

SHIPPING

1972. VOL. 45

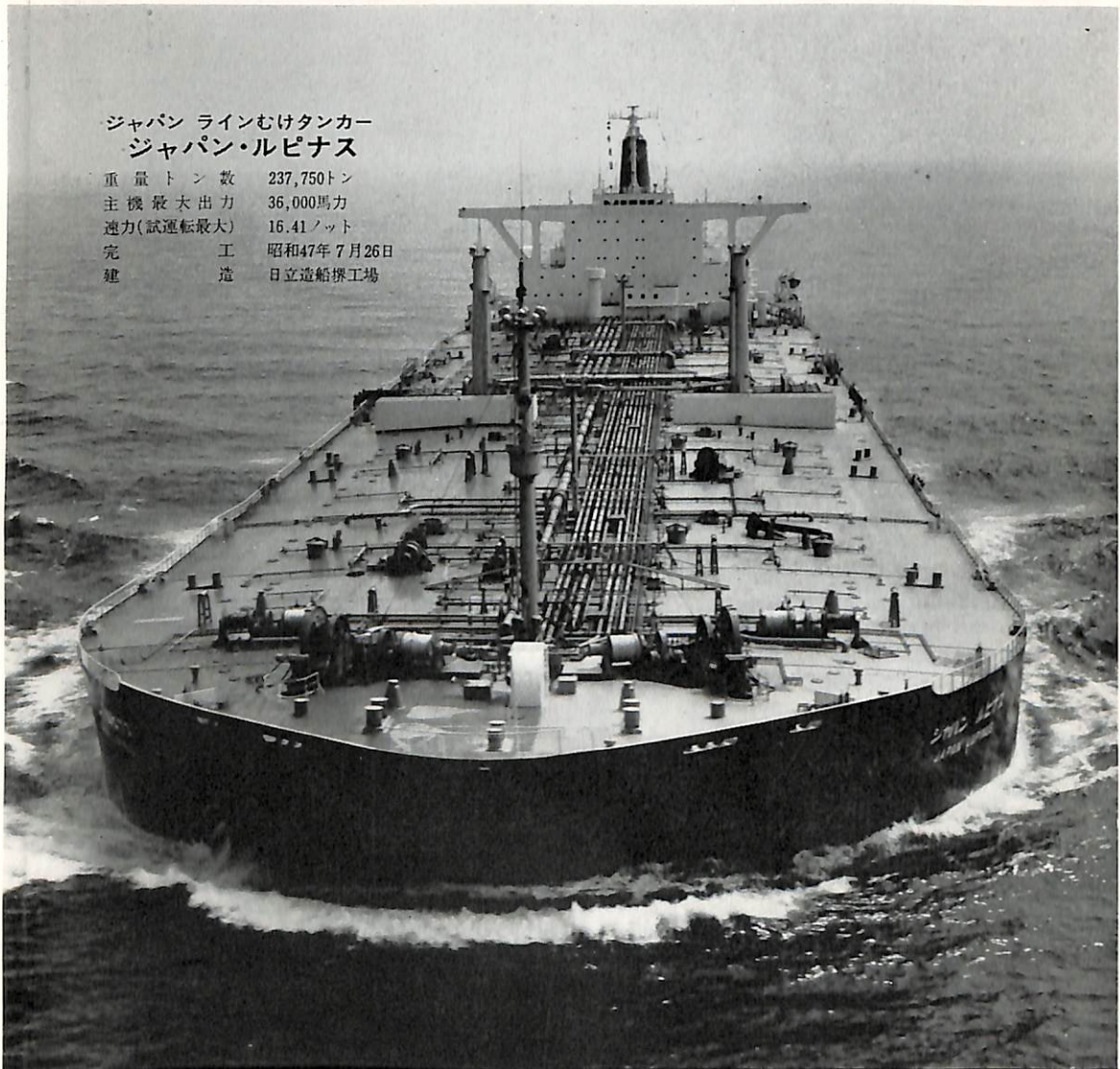
船舶

9

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可
毎月一回 昭和四十七年九月七日 印刷
昭和二十四年三月二十八日 国鉄特別承購雑誌第四〇六号
昭和四十七年九月十二日 発行

ジャパン ラインむけタンカー ジャパン・ルピナス

重量トン数	237,750トン
主機最大出力	36,000馬力
速力(試運転最大)	16.41ノット
完工	昭和47年7月26日
建造	日立造船工場



日立造船

天然社

レジャー船から超マンモスタンカーまで

素材供給・総合エンジニアリングから一貫体製で建造



- 昭和海运株式会社向け、世界最大級の160,000トン型鉦石運搬船“鉦昭丸”

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



鉄鋼 重工 船舶

日本鋼管

船舶本部：東京・大手町 タイムライフビル
TEL大代表(279)6111

ながい経験と最新の技術を誇る！

大洋の船用電気機械



交流発電機 1100KVA 450V 600RPM

発 電 機
各種電動機及制御装置
船舶自動化装置
電動ウインチ
配 電 盤



大洋電機

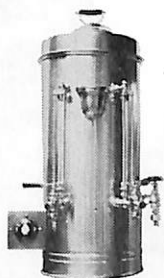
株式
会社

本社 東京都千代田区神田錦町3の16 電話 東京(293) 3061 (大代)
岐阜工場 岐阜県羽島郡笠松町如月町18 電話 笠松(7) 4111 (代表)
伊勢崎工場 伊勢崎市八斗島町7 2 6 電話 伊勢崎(32) 1234 (代表)
群馬工場 伊勢崎市八斗島町大字東七分川330の5 電話 伊勢崎(32) 1238 (代表)
下関出張所 下関市竹崎町3 9 9 電話 下関(23) 7261 (代表)
北海道出張所 札幌市北二条東二丁目浜建ビル 電話 札幌(241) 7316 (代表)

YKK型船舶厨房調理機器

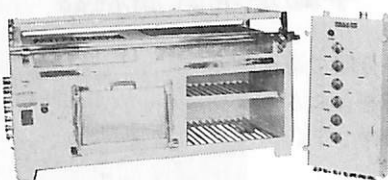
堅牢性、経済性、効率性、安全性抜群。高い信頼納期業界最短、即納主義

ライスボイラー



電気式湯沸器

26kw型多目的電気レンジ



2400型オイルレンジ

営業品目

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

株式会社 横浜機器製作所

本社・工場 横浜市中区新山下1-8-3 4

電話 横浜045(622)9556(代)

第2ビル専用 045(621)1283(代)

電略「ヨコハマ」ワイケイゲイ

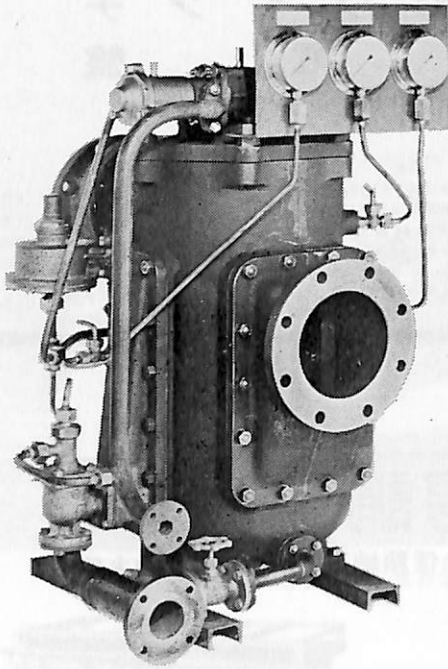
希望条件を指示下さい。即時見積、設計、納品致します。

油汙過作業の省力化…

機関室を広くする

マックス・フィルタ―シリーズ

日本船用機器開発協会助成品



MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器

LS型の特長

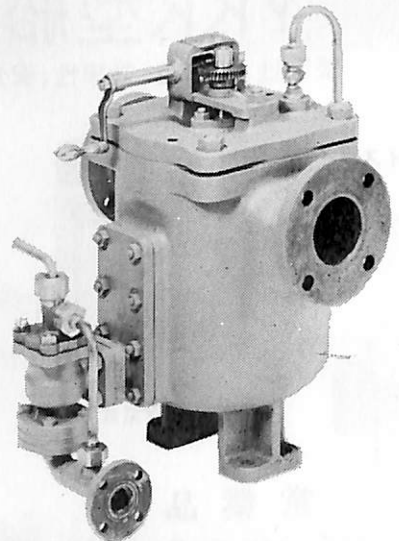
- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロシプロケーターを採用

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

LSM型の特長

- 一分間で逆洗終了
- 手をよごさぬワン、ツー、スリー操作でOK

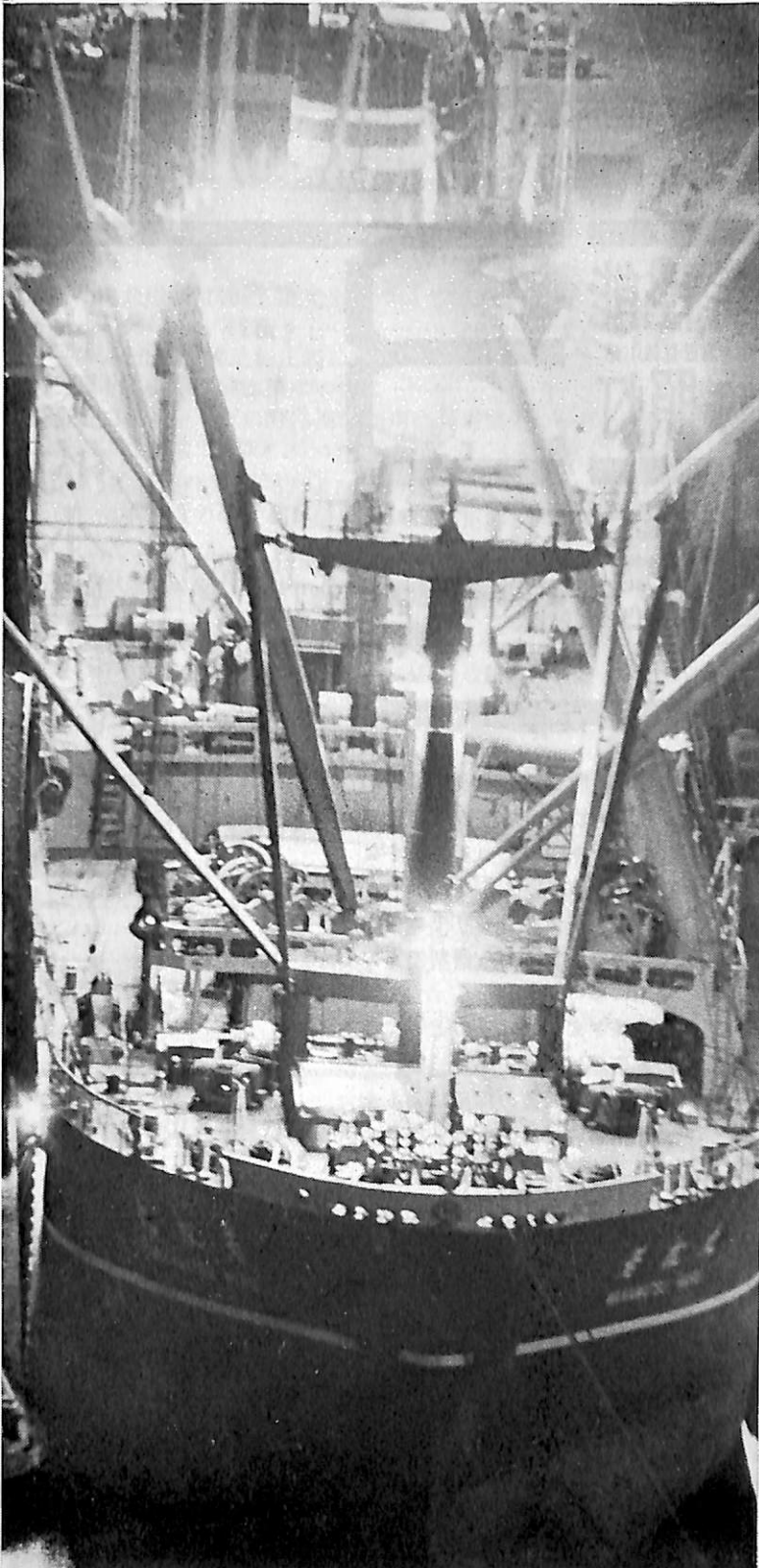


単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

N 新倉工業株式會社

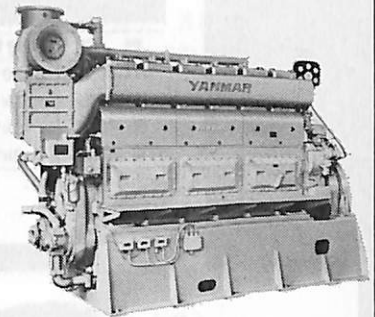
本部 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町1703
☎ 045 (892) 6271 (代)
東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18
☎ 03 (443) 6571 (代)
大阪営業所 大阪市北区梅田町34千代田ビル西館
☎ 06 (345) 7731 (代)

まさに“海の発電所”です



ヤンマーディーゼル発電機が動かしている装置をちょっとひろいあげてみても、こんなに——

船室冷暖房装置・船内電話自動交換装置・送風機・コンプレッサ・船用水中ポンプ・冷凍機・サーチライト・警報装置・電動機・起動機・電気動力計・つり上げ電磁石・送水装置・油清浄機・甲板機械……



船舶補機 **6GL**形シリーズ
発電機用 **700~1000kVA**

- 極寒地・熱帯地でも安定した性能
- 運転・維持費が安い
- 長時間の無開放運転ができる

最新の技術を生かした理想の機関です。その広範囲の活躍ぶりは、まさに「海の発電所」。船舶の自動化・省力化にぜひご検討ください。

■ 船舶補機用**3.5~1200馬力**■

ヤンマー ディーゼル

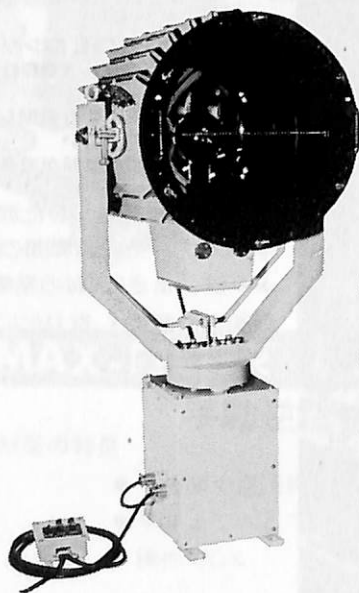
ボタンひとつで方向自在!!

三信の高性能

特許3件・実用新案3件・意匠登録1件

リモコン探照灯

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



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

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

■ 特許庁長官賞受賞

世界的水準をはるかに抜く明るさ!!



三信船舶電具株式会社

◎ 日本工業規格表示許可工場

三信電具製造株式会社

本社 ● 東京都千代田区内神田1-16-8 TEL東京 295-1831大代表
工場 ● 東京都足立区青井1-13-11 TEL東京 887-9525-7
営業所 ● 福 岡 ・ 室 蘭 ・ 函 館 ・ 石 巻

船舶

第 45 卷 第 9 号

昭和 47 年 9 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

自動車兼撒積貨物船 菱光丸について	佐野安船渠株式会社 船舶設計部 (35)	
シーサーベント号	(42)	
(写真紹介) 香焼造船工場の現況	橋本隆年(47)	
三鷹才 3 船舶試験水槽について	高橋 肇(55)	
膨脹式救命いかだの寒冷海域使用の一考察	八木 寿直(60)	
(膨脹用液化炭酸ガスへの窒素の混合充てんについて)		
LNG 船(その 2 伝熱および防熱) (1)	恵美洋彦・曾根 紘(70)	
日本海事協会の昭和 46 年版鋼船規則改正解説(液化ガスタンク船)	日本海事協会(80)	
NK コーナー	(93)	
(水槽試験資料 261) 長さ 150 m の高速貨物船の水槽試験例 (1)		
—— 船尾形状の影響 ——	「船舶」編集室(94)	
日本海事協会造船状況資料	(98)	
昭和 47 年 6 月分建造許可船舶集計(船舶局造船課)	(103)	
業界ニュース	(104)	
(特許解説) ☆ 水中航走体 ☆ 舷梯格納装置 ☆ ハッチカバー	(105)	
住友重機械工業の大型構造物専門工場「東予工場」の建設		(41)
イタリア向け船舶建造用「作業ユニット」(石川島播磨重工)		(59)
FRP 製漁業取締船「ふさかぜ」		(97)
竣 工 船	☆ 新さくら丸 ☆ 垂水丸 ☆ 玉野丸 ☆ 幾洋丸 ☆ 三雄丸 ☆ 松尚丸	
	☆ 大東丸 ☆ フェリーあつた ☆ そよかぜ丸 ☆ さつき丸 ☆ 駿河丸 ☆ 博栄丸	
	☆ ジャパンアシア ☆ 協寿丸 ☆ WORLD EMPIRE ☆ WORLD HORIZON	
	☆ APOLLON ☆ APOLLODORUS ☆ ATHOL ☆ AKADEMOS ☆ SIAM VENTURE	
	☆ NAFTOPOROS ☆ AGAMEMNON ☆ SANKOSUN ☆ BRIGHT HOPE	
	☆ MARITIME FORTUNE ☆ REDSKY	

あらゆる船舶の高性能化に

かもめ 可変ピッチプロペラ



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

運輸省認定製造事業場
通産省認定輸出貢献企業



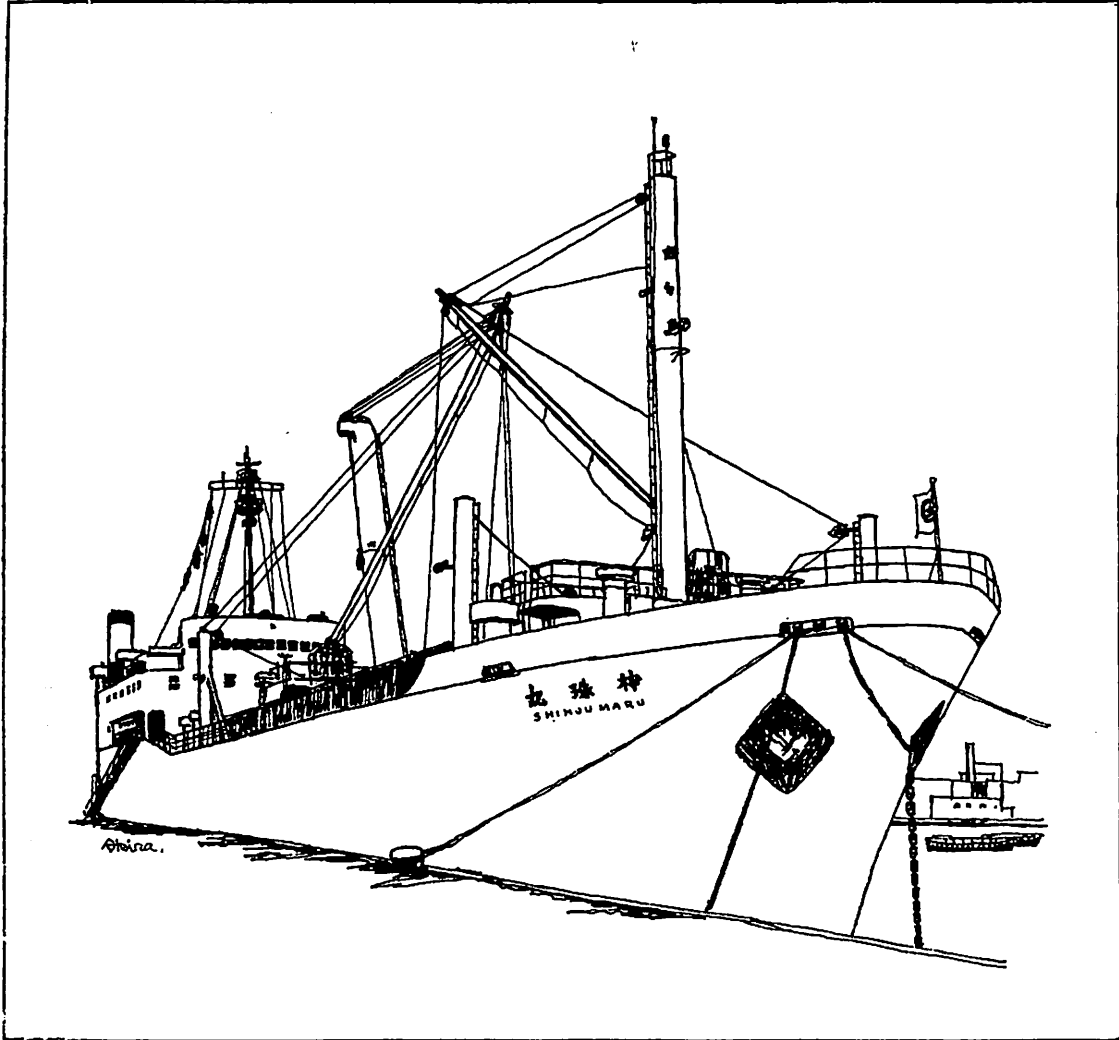
船舶用固定ピッチプロペラ・各種可変
ピッチプロペラ専門製造

かもめプロペラ株式会社

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

K-7 マリン・デリック

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



発売元

株式会社 ケイ・セブン

東京都千代田区丸の内2-4-1 TEL (201) 4037

販売総代理店



極東マック・グレゴリー株式会社

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

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



新 さ く ら 丸 (巡航見本市船, 貨客船)

船 主 社団法人 日本産業巡航見本市協会

造船所 三菱重工業・神戸造船所

本船は、船そのものが見本市の“出品作品”ともいえるので、三菱重工の技術力を結集、同時に関連産業の最新技術を取り入れ、すべてを国産品で建造した新鋭船である。

しかも見本市船として就航しない期間は、貨客船として運航する設備をもった構造が本船の大きな特長である。以下、要目および特殊設備などを列記する。

〔主要目〕

総噸数 13,082.07 噸 純噸数 7,314.04 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 11,097 噸 全長 175.80 m 長(垂) 160.00 m 幅(型) 24.60 m 深(型) 14.80 m 吃水 9.028 m 満載排水量 20,993 噸 長船首楼付平甲板船 主機 三菱 UE-8 UEC⁸⁵/180 D 型ディーゼル機関 1 基 出力 18,400 PS×109 RPM 燃料消費量 68 t/d 航続距離 8,400 海里 速力 20.6 ノット 貨物倉(バル) 17,006.8 m³ (グリーン) 18,088.4 m³ コンテナ積載 20' 104 個 燃料油倉 1,920.6 m³ 清水倉 1.167.3 m³ 乗員 79 名(予備 2 名含む) 旅客 92 名 工期 46-7-11, 46-12-18, 47-7-18

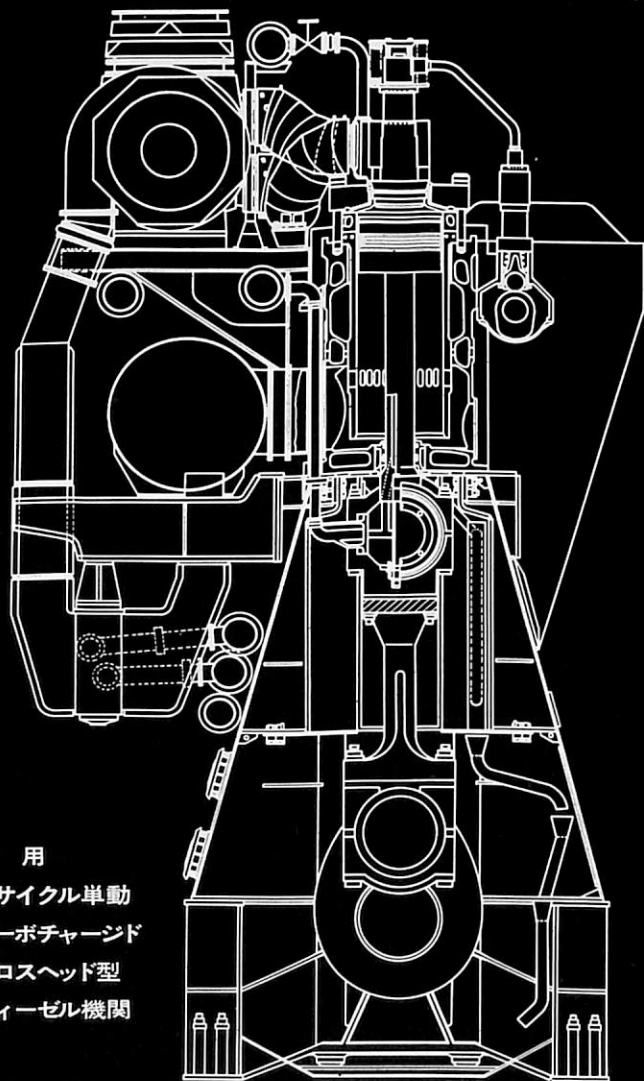
〔主 設 備〕

① 防火、消火関連規則に SOLAS '60 改正案 (CHAPTER II, Part G, H) を適用。 ② “M0” 仕様。
③ 機関部にミニコンピュータを採用。 ④ 甲板間貨物スペースに隔壁ドアを設備。 ⑤ 甲板間貨物スペースにフォークリフト使用を考慮。 ⑥ サイトポートを設備 (3 門) ⑦ 甲板間貨物スペースの側壁及び天井に張詰内張りを施工。 ⑧ 展示場区画に自動スプリンクラーを設備。 ⑨ 居住区画に減熱式自動火災探知機を設備。 ⑩ 居住区画は全不燃材構造。 ⑪ 汚物処理装置を設備 (4 台) ⑫ ツインクレーン装備。 ⑬ CPP を装備。 ⑭ エスカレータを装備 (4 台)

三井-B&W ディーゼル機関

K90GF

シリンダ口径900^m/_m 3,410BHP/CYL



船 用
2サイクル単動
ターボチャージド
クロスヘッド型
ディーゼル機関

船舶の大型化・高速化が進むにしたがい、その推進機関も、より高性能のものが要求されています。このような背景のもとに開発されたのが、K90GF型機関です。現在使用されているB&W型K-EFおよびK98FF型機関は、VT2BF型機関を発展させ設計されたものですが、K90GF型機関は在来機種にとらわれず、全く新しい構想のもとに設計されました。K90GF型機関は、K84EF型に比べ、ほぼ同じ大きさのもので30%以上の出力増加が得られます。三井造船玉野造船所では、三井-B&W K90GF型機関の一番機を、世界に先がけて昭和48年3月に完成させます。

シリンダ数	連続常用出力(定格)	
	110RPM	114RPM
5	15,500 BHP	17,100 BHP
6	18,600 BHP	20,500 BHP
7	21,700 BHP	23,900 BHP
8	24,800 BHP	27,300 BHP
9	27,900 BHP	30,700 BHP
10	31,000 BHP	34,100 BHP
11	34,100 BHP	37,500 BHP
12	37,200 BHP	40,900 BHP



人間と技術の調和に挑む

三井造船

東京都中央区築地5-6-4 電話(03)544-3625



WORLD EMPIRE (世邦) (油槽船) 船主 Nightingale Shipping Co., S. A. (パマナ) 造船所 川崎
 重工業・坂出工場 総噸数 105,073 噸 純噸数 88,671 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 231,834 噸 全長 319.30
 m 長(垂) 305.00 m 深(型) 53.00 m 深(型) 25.30 m 吃水 19.54 m 満載排水量 226,205 噸 平甲板船 主機
 川崎重工タービンUA-300型1基 出力 35,000 PS×89 RPM 燃料消費量 171.7 t/d 航続距離 15,900 海里 速
 力 16.12 ノット 貨油倉 228,067 m³ 燃料油倉 7,908 m³ 清水倉 204 m³ 乗員 36 名 工期 46-11-14,
 47-3-18, 47-7-18

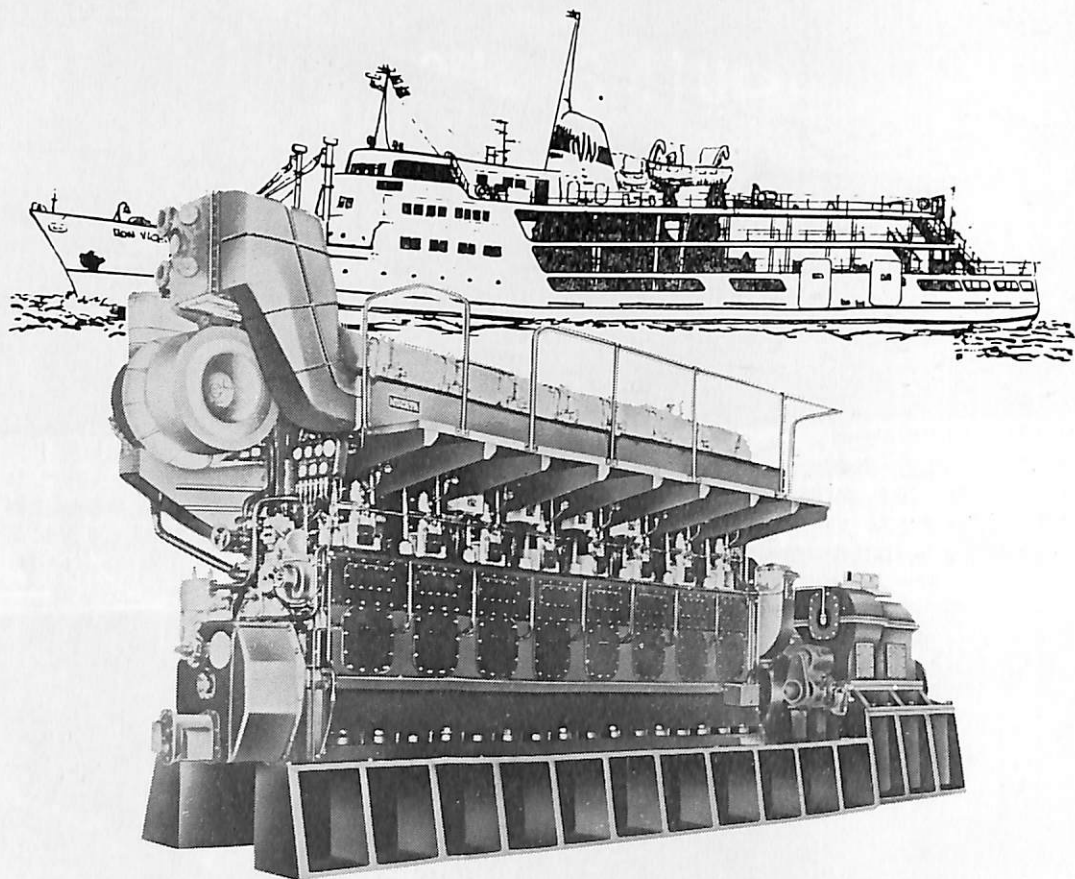


玉野丸 (油槽船) 船主 日本郵船株式会社 造船所 三井造船・玉野造船所
 全長 257.00 m 長(垂) 246.00 m 幅(型) 39.40 m 深(型) 16.915 m 吃水 16.915 m 総噸数 62,027.56 噸
 載貨重量 117,910 噸 貨油倉 143,832.3 m³ 速力(試) 16.43 ノット 主機 三井 B&W 9K 84 EF 型ディー
 ゼル機関1基 出力(連続最大) 23,000 PS×144 RPM 船級 NK 工期 47-1, 47-4, 47-7-28
 設備 イナートガス装置。荷役制御として、貨物油弁、イナートガス操作、タンク内の油面や圧力および本船
 の吃水の読み取りを行なう

NIIGATA

マリンエンジンを代表する

ニイガタディーゼル



8MG40X形4,000馬力

ニイガタディーゼルおよび関連製品

船用・陸用・車両用、その他一般産業用
ディーゼル機関（200～20,000馬力）
ニイガタ・ナビヤ排気タービン過給機
ディーゼル機関遠隔操縦装置
Z形推進装置
ガイスリンガー継手

新潟鉄工

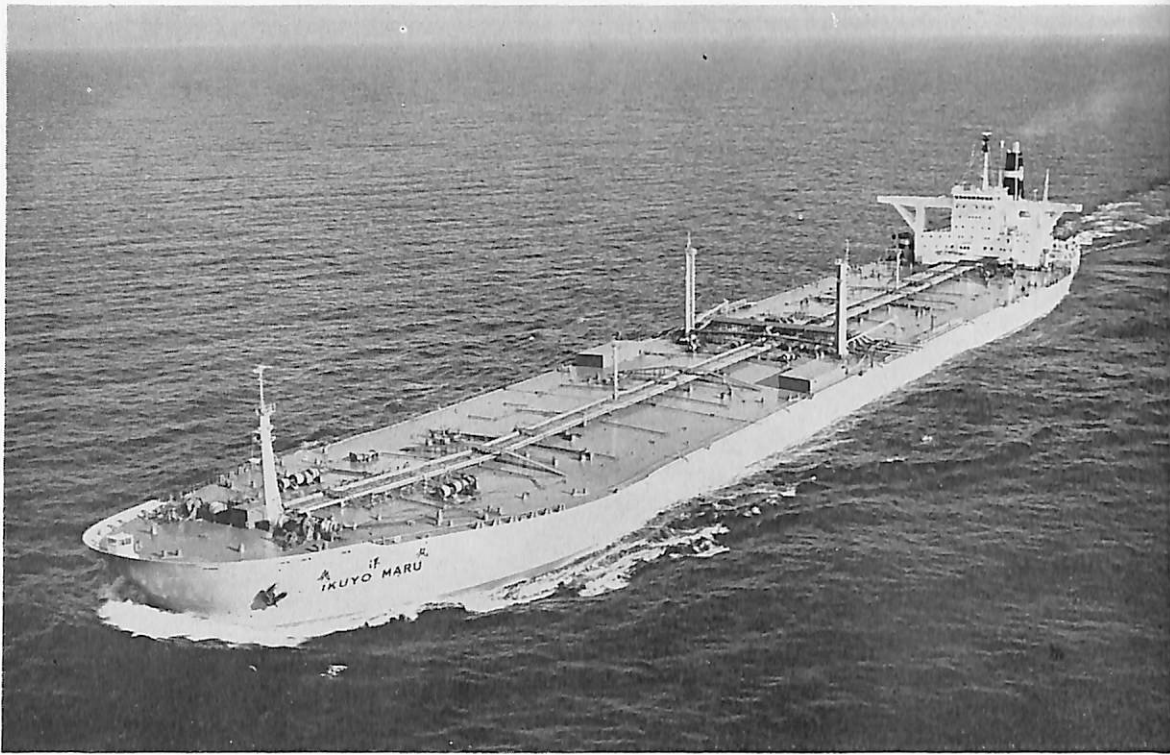
本社 東京都台東区台東2-27-7 千110 電話(03)833-3211
支社 大阪・新潟 営業所 札幌・仙台・焼津・名古屋・広島・福岡
出張所 釧路・清水・下関・長崎 駐在員事務所 横内・八戸・静岡・高松



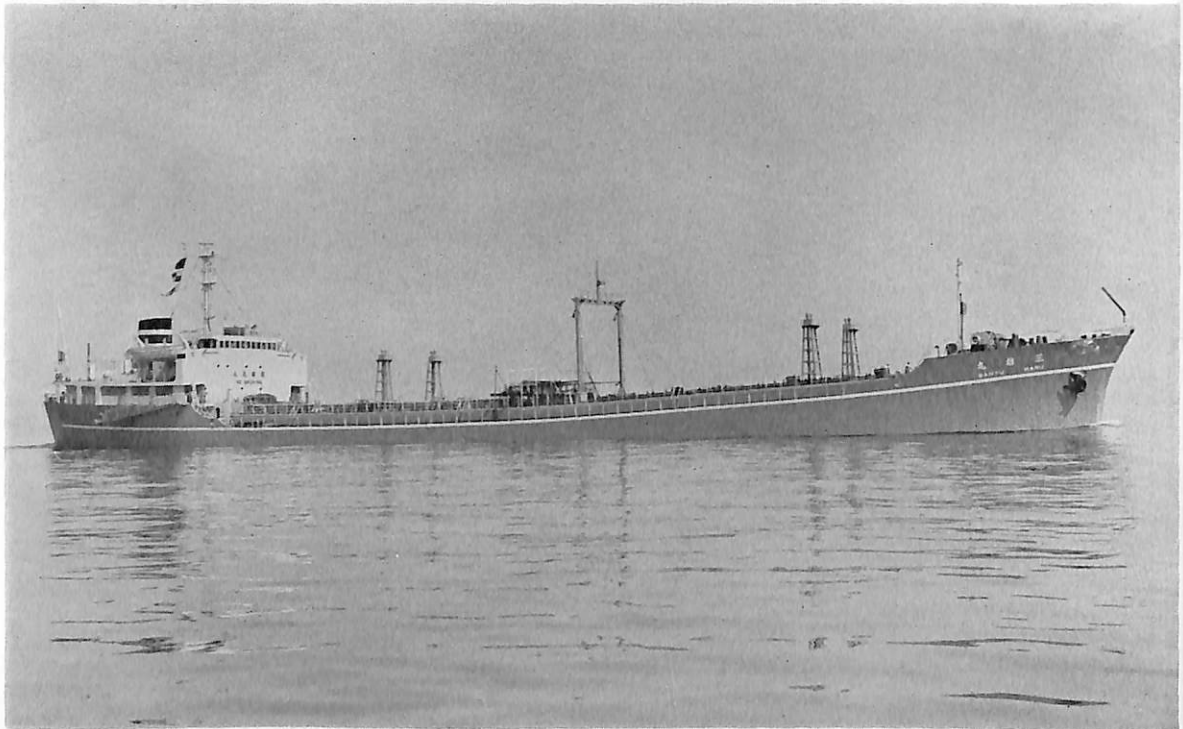
垂水丸 (油槽船) 船主 日本郵船株式会社 造船所 日本鋼管・津造船所
 総噸数 129,382.33 噸 純噸数 111,178 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 262,041 噸 全長 331.500 m 長(垂)
 314.000 m 幅(型) 54.800 m 深(型) 26.400 m 吃水 20.588 m 平甲板船 主機 IHI ロックドトレイン型 2 段
 減速装置付 衝動式 クロスコンパウンド 蒸気タービン 1 基 出力 36,000 PS×85 RPM 燃料消費量 177.8 t/d 航
 続距離 18,830 海里 速力 15.8 ノット 貨油倉 321,648.6 m³ 燃料油倉 9,777.5 m³ 清水倉 841.1 m³ 乗員
 32 名 工期 46-11-24, 47-3-25, 47-6-29



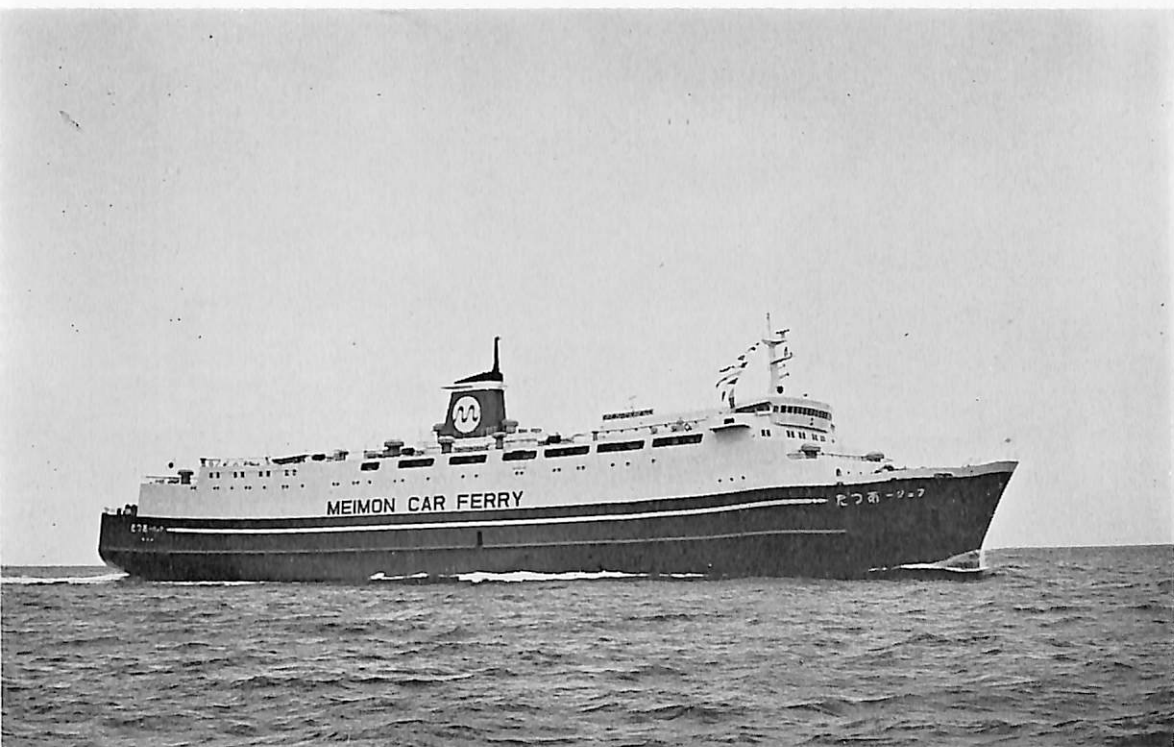
WORLD HORIZON (油槽船) 船主 Bamber Shipping Corp.(リベリア) 造船所 三井造船・千葉造船所
 全長 324.182 m 長(垂) 309.982 m 幅(型) 48.768 m 深(型) 25.298 m 吃水 19.622 m 総噸数 102,325.93
 噸 載貨重量 224,045 噸 貨油倉 272,241 m³ 速力(試) 16.148 ノット 主機 船用タービン 1 基 出力(連続
 最大) 29,000 PS×86.5 RPM 船級 LR 工期 46-11, 47-4, 47-7-24 同型船 WORLD HAPPINESS



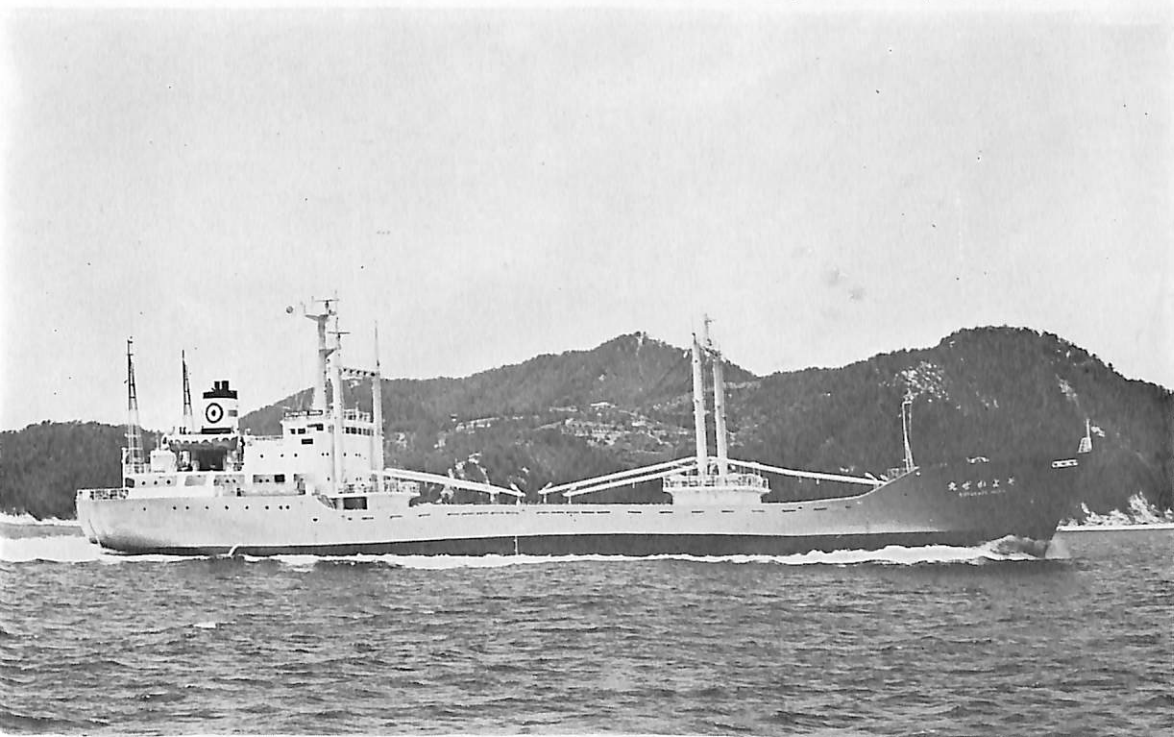
幾 洋 丸 (油 槽 船) 船 主 大 洋 商 船 株 式 会 社 造 船 所 佐 世 保 重 工 業 ・ 佐 世 保 造 船 所
 全 長 341.10 m 長 (垂) 331.04 m 幅 (型) 53.50 m 深 (型) 25.70 m 吃 水 20.029 m 総 噸 数 128,732.68 噸
 載 貨 重 量 258,282 噸 速 力 (試) 15.8 ノ ッ ト 主 機 IHI-船 用 タ ー ビ ン 1 基 出 力 35,000 PS 船 級 NK 工 期
 47-1, 47-6, 47-7-1



三 雄 丸 (油 槽 船) 船 主 岡 田 海 運 株 式 会 社 造 船 所 太 平 工 業 株 式 会 社 ・ 安 芸 津 造 船 所
 総 噸 数 6,956.95 噸 純 噸 数 4,266.38 噸 遠 洋 船 級 NK 載 貨 重 量 12,125.16 噸 全 長 117.22 m 長 (垂)
 111.24 m 幅 (型) 19.00 m 深 (型) 11.00 m 満 載 排 水 量 15.252 噸 船 首 尾 楼 付 全 通 一 層 甲 板 船 尾 機 関 一 軸 船
 主 機 赤 阪 鉄 工 所 製 6 UEC 52/105 D 型 デ ィ ー ゼ ル 機 関 1 基 出 力 5,270 PS × 165 RPM 燃 料 消 費 量 155 g/ps/h
 航 続 距 離 12,000 海 里 速 力 13.5 ノ ッ ト 貨 油 倉 15,024 m³ 燃 料 油 倉 930 m³ 清 水 倉 330 m³ 乗 員 26 名 工 期
 47-2-14, 47-4-28, 47-6-17



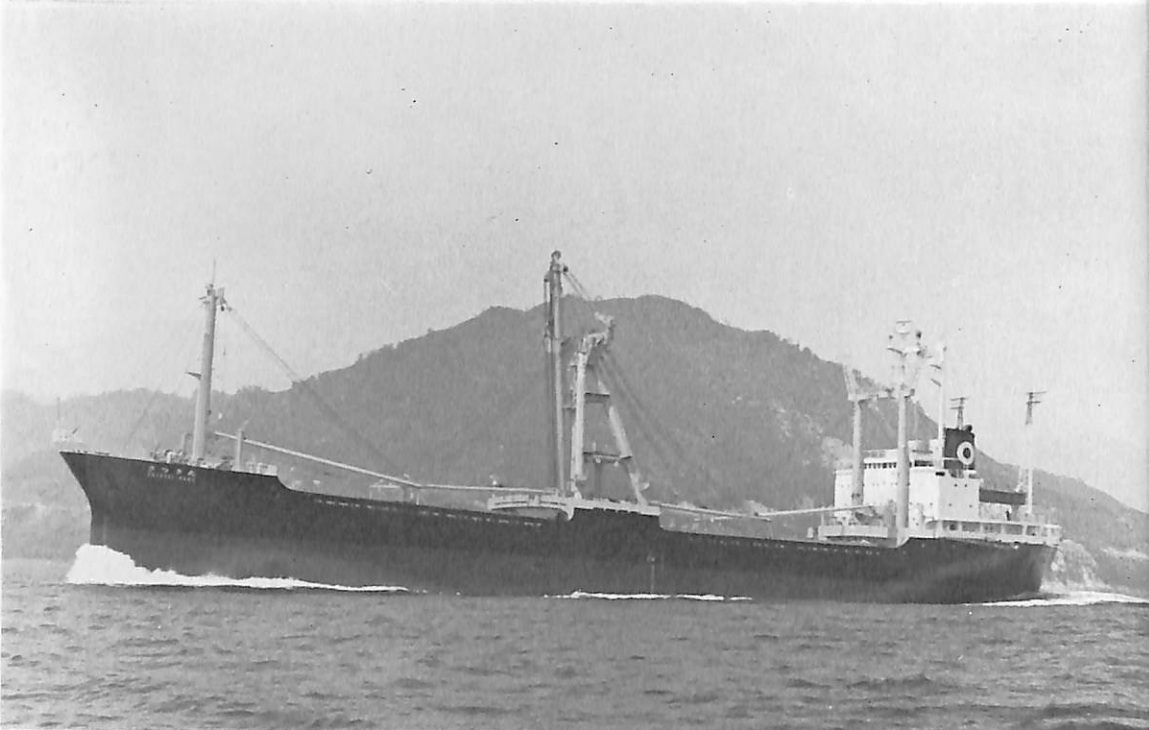
フェリー あつた (自動車航送客船) 船主 名門カーフェリー株式会社 造船所 林兼造船・下関造船所
 総噸数 6,489.48 噸 純噸数 2,511.33 噸 沿海 載貨重量 2,931.58 噸 全長 140.85 m 長(垂) 128.00 m 幅(型)
 22.40 m 深(型) 8.00 m 吃水(型) 5.669 m 満載排水量 8,653.84 噸 全通船楼船 主機 三菱重工業・横浜造船
 所 MAN V 9 V^{40/54} 型ディーゼル機関 2 基 出力 2×8,500 PS×406.7 RPM 燃料消費量 65.3 t/d 航統距離
 約 2,450 海里 速力 約 21.50 ノット 搭載車輛台数 トラック 116 台 乗用車 16 台 旅客数 合計 594 名 特殊設
 備 パウラスター推力 9.4 t スタビライザー揚力 30 t 船内ランプ 40 m×28.93 m 燃料油倉 417.14 m³
 清水倉 248.27 m³ 乗員 56 名 姉妹船 フェリーかしい 工期 46-10-23, 47-4-28, 47-7-19



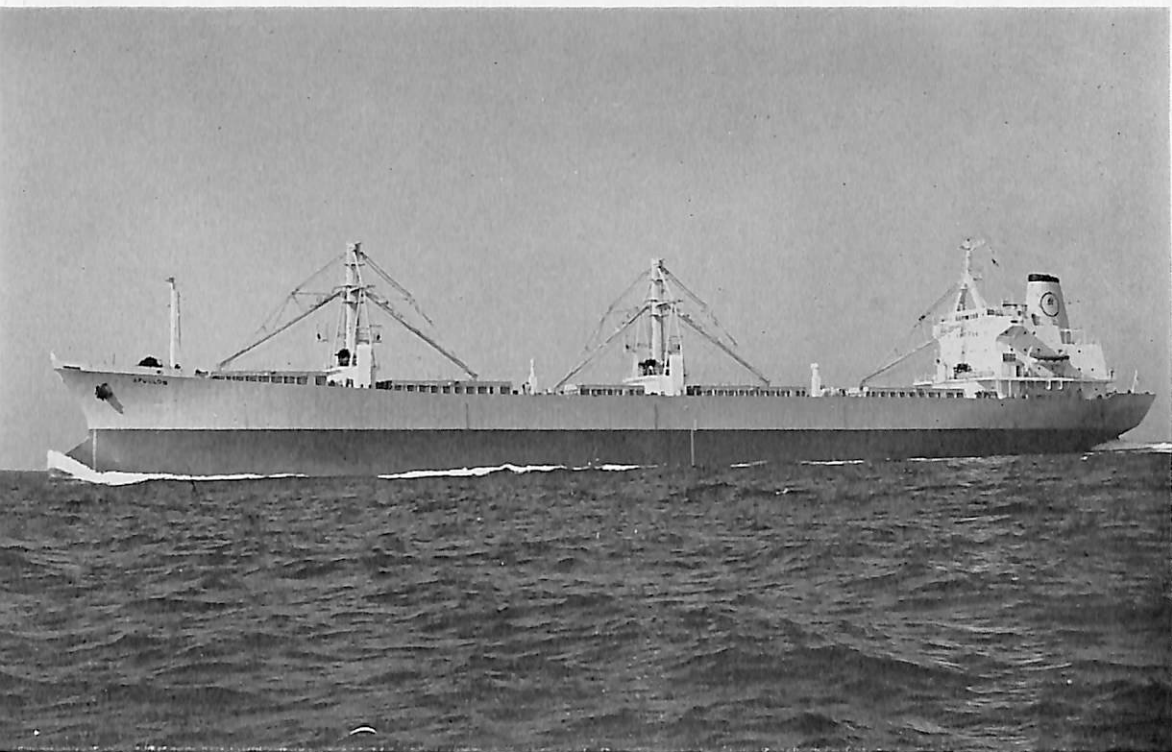
そよかぜ丸 (冷蔵運搬船) 船主 日本水産株式会社 造船所 田熊造船株式会社
 総噸数 2,907.71 噸 純噸数 1,544.81 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 4,248.62 噸 全長 97.16 m 長(垂) 90.00 m
 幅(型) 14.80 m 深(型) 7.60 m 吃水 6.265 m 満載排水量 6,207 噸 船首尾接付一層甲板船 主機 新潟
 鉄工所製 12 MG V 40 X 型ディーゼル機関 1 基 出力 4,760 PS×379/176 RPM 燃料消費量 21.6 t/d 航統距離
 17,760 海里 速力 14.8 ノット 冷蔵倉 3,777.99 m³ 冷蔵貨物 2,757.94 kt 燃料油倉 1,302.77 m³ 清水倉
 163.38 m³ 乗員 30 名(外 1 名) 工期 46-10-27, 47-4-1, 47-6-20



