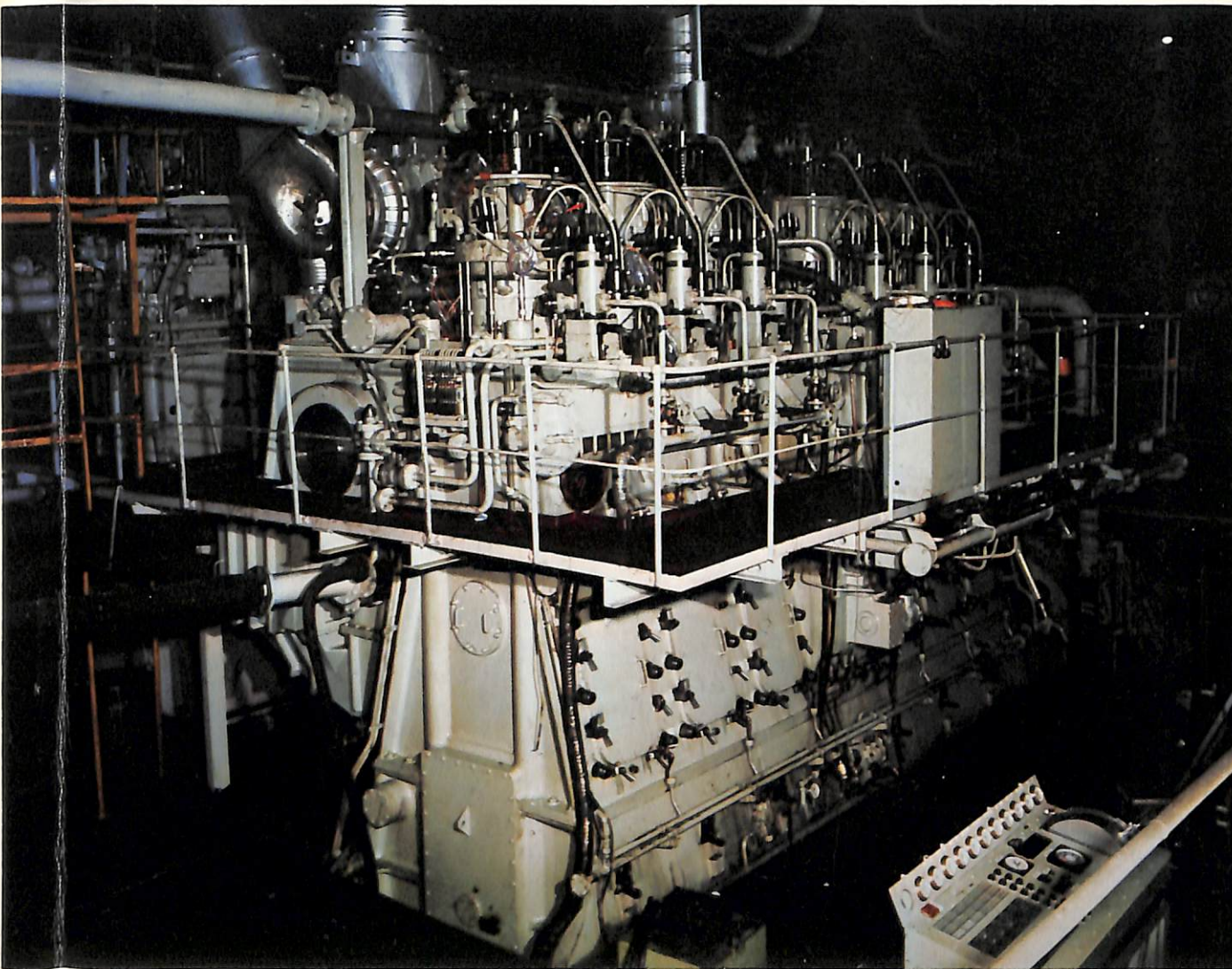


5

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING

船舶

First Published in 1928
No.524



日立 B & W 6K45GF 型 船用ディーゼル機関

 **日立造船**

水性タイプの全く新しい部品洗浄剤です。嫌な

臭い^がなく、手をあらしません。

さらに、不燃性ですから、

引火の危険がなく安全。寒い

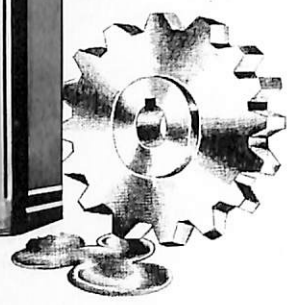
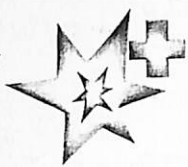
時には温めて使えます。

そして、**20**倍にうす

めて、反復使用。経費を節

約します。あなたの工場

でもお試しになりますか。



洗油からルーセン#20へ
パーツクリーニングが変わります。

新しい機械・部品洗浄剤(安全・公害対策品)

**スリーボンド
ルーセン
#20**

社会のニーズに応える
スリーボンド

お問い合わせは下記まで
本社/東京都八王子市狭間町1456
TEL 0426(61)1333代干193

洗油とは全く違う洗浄原理です。今までは、灯油や軽油などを、いわゆる洗油と称して、パーツ洗浄に使用して、ました。しかし、手が荒れたり、火気に注意しなければいけないなど、色々な問題点がありました。この問題を一挙に解決したのがスリーボンドルーセン#20です。

洗油は一種の有機溶剤で、洗浄原理は主に溶解力を利用したものです。しかし、スリーボンドルーセン#20は界面活性力を利用して、汚れを洗浄剤の中に分散させて落す、全く新しい水性タイプの洗浄剤です。

サビの心配がなく防錆効果もあります。水性タイプではありますが、洗浄でサビの心配がなく、洗油と同じように防錆効果が期待できます。しかも、ゴムやプラスチックへの影響がないこと、洗浄物に対する再汚染がないこと、これは、スリーボンドルーセン#20だけの特長です。

従来の洗油と同様に使用してください。スリーボンドルーセン#20は、水で20倍にうすめて、従来の洗油と同様に使用することができます。現在の設備を活用して、快適で安全なパーツ洗浄を試みませんか。

●あなたもご試用になってみませんか。ご一報ください。当社の営業部員がサンプル品無償を持参して、ご説明にお伺いします。

ながい経験と最新の技術を誇る!

大洋の船用電気機械



発 電 機
各種電動機及制御装置
船舶自動化装置
電動ウインチ
配 電 盤

交流発電機 1100KVA 450V 600RPM

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



大洋電機

株式
会社

THOMAS MERCER — ENGLAND —



ESTABLISHED - 1858 -

一世紀にわたる…
輝く伝統を誇る!



全世界に大きな信用を博す!
英国・トーマス・マーサー製

マリン・クロノメーター

デテント式正式クロノメーター

二日巻・八日巻・検定保証書付(温度補正書・等時性能書・日差書付)

マリン・クロック

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

総代理店 村木時計株式会社

東京都中央区日本橋3-9-10 TEL(272) 2971(大代) 〒103
大阪市南区安堂寺橋通2-42 TEL(262) 5921-7 〒542

世界的水準をはるかに抜く明るさ!!

●光の王様、光学技術の総結集!!

三信の高性能

キセノン探照燈

■特許 3件 ■実用新案 3件
■特許出願中 3件 ■意匠登録済

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

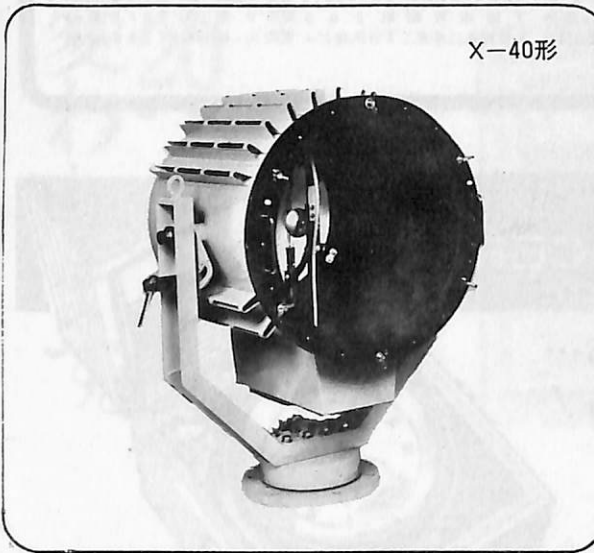
●光の王様、ボタンで自在!!

三信の高性能リモコン式

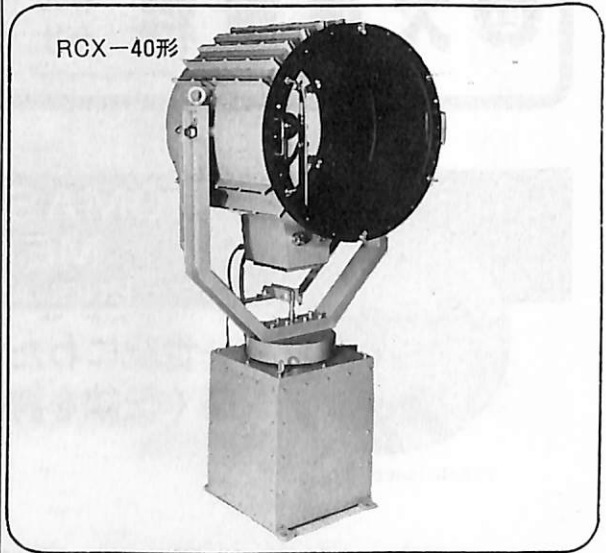
キセノン探照燈

■特許 3件 ■実用新案 3件
■特許出願中 3件 ■意匠登録済

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



X-40形



RCX-40形

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

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

●長年の経験と技術で安心をおとどけする……………



三信船舶電具

◎日本工業規格表示許可工場

三信電具製造

株式会社 ●本社 / 〒101 東京都千代田区内神田1-16-8 ☎東京(03)295-1831(大代)
 株式会社 ●東京発送センター / ☎東京(03)840-2631代 ☎九州配送センター / ☎福岡(092)771-1237代
 ●北海道配送センター / ☎函館(0138)43-1411代 ☎福岡営業所 / ☎福岡(092)771-1237代
 ●室蘭営業所 / ☎室蘭(0143)22-1618代 ☎函館営業所 / ☎函館(0138)43-1411代
 ●高松営業所 / ☎高松(0878)21-4969代 ☎石巻営業所 / ☎石巻(02252)3-1304代
 株式会社 ●工場 / 〒121 東京都足立区青井1-13-11 ☎東京(03)848-2111(代)

