船のように一つのプロジェクトが定まり、そのプロジェクトのみに使用する船の場合、限定された航路ということで、温度条件、二次防壁の有効期間等は、その航路に見合ったものを設計条件として考慮してさしつかえない。この場合、限定した航路を想定した方がシビヤになる条件もあるので注意しなければならない。

温度条件として、正常時または異常時における温度を考慮して船体材質を決めるための外気条件は、規準3.2.1(2)に外気 $0^{\circ}\text{C}$ として与えている。しかし、たとえば図1-1は日本の海上保険の標準航路であるが、このEの線(…)より上下の海域に定期的に就航する船

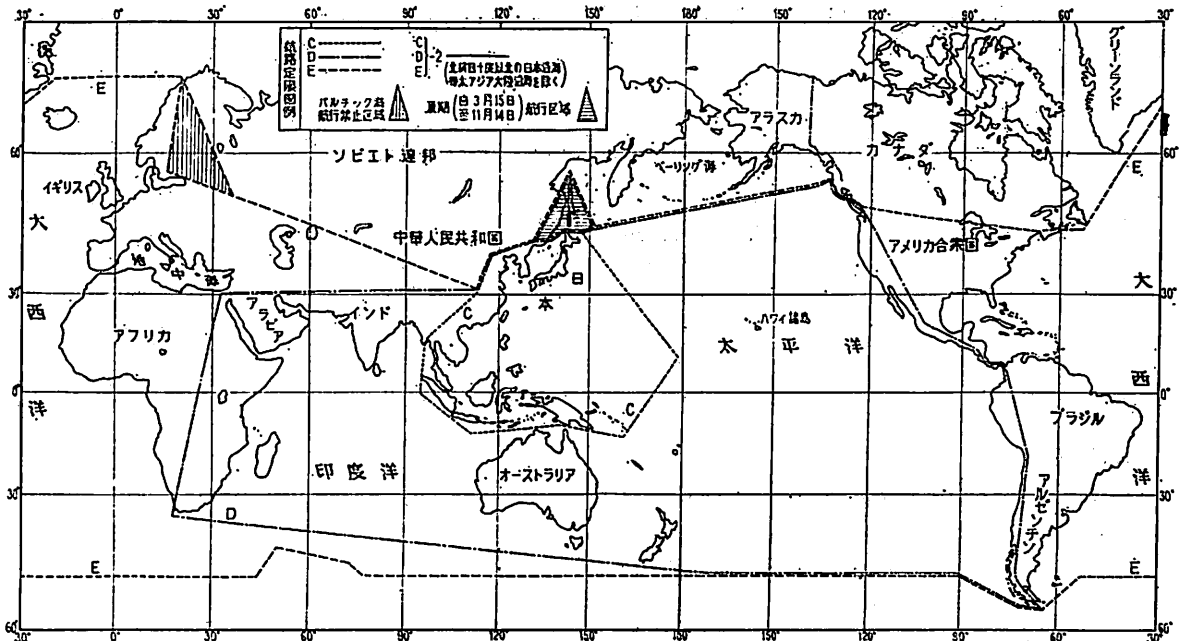


図1-1 標準航路定限

は、外気  $-18^{\circ}\text{C}$  程度を想定した方がよいと思われる。なお、この温度条件を  $0^{\circ}\text{C}$  より低く想定するのが適当と思われる標準海域（定期就航）については、IACS で統一基準を検討中であるが、図1-1に近い線で検討されている。

### 1.1.2 タンクの構造方式

規準1.1.2（表1.1.2を含む）に、この規準で想定したタンクの分類・定義が示されている。これは、現在のところLNG船として考えられるタンク構造方式のすべてを網羅している。

二次防壁の設置基準とタンクの構造方式の組み合わせは、規準の表1.1.2に示すものを想定している。しかし、必ずしもこの組み合わせによる必要はなく、タンクの信頼性評価に関する明確な資料の提出があれば、規準の表1.1.2以外の組み合わせも承認し得るものである。

また、内部防熱方式タンクは、LNG船としては開発初期の段階であるが、LPG船としては開発された段階のタンク方式である。この経験から開発過程における要件は、メンブレン方式タンクと同じなので、規準では内部防熱方式タンクをメンブレン方式タンクと同じ範ちゅうに考えている。ただし、内部防熱方式タンクによる貨物格納機構は、いわゆるメンブレンタンク（金属性の薄膜）と若干異なるので、船体構造配置、諸装置（検知、通風等）の要件は、薄膜のメンブレンを有するときと異なってくる場合がある。

## 1.2 用語および定義

### 1.2.2 貨物格納設備（タンク、二次防壁、防熱等）に関する用語

本条に規定するLNG船等の液化ガスタンク船に使われている用語は、日も浅いため必ずしも統一されていない。規準では、なるべく分かりやすく表現したつもりであるが、将来IMCO規則等により統一されれば、それに合わせて修正する予定である。

(1) (b) にセミメンブレン方式タンクを定義したが、一般的にセミメンブレン方式タンクは、次のようなものが想定される。

- ① ある程度の厚さを有する金属板によりタンクが構成される。
- ② 積荷状態では、非自己支持タンクであり、荷重は、防熱材兼用のタンク支持材を介して船体構造で支持される。
- ③ コーナの曲面部は、温度差等による伸縮を考慮して設計される。

規準では、上記①および②の条件のほか、タンク主要構造部の応力解析が可能であり、さらにその解析精度をモデルテストまたタンクテスト時の応力計測により確認できることをセミメンブレン方式タンクと考えることにした。

タンクの構造、形状のみ上記①ないし③の条件に適合する場合は、構造形状がいわゆるセミメンブレン方式

タンクであつても、むしろメンブレン方式タンクの範ちゆうに属すると考えられる。

(5) の二次防壁に関する定義を補足する。すなわち、二次防壁は、液密またはガス密の防壁を考え勝ちであるが、これらは必要条件ではない。二次防壁としての必要条件は、タンクの漏えい貨物を安全に処理するまでの間、船内に保持するための温度障壁 (thermal barrier) と考えてよい。したがって、タンク漏えい時に船体温度低下防止に必要な防熱性が維持できればよいことになるが、たとえば、貨物液およびガスに接すると防熱性が著しく低下する防熱材が使用されているときは、液密、ガス密の二次防壁が必要となる。

#### 1.2.4 危険場所

(1) に規定する危険場所は、タンカーや LPG 船の規定にも見られる一般的な危険場所である。

(a) のタンクは、規準 1.2.2-(1) に定義するタンクをいい、非独立型タンクでは、貨物を直接保持する内側の容器である。

(b) のタンク周囲スペースは、規準 1.2.3-(2) に定義するスペースであつて、独立型タンクと非独立型タンクとは状況が異なるので、電気設備の要件は、規準 8.7.1-(3) に示すように差をつけてある。

(c) に規定する危険場所は、非独立型タンクのタンクを支持する船体構造壁を境にしてタンク周囲スペースに隣接する区画である。規定上で、「タンク倉に隣接する……」としたのは、その方がタンク周囲スペースの外側の隣接区画であることが明確になると考えたからである。また、この規定中、なお以下に規定する区画は、タンク倉に対角的に線接触する区画である。ここに規定する区画は、貨物から見れば二重に仕切り壁のある区画であるが、非独立型タンクでは、独立型タンクに比較してタンク周囲スペースにガスが集積する可能性が大きいと考えられるので、(f) に規定する独立型タンクの場合のような緩和は行なわないことにした。

(d) および (e) に規定する危険場所は、タンカーや LPG 船の貨物ポンプ室、圧縮機室あるいは貨物用管の設置区画に相当する危険場所である。

(f) に規定する危険場所は、貨物用機器室および独立型タンクのタンク倉に隣接する区画であつて、直上の隣接区画だけではなく、その他の隣接区画も含めて危険場所に扱うことにした。そのため、燃料タンク等各種タンクが危険場所に含まれてくることがあるが、それらのタンクについては、引火源となる機器が設置されることは少なく、またタンクテストその他の手段により、隔壁等のタイトネスは確保し得ると考え、機械通風を設けな

くても安全場所として扱えることにした。ただし、これらのタンクの空気管等が危険場所に開口していれば、(j) の規定により、危険場所になるので注意が必要である。

(g) に規定する危険場所は、タンク開口、液開口、ガス開口等から 3 m 以内の暴露区域および半閉鎖場所であつて、内容的にはタンカーや LPG 船の場合と同じである。

(h) に規定する危険場所は、貨物タンク群上の暴露区域であるが、LPG 船の場合に比べると、3 m を延長する基線がタンクの前後端壁からタンク倉の前後端壁に変わったので、若干危険場所の範囲が広がっている。また、ガス防壁がある場合は、それを基線にすることにした。

ガス防壁については、規準 2.3.4 に規定されているが、IEC 規格では、漏液防壁 (spillage barrier) といつており、高さも異なるが、ここでは IMCO の原案に従い、ガス防壁とした。いずれの場合でも危険場所の範囲は、同じ取り扱いでさしつかえないものと考えている。

(i) に規定する危険場所は、タンクの外表面から 2.4 m 以内の暴露区域および半閉鎖場所であるが、タンクの外側に防熱や保護壁がある場合は、それらの外表面から 2.4 m 以内の範囲が危険場所になるので注意を要する。

(j) に規定する危険場所は、上記の (a) ないし (i) に規定する各種の危険場所に直接開口を持つ閉鎖または半閉鎖場所であつて、タンカーや LPG 船の場合と同じである。

(2) の規定は、この規準の付録 B 燃料用ボイルオフガスの規定中、B 1210 に規定する危険場所の電気設備に関し、規準 8.7.1 を適用できるようにするため設けたものである。この規定により、たとえばガス調整装置の設置場所は、(1) (c) と同等の危険場所とみなされ、電気装置を設けようとする場合は、規準 8.7.1-(3) が適用されることになる。ただし、もしガス調整装置の設置場所が、實際上貨物用機器室と同じであり、保守点検のため通常立ち入りを要する区画になる場合は、それらの区画については、規準 8.7.1-(4) を適用してさしつかえない。また、ガスを直接取り扱う関連装置の設置場所には機関室が含まれるが、この場合の機関室は、規準付録 B に示すように各種の安全対策が講じられるので、貨物用機器室相当の危険場所に隣接または直接開口を持つ区画ではあるが、(1) (f) および (1) (j) の規定にかかわらず安全場所として扱ってさしつかえない。



(3)の規定は、前述の(1)および(2)に規定する範囲以上に危険場所の範囲を拡大する場合があることを規定したもので、大気中に放出されたガスによる危険範囲は、放出されるガスの種類、量、温度、放出速度あるいは気象条件で変わってくる。既にタンカーではタンクの排気開口に対して9mの範囲を危険場所相当に扱った規定があり、IEC規格では、暴露甲板上の全域にわたり高さに関係なく危険になる場合があることを危険場所の鑑定注に述べ、IMCOの原案にもこの考えを受けついた条文が見られる。(3)の規定は、これらの状況に対処するためのもので、その具体的な適用は、諸データを十分検討のうえ、専門委員会に諮るなど必要な手続きを経て決めることにしている。

## 第2章 船体配置

### 2.1 貨物タンク区域

#### 2.1.1 タンク倉の配置

燃料油タンクを、規準2.6.3に規定する保守点検のためのすき間がない限りタンク倉に隣接させてはならない旨規定したのは次の理由による。すなわち、積荷航中燃料油タンクはタンク内からタンク倉囲壁の目視検査を行なうことができない。したがって、タンクとタンク倉囲壁の間に保守点検のための十分なスペースがない場合の定期的検査における外観検査に代わる保守点検の一つの方法であるコールドスポット検査が行なえないことを考慮したものである。

#### 2.1.2 タンク倉の隔離

本条に使用する字句の定義は、次のとおりである。

- 溶接構造の鋼製囲壁；ボルト締めマンホールを設けてよい。
- 溶接構造のガス密鋼製囲壁；ボルト締めマンホール等を設けてはならない。

また、規準2.1.2-2のコフファダムと兼用してさしつかえないバラストタンク、燃料油タンクとはコールドスポット検査が行なえるよう考慮したものであり、次のような例をいう。

- バラストタンク；積荷中に常時バラストをはらないバラストタンク。
- 燃料油タンク；規準2.1.1の規定によりタンク倉に隣接することが禁止されている場合を除く。

#### 2.1.4 タンク倉間のコフファダム

タンク倉間の船体構造は、温度条件が過酷である点を考慮してコフファダムを設けることを原則とした。

これは、単一隔壁でタンク倉間を隔離するのは、規準2.6.1の規定によりその両面に防熱材を施すことが保守

点検上禁止される点、および万一タンク倉間の船体構造が過冷却されてもコフファダムがあれば、なんらかのヒーティング処理がとれる点によるものである。

したがって、タンクが独立型でかつ温度条件が満足されれば、このコフファダムは省略し得るものとした。

なお、大型のメンブレンタンクのようにタンク倉間の過冷却があらかじめ予想される場合、このコフファダムに常用のヒーティング装置を設備すれば、その発熱量を伝熱計算において考慮してよい。この場合のヒーティング設備の容量、予備装置は、ケースバイケースで異なる。すなわち、実際の航海で比較的多くの時間ヒーティングを行なう場合は、ヒーティングの故障が、船の安全性に影響を及ぼすので、複数必要であり、また、年に1~2回程度の低温時のみヒーティングを行なう必要のある船では、その装置の信頼性にもよるが必ずしも予備装置は必要としない。

また、場合によりこのコフファダムとバラストタンクを兼用できる旨規定しているが、それは積荷中に常時バラストをはらないようなバラストタンクと考えてさしつかえない。

#### 2.2.2 タンクの隔離および配置

船体構造は、比較的発生ひん度の高い衝突および接触事故、座礁事故からタンクを保護するため min. requirement としてタンクと外板との距離を規準2.2.2-2に示す値以上とする旨規定した。この値は、IMCOの勧告として公布された危険物ばら積み船規則およびIMCO ガスタンカー草案の値と同じである。

なお、タンクと船底外板との距離に対する  $B/15$  の  $B$  は、二重底構造のいかによらず型幅を取るものとする。また、船首部において、船型が変化し船側外板と

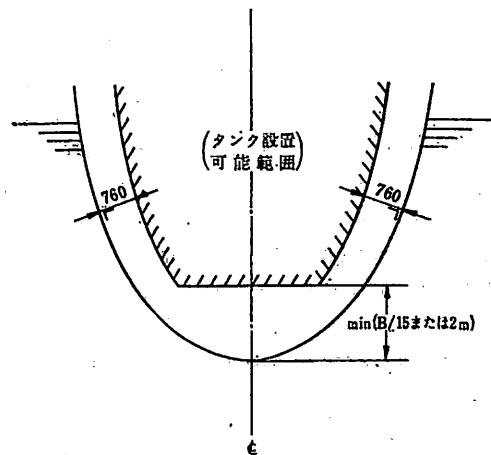


図2-1 船首部におけるタンク設置可能範囲

の境界が明確でない船においては、図 2-1 に示す範囲内にタンクを設置する必要がある。

### 2.2.3 タンク倉内の配置

非独立型タンクの場合は、船の完成後の保守点検および補修の条件を考慮して、タンク周囲スペースの環境制御等（ガス検知、イナーテイング装置等）は、二次的事故を考慮しても微量ガスの存在を許容できるような安全対策、すなわち、タンク強度、常時存在し得るガス量および拡散状況、タンク周囲スペース内の諸構造（防熱材等）へのガス浸透、防熱性能への影響等を考慮して、タンク倉囲壁のクラック等の事故を考えたときでも十分安全（引火爆発防止）な設計とすることが望ましい。

## 2.5 貨物コントロール室

### 2.5.2 貨物コントロール室内の装備

各種計測・監視装置のうち、ガス検知装置のみはガスを貨物コントロール室に導くタイプのものでよいが、その場合ガスサンプリング管からの漏えいがあつても貨物コントロール室内のふん囲気中のガス濃度が、その爆発下限以上とならないような適当な配慮が必要である。

## 2.6 貨物タンク区域内の保守・点検のための配置

### 2.6.1 船体構造

タイプ C タンクの場合のように機関室とタンク倉間隔壁を一重にすると、規準 2.1.2-1 の規定により機関室側に不燃防熱材を設けた隔壁には、規準 2.6.1 によりタンク防熱を隔壁に取り付けてはならない。ただし、容易に取り外し復旧できる防熱材のときは、この限りではない。

### 2.6.2 防熱材

防熱材は、定期的検査の際、少なくともその 1 面を見得るようにするのが原則であり、このために必要なすき間等の要件が規準 2.6.3 に示されている。ただし、LNG 船の構造方式によつてはこの方法をとることができない場合があり、そのときは、規準 2.6.2 のただし書きおよび 2.1.1（タンク倉に燃料油タンク隣接不可）の規定により、満載時のコールドスポット検査で防熱材の検査を行なうことを考慮している。

### 2.6.3 保守点検に必要なすき間等

-2(2) に規定する 50 mm の意味は、手の届く範囲と解釈してさしつかえない。

## 2.7 貨物タンク区域内のビルジおよびバラスト装置等

### 2.7.1 ビルジ装置

-3 の規定において、タンク周囲スペースにほとんど空間のないメンブレンタンクのような場合は、タンクか

らの漏えい貨物またはタンク倉囲壁からのビルジに対する安全対策が十分であれば、ビルジの吸引、排出装置は省略し得る。

### 2.7.2 タンク周囲スペースの測深装置

-2 の規定において、たとえば 4.12.2-4 の規定により、タンク倉周囲壁の小さいクラック等による少量の漏えいに対しては、防熱材自身が水の侵入を防ぎ、一定期間でのコールドスポット検査等でこの損傷を発見することができる。また、タンク倉囲壁の大破壊に対してはタンク倉に隣接するバラストタンクに液面計を設ける方法も、一つのタンク倉囲壁からの漏えい損傷を早期に発見できる適当な方法と考えてさしつかえない。

### 2.7.4 バラスト装置

現在、就航、建造あるいは開発中の超低温式液化ガスタンク船においては、一般にタンク倉に隣接するバラストタンクのバラスト管装置を機関室内に導いてさしつかえない。

## 第 3 章 船体構造

### 3.1 一般

#### 3.1.2 設計

超低温式液化ガスタンク船のタンク周囲の船体構造・寸法は、3.3 の局部補強を含め、貨物格納設備との相互の影響を考慮して設計することを精神規定とした。

当会は、現在、LNG 船のような二重船殻構造の強度解析プログラムを開発済みであり、就航実績のある適当な船について検討を行ない、実船の審査段階までには、設計荷重および許容応力を定める予定である。

### 3.2 鋼材の使用区分

#### 3.2.1 正常状態時

本条 (3.2.2 も関連) に規定する伝熱計算の諸条件は、鋼船規則第 41 編第 3 章低温式 LPG 船の規定に従つた。ただし、想定する外気および海水温度は、IACS 統一規則案に従つて 0°C とした。これは平均的な航路の自然環境条件に対する min. requirement であり、航路によつては、USCG が主張するようにより低温 (-18°C) を考えなければならないかも知れないが、当会は、船体構造材料の低温ぜい性破壊も確率事象であり、温度、荷重および構造強度の三つが同時にその条件を満たす確率は非常に小さいと考えており、当会船級船の就航実績により判断して、規準に示す 0°C で十分安全であると考えている。

なお、特定航路を想定する船の場合は、規準 1.1.1-5 の解説を参照されたい。

(未完)

### 8-4-3 許容応力

#### 一 般

許容応力は実働荷重の推定精度，設計荷重の妥当性，応力解析の精度，荷重・作用応力の種類・分布，使用材料・溶接の材質および品質，工作精度，許容欠陥の種類・大きさ，腐食性等に応じて決められ，一般に材料または溶接継手の引張り強さまたは降伏点（または0.2%耐力）を安全率で割った値で表わされる。

最近のように構造物の詳細な応力解析を行なう場合は応力の種類・分布に応じて応力の評価を行ない，その評価に応じて許容応力が定められている。その1例は8-4-1で紹介した圧力容器の ASME Sec VIII Div. 2 である。

船体構造，方形タンク等の補強平板構造は圧力容器のように明確に応力を分類，評価して許容応力を与えた基準がない。しかし，最近ではタンカーの Direct Calculation のように多くの就航船について詳細な応力解析を行ない，その結果に基づいて許容応力を規定するようになってきた。

例えば，NK のタンカーの立体強度計算プログラム

\*,\*\* 日本海事協会船体部

による計算応力の判定基準案（文献45）ではタンカーの貨物油タンクのストラット方式桁部材の許容応力として次の値を与えている。

#### 平行部

$$\sigma_a = \sqrt{(\sigma_a + \sigma_b)^2 + 3\tau^2} \leq 18 \text{ kg/mm}^2 \quad (8.139)$$

$$\tau \leq 8.5 \text{ kg/mm}^2 \quad (8.140)$$

#### コーナ部

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_b \leq 20 \text{ kg/mm}^2 \quad (8.141)$$

