

SHIPPING

船舶

1971. VOL. 44

4

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可
毎月一回 十二日 発行
昭和四十六年三月二十八日 国鉄特別承認 第四〇六号

昭和四十六年四月七日 印刷
昭和四十六年四月十二日 発行



6,000トンカーフェリー

せんとうりあ

総トン数	約6,000トン
主機出力	5,580PS×2
航海速度	19ノット
引渡	昭和46年1月30日
船主	日本カーフェリー株式会社
建造	日本鋼管清水造船所

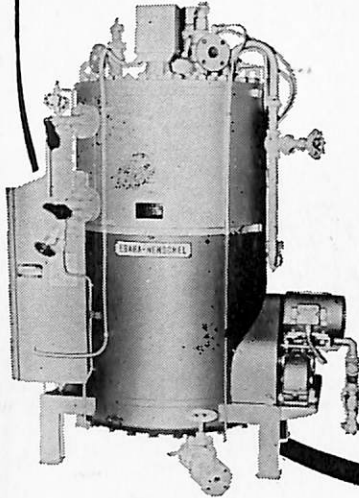


日本鋼管

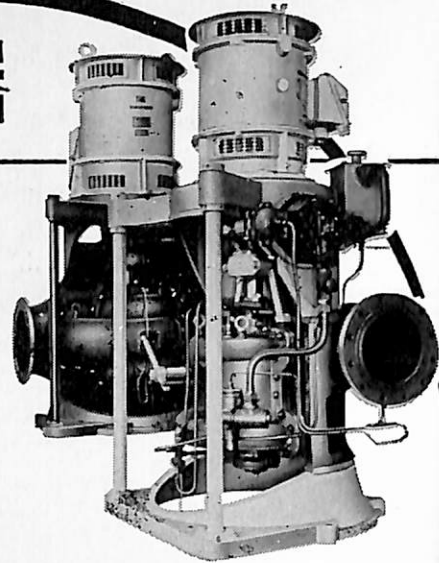
天 然 社

エハラの船用機器

船舶用
エハラヘンジェル・ボイラ



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



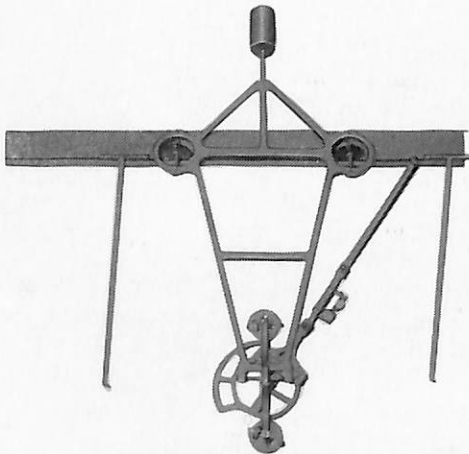
エハラ船用ポンプ

EBARA

荏原製作所

本社：東京都大田区羽田旭町 741-3111
東京支社：東京都中央区銀座6丁目 朝日ビル 572-5611
大阪支社：大阪府北区中之島2丁目 新朝日ビル 203-5441
営業所：名古屋221-1101・福岡77-8131・札幌24-9236
出張所：仙台25-7811・広島48-1571・新潟28-2521・高松31-1225

世界の水準をいく玉屋のINTEGRATOR



○精度は定評があります。

○使いやすく能率的です。

下記の三項目を測定し計算できます。

Area $\int Y dx = A$

Moment $\frac{1}{2} \int Y^2 dx = M$

Moment of Inertia $\frac{1}{3} \int Y^3 dx = I$

測定範囲

X方向 155 cm

Y方向 68 cm

登録商標 株式会社

玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4-4 電・(561) 8 7 1 1 (代表)
(和光裏通り)
支店 大阪市南区順慶町4-2 電・(251) 9 8 2 1 (代表)
工場 東京都大田区池上2-14-7 電・(752) 3 4 8 1 (代表)

あらゆる船舶の配電設備に！

〈アイチの〉船舶用乾式自冷式変圧器



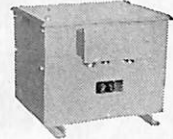
船舶用乾式変圧器

船舶の近代化、大型化に要求される安全で経済的、しかも安定した配電設備。愛知電機〈アイチのトランス〉は豊富な経験とすぐれた技術陣によって製作しております。

特長

- 燃焼、爆発の危険がありません。
- 小形、軽量
- 保守、点検が簡単です。
- 耐熱性、耐湿性が優れています。
- コンパクト設計
- 安定した性能

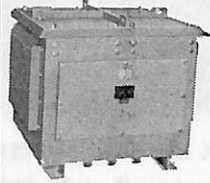
G68306型(10KVA)



乾式自冷式変圧器

定格：連続容量：10KVA
周波数：60Hz 相数：3φ
極性：A-△ 絶縁種：H
電圧：440/105V

G69093型(60KVA)



乾式自冷式変圧器

定格：連続容量：60KVA
周波数：⁵⁰60Hz 相数：3φ
極性：△-△ 絶縁種：B
電圧：60Hz²²⁰445V・50Hz²²⁰405V

変圧器の総合メーカー



愛知電機

■ アイチのトランスについてのお問合せ・ご相談は.....

株式会社 愛知電機 工作所

本社 春日井市松河戸町3880

東京支店 東京都新宿区西新宿1-7-1 松岡ビル
大阪支店 大阪市東区平野町5-40 長谷川第11ビル
札幌出張所 札幌市北二条西3-1 札幌ビル
仙台出張所 仙台市宮町1丁目1番20号
福岡出張所 福岡市大宮町2丁目1街区33
沖縄出張所 那覇市安里139番地

電話 <0568> 31-1111(代) アイチデンキ
<テレックス> 4485-022 AICHI DENKI KAS
電話 <03> 343-5571(代) アイチデンキ
電話 <06> 203-6707-6807 アイチデンキ
電話 <011> 261-7075 アイチデンキ
電話 <0222> 21-5576-5577 アイチデンキ
電話 <092> 53-2565-2566 アイチデンキ
電話 沖縄 <那覇> 3-2328 アイチデンキ

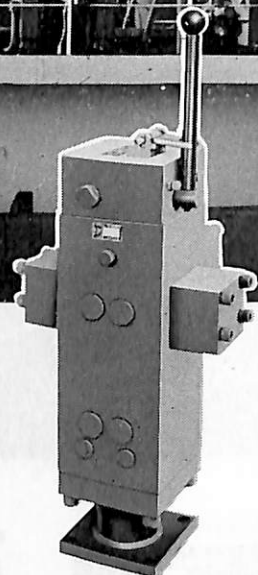
スムーズな速度制御で荷役能率の向上を図る

KBC油圧甲板機械



KBC油圧甲板機械の速度制御は、ウインチの遠隔操作を油圧ポンプと油圧ウインチの間に設けた独特のコントロールバルブ(特殊バルブ)で行なうラインコントロール方式です。

スムーズな速度制御により、あらゆる荷役速度の調節ができ、荷役作業の省力化に役立ちます。



コントロールバルブ

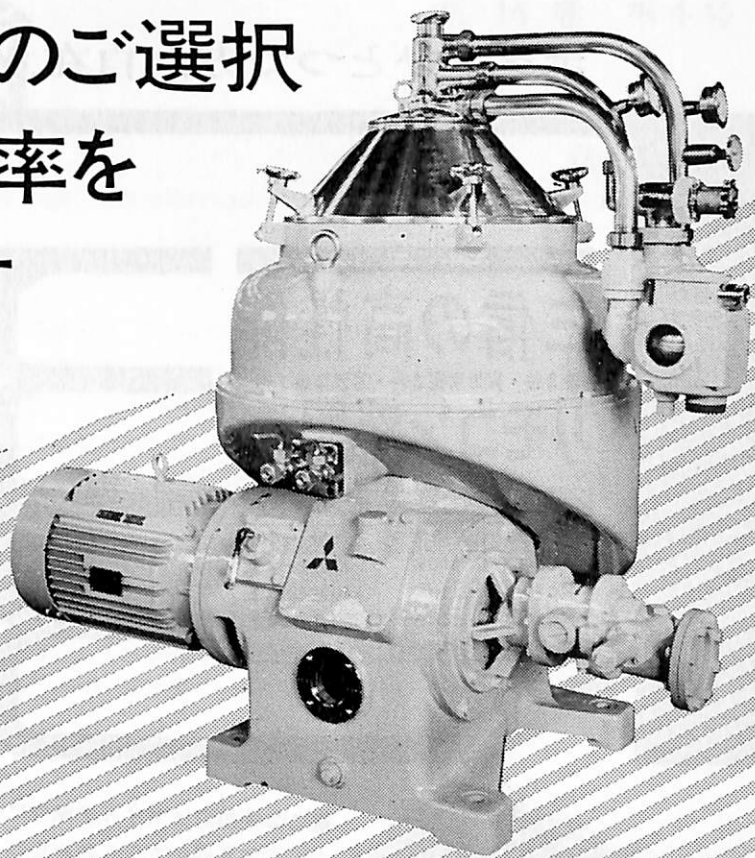
陸・海・空 世界に伸びる
川崎重工
油圧機械事業部

お問い合わせは下記へ

東京支社	東京都港区芝浜松町3-5(世界貿易センタービル)	東京舶装営業課・輸 出 課	☎105 ☎(03) 435-2280
大阪営業所	大阪市北区堂島浜通2-4(古河大阪ビル)	大阪舶装営業課・船用機械営業課	☎530 ☎(06) 344-1271
福岡営業所	福岡市上呉服町10-1(博多三井ビル)	九州営業課	☎812 ☎(092) 28-4127
名古屋営業所	名古屋市中区錦1-19-24(名古屋第一ビル)		
札幌営業所	札幌市北三條西4-1-1(日本生命ビル)	☎460 ☎(052)201-6451	
西神戸工場	神戸市垂水区榎谷町松本234	☎060 ☎(011)281-3131	
		☎673 ☎(078)918-1234	

●カタログは最寄りの営業所へご請求下さい。

油清浄機のご選択
が運転効率を
決定します



船舶機関部の合理化に

三菱セルフジェクター

自動排出遠心分離機

三菱セルフジェクターはその独特の機構により 運転を停めることなく
スラッジの排出を連続自動的に行うことができますから 稼働率が非常
に高く その優秀な分離機能と併せて 清浄度を最高に維持できます。
本機は生産台数すでに10,000台を超え好評をばくしております。

7機種(700~12,000 l/h)

遠心分離機の
総合メーカー



三菱化工機株式会社

(機器営業部)

本社/東京都千代田区丸の内2-6-2 電話(212)0611(代表)

営業所/大阪・四日市 工場/川崎・四日市

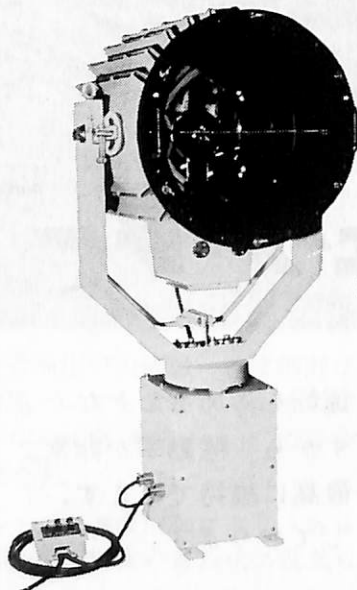
ボタンひとつで方向自在!!

三信の高性能

特許3件・実用新案3件・意匠登録1件

リモコン探照灯

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



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

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

■ 特許庁長官賞受賞

世界的水準をはるかに抜く明るさ!!



三信船舶電具株式会社

◎ 日本工業規格表示許可工場

三信電具製造株式会社

本社 ● 東京都千代田区内神田1-16-8 TEL東京 295-1811大代表
工場 ● 東京都足立区青井1-13-11 TEL東京 887-9525-7
営業所 ● 福岡・室蘭・函館・石巻

船舶

第 44 卷 第 4 号

昭和 46 年 4 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

- 超自動化ディーゼルタンカー 三峰山丸 について…………… 三井造船株式会社・千葉造船所…(35)
- 航行衛星システム NNSS とその測位精度…………… 木村 小一…(49)
- 東京大学航海性能試験水槽の概要…………… 藤田 正隆…(65)
- 昭和44年1年間における機関関係事故について(1)…………… 日本海事協会機関部…(71)
- 日本海事協会の昭和45年版鋼船規則(船体関係)改正解説…………… 日本海事協会船体調査課…(85)
- NK コーナー……………(97)
- 日本鋼管の G-LOLT システム(造船原図作業)……………(98)
- [水槽試験資料 244] 載貨重量 約 53,000 英トンのばら積運搬船の水槽試験例…………… 「船舶」編集室…(100)
- 昭和45年度(4月~1月)建造許可集計および昭和46年1月分建造許可船舶(船舶局造船課)……………(104)
- [特許解説] ☆ 浮子式油捕獲装置 ☆ 艙口蓋装置……………(105)
- 写真解説 ☆ 省力化を具えた大型修繕ドック建設(日立造船)
☆ NKK-3PC2L 型テストエンジンとその故障診断システム(日本鋼管)
- 竣工船 ☆ 神洋丸 ☆ 照島丸 ☆ 開洋号 ☆ 第三七宝丸 ☆ 瑞光丸 ☆ 第14とよた丸
☆ 金静丸 ☆ 日清丸 ☆ 昭和丸 ☆ 大進丸 ☆ 拓洋丸 ☆ なんりゅう
☆ まかっさる丸 ☆ 第七十五日宝丸 ☆ 陸前丸 ☆ ALKYONIA ☆ GRACE L
☆ EXOTIC ☆ PASITHEA ☆ ARIS ☆ DIMOS HALLOUSSIS ☆ ASIA MBRALITY
☆ MESSINIAKI ARETI ☆ STEBENKO ☆ OCYMPIC ALLIANCE ☆ JAPAN CAOBO
☆ T.G SHAUGHNESSY ☆ NEFLLOYD KIMBEFLEY

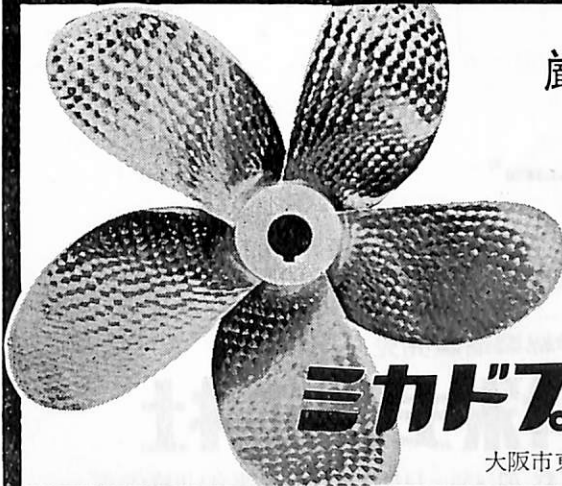
厳選された材質を
最高の技術で
高性能を誇る



(運輸省認定製造事業場)

三カドプロペラ株式会社

大阪市東住吉区加美絹木町1丁目28 電話 (791) 2031-2033



マリンゲージは、LR(イギリス)をはじめ、
BV(フランス)、DFSS(デンマーク)、DNV
(ノールウェイ)およびAB(アメリカ)等各
国の最高検定機関の認証を得ております。

PATENT

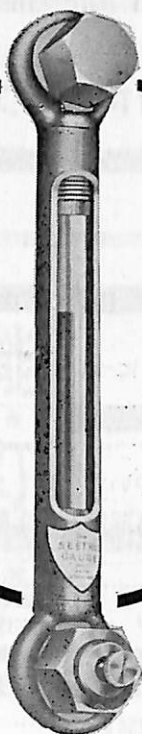
プッシュ式

マリンゲージ

●英国 SEETRU社と
技術提携

- 納期即納
- 建値1m ¥6,900
- カタログご請求下さい記念品送ります。
- お電話下さい説明します。

- 本品はクイック・マウント・液面計
シリーズのシートルゲージと姉妹品です。
- 液面が赤色に着色されて見られるので透明
な液体には特に見やすくなっております。
- 分解と組立が使用中でもインスタントにできる。



新人諸君
船にとって
水と油は
貴重なもの
であるから
して、
タンク液面計
のマリンゲージ
は十二分に
理解をして
もらいたい
おっほん



- クイック・マウント式
- 溶接専用ボス付
- 取付長さ2m以下
- 3/4PF, BsBM製
- 耐圧10kg/cm²
- 1m以上中間サポータ付
(但価格は@¥2,850増になります)

シートル社東洋総製造販売元

金子産業株式会社

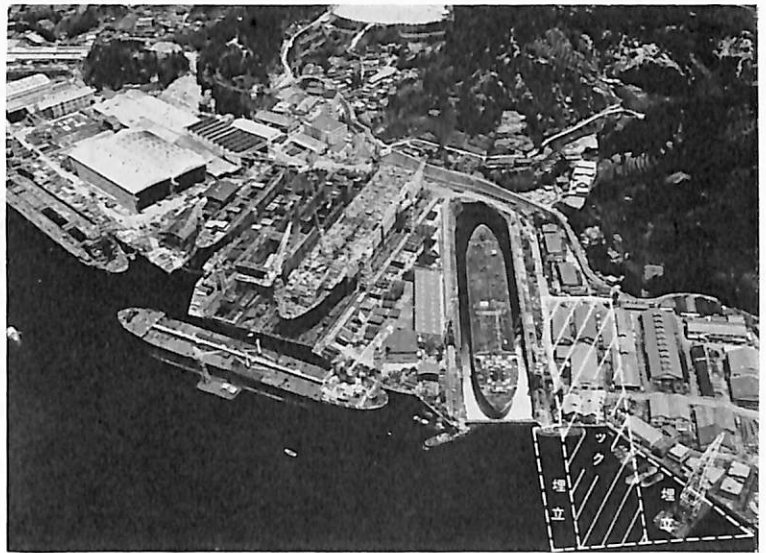
本社 〒108 東京都港区芝5-10-6 ☎(03)455-1411代表 工場 東京・川崎・白河
出張所 〒720 広島県福山市寺町7-5 ☎(0849)23-5877

G

請求-4

省力化を備えた大型修繕 ドック建設

— 日立造船 —



日立造船では、世界船腹量の増大ならびに船型の大型化にともなつて急増する修繕船の需要に対応するため、同社の因島工場に各種省力設備を備えた修繕船用大型ドックの建設計画をすすめてきたが去る2月6日起工式を行ない直ちに新ドックの建設に着手することになった。

ドックの規模は、長さ260m、幅57m、深さ11.15mで、最大10万重量トン（62,000総トン）の船舶が入渠できるもので、昭和47年6月に完成する予定である。

このドックは、50トン走行クレーンをはじめ船舶の入出渠用ワンマンコントロール装置、外板作業用渠壁走行足場、昇降用エスカレーター、渠底の車両通路など各種省力設備を備え、完成すれば最も合理化された大型ドックとなる。

なお、将来ドックの長さを延長し、20万重量トンクラスの各種船舶の修繕需要にも応ずる計画をもっている。

〔新ドックの概要〕

1. 規模

長さ	260 m
幅	27 m
深さ	11.15 m
最大入渠船型	10万重量トン (62,000総トン)

2. 省力設備

水平引込式走行クレーン

左 舷	10トン	50トン	各 1 基
右 舷	50トン		1 基

出入渠用ワンマンコントロール装置 1 式

渠壁走行足場（自動塗装機付） 4 基

船底外板作業車 4 台

船底渠底進入通路 1 式

高圧水洗滌配管設備 1 式

昇降用エスカレーター 2 基

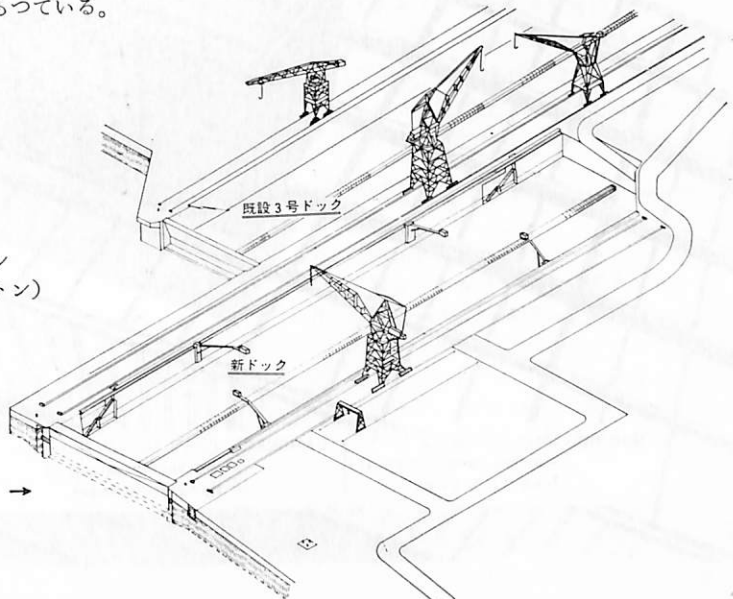
動力供給装置 6 基

自動調整整木 1 式

3. 総工費

約 33億円（岸壁その他付帯設備をふくむ）

新ドック完成予定図 →



貴社は各航海ごとの デッキ積みコンテナの数を (即ち収益を)増加できませんか？

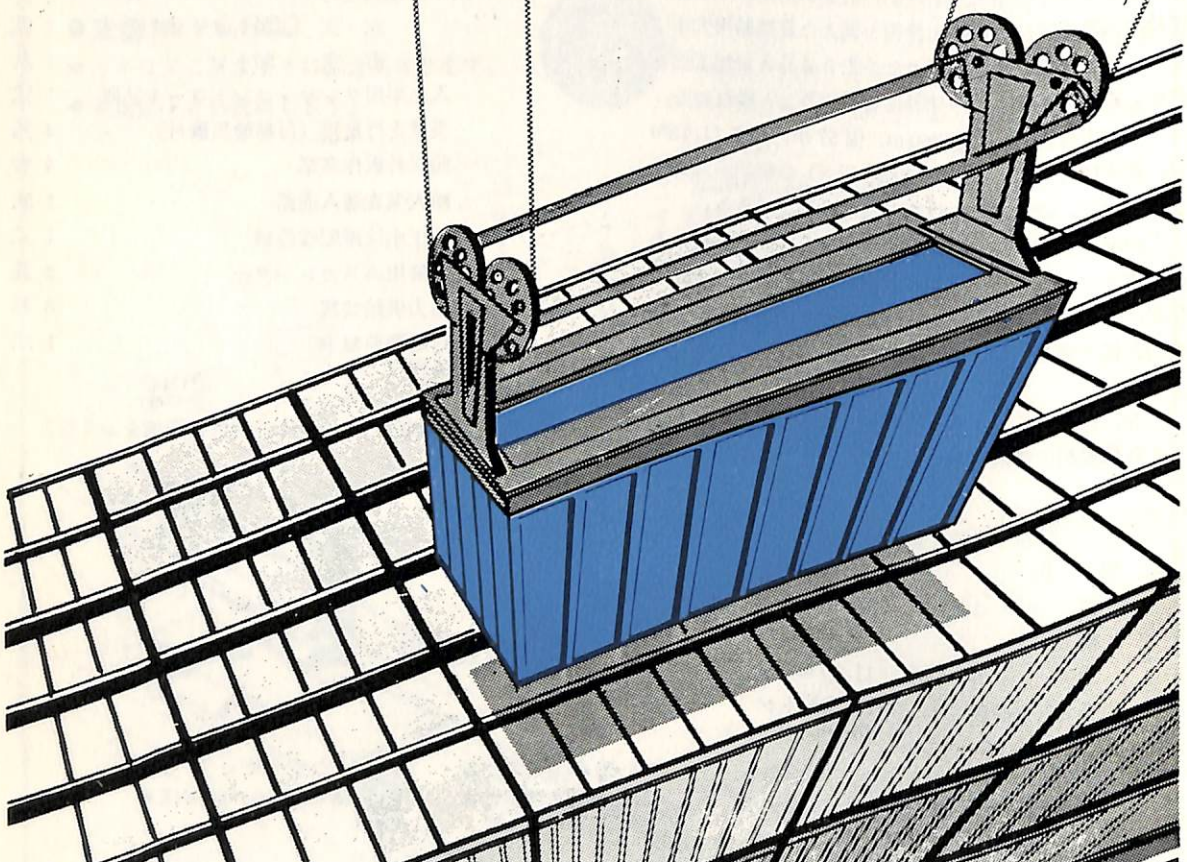
海上での安定性 —— コンテナに働く外力を10%から15%減らせること。これはフリウム・スタビライゼーション・システムの成果です。これが貴社にとって何を意味するか御配慮ください。横揺れを減少させれば余分の荷物を運ぶことができ、荒天にも拘らず予定の航路と速いスピードを保持できます。それは安全を保証し、保険のプレミアムを最小にします。貴社の船は積荷の容積に敏感であるかも知れません。しかし、フリウム・システムが貴船の船艙容積をほとんど減少させずに装備できることを検討させて下さい。数百隻の船舶に、装備した経験にもとづいて、フリウム・スタビライゼーション・システムは、世界中でもっとも愛好されている横揺れ安定装置です。



航海予定日を維持する能力を増加させてください。フリウムの代表者をお呼びください。20分たらずの間に貴社の船隊がサービスを向上しつつ如何にしてより以上の積荷を取扱うことができるようになるかを御了解ねがえるはずですよ。

フリウム・スタビライゼーション・システムは装備が容易で、高価でなく、十分にテストされており、うまく作動することが証明され保証されておりますが、これは、燃料費と馬力を節約することにより自らその費用を消却します。すべての船級協会により承認されております。

Designed & Engineered By
JOHN J. McMULLEN ASSOCIATES, INC.
SHIP MOTIONS DIVISION
NAVAL ARCHITECTS • MARINE ENGINEERS • CONSULTANTS
110 Wall Street, New York, N.Y. 10005



MADRID: McMullen Iberica
Avenida Generalísimo, 12
Madrid (16), Spain

HAMBURG: John J. McMullen, G.m.b.H.
Glockengiesserwall 20
Hamburg, Germany

東京: 極東マック・グレゴリー株
中央区八丁堀2-7-1
大石ビル (03) 552-5101

NKK-3PC2L型テストエンジンと その故障診断システム

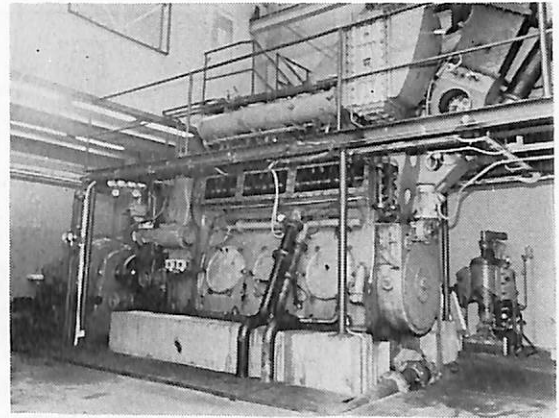
— 日本鋼管 —

日本鋼管株式会社は、沖電気工業株式会社と株式会社東京計器と三社共同で船舶用主機関ピールスティック・エンジンのコンピュータによる故障診断のシステムを研究している。昭和44年1月に日本鋼管と沖電気工業は、船舶の自動化の共同研究契約を結び、船舶全般の自動化について研究を続けてきたが、さらに昨年2月機関関係の自動化について東京計器がこれに加わり、三社で共同研究を続けているものである。

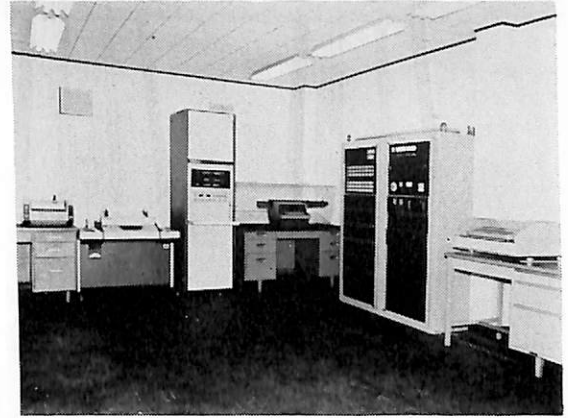
このシステムは、船舶のアンマンド化のう勢に呼応して、エンジンの運転監視の高度なアンマンド化を目標とし、NKK-3PC2L形テストエンジンと、沖電気のコンピュータOKITAC 4300および東京計器が開発中のカセット形エンジンモニタEM 300を使用している。そして、このシステムは日本鋼管が生産している中速4サイクルディーゼルエンジンであるピールスティック・エンジンの試験機関を対象とし、実用性の見地から要請される、経済性、信頼性、安全性および使い易さの諸要件に応えられるかを検討することを目標にしている。

ディーゼル機関の故障診断研究については、これまでに日本造船研究協会（SR 106 研究部会）の大規模な研究が行なわれて多くの成果をあげているほか、造船各社も海運各社と共同で船舶の自動化への一部門として機関関係の自動化に取り組んで、すでに何隻かの船がM0（またはE0）の要件をみたして就航しているのが現状である。

しかし今回研究開発中のシステムはM0をさらに進展させたもので、警報装置と故障診断の機能を持ち、記録された数値をみる場合には未熟者でも理解できるようになっている。



テストエンジン 3PC2L型



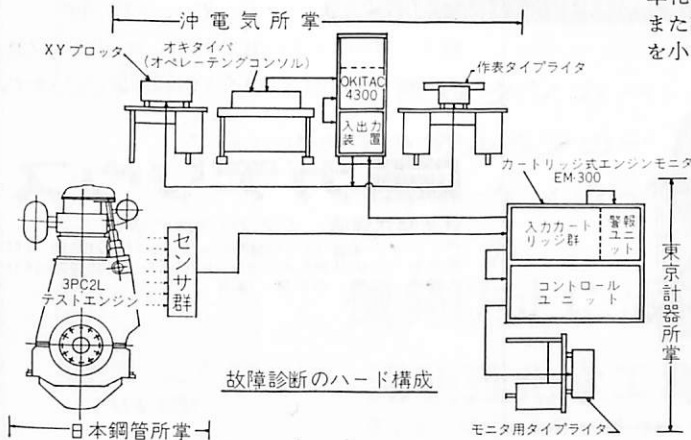
エンジンの故障診断システムのコンピュータ室

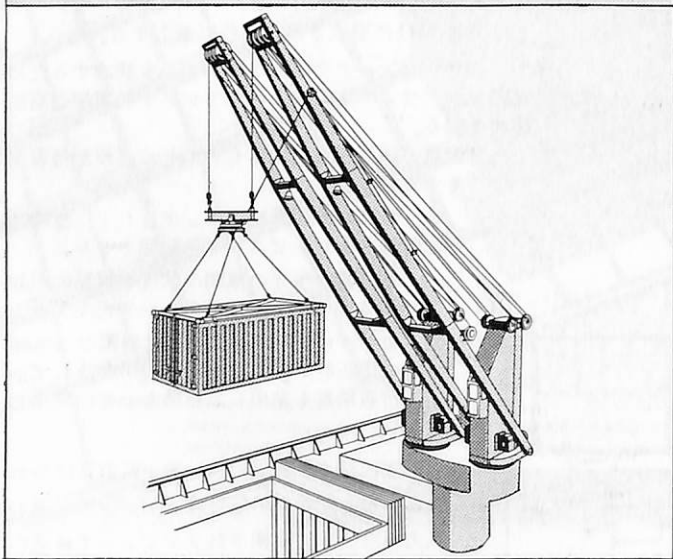
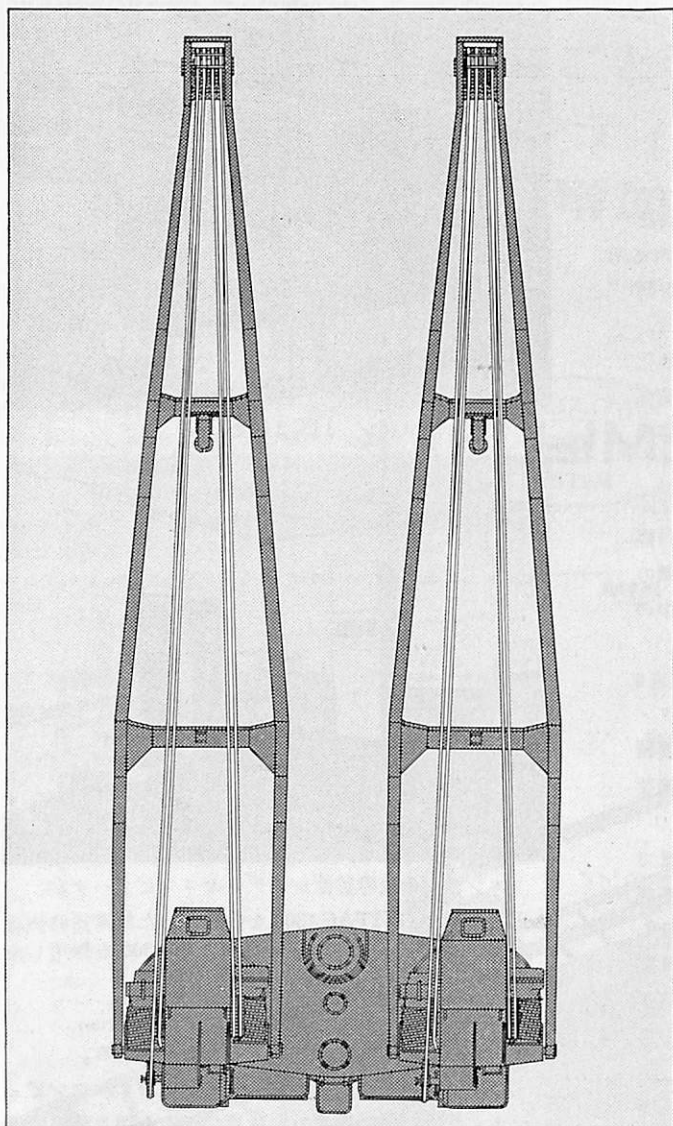
正面左側がOKITAC 4300を中心とした故障診断装置
右側がカセット型エンジンモニタEM 300を採用した
警報装置

今回の研究の主要テーマは次のとおりである。

- ① コンピュータとエンジンモニタを併用し、コンピュータを使用しない場合も船級協会による無人化規則例えばNK-MOに要求される条件に適應する。
- ② ミニコンピュータで高度なシステムを構成するため制御プログラムに工夫をこらしてシステム運用の高効率化を図る。
また計算機の語形式を独特なものにして必要記憶容量を小さくする。
- ③ 故障診断のソフトウェアとして、故障診断論理をコンピュータに記憶させる。
- ④ 機関員が現在の機関の状況を容易に把握できるように主要データをカーブ表示する。
- ⑤ センサについては、東京計器製の pmax 計（指圧計）以外は現在一般に普及している市販機器を使用し、特殊センサは使用しない。

別図に示すとおり、エンジンに取付けられた各種センサからの信号はエンジンモニタの入力カセットで変換されコンピュータに送られる。





コンテナなど 重量貨物化時代にピッタリ!

— **ASEA** タンデムデッキクレーン

- タンデムだから重量・大型貨物の荷役に最適
- ワードレオナード(新設計全閉型)だから荷役が迅速

ASEA タンデム・デッキクレーンは、2台のシングル・デッキクレーンと360°回転する共通旋回台からなり、シングル・クレーンとして前後船倉の荷役や同一船倉の両舷荷役ができるだけでなく、2台のシングル・クレーンを固定し、共通旋回台(プラットフォーム)を回転させて、タンデム・クレーンとして使用できます。クレーンは、それぞれの運転台で独立して運転することができますが、タンデム運転時には、いずれか一方のクレーンを運転すれば、もう一方のクレーンは自動的に主導クレーンへ従属します。また、クレーンは船の横傾斜5°、縦傾斜2°まで運転することができます。

なお、駆動制御はワードレオナード方式を採用。その他、アセア社の開発したトリプルゼネレーター、リミットスイッチなどのすぐれた機構が組み込まれています。

標準タイプ仕様

型式 電動ワードレオナード制御 全閉型
タンデムタイプ

能力 1基=12.5ton×25m/分、

2基=25ton×25m/分

旋回半径 最小=3m 最大=18.3m

電力 コンバーター用交流モーター110kw2基

その他 40ton(2×20ton)型も製作しています。

詳細は弊社船舶機械部へ

ガデリウス

日本総代理店 ガデリウス株式会社

神戸市生田区花町27興銀ビル 〒650 TEL(078)39-7251

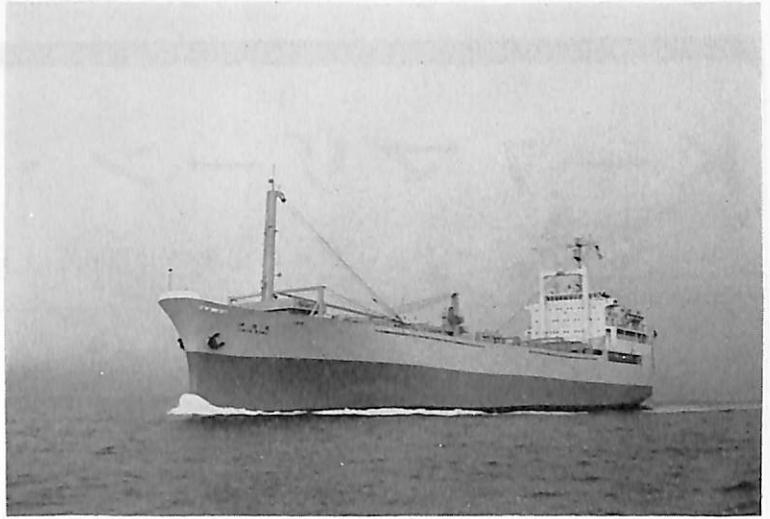
東京都千代田区麹町4の5KSビル 〒102 TEL(03)265-1631

出張所 札幌・名古屋・福岡

神 洋 丸

(ばら積兼自動車運搬船)

船主 株式会社 マツダ運輸 広島
造船所 株式会社 宇品造船所

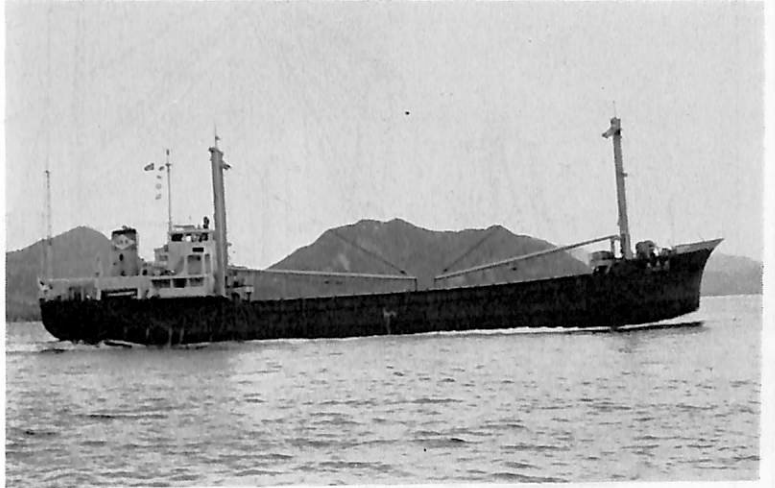


総噸数 3,998.10 噸 純噸数 2,171.28 噸
遠洋 船級 NK 載貨重量 5,920.0 噸
全長 124.30 m 長(垂) 114.00 m 幅(型)
18.80 m 深(型) 13.30 m 吃水 6.318
m 長船首楼船尾機関型 主機 赤坂鉄工
所 2 サイクル単動トランクピストン型ター
ボチャージャ付ディーゼル機関 1 基
出力 4,420 PS×185 RPM 燃料消費量
18.75 t/d 航統距離 12,000 海里 速力
13.8 ノット 貨物倉(ベール) 19,823.3
m³ 自動車積載量 800 台 燃料油倉
947.34 m³ 清水倉 502.70 m³ 乗員 26 名
工期 45-8-12, 45-11-28, 46-1-27

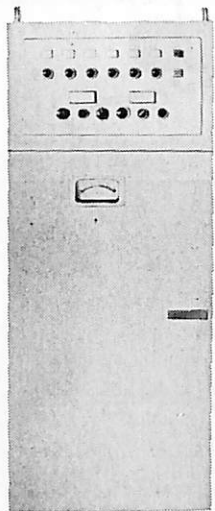
照 島 丸

(貨物船)

船主 琉球海運株式会社 (沖縄)
造船所 松浦鉄工造船所



総噸数 989.94 噸 純噸数 542.82 噸
近海 載貨重量 1,825.51 噸 全長 70.85
m 長(垂) 64.50 m 幅(型) 10.60 m
深(型) 5.40 m 吃水 4.71 m 満載排水量
2,595 噸 船尾楼付凹甲板型 主機 赤坂
6 DH 38 SS 型ディーゼル機関 1 基 出力
1,800 PS×310 RPM 燃料消費量 6.295
t/d 航統距離 4,500 海里 速力 12.0
ノット 貨物倉(ベール) 2,005.74 m³
(グリーン) 2,037.79 m³ 燃料油倉
113.22 t 清水倉 111.0 t 乗員 16 名
工期 45-6-25, 45-12-14, 46-2-2



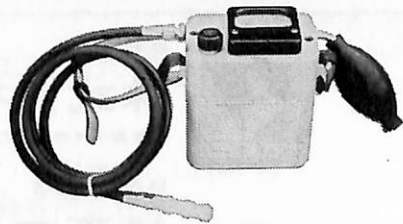
FMA-26型

(カタログ文献謹呈)

光明可燃性ガス警報装置

(日本海事協会検定品)

LPG タンカー
ケミカルタンカー
オイルタンカー



の
爆発防止に活躍する

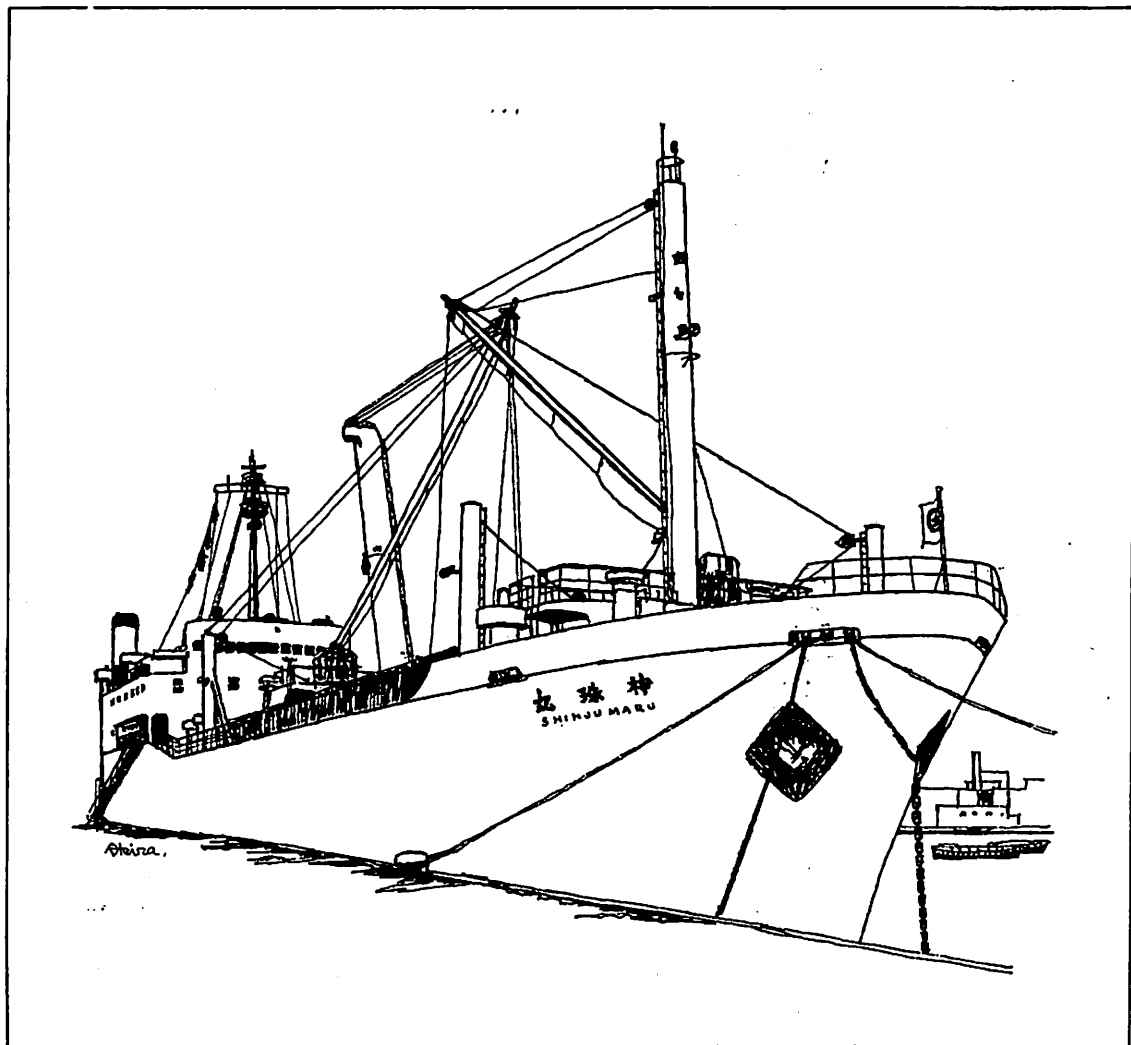
光明可燃性ガス測定器
FM型

光明理化学工業株式会社

東京都目黒区中央町1-8-24 TEL711-2176(代)

K-7 マリン・デリック

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



発売元

株式会社 ケイ・セブン

東京都千代田区丸の内2-4-1 TEL (201) 1651

販売総代理店

極東マック・グレゴリー株式会社

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

神戸出張所/神戸市生田区海岸通2の33(朝日ビル) TEL (39) 8884



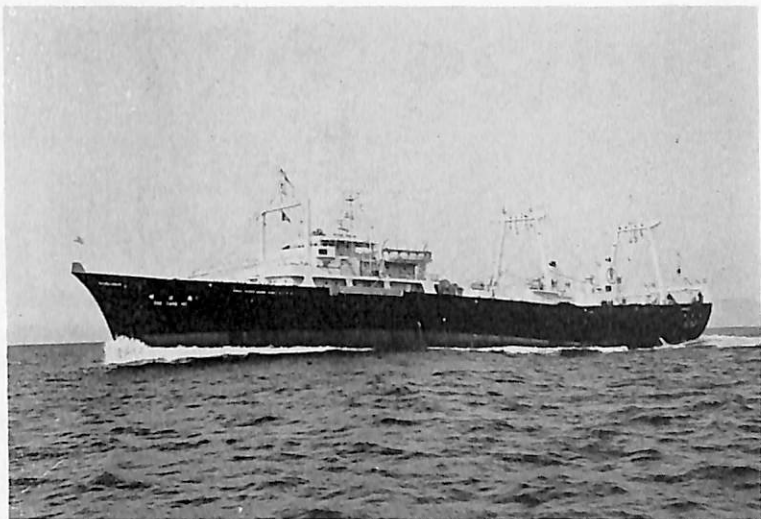
開 洋 号 (GAE YANG)

(船尾トロール船)

船 主 Korea Wonyang
Fisheries Co., Ltd (韓)

造船所 林兼造船・長崎造船所

総噸数 3,001.20噸 純噸数 1,498.86噸
近海 船級 NK, KR 載貨重量 3,735.83
噸 全長 95.60m 長(垂) 86.00m 幅
(型) 15.00m 深(型) 9.80m 吃水 6.715
m 満載排水量 6,048.00噸 二層甲板
板型 主機 神戸発動機 6 UET-45/75 C 型
ディーゼル機関 1 基 出力 3,230 PS×
218 RPM 燃料消費量 160 g/ps/h 航統
距離 25,000 海里 速力 13.00 ノット
魚倉(ペール) 3,803.48 m³ 燃料油倉
1,144.72 m³ 清水倉 252.51 m³ 乗員
名 100 工期 45-7-27, 45-10-16,
45-12-26



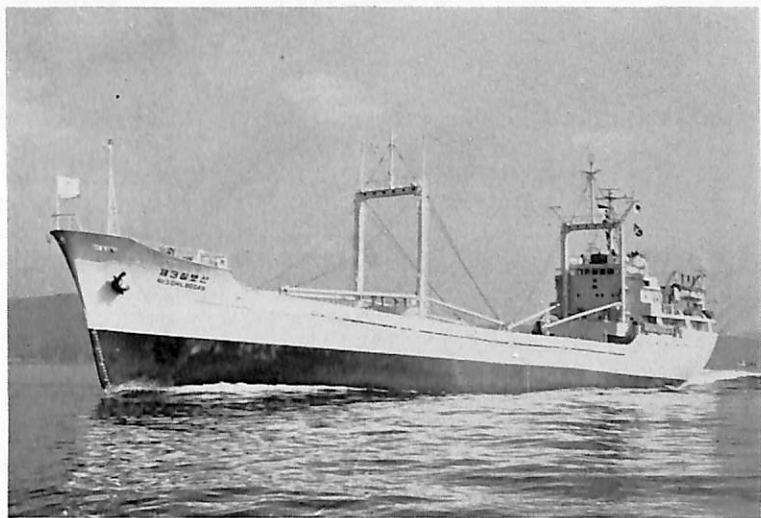
第 3 七 宝 山

(冷凍運搬船)

船 主 Korea Wonyang
Fisheries Co., Ltd (韓)

造船所 林兼造船・長崎造船所

総噸数 1,651.81噸 純噸数 888.33噸
遠洋 船級 NK, KR 載貨重量 2,561.57
噸 全長 88.427m 長(垂) 82.00m 幅
(型) 12.60m 深(型) 6.30m 吃水 5.462
m 満載排水量 3,862.00噸 凹甲板船
尾機関型 主機 赤坂鉄工 6 DH 46SS 型
ディーゼル機関 1 基 出力 2,210 PS×
237 RPM 燃料消費量 156.7 g/ps/h 航
統距離 9,000 海里 速力 13.200 ノット
貨物倉(ペール) 2,510.38 m³ 燃料油倉
716.94 m³ 清水倉 143.82 m³ 乗員 28
名 工期 45-9-18, 45-10-31, 46
-1-20



船舶外板・タンク の

電気防蝕に関する調査・設計は

専門のエンジニアリングコンサルタント

中川防蝕工業株式会社に

御相談下さい。

当社は技術士(金属部門)15名を擁する
ユニークな防蝕専門会社です。

中川防蝕工業株式会社

本社 東京都千代田区神田鍛冶町2-1 電話(252)3171(代)

テレックス・ナカガワボウショク TOK 222-2826

大阪(344)1831・名古屋(962)7866・福岡(77)4664・広島(48)0524

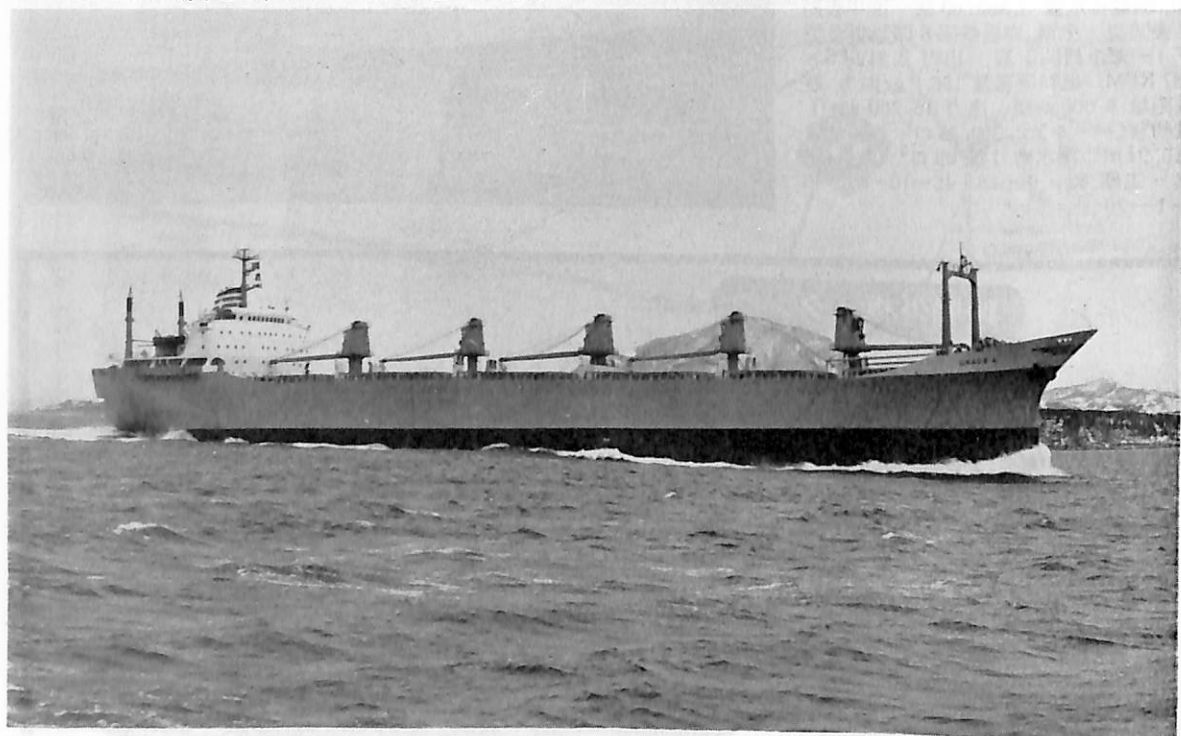
札幌(251)3479・仙台(23)7084・新潟(66)5584・高松(51)0265



