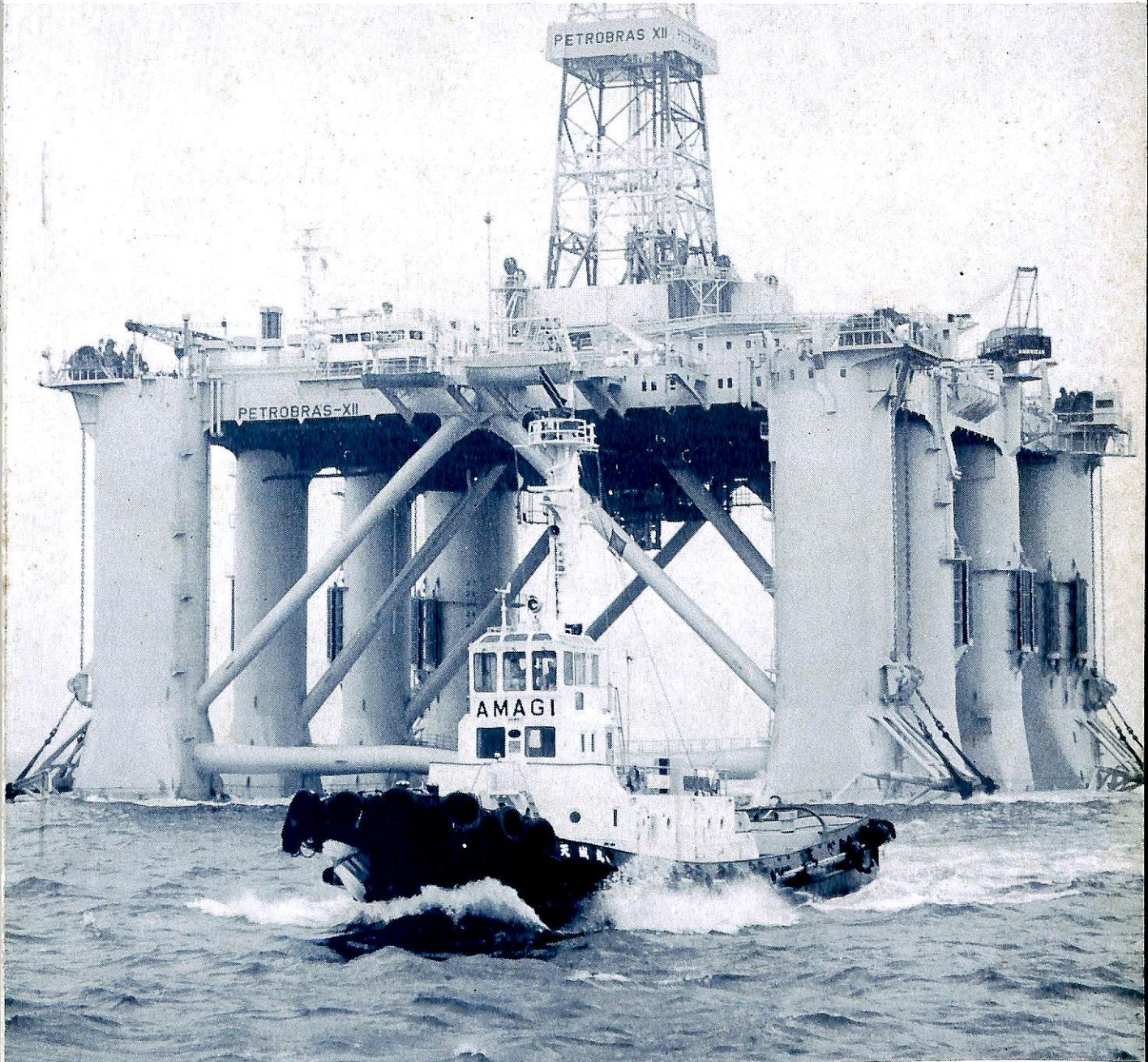


# 船の科学 1983 6

VOL. 36 NO. 6



**東京汽船株式会社**

三井造船建造のリグを曳航中の

トグボート「**天城丸**」

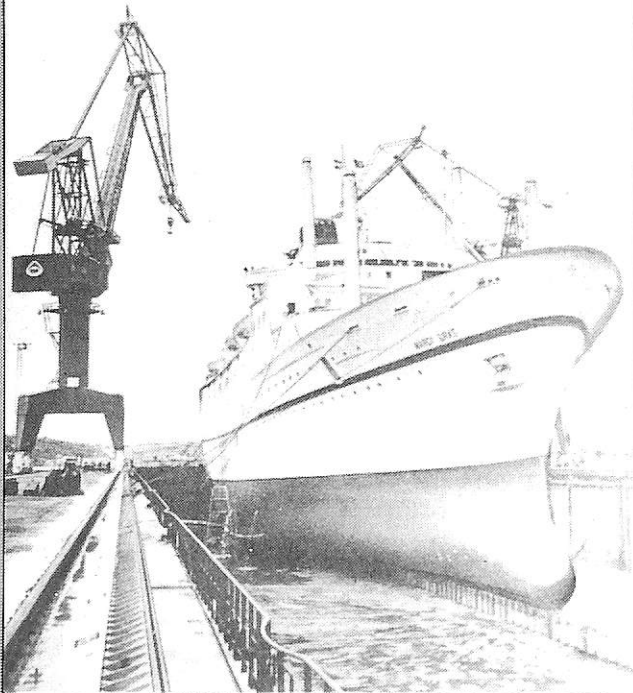
総噸数 195 T ディーゼル機関 1,300PS x 2

曳航力 33t 消火装置設備

# 356 SUNNY DAYS!!

修繕と改造はカリブ海“キュラソー”で…  
降雨量は年間わずか400ミリ。

“Antilia” graving dock  
150,000dwt



## 設 備

- 修繕ドック 2基  
150,000dwt 1基  
28,000dwt 1基
- 1,800m(総延長)修繕岩壁
- 各種クレーン(ドックサイド)9基

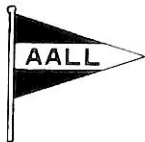
## 事業内容

- 船舶の修繕・改造
- 発電機・モーターの修繕と巻換え
- 電子機器及び自動化装置の修繕
  
- 年中無休サービス
- ジェット便は北米、南米、ヨーロッパ  
各地へ直行便、毎日運航



**CURACAO DRYDOCK  
COMPANY INC.**

Curaçao NETHERLANDS ANTILLES



総代理店

**オールランドコンパニー リミテッド**

〒105 東京都港区西新橋1-1-3(東京桜田ビル) 電話(03)(503)2030(代)  
テレックス222-3266“AALL J”

〒650 神戸市中央区東町113-1(大神ビル) 電話(078)(391)7801(代)  
テレックス5622-401“AALL KB J”

# 素材がきめて

## ピラースタンチューブパッキン

漏れが少なくヒルジ排水を減少させます。

高強度繊維「タフラミド」を使用していますので長寿命です。

脱石綿パッキンなので軸スリーブを摩耗させません。

## シーゴールドパッキン No.428F

近年、船舶では機関部の合理化、省力化が進むとともに、海洋汚染防止法に見られる通りヒルジ排水にはきびしい規制が加えられ、軸封部に使用されるパッキンにも、より優れた性能が要求されています。日本ピラー工業は、特に船尾管軸用パッキンNo.426、No.426Fにより従来から親しまれてまいりましたが、この度、画期的性能を持つスタンチューブパッキン「シーゴールド」ピラーNo.428Fを開発致しま

した。シーゴールドパッキンは、パッキンの基材である編みに従来から多くの実績を有しているラミー繊維と最近注目されている高強度アラミド繊維とを混紡した糸「タフラミド」を使用しています。従って、シーゴールドパッキンは、漏れが少なく、長寿命という、今まででは考えられなかった画期的な性能を発揮いたしますので、必ずや皆様のご期待にそえるものと確信致しております。

### ピラーNo.428Fの使用限界

用途	スタンチューブ、ラダー、青海水ポンプ
流体温度	80℃
流体圧力	10kg・f/cm <sup>2</sup>
周速	10m/S
P V 値	50kg・f/cm <sup>2</sup> ・m・S

**PILLAR**

**日本ピラー工業株式会社**

本社 〒532 大阪市淀川区野中南2-11-48

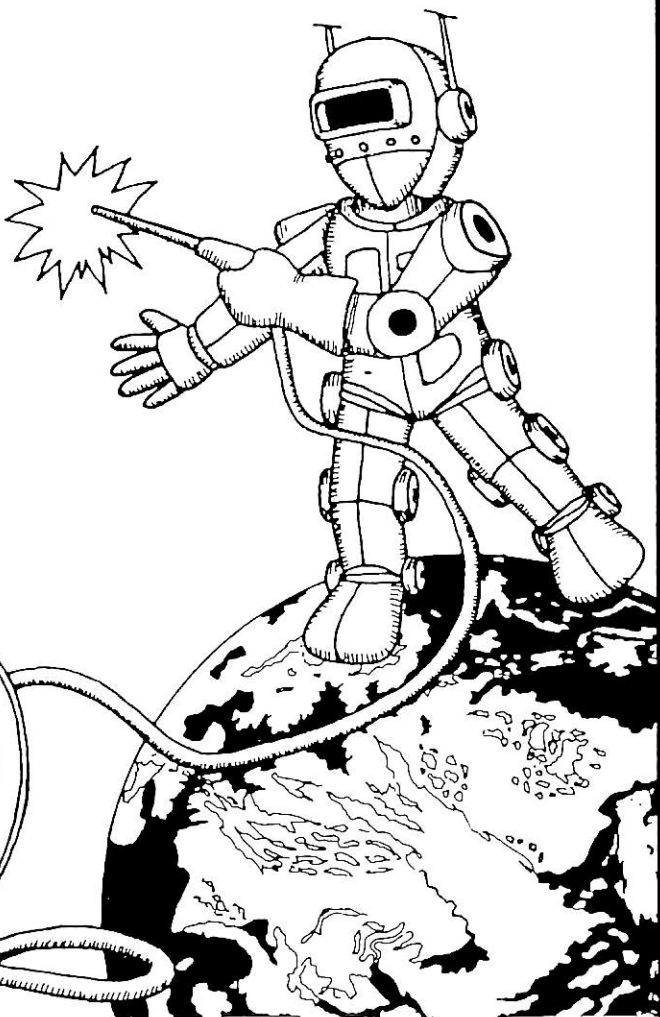
本社 (06) 305-1941 大阪 (06) 302-5201 東京 (03) 432-1811 神戸 (078)391-3541 水戸・千葉・川崎・名古屋・姫路・広島・長崎

# メカトロ化時代への道を拓く 溶接の夢を実現……………

CO<sub>2</sub> 溶接用シームレス  
フラックス入りワイヤ



- ソリッドワイヤの高効率性と被覆  
アーク溶接棒の使い易さを兼ね備  
えた画期的な商品です。



## ■特長

- 送給性にすぐれ長尺フィーダでもOK
- スパッタが少ない
- ヒューム発生量を減少
- オールポジションが可能
- 安定したアークできれいなビードが得られる
- 保管が容易

## 日鐵溶接工業

本社：東京営業所：東京都中央区築地3-5-4  
中川築地ビル TEL 03(542)8611(代)  
営業所：札幌/仙台/新潟/小山/千葉/横浜/静岡/名古屋  
屋/富山/大阪/姫路/高松/広島/北九州/長崎

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

受託試験、研究  
施設設備の貸与  
技術相談

環境(耐候・振動)・防火・防爆・情報処理  
音響・化学分析・材料・加速度ピックアップの  
校正等・試験研究設備が整備されています



船舶機装品研究所

所長 芥川 輝孝

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING  
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12  
TEL 0423-94-3611~5

(競艇益金事業)



海洋環境の利用・開発・保全技術の  
開発・試験・研究に大型水槽施設の利用を!!

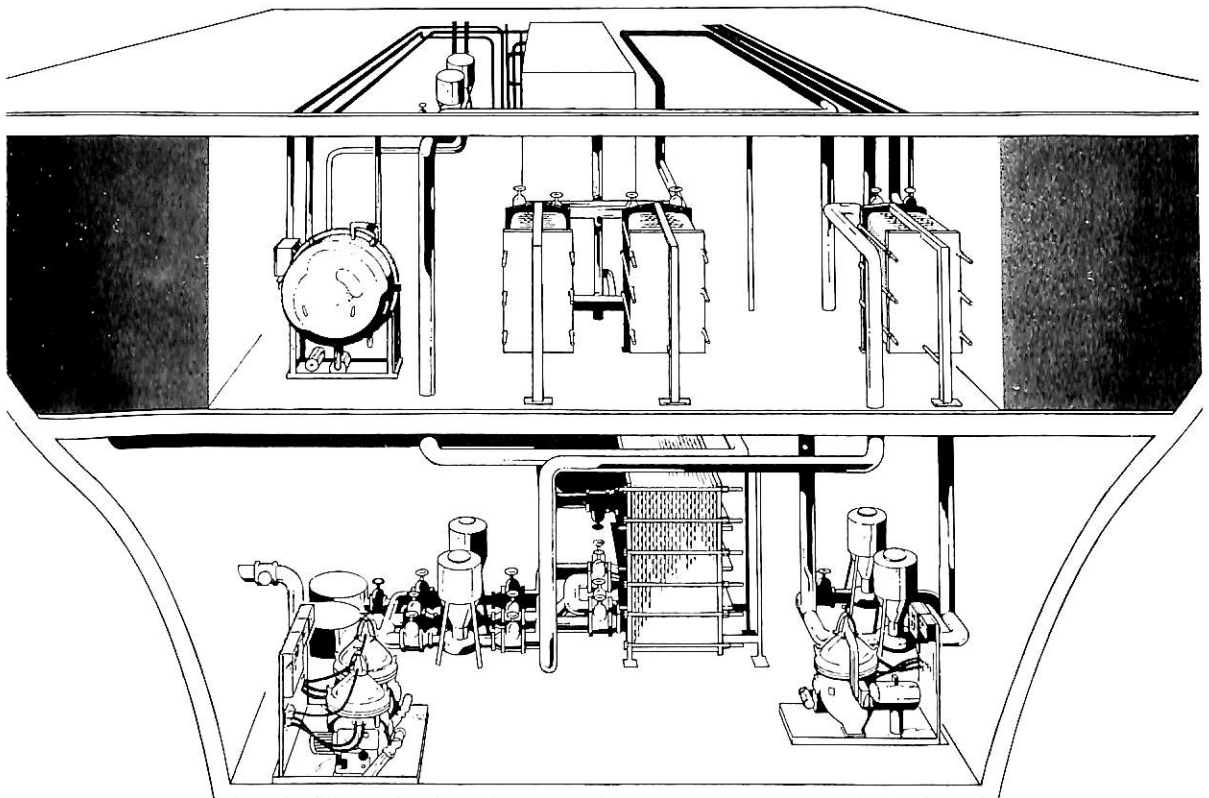
角水槽における浮体式波浪発電装置の実験

回流水槽におけるTransient wave中の全天候型救命筏の実験

(財)日本造船振興財団 会長 笹川良一  
海洋環境技術研究所

〒305 茨城県筑波郡大穂町南原2(筑波研究学園都市内)  
TEL 0298-64-2125, 2126

# エンジンルームの経済性を追求する アルファ・ラバル



遠心分離と熱交換に関する確固たる技術力に裏付けされたアルファ・ラバルの船用システムは省エネエンジンルームの実現に貢献し、優れた性能・信頼性・経済性を提供します。

サービス網は世界主要港に配備されており、システムのバックアップ体制も万全です。

アルファ・ラバルを指定すること——それは百年

にわたる船舶業界での経験に培われた技術力をあなたのものにできることなのです。

- アルファ・ラバル主要船用システム
- セントラルクーリングシステム
  - 潤滑油の熱回収システム
  - 燃料油の前処理、クリーニングシステム
  - 造水装置

部品・修理・技術員派遣の御要求は……

**信頼と技術をもっととする**

アルファ・ラバルサービス株式会社

営業第2部

〒550 大阪市西区新町1-1-17

TEL (06) 538-0391

〒103 東京都中央区日本橋本町1-12(岡本ビル)

TEL (03) 279-5317

アルファ・ラバル船用機器に関する  
資料御請求、御質問は下記へ……。

**ALFA NAGASE-ALFA KK**

長瀬アルファ株式会社

営業第2部

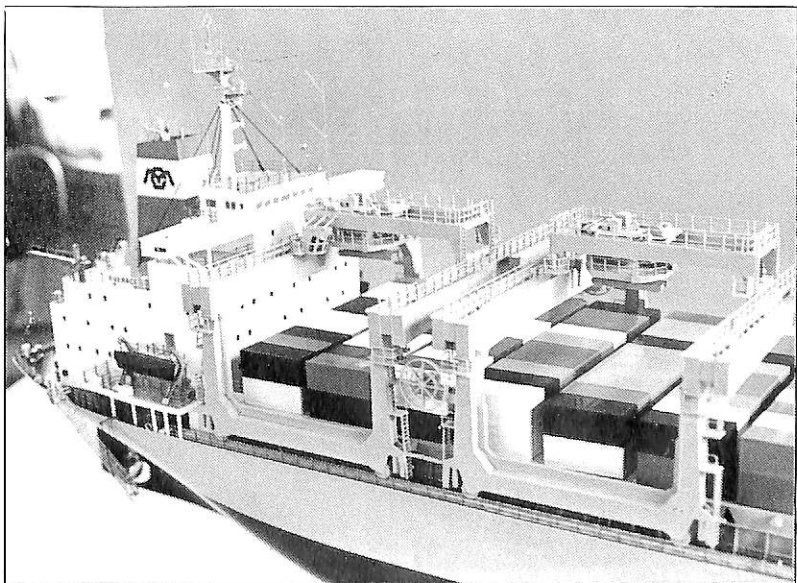
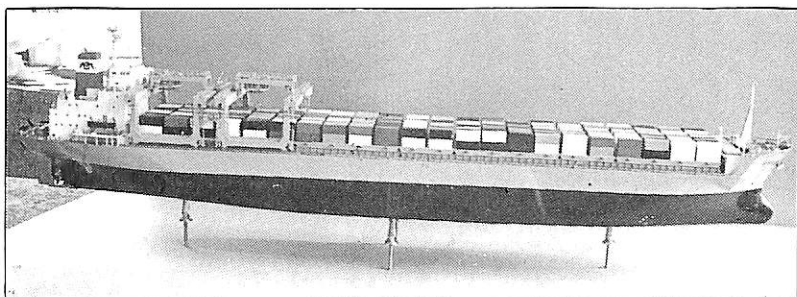
〒542 大阪市南区鰻谷西之町6(三栄ビル)

TEL (06) 281-1062

〒103 東京都中央区日本橋本町1-12(岡本ビル)

TEL (03) 279-5313

# 進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



Bulk/Ore Carrier Container

M.V. EVER ACE

船主 Driefontein Co.,Ltd.

造船所 金指造船・豊橋工場建造

全長	207.62m	深さ	15.80m
垂線間長	195.00m	喫水	10.35m
船幅	31.60m	重量	42,149t

## 株式会社 不二美術模型

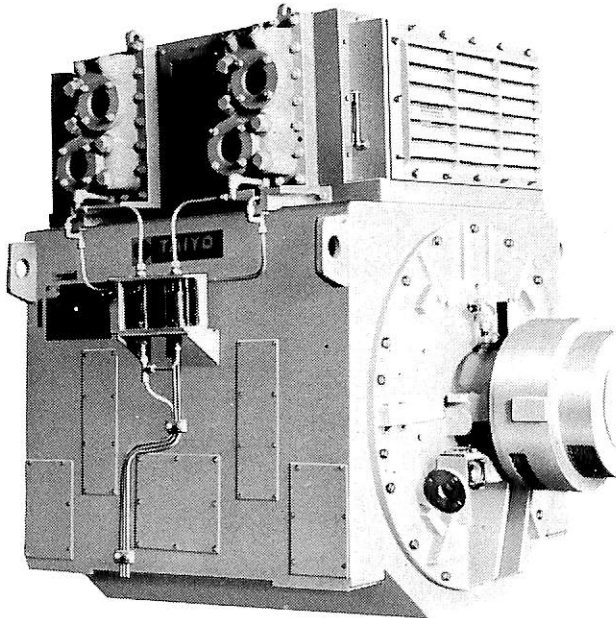
代表取締役社長 桜庭武二

東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京 (998)1586

ながい経験と最新の技術



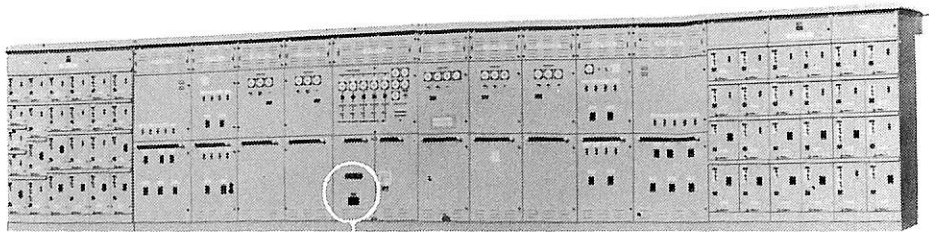
# 大洋の船舶用電気機器



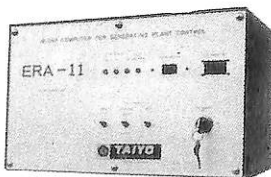
排ガス利用2極タービン発電機

## 主要生産品目

- 発電機
- 電動機
- 配電盤
- コンソールパネル
- 自動化電源装置
- 送風機



配電盤



発電装置制御用マイクロコンピュータ

 **大洋電機** 株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町2-4東洋ビル  
電話 03-293-3061 (大代表)  
工場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬  
営業所 下関・三原・大阪・札幌  
海外 Jakarta・Pusan・AbuDhabi  
Dubai・Baghdad・Riyadh



# 船の科学

1983

6

Vol. 36

## 目 次

- 9 新造船写真集 (No. 416)
- 22 日本商船隊の懐古 No. 48 (浅香丸, メキシコ丸) .....山 田 早 苗
- 25 5月のニュース解説.....米 田 博
- 28 37,000 dwt 省エネ型ハンディサイズバルクキャリア  
"OCEAN ARROW" .....来 島 ど っ く
- 37 船舶自動化設備特殊規則の制定について.....運 輸 省
- 44 光ファイバ伝送システムの船舶への応用.....藤 倉 電 線
- 51 ディーゼル-電気SCR推進機関 -ケーブル敷地/修理船に搭載- .....編 集 部 訳
- 54 アルミニウム合金製LNG船積用球型タンクの製作 .....川 崎 重 工 業
- LNG船の就航記録から (その25)
- 62 スロッシングによる損傷とその防止対策.....編 集 部
- 
- 73 ケミカルタンカー (68).....恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介
- 79 船舶電子航法ノート (75).....木 村 小 一
- 
- IMOコーナー (第18回)
- 85 IMOとこれからの世界の海上安全対策動向  
一付: 第18回MEPC報告(抜粋).....運 輸 省 船 舶 局
- 86 昭和57年度造船事情.....運 輸 省 船 舶 局
- 
- 外国船ニュース
- 20 ソ連の新型砕氷船二題(DIKSON, KAPITAN EVDOKIMOV)  
Silja Lineの大型カーフェリー客船 .....野 間 恒
- 技術短信 世界初の「船内光ファイバー通信システム」を開発 .....三菱重工業・安立電気
- ニュース ブラジル向け半潜水非自航式海底石油掘削装置 "ペトロプラスXII" .....三井造船  
超ロングストローク三菱UEエンジン「Lシリーズ」開発 .....三菱重工業
- 海外技短 海洋機器の規格に適合するガス用ファン .....英国大使館  
50のターゲットを監視できるレーダープロッター .....英国大使館
- 統計資料 世界主要造船国の船種別竣工量(1982年年間) .....ロイド船級協会

# 最新の技術と実績を誇る 福島甲板機械



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



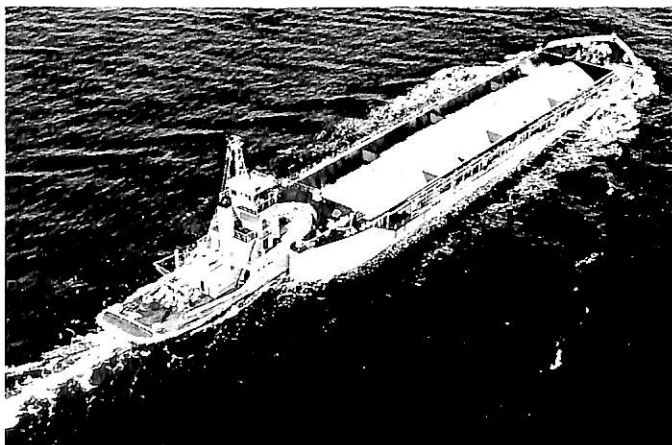
株式 福島製作所  
会社

本社・工場 / 福島市三河北町9番80号 ☎0245(34)3146  
 東京事務所 / 東京都千代田区四番町4-9 ☎03(265)3161  
 大阪営業所 / 大阪市東区南本町3-5 ☎06(252)4886  
 営業所 / 北海道・東北・尾道・下関  
 海外駐在員事務所 / ロンドン

## “押船—繋船団に”アーティカップル

ピンジョイント式  
自動連結装置

ボタン操作による  
全自動方式

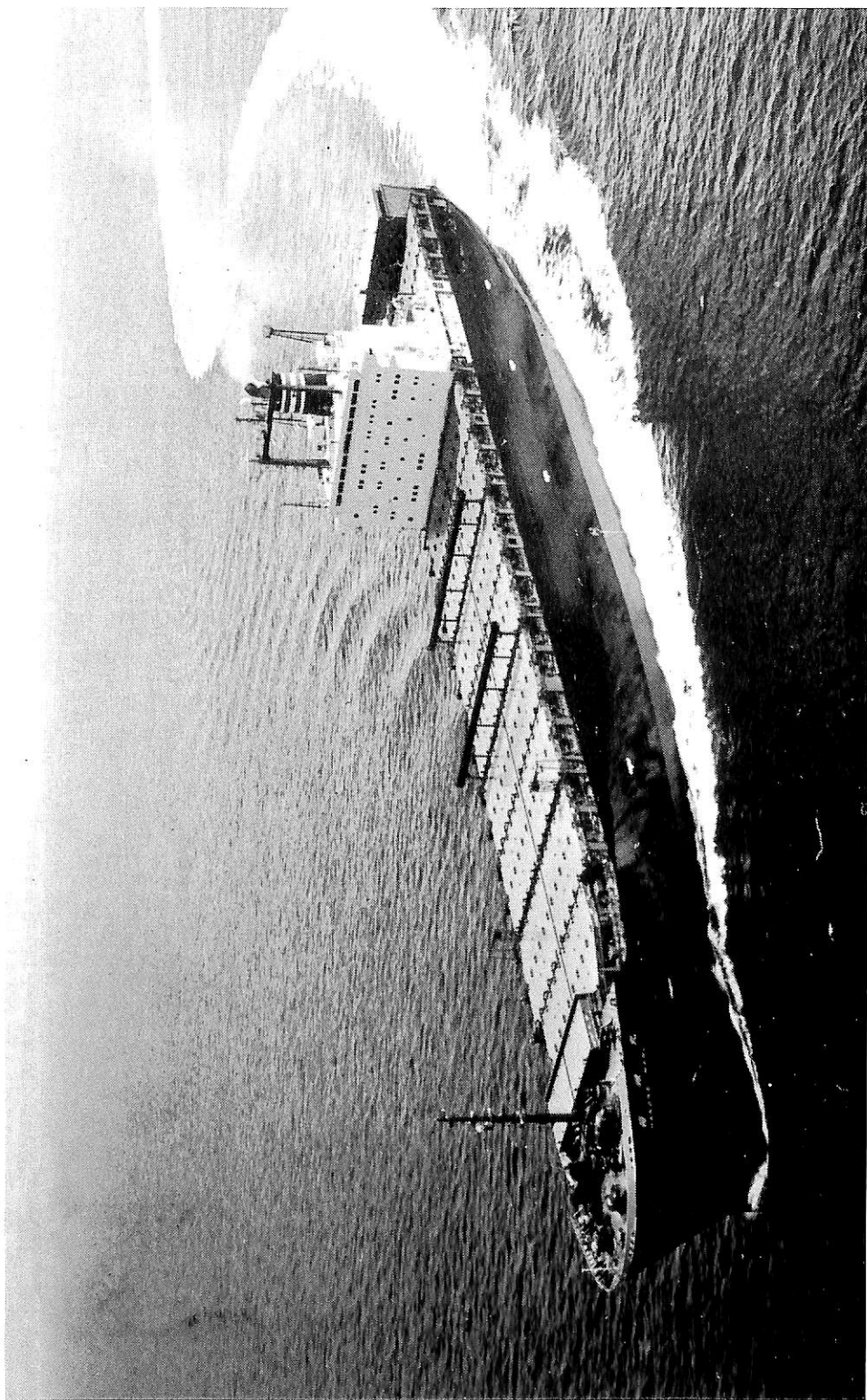


☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

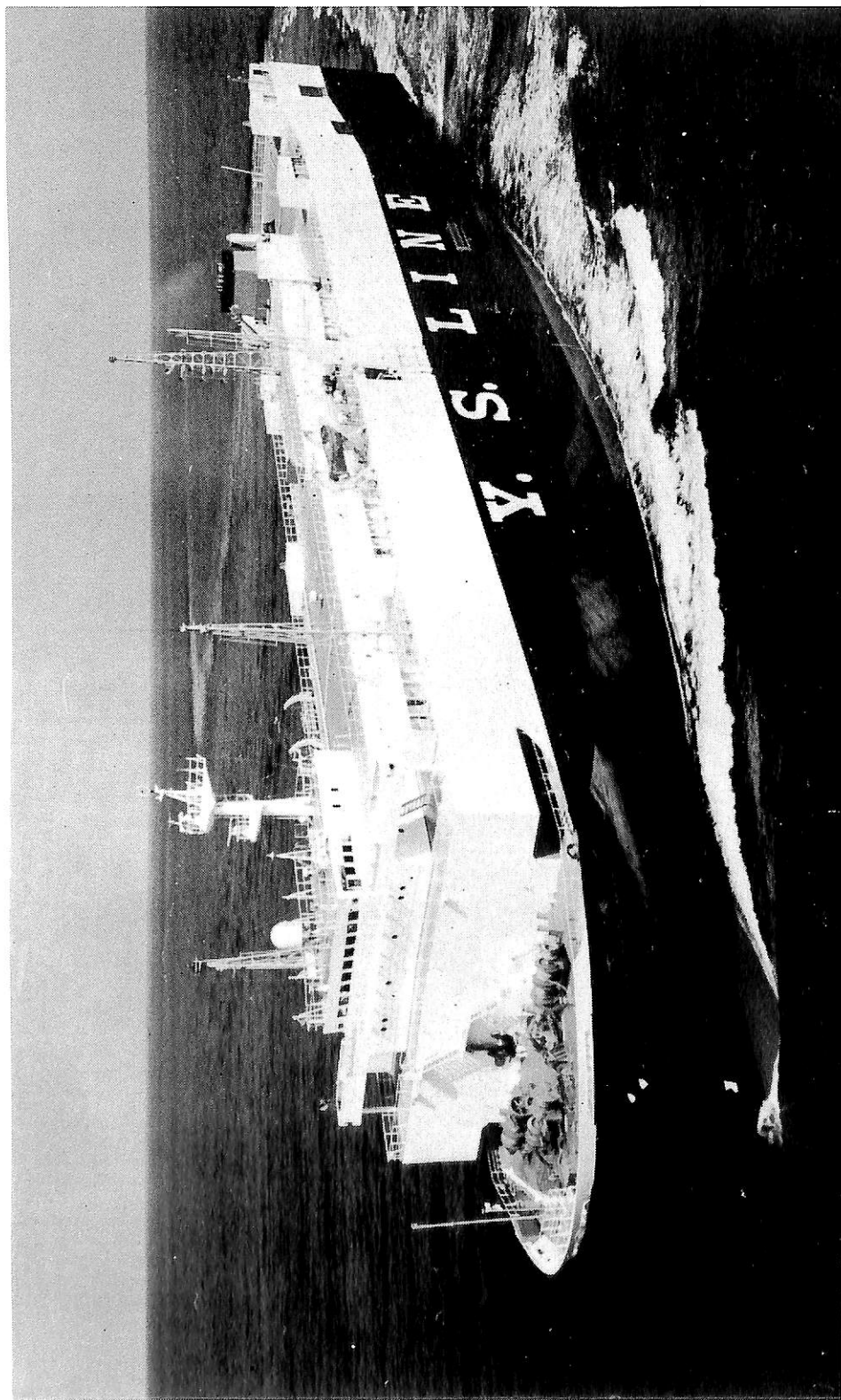
大成設計工務株式会社

東京都千代田区岩本町1-6-7  
 宮沢ビル703号 電話03(851)3837  
 テレックス 2655164 TAIENG J



38次コンテナ船 箱根丸 HAKONE MARU 日本郵船株式会社 昭和海运株式会社

三菱重工業株式会社神戸造船所建造(第1133番船)  
 全長 211.06m 垂線間長 196.00m  
 満載排水量 21,870t 総噸数 35,309T  
 噸口数 12 (常用) 22,270PS (95rpm) 清水槽 239.6㎡  
 燃料消費量 69.2t/day  
 1,200kW × AC 450V × 60Hz × 3, (夕) 三菱 1,100kW × AC 450V × 60Hz × 1  
 (備) 全波 × 1 船電話 每車衛星装置 VHF  
 (試運転最大) 24.01kn (満載航海) 20.9kn  
 乗組員 35名  
 No.7 ホールド (aft deck's) 上にヘリコプター × 3, 小型飛行機の搭載可能。  
 航海計器 デッカ  
 航程距離 16,000哩  
 航速 16.000哩  
 船級・区域資格 NK 遠洋  
 ロラン NNSS 衝突予防装置  
 11,000kg/h × 7.5kg/cm<sup>2</sup> G × 1  
 無線装置 (主) 1.2kW × 1, (補) 125W × 1  
 計 1,434 TEU 三菱 Sulzer 7RLB90型(テ)機関 × 1  
 載貨重量 計 1,434 TEU  
 29,733t 貨物油槽容積 C 3,343.2㎡ D 528.9㎡  
 型深 21.35m 燃料油槽 出力 (連続最大) 26,200PS  
 進水 57-12-24 型深 29,733t 燃料油槽 出力 (連続最大) 26,200PS  
 57-8-20 型幅 15,199T 船内 1,182 TEU 主機械 三菱 4翼1軸  
 32.20m 載貨重量 計 1,434 TEU 補汽缶 4翼1軸  
 57-12-24 貨物油槽容積 C 3,343.2㎡ D 528.9㎡ 三菱 Sulzer 7RLB90型(テ)機関 × 1  
 21.35m 燃料油槽 出力 (連続最大) 26,200PS  
 58-3-28 満載喫水 11.50m 船首楼付甲板型 速度  
 463㎡ (Tallow oil) 船型 船首楼付甲板型  
 3,343.2㎡ D 528.9㎡ 船路 日本~米国西海岸  
 (連続最大) 26,200PS 受(主)全波 × 2  
 発電機 (テ)ダイハツ



38次自動車運搬船 大 春 丸 山下新日本汽船株式会社  
DAISHUN MARU 日本汽船株式会社

住友重機械工業株式会社追浜造船所浦賀工場建造(第1106番船)  
 全長 158.72m 垂線間長 148.00m 型幅 27.80m 起工 57-7-15 進水 57-11-10 竣工 58-3-22  
 総噸数 11,126.84T 純噸数 5,934.44T 載貨重量 9,358t フロベラ 5翼1軸 主機械 住友 Sulzer 7RLB56型(デ)機関×1  
 燃料油槽 1,953.8m<sup>3</sup> (常用) 8,505PS (158.5rpm) 出力(連続最大) 9,450PS (164rpm) 排ガス加熱 1.2t/h × 7kg/cm<sup>2</sup> G × 1 補汽街 コンボット型  
 出力(連続最大) 9,450PS (164rpm) 排ガス加熱 1.2t/h × 7kg/cm<sup>2</sup> G × 1 受(主)全波 × 2 (補)全波 × 1 船船電話 海事衛星装置 VHF 発電機 (デ) AC 450V × 60Hz × 1  
 油焚 1.2t/h × 7kg/cm<sup>2</sup> G × 1 (補) 75W × 1 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大) 20.53 kn 航路計器 26,000哩  
 無線装置 送(主) 1.2kW × 1 (補) 75W × 1 船船電話 海事衛星装置 VHF 航路計器 26,000哩  
 子カック ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大) 20.53 kn 航路計器 26,000哩  
 船級・区域資格 NK 速洋 船型 多層甲板型 乗組員 25名

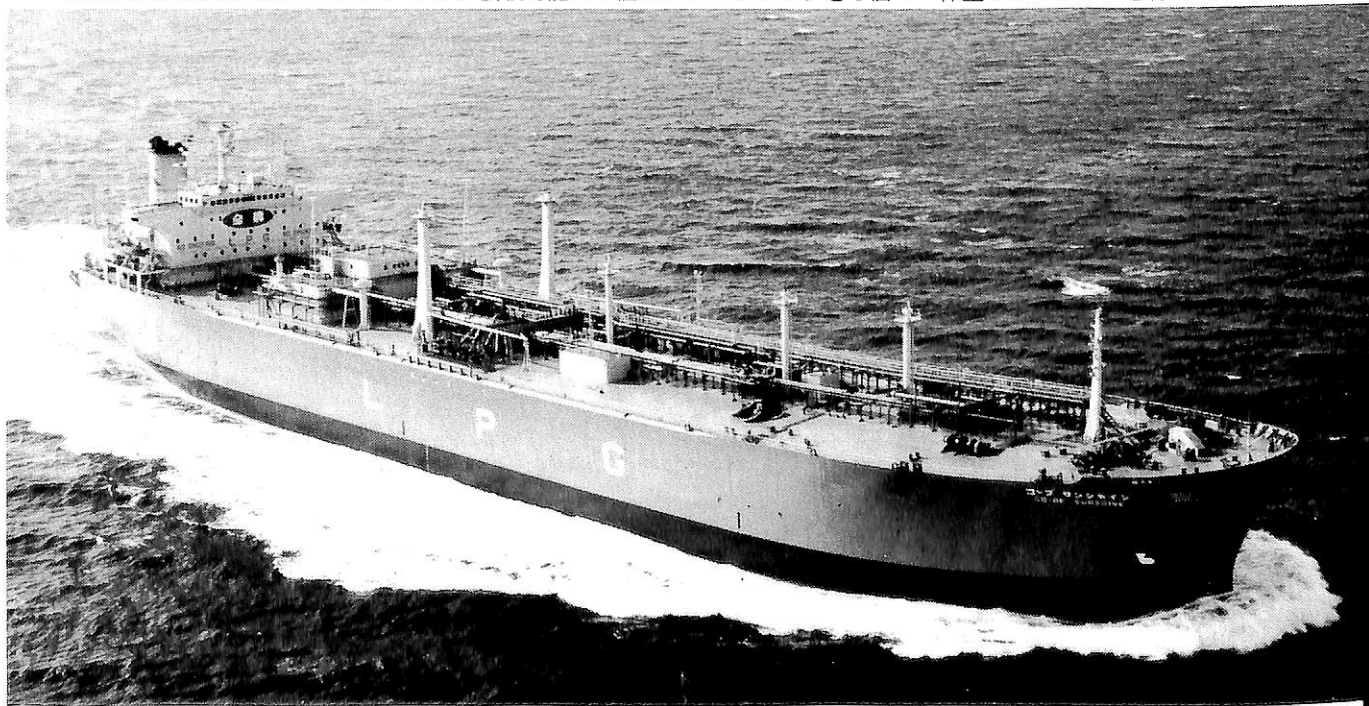


38次撒積貨物船 昭 隆 丸 昭和海運株式会社  
SHORYU MARU

日本鋼管株式会社津製作所建造(第80番船) 起工 57-8-2 進水 57-11-26 竣工 58-3-31  
 全長 240.800m 垂線間長 230.000m 型幅 38.000m 型深 20.000m 満載喫水 14.042m  
 満載排水量 103,521t 総噸数 50,086T 純噸数 28,581T 載貨重量 89,132t  
 貨物艙容積 (グ)105,884m<sup>3</sup> 艙口数 7 燃料油槽 3,714m<sup>3</sup> 燃料消費量 39.6t/day 清水槽 560m<sup>3</sup>  
 主機械 NKK SEMT Pielstick 12PC4V型(デ)機関×1 出力(連続最大)14,200/14,000PS(404/79rpm)  
 (常用)12,800/12,600PS(389/76rpm) プロペラ 4翼1軸 CPP 補汽缶 油焚き円筒式 発電機  
 ヤンマー(デ)590kW×450V×2, 鋼管(タ)590kW×450V×1 無線装置 送(主)1.2kW×1 (補)130W×1  
 受(主)2 (補)1 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー  
 速力(試運転最大)16.44kn (満載航海)14.2kn 航続距離 21,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 24名 同型船 昭豪丸 鋼管の超省エネ第4船高度合理化船(M.O.A取得)

LPG運搬船 コー プ サンシャイン 有限会社くみあい興産  
CO-OP SUNSHINE

日立造船株式会社広島工場因島建造(第4689番船) 起工 57-3-8 進水 57-6-9 竣工 58-2-25  
 全長 220.00m 垂線間長 210.00m 型幅 38.40m 型深 21.80m 満載喫水 11.30m  
 総噸数 50,105.59T 純噸数 32,813.36T 載貨重量 53,372t LPG槽容積 83,127m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 480m<sup>3</sup>/h×100m×10 デリック 5t×19m×2 燃料油槽 3,002m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 57.8t/day 清水槽 442m<sup>3</sup> 主機械 日立B&W6L80GFCA型(デ)機関×1 出力(連続最大)  
 18,400PS(106rpm)(常用)17,000PS(103rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 8.5kg/cm<sup>2</sup>×11,000kg/h  
 発電機(デ)1,275kVA×AC450V×60Hz×720rpm×1 無線装置 送(主)1.2kW×1 (補)130W×1 受(主)全波×2  
 (補)全波×1 船舶電話 航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)17.484kn  
 (満載航海)16.1kn 航続距離 17,100浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 35名  
 。船体構造から独立したプロパン、ブタン積載可能な4個のプロパンタンクと1個の一体型ブタンタンクを有している。



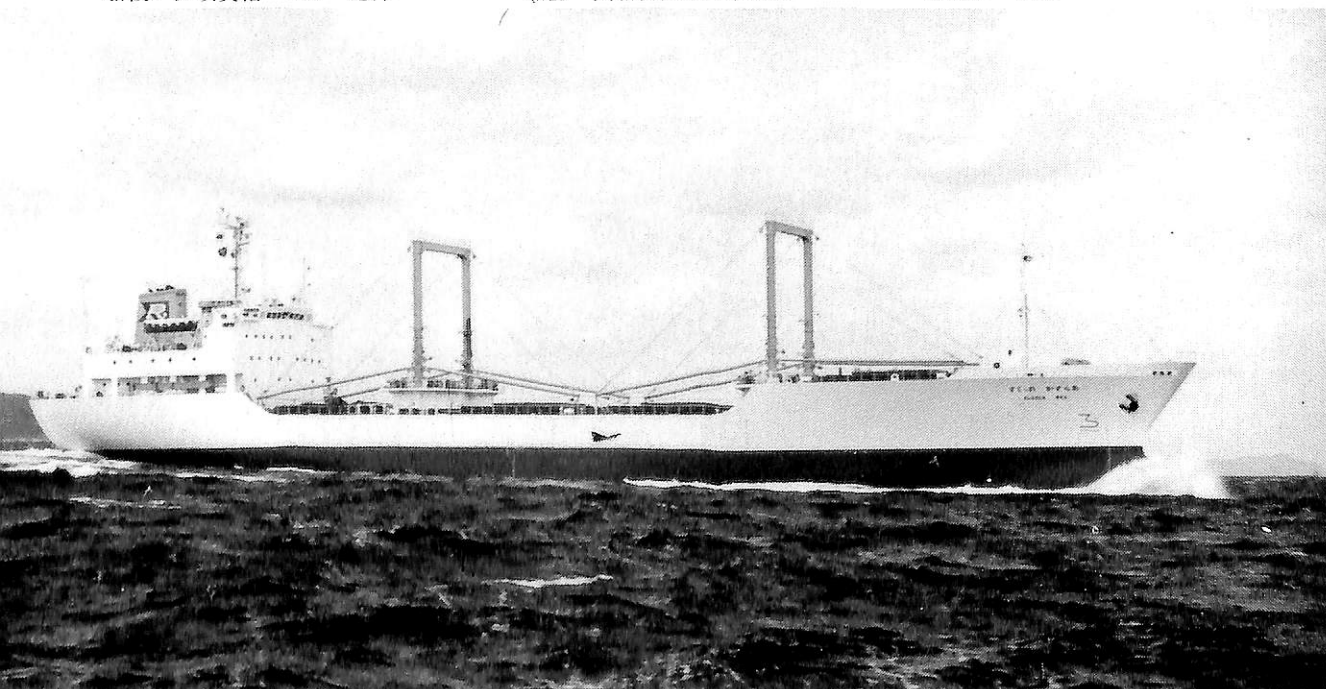


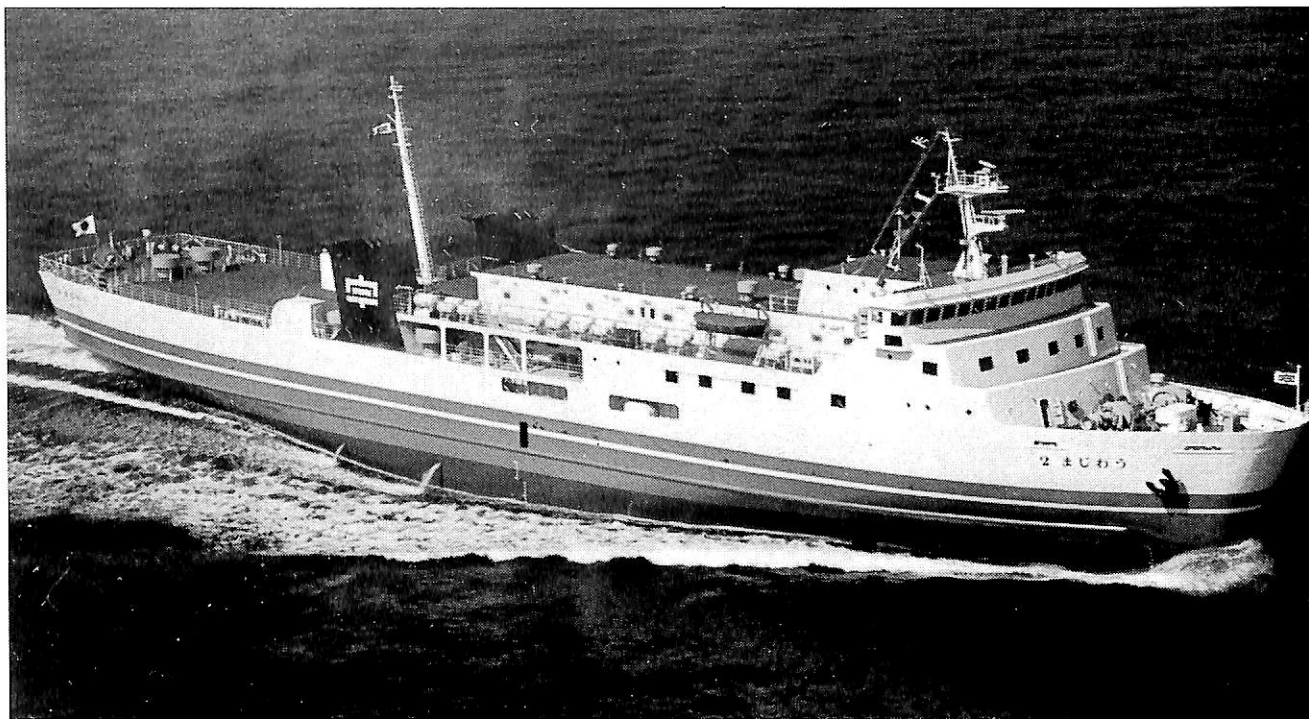
散積貨物船 **セブン アローズ** 館山海運株式会社  
SEVEN ARROWS

