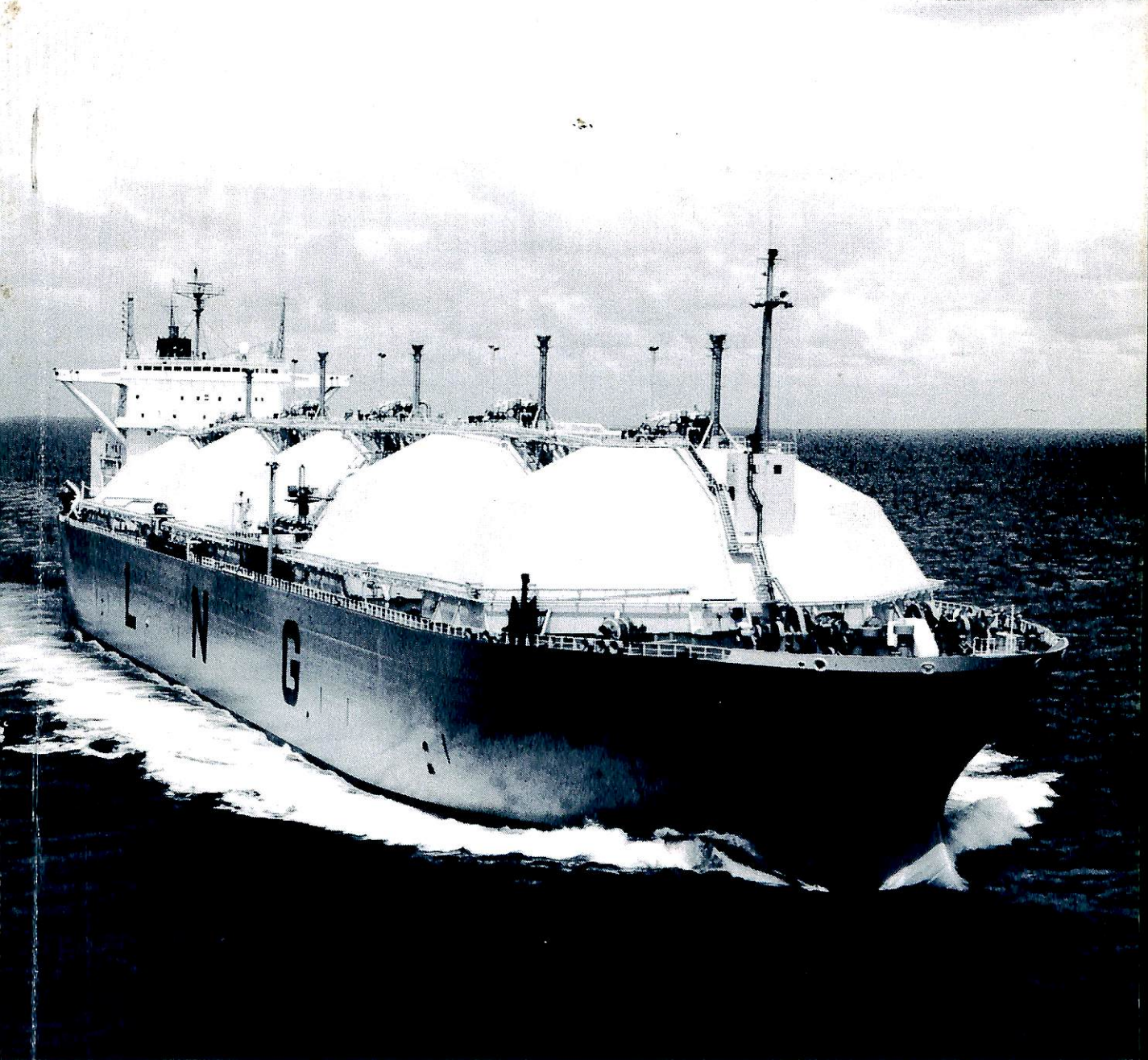


船の科学 11

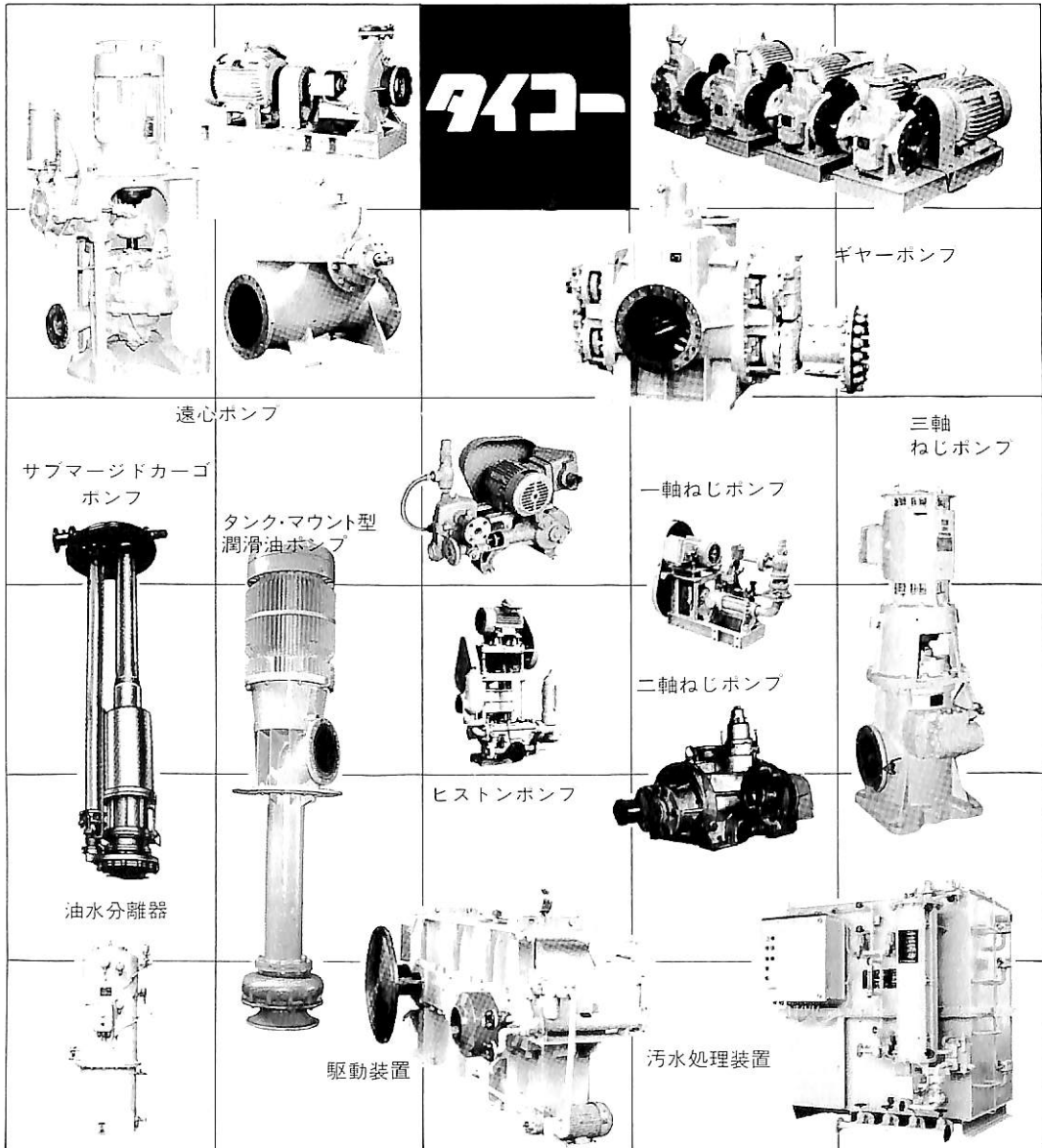
VOL.36 NO.11



川崎重工

川崎汽船・日本郵船・大阪商船三井船舶向け
モス方式 LNG 運搬船 “尾州丸”
LPGタンク 槽容積 125,915 ㎥ 主機タービン 40,000 PS
速力試運転最大 21.403 kn 満載航海 19.3 kn
川崎重工業・坂出工場建造

ポンプの総合メーカー



大晃機械工業株式会社

TAIKO KIKAI INDUSTRIES CO., LTD

本 社 工 場 〒742-15 山口県熊毛郡田布施町下田布施209

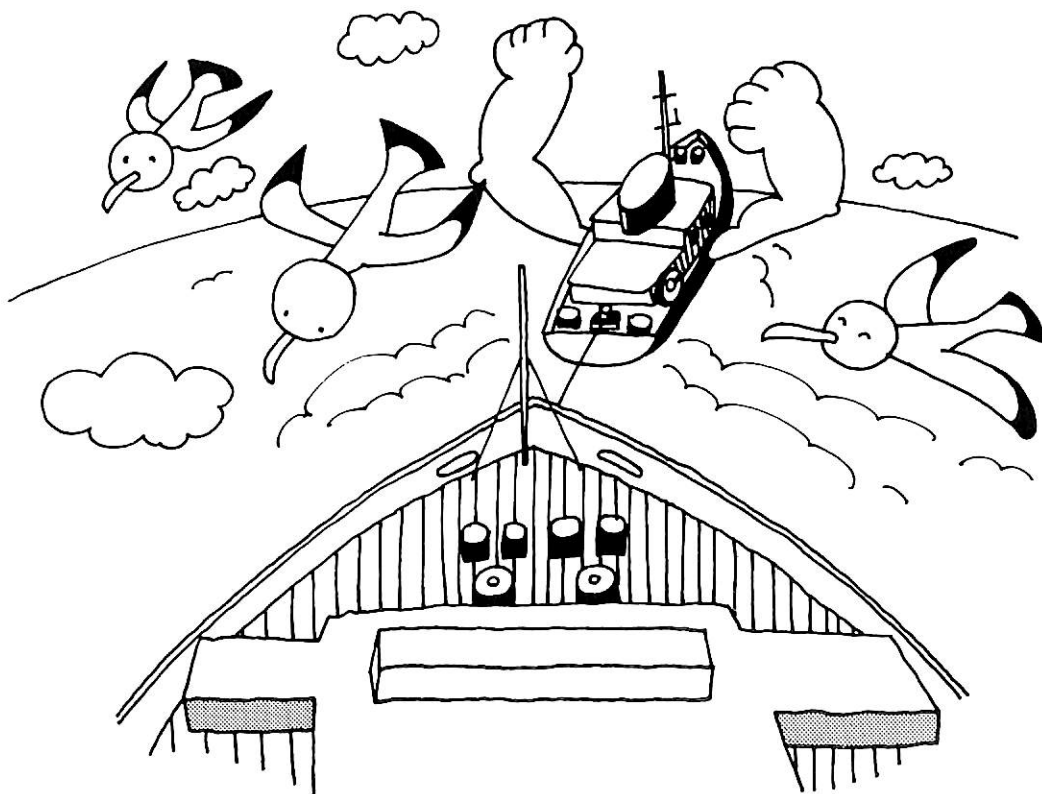
東京営業所 〒101 ☎08205(2)-3111(代) テレファックス 08205-2-4884
東京都千代田区神田佐久間町1-14第2東ビル9階

大阪営業所 〒541 ☎03(255)2871(代) テレファックス 03-255-6503
大阪市東区瓦町5の47市川ビル4階

☎06(231)6241(代) テレファックス 06-222-3295

日本船舶振興会は、造船業界の大きな飛躍のための力となっています。

信頼の力



モーターボート競走の収益金は、人類の文化と経済をささえた海の正しい理解の普及、及び海洋保護、海難防止、新しい未来づくりのための海洋開発、そのための新しい技術の研究、開発などの援助のほか「世界は一家、人類は兄弟姉妹」の理念に基づき、文教、体育、社会福祉、防犯・防火、その他の公益の増進、及び海外への協力援助事業など、幅広く役立てられています。

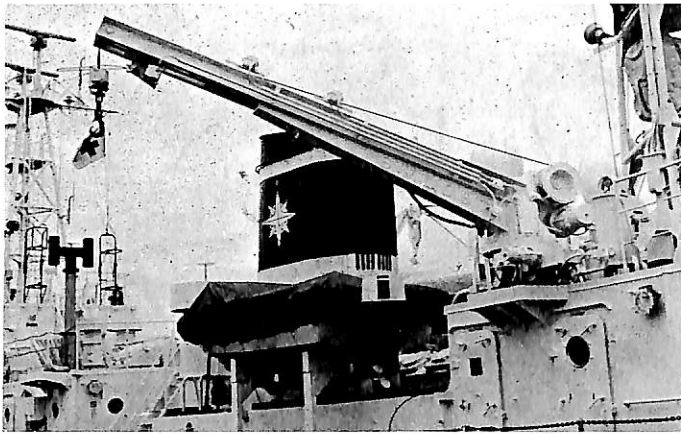
●モーターボート競走の収益金は、広く地球上のすべての人たちの生活向上、発展のために役立てられています。

財団法人 **日本船舶振興会** (会長 笹川 良一)

UEDA

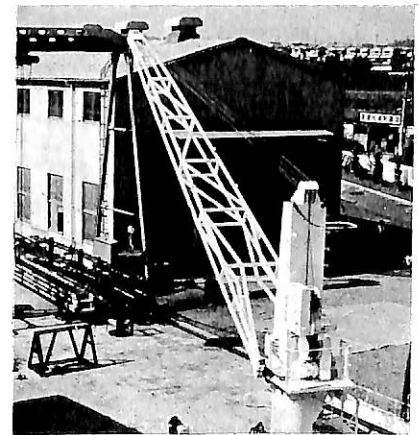
舶用クレーン

● 波浪追従装置付クレーン(特許)



営業品目

- 舷梯装置
- 舷梯ウインチ
- ボートダビット
- ボートウインチ
- ガントリークレーン
- ワークラダー
- カーラダー
- フェンダーダビット
- 各種ウインチ
- ワイヤールール



株式会社 五田鐵工所

本社 大阪市東住吉区田辺西之町7丁目10番地
工場 大阪府羽曳野市広瀬148 Tel. 0729-56-2481

可変ピッチプロペラ 100PS ⇒ 40,000PS

製造品目

- 固定ピッチプロペラ
(キーレス及びキー付)
- 可変ピッチプロペラ
(XX, XL, XS, XA型)
- サイドスラスト
(TC, TF型)
- ダイナミックスラスト
(格納式TCR型)
- 船底吸込式スラスト
(TFB型)
- シャフト
カップリンク(NKS型)
- ヘッカー
フラッフラ
(KSR, S, L型)
- 船尾装置
エンジンアリンク

低回転省エネタイプ
CPP 型式XL-180
4翼 直径7,000mm

ナカシマ・ストーン・ビッカーズ株式会社 ナカシマスロペラ株式会社

〒700-91 岡山市上道北方688-1 岡山中央郵便局私書箱167号 TLX.5922320

- 本社工場 岡山 <0862> 79-5111代
- 東京支店 東京 <03> 553-3461代
- 大阪営業所 大阪 <06> 341-0011代
- 福岡営業所 福岡 <092> 461-2117代
- 仙台営業所 仙台 <0222> 23-8353代
- 札幌営業所 札幌 <011> 821-8382代



業務内容

- 船客傷害賠償責任保険
- 自動車航送船賠償責任保険
- 日本旅客船協会船員災害補償保険
- 公団共有旅客船の船舶保険
- 交通事故傷害保険

楽しい船旅は安心から…
— 備えあれば、憂いなし —

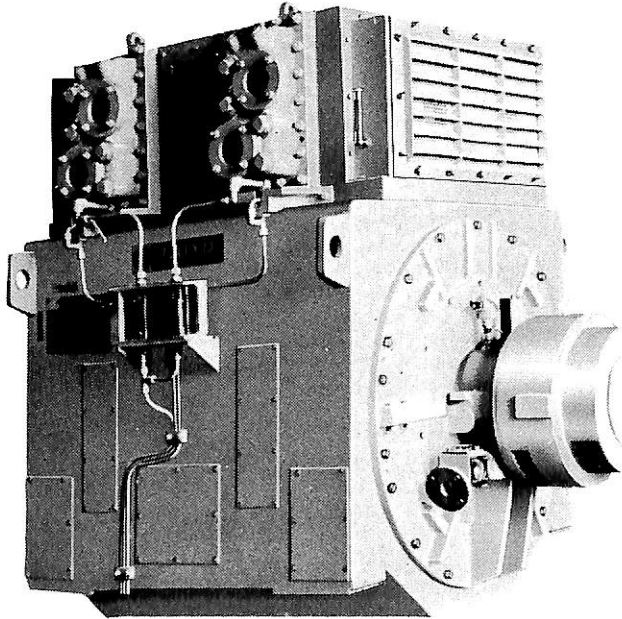
日本定航保全株式会社 社長 渡邊 浩

東京都千代田区内幸町2丁目2番2号(富国生命ビル17階)
電話 東京03 (501) 局6821-2 (503) 局4566

ながい経験と最新の技術



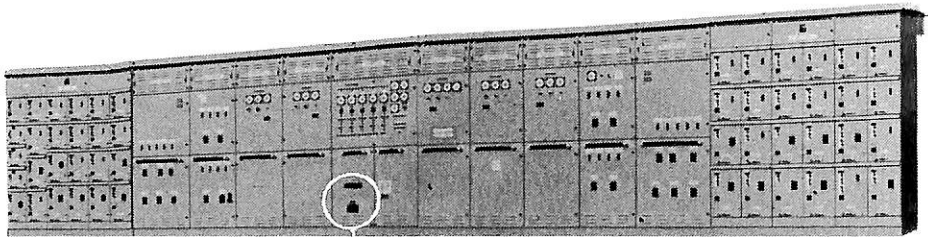
大洋の船舶用電気機器



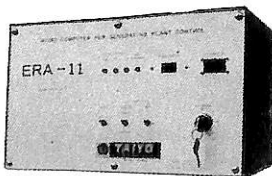
排ガス利用2極タービン発電機

主要生産品目

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



配電盤



発電装置制御用マイクロコンピュータ

 **大洋電機** 株式会社

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

船の科学

1983

11

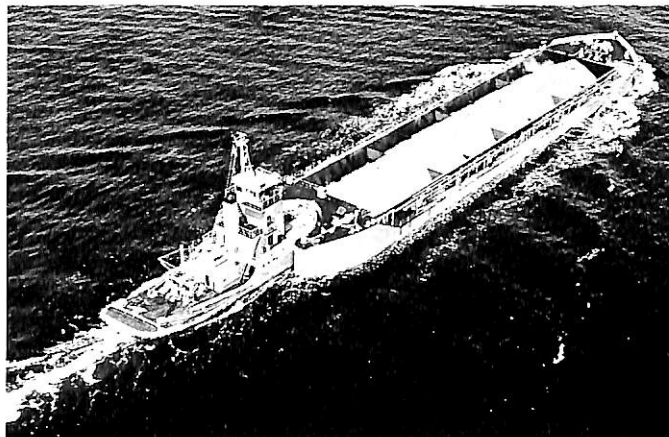
Vol. 36

目次

- 7 新造船写真集 (No. 421)
- 26 日本商船隊の懐古 No. 53 (日本丸, 亜米利加丸, 香港丸,
天洋丸, 広祐丸)山田早苗
- 30 商船隊の映像 (4) レッド・スター・ラインの客船野間恒
- 33 10月のニュース解説米田博
- 36 わが国初めての LNG 船 "尾州丸" の設計と建造川崎重工業
- 44 "すにもす えーす"
モジュール工法とモジュール専用運搬船の誕生まで山丸
-
- 55 ●昭和58年度日本造船学会授賞論文の紹介
- 肥大船自航試験の理論的取扱及び舵に働く流体力について中武一明
- 二次元物体に働く非線型流体力について経塚雄策
- 欠陥を有する溶接部の信頼性解析板垣浩
- 小型船舶の折損事故解析大坪英臣
-
- 64 船用超電導電気推進システム住友重機械工業
-
- 72 冷凍運搬船 (3)角張昭介・椎原裕美
- 80 続・液化ガスタンカー (3)恵美洋彦
-
- 93 IMO コーナー (第23回)
- 第26回無線通信小委員会報告, 他運輸省船舶局
- 外国船紹介 LPG運搬船 "YAVIRE"
砕氷型多目的貨物船 "MONCHEGORSK"Wärtsilä Turku
- 技術短信 逆転機構内蔵式遊星歯車減速装置を完成石川島播磨重工業
- 製品紹介 本格派コンパクトCAD/CAMシステム「CADEX[®]30」を発売三井造船
TAMAYA PRAC TAMAYA PRACTICAL
NAVIGATOR "NC-88"タマヤテクニクス
- ニュース B&Wディーゼル社 再び船用ディーゼル機関の開発に新局面を開くMAN-B&W
超ロングストローク低燃費ディーゼル機関 "日立B&W 70L60MC型" 引渡し日立造船

〃押船—舳船団に”アーティカップル

ピンジョイント式
自動連結装置



ボタン操作による
全自動方式

☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

大成設計工務株式会社

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

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

受託試験、研究
施設設備の貸与
技術相談

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



船舶艤装品研究所

所長 芥川 輝孝

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

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

(競艇益金事業)



39次コンテナ船

新米州丸 山下新日本汽船株式会社

SHIN-BEISHU MARU

日立造船株式会社広島工場因島建造(第4733番船)
 全長 217.25m 垂線間長 200.00m
 総噸数 36,375t 純噸数 14,509t
 (うち冷凍210個) 燃料油槽 2,486m³
 主機 日立B&W7L90GBE型(予)機関×1
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 横乾燃室式丸型
 60Hz×2 (夕) 1,000kVA×AC450V×60Hz×1
 海軍衛星装置 VHF 航海計器 ロラン
 (滿載航海) 21.0kn 航続距離 15,800哩
 旅客 2名 船型は球状船首、膨出型船尾を採用した高速経済船型であり、機関部は無人工化運転および粗悪油を使用できる対策の設備を装備した超合理化船である。

起工 58-4-8 進水 58-6-14 竣工 58-9-6
 型幅 32.20m 型深 21.50m 滿載喫水 11.528m
 載貨重量 31,901t 貨物油槽容積 993m³ Cont.搭載数 1,728個(20')
 燃料消費量 64.8t/day 清水槽 537m³
 出力(連続最大) 25,210PS (91rpm) (常用) 21,430PS (86rpm)
 発電機(予) 1,000kVA×AC450V×60Hz×1, 1,500kVA×AC450V×
 無線装置 送(主) 1.2kW×1 (補) 125W×1 受 全波×3 船舶電話
 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 24.309kn
 NNSS 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 26名
 船級・区域資格 NK 遠洋 航路 日本~米国西海岸



冷凍運搬船 倉 島 丸 八島海運株式会社

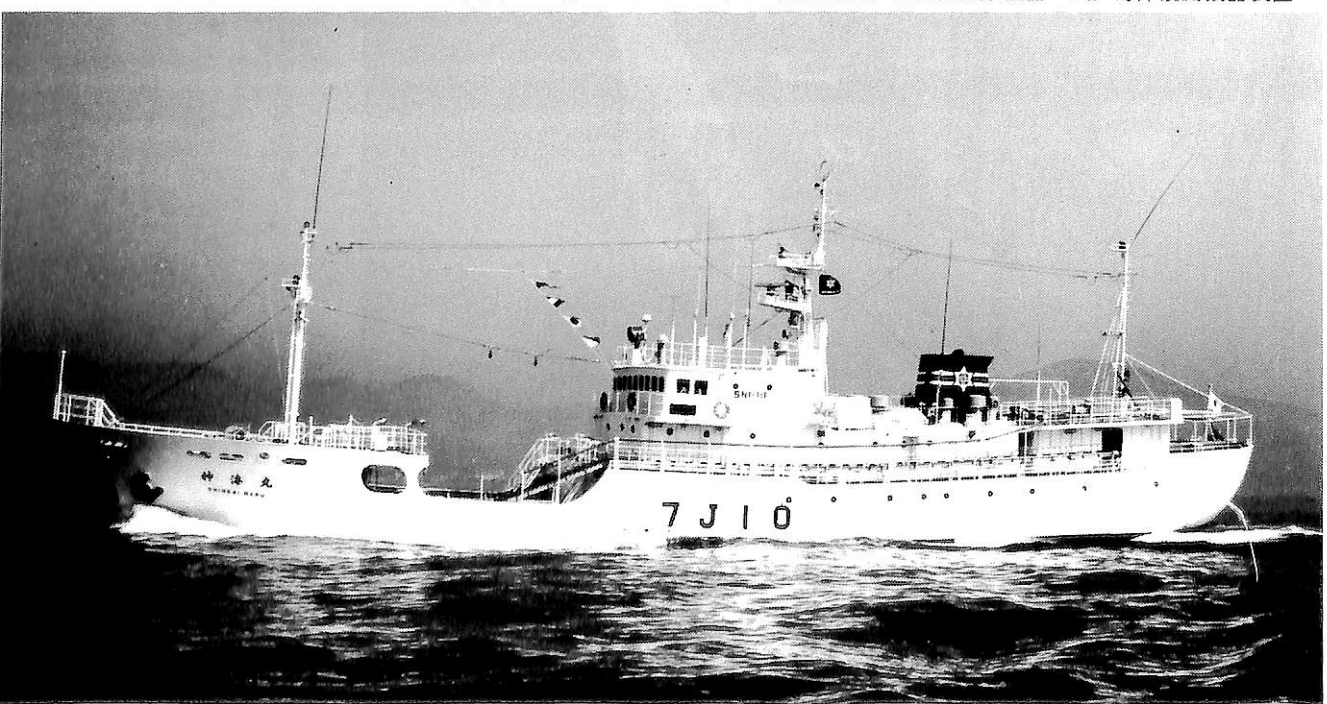
KURASHIMA MARU

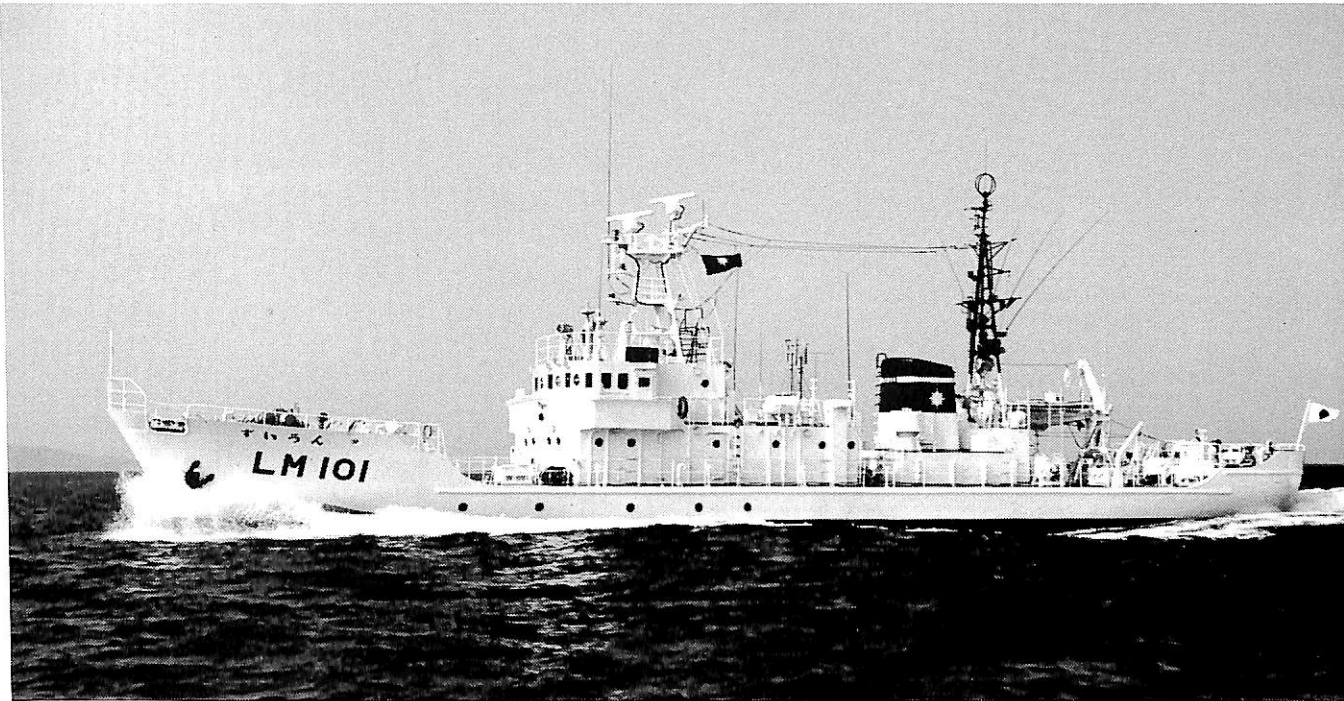
四国ドック株式会社建造(第825番船)	起工 57-12-11	進水 58-3-1	竣工 58-5-7
全長 147.74m 垂線間長 138.00m	型幅 19.50m	型深 12.30m	満載喫水 7.816m
満載排水量 13,429.6t	総噸数 7,893T	純噸数 3,469T	載貨重量 8,470.2t
貨物艙容積(ベ)11,489.2m ³	艙口数 4	デリック 5t×4	燃料油槽 1,762.3m ³
燃料消費量 38.76t/day	清水槽 353.0m ³	主機械 日立B&W7L55GA型(デ)機関×1	
出力(連続最大)10,500PS(155rpm)	(常用)9,560PS(150rpm)	プロペラ 4翼1軸	補汽缶
Tortoise コクランコンポジット 7kg/cm ² ×1,200kg/h×1		発電機 850kVA×AC450V×60Hz×3	
(原)ヤンマー 1,000PS×720rpm×3	無線装置 送(主)1kW×1 (補)75W×1	受(主)全波×1 (補)全波×1	VHF
航海計器 ロラン NNSS	レーダー	速力(試運転最大)20.69kn	(満載航海)18.1kn
航続距離 17,000浬	船級・区域資格 NK 遠洋	船型 船首楼付平甲板型	乗組員 29名

漁業実習船 神 海 丸 島根県

SHINKAI MARU

株式会社三保造船所建造(第1213番船)	起工 57-11-26	進水 58-3-7	竣工 58-5-15
全長 54.10m 垂線間長 47.00m	型幅 8.80m	型深 4.00m	満載喫水 3.749m
満載排水量 1,050.25t	総噸数 452T	国際総噸数 677T	魚艙容積(ベ)154.97m ³
(グ)171.34m ³	燃料油槽 332.89m ³	燃料消費量 4.58t/day	清水槽 57.09m ³
主機械 赤阪DM30FD型(デ)機関×1	出力(連続最大)1,500PS(385/200.5rpm)	(常用)1,275PS	
(365/190.1rpm)	プロペラ 4翼1軸	発電機 神鋼 AC225V×3φ×60Hz×350kVA×2	
(原)ヤンマー 420PS×1,200rpm×2	無線装置 送(主)500W×1 (補)125W×1	受(主)2 (補)1	
船舶電話 VHF	航海計器 デッカ ロラン オメガ NNSS	レーダー	速力(試運転最大)
13.792kn (満載航海)11.5kn	航続距離 16,000浬	船級・区域資格 JG 遠洋 第三種漁船	
船型 凹甲板船尾機関型	乗組員 48名	ハイブリット航法装置, 鮪延縄漁業機器一式, 海洋観測機器装置	

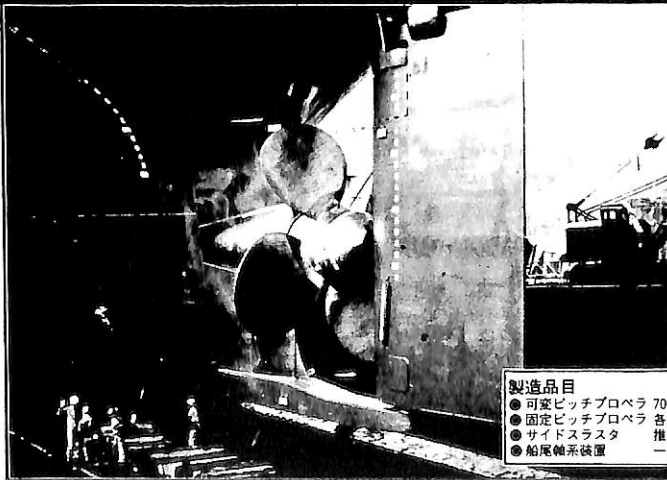




灯台見廻り船 (LM 101) ずいぶん 海上保安庁

株式会社臼杵鉄工所臼杵工場建造(第1528番船)	起工 58-1-19	進水 58-1-19	竣工 58-7-27
全長 46.00m	垂線間長 41.40m	型幅 7.50m	型深 3.60m
満載排水量 398t	総噸数 168T	載貨重量 85t	燃料油槽 34㎡
主機械 三菱-赤阪 MH23 F型(デ)機関×1(右舷), MH23型(デ)機関×1(左舷)	出力(連続最大) 650 PS×2	プロペラ 3翼2軸 CPP	清水槽 29㎡
(420rpm)(常用) 550 PS×2(400rpm)	無線装置 送(主)0.15kW×2, (補)10W×1	發電機 久保田鉄工	
60kW×225V×3φ×60Hz×2(原)久保田鉄工 95PS×1,200rpm×2	受(主)2(補)3 VHF	航海計器 デッカ ロラン レーダー	速力(試運転最大) 15.1kn (満載航海) 14.55kn
航続距離 1,440浬	船級・区域資格 JG 近海	船型 凹甲板型	
乗組員 20名	配属 鹿児島航路標識事務所		

省エネルギー対策にピッタリ!!



製造品目
 ● 可変ピッチプロペラ 70~15,000 PS
 ● 固定ピッチプロペラ 各種
 ● サイドスラスト 推力0.5~20.0
 ● 船尾軸系装置 一式

3000 台を超える
実績と信頼性

全国40カ所のサービス網完備



かもめ
可変ピッチ
プロペラ

運輸大臣認定製造事業場
かもめプロペラ株式会社
 本社 横浜市戸塚区上矢部町 690 電話 (045) 811-2461 (代表)
 東京事務所 東京都港区新橋5-34-7第2三栄ビル 105 電話 (03) 431-5438-434-3929

「現地工事」を運ぶ…

山九は、モジュールプラントの一貫責任輸送・建設システムを、さらに前進させました。



“すにもす えーす” 21,000重量トン

大きな明日へ。モジュールプラント輸送専用船 “すにもす えーす” 就航!!

技術立国の日本にとって、ますますその比重を高めようとしているモジュールプラント輸出。山九はモジュールプラント建設の基本計画から参画し、工場構内組立場所から専用船への積込み、海上輸送、現地積下ろし、そして現地輸送から据付けまで、全て一貫したサービス体制を確立しました。

ミリ単位の精度で巨大なプラントの据付けを可能にした、山九の最新鋭ユニットドーリ。いま、より大きな積載能力と最新設備を持って竣工した、モジュールプラント専用船“すにもす えーす”。そして、長年におよぶ経験から得たノウハウにうらうちされた、山九の一貫責任輸送・建設システム。

山九は伸びゆくわが国産業を、輸送・建設技術の両面から力強くバックアップし続けます。

●“すにもす えーす”の特徴／この船の特徴は吃水が満載(6,000トン)時でも、4.5メートルときわめて浅く、従来の大型船では出入りできない水深の浅い港や建設現場にも大量の貨物を運べます。



排ガスボイラモジュールを運ぶユニットドーリ

山九株式会社

〒108 東京都港区三田1-4-28 三田国際ビル26F ☎03(454)3911



測量船(HL02) 拓 洋 海上保安庁

TAKUYO

日本鋼管株式会社鶴見製作所建造(第1001番船)	起工 57-4-14	進水 58-3-24	竣工 58-8-31
全長 96.00m	垂線間長 90.00m	型幅 14.20m	型深 7.30m
満載排水量 3,369.83t	総噸数 2,481T	純噸数 844T	中折デッキクレーン 3t×12m/min×1
燃料油槽 663m ³	清水槽 369m ³	主機械 富士6S40B型(デ)機関×2	出力(連続最大)2,600PS×2
(340rpm)(常用)2,210PS×2(320rpm)		プロペラ 4翼2軸 CPP	補汽缶 クレイトン
RHO-125型	発電機(主)400kVA×2(原)480PS×2(補)165kVA×1(原)200PS×1	主機駆動	
450kW×1, 250kW×1	無線装置 送受信機13台 VHF	航海計器 デッカ ロラン オメガ NNSS	
衝突予防装置 レーダー	速度(試運転最大)18.2kn(航海)16.9kn(常備出力時)	航続距離 12,800浬	
船級・区域資格 JG 遠洋(国際)	船型 長船首楼型	乗組員39名 観測員22名	測量艇2隻搭載
船首バルバスパウ, パウスラスター	。大陸棚, 沿岸, 海象の調査及び探査を目的とする。	海上保安庁水路部	

(主要な搭載観測機器)

○ナローマルチビーム測深機(シービーム)

本船が、航走中に水深の80%幅範囲(水深5,000mであれば4,000m幅の範囲)の海底地形を船上で即座に等深線図を作図する装置。

船底に装備した送波器から扇形の超音波ビームを送信し、海底からの反射された音波を船底の40個の受波器で受信し、この受信信号を16本の受信ビームに合成する。それぞれのビームは2 $\frac{1}{3}$ °×2 $\frac{1}{3}$ °と非常に細い測深ビームとすることが出来、1回の超音波の発射で16個の精度の高い水深が次々に得られるこれを計算機で処理をする。

○深海用音波探査装置(マルチチャンネル音波探査装置)

本船から曳航したエアガン発音体から圧縮空気を瞬間的に放出し、海底下各層からの反射音を受信すると航路に沿った海底下の地質構造がわかる。

受信装置は12個の水中マイクロホン50mごとにはめ込んだ長さ600mのストリーマーケーブルで、機関音等の影響を避けるため船から離し曳航する。受信信号はデジタル信号として記録されるこれを計算機で処理するこ

とにより、雑音の少ない記録を得ることが出来る。

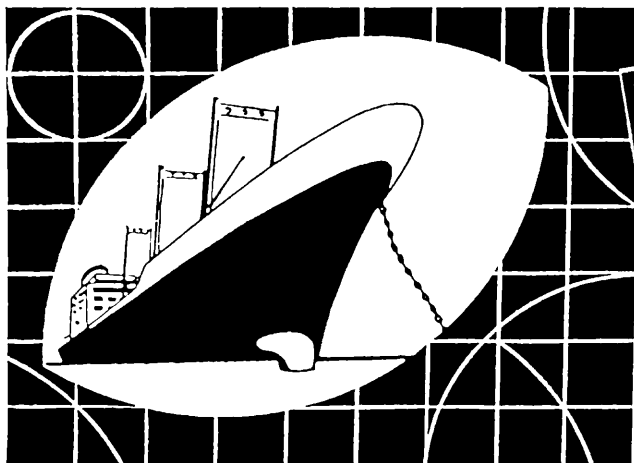
○えい航式塩分水温深度測定装置(バットフィッシュ)

航走中にセンサーを船尾よりえい航しながら水温、塩分及び測定深度の連続観測ができる装置で、あらかじめ設定したプログラムにより、センサーを自動的に上下させ、最大300mの深さまでデータをとることが出来る。

○複合測位装置・測量観測データ収録装置

人工衛星からの電波を受信するNNSS受信機、ロランC受信機、オメガ受信機、デッカ受信機、ミニコンピュータなどで構成されており、各測位機の測位情報を総合的に即時処理し、大洋中でも常時船位の測定ができる。測定した船位をもとに、対地速度、対地針路及び予定コースからの変位量を算定し、操舵室、観測準備室へTV画像として送り込むことが出来る。

測量中の船位、速力、針路、水深、地磁気、重力などの測定値はデータ収録し、船内電子計算室で、磁気テープにファイルする。



船舶の設計

各種船舶基本計画

各部工作図

高速艇

油回収船

修繕船修理工事

配管工事

その他鉄構工事

海上運送業務

船舶回航業

船舶運航業

船舶仲立業

海水こし器



株式会社 共栄船舶興業

本社 横浜市神奈川区東神奈川 2-48-2
〒221 ☎ 045 (441) 7 6 8 5 (代表)
清水営業所 静岡県清水市宮代町 6-25
〒424 ☎ 0543 (63) 0 9 5 5 (代表)

船舶基本設計論

BASIC DESIGN OF SHIPS

工学博士

富田哲治郎

内 容 (抜 粋)

- | | |
|---|--|
| 1. 主要用語等 | 7. 操縦性：操縦運動式 |
| 2. 船体主要寸法と主機関の選定
：近似的主要寸法 主要寸法間の
関係 主機関の選定 | 操縦性試験 旋回径の近似式
保針性能と変針性能 舵面積 |
| 3. 乾舷計算 | 8. 鋼材及び船体強度 |
| 4. 重量推定：概算重量推定
細目重量推定 計画載貨重量 | 9. 船体振動：船体固有振動数
振動数関係の近似式 主機の許
容不平衡 推進器による船体振動 |
| 5. 馬力計算：抵抗 推進
推進器計画 概算馬力推定法
船体線図計画 保証速力と試運転
推進性能改善方策 | 10. 主要配置 |
| 6. 復原性・トリム計算等：
復原力 復原性能の近似計算
復原性能とB/D 動揺 トリム | 11. 噸数及び容積 |
| | 12. 船舶関係法規等 |
| | 13. 船価見積及び運航採算 |
| | 14. 主要計画資料表 |
| | 15. 基本設計の手順 |
| | 16. 付 録 |

船舶基本設計論



限定自費出版

丸善出版サービスセンター制作
A5判 約320頁 ケース付
頒価 ¥5600, 送料 ¥400

ご注文は、郵便振替口座番号：
(東京 0-69885 著者名) でお願います。

その他お問合せは、丸善出版サービスセンター
(〒103 東京都中央区日本橋 2-3-10、電話
03-272-7211 内線 288) にお願います。



軽合金製高速旅客船 マリン ホーク 船舶整備公団 南海フェリー株式会社

三井造船株式会社玉野事業所建造(第H1603番船)	起工 57-10-22	進水 58-5-20	竣工 58-7-15
全長 40.9m	垂線間長 38.0m	型幅 10.8m	型深 3.37m
総噸数 283T	燃料油槽 24.9m ³	燃料消費量 0.75t/h	満載喫水 1.37m
主機械 富士SEMT Pielstick 16PA4V-185VG型(デ)機関×2	プロペラ 3翼 2軸	出力(連続最大) 2,540PS×2(1,475rpm)	清水槽 0.7m ³
(常用) 2,280PS×2(1,425rpm)	無線装置 船舶電話 VHF(保安用送信機付)	発電機 大洋電機 プラシレス AC225V×	航続距離 280浬
3相×32kW×2(原)ヤンマー 50PS×1,800rpm×2	速度(試運転最大) 31.15kn(航海)28.5kn	乗組員 4名	旅客 280名
航海計器 レーダー ジャイロコンパス	船型 非対称双胴型	航路 和歌山~小松島(徳島)	
船級・区域資格 JG 限定沿海	船型 非対称双胴型		
○三井スーパーマランCP30型			

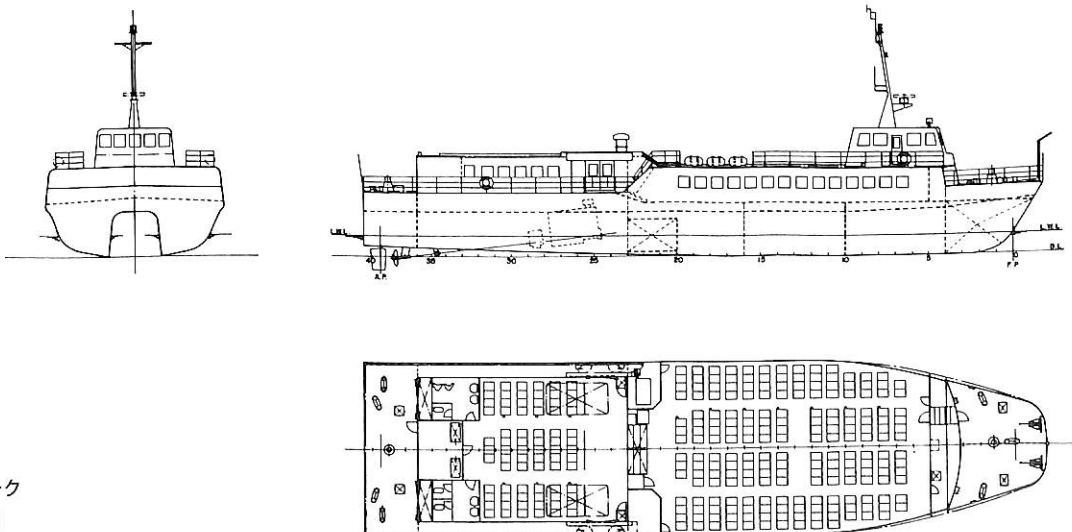
三井造船(株)は、CP20型(185名乗、航海速力約24kn)“ふるーほうく”等3隻、CP20HF型(195名乗、30.0kn)“さんしゃいん”等2隻を建造したが、更に水槽試験等の研究を重ねて、この程、より大型で経済的なCP30型(要目参照)“マリンホーク”を開発した。

三井スーパーマランは、在来の滑走型高速艇を船体中心線で縦断して左右に広げた型の双胴船であり、船首部分が極めてファインで凌波性が良く、船体没水部分のL/Bが2倍細長く推進性能に優れ、全巾が1.5倍広くGMが大

きく、双胴船体間に設けたトリムフラップにより航走中の姿勢を制御して縦揺れが少ない。

“マリンホーク”は、横揺れ周期が2~3秒で荒天時の波浪の周期に同調する恐れがなく、船首部上下加速度も0.4g以下であり、旅客船として最も重要視される乗心地の快適性を保証できる高速艇として、和歌山~小松島の紀伊水道横断航路で、風速18m/sec・波高2.5mまで、暴風時以外は無欠航で運航されている。

(三井造船・艦船営業部)



マリンホーク
一般配置図



安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。

結露・氷結から視界をまもります。
変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、
吹き付ける氷雪、操舵室の窓は、どうしても
曇りがちです。

でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視
界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス
表面に薄い金属膜をコーティングして通電
発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融
雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金
属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜
の保護や感電防止も万全です。またガラス
は万一割れても破片の飛び散らない安全な
合わせガラスです。

ヒートライト® C

 **旭硝子**

〒100 東京都千代田区丸の内2-1-2 (千代田ビル)
☎ 03-218-5397 加工硝子部

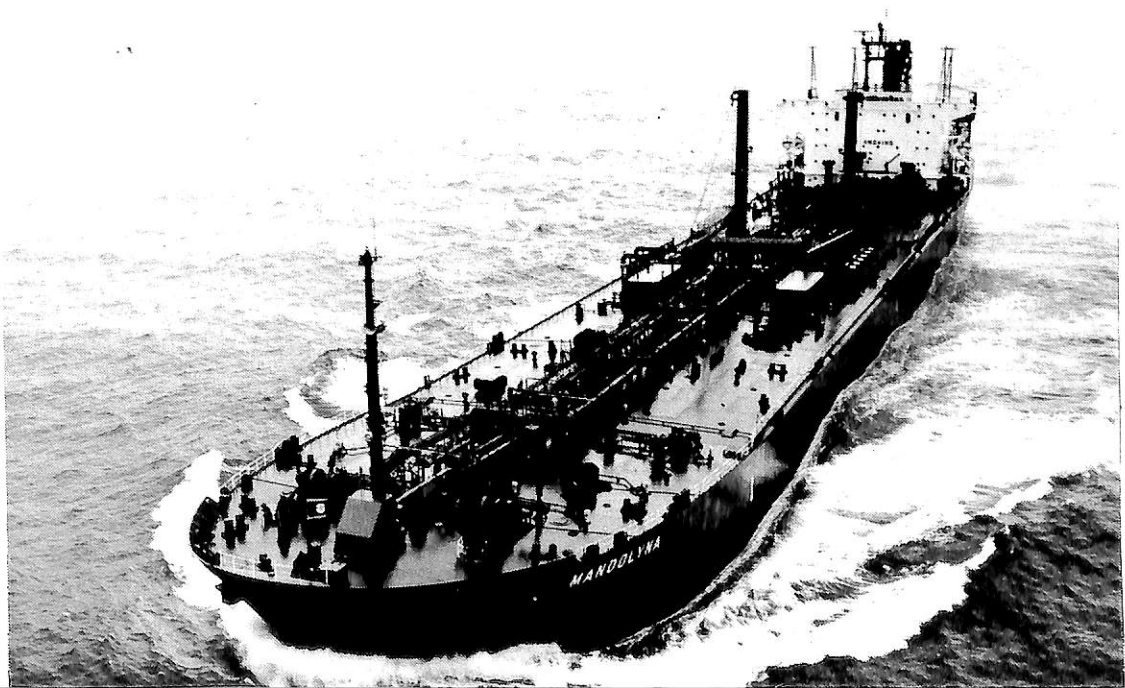


アル ファンタス
輸出油槽船 **AL FUNTAS**

船主 Kuwait Oil Tanker Co., S.A.K. (Kuwait)
 石川島播磨重工業株式会社呉第一工場建造(第2767番船)
 全長 336.000m 垂線間長 320.000m 型幅 60.000m 型深 29.700m 竣工 57-6-21 進水 58-2-25 竣工 58-6-30
 総噸数 160,010T 純噸数 90,157T 載貨重量 294,739t 貨物油槽容積 336,213m³
 主荷油ポンプ 2,000m³/h×150m×1, 4,500m³/h×150m×4 (汽動堅型渦巻式) デリック 15t×2
 燃料油槽 9,305m³ 燃料消費量 102.8t/day 清水槽 564m³ 主機械 IH1 Sulzer 10RLA90型
 (デ)機関×1 出力(連続最大) 34,000PS(90rpm) (常用) 28,900PS(85.3rpm) プロペラ 5翼1軸
 補汽缶 IH1-ADM 16kg/cm²G×飽和×80t/h×2, 排エコ 4.9kg/cm²G×253°C×10.6t/h×1 発電機
 (タ) IH1 1,600kW×AC450V×60Hz×1,800rpm×1, (デ)(主)ダイハツ1,200kW×AC450V×720rpm×2 (非)
 240kW×AC450V×60Hz×1,200rpm×1 無線装置 送(主)0.8kW×1(補)0.1W×1 航海計器 レーダー
 速力(試運転最大) 15.59kn (満載航海) 14.40kn 航続距離 26,100哩 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 平甲板型 乗組員 45名