目次

新造船の紹介

ロールオンオフ貨客船“だいやもんど おきなわ”	11
就航した国際高速カーフェリー“飛龍”について	46

海洋研究船“白鳳丸”の減揺水槽における減揺効果	田玉一郎	28
最近のM0船の警報および故障発生の実態	山田博・小林英雄・角張昭介	37
波浪荷重監視装置の概要	三井造船/システム本部	56
接岸速度計(Docking Sonar)SRD-101	光電製作所/情報システム部	60

*

連載

LNG船—その4/材料・溶接および破壊力学<9>	恵美洋彦・伊東利成	66
実船試験用計測コンテナシステム<4>IV・図化ソフトウェア	竹沢誠二	75
日本造船研究協会の昭和48年度研究業務について	日本造船研究協会研究部	89

小型漁船の船型研究の現状と問題点	小林 務	98
新艇の紹介/巡視船用7m型救難艇	海上保安庁船舶技術部	109

連載

講座・交通艇<3>	丹羽誠一	114
講座・ディーゼルエンジン<3>	斉藤善三郎	121
海外文献・レジャーボートにおける物理的測定要項の分析と方法<3>	Wyle研究所	127

潮流	山口 博	64
NKコーナー		131
特許解説	幸長保次郎	148
Ship Building & Boat Engineering News		146
竣工船一覧		132

海外事情

A.P.Mollerの17,000DWT型高速ライナー	74
タービン主機プラントのコンピュータ・コントロール	97
ITALCANTIERI造船所81,300DWT大型PANAMAXバルカー開発	59

表紙	日立B & W K45GF型世界第1番機 日立造船因島工場 2stroke-crossheadタイプ output per cylinder 880bhp bore 450mm stroke 900mm
----	--

KODEN

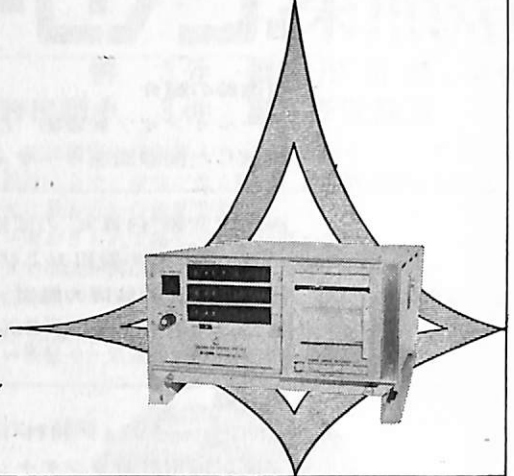
■営業品目■

- 無線方位測定機
- ロラン受信機
- オメガ受信機
- ファックス受信機
- レーダ・レーダブイ
- ラジオブイ・コールブイ
- 魚群探知機
- シンクロナサー
- 漁網監視装置
- 遭難自動通報用送信機
- SOS自動受信機
- 電子計算機
- 特殊電子機器

オメガエイジの
トップをゆく
OR-160型

本機の特長

- ★3 LOP同時表示!!
- ★3周波同時表示!!
- ★3チャンネルカラーレコーダ付
- ★高感度!!
- ★ローノイズ法も可能!!
- ★取扱い操作簡単!!

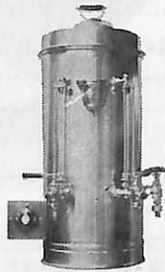
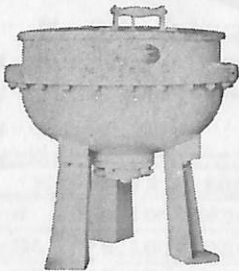


株式会社 光電製作所
本社 社(03) 441-1131代
東京営業所・東海営業所
関西営業所・西日本営業所
北海道営業所

YKK型船舶厨房調理機器

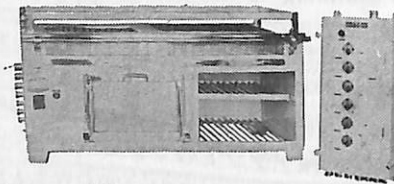
堅牢性、経済性、効率性、安全性抜群。高い信頼納期業界最短、即納主義

ライスボイラー

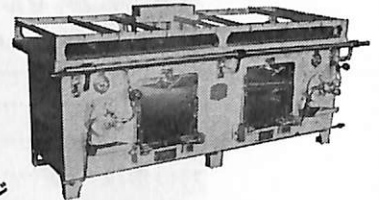


電気式湯沸器

26kw型多目的電気レンジ



2400型オイルレンジ



営業品目

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

株式会社 横浜機器製作所

本社・工場 横浜市中区新山下1-8-34

電話 横浜045(622)9556(代)5335(代)

第2ビル専用 045(621)1283(代)

電略「ヨコハマ」ワイケイケイ

希望条件を指示下さい。即時見積、設計、納品致します。

MARINE EQUIPMENT



第2回

英国船舶機器展

会期・1975年5月6日(火)～10日(土) 午前10時～午後6時
会場・英国トレードセンター 電話(03)402-6121
東京都港区南青山2-5-17 ポーラ青山ビル

出展製品

入場無料

英国の造船・機器メーカー19社が下記の製品を展示します。

船用・工業用エンジン、シースクリュウ、軸系装置、
カーゴハンドリングシステム、タンク洗浄装置、給水ポンプ、コンプレッサー、ポンプ、弁、居住区用パネリングシステム、救命ボート、自動方向探知機、レーダー、無線電話装置、自動警報器、ナビゲーター、エラコレクション装置、および関連部品

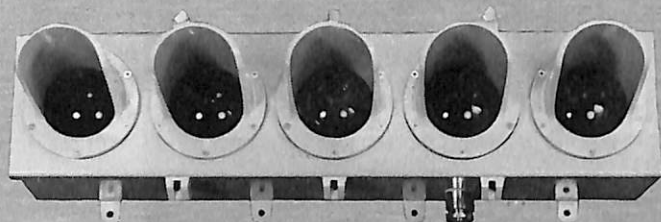
主催・英国船舶機器協会，英国大使館

UTSUKI - KEIKI は



傾度計・傾度制御装置の

トップメーカーです。



ULD-300C型

ランプ表示式傾度計は、スプリング型リニアトランス式傾度検出器のアナログ電圧出力を、A-D変換し、5ヶのランプを、一定のパターンにより点滅し、船体等の傾度を表示する装置です。



— 傾度検出器は、保守を全く必要とせず、寿命は半永久的です —

— ユニット化されたプリント基盤は、交換が容易です。ランプの点滅制御には双方向性サイリスタを使用しているののでリレーの様に予備品を必要としません —

— バラスト調整用の接点出力信号を送出することが可能です —

- | | |
|---------|---|
| 傾度計シリーズ | 精密機械式傾度計、電気式トリム(ヒール)計、制御出力端子付傾度計、トリム・ヒール自動制御信号装置、船足場自動水平保持装置、他。 |
| 製造品目 | クレーン用計器シリーズ |
| | ブームメーター、アウトリーチメーター(リミッター)、デリッククレーン自動制御装置、他。 |
| | ロガーシリーズ |
| | 時刻装置付データーロガー、ロガー用パルスジェネレーター、他。 |
| | 気圧計シリーズ |
| | 船舶用アネロイド型気圧計、電気式気圧計、他。 |
| | その他の |
| | 電気式乾舷高計、レベル計、他。 |

船舶の省力化と安全に貢献する

株式会社

宇津木計器

本社・工場 横浜市中区弁天通り6丁目83番地
Tel. (201)0596(代)
大阪営業所 大阪市西区靱本町4-80
第五奥内ビル3階 Tel. (541)6504(代)

日本図書館協会
選定図書

1隻1冊必備の書

航海辞典

監修 東京商船大学名誉教授 浅井 栄 資
東京商船大学名誉教授 横田 利 雄

A5判 850頁 布クロス装函入 定価 6,500円 千 280円

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

船用品便覧

編集／小村小一(電子航法研部長) 芹川伊佐男(東海海運局主任検査官)

土川義朗(船舶品質管理協会技師) / 執筆者・船舶技術研究所、

地方海運局、日本海事協会等の担当専門家15氏。

B5版 300頁 上製箱入 / 定価 5,500円・送料200円

- 内容 ● 第1章 総説 / 第2章 救命器具 / 第3章 信号器具 / 第4章 消防設備と器具 /
- 第5章 船燈 / 第6章 艙口閉鎖器具 / 第7章 舷窓類 / 第8章 錨、鎖、索 /
- 第9章 航海器具、航海装置、無線装置 / 第10章 新製品、新技術、トピック /
- 第11章 諸表 / 第12章 業務資料

■ 船の強度と安定性

東京商船大学教授 野原 威 男 A5・160頁 900円 送料・160円

■ 燃 料 ・ 潤 滑

東京商船大学教授 宮 嶋 時 三 A5・200頁 950円 送料・160円

■ 操 船 と 応 急

東京商船大学教授 米田 謹 次 郎 A5・130頁 600円 送料・160円

■ 船舶の写真と要目

(第20集) 1972年版 天然社編 B5・300頁 3,000円 送料・200円

■ 船舶の写真と要目

(第21集) 1973年版 天然社編 B5・300頁 3,500円 送料・200円

東京都中央区銀座5-11-13
ニュー東京ビル

株式会社 天然社

振替 東京 79562番
電話(03)543-7793番



日本沿海フェリー「えりも丸」



安全な航海のために 操舵室の窓は クリヤーに

結露・氷結から視界をまもりまます。

変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、吹きつける氷雪、操舵室の窓は、どうしても曇りがちです。

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

ヒートコントローラー

※あわせて、ヒートライト製品の姉妹品、ヒートコントローラーのご使用をおすすめします。

ヒートコントローラーは、自動的に使用適正温度を保ちますので、ON・OFFの手間がいりません。

結露・氷結防止作用、融雪作用のある安全ガラス

ヒートライト® C

旭硝子

100 東京都千代田区丸の内2-1-2(千代田ビル)
☎(03)218-5339(車輛機材営業部)
支店 = 東京・大阪・福岡・名古屋・札幌・仙台・広島

カタログ請求券
5



■ 新造船の紹介 ■

Outline of the M.S DIAMOND OKINAWA-
Cargo & Passenger Ship (roll-on/roll-off System)
by Design Division, Onomichi Dockyard Co; Ltd.