今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第1117番船)	起工 57-9-13	進水 57-12-15	竣工 58-2-26
全長 189.73m	垂線間長 178.000m	型幅 27.60m	型深 15.20m
総噸数 22,309T	純噸数 13,036T	載貨重量 36,202t	満載喫水 10.862m
(ク) 48,797.06 <sup>m</sup>	艙口数 5	デッキクレーン 25t×4	貨物艙容積(ベ) 46,631.44 <sup>m</sup>
燃料消費量 36t/day	清水槽 634.24 <sup>m</sup>	主機械 三菱 Sulzer 6RLB66型(デ)機関×1	燃料油槽 2,431.42 <sup>m</sup>
出力(連続最大) 13,050PS(140rpm)(常用) 10,665PS(131rpm)		プロペラ 4翼1軸	補汽缶 コクラン
コンポジット型 7.0kg/cm <sup>2</sup> (油焚) 1,300kg/h, (排ガス) 1,200kg/h		発電機 ヤンマー 625kVA×2	
無線装置 送(主) 1kW×1(補) 75W×1 受(主) 全波×1(補) 全波×1		船舶電話	航海計器 NNSS レーダー
速力(試運転最大) 17.823kn (満載航海) 14.6kn		航続距離 17,100浬	船級・区域資格 NK 遠洋
船型 ウェル甲板型	乗組員 29名	同型船 Menina Barbara	

冷凍運搬船 **あらすか れっくす** 田中産業株式会社  
ALASKA REX

株式会社臼杵鉄工所佐伯工場建造(第1311番船)	起工 57-8-13	進水 57-11-17	竣工 58-1-29
全長 135.00m	垂線間長 126.00m	型幅 19.60m	型深 10.70m
総噸数 6,911T	純噸数 3,385T	載貨重量 6,959t	貨物艙容積(ベ) 9,112 <sup>m</sup>
デリック 5t×4	燃料油槽 1,390 <sup>m</sup>	燃料消費量 23.3t/day	清水槽 195 <sup>m</sup>
主機械 IHI-SEMT Pielstick 12PC2-6V型(デ)機関×1		出力(連続最大) 8,000PS	補汽缶
(520/140rpm)(常用) 7,200PS(502/135.1rpm)		プロペラ 5翼1軸	
堅型強制循環式 1,600kg/h×7kg/cm <sup>2</sup> G		発電機 神鋼電機 625kVA×AC445V×60Hz×3(原)ヤンマー	
900PS×900rpm×3		無線装置 送(主) 1.2kW×1(補) 75W×1 VHF	航海計器 ロラン NNSS
レーダー		速力(試運転最大) 19.5kn (満載航海) 17.2kn	航続距離 15,000浬
船級・区域資格 NK 遠洋	船型 長船首楼付凹甲板型	乗組員 26名	





旅客船 / 自動車航走船 うわじま 2 船舶整備公団  
宇和島運輸株式会社

林兼造船株式会社長崎造船所建造(第910番船)	起工 57-7-15	進水 58-1-11	竣工 58-3-13
全長 91.66m 垂線間長 84.00m	型幅 15.60m	型深 5.80m	満載喫水 4.415m
満載排水量 3,166t	総噸数 2,099.14T	載貨重量 1,066t	Car搭載数 トラック 30台
乗用車 22台	燃料油槽 137m <sup>3</sup>	清水槽 92m <sup>3</sup>	主機械 ダイハツ 6DSMB-32 (L)(デ)機関×4
出力(連続最大) 1,800PS×4 (550/190rpm) (常用) 1,530PS×4 (520/180rpm)			プロペラ 5翼2軸
補汽缶 クレイトン NE 120 S 1,076kg/h×1		発電機 神鋼電機 400kVA×3 (原)ヤンマー	
6MAL-HT 470PS×900rpm×3	無線装置 SSB 10W送受信機	船舶電話	航海計器 レーダー
(試運転最大) 20.525kn (満載航海) 17.8kn	航続距離 1,300浬		速力
船型 全通二層甲板型	乗組員 40名	旅客 600名	船級・区域資格 JG 沿海
		パウスラスター	航路 別府～八幡浜

ラテックスタイプ  
エポキシタイプ  
マグネシヤタイプ  
ウレタンタイプ

デッキ舗床材

カタログ見  
**Tightex**  
タイテックス

 太平工業株式会社

本社 京都市右京区三条通西大路西 ☎(311)1101(代)  
出張所 東京都千代田区神田錦町1-3島津神田錦町ビル ☎(291)0147  
出張所 広島・神戸・呉・長崎

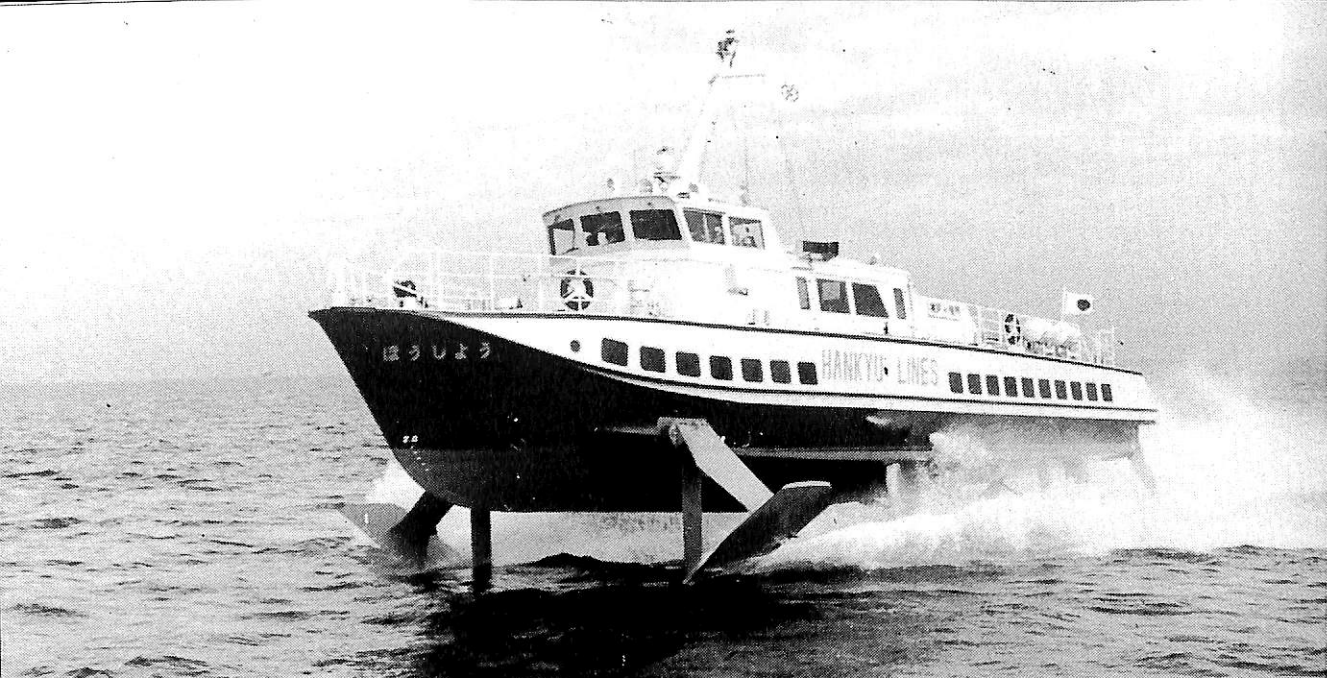
B.O.T承認番号

MC25/8/0113

IMCO214-VII&A-60承認

N K  
N V  
A B  
L R  
B V  
C R  
N S C

施工実績数百隻



旅客水中翼船(PT-50) ほうしゅう 阪急汽船株式会社

日立造船株式会社神奈川工場建造(第7085番船)	起工 57-4-16	進水 57-11-17	竣工 58-1-19
全長 27.55m	垂線間長 24.91m	型幅 5.84m, (水中翼を含む)10.80m	型深 3.52m
喫水 1.38m	満載排水量 62.07t	総噸数 128.04T	載貨重量 11.37t
燃料油槽 2.375m <sup>3</sup>	清水槽 0.32m <sup>3</sup>	主機機 mtu12V331TB82型(デ)機関×2	
出力(連続最大)1,265PS×2(2085rpm)	プロペラ 3翼2軸	発電機 大洋電機 AC225V×10kVA×1	
無線装置 VHF	航海計器 レーダー, 暗視装置(スターライトスコープ)	速力(試運転最大)36.464kn	
(航海)32kn	航統距離 220浬	船級・区域資格 JG 限定沿海	船型 V型
乗組員 5名	旅客 123名	。日立造船 横揺れ防止装置	航路 神戸~鳴戸(四国)

- 14 -

ミサイル搭載護衛艦(170) さわかぜ 防衛庁(建造番号2310)

三菱重工株式会社長崎造船所建造(第1850番船)	起工 54-9-14	進水 56-6-4	竣工 58-3-30
全長 143.0m	最大巾 14.3m	型深 9.0m	喫水 4.7m
			基準排水量 3,950t
主機機 三菱2胴衝動式蒸気タービン機関×2	軸数 2	軸馬力 60,000PS	速力 32kn
乗組員 270名	。兵装 54口径76mm単装速射砲×2, 誘導弾発射装置一式, 対空ミサイル「ターター」		
対潜ロケット「アスロック」, 3連装短魚雷発射管×2	昭和53年度建造計画 配属 佐世保第62護衛隊		







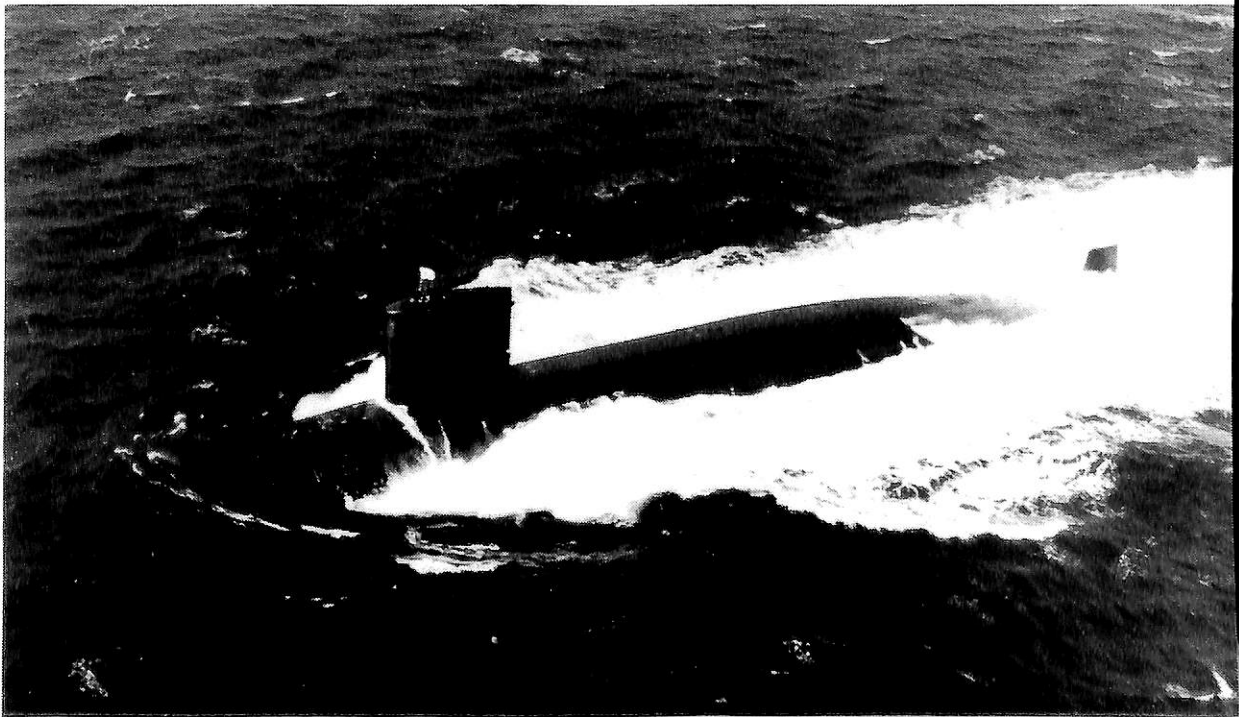
護衛艦(123) し ら ゆ き 防衛庁(建造番号2211)

日立造船株式会社舞鶴工場建造(第4600番船) 起工 54-12-3 進水 56-8-4 竣工 58-2-8  
 全長 130.0m 最大幅 13.6m 型深 8.5m 喫水 4.1m 基準排水量 2,950t  
 主機械 COGOG型式主ガスタービン機関×2, 巡航ガスタービン機関×2 軸数2 軸馬力 45,000PS 速力 30kn  
 乗組員 190名 兵装 62口径76mm単装連射砲×1, 短SAM装置一式, SSM装置一式, アスロック装置一式,  
 68式3連装短魚雷発射管×2, 対潜ヘリコプター×1 昭和53年度建造計画 配属 横須賀第41護衛隊

— 15 —

潜水艦 お き し お 防衛庁(建造番号8091)

川崎重工業株式会社神戸工場建造(第S-14番船) 起工 55-4-17 進水 57-3-5 竣工 58-3-1  
 全長 76.0m 最大幅 9.9m 型深 10.2m 喫水(常備)7.4m 基準排水量 2,200t  
 主機械 川崎MAN V8V24/30 AMTL型(デ)機関×2 軸数 1 軸馬力 7,200PS 速力 20kn  
 (水中) 船型 涙滴型 乗組員 75名 兵装 魚雷発射管6門, その他スノーケル装置, マスカー装置  
 昭和54年度建造計画 配属 横須賀第3潜水隊





ネプチューン キャノパス  
輸出撒積貨物船 NEPTUNE CANOPUS

船主 Neptune Epsilon Lines Pte. Ltd. (Singapore)  
 石川島播磨重工業株式会社相生第一工場建造(第2796番船) 起工 57-4-6 進水 57-6-29 竣工 58-1-28  
 全長 224.95m 垂線間長 215.40m 型幅 32.20m 型深 17.80m 満載喫水 12.946m  
 総噸数 30,703.04T 純噸数 23,722.29T 載貨重量 64,711t 貨物艙容積(グ) 75,079m<sup>3</sup>  
 艙口数 7 燃料油槽 2,134m<sup>3</sup> 燃料消費量 29.2t/day 清水槽 295m<sup>3</sup> 主機械 IHI  
 SEMT Pielstick 6PC4-2L型(デ)機関×1 出力(連続最大) 9,540PS(400rpm)(常用) 8,585PS  
 (386.2rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 大阪ボイラ OE-4 9.0kg/cm<sup>2</sup>G×飽和×6.7t/h, 排エコ  
 IHI 7.5kg/cm<sup>2</sup>G×300°C×3.3t/h×1 発電機(タ) 660kW×AC450V×60Hz×1,800rpm×1, (デ) 560kW×  
 AC450V×60Hz×900rpm×2 無線装置 送受信装置 1.5kW×1, 0.13kW×1 航海計器 レーダー 速力  
 (試運転最大) 15.05kn (満載航海) 13.5kn 航続距離 20,200浬 船級・区域資格 LR 遠洋  
 船型 球状船首付平甲板型 乗組員 36名 ○IHI SSG MK-IIシステムを適用

ウー チャン フー  
輸出油槽船 武 昌 湖

船主 China Ocean Shipping Co. (China)  
 日立造船株式会社有明工場建造(第4694番船) 起工 57-7-6 進水 57-10-30 竣工 58-1-31  
 全長 228.50m 垂線間長 219.00m 型幅 32.20m 型深 19.00m 満載喫水 12.210m  
 総噸数 39,812.49T 純噸数 22,284.90T 載貨重量 60,678t 貨物油槽容積 75,507.75m<sup>3</sup>  
 主荷油ポンプ 2,000m<sup>3</sup>/h×120m×3 クレーン 4/1.5t トラベリングホイスト 燃料油槽 2,738.91m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 40.2t/day 清水槽 381.27m<sup>3</sup> 主機械 日立B&W7L67GFCA型(デ)機関×1 出力  
 (連続最大) 12,500PS(105rpm)(常用) 11,400PS(102rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 日立造船  
 二胴水管 40,000kg/h×16kg/cm<sup>2</sup>G 発電機(デ) 西芝 600kW×AC450V×60Hz×3 無線装置  
 送(主) 1.5kW×2 (補) 75W×1 受(主) 100~29.999kHz×2 (補) 100~29.999kHz×1 船舶電話 VHF 航海計器  
 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 15.746kn(満載航海) 14.6kn 航続距離  
 19,622浬 船級・区域資格 ZC 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 44名 同型船 昆明湖



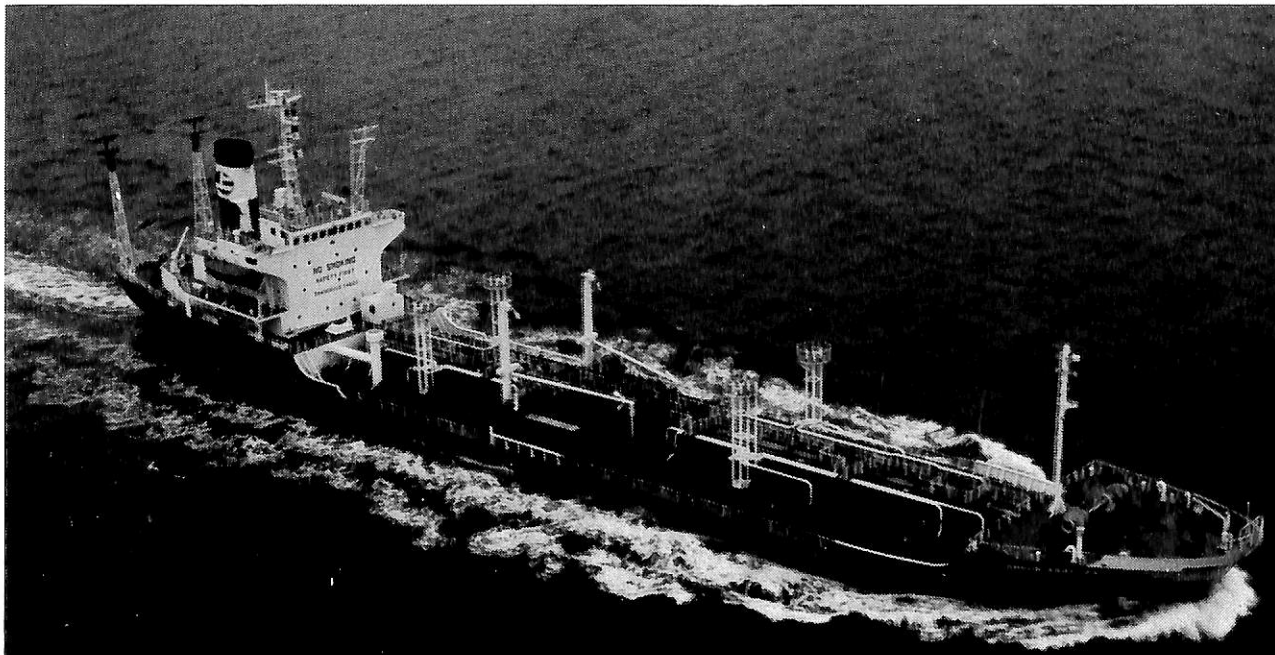


エバー オブティン  
輸出撒積貨物船 **EVER OBTAIN**

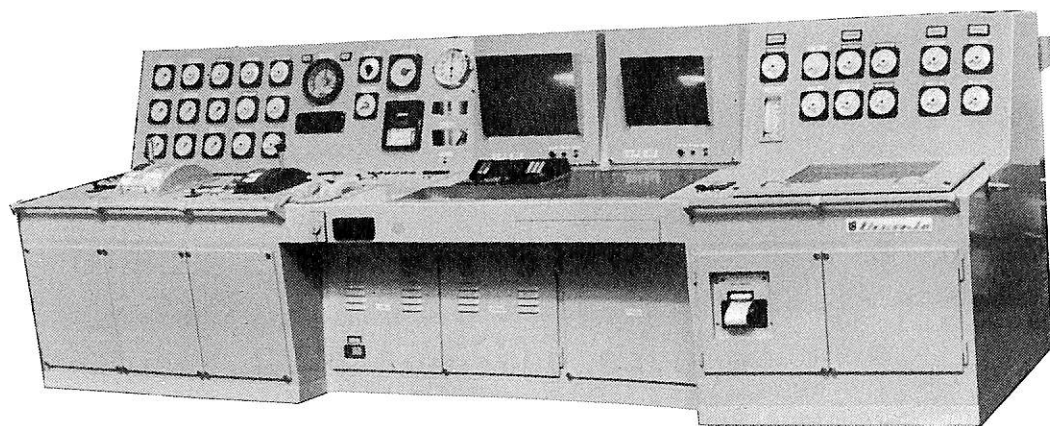
船主 Everobtain Line S.A. (Panama)  
 函館ドック株式会社建造(第715番船) 起工 57-5-25 進水 57-12-2 竣工 58-3-1  
 全長 182.915m 垂線間長 172.00m 型幅 23.60m 型深 15.40m 満載喫水 10.9875m  
 満載排水量 38,325t 総噸数 15,993.24T 純噸数 10,235t 載貨重量 31,187t 貨物艙容積  
 (ベ) 37,017.1m<sup>3</sup>(グ) 37,668.7m<sup>3</sup> 艙口数 5 デッキクレーン 25Lt×4 燃料油槽 A 290.0m<sup>3</sup> C1,568.5m<sup>3</sup>  
 燃料消費量 32.6t/day 清水槽 F.W. 238.8m<sup>3</sup> D.W. 133.6m<sup>3</sup> 主機械 IHI Sulzer 6RLB66型(デ)  
 機関×1 出力(連続最大) 11,100PS(124rpm)(常用) 9,990PS(119.7rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶  
 油焚き排エコ堅 コンボジット型 7kg/cm<sup>2</sup>G×1,200kg/h×1 発電機 新興電機 450V×550kVA×440kW×60Hz×3  
 (原)ヤンマー 660PS×720rpm×3 無線装置 送(主)1.5kW×1(補)130W×1 受(主)全波×1(補)全波×1  
 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大)17.189kn(満載航海)14.8kn  
 航続距離 16,150浬 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 船首尾楼付平甲板型 乗組員 29名

シャウン アンバサダ  
輸出ケミカルタンカー **SHOUN AMBASSADOR**

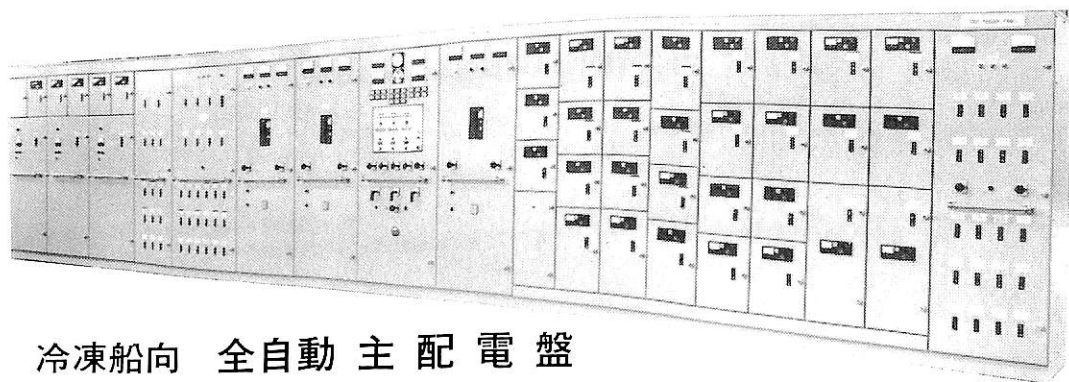
船主 Shoun Shipping S.A. (Panama)  
 大平工業株式会社波止浜分工場建造(第1577番船) 起工 57-10-27 進水 57-12-5 竣工 58-3-10  
 全長 113.30m 垂線間長 104.0m 型幅 18.0m 型深 8.0m 満載喫水 6.318m  
 満載排水量 9,299.0t 総噸数 4,433T 純噸数 2,145T 載貨重量 6,853.0t  
 貨物油槽容積 7,649.371m<sup>3</sup> 主荷油泵 400m<sup>3</sup>/h×70m×4 クレーン 5t×1  
 燃料油槽 C 721.22m<sup>3</sup> A 184.28m<sup>3</sup> 燃料消費量 12.3t/day 清水槽 423.65m<sup>3</sup> 主機械  
 赤阪-三菱 6UEC 37H-II型(デ)機関×1 出力(連続最大) 3,900PS(210rpm)(常用) 3,510PS(203rpm)  
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 壱形水管式クレイトン EHO 6,000kg/h×7kg/cm<sup>2</sup>×1  
 発電機 AC450V×250kVA×2 無線装置 送 1kW×1 VHF 航海計器 ロラン オメガ レーダー  
 速力(試運転最大)14.13kn(満載航海)13.35kn 航続距離 12,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋  
 IMO III Type 船型 球状船首トランサム船尾型 乗組員 25名



# 渦潮電機の最新技術で 船の近代化・省力化と経済性アップ!!



カラーCRT付データロガー(UMS-35)装備、3750台積PCC向  
集中監視盤



冷凍船向 全自動主配電盤

船舶電機のトータルエンジニアリング 設計・製作・艤装

## 渦潮電機株式会社

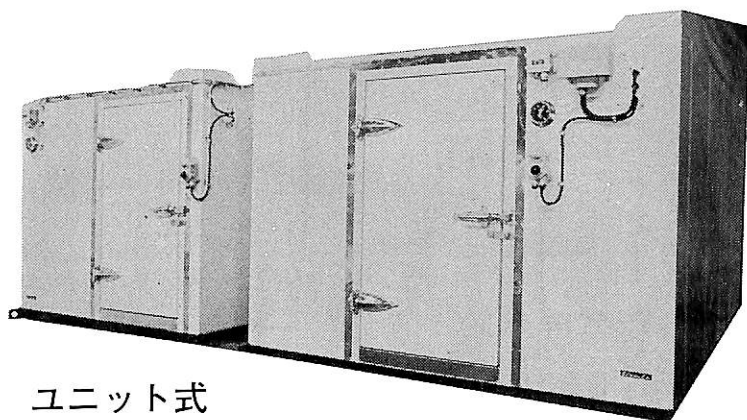
代表取締役社長

小田 道人 司

本 社 愛媛県越智郡大西町大字九王甲1520 TEL(0898)53-6111(代) FAX(0898)53-2266  
東京営業所 東京都港区西新橋1丁目19-9 TEL(03)508-1266(代)  
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958

# 船舶装備のトータルコストダウンを推進!!

## 省エネタイプ冷凍・冷蔵庫



ユニット式  
冷凍・冷蔵庫

## 急速冷凍OK!!

〔例〕

DW6000T 遠洋 NK規格	
冷凍庫	9.7m <sup>3</sup>
冷蔵庫	11.0m <sup>3</sup>
コンプレッサー	1.5kW×1水冷
(従来)	2.2kW×1水冷
冷却器	ファンコイルユニット

### 〔特 長〕

- ① セッティングシート取り付けと冷却水配管で運転OK。
- ② コンプレッサーを1ランク落とせます(当社, 従来比)。
- ③ 形状および容量は船型に合わせます。
- ④ 外部(3.2mm)ボンデ鋼板耐水塗装仕上げ, シールドロッカー, 鋼製棚(可変), 照明警報装置付, 内部よりドアロックアウト付。
- ⑤ オールステンレス製作可能。
- ⑥ 空冷式・水冷式・全閉型・開放型 各種製作。

船舶空調艙装実績業界No.1 (57年; 180隻)  
設計より引渡しまで安心しておまかせ下さい。

# 潮冷熱株式会社

代表取締役社長 小 田 團

本社・工場 愛媛県越智郡大西町大字脇甲883-1 TEL(0898)53-2400(代) FAX(0898)53-6363  
東京営業所 東京都港区西新橋1丁目19-9 TEL(03)508-1266(代)  
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958



## ソ連の新型砕氷船 二題

フィンランドのWärtsilä造船所は、客船やカーフェリー建造のほか、砕氷船の建造面でも目覚ましい実績を挙げている。これら砕氷船の殆どは、ソ連向けに造られているが、去る3月には同造船所としては、27・28隻目のソ連向け砕氷船が完成して、V/O Sudoimport へ引渡された。

20 <sup>ディクソン</sup> DIKSON (写真上) は、ソ連としては中型の部類に属する。本船の機能で特筆すべきは、発泡式摩擦抵抗減少装置というべきものである。これは船体の水中部分から細かい空気泡を排出することにより、海水との摩擦抵抗を減少させるもので、とくに砕氷航行時に効果があるといわれている。本船に装着されたこの装置は、Wärtsilä社が特許をもつもの(WABS)である。また、本船は、ディーゼル・エレクトリック推進方式の多いソ連砕氷船のなかであって、数少ないディーゼル主機である。

〔主要目〕	排水噸	5,560t	長さ	88.6m
	幅	21.2m	喫水	6.0m
			主機	Wärtsilä
				Vasa 8R32型ディーゼル機関×4
				2軸
	最大出力	12,400 PS	航海速力(平水)	16.5kn

カピタン・エウドキモフ

KAPITAN EVDOKIMOV (写真下) は、氷結河川専用建造された砕氷船で、シベリア地方の河川に就航する。そのため、浅喫水であることと、橋梁下も通航できるようにマストが自動的に昇降する構造になっていることが特長である。

〔主要目〕	排水噸	約2,000t	長さ	76.5m
	幅	16.6m	喫水	2.5m
			主機	Wärtsilä
				Vasa 12V22B型ディーゼル・エレクトリック機関×3
	最大軸馬力	5,170 PS	航海速力(平水)	13.5kn

Photos: Wärtsilä (野間 恒)



## Silja Lineの大型カーフェリー客船

1981年と82年に世界最大級の豪華カーフェリー客船、FINLANDIAとSILVIA REGINAを就航させて注目されたSilja Lineが再び大型カーフェリー客船2隻を建造することになった。

去る3月末に発表されたところでは、建造所はフィンランドのWärtsilä Helsinki造船所で、それぞれ1985年5月と11月に完成予定である。

両船は、トゥルク～ストックホルム間に就航するが、必要に応じて、更に長距離のクルーズ・ルートにも使えるよう計画されているとのこと。トゥルク～ストックホルム間は、本船の速力で7～8時間の距離であるから、1日2便ずつのサービスになる。そうすると、両端港での停泊時間はごく僅かしかかないから、本船では車輛積み

おろし能率の向上と、船客、船員用食糧、資材の積み込みスピード・アップに特段の配慮がなされているとのこと。さらに、船体ラインズも、造波抵抗を含めた航海中に生ずる波の抵抗が最小限になるよう決められているという。詳細が発表されていないが、完成の暁には、前述のFinlandiaクラスを上廻るサイズの客船になると想像される。

なお、Silja LineはEFFOA-Finland Steamship社(フィンランド)と、Johnson Line(スウェーデン)の国際合併会社で、近年スカンジナビア水域でのカーフェリー・サービスに著しい伸長を示している。建造を担当するWärtsilä社は、大型クルーズ客船とカーフェリー客船の建造では他社の追従を許さぬ実績を挙げている造船所である。

Photo: Wärtsilä (野間 恒)

---

〔主 要 目〕 全長 168m 幅 27.6m  
主機 Wärtsilä Pielstick PC2-6V型ディーゼル機関×4

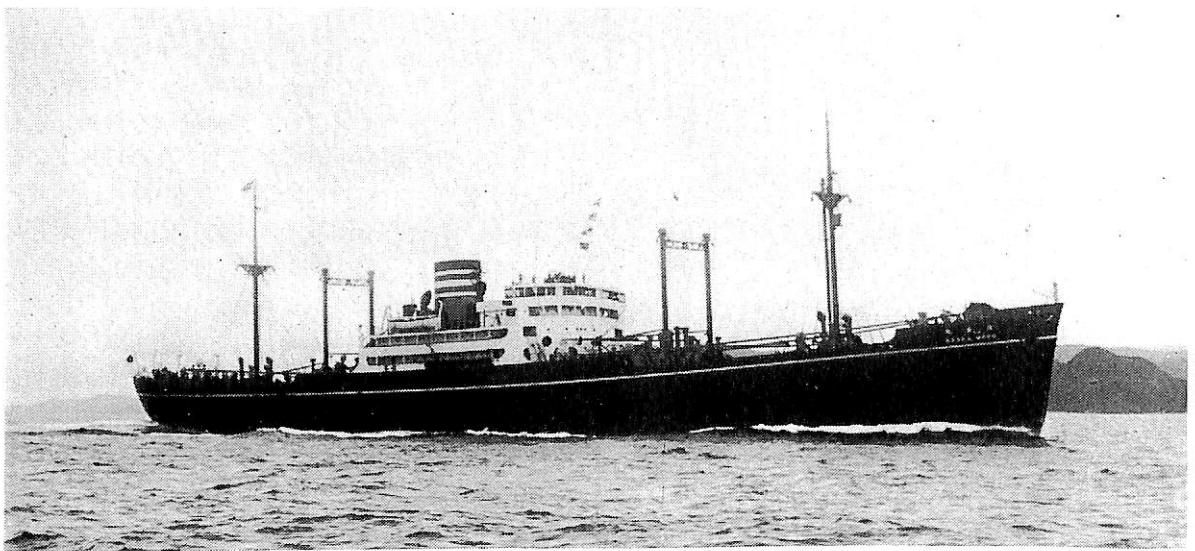
最大出力 35,900 PS 航海速力 22kn  
船客定員 1,650名(最大2,000名) 乗組員 180名

---



Silja Line 向け大型カーフェリー客船完成想像図

貨物船 浅 香 丸 日本郵船株式会社



三菱重工業(株)長崎造船所建造(第687番船)	船船番号 44012	船船信号 JWUL	起工 昭12-2-18
進水 12-7-12 竣工 12-11-30	全長 147.50m	垂線間長 140.00m	型幅 19.00m
型深 10.50m 満載喫水 8.39m	満載排水量 1,552.5t	総噸数 7,398.36T	純噸数 4,327.87T
載貨重量 9,596t 貨物艙容積(ベ)14,763 <sup>m</sup> (グ)16,148 <sup>m</sup>	主機械 三菱MS型複動2サイクル無気噴油		
船用ディーゼル8MSD72/120型機関×1	出力(連続最大)9,365PS(常用)8,000PS	速力(試運転最大)	
19.20kn(満載航海)16.0kn	船級・区域資格 逓信省 第1級船	ロイド 100A1 LMC, RMC	帝国海事協会NS
MNS 鋼船	乗組員 63名 旅客 1等4名	姉妹船 赤城丸, 有馬丸, 粟田丸, 吾妻丸	船籍港 東京

日本郵船がN型船を改良して欧州リバプール線用に建造した5隻のA型船の第3船として第3次船舶改善助成施設法の適用(命令番号48号)を受けた高速の三菱型貨物船で、昭和12年7月7日午前6時45分長崎にて進水、完成後は予定を変更して昭和12年7月に新設された東航世界一周線に就航した。

昭和15年5月1日海軍に徴用され、横須賀鎮守府所属の特務艦として内地と上海・海南島方面を行動したのち7月6日解除された。昭和15年12月24日再び海軍に徴用され、特務艦として翌年1月にはドイツの秘密兵器であったメッサーシュミットと日本の火薬を交換するためスペイン北部のビルバオ港に向う。

昭和16年9月5日日本船は特設巡洋艦となるため大阪にて入渠、14cm砲4門、13mm機銃2、53cm連装発射管2、カタパルト、水中聴音機、電波探知機などを装備し、11月6日完成。姉妹船“粟田丸”とともに第5艦隊の第22戦隊を編成、12月6日千島列島の松輪島に進出、7日同地発、多数の監視艇をひきいてBC哨戒線(東経168°~169°、北緯44°~50°)に展開、本土はるか北東海面の警戒にあたる。その後、昭和17年10月まで哨戒区域の補給に従事する。

昭和17年10月19日アツ島方面への輸送作戦のため主隊に編入され、昭和18年1月13日アリューシャン列島攻略の挺身輸送隊の第21戦隊に加わる。2月4日第12船団第1次に加わりキスカ島へ、海軍下士官115名、6番爆

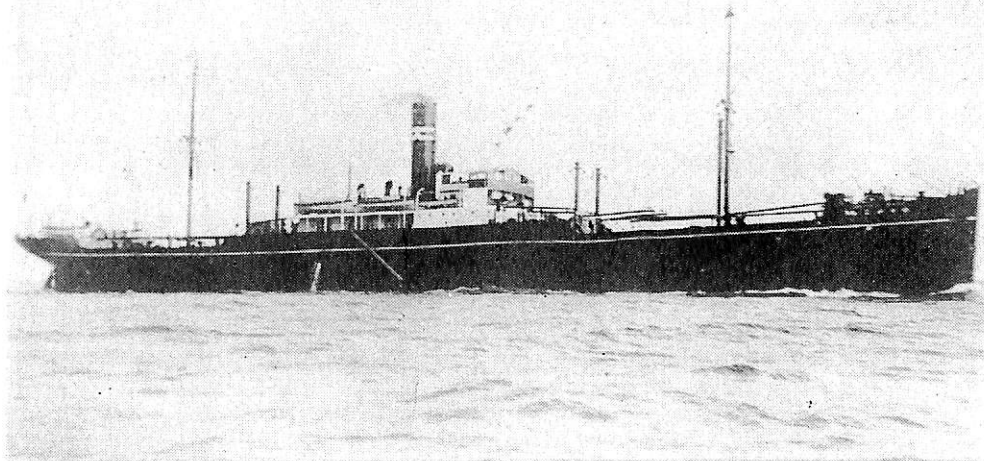
弾260コ、守備隊司令部36名、野戦病院26名、独立歩兵302大隊90名、同303大隊78名、飛行場資材その他を揚陸し、5日キスカ発、2月13日横須賀にもどる。3月には再び哨戒隊に復帰し、日本の北東方面の哨戒と陸上部隊への補給に当る。

昭和18年7月20日哨戒隊を解かれ第5艦隊の直属となる。11月1日海軍運送船となる。昭和19年1月13日には山九運輸会社の労務者200名をエンチャンビ島へ。3月20日には館山発、503空の物件を積み東松3号特船団(3隻)に加わり、岸波、沖波、朝霜の護衛で28日トラック島着。4月28日木更津発、東松7号船団(15隻)に加わり5月6日12.00サイパン着、パラオに向う。

昭和19年夏弾薬、魚雷を満載して内地を出撃、スラバヤ、ジャカルタ、シンガポールに輸送、帰途シンガポールの南ビンタン島にてボーキサイトを積み、9月6日6隻の船団でシンガポール発、途中他の船団と合流して南支那海を北上中、敵の攻撃で5隻が沈没したため船団は海南島榆林に避難し、9月16日4隻の船団で内地へ向け出港、9月20日午前1時16分台湾の西方を航海中、空爆により至近弾を受け舵を破損、25日ようやく台湾の馬公に入渠、海軍工作部により修理中10月12日米艦載機600機の大空襲を受け、午前7時被弾し、午前8時30分馬公港内で沈没した。北緯23度30分・東経119度30分の地点にあった。



## 貨客船 めきしこ丸 大阪商船株式会社



三菱重工業(株)長崎造船所建造(第201番船) 船舶番号 13662 船舶信号 LMKD→JMXD 竣工 明40-5-28  
 進水 43-7-3 竣工 43-10-12 全長 124.97m 垂線間長 121.92m 型幅 15.54m 型深 9.93m  
 満載喫水 7.83m 排水量 5,203.0t 総噸数 6,064.0T 純噸数 3,560.0T 載貨重量 7,736t  
 主機械 三連成レシプロ機関×2 出力(連続最大) 5,206 PS 速力(試運転最大) 14.82 kn  
 (満載航海) 9.32 kn 船級・区域資格 逋信省 第1級船 遠洋区域 ロイド100A1 LMC 鋼船・旅客 1等12名,  
 3等106名 姉妹船 たこま丸, しあとの丸, しかご丸(以上川崎) かなだ丸, ばなま丸(以上三菱長崎)  
 船籍港 大阪

大阪商船の所有船は3,000トン以下の内航船が主体であったが、日露戦争後の日本の発展に応じて、遠洋航路への本格的進出を目指して一躍6,000トン級の船を6隻建造することになり、三菱長崎と川崎神戸へ3隻宛発注した。これによって大阪商船は世界的大船会社へと発展することになった。

本船は、この「たこま丸型」の第5船として造船奨励法の適用を受けて三菱長崎で建造され、明治43年7月3日午後4時進水、10月12日受渡し、28日神戸を出港して香港に向け処女航海に出発、以後香港～タコマ線に配船された。大正元年12月20日タコマより横浜に向う途中火災を発生したが大事に至らず、翌年1月12日横浜に帰る。

大正9年2月より南米線に配船。大正15年4月8日より南米線を撤退してアフリカ東岸線に就航。昭和6年9月「ばたびあ丸」に代ってフィリピン線に就航。

昭和12年7月中戦争とともに陸軍軍用船となる。

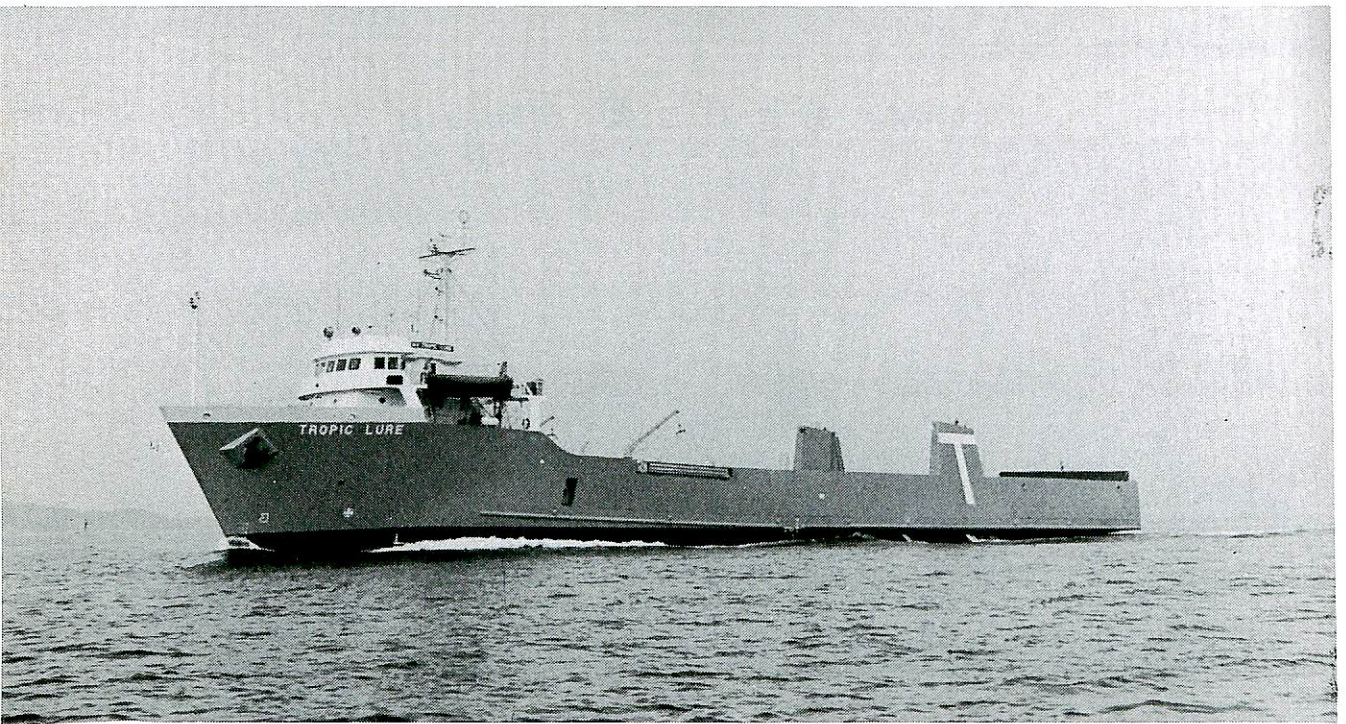
昭和16年10月再び陸軍軍用船となり、10月31日三池を出港し、11月21日黄浦を経てマレー半島東岸のコタバルに物資を輸送して翌年1月3日宇品にもどる。4日宇品を出港、大連、シンゴラ、高雄、シンガポール、リングエン、セブ、マニラ、台湾を経て7月1日大阪にもどる。

昭和17年12月8号演習輸送のI船団に加わり、軍需品を満載して12月14日佐伯発、12月29日ラバウルに到着、揚陸ののち31日ラバウル発、翌年5月19日門司にもどる。

昭和18年8月16日佐伯を出撃オ608船団で8月27日パラオ着、9月11日同地発、ソ105船団で9月18日ラバウル着、揚陸ののち10月10日ラバウル発、オ504船団で同月23日パラオ着、フ607船団で26日パラオ発、11月4日佐伯にもどる。

11月21日佐伯発、オ107船団で12月1日パラオ経由、12月24日ラバウル着。揚陸ののち翌年1月8日ラバウル発、オ805船団で1月15日パラオにもどる。つづいて第8次ウエワク輸送のため1月23日パラオを出撃、28日ウエワクにて物資を揚陸ののち29日同地発、2月3日パラオにもどり、3月20日神戸に帰る。翌21日神戸を出港、シンガポール、パレンバンを経て8月にはマニラに集結、同地にてピートン揚陸予定の輝集団、電信第26連隊第19軍補給廠追求者、楓部隊渡辺隊などと物資を積み8月15日マニラ発、H-33船団でセブに入港、第105哨戒艇護衛のもとに20日サンボアング、ホロを経由してピートンに向ったが、23日午前0時5分船団の「はあぶる丸」が故障で航行不能となり、24日ホロに引返し、27日再びホロを出撃したが、29日午前2時48分、北緯2度15分・東経122度29分にて米潜Jack(SS259)の雷撃を第1船艙左舷に受け、大爆発を起して大火柱が立ち、午前2時51分総員退去し、午前4時45分に沈没した。

お詫び：5月号の31頁で、あかつき丸、葛城山丸の写真が入れ変わりました。おわび申し上げます。



# THE SECRET OF FLUME

It's almost a secret, all too well kept, that the Flume Stabilization System can substantially reduce your fuel costs. By reducing rolling, as it has in more than 1,600 ships, and by making possible the elimination of bilge keels, the Flume Stabilization System allows you to maintain your desired sea speed at a lower resistance and lower fuel consumption, all without loss of cubic or deadweight capacity.