ただし， $\sigma_a$ ；軸応力， $\sigma_b$ ；曲げ応力

$\tau$ ；平均剪断応力

この基準は数多くの実船例について一定の荷重条件および計算条件で計算した結果，この程度の許容応力に押えておけば，損傷なしに就航している船と同程度の安全性が確保されるであろうという判断により決められたもので，いふならば実績により定めた許容応力値である。

圧力容器方式タンクの場合は比較的基準が明確なので一次応力または二次応力の分類がし易いが，方形方式タンクの場合は応力分布，応力の再配分または高応力部の局部的降伏の影響等を検討して許容応力を決める必要がある。

表8-26ないし29に NK 規準，IACS 案，DnV規

表8-26 NK 規準による許容応力

構造方式		方 形 方 式				圧 力 容 器 方 式				セ ミ メ ン ブ レ ン 方 式			
タ イ プ		A		B		B		C		A		B	
$\sigma_F, \sigma_B$ の区分		$\sigma_C/\sigma_F$	$\sigma_C/\sigma_B$	$\sigma_C/\sigma_F$	$\sigma_C/\sigma_B$	$\sigma_C/\sigma_F$	$\sigma_C/\sigma_B$	$\sigma_C/\sigma_F$	$\sigma_C/\sigma_B$	$\sigma_C/\sigma_F$	$\sigma_C/\sigma_B$	$\sigma_C/\sigma_F$	$\sigma_C/\sigma_B$
フェライト膜	鋼 応 力	—	—	—	—	0.50*	0.33*	フェライト鋼 膜応力 $0.25 = \sigma_C/\sigma_B$ の他，左欄と同じ	0.50 (1.0)	0.33 (1.0)	0.48 (0.95)	0.31 (0.95)	
	曲げ応力および局部膜応力	桁 0.79 (1.6)	桁 0.53 (1.6)	桁 0.75 (1.5)	桁 0.5 (1.5)	0.75 (1.5)	0.5 (1.5)		0.75 (1.5)	0.50 (1.5)	0.71 (1.45)	0.48 (1.45)	
オーステナイト鋼	膜 応 力	—	—	—	—	0.63*	0.29*		0.63 (1.0)	0.29 (1.0)	0.60 (0.95)	0.28 (0.95)	
	曲げ応力および局部膜応力	桁 0.84 (1.35)	桁 0.42 (1.45)	桁 0.80 (1.3)	桁 0.40 (1.4)	0.94 (1.5)	0.43 (1.5)		0.94 (1.5)	0.43 (1.5)	0.89 (1.45)	0.41 (1.45)	
アルミ合金	膜 応 力	—	—	—	—	0.63*	0.25*		0.63 (1.0)	0.25 (1.0)	0.60 (0.95)	0.24 (0.95)	
	曲げ応力および局部膜応力	桁 0.79 (1.25)	桁 0.42 (1.7)	桁 0.75 (1.2)	桁 0.40 (1.6)	0.94 (1.5)	0.38 (1.5)		0.94 (1.5)	0.38 (1.5)	0.89 (1.45)	0.36 (1.45)	

( ) 内数値は，\* の値に対する比率

表 8-27 IACS 規則案による独立タンクの許容応力

構造型式		独立方形型式				独立压力容器型式		
二次防壁設置条件		完全 (G 3 A)		軽減 (G 3 B)		完全 (P 1 A), 軽減 (P 1 B), 省略 (P 2)		
材 料	許容値 応力の種類	$\sigma_a/\sigma_Y$ ( $\sigma_a/\sigma_t$ )	$\sigma_a/\sigma_B$ ( $\sigma_a/\sigma_t$ )	$\sigma_a/\sigma_Y$ ( $\sigma_a/\sigma_t$ )	$\sigma_a/\sigma_B$ ( $\sigma_a/\sigma_t$ )	$\sigma_a/\sigma_Y$	$\sigma_a/\sigma_B$	$\sigma_a/\sigma_t$
		フェライト鋼	$\sigma_m$					0.5
$\sigma_L, \sigma_b$ $\sigma_m + \sigma_b$ $\sigma_L + \sigma_b$	[0.9(1.8)]**		[0.65(1.9)]**	0.7(1.4)*	0.5(1.5)*	0.75	0.5	1.5
$\sigma_m$						0.625	0.29	1.0
オーステナイト鋼	$\sigma_m$					0.625	0.29	1.0
	$\sigma_L, \sigma_b$ $\sigma_m + \sigma_b$ $\sigma_L + \sigma_b$			0.8(1.3)*	0.375(1.3)*	0.94	0.435	1.5
	$\sigma_m$					0.625	0.25***	1.0
アルミ合金	$\sigma_m$					0.625	0.25***	1.0
	$\sigma_L, \sigma_b$ $\sigma_L + \sigma_b$ $\sigma_m + \sigma_b$			0.75(1.2)*	0.35(1.4)*	0.94	0.375***	1.5
	$\sigma_m$					0.625	0.25***	1.0

注 1 \* は、主部材（桁）に対する許容値

\*\* は、参考値。IACS 案では G 3 A のタンクは各船級協会の基準によることになっている。

\*\*\* は、5083-0 等の材料を使用するとき、船級協会が認めれば低温での許容値をこの値より上げてよい。

注 2  $\sigma_a$  ; 許容応力,  $\sigma_Y$  ; 降伏点,  $\sigma_B$  ; 抗張力,  $\sigma_t$  ; 一般膜応力 ( $\sigma_m$ ) に対する許容応力  
 $\sigma_m$  ; 一般膜応力,  $\sigma_L$  ; 局部膜応力,  $\sigma_b$  ; 曲げ応力,

表 8-28 DnV 規則による独立タンクの許容応力

構造型式		独立方形型式				独立压力容器型式		
二次防壁設置条件		A I 完全		A II 軽減		B 軽減または省略		
材 料	許容値 応力の種類	$\sigma_a/\sigma_Y$ ( $\sigma_a/\sigma_t$ )	$\sigma_a/\sigma_B$ ( $\sigma_a/\sigma_t$ )	$\sigma_a/\sigma_Y$ ( $\sigma_a/\sigma_t$ )	$\sigma_a/\sigma_B$ ( $\sigma_a/\sigma_t$ )	$\sigma_a/\sigma_Y$	$\sigma_a/\sigma_B$	$\sigma_a/\sigma_t$
		フェライト鋼	$\sigma_m$					0.5
$\sigma_m + \sigma_b$ $\sigma_L + \sigma_b$ $\sigma_L, \sigma_b$	0.875(1.75);G		0.625(1.9);G	0.7 (1.4);G 0.75(1.5);S 0.8 (1.6);P	0.5 (1.5);G 0.525(1.6);S 0.56 (1.7);P	0.75	0.5	1.5
$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g$ $\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g$						1.4	0.94	2.8
$\sigma_m$						0.625	0.25 ~0.29	1.0
アルミ合金	$\sigma_m$					0.625	0.25 ~0.29	1.0
	$\sigma_m + \sigma_b$ $\sigma_L + \sigma_b$ $\sigma_L, \sigma_b$			0.75(1.2);G 0.8 (1.28);S 0.85(1.36);P	0.35 (1.4);G 0.375(1.5);S 0.4 (1.6);P	0.94	0.375 ~ 0.435	1.5
	$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g$ $\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g$					1.4	0.7 ~0.8	2.8
	$\sigma_m$					0.625	0.25 ~0.29	1.0

オーステナイト鋼	$\sigma_m$					0.625	0.29	1.0
	$\sigma_m + \sigma_b$			0.8 (1.28); G	0.375(1.29); G			
	$\sigma_L + \sigma_b$			0.85(1.36); S	0.4 (1.38); S	0.94	0.435	1.5
	$\sigma_L, \sigma_m$			0.9 (1.44); P	0.425(1.47); P			
	$\sigma_m + \sigma_b + \sigma_g$					1.4	0.8	2.8
	$\sigma_L + \sigma_b + \sigma_g$							

- 注 1  $\sigma_a$ ; 許容応力,  $\sigma_Y$ ; 降伏点,  $\sigma_B$ ; 抗張力,  $\sigma_t$ ; 一般膜応力 ( $\sigma_m$ ) に対する許容応力,  $\sigma_w$ ; 一般膜応力,  $\sigma_L$ ; 局部膜応力,  $\sigma_b$ ; 曲げ応力,  $\sigma_g$ ; 二次応力, G; 桁, S; 防撓材, P; タンク板
- 注 2 独立圧力容器型式の一般膜応力に対する  $\sigma_B$  の許容値は  $0.25 \sigma_a / \sigma_B (-70^\circ\text{C})$  ないし  $0.29 (-160^\circ\text{C})$  で, 中間はインターポレーション.
- 注 3 静圧のみの設計荷重で, 上記の値の 70% (A I), 60% (A II) とすること.

表 8-29 USCG (案) 許容応力

材 料	独立型方形方式		独立型方形または圧力容器方式 (B)			独立型圧力容器方式 (C)			
	完全二次防壁		軽減二次防壁			二次防壁省略			
応 力	応 力 種類	$\sigma_a / \sigma_Y$	$\sigma_a / \sigma_B$	応 力 種類	$\sigma_a / \sigma_Y$	$\sigma_a / \sigma_B$	応 力 種類	$\sigma_a / \sigma_Y$	$\sigma_a / \sigma_B$
フェライト鋼	主 応 力 (タンク板 除く)	0.75 (1.2) (1.13)	0.375 (1.5) (1.13)	$\sigma_m$	0.625 $\begin{pmatrix} 1.0 \\ 0.95 \end{pmatrix}$	0.25 $\begin{pmatrix} 1.0 \\ 0.75 \end{pmatrix}$	$\sigma_m$	0.625	0.25
				$\sigma_L$	0.94 $\begin{pmatrix} 1.5 \\ 1.4 \end{pmatrix}$	0.375 $\begin{pmatrix} 1.5 \\ 1.13 \end{pmatrix}$			
				$\sigma_L + \sigma_b$	1.0 $\begin{pmatrix} 1.6 \\ 1.5 \end{pmatrix}$	0.5 $\begin{pmatrix} 2.0 \\ 1.5 \end{pmatrix}$			
				$\sigma_s$	2.0 $\begin{pmatrix} 3.2 \\ 3.0 \end{pmatrix}$	1.0 $\begin{pmatrix} 4.0 \\ 3.0 \end{pmatrix}$			
アルミ合金	主 応 力 (タンク板 除く)	0.75 (1.2) (1.07)	0.375 (1.5) (1.13)	$\sigma_m$	0.666(1.0)	0.25 $\begin{pmatrix} 1.0 \\ 0.75 \end{pmatrix}$	$\sigma_m$	0.666	0.25
				$\sigma_L$	1.0 (1.5)	0.375(1.5)			
				$\sigma_L + \sigma_b$	1.0 (1.5)	0.5 $\begin{pmatrix} 2.0 \\ 1.5 \end{pmatrix}$			
				$\sigma_s$	2.0 (3.0)	1.0 $\begin{pmatrix} 4.0 \\ 3.0 \end{pmatrix}$			
オーステナイト鋼	主 応 力 (タンク板 除く)	0.75 (1.2) (1.13)	0.375 (1.5) (1.13)	$\sigma_m$	0.625 $\begin{pmatrix} 1.0 \\ 0.95 \end{pmatrix}$	0.25 $\begin{pmatrix} 1.0 \\ 0.75 \end{pmatrix}$	$\sigma_m$	0.625	0.25
				$\sigma_L$	1.0 $\begin{pmatrix} 1.5 \\ 1.4 \end{pmatrix}$	0.375 $\begin{pmatrix} 1.5 \\ 1.13 \end{pmatrix}$			
				$\sigma_L + \sigma_b$	1.0 (1.5)	0.5 $\begin{pmatrix} 2.0 \\ 1.5 \end{pmatrix}$			
				$\sigma_s$	2.0 (3.0)	1.0 $\begin{pmatrix} 4.0 \\ 3.0 \end{pmatrix}$			

- 注 1  $\sigma_a$ ; 許容応力,  $\sigma_Y$ ; 降伏点または 0.2% 耐力,  $\sigma_B$ ; 引張り強さ,  $\sigma_m$ ; 膜応力 (軸応力),  $\sigma_L$ ; 局部膜応力,  $\sigma_b$ ; 曲げ応力,  $\sigma_s$ ; 二次応力
- 2 ( ) 内は膜応力の許容応力に対する許容応力の比, 下段は ASME Sec VIII Div. 2 の規定による膜応力の許容応力に対する許容応力の比
- 3 参考; ASME Sec. VIII Div. 2 の膜応力の許容応力  
 $\sigma_a / \sigma_Y \leq 0.666, \sigma_a / \sigma_B \leq 0.333$ ; 鋼, アルミ合金

③、USCG 案によるタンクの許容応力の値を示す。

これらの表から压力容器方式タンクは何れも压力容器の規格 (ASME Sec. VIII Div. 1, Div. 2, ISO 案等) をベースとして許容応力を定めていることが分る。

压力容器の規格として有名な ASME Sec. VIII Div. 1 および Div. 2 はもともと別の規格 (前者は経験的な要素が多い規格であり、後者は精密な強度解析を前提とした規格) であるが、表 8-27 に示す USCG 案の B タイプタンクの許容応力はこの両者の規格をベースとした「経験的な基準値プラス精密な強度解析による基準値」が提案されている。すなわち、

- 膜応力に対する許容応力; ASME Sec. VIII Div. 1
- 膜応力以外の応力に対する許容応力; ASME Sec. VIII Div. 2

を与えている。USCG はこの理由として、(1) 膜応力の許容値がタンクの靱性に大きな影響をおよぼすこと (2) 現実の液化ガスタンカーの殆んどが膜応力の許容値として ASME Sec. VIII Div. 1 の値を採用していること (文献 62) を挙げている。

一方、各種規則による方形方式タンクの許容応力は必ずしも統一されていない。また、USCG 案は B タイプ方形方式について压力容器方式と同じ値を提案しているが、思想的に矛盾があると思われる。許容応力は、方形方式タンクすなわち補強平板構造の破壊 (崩壊) を如何に想定するかによって定まってくるもので、压力容器方式の思想とそのまま採用するには無理がある。

方形方式タンクについても、压力容器で分類されているような応力の分類は可能であるが、構造物の破壊と結びつけて定義するためには、更に検討する必要がある。

例えば、両端固定の条件に近い桁の端部に生ずる応力は桁の崩壊のみを考えた場合、二次応力の範ちゆうに入ることができるが、タンク全体の破壊形式を考えた場合、二次応力に入れてよいかどうかについては疑問が残る。すなわち、桁の端部の応力は、桁の端部に塑性ヒンジが形成しても、桁の崩壊に対してはまだ余裕があるが、防撓材、タンク板に生ずる附加応力の増加を考えると、むしろ一次応力に相当する許容値で制限した方がよいかも知れない。

しかし、方形方式タンクでも、タンクの大きさ、設計方法、桁の構造形式、コーナ部の形状等により、桁の端部に生ずる応力にも相異があり、場合によっては二次応力またはピーク応力と考えた方が適当な場合もあり、一律に決める訳にはいかない。したがって、応力解析の精度、応力の分布、実績等を参照して、ケースバイケースの判断が必要である。

セミメンブレン方式タンクは NK が許容応力を与えているが、これは压力容器方式タンクに近い考え方を採用している。この規則では、压力容器方式タンクに比べて、若干低目の許容応力値を与えているが、これは応力解析の精度、実績等を考慮したもので、構造方式の差によるものではない。したがって、この許容値は、条件さえ揃えば、压力容器方式と同じ値とすることができると考えられる。

#### 溶接継手効率

一般に船体構造では溶接の継手効率を 100% と考えて設計している。これに対し、压力容器は継手の形状 (開先形状、余盛り形状等)、非破壊検査のグレード (溶接欠陥の存在し得る程度) によつて突合わせ継手に対し 70% から 100% までの継手効率を考慮して設計している。これは形状的要件による継手効率と考えることができる。

さらに、LNG タンクでは 9% Ni 鋼を使用する場合、低温靱性の点から高ニッケルの溶接棒を使用するため、溶着金属がオーステナイト組織となり、溶着金属および溶接継手部の強度が低下する。この溶接継手部の材質部要因による強度低下に対する継手効率は継手の形状、非破壊検査のグレードの如何を問わず、考慮にいれる必要がある。

また、一般に LNG タンクに使用されるアルミ合金は 5083-O (軟質材) の材料に 5183 の溶接加材を用いる。この場合、溶接継手部の引張り強度は母材の規格値以上とすることができる。しかし、熱処理または加工硬化しているアルミ合金では、溶接熱によつて焼なまし効果を受け、溶接部の継手強度が母材より低下する例もある。

このように LNG タンクでは炭素鋼の溶接部と異なり、溶接継手部の材質の強度低下による継手効率を考えなければならない。表 8-30 に LNG タンク材料として代表的な 9% Ni 鋼およびアルミ合金の規格を、表 8-31 にそれらの溶接継手の規格および継手の試験例を示す。

LNG タンクは一般に完全な突合わせ継手、100% 非破壊検査が要求されており、前述の形状的要件による継手効率は 100% と考えてよい。タイプ A タンクでは、完全二次防壁が設けられることから、非破壊検査を抜取り検査にできるという考え方もある (例えば文献 31) が、このタイプ A タンクは方形方式タンクに対するものであるから、この場合はディーブタンクと同じ考え方 (継手効率は 100%) をとつても差しつかえないものと思われる。

したがって、LNG タンクの継手効率は溶接継手部の材質的要件のみと考えると間違いない。さらに、アルミ合

表8-30 代表的な低温用材料の規格

材 料	9% Ni 鋼		アルミ合金	オーステナイト ステンレス鋼	
規 格	ASTM A 353	ASTM A 553	5083-0 (Al-Mg 合金)	SUS 27 (18-8 ステンレス)*)	
最大板厚 (mm)	50.8		50		
熱 処 理	2 回焼準後焼き戻し	焼き入れ焼き戻し	340~410°C 空冷ま たは炉冷	固溶化熱処理	
化学成分 (%)	C ≤ 0.13 Mn ≤ 0.90 P ≤ 0.035 S ≤ 0.040 Si (ladle) 0.15~0.30 (check) 0.13~0.32 Ni (ladle) 8.50~9.50 (ckeck) 8.40~9.60		Cu ≤ 0.10 Si ≤ 0.40 Fe ≤ 0.40 Mn 0.3~1.0 Mg 4.0~4.9 Zn ≤ 0.25 Cr 0.05~0.25 Ti ≤ 0.15 Al 残	C ≤ 0.08 Ni 8~11 Cr 18~20	
引張試験 0.2% 耐力, 引張強さ, 伸び	≥ 52.7 kg/mm <sup>2</sup> 70.3~84.4 kg/mm <sup>2</sup> ≥ 22.0% (G.L=50.8 mm)	≥ 59.8 kg/mm <sup>2</sup> 70.3~84.4 kg/mm <sup>2</sup> ≥ 22.0% (GL=50.8 mm)	13.0~20.0 kg/mm <sup>2</sup> 28.0~35.0 kg/mm <sup>2</sup> ≥ 16% (GL=50 mm)	≥ 21 kg/mm <sup>2</sup> ≥ 52 kg/mm <sup>2</sup> ≥ 40% ≥ 50%	
曲げ試験 (180°)	板厚 t ≤ 19.05 mm 19.05 < t ≤ 31.75 mm 31.5 < t ≤ 50.8 mm	曲げ直径 D=2t D=2.5t D=3t	3 ≤ t ≤ 12 mm 曲げ半径 3t 曲げ試験は注文者の 要求があるとき行な う		
衝 撃 試 験	2 mm V シャルピ, -196°C (kg-m)			アイゾット衝撃値 (常温) 100~120 ft-lb	
		試験片寸法	3 個の平均値		個々の最低値
	L-方向	10×10.0m/m	3.45 kg-m		2.76 kg-m
		10×7.5 ♪	2.90 ♪		2.35 ♪
		10×5.0 ♪	2.35 ♪		1.93 ♪
10×2.5 ♪		1.10 ♪	0.83 ♪		
C-方向	10×10.0m/m	2.76 kg-m	2.21 kg-m		
	10×7.5 ♪	2.35 ♪	1.90 ♪		
	10×5.0 ♪	1.93 ♪	1.52 ♪		
	10×2.5 ♪	0.83 ♪	0.69 ♪		

注 1 AISI 304 規格に相当。このほか、304 L (SUS 28), 347 (SUS 43) が使われる。

表8-31 9% Ni 鋼および Al-Mg 合金溶接継手の強度

母 材	9% Ni 鋼	Al-Mg 合金 (5083-0)
規 格	ASME Case 1308-5	JIS 3232 (案) 5083-0 (鋼材) と 5183 (溶加材)
溶着金属	0.2% 耐力 (kg/mm <sup>2</sup> ) 28 min. 引張り強さ (kg/mm <sup>2</sup> ) 56 min. V-シャルピ* (kg-m) 3.5 (-196°C)	
溶接継手	引張り強さ (kg/mm <sup>2</sup> ) 66.8 min.	27 min.