アルミ陽極取付 バラストタンク



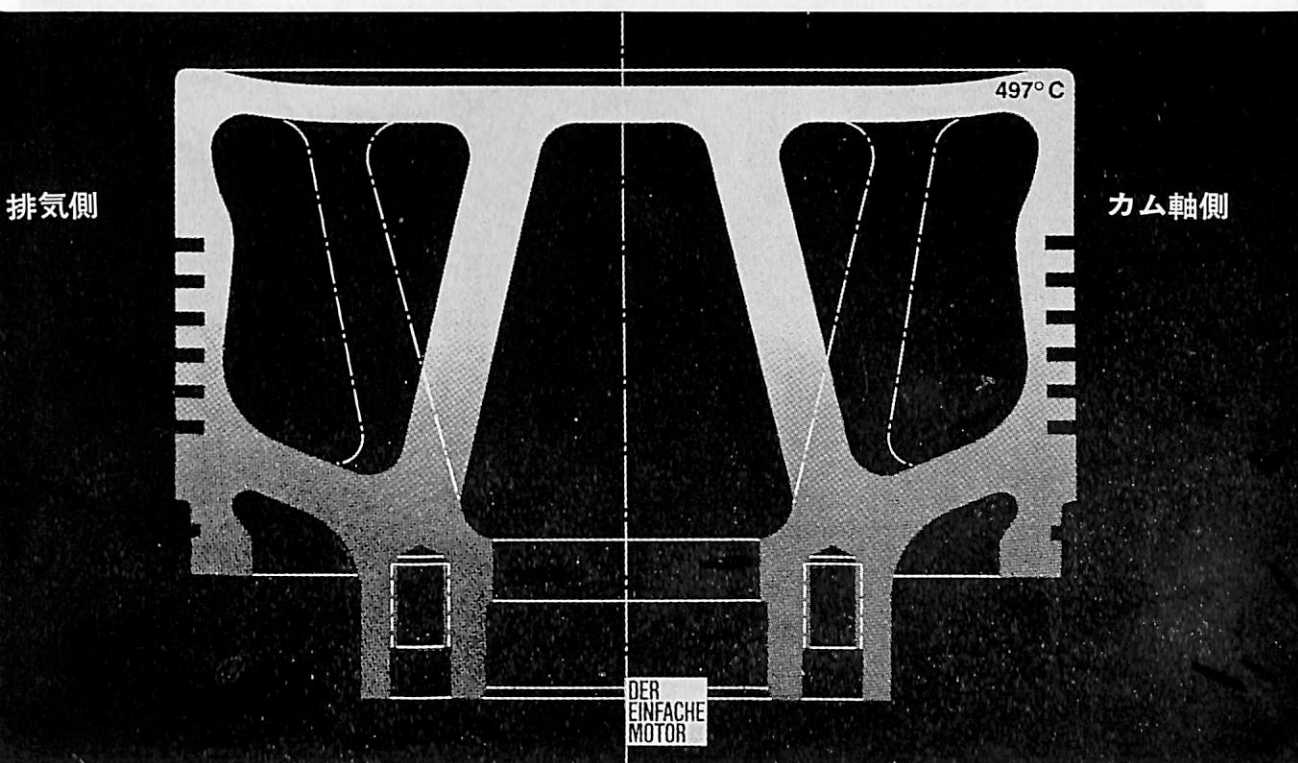
ALKYONIA (ばら積貨物船) 船主 Marcuento Compania Naviera S.A (パナマ) 造船所 日立造船・因島工場 総噸数 11,826.30 噸 純噸数 7,592 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 19,205 噸 全長 156.20 m 長(垂) 146.00 m 幅(型) 22.60 m 深(型) 12.90 m 吃水 31'-2 $\frac{1}{2}$ " 満載排水量 24,160 噸 船首楼付一層甲板船 主機 日立 B&W 6 K 62 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,600 PS×140 RPM 燃料消費量 約 30 t/d 航続距離 約 16,000 海里 速力 14.85 ノット 貨物倉(ペール) 832,195 f³ (グリーン) 855,876 f³ 燃料油倉 54,237 f³ 清水倉 9,237 f³ 乗員 43 名 工期 45-6-23, 45-9-21, 45-12-11



GRACE L (ばら積貨物船) 船主 Elshippers Inc. (ギリシヤ) 造船所 函館ドック・函館造船所 総噸数 16,360.17 噸 純噸数 11,856 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 26,875 噸 全長 182.00 m 長(垂) 167.80 m 幅(型) 22.86 m 深(型) 14.71 m 吃水 35'-0" 満載排水量 33,202 噸 凹甲板船尾機関型 主機 IHI スルザー 6 RD 76 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,640 PS×115 RPM 燃料消費量 34.45 t/d 航続距離 21,700 海里 速力 14.5 ノット 貨物倉(ペール) 1,300,052 f³ (グリーン) 1,131,405 f³ 燃料油倉 98,524 f³ 清水倉 6,296 f³ 乗員 42 名 工期 45-8-8, 45-11-1, 46-2-2

5126 PS/CYL.:

過大負荷？



クロスヘッド2サイクルエンジンKSZ105/180は初めから出力に十分な余裕を持って設計されています。出力試験において平均有効圧力 $p_e = 13,58 \text{ kg/cm}^2$ 、出力5,126PS/Cylが得られました。このシリンダ当りの出力は往復動機関としては世界で初めて達せられた高出力です。すべての温度と応力はこの高出力においても許容値以下

におさえられています。たとえば、ピストンクラウンの最高温度は497°C、タービン前の排気温度は445°Cです。

このKSZ105/180は連続出力4,000PS/Cylで販売されます。このM.A.N 2サイクル大形機関の余裕を持った設計が確実な運転、高い信頼性の根底となっています。

M·A·N (ジャパン) リミッテド

本社	東京C.P.O. Box68	Tel. (03) 214-5931
神戸サービスベース	神戸C.P.O. Box1170	Tel. (078) 67-0765
横浜サービスエンジニア	横浜C.P.O. Box416	Tel. (045) 201-2931

ライセンシー

川崎重工業株式会社

三菱重工業株式会社

東京/神戸

東京/横浜

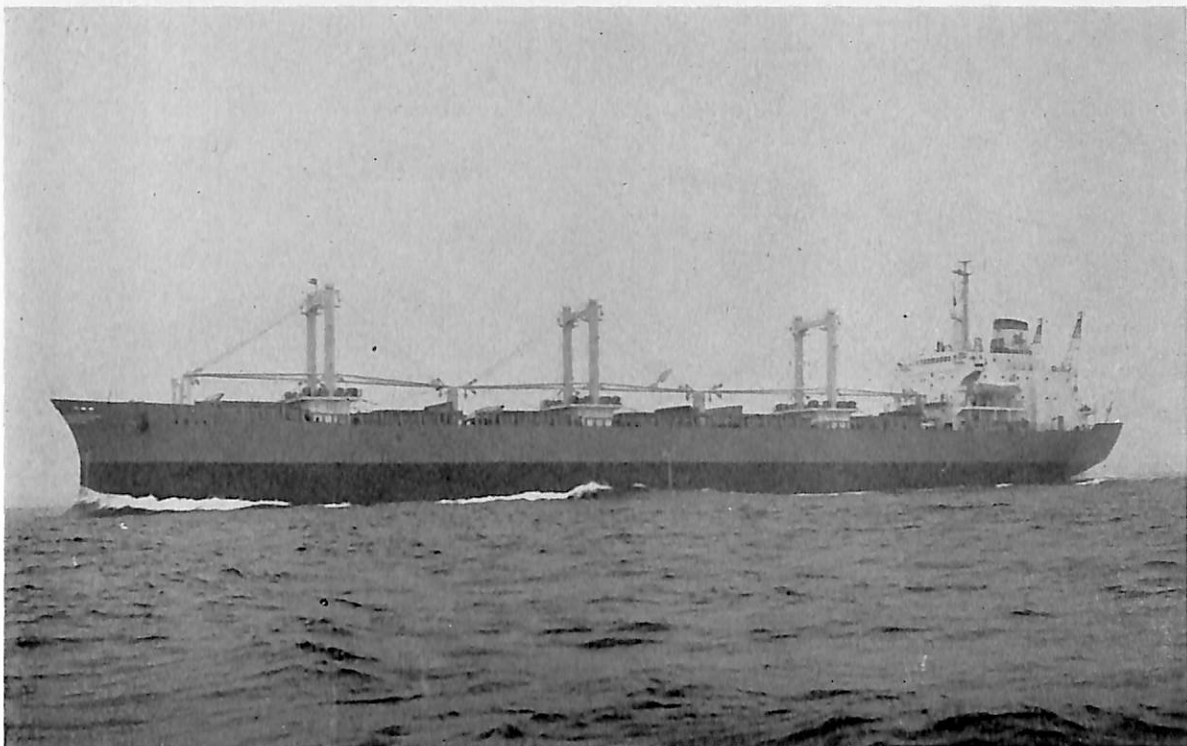
MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AKTIENGESELLSCHAFT/WEST GERMANY



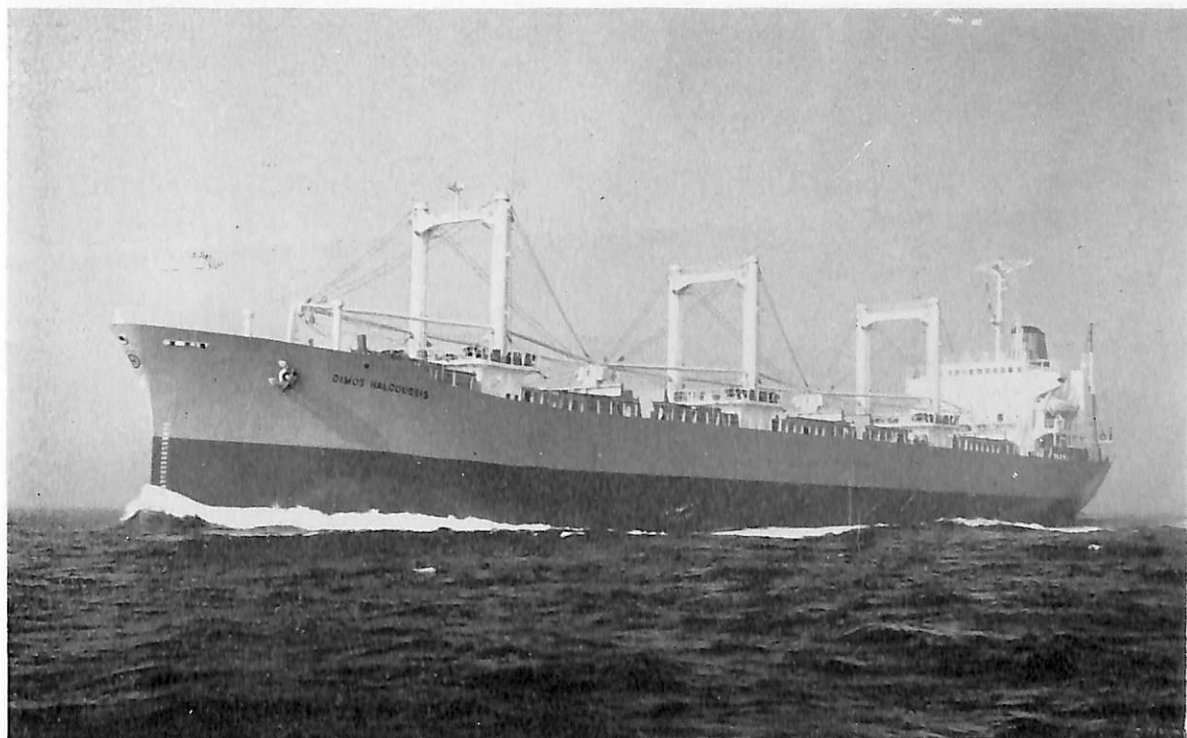
EXOTIC (ばら積兼油運搬船) 船主 Northwind Shipping Company S.A (パナマ) 造船所 石川島播磨重工・相生工場 総噸数 71,211.21 噸 純噸数 54,028 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 150,308 噸 全長 954'-8¹/₁₆" 長(垂) 914'-8³/₈" 幅(型) 146'-0" 深(型) 80'-4⁹/₁₆" 吃水 55'-10³/₈" 平甲板船 主機 IHI タービン 1 基 出力 24,000 PS×80 RPM 燃料消費量 119.6 t/d 航続距離 19,800 海里 速力 15.7 ノット 貨油倉 6,100.338 f³ (グレーン) 5,966.868 f³ 燃料油倉 253,294 f³ 清水倉 22,291 f³ 乗員 46 名 工期 45-4, 45-7, 45-12



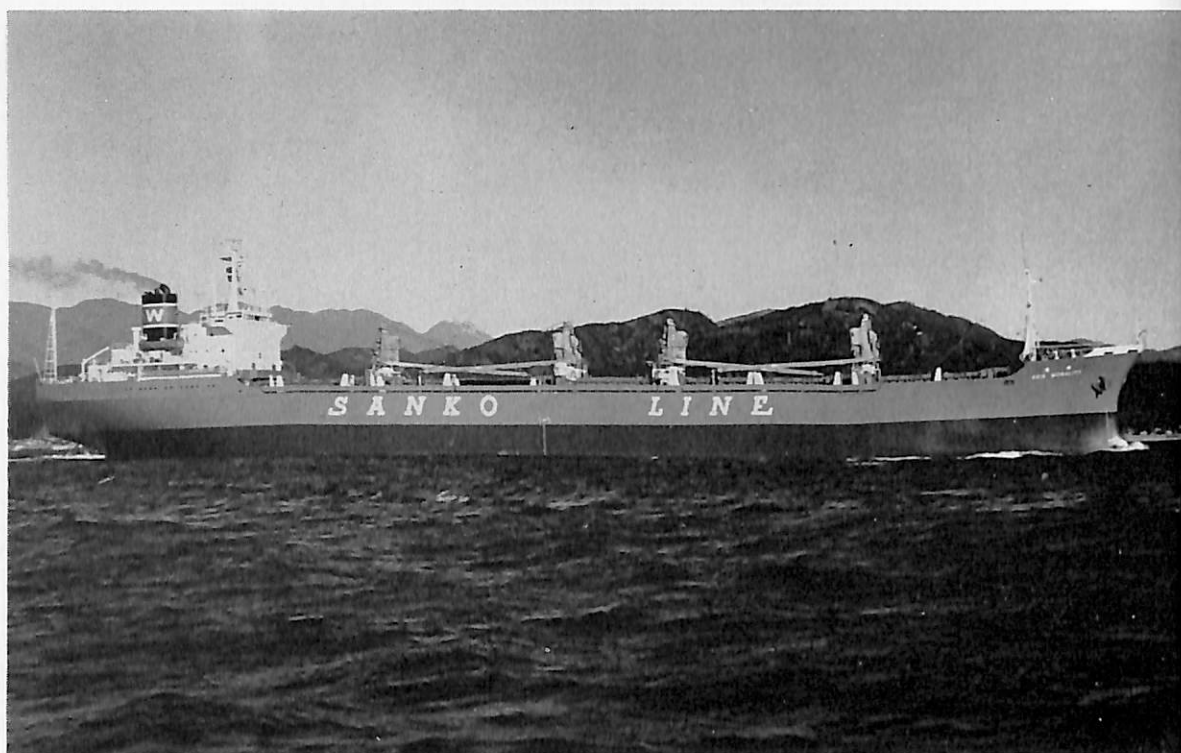
PASITHEA (ばら積兼油運搬船) 船主 Metis Shipping Company S.A (パナマ) 造船所 日立造船・因島工場 総噸数 80,225.28 噸 純噸数 68,442 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 152,953 噸 全長 300.50 m 長(垂) 288.00 m 幅(型) 44.20 m 深(型) 23.00 m 吃水 17.116 m 満載排水量 178,687 噸 一層平甲板船 主機 日立 B&W 10 K 84 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 22,700 PS×110 RPM 燃料消費量 85.6 t/d 航続距離 22,600 海里 速力 15.0 ノット 貨物倉 89,953.04 m³ 貨油倉 198,782.92 m³ 燃料油倉 5,774.14 m³ 清水倉 575.52 m³ 乗員 57 名 工期 45-6-9, 45-9-4, 46-1-29



ARIS (貨物船) 船主 Aris Compania Naviera S.A (パナマ) 造船所 石川島播磨重工・東京工場
 総噸数 10,006.50 噸 純噸数 6,256 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 15,174 噸 全長 144.344 m 長(垂)
 134.112 m 幅(型) 19.812 m 深(型) 12.344 m 吃水 9.035 m 船尾楼付平甲板型 主機 IHI-S.E.M.T ピール
 スチック12 PC 2 V 型ディーゼル機関1基 出力 4,540 PS×480 RPM 燃料消費量 18.2 t/d 航続距離 19,000
 海里 速力 13.6 ノット 貨物倉(ベール) 18,770.3 m³ (グリーン) 20,121.9 m³ 燃料油倉 1,348.7 m³ 清水倉
 174.2 m³ 乗員 28 名 工期 45-8-21, 45-10-12, 45-12-11 フリーダム型 第42番船



DIMOS HALLOUSSIS (貨物船) 船主 Greenstone Shipping Company S.A (パナマ) 造船所 石川島
 播磨重工・東京工場 総噸数 8,975.68 噸 純噸数 6,232.04 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 15,122 噸 全長
 142.252 m 長(垂) 134.112 m 幅(型) 19.812 m 深(型) 12.344 m 吃水 9.042 m 船尾楼付平甲板船 主機
 IHI-S.E.M.T. ピールスチック12 PC 2 V 型ディーゼル機関1基 出力 4,540 PS×480 RPM 燃料消費量 18.4
 t/d 航続距離 19,000 海里 速力 13.6 ノット 貨物倉(ベール) 18,770.3 m³ (グリーン) 20,121.9 m³ 燃料油
 倉 1,348.7 m³ 清水倉 174.2 m³ 乗員 31 名 工期 45-9-14, 45-11-4, 46-1-8



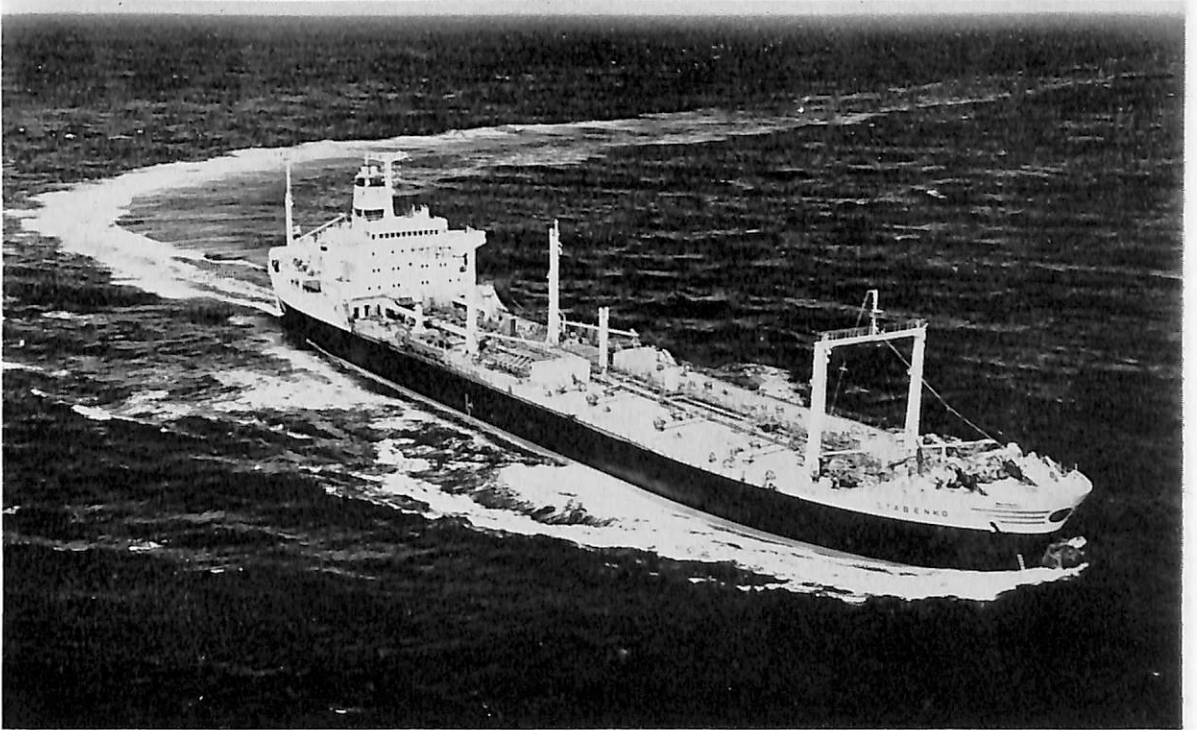
ASIA MORALITY (思源) (自動車兼ばら積貨物船) 船主 Liberian Crane Transport, Inc. (リベリア)
 造船所 日本鋼管・清水造船所 総噸数 10,438.50 噸 純噸数 6,503.67 噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 19,833 噸
 全長 155.45 m 長(垂) 146.00 m 幅(型) 22.80 m 深(型) 13.40 m 吃水 9.8965 m 満載排水量 25,342.49 噸
 凹甲板船尾機関型 主機 IHI-スルザー 7 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 9,800 PS×142 RPM 燃料消費
 量 37.8 t/d 航続距離 16,700 海里 速力 15.40 ノット 貨物倉(ベール) 23,342.0 m³ (グレーン) 26,291.2 m³
 燃料油倉 1,873.8 m³ 清水倉 468.1 m³ 乗員 36 名 工期 45-7-21, 45-10-22, 46-1-19



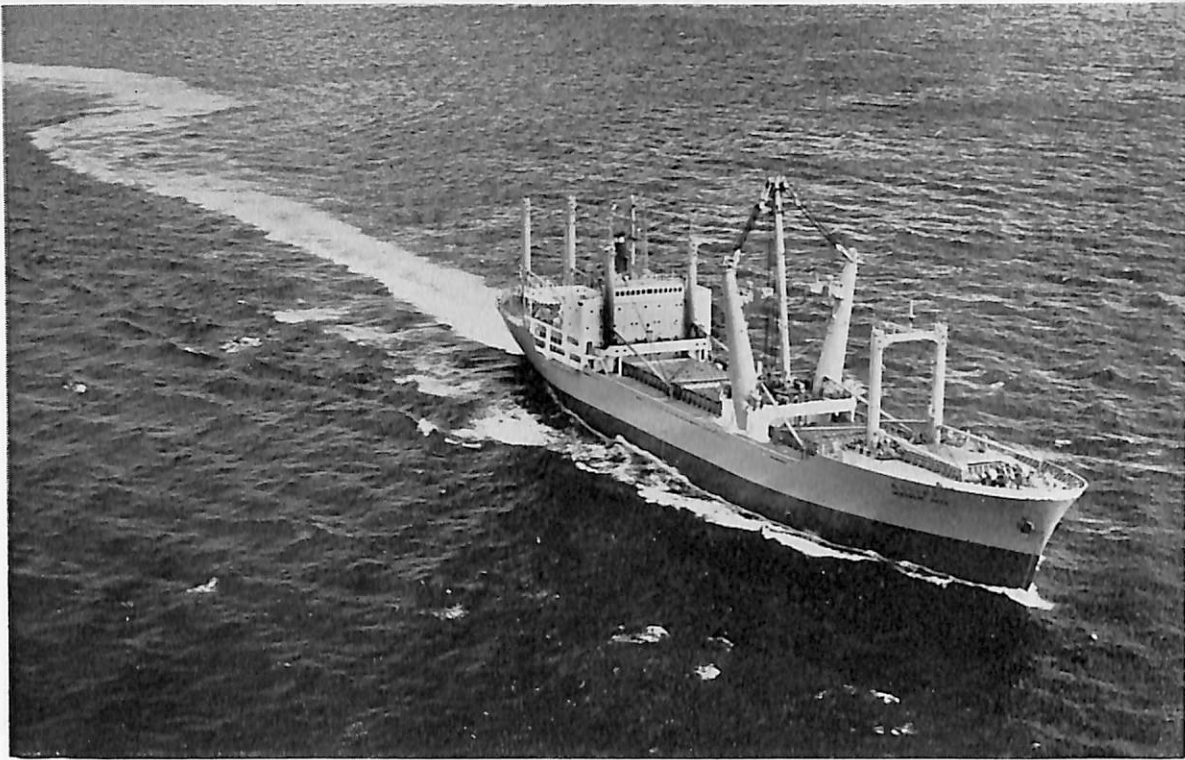
第十四とよた丸 (ばら積兼自動車運搬船) 船主 日本郵船株式会社, 岡田商船株式会社 造船所 株式会社 名村
 造船所 総噸数 19,357.56 噸 純噸数 12,805.20 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 30,228 噸 全長 180.73 m
 長(垂) 175.00 m 幅(型) 25.00 m 深(型) 15.40 m 吃水 10.841 m 満載排水量 39,615 噸 船首楼付平甲板
 型 主機 三菱スルザー 7 RD 76 型ディーゼル機関 1 基 出力 9,520 PS×116 RPM 燃料消費量 39.8 t/d 航続
 距離 18,000 海里 速力 14.7 ノット 貨物倉(ベール) 35,923 m³ (グレーン) 37,431 m³ 自動車積載量 コロナ
 RT 型 2184 台 燃料油倉 2,231.8 m³ 清水倉 360.6 m³ 旅客 2 名 乗員 32 名 工期 45-7-11, 45-10-23,
 46-1-20 設備 取外し式ポンツーン型および吊下げ式自動車甲板



MESSINIAKI ARETI (油槽船) 船主 Occidental Maritima S.A (パナマ) 造船所 石川島播磨重工・相生工場 総噸数 17,717.75噸 純噸数 12,298.94噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 29,804 噸 全長 170.688 m 長(垂) 162.00 m 幅(型) 26.00 m 深(型) 14.35 m 吃水 11.006 m 凹甲板型 主機 IHI スルザー 7 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,400 PS×144.8 RPM 燃料消費量 37.6 t/d 航統距離 23,100 海里 速力 15.75 ノット 貨油倉 37,941.5 m³ 燃料油倉 2,728.9 m³ 清水倉 481.0 m³ 乗員 39 名 (外 2 名) 工期 45-4, 45-6, 45-10



STABENKO (油槽船) 船主 Santadodo Compania Naviera S.A (パナマ) 造船所 石川島播磨重工・名古屋造船所 総噸数 17,839.77噸 純噸数 12,405.17噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 30,319 噸 全長 170.80 m 長(垂) 162.00 m 幅(型) 26.00 m 深(型) 14.35 m 吃水 11.014 m 凹甲板型 主機 IHI スルザー 7 RD 76 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,080 PS×117.8 RPM 燃料消費量 36.81 t/d 航統距離 27,200 海里 速力 15.75 ノット 貨物倉(ペール) 1,111.0 m³ (グレーン) 1,186.0 m³ 燃料油倉 3,135.6 m³ 清水倉 430.6 m³ 乗員 43 名 工期 45-6-2, 45-8-29, 45-12-15



まかさる丸 (貨物船) 船主 川崎汽船株式会社, 日本汽船株式会社 造船所 石川島播磨重工・名古屋造船所 総噸数 9,356.58 噸 純噸数 4,929.72 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 13,607 噸 全長 149.90 m 長(垂) 139.00 m 幅(型) 22.00 m 深(型) 12.00 m 吃水 9.12 m 凹甲板船型 主機 IHI-スルザー 6 RD 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 7,650 PS×130 RPM 燃料消費量 28.20 t/d 航続距離 14,760 海里 速力 16.10 ノット 貨物倉(ペール) 20,392.7 m³ (グリーン) 18,991.0 m³ 燃料油倉 1,538.6 m³ 清水倉 581.6 m³ 旅客 2 名 乗員 35 名 工期 45-5-6, 45-9-28, 45-12-18 NK M0 船, 300 t Stulken Heavy Derrick×1



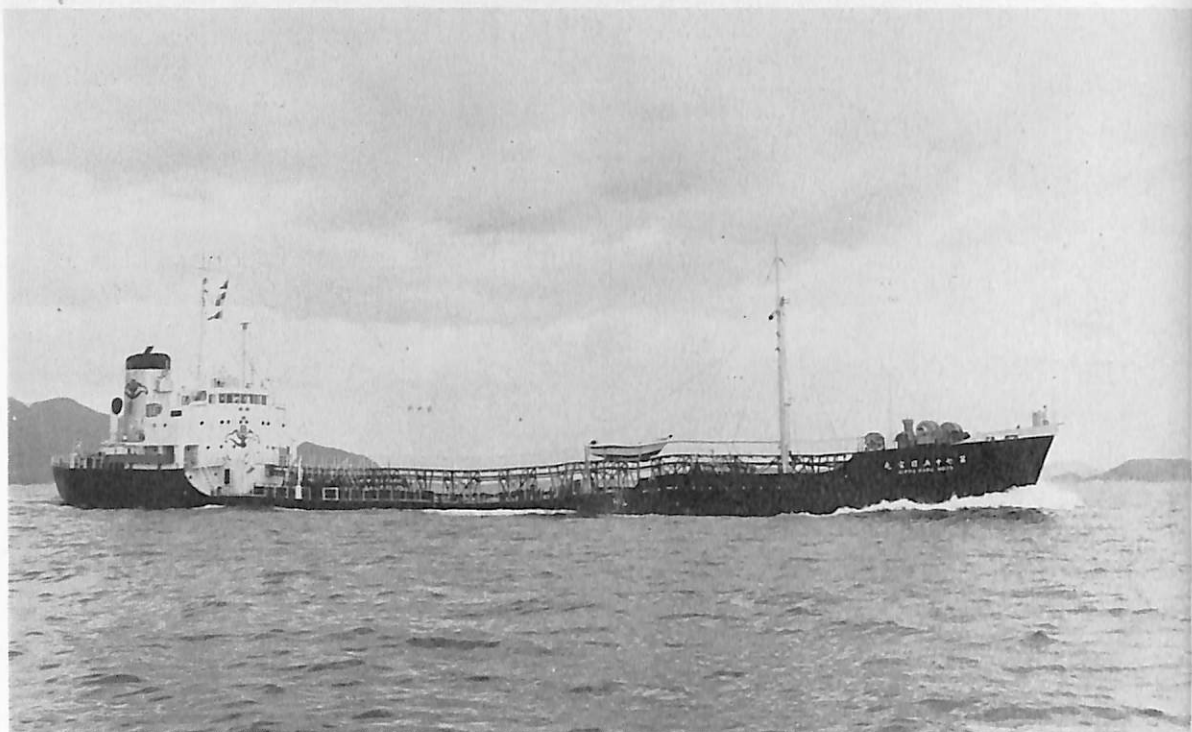
瑞光丸 (貨物船) 船主 小山海運株式会社 造船所 東北造船株式会社 総噸数 4,557.47 噸 純噸数 2,967.27 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 7,178 噸 全長 115.230 m 長(垂) 107.00 m 幅(型) 17.200 m 深(型) 8.750 m 吃水 6.951 m 満載排水量 9,656.93 噸 凹甲板型 主機 IHI-SEMT ピールスチック 12 PC 2 V 型ディーゼル機関 1 基 出力 4,740 PS×473.6/173 RPM 燃料消費量 21.11 t/d 航続距離 9,740 海里 速力 13.80 ノット 貨物倉(ペール) 9,895.9 m³ (グリーン) 8,967.7 m³ 燃料油倉 572.0 m³ 清水倉 435.0 m³ 旅客 5 名 乗員 25 名 工期 45-9-18, 45-12-2, 46-1-28



金 静 丸 (ばら積兼自動車運搬船) 船主 金成汽船株式会社 造船所 株式会社 金指造船所
 総噸数 12,272.36 噸 純噸数 7,091.29 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 18,158.44 噸 全長 155.10 m 長(垂) 146.00 m
 幅(型) 22.80 m 深(型) 12.65 m 吃水 9.221 m 満載排水量 24,085.00 噸 凹甲板型 主機 三井 B&M DE 7
 K 62 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,600 PS×148 RPM 燃料消費量 32.71 t/d 航続距離 15,590 海里 速力
 14.7 ノット 貨物倉(ベール) 22,054.44 m³ (グリーン) 22,962.15 m³ 燃料油倉 A 145.84 m³ C 1,506.14 m³
 清水倉 492.92 m³ 旅客 1 名 船主 1 名 乗員 31 名 工期 45-7-21, 45-10-20, 46-1-20 NK の M0 船



日 清 丸 (自動車運搬船) 船主 泉汽船株式会社 造船所 株式会社 新山本造船所
 総噸数 1,544.77 噸 純噸数 914.60 噸 沿海 載貨重量 1,992.31 噸 全長 95.54 m 長(垂) 86.988 m 幅(型)
 14.60 m 深(型) 7.15 m 吃水 4.613 m 満載排水量 3,915.00 噸 遮浪甲板型 主機 新潟鉄工所 8 MG 31 Ax
 型ディーゼル機関 2 基 出力 2×1,402 PS×521 RPM 燃料消費量 494.4 kg/h 航続距離 3,100 海里 速力 14.50
 ノット 貨物倉(ベール) 12,695.72 m³ (グリーン) 13,594.60 m³ 燃料油倉 239.988 m³ 清水倉 143.156 m³
 乗員 17 名 工期 45-8-24, 45-11-29, 46-2-13 設備 船外ランプウェイ 3 t×12 m/min×1 台 電動
 両船各 1 式, レーダー 2 台, 天気模写受信機, ジャイロット, 遠隔操縦装置(スタンド), 居住区暖房装置(サ
 ーモタンク方式)



第七十五日宝丸 (油槽船) 船主 船舶整備公団・島津海運株式会社 造船所 株式会社 宇品造船所
 総噸数 2,239.35 噸 純噸数 1,340.31 噸 沿海 船級 NK 載貨重量 4,604.2 噸 全長 94.27 m 長(垂) 88.00 m
 幅(型) 14.00 m 深(型) 7.35 m 吃水 6.573 m 満載排水量 6,073.0 噸 凹甲板型 主機 神戸発動機 2 サイクル
 トラックピストン型ターボチャージャー付ディーゼル機関 1 基 出力 2,550 PS×260 RPM 燃料消費量
 12.75 t/d 航続距離 1,300 海里 速力 12.1 ノット 貨物倉(グリーン) 4,775.87 m³ 燃料油倉 114.55 m³ 清
 水倉 72.06 m³ 乗員 19 名 工期 45-5-12, 45-8-18, 45-10-8



昭和丸 (油槽船) 船主 昭和油槽船株式会社 造船所 瀬戸田造船株式会社
 総噸数 2,926.00 噸 純噸数 1,823.62 噸 沿海 載貨重量 5,235.50 噸 全長 99.11 m 長(垂) 92.00 m 幅(型)
 14.80 m 深(型) 7.70 m 吃水 6.653 m 主機 ダイハツ 8PSTcM-30 F 型 2 基 出力 2×1,130 PS×568/282.5
 RPM 燃料消費量 9.50 t/d 航続距離 2,910 海里 速力 10.76 ノット 貨物倉(グリーン) 5,601.916 m³ 燃料油
 倉 173.16 m³ 清水倉 260.28 m³ 乗員 14 名 平水時 19 名 工期 45-7-9, 45-11-12, 46-1-28



OLYMPIC ALLIANCE (油槽船) 船主 Lynwood Marine Panama S.A (パナマ) 造船所 日立造船・堺工場 総噸数 97,206.25 噸 純噸数 79,287 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 216,441 噸 全長 322.30 m 長(垂) 307.00 m 幅(型) 48.20 m 深(型) 25.00 m 吃水 19.368 m 滿載排水量 246,400 噸 一層甲板船 主機 川崎タービン1基 出力 30,000 PS×87 RPM 燃料消費量 148.8 t/d 統統距離 25,000 海里 速力 15.15 ノット 貨油倉 9,024.230 f³ 燃料油倉 405,274 f³ 清水倉 20,628 f³ 乗員 55 名 工期 45-4-27, 45-9-13, 45-12-17 同型船 Olympic Athlete, Olympic Armour, Olympic Adventure, Olympic Abition



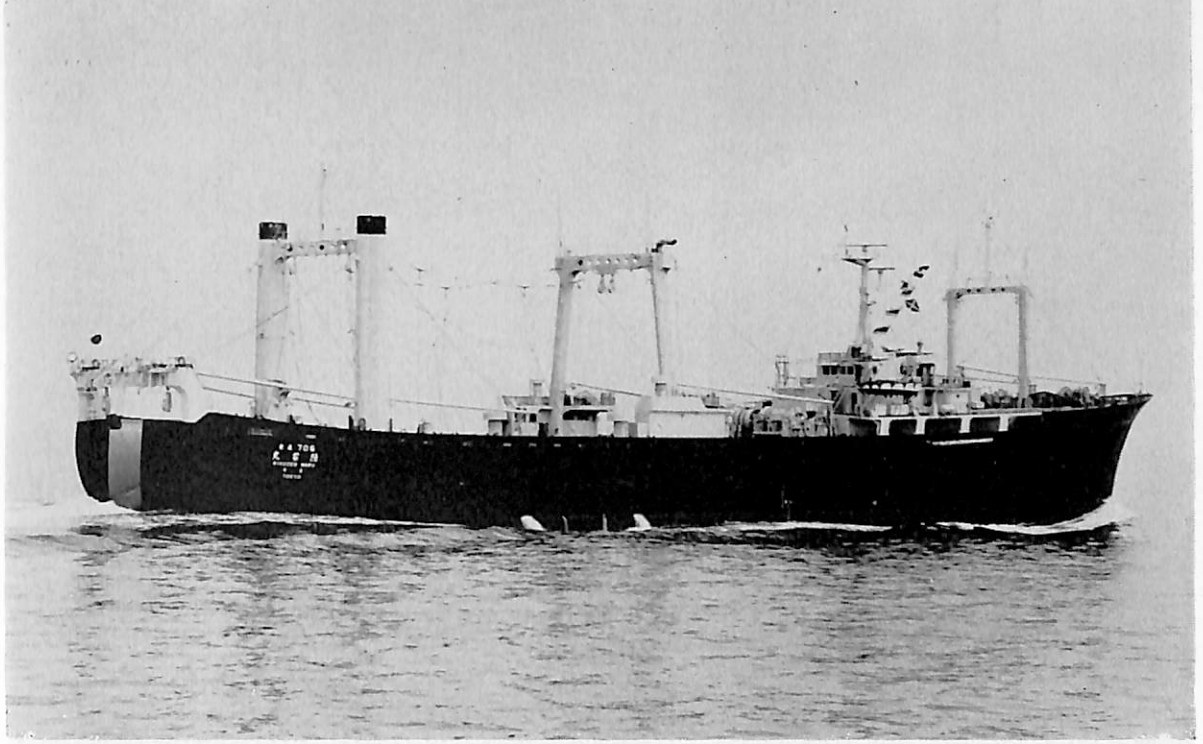
T.G. SHAUGHNESSY (油槽船) 船主 Canadian Pacific Steamships. Ltd. (パーミューダ) 造船所 日本鋼管・津造船所 総噸数 133,701.30 噸 純噸数 98,646.80 噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 252,820 噸 全長 338.100 m 長(垂) 320.000 m 幅(型) 51.800 m 深(型) 26.700 m 吃水 20.575 m 低船首楼付平用板船 主機 三井 B&W 9 K 98 FF 型ディーゼル機関1基 出力 30,000 PS×99 RPM 燃料消費量 111 t/d 航統距離 29,000 海里 速力 15.56 ノット 燃料油倉 309,975.7 m³ 清水倉 731.4 m³ 旅客 船主2名 パイロット1名 乗員 59 名 工期 45-4-30, 45-10-24, 46-1-28



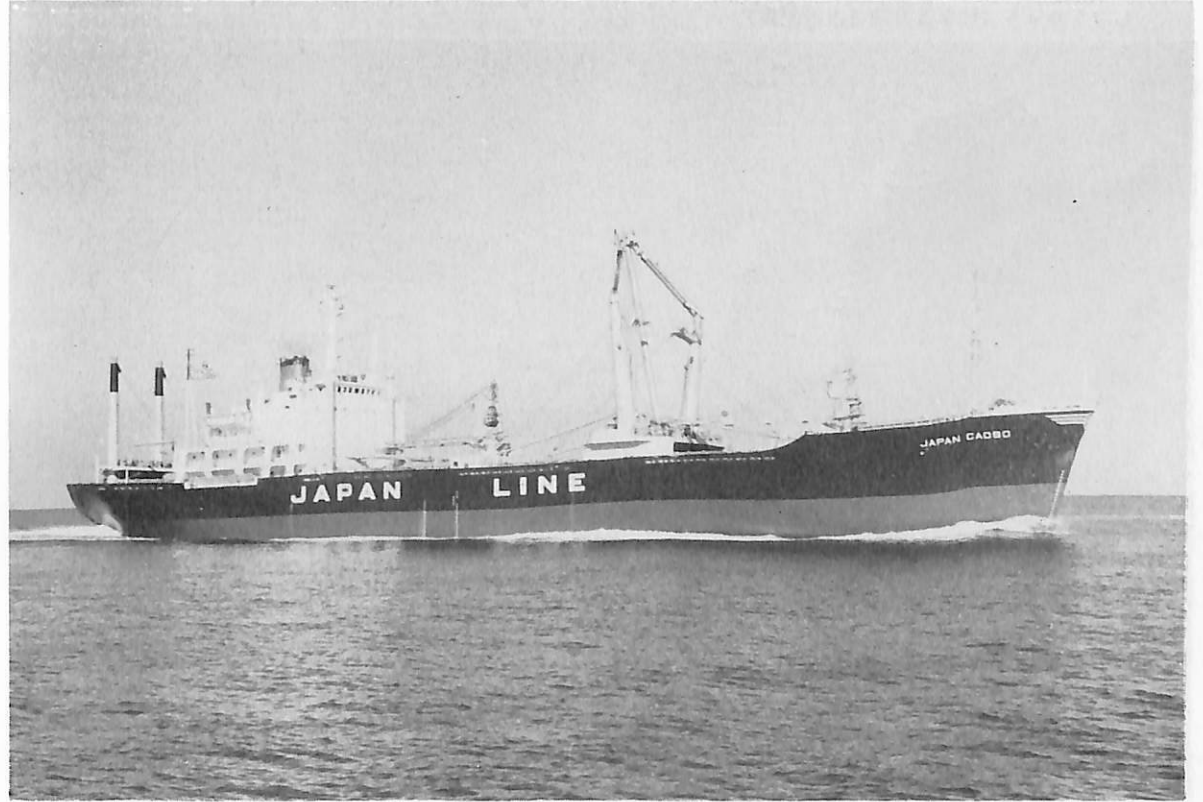
NEDLOYD KIMBERLEY (貨物船) 船主 Koninklijke Nedlloyd N.V., The Netherland (オランダ)
 造船所 三井造船・玉野造船所 全長 162.00 m 長(垂) 152.00 m 幅(型) 22.86 m 深(型) 13.50 m 吃水
 10.227 m 総噸数 12,422.66 噸 載貨重量 16,653 噸 貨物倉(ベール) 23,852.5 m³ (グレーン) 25,955.0 m³
 速力(試) 20.31 ノット 主機 三井 B&W 6 K 74 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力(連続最大) 11,600 PS×124
 RPM 乗員 38 名 船級 AB 工期 45-6, 45-10, 46-2-13



大進丸 (チップ運搬船) 船主 萬野汽船株式会社, 新和海運株式会社 造船所 佐世保重工業・
 佐世保造船所 総噸数 23,701.60 噸 純噸数 16,682.60 噸 遠洋 載貨重量 27,976.00 噸 全長 175.50 m
 長(垂) 167.00 m 幅(型) 27.00 m 深(型) 18.40 m 吃水 9.75 m 満載排水量 35,679.5 噸 平甲板船 主機
 IHI スルザー 7 RND 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 9,818 PS×142.1 RPM 航続距離 12,820 海里 速力 14.8
 ノット 貨物倉(グレーン) 55,379.5 m³ 燃料油倉 1,776 m³ 清水倉 454 m³ 船級 NK 旅客 2 名 乗員 30 名
 工期 45-7-14, 45-10-30, 46-1-29 設備 ガントリー型走行電動デッキクレーン 200 T/H 2 台,
 コンベヤー 3 基, ベルトフィーダー 2 基



陸 前 丸 (船尾式トロール漁船) 船主 報国水産株式会社 造船所 日立造船・向島工場
 総噸数 3,989.36 噸 純噸数 2,081.81 噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 4,150.1 噸 全長 108.943 m 長(垂)
 100.00 m 幅(型) 17.00 m 深(型) 10.70 m 吃水 6.316 m 満載排水量 7,738.6 噸 船首楼付平甲板型 主機
 日立 B&W 12 M 42 CF 型ディーゼル機関 1 基 出力 5,400 PS×240 RPM 燃料消費量 約 24.73 t/d 航統距
 離 約 16,900 海里 速力 約 14.25 ノット 魚倉(ペール) 3,310.85 m³ (グレーン) 3,531.61 m³ 燃料油倉 A
 1,226.08 t C 544.52 t 清水倉 462.06 m³ 乗員 130 名 工期 45-2-28, 45-9-22, 46-1-16 同型船 大和丸



JAPAN CAOBO (貨物船) 船主 Toronto Shipping Co., Inc. (リベリア) 造船所 日本海重工業株式会社
 総噸数 8,542.58 噸 純噸数 5,870.13 噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 12,963 噸(木材 12,758 噸) 全長 148.84 m
 長(垂) 140.00 m 幅(型) 20.80 m 深(型) 11.60 m 吃水 8.735 m 満載排水量 17,865 噸 長船首楼付平甲
 板船 主機 石川島播磨 2 サイクルスルザー 6 RD 68 型ディーゼル機関 1 基 出力 6,800 PS×142 RPM 燃料
 消費量 25.9 t/d 航統距離 14,300 海里 速力 15.70 ノット 貨物倉(ペール) 17,494 m³ (グレーン) 18,759
 m³ 燃料油倉 A 229.3 m³ C 1,033.8 m³ 清水倉 198.4 m³ 旅客 2 名 乗員 43 名(予備 2 名含む) 工期
 45-8-12, 45-10-20, 46-1-4 設備 シュツルケン H.D. (120 t×1)



なんりゅう (双胴化学消防船) 船主 防衛庁 造船所 日本鋼管・鶴見造船所 浅野船渠
 全長 27.5 m 長 75.5 m 単動幅 10.4 m 深 3.8 m 吃水 2.1 m 総噸数 約 200 噸 速力 13.2 ノット
 主機 メルセデスベンツ MB 820 Db 池貝高速ディーゼル機関 2 基 出力 1,100 PS×1,400 RPM 工期 46—3
 —4 消防ポンプ 横型 2 段ウズ巻式 2 基 約 85 m³/h×13.7 kg/cm² 泡原液ポンプ 横型歯車付 2 基 約 18.7
 m³/h×3 kg/cm² 本船は大阪湾および和歌山県北部臨海工業地区配属, 同型船 ひりゅう(44年 3 月京浜港)
 しょうりゅう(45年 3 月四日市港配属)



拓洋号(CHEOG YANG HO) (船尾トロール漁船) 船主 高麗遠洋漁業株式会社(韓) 造船所 林兼造船
 ・下関造船所 総噸数 2,800.93 噸 純噸数 1,244.38 噸 近海 船級 NK 載貨重量 3,768.26 噸 全長
 95.60 m 長(垂) 86.00 m 幅(型) 15.00 m 深(型) 7.20 m 吃水 6.70 m 満載排水量 6,048.00 噸 全通船
 楼船船尾機関型 主機 神戸発動機 6 UET^{45/75} C 型ディーゼル機関 1 基 出力 3,230 PS×218 RPM 燃料消
 費量 13 t/d 航続距離 約 23,700 海里 速力 約 13.00 ノット 貨物倉(ベール) 3,197.11 m³ 燃料油倉
 1,144.72 m³ 清水倉 232.51 m³ 乗員 100 名 工期 45—9—10, 45—10—29, 46—2—17 設備 トロール
 ウインチ 40 t×40 m/min×1 台, 漁獲物処理工場, 漁獲物冷凍能力 121 t/d

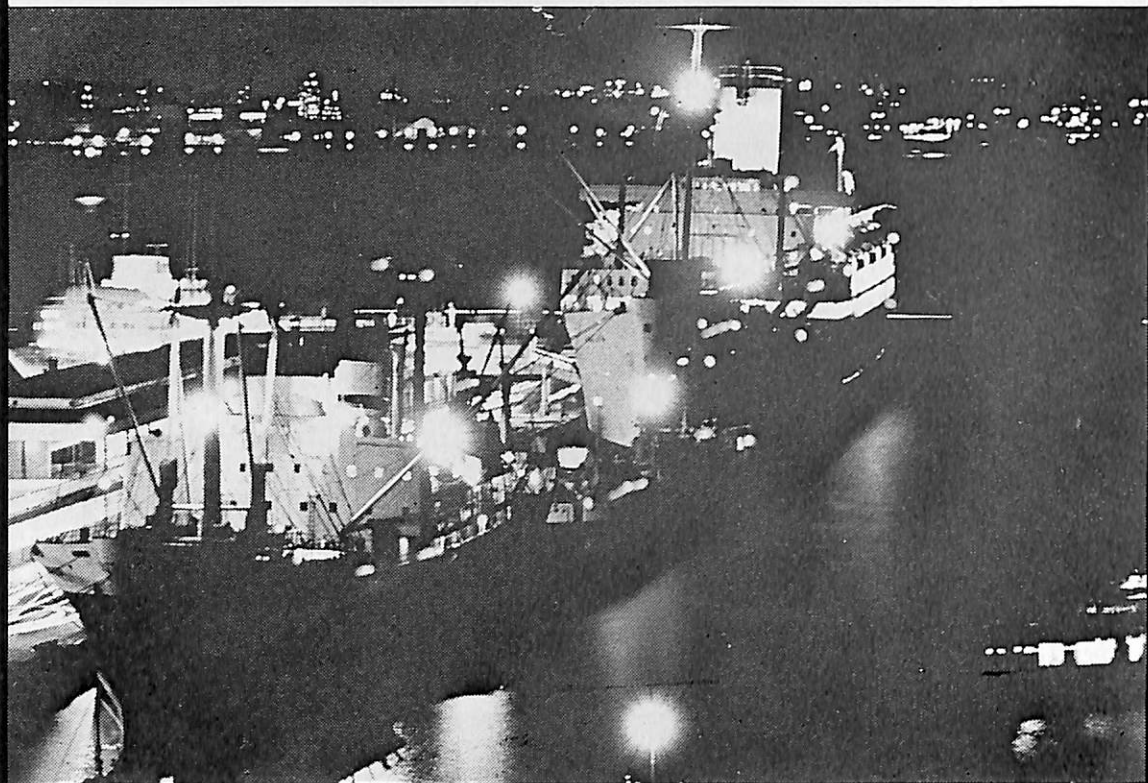


HOLY (自動車兼ばら積貨物船) 船主 Holy Co. Ltd. (リベリア) 造船所 佐野安船渠株式会社
 総噸数 9,425.82 噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 16,042.8 噸 全長 147.54 m 長(垂) 140.00 m 幅(型)
 20.50 m 深(型) 12.65 m 吃水 9.309 m 凹甲板船尾機関型 主機 川崎 MAN K 6 Z^{70/120} EK 型ディーゼル
 機関 1 基 出力(最大) 8,400 PS×140 RPM 航続距離 16,000 海里 速力 14.8 ノット 貨物倉(ペール)
 17,844.8 m³ (グリーン) 18,667.7 m³ 乗員 40 名 工期 45-10-14, 45-12-18, 46-2-25
 設備 自動車搭載数 1,100 台, カーデッキ B&V 式 6 段 8,200 m²



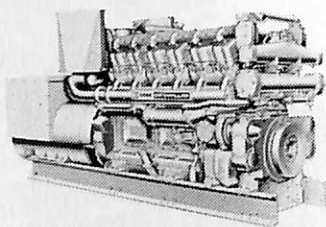
MARITIME DOMINION (ばら積兼自動車運搬船) 船主 Venus Shipping Corporation (リベリア)
 造船所 株式会社 大阪造船所 総噸数 15,912.99 噸 純噸数 11,458 噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 26,298 噸
 全長 170.514 m 長(垂) 162.000 m 幅(型) 24.600 m 深(型) 14.200 m 吃水 10.061 m 満載排水量 32,911 噸
 船首楼付平甲板船 主機 日立 B&W 6 K 74 EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 10,600 PS×120 RPM 燃料消費量
 約 41.2 t/d 航続距離 約 15,370 海里 速力 14.9 ノット 貨物倉(ペール) 31,871 m³ (グリーン) 35,476 m³
 燃料油倉 2,011.7 m³ 清水倉 384.1 m³ 乗員 36 名 工期 45-9-5, 45-11-28, 46-2-11
 設備 固定および移動自動車甲板

船の内臓を動かすCAT船用エンジン



とことん信頼できる——船舶に搭載するエンジンの第一条件です。船の心臓に相当する推進軸。発電、クレーン、ウインチ、バウスラスタなど、いわば内臓器官。これらを動かすのが **CAT** 船用ディーゼルエンジンです。抜群の信頼性と耐久性によって船の健康を確実に維持し、病気知らずの航海・操業を約束します。世界900ヶ所以上にひろがるサービス網は万が一の際の心強い味方です。40年以上にわたり世界中のお客さまから高い評価をいただいていることが、なによりそのことを実証しています。


●機種はD330c NA(86ps/2,000rpm)からD399 TA(1,445ps/1,300rpm)まで16種類。用途に合わせてお選びいただけます。



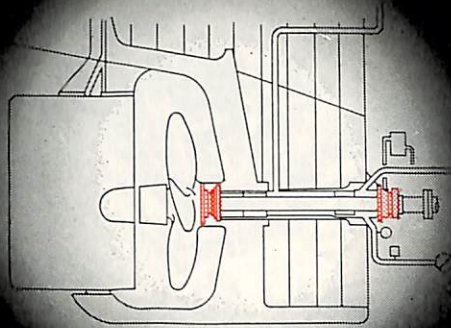
CAT D398発電セット(出力600kw/1,200rpm)



CATERPILLAR

Caterpillar, Cat および  はいずれもCaterpillar Tractor Co. の商標です

キャタピラー三菱株式会社



バイトン®を使って船尾管シールの寿命を延長

船舶を推進させるプロペラシャフト。万一プロペラシャフトに故障が起ったならば船は進行しません。従ってプロペラシャフトのスムーズな回転を助ける船尾管シールの材料には厳しい条件に耐える製品がどうしても必要です。

内部からは潤滑油、熱、外部からは海水、水圧、摩擦など厳しい条件がいくつも重なってくるからです。

事実、これまでの船尾管シールは一年使用しますと高熱で炭化したり、摩擦、水圧等で劣化してしまいました。そこで1968年「バイトン」製の船

尾管シールが登場しました。以来、「バイトン」製のシールには全く損傷がなく保守も不要です。

「バイトン」は市販されているゴムの中で最も優れた耐液体性を備えており、また、連続使用なら204°Cまで、断続使用なら最高315°Cまでの高温に耐えます。

船尾管シールをお求めの際は「バイトン」製とご指定下さい。

「バイトン」の詳細につきましては下記宛お問合せ下さい。

®はデュボン社登録商標



VITON

化学を通じ…より良き生活のため、より良き製品を



「ネオプレン」製造/「ハイバロン」・「バイトン」・ゴム薬品輸入発売元

昭和ネオプレン株式会社

東京都港区芝公園第11号地の2 松啓ビル 電話433-5271 (代)

(おなまえ)

(会社名)

(おところ)

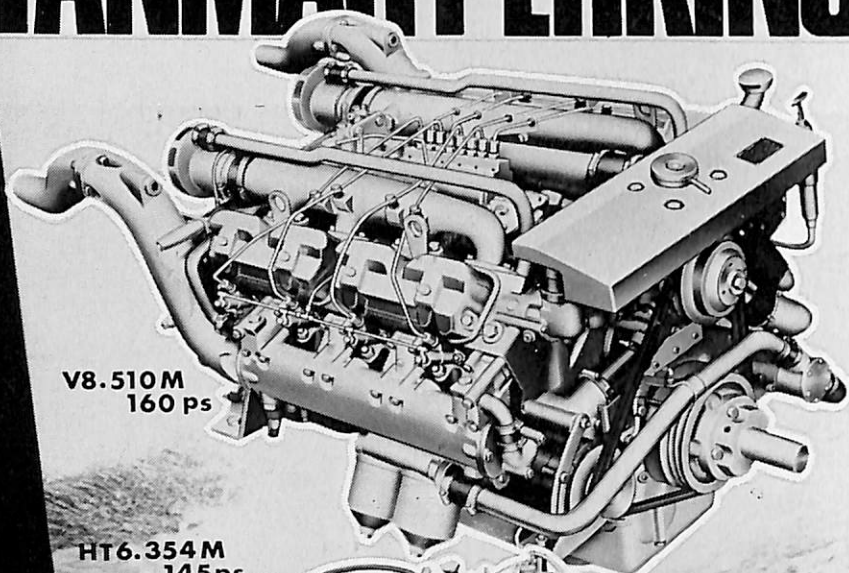
(所属)

このクーポンをお切り取りの上、上記あてお送り下さい。資料を差し上げます。

船舶 4/71

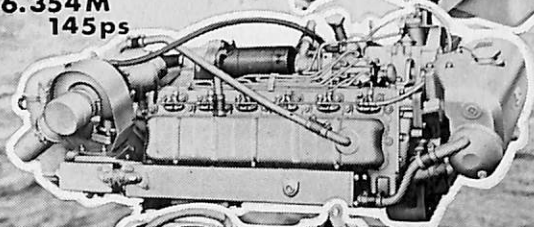
YANMAR PERKINS

●世界の海が知っている……

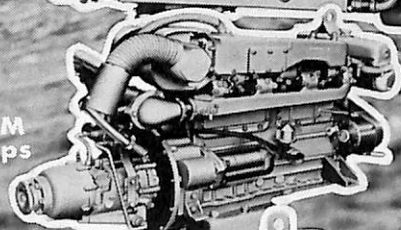


V8.510M
160 ps

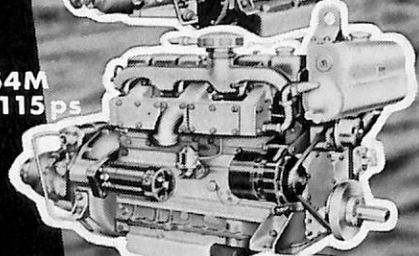
HT6.354M
145ps



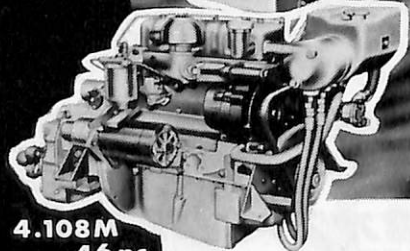
T6.354M
145ps



6.354M
115ps



4.108M
46 ps



高速船用

ヤンマー パーキンス

ディーゼルエンジン



ヤンマーディーゼル株式会社

本社 大阪市北区茶屋町六二番地 (郵便番号: 530)

本社・大阪市北区茶屋町62 (特販部・大阪販売部) TEL: (06) 372-1111
東京支店・東京都中央区八重洲4-1 (特販部・東京販売部) TEL: (03) 272-5551

ノーマンで油の清浄!!