For free fuel saving brochure, write:



**FLUME  
STABILIZATION  
SYSTEMS**

Suite 3000  
One World Trade Center  
New York, New York 10048

輸出コンテナ船

トロピック ルアー  
**TROPIC LURE**

船主 Birdsall Shipping S.A.

(Panama)

株式会社三保造船所建造(第1215番船)

起工 57-5-6 進水 57-12-2

竣工 58-2-16 全長 90.05m

垂線間長 82.91m 型幅 17.07m

型深 5.79m 満載喫水 4.801m

満載排水量 4,199.59t 総噸数 1,535.99T

純噸数 397.72T 載貨重量 2,563.66T

貨物艙容積(ベ)1,354.56<sup>m</sup> (グ)1,565.54<sup>m</sup>

艙口数 1 Cont.搭載数 132 TEU

燃料油槽 323.49<sup>m</sup> 燃料消費量 14t/day

清水槽 110.56<sup>m</sup>

主機械 GM16-645E6型(デ)機関×2

出力(連続最大)1,950PS×2(900rpm)

(常用)1,658PS×2(853rpm)

プロペラ 3翼2軸 発電機

GM AC450V×250kW×60Hz×390PS×

1,800rpm×2 無線装置 送(主)SSB

150W×1 VHF 航海計器 レーダー

速力(試運転最大)16.325kn (満載航海)

14.5kn 航続距離 6,700浬

船級・区域資格 BV 遠洋 船型

船首楼付一層甲板型 乗組員 20名

同型船 Tropic Key

## 5月のニュース解説

米田博

## 海運・造船日誌

4月15日～5月19日

- 海運・造船問題
- 一般政治経済問題

4月

15日○O E C Dの発表によれば、1982年の主要西側先進(金)諸国の新造船受注は81年より約50%減の720万総トンだった。日本の受注高が全体の68%の480万総トンであったが、81年の1,000万トンから大巾に減っている。

16日○ペルシャ湾岸6カ国で構成する湾岸協力会議(G(土)C C)はサウジアラビアのダーランで緊急外相会議を開き、湾岸諸国に脅威をもたらしている流出原油の汚染対策などについて協議したが何らの決定も行なわれなかった。

18日●ベイルートの米国大使館の正面玄関前で、車に積(月)んだ爆弾が爆発し、死者、行方不明者は90人近くに達した。イスラム教ジハード(聖戦)組織を名乗るグループなどが犯行を宣言した。

○外航労務協会(23社)、外航中小船主労務協会(32社)の2船主団体と全日本海員組合の賃上げなどをめぐる交渉が妥結した。ペアは35才、勤続17年の標準船員で定期昇給込み6,750円、アップ率3.8%。昨年の12,530円、7.4%を大巾に下廻った。

21日○日本鋼管と日本船用機器開発協会が共同で装置開(木)発を進めてきた帆装貨物船“扇巻丸”(699総トン)が檜崎造船所で完成し、船主の芙蓉海運と船舶整備公団に引き渡された。京浜～福山間の製品、原料運搬船として就航する。

○バダック・エル・エヌ・ジー輸送株式会社が設立された。初代社長は川崎汽船社長熊谷清氏。

22日○日本輸出入銀行は57年度の融資承諾状況をとりま(金)とめたが、これによると船舶は65件960億円で前年度の1,475億円の35%減であった。

29日○政府が発表した58年春の叙勲受章者のうち勲3等(金)以上の海運造船関係者の主な人は次のとおり、勲

1等瑞宝章山下勇、勲2等瑞宝章芥川輝孝、足立護、勲3等瑞宝章池田兼尚、長谷川健二、埴田清勝、山腰嘉正の諸氏。

30日●中曽根首相はA S E A N 5カ国とブルネイの公式(土)訪問に出発した。インドネシア、タイ、シンガポール、フィリピン、マレーシア、ブルネイの順に訪問して10日帰国した。

○改正船員法・船舶職員法と関係政省令が施行。

5月

5日●中国の瀋陽から上海に向っていた中国民航のトラ(木)イデント機が中国の公務員など6人にハイジャックされ、北朝鮮平壤上空を経て韓国の春川の米軍基地に着陸した。まもなく犯人は台湾への亡命を求めて投降し、乗客乗員90名は無事救出された。

8日●国際エネルギー機関(IEA)はパリで開かれた(日)閣僚理事会の討議の結果を踏まえたコミュニケを発表した。日本からは山中通産相が出席した。

10日●5日ハイジャックされた中国民航機の乗客乗員は(火)ソウルから上海に向けて帰国した。本事件は国交のない中国と韓国がどのような交渉をするかが注目されたが、早くも7日沈図中国民航総局長を代表とする大交渉団がソウルに到着し、互いに相手国を「大韓民国」「中華人民共和国」と呼称することに合意の上協力的に交渉を行なって乗客・乗員、機体の送還と、犯人については韓国が裁判権を行使することについて合意を得、10日に覚書を交換した。この間韓国は国をあげて中国側交渉団、乗客乗員に歓迎の意を表し、この事件を対中接近、友好関係確立の一助としたい意向が鮮明であった。

●9日よりパリで開催されていたO E C D閣僚理事会は、(1)世界経済のインフレなき持続的成長のための国内政策の推進、(2)開放貿易体制の強化、(3)途上国の累積債務の解決への努力、(4)東西貿易への節度ある対応、などを盛り込んだ共同声明を発表して閉会した。日本代表は安倍外相。

15日●第7回国際液化天然ガス大会(略称L N G 7)ジ(日)ヤカルタで開催。19日まで。

18日○船員雇用促進特別措置法改正案および海洋汚染海(水)上災害防止法改正案が参議院本会議で原案どおり可決成立した。

## 日本船によるLNG輸送

### LNG輸入とその輸送

1981年に日本が輸入したLNGは1,700万トンであり、同年の世界のLNG貿易量は約2,300トンであるから日本は世界最大のLNG輸入国であって、そのシェアは56%である。それにもかかわらず現在まで日本船のLNG積取比率はゼロだった。日本船主が日本国籍のLNG船を持っていなかったばかりでなく、外国船を用船して日本の船会社が運航することもLNG船の場合は到底できることではなかった。一方世界一の造船実績と造船技術を誇る日本造船所も今までLNG船の建造に関しては完全に欧米に遅れをとっていた。今までに日本でつくられたLNG船は輸出船1隻のみである。

何故このようなことになったかという、先ず海運サイドとしてはLNG輸送が技術的にも経済的にも他の船舶とは著しく異なった特色をもち、一隻当たり約300億円にもなる巨額な資金を要し、事故等によって生ずる不稼動リスクも莫大な額に達することなどの理由により、日本船会社も自社船によるLNG輸送をためらい、売主及び買主もそれぞれ莫大な額の液化基地や受入基地の設備が不稼動になることを恐れて未経験者にまかせることをためらったことによる。次に、造船サイドとしてはLNG船建造技術の研究は早くから進めながらも、従来は手なれた、利益率の高い大型タンカーやバルクキャリアの大量受注に恵まれ、一方LNG船は発注量も少なく、契約がまとまるまでに長い期間を要し、建造するに当たってもタンク工場の新設や特殊溶接工の養成、特殊金属加工業者や断熱工業者の育成があり、しかも利益の確保が不安定であるので、受注について敬遠してきたのが実情であった。しかるにこのたび初めて日本造船所が建造し、日本船主が保有管理して、日本船員を配乗して、日本の船会社が運航するLNG船が出現することになったので、ここに至る経緯を解説することとする。

わが国におけるLNG輸入とその輸送の歴史を辿ってみると、まず1969年11月にアラスカから三菱商事扱いで東京電力、東京瓦斯が年間96万トン20年契約で輸入し、輸入はPolar LNG Shipping及びArctic LNG TransportがスウェーデンのKockums造船所建造のLNG船2隻で根岸に揚

げた。ついで1972年12月ブルネイから三菱商事扱いで東京電力、東京瓦斯、大阪瓦斯が年間514万トン20年契約で輸入し、輸送はShell TankersがフランスのAtlantique造船所他2造船所で建造した7隻のLNG船で根岸、袖ヶ浦、泉北に揚げている。次に1977年5月にはアブダビから三井物産扱いで東京電力が年間206万トン20年契約で輸入し、輸出はGotas Larsen及びMethane CarrierがノルウェーのMoss-Rosenberg建造のLNG船5隻で袖ヶ浦に揚げている。

アブダビと殆んど時を同じくしてインドネシアからの輸入が始まったのであるが、これについては少し詳しく述べることにする。

インドネシアにおけるLNGプロジェクトは、1971年11月、モービル社によるスマトラ北端のアルン(Arun)B鉱区のカス田発見と、1972年2月、ハフコ・グループによる東カリマンタンのバダック(Badak)地区のカス田発見によって始まる。インドネシア政府は、外貨獲得源としてLNGの開発に力を入れ、プルタミナ(インドネシア国営石油・ガス公社)を通じて日本および米国への売込みをかけてきた。

その結果、1973年12月、日本インドネシア・エル・エヌ・ジー株式会社(JILCOと略称)を輸入窓口として日商岩井扱いで関西電力、中部電力、大阪瓦斯および新日鉄を買主とする基本契約分750万トンのCIF契約による販売契約が締結された。これら基本契約の輸出は、バダック分300万トンが1977年8月から、アルン分450万トンが1978年10月からそれぞれ23年契約で開始された。この輸送はEnergy TransportationがアメリカのGeneral Dynamicsで建造した7隻のLNG船で姫路、泉北、知多、戸畑揚げを行なっている。

日本の海運界としては、かねてよりLNG輸送の分野



インドネシアのLNG液化基地

に着目し、その進出を検討していたが、その機を得ないままに推移していたところ、1973年7月海運造船合理化審議会は海運対策部会のなかに「LNG船小委員会」を設け、日本船主協会はこれに対応して海運問題調査特別委員会に「LNG小委員会」を設けて建造・保有体制を検討した。その後1976年7月に運輸省内に「国内LNG船調査委員会」が発足するなど関係官庁、関係業界にも、日本船建造保有体制を整備するための諸施設を検討、立案する動きに発展して行き、結果として第35次計画造船以降利子補給の復活が実現し、LNG船についてはその他開銀融資について特別措置も考慮されて日本船がLNG分野に進出するための基盤が確立された。

一方プラタミナは1978年バダック基地を拡張して年間320万トンを増量分として売込んできたので、調査の後中部電力、関西電力、大阪瓦斯、東邦瓦斯の4社による引取り方針が決定した。

この増量分LNGにかかる売買契約の商談に際して買主4社は、前述の日本海運界、造船界の日本船建造の悲願を理解し、また、計画造船制度における利子補給などのLNG船建造・保有のための諸施策による基盤をふまえて従来の外国船起用によるCIF契約によらず、日本船を使用する前提でのFOB契約を売主に提案し、種々交渉の結果、プラタミナの最終的な合意を取りつけ、売買契約を締結するに至った。

このほかアルンからの増量分330万トンも同様に日本船を起用することになり、東北電力、東京電力をユーザーとして中核6船社により日本船4隻が建造中である。

又、1983年2月からはマレーシアのサラワクから三菱商事扱いで東京電力、東京瓦斯が年間600万トン20年間契約で輸入しているが、これはマレーシア国営海運会社(MISC)がフランスのDunkerque他1造船所で建造のLNG船5隻で東扇島、袖ガ浦に揚げている。

### 共同運航会社の設立

このようにインドネシアから日本への追加契約分についてはバダック関係は電力・ガス会社4社が320万トンのLNGを、またアルン関係は電力会社2社が330万トンを、いずれも20年間にわたって引取ることになっているが、その船舶保有及び運航についてはリスクの分散を考えて可成り工夫がこらされている。

例をバダック関係にとって述べると、現在川崎汽船、日本郵船、大阪商船三井船舶の3社が共有するLNG船を川重坂出、三菱長崎、三井千葉の各造船所で建造中であり、既に4月11日に、それぞれ将来尾州丸、播州丸、

泉州丸と命名することが披露されているが、これらの各船は上記3船主が各々3分の1づつを保有し、共有船主各社が各1隻宛船舶管理を担当し、担当船についての船員配乗、保険付保、保守管理の任に当ることとなっている。一方電力・ガス会社4社がインドネシアから購入するLNGは、効率的にかつ一元的に輸送する必要があるため、買主4社は各々が購入するLNGを合計し、共同して船主3社に対して一括して輸送量を保証する。

この場合、船主3社が各々保有管理するLNG船の運航管理を委ねる体制では、効率的かつ一元的なオペレーションは期待され難い面があるため、買主4社の合計数量を単一の輸送契約の下で輸送する体制を作ることとなり、3船社を中心とした共同運航会社として4月21日バダック・エル・エヌ・ジー輸送株式会社が設立され、初代社長には川崎汽船社長熊谷清氏が就任した。今後は3社社長が交替して社長になることとなっている。

新会社は3隻の管理船主より、各船を20年間にわたって定期用船し、新会社が買主4社との間で締結する20年間にわたるLNG輸送契約(4買主合計数量を一括)を履行するために専用使用することとなる。こうして新会社はLNG輸送契約とLNG船定期用船契約の当事者となることにより輸送契約により取得する運賃の受取り及び各管理船主に対する用船料の支払いを行ない、両契約間の調整機能を果たすることになっている。

新会社の大株主は3船主でそれぞれ全株式の25%を保有しているが、一方買主4社の引取り計画に従った中部電力・東邦瓦斯の知多、関西電力の姫路、大阪瓦斯の泉北への配船計画の策定、買主に対する運賃の精算実務、インドネシアとの基本契約分の輸送に従事する外国船舶との配船調整など買主に密接な実務を行なうことも主要業務となっているため買主4社も新会社の業務に加わることとし、残り25%の株式を買主4社及び扱い商社たる日商岩井で分け持っている。

アルンからの増量分330万トンに関しては、日本郵船、大阪商船三井船舶、川崎汽船の他に山下新日本汽船、ジャパンライン、昭和海運もLNG船の保有に参加することになっており、買主である東北電力、東京電力、扱い商社である三菱商事とともにLNG共同運航会社が設立されることになっており、船舶も三菱長崎で2隻、三井千葉及び川重坂出で各1隻、合計4隻が建造中であり、受入地である東北電力の東新潟、東京電力の富津、袖ガ浦も着々と整備されている。

こうしてわが国もいよいよ今秋からLNG輸送時代を迎えようとしている。

●新造船紹介

## 37,000dwt省エネ型ハンディサイズバルクキャリア “OCEAN ARROW”

株式会社 来島どっく 設計部

### 1. まえがき

本船は Manatee Shipping Co., S. A. 向けとして、来島どっく・大西工場で建造された最新鋭省エネ型ハンディサイズバルクキャリアであり、1982年5月开工、8月進水、12月13日船主へ引渡された。

本船の特徴として、ハンディバルカーとしては初めて低速主機のギアダウンと軸発、CPP プロペラの採用による大幅な省エネを実現した事が挙げられる。

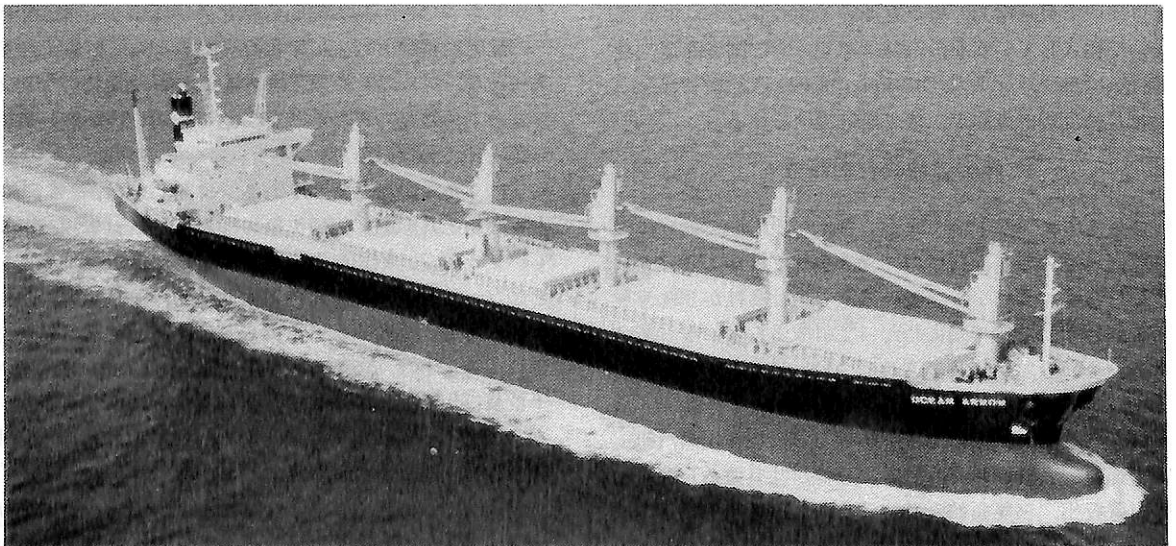
この他自己研磨型防汚塗料の採用等、この種省エネ船で採用される種々の項目は本船でも採り入れられているが、本稿では主として機関部の省エネ対策についてその概要を紹介する。

### 2. 船体部

#### 2・1 主要目等

全長	189.50 m
垂線間長	180.01 m
型幅	28.00 m
型深さ	15.20 m
夏期満載喫水	10.791 m

総トン数	19,416.56 T
純トン数	14,839.71 T
載荷重量	37,027 t
船級	NK NS* “Bulk Carrier” MNS*
試運転最大速力	16.402 ノット
航海速力	13.4 ノット
	(NOR, 15% SM, 軸発稼動時)
航続距離	約 21,200 海里
燃料消費量	23.3 t / day
最大搭載人員	34 名
カーゴホールド容積 (グレーン)	46,915 m <sup>3</sup>
	(ベール)
	45,154 m <sup>3</sup>
バラスタック容積	12,402.43 m <sup>3</sup>
	(含 No. 3 Hold/WBT)
	19,324.79 m <sup>3</sup>
燃料タンク容積 (FO)	2,092.09 m <sup>3</sup>
	(DO)
	178.74 m <sup>3</sup>
清水タンク容積	315.30 m <sup>3</sup>
荷役装置	電動油圧 25 L T 高速型シングルデッキ
	クレーン
	5 基
ハッチカバー	鋼製風雨密油圧シリンダー式フォー
	ルディング型ハッチカバー



## 2・2 一般配置

船首楼なしの平甲板船でバルバスバウ、トランサムスターン型で5艀の貨物倉を有し3番貨物艀は水バラスタック兼用としている。

ハッチ幅は全て14.04mと型幅の50%以上を確保し荷役効率を高めている。

## 2・3 船殻構造

重量軽減のため上甲板及び船底の縦強度部材に高張力鋼を採用した。

低回転大直径のプロペラを有するため船尾部の防振に意を払って設計を行なったが、船尾部線図形状とも相まって海上公試運転では極めて高成績を納め、振動、騒音共共段に少ない船であることが確認された。

## 3. 機関部

### 3・1 機関部主要目

主機関	三菱6 UEC 52 / 125H	1基
連続最大出力	8,000 PS × 150 rpm	
常用出力	7,200 PS × 145 rpm	
減速機	遊星MSS 170 S	
入出力回転数	150 rpm / 84.4 rpm	
減速比	1.78 : 1	
弾性継手	主軸用 スピロフレックスKJ SX 470 N	
	軸発用 スピロフレックスKJ SS 160 N	
主発電機	625 kVA × 720 rpm	2台
軸発電機	688 kVA × 1,200 rpm	
プロペラ	かもめ CPC - 160 B 4翼	
	Dia 6,400 mm	
補助ボイラ	油焚部 1,000 kg / h × 8 kg / cm <sup>2</sup>	
	排エコ部 1,000 kg / h × 8 kg / cm <sup>2</sup>	

### 3・2 概要

推進系としては燃料油の粗悪化、及び省エネルギー化に対処するために、2サイクル低速ディーゼル機関の特長を生かし、加えてプロペラ推進効率の向上を計るために、2サイクル低速ディーゼル機関による、一機一軸ギアードアウン方式を採用した。

主機は当社において数多くの実績をもつ静圧過給方式の三菱6 UEC 52 / 125H (神戸発動機製)を採用し、減速機は減速比を考慮して遊星歯車のスター型とした。又、弾性継手は操船上の色々なハンドリングと、異常運転(1シリンダーカット運転)に対処するために十分な強度余裕をもった、スピロフレックスKJ SX 470 Nを採用した。

プロペラは操船性能の向上と航海中及び、出入港に於て、軸発電機のみによって電力供給を可能にするために、かもめプロペラ製の4翼CPPを装備した。

ディーゼル発電機は荒天航海、及び荷役中に電力を供給するために、省燃費型のヤンマーディーゼル製のT 220 L-UT 2台を装備し、さらに省エネルギーを計るために、A-C オイルブレンダーを装備している。

主機関の発停はA重油の消費を少なくするために、ブレンド油はもとよりC重油にても発停出来る様にしている。

船尾管シールは、信頼性を高めるために船尾側4本シールを採用し、更に#2~#3間の配管を行い、シール異常時に油の船外流出を防止し船内回収出来る様に考慮している。

補助ボイラーは航海中は排ガスで発生される蒸気のみを使用するが、燃焼装置には廃油焚を可能にするために、ロータリーバーナーを採用し、独立の廃油ポンプを装備して燃費節減を計っている。

### 3・3 機関室配置

機関室は第3・第2甲板の2層よりなり、上甲板より上は機関部は利用しないものとした。

第3甲板左舷に機関制御室、及び工作室を配し、船尾にディーゼル発電機2台を配置している。第2甲板左舷に倉庫を設け、船尾に補助ボイラーを配置した。

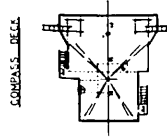
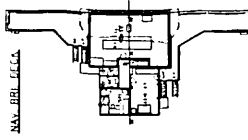
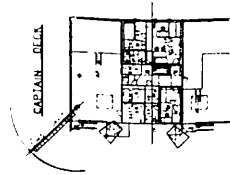
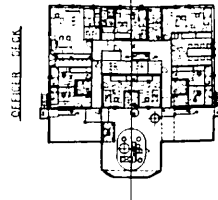
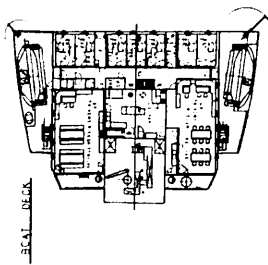
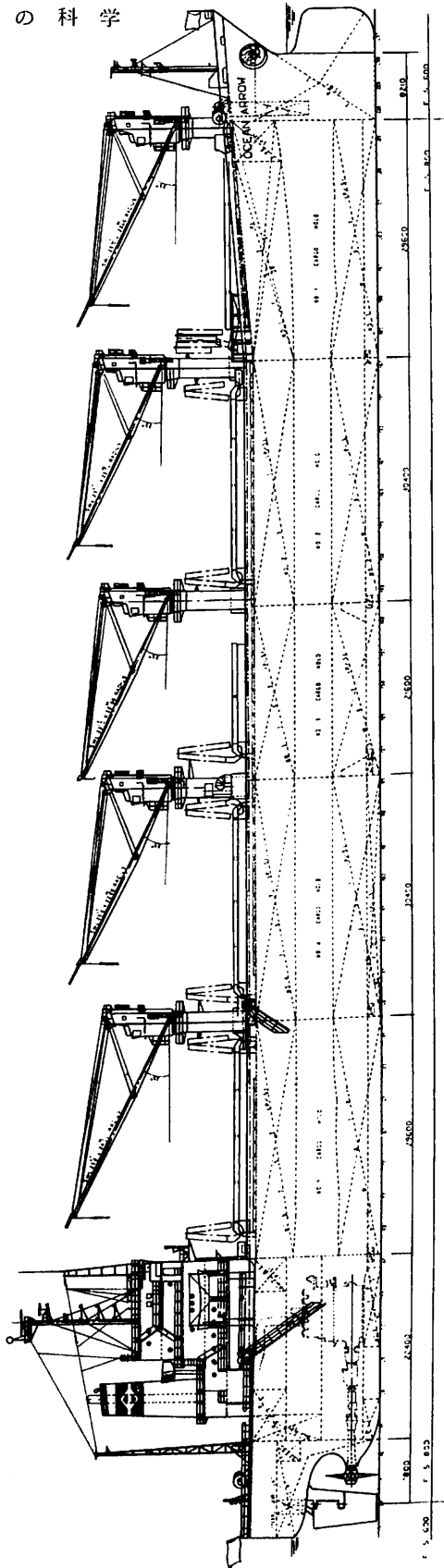
機関室2重底は新船型の採用により非常にファインな形状となっているが、主機関、弾性継手、減速機、軸発電機、及びCPPの大型機器を効率的に配置し、機関室を最小限の長さとしている。又、2重底前部にバラスタの注排水をコントロールするための制御弁を配置した。

又、省エネルギーのためにバラスタを重力によって注水、及び排水出来る様に専用の海水吸入弁箱を装備している。燃料のバンカーリングのためには機関室前部の両舷にヘッドタンクを設けて重力方式とし、作業の安全性と簡素化を計っている。

### 3・4 主機-CPP

CPPを装備しているので主機回転数とプロペラピッチの両方にて制御出来るが、主機は制御室操縦とし、非常用として機側にて停止、逆転、起動、増速が行える様にしている。

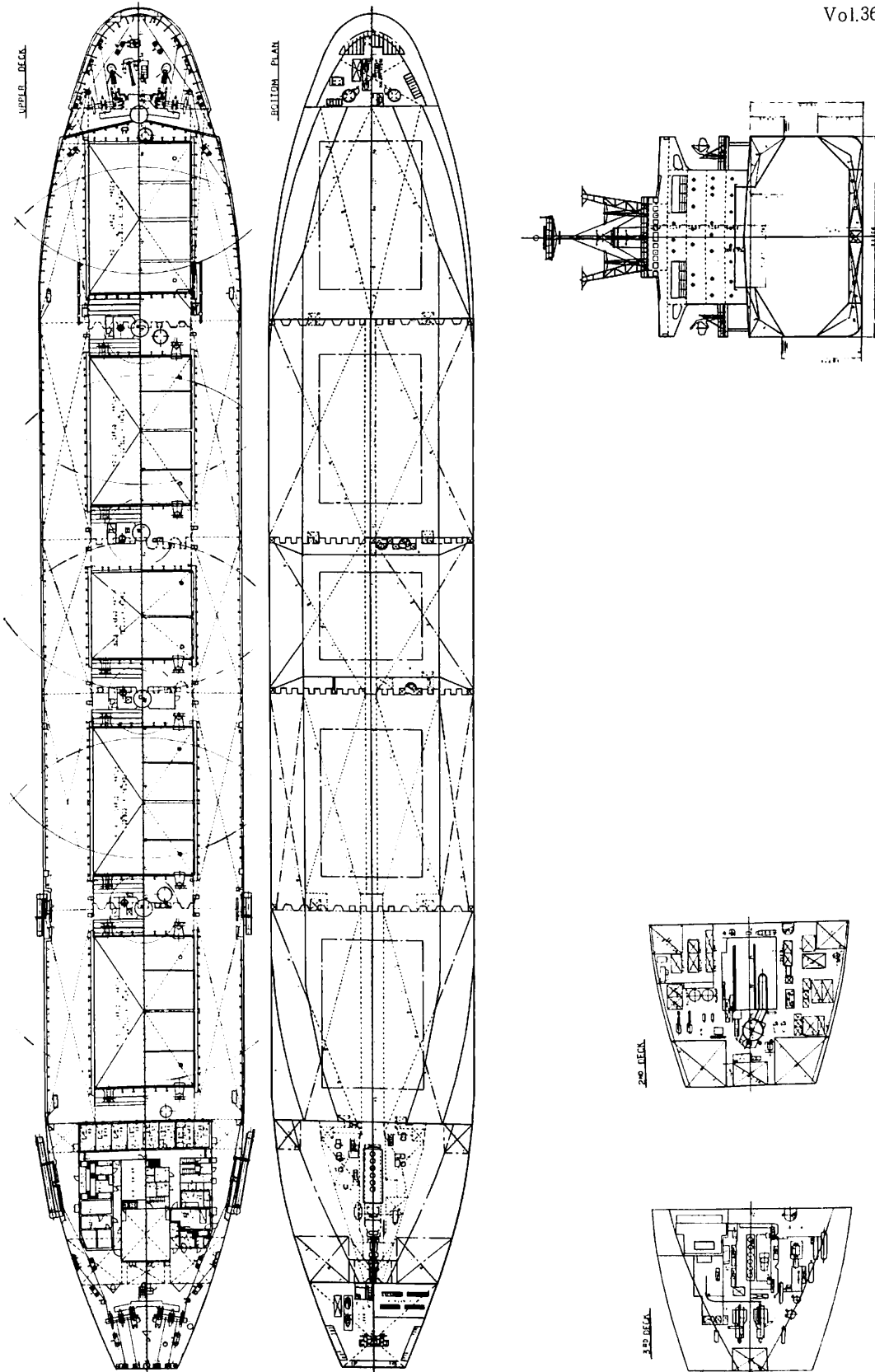
プロペラピッチ制御は操舵室と制御室とし共にフォロー及びノンフォロー操縦可能とした。又、軸発電機運転の安定を計るためにALC作動を設けている。また、通常の変節速度を極力短くし、これを補うために前進側、後進側共にそれぞれ独自のプログラム制御を行い危急前



NO. 1.1.1. DECK HOUSE NO. 2 DECK HOUSE NO. 3 DECK HOUSE







Manatee Shipping Co., S. A. 向け  
37,000 DWT 省エネ型ハンディサイズバルクキャリア "OCEAN ARROW" 一般配置図  
来島どっく・大西工場建造

後進性能に対処している。

CPPの操舵室操縦に対しては、CPP関係の異常及び機関関係の異常警報を表示し、又、主機の保護のために制御室に制限ダイヤルを設けて主機の安全を計っている。又、弾性継手にはエレメントの振れを検出し又、変動トルクに対しても変動角をそれぞれ制御室に表示し、過大変動トルクに対しては警報を発して弾性継手及び、減速機歯車の変動荷重についての安全を計っている。

### 3・5 システム計画

本システム採用に当っては十分なる初期検討を行い、海上運転時に本システムの作動確認と共に減速機歯車、及び弾性継手に関して異常運転を含んだあらゆるハンドリング状態での詳細にわたる計測を施行した。

以下に本システムの計画、計測、及び結果について述べることとする。

推進軸系に減速装置を採用する場合、歯車の信頼性が非常に重要視される。特にディーゼル機関の場合、軸系振振動が使用回転域に現われ、歯車に大きな付加変動トルクを与える。

ことに低速ディーゼル機関の場合はシリンダー数が少ないために出力軸のトルク変動も大きく歯車の強度確保がこの様なシステムに於ては最も問題となる。

従って、振振動の回避、及び主機の変動トルクの影響を低減するために主機出力軸と減速機入力軸の間に振り剛さの低い弾性継手等を設けるのが通常である。

本計画に於ても2サイクル6シリンダー機関であるために使用回転域に大きな振振動が現われることから弾性継手を採用することとした。

弾性継手の剛性は軸系の回転運動の特性を大きく左右するために接手剛さと、就航時に起こりうるあらゆる条件下での歯車、弾性継手のトルク状態等をシミュレート計算で推定することとした。

その結果、第1図に表す様に遊星歯車装置に対して弾性継手のKJSX470Nを採用する事によって歯車、弾性継手の夫々の許容トルクをどの様な運転条件においても満足することが判明した。

第2図に本減速機の許容トルクを示すが、本減速機は主機の定格運転時のトルク=38t-mを伝達するが瞬時には76t-mまで許容され、変動トルクについても主機の回転数に応じて図示の如く付加トルクが許容されている。

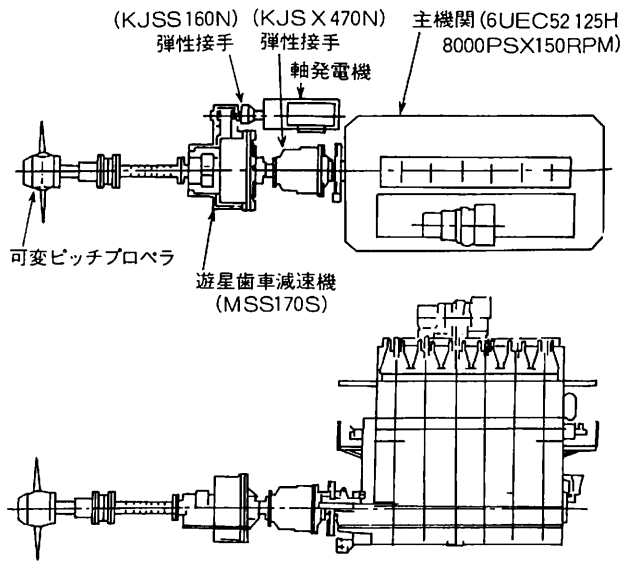
一方、弾性継手は第3図に示す通り主機の定格トルクに比例する指標値  $N_r/n$  以上の  $N_r/n$  値を持つ接手を採用することを推奨しているが、前述の通り接手の振

り剛さがシステムの動特性に影響を及ぼすことから  $N_r/n = 53.3$  以上の値を持つ、KJSS450N、KJSS470N、KJSX470N形の夫々の場合につき動特性を検討して前述のKJSX470N形を選定したものである。

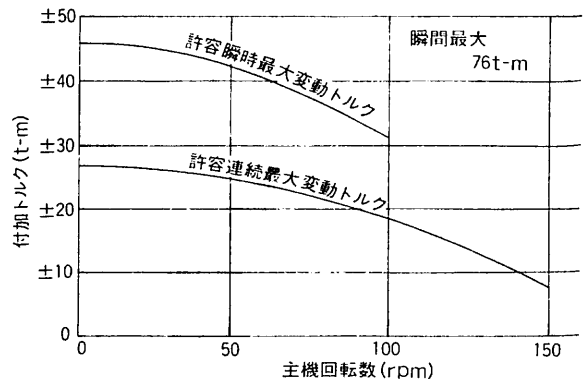
本継手は図示の如く伝達定格トルクは55.8t-mで主機の定格トルク38t-mに対して約46%の余裕をもち、更に瞬間的に許容されるトルクは167t-mであるが、許容変動トルクは比較的小さく±13.9t-mである。

以上に述べた歯車、及び継手の許容値に対して各種運転条件に於ける軸系システムの動特性計算による付加トルク等の計算結果は何れの運転条件下に於ても満足する結果が得られた。

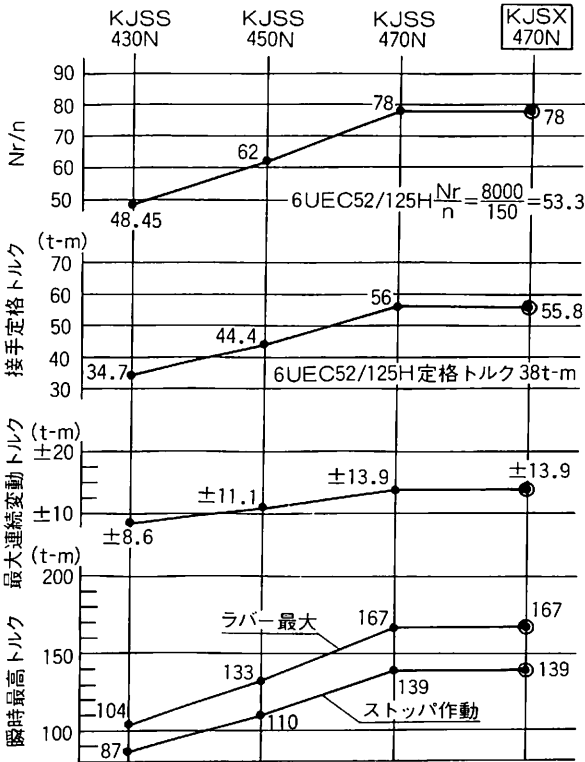
以下、これらの計算結果の一部について述べる。



第1図 全体概略図



第2図 減速機許容トルク



◀ 第3図 弾性継手形式と許容トルク (スピロフレックス)

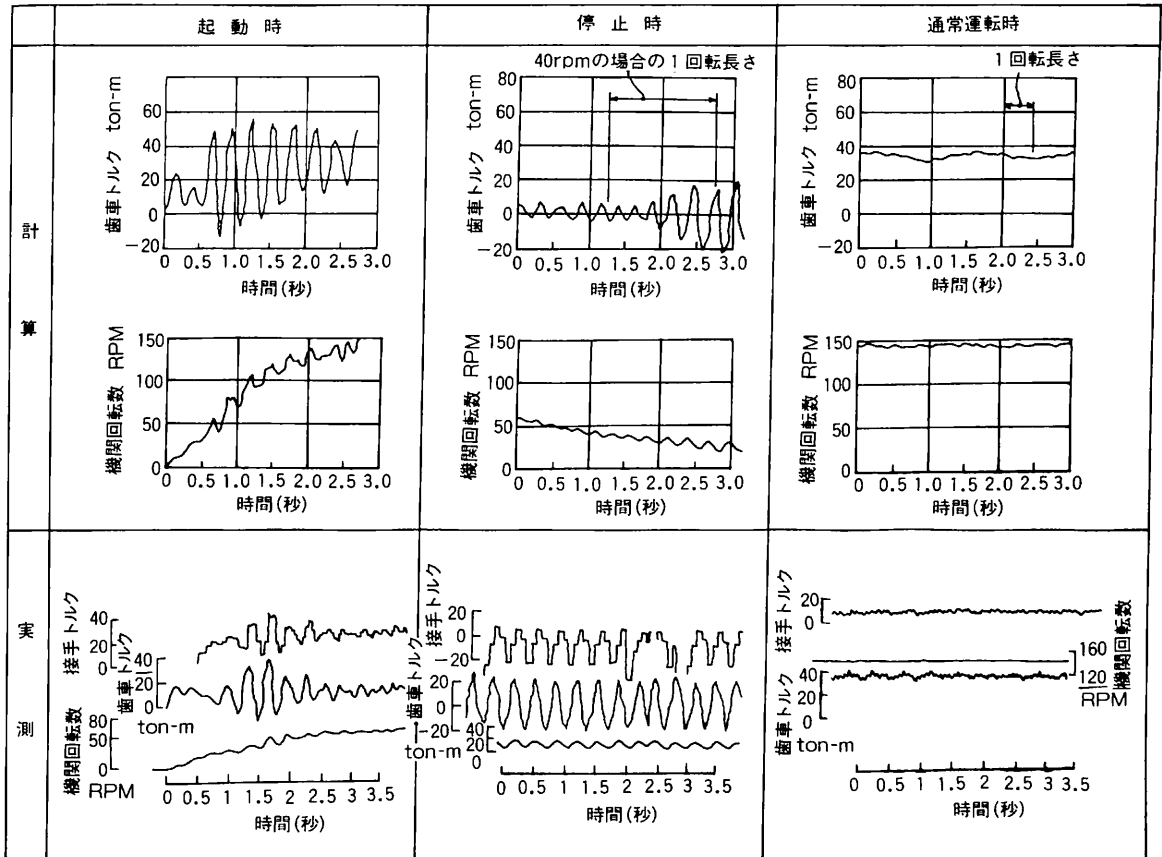
▼ 第4図 機関を正常状態にて起動・停止・通常運転を

動特性の計算は下記の運転状態について実施した。  
 ◦ 正常運転の場合  
 通常起動時, 定格運転時, 通常停止時, 危急前後進時

◦ 異常運転 (1 シリンダーカット) の場合  
 船用特性 50% 負荷以下の各回転時  
 常用回転時 (144 RPM)

第4図は機関が正常な状態で起動, 停止, 及び通常運転を行う際の機関の回転数と歯車のトルクの変化を示している。動特性の計算結果で明らかな様に起動時の瞬間トルクは約 60 t-m, 停止時は 40 RPM 以下では 33 RPM をピークとする 1 節 6 次の振振動のため主軸 1 回転に 6 回の 6 次の回転変動と共に ± 約 20 t-m のチャタリング現象による変動トルクが計算された。

通常運転時は回転変動, トルク変動とも極めて少なく, これ等何れの運転条件下に於ても継手と歯車の許容値を満足しようとの見通しが得られた。



又、本図には示していないが、危急前後進についてはC P Pを採用しているために前進全力より後進全力まで数十秒でプロペラピッチを調節する条件での計算を実施したが固定ピッチの場合と異なり平均トルクが変化するのみで機関の回転数、トルク変動は殆ど通常運転状態に近い結果が得られた。

第5図はトルク変動の面からは最も厳しい運転の条件と思われる1シリンダーの燃料をカットした場合の代表的主機回転数に於ける計算の結果を示している。

燃料カットした場合の主機回転数の上限は船用特性の50%負荷(約120RPM)である。一方、剛性の少ない弾性継手が設けられているために本計画では1節の固有振動数が低く196CPMである。

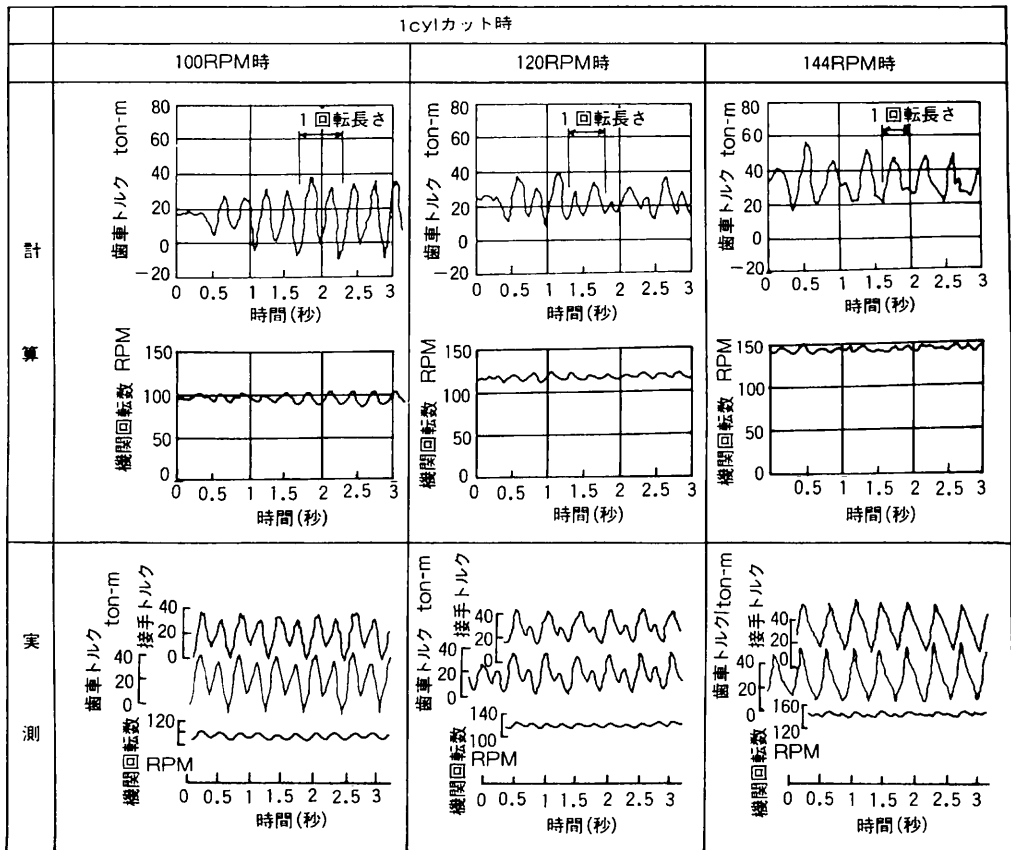
又、1シリンダーカット時の機関トルク変動は1次・2次等の低次のトルク変動が大きく本軸系に於ても2次が98RPM、3次が66RPM、に共振点をもち、且つ、常用回転数(120RPM)に於ては1次の振振動の裾の部分であるにも拘らず継手、歯車に大きなトルク変動が

現われるものと推定された。

しかし、計算結果は図に示す通り、主機100RPMに於て歯車のトルク変動は±20t-m、120RPMにて±12t-m、通常運転時±16t-mとなる(何れもピッチFull)結果が得られ1シリンダーカット状態でも運転が可能である見通しが得られた。

尚、本減速機には軸発用として増速歯車を介して発電機を直結駆動するため増速歯車出力軸と発電機入力軸との間に弾性継手を設けているが、発電機入力軸の回転変動の緩和、主機1シリンダーカット時の主軸の大きな回転変動に伴うトルク変動を考慮して、軸発駆動定格トルクの数倍の許容トルクを持つ弾性継手を採用した。

以上の如く、システム計画に於て十分な計算に基づく検討は実施したものの運転中の燃焼不良等による過大トルク発生を監視するために弾性継手の入出力側ケーシングの運転中に於ける相対的回転変位を常時監視するトルクモニターを設けることとした。



第5図 1シリンダーの燃料をカットした場合の代表的主機回転数に於ける計算の結果

3・6 計測

本システムの信頼性を確認するため海上運転時に種々の運転条件のもとで下記の計測を施行した。

第6図にその要領を示す。

- 1) 主機ハンドルノッチ
- 2) F O ボンプラック
- 3) 主機出力軸回転数
- 4) 主機出力軸トルク
- 5) 弾性継手変位角
- 6) 減速機入力軸回転数
- 7) 減速機入力軸トルク
- 8) プロペラピッチ角
- 9) 船速

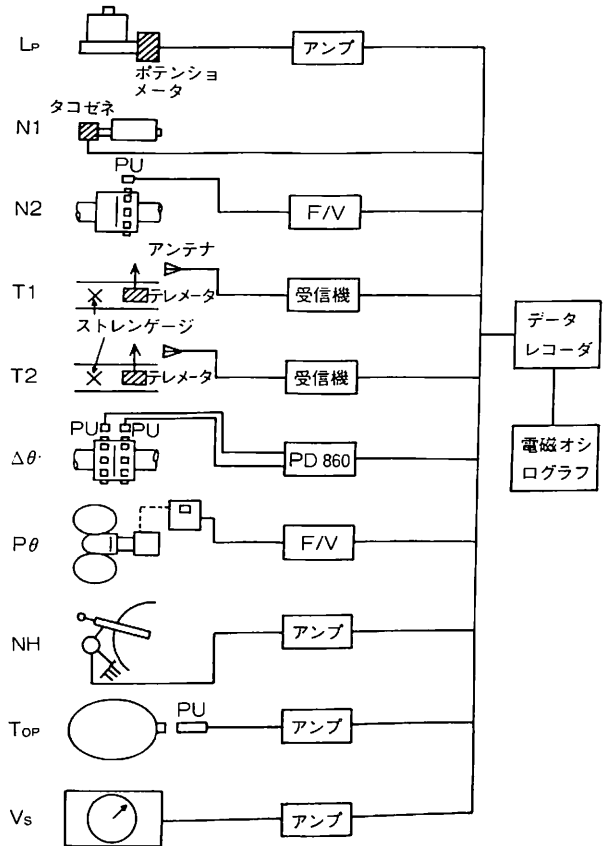
3・7 計測結果

各種運転条件での前記各計測記録の中、特に重要なトルク等の記録につき、第4図、第5図に計算値と対比して示しているが、実測値には弾性継手のトルクの記録も示している。

以下、実測値の状況を考察すると、通常起動時には瞬間最大トルクが約40 t-m で計算値に比べて低いが、これは起動時の主機回転数の上昇率が推定より少なかったためと思われる。しかし、トルク変動の状況、振幅は非常に類似している。停止時に振動によるチャタリング音と共に計測された回転変動と歯車入力軸のトルク変動の状態は計算と変動の大きさも殆ど一致した。