SIAM VENTURE (貨物船) 船主 Marmack Pte., Ltd.(シンガポール) 造船所 四国ドック株式会社
 総噸数 7,352.59 噸 純噸数 4,925.75 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 12,126.16 噸 全長 139.67 m 長(垂) 130.00 m 幅(型) 19.20 m 深(型) 11.20 m 吃水 8.269 m 満載排水量 15,614.9 噸 凹甲板型 主機 IHI-SEMT ヲールスチック 14 PC-2 V 型ディーゼル機関 1 基 出力 6,310 PS×493 RPM 燃料消費量 24.4 t/d 航続距離 14,650 海里 速力 14.10 ノット 貨物倉(ベール) 15,403 m³ (グレーン) 15,960 m³ 燃料油倉 A 146.9 m³ C 1,155.9 m³ 清水倉 568.9 m³ 乗員 36 名 工期 47-2-15, 47-4-11, 47-7-31



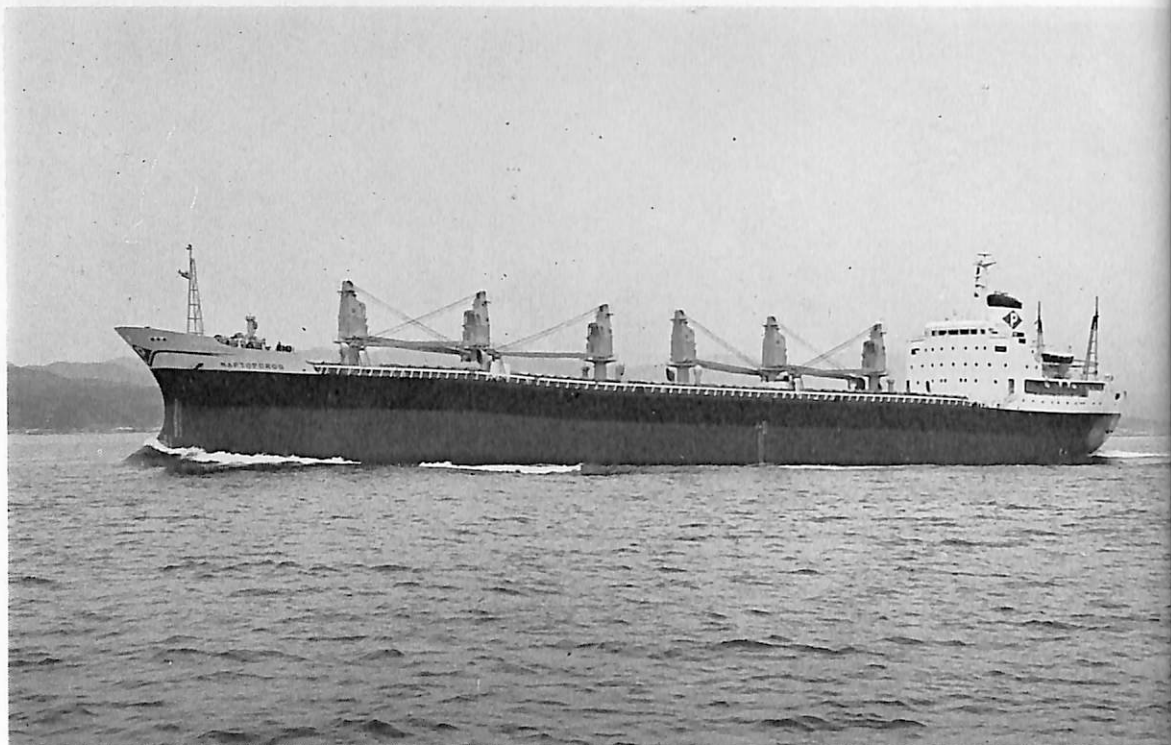
さつき丸 (貨物船) 船主 三菱商事株式会社 造船所 株式会社 来島どっく・波止浜工場
 総噸数 6,000.13 噸 純噸数 3,898.14 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 9,367.80 噸 全長 126.027 m 長(垂) 116.0 m 幅(型) 18.40 m 深(型) 10.10 m 吃水 7.886 m 満載排水量 12,845.80 噸 船首尾楼付船尾機関型 主機 神戸発動機 6 UET^{52/105} D 型ディーゼル機関 1 基 出力 5,270 PS×166 RPM 燃料消費量 20.64 t/d 航続距離 16,500 海里 速力 14.0 ノット 貨物倉(ベール) 12,078.0 m³ (グレーン) 12,812.36 m³ 燃料油倉 1,203.90 m³ 清水倉 274.69 m³ 乗員 31 名 工期 46-12-16, 47-4-2, 47-6-3



APOLLON (貨物船) 船主 Athenian Shipping Company S.A. (リベリア) 造船所 石川島播磨重工業
 ・東京工場 総噸数 13,121 噸 純噸数 9,392 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 22,596 噸 全長 164.33 m 長(垂)
 155.448 m 幅(型) 22.86 m 深(型) 13.56 m 吃水 9.848 m 主機 IHI-ビールスチック16PC2V型ディーゼル
 機関1基 出力 7,200 PS×482 RPM 燃料消費量 28.1 t/d 航続距離 15,000 海里 速力 15.0 ノット 貨物倉(グ
 レーン) 30,454 m³ 燃料油倉 1,337 m³ 清水倉 201 m³ 乗員 27 名 工期 46-7-28, 46-11-11, 47-2-17



APOLLODORUS (貨物船) 船主 Pelineon Shipping Company S.A. (リベリア) 造船所 石川島播磨重工業
 ・東京工場 総噸数 13,121 噸 純噸数 9,392 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 22,591 噸 全長 164.33 m 長(垂)
 155.448 m 幅(型) 22.86 m 深(型) 13.56 m 吃水 9.848 m 主機 IHI-ビールスチック16PC-2V型ディーゼル
 機関1基 出力 7,200 PS×482 RPM 燃料消費量 28.1 t/d 航続距離 15,000 海里 速力 15.0 ノット 貨物倉
 (グリーン) 30,454 m³ 自動車積載 692 台 燃料油倉 1,337 m³ 清水倉 201 m³ 乗員 27 名 工期 46-9-25,
 46-12-27, 47-3-22



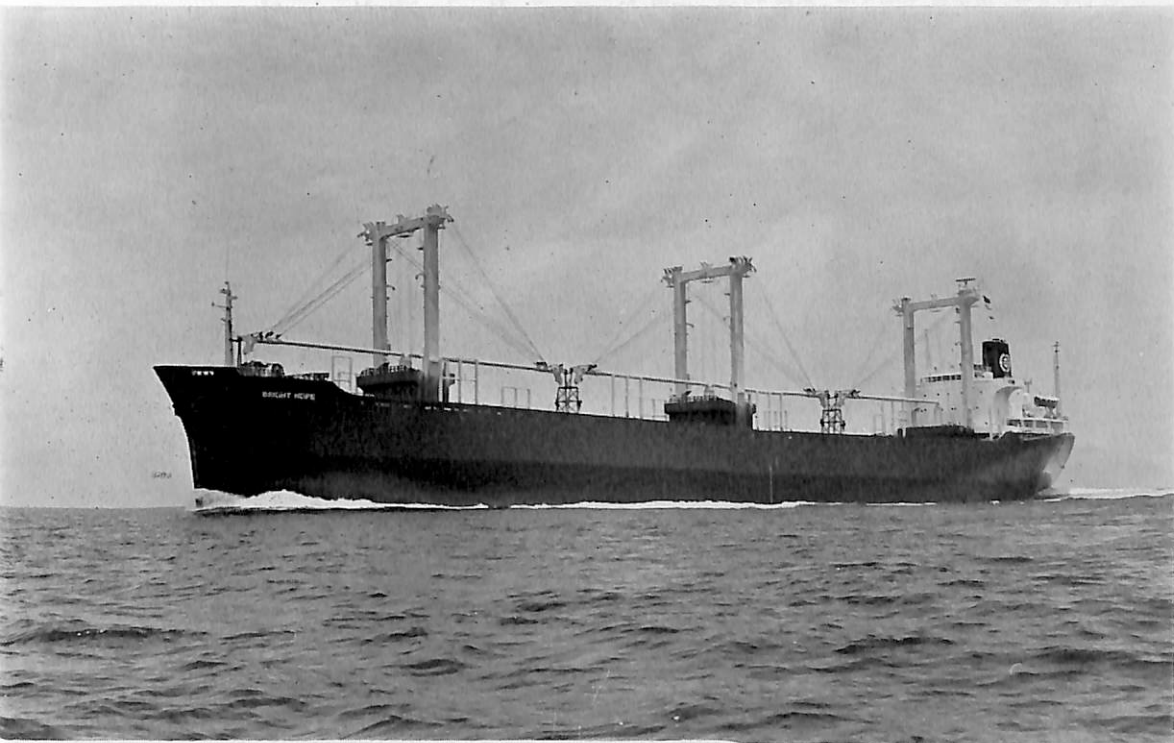
NAFTOPOROS (ばら積貨物船) 船主 Anna Building Corp. (リベリア) 造船所 函館ドック・函館造船所
 総噸数 16,452.13 噸 純噸数 10,631.23 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 28,732 噸 全長 180.80 m 長(垂) 170.00
 m 幅(型) 23.10 m 深(型) 14.50 m 吃水 35'- $\frac{3}{4}$ " 満載排水量 35,264 噸 船首尾楼付一層甲板船 主機 IHI-
 スルザー 7 RD 76 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,080 PS \times 118 RPM 燃料消費量 38.45 t/d 航続距離 18,300
 海里 速力 15.0 ノット 貨物倉(ベール) 1,150,769 ft³ (グレーン) 1,303,724 ft³ 燃料油倉 C 76,482 ft³ A
 6,635 ft³ 清水倉 8,774 ft³ 乗員 40 名 工期 47-2-12, 47-4-20, 47-6-30



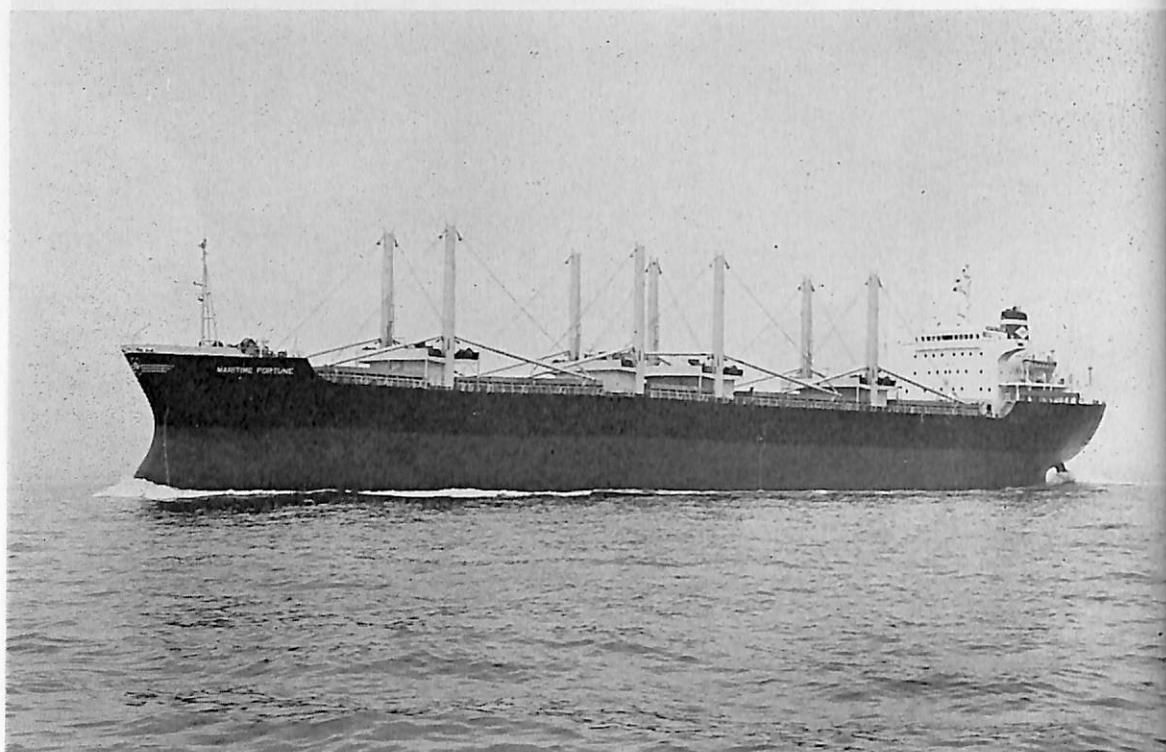
AGAMEMNON (ばら積貨物船) 船主 Elder Dempster Lines Ltd (イギリス) 造船所 三井造船・
 藤永田造船所 全長 176.75 m 長(垂) 168.00 m 幅(型) 22.86 m 深(型) 14.10 m 吃水 10.566 m 総噸数
 16,402.35 噸 載貨重量 26,729 噸 貨物倉(グレーン) 36,224 m³ 速力(試) 17.676 ノット(航) 15.25 ノッ
 ト 主機 三井 B&W 6 K 74 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力(定格) 11,600 PS \times 124 RPM (常用) 10,600 PS
 \times 120 RPM 乗員 38 名 船級 AB 工期 47-1, 47-4, 47-7-14 設備 荷役用 8 トンデッキクレーン 5 台



SANKOSUN (自動車兼ばら積貨物船) 船主 Inca Shipping Inc. (リベリア) 造船所 佐野安船渠株式会社
 総噸数 20,714.76 噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 37,411 噸 全長 180.64 m 長(垂) 170.00 m 幅(型) 27.60 m
 深(型) 17.00 m 吃水 12.00 m 凹甲板船尾機関型 主機 住友スルザー 7RND 76 型ディーゼル機関 1 基 出力
 (最大) 14,000 PS×122 RPM 航統距離 17,500 海里 速力(最大) 17.58 ノット (航海) 15.1 ノット 汽缶(補)
 1,500 kg/h×7 kg/cm²G×1 發電機 500 KVA×AC 450 V×3 貨物倉(ペール) 41,012 m³ (グレーン) 42,255
 m³ 自動車搭載台数 (コロナクラス) 2,172 台 (17,000 m³) 乗員 39 名 工期 47-3-18, 47-5-24,
 47-7-25



BRIGHT HOPE (明益輪) (木材兼ばら積貨物船) 船主 Mingtai Navigation Co., Ltd. (中国) 造船所 常石造
 船株式会社 総噸数 16,041.91 噸 純噸数 10,223.44 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 27,722 噸 全長 175.20 m
 長(垂) 165.00 m 幅(型) 25.00 m 深(型) 14.00 m 吃水 10.782 m 満載排水量 35,091 噸 凹甲板船 主機
 三井 B&W 7 K 62 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,600 PS×140 RPM 航統距離 15,370 海里 速力 14.8 ノ
 ット 貨物倉(ペール) 34,198.5 m³ (グレーン) 34,893.4 m³ 燃料油倉 F.O 1,590.8 m³ D.O 336.0 m³ 清水倉
 534.6 m³ 乗員 46 名 工期 47-2-5, 47-4-5, 47-6-30



MARITIME FORTUNE (ばら積貨物船) 船主 Maxim Shipping Company Inc.(パナマ) 造船所 株式会社 大坂造船所 総噸数 19,712.52 噸 純噸数 13,867 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 34,121 噸 全長 185.500 m 長(垂) 175.000 m 幅(型) 26.000 m 深(型) 15.500 m 吃水 11.151 m 満載排水量 41,748 噸 凹甲板船 主機 三菱スルザー 7 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,395 PS×144.8 RPM 燃料消費量 41.9 t/d 航続距離 約 16,460 海里 速力 14.6 ノット 貨物倉(ベール) 41,242 m³ (グレーン) 44,735 m³ 燃料油倉 2,164.9 m³ 清水倉 432.4 m³ 乗員 46 名 工期 47-2-8, 47-4-26, 47-7-14



REOSKY (ばら積貨物船) 船主 The Oceanic Freighters Corp.(リベリア) 造船所 住友重機械工業・浦賀造船所 長(垂) 170.00 m 幅(型) 28.40 m 深(型) 15.00 m 吃水 10.13 m 総噸数 18,723.97 噸 載貨重量 33,757 噸 速力 14.8 ノット 主機 住友スルザー 7 RD 76 型ディーゼル機関 1 基 出力 11,200 PS×122 RPM 船級 BV 工期 46-12-27, 47-4-11, 47-6-28 設備: 約 1,000 台の自動車をリフト・オン、オフ方式で積載する設備。トップサイドタンクの一部は穀物専用



ATHOL (貨物船) 船主 Gramos Shipping Company S.A (リベリア) 造船所 石川島播磨重工業・東京工場
 総噸数 13,124 噸 純噸数 9,394 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 22,226 噸 全長 164.33 m 長(垂) 155.448 m
 幅(型) 22.86 m 深(型) 13.56 m 吃水 9.848 m 主機 IHI-ピールスタック16PC-2V型ディーゼル機関1基
 出力 7,200 PS×482 RPM 燃料消費量 28.1 t/d 航続距離 15,000 海里 速力 15.0ノット 貨物倉(グリーン)
 30,454 m³ 自動車積載 547 台 燃料油倉 1,337 m³ 清水倉 210 m³ 乗員 27 名 工期 46-12-13, 47-2-15,
 47-6-8



AKADEMOS (貨物船) 船主 Skopos Shipping Company S.A. (リベリア) 造船所 石川島播磨重工業・
 東京工場 総噸数 13,124 噸 純噸数 9,394 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 22,589 噸 全長 164.33 m 長(垂)
 155.448 m 幅(型) 22.86 m 深(型) 13.56 m 吃水 9.848 m 主機 IHI-ピールスタック16PC-2V型ディーゼ
 ル機関1基 出力 7,200 PS×482 RPM 燃料消費量 28.1 t/d 航続距離 15,000 海里 速力 15.0ノット 貨物倉
 (ベール) 29,507 m³ (グリーン) 30,454 m³ 自動車積載 692 台 燃料油倉 1,337 m³ 清水倉 210 m³ 乗員 27 名
 工期 46-12-18, 47-3-28, 47-7-12



河丸 (自動車運搬船) 船主 日之出汽船株式会社, 昭和海運株式会社 造船所 日立造船・舞鶴工場
 総噸数 7,016.11 噸 純噸数 2,949.7 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 9,267 噸 全長 174.50 m 長(垂) 164.00 m
 幅(型) 25.40 m 深(型) 8.10 m 吃水 7.20 m 満載排水量 17,086 噸 主機 日立 B&W 9 K 62 型ディーゼル機
 関 1 基 出力 10,540 PS×137 RPM 燃料消費量 43.05 t/d 航続距離 14,000 海里 速力 20.29 ノット 自動車積
 載数 2,530 台 (22,800 m³) 燃料油倉 1,502.06 m³ 清水倉 610.63 m³ 乗員 32 名 工期 46-11-2, 47-
 2 25. 47-6-12



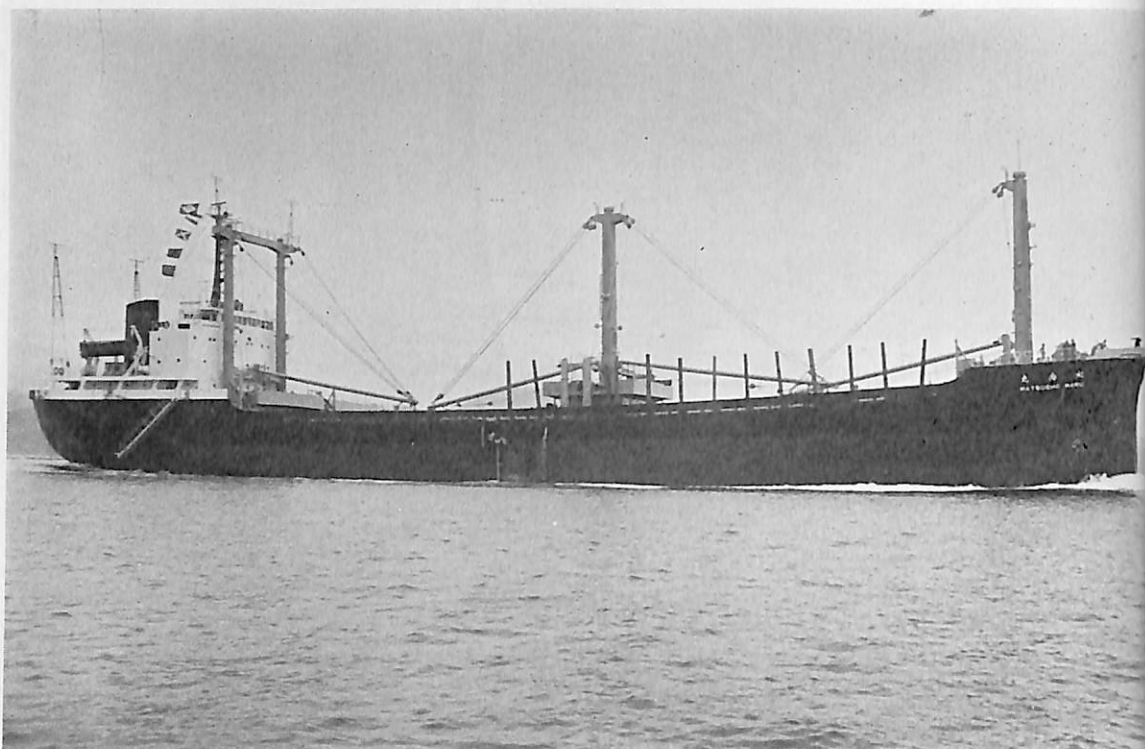
博栄丸 (貨物船) 船主 今治船舶有限公司, 三井物産株式会社 造船所 今治造船株式会社
 総噸数 3,669.12 噸 純噸数 2,449.00 噸 近海 船級 NK 載貨重量 6,552.90 噸 全長 105.31 m 長(垂) 98.60
 m 幅(型) 16.33 m 深(型) 8.40 m 吃水 6.837 m 満載排水量 8,566.00 噸 ウェル甲板型 主機 阪神内燃機
 6 LU 50 A 型ディーゼル機関 1 基 出力 3,230 PS×232 RPM 燃料消費量 13.128 t/d 航続距離 11,271 海里 速
 力 12.75 ノット 貨物倉(ベール) 8,018.912 m³ (グレーン) 8,421.483 m³ 燃料油倉 586.87 m³ 清水倉
 421.55 m³ 乗員 25 名 工期 47-5-4, 46-5-14, 47-6-20



ジャパンアカシア (ばら積貨物船) 船主 ジャパンライン株式会社 造船所 三菱重工業・広島造船所
 総噸数 68,203.06 噸 純噸数 45,133.03 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 122,482 噸 全長 261.00m 長(垂) 247.00m
 幅(型) 40.60 m 深(型) 24.00 m 吃水 16.831 m 満載排水量 143,482 噸 主機 三菱スルザー9 RND 90 型ディーゼル機関 1 基 出力 23,490 PS×118 RPM 燃料消費量 88.0 t/d 航続距離 27,000 海里 速力 15.6 ノット
 汽缶 コクラン 2,000 kg/h×1 発電機 AC 450 60 Hz 937.5 KVA×3 貨物倉(グリーン) 140,206.6 m³ 燃料油倉 7,299.2 m³ 清水倉 592.5 m³ 乗員 33 名 工期 47-1-15, 47-3-28, 47-7-27,



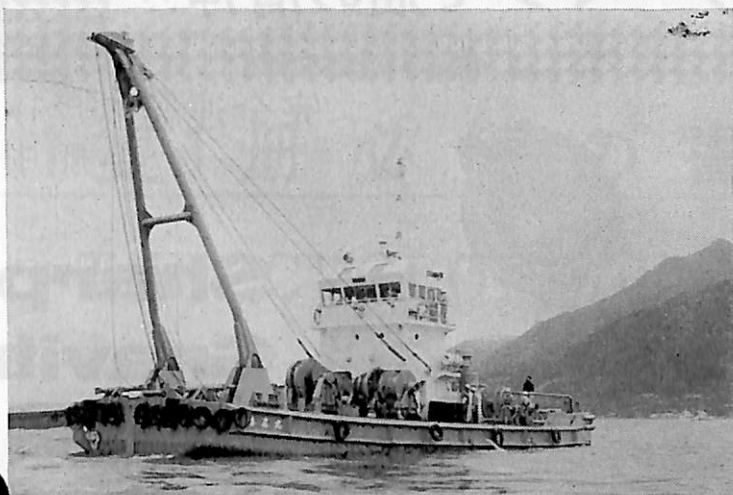
協寿丸 (貨物船) 船主 三協海運株式会社 造船所 三菱重工業・下関造船所
 総噸数 12,174.51 噸 純噸数 7,209.97 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 19,094 噸 全長 160.12 m 長(垂) 148.00 m
 幅(型) 23.00 m 深(型) 12.46 m 吃水 9.466 m 満載排水量 24,894 噸 凹甲板型 主機 三菱 7 UEC^{65/135} C 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,190 PS×140 RPM 燃料消費量 30.5 t/d 航続距離 16,000 海里 速力 15.0 ノット
 汽缶 コクラン 1,200 kg/h, 7 kg/cm²×1 発電機 AC 450×625 KVA(740 PS)×2 貨物倉(ベール) 22,546.7 m³
 (グリーン) 23,437.4 m³ 燃料油倉 1,718 m³ 清水倉 497 m³ 乗員 30 名 工期 46-10-16, 47-3-18, 47-7-5



松 岡 丸 (木材運搬船) 船主 丸友海運株式会社 造船所 太平工業株式会社・安芸津造船所
 総噸数 4,229.27 噸 純噸数 2,805.82 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 7,491 噸 全長 108.00 m 長(垂) 102.00 m
 幅(型) 17.50 m 深(型) 8.60 m 吃水 7.024 m 満載排水量 9,792 噸 船首尾楼付全通一層甲板船尾機関型 主機 神戸発動機 6 UET^{45/80} D 型ディーゼル機関 1 基 出力 3,830 PS×218 RPM 燃料消費量 640 kg/h 航統距離 約 13,000 海里 速力 13.72 ノット 貨物倉(ベール) 9,033.34 m³ (グレーン) 9,794.86 m³ 燃料油倉 105.74 m³ 清水倉 363.48 m³ 乗員 24 名 工期 46-10-13, 47-1-18, 47-3-18



大 東 丸 (木材運搬船) 船主 大東海運株式会社 造船所 株式会社 来島どっく・宇和島工場
 総噸数 3,137.88 噸 純噸数 2,115.60 噸 近海 船級 NK 載貨重量 5,975.50 噸 全長 101.10 m 長(垂) 94.0 m
 幅(型) 16.0 m 深(型) 8.20 m 吃水 6.830 m 満載排水量 7,830.0 噸 凹甲板船尾機関型 主機 神戸発動機 6 UET^{45/75} C 型ディーゼル機関 1 基 出力 3,230 PS×218 RPM 燃料消費量 12.40 t/d 航統距離 9,500 海里
 速力 12.50 ノット 貨物倉(ベール) 7,039.63 m³ (グレーン) 7,408.30 m³ 燃料油倉 503.91 m³ 清水倉 396.73 m³ 乗員 23 名 工期 47-2-28, 47-4-2, 47-7-11



特許製品

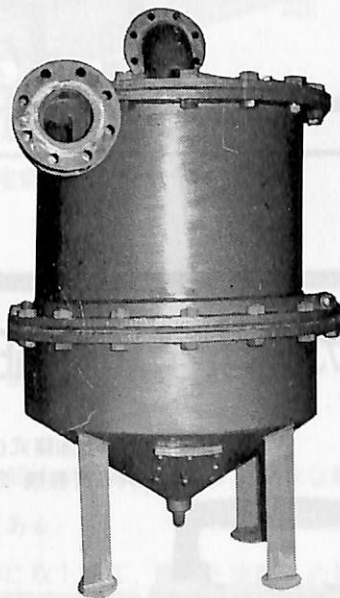
減らない強制水潤滑船尾管軸受

＊油潤滑軸受の油洩れ絶無を
何人が保証出来ましょうか

弊社の船尾管軸受は水潤滑ゆえ、油洩れの心配も
皆無となり、海洋汚染防止法に添った新しい時代の
船尾管軸受であります。

〔利点〕

- ① 船尾振動がないから、振動によるエネルギーロスがなく船体振動が激減する。
- ② メンエンジンにの負荷が少なく排気温度が低くなる為、パワーセーブとなり、パワーロスが皆無となる。
- ③ 軸受摩耗の激減並に主機関の耐久力が増加する。
- ④ 砂をかまないので浅海及び汚水水域航行時の耐久力が増加する。



特許製品 泥水分離器

船舶用各種ポンプのサクシオン側に取付け、揚水中の泥砂を連続濾過し船内機器のトラブルと損傷を防止する極めて高性能なサイクロンセパレーターであります。

●型式 10, 20, 35, 50, 70, 100, 200 m³/H

〈その他の営業品目〉

- 浚渫船用/サクシオンベッドブッシュとインペラーシャフトベアリング
- 水・酸及び各種特殊液用/フューガルポンプ

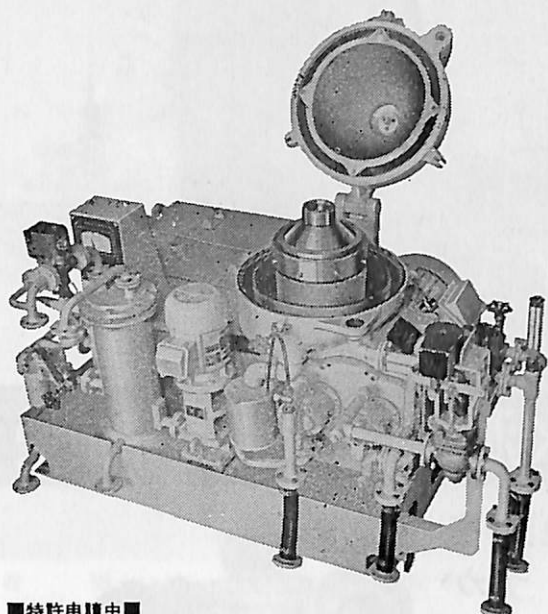
古川軸受工業株式会社

代表取締役社長 古川 裕一郎

大阪市北区芝田町55 (北阪急ビル) 〒530 Tel (06) 372-1735 (代表)

ノーマンで油の清浄!!

完全連続スラッジ排出形
舶用油清浄機



■特許申請中■

**Sharples
Gravitrol**

◆ペンウォルト コーポレーション
シャープレス機器部 日本総代理店

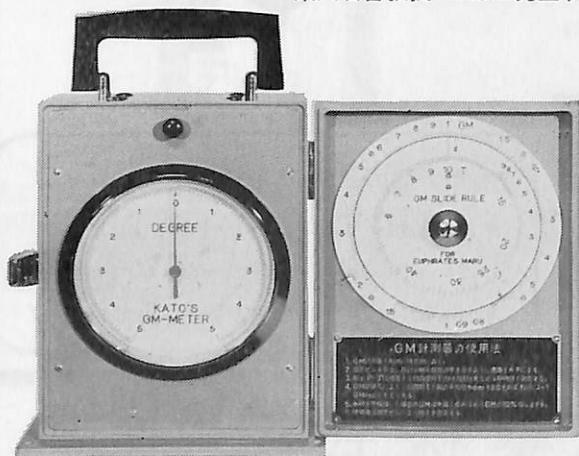
巴工業株式会社

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

あなたの安全を保証する

GMメーター

特許：加藤式GMメーター
東大名誉教授 加藤弘先生 御発明



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



株式会社 **石原製作所**

全国の船舶関係商社又は有名
船具店に御問合せ下さい。

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



日本図書館協会選定図書



1 隻 1 冊 必 備 の 書

THE CYCLOPEDIA
OF
NAVIGATION

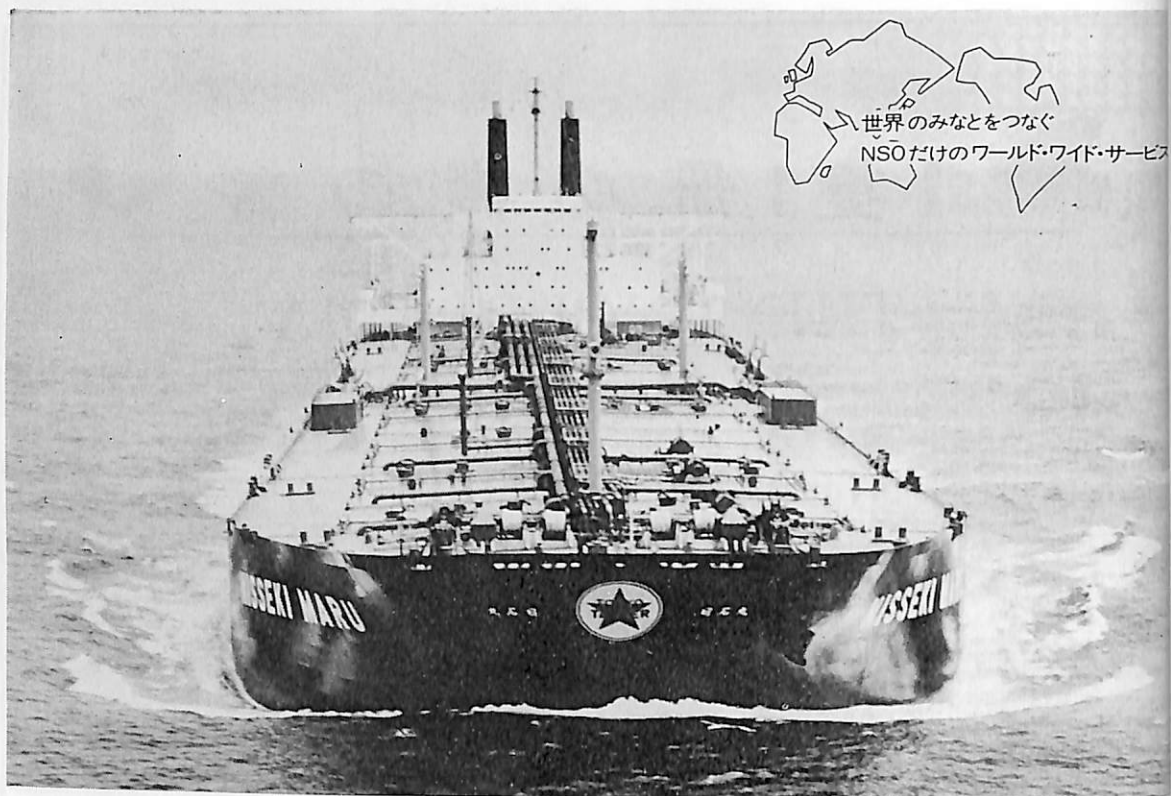
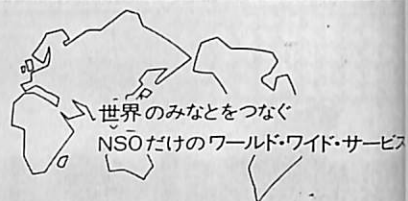
監 修 東京商船大学名誉教授 浅 井 栄 資
東京商船大学学長 横 田 利 雄

航 海 辞 典

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

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

東京都新宿区赤城下町50 天 然 社 振替東京79562番



吃水圧 $2.1\text{kg}/\text{cm}^2$ 、 船尾管シール装置異状なし!

ペルシャ湾航路の世界最大のタンカー日石丸(37万トン)から、うれしい知らせが届いています。そして今……

48万トンメガロタンカーグロブテック東京号の出現をひかえ、独自のシール素材の開発をもとに、NSOシール・エンジニアリングの粋を集めて、ここにその般尾管シール装置を完成しました。

NSOスタンチューブ・シールEVL……吃水圧の高圧化など荷酷な条件にも耐え、来るべき巨船化時代の礎となる決意と自信をさらに深めています。

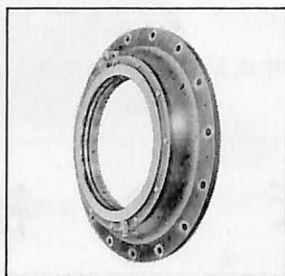
●海水潤滑方式EVKタイプ及び、水中軸受EVRタイプも用意しています。

その精巧なシール技術……

EVLタイプは、推進軸径 $500\phi\sim 1,000\phi$ 級の油潤滑用シール装置として、リップ材・ベローダイヤフラム材には、NOKの誇るシールエンジニアリングが生み出したフッ素系特殊ゴム(バイトン-2163)を使用、スリーブライナーには、船尾側にステンレス鋼を、船首側に特殊鋳物を使用し、推進軸の磨耗、及び海水の浸入・潤滑油の漏洩に、万全を備えています。

信頼のパスポート……ワールド・ワイド・サービス
NSOスタンチューブシール・ポンプ用メカニカルシールは、世界の主な港で国内と同じサービスが受けられます。

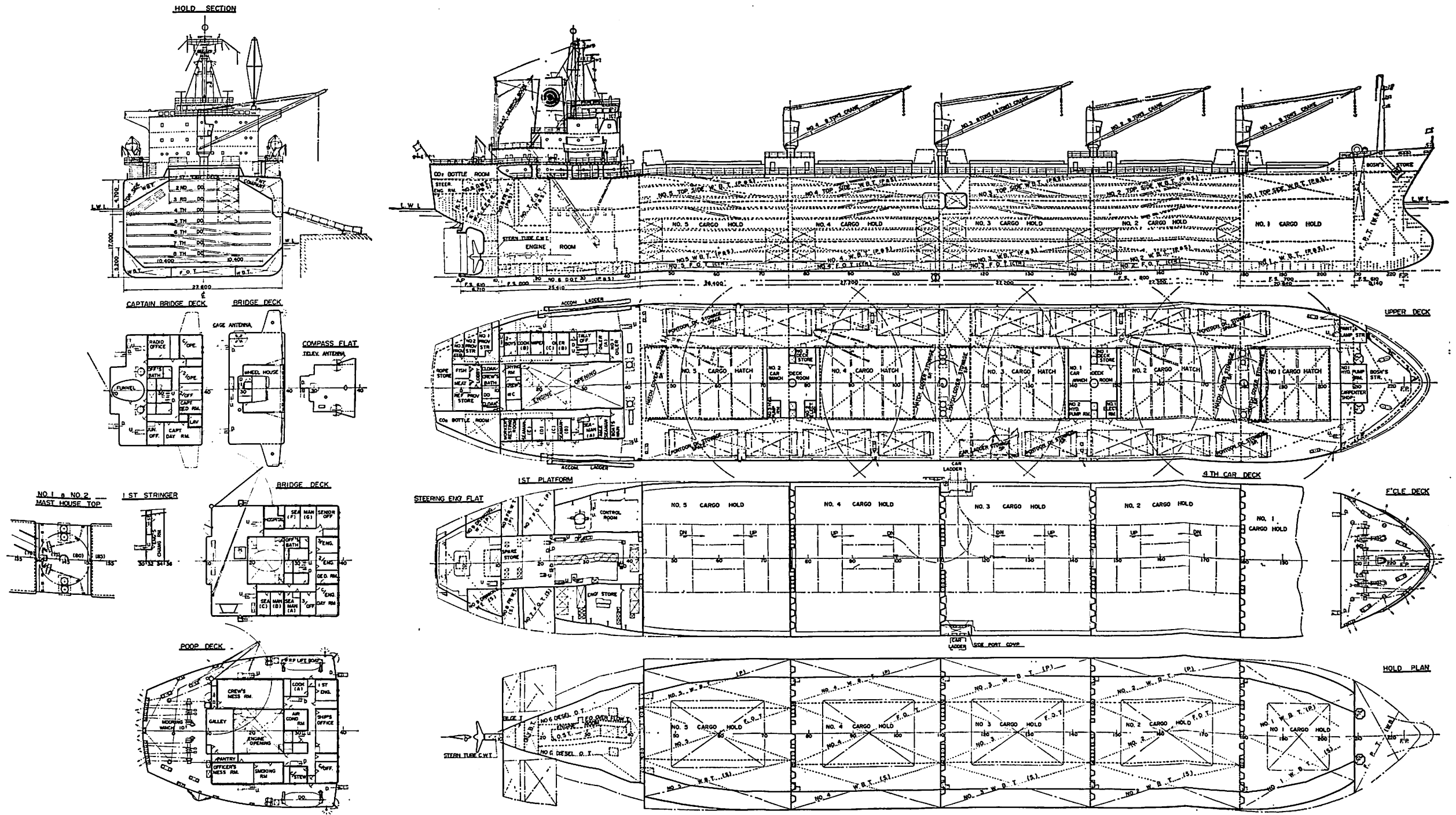
NSO
スタンチューブ
シール
EVL



製造元

NSO
日本シールオール株式会社
販売元

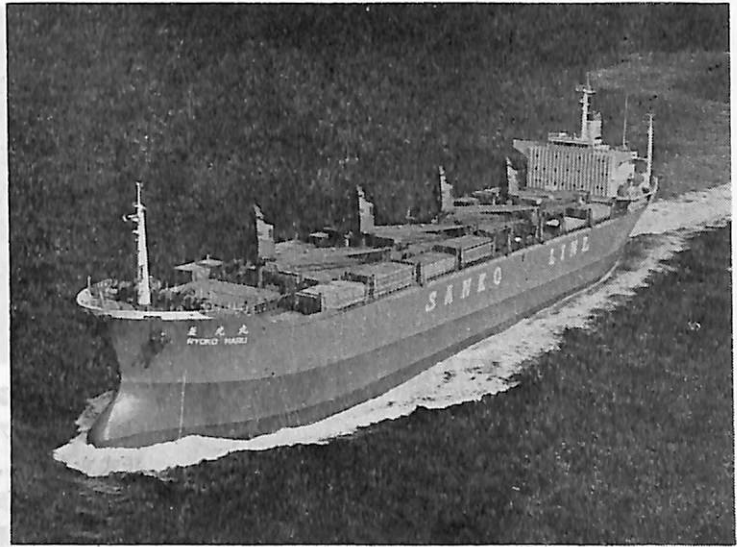
NOK
日本オイルシール工業株式会社
105東京都港区芝大門1-12-15 電話(03)432-4211 大代表



菱光丸一般配置圖

自動車兼撒積貨物船

菱光丸 について



佐野安船渠株式会社
船舶設計部

1. ま え が き

本船は三光汽船株式会社の御注文により当社において昭和47年1月14日起工、昭和47年3月18日進水、昭和47年5月29日完工した当社最大船型の自動車兼撒積貨物船である。

本船の大きな特長としては、Drive on-off のみで自動車積み可能な撒積兼用船で、去る5月30日名古屋港において自動車荷役の際には予期以上の高能率の成果をあげ荷役を完了したことは、船主監督殿をはじめ関係者の御協力によるものと感謝する次第である。

なお、国外船主からの御注文による同構想の姉妹船が引続き建造されているが、シリーズ第1船の完工を機会に本船の概要をご紹介する。

2. 基本方針

本船の計画に当たっては、これまでに建造された多くの自動車兼撒積船のイメージから脱却し、自動車専用船にも匹敵する荷役能率の向上と附随作業の軽減を計るため、次のごとき方針とした。

- (1) 自動車(国産中型車)約2,000台を積載するための乗組員の作業を極力減らすためボンツーンデッキは艙口部のみとし、舷側部および艙口前後部はリフトアップデッキとする。
- (2) 従来のロールオンオフ自動車兼撒積船のエレベーター方式では、これで荷役能率が限定される上に、貨物艙容積、自動車積台数の減少が大きいいため、自動車専用船の長所である連続荷役が可能なるDrive on-off方式を本船に適用し、専用船にも匹

敵する荷役能率を目標とし、1日の定常荷役で2,000台の自動車を積載する。

- (3) 自動車載貨に対する安全設備は将来の動向も考慮し、CO₂消火設備は現状規則を上廻る45% volumeを10分で放出するtotal flooding方式を採用し、艙内換気については荷役作業員の衛生をも充分配慮し、毎時20回の換気能力をもつ機動通風を設ける。
- (4) 主機械はSULZER 7RND 76とし、機関部は自動化し、M0符号を取得する。

3. 主要目および配置

3-1 主要目

船級 NK: NS* (Bulk Carrier or Motor Car Carrier)
MNS* (M0符号取得)

主要寸法

全長	180.64 m
垂線間長さ	170.00 m
幅(型)	27.60 m
深さ(型)	17.00 m
満載吃水	12.00 m

噸数、載貨重量、容積等

総噸数	23,411.91 T
純噸数	14,177.25 T
載貨重量	38,082 tons
自動車積載台数	2,172 台
貨物艙容積	42,254.8 m ³

脚筒水艀容積	11,556.5 m ³
燃料油艀容積	2,786.6 m ³
清水艀容積	344.2 m ³
速力等	
航海速力	15.1 ノット
試運転最大速力	17.42 ノット
航続距離	17,800 浬
主機械等	
主機械	住友 SULZER 7 RND 76
ボイラー	コクラン型 1,500 kg/hr
発電機	550 KVA×AC 450 V×3 基
乗組員	
士官	12 名
部員	25 名
	合計 37 名

3-2 一般配置

本船は居住区および機関室を船尾に配置し、船首楼および船尾楼を有し、船尾形状はカットオフスターン、船首に大型バルバウスバウをもつ凹甲板船である。

中央部はトップサイドタンク、ホッパーボトム形状の5つの貨物艀で、No. 2～5 貨物艀には7層の B&V のカーデッキを設備している。

各艀口間にはクレーン荷役、ポンツーンカーデッキおよびカラダラーの据付のために使われる8t 電動油圧クレーンを計4基、カーデッキ用のウィンチをおさめた2つのウィンチ室が配置されている。

No. 3 貨物艀後部には艀内カーデッキの高さとトップサイドタンクの構造とを考え合わせた位置に大きなサイドポートドアが設けられている。このドア下縁は満載吃水線より沈むが、国内で建造された例もなく欧米にも実績は少なく、日本海事協会の御指導も仰ぎながら次のごとき設備とすることにより、その安全性には充分考慮を払った。

すなわち、二重船側構造の区画とし、水密扉2枚により万一の洩えいにも船艀への浸水がなきようにし、この区画のビルジ警報を操舵室に設け常時監視するとともに、航海中にも水密性の確認および扉の保守点検が行なえるよう上甲板にはアクセスハッチを設備している。

4. 船殻構造

構造様式はトップサイドタンク、二重底部は縦肋骨方式、艀内肋骨は横肋骨方式としている。

隔壁には自動車走行のための大きなドア開口があるため、角型ビラーおよび通風ダクトを配して支持する構造とし、舷側部はコルゲート式を採用した。

サイドポートドアおよびその二重船側構造区画は、隣

接する外板構造と同等以上の強度と水密性を確保しうよう増強するとともに、トップサイドタンクの下縁を一部切欠くような形となるため縦強度の連続性には充分留意した。

また本船は自動車貨物と石灰等の alternate loading も予想されるため、二重底も増強している。

居住区甲板室の外壁および主要な室内の鋼壁配置は、全層同一となるように居室を配置するなどを、防振には特に留意した。

5. 一般船体艀装

5-1 係船装置

本船はカーデッキウィンチを含め福島製作所の電動油圧式を採用し、船首楼甲板上に揚錨機兼用係船機を1台、船尾楼甲板上に係船機2台、上甲板上船尾楼前に1台を配置し、係船ドゥムの速度制御、ブレーキ、クラッチの嵌脱はサーボマロールによる遠隔操作とし、船首尾ともワンマンコントロールが可能である。ジブシーホイルは安全を考え機側操作のみとした。

係船機の要目は

揚錨機兼係船機	1 台
チェーン	30 t × 9 m/min
ホーサードラム	10 t × 15 m/min × 4
係船機 (船尾楼上)	2 台
ホーサードラム	10 t × 15 m/min × 2
係船機 (上甲板上船尾楼前)	1 台
ワーピングドラム	3 t × 15 m/min

5-2 デッキクレーン

本船の自動車荷役は後述のごとく、ドライブオン・オフにて行すが、一般貨物、カラダラー、ポンツーンカーデッキの取扱いのために、IHI 電動油圧駆動デッキクレーンを上甲板上各ハッチ間船体中心線上に計4基設置した。クレーンの要目は

8 t × 4.5 m ~ 20 m ラジラス	3 台
8 t × 4.5 m ~ 22 m ラジラス	1 台
(カラダラーセットのため 6 t × 23 m ラジラスの二重標示としている)	

5-3 ハッチカバー

ハッチカバーは NAVIRE-KYB のコンパクトホールディング型風雨密カバーを採用し、電動油圧駆動チェーンドライブ方式で開閉され、ジャッキアップはオイルシリンダーによる一斉扛上げ方式とし、省力化および開閉作業の迅速化をはかった。油圧駆動源は後述のサイドポートドアおよびバルクヘッドドア用との兼用としている。



カーラダーおよびサイドポート



第4層カーデッキに設けられたバルクヘッドポート

5-4 その他

居住区は全室エアコンディショニングで、天井および壁ともプラスチックオーバーレイ仕上のノーペイント方式とし、居住性の向上と乗組員のメンテナンス作業の省力化を計った。

船首尾の吃水読取りのため、エヤーバージ式吃水計を装備し、インジケーターは船尾楼甲板上の船用事務所に設置している。

6. 自動車積載設備

6-1 荷役方法

本船の最も大きな特徴は、自動車の荷役方法と、これに関する設備である。

荷役時間の大幅な短縮と、車の損傷発生率低減のために、撒積兼用船であるにもかかわらず自動車専用船のように完全自走式を採用したことである。

さて本船における自動車荷役方法を以下に説明する。

岸壁よりカーラダーを介して第3ホールド後端部の第4層カーデッキ部外板に設けたサイドポートより入った車は各カーデッキの一部に設けられた斜路を利用して上下のカーデッキに達することが出来る。

第1～5層間の斜路はボンツーンデッキを利用して船の前後向きに設けられているが、第5～9層(二重底)間は、前後のバルクヘッド沿いに設けられたリフトブルデッキを斜路として利用する。

従つて上方では車が1周するごとに1層ずつ上下するのに対し、下層では1周すると2層分上下でき、旋回運転の減少および走行経路の短縮によりドライバーの疲労軽減と事故の減少を企図しているが、第1回荷役では、ドライバーの評判もよく事故は皆無であつた。

他のホールドへは、第4層カーデッキに設けられた各艙間のバルクヘッドドアを通じて走行できるようになっている。

この走行方法や、これに伴う斜路の位置、幅、カーデッキのリンケージや吊ワイヤの位置、サイド・バルクヘッドドアの位置・開口幅等については図面検討とともに10回をこえる各種の実車走行テストを重ねて総合的に決定されたものである。

なお自動車と石炭等のホールド別同時混載時、または岸壁事情等の関係でカーラダー、サイドポートの利用ができぬ時には、各ホールドごとにハッチを開いて自動車を最上層デッキまで自走クレーンによるリフトオンオフも可能であるが、これは他の兼用船にみられるような荷役中にカーデッキを取扱うということもなく、短時間で荷役ができる。

以下に関連設備の概要を説明する。

6-2 カーラダー

本船の寄港予定の岸壁事情(高さ、広さ、干満差等)を詳細に調査し、本船の吃水、自動車の走行性能等を総合的に検討した結果、本船に設備するラダーは全長14m幅2.8mとし、吃水や干満差に応じて傾斜の変る上部と狭い岸壁でも使用可能なよう特別な形状をした下部とが組み合わされており、予め船上で一体にした上でクレーンで吊つて船体と直角の向きにサイドポートの内側ドア端に引掛けられるようになっている。

走路面はエキスパンドメタルを使用し、両側部の起倒式ハンドレールスタンプの他に600mm幅の通路が確保できるように取外し式のスタンプとロープが準備されている。

6-3 サイドポートドアおよびバルクヘッドドア

前述のごとく、サイドポートドアの下縁は満載吃水線下に沈むので、その構造、強度計算には特に留意した。さらに構造と機構をうまく一体化するためにメーカーである萱場工業と充分協議し、外側ドアは、油圧トルクヒンジとコントロールアームにより船体外側後部に平行に開く方式とした。また内側ドアは、油圧シリンダにより



ボンツーンカーデッキを利用した傾斜路



前後のリフトブルデッキを利用した傾斜路

下方外側に開き、このドアを利用して艙内に入るようになっている。走行面には木板を張りつめている。

水密の保持は、内外ドアとも数個の油圧シリンダとリンク機構でつながれたウェッジにより、一斉に締付けられるようになっており、外側ドアは水密性を確実にするためダブルパッキン方式としている。

開口寸法は、板切抜きにて外側 4.06 m 幅×2.65 m 高さ、内側 3.00 m 幅×1.88 m 高さであり、コーミング、アーム等による突出部を除いた自動車に対する総合有効寸法は 3.00 m 幅×1.78 m 高さである。

バルクヘッドドアは、第2～5ホールド間の各バルクヘッドに合計3組設けられ、ドアパネルの上下端をオイルモーターを介してエンドレスにつながれたチェーンにより上にスライドして開式となっている。水密保持はサイドポートドアと同じ要領である。

開口寸法は、3.0 m 幅×1.7 m 高さであるが、第3ホールド後端のもののみ自動車がサイドポートより旋回しながら通過することを考慮して 3.6 m 幅とした。

締付機構および油圧パイプを取付けた面には、石炭等の撒積み貨物積込時に貨物による損傷を防ぐため、手動差上げウィンチで上方にスライドするもう1枚のプロテクトドアを設けるとともに、油圧モーターその他の固定機構も、取外し式カバーで保護されている。

これらのドアの油圧源はハッチカバー駆動用のものと共用し、操作はドア近くと上甲板からの遠隔の両方で可能のようにしてある。

なお、装置の精度保持と、当社の工期短縮をねらってこれらのドア関係は装置周囲の船殻構造を含む大型ブロックとして製作し、大きなメリットを生み出した。

6-4 カーデッキおよびウィンチ

カーデッキは川崎重工業製の B&V 式であるが、撒積船との変換時間を短縮、乗組員の労力軽減のためクレーンで取り扱うボンツーンデッキは、ハッチ開口部直下

にかぎり、両側部および前後はリフトブルデッキとした。

ボンツーンの上部5層は、前記のように一部斜路を含むため、前後端の2枚を横に渡し、これに斜路を含めた3枚をたて向きに乗せる方式としている。下部3層はすべて横向きにサイドデッキに乗せている。