マンドリーナ
輸出油槽船 **MANDOLYNA**

船主 Metrosea Transport Corp. (Greece)
 日立造船株式会社有明工場建造(第4699番船)
 全長 228.50m 垂線間長 219.00m 型幅 32.20m 型深 19.00m 起工 58-1-7 進水 58-4-17 竣工 58-7-28
 満載排水量 75,492Lt 総噸数 31,951.16T 純噸数 23,919T 載貨重量 63,024Lt 貨物油槽容積(100%)
 75,507.7m³ 主荷油ポンプ 2,000m³/h×120m×3 デリック 15t×2 トラベリングホイスト 5t×1
 燃料油槽 3,169.7m³ 燃料消費量 39.4t/day 清水槽 497.9m³ 主機械 日立B&W7L67GF型(デ)機関
 ×1 出力(連続最大) 13,000PS(117rpm) (常用) 11,750PS(113rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶
 日立造船二胴水管 40,000kg/h×16kg/cm²G 発電機 西芝 510kW×AC450V×60Hz×2 (原)ダイハツ 750PS×
 720rpm×2 無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)A₁50W×1・A₂130W×1 受(主)(補)100kHz~30MHz×各1
 海事衛星装置 VHF 航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大) 15.720kn (満載航海) 14.7kn
 航続距離 28,200哩 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 平甲板型 乗組員 33名





TONG SHAN HAI
輸出撒積貨物船 銅山海

船主 China Ocean Shipping Co. (China)

東北造船株式会社建造(第200番船)

全長 176.00m	垂線間長 165.00m	起工 57-11-30	進水 58-4-7	竣工 58-6-30
満載排水量 42,614t	総噸数 20,582T	型幅 28.20m	型深 15.60m	満載喫水 11.352m
(ベ)39,649.4m ³ (グ)46,695.5m ³	艙口数 5	純噸数 12,801T	載貨重量 34,991t	貨物艙容積 2,562.1m ³
燃料消費量 33.1t/day	清水槽 233.6m ³	主機械 三井B&W 7L55GFCA型(デ)機関×1	燃料油槽 2,562.1m ³	出力 6.5kg/cm ² G×
(連続最大)10,500PS(155rpm)	(常用)9,530PS(150rpm)	プロペラ 4翼1軸	補汽缶 6.5kg/cm ² G×	無線装置
1,300kg/h	発電機 大洋電機 575kVA×450V×3φ×60Hz×3, (原)ヤンマー 700PS×720rpm×3			
送(主)1.2kW×2 (補)130W×1	受(主)全波×2 (補)全波×1	VHF	航海計器	ロラン オメガ NNSS - 17 -
衝突予防装置 レーダー	速度(試運転最大)16.318kn (満載航海)14.25kn		航続距離	20,500浬
船級・区域資格 ZC(BV) 遠洋	船型 凹甲板船尾機関型	乗組員 40名	同型船	金山海

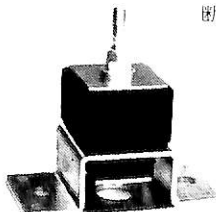
抜群の防振性能、耐久性！

HZME形 防振ユニット コンポSRマリン

特許・実用新案登録



断面



垂直型



傾斜型

- 二重コイルスプリングとV字溝を有するゴム板層の複合ユニットです。
- ローリング、ピッチング、X振動、H振動など、シビアな振動要因に十分な効果を発揮します。
- 要求される防振グレードに応じた、エコノミーな防振設計をお引受けします。
- その他、防音、防振、据付エンジニアリングを承ります。

カタログを用意しています。

ニチソウモデルエンジニアリング(株)

大阪市西区江戸堀1丁目18-11 小谷ビル303号(〒550) TEL (06) 443-4046(代)

尾道事業所 広島県御調郡向島町111 (〒722) TEL (0848) 44-6323~4



ハッサン マーチャント
輸出自動車 / 撒積貨物船 **HASSAN MERCHANT**

船主 Alcyone Transport Inc. (Panama)	起工 57-12-17	進水 58-2-23	竣工 58-7-21
日本鋼管株式会社清水製作所建造(第400番船)	型幅 26.0m	型深 17.1m	満載喫水 11.588m
全長 175.0m 垂線間長 167.0m	純噸数 10,771T	載貨重量 32,244t	貨物艙容積
満載排水量 41,315t 総噸数 20,656T	Car.搭載数 1,608台(ブルーバード級)	燃料油槽	2-5V型
(グ)38,930.4m ³ 艙口数 5 クレーン 15t×2	主機械 NKK SEMT Pielstick 16PC-2-5V型	燃料消費量 29t/day	清水槽 277.1m ³
2,056.1m ³ 燃料消費量 29t/day	出力(連続最大) 10,400/10,240PS (518/125rpm)	出力(連続最大) 10,400/10,240PS (518/125rpm)	常(用) 8,840/8,700PS (491/119rpm)
(デ)機関×1	発電機 550kW×450V×900PS×720rpm	補汽缶 1,000kg/h×6kg/cm ² ×1	無線装置
プロペラ 4翼1軸	船舶電話	送(主) 1.5kW×1 (補) 130W×1	航海計器
受(主) 全波×2 (補) 全波×1	航続距離 13,700浬	衝突予防装置 レーダー	速力(試運転最大) 17.693kn (満載航海) 14.5kn
船級・区域資格 NK 遠洋	船型 平甲板型	乗組員 35名	

タイテックス TIGHTEX

[甲板舗床材] ラテックスタイプ・ウレタンタイプ・エポキシタイプ

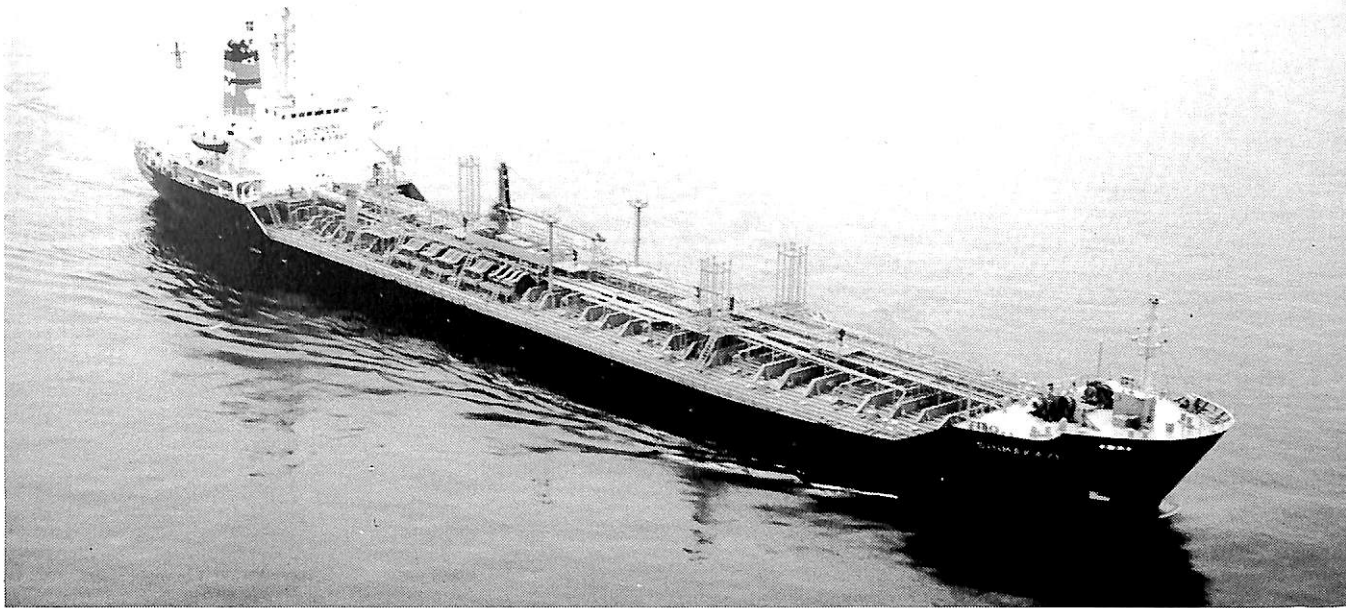


タイハイ
太平洋工業株式会社

〒615 京都市右京区西院金槌町8番地 ☎075-311-1101(代)
営業所 東京都千代田区神田錦町1-3 島津神田錦町ビル ☎03-291-0147
営業所 広 島・坂 出



JG. UK-DOT.
NK. NV. SBG.
AB. LR. NSA.
BV. ZC.
CR. NSC. 等
SOLAS 1974
承認材



シマカゼ

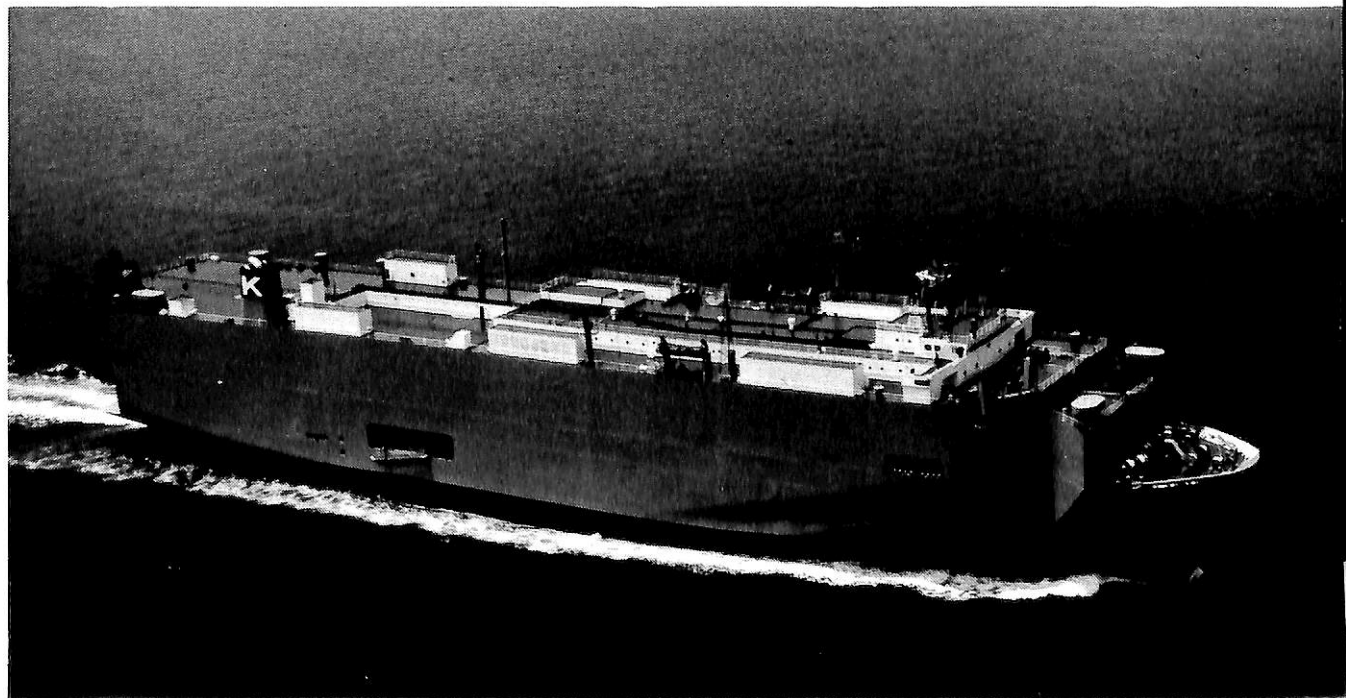
輸出ケミカルタンカー **SHIMAKAZE**

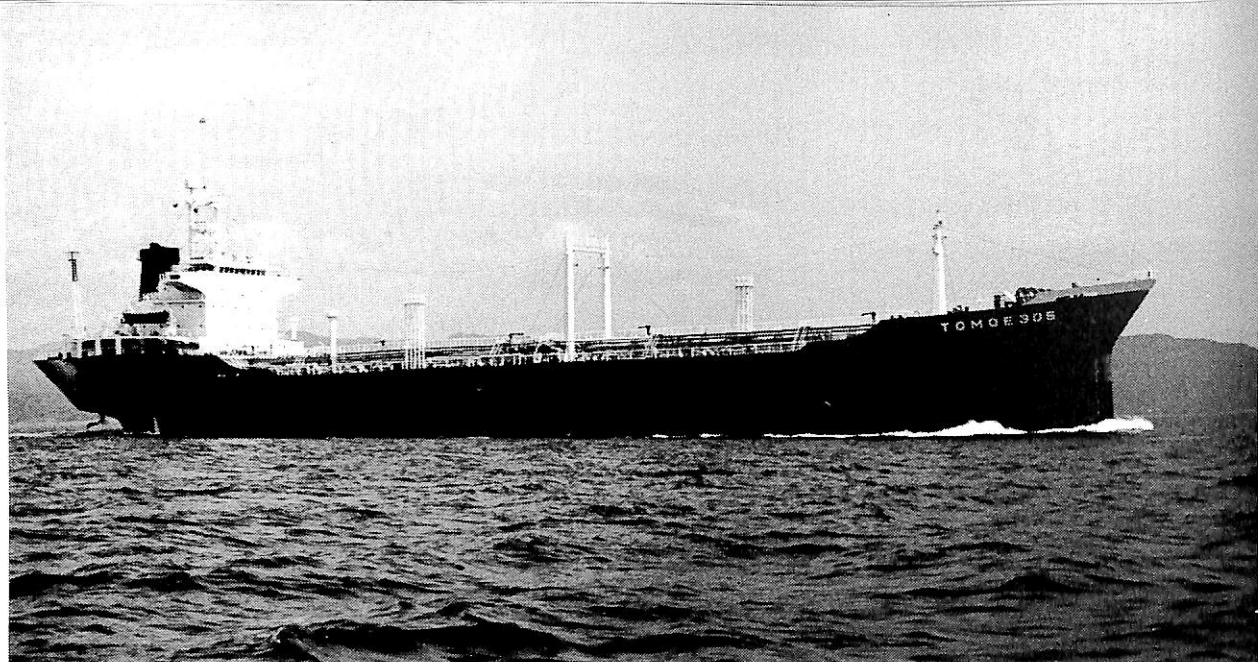
船主 Eastsun Navigation S.A. (Panama)
 株式会社来島どっく大西工場建造(第2243番船) 起工 57-7-17 進水 57-12-14 竣工 58-5-30
 全長 149.00m 垂線間長 140.00m 型幅 22.80m 型深 12.00m 満載喫水 8.619m
 総噸数 10,571.23T 純噸数 7,387.52T 載貨重量 16,660t 貨物油槽容積 22,025m³
 主荷油ポンプ 300m³/h×80m×8, 170m³/h×80m×14, 150m³/h×80m×4 クレーン 3t×12mR×1
 燃料油槽 1,020m³ 燃料消費量 18.4t/day 清水槽 351m³ 主機械 神発-三菱 6UEC52HA型
 (デ)機関×1 出力 (連続最大)6,800PS(150rpm) (常用)5,780PS(142rpm) プロペラ 4翼1軸
 補汽缶 堅円筒水管 発電機 (主)400kW×AC450V×3φ×60Hz×1, (非)20kW×AC450V×3φ×60Hz×1
 無線装置 送(主)1kW×1(補)75W×1 受(主)全波×1(補)全波×1 船舶電話 航海計器 ロラン
 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力 (試運転最大)15.322kn (満載航海)14.2kn 航続距離 15,000浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 ウエル甲板型 乗組員 30名 IMO Type II&III

メルボルン ハイウェイ

輸出自動車運搬船 **MELBOURNE HIGHWAY**

船主 Fairway Transportation Co., S.A. (Panama)
 今治造船株式会社丸亀事業本部建造(第112番船) 起工 58-1-7 進水 58-3-10 竣工 58-5-20
 全長 182.78m 垂線間長 170.00m 型幅 32.20m 型深 21.64m 満載喫水 9.417m
 総噸数 43,259T 純噸数 12,977T 載貨重量 16,483t Car搭載数 3,765台
 燃料油槽 2,932.60m³ 燃料消費量 40t/day 清水槽 321.47m³ 主機械 川崎MAN 14V52/55A型
 (デ)機関×1 出力 (連続最大)14,770PS(450/91.6rpm)(常用)12,550PS(426/86.8rpm) プロペラ 5翼1軸
 補汽缶 堅型水管式 9.0kg/cm²(max)2,750kg/h(min)1,500kg/h 発電機 900kVA×2
 無線装置 送(主)1.2kW×1(補)75W×1 受(主)全波×1(補)全波×1 船舶電話 航海計器 ロラン NNSS
 レーダー 速力 (試運転最大)19.821kn (満載航海)18.0kn 航続距離 22,100浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 多層甲板型 乗組員 22名





トモエ

輸出ケミカルタンカー **TOMOE 305**

船主 Niwase Kaiun (Panama) S. A. (Panama)
 株式会社栗之浦ドック建造(第179番船) 起工 57-12-6 進水 58-4-11 竣工 58-6-27
 全長 143.70m 垂線間長 133.30m 型幅 21.00m 型深 11.65m 満載喫水 9.246m
 満載排水量 20,456.78t 総噸数 9,088T 純噸数 5,648T 載貨重量 16,266.68t
 貨物油槽容積 19,216^m 主荷油ポンプ 600/300^m/h×80^m×6 燃料油槽 1,306^m 燃料消費量 812.3kg/h
 清水槽 418^m 主機械 赤阪-三菱 6UEC-45HA型(デ)機関×1 出力(連続最大)6,840PS(185rpm)
 (常用)6,156PS(179rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 三浦工業 VWN6,700W×2 発電機
 450kVA×2(原)ダイハツ 750PS, 300kVA×1(原)ダイハツ 360PS 無線装置 送(主)1kW×1, (補)75W×1
 受(主)1(補)1 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大)14.2kn
 (満載航海)13.84kn 航続距離 12,000浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 凹甲板船尾機関型
 乗組員 25名 IMO Type III 同型船 せんよう ぐろうりい

- 20 -

ソンバイ

輸出セミコンテナ船 **SONBAI**

船主 The Republic of Indonesia (Indonesia)
 佐世保重工業株式会社佐世保造船所建造(第316番船) 起工 58-1-11 進水 58-3-29 竣工 58-6-22
 全長 134.00m 垂線間長 126.00m 型幅 21.70m 型深 12.00m 満載喫水 9.462m
 総噸数 9,473.78T 純噸数 4,814.58T 載貨重量 13,605t 貨物艙容積(ベ)16,369^m (グ)17,955^m
 貨物油槽容積 1,000^m 艙口数 4 デリック 15t×2, クレーン 35t×2 Cont. 搭載数 226TEU
 燃料油槽 1,100^m 燃料消費量 32.9t/day 清水槽 321^m 主機械 三井B&W 6L67GA型(デ)機関×1
 出力(連続最大)11,600PS(123rpm)(常用)9,860PS(116.5rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶
 堅円筒水管 1,500kg/h×1 発電機(デ)900kVA×AC450V×3(原)1,100PS×720rpm×3 無線装置
 送(主)1.5kW×1(補)50W×1 受(主)全波×1(補)全波×1 VHF 航海計器 ロラン NNSS
 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)19.49kn(満載航海)17.2kn 航続距離 12,600浬
 船級・区域資格 NK, BKI 遠洋 船型 ウエル甲板型 乗組員 37名 旅客 2名 °Latex Tank 設備





輸出FRP製 モーターヨット

アセアン レディ
ASEAN LADY

船主 Prownstore Investment Corp.
(Panama)

株式会社西井造船所建造(第687番船)

起工 57-7-9 進水 58-5-26
竣工 58-8-12 全長 48.00m
垂線間長 42.25m 型幅 8.66m
型深 5.00m 満載喫水 3.00m
総噸数 493.57T 純噸数 223.0T
燃料油槽 83.3㎡ 燃料消費量 7t/day
清水槽 35.0㎡ 主機械
キャタピラー三菱3512TA型(デ)機関×2
出力(連続最大)1,055PS×2(1,800rpm)
プロペラ 4翼2軸 発電機
神鋼 405V×150kW×2(原)キャタピラー
三菱 225PS×1,500rpm×2 無線装置
送(主)800W×1 受(主)全波×1 VHF
海事衛星装置 航海計器 NNS
レーダー 速度(試運転最大)14.4kn
航続距離 3,700浬 船級・区域資格
AB, NK 遠洋 船型 一層甲板型
乗組員 16名 旅客(オーナーゲスト)
18名 ○6.6mモーターボート2隻,
ヘリコプター搭載可能, バウスラスター,
フィンスタビライザー ○本船の材質
FRP(バルササンドイッチ構造)

THE SECRET OF FLUME

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

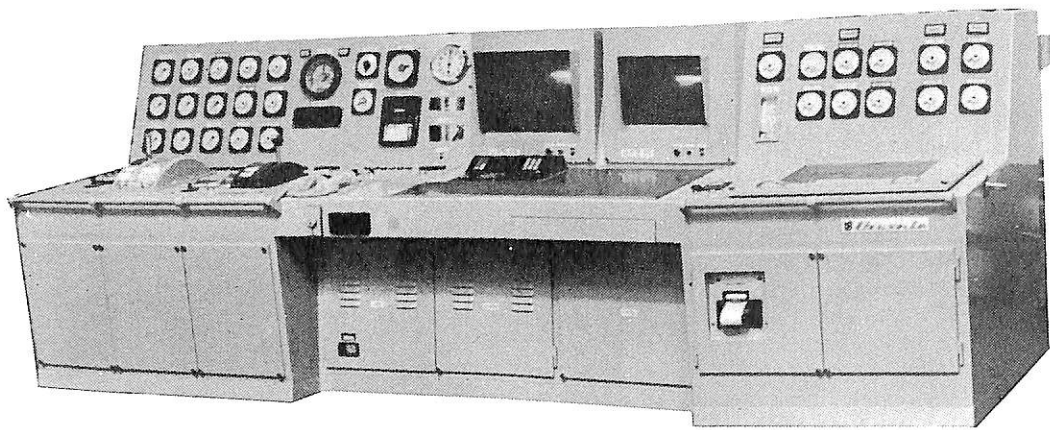
For free fuel saving brochure, write:



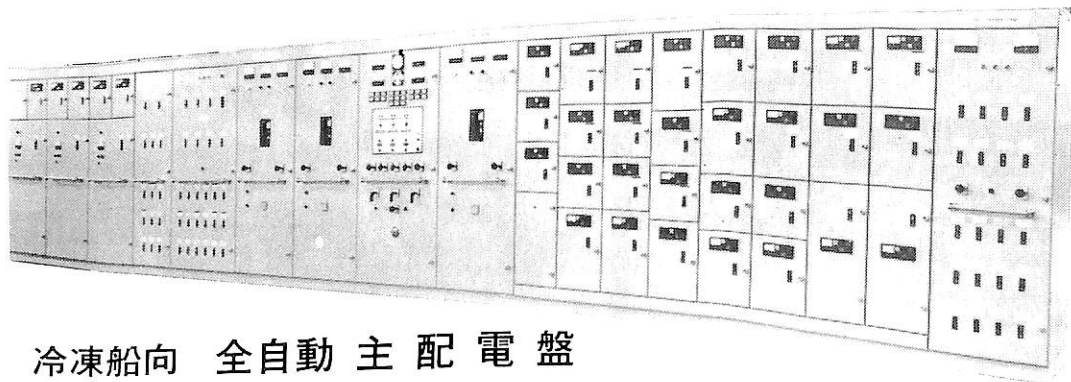
**FLUME
STABILIZATION
SYSTEMS**

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

渦潮電機の最新技術で 船の近代化・省力化と経済性アップ!!



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



冷凍船向 全自動主配電盤

船舶電機のトータルエンジニアリング 設計・製作・艙装

渦潮電機株式会社

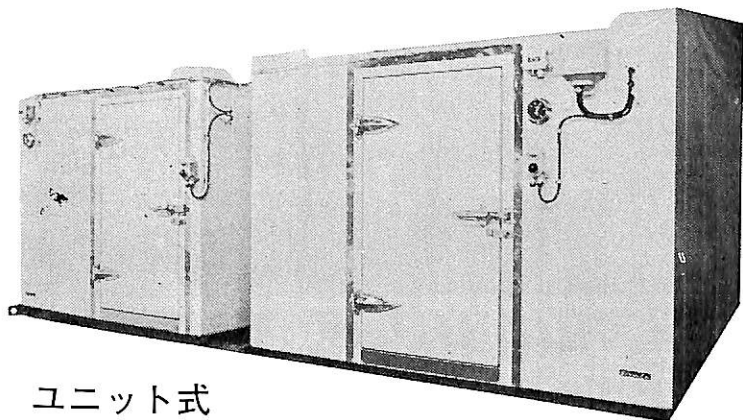
代表取締役社長

小田道人司

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

船舶装備のトータルコストダウンを推進!!

省エネタイプ冷凍・冷蔵庫



ユニット式
冷凍・冷蔵庫

急速冷凍OK!!

〔例〕

DW6000T 遠洋 NK規格	
冷凍庫	9.7㎡
冷蔵庫	11.0㎡
コンプレッサー	1.5kW×1水冷
(従来)	2.2kW×1水冷
冷却器	ファンコイルユニット

〔特長〕

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

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

潮冷熱株式会社

代表取締役社長 小 田 團

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



輸出タグボート **YUET SHUN No. 1**
粵 順 1

船主 Yuet Hing Marine Supplies Co. (China)
 株式会社今村造船所建造(第295番船) 起工 58-2-9 進水 58-4-26 竣工 58-6-25
 全長 60.00m 垂線間長 51.60m 型幅 13.00m 型深 6.75m 満載喫水 5.929m
 満載排水量 3,042.13t 総噸数 1,276T 純噸数 383T 載貨重量 1,901.65t
 バルクタンク 198.5m³ 燃料油槽 798m³ 燃料消費量 13.5t/day 清水槽 278m³
 主機機 ヤンマー 8Z280-ST型(デ)機関×2 出力(連続最大)2,100PS×2(650rpm)(常用)1,785PS×2
 (615rpm) プロペラ 4翼2軸 CPP 発電機 大洋電機 250kVA×3 無線装置 送0.8kW×1
 受1 VHF 航海計器 レーダー 速力(試運転最大)14.266kn 航続距離 13,000哩
 船級・区域資格 ZC, A/DNV 船型 船首楼付一層甲板船型 乗組員 32名
 同型船 Yuet Shun No.2

- 24 -

輸出サブライボート **アリフ**
ARIF

船主 Prince Offshore Ltd. (U.A.E.)
 株式会社白杵鉄工所白杵工場建造(第1529番船) 起工 57-12-15 進水 58-2-15 竣工 58-4-9
 全長 56.60m 垂線間長 52.80m 型幅 11.60m 型深 4.05m 満載喫水 3.54m
 総噸数 708.55T 純噸数 254.88T 載貨重量 772t 燃料油槽 427m³
 燃料消費量 13.5t/day 清水槽 307m³ 主機機 ダイハツ6DSM-32型(デ)機関×2 出力
 (連続最大)2,100PS×2(600/272rpm)(常用)1,785PS×2(568/258rpm) プロペラ 4翼2軸
 発電機 ダイハツM3SGA型180kVA×220PS×1,800rpm×2 無線装置 送0.12kW SSB×1
 航海計器 レーダー 速力(試運転最大)13.911kn 航海 12.8kn 航続距離 7,000哩
 船級・区域資格 AB 遠洋 船型 長船首楼付一層甲板型 乗組員 11名
 作業員 12名 バルクタンク 540ft³×6





ヤビレ
LPG / アンモニア運搬船 **YAVIRE**

船主	Maraven S.A. (Venezuela)	竣工	1983-6-15	長さ	146.00m	幅	22.50m
深さ	14.05m	満載喫水	8.30m	載貨重量	11,570t	載貨容積	14,000m ³
タンク	Free-Standing型×4			主機械	Wärtsilä-Sulzer 6RLB56型(デ)機関×1		
出力	6,180kW (8,400PS)	速力	16.25kn	乗組員	38名	船級・区域資格	

LR+100A1 Liquid Gas Carrier Type II G propane, isobutane, n-butane, ammonia 4kg/cm², -48°C
+LMC+UMS

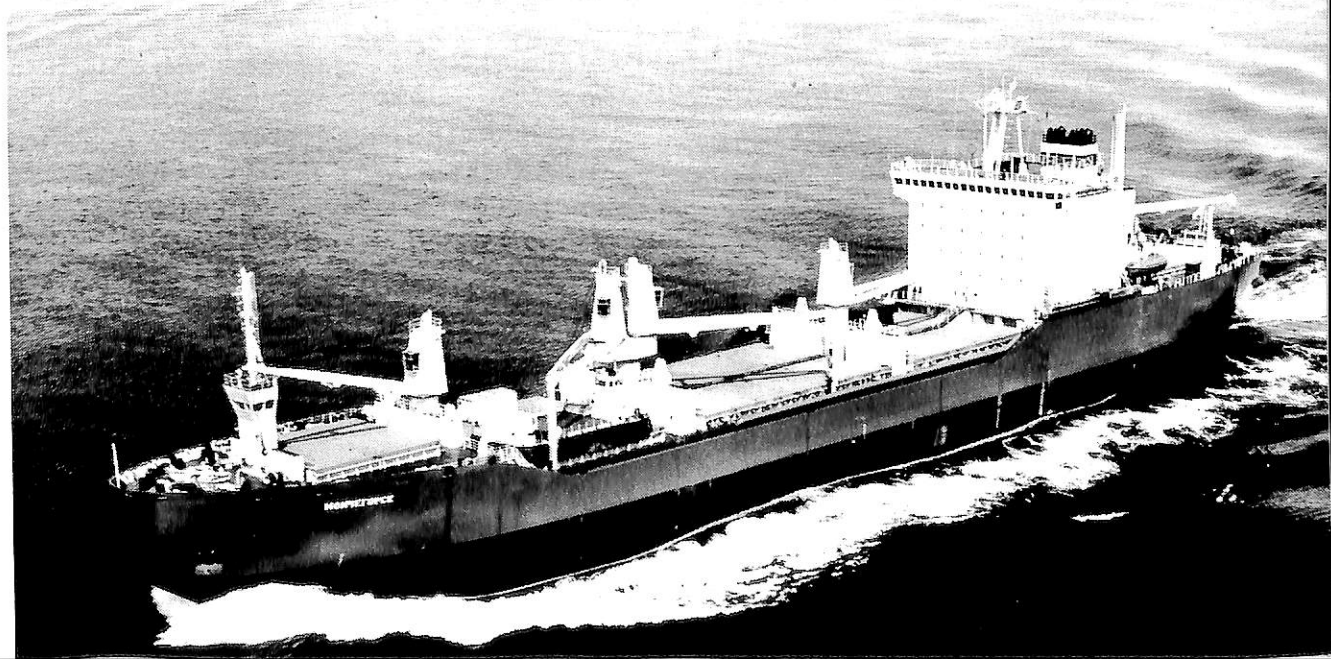
外国新造船紹介

Photos by Wärtsilä Turku Shipyards

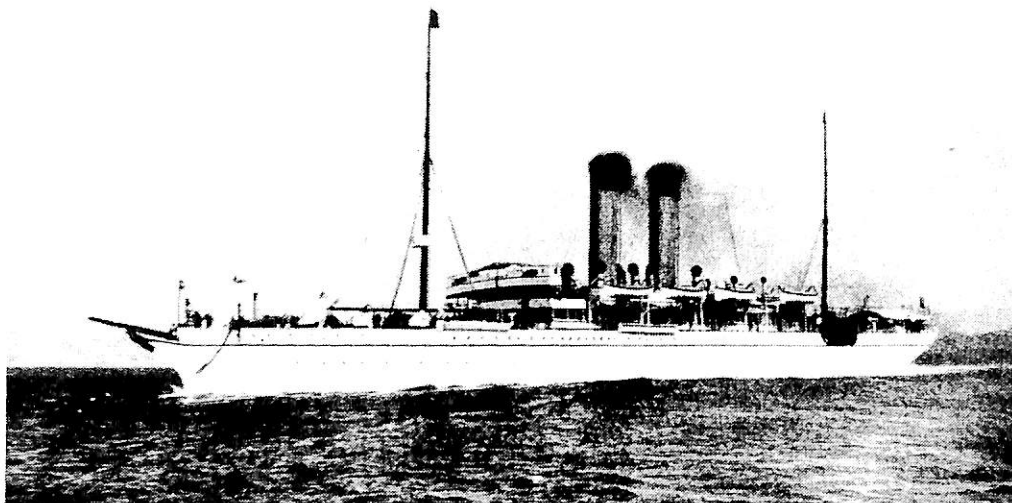
- 25 -

モンチェゴルスク
砕氷型多目的貨物船 **MONCHEGORSK**

船主	V/O Sudoimport (USSR)	竣工	1983-6-16	長さ	176.85m	幅	24.5m
深さ (上甲板まで)	15.2m	満載喫水 (max)	10.5m	Arctic喫水	9.0m	載貨重量 (max)	20,000t
Arctic 載貨重量	14,500t	艙口数	5	デッキクレーン	3, ツインデッキクレーン1,	速力	17kn
主機械	Wärtsilä-Sulzer 14 ZV 40/48型(デ)機関×2			出力総馬力	15,400kW (21,000PS)	補機械	
	Wärtsilä Vasa 624 TS型(デ)機関×5			出力総馬力	4,050kW (5,500PS)	プロペラ	CPP
船級・区域資格	RS Ice class 1	船型	船首楼付2層甲板型	乗組員	39名	○左舷船尾から甲板間へのローリングカーゴの荷役が可能である。本船は9隻受注シリーズの第4船目で最終引渡し予定は1984年である。	



貨客船 日本丸 東洋汽船(株)



Sir J. Laing 造船所, サンドーランド(英)建造	船舶番号 2806	船舶信号 HQSL	起工 明30-3
進水 31-4-23	竣工 31-8-22	垂線間長 127.41 m	型幅 14.93 m
型深 8.96 m	総噸数 6,047.98 T		純噸数 3,302.07 T
主機械 三連成レシプロ機関×2	出力 (計画) 7,500 PS		速力 (試運転最大) 18.0kn
船級・区域資格 通信省 第1級船 遠洋航路	ロイド100A1 LMC BS 鋼船		旅客 1等106名
2等14名, 3等383名 姉妹船 亜米利加丸, 香港丸	船籍港 東京→横浜		

明治6年, 当時26才の浅野総一郎は横浜にて薪・石炭商を営んでいたが, 明治10年西南の役の勃発により船舶がほとんど軍用船となり北海道からの石炭の輸送は停止し大きな損害を受けた。このことから, 彼は自分で船を持つことの重要性を痛感し船を買う努力をしたが, 船価が高く思うにまかせなかった。一方経営の方はその後順調に発展し官営の北海道炭を一手に販売し, セメント事業や新たに磐城炭鉱を開発するなど仕事は増えてきた。

明治19年11月渋沢栄一氏などの協力により浅野回漕店を設立, 45,000円を投入してドイツ船 Bellona号(1,136.65 GT, 1872年7月建造)を購入, これを日之出丸と改名し東京に置籍。その後2年間にさらに3隻を購入, 自社製品の輸送に当たったが, その頃から浅野は外国航路経営を夢見て居り, たまたま明治28年土佐汽船が所有船の買入れを希望してきたのを機会に20万円で4隻の中古船を全部売却し, 外国航路進出への資金作りを始めた。

明治29年6月2日遂に東洋汽船株式会社の設立にこぎつけ, 自らが社長となって早速サンフランシスコ航路のための新造船建造計画にとりかかった。

当時の日本の造船技術は大型船を一挙に3隻も作るにはいささか力不足でもあり, 社長の決断でこれを外国に発注することになり, 社長自ら英国に出向き各造船所と交渉した結果, 2隻を Sir J. Laing 造船所, 1隻を Swan Hunter 造船所で建造することに決定した。船価はいず

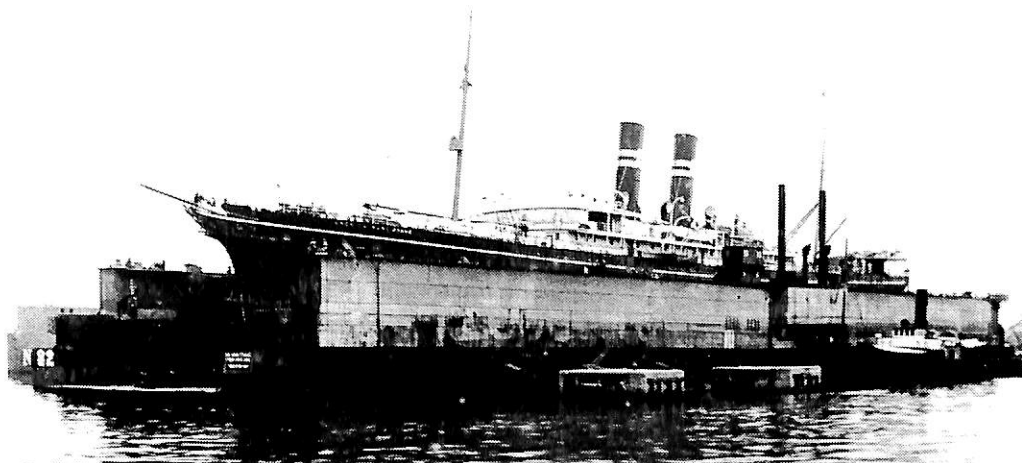
れも94万円で契約された。

本船はこの3隻の姉妹船の第1船として Laing 造船所にて明治31年8月22日公試運転を終り, 9月8日英国を出港して日本に回航された。明治31年10月本船は横浜に到着, 船価は装飾品, 艀装品, 回航費などすべて含めて120万円となった。

船型はスクナー型でクリッパー型船首を有し, 純白の船体にオレンジ色の2本煙突, 3本マストのスマートなもので大変魅力的なものであった。当時の太平洋航路にはCPのエンプレス型3隻が5,900総トン, 18ノットの性能で同航路の覇を唱えていたが, 本船クラスはこれを上回る性能の優秀船であった。明治31年12月15香港を出港し, サンフランシスコに向け処女航海に出る。明治37年2月日露戦争の勃発により, その高速を評価されて海軍の仮装巡洋艦となり, ウラジオストックに向う Venus号 (のちの釜山丸) をだ捕するなど幾多の戦果を収めて明治38年12月2日解除され, 12月27日より再びサンフランシスコ航路に復帰した。

しかしその頃, パシフィックメイル社ではコレア号型(13,000 GT) 4隻を太平洋に投入して居り, 本船クラスは逐次同航路を撤退して天洋丸クラスと交代していった。そして第1次世界大戦後の海運界の大不況を切りぬけるため本船は大正8年12月チリーの南米汽船会社に売却され, Renaico と改名された。

貨客船 亜米利加丸 東洋汽船(株)→大阪商船(株)



Swan & Hunter 造船所, ニューキャスル(英)建造	船舶番号 3068	船舶信号 HRTW → JACD
起工 明30-3 進水 31-3-9 竣工 31-9-24	全長 128.9m	垂線間長 125.58m
型幅 15.57m 型深 9.93m 満載喫水 8.13m	満載排水量 10,745t	総噸数 6,069T
純噸数 3,119T	載貨重量 5,841t	貨物艙容積 (ベ) 4,107㎡ (グ) 4,429㎡
主機械 三連成レシプロ機関×2	出力 (連続最大) 9,299PS (計画) 7,500PS	速力 (試運転最大) 18.06kn
(満載航海) 13.26kn	船級・区域資格 逓信省 第1級船 遠洋区域	ロイド 100A1 LMC 鋼船
乗組員 128名	旅客 1等30名, 2等86名, 3等502名	姉妹船 日本丸, 香港丸 船籍港 東京→大阪

本船は日本丸についで第2船として Swan Hunter 造船所で建造された姉妹船で明治30年3月起工され、翌31年9月24日公試運転を実施し、日本回航ののち明治32年1月15日香港を出港してサンフランシスコへの処女航海に出る。明治32年7月1日には570名のハワイ移民を乗せて横浜を出港した。

明治33年、3本マストのうち中央のマストを撤去し2本マストとなる。明治37年2月、日露戦争の海軍仮装巡洋艦として軍務に服し、明治38年10月1日より再び元の航路に復帰した。明治39年9月16日洋上にて火災を発生、米1万俵、落花生400袋を焼失する事故があった。

明治41年6月には新造船天洋丸、11月30日には地洋丸が同航路に配船されるに及び本船は撤退し、明治42年4月より南米西岸線に配船された。しかし、本船は南米航路には必ずしも適していなかったし、建造後15年も経過し老朽化してきたので、明治44年9月20日、売価36万7千円で大阪商船に売却され、同日川崎造船所に入渠して船体を黒く塗り、ハウスを白く塗って大阪商船のスタイルに改装され、船腹には平がなで船名が書かれた。9月30日正午神戸を出港して基隆に向け初航海に出る。大阪商船の台湾航路にはそれまで3,000トンクラスが配船されていたが、本船の就航により大変好評を得た。

大正3年8月23日対独宣戦布告とともに陸軍軍用船として活躍した。

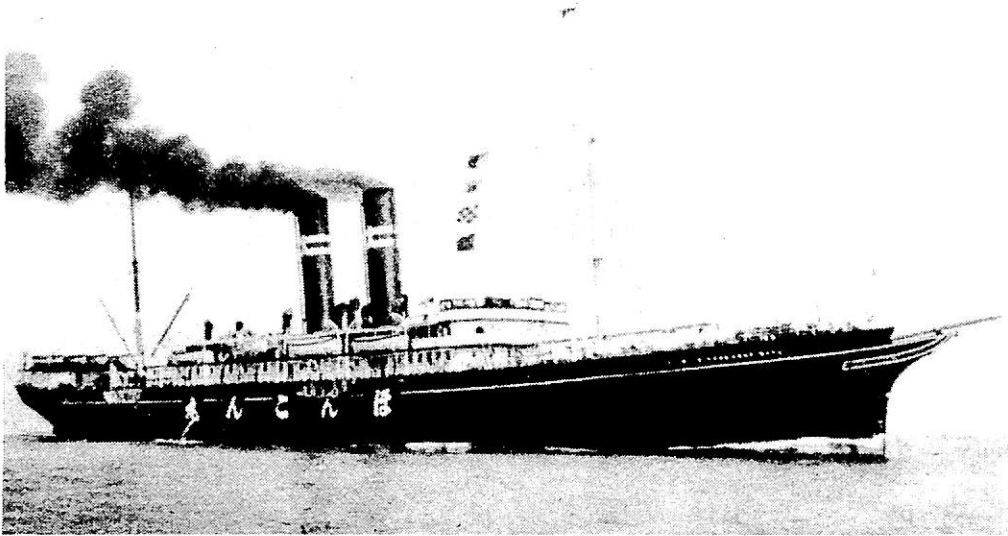
大正13年8月より大連航路に配船され、その代りに台中丸、台南丸が同航路より撤退した。

昭和3年、山東出兵でも陸軍軍用船として活躍。昭和12年7月の日中戦争では、陸軍病院船として主として中国大陆の青島・大連・上海・吳淞方面と内地の間で傷病兵の輸送に当り、太平洋戦争開戦時は門司に停泊中であつた。その後、日本の占領地域拡大とともに南方方面にも足をのばし、昭和17年12月以降には日本軍の苦戦が伝えられたラバウル方面まで出動、昭和18年中はラバウル、パラオ、マニラ、高雄、シンガポール、ベラワン、サンジャックと内地の間を行動していた。

昭和18年12月19日病院船の任を解かれたが、翌19年1月12日再び海軍に徴用され呉鎮守府所属の運送船となる。

当時、連合国の攻勢は着々と日本軍の防衛線を北へおし上げマリアナ方面も危険にさらされてきた。本船は昭和19年2月14日横浜を出港、2月20日父島を經由してサイパンに向い、当地で514名の引揚げ邦人を乗せ横須賀に向け航海中、3月6日北緯22度19分・東経143度54分のマリアナ諸島近海にて米潜 Nautilus (SS-168) の雷撃を左舷中央部、第4船艙に受け、わずか数分で沈没した。このため、642名の乗組員のうち船員34名、警戒隊員6名、便乗者3名の計43名が救助されたものの、599名が行方不明となった。

貨客船 香 港 丸 東洋汽船(株)→大阪商船(株)



Sir J. Laing 造船所, サンダーランド(英)建造	船舶番号 3241	船舶信号 HSNL → JHND
起工 明30-4	進水 31-7-7	垂線間長 126.79m
満載喫水 8.13m	総噸数 6,010T	純噸数 3,144 T
貨物艙容積 127,295ft ³	主機械 三連レシプロ機関×2	出力 (連続最大) 8,100PS
(計画) 7,500PS	速力 (試運転最大) 17.7kn (満載航海) 12.5kn	船級・区域資格 逓信省 第1級船
遠洋航路 ロイド100A1 LMS BS 鋼船		旅客 1等110名, 2等14名, 3等399名
姉妹船 日本丸, 亜米利加丸	船籍港 東京→横浜→大阪	

日本丸型の3姉妹船の第3船としてSir J. Laing 造船所に発注されたもので、明治31年7月7日英国サンダーランド市にて進水した。明治31年8月6日には、本船を回航するために運転士2名、機関士3名が日本から英国に向った。当時は、まだ「長」のつく重要ポストは外国人船員で占められていた。

明治32年2月8日、香港を出港してサンフランシスコに向け処女航海に出る。明治33年には、遊歩甲板上に華麗な喫煙室を新設するとともに3本マストを2本マストに改装された。

明治37年2月日露戦争ではその高速が買われて海軍の仮装巡洋艦として活躍、遠く印度洋方面にまで出動し、東航中のロシアのバルチック艦隊を牽制するなどの役目を果たした。明治38年12月2日徴用が解除され、翌年の1月10日より再びサンフランシスコ航路にもどる。

明治35年パシフィックメイル社が太平洋航路にコリア号・サイベリア号(いずれも12,000GT, 20ノット)を投入するに及び一挙にその優位は奪われたため、東洋汽船では天洋丸型新造船3隻でこれに対抗することになる。本船は明治42年4月より南米西岸線に配船され、姉妹船亜米利加丸と英国から購入した満州丸の3隻で定期運航された。しかし、これらの3隻はいずれも他航路よりの転用船で南米線に適合したものでなかったため、東洋汽船では同航路に新造船を投入、それらは大正3年6月に

就航した。その結果、本船は大正3年6月23日大阪商船に売却された。

大阪商船では白色の船体を黒塗りとし、煙突も黒塗りの上に「大」の字のマークを記し、船腹には平がなで船名を記入するなど所謂大阪商船タイプに改装し、これを台湾航路に配船、大正3年8月9日神戸を出港して基隆へ初航海に出る。

大正7年7月、シベリア出兵に際しては軍用船として活躍。

大正13年8月より大連航路に配船され台中丸、台南丸が同航路から撤退した。

昭和4年1月17日神戸より門司に入港、停泊中午後9時綿花、洋酒など400トン積んだ右舷第3船倉より出火、10時積荷の一部を焼いて鎮火する事故があった。

昭和7年11月20日午後門司・田の浦沖にて坐礁したが、1時間後に自力で脱出した。

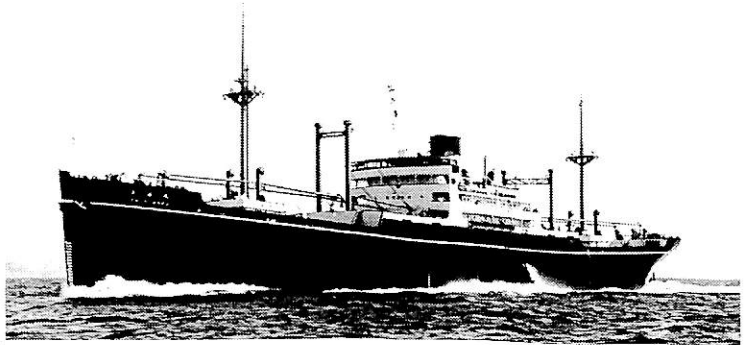
昭和9年1月4日神戸発の大連行きをもって同航路より撤退、係船されていたが、昭和9年12月13日政府の船質改善助成施設法の実施にあたり新造船建造の解体見合船としてトン当たり42円で大阪の解体業者に売却され、昭和10年3月15日解体を完了した。

かつては華々しく太平洋の女王として君臨した3隻の姉妹船は、3隻3様にその一生を終えたことになる。

(写真64年の歩みより)

貨物船 天 洋 丸 (2代) 東洋汽船(株)

三菱重工業(株)長崎造船所建造 (第595番船)
 船舶番号 40121 船舶信号 JWJH
 起工 昭9-7-3 進水 10-1-22
 竣工 10-3-28 垂線間長 132.58m
 型幅 17.86m 型深 10.00m
 満載喫水 8.00m 総噸数 6,843.0T
 純噸数 4,866T 載貨重量 10,105t
 主機械 三菱単働二衝程無空気噴油船用ディーゼル機関6MS72/125型×1
 出力(連続最大)4,318PS (計画)4,200PS
 速力(試運転最大)16.292kn
 船級・区域資格 逋信省 第1級船 ロイド
 100A1 LMC 鋼船 姉妹船 宇洋丸
 (のち信濃川丸), 日洋丸(のち球磨川丸)
 月洋丸(のち最上川丸), 高栄丸