通常運転時の実測トルク変動は±1 t-m で計算結果とほぼ同じであるばかりでなく歯車の耐久性上、全く問題のない事が裏付けられた。

危急前後進については実測結果は添付していないが、ピッチ変節中の何れの段階に於てもトルク変動は通常運転時と殆ど同レベルであり、此等の結果から正常運転時はシステムに何等不具合な状態のないことが確認された。1 シリンダーカット時の実測値の中、計算と比較するために第5図に主機回転数 100 R P M、120 R P M、及び144 R P M (いずれもピッチ指示角 Full) の場合の記録を記載している。100 R P M に於ては主機の回転変動、及び歯車のトルクは殆ど計算値と一致し、振動の2次の共振点に近いためにトルク変動の波形も2次である。120 R P M の実測記録ではトルクの変動幅が±15 t-m と計算をやや上廻っているが歯車の許容値内であることが確認された。又、144 R P M の場合、計算値±16 t-m に対して±20 t-m と実測値が上廻っており、この様な状況での連続運転は回避する事とし、120 R P M 以下とする必要がある事が判明した。



第6図 動特性計測要領図

以上実測記録の主なものについて述べたが、総合的に計画時の推定は殆ど実測値と一致し、本システムは耐久性、信頼性とも十分に確保出来ると共に今回開発されたシミュレーション計算が十分に精度があることが確認された。

4. 電気部

電源装置はディーゼル発電機2台、主機駆動発電機1台を装備し、通常航海時、出入港時は主機駆動発電機にて所要電力をまかなう様計画した。

主機関、又は主機駆動発電機に異常を生じた時は主機駆動発電機のACBはトリップし、直ちにディーゼル発電機を自動的に運転起動、投入し必要負荷に給電される様になっている。又、推進補機は順次起動される。

電気部の主要目は次の通りである。

(1) 電源装置

ディーゼル発電機	AC 450V × 3φ × 60Hz × 625 kVA
	2台
主機駆動発電機	AC 450V × 3φ × 60Hz × 688 kVA

		1台	NNSS	JLE-3400	1式
変圧器	35kVA×1φ	3台	方位測定機	JLR-1003C	1式
	7.5kVA×1φ	3台	電磁ログ	EML-12	1式
蓄電池	DC 24V×300AH	2組	音響測深機	NJA-193S	1式
(2) 船内通信装置					
自動交換電話	20回線	1式			
共電式電話		3組			
船内指令装置	50W	1式			
一般警報ベル		1式			
(3) 航海計器					
ジャイロコンパス	TG-5000	1式			
オートパイロット	PR-2507-LS	1式			
レーダー	JMA-158B	2式			
ロランC	JNA-760	1式			

ニュース

ニュース

ブラジル向け半潜水非自航式海底石油掘削装置

“ペトロブラスⅫ”

三井造船・千葉事業所にて建造中のブラジル Petro-leo Brasileiro S. A., Brazil 向けセミサブ型石油掘削装置“ペトロブラスⅫ”号(Petrobras Ⅻ)は、このほど完成、同事業所にて、オーナーに引渡された。

本装置は、Aker H-3型をベースとし、さらに基本性能の向上を図るための変更(船型の大型化など)を施した船体を有し、非自航式でありながら、補助推進装置を装備したABS船級をもつハイグレードなセミサブ型石油掘削装置である。

主要目

全長	108.242 m	全幅	69.216 m
全高(ベースライン～主甲板)	36.680 m		
メインデッキ(全長×全幅)	69.01 m×60.92 m		
コラム	8本	ポンツーン	2条
喫水(オペレーション)	21.44 m		
	(サーバイバル)	18.38 m	
	(トランシット)	6.40 m	
最大掘削深度	6,096 m	稼動水深	366 m
定員			92名

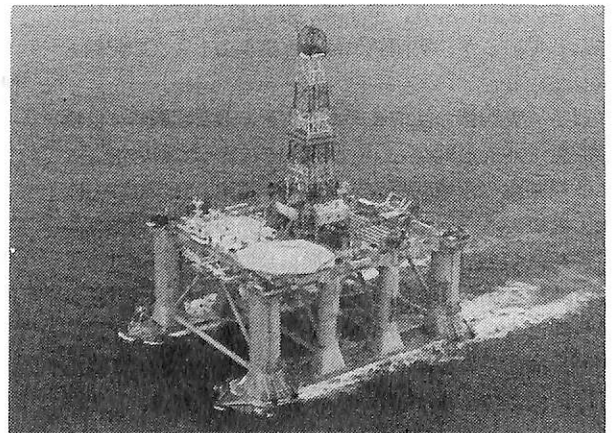
特長

1) 本装置は、ABS(アメリカ船級協会)MODU 1980年規制を満足するよう設計、建造されており、潮流の早いブラジル海域における操業を考慮し、性能面、安全面に十分な配慮がなされている。また、風速70knまでの掘削作業および航行が可能であり、風速100knまで

5. おわりに

本船は昭和57年12月13日に無事引渡しを完了し、順調な航海を続けております。

最後に、本船の建造にあたり特に推進系のシステムについての初期計画、計測、そして引渡しまで絶大なる御指導、御協力を戴きました船主をはじめ、主機メーカー(神戸発動機株)、及び多くのメーカー各位に対して誌面を借りて心より感謝の意を表します。



は待避(サーバイバル)状態で留まることが可能である。ドリルフロア上には、高さ160ftの固定式デリックタワーを装備している。また、同フロア周囲には高さ3mの防壁を施し、強風下での操業を容易にしている。

2) マッドおよびセメント用バルクタンクはセンターコラム内に装備され、船体重心の低下およびメインデッキスペースの有効利用に寄与している。メインデッキ中央部、後部は広い作業スペースを有し、61MT型1基、53MT型1基、合計2基のデッキクレーンが配置され、効率的に作業ができる。

3) 本装置には、衛星通信システム(コムサット)を装備しており、瞬時に、世界各地との通信および通話が可能である。また、本装置には、自動電話、各種直通電話の他にガイトロニクス(Gai-Tronics)通信装置を有し、船内での指令、コミュニケーションの向上と作業の効率化を図っている。

## ●自動化規則の動向

## 船舶自動化設備特殊規則の制定について

運輸省船舶局 安全企画室  
和田 昌雄・園田 敏彦

## 1. 諸言

近年、日本人船員の乗り組む日本籍の外航船舶は、運航コストの増大により、その国際競争力を弱めつつあり、日本船の競争力を回復するためには、その乗組員の数を減少させることにより、運航コストを低減する必要がある。

このため、在来船と同等あるいはそれ以上の安全性を担保しつつ、少人数の乗組員により運航することが可能な船舶についての模索がつけられ、昭和36年には船橋から主機の遠隔制御が可能なはじめての船舶として「金華山丸」が建造され、また昭和44年には機関区域を無人の状態として航行可能な機関区域無人化船（いわゆるMゼロ船）「ジャパン・マグノリア」の出現をみている。以来Mゼロ船の隻数は増加の一途をたどり、(財)日本海事協会よりMゼロ船としての認定（Mゼロ・ノーテーション）を与えられた船舶の数は500隻近くにのぼり、我が国の外航船の4割を占めるまでに至っている。（別記1参照）

また、これらの船舶を建造するに当たっての技術的問題の検討は、運輸省船舶局を中心として進められており（別記2参照）、これらの検討と並行して、昭和45年には、コンピューター化されたはじめての船舶「星丸丸」が建造されている。

一方、少人数が乗り組む船舶に対する人的側面からのアプローチとして、昭和52年4月より運輸省船舶局を中心に船員制度近代化に関する研究及び実験が行われており、この検討結果を踏まえ昭和57年5月1日には、第96回国会において船員制度の近代化についての内容を含んだ船員法及び船舶職員法の一部改正法案が可決成立し、本年4月30日から施行されている。

これらの状況に鑑み、船舶局においては、改正された船員2法の規定により、運航士又は運航員が乗り組む船舶に関する規制の必要性を認識し、これらの船舶の技術・基準についての検討を続けてきたが、別記2に掲げた研究の成果及び74 SOLAS条約の81年改正により規定されるMゼロ規制（II-1章E部）の内容等を踏まえ、今

般、船舶安全法に基づく運輸省令として船舶自動化設備特殊規則を制定し、かつ、船舶設備規程、船舶機関規則等関係省令を一部改正したものである。

なお、本省令は、昭和58年3月8日に公布され、昭和58年3月15日より施行されている。

## 2. 逐条解説

船舶自動化設備特殊規則は、3章11条により構成されているが、別記3として、本規則全体の目次を掲げたので参照されたい。

また、本規則の逐条解説を、以下に記すこととする。  
第1条（趣旨）

この条は、この省令の目的とするところをうたうものである。即ち、この省令の根拠法である船舶安全法第1条の目的（船舶の堪航性の保持及び人命の安全の保持）に照らし、この省令では、船舶の安全な航行のための自動化設備についてのみ規制を行うものであり、それ以外の自動化設備（例えば、自動麻雀機、自動皿洗機等）についてまで規制を行うことを目的としているのではない。

## 第2条（管海官庁の指示）

一般に、船舶とは、他の乗り物、例えば、自動車や航空機と比べ、その用途、運航計画等により、船舶所有者の様々な要望に応じて、一船毎に建造されるものであり、その構造・設備は、それぞれ一船毎に異なるものである。船舶安全法では、この一船毎に異なる船舶の基準を定め、定期的検査を行なっているが、上記の船舶の特殊性から、全ての船舶について細部にわたる一律の基準を設けるのは、非常に困難である。

そこで、船舶安全法体系では、その船舶の特殊性に鑑み、実際に検査を行う管海官庁（地方海運局長、(注)船舶安全法施行規則第1条10項）の指示する基準による旨の規定を設けることが多い。

本省令でも、これにならったわけであるが、さらに1で述べた、この省令の制定経緯について十分配慮し、この省令は、船舶職員法第2条第3項又は船

員法第72条の3の規定に基づき、当該船舶に、運航士又はDPC(Dual Purpose Crew)(甲板部及び機関部の両部の航海当直をすべき職務を有する部員)を乗り組ませることを目的とする船舶以外の船舶に備えられる自動化設備には、適用しないこととしている。

また、自動化船(3・(4)参照)にあっても、船舶安全法施行規則第53条の2の規定により、当該船舶に必要とされない自動化設備についても、同じ趣旨から、この省令の基準を適用しないこととしている。

なお、同時に改正した船舶設備規程、船舶機関規則の中で、この省令に規定する、遠隔制御ばら積貨物荷役装置、遠隔制御燃料油注油装置等について、遠隔の切り離しの要件が規定されたが、この要件は一般船にかかるのであって、もちろん自動化船にも適用されることに注意する必要がある。(3.参照)

## 第2章 機 関

### 第3条 (遠隔制御燃料油注油装置)

遠隔制御燃料油注油装置とは、陸上等から本船への燃料油の積込作業を遠隔制御により行うための装置であり、この条では、当該装置について次のような基準を定めている。

- (i) 遠隔制御を行う場所において、弁の制御、船内燃料ポンプの回転数の制御(ポンプの発停は含まない)、燃料油タンク内の燃料油の液位の監視ができること
- (ii) (i)の場所で、燃料油が燃料油タンクの限界液位(自由に設定してよい)に達した場合に警報を発すること

### 第4条 (自動記録装置)

自動化船は、機関区域無人化船を前提としたものであり(3・(4)参照)、主機については、常時見張りを置くのではなく、一定時間毎に機器のチェック(いわゆるMゼロ・チェック)を行うものであり、その間の機器の作動状況を記録するための装置が、自動記録装置である。

記録事項としては、主機の潤滑油圧力、冷却水温度及び排気温度並びに主ボイラの蒸気圧力及び推進軸の回転数が要求され、少なくとも一当直(4時間)に1回の記録が必要である。

## 第3章 設 備

### 第5条 (衛星航法装置)

ここでいう衛星航法装置とは、いわゆるNNS S(Navy Navigation Satellite System)を指しており、人工衛星(NNS S方式では、4~6個の極軌

道衛星が、約2時間の周期で地球を一周している。)からの信号電波を受信し、その周波数が船位と人工衛星の位置の関係とから変化するドップラー効果を利用して、精度をよく船位測定を行い、かつ、人工衛星が飛来しない間の船位を、ジャイロコンパスと船速距離計により得られる針路及び速力を用いて推定する装置である。

衛星航法装置には、次の基準が設けられている。

(i) 次の事項を表示すること。

イ. 船舶の測定又は推定位置(緯度及び経度により、0.1分まで表示する。)

ロ. イの位置の時刻

ハ. 空中線の高さ(この装置は、高精度のものであるから、空中線の高さ(ジオイド高さを考慮したもの)が誤差に微妙に影響する。)

ニ. 針路

ホ. 速力

ヘ. 受信電波が不適当(雑音が多い等)で、測定が不正確なこと

ただし、ハ及びホは、自動入力された場合は必要はない。

(ii) 停電の後、電源が復帰した場合に、記憶されていたデータが失われることなく、位置の測定ができること

(iii) 電波の海面による反射波をできる限り受信しないこと

(iv) 測定した船位の誤差は、静止時に0.3海里以下とすること

(v) その他、船舶の振動、動揺等に耐えること  
ジャイロコンパスの基準は、船舶設備規程第146条ノ5に示されている。

船速距離計の基準は、この条の第2項において次のように定めている。

(i) 速力の表示は次のとおりとする。

イ. デジタル方式では、0.1ノットを単位とする。

ロ. アナログ方式では、0.5ノット毎に目盛りを付ける。

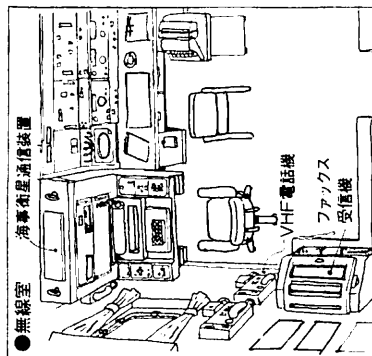
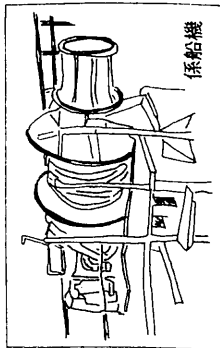
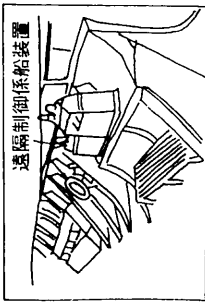
(ii) 距離(航程)の表示は、0.1海里を単位とするデジタル方式とし、9999.9海里を表示でき、かつ0に戻せるものとする。

(iii) 誤差は、速力、距離ともに、それぞれの5%又は、0.5ノット(0.5海里/時間)のうち大なるもの以下であること

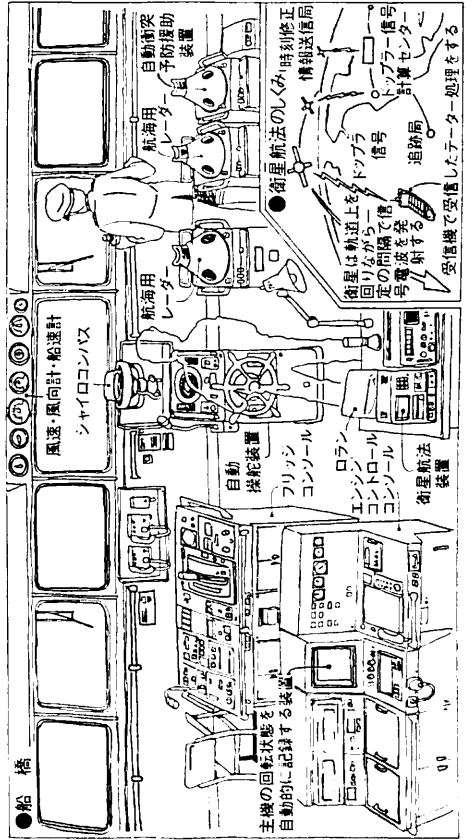
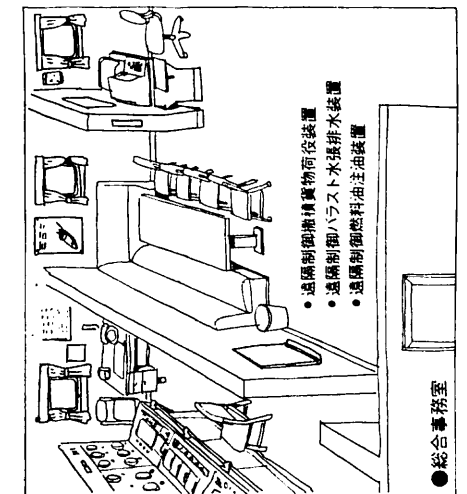
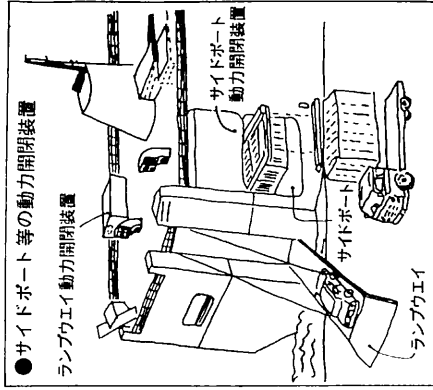
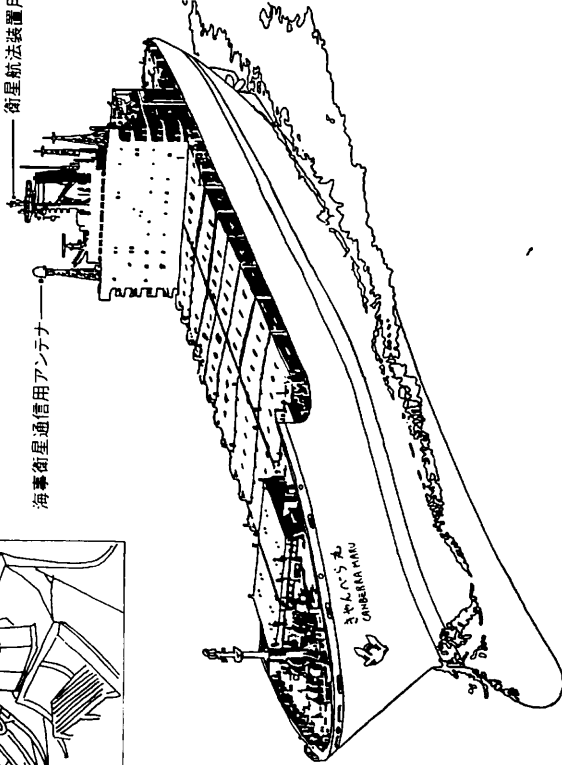
(iv) 船体の貫通部は、弁を設ける等により、損傷



自動化設備の概要 (出典：ラメール)



海軍衛星通信用アンテナ



時の浸水を防止すること

(V) その他、船舶の振動、動揺等に耐えること。

なお、船速距離計は、74 S O L A S 条約 (Safety of Life At Sea) の81年改正により、1984年9月1日以後建造に着手された船舶で、国際航海に従事する総トン数500トン以上の船舶に設置が義務付けられている(第V章第12規則(ℓ))が、この基準は、同規則(r)において言及されている性能基準(I M O 決議, A. 478 (XII)) によった。

#### 第6条 (自動操だ装置)

自動操だ装置とは、あらかじめ設定した針路に船舶を合わせるためのものであり、現在までは、船舶設備規程第137条ノ14において、自動操だから手動操だへの切換についてのみ規制されていたが、この条では、I M O 決議 A. 342 (IX) を取り入れて、次の基準を設けている。

- (i) ジャイロコンパス等と連動して、あらかじめ設定された針路を保つこと
- (ii) 船舶の動揺等によって、不当な操だを行わないこと
- (iii) 作動中であることを表示すること
- (iv) だ角を制限し、この制限値に達したことを表示すること
- (v) あらかじめ設定した針路から、設定角度を超えてはずれた場合に、可視可聴の警報を発すること
- (vi) 電源が断たれた場合に、可視可聴警報を発すること
- (vii) その他、船舶の振動、動揺等に耐えること

#### 第7条 (係船の設備)

一般的な係船作業は、舷側において、船舶職員が見張りを行いながら命令を出し、この命令に従って、係船機の側にいる部員が係船機を操作し、係船索の繰出し及び巻取りを行うものである。

一方、この条でいう遠隔制御係船装置は、上記の見張り及び係船機の操作を同一場所で同一人が行うことを前提としたものであり、この場所は、近代化の実験船等では、舷側に設けている例が多いようだが、必ずしもこれにとらわれる必要はなく、見張りとは係船機の操作が適切に行えるところであり。

また、係船機自体は、必ずしも3台以上必要ではなく、例えばクラッチ操作により1台の係船機で、二本以上の係船索を制御できればよい(ただし、この場合のクラッチ操作は、遠隔制御により行う必要はない。)

なお、「三本以上の係船索」としたのは、係船には、少なくとも、ヘッドライン、プレスト及びスプリングの三本が必要と考えられるからである。

#### 第8条 (遠隔制御ばら積貨物荷役装置)

この条でいう遠隔制御ばら積貨物荷役装置とは、油タンカー等において、ばら積みの貨物の荷役作業即ち、貨物ポンプの回転数の制御(電動ポンプにあっては、発停のみでよい)、貨物タンクの貨物液位の監視及び必要な弁の制御を、遠隔制御を行う場所で行うための装置である。

この装置には、次のような基準を設けている。

- (i) 次の場合に可視可聴の警報を発すること(貨物ポンプ又はその原動機を危険場所に備え付ける場合に限る。)
  - イ. 貨物ポンプ及びその原動機の潤滑油等の温度の異常な上昇
  - ロ. イの潤滑油圧力の異常な低下
  - ハ. 貨物ポンプのケーシングの温度の異常な上昇
  - ニ. 貨物ポンプの軸が隔壁を貫通する部分のパッキンの温度の異常な上昇
- (ii) 貨物ポンプを駆動する原動機(蒸気タービンの排気圧力が異常に上昇した場合に、可視可聴の警報を発すること
- (iii) (ii)の原動機の回転数が異常に上昇した場合の自動しゃ断装置を設けること

#### 第9条 (遠隔制御バラスト水張排水装置)

この条でいう遠隔制御バラスト水張排水装置とは、バラスト水の張排水作業、即ち、バラストポンプの回転数の制御(電動ポンプの場合は、発停のみでよい)、バラスト水の液位の監視及び必要な弁の制御を行う場所で行うための装置である。

基本的な機構そのものは、第8条の遠隔制御ばら積貨物荷役装置と同様のものであり、基準としても第8条と同様のものを定めている。

#### 第10条 (動力開閉装置)

この条でいう動力開閉装置とは、荷役用のサイドポート、ランプ・ウェイ又は鋼製ハッチカバーの動力による開閉(単に、開閉のみであり、オートクリートその他を用いる最終的な締付までは指していない)装置である。従って、人の乗降専用のサイドポート等の動力開閉装置は含んでいない。

この動力開閉装置には、次のような基準を設けている。

- (i) 開閉に必要な操作を容易に行えること

- (ii) 制御場所で、開閉状態を確認できること（開閉状態を目視できない場合は、開閉状態の表示装置が必要である。）
- (iii) 開閉の際に、可聴警報を発し、又は黄色回転灯を点灯する等の安全措置を講ずること（目視により安全が確認できれば必要ない。）

#### 第11条（海事衛星通信装置）

いわゆる、インマルサットによる海事衛星通信装置であり、基準としては、

- (i) 全船警報を受信できること
- (ii) 船舶の振動、動揺等に耐えること

としている。

なお、(i)については、ハード面での措置は、すでに現存の機器にもなされているが、ソフト面での体制作りは、現在進行中である。

また、海事衛星通信装置については、無線機器であるという観点から、電波法による検査が必要であることに注意しなければならない。

#### 附則1（施行期日）

新しい船員制度は、本年4月30日から施行されているが、船自体については、運航計画その他の問題から4月30日前でも検査を受けられることとする必要があり、この省令を、本年3月15日から施行することとした。即ち、現存船にあっては、3月15日以降「自動化船」として、臨時検査その他の検査を受け、自動化船としての船舶検査証書（用途欄にその旨記載される。）を受有できる。

#### 附則2（経過措置）

この省令の施行日（昭和58年3月15日）前に建造され、又は建造に着手された船舶については、管海官庁の指示による経過措置を設けることとした。

具体的には、施行日に現に備えているものについて、

- (i) 衛星航法装置は、第5条の規定に適合しているものとみなす。
- (ii) 自動操だ装置は、第6条第7号から第9号まで及び第11号（船舶設備規程第145条ノ3第1項第4号、第6号及び第11号に係る部分）の規定に適合しているものとみなす。
- (iii) 遠隔制御ばら積貨物荷役装置及び遠隔制御バラスト水張排水装置は、第8条第2号及び第3号並びに第9条第2号及び第3号の規定に適合しているものとみなす。

という取扱いをすることとしている。

### 3. 船舶自動化設備特殊規則に関連する省令の改正

船舶自動化設備特殊規則に関連して改正された省令は下記の4省令であるが、以下、省令別に改正の概要を述べることとする。

- ・船舶設備規程
- ・船舶機関規則
- ・船舶消防設備規則
- ・船舶安全法施行規則

#### (1) 船舶設備規程の一部改正について

船舶自動化設備特殊規則第7条において、遠隔制御係船装置に対する要件が規定されたことに伴い、自動化船以外の船舶についても、自動化船と同様に、同装置を備える場合には第133条ノ3の要件（遠隔制御を解除して機側での制御が行えること）に適合していることが要求される。

第146条の16においては、81年の改正SOLAS条約の先取り事項として、機関部の船舶職員を呼び出すための装置（Engineer's Alarm）の設置について規定している。

第169条の13においては、船舶自動化設備特殊規則第8条及び第9条の規定に対応して、遠隔制御ばら積貨物荷役装置等に対する遠隔制御の解除要件を規定している。適用については、第133条ノ3と同様である。

第183条の2においては、改正条約の先取り事項として、機関区域無人化船の発電設備に対する要件を規定している。本条第3号及び第4号の規定は、船舶機関規則において、機関区域無人化船に対する延長警報（Extension Alarm）が義務付けられたことに対応して、発電設備に係る異常についても、延長警報を義務付けるものである。

第298条の2においては、機関区域無人化船に対する通話装置（改正条約のVocal Communication System）の設置について規定している。具体的には、通常の船内電話が相当するものと考えられる。

尚、自動化船とは直接関係のない改正ではあるが、総トン数1万トン以上の船舶に備える自動衝突予防援助装置（ARPA）についての技術要件がIMOの決議A.422(XI)に従った形で規定されている。（第145条ノ4）

#### (2) 船舶機関規則の一部改正について

第332条の2においては、船舶自動化設備特殊規則第3条に対応して、自動化船以外の船舶にも適用となる規定として遠隔制御燃料油注油装置に対する故障時の要件が規定されている。

この他、船舶機関規則の改正の主要な点として、第9章の2及び第9章の3の追加があげられる。第9章の2は機関の制御装置に対する要件規制であり、第9章の3は機関区域無人化船に対する規定である。第9章の3の適用については、定期検査時等において、機関区域無人化船として検査申請が行われる船舶についてとなる。これら2章の改正には改正条約第II-1章C部及びE部の規定が盛り込まれている。

(3) 船舶消防設備規則の一部改正について

第69条の2において、機関区域無人化船の消火ポンプのうちの1つについて、船橋及び火災制御場所から始動できる旨規定している。本条は、改正条約の規定を先取り実施したものであるが、同条約では、消防主管が常に加圧されている状態にあれば、この要件を免除できるとされており、このための規定として第69条の2にただし書を付記している。

(4) 船舶安全法施行規則の一部改正について

第53条の2においては、自動化船に対して操船資料の備え付け義務を規定しているが、ここで、自動化船とは、「船舶自動化設備特殊規則第2章及び第3章に規定する設備のすべて(管海官庁が当該船舶の用途を考慮して施設する必要がないと認めるものを除く。)を有し、かつ、これらの設備が同令の定める基準に適合するものである機関区域無人化船」であると定義されている。管海官庁が施設する必要がないと認める自動化設備とは、次に掲げるものである。

- (i) A重油のみに使用する燃料油タンクの遠隔制御燃料油注油装置
- (ii) 燃料油タンク及び弁の配置により遠隔制御によらないで燃料油の注油が行える船舶にあっては、遠隔制御燃料油注油装置(液位の監視及び警報装置を除く。)
- (iii) 油タンカー、ケミカルタンカー等もっぱら液体貨物をばら積みして運送する船舶以外の船舶にあっては、遠隔制御ばら積貨物荷役装置
- (iv) 自動車専用船、チップ専用船等荷役中における船体の姿勢制御を必要としない船舶にあっては、遠隔制御バラスト水張排水装置

また、操船資料とは、次に掲げるものを含んでいることが必要とされる。

- (i) 遠隔制御燃料油注油装置の系統図
- (ii) 自動記録装置の取扱いに関する事項
- (iii) 衛星航法装置の取扱い並びに位置の測定及び推定の誤差に関する事項
- (iv) 自動操だ装置の取扱いに関する事項

- (v) 遠隔制御係船装置の系統図
- (vi) 遠隔制御ばら積貨物荷役装置の系統図
- (vii) 遠隔制御バラスト水張排水装置の系統図
- (viii) 動力開閉装置の系統図
- (ix) 海事衛星通信装置の取扱いに関する事項

4. あとがき

船舶自動化設備特殊規則及び関連省令の改正の概要について述べてきたが、施行日以後、近代化の実験船及び実証船の中から、本邦に帰港した際に船舶安全法上の自動化船となる船舶がすでに見受けられる。今後、近代化の実験の進展等に合わせて、船舶自動化設備特殊規則の内容についても検討をつづけていく必要があると考えられる。

別記1

機関区域無人化船の現状について

機関区域無人化船については、現在、(財)日本海事協会が、船級規則に基づく検査を行っており、同協会の船級附記符号(M0)を有する船舶は昭和57年3月1日現在で488隻である。尚、船舶の用途別の内訳は下記のとおりとなっている。

用 途	隻 数	総トン数
一般貨物船	157	6,651,454
油タンカー	161	14,577,773
自動車専用船	57	753,360
自動車運搬船兼 バラ積船	21	337,675
コンテナ船	47	1,441,920
重量物運搬船	13	167,029
セメント運搬船	8	56,093
冷蔵運搬船	8	56,306
L P G 船	7	337,821
ボーキサイト 運 搬 船	2	40,836
そ の 他	7	32,334
計	488	24,452,601

別記 2

自動化船に関する研究について (抄)

実施機関	研究題目(かっこ内は研究年度)
運輸省船舶局	船舶の高度集中制御方式の研究 開発 (昭和42~48年度)
(社) 日本造船研究協会	船舶の高度集中制御方式の研究 (昭和43~46年度)
同 上	海外における船舶の超自動化に 関する実態調査(昭和44年度)
同 上	少人数運航船に関する研究 (昭和54年度)

別記 3

船舶自動化設備特殊規則 目次

第1章 総 則

第1条 趣 旨

第2条 適用範囲

第2章 機 関

第3条 遠隔制御燃料油注油装置

第4条 自動記録装置

第3章 設 備

第5条 衛星航法装置

第6条 自動操だ装置

第7条 係船の設備

第8条 遠隔制御ばら積貨物荷役装置

第9条 遠隔制御バラスト水張排水装置

第10条 動力開閉装置

第11条 海事衛星通信装置

技術短信

技術短信

世界初の

「船内光ファイバー通信システム」を開発

三菱重工業と安立電気は、光ファイバーを使って電話、データ端末、放送など船内の通信を行う「船内ファイバー総合通信システム」を、構内光通信システムの一環として共同開発した。光ファイバーを利用した船内通信システムの開発は、これが世界で初めてのことである。

このシステムは、伝送路に2芯のプラスチックファイバーを用いている。このプラスチックファイバーで複数のノード(接続されている複数のノードが全体で電話交換機の役目をする)をループ状に接続、それぞれのノードに電話、データ端末、放送、時計延長警報装置を結び、時分割多重方式で相互間の通信を行う方式になっている。

ノード間の距離は最大60メートルで、プラスチックファイバーは現在の最高水準である毎秒3メガビットの伝送速度をもっている。ノードに接続できる標準端末は

◎電話機(1ノード当たり8台) ◎船用指令放送装置

◎時計 ◎延長警報(15ポイント) ◎データ端末

の5種類だが、これはほかの必要な端末と組み合わせることができる。

この通信システムは、これまでの船内通信で生じていた雑音や誘導障害による機器の誤動作を防止し、急速に自動化、コンピューター化しつつある船内情報通信の質的向上、船内信号伝送用電線の減少を目的に開発した。

本システムの特長

(1) 構内の電話機から任意の相手(電話機)を呼び出し

て、相互に通話ができる。

(2) 特定の電話機から任意の相手を呼び出した時、話し中であれば任意の1数字を回して強制割込み通話ができる。

(3) スピーカーによる一斉放送を電話機を通して行うことができる。またスピーカーは最大四つのグループに分けて、そのうちの一つのグループを選択して放送することもできる。

(4) 電話機に押しボタンを設け、これを押すことにより決まった相手に緊急強制割込みや三者通話ができる。

(5) デジタル式親時計からの信号を受信して各ノードに設置される子時計へ信号を送ることができる。

(6) 構内の特定機械の監視用警報接点を任意のノードに転送し、警報を表示する。

(7) データ端末間の通信ができる。

(8) 各ノードは端末の種類に応じてインターフェイス用パッケージを用いて端末接続の組み合わせを自由に構成できる。

(9) 各ノードは独立した構成になっているので特定のノードが障害を起こしても、他のノード間の通信制御は通常どおりできる。

(10) 2芯の光ファイバーケーブルは現用と予備となり、一部が切断しても自動的に予備を使用したループバック制御方式でバックアップを行う。

(11) 停電の時も使用できるようにノード内に密封型バッテリーを備えることもできる。

## 光ファイバ伝送システムの船舶への応用

藤倉電線株式会社 営業本部  
被覆線技術部

### 1. まえがき

現在、公衆通信をはじめとして、あらゆる産業分野において、光ファイバ通信の導入が具体的に検討され、実用化されてきている。

船舶においても、省力・省エネルギーという時代の要請を背景として、より高度な自動化推進の機運が高まってきており、船舶の運航や荷役の管理など、必要とする膨大な情報量を、高速で確実に処理する情報伝送システムとして、光ファイバ伝送システムの採用が期待されている。

藤倉電線は、三井造船株式会社と共同で、光ファイバ通信のすぐれた特長を生かした光ファイバ伝送システムを開発し、大阪商船三井船舶株式会社の好意により、コンテナ運搬船“あめりか丸”(載貨重量 32,207t) に実用システムとして搭載した。本システムは、“あめりか丸”の合理化の一助として、現在順調に稼働中である。

本資料では、光ファイバ通信の基礎知識について説明するとともに、“あめりか丸”に搭載した光ファイバ伝送システムについて、その概要を紹介する。

### 2. 船用光ファイバ伝送システムの特長

船用光ファイバ伝送システムは、従来の船用電線を信号伝送路としていた電気信号伝送システムを、船用光ファイバケーブルを信号伝送路とした光信号伝送システムにおきかえたものであり、次のような特長がある。

#### (1) 誘導雑音を受けない。

船内の多量の情報を処理するためにコンピュータが導入され、高速情報処理がなされている。末端の情報収集センサとコンピュータ間、あるいは、コンピュータ同志の情報の受け渡しなど、船内にこれらの敏感伝送路が張りめぐらされる場合には、当然の如く外部の誘導源からの雑音障害が問題となる。従来の電気ケーブルにおいては、誘導雑音の軽減対策として、ケーブルにしゃへいを施したり、誘導源となり得る動力ケーブルとの離隔距離を充分にとるなど実施してきている。また、雑音を除去するための電気回路を末端の機器に装備させている。し

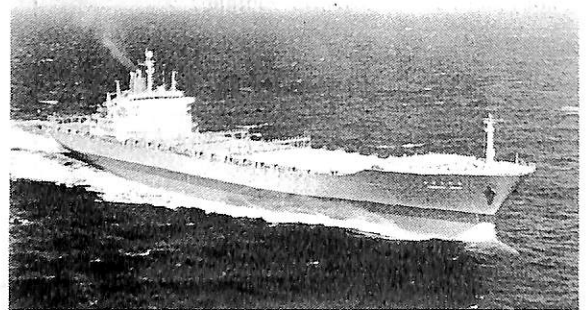


写真1 光ファイバ伝送システムを搭載した  
“あめりか丸”

かし、データ量の増加にともない、使用ケーブル量も増加し、狭隘な船内では、ケーブルが錯綜し、充分な離隔をとるなどの雑音防止対策が事実上とり難くなってきている。

光ファイバ伝送方式は、このような電氣的干渉による誘導雑音の影響がないので、信頼度の高い伝送路が形成できる。

#### (2) 伝送路が細径・軽量である。

光ファイバは銅線に比べ軽量であり、なおかつ細径であるので、ケーブル重量が軽減でき、多重伝送の採用によりケーブル本数の削減ができるので、海上を航行する船舶にとっては、極めて好都合である。また、これらの好条件は、配線工事の省力化や、船内の限られたスペースの有効活用など、種々のメリットがある。

#### (3) 低損失・広帯域伝送ができる。

光ファイバケーブルは、従来の平衡対ケーブルや同軸ケーブルと比較して、伝送損失が小さく、広帯域伝送が可能であるので、伝送速度が速く、時分割多重や周波数分割多重方式により大量のデータを1心のファイバで伝送することができる。船内情報が膨大化する状況において、高速情報処理は必要不可欠と言える。

#### (4) 伝送路が絶縁体である。

光ファイバは、絶縁体であるので、動力ケーブルと同一ケーブル内に複合化することができ、もちろん、別々のケーブルであっても、相互の離隔距離をとる必要はなく、同一回路で密接布設ができ、配線スペース上のメリ

ットが大きい。

以上の如く、光ファイバ伝送路を用いた、船用光ファイバ伝送システムは、数多くのすぐれた特長を有しており、船舶の高度自動化に即対応のとれる、信頼度の高い伝送システムと言える。

### 3. 船用光ファイバ伝送システムの基本構成

光ファイバ伝送システムの基本構成は、図1に示すとおりであり、信号伝送路としての光ファイバケーブルと信号変換器とで構成される。通常は、光ファイバ1心で片方向伝送であり、2心で双方向伝送としているが、両側に合波・分波器を挿入し光ファイバ1本で双方向波長多重伝送も可能である。また、同一方向に、波長分割多

重伝送（波長の異なる複数の光を伝送する）も可能である。

光ファイバと光変換器の基本的な事項について以下に述べる。

#### 3・1 光ファイバ

##### (1) 光ファイバの基本構造

光ファイバは、石英ガラスなどでできた細い繊維であり、基本構造は、コアと呼ばれるガラスの周囲に、このガラスよりもやや低い光の屈折率を有するガラス（クラッドと呼ばれる）で覆った二重構造となっている。

光は、この屈折率の高いコアの内を進んだとき、外側の屈折率の低いクラッドとの境界面において、図2に示すように反射及び屈折をする。光ファイバは、このようにして、コアの内を全反射した光をコアの内に閉じ込めて伝播させるものである。

##### (2) 光ファイバの種類

光ファイバは、伝送形態からみると単一モード型と多モード型に分類され、多モード型はステップインデックス型とグレーデッドインデックス型に分けられる。また、材料面からみると、表1に示すように石英ファイバ、多成分系ファイバ、プラスチックファイバに分けられる。

これらのファイバは、それぞれに特長があり、長距離の伝送容量では単一モード型がすぐれており、多モード型ではステップインデックス型よりグレーデッドインデックス型が広帯域で中・長距離伝送に適している。ステップインデックス型とグレーデッドインデックス型の伝送の違いは、図3に示すとおりであり、ステップインデックス型は、光がコアとクラッドの境界で折線状に、グレーデッドインデックス型は光が紡錘型に収束と膨らみを繰り返しながら進行する。

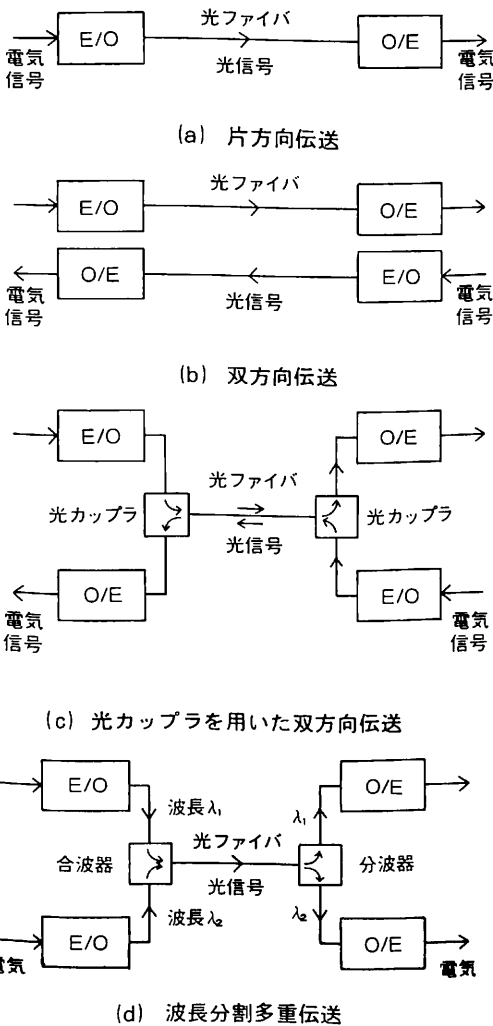


図1 光ファイバ伝送システムの基本構成

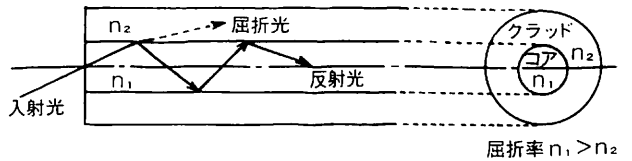


図2 光ファイバ内の光伝播

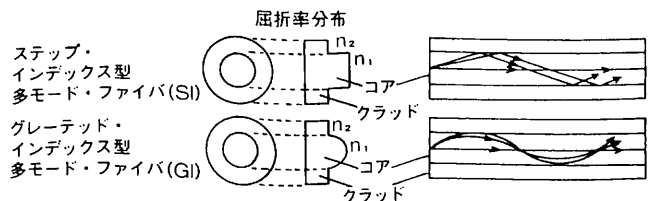


図3 多モード・ファイバにおける伝送の違い

表 1 光ファイバの種類

ファイバの種類		代表的な特性				特長
		コア径 ( $\mu\text{m}$ )	開口数 (NA)	損失※ (dB/km)	帯域 (MHz $\cdot$ km)	
全石英ファイバ	ステップ・インデックス	50~100	0.18~0.25	2~6	20~60	低損失 比較的安価
	グレーデッド・インデックス	50~100	0.2~0.25	2~6	200~2000	低損失・広帯域 用途に対するフレキシビリティ が大きい
	単一モード	5~10	0.1	0.5~1.5 (1.2~1.6 $\mu\text{m}$ )	10,000以上	低損失 超広帯域
多成分系 ファイバ	ステップ・インデックス	50~150	0.2~0.3	5~20	20~60	コア径, 開口数が大 石英ファイバに比べて安価
	グレーデッド・インデックス	50~150	0.2~0.3		200~1000	
プラスチック・ ファイバ	ステップ・インデックス	100~300	0.3~0.6	100 ~3000 (可視)	10以下	コア径, 開口数が非常に大 非常に安価

※ 損失で ( ) 指示がないものは0.85 $\mu\text{m}$ における値

(3) 光ファイバの特性

光ファイバ通信は現在大きく分けて2種類の光の波長帯が用いられており、0.7~0.9 $\mu\text{m}$ 程度の短波長帯と1.2~1.6 $\mu\text{m}$ 程度の長波長帯である。

グレーデッドインデックス型石英ファイバの伝送損失は、よく使用されている波長0.85 $\mu\text{m}$ においては、2~6 dB/kmであり、波長1.2~1.6 $\mu\text{m}$ においては、1 dB/km以下となり、伝送損失の波長特性例は図4に示すとおりである。また、最近では、図5に示すような理論的限界値に近い損失特性を有する石英ファイバも開発されている。

光ファイバには、伝送帯域というファイバ独特の特性がある。これは、光がファイバ内を伝播するときに、その距離に応じて、発生する波形歪みを定量的に表わす特

性である。伝送帯域は、通常、光信号の振幅が半分になる値を意味しており、例えば、伝送帯域100 MHz $\cdot$ kmと言うのは、100 MHzの光信号を1 km 伝送したとき振幅が半分になることを意味する。

グレーデッドインデックス型石英ファイバの伝送帯域距離特性例を図6に示す。

石英ガラスファイバの機械的な特性は、ガラスであるにもかかわらず非常に丈夫で、引張力はファイバ芯線で平均5 kg以上、コードで20 kg以上あり、曲げ強度についても、伝送上は曲げ半径が40 mm以下になると伝送損失が増加するが、機械的には2~3 mmになっても折れることはない。

ただし、長時間光ファイバに大きな引張力や曲げ応力を加えておくと、破断することがあるので注意を要する。

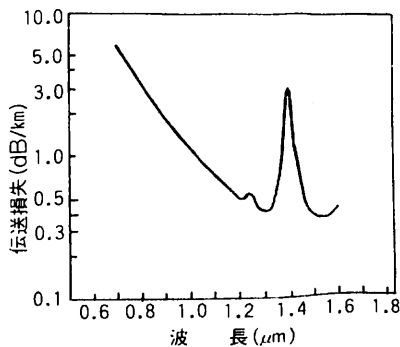


図4 グレーデッドインデックス型石英光ファイバの伝送損失波長特性例

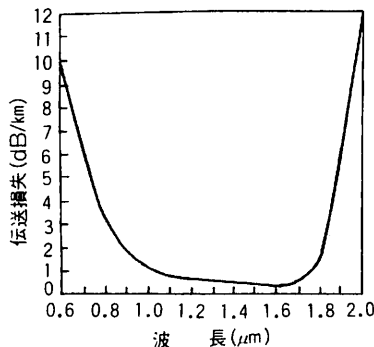


図5 極低損失グレーデッドインデックス型石英光ファイバの伝送損失波長特性例

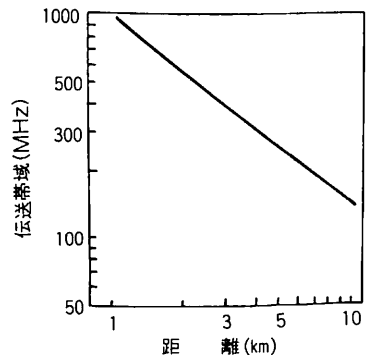


図6 グレーデッドインデックス型石英光ファイバの伝送帯域距離特性例



3・2 光変換器

変換器は、電気 (Electric) 信号を光 (Optic) 信号に変換する電気-光変換器 (E/O) と、光信号を電気信号に変換する光-電気変換器 (O/E) とがあり、これらは通常モジュール化されている。