サイドデッキは5層からなり、撒積み貨物の侵入を極力くい止めるために最下層のもののみ板張りとした他は、通風効果を考えてエキスパンドメタル張りとした。

最も特長のあるのは、艙口部の前後の吊下げ式のもので、7層の内下部3～4層は斜めに上下のサイドデッキ間にかけて斜路を形成し、一方撒積みの時にはすべて水平に上甲板裏に格納される点である。

これは、当社の基本構想をもとにしてメーカーではじめて開発されたもので、索取りの方法、バランスの調整等に関する問題点の究明のため模型を製作して検討し所期の成果をおさめた。

サイドおよびエンドの吊下げ甲板は、すべて専用油圧ウィンチで巻上げ下げされる。巻上げワイヤは、各ホールドのトップサイドタンク裏でテークルダウンされた後上甲板上のカーデッキウィンチ室に導かれる。カーデッキウィンチは、2ホールド分に1台ずつ、計2台装備され、それぞれのウィンチはサイドデッキ用 (17 t × 8 m/min) とエンドデッキ用 (12 t × 13 m/min) の2軸に合計8ドラムを有する巨大なものであり、手動ブレーキ、手動クラッチにより切換えて順次1ドラムずつ使用する。

ウィンチ室とホールドは、ワイヤ貫通孔により実質的につついているために、石炭積時の防爆対策上油圧ポンプ等の電気機器は別室にまとめて配置されている。

なお、ウィンチのメーカーは、係船機械とともに福島製作所である。

6-5 ホールド通風

各ホールドの前後端バルクヘッド両舷に各1本、計4本の通風ダクトを設け、各カーデッキごとの開口には木製蓋板を備えている。3本のダクトの頂部には、1,000 m³/min (18.5 KW) の給気専用軸流ファンを備え、さらに残りの1つには 600/1,000 m³/min (22 KW) の可逆防爆型軸流ファンを備えている。

荷役中は、給気通風方式をとり、すべてのファンを運転して最下層デッキ、または主として荷役中のデッキの通風開口より吹き出させて、ハッチを適当に開放して排気し、20回/時の換気をする計画であるが、第1回の荷役では、強力な通風の有効性が確認された。また航海中には、ホールド底部にたまる重いガソリンガスを吸引すべく、1台のファンのみ排気側に運転し、このダクトの最下開口のみあけることとし、他の3本のダクトは最上層の開口をあけて自然給気孔とし、ファンは停止しておくことにしている。

6-6 ホールド照明

各カーデッキごとに4箇の300 W 散光式白熱投光器を前後のバルクヘッドからホールド中心に向けて対角状に照射するのを原則としており、サイドポート入口付近の天井にはさらに1灯増設している。

当初、サイドポートから自動車が入り込んだ時の明るさの急変が心配であったが、荷役中は反対舷のサイドポートドアも開くことにより実用上何の問題もないことが確認された。一般のホールド内では平均12ルクスを確保できている。

上記照明の他に、斜路の部分には、それぞれの中央部付近に20 W の蛍光灯を2本ずつ配置していたのは、車の走行に有益であった。

白熱灯、蛍光灯ともにすべて防爆型であり、撒積み貨物に対する保護としては、白熱灯は、前面に鋼製蓋をとりつけ上部には屋根を設けており、蛍光灯はすべて鋼製蓋付きの箱またはリセスの中におさめ、走行の邪魔にならぬように配置した。

なお、照明に関連して艙内の塗色はカーデッキ(グレー)を除きシルバー仕上げとし、さらに、カーデッキ用リンケージ、ワイヤ、バルクヘッド開口周囲、その他注意を喚起すべきところにはすべて黄黒のトラマークまたは黄色を塗っている。

6-7 消火装置等

自動車を積まない第1ホールドを除き、炭酸ガス消火装置を備え現行ルールを上まわる45%を10分以内に放出するセミトータルフラッディング式としている。なおガスの放出に先立つてホールド内の作業員の注意喚起(避難指示)のため、ベルを鳴らすようになっている。

また炭酸ガス以外に各カーデッキに2本ずつの持運び式粉末消火器も常備されている。

さらに、火災探知装置として煙管式ディテクタを備えているが、この管系は炭酸ガス放出管系からは独立のものであり、各ホールドに3系統ずつ設けられている。

7. 機 関 部

7-1 機関部一般

本船は、主機関として最大出力14,000 PS、排気タービン過給機付2サイクル単動ディーゼル機関住友スルザー7 RND 76形1基を装備している。

機関部補助機械は、非常用空気圧縮機を除き、すべて電動機駆動としている。

蒸気発生装置として補助ボイラ1基および主機関排ガスを利用した排ガスヒータ1基を備え、機関部および船体部雑用に必要な蒸気を供給する。

発電装置は主発電機3台を装備しており、航海中は1台、出入港および荷役中は2台にて所要電力は賅われる。

なお、本船は日本海事協会の“M0”符号取得のための諸装置を設け、通常航海中は24時間以内の機関室無人運転が可能となっている。すなわち、主機船橋操縦装置、発電装置の自動化、補機の自動発停、自動切換、警報装置が従来の船より追加され、乗組員の削減および作業環境の改善に勉めた。

7-2 機関部主要目

(1) 主機関

住友スルザー 7 RND 76 型 単動タイプスベッド、
排気タービン過給機付ディーゼル機関 1 基
連続最大出力 14,000 PS × 122 rpm
常用出力 12,600 PS × 118 rpm

(2) プロペラ

5翼一体型 高力黄銅鑄物 1 基
直径 × ピッチ 5,800 mm × 4,200 mm

(3) 補助ボイラ

立形横煙管式ボイラ 1 基
蒸発量 × 蒸気圧力 1,500 kg/h × 7 kg/cm² 飽和

(4) 排ガスヒータ

強制循環コイル式 1 基
蒸発量 × 蒸気圧力 1,200 kg/h × 4 kg/cm² 飽和

(5) 発電装置

原動機 4 サイクル ディーゼル機関 3 基
660 PS × 720 rpm
発電機 交流自励式自己通風防滴型 3 基
550 KVA, AC 450 V, 60 Hz, 720 rpm

(6) 空気圧縮機

主空気圧縮機	344 m ³ /h × 25 kg/cm ²	1 台
補助空気圧縮機	177 m ³ /h × 25 kg/cm ²	2 台
非常用空気圧縮機	5 m ³ /h × 25 kg/cm ²	1 台

(7) 油清浄機

燃料油清浄機	3000 l/h	2 台
潤滑油清浄機	2500 l/h	1 台

(8) ポンプ

主冷却海水ポンプ	670 m ³ /h × 23 m	1 台
補助冷却海水ポンプ	90 m ³ /h × 25 m	1 台
ジャケット冷却清水ポンプ	210 m ³ /h × 35 m	1 台
ピストン冷却清水ポンプ	70 m ³ /h × 55 m	2 台
燃料弁冷却清水ポンプ	7 m ³ /h × 30 m	2 台
ビルジバラストポンプ	670 m ³ /h × 23 m	1 台
消火兼雑用ポンプ	180/90 m ³ /h × 26/70 m	1 台
消火兼ジャケット冷却清水ポンプ	210/90 m ³ /h × 35/70 m	1 台
ビルジポンプ	10 m ³ /h × 30 m	1 台
サタリポンプ	5 m ³ /h × 50 m	2 台
清水ポンプ	5 m ³ /h × 50 m	2 台
給水ポンプ	3 m ³ /h × 110 m	2 台
ボイラ水循環ポンプ	10 m ³ /h × 30 m	2 台
冷凍機用冷却水ポンプ	8 m ³ /h × 30 m	1 台
冷房機用冷却水ポンプ	40 m ³ /h × 35 m	1 台
主潤滑油ポンプ	110 m ³ /h × 55 m	2 台
潤滑油移送ポンプ	5 m ³ /h × 30 m	1 台
船尾管軸受潤滑油ポンプ	0.5 m ³ /h × 25 m	1 台
燃料油ブースタポンプ	6 m ³ /h × 100 m	2 台
燃料油移送ポンプ	5 m ³ /h × 35 m	1 台
燃料油サービスポンプ	10 m ³ /h × 30 m	1 台
スラッジポンプ	5 m ³ /h × 60 m	1 台

(9) その他

機関室通風機	700 m ³ /min × 40 mmAq	2 台
	900 m ³ /min × 30 mmAq	1 台
造水装置	15 t/day	1 台
廃油焼却炉	34 kg/h	1 台
主空気タンク	10 m ³ × 25 kg/cm ²	2 台
発電機始動用空気タンク	100 l × 25 kg/cm ²	1 台
主機解放クレーン	4,000 kg	1 台
ビルジセパレータ	10 t/h	1 台
燃料油澄タンク	15 m ³	1 台
燃料油常用タンク	20 m ³	1 台

7-3 機関部自動化の概要

(1) 機関制御室

機関室内に制御室を設け、機関の操縦、集中監視に必要な装置および計器類を装備した。

- (1) コントロールコンソール
- (2) 主配電盤
- (3) 発電機制御盤
- (4) モニターコンソール
- (5) 集合始動器盤
- (6) エヤーコンディショナー
- (7) その他必要計器類

(2) 主機遠隔操縦装置 (電気一空気式)

操舵室に主機操縦スタンドを設け、押釦式テレグラフ発信器に操縦機構を組込んで、容易に主機の発停、増減速および前後進切換えが行なえるように下記装置を組込んでいる。

- (1) 自動停止装置
- (2) 非常停止装置
- (3) 自動再起動装置
- (4) 自動減速装置
- (5) 振り振動危険回転数警報装置
- (6) 各種インターロック装置

速度設定は、港内全速までは STEP-UP 方式とし、あらかじめ定められた速度に自動的に設定される。航海速度は操縦スタンドに設けられた航海速度設定器により自由に得られる。ただし上限は制御室の燃料ハンドルによつて制限される。この航海速度へは組込まれているプログラムに従つて増速される。なお制御室からの操縦は機械式とし、機側の操縦機構は取外している。

(3) 発電機関

発停は制御室および機側にて行なえるようにした。自動化および保護装置としては下記を設けた。

- (1) 自動温度調節
- (2) 自動停止装置
- (3) 自動起動装置
- (4) 各種インターロック装置

(4) 蒸気発生装置

補助ボイラ燃焼装置は完全自動化として 3 位置制御 (ON-OFF および高低) 方式を採用した。その他下記の装置を設けている。

- (1) 自動給水装置
- (2) 自動補水装置
- (3) 各種保護装置
- (4) 排ガスヒータ発生蒸気の圧力制御

(5) 空気圧縮機

主空気圧縮機は遠隔発停および自動停止として出入港時に使用するものとし、補助空気圧縮機は自動発停として航海中に使用するように計画した。

(6) その他

主機用 A-C 重油遠隔切換装置およびプログラム温度制御
 主機主要系統の自動温度制御
 主要ポンプの自動切換および順序始動装置
 燃料油清浄機の連続清浄
 主要タンクの液面制御
 消防兼雑用水ポンプの遠隔発停
 清水ポンプの自動発停
 ビルジポンプの自動停止
 グループアラーム装置

8. 電 気 部

電気部主要機器として次のものを装備している。

- (1) ディーゼル発電機 550 KVA 3台
- (2) 変圧器 20 KVA, 1φ×3 1組
30 KVA, 3φ×1 2組
- (3) 蓄電池 非常灯・通信用 24 V 300 AH 2組

- 無線用 24 V 200 AH 1組
- (4) 機関室火災警報装置 イオン式 1式
- (5) M0用グループアラーム 1式
- (6) 共電式電話機 1:1 1組
自動交換式電話機 30回線 1式
- (7) 船内指令装置 50 W トークバック付き 1式
- (8) エンジンテレグラフ, エンジンテレグラフローター, 主軸回転計, 舵角指示器 各1式
- (9) 電気水晶時計 1:19 1式
- (10) レーダ, 旋回窓 各2
ジャイロコンパス, オートパイロット, 方位測定機, ロラン, 測深儀, 電磁式ログ, 風信儀 各1
- (11) 1.2 KW SSB 無線装置 1式
- (12) 国際および国内 VHF 無線電話機 各1式
- (13) 気象模写受信装置, 空中線共用装置 各1式

住友重機械工業の大型構造物専門工場 東予工場の建設

住友重機械工業では、大型構造物専門工場「東予工場」の起工式を去る8月3日現地（愛媛県周桑郡東予町今在家）で行ない、いよいよ本格的な建設工事に着工することになった。

新工場は、本州四国連絡橋をはじめとするプロジェクトの大型化に対処し、社会開発、海洋開発、環境整備など多様化する需要に対応するため、専用岸壁をもつ臨海工場として計画されたものである。

新工場の概要は、535,000 m²（約16万2千坪）の敷地に、建設資金約50億円（一期工事分）を投入し、理想的なレイアウトと最新鋭の設備を有する大型構造物専門工場として昭和48年4月に操業開始を目標としている。

本工場の特徴

1. 臨海大型工場

本工場は瀬戸内海に面し、本四架橋 E ルートに近く、工場の北側に150 m（将来は400 m に延長）の専用岸壁を有している。

2. 海洋構造物専用ドック

海洋構造物の組立専用として我国最大のドック（長さ100 m、幅85 m、深さ9.3 m）を有し、このドック内で長さ90 m×幅80 m×高さ65 m の巨大な鋼構造物の組立が可能である。

また、ドック内の組立作業を能率

的に行なうため、ドックサイドに超大型160 T タワージブクレーンを設置した。

3. 専用レーン

工場内に圧力容器、大型構造物、丸型構造物の専用レーンを設け、類似機種を集中的に流すことにより、理想的な技術管理、工程管理を行なうことができる。

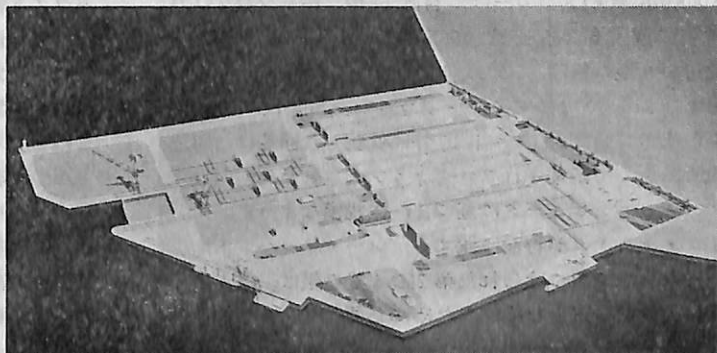
4. 機械設備

我国最大級の焼鈍炉（幅12 m×高さ12 m 長さ20 m）をはじめ、大型構造物に必要な工作機械、製罐設備、自動溶接機、熱処理設備、および検査設備をそろえている。

また、この用途のプレスとしては我国最大の10,000 T プレスを計画中である。

5. 屋外作業場

作業性と組立能力の増大をはかるため、屋外クレーン下の作業場のスペースを大きくとり、大型構造物の輸送の円滑化のため160 T、320 T 自動台車を設備した。



シー・サーペント号

(S.T. SEA SERPENT)

スウェーデン国マルメー (Malmö) の Kockmus Mekaniska Verkstad は、255, 350 tdw のタービン・タンカー「シー・サーペント」号を、ストックホルムの Salénrederierna AB (株式会社) の子会社である、ゴテンブルグ (Gothenburg) の Rederi AB Strim に引き渡した。このタンカーは、Salén グループによつて注文された6隻の姉妹船の最初のものである。更にこれらのうち3隻が、1972年の前半に引き渡される予定であり、残りの2隻は1973年末および1974年のはじめの予定である。

同造船所の現在の19隻から成る255,000トン・シリーズのうち、シー・サーペントは5番目である。これに先行したのは、フランスのジャード (Jade) と英国のロンドン・プライド (London Pride)、ハドソン・ヴェンチャー (Hudson Venture)、およびハドソン・フレンドシップ (Hudson Friendship) で、これらはすべて1971年に就航した。

シー・サーペントは、短かつたが1970年に起こつたタンカー・ブームの精髓を最高に採り入れた船舶の1つである。同船は Texaco 社により3年間、dwt および月あたり3.70ドルでチャーターされたが、チャーター期間中の純益は約3千万ドルに達するであろう。しかしこれはすべて、1971年6月に Götaverken 社が Salén グループに合併したことと関連して、ゴテンブルグの AB Götaverken 社に合併資金として渡されることになっている。

1974年末までに、Salén グループに引き渡される Kockum 社のタンカーは、合計12隻、総トン数230万 tdw に達するであろう。1965年から1969年に完成した最初の6隻の組は、97,000トン3隻、121,000トン2隻、および210,000トンのシー・ソヴレイン (Sea Sovereign) から成つていた。1969年10月に就航した同船は、同造船所によつて創案されプログラミングされた高性能のプロセス・コンピュータに基づく、大規模なオートメーション・システムが特記に値する。シー・サーペントによつて今度端緒をつけられた第2の6隻の組は、無人タービン機関室の安全な操作のために必要なすべての管理機能およびモニター機能をそなえる、完全な Kockum 社



シー・サーペント号

製の電子システムによつて補足された、ブリッジ・プロセス・コンピュータを装備されるであろう。コンピュータ・システムとアナログ装置の得失計算は、オーナーによつて経済性および安全性の両方の観点から決定された。

一般的特性

シー・サーペントは、ロイド (Lloyd) の分類目録の最高クラス +100 A1, オイル・タンカー, 'UMS' により建造された。最後の記号は定期的に無人の機関室を表わしている。装備と設備は、スウェーデン海事庁規則に準拠している。

主な特性は次の通りである。

全長	340.51 m (1,117 ft 2 in)
垂線間長	329.18 m (1,080 ft 0 in)
型幅	51.82 m (170 ft 0 in)
型深	25.60 m (84 ft 0 in)
喫水	20.08 m (65 ft 10.25 in)
貨物容量	338,595 m ³ (11,957,346 f ³)
バラスト容量 (純)	7,714 m ³ (272,417 f ³)
燃料庫容量	16,037 m ³ (566,346 f ³)
ポンプ能力	4×4,500 m ³ /h
総トン数	125,414 登録トン

このクラスの船舶の重要な特徴は、円筒状の船首、もち上がった前甲板、6階の船尾甲板室、1本の高い煙突をもつ分離した機関室、および小さな三角形の横板により僅かに短縮された巡洋艦船尾である。

船体の構造は、先に建造されたものに比較していくつかの小さな変更が見られる。すなわち、全部で15個の積荷用タンクは、下部隔壁 (バルクヘッド) の梁受縦

材(ストリンガー)の幅が小さくなつて洗浄が容易になつている。隔壁の板(ウェーブ)はそれに応じて強化されている。中央タンクのウォッシュ・プレートは、深いデッキ板と孔のない高い底板に代えられた。

燃料オイルおよび水バラストのための前部パイプ・システムは、すべての配管を中甲板から3つのポンプ塔へ集中させることによつて合理化された。ポンプ塔は屋内で前もつて組立てられ、沈下式水力燃料ポンプ、ドライブ・ウォーターとオイル加熱水のための配管、バラスト弁のための伸縮軸をそなえ、1ユニットとして搭載される。この方法は船の装備時数を2労働日短縮した計算になる。

積荷コンパートメントは3×5個のタンクに小区分され、そのすべてが有料積荷のためのものである。5番の両翼タンクは、容積7,232 m³のスロップ・タンクをそなえている。クリーン・バラスト・スペースは、船首および船尾の先端部と、機関室に沿つた両翼タンクとしてのみ用意されている。

機関室に隣り合うポンプ室には、13 kp/cm²のヘッドに対しそれぞれ4,000 m³/hをディスチャージする能力をもつ4台のStal-Eureka社製タービン駆動積荷オイル・ポンプと、主としてスロップを受ける5番の中央タンクに汚水を供給するための2台の900 m³/hエダクターがある。更に、両翼のスロップ・タンクの間と最後には船外へ水運ぶための、200 m³/hrの往復スチーム・ポンプがある。すべてのタンクの洗浄機械はGunclean社製である。

積荷ポンプは、オイルの再循環によつてディスチャージ・フローが減少したとき、空になることを防ぐプライミング・システムをそなえている。主ポンプが積荷オイルのほとんど最後の1滴に至るまで用いることができるので、ふつうのストリッピング・ポンプは装備されていない。バラスト・タンクとして用いることのできる2, 3, 4番の中央タンクは、底部の隔壁バルブを通るフリー・フローをもっている。汲入れと汲出しは4番ポンプによつて行う。

積荷オイル装置の中の123個のバタフライ・バルブの内、49個が甲板室の制御室からKracht型水力制御システムにより集中的に操作され、31個の弁はローカル・コントロール・ボックスから水力で操作され、残りの43個は手で操作される。積荷制御室のミミック・ダイアグラムは、水力バルブの位置を継続的に示す。また手動バルブの終末位置も示すことができるが、操作位置からの押しボタン信号を必要とする。タンクの水準はNeil Varec型の現量メーターによつて自動的に表示される。

機 械

推進は、85プロペラ回転/分で32.0メートル法軸馬力のKockum-Stal-Laval社の並列2段膨脹3段減速ギアのスチーム・タービンの通常セットによる。契約速度は15.9ノット(航海速度に等しい)であるが、海上での試験において、満載喫水、全エンジン出力で平均速度16.2ノットが得られた。エンジンは重量52トン、直径8,900 mm、平均ピッチ6.154の5枚羽根のプロペラを駆動する。

スチームは2台のCombustion Engineering社製V2M-8型水管ボイラから得られ、それぞれ60.8 kp/cm²、510°Cで最高71 t/hのスチームを供給する。電気は1,250 KVA、3×450 V、60 HzのStal-Laval/ASEA社製タービン交流発電機からふつうの方法で供給される。同様のHedemora-Pielstreck-ASEAディーゼル交流発電機が補助として用いられ、主力が故障したとき自動的にスタートする。

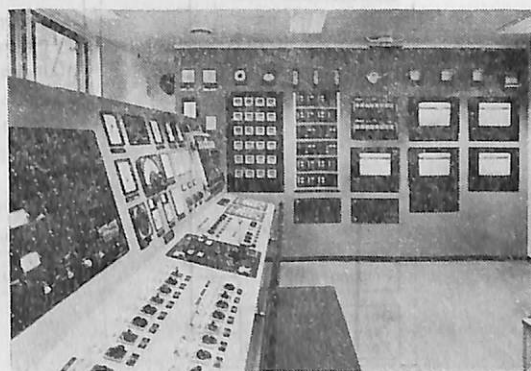
コンデンサー、各種ポンプ、エヴァポレータ、スチーム・ツール・スチーム発電機、コンプレッサ、セパレータ等のふつうの範囲の付属ユニットは勿論そなえられ、すべてが主要データの記録されているエンジン制御室からモニターされる。

機 械 器 具

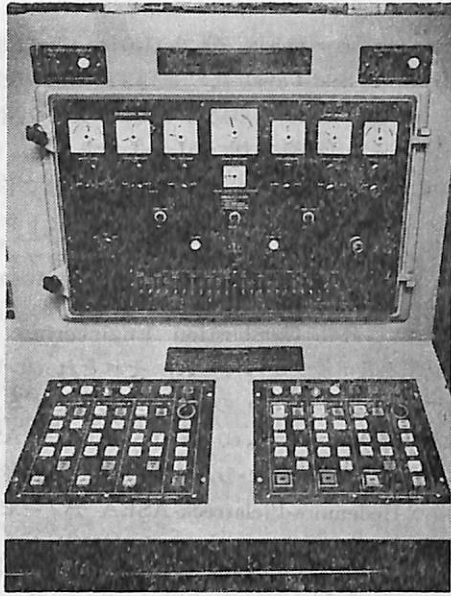
エンジン制御室にはKockum社製電子制御・モニター装置の完全なセットが装備され、前に触れたように定期的無人操作に必要な高度の安全性を生み出している。

この船のプロセス・コンピュータ・システムは、主として航行・操舵用に設計されているが、また推進タービン(下の第6項)のブリッジからのリモート・コントロールをも扱う。その他エンジン機能は次の電子ユニットにより制御されモニターされる。

1. Kockum社製自動燃焼制御装置 MK 3 TF —— す



機関室の中央制御ステーション



Kockum 社製自動燃焼制御装置 MK 3 TF 型および2台のバーナー・コントロール・ユニット

すべての速力範囲に亘って最小限の余裕をもつスチーム生産およびフィードウォーター供給を調節するため。

2. Kockum 社製バーナー制御装置——ボイラバージ、バーナー点火、バーナー消火を順次行うため。
3. Kockum 社製フレーム・ガード——炉の中の焰の

質を直接観察するため。

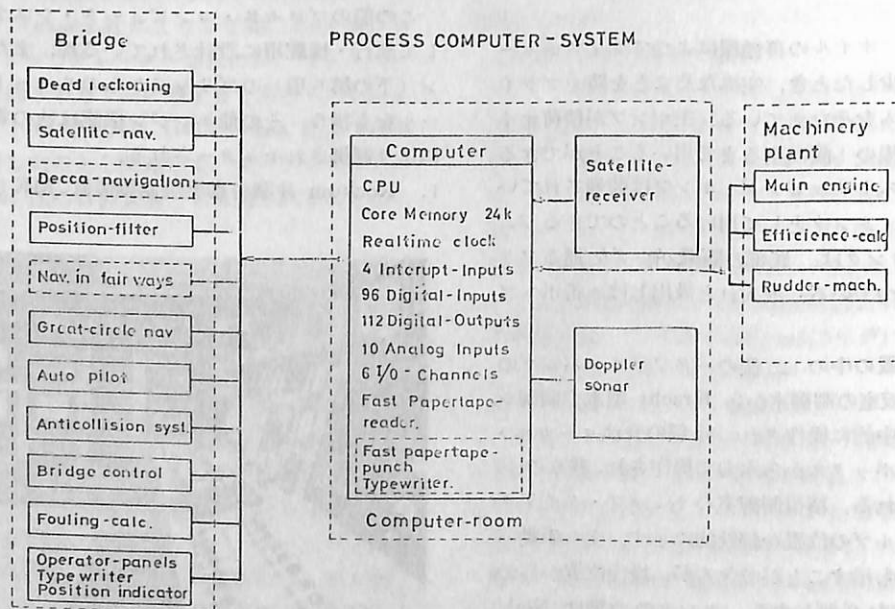
4. Kockum 社製制御器システム —— 自動燃焼制御装置によつて調整されるもの以外のいろいろなボイラ機能を手で調整するため。
5. Kockum 社製ボイラ安全装置 —— スチーム・ドラム中の水のレベルの不順、ファンの故障、ガス/空気ヒーターの故障等の不正常な状態における自動的なボイラ消化のため。
6. Kockum 社製の推進制御装置——Kockums Bridge 530 型プロセス・コンピュータからの信号により、主タービンへのスチームの流入を調整するため。

第1～4項はすでに数年間個別に市場に出ているが、第5および6項は今度のはじめて出たものである。第6項はコンピュータとタービン・バルブの間を連結するものであり、またコンピュータから全く独立して、機関室コントロール・ステーションからのローカル・コントロールに用いられる。

ブリッジ・プロセス・コンピュータ

Kockum Bridge 530 コンピュータ・システムは、航行（精密操舵を含む）と主タービン制御という2つの主要な目的に当てられている。コンピュータはブリッジのすぐ下の部屋に置かれ、24 K メモリー、2つの器具キャビネット、および操舵室に置かれた1台のタイプライタをもっている。

装置の中心は、ノルウェーの Kongsberg Våpenfabrik



Kockum Bridge 530 型マリン・プロセス・コンピュータの略図

brikk 社製の総合デジタル・コンピュータである。これは軍指定の部品と総合サーキットをもち、頑丈な構造をしている。

1. Ametek Straza 型ドブラー・ログ——船底の前部に2つの送信ユニット、後部に1つの送信ユニットをもち、またブリッジの各翼艙に1台ずつの3台のインディケータをもち、この器具は船底トラックと水中トラックの両方をもち、0.02ノットの正確さをもつて速力とドリフトを計測する。読みは継続的にコンピュータにフィードされ、推測航法および操舵に用いられる。

ドブラー・ログは、流水中の航行のとき、また非常に低い速度においても荷積みした船の運動量が考慮されねばならない投錨や繫留のとき、特に価値がある。

2. Magnavox MX 902-2 型 サテライト・レシーバー——あらゆる個所における自動的ポジションのため、海軍衛星システムはコンピュータにより解読され、チャート・テーブルのデジタル・ポジション・インディケータに緯度および経度として表わされる。約0.2海里の正確さをもつ衛星値が、ほぼ90分毎に受信される。その中間では、それ以前の計測および偏差との比較による最適の方法で、さまざまな航行方法の結果を考量する特殊位置フィルターを通した、ジャイロパイロット、ドブラー・ログ、またはユグナー社サル・ログの情報に主として依拠して、自動的に位置の表示が続けられる。

3. Sperry 社製の近代的オートパイロットに加えて、コンピュータ・オートパイロットもある。コンピュータ・オートパイロットのコアは、分離したレート・ジャイロである。本来、これは誘導ミサイルの操縦のために、スウェーデン軍事研究所により開発されたものである。市販用としても利用できるようになり、現在スウェーデンの AB Atew 社により製造されている。ジャイロはコース逸脱の最初の傾向に反応して、コンピュータ・オートパイロットが非常な正確さときわめて小さな舵の角度で船を操縦することを可能にする。コース逸脱による減速は、それ故最低限にされる。入力データは、コース、角速度、およびラダー・サーボ機構の位置である。

4. Kockum 社のステアマスター——操舵のためのコンピュータと連絡する小さなパネル。ここからコンピュータはキーボードにより操作され、規定のコースと実際のコースはともに数字で表示される。パネルはまた、大圏と衛星航行データのアウトプリントを要請する押しボタンをもっている。

自動的大圏航行は Kockum Bridge 530 型 コンピュータに含まれている。行先地はタイプライタで記入される。同時に9つまでの行先地が記入できる。コンピュータは自動的に風と流れによるコースの偏流を償う。偏流は、衛星航行およびドブラー・ログの結果から計算される。

5. Kockum 社の推進制御装置は、コンピュータによるリモート・コントロールのためにブリッジに1つのパネルを、またローカル・コントロールのために機関室に1つのパネルをもち、機関室の3つのエンジン・テレグラフのうちどの1台が起動してもコンピュータは船首および船尾主タービンへのスチームの流れを制御する。主エンジンが手動されているとき、同じ制御がエンジン制御室から直接推進制御装置により行われる。バルブ操作は、シャフトのスピードがエンジン・テレグラフにセットされたスピードと一致するまで、タイム・プログラムによる。

効率計算

Kockum Bridge 530 はまた、燃料オイルの流れと温度、シャフトのスピード、およびシャフトのトルクを調べる。これらのデータから、シャフトの力と燃料速度が計算され、タイプライタにより記録される。

衝突予防装置

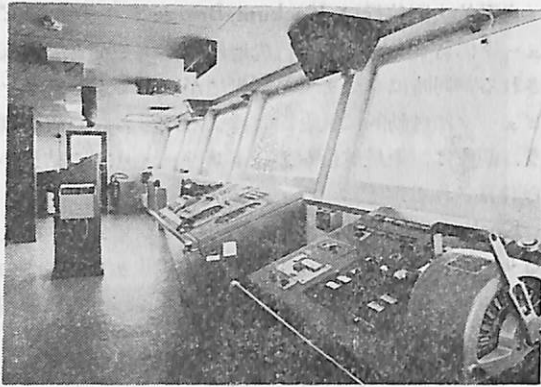
別個のコンピュータをもち Raytheon 型 レーダー警告および衝突防止装置の搭載が準備されている。それは周知のぶつかり合うエコーのスピードとコースをコンピュータ分析するシステムに基いている。近接点 (CPA) と近接時 (TCPA) が計算される。同時に40までの標的が追跡できる。数字の読み、PPI のスピード・ヴェクトル、およびエコーのまたたきによつて、衝突の危険は識別され、想像上の操船に対応する予告的位置が表示される。

ブリッジ器具

ブリッジ器具の主要な部分は、右舷前部のウィンド・スクリーンにある1台の操縦コンソールと1台の通信コンソール、右舷船側の1台の多目的警報コンソール、およびチャート・テーブル・パネルに、それぞれ配置された4つのグループに分けられる。

2台の切り換え式レーダー PPI (Raytheon TM 1660/12S and RM 1645/12X) が、右舷のチャート・テーブルおよびその Sperry 社製操舵台と並んで配置されている。

操縦コンソールは、Kockum 社の推進制御装置 (エンジン制御室のものと同様) および主エンジンのリモート・コントロールと舵取りギアの緊急な操作に必要なそ



舵取台と通信および操船用コンソールをもつ操舵室

の他すべての制御装置および警報装置をそなえている。Jungner 型エンジン・テレグラフもブリッジ・ウィングから操作することができる。

通信コンソールは、ダイヤル電話と2台の無電池緊急電話、乗組員呼出装置、無線ページング・システム、ドッキング拡声装置、およびドブラー・ログ主表示器をそなえている。

側部コンソールは、ランタン、マスト燈、甲板灯、Tyfon 自動音響および燈火信号制御装置、ならびにコンピュータ・システムのための警報パネルと、換気扇閉鎖を含む船内の一般緊急警報を含む。

チャート・テーブルは、左から中央時計 (Bürk 社)、ラジオ方向探知器 (Plath社)、Decca 社製ナビゲーター、デジタル・ポジション・インディケーター (Kocum 社)、サル・ログ、エコー音響器 (Simrad 社)、ジャイロ・コンパス、およびコース記録計 (Sperry 社) と VHF 通信制御パネルを装備している。

船室と機関室の両方を監視する自動火災報知制御ユニット (Salwico 社)、天候ファクシミリ印刷機、およびコンピュータ・タイプライタは、個別に操舵室に装備されている。

主としてスタンダード電話ラジオ株式会社によって製造される船内ラジオ・ステーションは、スウェーデン電気通信庁から貸し出される。それはまた同様の沿岸装置と直接交信するためのテレックス・セットをそなえている。

諸 装 備

甲板機械はスチームで駆動され、Helsingborg 社製である。それは主として、114 mm のチェーン・ケーブルのための2台の垂直な70トン巻揚機、10台の自動繫留ウィンチ (うち4台は主甲板に配置されている)、お

よび2台の6.5トン荷役ウィンチから成っている。これらは、ちょうど両サイドの交差ラインの間に置かれた1台の15トン・デリック起重機をもつサムソン・ポストに使用される。主上部構造の船尾に、十分船側に達するガントリーの上を移動する2.5トンのテルファ起重機がある。

船室設備は水準の高いもので、44人の高級船員および乗組員の定員を収容する。通常その人数は32人を越えてはならない。不燃性隔壁によつて、スペースは最大50m³の耐火セクションに分れている。これらの内部の仕切りの隔壁は、遮音を改善するために倍加された。家具については、プラスチック張りはできるだけ避けられ、すべての船室の床が完全にカーペット敷きにされた。

シー・サーベント号は、International Paints 社の製品で厚く塗装されている。塗装されるべき面がすべてショット・ブラストされ工場下塗りされた後、船底および下部は、合計300ミクロンの塩化ゴムペイントと75ミクロンの耐久ファウリング止めを4度塗りされた。250ミクロンにのぼる Vinyx システム・ペイントが上部および甲板室に塗布され、甲板はふつうの High-Built ペイントを3度塗りされた。(完)

(資料提供：チェルベルジ株式会社-東京都港区赤坂3-2-6 Tel. 582-7171—なお本記事の内容については同社にご照会下さい。)

海 技 入 門 選 書

東京商船大学教授 野原威男著

船 用 プ ロ ペ ラ

A5 上装 110頁 ¥ 400円 (〒110)

目 次

- 第1章 船体の形状・抵抗および馬力
- 第2章 プロペラの種類
- 第3章 プロペラに関する術語
- 第4章 プロペラの効率
- 第5章 キャビテーション試験
- 第6章 プロペラの設計
- 第7章 プロペラの構造
- 第8章 事故の原因とその対策
- 附 練習問題

〔写真紹介〕

香焼造船工場の現況

橋 本 隆 年

三菱重工株式会社
長崎造船所
香焼工作部長

写真1 完成を目前に控え建設工事が進む香焼造船工場の現況

昭和45年8月18日、運輸省より建造許可がありると同時に工場敷地内にある三つの丘陵の切り取りに着手し、海面の埋立を開始した。45年9月16日に起工式を挙行し、46年10月には工場建屋の内、鋼材ヤード、切断棟が完成し、内業控所の一期工事も終わつていよいよ10月下旬には、香焼造船工場での新船工事の稼働が開始された。

長崎県は香焼島と対岸の長崎市深堀町の間を39年より44年までかかり約80万 m^2 を埋め立て、臨海工業地帯を造る大がかりな外港計画に着手する一方、企業の誘致に力を入れ、三菱重工の進出を導いた。

香焼造船工場は長崎市の南方約6kmのところにあつて、地理的条件にもすこぶる恵まれたところにある。

写真2 香焼造船工場の全景

現在の香焼造船工場の全敷地面積は約93万 m^2 、全建屋面積は約21.3万 m^2 あつて、その特長と言えは

- 各棟別に建屋を独立分散型
- 完全塞閉型
- 建造ドックに対して直角平行の原則に従つた建屋の輪廓を決定

月間生産重量は現在(7月)約14,000t、その後、次第に生産を増加しつつ20,000tの月産態勢を予定している。

写真3 香焼棧橋より造船工場構内を望む

香焼棧橋から上陸するか、または正門より工場にはいり、切断棟の東角を曲ると、32mの主要道路が真直ぐにドックまで突走る。主要道路幅は32m、内歩道幅20mを左右にとり、グリーンベルトと、緑樹を採り入れた70年代の造船所のイメージアップを与えている。

カラーコンディショニングは、香焼建設当初より計画した。



写真1

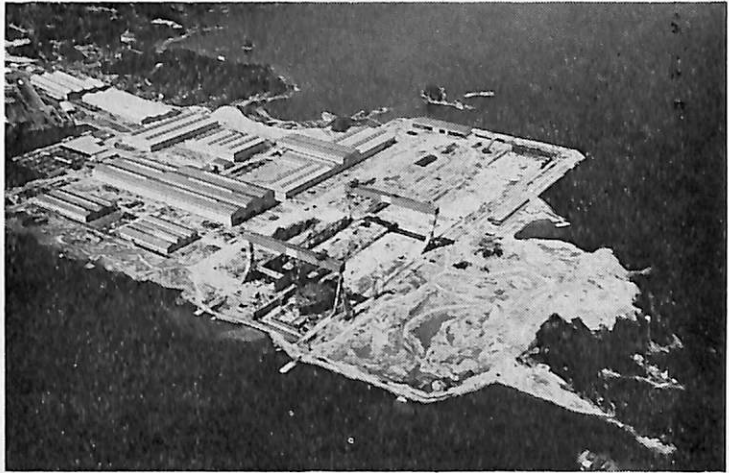


写真2

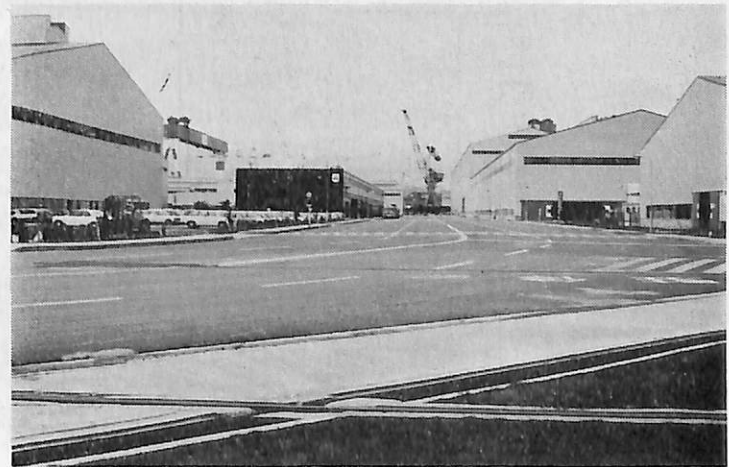


写真3

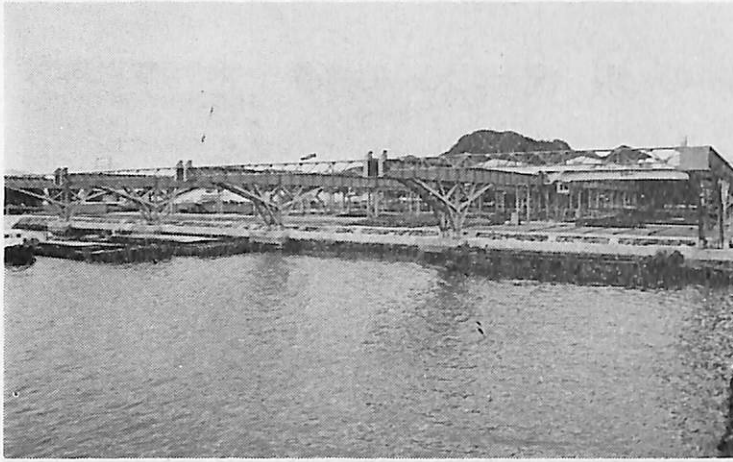


写真 4

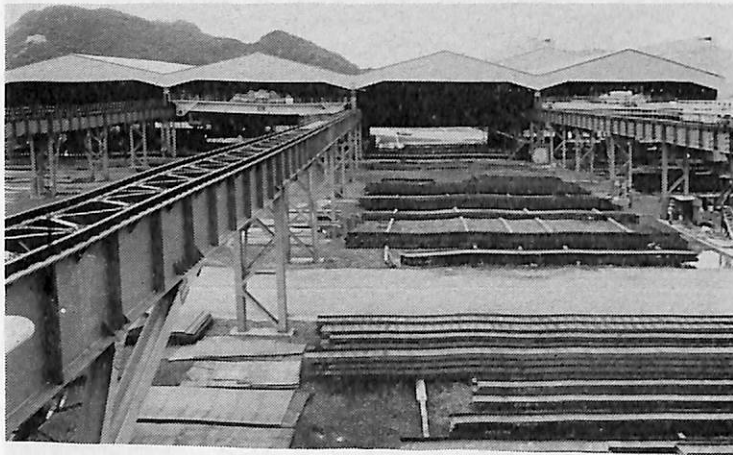


写真 5

写真 4 水切岸壁

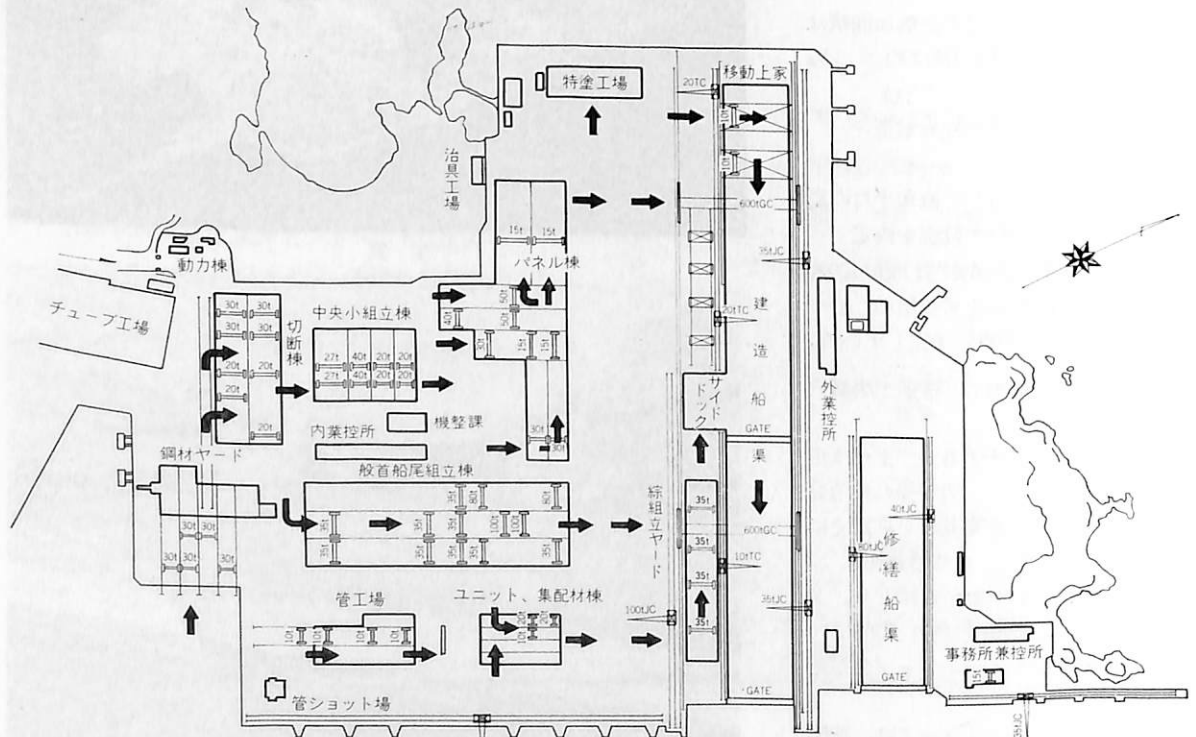
長さ約 150 m, 水深 -3.0 m, 30 t の水切クレーンを各スパンに装備し, 鋼材は約 1 km 離れた 対岸の 毛井首メーカーヤードより 船にて運搬され, 水切りする。

写真 5 鋼材ヤード

スパン 28 m, 鋼材置場の長さ 110 m が 4 棟あり, 30 t のリフマグ付天井走行クレーンを装備して, 日程別, ブロック別, 加工系列別, テープ別に仕分けされ, 搬入コンベヤーにて鋼板前処理工程ライン (ショットブラスト装置) を経て, 搬出準備台に整理される。ただし, 内構部材用鋼板のみは, E.P.M ラインコンベヤーにて E.P.M 室にはいりマーキングされる。鋼材ヤードから 切断棟までは 100 t のバッテリー台車で搬送される。

写真 6 100 t バッテリー台車

幅 23 m × 長さ 11.5 m × 高さ 1.1 m のバッテリー台車 (能力 100 t) 1 台を装備し, 1 日約 53 回往復して鋼材



造船工場全体配置図

を切断棟に運び込む。

写真 7 N/C ガス切断機

鋼板6枚切り1台、2枚切り3台、
重ね切断機1台を設置している。

	レール間隔	レール長さ
6枚切り	20.5 m	48 m
2枚切り	11.5 m	48 m
重ね切断機	11.5 m	48 m

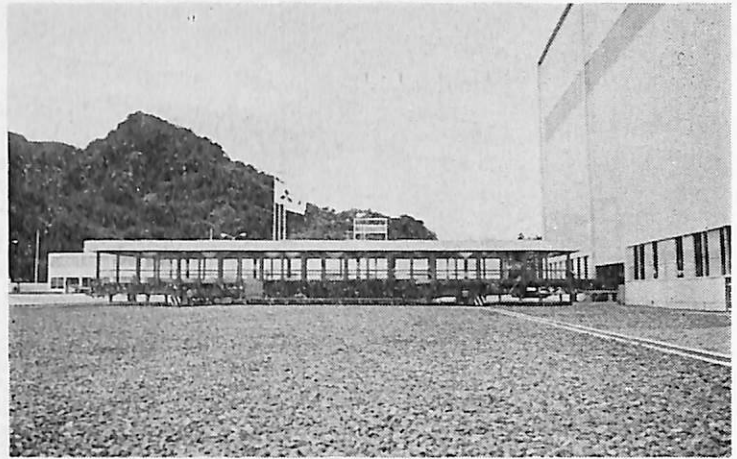


写真 6

写真 8 中央部小組立棟

船の中央部（平坦部）のトランスウ
ェブおよび腰板の組立をするところ
で、50 m スパン1棟、35 m スパン3
棟からなる。小組立コンベヤー2条を
設置し、部材の精度管理と部材供給を
ねらつて曲加工機を同一棟に設置して
いる。

なお、コンベヤーに対して部材の供
給を側面から行なえるよう、また、コ
ンベヤー上から長尺もののトランスウ
ェブの反転を容易にするために、棟の
方向とコンベヤーの方向を直交させて
いる。

屋内天井走行クレーンは骨材の重量
からして 40 t max. としている。

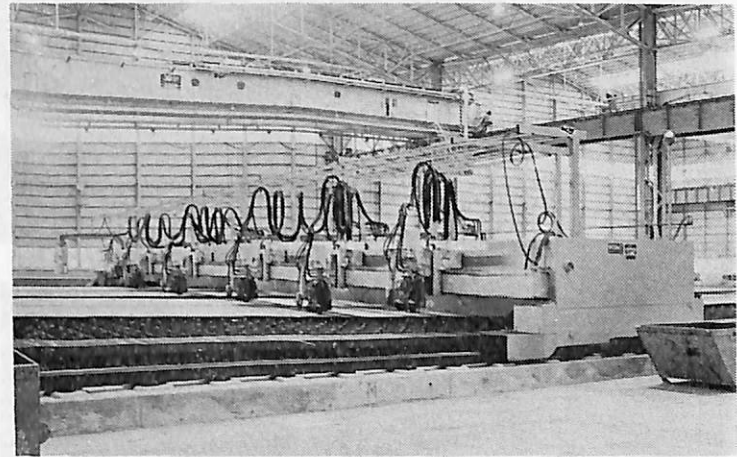


写真 7

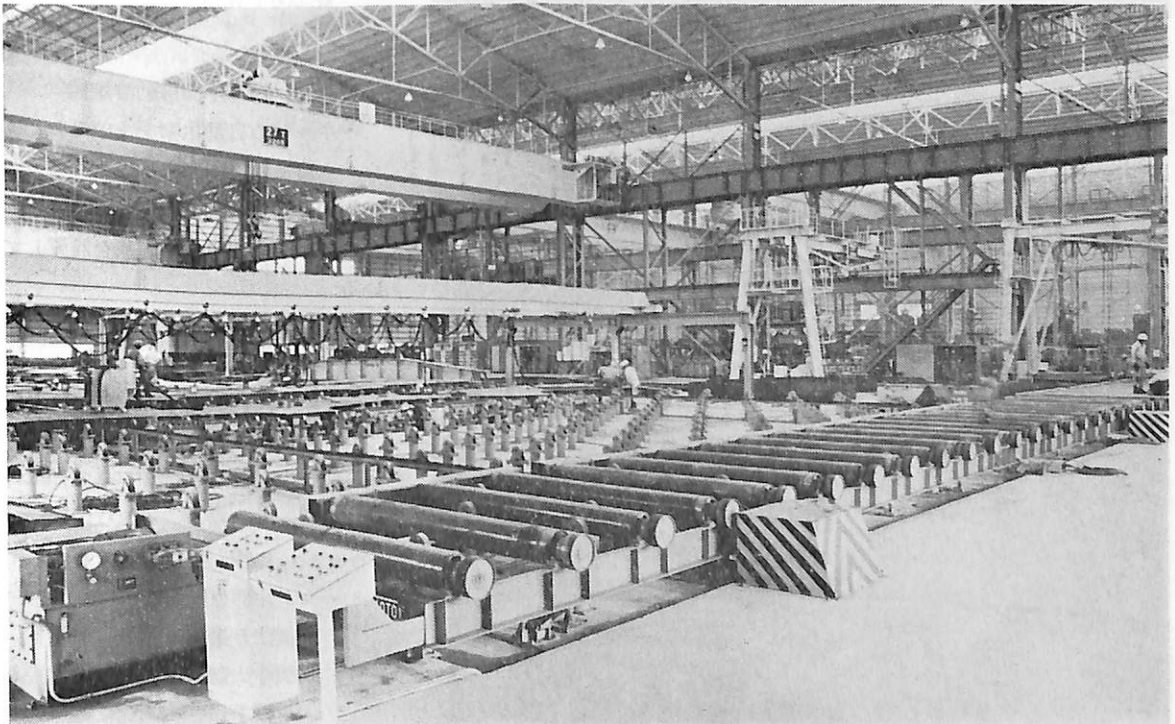
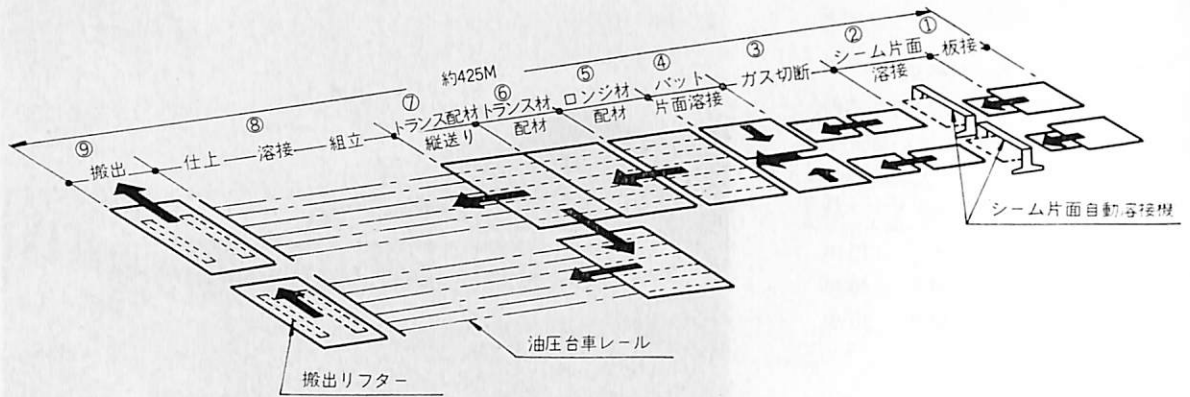


写真 8



平板ブロック組立ラインの概要

- ① 板配材, 仮付, 及びマーキング (ブロック寸法 22.5 m × 29 m max. 2系列) 機2基
- ② シーム溶接 (3電極片面自動溶接 (ブロック寸法 45 m × 29 m max. 1系列)
- ③ ガス切断
- ④ バット溶接 (片面自動溶接 1基)

- ⑤ ロンジ材配材
- ⑥ トランス材配材
- ⑦ トランス材配材 (ブロック寸法 45 m × 29 m max. 2系列)
- ⑧ 組立, 溶接, 仕上(艀装品取付)の3ステージに分かれ次々移動させる。
- ⑨ 搬出 (リフター装置にて大型トラックに乗せて搬出, ブロック重量 600 t max.)