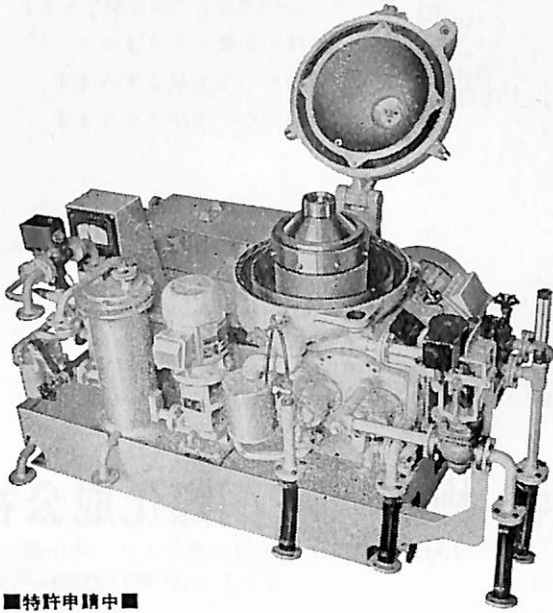
完全連続スラッジ排出形
舶用油清浄機

**Sharples
Gravitrol**

◆ペンウォルト コーポレーション
シャープレス機器部 日本総代理店

巴工業株式会社

本 社 東京都中央区日本橋江戸橋3/2 (第二丸善ビル)
電 話 東 京 (271) 4 0 5 1 (大代表)
大阪出張所 大阪市南区末吉橋通り4ノ23 (第二心斎橋ビル)
電 話 大 阪 (252) 0 9 0 3 (代 表)



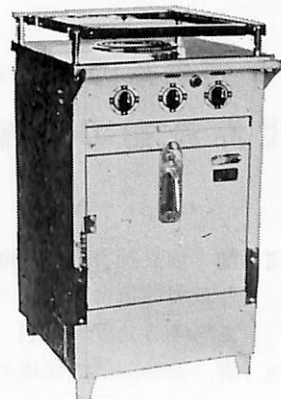
■特許申請中■

船舶厨房調理機器全般

耐久力の長大 頑強な機器 厚鋼板の各種オイル・電気レンジ



24KW レンジ
440V~220V~115V



サロン・メス・バントリーレンジ

YKK

株式会社横浜機器S.S

本 社 ・ 工 場 横浜市中区新山下1-8-34
電 話 横 浜 045 (622) 9556 代表
第 2 ビル 専用 045 (621) 1283 代表
電 略 「ヨコハマ」 ワイケイケイ

合成調理機・ライスポイラー・湯沸ポイラー・炊飯器・豆腐機・アイスクリーム機・素焼オーターフィルター・耐熱プレート・バーナー

月1回の添加で



用水機器のメンテナンスに絶対!

用水障害防止剤

プレ・ローケン®

冷却水機器に
ボイラーに《好評実績多数》
特許：日・英・仏・伊・白・中
特許：米・西独
出願中

(特長)

- 用水機器自体が耐食性になります。
- スケール・スライムの防止ができます。
- 水質処理の必要がありません。
- 月1回僅かの添加量ですみます。
- 設備が故障なく清浄になります。

—— 関連営業品目 ——

- 耐海水性鋼(ローフェル)
- 鉄鋼デスケリング剤(ボトリック)
- 清缶剤他各種水処理剤
- F K 式各種水処理装置
- F K 式 M J 型気液接触装置
- F K 式廃水処理装置



総発売元

芙蓉化学工業株式会社

本社・東京都新宿区下落合1-446 TEL(03)951-9181(代)
支店・大阪363-4089, 名古屋481-5712, 仙台22-9281
出張所 高崎22-1234, 静岡52-9354, 浜松53-0372
金沢31-6213, 広島41-0618, 福岡76-3280



プレ・ローケン製造元

株式会社 国際化成公社

本社・東京都中央区銀座西5-5 藤小西ビル
TEL(03)572-0383(代表)

工場・船橋市三咲町147

監 修 者

上野喜一郎 小山永敏 土川義朗 原三郎

実際家のための
世界最初の造船辞典

船舶辞典

A5判 700頁 布クロス装函入 定価 2,800円 千120円

項目数 独立項目数2,600。船体・機関・艙装・船種・法律規程その他造船技術者に必要な重要項目は余すところなく網羅されている。なおこの他に2,500の参照項目がありあらゆる角度から引くことができるように工夫されている。

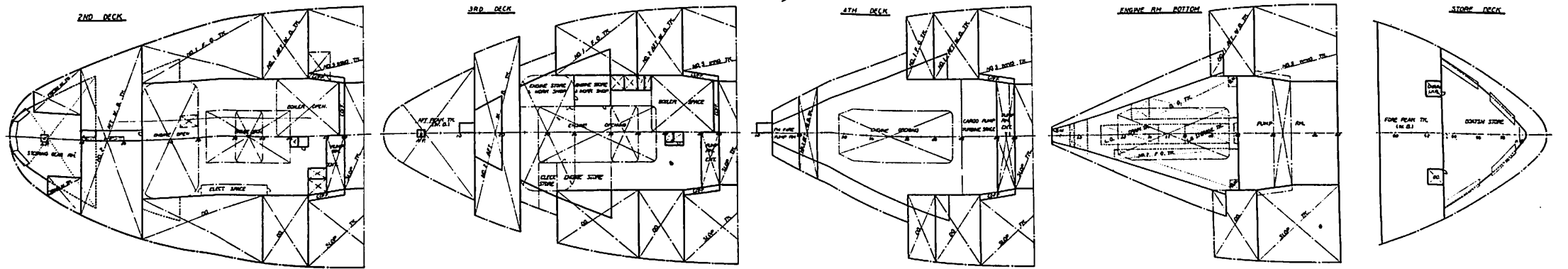
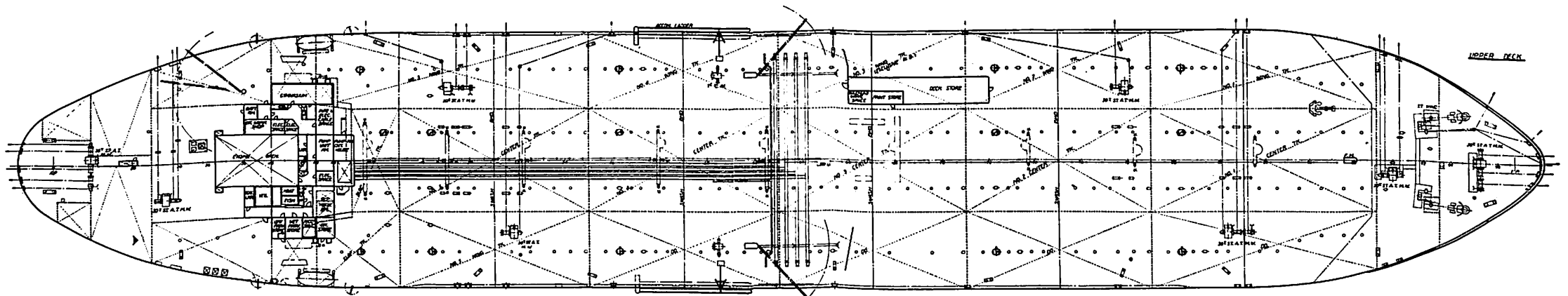
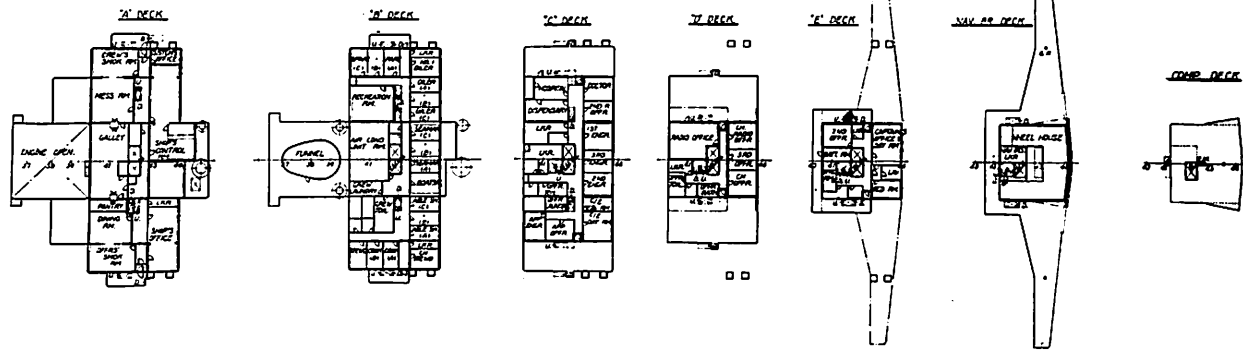
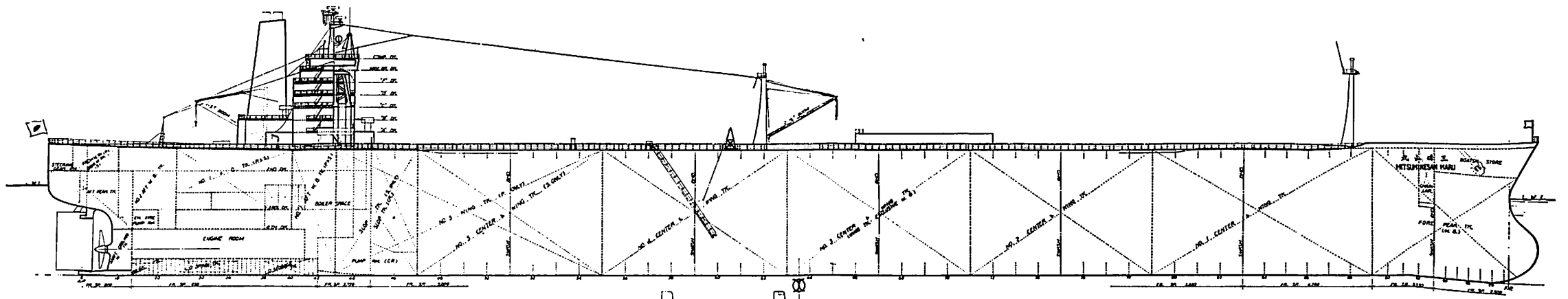
内容 造船関係の現場の人にすぐ役立つよう、凸版・写真版を多数挿入して、平易に解説されている。執筆者数45名。斯界のオ一線に活躍する権威者を揃えている。

附録 欧文索引、船の歴史年表、世界及び日本の船腹その他の諸統計表、造船所・船主・関連工業会社の住所録等を収録してある。

東京都新宿区赤城下町50

天 然 社

電話東京(269)1908番
振替東京79562番



三峰山丸一般配置図

超自動化ディーゼルタンカー「三峰山丸」 について

三井造船株式会社
千葉造船所

まえがき

昭和36年世界最初の自動化船「金華山丸」を建造し、自動化船建造のバイオニヤとなつた当社は、その後のたゆまざる研究の成果をもとに、ここに全く新しい構想による、コンピュータ高度集中制御方式の超自動化タンカー「三峰山丸」を完成した。

本船は大阪商船三井船舶株式会社ご注文による D/W 227,756トンの超大型ディーゼルタンカーで、その主機関も、ディーゼル機関としては世界最大の38,000馬力の高出力第1番機が搭載された。

本船は公試運転、超自動化各装置の諸試験を好成績をもつて終了し、去る1月20日引渡を完了し、ベルシヤ湾と千葉極東石油間の原油輸送に就航した。

一般関係

1. 船体部

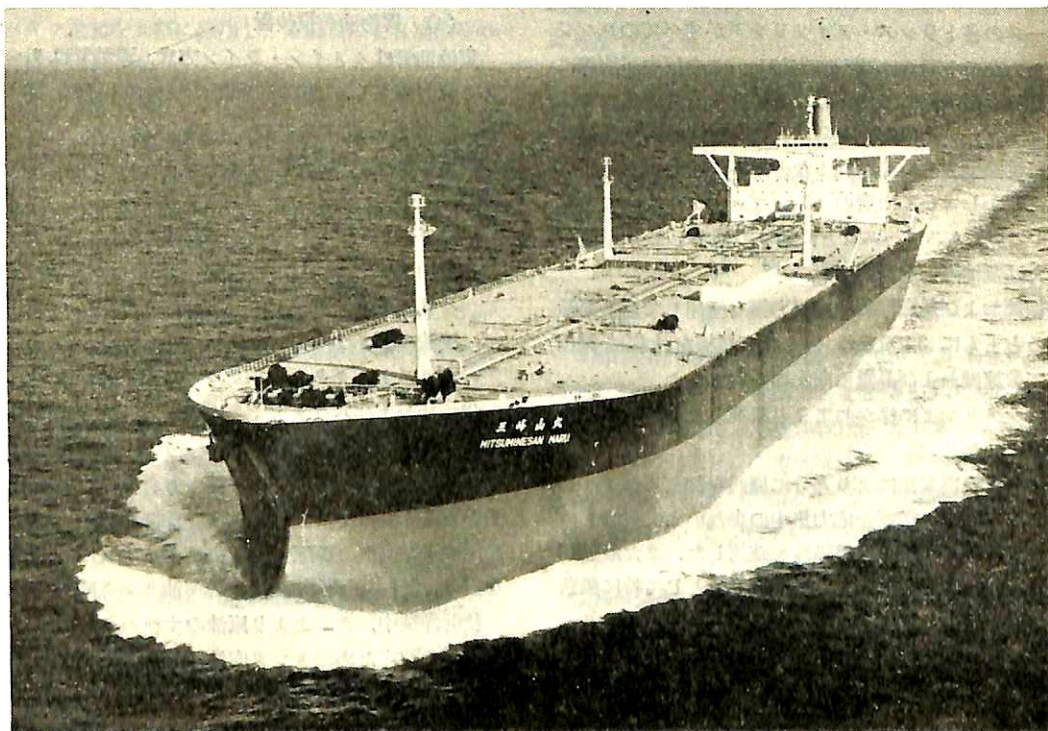
1) 主要目

船形 平甲板型船尾船橋船尾機関船

船級 NK, NS* (Tanker, Oils F.P. below 65°C) & MNS*+M0

全長	324.00 m
垂線間長	310.00 m
幅(型)	54.00 m
深(型)	26.40 m
夏期満載吃水(型)	19.00 m
載貨重量	227,756 KT
総トン数	123,838.53 T
純トン数	84,353.72 T
貨物油槽容積	278,522.9 m ³
バラスタック容積	62,840.7 m ³
燃料油タンク容積	5,737.4 m ³
清水タンク容積	330.7 m ³
飲料水タンク容積	174.0 m ³

主機 ディーゼル 三井 B&W 10K 98 FF 1基
M.C.O. 38,000 BPS×103 rpm
C.S.O. 32,300 BPS×97.5 rpm



試運転満載最大速度 17.34 KNT
航続距離 15.662 Sea miles

乗組員 甲板部 12名 機関部 11名
事務部 7名 (予備室 6名)
最大搭載人員 36名

2) 一般配置

貨物油区画は、6センタータンク、9ウィングタンクの計15タンクに分けられ、No.3ウィングタンクを専用バラストタンクとしている。貨物油タンクのうち、後部の2タンクは、1次および2次スロップタンクとし、海水汚濁防止条約に違反することなく、タンク洗浄水およびダーティバラストを舷外に投棄できる有効な油水分離機能を有するように計画されている。

3) 船殻構造

本船は国内最大のディーゼル油船であり、またコンピュータを搭載しているので、特に耐振構造設計に留意するとともに、貨物油船も立体構造計算および有限要素法による解析により、各種積付状態に対し充分の強度を保持するよう設計された。

(1) 貨物油船構造

種々の荷重条件に対し各部材が平均して有効に働らくのが最適であるという当社の構造設計基本方針に基づき、2縦通隔壁、センターガーダレスのトランスメイン構造がとられた。すなわち当所工場設備に合致した5mスペースの各トランス・メインリングがすべてのロンジ材からの荷重を独立に確実に支持し、この反力が均等に船側外板、縦通隔壁に伝達されるようにしてあるので、センターガーダその他のさらに大骨一次材から制油隔壁または横隔壁等に伝達されるなどの不均衡力をなくしている。しかしさらに当所の20mブロックサイズに合わせ、4フレームスペースごとに船体の節として水密隔壁または制油隔壁を配置した。

甲板部および船底部には高張力鋼を使用して重量軽減を図るとともに、3,300mmまでの広幅板を大幅に採用して工数節減および品質の向上の一助とした。

トランスリングにはかねてより研究した直線構造を大幅に採用した。

本件は有限要素法により充分に検討を加えられブラケット端部の形状、板厚を応力集中の少ないよう設計し、実船計測も行ない、その信頼性を確認した。また最近問題となつているスロット周りの損傷対策として特に船底周りにはカラー、スロット縁スティフナおよびバック・ブラケットを従来より大幅に取付けるなど信頼性の向上につとめる一方、ビルジ部のロンジの廃止、断続ビルジキールの採用およびウィングU型大ブロックの水平現

場接手下部のロンジを大きくし作業を平面化するなどの考慮がはらわれている。

(2) 機関室および船首、船尾構造

本船の主機は初のB&W型最大10K 98FF 38,000BPSであり、二重底深さ、部材寸法等は充分な剛性を保持するよう、本機関の不平衡力、各ベアリングでの支持力等を考慮して決定された。

また本機関は使用r.p.m付近でクランク軸の縦振動が懸念されたので、ダンパーを装備し、その起振外力を20%程度に減ずることとした。また、アフト・ピーク・タンク内は広いフレームスペース800の横肋骨式を採用し、省力を図るとともに、ステムおよびクルーザスターンはロンジ式とし、波浪に対する防撓法として充分なアーチ効果をもたせることにより、強度の信頼性を向上させた。

(3) 上部構造

本船上部構造は船主標準の7段タワー型長大張出し付であるので、その前後方向の振動対策については基本計画時から充分に考慮が払われた。すなわち一般配置図にみられるごとく張出しの形状を先細型とするとともに強固なステーで充分保持した。これはさらに振動計算および起振機実験によつて常用r.p.m.×6翼の起振力より高次同調を避けるよう注意が払われた。これは試運転時に確認され良好な結果を得た。

(4) 貨物油荷役装置

貨物油管は4メイン・ライン方式、浚油管はリング・メイン方式とし、他に1系統のバラスト管を設けている。

荷役用ポンプおよびバラストポンプとして次のものを備えている。

カーゴポンプ	3,500 m ³ /h × 150 m	4台
浚油ポンプ	300 m ³ /h × 150 m	1台
バラストポンプ	3,500 m ³ /h × 40 m	1台
浚油エダクター	450 m ³ /h × 35 m	1台
バラストエダクター	135 m ³ /h × 20 m	1台

貨物油およびバラスト・ハンドリングは、すべて総合制御室内に設けられたカーゴコンソールより集中遠隔操作および監視をコンピュータにより行うか、または乗組員が行えるように計画した。浚油作業を能率よく行うため浚油ポンプおよび原油を駆動油とする浚油エダクターを設け、浚油終了検知装置を各荷油タンクに設けた。

積荷作業中、タンクより原油のオーバーフローの不測の事故を防ぐため、タンク内油面がある設定値以上になると、フロート式液面計と連動するオーバーフロー警報および高液面計により高液面警報が総合制御室に発せら

れる。またカーゴポンプ、バラストポンプにはベアリング温度計、ケーシング温度計を設け、警報とともに総合制御室にて監視可能とした。

5) 船体艤装

船体艤装上特筆すべきものを以下に述べる。

(1) 係船装置

係船機は係船作業の大幅な省力化のため全面的に直巻ドラム方式を採用し、かつドラムの正逆転およびスピードコントロールを舷側より遠隔操作できるようにしている。

(2) 燃料油積込

燃料油積込作業を1カ所で操作可能なように船尾甲板室、前面上甲板で各タンクへの燃料油積込弁操作、各タンクの液面監視および高液面警報検知ができるようにした。さらに総合制御室でも各タンクの液面計測および高液面警報検知を可能とすることにより乗組員の監視作業の負担を軽くしている。

(3) 防蝕および塗装

専用バラストタンクおよびクリーンバラスト兼用タンクは、タンク上部を無機ジंकとタールエポキシ併用の特殊塗装で、その他はアノードによる防蝕対策を行い、最近問題になっているバラストタンクの腐食対策に万全を期している。船尾、プロペラを含む全浸水外板部に対し、外部電源防蝕装置を設けている。上部構造にはタールエポキシ塗装を大幅に採用し、乗組員による補修等の作業軽減をはかった。

(4) 居住設備

エレベーターは機関室から操舵室まで各甲板から乗降できるようにし、常時は使用頻度の高い総合制御室、総合事務室、公室等のある“A”甲板に戻るコレクティブ・オートマチック方式とした。

士官、部員それぞれの喫煙室にカラーテレビ、ビデオコーダーを設け、さらに和風の娯楽室に加えて約60m²の広さの運動室を設けることにより乗組員の休養娯楽施設を大幅に改善している。

(5) 食糧庫

魚庫を-25°Cに保ち冷凍食品、罐詰等の保管を行えるようにした。

(6) タンク内交通装置

貨物油タンクバラスト専用タンクのいかなる場所へも容易にアクセスできるよう梯子通路を設け、保守点検を容易にした。

(7) 消火設備

消火設備は非常用消防ポンプ、消防兼バラストポンプ、消防兼雑用ポンプ、泡消火装置、火災検知装置、初

期消火装置、非常用消防ポンプ遠隔作動装置、機関室泡消火支管弁の遠隔操作装置等により構成される。

泡消火装置は柏汽船製フォームシステムを採用し、ポンプ室、機関室それぞれの消火設備としている。

火災検知装置は東京計器製のイオン式一次検知と熱式二次検知型の2種類を採用し、機関室火災の初期発見にとめている。

初期消火装置は4,000lの海水タンクを設け、圧縮空気により泡生成ノズルに水を供給し、泡を吐出し、消防ポンプが始動するまでの消火に役立たせるようにしている。

非常用消防ポンプ遠隔作動装置はディーゼルエンジンを、圧縮空気、電磁弁等により遠隔操作することにより緊急時に非常用消防ポンプを作動できるようにした。

機関室泡消火支管弁の遠隔操作装置は、機関室を4つの消火区画に分け、それぞれ独立した泡消火支管を設け、その支管弁を遠隔操作できるようにしたものである。さらに、これら全ての消火設備は現場操作ができるとともに、総合制御室と上甲板上機関室入口附近の消火ステーションの2カ所から遠隔制御できるようになっている。

さらに、機関室消火区画のうち燃料油清浄機区画については一次、二次火災検知が行われると自動的に初期消火装置、非常用消防ポンプ、泡消火装置が作動するようにもなっている。

また貨物油タンクには蒸気消火を設け、主弁を総合制御室より遠隔操作できるようにした。上甲板の泡消火ターレットノズルのうち、1箇は、柏汽船製の遠隔操作式のものを実験的に設け、総合制御室より制御できるものとした。

2. 機 関 部

1) 概 要

本船は船尾機関で、主機械として、三井 B&W 10 K 98 FF 型ディーゼル機関1台を機関室主床面に搭載している。この床面には主機械の他、冷却水ポンプ等を装備し、第四甲板にはC重油清浄機、熱交換器、空気圧縮機が、第三甲板には補助ボイラ、発電機械、機関部倉庫、工作室が、第二甲板には主配電盤、グループコントロールパネル、空気だめ等が配置された。

本船所要蒸気は補助ボイラおよび機関部上部に装備された排気エコノマイザーによりまかなわれる。通常航海時はすべての所要蒸気を排気エコノマイザーによりまかなわれる。補助ボイラはタンククリーニング時、停泊中および主機出下低力時に使用される。

発電装置としてはディーゼル発電機2台およびターボ発電機1台が装備され、通常航海時および荷役時の所要電力はターボ発電機によりまかない、ディーゼル発電機はその予備とされる。航海中のタンククリーニング時および出入港時の所要電力はターボ発電機とディーゼル発電機1台との並列運転によつてまかなわれる。

主機械起動用空気および雑用、制御用空気は主および補助空気圧縮機より主空気だめを経由して供給される。主空気圧縮機は必要に応じて運転されるが、補助空気圧縮機は空気だめの圧力によつて自動発停する。

冷却水ポンプとして、空気冷却器、造水装置、潤滑油冷却器、主清水冷却器、燃料弁油冷却器および補助清水冷却器用として主冷却海水ポンプを、主機械、ディーゼル発電機および空気圧縮機用として主冷却清水ポンプを、停泊中ディーゼル発電機および空気圧縮機用として補助冷却清水ポンプを、補助復水器の航海中の冷却用として補助復水器循環ポンプをそれぞれ装備している。ターボ発電機潤滑油冷却器、ディーゼル発電機空気冷却器、潤滑油冷却器および機関部工作室ルームクーラー用冷却水ポンプとして海水サービスポンプを、食糧庫冷凍機、冷房用冷凍機、および電子計算機室ルームクーラー用として冷凍機冷却水ポンプを装備している。

主機械の潤滑およびピストン冷却用として主潤滑油ポンプ、主機カム軸潤滑用としてカム軸潤滑油ポンプ、主機械排気過給機軸受潤滑油として過給機潤滑油ポンプをそれぞれ装備している。潤滑油清浄機は2台装備し、主機械用と補機用とに使われている。

船体部燃料油タンク間移送用に燃料油移送ポンプを、船体部燃料油タンクからC重油澄タンクへの移送用にC重油サービスポンプを、二重底ディーゼル油タンクからA重油澄タンクへの移送用にA重油サービスポンプを装備している。主機械用燃料はC重油常用タンクから燃料油供給ポンプにて燃料油加熱器、複式逆洗式濾器をとおして供給される。燃料油清浄のためC重油清浄機3台を装備し、航海中C重油清浄には2台使用する。C重油清浄機3台の内2台にはA重油の清浄もできるように配管されている。

機関室の換気用に電動通風機4台を装備し、通常は4台とも給気用として使用され、排気は煙突から大気に排出されている。

ターボ発電機タービン、カーゴポンプタービンおよびバラストポンプタービンの排気は直接補助復水器へ導き、給水ポンプタービンの排気は給水加熱器に導き、その余剰蒸気は背圧弁を経て補助復水器へ導いている。補助復水器の復水は復水ポンプより空気エゼクタ、給水ポ

ンプ（または補助給水ポンプ）、給水加熱器を経て補助ボイラに導かれる。なお復水ポンプはレベルコントロール方式の下で運転されている。

2) 主要目

(1) 主機械

型式 2サイクル単動無気噴油、自己逆転式
排気過給機付ディーゼル機関（三井
B&W 10 K 98 FF 型）

連続最大出力 38,000 BPS × 103 rpm

常用出力 32,300 BPS × 97.5 rpm

シリンダ数、径 10 × 980 mm

ストローク 2,000 mm

(2) 軸系およびプロペラ

中間軸 655 mmφ × 11,560 mmL × 1 本

プロペラ軸 820 mmφ × 8,930 mmL × 1 本

プロペラ 6翼一体形、直径 7,904 mm、ピッチ
5,786 mm

(3) 発電装置

i ディーゼル発電機

型式および数 三井 B&W 626 MTBH 40 2台

出力および回転数 990 PS 600 rpm

発電機 交流自励形、660 KW、450 V、
60 サイクル 3相

ii ターボ発電機タービン

型式および数 三井エッシャウイスーエリコン
MTG 202 型 1台

回転数 10,036 rpm

タービン蒸気条件 入口：17.5/6 atg × 450/260、排
気 680 mmHg

減速装置 シングルヘリカルタイプ
10,036/1,200 rpm

発電機 交流自励形、1000 KW × 1200
rpm、450 V、60 サイクル 3相

(4) 蒸気発生装置

i 補助ボイラ

形式および数 三井 2胴式水管ボイラ、WT-
110 T 1台

蒸気圧力、温度 16 atg × 飽和温度

給水温度 90 °C

蒸発量 最大 110,000 kg/h

付属品 自動燃焼制御装置、蒸気補助油
圧噴油式バーナ、2要素式給水
加減器

ii 排気エコノマイザ

形式および数 曲管、強制循環式裸管 1台

蒸気圧力, 温度 8.5 atg × 飽和温度
 蒸 発 量 9,500 kg/h (補助ボイラドラム
 出口にて) (主機常用出力時)

蒸発量 9,500kg/h 時)

iii 排気過熱器

形式および数 曲管, 裸管 1台
 蒸気圧力, 温度 6.5 atg × 270 °C
 蒸 気 流 量 6,500 kg/h (排気エコノマイザ

(5) 空気圧縮機

主空気圧縮機 電動, 2 段圧縮, 復筒往復式,
 4 台, 500 m³/h × 35 atg
 補助空気圧縮機 電動, 2 段圧縮, 復筒往復式,
 1 台, 150 m³/h × 35 atg
 非常用空気圧縮機 手動, 空冷往復式, 1 台, 25 atg

(6) ポンプ, 送風機および通風機

名 称	数	形 式	容 量
主 冷 却 清 水 ポ ン プ	2	電動, 立形, 渦巻	1,000 m ³ /h × 20 m
主 冷 却 海 水 ポ ン プ	2	〃	1,250/1,400 m ³ /h × 18/10 m
補 助 冷 却 清 水 ポ ン プ	1	〃	90 m ³ /h × 18 m
補 助 復 水 器 循 環 ポ ン プ	1	〃	1,500 m ³ /h × 10 m
主 潤 滑 油 ポ ン プ	2	〃	800 m ³ /h × 3 atg
カ ム 軸 潤 滑 油 ポ ン プ	2	電動, 横形, 歯車	10 m ³ /h × 2.5 atg
過 給 機 潤 滑 油 ポ ン プ	2	〃	15 m ³ /h × 2 atg
潤 滑 油 移 送 ポ ン プ	1	〃	10 m ³ /h × 3 atg
こ し 器 潤 滑 油 ポ ン プ	1	〃	0.1 m ³ /h × 3 atg
船 尾 管 潤 滑 油 ポ ン プ	2	〃	0.8 m ³ /h × 2 atg
燃 料 油 供 給 ポ ン プ	2	〃	10 m ³ /h × 6 atg
燃 料 弁 冷 却 油 ポ ン プ	2	〃	10 m ³ /h × 3 atg
C 重 油 サ ー ビ ス ポ ン プ	1	〃	12 m ³ /h × 3 atg
A 重 油 サ ー ビ ス ポ ン プ	1	〃	10 m ³ /h × 3 atg
燃 料 油 移 送 ポ ン プ	1	電動, 立形, 歯車	50 m ³ /h × 3 atg
消 防 兼 バ ラ ス ト ポ ン プ	1	電動, 立形, 渦巻, 自吸式	200/600 m ³ /h × 90/30 m
消 防 兼 雑 用 ポ ン プ	1	〃	100/305 m ³ /h × 90/30 m
ビ ル ジ ポ ン プ	1	電動, 立形, ピストン	10 m ³ /h × 3 atg
清 水 ポ ン プ	2	電動, 横形, 渦巻	6 m ³ /h × 65 m
飲 料 水 ポ ン プ	1	〃	6 m ³ /h × 65 m
海 水 サ ニ タ リ ポ ン プ	2	〃	6 m ³ /h × 65 m
海 水 サ ー ビ ス ポ ン プ	2	電動, 立形, 渦巻	75 m ³ /h × 35 m
冷 凍 機 冷 却 水 ポ ン プ	1	〃	110 m ³ /h × 35 m
空 気 冷 却 器 ケ ミ カ ル ク リ ニ ン グ ポ ン プ	1	電動, 横形, 渦巻	10 m ³ /h × 20 m
給 水 ポ ン プ	2	蒸気タービン駆動, 横形, 渦巻	120 m ³ /h × 24 atg
補 助 給 水 ポ ン プ	2	電動, 横形, 渦巻	15 m ³ /h × 22 atg
復 水 ポ ン プ	2	電動, 立形, 渦巻	120 m ³ /h × 3 atg
ボ イ ラ 水 循 環 ポ ン プ	2	電動, 横形, 渦巻	55 m ³ /h × 22 atg
噴 燃 ポ ン プ	2	電動, 横形, ネジ	10 m ³ /h × 25 atg
ボ イ ラ 送 風 機	1	電動, 横形, ターボ	2100/1580 m ³ /min × 260/165 mmAq
機 関 室 通 風 機	4	電動, 立形, 軸流 (1 台可逆式)	1200 m ³ /min × 30 mmAq

(7) 雑 機 器

C 重油清浄機 三菱化工機 SJ-61, 4,300 l/h,
 3 台
 潤滑油清浄機 三菱化工機 SJ-52, 3,000 l/h,
 2 台
 造 水 装 置 アトラス AFGU-5, 21 T/D,
 1 台

主機開放用クレーン 巻揚荷重 12 トン, 巻揚速度
 2/1 m/min, 縦行速度 5 m/
 min, 横行速度 3 m/min,
 1 台
 制御空気除湿装置 フレオン冷凍再熱式モイレス
 100 型 1 台
 ビルジセパレーター 手動排出色 10 m³/h, 1 台

機関部工作室冷暖房装置 R-12 直接膨脹式 パッケージ型ルームクーラー 1台

(8) 熱交換器

主清水冷却器	1	横形,表面式,直管,	420 m ²
補助清水冷却器	1	〃	20 m ²
潤滑油冷却器	2	〃	400 m ²
過給機潤滑油冷却器	1	〃	20 m ²
船尾管潤滑油冷却器	1	〃	1.5 m ²
燃料弁油冷却器	1	〃	12 m ²
補助復水器	1	〃	1000 m ²
主機燃料油加熱器	2	サンロッド UV-125-350	
C重油清浄機油加熱器	3	サンロッド BV-150-140	
潤滑油清浄機油加熱器	2	サンロッド BV-90-125	
ボイラ燃料油加熱器	3	サンロッド UV-125-300	
給水加熱器	1	横形, U字管式	60 m ²
空気エゼクタ	1	2連 2段蒸気ジェット式	160/50 kg/h

3) 機関部自動化の概要

A 甲板上(上甲板より1層上)の甲板室区画前方に総合制御室を設け、機関部制御と荷役制御を集中制御できるようにし、機関部関係装置として操縦デスク、計器盤、監視盤、主要補機発停用押ボタン、発電装置操作盤およびタイプライタが装備されている。本区画から主機械の遠隔操縦および発電装置、機関部主要補機の遠隔監視をおこなう。また、本船の運航にもつとも重要である主機潤滑油系統、主機冷却水系統、燃料油移送系統、燃料油清浄系統、発電機械系統、圧縮空気系統および補助ボイラ系統には自動制御装置を採用し、そのために必要な種々の遠隔表示および警報装置が本区画が装備されている。なお機関部無人化をおこなうため、日本海事協会無人化符号“MO”取得に必要な設備も設けられている。

3. 電 気 部

1) 電源装置

発電機：三井造船製 自動式交流発電機

ターボ発電機 1250 KVA (1000 KW) 3φ
60 Hz×1

ディーゼル発電機 825 KVA (660 KW) 3φ
60 Hz×2

通常航海中はターボ発電機1台にて、出入港ならびに荷役時には、ディーゼル発電機2台並列運転にて所要電力を供給する。ディーゼル発電機は必要に応じて自動始動、自動同期投入、自動負荷分担を行う。

変圧器：450, 440/105 V, 防滴, 乾式, 自冷式

居住区画照明および通信用 35 KVA 1φ 60Hz×3

機関部照明および通信用 15 KVA 1φ 60Hz×3

船首部照明用 7.5 KVA 1φ 60Hz×1

蓄電池：DC. 24 V 300 AH 鉛蓄電池 2組

非常用電源(非常灯, 信号灯, 船内通信, 警報, 等)および無線用電源として各1組を装備している。充電は, 3相変圧器および3相全波整流器により急速充電および浮動充電が可能である。

2) 配電方式

機関室 2nd Dk に、電気部制御区画を設け、主配電盤、重要補機集合始動器盤、機関部低圧給電箱、自動同期投入負荷分担装置等を配した。居住区上甲板に居住区画低圧給電箱を配した。機関部制御室には、発電機制御卓を設け、発電機の遠隔制御、監視を可能とした。

その他必要に応じて、機関室、居住区画の各所に集合始動器盤、単体始動器、各種区分電箱を配した。

3) 船内通信装置

自動交換電話装置	リレー式 30回線	1式
共電式電話装置	4系統	1式
本質安全防爆形電話装置		1式
呼出装置	3系統	1式
非常警報装置(火災警報用と兼用)		1式
主機回転計(1:6)		1式
主機積算回転計		1式
舵角指示計(1:4)		1式
可燃ガス警報器		1式

4) 航海計器

ジャイロコンパスおよびオートパイロット (コーススレーダー付)		1式
音響測深儀		1式
電磁式測程儀		1式
電気時計		1式
風向風速計		1式
レーダー		2式
ロラン		1式
方位測定機		1式

5) 無線装置

主送信機	1.2 KW SSB	1台
非常用送信機	50 W	1台
受信機		3台
VHF 電話装置		1式
船舶電話装置		1式
船内および操船指令装置		1式

II 超自動化関係

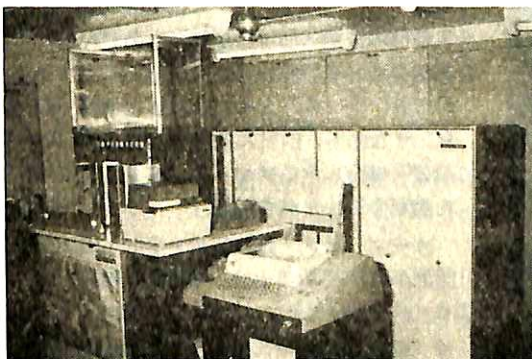
1. 採用にいたるまでの経過

本船にコンピュータによる高度集中制御方式を採用するにいたるまでの経過を振り返ってみると、当社においては早くより、将来に備えて社内各部門において、より一層高度な自動化技術の研究を行うとともに、コンピュータによる制御方式の基礎的な研究開発を進めてきた。

一方社外の情勢も、運輸省による「船舶の高度集中制御方式総合研究委員会」の設立、(社)日本造船研究協会によるSR 106 研究部会の設立により、超自動化研究が開始され、さらに超自動化に必要とするハードウェア関係は(財)日本船用機器開発協会が開発を担当されることになった。

このように機運が徐々に熟して来たので、昭和43年秋、大阪商船三井船舶株式会社と当社とでATR (Automation Technical Research) 委員会を設け、超自動化船実現のための第一歩を踏出し、その後の研究開発の努力が実を結んで「三峰山丸」の実現に漕ぎつけた。

本船は(1)海上労働力の逼迫に対する省力化と船内労働環境の改善、(2)船舶の運航および操船上の安全性の向上、(3)船舶の高効率化による運航経済性の向上等を主たる狙いとして計画、建造された。そして本船の誕生を可能としたものは、上述のごとく、当社の永年にわたる自動化技術研究の成果、ATR委員会における運用面を主とした超自動化の在り方に対する研究の成果を根幹とし、運輸省、造船研究協会SR 160部会、船用機器開発協会、日本海事協会、および直接機器の開発製作を担当されたメーカー各位のご援助ご協力のためのもので、本船ではこれらの成果の有用性、実用性およびその将来性を実船によつて追求、確認し、さらに将来の船舶の飛躍的な進歩発展に寄与しようとするものである。



コンピュータ室内配置 (入出力タイプライタ、プロセス入出力装置、高速データ電送装置)

2. 自動化システム概要

本船のコンピュータ・システムは、単なる試験的な項目にとどまるものはさけ、現実の運用面の要求にマッチしたものとつぎの3つのシステムを採用した。

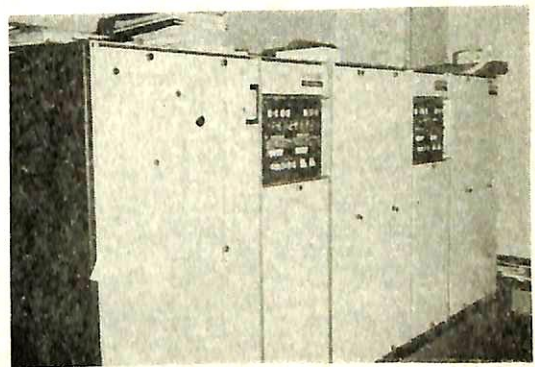
- (1) 自動荷役システム
- (2) 機関部システム
- (3) 定時情報システム

さらに、これらの各システムは、現状でコンピュータ・コントロールのメリットの出せない部分、および信頼性に難点のある部分は、実用上の面から検討した結果、なるべく除外し、運航時、停泊時のコンピュータ利用の最適化や、バックアップ方式等を考慮しながら、超自動化船として、バランスのとれた高度集中制御方式のコンピュータ・システムにまとめた。すなわち、本システムは、超大型タンカーの運航や荷役作業に、コンピュータ・システムをはじめ本格的に組込んだ実用システムとして意義あるものと考えている。

これらのシステムは、北辰電機製プロセスコンピュータ HoC 700 M 1台ならびにその周辺機器も中心として荷役および機関部プラントの諸計算、制御および無線関係の記録等を総合的かつ有機的に結びつけ、船舶を一つのシステムとしてとりまとめた高度集中制御方式とした。

したがって、本船ではこうした高度集中制御方式を機能的に生かすため、その配置も従来の荷役制御室、機関部制御室を同一区画におさめて総合制御室とし、この室内にコンピュータ・スペースも配置した。また、定時情報自動受信システムに関連する機器は無線室内に配置されているが、これもコンピュータに直接連絡されている。

各室の概要は下記のとおりである。



コンピュータ室内配置 (HoC 700 M, 中央演算処理装置、補助記録装置)

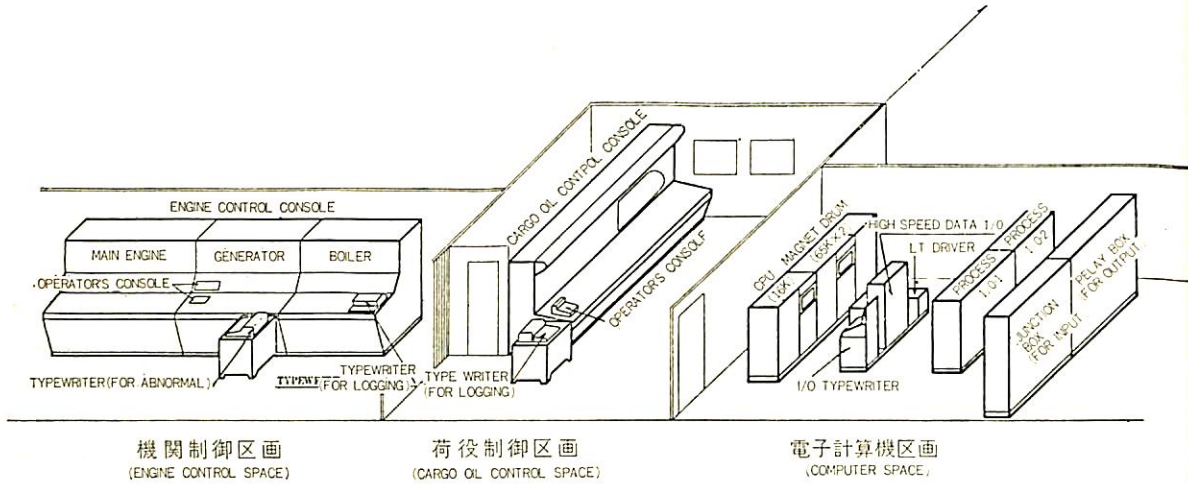
1) 総合制御室

総合制御室はエンジン・コントロール・スペース、カーゴ・オイル・コントロール・スペースおよびコンピュータ・スペースより構成されており、コントロール・スペースには、機関部関係の操縦デスク計器盤と警報監視盤、荷役関係の監視盤と操作盤、ロギングタイプライタ等を設けている。

また万一、コンピュータ・システムのどこかに異常が発生した場合には、警報が発せられるとともに、切換え

スイッチ操作により、コンピュータ・モードからバックアップ・モードに簡単に切換え可能で、従来の“MO”自動化船と同様の監視や操作ができるようになっている。

コンピュータ・スペースには中央演算処理装置、補助記憶装置、プロセス入出力装置等を配置し、専用の冷暖房装置のほか、塩害防止、防振対策等についても特に考慮した設計となっている。



第1図 総合制御室概略機器配置図

2) 無線室

定時情報自動受信装置の構成機器である、受信装置本体および受画装置が配置されている。

3) 操舵室

本船は、現時点での運用上のメリットより考えて、竣工時には航法関係の諸システムは装備していないが、将

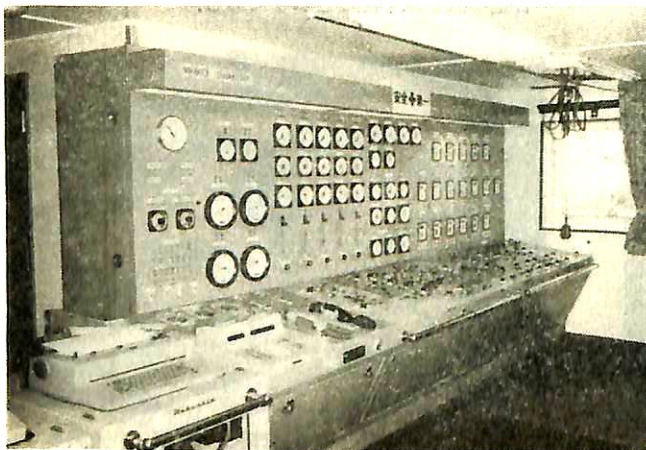
来追加装備可能なように室内配置を考慮した。

なお、本船は上記のコンピュータ・システムのほか超自動化システムの一環として機関室内の火災探知および自動消火システムも装備している。

3. 自動荷役システム

本船の荷役自動化システムは、1種類の油のみでなく、3種類の油まで任意に積荷あるいは揚荷することができるように計画されている。この積荷作業（揚荷作業）は、あらかじめ設定されたタンク帯の中より、任意に指定ことができ、タンカーとしての幅広い用途を確保した。すなわち、荷役に先立つてオペレータは、積荷（揚荷）するタンク帯と積荷量（揚荷量）を指定することができる。

カーゴポンプおよびバラスト・ポンプは、暖機が指示されると、自動的に暖機運転に入り、荷役開始のためのスタンバイを行う。積荷量（揚荷量）と積荷（揚荷）タンクが指定され、作業開始の押しボタンによつて荷役は実行に移され、コンピュータは各センサを動員し



自動荷役制御コンソール

て、船の状態、荷役の進行状態、ポンプの状態等を監視しつつ、当社で開発した「積量（揚量）～トリム曲線」に沿うように、与えられたいろいろな制限範囲を超えることなく、コントロールしながら荷役終了までを安全確実に導いて行く。

この「積量（揚量）～トリム曲線」というものを、コントロールの基幹としたところが本船の荷役自動化の特徴であつて、この「積量（揚量）～トリム曲線」という概念を導入することによつて、タンカーの荷役自動化が、汎用性を持った体系として確立された。

荷役自動化システムの構成は次のとおりである。

1) 船体姿勢計算部

積荷状態およびバラスト状態から、船の吃水、トリムおよびヒールを算出する。

2) 積付計算部

任意の積荷量（揚荷量）に対する各カーゴータンクの積荷量（揚荷量）、および各バラストタンクのバラスト排水量（漲水量）を船体姿勢計算部とオンラインで結ばれて設定する。

3) 制御用情報収集部

船体姿勢、タンク液面、ポンプ状態、バルブの開閉状態等を計測し、自動制御に必要なデータを一定時間ごとに収集する。

4) 制御プログラム部

制御用情報収集部からの諸データに基づき、所定の荷役目的（制御目的）に対し、その時点における最適な制御方法を決定するプロセス制御プログラムで、大別して次の制御プログラム群となつている。

積荷およびバラスト排水自動制御プログラム

揚荷およびバラスト漲水自動制御プログラム

ダーティバラスト漲水自動制御プログラム

クリーンバラスト排水自動制御プログラム

5) 制御実行部

制御命令が互に干渉および矛盾しないことを確認しつつ、また必要なれば、それらを調整しつつ、制御命令を実行する。

6) 定時ロギング

オペレータが荷役の進行状況を把握するために必要なデータを、定められた様式で一定時間ごとに記録紙に印字する。

7) 異状ロギング

センサおよびシステムの異状を定められた記録紙に印字する。

8) オペレータとコンピュータ・システムとの会話装置

自動制御に必要なデータのコンピュータへの入力、必要な時のデータの読み出し等、オペレータが容易にコンピュータと情報の授受ができるように、オペレータ・コンソールを備えた。

また、センサ異常時、そのバックアップ・システムとして、オペレータにより適切な値を、このオペレータ・コンソールを用いて入力し、自動制御を続行できるようになつており、これも本船の特徴となつている。

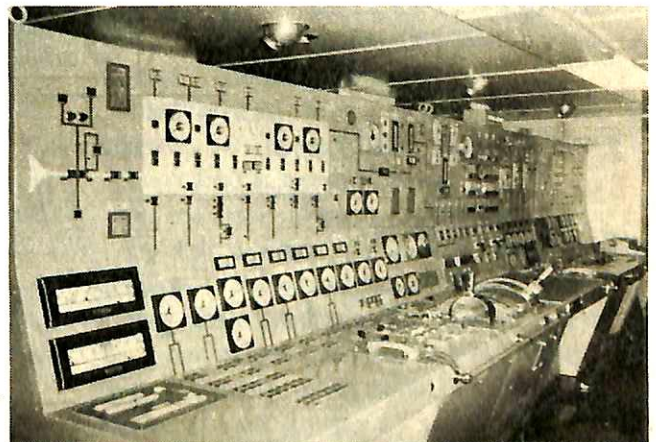
以上が荷役システムの概要であるが、オペレータが常時荷役状態を監視できるように、かつコンピュータ・システムのバックアップ・システムとして、従来の自動化タンカーと同様のカーゴ・コンソールと、リモート・コントロール装置を備えており、自動と手動との切換は容易にできるようになつている。