東洋汽船が第1次船舶改善助成施設法の適用を受けて(命令番号24号)建造した木材運搬用の三島型船で、解体見合船としては東洋汽船の紀洋丸、竜王汽船の竜威丸の2隻があてられた。

本船は、木材運搬のため後部中甲板隔壁の1カ所を省略して長尺物の搭載を容易にするほか、各船艙内に穀物搭載設備を有していた。

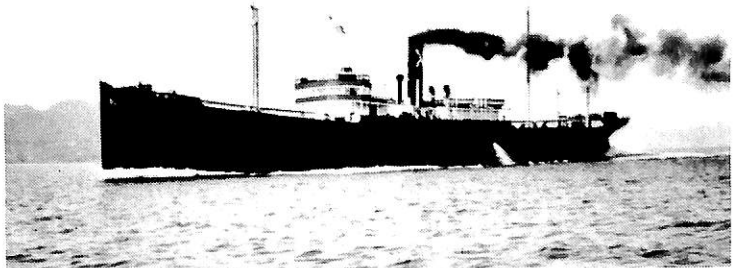
竣工とともに三井物産船舶部に長期傭船されてニューヨーク航路に就航した。

昭和16年9月9日海軍に徴用され第4艦隊配属の敷設船となる。

昭和16年12月8日開戦とともにヤルート島を出撃しギルバート諸島攻略作戦に参加、12月16日ルオット島にもどる。12月24日ルオット島を出撃、ウェーキ島攻略の第2次攻略に参加、29日クェゼリンに帰る。昭和17年1月7日ラバウル攻略部隊に編入され、主隊として船団護衛にあたる。1月28日ラバウル攻略を終えて、2月1日トラック島にもどる。2月21日ホロ島より第4航空隊の基地物件をラバウルに輸送。3月5日ラエ攻略のためラバウルを出撃、3月10日ニューギニアのラエにて揚陸作戦中、雷撃によりラエ海岸に擱坐・沈没し、9名が戦死した。

貨物船 広 祐 丸 広海商事(株)

三菱重工業(株)神戸造船所建造 (第92番船)
 船舶番号 28928 船舶信号 SKVL→
 JNDA 起工 大9-7-19
 進水 10-1-30 竣工 12-4-29
 垂線間長 121.92m 型幅 16.64m
 型深 9.14m 満載喫水 7.43m
 総噸数 5,324.97T 純噸数 3,294T
 満載排水量 11,953t 載貨重量 8,460t
 貨物艙容積(ベ)10,145m³ (グ)11,181m³
 主機械 三連成レシプロ機関×1
 出力(連続最大)3,837PS (計画)2,700PS
 速力(試運転最大)14.65kn (航海)11.0kn
 船級・区域資格 逋信省 第1級船 ロイド
 100A1 LMC 鋼船 乗組員 40名
 旅客 1等8名 船籍港 神戸



広海商事が三菱神戸造船所に発注した当時の大型貨物船で、完成後は主として大洋海運に傭船されて樺太〜内地間で木材、北米〜日本間で木材・小麦などの輸送に当る。昭和5年7月23日より経済不況のため昭和6年春まで神戸で係船されていた。

昭和10年1月29日、横浜港内15番ブイに係船中石炭庫より出火、第2船艙の木材に引火し30日まで15時間燃えて鎮火した。損害は1万円であった。

昭和10年8月29日樺太東岸愛部崎で岩礁に触れ浸水する事故があった。

太平洋戦争中は陸軍軍用船となり、昭和18年4月20日佐伯を出港8号演習輸送のK420船団に加わり、4月28日パラオを経由してラバウルへ。7月25日パラオ発フ507船団に加わり8月2日佐伯に帰る。

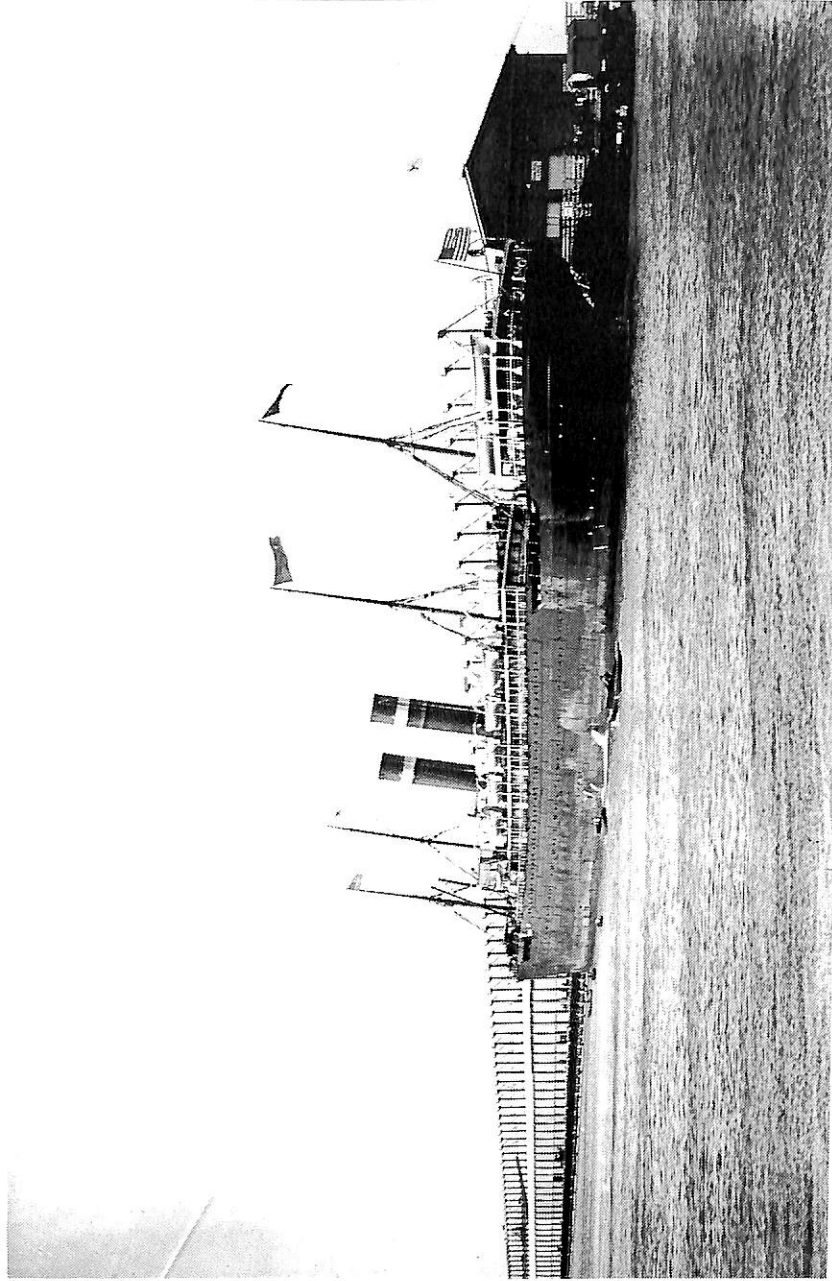
昭和19年1月11日第7次単独サルミ作戦のためパラオを出撃、1月16日ニューギニア北岸のウエワクに到着、揚陸ののち17日ウエワクを出発し、パラオに帰る途中昭和19年1月20日午前8時40分アンガウル島南東にて米潜Gar(SS-206)の雷撃を受けて沈没した。遭難者60名は駆潜艇特32号に救助された。

レッド・スター・ラインの客船

Some passenger liners of Red Star Line

この項では、1872年設立いらい約60年にわたり、北大西洋客船サービスの歴史にひとつの光芒を放ったレッド・スター・ラインの代表的客船の姿を紹介しよう。

19世紀後半に見られた、中部ヨーロッパから新大陸への爆発的な移民ラッシュに対応すべく、ベルギーに設立された同ラインは、アントワープを欧州側の起点として北大西洋横断ルートを開設した。その後、1902年に、同ラインはアメリカのモルガン財閥の傘下に入ったが、この年に同財閥は、アメリカン・ライン (レッド・スター・ラインの子会社)、アトランティック・トランスポート・ライン、ホワイト・スター・ライン、ドミニオン・ライン等を支配する世界最大の海運財閥となった。ここに紹介する二隻の客船は、レッド・スター・ライン中期に建造されたものであるが、モルガン財閥傘下の他船社の管理下に入りたりして、その生涯中に運航主体が目まぐるしく変っている。



12,760総トン、1902年クランブ・アンド・サンズ造船所 (アメリカ) 建造、主機三段膨張式レジプロ、航海速力15ノット、船客定員一等350名、二等200名、三等600名。ほぼ同型の旗船三隻とともに、ニューヨークへアトワープ航路用に建造された。レッド・スター・ラインの殆どの持ち船がイギリス製であるのに比べ、本船と姉妹船 **KROONLAND** はフィラデルフィアの造船所で建造されている。1916~23年には傍系のアメリカン・ラインの手で運航され、1923年以降はその4年後に解体さ

れるまで、パナマ・パシフィック・ラインのニューヨーク〜カリフォルニア線に就航した。写真は第一次世界大戦のさなかの1915年7月3日、ロサンゼルス港に停泊する **FINLAND**。この時は、まだレッド・スター・ライナーであることは、二番マストに赤い星の社旗が飄っているのでも判る。この時期に何故本船が西海岸まで脚を伸ばしたのか不明であるが、同年にサンフランシスコで万国博覧会が開催されていることからして、そのための記念クルーズであったのかも知れない。

フィンランド

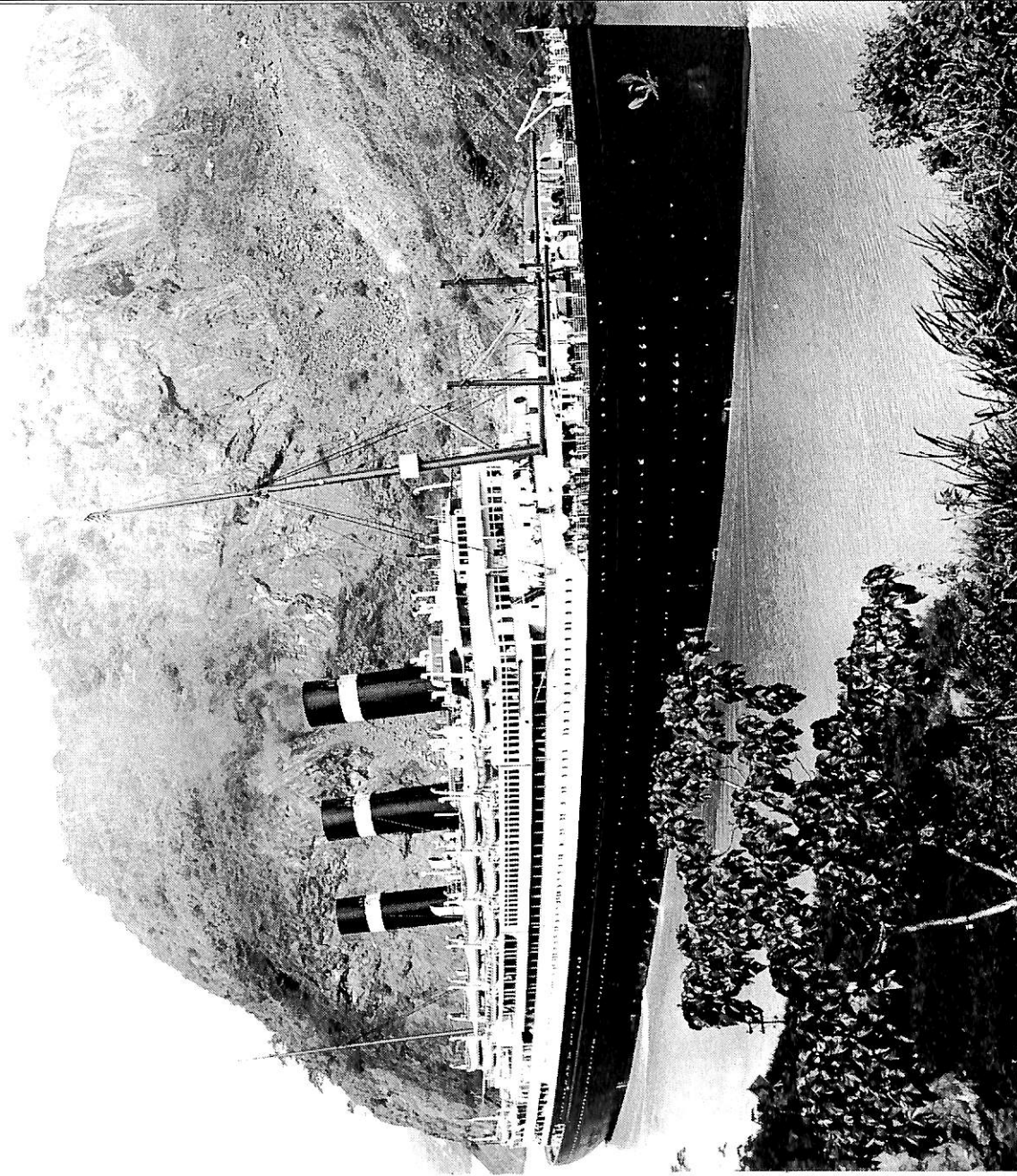
FINLAND

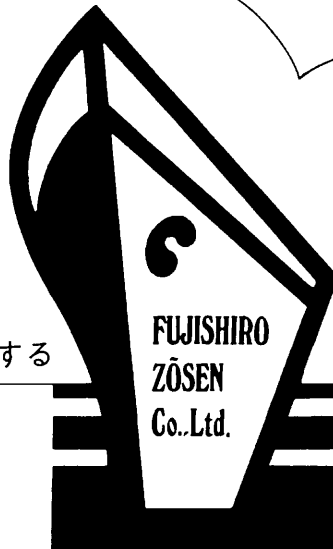
(Photo by L.A.H.D.)

ベルゲンランド
BELGENLAND

(Photo by Panama Canal Co.)

27,132総トン、1914年ハラーランド・アンド・ウルフ造船所建造、主機三段膨張レシプロ及び低圧蒸気タービン、三軸、航海速力17ノット、船客定員一等500名、二等500名、三等1,500名。レッド・スター・ライン（ベルギー）のアントワープ〜ニューヨーク線に計画された最大の客船。1914年の大晦日に進水したが、第一次大戦の戦局が緊迫したため工事中止となった。1917年6月、上部構造未完成のまま、貨物船 BELGIC として竣工、戦時輸送に参加した。戦後もレイランド・ライン（イギリス）所有のもとに運航されていたが、1923年4月になり漸く当初予定どおりの客船 BELGENLAND として完成をみた。しかし、運命は皮肉なことに、本船が客船サービ스에就いた頃には市況が悪化の途を辿っていた。それで本船は、冬季オフ・シーズンには各水域へのクルーズに使用され、それがかえって有名になった程である。1935年、同系列のアトランティック・トランスポート・ライン（アメリカ）傘下に入り、COLUMBIA と改名された。その後は北大西洋から退き、翌年5月に解体されるまで、ニューヨーク〜カリフォルニア間の定期に就航した。写真は1924年12月12日、世界一周クルーズの途中、パナマ運河の最狭部、ゲイラード・カットを通航（西航）中の BELGENLAND。12月とはいえ熱帯水域のことゆえ、船上には防暑服を着た人影が多い。





安全・迅速・丁寧をお約束する

貴船のパートナー・ドッグ

**2,000総トン乾ドックと、最高の技術が
あなたの船の「安全性」をパワーアップします。**

●主要設備●

●製造能力●

船 台	13m × 80m × 1 基	499G/T貨物船並びにタンカー	3 隻
	11m × 80m × 1 基	199G/T貨物船並びにタンカー	6 隻
	24m × 45m × 1 基	30~60タグボート	3 隻
	13m × 45m × 1 基	700t積解 作業用台船	50隻 10隻
乾ドック	21m × 80m × 7m × 1 基	其他各種船の製造及び修理	
	排水 / 2 時間 注水 / 1 時間20分	修理船	平均 1 月・約20隻 (2,000G/T未満)

藤代造船の以上の能力が、貴船を安全に、まちがいなく
そして実り豊かに航行させます。どうぞ藤代造船に御依頼下さい。

株式会社 藤代造船所

造船所 / 千葉県千葉市中央港1丁目19番2号 〒260 TEL0472(46)3811 FAX0472-46-3815
東京営業所 / 東京都千代田区丸の内1丁目2番1号東京海上ビル新館1516号 〒100 TEL03(211)4861 FAX03-211-4862

10月のニュース解説

米田博

海運・造船日誌

9月13日～10月19日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

9月

12日●国連緊急安全保障理事会は大韓航空機事件で、日、(月) 米、韓など17カ国共同提案の対ソ非難決議案の採決をした。米、英、仏など9カ国が賛成したが、ソ連の拒否権発効で決議案は葬られた。

13日○高信頼度船用推進プラント技術研究組合設立、理(火) 事長前田和雄三井造船社長。9月21日に運輸大臣より認可された。

16日○運輸省船舶局に高信頼度知能化船研究開発推進委(金) 員会発足。

●大韓航空機撃墜事件をめぐる、モントリオールで開かれた国際民間航空機関(ICA O)特別理事会は、(1)ソ連に遺体と遺品の即時返還を求め、(2)武力行使は条約違反、(3)事件捜査に全関係者の協力、などを盛り込んだ日米など西側提案の決議案を26対2、棄権3の圧倒的多数で可決した。

23日○第3回日韓造船首脳会談がソウルで行なわれた。(金) 前2回は双方とも個人の資格で参加する非公式な会談だったが、今回からは両国の造船工業会どうしの正式な会談という形で開催された。

26日●9月4日以降レバノン中部の山岳地帯とベイルー(月) ト郊外で続いていた戦闘に関し、レバノン政府軍、キリスト教民兵とイスラム系反政府民兵との間で停戦協定が成立発効した。

○全日本海員組合は、昭和36年に始まり今回で4回目の「第4回組合員意識調査」(昨年8～10月実施)によれば、船員の3人に2人は自分の仕事に不満を抱き、7割近くが自分の子供を船員にさせたくない、など厳しい結果が出ている。

27日○運輸技術審議会第8回総会が開かれ島秀雄氏に代(火) り吉識雅夫氏が新会長に就任した。

○沖合人工島の建設など沿岸海域の開発を推進する

財団法人「沿岸開発技術センター」(稲山嘉寛会長)が運輸大臣の認可を得て発足した。

28日○日本船主協会の熊谷清会長、日本造船工業会の金(水) 森政雄会長は海事振興連盟の通常総会で、それぞれの業界を代表して59年度予算、税制に関する要望を行った。

○英イングランド北東部の石油基地でイラン・ブリティッシュ・シップ社所属のシバンド(104,000トン)が岸壁に激突して船腹に大穴が開いたため大量の原油(3,000～9,000トン)が流出した。

10月

2日○海洋汚染防止条約(MARPOL条約)が発効。1978(日)年にIMOが採択し、日本を含む22カ国が批准。

3日○第7回アジア太平洋造船会議が外務省で開かれ(月)(4日まで)韓国、中国、フィリピンなど合計13カ国とESCAPが参加し、オブザーバーを含め72人(うち外人44人)が出席した。議長は神津信男船舶局長。

4日●伊豆諸島三宅島の雄山の中腹十数カ所で噴火し、(火)大量の溶岩が南西部に流出し、西端の阿古集落410戸の9割以上が焼失した。

○8月に太平洋貨物路線の免許を受けた日本貨物航空(社長・堀武夫山下新日本汽船会長)は、臨時株主総会と取締役会を開き、資本金を2億円から8億円にし、全日空の他中核6社全員の資本参加をきめ、副社長に寺井久美氏を選び、新しく13人の役員を決めた。

6日○定期船同盟行動憲章条約(同盟コード)発効。主な(木)内容は、(1)貨物の積取比率を貿易当事国船が各40%、第3国船は20%(4・4・2の原則)とする。(2)運賃改定等の条件変更は荷主代表と協議する。等。

9日●ビルマを訪問した全斗煥韓国大統領を暗殺しようとしたとみられる爆弾テロ事件がラングーンにあるアウンサン廟で発生した。全斗煥大統領は無事だったが韓国の徐錫俊副首相ら4閣僚はじめ韓国人計17人とビルマ人4人が死亡した。

12日●ロッキード裁判丸紅ルート公判で、東京地裁刑事(水)一部(岡田光了裁判長)は、元首相田中角栄被告に受託収賄罪などで懲役4年、追徴金5億円の実刑判決を言い渡した。

高信頼度知能化船研究開発

「超近代化船」を「超近代化造船所」で造るために

本誌1982年9月号の「8月のニュース」で「『高信頼度知能化船』と『造船ロボット』」と題して解説されたように、又同じく本誌1982年12月号の「私の戦後海運造船史」で「超近代化船と超近代化造船所へのアプローチ」と題して私が展望したように、日本造船工業会は昭和56年5月造船技術超近代化特別委員会を設置し、その下部機構として船舶部会が「いかなる船を造るか」、生産技術部会が「いかにして造るか」を検討し始めた。前者は「全自動化船の技術開発」を検討し、後に述べる運輸技術審議会に業界の意向を反映し、後者は「生産技術開発計画」をまとめて、57年度から5カ年計画で約50億円の研究開発費で日本造船研究協会に於て本格的開発に乗り出した。

一方運輸省では57年3月10日、運輸大臣が運輸技術審議会に諮問第13号として「最近の産業構造の変化、要素技術の進展等に対応した今後推進すべき造船技術開発」について諮問し、審議会は船舶部会（部会長：佐藤美津雄氏）において審議を行った結果、同年8月20日、今後取り組むべき重要な開発課題「高信頼度知能化船」と「造船ロボット」、及びその推進方策をまとめて運輸大臣に答申した。

高信頼度知能化船研究開発推進委員会

このように運輸技術審議会第13号諮問に対する答申のうち「造船ロボット」については一歩先んじて研究体制が整っていたが、このほど懸案となっていた「高信頼度知能化船」の研究開発推進体制が次図のように整った。

すなわち運輸省船舶局長の私的諮問機関として「高信頼度知能化船研究開発委員会」が9月16日に発足した。本委員会は座長水品政雄氏他13名の委員と専門委員4名により企画、調整、推進、評価を行ない、本プロジェクトの母体となっているが、委員会は年に2～3回開かれる予定である。

プロジェクトの具体的なあらわれ

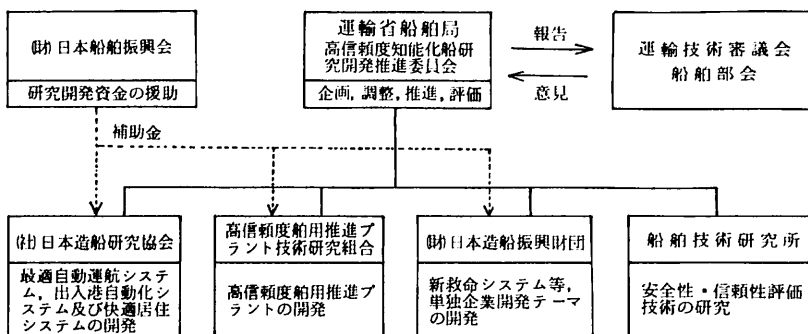
として造船大手7社は、委員会の発足に先立って9月13日「高信頼度船用推進プラント技術研究組合」（理事長：前田和雄三井造船社長）を創設した。同研究組合は、鉱工業技術研究開発組合法に基づいて設立されたもので、その研究内容は高信頼度知能化船に必要な船用推進プラントとして6カ月間無開放（メンテナンスフリー）を目標に、また1990年代における低質化燃焼油にも対応できる高性能機関を大手7社で分担し、昭和58年から5カ年の間にシステム開発しようというものである。そのための具体的な研究課題は、(1)耐熱合金、ニューセラミックスなど新材料の利用技術の開発、(2)将来の粗悪油を対象とした燃料油の処理技術及び燃焼技術の開発、(3)メカトロニクス技術を利用した最適制御システムの開発、(4)プラントの状態を監視、診断し、保全情報を提供する故障予知システムの開発、となっている。

この研究組合とならんで日本造船研究協会は同じく昭和58年から5カ年の計画でいわゆる「船舶の知能化」にとり組む。

第1の課題は「最適自動運航システム」である。その目標とするところは、各種高精度センサー、超LSI、人工衛星等の先端技術の活用等により、様々に変化する気象・海象および船舶の状態を長期および短期の両面から適確に評価し、海陸一体化された情報管理のもとに、最も経済的で安全に運航するシステムである。

第2の課題は「出入港自動化システム」である。これは、港内・狭水路航行誘導システムや離着岸、係船等の自動化システムからなり、要素にわけると、(1)港内航行誘導、(2)衝突、座礁予防、(3)自動離着機、(4)岸壁係船、(5)自動錨泊、(6)乾貨物自動保全、(7)荷役などのシステム開発、を具体的目標としている。

「高信頼度知能化船」の研究開発の推進体制



このほか造研では式術革新に伴う船内環境の変化に対処するため人間工学的観点から「快適居住システム」の研究を手掛けることとなっている。

以上2機関が中心になって本プロジェクトが推進されることとなるが、これに加えて日本造船振興財団では既に研究開発している新救命システムの研究を引続き実施する他今後単独企業が開発するテーマに対して資金的援助をすることとなっている。この「新救命システム」は、航行中および荒天時でも降下、離船、揚収作業を安全かつ自動的にできる全天候型救命艇の開発や寒冷海域の海水中でも長時間もつ耐氷防寒救命衣等を開発しようとするものである。研究組合及び造研が行なう研究は5カ年総額150億円が予定されており、このうち120億円は日本船舶振興会が補助し、残りは民間企業が拠出することとなっている。現在の見込みでは研究組合で80数億円、造研で60数億円の予算ということになるようである。又日本造船振興財団の事業についても日本船舶振興会から補助されることになっている。

このような民間研究機関の研究に対応して船舶技術研究所では安全性・信頼性評価技術の研究を行なう。

石油ショックから10年に思う

1973年(昭和48年)10月6日に第4次中東戦争がおき、16日OPEC諸国は一方的に7割という大巾な原油値上げに踏みきった。第1次石油危機の始まりである。その日から丁度10年目にあたるので各産業は特別な感慨をもって今年10月16日を迎えた。海運造船界もこの第1次石油ショック及び1979年のイラン革命による第2次石油ショックで大きな影響を受けて今日に至っている。

朝日新聞9月28日号は石油ショック前後の日本経済の

変化を大層興味あるスタイルにまとめている。それが次表である。

私はこれにならって海運造船について石油ショック前後の変化を一表にしてみようと試みたがつつい数字で表現したくなるものが多く、あまり面白くないのであきらめて、この10年間の変化を『私の戦後海運造船史』の「序」を引用して簡単な文章で追ってみることとした。

世界経済が石油危機の後停滞をみせたことは海運にとっては大痛手であった。まずタンカーの過剰が顕在化し、石油価格の高騰と荷動きの減少のため係船とスロー・ステイミングが常識となってきた。海運にとっては造船所と契約済みの建造船は引取らざるを得ないというのが宿命的に不況を深いものとする。石油ショック時には発注済タンカーをめぐって海運と造船との間に深刻な闘争が行なわれた。結局はタンカーをキャンセルしたかわりに代船建造でバルカーが大量建造されることとなり、貨物船市場悪化の原因をつくり、一方造船界はタンカーの大量キャンセルは僅かなバルカー建造などで救済できるものではなく、この勝負は痛み分けに終わっている。

その後、日本海運は船員費の増大を背景に、日本籍船増強か仕組船を中心とした外国用船止むなしとするかの選択を迫られている。一方日本造船は石油危機後の大不況時に欧州造船国との経済摩擦および自らの大不況に悩んだが、一連の不況対策により一応危機を乗り越えることができた。その背景には昭和54年から55年にかけての海運界自体も予期しなかったような貨物船市況の一時的好況があった。

しかし第2次石油ショックは海運造船にも大きな影響を与え、1980年代に入って再び大不況を迎えている。戦

後西欧諸国のシェアにくだり込んで日本海運造船はこんどは韓国、台湾、香港、シンガポールなど東アジアをはじめとする中進国、発展途上国の海運造船に追い上げられることとなった。日本の海運造船としては、海員組合の協力を得て少数船員で動かし得る超自動化船を出現させ、一方造船所のロボット化を図るなどしてこれに対応する道をさぐらざるを得なくなった。

本号でとりあげた「高信頼度知能化船」の研究開発はこのニーズにこたえるものである。

石油ショック前後の日本経済の変化

	石油ショック前	石油ショック後
経済全体の総称	◦「量」経済	◦「質」経済
①時代区分	◦高度成長時代	◦情報経済時代
②経済目標	◦量的拡大(モノ中心)	◦質の充実(サービス化, ソフト化の動き強まる)
③主力産業	◦鉄鋼, 自動車など(大企業全盛時代)	◦エレクトロニクス・通信など(ベンチャービジネス活動の時代)
④産業の特徴	◦重厚長大	◦軽薄短小
⑤企業の行動原理	◦規模の利益	◦多様化の利益
⑥貿易姿勢	◦輸出重視	◦輸入重視(貿易摩擦強まる)
⑦政府の性格	◦大きな政府	◦小さな政府(行政改革など)
⑧経済理論	◦ケインズ	◦マネタリズムなど
⑨公共投資の対象	◦道路・橋など全国ベース	◦大都市再開発, 住宅の質の向上
⑩税体系	◦直接税重視	◦間接税重視
⑪国民の生活観	◦同質化	◦多様化・差別化
⑫世界GNPに占める割合	◦約5%	◦約10%

●新造船紹介

わが国初めてのLNG船“尾州丸”の設計と建造

川崎重工業株式会社 船舶事業本部
技術室 坂出設計部

1. ま え が き

LNG船“尾州丸”は、川崎汽船株式会社、日本郵船株式会社および大阪商船三井船舶株式会社の三社共有船で、当社坂出工場で建造されていたが、此度竣工の運びとなり、LNG荷役試験を含む全ての諸試験を成功裡に終了し、本年8月16日、本船の運航管理会社である川崎汽船株式に無事引渡された。

本船は国内船主が保有する初のLNG船で、インドネシアのボンタンで積荷し、中部電力㈱、関西電力㈱、大阪瓦斯㈱および東邦瓦斯㈱の各事業所に揚荷することになっている。

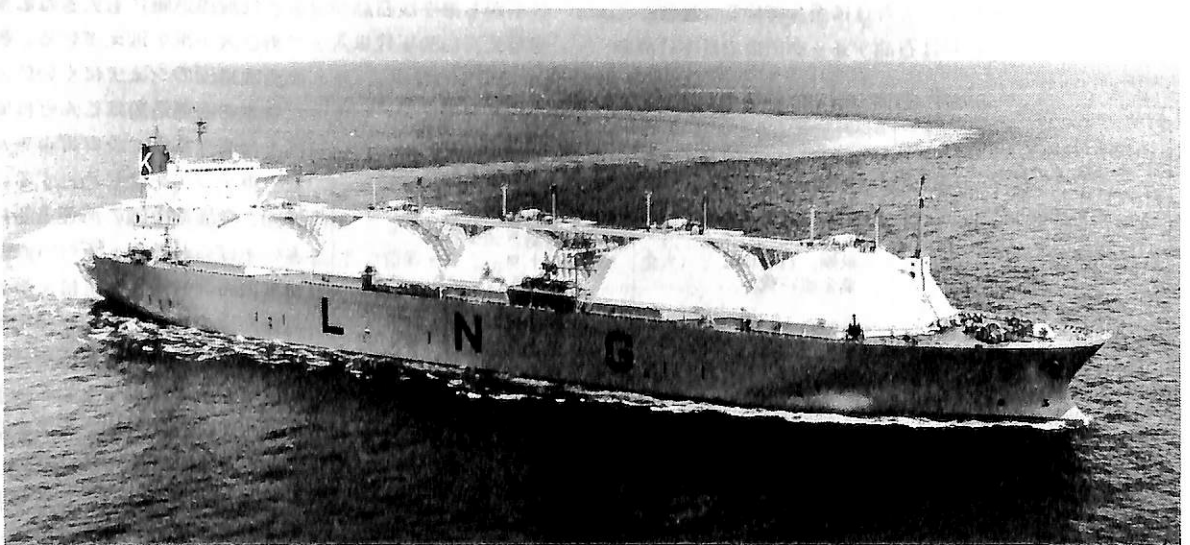
本船はまた、先に国産初のLNG船として同じく当社坂出工場で建造された“GOLAR SPIRIT”の如く、ノルウェー国のモス・ローゼンベルグ社との技術提携による独立球型タンクを搭載している。

以下に本船の概要を紹介し参考に供したい。

2. 主 要 目

全長	281.00 m
垂線間長	268.00 m

型幅	44.20 m
型深	25.00 m
計画航海喫水(型)	10.80 m
計画夏期満載喫水(型)	11.50 m
トン数	
総トン数(国内)	100,295.64 T
総トン数(国際)	97,395 T
純トン数	29,218 T
載貨重量	
計画航海喫水にて	63,536 t
計画夏期満載喫水にて	70,546 t
タンク容積(100%)	
LNGタンク(-163℃にて)	125,915 m ³
(常温にて)	127,262 m ³
燃料油タンク	7,146.9 m ³
潤滑油タンク	174.8 m ³
清水タンク	377.2 m ³
水バラストタンク	56,155.3 m ³
主機関	
型式×数	川崎UC-450型蒸気タービン×1
連続最大出力	40,000 P S × 105 rpm



常用出力	36,000 P S × 約 101 rpm	
主ボイラ		
型式×数	川崎UMG 2胴水管式ボイラ	2
最大蒸発量	66,000 kg / h	
発電機		
主ターボ	3,125 k V A	2
補助ディーゼル	1,500 k V A	1
緊急用ディーゼル	200 k V A	1
速力		
試運転最大速力	21.403 ノット	
満載時航海速力	19.3 ノット	
航続距離 (燃料油専焼時)	17,300 海里	
乗船定員 (職員12, 部員18, 予備10, その他4, パイロット1)		45名
船籍港		神戸市
船級	NK, NS * (Tanker, Liquefied Gases, Maximum Pressure 0.25kg / cm ² and Minimum Temperature - 163°C Type II G), MNS * and M 0	

3. 一般配置

本船は一般配置図に示すように、船尾機関、船尾船橋平甲板船で、タンク区画には5基のモス型独立球型タンクを配している。これら球型タンクの中、最前後部のNo. 1およびNo. 5タンクの直径は35.5 m, 残る3基は37.1mとなっており、上甲板より突出している部分は自己支持型のタンクカバーで覆われている。タンクカバー上には船首部から居住区画に通ずる歩路が設けられている。

タンク区画は二重底および二重船側構造を成しているが、水密隔壁によって5区画に仕切られ、内殻の内側にLNG球型タンクを、外殻との間に水バラスタタンク、燃料油タンクおよびパイプ通路を配している。また機関室とはコッファダムで分離されている。

水バラスタタンクはタンク区画の他、船首部および船尾部にも設けられており、通常の満載喫水と同等の喫水でバラスタ航海を可能とするに足るバラスタ量を確保している。

燃料油タンクは船首部、船体中央部およびタンク区画後部に分散して配置されており、トリムの調整を容易ならしめている。

上甲板上の各所には係船機等の他、No. 2およびNo. 3貨物タンク間にローディングステーションが、No. 3およびNo. 4貨物タンク間に液体窒素タンクが、No. 4およびNo. 5貨物タンク

間に貨物圧縮機室がそれぞれ配置されている。

居住区画は上甲板上に突出する貨物タンクを越えての見透しを確保するため、実質8.5層を成しており、その最上層に操舵室が、またその直下に荷役制御室がそれぞれ配置されている。船首部にはクローズネストも設けられている。

IMOガスコードに規定されている2区画損傷時、局部損傷時の各復原性要求を満足していることはもちろん、通常航海中および荷役中を通しての十分な復原性をも有している。

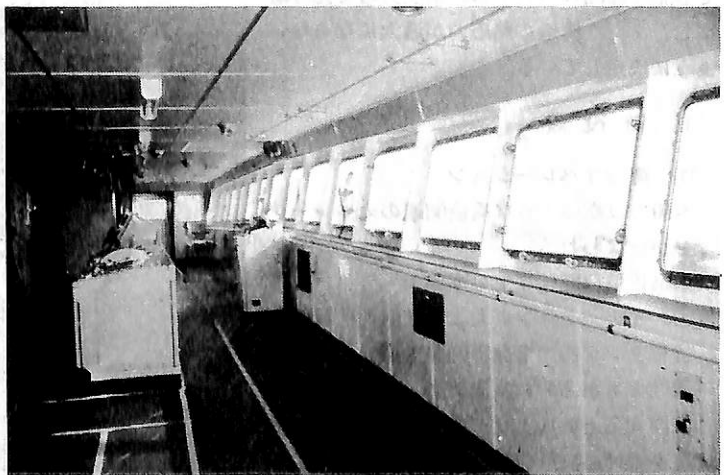
4. 貨物タンクの構造

球型独立型の貨物タンクはその赤道部に連続した円筒状のスカートをも有しており、その裾が直接船体部に溶接されて貨物およびタンクの重量を支持すると共に、船体運動による貨物タンクの移動を防止する支持装置となっている。LNG積載に伴ないタンクが収縮されるに際しては、このスカートの上部が内方に彎曲することによって過大な熱応力が発生しないようになっている。

設計原理的には本タンクは“Leak before failure concept”という概念に拠っており、IMOガスコードにおいては「部分二次防壁」を規定している独立型タンクタイプBに分類される。

材質は、タンク本体をアルミ合金製とし、スカートの最上部、中間部スキンプレートおよび補強材もアルミ合金製、下部スキンプレートおよび補強材は低温鋼製となっており、それぞれクラッド鋼を介して溶接結合されている。

以上のような構造をもつ本タンクは、航海中、比重



操舵室 (見透しを良くするために幅を広くしている)

0.5, 温度 -163°C 、圧力 $0.25\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ の貨物を、積付レベルを制限することなく積載することが出来る。また、港内においてはタンク圧力を $2.0\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ まで加圧することが出来、圧力揚荷をも可能としている。

5. 防熱

本船の貨物タンク防熱は、当社が独自に開発したもので、球面部、スカート部およびウエッジ部の3つの部分に分けられる。

(1) 球面部の防熱

この部分の防熱は合計厚さが 200mm で、低温側（貨物タンク側）がフェノールフォーム、常温側がポリウレタンフォームの二層から成るパネルを形成しており、その外表面はアルミシートで覆われている。また、各層間にはワイヤネットが挿入され、防熱層を補強しているのが一大特徴となっている。

本防熱パネルは貨物タンクには接着されていないので、タンク表面と防熱層間に通気性があり、万一、貨物タンクに亀裂が生じ、積荷が漏洩した場合でも、この部分に設置されたガス検知器により容易に漏洩検知することが出来る。これにより、前記の独立型タンクBに対する要件を満足し得ることが認められている。

なお、本防熱は貨物タンクの膨張収縮に容易に追従すること、貨物タンクの南半球部分についてはパネルの脱落防止に特に配慮が加えられていることも、その特徴の一つとして挙げられる。

(2) スカートの防熱

スカート部にも球面部と同様の防熱パネルおよび防熱ブロックによる防熱が施行されている所があるが、この部分は温度の遷移部分にもなっているので、その施工範囲については、温度分布を充分勘案し、タンク構造の熱応力が過大にならないように決定している。

6. 荷役設備

(1) 荷役オペレーション

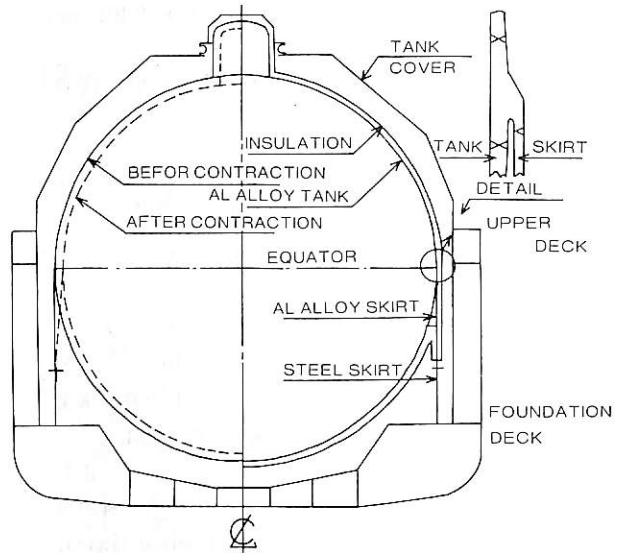
本船では次のような荷役関連のオペレーションが行なわれる。

<出渠後積荷開始までの準備>

① イナーティングおよび乾燥

貨物タンク内の爆発雰囲気避けるため、不活性ガスあるいは窒素ガスによって、空気と置換すると共に、クールダウンに備えて乾燥度を上げる。

② クールダウン



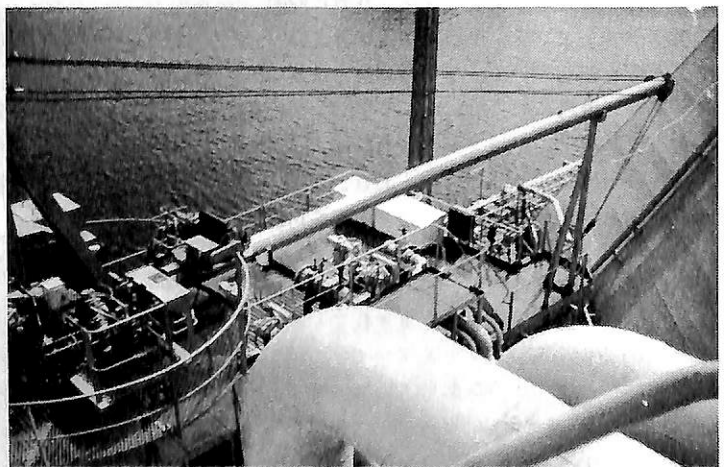
貨物タンク構造

ローディング・マニホールドをとおして陸上からLNGを受け、スプレー管を経由し、貨物タンク内に設置したスプレーノズルに導いて噴霧することによりクールダウンを行なう。

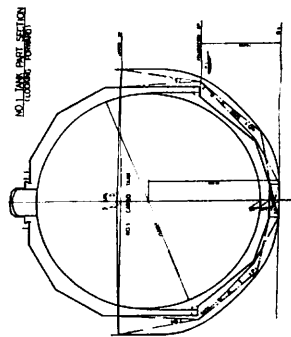
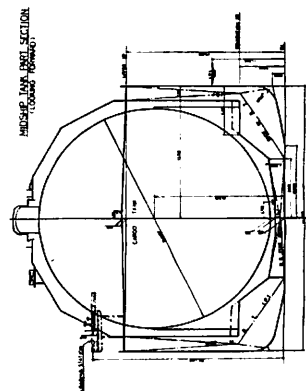
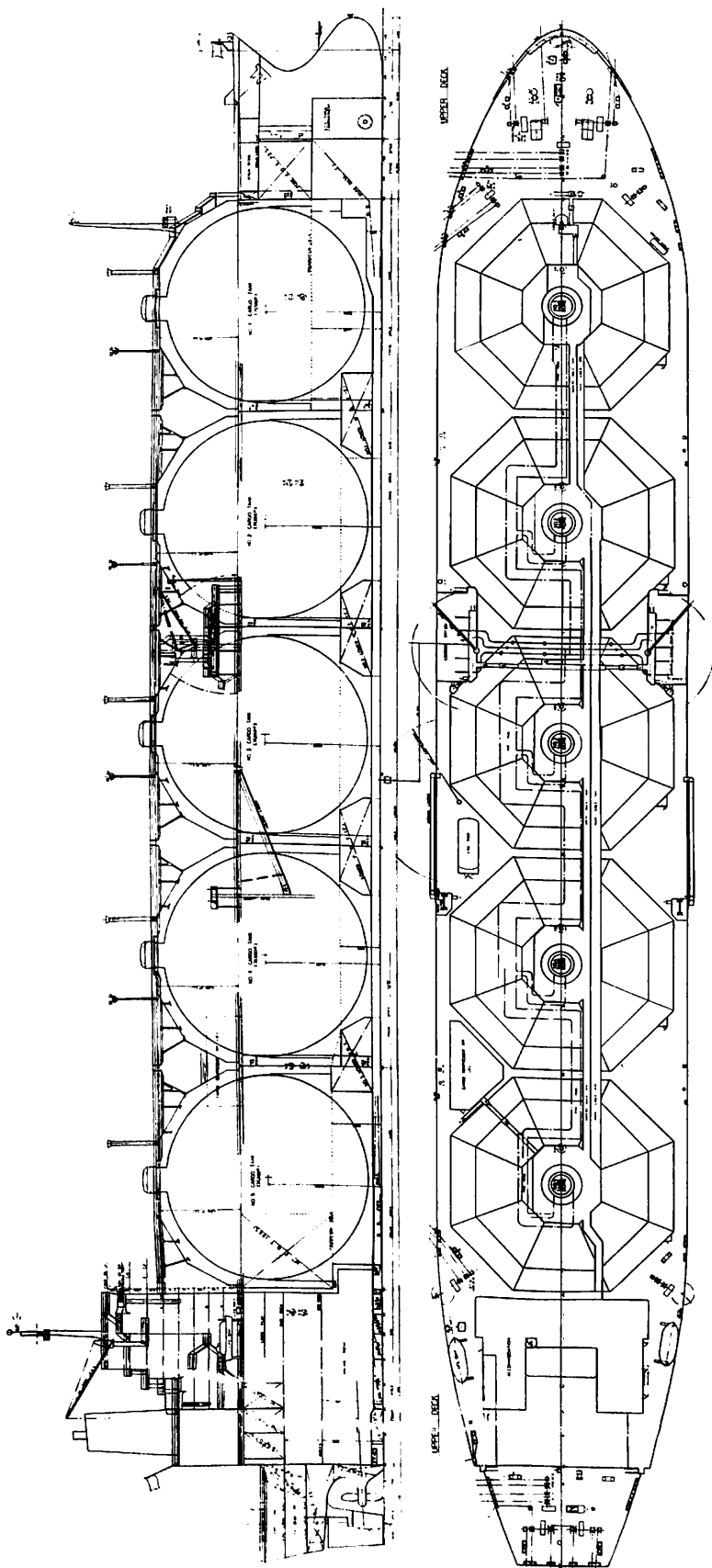
<通常航行>

① 積荷

マニホールド、液管および貨物タンク内のフィリング管を通して貨物タンクまでLNGが導入され、それによって排出されるガス、外部からの侵入熱および陸上ポンプの仕事等により蒸発するガスは、本船に装備された圧縮機によりガス管、ガスリターン管を経由して陸上に圧



ローディング・ステーション周辺



モス方式独立球型タンク LNG船“尾州丸”一般配置図
川崎重工業・坂出工場建造

送り、貨物タンク内の昇圧を防止する。

② 満載航海

外部からの侵入熱によって発生するボイルオフガスは専用の小型圧縮機によりヒータを通して機関室内のボイラに圧送され、本船の推進燃料として使用される。

③ 揚荷

貨物タンクに各2台の貨物用ポンプが装備されており液管およびマニホールドを通して揚荷する。これによって貨物タンクの内圧が減少するのを防ぐため、通常は陸上からのガスの供給を受けるが、それを得られないような場合には、ベーパーライザーによって積荷の一部を蒸発させてガスとして貨物タンクにもどすことも可能である。

④ バラスト航海

バラスト航海時にも、積荷の一部を貨物タンク内に残り、積荷に先立っての貨物タンクのクールダウン用とする。この残液は冷却ポンプによって航海中連続的にあるいは積荷入港直前に集中的にクールダウンに使用し得るような配管となっている。この際発生するボイルオフガスは満載航海時と同じ方法で処理されることとなる。

<入渠準備>

① 貨物タンクのウォームアップ

貨物タンク内での水分の凝縮を避けることおよび人が立入れられるような温度にすることのために、貨物タンク内のガスを圧縮機によって吸引し、ヒータで加熱した後、液管および貨物タンク内フィリング管を経て貨物タンク内に吹き出してそれを常温近くまで昇温する。同時に残液は気化させる。

<イナーティング>

ガスを不活性ガスあるいは窒素ガスと置換する。

<空気置換>

人が立入れる雰囲気とするため、貨物タンク内に空気を導入する。

(2) LNG機器

本船には下記のようなLNG機器が搭載されている。

貨物用ポンプ

液送ポンプ 1,100 m³/h × 135 mTH 10台

冷却ポンプ 50 m³/h × 135 mTH 2台

圧縮機

小型圧縮機 約 4,500 m³/h × 1.0 kg/cm²G 1台

大型圧縮機 約 19,000 m³/h × 1.0 kg/cm²G 2台

ヒータ

小型ヒータ 6,000 kg/h 1台

大型ヒータ 54,000 kg/h 1台

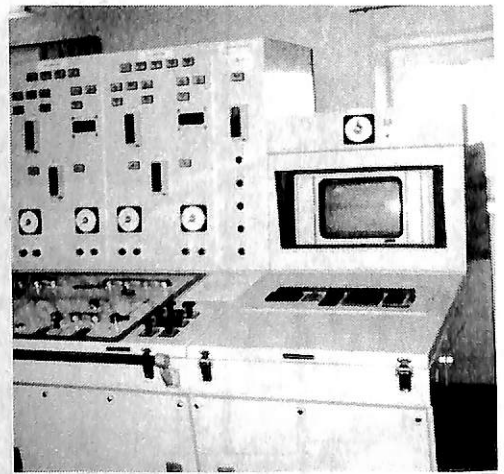
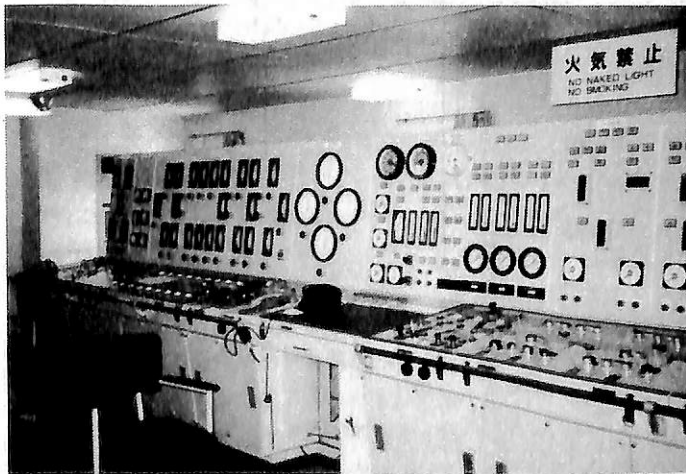
不活性ガス発生装置 11,000 N m³/h 1台