試 験 例		溶接棒 INCO-WELD A	50 mm 厚板 下向き MIG
溶 接 継 手	引張り強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	70.0	29.5, 30.0
	伸び	26.7%	18, 25
	破断位置	溶接金属	
	V-シャルピ* (kg-m)	11.1 (平均) -196°C*	

\* Marine Engineering Regulations (chapter F) では低温用容器について V-シャルピ採取位置を溶接中心、ボンド、熱影響部 (ボンドから 1 mm, 3 mm, 5 mm) と指定している。

金は 5083-0 と 5183 の組み合わせでは母材の規格値以上の継手強度を期待できるので、問題は 9% Ni 鋼の材質的要件による溶接継手効率だけとなる。また、規則としてこの材質の要件は、許容応力で規制している例もあるが、考え方は同じである。

ASME Div. 2 は 9% Ni 鋼の溶接継手の規格で継手部の引張り強度を母材の 95% 以上の値を規定し、許容応力として継手効率 95% とした値を与えている。(許容応力=(母材の規格値×95%)/安全率) 液化ガスタンカー規則でも、USCG は ASME に準拠しているので同じであり、また NK, NV の液化ガスタンカー規則でも同じである。

#### 低温時における許容応力の増加

一般的に各種の材料の物性値は低温になると次のように変化する。

- 増加するもの; 引張り強さ, 降伏点または 0.2% 耐力, 疲労強度, 硬度
- 減少するもの; 伸び, 絞り, 弾性係数, 熱伝導度, 比熱, 電気抵抗値, 切欠き靱性

これらの切欠き靱性 (低温靱性) を除く構造強度に関係する性質は一般的に低温になるにつれ、強さを増す方向に変化する。したがって、LNG タンク等の低温構造物の許容応力は安全側となるので常温 (20°C) の規格値をベースに定められている。

最近ではアルミ合金の低温時の機械的性質について母材のみならず溶接部の性質についても多くの試験が行なわれており、特に 5083-0 のように広範囲に各種の試験が行なわれている材料の低温時に切欠き靱性が低下せず、かつ強度が増加する特性を考慮して IACS 案, DnV 規則等では低温使用状態での許容応力を増してもよいこととなっている。また、USCG 等でも同じ考え方の方である。図 8-87 にアルミ合金の常温、低温における各種機械特性を示す。

これらは何れもタイプ B タンク (限定破壊を想定) または圧力容器方式タンクについてのみ、低温時の許容

応力の増加を認めるという考え方である。タイプ A (完全破壊を想定) は経験的要素が強く、設計上、詳細な応力解析を行なわなくてもよいという理由で、従来どおり常温での材料の規格値による許容応力を採用している。

NK は、アルミ合金等の低温時の機械強度の増加を考慮して、低温状態での許容応力を増すことができる旨の規定があるが、詳細は決められていない。

#### 特別な状態における許容応力

これまで述べてきたのは設計荷重として使用状態の最大値を考える最大設計荷重を採用 (8-3 参照) したときの作用応力に対するものである。この最大設計荷重のほか、タンクテスト時の許容応力を定めている例が多い。

タンクテスト時の応力は降伏点または 0.2% 耐力の 90% の値とするのが一般的である。

#### ぜい性破壊防止から定まる許容応力

これはある想定した大きさのクラックがあつても、タンクが急速破壊しないように作用応力値を制限する必要性が生じるもので、材質 (溶接部含む)、使用温度、応力の種類等により条件が異なる。詳細は 8-4-7 で述べる。

#### 荷重と応力の関係

求めた応力は、例えば (8.123) 式に示す等価応力として計算し、その値が各規則で与えられた許容応力内におさまる必要がある。このとき、各種の変動荷重には位相差があり、これの評価方法について、例えば NK LNG 船規準 (文献 59 および 60) には、次のように示されている。(以下、LNG 船規準および同解説を引用)

[応力の算定方法]

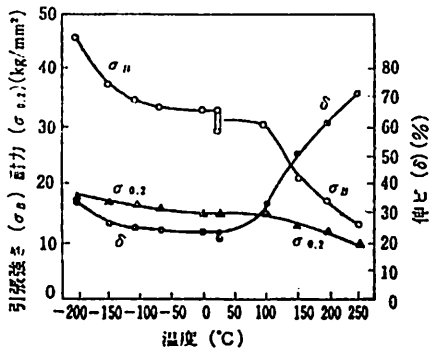
- LNG 船規準 4.4.2 (1)

#### (1) 等価応力

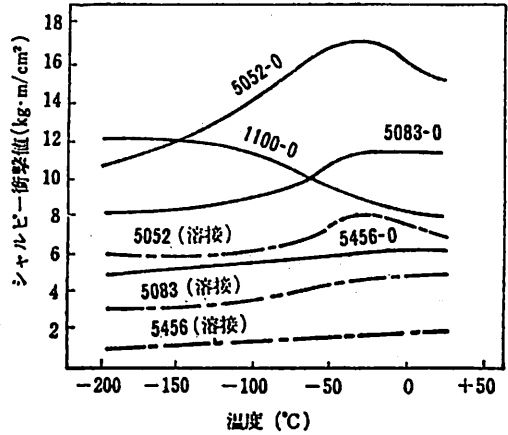
(a) 4.4.1 (2) に規定 (一次応力, 二次応力, ピーク応力等応力の形態の規定) する各応力は、応力の種類および方向を考慮して、一般に次式により与えられる等価応力 ( $\sigma_e$ ) として評価して差しつかえない。



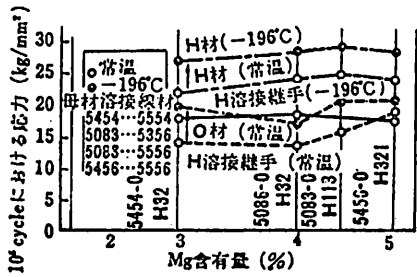
5083-0板材の高温および低温における機械的性質



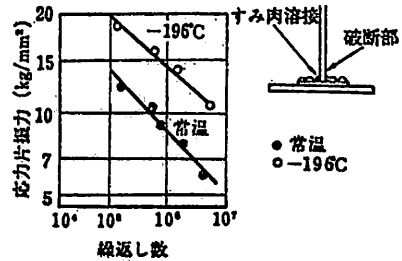
Al-Mg合金およびその溶接部の各温度におけるVノッチシャルピー衝撃試験結果



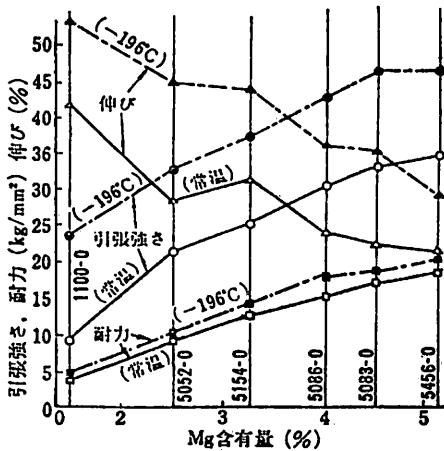
Al-Mg合金母材および溶接継手の引張(応力比=0)疲れ試験結果



Al-Mg合金B54SM(5083相当)のすみ肉溶接継手の疲れ試験結果



Al-Mg合金(軟質材)の常温と-196°Cにおける機械的性質



Al-Mg合金(軟質材)溶接継手(余盛削除)の常温と-196°Cにおける機械的性質

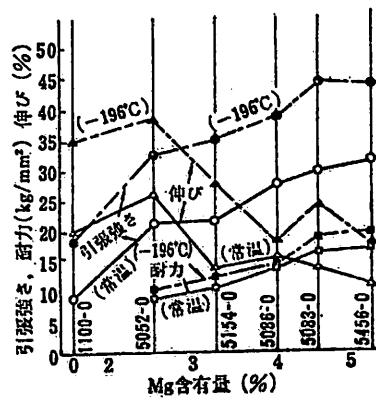


図 8-87 Al-Mg合金の常温-低温時における各種試験の比較 (文献 35)

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3\tau_{xy}^2$$

$\sigma_x$  は、 $x$  軸方向の全垂直応力

$\sigma_y$  は、 $y$  軸方向の全垂直応力

$\tau_{xy}$  は、 $xy$  面の全剪断応力

(b) 前 (a) による  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  および  $\tau_{xy}$  は次式で求めて差しつかえない。

$$\sigma_x = \sigma_{x \cdot st} \pm \sqrt{\Sigma(\sigma_{x \cdot dyn})^2}$$

$$\sigma_y = \sigma_{y \cdot st} \pm \sqrt{\Sigma(\sigma_{y \cdot dyn})^2}$$

$$\tau_{xy} = \tau_{xy \cdot st} \pm \sqrt{\Sigma(\tau_{xy \cdot dyn})^2}$$

$\sigma_{x \cdot st}$ ,  $\sigma_{y \cdot st}$  および  $\tau_{xy \cdot st}$  は、静荷重による応力

$\sigma_{x \cdot dyn}$ ,  $\sigma_{y \cdot dyn}$  および  $\tau_{xy \cdot dyn}$  は、波浪による

る各種の荷重により生ずる変動応力

(c) 前 (b) による変動応力は次式により求めて差しつかえない

$$\sqrt{\Sigma(\sigma_{x \cdot dyn})^2} = \sqrt{\Sigma(\sigma_{x \cdot ldyn})^2 + \Sigma(\sigma_{xy \cdot sdyn})^2}$$

$$\sqrt{\Sigma(\sigma_{y \cdot dyn})^2} = \sqrt{\Sigma(\sigma_{y \cdot ldyn})^2 + \Sigma(\sigma_{y \cdot sdyn})^2}$$

$$\sqrt{\Sigma(\tau_{xy \cdot dyn})^2} = \sqrt{\Sigma(\tau_{xy \cdot ldyn})^2 + \Sigma(\tau_{xy \cdot sdyn})^2}$$

$\sigma_{x \cdot ldyn}$ ,  $\sigma_{y \cdot ldyn}$  および  $\tau_{xy \cdot ldyn}$  は、船体に働く荷重を零とし、タンクに変動圧力が働くものとして求めた変動応力

$\sigma_{x \cdot sdyn}$ ,  $\sigma_{y \cdot sdyn}$  および  $\tau_{xy \cdot sdyn}$  は、タンクに働く荷重を零とし、船体に変動外荷重が働くものとして求めた変動応力

### ○ LNG 船規準 4.4.2 (1) 解説

規準 4.3.3 (2) に規定しているタンク内圧分布は、船体運動に起因する各方向の加速度の位相差を考慮して変動荷重を二乗和平方根法により求めたものである。この方法で求めたタンク構造部材の応力は、すでにタンク内の各方向の変動荷重を考慮した値となっている。一方、他の方法として、各方向の加速度のうち、一方向の加速度のみを考慮したタンク構造部材の変動応力をそれぞれ求め、前後方向の加速度のみを考慮した変動応力を  $\sigma_1$ 、左右方向の加速度のみを考慮した変動応力を  $\sigma_2$ 、上下方向の加速度のみを考慮した変動応力を  $\sigma_3$  とし、これらの変動応力を運動の位相差を考慮し二乗和平方根法により評価する方法も考えられる。即ち、全方向の加速度を考慮した変動応力  $\sigma_{dyn}$  は、次式で求めても差しつかえない。

$$\sigma_{dyn} = \pm \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2}$$

荷重と応力 (船体とタンクの相互作用力を含む) のこのような関係を使用して等価応力を求める具体的な例を 3 case の場合について示してみる。

(イ) ・タンク内圧分布:

$$h_j = h_{j \cdot st} \pm \sqrt{\Sigma h_j^2 \cdot dyn}$$

ここに  $h_j$  は、タンク内の任意の点 ( $j$ ) の全圧力

$h_{j \cdot st}$  は、タンク内の任意の点の静液頭圧のみによる圧力

$h_j \cdot dyn$  は、タンク内の任意の点の変動圧力のみによる圧力

$h_j \cdot dyn$  を求める時用いる各方向加速度は、規準 4.3.2-2 に示す近似式を使用

・船体変動外荷重:

船体周囲の変動水圧は、規準 4.3.2-3 に示す近似式を使用

波浪垂直曲げモーメント  $M_w$  は、規準 4.3.2-4 に示す近似式を使用

i) タンク内荷重: 静荷重  $h_{j \cdot st}$

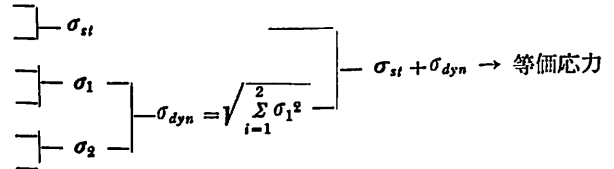
船体外荷重: 静荷重 (満載喫水状態)

ii) タンク内荷重: 0

船体外荷重: 変動荷重 ( $M_w$  + 変動水圧)

iii) タンク内荷重:  $\sqrt{h_j^2 \cdot dyn}$

船体外荷重: 0



(ロ) ・タンク内圧分布: 求めず、ただし、各方向加速度は直接計算により求める。

・船体変動外荷重: すべて直接計算により求める。

i) タンク内荷重: 静荷重 ( $h_{j \cdot st}$ )

船体外荷重: 静荷重 (満載喫水状態)

ii) タンク内荷重: 0

船体外荷重: 波浪垂直曲げモーメント:  $\sigma_1$

: 水平曲げモーメント:  $\sigma_2$

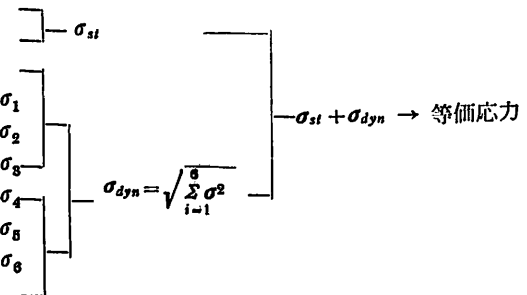
: 振りモーメント:  $\sigma_3$

iii) タンク内荷重: 前後方向加速度のみ考慮:  $\sigma_4$

: 左右方向加速度のみ考慮:  $\sigma_5$

: 上下方向加速度のみ考慮:  $\sigma_6$

船体外荷重: 0



(ハ)・タンク内圧分布:

$$h_j = h_{j \cdot st} \pm \sqrt{\Sigma h_{j \cdot dyn}^2}$$

$h_{j \cdot dyn}$  を求める時用いる各方向加速度は直接計算による.

・船体変動外荷重: すべて直接計算により求める.

i) タンク内荷重: 静荷重 ( $h_{j \cdot st}$ )

船体外荷重 : 静荷重 (満載喫水状態)

ii) タンク内荷重: 0

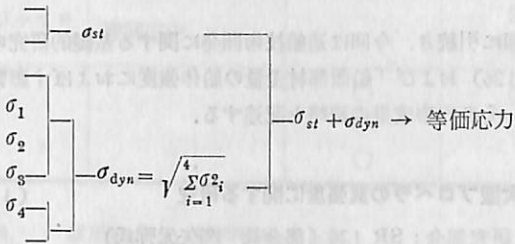
船体外荷重 : 波浪垂直曲げモーメント:  $\sigma_1$

: 水平曲げモーメント :  $\sigma_2$

: 振りモーメント :  $\sigma_3$

iii) タンク内荷重:  $\sqrt{\Sigma h_{j \cdot dyn}^2}$

船体外荷重 : 0



これら (イ)~(ハ) に示す 3 種類の方法のうち, 一般的に (イ) はタイプ A タンクに, (ロ) および (ハ) は, タイプ B またはタイプ C タンクに適用されるものであるが, その他, 適当な組合せにより等価応力を求める方法は種々考えられる. (未完)

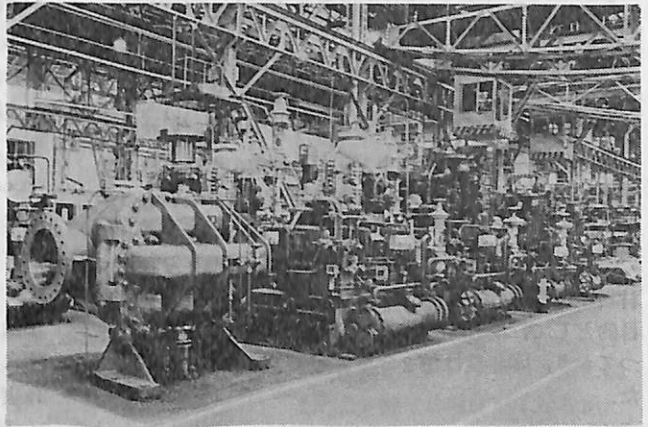
## 荷油ポンプ, 自動浚油装置で, 西独 ラインシュタール社へ技術輸出

— 石川島播磨重工業 —

石川島播磨重工は, 西ドイツの国際的有力企業の一つである. ラインシュタール社 (Rheinstahl AG) へ各種タンカーおよび鉱油船用の荷油ポンプ (カーゴ・オイル・ポンプ) および同ポンプ用タービン, 自動浚油装置についての技術を供与することで話しあいをすすめていたが, このほど両社間で合意に達しラインシュタール社の機械事業部 (Rheinstahl Maschinenbau) との間で技術援助契約に調印した.

ラインシュタール社は, 現在 15 の事業部をもち鉄鋼, 鋳鍛品をはじめ船舶, 運搬荷役機械, 建設機械, 鉄道車輪, 化工機, 鉄構物などをはば広く手がける西ドイツの有力企業で, 同社機械事業部は, ヴィッテン・アンネン (Witten-Annen) に本拠をもち各種ポンプ, パルプをはじめ工作機械, 鋳鍛造機械, ボイラ, プラスチック機械の製造, 販売を担当し, 船用ポンプについては, 現在自社の造船部門に供給するのはもちろん外販も行い, 欧州市場において約 20% のシェアをもっている.

今回, 技術輸出される荷油ポンプおよびタービンは, 昭和 32 年 IHI がタンカーや鉱油船の大型化に対応すべく開発したもので据付けスペースが小さくてすむうえにサクション効率が高い, メンテナンスが容易, 自動制御が容易, などの特長をもっており, すでに 1200 基以上の実績があるほか, 800 基の手持工事をかかえている.



左 荷油ポンプ 右 タービン

一方の自動浚油装置は貨物油の荷揚げから浚油 (残油浚い) までを自動切換えによつて主ポンプ (荷油ポンプ) のみで行うことを可能とした画期的なシステムで, 荷揚げ能率の向上と操作の単純化がはかれるとともに, 従来, 残油さらい専用に搭載されていた浚油ポンプを省略することができる. 昭和 49 年, IHI が世界にさきがけて開発 138,700 重量トンタンカー「神宮丸」に第 1 号機を搭載して以来, 同社建造のタンカー, 鉱油船などはもちろん他社建造船にも採用され, すでに 140 セットの実績がある.

今回の提携によりラインシュタール社は, IHI の技術により大容量荷油ポンプ, 同ポンプ駆動用タービン, 自動浚油装置をヨーロッパ諸国に対し製造, 販売することが可能となり, とくに従来同社が手がけていなかった大容量荷油ポンプの分野が強化されたことになる.

なお, 技術提携の期間は 10 年である.