ロールオン・オフ貨客船

“だいやもんど おきなわ”

本船は昨年12月29日進水、昭和50年3月29日琉球海運に引渡されたロールオンオフ貨客船で、就航後は本土、沖縄間を結ぶ海上輸送の動脈として、物資流通の円滑化に、観光開発の促進に寄与するものと思われる。

特に今年7月20日より開催される海洋博覧会には従来の客船にはあまり例のない高速性と、動くミニ都市としての機能を存分に発揮するであろう。

1. 主要目

全長	162.97m
長さ(垂線間)	150.00m
幅(型)	21.00m
深さ(型)	13.80m
満載吃水(型)	6.15m
総トン数	8,609.62 t
純トン数	4,227.87 t

載貨重量	2891.20kt
航行区域	近海区域
貨物艙容積(ベール)	11,360.87m ³
主機関	三菱MAN V9V 52/55
連続最大出力	18,000PS×430/208.7RPM 2基
発電機(主)	AC 1,100KW×450V 3台
(非常用)	AC 80KW×450V 1台
最大速力(公試)	27.266ノット
航海速力(満載)	25.3 ノット
最大搭載人員	
旅客 特別1等	4室 8名
1等	22室 104名
特別2等	16室 228名
2等	8室 693名
合計	1,033名
乗組員	53名

総計	1,086名
搭載車輛	トラック 10台
	乗用車 15台
	国鉄コンテナ 12個
	一般コンテナ 140個
燃料油倉容積	995.2 m^3
清水倉容積	429.7 m^3
脚荷水容積	561.1 m^3

2. 一般計画

本船は客船として豪華さ、ロールオンオフ貨物船としての荷役の迅速性、カーフェリーとしての諸設備を総て兼ね備えた貨客船で、“速く安全で、快適に”を設計の重点モットーとして計画した。

外観は一般配置図に示す通り、船首は水線上をシャープな傾斜型水線下をバルバス型とし、船尾は巡洋船型カットオフスターンを採用し、双螺旋、2枚舵を有し、高速力の性能にマッチした船型とした。

船首部及び船尾部には出入港時の操縦性能を増し、離接岸を安全かつ迅速に行うためサイドスラスタを装備し、また船体中央部付近にはフィンスタビライザーを設置して、外洋航海時に船体の動揺を自動的に制御し、乗客を船酔いから解放することとした。

甲板は下部より上甲板、船楼甲板、サロン甲板、遊歩甲板、羅針甲板とし、上甲板、船楼甲板は全通甲板とした。

上甲板下は水密隔壁により15区画に分けられ、船首水倉、バウスラスタ室、サロンシアター、グラントバス、機関室、補機室、スタンスラスト室、船尾水倉、ボイドスペース等に当てられている。

上甲板は車輛及びコンテナの搭載区域とし、長さ145m、最大幅21m、甲板高さ5mの広いスペースを構成し、機関室囲壁、乗客昇降用囲壁は船体中心線に設けて船首尾のカーランプより乗降する車輛の円滑な流れをはかっている。

船楼甲板は前部より2等用客室及びサンタリー区画、機関部乗組員用居室及びサンタリー区画、乗組員用食堂等を配置し、2等客

室用区域と乗組員区域との間にエントランスホール、案内所を設けている。

サロン甲板上は上級客用スペース及び娯楽施設のスペースとし、前部両側に特1等室、その後方に1等室、1等室用のサンタリー区画、特別2等客用の客室及びサンタリー区画を配置し、これらの後部に吹抜けの螺旋階段を持つセンターホールを設け、その周囲にバー、ショッピングセンター、レストラン、グリル等を装備している。

遊歩甲板上は船体中心に沿って、前部に甲板部乗組員居住区、後部にゲームルーム、屋外ステージ、観覧席等を配置し、これらの両側は乗客が自由に遊歩できる幅広いスペースを有している。

航海甲板上は前部に操舵室、後部に煙突、通風囲壁等を配置し、レーダーマスト及びランプマストはそれぞれ操舵室頂部、煙突頂部に設けた。

3. 船体構造

構造様式は上甲板、全通船楼甲板を縦通梁式とし、その他は船側、上部構造ともすべて横助骨とした。

上甲板に車輛、雑貨、コンテナ等が積載できる構造とし、甲板強度は重量20トンの車輛を搭載しても充分耐えるよう計画している。

上甲板の船首尾にはショアランプ用のレセスを有するので、波浪の打込みに対して充分の補強を行った。

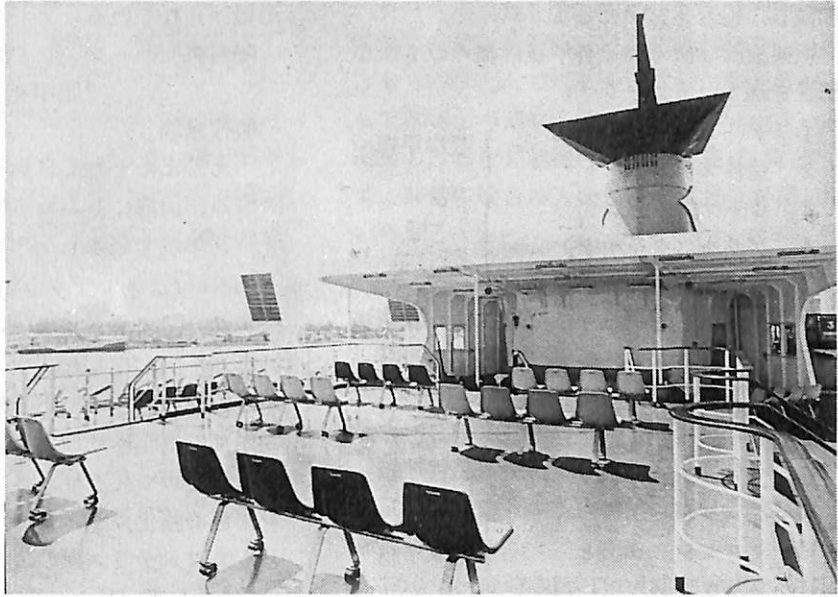
18,000馬力の主機関を2基有し、最高速力27.266ノットの本船では、機関室、軸系より発生する振動及び騒音を最小限に留めるため、機関室構造については細心の注意を払った。

公試運転の結果は、振動、騒音とも大変満足する結果が得られた。

4. 船体部諸設備 (24~27頁の写真参照)

4-1 旅客設備

本船は大型客船としての豪華さと、旅行、レジャーの一般化に即応するための大衆的な両面を兼ね備えるよう、客室も特1等、1等、特2等、2等と幅広い層の利用を考えて



屋外劇場と観覧席

計画した。

長い船旅を旅客が快適に、しかも退屈感を抱くことなく過すため、冷暖房設備、衛生設備等の居住設備はもちろん、各種娯楽施設まで充分のものが整えられている。またこれらのスペースは各船会社の平均的なデザインを一步抜き出した個性の明確化を打ち出したインテリアを試みた。

すなわち、うわべだけの表現を排除してスパニッシュ様式の量感あるインテリアをごく自然な感じで船客にアピールするよう仕上げた。

〔特別1等室〕

洋室とし、プライベートルームとしての特色を生かすため、バス、トイレ付とし、床はカーペット張り詰め、天井はクロス張りに仕上げた。居住性に重点をおいた配色と、行き届いたきめの細い室内装飾でエレガントな雰囲気、それでいて豪華で贅沢さあふれた空間を演出し、船客に優越感及び安らぎを与え、日頃忙しい現代人が埃っぽい世塵を離れて静かに心身を憩わせることができるよう計画した。

〔1等室〕

定員2名及び3名室（洋室）

特別1等室に準じた仕様とし、新婚旅行者及び小人数家族のために、左右舷の外側に2

人部屋6室、3人部屋4室を設けた。

特1等室と同様に、居住性に重点をおき、色彩も落ち着いたもののある重厚なものを計画した。

定員6名室（和洋室）

和室、洋室の機能を兼ねそなえた6人部屋を左舷、右舷の各舷に3室ずつ配置した。洋室の近代性と和室の優雅さを1室にまとめ、船客に親しみを増すようデザインし、4名分のベッドとゆっくりくつろげる座敷からなっている。

定員7名及び9名室（和室）

木格子、障子式内窓等で日本調豊かなしかも華やかさと親しみのある船旅を楽しめるよう試みた。

日本の伝統のある金箔を豪華に散らした壁面の和風クロスがアクセントになっている。

〔特別2等室（和室及び洋室）〕

14室の和室と2室の洋室で構成され、1等室に準じた装備を施し、落ち着いた配色と材質でまとめた。特に和室の入口にあるスクリーンのパターンがこの部屋を特徴づけている。