モジュールと光ファイバは、光コネクタで結合され、光伝送路が形成される。一般にE/O、O/Eに使用する発光・受光素子は、光ファイバとの結合には精密な光コネクタのレセプタクルにマウントされ、必要な電気レベル変換回路とともにモジュール化されている。

(1) 発光素子

光通信用の発光素子には次のような特性が要求される。

- (a) 光ファイバとの結合が良いこと。
- (b) 発光スペクトル幅が小さいこと。
- (c) アナログ伝送の場合、発光出力特性が良いこと。

E/O 変換器に使用される発光素子には、LD と LED がある。

LD は発光放射パターンが鋭いので光ファイバとの結合が良好で応答速度も速く、また発光スペクトル幅も狭いので長距離広帯域通信に適しているが、高価であり、取扱いも非常に難しくなる。

LED は放射パターンが広く、結合効率はさほど良くはなく、発光スペクトル幅も広いので、LD のように長距離広帯域伝送には不向きであるが、比較的安価であり

信頼性も高いので、中距離中容量伝送によく使用されている。

発光部の形状は円形で、一般に直径が 30~200 $\mu$ m と光ファイバのコア径に比べて大きくなっている。

(2) 受光素子

光通信用の受光素子には次のような特性が要求される。

- (a) 高感度であること。
- (b) 高速であること。
- (c) 雑音が小さいこと。

O/E 変換器に使用される受光素子には、PIN-PD と APD がある。

APD は非常に応答速度が速いが、受光面が小さいので、光ファイバとの結合が難しく、また、価格も高いため、特に高速伝送が要求される場合などに使用される。PIN-PD は受光面が一般に光ファイバのコア径よりも大きいので結合効率は高く、特性も安定しており、APD より安価である。

4. 船用光ファイバ伝送システムの実用化

船用光ファイバ伝送システムを、“コンテナ船” あめりか丸” に実用搭載した。ここでは、“あめりか丸”の光ファイバ伝送システムについて概要を述べるとともに、光信号伝送路として使用した、船用光ファイバケーブルの構造及び諸性能について述べる。

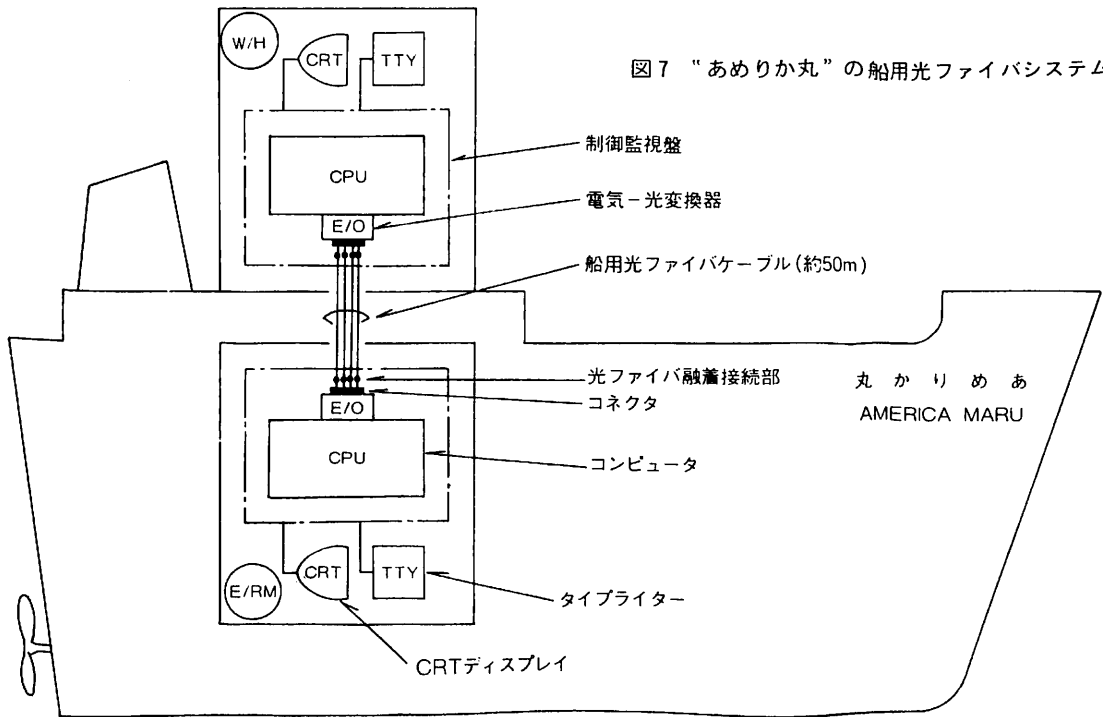


図7 “あめりか丸”の船用光ファイバシステム

4・1 “あめりか丸”の光ファイバ伝送システム

“あめりか丸”の光ファイバ伝送システムの概略は、図7に示すとおりであり、機関制御室から約400点の情報を時分割多重伝送方式により1本の光ファイバで、船橋の中央制御室へ伝送し、データの集中化を図り、機関室の主機や補機などの状態をCRTで遠方集中制御・監視するものである。

機関制御室から伝送される約400点の情報の内容は、表2に示すとおりである。

本伝送システムに使用した光ファイバ及び変換器の主要諸元は表3に示すとおりである。

4・2 船用光ファイバケーブルの構造と特性

4・2・1 船用光ファイバケーブルの構造

“あめりか丸”で使用された船用光ファイバケーブルの構造は写真2及び表4に示すとおりであり、グレーテッドインデックス型石英ファイバコード4心と比較測定用として従来の銅線を5対複合せた。

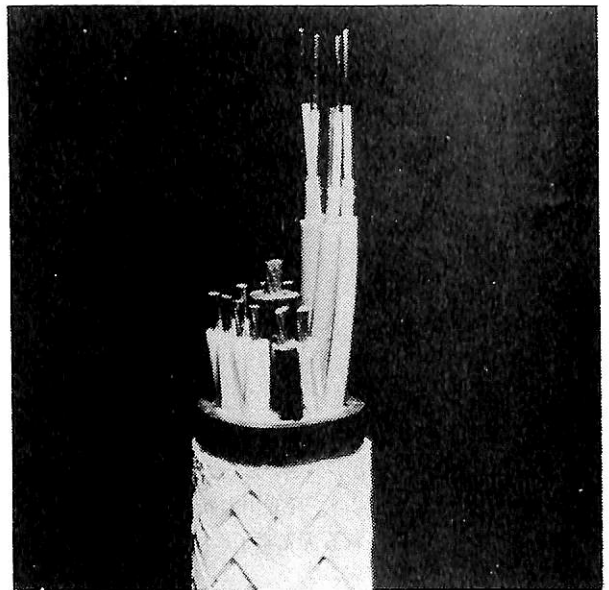


写真2 船用光ファイバケーブル

表2 伝送信号の内容

信号内容	信号点数
温度表示警報	約 90点
圧力表示警報	約 40点
液面表示警報	約 60点
補機運転表示警報	約 40点
その他	約 170点

本ケーブルは、船内での布設及び使用時に加わる振動、張力、しごき、屈曲、圧縮などの機械的外力に対する耐性を保持させるために光ファイバユニット型あじろがい装構造としており、各種の機械的特性試験結果については次に述べる。

4・2・2 船用光ファイバケーブルの機械的特性

表3 光ファイバ及び変換器の主要諸元 (“あめりか丸”搭載)

名称	型名	諸元	
光ファイバ	GI 85/125	ファイバ種別 コア径 ファイバ径 NA 伝送損失 伝送帯域	グレーテッドインデックス型石英ファイバ 80μm 125μm 0.25 5 dB/km以下 40 MHz・km以上
電気-光変換器 (E/O)	FFL-D100TC	伝送速度 電気インターフェース 光入出力 電源 発光素子	DC~10Mb/s (NRZ) TTL FFC型光コネクタ DC+5V/100mA LED
光-電気変換器 (O/E)	FFL-D002RC	伝送速度 電気インターフェース 光入出力 電源 受光素子	DC~200kb/s TTL FFC型光コネクタ DC+5V/70mA PIN-PD
総合特性		許容損失	10dB

(1) 繰り返し曲げ試験

船用光ファイバケーブルに繰り返し曲げを加えたときの光ファイバ心の受光レベル変化を測定した。

繰り返し曲げ試験における光ファイバ心の受光レベルの変化量は、マンドレル直径を6D程度としても受光レベルの変化は認められなかった。

(2) 衝撃試験

船用光ファイバケーブルに、図8に示すように、おもりを落下させたときの光ファイバ心の受光レベルの変化を測定した。

結果は、光ファイバの位置が上、横、下の場合について、おもりを落下させても受光レベルの変化は認められなかった。また、おもりを落下したときの光パワーメーター（デジタル表示）の瞬間的な変化も認められなかった。

(3) 締め付けバンドによる圧縮試験

船内艀装に用いられているケーブルラックと締め付けバンドを用いて、船用光ファイバケーブルを専用工具によりケーブルラックに固定し、光ファイバ心の受光レベルの変化量を測定した。

結果は、受光レベルの変化量はほとんど認められなかった。

(4) 角棒、丸棒及び山形鋼による圧縮試験

圧縮試験機の平板上に船用光ファイバケーブルを置き、角棒、丸棒及び山形鋼を使用して圧縮試験を行い光ファイバ心の受光レベル変化を測定した。

結果は山形鋼のように鋭いエッジ部で圧縮した場合においても、変化量は小さいものであった。

(5) 引張試験

船用光ファイバケーブルの両端にワイヤグリップを取り付けたものを試料として引張試験を実施し、そのときの光ファイバ心の受光レベルの変化量を測定した。

結果は、1トンの引張荷重を加えても受光レベルの変化はほとんど認められなかった。ちなみに本ケーブルの許容引張荷重をあじろがい装の許容引張荷重(27kg/mm<sup>2</sup>)にて計算すると約400kgである。

(6) ケーブル布設模擬試験

船内にてケーブル布設を行う際に、船体構造物やケーブルラックのコーナーなどでケーブルがしごかれることを想定して、布設模擬試験を実施した。

表4 船用光ファイバケーブルの構造

光ファイバコード 信号線心	線心数	4	
	種類	GI型石英ファイバ	
	コア径(μm)	80	
	ファイバ径(μm)	125	
	ポリアミド被覆外径(約mm)	0.9	
	補強層	アラミッド繊維	
	ビニル被覆外径(約mm)	2.9	
EPゴム絶縁 動力線心 (比較測定用)	線心数	2	
	導 体	公称断面積(mm <sup>2</sup> )	1.25
		構成(本/mm)	7/0.45
		外径(mm)	1.35
EPゴム絶縁体厚さ(mm)	0.8		
ビニル絶縁 信号線心 (比較測定用)	対数	4	
	導 体	公称断面積(mm <sup>2</sup> )	1.25
		構成(本/mm)	7/0.45
		外径(mm)	1.35
ビニル絶縁体厚さ(mm)	0.7		
補強索	ワイヤロープ外径(mm)	2	
	ビニル被覆厚さ(約mm)	2.4	
補強索のまわりに所要線心より合わせ、外径(約mm)		19.6	
ビニルシース厚さ(mm)		1.6	
シース外径(mm)		23.1	
あじろがい装線径(mm)		0.32	
仕上り外径(mm)		24.7	
シースおよび仕上り外径許容差(±mm)		1.0	

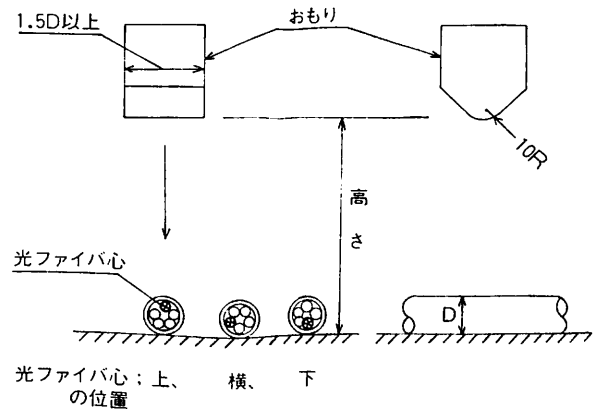


図8 衝撃試験装置図と光ファイバの位置

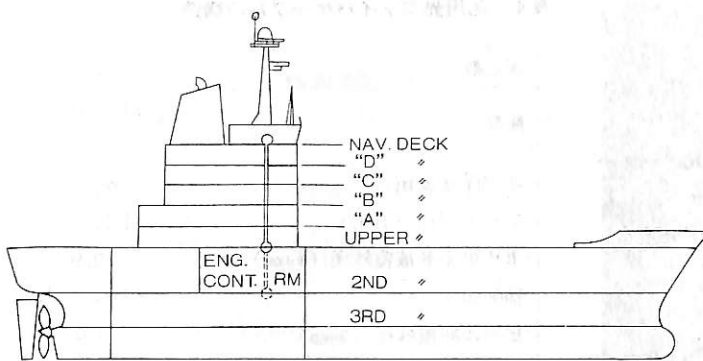


図9 船用光ファイバケーブルの布設経路

結果は、ケーブルに偏平状の変形が認められても、あじろがい装には特に異常はなく、光ファイバ心の受光レベルの増加も認められなかった。

(7) 機械的特性試験結果のまとめ

船用光ファイバケーブルが、一般の船用電線と同様の取扱いにより配線工事されることを想定し、各種の機械的試験を実施したが、光ファイバ線心の伝送特性の変化が極めて少ない良好な結果が得られた。これらの結果より、光ファイバケーブルの構造を適切なものとすれば、従来の船用電線と同様の取扱いが可能である。

4・3 船用光ファイバケーブルの布設及び成端工事

(1) 布設工事

船用光ファイバケーブルは、「あめりか丸」の船橋の中央制御室と機関制御室を結ぶ回路に、一般電気ケーブルと同一トレイに並行して50m長さ布設された。布設経路は図9に示すとおりである。

ケーブルの端末は、船橋側の端末にコネクタを取り付け、コネクタ付きケーブルでの布設作業性も調査した。

船用光ファイバケーブルの許容曲げ半径は、一般ケーブルと同様に仕上外径の6倍とした。

ケーブルの布設は、船橋側のコネクタ取付け端を引張端として、手引き方法により支障なく実施できた。

(2) 成端工事

船用光ファイバケーブルの成端作業は、船内の狭いスペースでの接続作業性を確認する意味で、船橋及び機関制御室の両方で作業した。接続作業は、写真3に示すように、小形融着接続装置の採用により、問題なく実施できた。

4・4 船用光ファイバ伝送系の伝送特性

成端後の光ファイバ4心について、伝送損失を測定した。

各々の伝送系の伝送損失測定結果は、1.55～0.88dB

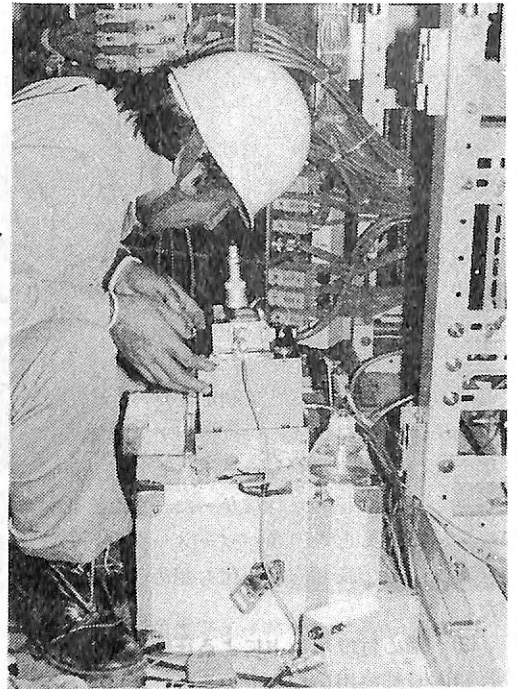


写真3 船内における光ファイバの接続作業

の範囲であり、光デジタルリンク（藤倉電線製FFL-D-100TC及びFFL-D-002RC）の送受信器間の許容伝送損失値10dBと比較して十分小さいものであった。

また、光信号伝送方式と、従来の電気信号伝送方式との伝送特性を比較する目的で、符号誤り率等を測定し良好な結果を得た。

5. あとがき

光ファイバ伝送システムの船舶への応用を図るため、各種の試験を実施した結果、同システムの船舶への適用が充分可能であることを確認し、コンテナ船のブリッジとエンジンコントロールルームのコンピュータ間のデータ伝送に石英ファイバを用いた光ファイバ伝送システムを実用化した。

今後の船舶においても、高度の自動化が推進されるとともに、情報処理の一層の高度化、高信頼化が要求され、自動化船舶の総合的な情報処理伝送システムとして、光ファイバ伝送システムがすぐれた諸特性を十分に発揮、活用されていくものと期待される。

おわりに、本システムの実用化にあたり、多大な御指導、御協力をいただいた大阪商船三井船舶株式会社、三井造船株式会社船舶海洋プロジェクト事業本部基本設計部をはじめ、関係者の方々に深く感謝致します。

## ● 海外文献紹介

## ディーゼル - 電気SCR推進機関

## 米海軍ケーブル敷設 / 修理船に搭載

編 集 部

## 1. ま え が き

1983年末竣工予定の米海軍の近代的ケーブル敷設 / 修理船 "Zeus" (排水量 14,255 トン) には推進機関としてディーゼル-電気システムが搭載され、そのコントロールシステムとしてSCR (Silicon Control Rectifier) システムが使われている。これに関する概略説明が The Motor Ship 誌1982年10月号に、このシステムのメーカ General Electric 社の Hart Haeffner 氏により述べられているので、抄訳して紹介する。

## 2. "Zeus" の概要

"Zeus" は、米海軍海洋システム司令部で設計され、National Steel & Shipbuilding 社により、ABSルールおよびUSCG規則に従って建造中である。

本船は、正確なコントロールとケーブル操作上必要な位置保持を全からしめるため、ディーゼル-電気推進システムを搭載している。これは、単純操作、すぐれた推進性能、燃料消費の減少、メンテナンスの容易さ、高信頼性等において、直接駆動装置にくらべ、特に特殊船に対して、かなりの利益をもたらすものと考えられる。

"Zeus" は2つの基本的使命をもっている。

第1の使命は、海底ケーブルを運び、これを敷設することである。この命題を達成するため、本船は前進7ノット、後進2ノットのスピードで、定められたコースを航行できるようになっており、その誤差の範囲は±15.24 m以内である。また、この態様で、敷設されるケーブル

埋設装置を曳くことができ、2基の音響発信装置により海底状況を測量することもできる。

第2の使命は、ケーブルを回収したり修理したりすることである。これを達成するため、本船はシーステート4で半径91.43 m内に位置を保持することができるようになっている。

以上の要求を満足できる推進用システムは一括GE社から納入された。その中心をなすものがディーゼル-電気SCRシステムである。

## 3. SCRシステムの概要

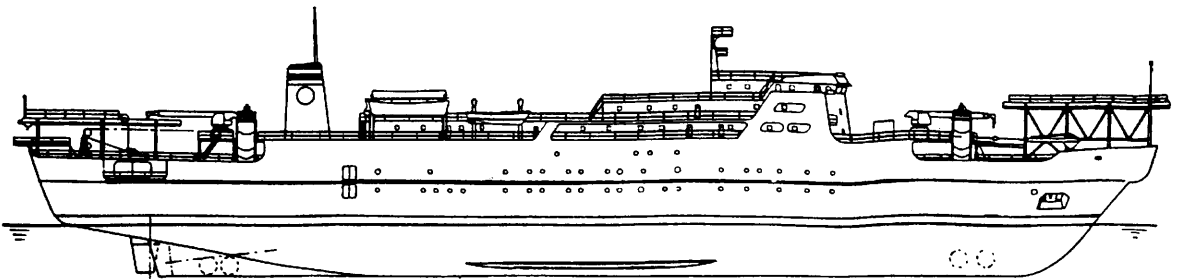
SCRシステムは、主発電機とその制御・保護装置、SCR (シリコン制御整流器)、配電盤および2基のプロペラと4基のサイドスラスト用の直流電動機を包含している。

また、このシステムには、機関室のモニタリング、警報、制御装置、船の航行用ブリッジ制御盤、およびケーブル操作中にスラスタ、主推進装置、舵を制御するための総合位置保持用制御盤が含まれている。

1つの操縦桿で、本船の前進、後進、横進あるいはヨーイング角を自由にとることができ、簡単に、正確に速度0から全速まで作動制御できる。

主推進動力は、5,500 PS × 140 rpm × 2の直流電動機であり、2基の固定ピッチプロペラを駆動する。出力各1,200 PSのバウスラスタ2基、スタンスラスタ2基を使用して高度の操縦性を発揮する。

主動力装置は、GM社製EMD型3,600 PS × 20 cyl. の



14,255 dwt ケーブル敷設 / 修理船

"Zeus" のプロフィール

\* The Motor Ship, 1982年10月号より抄訳

ディーゼルエンジン駆動のGE社製交流発電機で、その容量は2,500 kW × 600V × 5である。

すべての発電機は、一台の600Vバスバーに連結され、SCRコンバータとトランスフォーマーを経由して、種々の電力用に供給される。

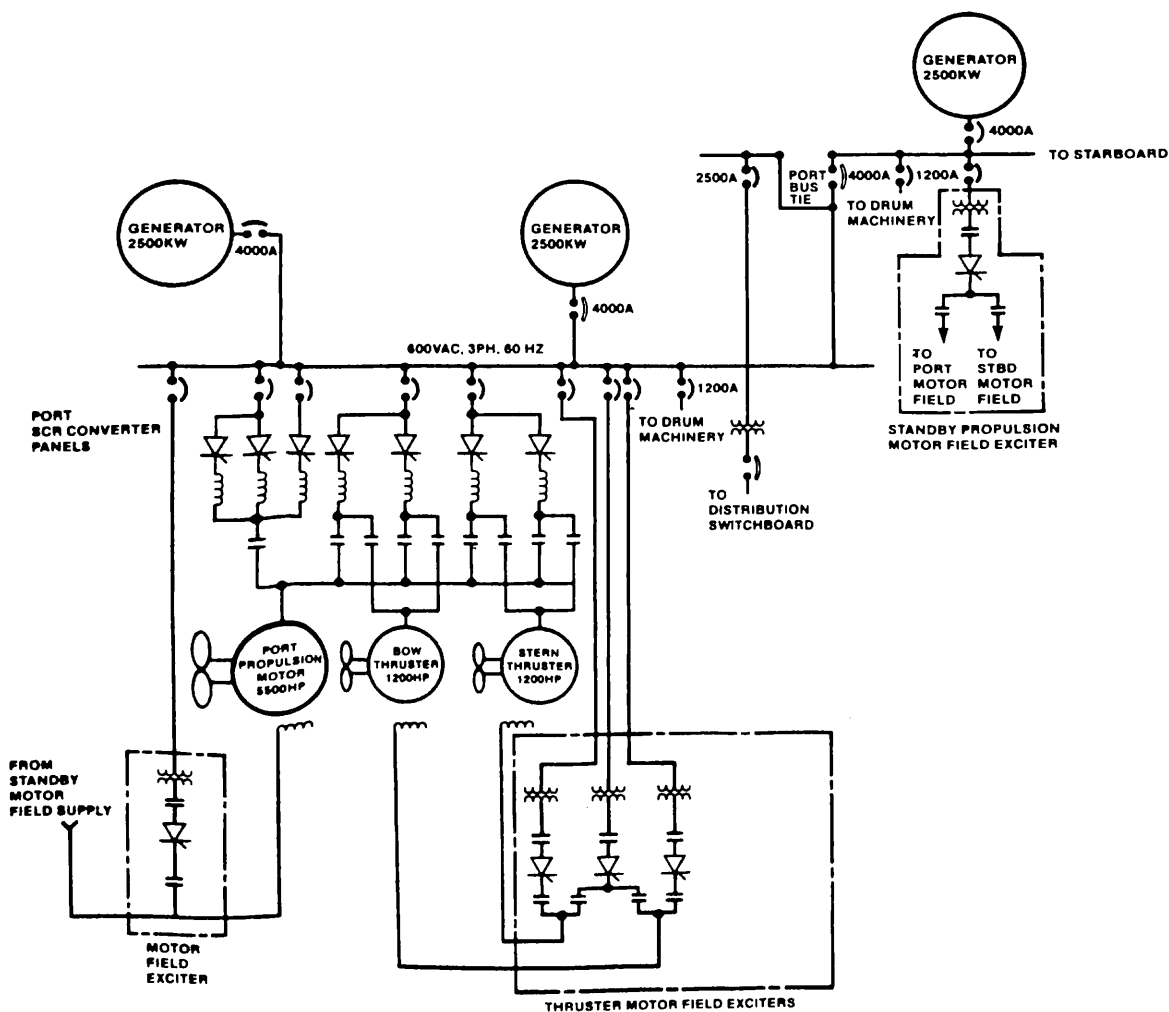
プロペラ回転数は、推進用、スラスト用に種々の電圧の直流電力を供給しているSCRコンバータで制御される。SCRコンバータは、左舷、右舷の推進およびスラスト用に7基ありSilcomatic Plus型である。各コンバータの出力は常用1,350 A、最大1,800 A (60秒間)、0~750 V直流である。

7基のコンバータのうちどれか4基が推進用にあてられ、ケーブル修理や輸送の際の最大荷重状態では、6基(4基-推進用、2基-スラスト用)が必要である。スベ

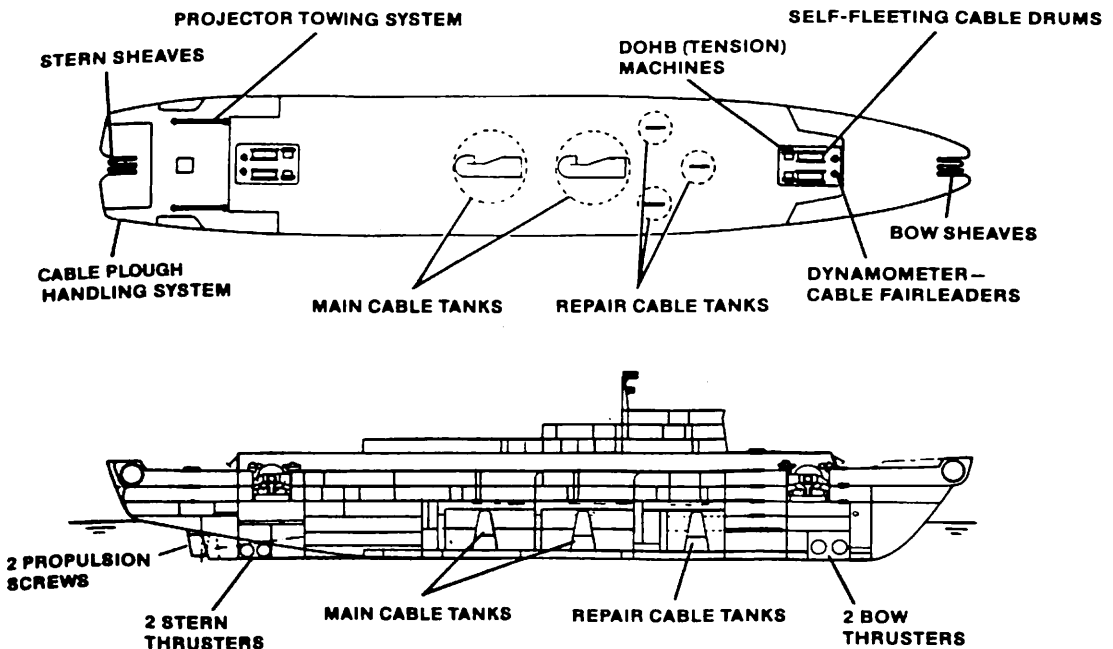
アの1基はプロペラにもスラストにも使えるようになっている。

このコンバータは、20年間以上工業界の要求の評価をうけた結果の成果であり、またGE社が開発した最新のサイリスタ技術を応用したものである。個々のコンバータは、独立型、三相、2列配置になっていて、6コのブリッジ端、縦配置の電流制限用フェーズ、リアクター、および53mmのサイリスタセルが含まれている。これにより1単位当りの高い電流と高い電圧を達成できる最も経済効果の高い技術を付与している。

SCRが直接バスバーに連結しているため、直流バスバーに変動電流、電圧があらわれる。これを許容レベルまで下げるため発電機との間にフィルターを入れてある。主制御装置を始め、関連装置は干渉をさけるため交直



左舷にある電気推進の回線系統



ケーブル・ハンドリング・システムの特徴

動力変換パネルから隔離して据付けられている。動力交換パネルには強制空気冷却を行なっている。

ソフトウェアベースの SCR 始動回路をはじめ、最新の制御技術が用いられ、パルス列始動によって交流系の過渡状態における誤動作を防止している。これはプロペラ逆転の時に特に有利である。

SCR コンバータの保護や、作動状況監視のため多くの配慮が行われている。

“Zeus”の設計で主に考慮したのは信頼性、融通性および簡単性であった。ディーゼル電気推進はこの要求にそつものであるが、すべての発電機出力が1本のバスバーに供給され、必要のない発電機は切ることができるので、運転費が節約できる。残りの発電機はいつも定速運転となり、効率が低い。このため燃料、潤滑油消費量がへり、無負荷運転が少なく、機関保守量も減少する。

推進用直流電動機は、基準回転数までの範囲でプロペラに十分なトルクを供給できる。軽荷状態では、電動式の磁界を弱めて定格馬力の範囲内で、プロペラ回転数を基準以上に増大することもできる。これによって操縦性がよくなり、プロペラ逆転が短時間ででき、加速性もよくなる。

ソリッドステート制御は、使用によって磨耗することがなく、長い寿命をもつ。この制御システムには動く部分のごく少なくスペアも最低限ですむ。

効率、信頼性、コストから見て最善の推進装置の撰定は、問題とする船の使用目的に依存する。一般に言って、複数の用途をもつ船には、電気推進はすぐれた候補となる。たとえばケーブル敷設船、サブライボート、砕氷船、魚類加工船等がそれである。

#### 海外技術短信

#### 海洋機器の規格に適合するガス用ファン

英国のハーツ・アンド・ケンプス・エンジニアリング社は、この程、オイル・タンカーやガス運搬装置に設置するファンを開発した。このファンは、不活性ガスとガス排出に関するIMO規則に適合し、いずれも、圧力が20 kPa以下の時、容量が毎時5,000～25,000m<sup>3</sup>であり、不活性ガス用はタンクの洗浄に、ガス排出用は低圧ガス運搬装置にそれぞれ適用できる。いずれも新設または既設の容器に取り付けることができ、海洋機器検査協会の規格に適合可能である。

回転翼が裏側に湾曲し、電動機もしくは蒸気タービンでベアリングを介して直接駆動され、長期間故障なく使用できる。連続溶接した防水構造の台座は堅牢で、振動が少なく、配管やダクトの荷重を吸収する。ケーシングは扇形で保守と補修が簡単であり、隣接したダクトを分解せずに回転翼を取外せる。(資料提供：英国大使館)

● LNG船用タンク

## アルミニウム合金製LNG 船積用球型タンクの製作

川崎重工業株式会社\*  
鉄構・機器事業部 播磨工場

### まえがき

1981年9月、わが国では初めてのLNG船“Golar Spirit”号が当社坂出工場において完成、引渡しされた。本船用のアルミニウム合金製LNGタンク5基は、播磨工場において1974年に製作を開始し、1977年に本船への搭載を行なったものである。

当初、国内における厚板アルミニウム合金構造物の施工実績はきわめて乏しかったため、施工着手前には膨大な基礎研究の蓄積、溶接施工機器類の開発を経て実際のタンク製作に着手し、現在の製作体系の確立を見るに至ったのであるが、このことは、わが国における関連技術の育成、レベルアップに大きく寄与するとともに、近年の国内造船各社によるLNG船の建造にあたり先駆的役割を果たしたといえる。すなわち、太径大電流MIG溶接法の定着・改良、全姿勢MIG自動溶接機の開発・普及、高品質・厚板アルミニウム合金板の国産化促進、太径MIGワイヤーの開発・国産化、国産トランジションインサート材（STJ）開発へのインパクト、などについて、大きく寄与したといえよう。

ところで、現在、日本向けに就航しているLNG船約20隻は、これまでは全て国外建造の外国船である。

これに対して、Badak、Arun（インドネシア増量I～II）各プロジェクトでは、ようやくわが国建造の国内船が就航するはこびとなり、1981年より計7隻のLNG船の建造が開始された。

当社では、このうち2隻を受注し、播磨工場においてすでに1981年3月にBadak向け“尾州丸”，さらに、1983年2月にArun向け“琴若丸”用のタンク各5基、計10基の製作を完了した。

本稿では、当社独自のタンク一体製作方式の概要を紹介するとともに、最近新しく開発された溶接施工法の一例について述べる。

### 1. タンク製作手順

上記のLNG船はMoss型と呼ばれるタイプで1隻に5基のアルミニウム合金製球型タンクを搭載する。

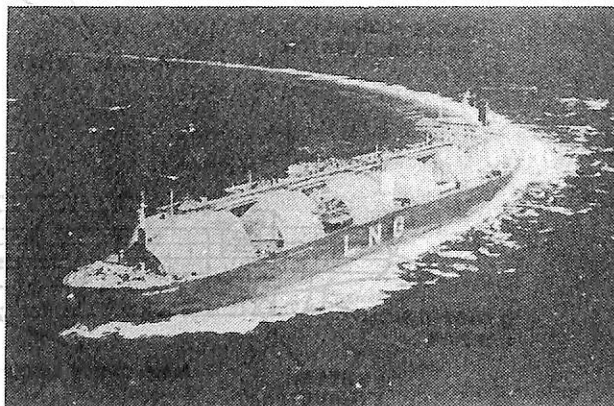


写真1 わが国で初めて建造されたLNG運搬船“Golar Spirit”の全景

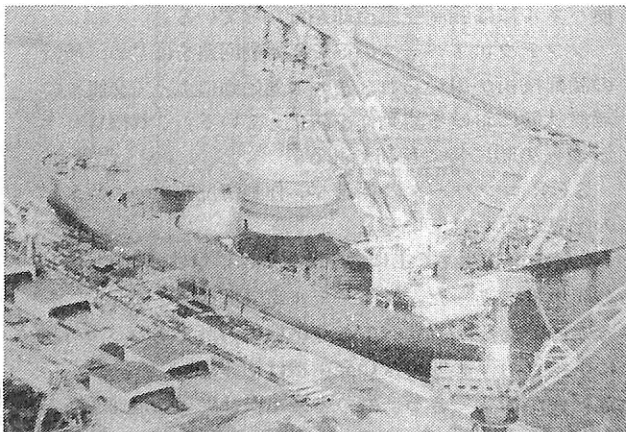


写真2 わが国で初めての国内LNG運搬船“尾州丸”のタンク搭載状況

その構造を図1に示す。タンク本体はその赤道部で連続した円筒状のスカートによって支持され、このスカート下端部が船体二重底上 Foundation Deck に直接溶接接合される。

当工場におけるタンク製作方法は、他社に例を見ない数多くの特徴を有しているが、特筆すべき点は以下のとおりである。



表1 アルミニウム合金製LNGタンク製作の経緯

	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83
記事	●モス社技術調査	●モス社と技術提携	●第1船受注	●LNG工場建設開始	●LNG工場一部完成			●第1船タンク搭載			●第2船タンク製作開始	第3船タンク製作開始	●第2船タンク搭載	●第3船タンク搭載
タンク製作工程						第1船タンク					第2船タンク			第3船タンク
適用溶接技術など	大電流 MIG (下向)					← 4.8φ								
	全姿勢 MIG (立向)					← 5.6φ								
	〃 (横向)					← 1.6φ								
	狭間先 MIG (〃)						← 2.4φ							
	電子ビーム溶接										←			
	DEI法											←		

i) 専用工場屋内において、タンクの完全一体組施工が可能である。

ii) また、加工より一体組に至る全工程を通じて一貫した専用化ラインを設けている。

iii) したがって、一貫した品質管理システムの適用が容易である。

iv) 完成タンク、治具ともで約1,200トンにも及ぶ大型重量構造物を安全かつ効率的に移動できるシステムを備えている。

v) 本船を直接係留できる岸壁設備を備えており、完成したタンクを海上クレーンにより、ごく短期間で船内に搭載できる。

vi) 全天候型工場内で天候に左右されない定常的工程進捗が可能である。

vii) タンク本体単独の生産供給が可能である。また、類似の陸上施設(たとえばL<sub>N2</sub>、L<sub>O<sub>X</sub></sub>タンクなど)の一体建造・供給も可能である。

一般に、アルミニウム合金の溶接品質は、鋼の溶接などに比べて、風・湿度・塵埃などの影響を受け易く、また、LNGタンクは高水準の品質保証が要求されている。かかる観点から見て、播磨工場は非常に優れた施工

表2 わが国におけるLNG運搬船建造の実績及び予定

プロジェクト名	建造隻数	船型	容量 (m <sup>3</sup> /隻)	造船所	備考
	1	MOSS	128,600	KHI	就航中
BADAK	3	MOSS	125,000	{ KHI MHI MES	{ 建造中 建造中 建造中
ARUN 増量 I	2	MOSS	125,000	{ MHI KHI	{ 建造中 建造中
ARUN 増量 II	2	MOSS	125,000	{ MHI MES	{ 建造中 建造中
合計	8				

環境を擁しているといえる。

工場は、小組立・リング組立・大組立とLNGタンク製作順序にしたがってレイアウトされ、2基のタンクを屋内で同時に一体組できる定盤を設けており、さらに、南半球防熱工事などを施工する屋外定盤を6面有している。

図2にタンク製作手順を示すが、小組立棟には、自社開発の開先切削機や大型ポジショナーと組合せた太径大

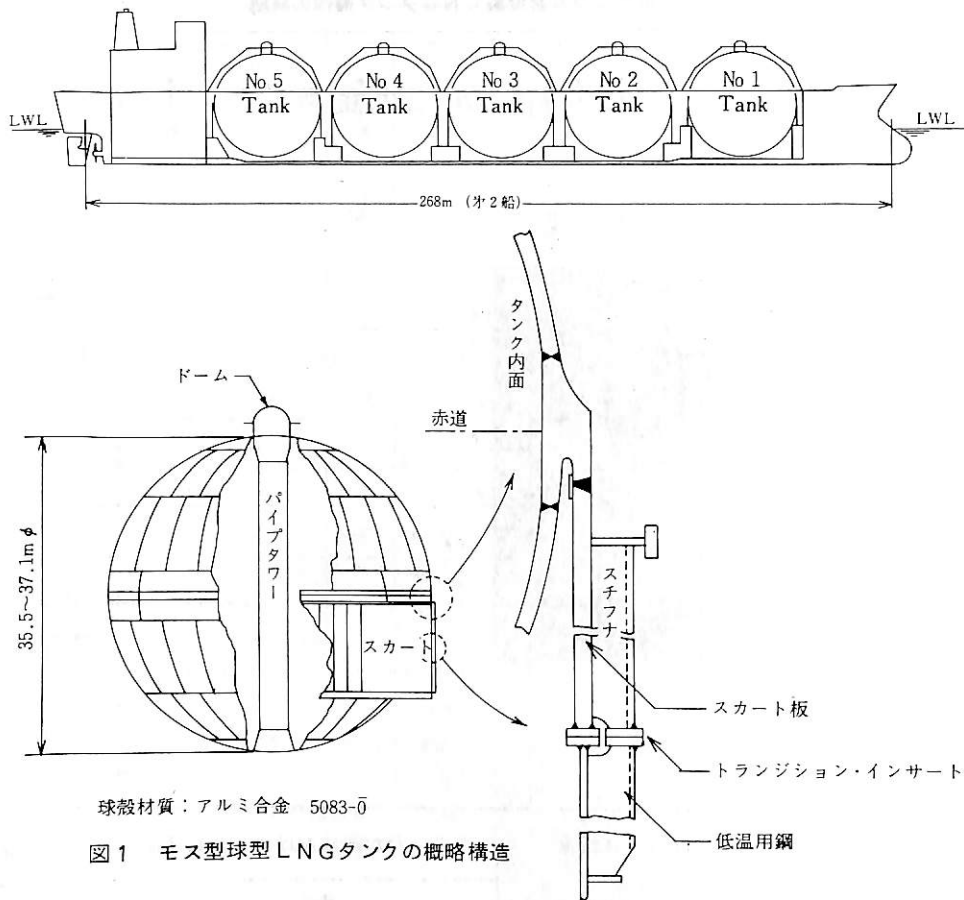


図1 モス型球型LNGタンクの概略構造

電流MIG溶接装置を設置し、2~4枚の球殻板の板継を高品質・高能率な下向姿勢にて施工する。

リング組立棟では、溶接歪防止、組立精度保持を主目的とした半固定式の専用組立治具を配し、効率的にリング状大ブロックの組立を行い、立向全姿勢MIG溶接にてタンク子午線方向の継手を溶接する。

リング組立棟、大組立の屋根は全面開閉式の移動屋根となっており、屋外に設置した200トンジブクレーンにより、リング組、大組ステージ間のブロック移動を行う。

大組立棟内に搬入したリングブロックは、専用治具上に順次積み重ね、横向全姿勢MIG溶接および狭開先MIG溶接を用いて緯線方向継手の溶接を行う。工場内ではほぼ完成したタンクは移動台車により屋外に搬出される。なお、大組立棟前面壁は前面開閉式の移動扉となっている。屋外定盤においては、気密試験および南半球防熱工事を施工した後、坂出工場より回航されてきた本船に海上クレーンを用いてタンクを搭載する。

本船へのタンク搭載完了後、タンク水圧試験などを施工する。

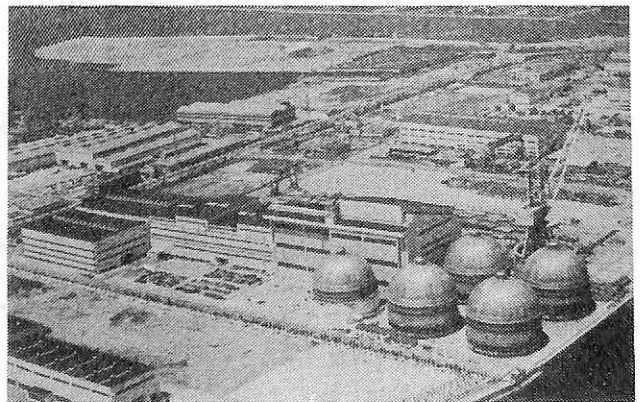


写真3 川崎重工業播磨工場におけるLNG工場の全景

## 2. タンク工作法の特徴

### 2・1 組立施工法

タンク組立の特徴の一つは、リング状大ブロックを組立て、それを順次積み重ねて球にする点である。

リング組立においては、小組立を完了した部材をリン

検査項目	検査内容
素目検査	材料試験、寸法検査、外觀検査
精度検査	曲率検査、切断精度検査 組立精度検査、密接角気密検査 風球度計測
密接検査	閉塞検査 施工検査 非破壊検査 (100%) ワークマンシンプ・テスト (引張試験、曲試験)
完成検査	加工試験、真空箱試験