# 日本造船研究協会の昭和47年度研究 業務について(2)

(社)日本造船研究協会  
研 究 部

前回は引き続き、今回は造船技術開発に関する基礎的研究のうち「大型プロペラの翼強度に関する研究」(SR 126)および「船殻部材歪量の船体強度におよぼす影響に関する調査研究」(SR 127)の2課題をとりあげ、その内容成果の概略を記述する。

## 大型プロペラの翼強度に関する研究

研究部会: SR 126 (部会長 関矢元弥氏)

現状における銅合金鋳物プロペラ翼の折損原因は、すべて疲労破壊によるものであつて、前進面根元隅内部の最大翼厚位置付近を起点とし、ここに欠陥がある場合に引張変動応力によつて破壊に至ること、翼の折損事故は高速貨物船に集中していることが認められている。しかし、各種の条件のもとで実船プロペラ翼に生じる応力の大きさおよび変動の様相は明らかではなく、また、プロペラ翼の材料についても実体に相当する大型寸法の試験片の腐食疲労強度、形状係数と切欠き係数の関係、疲労亀裂の伝播の様相など、試験的に求められていないものが多い。

そこで、本研究は翼応力の航行中実船計測とプロペラ材料の疲労試験により、これらの実態を把握することを目的として、昭和46年度より2か年計画で研究を行なつており、本年度は第2年度として次の研究を実施した。

## (1) プロペラ翼の変動応力等計測のための就航中実船試験

第1年度に実施したコンテナ船総高丸におけるプロペラ翼面上の歪ゲージおよびリード線の耐剝離性試験の結果を検討し、改良を加えた接着剤コーティング方法について小型高速回流水槽試験を行なつたところ、コーティング材の接着時および乾燥時の温度等に十分注意すれば、日本～北米太平洋岸1航海に十分耐えうる事が確認された。

実験供試船には、日本～PSW コンテナ船箱根丸(主要目 表1)を選定し、その39次航(日本→ロシアンジェルズ→オークランド→日本)に計測を行なうこととした。

計測準備作業として、あらかじめ予備推進軸の中空加工、予備プロペラ翼面への歪ゲージ接着を行なつた後、本船入渠時にプロペラおよび推進軸を換装し、岸壁係留中に計器類の取付を行なつた。計測項目および計測方法は表2のとおりである。翼応力計測点は図1に示すと

表1 箱根丸 主要目

船 体		主 機		プ ロ ペ ラ	
L <sub>pp</sub> (m)	175.00	型 式	MAN K 10 Z 93/107 E	D (m)	6.700
B <sub>MLD</sub> (m)	26.00	出 力	(MCR) 27,800 BHP	P (m)	6.700
d <sub>BL</sub> (m)	9.50	回 転 数	(MCR) 115 rpm	翼 数	5
Δ <sub>a</sub> (ton)	24,810			材 質	NiAlBz

表2 計測項目および計測方法

計 測 項 目	計 測 計 器	ピ ッ ク ア ッ プ 設 置 位 置	デ ー タ 記 録 方 法	
			デ ー タ レ コ ー ダ	オ シ ロ
プロペラ 翼応力	同時10ゲージ分計測	図1参照	21 CH ○	24 CH ○
運航状態	トルク変動	歪ゲージ	○	○
	スラスト変動	半導体歪ゲージ	○	○
	舵 角	抵抗変化型舵角計	○	○
	プロペラ没水深度	帯通電型	○	○
	プロペラ回転変動	パルス発振器	○	○

船体運動	ヒービング スウェイ サージ	歪ゲージ型加速度計	舵室プロペラ真上	○	○
	ピッチング ローリング	ヴァーティカルジャイロ スコープ	機関室内		○ ○
補助 データ	プロペラトップマーク 同期マーク 状況メモアナウンス	パルス発振器 手動挿入		○ ○ ○	○ ○ ○

り10点, 23歪ゲージで, 最大応力とその挙動をとらえること(1, 2, 6, 7, 8の各点), 可能な範囲で翼端の応力状態を知ること(3, 4, 5, 9, 10)に留意し, 全てC翼の前進面に接着した。

計測は諸般の事情で海象の穏かな夏季(47年8月)となつたが, 幸い, ピッチング片振幅  $\beta_P 1.3^\circ$ , ローリング片振幅  $\beta_R 4.1^\circ$  の条件でのデータが得られた。なお, 歪ゲージの接着状況は東京帰航後, 潜水夫により水中調査したところ, 全体の95%以上が接着時とほぼ同様な

状態にあり, 計測は成功した。

計測された多くのデータを解析して得られた結果をまとめると次のとおりである。

1) 供試船箱根丸において, 平水中航行状態で, プロペラ翼根部(前進面最大翼厚位置)に生ずる時間平均応力は, NOR 主機出力状態で約  $5.5 \text{ kg/mm}^2$  程度であつた。

2) 本航で計測された前述の船体運動状況 ( $\beta_P 1.3^\circ$ ,  $\beta_R 4.1^\circ$ ) では, 翼応力への影響は, 最大応力値に

顕著に現われ翼根部において, 平水中航行状態に比し10%の増加があつた。計測波形の1例を図2に示す。なお, 本船の冬季の船体運動は, 本航最大時の2~4倍の運動量が予想される。

3) 旋回状態では, プロペラ翼に働く応力時間平均値は高くなるが, 変動成分はむしろ減少する。右旋回に対して, 左旋回のほうが平均応力値が高くなる。

4) 船体運動, あるいは旋回中のプロペラ翼変動応力の状態は, プロペラへの斜流影響としてある程度までは説明づけられそうである。

5) 実測データを見ると, ばらつきはかなり大きい, 翼応力はプロペラ回転数の1.5乗に比例する傾向がある。

6) プロペラ翼応力の最大値(主応力)は, 翼根部弦長上, 最大翼厚位置よりわずかに後縁で生じている。この結果は, 最近の他の調査結果とも合致している。

7) 船体運動あるいは旋回中など, 非定常状態では翼端部の応力(平

記号説明

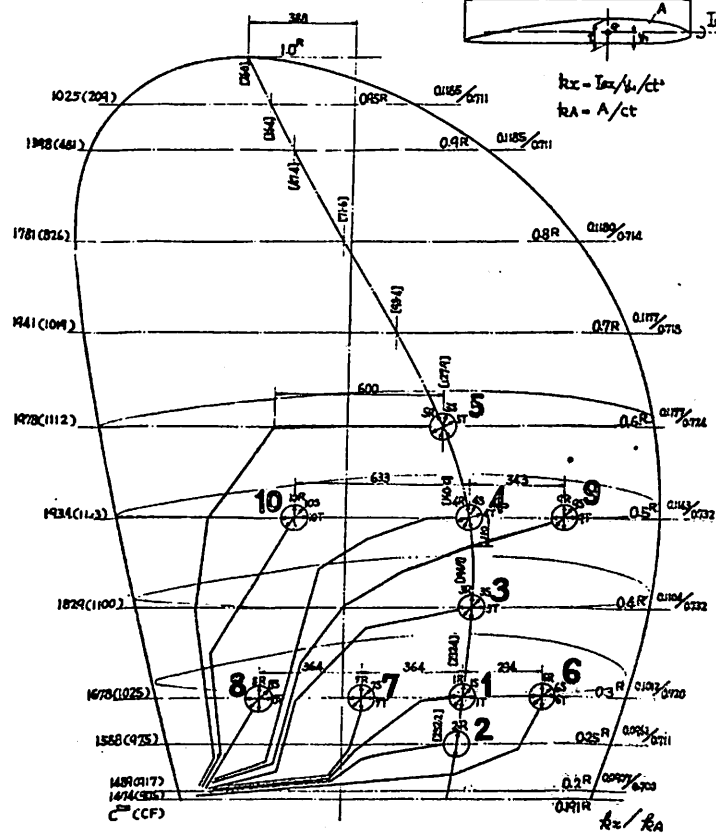
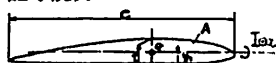


図1 歪ゲージ接着位置

均応力, 変動応力とも)が翼根部に比して大きくなる場合がある。このことは、プロペラ翼の切損事故などを考え合わせると、プロペラ翼強度設計が、単に翼根部のみではなく、翼面全体を考慮した上でなされる必要があることを示唆している。

(2) プロペラ材料の疲労強度の研究

(a) 腐食疲労強度におよぼす寸法効果および切欠の影響

Ni-Al ブロンズ (JIS H 5114 AIBC 3) を供試材とし、腐食疲労強度におよぼす寸法効果および切欠の影響を検討するため、小型試験片は小野式回転曲げ試験機を、大型試験片は試作した共振型繰返し曲げ試験機を使用し、前者では平滑材、Uノッチ材、Vノッチ材、後者では丸型試験片は平滑材のみ、角型試験片は平滑材、Uノッチ材、Vノッチ材の合計7種類の試験片について疲労試験を行なった。なお、腐食液は天然海水である。

実験した結果をまとめると次のとおりである。

- 1) 鋳物の寸法効果については、小型試験片を用いて調べた結果、繰返し数  $2 \times 10^7$  回で、小型鋳物 ( $t=25$  mm) は腐食疲労強度  $16.6$  kg/mm<sup>2</sup>、大型鋳物 ( $t=200$  mm) は  $14.4$  kg/mm<sup>2</sup> であり、繰返し数が大きくなるにつれて、腐食疲労強度は低下する傾向がある。
- 2) 試験片寸法の影響を、大型鋳物について調べた結果、繰返し数  $2 \times 10^7$  回で、小形試験片 ( $12\phi$ ) の腐食疲労強度  $14.4$  kg/mm<sup>2</sup>、大型試験片 (丸型,  $80\phi$ )  $13.4$  kg/mm<sup>2</sup>、大型試験片 (角型  $125 \times 50$  t)

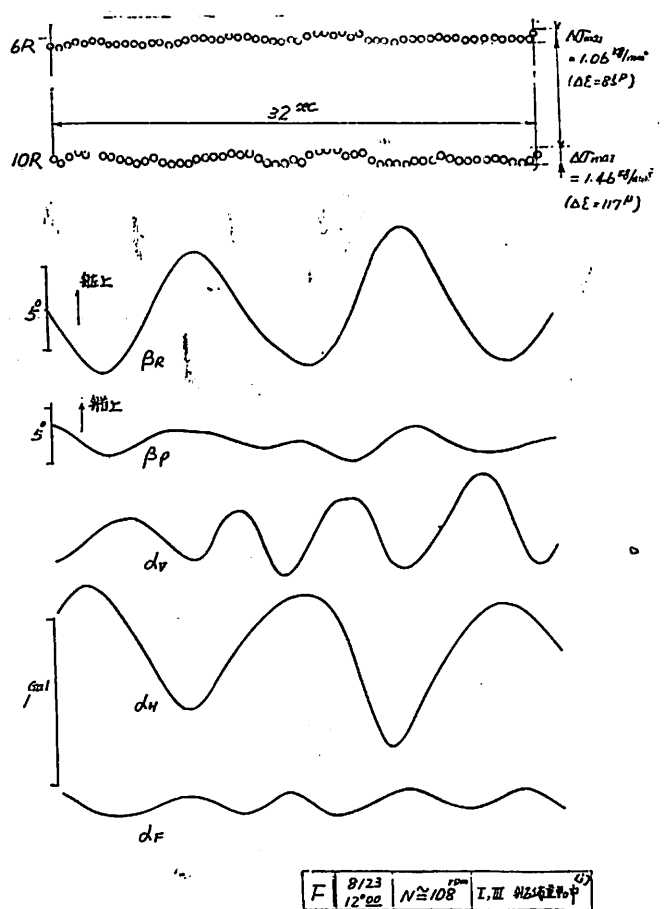


図2 記録波形例

$12.9$  kg/mm<sup>2</sup> であつた。小型試験片のほうが高い値を示すが、繰返し数が大きくなると両者の値は接近する傾向がある。

- 3) 切欠の影響を、鋳物および試験片の種類別にまとめた結果を表3に示す。

表 3

(繰返し数  $2 \times 10^7$  回)

切欠の種類	鋳物寸法		25 mm			200 mm			200 mm		
	試験片寸法		12φ			12φ			125 × 50 t		
	項目		$\sigma_f$	$\alpha$	$\beta$	$\sigma_f$	$\alpha$	$\beta$	$\sigma_f$	$\alpha$	$\beta$
平滑材			16.6	1.0	1.0	14.4	1.0	1.0	12.9	1.0	1.0
Uノッチ材			15.4	1.9	1.08	13.9	1.9	1.04	10.4	2.2	1.24
Vノッチ材			14.8	3.2	1.12	13.9	3.2	10.4	10.4	4.2	1.24

(ただし、 $\sigma_f$  = 腐食疲労強度 (kg/mm<sup>2</sup>)、 $\alpha$  = 形状係数、 $\beta$  = 切欠係数 =  $\frac{\text{平滑材の腐食疲労強度}}{\text{切欠材の腐食疲労強度}}$ )

(b) 欠陥材ならびにその補修材の腐食疲労強度

Ni-Al ブロンズ (JIS H 5114 AIBC 3) 製の未使用の実体プロペラ翼の材料を用い、自然欠陥材および溶接補修材について天然海水使用の片振り平面曲げ腐食疲労試験 (試験片寸法 35×13 t) を行なうとともに、溶接補修後にピーニングあるいは応力除去焼鈍を施した場合についても、その効果について検討した。また、溶接補修部の残留応力の測定、破断面の肉眼観察、電子顕微鏡観察も行なつた。これらの結果をまとめると次のとおりである。

- 1) 腐食疲労試験の結果を S-N 線図にまとめたものが図 3 である。溶接補修を行なつた場合の疲労強度は、欠陥材の場合と同じ程度まで下がっている。この溶接補修材の溶接による残留応力を取除くため焼鈍した場合には、平滑材の疲労強度の程度まで回復している。一方、ピーニングの効果は、本実験では確認するに至らなかつた。
- 2) 残留応力測定の結果、溶接補修材の残留応力値は、4.6 kg/mm<sup>2</sup> および 4.5 kg/mm<sup>2</sup>、焼鈍を施した溶接補修材では 2 kg/mm<sup>2</sup> および 3.5 kg/mm<sup>2</sup> であつた。本実験では試験片が小さかつたため、溶接時の熱ひずみが完全には拘束されなかつたと考えられ、実際のプロペラ翼では、さらに大きな残留応力が生じることが予想され、溶接補修部の疲労強度は一層低下すると思われる。
- 3) 疲労試験片の破面観察を行なつたところ、欠陥材の場合には、表面に出ている欠陥の他に、内部にも欠陥が存在しており、非常に凹凸の激しい破面となつている。溶接補修材の場合には、溶接部を起点として疲労亀裂が発生しており、疲労破面のうち、母

材部分の破面は少し凹凸があるが、溶接部分は平滑であり、多少特異な破面になつている。また、走査型電子顕微鏡による破面観察では、疲労破面特有の破面形態であるストライエーションはあまり多くは見られず、一部には、へき開破面、リバーボタン形状など脆性破壊的な破面も見られた。

(c) 腐食環境下の疲労亀裂進展におよぼす応力勾配の影響

Ni-Al ブロンズ (AIBC 3) 材について大型角板試験片を使用し、応力集中係数が  $\alpha=3$  で一定であるが、応力勾配の異なる 3 種の円孔切欠きの試験片について、3%食塩水を用いた曲げ腐食疲労試験 (試験片寸法 90×36 t) を行なうとともに、円孔切欠基部に発生した疲労亀裂の進展の観察および溶接補修材の疲労試験を行なつた結果は次のとおりである。

- 1) 円孔切欠きを有し、繰返し曲げ荷重を受ける角板材の切欠き係数  $\beta$  は、切欠きの応力集中係数  $\alpha$  が一定 ( $\alpha=3$ ) である場合でも、切欠きの応力勾配によつて異なり、円孔切欠き径  $d=6.0\phi$ 、応力勾配  $I=0.78 \text{ mm}^{-1}$  のとき  $\beta=1.50$  であるのに対し、 $d=1.0\phi$ 、 $I=4.67 \text{ mm}^{-1}$  では  $\beta$  はほぼ 1 となる。
- 2) 疲労亀裂の発生寿命は、繰返し荷重が大きいほど、また、同一の荷重では、切欠き部の応力勾配が小さいほうが、短くなる傾向が見られる。また、円孔切欠き径  $d=3.5\phi$  および  $1.0\phi$  で停留した亀裂が存在した。
- 3) 溶接補修材についての今回の疲労試験結果からは、溶接補修材の切欠き材としての等価性を評価するに至らなかつた。

(d) 角板試験片の腐食疲労強度におよぼす平均応力の影響

角板試験片の腐食疲労強度におよぼす平均応力の影響を検討するため、3%食塩水を用いた曲げ腐食疲労試験 (試験片寸法: 大型 90×44 t, 小型 20×5 t) を行なつた結果は、次のとおりである。

- 1) 供試した Ni-Al ブロンズ材 (AIBC 3) の空气中疲労強度と腐食疲労強度とを小型試験片による結果から比較すると、繰返し数  $N=10^7$  回付近ではほとんど差がないが、 $N$  がさらに大きくなるにつれ、腐食疲労強度は低下する傾向があり、 $N=4 \times 10^7$  付近では腐食疲労強度は約

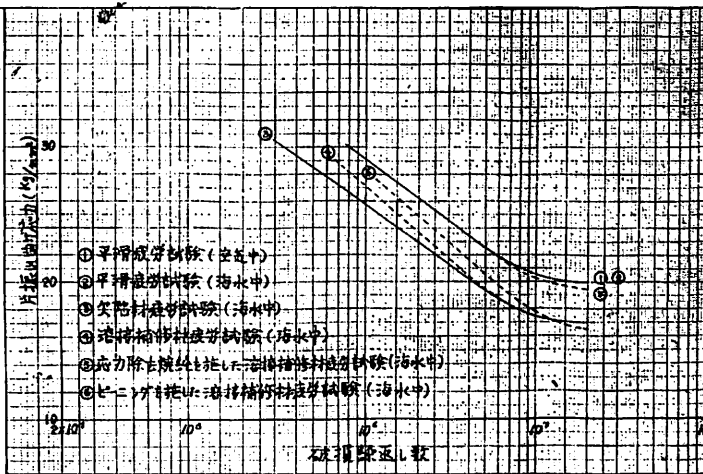


図 3 S-N 線図

14.5 kg/mm<sup>2</sup>, 空气中疲労強度約 15.0 kg/mm<sup>2</sup>, となつている。

- 2) 寸法効果については今回の試験の範囲では、その影響は顕著ではなかつた。
- 3) 平均応力 ( $\sigma_m$ ) については、繰返し数  $N=10^7$  付近での  $\sigma_m=0, 3, 5$  kg/mm<sup>2</sup> のときの破断応力はそれぞれ 15.0, 14.0, 13.5 kg/mm<sup>2</sup> であつた。

(潮田)

### 船殻部材歪量の船体強度におよぼす影響に関する研究

研究部会: SR 127 (部会長 木原 博氏)

船殻部材の歪量が船体強度におよぼす影響は極めて重要な問題であるにも拘らず現在までに、これらに関する系統的な研究成果は少ないようである。たとえば船殻構造部材の精度に関する J.S.Q.S. (Japan Shipbuilding Quality Standards) は主として従来の実績をもとにして定められた数値であり、強度上の理論的裏づけに乏しく、また、最近のように急速に大型化したいわゆる巨大船に対しては必ずしも妥当でないものもある。そこで本研究は、最近の歪量を調査し、その実態を分析し、また、船殻部材の強度の面から部材の歪許容量を理論的に検討して合理的な歪許容量を決定することを目的として昭和 46 年度より 4 カ年計画で研究を行なつており、本年度は第 2 年度として次の研究を実施した。

#### (1) 船殻部材の歪量に関する調査研究

##### (a) 船殻部材の歪量に関する調査研究

船殻構造を構成する船殻部材に発生する歪量の実態を定量的に把握し、発生した歪量とその部材の構造強度ならびに材料強度との関連を調査するため、全国の 28 造船所の協力を得て、最近建造された船舶あるいは建造中の船舶の各種部材の歪量を計測した。この計測された歪量データを電子計算機を利用して統計的に集計し、歪量の分析を行なつた。

昨年度集計したパネル部材の歪量分布について、本年度は部材寸法(板厚やスペース)をパラメータとしてそれらと歪量との相互関係を見出すプログラムを製作し、ヤセ馬歪量について解析を行なつた。このパネル部材のヤセ馬と板厚との相関関係は一般に想定されるとおりであるが、スペースの影響は明瞭には現われなかつた。これはスペースの増大と同時に板厚が厚くなつていることもその一因であろうと推定される。

骨部材のウェブの倒れおおよび曲りについては、スパンの増大につれ歪量も増している。また、ウェブの深

さについても同様の傾向であるが、その値は小さい。これは、今回とりあげた部材が大骨であり、スパンに比しウェブが深いためであろうと考えられる。

H 型支柱の歪量は、スパンが大きくなるにつれ平均値は増大しているが、標準偏差には差が少ない。

ストラットの総スパン(側外板と縦通隔壁間距離をベースにしたもの)は約 15 m までの歪量は平均値も標準偏差も変わらないが、20 m で多少減少している。これはデータ数が 32 個と比較的少ないためか、あるいはブロックの精度(パッチカルウェブの倒れ等)が巨大化となつて向上したためと思われる。

2 次部材では、トリッピングブラケットにフランジがない場合、板厚の増大とともに歪量は減少しており、また、フランジ付での板厚や自由辺長の影響は少ない。

##### (b) 溶接歪防止工作法に関する研究

溶接による熱弾塑性歪が主原因で発生した船殻部材やブロック等の歪は船殻に必要とされる各種強度の低下を招き、商品価値に対応した外観を損ね、また、後工程の取り付けの能率を著しく低下させるものである。それゆえに、この歪の防止という問題は古くから造船業に課せられた命題の一つであり、その重要性が指摘されている。