(3) 貨物用配管

荷役は船体中央部に設けられた液体用3、リタンガス用1のショアコネクションを介して行なわれる。

低温管の材料としては面心立方格子から成る信頼性の高いものとして、暴露部にステンレス鋼、貨物タンク内にアルミ合金を使っている。勿論、応力腐蝕割れ、溶接や加工による変態等には充分な対応策を講ずると共に、配管の伸縮、貫通、漏洩、負圧、高圧、ドレン、アース、管内イナーティング等、およそあらゆる使用状況を考慮して万全を期し、徹底した品質管理を実現した。

低温用配管防熱に対しても、断熱性能、管の熱収縮への対応性、ベーパーシール、機械的強度、施工性、経年変化等について研究し、最善のものを採用すると共に、自消性、難燃性をもそなえたものとして、その面での安



貨物制御室 (操舵室直下の居住区内に設けられている)

全性をも考慮してある。

(4) 貨物部計装, 制御装置

居住区画内操舵室直下に荷役制御室を設け, 荷役状況の監視, 主要機器の制御, 主要弁の遠隔操作が行なえるように集中制御盤等が装備されている。

貨物計量用および監視用機器は, 次のとおりである。

① ガス検知器

貨物区域, 機関室および居住区に, それぞれに適応した型式のガス検知器が適当数設置されている。

また, 可搬式の検知器も適当数を装備している。

② 貨物タンク液面計測装置

各タンク内に本質安全防爆静電容量型ものを2台フロート式のを1台装備している。また, タンク内液面が異常に上昇した場合には警報を発し, 場合によっては積荷役停止も行なわれる。

③ 貨物タンク温度計測装置

電気抵抗型のをタンク内各部に設け, 荷役制御室に遠隔指示するようになっている。

④ 圧力計測装置

各貨物タンクに本質安全防爆電気式のを設け, 荷役制御室に遠隔指示および警報を行なう。

7. 一般船体部機装

(1) 甲板機械およびバラストポンプ

ウィンドラス兼係船ウィンチ(電動油圧)

ウィンドラス 51t×9m/min 2台

ウィンチ 30t×20m/min 2台

係船ウィンチ(電動油圧)

30t×20m/min 2台

20t×20m/min 6台

デッキクレーン(電動油圧)

2t×11.5m/min 2台

サイドスラスタ(電動)

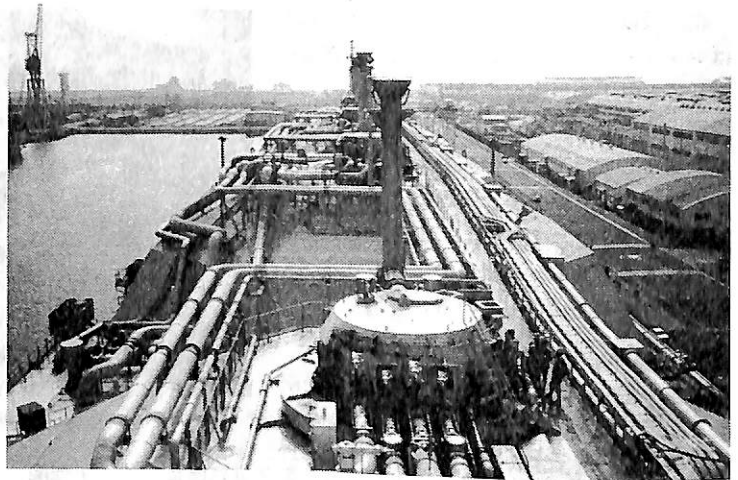
20t(1475kW) 1台

バラストポンプ(電動)

2,500m³/h×30mTH 2台

(2) 居住区

本船は日本船としてハイグレードな仕様の居住区となっている。



タンクカバー上配管(船首部を見る)



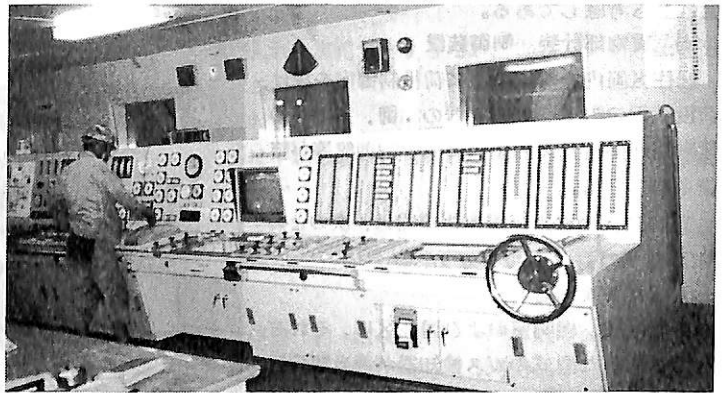
娯楽室



食堂

職長級以上の部屋にはそれぞれに浴室またはシャワー室を設けており、部員級の部屋に対しても巾広の単寝台を設けてゆったりした居室としている。

公室としては高級仕様のレセプションルームの他、食堂、娯楽室、喫煙室といった諸部屋を続きで1フロアに配し、広々とした空間を形成すると共に、乗組員の親睦を計るべく配慮されたものになっている。



機関制御室（機関室内第2甲板上）

8. 機関部

(1) 概要

本船は一般タービン船と異なる大きな特徴として、ボイルオフガス燃焼装置および余剰蒸気処理装置を装備している。

通常航海中のボイルオフガスは、本船の推進エネルギーとして有効に利用するため、圧縮機で加圧し、ヒーターで加熱されて機関室に送られ、ボイラ自動燃焼制御装置（A C C）で流量調節されつつ、重油専焼、重油/ボイルオフガス混焼いずれも可能な主ボイラに導入される。

一方、長時間の沖待ち等の低負荷時、余剰蒸気が発生する場合には、これを主ボイラの内部緩熱器から、メインダンプシステム（遠隔手動操作大容量処理用）あるいはマニユーバリングダンプシステム（A C Cによる自動制御小容量処理用）を経て、主復水器に導入し処理する。両ダンプシステムは、合せて最大量のボイルオフガスを燃焼した場合に発生する余剰蒸気を処理するだけの能力をもつ。

主ボイラー混焼モードにおいてパイロット火災である重油の最低燃焼時の負荷変動を含め、全燃焼域において常に安全安定燃焼が得られるよう配慮されている。

また、ボイルオフガス導入配管には、N₂ パージ装置が連結されており、自動あるいは機関制御操作にて管内のボイルオフガスを窒素ガスと置換出来るようになっている。

機関制御室は、機関室第2甲板上に設けられており、主機関の遠隔操縦、主ボイラの自動遠隔制御、発電装置および主要機器の集中監視が行なえるようになっている他、不活性ガス発生装置についてもドライヤーを含めて機関室内に設けられている。

低燃費対策としては、主ボイラにG A H方式、主復水器にスクープ循環方式、主発電機タービンおよびL N G用小容量圧縮機タービンの排気による復水加熱方式等を採用している。

(2) 要目

主機関	川崎U C - 450型2段減速2筒クロス・コンパウンド衝動タービン	1基
	連続最大出力	40,000 P S × 105 rpm
	常用出力	36,000 P S × 約101 rpm
	減速機	主スラスト軸受組込、ロックドトレイン2段減速機
	主復水器	一回流スクープ冷却方式 (真空ポンプ、チタン冷却管および電気防蝕装置を装備)
主ボイラ	川崎船用U M G型2胴水管ボイラ	2基
	最大蒸発量	66,000 kg / h
	常用蒸発量	57,000 kg / h
	過熱蒸気条件	62 kg / cm ² G × 515 °C
	バーナ (Top Firing)	3本 / 缶
	フレームアイ	Cds およびU. V.
		各1個 / バーナ
	G A H	1台 / 缶
	自動給水加減器	} 川崎K A P S 電子・空気式 一式
	自動燃焼装置	
	過熱蒸気温度調整器	
推進器	4翼一体型 直径 7,700 mm	
発電装置		
	主ターボ発電機	2台
	タービン	川崎R P A - 25型多段衝動背圧式 1台 川崎R C A - 25型多段衝動復水式 1台
	発電機	全閉水冷式, 3,125 kVA × 450 V × 60 Hz × 3 φ × 1,800 rpm
		2台
	補助ディーゼル発電機	1台
	ディーゼル	4サイクル機関
	発電機	防滴空冷式, 1,500 kVA × 450 V × 60 Hz × 3 φ × 720 rpm
	非常用発電機	1台

ディーゼル 4サイクル機関
 発電機 防滴空冷式, 200 kVA × 450 V × 60
 Hz × 3 φ × 1,800 rpm

9. 電気部

(1) 概要

貨物用液送ポンプ全数およびバラストポンプ全数台を稼動する通常揚荷時ならびに係船機およびサイドスターを稼動する出入港時は主ターボ発電機2台の並列運転で、通常航海時および積荷時は主ターボ発電機1台の運転にてそれぞれ船内所要電力を賄い得る。

非常用発電機はSOLAS PROTOCOL 1978で要求される非常操舵を行なう能力を備えている。

電源および重要補機の集中監視、集中制御の一環として、主配電盤を機関制御室内に、機関室内重要補機および荷役関係補機の集合始動器盤を機関制御室周辺にそれぞれ配置している。

貨物区画およびその周辺のガス危険区画の電気機器は計装用に本質安全型、電動機（貨物用ポンプを除く）および照明用に耐圧防爆型をそれぞれ採用し、安全を期している。特に耐圧防爆型電気機器のケーブル導入部にはシーリングフィッティングを採用、また、ガス危険区画を通過する動力、照明など本質安全回路以外の電気回路を操舵室から一斉遮断する装置を装備する等安全には細心の留意が払われている。

ローディングステーション部、ドーム部の照明装置には高圧水銀灯および高圧ナトリウム灯を採用することにより適度の照度確保を計っている。

(2) 船内通信装置

エンジンテレグラフ、自動交換電話（50回線）、直通電話、本質安全型電話（6回線）、船内指令装置の他、機関室火災探知装置等を装備している。

(3) 航海装置

磁気コンパス、ジャイロコンパスパイロット、音響測深儀、ドップラソナー・ドッキング装置、レーダ、自動レーダプロットング装置、無線方位測定機、NNS S、ロランC航法装置等が装備されている。

(4) 無線装置

主送信機、補助送信機、主受信機、中波受信機、補助受信機、電信自動警急受信機、電話自動警急受信機、VHF電話装置に加えて、海事衛星通信装置、本質安全防爆形船上通信装置が装備されている。

10. 本船の構造

船体を当社坂出工場で建造し、LNGタンク建造専門

工場である当社播磨工場まで曳航、その岸壁においてLNGタンクを海上クレーンにより一体搭載した。

タンクカバーは坂出工場で一体総組立を行ない、LNGタンク搭載後に海上クレーンにて本船に搭載した。

LNGタンクの防熱は、下半球部分はLNGタンクの溶接完了後、本船搭載の前に播磨工場において施工、上半球部分はタンクおよびタンクカバーの本船の取付工事完了後に坂出工場で施工された。

11. 安全対策

LNGが極低温であることおよびガス化により膨張し、かつ空気と混合すれば爆発性をもつに至ることから、本船については、数々の安全対策を講じて絶対安全を期しているが、それをまとめると次のようになる。

① 貨物区画は二重底、二重船側構造とし、それらの内側にLNGタンクを配置して、万一の衝突に際しても充分保護されるようになっている。

② IMO規格の二区画浸水時の復原性を満足することは勿論、通常航海中および荷役中を通して充分な復原性を有している。

③ Leak before failure conceptなる設計原理に従っているので、LNGタンクからのガス漏洩に際してはそれが破壊に至るまでに適切な処置が可能である。

④ LNGタンクの圧力、温度および漏洩検知を集中監視し、異常に対しては即応し得る。

⑤ ボイルオフは一切外部に排出することなく処理する。また空気との混在状態をつくらない操作をするように設計されている。

⑥ 本船の万一の火災に際してドライケミカル、ウォータースプレー等の有効な手段を講ずることが出来る。

12. あとがき

本船の建造および諸試験にあたっては、荷主、船主をはじめ、監督諸官庁、船級協会等から多大の御協力を頂き、ここに深謝する次第である

当社では引続き、国内船主向LNG船を鋭意建造中であり、来春には就航の予定である。

■ 船の科学ファイル ■

定価 700 円 (円共)

株式会社 船舶技術協会

●新造船紹介

“すにもす えーす” モジュール工法とモジュール専用運搬船の誕生まで

山九株式会社
田 辺 和

1. はじめに

世界最初の本格的な自航モジュール専用運搬船“すにもす えーす”が竣工、就航したので紹介する。

本船は、モジュール工法で建設するプラントを構成するモジュールを、組立工場から出荷し、海上輸送し、建設現場に据付け、芯出しするまでの当社責任で行う一貫作業の中で、ロールオン／ロールオフ式モジュール運搬船として、安全で効率的な海上輸送の役割を担うもので、日本郵船株式会社、大阪商船三井船舶株式会社、山九株式会社の三社共有船として、三菱重工業株式会社長崎造船所にて昭和58年6月14日竣工、直ちに同所香焼工場にて東北電力株式会社東新潟発電所納めのボイラ用モジュールを、当社所有のドーリにてロールオン、処女航海の途についた。その結果は満足すべきものであり、期待に応えるものであることを実証した。

本船の船名は本船を用船し運航すべく、上記共有三社が出資、昭和57年11月設立した新日本モジュールプラントサービス株式会社の略称SNIMOSに、第1船であることを示すAceを付したもので、第2船は“すにも

す きんぐ”として、昭和59年6月竣工の予定である。

本船の概要の紹介に先立ち、その理解の一助として、一般には未だ耳慣れぬ“モジュール工法”についての説明と、それに使用する当社のモジュール輸送車輛の紹介から始めたい。

2. モジュール工法とは

プラントは、そのプラントの製品を最も効率よく生産できるプロセスを模索し、それに要する各機器の仕様を決め、諸作業条件を考え、機器、建家、配管、配線、道路等のレイアウトを決めた上、設計製作し、建設工程に従い、完成品、半製品、部品の形で建設現場に送り、順次組立てることにより建設されているが、これが現在までの通常の工法、所謂ノックダウン工法である。

オフショアプラントの場合、建設現場が海上にあるため、この方法は採れず、脚部と上部構造に分け、更に幾つかの大ブロックに分割、工場にて組立て、海上輸送の上、現地にて短時日の中に建設する工法が採られる。

この工法が、陸上のプラント建設にあっても、年間の工事可能期間に制約を受ける極寒の地、或いはQCDS

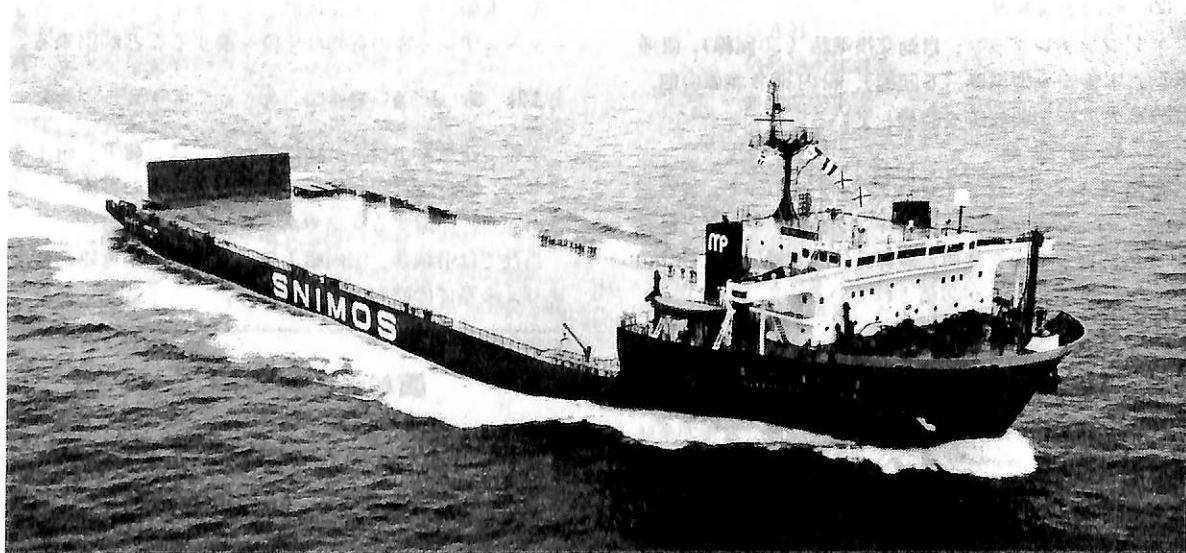


写真1 “すにもす えーす” 全景

(品質保証, 原価低減, 工期確保, 安全管理)と膨大な材料・機材管理, 労働力確保, 現地業務運営管理等に問題が多く, 種々のリスクが予期される途上国等の場合にも有効であることに着目され採用されるようになった。これがモジュール工法と称されている。

今日, 海外向け石油・石油化学プラント, 造水プラント, 発電プラント等に適用されつつあるが, これによる工場出荷から建設完了までの海上・内陸輸送費を含めた総費用は, 高賃金の工場での組立費増及び特殊船による輸送費高等のマイナス面を補った上, 25~30%程度の低減が充分期待でき, プラント輸出力強化に役立つ。

この工法は, 国内の臨海プラントの場合にも有効であり, 東新潟発電所は, その適用第1号である。

3. モジュールの概念と当社の提案

モジュールの概念は事新しいものではない。物を作る時, 最初に定めた或る基本単位“モジュール寸法”を基準に設計し, 部品を標準化し, 材料の無駄を省き, 工程を短縮し, コスト低減に役立っている考え方である。

身近な例として和風建築がある。これは“1間”をモジュール寸法とし, 材料はもとより, 建具, 家具類にも及ぼしているが, 素晴らしい日本人の智恵といえる。

しかし, この思想は, 歴史の浅いプラントのモジュール化には, 未だ殆んど採り入れられるに至らず, 計画されたプラントのレイアウトを適宜分割したものを, モジュールと称す例が多いようである。図1より, その実状が明白である。しかし, 寸法に関係なく, 1つの設備を機能別ユニットに分割し, それらをモジュールと称する

慣例もあり, あながち誤りといえぬまでも, プラント建設へのモジュール工法適用の最大限の利益を享受するには, 基本単位化の意味でのモジュール化を指向すべきである。即ち, この工法の重要な部分を占めるモジュールの輸送据付工事の効率は, この工法の成否に大きく関係するが, その向上には, この工事のシステム化と標準化が必須である。そこで, モジュールの寸法が, まちまちであれば, 輸送据付用機材の標準化も儘ならぬので, プラントが極めて多種多様であるため問題はあろうが, 少くとも, プラント用モジュールの基本単位“モジュール寸法”だけでも統一する事が望ましい。

当社はプラント輸送建設者として, 合理的で, 今後拡大に向う予想のプラントのモジュール化に備え, 輸送機材を調えるに当り, モジュール基本単位を4mと定め, それを提唱することにした。その理由は工場建家の柱中心距離に4m或いはその倍数が採用された例が多いからであり, 又, 超重量のモジュール(将来3,000t程度のもの)の出現が予想される)を運ぶ輸送車輛の必要幅に対しても妥当と考えたからである。

4. モジュールの輸送システム

モジュール輸送作業とは, 工場内の組立用基礎から建設現場の据付用基礎まで, モジュールを移動することである。ただ, その間に海上輸送がはさまることが作業を複雑で, 非常に面倒なものにしている。

陸上輸送だけならば, 昔ながらのコロとジャッキでも不可能ではないが, キャタピラ式クローラや空気タイヤ式多軸ドーリで, 積荷の下に入り込み油圧で自身の高さ

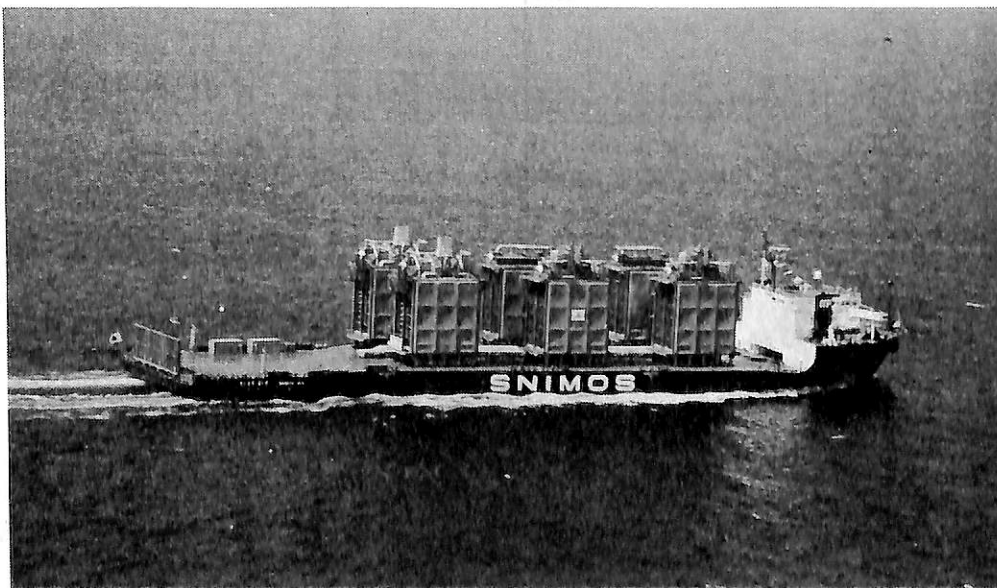


写真2
排ガスボイラモジュール6個を搭載し航走中の“すにもすえーず”

を変えて積みおろしを行う、所謂セルフローディング／アンローディング機構を備えたものの方が万全である。

海上輸送がはさまると、運搬船へのローディング／アンローディング作業が必要となる。この作業には、クレーン等によるリフトオン／リフトオフ方式と、荷を積んだ上記クローラやドーリをそのまま乗下船させるロールオン／ロールオフ方式の2つがある。

モジュールは一般に非常に高価であり、万一損失すれば再製作に長期間を要し、金銭では賄い切れぬ損害を顧客に与えるので、輸送には絶対無事故を要求される。

ロールオン／ロールオフとするならば、高く吊上げるクレーン作業をはさむ事なく、陸上輸送用車輛に積んだままローディング／アンローディングができるので、事故の機会も減り、本質的に高い安全性を享受する事が出来る。

一方、リフトオン／リフトオフの場合には、モジュールが超高の超重量物であるため、特別にリーチの大きい大容量の巨大クレーンを要する上、吊上げ時のモジュールの変形や損傷防止のため、吊上げ点を中心に広範囲にわたり補強を要するケースが多く生ずる。海上プラントでは、他に方法がないので、これによっている。

輸送車輛としては、前記の如くクローラとドーリがあるが、それらには次の如き特色がある。

(a) クローラ

荷を支える部分が比較的小面積であり、大底面積のモジュールは、何台のクローラを用いようとも、幾つかの点で支持される形となるため、モジュール底面の支持点は、集中荷重に対し支障のないよう充分な補強を要する。キャタピラの特質で走行路面状態は選ばぬから、岸壁と甲板の間に、少々段差があっても乗り越えられるので、ランプウェイを介さず直接接岸した船へのロールオン／ロールオフも可能である。ただ、クローラは形態的にモジュール下に配置できる台数が限られるため、割合接地圧が大きくなる上、キャタピラのため、甲板上を走ると甲板を傷めたり、スリップする危険があるので、木材を敷き詰める等対策を要する。クローラの操向は機構上きこなく、複数台数の同調運転も難しい。(写真3参照)

(b) ドーリ

広いフラットデッキを備えているためモジュール底面を広い面で支持でき、荷重が分散され易く、モジュールの補強の必要がある場合でも量的には少い。多数

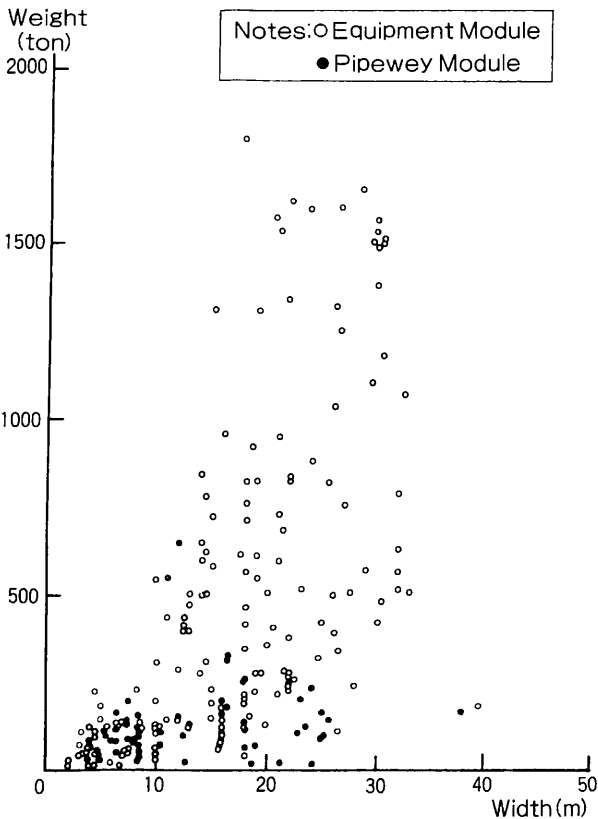


図1 モジュールの幅と重量の関係の例

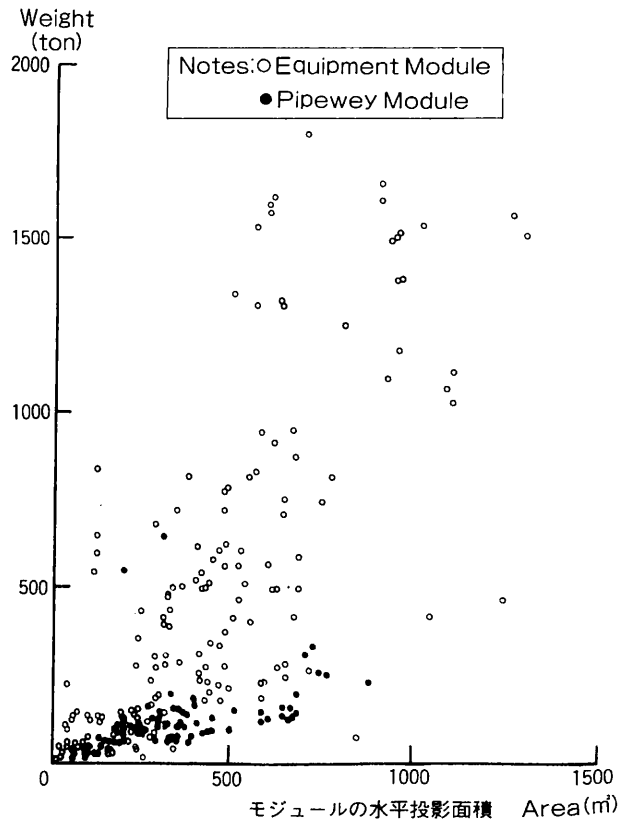


図2 モジュールの水平投影面積と重量の関係の例

の空気タイヤを備えた多軸のため、走行路面の地耐力は小さくてよいが、ドーリ自身は長大なものとなり、モジュールの重量・寸法により、大編成となる時は、複数台数の同調運転を要する。しかし、クローラの場合よりは容易である。(写真4参照)

前記の外、多面にわたり検討を加えた結果、当社の指向するモジュール輸送据付一貫作業にとって最適のものとして、当社はドーリと、それによるロールオン/ロールオフに主眼をおいたフラットデッキ型運搬船のみによる輸送・建設システムを確立すべく、機材を調べ、実績を積み、今日に至った。

以下に本システムの手順を記す。

- (1) ドーリの編成；モジュールの寸法，脚配置，重量，重心位置等により，事前計画通り所要台数のドーリを編成する。
- (2) モジュール下へのドーリの装入；ドーリの高さを最低位置近くまで下げ，モジュール下に装入し，同調運転のための各ドーリ間の配管，配線を接続する。
- (3) モジュールのリフトアップと出荷岸壁への運搬；ドーリのデッキを上げ組立用基礎をかわせる高さまでモジュールをリフトアップし，岸壁まで運搬する。
- (4) ロールオン：そのままランプウェイを渡り船上にロールオンし，所定位置まで運ぶ。この間

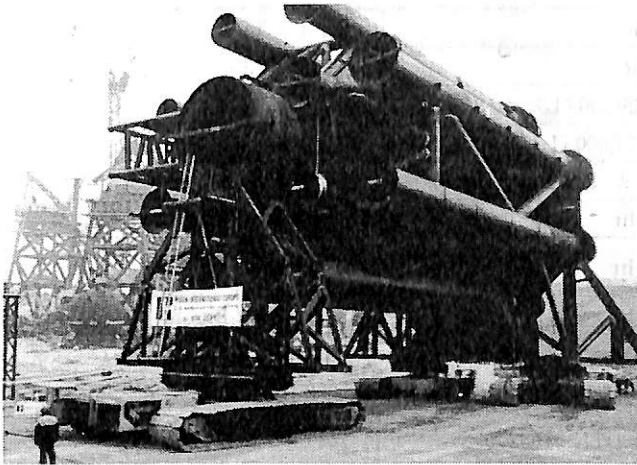
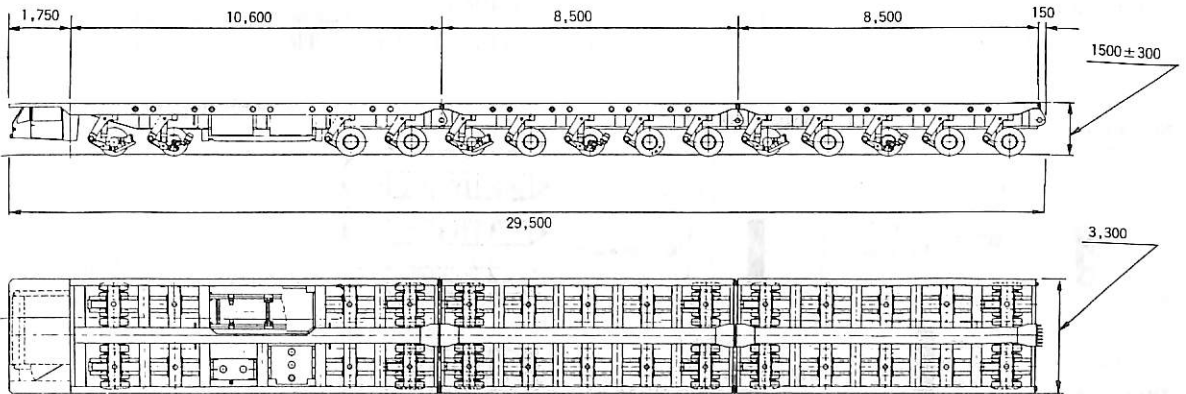


写真3 クローラの一例



※旋回半径（1両編成時） 内回り：6,650mm 外回り：18,650mm

図3 山九ユニットドーリ外観図

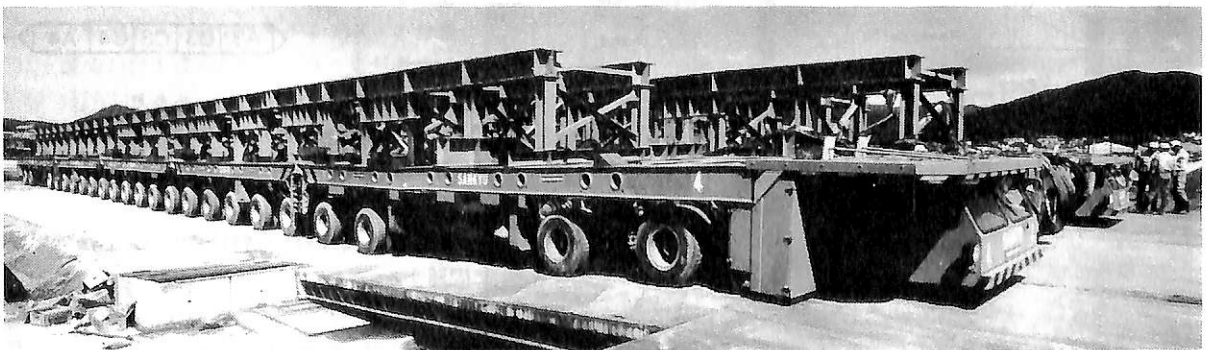


写真4 山九ユニットドーリ全景

表1 山九ユニットドーリ要目表

Item	Capacity and Specifications	
		360 T / Train
Number of Trains	8 Trains (2,880 T)	4 Trains (1,680 T)
	Total: 12 Trains (4,560 T)	
Loading Capacity	360 T / TR	420 T / TR
Empty Weight	84 T / TR	88 T / TR
Dolly Dimensions	29,500 (L) × 3,300 (W) mm / TR	
Platform Dimensions	27,600 (L) × 3,300 (W) mm / TR	
Height: G.L. to Platform Top	1,500 mm ± 300 mm (when running: H = 1,500 mm)	
Speed:	Full Load	5 km / hr
	Full Load, 4% Gradient	2 km / hr
	No Load	17 km / hr
Turning Radius (per train)	Inner Turning	6,650 mm
	Outer Turning	18,650 mm
Engine Output at 2,500 r.p.m.	282 kW (DIN 70020)	261 kW (DIN 6270 b)
Towing Power	320 kN (32.6 T)	357 kN (36.4 T)
Tire Size	8.25-R15 × PR 18	
Number of Axles	14 axles / TR, 112 tires / TR	

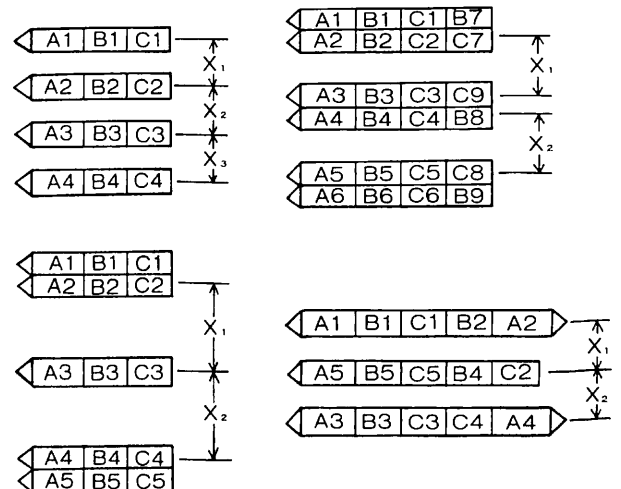
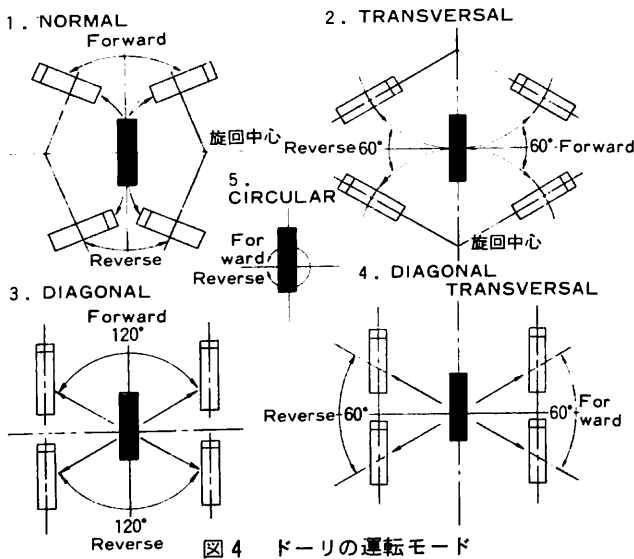


図5 ドーリのカップリングフォームの例
(車間距離 X_1, X_2, X_3 は自由に選択できる。)

ランプウェイの傾斜、トリム、ヒールを制御し所定値内に保つ。

- (5) モジュールの積付と固縛：積付計画で指定した位置にモジュールをおろし、モジュール下からドーリを搬出後、航海中の船の動揺、撓み等によりモジュ

ールが悪影響を受けぬよう特に考慮した方法で甲板上に固縛する。

- (6) 航海：モジュールが、過大な動揺や波浪の影響を受けぬよう、且つ定時運航が可能なるよう、不良現象を避け最適航路を選び目的地まで航行する。

- (7) ロールオフ：船上にてモジュールを解縛後、出荷時と同編成のドーリをモジュール下に装入し、モジュールをリフトアップし、船の姿勢とランプウェイの傾斜を制御しつつロールオフする。
- (8) モジュールの内陸輸送と据付：陸揚げ後そのまま建設現場に運び据付基礎におろす。この手順によれば、モジュールを仮置する事に関連する多額の出費が節約できる。
- (9) モジュールの芯出：基礎上への据付時、一端の基準の基礎ボルト位置にて縦横両方向に対し±5mm、縦軸上にて他の端にある基礎ボルト位置にて横方向に対し±5mm以内を保証出来る精度とする。

上記より、本システムによる限り、出荷する港にも、建設地の陸揚地にも、クレーン、ジブポール等の大型揚重設備が不要となり、その費用が節約出来る。

なお、本システムにより、超重量物、例えば、反応塔、タービン、変圧器、圧延機等を単体として輸送することも勿論可能である。又、同一プラント用のモジュール化できない小物部品類は、コンテナに詰めたり、個々に梱包したり、或いは裸のまま、モジュールと同時に、余裕スペースに積み込まれ、一緒に送られるので、到着が遅れ、建設工程を阻害するようなことにはならない。

5. モジュール輸送車輛

モジュール輸送車輛として、当社はドーリを採用することにしたが、内外のメーカを調査した結果、既に操縦系統のエレクトロニクスコントロールシステムを確立していた西独ショイエル社を起用し、理想的なものを共同開発することとした。完成したドーリの図面と要目を図3と表1に示すが、仕様上の特色は次の通りである。

- (1) 積載重量；各種モジュールの重量を考慮し、1台当り360t(最近の追加購入分は420t)とした。
- (2) 駆動方式；ディーゼルエンジン1台を備えた自走式とした。トラクタ牽引式では、トラクタとドーリ双方の運転者と多数の補助者を要する上、正確な据付のためには別の機材が必要であり、総費用が高くなると判断したからである。走行用モータ駆動用、デッキ昇降用、車軸旋回用の3系統の油圧システム用全ポンプを、このエンジンにより駆動する。
- (3) トレインの分割；1台のドーリは、運転室とエンジンを備えた1台の主動車と

2台の従動車に分割出来るが、各々の持つ縦通主桁を強力なボルトで剛に結合することにより一体となっている。分割された各々をユニットと称し、結合したものをトレインと呼ぶ。各ユニットの積載重量は、主動ユニット“A”が100t、従動ユニット“B、C”各々130tである。標準外として、長尺物を運ぶ際、Aユニット1台にB、Cユニット4台を結合し、全長約45mのトレインとしても使用出来る。未経験だが走行路の条件次第では、更に延長使用も可能である。

- (4) 車体幅；3.3mとした。モジュールの脚の中心距離4mの場合、脚の最大幅を600mmと想定すれば、脚と脚の間隔は3.4mとなり、ドーリと各脚との間隔は50mmで妥当であり、積載時の安定性からも充分である。
- (5) 運転モード；前後、左右両方向共直進、旋回、斜行およびトレイン中心点を軸とする転回とあらゆる運転が出来る。図4に図示する。
- (6) 操縦システム；ドーリの各車軸は、操縦する時、直進、斜行以外の場合、車体中心線に対して各々異なる角度にセットする必要がある。このため、運転モード毎に準備されたプログラムにより、各車軸の旋回装置に信号を送り、所定角度に各車軸をセットし、それが確認された後、旋回や走行に入るシステムとした。
- (7) 複数トレインの運転；寸法、重量共に多様なモジュールには複数のトレインでの対応を要する場合が多いが、トレインの数、その間隔と前後相対位置、トレインの構成ユニット数を自由に変え、必要な編

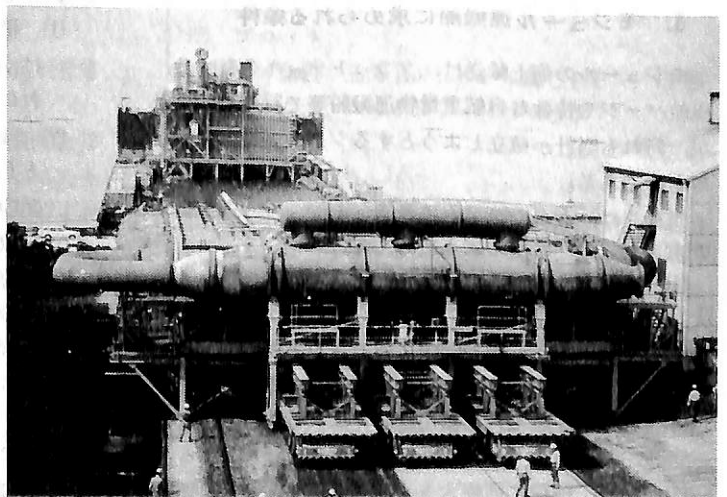


写真5 3トレインのドーリで輸送中の造水プラント

成、当社でいうカップリングフォーム、が選べる。複数トレインを同時に運転する場合、安全のために各トレインの相対位置を正確に保持するには、各トレインに運転者を配し個々に運転することなく、その中の1トレインを指令車とし、それに唯1人の運転者を乗せ、そのハンドル操作に従って他の全トレインが、同調して運動する事が、いかなるカップリングフォームであっても出来るエレクトロニクスコントロールシステムを装備している。カップリングフォームの数例を図5に示す。

- (8) デッキ高さおよび昇降装置；デッキ高さは、モジュールの脚が不必要に高くならぬよう、1.5 mとし、モジュール下に装入するためと、走行路の凹凸を吸収するため、およびデッキのレベルを一定に保って斜路を走行できるよう、車輪がそれぞれ上下移動出来る必要があるが、この上下動の範囲を±300 mmとした。
- (9) 速度；超重量物の運搬用であり、一般に輸送距離も短いので、満載状態にて、平地で5 km/h、4%勾配の坂で2 km/hの比較的低速でよしとした。
- (10) 操縦および停止精度；モジュールの据付、芯出精度±2 mmを可能ならしめた。±5 mmを保証出来る。
- (11) 路面荷重；一般にプラント建設現場では、道路を新設する必要があるが、その費用節減のため、満載状態にて、路面の耐荷重を4.5 t/㎡に納めるよう、タイヤ数を定めた。この程度であれば、道路の舗装の必要はなくなり、転圧でもよい。

現在、当社は、本ドーリを、積載重量360 tのもの8トレイン、同一車体寸法で420 tのもの4トレイン所有している。能力総計4,560 tに達する。

6. モジュール運搬船に求められる条件

モジュールの海上輸送は、フラットデッキを有する、曳航バージや特殊な自航重量物運搬船等で行われて来たが、何れも当社が確立しようとするシステムには不満足なものである。

当社では、このシステムに最適なモジュール運搬船に要求される条件を次のように考えた。

- (1) 推進方法；積荷の曝露日数の短縮と不良海象からの避航の容易性確保の観点から自航式である事。
- (2) 積載能力；一定期間中に建設されるモジュールと付帯部品等の全てが同時に積載出来る事。
- (3) 喫水；建設地に荷揚用臨時岸壁の新設を要する場合、その建設費や浚渫費節減のため、浅喫水なる事。
- (4) 船幅；積荷に横幅大きく、重心高く、風圧側面積大なるもの多く、復原性確保のため、幅広なる事。

- (5) 船の深さ；出荷、荷揚岸壁共、通常余り高くなく甲板面との段差を減らすため、深さを小とする事。
- (6) 積載スペース；床面積大なる積荷に備え、広大な甲板面積を確保する事。
- (7) 接岸；縦長のドーリのロールオン/ロールオフ荷役に備え、船尾接岸とする事。
- (8) ランプウェイ；本船常備の自動操作式とする事。
- (9) 係留装置；船尾着けであり、特にドーリのロールオン/ロールオフ時、ドーリへの影響を避けるため、風、潮流による船体の移動を最少限にとどめるよう、充分な係留能力を有する事。
- (10) 船体姿勢制御；ロールオン/ロールオフ中、積荷の重量、ドーリの長さ、走行速度に対応し、ランプウェイ角度を最適に保持するため、喫水、トリム、ヒールを、規定値以内に保つ制御が出来る事。全自動が望ましい。
- (11) 強度部材配置；モジュール基本単位に合わせ、主要強度部材は、原則として縦横共4 m間隔で配置する事。4 m基本単位によったモジュール積載の場合、輸送用臨時船体補強材が最少で済む。

7. “すにもす えーす”の基本構想

基本構想は下記を大前提として設定した。

- (a) プラント建設地点；中東とする。
- (b) プラント建設日程の節目；1ヶ月とする。即ち、1ヶ月毎に現地に到着する。
- (c) 1ヶ月間の建設重量；モジュールおよび諸機器、建家および鉄骨、配管、配線、保温保冷材等一切を含め6,000 tと考えた。

設定した基本構想は、次の通りである。

- (1) 積荷重量；6,000 tとする。モジュール1個の重量は、将来3,000 t程度に達すると考え、諸機能はそれに対応できるものとする。
- (2) 速力；13 kn以上とする。日本～中東間7,000 哩とし、停泊日数5日、荒天時の避航や速力低下のための損失日数3日、1ヶ月を30.5日とすれば、航海日数は22.5日となり、航海速力13 knが必要となる。
- (3) 建造隻数；取敢えず2隻とする。片道1ヶ月要するので、毎月配送のためには、少くも2隻を要する。
- (4) 喫水および船の深さ；喫水4～4.5 m、深さ9 m前後とする。我国のプラントメーカーの臨海工場の海拔、潮位および水深を調べた結果、上記が適当と考えた。これならば、建設地の臨時岸壁の造成構築の面でも好都合である。
- (5) 船幅；36 mとする。将来のモジュールの巨大化傾

向から、35m前後が望ましいが、4mの倍数の36mを採った。パナマ運河通航の考えは放棄した。

- (6) 有効甲板面積；4,300 m^2 程度とする。モジュールの水平投影面積当たりの重量は、平均2 t/m^2 程度(図2参照)なので、6,000 t に対し3,000 m^2 となるが、所要間隙および部品等ルーズカーゴの積載面積を加えて決めたものである。
- (7) 推進機関；4,500 PS程度の中速ディーゼル2機2軸とする。曳航バージによく使われるタグボートの主機出力が9,000 PS程度であり、それを競争相手と考え、一つの目安とした。平均8 kn程度の曳航バージに較べ、燃料費は大巾に下廻り、耐航性、安全性、操船性等の利点を総合すれば、償却費は高くても、十分な競争力ありと考える。又、浅喫水故、プロペラ径の制約から、低速ディーゼル1機1軸は採用出来ない。
- (8) その他；前記のモジュール運搬船に求められる条件は全て満足させる。

8. 船型の模索

前記基本構想を満す超浅喫水幅広船の船型としては、単胴と双胴の2型式が考えられたが、双胴船型には未解決の問題が多過ぎ、本船の場合なら、単胴で所期の性能が得られる見込みであったので、単胴に踏み切った。

しかし、この種船型の抵抗に関する公表データは極めて少なく、基本構想実現の可能性確認のため、船型試験の必要があると考え、社内に新船型開発チームを編成し、独自に調査研究を行う事にした。

九州大学の山崎教授と中武助教授の御助言に従い、株式会社西日本流体技研の回流水槽にて試験を行い、最良船型を求めた上、曳航試験を行う事になった。

線図作製、プロペラと舵の要目決定、抵抗推定計算等は西日本流体技研の協力を得て行なった。

船型についての最大の問題は、最適の2軸間距離と伴流分布の良い船尾形状は如何という事であった。このため模型は2軸間距離の異なる3種を、船尾形状もそれぞれ変えて作った。試験の結果、2軸間距離の最小のものが、最良であると判定できた。回流水槽では、波の発生状況が容易に観察され、又、特殊技術により船体表面の水流方向も記録されるので、それ等を基に船型を改良した上、曳航試験を行なった。その結果、総出力8,800 PSにて、航海速度13.4 knは確実で、更に改良すれば、13.6 knは期待出来るであろうと推論された。

一方、日本郵船でも、独自に超浅喫水幅広船型について、その波浪中の挙動を海洋環境技術研究所の水槽で研

究しており、一応の船型が出来上っていた。

しかし、二社だけで、更に船型試験を続け、実用船型

表2 “すにもす えーす” 主要目表

(1) 船級	日本海事協会 NS* "Module Carrier" & MNS* (M0)		
(2) 主要寸法	全長	162.00	m
	垂線間長	152.621	m
	型幅	38.00	m
	型深さ	9.00	m
	常用喫水(型)	4.50	m
	夏期満載喫水(型)	6.34	m
(3) トン数等	総トン数	14,209	T
	純トン数	4,262	T
	載貨重量	21,858	t
(4) 容量等	上甲板上貨物積載スペース	長 127 m × 幅 36 m	
	バラスタタンク	27,953	m^3
	燃料タンク	2,793	m^3
(5) 速力	試運転最大速度	14.7	kn
	航海速度(常用喫水にて、25% S.M)	13.1	kn
(6) 主機関	型式×台数	三菱MAN 7L40/54A	2台
	連続最大出力(1台)	4,375 PS × 450 rpm	
	常用出力(1台)	3,720 PS × 426 rpm	
(7) プロペラ	型式×個数	三菱KaMeWa 4翼CPP	2個
	材質	ニッケルアルミブロンズ	
	直径	3.50	m
(8) 発電機	ディーゼル発電機	AC 450 V 480 kW	3台
(9) バウスラスト	三菱KaMeWa	電動 590 kW	1台
(10) バラストポンプ	メイン	2,100 m^3/h × 20 m T. H.	2台
	ストリップング	200 m^3/h × 20 m T. H.	1台
(11) 乗組員	職員10名、部員9名、その他6名	合計	25名