4. 機関部システム

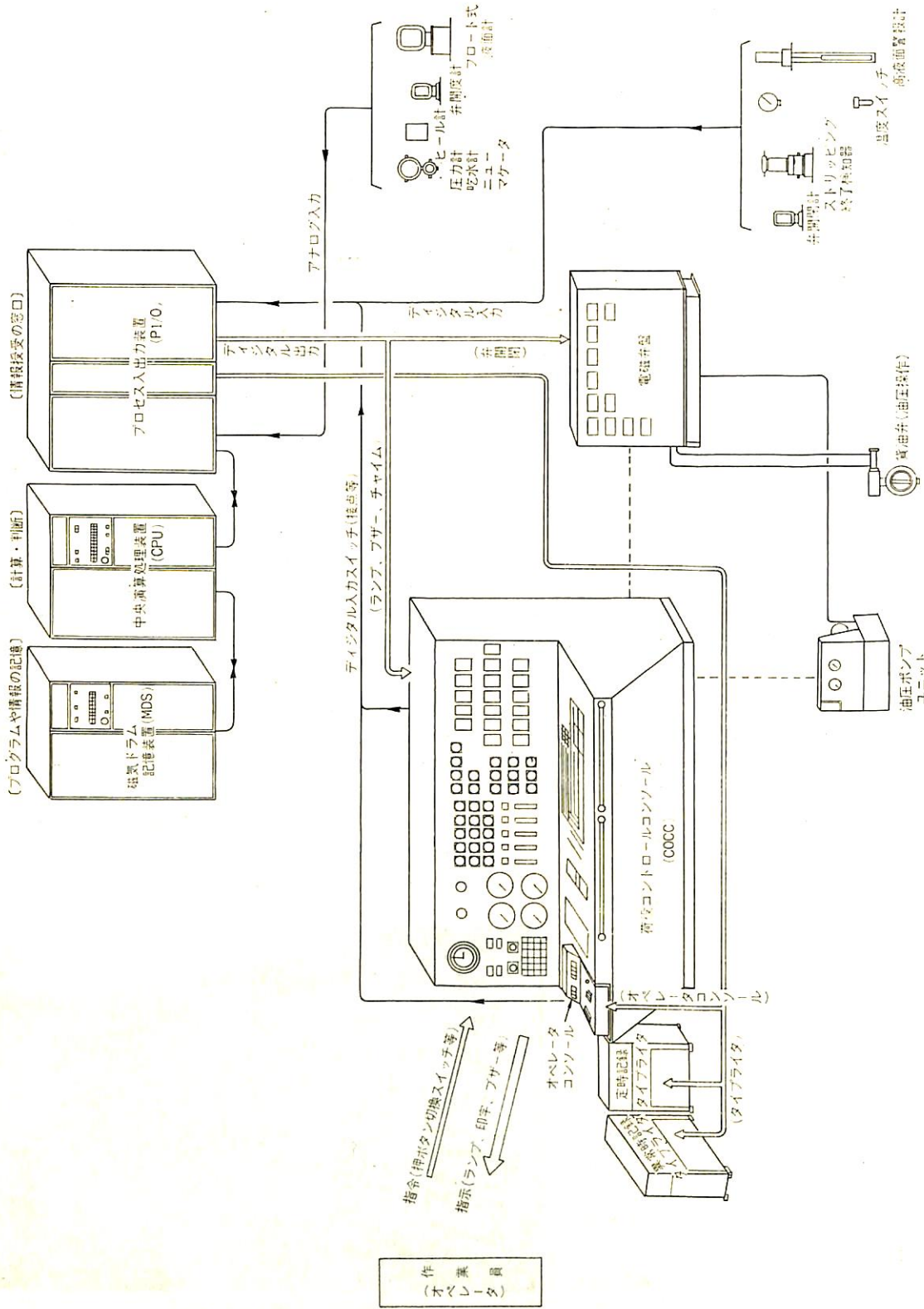
機関部制御システムは、機関室無人化のため日本海事協会が規定している諸条件に適合し、いわゆる“MO”符字を取得し、さらにそれに加えてコンピュータを活用し、幅広く、かつ、きめの細かい監視を行わせ、プラントの安全性を一層向上させたほか、従来ほとんど手がつけられていなかったボイラおよびカーゴ・ポンプ・システムの冷始動から停止までの完全自動化を行わせ、乗組員の労力節減を計った。

また、発電機、電力系統等のきめ細かな制御を行わせ安全性の向上と労力節減を計るとともに、長期的な保守計画を容易にするための、主機関関係の系統的データ取得と表示を行わせるように配慮した。

上記の如く、本船の機関部制御システムはユニークな企画も織り込みながら、堅実な方法で、実用価値を最大限に得よう計画された。



機関自動制御コンソール



第2図 超自動荷役装置相互関連略図

機関部システムは大別して

- 1) 監視およびロギング
- 2) 制御操作
- 3) 保守データ収集

の各システムにより構成され、その概要は下記のとおりである。

1) 監視およびロギング

(1) 常時監視システム

プラントの動的変化の速さに応じ6秒および5分ごとの周期で監視を行いながらプラントの異常の場合には、警報を発すると同時に、異常の発生時刻、種別、発生順序、異常値の時間的推移を印字する。また必要な場合には、次に述べる制御プログラムを呼び出し、所要の制御を行わせて、プラントの安全を確保させるよう計画されている。

(2) 定時ロギング

切換押ボタン操作により、30分、1時間、4時間の任意時間ごと、あるいは任意時間に必要なデータを印字可能である。

2) 制御、操作システム

(1) 発電機異常処理

ターボ発電機の状態を監視し、必要な場合、その状態に応じて、スタンバイ発電機への切換、あるいはそれとの並列運転を行わせる。大容量補機起動の場合には起動に先立ち、必要な電力があるかどうか確認、不足の場合はスタンバイ発電機を並列運転させる。また余剰電力過大な場合は余分な並列運転機を停止させる。

(2) 起動空気圧制御

主機起動空気槽の圧力を一定範囲に保つため、その圧力により、コンプレッサの起動、運転台数およびその種類を選択、決定のうえコンプレッサの運転を制御する。

(3) 主機スタンバイ制御

液面、圧力のチェック等を行いながら必要補機を起動させ、冷却清水のヒーティングアップからターニングギアの嵌脱チェックまで行わせる。また逆の停止制御も可能である。

(4) ボイラ始動および停止制御

ボイラを冷態状態から適正な水温上昇割合で定常状態まで昇圧させる。また逆にボイラの停止も可能である。

(5) ボイラ・バーナ本数制御

ボイラ始動制御完了後、自動的にボイラ負荷に応じてバーナの本数制御を行い、常時適正油圧で燃焼可能である。

(6) カーゴ・ポンプ・スタンバイ起動制御

ドレン処理、暖機、吐出弁制御を行いつつ定常運転状

態に導く、また並列運転しているポンプのバランスも自動的に制御される。

(7) カーゴ・ポンプ・キャビテーション防止および停止制御

タンク内の吸込液面が低下して、キャビテーション領域に近づいた時、吐出弁やポンプ回転数を制御してキャビテーションを回避させるが、それによる制御が限界に近づくと、カーゴ・ポンプを停止したり、あるいはエダクタ・ドライブ方式に切換え可能である。

3) 保守データ収集システム

(1) 主機性能変化データ

シリンダおよび過給機システムの性能劣化、船体抵抗増加の傾向等を中心に、長期的保守計画に活用するため、それらの傾向を図示させる。

(2) 主機起動失敗原因究明

起動失敗時、原因の探索が容易なように失敗時のデータが図示される。

4) その他

(1) コンピュータのバックアップ

コンピュータが万一故障した場合でも“M0”運転が可能なよう、必要なバックアップを設け、また、センサ検出端の故障の場合も考慮して、センサのチェックを自動的に行い、かつ、擬似入力を手動でインプット可能である。

(2) コンピュータによる運転

コンピュータに対する知識がなくても、上記の制御運転が容易に、かつ一般通常船の場合と同様に可能である。

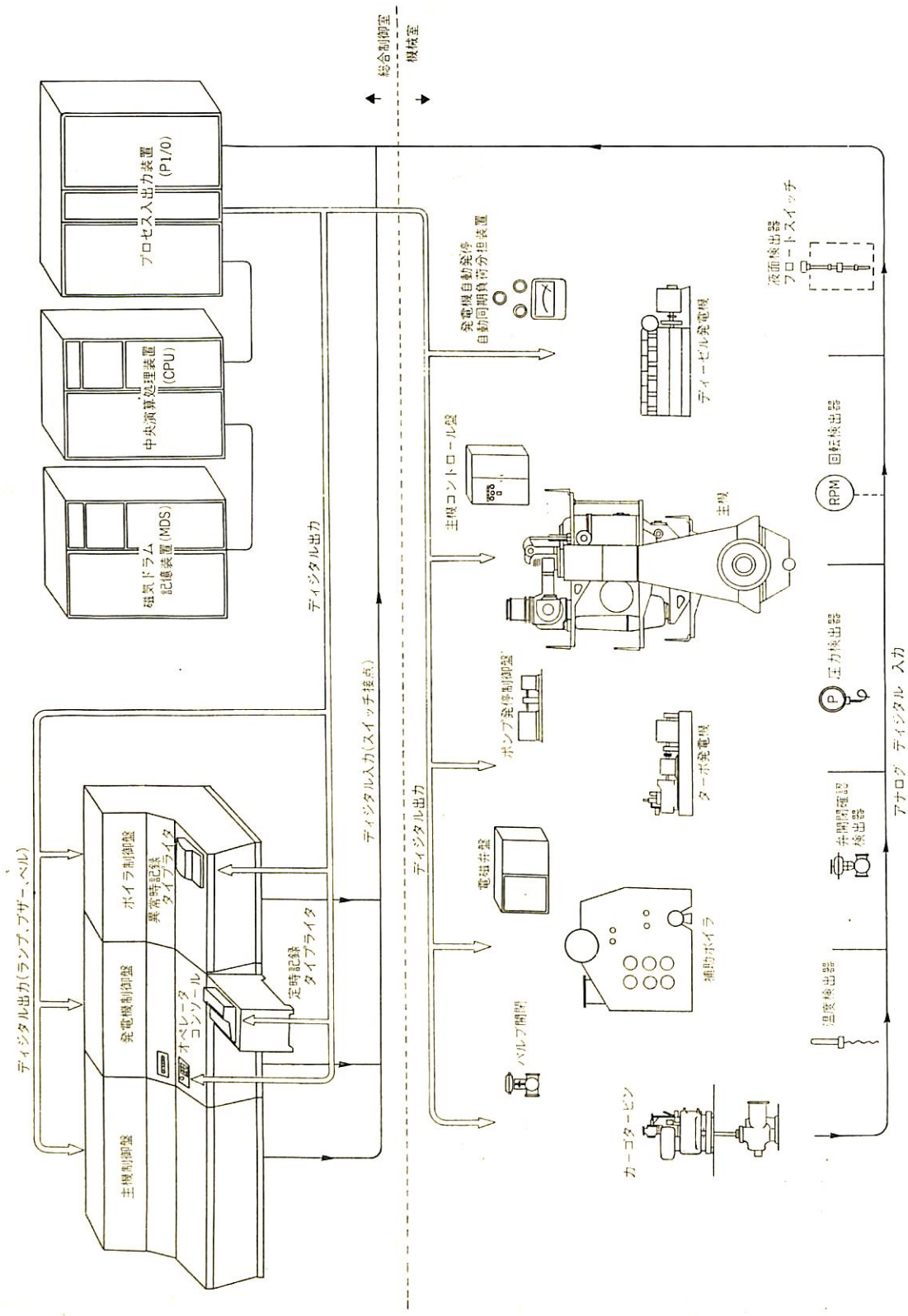
5. 定時情報システム

本装置はSR 106通信小委員会で計画され、参加メーカー5社が協力して開発したもので、本装置に付属のプログラミング盤、または本船の集中制御用コンピュータによつて、自動受信可能となつている。

本装置は時計盤(1台)、シンセサイザ盤(2台)、受信機盤(2台)、空中線共用装置(1式)、およびファクシミリ(2台)によつて構成される。

1) プログラミング盤による自動受信

プログラミング盤は、8チャンネルまでのチャンネル選定、各チャンネルの放送開始および終了時刻、FAX線密度、FAX回転数等を設定できるようになつている。したがつてあらかじめ受信プログラムを設定しておけば、後は自動的に設定時間の早いチャンネル順に、受信機およびFAXを作動させ、放送終了時間がくると停止するようになつており、天気図や新聞等を順次受画



第3図 機関部コンピュータ制御相互関連略図

可能である。

2) コンピュータによる自動受信

過去2年間の通信士のログブックにより、統計的に各航行海域における、最適受信チャンネルを選定し、これをコンピュータに記憶させておき、電磁ログからの0.1 漣ごとのパルスによつて、コンピュータに航続距離を積算させ、航行海域を判断させて、最適チャンネルを選択し、プログラミング盤と同様に受信機と FAX を作動させる。

すなわち、プログラミング盤では通信士が航行海域を考えて、チャンネルを選択、設定したのに対し、コンピュータによる場合は、コンピュータが航行海域を判断し、最適チャンネルを選択し、FAX による自動受画を行うことによつて、通信士の情報受信作業を一層軽減することを図つた。

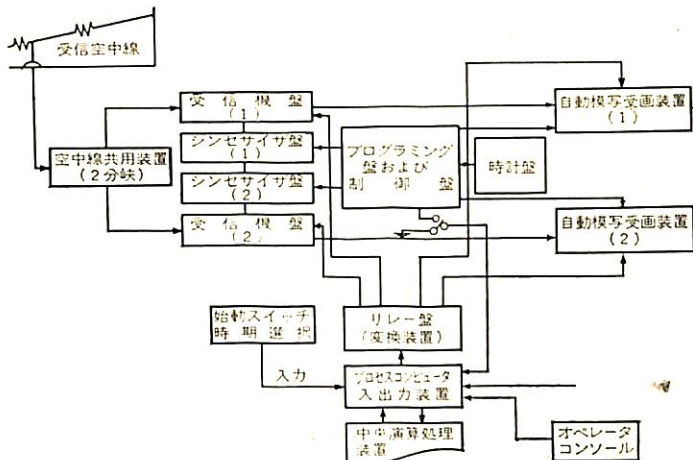
6. コンピュータ・システム

本船に搭載されたコンピュータ・システムは、北辰電機製 プロセス・コンピュータ HoC 700-M を中心にしてまとめられ、荷役システム、機関部システムおよび定時情報システムに使用される。

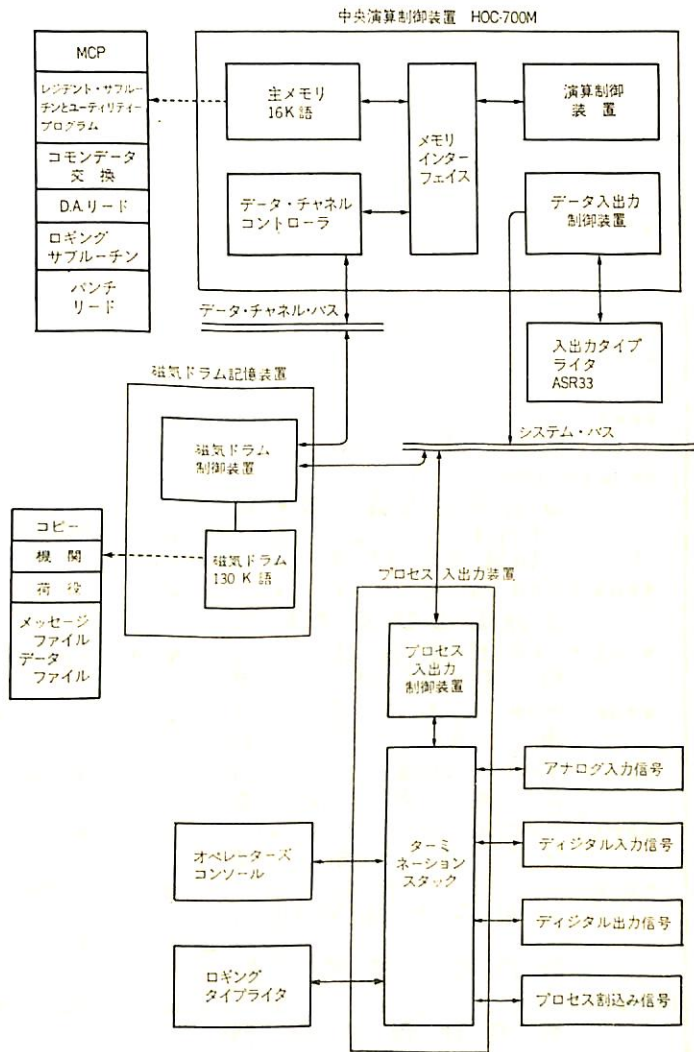
この HoC 700-M は、特に船舶用として、耐振性ならびに耐塩害性等を考慮して、設計製作されたもので、1 語 16 ビット、サイクルタイム 667 ns (ナノセコンド)、主メモリ 16 K 語、磁気ドラム記憶装置 65 K 語 2 台を有し、周辺機器として他にロギングタイプライタ 3 台、入出力タイプライタ 1 台、およびオペレータ・コンソール 2 台等を有する。

監視、計算、制御のプログラムは常時主メモリ、および磁気ドラムに納められており、オペレータに総合制御室から随時、専用のオペレータ・コンソールにより、システムの計算、制御を行うことができる。またオペレーションは簡単、容易で専門の知識は必要としないように考慮されている。

コンピュータ本体、記憶装置、プロセス入出力装置等は、空気調和を施したコンピュータ・スペースに設置され、その作動の確実、故障の防止を計っている。その外に本装置は電源装置として、専用のモータ・ゼネレータをもつており、常に安定した電圧・周波数の



第4図 定時情報自動受信装置概略系統図



第5図 コンピュータシステム構成図

電力が供給される。またモータゼネレータの予備電源として専用のバッテリーを設置し、本システムへの無停電を図つた。

あ と が き

本船は千葉造船所において建造されたものであるが、超自動化関係ソフトウェア開発は技術本部システム制御技術部が中心となり、船舶事業部がこれに協力し、コンピュータ・システムは、陸上における総合調整を経て本船に搭載された。本船のシステムは、プロセス制御システムとしては、他に類をみないほど大規模なもので、本船就航後は引続き、実船実験船として種々のデータ収集、解析が行なわれ、これによつて得られた情報は、今

後の自動化の進展に大きく寄与するものと考えられる。

本船はすでに処女航海も半ばを終り、2月末には千葉入港の予定であるが、コンピュータ・システムの調子は上々で、機関部関係が出港直後よりフルコンピュータ・モードで運転されている外、荷役システムもベルシャ湾積地にて、2港積をフルコンピュータ・モードで完了し、いずれもシステムとして完璧なものであることが立証され、船主および乗組員から好評を得ている。

終りに、本船建造にあたつて、運輸省、造船研究協会、船用機器開発協会、およびコンピュータを始め各機器を開発製作された各メーカーのご支援、ご協力に対し深く感謝する次第である。 (完)

天然社・海技入門選書

東京商船大学助教授 鞠谷 宏 士 A 5 130 頁 400 円	東京商船大学助教授 清 宮 貞 A 5 90 頁 230 円
船 の 保 存 整 備	蒸 気 機 関
東京商船大学助教授 鞠谷 宏 士 A 5 160 頁 550 円	東京商船大学助教授 伊 丹 颯 A 5 180 頁 500 円
船 舶 の 構 造 及 び 設 備 属 具	船 用 電 気 の 基 礎
東京商船大学助教授 上 坂 太 郎 A 5 160 頁 280 円	東京商船大学助教授 宮 嶋 時 三 A 5 200 頁 800 円
沿 岸 航 法	燃 料 ・ 潤 滑
東京商船大学 教授 横 田 利 雄 A 5 140 頁 230 円	東京商船大学 教授 鮫 島 直 人 A 5 200 頁 800 円
航 海 法 規	電 波 航 法 入 門
東京商船大学名誉教授 田 中 岩 吉	東京商船大学 教授 野 原 威 男 A 5 155 頁 500 円
海 上 運 送 と 貨 物 の 船 積	船 の 強 度 と 安 定
(前篇) 海上運送概説 A 5 140 頁 480 円	東京商船大学学長 浅 井 栄 資
(後篇) 貨物の船積 A 5 160 頁 520 円	東京商船大学助教授 卷 島 勉 A 5 170 頁 480 円
東京商船大学 教授 豊 田 清 治 A 5 160 頁 400 円	気 象 と 海 象
推 測 お よ び 天 文 航 法	< 以 下 統 刊 >
東京商船大学 教授 野 原 威 男 A 5 110 頁 400 円	東京商船大学 教授 賀 田 秀 夫
船 用 プ ロ ペ ラ	ボ イ ラ 用 水
東京商船大学助教授 中 島 保 司 A 5 170 頁 300 円	東京海技試験官 西 田 電 図
運 航 要 務	指 匠
東京商船大学 教授 米 田 謹 次 郎 A 5 130 頁 470 円	東京商船大学 教授 賀 田 秀 夫
操 船 と 応 急	船 用 金 属 材 料
東京商船大学 教授 横 田 利 雄 A 5 155 頁 320 円	東京商船大学助教授 小川正一・真田 茂
海 事 法 規	機 械 の 運 動 と 力 学
前東京高等商船教授 小 方 愛 朔 A 5 170 頁 300 円	東京商船大学助教授 小 川 正 一
船 用 内 燃 機 関 (上 卷)	機 械 工 作 ・ 材 料 力 学
A 5 200 頁 320 円	東京商船大学 教授 真 壁 忠 吉
船 用 内 燃 機 関 (下 卷)	船 用 汽 罐
東京商船大学助教授 庄 司 和 民 A 5 140 頁 450 円	東京商船大学助教授 小 川 武 機
航 海 計 器 学 入 門	船 用 補 機

航行衛星システム NNSS とその測位精度

木村 小一
電子航法研究衛星航法部長

1. はじめに

最近では船舶関係者の間では「NNSS」といえば、ああ衛星航法だなという位普及しているが、この NNSS は Navy Navigation Satellite System (海軍航行衛星システム) の頭文字をとって作られた略号である。超自動化第1船といわれる「星光丸」が、わが国でのこの衛星システム利用の第1船として国産の新開発受信装置を搭載し、現在までの4~5カ月程の航海である程度の成功をおさめていることから有名になつてきているようであるが、このシステムはすでに本誌「船舶」では昭和39年にかなり詳しく紹介されているのである^{1)~9)}。この頃、運輸省と科学技術庁が中心となつて、航行衛星に関する勉強の会は開いていたが、その会の関係者の何人かが本誌の求めに応じて分担執筆したのが前記の記事であつて、非常に早い時期に書かれたものとしては、割合にまとまつたものといえるであろう。その後、筆者はこのシステムの利用についての研究を続け、アメリカでの受信技術の公開(昭和43年)もあつて昭和44年9月頃に一応の実験に成功し、また、超自動化船へのこのシステムの利用をも提唱して今日にいたつている。私のところでの実験結果については、1, 2のところで発表を¹⁰⁾し、また、他誌にいくつかの紹介記事も執筆しているので⁹⁾、¹⁰⁾、屋上屋を重さねるような気もするけれども、NNSS についての本誌の昭和39年の諸記事の補いをする必要もあると思われるので、上記の各文献からまとめによつてシステムの輪廓をもう一度紹介するとともに、測位精度を中心に外誌から未紹介のいくつかの引用を付加することにした。

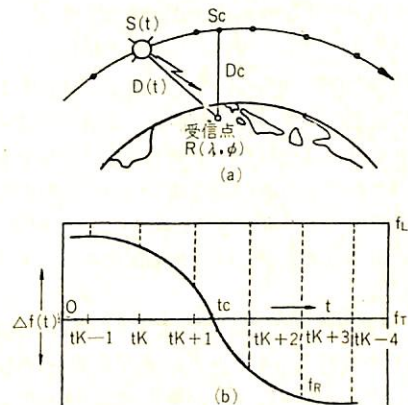
2. NNSS の開発の経過とシステムの概要

1957年10月のはじめより連は初の人工衛星スプートニク1号の打上げに成功した。この衛星からの電波を受信していたアメリカの Johns Hopkins 大学の応用物理研究所の W. Guier と W. Weiffenbach らは、衛星からの電波の受信周波数がドブラ効果によつて変化することを発見し、この受信周波数の変化を解析して衛星の軌道の6要素を求めることに成功した。このドブラ周波数による衛星追跡法は現在の日本の追跡網にも採用され、日本最初の人工衛星「おおすみ」や最近の「たんせい」の軌道決定もこの原理によつて行なわれたのであ

る。同じ研究所の F. T. McClure はこの逆、すなわち、軌道の明らかな衛星からの電波の受信周波数のドブラ効果を測定すれば、受信点の位置を計算で求めることができることを提案した。これに注目した米海軍は原子力潜水艦の艦位測定を主目的とした航行衛星システムの開発を応用物理研究所に委託した。同研究所は1959年システムの可能性実験のための実験衛星「トランシット」を打上げ(第1号は失敗)、以後1962年までの間に合計8個(内失敗2個)のトランシット衛星を打上げて開発研究を続けた。これらの衛星は「トランシット」と名付けられているがそれらの経過の詳細はすでに筆者によつて本誌で紹介されている⁴⁾。当時システムの概要についてはアメリカの電気関係の学会誌や英国の航法学会誌などにも紹介されていたが、その後秘密の程度の変更で一時期情報がとだえた時期もあつた。1965年1月、国防総省より「海軍航行衛星システムと名付けたこのシステムが1964年7月に運用に入り、同年夏の原子力機動艦隊の世界巡航に成功裏に利用された」ことが発表された。そして、更に1967年7月にはこのシステムの民間利用を大統領が認可し、工業界が受信機の製作に関する情報を不差別で得られるようになったとの発表があつた。こうして今まで不明であつた衛星からの軌道情報の送信内容などが次第に明らかになり、わが国でも利用の道が開かれたのである。

つぎに NNSS の原理とシステムの概要を簡単に述べよう。

いま第1図(a)で、安定な周波数 f_T の電波の送信



第1図 海軍航行衛星システム(NNSS)の原理

を行なっている衛星 S の電波を受信点 R で受信していたとすると、その受信周波数 f_R は同図 (b) に示すように衛星が近づいて来るときは高い周波数で、遠ざかるときは低い周波数で受信され、その値を刻々測定すると図に示すような曲線になり、基線との差がドブラ周波数 $\Delta f(t)$ である。この $\Delta f(t)$ は衛星と受信点の初々の距離の変化率を示す。そして、衛星が受信点に最も近づいたときには送受の周波数値は等しく、またこのときの受信周波数の変化割合は最も大きくなる。このときの時間 t_c が精密に測定でき、また衛星の軌道がわかっていると、受信点までの距離 D_c の値はこの曲線の傾斜から求められるのでこの t_c における衛星位置 S_c から D_c の距離にある地球上の位置として R 点を求めることができる。すなわち、受信点と衛星との刻々の距離 $D(t)$ は勿論 t の函数で、軌道を直線と仮定すると、

$$D(t) = [D_c^2 + v_c^2 (t - t_c)^2]^{1/2} \quad (1)$$

ここで、 t_c は衛星が D_c にきた時間、 v_c は衛星の移動速度である。受信電波のドブラシフトは $D(t)$ の時間変化率であるから、 f_T を送信周波数、 c を光速とすると

$$\Delta f(t) = -(f_T/c) dD(t)/dt \quad (2)$$

$t = t_c$ のときは $\Delta f(t) = 0$

$$D_c = \frac{f_T v_c^2}{c} \left/ \left[\frac{d\Delta f(t)}{dt} \right]_{t=t_c} \right. \quad (3)$$

となり t_c から D_c が求まる。しかしこの方法は精度や実際の機器製作上に若干の問題がある。

別の方法としてはつぎのような考え方があつた。地球上のある点の位置は 2 つの未知数、緯度と経度、で表わすことができる。いま推測航法によつて得た受信点の推測位置における受信周波数のドブラ値は、軌道から求めた刻々の衛星位置から推測受信点までの距離の変化から求められる。このようにして計算されたドブラ周波数の曲線が実測の曲線と異なつてゐるのは推測位置の誤りによるものであるから、緯度差と経度差を未知数として最小自乗法を使つた逐次計算によつて両曲線を一致するようにすれば受信点の緯度、経度を求めることができる。1本のドブラの曲線はその形によつて多くの情報を有しているから、この方法を逆に使つて 6 つの未知数をもつ衛星軌道をも求めることもできる。しかし、NNSS を一般の船舶が利用するときにはより簡便化された方法が用いられている。

NNSS の衛星は 2 分ごとに時間信号を送信している。第 1 図 (a) で軌道点をそのときの衛星位置とする。受信機の中に安定な周波数 f_L を発振する発振器をもつており、受信周波数 f_R との間にビートをとるとその周

波数は $(f_L - f_R)$ となる。この $(f_L - f_R)$ の周波数の波の衛星からの時間信号、たとえば t_{K-1} と t_K が受信される間積算カウントするとそのカウント値 N_K はつぎの式で表わされる。

$$N_K = \int_{t_{K-1} + \Delta t_{K-1}}^{t_K + \Delta t_K} (f_L - f_R) dt \quad (4)$$

ここで Δt_K と Δt_{K-1} はそれぞれ時間信号 t_K と t_{K-1} (この差の値は 2 分である) が衛星から受信点まで届くに要する時間である。そこで光速を c とすると、 $\Delta t_K = D(t_K)/c$ 、 $\Delta t_{K-1} = D(t_{K-1})/c$ となる。 f_T と f_L はこの測定を行なつてゐる間一定とすると (3) 式は

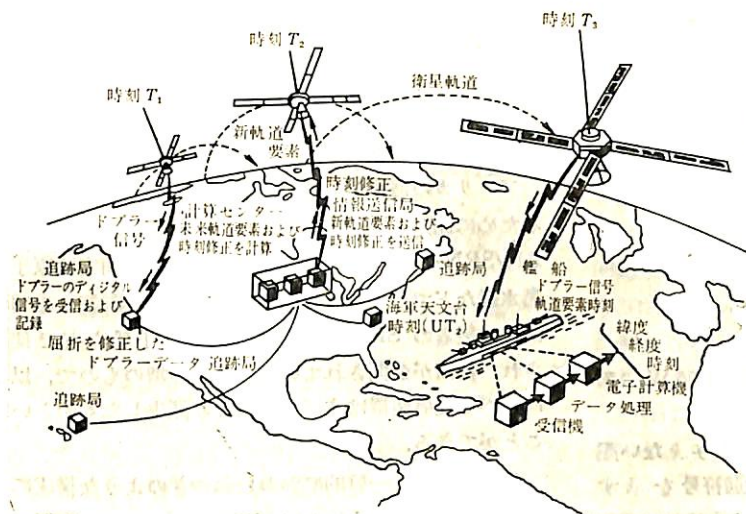
$$\begin{aligned} N_K &= \int_{t_{K-1} + \Delta t_{K-1}}^{t_K + \Delta t_K} f_L dt - \int_{t_{K-1} + \Delta t_{K-1}}^{t_K + \Delta t_K} f_R dt \\ &= f_L (t_K + \Delta t_K - t_{K-1} - \Delta t_{K-1}) - \int_{t_{K-1}}^{t_K} f_T dt \\ &= f_L [(t_R - t_{K-1}) + (\Delta t_K - \Delta t_{K-1})] \\ &\quad - f_T (t_K - t_{K-1}) \\ &= (f_L - f_T) (t_K - t_{K-1}) \\ &\quad + f_L [D(t_K) - D(t_{K-1})]/c \\ &= \Delta F \cdot \Delta T + (1/\lambda_L) [D(t_K) - D(t_{K-1})] \quad (5) \end{aligned}$$

この式の中で積分を f_R から f_T に変換したのは 2 つの時間信号の間の送信波の波数と受信波の波数は等しいからである。また λ_L は f_L の波長である。この式の意味はドブラカウント値が第 1 図で 2 分間隔の衛星位置と受信点の距離の差を表わすということである。(4) 式はまたつぎのとおりになる。

$$\begin{aligned} \Delta D_K &= [D(t_K) - D(t_{K-1})] \\ &= \lambda_L N_K - \lambda_L \Delta F \cdot \Delta T \quad (6) \end{aligned}$$

ここで $\Delta T = 2$ 分、また、 $\Delta F = f_L - f_T$ で系統的に与えられるが f_L 、 f_T とともに長時間の変動があるのでその差 ΔF は一応未知数とする。(4) 式あるいは (5) 式は原理的には受信点の緯度と経度および ΔF という 3 つの未知数を持つてゐるので、3 回の周波数の積算カウントを求めれば解くことができるはずであるが、実際には逐次近似法によつて解くことになる。

さて、このシステム地球をとりまく軌道上をまわる 3~4 個の衛星 (現在は 5 個の衛星が使用されている) と衛星を管制するための地上施設から構成されている。利用者は 1 個の衛星のみを利用すればその都度位置が求められ地上施設はすべてアメリカ国内にある。システム概念は第 2 図に示すとおりで、追跡局 (4 局、Maine, Minnesota, Point Mugu, Hawaii で、Point Mugu にはこのシステムの運用を担当する Navy Astronautics Group の司令部もある。) は各衛星がその上空を通



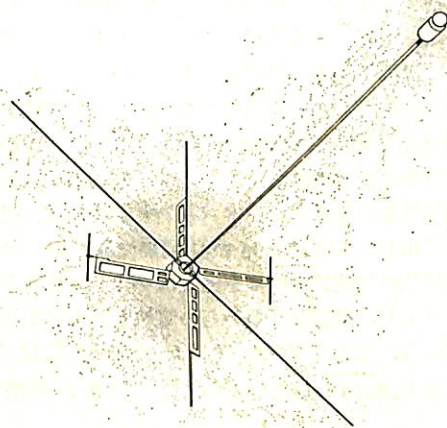
追跡局（アメリカ国内にある）は衛星からの電波のドブラ周波数を測定し、そのデータを計算センターに送る。計算センターは衛星の軌道予報値を計算し、それを情報送信局を通じ衛星上に記憶させる。船は衛星からの電波のドブラ周波数を測定し、また軌道値を受信するので計算機で船の位置を求めることができる。

第2図 アメリカ海軍の航行衛星システムの概念図

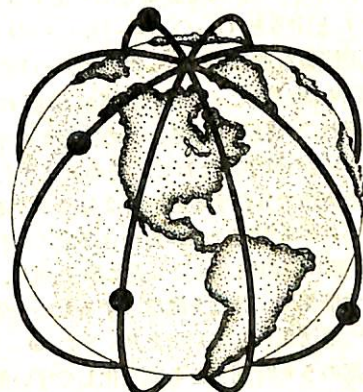
る都度ドブラ周波数を精密に測定して、その値を計算センターに送る。計算センターはそれらのデータを総合的に計算して衛星の軌道を計算するとともに、向う約半日分の軌道を予測する。航行衛星システムはすべて衛星の位置を基準に船位を求めるのであるから、この軌道予測の精度がシステムの精度を大きく左右する。そのためこのシステムの開発では地球の重力場の変化の分布の解析が大々的に実施され、予測値には地球の重力場の不均一にもとづく衛星のケプラー楕円からのふらつきまでが加えられている。これらの予測値は一定の型式に整理され、軌道

になつている。低中緯度地域では、同じ衛星が2~3回利用できるのも、現在は5個の衛星が軌道上にあるから一日に少なくとも20~25回の衛星の上空通過が期待できる。衛星の機能はつぎのとおりである。

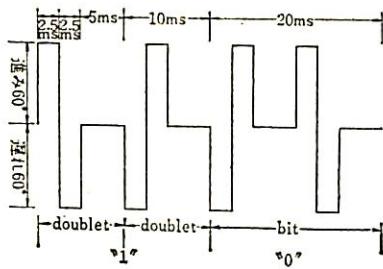
(1) 極めて安定な水晶発振器から得られた2つの周波数(399.968 MHz と 149.988 MHz)の搬送波を送信している。この搬送波がドブラ周波数の測定に使用される。2つの周波数を使っているのは、電離層における電波の屈折が一次的には周波数に逆比例することを利用して除去するためである。最近の衛星の周波数安定度は



第3図 衛星の外観



第4図 衛星の軌道配置。この配置は理想例で、軌道面が徐々に動くので2つの衛星の軌道面がかなり近づくこともある。



第5図 NNSS の変調波形

$5 \times 10^{-12}/20$ 分、また送信出力は 400 MHz 1.25 W, 150 MHz 0.8 W であるという。

(2) この搬送波は、ドブラ計測に影響を与えない配慮にもつぎ、第5図に示す0と1の2進符号を示す波形で位相変調されている。この変調は2分間に6.103ビット(2進符号の1文字を1ビットという)の割で送信され、それが更に1語39ビットの156語と19ビットの1語の157語に区分されている。

(3) 主として受信装置の同期に使用される第1語第2語につづく第3語だけは400 Hzの平衡位相変調で、この語は受信機のスピーカから「ブー」という音が聞え、この音の出る直前、すなわち2語と3語の間が2分ごとの時間信号に相当する。この時間信号は世界時UT₂に $\pm 200 \mu\text{s}$ 以内で合致するようワシントン海軍天文台が監視している。時間信号間隔の精度は約10 μs である。

(4) 残り154語中6語ごとに航法に必要な情報が送られ、その他の語は内容が明らかにされていない。航海に必要な語はすべて衛星上のメモリーから引出される軌道予測値で、2つに区分されている。8語、14語、20語……50語の8つの語は2分ごとに变化する値で、時間信号を t とすると $(t-6)$ 、 $(t-4)$ 、…… $(t+8)$ 分における軌道情報を示している。従つて、つぎの2分のときには8語の値が消え、新しい数値が50語に入り、数字はそれぞれ前に繰り上がる。この情報から得られた2進符号を10進の数字になおし、その8桁または9桁を定められた方法で分割すると、各2分における衛星のケブラ橢円からの3軸方向のふらつきが求められる。

(5) 56語以降の内容は第1表に示す通り、軌道の6要素を示す情報で、計算を簡単にするため余分な形(6要素を9つの情報として)をとり、また ω_n と Ω はそれらの要素のうち時間とともに変化しやすい値であるので、その変化率も示している。これらの数字は衛星上のメモリーが更新されるまで変化せず、2分ごとに同じ情報を送りつづける。なお1語39ビットのうち普通は32ビ

ットのみを使用すればよく4ビットで10進の数字1桁を示すよう3余りBCDというコードを使っているので8桁の数字が得られる。

3. NNSS 用受信装置

アメリカの海軍が、この航行衛星システムを使用するために開発した受信装置にはAN/BRN-3型およびAN/SRN-9型という2つの系列があり、前者は原子力潜水艦などで使用されているようであるが詳細は不明である。後者のSRN-9型は主として水上船などで使用され、技術が公開されているのはこの型のもので、以下に述べる受信装置はすべてこれより派生したものであることができる。

受信装置は、一般におおむねつぎのような構成になっている。(1) 空中線と前置増幅器、(2) 400 MHz帯と150 MHz帯の別々の受信機とドブラ計測部、(3) 軌道データ解説用の回路、(4) 計算器。空中線はできれば船上の最高所に取付けるが、上方の半球方向はほぼ均一な感度で海面からの反射波はなるべく受信しないような性能を持つが、実際には極めて簡単なものでよく、われわれの経験でも単に棒を一本立てたようなもののほうが結果のよい場合もある。400 MHzと150 MHzとは共用できる。空中線から受信機までの同軸ケーブル中の損失を補償するため空中線の近くにそれぞれの周波数の簡単な増幅器を置く。受信機は二つの周波数につき別々に必要であるが、測位精度を0.5海里程度まで許容すれば400 MHz帯1系統のみでよい。このようにして安価にした受信機もすでに出現しており、今後の一般商船用受信装置の本流となるだろうとの意見もある。受信機はスーパーヘテロダイン方式であるが、ドブラを受ける受信機によく使用される位相同期回路が使用される。これは受信機の検波部分にVOC (Voltage Controlled Oscillator) の略、電圧で周波数を変える発振器)という回路を置き、中間周波に変換された衛星からの電波の位相とVCOの発振の位相とが常に同じになるようVCOに加わる電圧を制御してやるのである。こうしてVCOの周波数は常に受信周波数を追うことになるので、この周波数を局部発振器にフィードバックしてやれば、受信周波数が変化しても常に一定の中間周波数が得られるので、受信機の周波数帯域幅を極度に狭くして雑音をシャットアウトし、微弱な衛星からの電波を強力に増幅できるのである。またドブラを受けた受信周波数はVCOの周波数を測定すればよいという一石二鳥の効果もある。

こうして得られた受信周波数は受信機内にある高安定

な基準水晶発振器で作った信号との間のビートがとられ、このビート周波数 ΔF は、(5) 式に示すように衛星からの2分間隔の時間信号の間算カウントされ、その結果が出力される。二つの周波数を受信したときの電離層屈折の補正は簡単な乗除算ですむので、受信機内に計算回路を設けても、二つの値を別々に出力して、あとで計算機で処理してもよい。その計算の原理はつぎのとおりである。

いま、高低両周波数の受信周波数をそれぞれ f_{RH} と f_{RL} とすると

$$\begin{aligned} f_{RH} &= f_H + \Delta f_H + \epsilon f_H \\ f_{RL} &= f_L + \Delta f_L + \epsilon f_L \end{aligned} \quad (7)$$

ここで、 f_H と f_L はそれぞれの送信周波数、 Δf_H と Δf_L はそれぞれの理論的な(真空中)ドブラ周波数、 ϵf_H と ϵf_L は電離層屈折のドブラ周波数への影響値である。周波数の選定から $f_H/f_L = 8/3$ であり、 $\Delta f_H/\Delta f_L$ もまた $8/3$ になる。 ϵf_H と ϵf_L との関係は研究の結果第1次近似として周波数に一次的に逆比例すること

が求められているので $\epsilon f_H/\epsilon f_L = 3/8$ となる。そこで

$$\frac{3}{8} f_{RH} - f_{RL} = \frac{3}{8} \epsilon f_H - \frac{8}{3} \epsilon f_H = -\frac{55}{24} \epsilon f_H \quad (8)$$

となり、両受信周波数からドブラ周波数に及ぼす電離層誤差の補正項が求められる。

衛星からの変調信号の復調解読回路は、その変調波形が第5図に示したように複雑であるのでかなり混入した回路となるが最近の集積回路(IC)を使用すればかなり小型にまとめることができる。回路の動作の概要を簡単に紹介しておこう。衛星からの信号波形のビットという連続の信号を受けて、それが「1」であれば「+」、「0」であれば「-」の信号を出すようにするのがまず第一段階である。ビットの間の信号は相似波形の二つの「ダブルレット」と呼ばれる信号からできている。受信機内にある約 104 KHz の水晶発振器から作られて矩形波信号とこのダブルレット信号との立上りの位相を合致させるのをダブルレット同期という。つぎにそのダブルレットがビットのはじめと一致しているダブルレットであるかどうかをし

第1表 受信装置で得られたデータ

データ	語の No.	内 容	単位		
61121628	—	ドブラカウント			
05083279	8	($t-6$)		時間と軌道のふらつきデータ	
06091256	14	($t-4$)			
07097227	20	($t-2$)			
08100194	26	(t)			
09100159	32	($t+2$)			
40097124	38	($t+4$)			
41091089	44	($t+6$)			
42083059	50	($t+8$)			
43762830	56	近地点時間 (t_p)	min		軌道要素
83654848	62	平均運動 (n)	deg/min		
81566898	68	t_p における近地点引数 (ω_n)	deg		
80019844	74	近地点引数の変化率 ($\dot{\omega}$)	deg/min		
80002242	80	軌道の離心率 (ϵ)	—		
80746444	86	軌道の長半径 (A_0)	km		
80318780	92	t_p における昇降点経度 (ϱ)	deg		
90000285	98	昇交点経度の変化率 ($\dot{\varrho}$)	deg/min		
80006711	104	軌道傾斜の余弦 ($\cos i$)	—		
81335406	110	t_p におけるグリニッチ経度 ($\Delta\sigma$)	deg		
82019291	116	(関係なし)			
86680050	122	(/)			
80999977	128	軌道傾斜の正弦 ($\sin i$)	—		
79898000	134	(関係なし)			
00000000	140	(/)			
00000000	146	(/)			
00000000	152	(/)			
56561926	—	ドブラカウント			

第2表 NNSS 受信装置一覧

受信装置型名	製 造 者	特 長	計 算 機
AN/BRN-3	John Hopkins Univ. の Applied Physics Lab.	原子力潜水艦用、高度に自動化された装置であるがその技術は公表されていない。	例えば TRW-130 などが過去に使用されていたようであるが詳細は不明
AN/SRN-9	Johns Hopkins Univ. の Applied Physics Lab., 後に民間でも製造	軍用、測量船などにも一部使用	CP-827 (オフライン)
4007 AB	ITT-Aerospace	SRN-9 の民間版といわれている, (\$60,000 計算機付) 受信機部 22.3×48.3×53.4 cm)	PDP-8 S (オンラインまたはオフライン) CDC 5100 (同上)
5001 I	同 上	計算機組込み	
6000	同 上	400 MHz 一波用の簡易型	PDP-8 L (オンライン) 他
702-CA	Magnavox	民間用および軍用 受信機部 17.8×44.2×40.7 cm	HP 2115 A (オンラインまたはオフライン) 計算機と組合わせた型名は MX/702/HP という
706-CA	同 上	計算機を組込んだもの 17.8×44.2×40.7 cm	—
MX 902	同 上	400 MHz 1波用の簡易型	HP 社のミニ計算機 (オンライン)
TW 1086	東京芝浦電気株式会社	(社)日本船用機器開発協会の補助事業で製作 第1号機9月より星光丸で実験	TOSBAC 3000 を TTS で使用 (オンライン)
TA 3455	同 上	400 MHz 1波用の簡易型	国産ミニコンの使用が考えられている
(試作中)	日本無線株式会社	受信機と位置表示器より構成	
研究用試作品	(電子航法研究所) 受信機部は日本電気(株) データ 解析部は東京芝浦電気(株)	衛星追跡用の VCO 受信装置を改造して利用	NEAC 2200-400 (オフライン) HITAC10 での計算を研究中 (オフライン)

らべ、ビットのはじめの時間を求める。これをビット同期という。こうすると 104 KHz 発振器をもとに、前述した「1」と「0」を取出すゲート信号を作ることができ復調した信号波形とそのゲート信号をあわせると、衛星からの信号は0と1の連続した形に並んで表われる。

第2語の終りに 01111111111111111111111111111110 という特殊な信号列がある。この信号がシフトレジスタという回路に並ぶことによつて、そのつぎの信号のはじめが時間信号であることを回路は判定する。これをメッセージ同期と呼ぶ。こうすると、あとは0と1の列からなる信号を39ビットごとに切つて語の区分をし、更にそれを6語ごとに切ると航法に必要な語のみがとり出せる。その区切りを26回数えたのち端数の19ビットの語を付加すると2分間の通信を全部整理できることになる。前述のとおり、普通は1語のうちの32ビットだけを使うので、各4ビットの2進数から10進の数を判定し、各語ごとに8桁の数字にまとめてドブラカウント値とともに出力する。出力の方法は数字をプリンタで打出しても、電子

計算機にそのままかけられるように紙テープにパンチしても、直接電子計算機に導入してもよい。受信機で得られたデータの例を第1表の左側に併せ示してある。以上のほか計算機が必要であるがこれについては節を改めて述べる。

現在までに作られ(あるいは市販され)ている受信装置を第2表にまとめて示す。

4. 計算機とそのプログラム

普通の電波航法であれば、受信機で得られた数値から直接あるいは簡単な表と計算とから海図上に船位を求めることができる。ところが、この衛星システムでは位置決定の原点となるべき衛星の位置から求めなければならないので複雑な計算が不可避である。経験によれば1回の位置決定の計算は、よほど巧妙にワークシートを作り、かつ卓上電子計算機を使つても、うまくいつて2~3時間かかる。従つて、実用上はどうしても本格的な電子計算機が必要となる。その電子計算機の程度は第1

表に示してあるように 400~500 万円程度のミニコンピュータあるいは更に小型のミニコンピュータでもよく、記憶容量も 4K~8K 語あれば十分である。また専用の計算機組込みの受信機もすでに出現している。私たち研究所の大きな電子計算機あるいはミニコンピュータを使つて「フォートラン」によるプログラムで計算を行なっているし、星光丸では中央にある多目的な計算機を時分割で使用する計画になつている。ともに計算時間は 1 分内外である。

プログラムの詳細については一応ノーハウが設定されているようであるのでここでは概略の手順を述べるに止める。

まず、受信機で得られたデータを読込ませる。この場合、何回も繰返されるデータは適当に整理する。受信機以外からつぎのデータを必要とする。(1) 推定位置の緯度、経度 (3° まで違つてもよい) (2) 船の針路、速力、(3) 時間 (15 分までくるついてもよい) (4) (3) 式の ΔF の推定値と λ の値、(5) 空中線の高さ、(6) 地球に関する定数 (半径、扁平率、自転速度、重力場の不均一による凹凸の値) (7) 一般的な定数 (π など)。

第 2 表に示したように衛星からのデータは 8 桁の数字の連続であるから、これをきめられた形に分割整理し小数点が付せられる。この操作は人が行なつてもよいが、計算機にプログラムすることもできる。こうしてできた軌道要素の値から軌道楕円の形が求められ、各 2 分ごとの楕円上の衛星位置が軌道上でのふらつきを含めて得られる。つぎに軌道要素にある昇交点経度、傾斜角、グリニッチ経度などの値を使つて衛星位置の座標変換を行なつて、最終的に地球中心が原点で地球に固定して回転をする直交座標系上での位置として求める。(6) 式を使つてドプラ値から 2 分間に生ずる衛星と利用者間の距離差が求められる。(6) 式の右辺で ΔF は一応の仮定値、たとえば $f_L = 400 \text{ MHz}$ とすれば $\Delta F = 32 \text{ KHz}$ という値にしておく。推定受信点の位置は地球の形と空中線高さを考えに入れて衛星に使つた同じ地球固定の直交座標系で容易に求めることができる。船が航走しているときは、2 分ごとの値を求める。このときはもちろん、推定位置について求めるのであるが、航走による移動量はできるだけ正しい値を必要とし、それに誤差があると後述するように位置決定誤差の原因となる。こうして、衛星と推定受信点とは同じ座標系で求められるので、その間の距離が求められ、2 分間における距離の差も求めることができる。この値が (6) 式で求めた値と等しければ推定位置が正しかつたことになるが、一般には異なる。これは実際の緯度と推定緯度の差 $\Delta\varphi$ 、実際の経度と推

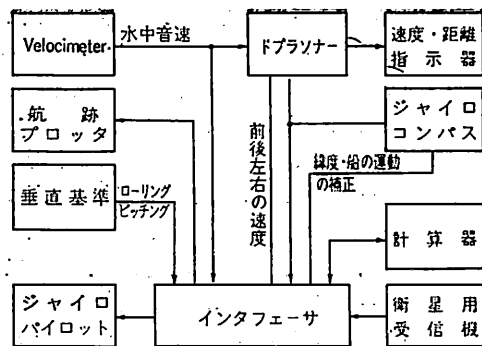
定経度との差 $\Delta\lambda$ および ΔF と長時間のドリフトによる送信周波数と受信局発振周波数の差の相違 Δf の 3 つの値が原因であるので、それらの値を未知数として修正のための方程式を作る。方程式は 3 つの未知数があるので 3 つの方程式が必要であるが、受信信号の中断などで使用不能のデータがあれば、電子計算機のと看はこの段階でそのデータは捨て、方程式の数をしらべる。もし、それが 2 つ以下であれば計算はできない。4 つ以上あれば余分のデータがあることになるので最小自乗法によつて 3 つの方程式に変換する。こうして $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\lambda$ 、 Δf を求めるが、方程式が近似解を求める形にならざるを得ないため一回で答は求められないので、推定緯度、経度および周波数差を修正し、 $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\lambda$ 、 Δf が実用上支障のない値、たとえば $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\lambda$ 、とも 10^{-2} rad 、になるまで繰返し計算を行なう。私のところでの経験では普通繰返しは 3~5 回であるが、まれには 10 回以上になることもある。繰返しが十数回以上のときは解の求められない場合であるので計算を中止する。こうして、最終的に修正した緯度、経度値が求める答になる。

以上が計算の概要であるが、完全自動のときはデータが使用可能かどうかの自動判定 (受信の中断、データ解読回路の同期の外れなどから検出) や計算開始の時期の決定 (たとえば、受信開始後十数分で開始する) などもプログラム化する必要がある。

5. システムの使用例

NNSS は民間用としての使用を認められて以来、主として海洋調査船、測量船、石油探査船などから使用が歓迎されているが、一般商船ではまだ使用例は少ない。各種の情報によれば、わが国では超自動化第 1 船「星光丸」、英国では客船「クイーン・エリザベス 2 世号 (QE-2)」、またアメリカでは砕氷タンカー「マンハッタン号」などがその代表的なものとされている。「星光丸」には第 2 表に示すように国産第 1 号機が試験使用されているがその使い方などについては、すでに本誌にも紹介され、また使用実績については別に報告される予定である。後者の 2 船には ITT 社の 4007 AB 型の受信装置が使用されている。

「QE-2」は中央データ処理計算機をはじめて備えた客船で、主機の制御や在庫管理などをその計算機で処理しているが、衛星航法用には別に受信装置に結合された別のミニコンピュータが使用されている。W.E. Warwick 船長が最近英国の航法学会のジャーナルに簡単な報告¹⁾をのせている。受信装置は空中線、2 周波用受信装置、データ処理装置から構成され、空中線はマスト上に置かれているが、海上実験の結果では船橋甲板に取



第6図 総合航法装置 (マンハッタン号)

つけても十分であること、受信装置とデータ処理装置は一つのラックに入れて海図室の隅に置かれ、データタイプライタがその傍に置かれている。データ処理装置(ミニコンピュータ)は最近ではコースレコーダとログからの入力も導入するよう改められ、要求により、最終衛星測位後の推測位置が求められる。船位決定精度の公称値の0.1 n.m. は達成され、受信装置の高価さは常時船位が把握できるので定時運航(客船のため)確保のための燃料費の節約をもたらすことによつてカバーできる、と述べている。

「マンハッタン号」は受信装置をドプラソナーとともに一つの総合航法装置の一要素として用いている¹²⁾。その構成図は第6図に示すが、これは海底石油探査などを目的とした高精度航法に考えられているものであつて、その動作の概略を説明するとつぎのとおりである。

装置の原点は、例えば出発点などで多数回の衛星測位の平均値をとつてきめる。ドプラソナーはより正確な船速および移動距離をきめるため velocimeter を使つて送受波器付近の音速を1/10,000の精度で測定して水中音速変化によるドプラソナーの誤差を補正するとともに垂直基準を使つて船のピッチングとローリングによるソナーの誤差を同様に補正をしている。ソナーの上記の補正を行つた出力はジャイロコンパスを使つて船の移動を緯度と経度に分ける。ジャイロコンパスの精度は何回かの衛星測位によりバイアス誤差を補正すれば 0.1° が達成されるという。NNSSからの測位が行なわれる都度船位は更新され、その後はドプラソナーの値で刻々船位が計算機内で改められる。また、NNSSの測位計算の際にはドプラソナーとジャイロコンパスからの船速データが使用される。計算機はNNSS用に使用されるものよりあまり大型にする必要はない。航法精度をよりよくするため計算機のソフトウェアによる統計的手段の一つであるカルマンフィルタの手法を使つて処理される。こ

れらによつてこのシステムは150 ft 以内の精度が確保されるという。カルマンフィルタなど計算機のソフトウェアを使う技術は、航法装置のセンサが益々複雑化して高価になるのに比して、計算機の価格は下がる傾向にあるので、航法の精度向上に今後多用されることが期待されている。

さて、マンハッタン号での使用経験は主として北極海におけるものである。このような極地ではすべての航行衛星が極を通るためにほとんどの衛星が常に利用できる半面、誤差が大きくなる原因の一つである衛星が頭上近くを通る機会や、低空通過が多く、また、同時に数個の衛星が同時に見えるための干渉が多いという欠陥もあつた。他の信用できる航法システムがないため、次々の衛星測位が比較されたが、深海でドプラソナーが使用できず、かつ密氷中を航行するときには船速が不定のための誤差が大きく作用して数マイルの誤差がある半面、氷のないところではNNSS本来の精度が得られ、船速の精度が船位誤差を大きく左右することを示したとしている。

以上、2つの船は何れも衛星航法のための特別の実験航海でないため、定性的な結果しか得られていないのは止むを得ないと思われる。このほか、海洋調査船などによるNNSSのシステム評価の報告がいくつかあるので、それらについても概観してみよう。