〔2等室（和室）〕

2等室は大部屋という条件からその居住性については特に意を用い、他の部屋と同様のデザイン思想でまとめ、スパニッシュ様式を

加味し、親近感を與えるよう試みた。

娯楽施設は次の如く各甲板に種々のものが配置されている。

- | | |
|--------------------------------|---------|
| 1 ゲームルーム | } 遊歩甲板 |
| 2 屋外ステージ | |
| 3 オープンラウンジ | |
| 4 グリル (グラナダ) | } サロン甲板 |
| 5 レストラン (270) | |
| 6 グリルロビー | |
| 7 バー (エイトスター) | |
| 8 エントランスホールと
ショップスペース | |
| 9 インフォメーション…………… | 船楼甲板 |
| 10 ダンスホール | } 第2甲板 |
| 11 サロンシアターと
パブリックバー (BUP50) | |
| 12 グランドバス…………… | |

主な個所のデザイン及び仕様は次の通りである。

〔グリル (グラナダ)〕

各称のごとくスパニッシュ様式で構成されたこのグリルの特色はエントランスから優雅に誘導する柱廊が付属していることで、これによってグリル区画に変化の多様と、空間の広がりを持たせている。

他船にないユニークなグリルで、内部の周囲壁、窓枠、天井等総てエレガントなスパニッシュスタイルでまとめ、床は豪華なカーペットを敷き詰め、テーブル、椅子等も木製のものを選んで細部まで個性的で重味のあるデザインで、落ち着いてしかも華やかさと親しみのある空間を構成している。

〔レストラン (270)〕

造船所建造番号を記念して付けたレストラン“270”は全体の配置に一部オープン形式を取り入れ、手前部分に長方形のカウンターがあり、前後部、壁際には長椅子と食卓の配置とし、中央部分は総て4人席とした。また隣接する船尾側にあるグリルとは部分的なガラス壁で区切られており、両室とも透し見ることによって広い空間を感じとれるようになっている。

またレストラン正面両翼に陶器製レリーフ

が掲げられている。

陶器製レリーフ “櫻”

原作者 越 順子

製作意図

えんえんと続く自然の敬虔さ、豊熟な恵み、山海にあふれる幸を、牧歌的な感覚と手法で表現した作品である。

〔バー (エイトスター)〕

天井は、ムデハルスタイルの発想で、沖縄の砂星を図案化したデザインとし、床は鮮やかな絵柄のカーペットを敷き詰めた。

内部壁は正面及び両翼をラフтон吹付け及び装飾銅板で仕上げ、エントランス側はブロンズ色の強化ガラスを使用して、材質、色彩ともカフェテラス風の表現でまとめた。

〔エントランスホールとショップスペース〕

三層吹抜け構造を持つエントランスホールは、円形吹抜けに沿って螺旋階段が設けてあり、正面を彩る曲面は三層連続で構成され、アルミ鋳造製で印象的なテーマパネルを表現している。

エントランスのフロアーは、アラベスクな感覚でデザインした床タイルを使用し、またホールのトップはムデハル様式を転化したドームで、その照明と造型は人々の心をひきつけ、不思議な雰囲気を作り出している。ショップスペースも従来の食料品中心に加えて、時勢に応じたファッション商品までも展示販売することができるよう計画した。自動販売機は集中して配置し、必要品がすぐ手に入るよう乗客の使い勝手を計った。

〔サロンシアターとパブリックコーナー〕

黒色を基調とし、ベンチシート、スツール及びカウンターテーブルトップをカーミンの同色で統一し、黒と赤の強烈な対比で個性づけている。部室の三方向はアイボリーホワイトを基調とした明るい壁画で単調さを破り、またコーナーの壁に部分的にアンバーミラーを使用し、広がりを持った空間へ船客のイメージを飛躍させるようにデザインしている。

パブリックバーコーナーはサロンシアターと連続したスペースに設けられ、それぞれ

各人の嗜好に応じて雰囲気を楽しむことができる。

〔グランドパス〕

船としては今までにないスケールの大きなもので、男女各1室ずつの大浴室、脱衣室が設けられ、暖い色調と材質で、清潔さと機能を考えて設計されており、船客の旅の疲れを快く癒すと思われる。

4-2 荷役装置

荷役方式はロールオンオフ方式として上甲板を乗用車、トラック、コンテナの搭載スペースとした。ショアランプは岸壁の都合により、船首尾とも右舷側に1か所ずつ装備した。

船首ショアランプは幅4.5m、長さ14m（2枚折れ）とし、重量40Tのコンテナ、トレラーが通過可能なように計画した。またランプ格納時は船体外板の一部を形成する構造となっているため十分な強度を付与したが、水密性は別に内側に設けた水密扉にて保持した。

船尾ショアランプは船首ショアランプとほぼ同仕様のもとに設計されたが、水密扉も兼ねる構造とし、パッキンもイトマチックシーンを装着した。なお、駆動方式として船首及び船尾のランプウインチはそれぞれ揚錨機、係船機の油圧ポンプを兼用した。

4-3 防火、救命設備

本船はカーフェリーに対する運輸省通達を全面的に採り入れたため、貨物区域、機関区域の天井、厨房区域の天井及び壁は不燃性の材料を使用し、カーテン等、裂地類も全て防火加工品である。

火災探知装置としては、貨物区域は熱式、機関区域はイオン式とし、警報装置は居住区を手動警報装置、貨物区域及び機関区域を自動警報装置とした。

消火設備としては、居住区に消火栓及び持ち運び式消火器を備え、貨物区域にはスプリンクラーを装備し、機関室は固定式炭酸ガス装置とした。

救命設備としては甲種膨張型筏（25名用）50個を備え、操舵室よりの遠隔操作で一斉投下を可能ならしめている。なお、乗艇装置として網梯子の他に5箇の膨張式シューターを配置し、また発動機付非常艇1隻も装備して、非常の場合の人命の救助に万全を期している。

4-4 冷暖房設備

旅客区域、乗組員区域の全般にわたって夏期、冬期は冷暖房、中間期は通風を行い、快適な居住性が得られるよう考慮した。

空調装置は使用目的、等級によって8系統に区分し、内6系統は客用、他2系統は乗組員用に当てることにした。

旅客用冷暖房装置の空気冷却方式は旅客区域が広範囲にわたるためできるだけ均一化するよう注意を払い、各系統ごとに直接膨張式コンプレッサー1台を配置しサーモスタットにて室温制御を、また暖房時にはヒューミディスタットにて湿度制御を行うこととした。

客室関係の吹出口はアネモディフーザー、レジスターグリル、ブリーズラインディフーザー及びノズル等を各客室に合わせて配置し、特に特別1等、1等、特別2等室にはエアコンスター消音箱付グリルを使用し、各客室での風量調整を行えるようにした。

なお第1、第2、第4系統はマルチゾーンユニットを使い、両舷に1箇所ずつサーモスタットを置き、ゾーンコントロールにした。

乗組員スペースの2系統にはパッケージ型を用い、吹出口はパンカーループル（一部公室はアネモディフーザー）とした。

系統別詳細は次頁の表に示す通りである。

5. 機関部

5-1 一般

本船はロールオンオフ貨客船の特殊性により、機関室はセミアフトに配置し、スペースの確保をはかっている。機関室は水密隔壁により、船首側から補機室、主機室、発電機室の3室から構成されており、各室とも日常の

保守点検の容易さを考えて、各機器が配置されている。また通常の機関に比べて、室内温度が高くなり、さらに中速ディーゼル機関2台と減速歯車があって、騒音レベルも高くなるので、制御室の防熱、防音には特に注意を払っている。

また制御室から工作室へ通ずる扉を設け、かつ制御室の空調された空気を工作室へ導くなど、乗組員の作業の簡便さと快適さをも考慮している。

本船の主機関には三菱MAN V9V 52/55を2台装備し、一段減速装置を介して固定ピッチプロペラを駆動する2機2軸方式である。

なお、プロペラは新しい試みとして、プロペラ軸にボルト・ナットで直接固定するフランジ型マウンティング方式を採用し、プロペラ重量の軽減をはかるとともに、プロペラの取付け取外しを短時間でかつ確実にできること、およびプロペラ軸キー溝部の損傷の問題を解決している。

またプロペラ軸と中間軸の連結には、プロペラ軸拔出しを考慮してOKカップリングを採用している。さらに本船は高出力の主機関2台を装備しているため、軸系についてはスローアライメント等を施すなど、振動発生の防止には細心の注意を払っている。

蒸気発生装置としては、エハラヘンシエル形補助ボイラ1台と、排ガスエコマイザー2台を装備し、油加熱器、暖房、賄関係および甲板雑用などに蒸気を供給する。通常航海時には排ガスエコマイザーのみでまかなえる計画にしており、また汽水分離器を装備することにより、補助ボイラとは独立した系統となっている。発電装置としては、主発電機3台および非常用発電機1台を装備しており、航海中は主発電機2台、出入港時は3台で所要電力をまかなう。

また、高温多湿な沖縄での気候を考慮して、十分な容量の機関室通風機を装備し、室温対策にあたっている。

さらに各機器の配置については、できるだけ

系統	対象区画	方式	室容積	収容人員	ファン要目	冷凍機	冷却水ポンプ
1	特別1等室, 1等室, サロン甲板前部エントランス	セントラルユニット(高速式)	668.0m ³	100	170m ³ /min×180mmAq×11KW×1台	ダイキン 6MC702HDR26KW 85,000Kcal/H×1台	200m ³ /H×20m×18.5KW×1台
2	サロン甲板中央部1等室, 特別2等室	"	657.0m ³	240	170m ³ /min×180mmAq×11KW×1台	ダイキン 8MC702HDR37KW 108,800Kcal/H×1台	
3	船橋甲板前部2等室及びエントランス	"	1125.5m ³	380	215m ³ /min×170mmAq×11KW×1台	ダイキン 8MC702HDR37KW 135,000Kcal/H×1台	
4	船橋甲板中央部2等室及びエントランス	"	960.0m ³	313	180m ³ /min×180mmAq×11KW×1台	ダイキン 8MC702HDR37KW 122,000Kcal/H×1台	
5(a)	レストラン, グリル, バー&テイルーム	"	1208.0m ³		200m ³ /min×180mmAq×11KW×2台	ダイキン 6MC1152HDR75KW 242,000Kcal/H×1台	190m ³ /H×28m×22KW×1台
	(b) 売店, アミューズメントセンターホール	"					
	(c) ゲームルーム	"					
6	サロンシアター, バーコーナー, 第2, 第3甲板エントランス	"	714.0m ³		140m ³ /min×180mmAq×7.5KW×1台	ダイキン 4MC702HDR22KW 79,200Kcal/H×1台	
7	上部乗組員室	"(低速式)	494.5m ³		120m ³ /min×75mmAq×3.7KW×1台	パッケージ U S 152R11KW 52,000Kcal/H×1台	
8	下部乗組員室	"	635.0m ³		150m ³ /min×85mmAq×5.5KW×1台	パッケージ U S 202R7.5KW×2 70,000Kcal/H×1台	