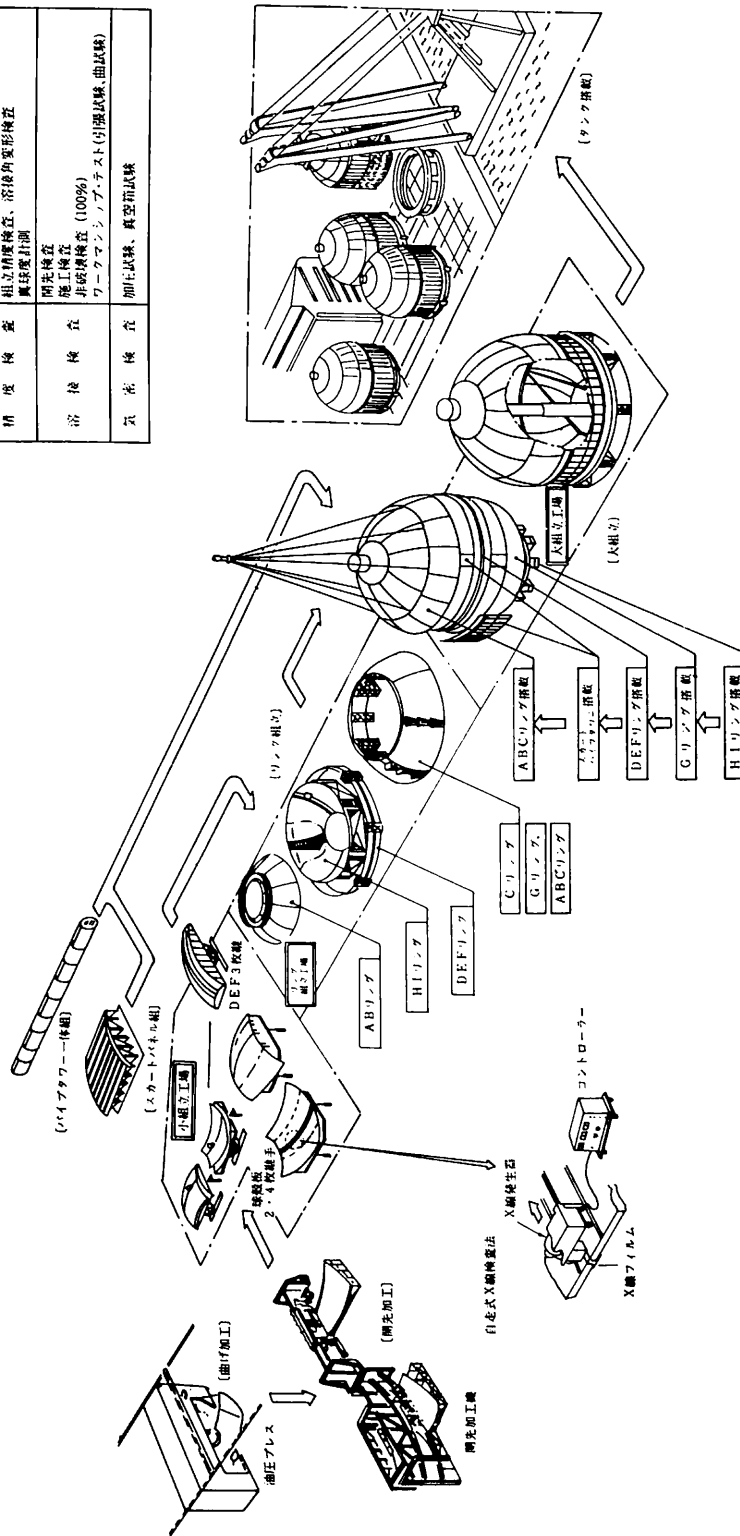


図2 球型LNGタンクの製作手順

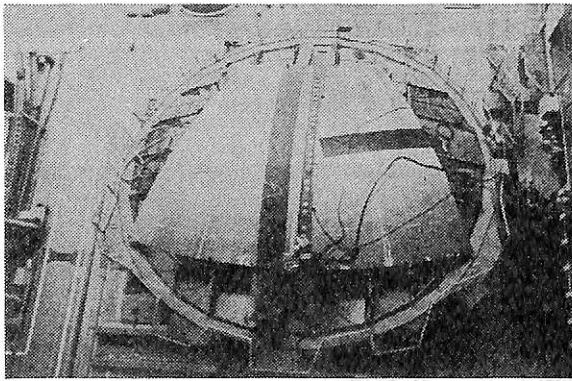


写真4 球型LNGタンク球殻板4枚継小組立状況

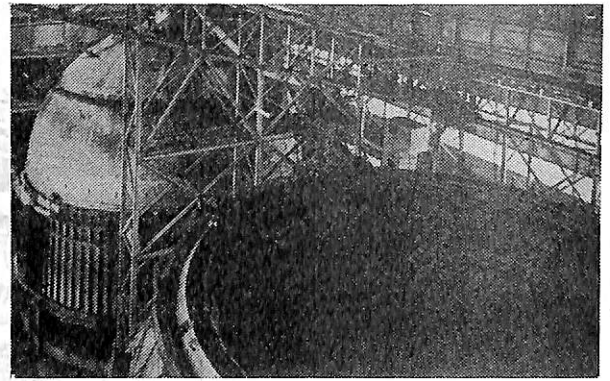


写真6 球型LNGタンク大組立状況

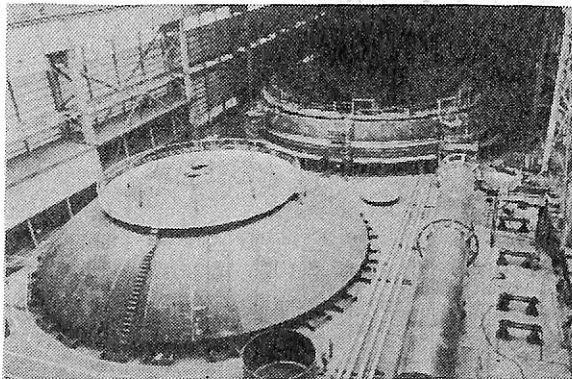


写真5 球型LNGタンクのリング組立状況

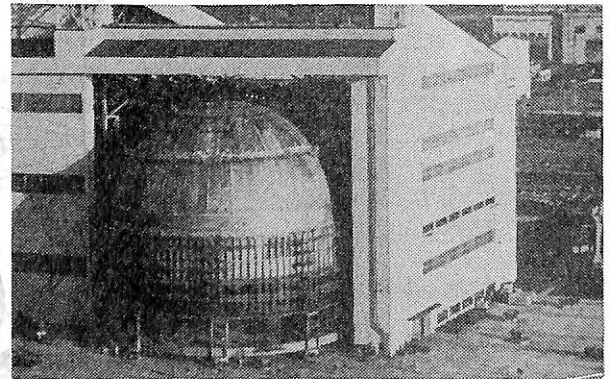


写真7 球型LNGタンクの屋外への移動状況

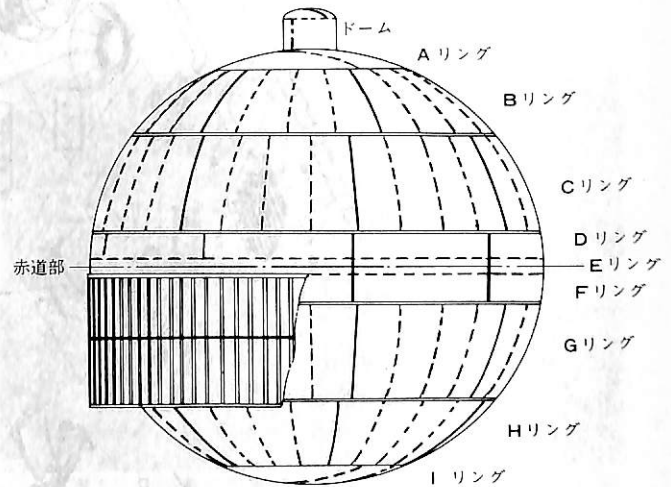
グ状に組立てるが、仕上りタンクの精度保持上、従来施工法（単品もしくは小組立された球殻部材を球形に一体組した後、溶接施工する一般的なタンク製作方法）では問題にならなかった下記の点にも十分留意した。

- i) 大組立時、継手目違い量の許容値に応じたリングブロック端周長精度の確保
- ii) 大組立施工性を考慮した継手角変形の制御
- iii) ブロックのねじれ、端部平坦度の制御
- iv) リング真円度の保持

項目 i) ii) については必要データの蓄積とその分析により対処し、項目 iii) iv) については専用治具にて対処している。

たとえば、周長精度については、周長調整ブロックを設け、蓄積データ分析をもとに組立時点で溶接収縮量を予想し、組立時周長を調整することによって約100mのリング端周長に対して誤差を±6.5mm以内におさめるようにした。

また、継手角変形については、従来の角変形理論をベースとして蓄積データを分析し、角変形予想式



	適用溶接長率
..... 大電流MIG溶接	58%
———— 全姿勢MIG溶接(立・横)	32%
==== 狭開先MIG溶接	10%

図3 球型LNGタンク継手の溶接法別適用範囲

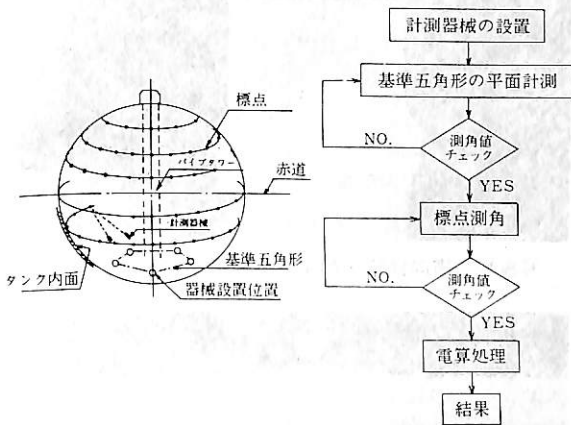


図4 球型LNGタンクの真球度計測法の概要

表3 溶接継手別非破壊検査法および適用率

溶 接 継 手		放射線透過検査	超音波探傷検査	浸透探傷検査	
球殻部	縦 継 手	上半球	100%	20%	抜取
		下半球	100%	30%	抜取
	赤道部	100%	100%	100%	
スカート	門周継手	球殻部	100%	100%	100%
		赤道リング×スカート	—	100%	100%
	上部スカート (アルミ合金)	裏当付片面	—	100%	抜取
		その他	抜取	抜取	抜取
		水平ガード	抜取	抜取	抜取
	下部スカート (鋼)	船殻部と同じ		—	
	上部スカート×下部スカート	—	抜取	—	
パイプタワー	突合継手	抜取	抜取	抜取	
その他	ドーム×球殻	—	100%	100%	
	すみ肉溶接	—	抜取	抜取	
	ピース類	—	抜取	抜取	

を作成して開先形状、溶接順序を管理し、1mゲージに対して5mm以下となるよう制御している。

2・2 溶接施工法

タンク製作にあたっては、当時としては最新の溶接法として、

- i) 特大大電流MIG溶接 (下向)
- ii) 全姿勢MIG溶接 (立向, 横向)

を開発し、実用化した。

特大大電流MIG溶接法は3.2φ~5.6φの太径ワイ

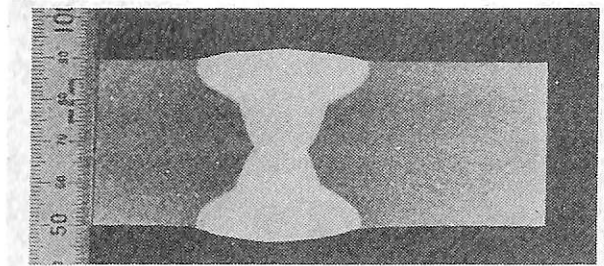


写真8 特大大電流MIG溶接継手部の断面マクロ組織 (下向溶接継手)

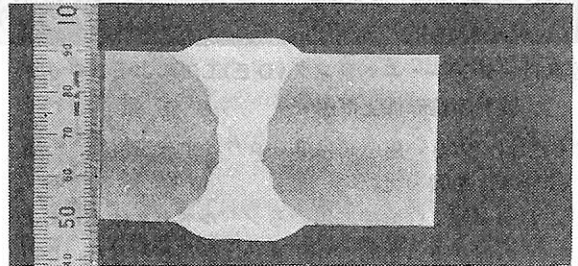


写真9 全姿勢MIG溶接継手部の断面マクロ組織 (立向溶接継手)

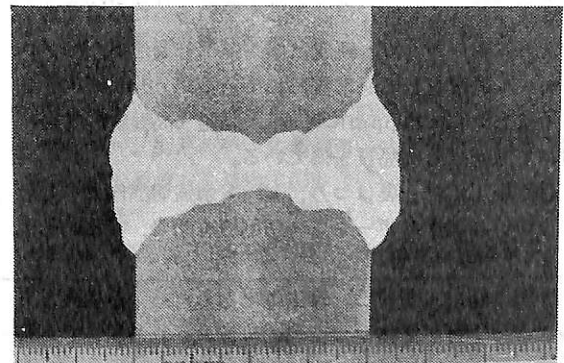


写真10 全姿勢MIG溶接継手部の断面マクロ組織 (横向溶接継手)

ヤーを用い最大950 Ampの大電流で施工するもので、自動制御による姿勢同期化が可能なポジショナーと組合せて、球殻小組立2~4枚継を下向姿勢で高品質・高能率に施工した。実験室的には70mm程度の板厚まで片側1パス施工が可能であるが、実施工では作業性の面から60mmまでを片側1パス施工とした。

全姿勢MIG溶接法は、ほとんど下向に近い傾斜状態から上向に近い状態まで変化する継手に適用するもので、従来以上の狭角度開先と単純オシレートパターンでのワイピングを組合せた溶接法である。立向姿勢については1.6φのほかに、上向傾斜部以外には2.4φの太径ワイヤーを用いて高能率化を図った。さらに、第2船では、

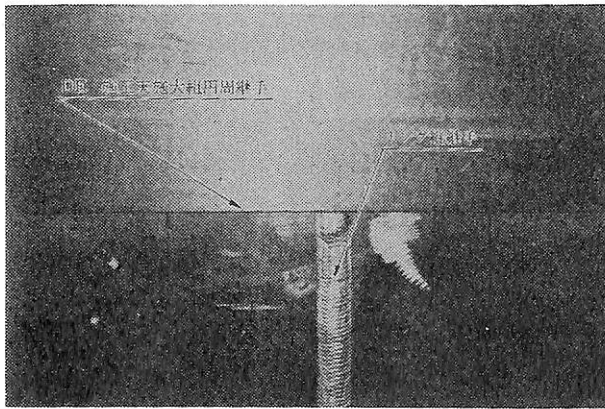


写真11 ダブル・エッジング (DE) 工法によるブロック継手の整形仕上げ例

下向傾斜の大きい箇所には 3.2 φ ワイヤを用い、一層の高能率化を図った。

これらの MIG 溶接に用いるシールドガスは He および Ar の混合ガスとし、He 混合比を 75% とした。これは、安定した溶込みの確保と、定電流特性電源および定速度ワイヤ送給方式を組合せたアルミニウム合金独特の溶接法における条件安定域の拡大をねらったものである。

また、シールドガス純度 (おもに水分混合率) はブローホール対策として通常言われている 30 ppm 以下をさらに厳しくし、数 ppm に管理し、高温・高湿度の夏期においても安定した品質を得ている。

溶接施工には、裏はつり、ビード余盛切削作業をとまなうが、高能率なポータブル切削機を開発、実用化した。

### 2・3 検査

専用工場内における一貫生産であるため、各種検査も各ステージ毎に厳格かつ合理的に管理された状態で実施している。

工場での検査としては、下記のものがある。

- i) 溶接部非破壊検査
- ii) 気密試験
- iii) 曲率検査 (継手角変形を含む)
- iv) 真球度検査
- v) ワークマンシップテスト

溶接部の非破壊検査は、RT、UT、PT を併用し確実性を期している。

真球度検査は独自に開発した三角測量法を応用、電算処理化した計測法で公式計測とは別個に全タンクについて実施し、真球精度の自主確認を行なっている。

## 3. 新しい溶接法

タンク製作にあたって、品質の確保とともに、生産性

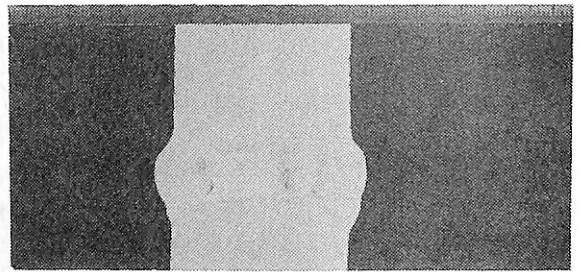


写真12 横向狭開先 MIG 溶接継手の断面マクロ組織

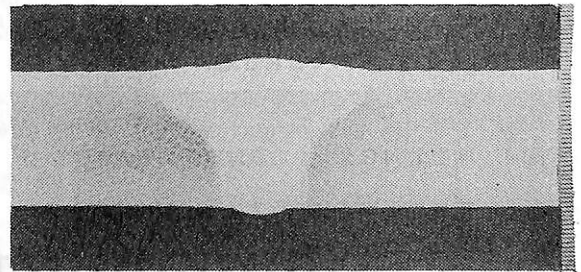


写真13 片面大電流 MIG 溶接継手部の断面マクロ組織

向上についても重点を置かねばならないが、とくに溶接施工法については種々の改善を実施しており、その一例として、画期的な施工法といえる横向狭開先 MIG 溶接法について以下に述べる。

横向往全姿勢 MIG 溶接法において従来一般的であった 60° 開先をさらに狭開先にし、溶接負荷量の低減を図ってきたが、本施工法は、さらに一層の狭開先化を指向したものである。

一般に狭開先化のメリットとしては、溶着量の低減、および、これにともなうコストダウン、工程短縮、溶接変形の極小化、省資源、省エネルギーなどが挙げられる。

一方、まったく別の見地からのメリットとして、狭開先溶接法は通常の各層多パス施工とは異なり、一般に各層、少パス施工となるため、溶接条件制御因子の単純化が図り易く、自動制御化が比較的容易になり、将来の省人化、無人化機器の開発に有利である。各層 1 パス施工ではさらにその効果は顕著である。

このような目的に合致する狭開先溶接施工においては高い開先精度が要求されるが、タンク大組立ステージにおける水平継手では、加工、小組、リング組、大組各ステージでの各種誤差が重畳し、平均して数 mm、局部的にはさらに大きなルートギャップを生じることがある。

上記狭開先溶接の実施工において要求される開先ルートギャップ精度は最大限 ± 1 mm であり、全継手にわたって均一でなければならない。これを超えると、初層ビ

ード形状の不揃い、初層施工時の抜落ちなどを生じ、安定した品質の確保が困難になる。

このようなルートギャップ精度は、各ステージにおける精度向上を最大限に図っても、現状の施工法では達成は不可能に近いと考えられる。

したがって、所要のルートギャップ精度を得るために現状の施工法を根本的に見直し、新たにD E (Double Edging) 工法の開発を行なった。

本工法では、ブロック搭載直後の一様でないルートギャップのある大組立継手を特殊なカッターを用いて一定幅で整形し、継手を再形成することで完全に一様なルートギャップ(±0.5mm)を得ることができる。

D E工法は第2船用5球目から適用を開始しており、本工法に従来の全姿勢M I G溶接法を組合せても30%程度の溶接負荷量低減が可能であるが、さらに狭開先溶接法の導入により50%もの大幅な負荷量低減を達成している。

つぎに、狭開先溶接法は20°の開先を用いて各層を1パスで施工するもので、オシレートと変成電流を組合せて溶接欠陥の発生を防止している。また、電流・電圧などの溶接条件設定は溶接機操作盤内に設けた演算回路で完全に一元化を図っており、前述の倣いの簡略化とあわせて、省人化・無人化機器開発への大きな足がかりを得ている。

なお、上記の新工法のほかにも、主として小組2~4枚継を対象とした片面大電流M I G溶接法の導入法についても検討中であり、すでに実験的成果を得ている(写真13参照)。

## あとがき

陸上L N G基地を含め厚板アルミニウム合金製の大型構造物が多数建造されるに至ったが、鋼構造物にくらべてまだまだその歴史は浅いといえる。

わが国初のL N G船積タンクの製作を通じて厚板アルミニウム合金の工作法を確立したが、溶接技術の関連のみにおいても以下のような数多くの足跡を残した。

- 太径大電流M I Gの溶接の定着と改良
- 定電流特性M I Gの定着
- アルミニウム専用全姿勢M I G自動溶接機の発展普及
- ドーム貫通ピースへの電子ビーム溶接の適用
- 高品質、厚板アルミニウム合金板の国産化促進
- 太径M I Gワイヤーの開発・国産化
- 国産トランジションインサート(S T J)開発へのインパクト

今後、さらに施工技術の合理化、改善努力の積重ねにより、より高度な技術体系の確立を目指して行きたい。

なお、このような高品質大型構造物に対する施工技術の確立は、他種大型製品への波及効果として充分期待できるものがあり、今後予想される新製品への対応を含め、より一層の技術研鑽を図っていく所存である。

### \*著者紹介

鉄構・機器事業部 播磨工場 工作部

南方俊一、関戸紀明、加納順市、大塚芳弥、四方 宏  
鉄構・機器事業部 播磨工場

中村義啓

(「川崎重工技報」1983年1月、第81号より承認転載)

## ニュース

## ニュース

### 超ロングストローク

#### 三菱U Eエンジン「Lシリーズ」開発

三菱重工業は、超ロングストローク化をはかった高性能、低燃費の船用機関「U Eエンジン」の新機種を開発、受注活動を開始した。今回の新型エンジンは、省エネルギー化の要請に応じて開発したもので、「U E C 60 L」「同52 L」「同45 L」「同37 L」の4機種を「Lシリーズ」として販売していく。

「Lシリーズ」は、船の大きさ、形に応じて最も経済的な推進効率が得られるよう、機種ごとに最適な回転数を選べるところに大きな特長があり、とくに「60 L」「52 L」「45 L」の3機種では、ストローク/ボア比を3.0以上と超ロングストロークにして低回転化をはかっている。また燃料消費率は、燃焼室内の最高圧力の増大や掃気効

率の向上などにより大幅に低減され、「60 L」の場合、経済定格出力(E R)時で1馬力1時間当たり124gと、従来のH Aシリーズに比べて同4g少なく、このクラスでは最高水準の低燃費機関となっている。

このシリーズは、これまでのU E機関生産のノウハウを生かして、排気弁やピストンなど重要構成部品をさらに改善、信頼性を向上させているほか、補機の系統数や容量を減らしたことで、機関排気側の構造を簡素化したことなど、機関室の合理化にも配慮を加えている。

U Eエンジンは、わが国で開発された唯一の船用低速ディーゼルエンジン。今回開発した「Lシリーズ」は、U Eエンジンをさらに発展させる新機種として注目を集めている。なおこのシリーズのうち、「52 L」が初号機として59年2月に納入可能であり、その後「60 L」「45 L」「37 L」の順で納入できるよう計画している。

## スロッシングによる損傷とその防止対策

編 集 部

スロッシングによる損傷は、液体を積むタンクに発生するおそれがある。古くは、大型の油タンカーでも損傷例が見られる。また、油兼ばら積運搬船(いわゆるOBO)は、タンク内面が平滑であることからより多くの損傷例が報じられている。さらに、LNG船やLPG船でもスロッシングに起因する損傷が発生しており、設計および運航上、十分な配慮を必要とする問題となっている。

本稿は、スロッシング現象、損傷例およびその防止対策について述べる。

### 1. スロッシング現象

#### 1.1 タンク内の液体流動の基礎

まず最初にスロッシングの現象について簡単に説明する。1)2)

スロッシングは、タンク内流体の運動によって生ずるものである。流体の運動する方向によって、水平方向、回転状および垂直方向スロッシングに分けられる。これらは、タンクの形状、液位、動揺の種類/振幅等に左右される。垂直方向スロッシングは、主として横または縦揺れによって生ずる定立波(Standing wave; 図1(a)参照)または上下動によって生ずる上下波によって生ずる。回転状スロッシングは、液体の渦巻運動(Swirling; 図1(c)参照)によって生ずるものである。これは、球形タンクで問題にすることもあるが、角型形状のタンクでは、まず、問題とならない。水平方向スロッシングは、進行波(Travelling wave; 図1(b)参照)によって生ずるものである。

スロッシングは、液体の動揺固有周期 $T_L$ と船体の動揺周期 $T_S$ が近くなると激しくなる。一般的には、角形タンクで $T_S/T_L = 0.8$ ないし $1.8$ 程度、球形タンクで $T_S/T_L = 0.8$ ないし $1.5$ 程度の間でピークが生じる。

液体固有周期 $T_L$ は、一次(最大)周期が問題となる。内面平滑な簡易形状のタンクの液体固有周期に関する理論式は、次に

示すとおりである。

角型タンク:

$$T_L = \sqrt{\frac{4\pi\ell}{g} \cot h \frac{\pi h}{\ell}} \quad ; h/\ell > 0.3$$

$$= \frac{2\ell}{\sqrt{gh}} \quad ; h/\ell < 0.15 \quad \dots\dots(1)$$

中間の液位は、上記2式の補間法によって求めることができる。

球形タンク:

$$T_L = C_{SP} \sqrt{\frac{R}{g}}$$

$$C_{SP} = 4.544 \left(1 - \frac{h}{2R}\right)^{\frac{1}{2}} + 1.738 \quad \dots\dots(2)$$

水平縦設置の円筒形タンク(長さ方向動揺):

$$T_L = C_{cyl} \sqrt{\frac{\ell}{g} \cot h \frac{\pi h}{\ell}}$$

$$C_{cyl} = 1.818 \left(1 - \frac{h}{2R}\right)^{\frac{1}{2}} + 2.513 \quad \dots\dots(3)$$

垂直設置の円筒形タンク:

$$T_L = \frac{2\pi}{\sqrt{7.664 \left(\frac{g}{2R}\right) \tan h \left[7.664 \left(\frac{h}{2R}\right)\right]}} \quad \dots\dots(4)$$

$g$ ; 重力の加速度(9.81 m/sec<sup>2</sup>)

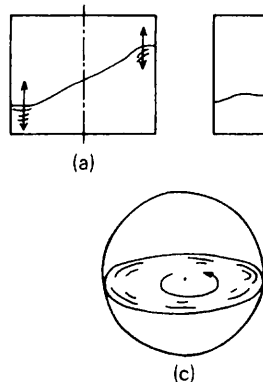


図1 スロッシングを生ずる液体運動

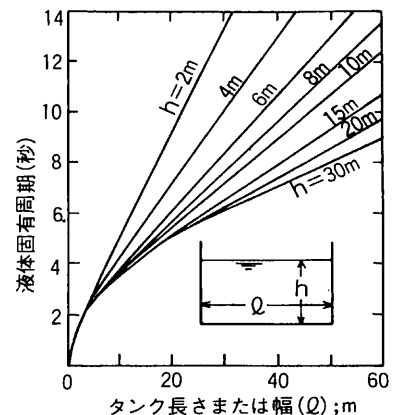
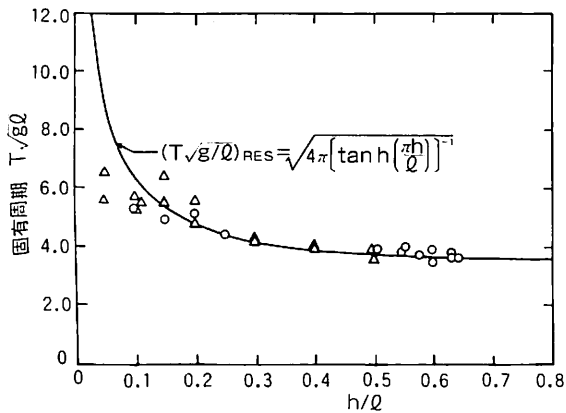


図2 角型形状タンクの液体固有周期





( $h$  : 液位,  $\ell$  ; タンク長さ,  $g$  ; 重力加速度,  $T$  ; 固有周期)

図3 角型タンクの固有周期

$\ell$  ; タンクの長さまたは幅(動揺の方向による),  $m$   
 $h$  ; 液位,  $m$   
 $R$  ; 球または円筒の半径,  $m$

なお、角型タンクでは、頂部および底部が傾斜している場合、これらの深さがタンク深さの30%を越えなければ、(1)式の $\pm 10\%$ の範囲の液体固有周期となる。

図2に角型タンクの液体固有周期の計算例を示す。<sup>1)</sup>

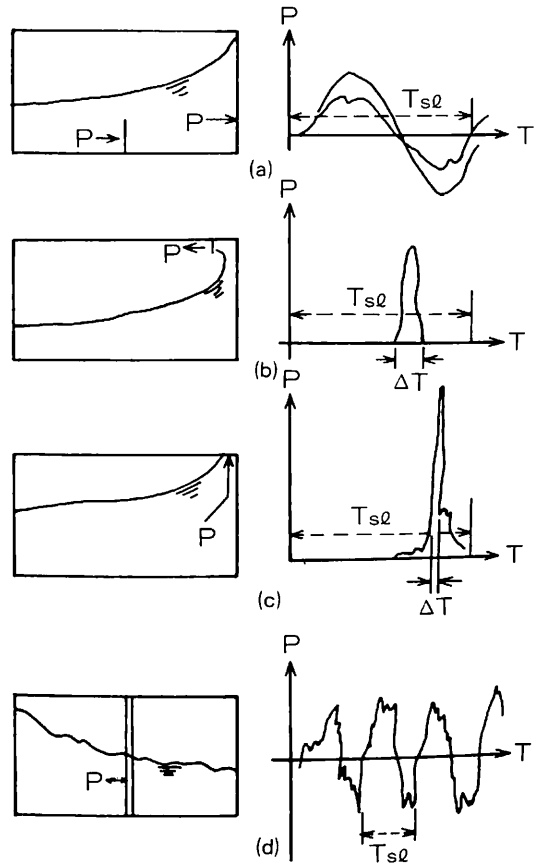
これらの固有周期は、実際に表われる固有周期とおよそ $\pm 20\%$ の範囲で合っている。図3<sup>2)</sup>に角型タンクの固有周期の実験例を示す。この結果によると、比較的高い液位での固有周期は、計算と実験とがよく合っていることが分る。理論式と実験との相異は、減衰の影響、低液位の動揺が式を導くときの仮定と異なる等による。

### 1・2 スロッシング荷重の性質

スロッシングにより発生する荷重または圧力は、次のように分類できる。

**非瞬間的動圧** : スロッシング周期に近いオーダで緩やかに変化する圧力。これは、タンク内壁のある程度広い範囲に加わるもので、荷重またはモーメントとして加わるものを含む。また、流体移動の抗力としてタンク底部桁等に生ずる荷重もこの範ちゅうである。図4(a)参照。

**瞬間的動圧** : 非常に短い期間に瞬間的に加わる圧力。これは、さらに、2種類に分けられる。その1つは、スロッシング周期の1/10オーダで短かい間に衝撃的に加わる。図4(b)参照。もう一つは、タンク壁/頂部のごく狭い範囲にスロッシング周期の1/100ないし1/1000のごく短い間に瞬間的に加わる圧力。そして、この場合の圧力が最も大きくなる。図4(c)参照。



( $T_{sl}$  は、スロッシング周期)

図4 スロッシング荷重モード例示

**渦荷重** : タンク内のパイプタワー、トラス、管等の細長い部材周辺の渦流によって発生するもの。部材の固有振動と同調した場合、危険な荷重が発生することもある。図4(d)参照。

スロッシング圧力/荷重は、局所的な個所に集中する。最大圧力/荷重の発生する個所は、タンク形状、液位等が同じでも動揺の種類/振幅/周期が異なれば、必ずしも同じとはならない。一般的には、コーナ部が高くなる傾向にあるが、タンク長さ/幅中央の方が大きくなることもあり、一概には決められない。瞬間的な衝撃圧力の加わる範囲は、タンクの大きさにもよるが $2m \times 2m$ を考えれば十分である。

激しいスロッシングは、従来、油タンカー、LNG船およびLPG船において液位が、タンク深さの20ないし70%の範囲で生じていた。しかし、最近の例では、大型でかつ内面平滑なタンクでは、満載に近い液位(93ないし96%)でも激しいスロッシングによる損傷が発生している。

振幅の小さい範囲では、液体固有周期とタンク(船体)の動揺が同調する近傍において、スロッシング圧  $P_S$  は、次式で表わせる。

$$P_S \propto \ell \times A_L \dots\dots\dots(5)$$

$\ell$  ; タンクの長さまたは幅

$A_L$  ; 液体の動揺振幅

一般的にタンクの長さまたは幅が、船舶の長さの1/10 または幅の1/2を超えると、スロッシング圧力は、大きくなる。スロッシング圧力の大きさは、場合によって、100 m 水頭を超えることもある。動揺振幅がある程度大きくなると、(5)式の関係は成立せず、非線形、即ち圧力の頭打ち現象が見られる。この現象は、振幅が比較的小さい値で生ずる場合もあるし、そうでない場合もある。

スロッシングは、船体動揺の全て(6種類)によって引き起こされる。しかし、影響の大きいのは、縦揺れ、前後揺れおよび横揺れであるが、上下揺れや左右揺れも無視できない。さらに、単純規則動揺においても、スロッシング荷重は、一定でない。(ただし、ある一定の確率分布である)

船体動揺は、それぞれ、別個に生ずることもあるが、2つ以上の動揺が同位相で生ずることも想定される。例えば、縦揺れと上下揺れや前後揺れは、同位相で生ずることも多いと考えられる。しかし、縦揺れと横揺れが同位相で起こることは、稀れである。即ち確率的には、独立と見做せる。また、同位相で生ずる動揺によって生ずる振幅の最大値が同時に起こることも少ないであろう。このような現象は、複合不規則動揺におけるスロッシング荷重の推定をよりむずかしくする原因となる。ある限られた実験結果および実船計測結果では、複合動揺によって生ずるスロッシング荷重より単純動揺の方が大きくなる。例えば、単純縦揺れと複合縦/上下揺れのスロッシング荷重は、低液位では、単純揺れの方が大きい。また、横揺れのためのモデルタンクテストと実船計測からも同じような結果が得られている。いずれにしても複合動揺の問題は、今後の研究を待つところが多い。

激しいスロッシング荷重が瞬間的であることは、すでに述べた。さらに、もう一つの特徴は、このような瞬間的な荷重/圧力が局部的に発生することである。これらは、スロッシング荷重に応じて強度解析を行なう場合、特別な配慮を必要とする。

前者は、動荷重を設計上、静荷重に置き換える場合の問題となる。後者は、構造物の要素の設計では、特に問題とならないが、構造物全体或いは広範囲の構造要素の設計の場合、その取扱いに一考を要する。また、構造物の相異による強度特性の違いも、設計上、配慮すべき

である。例えば、金属材料の構造物では、瞬間的かつ局部的な荷重によってごく一部に塑性変形を生じても許容できる例が多い。しかし、同じような考え方で非金属材料の構造物を設計することはできない。

動荷重に対する構造物の応答は、複雑である。1つの方法は、動荷重によって生ずる構造物のひずみを追跡することである。

文献<sup>2)</sup>では、構造要素の固有振動数および最小昇圧時間から動荷重係数を求め、静荷重として評価する方法が提案されている。ここで、最小昇圧時間とは、スロッシング荷重が零からピーク値に至る時間をいう。この時間が短いほど動荷重は、厳しく評価される。(この方法は、4・4に説明する)

### 1・3 モデルタンクテスト

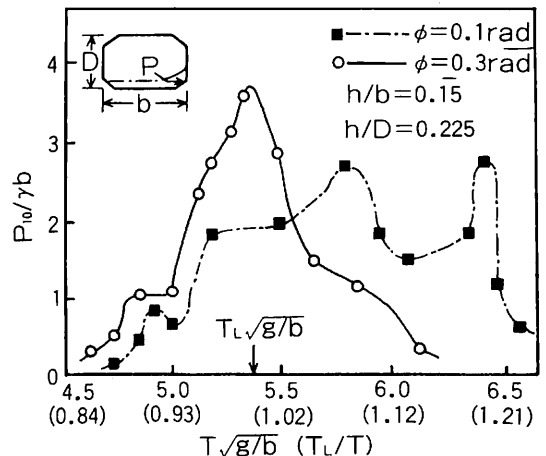
スロッシング圧力は、後述するように、モデルタンクテストで実際の圧力を推定する。モデルタンクテストでは、同一形状の縮尺モデルを使用し、かつ、液体も水を用いるのが通常である。この場合、次の関係が成立つものとして実際のスロッシング圧力を推定する。

$$\frac{T_m}{\sqrt{\ell_m}} = \frac{T_S}{\sqrt{\ell_S}} \dots\dots\dots(6)$$

$$P_S = P_m \frac{\rho_S \ell_S}{\rho_m \ell_m} \dots\dots\dots(7)$$

$T_m, T_S$  ; モデルタンク, 実船タンクの液体固有周期  
 $\ell_m, \ell_S$  ; モデルタンク, 実船タンクの代表長さ  
 $P_m, P_S$  ; モデルタンク, 実船タンクのスロッシング圧力

$\rho_m, \rho_S$  ; モデルテスト, 実船の液体の密度  
 スロッシングモデルタンクテスト結果の1例を図5に



( $P_{10}$ ; 1/10 最大平均圧力,  $\phi$ ; ローリング振幅,  $\gamma$ ; 液密度)

図5 角型タンクのローリングによるスロッシング圧力

示す。このような規則動揺テストの結果をこの図のように、縦軸に圧力／横軸に動揺周期（いずれも無次元表示）で整理することが多い。これは、スロッシング荷重の統計的予測に使用する応答関数である。

(6)および(7)式は、縮尺影響と使用流体の密度の相異のみを考慮した修正である。実際には、表面張力、粘度、圧縮性、タンク壁の弾力性、蒸発性ガスの存在等の因子による影響がある。このようなモデルタンクと実船タンクの相異については、広範囲の研究がなされている。そして、ガスの存在およびタンク壁の弾力性の相異による影響は、必ずしも無視できないが、その他についてはあまり重要でないといわれている。ガスの存在による影響も、低液位では殆ど表われず、高液位の場合に影響がでてくる。

これは、液体が壁にぶつかる直前の気体の逃げ易さに関連し、逃げ易い気体の方が衝撃圧力が高くなる傾向にある。即ち、水一空気で行なった実験は、実際より高い圧力になると推定される。したがって、ガスの存在の影響を正しく考慮した実験がむずかしいことから實際上、(7)式によって実船タンクの圧力が推定されている。タンク壁の弾力性の相異による影響も、現在、特に考慮されていない。

スロッシング圧力は、単純規則動揺の場合でも、不規則変動圧力であり、一定ではない。したがって、同一条件での動揺実験でも、100回以上（通常、200回程度）の観測値の最大1/3平均値または最大1/10平均値で整理される。これらは、 $P_{1/3}$ または $P_{1/10}$ として表わされる。また、単純規則動揺下のスロッシング圧力のバラツキには、ある一定の確率分布がある。単純不規則動揺下の圧力でも、高圧力の範囲では、同じである。前者は、レイリ分布と指数分布の中間、後者は、指数分布に近いといわれる。

## 2. スロッシングによる損傷例

### 2・1 損傷の概要

大型油タンカーでは、スロッシングによるタンク内構造部材の損傷も、稀には、発生している。例えば、水平桁が両端付近から切断／脱落したような大きな損傷もある。内面が比較的平滑な油兼ばら積船（OBO）では、ハッチカバー、頂板、横置隔壁等の損傷例も見られる。

非独立型タンクを有するLNG船やLPG船は、タンク内面が平滑である。さらに、タンクの長さおよび幅は、それぞれ、船舶の長さの1/10および幅の1/2を超えるのが通常である。そのため、設計時からある程度のスロッシング対策を講じていたにも拘わらず、損傷が発生し

た。これらは、次のような条件で発生したものである。

- (i) 比較的低液位の貨物積載
- (ii) ほぼ満載
- (iii) 半載で沿海航海

これらは、いずれも、設計時にこのような条件で激しいスロッシングを生ずるとは予測できなかったものである。即ち、損傷事故が発生するまで、常識的に上記のような条件では、激しいスロッシングは生じないと考えられていた。いずれも損傷事故発生後、ただちに、モデルタンクテストを含む対策が講じられ、再発は、防止された。

LPG船における損傷事故についての詳細報告はない。LNG船については、詳細報告があるので次の2・2および2・3で紹介する。

### 2・2 7万m<sup>3</sup>型LNG船の損傷事故<sup>2) 3) 4)</sup>

71,500 m<sup>3</sup>型GTメムブレン方式タンクLNG船“Polar Alaska”および“Arctic Tokyo”は、1969年アラスカ／日本間に就航した。そして、就航後間もなく両船共、スロッシングによる損傷を蒙った。

#### (1) “Polar Alaska”の損傷

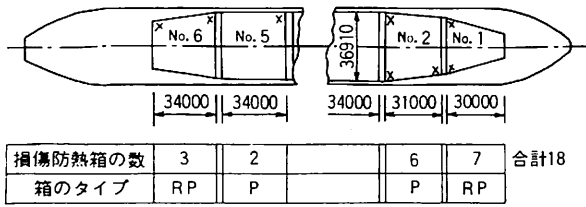
本船は、日本からアラスカに向けてのバラスト航海でNo.1貨物タンクに約20%の貨液を冷却用に残して航行していた。本船は、1969年11月、嵐天に遭遇した。そのとき、スロッシングにより、No.1タンクのサブマージドポンプ用の電線の留め金がこわれ落下した。そして、貫通した小孔があいた。この小孔は、タンクからの漏えいを生じさせたが、二次防壁が有効に働いたので安全には、何らの問題もなかった。

この漏えいは、インタバリアスペースの温度検出端によって最初に発見されたとのことである。

損傷修理は、簡単に（二重張り等）行なえるものであった。しかし、修理の際、インタバリアスペースをガスフリーするにあたって操作ミスおよび圧力逃し弁の不健全さのため、過圧を引き起こした。即ち、このスペースは、タンク内圧力に比べてむしろ負圧とすべきであったのに、約0.1 kg/cm<sup>2</sup>大きい圧力が生じた。この結果、No.1タンクのメムブレンに広範囲の変形を引き起こした。

この修理は、完全な足場が必要であり、かつ、工期も長くなると予想された。結局、本船は、次の定期的検査までNo.1タンクを空にして航海した。

定期的検査の際、この変形損傷は、切断も溶接もせず修理された。この修理には、3週間かかった。このうち、足場のすえ付けに1週間、取り外しに1週間で費やした。そして残りの1週間がメムブレンの修理に費やし



(RP; 補強防熱箱 P; 一般防熱箱 X; 損傷部)  
 RPの破壊強度≒10~15kg/cm<sup>2</sup> Pの破壊強度≒7~9kg/cm<sup>2</sup>  
 図6 125,000 m<sup>3</sup>型LNG船の防熱箱損傷分布

た時間となった。

(2) Arctic Tokyoの損傷

本船は、1970年9月、日本からアラスカに向けて出航した直後、激しい海象に遭遇した。このときも、No.1タンクには、15ないし20%の液位のLNG(約1600トン)を搭載していた。

損傷は、液位附近のタンク後端の左右両舷にそれぞれ2箇所発生した。これは、タンク支持箱が壊れ、メンブレンが変形し、1箇所、手溶接部に約1/2インチ長さのき裂が生じたものであった。この損傷も次の定期的検査まで延期されたが、激しいスロッシングによることは、明らかであった。

(3) 対策

両船の損傷後、スロッシングの生ずる要因を解明し、適当な対策を講ずるため、モデルタンクテストが行なわれた。その結果、低液位(タンク深さの20%以下)でも、激しいスロッシングが起こることが明らかにされた。これは、長周期の進行波によるものであることも分かった。そして、両船の損傷タンクの大きさ(長さ)は、15ないし30%液位で破壊を引き起こすような衝撃荷重が発生する可能性がある結論された。

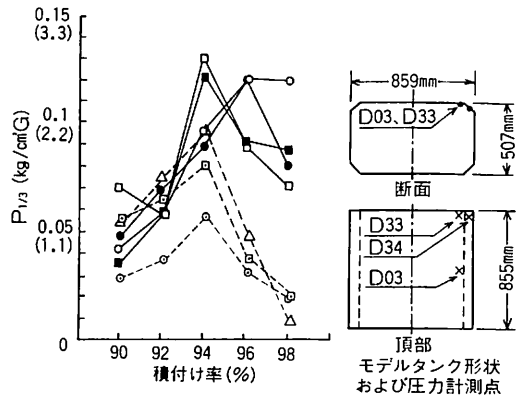
対策としては、ごく低液位(深さの5%以下)かまたはほぼ満載に近い状態で運航することが決められた。ごく低液位でも、流体は、激しく運動するが、貨量が小さいため、もはや過大な衝撃荷重は、発生しなくなる。

この後、両船を含むこの方式のLNG船の低液位によるスロッシングの問題は生じていない。

2・3 125,000 m<sup>3</sup>型LNG船の損傷事故<sup>2) 5)</sup>

(1) 損傷の概要

125,000 m<sup>3</sup>型GTメンブレン方式タンクLNG船“El Paso Sonatrach”は、1978年春の最初の積荷航海において数回の船尾スラミングを受けた。そのとき、タンク内で激しい衝撃音が生じた。この航海では、貨物積付率



(注) 縮尺; 1/44, 使用流体; 清水, (括弧内の数値は、実船タンク換算)

図7 高液位スロッシングモデルタンク規則動揺テストの例

は、約96%であった。

この航海の揚荷終了後、タンク内部検査が行なわれた。そして、頂部メンブレンに局部的な変形が発見された。メンブレンの取外し後の状況は、次のとおりであった。

- (i) タンク頂部の一次防熱箱の頂板にき裂があり、最大2.5mm変形していた。き裂および変形個所の分布は、図6<sup>5)</sup>に示すとおり。
- (ii) 船体内設、二次防熱箱および頂部を除く一次防熱箱は、いずれも正常であった。

この航海は、アルジェリアのArezwから米国のCove Point 向けのものであった。航海記録では、激しい船尾スラミングを生じたときの気象・海象は明らかでなかった。しかし、後に、当時の就航海域の気象データから損傷時の海象条件が推定された。(これについては、次の(2)を参照のこと)

なお、(その1) B-31でも紹介したように、他のLNG船でも同様の損傷が生じたようである。しかし、詳細は、不明である。

この損傷は、当時、設計者が常識的に生じないである

うと考えていたほぼ満載に近い高液位での激しいスロッシング荷重によるものであった。これは、関係者にとって衝撃的な出来事であったといえる。しかし、その後、多くのモデルタンクテストを含む研究がなされ、問題は、解決されている。

## (2) 損傷解析

前(1)の損傷が発生した当時、(その2)でも紹介したようにこの方式による12万 $\text{m}^3$ 級LNG船は、多く建造され、或いは計画されていた。したがって、適切な対策を講ずるため、多くの調査研究が実施された。次に、そのような調査研究の一環としてなされた解析結果の1例<sup>5)</sup>を紹介する。

損傷発生時の状況は、前述したように不明確なところがあった。しかし、当時の就航ルートおよびその海域の気象データから次のような海象条件が推定された。

- (i) 波 高：5ないし6 m
- (ii) 波周期：6ないし12秒
- (iii) 波方向：180ないし90度

モデルタンクテストの結果からこのようなタンクは、高液位においても、高いスロッシング衝撃圧力が生じ得ると結論された。一般的に、高液位スロッシング圧力の最大値は、94ないし96%の積付け率で生ずることも観察された。しかし、98%の積付け率でも同様に高い衝撃圧力が生ずることもあるという結果も得られた。図7<sup>5)</sup>参照。ただし、このモデルタンクは、損傷船とは、別のLNG船(13万 $\text{m}^3$ 型)であり、タンク形状/配置も若干異なる。

損傷を起こしたものと同様の防熱箱の破壊試験から破壊圧力は、100ないし150 tons/ $\text{m}^2$ であると推定された。また、波高6 mの海象条件では、100ないし150 tons/ $\text{m}^2$ を超えるスロッシング圧力を発生し得るという結論も得られた。

## (3) 対策

損傷船に対し、損傷タンクの防熱箱をより強固なものとする、および貨物積付け率をできるだけ大きくすることが対策として講じられた。この対策は有効だったようであり、その後の損傷は報じられていない。

## 3. スロッシング対策

### 3・1 スロッシング荷重推定法

スロッシング対策の基本は、対象とする船舶およびタンクに生ずるスロッシング荷重をできるだけ正確に予測することである。スロッシングを問題とするのは、大別すると次の2ケースになる。

- (i) 定常的状态におけるスロッシング；常に生じ得る

条件下におけるスロッシング荷重。即ち、航行区域を限定せず、常に或いはしばしば生じる液位におけるスロッシング荷重。例えば、バラスト航海におけるタンク冷却用貨物の液位や満載状態における液位におけるスロッシング。

- (ii) 非定常的状态におけるスロッシング；2港積み/2港揚げのとき生ずるような特定航路/半載のような限定された条件下における短期航海におけるスロッシング。

いずれの場合も、統一された解析手法は、確立されていない。しかし、およその手順は、次に示すとおりとなる。

- (a) スロッシングに関して問題となる要目を明確にする。即ち、船体動揺に関連する船舶の主要目、予定航路、積荷計画(貨物の種類、液位等)、タンクの形状/配置等を定める。
- (b) 一般的な手法により、船体運動解析を行なう。そして動揺特性(各種動揺の振幅、周期等)を求める。これは、問題になる航行海域に対するものとする。
- (c) 予定液位とタンクの形状/大きさによって、液動揺の固有周期を求める。
- (d) 船体動揺周期と液動揺周期がほぼ一致(1・1に示す範囲)する場合は、積付け計画またはタンク形状/大きさの変更を検討する。或いは、解析を進め、スロッシング荷重に十分に耐える構造とする。
- (e) スロッシング荷重の予測は、多くの方法で試みられている。いずれにしても、まず、対象タンクおよび液位に対する単純規則動揺の応答関数(図5に例示)をモデルタンクテストまたは既存のデータから求める。その結果をもとにして、短期不規則波海面または長期予測における圧力分布を推定する。スロッシング荷重の予測は、他の波浪荷重に比べてより複雑である。故に、現在は、問題となりそうな波高/波周期における短期不規則波海面の圧力を求める例が多い。

なお、スロッシングに関する調査研究は、各所で多くなされている。関連の公表文献をリストアップするだけでも、ぼう大である。編者が目を通した二三の主要文献を末尾に掲げておく<sup>2) 5) 6) 7)</sup>。文献<sup>2)</sup>には、モデルタンクテストに関する文献がリストアップされている。