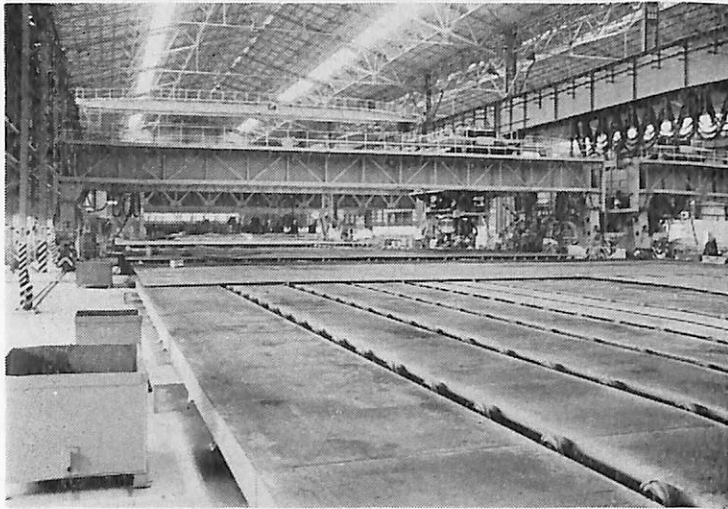


写真 9

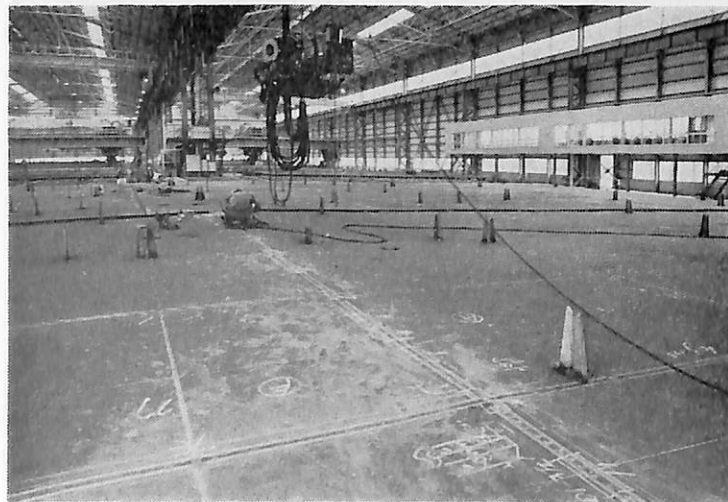


写真 10

写真 9, 10 片面自動溶接機

パネル棟の自動化率を上げるため、シーム溶接のために3電極×2ベットの片面自動溶接機2基とバット溶接のために片面自動溶接機1基を設置している。

- シーム片面自動溶接機は
溶接法と適用区分……
F.C.B. 法および F.B 法
鋼板制限寸法……
長さ 22.500 m max.
幅 4.500 m max.
板厚 11~35 mm
- バット片面自動溶接機は
溶接法と適用区分……F.B 法
鋼板寸法制限……
接手長さ 29.000 m max.
板厚 11~40 mm

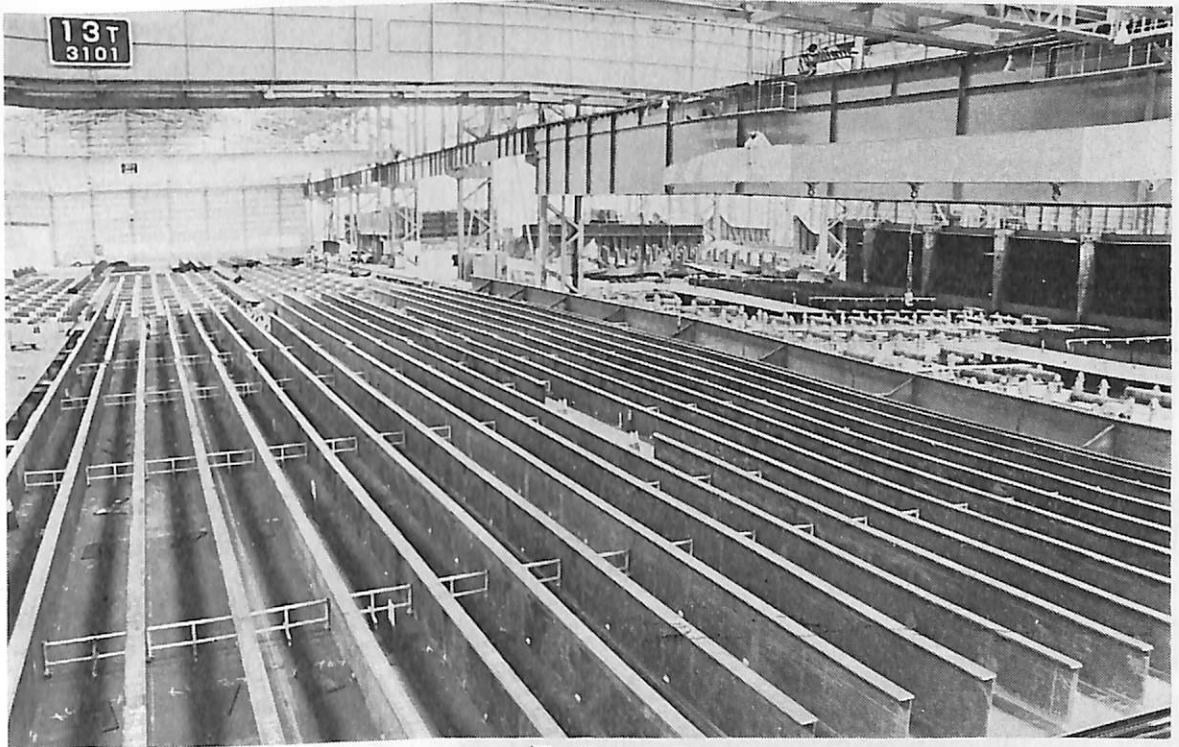


写真 11

写真 11, 12 ロンジおよびトランス
ス配材工程

前掲組立ラインの説明中⑤, ⑥, ⑦
の工程を示す。

写真 13- 搬出リフター

前掲組立ラインの説明中, 最終工程
⑨を示す。ガーター寸法 5,000 mm ×
1,000 mm × 900 mm (ストローク 1,250
mm.) 片側 5 箇のリフター装置は可搬
式である。

写真 14 1,500 t プレス

本機は、外板の縦曲げ用として使用
する。

精度管理と部材供給をねらつて曲加
工機を小組立棟に設置している。

門型ラム 移動式, ラムストローク
1,000 mm, ラム横移動距離 4,600 mm,
テーブル面積 6,000 mm × 6,000 mm.

写真 15 2,000 t ベンディングロー
ラー

ブロック内継手の減少をはかつて間
口 22,600 mm のローラー働き最大幅
のベンディングローラーとした。

加工鋼板最大板幅……………22,600 mm

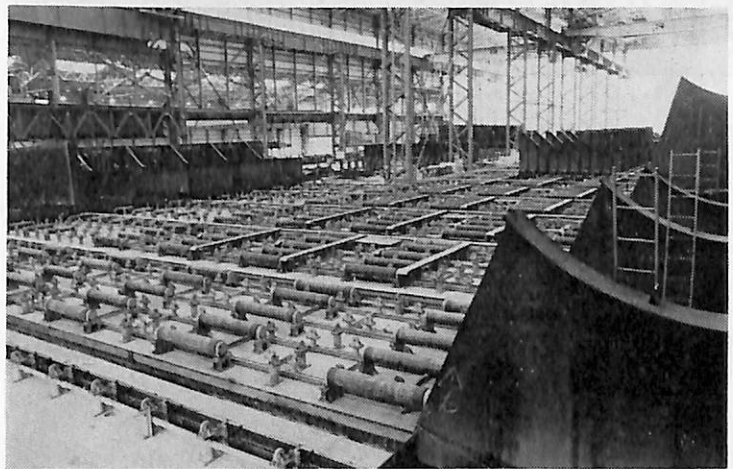


写真 12

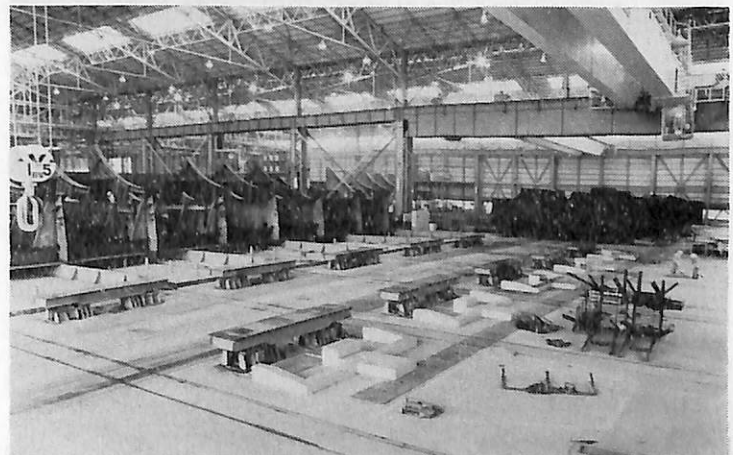


写真 13



写真 14

加工鋼最大板厚…………… 35 mm
 曲げ半径…………… 700 mm

写真 16 四点溶接機

本機は炭素鋼管の管とフランジを回転しながら内外から炭酸ガス自動溶接する（トーチ4本同時使用）

管 径…… 250～1,000 mm
 管 長……1,800～12,000 mm

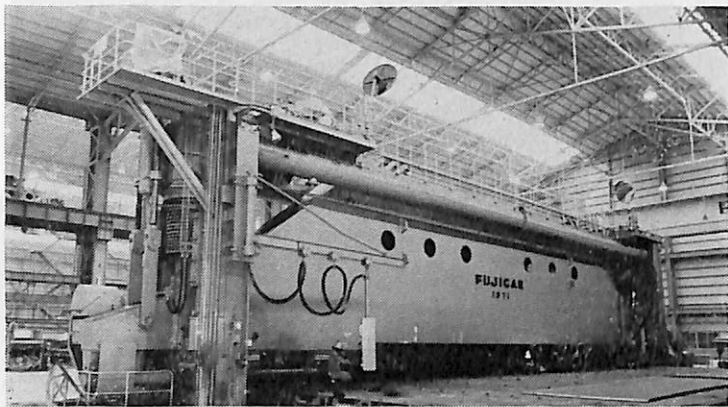


写真 15

写真 17 艦装品ユニット組立棟

ユニット組立の大きさは40tまでとし、それ以上必要な場合はドックサイドの外業ヤードの綜組場にて大型ユニット化する。

ユニット組立棟は幅20mの長さ125m、2棟を計画し、大型、小型ユニットに区分している。

なおユニット組立棟の特徴は、資材倉庫と隣接させて、タイムリーな資材の供給を可能ならしめた点である。

写真 18 自動倉庫

資材倉庫には約2,800個の格納棚を有する自動倉庫（ラックビル）を採用し、資材の出入庫管理には、コンピューターを採用、格納効率、管理水準の向上、ならびに面積の有効活用、省力化等をねらった。

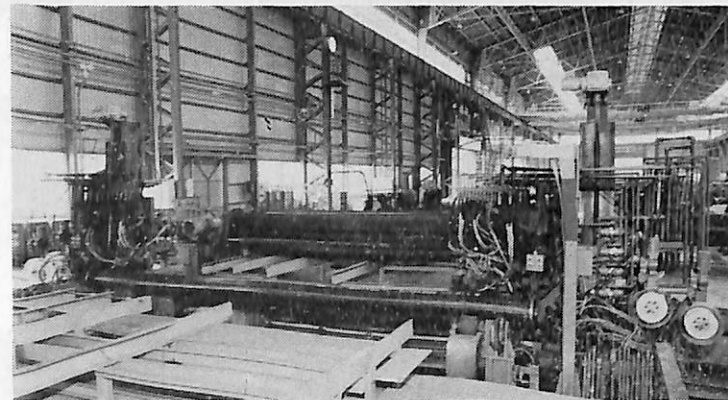


写真 16

写真 19 外業ヤード（立体ブロック綜組場）

船尾ドック左舷側、600t G.Cの跨下に長さ290m幅55mの移動屋根の棟を設置し、機関室周辺ブロックならびに船首部ブロックの立体組立を600t程度まで行ない、あわせて、艦装を行なう。組立には35t4台の天井走行クレーンを装備している。

写真 20 ブロック置場

ブロック置場としては、ドックの左舷側に幅150m、長さ約1000mに及び、スペースが活用できる。ストックできる数は約80箇でこれは1週間分程度に相当する量で、これらのブロックの搬入、搬出にはセルフローディング式の大形トラックを使用する。ブロックは総て平置となつている。

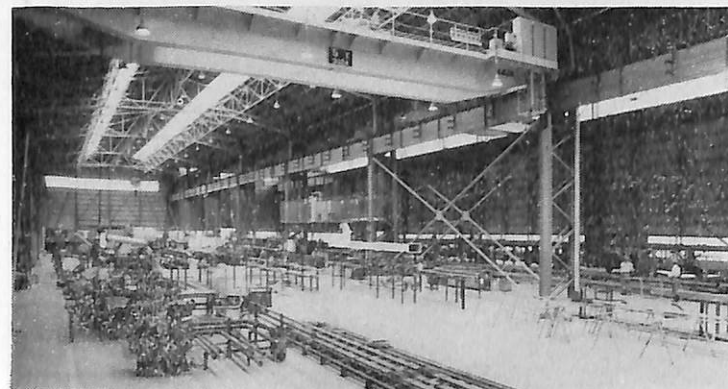


写真 17

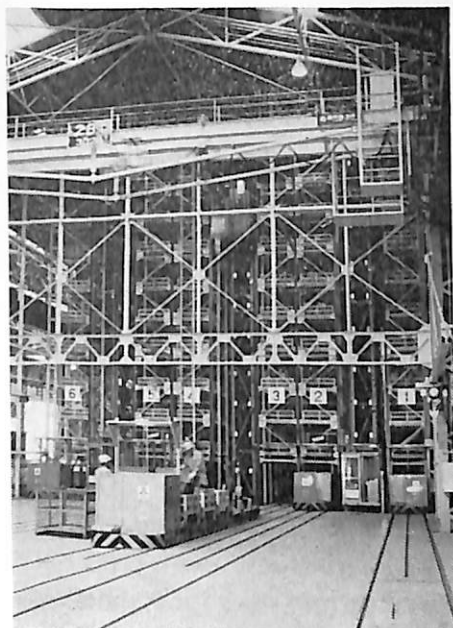


写真 18

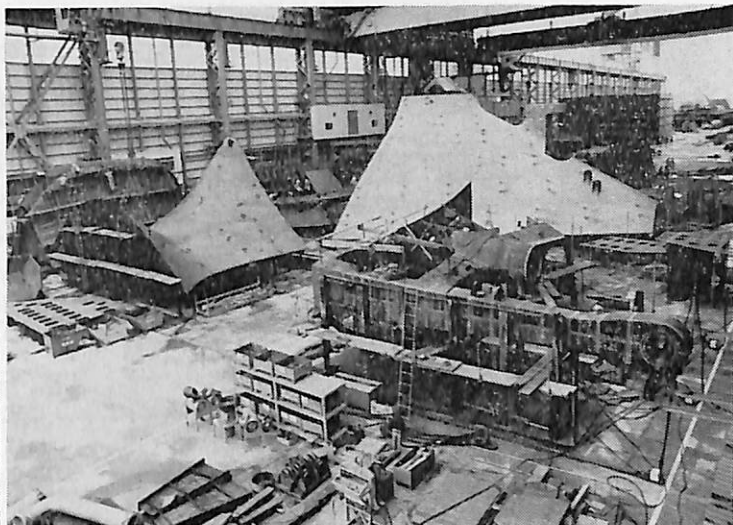


写真 19

写真 21 ブロック 運搬用 大型トラック

船首、船尾棟より搬出されるブロックは 200 t、パネル棟からは 600 t (max)のブロックが搬出される。これらのブロックの運搬にはどうしてもセルフローディング装置を持つ大型運搬車を使用するのが有利である、そのため、三菱重工・三原製作所に依頼して

- 台車の長さ 22.5 m、幅 7 m (9 m に拡幅できる) を 3 台製作
- 使用時には 2 台を縦連して、45 m × 7 m 1 台として、使用することが可能
- 輪圧 7 t / 1 個、20 軸 80 輪 (1 軸、4 輪)、舗装面の保護のため空気タイヤとし、なお据切り時の舗装面のメクレ防止のため 1 軸 4 輪のうち、外側の 2 輪は普通のトレッドタイヤ、内側 2 輪は丸坊主のタイヤを使用している。
- 速度は 4 km/h (空車時 8 km/h)
- 台車上面までの高さは 1.6 m ~ 2.2 m まで油圧により調整可能。
- エンジンは三菱重工・東京製作所の 465 HP のディーゼルを使用している。

写真 22 塗装工場

主として中央部の平坦ブロックを運

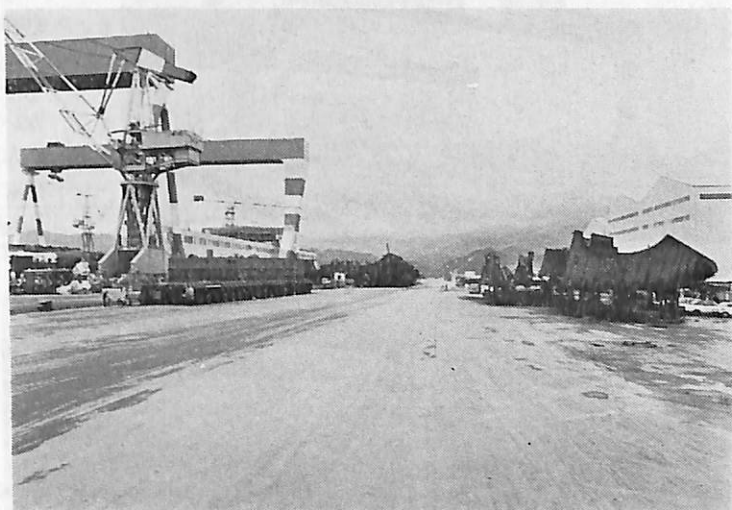


写真 20

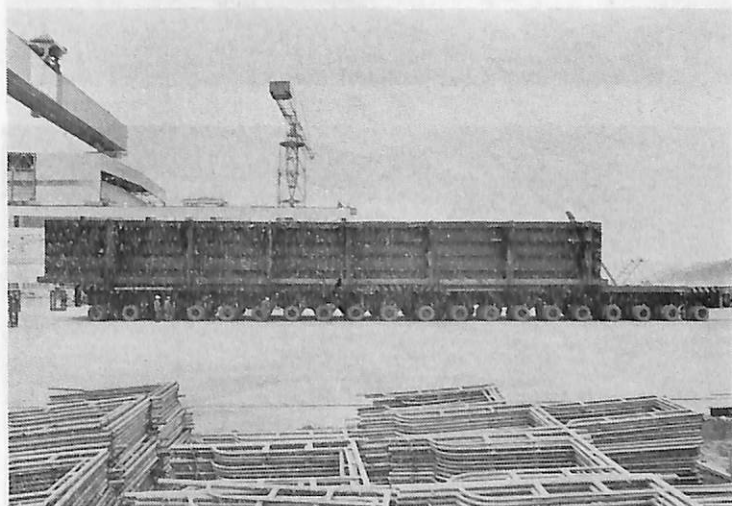


写真 21

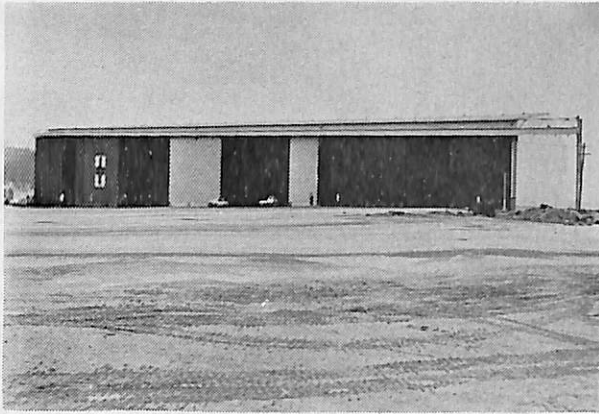


写真 22

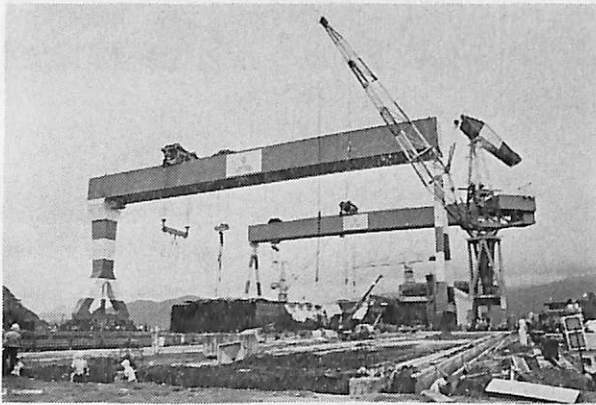


写真 23

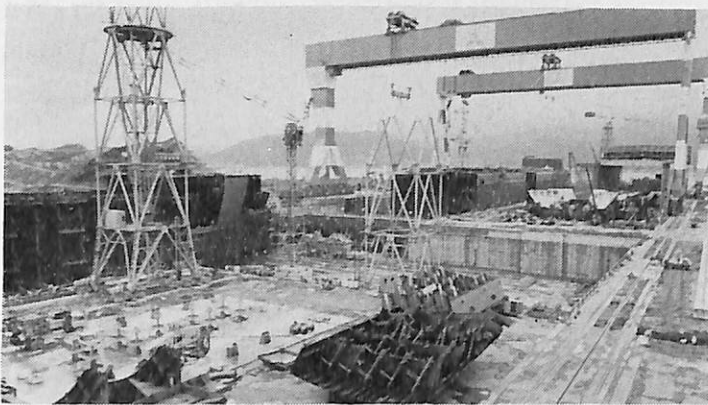


写真 24

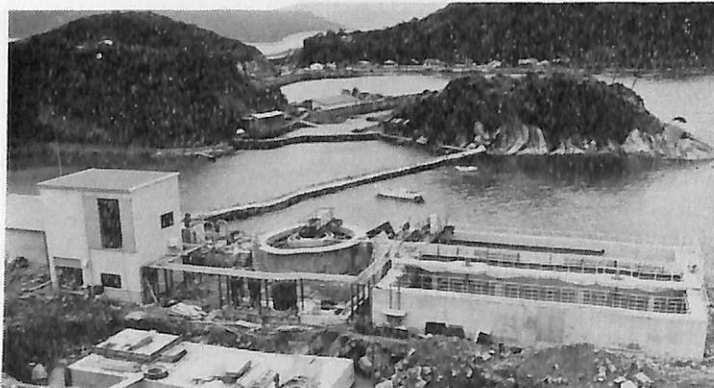


写真 25

んでプラスト後塗装を行なう。建屋の大きさは、幅 50 m、長さ 150 m で 4 つの区別に分れている。

室内には、集塵機や外気温度より 12°C だけ上昇し得る温風暖房機等を装備している。

写真 23 600 t ゴライアスクレーン

600 t G.C の設計は三菱重工・広島造船所が行ない、主なる仕様は次のとおりである。

- スパン……………185 m
- ガーダー上面までの高さ……………約 88 m
- 吊上げ荷重……………600 t

写真 24 渠中における工事概況

建造ドックは、幅 100 m、長さ 990 m、深さ渠口部 14.5 m、渠頭部 9.55 m、渠底に 5/1000 の微傾斜がある。渠口部戸当りより約 413 m のところに中間扉があつて、同じく 435 m より船首の方に長さ 90 m、幅 70.5 m のサイドドックが左舷側にある。

写真は向う側（船尾ドック）に第 1 船目、手前（中間扉より船首の方）に第 2 船目が建造されている。現在はドックの建設と併行して新船の建造もやつているので、香焼工場本来の建造方法ではないが、ドックが完成（47-8-6 末）し、軌道に乗った暁には、船首ドックにて中央タンク部の押し出し建造を行ない、サイドドックにて船尾船体を Pre-erection のしたものを横移動した後一体接合を行う。船尾ドックへの移動は、船首ドックに注水して浮上させてシフトし、船尾ドックでは艀装工事を行ない、補機綜合運転、自動化綜合調整、主機係留運転を残して出渠させる。

写真 25 生活廃水設備

香焼全地区（香焼造船工場および第二工作部、研究部等）の公害対策の一環として、生活廃水は集約処理することとし、香焼造船工場の建設と同時に着工することで計画した。

生活廃水は浴場排水、洗面および各棟の W.C 用水等を一括して造船工場敷地内に設置したプラントへ送水し、本プラントで処理し、工業用水として再利用することになっている。

なお各棟よりプラントまでの配管は 200φ～500φmm、勾配は 4/1000 を基準とし、5カ所の調整槽で水量を調整しながらプラントへ送り、24時間曝気方式の連続運転にて処理する。

処理水質……第一次処理

BOD 20 PPM 以下

SS 40 PPM 以下

第二次処理

BOD 10 PPM 以下

SS 5 PPM 以下

稼働開始……47-8-M より。 (完)

三鷹第3船舶試験水槽について

高 橋 肇
船舶技術研究所
推進性能部

はじめに

昭和47年3月に三鷹第3船舶試験水槽（以下中水槽と呼ぶことにします）が完成いたしましたので、この施設について簡単に紹介したいと思います。

昭和42年に三鷹第2船舶試験水槽（通称400m水槽）が完成いたしました以来、水槽としては休むひまなく種々の実験が実施されてきておりますが、何とせよ400m水槽だけですと、いろいろな意味で不便でありますし、また御承知のように船舶技術研究所目白水槽の民間への払下げといった事情もありまして、小規模の試験水槽が何とせよ必要となつてきました。

幸いにも、昭和45年度より中水槽建設の予算がつき2年度計画にて建設を行ない、このたび完成のはこびとなつたものです。

さて水中槽はどのような機能をもたせるかについて種々検討いたしました。その結果400m水槽のもっている機能のほかに、とくに中水槽が持つていなければならない機能としては；

- 浅水時の波浪中自航試験が可能なること、
 - 曳引車の計測術および中央部床を取除いて大型構造物の実験が可能なること、
 - 風浪中の実験が可能なること、
- 等をあげることができます。

(1) 中水槽の主な特長等

以下2,3の項目について、とくに気をつかつて製作した点また特長等について述べてみます。

a) 水槽本体および建屋

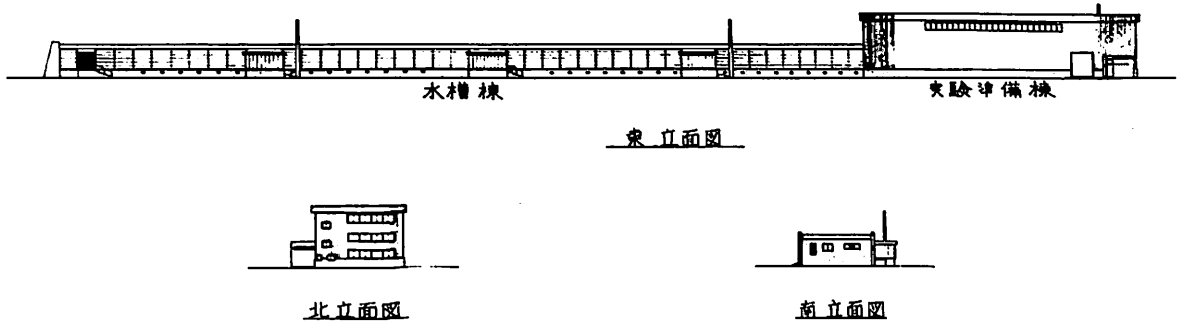
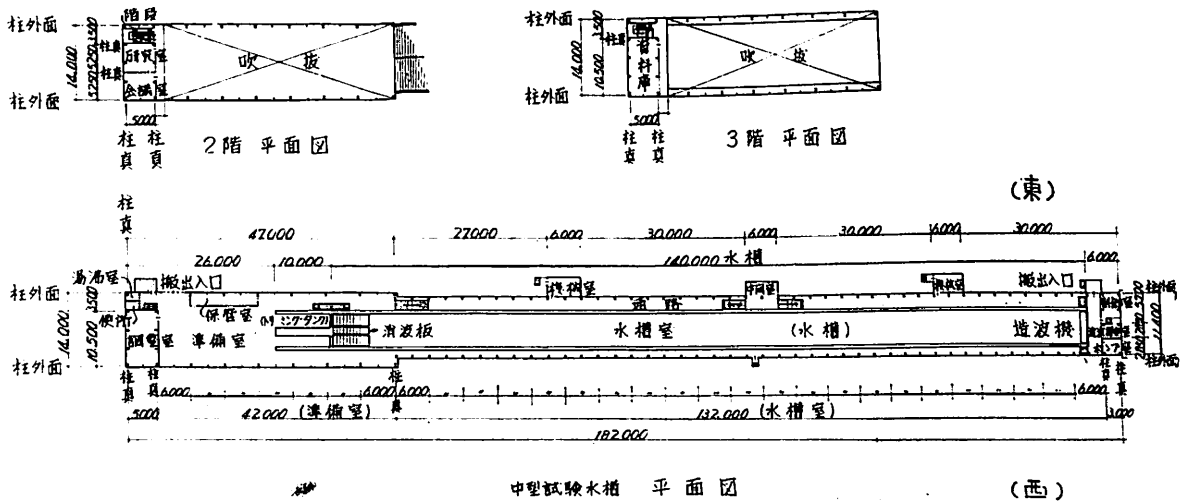


図1. 中水槽外観図



中型試験水槽 平面図 (西)

図2 平面図

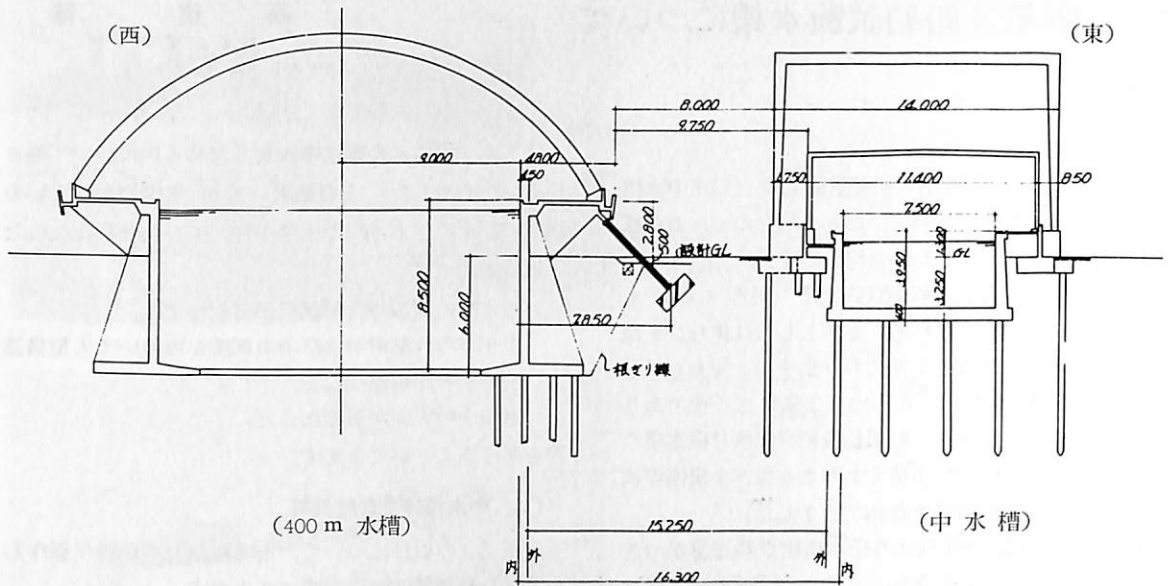


図3 断面図

水槽建屋の外観図を図-1に示します。

水槽の長さ、幅および水の深さは、 $150\text{ m} \times 7.5\text{ m} \times 3.5\text{ m}$ としました。水槽本体および建屋の平面図を図-2に、また400 m水槽との相対位置および断面形状を図-3に示します。

図-3から分りますように、中水槽の壁の厚さは400 m水槽の場合に比べて厚くなっています。400 m水槽の場合には、土圧と水圧とをバランスさせる経済設計でした。中水槽の場合にはさききのべたように水槽水をぬいて水深を浅くし、浅水時の模型船の試験を行なうことができるようにしたいと考えました。水槽水を出したり入れたりするということは、中水槽の壁の設計条件が水の出し入れを行なわない400 m水槽の

壁のそれより厳しいわけです。そのために中水槽の壁は厚くなりました。水槽壁の固定についての計測結果によりますと非常に満足すべき結果が得られました。

また水槽の水を濾過する装置が設置されました。

工事状況を含めての写真を、写真1~5に示します。なお余談になりますが、船研には関東武者はなやかなりし鎌倉時代の遺跡が残っています。幅4 mの細い道で鎌倉街道と呼ばれる昔のハイウェイがあります。

400 m水槽と中水槽との有機的運営上、中水槽の位置がこの鎌倉街道に引つかかってしまったのです。したがって、この街道を含めて樹木を切りたおす数を最小限にして、しかも400 m水槽との連絡もある程度



写真1 掘さくおよび杭打ち完了、左側が400 m水槽



写真2 水槽本体満水テスト、右側が400 m水槽

悪くはないといった現在の位置の選定には随分苦勞いたしました。

b) 曳引車等

400 m 水槽の曳引車はトラス構造ですが、中水槽の場合には Box Girder 方式を採用し、十分な剛性をもたせ、振動をできる限り小さくするように心掛けました。したがって通常の模型船の試験のほか、大きい海洋構造物模型等の実験が可能です。このような大型模型を曳引車に取りつけるように、曳引車中央部の計測桁および床は全部とりはずせるようになっております。また浅水時の実験を行なうための浅水実験用計測桁を用意しました。

さらに送風機つき曳引台車が設置されました。船舶等が風と波から受ける影響を調べるための試験には、曳引車とこの送風機つき曳引台車を連結して使用するのをたてまえとしております。このようにして船舶等の航海性能を総合的に評価することができると思います。

中水槽では水槽の長さの割に、曳引車の速度が速くなっております。したがって水槽の有効長さを少しでも長くしたいために制動装置全般に関してかなりの配慮がはられました。

これらの一連の設備を写真6~12に示します。

c) 造波機



写真3 正面玄関

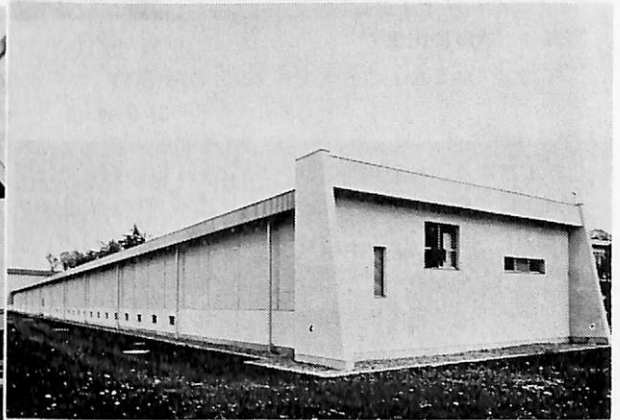


写真4 南端（造波装置側）

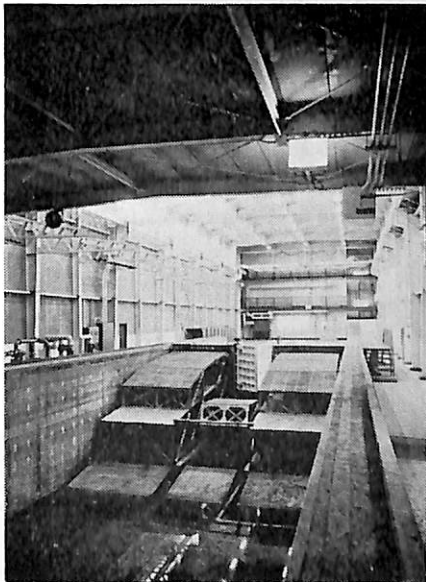


写真5 水槽北端消波装置

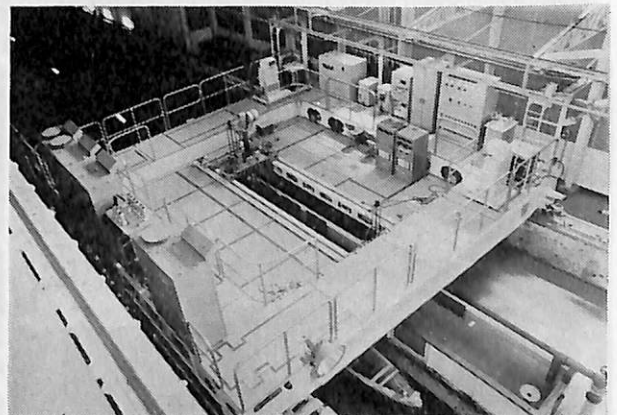


写真6 曳引車

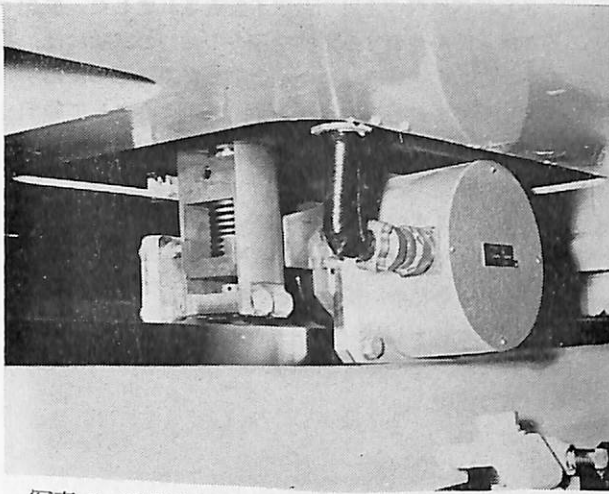


写真 7 速度検出部

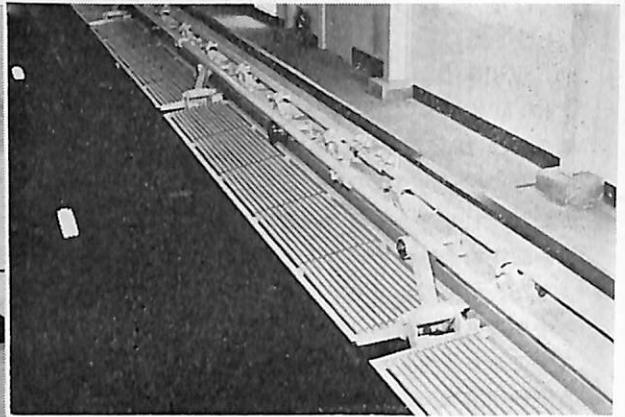


写真 10 側面消波板

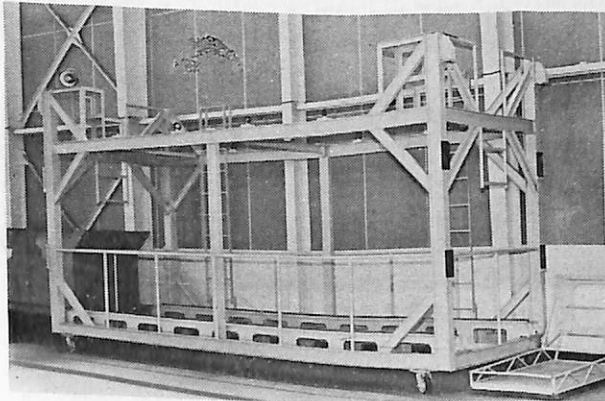


写真 8 浅水実験用計測桁

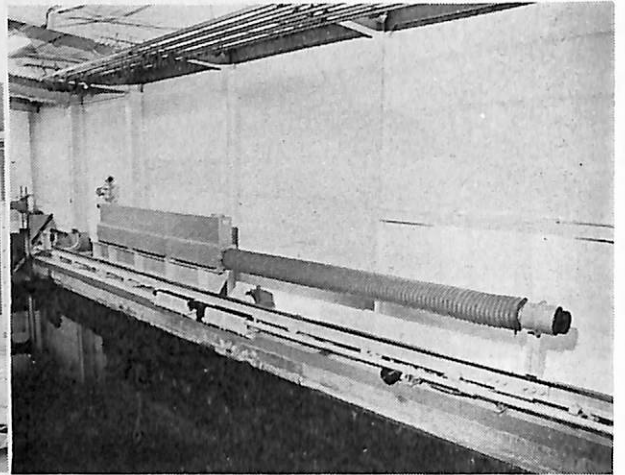


写真 11 非常制動装置

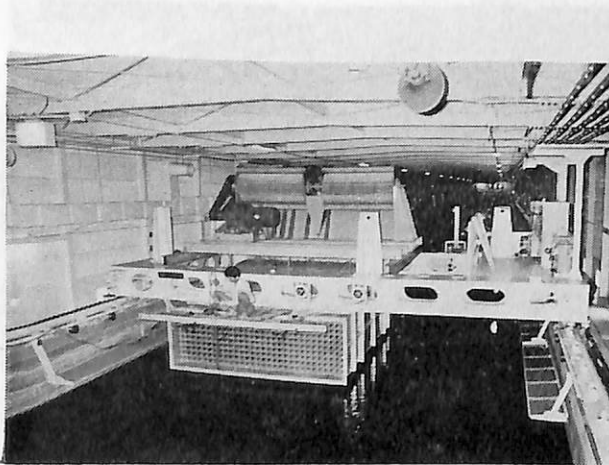


写真 9 機造機つき曳引台車

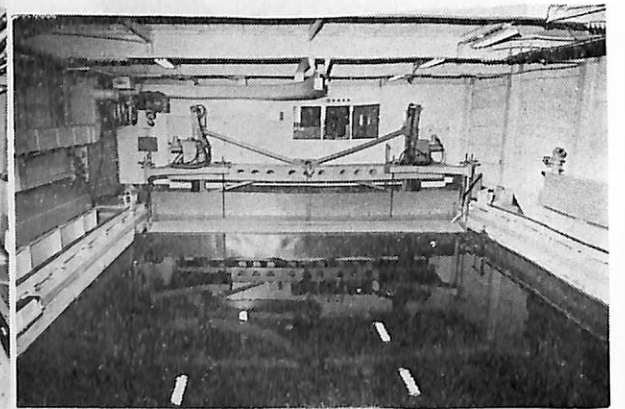


写真 12 ブランジャー型造波装置

船研としては初めての本格的な Plunger 型の造波機を採用しました。またこの造波機は、浅水時においても波をおこしうるように設計されています。造波機の写真を写真-12 に示します。

(2) 諸装置の性能等について

a) 曳引車

長さ（横主桁の外間隔） 8.600 m
幅（縦主桁の外間隔） 8.800 m
桁深さ（横主桁の中央部） 0.800 m

常備重量：約 23 トン
速度範囲：0.2 m/s～5.999 m/s
速度制御精度：0.5 mm/s

駆動方式および馬力：4 車輪の全輪駆動，
30 KW×4

速度制御方式：デジタル速度検出式自動速度制御，AC 415 V 3φ，十字結線可逆サイリスタレオナード

b) 送風機

送風機の型式：貫流ファン型
風速範囲：1.0 m/s～10.0 m/s
吹出口面積：1,000 m×3,000 m
風向偏向ダクト：0°～30°

駆動馬力：37.5 KW

c) 造波装置

型式：プランジャー型
波長：0.5 m～10 m
波高：最大 300 mm

d) 主な計測機の容量および形式

抵抗動力計：10 kg，天秤式，アナログ出力
自抗動力計：トルク 0.3 kg-m，スラスト 10 kg，天秤式，アナログ出力
小型自航動力計：トルク 0.05 kg-m，スラスト 3 kg，ストレインゲージ型マルチダイヤル方式，アナログ出力
プロペラ単独動力計：トルク 1.5 kg-m，スラスト 30 kg，天秤式，アナログ出力

e) 計算機

TOSBAC-3400 モデル 30，DATAC 2000 A

おわりに

本水槽を建設するに当たりまして、広く各方面から絶大な協力を賜りました。心から御礼を申し上げます。

なお水槽本体および建屋の設計は、建設省関東地方建設局にて行なつてもらいましたことを付記いたします。

イタリア向け船舶建造用“作業ユニット”

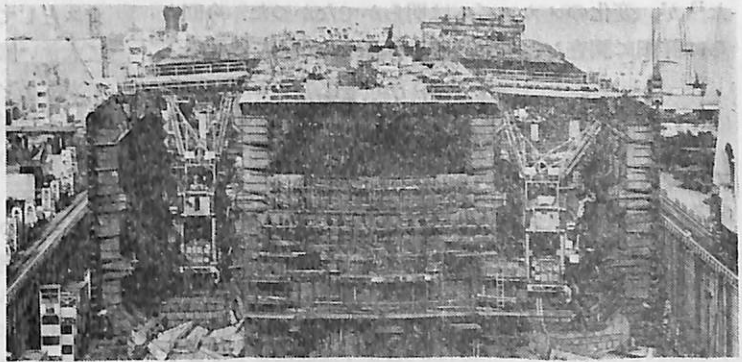
(石川島播磨重工)

石川島播磨重工は、7月25日イタリア最大の造船会社イタルカンチエーリ社から大型船舶建造用“大型作業ユニット”一式を受注した。

この“大型作業ユニット”は同社が船舶の建造時における合理化と安全性を主目的として、さる昭和45年開発に成功、同社呉造船所で建造した“日石丸”（37万2千重量トン、昭和46年9月完成）に採用したもので、今回これがその輸出第1号機となつた。

従来、船舶建造時に船内外で使用される足場板は、20万トンクラスの船舶で数万枚に及ぶものであつて、これらの外業合理化策として、足場板を取り除く方法について研究に取組むとともに、建造船自体を一つの工場として考えた場合、足場板の問題を含め、船舶建造時に必要とするあらゆる機械や動力源などを一体の装置として取りまとめ、これを機械化することにより、安全性、省力、合理化を加味した新しい建造機械として、この大型作業ユニットを開発したものである。

これにより、従来の足場板上での作業は、作業員がこ



日石丸建造に採用した“作業ユニット”

の装置に組み込まれた伸縮自在のスライド足場に乗る、自由に作業を行なうことができる。

また、本装置はレール上を自走でき、広い装置内には溶接器、電源、ガス源、検査器など作業に必要な器具は全部組み込まれるようになり、作業員は今までのように作業器具などを安定性の悪い足場上で持ち運ぶことなく、から身で装置に乗ればすぐ仕事に掛れるので、危険度がまったくなく安全に作業を行なうことが出来る。

今回本装置の採用が決つたイタリアのイタルカンチエーリ社は同社のモンハルコネ工場において主として本装置を25万～32万重量トン型タンカーの建造用に使用するもので、購入機種は5種類10ユニットで構成されている。

膨脹式救命いかだの寒冷海域使用の一考察

八 木 寿 直

藤 倉 ゴ ム 工 業 株 式 有 限 公 司

(膨脹用液化炭酸ガスへの窒素の混合充てんについて)

ま え が き

膨脹式救命いかだは SOLAS (1960年) において国際的に認められ、赤道から両極まで地球上の広い海域を航行する船舶に積付けられている。寒冷海域での膨脹用液化炭酸に窒素を混合充てんすることが海外で行なわれている。わが国の甲種膨脹式救命いかだも SOLAS の要件に適合するように作られているので、輸出船に搭載されたりあるいは甲種いかだ単体で輸出され、窒素混入はしていないが寒冷海域で使用される機会が多くなってきた。従つて窒素ガスを混合充てんすることを考慮する必要がある。

ポンペ内の圧力は常に温度に対応する炭酸ガスの蒸気圧になつていて、充てん比によつて温度変化に対する圧力変化の割合が異つてくる。窒素ガスを混合すると、変化が一層複雑になる。以前実験的に変化の状態を調査したりが、変化のメカニズムは明らかでなかつた。今回さらに詳細に調査したので発表し関係者の参考に供する。

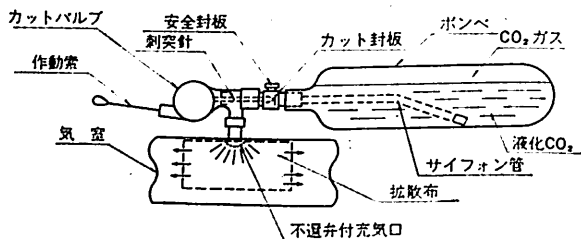
1. 膨脹式救命いかだの要件

膨脹式救命いかだは船舶および航空機の救命設備としてその有効性が高く評価され、世界中に広く使用されている。1955年には国内的に、1960年には国際的に船舶の救命設備として認められ、膨脹式救命いかだの要件が SOLAS 第Ⅲ章第 15 規則および運輸省令第 36 号船舶救命設備規則の第 21 条に示された。

膨脹式という名は、これ等規則に“人体に対し無害な気体を使用して、索を引くことその他同様に簡単かつ効果的な方法により自動的に膨脹するものであること”とあるように、気室を膨脹させることによつていかだの形状を保ち、浮力を持たせるところから名付けられた。

2. 炭酸ガスによる膨脹

規則に示されている“人体に対し無害な気体”として現在広く使用されているのは液化炭酸ガスである。わが国では、水分が少なく純度の高い JIS K 1106 の 2 種または 3 種を、高圧ガス取締法、容器保安規則等に適合する高圧ガス容器に、船舶検査心得に従い充てん比 1.5 以上になるように所要量を充てんして使用している。高圧ガスポンペの頭部には“索を引くことにより簡単に”開



第 1 図 膨脹式救命いかだの充気装置

放される弁および容器を過圧から保護するための安全封板を備えている。(第 1 図参照)

膨脹用の“無害なガス”としては炭酸ガスのほか、窒素ガス、フロンガス等があるが、特に炭酸ガスが多く用いられるのは、いかだの供用温度範囲である -30°C から $+66^{\circ}\text{C}$ までにおいて、簡単に安全な容器に液化ガスとして貯蔵することができ、かつ 500 倍という極めて大きい膨脹倍率を有しているからである。

ガスポンペに充てんされている炭酸ガスの状態はモリエール線図で表わされているように、臨界点以下では液体と気体の共存状態にあつて、温度に応じた蒸気圧をもつている。

わが国の船舶用膨脹式救命いかだのポンペは第 1 図のように刺突式の弁を使用しているので、索を引けば刺突針で封板がカットされて弁が開き、ポンペ内の蒸気圧で液化炭酸がサイフォン管を通り、充気口から霧となつて拡散布に当たり、気室内に気化膨脹しつつ拡散する。液化炭酸が気化する際は断熱的に膨脹するので、膨脹に必要な熱量を周囲から奪い、炭酸ガスの温度は急速に下り、ついに一部がドライアイスとなるが、ポンペから気室までの通路は途中で拡大することなく、同じ太さにして途中での気化を防ぎ、ドライアイスができて通路の閉塞することのないようにする。気室内に拡散する際に、炭酸ガスは気化膨脹に必要な熱量を気室布を介して外界の空気あるいは海水から吸収する。

寒冷海域においてはポンペ内の炭酸ガスの蒸気圧が温暖海域より低いので、ガスの噴出速度は遅く、また気室内も周囲からの熱の補給が遅いのでドライアイス化し、気室内にドライアイスの塊りができる。温暖海域でも冬

季にはこの現象がときとして見られる。ドライアイスが塊ると大きな気化熱を小さな表面積から吸収することとなるので、一層気化は遅くなり、そのため気室の膨脹が遅れて、いかだ本来の形状になるのに時間を要し、緊急の乗込みができなくなる。このような場合には充てん炭酸ガス量を多くしても膨脹を速める効果は期待できない。

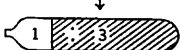

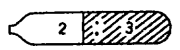
一般に膨脹速度を速くしたり遅くしたりするために液化ガスのポンペに他のガスを混合充てんして、蒸気圧を調節することが行なわれている。液化炭酸に窒素ガスを混合充てんしたり、フロンガスにアルコールを混合充てんする等の例がこれである。液化炭酸に窒素ガスを混合充てんすれば、低温での炭酸ガスの蒸気圧と窒素の充てん圧力との合計の圧力で液化炭酸を噴出させることができる。

3. 液化ガスのみ充てん

19世紀の終り頃から多くの学者によつて炭酸ガスの物理化学的性質が研究され、その成果は、液化炭酸やドライアイスの製造を始めとして炭酸ガスの利用に関し広く応用されている。膨脹用炭酸ガスも液化してポンペに充てんするが、その際の炭酸ガスは理想気体とは異なつた状態を示す。

(1) 充てん比

充てん比という言葉がしばしば使われるが、次図のように、容器の内容量（水を満たしたときの水の重量）と内容物の重量との比をいい、過充てんあるいは過膨脹による容器の破裂の危険を防止するために基準が定められている。

“液化炭酸のみ或は液化炭酸+窒素ガス”の重量比		
		
充てん比 $1.34 = \frac{1+3}{3}$	$1.5 = \frac{1+2}{2}$	$1.67 = \frac{2+3}{3}$
(通産省) 容器保安規則	(運輸省) 船舶検査心得	(運輸省) 危険物船舶運送 および貯蔵規則

炭酸ガスは容器保安規則に1.34、危険物船舶運送および貯蔵規則に1.67、船舶検査心得に1.5とそれぞれ最低値が規定されている。充てん比の数値は大きいほど温度上昇に伴なり内圧上昇に対して安全度が高い。容器保安規則はポンペ使用地区として温帯を対象としているが、危険物船舶運送および貯蔵規則は熱帯を航行する船舶を含めて考え、充てん比の値を大きく定めている。膨