にまとめるまで作業を続けるのは、納期確保の観点から問題ありと考え、上記結果を提示するに留め、その後の作業は、豊富な技術陣とデータを有する発注先の造船会社に委ねる事とした。但し、36m幅のモジュール積載用として、船幅36mでは、固縛上問題ありと考え、両舷1mずつ広げ38mとする事にした。これでも所期の速力は達成出来ると考えたからである。

9. “すにもす えーす”の概要

前記経過を踏まえ、共有三社でモジュール専用運搬船の基本仕様を固め、ガイドンスペックをまとめ、諸般の条件を検討し、三菱重工業株式会社に発注するに至った。本船の要目を表2に示すが、その特色を次に記す。

(1) 超浅喫水幅広船型

三菱重工業が基本設計を詰め、同社の超浅喫水幅広船型に関する研究成果を加味して実用船型を定め、長崎研究所にて水槽試験を行い、推進性能、耐航性能、操縦性能等を確認の上採用した、L/B4, B/d 8.44という超浅喫水幅広船型である。

(2) 主機関

中速ディーゼル2台に、それぞれ可変ピッチプロペラを装備した2機2軸とし、別に操船性向上のため、バウスタスタを設けた。操舵、プロペラピッチ制御、バウスタスタ操作の併用で、その場回頭、横移動等の操船が容易で、離着岸にもタグボートの支援は必ずしも必要としない。

(3) 広大なモジュール積載スペース

船橋および居住区を船首部に配置し、この長さの船としては最大と思える127m×36m、4,512㎡の完全にクリアな積載スペースを確保出来た。

モジュールをドーリでロールオン/ロールオフする時、モジュール下面は地上高1.5mに保たれる。36m以上の幅のモジュールの場合も障害とならぬよう、通風筒等の甲板上の突起物は高さ1.1m以下とし、舷側1mの範囲に配置し、係船機は甲板下の室内に設け、主機関用煙突は取外し式として、甲板全面積を有効面積としてある。舷梯と舷梯用ダビットは、特に支障にならない船橋近くに備えた。

(4) 船殻強度

原則として、縦横共上甲板の主要強度部材は4m毎に配置してあり、モジュールの脚からの直接荷重に耐える。甲板板厚は25mmとし、甲板全面18t/㎡の局部分布荷重に耐える構造とした。異常に高い脚荷重の場合および4m基本単位によらぬモジュールの場合は、荷重を分散させるための支持架台を別に準備すればよい。

(5) 機関室と燃料タンク

バラストタンク配置との関連で、機関室を主機室と補機室に分け、後者を船首寄りに配置した。その間の通路は、配管配線路と、荒天時通風筒を閉鎖した場合の主機室用通風路も兼ねる。燃料タンクは補機室後部に配置した。燃料タンクと各機関室直上の上甲板下には、コフファダムを設け、上甲板上で行われるモジュールの固縛、解縛に伴う、溶接やガス切断による熱影響を防いでいる。

(6) 姿勢制御装置

目的に適應した大容量のバラストタンクと、そのバラスト調整に充分な大容量のバラストポンプを備えている。その制御は、事前に準備した荷役計画書に従い、航海船橋後部の総合事務室内の集中制御盤にて行うが、荷役開始時間の予定変更等の場合、直ちに修正計算が行えるよう、そこに備えた三菱船用積付計算機にバラスト調整計算機能を追加した。

(7) スターンランプ

直立状態で格納され、係船後倒して岸壁に先端をあげ、船尾と岸壁の相対高さの変化にスムーズに追従し得る、油圧起倒式で、幅8m、長さ7mのもの3枚とその幅足し用として、その両側に架設するための、幅2m、長さ7mの可搬式のもの4枚よりなるスターンランプを船尾端に設けた。

(8) 海事衛星通信装置

通常の無線装置の他、不良海象からの避航がタイムリに行えるよう、オーシャンルート社等からの気象通報が、常に直接受信出来る海事衛星通信装置を備え、高価なモジュールの安全輸送と定時配送に万全を期している。

(9) 光ファイバ総合通信システム

船内の電話、放送、データ伝送等の通信は、三菱重工業が、安立電気株式会社と日本船用機器開発協会と共同で、世界最初に開発した、プラスチック系光ファイバ総合通信システムを、三菱重工業建造船として、初めて装備した。

10. 試運転成績

試運転最大速力は14.7knに達した。これは保証値を0.5kn超えており、航海速力13.1kn(25%シーマージン)は、確保可能であると認められる。

燃料消費量は、常用出力で132.5g/PS・hrであった。旋回試験では、旋回圏が超幅広船であるにもかかわらず、通常の船並みであり、各種操舵試験からも、保針性の良さも確認された。

振動、騒音共に、全く問題なく、海上試運転中、前線の通過により、一時荒天に遭遇したが、動揺も少く、船

首部居住区の居住性についても、何等問題はなかった。

11. 処女航海

処女航海は、ボイラ用モジュール6個を初荷として行なわれた。

この長崎から東新潟までの海上輸送をはさんだ、モジュールの海陸輸送据付一貫作業は、現地での2kmに及ぶ陸送と基礎上への据付芯出を含んだもので、成功裡に完了した。この作業は、第三者の機材の助けを借りず、本船と当社のドーリのみにより行われた。これは本船による当社の看板の一貫作業第1号として社史に残るものである。

今回のモジュールは、600t、630t、830tのもの各2個で、中程度のものであったが、初仕事でありながら、ロールオン／ロールオフ共、10数分程度の短時間で終り、計画通り作業が進行した事は、我々の狙いが妥当であった事を証明したものと確信する。

12. あとがき

当社のモジュール海陸輸送据付芯出一貫作業体制確立には、内外の多くの当社顧客の御指導御鞭達を賜り感謝しているが、就中、当社が提案したモジュール工法採用に、英断をもって積極的に取組まれ、ボイラのモジュール化技術を確立、実施された三菱重工業株式会社長崎造

船所の御陰をこうむり、本船は完成就航に至ったものと、相川副所長初め関係の方々には深甚の謝意を表する次第である。同時に、最高の技術をもって、本船の設計、建造に当たられた造船部門の方々にも感謝する。

昭和53年、最初のドーリを購入した頃から、当社中村社長が、温めていたモジュール専用運搬船のアイデアについて、昭和55年秋以降、当社の衆智を結集して想を練り、昭和57年1月から、急遽可能性を確かめ、日本郵船株式会社、大阪商船三井船舶株式会社と討議を重ねた上、三菱重工業株式会社との間で最終仕様を固め、長崎造船所で建造された本船は、我国のプラント建設の有力な武器として存分に活躍し、十分な能力を発揮するものと確信するので第2船を含め更に船体充実を図る所存である。

本船誕生までに、御懇切な御助言と御指導を賜った、九州大学の山崎教授と中武助教授の両氏に、心から感謝申し上げる。又、超多忙の中の技術陣を総動員して、多くの模型の製作と、その水槽試験を僅か4ヶ月で実施し、本船実現の鍵であった特殊船型の可能性を確かめ、その実現に大いに寄与して下さった株式会社西日本流体技研の石井社長、小倉専務他関係者の方々にも深く感謝している。

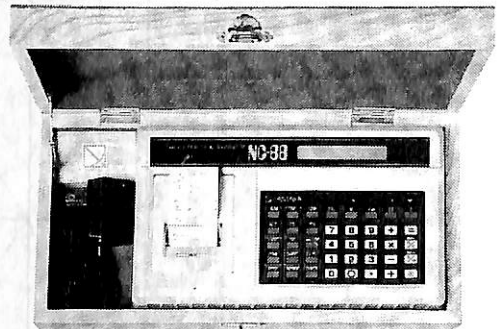
共有三社および山九グループの一員である中村汽船株式会社にも、謝意を表すべき多くの方々がおられるが、ここに一々名を挙げぬ失礼を許されたい。

製品紹介

TAMAYA PRACTICAL NAVIGATOR NC-88

特長

- 1) 航法計算専用LS1内蔵。一切プログラミング不要
- 2) 入出力は、わかりやすい“対話式”を採用
- 3) データの信頼性をより高めるプリンター機構付
- 4) 効果的なエラーチェックキーにより、計算の前にデータの正誤チェックできる。
- 5) 位置の線(L'OP)が、よりわかりやすく、すばやく算出される。そして2本の位置の線の交点、3本以上の位置の線の中心点が船位として計算される。
- 6) LOP/FIXモードは最終位置を決定するだけでなく、位置の線の作図のためのデータである方位角と修正差も、途中表示する。
- 7) 2100年までの天測歴。太陽、月、火星、金星、木星、土星と63個の航海用恒星の天測歴データを0.2'以内の精度で算出する。
- 8) ALM/AcZモードによる索星機能



- 9) 天体の真方位を求めコンパスの自差チェック可能。
 - 10) 最新の測量結果(WGS-72)による離心率適用
 - 11) 大圏航路および集成大圏航路計画を迅速に計算
 - 12) 便利な時間弧度変換キー。m/ft切替キー
 - 13) ゼロサプレス、LCD表示。
 - 14) 充電池ACアダプター付。木製収納ケース入り
 - 15) 初心者の方にも解りやすい天文航法テキスト付
- 【お問い合わせ先】 タマヤテクニクス株式会社

〒146 東京都大田区池上2-14-7 ☎03(752)3211(代)

※当社株玉屋商店の社名、住所が6月20日より上記のように変更になりました。

肥大船自航試験の理論的取扱及び舵に働く流体力について

中 武 一 明 *

1. はじめに

授賞論文題目の内、前者は昭和50年に発表したものである事が示すように、筆者が昭和41年頃から進めてきた推進性能の理論的解明に関する論文を一括して今回の授賞の対象になったものと理解している。ここでは、授賞論文の概要と共に、九大の抵抗推進グループが続けてきた推進性能関係の研究の流れについて述べてみたいと思う。

2. 静水中の船の推進性能

推進性能という言葉が意味する内容は広く、船体の抵抗性能、プロペラの性能、舵の性能そしてこれらの間の相互干渉の全てを意味している。船の初期設計段階においては、船型と設定速力が与えられた場合にエンジンの所要馬力を推定すること、又エンジンの馬力と載貨重量が設定された時、所要速力を出す船型を決定することが重要な課題となっている。現在の所、大型曳航水槽において、舵付き船体の抵抗試験、プロペラの単独試験及び船の自航試験を行ない、それらの結果に従来の経験を加味して、推進性能の推定が行なわれている。普通大型模型の作成から水槽試験及びその解析までに要する費用と時間はかなり膨大なものとなる。もし完全な取扱いではなくても、現象の正確な把握による推進性能の理論的解明が出来れば、水槽試験の回数を減らすことができ、また通常の試験では計測されない物理量とその作用が明らかになり、更に船尾船型や舵の改良等にも役立つであろうと期待される。

さて静水中を排水量型の船が直進している時、船のまわりにはどのような流れや現象が起っているであろうか。まず船体は波を起し、流体内部に排除伴流と共に波伴流を誘起する。一方では船体表面に水の粘性作用によって境界層が出来、これが船尾付近で剥がれて粘性伴流を引きおこす。そのため、船体には波抵抗と粘性抵抗が働き、プロペラと舵はこれらの合成された伴流の中で作用することになる。次にプロペラが作動すると、プロペラには推力とトルクが生じ、他方その吸込み作用のために船体表面の流れが加速され、船尾近傍の圧力が減少して船体全体としては圧力抵抗が増加する。これが推力減少（正しくは船体抵抗増加）の主な原因となるものである。またプロペラは粘性流れに対しても船型によってはかなり

大きな影響を与え、プロペラ面への伴流を変化させる。さらにプロペラは、その後方に加速される流れと回転する流れを引き起し、舵はこれらの流れの影響を強く受けることになる。厚みをもつ対称舵がこのようなプロペラによる加速流れと回転する流れの中にあると、厚みを持つ翼として作用するようになり、舵の前方では主に厚みによる排除伴流を誘起し、プロペラ面と船体まわりの流れに影響を与え、このためプロペラの推力とトルクは増加する。そして舵には、粘性抵抗の他に加速流れによる圧力抵抗が生じ、一方これらの抵抗を減らす方向に舵の先端に働く前縁推力が作用している。これらの総合された舵の抵抗も推力減少のもう一つの要素となっている。以上のように、船体とプロペラと舵が相互に干渉し合っており、結局のところ船体と舵の抵抗とプロペラの推力とが釣り合う状態が得られ、船は一定速力で直進するということになる。プロペラや舵が水面に近かったり露出している場合は、夫々の造波影響が無視出来ないため、現象は更に複雑となる。

直進中の船のまわりには、以上のような現象が起っている訳であるが、水槽における自航試験で通常得られる物理量は、プロペラの回転数、推力およびトルクの3つであり、複雑な相互干渉の結果として、収約された形で計測されており、これらの量から個々の相互干渉作用を把握することは困難である。そこで推進性能を理論的に解明して、個々の現象を正しく理解し、性能向上に役立つことが必要となる。

3. 理論的研究の歴史

船の推進性能を理論的に取扱うには、船を船体、プロペラおよび舵の3つに分け、これらの間の相互干渉を考慮しなければならないが、従来これらを一度に考慮することが困難であったため、船体とプロペラ、プロペラと舵の間の干渉というように分離して扱われてきた。

推進性能に最も大きな影響を与えるのは、船体とプロペラの干渉であり、Rankine, Fresenius 以来多くの理論的研究が発表され、特に1938年 Dickmann は特異点表示された物体と sink プロペラの干渉を扱い、この問題の解析的な取扱い方の基礎を与えた。今までの研究において船体とプロペラの干渉はプロペラの推力減少（又は船体の抵抗増加）の形で示され、実験結果と大体一致する結果が得られている。

プロペラと舵の干渉の問題は、推進性能上の観点から、山縣博士によって総合的に考察されて以来、多くの研究者によって研究され、舵の厚みによってプロペラの推力、トルクが増加する事等が解明された。

船体、プロペラ及び舵の3つを同時に干渉させながら船の自航状態を得て、自航推進性能を解明する基礎理論が、1967年山崎教授によって提案された。その理論では、船体は吹出しと二重吹出し分布によって表わされ、船体まわりのポテンシャル流れと波抵抗が計算される。粘性伴流は船体の摩擦抵抗に対応するものを仮定して、先に求めたポテンシャル伴流に重畳し、プロペラ面と舵上の伴流とする。またプロペラは、問題を簡単化するために、有限翼数プロペラの性質を保持した無限翼数プロペラとして循環分布によって表わされる。これにより、プロペラ面での境界条件が考慮出来、求められた循環分布から、プロペラ前後位置での速度分布が求められる。舵は、矩形舵として、その形状は前部を放物線、後部を直線によって近似し、これを二重吹出し分布によって表わす。また舵はプロペラ後方では翼として作用するため、揚力特性を渦分布によって表わし、これを舵面の境界条件から決定する。そして、船体と舵の抵抗がプロペラの推力と一致するようにプロペラの回転数を決めるといふ、全く自航試験に対応する理論計算法を展開している。以上のように、推進性能の理論計算のためには、船体の造波抵抗理論、粘性流れの理論、プロペラ理論、翼理論という多くの理論が必要である。

4. 研究の概要

九大グループによる研究の進展の過程は、次の3段階に分けられる。

(1) 第1段階 まず、薄い船体を中心面吹出し分布によって表わし、sink プロペラ又は無限翼数プロペラとの相互干渉が解明された。一方プロペラと舵との相互干渉を舵の近似的な渦分布を用いて計算し、さらに薄い船とこれらを組合せて、薄い船の推進性能が解明された。しかし実験値はなく定性的な傾向だけが判明した。プロペラと舵との干渉の計算については、中西正治氏(三菱重工)の努力に負う所が大きかった。

(2) 第2段階 前節で述べた種々の理論の中で、当時最も実験値と合わないものが、造波抵抗理論と船体まわりの粘性流れの理論であった。現在、数値的解法等によって鋭意研究が進められているが、完成までにはまだ時間を要するに思われる。そこで波があまり立たない実用肥大船を対象にして、船体の抵抗性能とプロペラ面伴流分布を入力データとして、無限翼数プロペラを持つ船

の推進性能を計算し、実験値と比較することにより、理論計算の有効性が確かめられた。これが授賞論文題目の前半の内容である。

(3) 第3段階 舵が推進性能に及ぼす影響を解明するために、舵の流体力学的取扱いを厳密にする努力が払われた。まず一種の翼である舵を線形揚力面理論を用いて精度良く解く方法の開発においては、上田耕平氏、有村文男氏(当時研究生)に負う所が大であった。また運輸省船舶技術研究所で、プロペラと舵の干渉作用の研究を続けていた森山文雄氏(昭和58年4月病没)の実験結果を検討し合い、プロペラ面での舵厚による伴流が少な過ぎることが分り、厚みを正しく算定することが必要であることが判明した。森山氏は、舵表面に吹出しと二重吹出しを分布する厚翼理論の方法によって解明に当り、筆者等は舵中心面の吹出し分布と渦分布を組合せる方法を用い、両者の方法とも略同程度実験値と一致する値を与えることが分った。後者の方法を肥大船と組合せて、推進性能を解明し、舵に働らく抵抗が、舵の粘性抵抗と圧力抵抗の和から前縁推力を引いたものから成ることが、実験によっても確かめられた。さらに、これらの計算法を用いると舵角を持つ舵に働らく直圧力も精度良く求められることが計算と実験によって確かめられた。これらが授賞論文題目の後半の内容である。実験的な研究については、内野貞雄氏、小田耕吉氏の努力によるものである。森山氏にあと十年間の生が授けられていたら、更にすぐれた研究業績を残してくれただろうと惜まれてならない。

その他、上述の推進理論の応用として九大グループが行ってきた推進関係の研究には、上田氏によるダクトプロペラの理論計算、山崎教授らによる薄い船の規則的向波中での推進性能の解明、さらに筆者らによる推進性能に及ぼす自由表面の影響の解明等がある。

5. むすび

以上のようにして、波があまり立たない船の自航推進性能は、略解明された訳であるが、前にも述べたように船の抵抗性能と船尾流場の解明は最も基本的なものでありながら、まだ満足すべき段階にはない。これらが精度良く計算され、ここに述べたような干渉の計算が行なわれると、静水中の船の推進性能は完全に解明されることになる。そうなれば将来はルーチン化した推進性能試験は激減し、中小の試験水槽を用いての新しい現象の解明に主力が注がれることになるかもしれない。夢はふくらむが現実はその簡単ではないであろう。今後とも地道に推進関係の研究を続け、日本造船界にわずかでも役立つたいと願うものである。 (*九州大学 造船学科)

2次元物体に働く非線型流体力について

経塚 雄 策*

1. はじめに

船舶の耐航性の分野では、最近20年の間にめざましい発展をとげ、波浪中の船体運動および波浪荷重等の推定法について数多くの成果を上げてきた。線型理論に基づくストリップ法の計算結果は、水槽試験結果との比較によってその有用性が確認され、ごく標準的な解法として多用されており、最近では純三次元的な計算も試みられている現状である。

この分野では、線型理論と実験の一致が一般に良好であるといわれており、これまで特別の場合を除いて非線型流体力が問題となることは少なかったように思われるが、実際に水槽試験を行ってみると、線型理論の仮定からはほど遠いと思われる大波高・大振幅揺動での実験結果が不思議と線型理論の結果と良く一致する、このことを奇異に感じる人は少なくないのではなからうか。また、近年の海洋構造物の波浪中揺動応答では、しばしば非線型な現象が問題となっているが、それらはその形状のみならず前進速度がなく、緩い係留をされているなど従来の船舶とは全く異なった特徴を有しているために、微小な流体力に対しても応答が大きくなってしまふと解釈される。

本研究をはじめめるに至った動機はこれらの疑問と、筆者が学生時代に経験した規則波中の係留浮体の不安定左右揺と呼ばれる分数振動を含む非線型な現象をまのあたりにしたことに起因しており、以来実際の現象がどのようなになっているのかという素朴な疑問を持ち続けてきた。そして、2次元という簡単な問題から始めて理論と実験とを並行させながら研究を進めてきたのが本研究である。

2. 理論計算法

揺動問題において、非線型流体力を扱った研究はこれまであまり多くない。これは、前述のように大概の問題で線型理論による予測が良い近似を与えていたためと、非線型まで考慮するととんに複雑な計算が必要になるためであると思われる。ところが、近年の電算機の発達には莫大な計算を可能ならしめ、2・3の研究者は数値シミュレーションともいふべき方法で、非線型問題を直接

的に時々刻々解くという試みを報告している。この解法は、過渡現象をも含めて取り扱うことが可能であり、数値実験水槽として今後の発展を期待されるものであるが、本研究ではこれまでの研究者のアプローチを踏襲して正則摂動法による2次までの解を求めた。

この方法は、入射波高と物体幅などの比を微小な摂動パラメータとして選び、各境界で与えられる非線型な境界条件をその摂動パラメータで展開し、そのべきごとに整理することによって問題を線型化するものである。

本研究の理論計算法を要約すると以下ようになる。

- (1) すべての量を摂動パラメータで展開し、自由表面上や物体表面上で与えられる境界条件はそれらの静止時(平均位置)の位置で表現される。
- (2) 物体まわりの圧力はベルヌーイの式で速度2乗項を含めて計算され、それによる流体力は物体の動揺変位と没水面積の変化を考慮して求められる。

この方法によって、規則波中の浮体に働く流体力を考えれば、1次の力は入射波と同じ周波数で変動し、2次では1次の量のかけ合わせとなるので定常力と入射波の倍周波数で変動する流体力として現れることになる。また、この方法によれば、 n 次の問題の解は $(n-1)$ 次までの解がわかっていれば原理的には求めることができるが、実際には2次までの計算にしても1次(線型理論)の問題を解く手間の数倍の煩雑な計算を必要とし、3次までの問題を厳密に解いた例はまだ無い。この解法での一番の障害は、自由表面や物体が時間とともに変位するという点にあり、その影響を静止水面上や物体平均位置での値で表現するときに高次の微係数まで正確に求める必要がある。また、2次の境界値問題では自由表面条件が非斉次となっている点も線型問題と異なっている。

本研究の数値計算では、これらの難点を扱いやすくするために物体表面上と自由表面上に特異点を分布した、いわゆる境界要素法を適用するとともに、波無しポテンシャルなどを使って高次の微係数を数値的な操作で精度良く求めるための工夫を行った。これらの方法によって一応2次までの計算が可能となったが、得られた計算結

果に対して物理的な解釈を与えるという段になるとこの解法は全く無力であるといっても良い。例えば、漂流力の計算では丸尾の式によれば1次の反射波係数がわかれば簡単に計算でき、その物理的な意味も明解であるのに対して、摂動法による解法では複雑な計算ののちによりやく到達できる数値に過ぎない。従って、摂動法による解法は機械的な計算を続けていけば必ず結果を得ることができるが、それを理解する上で最良の方法ではないことに注意する必要がある。

3. 実験

2次までの流体力を扱った実験的な研究は、理論研究よりも少なく、静水中の上下揺の問題と波浪中の漂流力に関するもの以外は報告例がなかったので本研究では、5種類の模型に対して、静水中での上下揺、左右揺の強制動揺試験、固定された浮体に働く波強制力の計測と規則波中での浮体の動揺応答試験を実施した。

最初に、9mの小水槽で固定された2次元柱体に働く波強制力の計測試験を試みたが、水槽が短いために反射波等の影響で計測時間が制限される。入射波高およびその位相の計測が難しいなどのために良いデータがとれなかった。そこで、水槽を長手方向に二分して片方では入射波だけを計測することとした。また、造波装置についても低周波発振器の信号によって制御できるものに改良し、定常状態をできるだけ長時間とれるように工夫した。これらの結果、ようやく信頼のできそうなデータを得ることができるようになったが、実際の実験記録を直接見ることは、現象を理解する上で実験解析結果よりも役立つように思われる。また、コンピューター・プログラムでは符号など、思わぬミスを犯す場合が多々あるが、実験記録と比較することによって、それらを防ぐことができる。

これらの実験を通じて、特に感じたのは小水槽の不便さもさることながら、その使いやすさである。例えば、模型も必然的に小さいので実験装置のセッティングにしても最低2人いれば十分であるし、大きな水槽では一度波を起こすと次の実験までかなりの時間待たないといけないうが、9mの小水槽では5分程度の時間で次の実験が可能であるという点である。従って、2次元問題で前進速度が無い場合に限られるが、計測精度の向上と適切な解析方法によれば小水槽でもかなりのことができ、省エネ型の実験装置として有用であると思われる。

4. 研究成果

以上のような理論的および実験的研究の結果

- (1) 静水中で上下揺あるいは左右揺する浮体に働く流体力は、発散波が波くずれを生じないような動揺範囲で理論と実験の一致が良い。
- (2) 波の中で固定された浮体に働く波強制力は、1次のものと2次の定常力について理論と実験の一致が良い。
- (3) 舷側が水面と直交しないような浮体では、その傾斜角が45°程度までは1次の流体力はほぼ直交モデルで近似しうる。また、2次の流体力では舷側傾斜の影響は主として垂直力にのみ現れる。
- (4) 波浪中の自由浮体では、漂流力のほか沈下力および傾斜モーメントなどの定常力を受けており、それらは理論計算によって精度良く推定可能である。また、2次の動揺は、1次と2次の動揺の同調点付近を除くと一般には小さなものであり、従って低周波数域での応答が重要である。

などの結論を得た。これらをまとめると、波浪中で動揺する浮体に働く流体力そのものには非線型な成分が少なからず含まれているが、それを運動方程式というフィルターを通して浮体の動揺に直してみると、非線型成分が目立たなくなる程度に減衰されてしまう。しかし、非線型成分が同調現象と関係した場合には、それが陽に現れる可能性があり、これらは他の報告とも一致していると思われる。

5. 今後の課題

今後の研究目標としては、まず波くずれ現象をうまく説明できるような理論モデルが待望される。今回の実験でも、特に入射波がある問題では反射波と重なり合って容易に限界波高を超えて、波くずれを生じてしまう。そして、いったん波くずれが発生してしまうと、もはや2次元状態を維持することは難しくなり、2次元理論の限界を超えてしまうと考えられるが、現実的な問題としては、波くずれが生じるような大波高・大振幅動揺時の流体力の方が重要であると考えられるからである。

次に、一般的な三次元問題への拡張、過渡現象をも含む不規則波中での問題など残された課題も多い。

また、このような非線型な問題では得られた結果をどのように評価し、工学的に応用するかといった別の意味での克服すべき問題もあり、今後考えねばならない課題である。

(* 防衛大学校)

× × ×

欠陥を有する溶接部の信頼性解析

板 垣 浩 *

1. ま え が き

非破壊検査で発見した溶接部の欠陥を再溶接で修理した場合、検査で発見できなかった欠陥が修理部に隣接していると、その欠陥は修理の溶接熱による熱歪脆化(Hot straining embrittlement: HSE)を生じて、破壊靱性値(限界COD)が低下すると指摘されている。したがって、HSEを考慮していなければ、脆性破壊に対する溶接部の安全性を過大評価し、適切な修理を行うことはできない。この安全性低下をより正しく知るには、表面欠陥の間隔と寸法、非破壊検査(NDI)機器による欠陥発見確率、および破壊靱性値などに代表される確率変数を扱う必要があるため、信頼性解析の利用は有効な方法であろう。

本研究の主目的は、HSEの影響および適切な修理範囲を検討できる信頼性解析モデルを確立し、さらに数値計算を通じてそれらの定性的な傾向を求めることである。一連の報告で取り上げた検討事項をまとめると次のようになる。

- 1) HSEの影響を広範囲に検討できる信頼性解析の基本モデルを設定し、信頼度を導く定式を導くと共に、数値計算を行って諸性質を検討する。
- 2) 諸要因が信頼度または破壊確率に及ぼす影響を知悉するために影響度評価を行う。
- 3) 複数欠陥を有する実際の溶接線に非常に近い解析モデルを設定し、1)で得た知見を参考に数値計算を行って諸性質を検討する。信頼度は定式の数値積分とモンテカルロ・シミュレーションの双方から求めて比較する。

2. 信頼性解析の基本モデル

HSEの問題を考慮した実際に近い複数欠陥を有する信頼性解析を行うのに先立ち、HSEが信頼度の低下に及ぼす影響を容易に把握できる基本解析モデルを設け、それを用いて種々検討した。

本モデルは2個の表面欠陥のみを有する溶接線の一部であって、NDIで一つの欠陥(欠陥1)は発見するが、もう一つの欠陥(欠陥2)は発見できなかったと想定す

る。負荷は溶接線に対して垂直方向に引張荷重を加える。修理とかHSEにより破壊確率がどのように変化するかを比べるために、次記する場合について計算する。

- 1) 欠陥1は修理しない。
- 2) 欠陥1は再溶接で完全修理(修理中に欠陥は発生しない)するが、欠陥2のHSEは考えない。
- 3) 欠陥1は再溶接で完全修理して、欠陥2のHSEも考える。

確率要因のモデル化はいろいろの調査結果に基づいて定めたが、その代表的なものを次記する。まず表面欠陥間隔はポアソン過程に置く。欠陥寸法については、長さは指数分布、深さはベータ分布とする。欠陥発見確率は長深別々に下限値(最小発見可能寸法)を有する指数関数を用いて定めた。限界CODで定義した破壊靱性値は2母数ワイブル分布に置く。そしてHSEによる限界CODの低下は、本分布の尺度母数が修理端から見た溶接線各個所の最高到達温度(移動線熱源から求める)に依存して変化すると考えた。それに対して形状母数はHSEに関係せず一定と想定した。

修理範囲については、発見欠陥の左右に或る程度の余裕を持って修理する。ただし、その長さが指定した値よりも短い場合には指定値によって修理する。

荷重が加った時の破壊判定因子であるCODは、特性欠陥寸法を用いた日本溶接協会のWES 2805から計算する。

破壊確率を求めた結果、次のことが明らかになった。発見した欠陥1を「修理しない」場合、破壊確率は欠陥1の深さに大きく依存する。最も破壊確率が低いのは「修理するがHSEは考慮しない」であり、それに対して「修理してHSEも考慮する」は破壊確率が数倍になる。ただし双方とも発見欠陥長が変化しても、破壊確率はほぼ一定である。発見欠陥寸法が小さいと、HSEを考慮した修理の破壊確率は、修理しない破壊確率よりもかえって大きくなる。したがって、この傾向を踏えて修理判断を下す必要があろう。

3. 諸要因の影響度評価

信頼性解析では多数の確率要因と確定要因を扱い、破

破壊確率はそれらの複雑な影響を受けている。それ故に、各要因がどの程度の影響を破壊確率に与えているかを評価し、破壊確率に対して重要すなわち敏感なものを調べる必要がある。さらにその結果を参考にして、重要な要因の資料収集を行うことになる。

代表的な方法には Shinozuka が提示した要因の影響度評価法がある。本法は一次近似二次モーメント法を応用して導いたもので、影響度指標によって要因の重要性を論じることができる。

先の1)～3)の場合で、欠陥1の適宜な寸法を取り上げて検討した結果、次のことが明らかになった。総べての場合について、破壊確率を最も敏感に左右する要因は、限界CODの確率分布として用いた2母数ワイブル分布の形状母数であった。発見した欠陥1を「修理しない」「修理するがHSEは考慮しない」場合、先の形状母数の次に敏感な要因は、同じ分布の尺度母数、CODの計算式中の定数、表面欠陥深さの確率分布の母数であった。それに対して「修理してHSEも考慮する」場合は、HSEの影響を表示する要因が限界CODの形状母数の次に敏感となる。その後続く要因は前2者の場合と同じである。

4. 複数欠陥の信頼性解析

欠陥が2個の基本モデルを拡張して、複数欠陥を有する実際のものに近い溶接線の信頼性解析を行う。ここで用いる要因の値などはほとんどが基本モデルと同じであるが、溶接線の長さは種々変化させる。また破壊の判定には最弱リンクモデルを用いる。すなわち、一つでも欠陥が破壊すれば溶接線は破壊したと判断する。破壊確率は基本モデルと同様に、発見欠陥を「修理しない」、「修理するがHSEは考慮しない」、および「修理してHSEも考慮する」についてまず計算する。それに加えて、最も興味深い修理方針であるが、発見欠陥の寸法が或る判定基準から求めた限界寸法よりも小さければ修理しない場合も検討する。その限界寸法とは基本モデルの検討の中で述べたが、「修理してHSEも考慮する」の破壊確率が「修理しない」の破壊確率よりも大きくなる寸法であり、それらは言う迄もなく限界COD、非発見欠陥、HSEなどの要因から決まる。また本解析で重要なもう一つの点は、修理個所の欠陥再発生と再点検も考慮したことである。

幾つかの近似を用いて問題を定式化し、それから破壊確率を求める方法と、定式の妥当性を検討するために近似の少ないモンテカルロ・シミュレーションを実施する。

溶接線長、平均欠陥間隔および平均欠陥長をいろいろ

に変化させて破壊確率を検討した。第2章と同じように修理条件に対応してCase 1～4の分類を用いた。ただしCase 4は新たに考慮したものである。

- Case 1 検査で発見した欠陥は修理しない。
- Case 2 修理するがHSEは考えない。
- Case 3 修理してHSEも考える。
- Case 4 HSEも考えて決めた限界欠陥寸法より大きいもののみ修理する。

当然のことながら、溶接線長が長くなれば破壊確率は増加する。またCase 1, 3, 4, 2の順番で破壊確率は低下するが、Case 3と4の差は極く僅かである。その原因は最弱リンクモデルを用いたので、限界寸法の判定基準に触れるような小さい欠陥が破壊することは極く稀なためと考えられる。しかしそれ故に判定基準が有効ではないと言ひ難い。なぜならば、この判定によって発見欠陥を修理しなければ、相当に修理の手数を省くことができる。また定式から得た破壊確率は、モンテカルロ・シミュレーションの結果と良く一致している。言い換えれば、定式が有効なことを確認した。

5. むすび

欠陥に溶接熱が加わるとHSEを生じ、脆性破壊が生じ易くなることが指摘されている。そこで、もしこのような現象を知らずに、NDIで発見した溶接線の欠陥を再溶接で修理した場合、それに隣接して発見できなかった欠陥があると、このHSEが原因で修理によりかえって強度が低下することになる。

本研究では、このHSEによる強度低下を定性的に知るため、作成した基本モデルおよび実際のものに近い溶接線に信頼性解析を適用して検討した。そして適切な修理範囲で代表される幾つかの重要な事項について有効な知見を得た。今後は疲労き裂進展も信頼性解析に取り入れ、安全性を調べる必要がある。

(* 横浜国立大学 工学部 船舶海洋工学科)

●船舶写真集在庫一覧●

1952年版	掲載船	232隻	写真頁	96頁	定価	1,000円
1968年版	掲載船	356隻	写真頁	194頁	定価	2,500円
1976年版	掲載船	353隻	写真頁	229頁	定価	3,500円
1978年版	掲載船	252隻	写真頁	159頁	定価	3,000円
1980年版	掲載船	264隻	写真頁	145頁	定価	3,500円

※送料は1冊300円です。

株式会社 船舶技術協会

小型船舶の折損事故解析

大坪 英 臣*

1. はじめに

スラミングとは、船体運動が大きくなって船首部が波面から露出し、再び水中に突入するとき、衝撃圧を受ける現象である。この衝撃圧によって船底外板等に局部的な凹損が生じる。さらにスラミングによる船首への衝撃圧によって船体に振動が誘起される。これはむちを打つのに似ているのでホイッピングと呼ばれる。実は船体に生じる曲げモーメントが大きくなるのは衝撃時ではなく、このホイッピングによって生じることが多い。時には大きな曲げモーメントが生じるために、船首が折損するような事故が生じる。大型船においては、スラミングによって甲板が圧縮されるモーメント（サギングモーメント）が引き起されるので、折損は船首が上方に折り曲げられる。ここでは小型貨物船のスラミングによる事故原因を説明するが、この場合スラミングによって船首が垂れ下り、船底が圧縮されるモーメント（ホギングモーメント）により損傷しているのが、いままでの常識と異なる。

2. 事故状況

九十九里浜沿岸航行中の小型貨物船がスラミングが原因と考えられるホギングモーメントによって船首部0.3Lが船首先端で800mm垂れ下った。

本船は $L \times B \times D = 48.67 \text{ m} \times 8.50 \text{ m} \times 4.20 \text{ m}$ 、総トン数490.08Tであり

図1に船体の概略を示す。船首深水槽後部からS.S. 7まで二重底構造でバラスタタンクとなっている。さらにバラスタタンク後部から燃料油タンク前部までの中央部は載荷容積を大きくするため、単底構造である。損傷はバラスタタンク直後の船底部が座屈しており、そのため船首は全体に下方に垂れた。

事故海域の気象状況は銚子測候所の記録によれば北北東の風、風速8~9m、波高3~4mであった。

3. 事故解析¹⁾

この小型貨物船はバラスタ状態であったが、通常小型船はバラスタ状態においてプロペラ効率のため充分な船尾喫水については通常あまり考慮を払わず、大きなトリムをもって航行する。さらに小型船ゆえに、沿海においても相対的に大きな波に出合うことが少なくない。これらの理由により、小型貨物船ではスラミングが生じ易く、船の中央部後方にも及ぶスラミングによる船底部凹損も報告されている。

さらにバラスタ状態では、バラスタ水を積むため船首深水槽に重量が集中していることが船首を垂れ下げた原因の一つであることが以下に示される。図2に本船のバラスタ状態の重量分布と静水中での浮力分布を示す。同図のように、本船は船首部深水槽とその後部バラスタタンクが満水で、喫水は船首で1.15m、船尾で2.65mであった。

大型タンカーやコンテナ船等の大型船に対してスラミングを考慮した船体応答解析法が提案されており満足のゆく成果をあげた²⁾。この方法は船体上下方向変位を運動成分と低次振動モードで展開している。しかし、本船のような小型貨物船においては高次振動成分や剪断変形の影響が無視できないため、ここでは船体をTimoshenko

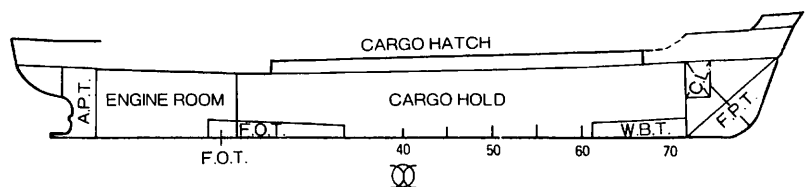


図1 小型貨物船

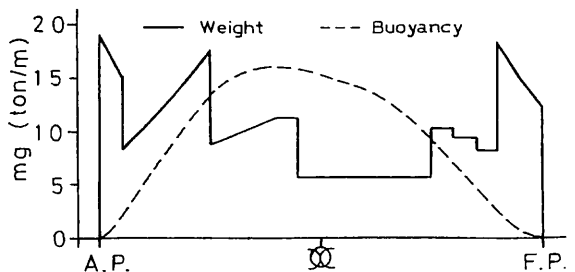


図2 重量分布図と浮力曲線

梁とみなし高次成分を含めるため有限要素法を用いて応答解析を行なった。

なお、本船のS.S.7における崩壊ホギングモーメントは構造解析により約4,200 ton-mと得られる。

(1) 規則波に対する応答

最初に、波浪を規則波と仮定し、これを正面から受けてスラミングを生ずる場合の船体応答を調べた。

波高を種々に変化させた場合の最大ホギングモーメントの応答結果を図3に示す。同図から、規則波では波高が6 m程度に達しても、スラミングによって崩壊モーメントを生じないことがわかる。これは波高が増大すると波の粗度が大きくなるため、船体中央部からのスラミングが発生開始直後に船首部が接水し、これによってサギングモーメントが生じ、船体中央部スラミングによるホギングモーメントを相殺するためである。従って、波浪を規則波と仮定することによっては本船の損傷原因を説明することはできない。

(2) 不規則波に対する応答

スラミング荷重が大きくなる条件としては、1) 広範囲の船底が、2) 大きな相対速度で、3) ほぼ波面に平行に、ぶつかることである。この条件を満たす波として、 $\lambda/L=1.4$ 、振幅 h_1 の規則波にその $1/2$ の波長を有し振幅 h_2 の風浪が重なったと仮定し、船体中央部で盛り上がり船首で凹むように重畳させてみる。この2つの成分波の重ね合わせにより、船体中央からS.S.7にかけて船体と波面の相対速度が増大し、また船首スラミングの発生時期が大分遅れることになる。これによって船体中央でのスラミング荷重が大きくなり、また船首スラミングによるホギングモーメントの相殺が少なくなる。

なお船体中央付近のスラミングに対し、船首バラスト水は下向きの慣性力として働き、S.S.7付近のホギングモーメントを増加させる。図4にS.S.7のモーメントの時間変化の例を示す。S.S.7で発生するホギングモーメントは約4,200 ton-mに達する。この値はこの断面の崩壊モーメントと同じである。

図5に長手方向の時間変化を示すが同図において、中央部に比較してS.S.7付近で大きな曲げモーメントが発生しているのは注意すべきことである。短波長の波によって2つの波の位相差 α が変わると、短波長の

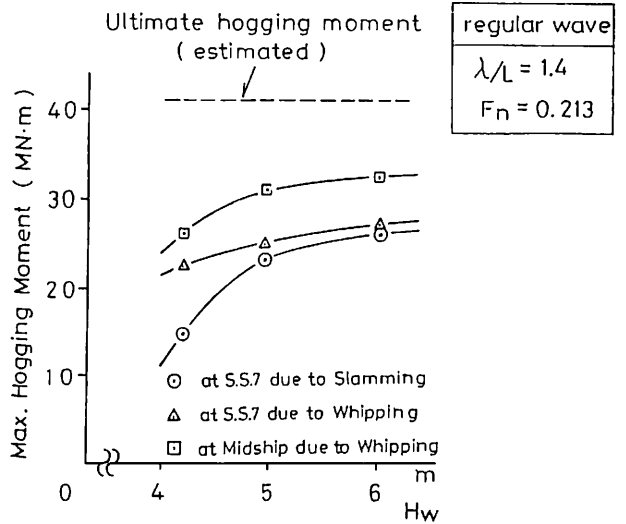


図3 規則波による最大ホギングモーメント

波による隆起位置が変化するが、図6は位相差を横軸に、S.S.7でのスラミングによるホギングモーメントの最大値を縦軸にとったものである。同図からわかるように崩壊モーメントを超える曲げモーメントが発生するのは、位相差が比較的狭い範囲であることがわかる。

4. むすび

このようにして、本船の損傷原因は次のように推論された。バラスト状態で大きなトリムを有しており、船体

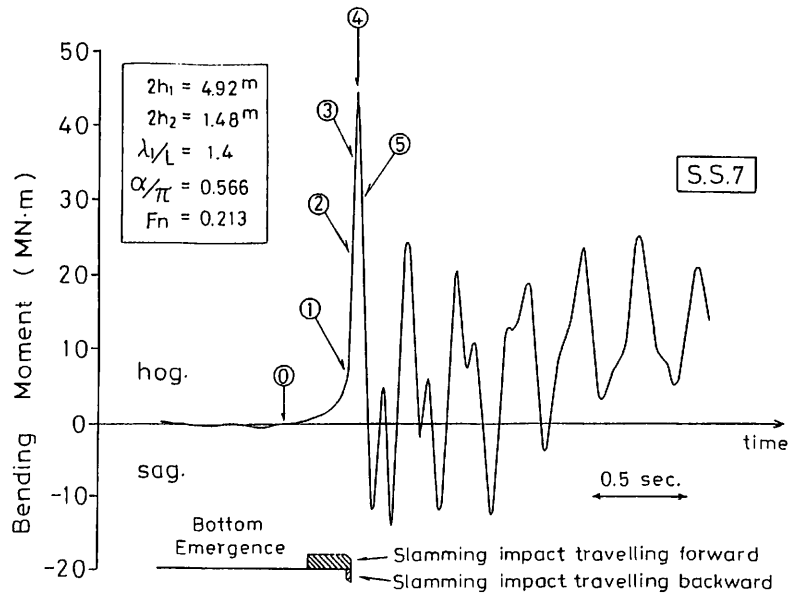


図4 不規則波によるS.S.7におけるモーメントの時刻歴

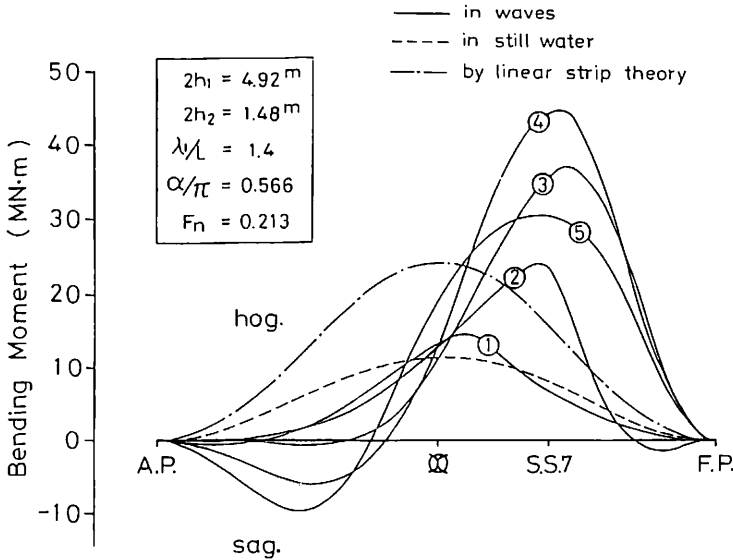


図5 不規則波によるモーメント長手方向分布図

Ultimate hogging moment (estimated)

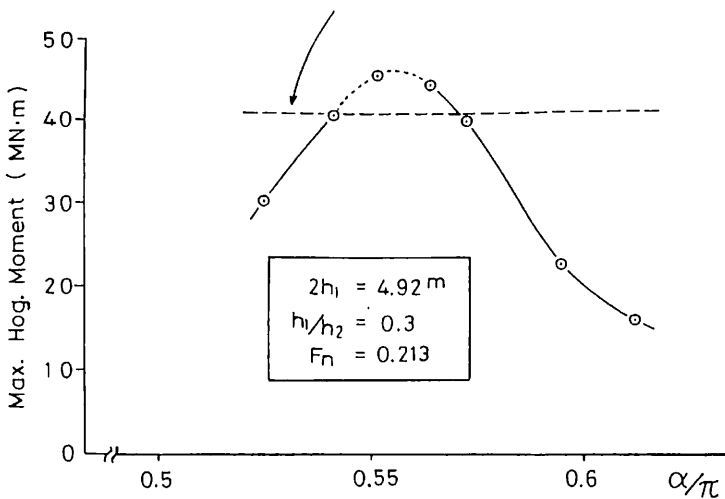


図6 不規則波成分の位相と最大ホギングモーメント

中央部程度まで船底露出を生じ、この部分に大きなスラミング荷重を受けた。そして船首部に搭載したバラスト水の慣性力によりS.S.7近傍に非常に大きなホギングモーメントが発生した。丁度ゴルフのシャフトの中ほどを木に当てたように、船首部は質量が集中しているヘッドに対応していて、その慣性力により大きなモーメントが生じた。ただし、規則波中ではかなり波高が大きくてもあまり大きな曲げモーメントは生じない。波高の大きな規則波に短波長の波が重畳することにより、曲げモーメントは著しく増大しうる。

損傷防止策として二重底の範囲を広げることとは余剰強度を増すこととモーメントを減少させることになり望ましいが、載荷容量が減る。別法としては、単底を縦方式で補強することにより座屈強度を上げ、座屈による面内剛性の低下を減少させることができる。

参考文献

- 1) Yamamoto, Y., Ohtsubo, H., Takeda, Y., and Fukasawa, T., "Structural Failure of a Small Cargo Vessel among Rough Seas." Extreme Loads Response Sympo., SSC and SNAME (1981) 101-113
- 2) 山本善之, 藤野正隆, 深沢塔一 "非線形性を考慮した波浪中の船体縦運動および縦強度" 日本造船学会論文集, 第143~第145号 (1978~1979)

(* 東京大学 船舶工学科)

第15回 住田海事奨励賞を受賞!!