船舶の運動特性(動揺振幅の最大期待値)とタンクの形状/大きさおよび液位からスロッシング圧力および設計圧力を推定する方法が文献<sup>2)</sup>に示されている。(4・4参照)

### 3・2 タンク構造方式に関連したスロッシング問題

LNG船、低温式LPG船等のタンク構造方式に関連したスロッシング上の問題点を次に掲げておく。

(1) 压力容器方式タンク

回転体形状のタンクは、本質的に、角型タンクに比べてタンク板に対するスロッシング荷重は、あまり問題にならない。これは、高液位部分の設計圧力が比較的高いことおよびタンク板が曲面のため衝撃圧力も比較的小さいことによる。さらに、回転形状のタンクでは、局部的な圧力でも、これを主としてタンク板の膜力として受け持つための強度上の余裕がある。

しかし、次の2点については、設計上、配慮する必要がある。

- タンク内部の装置；タワー、またはその他の取付け物に対して液体の流動によって生ずる荷重。
- 大型球形タンクでは、スロッシングおよび傾斜によって図8に示すような水平方向荷重(lateral force)が加わる。この結果、外圧が小さい場合でも、赤道下部のタンク板に圧縮膜力が働く。これは、設計上、配慮する必要があるといわれる。<sup>1)</sup>

いずれにしても、回転形状のタンクでスロッシングが問題となるのは、半載状態の場合のみと考えられる。ここで、半載とは、積付け率20ないし80%程度をいう。

(2) 方形方式タンク

この方式のタンクは、1つのタンク長さおよび幅がそれぞれ船舶の長さの1/10および幅の1/2を超える。しかし、タンクの長さおよび幅の中央に制水隔壁を設けるのが通常の設計である。したがって、実質的なタンク長さおよび幅は、1/2となり、スロッシングによって発生する圧力が小さいので低および高液位でのスロッシングは、特

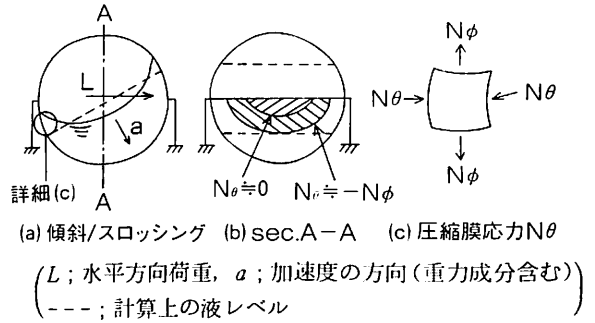


図8 球形タンクのスロッシング/傾斜による水平方向荷重と圧縮分布

に問題とならない。

半載状態では、特に制水隔壁、桁数およびその倒止肘板のような内部部材に対し、設計上の配慮を払うべきである。

(3) メンブレン方式タンク

メンブレン方式タンクは、内面平滑であり、かつ、タンクも大きくなることから設計上スロッシングに対する十分な配慮を必要とする。これは、損傷例からも分るように積付けの全ての範囲に対して必要である。さらに、特別に半載積みとして設計された小さいタンクを除き、10%以下およびほぼ満載のような積付け制限を考慮する。金属材料の構造物は、例えば局部的な荷重による小さな塑性変形が生じてても、構造上、問題を生じない。(繰返し回数が多いと疲労強度上問題となる) これに対し、非金属材料の構造物は、局部的な荷重によってその部分が破壊に至ることが多い。

故に、メンブレン方式タンクの支持構造については、

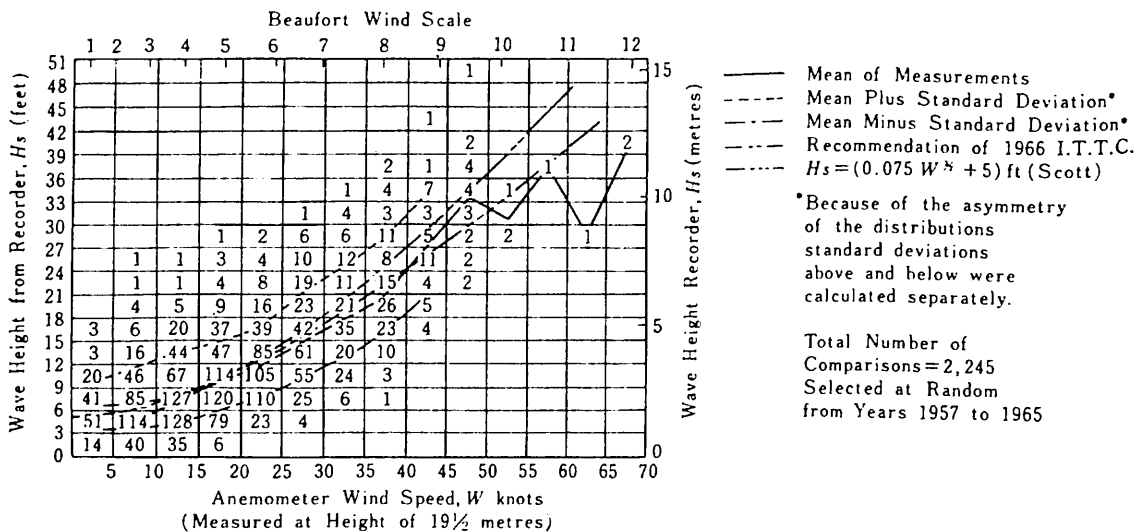


図9 風力階級と平均波高 (Proceedings of the 4th ISSC (1970) による)

表1 海象とビューフォート階級との関係

有義波高 $H_w$ (m)	3	3	5	7	9	9
平均波周期 $T_w$ (秒)	6	7	8	9	10	11
ビューフォート階級	↔ 7 8 9 10 11 ↔					

スロッシング衝撃荷重のような瞬時的かつ局部的な荷重に対する強度応答性も検討すべきである。

タンクからの荷重を支える船体内設は、一般的な設計を行なっていれば、特に、スロッシング荷重に対する配慮は不要である。ただし、スロッシング荷重による船体内設の変形が大きい場合、それが内部部材（タンク支持構造、防熱材等）に及ぼす影響を考慮する必要がある。

(4) セミメンブレン方式タンク

セミメンブレン方式タンクに対するスロッシング対策は、メンブレン方式タンクと同じである。しかし、二三の実験結果<sup>9)</sup>等によると、コーナ部（2面および3面交叉部）が曲面のために直交の場合に比べてピーク圧力が低下する。さらに、大型低温式LPG船の実績では、タンクの幅が船舶の幅の1/2未満であることによって、問題は生じていない。

3・3 オペレーションに関する問題

大型の液化ガスタンカーおよび小型でもメンブレン方式タンクのような液化ガスタンカーでは、貨物積付け率に十分な配慮を払う必要がある。この注意は、船舶に備付けられるマニュアルに指示されている筈である。

2港積み/2港揚げまたはその他の条件で貨物を半載する場合、海象条件の制限つきで積載が許可されていることが多い。この海象条件の制限も、できるだけ明確に示されていることが望ましい。（例えば、図9<sup>1)</sup>に示すような表中にある積付け率に対する制限を指示する）“平穏な海象気象において積載可”といったような抽象的な表現は好ましくない。このようなマニュアルの指示に対しては、設計者に具体的な設計条件の記述を求めるべきである。

4. スロッシング対策の実例

4・1 OBOの例

文献<sup>9)</sup>にOBOのスロッシングを対象とした設計例が発表されている。これは、分り易く、かつ、内面平滑のその他のタンクに対しても適用できるので次にその概要を紹介しておく。

(1) スロッシング圧力推定法

(a) 対象とするタンクの単純規則動揺におけるスロッシング圧力の応答関数を定める。これは、モデルタンクテスト結果によるが、シリーズの実験結果がまとめられていれば、改めて実験の要はない。実験タンクの変換は、フルード則（前(6)および(7)式）による。圧力のバラツキは、レイリ分布に従うものとする。

(b) 船体運動を計算で求め、圧力の応答関数とこの計算

から線形重ね合わせにより、短期海面における圧力分布を求める。即ち、スロッシング圧力の標準偏差  $R$  は、次式による。

$$R^2 = H_w^2 \int_0^\infty \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \left\{ \frac{[f(\omega, \tau)]^2}{H_w^2} \cdot \left\{ A(\omega, \chi - \tau) \cdot \frac{P\sqrt{E}}{\theta} \right\}^2 d\tau \cdot d\omega \right\} \dots\dots\dots(8)$$

$\frac{[f(\omega, \tau)]^2}{H_w^2}$  ; 波のパワースペクトラム

$A(\omega, \chi - \tau)$  ; 船体運動応答関数

$\frac{P\sqrt{E}}{\theta}$  ; スロッシング圧力応答関数

$\chi$  ; 船舶の針路と波の平均進行方向のなす角度

$\tau$  ; 平行波方向と成分波のなす角度

(c) 短期海面における海象は、表1に示すところにより設定する。

(d) 前(b)で得られた標準偏差  $R$  により、単純不規則動揺における圧力が指数分布すると仮定して圧力の最大期待値  $P_i$  を求める。最大期待値として、 $10^{-N}$  最大平均値をとるものとすれば、 $P_i$  は、次式で求められる。

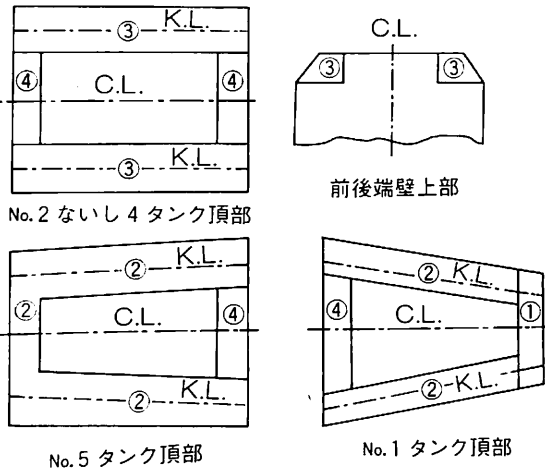
$$P_i = (1 + \ell_n N) R \cdot k \dots\dots\dots(9)$$

$k$  ; 各種の因子による修正係数

(e) 動揺の種類として、縦揺れ、前後揺れ、横揺れおよび左右揺れを考える。各動揺に対して(a)ないし(d)の手法でそれぞれの動揺によるスロッシング圧力  $P_i$  を求める。縦揺れと前後揺れおよび横揺れと左右揺れは、それぞれ、同位相で生ずるものとして加え合わせる。各グループ、即ち船長方向と幅方向の動揺は、それぞれ、独立であると見做して、二乗和平方根法により組合わせる。

表2 OBOの主要目

$L_{PP} \times B \times D$ (m)	: 218 × 32.2 × 19.2
満載喫水 (m)	: 12.19
満載排水量 (kt)	: 74,191
横メタセンタ高さ (m)	: 2.75
船速 (kn)	: 14.7
タンク兼ばら積貨物倉	: 計7タンク
	: 1タンク長さ $\approx 0.11 L_{PP}$



(①ないし④が表3に示すスロッシング)  
グ圧力を考慮する範囲

図10 メンブレン方式タンク支持構造補強部

(f) 圧力は、液高に対し、線形であると仮定する。

(2) 解析対象船舶およびタンク

適用対象船は、6万載貨重量トンのパナマックス形のOBOで主要目は、表2に示すとおり。

この船舶のNo.5タンク/船倉にのみ、半載するものと計画された。

(3) 解析結果

液位は、25、50および75%の3状態が想定された。応答関数は、縦揺れおよび横揺れに対して求められた。

海象条件は、表1のとおりに設定された。本船の船体運動計算は、ストリップ法で実施された。

これらから(8)式によるスロッシング圧力の標準偏差が求められ、次いで最も厳しい状態が選定され、(9)式による圧力の最大期待値が得られた。ここで、 $N=4$ とされたが、これは、1日程度航行したときに発生するスロッシング圧力の最大期待値に相当すると考えられている。

これらの縦揺れおよび横揺れのスロッシング圧力が推定された。さらに、前後揺れおよび左右揺れにより加わる圧力は、縦揺れおよび横揺れの圧力にそれぞれ修正係数で補正することによって求められた。(前(3)(e)の方法より簡易化された解析法) この係数は、基本となる特定の海象における回転運動成分と並進運動成分とを比較することにより求められている。

推定された圧力は、次に示すとおり。

船長方向圧力  $P_l$  (縦揺れおよび前後揺れによる)

$$P_l = 36 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

表3 スロッシング圧力の推定

位置	推定圧力 (tons/m <sup>2</sup> )			範囲
	6 m 波高	9 m 波高	12 m 波高	
No.1タンク前部コーナ	160	200	230	①
No.1タンク後部コーナ	140	175	200	②
No.2ないし4タンクコーナ	115	145	165	③
No.1タンク後端中央	85	105	120	④
No.5タンク後部コーナ	140	175	200	②

幅方向圧力  $P_b$  (横揺れと左右揺れによる)

$$P_b = 47 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

タンクコーナ部圧力  $P_c$

$$P_c = \sqrt{P_l^2 + P_b^2} = 60 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

4・2 13万m<sup>3</sup>型LNG船の例

メンブレン方式タンクLNG船の高液位のスロッシング対策としてモデルタンクテストをベースとした解析がなされている。<sup>5)</sup> この解析では、タンク支持の防熱箱の強度を定めるための強度試験も実施されている。その結果、表3および図10のような圧力が推定され、これに十分耐える特別の防熱箱を配置するよう計画された。

なお、北大西洋の厳しい海象を考慮して波周期8ないし10秒、波高6、9および12mでもってスロッシング圧力が計算された。

4・3 タンク形状変更

13万m<sup>3</sup>型メンブレン方式LNG船のスロッシング対策として衝撃圧力の推定法が検討され、その一環としてタンク形状変更の検討もなされている。<sup>10)</sup>

タンク形状変更の影響は、図11に示すとおり。この結果から形状変更によってスロッシング圧力は、大幅に減

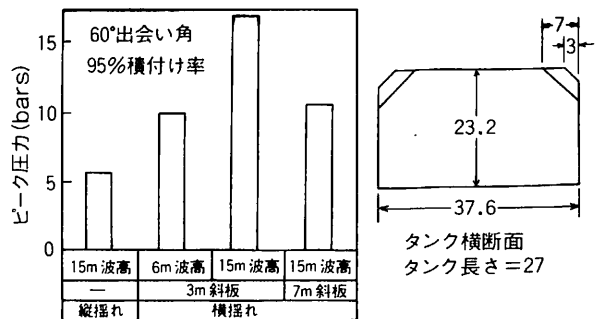


図11 タンク形状変更の影響



少することが期待される。この図からみると、形状変更によって15m波高における横揺れで生ずるスロッシング圧力は、6m波高のそれとほぼ等しい。

4・4 スロッシング圧力近似計算法

スロッシング圧力の近似計算法には、多くの提案がある。次にその1例<sup>2)</sup>を紹介しておく。これは、角型タンクを対象としたものである。角型タンクでも、形状は、直方体および8角柱体がある。8角柱体でも、斜板の形状によってスロッシング圧力がかなり異なることは、前述したとおり。

したがって、この近似計算法は、場合によってかなり大きな目に圧力を見積ることもある。しかし、この手法によって、さらに多くのデータを集積し、細分化すればより正確にスロッシング圧力を近似できると思われる。

近似計算法の手順は、次のとおり。

(a) まず最初に船舶の動揺特性を通常の方法で求める。ここで必要な動揺特性は、動揺周期および動揺振幅の最大期待値である。ここで使用する海象データおよび発現確率は、船舶の就航航路、スロッシングを問題とする積付け状況等に応じて設計者が適宜判断する。

(b) 積付け液位に対する液体の動揺周期を求める。(1・1参照)

(c) 船舶と液体の動揺周期がほぼ一致(1・1参照)する場合、次式によりスロッシング圧力  $P_S$  を求める。

$$P_S = K_P' r l \phi \dots\dots\dots(10)$$

$r$  ; 液体比重量

$l$  ; タンク長さまたは幅 (動揺の方向による)

$\phi$  ; 回転運動の場合、振幅角度 (rad)、並進運動の場合、 $\epsilon/l$ 。 $\epsilon$  は、振幅の距離。

$K_P'$ ; 大振幅に対する非線形性を考慮した修正圧力係数で次の(d)による。

(d) 圧力係数  $K_P = 125$  (図12参照) とし、次式により修正する。ここで、 $K_P = P/r l \phi$  である。この値は、タンクの形状、動揺の種類等を考慮し、個々の例でデータを集めて適切な別の値を用いてもよい。

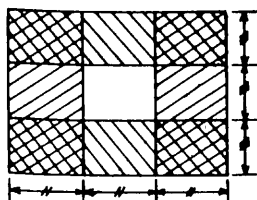
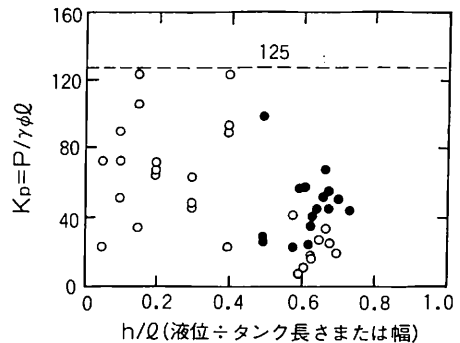


図13 頂部の圧力分布

▨ ; 縦方向動揺最大値  
▩ ; 横方向動揺最大値

(中央部空白は、(10)ないし(12)式で  $K_P = 25$  とし て求めた圧力とする。)



(○は垂直壁, ●は頂板に対する実験値)

図12 圧力係数

$\phi \leq 0.1$

$$K_P' = K_P \dots\dots\dots(11)$$

$\phi > 1$

$$K_P' = K_P \left( 0.075 + \frac{0.0925}{\phi} \right) \dots\dots\dots(12)$$

(e) 垂直方向の圧力分布は、液位の位置に対し、次式による圧力係数  $K_{P(z)}$  を用いて(10)式により定める。この式は、液位からタンク深さの±20%の範囲の分布を考慮したものである。この範囲外は、静圧力としてよい。

$$K_{P(z)} = \frac{1}{2} K_P \left[ 1 + \cos \left\{ \frac{5\pi(z-h)}{H} \right\} \right] \dots\dots\dots(13)$$

$z$  ; タンク底部からの垂直距離

$h$  ; 液位

$H$  ; タンク深さ

(f) 頂部の圧力分布は、図13による。

(g) 設計圧力  $P_{dos}$  は、次式による。

$$P_{dos} = D_F \cdot P_S \dots\dots\dots(14)$$

$D_F$ ; 動荷重係数。最小昇圧時間  $t_r$  および 構造要素の固有振動数  $T$  に応じて図14による。

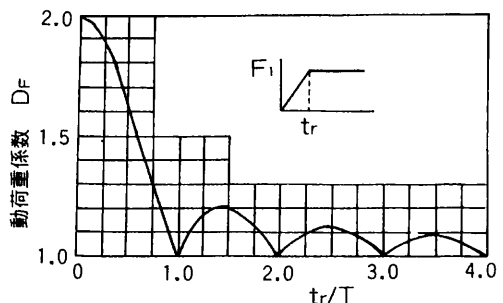


図14 動荷重係数 (図中に示すようにピーク荷重が減衰しないと想定したもの)

$$t_r = \frac{0.0005}{\sqrt{g/\ell}} \dots\dots\dots(15)$$

(h) 前(g)の設計圧力を静荷重と見做し、一般的な静荷重による設計法を適用する。

[スロッシングによる損傷とその対策：完]

参考文献

- 1) 恵美, 液化ガスタンカー, 船舶, 昭和53年1月以降連載
- 2) Ship Structure Committee, Evaluation of Liquid Dynamic Loads in Slack LNG Cargo Tanks, SSC - 297, 1980
- 3) J. Guilhem et L. Richard, Ensergnements Tires de la Construction et de la Mise en Service Methaniers "Polar Alaska" et "Arctic Tokyo", 2nd LNG Conf. 1970
- 4) A. Gilles, 200,000 cubic meters LNG Tankers, 3rd LNG Conf. 1972
- 5) R. Nagamoto, On the Sloshing Force of Rectangular Tank Type LNG Carrier, 6th LNG Conf. 1980
- 6) H. A. Olsen et al, A Study of Dynamic Loads Caused by Liquid Sloshing, Report No 74 - 276 - C, Dec. 1974, DNV
- 7) BV, Study on Partial Fillings in Ship Holds, N.I. 171 BM. 1-Aug, 1976
- 8) 富吉ほか, 方形タンクのスロッシングに関する実験, 関西造船協会誌, 第183号, 昭和56年12月
- 9) 萩原ほか, 船舶のスロッシング荷重に対する強度, 三菱重工技報 Vol. 19 No 3 (1982-5)
- 10) J. C. Peak et al, Prediction of Sloshing Loads in LNG Ships, Gastech 81  
(次回は, 就航LNG船の概要および主要目一覧, を掲載予定)

統計資料

統計資料

世界主要造船国の船種別竣工量(1982年間) ロイド船級協会 (1983年4月20日)

国名	計			油槽船		バルクキャリア		一般貨物船 コンテナ船			液化ガス船 ケミカル船			漁その他	
	隻数	G	T	シエア	隻数	計	隻数	G	T	隻数	G	T	隻数	G	T
日本	800	8,162,915	48.53	127	1,980,697	166	4,868,851	246	678,929	26	270,851	235	363,597		
韓国	75	1,400,525	8.33	10	165,559	23	1,005,174	22	115,174	7	109,890	13	4,801		
西ドイツ	106	615,407	3.66	2	27,237	3	100,556	60	379,977	10	50,698	31	56,939		
中国	31	593,770	3.53	8	276,149	11	256,234	6	59,445	—	—	6	1,942		
スペイン	105	557,012	3.31	5	136,055	10	177,878	31	179,298	3	28,543	56	35,238		
ブラジル	49	500,331	2.97	4	83,107	15	338,803	7	71,478	—	—	23	6,943		
デンマーク	46	451,367	2.68	—	—	7	289,247	21	103,617	6	51,066	12	7,437		
英国	59	434,599	2.58	5	41,750	10	225,841	11	53,642	4	91,728	29	21,638		
ノルウェー	52	343,126	2.04	—	—	5	67,525	17	183,508	—	—	30	92,093		
東ドイツ	116	325,812	1.94	4	78,549	1	62,860	27	106,496	—	—	84	77,907		
ソ連邦	80	347,463	2.07	7	127,588	1	5,000	7	37,753	11	112,736	54	64,386		
.....	...	.....	.....	...	.....	...	.....	...	.....	...	.....	...	.....	...	.....
世界計	2,312	16,820,101	100.00	214	3,553,954	290	8,412,597	563	2,613,761	84	911,991	1,161	1,327,798		

ケミカルタンカー

恵美洋彦・角張昭介著

B5判 300頁 定価5,000円(〒300円)

ケミカルタンカーの建造・取扱・積荷等について国際及び国内の規則を中心に技術的に詳述した"ケミカルタンカー"の決定版です。化学品名の索引を添付

株式会社 船舶技術協会

対訳

液化ガスばら積船/ケミカルタンカー

安全規則/技術要件

USCG: 46 CFR

大幅改正

判型B5判 本文80頁 定価2,500円

(当会に直接注文の方, 送料は当方負担致します)

## ケミカルタンカー (68)

恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介

財団法人 日本海事協会

## 補遺編 (その2)

## 5. ケミカルタンカーおよび液化ガスタンカーの損傷時復原性

IMO 指針として損傷時復原性の残存条件の計算等に関する取扱要領が公表されている<sup>注)</sup>。これは、3・2・1で述べた事項と一部重複するところもあるが、ケミカルタンカーの設計および運航上、重要な内容である。次に、その全訳を掲げておく。

注) IMO, Guidelines for the Uniform Application of the Survival Requirements of the Bulk Chemical Code and the Gas Carrier Code, approved by MSC/IV II)

(次の項番号は、原典と同じ)

## バルクケミカルコード及びガスケミカルコードの残存要件の統一適用に関する指針

(海上安全委員会の1980年第42会期で承認)

## 序文

次の事項は、危険ケミカルばら積船構造設備規定及びガス運搬船構造設備規定の残存要件を均等に適用するための指針として考えるべきである。計算や表示に関する推奨された特定プログラムに対する代替法は、適用可能な残存基準に適合する場合、主管庁の同意を得て、許容される。

## 1. 船舶の残存能力の計算と表示の代替法

1. パーセルタンカーは、予定した載荷状態の全範囲にわたり、限定的残存特性について完全に分析することが必要である。(次の2で詳述)
2. 業務に専従するタンカーは、建造者又は船主によって計画された使用状態を基礎にして、計算の承認を必要とする。この場合、適合証書には許容条件を記載しておくものとする。
3. 本来、安全な船舶とは、損傷の範囲内の全ての

区画が空であり、最大垂直重心(自由表面液として調整)を有し、最大喫水とトリムの状態であると仮定される船舶の残存要件に適合するような船舶である。

## 2. パーセルタンカーの喫水の機能としての最小所要メタセンタ高(GM)又は最大許容重心高(KG)

2.1 損傷残存特性を系統的に調査しなければならない。このため、運航範囲内における十分な数の喫水での最小所要GM又は最大許容KGを求めため計算し、喫水と損傷部位の貨物タンクの内容物に関連して、「所要GM」又は「許容KG」の一連の曲線を引き得るようにする。曲線は運航上のトリム要件をカバーし得る広範囲なものでなければならない。

2.2 このようにして作られた各曲線は、仮定した損傷の一箇所のみに関連し、そして計算は各損傷に対し繰返し、また範囲のより狭い損傷を船のあらゆる部分に仮定するものとする。

2.3 ある仮定した損傷の影響が、計算され、曲線が準備された、他の仮定した損傷よりも厳しくないことが判明する場合、このような損傷ケースは、調査する必要はない。

## 2.4 損傷計算では次のことを考慮する。

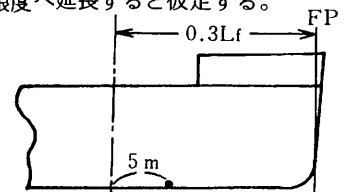
1. 空及び最大液体重量又は考慮対象の特定タンクで運送しようとする液体の間で約25パーセントの増加量で液が注入するものと想定した損傷のタンク。
2. トリムを考慮した場合、最も厳しい結果をもたらす当該隣接タンクへの液の流入
3. 使用範囲で、熱帯乾舷標示までの多数の喫水。清水乾舷は考慮する必要はない。
4. 前.3で示すような多数の喫水について、機関区域及び液を積載している隣接タンクに関連する損傷の影響。
5. 出港又は入港状態の船舶で、どちらか最も重大な結果を及ぼす方。
6. 挿間法を可能にするため、トリムのない船舶及び使用範囲をカバーする十分な数のトリム。

3. 残存能力計算についての特別事項

- 3.1 計算は型線(molded lines)を基準にし、また、シャフトボス、スケグ及びバウスラストのような大きな付加物を含むものとする。
- 3.2 最終残存条件を判断するため、メタセンタ高(GM)復原挺(GZ)及び重心位置(KG)は浮力喪失法により計算する。
- 3.3 計算は自由にトリムする船舶に対して行なう。
- 3.4 主管庁が認可する場合に限り、コンピュータによる計算をしてよい。
- 3.5 仮定した損傷により船尾トリムになる場合、非損傷状態の船舶は、運航要件に合致するように許容し得る船尾トリムが最大になるように仮定しなければならない。
- 3.6 仮定した損傷により船首トリムになる場合、非損傷状態の船舶は、運航要件に合致するように許容し得る船首トリムが最大になるように仮定しなければならない。
- 3.7 最大損傷範囲—例えば二重底タンク、船側バラストタンク、船側貨物タンク、燃料タンク及び空所—toに伸びている区画の存在によりわかる場合に限り、小損傷範囲を考慮するものとする。ただし次のことを考慮しなければならない。
- 1 「小範囲」とは、損傷に関する3つの最大寸法の1つが単独又は複合して減少することを意味し、また最大損傷範囲内の区画の組合せに影響する損傷影響の評価も意味する。
  - 2 損傷により非常に重たい貨物液が流出するとやがて船の非損傷側に対し傾斜が起る。この場合、タンク頂部のレベル上の垂直方向小損傷範囲の影響により、傾斜角度が大になる。これは、貨物喪失の影響が、損傷側の二重底タンクに入り込む浸水により補われるからである。
- 3.8 残存要件に合致することを示すのに必要な計算回数は、積載手引書の十分なデータを得るのに必要な程度とし、また1で示す載貨状態をカバーすることができるものでなければならない。即ち一回、一連の計算を行えば、余分な計算は不要である。
- 3.9 排水量、トリム及び重心の垂直位置を決めるための計算を各載貨状態ごとに行なう。重心の垂直位置は、自由表面影響に対し修正する。一つの方法としては、一つの比重における全ての積載レベルに対し、基準角度における自由モーメントを示す図を作ることである。全タンクの自由表面モーメントは図で読取って貨物の比重で乗ずる。

- 3.10 消費する液体の自由表面影響の計算に当っては、次のとおり仮定する。各液の種類には、少なくとも1つの横方向の一对のタンク又は1つの中心線タンクが最大の自由表面を有し、また、考察するタンク又はタンクの組合せは自由表面影響が最大であるような場合である。各タンク内において積載物の重心は、タンク容積の中心にあるものとする。残りのタンクは、完全に空か、又は完全に充満しているかのいずれかであると仮定する。そしてこれらのタンク間の消費液体の配分状態は、キール上、その重心が最高の可能高さを得られるようなものとする。
- 3.11 貨物区画内の構造物の存在を考慮するため、浸水率95を本規則に述べてあるように仮定する。液化ガスタンカーの貨物タンクのような特定の場合において、この仮定が貨物タンク容積で大きく食い違う場合は、実際のタンク構造物を考慮して浸水率を計算することが望ましく、タンク防熱物の量を次いで別箇に計算し、そして適切な浸水率を適用する。
- 3.12 損傷後、甲板貨物管や共通貨物タンク通風管が大きな傾斜角で水につかる場合、これらを通じて逐次、浸水する可能性を考慮しなければならない。積極的に閉鎖する弁が使用するタンクの管開口端のバラスト装置に取付けられていない場合、仮定損傷範囲を通過するバラスト管を通しての逐次浸水の可能性を考慮すべきである。遠隔制御装置がバラスト弁に取付けられ、かつ、これらの制御装置が仮定損傷範囲を通過する場合、この装置に対する損傷の影響を弁が閉鎖された状態のままであることを確実にするように配慮する。
- 3.13 長さ( $L_f$ )のどの部分での底部損傷に対しても抗し得ることを要求される船舶において、損傷が船首垂線から $0.3L_f$ の付近で起ると仮定する場合、次の方法を用いるものとする：

- 1 船舶の最前部に適用し得る船底損傷の縦方向範囲を適用する場合、損傷の如何なる部分も船首垂線から $0.3L_f$ より後方に延長するとは仮定しない。
- 2 船舶の残りの長さ( $0.3L_f$ より後方)に損傷の縦方向範囲を適用する場合、損傷は船首垂線の後方 $0.3L_f$ から5mを差し引いた点(下図参照)を含む最前限度へ延長すると仮定する。



3.14 液化ガスを運搬する船舶において、大なる貨物タ

ンクは、液密ではあるがタンク頂部付近に開口を有する中心線及び横置隔壁によって区分けされる例がある。このタンクに損傷がない場合、船舶が傾斜すると、これらの開口は貨物の漏れを貨物タンクの1つの区画から他の区画へと可能にするか、又は損傷した貨物タンクの区画からの流出によって貨物の喪失を引起す。この流出の影響を計算に際しては考慮しなければならない。また、「所要のGM」又は「許容KG」曲線が用いられることになっている場合、載貨状態のGM又はKGの如何なる計算にも考慮しなければならない。

3.15 液化ガスを運搬する船舶において、貨物タンクの1つの区画の浸水による不均等な圧力に抗するため貨物タンク内に取付けられた縦通隔壁の能力は、浸水の最終段階に考慮しさえすればよい。

3.16 主機関の下に取付けられた潤滑油ドレンタンクが、船底損傷の垂直方向範囲により影響を受ける場合、ドレンタンク及び機関付近の機関室の浸水が起るものと仮定する。

3.17 船尾機関艙において、機関区域と操舵装置区画は、如何なる通路でも船尾機関区域隔壁に取付けられている場合には、損傷の観点から、共通のものを見なすべきである。ただし、遠隔操作式水密滑り戸が取付けられているか、又は海上において閉鎖されているヒンジ式水密戸に取付けられる通路開口部の敷居が損傷水線上少くとも0.3 mあり、かつ残留復原力の最低範囲内で水没しない場合を除く。

3.18 ドライな貨物を、規則の要件と一致することが必要なばら積貨物と同時に運搬する場合は、ドライな貨物を運ぶ区域の浸水率を確認する。

3.19 損傷後、平衡の最終状態における傾斜の規定限界値に適合させるためのクロスフラディング設備は考慮しないと、統一した規則には定めてある。しかし船舶の反対側の区画は、十分に大きな面積を有する開口又はダクトによって連結される場合は、浸水の観点から単一区画と見なし得る。このような場合、タンクの空気の流れの適切性と自由表面影響に対し考慮する。

#### 4. 復原性情報と適合証書

4.1 主管庁に提出すべき載貨条件に関して（積荷及び復原性手引書に記載される載貨条件を除く）、設計評価の段階における主目的は、提出された計算が、各種の喫水及びトリムを含む満載及び部分積載のあらゆる状態をカバーすることを、主管庁が認めることである。

この目的を達成するため、主管庁は：

- 1 予想される積荷状態の全範囲に亘る残存要件の完全な分析を要求し、又は

- 2 建造者又は船主が予定する使用状態に基づいて承認する。この場合、適合証書には承認された条件が記載される。

4.2 船長が非損傷タンクの内容物の液体傾斜モーメントの影響を適確に考慮し得るよう適切な復原性データを整えることに、特別な注意を払わなければならない。これらの傾斜モーメントは、液体の比重とタンクへの積載度によって変化し、また積荷の状態ごとに大きく変化する。適切な情報には、各タンク毎の内容物とともに液体傾斜モーメントの変化を示す曲線を含む。

4.3 非損傷時復原性要件のもとで要求される通常の積荷情報のほかに、船長に対し、損傷時復原性に関する次の情報を提供しなければならない。

- 1 損傷時残存要件に適合していることを確かめるのに必要な貨物の積載と分布及びバラストに関するデータ
- 2 船舶の残存能力に関するデータ
- 3 重要な取付具の位置を示し、かつ、制御のための指示をリストにした損傷制御図

- 4 あらゆる積込段階における自由表面影響又は液体傾斜モーメントに関するデータ

- 5 計算例及び計算を早めるための標準空欄書式

4.4 次の事項を適合証書に記載しなければならない

- 1 国際満載喫水線証書（1966）よりも大なる乾舷を要する積荷状態に対し許容された最大喫水又は最小乾舷
- 2 運搬貨物の比重範囲、これは全貨物に関連する
- 3 関連する場合、比重がある範囲にまたがっている貨物を運搬する特定貨物タンク
- 4 取付具、弁等の詳細、残存に不可欠の制御装置の詳細、及び制御、操作、航海日誌記載に関する指示
- 5 所要の積載及び復原性手引書の識別

#### 6. 油貨物のタンク洗浄要領

ケミカルタンカーで石油精製物を積むケースは、非常に多い。油と化学品を交互に積む場合の洗浄方法に関する指針は、残念ながら公表されたものがない。

表補一3ないし表補一5には、油貨物のタンク洗浄要領の例を掲げておく。

注：これらの表は、次の文献に基づいて作成した。

- 1) 恵美, タンカーの基礎, (株)成山堂書店(発行予定)
- 2) L. Kenworthy et al, Chemicals in Ships, the Institute of Marine Engineers by Marine Management (Holdings) Ltd.
- 3) M. Corhill, Product Tankers and their Market Role, Fairplay Publications Ltd.

表補一 3 油貨物のタンク洗浄要領

番号	貨物名(揚荷)	積荷予定貨物												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	航空ガソリン, ガソリン基材ジェット燃料	HS	D	HGS	HGS	HGS	H	H	H	D	D	D	D	
2	自動車ガソリン													
3	ナフサ													
4	灯油基材ジェット燃料, 白ガソリン	HS	D	HS	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
5	動力用灯油(vaporizing oil)	HS	C	HS	D	C	C	C	C	D	D	D	D	
6	一般灯油	HS	D	HS	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
7	ランプ用灯油 (premium kerosine)	HS	H	HS	H	H	D	H	D	D	D	D	D	
8	自動車用ディーゼル燃料 (DERV) および軽油	HS	B	HS	D	B	B	D	D	D	D	D	D	
9	船用ディーゼル燃料	HS	H	HS	C	H	H	D	D	D	D	D	D	
10	軽質燃料混合原料(light fuel blend stock)													
11	重油	N	N	N	N	N	N	N	H	D	D	H	D	
12	重質軽油	N	N	N	N	N	N	H	H	H	D	D	D	
13	原油	N	N	N	N	N	N	H	H	H	B	H	D	

N: 積荷するには不適當。

H: 洗浄機による温水洗浄; 管およびポンプを完全にフラッシュ; タンク, 管およびタンクを完全にドレン抜き。

C: 洗浄機による冷水洗浄; 管およびポンプを完全にフラッシュ; タンク, 管およびポンプを完全にドレン抜き; 機械通風により換気。

G: 積荷前ガスフリー。

D: タンク, 管およびポンプを完全にドレン抜き。

S: スケールを落としかつタンク底部を拭う。

B: タンク底部および管を洗う; タンク, 管およびポンプを完全にドレン抜き。

“HS” と表示されている場合, Sを実施するのにタンクに入る前, もちろん, ガスフリー必要。タンクがコーティングされているかまたは電気防食されている場合, 1から10番でクリーンな範囲に関しては, “H” の代わりに “C” による。

タンクコーティングがなされていない場合, 過大なスケールが存在するため追加の洗浄がしばしば必要となる。全てのとれ易いスケールは, 可能な限り, 取り去ること。

表補-4 クリーンプロダクトの洗浄および積付け要領

積荷貨物	揚 荷 貨 物													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	
I 航空ガソリン	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	5	
II 灯油基材ジェット燃料(JP-5, Avtur, ATK等)	4	4g	4	4	4	4	4	4	4	4g	4g	4	4g	5
III ガソリン基材ジェット燃料(JP-4, Avtag等)	4g	4g	4g	4g	4g	4g	4g	4g	4g	4g	4g	4g	4g	5
IV 自動車用ガソリン	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2a	
V 自動車用ガソリン粗材	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
VI 化学原料中間製品	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	5	
VII 改質ガソリン(platformate)	5c	2	2	5c	2	1	1	2	2	2	1	2	5	
VIII 動力用灯油	3	1	3	3	3	3	1h	1	1	2	3	1	5	
IX 灯油	3	1	3	3	3	3	2h	1	1	2	3	1e	5	
X 軽油	3	1	3	3	3	3	2h	1	1	1j	3	1	1	
XI 工業用揮発油(SBPS)	5c	2	2	5c	3b	3	2	5	2	5	2d	2	5	
XII 白ガソリン(white spirit)	3	2	3	3	3	3	2h	2	2	5f	3	2d	5	
XIII 潤滑油	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

洗浄要領 1 ; よくドレン抜き, 洗浄不要。2 ; タンク底部をフラッシュ(海またはバラストタンクから, 即ち, 甲板位置からホースによらず), そしてよくドレン抜き。3 ; 前2と同じ, かつ, ガスフリー。4 ; 油の溜りを除去, ガスフリー, スケール/スラッジ揚げ, かつ, よくドレン抜き。5 ; 特別な洗浄の指示なしには積載しないこと。

注 記 a ; ある種の特殊および一般用自動車ガソリンは"5"とする。b ; ある種の自動車ガソリン粗材の後は"5"とする。c ; 揚荷貨物が無鉛のものでないかぎりガスフリーをして"2"。d ; 同じ品質のものを積む場合に限る。e ; ある種の白ガソリンの後は"2"とする。f ; 他の積付け方法がなければ, 完全に機械洗浄した場合, 軽油のタンクに白ガソリンを積み得る。g ; 水が残っていない場合"1"を適用して可。h ; 当初の沸点が71℃以下の場合"3"を適用。j ; 特に重質のディーゼル油後にある種のディーゼル用油を積む場合, ダーティプロダクトの洗浄要領(表補-5)を参照のこと。

表補一5 ダーティプロダクトの洗浄要領

番号	積 載 貨 物	揚 荷 貨 物								
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
I	引火点26.7℃以下のクリーンプロダクト	—	—	—	5	5	5	5	5	5
II	灯油, JP-5, 灯油基材ジェット燃料	—	—	—	5	5	5	5	5	5
III	軽油, 蒸留ディーゼル油, 粗材(A参照)	—	—	—	4	5	4d	4	4	5
IV	混合ディーゼル油, 粗材	2	1	1	1	4	1bc	1	1a	5
V	残留ワックス, ワックス状潤滑油蒸留物およびワックス状蒸留油(B参照)	2	1	1	4	4f	4	4	4	5
VI	重油(C参照)	2	1	1	1	4	1c	1	1a	1e
VII	カーボンブラック原料(B参照)	2	1	1	1	4	1bc	1	1	5
VIII	カットバック(RC, MC, SC), 道路油(BおよびD参照)	2	1	1	1	4	1c	1	1	1
IX	アスファルト(B参照)	5	5	3	3	5	3	3	3	1

洗浄要領 一; 表補一4参照。1; よくドレン抜きし, 洗浄不要。揚荷貨物の残留がタンク及び管に積荷量の1%を超える場合, 認められた場合を除き“4”(または“3”)の要領による必要がある。個々のケースで用船者または積荷基地からの助言を得ること。2; 水でタンク底部/管をフラッシュ, よくドレン抜き, ガスフリー。3; 石油精製品でタンク底部/管をフラッシュし, よくドレン抜きする。ただし, 個々の例で取扱いが異なる。4; 洗浄機による洗浄を行ない, よくドレン抜きする。5; 特別のタンク洗浄不要。ただし, 個々の例で特別に情報を得ること。

注 記 A; 着色に関し, 特別の注意が必要な貨物を多く含む。この場合, 追加の洗浄必要。B; 残留ワックス, ワックス状潤滑油蒸留物, アスファルト, 道路油, カットバックおよびカーボンブラック原料は, 水および前の残留物を除去する。C; 積荷時に実施。D; 非常に広範囲の粗材を含むのであるものについては追加の洗浄を必要とする。個々の例で基地の助言を得ること。

除外例 a; 積載貨物の引火点が77℃以下, または揚荷貨物が原油を混合したものであったり, 或いは低引火点製品を混入させたものであった場合, “4”の要領による。(これらの貨物間の洗浄のための油洗浄の設備を備えている船舶では, “4”の代わりに“3”を適用してよい) b; 揚荷貨物の流動点が21.1℃より高い場合, “4”を適用。c; 揚荷貨物の粘度が6000秒(レッドウッド№1/38℃, 以下同じ)の時に粘度1500秒以下の貨物を積む場合, “4”を適用。d; 粘度6000秒以上の貨物揚荷後の場合, “5”を適用。e; 粘度1500秒以下の貨物積荷の場合, 基地の慣習によって“5”を適用することもある。f; 積荷貨物の種類が揚荷貨物と同一の場合, “1”を適用。



## 船舶電子航法ノート(75)

木村小一

## A・3 自動レーダプロットング援助装置(追補)

## A・3・4 船舶設備規程の改正

前号で運輸省側の規則改正は未だだと述べたが、昭和58年3月8日に船舶設備規程等の改正が行われ、同年3月15日から施行されることになった。従って、施行後船舶に装備するARPAはこの規定に適合したものでなくてはならないことになった。該当規定は船舶設備規程の第145条の4で全文が新条文であり、ARPAはここでは「自動衝突予防援助装置」という名称になっている。なお第145条の3は航海用レーダーの技術的条件をきめた条文であって、ここでは直接関係はないが、IMOでは1981年秋の総会で新しいレーダーの技術基準を決議し、1984年1月1日以降船舶に搭載されるレーダに対して適用するよう定められているので、この第145条の3も遠からず改正されることになると思われる。第145条の4の全文はつぎのとおりで

第145条の4 総噸数1万噸以上ノ船舶ニ備フル自動衝突予防援助装置ハ下ノ各号ニ依ルベシ

- 1 連動スル「航海用レーダー」、  
「ジャイロコンパス」又ハ船速距離計ノ機能ヲ妨ゲザルモノナルコト
- 2 専ラ手動操作ニ依リ物標ヲ捕捉ヲ行フモノニ在リテハ10以上、自動的ニ捕捉ヲ行フモノニ在リテハ20以上ノ物標ヲ捕捉シ得ルモノニシテ且当該物標ヲ自動的ニ追尾シ得ルモノナルコト
- 3 自動的ニ物標ノ捕捉ヲ行フモノニ在リテハ手動操作ニ依リテモ捕捉シ得ルモノナルコト
- 4 追尾中ノ物標ハ其ノ他ノ物標ト識別シ得ル方法ニ依リ表示シ得ルモノナルコト
- 5 自動的ニ物標ノ捕捉ヲ行フモノニ在リテハ捕捉ヲ行フ範囲ヲ限定シ且当該範囲ヲ表示シ得ルモノナルコト
- 6 物標ヲ捕捉シタル後1分以内ニ当該物標ノ移動ノ概略ノ予測ヲ「ベクトル」又ハ図形ニ依リ表示シ得ルモノナルコト
- 7 物標ヲ捕捉シタル後3分以内ニ当該物標ノ移動ノ

予測ヲ「ベクトル」又ハ図形ニ依リ表示シ且必要ニ応ジ当該物標ニ係ル下ニ掲ゲル事項ヲ数字又ハ文字ニテ表示シ得ルモノナルコト

- イ 自船ヨリノ距離
  - ロ 直方位
  - ハ 最接地点ニ於ケル距離
  - ニ 最接地点ニ至ル時間
  - ホ 真針路
  - ヘ 真速力
- 8 「ベクトル」ニ依リ物標ノ移動ノ予測ヲ表示スルモノニ在リテハ「真ベクトル表示方式」(当該物標ノ真針路及真速力ニ依ル表示方式ヲ謂フ以下同ジ)及「相対ベクトル表示方式」(自船ヲ基準トシタル当該物標ノ相対針路及相対速力ニ依ル表示方式ヲ謂フ以下同ジ)ニ依リ表示シ得ルモノニシテ且使用中ノ表示方式ヲ確認シ得ルモノナルコト
  - 9 図形ニ依リ物標ノ移動ノ予測ヲ表示スルモノニ在リテハ「真ベクトル表示方式」又ハ「相対ベクトル表示方式」ニ依リテモ表示シ得ルモノナルコト
  - 10 「ベクトル」ニ係ル時間ヲ選択シ得ルモノニ在リテハ当該時間ヲ数字ニテ表示シ得ルモノナルコト
  - 11 物標ノ追尾及移動ノ予測ノ確度ハ管海官庁ノ適当ト認ムルモノナルコト
  - 12 8分間以上追尾中ノ物標ニ付等時間毎ノ4以上ノ過去ノ位置ヲ表示シ得ルモノナルコト
  - 13 捕捉シタル物標ノ追尾ヲ解除シウルモノナルコト但シ自動的ニ物標ノ捕捉ヲ行フ場合ニ在リテハ当該捕捉ヲ行フ為ニ限定シタル範囲ニ付テハ此ノ限ニ在ラズ
  - 14 追尾中ノ物標ガ消失シタル場合ニ於テ速力ニ可視可聴ノ警報ヲ発シ且当該物標ノ消失シタル位置ヲ表示シ得ルモノナルコト
  - 15 表示面ノ有効直径ハ340mm以上トシ且表示方式ハ真方位及針路方位(当該船舶ノ進路又ハ船首方位ヲ基準トシタル方位ヲ謂フ)ニ依リ表示シ得ルモノナルコト
  - 16 下ノ各号ニ掲ゲル距離レンジヲ有スルコト