本研究は、前年度に実施した調査およびアンケート結果から出てきたパターンをモデル化し、① T 型ロンジにおける縦歪の防止、② 隅肉溶接における角変形の防止、③ 突き合せ溶接における角変形の防止、④ 枠組方式とロンジ先付方式で生じる歪の調査、の 4 シリーズの実験を行ない、縦変形の挙動、弾性逆歪法・定モーメント法・ステー拘束法・ストロングバック法などによる角変形の防止、枠組方式およびロンジ先付方法での歪の比較検討により歪発生が少ない工作法や歪取り工作法などが把握できた。

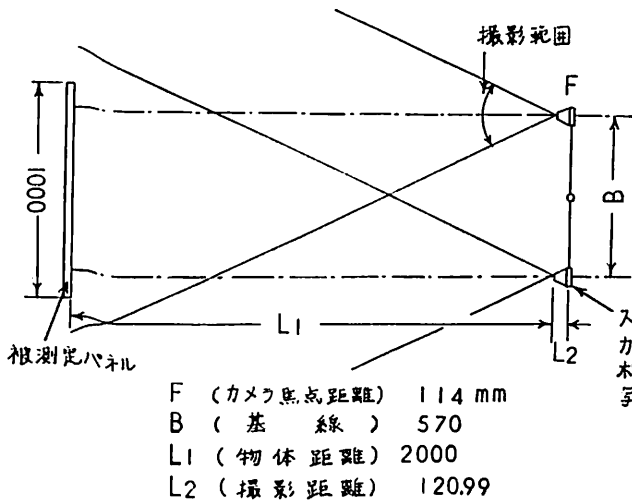
##### (c) 外観による歪基準の決定に関する研究

船殻部材、特に外板その他外部から見える板部分の歪は通称“ヤセ馬歪み”と呼ばれており、歪によつて船体構造の外観が著しく損ねられる。そこで歪量を簡便に評価する方法としてのパターン計測法として、予備実験のための光学的手法の調査とステレオ方式による歪計測法について検討を行なつた。

また、外観による歪量が肉眼判定に影響をおよぼす外的条件、歪み体の陰影の差、照度、ペイントの種類について予備実験を行ない、人間の感覚と実験の歪量との相関について検討した。

##### (i) ステレオカメラによる歪量の予備実験





ム色の塗装を施し、パネル表面での光沢度は $60^\circ$ 、鏡面光沢度 $34.2$  (つやありペイント) と $25.4$  (つやなしペイント) である。

今回行なつた肉眼判定試験要因は $60^\circ$  光沢度、光源位置、照度、職種であり、これらの要因が歪量の判定にどのように影響をおよぼすかを調査した。

このように肉眼判定のような感覚検査において感覚を規定する条件としては多様多様であり、大別すると外界側の刺激と内的条件となる。ここでは外界側の刺激による歪量判定の変化を求めるものであるが、内的条件となる

① 順応と疲労、② 練習効果、③ 心構え、などが外界側の刺激に対して微妙に関係し、これらが本実験のバラック要因であると考えられる。したがって、この内的条件をさらに検討するとともに、その他ペイントの色相などの影響について研究を進める必要がある。

## (2) 船殻部材の歪量と構造強度との関連に関する研究

### (a) 板材の工作歪と強度

板材の歪量が強度におよぼす影響を理論的ならびに実験的に検討し、工作基準設定に必要な項目を下に示すブロック線図のように具体化し、実際に応用できる形にまとめるには板材の力学的挙動、危険限界の設定および確率統計的手法の導入等を行わなければならない。本年度は主として面内圧縮を受ける板材の力学的挙動を実験的に求め、これらの結果を理論値と比

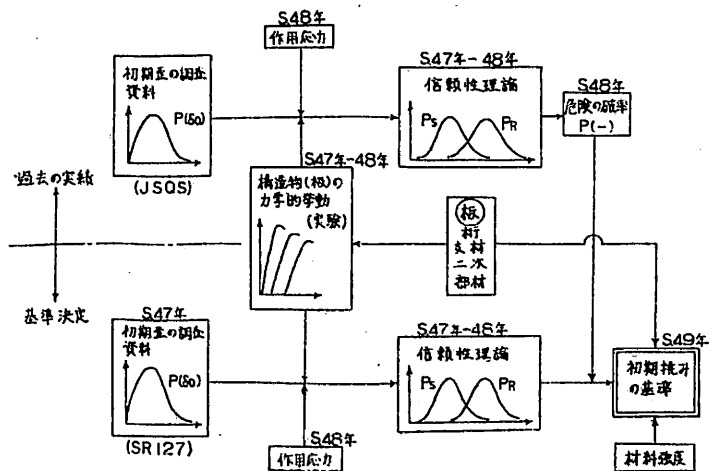
被測定パネルは、光沢度の相違のある、つやあり、つやなしの両パネルとパネル表面に厚紙により任意な歪量をつけたものについて実験を行なつた結果、試験体表面の光沢度と光源の位置が歪量の判定に影響をおよぼし、光沢度、光源位置角度が小さいほど歪量を少なく判定すること、およびステレオカメラによる歪量の判定は可能ではあるが精度的に多少問題があることなどが明らかとなつた。

### (ii) 肉眼判定についての調査と予備実験

予備実験を実施するにあたり、肉眼判定に影響すると思われる要因を調査するため、ペイントの光沢度高さ方向と水平方向での光源位置の変化および照度について簡単な実験を直交配列にしたがつて実施し、分散分析した結果、光沢度、水平方向への光源位置の変化および照度については有意差あり (危険率 $5\%$ あるいは $1\%$ ) と判定され、また、光源位置の高さ方向への変化の影響は有意差なし (危険率 $5\%$ ) と判定された。

肉眼判定試験は、光源と試験体パネルの距離を $3\text{ m}$ 、被試験者は試験体パネルより $3\text{ m}$ の距離で、歪量の判定を所定の用紙に記入して行なつた。

各パネルの明るさは、パネル中央で同照度となるように光沢位置を調節した。試験体パネル表面状態は、船の上部構造の仕上ペイントとして使用されるライトグリー



較検証を行ない、さらに数式化をほどこし確率統計的手法を用いて危険の確率と初期歪の関係等を求め、初期歪の許容量を設定するための方法について検討した。

この結果から、厚板 ( $a/t=40\sim 50$ ) で典型的な塑性座屈現象が現われ、初期撓みが小さければ降伏応力近くまで応力は上昇するが、初期撓みがある場合には最高応力の低下がかなり見られる。

また、薄板 ( $a/t=100$ ) では、弾性座屈後大きく撓み、最高荷重に達し、弾性座屈荷重のほぼ2倍近い値におちつき、初期撓みによる最高荷重の低下率も低い。

統計的手法の検討は、初期撓みを有する板材の挙動に関する実験と並行し、安全性評価のため、信頼性理論にもとづいて破壊の確率を計算した。この手法では、 $P(-) < 10^{-8}$  の範囲では分布形状の影響を大きく受けるので、 $P(-)$  算出に用いる  $R$  および  $S$  の真の、あるいは正確な分布が要求されるが、現在のデータは真の分布を決められるほど十分ではない。

今回の計算でも統計的に取り扱える不確かさ(確率変数の平均値と分散)は考慮されているが、計算の誤差あるいはモデルの誤差等による不確かさ(平均値のまわりでテーラー展開する数式の線形化および実験式の数式化等の不確かさ)は考慮されていない。したがって、本計算結果は、これをそのまま用いるには多くの問題が残されている。これらの点に関しては分布に余り影響を受けない理論を展開する必要があり、今後検討を要する問題である。

### (b) 桁材の工作歪と強度

船殻部材の桁材に工作歪が存在する場合、その歪量が桁材の強度におよぼす影響を検討するための研究として、初期変形を有する桁材の模型(20万トン型タンカーのボトムトランスの約1/4縮尺模型)により最終強度に関する一連の実験を実施した結果、以下のことが明らかとなった。

1) 面材の幅の広い桁では、純曲げを受けるとウェブパネルの局部座屈と面材の圧縮座屈が生じて、桁全体が少し横倒れ変形して崩壊するが、その最高荷重は工作歪の影響をあまり受けない。また、面材の狭い桁では、純曲げを受けるとウェブパネルの局部座屈が生じ、同時に桁全体が大きく横倒れ座屈して崩壊し、その最高荷重は工作歪の影響が著しい。

2) 工作歪の存在する桁では、その垂直方向の変形の剛性は工作歪の影響をほとんど受けない。しかし、水平方向の横倒れ変形の剛性は工作歪の影響を受ける。

### (c) 柱部材の工作歪と強度

船殻部材のストラットにつき、その工作歪と強度の関係を3タイプの模型、①直線型ストラットの平行部、②直線型ストラットに基部を含めたもの、③連続フェース型ストラットの基部を含んだもの、について実験を行ない、これを弾塑性有限変形解析プログラムによる計算と比較検討した。

その結果、柱長の1/100の初期撓みがあつても10%程度しか強度が低下しない。(下表参照)

しかしながら、船長240m以上の大型船では、一般に10mmを超える撓みはほとんど見受けられず、これは  $\delta_0/l$  に換算すると1/1000前後であり、

両端平押し荷重に関する限り実船での半波長正弦波形初期撓みは考慮する必要がない。

弾性局部座屈しないように板厚を与え、断面変形が起きないようにリブを配置してあれば実船のストラットについても計

$\delta_0/l$	$P_{max}/P_y$
0	1
0.0005	0.97
0.01	0.91
0.02	0.77
0.03	0.61

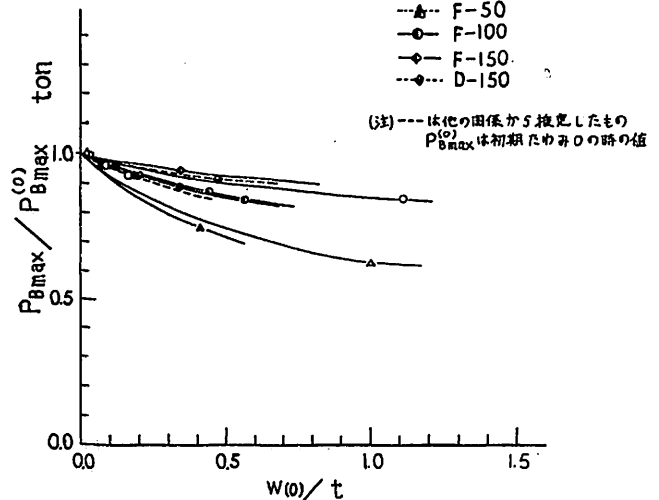
$$P_y = \sigma_y A$$

$\delta_0$  : 初期撓み量

$l$  : 柱長

$P_{max}$  : 最高荷重(計算値)

- △— P-50
- P-100
- ▲— R-50
- R-100
- △— F-50
- F-100
- ◇— F-150
- D-150



算による強度把握ができ、初期撓みの評価も可能である。

断面積、断面二次モーメントを等しくすれば連続フェース型ストラットと直線型ストラットで軸圧縮に対する強度に有意差がないことが実験、計算の両方で明らかにされた。

#### (d) 二次部材の歪量に関する研究

内構材に取り付けられる二次部材に初期撓みが存在する場合、初期撓みが強度におよぼす影響を実験的に解明するため、二次部材として三角形ブラケットを考え、形状、初期撓み量を変えて一連の実験を行ない、初期撓みによるブラケットの強度低下率を求めた。(前頁の図参照)これによるとブラケットの寸法( $b/t$ )が大きいものほど初期撓みの影響は小さくされており、 $b/t=100$ の場合には、初期撓みが板厚程度あるとその耐荷能力は約15~20%低下している。なお、これらの一連の実験においてブラケット形状が4種類あり、同一タイプに対する実験点が結論を下すにはやや少ないと考えられる。

#### (e) 初期歪と平板の強度・剛性に関する理論解析

溶接構造物である船殻では、溶接による初期歪は避けがたい。このように歪を有する構造部材が外力のもとで示す挙動および部材の強度に対する信頼度を明らかにする必要がある。ここでは、主要構造要素としての板材に初期歪がある場合に面内荷重によって面内剛性、座屈強度、最終強度がどのように影響されるかを理論的に明らかにする。

理論解析は、差分法、エネルギー法の適用も考えられるが、ここでは、幾何学的形状変化に対する適応性の点から有限要素法の変位法を用い、板材の弾塑性大撓みの解析を行なった結果、これまでの研究結果と比べてよい一致を示し、信頼性が高いことが明らかとなった。

### (3) 船殻部材の歪量と材料強度に関する研究

#### (a) 突合せ溶接継手の溶接角変形におよぼす影響に関する研究

船体構造の大型化にともない溶接継手の工作誤差の許容値を明確にして安全限界の工作基準を設定することが重要である。ここでは、非調質型高張力鋼 SM 50, HT 60 に重点を置き突合せ溶接継手に生じた角変形量が継手の疲れ強さに与える影響を実験的に研究した結果、次のことが判明した。

試験片の破断位置はすべて角変形の凹入側の溶接止端であり、板の引張方向に直角に入っている。片振引張荷重の場合、無負荷時の初期角変形は変動荷重用

時に引張りによつて小さくなるので、単純な角変形凹入側の計算応力では、基準応力として大きすぎ、むしろビード形状に負荷される応力集中度が破断強さに大きく影響するものと考えられる。

#### (b) 建造中に発生する歪の解析と防止法に関する研究

エレクトロガス溶接によつて発生する溶接変形(横収縮、角変形)を計測し、ストロングバックの適正寸法および取付ピッチなどを決定するため、板厚 25 mm, 幅 1,000 mm, 長さ 1,300 mm の大きさの試験片を用いて実験を行なった結果、次の結果を得た。

溶接条件によつて開先が開く方向に回転することがあり、片面からのみの拘束のために角変形を生ずることが明示された。この場合、溶接が進行するとともに開先が開く方向に回転変形した。ストロングバックは、この回転変形を拘束し、板は片面にのみ取り付けられたストロングバック側に凹に角変形する結果となり、この範囲ではストロングバックの板厚が厚いほど溶接中の角変形は小さい。

溶接後は溶接部の収縮によつて板は逆方向に変形して冷却後の残留角変形は、ストロングバック側に凸の変形となった。残留角変形量はストロングバックの板厚が厚いほど大きく、ストロングバックの取付枚数が多いほど大きくなる傾向を示した。

溶接中の回転変形および角変形は、溶接条件と密接な関係があり、最終的な変形量は溶接中の変形の履歴に大きく影響される。

#### (c) 隅肉溶接部におけるギャップ処理法の研究

船体の建造時に各部材の結合部ではギャップを生ずる場合が少なくない。この対策として増し脚長ライナ挿入などが用いられ、その溶接部は十分な強度を有しておらねばならない。本研究は、ギャップを有する十字隅肉継手(増し脚長型およびライナ挿入型試験片)の静的および疲労試験を行ない、ギャップと強度の関係の調査し、強度上および作業上から見た処理法を検討した。また、これらの疲労試験結果が応力集中と関連があるとの観点から増し脚長型およびライナ挿入型試験片の応力分布を有限要素法を用いて計算を試みた。

##### (i) 静的試験

増し脚長型では、ギャップの存在が自然に溶け込み深さの増加を伴うので、健全な溶接が行なわれる場合には規定脚長で溶接を行なえば継手はギャップの無い場合の強度と同等以上の強度を有している。

一方、ライナ挿入型では、ライナ幅:  $B$  が次式

を満足すればギャップの無い基準試験片と同等の強度を示す。

$$\text{すなわち } \{B-(t+2F)\}/g < 1.5$$

$$\text{または } B < (t+2F) + 1.5g$$

ここで  $t$ : 主板の板厚  $F$ : 脚長  $g$ : ギャップ

(ii) 疲労試験

増し脚長型では、主板の板厚が 12mm と 25mm との 2 系列について試験を行なつたが、 $t=12$ mm の場合は静的試験と同様に規定脚長の溶接で、つねにギャップの無い基準試験片と同等の強度が得られた。これに反して  $t=25$ mm ではギャップが増加すると疲労強度が低下し、 $t=12$ mm の場合と傾向が異なる。

ライナ挿入型は、主板 12mm と 18mm に対して実験を施行した。 $t=12$ mm の場合は、ライナ幅 ( $B$ ) が、 $B < (t+2F) + 2.5g$  であればギャップの無い基準試験片と同じ程度の強度を示している。一方、 $t=18$ mm は基準試験片の実験結果がないので、直接比較できないが、ライナ幅の増加とともに

強度が漸減していることは  $t=12$ mm と同じである。

(iii) 弾性応力解析

有限要素法による弾性応力解析は、有限要素の最小辺長を 1mm にして行ない、応力は要素の平均応力で表わしている。

ギャップの無い基準試験片では、ルート部における応力集中は無限大となるはずで、主板のトウ部より高い値になる。

増し脚長では、主板のトウ部の応力集中率はギャップの増加とともにやや高くなるようであるが、ルート部の値は減少する。その上ルートギャップと同じ量の溶込みを考慮すると、いずれの点においても応力集中はさらに低減している。

ライナ挿入型では、ライナ幅が広がるとライナと主板の隅肉溶接のルート部の応力集中率はやや減少するようであるが、横板とライナの隅肉溶接部は顕著に増大している。(村上)

横浜港大黒埠頭連絡橋鋼桁ブロックの第 1 回架設実施

— 三菱重工業 —

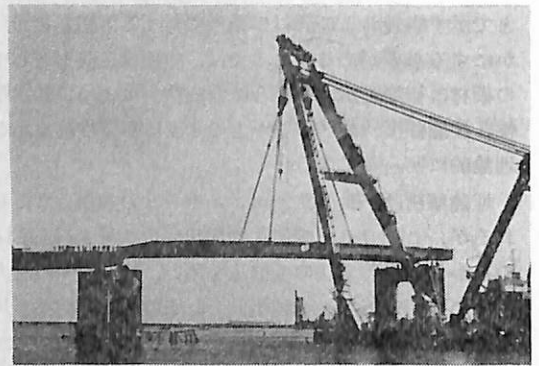
三菱重工は、さきに横浜市港湾局から受注した大黒埠頭連絡橋の鋼桁大ブロックの第 1 回架設を 1 月 27 日行つた。

本連絡橋は、横浜港・川崎港港湾計画の一環として施工されるもので、横浜市鶴見区大黒町と大黒埠頭を海上連絡するが、全長 700m を越えるうち、中央部の 265m については 2 径間の斜張橋形式が採用され、支間は 100m 部分と 165m 部分とにわかれる。橋桁は鋼床板の箱桁で、工事は 2 径間 265m を 3 ブロックにわけて実施され、このたびはフローティングクレーンを用いて A ブロック約 100m・920トンの架設が行われた。

なお、スパン計測の確認は、光波による測距儀が用いられた。

本連絡橋の主な工事概要は、次のとおりである。

1. 構造 2 径間連続鋼床版箱桁 斜張橋
2. 支間 265m = 100m + 165m
3. 全幅員 20.2m
4. 全鋼重 2614トン(塔およびワイアを含む)



5.	鋼桁ブロック	長さ	重量	架設着手
第 1 回	A ブロック	105 m	920 トン	1 月末
第 2 回	B 〃	95	790	2 月上
第 3 回	C 〃	55	550	5 月
—	—	265 m	2,260 トン	—

6. 塔 高さ 40m  
重量 230トン
7. 納期 49 年秋

なお、本連絡橋の製作は同社横浜造船所が、現地工事は三菱重工工事(株)が担当している。

日本海事協会 造船状況資料

表 A 昭和48年12月末現在の建造中および建造契約済の船舶総括表

	国内船				輸出船				総計
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計	
100～隻数	20	11	163	194			30	30	224
499未満 総噸数	8,643	4,589	47,047	60,279			7,946	7,946	68,225
500	9	20	20	49	18	5	9	32	81
999	7,492	18,213	15,752	41,457	16,461	3,300	6,875	26,636	68,093
1,000	8	15	8	31	3	1	9	13	44
1,999	11,160	25,613	10,700	47,473	5,400	1,500	15,300	22,200	69,673
2,000	10	10		20	1	1	3	5	25
2,999	24,749	26,648		51,397	2,100	2,200	6,000	10,300	61,697
3,000	10	10	4	24	31		1	32	56
3,999	35,550	36,500	13,450	85,500	111,039		3,900	114,939	200,439
4,000	16	2	2	20	25		6	31	51
5,999	73,349	8,700	8,990	91,039	126,876		30,450	157,326	248,365
6,000	15		3	18	21		3	24	42
7,999	101,950		20,790	122,740	140,600		18,600	159,200	281,940
8,000	13	4		17	7	8		15	32
9,999	120,380	36,200		156,580	68,750	70,200		138,950	295,530
10,000	8	4	3	15	50	4		54	69
14,999	88,200	49,200	33,000	170,400	652,850	54,800		707,650	878,050
15,000	11	4	1	16	61	7		68	84
19,999	182,600	62,800	17,000	262,400	1,059,450	132,200		1,191,650	1,454,050
20,000	3	13		16	48	3		51	67
24,999	67,500	265,900		333,400	1,064,950	67,700		1,132,650	1,466,050
25,000	2			2	1			1	3
29,999	54,100			54,100	25,500			25,500	79,600
30,000	12	2		14	33	12		45	59
39,999	411,500	75,900		487,400	1,163,050	442,400		1,605,450	2,092,850
40,000	2	4		6	11	70		81	87
49,999	93,200	179,900		273,100	460,000	3,186,600		3,646,600	3,919,700
50,000		4		4		26		26	30
59,999		238,000		238,000		1,365,700		1,365,700	1,603,700
60,000	3	17		20	14	69		83	103
79,999	200,000	1,204,100		1,404,100	903,103	4,716,700		5,619,803	7,023,903
80,000		3		3		13		13	16
99,999		270,000		270,000		1,149,800		1,149,800	1,419,800
100,000		13		13		24		24	37
119,999		1,519,500		1,519,500		2,652,600		2,652,600	4,172,100
120,000		23		23		114		114	137
159,999		3,020,700		3,020,700		14,690,700		14,690,700	17,711,400
160,000						26		26	26
199,999						4,933,000		4,933,000	4,933,000
200,000～		4		4		17		17	21
		856,000		856,000		3,530,000		3,530,000	4,386,000
計	142	163	204	509	324	400	61	785	1,294
	1,480,373	7,898,463	166,729	9,545,565	5,800,129	36,999,400	89,071	42,888,600	52,434,165