脹式救命いかだの膨脹用炭酸ガスの充てん比は船舶検査心得ではほぼその中間値である1.5以上と定められている。

現用いかだに取付けてあるポンペの充てん比は規定の1.5以上であるが、メーカーにより、定員により種々異なる値である。ポンペの製造工程の合理化と取扱の際の混乱を防止するためにはポンペの種類を余り増やさないと必要で、いかだにより充てん比を一定にすることは不可能である。ポンペは高張力特殊鋼管を所要の長さに切断し、型を用いて鍛造成形するので、型の種類を多くしないためには管径を一定にし容量変化は長さで増減する。長さを細分すると識別が困難になり、取扱に誤りを生じ易い。ガス量を間違えて充てんしたり、違つたガス量のポンペをいかだに取付けたりすると重大な事故を招くので、これを防ぐためにポンペの区別は内容ガスの重量によることにしている。同じ長さのポンペに1.5以上の異つた充てん比で充てんすることにより、数種の異なつたガス重量に対し同じ大きさのポンペを使用することができる。

(2) 温度—内圧—充てん比の関係

温度変化に対する内圧変化を種々の充てん比について求めておくと、いかだに取付けてあるポンペが今何 kg/cm² の内圧を持っているかがわかり便利である。このために第3図を作つた。窒素ガスを混合充てんした場合は窒素ガスの圧力を加えれば全体の内圧となる。

第3図のように臨界点以上はいずれの充てん比でも温度変化に対し内圧はほぼ直線的に変る。炭酸ガスは臨界温度 31°C（臨界圧力約 75 kg/cm²）以下では、気体と液体または固体が共存する。その状態はモリエール線図に表わされている。ポンペの中が炭酸ガスのみで飽和されているときには -56.6°C まで気体と液体が共存し、それ以下では固体のドライアイスと気体が共存する。比重は 31°C で気体とも 463.9 kg/m³ の同一値であり、-56.6°C では固体が 1512.4 gk/m³、液体が 1177.9 kg/m³ で若干異なつた値をとる。

臨界温度以下のポンペ内の液化炭酸は第1表のように充てん比1.34の場合はほとんど液体であるが、充てん比が変り、

第1表 容器中の気液の割合^{a)}(充てん比1.34)

°C	液体%	気体%
-30	71.4	28.6
-25	72.0	28.0
-20	73.2	26.8
-15	74.6	25.4
-10	75.9	24.1
-5	77.9	22.1
0	80.0	20.0
+5	82.1	17.9
+10	85.0	15.0
+15	89.8	10.2
+20	97.0	3.0
+25	100.0	0
+30	(21.2°C)	(21.2°C)

第2表 充てん比—温度—気液の割合 (臨界温度以下の常温付近)

充てん比	臨界温度 °C	温度 °C / 圧力 kg/cm ²					気液%
		5/40.5	10/45.95	15/51.93	20/58.96	25/65.59	
1.5	27	35.2	31.6	27.5	20.6	10.0	気
	69.2	64.8	68.4	72.5	79.4	90.0	液
1.6	29	40.4	37.2	33.7	27.9	19.3	気
	72.1	59.6	62.8	66.3	72.1	80.7	液
1.7	30.25	44.2	41.4	38.3	33.4	26.2	気
	73.7	55.8	58.6	61.7	66.6	73.8	液
1.8	30.5	46.0	48.4	40.4	35.8	29.4	気
	74.1	54.0	51.6	59.6	64.2	70.6	液
1.9	30.7	47.7	45.1	42.5	38.2	32.4	気
	74.5	52.3	54.9	57.5	61.8	67.6	液
2.0	30.8	49.2	46.8	44.3	40.4	35.2	気
	74.7	50.8	53.2	55.7	59.6	64.8	液

温度が変わると気液の割合が変わる。(第2表および第5図参照)

液化炭酸ガスは容器保安規則に充てん比 1.34 と規定されているが、モリエール線図の比体積 (l/kg) から 21.2°C では容器内は液体で充滿され空間が全くないことがわかる。その状態の圧力は 61.66 kg/cm² である。このように液体で満たされたものを更に圧縮したり、温度を上げたりすると急に圧力上昇をきたして容器を破壊する等の危険を生ずるはずであるが、CO₂ と N₂O とは SO₂, NH₃, Cl₂ 等の液化ガスと異り、熱膨脹係数も圧縮係数も大きく、きわめて安全なガスであつて、充てん比 1.34 の炭酸ガスポンベの耐圧試験圧力 200 kg/cm² に達するのは 55°C である。

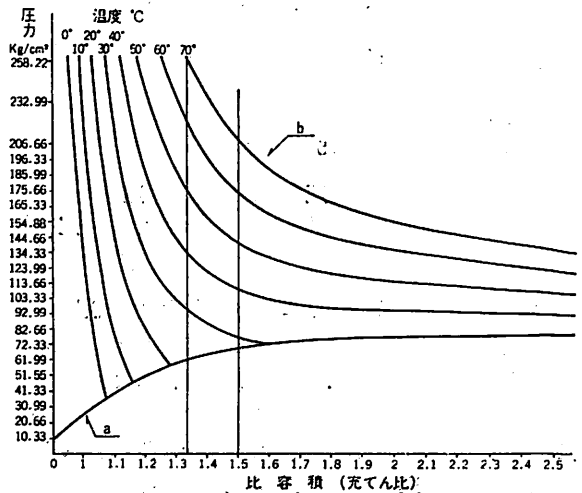
モリエール線図並びに AMAGAT³⁾ および CURTIS⁴⁾ の表から必要範囲を選び、C.G.S. 単位に換算し、比容積 l/kg を計算して第3表および第2図を作つた。ここに引用した二つの外国文献の原表は炭酸ガスについては $\frac{(PV)_T}{(PV)_0}$ の 0~258°C, 1~1000 気圧の間の数値を掲げたもので、0°C 1 気圧で PV=1 としている。理想気体では PV=RT であるが、実在ガスではかなり異つていて、炭酸ガスでは 50°C において 100 気圧で半減している。炭酸ガスの 0°C, 0 気圧と 0°C,

1 気圧の PV を比較すると 0 気圧を 1 として 1 気圧の場合には PV=1.00706 であり、1 グラム 分子容量の容積は 0°C, 1 気圧で $\frac{22,414.1}{1.00706} = 22,257$ c.c. である。原表では PV=1 としているのきわめて僅か違うが、第3表の比容積の計算には 22,257 c.c. を用いた。計算の一例を 0°C, 250 気圧, $\frac{(PV)_T}{(PV)_0} = 0.4740$ について示す。

計算例, (CO₂ の分子量は 44)

$$\frac{0.4740}{250} \times \frac{22,257}{44} = \frac{42.2 \text{ c.c.}}{44 \text{ gr}} = 0.959 \text{ l/kg}$$

次に第3表の数値を方眼紙に記録して第2図を作つた。モリエール線図より 31°C 以下の液体の比容積とその圧力を求めて図に記録し、各点を結ぶと a 曲線になる。第3表の各温度の点をそれぞれ結んだ b 曲線の末端すなわち最低圧力点はモリエール線図を転記した a 曲線になる。第2図の比容積は全体の容積中に占める液化炭酸ガスの重量であつて、前に述べたように充てん比を表わしている。第2図よりたとえば 1.34, 1.5 等の比容積すなわち充てん比に垂直線を引き、それと温度曲線の交点の圧力を読みとり、温度—圧力図を作成し、同一充てん比の垂線上の点を連結したものが第3図である。充てん比の間である充てん比の圧力の読みはやや不正確になるので、もし必要ならば第2図から読み取り、第3図に記入しておくといふ。第3図の 30°C 以下の圧力はモリエール線図から転記して結んだ曲線である。

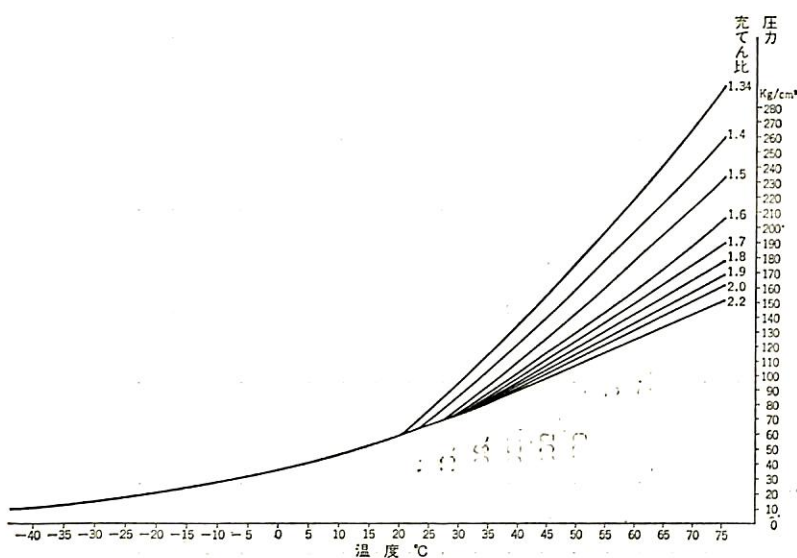


第2図 圧力—比容積—温度関係

第3表 炭酸ガスの圧縮係数と比容積

A Atm.	A × 1.0333 kg/cm ²	0°C		10°C		20°C		30°C		40°C		50°C		60°C		70°C	
		$\frac{(PV)_0}{(PV)_0}$	$\frac{(PV)_0}{(PV)_0} \text{ l/kg CO}_2$	$\frac{(PV)_{10}}{(PV)_0}$	$\frac{(PV)_{10}}{(PV)_0} \text{ l/kg CO}_2$	$\frac{(PV)_{20}}{(PV)_0}$	$\frac{(PV)_{20}}{(PV)_0} \text{ l/kg CO}_2$	$\frac{(PV)_{30}}{(PV)_0}$	$\frac{(PV)_{30}}{(PV)_0} \text{ l/kg CO}_2$	$\frac{(PV)_{40}}{(PV)_0}$	$\frac{(PV)_{40}}{(PV)_0} \text{ l/kg CO}_2$	$\frac{(PV)_{50}}{(PV)_0}$	$\frac{(PV)_{50}}{(PV)_0} \text{ l/kg CO}_2$	$\frac{(PV)_{60}}{(PV)_0}$	$\frac{(PV)_{60}}{(PV)_0} \text{ l/kg CO}_2$	$\frac{(PV)_{70}}{(PV)_0}$	$\frac{(PV)_{70}}{(PV)_0} \text{ l/kg CO}_2$
1	1.0333	1.0000	505.84														
10	10.333																
20	20.666																
30	30.999																
40	41.333																
50	51.555	0.1050	1.062	0.1145	1.158	0.6800	6.879	0.7750	7.841	0.8390	8.488	0.9180	9.287	0.9840	9.955	1.0425	10.547
60	61.999									0.7820	6.593	0.8610	7.259	0.9310	7.849	0.9950	8.383
70	72.333	0.1435	1.037	0.1530	1.105	0.1700	1.228	0.2135	1.543	0.6835	4.939	0.7900	5.708	0.8740	6.315	0.9445	6.325
75	77.499	0.1530	1.032	0.1630	1.099	0.1800	1.214	0.2190	1.477	0.6200	4.181	0.7470	5.038	0.8410	5.672	0.9180	6.191
80	82.666	0.1630	1.030	0.1725	1.091	0.1890	1.195	0.2250	1.422	0.5450	3.446	0.7025	4.442	0.8080	5.109	0.8925	5.643
90	92.999	0.1825	1.025	0.1930	1.085	0.2090	1.175	0.2390	1.343	0.3480	1.956	0.6015	3.381	0.7350	4.131	0.8355	4.696
100	103.333	0.2020	1.022	0.2130	1.077	0.2285	1.156	0.2550	1.290	0.3095	1.566	0.4910	2.484	0.6610	3.344	0.7770	3.930
110	113.666	0.2215	1.018	0.2326	1.069	0.2490	1.145	0.2727	1.254	0.3170	1.457	0.4250	1.954	0.5895	2.711	0.7180	3.302
120	123.999	0.2400	1.012	0.2523	1.063	0.2685	1.132	0.2910	1.227	0.3285	1.384	0.3995	1.684	0.5310	2.238	0.6660	2.807
125	129.166	0.2490	1.008	0.2620	1.060	0.2785	1.127	0.3000	1.214	0.3350	1.356	0.3950	1.598	0.5100	2.064	0.6430	2.602
130	134.333	0.2580	1.004	0.2715	1.056	0.2876	1.119	0.3090	1.202	0.3426	1.333	0.3980	1.548	0.4970	1.934	0.6215	2.418
140	144.666	0.2770	1.001	0.2905	1.050	0.3070	1.109	0.3275	1.183	0.3590	1.297	0.4060	1.467	0.4850	1.752	0.5920	2.139
150	154.888	0.2950	0.994	0.3090	1.042	0.3255	1.098	0.3460	1.166	0.3760	1.268	0.4190	1.413	0.4850	1.635	0.5750	1.939
160	165.333	0.3125	0.988	0.3275	1.035	0.3435	1.086	0.3640	1.151	0.3935	1.244	0.4330	1.369	0.4900	1.549	0.5680	1.796
170	175.666	0.3310	0.985	0.3465	1.031	0.3626	1.079	0.3835	1.141	0.4110	1.223	0.4485	1.334	0.4990	1.485	0.5699	1.696
175	180.833	0.3405	0.984	0.3550	1.026	0.3725	1.076	0.3930	1.136	0.4215	1.218	0.4570	1.321	0.5055	1.461	0.5730	1.656
180	185.999	0.3490	0.980	0.3645	1.024	0.3820	1.073	0.4020	1.130	0.4299	1.208	0.4650	1.307	0.5125	1.440	0.5755	1.617
190	196.333	0.3670	0.977	0.3825	1.018	0.4005	1.066	0.4200	1.118	0.4490	1.195	0.4825	1.284	0.5270	1.403	0.5850	1.557
200	206.666	0.3850	0.974	0.4010	1.014	0.4185	1.058	0.4395	1.111	0.4675	1.182	0.5010	1.267	0.5425	1.372	0.5955	1.506
225	232.499	0.4305	0.968	0.4455	1.002	0.4655	1.046	0.4875	1.096	0.5130	1.153	0.5425	1.220	0.5825	1.309	0.6285	1.413
250	258.222	0.4740	0.959	0.4900	0.991	0.5100	1.032	0.5335	1.079	0.5580	1.129	0.5865	1.187	0.6250	1.265	0.6670	1.350

例 $\frac{0.4740}{250} \times \frac{22.257}{44} = 0.959$



第3図 充てん比—温度—圧力関係

4. 液化炭酸ガスと窒素ガスの混合充てん

いかだを炭酸ガスのみで膨脹すると、前述のように、温度の低いときはポンペ内の蒸気圧が低いので膨脹が遅くなる。たとえば 15°C で約 52 kg/cm² の蒸気圧のものが -30°C では約 14.5 kg/cm²、-20°C では約 20 kg/cm² である。このように低い蒸気圧の炭酸ガス容器に窒素を混入することによつて、ポンペ内の圧力をほぼ 0°C の蒸気圧である約 35 kg/cm² に上げ得たとすれば、ポンペ内の液化炭酸の噴出速度も 0°C の場合と同じような速度になつて気室内に速く噴出する。更に窒素ガスを多く混合すれば、ポンペ内の圧力も上昇して、低温における膨脹の遅れという欠陥を克服することができる。

しかし反面同じポンペが熱帯の高温に曝らされるとポンペ内の圧力が非常に上昇して、ポンペの破裂防止のために備えてある安全封板を破つてガスが噴出する。この危険を緩和する方法として、充てん比を十分大きくし、温度上昇に伴う内圧上昇をゆるやかにする方法（第3図参照）をとることもできるが、それにはポンペの容量を大きくすることが必要になるので、重量の増加（大型いかだには重量の制限がある）、取扱の不便、価格の高騰等の不利が増大する。従つて出来得るかぎり現用ポンペの範囲内で炭酸ガスの噴出圧力を高くしたい。

膨脹用炭酸ガスポンペ中に窒素ガスを混合充てんすることに対する制約および混合充てんし得る窒素ガスの限界量等がわかれば現用ポンペへの窒素ガスの混合量で低温における噴出圧力をコントロールすることができる。

混合充てんに当つて考慮を要する制約事項はいずれも窒素ガス量—温度—圧力の三者の関係を規制するもので、次のようなものがその主な事項である。

(a) 量の制約：—炭酸ガスへの窒素の溶解量と現用ポンペの充てん比からくる制約である。

(b) 温度の制約：—いかだの使用温度範囲すなわち甲種いかだは -30°C ~ +66°C、乙種いかだは -20°C ~ +40°C であつて、これ等温度範囲でのポンペ内圧およびいかだの気室内圧の変化、並びに混合充てん作業の際のポンペ内の温度に関する制約である。

(c) 圧力の制約：—ポンペおよび気室の耐圧性能と充てんポンペ圧力による制約である。

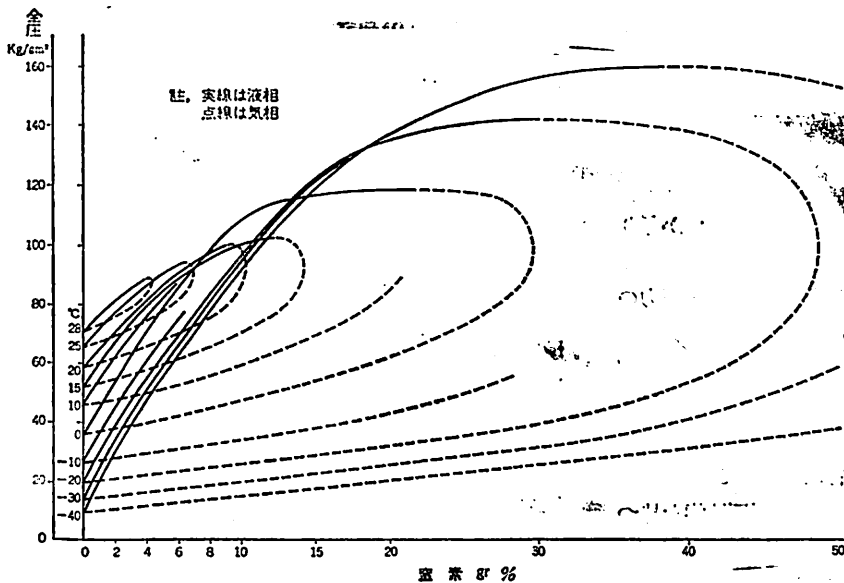
(1) 液化炭酸ガスに窒素ガスの溶解

容器内の炭酸ガスが気体のみになる臨界温度以上において、気体炭酸ガスの中に窒素ガスを混合すると均等に混じるということは理解できる。炭酸ガスの充てん比 1.34 の場合は 31°C より下つて 21.2°C になると容器内が液体炭酸ガスで満たされる。この僅か 10°C ほどの差の間に炭酸ガスは気液の転換を行なう。

31°C での比重が気液両相とも 463.9 kg/m³ であり、かなり小さい。従つて、気液いずれとも判じ難く、濃くて重い気体あるいは稀薄で軽い液体の混合状態にある。

この状態にある炭酸ガスに窒素が加わつた場合を考えると、気相の炭酸ガス中に均等に分布していた窒素ガスは、炭酸ガスが液相に転換したらどうなるか。もし窒素ガスが液相中に溶解しないと仮定すると、窒素ガスは炭酸ガスから分離され、極度に小さい体積の高い圧力状態に圧縮されなければならない。窒素ガスがごく微量でないかぎり容器内圧は急上昇し、安全封板を吹き破る。温度の低い容器内に気液両相が共存し、その気相内に窒素ガスが混合している場合に、温度を上昇させても同じような結果となり、窒素ガスの混合充てんは不可能になる。これは以前の実験の事実と反するので、窒素ガスが液化炭酸に溶解しないと仮定したことがあやまりとなる。

炭酸ガスと窒素の混合状態での平衡については Polli-



第4図 炭酸ガス—窒素系 全圧—溶解窒素 gr%—温度

zer (1924), Abdullaev (1932), Krichevskii (1962), Zenner (1963) 氏等が研究し報告しているが、わが国では上西、鳥海両氏 (1964) により“液体炭酸として存在する殆んど全温度領域にわたつての窒素との気液平衡の測定”が行なわれ、炭酸ガスに窒素の溶解する状態が明らかにされた。

第4図は上西、鳥海両氏の論文の炭酸ガス—窒素系の部分を引用し、実測窒素ガス濃度をモル分率から gr% に換算し、更に論文図2から各温度のほぼ最大圧力での窒素の溶解度を読み取つたものである。論文図2は $-40^{\circ}\text{C} \sim +25^{\circ}\text{C}$ の範囲の測定値と -55°C , -51.7°C および $+28^{\circ}\text{C}$ の引用文献値の曲線が記載されている。膨脹用炭酸ガスに窒素を混合充てんして使用する目的が -30°C あるいは -20°C での噴出を旺盛にするため与圧する目的であるので、この温度における窒素ガスの溶解と、混合充てん作業をする温度範囲として常温付近すなわち $15 \pm 10^{\circ}\text{C}$ における窒素の溶解とを知る必要があ

第4表 窒素の最大溶解値

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	窒素溶解 (gr%)	全圧 (kg/cm^2)
28	4.17	89.2
25	6.55	94.3
20	9.73	100.2
15	12.70	105.5
0	20.82	126.1
-20	29.80	142.9
-40.3	38.0	165.5

る。第4図には論文図2の温度の間に 10°C , -10°C , -30°C 等を推測して不正確ではあるが線を加えた。第4図から窒素ガスを混合充てんした容器の各温度における窒素ガスの炭酸ガスへの最大溶解重量%の推計値を求めると第4表のようになる。各温度での最大溶解値における容器内の状態は、炭酸ガスのみの臨界点と同様、臨界状態で気液両相がいずれとも判じ難い状態にある。従つて温度が下がれば液相となり、温度が上がれば気相となる。たとえば 20°C で約9%の窒素ガスが炭酸ガスに溶

解しているものを、温度 28°C に上げた場合には、窒素ガスの炭酸ガスへの最大溶解量は約4%となる。その差5%は気体窒素として分離析出されることはない。すなわち 20°C で臨界状態にあるものの温度を 28°C に上げると炭酸ガスは全部気相になるので、窒素ガスは分離析出されることなく全体に混合された状態で混在する。従つて窒素ガスの圧力上昇は 1° 当り $\frac{1}{273}$ の上昇になる。

第4表のように窒素ガスは 0°C で最大約20.8%も炭酸ガス中に溶けるが、その圧力は約 $126 \text{ kg}/\text{cm}^2$ で、炭酸ガスの臨界圧力約 $75 \text{ kg}/\text{cm}^2$ に比べてかなり高い。炭酸ガスの容器への充てん作業は臨界温度 31.1°C より低い常温か、それより僅か冷やす程度で行なつているので、充てんポンプの圧力はそれほど高くない。従つて 0°C で最大溶解量の混合充てんを行なうためには特に圧力の高い充てんポンプを必要とする。また前記の溶解度は平衡に達したときの値で、充てん作業においては平衡に達するほどの時間がかけれないので、最大溶解量よりは少し、サイフォン管から容器内に放出される際かなりの攪拌効果が望めるとしても最大溶解量の90%前後ではなかろうか。しかし膨脹用炭酸ガスに与圧するために窒素ガスを混合充てんする場合の窒素ガスの混合割合は、充てんポンプの圧力あるいは充てん温度による制約よりはむしろ後述する使用最高温度におけるポンペおよびいかなる主気室の耐圧性能による制約の方が大きく、諸外国における混合割合も3~6%程度の例が多い。

従つて充てんポンプも特に圧力の高いものを用いていないようである。ただし暑熱の候には充てん圧力を下げるため冷却をしてもなお作業能率の低下は著しいので、混合割合を増すことに対しては多少の制約を受けることになる。

(2) 容器の耐圧性能

容器の耐圧性能は現用ポンペを引続き使用するかぎり最大の制約事項である。

容器保安規則で容器と安全封板の強度あるいは圧力の関係が次のように規定されている。

(a) 容器の耐圧試験圧力は液化炭酸では 200 kg/cm² 以上、その他のガスでは 250 kg/cm² 以上である。現用の容器は液化炭酸のみであるが、250 kg/cm² で耐圧試験を行なつているので、窒素を混合充てんしても差支えない耐圧性能を持つている。

(b) 最高充てん圧力 (35°C における) は耐圧試験圧力の 3/5 倍の数値である。

(c) 安全封板は耐圧試験後圧力の 8/10 以下の圧力で作動することになつているが、充てん比、使用最高温度等から検査心得では $200 \pm 20 \text{ kg/cm}^2$ と規定している。

(d) ポンペの肉厚は最高充てん圧力の 1.7 倍の圧力で降伏を起こさないような肉厚以上とする。

現用ポンペの抗張力設計上の耐圧性能と寸法の関係式を挙げると次のようになる。

$$P = \frac{D^2 - d^2}{1.3D^2 + 0.4d^2} S \quad S = \frac{5}{9} \times T.S.$$

P: 耐圧試験圧力 D: 外径 = 102 mm

d: 内径 = 96 mm S: 許容応力

実際はマンガン鋼 STH 70 を使用するよう届け出てあるので、T.S. = 70 kg/mm²

$$\therefore P = \frac{102^2 - 96^2}{1.3 \times 102^2 + 0.4 \times 96^2} \times \frac{5}{9} \times 70 = 268 \text{ kg/cm}^2$$

すなわち抗張力設計における耐圧試験圧力は約 268 kg/cm² である。従つて設計上、35°C における最高充てん圧力はこの 3/5 で約 161 kg/cm² である。

一方降伏点設計上からは、ポンペの肉厚は最高充てん圧力の 1.7 倍の約 274 kg/cm² で降伏を起してはならないが、この値は抗張力設計の耐圧試験圧力に近い値であるので心配はない。

(a) に記したように現用品は 250 kg/cm² の耐圧試験を行なつているので、最高充てん圧力は 150 kg/cm² である。第 3 図から炭酸ガスだけで充てん比約 1.55 のとき、35°C ではポンペの内圧は 90 kg/cm² であるので、実際の充てん圧力は最高よりかなり低いが、窒素ガス混入によりあまり充てん圧力を高くしておくともポンペの温度が上昇した場合に安全封板が破裂する。

(3) 窒素の混合充てん量の限界

窒素ガスを液化炭酸に混合充てんする場合の最大の制約は、救命具の使用最高温度におけるポンペ内圧とポンペの安全封板の作動圧力すなわち耐圧試験圧力との関係である。

窒素ガスを膨脹用液化炭酸に混合充てんする目的は前にも述べたように、低温における液化炭酸の蒸気圧に窒素ガスの与圧分の圧力を加えた全圧力で噴出が行なわれ、あたかも 30°C 以上も高い環境温度に置かれたと同様に救命具の膨脹を迅速にすることである。従つて、この見掛温度 (-30°C あるいは -20°C での炭酸ガスの蒸気圧と混合充てんした窒素ガスガスの与圧の合計圧力が、炭酸ガスのみの蒸気圧である温度をいう) を何度に設定するかによつて窒素ガスの充てん圧力が異つてくる。

第 5 表は 0°C 前後の 5 段階の見掛温度を設定し、そ

第 5 表 見掛温度に応じて混合充てんした窒素ガスの $\left\{ \begin{array}{l} \text{使用最低温度} \\ 0^\circ\text{C} \\ \text{使用最高温度} \end{array} \right.$ での圧力

見掛温度	見掛の噴出圧力	°C	kg/cm ²	-10	-5	0	+5	+10
甲種	-30°C は 14.55 kg/cm ² との差圧 P _T (差圧(絶対圧力)+1.03)			約 12.44 約 13.5	約 16.50 約 17.5	約 20.99 約 22.0	約 25.95 約 27.0	約 31.40 約 32.5
	0°C の P _T = P ₋₃₀ × $\frac{273}{243}$			約 15.0	約 19.5	約 24.5	約 30.0	約 36.0
	66°C の P _T = P ₋₃₀ × $\frac{339}{243}$			約 18.8	約 24.5	約 30.7	約 37.6	約 45.4
乙種	-20°C は 20.06 kg/cm ² との差圧 P _T (絶対圧力=差圧+1.03)			約 6.93 約 8.0	約 10.99 約 12.0	約 15.48 約 16.5	約 20.44 約 21.5	約 25.89 約 27.0
	0°C の P _T = P ₋₂₀ × $\frac{273}{253}$			約 8.6	約 13.0	約 18.0	約 23.0	約 29.0
	40°C の P _T = P ₋₂₀ × $\frac{313}{253}$			約 9.8	約 15.0	約 20.5	約 26.6	約 33.3

の見掛温度に相当する圧力を得るために必要な窒素の充てん圧力（ゲージ圧力） P_T 、（すなわち見掛温度での炭酸ガスの蒸気圧と膨脹式救命いかだの使用最低温度（乙種は $T = -20^\circ\text{C}$ 、甲種は $T = -30^\circ\text{C}$ ）での炭酸ガスの蒸気圧との差を絶対圧力に換算した値）および差圧を甲種、乙種それぞれの欄の上段に記し、 P_T が 0°C および甲種と乙種の使用最高温度である 66°C および 40°C になつた場合の圧力を算出して、中段および下段に記した。たとえば -30°C において見掛温度 $+10^\circ\text{C}$ と同じ噴出圧力にするためには、 0°C で充てんするとして 36 kg/cm^2 の窒素圧で充てんしなければならない。これが使用最高温度 $+66^\circ\text{C}$ になると窒素圧 44 kg/cm^2 となり、第3図の充てん比に応ずる炭酸ガスの圧力に付加される。ポンペの封板作動圧力が 220 kg/cm^2 であるとして、多少の安全を見て 66°C で 214 kg/cm^2 まで内圧上昇を許すとすれば、炭酸ガスの圧力は 66°C において $214 - 44 = 170\text{ kg/cm}^2$ になり、そのような炭酸ガス充てん比は第3図から 1.64 であることがわかる。

もしこの場合の窒素の混合割合が7%であるとすれば、炭酸ガスは93%でその充てん比が1.64であるので、混合ガスの充てん比は $1.64 \times \frac{93}{100} = 1.53$ となり、どうやら 1.5 以上におさまる。このように封板作動圧力が 220 kg/cm^2 であれば、見掛温度は $+10^\circ\text{C}$ が最高であり、混合割合が約7%である。混合比を増したり、見掛温度を 10°C 以上にするためには充てん比を十分大きくする必要があり、ポンペを大きくするという不利益が伴う。封板の作動圧力が 200 kg/cm^2 ならば炭酸ガスの充てん比を変えない限り噴出圧力は 30 kg/cm^2 となり、見掛温度も 0°C に下り、混合割合も5%に下つて、全体の充てん比は 1.56 となる。

第5表の各見掛温度における窒素の圧力を持たせるに必要な窒素の重量が種々の充てん比について何%の混合割合となるかを次式により計算し、第6表にまとめた。

$$\frac{V}{v} = G_C + G_N$$

$$\frac{G_N}{G_C + G_N} \times 100 = N_2\%$$

上の二式より

$$\frac{vG_N}{V} \times 100 = N_2\%$$

また $T = 0^\circ\text{C}$ 、1 気圧では

$$G_N \times \frac{22400}{28} \times 1.033 \frac{v}{P_{T0}} = V$$

この式を変形すると

$$\frac{vG_N \times 100}{V} = \frac{vP_{T0}}{1.033 \times 8} = N_2\%$$

V : ポンペの容積 (c.c) または水の重量 (gr)

v : 混合ガス充てん比

G_C : 炭酸ガスの重量 (gr)

G_N : 窒素ガスの重量 (gr)

$N_2\%$: 窒素の混合%

P_T : 充てん (絶対) 圧力 (kg/cm^2) (第5表参照)

第6表 充てん比毎の見掛温度と窒素%

見掛温度 見掛圧力	kg/cm^2	-5°C 約 31	0°C 約 35	$+5^\circ\text{C}$ 約 40	$+10^\circ\text{C}$ 約 45
-20°C	1.5	2.35	3.25	4.19	5.26
・ 充てん比	1.55	2.43	3.36	4.34	5.43
	1.6	2.51	3.45	4.48	5.61
	1.65	2.60	3.56	4.64	5.80
-30°C	1.5	3.62	4.50	5.42	6.60
・ 充てん比	1.55	3.69	4.63	5.66	6.80
	1.6	3.80	4.80	5.86	6.94
	1.65	4.00	4.94	6.00	7.20

$F = 0^\circ\text{C}$ における窒素の絶対圧力と充てん比とを上式に入れば窒素の混合%が計算される。

第6表を見ると混合割合は3~7%の範囲が適当のようである。イギリスのメーカー3社の31例においても6.97~5.9%が約50%、3~2.5%が約40%である。このように甲種、乙種の使用最高温度 66°C および 40°C が最大の制約となる。低温における実際の噴出圧力は見掛圧力より更に幾分下ることは後述する。

まえがきで引用した実験りは膨脹用液化炭酸ガスに窒素ガスを3~9.5%混合し、充てん比1.5~1.95の間の種々のものについて、温度と内圧の関係を実測した結果の報告であるが、実験結果を計算値と比較すると実測値の方が使用最高温度付近では内圧が高くなつたものが多く、その傾向は混合割合の少いものに著しい。混合割合の7%付近では逆に実測値の方に内圧の低くなつたものがあつた。このことは安全側であるので特に問題にする必要はない。

(4) 気室の耐圧性能

救命具の気室は使用最低温度 -30°C あるいは -20°C において天幕が立ち上り、気室の形状を保つに足る 40 mmHg 以上の内圧になるように設計してあるので、使用最高温度の $+66^\circ\text{C}$ あるいは $+40^\circ\text{C}$ になるとそれぞれ 90°C あるいは 60°C の温度上昇となる。

実際のいかだでは気室のゴム布が張力で伸びるので 300 mmHg あるいは 200 mmHg よりやや高い程度になる。前にも述べたように、所要ガス量を幾種類かの容積のポンペに充てん比を変えて充てんすることで、ポンペ容積の種類を少なくしているから、充てん比が1.5に近いものもあれば1.6を超えるものもある。

従来は炭酸ガスだけの充てん比でガス量を算出していたが、混合充てんになると、炭酸ガスと窒素ガスとは同一容積に膨脹するガスの重量が異つているので、炭酸

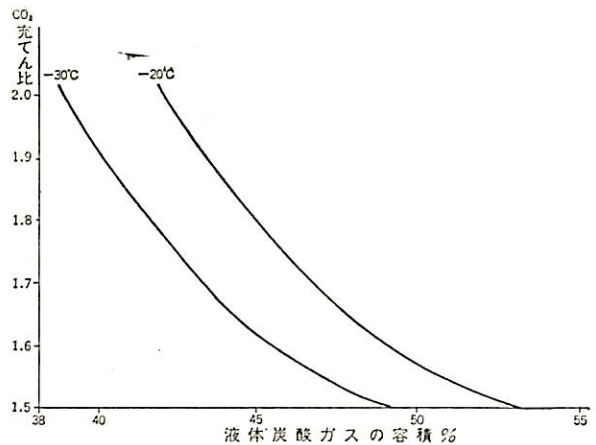
ガスのみを充てん比と同じ充てん比にすると膨脹ガスの容積は大きくなる。すなわち炭酸ガスは標準状態において 44 gr で、22.4 リットルになるが、窒素では 28 gr で 22.4 リットルになる。同一充てん比とすると混合窒素の重量%に相当する分が $\frac{44}{28} = 1.57$ 倍の容積になる。たとえば窒素が全体の 6% 混合されているとすれば、混合ガスの膨脹容積は炭酸ガスのみ膨脹容積よりも +3.42% 大きくなる。容積が変わらなければ内圧がそれだけ高くなる。たとえば -30°C において 40 mmHg の内圧であったものが $+66^{\circ}\text{C}$ になつた場合に、ゴム布の伸びで緩和されて 320 mmHg になつたとすると、もし混合ガスであれば 3.42% 高くなり、ゴム布の伸びで緩和されても 350 mmHg 位になる。このことは -30°C の低温においても同様であつて、炭酸ガスのみでは 40 mmHg しか上らない内圧が、同一充てん比で 6% の窒素を混合充てんすると約 70 mmHg の内圧を示すことになる。

-30°C における膨脹では気室内のドライアイスが多く、初期膨脹が十分でないので予定の 40 mmHg にも中々達しないが、窒素を混合することによつて初期の膨脹状態も幾分よくなるという非常に大きな利益が得られる。 $+66^{\circ}\text{C}$ という高温の膨脹においても、膨脹は断熱的に行なわれるので、初期は気室内が $+66^{\circ}\text{C}$ に上昇しないが時間の経過に伴つて周囲から熱を吸収して温度が上昇する。また海水に接している気室は 66°C に上昇することはない。気室内のガスは自動か手で排気減圧することもできるので、高温における内圧上昇の危険よりは低温における急速膨脹の利益の方がはるかに大きいので、充てん比は炭酸ガスの場合と同じにすることが一層混合充てんの効果を大きくすることになる。

(5) -30°C あるいは -20°C での実効噴出圧力

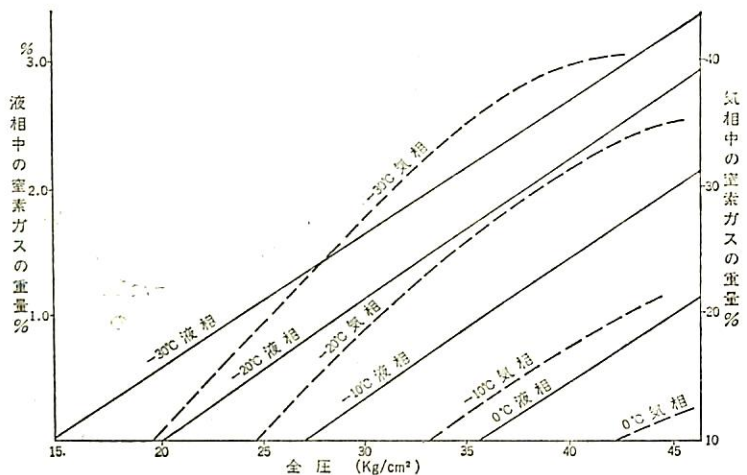
前項において救命具の使用温度範囲の高温例が窒素ガスの混合充てん量を増加し得ない最大の制約であることを述べたが、これ等は臨界温度以上でボンベ内が全部気体となるためである。

-30°C あるいは -20°C の低温例では気液両相が共存し(第 2 表および第 5 図参照)それぞれの相への窒素ガスの溶解量は温度と全圧によつて異なることは第 4 図から明らかである。第 6 図は -30°C 、 -20°C 、



第 5 図 低温における炭酸ガスの気液の割合 -30°C と -20°C の液体の%図

-10°C 、 0°C 等で 15 kg/cm^2 から 45 kg/cm^2 の間の全圧において窒素ガスが炭酸ガスの液相と気相とに溶解する割合を第 4 図から求めて図にしたものである。第 6 表に充てん比ごとの窒素ガスの充てん%を示したが、この量の窒素ガスは更に第 6 図の割合で液相および気相にそれぞれ溶解される。熱力学的には疑問であるが、溶解しなかつた余分の窒素ガスが炭酸ガスの気相中に混在して窒素ガスの分圧を示すものと仮定する。そしてこの分圧と炭酸ガスの蒸気圧との合計が実効噴出圧力となり、その圧力に相当する温度が実効相当温度であつて、見掛温度より低い温度である。実効噴出圧力から実効相当温度が逆に求められるが、この実効噴出圧力を計算で求めることは複雑で正確にはできないが、近似値は仮定を含む



第 6 図 低温における窒素ガスが気液両相の炭酸ガスに溶解する割合

めて以下のように計算される。

$$\frac{V}{v_c} = G_{Cl} = G_c + G_{c_g}$$

$$-T V_{Cl} + -T V_{c_g} = V$$

v_c : 炭酸ガスの充てん比

Cl, C_g : 炭酸ガスの液相と気相を現わす:

$-T^{\circ}C$ における体積の割合は第5図のようにポンベの容積の大小にかかわらず充てん比によつて一定であり、ガスの絶対量とは無関係である。また $-T^{\circ}C$ での炭酸ガスの気体と液体との体積と重量の関係は比体積で示されるので、体積割合を重量割合に換算することができる。更に重量割合の合計を炭酸ガスの気液合計重量の値と等しくするために α なる比例係数を導入して次のように求められる。

$$\frac{-T V_{Cl}}{-T V_{Cl}} = \alpha G'_{Cl} = G_{Cl}, \quad \frac{-T V_{c_g}}{-T V_{c_g}} = \alpha G'_{c_g} = G_{c_g}$$

$$\alpha (G'_{Cl} + G'_{c_g}) = G_c$$

$$-T G_N - (-T G_{NCl} + -T G_{Nc_g}) = -T G_{NF}$$

前記4(3)と同じように

$$\frac{-T G_{NF} \times \frac{22400}{28} \times 1.033}{-T P_{NF}} = V_{c_g}$$

$$\begin{array}{l} \text{比} \\ \text{体} \\ \text{積} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} -T V_{Cl} \cdots \text{液相} \\ -T V_{c_g} \cdots \text{気相} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \text{炭} \\ \text{酸} \\ \text{ガ} \\ \text{ス} \\ \text{の} \\ \text{体} \\ \text{積} \\ \text{割} \\ \text{合} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} G'_{Cl} \cdots \text{液体} \\ G'_{c_g} \cdots \text{気体} \end{array} \right.$$

N_{Cl}, N_{c_g} : 窒素の溶解分

N_F : 窒素の非溶解分

窒素ガスを混合充てんした場合の $-T$ における全圧は実効噴出圧力であつて、この際の $-T P_{NF}$ の値は $-T^{\circ}C$ で炭酸ガスの気液両相に窒素ガスが溶解したものの示す圧力に等しい。すなわち窒素ガスが溶解している気体炭酸ガス中に非溶解窒素が混合して存在する。そのときの圧力は窒素ガスを溶解した炭酸ガスの圧力と非溶解窒素ガスの圧力と相等しくなる圧力である。すなわちこれが実効噴出圧力である。

かりに近似実効値を当てはめて計算し修正しつつ漸次近似値に近付ける方法により例を(3)にとり計算を行なつた。

$$v_c = 1.64$$

$-30^{\circ}C$ の $-_{30}V_{Cl}$ と $-_{30}V_{c_g}$ を第5図より求めるとそれぞれ44.4%と55.6%である。

$$\left(\frac{0.444 V}{0.93} + \frac{0.556 V}{27} \right) \alpha = \frac{V}{1.64}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} G'_{Cl} \\ G'_{c_g} \end{array} \right.$$

$$\frac{0.61}{0.477 + 0.0206} = 1.225 = \alpha$$

$$\left. \begin{array}{l} G'_{Cl} \times \alpha = G_{Cl} = 0.477 V \times 1.225 = 0.585 V \\ G'_{c_g} \times \alpha = G_{c_g} = 0.0206 V \times 1.225 = 0.025 V \end{array} \right\} 0.61 V$$

第6図より $-30^{\circ}C$ における窒素ガスの炭酸ガスの気液両相への溶解を求めるに当つて、前に述べたようなりの近似実効値を 35.3 kg/cm^2 として溶解%を求めて見ると $-_{30}G_{NCl} = 2.2\%$, $-_{30}G_{Nc_g} = 35.5\%$ である。

$$-_{30}G_{NF} = -_{30}G_N - (-_{30}G_{NCl} + -_{30}G_{Nc_g})$$

$$\frac{V}{1.53} \times 0.07 - (0.585 V \times 0.022 + 0.025 V \times 0.355)$$

$$= -_{30}G_{NF}$$

$$V[0.0457 - (0.0129 + 0.0089)] = 0.0239 V = -_{30}G_{NF}$$

$$\frac{V \cdot 0.0239 \times 800 \times 1.033}{V \times 0.556} = -T P_{NF} = 35.6 \text{ kg/cm}^2$$

計算から求められた非溶解窒素ガスの圧力は 35.6 kg/cm^2 で前に仮の近似実効値として計算に利用した 35.3 kg/cm^2 とほぼ等しい。実効相当温度は約 $0^{\circ}C$ で見掛温度 $10^{\circ}C$ よりかなり低い。

同じ計算を実験値¹⁾の2, 3例について行ない比較すると実験値の誤差範囲内で一致する。

実験データと計算値の比較は次表のとおり。

No.	CO ₂ %	N ₂ %	充てん比	-30°C 圧力 kg/cm ²	圧力 誤差	計算値
1	100	0	1.5	20	-5.5	(14.55)
2	97	3.0	1.5	26	-5.5	20.5
6	94.16	5.84	1.5	37	-5.5	31.5
9	93.0	7.0	1.8	28	+3.8	31.8
前例	93.0	7.0	1.53	—	—	35.4

(註) 誤差範囲は No. 1 の圧力は 14.55 kg/cm^2 であるべきで誤差は約 $\pm 5.5 \text{ kg/cm}^2$ である。

5. あとがき

膨脹用液化炭酸に窒素ガスを混合充てんして、低温における膨脹速度と初期内圧を上昇する方法の根拠を調査検討した。その結果は次のように要約することができる。

- (1) 充てん比は従来そのままとする。これによりポンベの表示を混合充てん表示に変えることで現用ポンベを転用でき、実施が容易である。
- (2) 窒素ガスの混合割合は使用温度範囲のせまい救命いかた等には約3%、使用温度範囲の広い場合には約6~7%とする。
- (3) 実効噴出圧力は見掛圧力よりかなり下がるが、その傾向は窒素の混合割合の少ないものおよび充てん比の大きいものほど顕著である。計算値は実験値¹⁾の誤差範囲内で一致している。
- (4) 混合比が3~7%の範囲では充てん用ポンベの圧 (79頁へつづく)

(その2 伝熱および防熱) (1)

その2 (第4および5章) まえがき

LNG 船に関する仕事を担当する場合、好むと好まざるとにかかわらず、伝熱・防熱に関する知識が必要となってくる。その2は、伝熱問題に関し、筆者程度の素人の方々が、LNG 船に関する仕事を担当される場合、伝熱上の必要最低限の知識を整理し、さらに LNG 船ではどのような問題点があるかを示すことを目的としたものである。筆者らは、伝熱・防熱に関して深い知識があるわけではなく、仕事の性質上、参考書を斜めに読んで最少限の知識を習得したにすぎない。

したがって、その2は、単に問題点の指摘のみで、答えを示していない点も多く、また問題点のすべてを指摘したわけでもない。このような点については、識者による今後の調査・研究を期待したい。

4. 伝 熱

4-1 伝熱に関する基礎知識

1つの物体内または異なつた物体間に温度差があるとき、熱は温度の高い方から低い方へ移動する。この現象を伝熱 (heat transfer) という。伝熱には、3つの状態、すなわち、伝導 (conduction)、対流 (convection)、およびふく射 (または放射; radiation) がある。

伝熱は同一物体内または密接した物体間で、物質の移動を伴わずに熱エネルギーのみの移動により熱が移動する現象である。

対流は流体の運動によつて混合が起こり、そのために熱が移動する現象で、流体のみに生じる。静止流体が温度差による密度変化で自然に混合作用を起こす場合を自然対流といい、強制的に流体の混合作用を起こす場合を強制対流という。

放射 (ふく射) は熱エネルギーが空間を電磁波の形で通過し、1つの物体から他の物体へ移動する現象である。

4-1-1 伝導伝熱

温度こう配が dT/dx であるとき、時間 dt の間に面積 A を通つて移動する熱量 dQ は Fourier の法則により次式で表わされる。熱は温度こう配の負の方向に流れるから負号が付く。

$$\frac{dQ}{dt} = -\lambda \cdot A \cdot \frac{dT}{dx} \quad (4.1)$$

λ : 熱伝導率 (thermal conductivity, kcal/m, hr, °C)

定常状態を取り扱うとき、 $dQ/dt=q$ とすると単位時間に流れる熱量 (熱流束) は次のようになる。

$$q = -\lambda \cdot A \cdot \frac{dT}{dx} \quad (\text{kcal/hr.}) \quad (4.2)$$

一般に、熱伝導率 λ は温度の関数であるが、平均の熱伝導率を用いればよい。

熱伝導の微分方程式

内部に熱源のない物体内の熱の移動に関する微分方程式は t を時間、 (x, y, z) を空間の点の位置を示す直効座標、 $T=T(x, y, z, T)$ を (x, y, z) における時刻 t の温度とすると、次式で表わせる。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \quad (4.3)$$

(4.3) 式を円筒座標 (r, ϕ, z) で表わすと、

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \quad (4.4)$$

$\alpha = \lambda / c\rho$ (熱拡散率または温度伝導率, m^2/hr)

c : 比熱 (kcal/kg·°C)

ρ : 密度 (kg/m^3)

となる。この2式が、熱伝導による物体内の温度変化を決定する基礎方程式である。

定常伝導伝熱においては、温度の時間的変化がないことになる。したがって、次式を得る。

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0 \quad (4.5)$$

一層および多層の平面壁の定常伝導伝熱

図 4-1 (a) に示す一層の平面壁内の温度分布は、熱伝導率 λ を温度に無関係な一定値 (実際は温度の関係、後記) とみなすと、(4.5) 式により

$$T = T_1 + (T_2 - T_1) \frac{\lambda}{l} \quad (4.6)$$

と表わすことができ、温度分布は、直線関係を示す。温度差の少ない場合、実用上は (4.6) 式を適用してさしつかえない。または、 $(t_1+t_2)/2$ における λ を使用する。

また、熱流束 q は、(4.2) 式により、

$$q = -\lambda_1 A_1 \frac{dT}{dx} = -\lambda_1 A_1 \frac{T_2 - T_1}{l_1} = \lambda_1 A_1 \frac{T_1 - T_2}{l_1} \quad \dots\dots\dots (一層) \quad (4.7)$$

$$q = \lambda_1 A_1 \frac{T_1 - T_2}{l_1} = \lambda_2 A_2 \frac{T_2 - T_3}{l_2} = \dots = \lambda_n \frac{T_n - T_{n+1}}{l_n}$$

* 日本海事協会船体部

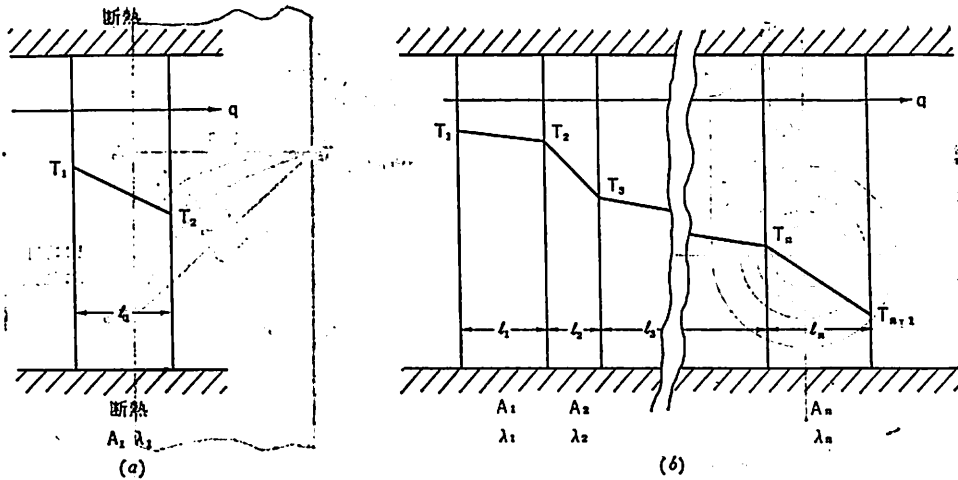


図 4-1 平面壁の伝導伝熱

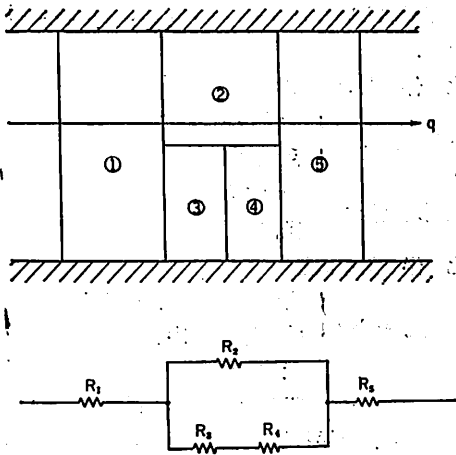


図 4-2 平面壁の伝導伝熱(材料の入りまじった状態)

$$R_i = \frac{l_i}{\lambda_i A_i}$$

$$q = \frac{\Delta T}{(R_1 + R_2) + \frac{R_3(R_2 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}}$$

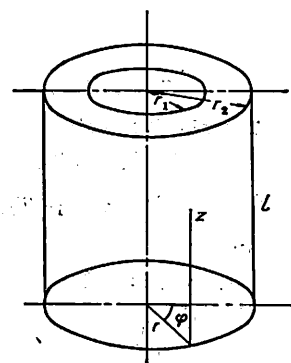


図 4-3 円筒壁の伝導伝熱

.....(多層) (4.8)

で与えられる。 $q = \Delta T / (l / \lambda A)$ の関係は、電流の強さにおけるオームの法則 $i = E / R$ と同形である。したがって、

$$R = \frac{l}{\lambda A} \quad (4.9)$$

を伝導伝熱抵抗という。また、 λ / l を熱伝導率 (kcal/m²·hr·°C) という。これらの関係は、電流の強さと同じ形となるから

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1 + R_2 + \dots + R_n}$$

(全抵抗)

となり、熱流束は面積と温度差と熱の伝わりやすさのすべてに比例する。したがって、次式を得る。

$$q = \frac{(T_1 - T_{n+1})}{\sum_{i=1}^{n+1} \frac{l_i}{\lambda_i A_i}} \quad (4.10)$$

(4.8) および (4.10) 式により、各層の境界温度が算定できる。

また図 4-2 のように任意の材料の入り交った壁についても、電気抵抗が直列、並列に入り交った状態と考えて処理できる。

円筒壁の定常伝導伝熱

図 4-3 に示す円筒壁の温度分布および伝熱量は、次のように表わせる。

$$T = T_2 + \frac{T_1 - T_2 l_2}{l_n \frac{r_2}{r_1}} \frac{r_2}{r} = T_1 - \frac{T_1 - T_2 l_n}{l_n \frac{r_2}{r_1}} \frac{r_2}{r_1} \quad (4.11)$$