イ 12海里又ハ16海里

ロ 3海里又ハ4海里

17. 使用中ノ距離レンジノ値が見易キ位置ニ表示サレルモノナルコト
18. 「航海用レーダー」ヨリ得ラレタル情報ヲ当該情報ヲ損ナフコトナク表示面ニ表示シ得ルモノナルコト
19. 自動衝突予防援助装置ニ依ル情報（以下「衝突予防情報」ト謂フ）及前号ノ情報ノ表示ノ輝度ハ夫々独立ニ調整シ得ルモノナルコト
20. 衝突予防情報ノ表示ハ管海官庁ノ適当ト認ムル輝度ヲ有スルモノナルコト
21. 衝突予防情報ノ表示ハ必要ニ応ジ消去シ得ルモノナルコト
22. 距離レンジ、表示方式等ノ切換後速力ニ物標ノ捕捉及追尾ヲ行ヒ得ルモノナルコト
23. 自船ニ対スル物標ノ接近ヲ警戒スル為予メ接近警報圏ヲ設定シ得ルモノニシテ当該警報圏ノ境界ニ物標ガ到着シタル場合ニ速ヤカニ可視可聴ノ警報ヲ発シ且当該物標ノ位置ヲ其ノ他ノ物標ト識別シ得ル方法ニ依リ表示シ得ルモノナルコト
24. 物標ノ最接近地点ニ於ケル距離ガ予メ設定シタル値以内トナリ且最接近点ニ至ル時間ガ予メ設定シタル値以内トナルコトガ予測サレタル場合ニ於テ速ヤカニ可視可聴ノ警報ヲ発シ且当該物標ノ位置ヲ其ノ他ノ物標ト識別シ得ル方法ニ依リ表示シ得ルモノナルコト
25. 模擬操船状態ノ衝突予防情報ヲ表示面ニ表示シ得ル機能ヲ有スルモノナルコト但シ物標ノ捕捉及追尾ヲ中断スルコトヲ得ズ
26. 前号ノ衝突予防情報ノ表示ガ通常ノ表示ト混同セラレタルコトヲ防止シ得ル様適当ナル措置ガ講ゼラレタルモノナルコト
27. 表示サレタル物標ノ距離及方位ヲ速力ニ測定シ得ルモノナルコト
28. 自動的ニ機能ヲ点検シ得ルモノナルコト
29. 連動スル「航海用レーダー」、「ジャイロコンパス」又ハ船速距離計ヨリ情報ノ伝達ガ停止シタル場合ニ於テ可視可聴ノ警報ヲ発スルモノナルコト
30. 第14号、第23号、第24号及前号ニ掲グル警報ヲ発スル為ノ装置ハ左ニ掲グル要件（前号ニ掲グルモノニ在リテハイニ掲グル要件）ニ適合スルモノナルコト
  - イ 作動、試験ノ為ノ回路ヲ有スルコト
  - ロ 可聴警報ヲ一時的ニ停止シ得ルモノニシテ停止

中ニ他ノ警報ヲ妨ゲザルコト

31. 前条第1項第1号乃至第4号、第6号、第7号及第11号に掲グル要件

以上であり、第31号における第145条の3の引用は航海用レーダの他の機器などへの妨害、設置場所、耐温湿度、電源開閉器と操作ツマミの規定および電源変動への対処の規定である。また、付則には「現存船に施行日（注：58.3.15）に現に備え付けている自動衝突予防援助装置については、これを引続き当該船舶に備え付ける場合に限り、新船舶設備規程第145条の4の規定は、昭和66年1月1日までは適用しない」という経過規定も定められ、この自動衝突防止援助装置を型式承認および検査をするための手続料も定められた。

以上の規定とIMOの決議による動作性能標準とは若干異った部分もあるので、それを対比して見ることにする。

- (1) 物標の検出についての規定がない。もっともこの検出についてのIMOの文章はその解釈があいまいなので、あえて除いたものと思われる。
- (2) IMOでは追尾物標の手动消去の機能には何等の例外も設けていないが、この規程では自動捕捉の場合に限定をした捕捉範囲の場合は「此ノ限ニ在ラズ」となっている。これは、このような物標は消去（追尾の解除）をしても、すぐ再捕捉されるからとの理由によるものと思われるが、その装置の追尾可能物標数をこえる物標があるときに、未追尾の危険船があるとき比較的安全な船の追尾を解除して、その船が再自動捕捉をされる前に手动捕捉をするといった事態も考えられるので、この規定は改悪でないかと思われるが如何だろうか。
- (3) 自動追尾の選択基準の明確化、追尾の信頼性、追尾の条件、のりうつり（Swap）の防止などの規定がない。
- (4) 物標の運動を示すベクトルのうち、一定の時間尺度をもつものの規定がない。
- (5) 距離スケールまたは表示のリセットなどのあとの完全なプロット情報の表示は、IMOでは4走査以下の時間でとなっているが「速ヤカニ」となっている。
- (6) 警報はIMOでは可視または可聴であるが、これを可視可聴と強化（これはアメリカなどでも行なっている）され、また、可聴警報は一時停止をしても、新しい警報要因が発生すれば、その可聴警報を発するようにする規定が追加されている。
- (7) 追尾中の物標が「消失」した場合というのは、「追尾の見失い（英語ではlost）」と解釈できるだろうかに疑問がある。

- (8) レーダ、ジャイロコンパスまたはログの情報の伝達が停止したことの警報が新しく規定された。
- (9) 追尾と移動の予測の精度および表示の輝度が管海官庁の適当と認めるものという形になっている。これは検査心得まで詳しく規定されるものと思われるので、つぎの機会に紹介したい。

**A・3・3 Bole氏とJones氏共著のARPAマニュアル**  
(前号に引続き“Automatic Radar Plotting Aids Manual”の紹介を第2章からつづける。)

2. データの抽出と解析

2.1 エコーの動きから得られる衝突防止情報はどのようなものか

レーダはエコーの距離と方位の情報を直接表示することができるだけの機能をもっている。衝突防止の決定をするのに必要な一層の情報はエコーの動きをその距離と方位の変化速度から求めなければならない。普通これはエコーの動きの経過を、紙の上または反射プロット面に手動、または、利用可能の専用の評価装置のどれか一つによってプロットすることで行われる。

つぎの2種類の情報が必要となる。

- (a) 衝突の危険：これは何らかの動きが必要であること

を決定するために相対航跡で示される。

- (b) 真運動：とるべき動作を選ぶために必要である。

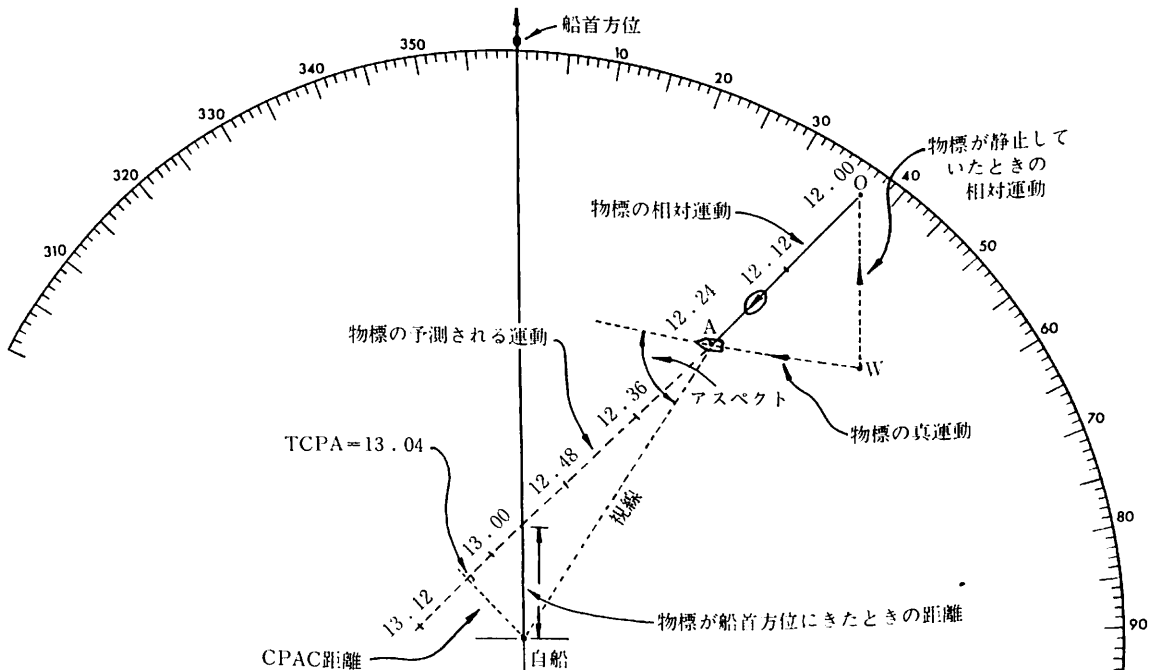
これらの二つのモードの何れかがレーダで表示され、ある時間間隔ごとにエコーの位置を単に記録することで動きが追尾される。追加の情報を得るには追尾した動きを解析するためにプロットにもとづいているいろいろなベクトルが必要となる。

第A・3・8図はデータを求める普通のプロットングの方法を示す。相対運動が追尾され、物標の実際の動きの量が見出される。等時間間隔で行なった数点のプロットが記録され、それらを結ぶ線の延長が表示の中心近くを通れば、回避距離（最接近距離）が測定または推定される。この回避距離を半径とする円への接点が最接近点（CPA）である。危険状態があることはCPAまでの距離を物標の見掛けの（相対的）速度で割れば得られ、この時間がTCPAである。

真運動の情報は相対的航跡にその時間中の自船の運動を加味すれば求められる。こうして解いたベクトルは自船に対する物標の針路と速度の比を示し、簡単な計算によって真速度が求まるが、操船用には速度比がわかればよく、これは両者のベクトルの長さの比で求められる。

アスペクトは物標の針路と物標から見た自船方位の間の角度であるが、最も重要な情報である。

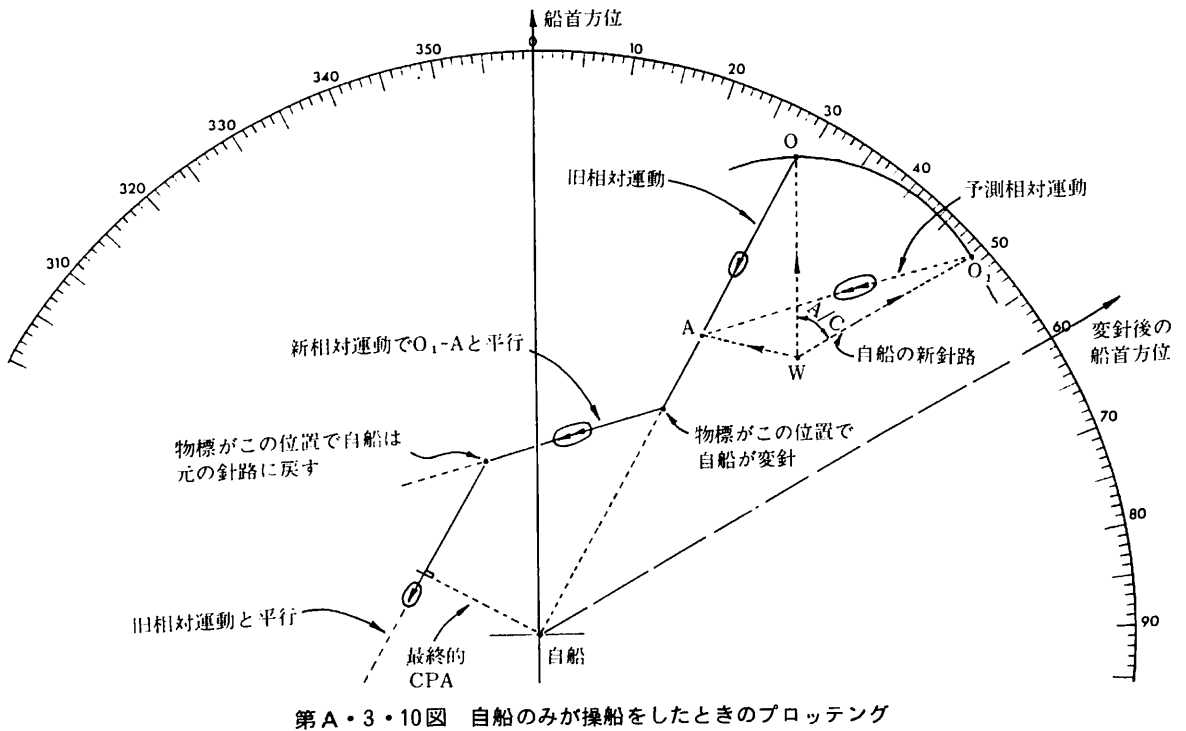
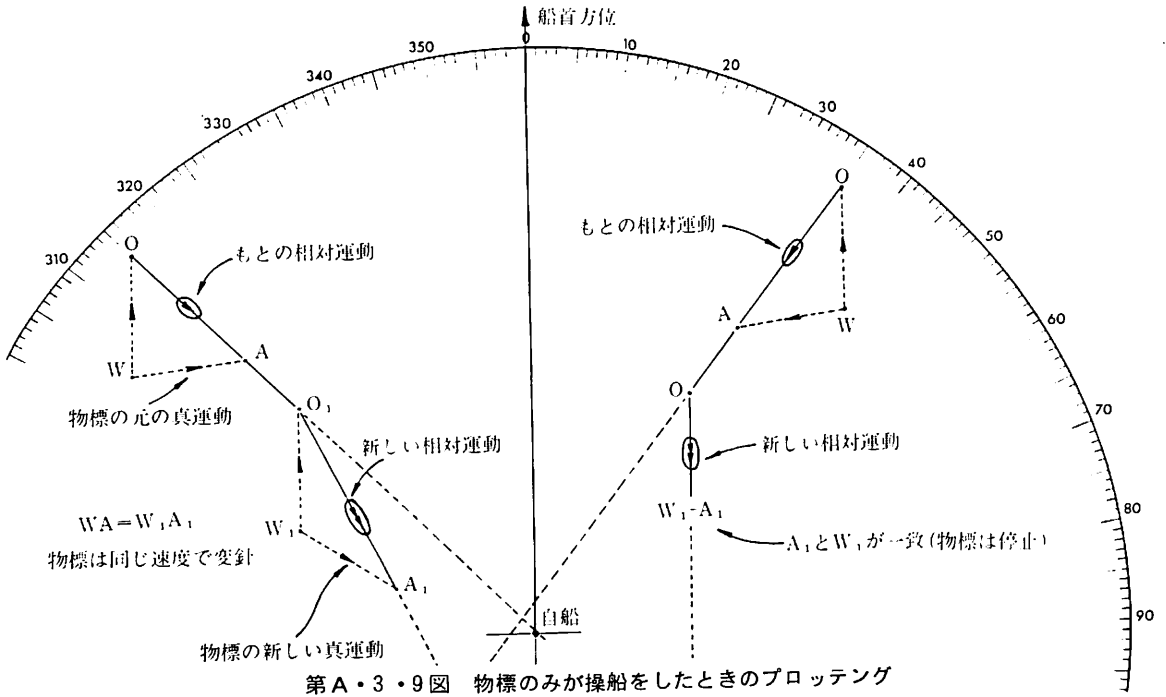
第A・3・9図は物標が操船をしたときの相対航跡の変



第A・3・8図 基本的なプロットングの速力三角形

化を示している。物標が速度を変えるか、針路を変えればそれらは相対運動の変化となる。物標の実際の動きを知る方法は変化の前後のプロットングをすることである。操船中の航跡の不安定な性質にも注目することは重要で

ある。この不確実な時間的な長さはつきに起因をする。  
 (a) もとの見掛の速度, (b) 選定した針路または速度あるいはその両者の変更の大きさ, (c) 変更が行われた速さ, (d) 使用したプロット間隔



第A・3・10図は自船が操船をしたときに、物標が従うであろう航跡を決定する方法を述べてある。この技術は「試行操船」と呼ばれるが、それは普通実際の操船を実行する前に行われるからである。実際上はこの場合も自船の操船が行われている間の物標の相対的な航跡はそれを解釈するのは困難である。素速く、積極的な行動は明らかにこの問題を最小化する。

(このようなときのプロットングの例が5種類の場合について付録に示してあるが省略をする。)

2.2 衝突防止ループ

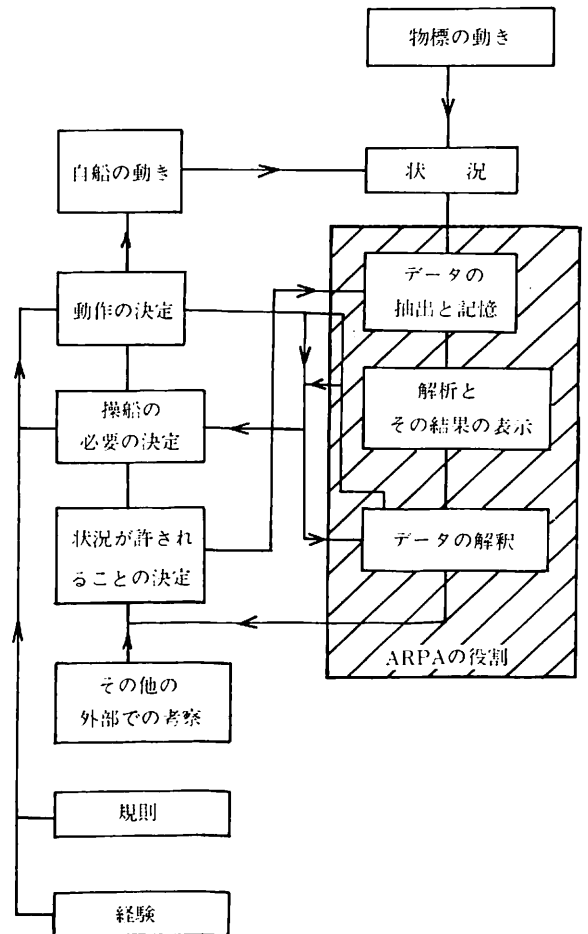
第A・3・11図は「衝突防止ループ」の概要の流れ図である。物標と自船は出会いの関係にある。観測者は良い天気では眼を、霧中ではレーダをデータ測定のために状況をしらべるセンサとして使う。データは例えば、距離、方位および時間で測定され、普通はプロッタ上に、余り必要のないときは単なるメモとして記録される。この記憶データは相対運動、CPAおよびTCPAを知るために解析される。物標の真運動を知るには自船の針路と速力が導入される。この情報はプロットングによって表示され、状況が解釈される。ループはここで、どのような動作が必要かの決断段階に入り、観測者は表示情報と経験、適用規則、自船の状況、場所などを組合せて決定を行う。操船をすることが必要なら、観測者は試行操船を行うために再び状況の解釈を行う。最後に操船が行われ、ループはその効果の測定をするよう再フィードバックがなされる。

2.3 ループ上でのARPAの役割

ARPAの役割は第A・3・11図の斜線を施した部分である。現在考えられているこのシステムの動作のすべては、センサとしてのレーダからデータを取入れること、そのデータを記憶すること、必要な情報を得るためのデータを整理すること、そして、データを(ベクトルのような)簡単な形で観測者に表示をすることである。装置は普通、自船の操舵の影響を示すための試行状態の入力ができる。

ARPAの役割はデータの抽出と解析をし、人間の退屈で時間のかかる作業の代りをすると考えられ、情報のレベルアップと試行操船の結果を早く認めることは人間の決定を助ける強力な道具となるが、航海者が決断をするという役目を犯すことはない。

つぎにレーダデータが如何にして処理器に取入れられるかを見る。前述したように、増幅されたレーダの反射波はスイッチレジスタの中に移される。そのあと、自動捕捉と手動捕捉の二つの方法がある。前者はレーダの映像面の全データを集めるのに使用され、そのため物標は

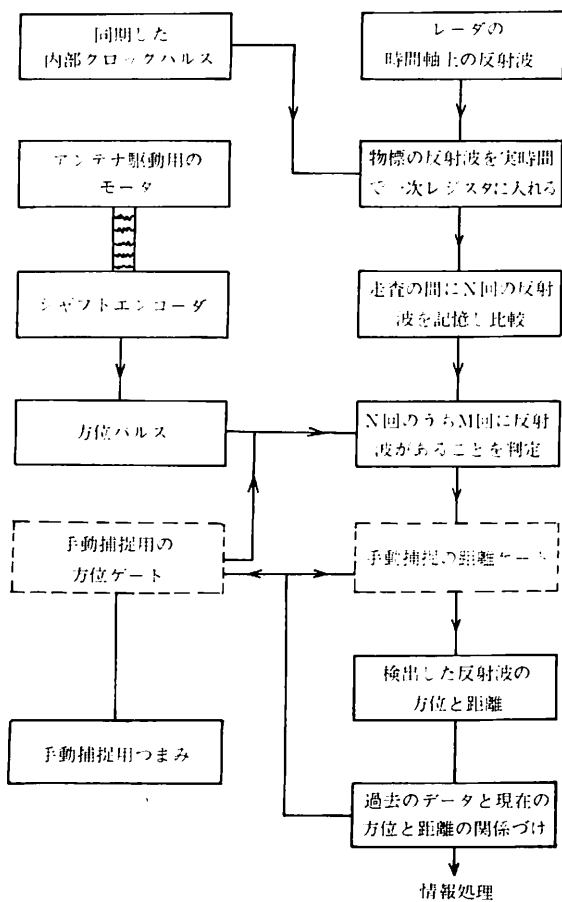


- (1) センサ: 目視(アスペクト), レーダ(反射エコー)。
- (2) アスペクトまたは距離/方位の変化の測定。
- (3) 真運動を見出すために自船の動きと関係づけるかまたは相対表示で与える。
- (4) 自船が操船をするなら物標の相対運動を予測し、危険を評価。

第A・3・11図 衝突防止ループ

航海者が関与することなしに選別されて追尾される。後者は、航海者が追尾する物標を選び出す。追尾が開始されると、どちらのシステムでも、航海者が追尾を止めることにするか物標が「消失」するまで、追跡器は連続的に物標のあとを追いかける。

自動捕捉は作業負担が減るが、必要以上に多くのベクトルが表示されるので、交通量の多いところでは優先度をきめるのがむずかしい。手動捕捉は物標の「捕捉」と「追尾中止」をするのに時間がかかるが、捕捉する物標は航海者が必要なものであることを意味する。IMOの規格では、手動捕捉は常に必要だが、自動捕捉はなくて



もよいが、ほとんどの製造者は標準仕様としてそれを取り入れている。

第A・3・12図は自動追跡器の代表例である。一連のスイッチレジスタがデータを記憶する。1/10海里の精度で25海里分のデータを記憶するには256ビットのレジスタが適当である。一次レジスタは各時間軸中はクロックパルスが入力される。休止中(インタスキュン中)に一次レジスタはその内容をNo.1レジスタに移して、ご破算される(その内容が消される)。同時にNo.1レジスタの中味はNo.2レジスタに移される。同時にNo.2の内容は、No.3になどと順送りが行われ、最後のレジスタの中味は消去される。移しかえの間にすべてのレジスタの同じビットのところの内容が比較され、N個のうちM個が「1」であれば、そこには反射エコーありと判定をする。このフィルタ処理は発生する偽エコーの数を減小し、同時に考慮すべき弱い物標からの反射波の確出確率を向上する。

データの記憶するには信号ありのレジスタのビットに対する距離のデータとともに方位角データも記録する必要がある。この方位角のデータを得るにはレーダのアンテナの回転をその回転機構にとりつけたシャフトエンコーダの出力を用いレジスタのデータありのビットと関係づける。こうして、距離と方位角とで物標の位置がきまる。(この項つづく)

◀第A・3・12図 追尾ブロック図

### 50のターゲットを監視できる 自動レーダ・プロッター

英国のケルビン・ヒューズ社がこのほど発表した自動レーダ・プロットング装置は、約1,500kmの探査エリア内の船とすべてのターゲット間の衝突を予報し、警告を発することのできるものである。

この「アンチコル(Anticol)システム」では、オペレーターが予め決めた、エリアに入るすべてのターゲットは、自動的にその位置をつきとめられる。また、見失われたターゲットは、すべて自動的にその位置が再びつきとめられる。

自動または手動モードのいずれかが選択でき、自動運用時には、新システムはすべてのターゲットが予め設定した限界に達するやいなや、音と視覚による警報を発することによって、50までのターゲットを自動的に追跡できる。手動モードでは、20までのターゲットを自動的に

追跡できるが、それらはオペレーターによって選択される。

各ターゲットはベクトルとしてPPI(プラン・ポジション・インジケータ)上に指示される。また、予報は3分から30分までの間で調整できる。自動モードでは、このPPIは20個のもっとも重要なベクトルだけを指示する。すべてのターゲットのトラック変遷もディスプレイできる。なお、新システムは距離スケール・距離リングなど自船データの英数字読み取り値も指示する。

日本代理店：海外技術株式会社 ☎ 03(263)1918

#### ●誤植訂正

「改造船機主帆従“愛徳丸”の省エネルギー実績」中、次の誤りがありました。著者、読者の皆様にお詫びし訂正致します。

54頁、表3 右端 特記事項中

PA 3.6 PM 2.92 → DA 3.6 DM 2.96

54頁、右段最下行 対波高 → 対波向

## IMO とこれからの世界の海上安全対策動向

— 付 ; 第18回MEPC 報告 (抜粋) —

運輸省船舶局 検査測度課安全企画室

1. 本年10年2日のMARPOL条約の発効をもって、その準備作業が終了し、又本年6月6日~17日の拡大海上安全委員会でのSOLAS条約の2次改正の採択をもって、SOLAS条約付属書の改正作業が終了する。このような2大作業の終了により、IMOの活動も一時下火となるわけであるが、これからのIMOの作業動向はどうなるのか、この辺で展望しておくのも意義のあることと考えるので、IMOでの委員会での動きを参考にして筆者の主観もまじえ、それを表の形で示しておくことにした。読者の今後の参考とされたい。

2. (付) 第18回MEPC 報告 (抜粋)

73/78 MARPOL の解釈について以下の2点が合意された。

「大改造」(附属書I第1規則(8))の解釈につき

(1) 兼用船で、その運航形態をbulkまたはore専用から、oil/oreまたはoil/bulk/oreに条約発効後変更することは、条約中の“major conversion”に該当しない。

(2) EN船:EE船で、条約の許す範囲内であればSBTからCOWの変更は“major conversion”に該当しない。

実施規模	主体	政 府	官 民 共 同	民 間
大		1. 世界的規模の救助システムの確立 (LSA・COM・NAV) 2. 船舶諸設備の輸出入時における世界的な相互承認制度の確立 (すべて)	10. 漁船条約の批准 (SLF)	20. 自動化・省力化設備による安全の向上 (DE)
中		3. 特殊船・特殊区域のIGS基準の確立 (FP) 4. 適正な有害液体物質の受入設備の準備 (MEPC) 5. Modus コードの改正 (DE)	11. BCコードの条約化 (BC) 12. 特殊目的船に対する安全規則の運用 (DE) 13. 汚染防止のためのIBCコードの運用 (BCH) 14. 危険物のためのインターミディエート・バルク・コンテナ基準の作成 (CDG)	21. コンテナ条約の自主的運用化 (BC) 22. BCコードの自主的運用化 (BC) 23. 乗船者の環境権の確保のための構造・設備の開発 (DE)
小		6. 新火災試験方法の開発 (FP) 7. 海洋汚染物質のIMDGコードへの収録 (CDG) 8. 漁船・リグの船員の訓練及び資格証明の基準作成 (STW) 9. 洋上焼却船の安全要件の確立 (BCH)	15. ヘリコプター設備の安全基準の確立 (DE) 16. 非損傷時・損傷時の復原性に関し、若干の検討 (MEPC, SLF) 17. 潜水設備の安全基準の作成 (DE) 18. 有害液体物質の荷揚げの手順と準備 (BCH) 19. 液体化学薬品及び液化ガスのオーバーフローコントロールの開発 (BCH)	24. 新救命設備の開発 (LSA) 25. 新火災探知・消火設備の開発 (FP)

- (1) 経済・社会システムからの安全技術の向上……………(2)  
 (2) システム工学、人間工学の側面からの安全技術の向上……………(1, 8, 20, 23)  
 (3) 特殊な船舶に対する安全技術・基準の確立……………(5, 9, 10, 12, 13)

- (4) 特殊な物質の運送に対する安全技術、基準の確立……………(3, 4, 7, 11, 14, 18, 19, 21, 22)  
 (5) 特殊な設備の安全基準の確立……………(15, 17)  
 (6) 固有の安全技術・基準の確立……………(6, 16, 24, 25)

# 昭和57年度造船事情

運輸省船舶局（昭和58年5月）

## 1. 新造船受注実績（第1～2表参照）

	隻	総トン(千トン)	契約船価(億円)
国内船	110 (95)	1,714 (56)	3,617 (67)
輸出船	157 (57)	2,637 (50)	5,700 (48)
計	267 (68)	4,351 (52)	9,317 (54)

(注) 1. 建造許可船舶（総トン数 2,500トン以上の船舶）を対象とする。

2. ( ) 内は、対前年度比(%)を示す。

○新造船受注量は、昭和53年度を底に54年度には急速な回復を示し、55年度及び56年度ともほぼ同水準を確保したものの、57年度は海運市況の低迷を反映して貨物船、油槽船とも受注が著しく不振で、対前年度比 48%減の 4,351千総トンとなった。また、57年度新造船受注量を造船の仕事量を示す標準貨物船換算トン（CGRT）で見ると、全受注量に占める自動車専用船、コンテナ船、冷凍貨物船等の割合が増加する一方、ばら積貨物船の割合が減少したことなどにより、対前年度比31%減の 3,422千CGRTとなり、総トン数からみた減少率より小さい。

第1表 昭和57年度新造船許可実績

区分	隻	総トン数		契約船価	
		千総トン	対前年度比(%)	億円	対前年度比(%)
国内船	貨物船	94	1,303	58	
	油槽船	15	406	50	
	貨客船	1	5	59	
	小計	110	1,714	56	3,617 67
輸出船	貨物船	128	2,231	47	
	油槽船	29	406	66	
	貨客船	-	-	-	
	小計	157	2,637	50	5,700 48
合計	267	4,351	52	9,317 54	

(注) 1. 貨物兼油槽船の貨物船として集計した。  
2. 外貨建契約船の船価は、許可申請時の為替レートで換算した。

○なお、ロイド統計（総トン数 100トン以上の船舶を対象）によれば、昭和57年（暦年）の世界全体の新造船受注量は、11,232千総トン（対前年比 67%）へと減少した。このうち我が国は、5,588千総トン（対前年比 67%）であった。世界の新造船受注量における我が国のシェアは 50%（前年 49%）、A W E S（西欧造船工業会）諸国 19%（前年 25%）、その他諸国 31%（前年 25%）であり、その他諸国のシェアが増大した。

○我が国の新造船受注量を船種別にみると、貨物船、油槽船とも前年度に比べほぼ半減し、受注量全体に占める構成比率は前年度並みの貨物船 81%（前年度 83%）、油槽船 19%（前年度 17%）となった。

○貨物船については、ばら積貨物船が54年度以降、堅調な乾貨物海運市況を反映して順調な伸びを示してきたものの、56年半ばからの海運市況の低迷に伴い、57年度は対前年度 71%減の 1,797千総トンと大幅に減少した。一方、自動車専用船、コンテナ船、冷凍貨物船は前年度に比べ増加した。この結果、貨物船合計としては対前年度比 49%減の 3,534千総トンとなった。

○油槽船については、世界的な石油節約の進展度を背景に一般油槽船、石油製品運搬船の新造船需要が一段と落

第2表 船種別新造船許可実績

区分	56年度			57年度		
	隻	千総トン	シェア(%)	隻	千総トン	シェア(%)
貨物船	一般貨物船	50	338	4	36	7
	ばら積貨物船	234	6,191	74	1,797	41
	貨物兼油槽船	1	42	1	95	2
	その他					
	自動車専用船	19	200	5	30	446
	コンテナ船	16	120		27	579
	冷凍貨物船	11	65		43	296
	バージ等	2	-		6	10
	貨物船合計	333	6,957	83	222	3,534 81
	油槽船	一般油槽船	17	661	8	9
石油製品運搬船		16	210	3	5	3
化学製品運搬船		16	100	1	26	4
L P G 運搬船		4	129	2	3	1
L N G 運搬船		3	317	4	1	2
油槽船合計		56	1,417	17	44	811 19
その他	2	9	1	1	5 1	
総計	391	8,383	100	267	4,351 100	



ち込み、57年度の受注量は、対前年度比43%減の811千総トンと大幅に減少した。

○受注量を国内船・輸出船の別にみると、国内船は対前年度比44%減の1,714千総トン、輸出船は50%減の2,637千総トンとなり、受注量全体に占める構成比率は、国内船39%（前年度37%）、輸出船61%（前年度63%）であった。

○国内船において計画造船（第38次）は16隻、679千総トン（前年度25隻、1,802千総トン）、国内船全受注量に占める比率は40%（前年度59%）であった。なお、従来まで大宗を占めていたばら積貨物船、一般油槽船に代って38次船ではコンテナ船、自動車専用船、一般貨物船の割合が増大した。

○輸出船の中で延払契約船と現金払契約船の割合をみると、延払契約船は総トン数で32%（前年度52%）、契約船価で35%（前年度51%）であり、延払契約船の割合が減少した。また、輸出船に占める円建契約船の比率は、総トン数で83%（前年度98%）、契約船価で85%（前年度99%）であり、外貨建契約船が増大した。

○キャンセル船は、3隻（対前年度比50%）、43千総トン（対前年度比53%）であった。

## 2. 新造船工事実績（第3表参照）

○新造船工事量（進水ベース）は、54年度を底に56年度まで徐々に回復してきたが、新造船受注量の落ち込みな

第3表 昭和57年度新造船工事実績

区分	起工		進水		竣工	
	隻	千総トン	隻	千総トン	隻	千総トン
国内船	106	1,804	123	2,703	121	2,568
輸出船	234	4,647	251	5,238	215	4,503
合計	340 (92)	6,451 (73)	374 (99)	7,942 (92)	336 (89)	7,071 (82)

(注)1. 建造許可船舶を対象とする。

2. ( )内は、対前年度比(%)を示す。

第4表 昭和58年3月末現在新造船手持工事量

区分	隻	千総トン
国内船	71	1,842
輸出船	300	6,727
合計	371 (84)	8,569 (76)

(注)1. 建造許可船舶を対象とする。

2. ( )内は、対前年同月末比(%)を示す。

どにより、57年度は対前年度比8%減の7,942千総トンとなった。

○なお、ロイド統計によれば、昭和57年（暦年）の世界全体の進水量は17,290千総トン（対前年比101%）であり、このうち我が国は8,247千総トン（対前年比93%）であった。世界の進水量における我が国のシェアは48%（前年52%）、AWE S諸国25%（前年22%）、その他諸国27%（前年26%）であった。

## 3. 新造船手持工事量（第4表参照）

○新造船手持工事量は、58年3月末には、371隻（対前年同月末比84%）、8,569千総トン（対前年同月末比76%）と最近における受注量の減少を反映して隻数、総トン数ともに減少した。

○なお、ロイド統計によれば、57年12月末現在の世界全体の手持工事量は、29,172千総トン（対前年同月末比83%）であり、このうち我が国は、10,067千総トン（対前年同月末比80%）であった。世界の手持工事量における我が国のシェアは35%（前年同月末36%）、AWE S諸国27%（前年同月末28%）、その他諸国38%（前年同月末36%）であった。

○なお、OECD造船統計（総トン数100トン以上の船舶を対象）により、57年12月末現在における我が国とAWE S諸国の手持工事量を比較すると、我が国は総トン数ではAWE S諸国の1.3倍であるが、標準貨物船換算トン（CGRT）では逆に0.8倍となり、AWE S諸国より少ない。

## 4. 改造船受注実績（第5表参照）

○57年度の改造船受注量（改造許可対象船舶）は、11隻、371億円と前年度（19隻、398億円）に比べ減少した。このうち、省エネルギーを目的とした蒸気タービンからディーゼル機関への主機換装工事が、8隻（前年度1隻）受注されたことが注目される。

第5表 改造船許可実績

区分	56年度	57年度
蒸気タービンからディーゼルへの主機換装（隻）	1	8
船体延長（〃）	8	0
その他（〃）	10	3
合計（〃）	19	11
改造工事費（億円）	398	371

# 昭和58年度(4月分)新造船許可集計

運輸省船舶局 造船課

区 分		月 分				4 月 分			
		隻	G. T.	D. W.	契約船価	隻	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船					7	117,100	109,080	
	油槽船					2	7,620	12,200	
	貨客船					—	—	—	
	小計					9	124,720	121,280	32,340,000千円
輸出船	貨物船					13	308,650	479,960	
	油槽船					—	—	—	
	貨客船					—	—	—	
	小計					13	308,650	479,960	44,906,628千円
合 計						22	433,370	601,240	77,246,628千円

● 編集後記 ●

□新聞情報によると、北欧船主向け新造船商談で最近、我が国業界が相次いで韓国に敗退した。従来、最大でも10～15%だった船価差が20～25%に拡大したとのこと。日韓造船業界は、過当競争による船価下落を食い止め、船価の引上げを図ろうと話し合ってきたその機運が盛りあがって来たと思っていたのに。

□操業短縮の勧告と三光汽船等からの底受注で、わが国造船業界は高値受注の基礎ができたと思っていたのに、韓国勢の安値攻勢にあいまいな情勢になってきた。韓国勢の超安値は、日本業界の底受注に見合う一時的のものか、或いはこの値段で採算があうのか判らないが、なかなかむずかしい状況である。

□運輸省の5月11日発表の造船事情によれば、57年度の新造船受注量は海運市況の低迷を反映して貨物船、タンカーとも不振で前年度にくらべ48%減の4,351千総トンにとどまった。この結果、58年3月末の手持工事量は371隻、8,569千総トンで、前年同月末にくらべ24%の減少となっている。厳しい情勢である。

□本誌2月号に掲載した松本喜太郎氏の「水雷艇友鶴謎の転覆(1)」は、3月号編集後記でお知らせしたように、同氏病気のため(2)以降を休載していたところ、5月初旬同氏は惜しくも他界された、大和等の設計者である松本氏が後世に残しておきたいと記述し始めた此の稿が文字通り御遺稿となってしまった。謹んで氏の御冥福を御祈りする。しかし、これに関する資料は氏の手許に或程度纏められているものと思われるので、他日資料を整理して福井静夫氏の手をお借りして、松本氏の御遺稿として掲載を続けたいと思っている。

□世の中の正邪・善悪の判断は難しい。人により、地方により、時代によりその考え方は異っている。一つの社会体にあってはその社会としての判断基準がある。国の場合には「憲法」がその基準となっている。しかし、世界各国には夫々独自の「憲法」がある。この調整は国連なり外交にまたねばなるまい。力を以てこれらを左右しようとする事は、国の内外を通して避けたいものである。憲法記念日に憲法を読みながら感じた感想である。

☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。

予約金 { 6ヶ月分 6,400円 (送料共)  
1ヶ年分 12,000円 }

運輸省船舶局 監修  
造船海運総合技術雑誌

船の科学

昭和57年6月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }  
昭和57年6月10日発行 { 第3種郵便物認可 }

禁転載 第36巻 第6号 (No.416)

定価 1,080円 (〒55円)

発行所 株式会社 船舶技術協会

発行人 船橋敬三

〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリビル)

編集委員長 田宮真

振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

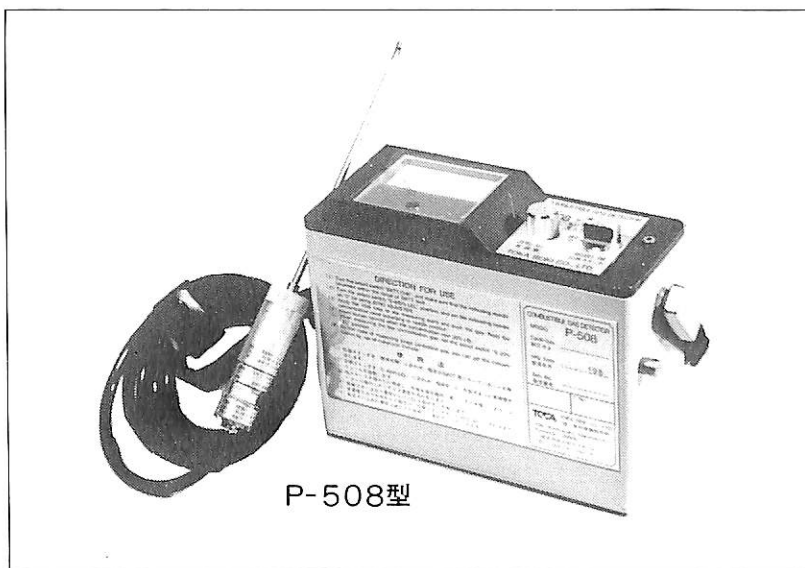
印刷所 大洋印刷産業株式会社

# 船舶用携帯形可燃性ガス検知器

## P-508型

電気部・本質安全防爆構造  
検知部・耐圧防爆構造

労働省産業安全技術協会検定合格  
日本海事協会形式試験合格



### ●概 要●

本器は各種可燃性ガスの漏洩検知に用いる携帯用の可燃性ガス検知器で、可燃性ガスおよびケミカルの製造事業所、備蓄基地、タンカー、消費設備等の保安用として幅広く御使用戴けます。携帯に便利のように小型軽量に作られていますので長時間の可搬にも疲れません。採気棒部にはWSフィルターを内蔵していますので水吸収によるセンサーの故障を未然に防ぐことが出来ます。☆カタログのご請求は、下記に御連絡下さい。

### ●特 徴●

- 小型軽量です。
- ホンフ内蔵の自動吸引式で操作が簡単です。
- 感度切換により低濃度(0~20%LEL)のガス検知も容易です。
- 警報ブザーを内蔵しており20%LELにて警報を発する。(設定可)
- センサーは長寿命・高感度で交換容易です。
- 防爆構造(検知部;耐圧防爆、電気部;本質安全防爆)なので危険場所でも安心してご使用になれます。

**TOICA** 株式会社 **東科精機製作所**

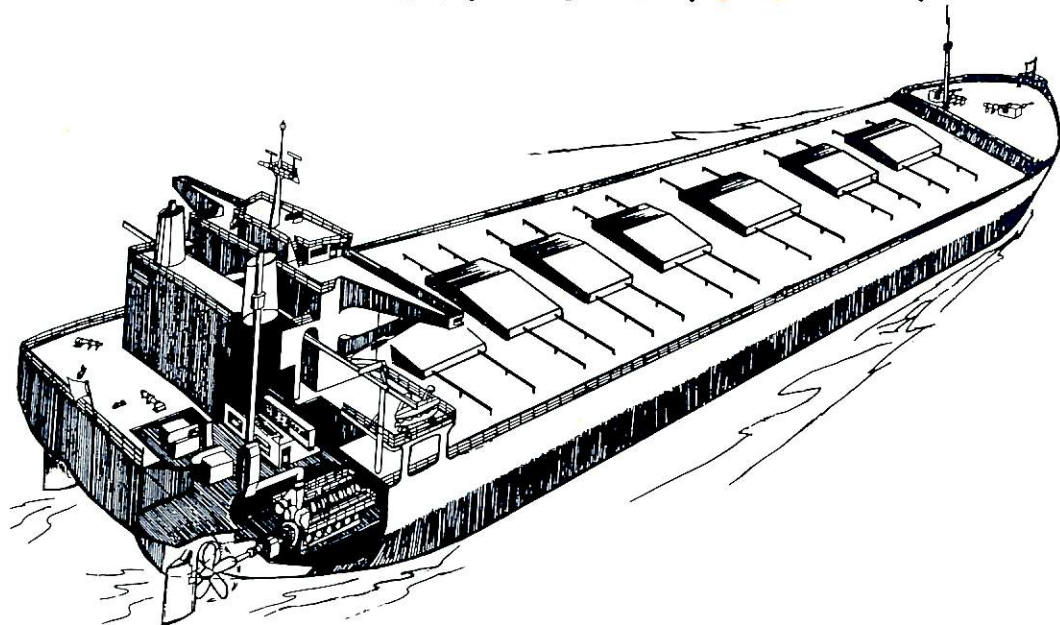
〒211 川崎市中原区新丸子町756

☎044(733)3381(代表)

TELFAX 044(722)7260

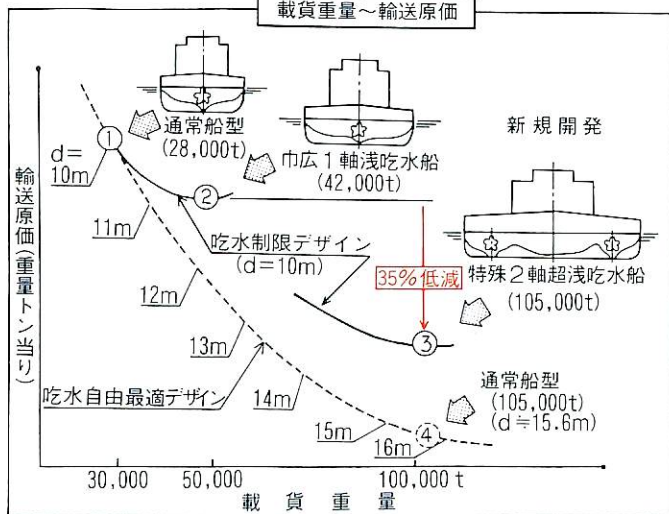
# 浅い港でも一隻の船で大量の貨物が運べます。

— 三菱の超浅吃水船 (USDV) —



船の科学

載貨重量～輸送原価



画期的なデザインコンセプトが生んだ次世代の経済船型

2基2軸を採用して、 $B/d=6.5$   
 $L/B=3.5$ 迄の船の設計ができます。

従来船に比べ、吃水を同じとしますと載貨重量で2.5～3倍の貨物が一隻の船で輸送できます。

USDV (Ultra Shallow Draft Vessel) はタンカー、バルクキャリア、ケミカルキャリア、Ro/Ro船、コンテナ船、液化ガス船、プラント運搬船など、いろいろな用途の船に適用できます。

定価 一〇八〇円

問合せ先

三菱重工業株式会社

船舶・鉄構事業本部 東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎(03)212-3111



東京都中央区新川一丁目三十一番七(マリニビル)  
(株)船船船技術協会  
電話東京(552)八七九八番