私の戦後海運造船史

米田 博 著

判型 B5判 165頁
定価 1500円(〒300円)

本書は、「船の科学」の昭和55年1月号から57年12月号まで36回にわたり、「私の戦後海運造船史」と題して連載したものに、海運造船と関連する政治・経済に関する昭和20年から昭和56年までの年表、それに著者の執筆論文の一覧表を付してまとめたものである。日本の海運造船史は、GHQとの折衝から始まり、鉄鉱石専用船、コ

ンテナ船、タンカーの大型化、自動化とめまぐるしく変化しながら盛衰を歩んできている。海運・造船に携わる人々にとって、自分たちが歩んできた足どりを確かめ将来を考えるのに本書は有意な資料となるであろうと確信する。

株式会社 船舶技術協会

●新推進システム紹介

船用超電導電気推進システム

住友重機械工業株式会社
平塚研究所 森 弘 之

1. ま え が き

ニオブとか鉛のような金属を絶対零度近くまで冷やすと突然電気抵抗が零になる。この特異な物理現象は今から約70年前にオランダのオネスによって発見され、超電導現象と名付けられた。超電導現象を利用すると無損失のコイルが作れるので、従来の電磁石では得られない高磁界を発生させることができる。このため、磁気浮上式列車による高速鉄道、核融合装置やMHD発電などの将来のエネルギー機器、発電用大型発電機、高エネルギー核物理研究用実験装置及び船舶用電気推進等の磁石の超電導化が魅力あるものとして期待され、研究開発が進められている。又、超電導状態は完全に電気抵抗が零であるので、超電導線ですでたループに電流を通じると、外部電源を遮断しても永久に電流が流れ続けるといういわゆる永久電流モードを作りあげることができる。この現象は省エネルギーだけでなく、極めて安定な磁石を得るために利用され、最近では医療診断用NMR-C Tのコイルへの応用で脚光を浴び始めている。

超電導電動機及び発電機の船舶推進への応用は、これまで主として米国、英国を中心に研究開発が行われてきた¹⁾。米国では1980年にすでに艦船用電気推進システムの1号機が完成し、実験艇ジュピタ2世号(全長20m)に搭載して2時間の運航に成功している²⁾。日本では、船用の超電導推進システムの開発は、1980年頃より、財団法人船舶振興会の援助のもとに財団法人船用機器開発協会と住友重機械工業㈱とで共同開発の形で進められている。本稿は、この共同開発の成果の一部を転載するものである。なお、米・英の開発状況については文献1)を参照されたい。

2. 超電導電気推進システムの概要

超電導電気推進システムは、省エネルギー時代に適した明日の船舶のための理想的推進システムである。これは、まえがきでも述べたように、電気抵抗が零という特異な現象を利用するので、小型、軽量、高効率の電気機械(発電機と電動機)を作り出すことができるからである。

超電導電気推進システムは図1に示すように、超電導界磁コイルを有する推進用発電機と推進用電動機、及びヘリウム冷凍系から構成される。

推進用電動機の世界制御は、ワードレオナード法が適用しているが、それには推進用発電機の電圧を界磁電流で変化させなければならない。このため界磁コイルには、1 T / S以上の励磁速度が要求されるので高速励磁用の超電導線材が必要となる。この点が超電導化に際しての電動機と発電機の違いになってくる。

ヘリウム冷凍系は、超電導界磁コイルを安定した超電導状態に保つために、コイルを液状ヘリウム温度(4 K)

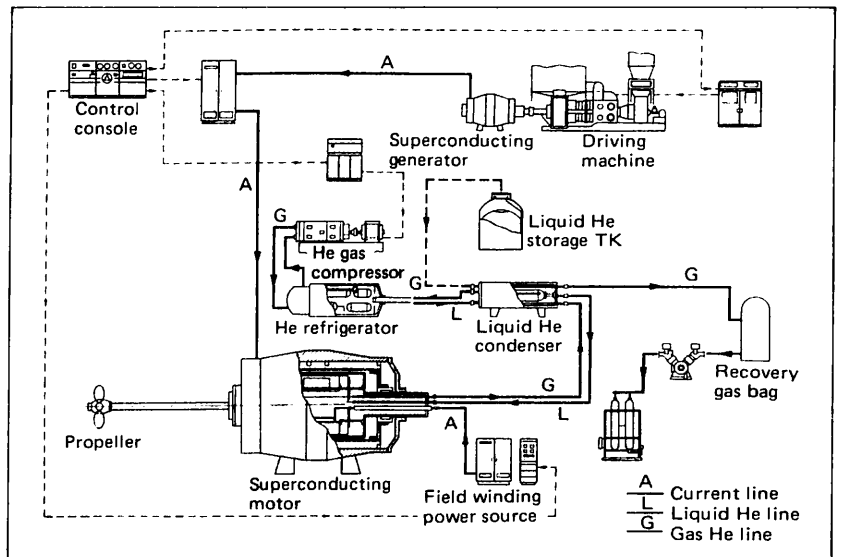


図1 超電導電気推進システムの系統図

に冷却し、その温度を維持するために設けられるものである。これには、液体ヘリウムの製造と液体ヘリウム温度の冷凍とを切り換えられるヘリウム液化冷凍機、ヘリウムガス圧縮機、液体ヘリウム貯蔵タンク、液体ヘリウム凝縮熱交換器とより構成される冷却系と、蒸発ヘリウムガスの回収・精製系とが含まれている。回収・精製系としては、回収ガスバック、回収ガス圧縮機、回収ガスポンプ、及びガス精製装置等が必要となる。

超電導電気推進システムに特有な構成機器は上記のヘリウム冷凍設備であるが、中でも回収ガスバックは超電導状態から常電導状態への突発的移行に関連して重要である。

超電導状態から常電導状態への突発的移行はクエンチと呼ばれている。超電導状態を維持するためには超電導を示す金属特有の臨界温度以下に冷却しなければならない。図2に超電導体の臨界温度と発見年とを示す。逆に、何らかの熱的擾乱によって超電導金属が加熱されて臨界温度を越えてしまうと超電導から常電導への転移がおこる。これがクエンチである。超電導界磁コイルがクエンチにより常電導界磁コイルになってしまうとコイルに抵抗が発生し、その抵抗によるジュール損で、冷凍液体ヘリウムが蒸発することになる。液体ヘリウムは蒸発して常温のガスヘリウムになると体積が700倍に膨張する。通常、クエンチしてコイル容器内の液体ヘリウムが蒸発し終るのに要する時間は数分である。したがって、一時的に蒸発ヘリウムガスを貯めておく回収ガスバックが必要となるのである。ヘリウムを回収しないで外部に放出することも考えられるが、ヘリウムは希ガスであり特に日本では高価であるので回収するのが望ましい。

ヘリウム冷凍機と凝縮熱交換器も、高価なヘリウムガスをクローズドシステムで運転するために設けられている。超電導界磁コイルを液体ヘリウム温度に保つための低温容器（これをクライオスタットと言う）には、熱伝導や熱放射により熱侵入があるが、これにより常時液体ヘリウムは蒸発している。この定常的な蒸発ガスヘリウムを凝縮熱交換器と冷凍機で再液化してクライオスタットに液体ヘリウムを戻してやろうと言うのである。クローズドシステムであるのでヘリウムの純度も損わないという利点も持っている。

3. 超電導電気推進システムの特徴

超電導電気推進システムは従来の常電導電気推進システムのもつ機器配置の自由度が高く、操作が容易である

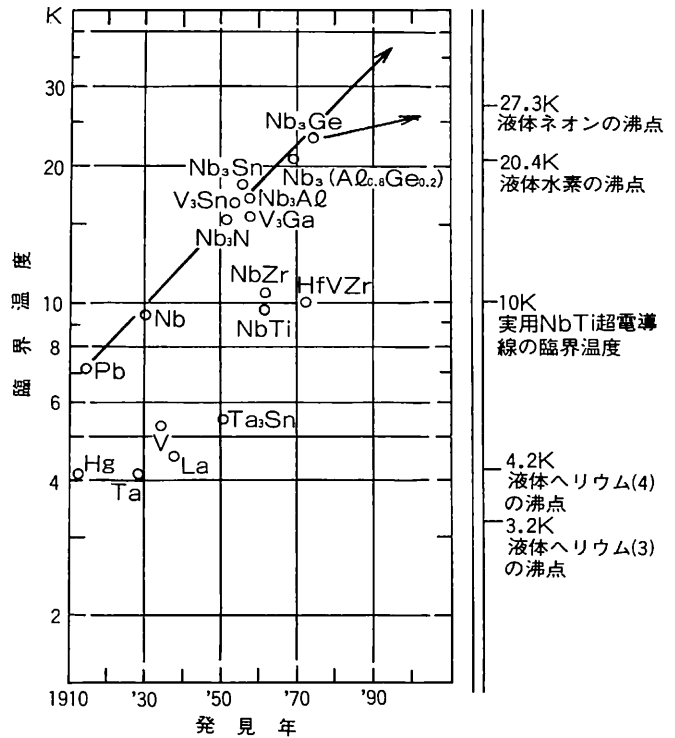


図2 超電導々体の臨界温度と発見年

という利点に加えて、重量、容積及び効率の大幅な改善に特徴を有している。

常電導と比較した場合の特徴について記すと次の通りとなる。

- (1) 軽量である：20000馬力以上の発電機で常電導形に比べて1/5～1/8，電動機で1/3～1/4となる。
- (2) 小型である：容積比で，発電機の1/10～1/15，電動機で1/13～1/15となる。
- (3) 効率が良い：DC-DC方式で6～8%，AC～AC方式で約3%の効率の改善が期待される。
- (4) 機関配置の自由度が高い。
- (5) 機関室の長さを大幅に減少し得るので，載貨スペースの増加あるいは所要動力が減少する。
- (6) 操縦性が良い。
- (7) 機関的動力伝達系を除去できる。

4. 適用船舶

軽量・小型の特徴を有する超電導発電機と電動機は、従来の電気推進システムとは異って、各種の船舶の推進装置として採用される可能性がある。特に推進装置設置空間が限定されるか、又は長い動力伝達系が必要となる

特殊な船型の新形船舶への適用には、数多くの利点をもたらすと期待される。

超電導電気推進システムを採用して利得があると思われる船については次のものが考えられる。

- (1) 推進装置設置空間が狭い、又は軸伝達機構が複雑な船
- (2) 推進用として大出力が要求される船
- (3) 機器配置の自由度を生かし、機関室長さが短縮でき、積載荷物量の増加が可能となる船
- (4) 高度の操船性が要求される船
- (5) 部分負荷での運航の割合が大きい船

又、実用化の期待が高い船種としては、

- (1) 水中翼船、半没水形双胴船、表面効果船等の特殊
- (2) 大型砕氷船、砕氷LNG船、砕氷大型タンカー等の大出力を要し、且つ、高度の操船性が求められる容積型船舶

軽量・小型の利点を有効に利用する一方法として、超電導電動機を船底の下に取り付けられたポッドの中に収納する方式が提案されている(図3)。

以上、超電導電気推進システムの概要、特徴を述べてきたが、鍵になるコンポーネントは言うまでもなく超電導電動機である。そのため財日本船用機器開発協会と住友重機械は、超電導電動機の開発に着手して、超電導界磁コイル、永久電流スイッチ、集電ブラシ、電機子等の重要構成機器及び周辺技術の開発を実施している。更に

は、超電導電気推進システムの優れた特徴を十分に発揮し得る新しい船型の開発も実施している。以下に、その概要について述べる。

5. 船用超電導電動機の概要

超電導電動機の種類には、交流同期電動機、直流多極電動機、直流単極電動機がある。各々の形式とも一長一短、又技術的問題を抱えており、どの形式が船舶推進用として最も適しているか判断はできない。船の運航形態やシステム全体から判断されるべきであろう。ここでは、現在開発中の直流単極機について述べる。

常電導の直流機では、多極機が大多数を占め、単極機は特殊用途に限られている。単極機が主として利用されているのは、アルミニウムの精錬、塩素の製造などの化学工業分野、溶接機の電源、電磁ポンプの励磁電源、あるいは航空機やミサイルの研究に用いられるアーク形風洞装置の電源等で、発電機としての利用が多い。これは、単極機が本質的に低電圧大電流直流機であることによる。

超電導にした場合、多極機より単極機がまず開発されたが、その理由としては次のものが考えられる。

- (1) 多極機にすると電機子電流が時間的に変化するので、界磁コイルの超電導巻線に交流損が発生し、クエンチの原因となり信頼性に欠ける。
- (2) 超電導界磁コイルは鉄の磁化を利用しなくても高磁界をたやすく発生できるが、それだけに電磁力も大きい。又、多極機にすると全トルク反作用が超電

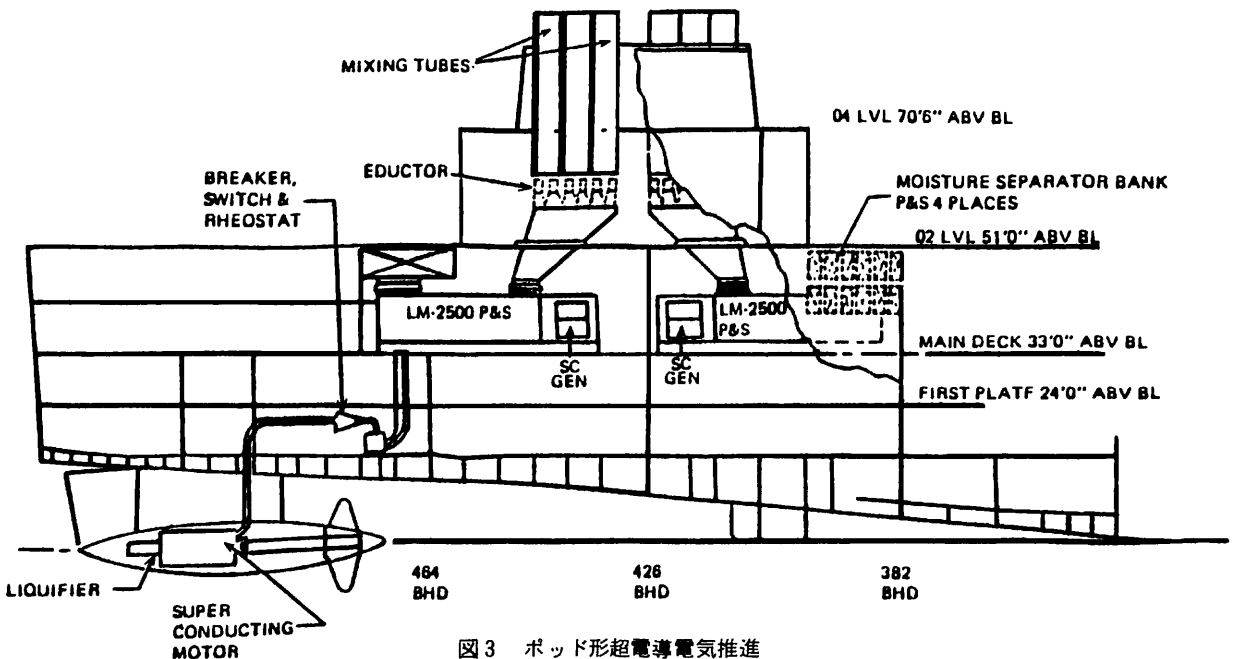


図3 ポッド形超電導電気推進

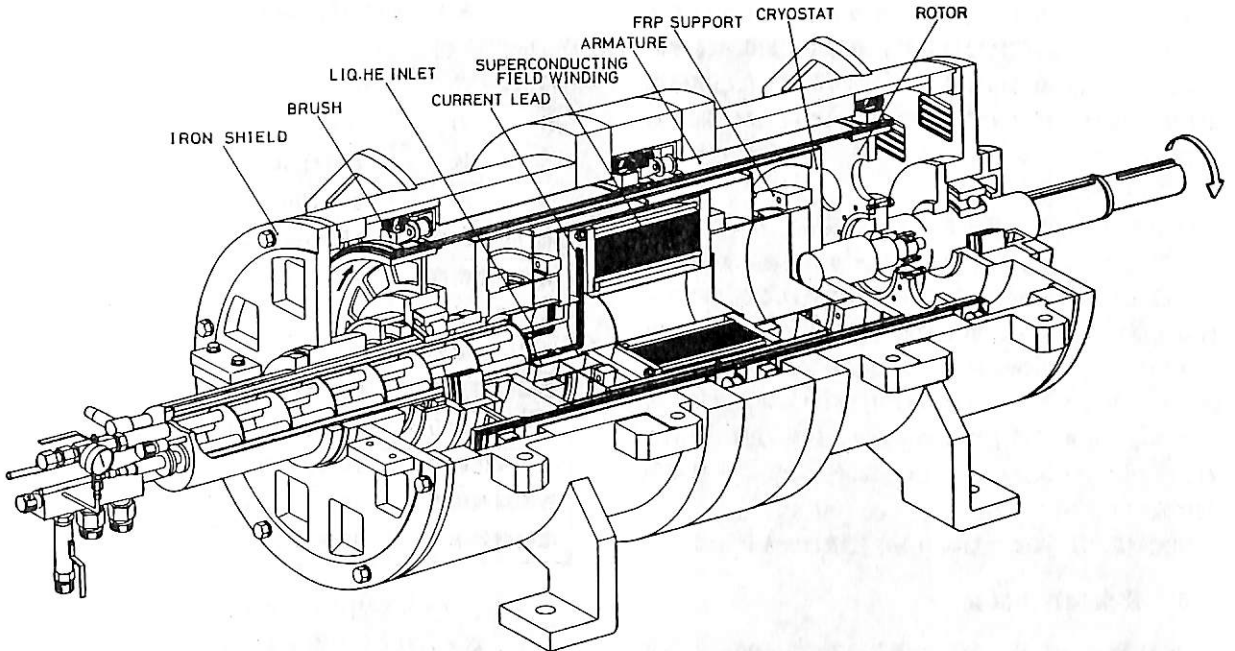


図4 外部円筒形超電導直流単極電動機

導巻線にかゝり、そのための強固な機械的支持構造が必要となる。

- (3) (1), (2)の結果として、多極機は単極機に比べ超電導コイルの交流損が大きく、支持材からの熱侵入も大きい。従って、液体ヘリウム温度レベルでの冷凍負荷も大きくなる。

単極電動機を運転する際問題になるのは、大電流電源と大電流給電ブラシである。大電流電源については、単極発電機を利用することで解決する。したがって、電動機と発電機を共に単極機にすることが超電導の面からみると理想と言える。大電流の給電、集電については、単極機の最大の問題点であり、これについては後述する。

超電導単極電動機の構造にも各種あるが、ここでは、電機子が超電導界磁コイルの外側にくる形式（外部円筒形単極機）について述べる。

外部円筒形単極機の構造については図4に示す。

原理は、超電導界磁コイルとその外側の磁気シールドヨークとの間に得られる放射状磁界とそれに直交する円筒状電機子の軸方向電流とにより、回転力を得るものである。この形式の特徴は、(1)小型・軽量に適している。(2)界磁コイルで発生した磁束の約70%を回転トルクに利用できる（磁束の利用率が高い）、(3)大出力化が容易である、などの利点がある反面、(4)構造が複雑となる、という欠点があることである。

図4に示すように、超電導単極電動機は、超電導界磁コイル、クライオスタット、ステータ・ブラケット、磁気シールドヨーク、集電ブラシ機構、ステータ・ドラム、パワー・ターミナルなどより構成される固定子部と、電機子ドラム、電機子ブラケット及びシャフトより構成される回転子部とに大別することができる。

超電導界磁コイルは、ソレノイド型空心コイルで、中心磁界は5～6 Tを得ることができる。励磁後は永久電流モードで運転されるので、着脱式の電流リードと永久電流スイッチを装備している。

超電導界磁コイルを4.2 Kに保持するクライオスタットは、船の動揺傾斜に対して十分強度を有する支持構造にするためGFRPを使用し、超電導コイルを収納する液体ヘリウム槽は溶接構造で密閉形とし、船の傾斜時にも蒸発ガスを排出できる機構を備えているのが特徴である。

ステータ・ブラケットは、回転子とクライオスタットを支持し、磁気シールドヨークに取り付けられる。回転子はベアリングを介してステータ・ブラケットによって支持される構造となっている。

磁気シールドヨークは、外部漏洩磁界を200 Gauss以下にする目的と超電導界磁コイルで発生した磁束を電機子と有効に鎖交させるように、磁束を整形させる目的をもっている。

集電ブラシ機構は、回転する電機子と静止しているステータ・ドラム間に設けられ、電機子に給電する機構である。大電流給電になるので米国で開発した超電導電動機には液体金属 (NaK) が使用されているが、開発対象機には固体ブラシを用いる。ブラシの配置は各ドラムの両端の円周方向である。

回転部の主要コンポーネントは電機子ドラムである。

電機子ドラムは、超電導界磁コイルの外側に位置し、2つのドラムに分割され、各ドラムに流れる電流の方向は互に逆向きである。集電機構と接触する部分は、磁界の弱いドラムの両端である。2つのドラムはそれぞれ絶縁され、トルクチューブに取り付けられている。又、各ドラムは、電機子電圧を高めるため、円筒方向に分割され、セグメント構造をとっている。各セグメントは電気的に直列に接続される。

開発対象の超電導電動機の基本仕様は表1に示す。

6. 要素機器の開発

480 kW の実験機の製作に先立って、主要機器の開発を実施している。以下にその概要について述べる。

6・1 超電導界磁コイル

常電導コイルにはなく、超電導コイルだけにある設計、製作上の問題点は、言うまでもなく、クエンチの抑制である。そのためには、クエンチの発生機構を十分把握しておかなければならない。現在の研究レベルで、クエンチ発生機構として考えられているものは、次の2つに集約される。

- (1) 超電導線が電磁力によってコイル中を動くとき、その際の摩擦熱によって超電導線の温度が上がり、遂には線材の臨界温度以上になってクエンチする。
- (2) 超電導線が電磁力によってコイル中を動かそうとす

表2 超電導界磁コイル諸元

ソレノイドコイル		諸元
コイル寸法	内径	354 mm
	外径	465 mm
	長さ	250 mm
総巻数		2755 ターン
インダクタンス		2.47 H
コイル中心での磁界 / 電流		0.00732 T / A
コイル電流密度		13899 A / cm ²
蓄積エネルギー		605 kJ

表1 船用超電導電動機の基本仕様

項目	仕様
形式	外部円筒形超電導直流単極電動機
出力	650 PS (480 kW)
回転数	420 rpm
寸法	約φ1000 mm × L 1500 mm
集電機構	金属めっき炭素繊維ブラシ
集電電流密度	90 A / cm ² 以下
電機子	2ドラム、セグメント型
界磁中心磁界	5 T以上
界磁励磁方式	永久電流モード
コイル冷却方式	凝縮熱交換器付浸漬冷却方法
冷凍液化能力	10 l / h 以下
外部漏洩磁界	200 ガウス以下
電動機効率	90%以上

る際、コイルを固めているエポキシにクラックが生じ、蓄えられていた歪エネルギーの解放でコイル温度が上昇しクエンチする。

試作した超電導コイルは、高電流密度にするためソレノイド密巻きとし、コイル全体の平均熱伝導率を下げないで、しかもコイルの剛性を高めるためエポキシ含浸を施していない。エポキシを含浸しない超電導コイルでは、(1)の発生機構によるクエンチを抑制するために、線材に適当な張力を与えて巻くことが重要である。

試作した超電導コイルの諸パラメータは表2に示す。本コイルは超電導電動機の界磁コイルとして使用した場合、界磁制御はせず、永久電流モードで運転することになっている。そのためコイルのインダクタンスは2.47 Hと比較的大きい値となっている。

使用した超電導線材は、NbTi と Cu の複合導体で、

表3 超電導線材諸元

超電導線材	諸元
超電導導体	NbTi / Cu
寸法	1.75 mm × 2.65 mm
NbTi 素線径	42 μm
NbTi 素線数	846 本
絶縁被覆厚さ	30 μm
銅比	3
ツイストピッチ	45 mm
臨界電流値	820 A (7.9 T, 4.2 K)
残留抵抗比	230

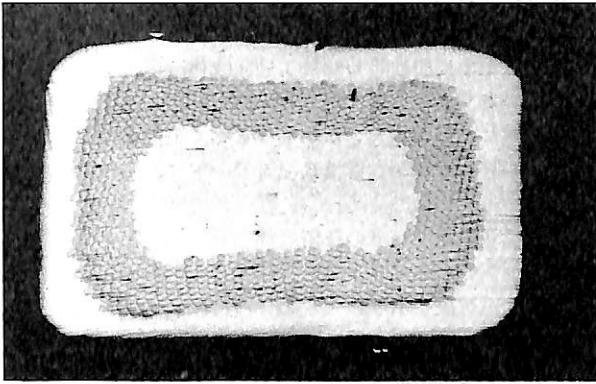


図5 超電導線材の断面 (1.8mm × 2.7mm)

諸パラメータは表3に示す。

銅比は超電導コイルがクエンチしたとき、コイルの蓄積エネルギーを線材の安定化銅の熱容量でもたせ、その結果コイルの温度上昇が300 K以下になるように設定した。

超電導線材の断面写真は図5に、試作した超電導コイルは図6に示す。

超電導電動機を船用として使用する場合、船のピッチング、ローリングによる影響を考えなければならない。超電導界磁コイルの冷却の面で考えると、液体ヘリウムに浸っていたコイルの一部がガスヘリウムに露出することに対応する。試作した超電導コイルによる冷却励磁実験では、コイルの35%が液体ヘリウムに浸っている状態でもコイル温度は4.2 Kに保たれ、コイルの15%がガスヘリウム中に露出している状態でも定格電流の通電に支障はなかった。

6・2 集電ブラシ

単極機は低電圧大電流が特色であるので、集電ブラシに流す電流は当然大電流となる。軽量・小型の電動機にするためには、この大電流通電ブラシも小型にしなければならない。すなわち、単極機の集電ブラシに対する要求性能は大電流密度、低損失となる。

大電流密度の集電装置としては、NaK等の液体金属を用いたものが最大の電流密度(1000~1500 A/cm²)を有するものとして有名である。米国海軍ではこの方式で3000 HPの超電導単極電動機を試作し、実負荷試験に成功している。しかし、NaKはアルカリ金属であり、水と激しく反応するので、窒素雰囲気中で使用しなければならない。

大電流集電性能ではNaKに比べておちるが、従来の

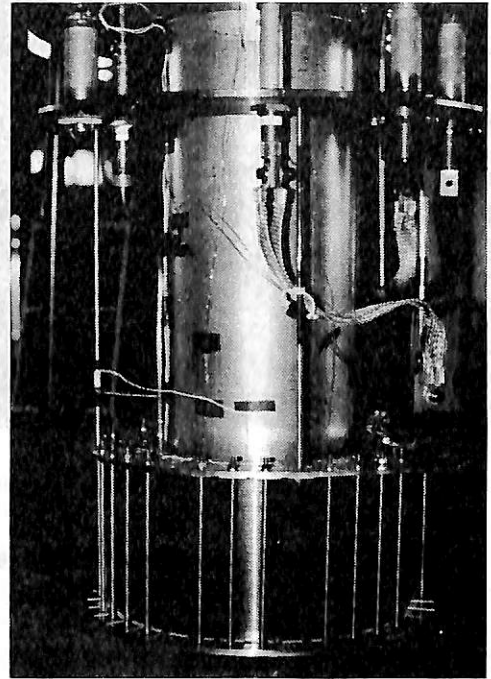


図6 試作超電導界磁コイル

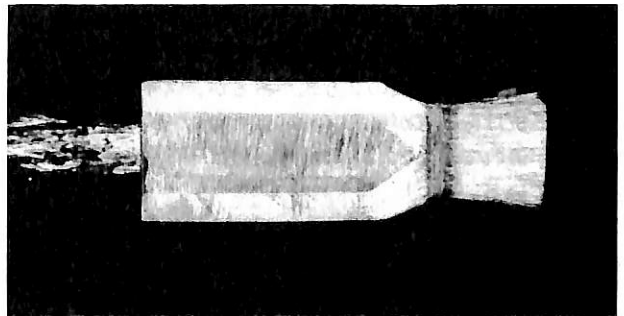


図7 試作金属めっき炭素繊維ブラシ

金属黒鉛ブラシの30 A/cm²に比べれば3倍以上の100 A/cm²程度の電流密度で集電可能なものとして金属めっき炭素繊維ブラシがある。このブラシは、線径が10 μm程度の炭素繊維に銅、アルミ、銀をめっきして数十万本を束ねてブラシに成形して作りあげるものである。特色は、摺動する先端部がブラシ状であるので、通常の固体ブラシに比べて導電点が増加して、大電流密度の通電が可能と期待できるところにある。480 kWの実験機の要素開発としては、この金属めっき炭素繊維ブラシを選んだ。これまでに炭素繊維やスリップリングのめっき金属を各種変えて試作し、実験を繰り返した結果、電流密度が、105 A/cm²、接触電圧降下が90 mVのブラシの開発に成

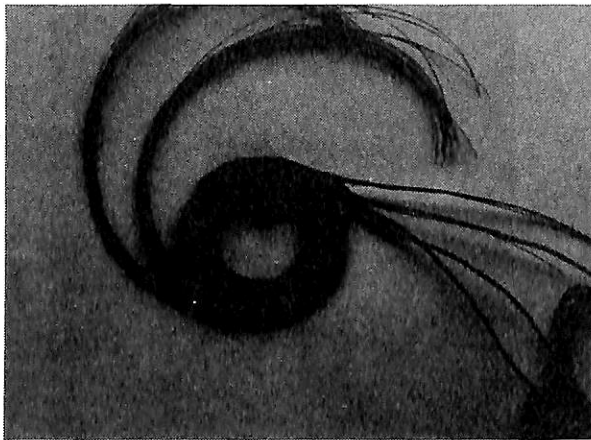


図8 試作永久電流スイッチ

功している。

図7に、試作した金属めっき炭素繊維ブラシの一例を示す。

6・3 永久電流スイッチ

永久電流スイッチは、超電導コイルを励磁後永久電流モードで運転するために必要となる。超電導コイルと並列に接続し、コイルを励磁中はスイッチをオフにし、励磁後はオンにして超電導の閉回路を形成させるスイッチである。熱式と機械式の2方式があるが、スイッチのオフ時の抵抗は機械式が優れ、超電導閉回路形成時の抵抗は熱式が優れている。筆者等は熱式のスイッチの開発を行なっている。

熱式の永久電流スイッチは、無誘導巻きした超電導線材とヒータとより構成されている。超電導線材にはスイッチオフ時の抵抗をできるだけ大きくするために、NbTiとCuNiの複合材を使用している。ヒータは、スイッチをオフにする際、スイッチの超電導線材だけに熱を加えて常電導にするのが目的で、スイッチをオフにする時間が重要である。

試作した永久電流スイッチの一例を図8に示す。このタイプは渦巻き型で、蚊とり線香のように2本の超電導線を束ねて巻き接着材で固めて作り上げたものである。

前述の試作コイルと共に永久電流モードで運転した結果では、閉回路のコイル電流の減衰時定数として1192日を得ている。

6・4 着脱式電流リード

電流リードは常温の外部励磁電源から液体ヘリウム温度の超電導コイルに通電するために必要とされるもので、

通常は蒸発ヘリウムガスを用いて冷却している。

超電導コイルを永久電流モードで運転する際には、外部励磁電源は切り離してもよい。液体ヘリウムへの蒸発量を小さくするためには、電氣的だけでなく機械的にも切り離した方がよく、しかもなるべく低温側での着脱が好ましい。これが、着脱式電流リードを開発する目的である。

着脱式電流リードの技術的問題は、(1)着脱部での接触電気抵抗を小さくすること、(2)繰り返し作動に対して安定した抵抗値を示すこと、の2点に絞られる。これらのことは、コイルの初期励磁における熱侵入量の低減につながることで重要である。

着脱部の形状にはネジ込み式のもの、接触部に突起をもたせたもの、などの例がある。しかし、長期間の使用を考えた場合、できるだけ単純な形状をもつ方が経時変化がなく望ましい。したがって、円錐型、平面型、及び球面型の3種類について試作し、試験を重ねている。

着脱部の材質は無酸素銅であるが、表面は銀や、インジウムでめっきしている。

試験結果では、 $2\mu\Omega$ 以下の接触抵抗でかつ600回の繰り返し作動に対して安定な着脱部を得ている。

図9に着脱式電流リードを示す。

6・5 電機子

船用超電導電動機の電機子は、固定子側のステータ電機子と回転出力を取り出す回転子側のロータ電機子より構成されている。基本構造は、直列2電機子外部円筒形多分割方式である。これは、低電圧大電流の単極機を小型化するために向いている構造である。

ステータ電機子は電源から受け込んだ電流を各集電ブラシに給電する導体の機能と、ロータ電機子導体のトルク反作用を受けもつ機能とがある。トルク反作用はシー

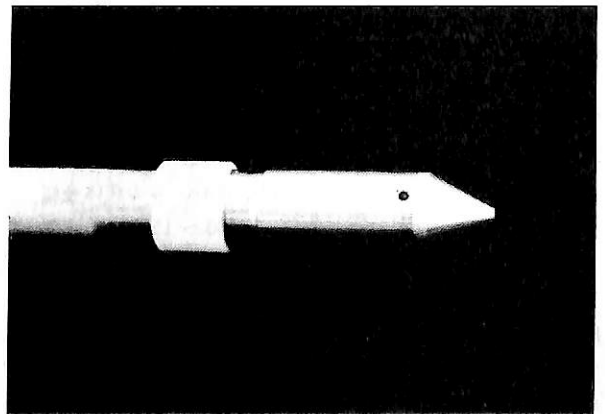


図9 試作着脱式電流リード（円錐型）

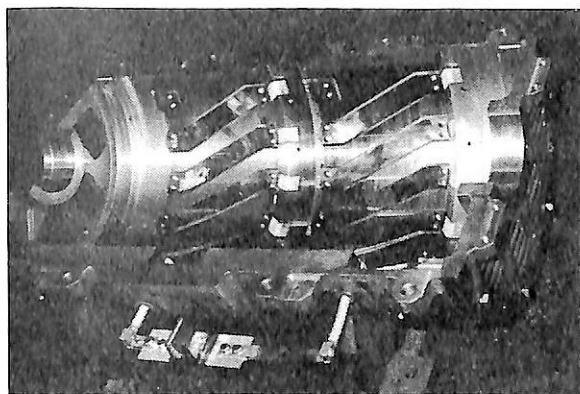


図10 ステータ電機子

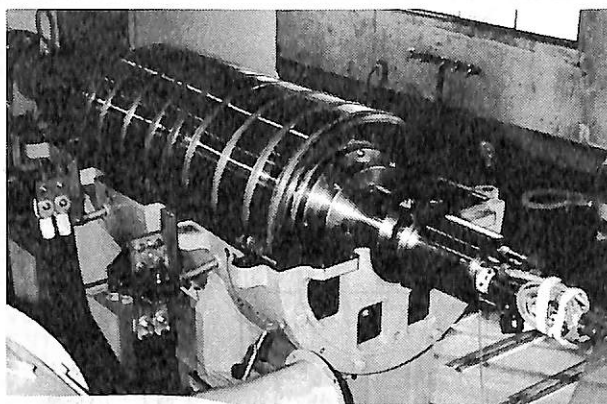


図11 ロータ電機子

ルドヨークに伝達して保持する。そのためステータ電機子は絶縁を施してシールドヨークに固定されている。図10にステータ電機子を写真で示す。

ロータ電機子は、超電導コイルが発生した磁束とブラシより供給されロータ導体を流れる電流とが鎖交してトルクを発生させるものである。超電導コイルの外側に位置し発生したトルクをシャフトに伝達するトルクチューブ上に、全周にわたりロータ導体がセグメント状に配列固着されている。図11にロータ電機子の写真を示す。

電機子の性能試験は、電機子の模擬装置を作って実施した。試験には、(1)大電流の通電、(2)温度上昇、(3)トルク伝達に対する強度、(4)動的バランス試験、(5)振動試験等が実施され、実験機開発の貴重なデータを得ている。トルク伝達試験は、大きな発生磁束を必要とするので、界磁コイルは超電導コイルとした。このため、原理的には超電導電動機と全く同じものであり、50 PS までの出力試験を実施することができるようになっている。

定格50 PS (420 rpm) の実負荷試験の結果、電機子のトルク伝達上の強度は十分であることが確かめられ、現在まで積算で約20時間運転しているが、どこにも支障をきたしていない。

超電導電動機としての原理の実証も電機子の模擬装置を使って同時に実施することができた。磁束の利用効率を始め、効率、温度上昇等設計値に近い値を得ている。

7. おわりに

船用超電導電動機の開発は未だ日本では緒についたばかりである。財団法人日本船用機器開発協会と住友重機械工業(株)との共同開発プログラムも、要素機器の開発に終止符を打とうとしている段階である。なお研究開発中の機器としてはクライオスタットがあり、超電導推進システム

の優れた特徴を十分に発揮し得る新船形の開発も実施中である。

要素機器の開発後は、船用超電導電動機用ヘリウム冷凍液化機の開発及び480 kW (420 rpm) の実験機へのスケールアップの期待が高まっている。

最後に、本稿は、財団法人日本船用機器開発協会と共同で開発を進めている“船用超電導推進システムの開発”の一部を転載したものであることを付記すると共に、関係各位に深く感謝します。

参考文献

- 1) 外岡・保坂他, “超電導電気推進システム”, 日本船用機関学会誌, 第16巻, 第11号, 昭和56年11月, P 962
- 2) Staff Report, “A Navy First: Marine Electric Drive System Utilizes Superconductors”, SEA TECHNOLOGY, May 1981, P 31

対訳

液化ガスばら積船 / ケミカルタンカー

安全規則 / 技術要件

USCG : 46 CFR

判型 B 5 判 本文 80 頁 定価 2,500 円

(当会に直接注文の方, 送料は当方負担致します)

ケミカルタンカー

恵美洋彦・角張昭介著

B 5 判 300 頁 定価 5,000 円 (〒 300 円)

株式会社 船舶技術協会

●連載●

冷凍運搬船〈3〉

— Reefer —

角張昭介・椎原裕美

(3) トロール漁船“赤城丸”

写真1・3と図1・17にトロール漁船“赤城丸”の全景と一般配置図を示す。本船は、発注を日立造船㈱へ、建造が内海造船㈱田熊工場で、昭和56年3月に完成し、現在、南洋漁場でその任に就いている。

本船は、他に同型船が3隻あり、上記造船所で建造されていて、世界の200海里経済水域時代の諸々の事情にも対応できるように、外板・船首・船尾・舵にNK-C級耐水構造の規定による補強を取り入れ、更に省エネ・省人化（NK-M0資格取得）を行なっている¹⁸⁾。

以下に、本船の主要目並びにその特徴を記す。

主要目

全長	91.39 m
長さ（漁船法）	86.16 m
“（垂船間）	84.00 m
幅（型）	15.00 m
深さ（上甲板まで）	9.20 m
“（第2甲板まで）	6.70 m
計画満載喫水（型）	5.50 m

構造喫水	6.40 m
総トン数	2,576.86 T
純トン数	1,261.66 T
資格	第3種漁船
航行区域	遠洋区域
船級	NK, NS*, MNS* (M0), RMC*
試運転最高速力	15.18 kn
満載航海速力	13.9 kn
載貨重量	3,645 t
魚艙容積（ベール）	2,512.49 m ³
魚粉艙容積（ベール）	136.81 m ³
最大搭載人員	52名
燃料油タンク容積	1,278.04 m ³
清水タンク容積	205.17 m ³
潤滑油タンク容積	3.85 m ³

本船は、乾舷甲板を第2甲板とし、第2甲板下は水密または油密隔壁により9区画に区分されている。そして、清水タンク、F0ディープタンク、魚艙、魚粉艙及び、魚粉工場、機関室、船尾タンクに区分されている。

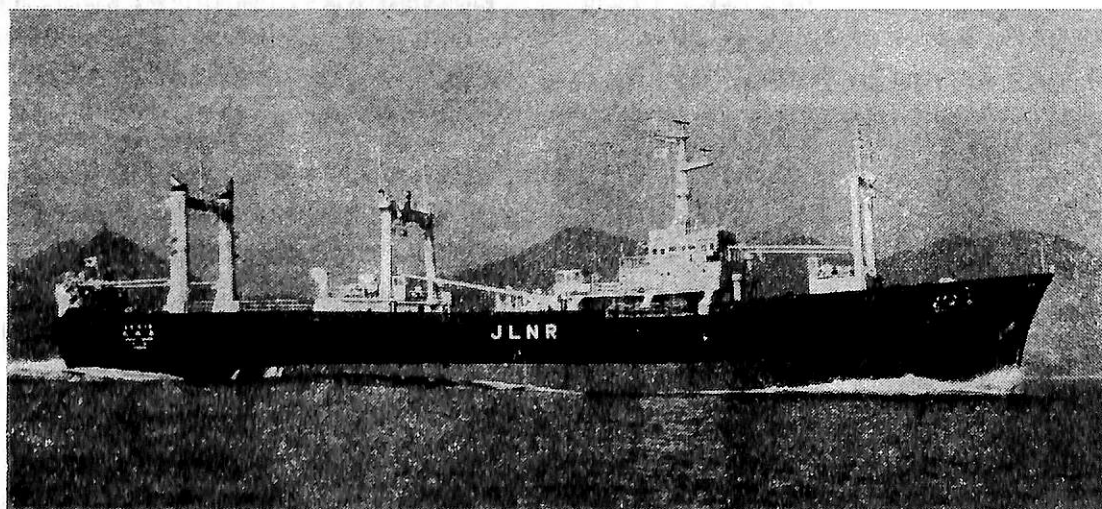


写真1・3 トロール漁船“赤城丸” 日本水産(株)向け 建造:内海造船

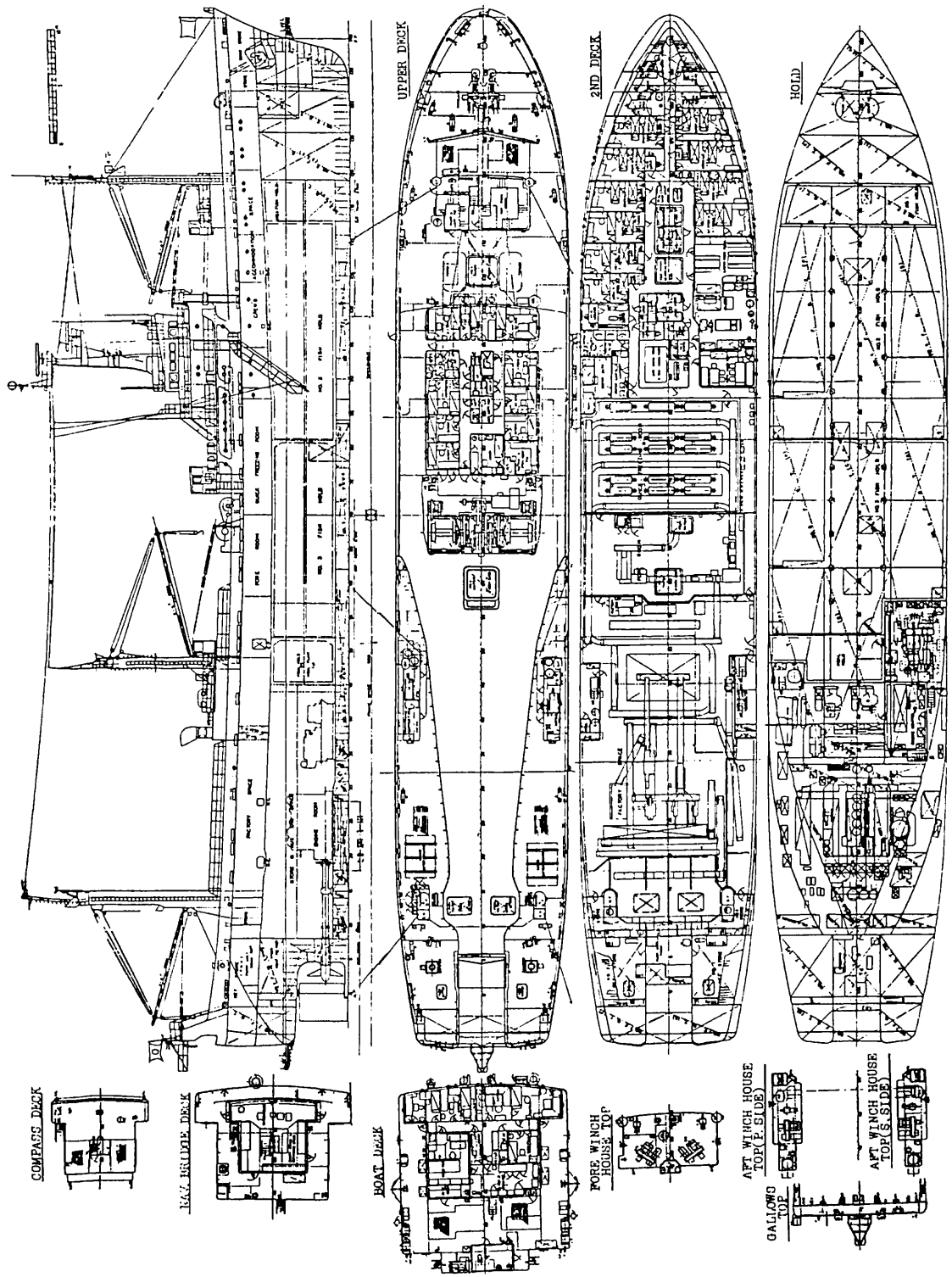


図 1・17 日本水産向けトロール漁船“赤城丸”一般配置図 (内海造船・田熊工場建造)

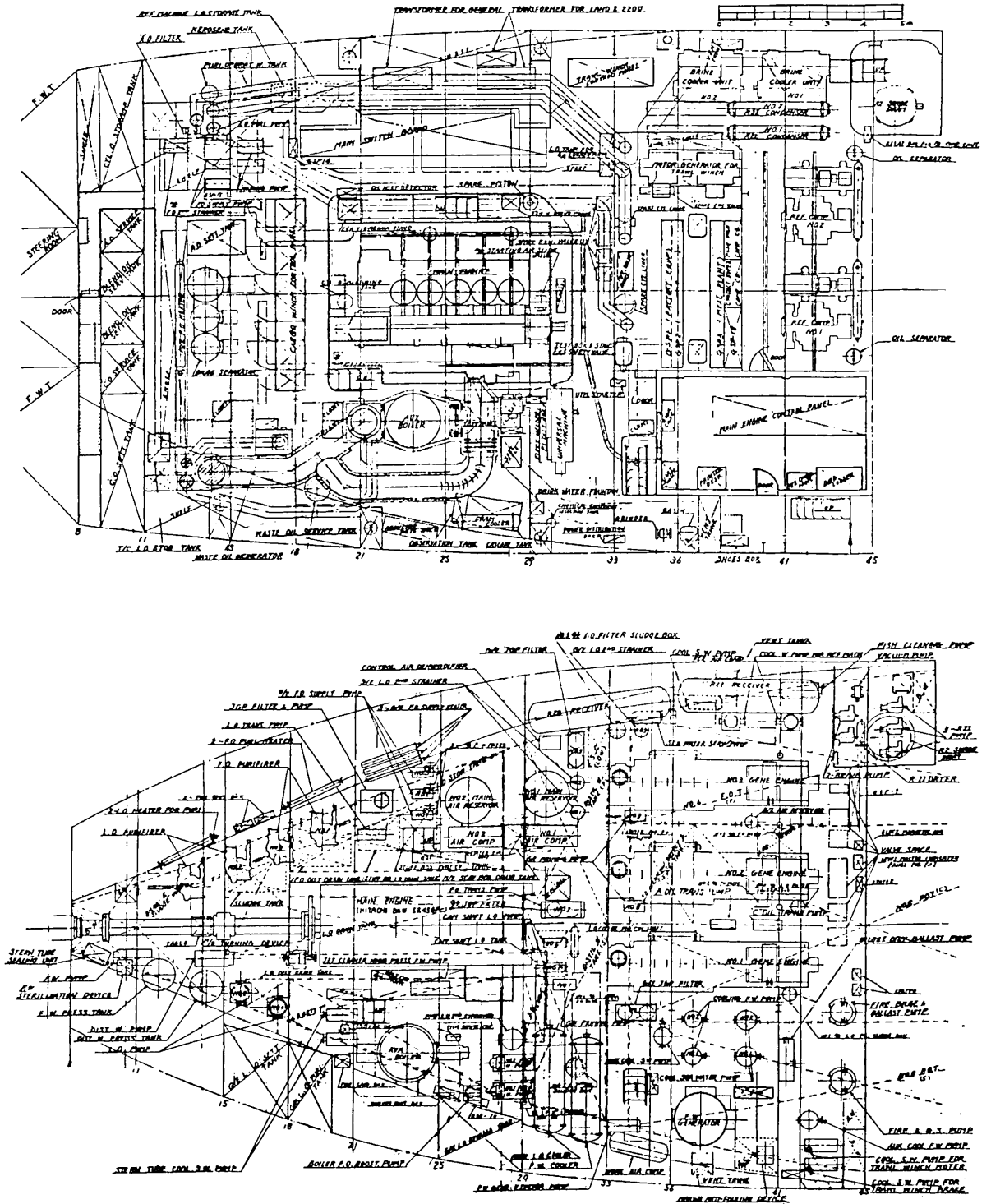


図1・18 トロール漁船“赤城丸”機関室配置図

図1・17を見ると、No.3 Fish Hold上に、Quick Freezing Room（急速凍結室）が設けられ、獲れた魚は工場で処理後、急速凍結され魚艙に貯蔵されるわけである。また、魚種によっては、製品加工後発生した残滓を魚粉製造装置にかけ、Fish Mealを作り出し、魚粉艙に貯蔵される。

次に、機関部主要目を記す。

主要機関部要目

主機関	日立 B & W 5 K 45GFC	2サイクル	自己逆転
	クロスヘッド型過給機付	ディーゼル機関	1台
	連続最大出力	4,400 PS × 227 rpm	
	常用出力	4,000 PS × 220 rpm	
プロペラ	4翼一体型	市ハプロペラ	
	材質 Ni Al BC3	キーレス型	
	D : 3,300 mm × P : 2,115 mm		
発電装置			
原動機	ヤンマー 4サイクル	トランクピストン	3
		930 PS × 720 rpm	
発電機	三菱電機	横全閉内冷型	630 kW 3
ボイラ	大阪ボイラ AQ-5	立形水管コンポジット型	1
	蒸発量	油焚側 1,200 kg/h	圧力 7 kg/cm ²
	排気側	250 kg/h	