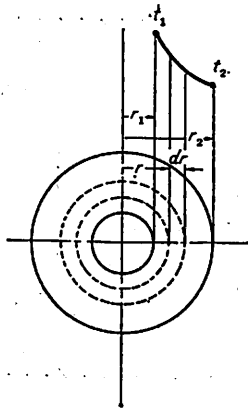


図 4-4 中空球の伝導伝熱

$$q = \frac{2\pi\lambda(T_1 - T_2)}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (4.12)$$

n 層から成る多層管のときは、多層平面壁の場合と同様に次式のように表わすことができる。

$$q = 2\pi \frac{T_1 - T_2}{\sum_{m=1}^n \frac{1}{\lambda_m} \ln \frac{r_{m+1}}{r_m}} \quad (4.13)$$

中空球における定常伝導伝熱

図 4-4 における結果を示すと、次のようになる。

$$q = \frac{4\pi\lambda(T_1 - T_2)}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}} = \pi\lambda(T_1 - T_2) \frac{d_1 d_2}{l} \quad (4.14)$$

$l = (d_2 - d_1)/2$: 壁の厚さ

$$t = \frac{T_1 - T_2}{\left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}\right)} \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d}\right) \quad (4.15)$$

非定常伝導伝熱

平板内の伝熱を考える場合、平板の片側が冷却されると平板内に熱伝導が生じ、平板内の温度分布は時間とともに変化し、最終的には一定量の熱量が流れるようになる。このように、温度傾斜が時間とともに変化するときを非定常状態という。概念的に示したのが図 4-5 である。

物体内にふく射または発熱吸熱が存在しないとき、物体内の各点の温度の時間的変化の割合は、(4.3) 式に示したものとなる。この温度伝熱率 α は

$$\alpha = \frac{\lambda}{cr} \quad (\text{m}^2/\text{hr}) \quad (4.16)$$

c : 比熱 (kcal/kg·°C)

r : 物体の密度 (kg/m³)

で表わされ、物体の非定常伝導伝熱における温度分布の時間的速さの大小を示す物性値である。

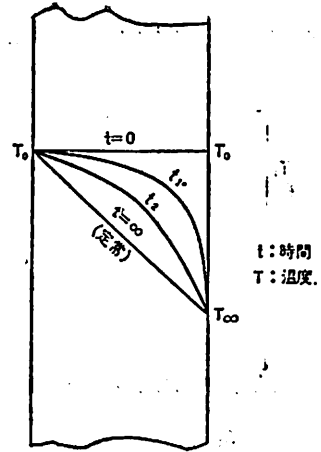


図 4-5 非定常伝導伝熱

4-1-2 対流伝熱

一般に対流伝熱といわれるものには、次のような状態があげられる。

相の変化を伴わない対流伝熱

- | | | |
|--------|---|-------|
| 自然対流伝熱 | { | 層流の場合 |
| | | 乱流の場合 |
| 強制対流伝熱 | { | 層流の場合 |
| | | 乱流の場合 |

相の変化を伴う対流伝熱

- | | | |
|----|---|--------------|
| 沸騰 | { | 自然対流のみ存在する場合 |
| | | 強制流動を伴う場合 |
| 凝縮 | { | 凝縮液の流れが層流の場合 |
| | | 凝縮液の流れが乱流の場合 |

最初は、相の変化を伴わない対流伝熱について説明する。

対流熱伝達率 (境膜伝熱係数)

対流伝熱は流動する流体内の伝熱機構であり、温度の異なる固体表面と流体との間の伝熱が主である。したがって、流体力学および固体表面附近の流れの状態が重要となってくる。いま、温度の異なる固体と流体が接しているとき、両者の間に温度差による熱の移動が起こり、その熱流束 q は、固体表面温度を T_s 、流体の平均温度を T_F とすれば、

$$q = hA(T_s - T_F) \quad (4.17)$$

となる。この h を対流熱伝達率あるいは境膜伝熱係数等といい、(kcal/m²·hr·°C) で表わされ、流体の性質、相対速度、固体表面形状等に関連する。

図 4-6 および 4-7 に対流伝熱の温度分布の例を示したが、実際は図の点線のような判然とした境界が存在するわけではなく、かなり連続的に流れの状態は変化して

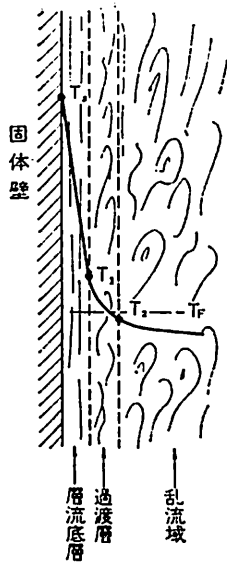


図 4-6 乱流における温度分布

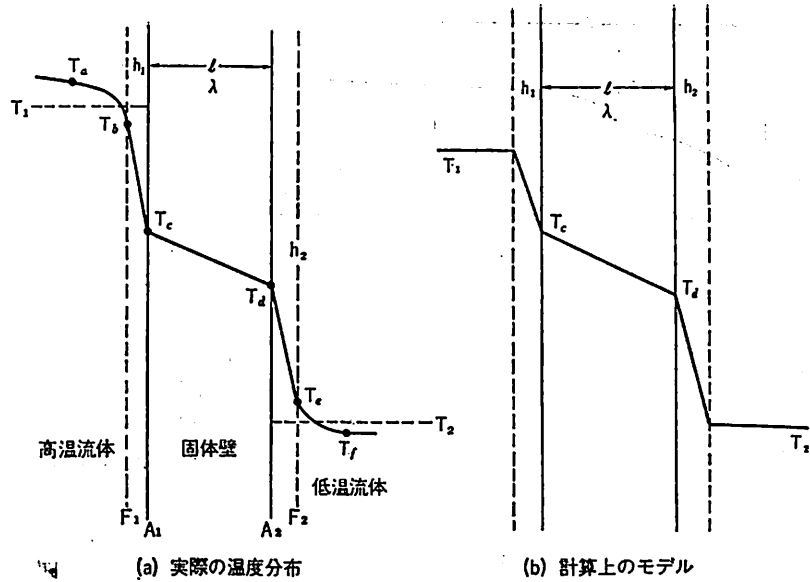


図 4-7 固体壁をはさんだ流体間の伝熱

いるものと思われる。

対流伝熱の式を伝導伝熱 (4.7) 式と対応して表わすと次のようになる。

$$q = \frac{\lambda'}{\delta} A (T_s - T_f) \quad (4.18)$$

$$h = \lambda' / \delta$$

δ : 境界層の厚さ

実際に δ の測定は困難であるから、伝導伝熱の λ/l に対応するものとして対流熱伝達率 h の概念が与えられている。また、前に単位面積当たりの伝熱抵抗として l/λ を考えたが、対流の場合も (4.18) 式から、 $1/h$ が対流における伝熱抵抗と考えることができる。

対流熱伝達率

対流熱伝達率に関係する諸因子として、流体の諸性質、流動状態、伝熱面の形状などがある。これらの諸因子と熱伝達率との関係は、理論的に導くことが可能な場合もあるが、それが不可能な場合も次元解析によつて、種々の無次元数間の関係式として導くことができる。この無次元数間の関係は実験によつて求められる。この無次元数を表 4.1 に示す。

対流伝熱が行なわれている固体表面の寸法が異なつても形が相似であるときは、熱伝達率を与える式は、次のように表わせる。ただし、流体内部の摩擦による発熱および圧縮性の影響を無視しうる場合である。

$$Nu = f(Re, Gr, Pr) \quad (4.19)$$

$$h = \frac{\lambda}{D} f(Re, Gr, Pr) \quad (4.20)$$

上式は、対流の状態により次のような形になる。

表 4.1 各種無次元数

名称	式	記号	備考
Nusselt 数 (ヌセルト数)	$\frac{hD}{\lambda}$	Nu	λ : 熱伝導率 h : 対流熱伝達率 D : 代表長さ (L, H 等で表わすこともある)
Reynolds 数 (レイノルズ数)	$\frac{D u \rho}{\mu} = \frac{D u}{\nu}$	Re	ν : 動粘性係数 = μ/ρ
Prantle 数 (プラントル数)	$\frac{C_p \mu}{\lambda}$	Pr	ρ : 密度 u : 線速度
Grashof 数 (グラスホフ数)	$\frac{g D^3 \beta \Delta T}{\nu^2}$	Gr	C_p : 定圧比熱 μ : 粘度
Stanton 数 (スタントン数)	$\frac{h}{C_p G}$	St	g : 重力加速度 β : 面積膨脹係数
Eulers 数 (オイラ数)	$\frac{\nu}{u^2 \rho}$	Er	ΔT : 温度差 G : 質量速度 = $u\rho$

$$Nu = f(Gr, Pr); \text{ 自然対流の場合} \quad (4.21)$$

$$Nu = f(Gr, Pr); \text{ 自然対流で流動速度が遅く慣性を無視できる場合} \quad (4.22)$$

$$Nu = f(Re, Pr); \text{ 強制対流の場合} \quad (4.23)$$

平板の対流熱伝達率

LNG 船の主としてタンクおよびタンク周囲船体構造に関係すると思われる式をあげる。

1) 平板の強制対流伝熱 (層流)

図 4-8 において、長さ l_c としたときのレイノルズ数が 5×10^5 より小さいときは、層流とみなせる。したが

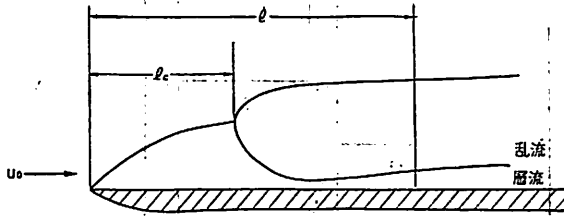


図 4-8. 平板に沿う流れ

つて、次式が与えられている。

$$Nu_x = \frac{h_x x}{\lambda} = 0.332 Pr^{1/3} Re^{1/2}; \quad \text{局所ヌセルト数} \quad (4.24)$$

$$h_m = \frac{1}{x} \int_0^x h_x dx = 2h_x; \quad \text{平均対流熱伝達率} \quad (4.25)$$

$$Nu = \frac{h_m x}{\lambda} = 0.664 Pr^{1/3} Re^{1/2}; \quad \text{平均ヌセルト数} \quad (4.26)$$

注：上記の式中、物性値が温度により異なる場合は、 $T_0 + 0.58(T_w - T_0)$ の温度における値とする。 (T_0) ；流体の温度、 (T_w) ；平板の温度。
簡易式（温度 20°C の空気）

$$h_m = 3.32 \sqrt{\frac{\mu}{l}} \quad (4.26')$$

2) 平板の強制対流（乱流）伝熱

境界層が前端から乱流の場合（レイノルズ数が 5×10^5 より大きいとき）は、次式が与えられている。

$$Nu_x = \frac{h_x x}{\lambda} = 0.0296 Re^{0.8} Pr^{1/3}; \quad \text{局所ヌセルト数} \quad (4.27)$$

$$Nu = \frac{h_m x}{\lambda} = 0.037 Re^{0.8} Pr^{1/3}; \quad \text{平均ヌセルト数} \quad (4.28)$$

注：上式中の物性値が温度により異なる場合は平板と流体の平均温度における値とする。

3) 垂直平板の自然対流伝熱

層流の場合 ($10^4 < GrPr < 10^9$)

$$Nu = \frac{h_m H}{\lambda} = 0.56 Gr^{1/4} Pr^{1/4}; \quad \text{平均ヌセルト数} \quad (4.29)$$

乱流の場合 ($10^9 < GrPr < 10^{12}$)

$$Nu = \frac{h_m H}{\lambda} = 0.13 Gr^{1/3} Pr^{1/3}; \quad \text{平均ヌセルト数} \quad (4.30)$$

注：上式中の H は垂直平板の高さ、物性値は、平板および流体の平均温度とする。

簡易式（常温に近い 1 気圧の空気中で温度の高くない

垂直平板）

$$h_m = 1.22 \left(\frac{dT}{H} \right)^{1/4} \quad (\text{kcal/m}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C}); \quad 10^4 < GrPr < 10^9 \quad (4.29')$$

$$h_m = 1.13 \left(\frac{dT}{H} \right)^{1/3} \quad (\text{kcal/m}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C}); \quad 10^9 < GrPr < 10^{12} \quad (4.30')$$

4) 水平平板の自然対流伝熱

一辺の長さ L の正方形水平平板について次の式が得られている。平板温度が流体温度より高いときの上面側下面側に対する熱伝達率およびヌセルト数をそれぞれ $h_{ha}, h_{hb}, Nu_{ha}, Nu_{hb}$ 、平板温度が流体温度より低いときの上面側、下面側に対する伝熱係数およびヌセルト数をそれぞれ $h_{la}, h_{lb}, Nu_{la}, Nu_{lb}$ とする。

$$h_{la} = h_{hb}, \quad h_{lb} = h_{ha} \quad (4.31)$$

○流体より平板温度が高い上面または平板温度が低い下面（適用範囲； $10^5 < GrPr < 2 \times 10^7$ ）

$$Nu_{ha} = Nu_{lb} = 0.54 Gr^{1/4} Pr^{1/4} \quad (4.32)$$

○同上（適用範囲； $2 \times 10^7 < GrPr < 3 \times 10^{10}$ ）

$$Nu_{ha} = Nu_{lb} = 0.14 Gr^{1/3} Pr^{1/3} \quad (4.33)$$

○流体より平板温度が高い上面または平板温度が低い下面（適用範囲； $3 \times 10^5 < GrPr < 3 \times 10^{10}$ ）

$$Nu_{hb} = Nu_{la} = 0.27 Gr^{1/4} Pr^{1/4} \quad (4.34)$$

注：物性値はいずれも平板と流体温度の平均値とする。

上記の (4.32) ないし (4.34) 式に対応する簡易式として常温に近い 1 気圧の空気中で空気と著しく温度の違わない水平正方形板を置いたときの熱伝達率の式として次の (4.32') ないし (4.34') 式が得られている。

$$h_{ha} = h_{lb} = 2.27 \left(\frac{dT}{L} \right)^{1/4}; \quad \text{kcal/m}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C} \quad (4.32')$$

$$h_{ha} = h_{lb} = 0.831 \left(\frac{dT}{L} \right)^{1/3}; \quad \text{kcal/m}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C} \quad (4.33')$$

$$h_{hb} = h_{la} = 1.13 \left(\frac{dT}{L} \right)^{1/4}; \quad \text{kcal/m}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C} \quad (4.34')$$

水平長方形平板の場合は、長辺と等しい一辺を有する正方形平板と短辺に等しい正方形平板に対する熱伝達率の平均値を使用すればよい。

5) 垂直エアスペースを通過する伝熱

空気で満たされた垂直密閉空けき（垂直エアスペース）を隔てて対向する平板間の伝熱は、放射・伝導・対流が同時に作用することになる。熱伝達の式として次式が与えられている。

$$Nu = \frac{C}{\left(\frac{L}{x} \right)^{1/9}} Gr^n Pr^n \quad (4.35)$$

L ：エアスペースの長さ

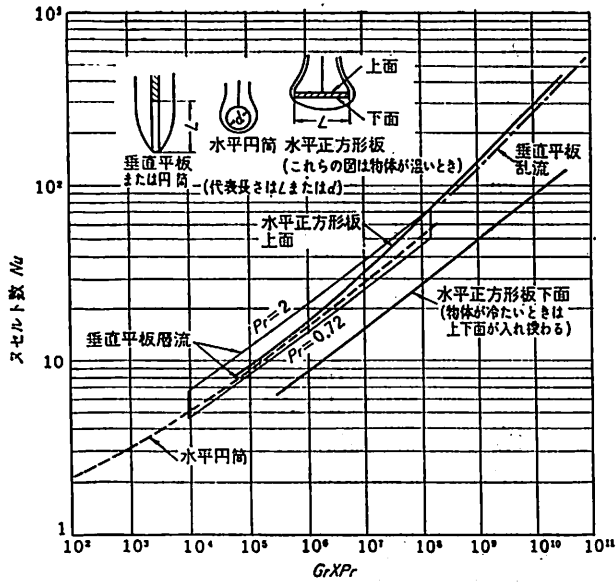


図 4-9 代表的な自然対流諸形式の Nu 曲線

x : エアスペースの間隔 (この値をグラスホフ数の代表長さとする)

$$1.4 \times 10^3 < GrPr < 1.4 \times 10^4: C=0.20, n=1/4$$

$$1.4 \times 10^5 < GrPr < 7.9 \times 10^6: C=0.071, n=1/3$$

グラスホフ数が 10^3 以下では空気層の熱伝導が主となる。

6) 水平エアスペースを通過する伝熱

下面が上面より高温のとき (4.35) 式と同様に次式が

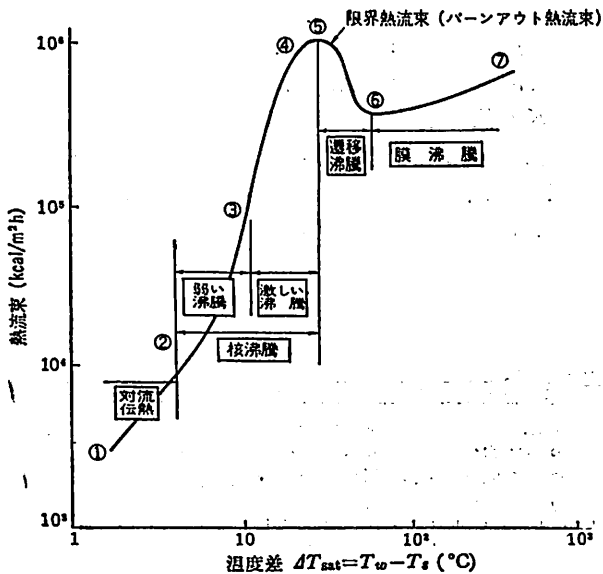


図 4-10 沸騰における熱流束と伝熱面温度の関係

与えられている。

$$Nu = \frac{C}{\left(\frac{L}{x}\right)^{1/3}} Gr^n Pr^n \quad (4.36)$$

$$7.2 \times 10^3 < GrPr < 2.9 \times 10^5: C=0.21, n=1/4$$

$$2.9 \times 10^5 > GrPr: C=0.075, n=1/3$$

相変化を伴う伝熱

これまでは物体の相が変化しない、いわゆる単相伝熱について述べてきたが、熱の移動により、沸騰 (液相から気相)、凝縮 (気相から液相) 等の液体の相の変化を伴う伝熱現象がある。

沸騰は液体がある伝熱面と接触する場合、その伝熱面の温度が液体の飽和温度をある程度超過すると、液付伝熱面の表面に気ほうを作つて気化するようになる。このような状態で伝熱面から液体へ熱が伝達する現象を沸騰伝熱という。

沸騰伝熱は自然対流条件下に起こるものと強制対流条件下に起こるものとに大別され、前者は自然対流沸騰またはプール沸騰といい、後者は管内流の場合が多く、強制対流沸騰または管内沸騰という。

図 4-10 は大気圧で飽和温度の水中に沈められた水平白金線を加熱して、伝熱面の表面温度を T_w 、表面熱流束を q 、水の飽和温度を T_s としたとき、表面加熱度 $\Delta T_{sat} = T_w - T_s$ と q との関係を示したもので、沸騰曲線という。図からわかるように、自然対流沸騰は、核沸騰、遷移沸騰および膜沸騰の3つの状態に分けられる。また ΔT_{sat} がある値を越えると、熱流束 q は減少する。この最大の熱流束を限界熱流束またはバーンアウト熱流束という。

以上は液温度が飽和温度以上の場合について述べたものであるが、飽和温度以下の場合でも、伝熱面温度が相当高ければ伝熱面付近に沸騰を生じる。発生した気ほうは液温度と飽和温度の差 (これをサブクーリングという) が大きいときは大部分は伝熱面を離れると冷却されて液化し消滅する。このような沸騰を表面沸騰、局所沸騰、あるいは未飽和沸騰 (サブクールド沸騰) 等という。

このように沸騰の現象は次の (1) ないし (3) の状態の組合わせとなることがわかる。

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| (1) { 飽和沸騰
表面沸騰 | (2) { 核沸騰
遷移沸騰
膜沸騰 |
| (3) { プール沸騰
管内沸騰 | |

これらはそれぞれ別個に検討する必要があり、熱

伝達率の関係式も別個である。これらの現象の説明にも諸説があり、また熱伝達の関係式も数多く示されているが、ここでは二三の例を示す。

〔ブル核沸騰、西川・山根の式〕

飽和液のブル核沸騰に対して次式が示されている。

$$h_b = 512 \left[f_s f_p^2 \frac{1}{M^2 P} \frac{C_p \lambda^2 \gamma_f^2}{\sigma \gamma_g} \right] \Delta T^2 \quad (4.37)$$

- h_b : 熱伝達率 (kcal/m²·hr·°C)
- λ : 液体の熱伝導率 (kcal/m·hr·°C)
- C_p : 液体の比熱 (kcal/kg·°C)
- γ_f および γ_g : 液体および蒸気の比重量
- σ : 液体の表面張力 (kg/m)
- r : 蒸発潜熱
- ΔT : 伝熱面と液体の温度差 °C
- $M=900 \text{ m}^{-1}$

$$P=1.699 \text{ (kcal/hr)}$$

P : 圧力 (ata)

P_a : 大気圧 (ata)

$f_p = \text{圧力比} = P/P_a$

f_s : 気ほう度 (通常 1 とみなす)

物性値 : 一般に伝熱面の温度と液体の飽和温度の平均値。

〔ブル膜沸騰; プロムレーの式〕

プロムレーは、飽和ブル沸騰で垂直板の表面に膜沸騰を生じた場合について、次式を示した。

$$h = h_{co} \left(\frac{h_{co}}{h} \right)^{1/3} + h_r \quad (4.38)$$

$$h_{co} = 0.62 \left[\frac{\lambda_g^3 \gamma_g r' (\gamma_f - \gamma_g)}{D \eta_g \Delta T} \right] \quad (4.39)$$

h : 総合熱伝達率 (放射による熱伝達率を h_r とすると放射で伝わった熱が蒸気の発生を増し、それが蒸気膜の厚みに関係してくるから、総合した熱伝達率は h_{co} と h_r の和にならない。kcal/m²·hr·°C)

h_{co} : 放射のないときの熱伝達率 (kcal/

m²·hr·°C)

λ_g : 蒸気の熱伝導率 (kcal/m·hr·°C)

η_g : 蒸気の粘性係数 (kg·hr/m²)

γ_f および γ_g : 液体および蒸気の比重量 (kg/m³)

D : 垂直板の高さ (m)

ΔT : 伝熱面と液体との温度差 (°C)

物性値 : 伝熱面の温度と飽和温度の平均温度の値を用いる。

r' : 前記平均温度の過熱蒸気と飽和液体とのエンタルピ差 (一般に、 $r' = r^* + 0.34 C_{pv} \Delta T_{sat}$ で表わされる、kcal/kg)

C_{pv} : 蒸気相の定圧比熱 (kcal/kg·°C)

ΔT_{sat} : 伝熱面の温度と液体の飽和温度の差 (°C)

〔ブル沸騰の限界熱流束〕

クタテラッチェによる無次元数 K が一定という実験式 (4.42 式) をポリシャンスキが改良して、2つの式 (4.40 および 4.42 式) を与えている。この式中には過熱度 (ΔT_{sat}) がはいっていない。

$$N = \frac{\gamma_f \sigma^{3/2}}{\mu^2 [g(\gamma_f - \gamma_g)]^{1/2}} \quad (4.40)$$

$$K = 0.13 + 4N^{-0.4} \quad (4.41)$$

$$K \equiv \frac{h_c}{r \gamma_g^{1/2} [g(\gamma_f - \gamma_g)]^{1/4}} \quad (4.42)$$

h_c : 限界熱流束

γ_f および γ_g : 液体および蒸気の比重量

σ : 液体の表面張力

r : 蒸発潜熱

g : 重力の加速度

μ : 静粘性係数

K の値の実験値を図 4-11 に示す。

沸騰のほか相の変化を伴う伝熱現象は、前述のように凝縮、昇華 (固相 → 気相)、融解 (固相 → 液相)、凍結 (液相 → 固相) があり、LNG 船の場合これらの状態が

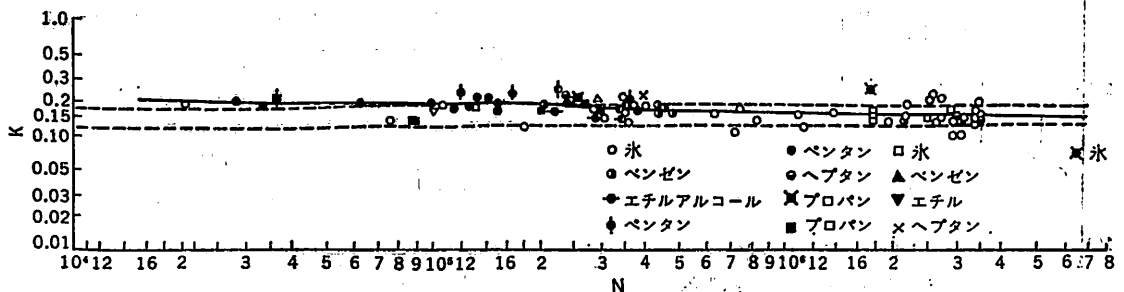


図 4-11 グタテラッチェとポリシャンスキのパーシアウト整理法(ブル沸騰)

問題となる点もあるが、未知の問題が多い。

4-1-3 放射（ふく射）伝熱

絶対零度でない物体は、一般にその温度（絶対温度）によつて定まる量の熱エネルギーを電磁波（熱放射線）として外に放出する。ある物体が単位時間に単位表面積から放出する放射熱量を、全放射能といい、 E (kcal/m²·hr) で表わす。また、物体に入射した電磁波は、一部を吸収して熱エネルギーに変え、残りを反射したり透過したりする。この入射エネルギーに対する吸収、反射および透過の割合を、それぞれ、吸収率 α 、反射率 β および透過率 γ とすると次の関係が成り立つ。

$$\alpha + \beta + \gamma = 1 \quad (4.43)$$

一般に不透明の液体や固体では、 $\gamma = 0$ である。また $\alpha = 1, \beta = \gamma = 0$ のような物体を完全黒体という。

一定温度にあるすべての物体の放射能 E と吸収率 α の比は一定であり、完全黒体の放射能 E_b に等しい。すなわち

$$E = \alpha E_b \quad (4.44)$$

となる。したがつて、完全黒体面は与えられた温度では最大の放射エネルギーを放散する。

また、任意の物体の放射能と黒体の放射能の比を放射率 ϵ といい、放射率 ϵ と吸収率 α は相等しい。

$$\alpha = \epsilon \quad (4.45)$$

プランクは、絶対温度 $T^\circ\text{K}$ なる仮想上の完全黒体から放射する放射線の強さは波長 $\lambda(\mu)$ に対して一定の関係になることを理論的に導き、次式で示されることを明らかにした。

$$E_{b\lambda} = \pi I_{b\lambda} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1} = \frac{c_1}{\lambda^5 (e^{c_2/\lambda T} - 1)} \quad (4.46)$$

λ : 波長 (m)

c : 光の速度 (m/sec)

h : プランク常数

k : ボルツマン常数

$c_1 = 0.321 \times 10^{-16}$ kcal·m²/hr

$c_2 = 0.014$ m²·K

放射能 $E_{b\lambda}$ を波長について 0 から ∞ まで積分すれば、黒体面に関する全放射能 E_b は次式で示される。

$$E_b = \int_0^\infty E_{b\lambda} d\lambda = c_1 \int_0^\infty \frac{\lambda^{-5}}{e^{c_2/\lambda T} - 1} d\lambda = \sigma T^4 = 4.88 \left(\frac{T}{100}\right)^4 \quad (4.47)$$

(kcal/hr·°C)

$\sigma = 4.88 \times 10^{-8}$; ステファン-ボルツマン定数
(kcal/m²·hr·°K⁴)

また任意の物体（灰色物体という）の放射能 E は次式で表わせる。

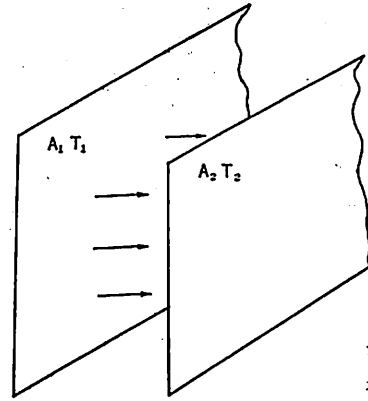


図 4-12 無限対向平板 $T_1 > T_2$

$$E = \epsilon E_b = 4.88 \times \epsilon \times \left(\frac{T}{100}\right)^4 \quad (\text{kcal/hr} \cdot \text{m}^2) \quad (4.48)$$

図 4-12 に示す無限対向平板 A_1 と A_2 間の放射熱流束 q_{r12} は、完全黒体である場合、次式となる。

$$q_{r12} = \sigma A_1 (T_1^4 - T_2^4) \quad (4.49)$$

(4.49) 式の代表面積 A_1 は高温側の表面積であることに注意を要する。また、温度の単位は絶対温度 $^\circ\text{K}$ である。

次に、ある灰色面体から放散する表面放射エネルギーは、自己の放射エネルギーのみならず、他の灰色面体から入射する放射エネルギーのうち、この面から反射される量を加えたものが、この面を離れる放射エネルギーの総量となる。したがつて (4.49) 式と同じ灰色物体の無限対向平板間の放射熱流束は次式となる。

$$q_r = \frac{\sigma A_1}{\left(\frac{1}{\epsilon_1}\right) + \left(\frac{1}{\epsilon_2}\right) - 1} (T_1^4 - T_2^4) \quad (4.50)$$

ϵ_1, ϵ_2 : それぞれ面 1, 2 の放射率

これらは最も簡単な伝熱面間で、途中の空間は真空または非放射吸収性ガスが充満しているときの例である。

一般には、異なる放射率、温度を有する多くの伝熱面間で空間には放射吸収性ガスが存在する場合の伝熱面間の放射伝熱を求めることになる。この場合は、伝熱面の放射率および伝熱面間の形態係数（あるいは角関係）を考慮した放射伝熱状態にさらにガスでの途中吸収とガスからの放射を考えた総括吸収係数を求めなければならない。総括吸収係 ϕ 数を用いるとこの場合、 A_i 面と A_j 面間または A_i 面とガス体間の放射熱流束を次のように表わすことができる。

$$q_{i,j} = \sigma (T_i^4 - T_j^4) A_i \phi_{i,j} \quad (4.51)$$

$$q_{i,g} = \sigma (T_i^4 - T_g^4) A_i \phi_{i,g} \quad (4.52)$$

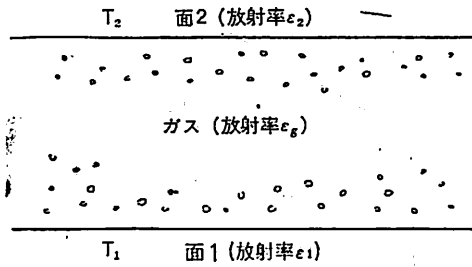


図 4-13

$q_{i,j}$: i 面と j 面間の放射熱流束
 $q_{i,g}$: i 面とガス体間の放射熱流束
 $\sigma = 4.88 \times 10^{-8}$: ステファン・ボルツマン定数 (kcal/m²·hr·°K⁴)

$\phi_{i,j}$: i 面から j 面への総括吸収係数
 $\phi_{i \rightarrow g}$: i 面からガス体への総括吸収係数

放射吸収性ガスを含む灰色体空間系の総括吸収係数の例を次に示す。

〔無限平行平板間, 図 4-13 参照〕

$$\phi_{1 \rightarrow 2} = \left(\frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{M} \right) (1 - \epsilon_g) \quad (4.53)$$

$$\phi_{1,g} = \left(\frac{\epsilon_1 \epsilon_g}{M} \right) \left\{ 1 - (1 - \epsilon_2)(1 - \epsilon_g) \right\} \quad (4.54)$$

$$\phi_{g \rightarrow 1} = \left(\frac{\epsilon_2 \epsilon_g}{M} \right) \left\{ 1 - (1 - \epsilon_1)(1 - \epsilon_g) \right\} \quad (4.55)$$

$$M = 1 - (1 - \epsilon_g) \{ 1 - (\epsilon_1 + \epsilon_2 - \epsilon_1 \epsilon_2) \} \quad (4.56)$$

流体と固体間の放射熱伝達率を 4-1-2 項の対流と同じように次式で表わすことができる。この場合は、対流と放射をあわせて考えるのに便利であるが、温度によって大きく変化することに注意を要する。

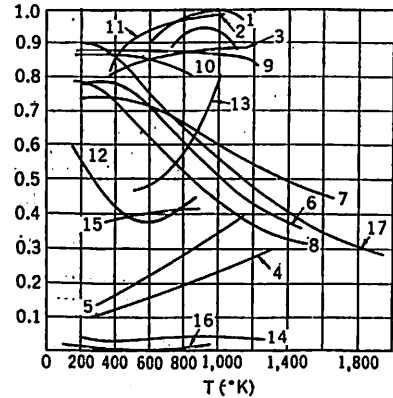
$$h_r = \frac{q_{sif}}{A(T_s - T_f)} \quad (\text{kcal/m}^2 \cdot \text{hr} \cdot \text{°C}) \quad (4.57)$$

q_{sif} : 固体と流体間の放射熱流束
 T_s, T_f : 固体表面, 流体の温度 (°C)
 A : 固体表面積 (m²)

以上は、空間をはさんだ固体間あるいは固体と流体(主としてガス体)間に関して述べてきたが、空間をはさんだ固体と液体間あるいは液体とガス体間の放射伝熱も固体を液体と置き換えて同じように考えることができる。

放射伝熱を計算する場合、固体または液体表面の放射率およびガスの放射率を知る必要がある。

図 4-14 に各種固体の放射率の例を示す。また、LNG 船のガスの放射率については、メタン、イナートガス(窒素あるいはフリューガス)、水蒸気を含んだ空気等の放射率が問題となる(一般に三原子以上のガスは放射線をよく吸収するが、二原子ガスは吸収率(=放射率)を



- | | |
|------------------------|-------------------|
| 1. 軟鋼 900°C 15分酸化面 | 10. シリカガラス |
| 2. 軟鋼 1500°C 30分酸化面 | 11. 炭素 |
| 3. ステンレス 900°C 酸化面 | 12. 鋼 空气中酸化 |
| 4. 軟鋼 研磨面 | 13. 鋼 760°C 酸化 |
| 5. ステンレス 素面 | 14. 鋼 研磨面 |
| 6. アルミナ Norton RA 4213 | 15. アルミニウム 厚い酸化皮膜 |
| 7. アルミナ LA 603 | 16. アルミニウム 滑浄面 |
| 8. マグネシア | 17. 耐火白粘土 |
| 9. ソーダライムガラス | |

図 4-14 各種物質の放射率 ϵ の値

無視してよい)。

4-1-4 固体と流体間の伝熱

前述のような固体壁と流体との間の伝熱は対流および放射伝熱を考える必要があり、この場合熱伝達率 h は伝導熱における l/l に置き換えることができる。したがって、(4.7) ないし (4.10) 式は両端が流体に接した固体壁にも適用できる。

図 4-7 に示す対流および伝導熱計算では、流体の温度として T_1 および T_2 のような流体を完全に混合したときの値をとる。熱流束 q は

$$q = \frac{T_1 - T_2}{\frac{1}{h_1 A_1} + \frac{l}{\lambda A_{av}} + \frac{1}{h_2 A_2}} \quad (4.58)$$

A_{av} : A_1 と A_2 の平均面積

で表わせる。この式のうち伝熱面積の任意のもの、たとえば、 A_1 を分る分母に乗じると次のように表わすことができる。

$$q = \frac{A_1 \Delta T}{\frac{1}{h_1} + \frac{l A_1}{\lambda A_{av}} + \frac{A_1}{h_2 A_2}} = K_1 A_1 \Delta T \quad (4.59)$$

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{l A_1}{\lambda A_{av}} + \frac{A_1}{h_2 A_2}} \quad (4.60)$$

この K_1 を、 A_1 面基準の総括熱伝達率あるいは熱貫流率 (kcal/m²·hr·°C) という。この場合、いずれの面を基準面としても q の値は変わらない。

いま、 $A_1 = A_2 = A_{av}$ のとき、または $h_1 \ll h_2$ で、かつ第 2 項の l/l も十分小さいとき、(4.20式) は

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{l}{\lambda} + \frac{1}{h_2}} \quad (4.61)$$

と表わせる。すなわち、固体壁の両側の熱伝達率にかなり差があるときは、 h の小さい方の面を基準とすれば、上式のように簡単化された K を用いることができる。

一般的に、流体と固体が接触しているとき、単位時間内に物体の面積 A を通じて伝達される流束を q 、このうち放射による熱流束を q_r 、 $(q - q_r) = q_c$ とすると、次のように表わすことができる。

$$h = \frac{q}{A\Delta T} \quad (q = hA\Delta T) \quad (4.62)$$

$$h_c = \frac{q_c}{A\Delta T} \quad (q_c = h_c A\Delta T) \quad (4.63)$$

$$h_r = \frac{q_r}{A\Delta T} \quad (q_r = h_r A\Delta T) \quad (4.64)$$

h : 熱伝達率 (流体と固体間)

h_r : 輻射熱伝達率

h_c : 対流熱伝達率

図 4-7 に示す固体壁をはさんだ流体間の熱流束を求めるためには、固体壁表面の温度を知る必要がある。しかし、一般に固体壁表面の温度は未知の場合が多い。計算方法としては、次のような方法が考えられる。

〔固体壁をはさんだ流体間の伝熱計算方法〕

初めに未知の温度のうち1つを仮定して繰返し計算を行ない、温度分布、熱流束を求める方法である。表 4-2 に、次式による単位面積の面を通過する熱流束の計算手順を示した。ただし、各面の面積はほぼ等しいと仮定する。

$$dq = h_1(T_1 - T_c) = \frac{\lambda}{l}(T_c - T_d) = h_2(T_d - T_2) \quad (4.65)$$

h_1, h_2 はそれぞれ流体と固体壁面の熱伝達率であるが、流体が液体のときは対流熱伝達率のみ、流体が気体のときは対流熱伝達率と、放射熱伝達率を加えたものを考える必要がある。

表 4-2 固体壁をはさんだ流体間の伝熱計算の手順 (図 4-7 参照)

(1) T'_c を仮定 (固体高温側表面温度)	
(2) T_1, T'_c により h'_1 を求める*	
(3) $dq_1' = h'_1(T_1 - T'_c)$ を計算	
(4) λ/l は温度変化の影響を無視	
(5) $dq_1' = \lambda/l(T'_c - T_d) \rightarrow T_d' = T'_c - dq_1'l/\lambda$	
(6) T_d', T_2 により h'_2 を求める*	
(7) $dq_2' = h'_2(T_d' - T_2)$	
(8) $dq_2' \neq dq_1'$ のとき	(8) $dq_2 = dq_1'$ のとき
(9) $T_c'' = T_1 - dq_2'/h'_1$	計算完了
(10) この T_c'' を仮定の固体表面温度 (T_c') として (1) にもどる	(9) $dq_2' = dq_1 = dq_2 = dq$ $T_c' = T_c$ $T_d' = T_d$

* 4-1-1 ないし 4-1-3 から計算して求める。

一般に、簡単な形状で、各種物性値が既知であれば 4-1-1 ないし 4-1-3 に示した計算方法を使つて直接伝熱計算が行なえるはずである。(未完)

(69頁よりつづく)

力、充てん作業能率等もわが国の気温ならば四季を通じて大きな制約とはならない。

(5) 気室の耐圧性能は使用最高温度においても実際には問題とするにあたらないが、安全弁を設けて、自動排気することが気室ゴム布の気密性能の向上および突起物との接触による破損防止のためにも望ましい。

(6) 最近、入手が容易になつたヘリウムは窒素より溶解量が少いので低温での実効圧力を高め、また分子量が小さいので充てん比を大きくでき、高温での圧力を緩和し得るので優れた新しい材料である。

なお本稿を終るにあたり、運輸省船舶技術研究所織装部、東北大学非水溶液化学研析所今西氏・鳥海氏並びに(株)旭製作所山下氏の指導、協力および資料の提供に

対し深甚の謝意を表するものである。浅学非才のため明解を欠き、意を尽し得なかつたところが多々あるが、読者諸賢の御指摘を得て増補訂正し、広く利用され、人命救助に貢献することを希うものである。

参 考 文 献

- 1) : 法定船用品の技術の向上に関する調査研究事業報告(第4報)第5章—昭和37年9月(社)日本造船関連工業会
- 2) : DR. KURT DRENS—VERDICHTE UND VERFLÜSSIGTE GASE 1928
- 3) : AMAGAT—ANN. CHIM. 29 (1893)
- 4) : CURTIS—FIXED NITROGEN 247~248 (1932)
- 5) : BIRGE—PHYS. REV. SUP. 11~73 (1929)

日本海事協会の昭和46年版鋼船規則 改正解説 (液化ガスタンク船)

日本海事協会

第41編 液化ガスタンク船

まえがき

本編の改正の概要は次のとおりである。

(1) 本編は、液化ガスタンク船の規定とした。したがって液化石油ガスタンク船のみでなく、将来、アンモニアタンク船、塩素ガスタンク船、液化ナチュラルガスタンク船、その他の高圧ガスの液化ガスタンク船の規定を、この編の中に組み込めるように考慮した。

(2) 第1章を総則とし、第2章に加圧式液化石油ガスタンク船の従来の規定を若干改正して規定し、第3章に低温式液化石油ガスタンク船を新たに規定した。

(3) 加圧式液化石油ガスタンク船の規定のおもな改正項目は次のとおりである。

- (a) 用語の定義を設けた。
- (b) 危険場所を定義した。
- (c) タンクのすえ付け、配置を若干改正した。
- (d) タンクの安全弁の規定を一部改正した。
- (e) 定期的検査の方法を一部改正した。

(4) 低温式液化石油タンク船の規定は、従来内規的に適用していた「低温液化ガスタンカーの構造ならびに検査に関する暫定基準」(以下暫定基準という)の規定を基礎として取りあえず -50°C までの温度で運送する独立自己支持形タンクのタンク船について第3章として規定した。したがって、 -50°C より低い温度で運送するタンク船については、「LNG 船規準」として別に示すことにしたが、「LNG 船規準」は、将来、この章に規則化されるはずのものであり、その方向で専門委員会が検討が進められている。

(5) 各章にわたり、さらに詳細規定を必要とする条文については細則として別に示すことにした。

(6) 定期的検査の規定は、他編の規則構成がいえば、第1編に規定されるべきものであるが、これは将来の問題として各章に規定した。

第1章 総 則

第1条 適用 1. 第3章第69条に定める使用試験については、この試験は登録検査の一部ではあるが、造船所において施行することは困難であるから、初めて荷役を行なう際に施行してもよいこととした。

第2章 加圧式液化石油ガスタンク船

第1節 通 則

第2条 (5) 危険場所

危険場所(厳密には、ガス蒸気危険場所)は、鋼船規則第40編第16章「引火点 65°C 以下の油を積む船の電気設備」第4条に見られるように、電気設備に関し、適正な防爆対策を講じるための基礎として定められるのが普通である。

しかし、最近では、遠隔操作、監視、計測などの各装置が普及し、危険場所に設置される電気機器の種類・量ともに急激に増加してきている。しかも、安全性に対する要求が強まり、危険場所の範囲が広がってきた。

このため、従来のように、電気関係者だけが危険場所を考え、船体構造に合わせて電気設備の計画をするという行き方では、いろいろと不都合な面を生じてきている。

液化ガスタンク船では、危険場所に設置される電気機器が特に多くなるが、規則の構成が従来から、船体・機関・電気を含めた独立の編をなしているので、今回の改正に当たり、危険場所を通則で定義することにした。

これは、総合的な防爆対策という観点からすれば、危険場所は、単に電気関係者だけの問題ではないので、各方面の方々に検討していただき、できるだけ合理性の高いものとし、その運用の円滑化を図り、より適切な設備を施して、安全性の向上に寄与したいと考えたからである。

原案は、国際電気標準会議・船用電気設備専門委員会(IEC/TC 18)の最近の決定を基に、タンカー電気設備研究会(NK主催・昭和43年11月→)の検討結果を勘案して作成され、審議の結果、このように決定したものである。

改正案審議のための専門委員会および電気分科会(ぎ装関係者も参加)で提起されたおもな問題点は、次のとおりである。

(1) 危険場所は、その危険の度合い、たとえば危険範囲のガス濃度になるひん度およびその持続時間などに応じて、幾つかのグループに分類し、電気設備、通風装置、管装置などの諸設備を危険度に対応して計画できるようにして、全体として合理的な防爆対策を講じようよ

うにすべきである。

(2) (i)に定める危険場所で、(b)または(c)の危険場所の直上の区画だけが取り上げられているが、対象ガスの比重を考えると問題がある。また、これらの区画間の仕切りは、全溶接構造のものがほとんどであり、貨物液(ガス)からは二重に仕切られた場所であつて、この区画が危険になることは少ないと考えられるので、危険場所としてここに掲げるのは疑問である。

(3) (j)に定める危険場所は、(a)ないし(i)の危険場所の危険度により、それぞれ、危険の度合いが異なるので、一律に取り扱うのは適当ではない。

これらの問題点のうち特に(1)の事項は、均衡のとれた防燥対策を講じて行く上で非常に重要なことであり、また(2)、(3)の事項は、同様な規定が第40編第16章に追加された当時から提起されている問題であるが、いずれも、第40編第16章の規定との関連があるので、現時点では、IECにできるだけ準拠して規定しておくことになった。

本会としては、これらの問題について、今後、タンカー電気設備研究会(電気設備専門委員会委員を含む)やIEC国内委員会とも協議し、第40編第16章の規定を含めて、別途、検討を重ね、その結論を規則に反映させて行く方針である。

次に、(a)ないし(j)に定める危険場所について解説する。

(a) タンク ここでいうタンクとは、第2条(1)で定める積載タンクおよび中間タンクをいう。危険場所として考える場合は、貨物関係の各種圧力容器や管系は同じグレードと考えるべきであつて、それらの内部に電気機器をやむを得ず設ける場合は、本質安全形あるいはサブマージド形のものとする必要がある。

(b) タンクに隣接する区画 積載タンクをすえ付ける区画すなわちタンク倉が主対象である。中間タンクは、構造上、マンホールや付着品取付け部などの各種開口が、中間タンクのすえ付け区画内に存在するのが普通であるから、すえ付け場所が暴露甲板上であれば、その周囲は、(d)で定める危険場所として、また、閉鎖または半閉鎖場所であれば、(c)で定める危険場所としても考える必要がある。

また、IECがこの区画を「タンクに隣接する船倉または類似の区画(トランク、通路およびコフパダム)」と規定しているように積載タンクの構造形式、配置によつては、タンク倉以外の区画が、タンク隣接区画の適用を受けることがあるので注意を要する。

(c) 貨物用ポンプ室圧縮機室など貨物を取り扱う機器

室 特に説明を要しないと思う。

(d) 暴露甲板上で、タンク開口、ガス開口、液開口または貨物用管のフランジ継手から3m以内の区域または半閉鎖場所

この号の規定については、次のとおり細則が定められている。

細則・41(2)01-1(d)でいう各種の開口は、次の開口をいう。

(1) タンク開口——マンホール、タンク付着品取付け部。

(2) ガス開口——ショアコネクション開口、安全弁開口、第2条(5)の(c)、(g)および(h)に定める区画の通風用開口および入口。

(3) 液開口——ショアコネクション開口、船外非常排出用管開口。

2. (d)でいう貨物用管のフランジ継手とは、次のものをいう。

(1) 貨物用管とは、液用およびガス用管をいう。ただし、船外非常排出用管は除く。

(2) すべり継手およびねじ継手は、フランジ継手と同様に扱うものとする。

この細則において、タンク倉の通風開口が、ガス開口から除外されているが、この区画は、タンクに漏えいを生じたり、暴露甲板におけるタンク貫通部の水密性(気密性)がそこなわれた場合には、危険ガスが蓄積するおそれがあり、その通風開口(特に排気開口)はガス開口と考えるべきであるが、通風装置の規定(第33条)でも、貨物用ポンプ(圧縮機)室とは別個に取り扱われているので、3m以内の区域が危険場所とみなされるガス開口としては扱わないことになったものである。

また、貨物用管から船外非常排出用管を除外したのは、この管系内には、通常、貨物液(ガス)は存在しないとの前提によるもので、もし、仕切り弁あるいは盲板の取付け位置により、管系の一部に貨物液(ガス)が内蔵される部分ができるのであれば、その部分のフランジ継手については、この号の規定を適用すべきである。

(e) 暴露甲板上で、次の幅、高さおよび長さに囲まれる区域：

船の全幅

暴露甲板上 2.4 m の高さ

最も船首側にある積載タンクの前端から、最も船尾側にある積載タンクの後端までの長さを船の前後方向へそれぞれ 3 m 延長した長さ

この規定による危険場所は、タンカーの暴露甲板上の危険場所と同じ区域になる。

長さ方向の危険区域の範囲が、タンクスペースから前後方向に、それぞれ 3 m 延長されているため、小型船では、(j) の規定とも関連して、いろいろな困難が予想されるので、基本計画の段階で十分に検討しておく必要がある。

なお、小型船では、船首楼甲板の一部が、この号に規定する危険場所に該当する場合を生じるが、附近にタンク開口、ガス開口などがなければ、この部分が危険になるひん度は低いので、次の細則を定め、ガス防壁の設置により、防爆形以外の機器の設置を認めることにした。

細則・41(2)01-3 小型船で船首楼甲板の一部が (e) でいう最も船首側積載タンクの前端から船の前方向に 3 m 延長した危険場所のみ該当する場合で、やむを得ずこの場所に防爆形以外の機器を設けようとする場合は、次による。

- (1) 船首楼甲板に鋼製のガス防壁を設けること。
- (2) ガス防壁の高さは、上甲板上 2.4 m 以上とし、幅はガス防壁取付け場所における船首楼甲板のほぼ全幅とすること。
- (3) ガス防壁には開口を設けないこと。
- (4) 電気機器は少なくとも全閉防水形のものとする。

(f) 積載タンク外表面から 2.4 m 以内の暴露区域
この号の規定については、次の細則が定められている。

細則・41(2)01-4 (f) でいう外表面とは、タンクに防熱その他の外被がある場合は、その外表面をいうものとする。

(g) 貨物用管が取り付けられる閉鎖または半閉鎖場所

(h) 貨物用ホースを格納する区画

特に説明を要しないと思う。

(i) 前 (b) または (c) に定める危険場所の直上の閉鎖または半閉鎖場所。ただし、ガス密甲板で仕切られ、適当に換気されている場合を除く

電気装置をすえ付けられる区画で、ガスが侵入するおそれのある場合は、毎時 20 回以上の換気能力を有する独立の機械通風装置の設置が要求されている (第 33 条 2)、また、一般的に言えば、危険場所を安全場所として扱おうようにするために設ける通風装置は、機械式にするのが普通である。

この号で規定する危険場所は、貨物液 (ガス) からは二重に仕切られた区画であつて、他の危険場所と比較すれば、危険になるひん度はかなり低いものと考えられるので、次の細則を設け、通風装置について

は、機械式を要求するが、換気回数は別に指定しないことにした。

細則・41(2)01-5 (i) でいう適当に換気されている場合は、(b)、(c)、(g) または (h) に定める区画の通風機とは別個の機械式通風装置で換気されている場合をいう。換気回数は別に指定しない。

(j) 前 (a) ないし (i) に定める危険場所のいずれかに直接開口を持つ閉鎖または半閉鎖場所

審議の過程で、指摘されているように、この号で規定される危険場所は、直接開口を通じている危険場所の危険度により、それぞれ危険の度合いが異なる。たとえば、貨物を直接取り扱う機器室に対し、直接開口を持つ閉鎖場所があつたとすれば、その危険度は、(e) で規定される暴露甲板上の危険区域に直接開口を持つ閉鎖場所より、はるかに高いものと考えられる。

したがつて、防爆対策の上からは、まず、危険場所に対し、直接開口を持つ閉鎖あるいは半閉鎖場所を作らないように考慮すべきであり、このような場所を作らざるを得ない場合は、個々にその危険度を勘案して、設置する機器の種類、形式、配置などを決定する必要がある。

なお、直接開口については、次の細則を設けた。

細則・40(2)01-6 次のものは、(j) でいう直接開口とはみなさない。

(1) 窓、マンホールなどのうち

- (a) ガス密の固定式窓
- (b) ガス密または水密のボルト締め開口であつて、運航中に通常は開放する必要がないもの。

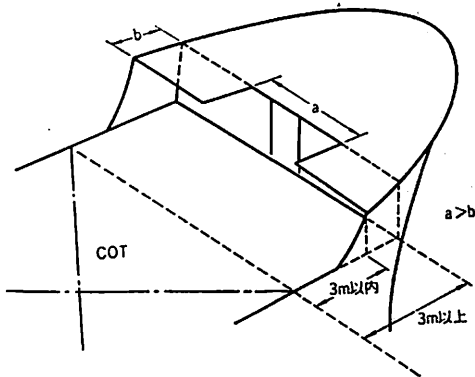
(2) とびらのうち

(a) 上甲板居住区の出入口とびらであつて、風雨密とびらのほかに、金属製の自動閉とびらを二重に設けた場合。ただし、自動閉とびらとはびらの接触面にパッキンを取り付けるか、または適当な方法により十分な面接触が得られるものとする。

(b) 甲板長倉庫などの出入口とびらであつて、次による場合

- i) 風雨密とびらのほかに、金属製の自動閉とびらを二重に設け、二重とびらの間の区画に有効な給気式機械通風装置を設ける場合。
- ii) 風雨密とびらのほかに、金属製の自動閉とびらを設け、かつ有効な機械通風装置を置き、区画内の非防爆形電気機器とインタロックをとる場合。