第1は以前にも紹介したことのある⁹⁾コロンビア大学のConrad号の太平洋とインド洋とでの試験結果の報告である¹³⁾。その報告では、38日間に予報された衛星の上空通過が476回あり、受信機の不動作など(22)、衛星の低空通過(47)を引く407回のデータが得られた。そのうち64回は得られたデータが不十分、不正確であり、また56回が計算機のプログラム失敗などで位置が得られなかつた。したがつて成功率は70.5%(衛星の全通過に対しては60.3%)である。位置決定精度は、港内の同じ位置でのバラツキは17回中12回が平均値の0.2海里以内、16回が0.3海里以内、同様に21回中18回が0.2海里以内、21回のすべてが0.3海里以内と良好であり、平均値は地図と対比して0.1海里以内であつた。海上ではレーダ観測による位置に対し37回の測定中29回が0.5海里以内、その全部が0.8海里以内であつたとしている。

第2はアメリカの航空宇宙局の援助のもとに沿岸測地局のPioneer号が1965年の5~7月に太平洋岸の測量機器評価試験海域およびサンフランシスコアラスカーアッツ島-ハワイ-サンフランシスコの航海中および停船中に行なつた試験である¹⁴⁾。この報告は81頁の大部

のレポートとして出されているが筆者がその内容から大略の集計をして結果を示してみよう。この間使用可能な衛星は2個であつた由で5月6日～7月6日の約2カ月間に合計418回の受信(航海中は303個)を得、うち347回(航海中は243個)は測位に成功し、成功率83%であつた。失敗の内訳は、計算機の故障(主として紙テープの読み取り部の不良で、電源変動によるもの若干を含む)が26回、航海士が計算機への入力データを間違つたもの17回、衛星の低高度通過で3回のドブラデータが得られなかつたもの19回、衛星が2個以上同時に受信された結果によるもの5回、その他、ショラン電波からの妨害1回、衛星がマストの影に入り受信中断2回、原因不明1回の71回である。測位位置の比較は、停船中は六分儀による3点両角法で地図上の位置を求め、航海中では、3点両角法、ショラン、レーダ、ローランCとAが使われたほか、航跡をスムージングしてそのずれから求められている。それらによつて全測位点の解析が表で示されているが、本文中に記載されている各地点での平均値を再度合計すると、比較した285地点に対し0.30 n.m.(海里)(停泊中の104点に対しては0.18 n.m.)となる。測位成功回数との差62点の内訳は、スムージングに採用不可44点(おおむね0.5海里以内ではあるが)、比較なし3点、特に誤差の大きいもの6点(その平均は1.21 n.m.)、プログラムの欠陥によるもの3点(その後修正された)、不明6点となつている。上記の値は勿論比較した他の測位手段との相対値で、それらの測位の誤差があるので必ずしも衛星システムの誤差を表わすものではない。例えば、太平洋岸の評価海域ではショランとの比較は平均0.17 n.m.に対し、レーダとの比較は平均0.30 n.m.となり、レーダ測位の誤差が大きいことを示している。また、主として停泊中の測位誤差は一方方向に偏する例(ミッドウェー島では北方向へ、ジョンストン島やハワイでは南方向へ)が多く、これらはあるいはその場所の地図上の緯度、経度が米本国の測地点を基準とした値と異なつているのかも知れないことを示唆している(われわれの実験でも後述するように同じ問題が生じている)。

第3の例として、1968年のUSNS C.H. Davis号による経験の報告があるが¹⁵⁾、アラスカのアダック島停泊中に1945年度版海図の位置からの平均誤差が300ヤードであつたが、この海図を1966年の改訂版と比較すると東へ200ヤード移動していることが記されている

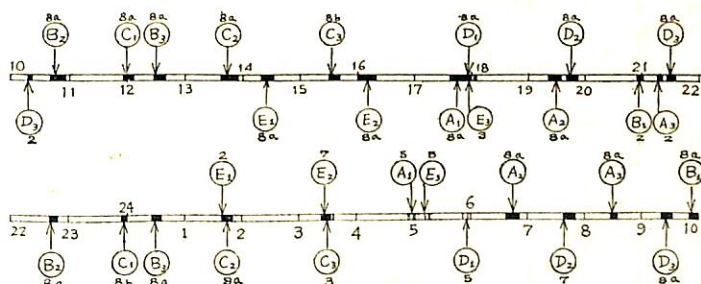
ことを紹介するに止めておこう。なお、Johns Hopkins大学のR.B. Kershnerは、このNNSSの公称精度は衛星上の水晶発振器の一層の安定化などによつて、最近では平均0.17 n.m.から0.1 n.m.へと向上していると述べている¹⁶⁾。

6. 固定点での受信成績

固定点で受信を行ない、多数の受信測位結果のパラッキからシステム評価を行なうことも数多く行なわれている。ここでは電子航法研究のデータ^{7) 8)}、Magnavox社のデータ^{17) 18)}およびITT社のデータなどを紹介しておこう。

第2表に示す電子航法研究所における受信装置はすでに別に機会に紹介してあるとおりであるが^{8) 9) 10)}、136 MHz、150 MHzおよび400 MHzの衛星のドブラ追尾用の受信装置を基本に種々の付属装置を付加してまとめ上げた実験装置であり、NNSSの実験では400 MHz 1波のみの受信成績である。Magnavox社の成績は、MX/702/HPを使用して行なわれたものであり、この受信装置の特長の一つは、短時間ドブラカウントのできることである。これは、2分間のドブラカウントの代りに受信装置の中でこの2分間を更に5等分した24秒ごとの時間信号を作り出し、短時間のドブラカウントを作り出して、それによつて計算を行なう方法である。その長所としては、(1)測位精度が向上する、(2)信号受信の中断によつて2分間3回の受信ができなくても、測位計算ができるのでデータ取得回数がふえる、の2点をあげることができる。

第7図は電子航法研究所(35°40'29" N, 139°33'59" E)における1970年9月12日午前より24時間の衛星からの電波の受信の機会を示したもので、この時点での使用可能衛星は5個である。この図でA₁, A₂……はそれぞれA衛星の第1回目、2回目の通過を、また矢印の下向きは北から南へ、上向きは南から北への軌道である



第7図 衛星の上空通過(三鷹市, 1970.9.12~18)。円の上下の記号は受信状況で表3の記号と合致させてある。

第5表 Magnavox 社の短時間ドブラカウントプログラムの比較

	RMS	CEP
2分間ドブラカウント	268 ft (81.7 m)	180 ft (54.9 m)
短時間ドブラプログラム	168 ft (51.2 m)	158 ft (48.2 m)
改善された短時間ドブラプログラム	150 ft (45.7 m)	109 ft (33.2 m)
実験短時間ドブラプログラム	124 ft (37.8 m)	99 ft (30.2 m)

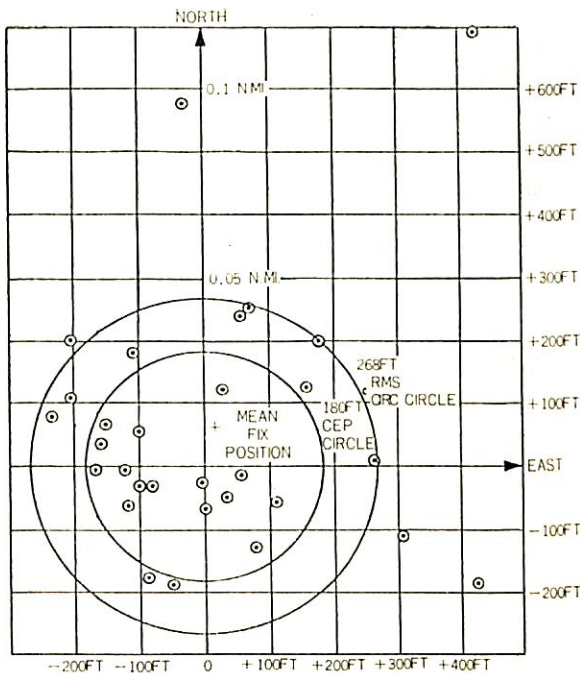
の衛星の受信装置の追尾が乗りうつること、および、一つの衛星の追尾によつて、つぎの衛星の受信時間が2分間3回分とれず、前のほうの受信に何等かの不都合があると、両方とも衛星の上空通過が測位に結びつかないのがその原因の大きなものである。

第4表は Magnavox の MX/702/HP 受信装置で、1968年11月15~18日の61½時間中に行なわれた55回の衛星通過の受信結果である。この表で注目されるのは仰角70°以上の軌道を測位から除いていること、お

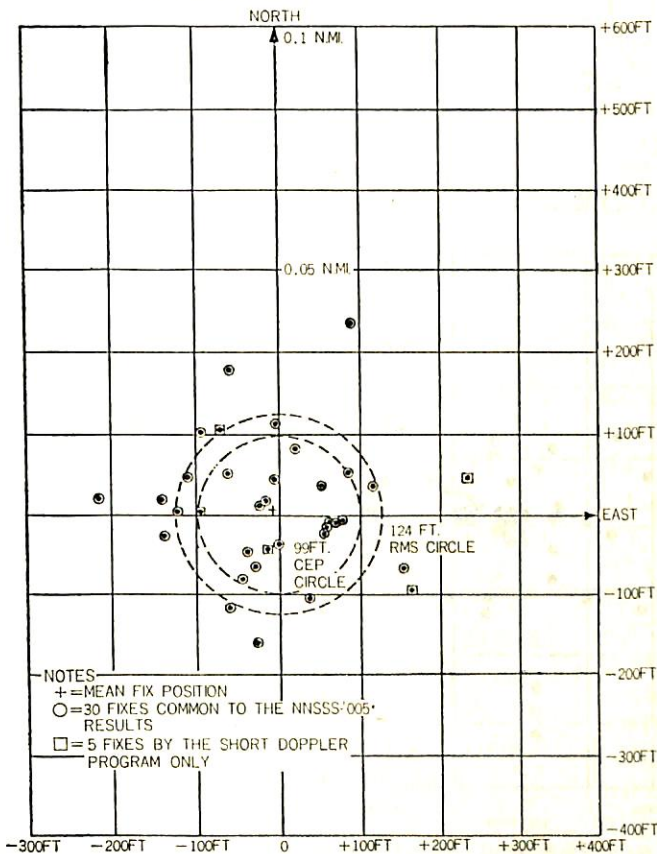
よび2分間のカウント3回以下の場合が短時間ドブラカウントの技術でカバーされ、測位が可能になった点であろう。そして2分カウントのほうの30回の測位データの分布は第9図に示す。この図の外側の円は各測位点のRMS誤差の値で半径268ft(81.7m)、内側の円は確率円(Circle of equivalent probability, EP)の値で半径は180ft(54.9m)である。第10図は第9図の同じデータを短時間ドブラカウントにして測位した値で、2分間3回のデータのとれなかつた5回分も角形の点でプロットし、全部で35測位点が表示してある。RMS誤差は124ft(37.8m) CEPは99ft(30.2m)と向上している。もつとも短時間ドブラカウントの場合の計算方法にはいろいろなプログラムがあるようで、それらを第5表に比較してある。実験プログラムというのは大型の計算機によるものよ

うである¹⁸⁾ 19)。
また、第11図は星光丸に搭載前にTW1086型受信機を地上試験によつて固定点(銚子)で30数回の測位を行なつた結果であり、おおむね2波受信での公称の精度が達成されていることがわかる。

以上は商用受信装置による2周波受信の結果であり、このほか開発担当のJohns Ho-

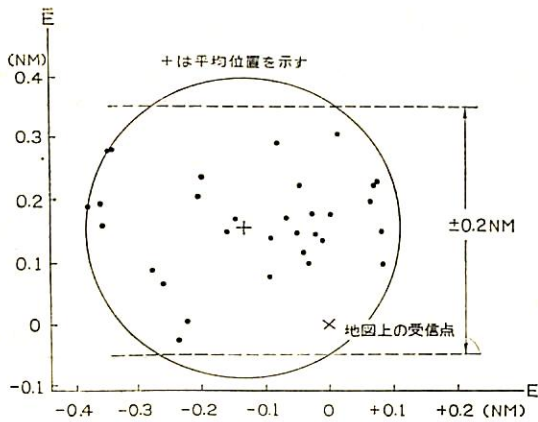


第9図 Magnavox 社の2分間のドブラカウントによる30測位点の分布



NOTES
+ = MEAN FIX POSITION
○ = 30 FIXES COMMON TO THE NNSS-005 RESULTS
□ = 5 FIXES BY THE SHORT DOPPLER PROGRAM ONLY

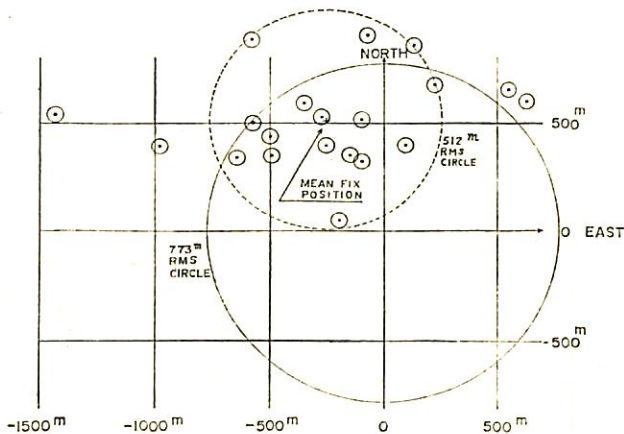
第10図 第9図のデータを短時間ドブラカウントしたときの測位点の分布



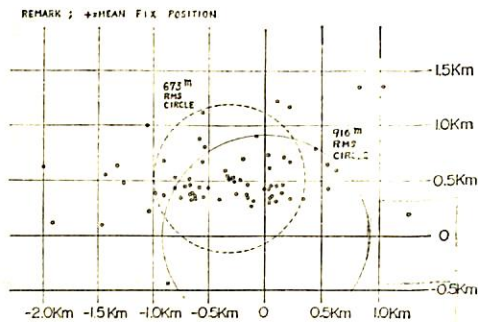
第 11 図 TW 1086 による測位データ

pkins 大学での同種のいくつかのデータもあるが、受信装置の程度も不明であるので省略する。

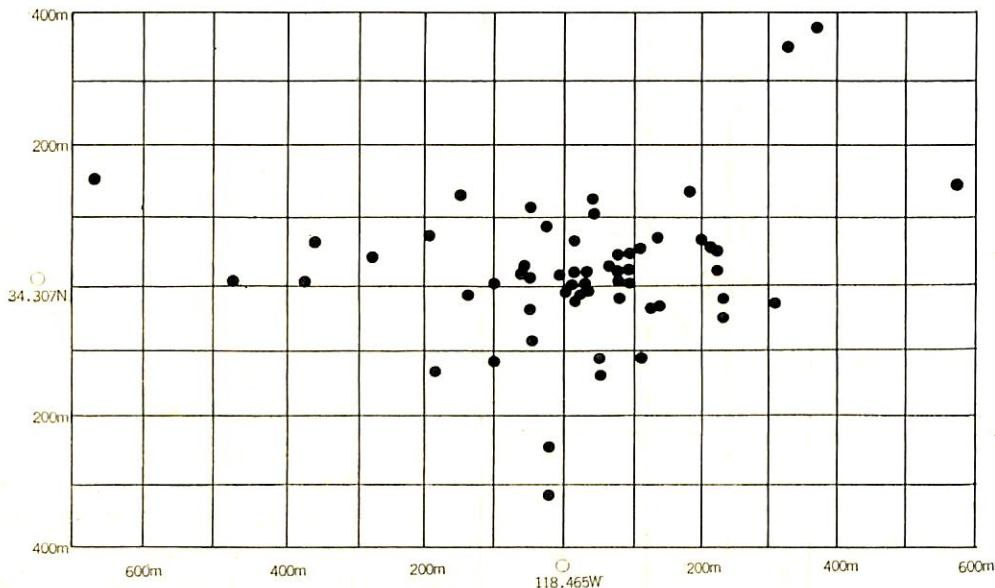
400 MHz 1 波のみの受信測位データとして、第 3 表に対応する電子航法研究所での測位データを第 12 図と第 13 図に示す。前者は 24 時間受信の 20 点のデータの分布である。ここで注目すべきことは、各測位点の平均点が、受信位置の地図上（国土地理院の 5 万分の 1 地形図）から北北西に約 600 m ずれた位置にあり（第 11 図の銚子での結果と同じ傾向）、地図上の原点から測定すると RMS 誤差は 773 m になるが、平均点からの値にとると 512 m になることである。更に東西方向に大きくずれている点の多くは仰角 80° 以上のものであるので、第 10 図のように仰角 70° 以上のデータを除外すればなお良好な測位結果が得られるものと考えられる。第 13 図は 1 カ月間の 56 の測位点をプロット



第 12 図 400 MHz 1 波の測位誤差の分布（電子航法研究所 1970 年 9 月 12 日）



第 13 図 400 MHz 1 波の測位誤差の分布（電子航法研究所 1970 年 9 月中）



第 14 図 ITT 6000 受信装置による測位データ

トしたもので、前図と同じ傾向をもっており、平均点の位置も前図のものと同様に 68 m しかずれていない。このような平均点の位置と地図上の点とのずれは日米の測地系の原点の差ではないかということが前述の太平洋各島での結果などからも推測される。

第 14 図は ITT のマニュアルからのデータを示したもので、受信に関する諸データは全く添付されていないが、第 13 図と同じような傾向にあり、400 MHz 1 波の受信データがほぼ RMS で 0.3 n.m. になるという点の確認ができるものと考えてよいだろう。

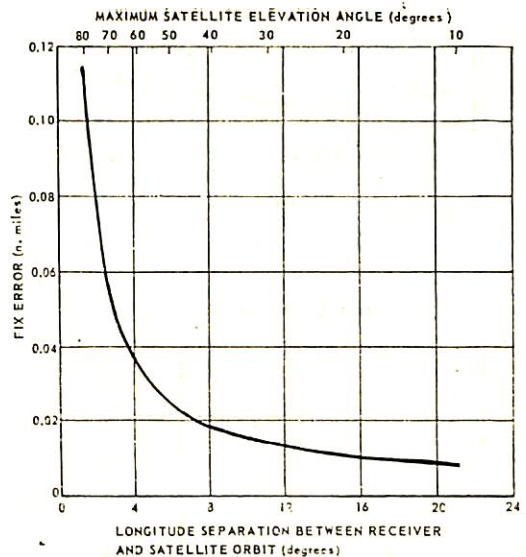
7. 測位誤差の原因

以上に紹介した NNSS の測位誤差の原因として考えられているものはつぎのとおりである。

- (1) 衛星および利用者の機器に関するもの
- (2) 電波伝搬上で生ずるもの
- (3) 利用者空中線の高さの推定値の誤り
- (4) 衛星軌道の予報値の誤差
- (5) 利用者が航走中のときの針路、速力値の誤差

まず、第一の機器の性能に関するものであるが、これにはいくつかの要素がある。衛星上の発振器と利用者受信機内の局部発振器の周波数偏移については、両者の差は前述したとおり計算上の未知数として処理されるので、問題になるのはドブラカウントを行なっている時間、すなわち衛星が利用者の上空を通過している十数分間の偏移である。これは十分小さくおさえるようになっているので、特に問題となるような大きさの誤差とはならない。つぎに報時信号のタイミング誤差によるものであるが、これはその精度が数十 μ s におさえられているので、せいぜい数十 cm 以下の誤差の原因となるにすぎない。3 番目の問題としては衛星からの電波を受信するときに利用者用受信機で生ずる雑音誤差でこれにはまたいろいろな要因がある。この点を同じ場所に 2 台の受信機を置いての長期の比較試験 (1965 年) の結果では衛星が仰角 $15^{\circ} \sim 75^{\circ}$ で上空を通過したとき標準偏差 13.3 m が得られたことが報告されている²⁰⁾。

電波伝搬上の問題は、電離層屈折に関する部分はおおむね 2 周波数を使用することでその大部分を除くことができる。対流圏屈折の影響はこの方法では除くことができないが、この値は比較的小さく普通の気象状態で、衛星が水平線以上 10° 以上にあるときは誤差 30 m 程度である。なおこの誤差も気象条件をもとに電波経路を想定し補正を行えば、数 m 程度まで減少できる。衛星がより水平線に近いときあるいは前線の中を電波が通過してくるときには 50 m 以上の誤差を生ずることがあるがそのような機会は少ない。電離層屈折誤差の 2 周波数

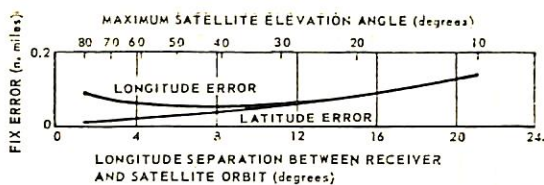


第 15 図 空中線高の誤差が 100 ft ごとに生ずる位置決定誤差

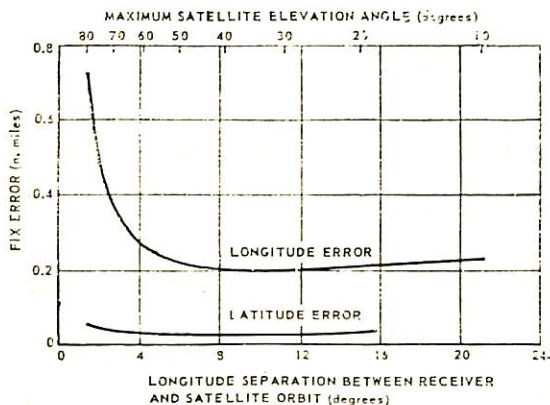
による補正後の残差は 10 m 程度であるが、太陽活動がはげしい時期などでは 50~100 m になることもあると推定されている。400 MHz 帯のみを使った場合は前述のように船位決定誤差はほぼ 0.3 n.m. 以内であるが、太陽活動のはげしいときには 0.5 海里位までの誤差はかくごする必要がある。

船位決定計算は地球の形を基準楕円として行なわれ、この楕円面からの変化の大きさは利用者空中線高として補正される。このほか、地球重力場の不均一による地球海面の凹凸 (±数十 m 以内) を考えに入れる必要があり、これはその局地的な値を図で調べて手で計算機に入力するか、あるいは極めて複雑な計算式で計算が行なわれるが、場合によつてはその値を 0 と置くこともある。総合的な空中線高が船位決定に及ぼす影響を示したのが第 15 図であり、衛星軌道の最大仰角が大きいくほど (衛星が天頂近くを通るほど) 大きくなるが、致命的なほどの大きさではない。

刻々の衛星位置すなわち衛星の軌道は前述したように向う半日分が予測され、衛星の記憶装置に蓄えられ、衛星から放送される。この予測値の誤差はほぼ同程度の船位決定誤差としてあらわれるので軌道予測の精度がこのシステムではきわめて重要となる。予測をくわす原因は地球重力場の正確な知識の欠乏と高度 1,000 km 付近に不規則に残留している大気の抵抗によつて衛星の速度が減速されることである。前述した各種の誤差はそれぞれ最大値はともかくとして、それらを合計しても理想的な実験状態の場合は 20 m 位までにおさえられるようである。このときなお 100 m 程度の位置決定誤差の標準偏



第16図 東西方向の1ノットの誤差から生ずる船位決定誤差



第17図 南北方向の1ノットの誤差から生ずる船位決定誤差

差が得られた例があり、その大部分が軌道予測の誤差であると考えられている。しかしその予測値も年々向上することが期待されている。

以上は固定地点で位置を求める場合について論じたが船が航行しているときに計算に入れる。船の動きに誤差があるとこれが船位決定誤差に影響を与える船の動きを東西および南北の両成分に分けてそれぞれ1ノットの速力誤差が船位決定誤差に及ぼす値を示したのが第16図と第17図である。これらの図から速力誤差1ノットごとに対して大きいときは0.35 n.m.の位置誤差があり、南北方向の速力誤差が経度誤差として大きく表われることがわかる。

8. 航法の自動化と NNSS 利用の将来方向

電子航法研究所などの研究仲間の間では航行衛星の航法への利用は、はじめにも触れたようにかなり以前より実用上興味をもって研究が進められてきたが、一般に注目されるようになってきたのは超自動化船の研究がその大きな契機である。そこで、航法の自動化へのNNSSの役割などについての見解とともに若干の将来の見通しを述べてこの稿を終りたい。

船の航法、以下航海と呼ぶことにするが、とは船を出発点から目的地まで安全かつ経済的に航行させるための

術であり、船をどちらに向けてどの速力で航行させればよいかを決定することである。そしてその根本となるのが船がいま何処に居るかということを見出すことすなわち、船位決定である。この場合、航海する海域が、港内、狭水道、沿岸外洋などその方法がかなり異なるけれども、最近の航海の自動化の対象となつているのは主として外洋航行についてである。そもそも自動化の目的は人力をできるだけ省くということと、人が行なうよりもより確実に早くという2点をその主対象としていることはいうまでもないが、外洋航行の場合の航海作業においては、船位を見出す場合に、天測またはいわゆる電波航法を使うのが従来の方法であつた。天測では六分儀とクロノメータを用いてデータを集めること、そしてそれを天測暦などを併用して計算をすることが航海者の作業であり、少なくとも船位を求めるまでに十数分を要するといわれている。この天測を自動化することも勿論可能である。計算を電子計算機で行なう方法についての研究もあり、またその一部は星光丸でもすでに実施されている。視測もアメリカの軍用として開発された電波六分儀 (radio sextant) があり、太陽、月または強力な電波を発する電波星を自動的に追尾して、その仰角と方位角を求めることができる。更に光学的な星の自動追跡装置も開発され、船で使用するという提案もあるが、主として高空を飛ぶ軍用ジェット機で実験が行なわれている。天測は天体が「ある」という条件とそれが「見える」という条件を満たす必要があり、「見える」ということは光学的には天候に左右されるが、電波を使えばその制限はほとんどない。しかし「ある」という条件を1日24時間完全に満足することは達成されないし、かつ電波六分儀などという機械は船に人工の水平台を必要とするためかなり高価になる。結論的には天測は全世界性はあるが全天候性に難点がある。

ロランなどの電波航法システムは、全天候性という特長はほぼ備えていると考えてよいが、その有効範囲は北半球の海域の1/2~1/3、南半球はほとんど零に等しく、全世界性を有していない。電波航法では受信機による測定結果を海図上の船位に移すには人力によるプロット、若干の計算や表の利用が必要となる。これらの人力は自動受信機の開発や電子計算機の利用などによつて自動化が進められているが、この場合も全世界性の達成とは無関係である。

このように、航海者の省力化およびより精高の高い航海を行なうには全世界性と全天候性を併せもつ自動化が可能で船位測定システムを必要とすることになる。そしてその答案として、現在航行衛星と超長波利用のオメガ

システムとの2つが用意される。オメガについてはすでに本誌でも論じられているし、また次の機会に筆者も触れて見たいと考えているが、何れにしても全世界性の実現は1973年以降である。従つて、現在得られる唯一の解法は NNSS の利用であるということができよう。

航法の一つに推測航法がある。これはある起点をもとにして、刻々の船位を求めて行くもので、普通の船ではコンパスで求めた針路とログで求めた速力を使つて航海者が海図上の作図で行なうという簡単な方法がとられる。この場合、海潮流による船のドリフトやコンパスとログの指示の誤差によつて船位誤差が次第に累積して行くのが普通である。これらの誤差を少なくする科学的方法として前にも触れたドブラソナーのほか、慣性航法装置なども開発されているが、後者は当分は軍用の域を出ないだろう。推測航法の自動化は、ドブラソナーのほか、コンパス（主としてジャイロコンパス）とログからのデータを直接に電子計算機に取り入れて、船位を緯度、経度の値で刻々更新しを行く、自動推測航法計算の方法がすでに開発され星光丸でも実験され、また単独のアナログまたはデジタルの推測航法研算機という装置も出現している。コンパスとログのデータの取込みおよびある程度のその指示の平均化などに若干の技術的な工夫が必要であるが、致命的な困難さは少なく、また海潮流や風圧の補正方法なども考慮が可能である。しかし、ときどき船位を別の手段で校正することが必要となる。

こうして、ドブラソナーや推測航法では間欠的な船位測定を必要とする半面、NNSS では、その測位のために前述のように、推測位置と針路速力などの船の運きのデータを必要とする。従つて、これらは互に相補的な関係をもっていることはいうまでもない。これら両者の間のデータのやりとりは勿論航海者が行なつて、NNSS の船位計算のときに推測位置や針路、速力をデータタイプライタで入力し、また船位計算の結果をこんどは人が直接ソナーや推測位置の更新に利用してもよい。

これらの結びつきを自動化することもまた可能で、特に NNSS の受信装置の計算機は毎日20回程度ごとに十数分以内使用されるにすぎないのでそのあきの時間を推測航法などの計算に利用しようという便もある（前述の QE-2 がその事例）。NNSS の相手をドブラソナーにするか、普通の推測航法にするかは要求精度などによることになるが、前者がより高精度である半面、水深が深いと使用不能になる欠点がある。しかし、この組み合わせは、前述した砕氷タンカー「マンハッタン号」の例に見るごとくで、今日、海洋調査船などで使用される最も精度の良い総合航法装置であるといわれている。更に、

これら船位推定と船位測定の両装置の組合わせのほか、航路の設定、衝突防止、座礁防止などのサブシステムを組合わせて行くとより総合された自動航法システムが完成されて行くことになる。

ここでは、オメガと NNSS との比較については触れなかつた。それらを比較するにはなおデータが不足であり、将来の問題と思われる。若干の私見については別のところで述べているので参照されたい²¹⁾

9. む す び

以上、NNSS について紹介をしてきたが、測位データについての例をやや詳しく紹介したのは、NNSS が現状では必ずしも万能でなく、不良測位データがまざり込む可能性があることを知つて頂きたいためであつた。今後、NNSS の利用をより普及するためには、より安価な受信装置を開発するとともに、不良データの排除などソフトウェア的な研究を進める必要があるものと思われる。これらについて、われわれもこれらの問題点について一層の研究を進めて行きたいと考えている次第である。

参 考 文 献

- 1) 岡本正彦：航海衛星早わかり，船舶，昭和39年4月号
- 2) 巻島 勉：人工衛星による航法，船舶，昭和39年4月号
- 3) 庄司和民：トランシット航海衛星方式について，船舶，昭和39年4月号
- 4) 木村小一：航海衛星トランシットとその船上装置について，船舶，昭和39年8月号
- 5) 貞田陸生：航海衛星に関するレーザの応用，船舶，昭和39年9月号
- 6) 民間用航海衛星の計画と提案，船舶，昭和39年12月号（筆者は船舶編集室となつているが木村が執筆）
- 7) 藤田，伊藤，田中，木村：海軍航行衛星システム（NNSS）による位置測定について，電子航法研究所第2回研究発表会（昭和45年11月）
- 8) 木村小一：Navy Navigation Satellite System による位置測定実験について，日本航海学会誌第44号（昭和46年）
- 9) 木村小一：アメリカ海軍の航行衛星システムとその利用，日本造船学会誌，第437号（昭和45年1月）
- 10) 木村小一：人工衛星を利用した航法とその将来，日本船用機関学会誌第5巻第10号，昭和45年10月

- 11) Capt. W.E. Warwick: The System Aboard Queen Elizabeth II (Experience with Satellites for Navigation at Sea 中の1論文), Jour. of Inst. of Navigation, 23 [4] p. 456 (1970)
- 12) Capt. R. Maybourn: Satellites for Offshore Exploration. (同上), Jour. of Inst. of Navigation, 23 [4] p. 466 (1970)
- 13) M. Taiwani: Navigation at Sea by Satellite, Jour. of Geophysical Research, 71 [24] p. 5891 (1966).
- 14) F.R. Paulsen, Navy Navigation Satellite System, NASA. CR-612.
- 15) E.C. Boffington 他: Practical Experience with Satellite Navigation aboard USNS Charles H. Davis (T-Agor 5), NAVIGATION, 17 [1], p. 52 (1970)
- 16) R.B. Kershner: The U.S. Navy Navigation Satellite System 1st United Nation Conference on the Exploration and Peaceful Uses of Outer Space No. III. 5 (1968)
- 17) T.A. Stansell, Jr: Using the Navy Navigation Satellite System, NAVIGATION, 17 [2] (1970)
- 18) T.A. Stansell, Jr: An Integrated Geophysical Navigation System Using Satellite-Derived Position Fixes, Offshore Technology Conf. Preprints, II, May 18~21, 1969
- 19) 津留勇(他): NNSS 用受信機, 東芝レビュー, [26] 2, (1971)
- 20) R.R. Newton: The Navy Navigation Satellite System, Space Research VII, North-Holland Pub. Co.
- 21) 木村小一: 航海の自動化とその問題点, 造船工業, [2] 3, (1971-1)

天然社編 船舶の写真と要目 第18集 (1970年版)

昭和45年11月刊行 B5判上製函入 310頁 定価2,500円(〒150)

第17集以後—昭和44年8月~45年7月における2,000トン以上の新造船242隻を収録、この1年における主たる新造船の全貌が詳細な要目をもつて明かにされた本集は、かならず、船舶関係の技術者はもちろん、一般愛好者にとつても貴重な資料であることを疑わない。

国内船

〔旅客船〕 にほん丸

〔貨物船〕 せんとろーれん丸、大晏丸、錦光丸、栄光丸、伏見丸、和昭丸、若戸丸、明輪丸、天寿丸、いんぐらんど丸、長野丸、ぼはま丸、べねずえら丸、どみにか丸、協天丸、山重丸、きやらそー丸、こりんと丸、くりすとばる丸、さまらん丸、林屋丸、金泰丸、宮鶴丸、文安丸、三朝丸、加茂丸、三貴丸、一山田丸、三池丸、東祥丸、江誠丸、旭光丸、第三十八旭丸、隆晴丸、弥栄丸、健海丸、雄昌丸、志満丸、雄滝丸、雄福丸、広豊丸、廣取丸、真洋丸、珠照丸、太平丸、うみやま丸、八重春丸、大島丸、丸井丸、秋吉丸、第一赤丸、第一賀茂丸、正洋丸、鳳隆丸、生田丸、清安丸、徳光丸、勝洋丸、天昭丸、協華丸、清亜丸、山富丸、泰伸丸、神戸丸、大洋丸、大寿丸、信秀丸、聖秀丸、功洋丸、紀邦丸、洋幸丸、美小丸、永京丸、松置丸、交和丸

〔油槽船〕 慶洋丸、寿光丸、海燕丸、山菱丸、日藍丸、鈴鹿丸、菊和丸、友陽丸

〔散積貨物船〕 八千代山丸、和昭丸、加古川丸、水戸丸、新田丸、豊穀丸、玄界丸、にちりん丸、陸奥丸、愛光丸、細島丸、鯨丸、文光丸、黄光丸、白洋丸、天洋丸、みかど丸、鴻洋丸、天寿丸

〔特殊貨物船〕 万寿丸、ジャポン・マダノリア、きえふ丸、第五ブリヂストン丸、春日井丸、おーすとらりあ丸、箱崎丸、南昭丸、東豪丸、第七とよた丸、神奈川丸、日産丸、ひじり丸、ごうるでんあろ丸、第十とよた丸、第六とよた丸、がんじす丸、若杉山丸、おーすとらりあん しいろうだあ、ぼしい丸、雄昭丸、若浦丸、神通丸、千早丸、江海丸、すずかぜ丸、永星丸、樽前山丸、きぬうら丸

〔特殊船〕 すずらん丸、十勝丸、日高丸、渡島丸、フェリーゴールド、六甲丸、こんびら

輸出船

〔貨物船〕 NAUTILUS, SINGAPORE TRIUMPH, HAI KING, HAI WEI, S.A. VERGELEGEN, UNION SUNRISE, YGUAZU, VAN UNION, KHIAN SEA, KOREAN TRADER, PURPLE DOLPHIN, CENTRAL MARINER, ALLIED ENTERPRISE, LUNG YUNG, MANO No. 3, TSEN HSING, TAIHO, DAWN RAY, DON AMBROSIO, EASTERN HONOUR, ST. ISIDRO, DONA MARCELINA, CENTRAL CRUISER, SHINY RIVER

〔油槽船〕 PORT HAWKESBURY, ARDSHIEL, BOXFORD, MOBIL PEGASUS, JAMES O'BRIEN, AL FUNTAS, MYTILUS, MYSLIA, MELO, KING ALEXANDER THE GREAT, AQUARIUS, ANDROS STAR, ANDROS APOLLON, ANROS TEXAS, GOLAR PATRICIA, ENERGY RESOURCE, OLYMPIC ADVENTURE, OLYMPIC ARROW, ELENA, HSIEN YUAN, AEGEAN CENTAUR, MOBILITA, AMOCO SAVANNAH, MESSINIACHI AIGLI, STAWANDA, EESO INTERAMERICA

〔散積貨物船〕 UNIVERSE AZTEC, PHOSPHORE CONVEYOR, T. AKASAKA, BLESSING, RIRUCCIA, KONKAR RESOLUTE, IVAN TOPIC, EASTERN MERIT, MAISTROS, CINDY, LARRY L, ATLANTIC HELMSMAN, MARY S, ATLANTIC CHARITY, MARY-LISA, SILVER ZEPHYR, AGIOS NIKOLAOS II, WOERMANN UBANGI, WORLD VIRTUE, WORLD PRIDE, WORLD CHAMPION, FIFTH AVENUE, SAMUEL S, DONA HORTENCIA, EDELWEISS, CARYATIS, FEDERAL MACKENZIE, VAN ENTERPRISE, ADAMS, COSMOS ELTANIN, EVER SUCCESS

〔特殊貨物船〕 POLYSAGA, SAN JUAN VENTURER, SAN JUAN VANGUARD, DOCKERIVER, DOCEBAY, SPEY BRIDGE, JARAMA, DOCEMAR, DOCEVALE, HOEGH RAINBOW, ACADIA FOREST, MARY ANN, TORNADO, MATTHEW FLINDERS, AUSTRALIAN, ENTERPRISE, KAREN, SAMMI No. 1, PACIFIC LOGGER, GRAND NAVIGATOR, EASTERN ACE, MATINA, AOTEAROA

東京大学船舶航海性能試験水槽の概要

藤野正隆
東京大学

はじめに

近年、船舶は急速に巨大化あるいは高速化し、それにともなつて荒海中の耐航性能や操縦性能等が、安全性の見地からも、また運航経済の面からも、ますます重視されるようになってきた。また船舶に関するのみならず、海洋開発に関連して海洋機器の耐航性能の研究の必要性も高まりつつある。このような時代の要請にこたえるものとして、東京大学では従来の船型試験水槽とは異質な、新しい種類の試験水槽を計画していたが、幸い昭和43、44年の兩年度にわたり、その建設が認められ、東京大学生産技術研究所千葉実験所（千葉県千葉市弥生町1）内に「船舶航海性能試験水槽」を建設した。

この試験水槽の特徴は、従来の細長い船型試験水槽と異なり、船の航海性能全般の試験を主目的としているため、第1図に示したように長さ50m、幅30mの長方形の水槽が主体で、その水面全域に波を起しうるようにしてあり、さらにその上にスパン30.425mの主曳航電車を水槽の長手方向に走らせ、かつその主曳航電車上で横方向に追跡電車を走らせて、模型船が水槽水面上をどのように運動しても、追跡電車があたかもXYレコー

ダーのように、常に模型船の真上にいるようにすることができることである。

このようにしておけば、屋内に設けられた限られた大きさの水槽で、比較的小さな模型船を使用しても、動力用電源とか計測機器等を模型船に積まずに、各種の実験が行なえるという利点がある。

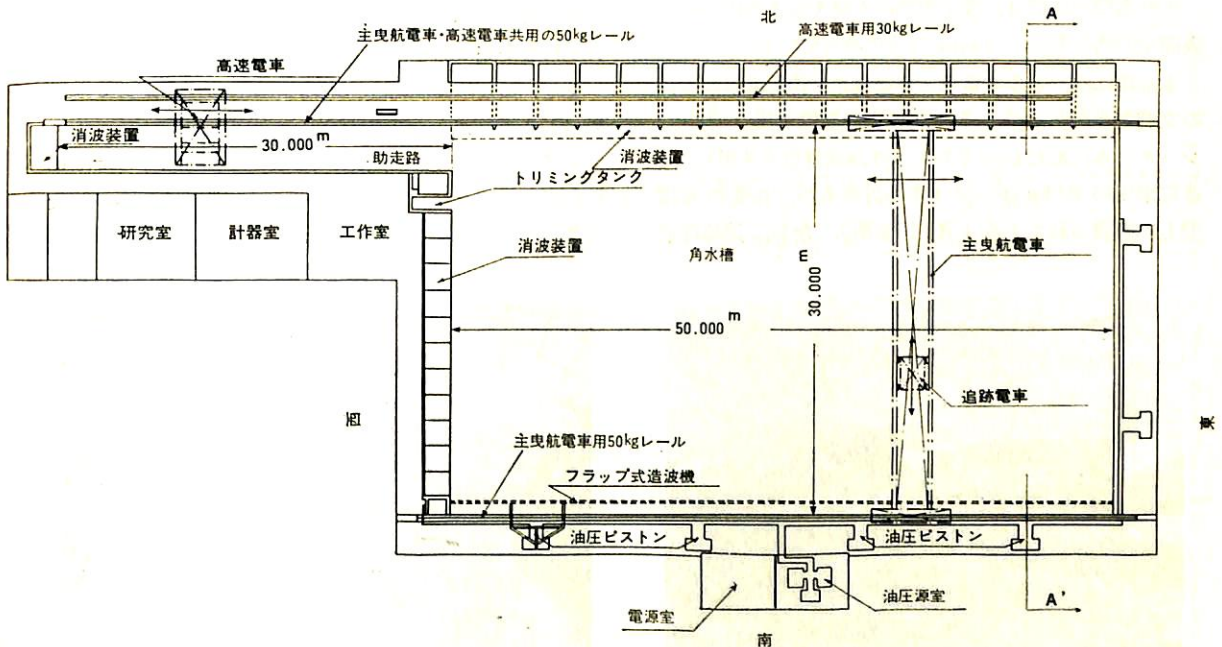
さらに、追跡電車に模型船を拘束して、波の進行方向に対し斜めに走らせることができるので、斜波中を航走する船体に加わる波浪外力等を計測することも可能である。もちろん模型船を拘束せず、自航させて向波や追波さらに斜波中での操縦性能や耐航性能の試験ができることはいうまでもない。

このように、四角な水槽に2つの電車を組合せて、静水中や波浪中の耐航性・操縦性の試験を行なうことを目的とした水槽は、世界でもはじめてであろう。

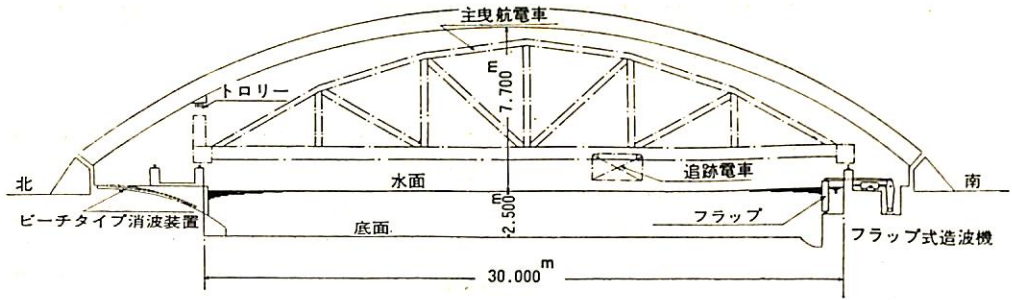
以下、水槽の施設および設備等について、順を追つて、その概略を紹介しよう。

水槽の一般配置

長さ50m、幅30m、深さ2.5mの角水槽部の北西側の隅に、長さ30m、幅3.5m、深さ2.5mの助走路を



第1図 水槽の全体装置図



第2図 角水槽部の横断面図

接合した形の水槽で、研究室・計器室・工作室・電源室・油圧源室とともに完全に上屋で覆われた屋内水槽である(第1,2図参照)。角水槽部の南側には、50 m 1体のフラップ式造波板があり、これを4台の油圧シリンダーで駆動して波を起す。したがって北側には、南側で起した波の反射を防ぐ、ビーチタイプ消波装置を設けている。なお東側の30 m 側にも将来、造波装置を増設することを予想して、そのときに必要な配管用等のピットが掘っており、また西側も30 mの1部(トリミングタンク用のスペース)を除いて、ビーチタイプ消波装置を設けている。ただし、現状では南側50 mの造波板しかないで、この造波機で波を起すときには、西側の消波装置はかえって邪魔になるので、ビーチの前面を鉄製の扉にて蓋をし、波が乱されるのを防いでいる。

また水槽の底面は、浅水実験にも使えるように、その表面を凹凸を最大±2 mm程度に押えている。

本水槽には、主曳航電車・高速電車・追跡電車の3台の曳航電車があるが、そのうち主曳航電車用の50 kg レール2本(ただし、うち1本は高速電車と共用)、高速電車用の30 kg レール1本の計3本が、南北の水槽壁上に敷設されている(第1図参照)。なお、追跡電車

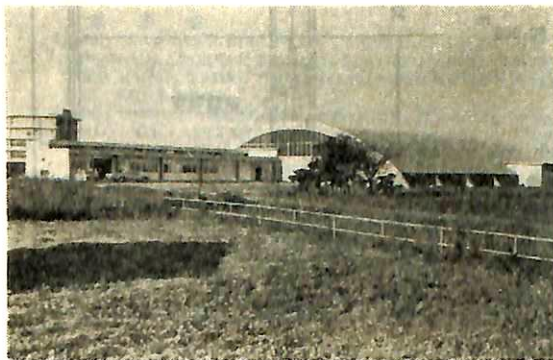
用のレールとしては、30 kg レール2本が主曳航電車上にしかれている。

第2図に水槽と建屋の横断面を示したが、建屋の形は軽量トラス構造による、ほぼ円弧に近い形状をしている。屋根の外張りには硬質耐蝕アルミニウム板を用いており、その内側には厚さ50 mmの木毛板を断熱材として張っている(第3図参照)。

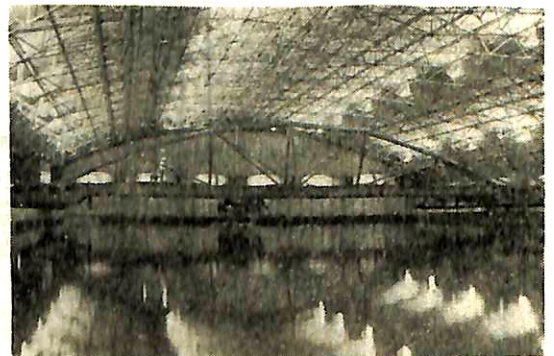
角水槽の照明には、水面での反射がないよう、すべて間接照明方式を採用しており、その光源としては水槽周囲の歩廊の部分に蛍光灯としたほかは、水銀灯(400 W)40個を4列、天井に配置している(第4図参照)。

北側天井には5本の剛体トリローを設けており、主曳航電車と高速電車はそれぞれのパンタグラフによつて、そのトリローより電力の供給を受けている。すなわち5本のうち3本が三相220 V、残り2本が单相100 Vのいずれも交流である。

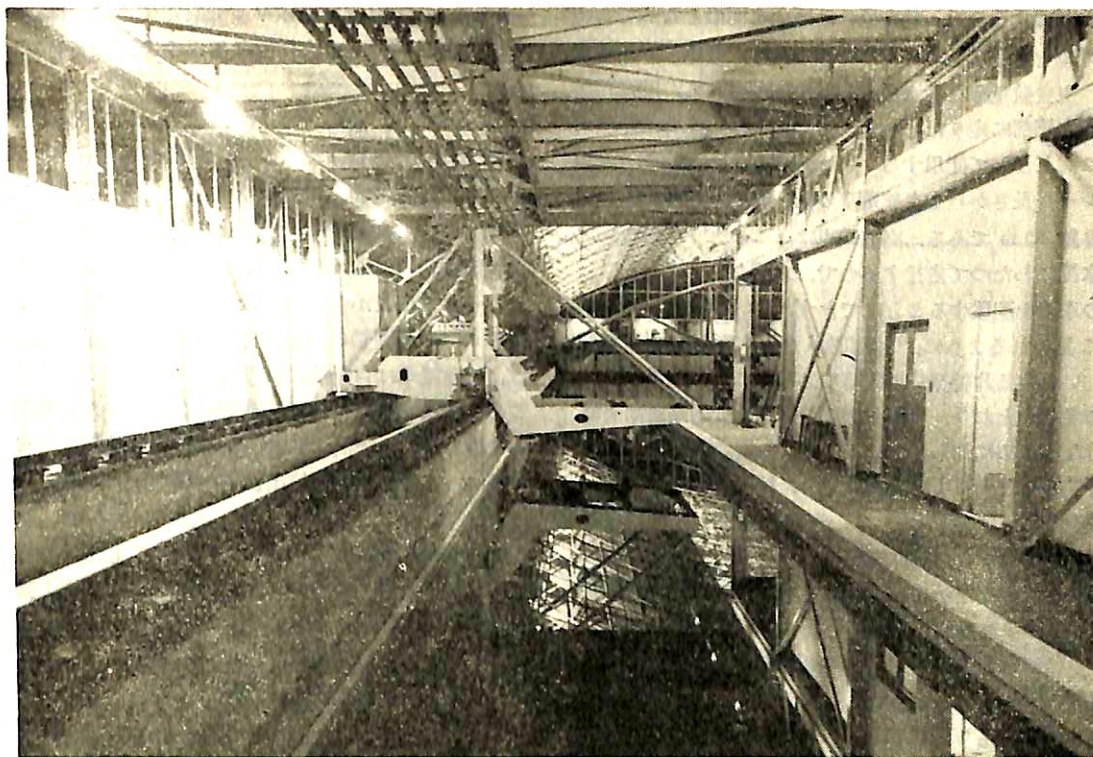
また、角水槽西側には、模型船の実験状態を合わせるためのトリミングタンクを設けており、ふだんはこのトリミングタンクの入口は蓋をされて、角水槽部との縁は切られている。なお、本水槽で使用する模型船の標準的な大きさは、 L_{pp} で2.0~2.5 mである。



第3図 水槽建屋の外観



第4図 水槽の内部(主曳航電車が見える)



第5図 高速電車の外観(助走路西端から見たところ)

第1表 各電車の主要目と概略の性能

		主 曳 航 電 車	追 跡 電 車	高 速 電 車
電 車 本 体	全 長 (m)	8.050	2.950	3.700
	全 幅 (m)	31.684	2.798	5.519
	全 高 (m)	6.209	1.645	3.900
	水面からの高さ (m)	主桁下面まで 1.700	計測床まで 0.600	計測床まで 0.850
	全 重 量	37.6	1.2	4.8
電 車 駆 動 部 お よ び 性 能	駆 動 電 動 機 (いずれも直流)	9.0 KW, 300 RPM 4台	1.1 KW, 1150 RPM 2台	3.7 KW, 1150 RPM 2台 減速機付
	駆 動 輪	直径 600 mm, 4 輪	直径 150 mm, 4 輪	直径 350 mm, 2 輪 直径 250 mm, 2 輪
	車 輪 軸 間 隔 (m)	5.000	2.190	3.100
	減 速 比	1 段減速 21/110	1 段減速 22/110	1 段減速
	レールスパン (m)	30.425	2.600	2.000
	速 度 範 囲 (m/sec)	0.09~1.80	0.09~1.80	0.25~5.00
	加 減 速 度 範 囲	0.02~0.06g*	0.02~0.08g	0.02~0.08g
	速 度 制 御	SCR 静止レオナード 定速度アナログ制御	左に同じ	左に同じ

*g: 動の加速度

曳 航 電 車

曳航電車として、主曳航電車・高速電車・追跡電車の計3台が、本水槽にあることはすでに述べたとおりであ

る。それぞれの電車の進行方向を第1図の中に矢印で示しておいた。主曳航電車は角水槽の長手方向に50m、追跡電車は主曳航電車上を約28m、それぞれ走行する

ことができるので、角水槽のほぼ全水面のどこへでも追跡電車を移動させることができるわけである。高速電車は、主曳航電車を角水槽東側隅一杯に寄せて、助走路から角水槽部に走りだしたり、逆に角水槽から助走路に走りこんだりして使用する。したがって走行距離は、80 m のレール長さから主曳航電車の長さ約 8 m を差引いた残り約 72 m である。高速電車は、このように幅の異なる水槽にわたって走行するので、水槽をまたぐように、その車輪を配置することはできず、第1図あるいは第5図に見られるように、計測部が水槽水面上に張りだした、いわゆる片持梁式の電車である。この高速電車は、その名前のとおり、平水中や波浪中の比較的高速な実験を行なうために作られた。

各電車の主要目と概略の性能を、第1表にまとめた。

高速電車については、ごく普通に見受ける曳航電車と、その目的および操作方法等は同じであるので、特に説明する必要はなからう。そこで主曳航電車と追跡電車について、少し詳しくお話ししよう。

主曳航電車と追跡電車を同時に運転すると、次のような運転方式をとることができる。

(i) 斜行運転

両電車を完全に切離して操作することができるのは勿論で、たとえば主曳航電車のみを運転したり、あるいは追跡電車のみを運転することができる。さらに両電車を、それぞれ決った速度で同時に運転することもできる。このような場合、追跡電車は水槽に対して、ある斜めの方向に進むことになる。したがって、この運転方式を用いれば、造波板によつて起された波の進行方向に対して、模型船を斜めに曳航して、斜波中での運動や波浪外力を計測することができる。ただし、実際上は斜めの方向と速度の大小に応じて、両電車の速度を別々に設定するのは面倒であるので、 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の間を 15° おきに等分した角度については、希望斜行角とその方向の走

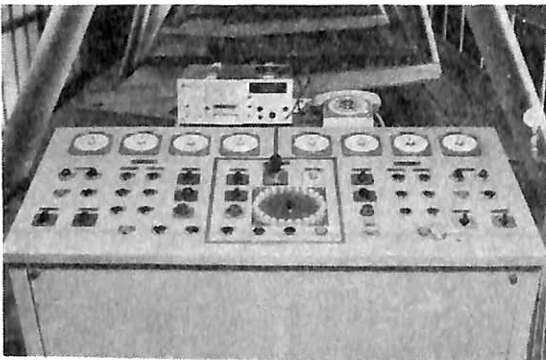
行速度を、それぞれダイヤルで設定することにより、簡単に斜め走行することができるように工夫されている。