け系統別にまとめ、機器の管理および操作を簡素化している。

5-2 主要目

(1) 主機関

形式×台数 三菱MAN V9V 52/55 4サイクル単動トランクピストン形過給機付ディーゼル機関
× 2台

連続最大出力×回転数 18,000PS×430rpm

常用出力×回転数 16,200PS×415rpm

(2) 減速機

形式×台数 1段減速歯車式× 2台

減速比 2.06 : 1

(3) 軸系およびプロペラ (1軸系につき)

中間軸 430mmφ× 5,000mm× 2本

430mmφ×10,000mm× 2本

プロペラ軸 490mmφ×16,700mm× 1本

プロペラ 5翼一体形(アルミブロンズ製)
× 1箇

4,160mmφ×4,500mm

(直径×ピッチ)

(4) 発電機用原動機

形式×台数 4サイクルディーゼル機関

(ダイハツ8DS-26)× 3台

出力×回転数 1,600PS×720rpm

(5) 非常用発電機用原動機

形式×台数 4サイクルディーゼル機関

(ダイハツ6PK-14AF)× 1台

出力×回転数 120PS×1,200rpm

(6) 補助ボイラ

形式×台数 エハラヘンシエル

(HK-2,400HMA)×1台

蒸発量×蒸気圧力 2,000kg/h×8kg/cm²

(7) 排ガスエコノマイザ

形式×台数 強制循環水管形× 2台

蒸発量×蒸気圧力 1,000kg/h×8kg/cm²

(8) ポンプ

冷却海水ポンプ (主機用)

800m³/h×20m 3台

冷却清水ポンプ (主機用)

370m³/h×33m 3台

燃料弁冷却水ポンプ 18m³/h×60m 2台

燃料供給ポンプ 12m³/h×60m 2台

潤滑油ポンプ 220m³/h×80m 3台

減速機潤滑油ポンプ 55m³/h×30m 3台

ロッカーアーム潤滑油ポンプ

0.6m³/h×30m 2台

冷却海水ポンプ (補機用)

350m³/h×18m 2台

冷却清水ポンプ (補機用)

170m³/h×20m 2台

燃料供給ポンプ (補機用)

1.5m³/h×60m 2台

給水ポンプ 3.5m³/h×110m 2台

循環水ポンプ 15m³/h×30m 2台

ボイラ用清水ポンプ 3m³/h×20m 1台

消火兼雑用水ポンプ

300/200m³/h×20/60m 1台

消火兼バラストポンプ

300/200m³/h×20/60m 1台

サニタリポンプ 30m³/h×40m 2台

清水ポンプ 30m³/h×40m 2台

冷房機冷却水ポンプ 200m³/h×20m 1台

冷房機冷却水ポンプ 190m³/h×28m 1台

冷房機冷却水ポンプ 50m³/h×28m 1台

冷凍機冷却水ポンプ 5m³/h×20m 1台

燃料油移送ポンプ 40m³/h×40m 1台

燃料油サービスポンプ

7.5m³/h×30m 1台

潤滑油サービスポンプ

7.5m³/h×30m 1台

ビルジポンプ 5m³/h×20m 1台

スラッジポンプ 5m³/h×60m 1台

甲板消火ポンプ 90m³/h×60m 1台

(ディーゼル機関駆動)

(9) その他の主要補機

主空気圧縮機 FA320m³/h×25kg/cm²

1台

補助空気圧縮機 FA176m³/h×25kg/cm²

2台

制御用空気脱湿機

50N³/h×7kg/cm² 1台

主空気だめ 13.5m³×25kg/cm² 2台

主機室通風機

1600m³/min×40mmAq 4台

補機室通風機	500m ³ /min×40mmAq	2台
燃料油清浄機	S J-6000	3台
潤滑油清浄機	S J-g000	2台
油水分離器	5m ³ /h	1台
廃油焼却炉	ボルカノ V T V-10A	1台
主機関開放装置		4台
補機関開放装置		3台
水・油冷却器	横多管式	1式
ドレン冷却器	横多管式	1台
燃料油加熱器	サンロッド式	2台
清浄機用油加熱器	サンロッド式	5台
制御室冷暖房機	パッケージ形	2台
火災探知装置	イオン式	1式

5-3 自動化

(1) 概要

主機関は船橋および制御室より電気空気方式によって遠隔操縦が可能である。

制御室は主機室船尾寄りに配置し、主機関操縦装置、制御監視盤、主配電盤、分電盤、火災警報盤、フィンスタビライザ制御盤等を配置し、主機関の操縦および重要機器の集中監視を容易にしている。また、運転状態の変化に即応して調整を必要とする部分のうち、主要なものに対しては自動制御し、推進補機類には自動切換装置を設け、発停回数の多い機器には自動または遠隔発停装置を装備している。

(2) 主機関

- (i) 遠隔操縦装置 (電気空気式)
- (ii) 危急運転装置 (機械式)
- (iii) 機関保護自動停止装置
- (iv) 自動温度制御装置

(3) 発電機用原動機

- (i) 機関保護自動停止装置
- (ii) 自動温度制御装置

(4) 補助ボイラ

- (i) パーナ自動燃焼制御装置
- (ii) パーナ燃料油入口自動温度制御装置
- (iii) 給水制御装置
- (iv) 給水こし器の自動補給装置
- (v) 異常時の燃料油自動シャ断装置

(5) その他の主要自動制御装置

- (i) 主空気圧縮機の自動停止装置
- (ii) 補助空気圧縮機の自動発停装置
- (iii) 燃料油サーブスポンプの自動発停装置
- (iv) 清水ポンプの自動発停装置
- (v) ビルジポンプの自動停止装置 (タイマー付)
- (vi) 燃料油常用タンクの液面制御装置
- (vii) 燃料油澄タンクの液面制御装置
- (viii) 燃料油清浄機入口温度制御装置
- (ix) 潤滑油清浄機入口温度制御装置
- (x) 燃料油清浄機スラッジ自動排出

(6) 主機操縦盤および制御監視盤

- (i) 主機関操縦ハンドル
- (ii) エンジンチレグラフ受信器
- (iii) 操縦位置切換スイッチ
- (iv) 始動空気中間弁開閉スイッチ
- (v) 主軸回転計 (積算計付) および過給機回転計
- (vi) 負荷指示計
- (vii) 圧力、温度および液面指示計
- (viii) 運転および関連表示灯
- (ix) 警報表示灯
- (x) その他関連操作機器