図1・18に機関室配置図を示す。

次に、冷凍設備及び防熱装置について見てみる。

冷凍及び冷凍装置要目

凍結用冷凍機

TSMC-8-180	100 kW	2	日本サブロー
コンタクトフリーザー	油圧復動式	15組	
フラットタンク式	45.4t/day		日本サブロー
フラットタンク昇降装置		15組	日本サブロー

魚艙冷却用冷凍機

BCS-80 MBN 60 kW

食糧庫冷凍機

BFO-3 4,500 kcal/h 5.5 kW

冷蔵艙冷凍機冷却水ポンプ

立渦巻式 230 m³/h × 20 m 22 kW

冷房冷凍機冷却水ポンプ

横渦巻式 40 m³/h × 25 m 5.5 kW

魚艙内保持温度は-30℃であり、本船は三菱電機製のR 502 ブラインクーラーユニット（BCS-80 MBN型 60 kW × 2台）を用いて、日本サブロー㈱が、塩化カルシュームブライン循環方式にて設備の施工を行なった。

冷却方式としては、艙内壁に冷却管コイルを配置するグリットコイル方式であり、冷凍品（漁獲物）専用の冷

蔵倉といえる。冷凍装置は図1・17に示されるように、機関室船首側に配置されている。

防熱装置は、井上冷熱㈱の手でグラスウール、ポリウレタンを用いて施工されている。魚粉艙は、魚艙よりその保持温度は低く-25℃に設定されている。

1・5 冷凍コンテナとは

近年、貨物輸送のコンテナ化が進み、前1・1で記した如く、冷凍・冷蔵品における海上のコンテナ化率も50%を超えるほどになっている。

我が国の輸入量から1982年の冷凍運搬船と冷凍コンテナ（通常“レフコン”と称される。Refrigerator Containerの略）による輸送の割合を概算してみると、野菜・果物で30%、畜産品 100%、水産品30%程度のコンテナ化率となっており¹⁾、貨物によっては、ほぼ全量に近い割合でコンテナ輸送されている。

我が国の輸入生鮮食品・冷蔵食品・冷凍食品の中で、一番多いのがバナナであり、果物の中では、次にグレープフルーツ、パイナップル、レモン等が続く。参考までに生鮮・冷蔵品の輸入状況を表1・12に掲げる。これらの内、冷凍運搬船で輸送されるものは10万t以上のものであり、10万t以下のものはコンテナ船の冷凍コンテナや、在来定期船の冷蔵倉で輸送される¹⁾。従って、果物の中でもバナナ、パイナップル、グレープフルーツ及びレモン等は、冷凍運搬船で輸送されるが、他は冷凍コンテナによることとなる。

図1・19は、日本を中心としたコンテナ航路網である。これら主要航路のコンテナ化は大略終了していて、その他の航路においても、大型セミコン船により、雑貨、コンテナの合（あい）積み輸送が行なわれている。

海上輸送コンテナの中で冷凍コンテナの割合は表1・1及び表1・2に示す通りである。冷凍コンテナは、他のコンテナと同様にISOにより規格の統一がなされており、現在、海上では、長さが40'（フィート）、20'の2つに使用が限られている（詳細は6章参照）。表1・1からも判るように、現在40'レフコンの増加が著しい。

冷凍コンテナには、大別すると冷凍機の内蔵式と別置式（クリップ・オン式またはランドセル式）の2種類がある。

前者は、写真1・14にその一例を示すが、コンテナに冷凍機ユニットが内蔵されており、海上では船内電源、コンテナ・ターミナルでは陸上電源により給電され、その内蔵冷凍機ユニットによりコンテナ内部を保冷状態に保つ。

船の科学

後者の冷凍機ユニット別置式は、コンテナバン自体は、ユニット内蔵式と同様に防熱されているが、ユニットが着脱式で陸上にあっては組み合わせられて、そのユニットにより冷却されるが、船に積み込む時、切り離されて、バンのみ船に積載される。船に積載後は、船側の冷凍装

置により作り出される冷風をバン内部に供給して、保冷される。

現在、冷凍コンテナの大部分は、冷凍機ユニット内蔵式であり、ユニット別置式は数少なく、我が国でも初期のカリフォルニア航路の“あめりか丸”（現おりえんと丸）や南アフリカの“SAF MARINE”で採用された程度である。

表1・12 1981年の生鮮・冷蔵食料品の輸入状況

(単位：1Mt)

品目	数量	品目	数量
果物		鯨肉	18,942
バナナ	707,904	あひる	2,218
グレープフルーツ	166,934	七面鳥	1,083
パイナップル	122,829	くず肉	13,122
“(冷)”	12,009	いやのし	80
レモン	112,528	や	31
オレンジ	75,471	計	641,693
干ぶどう	22,181	乳製品	
冷凍果実	8,697	粉乳	101,550
キウイフルーツ	6,412	チーズ	71,277
パパイヤ	3,267	バター	1,734
さくらんぼ	2,650	練乳	630
メロン	2,586	計	175,191
ぶどう	1,184	魚類	
マンゴスチン	976	えび類	168,829
マンダリン	213	またぐろ類	102,297
計	1,245,841	たさけ・ます	71,341
野菜		いしん	68,776
たまねぎ	205,056	にかしん	50,118
冷凍豆	59,557	かしん	31,039
一時貯蔵野菜	56,309	ししゃも	25,937
冷凍じゃがいも	34,226	あたじい	24,561
冷凍野菜	27,644	はまぐり	24,299
その他野菜	23,733	たまご	18,148
一時貯蔵わらび	13,981	たまご	11,305
にんにく	4,605	さけ・ます	10,732
まつたけ	704	にしん	8,111
計	425,815	フイレ	11,769
肉類		さわら	7,753
豚肉	191,214	たちう	3,145
牛肉	176,314	に	2,515
鶏肉	97,998	その	116,513
羊肉	87,774	計	857,639
馬肉	52,887		

これら、冷凍機ユニットの内蔵・別置の各方式により、本船側の仕様も異なってくる。先の別置式の2隻の場合、積載コンテナに冷風を供給するために、通常の冷凍運搬船並の冷凍装置が必要となり、冷風供給ダクト、換気用ダクトの他に、コンテナとの着脱装置も必要となってくる。

一方、ユニット内蔵式の場合には、電源供給用の電源プラグを装備することになるが、コンテナ船内に装備されるレフコン用プラグの数は航路によって増減する。

図1・20～図1・23は航路別のコンテナ船の冷凍コンテナの積載場所(■)である。冷凍コンテナの占める割合が小であれば、甲板上(オンデッキ)積載が普通であり、大であれば、図1・23のように船内(インハッチ)積載と甲板上積載のコンビネーションとなる。豪州航路では、全積載可能コンテナに占めるレフコンの割合が37～38%にも達している¹⁹⁾。

通常、オンデッキの冷凍コンテナの冷凍機ユニットは空冷式であるが、インハッチは水冷式となる。それに合わせて、ユニットも空冷・水冷兼用のタイプのもが多く出ている。

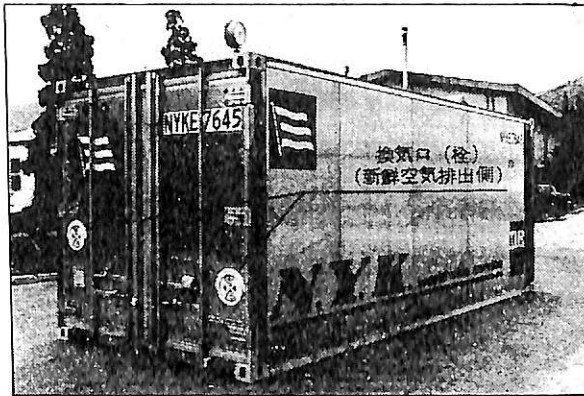
通常のコンテナは、海水の侵入を防ぐために扉側を船尾方向に向けて積むが、レフコンの場合、航海中冷凍機ユニットに与える風、波浪の影響を考慮してユニット側を船尾向きに、扉側を船首向きにし、できるだけ波浪をかぶらぬように船首に近い場所を避け船尾近くに配置される¹⁹⁾。

表1・13は、我が国の船会社の航路別の冷凍コンテナ輸送実績であるが、航路毎の輸送貨物の特徴を掴むことができる。(つづく)

参考文献

- 18) 中村勝男：「漁船」, No 232, April, 1981, P. 62
- 19) 大羽純昭：「冷凍」, Vol. 58, No 664, P. 159
- 20) 上村建二：「冷凍コンテナ便覧」, 成山堂書店

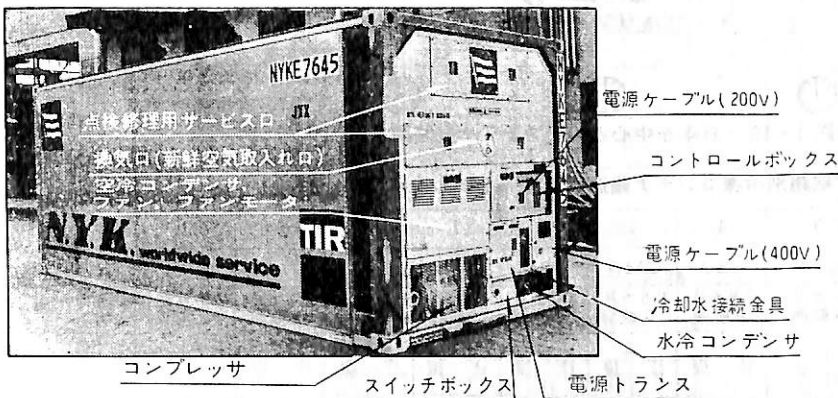
資料：大蔵省「日本貿易月表」1981年12月。



(a) 一体型冷凍ユニット付20'冷凍コンテナ外観図(後面)

コンテナは強度部材としての枠組みと防熱壁から構成され、それに冷凍ユニットが取り付けられる(本写真では右奥後面に冷凍ユニットが取り付けられている)。

通常、外壁面には各船社名とマークが表示される。

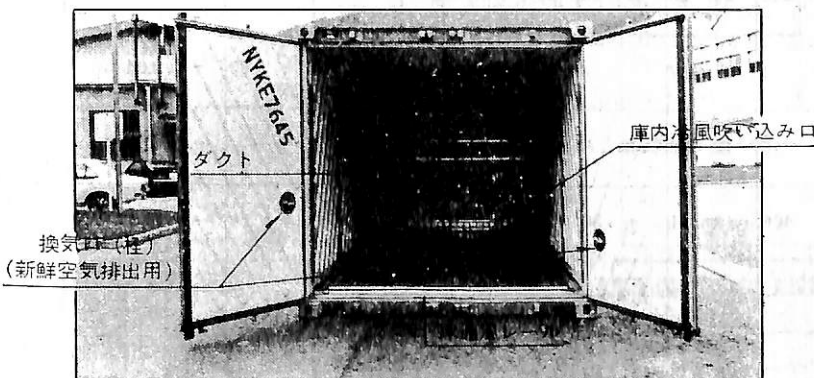


(b) 一体型冷凍ユニット付20'冷凍コンテナ外観図(前面)

前面に取り付けたユニットで冷風を作り出し、庫内を循環させて冷やす。

冷凍ユニットのコンプレッサは、密閉または半密閉型が用いられ、コンデンサーは空冷・水冷の両方が使用可能なように装備される。

当然、電源プラグも世界中どこでも使えるように200Vと400V両方取り付けられる。



(c) 一体型冷凍ユニット付20'冷凍コンテナ内面図

床面は冷風の循環を考えてレールが敷かれ、冷風は、奥上方のダクトから吹き出され、庫内を上から下へ循環して床面レール間を通して、吸い込み口から冷凍ユニットへ戻される。

換気口は、呼吸している果物類にとって必要なことは、1・2から理解できよう。

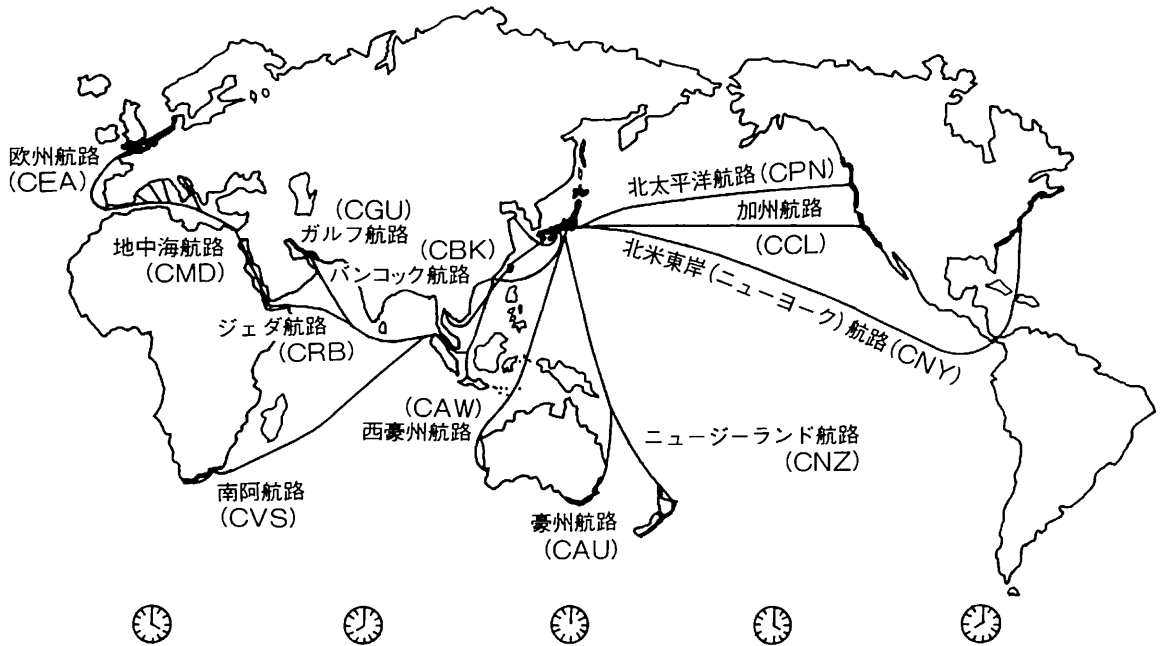
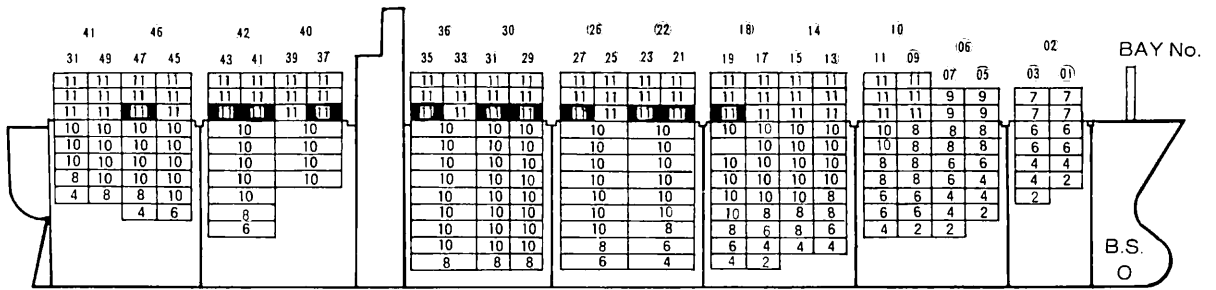


表1・13 航路別冷凍コンテナ輸送実績¹⁹⁾ (20' Ref. CNTR. 換算)

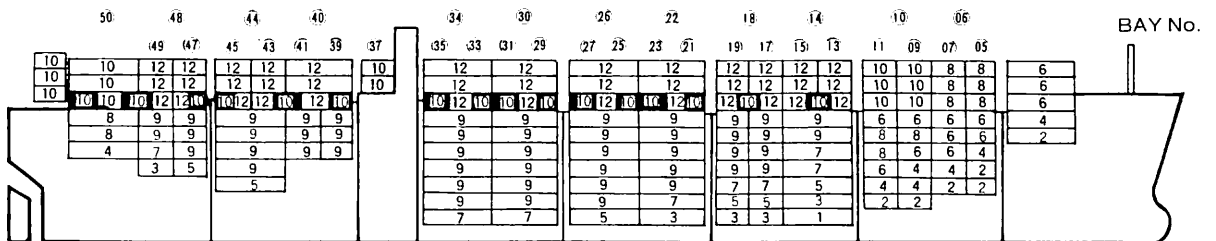
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
航路	CNY		CCL		CPN		CEA		CMD		CRB		CGU		CVS		CAU		CNZ		品目別数	
日数 航海数	7.3カ月 7航海		8カ月 12航海		6カ月 6航海		6.8カ月 9航海		6.6カ月 5航海		5.7カ月 9航海		6カ月 4航海		5カ月 3航海		3.2カ月 2航海		9カ月 6航海		往復	
往復別 品目別	往	復	往	復	往	復	往	復	往	復	往	復	往	復	往	復	往	復	往	復	合計	
肉類	-	787	32	1,309	1	253	1	367	2	2	2	-	-	-	-	1,431	2	516	41	3,665	3,706	
魚介類	543	235	319	205	37	446	44	28	89	40	23	-	-	10	-	6	31	64	3	309	1,089	1,343
酪農品	3	1	-	2	-	1	-	287	-	4	-	-	-	-	-	-	40	-	464	3	799	802
果実野菜 (農産物)	8	20	5	431	2	316	12	23	59	-	15	-	-	-	-	8	-	-	-	920	101	1,718
食品 (上記を 除く)	25	209	49	22	7	406	18	21	-	28	-	-	2	-	-	62	-	18	-	55	101	821
化学製品	117	23	88	6	2	-	256	27	83	3	-	-	7	-	2	-	11	-	13	-	579	59
その他	22	20	-	4	-	-	6	72	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	96
各航路 往復別個数	718	1,295	493	1,979	49	1,422	337	825	233	77	41	-	9	10	2	76	43	553	18	2,264	1,945	8,501
各航路別数	2,013		2,472		1,471		1,162		310		41		19		78		596		2,282		10,444	
個数/voy.	103	185	41	165	8	237	37	92	47	15	5	-	2	2	1	25	22	277	3	377	総合計	

■冷凍コンテナの積載場所¹⁹⁾



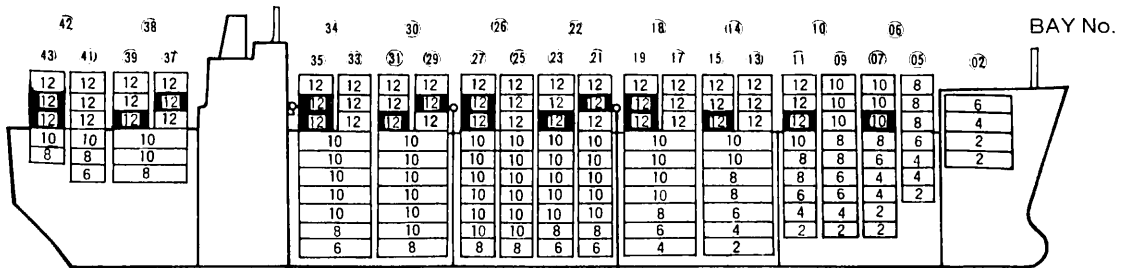
2,364TEU積 REF-PLUG 121個
 長さ×幅×深さ：259.80m × 32.20m × 24.30m 速度：26.60 kn

図1・20 欧州航路“てむず丸”¹⁹⁾



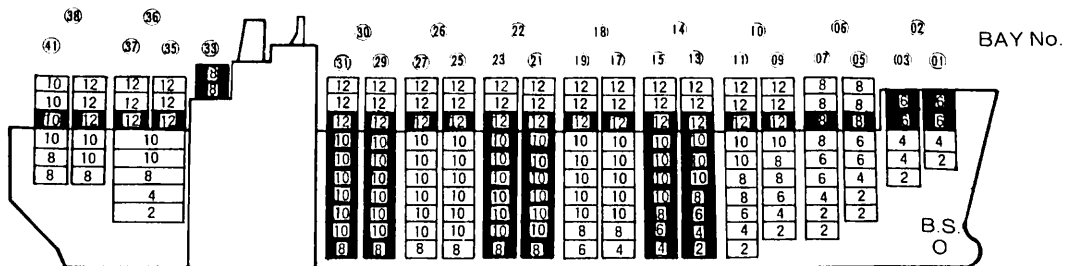
1,884TEU積 REF-PLUG 138個
 長さ×幅×深さ：263.00m × 32.20m × 19.60m 速度：24.70 kn

図1・21 ニューヨーク航路“にゅーよーく丸”¹⁹⁾



1,676TEU積 REF-PLUG 202個
 長さ×幅×深さ：221.51m × 32.20m × 18.80m 速度：22.27 kn

図1・22 加州航路“あめりか丸”¹⁹⁾



1,570TEU積 REF-PLUG 602個
 長さ×幅×深さ：216.30m × 32.20m × 19.00m 速度：22.31 kn

図1・23 豪州航路“きゃんべら丸”¹⁹⁾

続・液化ガスタンカー

Liquefied Gas Tanker

< 3 >

恵 美 洋 彦

5.8 貨物用諸装置に関する補足

5.8.1 タンク冷却、ウォームアップおよび各種の置換

本項では、タンク冷却、ウォームアップおよび各種置換作業に使用する設備の計画上必要と思われる事項について説明する。オペレーションに関する詳細は、10章を参照のこと。

(1) タンク冷却の基礎

暖かいタンクおよび管装置に急激に低温の液化ガスをいれると、過大な非正常熱応力が生ずる。これは、急冷および局部的冷却/不均一温度分布によるひずみの拘束に起因する。さらに、貨液の急速な蒸発によって制御できない貨物ガスが発生する。

このような現象を防ぐため、積荷前にタンクおよび関連の管装置は、適当な速度でできるだけ均一に冷却する。これは、クールダウン、徐冷、予冷等ともいわれる。

冷却速度は、強度および蒸発ガスの制御によって制限される。独立型タンク、一体型タンクおよびセミメンブレン方式タンクは、主として前者で制限される。メンブレン方式タンクは、後者で制限される。

冷却温度は、貨物の種類/貯蔵状態、タンク構造/材料、積荷要領等によって異なる。標準的には、タンクの平均温度が次のような値となるのを目標とする。

LNG	: - 125 ± 10 °C
エチレン (低温式)	: - 75 ± 5 °C
プロパン (低温式)	: - 25 ± 5 °C
アンモニア (低温式)	: - 15 ± 5 °C

一般的には、タンク底部に液がたまりだし、タンク上部と積荷貨物の温度差が20ないし50°C程度になれば、積荷を開始できると考えてよい。ブタンの場合、当初ゆっくりした積荷をすれば、冷却は不要である。

冷却は、タンク開放後の最初の積荷前、および通常バラスト航海の終りに実施する。前者では、イナーガス

を暖かい貨物ガスと置換(これを乾燥 drying ということもある)した後、即ちほぼ常温から冷却する。後者は、バラスト航海中に暖まった温度から冷却する。

タンク冷却の方法は、次のいずれかまたは組み合わせとなる。

- (i) 貨液のスプレー(噴霧; spray)
- (ii) 低温窒素ガスの吹込み(イナーティング兼用)
- (iii) LN₂のスプレー
- (iv) 少量のLN₂の注ぎこみ(イナーティング兼用)
- (v) 冷却コイル

最も一般的な方法は、(i)貨液スプレーによる冷却である。(ii)は、イナーティングの過程で冷たいN₂を吹込んでゆく方法であり、(i)の前段階として実施したり、小型船で実施する例がある。(iii)は、原理的には(i)と同じであり、実験的に冷却する場合に多く採用される。(iv)は、小型のメンブレン方式タンクでは実施可能である。(v)は、多目的液化ガスタンカーに採用例がある。

以下、(2)ないし(5)は、スプレー冷却について述べる。

(2) スプレー冷却の概要

この原理は、低温の貨液(または液体窒素)をタンク内に噴霧させ、その貨液の有する低温および断熱膨脹による蒸発によって得られる低温で熱量を吸収することである。同時に、暖かい気体は、冷たい気体と置換されて排出される。

貨液は、スプレーノズルまたは小孔をあけたスプレー用管から噴射する。このノズルまたは小孔は、貨液を有効にタンク内に噴霧すると同時に膨脹弁としても働く。ノズルまたは小孔、即ちオリフィス直前の液体が高圧かつ低温であるほど温度降下は、大きくなる。計画より低い圧力で貨液の供給をうけると、噴射量が少なくなり、温度降下量も小さくなる。

タンクは、貨液の噴霧蒸発によって得られる低温ガスによって冷却される。噴霧によって生ずるタンク内流体

の温度差は、対流を生じさせる。冷たい流体は、周囲から熱をうばいながらタンク底部に至る。霧状液体は、蒸発して冷たい貨物ガスに、冷たい貨物ガスは、暖まったガスになる。このようにして、タンク内雰囲気温度は、徐々に冷却し、タンク等の周囲構造部材が冷却される。タンク内で蒸発して暖まった貨物ガスは、船舶の圧縮機またはブロウによって、頂部の貨物ガス移送管を介して吸引排出される。

イナートガスと貨物ガスとの置換を行わずに、イナートガス封入の状態での冷却を開始する例もある。この

ような場合、当初は、イナートガス/貨物ガスの混合体が排出される。この時期には、排出ガスは、大気放出

するかまたは陸上に返却する。冷却が進行して排出気体中のイナートガスが5 vol.%程度以下となったとき、排

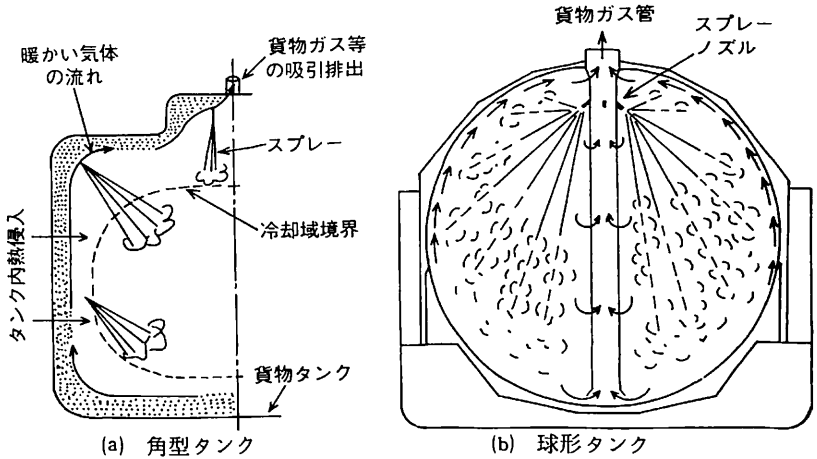


図 5-156 貨液スプレー冷却の概念

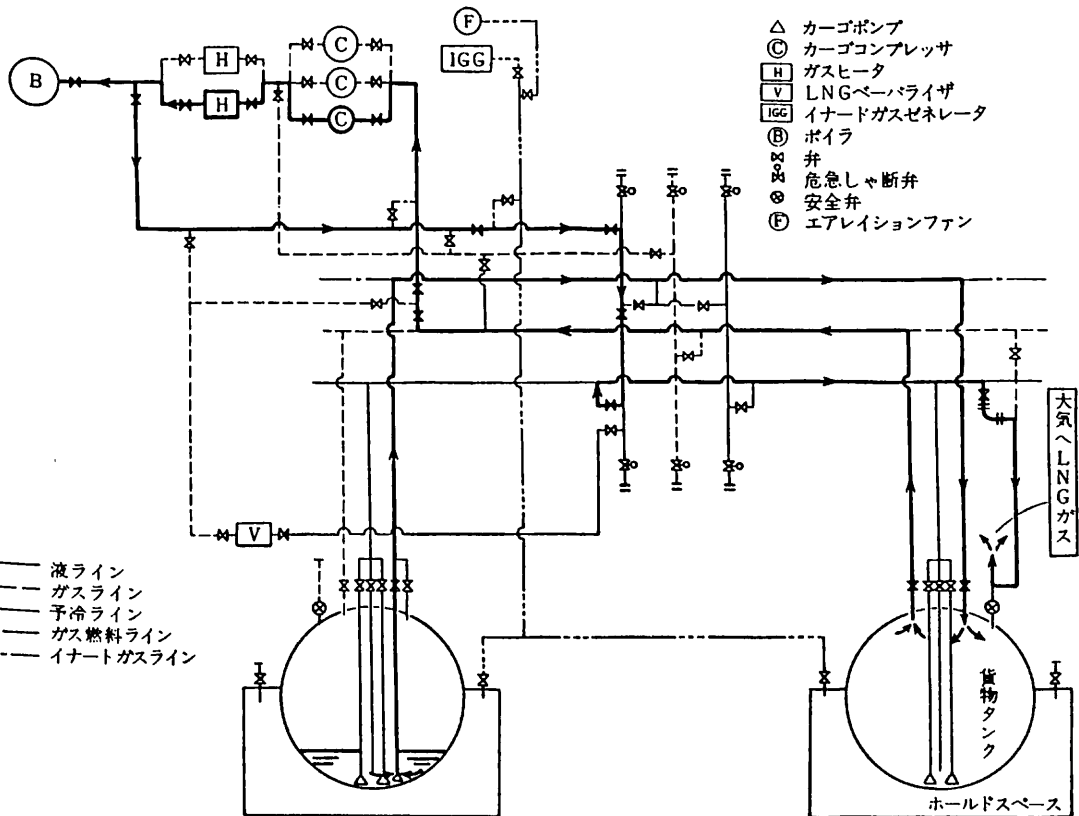


図 5-157 タンク冷却中の貨液/貨物ガスの流れ⁸⁾

図は、左側のタンクの貨液を用いて右側タンクを冷却する例。陸上からの貨液を用いるとき、マニホールド→貨液管→スプレー管、および貨物ガス管→マニホールドの流れとなる。

出気体を貨物冷却装置に送る。航走中のLNG船では、イナートガス成分が40 vol.%以下になった場合、ボイルオフガス燃焼装置に送ることができる。

一般的には、冷却に先立ってイナートガスと暖かい貨物ガスの置換を行なう。この場合、LNG船以外の低温式または低温圧力式液化ガスタンカーでは、排出ガスを貨物冷却装置に送って再液化するのが通常である。LNG船では、陸上返却、大気放出またはボイラ燃焼のいずれかとなる。

タンク内温度の低下に伴って外部からタンク内への熱流束を生ずる。この熱流束は、タンク内気体を軽くして、タンク壁に接している境界域での対流をひき起こす。これは、壁に沿った流れとなって低圧側、即ちタンク頂部に向かう。この低圧は、圧縮機で気体を吸引することによって得られる。図5-156に冷却噴霧中のタンク内の流れのパターンを示す。

(3) スプレー冷却装置

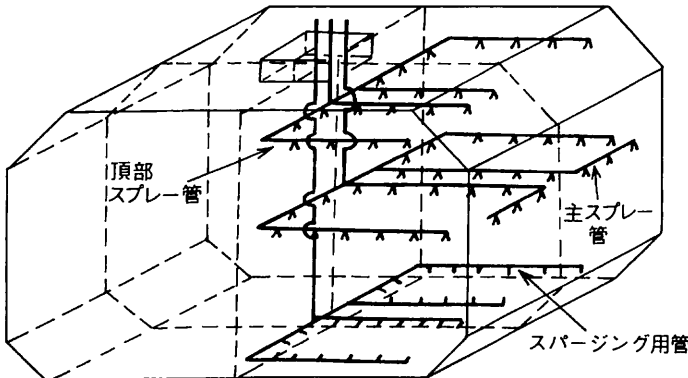
タンクのスプレー冷却装置としては、噴霧用管装置が必要である。そのほかは、貨物移送管装置、貨物冷却装置等を兼用するのが通常である。ただし、LNG船では、陸上からの供給の場合を除き、噴霧用貨液をタンクから吸引する必要があるため、別にスプレーポンプを備える。

図5-157に、LNG船におけるタンク冷却中の貨液および貨物ガスの流れの例を示す。LPG船、エチレン船等では、噴霧用貨液は、貨物冷却装置からその戻り管によって供給される。

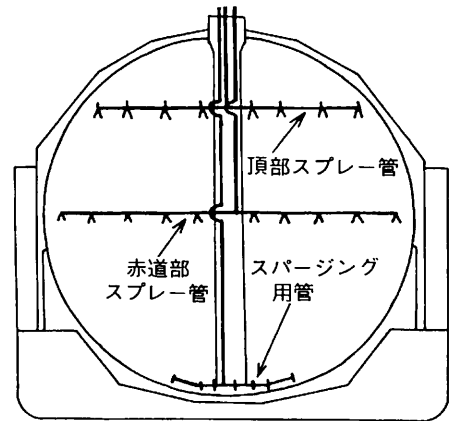
次に、タンク冷却装置の計画上の注意事項を掲げておく。

(a) 装置の設計上、考慮すべき条件は、次のとおり。

- (i) 貨物格納設備の熱容量、即ち冷却すべき部材の熱容量、およびタンク内の形状および大きさ（冷却中のタンク内流体の流れ）
- (ii) 冷却中に流入する熱量（防熱性能および周囲温度条件）
- (iii) 冷却条件（冷却開始前および後の温度、冷却速度の制限、冷却時間等）
- (iv) 冷却用貨液の種類、温度圧力および供給能力
- (v) 関連設備（貨物管装置、圧縮機、貨物冷却装置等）の種類および性能
- (b) 貨液噴霧管（スプレー管）またはノズルの配置および寸法は、次に示す事項について配慮して定める。
 - (i) 噴射孔またはノズルの寸法は、孔の位置での貨液の圧力を考慮して定める。これは、噴霧する液の量、到達距離および温度降下に関連するからである。
 - (ii) 孔の位置で過大な温度降下をもたらすような設計を避ける。これは、オリフィスとしての孔の形状、貨液温度圧力、および周囲温度に関連する。冷却し過ぎると、オリフィスの周囲に冷凍固体粒子が付着して孔を閉塞するおそれがあるからである。
 - (iii) 噴霧孔またはノズルは、発生するタンク内流体の流れを助長するようにする。噴出流の中間には、乱流が生ずる。この乱流が冷却を促進するようにする。
 - (iv) 噴射貨液は、直接にタンク壁に当たらぬようにする。これは、熱衝撃や局部冷却による過大な熱応力の発生を防ぐためである。
 - (v) 噴霧管またはノズルは、冷却中にタンク内の著しい不均一温度分布を避け、できるだけ均一な冷却が進行するように配置する。



(a) 方形方式LPGタンク(中心線隔壁および制水隔壁付)の配置例 (図は、片舷のみを示す。反対舷もほぼ同様の配置)



(b) LNG兼LPG船球形タンクの配置例 (管は、円周に沿って配置される)

図5-158 スプレー冷却管およびスパージング用管の配置例

(c) 前(b)に掲げる条件でスプレー管またはノズルを配置するためには、十分な検討を要する。適切な噴霧孔またはノズル形状および配置となっているか否かは、必要に応じて実験で確認する。図 5-158 に、スプレー管の配置例を示す。これらは、公表された各種の文献に基づいて描いたものである。このほか、球形タンクのスプレーノズルの配置例の概要は、図 5-156 (b)にも示してある。これは、4本のスプレー管をタンク中心のタワー上部から突出させ、その先を分岐して適当にノズルを配置する例である。

(d) 小型の低温式または低温圧力式液化ガスタンカーでは、再液化の戻り管からの噴霧でタンク冷却を実施する計画の船舶もある。

(e) 噴霧用貨液の清浄のため、供給管にはストレーナを設ける。このストレーナは、目詰りをおこすことがよくあるので容易に交換または清掃できるようにする。このため、その上流側に止弁を設けるのが好ましい。また、貨液供給管には、流量を制御できる止弁を設ける。

(f) タンク内のスプレー管の閉鎖端部は、より大きな管径とし、かつ、ねじ栓で閉鎖するのがよい。これは、噴射孔の閉塞を防ぎ、かつ、タンク開放の際に容易に清掃できるからである。

(4) スプレー冷却に関する簡易計算

タンクのスプレー冷却装置および作業の計画にあたって次に示す目的の熱計算を行なう。

- 冷却装置または冷却用貨液の能力が決まっている場合、冷却所要時間の推定
- 冷却時間が定まっている場合、冷却装置の能力および貨液の供給能力の算定
- 冷却に要する貨液量の算定

タンクの冷却過程は、非定常状態である。このような現象を扱う伝熱計算プログラムも開発されている。一方、定常状態としての伝熱計算をベースとした簡易計算法でも、実用上、十分役に立つ。

次に、簡易計算法について紹介する。

(a) 計算条件

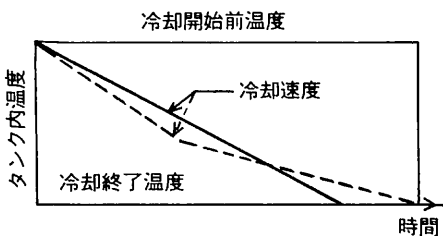


図 5-159 タンク冷却速度

(i) 冷却速度

冷却が進行するにつれて外部からの侵入熱量は、増加する。また、低温気体と冷却される部材との温度差も少なくなる。したがって、貨液供給量が一定の場合、冷却に費やす熱量は、冷却進行につれて次第に減少する。これは、冷却速度が漸減することになる。しかし、簡易計算では、図 5-159 に示すように冷却速度を一定として計算を進める。

貨液供給量が一定の場合、LPGやアンモニアでは、図 5-159 の実線のように冷却完了まで冷却速度一定とする。貨液供給量を途中で変える場合、あるいはLNGやエチレンのようにより低温の貨物の場合、図 5-159 の点線のように途中で冷却速度を変える。

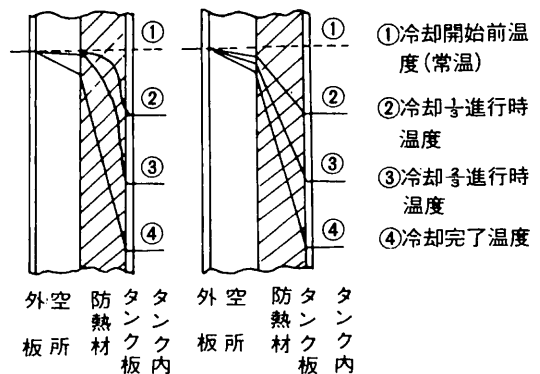
(ii) 伝熱状態および温度分布

冷却は、均一に進行するものと仮定する。また、タンク部材の温度は、タンク内雰囲気温度と等しいものとする。

冷却中の各過程で、伝熱および温度分布は、定常状態であるとみなす。即ち、タンク内での温度低下に伴って、タンク部材、防熱材等は、比例的に低下すると仮定する。これを概念的に示すと、図 5-160 の右側のような時間遅れがある。タンクの熱容量に比べて、防熱材等の熱容量が大きい場合、この時間遅れも考慮する必要がある。

(iii) 温度条件

外部の温度条件は、冷却中、一定不変とする。計算上の外部温度は、必ずしも規則¹⁾で定める最高温度とする必要はない。冷却を実施する水域における平均的な値をとればよい。通常、外気および海水の温度のいずれも、30℃として計算する。



図中、左側が実際の温度分布
右側が伝熱計算モデル

図 5-160 タンク冷却中伝熱計算モデル

(iv) 熱伝導率, 熱伝達率および比熱

固体材料の熱伝導率および各種境界壁の熱伝達率は, 温度にかかわらず, 一定とする。即ち, 外部からの侵入熱量は内外の温度差に比例すると看做す。

冷却する固体材料および気体の比熱も, 温度にかかわらず一定とする。

(v) その他

その他の伝熱計算条件は, 貨物タンク防熱設計と同じとする。4.6.2 および 4.6.3 を参照のこと。

(b) 計算の手順

簡単のため, 冷却完了まで冷却速度一定として計算を進める例について述べる。

(i) 伝熱計算

冷却完了時のタンク内温度での定常伝熱計算を行なって各部材等の温度分布を求める。(図 5-160 参照) この伝熱計算では, 前(a)(ii)の仮定により, タンク内温度を冷却目標のタンク平均温度とする。伝熱計算の方法は, 4.6.3 に示したとおり。

この結果を用いて冷却過程の各部材等の温度分布は, 図 5-160 のように推定する。また, 侵入熱量も, 同様に図 5-161 のように, 最終状態から容易に推定できる。

(ii) 冷却所要総熱量

タンクを所定の温度まで冷却するのに必要な冷却総熱量 Q_T は, 次式で表わせる。図 5-161 参照。

$$Q_T = Q_R + Q_L \quad \text{: kcal} \quad \dots\dots\dots (5\cdot55)$$

$$Q_R = \text{各部材等から取去る熱量 (kcal)} \\ = \sum W_i \cdot \Delta t_i \cdot C_{pi} \quad \dots\dots\dots (5\cdot56)$$

$$Q_L = \text{外部からの侵入総熱量 (kcal)} \\ = \frac{1}{2} q_{LF} \cdot H_T \quad \dots\dots\dots (5\cdot57)$$

- W_i : 冷却前後の各部材等の重量 (kg)
- Δt_i : 冷却前後の各部材等の温度差 (°C)
- C_{pi} : 各部材等の比熱 (kcal/kg·°C)
- q_{LF} : 冷却最終段階での侵入熱量 (kcal/hr)
- H_T : 冷却所要時間 (計画値)

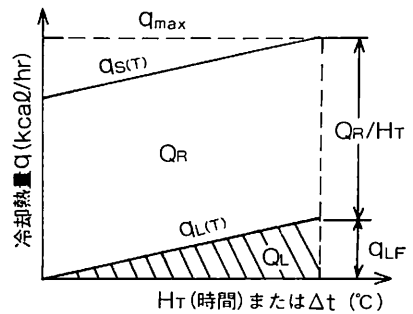
(iii) 冷却能力および所要時間

冷却所要時間が与えられた場合, 所要冷却最大能力 q_{max} (kcal/hr) および所要平均冷却能力 q_{mean} (kcal/hr) は, 前(ii)の結果を用い, 次式で求める。

$$q_{max} = \frac{Q_R}{H_T} + q_{LF} \quad \dots\dots\dots (5\cdot58)$$

$$q_{mean} = \frac{Q_R}{H_T} + \frac{q_{LF}}{2} \quad \dots\dots\dots (5\cdot59)$$

冷却能力が与えられた場合, 冷却所要時間は, 次式で求める。



- $q_S(T)$: 冷却開始から T 時間後の所要冷却熱量 (kcal/hr)
- $q_L(T)$: 冷却開始から T 時間後のタンク侵入熱量 (kcal/hr)
- その他 : 本文と同じ

図 5-161 冷却速度一定の場合, タンク熱量と経過時間 (または温度降下量) との関係

$$H_T = \frac{Q_R}{q_{max} - q_{LF}} \quad \dots\dots\dots (5\cdot60)$$

(iv) 冷却能力

冷却能力は, 貨物冷却装置を用いる場合, タンク冷却時に使用する装置の能力に等しい。LNG 船のように貨物冷却装置を使用しない場合, 冷却時に供給する貨物の量に応じて次式で推定する。

$$q_c = l_c + C_p \cdot \Delta t \quad \dots\dots\dots (5\cdot61)$$

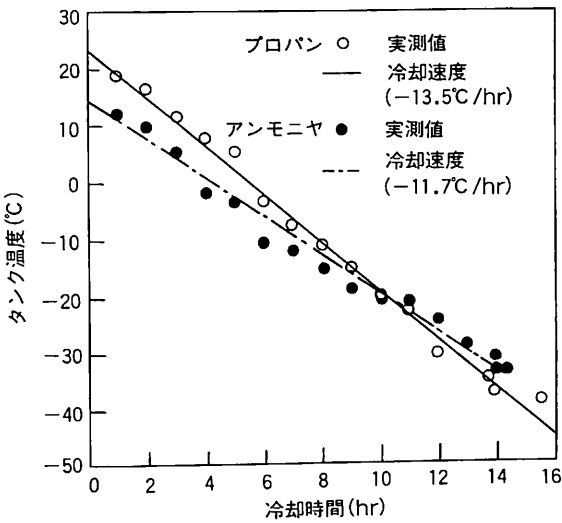
- q_c : 貨物の単位重量当たりの冷却能力 (kcal/kg)
- l_c : 貨物の蒸発潜熱 (kcal/kg)
- C_p : 貨物ガスの定圧比熱 (kcal/kg·°C)
- Δt : 貨物ガスが熱交換によって暖められ排出するときの温度とタンク内圧力における貨物の飽和温度との差 (平均値として求める)

例えば, LNG 船において純メタンを想定すると, 大気圧下において蒸発潜熱は 122.7 kcal/kg である。 Δt を 50°C と仮定すると, 液比熱 C_p は, 0.5 kcal/kg であるから $C_p \cdot \Delta t$ は, 25 kcal/kg となる。即ち, 1 kg 当たりのメタンの噴霧による冷却能力は, 約 150 kcal/kg となる。しかし, 高沸点物質 (エタン, プロパン等) の再凝縮, 流体の流れの不完全さ等による低温ガスの排出等による損失がある。即ち, 冷却熱量は, 100% 有効ではない。実例から推定すると, 前述の値の 65% ないし 85% 程度が有効と見込むのがよい。

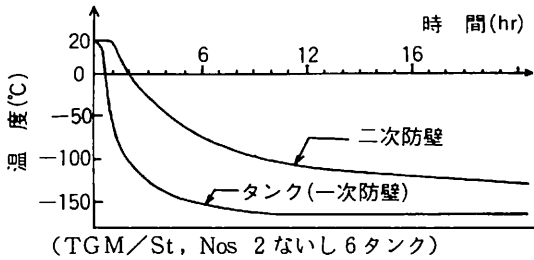
(5) タンク冷却の実例

(a) 低温式 LPG/アンモニア船

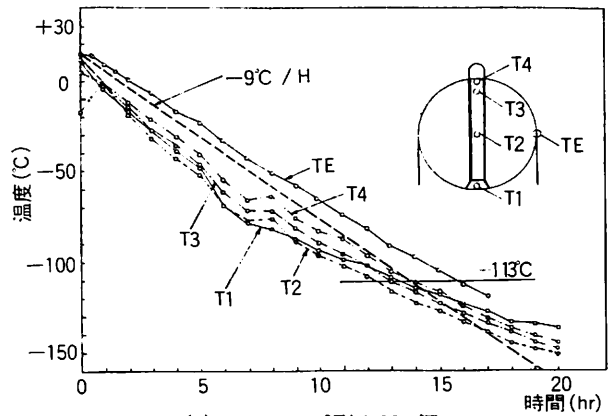
低温式 LPG/アンモニア船の冷却記録を図 5-162 に



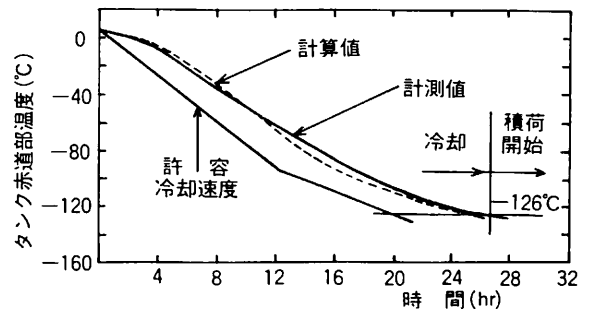
(プロパンおよびアンモニアのいずれも同一タンク)
 図 5-162 低温式LPG/アンモニア船のタンク冷却記録²⁹⁾



(TGM/St, Nos 2 ないし 6 タンク)
 図 5-163 LNG船 "Descartes" のタンク冷却 (5万 m³型)



(a) 87,600 m³型 9 Ni 鋼



(b) 12万 m³型アルミ合金タンク

図 5-164 Moss 球形タンク LNG 船冷却記録

表 5-80 LNG船のタンク冷却/ウォームアップの記録

船名	タンク容量 (m ³)	タンク構造方式	冷却 (時間)	ウォームアップ (時間)	備考
Methane Princess	27,400	コンチ (AL)	18	48~60	ウォームアップは80°C貨物ガス
Esso Brega	40,000	エッソ (AL)	48	48~72	冷却は、基地のガス受入れ能力による。計画では、24時間。
船名不詳	29,000	モス (AL)	25	70	ウォームアップの最終温度は、タンク底部が船舶製造イナートガスの露点以上。
	87,600	モス (9 Ni)	5.5	70	
	87,600	モス (9 Ni)	18	37	
	125,000	モス (AL)	36	30	
	125,000	モス (AL)	40	43	
Ben Franklin	120,000	TG (St)	13	115	ウォームアップ時には、ストリップング含む
船名不詳	120,000	GT (36 Ni)	10	38	
Polar Alaska	71,500	GT (36 Ni)	10		冷却使用 LNG は、約 250 m ³

示す²⁹⁾。これは、独立型方形方式タンクの例である。

(b) メンブレン方式LNG船

図5-163にメンブレン方式タンクLNG船の冷却記録を示す。(このタイプの貨物格納設備の構造は、図2-16に示すとおり) この方式のタンクは、タンクの重量が軽い(即ち、熱容量が小さい)ことおよび強度上の制限がないことによって冷却速度が速い。冷却速度は、供給貨液の量および排気能力によって定まる。この冷却では、タンク(一次防壁)がほぼ定常状態に達するのに、約6時間かかる。一方、二次防壁が冷却されるまでに約20時間かかっている。この全冷却熱量(約20時間)を100%とすると、タンク冷却まで(約6時間)にその約60%が消費される。残りの約40%がその後消費される。

タンクの温度を -93°C から -130°C にするのに必要なLNGの量は、12.1トンと計算された。実際には、約11.3トンが消費された。

ここで計算に使用された方法は、冷却中の過渡的非定常状態を扱うものであり、実用上、十分な精度であるといえる。なお、前(4)に示すような簡易計算法をそのまま適用すると、時間遅れの影響を含まないことになる。実測データにより、冷却効果を適宜配分する等の修正を施す必要がある。