(ii) 自動追跡運転

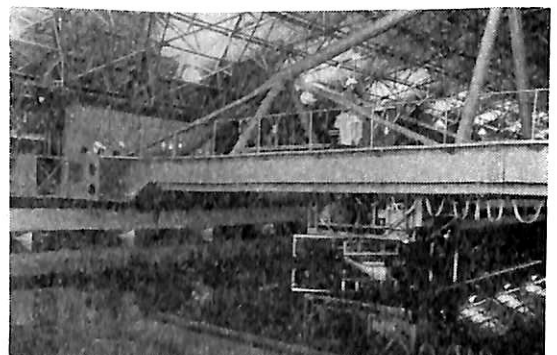
主曳航電車と追跡電車とに、それぞれの走行速度を決める適当な外部指令を入れて、両電車を動作させることにより、追跡電車を角水槽水面上を自由に運転することができる。したがって、水面上を航走する模型船の位置を、追跡電車上に決めた固定点からの変位として検出し、その変位量が常に零になるように、すなわち、追跡電車が常に模型船の真上にくるように自動的に制御すれば、追跡電車は自動的に模型船を追跡することとなる。このような目的のために、摩擦の非常に少ない機構を用いて船の運動を検出する受動型運動検出装置と、サーボ機構による能動型運動検出装置を製作した(詳しくは文末に掲げた参考文献を見られたい)。ところで、このような自動追跡運転が、どのような場合でも完全に実行されるかという点、必ずしもそうではない。第1表からも明らかなように、主曳航電車は30トンを越す重い構造物であるので、波浪中を模型船が運動するときのような、周期の短い運動に完全に追従させることは、まず不可能といつてよい。したがって、ここに述べた追跡運転は静水中での操縦性を試験するときのような、運動の周波数が低い場合を想定している。

(iii) 手動運転

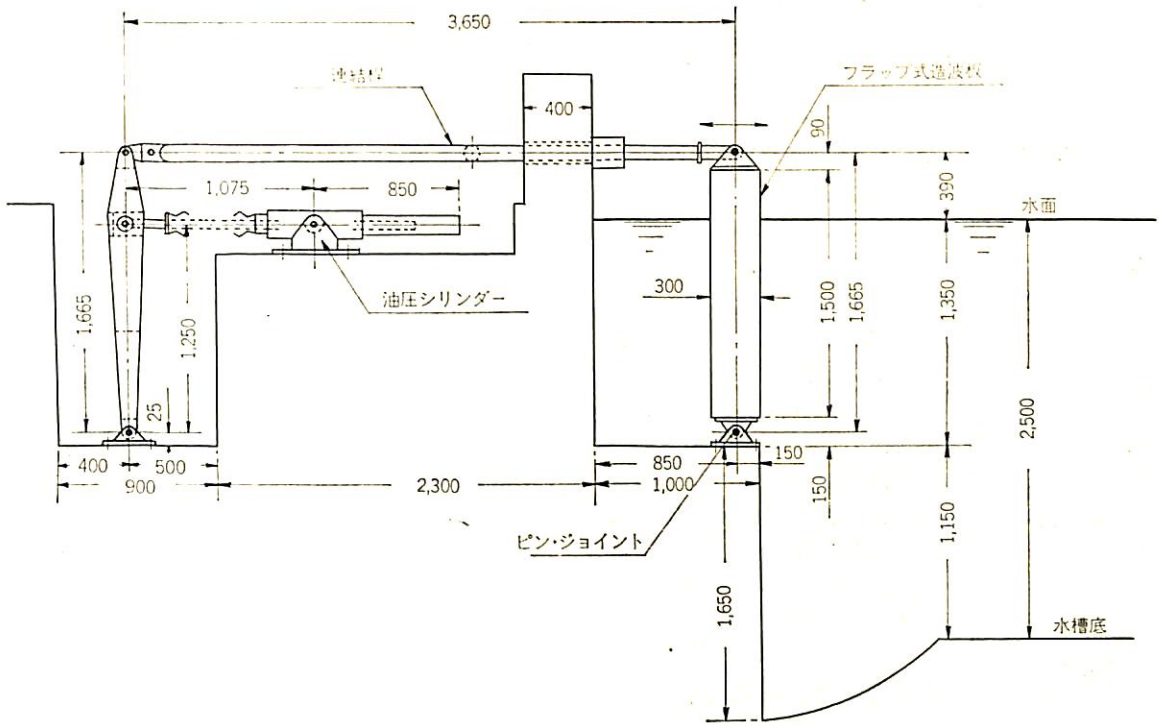
(ii)の自動追跡運転では、追跡電車に対する模型船の位置を、検出装置によつて電氣的に取り出し、両電車を運転する速度指令信号としてこれを用いていたのであるが、これと類似の動作を手動でも行なうことができる。このような目的のために追跡電車上に操縦桿を設けた。これは2組のジンバルを組合せたもので、それぞれのジンバルの軸には、両電車への速度指令信号を作り出すポテンシオメーターがついている。したがって、この操縦桿をある方向に倒すと、それに応じて2個のポテン



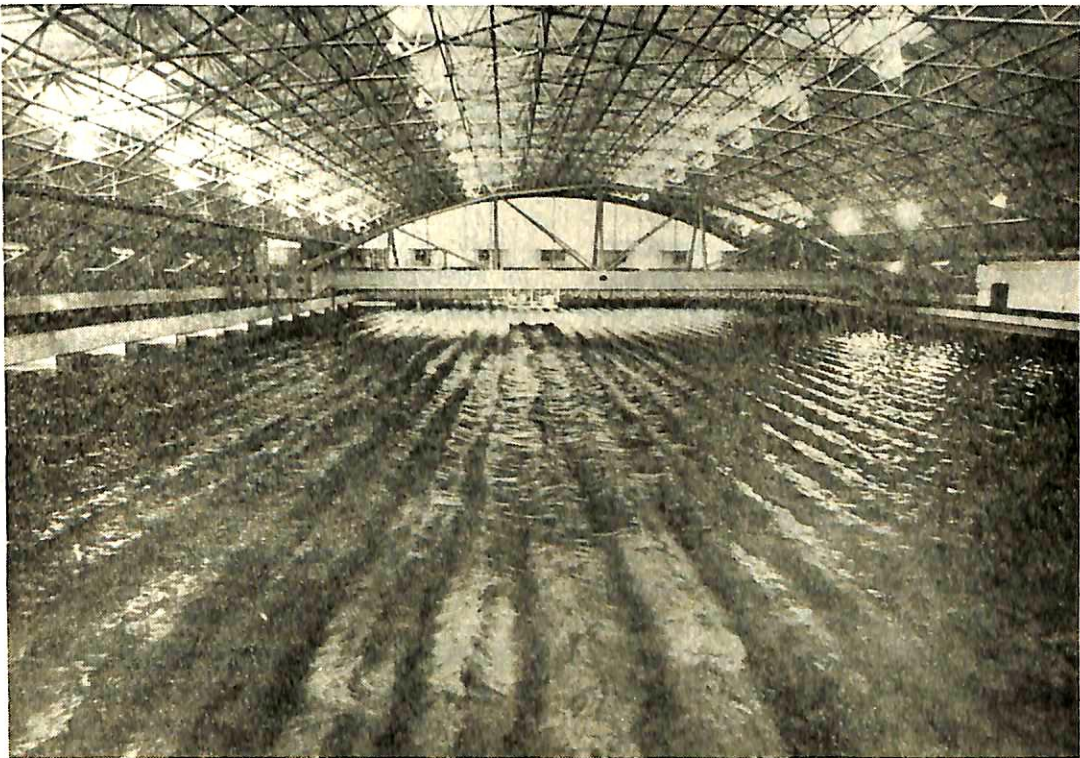
第6図 主曳航電車の操作盤



第7図 追跡電車の外観



第8図 造波装置の横断面



第9図 造波の一例

ジョメーターの軸がまわり、それが両電車の速度を決定する電圧を発生する。これを操作信号として用いれば、主曳航電車および追跡電車は、その指令どおりの速度で動き、結果として操縦桿を倒した方向に追跡電車が、水面上を移動することになる。この手動運転によれば、(ii)の自動追跡運転ほど精密な追跡でなければ、追跡運転を行なうこともでき、さらに追跡電車を勝手な場所に移動させるのが、非常に手軽に行なえる。

このような自動追跡運転や手動運転においては、主曳航電車および追跡電車は始終、往復運動しているので、通常の SCR 静止レオナード制御方式では折返しに時間がかかり(数秒のオーダーではあるが)、追跡に遅れが出る。そこで、電車の進行方向を正負に区別して、それぞれの進行方向に対して全く同じ機能をもつ SCR 装置を用いて別個に常時制御しておき、折返し時には瞬時に SCR 装置を切換えて、時間的な遅れを極力、少なくするようにしている。このため主曳航電車・追跡電車とも、普通の曳航電車よりも倍の制御装置を持つていることになる。

上に述べた3種の運転方式のうち、いずれを用いるかは、主曳航電車上に設けられた操作盤(第6図)上の運転方式切換スイッチの切換によつて、選択することができる。

第7図には、追跡電車の外観を示したが、ご覧のように、その大きさはできるだけ小さくして、走行距離をなるべく長くとるように工夫している。なお、追跡電車の計測床の約半分の面積を占める部分には、内径 1.200 m の円形計測レールを敷いており、たとえば斜行するときの船首方位を簡単に換えられるようになっている。

第1表について、もう少し補足すると、主曳航電車と追跡電車の駆動電動機の容量は、この程度の速度範囲と加減速範囲に対してはかなり余裕のある数値となつているが、それは両電車が、上に述べたように往復運動する運転法で運転されることを考慮して決められたからである。

造波装置

長さ 50 m のフラップ式造波装置を角水槽南側に設置したことは、前にも述べた。フラップ式造波装置というのは、造波板の下端をピン・ジョイントで水槽底に固定し、上端を周期的に前後運動させて波を作る装置である。本水槽では、造波板の駆動源としては油圧を用いている。この造波板の寸法は、長さ 50 m、厚さ 0.3 m、深さ 1.50 m で、鋼板による完全なボックス構造である。

4台の油圧シリンダーを、それぞれ連結桿を介して造波板に対し均等に配置している。この油圧シリンダーの推力は各々3トンで、これらシリンダーは 120 KW の油圧源によつて駆動される(第8図)。

最も頻繁に使われる波形は正弦波であるが、この場合の使用される波の周期は 0.6~3.0 秒位までであり、波高は最大 35 cm まで任意に変えられる。造波の1例を第9図に示した。また規則的な正弦波以外にも、外部から適当な波形信号を造波制御盤に入れてやれば、その信号どおりに造波板を動かすことができる。したがつて実際の海上に見られるような、いわゆる不規則波を起すこともできる。ただし、波の進行方向は一定で、海上の波が色々の方向から伝播してくる波の合成の結果であるのとは異なる。

また本水槽では水槽の東側に反射板があり、任意の角度に設定することができる。この反射板にて、造波された波の進行方向を変えて、造波装置で起された波と重合せると、いわゆる三角波に似た性質をもつ波を作ることができるように工夫されている。

また不規則波のほかにも、波の周波数を直線的に掃引して、トランジェント波を発生させることも可能である。

上述のように普通の使用状態では波の方向は一方であるが、すでにお話ししたように主曳航電車と追跡電車をそれぞれ勝手な速度で走らせれば、結果的には波の方向に斜めに、追跡電車を走行(斜行運転)させることができるので、向波や追波はもちろんのこと、斜め波中の各種の実験ができる。

以上、ごく簡単に新しい試験水槽の概略を紹介したが、最後にこの水槽で行なうことのできる試験のうち、主な例をいくつか挙げて稿をとじることにする。

- (i) 自航模型船による波浪中耐航性能諸試験(とくに斜め波および不規則波中)
- (ii) 拘束模型船による波浪外力・圧力等の計測
- (iii) 自航模型船による操縦性試験
- (iv) 高速艇・ホバークラフト等の静水中および波浪中実験
- (v) 海洋構造物の耐波性能試験

参考文献

元良誠三他：東京大学船舶航海性能試験水槽について
第1報、日本造船学会論文集第128号、昭和45年11月。
第2報、日本造船学会昭和46年春季講演会講演予定。

昭和44年1年間における機関関係 事故について (1)

日本海事協会機関部

は し が き

本会の機関関係損傷の集計調査は昭和40年までは1年半ごとに、昭和41年から43年までは3年間を対象として取まとめ報告したが、今後は1年ごとに報告することとした。今回は、昭和44年1月から12月までに本部で受理した機関関係検査諸報告書、特別報告、承認図面、損傷研究報告、その他の調査資料などに基づいて取まとめ作成したもので、船級船の損傷の歴史的集計記録を示し、検査上の参考、規則の改正あるいは設計技術の改善の指針として寄与することを意図したものである。

この期間に検査を受けた船級船の総延隻数は、2294隻で、プロペラ軸の抽出本数と共に示すと、表1のとおりである。

表1 昭和44年1月から12月までの間に検査を行なった船の数とプロペラの軸の抽出本数

定期検査	中間検査	臨時検査	検査合計	プロペラ軸検査	プロペラのみ取りはずし検査
388	1449	457	2294	705	14

りである。

I ディーゼル機関

I-1 2サイクル主機関

昭和44年末における2サイクル主機関（船級船に搭載されたもの）の稼働台数は、表I-1.1に示すように総数1453台で、前回（昭和43年度）の集計時より124台増加している。

表I-1.2に、シリンダカバの損傷とその処置の集計結果を示す。損傷件数の総計は前年度（302件）に比べてほぼ倍数（603件）報告されており、特にMAN形機関において、冷却側に発生するき裂損傷の急激な増加が目立ち、この種の損傷の大部分を占めている。

諸弁孔縁、曲縁部等の触火面に発生する焼損き裂も、前年度（253件）に比べて51%の増加を示しており、従来の傾向と同じくポート掃気方式の機関に多く発生し、中でも前年度と同様Sulzer RD90型機関に多数報告されている。諸弁孔縁のき裂はMHIのUE形機関

表I-1.1 2サイクルディーゼル主機関の稼働台数（昭和44年末における集計）

シリンダ直径 mm	MAN 形 機 関	Sulzer 形 機 関	B&W 形 機 関	MHI 形 機 関		その他の 機 関	総 計
				UE 形	そ の 他		
800 以上	28	87	42	26	0	0	183
500 以上 800 未満	222	236	243	77	41	20	839
500 未 満	5	62	112	160	43	49	431
計	255	385	397	263	84	69	1453

表I-1.2 Cylinder Cover 損 傷 集 計

機 種	損 傷 状 況				処 置 内 容					損 傷 カバ数
	諸弁孔縁のき裂	触火面のき裂、焼損	冷却水側のき裂	その他損傷	新換または補修品と交換	溶補 接修	損傷部削除	改造その他の処置	そま のま	
MAN	85	33	140	11	64	47	61	80	17	218
SULZER	63	51	—	39	45	28	26	26	28	103
B & W	12	10	3	13	7	11	3	8	9	30
MHI (UE)	43	8	—	15	34	5	13	10	4	60
MHI (UE 以下)	6	17	—	—	7	—	9	1	6	18
そ の 他	39	15	—	—	18	6	12	6	12	43
計	248	134	143	78	175	97	124	131	76	472

についても43件報告されているが、同じユニフロー掃気方式であるB&W機関にこの種の損傷の少ないのはシリンダ・カバの構造によるものと思われ、従来の傾向と変わらない。図I・1・1は、ポート掃気方式の機関のシリンダ・カバ触火面に生じた焼損き裂の例である。なお、MAN形機関の触火面の損傷33件のうち21件は曲縁部に生じたものである。

損傷カバ総数472箇のうちほぼ3分の1が取り替えられ、その他は損傷部削除、溶接補修、その他の処置をとって引続き使用されているが、補修部にき裂の再発する例が、依然として跡をたたない。図I・1・2はMHIのMS形機関の起動弁孔縁の溶接補修部に再き裂を生じた例である。

超大形機関として注目されているSulzer RND 105機関は、2台(いずれも8シリンダ)が初めて定期的検査を受けたが、そのうち1台の全シリンダ・カバ触火面燃料噴射弁孔縁に放射状き裂が発生した。噴射弁弁座とカバとの熱膨張係数の相違が原因と考えられ、弁座の材質を従来のSUS 27からSUH 3Bに変更すると共に、カバ弁孔縁の肉厚を少なくする等の対策がとられた。さらに、8シリンダのうち5箇に、シリンダライナとの締付座内側R部に深さ1~4mmの円周方向き裂が発生



図 I・1・1 シリンダ・カバ触火面に生じた焼損・き裂

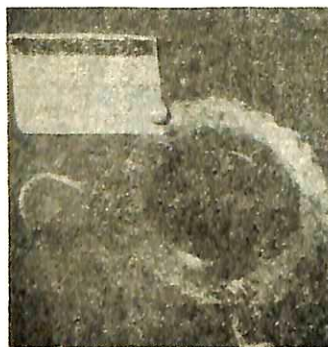
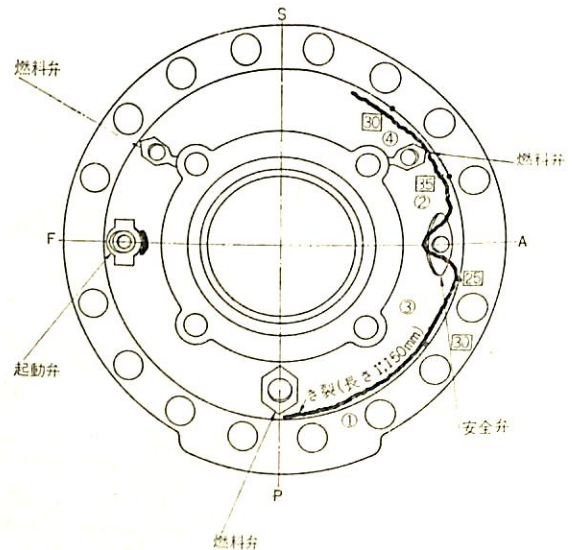


図 I・1・2 シリンダ・カバ起動弁孔縁溶接補修部のき裂

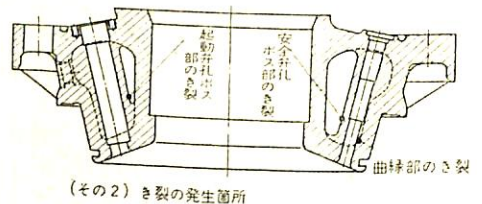
したため、Rの大きさを従来の4mmから9mmに変更したが、他の機関の全シリンダ・カバにも同じ場所にシワ状の腐食がみられたので、上記と同様の処置がとられた。

前述のように、MAN形機関のシリンダ・カバにおいて、冷却水通路を構成するリブ付根付近に発生するき裂は急激な増加を示しており、600mmφ形機関に3件報告されている他は、700mmφ以上の各機種にわたっている。大部分はき裂の削除、溶接補修または改造を行なつて引続き使用されているが、き裂が触火面側に貫通した例が数件あり、新換されている。

従来あまり経験されなかつた損傷として、B&W 84 VT 2BF機関(1966年製)のシリンダ・カバ冷却水側安全弁孔と起動弁孔ボス部のき裂及び曲縁部半周にわたる大きき裂が発生した例が1件(損傷カバ数2箇)報告されている。B&W形機関の場合、起動弁、安全弁孔及び指圧器などの孔部ボスに冷却側からき裂を生じた例は、74形あるいはそれ以下の機関では時々報告があり、

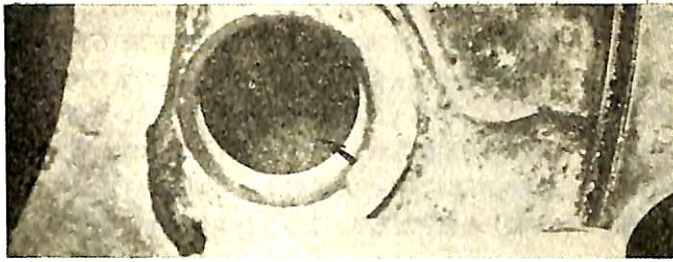


(その1) □内の数字はき裂深さ ○内の数字は溶接補修の箇所

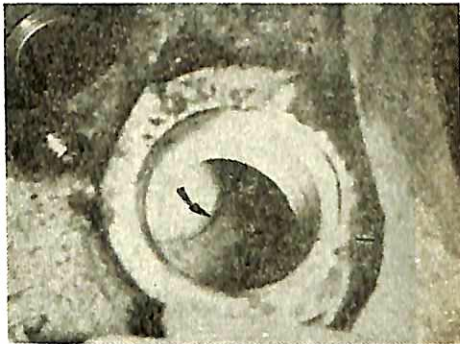


(その2) き裂の発生箇所

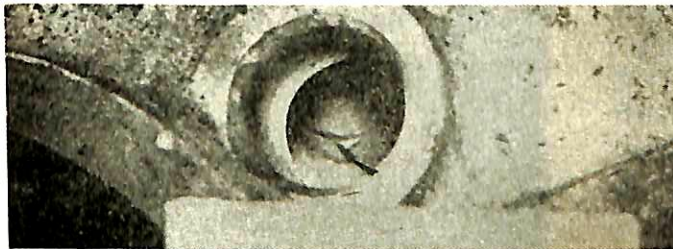
図 I・1・3 884 VT 2BF 機関のシリンダ・カバ冷却側き裂見取図



(その 1) 曲線部のき裂



(その 2) 起動弁取付孔ボス部のき裂



(その 3) 安全弁取付孔ボス部のき裂

図 I・1・4 884 VT 2 BF 機関のシリンダ・カバ冷却側のき裂

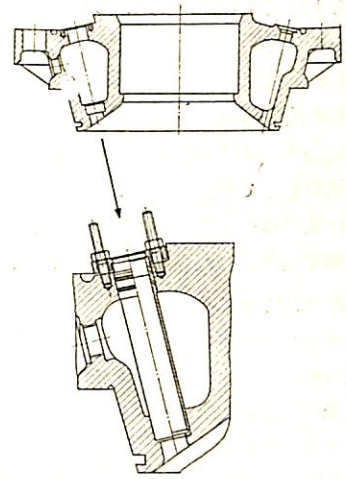


図 I・1・5 K-EF 形機関シリンダ・カバ



図 I・1・6 Sulzer 形機関のシリンダ・カバ冷却側リブ付根のき裂

表 I・1・3 Piston 損傷集計

機 種	損 傷 状 況							処 置 内 容				損 傷 ピストン 数
	触 火 面 頂板の焼 損, き裂	リング の焼 損, 縦割 れ	リング 底す みの き裂	溝 吊り 上げ 部の 焼損, き裂	ボ ルト 孔縁 の き裂	冷却 側の き裂	その他 の損傷	新 換 品 と 交 換	また は 補 修 品	損 傷 部 削 除	溶 接 補 修 の 他 の 処 置	
MAN	41	58	9	3	12	34	91	10	22	34	147	
SULZER	69	32	14	2	97	49	141	34	40	48	226	
B & W	59	1	—	27	—	10	37	5	49	6	95	
MHI (UE)	15	3	—	—	6	15	26	3	3	7	35	
MHI (UE 以外)	6	—	—	—	—	5	9	—	—	2	11	
そ の 他	2	3	—	—	—	1	6	—	—	—	6	
計	192	97	23	32	115	114	310	52	114	97	520	

今回も1件発生しているが、84形機関で、しかも曲縁部に大きき裂を伴う例は本会でも初めてのことである。図 I-1-3 にき裂発生箇所の見取図、図 I-1-4 に冷却水孔から見た曲縁部のき裂を示す。両カバ共取り替えられたが、損傷カバは試験的に溶接補修、保護ライナの挿入などの処置をして予備とした。なお、K-EF 形機関の場合には図 I-1-5 に示すような構造として、弁孔ボス部のき裂事故の起らないようにしている。

I-1-2 ピストン

ピストンの損傷の集計結果を表 I-1-3 に示す。損傷件数の総数は573件で、損傷を内容別にみた場合、ここ数年の集計結果と特に異なつた傾向はみられない。損傷ピストン総数520箇のうち、取り替えられたのは約60%で、冷却側に発生する損傷などき裂を伴うものは取り替えられることが多いが、触火面またはリング溝等の焼損に対しては溶接補修して引続き使用されるか、または溶接補修品と交換されることが多い。

前回までの集計と同様、触火面頂板の焼損は機関の形式を問わず、大形機関に共通してみられるが、ポート掃気方式の機関では、リングランドの焼損摩耗あるいは縦割れを生ずる例が相変わらず多く、多数報告されており、これら燃焼に起因する損傷の解決は今後に残された課題の一つといえる。

Sulzer 形機関の冷却水側リブ付根付近に発生するき裂はその後も頻発しており、今回の集計では97件報告されているが、そのうち69件は RD 90 形に発生しており、触火面側へ貫通した例が3件報告されている。図 I-1-6 はリブ付根の円周方向のき裂とリブ間の放射状き裂が同時に発生した例である。

冷却水側のき裂としては、今までに MHI の UE 形機関にも多くみられたが、今回の集計では6件(2台)の報告があつたのみである。その中で、従来あまり例のなかつた UEC 85/160 A 形機関(1965年建造)に、図 I-1-7 に示すような、冷却面を起点として触火面へ貫通するき裂が2件(1台)報告されている。この機関では、他の3箇のピストンにも同様なき裂が発生したため、新換されている。

その他、ある機関に比較的多く発生する損傷として、Sulzer 形機関のスカートのクラウン締付孔縁のき裂およびスカートのテレスコ孔部のき裂があり、今回の集計では前者が8件(RD 90形4件、RD 76形4件)、後者が10件(RD 90形8件、RSD 76形2件)報告されている。そのほか、比較的古い MS 72 形機関(MHI)のピストン・レッグのき裂は、今回も3件報告されている。

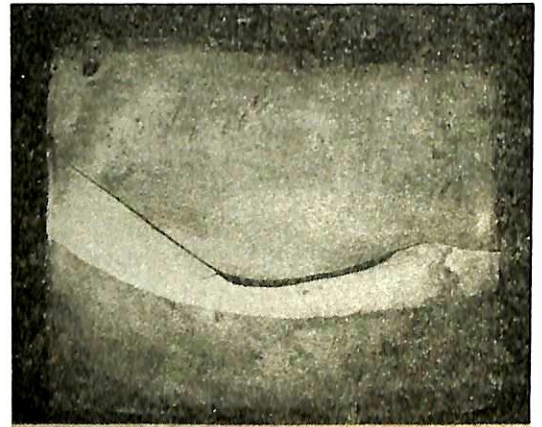
I-1-3 シリンダ・ライナ

シリンダ・ライナの損傷の集計結果を表 I-1-4 に示す。前回の集計と同様、通常の摩耗によつて交換されたシリンダ・ライナの数は、この集計から除いてある。

B & W 形機関のシリンダ・ライナの水側上部フランジすみ肉部に発生するき裂は、今回も143件(43年度107件)の報告があり、そのうち 840 mmφ 形機関が60



(その1) 冷却側



(その2) 触火面側



(その3) 破面

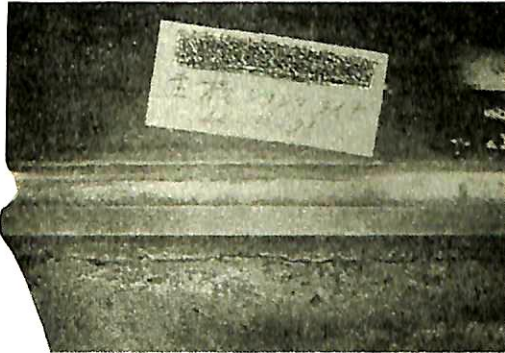
図 I-1-7 UEC 85/160 形機関のピストンクラウン頂板の貫通き裂

表 I-1-4 Cylinder Liner の損傷集計

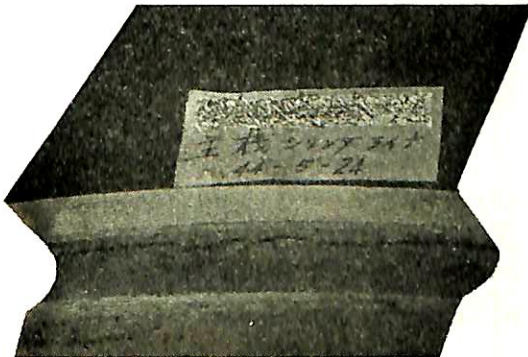
機 種	損 傷 状 況				処 置 内 容				損 傷 ライナ の 数
	冷却水側上部 フランジすみ 肉部のき裂	損動面の 損, スカッ フィン	焼 腐食・ピッ チング	冷却水側の その他 の損傷	新 換	損 傷 削 除	その 他の 処 置	そのまま	
MAN	—	4	1	15	7	5	—	8	18
SULZER	3	—	9	14	11	8	5	2	26
B & W	143	1	—	7	69	59	4	19	146
MHI (UE)	9	4	11	11	23	3	4	5	32
MHI (UE 以外)	—	3	—	1	4	—	—	—	4
そ の 他	—	—	1	11	8	—	2	2	12
総 計	155	12	22	59	122	75	15	36	238

件を占め、次いで 420 mm ϕ 形機関に 30 件発生している。前回集計時にも述べたように、シリンダ・カバとの当り面の締付け力の作用点を外側へ寄せるための改造と、すみ肉部の形状を変更する等の処置がとられてきたが、改造ライナにき裂が再発した例が数件報告されており、その効果については、今後注目していく必要があるように

思われる。さらに、珍しい例として、ある 74 VT 2 BF 形機関で、シリンダ・ライナ水側上部すみ肉部のき裂発生とともに、すみ肉部より下方のテーパ部に、図 I-1-8 に示すような円周方向のき裂を併発した例が報告されている。(本機関は 43 年度にも同様のき裂発生の報告があり、新換されている。) 今回の集計も含めて、740 mm ϕ 形機関ではすみ肉部のき裂損傷例は少なく、特に VT 2 BF 形機関については、少なくともここ 4、5 年の集計では、上記機関以外には報告されていない。本形式の機関のシリンダ・ライナすみ肉部の形状は他の形式の

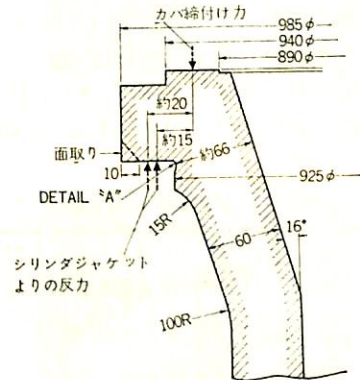


(その 1) テーパー部のき裂



(その 2) すみ肉部のき裂

図 I-1-8 74 VT 2 BF 形機関のシリンダ・ライナ上部水側のき裂



DETAIL 2A

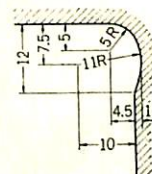


図 I-1-9 74 VT 2 BF 形機関のシリンダ・ライナ上部の形状

機関と異なり、当初から2段Rが採用されているが、図 I-1-9 に示すように、テーパ部のライナ壁の厚さがすみ肉部のそれよりもうすくなっている。今回テーパ部にき裂が発生したのは、それが一因ではないかと報告されている。対策として、ライナのフランジ外周下部の面取りを行ない、シリンダ・カバ締付け力とライナの反力の作用点の相対位置を近づけて、曲げ応力の緩和を図った。(図 I-1-9 参照)

B & W 形機関以外の機関におけるフランジすみ肉部のき裂としては、Sulzer TAD 48 形機関に2件、RSAD 76 形機関に1件のほか、前回の集計と同様 MHI の UET 45/75 形機関に9件報告されており、大部分は新換されている。

前回の集計において報告されている Sulzer 形機関のポート部の焼損あるいはき裂、B & W 形機関のポート直上のジャケットとの当り面に発生する損傷は今回は報告されていない。

そのほか、MAN の KZ 78/180 形機関で、シリンダ・ライナ上部フランジのシリンダ・カバ締付け嵌合溝の外側底すみ部に、新造後約8カ月で周方向のき裂を生じた例が9件(2台)報告されている。

I-1-4 シリンダ・ジャケット

今回の集計において、シリンダ・ジャケットに損傷のあつた MAN 形機関の総数は6台である。KZ 87/160 形機関2台及び KZ 84/160 形機関1台のシリンダ・ジャケットの上部支柱ボルト締付面角すみ部に、図 I-1-10 に示すようなき裂が数箇所に見られ、また、KZ 93/170 形機関2台のジャケット相互の継手 R 部に、図 I-1-11



図 I-1-10 MAN 形機関のシリンダ・ジャケット上部支柱ボルト締付面のき裂

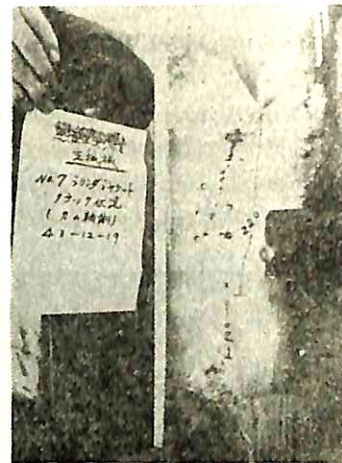


図 I-1-11 MAN 形機関のシリンダ・ジャケット相互継手部のき裂

表 I-1-5 B & W 形機関のシリンダ・ジャケットの損傷集計 (損傷のあつた機関の台数)

機 種	ジャケットと掃気室取付面の摩耗		上面のライナ接触部すみ肉部のき裂	そ の 他	計
	き裂を伴なわないもの	脚部にき裂を生じたもの			
84 VT 2 BF-180	4	2	—	1	7
74 VT 2 BF-160	1	—	—	—	1
74 VTBF-160	2	—	—	—	2
62 VT 2 BF-140	1	—	—	—	1
50 VT 2 BF-110	—	1	—	—	1
50 VF -90	—	—	—	2	2
42 VTBF-90	2	5	—	—	7
42 VBF-90	1	—	—	—	1
42 VBF-75	1	—	3	—	4
35 VBF-62	—	1	—	—	1
35 VF-62	—	2	—	—	2
計	12	11	3	3	29

にみられるようなき裂が、数箇所が発生した。この図に示すシリンダ・ジャケットは、以前行なわれたメタロック補修部からき裂がさらに進行したので新換されたが、そのほかの損傷部はメタロック補修を行なうか、または現状のままで継続使用されている。

表 I・1・5 に示すように、シリンダ・ジャケットに損傷のあつた B & W 形機関の総延台数は 29 台である。



図 I・1・12 B & W 形機関のシリンダ・ジャケット脚部のフレッチング・コロージョンによる摩耗



(その 1) ジャケット側の摩耗



(その 2) 掃気空側(上面)の摩耗

図 I・1・13 B & W 形機関のシリンダ・ジャケットと掃気室取付面のフレッチング・コロージョンによる摩耗

そのなかで、シリンダ・ジャケット下部と掃気室上部との取付面に、フレッチング・コロージョンによるといわれる摩耗及びジャケット脚部またはジャケット相互の継手部のき裂が、ほとんどの機種に発生しているのが注目される。図 I・1・12 及び 13 に摩耗の状況を、また図 I・1・14 及び 15 にき裂の 1 例を示した。摩耗に対する処置としては、(1) シリンダ・ジャケットと掃気室との取付面に調整ライナ挿入、(2) 取付面を機械仕上げして調整ライナ挿入、(3) 取付面を溶接肉盛りのうえ機械仕上げ、などが行なわれ、また脚部及びジャケット相互の継手部のき裂に対しては、(1) 新換、(2) 溶接補修、(3) メタロック補修などの処置がとられている。前回の集計



図 I・1・14 B & W 形機関のシリンダ・ジャケット相互の継手部のき裂一下部

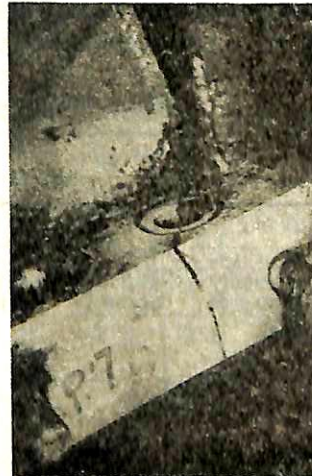


図 I・1・15 B & W 形機関のシリンダ・ジャケット相互の継手部のき裂一上部

表 I-1.6 ボルト類の損傷集計

機種	ボルト名		主軸受ボルト	クランクピン軸受ボルト	クロスヘッド軸受ボルト	ピストンとピストン棒の結合ボルト	計
	据付ボルト	支柱ボルト					
MAN	1	2	1	3	5	—	12
SULZER	—	5	1	—	—	—	6
B & W	8	8	—	—	—	21	37
MHI (UE)	—	—	—	—	—	—	—
MHI (UE 以外)	8	2	—	—	—	—	10
その他	—	—	—	—	—	—	—
計	17	17	2	3	5	21	65

でも述べたように、シリンダ・ジャケットと掃気室との取付面の摩耗が原因で、カム軸に損傷をひき起こした例が今回も報告されており、今後とも注意する必要があると思われる。そのほか、42 VBF 75 形機関で、シリンダ・ジャケット上面のシリンダ・ライナ取付面角すみ部に周方向のき裂を生じた例が3件報告されており、R を大きく削り込み、調整リングを挿入するという従来と同様の処置がとられている。

そのほか、MHI の MS 72 形機関のシリンダ・ジャケット内側リップすみ肉部から外面へ貫通するき裂が1件、MT 48 形機関のジャケット・リングのき裂が1件発生したが、その他の機関については損傷の報告はなかった。

I-1-5 ボルト類

表 I-1.6 に、き裂または破断を生じたボルト類の損傷の集計結果を示す。

テンション・ボルトの損傷は、前回の集計と同様 B & W 形機関の各機種に比較的多く発生している。Sulzer 形機関の5件は、ある TD 48 形機関搭載船に集中して発生したもので、詳細は明らかでないが、全般に機関の保守が不良であると報告されている。また、MHI の2件は UD 45 形の機関の最前端及び最後端に

位置するテンション・ボルトの折損事故であり、この場合他のテンション・ボルトと違って、その設置場所の構造上、クランク室内部からの工作が困難なため、セットスクリューのうちの1本が他の2本と段ちがいに取りつけられており、横振動の防止効果が十分でなかつたと考えられている。そのため、クランク室外側から、3本のセットスクリューをほぼ水平位置に取りつけるよう改造された。

B & W 形機関のピストンとピストン棒の接合ボルトのき裂が21件報告されているが、これは1台の機関に集中発生したもので、詳細は不明である。そのほか、MAN の複動機関のクランクピン軸受ボルト及びクロスヘッド軸受ボルトのき裂がそれぞれ3件及び5件、MHI の MS 形機関の据付ボルト折損8件などが報告されており、前回の集計と比較して損傷総数の増加が目立っている。

I-1-6 ロッド

今回の集計では、連接棒の損傷の報告はなかつた。

表 I-1.7 に、ピストン・ロッドの損傷の集計結果を示す。前回の集計と同様、MAN 形機関における損傷の大部分は DZ 形機関に生じたものである。この機関のピストン・ロッドでは、クロスヘッド締付ネジ部に生

表 I-1.7 ピストン・ロッドの損傷集計

機種	損 傷 状 況					処 置 内 容					計
	クロスヘッドとの締付ネジ部のき裂	ピストンとの接合ボルト縁のき裂	ピストンとの嵌合部周方向のき裂	摺動部の摩耗	その他	新換	き裂除去	溶接補修	摺動部の削正	その他	
MAN	6	—	—	9	5	10	5	—	2	3	20
SULZER	—	—	9	—	1	—	1	6	—	3	10
B & W	—	1	—	2	1	1	—	—	3	—	4
MHI (UE)	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1
計	6	1	9	11	8	12	6	6	5	6	35

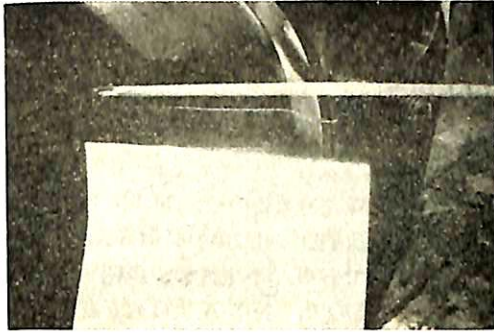


図 I-1-16 B & W 形機関のピストン・ロッド上部フランジのき裂

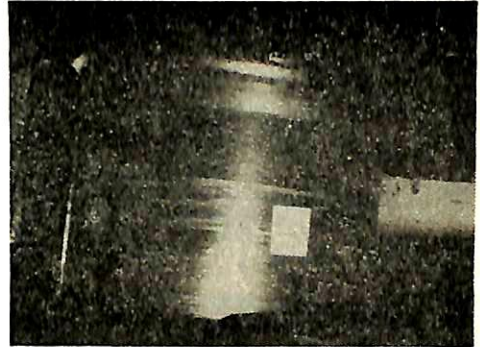


図 I-1-17 クランクピンの腐食

ずるき裂の報告が続いており、今回も6件発生しているが、き裂を削除して継続使用されることが多い。

Sulzer 形機関において、ピストン・クラウンとの嵌合部（スピゴット）の側面円周部に発生するき裂は、今回も RD 90 形及び RD 76 形機関に9件の報告があり、溶接補修またはき裂を残したまま使用されている。

B & W 84 VT 2 BF-180 形機関で、上部フランジのピストン接合ボルト孔縁から、ピストン冷却金物取付スタッド孔を通つて油孔内部へ延びる大きき裂の発生があつた。図 I-1-16 にき裂の模様を示す。



図 I-1-18 クランクピンとウェブの焼嵌部のスリップ

I-1-7 クランク軸

表 I-1-8 に、クランク軸の損傷の集計結果を示す。

この表には含まれていないが、既往のき裂を有するクランク軸については、その後も追跡調査されており、今回も9件の報告があつたが、いずれもき裂の進展は認められなかつたと報告されている。今回の集計中、クランクピンまたはジャーナルに発生したき裂はいずれも数耗程度の微小きずであるが、詳細は不明である。

ある MAN KZ 78/140 形機関で、全クランクピン

に図 I-1-17 に示すような腐食の発生があり、ほとんどの軸受メタルに著しいき裂・剝離を生じたため全クランクピン外径を 568 mm まで削正した。（基準径 570 mm）システム・オイルの劣化によるもので、原因は排気回転弁のガスシール部から排気ガスが漏洩し、チェーンホイールケースよりクランク室内に漏入したものと考えられ、ガスシールの改造が行なわれた。そのほか、テンション・ボルトのき裂が集中して発生した Sulzer TD 48

表 I-1-8 クランク軸の損傷集計（損傷のあつた機関の台数）

機 種	損 傷 状 況					処 置 内 容			計
	焼嵌部の スリップ	ピン及びジャーナル			アーム部 の 損 傷	研摩削 正削除	そ の ま ま	そ の 他	
		砂かみ、 錆、 き裂	腐 食	偏耗 その他					
MAN	—	2	2	2	1	4	3	—	7
SULZER	—	1	2	1	—	3	1	—	4
B & W	1	—	—	2	—	2	—	1	3
MHI	—	—	—	1	—	1	—	—	1
そ の 他	—	1	—	—	—	—	1	—	1
計	1	4	4	6	1	10	5	1	16

形機関 (I-1-5 項参照) でも、クランクピン及びジャーナルに著しい腐食を生じ、システム・オイルが交換されているが、I-1-5 項でも述べたように、機関の保守不良が指摘されている。

ある B & W 74 VTBF-160 形機関で、プロペラの接触事故により、No. 5, 6, 7 クランクピン及び No. 8, 9 クランクジャーナルとアームの焼きばめ部にスリップを生じた。(図 I-1-18) クランクピンのスリップは、ピンを液体窒素により冷却、アームをガスバーナにより加熱の上、ジャッキで合マークまで押し戻すことにより修正されたが、ジャーナルのスリップは、特に実害がないというところで、現状のまま復旧された。図 I-1-19 にスリッ

プ修正の要領を示した。

I-1-8 カム軸駆動装置

表 I-1-9 に、カム軸駆動装置の損傷の集計結果を示す。なお、チェーンで駆動する機関については、損傷の報告はなかつた。

今回の集計で特筆されるのは、MAN K 10 Z 93/170 E 形機関のカム軸駆動歯車の歯の折損事故が 3 件相ついで発生したことである。いずれも移動開始後数カ月のうちに発生したもので、特に A 丸は処女航海においてクランク軸付歯車の歯 2 枚及び第 1 中間歯車の歯 8 枚 (SCM4, 高周波焼入れ) が、歯元より折損、他の中間歯車にも歯元にき裂が認められたので、全歯車を調質歯車 (42 Cr M₀ 4) と取り替えたが、さらにそれから数カ月後、再び第 1 中間歯車の歯 3 枚が折損したため、材質を 3% Cr-M₀ 鋼 (En 29 B) に変更すると共に、カム軸に振動ダンバが取り付けられた。また、B 丸は第 1, 2, 3 中間歯車、C 丸は第 1 中間歯車に同様な折損事故が発生したため、カム軸にダンバが新設されている。図 I-1-20, 21 に損傷の一例に示した。なお、本損傷の原因等については、本会技術研究所において現在調査が進められている。

そのほか、前回の集計でも述べた Sulzer RD 90 形機関の中間歯車ホイールセンタ (鋳鉄製) の軽目孔を結ぶき裂は、今回も 2 件発生しており、鋳鋼製のものと新換されているが、この種の事故は大きな 2 次損傷

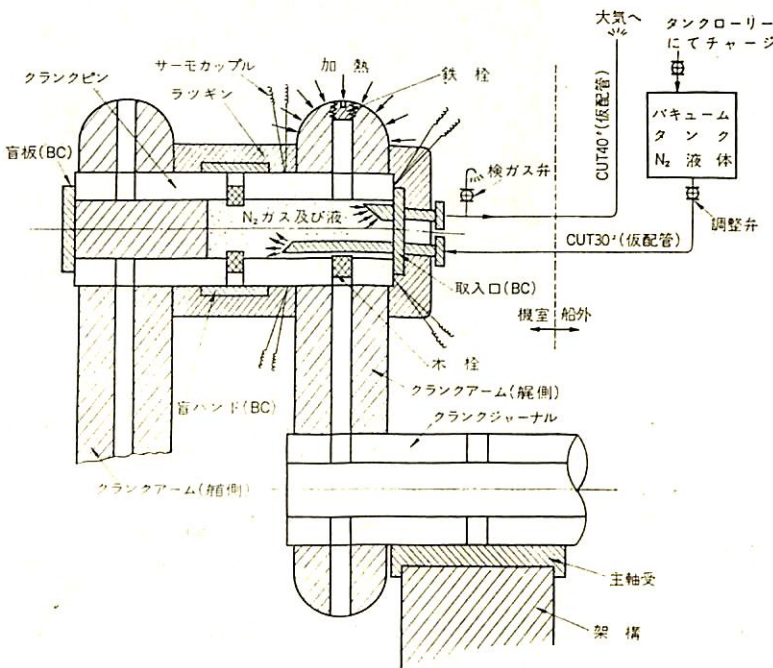


図 I-1-19 クランクピンとウェブの焼嵌部スリップの修正要領

表 I-1-9 カム軸駆動装置の損傷集計 (損傷のあつた機関の台数)

機 種	損 傷 状 況				処 置 内 容			計
	歯面ピッ チング	歯の折 損、き 裂	中間歯車取付ボ ス軽目孔のき裂	その他	新 換	そ の 他	そのさま	
MAN	7	3	—	2	6	2	4	12
SULZER	5	—	2	—	5	—	2	7
MHI (UE)	1	—	—	1	2	—	—	2
MHI (UE 以外)	—	—	—	—	—	—	—	—
そ の 他	—	—	—	—	—	—	—	—
計	13	3	2	3	13	2	6	21



図 I-1-20 K 10 Z 93/170 E 形機関のカム軸駆動
第1中間歯車の折損 (A 丸)

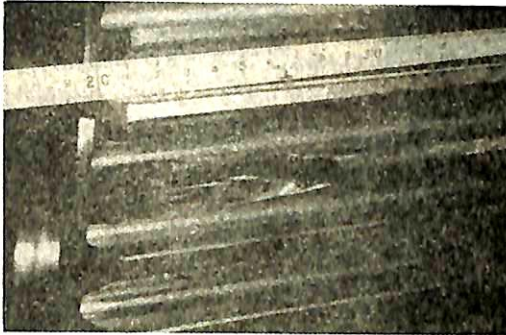


図 I-1-21 K 10 Z 93/170 E 形機関のカム軸駆動
第1中間歯車の折損 (C 丸)

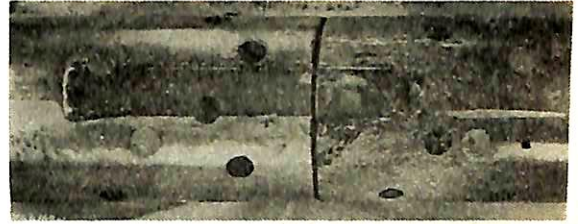


図 I-1-22 6 MT 50 形機関のカム軸の折損

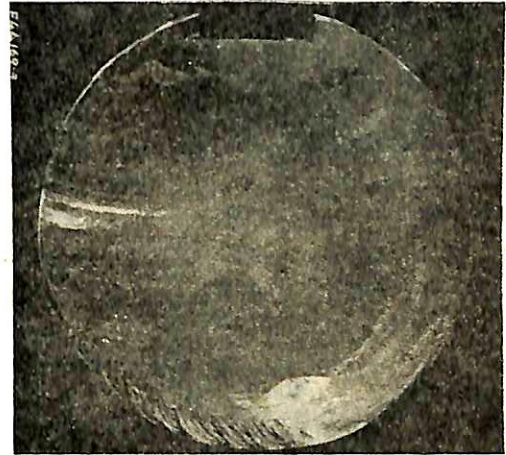


図 I-1-23 図 I-1-22 のカム軸の折損破面

を誘発する恐れがあるので注目を要する。

I-1-9 カム、カム軸

表 I-1-10 に、カム及びカム軸などの損傷の集計結果を示す。B & W 762 VT 2 BF-140 形機関に生じた排気カム逆転機軸の船尾側接手付根部の損傷は、前述のように、シリンダ・ジャケットと掃気室との取付面のフレッチング・コロージョンによる摩擦のため、カム軸芯が不良となり、折損に至つたものといわれ、シリンダ・ジャ

ケットと掃気室の取付面に調整ライナを挿入すると共に、カム軸受メタルを改鑄して軸芯の調整が行なわれた。同様な理由で、カム軸芯の調整が行なわれた例が数件報告されている。

MHI の 6 MT 50 形機関で、稼動開始後 10 カ月でカム軸が No. 6 排気前進カム中心位置で折損するという事故があつた。図 I-1-22 にその外観を示す。破断軸の排気カムとの当り面にはフレッチング・コロージョンによるへや・クラックが発生しており、図 I-1-23 に示す

表 I-1-10 カム、カム軸の損傷集計 (損傷のあつた機関の台数)

機 種	損 傷 状 況			処 置 内 容		計
	カム軸のき裂、折損	カム・ローラーの折損	そ の 他	新 換	そ の 他	
MAN	1	1	—	1	1	2
SULZER	—	6	5	6	5	11
B & W	1	1	4	2	4	6
MHI (UE)	—	2	—	1	1	2
MHI (UE 以外)	1	1	—	2	—	2
そ の 他	—	1	—	1	—	1
計	3	12	9	13	11	24

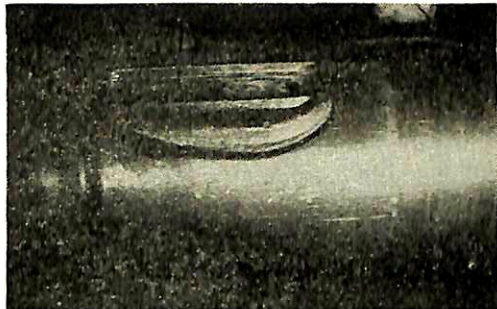


図 I-1-24 RSAD 76 形機関のカム軸の起動管制弁カム用キー溝の損傷

ように、破断面はこのヘヤ・クラックを起点とした曲げ疲労破壊であることを示している。本機関の最終シリンダ部は構造上カム軸軸受の間隔が他のシリンダよりも長く、それだけ燃料ポンプ、排気弁駆動反力によるカム軸のタワミも、他のシリンダに比して大きくなり、それがカムとカム軸間のフレッチング・コロージョンを助長していると考えられて、カム軸受間隔を短かくする改造が行なわれた。

そのほか、比較的古い Sulzer RSAD 76 形機関で、船首カム軸の起動管制弁カム用キー溝部が、図 I-1-24 に示すように、片側全長にわたって剥離するという損傷があつた。原因は起動空気管制弁カムとスリーブの間隙の増大によるものと報告されているが、Sulzer 760 mmφ 形機関では他にも 2 件、該部キー溝にゆるみを生じ、キーを新換するという報告があつた。

I-1-10 架構、台板

架構のき裂は MAN 形機関に 4 件、Sulzer, B & W 及び MHI の UEC 形機関にそれぞれ 1 件報告されている。このなかで、カム軸駆動歯車枠取付座ブラケット溶接部及び動揺止め座溶接部にき裂を生じた MAN KZ 93/170 E 形機関 (2 件) は、前述のカム軸駆動歯車に折損事故のあつた機関と同じ機関である。また、KZ 78/140 形機関でクロスシュアのガイドプレート取付上端に生ずるき裂は (今回は 1 件報告されている)、従来から散見されるものであるが、その後のき裂の進展はないようである。UEC 85/160 形機関の損傷は、クランクケース開口部角すみ部よりき裂を生じたものである。図 I-1-25 に、Sulzer SD 72 形機関の第 3 架構右舷側第 1 段目軽目穴の角すみ部に生じたき裂の 1 例を示す。

Sulzer 形機関台板の主軸受サドル下側溶接継手部のき裂は、新たに発生したもの 2 件、既往のき裂に進展が認められるもの 5 件、溶接部にき裂が再発したもの 2 件の報告があり、900 mmφ 及び 760 mmφ 形機関に集中



図 I-1-25 架構軽目孔のき裂

して発生している。大部分は溶接補修かまたはき裂残存のまま使用されているが、ある 8 RD 90 形機関では、き裂の再発及び進展が繰り返されるため、鋳鋼製の新サドルと取り替えられた。図 I-1-26 にき裂の模様及び新サドル取り替え後の状態を示した。そのほか、テンション・ボルト皿板溶接部のき裂が 2 件報告されている。

MHI UEC 85/160 形機関の台板油溜部の主軸受概板とテンション・ボルト筒または主軸受リップの継手付近に発生するき裂は、3 件の報告があるが、いずれもこの形式の機関の初期のもので、検査の度に新たなき裂の発生及び既往のき裂の進展が報告されており、従来通りメタルロック補修が行なわれている。

そのほか、B & W 84 VT 2 BF-180 形機関で、台板油溜部側板と底板との取付部のき裂が 1 件、図 I-1-27 に示すようなサイドストッパー及びその付近の台板の溶接部または角すみ部のき裂が 1 件報告されており、いずれも溶接補修されている。

I-1-11 過給機

過給機の損傷数の集計結果を表 I-1-11 に示す。

排気入口ケーシング、タービン車室のガス側の腐食、衰耗は相変らず多く、新換されるほか、従来と同じようにメタライジングによる補修、鋼板の内張溶接、無冷却方式に改造等の対策が講じられているが、溶接で補修される場合、溶接補修部にき裂が再発する例が多い。

ピストン・リングの破片などが侵入して、ノズルヤブレードに当てきずを生ずるものは依然として多く、削除整形するか、軽微なものは現状のまま使用されている。そのほか従来からみられる VTR 形過給機のノズル内輪切り込み部からのき裂は、大部分ストップホールによりき裂の進展を防止しているが、そこからさらにき裂が再発する例が多い。