なお、上記 i)、ii) は、前 (a) の出入口とらび



第 41-1 図 船首楼後端スペースの例

に適用して差しつかえない。

また、これらの危険場所と定義中に用いられている「半閉鎖場所」について、次の細則を設けた。

細則・41(2)01-7 (d), (g), (i) および (j) でいう半閉鎖場所とは、甲板および隔壁で仕切られ、通風状態が暴露部と著しく異なる場所をいう。

これに関連して、タンカー電気設備研究会では、第 41-1 図の例のような場合に、船首楼入口とびらの部分が半閉鎖場所にならないようにするため、ひさしを図示寸法のとおり取り除くようにとの勧告を決定しているが、このように、少なくとも 2面に大きな大気開口があつて吹き抜けになるような場所は、半閉鎖場所の適用を受けないものと解釈して差しつかえない。

第 2 節 タンクの配置、すえ付けおよびすえ付け区画

第 4 条 タンクの配置 1 項は、旧規則第 2 章第 1 条の規定の表現を改めた。また、振動等を考慮して、船尾倉内にもタンクの設置を認めないこととした。

なお、旧規則中にあつたタンクの設置方法の規定は、不要と考えられるので削除した。

2 項、3 項および 4 項は旧規則第 2 章第 3 条の規定の表現を改めた。

5 項は旧規則第 2 章第 2 条のままである。

第 5 条 マンホールの位置 旧規則第 2 章第 4 条のままである。

第 6 条 タンクの支持 旧規則第 2 章第 5 条の規定のうち、横形タンクについての特別規定は、現在横形タンクが普通の形式となつているので削除した。

第 7 条 タンクをすえ付ける区画、第 8 条 暴露甲板の水密および第 9 条 接地 それぞれ旧規則第 2 章第 6 条、第 7 条および第 8 条のままである。

第 3 節 タンクおよび圧力容器

本節第 10 条、第 11 条、第 12 条および第 13 条は、第 2 条にタンクの定義を設けたのに伴い、「圧力容器」の語句を装入したほかは、それぞれ旧規則第 3 章第 1 条ないし第 4 条のままである。

なお、規則第 32 編第 1 章第 3 条 (1) (注 2) により、内容積が 500 ℓ 以下の圧力容器の材料、構造および溶接については、「PV-2」の規定によることができる。

第 4 節 貨物用管、弁、管付着品圧力容器付着品およびタンク付属設備

第 14 条 材料および工事

「圧力容器付着品」の語句を装入したほかは、旧規則第 4 章第 1 条のままであり、内容に変更はない。

第 15 条 貨物用管系の最高使用圧力

旧規則では、貨物用管系の設計圧力の最低を 20 kg/cm² としていたが、管系の最高使用圧力に応じて設計しうる規定に改めた。しかし、最高使用圧力が 10 kg/cm² 未満の場合は、10 kg/cm² を基準に設計することにした。この 10 kg/cm² の圧力は、タンクおよび圧力容器の制限圧力の最低が 7 kg/cm² という規定 (規則第 32 編参照) に対応するものである。ただし、安全弁の排気管系など、管系端が open になる圧力の低い管系は、最高使用圧力に応じうるようにした。

第 16 条 管継手

1. 管相互の接合について、旧規則第 4 章第 3 条よりも詳細に規定した。
2. 管フランジの定格は、第 15 条にかかわらず、旧規則同様 20 kg/cm² 以上のものとした。この件は、レイズトフェースフランジとフラットフェースフランジの気密保持の性能からんで、今後考慮を要しよう。
3. ねじ継手の使用については、テーパねじを使用することにした以外は、旧規則第 4 章第 3 条と同様である。ただし、PTI 以下の寸法のものに限ることとした。

第 17 条 伸縮継手、第 18 条 管系逃がし弁および第 19 条 支持はいずれも旧規則のままである。

第 20 条 接地

旧規則第 2 章第 8 条と趣旨に変更はない。「有効に接地」とは、特別に接地の手段を講じることを意味することも従来どおりである。

第 21 条 タンクの付着品および付美弁および第 22 条 圧力容器の付着品および付着弁は、いずれも若干の語句配置の変更を行なつた以外は、旧規則と同じである。

第 23 条 タンクの注入、排出管

1. 旧規則第 4 章第 9 条 1 の (ハ) を削除し、(ロ) を分割して、新たに本条の (2) および (3) とした。な

お(1)は旧規則の(イ)と同じである。

第24条 安全弁

1. タンクの安全弁の数は、旧規則では、1個以上となっていたが、運輸省令第30号「危険物船舶運送および貯蔵規則」(以下省令第30号という)の一部改正に合わせて、2個以上とした。
2. 安全弁の「所要吹出し量」と「吹出し量」を定める算式を、旧規則では標準状態の空気量で表わしていたのを、新規則では貨物量で表わす算式に改め、かつ、安全弁の吹出し量の算式は細則41(2)04とした。すなわち旧規則の安全弁の所要吹き出し量の算式は、制限圧力が $17.6\text{ kg/cm}^2\text{g}$ のタンクに取り付けた安全弁からプロパンを吹き出しつつあるときの蒸発量を求め、かつ、これを標準状態の空気量に換算する算式で、タンクの形状寸法に応じて一定値が得られるのに対し、新規則の算式では、さらに貨物の種類と圧力条件によつて得られる所要量が異なる。したがつて、数種の貨物あるいは混合貨物などを積み分けるような多目的のタンク船では、計画したすべての貨物に対して検討する必要がある。
3. 本項は表現を改めたが、趣旨は旧規則と同じである。
4. 液用の圧力容器の安全弁の数は、旧規則同様に1個以上とした。

細則・41(2)04 安全弁

1. ばね式安全弁の形式には、次のものがある。

低揚程式

高揚程式

全揚程式

全量式

ボイラではいずれの形式も使用しているが、この細則では高揚程式および全量式を原則とした。低揚程式は、リフトの確実性に欠ける点があり、ボイラ安全弁の場合は、蓄気試験をボイラに取り付けた状態で行なうが、LPGタンクの場合は実施困難であるから、一応原則外とした。

全揚程式はリフトが大きく、したがつて開口面積も大きくなるが、開口面積と吹き出し係数の関連、すなわち、開口面積に比例した流量が得られるかどうか疑問があるので、あまり製造されていない点も加味して、これも原則外とした。

2. 安全弁の吹き出し量 W を算定する式は、よく使われている算式であるから説明を省略する。

算式中の吹き出し係数 K は、安全弁の形式構造寸法などにより異なり、一定値を採ることは不合理で

あるが、形式・寸法別に一流量試験を行なつて K 値を承認することは繁雑であるので、通常処理する値として0.65を採用した。したがつて安全弁メーカーから申し出があれば、流量試験を行ない、本会の承認する値まで認めることにした。また、 $K=0.65$ を採ることに疑問がある安全弁についても、試験を要求するようにした。吹き出し係数 K を0.65としたのは次の理由による。すなわち、鋼船規則のボイラ安全弁は、マージン10%を含めてほぼ同値を採用しており、高圧ガス保安協会自主基準「安全弁の適用基準」(第1次案昭和49年3月29日)でも0.65としている。

また比熱の比は、温度が高くなると小さい値となり、したがつて吹き出し量も小さく計算されるのであるが、僅少差であるので、標準状態のを使用することにした。

第25条 安全弁および逃がし弁の排気管

各項とも、旧規則のままであるが、5項の逆火防止装置は、省令第30号で具体的に規定されているので細則を設けた。

細則・41(2)05 排気管の逆火防止装置

(2)が、省令第30号の規定であつて、(1)のJIS F 2416のフレームレスターは、30メッシュとなつているので、これに適合している。金網の材料は、JIS Z 8801は黄銅、りん青銅、ステンレス鋼であり、JIS F 2416は、SUS 27であるが、後者は、腐食を考慮してSUS 27としているので、(2)による場合は、これと同等以上の金網材料とすべきであろう。

第26条 液面計

旧規則のタンクの最高液面の注(※印)を削除した。これは省令第30号に定められたものと、内容が異なつてはいるほか、充てん限度の規定と誤りやすいために削除したものである。その他は旧規則と変更はない。

第5節 荷役装置

第27条 適用

適用の対象に「圧縮機のみを用いる形式の荷役装置」を加えたほかは、旧規則と同様である。

第28条 一般事項 旧規則のままである。

第29条 荷役ホース

旧規則1項と同じである、旧規則2項は第8節に移した。

第30条 接続管の圧力排除および第31条 ポンプおよび圧縮機は旧規則と同じである。

第32条 ポンプおよび圧縮機の設置場所

旧規則第5章第7条の後半を削除して本則とした。削除した理由は、危険場所について新たに第2条に明示されたためである。

旧規則第5章第6条（ポンプおよび圧縮機の原動機）は、新規則第38条および第44条などと重複するので削除した。

第6節 通風装置、排水装置など

第33条 通風装置、第34条 機関室およびその他の発火源を有する室の通風装置、第35条 排水装置、第36条 冷却設備および第37条 燃焼ガス排気管の火粉放出防止装置は、一部の語句訂正または削除のほかは旧規則第6章第1条から第5条のままである。

第38条 発火源となる機器の設置

危険場所に対する電気機器の設置規則（第44条参照）に対応させて本条を追加した。「発火源となる機器」の解釈に疑問を生じやすいと思われるが、たとえば油タンカーのポンプ室のポンプなどと同様に考えればよく、LPG 船のガス圧縮機、貨物用ポンプなど従来の形式のものに対して新たに規制することはないことが専門委員会でも了解された。

第39条 ガス検知器

旧規則には規定していなかったが、一般に設置されており、また、安全上設置されていることが望ましいので、新しく規定を追加した。

第7節 電気設備

本節の規定は、旧第41編第9章の規定を、IEC/TC 18で審議を終了した改正案を参考にして見直しを行ない、書き改めたものである。

おもな改正点は、次のとおりである。

1. 本質安全形電気機器の配線およびケーブルの布導方法に関する規定を追加した。
2. 危険場所に設置が認められる電気設備の種類、形式、ギ装方法などを、危険場所の区分に応じて規定した。
3. 貨物用ポンプ（圧縮機）と駆動用電動機は、それぞれ別の区画に置くことを原則とした。
4. 危険場所に設置される計測、監視、制御、通信などの諸装置は、本質安全形のものとするよう勧めた。
5. 警戒灯に関する規定を削除した。

以下、各条について説明する。

第40条 一般 特に説明を要しないと思う。

第41条 配電方式 旧第41編第9章第1条（以下、本節の解説では、編および章番号を省略する）のただし書きの「接地灯回路」を「地絡灯またはこれに代わる

装置」と改めた。用語は、第40編第12条の規定に合わせたもので、地絡灯に代わる装置には、地絡継電器がある（細則・41(2)06）。

第42条 配電盤、および分電盤 旧第2条と同じ。

第43条 危険場所の配線 旧第3条に次の改正を行なったものである。

1. 1(2)の規定で、無機絶縁銅シースを無機絶縁金属シースに改めた。貨物の種類によつては、銅シースが侵されるので、銅シース以外の金属を用いた無機絶縁ケーブルが使用できるようにした。なお、この場合の取り扱いについては、細則・41(2)07-1を参照されたい。
2. 1(2)の規定は、貨物の種類が多岐にわたり、また、貨物に直接さらされる場所にケーブルを布導せざるを得ない場合があるので、注意を喚起したものである。
3. 1(3)の規定は、旧第3条2(2)と同じ。
4. 1(4)の規定は、旧第3条2(5)と同じ趣旨である。「十分離して布設については、細則・41(2)07-2で、その詳細を規定した。
5. 1(5)の規定は、旧第3条2(4)の規定を改正したものであつて、これにより、ケーブル貫通部で特にガス密が要求されるのは、危険場所と安全場所との間の仕切り壁に限定されることになるが、危険場所間の仕切り壁であつても、それぞれの規定でガス密が要求されている場合は、ケーブル貫通部も当然ガス密にする必要がある。
また、ケーブル自体がガス通路を形成する場合がありますので、防爆形機器に引き入れるケーブルの端末は、テープ巻きその他の方法で封鎖しておかなければならない（細則・41(2)07-3）。
6. 1(6)の規定は、この部分に布導されるケーブルで、損傷をおこむるケースが多いため、特に注意を喚起したものである。
7. 1(7)の規定は、旧第4条3の規定を一般的な規定に改めたものである。なお、ケーブル自体のガス密について、前記の場合と同様な措置を講じる必要がある。
8. 1(8)の規定については、次の細則を設けた。
細則・41(2)07-4 43条8の規定における本質安全回路の配線およびケーブルの布設は、次によること。

(a) 配線

動力主回路のある制御盤内には、原則として配線しないこと。その他の制御盤、操作盤などの内部に本質安全回路を配線する場合は一般回路の配線と配線用ダクトを共用したり、同一バンドでたばねては

ならない。

また、本質安全回路であることが、容易に識別できるように、配線に淡青色の色わけを施すこと。

(b) ケーブル

(i) 本質安全回路と一般回路を共通の多心ケーブルで配線しないこと。また、種類の異なる本質回路(たとえば電話とソレノイド)は、別のケーブルを用いて配線することが望ましい。

(ii) 本質安全回路のケーブルは、一般回路のケーブルと共通のパイプに布施しないこと。ハンガまたはダクトを共用する場合は、十分離して布施し、別個のバンドまたはクリップを用いて固定すること。なお、この場合、鋼製の隔壁を設けて隔離することが望ましい。

この細則において、内部配線の色わけは、工場電気設備防爆指針 3614 (5) の規定によつたものである。一般回路ケーブル(非本質安全回路ケーブル)と本質安全ケーブルの布設間隔は、定量的に規定しておくことが望ましいが、根拠とする資料が得られなかつた。また、この細則では、ケーブルにしゃへいを施した場合について言及していないが、現在、船用ケーブルのしゃへいについては、しゃへい用鋼線の材質および寸法に関する規定はあるが(JIS-C 3410 船用電線改正案)編組密度に関する規定がなく、しゃへい効果についても、本質安全回路に対して有害な静電(電磁)誘導を防止するに有効かどうか確定できなかつたためである。

第44条 危険場所の電気設備

「本会が適当と認める防爆形の電気機器」は、細則で次のように定義された。

細則・41 (2) 08-1 第44条において、本会が適当と認める防爆形の電気機器とは、原則として規則第40編第3付属規定に適合するものをいう。ただし、労働省令・防爆構造電気機械器具検定規則により検定を受けたものおよび公的機関の証明書もしくは成績書を有するもので、本会が船用に適すると認めたものを含む。

現在、LPG 船やタンカーの危険場所に使用されている電気機器は、耐圧防爆形および本質安全形のものに限られている。(安全増防爆形の機器も若干は使用されているが、これは規則の要求に基づいたものではない)。

わが国における防爆形電気機器の構造に関する規定には次のようなものがある。

船 用

JIS F 8004 船用耐圧防爆電気器具の構造および検査通則*

び検査通則*

JIS F 8422	船用防爆天井灯
JIS F 8423	船用防爆隔壁灯
JIS F 8424	船用携帯安全灯(蓄電池式)
JIS F 8425	船用耐圧防爆形携帯電灯(乾電池式)
JIS F 8846	船用防爆灯制御スイッチ(防水)

産業一般用

JIS C 0903	電気機器の一般用防爆構造通則*
JIS C 0905	電力用電気機器の一般用防爆構造
JIS C 8001	白熱電灯器具の一般用防爆構造
JIS C 8002	けい光放電灯器具の一般用防爆構造
JIS C 8003	高圧水銀灯器具の一般用防爆構造

工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆 1970)

これらのうち、太字で示した JIS は、それぞれ防爆形電気機器に関する通則事項を規定したもので、その他の JIS は、特定機器を対象にした細則的なものであることができる。また、工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆 1970)は、労働省・産業安全研究所が制定発表しているもので、JIS 規格や関係法令の制定に当たっては、そのよりどころとして広く利用されているものである。

船用 JIS 規格に適合する防爆形機器は、船用の条件を十分考慮に入れたもので、鋼船規則にも合致するので問題はないが、その他の JIS 規格や防爆指針に準拠したものでは、使用材料、錠締め構造、温度規定その他防爆性能に直接の関連はない事項ではあるが、鋼船規則を満足しないものがある。また、外国製品では、もともと準拠規定が異なるため、国内規格は適用できない。

これらの事情により、本会が適当と認める防爆形の電気機器の範囲を上記細則のように定めたものであつて、すでに本会の認定または承認を得た防爆形電気機器(一覧表が年1回発行されている)以外のものは、初めて使用する場合、必ず必要な資料を本会に提出し、形式について認定または承認を受けなければならない。また、個々の製品は、現在、認定品であつても電池自蔵式携帯器具および本質安全形機器を除き、そのつど本会の試験検査に合格したものでなければ、使用できないことになつているので注意を要する。

なお、第44条の規定は、旧第4条、第5条の規定を根幹として改正を行なつたもので、以下、各項号について説明する。

1. 1 (1) の規定は、新たに追加されたものである。本質安全形機器は、非本質安全回路と電気的混触を生じない限り、たとえ機器および回路ケーブルに損傷を生

じても、引火爆発の原因にはならないように作られており、最も安全性が高いので、すべての危険場所以で使用を認めた。

ただし、非本質安全回路との電氣的混触は、致命的なので、第43条(8)および細則41(2)07-4により、ケーブル布設に十分な注意を払う必要がある。また、混触の危険をできる限り少なくするため本質安全回路で、安全場所に延長される部分は、必要最少限にとどめることが望ましい。

2. 1(2)の規定は、新たに追加されたものである。液化ガスタンク船のタンク内は、通常は、貨物液およびガスで満たされており、ガスフリーにしようとする場合は、不活性ガスが使用されるので、爆発限界内の混合気を形成することは、ほとんどないものと考えられる。したがって、異常事態(誤操作時、真空逃がし弁の動作時、タンク破損時など)を含め、ガス・空気の混合気中では、絶対に加電されないよう、万全の措置を講じれば、サブマージ形の電動機を防爆形にする必要はないはずであるが、この措置方法が確立していないため、本会は、従来から耐圧防爆形を要求してきており、1(2)の規定は、これを踏襲したものである。
3. 1(3)(a)および(b)の規定は、新たに追加されたもので、その主旨は、タンカーの場合(第40編第16章第4条3)と同じである。
また、(c)の規定は、旧第4条1の趣旨によつたものであり、(d)の規定とともに、タンカーの場合と軌を一にした規定である。
1(3)のこれらの規定は、危険場所のうちでも最も危険性の高い所(ただし、タンク倉は、危険性においては、この号の適用を受ける他の場所ほどではないとも考えられるが、保守点検のための accessibility において劣る)を対象にした規定であり、本質安全形の機器を除けば、防爆形のもので、電灯以外は原則として設置できない規定になつているので注意を要する。
4. 1(4)および(5)の規定は、電気機器の種類を問わず、本会が適当と認める防爆形の機器であれば、使用できるようにした規定である。これらの規定および1(3)(d)の規定において、ケーブルの伸縮部について、特に規制を行なつたのは、ケーブルでは伸縮部が最も損傷をこおむりやすい部分であるため、1(3)の適用を受ける場所では伸縮部を設けることを全面的に禁止し、1(4)の適用を受ける場所では、原則的に禁止した。後者を原則規定にしたのは、サブマージ

ド電動ポンプや液面計などを使用する場合に、上甲板とタンクドームの間でケーブル伸縮部を設けなければならないことがあるため。このような場合には、フレキシブルコンジットに納めるなどの方法により、ケーブル伸縮部を保護しておくことが望ましい。

なお、ケーブルを管工事し、draw-out box などの内部でゆとりをとることは、ケーブルの伸縮部を設けたとはみなさない旨の細則(41(2)08-2)が設けられているが、これは、タンカー電気設備研究会の決定に基づいたものである。

5. 2項および3項の規定は、旧第5条の規定を改正したもので、2項の規定でやむを得ない場合のほかは、貨物用ポンプ(圧縮機)室にはそれらを駆動する電動機を取り付けられないことに改正した。

3項の規定は、2項の規定により、電動機を貨物用ポンプ(圧縮機)とは別の区画に設置した場合に、防爆形以外の機器を使用しうる条件を規定したもので、それぞれ次の細則を定めて、できるだけ取り扱いの明確化を図つた。

細則・41(2)08-3

- (1) 第44条2項の規定により、貨物用ポンプ、貨物用圧縮機など貨物を取り扱う機械の駆動用電動機を置く別区画を設けた場合、その別区画の電気設備の取扱いは次によるものとする。
 - i) 別区画が、第2条(5)の危険場所に該当する場合は、第44条1項の該当する号の規定によること。
 - ii) 別区画が、前(i)の危険場所には該当しないが第2条(5)の(d)または(e)などの危険場所内に位置していて、条件によつてはガスが侵入するおそれのある場合は、防爆形の電気機器を使用するか、または第44条3項の規定によること。
 - iii) 別区画が、前(i)および(ii)のいずれにも該当しない場合は、給気式機械通風装置が設けられることを条件として安全場所とみなす。
- (2) 第44条2項の規定に関連し、貨物を取り扱う機械と駆動用電動機をやむを得ず同じ区画に置く場合、電動機は内圧防爆構造または安全増の要件を加えた防爆構造のものとし、制御装置は安全場所におくこと。また、ケーブルは外傷を受けるおそれのないよう特に注意して布設し、要すれば管工事を行なうこと。なお、上記電動機および防爆形電灯以外の電気機器は原則として本質安全形のものとする。

細則・41(2)08-4 第44条3(3)の規定における十分な安全手段を施した給気式機械通風装置とは、次のものをいう。

- (1) ケーシングと翼が接触しても、発火源となる火花を発生しない構造のものであること。
- (2) 電動機を置く区画内の電気機器のうち、防爆形以外のものは、通風機により区画内を10回以上換気しなければ通電できないようインタロックすること。
- (3) 通風機が停止した場合は、自動的に区画内の防爆形以外の電気機器へ給電を切るよう装置すること。なお、この場合、通風装置による区画内の過圧検出装置を設け、過圧が消滅したときにおいても、給電を切りうるよう設備することが望ましい。

なお、細則・41(2)08-4では、通風装置の能力が規定されていないが、これは、規則第33条の規定と重複するからであつて、この場合は、同条2の規定が適用される。

6. 4項の規定は、旧第4条2の規定と同じ趣旨である。

7. 5項の規定は、規則第40編第16章の油槽船の電気設備に関する規定にならつて、今回追加したものである。

危険場所で使用する計測、監視、制御、通信などの諸装置に対して、本質安全形のを要求するのは、世界的に顕著な傾向の一つになつている。わが国においても、ここ数年来、この方面の研究開発が進み、すでに、危険場所のこれらの諸装置を、すべて本質安全形で計画した船があるが、船の安全対策上、非常に望ましいことであり、本会として、今後、この方向を強く推進して行きたい。

第45条 携帯灯 油槽船の場合にならつて、JIS規格を引用するとともに、本質安全形のものや内圧防爆構造の一種と考えられる空気駆動式のものも使用できる規定に改めた。

なお、旧第6条に警戒灯の設置が規定されていたが、これは「危険物船舶運送および貯蔵規則」による信号灯であり、この信号灯だけを規定しておいても、あまり意味がないので、この規定は、今回削除した。

第8節 試験および検査

第46条 一般

材料試験、溶接関係各種試験検査その他については関係各編の規定によるべきことを示すために本則を追加した。

第47条 水圧試験、気密試験、放射線検査

旧規則第8章第1条および第2条を本条にまとめたが、内容を変更した部分は次のとおりである。

1. 水圧試験

旧規則第5章第3条2項の荷役ホースの水圧試験の規定を本条に移した。

2. 気密試験

旧規則では、貨物用のタンク、圧力容器、管、弁、付着品などの気密試験は、船内に装備した後行なうことになつてしたが、この方法では、船内に装備した後に行なうと、陸上での検査と比べて精度が悪くなる可能性がある(特に鋳物製のもの)、漏えいした場合の手直しは船の最終工期に近いため問題を生じやすい、下請工場から出荷するときは、必然的に検査未了の状態である等の意見があり、

i) 船に装備する前に単体で気密試験を行ない。

ii) 船に装備後は、各種取り付け物の装備接続部の気密試験を行なう。

方針を原則とすることに改めた。したがつて、装備後の試験圧力は、その系統の逃がし弁の調整圧力の90%以上の圧力とした。また、船に装備する前に行なうことを原則とするとは言つても、検査精度も同等で、漏えいの懸念の少ないもの、たとえばよく管理された方法で加工される造船所内作の fabricated pipeなどは、本項の(1)気密試験を船内装備後に行なつてもよいことが専門委質会で確認されている。ただし、この場合も、最高使用圧力(または制限圧力)以上の圧力で行なう必要がある。

3. 貨物用管系の溶接継手部の放射線検査について新たに規定した。この検査の目的は良好な溶接管理にあるので、継手部を100%行なう必要はなく、その最低を細則に示した。

第48条 確認試験

旧規則と同じ。

第9節 標 示

第49条 標 示

「容量」を「容積」に改めた以外は、旧規則どおりである。

第10節 取り扱い説明書

第50条 取り扱い説明書

良好な保守および安全対策の徹底のために新たに規定した。

第11節 定期的検査

旧規則の定期的検査は、検査対象によつて何年ごとのような試験検査を行なうかが規定されていたが、今回、船の定期的検査の検査内容の比重の置き方に合わせ

て LPG 装置の検査内容を規定した。

なお、第 52 条 (1), (g) のタンクの水圧試験施行および試験圧力が適正であるかどうかについては専門委員会で論議されたが、この問題は他の圧力容器、管などとも関連があるので、定期的検査における水圧試験のあり方について、別に研究会を設けて検討することとなっている。

第 3 章 低温液化石油ガスタンク船

第 1 節 通 則

第 1 条 適用 本章の規定を適用する範囲を定めた。

現在 LPG 船のタンクの形式としては、独立式とメムブレン式があるが、今回は取りあえず実績の多い独立式のみに限ることとし、メムブレン式は、今後検討することとした。なお、LEG 船、LNG 船についても、今回は適用範囲外とした。

第 2 条 (4) 二次防壁 二次防壁の要件を定めた。

タンクからの漏えい量については、タンクに生じる破孔の大きさを想定することが困難なため、大破孔が生じて、タンク内外の液位が同一レベルになった場合を考えることとした。今後、タンクの信頼性を確実に握できるようにすれば、タンクに生じる破孔の大きさを想定し、それに見合った二次防壁を設けることとなる。

漏えい貨物の保持期間は、細則に定めたが、その日数は、片道航海日数の半分に、ある程度の余裕を見込んだ日数を目安として定めたものである。

(7) 危険場所 本章で規定される船の積載タンクは、自己支持形のものに限られており、危険場所を考える場合、加圧式のタンク船との間に大きな差異は認められないので、同じ定義にした。

第 2 節 構造 配置

第 4 条 タンクの大きさ 現在までの実績が、ほぼ最大限となるようタンクの大きさを定めた。L が 100 m 未満の場合については、細則に定めた。

第 6 条 コッファダム 主機室、ボイラ室での火災により、タンクが異常に加熱されることがないようにするため、コッファダムを要求した。したがって、間の隔壁に防熱を施した場合は、コッファダムは不要であるがその防熱に必要な要件を細則において定めた。

第 7 条 タンクの配置 Accessibility を保つ最低限のすき間を 380 mm としたが、底部では、380 mm のすき間では人が動き回することは困難と考えられるので、この数値を 610 mm とした。また、船側外板とタンクとの距離は、第 2 章では 610 mm としたが、

本章に定めるタンクは、第 2 章に定める圧力容器形のタンクに比べて板厚も薄く、船側に面する面積も大きいので、この距離を 900 mm とした。

第 8 条 非常用設備 2 項は、タンクに大破孔が生じた場合に、1 項に定める排出装置では処理困難と考えられるときにタンク、中に残った貨物液を船外に投棄するための設備を要求した。

船外投棄が安全であるか否かについては、議論の余地があるが、船外投棄を行なうか否かについては、船長の判断に任せることとし、もし投棄を望む場合には、船外投棄を可能とするために、この装置を要求することとした。

第 9 条 ガス検知、温度検知等 タンクに損傷が生じ、貨物が漏えいした場合、まずガス検知により検知されるが、その損傷がどの程度のものであり、船体構造が異常に冷却されるほどの規模であるか否かは、ガス検知で知ることには困難である。特に、二次防壁の設置を省略し、船体構造部材に使用する鋼材の級を上げた場合には、二重底、側タンク等に注水すべきか否かを判断するためには、船体構造部材の温度を知ることが必要であり、安全設備として、ガス検知、温度検知の両方を要求することとした。検知点数等は、細則に定めた。

第 3 節 船体 構造

第 12 条 鋼材の使用区分 2 項は、ぜい性き裂発生防止のため、鋼材の級に応じて使用最低温度を定めた。規則に定める温度は、(1) の正常状態時では、応力 12.5 kg/mm²、き裂長さ 60 mm、板厚 25 mm とし、また、(2) のタンク漏えい時では、応力 8 kg/mm²、き裂長さ 40 mm、板厚 15 mm とし定めたものである。

なお、船体構造の温度計算はかなりの困難を伴うので、この温度計算を省略した場合の各部材ごとの鋼材の級を細則に定めた。

第 4 節 タ ン ク

第 13 条 材料 応力 12.5 kg/mm²、き裂長さ 60 mm とし、使用温度と板厚ごとに、使用鋼材の級を定めた。

第 15 条 マンホール 第 2 章第 13 条と同じ規定である。

第 16 条 部材の配置および寸法 タンクに掛かる荷重は、まだ不明の点が多いので、タンク部材の寸法については、個々の船ごとに検討することとした。ただし、タンク水圧試験時に掛かる荷重により、第 13 編の規定から定まる寸法を、最小寸法として規定した。

なお、LPG タンクは、今までの実績から、一般船の深水タンクに比較して、腐食が少ないので、部材の板厚を第13編により定まる寸法より1mm 小さなものとした。

第5節 タンクの支持および固定

第17条 支持台および第18条移動止め タンクの温度変化に基づく膨張収縮および船の運動により、支持台、移動止めに加わる力については、今のところ、一般的に示すことが困難なため、当分の間、支持台、移動止めの強度については、各船ごとに本会与造船所との間で協議して定めることとした。

第20条 浮上がり防止装置 この装置は、一般にはタンクの移動止めと兼用されており、タンクの浮力による荷重を、甲板下の縦横桁で受けるようにしたものである。

第6節 防 熱

第21条 タンクの防熱 二次防壁の有無にかかわらず、正常状態時の船体構造の温度が、第12条2(2)に定める温度以下とならないようにするため、この規定を設けた。

第7節 タンク付着品

第24条 材 料

材料については、材料専門委員会で、細則として示される予定である。

第25条 止 め 弁

手動の止め弁とは、たとえば油圧操作弁の場合は、油圧ハンドポンプを使用することができるようになっていれば差しつかえないことが専門委員会で確認されている。

第26条 圧力計および低圧力警報装置

これらの検出端は、ペーパー管に取り付けてもよいが第25条の止め弁よりもタンク側に設けなければならない。

第27条 温 度 計

この温度計は、タンクの予冷に関連して、タンク壁に極端な温度差がないことを確認できるようにするのが目的であるから、その検出端の位置および数は、タンクの形状寸法に応じて決めればよい。

第28条 液面計および警報装置

最高液面警報装置は、過剰積込みを防止する目的のものであるから、常用液面計とは、検出を別個にするように規定した。この条文は、積込み弁とインターロックすることまでは要求していないから、もしインターロックする場合は、液面計あるいは警報装置のいずれによつてもよい。

タンク内を隔壁で仕切つた場合は、仕切られた名区画ごとに液面計と警報装置が必要であるが、隔壁弁によつて荷役時に各区画を共通にする場合はこの限りでない。

第29条 過圧安全弁

タンクの過圧安全弁の容量は、従来内規的に適用していた「暫定基準」と同様に、次の二つの条件を満足すべきことを規定した。

(1) タンクの周囲温度 45°C の状態で、タンク壁からの入熱による蒸発量に、積荷時に排出を要するガスの量を加えた全量を加えた全量を吹き出せること。

(2) 火災の際のタンクへの侵入入熱による蒸発量を吹き出せること。

(1)については、「暫定基準」では、防熱のない裸タンクとして考えることが条件になっていたが、専門委員会の大方の意見として、防熱が施されている場合の入熱量で十分であるということになった。このため(1)の所要吹き出し量は、(2)による所要吹き出し量より大きくなることはほとんどないから、(2)の条件だけを満足すればよいという意見もあつたが、小さいタンクで、荷役ポンプが大きい場合も考えられるので、最終的には(1)を残すことにしたものである。

(2)の火災時の入熱量の算式は、加圧式の場合と全く同じ算式を基本式として、決めたものである。低温式LPG 船火の災の状態の想定および、従来数多くのLPG タンクの防熱に用いられている発ぼうポリウレタンは、火災のときどのような状況になるかの想定について、専門委員会で種種意見が出され、一応次のように考えることになったが、なお、今後も検討を要するところであろう。すなわち、暴露甲板、船体外板に破孔等の損傷がない状態で船の周囲が火災の状態にあること、そのとき、ポリウレタン防熱材はタンク壁に残存していないであろうこと、また、タンク周囲の空所をイナーティングしていない場合、そこで発火したとしても、空所は空気の供給が絶たれているから大きな熱源となるほどの火災は考えないでよいであろうことなどである。

加圧式の場合の算式は、裸タンクが火災ふん囲気中にある場合の算式であるが、常時、密閉に近いタンクホールドの中に置かれた低温式LPG タンクの場合は、ふく射による入熱だけを考慮すればよいから、裸タンクが火災ふん囲気中にある場合よりも少ない入熱量となるであろう。いま、この条件をFで表わして入熱量の基本式を示すと次のようになる。

$$Q_h = 61000 FA^{0.82} \text{ Kcal/h} \dots\dots\dots (15)$$

規則の算式は、他船級協会の規則なども考慮して、 $F=0.2$ とし、計画軽荷(バラスト)状態の水線下のタ

ンク面をふく射伝熱面から除外したものである。

このような経緯の規則の算式であるから、タンクの防熱材が耐火性のものであれば、規則のただし書きにより定数 12,200 を 6,100 として算定してよいであろう。また、船体外板とタンクとの間または暴露甲板とタンクとの間に耐火性のスクリーンがあれば、その分だけ入熱量を減じることができるので、この条件の場合は細則に示すことにした。

安全弁の吹き出し量については、細則・41(2)04 安全弁の解説でも述べたとおり、(12)式を用いることになるが、吹き出し係数 K を検討しうる資料がないので、今回は規則にも細則にも算式を示さずに、容量試験を行なうことを前提にその都度承認する方法をとることにした。なお、(12)式の中の圧縮係数 Z は、圧力が低いので $Z=1$ と考えるべきであろう。

細則・41(3)17 火災の際のタンク入熱量の計算

この細則に示した係数は、船体外板および暴露甲板に面する3面のタンク面で、総入熱量の90%（1面について30%）を受熱するものとし、これらのタンク面との間にスクリーンがある場合は、その面の入熱量は1/2になるものとして定めたものである。

第30条 タンクの真空に対する保護装置

(1)の規定は、真空保護以外に、空気の侵入をできるだけ防止することを目的としている。したがって、この危険性が少ない間接冷却再液化方式の場合は、警報装置でよいことにした。（細則・41(3)18 参照）

第8節 貨物用管装置

第33条 配 置

本条でいう「本会の承認を受けた場合」とは、第2条項および細則41(3)16に関連する場合である。

第35条 管 継 手

管フランジは、締付け面の漏えいに関連して、レイズドフェースとすべきか否かについて、専門委員会において審議されたが、従来の実績も考慮して、レイズドフェースを標準にすることに落ち着いた。もしレイズドフェースにしない場合は、フランジ面の仕上げは中仕上げ以上にするほか、配管工事もレイズドフェースの場合と同様に注意すべきである。

第37条 誤操作の防止

本条は、貨物の不時の混合を防止するほか、設計条件の異なるタンクおよび装置の誤使用を避ける目的で規定した。「支障を生じるおそれのない」とは、商品価値の著しい低下、Chemical action、タンクおよび装置に対する温度または機械的影響などを意味する。

第9節 貨物の冷却設備

第44条 一 般

本条は、止むを得ない場合のほかは貨物を船外に排出することのないように、2組以上設けるよう規定した。

第10節 荷 役 装 置

第49条 荷役装置

常用荷役ポンプ装置が故障すると、タンク内の貨物の処理方法が問題になるので、予備装置を設けることにし細則・41(3)20に具体的に示した。

第52条 荷役ポンプの自動停止および遠隔停止

荷役ポンプの軸受けはそのほとんどが貨物液によつて潤滑する形式のものであり、吐出圧の低下は致命的な因子となるほか、電動サブマージ形ポンプにあつては、電動機の急激な温度上昇が懸念されるので1項の規定を設けた。したがって、吐出圧力の低下を検出して自動停止させる方法でも差しつかえない。

3項は、荷役装置系統が異常（たとえば、大量漏えい、陸上設備も含む）となつたとき、ポンプを危急停止できるように規定したものである。

第12節 電 気 設 備

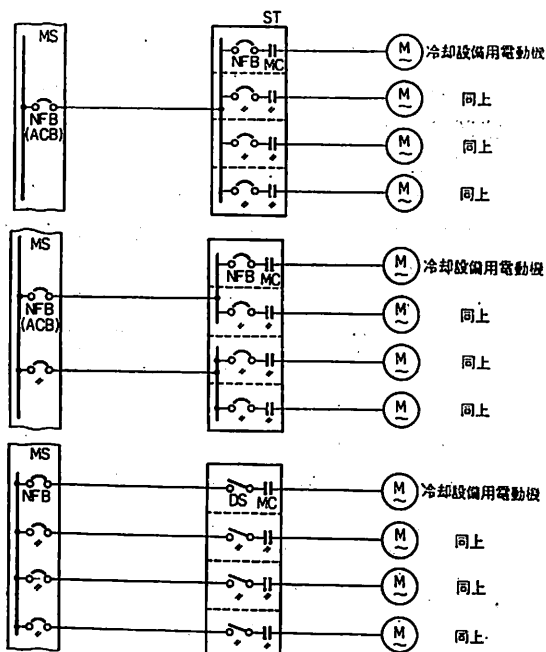
第57条 一般 特に説明を要しないと思う。

第58条 冷却設備への給電 低温液化石油ガスタンク船では、貨物の冷却設備は、船の安全上非常に重要な装置になる。また、これに用いられる圧縮機用電動機は、容量的にも、船内動力装置中かなりの大きさを占めている。

本条の規定は、貨物用の冷却設備全数が、関連する電気系統の一部の損傷で、同時に使用不能にならないようにするためのものである。

この規定で、主配電盤に準じる給電盤とは、規則第40編第3章の配電盤に関する規定を満足する構造のもので、主配電盤からこの給電盤への給電が、その信頼性において、主配電盤母線の延長とみなしうるような方法および配置の回路で行なわれるものを考える。また、「2群以上の回路に分けて給電」とは、電動機個々の給電ケーブルを2組設けることを要求するものではなく、第41-3-a 図のような方式をやめ、第41-3-b 図に例示する方式によるよう求めたものである。

なお、冷凍機器が第41-3 図のように4台設備されていて、常用3台で計画する場合は第41-3-c 図によるのが最も望ましい。第41-3-b 図の方式による場合は、主配電盤のしゃ断器および主配電盤から始動器盤までの給電ケーブルの容量を、電動機3台分に相当するものを選んでおけば、そのうち1回路が故障しても、始動器盤内で応急的に渡り線を取ることににより比較的簡単な作業で必要な冷却能力を回復させることができるので、有利な



第 41-3-a 図 1 群の給電回路で給電する場合 (今後は認められない)

第 41-3-b 図 主配電盤から 2 群に分けて給電する場合

第 41-3-c 図 主配電盤から独立の支回路を設ける場合

第 41-3 図 貨物用冷却設備 (冷凍圧縮機用電動機 4 台) の回路例
 MS: 主配電盤またはそれに準じる給電盤; ST: 始動器盤;
 NFB (ACB): しゃ断器; DS: 断路器; MC: 電磁接触器

方法と考えられる。

第 13 節 試験および検査

第 60 条 二次防壁 就航後、二次防壁の有効性が確認できない構造の場合には、建造時に、モデルテスト等により十分な試験を行わなければならない。

この試験の方法等については、二次防壁の形式により、異なつた試験が必要となるので、個個の場合について本会と造船所で協議の上定めることとした。

第 62 条 溶接継手の非破壊検査 現在のところ、放射線検査が最も有効な非破壊検査法と考えられるが、他の適当な方法が提案された場合には、これを受け入れることとした。

第 63 条 タンクの水圧試験 タンクの強度試験と漏えい試験は、実貨物を積載して行なえば、最も望ましいが、建造中に行なうことは困難であるから、一般船舶と同様に、水圧試験を行なうこととした。ただし、タンク頂板まで水張りするのは 1 個のタンクのみとし、残りのタンクについては、タンク底板に掛かる荷重が、実貨物による荷重とほぼ同程度となるように水張りの上、水面上は、空気圧により確認してもよいこととした。

第 66 条 タンク付着品

タンクは大気圧に近い条件で設計されるので、過圧安全弁、真空逃がし弁および管系に接続されない付着品は試験としては最低の圧力で行なうことにした。ただし、第 23 条 2 項により特に承認を受けて暴露甲板下に設ける付着品は、設計に応じた圧力で試験を行なうべきである。

第 67 条 貨物用の管、弁、管系付着品等

船内で現場溶接されるものは、溶接後、本条のすべての試験および第 62 条 2 項の検査を行なう必要がある。

気密試験は、船内に取付け前と取付け後に分けて規定した。この趣旨および取り扱いは、加圧式と同様である。

第 69 条 使用試験 LPG 船の建造実績も少なく、タンクおよび諸装置の信頼性を建造時に確認することが困難であるので、実際に就航する前に、実貨物によりタンクおよび諸装置につき試験、検査を行なうこととした。

今後十分な実績ができれば、この試験を省略することとなろう。(完)

NKコーナー



新造船検査基準案について大手造船所造船工作部長と懇談会

NKでは、今年春以降新造船検査基準案の試行を進めているが、この検査基準案の中のブロック検査、完成検査および水圧（気密）検査に適用される減点方式については初めてのことであり、各方面の反響を呼んでいる。

この件については、本年5月の技術委員会において、一部の委員から造船所の意見を十分聞いてほしいとの要望もあり、6月23日本部会議室において大手8造船所の工作部長級の人達13名の出席の下に懇談会が開催され、NK側からは技師長、船体部長以下関係者および特に寺沢技術委員会委員長が参加した。

まずNK側から、長年にわたって踏襲されてきた現在の船級検査の方法を再検討し、近代化を図るため改善策を進めているが、この検査基準案もその一環として考えられたものであり、実施に当たっては関係方面の意見を尊重し、慎重に進める方針であることが述べられ、ついで減点法検査立案の趣旨について、簡単な説明があつた。

これに対し、造船所側からこもごも試行結果に基づく意見の表明があつた。おもな内容は次のとおりである。

(1) 従来、船級検査について、基本的に考えられたことがなかつた、この検査基準は最善の方法ではないかも知れないが、船級検査の原点に立ち帰つたものとして理解できる。

(2) 減点法検査によると、工作欠陥に対する考え方が工場長以下一工員に至るまで定量的に統一できるため、品質向上にとって非常に有効である。減点数が大幅に減り品質が安定したときは、ブロック検査を全廃するなどのことも考えてほしい。

また外国船級船検査にも適用して、好評である。

(3) 通常のブロック検査では、不合格になることはまずないが、船首尾の内検では大きな減点になることがある。構造別、検査単位別、大きさ別に許容減点数を変えてはどうか。

(4) 清掃に関するもの（スラグ落とし、きずの補修、治具の取りはずし）およびアンダカットによる減点が多いが、構造、強度、安全性にあまり関係がない場合の減点については、再考してほしい。特に社内で減点法を適用したときに、人によつてかなり点数が異なる。

(5) 材料管理などは、造船所を信用して任せてほしい。

(6) 検査打切りは工程に及ぼす影響がきわめて大きいので、検査員が常駐していない造船所では、この措置はとらないでほしい。

(7) 運用面で検査員による差が出ないように、検査員の研修を十分行なつてほしい。

これらの意見に対し、NK側から検査の運用面において検査員が強度にあまり関係のないさ細な欠陥を数え上げて、検査を打ち切るようなことはしないこと、スラグ落としは溶接工の基本作業であり、これが行なわれておらず、検査員自身がスラグを落としながら検査するようでは困ることなどが述べられ、要するに、船級船をしてふさわしい工作の船は簡単に合格し、ふさわしくない船は不合格になることがこの検査のねらいであり、良い工作の船を船主に引渡すことに関しては、NKと造船所の間に根本的な差異はないはずであることが強調された。

さらに、NK側からこの検査基準は大手はもちろん中小も考えて作られたものであり、JSQSはかなりあまい基準という評判から考えて、大手造船所では5点以内の合格を目標としてほしいと要望された。また、検査対象物の大小については、大手造船所では一検査単位が大きいため、検査基準は大型船にふさわしく若干厳格となり、中小造船所では逆に若干あまくなつて、結果的には合理的なものになると説明があつた。

この懇談会では、特に結論を出さず、NKとしては現在までの試行結果を考慮の上、慎重に実施を考えることになり、最終的には船体検査専門委員会（仮称）を設けて、細則化を考えることが同意された。

この後で、造船所側の代表者から、最近NKは従来の船体の溶接継手に対するX線検査箇所を大幅に増すことを考えていると聞いているが、必要最小限に止めてほしいとの意見が表明された。

これに対し、NK側からX線検査の技取り方式については現在改正すべく検討を進めてはいるが、まだ成案は得られていないこと、しかし現在の技取り検査数は15年前に立案されたものであり、少なくとも現在の巨大船の検査の実情に適したものは考えていないこと、およびX線検査を行なっていないロンジ材、トランス材特に面材の継手には裏掘り不良や込め金溶接が行なわれたものが相当あり、船の損傷にもつながる結果となるので、これらの部材に対してもX線検査を行なうことの必要性などについて説明があり、一挙に現行方式を改めることは工程上種種問題があるので、今後お互いに検討することになつた。

席上、込め金溶接の実物（実船から採取のもの）が回覧され、ビード表面の美麗さにもかかわらず内部欠陥の大きなことを改めて確認し、溶接継手は外観検査だけでは不十分で非破壊検査の併用が必要であることが、参加者全員に理解されたようである。

今回の会合が非常に有意義であつたことから、11月下旬に再度会合を開き、別記の問題のほか、船体工作全般について、懇談の機会を持つことになつた。

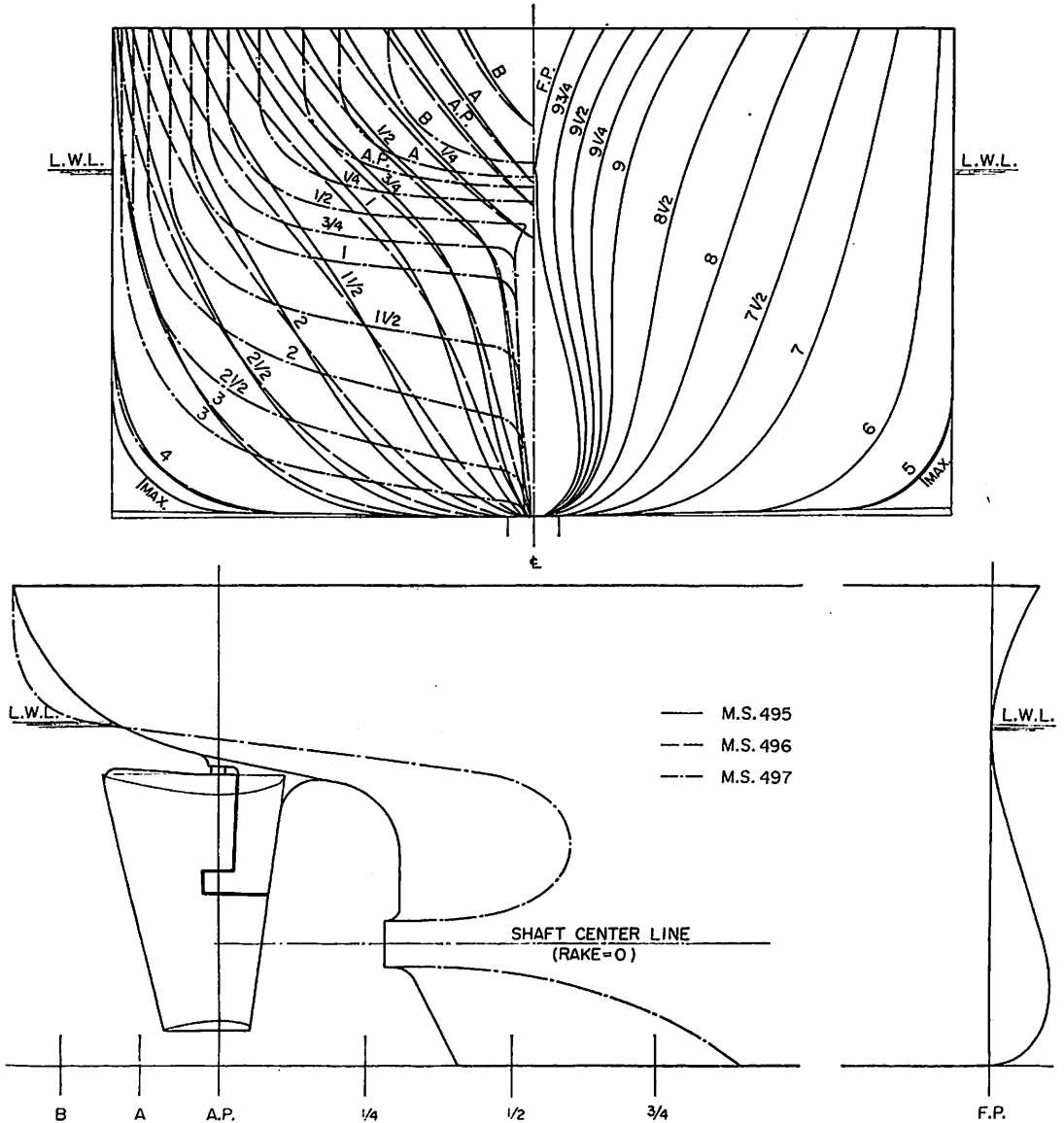
長さ 150 m の高速貨物船の水槽試験例 (1)

— 船尾形状の影響 —

「船舶」編集室

M.S. 495, 496 および 497 は垂線間長さ 150.0 m の高速貨物船に対応する模型船で、模型船の長さおよび縮率は 6.0 m, 1/25.000 である。

M.S. 495 を原型として、M.S. 496 は船体後半部のフレームラインを V 型に、M.S. 497 は駆逐艦型に類似した Skeg 付の Cut up 船尾に変化させた船型である。



第 1 図 M.S.495, 496 & 497 正面線図および船首尾形状

各船の主要寸法等および試験に使用した模型プロペラの要目を、実船の場合に換算して第1表および第2表に示し、正面線図および船首尾形状を第1図に示す。舵としてはいずれもハンギング舵が採用された。また、L/Bは約7.0、B/dは約2.4である。

なお、主機としては連続最大出力で16,000 BHP×119 RPMのディーゼル機関の搭載が予定された。

試験はいずれも満載のほか2状態で実施された。試験

により得られた剰余抵抗係数を第2図に、自航要素を第3図に示す。これらの結果に基づき実船の有効馬力を算定したものを第4図に、伝達馬力等を算定したものを第5図に示す。

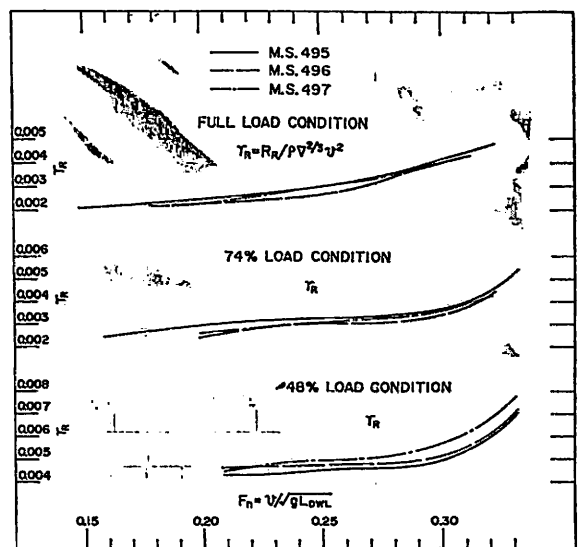
ただし、試験の解析に使用した摩擦抵抗係数はいずれもシェーンヘルのもので、実船に対する粗度修正量 ΔC_F は0とした。また、実船と模型船の間における伴流係数の尺度影響は考慮されていない。