6. 電気部

6-1 電源動力装置

本船は船内主電源としてAC450V 1,100KWディーゼル発電機3台を装備し、所要電力をまかなえるよう計画した。

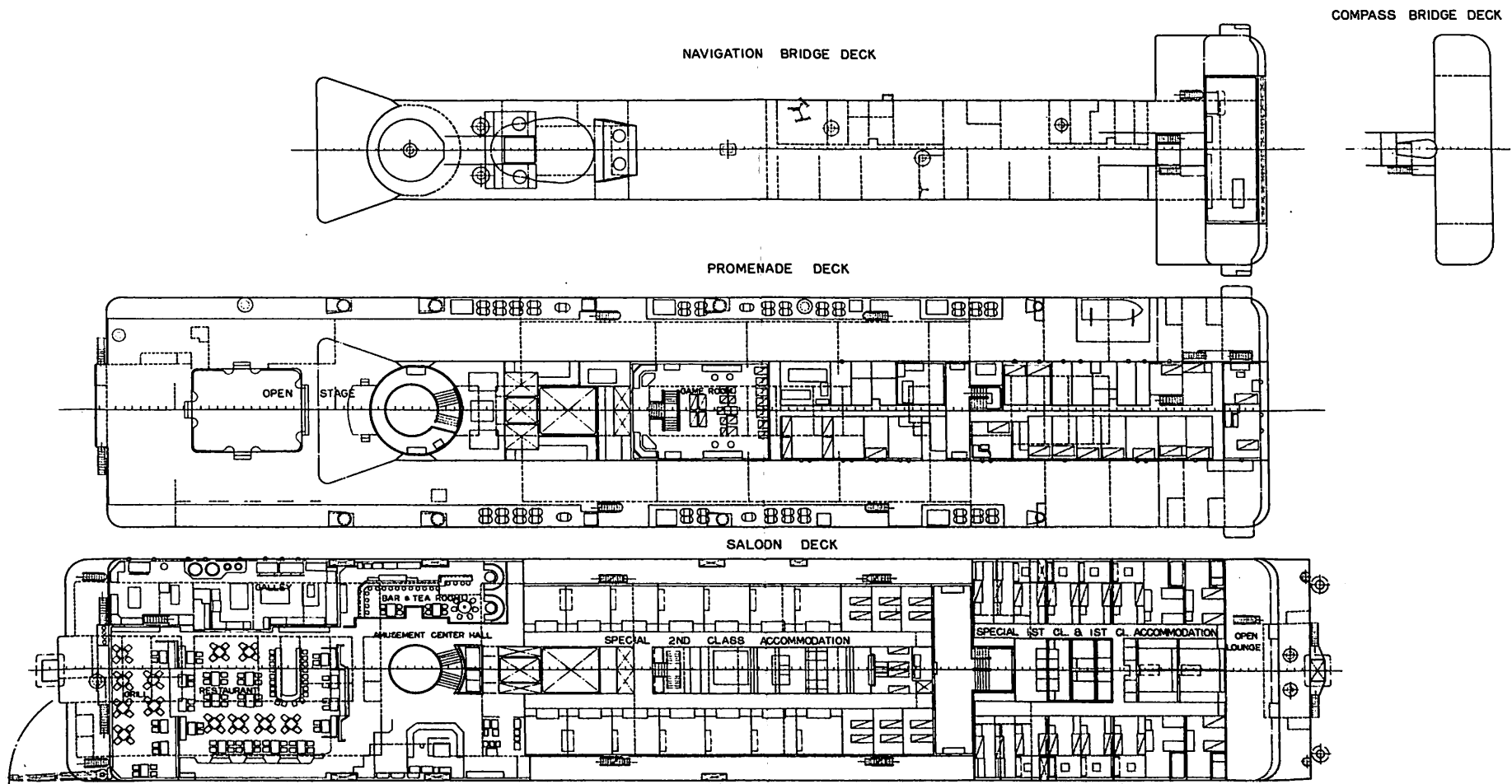
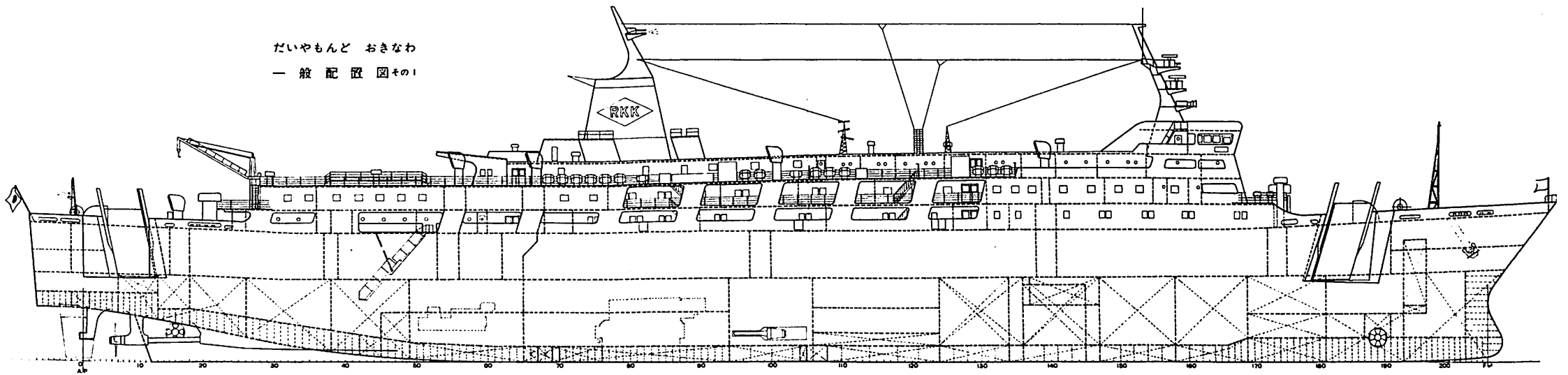
なお、パウ及びスタンスラスタは3台並列運転時のみ運転可能なようインターロックしている。

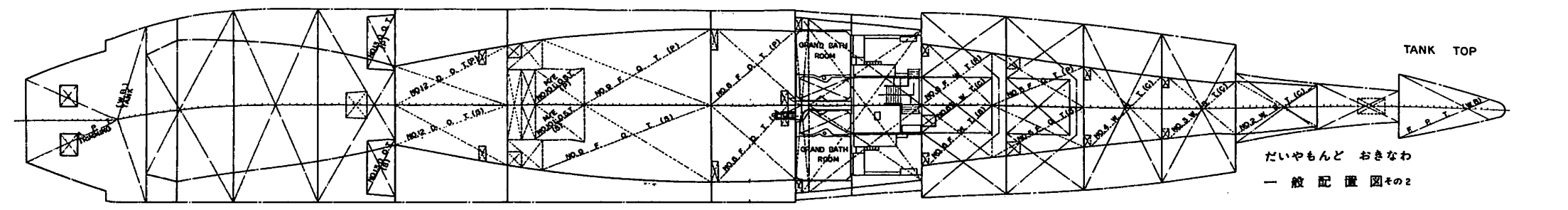
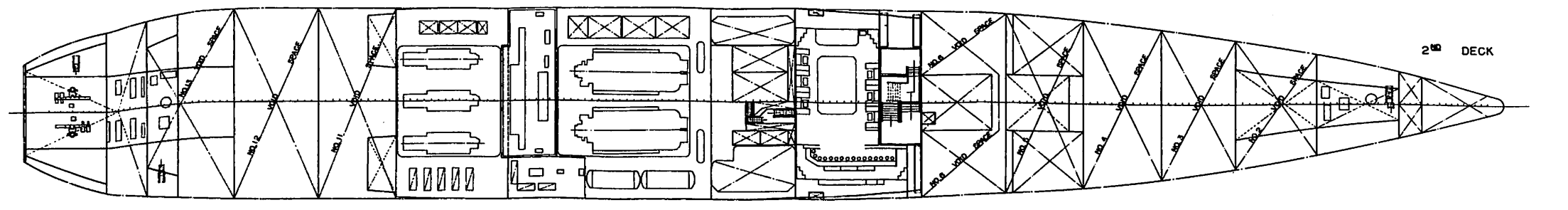
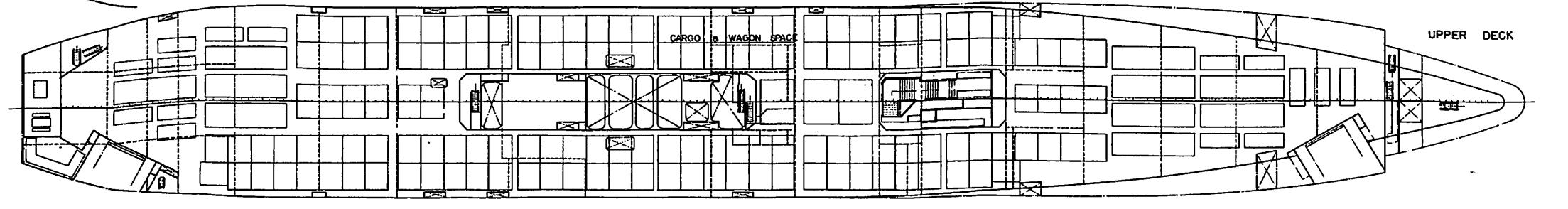
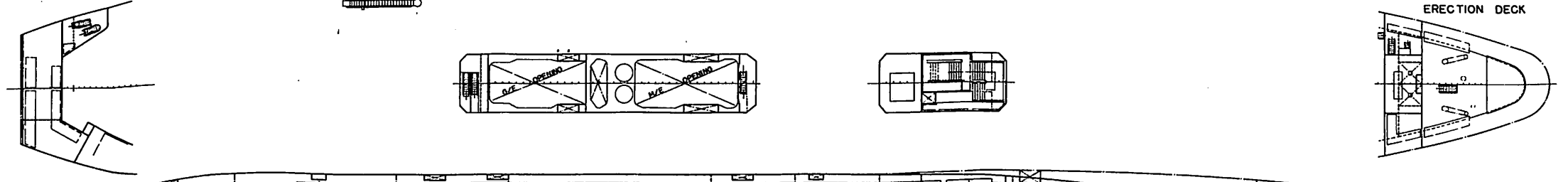
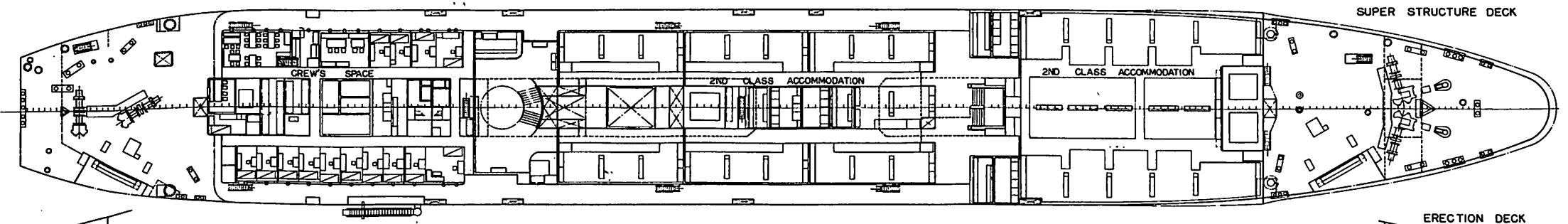
主配電盤には自動同期投入装置、自動負荷分担装置を装備し、発電機の並行運転が自動的に行われる。

非常用電源としてAC450V 80KWディーゼル発電機1台を装備し、主電源停止時には自動的に機関を始動し、非常用負荷に給電できる。また、200AHの蓄電池2組、充放電盤1面を装備し、DC24V回路に給電している。

車輻甲板には冷凍コンテナを搭載出来るようにAC220Vの冷凍コンテナ用コンセント

だいやもんど おきなわ
一般配置図その1





だいやもんど おきなわ
一般配置図その2

を適当に配置している。なお、コンセントの電源は、自動車の爆発性ガスへの対策として車輻区画の排気ファンとインターロックしている。

推進補機の始動器は集合盤とし、監視室に配置し、他の始動器は2～5台の集合盤として適当な位置に配置した。

6-2 照明装置

旅客区画は白熱ダウンライト及び特殊照明装置、蛍光灯の間接、直接照明により、特に装飾的に重点を置いて、それらの場所によく調和するよう配慮した。

機関室及び車輻甲板は蛍光灯による直接照明とし、十分な照度がえられるよう配慮した。なお電灯は、一般電灯、非常灯、電池灯の3系統とし、これらを適当に配置して主電源停止時、非常用電源給電までは電池灯を点灯させ、船内が完全に暗くなることのないよう考慮している。