船級別の総隻数およびトン数

NK: 461隻 (15,829,626トン)    AB: 261隻 (19,075,625トン)    LR: 154隻 (8,790,973トン)  
 NV: 53隻 (4,936,499トン)    BV: 82隻 (3,671,419トン)    KR: 6隻 (29,950トン)  
 その他: 2隻 (36,600トン)    合計: 1,019隻 (52,370,692トン)

表 B 昭和 48 年 1 ~ 12 月中に進水した船舶総括表

	国内船				輸出船				総計
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計	
100 ~ 隻数	48	25	404	477			26	26	503
499未満 総吨数	13,825	11,038	111,211	136,074			7,162	7,162	143,236
500	11	34	11	56	4		6	10	66
999	10,005	31,500	8,596	50,101	3,461		4,426	7,887	57,988
1,000	11	18	4	33		1		1	34
1,999	17,604	28,025	7,282	52,911		1,464		1,464	54,375
2,000	20	12	4	36	3		1	5	41
2,999	52,933	32,107	11,747	96,787	6,892	2,200	2,000	11,092	107,879
3,000	5	5	5	15	23		3	27	42
3,999	18,191	18,106	17,431	53,728	82,741	11,007	3,342	97,090	150,878
4,000	3	4	5	12	25			25	37
5,999	13,349	18,843	25,297	57,489	117,223			117,223	174,712
6,000	9	2	4	15	11			11	26
7,999	61,063	15,960	27,267	104,290	71,902			71,902	176,192
8,000	7	3	3	13	9			9	22
9,999	62,383	27,715	25,198	115,296	84,837			84,837	200,133
10,000	10	1	4	15	39	5		44	59
14,999	119,576	12,000	43,970	175,546	508,140	64,920		573,060	748,606
15,000	6			6	39	7		46	52
19,999	101,303			101,303	677,802	124,360		802,162	903,465
20,000	4	5		9	12			12	21
24,999	91,736	105,448		197,184	261,804			261,804	458,988
25,000	1			1					1
29,999	26,100			26,100					26,100
30,000	6	3		9	18	3	1	22	31
39,999	206,942	103,174		310,116	630,722	112,226	36,600	779,548	1,089,664
40,000		2		2	2	6		8	10
49,999		89,325		89,325	81,300	279,000		360,300	449,625
50,000		1		1	2	4		6	7
59,999		59,500		59,500	118,384	212,302		330,686	390,186
60,000	5	2		7	7	10		17	24
79,999	322,157	144,099		466,256	492,216	684,340		1,176,556	1,642,812
80,000		5		5		8		8	13
99,999		456,251		456,251		732,085		732,085	1,188,336
100,000		9		9		16		16	25
119,999		1,050,077		1,050,077		1,785,802		1,785,802	2,835,879
120,000		9		9		29		29	38
159,999		1,194,607		1,194,607		3,806,055		3,806,055	5,000,662
160,000									
199,999									
200,000~						1		1	1
						238,206		238,206	238,206
計	146	140	444	730	194	94	35	323	1,053
	1,117,167	3,397,775	277,999	4,792,941	3,137,424	8,053,967	53,530	11,244,921	16,037,862

表 C 昭和 48 年 1 ~ 12 月中に竣工した船舶総括表

	国内船				輸出船				総計
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計	
100 ~ 隻数	50	24	392	466			37	37	503
499 総吨数	14,218	10,839	107,591	132,648			10,764	10,764	143,412
500	11	33	10	54	3		9	12	66
999	10,001	30,095	7,801	47,897	2,462		6,204	8,666	56,563
1,000	13	15	3	31		1		1	32
1,999	20,446	23,443	5,482	49,371		1,464		1,464	50,835
2,000	16	13	4	33	2	1		3	36
2,999	42,472	34,726	11,747	88,945	4,792	2,992		7,784	96,729
3,000	4	4	7	15	21	3	1	25	40
3,999	14,891	14,537	24,052	53,480	74,826	11,007	3,342	89,175	142,655
4,000	7	5	7	19	22		1	23	42
5,999	33,323	23,200	35,238	91,761	102,823		5,600	108,423	200,184
6,000	6	2	7	15	7			7	22
7,999	41,541	15,960	48,841	106,342	44,302			44,302	150,644
8,000	8	2	4	14	9			9	23
9,999	70,468	18,115	34,998	123,581	84,037			84,037	207,618
10,000	7		3	10	39	4		43	53
14,999	88,576		36,680	125,256	503,046	51,220		554,266	679,522
15,000	7			7	36	9		45	52
19,999	121,092			121,092	630,799	157,322		788,121	909,213
20,000	3	6		9	12			12	21
24,999	71,838	126,189		198,027	258,042			258,042	456,069
25,000									
29,999									
30,000	7	2		9	18	2	1	21	30
39,999	253,455	65,174		318,629	630,553	71,351	36,600	738,504	1,057,133
40,000		3		3		2		2	5
49,999		134,827		134,827		90,500		90,500	225,327
50,000					2	3		5	5
59,999					118,384	165,198		283,582	283,582
60,000	6	2		8	7	11		18	26
79,999	390,350	144,099		534,449	481,998	753,762		1,235,760	1,770,209
80,000	1	7		8		7		7	15
99,999	87,305	648,362		735,667		633,585		633,585	1,369,252
100,000		10		10		17		17	27
119,999		1,166,217		1,166,217		1,873,876		1,873,876	3,040,093
120,000		7		7		21		21	28
159,999		893,415		893,415		2,805,203		2,805,203	3,698,618
160,000									
199,999									
200,000 ~						2		2	2
						476,437		476,437	476,437
計	146	135	437	718	178	83	49	310	1,028
	1,259,976	3,349,198	312,430	4,921,604	2,936,064	7,093,917	62,510	10,092,491	15,014,095

表D 建造中船舶の建造工場別表

(昭和48年12月末現在)

工場名	隻数	総吨数	工場名	隻数	総吨数	工場名	隻数	総吨数
安藤鉄工	4	1,140	笠戸船渠	18	647,900	西造船	10	33,240
浅川造船	6	20,799	川崎神戸	18	1,091,400	西井船渠	12	9,463
大幸船渠	1	499	川崎坂出	29	4,151,000	大島船渠	3	8,850
深江造船	1	900	磐固屋船渠	2	689	大島造船	4	192,000
福本造船	1	499	木村造船	1	399	大浦船渠	1	199
福岡造船	11	67,200	岸本造船	4	15,480	岡山造船	5	5,395
芸備造船	3	6,299	高知重工	8	39,298	大三島ドック	1	299
強力造船	4	961	高知県造船	5	25,054	尾道造船	10	309,600
伯方造船	2	3,199	幸陽船渠	19	798,000	大阪造船	19	380,050
函館ドック(函館)	22	1,457,900	栗之浦ドック	2	4,499	相模造船	2	371
函館ドック(室蘭)	7	109,200	来島どっく(設止浜)	5	28,000	佐野安船渠	19	417,000
波止浜造船	9	65,089	来島どっく(大西)	17	908,000	佐野安(水島)	10	593,100
橋本造船(本社)	3	5,400	来島どっく(宇和島)	11	42,100	山陽造船	8	5,188
林兼・長崎	19	478,690	共栄造船	1	199	佐々木造船	6	3,694
林兼・下関	15	190,700	旭洋造船	5	15,899	佐世保重工	20	1,864,400
林兼・横須賀	3	1,496	前畑造船鉄工	3	950	四国ドック	18	55,800
響灘ドック	2	929	増井造船	2	469	下田船渠	9	25,687
檜垣造船	3	4,198	松浦鉄工	8	4,898	新浜造船	4	12,000
光工業	1	330	松浦造船	4	2,496	新日光造船	1	299
日立有明	10	1,759,000	三重造船	16	15,182	新日光造船(茗荷)	1	250
日立因島	19	1,229,700	三保造船	36	12,146	新山本造船	6	91,500
日立舞鶴	16	582,850	三菱広島	26	1,692,000	沼南造船工業	1	199
日立向島	10	138,400	三菱神戸	21	1,015,900	住友追浜	14	2,032,500
日立・堺	22	2,790,200	三菱長崎	57	7,855,500	住友浦賀	10	596,800
本田造船	9	12,316	三菱下関	15	150,190	太平工業	7	34,800
市川造船	5	5,542	三菱横浜	18	1,066,200	寺岡造船	3	3,650
今治造船(本社)	14	60,100	三井千葉	24	3,791,900	東北造船	8	54,945
今治造船(丸亀)	6	169,000	三井藤永田	22	404,700	徳島造船	8	2,364
今井造船	7	50,080	三井玉野	23	1,394,400	徳島造船産業	5	7,639
今村造船	6	9,996	三浦造船	7	3,493	東和造船	17	7,802
石播相生	30	1,351,900	三好造船	6	12,996	常石造船	16	537,050
石播知多	4	523,200	向島造船	2	998	宇部造船	1	3,300
石播呉	25	3,794,000	村上秀造船	3	4,298	内田造船	11	3,850
石播名古屋	1	13,600	内海(瀬戸田)	7	53,500	宇野造船鉄工	3	1,497
石播東京	10	126,500	内海(田熊)	2	2,360	宇品船船	4	27,600
石播横浜	8	686,400	中村造船(柳井)	4	3,987	白杵鉄工(佐伯)	16	258,050
石川島化工機	5	2,730	名村(伊万里)	4	196,000	白杵鉄工(白杵)	11	10,425
鹿児島ドック鉄工	10	23,235	名村(大阪)	12	191,100	若松造船	1	1,300
金川造船	5	1,078	檜崎造船	20	58,187	渡辺造船	5	24,896
金指造船(本社)	3	51,000	日魯造船	1	100	山中造船	3	1,438
金指造船(貝島)	14	8,980	新潟鉄工	29	20,949	山西造船	15	37,422
金指造船(豊橋)	5	237,500	日本海重工	16	325,600	横浜ヨット	3	330
神田造船	12	176,500	日鋼清水	15	207,800	横浜船渠	2	300
菅房造船	1	499	日鋼津	10	1,271,700	吉浦造船	3	3,600
関門造船	4	670	日鋼鶴見	22	1,026,703	総計	1,294	52,434,165



表 E 主機関の国内製造工場別表

(昭和48年12月末現在)

工場名	ディーゼル主機	
	台数	馬力
赤阪鉄工	97	334,150
キャタピラー三菱	6	6,750
ダイハツディーゼル	79	119,200
富士ディーゼル	15	25,500
阪神内燃機	107	244,700
日立因島	12	60,000
日立舞鶴	15	186,780
日立桜島	47	874,500
石川島相生	162	2,503,540
石川島東京	1	11,550
いすゞ自動車	—	—
伊藤鉄工	3	20,100
川崎神戸	57	1,159,400
神戸発動機	75	403,600
久保田鉄工	2	2,000
楨田鉄工	15	37,250
松井ディーゼル	1	1,000
三菱神戸	92	1,797,650

三菱	菱	長	崎	3	88,200
三菱	菱	東	京	2	1,400
三菱	菱	横	浜	21	271,290
三菱	井	玉	野	96	1,771,900
新日	潟	鉄	工	157	256,270
住友	鋼	鶴	見	3	27,900
住友	友	玉	島	64	1,175,150
住吉	デ	イ	ー	3	3,000
宇部	鉄	工		5	54,150
白杵	鉄	工		1	750
ヤンマー	デ	イ	ー	19	15,130
合	計			1,160	11,452,810

工場名	タービン主機		
	台数	馬力	
日立桜島	32	1,191,000	
石川島相生	2	72,000	
石川島東京	48	1,805,000	
川崎神戸	36	1,377,500	
三菱長崎	68	2,408,000	
三菱東京	6	260,000	
三菱野	6	252,000	
住友玉島	14	602,000	
東洋タービン	7	288,000	
合	計	219	8,255,500

表 F NK 船級船の総隻数および総トン数 (昭和48年12月末現在)

総トン数 以上・未満	NS*		NS		合計	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
99	8	552	13	996	21	1,548
100 ~ 499	63	22,375	27	10,329	90	32,704
500 ~ 999	217	187,189	27	20,290	244	207,479
1,000 ~ 1,999	354	587,921	6	7,798	360	595,719
2,000 ~ 2,999	550	1,516,468	2	5,457	552	1,521,925
3,000 ~ 3,999	285	1,028,217	2	7,480	287	1,035,697
4,000 ~ 5,999	218	1,062,302	2	8,727	220	1,071,029
6,000 ~ 7,999	199	1,402,284	1	7,209	200	1,409,493
8,000 ~ 9,999	261	2,347,238	3	28,051	264	2,375,289
10,000 ~ 14,999	193	2,256,466	5	58,191	198	2,314,657
15,000 ~ 19,999	97	1,673,288	1	16,433	98	1,689,721
20,000 ~ 24,999	79	1,771,926	2	45,900	81	1,817,826
25,000 ~ 29,999	40	1,114,604	3	81,100	43	1,195,704
30,000 ~ 39,999	106	3,695,056	—	—	106	3,695,056
40,000 ~ 49,999	56	2,483,885	1	41,164	57	2,525,049
50,000 ~ 59,999	34	1,852,139	—	—	34	1,852,139
60,000 ~ 79,999	59	3,932,797	1	60,541	60	3,993,338
80,000 ~ 99,999	41	3,742,469	2	178,275	43	3,920,744
100,000 ~ 119,999	52	5,867,587	1	106,102	53	5,973,689
120,000 ~	22	2,858,414	—	—	22	2,858,414
合計	2,934	39,403,177	99	684,043	3,033	40,087,220

# NKコーナー



## NK 船級船4,000万総トンを突破

昭和48年1年間、NK 船級船は順調な増加を続け、同年末現在、その総数は3,033隻、40,087,220総トンに達した。昭和47年2月3,000万総トン突破して以来、わずか1年11箇月で1,000万総トンの増加を見たわけである。

この間にあつて、外国籍入級船の伸びも著しく、合計27箇国、845隻(全体の27.9%)、6,473,973総トン(16.1%)を占めるに至つた。

NKは、今や船腹量において、世界船級協会中、LR、ABSに次ぎ第3位の座を確保するとともに、その船級の国際化も急速に進展しつつある。このような事態を踏まえて、NKは常に技術水準の向上に努め、その成果を技術規則に集約して、近代的かつ合理的なものとして維持するとともに、国の内外における検査体制の整備強化を図るなど、国際船級協会として関係者の信頼にこたえることができるよう、努力を続けている。

## 型式承認を受けた船用品等の検定業務について

昨年12月、船舶安全法の一部が改正施行されたのを機に、運輸大臣の型式承認を受けた船用品等の検定業務を行う「指定検定機関」として、財団法人日本船用品検定協会が設立され、本年初めから、業務を開始した。

NKは、運輸大臣から、この「指定検定機関」としての指定を受けていないので、船用品等の検定業務を行ない得ないことになり、この程船用品検査員の一部が新協会に出向した。

## インドネシア政府と設標船等につきコンサルタント契約締結

NKは、昨年4月前年に引き続き同国政府向け設標船、補給船各2隻の建造に関し、コンサルタントとして指名を受け、同国政府との間でコンサルタント契約を締結するため準備を進めていたが、昨年12月正式に契約書を取り交わした。

この間にあつて、上記各船舶の入札について、インドネシア政府と交渉を重ね、入札要領書、仕様書及び建造契約書について同国政府の承認が得られたので、2月NK本部で、インドネシア政府係官立ち会いのもとに入札の公示を行い、併せて応札5造船所に対し、本船仕様等について説明会を開催した。

この入札は、1月末で締め切られ、ジャカルタのインドネシア運輸通信省において開札され、建造造船所が決定される運びとなつている。

## 液化ガス運搬船に対する米国コーストガードの検査代行

昨年12月14日付けをもつて、NKはUSCG(米国、コーストガード)の液化ガス運搬船に関する検査の代行を行うことになつた。その要旨は次のとおり。

1. USCGは、米国の港に出入りする液化ガス運搬船について、港湾および水路の安全確保の目的で、これらの船舶の貨物倉の構造、荷役方法およびboil-offの処理方法を対象として、USCG規則に適合しているか否かの検査を行い、Letter of Complianceを発行している。
2. USCGの検査は、図面承認、材料器材の証明および建造中の検査と試験の3段階に分かれている。このうち、図面承認については、USCGが自ら行い、その他の検査については直接行うことが困難なので、船主または造船所に対し、適当な船級協会に依頼して、これらの証明、試験、検査を行つてもらふよう要求していた。こうして、証明および報告書を受有した船舶が最初に米国の港に入ると、USCGの検査官が臨検し、完成した船舶として規則に適合していることを確認した上、Letter of Complianceを発行していた。
3. 上記の方法では、不必要な遅れや、二重検査が行われるので、これを簡易な方法に改めることを目的として、Single Certification Systemが考えられた。この方法は、船級協会が船主または造船所の依頼により、一部の検査について、USCGの代行をするもので、USCGの技術的要求事項については、その都度船級協会に連絡される。これにより、船級協会の検査員によつて試験、検査が行われた部分については、USCGの検査が省略される。

この代行の対象となるのは、電気関係、管、弁、フランジ類、流量検査も含めた安全弁、材料、溶接方法等である。ただし、この方法は、IMCOの“Gas Code”が全般的に受け入れられ、米国以外の地で建造される米国籍以外のgas carrierについて、USCG規則による検査が不必要になるまでの暫定的措置である。

4. この代行検査は、今後新たに手続きをしようとする新造船に適用される。したがつて、今後わが国で建造されるLPG、LNG運搬船等で、USCGのLetter of Complianceを要する場合の諸手続きは、NKを通じてできることになつた。

## 外国籍NK船級船の船級継続のための検査規則の実施

“Survey Requirements for the Retention of Class of Ships Flying Other Flags than Japanese”は、昭和49年1月1日以降検査申込みの外国籍NK船級船に適用されている。