第1表 船体要目表

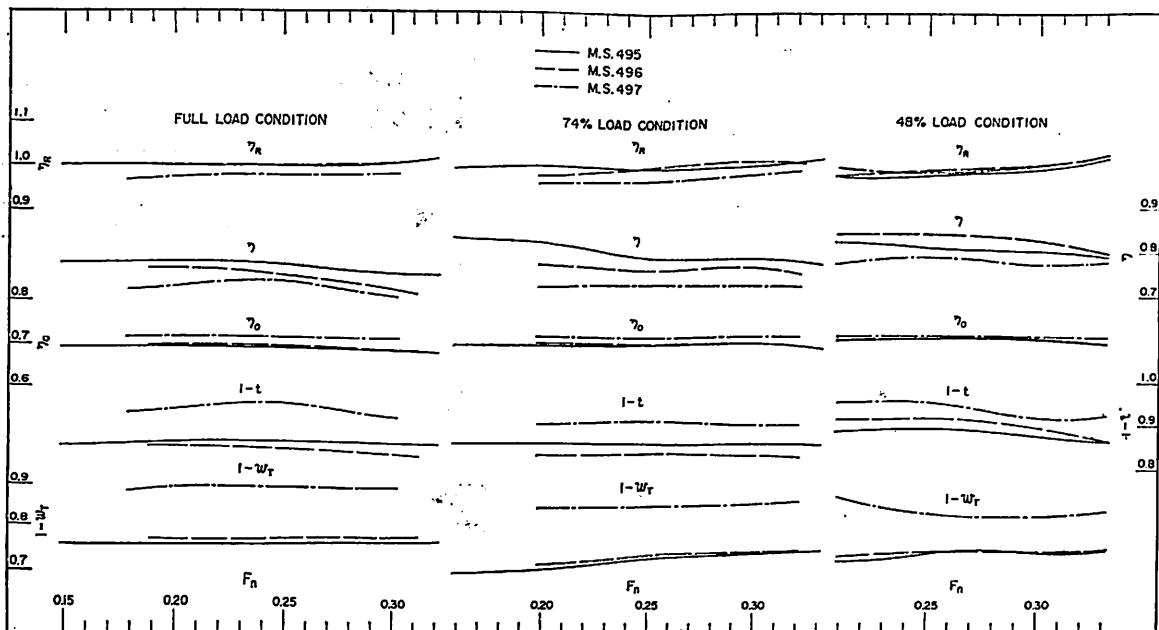
M.S. No.		495	496	497	
長さ	L_{PP} (m)	150.000			
幅 (外板厚を含む)	B (m)	21.428			
満載状態	喫水	d (m)	8.928		
	喫水線の長さ	L_{DWL} (m)	152.638	153.600	
	排水量	V_s (m ³)	16,066	16,072	16,069
	C_B		0.560		
	C_P		0.577		
	C_M		0.970		
	l_{CB} (L_{PP} の%にて 両より)	+1.68	+1.67	+1.70	
平均外板厚 (mm)		0			
船首形状		突出バルブ			
バルブ	大きさ (船体中央断面積の%)	6.0			
	突出量 (L_{PP} の%)	1.0			
	没水深度 (満載喫水の%)	77.6			
摩擦抵抗係数		シェーンヘル ($\Delta C_F=0$)			

第2表 プロペラ要目表

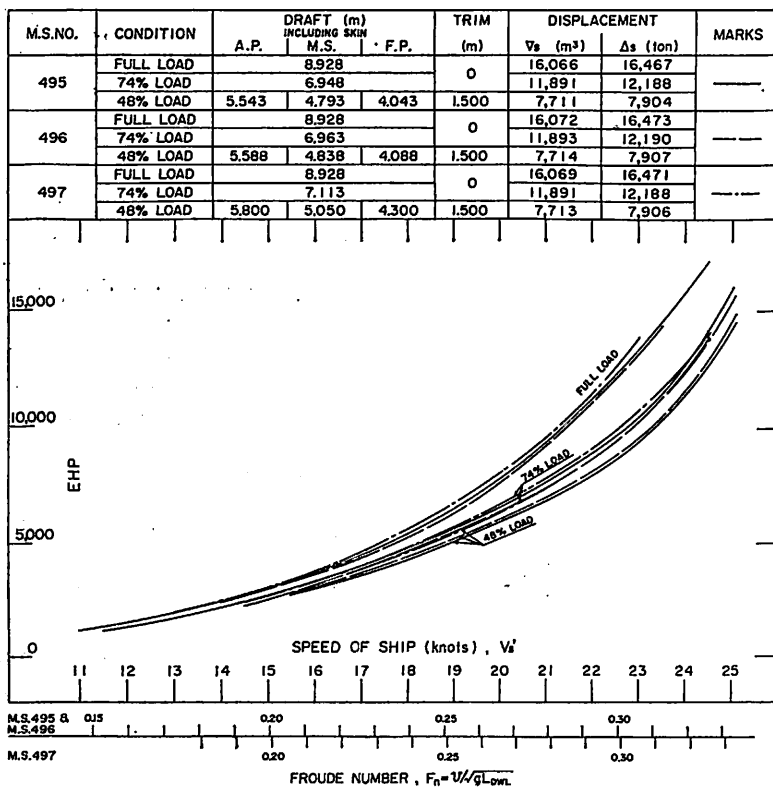
M. P. No.	418
直径 (m)	6.000
ボス比	0.200
ピッチ (一定) (m)	6.400
ピッチ比 (一定)	1.067
展開面積比	0.650
翼厚比	0.050
傾斜角	10°~0'
翼数	5
回転方向	右廻り
翼断面形状	MAU型



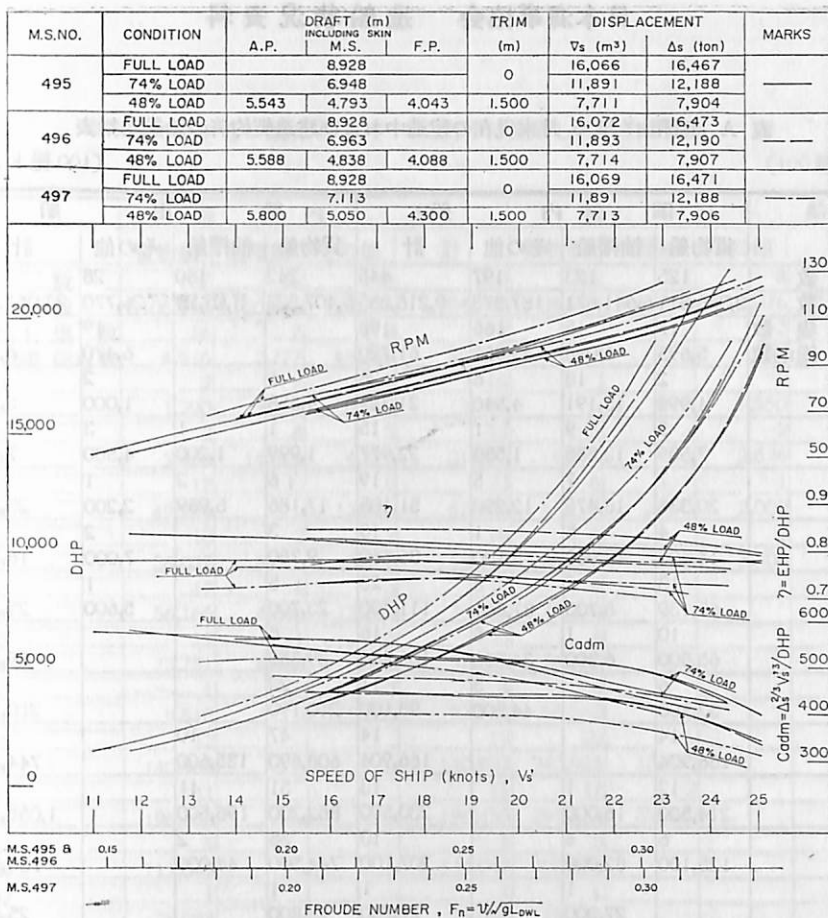
第2図 M.S. 495, 496 & 497 剰余抵抗係数



第3图 M.S. 495, 496 & 497 × M.P. 418 自航要素



第4图 M.S. 495, 496 & 497 有效馬力曲線圖



第5図 M.S. 495, 496 & 497×M.P. 418 伝達馬力等曲線図

FRP 製漁業取締船“ふさかぜ”

石川島播磨重工は、かねてから横浜工場で、千葉県向けに建造をおこなっていた日本最大のFRP製漁業取締船“ふさかぜ”を、このほど完成し、7月24日千葉港において同県に引渡がおこなわれた。

本船には取締に必要な各種の機器を装備しているが、特に浅瀬における取締用として小型スピードボート(20ノット)を備えつけるとともに、無線装置、拡声装置、電気水温計、音響測深機などの最新装置が多数搭載されている。

なお、本船は漁業取締船、公害監視取締艇、交通艇など高速FRP船としては日本最大の21m型、建造費は約7,500万円。

主要目

全長 21m 幅 5m
深さ 2.50m 総トン数 約55トン



最大速力 22ノット
主機関 GM(米国)ディーゼルエンジン
460馬力 2基
定員 12名

日本海事協会 造船状況資料

表 A 昭和47年6月末現在の建造中および建造契約済の船舶総括表

(100総トン以上)

	国内船				輸出船				総計	
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計		
隻数	125	123	197	445	242	180	28	450	895	
総噸数	2,386,811	6,641,671	187,873	9,216,355	5,407,323	17,627,539	26,770	23,061,632	32,277,987	
総噸別	100以上 隻数	17	15	166	198			19	19	217
	500未満 総噸数	5,695	6,093	49,932	61,720			6,470	6,470	68,190
	500	2	18	6	26	6		2	8	34
	1,000	1,998	15,191	4,540	21,729	4,558		1,000	5,558	27,287
	1,000	5	9	1	15	1	1	3	5	20
	2,000	7,539	13,888	1,550	22,977	1,999	1,200	4,500	7,699	30,676
	2,000	7	7	5	19	6	2	1	9	28
	3,000	20,336	18,479	12,290	51,105	17,186	5,989	2,200	25,375	76,480
	3,000	4	5	1	10	3		2	5	15
	4,000	14,500	18,960	3,100	36,560	9,750		7,000	16,750	53,310
	4,000	13	2	8	23	5		1	6	29
	6,000	65,139	8,700	37,861	111,700	23,700		5,600	29,300	141,000
	6,000	10	1	5	16	6			6	22
	8,000	65,800	6,300	34,300	106,400	39,350			39,350	145,750
	8,000	6		5	11	22			22	33
	10,000	53,800		44,300	98,100	210,190			210,190	308,290
	10,000	14			14	47	10		57	71
	15,000	166,904			166,904	608,690	135,600		744,290	911,194
	15,000	12	1		13	51	11		62	75
	20,000	214,500	16,000		230,500	862,200	196,500		1,058,700	1,289,200
	20,000	6	4		10	35	2		37	47
	25,000	125,100	82,000		207,100	744,500	44,000		788,500	995,600
	25,000		1		1	1			1	2
	30,000		27,200		27,200	25,800			25,800	53,000
	30,000	8	2		10	34	2		36	46
	40,000	285,300	67,560		352,860	1,177,400	75,600		1,253,000	1,605,860
	40,000	7	3		10	3	1		4	14
	50,000	282,800	136,000		418,800	131,900	41,250		173,150	591,950
50,000					1	7		8	8	
60,000					56,000	363,200		419,200	419,200	
60,000	8	5		13	18	19		37	50	
80,000	525,400	340,600		866,000	1,235,700	1,285,100		2,520,800	3,386,800	
80,000	6	13		19	3	10		13	32	
100,000	552,000	1,196,100		1,748,100	258,400	897,300		1,155,700	2,903,800	
100,000		19		19		32		32	51	
120,000		2,226,300		2,226,300		3,523,100		3,523,100	5,749,400	
120,000		17		17		81		81	98	
160,000		2,227,300		2,227,300		10,588,700		10,588,700	12,816,000	
160,000										
200,000		1		1		2		2	3	
240,000		235,000		235,000		470,000		470,000	705,000	
機関別内訳	ディーゼル 隻数	121	84	197	402	239	72	28	339	741
	PS	1,620,254	792,370	571,580	2,984,204	2,886,719	1,440,450	64,450	4,391,619	7,375,823
	タービン 隻数	4	39		43	3	108		111	154
	PS	151,000	1,370,000		1,521,000	73,000	3,636,400		3,709,400	5,230,400
その他 隻数										
PS										

表 B 昭和47年1～6月中に進水した船舶総括表

(100総トン以上)

隻数	国内船				輸出船				総計
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計	
107	45	198	350	85	17	8	110	460	
1,105,910	2,150,815	128,255	3,384,980	1,504,999	1,484,950	10,076	3,000,025	6,385,005	
100以上隻数	16	7	172	195		2	2	197	
500未満総屯数	4,516	2,777	49,256	56,549		400	400	56,949	
500	2	6	8	16		2	2	18	
1,000	1,290	5,394	6,512	13,196		1,550	1,550	14,746	
1,000	2	8	3	13	3	2	5	18	
2,000	2,850	14,664	4,377	21,891	4,987	2,626	7,613	29,504	
2,000	17		6	23	6	1	8	31	
3,000	49,954		13,550	63,504	17,177	2,990	22,167	85,671	
3,000	10	2	2	14	6	1	7	21	
4,000	36,027	6,615	6,699	49,341	20,377		3,500	73,218	
4,000	12	1	3	16	4		4	20	
6,000	56,166	4,300	13,261	73,727	20,300		20,300	94,027	
6,000	11	1	1	13	4		4	17	
8,000	73,751	6,956	6,600	87,307	26,150		26,150	113,457	
8,000	1		3	4	6		6	10	
10,000	9,516		28,000	37,516	56,562		56,562	94,078	
10,000	12			12	20	1	21	33	
15,000	140,952			140,952	243,921	13,700	257,621	398,573	
15,000	11			11	17	2	19	30	
20,000	196,453			196,453	291,654	35,400	327,054	523,507	
20,000	5			5	5		5	10	
25,000	111,047			111,047	105,000		105,000	216,047	
25,000	1			1	1		1	2	
30,000	26,088			26,088	29,148		29,148	55,236	
30,000	2			2	5		5	7	
40,000	70,600			70,600	174,000		174,000	244,600	
40,000	2			2	2		2	4	
50,000	80,700			80,700	87,400		87,400	168,100	
50,000					1	1	2	2	
60,000					56,000	59,160	115,160	115,160	
60,000	1	3		4	3		3	7	
80,000	69,000	196,000		265,000	197,185		197,185	462,185	
80,000	2	5		7	2	1	3	10	
100,000	177,000	452,327		629,327	175,138	96,100	271,238	900,565	
100,000		7		7		9	9	16	
120,000		813,821		813,821		1,003,500	1,003,500	1,817,321	
120,000		5		5		2	2	7	
160,000		647,961		647,961		274,100	274,100	922,061	
160,000									
200,000									
200,000									
240,000									
ディーゼルPS	105	32	198	335	83	7	8	98	433
タービンPS	861,590	257,460	472,650	1,591,700	840,399	115,300	22,400	978,099	2,569,799
その他PS	2	13		15	2	10		12	27
その他PS	95,000	449,700		544,700	52,000	309,000		361,000	905,700

表 C 昭和 47 年 1 ~ 6 月中に竣工した船舶総括表

(100 総トン以上)

	国内船				輸出船				総計	
	貨物船	油槽船	その他	計	貨物船	油槽船	その他	計		
隻数	112	40	195	347	88	20	8	116	463	
総 噸数	1,275,207	1,533,036	117,875	2,926,118	1,581,115	1,714,670	9,976	3,305,761	6,231,879	
100以上 隻数	14	8	168	190					190	
500未満 総噸数	3,657	3,185	48,623	55,465					55,465	
500	4	11	10	25	1		3	4	29	
1,000	2,987	10,080	8,104	21,171	670		2,400	3,070	24,241	
2,000	1	5	6	12	3		3	6	18	
3,000	1,300	9,340	9,437	20,077	4,987		3,576	8,563	28,640	
4,000	16	1	4	21	3		2	5	26	
5,000	46,359	2,983	9,350	58,692	8,988		4,000	12,988	71,680	
6,000	11	1	3	15	8			8	23	
7,000	38,313	3,015	9,724	51,052	28,024			28,024	79,076	
8,000	16		1	17	2			2	19	
9,000	75,926		5,937	81,863	10,800			10,800	92,663	
10,000	10	1		11	1			1	12	
11,000	68,957	6,956		75,913	6,000			6,000	81,913	
12,000	1		3	4	6			6	10	
13,000	9,516		26,700	36,216	58,371			58,371	94,587	
14,000	13			13	28			28	41	
15,000	153,158			153,158	344,654			344,654	497,812	
16,000	9			9	16		3	19	28	
17,000	164,129			164,129	280,457	53,118		333,575	497,704	
18,000	5			5	5			5	10	
19,000	111,069			111,069	107,359			107,359	218,428	
20,000	2			2	1			1	3	
21,000	51,883			51,883	29,148			29,148	81,031	
22,000	3			3	6			6	9	
23,000	104,516			104,516	201,641			201,641	306,157	
24,000					1		1	2	2	
25,000					40,000	41,164		81,164	81,164	
26,000	4			4	4		1	5	9	
27,000	205,006			205,006	225,993	59,160		285,153	490,159	
28,000	1			1	2		3	5	6	
29,000	63,087			63,087	144,885	200,097		344,982	408,069	
30,000	2	2		4	1		2	3	7	
31,000	175,344	186,187		361,531	89,138	181,400		270,538	632,069	
32,000		7		7		7		7	14	
33,000		810,939		810,939		792,631		792,631	1,603,570	
34,000		4		4		3		3	7	
35,000		500,351		500,351		387,100		387,100	887,451	
36,000										
37,000										
38,000										
39,000										
40,000										
機 関 別 内 訳	ディーゼル 隻数	110	29	195	334	87	10	8	105	439
	PS	1,081,350	119,450	447,550	1,648,350	870,290	206,000	23,700	1,099,990	2,748,340
	タービン 隻数	2	11		13	1	10		11	24
	PS	160,000	388,700		548,700	28,000	344,400		372,400	921,100
	その他 隻数									
	PS									

表D 建造中船舶の建造工場別表

(昭和47年7月現在)

工場名	隻数	総屯数	工場名	隻数	総屯数	工場名	隻数	総屯数
安藤鉄工	—	—	川崎坂出	22	2,505,900	西井船渠	4	3,981
浅川造船	5	7,995	磐固屋船渠	4	1,120	大島船渠	5	7,228
大幸船渠	1	199	木村造船	—	—	大浦船渠	1	199
大東造船工場	—	—	岸本造船	2	3,130	岡山造船	3	2,295
大東造船	4	1,166	高知重工	6	12,642	尾道造船	9	133,800
深江造船	1	450	高知県造船	8	15,704	大阪造船	22	447,600
福岡造船	7	17,888	幸陽船渠	12	197,340	相模造船	1	200
福島造船	—	—	栗之浦ドック	3	2,510	佐野安船渠	17	330,300
芸備造船	2	981	来島どっく(設止既)	6	38,360	山陽造船	2	764
強力造船	3	867	来島どっく(大西)	6	130,400	佐々木造船	4	1,096
伯方造船	1	499	来島どっく(宇和島)	3	12,099	佐世保重工	12	1,408,600
函館ドック(函館)	15	366,500	共栄造船	1	499	瀬戸田造船	3	23,500
函館ドック(室蘭)	7	119,000	旭洋造船	2	1,339	四国ドック	4	11,430
波止浜造船	10	52,038	松原工機	1	199	下田船渠	13	7,948
橋造本船(本社)	2	1,242	松浦鉄工	3	1,220	新浜造船	2	4,998
林兼・長崎	14	101,261	松浦造船	6	1,845	新山本造船	4	31,949
林兼・下関	10	133,700	三重造船	14	8,318	住友迫浜	10	1,141,500
林兼・横須賀	2	848	三保造船	33	11,792	住友浦賀	12	673,100
檜垣造船	2	1,334	三菱広島	15	1,016,100	須波造船	—	—
日立因島	17	1,262,400	三菱神戸	17	676,400	田熊造船	2	4,650
日立舞鶴	15	464,930	三菱長崎	29	3,687,200	太平工業	4	12,700
日立向島	19	215,540	三菱香焼	14	1,691,500	寺岡造船	2	3,325
日立・堺	16	2,055,200	三菱下関	11	127,794	東北造船	8	48,750
本田造船	6	3,546	三菱横浜	11	827,000	徳島造船	9	3,295
市川造船	4	1,286	三井千葉	14	1,868,100	徳島造船産業	1	2,950
今治造船(本社)	5	19,079	三井藤永田	9	158,400	東和造船	7	1,779
今治造船(丸亀)	1	14,900	三井玉野	15	874,200	常石造船	7	152,000
今井造船	2	8,179	三好造船	2	2,298	宇部船渠	1	1,990
今村造船	3	2,379	向島造機	—	—	内田造船	7	3,904
石播相生	20	925,900	村上秀造船	3	1,897	宇野造船	2	398
石播呉	19	2,764,900	中村造船(柳井)	3	2,309	宇品造船	3	16,560
石播名古屋	9	168,840	中村造船(造船)	—	—	白杵鉄工(佐伯)	15	191,710
石播東京	21	290,500	名村造船	9	175,200	白杵鉄工(白杵)	13	6,143
石播横浜	10	1,146,500	檜崎造船	18	18,003	若松造船	2	260
石川島化工機	5	1,350	日魯造船	—	—	和歌山造船	—	—
泉造船	1	195	新潟鉄工	22	10,078	渡辺造船	3	9,289
金川造船	4	787	日本海重工	6	43,200	山中造船	2	639
金指造船	15	73,125	日鋼清水	11	166,800	山西造船	6	2,019
神田造船	5	28,699	日鋼津	12	1,484,000	横浜ヨット	2	390
笠戸船渠	6	97,700	日鋼鶴見	14	779,500	吉浦造船	—	—
川崎神戸	16	767,350	西造船	3	8,499	総計	899	32,375,387

表 E 主機関の国内製造工場別表

(昭和47年7月末現在)

工場名	ディーゼル主機	
	台数	馬力
赤阪鉄工	75	200,550
キャタピラー三菱	10	9,850
ダイハツ工業	58	85,960
富士ディーゼル	15	28,850
阪神内燃機	63	116,700
日立因島	2	9,050
日立舞鶴	22	232,540
日立桜島	38	608,300
池貝鉄工	4	7,600
石橋ダイハツ	—	—
石播相生	127	1,542,440
伊藤鉄工	1	5,800
川崎神戸	39	612,980
神戸発動機	31	156,150
根田鉄工	8	13,750
三菱神戸	72	1,228,600
三菱長崎	3	71,400

三菱名古屋	—	—
三菱横浜	12	105,900
三井玉野	58	1,177,199
新潟鉄工	99	145,050
日本発動機	2	4,000
日鋼鶴見	8	68,000
日産ディーゼル	—	—
住友玉島	40	655,100
住吉鉄工	2	1,800
宇部鉄工	6	52,600
白杵鉄工	4	4,000
ヤンマーディーゼル	10	4,120
合計	809	7,148,289

工場名	タービン主機	
	台数	馬力
日立桜島	12	420,000
石播東京	42	1,497,400
川崎神戸	33	1,140,000
三菱長崎	56	1,823,000
住友玉島	10	350,000
合計	153	5,230,400

表 F NK 船級船の総隻数および総トン数 (昭和47年6月末現在)

総トン数 以上・未満	NS*		NS		合計	
	隻数	総トン数	隻数	総トン数	隻数	総トン数
100	8	568	13	934	21	1,502
100 ~ 500	50	16,377	23	9,345	73	25,722
500 ~ 1,000	208	178,651	26	19,740	234	198,391
1,000 ~ 2,000	375	621,473	6	8,472	381	629,945
2,000 ~ 3,000	532	1,467,264	2	5,457	534	1,472,721
3,000 ~ 4,000	272	981,170	2	7,480	274	988,650
4,000 ~ 6,000	203	989,604	1	4,032	204	993,636
6,000 ~ 8,000	206	1,454,119	2	13,594	208	1,467,713
8,000 ~ 10,000	258	2,320,468	4	37,320	262	2,357,788
10,000 ~ 15,000	188	2,182,598	3	35,080	191	2,217,678
15,000 ~ 20,000	80	1,383,160	1	16,433	81	1,399,593
20,000 ~ 25,000	69	1,551,286	2	45,900	71	1,597,186
25,000 ~ 30,000	44	1,230,964	3	80,845	47	1,311,809
30,000 ~ 40,000	93	3,230,526	0	0	93	3,230,526
40,000 ~ 50,000	51	2,268,088	1	41,164	52	2,309,252
50,000 ~ 60,000	34	1,850,756	0	0	34	1,850,756
60,000 ~ 80,000	44	2,952,722	1	60,541	45	3,013,263
80,000 ~ 100,000	23	2,104,417	3	264,032	26	2,368,449
100,000 ~ 120,000	33	3,694,773	1	106,102	34	3,800,875
120,000 ~	11	1,442,945	0	0	11	1,442,945
合計	2,782	31,921,929	94	756,471	2,876	32,678,400

備考：在来船の総トン数変更修正済。

前月末比 増 23 639,660

昭和47年6月分建造許可船舶集計

国内船(6月分)(合計13隻, 338,949 G.T., 572,550 D.W.)

47. 7. 1 船舶局造船課

造船所	船番	注文者	用途	G.T.	D.W.	主要寸法(m) L × B × D × d	主 機	航海 速力	船級	竣工 予定
来島どつく (大西)	725	北日本汽船	貨 (チップ)	35,700	42,000	183.50 × 30.40 × 21.30 × 11.00	川崎 MAN D 12,400 × 1	13.9	NK	42.12. 中
渡辺造船	148	日本鯉鮎漁業 協同組合連合会	油	2,990	5,100	96.00 × 15.40 × 7.70 × 6.50	赤坂 D 3,800 × 1	13.0	〃	47. 9. 末
波止浜造船	333	協洋海運	貨	4,400	7,000	101.90 × 17.50 × 8.60 × 7.00	神発 D 4,200 × 1	12.7	〃	48. 5. 末
高知県造船	431	松南汽船	〃	5,499	8,600	118.00 × 17.10 × 9.70 × 7.65	神発 D 6,200 × 1	14.4	〃	47.11. 中 波止浜より 下請
新造山本所	152	長鋪汽船	〃	9,990	17,000	136.00 × 22.60 × 12.10 × 8.90	赤坂 D 7,200 × 1	13.8	〃	47. 9. 末
石播相生	2330	日邦汽船	貨 (鉄/油)	91,000	161,000	278.80 × 44.50 × 24.50 × 18.00	IHI Sulzer D 32,000 × 1	15.6	NK (MO)	48. 6. 下 28次
日立因島	4353	山新, 日正汽船	貨 (鉄/油)	89,000	163,350	289.00 × 48.00 × 23.00 × 17.12	日立 B&W D 30,900 × 1	15.5	NK	48. 4. 末 〃
新造山本所	157	徳島汽船	貨 (車)	16,500	20,000	142.00 × 23.60 × 17.70 × 10.50	赤坂 D 9,300 × 1	13.8	〃	48. 1. 末 〃
今治造船 (今治)	291	瑞穂産業	貨	4,500	8,000	102.00 × 18.30 × 9.20 × 7.30	阪神 D 5,400 × 1	13.0	〃	47. 8. 下
幸陽船渠	625	流通海運	油	33,780	60,000	213.00 × 32.00 × 16.90 × 13.00	石播 Sulzer D 17,400 × 1	15.0	〃	48. 7. 下
尾道造船	237	新光海運	貨 (撒)	20,100	34,100	170.00 × 28.40 × 15.15 × 10.90	日立 B&W D 11,600 × 1	14.7	〃	47.12. 末
常石造船	270	東タン近海	油	20,500	36,400	180.00 × 27.00 × 14.95 × 11.00	三井 B&W D 15,500 × 1	15.3	〃	48. 2. 中
来島どつく (波止浜)	712	桑名海運	貨	4,990	10,000	111.50 × 19.20 × 10.00 × 7.80	川崎 MAN D 6,000 × 1	13.5	〃	48. 7. 上

輸出船(6月分)(合計7隻 478,699 G.T., 1,040,280 D.W.)

造船所	船番	注文者 注文者の国籍	用途	G.T.	D.W.	主要寸法(m) L × B × D × d	主 機	航海 速力	船級	竣工 予定
川崎坂出	1193	(1) パナマ	油	105,700	227,600	305.00 × 53.00 × 25.30 × 19.50	川崎 T 36,000 × 1	16.3	NK	49. 4. 末
高知県造船	422	(2) 〃	貨	4,400	7,000	101.90 × 17.50 × 8.60 × 7.00	赤坂 D 4,200 × 1	12.7	〃	47. 8. 中
三菱長崎	1732	(3) 〃	油	120,000	262,000	320.00 × 53.60 × 26.40 × 20.51	三菱 T 34,000 × 1	15.4	AB	49. 8. 末
〃	1733	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	50. 3. 末
今治造船	286	(4) 〃	貨	2,999	6,000	96.00 × 16.32 × 8.20 × 6.70	阪神 D 3,800 × 1	12.5	NK	47. 8. 下 丸紅より 下請
三井千葉	980	(5) 〃	油	121,000	268,000	318.00 × 56.00 × 26.40 × 20.62	川崎 T 36,000 × 1	16.12	LR	49.12. 末
来島どつく (宇和島)	728	(6) 英国(香港)	貨	4,600	7,680	104.00 × 17.60 × 9.00 × 7.20	神発 D 4,500 × 1	12.4	BV	47.11. 上 ユアサより 下請

注文者:

- (1) River Cope Shipping S.A. (2) Concord Panama, S.A. (3) Texaco Panama Inc. (4) Crimson Navigation Co., S.A. (5) Texaco Panama Inc. (6) Eastern Prime Line Limited

「船舶」のファイル



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

頒価 300円(〒150)

業界ニュース

浚渫船に東京計器のエンジンモニタ、マカプス 装備

沿岸区域における港湾整備の一環として、浚渫船がますます重要視され、目的に合った新しい浚渫船がつぎつぎに建造されている。

その一つ、香椎丸（渡辺製鋼所建造）は、6,000馬力ディーゼルエンジンポンプ浚渫船で、この8月に竣工した臨海土木（株）の最新鋭船である。本船は港湾、河川における浚渫および埋立作業で、広範囲の土質を能率よく処理できるよう設計されており、その成果が期待されているが、新しい試みとして、作業能率と乗組員の作業環境向上のため、浚渫ポンプ、カッタ、主機関、主発電機などを東京計器（東京都大田区南蒲田 2-16）のエンジンモニタ EM-300 で常時監視することになった。

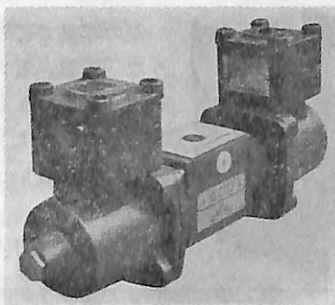
ムンムンする熱気とゴォーという騒音の中でのエンジンや発電機の点検、また1～2時間ごとに行う各部の定期点検記録はエンジニアの日常業務であるが、これを集中監視することによって、ほとんどの作業が机上のものとなるわけである。

また、河川港湾の汚染がひどいことから、船体の腐食作用が促進され、建造費10数億円もする浚渫船の寿命を著しくちぢめているが、その香椎丸はその対策としてマカプスを採用、従来の亜鉛板による防食装置との防食効果の差、経済性の差がはつきりした形でえられるものと、関係者の注目を集めている。

東京計器の新製品、耐圧防爆形電磁弁

油圧装置の用途拡大から、油圧においても爆発性ガス下で使用する例が多くなり、このための耐圧防爆形電磁弁が必要になって来た。この電磁弁は、従来の電磁弁のソレノイドを防爆形にしたもので、油圧部分の性能は、標準形とまったく同じである。

防爆形ソレノイドは、危険等級 d2G3 の可燃性ガス



または蒸気が生成する各種危険場所で使用できるよう労働省産業安全研究所の検定に合格している。

ソレノイド標準電圧

100 V 60 Hz	100 V 50 Hz
200 V 60 Hz	200 V 50 Hz

オリジン電気、塗料工場を新設

オリジン電気株式会社（東京都豊島区高田 1-18-1）は、都下瑞穂町に塗料工場を新設していたが、このほど完成、7月12日より稼働に入った。新工場は塗料の需要増に対処するため、昨年11月より建設していたもので、この工場の完成により生産能力はこれまでの約2倍になる。



オリジン電気の塗料部門は合成樹脂塗料およびモールド用合成樹脂を主製品としているが、急激な需要増に対応するには現在の志村工場では手狭となり、新工場を建設したものである。

所在地：東京都西多摩郡瑞穂町大字長岡、敷地面積：12,510 m²、工場面積：3,900 m²、投下資本：3億5,000万円、生産能力：月産600トン。

常石造船が5万総トン級修繕ドック2基建設

常石造船（広島県沼隈郡沼隈町大字常石）は5万総トンと5万5千総トンの修繕用ドックを建設する計画で、広島県に土地の用途変更を申請した。計画では10月に着工し、来年12月完成を目標にしている。これらが完成すれば同社の修繕用ドックは計11基となり、わが国でも最大規模のものとなる。

建設予定地は広島県沼隈郡沼隈町字下根引 1284-3 の地先で、現在海洋開発第2工作所のある6万2千平方メートルの用地。計画している修繕用ドックは5万総トンのものが長さ243m、幅50m、深さ11m、5万5千総トンのものが250m×50m×11mで、ぎ装岸壁2面のほか30トン塔型走行クレーン3基などの設備も備える。総工費は約17億円。

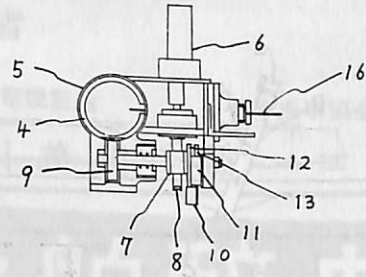
同社は年間生産能力新造船30万重量トン、修繕船35万重量トンの中型造船所で、現在、修繕用ドックとしては500総トンから11万5千総トンまで9基持っている。

特許解説

水中航走体（特許出願公告昭 47-22851 号，発明者，山崎英俊，出願人，三菱重工株式会社）

従来，水中航走体の外面に突起物を出しておくことは不利なものとされていたので，超音波等の送受波装置は船内に装備されているのが普通であつたが，それが船外にあることが好都合な場合もあるので，この発明ではそれに適応するように水中航走体の外側に突出可能な送受波器を設けることによつて水中航走体の操縦性を害することがなく，しかも探索効果の高い水中航走体を提供したのである。

図面について説明すると，水中航走体の前部に送波器 2 および受波器 3 が相反する側に突出自在に配設されていて，それぞれの装置は一側面にラックギヤである内筒 4 に固定され，その内筒 4 は外筒 5 内に遊嵌されている。内筒 4 はモータ 6 によりウォームギヤ 7 およびウォームホイール 8 を介して駆動されるギヤ 9 とかみ合つていて，モータ 6 の正転または逆転により船外に突出，引込み可能である。また，モータ 6 は正転用マイクロスイッチ 10 および逆転用マイクロスイッチ 11 に与えられる指令信号により制御されるようになってゐる。さらにギヤ 9 の軸端には 2 枚のカム車 12, 13 が固定されていて，そ



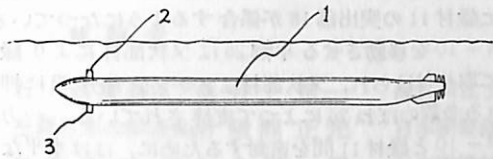
第 3 図

れぞれマイクロスイッチ 10, 11 のスイッチボタンと係合して送受波器 2, (3) の移動量を規制している。また，ギヤ 9 の軸が外筒 5 を貫通する部分の軸受は Oリングで水密とし，送受器 2, (3) に連結されたケーブル 16 が外筒 5 を貫通する個所にもゴムパッキングで水密に密封されている。以上のように構成されているので，予め設定された外水圧，航走距離，航走時間等に基づく信号源からの指令信号を受けて受信作動装置としてのマイクロスイッチが作動してモータを回転させ，送受波器を突出させることができ，また不要時には船内に格納できるのである。

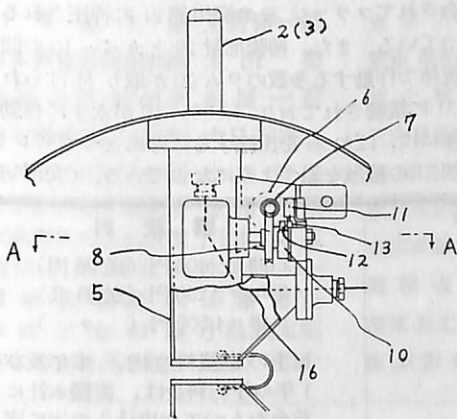
舷梯格納装置（特許出願公告昭 47-25680 号，発明者，藤井卓志，出願人，三和鉄工株式会社）

従来より水平状態のまま，舷梯を甲板上に引き込む舷梯格納装置は存在しているので，特に目新しいものではないが，この発明もその種のものの改良に関するものである。

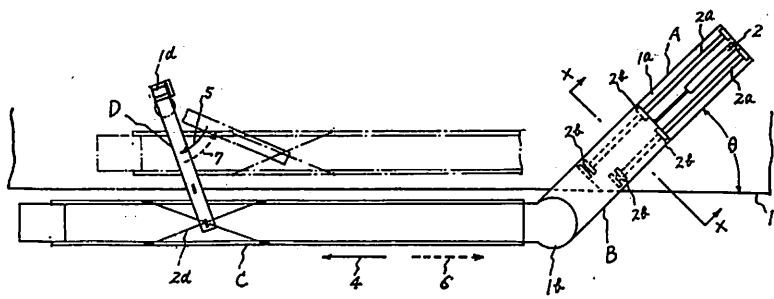
図面について説明すると，ガイド支持装置 A が甲板舷梯線 1 と直交しない所要の角度 θ で甲板上に設置されており，台 1a に 2 条のガイド軸 2a が設けられ，それらの軸 2a 間に油圧装置 2 が配置されている。その舷梯支持装置 A に舷梯踊場支持台 B が係合されていて，油圧装置 2 で滑動し得るようになってゐる。その舷梯踊場支持台 B はその下面にガイド軸 2a と係合する軸受 2b を備えていて，その支持台 B の先端には揺動自在の舷梯 C が枢着されている踊場 1b が回動自在に取り付けられている。その舷梯 C は甲板の旋回可能なダビット D で懸吊されており，ウィンチ 1d により懸吊索 2d を差出し，巻戻し，して舷梯 C の昇降を行なうようになってゐる。そこで，舷梯 C を振り出すには，油圧装置 2 により踊場支持台 B を押し出すと，舷梯 C は矢印 4 の方向に移動して舷外に出され，そこでウィンチ 1d の懸吊索 2d を巻き出すと，舷梯 C は降下する。格納の場合にはその逆にウィンチ 1d を巻き戻して逆の操作を行なえばよい。この発明は上記のように構成されているので，ダビットの旋回駆動装置の必要はなく，舷梯 C の前後方向の移動のみにより簡単に振出し，格納ができるなどの効果がある。



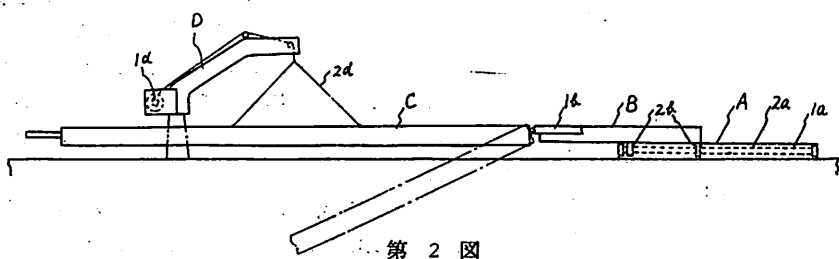
第 1 図



第 2 図

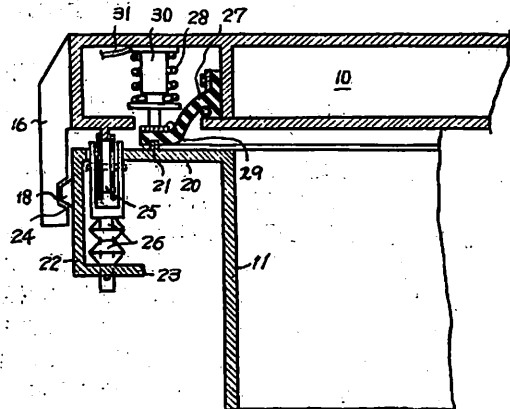


第 1 図



第 2 図

ハッチ・カバー (特許出願公告昭 47-27678 号, 発明者, レインハルト・オライ・アールヴォルド, 出願人, アソシエテッド・カーゴ・ギア・アクティボラーク / スウェーデン)
 船舶は荒海を航行する時は船体にかんりの変形を来すことは周知のことであるが, この変形は, 局部的な所



第 1 図

では縁材に固定したハッチカバーだけでなく縁材までも影響を及ぼし, カバーと縁材間の密着を一時的に破壊してしまう可能性もあり, 係上部材を破壊する場合もある. そこで, この発明ではカバーが縁材に対してある程度可動的であるような構成を採用し, 閉鎖位置ではカバーが弾着部材により縁材との間に間隙を保つて支持され, カバーと縁材間の上下間隙を縁材の固定部材と共働する多数の支持部材で支持され, カバーの上下位置を縁材に対して制御するようにしたハッチカバーを

提供することによって, 上記の点を改良したのである.
 図面について説明すると, 縁材 11 の各辺に上部水平フランジ 20 が設けられ, このフランジ 20 に長手方向に広がる突出部 21 が設けられている. フランジ 20 の外部は下方および内方に曲げられ, 部分 22 につづいて自由端 23 が形成されている. カバー 10 に下向きの部材 16 が接続され, 下端にそれぞれ溝 24 が切欠かれ, この溝 24 に縁材 11 の突出部 18 が係合するようになっている. カバー 10 を移動させる車輪 25 は又状部材により縁材 11 に取り付けられ, 又状部材はフランジ部分 23 に押接される多数のばね 26 によって支持されている. 一方, カバー 10 と縁材 11 間を密封するために, ほぼ水平なヒレ状または細片状の可撓材 27 が両者間に取り付けられ, 適当な辺に沿ってこれと間隔を保ちながら配置された多数の圧縮ばね 28 が密封ヒレ 27 の自由端で補強部材 29 と咬合されてフランジ 20 の突出部 21 に押圧されるようになっている. また, 補強部材 29 とカバー 10 の間には与圧流体で作動する多数のラム 30 が取り付けられ, 供給管 31 に接続されており, カバー 10 が水平に移動されるときには, ばね 28 を圧縮することによってヒレ 27 と突出部 21 の接触を絶つようになっている. (安部 弘教)

船舶 第 45 卷 第 9 号
 発行所 天然社
 郵便番号 162
 東京都新宿区赤城下町 50
 電話 東京 (269) 1908
 振替 東京 79562 番
 発行人 田岡健一
 印刷人 高橋活版所

昭和 47 年 9 月 12 日発行
 定価 400 円 (送 28 円)

購読料
 1 冊 400 円 (送 28 円)
 半年 2,250 円 (送料共)
 1 年 4,500 円 ()
 以上の購読料の内, 半年及び 1 年の予約料金は, 直接本社に前金をもつてお申込みの方に限ります

発 売 中

監 修 者

川崎重工業

横浜国立大学

富士電機製造

日本海事協会

上野 喜一郎

小山 永敏

土川 義朗

原 三郎

実際家のための
世界最初の造船辞典

船舶辞典

A5判 700頁 布クロス装函入 定価 2,800円 円 120円

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

内 容 造船関係の現場の人にすぐ役立つよう、凸版・写真版を多数挿入して、平易に解説されている。執筆者数45名。斯界の第一線に活躍する権威者を揃えている。

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

執 筆 者

石川島播磨重工業 井上 宗一
三菱日本横浜造船所 猪熊 正元
日本海事協会 今井 清
東京商船大学助教授 岩井 聡
石川島播磨重工業 岩間 正春
川崎重工業 上野喜一郎
日本鋼管鶴見造船所 太田 徹
船舶技術研究所 翁長 一彦
日本鋼管鶴見造船所 大日方得二
三菱日本横浜造船所 小口 芳保
日本鋼管鶴見造船所 金湖 克彦
東京商船大学助教授 川本文彦
船舶技術研究所 木村 小一
運輸省船舶局 工藤 博正
水産庁漁船課 小島誠太郎
日本鋼管鶴見造船所 駒野 啓介

横浜国立大学教授 小山 永敏
日本鋼管鶴見造船所 地引 祺真
日本鋼管鶴見造船所 鈴木 宏
運輸省船舶局 芹川伊佐雄
三菱造船長崎造船所 竹沢五十衛
東京大学助教授 竹鼻 三雄
東京商船大学教授 谷 初蔵
富士電機製造 土川 義朗
三菱日本横浜造船所 徳永 勇
防衛庁技研本部 永井 保
東京商船大学助教授 中島 保司
東京商船大学助教授 西山 安武
運輸省船舶局 野間 光雄
浦賀重工浦賀工場 泊谷 公人
東京計器製造所 波多野 浩

日本海事協会 原 三部
三井造船玉野造船所 原野 二郎
東京大学助教授 平田 賢
史料調査会 福井 静夫
東京商船大学助教授 巻島 勉
三菱日本横浜造船所 増山 毅
日本鋼管鶴見造船所 松尾 元敬
石川島播磨重工業 村山 太一
船舶技術研究所 矢崎 敦生
航海訓練所教授 矢野 強
三井造船本社 山下 勇
船舶技術研究所 横尾 幸一
横浜国立大学教授 吉岡 勲
三菱日本横浜造船所 吉田 兎四郎
東京商船大学教授 米田 謹次郎

東京都新宿区赤城下町50

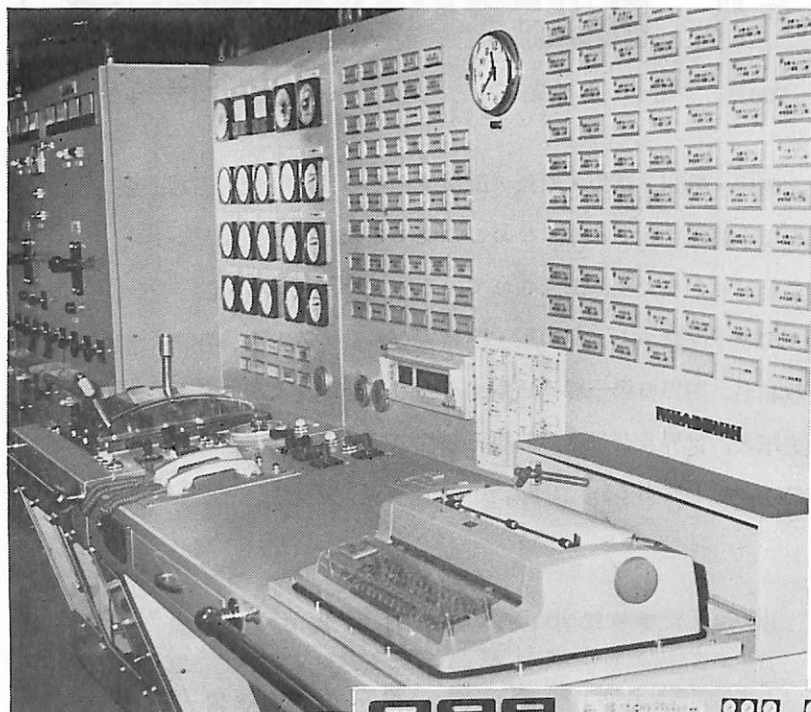
天 然 社

振替東京79562番

船舶自動化(MO)を推進する

ZERO SCAN SYSTEM[®]

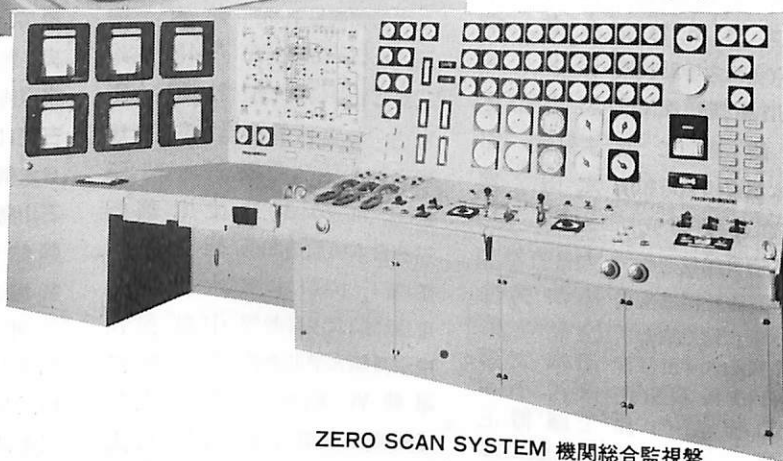
データロガー・監視盤



ZERO SCAN SYSTEM
データロガー

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

納入実績 3万点以上



ZERO SCAN SYSTEM 機関総合監視盤



理化電機工業株式会社

本社・工場 東京都目黒区中央町1-9-1 TEL 東京(03)712-3171(代)☎152 TELEX246-6184
横浜工場 神奈川県横浜市緑区青砥町342 TEL (045)932-6841(代)☎226
本社営業部 東京都目黒区柿ノ木坂1-17-11 東物ビル TEL (03)723-3431(代)☎152
大阪営業所 大阪市東区本町1-18 山基ビル TEL 大阪(06)261-7161(代)☎541
小倉営業所 北九州市小倉区京町3-14-17 五十鈴ビル TEL 小倉(093)551-0288 ☎802



THOMAS MERCER — ENGLAND —

一世紀にわたる…
輝く伝統を誇る！

ESTABLISHED - 1858 -

全世界に大きな信用を博す！
英国・トーマス・マーサー製

マリン・クロノメーター

デテント式正式クロノメーター

二日巻・八日巻・検定保証書付(温度補正書・等時性能書・日差書付)



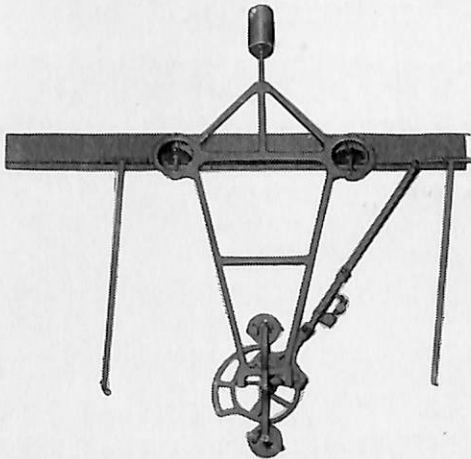
マリン・クロック

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

総代理店 ● 村木時計株式会社

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

世界の水準をいく 玉屋のINTEGRATOR



○精度は定評があります。

○使いやすく能率的です。

下記の三項目を測定し計算できます。

Area $\int Y dx = A$

Moment $\frac{1}{2} \int Y^2 dx = M$

Moment of Inertia $\frac{1}{3} \int Y^3 dx = I$

測定範囲

X方向 155 cm

Y方向 68 cm

登録  商標 株式会社 玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4-4-4
(和光裏通り)

支店 大阪市南区順慶町4-2

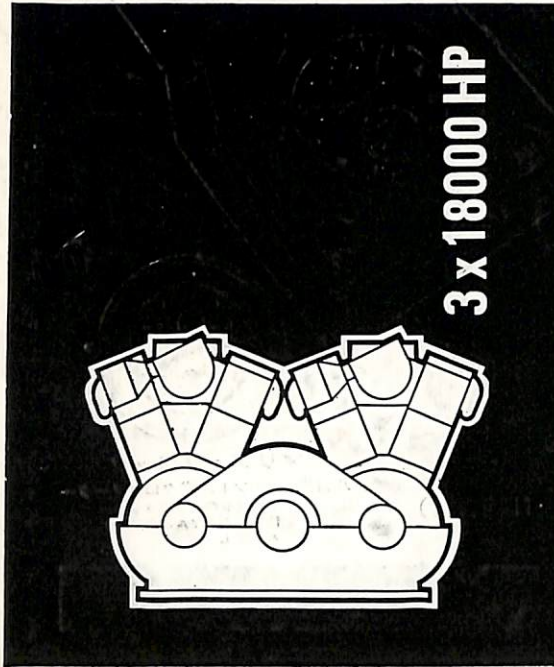
工場 東京都大田区池上2-14-7

電・(561) 8 7 1 1 (代表)

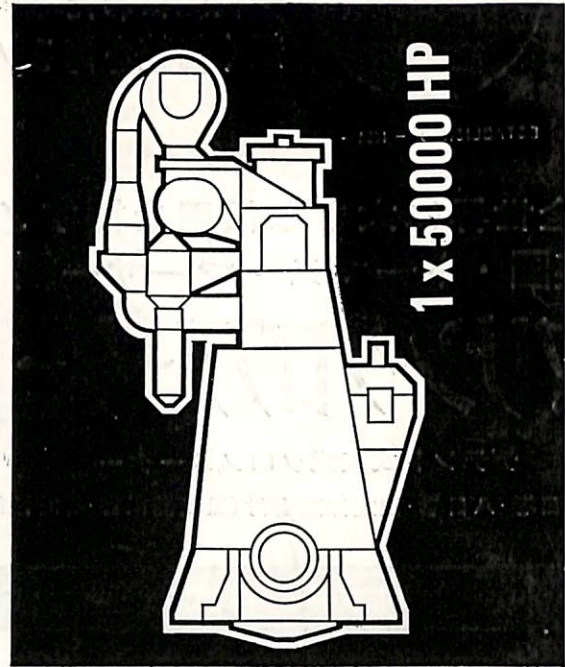
電・(251) 9 8 2 1 (代表)

電・(752) 3 4 8 1 (代表)

ご計画中の新造船にはどちらの粗悪油運転 ディーゼル機関を採用なさいますか？



MAN中速4サイクル機関減速機付き



MAN低速2サイクルクロスヘッド機関

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

M·A·N (ジャパン) リミッテド

本社
神戸サービスベース
横浜サービスエンジニアー

東京C.P.O. Box68 Tel. (03) 214-5931
神戸C.P.O. Box1170 Tel. (078) 671-0765
Tel. (045) 201-2931

ライセンシー
川崎重工業株式会社
三菱重工業株式会社

東京／神戸
東京／横浜

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AKTIENGESELLSCHAFT / WEST GERMANY

保存委番号：

221043

雑誌コード 5541-9

船舶 第四十五卷 第九号
昭和四十七年三月二十日 第三種郵便物認可
昭和四十七年九月七日 印刷 (十二月発行) (毎月一回)

編集発行 田岡健一
東京都新宿区赤城下町五〇番地
印刷所 高橋活版所

定価 四〇〇円

発行所

天 然 社
東京都新宿区赤城下町五〇番地
(郵便番号 一六二〇)
振替・東京七九五六二番
電話東京(〇三)一九〇八番