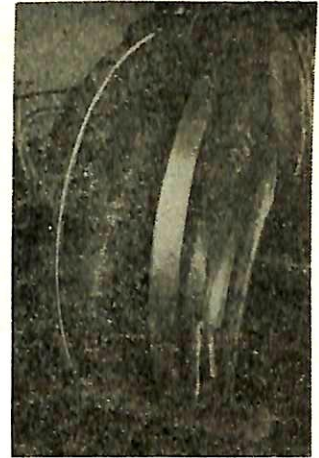
建造後約 6 年たった大形機関に装備された過給機 (852 A 形) で、1, 2 号機のタービンブレードそれぞれ 1



(その 1) 右舷側のき裂



(その 2) 左舷側のき裂



(その 3) 鋳鋼製の新サドル



(その 4) 新サドル取付後の状態

図 I・1・26 Sulzer 形機関の主軸受サドル下側溶接部のき裂

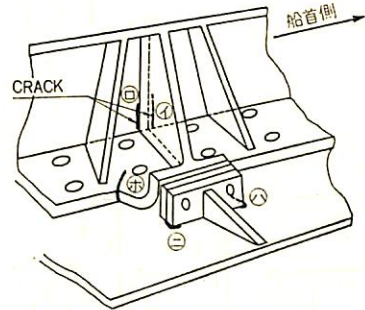


図 I・1・27 B & W 形機関の台板のき裂

表 I・1・11 過給機損傷集計

製造所種 (機種)	損傷の状況								処置内容					損傷過給機数
	動き裂・折損	ノズルのき裂・折損	動翼の曲損・当損	扇車のき裂・その他	軸受の損傷	ケージングの腐食・衰耗	ケージングのき裂・その他	その他の損傷	新換	手直し	溶接補修	そのまま	その他	
A (VTR)	1	19	39	3	1	21	1	7	30	5	1	34	22	92
B (KET)	1	—	5	1	—	1	7	10	6	6	7	3	3	21
C (YTV)	1	1	18	2	4	3	—	6	11	1	—	15	8	26
D (MET その他)	4	—	4	—	4	35	1	3	35	1	2	3	10	50
E (RT, TC)	—	1	1	—	—	3	1	1	2	—	—	3	2	7
F (RT, TAD)	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	—	1	2
その他 1.	—	1	1	—	—	2	—	1	3	—	—	2	—	5
その他 2.	—	—	2	—	—	1	—	—	1	—	—	2	—	3
その他 3.	—	1	6	1	—	8	—	6	11	—	—	6	5	20
計	7	23	76	7	9	75	10	35	100	13	10	68	51	226

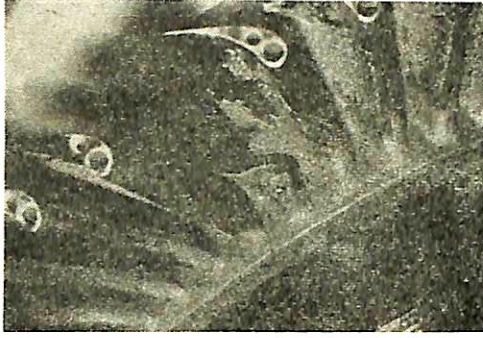


図 I・1・28 852 A 形過給機のブレード折損 (2号機)

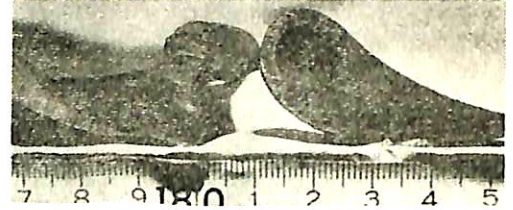


図 I・1・29 852 A 形過給機のブレードの折損破面 (1号機)

に軽目孔が設けられており、ブレード破断位置は、この孔底丸味の起点部と一致している。対策として、図 I・1・30 の斜線で示したブレード先端部を切除して、遠心力及び曲げ応力の軽減を図った。そのほか、比較的古い UEC 75/150 形機関に装備された過給機で、タービンブレード根元後縁にき裂を生じた例が 2 件報告されている。

その他、ブロウ・インペラとケーシングの接触事故が、MET 形及び VTR 形過給機にそれぞれ 1 件発生しているが、KET 形の場合、ロータ軸のスリーブの間隙増大からスラスト軸受に不具合を生じ、事故を誘発したものと報告されている。図 I・1・31 に損傷例を示した。(未完)

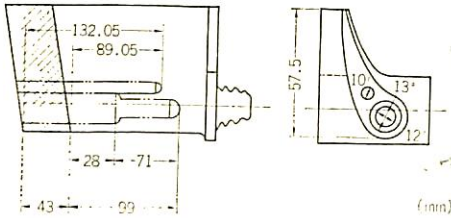
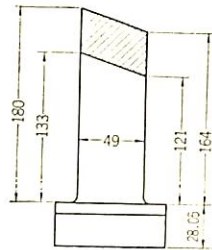


図 I・1・30 852 A 形過給機のブレード形状

枚が、ほとんど同時期に、ブレード根元付近で折損するという事故があつた。図 I・1・28 及び 29 に折損の状態を示した。ブレードには図 I・1・30 に示すように、2 カ所

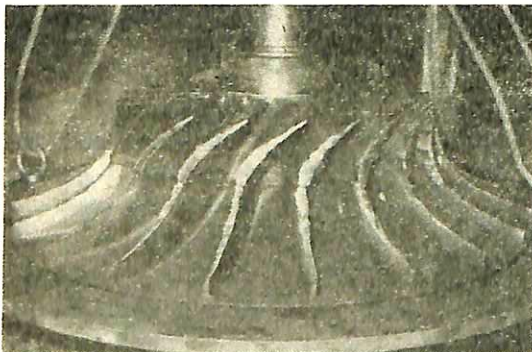



図 I・1・31 ケーシングとの接触によるブロウ・インペラの損傷



古き歴史と
新しい技術を誇る

三ツ目印 清 罐 劑

登録 罐水試験器
実用新案

一般用・高圧用・特殊用・各種

最新の技術、40年の経験による特許三ツ目印清罐剤で
汽罐の保護と燃料節約を計って下さい。
罐水処理は何んでも御相談下さい。

営業 品目	三ツ目印清罐剤	三ツ目印罐水試験器
	罐水試験試薬各種	磷酸根試験器
	BR式PH測定器	試験器用硝子部品
	PTCタンク防蝕剤	

内外化学製品株式会社

本社 東京都品川区南大井5-12-2 電(762)2441(代)
 大阪支店 大阪市南船場江大通2-43 電(547)0331(代)
 札幌出張所 札幌市南九条西2丁目12 電526267-6277
 仙台出張所 仙台市青町1-1-70 小林ビル 電(23)8858
 名古屋出張所 名古屋市中区池内本町1-17 電(971)7233
 福岡出張所 福岡市大手門1-9-27 電(75)0501

日本海事協会の昭和45年版鋼船規則(船体関係)改正解説

日本海事協会
船体調査課

船体関係規則の主要な改正は、深水タンク損傷対策研究委員会が昭和44年4月に纏めた同研究委員会報告の勧告案に主として基づいたもので、その範囲は、第28編油槽船および第29編鉱石運搬船を主体とし、その他第13編深水タンクなどである。

以下、主要改正事項について各条ごとに順次説明する。

第11編 梁柱および甲板下縦桁

第2章第3節第11条1項 タンク内の甲板下縦桁の深さに関する従来の規定に、スロットの深さ2.5倍を追加し、タンク内の各種の桁の深さに関する規定の表現を統一した。

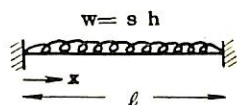
第13編 深水タンク

第2節第9条 タンク内の桁に関する設置規定にと定めることとし、従来、寸法を規定していた旧4項および5項の規定の内容を、改正規則ではそれぞれ第10条および第11条に移した。

同第10条 1項は梁を支える桁の寸法規定、2項は肋骨および隔壁防撓材を支える水平桁および立て桁の寸法規定とした。最近の深水タンクは、従来一般貨物船等に設けられていた深水タンクに比べ、ばら積み貨物船等において荷役の便宜上貨物倉を深水タンクに使用するなど、大きいものが出現するようになった。このため、桁のせん断力が大となるのに対し、桁のウェブの板厚に関する従来の規定の算式にはせん断応力が考慮されていなかった。このような原因から、前述の場合などに損傷を生じた例があった。したがって、本条は第28編油槽船関係規則の改正に伴い、主として桁のウェブの厚さの規定が改正された。それは次のようにして導かれた。

(1) 水平桁の場合(第1図参照)

両端固定の梁に一律分布荷重が作用するとき、この梁に生じるせん断力 F は次式で与えられる。



第1図

$$F = shl \left(\frac{1}{2} - \frac{x}{l} \right) \quad (1)$$

s : 桁を支える面積の幅 (m)

h : s の中央から、荷重上端点までの距離 (m)

l : 桁のスパン (m)

x : l の端から測つた距離 (m)

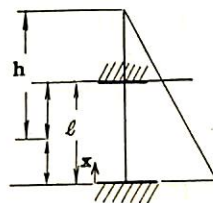
(1) 式から、考慮している個所におけるウェブの深さを d_1 (mm)、許容せん断応力を 12.0 kg/mm^2 、腐食予備厚を m とすると、ウェブの所要厚さ t として次をうる。

$$t = c \frac{shl}{d_1} + m \quad (\text{mm}) \quad (2)$$

$$c = \left| 83.4 \left(\frac{1}{2} - \frac{x}{l} \right) \right|$$

(2) 立て桁の場合(第2図参照)

両端固定の梁に台形分布荷重が作用するとき、この梁に生じるせん断力 F は次式で与えられる。



第2図

$$F = shl \left\{ \frac{1}{2} - \frac{x}{l} + \frac{1}{2h} \left(\frac{1}{5} - \frac{x}{l} + \frac{x^2}{l^2} \right) \right\} \quad (3)$$

h : l の中央から荷重上端点までの距離 (m)

x : l の下端から上方に測つた距離 (m)

s, l : (1) と同様

(3) 式から、考慮している個所におけるウェブの深さを d_1 (mm)、許容せん断応力を 12.0 kg/mm^2 、腐食予備厚さを m とすると、ウェブの所要厚さ t の算式としては(2)式と同様の式が得られ、算式中の係数 c は次のように与えられる。

$$c = \left| 83.4 \left\{ \frac{1}{2} - \frac{x}{l} + \frac{1}{2h} \left(\frac{1}{5} - \frac{x}{l} + \frac{x^2}{l^2} \right) \right\} \right|$$

ウェブに、梁や防撓材が貫通するためのスロットが設けられているときは、ウェブの深さからスロットの深さを控除することとし、また腐食予備厚 m は 2.5 mm とした。なお、(2)式の算式によるときは、 x の値によ

つては t の値は小となるが、その場合は従来のウェブの厚さの規則により規定されることになる。

曲げ強度については旧規則どおりである。

同第12条 桁を、タンクを横切る有効な支材で結合した場合、旧第10条に定められていた面材の断面積に関する参酌規定に、桁のウェブの厚さに関する参酌規定を追加した。

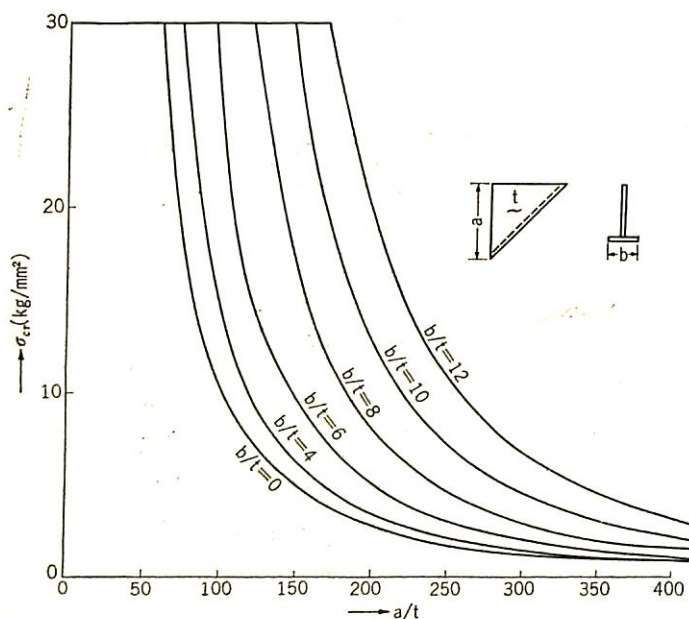
同第13条 旧第13条は、リベット構造に対するもので、現状では不必要と考えられたので削除し、旧第14条の条文を溶接構造に適するよう表現を改めた上、条番号を1つ繰り上げた。旧第15条は、リベット構造に対するものであるから削除した。

第20編 舷牆、柵欄、放水設備、舷側諸口、丸窓、通風筒および歩路

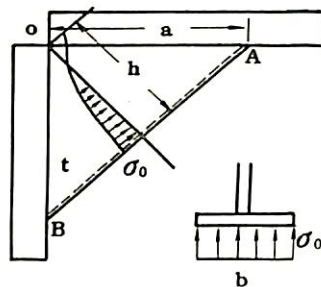
第5章第6条 1966年国際満載喫水線条約に規定されている事項を明確にするため、追加した。

第25編 リベット接合

第4章第4節第12条7項 大型船の船底縦肋骨と横隔壁付き立て防撓材の下端とを固着する肘板などが平板肘板の場合、しばしばその遊辺に座屈損傷例が見られた。これについて深水タンク損傷対策研究委員会において、第3図に示すように、梁および肋骨に取り付けられた直角二等辺三角形の肘板について考察した。それによれば、第3図に示すような肘板の座屈限界モーメントは次式で与えられる。



第4図 a/t と σ_{cr} の関係



第3図

$$M_{cr} = 0.8125 Et^3 + 0.7957 \frac{Etb^3}{a} \quad (4)$$

$$a = \sqrt{2} h$$

一方、肘板内の最大応力は、A点などの応力集中を除けば自由辺中央に生じ、その大きさ σ_0 は各種の実験結果から次式で与えられる。

$$\sigma_0 = \frac{6 M_0}{a^2 \left(1 + 3\sqrt{2} \frac{b}{a}\right)} \quad (5)$$

M_0 : 外力の o 点に関するモーメント

$M_0 = M_{cr}$ のとき座屈するものとする、(4)式および(5)式から次が得られる。

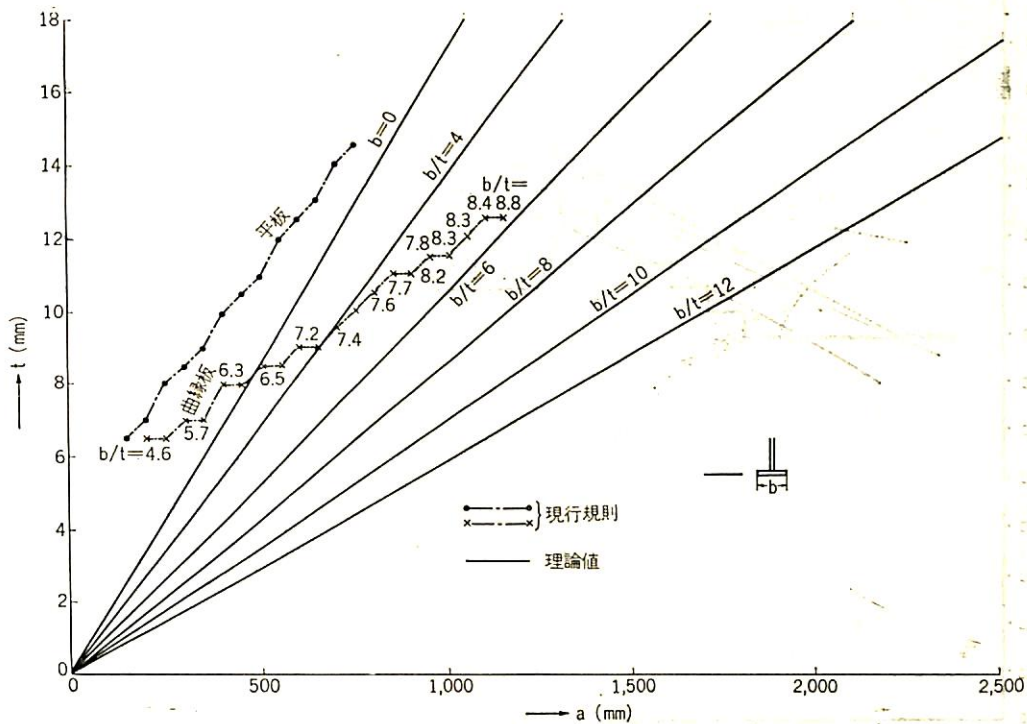
$$\sigma_0 = \frac{1}{1 + 3\sqrt{2} \frac{b}{a}} \left\{ 4.8753 E \left(\frac{1}{a}\right)^2 + 4.7742 E \left(\frac{b}{a}\right)^3 \right\} \quad (6)$$

上式から $\frac{a}{t}$ と σ_0 の関係を図示すると第4図が得られる。

これから肘板が座屈を起こさない限界を $\sigma_{cr} = 30 \text{ kg/mm}^2$ として求めると、肘板の腕の長さ a と板厚 t の関係として第5図を得る。第5図には現行規則による a と t の関係をも示してある。これは腐食予備厚を含んでいる。

ゆえに、これから 2.5 mm 控除した値を前の計算結果と比較すると、おおむね一致していると言える。

以上の考察から、現行の肘板の規定はリベット構造を対象としたものであるから、溶接構造に適するよう改める必要があるが、形鋼の端の固着肘板の長さ と 板厚 の関係の規定はおおむね妥当と考えられたので、今回はその規定を踏襲することとした。しかし、腕の長さが 800 mm 以上の場合は、原則として、肘板の遊縁は曲線またはその他の方法により防撓しなければならないこととした。



第5図 肘板の腕の長さとは板厚の関係

第28編 油 槽 船

第1節第8条(3) 大形型鋼からの切出し材のような特殊型鋼の場合の規定を追加し、また、強度上以外の理由で特にウェブを深くする場合の参酌規定を設けた。

同第8条(4) 各種の縦横桁、隔壁板等の板厚に対し、船の長さにより定まるいわゆる Compartment minimum の規定を設けた。この規定の値と主要な外国船級協会の Compartment minimum の値を比較すると第6図のとおりである。

同第18条1項 中央タンクの船底横桁を縦隔壁に固着する肘板の内端部のウェブの厚さの規定の算式を改めた。これは、大型船において、このような高せん断応力の個所にしばしばせん断に基づくと考えられる座屈が発生したので、従来の許容せん断応力 13.5 kg/mm^2 を 12.0 kg/mm^2 に改めたことによるものである。また、中央タンクの中心線船底縦桁のウェブの厚さについては、せん断応力が一般に低くなる径間においては、参酌できるように改めた。

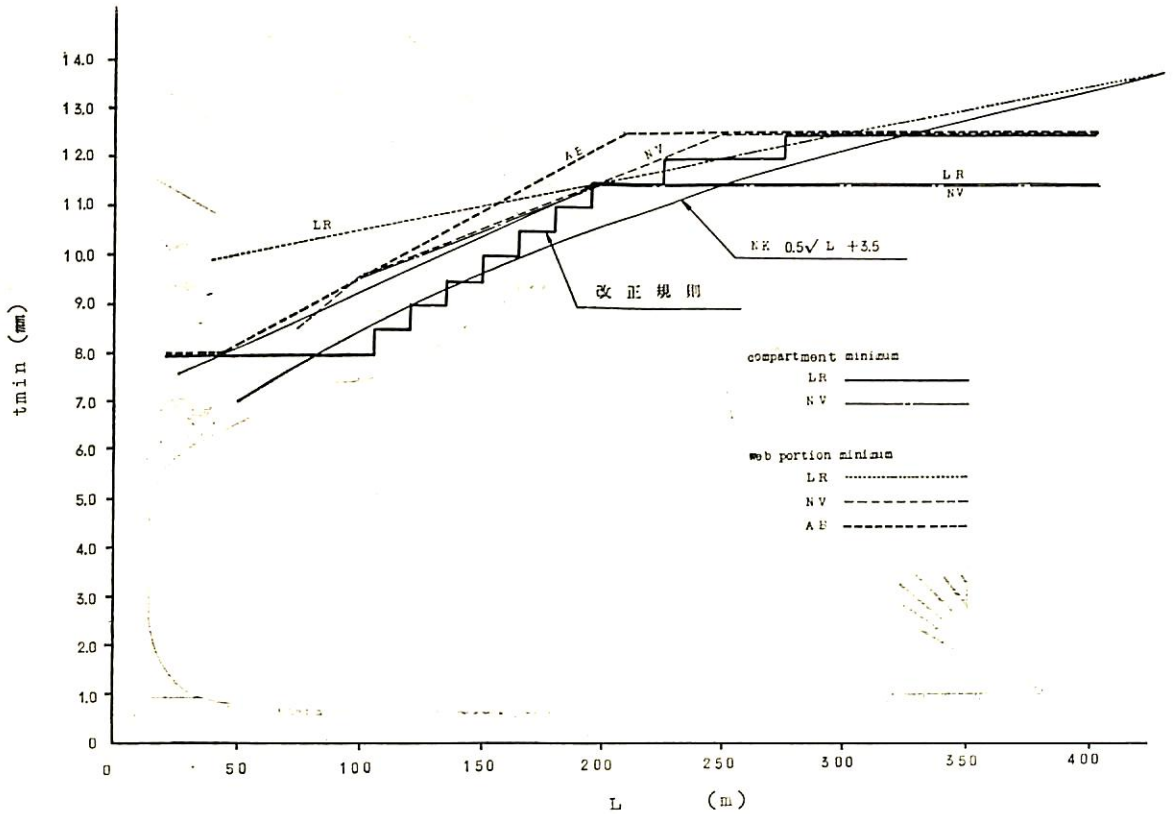
同第18条2項(1) 横桁の数が4条および5条の場合の規定を、規則に採り入れることとしたため、甲板横桁の深さおよび面材の断面積の規定の算式の係数 C_0 および C の値について、従来、H内規で定めていた値を

採り入れた。

同第19条1項 a. 従来の規則で定められていた荷重 h の採り方では、船の深さが大きい場合、中央タンクからの荷重に対しては十分でない場合がある。また、電算機による精密計算結果によれば油槽船が実際に就役中には、水圧試験時における応力値に近い応力値が生じることがあると考えられる。

これらのことから、舷側タンクの縦横桁の強度を規定する場合の基準の荷重としては、建造時における水圧試験の荷重を若干緩和した中央タンクにおける倉口頂部までの荷重と、竜骨上面上 $1.35d$ の荷重のうち、いずれか大きいものを採用することに改めた。この荷重は、旧規則で採用していた舷側タンクの支材に対する荷重との関係からも適当と考えられる。また、この荷重によるときは、建造時における水圧試験の荷重は、これを若干上回るが、構造寸法は一定の安全率を含んでいるから、強度的に問題はないと考えられる。

なお、中央タンクの船底縦横桁の強度を規定する基準の荷重としては、水圧試験時の水高からそのときの喫水に相当する船底水圧を控除したものおよび竜骨上面上 $1.35d$ のうち、いずれか大きいものが考えられるが、一般に前者は後者で包含されるから、従来の規則どおり後



第6図 compartment minimum

者の荷重でよいこととした。

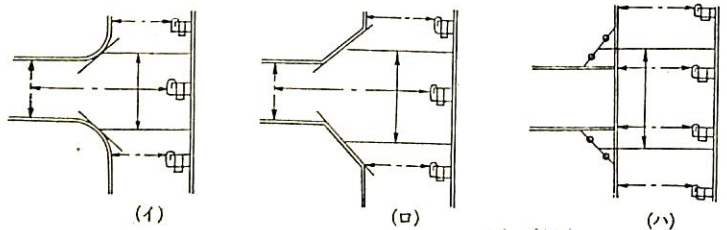
b. 電算機による精密計算結果によれば、従来の鋼船規則で考慮している計算モデルにより計算された応力値は、電算機により精密に計算された応力値に比べると、一般に低い値を示しているから、これをある程度補うため、前記の荷重の修正のほか、舷側タンクの船側横桁および縦隔壁横桁の下端肘板の内端における許容せん断応力を、腐食予備厚を控除したのに対し、従来の 12.5 kg/mm^2 から 12.0 kg/mm^2 に改めた、

c. 上記の a における荷重 h の採り方の改正に伴い、舷側タンクのトランスリングの面材の断面積が増加することになるが、曲げ強度については特に問題はなかつたので結果的な寸法は従来とおおむね一致するよう係数 C_2 を旧規則による値から 13% 緩和した。

d. 舷側タンクの船側横桁および縦隔壁横桁の支材基部のウェブに、軸圧縮に起因すると考えられる座屈損傷を生じた例があつた。これに対しては、従来、第4節第21条に規定されてい

る支材本体の部分と同様に、その圧縮荷重の 2 倍の座屈限界荷重を確保するようにウェブの板厚と防撓材の関係を定めた。この場合、支材からの軸力を支えるのに有効な横桁の部分の断面積としては、支材と横桁を固着する個所の構造(第7図参照)に応じて、模型実験や電算機による有限要素法の計算の結果を参照して定めた。

同第19条3(2)および4(2) 舷側タンクの船底横桁および甲板横桁に関しては、旧規則では径間については断面二次モーメントのみを規定していたが、舷側タンクの幅が大きくなった場合、これらの曲げ強度を規定する必要があると考えられたので、主要外国船級協会の規定



第7図

値とおおむね一致するように定めた。すなわち、船底横桁および甲板横桁を、船側横桁および縦通隔壁横桁の各面材内面で固定された梁と考え、これに船底横桁では1.35d の一様水圧、甲板横桁では縦通梁に対する甲板荷重 $0.22\sqrt{L}$ の一様水圧を、それぞれ考慮したとき、径間の曲げ許容応力として、船底横桁で 6.0 kg/mm^2 、甲板横桁で 4.0 kg/mm^2 を採ることとした。

しかるとき、所要の面材の断面積の算式は、次のように与えられる。

$$A = C \frac{shl^2}{d_0} - \frac{d_0 t_0}{300} \quad (\text{cm}^2) \quad (7)$$

s は横桁の心距 (m)

h は船底横桁では d、甲板横桁では \sqrt{L}

l は船底横桁または甲板横桁のスパン (m) で、船側横桁および縦隔壁横桁の面材の内面間の距離

d₀ および t₀ は、それぞれ各桁の深さ (mm) およびウェブの厚さ (mm)

C は係数で、船底横桁では 94.0、甲板横桁では 23.0

(7) 式により、実船例について計算した結果を第1表に示す。第1表中には参考のため NV の規定値および各桁の両端のコーナー部の R の大きさについても示した。

同第19条5項 a. 玄側タンクの構造が、船側と縦隔壁に縦桁を設ける場合は、横桁の寸法については、縦桁を設けない場合を基準として縦桁を設けたことによる効果を考慮して、係数を定めているので、縦桁を設けない場合と同じ考え方により改正した。すなわち、係数 C₁ についてはせん断許容応力を 12.5 kg/mm^2 から 12.0 kg/mm^2 に修正したことによる改正および係数 C₂ に

ついては荷重 h の規定の改正に伴う修正としての旧規則による値から 18% 減の改正を行なった。

b. 縦桁の面材の断面積を規定する係数 C₄ については、前述の係数 C₂ の値の改正と同様に、旧規則による値から 13% 減の改正を行なった。

c. 縦桁のウェブの厚さについては、径間是一般にせん断応力が低くなることを考慮して、縦桁の端部と同縦桁と端部横桁と交わる箇所との間について規定することに緩和した。

d. 玄側タンクの構造が Side Stringer 方式の場合、支材基部のウェブの厚さについて、第19条1(3)の考え方に準じて、その防焼材の配置と関連して定めた。

同第22条1桁のウェブのせん断座屈強度は、スロットや軽目穴の存在により低下し、また、曲げや圧縮との組み合わせ応力状態にあるときは、その影響を受けて低下する。これらの影響を考えると、実際の桁のウェブの座屈強度は旧規則で考慮していた値よりかなり低いことがわかったので、桁のウェブの座屈強度から定まるウェブの板厚については全般的に改めることとした。

(1) および (2) の規定は、桁の長さ方向応力が Predominant であると考えられる船底縦桁や甲板縦桁などに対するもので、(1) は竜骨上面上ほぼ 0.25 D 以下にある縦桁に、(2) は船側における甲板下面下ほぼ 0.25 D 以上にある縦桁に適用することとした。

(3) の規定は、上記以外の縦横桁に適用することとした。

(4) の規定において、縦横桁に設けられる平鋼防焼材の規定する場合の d₀ の値として、平鋼防焼材を桁を貫通する縦肋骨の上部から桁の面材にわたり設けるとき

第 1 表

SHIP		1	2	3	4	5	6	7	
L		232.0	245.0	256.0	274.0	285.0	290.0	313.0	
船底横桁	R (m)	1.8	2.1	2.4	3.0	3.0		3.5	
	R/l	0.352	0.317	0.297	0.336	0.322		0.490	
	A (cm ²)	(7) 式	16.4	101.3	90.0	174.0	162.0	74.0	85.0
		実 際	62.2	113.6	21.0	90.0	53.3	160.0	104.0
甲板横桁	R (m)	1.5	1.2	2.4	2.0	2.4		2.0	
	R/l	0.293	0.181	0.297	0.224	0.257		0.280	
	A (cm ²)	(7) 式	-8.8	36.8	36.9	69.0	46.3	18.3	4.4
		実 際	19.0	113.6	57.1	90.0	83.8	48.0	87.0

は、桁の深さから縦肋骨の高さを控除したものをを用いることを追加した。

(5)の規定において、旧規則においては倒止め肘板は約3mの間隔で設けなければならないこととなっていたが、改正規則ではその位置を具体的に規定する条文を加えた。

同第22条2 桁のウェブの座屈強度上から規定される板厚の改正に伴い、防撓材の心距の規定を削除した。防撓材の寸法については従来どおりである。

同第23条 中央タンクにおける船底横桁の縦隔壁に固着する肘板の内端附近など、せん断応力が高く、かつ、曲げ応力が組み合わされている個所では座屈損傷がしばしば生じたので、このような個所では特に密に防撓を行なうべきことを精神規定として加えた。

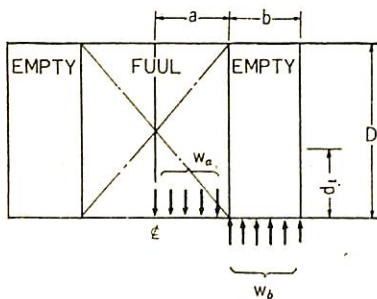
第5節第24条 中央タンクにおける横隔壁板の断面積を新たに規定した。これは縦隔壁と船体中心線の強力な立て桁との間の相対変位を考慮したものである。制水隔壁では、これに基因すると考えられる座屈またはき裂損傷がしばしば発生した。横隔壁(水、油密)には、現状ではこの種の損傷は見られないが、制水隔壁との関連上設けたものである。中央タンクにおける制水隔壁板の船の深さ方向の断面積は、第34条2項に規定した。

また、第6節第35条には玄側タンクの相対変形に対する規定を設けたが、船が大型化するに従い、この影響を無視し得なくなつたので、新たに規定することとした。

中央タンクにおける横隔壁板の断面積の規定と、玄側タンクの相対変形の規定は、同様な考え方から導かれたので、以下に纏めて説明する。

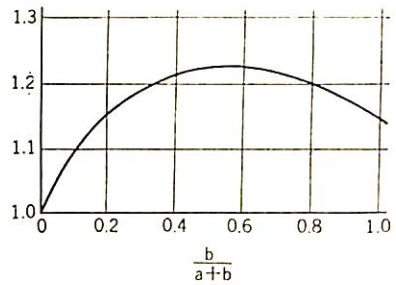
1: 玄側タンクのせん断変形

第8図のような荷重状態が、貨物油タンク全長にわたつて続く場合を仮定すると、玄側タンクのせん断変形量 y は次式で与えられる*。



第8図

*ウイングタンクのせん断変形について
山越道郎ほか 西部造船会会報第29号



第9図

$$y = \frac{W}{K} \quad (\text{cm}) \quad (8)$$

$$w = -2 \alpha_s R_L + 2 \alpha_L R_s \quad (t)$$

$$\alpha_s = 0.5 - \alpha_L$$

$$\alpha_L = \frac{t_L}{2(t_L + t_s)} \beta$$

t_L = 縦隔壁の平均板厚 (mm)

t_s = 船側外板の平均板厚 (mm)

β = 第9図から得られる係数

$$R_s = 1/2 w_b b l_t = 1/2 b d_t l_t \quad (t)$$

$$R_L = (1/2 w_b b - w_a a) l_t = \left\{ \frac{b d_t}{2} - (h - d_t) a \right\} l_t \quad (t)$$

a = 中央タンクの半幅 (m)

b = 玄側タンクの幅 (m)

l_t = 1 中央タンクの長さ (m)

h = 竜骨上面上荷重の上端までの高さ (m)

d_t = 喫水 (m)

$$K = n_b K_b + n_s \eta_s K_s + n_t \eta_t K_t \quad (t/cm)$$

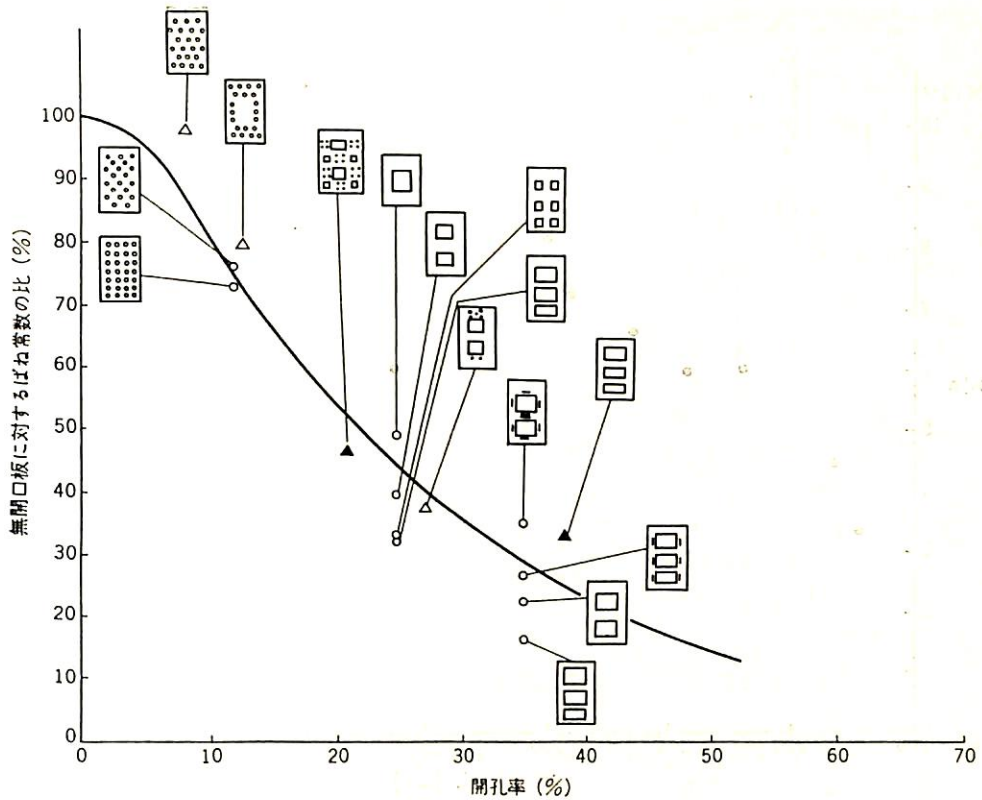
$n_b, n_s, n_t = l_t$ の範囲内における玄側タンク内の、それぞれ横隔壁、制水隔壁、トランスバースリングの数。ただし、 l_t の前後端におけるものは 1/2 として数える。

η_s, η_t = それぞれ制水隔壁、トランスバースリングの開口率に応じて定まるばね常数に関する係数で、三菱広研および石播技研の実験結果によれば、第10図のように与えられるから、これを表示して第2表によることとした。

K_t, K_s, K_b = いずれも次式により算定される値、ただし、 t は、それぞれ玄側タンク内

第2表

開口率 %	0	5	10	20	30	40	50	60	70
η_t, η_s	1.0	0.95	0.8	0.55	0.35	0.23	0.15	0.1	0.06



第10図 開孔率とばね常数との関係

の横隔壁、制水隔壁、トランスバースリングの隔壁板またはウェブの平均板厚(mm), b' は舷側タンクの幅 (m), 舷側タンク内の隔壁が立て波形の場合は、船側外板から縦隔壁までのガス長さ (m).

$$81.0 \frac{Dt}{b'} \quad (t/cm)$$

実船においては一般に $\frac{b}{a+b} = 0.5 \sim 0.7$ であるから、 $\beta = 1.22$ とおくことができる。また、実船の寸法ではおおむね $t_1/t_s = 0.7$ とおくことができる。したがって、 w は次のように書き換えられる。

$$w = 0.5 (h - d_1) a t_1 \quad (t) \quad (9)$$

(8) 式により、実船例について水圧試験時のせん断変形量を求め、舷側タンクの幅で除した値を、第11図に示す。また、ある1隻の船 ($L = 246.0$ m) について他の条件を同一にしてタンクの長さだけ変化した場合のせん断変形量の変化を第12図に示す。

これらの図から、舷側タンクのせん断変形量は船が大きくなるに従い、また、タンクの長さが大となるに従い、一般に増加の傾向があることが認められる。

第11図から、(8) 式の w に (9) 式を用いて算定した舷側タンクのせん断変形量は舷側タンクの幅の 7.5×10^{-4} 倍を越えないこととすると、舷側タンクのせん断変形に対する算式として次をうる。

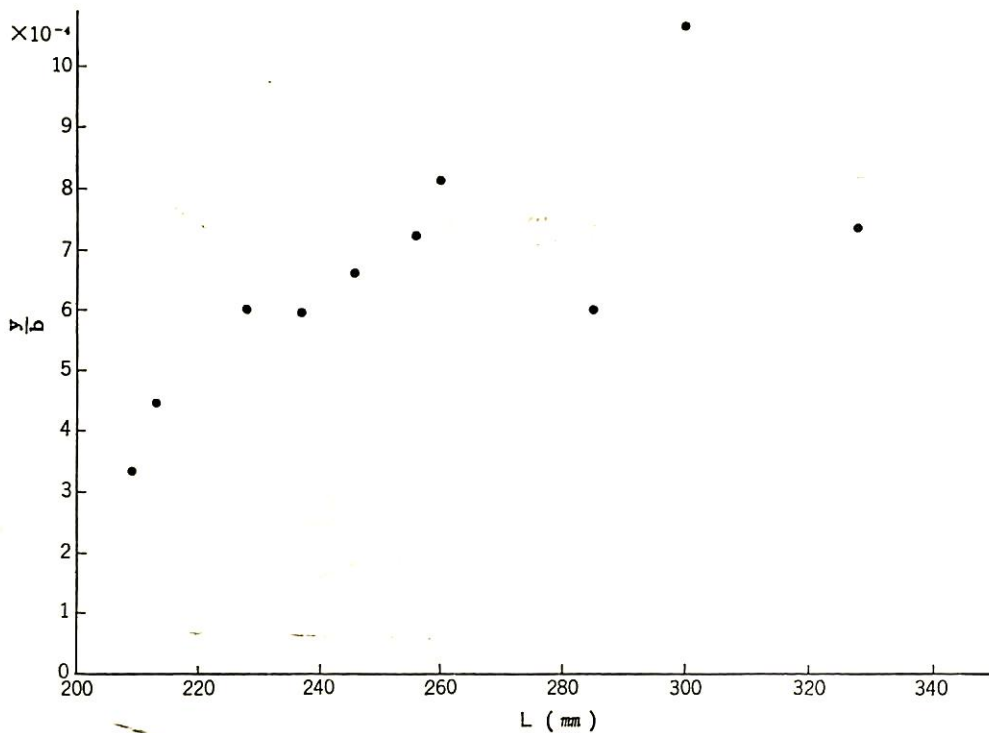
$$\frac{h - 0.32d}{K} \frac{a}{b} t_1 \leq 0.15 \quad (10)$$

(10) 式において、規則における荷重 h としては、竜骨上面上中央タンクの倉口頂部までの距離 (m) とし、このときの喫水は、満載時の32%を採ることとした。

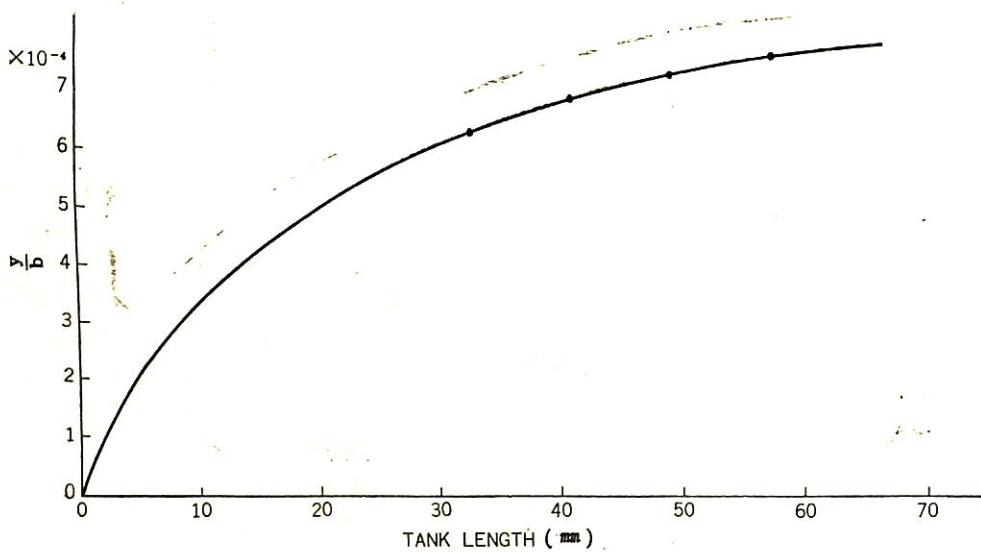
2. 中央タンクのせん断変形

中央タンクについては、舷側タンクとの構造上の相違により、そのせん断変形量について考慮する代わりに、横の(制水または水油密)隔壁に生じるせん断応力について考察の方が簡便であり、また、それから直ちに所要のせん断断面積を導くことができる。規則についても、せん断変形量で規定するよりもせん断断面積で規定した方が实际的である。

このような理由から、中央タンクについては、せん断変形の代わりにせん断応力で考察することとした。



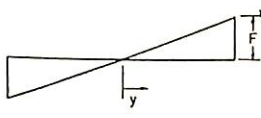
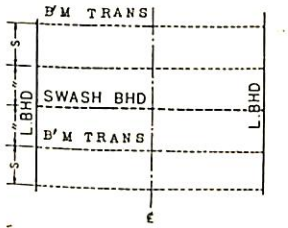
第11図 玄側タンクのせん断変形量



第12図 タンクの長さによる玄側タンクのせん断変形量

(1) 船底縦通桁がないとき

第13図に示すように、制水隔壁に作用する荷重を、船底横桁との間に含まれている荷重が一樣に作用するものとする、制水隔壁に生じるせん断応力 τ_1 は次式で与えられる。



第13図

$$\tau_1 = \frac{shy}{A} \times 10 \quad (\text{kg/mm}^2) \quad (11)$$

- s は船底横桁の心距 (m)
- h は荷重水頭 (m)
- y は船体中心線からの距離 (m)
- A は y 点における制水隔壁の深さ方向の断面積 (cm²)

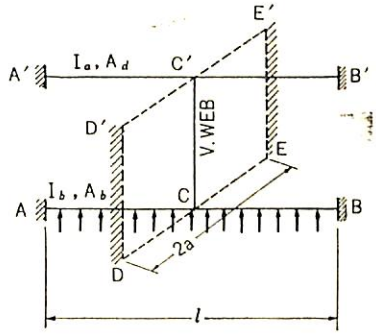
(2) 船底縦桁があるとき

船底縦桁があるときは、制水隔壁に作用するせん断応力は、次の2つから成り立つと考えられる。

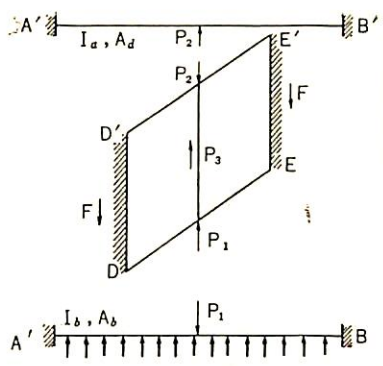
- a. 上記の(1)のような一様分布荷重によるもの。
- b. 船底横桁に働く荷重が、船底縦桁を介して伝達されるもの。

a の荷重によるせん断応力は、上記の(1)と同様の方法により求められる。

次に、b の荷重により制水隔壁に加わるせん断力 F は第14図に示すように船底縦通桁 ACB、甲板縦桁



第14図



第15図

A'C'B' および制水隔壁 DCEE'C'D' から成る構造模型について考察し、これを第15図に示すように分解すれば、導くことができる。せん断力 F が求められると、これから隔壁に作用するせん断応力 τ_2 は容易に導くことができ、次式のように与えられる。

$$\tau_2 = \frac{7ahl}{4 \left\{ 1 + \frac{192E}{Kl^3} \left(\frac{I_b}{1+15.6k_b^2} + \frac{I_d}{1+15.6k_d^2} \right) \right\}} A \quad (\text{kg/mm}^2) \quad (12)$$

- a は中央タンクの半幅 (m)
- h は荷重水頭 (m)
- l は船底縦桁の長さ (m)
- I_b, I_d はそれぞれ船底縦桁および甲板縦桁の断面二次モーメント (m³・mm)
- K_b = $\frac{hb}{l}$ K_d = $\frac{hd}{l}$
- h_b h_d はそれぞれ船底縦桁および甲板縦桁の深さ (m)

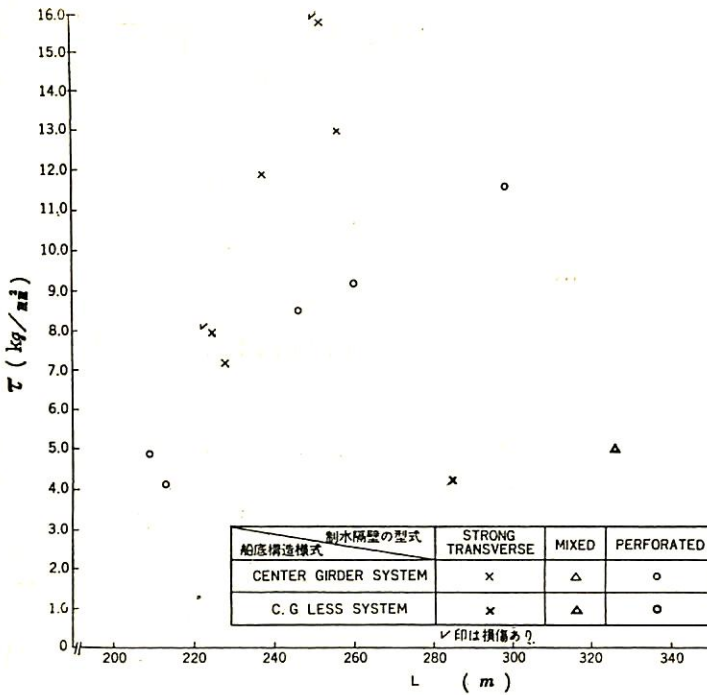
- K は制水隔壁のせん断剛性 (kg/mm)
- E はヤング率 (kg/mm²)
- A は前記(1)の場合と同じ

以上から、船底縦桁があるとき、中央タンクの制水隔壁に作用するせん断応力 τ は(11)式および(12)式から次のように与えられる。

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 \quad (\text{kg/mm}^2) \quad (13)$$

(13)式により実船例について計算した結果を第16図に示す。

この図から中央タンクの横制水隔壁に作用する平均せん断応力は、前と同様に、船が大きくなるに従い漸増の傾向があるが、特に船底構造が CENTER-GIRDER SYSTEM の油槽船の場合にその傾向が著しく、その大きさは 10.0 kg/mm² を越す例がある。しかるに、CENTER-GIRDERLESS SYSTEM の場合は一般に低い。



第16図 中央タンクにおける制水隔壁の平均せん断応力

これから、中央タンクの横制水隔壁の許容せん断応力として 10.5 kg/mm^2 (許容せん断歪量としては 13.0×10^{-4} に相当) とすることとした。

しかるときは、中央タンクにおける制水隔壁の船の深さ方向の断面積の算式は、(11)式、(12)式および(13)式から、適当に簡易化することにより、次のように与えられる。

$$A = 0.95 S (h - 0.32 d) (l - S) \left(C + \frac{y}{l - S} \right) \quad (\text{cm}^2) \quad (14)$$

Sは船底横桁の心距 (m)

hは竜骨の上面から倉口頂部までの距離 (m)

lは当該隔壁の前後における水油密または制水隔壁の間の距離 (m)

yは船体中心線から、船幅方向に測つた距離 (m)

Cは係数で、中央タンクの船底構造に中心線縦桁がない場合は0、中心線縦桁がある場合は、次式により定まる値

$$C = \frac{0.175}{1 + 131.0 \frac{a}{D} \left(\frac{1.5 k_b^3}{1 + 15.6 k_b^2} + \frac{k_d^3}{1 + 15.6 k_d^2} \right)} S$$

aは中央タンクの半幅 (m)

$$k_b = \frac{h_b}{l} \quad k_d = \frac{h_d}{l}$$

h_b および h_d は、それぞれ船底縦桁および甲板縦

桁の深さ (m)

(14)式を適用するに当たり、規則としての統一上、横水油密隔壁にも適用することとした。

同第27条ないし第30条 油槽船の横隔壁に設けられる立て桁および水平桁に関しては、旧規則では、縦隔壁間の中央に設けられる立て桁が水平桁を支持する強力な桁の場合について、その曲げ強度のみを第28編で規定し、そのほかは第13編の規定に準拠することとしていた。しかるに、旧規則の第13編の規定によるウェブの厚さは、外力の大きさや座屈強度とは関係なく、桁の深さのみに依存して規定されていた。一方、大型船では必然的に荷重が大となるから、桁に作用するせん断力が大となる。このような関係から、桁のせん断強度またはせん断座屈強度の不十分によると考えられる損傷がしばしば発生した。

このようなことから油槽船の横隔壁に設けられる各種の桁の強度について全般的に再検討を行ない、規則としては第13編の規定を準拠することをやめて、油槽船関係規則の一部として、独立に規定することとした。

これらのうち、第27条は強力な立て桁に関する規定で、立て防撓材方式の場合と水平防撓材方式の場合に分けて規定し、これらの場合について桁のせん断強度の面からウェブの厚さの規定を新設した。桁の深さおよび面材の断面積については旧規則を踏襲した。ただし、水平防撓材方式の場合の面材の断面積については旧内規を踏襲した。

第28条は水平桁により支持される立て桁の規定で、この立て桁に作用する防撓材からの荷重は台形分布として取り扱った。またウェブの厚さの規定は、せん断力の分布を考慮して定めた。

第29条は立て桁を支持する水平桁の規定で、立て桁1条、2条および3条の場合について規定した。このうち、面材の断面積の規定については、立て桁の配置が水平桁のスパンに対称に設けられていない場合は、径間における曲げモーメントの最大値を基準とした関係から、 a_1 を測る水平桁の端を左右両側に採つて算定し、得られた2つの値のうち、大きいもの以上としなければならない。

第30条は立て防撓材を支持する水平桁の規定で、こ

の水平桁に作用する防撓材からの荷重は一様分布として取り扱った。ウェブの厚さの規定は、第28条の場合と同様に、せん断力の分布を考慮して定めた。

同第31条 横隔壁付きの各種の桁のウェブの防撓について、トランスリングの桁のウェブに関する座屈強度上の板厚の規定を準用することとした。

同第32条 横隔壁付きの各種の桁の端部などのせん断応力の高い個所では、座屈損傷がしばしば見られたが、これを考慮してトランスリングの桁の場合と同様に、特に密に防撓しなければならないことを、精神規定として加えた。

同第34条1項 旧規則では、制水隔壁の防撓材および桁の寸法は、油密隔壁の強度の50%未満としないよう規定していたが、荷重の面から考慮するとこの規定は適当でないと考えられるので、削除することとした。しかし、それに代わる寸法規定を具体的に定めるに至らなかったため、今回は精神規定にとどめた。当分の間、その取扱いを細則で定めることとした。

同2項 中央タンクにおける制水隔壁板の船の長さ方向の断面積の規定を新設した（タンクのせん断変形参照）。規則の表現としては、油密隔壁に対する規定を準用することとしたが、主目的は制水隔壁板の損傷に対するものである。

同3項 制水隔壁板の厚さに、第8条(4)の compartment minimum をあわせ適用することを明確にした。

同5項 制水隔壁板の座屈損傷については、せん断応力またはせん断ひずみの面から、断面積またはせん断変形量を規定することとしたが、そのほかに座屈強度についても考慮する必要がある。これについて今回は精神規定にとどめることにした。

第8節第38条 小型油槽船は、大型油槽船の規定を準用することとなっているが、その必要のない個所を除外することを明記した。

第29編 鉱石運搬船

第4条 鉱石運搬船の舷側タンクの構造および寸法は、油槽船規則に準拠することとしているが、算式を適用するに当たって荷重の採り方が相異なることを(2)に示した。また、横隔壁については、旧規則では旧第13編を引用していたが、第28編の規定を引用することを(3)に示した。

第6条 舷側タンクの相対変形について、油槽船の場合と同様に規定することとした（タンクせん断変形参照）。ただし、荷重状態は、満載で波底にある状態を考

慮した。油槽船の場合と規定値が異なっているのは、積載している鉱石の見掛け比重2.0を考慮しているのに対し、実際の見掛け比重は一般にこの値より低いこと、算式の誘導過程では鉱石倉全長にわたり同じと仮定しているのに対し、実際の波浪状態は部分的であること等を考慮して、緩和した。しかし、舷側タンクのせん断変形については、油槽船に比べ鉱石船の方が、一般に酷な荷重条件にあることに注意する必要がある。

第30編 船体構造および艦装品材料

第3章 試験片

機関用鋳鍛鋼品の引張試験片に ISO 標準比例試験片 14 A-1 号試験片を採用して今回機関関係の規則が改正されることになったから、船体関係の材料試験にも本試験片を用いることができるように改正した。

この 14 A-1 号試験片は、従来船体関係で 14 号 A 試験片と呼んでいたもののうちで平行部の径が 14 mm のものである。また、試験片の採取の都合上、これ以外の形状の試験片を用いた場合の伸びの規格値は、第39編第3章第2条の式を用いて修正することになる。今回の試験片の改正に伴い、第4章チェーン用丸鋼、第5章船体用鋳鋼品、第6章船体用鍛鋼品の試験片はすべて 14 A-1 号を用いるように改正した。