## 肥大船の水槽試験例 (4)

### — 船尾形状の影響 —

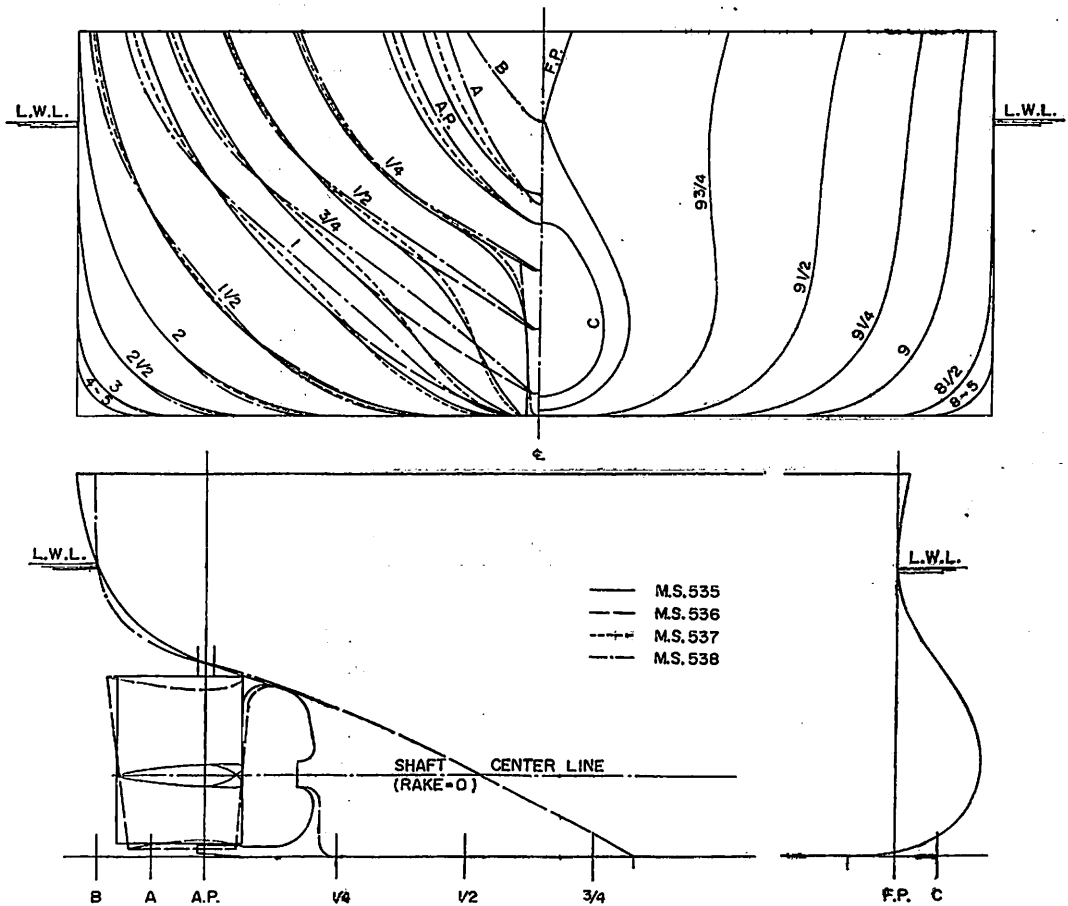
「船舶」編集室

M.S. 535, 536, 537 および 538 は垂線間長さ 360.0 m の油送船に対応する模型船で、模型船の長さおよび縮率は 6.0 m, 1/60.000 である。

M.S. 535 は V 型船型, M.S. 536 は M.S. 535 のプロペラ孔付近で 7 W.L. 以下での船底部を切りとりスケグをつけた船型, M.S. 537 は M 型船型, M.S. 538 は

U 型船型の 6 W.L. 以下を V 型のフレームライン形状とし、スケグをつけた船型である。

各船の主要寸法等および試験に使用した模型プロペラの要目を、実船の場合に換算して第 1 表および第 2 表に示し、正面線図および船首尾形状を第 1 図に示す。舵としては M.S. 535 および 537 には反動舵, M.S. 536 お



第 1 図 正面線図および船首尾形状

よび 538 にはハンギング舵が採用された。また、L/B は約 5.8、B/d は約 3.1 である。

なお、主機としては連続最大出力で 40,000 SHP×90 RPM のタービン機関の搭載が予定された。

試験はいずれも満載のほか 2 状態で実施された。試験により得られた剰余抵抗係数を第 2 図に、自航要素を第 3 図～第 5 図に示す。これらの結果に基づき、実船の有効馬力を算定したものを第 6 図に、伝達馬力等を算定したものを第 7 図～第 9 図に示す。

ただし、試験の解析に使用した摩擦抵抗係数はいずれもシェーンヘルのもので、実船に対する粗度修正量

$\Delta C_F$  は  $-0.0003$  とした。また、実船と模型船との間における伴流係数の尺度影響は考慮されていない。

〔編集室〕

この水槽試験資料は昭和 26 年、第 24 巻第 2 号にその第 1 回を掲載してより今回に至るまで 24 年間にわたり長らく愛読を賜りましたが、ひとまず今回を最後として一時休止することになりました。

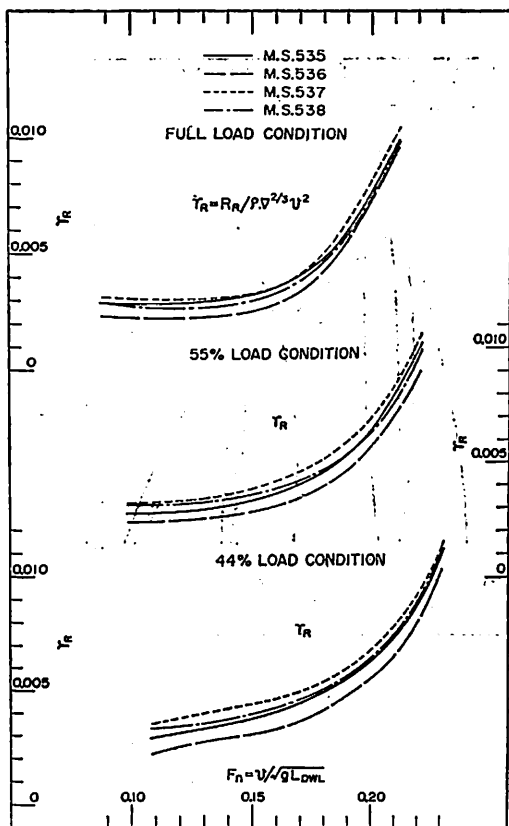
掲載しました数多くの船型試験資料のうち、参考になる資料は適宜利用していただければ幸いです。

第 1 表 船 体 要 目 表

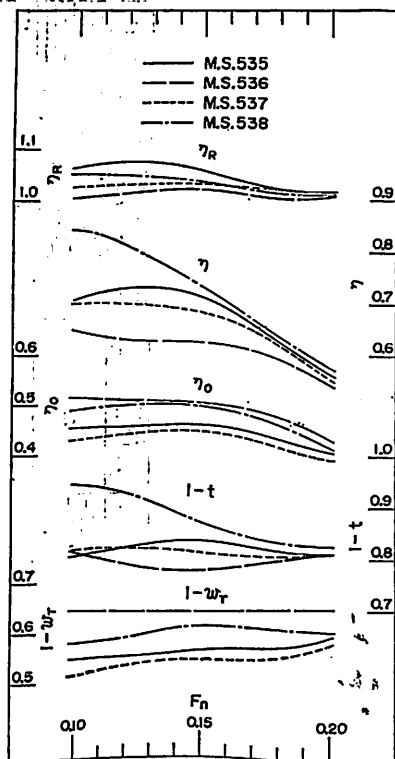
M.S. No.		535	536	537	538
長さ $L_{PP}$ (m)		360.000			
幅 (外板厚を含む) B (m)		62.610			
満 載 状 態	喫水 d (m)	20.460			
	喫水線の長さ $L_{DWL}$ (m)	367.200			
	排水量 $V_a$ (m <sup>3</sup> )	389,550	388,476	389,418	387,526
	$C_B$	0.845	0.842	0.844	0.840
	$C_P$	0.849	0.847	0.849	0.845
	$C_M$	0.995			
	$l_{CB}$ ( $L_{PP}$ の%にて 図より)	- 2.60	- 2.72	- 2.61	-2.85
平均外板厚 (mm)		0			
船首形状		突出バルブ			
バルブ	大きさ (船体中央断面積の%)	12.6			
	突出量 ( $L_{PP}$ の%)	1.60			
	没水深度 (満載喫水の%)	67.0			
摩擦抵抗係数		シェーンヘル ( $\Delta C_F = -0.0003$ )			

第 2 表 プロペラ要目表

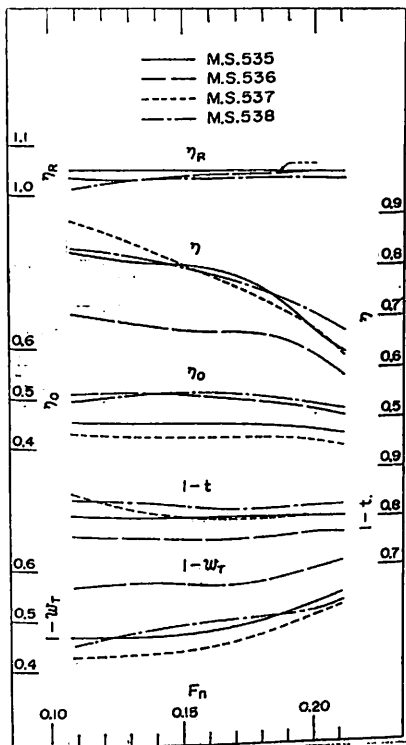
M.P. No.	430
直径 (m)	9.300
ポ ス 比	0.180
ピ ッ チ (一定) (m)	9.060
ピ ッ チ 比 (一定)	0.974
展開面積比	0.650
翼 厚 比	0.050
傾 斜 角	10°~0°
翼 数	5
回 転 方 向	右廻り
翼断面形状	MAU 型



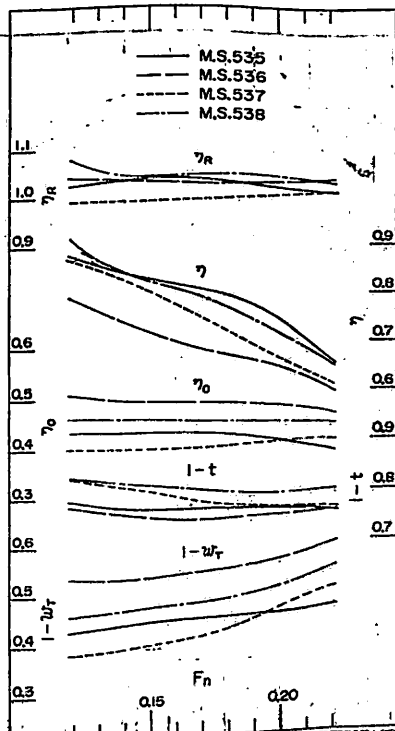
第2図 剰余抵抗係数



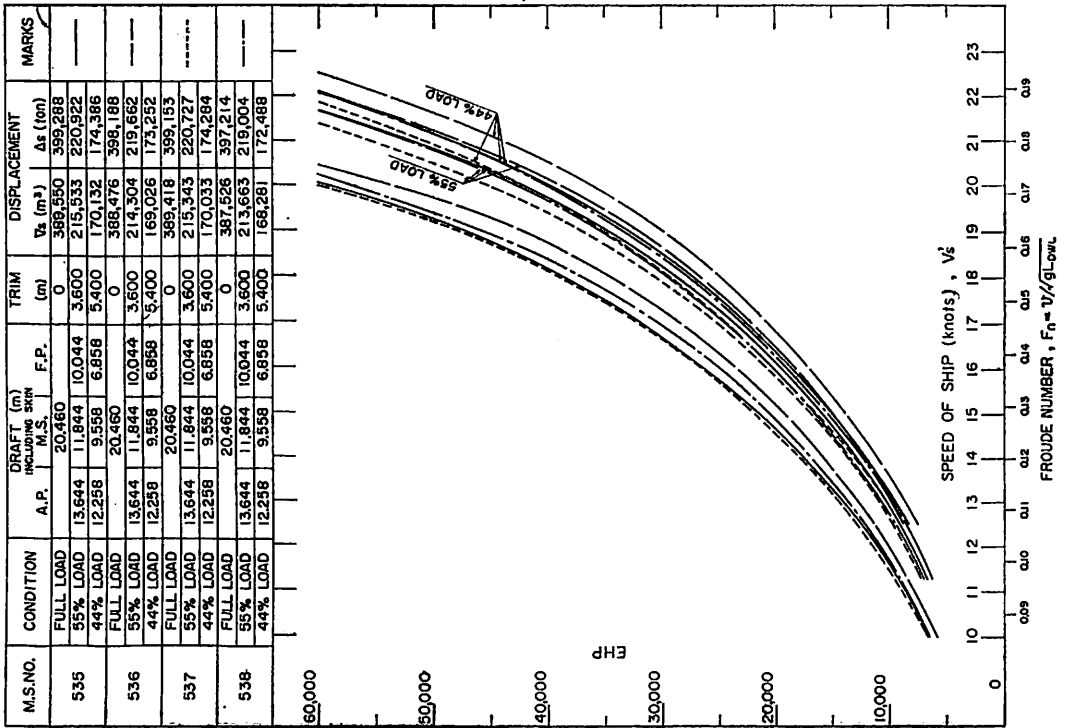
第3図 自航要素 (満載状態)



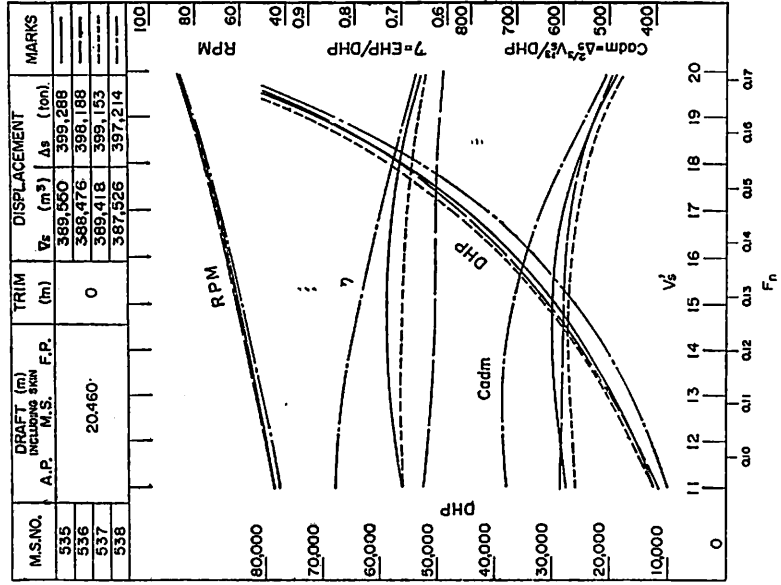
第4図 自航要素 (55%  $\Delta_F$  状態)



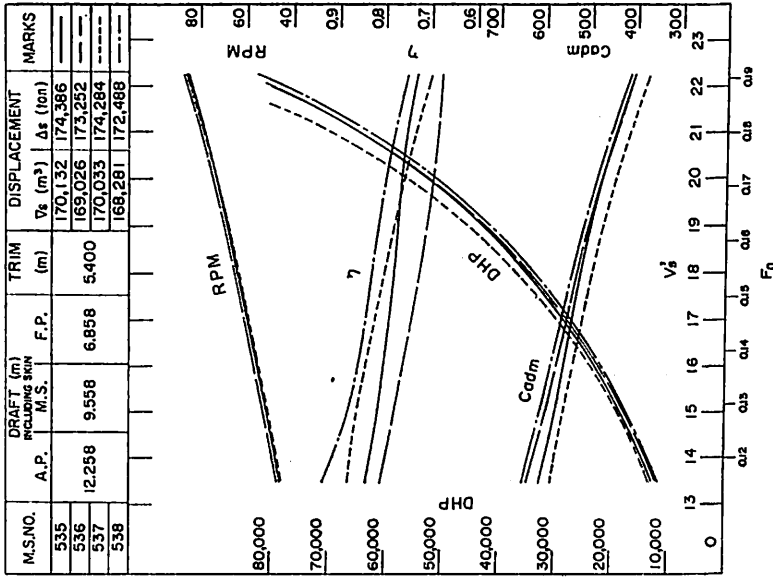
第5図 自航要素 (44%  $\Delta_F$  状態)



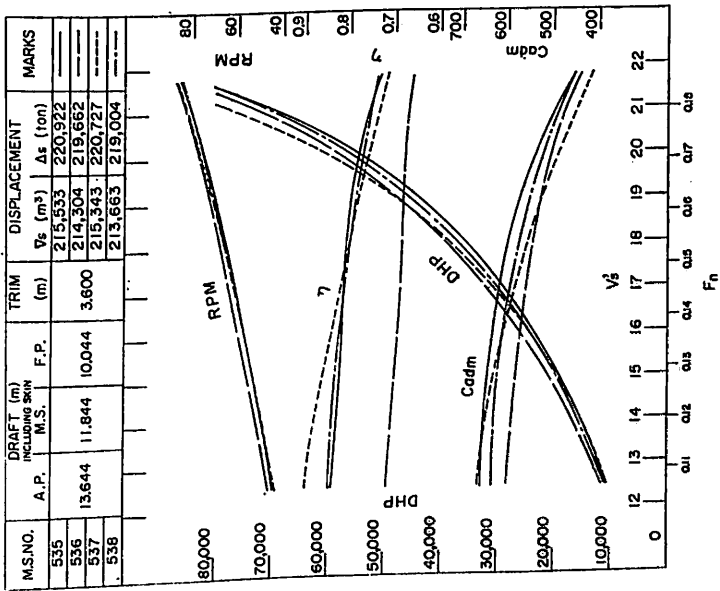
第6図 有効馬力曲線図



第7図 伝達馬力等曲線図 (満載状態)



第9图 伝達馬力等曲線図 (44%  $\Delta P$  状態)



第8图 伝達馬力等曲線図 (55%  $\Delta P$  状態)

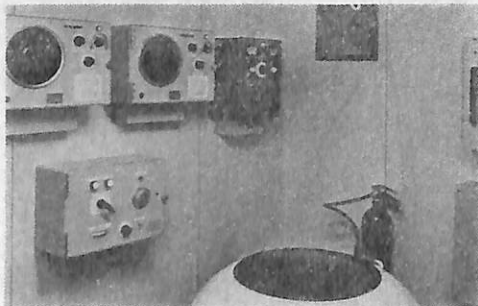
## 業界ニュース

### 高性能を実証した東京計器のハイレスコ パイロット

世界経済の規模が拡大されるとともに、原料や資材を輸送する船舶の変革は近年特に著しいものがある。数十万トンの巨大なオイルタンカーや30ノットを超える超高速コンテナ船の出現は、いままでの船舶の概念をすっかり変えてしまった。しかも効率的に運航するための航海計器の果す役割りはきわめて大きい。

航海計器の中でも、オートパイロット（自動操舵システム）は船舶の航行に直接的な影響をもたらすものといえる。東京計器（東京都大田区南蒲田2-16）では、この新しい時代の要求に応じて、オートパイロット“ハイレスコ PR-300 シリーズ”を開発し、世界最初のメガロタンカーといえる日石丸（27万重量トン）をはじめ、世界最大のグロブティック・トウキョウ号（47万重量トン）に至るまで、多くの新時代の船舶に採用されている。東京計器では、グロブティック・トウキョウ号の航海中の針路の記録図を公表しているが、これについて、船の操縦性に関するの権威者として知られる大阪大学の野本教授は、次のように評価している。

- いかにして全システムの安定性を落さずに、馬力損失を少くして操舵するかという“オートパイロット”の使命を、新しい天候調整機能と微分項に加わる2次フィルタで実現している。
  - 操舵頻度の増大を非線形遅れ回路で見事に解決している。
  - 特異な不安定性をもつ船でも、非線形制御できれいにおさえこんでおり、オートパイロットの懸案だった諸問題をハイレスコで一通り解決してしまつた。いずれにせよ現在のものでは最もすぐれたパイロットといえよう。
- なお同船の一等航海士サドラ氏も実感として「こんな



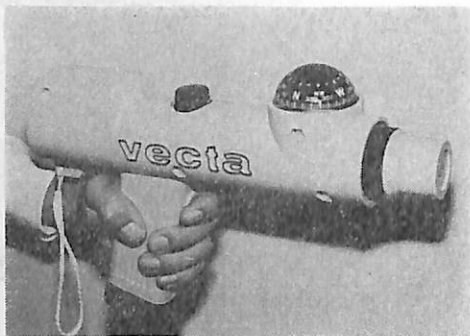
グロブティック・トウキョウ号のジャイロコンパスルーム

大きな船の航跡がこれほど見事に直線を保つて航海できたことはありません。大変使いやすいオートパイロットです」と評価しているとのことである。

### 東興産業、ポート、ヨット用の携帯用方向 探知器を輸入販売

東興産業株式会社（東京都千代田区岩本町1-1-3）では、米国ベクタ・トラック社の携帯用無線方向探知器「ベクタ R.D.F.」の本格的な輸入を開始した。

「ベクタ R.D.F.」は重量わずか1キログラムにも満たない小型器ながら、極めて高感度、高性能の方向探知器であり、しかも片手で自由に操作できるのも際立つた特長となつている。使用方法は予め発信局周波数を同調したモジュールを本体に差しこむだけで瞬時にして正確な位置確認ができる全く斬新な製品であり、従来この種製品の難点とされた選局および操作上の問題を一挙に解決した点に高い評価を受けている。この点プレジャーボートまたはヨット用としては最適であるとされ、昨年アメリカで発表された時は大変なセンセーションを巻き起したといわれる。



### コダック社の R.G. トビー氏受賞

イーストマン・コダック社の放射線資材部門の医療産業担当ディレクター、ロヤイル・G・トビー氏はアメリカ非破壊検査協会の最高賞であるゴールド・メダルの1973年度受賞者に選ばれた。このほどシカゴ市のピック・コングレス・ホテルで授賞式が行われた。