車輻甲板の蛍光灯は自動車の爆発性ガスへの対策として、安全増構造のものと防水型の2種類とし、防水型のは車輻区画ファンとインターロックしている。

6-3 通信航海計器

熱式自動火災検出器を車輻甲板に、イオン式火災検出器を機関室に適当数設け、また手動式火災警報装置を各通路に設置し、火災及び非常の際それぞれの場所を操舵室に通報できる装置を設け、火災の早期発見に備えている。

船内指令装置、出力420W指令器を案内所に、管制器を操舵室、無線室に設け、船内にはそれぞれの場所に調和したデザインのスピーカーを配置し、いずれの場所においても聴取可能なよう配慮している。

なお上記のほかに、操船用として20Wの指令器を装備している。

船舶電話を無線室、案内所、電話室に設けて陸上と通話ができるようになっている。また特1等及び1等の各室にはインターテレホン設け、親機をボーイ控室に備えて、乗客

の便宜をはかっている。

船橋にはパウ及びスタンスラスタ、ジャイロフィンスタビライザー、ヒーリングトリミング装置、車輻区画ファン等の遠隔操作盤を備え、船橋から操作可能としている。

ジャイロット	GLT-107SW型	1式
音響測深機	MG-31A型	1式
レーダー	MR-100E-14-6型	2式
圧力式測定儀	3A型	1式
風向風速計	コーシンペーン型	1式
回転計		2式
舵角指示器		2式
水晶時計		1式
ピストンホーン及びエヤーホーン		1式
ジャイロフィンスタビライザー	3R型	1式
自動交換電話	AR-20S型	1式
共電式電話(直通及び相互切替式)		5式
国際VHF	JHV-217	1式

6-4 無線装置

主送信機	短波 A1 500W	1式
	中波 A1 400W A2 180W	
補助送信機	短波 A1 75W A2 75W	1式
	中波 A1 50W A2 50W	
全波受信機	スーパーヘテロダイク式	2式
警急自動受信装置		1式
警急自動電鍵装置		1式
救命艇用携帯無線		1式

6-5 その他

全客室及び公室に合計60台のテレビを装備し、VTR3台によりモニターテレビを介して連続3時間の自動放映ができる。なお移動式テレビカメラを1台装備し、操舵室、ステージ、案内所及びサロンシアターに各々テレビカメラのコンセントを設け、生放送を各室テレビに写すことができる装置を設けている。

(尾道造船株式会社設計部)

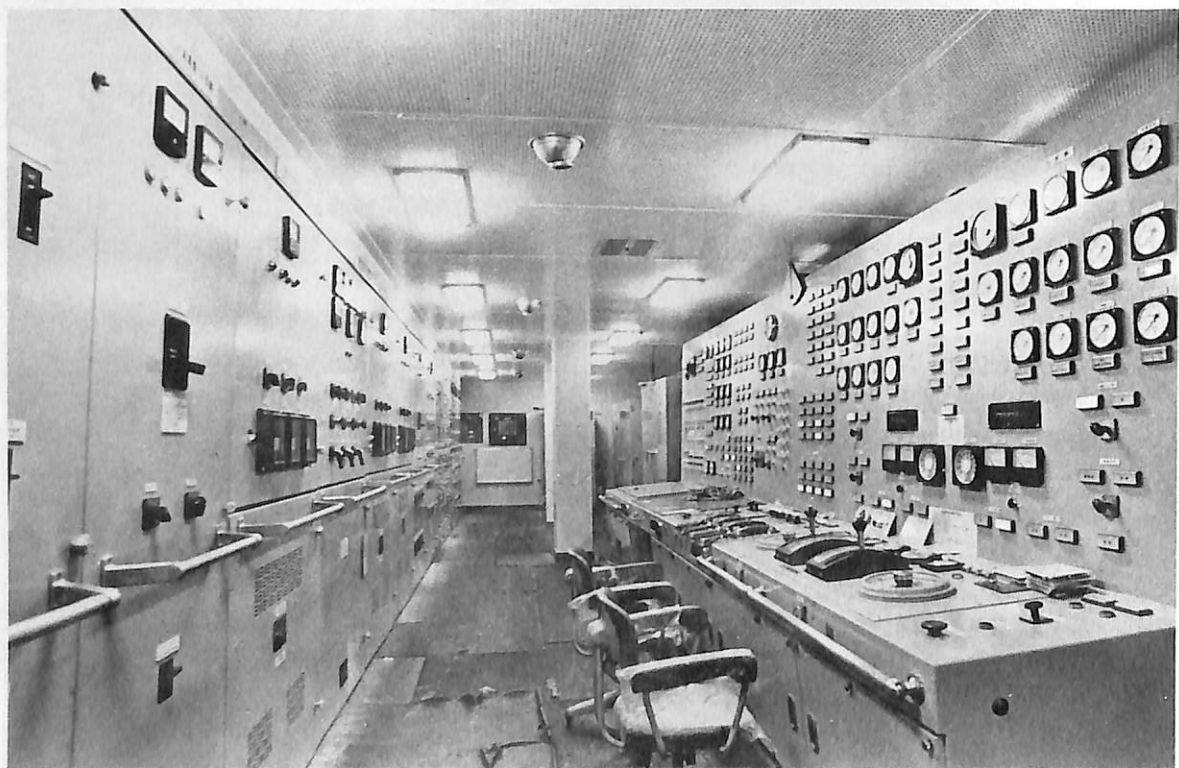
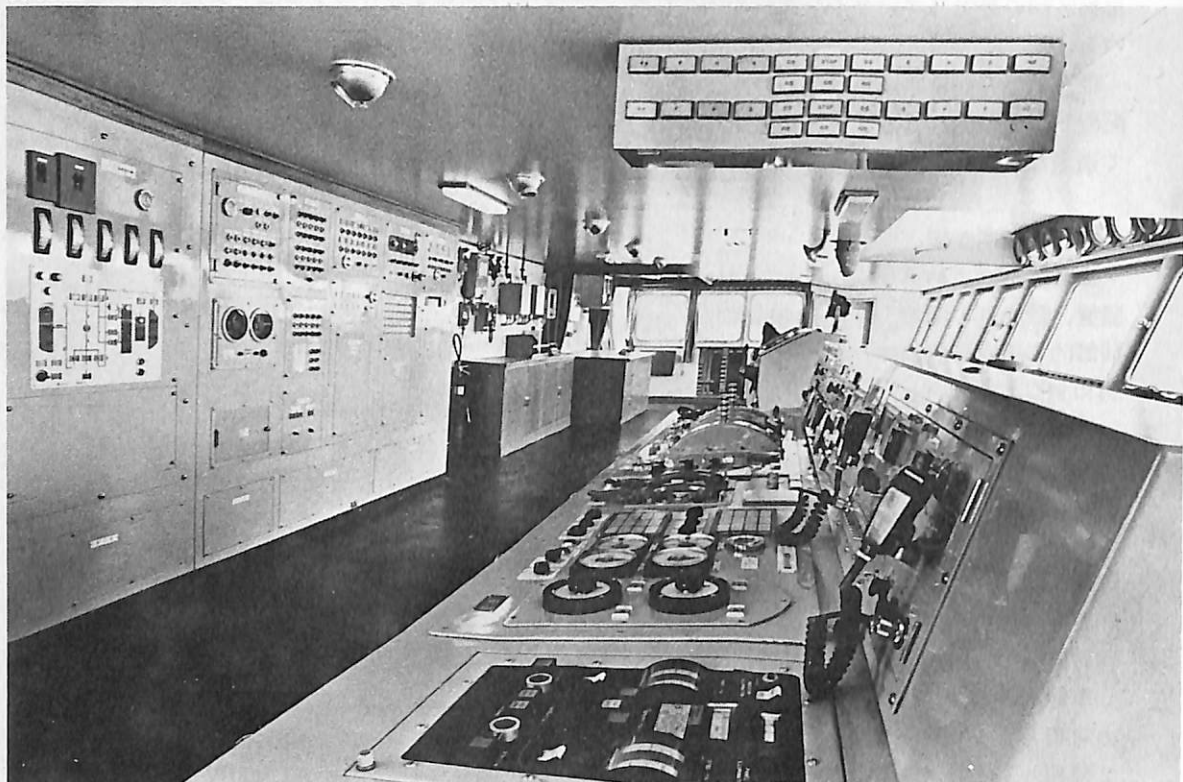
※24～27頁に本船の船内写真を掲載※