第4章 チェーン用丸鋼

第30・13表の試験片を 14 A-1 号に改めた。

第5章 船体用鋳鋼品

第2条 純酸素転炉による製鋼法が一般化され鋳鋼品にも適用しうる段階となつているので、これを追加した。

第8条(2) 形状が類似の小型の鋳鋼品を同一溶鋼から多数製造する場合の抜取り検査のロットの 250 kg を最近の技術の進歩による信頼性の向上を考慮の上、機関用鋳鋼品に合わせて 500 kg に改めた。

第9条 14 A-1 号試験片の採用に伴い、KSC 42 H の伸びの値を従来の 4 号試験片の伸びの値を換算の上改めた。

第12条 鋳鋼品の表面検査および非破壊検査は、その実施を明文化するために本条を復活した。

第6章 船体用鍛鋼品

第2条 船体用鋳鋼品の場合と同様、純酸素転炉による製鋼法が一般化されているので、これを追加した。

第8条 形状が類似の小型の製品を同一溶鋼から多数製造する場合の抜取り検査ロットの大きさを機関用鍛鋼

品に合わせて、条文中の「150 kg」および「3 t」を「250 kg」および「4 t」にそれぞれ改めた。

第9条 船体用鋳鋼品の場合と同様、14 A-1 号試験片を採用するのに伴い、第30・15表の伸びおよび(注)2の伸びの値を「24以上」および「19%以上」にそれぞれ改めた。

第15条(1) 鍛鋼品の代わりに用いる径が200 mm以下の棒鋼の抜取り検査の条文を「機関用鍛鋼品のそれに合わせ試験片の個数が製品個数を上回るときは製品個数にとどめてよい」を追記した。

第7章 アンカー

最近の船舶の大型化に伴い、これに搭載するアンカーも大型のものが規定されるようになったから、アンカーの耐力試験荷重もアンカーの重量31 tまでのものについて、第30・16表に取り入れた。

第8章 チェーン

1969年の船級協会間の艤装に関する Working Party でチェーンの呼び径の段階を98 mmは97 mmに、108 mmは107 mmに変更することに意見の一致を見

たので、これを第30・20表に取り入れた。

第9章 鋼索

第5条 旧規則では、亜鉛めつきを施すことになつてしたが、その付着量については規定していなかつた。また、亜鉛めつき試験の項目判定基準、試験方法などに触れていなかつたので、今回これらについての誤解を解き、検査に合格した製品の品質をある一定以上に保つために改正を行なつた。この亜鉛めつき試験の方法および判定は JIS H 0401 (溶融亜鉛めつき試験方法) によることとしたが、全数試験は行なわず、抜取試験を行なうようにするため、条文では具体的に明示しないこととした。

第12章 丸窓

この改正はすべて、JIS F 2401 (船用青銅製丸窓)、F 2413 (船用アルミニウム合金製丸窓)、H 5202 (アルミニウム合金鋳物) および H 8601 (アルミニウムおよびアルミニウム合金の陽極酸化皮膜) に合わせた改正である。(以上)

海技入門選書

東京商船大学助教授 庄司和民著

航海計器学入門

A 5判 上製 140 頁 (オフセット色刷 14 頁)

定価 450 円 (〒70 円)

(序文より) 航海者にとっては、不完全な新計器より、古くても完全に常に信頼できる計器が必要である。この意味から本書に説明するような基礎的な航海計器は充分に理解しておく必要がある。(略)

目	次
第1章	測程儀
第2章	測深機
第3章	船用光学器械
第4章	クロノメーター
第5章	磁気コンパス
第6章	自差
第7章	傾船差

海技入門選書

東京商船大学学長 浅井栄資 共著
東京商船大学助教授 巻島勉

気象と海象

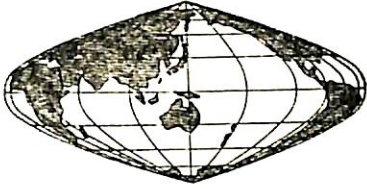
A 5判 170 頁 定価 480 円 (〒70 円)

目次

(序文より) 本書は海技入門書の一つとして、海員に是非知つていて貰いたい最近の気象学と海洋学について、分かりやすいことを第一のモットーとして記述したものである。だから中学卒業程度のもので充分理解できるはずであるが、その内容は高級な海技者の要求も充分満たしうるように、かなり高度のものまで及んだつもりである。

第1章	大気
第2章	気象観測
第3章	気象報告その他
第4章	大気の流れ
第5章	気団と前線
第6章	温帯低気圧(旋風)(暴風雨そのⅠ)
第7章	熱帯低気圧(台風)(暴風雨そのⅡ)
第8章	霧
第9章	天気予報と予察
第10章	波のうねりなど
第11章	潮汐と潮流
第12章	海流
第13章	海水

NKコーナー



第1回技術委員会

2月15日に本年度の第1回技術委員会が開催された。昨年末東大名誉教授吉識雅夫氏が技術委員会委員長を辞任したため、その後任として、今回大阪大学名誉教授寺沢一雄氏が委員長に選定された。

寺沢委員長司会のもとに次の事項が決定或いは承認された。

1. 本年度の規則改正計画
2. 船体関係規則電算化専門委員会、ばら積み貨物船電算化専門委員会の設置
3. 油槽船、鉱石運搬船、船体構造および艤装品材料関係の規則改正ならびに油槽船、鉱石運搬船関係の細則
4. 液化ガスタンク船関係の規則改正
5. 電気設備関係の規則改正および細則
6. 本年度の技術研究所の研究項目

プロペラ軸のニッケルメッキによる耐摩耐食補修

NKでは、勝川九州ミカローム工業(株)の特殊ニッケルメッキ法(ミカロイ加工)によるプロペラ軸スリーブの耐摩耐食補修法の適用を仮承認した。

これは、ほぼ純正Ni(99.98%, 残りはCu, Fe, Siなど)を電気メッキ槽で、プロペラ軸スリーブ表面にメッキするもので、硬度450 Hv, 引張り強さ150 kg/mm²程度の機械的性質を有する。

この方法は、メタライジングやモリブデンコートなどと較べて、スリーブ材に対してニッケルを化学結合させること、およびメッキされたニッケル自体が十分な強度を有するため、補修法として優れている。メッキは約60°Cの電解液槽で行なわれるが、メッキ後の残留応力を0ないし-3 kg/mm²の範囲に抑えることを目標としている。この残留応力を制限する条件は、電解液質と電流密度に左右される。このニッケルメッキの補修厚さの目標は2 mm前後であるが、この厚さに対するメッ

キ所要時間は約1日である。スリーブ全厚に対してメッキ厚さの割合が大きい場合には、スリーブの弛緩防止のために、残留応力を引張り応力とする方が好ましい。

この補修法によれば、電流密度の調整いかんにより、残留応力を約3ないし-6 kg/mm²の範囲とすることができる。

耐摩耗性能については、グランドパッキン材およびリグナムバイト軸受に対して、無潤滑および潤滑のいずれの条件でも、BC3材より優れた実験結果を示している。

耐腐食性能については、周囲のFC材、BC材、SF材などに対して電気化学腐食に優れ、また耐海水腐食も優れていることが実験的に確認されている。

なお、このメッキは、接着が強固で、かつ硬度が極めて高いので、プロペラ翼のキャピテーション部の補修策にも適しているであろうと思われる。

法定船用品の耐用年数等について

法定船用品の中には、経年変化によつて使用不能になったり、または性能が劣化するものがある。特に火薬類を使用した信号器具は、その使用材料の性質上、この傾向が大である。政府の規則では、信号器具について「保存に堪え」と表現されているだけであるが、この解釈として「通常の貯蔵状態において、少なくとも3年の期限について、基準以上の性能が保持されることをいう」と考えられている。これに対して、メーカーで定めている耐用年数と取扱上の注意は次のようになっている。

1. 落下さん付信号、火せん等の火工品 3年
2. 救命艇、救命いかだの救難食料 2年
3. 各種の船用品に使用している乾電池 1年
4. 固定式あわ消火装置で空気あわ(または機械あわ)方式に使用するあわ原液 4年
5. 耐用年数ではないが1年ごとに検量を要求されているもの

(1) 炭酸ガス消火装置用炭酸ガス消火器、粉末消火器等の炭酸ガスの量が10%以上減量しているものは新替

(2) 自蔵式呼吸具の酸素または空気容器の圧力が100 kg/cm²以下のものは新替

6. 一度使用したら新替するもの(破壊せず外板も変らないもの)

(1) 自蔵式呼吸具の吸収罐または清浄罐

(2) 粒末消火器の消火剤(残量が大量でも)

(3) 救命艇、救命いかだの海水脱塩装置

日本鋼管の G-LOFT システム

—飛躍した造船現図作業—

日本鋼管はこのほど、コンピュータ利用の新しい装置として脚光を浴びている CRT (Cathode Ray Tube) を利用して、造船用現図の作図システム “G-LOFT” (Grafic Lofting System) を開発した。このシステムの開発によつて未熟練者でも現図作成作業が可能になり、工数の低減、ターンアラウンドタイム（入力を投入してから結果を受け取るまでの時間）の縮小など造船現図作業の合理化は大きく前進した。

船舶の設計・建造の分野におけるコンピュータの活用もほぼ 10 年の経験と実績を経過して、今や第一回の転期にさしかかっているが、この間、前半の 5 年間は主と

して設計分野での個別的な計算作業のコンピュータ化が行なわれ、そのためのプログラム作成もほとんど個々の設計者による個人プレイで開発されて来た。コンピュータの大型化に伴い、後半の 5 年間ではデータに関連を持つ一貫化業務の処理のコンピュータ化が企画され、そのためのチームプレイによるシステム開発が推進された。

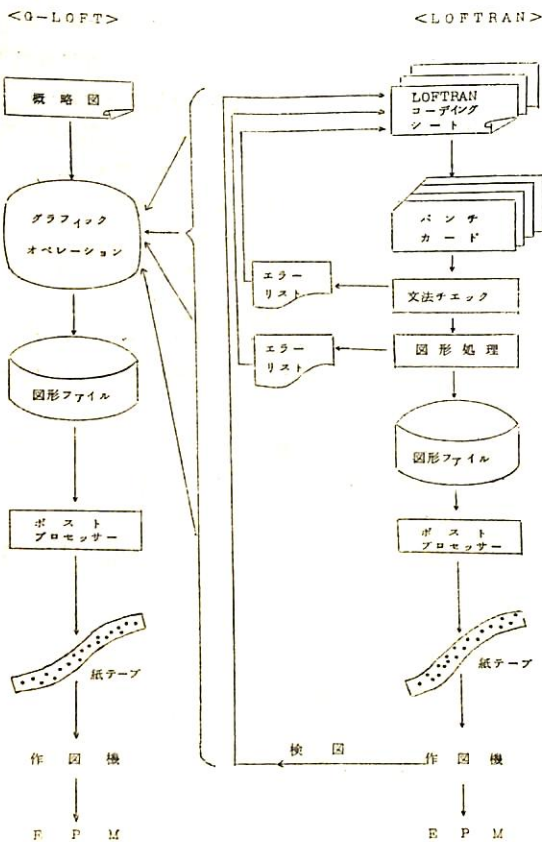
しかし、いずれの場合もこの 10 年間でのプログラムはコンピュータでの処理としては、一括処理（バッチ処理）の形をとつていたため、ターンアラウンドタイムに関しては改善されなかつた。むしろ、システムが大型化するにつれて余分なデータの準備や検討項目の追加による膨張のため、かえつてターンアラウンドタイムが延びることさえあつた。このようなコンピュータの使いにくさに関する事情は造船分野以外でも問題にされ、アメリカの MIT (マサチューセツ工科大学) を中心とする MAC 計画等に端を発して、新しいコンピュータの使い方が検討されるようになった。その結果、時分割使用 (time sharing system) やコンピュータを会話的 (interactive) に使用する方法が開発され、これらの新しい方法はここ 2、3 年の間に一部分では、すでに実用段階に達した。その一つとしてここに開発された、G-LOFT システムが CRT を利用したコンピュータと人間の会話型の方法である。

造船は個別受注生産という特殊環境もあつて、業界における設計作業の比重は、他産業に比べて比較的大きい。このため、造船業界でのコンピュータによる設計の省力化に対する期待は大きかつたが、従来のバッチ処理方式では、この点で期待にこたえるような効果を得ることは困難であつた。

しかし、コンピュータの会話的もしくは対話的な使用は、新しい技術として設計作業での有効活用の道を発見すると思われている。同社でもこのほど、CRT を利用した造船用現図の作図システム “G-LOFT” (Grafic Lofting System) を開発した。

<G-LOFT>

船の部材の切斷は、まず切斷すべき部材を 10 分の 1 の縮尺で正確に製図する。この図面は縮尺現図と呼ばれ、これを EPM 装置によつて 10 倍に拡大して鋼板に写真焼付する。鋼板はこの焼付けられた線に沿つてガス切斷される。従つて、縮尺現図は非常に高い精度が要求される。そのために、縮尺現図を人手で描くには、非常



現場作業順序

な熟練と多大な工数が必要となるが、G-LOFT は、この縮尺現図を CRT を用いて、人間とコンピュータがあたかも会話するような形で作り出すためのシステムである。

作業者はライトペン、ファンクションキー（拡大、縮小、一部消去、反転などの図形操作を示すキー）、英数字キーを操作してコンピュータに直接指示を与えることによつて、CRT のブラウン管上に点、線、円、円弧などはもちろんのこと、船体線図、造船用特殊図形などを簡単に、しかもほとんど即座に作り出すことができ、作った図形はその場で目で確認できるので、まちがった図形を作った場合にはその部分だけを修正すればよい。また、誤操作に対する処理には特に

注意してプログラムを作つてあるので、たとえまちがった操作をしても、コンピュータはブラウン管上にエラーメッセージを出すことによつてまちがいを指摘してくれる。操作ミスによつて、すでに正しく作られている図形まで壊してしまうことのないような工夫もされている。操作手順は簡単に覚えやすくしてあり、複雑な操作が必要なときには、次にどんな操作をすべきかコンピュータがメッセージとして表示してくれる。

G-LOFT の重要な機能の一つにファイルの機能がある。保存の必要のある図形は名前をつけて、磁気ディスクにファイルしておき、後日必要があればその名前を指定して取り出せる。取り出してブラウン管上に映し出された図形に追加、修正、削除は自由にできるから、類似な図形を効率よく作ることもできる。

作り出された図形はブラウン管上に写つているだけでなく、その図形の正確な数値データが計算機の記憶装置に貯えられており、操作者の指令によつて、その場でその数値データを紙テープに打ち出させることができ、縮尺現図は、この紙テープを数値制御作図機（自動作図機）にかけることによつて非常に正確に、かつ能率よく作られる。

縮尺現図を数値制御作図機で描かせることは、以前か



CRT の画面上に現図が描かれていく。オペレータが手にしているのがライトペン、左側キーボードがファンクションキー、画面下のキーボードが英数字キー。

ら造船各社で行なわれているが、同社でも「LOFT RAN」という造船図形処理システムを開発し、これを用いてコンピュータ処理によつて作図機用紙テープを作つていた。今回の G-LOFT の開発は、この LOFTRAN をオンライン化したものといえよう。G-LOFT は未熟練者でも作業できること、工数の低減、ターンアラウンドタイム縮小など効果は非常に大きく、なおこのシステムは設計への応用、ネスティング、数値制御御さ切断への応用など、大きな将来性を秘めている。

なお、このようなシステムは、外国においても、造船業界としては他にその例をみない。同社では、船殻設計、造船工作の自動化についての研究も進めており、この G-LOFT はその一環として開発されたものである。

<CRT: Cathode Ray Tube>

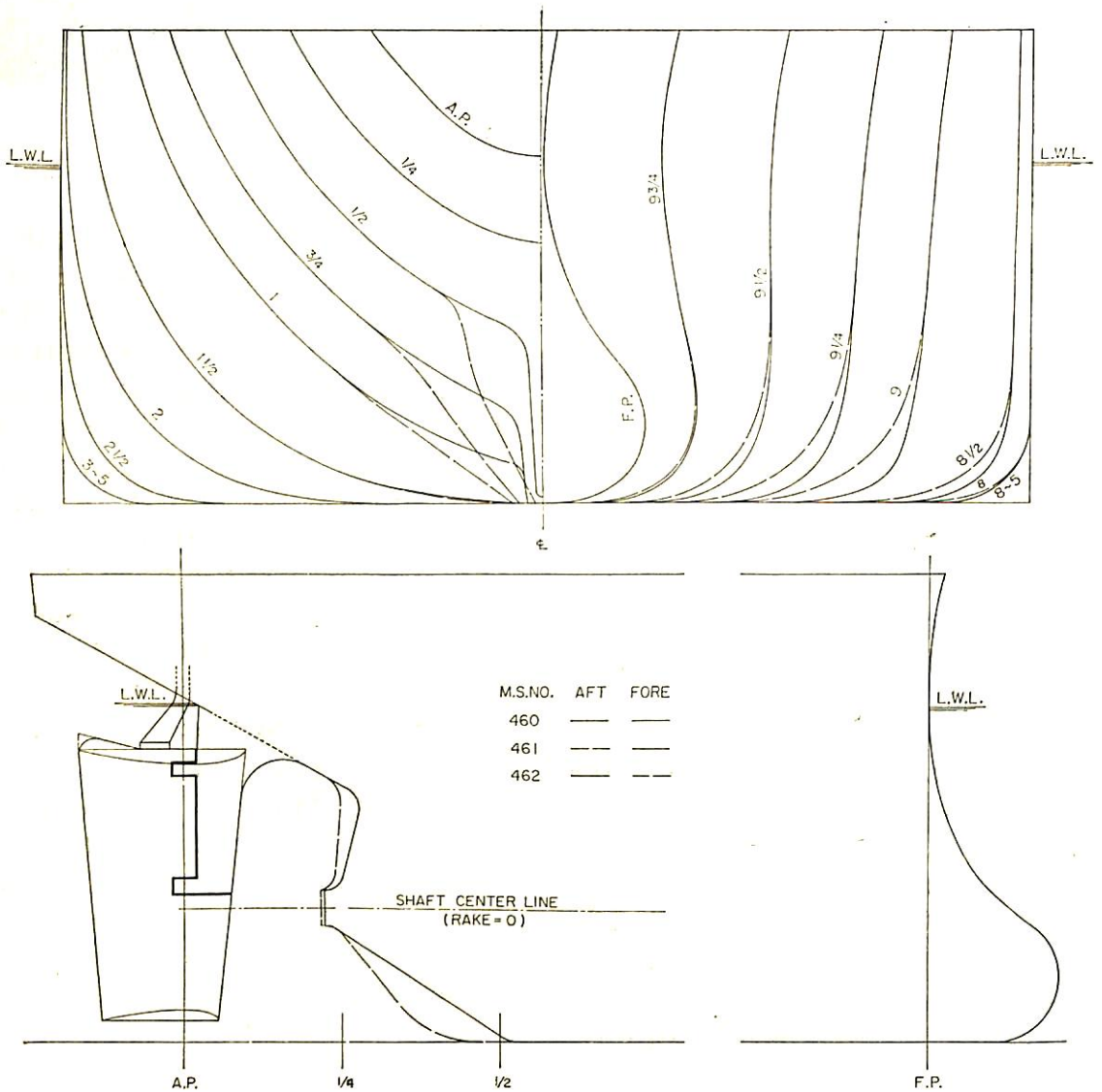
グラフィック・ディスプレイ装置とも呼ばれている。装置はブラウン管、ライトペン、ファンクションキー、英数字キーなどから成つており、通常、計算機とオンラインで利用し、ライトペン、ファンクションキー、英数字キーはインプットとして用い、アウトプットはブラウン管上に図形または文字として写し出される。G-LOFT では CRT として IBM 2250 を使用した。

載貨重量約 53,000 英トンのばら積運搬船の水槽試験例

「船舶」編集室

M.S. 460, 461 および 462 は載貨重量約 52,500 英トン、垂線間長さ 213.0 m のばら積運搬船に対応する模型船で、模型船の長さは 6.8 m、縮率は 1/31.324 である。

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



第 1 図 正面線図および船首尾形状

してはいずれもハンギング舵が採用された。また、 L/B は約6.6、 B/d は約2.8である。

なお、主機としては連続最大出力で14,400 BHP×122 RPM のディーゼル機関の搭載が予定された。

試験はいずれも満載およびバラストの2状態で実施された。試験により得られた剰余抵抗係数を第2図および第3図に、自航要素を第4図および第5図に示す。これ

らの結果に基づき実船の有効馬力を算定したものを第6図に、伝達馬力等を算定したものを第7図に示す。

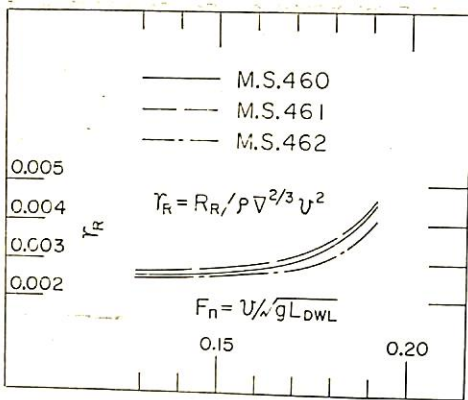
ただし、試験の解析に使用した摩擦抵抗係数はいずれもシェーンヘルのもので、実船に対する粗度修正量 ΔC_F は -0.0003 とした。また、実船と模型船との間における伴流係数の尺度影響は考慮されていない。

第1表 船体要目表

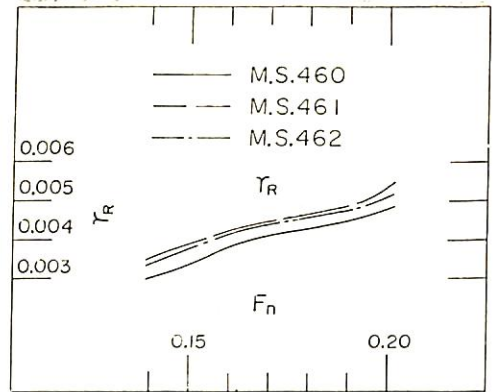
M.S. No.		460	461	462	
長さ	L_{PP} (m)	213.000			
幅 (外板厚を含む)	B (m)	32.298			
満 載 状 態	喫水	d (m)	11.577		
	喫水線の長さ	L_{DWL} (m)	212.543		
	排水量	V_s (m ³)	65,091	65,302	64,916
	C_B		0.817	0.820	0.815
	C_P		0.825	0.827	0.822
	C_M			0.991	
	l_{CB} (L_{PP} の%にて 艮より)		-2.60	-2.48	-2.51
平均外板厚	(mm)	24			
船首形状		突出バルブ			
バルブ	大きさ (船体中央断面積の%)	10.8			
	突出量 (L_{PP} の%)	2.05			
	没水深度 (満載喫水の%)	81.0			
摩擦抵抗係数		シェーンヘル ($\Delta C_F = -0.0003$)			

第2表 プロペラ要目表

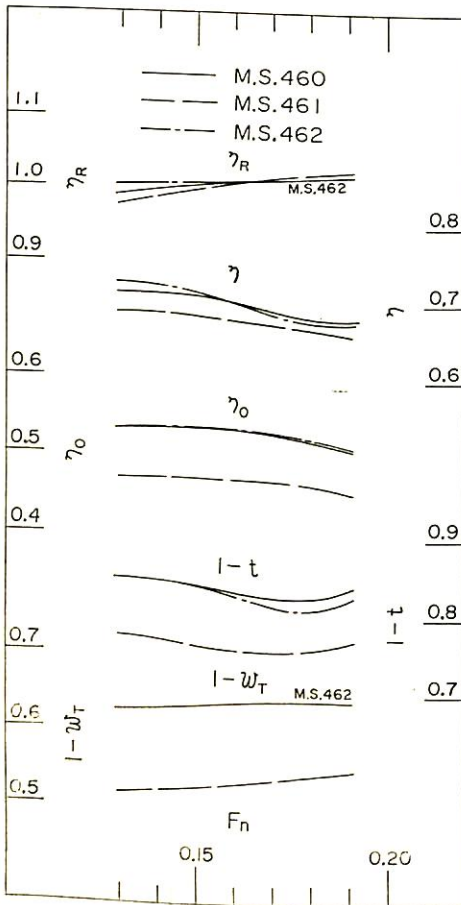
M. P. No.	386
直径 (m)	6.111
ボス比	0.197
ピッチ (一定) (m)	4.418
ピッチ比 (%)	0.723
展開面積比	0.680
翼厚比	0.0568
傾斜角	9°-58'
翼数	5
回転方向	右廻り
翼断面形状	MAU 型



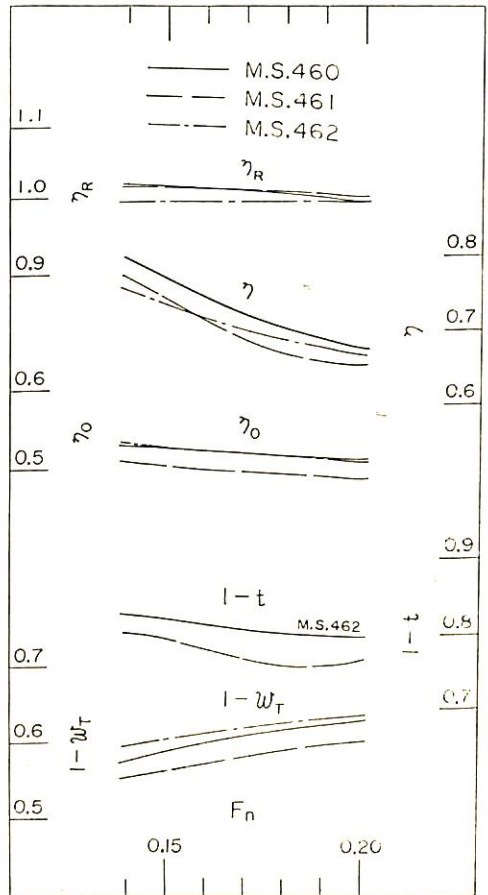
第2図 剩余抵抗係数 (满载状态)



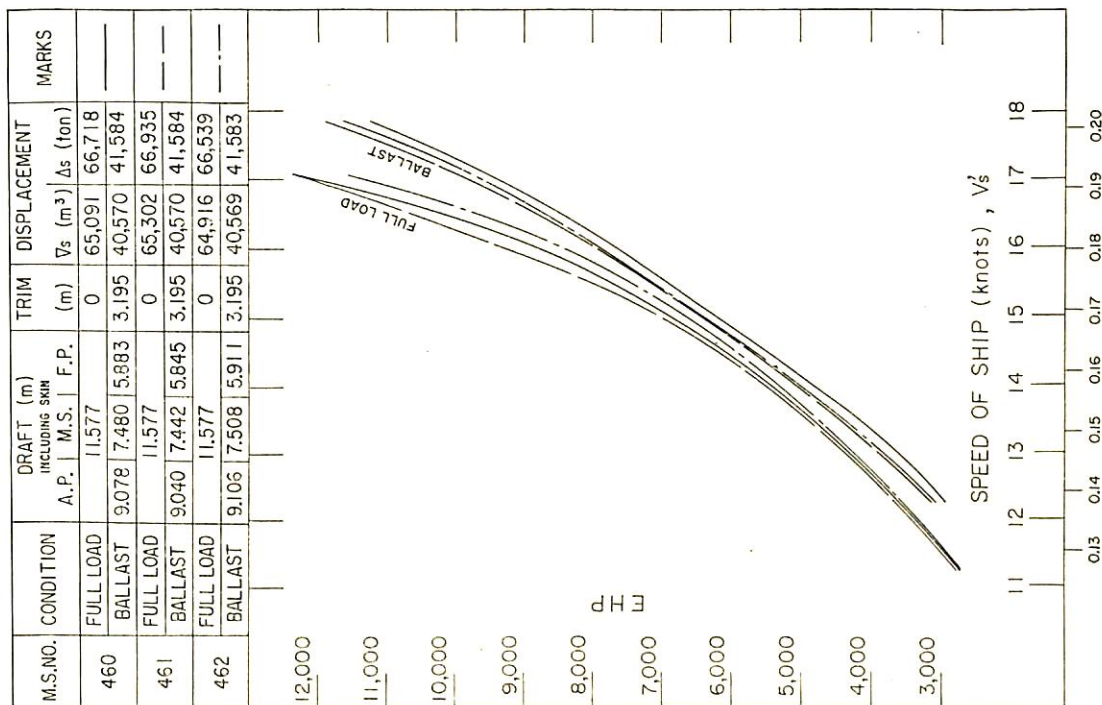
第3図 剩余抵抗係数 (バラスト状态)



第4図 自航要素 (满载状态)

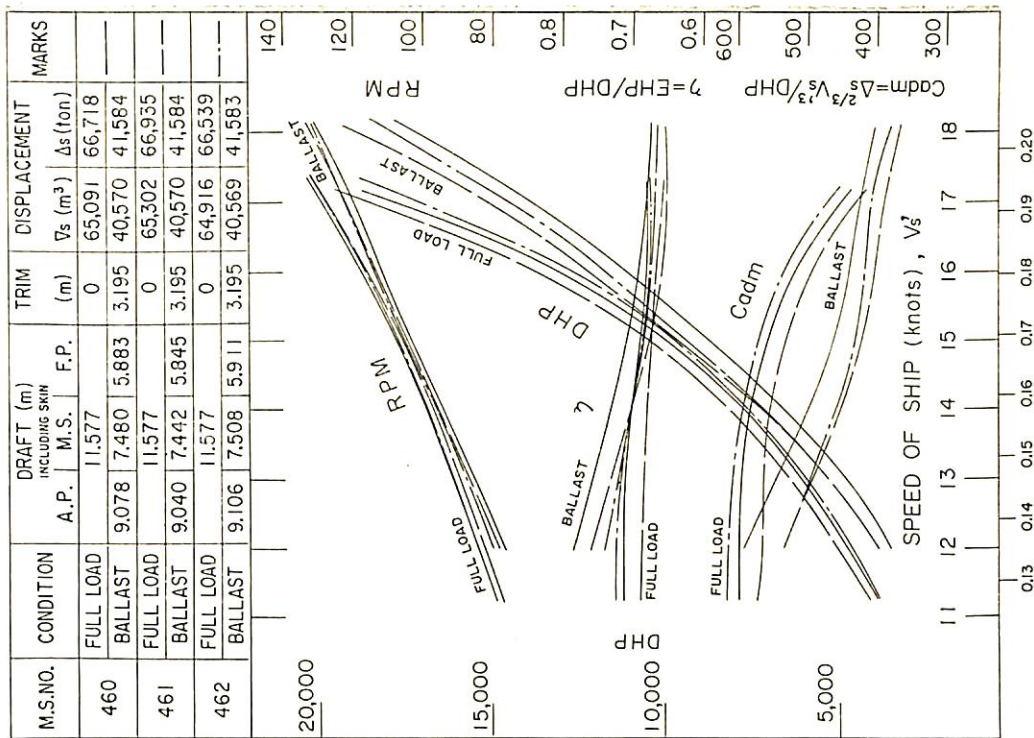


第5図 自航要素 (バラスト状态)



第6圖 有效馬力曲線圖

FROUDE NUMBER, $F_n = V_s/\sqrt{gL_{DWL}}$



第7圖 伝達馬力等曲線圖

FROUDE NUMBER, $F_n = V_s/\sqrt{gL_{DWL}}$

昭和45年度(4~1月分)建造許可集計および昭和41年11月分建造許可船舶

船舶局造船課

区 分	4~1月分累計				1月分				
	隻数	G.T.	D.W.	契約船価	隻数	G.T.	D.W.	契約船価	
国内船	26次計画造船	貨物船 油槽船	19 6	976,450 761,400	1,436,580 1,445,200	1	82,500	146,800	
	27次計画造船	貨物船 油槽船	3 —	113,100 —	185,100 —	1	83,000	142,300	
	自己資金船	貨物船	113	870,706	1,373,810	12	167,048	268,160	
		油槽船	4	243,099	478,230	—	—	—	
		貨客船	8	58,710	28,452	—	—	—	
小計		154	3,025,715	4,947,957	14	332,548	557,260	千円 242,489,779	
輸出船	一般輸出船	貨物船 油槽船 貨客船	276 46 1	6,047,493 4,429,270 2,300	9,980,890 8,434,585 1,200	— 2 —	— 264,000 —	— 521,800 —	
	小計		323	10,479,063	18,416,675	2	264,000	521,800	ドル 2,601,266,142
	合計		477	13,504,778	23,364,632	16	596,548	1,079,060	千円 1,178,945,590

- 注) 1. 自己資金船には開銀融資(計画造船を除く)によるもの、及び船舶整備公団共有によるものを含む。
 2. 貨物(鉱石運搬)兼油槽船及び貨物(撒積運搬)兼油槽船は貨物船として集計してある。
 3. 契約船価の合計欄には 1\$=360円として集計している。

国内船(昭和46年1月分)(合計14隻, 332,548 G.T., 557,260 D.W.)

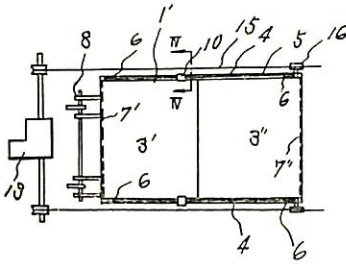
造船所	船番	注文者	用途	G.T.	D.W.	L×B×D×d	主機	航海 速度力	船級	竣工 予定
三菱神戸	1029	三菱鉱石輸送	貨(撒)	37,200	62,000	225.00×32.20×18.20×12.20	三菱 Sulzer D.17,400×1	15.7	NK (Mo)	47. 3 末
鋼管清水	309	松岡汽船, 大 阪商船三井船	貨	12,300	19,300	146.00×22.20×13.40×9.85	住友 Sulzer D.10,900×1	15.2	NK	46. 8 下
笠戸船渠	262	太平洋海運	貨(ニ ッケル)	15,500	25,400	160.00×25.00×13.00×9.40	宇部 UE D.10,400×1	14.8	NK (Mo)	46. 7 中
常石造船	246	三井物産	貨(撒)	13,000	21,400	155.00×22.80×12.80×9.30	三井 B&W D. 9,900×1	14.5	NK	46. 5 下
幸陽船渠	582	堀江船渠	貨(ニ ッケル)	13,750	22,550	155.00×23.80×12.80×9.35	石播 Sulzer D. 9,900×1	14.3	NK (Mo)	46. 8 中
今治造船	264	北条協同海運	貨	2,999	6,000	96.00×16.31×8.15×6.70	阪神 D. 4,200×1	13.0	NK	46. 3 下
三菱横浜	919	日本郵船	貨(鉱/ 油)	83,000	142,300	270.00×45.60×23.40×16.50	三菱 UE D.27,000×1	15.35	NK (Mo)	46.12 末 27 次
石播呉	2238	ジャパンライン	貨(鉱)	82,500	148,800	270.00×43.30×24.70×17.40	石播 Sulzer D.29,000×1	15.3	NK (Mo)	46. 9 下 26 次
宇品造船	511	太平洋沿海汽船	貨 (赤泥)	2,400	4,000	82.00×13.50×7.10×6.10	ダイハツ D. 800×2	10.5	NK (Mo)	46. 6 下
尾道造船	227	乾汽船	貨 (撒/木)	19,900	34,200	170.00×28.40×15.15×10.90	日立 B&W D.11,600×1	14.4	NK (Mo)	46.10.15
金指造船	1000	明治海運	貨 (車/撒)	18,400	27,250	168.00×25.40×15.00×10.80	三井 B&W D.11,600×1	15.3	NK	46. 9 下 船舶信託
新山本造船	141	天晴汽船	貨	8,600	10,160	118.00×19.00×13.60×7.75	赤阪 D. 5,400×1	13.5	◇	46. 5.10
波止浜造船	292	進徳海運	◇	2,999	5,900	95.00×16.20×8.20×6.60	神発 D. 3,800×1	12.7	NK (Mo)	46. 6.15
名村造船	398	太平洋海運	貨 (車/撒)	20,000	30,000	175.00×25.00×15.40×10.80	三菱 Sulzer D.11,550×1	14.6	◇	46. 7.20

輸出船(昭和46年1月分)(合計2隻, 264,000 G.T., 521,800 D.W.)

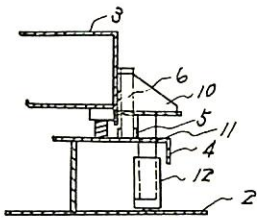
造船所	船番	注文者 注文者の国籍	用途	G.T.	D.W.	L×B×D×d	主機	航海 速度力	船級	竣工 予定
三菱長崎	1703	(1)英 国	油	132,000	260,000	320.00×53.60×26.40×20.422	三菱 T.30,000×1	14.7	LR	49. 5 末
◇	1704	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	◇	49.11 末

注文者: (1) BP Medway Tanker Company Limited

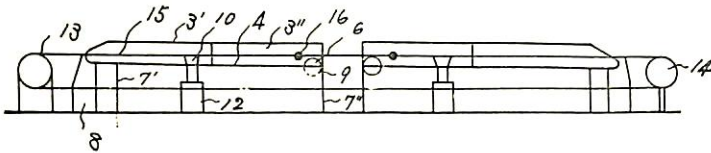
1の端部縁材7'附近の格納台8に枢着され、起伏自在となつていて、側部に船口縁材4の軌条5上を回転するよ



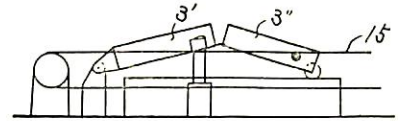
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

うになつている回転子6を備えた船口蓋3'と、その船口蓋3'の右端部に螺着され、同じく端部に回転子6を有する船口蓋3''が設けられている。そしてその先端部の回転子6は軌条5の最前端部の側部縁材4に設けられた溝部9に倒伏状態の時入り込むようになつている。また倒伏状態にある両船口蓋3', 3''の螺着部附近には船口蓋3'の側方に支持棒10が突設しており、その支持棒10の直下側部縁材4にジャッキ通孔11が穿設され、その甲板2上に押上げ用油圧ジャッキ12が配置されている。船尾に近い船口1の端部縁材7'後方には係船用ウインチ兼用としての索巻込巻出用ウインチ13が配備され、船首に近い船口1の端部縁材7''の前方には索取車14が配置され、両者間に船口蓋開閉索15が掛渡され、索取金具16を介して船口蓋3'に連結されている。そこで船口1を閉鎖している船口蓋3', 3''を開放するには、まず押上げ用油圧ジャッキ12を操作して船口蓋3', 3''を押し上げ、次に巻込巻出用ウインチ13を駆動して開閉用索15を引けば、船口蓋3', 3''は起立して滑動し、格納台8上に直立して開放される。また閉鎖の場合は上記の逆の操作を行なえばよい。(特許庁、安部 弘教)

“船舶”合本

船舶	第37巻 (昭和39年1月~12月)	頒価 3,400円
〃	第38巻 (〃 40年1月~12月)	〃 3,600円
〃	第39巻 (〃 41年1月~12月)	〃 4,300円
〃	第40巻 (〃 42年1月~12月)	〃 4,500円
〃	第41巻 (〃 43年1月~12月)	〃 4,500円
〃	第42巻 (〃 44年1月~12月)	〃 4,500円
〃	第43巻 (〃 45年1月~12月)	〃 4,500円
	送料	各200円

「船舶」のファイル



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

頒価 300円 (〒70)

船舶

第44巻 第4号

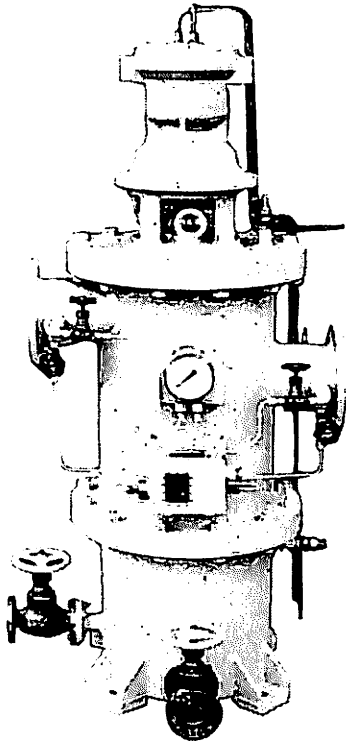
昭和46年4月12日発行
定価 350円 (送18円)

発行所 天然社
郵便番号 162
東京都新宿区赤城下町50
電話 東京(269)1908
振替 東京79562番
発行人 田岡健一
印刷人 高橋活版所

購読料

1冊 350円 (送18円)
半年 2,000円 (送料共)
1年 4,000円 (〃)

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



スラッジ完全分離

油圧駆動方式完全自動逆洗型 ノッチワイヤー式油汙過機

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



神奈川機器工業株式会社

取締役社長 秋山 二郎

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

天然社編 船舶の写真と要目 第18集 (1970年版)

昭和45年11月刊行 B5判上製面入 310頁 定価2,500円(〒150)

第17集以後—昭和44年8月—45年7月における2,000トン以上の新造船242隻を収録、この1年における主なる新造船の全貌が詳細な要目をもつて明かにされた本集は、かならず、船舶関係の技術者はもちろん、一般愛好者にとつても貴重な資料であることを疑わない。

国内船

- 〔旅客船〕 にほん丸
〔貨物船〕 せんとろーれんす丸、大晏丸、錦光丸、朱光丸、伏見丸、紅昭丸、若戸山丸、明純丸、天華丸、いんぐらんど丸、長野丸、ははま丸、べねずえら丸、どみにか丸、協天丸、山重丸、きゆらそー丸、こりんと丸、くりすとばる丸、さまらん丸、林屋丸、金泰丸、宮鶴丸、文泰丸、三朝丸、加茂丸、三貨丸、一山出雲、三池丸、東洋丸、江崎丸、旭光丸、第三十八丸丸、既晴丸、弥栄丸、健海丸、雄昌丸、志満丸、雄福丸、広登丸、藤取丸、真洋丸、玖照丸、太平丸、うみやま丸、八重巻丸、大島丸、丸井丸、秋吉丸、第一永大丸、第一賀茂川丸、正洋丸、鳳臨丸、生田丸、清安丸、徳光丸、勝洋丸、天昭丸、協軍丸、清亜丸、山富丸、妻仲丸、神戸丸、大洋丸、大寿丸、信勝丸、弘秀丸、功洋丸、紀邦丸、洋幸丸、美小丸、永京丸、松慶丸、安和丸
〔油槽船〕 慶洋丸、寿光丸、海燕丸、山斐丸、日紅丸、鈴鹿丸、菊和丸、友福丸
〔散積貨物船〕 八千代山丸、榮昭丸、加古川丸、水戸丸、新田丸、登鞍山丸、玄界丸、にちりん丸、陸奥丸、愛光丸、細島丸、盛光丸、文光丸、黄光丸、白洋丸、天洋丸、みかど丸、満洋丸、天寿丸
〔特殊貨物船〕 万寿川丸、ジャポン・マグノリア、きえふ丸、第五ブリヂストン丸、春日井丸、おーすとらりあ丸、箱崎丸、南昭丸、東雲丸、第七とよた丸、神奈川丸、日成丸、ひじり丸、ごうるでんあろう、第十とよた丸、第六とよた丸、がんじす丸、若杉山丸、おうすとらりあん、しろうだあ、ばしい丸、雄川丸、若浦丸、神通丸、千早丸、江海丸、すずかぜ丸、永風丸、樽前山丸、きぬら丸
〔特殊船〕 オズらん丸、十勝丸、日高丸、渡島丸、フェリーゴールド、六甲丸、こんびら

輸出船

- 〔貨物船〕 NAUTILUS, SINGAPORE TRIUMPH, HAI KING, HAI WEI, S.A. VERGELEGEN, UNION SUNRISE, YGUAZU, VAN UNION, KHIAN SEA, KOREAN TRADER, PURPLE DOLPHIN, CENTRAL MARINER, ALLIED ENTERPRISE, LUNG YUNG, MANO No. 3, TSEN HSING, TAIHO, DAWN RAY, DON AMBROSIO, EASTERN HONOUR, ST. ISIDRO, DONA MARCELINA, CENTRAL CRUISER, SHINY RIVER
〔油槽船〕 PORT HAWKESBURY, ARDSHIEL, BOXFORD, MOBIL PEGASUS, JAMES E O'BRIEN, AL FUNTAS, MYTILUS, MYSLIA, MELO, KING ALEXANDER THE GREAT, AQUARIUS, ANDROS STAR, ANDROS APOLLON, ANROS TEXAS, GOLAR PATRICIA, ENERGY RESOURCE, OLYMPIC ADVENTURE, OLYMPIC ARROW, ELENA, ANSUNG YUAN, AEGEAN CENTAUR, MOBILITA, AMOCO SAVANNAH, MESSINIACHI AIGLI, STAWANDA, EESO INTERAMERICA
〔散積貨物船〕 UNIVERSE AZTEC, PHOSPHORE CONVEYOR, T. AKASAKA, BLESSING, RIRUCCIA, KONKAR RESOLUTE, IVAN TOPIC, EASTERN MERIT, MAISTROS, CINDY, LARRY L, ATLANTIC HELMSMAN, MARY S, ATLANTIC CHARITY, MARY-LISA, SILVER ZEPHYR, AGIOS NIKOLAOS II, WOERMANN UBANGI, WORLD VIRTUE, WORLD PRIDE, WORLD CHAMPION, FIFTH AVENUE, SAMUEL S, DONA HORTENCIA, EDELWEISS, CARYATIS, FEDERAL MACKENZIE, VAN ENTERPRISE, ADAMS, COSMOS ELTANIN, EVER SUCCESS
〔特殊貨物船〕 POLYSAGA, SAN JUAN VENTURER, SAN JUAN VANGUARD, DOCE RIVER, DOCEBAY, SPEY BRIDGE, JARAMA, DOCEMAR, DOCEVALE, HOEGH RAINBOW, ACADIA FOREST, MARY ANN, TORNADO, MATTHEW FLINDERS, AUSTRALIAN, ENTERPRISE, KAREN, SAMMI No. 1, PACIFIC LOGGER, GRAND NAVIGATOR, EASTERN ACE, MATINA, AOTEAROA



日本図書館協会選定図書



1 隻 1 冊 必 備 の 書

THE CYCLOPEDIA OF NAVIGATION

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

航 海 辞 典

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

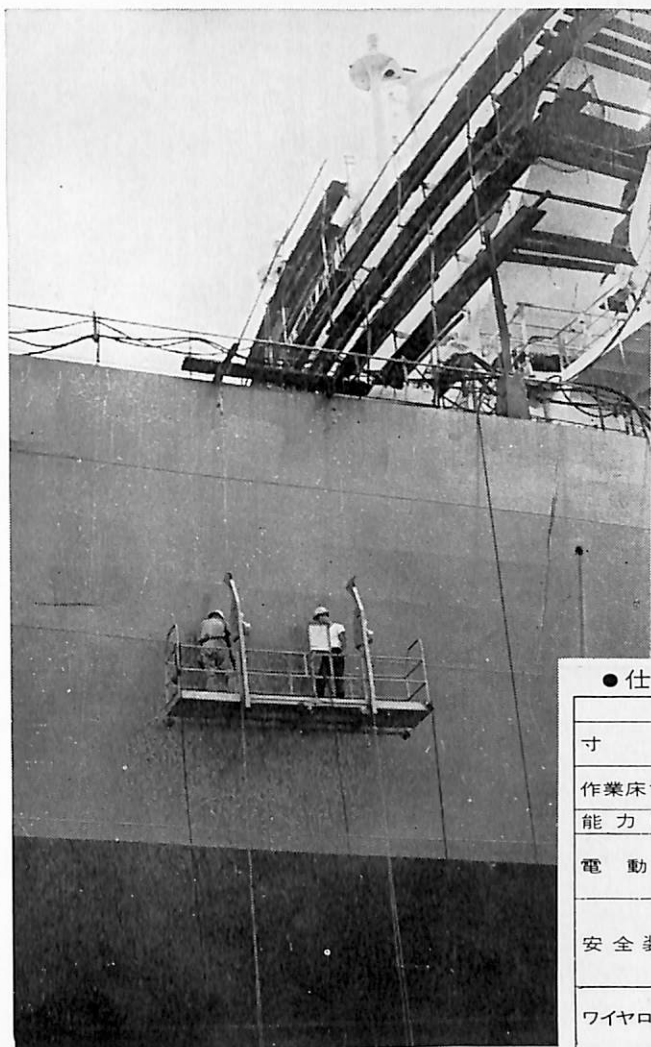
- 解説項目 1,112項、参照項目 5,308項、挿入図 400余個、挿入表95個
- 附録：天測暦、基本雲形、露点表、ビューフォート風力階級表、世界主要航路地図(色刷)、海図図式、モールス符号、手旗信号、航海技術年表等
- 口絵：アート紙色刷(文字旗、世界煙突マーク)
- 航海術の基本として、地文航法、天文航法、電波航法の理論を紹介し、特殊な航海計器や海象・気象の準拠すべき事項を取上げてある。
- 航海運用には、ぎ装・整備・操船・載貨を具体的に取上げて、原理と実際上の知識を盛り、さらに造船の基礎を揚げて根本から応用し得るように工夫してある。
- 機関関係には、内燃機関・タービンの主機をはじ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

東京都新宿区赤城下町50

天 然 社

振替東京79562番

《大基安認第一号》に輝く—— 船舶建造く吊足場〉の新兵器



世界に誇る日本の造船技術——ますます巨大化する船舶の需要にこたえて、造船技術のスピードアップに寄与するのがスカイデッキです。

安全性をベースに、経済性と作業性を徹底的に追求して開発された最新型電動機式吊足場で、日本で初めて労働省令第23号に完全に適合するものとして、製造認可（大基安認第一号）を受けています。とくに、完全なクライミングの安全を保障するUDホイストのダブルラインシステムが“未来派”として好評です。

●仕様

	KSD-180	KSD-360
寸法	長さ×巾×高さ(%) 1,800×700×1,150	3,600×700×1,150
作業床寸法	長さ×巾×厚さ(%) 1,800×700×3.2	3,600×700×3.2
能力(kg)	350	350×2
電動機	三相誘導電動機(電磁ブレーキ内蔵) 200~220V 50/60Hz 電磁ブレーキ 制動トルク250%以上	
安全装置	下降速度自動制御用メカニカルブレーキ 非常時用手動昇降機構(ハンドル着脱式)	
ワイヤロープ	航空機用鋼索 A3 6.35φ 切断荷重 3,176kg 安全係数 14.5(1本当たり)	

製造元

株式会社 越原鐵工所

●詳細なお問合せは——

岩谷産業株式会社



大阪本社
大阪市東区本町4丁目1番
電話(06)271-1212(大代表)
東京本社
東京都中央区八丁堀2丁目7番1号
電話(03)552-2251(大代表)

イワタニ

スカイデッキ

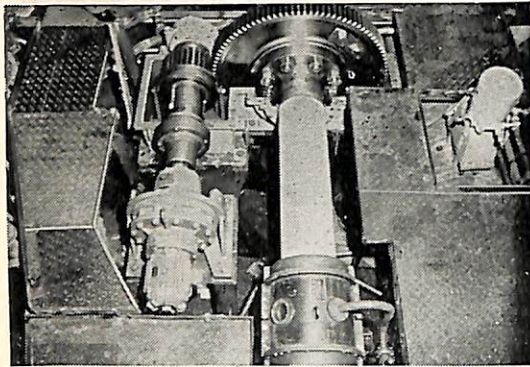
SKY DECK

KSD-180型

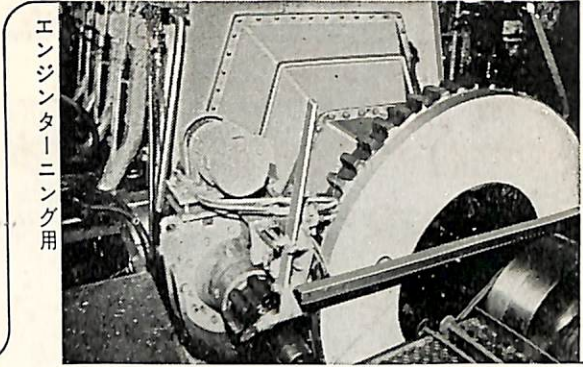
KSD-360型

造船及び主機・補機メーカーの“VE”に大きく貢献しています……

住友の 船用サイクロ減速機



プロペラ軸ターニング用



エンジンターニング用

- [特長] ●大減速比 ●高効率 ●小型・軽量 ●故障がなく長寿命 ●衝撃や過負荷に強い ●運転が円滑静粛 ●慣性モーメントが小さい ●性能が常に安定 ●合理的な構造で保守が容易
- [用途] ◆ターニングギヤ用サイクロ ◆ウインチ用サイクロ ◆ウインドラス用サイクロ ◆キャブスタン用サイクロ ◆ハッチカバー用サイクロ ◆ステアリングギヤ用サイクロ ◆ポートダビット用サイクロ ◆その他多種

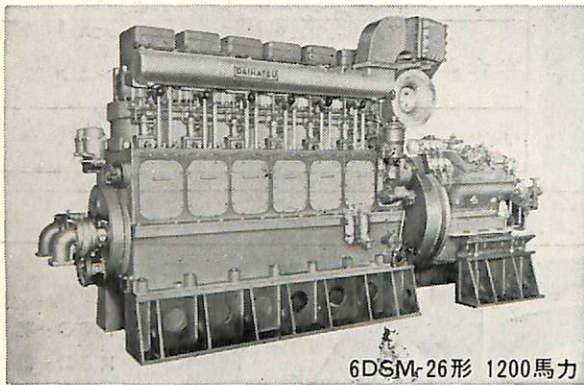
住友重機械工業株式会社 精機事業部

詳細は最寄りの営業所又は代理店に照会願います。

東京・東京都千代田区神田錦町2丁目1番地 電話(03)294-1411
 大阪・大阪市北区相笠町50番地(堂島ビル) 電話(06)362-8255
 札幌(011)231-3731・名古屋(052)262-6151・沼津(0559)75-9811・高岡(0766)22-8238
 広島(0822)47-2461・岡山(0862)22-6871・福岡(092)77-7871・新居浜(08972)37-0897

世界に誇る 中速ギヤードエンジン

DAIHATSU



6DSM-26形 1200馬力

…60年の歴史と 最新の技術…

納入実績 1000台突破!

ダイハツディーゼル株式会社



本社 大阪市大淀区大淀町中1-1-17 (451)2551
 東京営業所 東京都中央区日本橋本町2-7 (279)0811

保存委番号:

221042

雑誌コード 5541

船舶 第四十四卷 第四号

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可
 昭和四十六年四月七日 印刷(十二月発行)
 昭和四十六年四月十二日 発行(毎月一回)

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

定価 三五〇円 発行所

東京都新宿区赤城下町五〇番地
 (郵便番号 一六二)
 電話 東京(03)七九五六二番
 一〇八番