今回の受賞は、トビー氏が同協会の設立次前から永年にわたつて、工業用放射線写真の分野で活躍して業績を認められたもので、受賞理由として、賞状には放射線写真用の増感紙としてさまざまな金属箱が使用可能かどうかの研究（最終的には鉛箱が最も実用的なことがわかる）をはじめ、各種の教育プログラム、研究指導、講義に対する協力、同協会への寄与などをあげており、トビー氏を“NDT（非破壊検査）界の新たな巨人”とたたえている。



# 特許解説

**船舶建造法**〔特公昭和49—1429号公報，発明者；長山明，出願人；(株)大阪造船所〕

船舶の建造を単一の建造ドックで行う場合，従来は期間中の工事量の平準化を計るため，建造に要する総合計時数に対し大きな割合を占める機関室を含む船尾区画を先行して分割建造される工法が採られている。この工法によると先行建造船の進水出渠後に，船尾区画を浮揚させ建造ドック内の所定位置に移動し，ドック内海水の排出に伴なって沈下させ位置決めし，その後船尾区画の残工事と前方主船体の組立を行なう工程が採られている。

しかしこの建造方式によると船尾区画を建造ドックに位置決めする場合，船尾区画を前もって十分な復原力を保持して水平に浮揚させる必要がある。そのため，船尾区画上部構造物の艤装工事が制限されたり，トリム調整のためのバラスト区画を設けることが必要とされると共

に建造工事が中断されるなどの欠点をもっていた。

そこで本発明は，上記従来の建造方式の欠点を除去するため改良されたものである。1はブロック組立場を示し，2は建造ドックで前方主船体6が建造される。建造ドック2の渠口部4および渠口側部5には，それぞれ浮ドック式のサブドック3が設けられ，船尾区画8が建造される。本発明の建造工法によると，まず船尾区画8が渠口側部5に位置する浮ドック形式のサブドック3内で建造される。その後，サブドック3は経路Xを経て建造ドックの渠口部4に移動される。この移動に先立つて建造ドック2の渠口部4に位置するサブドック3は，建造船舶11の進水に先行して艤装岸壁10の係留場所12に経路Yを経て移動されている。

このようにして，本発明においては1個の建造ドックに対し，2個のサブドックを使用して交互に船尾区画部分の建造および艤装を行なうことにより，円滑に効率よく船舶を建造することができる。

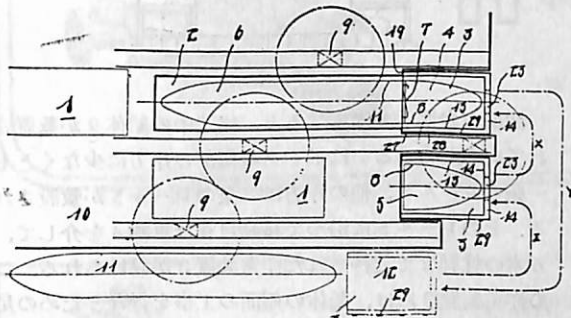
**防水函体装置**〔特公昭和49—1430号公報，発明者；福田昭三，出願人；三菱重工業(株)〕

近年船舶は運航採算面と造船技術の長足の進歩により，ますます大型化の傾向にあり，例えばタンカーにおいては50万D.W.T.もの超大型船の建造が要求されている。このため上記大型船を建造するには，既存の船台，ドックでは用をなす得なくなつてきている。

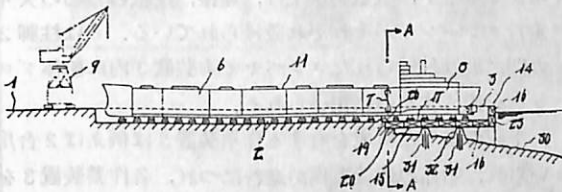
そこで，このような既存の船台，ドックを用いて，その設備能力を越える大型船を建造する方法として船舶を，船台あるいはドックで2個以上数個に分割して各別に建造し，進水させた後，水上に浮べた状態で接合する，いわゆる船体の洋上接合法が提案されるに至つた。

この発明は，上記船体の洋上接合法を実施するのに用いられる防水函体装置に関するものであり，防水函体が船体への接着および船体よりの取外しにあたり，防水函体内面密りに設けられたピンジョイント部において屈折開放し得るよう構成されたものに関する。

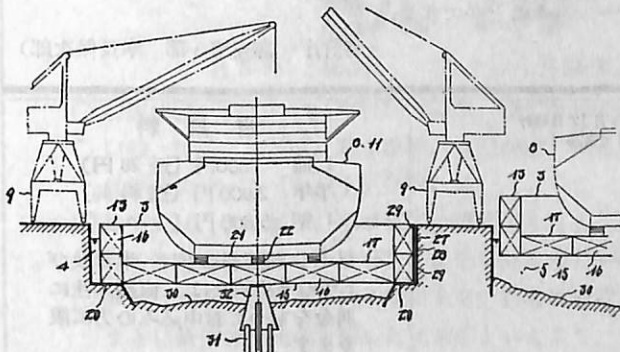
図面を参照して説明すると，防水函体3は船体1，2を接合するのに用いられ，その断面形状は側部材6，7，底部材5から成るU字状を形成し，それら底部材5，側部材6，7の内部に多数のバラストタンク4をもつ。そして防水函体3はバラストタンク4に適宜注排水することにより，それ自身浮沈が自在な浮ドックのようなものである。



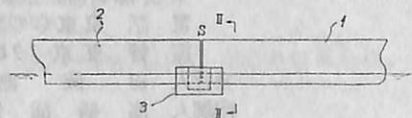
第1図



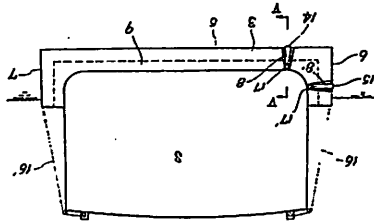
第2図



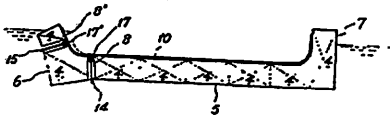
第3図



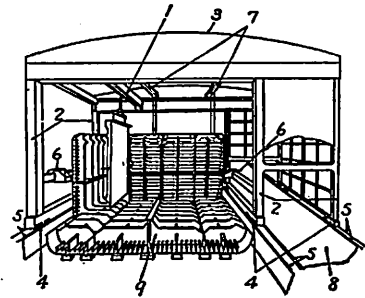
第4図



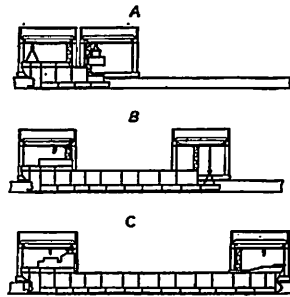
第 2 図



第 3 図



第 1 図



第 2 図

る。また、防水函体 3 の底部材 5、側部材 6、7 の内面寄り、船体接触部側にピン 17、17' により屈伸自在なピンジョイント部 8、8' が設けられている。それらのピンジョイント部 8、8' は、その三角形の隙間を水密に覆う蛇腹状の防水部により構成されている。

本発明は上記の構成のため、船体への防水函体の接着時および取外し時にピンジョイント部が屈折して開放されるため、その作業がきわめて円滑に行なうことができる。

造船作業用装置〔特公昭 49—1432 号公報、発明者；寺井清外 3 名、出願人；川崎重工業(株)〕

従来、船舶あるいは海洋構造物などの大型構造物を建造するに際し、その作業はほとんどすべて屋外で行なわれることが多く、またそれらの屋外作業を自動化、省力化することは可能でなかつた。

そこで本発明は、上記のような欠点を解消するためになされたものであり、その要旨とするところは、船台の片方に少くとも一条、他の片方に二条のレールを敷設し、その 2 条のレール間には組立定盤またはコンベヤを設ける。また上記各レール上に沿つて移動する柱脚および屋根を一体的に構成した構築物を設け、その構築物の一方端から他端の柱脚近傍まで走行する天井走行クレーンを設けたことを特徴とする造船用作業装置にある。

図面を参照して説明すると、建造中の船体 9 が載置されている船台あるいはドックの側部の片方に少なくとも一条のレール 5、他の片方に二条のレール 5 が敷設される。そのレール 5 に沿つて移動自在な車輪 4 を介して、6 本の柱脚 2 で支持された作業装置 3 が設けられる。この作業装置 3 には、船体の側面の工事を行なうための足場装置 6、溶接装置を溶接作業場所へ配置するための専用クレーン 7、重量物吊上げ、運搬、反転のための天井走行クレーン 1 がそれぞれ設けられている。8 は柱脚 2 の間に取り付けられたコンベヤで本装置 3 内に船体ブロックを搬入するのに用いられる。

上記のような構成を有する作業装置 3 は例えば 2 台用いられ、船体の建造工程が進むにつれ、各作業装置 3 を順次移動させることにより、円滑な船舶建造作業を行なうことができる。

(特許庁 審査第 3 部 幸長保次郎)

船 舶 第 47 卷 第 3 号

昭和 49 年 3 月 12 日発行  
定価 500 円 (送 28 円)

発行所 天 然 社

郵便番号 1 6 2

東京都新宿区赤城下町 50

電話 東京 (269) 1908

振替 東京 79562 番

発行人 田 岡 健 一

印刷人 高 橋 活 版 所

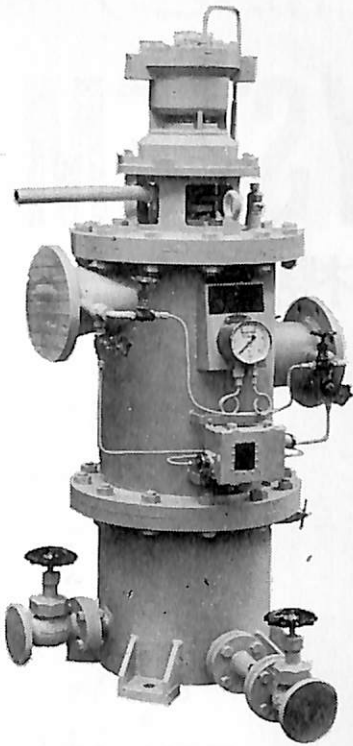
購 読 料

1 冊 500 円 (送 28 円)

半年 2,900 円 (送料共)

1 年 5,800 円 ( / )

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



「ケーワン」 ストレーナー」  
スラッジ完全分離

油圧駆動方式完全自動逆洗型  
ノッチワイヤー式油汙過機

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

品 神奈川機器工業株式会社

取締役社長 秋山二郎

本社・工場 横浜市磯子区岡村町笹塚1168  
TEL (045) 761-0351(代表)



日本図書館協会選定図書

1 隻 1 冊 必 備 の 書



監修 東京商船大学名誉教授 浅井栄資  
東京商船大学学長 横田利雄

航海辞典

A5判 850頁 布クロス装函入 定価 6,500円 千120円

- 解説項目1,112項, 参照項目5,308項, 挿入図400余個, 挿入表95個。
- 口絵・付録: 天測曆, 基本雲形, 海図図式, 世界主要航路地図(色刷), 航海技術年表, 文字旗, 世界煙突マーク(アート紙色刷)他
- 地文航法, 天文航法, 電波航法の理論はもちろん, 船のぎ装, 整備, 操船, 載貨を具体的に取上げる等運転上のあらゆる場合に対処し得る項目が採録されている。
- 執筆は東京商船大学, 神戸商船大学, 航海訓練所, 海技大学の教官(41名)がこれにあたり, まさに最高の権威者を揃えた執筆陣といえよう。

東京都新宿区赤城下町50 天 然 社 振替東京79562番

# 船舶自動化(MO)を推進する

# ZERO SCAN SYSTEM<sup>®</sup>

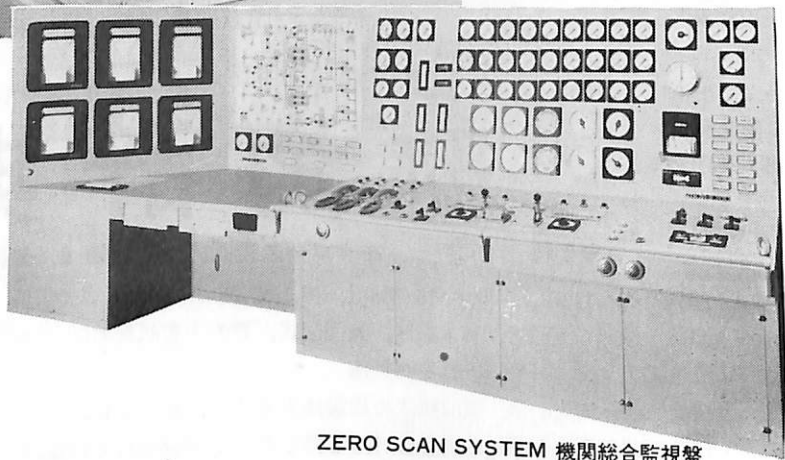
## データロガー・監視盤



ZERO SCAN SYSTEM  
データロガー

- 本システムは当社が船舶自動化用として他に先駆けて開発した全く新しい理想的なシステムであります。
- すべての発信器と受信器が1:1の常時監視方式であります。
- MO適用船の推奨規則に最適のものであります。
- ユーザー各位の経済性を主眼として製作されております。

納入実績 3 万点以上



ZERO SCAN SYSTEM 機関総合監視盤



## 理化電機工業株式会社

本社・工場 東京都目黒区中央町1-9-1 TEL 東京(03)712-3171(代)☎152 TELEX246-6184  
横浜工場 神奈川県横浜市緑区青砥町342 TEL (045)932-6841(代)☎226  
本社営業部 東京都目黒区柿ノ木坂1-17-11 理化電機ビル TEL (03)723-3431(代)☎152  
大阪営業所 大阪市東区本町1-18 山甚ビル TEL 大阪(06)261-7161(代)☎541  
小倉営業所 北九州市小倉区米町1-1-5 小倉朝日三井ビル TEL 小倉(093)551-0288 ☎802



ESTABLISHED - 1858 -

THOMAS  
MERCER  
— ENGLAND —

一世紀にわたる…  
輝く伝統を誇る!



全世界に大きな信用を博す!  
英国・トーマス・マーサー製

# マリンクロノメーター

デテント式正式クロノメーター

二日巻・八日巻・検定保証書付(温度補正書・等時性能書・日差書付)

マリン・クロック

八日巻・デテント正式クロノメーター  
8時(200%)真鍮ラッカー  
仕上 ダイヤルは白色エナ  
メル仕上

総代理店 ● 村木時計株式会社

東京都中央区日本橋江戸橋3の2 TEL(272) 2971(代表) 〒103  
大阪市南区堂堂寺橋通2-42 TEL(262) 5921(代表) 〒542

## デジタル気圧計 4-461型



これまで、気圧測定に使用されていた水銀柱やダイヤルゲージ・バロメータは、操作に高度な技術と熟練を要しますが、本装置の操作はきわめて簡単になっています。

装置はコンパクト化され、軽量であるとともに、高度補正の必要もなく、6ヵ月に一度の較正で、安定した、信頼性の高い測定ができます。較正は後面にあるゼロアジャストスイッチで簡単にできます。

大気圧は直接に精度0.025%で連続表示ができ、同時にその信号を中央コンピュータやデータ集録装置に接続することもできます。

用途としては、気象観測所をはじめ調査船、風洞実験、管制塔やエンジンテスト施設などに使用でき、用途に応じて、ラックマウント型とポータブル型を使い分けすることができます。

製作会社 Bell & Howell

輸入元 コロンビヤ貿易株式会社

販売代理店 株式会社 玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4-4-4  
(和光裏通り)

電・(561) 8 7 1 1 (代表)

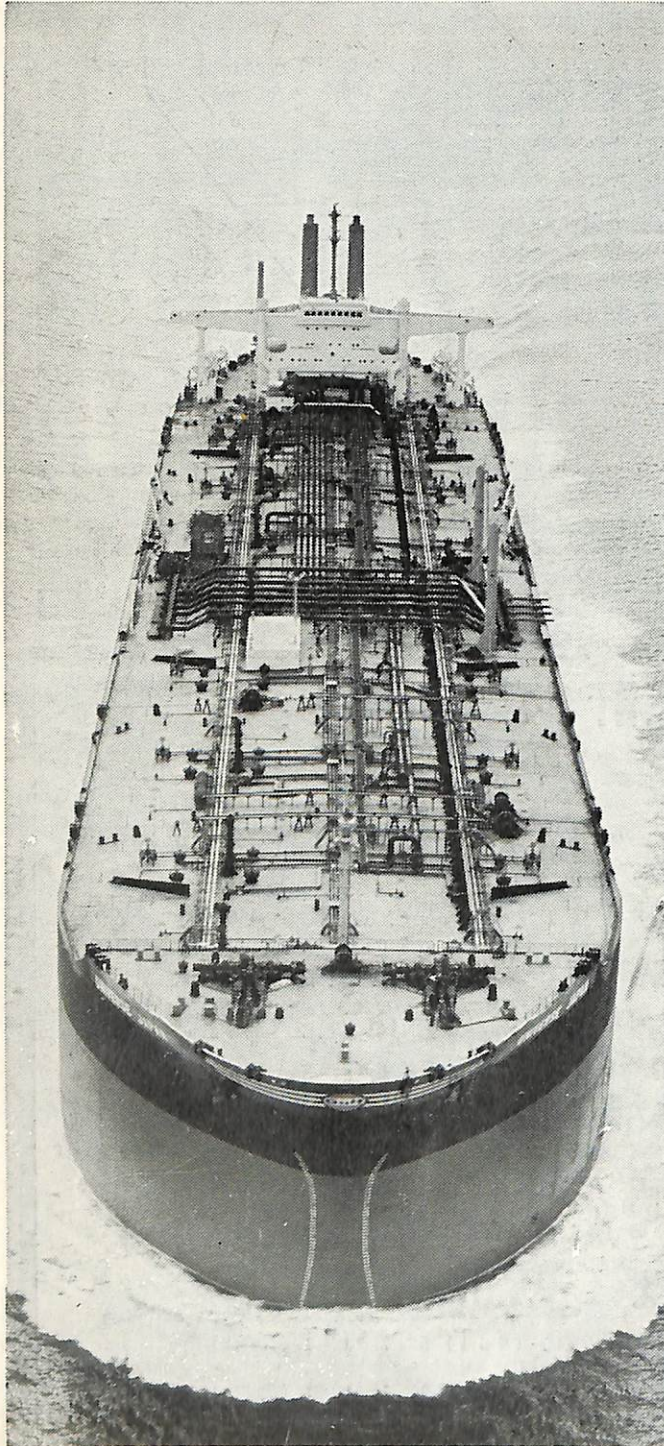
支店 大阪市南区順慶町4-2

電・(251) 9 8 2 1 (代表)

工場 東京都大田区池上2-14-7

電・(752) 3 4 8 1 (代表)

# あの巨大船のわずか28平方メートルを タッチアップしただけ……



世界最大級タンカー〈ユニバーズ・ジャパン号〉建造にあたり、船底から上甲板までダイメットコートとアマコートで防食塗装された面積は14万平方メートル。3年たったのち、塗装のタッチアップを要した面積はその5,000分の1、わずか28平方メートルでした。この〈ユニバーズ・ジャパン号〉をはじめ6隻のマンモスタンカーの塗装を施工したのは井上商会です。

ダイメットコートがどのように優れた防食塗装であるか以上の事実が端的に示していますが、より具体的な調査結果をお伝えいたしましょう。まず、ダイメットコートNo.3無機亜鉛塗料を塗った甲板はきわめて良好な状態を保っていました。またダイメットコートNo.3にアマコートを上塗りした上部構造物は最良の状態でした。さらに特筆すべきことは外舷の状態です。わずかな部分に藻が付着していた他、まったくきれいであったことです。したがって、航海中の速力の低下もなく、燃料消費量の増大もありませんでした。そして苛酷な3年の航海のあとタッチアップを要したのは点在する部分をトータルしてわずかに28平方メートル。船主や用船者は莫大な経費の節約ができたわけです。

巨大船から原子炉まで、あらゆる鋼構造物の防食塗装は、豊富な経験と実績を持つ井上商会の専門家に相談下さい。

## ダイメットコート アマコート

販売 株式会社 **井上商会**  
製造 株式会社 **日本アマコート**

取締役社長 **井上正一**  
本社/〒231 横浜市中区尾上町5-80  
☎(045)681-1861(代)

詳しい資料ご希望の方はハガキで——

資料  
請求券  
A-1

船舶 第四十七巻 第三号  
昭和四十九年三月二十日 第三種郵便物認可  
昭和四十九年三月十三日 発行 (毎月一回)

編集発行 兼印刷人 田岡健一  
東京都新宿区赤城下町五〇番地  
印刷所 高橋活版所

定価 五〇〇円 発行所

東京都新宿区赤城下町五〇番地  
(郵便番号 一六二二)  
天 然 社  
振替・東京 七九五六二番  
電話 東京 (漏) 一九〇八番

保存委番号:

221045

雑誌コード 5541-3