(6) ウォームアップ

(a) 一般

ウォームアップは、暖かい貨物ガス(または窒素ガス)を吹込んでタンクを昇温することである。これは、イナーティングに先立ってタンク内の温度をイナートガスの露点以上とするためにも必要である。したがって、ウォームアップの目標温度は、吹込むイナートガスの露点または常温に近い適当な温度となる。さらに、ウォームアップには、残液の蒸発も含む。LPGのように比較的高沸点の貨物では、暖かいガスをタンク底部に吹付けて残液を蒸発させる作業が主となる。これは、スパージング(sparging)ともいわれる。残液が全て蒸発した時点でタンク内温度がイナートガスの露点より低ければ、そのまま、暖かいガスの吹込みを続行する。

貨物ガス使用のウォームアップでは、貨液蒸発分および温度上昇による容積増加分の余剰ガスが生ずる。余剰ガスは、陸上に返却するかまたは大気に放出するが、航行中のLNG船では、船用主機燃料に使用する。残りのガスは、暖めて再使用する。

小型のLNG船やエチレン船では、ウォームアップとイナーティングを兼ねて暖かい窒素ガスを吹込む例がある。また、LNG船では、タンク内にヒーティングコイルを設け、イソペンタンを使用してウォームアップを実

施するという案もある。

(b) ウォームアップ設備

次に、例を挙げて貨物ガス使用によるウォームアップ設備の概要を説明する。

(i) LNGのような低沸点貨物の場合、貨液蒸発用のスパージング管は設けない。貨液注入管から暖かいガスを吹出して残液を蒸発させる。排出ガスは、圧縮機により吸引され、ガスヒータで暖めて再使用する。余剰ガスは、陸上に返却、大気放出またはボイラ等で燃焼する。タンク内残液がない場合、逆に、貨物ガス管から暖かいガスを吹込んで貨液注入管から冷たいガスを排出するのが有効である。図5-165にウォームアップのときの流れの例を示す。

(ii) 低温式エチレン船のウォームアップは、LNG船の場合とほぼ同じである。ただし、暖かいガスは、貨物冷却装置の圧縮機を通すことによって得られる。(間接式貨物装置の場合、熱交換を通して暖める) 小型船では、窒素ガスや乾燥空気で暖めることもある。後者の場合、貨物ガス/窒素ガス置換後となる。

(iii) 低温式LPG/アンモニア船では、タンク底部に配管されたスパージング管から暖かい貨物ガスをタンク内に吹込む。暖かい貨物ガスは、貨物圧縮機で圧縮することによって得ることができる。間接式貨物冷却装置を有する船舶では、冷却用熱交換器に加熱媒体を通すことによって暖かいガスを得る。排出ガスは、貨物ガス管を介して圧縮機またはブロワで吸引する。

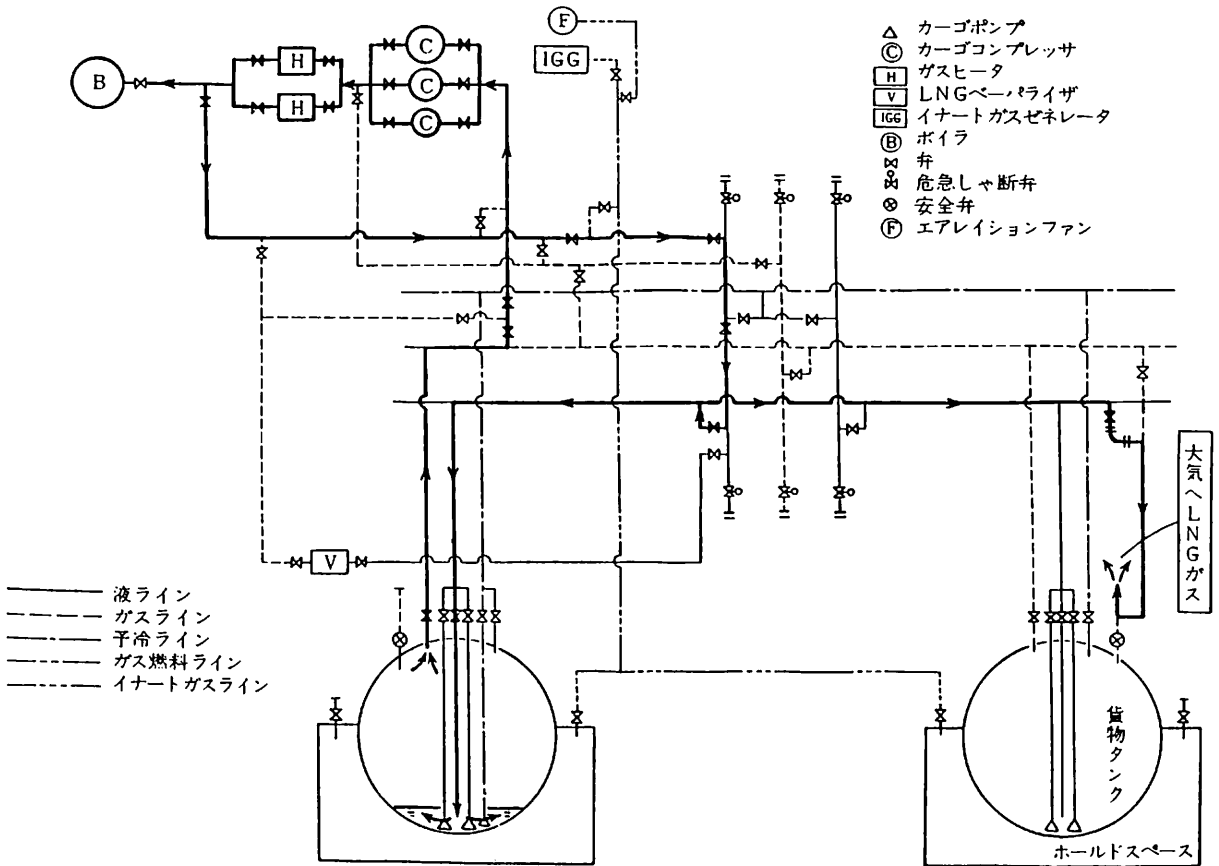
(iv) 低温圧力式液化ガスタンカーでは、積荷貨物の種類および状態によってウォームアップの方法が異なる。低温貨物の場合、その種類によって前(i)ないし(ii)に示す方法による。

(v) 前(i)ないし(iv)の例からわかるようにウォームアップ専用(または主目的)の設備は、LNG船のガスヒータ、低温式LPG船のスパージング用管等である。スパージング用管は、タンク底部に導かれた吹出し用小孔を有する管であり、再液化戻り管から分岐する。この管は、タンクウエル(設ける場合)にも配置する。その他の設備は、他の目的の管装置、圧縮機、貨物冷却装置等と兼用する。

(c) ウォームアップに関する計算

ウォームアップの作業時間、関連装置の能力、必要ガス量等の計画でも、前(4)に示した簡易計算が応用できる。ただし、次に掲げる事項が冷却と異なるので注意を要する。

(i) ウォームアップには、タンク内残液の蒸発も含まれる。この残液量によって、作業時間が異なる。残液量



(タンクに残液がない場合、ガスラインから暖かいガスを吹込み、液ラインで排出ガスを吸込むのが有効)

図 5-165 貨液蒸発を含むウォームアップの例

は、タンクの形状や大きさ、ウエルの有無、ストリッピングポンプの有無等によって異なる。

(ii) 實際上、タンク等の温度上昇と残液の蒸発は、同時に進行する。そして、蒸発ガスは、タンクから排出されるまでに暖められる。これは、タンクに吹込む暖かいガスの熱量が蒸発およびタンクのウォームアップのみならず、蒸発ガスの温度上昇にも費やされることになる。

(iii) 計算上、蒸発とタンクのウォームアップは、別個に進行するものとして扱う。蒸発ガスを暖めるのに費やされる熱量は、ウォームアップ時の実測値（タンク排出ガスの温度）があれば求めることができる。

(iv) 冷却とは逆に外部からの侵入熱量は、ウォームアップに役立つ。

(v) LNG船では、吹込むガスの温度は吸込ガスの温度およびガスヒータの能力に依存する。吸込ガスの温度は、ウォームアップの進行につれて上昇する。通常、吹込みガスの温度は、40ないし80°C程度で計画する。簡単

には、平均的な吹込み温度を用いて計算を進める。

(vi) ウォームアップの場合、温度上昇に役立つのは、吹込みガスと冷却物質との熱交換だけである。（即ち、(5・61)式の第2項）これは、温度上昇につれてウォームアップに要する熱量が漸減することになる。したがって、直線的な温度上昇を想定することはできない。ウォームアップ時間の計算では、吹込みガスの温度および量を一定とし、適当な温度に区切って進めるのがよい。

(vii) ウォームアップ時間が定まっていて、所要熱量、即ち吹込みガスの温度および量を定めるのは、試誤法による。即ち、当初、適当な温度および量のガスを想定して計算を繰返す。

(viii) ウォームアップの効率を、前(ii)で述べたように実測データから求める。LNG船の記録から推定すると、60ないし90%である。残りは、排出ガスを暖めることに費やされる。

(d) ウォームアップの記録

液化ガスタンカーのウォームアップの実測値についての公表データは見当らない。LNG船のウォームアップの所要時間のみ、公表されている。これは、表5-80に掲げたとおりである。

図5-166に12万 m^3 型LNG船のタンクウォームアップの計算例を示す。これは、前(c)に示す要領で計算したものである。タンクに残液がある場合、傾向的には図中の一点鎖線(---)のようになる。

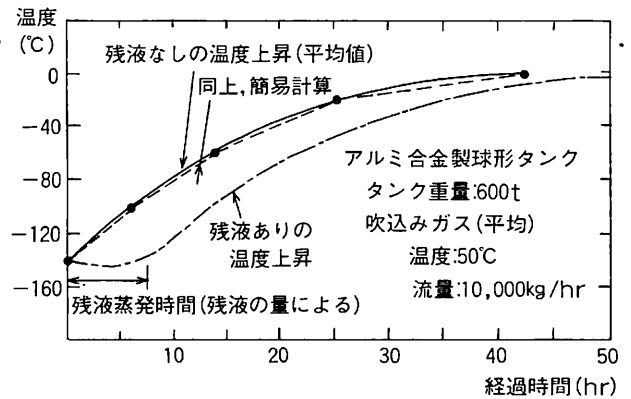
(7) 各種置換作業

液化ガスタンカーでは、タンク内の気体を他の気体に置換する(purging)作業が行なわれる。ここでは、置換に使用する貨物用諸装置の計画のため、その概要を述べる。置換の種類やその目的についての詳細は、10章で述べる。また、イナートガス供給装置、乾燥装置等については、7章を参照のこと。

タンク内気体の置換の原理には、次の3種類がある。

比重差法：気体の比重差を利用して置換する方法である。置換する気体がされる気体より重たい場合、底部から注入し、排出は頂部からとする。軽い気体で置換する場合、この逆とする。この方法は、気体に比重差がある場合、最も効果的である。一般的には、タンク容量の1.2ないし1.3倍程度の気体をいれればよい。

混合法：気体をタンク内に吹込んでタンク内気体と混合して希釈しながら置換する方法である。吹込みに使用する圧縮機やブロウの容量が大きい場合、比較的短時間で置換できる。比重差が少ない気体の置換に採用する。



簡易計算では、図中の●印の温度間を直線と見做して計算する。

図5-166 LNG船のウォームアップ計算例

吸引法：タンク内気体を圧縮機で吸引排出して減圧し、代わりに置換する気体をいれる方法である。小型の圧力式タンク等でよく採用される。

置換方法の詳細は、置換の種類、船舶の設備、実施場所等によって異なる。

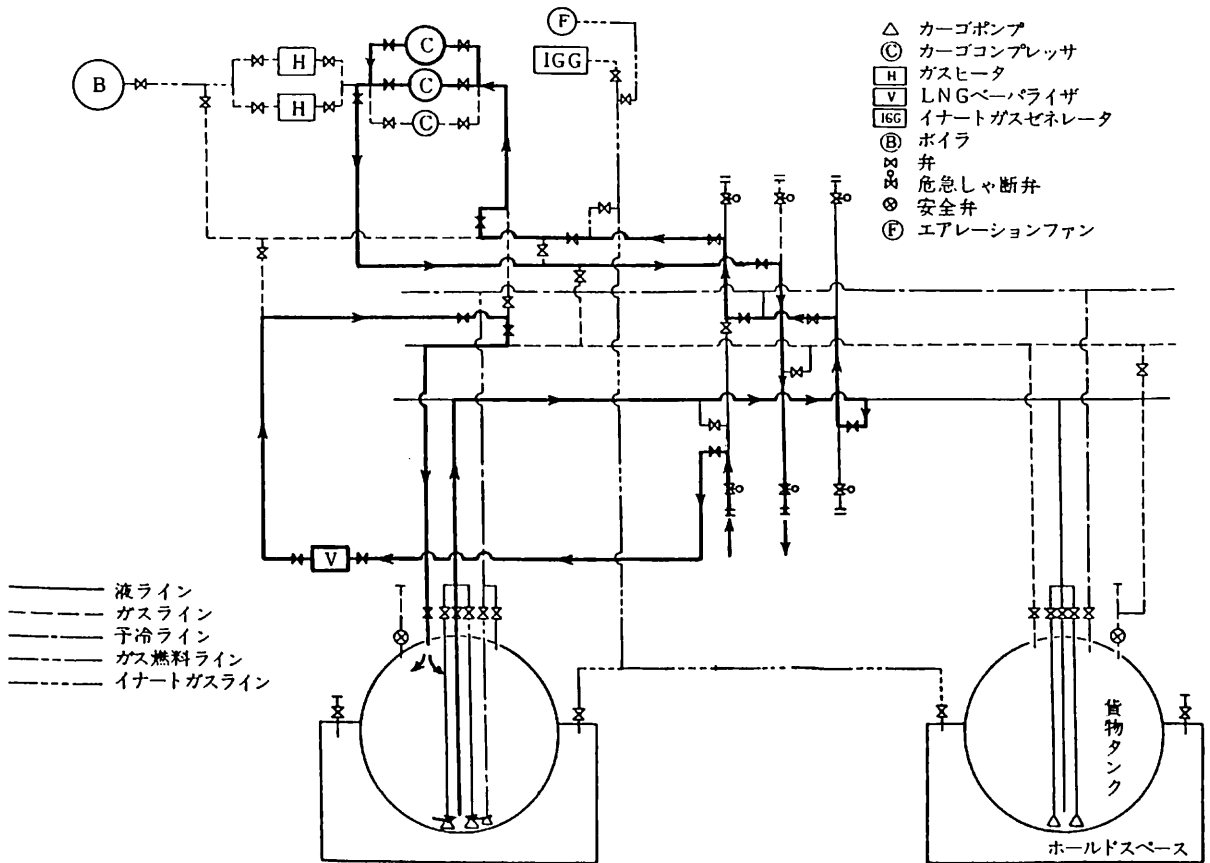
1例を表5-81に示す。これは、あるLNG兼LPG船を想定した置換の例である。この船舶の同じ置換でも別の方法がある。例えば、この表では置換用貨物ガスは、陸上から貨物の供給をうけるものとしている。そのほか、暖かい貨物ガスの供給をうけて置換することもできる。(ベーパーライザを備えない船舶では、このような場合、常

表5-81 LNG兼LPG船の各種置換において使用する設備例

実施場所 置換の種類 関連設備	基地外		基 地				基地外(海上等)			備 考
	空気→IG	IG→NG	IG→PG	PG→NG	NG→IG	PG→IG	IG→空気			
貨液マニホールド	—	供	供	供	—	—	—	タンク底部 タンク頂部		
貨物ガスマニホールド	—	排	排	排	—	—	—			
タンクの貨液注入管	排	排	供	排	供	排	排			
タンクの貨物ガス管	供	供	排	供	排	供	供			
貨物圧縮機	—	吸	吸	吸	—	—	—	空気供給可 大気放出用		
ベーパーライザ	—	供	供	供	—	—	—			
IG製造装置	供	—	—	—	供	供	—			
IG供給管/ファン	供	—	—	—	供	供	供			
ベント管系統	排	—	—	—	排	排	排			

記号 IG:イナートガス NG:天然ガス PG:石油ガス(プロパン,ブタン等) 供:供給
排:排出 吸:吸引

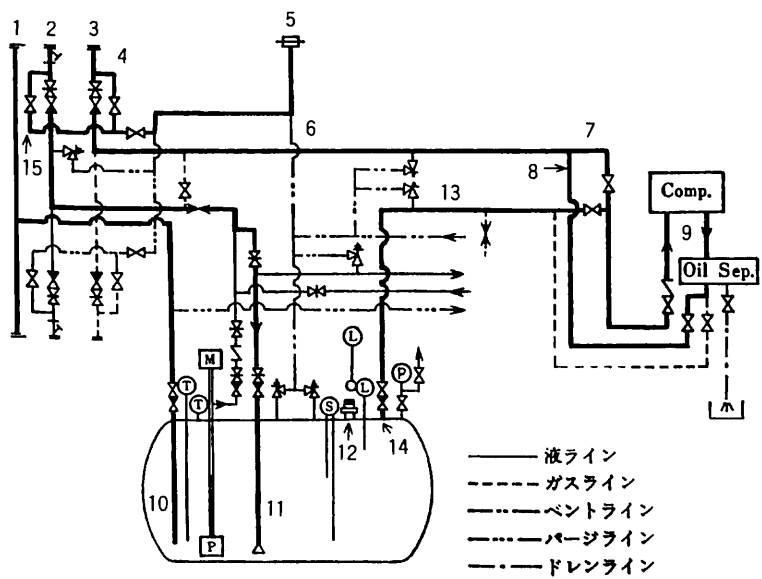
注 置換に使用する貨物ガスは、陸上からの貨液供給をうけて、ベーパーライザで蒸発させる。このベーパーライザは、貨物ガスを適当な温度まで昇温する能力を有する。陸上から暖かい貨物ガスの供給をうける置換の場合、ベーパーライザを介さない。



- △ カーゴポンプ
- ◎ カーゴコンプレッサ
- ガスヒータ
- ▽ LNGベーパーライザ
- イナートガスゼネレータ
- ⊙ ボイラ
- ⊗ 弁
- ⊗ 危急しゃ断弁
- ⊗ 安全弁
- ⊗ エアレーションファン

——— 液ライン
 - - - ガスライン
 - - - 予冷ライン
 - - - ガス燃料ライン
 - - - イナートガスライン

図 5-167 イナートガスを陸上からの供給貨液を用いて貨物ガスで置換する例⁶⁸⁾



- (置換の流れ)
- 空気 / IG (イナートリング)
- 供給 IG (陸上) 1→10
- 排出 空気14→13→9→8→6→4→5 (大気)
- IG / PG
- 供給 PG (陸上) 2→11
- 排出 IG 14→13→9→6→4→5 (大気)
- または、14→13→9→8→6→3 (大気)
- PG / IG (イナートリング)
- 供給 IG (陸上) 1→10
- 排出 PG 14→13→9→8→6→3 (陸上)
- または、14→13→9→8→6→4→5 (大気)
- IG / 空気 (ガスフリー)
- 供給 空気 (大気) 可搬式ファン→12
- 排出 IG 11→15→5 (大気)
- または、14→13→7→6→3 (大気)
- 上記は、IG / 空気 (ガスフリー) を除き、吸引法による置換である。

図 5-168 圧力式LPG船における各種の置換例

に陸上から貨物ガスの供給をうける必要がある)

図 5-167 には、LNG 船におけるイナートガスから貨物ガスへの置換の 1 例を示す。このペーパーライザは、蒸発ガスをイナートガスの露点以上の温度に暖める能力をもつ。

最も簡単な圧力式 LPG 船の置換例を図 5-168 に示す。これは、吸引法による置換で、貨物圧縮機でタンク内気体を吸引して減圧し、次いで置換する気体を封入する方

法である。

これらの例から分るように、個々の船舶においてどのような置換をするかを詳細に検討して関連の設備を計画する必要がある。また、船舶の設備では、どのような置換方法を採用できるかを明確にしておくことも重要である。これは、貨物管系統図に図 5-167 または図 5-168 のような流れを描いて検討する。

(つづく)

製品紹介

製品紹介

本格派コンパクト CAD/CAM システム

「CADEX[®]30」を新発売

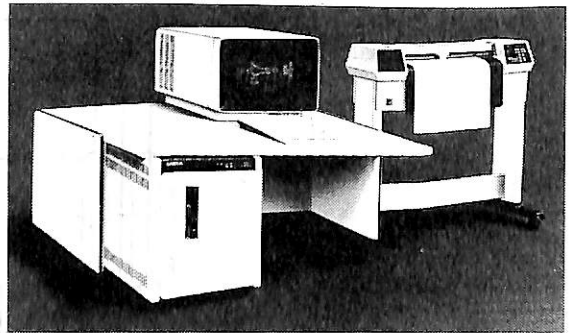
三井造船^株は、ハイグレードで低価格の CAD/CAM システム *「CADEX[®]30」を開発し、販売している。本システムは、過去 15 年間にわたる三井造船の CAD システムの技術実績を集約し、ユーザのニーズにマッチしたコンパクトなシステムである。

同社は、これまで「YM9000」シリーズ、「ARS」シリーズのグラフィック端末、また同社がユーザとしての利点を生かして作成した設計製図用ソフトウェア「SCHEMA」「XIOMA」を販売し好評を得ていたが、今回これらの機能をシステムとしてコンパクトに集約した「CADEX[®]30」システムをラインアップに加え、この分野における幅広いユーザの要望に応える体制が整った。

設計部門の生産性向上が各企業の重点課題として取り上げられている昨今 CAD/CAM システムの需要は急速に増加している。しかしながら在来のシステムでは、5 千万～2 億円という非常に高価なものであり、これが CAD/CAM の導入阻止の要因となっていた。こうした背景の下、本格的な CAD/CAM をローコストで実現したいという多くの中堅ユーザの要望に応え、「CADEX[®]30」は、業務量が多く、速効が期待できる設計製図や NC テープ作成に重点をおいて開発されたシステムである。

「CADEX[®]30」システムの構成

- (1) フロアスタンド型の CAD プロセッサ・ユニット
CPU: 16ビット, 浮動小数点演算機構
主メモリ: max 1 MB フロッピー: 8 インチ 1MB
ディスク: 40/80 MB ワークステーション: max 2
- (2) シンプルな構成のワークステーション (2 台目はオプション)
CRT: 高精度 21 インチ・モニタ, ランダム走査
タブレット: 11×11 インチ, スタイラス
- (3) 省スペース型のプロッタ (選択)
用紙サイズ: A1/A0



性能: 60cm/秒, 4G, 8ペン

- (4) システム・コンソール
- (5) シリアル・プリンタ (オプション)

性能: 136桁, 135 CPS, ドット・インパクト
「CADEX[®]30」システムの特長

- (1) ユーザの立場に立脚した対話型の本格派ターン・キー・システム
- (2) 3D/2D製図と 2.5 軸 NC を重点指向した現実的な CAD システム
- (3) 対話式パラメトリック設計により、類似図面の自動生成が可能
- (4) 強力な編集コマンドで、旧図や標準図を活用した編集設計が容易
- (5) 機械設計分野で効果的な 3 次元形状から三面図、立体図への自動展開
- (6) 新 JIS (製図総則, 審議中), ISO 製図を全面的にサポート
- (7) 日本語 (JIS 第 1, 2 水準), 製図記号 (幾何公差など) による注記
- (8) オペレーションの習熟が早いワンハンド・オペレーション
- (9) 設計現場の採算を迫及した低価格システム

なお、本システムの価格は、ワークステーション 2 台で約 2,700 万円という低価格で、機械、電気、板金、製缶、鉄構など幅広いユーザに利用ができる。

B&W社、再び船用ディーゼル機関の開発に新局面を開く

MAN-B&Wの最新の超ロングストローク機関プログラムの中で、大口径の機関が83年9月2日コペンハーゲンではじめて稼動した。

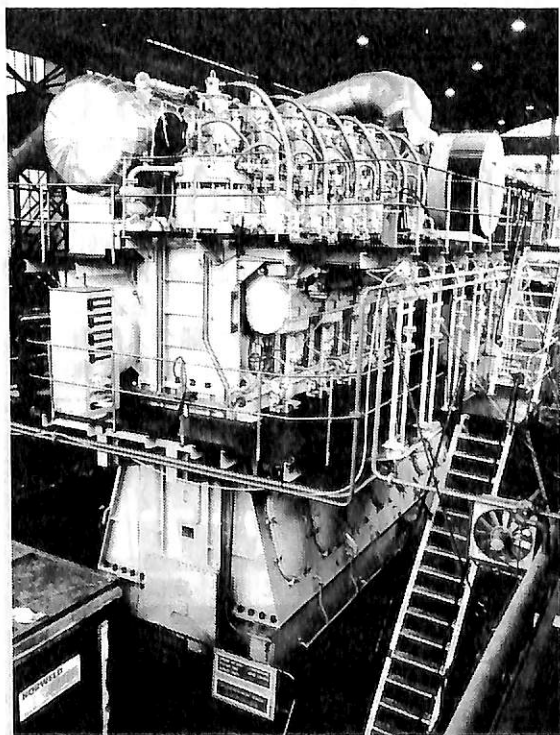
最少の燃費と低回転、そして船主にとって最も合理的な経済性を持つ、このMAN-B&Wが提供する機関は近く市場にでることになった。

6 L 60 MC 型機関 (12,480 馬力) が初めて稼動した時点で L-MC 型機関に対する受注はすでに 236 台、250 万馬力にのぼっている。

機関搭載にあたっては、最少のスペースですむように設計され、積荷の量を従来よりふやすことができる。

ユニフロー掃気方式の概念に基き50年間にわたり2サイクルディーゼル機関の開発にとりくんできた経験が新たに設計改良された部品とともに洗練された設計の機関を生みだした。このユニフロー掃気方式は今では我々の競合他社も採用するようになっている。

MAN-B&Wの製品は我々が自信を持って提供する。信頼に応えられるものである。



MAN-B&W 6 L 60 MC 型ディーゼル機関

超ロングストローク低燃費ディーゼル機関 “日立造船 B&W 7L 60 MC 型” 引渡し

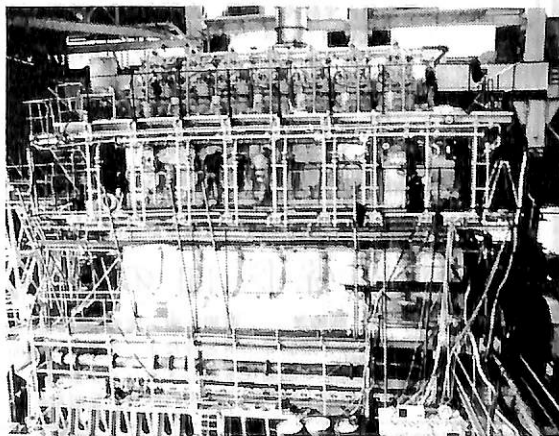
日立造船(株)は、このほど超ロングストロークディーゼルエンジン (日立造船 B&W 7L 60 MC 型、14,560 馬力 × 111 回転 / 分) を桜島工場で完成、9月25日に引渡しを行なった。

この超ロングストロークエンジンはストローク (ピストンの上下移動距離) とボア (シリンダー口径) の比率が 3.24 と従来に比べ大きく、低燃費化が図られている L-MC/MCE シリーズの大型エンジンで、9月17日の陸上公式試運転の結果、設計計画どおりの良好な性能が得られ、また各部の新設計構造部品についても良好な作動が得られた。

とくに、燃費は連続最大出力 (14,560 馬力 × 111 回転 / 分) で一馬力一時間当たり 124.4g と L 60 MC 型の保証燃費一馬力一時間当たり 128g を 3.6g も下回る数値を記録した。本エンジンは、(株)新山本造船所で建造中の “TREEMA NAVIGATION” 向け冷凍運搬船に搭載され、本年11月末には L-MC/MCE 型大型エンジン搭載船としては世界で初めて就航する予定である。また引き続き 7L 60 MC 型の 2 号機は本年10月末に納入の予定である。

本エンジンの主要目は、次のとおりである。

シリンダー数 : 7	機関長さ : 9,200 mm
シリンダー口径 : 600mm	機関重量 : 390 トン
ストローク : 1,944 mm	
連続最大出力 : 14,560 馬力	
回転数 : 111 回転 / 分	



日立-B&W 7 L 60 MC 型ディーゼル機関

逆転機構内蔵式遊星歯車減速装置を完成

“SPDN 12A”

石川島播磨重工業(株)は、漁船、内航船向けに遊星歯車を用いて超小型化を計った逆転機構内蔵式遊星歯車減速装置を開発し、その1号機が完成した。

この装置は、遊星歯車減速装置の持つ小形・軽量という特長を生かして製作されているため、これまでの平行歯車式同芯逆転減速装置に比べ30~50%小形・軽量となっている。従って、機関室のスペースを従来に比べより有効に活用できるとともに、1フレーム前後機関室を短縮することもでき、載貨スペースを増加させることも可能になった。更に大型船で実績のある改良型遊星歯車支持法(片持軸式支持法)を採用しているため、ケーシングに設けられた点検窓を外すことにより、わずかな作業

時間で内部の点検が行われるといった特長を持っている。

これまで、ごく一部の分野で逆転式遊星歯車減速装置が用いられていたが、この場合2組の別個の遊星歯車機構を組み合わせているため、寸法は長くなり内部構造は複雑になった。こうしたことから同社では、独自に開発した逆転機構を組み込むことにより、1組の遊星歯車で正逆転を可能にした、逆転機構内蔵式遊星歯車減速装置(特許申請中)を開発、その1号機を完成させた。

本装置の主要目

名称: 逆転機構内蔵式遊星歯車減速装置
 型式: SPDN12RA
 最大伝達馬力: 2,720 PS
 エンジン回転数: 520 rpm
 プロペラ回転数: 前進時 349 rpm
 後進時 329 rpm

成山堂書店 BOOKS 海事交通

船舶煙突マーク集

海上保安庁監修 好評初版を全面改訂。国内467および海外337の合計804の煙突マークを集録。色調とデザインの完璧を期すと同時に、世界各国の国旗も収めて便覧として内容を強化。 定価5800円

船舶制御システム工学 新訂版

神戸商船大学教授・広田 実著 航海・機関の別なく近代化船で必須の船舶制御システム。最適制御・ダイナミックプログラミングなど実務者に関心のある新しい分野も収めた名著。 定価3800円

商船設計の基礎 (上・下)

造船テキスト研究会編 エッセンシャルな基礎と最新の進歩を踏まえ、設計技術者が当面する項目を中心に設計全般を解説。採算計算、設計者の盲点・運航の実態も紹介。 定価上5500円・下7000円

船体関係図面の見方

橋本 進/師岡洋一/軍司吉樹/河原 健共著 造船各社各様、造船界の慣習等によって異なる図面表現/いかなる図面にも対応するべく、製図上の規約・慣例・特殊図面等実践解説。 定価6800円

船舶知識のABC

A 5判/196頁/定価2,400円(〒300円)

船舶運航のABC

A 5判/258頁/定価3,000円(〒300円)

大阪商船三井船舶社

取締役 海務部長 坂井保也 監修

大阪商船三井船舶社

船長 池田宗雄 著

船のことがなんでもわかる。

船の入門書
百科事典

航海ジャーナル 海運の明日を探る月刊誌

全国の書店にて毎月20日発売

定価880円

海運とその

周辺領域の全動向

情報も資源

＜第23回＞

第26回無線通信小委員会報告, 他

運輸省船舶局 検査測度課安全企画室

1. 第26回無線通信小委員会報告

無線通信小委員会 (Sub-Committee on Radio-communications, 以下「COM」という。) は、海上安全委員会 (MSC) の下部の小委員会で、主として SOLAS 条約第IV章に係る事項についての審議が行われている。第26回無線通信小委員会は、1983年9月12日から16日までロンドンにおいて開催されたが、現在、本小委員会では、FGMDSS (Future Global Maritime Distress and Safety System: 将来の全地球的規模の海上遭難救助制度) をメインテーマとして議論が行われており、今次会合もその殆どが FGMDSS の検討に費やされた。

IMO においては、種々な略語が使用されており、普段あまり馴染みのない方にはポンポンと略語が飛び出す IMO 関係者の話についていけない部分があるかとも思うが、「FGMDSS」は数ある略語のうちで最も長ったらしく、略語を覚えるにも一苦労するのではないかとも思うので、この略語に少しでも親しんでいただくために、本稿では第26回 COM での検討結果も含め、FGMDSS の概要について紹介したいと思う。

(1) FGMDSS 導入の経緯

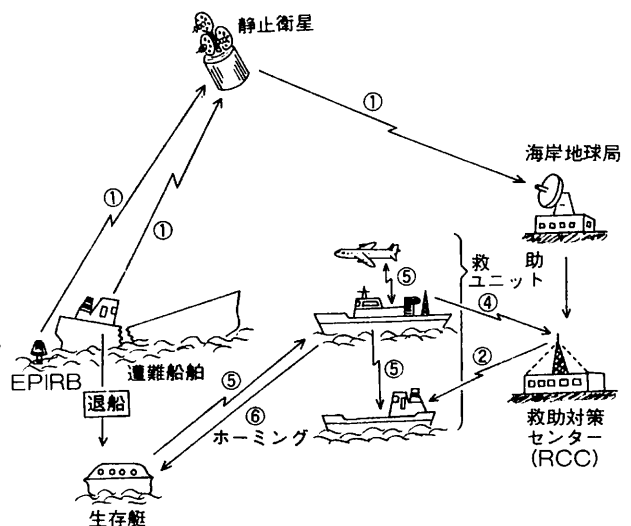
現行の海上遭難救助制度は、地上周波数を使用する無線電信、無線電話等を利用しているが、これらは地上の電波伝搬に頼っているため、有効通達距離が短く陸岸から遠く離れた海上では近くに他の船舶がない限り遭難信号を発信しても受信は不可能であり救助に時間的遅れが生じること、また、操作を殆ど手動に頼っているために爆発等により突然船舶が転覆した場合に警報を発することができないこと等の欠点があることが従来から指摘されてきた。折から INMARSAT 衛星の打上げ等衛星通信使用の途が開かれたこともあり、IMO において、衛星通信の使用、船舶備付け設備の自動化等を考慮に入れた新しい遭難救助システムの導入が決定され、1990年を目標に SOLAS 条約第IV章を改正し、新しいシステムを実施することとなっている。この新しいシステムを FGMDSS と呼んで、今後の SOLAS 条約改正の一つの目玉として検討が進められているわけである。

(2) FGMDSS のシステム構成

FGMDSS は、主として、次の7つの機能から構成されるシステムとなっている。

- ① 船舶から陸上向けの遭難警報
- ② 陸上から船舶向けの遭難警報
- ③ 船舶から船舶向けの遭難警報
- ④ SAR 調整通信 (遭難救助に参加するユニット (船舶, 航空機) の調整に必要な通信。無線電話及び NBDP (Narrow Band Direct Print; 狭帯域直接印刷装置) の使用が予定されている。)
- ⑤ 現場通信 (遭難船舶と救助ユニットとの間及び通報された遭難船舶の位置の最も近くにいる捜索ユニット相互間の通信)
- ⑥ 位置発見 (救助ユニットによる遭難ユニット又は生存者の位置発見)
- ⑦ 予防措置 (遭難事故の減少又は遭難事故が発生した場合に救助を容易にし若しくは SAR 作業を促進する情報の収集及び配布に必要な通信手段。船舶の位置通報及び運航通報, 航行警報及び気象警報並びにその他すべての緊急通報及び安全通報が含まれる。)

以下に上記①～⑦の機能の概念図 (陸岸から遠く離れた海域におけるもの) を示す。



概念図 (遠距離の場合)

これらの機能を果たすため世界の海域を次の4海域に分け、各海域に適した電波を使用する適当な設備を条約船（国際航海に従事する旅客船及び国際航海に従事する300G/T以上の貨物船）に義務付けることとしている。

海域A1 - 陸上に設置するVHF局のカバレッジ内
 海域A2 - 陸上に設置するMF局のカバレッジ内

(A1を除く。)

海域A3 - INMARSATのカバレッジ内 (A1及びA2を除く。)

海域A4 - A1, A2及びA3によりカバーされない海域

第26回COMでは、1986年3月に開催予定の第31回会合までにはFGMDSSに関する審議を終了するため次の事項につき今後集中的に審議を行うことが合意された。(なお、前回のMSCで、FGMDSSについての検討を行うためCOMは半年に一回開催する旨の合意が得られている。)

- ① FGMDSSの搭載要件
- ② 非条約船に対するFGMDSSの適用
- ③ FGMDSSへの移行計画
- ④ 1974年SOLAS条約の改正
- ⑤ FGMDSSにおけるSAR通信網計画
- ⑥ FGMDSSにおいてDSC (デジタル選択呼出し)の聴守を行う海岸局の選択
- ⑦ 無線通信規則の改正に関するガイダンス
- ⑧ FGMDSSの運用手続
- ⑨ 設備の性能基準 (衛星系EPIRB等)
- ⑩ その他

FGMDSSについては、ITU (International Telecommunication Union : 国際電気通信連合) のWARC-83 (World Administrative Radio Conference ; 世界無線通信主管庁会議) において周波数要件等が定められ、これまでIMOで検討してきたシステム、設備等に関する試験、試行を各国が実施しうようになったことから、今後はこれらの経験を踏まえて具体的な要件の検討が進められることとなっているため、動向に十分注目していく必要があると思われる。

2. 各小委員会に関する条約、コード及び勧告 (その2)

前回に引き続き、今回は、COM小委員会、DE小委員会及びFP小委員会について紹介する。

2・1 COM小委員会

関係する条約、コード及び勧告	今後10年間の改正予定時点
1974年のSOLAS条約	1984/85
1977年の漁船の安全に関するトレモリノス条約	1984/85
ITU無線通信規則	1984/85
1978年のSTCW条約	—
1965年の国際信号規則	継続的
EPIRBの性能基準(A.91(IV))	1984/85
EPIRBによる信号に関する勧告(A.127(V))	1984/85
1600トン未満の大洋を航行する船舶に対する緊急無線送信機に関する勧告(A.129(V))	1984/85
海上掘削装置その他同様の装置に要求される安全無線通信(A.182(VI))	1984/85
海上救難システムの強化改善措置(A.217(VII))	1984/85
新型艇の安全無線通信要件(A.218(VII))	1984/85
ホーミング用無線設備(A.221(VII))	1984/85
捜索救助(SAR)航空機のホーミング能力(A.225(VII))	1984/85
EPIRBに関する勧告(A.279(VIII))	1984/85
無線電話送信機及び受信機の運用基準に関する勧告(A.334(IX))	1984/85
無線電話聴守受信機の運用基準(A.383(X))	1984/85
世界航行警報業務(A.419(IX))	継続的
海上遭難救助制度の進展(A.420(X))	1984/85
無線電話警報発生機の運用基準(A.421(X))	

2・2 DE小委員会

関係する条約、コード及び勧告	今後10年間の改正予定時点
1974年SOLAS条約第II-1章C部 (機関及び電気設備)	継続的
特殊目的船コード	1983年採択
海上掘削船の構造及び設備のための規則(MODUコード)	1986(見直し)
動的支持艇の安全規則	1987(見直し)
船内騒音規制コード	1988(見直し)
船内振動規制コード	1985(開始)

2・3 FP小委員会

関係する条約、コード及び勧告	今後10年間の改正予定時点
1974年 SOLAS条約 決議A. 108 (E.S. III), A. 122 (V) 及びA. 271 (VIII)	これらの決議は既に1974年 SOLASに採り入れ済
決議A. 327 (IX), A. 372 (X) 及び A. 418 (XI)	これらの決議は1974年 SOLAS 1981年改正に採り入れ済
他の小委員会と協力して下の条約及びコードの一部をなす火災安全措施 - 1977年の漁船の安全に関するトレモリノス条約 - IBCコード - IGCコード - MODUコード - 特殊目的船コード - 補給船の安全に関するコード - 海洋データ採取システムに関するコード - 動的支持艇の安全規則 - 特殊運送旅客船協定 その他	現在のところ 特に見直し等の予定なし

エクアドル
エジプト
フィンランド*
メキシコ* (78 PROTは
83.9.30
より発効)
モナコ
オランダ*
ナイジェリア
ノルウェー*
パナマ*
パプア・ニューギニア
ペルー*
フィリピン
カタール
韓国*
ルーマニア
シンガポール
南アフリカ*
スペイン*
スウェーデン*
スイス*
トンガ
トリニダード・トバゴ
チュニジア*
トルコ

リベリア*
リビア・アラヴ・ジャマヒリア*
モルジブ
ウクライナ共和国
ソ連*
英国*
米国*
ウルグアイ*
ヴァニユアツ*
イエメン
ユーゴスラビア*
フィジー
ヴェネズエラ
ガーナ*
アイスランド*
(' 83.10.6 より発効)
オーストラリア*
(' 83.11.17 より発効)
(注) 無印: 74'SOLAS
締約国
*印: 74'SOLAS
及び'78 SOLAS
PROTOCOL
締約国

■ IMOミニコーナー

◎ 主要条約の締約国一覧(1983年9月1日現在)◎

① '74 SOLAS (68か国)及び '78 SOLAS PPOTOCOL (39か国)

アルゼンチン*	フランス*
バハマ	ガボン
バングラディシュ	東独*
バルバドス	西独*
ベルギー*	ギリシャ*
ブラジル	グアテマラ
カナダ	ギニア
カーボ・ベルデ	ハンガリー*
チリ	インド
中国*	インドネシア
コロンビア*	イスラエル*
チェコスロバキア*	イタリア*
デンマーク*	日本*
ドミニカ共和国	クウェート*

② MARPOL73/78 (21か国)

コロンビア	ウルグアイ
デンマーク	ユーゴスラビア
フランス	ガボン
西独	バハマ*1
ギリシャ	日本
イタリア	オランダ*1
リベリア*1	中国*1
ノルウェー*2	レバノン
ペルー	(注) *1: 附属書III, IV及び Vを除く。 *2: 附属書IVを除く。
スウェーデン	
チュニジア	
英国*1	
米国*1	

昭和58年度(58年9月分)新造船許可集計

運輸省船舶局造船課

区 分		4 月 ~ 9 月 分				9 月 分			
		隻	G. T.	D. W.	契約船価	隻	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船	65	1,060,215	1,545,514		13	322,475	477,224	
	油槽船	9	79,350	130,379					
	貨客船								
	小計	74	1,139,565	1,675,893	205,500,000千円	13	322,475	477,224	44,362,000千円
輸出船	貨物船	286	5,726,539	8,807,460		34	683,800	881,146	
	油槽船	31	699,570	1,149,736		8	217,200	346,244	
	貨客船								
	小計	317	6,426,109	9,957,196	1,006,202,543千円	42	901,000	1,227,390	140,528,206千円
合 計		391	7,565,674	11,633,089	1,211,702,543千円	55	1,223,475	1,704,614	184,890,206千円

● 編 集 後 記 ●

□9月26日夜NHKテレビ番組「錨が流される・洞爺丸転覆事故の謎」を見る。1954年(昭和29年)9月26日青函連絡船“洞爺丸”の函館港における転覆事故29周年にちなんで計画された番組である。当時事故の原因としては、船体構造の欠陥か船長の気象判断のミスと推定され、錨については大した関心が払われなかったようである。

しかし、その後他船の走錨事故も幾つかあり、一般に使用されているJIS型錨に欠陥があったのではないかと考えられ、海難防止協会は補助金を受けて委員会を設け実船実験を行ないJIS型錨の検討を行なった。東京商船大学、東大生産技術研究所等の研究からも、現在使われているJIS型ストックレスアンカーに欠陥があることが明らかになっている。これらの事実を一般に広報し警報を与えるためにこの番組が作られたもののである。

私なども、錨は錨そのものの力よりアンカーチェーンの長さや重量に頼っているという関係者の話をきき、そんなものかと思っていた。一般に海底にある錨の挙動を実際に見る機会は少なく、錨による問題が起きるのは非常事態のみ即ち台風その他の特に大きな外力がかかった時

のみであり、その頻度も少ないため、錨の能力を越えたときは止むを得ないとあきらめ、また錨専門の学者も殆どおらず、錨そのものの研究が不十分であったのであろう。

現在、日本海事協会(NK)の承認を受けているストックレスアンカーは、JIS型、AC14型(英国特許)、尾道錨製造所のOAD-35型の3種であると聞いている。尾道のOAD-35型に関する基本的な特許は中村宗次郎氏の名で特許公報が出されている。

錨に関しては本誌でも度々取りあげたが、本誌第31巻10号掲載の東大生研・浦環氏による「転倒しないアンカーの研究」はJIS型錨の欠陥について触れており、中村宗次郎氏の投稿も2回紹介してある。また本社発行の単行本「連絡船ドック」、「続・連絡船ドック」の中にも走錨に関する個所がある。錨に関心のある方の参考になれば幸いである。

□当社刊行の米田博著『私の戦後海運造船史』が第15回住田海事奨励賞を受賞した。著者の永年の海事に関する努力が評価されたものである。御購読を乞う。

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

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

運輸省船舶局 監修
造船海運総合技術雑誌

船の科学

昭和58年11月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }
昭和58年11月10日発行 { 第3種郵便物認可 }

禁転載 第36巻 第11号 (No.421)

定価 1,080円 (〒55円)

発行所 株式会社 船舶技術協会

発行人 船橋敬三

〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリビル)

編集委員長 田宮真

振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

印刷所 大洋印刷産業株式会社

進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



自動車運搬船 M.V. "AUTOTRANSPORTER"
船主 UGLAND-AALL CAR CARRIERS LTD.
造船所 神原海洋開発株式会社

全長	99.993m	垂線間長	89.950m
型幅	17.000m	深さ	7.670m
喫水	4.200m	重量トン(計画喫水)	763t
船級	D.N.V.1A1 ICE-C	縮小	1/100模型

株式会社 不二美術模型

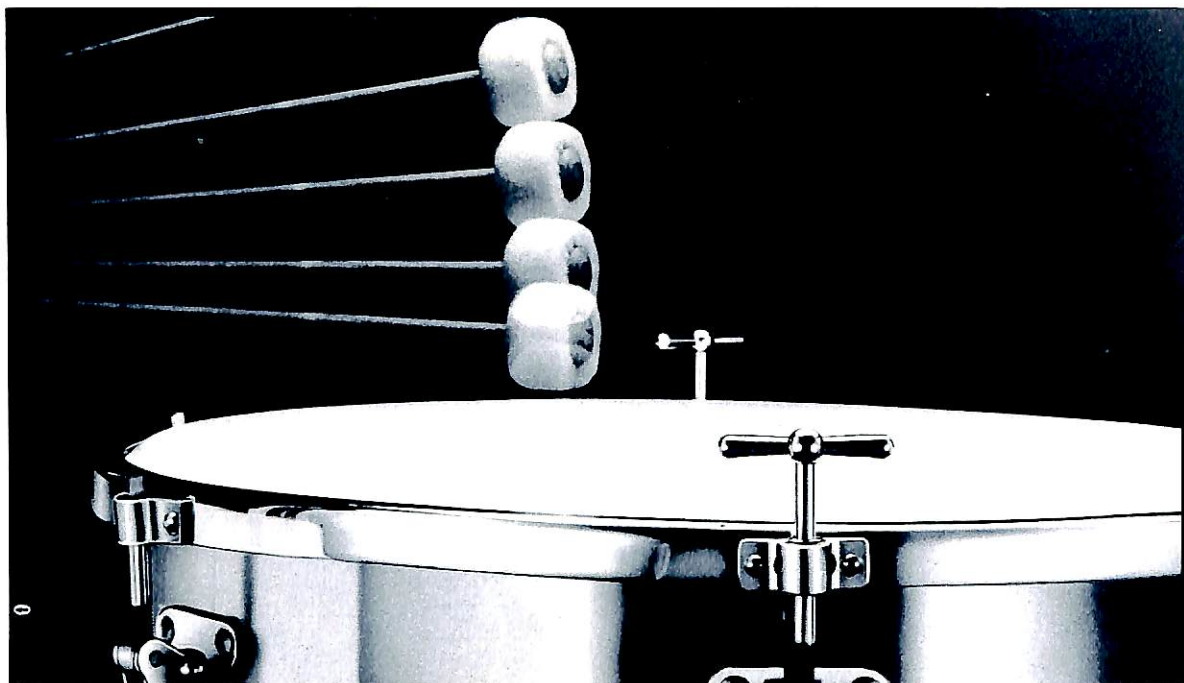
代表取締役社長 桜庭武二
東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京 (998)1586

昭和五十八年十一月五日印刷
昭和五十八年十一月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

船の科学

定価 一〇八〇円

東京都中央区新川一丁目三十一番七(マリニビル)
(株)船舶技術協会
電話東京(52)八七九八番



律動。

コンプレッサーを順調に動かし、
力を最大限にひきだします。

律動は心地よい響きを生み、
美しい演奏となって聴く人の心を打つティンパニー。
正確なリズムを伝えるには調整が大切です。
工場の心臓部でもあり、問題なく運転されることが求められるコンプレッサーには、
あらゆる使用条件に耐え最大限の働きを保障するオイル
が必要です。
酸化安定性に優れた共石コンプレッサー油の中から
お選びください。

往復動コンプレッサーに

- 共石レシック
- 共石レシックN
- 共石GCオイルN
- スクリューコンプレッサーに
- 共石スクルー

ロータリーコンプレッサーに

- 共石RSコンブ
- アンモニヤガス用ターボコンプレッサーに
- 共石RIXタービンA
- 石油化学用ターボコンプレッサーに
- 共石RIXタービンC

優れた技術で、信頼に応える

共石
コンプレッサー油

 共同石油

〒100 東京都千代田区永田町2丁目11番2号 星が岡ビル TEL (03) 593-6294 (ダイヤルイン)