△

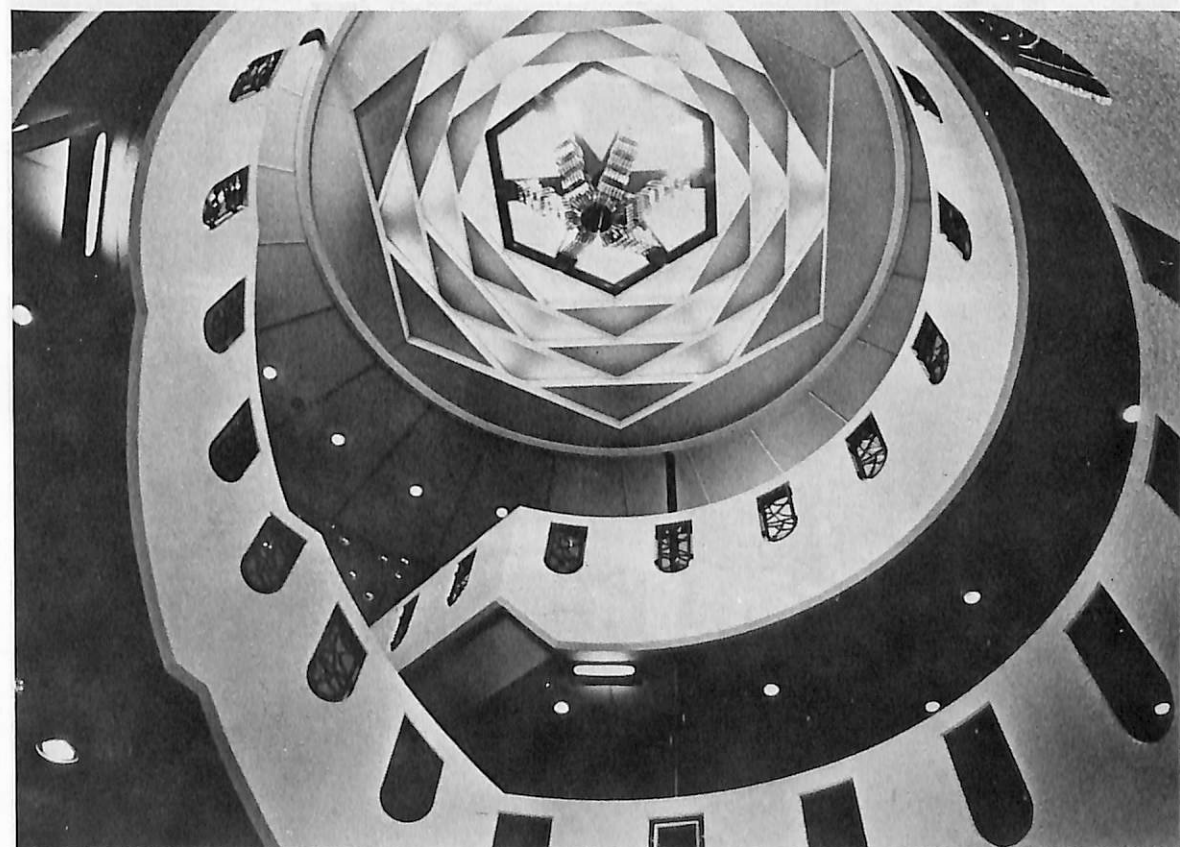
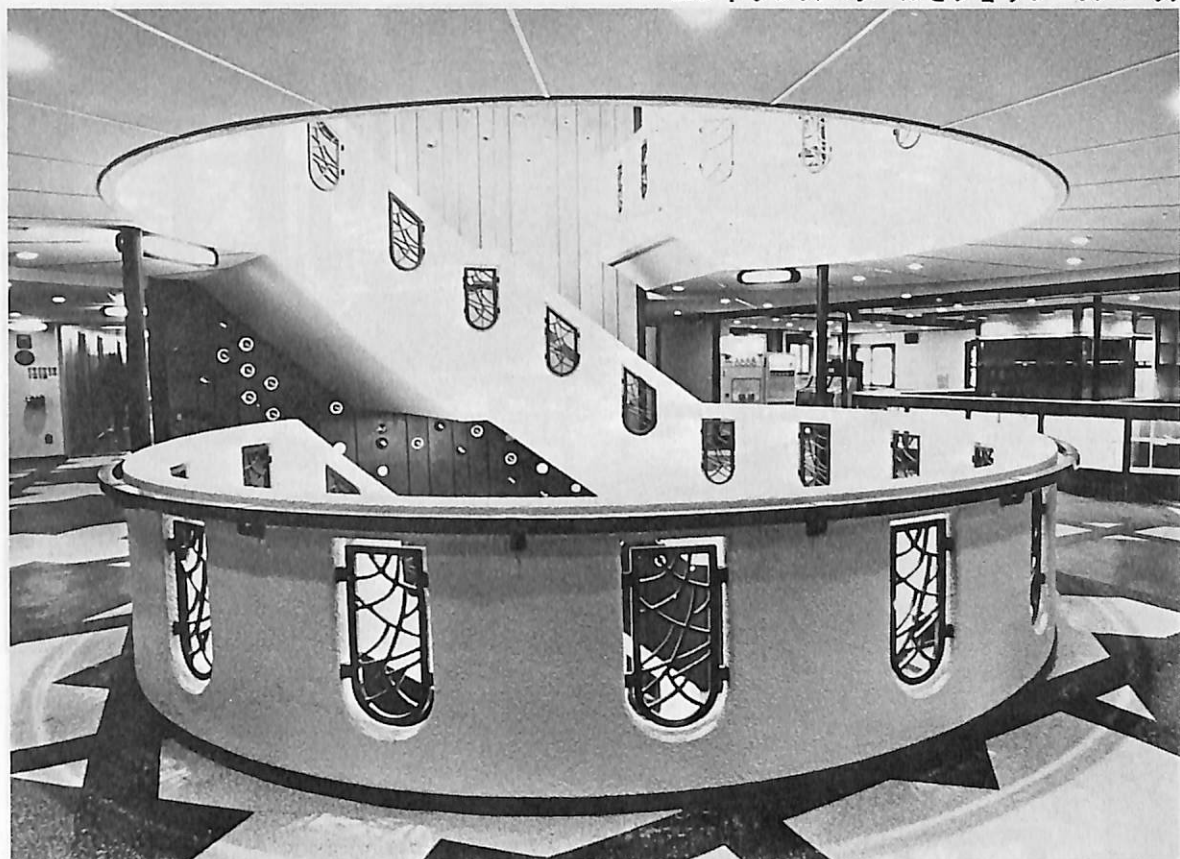
△

だいやもんど おきなわ

操舵室



エンジン・コントロール・ルーム



螺旋階段と3層吹抜けの天井ドーム

特別1等室



1等洋室 (定員2名室)

1等和洋室 (定員6名室)



バー



海洋研究船“白鳳丸”の 減揺水槽における減揺効果

田 玉 一 郎

1. はじめに

東京大学海洋研究所々属の海洋研究船白鳳丸(3,225総トン)は、わが国の海洋研究者の共同利用により、世界の全大洋の総合的な調査、研究を行なう唯一の大型船として、昭和42年4月に、三菱下関造船所で建造、就航した。

この船の建造にあたっては、全ての天候、海況のもとで長期間洋上に留まり、甲板上での観測作業と船上研究室での研究活動を容易とするため、極力、船体の揺れが小さく、穏やかで、また、振動の少ない乗り心地のよい船であることが、航海の成果を高めるための必須の条件とされた。

これらの条件を満たす手段として、船体は、凌波性、耐航性を高め、かつ、動揺の穏やかとなるような船型の選択を行ない、推進機関には、電気推進を採用して、操縦性能の向上とともに、推進および主発電機と船体間に防

振ゴムを嚙ませて船体振動を柔らげた。また、船の横揺れを減ずるために減揺水槽を特設した。

この減揺水槽の性能は、実船実験でも優秀な成績を示し、就航以来現在までに至る白鳳丸の8年間、総航程25万海哩の研究航海に大いに寄与している。

以下、本稿で、白鳳丸の減揺水槽の概要と実船実験の減揺効果について記述する。

2. 水槽の当初計画

減揺水槽の型式には、従来から幾種類のものがあるが、本船の場合は、東京大学船舶工学科の元良誠三教授の御指導により、Passive U-Tube Type のものが装備された。また、模型実験が同船舶工学科の実験水槽で行なわれた。

人工波に横揺れを繰返した船体が水槽作動と共に、波高による上下動するだけの様態



“白鳳丸”(矢印は減揺水槽)

は、非常に印象深いものであった。

実船の減揺水槽の設置場所については、当初は、機関室の前壁側に二段積の水槽とすることが企画されたのであったが、同室内機器の配置上、スペースが取れず、種々検討の結果短艇甲板後部に置タンク式として設けることとした。このことは、かえって水槽が船の重心より遠くなり減揺効果を向上し、また、槽内減揺水の移動により生ずる衝撃音を外部に発散する利点を生じた。

減揺水槽の作成にあたっては、日本鋼管鶴見造船所で設計が行なわれ、当初の設計方針としては、

「水槽を2分割して、短周期用および長周期用とし、短周期用は、船の満載時の計画想定動揺周期・ $T_s > 11$ 秒の範囲をカバー出来るよう、減揺水の移動周期・ $T_t = 10.47$ 秒とする。また、長周期用は、 $T_s > 13.5$ 秒の軽荷時の範囲をカバー出来るよう、 $T_t = 12.85$ 秒となるように設計する。さらに、満載時には、2つの水槽を併用して Total Strength Ratio が適正值となるよう考慮し、同期の異なる2つの水槽の連成作動による減揺効果の向上をねらう。また、軽荷時には、長周期用の水槽のみを作動させ、この状態で Strength Ratio が適正となるよう2つの水槽の仕切壁の位置を決定する」

という、手の込んだ仕様が企画された。

しかし、実船では、計画と実際の動揺周期の差異による仕様変更が行なわれ、結局は、次に記するような単一式の水槽となった。

3. 本船の減揺水槽

本船に装備された減揺水槽の寸法図を、図3.1に示す。

減揺水は、水準面の高さ1.5mで、清水54トンが搭載されている。上部通気管の空気弁を開放すると減揺機能が働き、同弁を閉じると機能を停止し、一般の船内水槽と同様な状態のものとなる。

また、減揺水の移動周期・ T_t は、次の式より計算される。

ARRANGEMENT OF ANTI ROLLING TANK

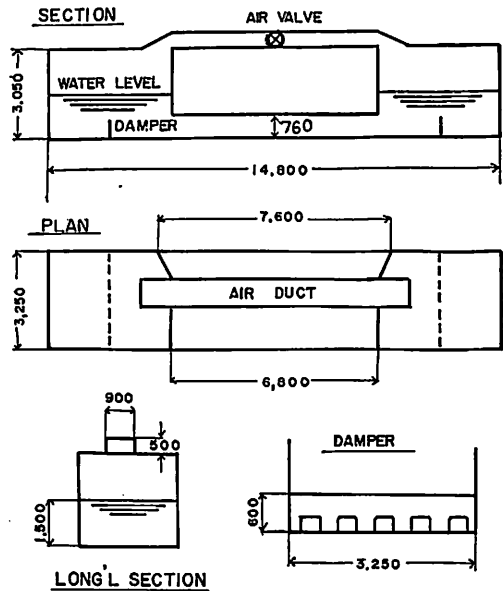


図 3.1 減揺水槽の寸法図

$$T_t = 2\pi \sqrt{B \cdot \tau_t^2 / 2g}$$

$$\tau_t^2 = 2AR - ARd + (1-r)r / 2ARd \cdot Cn + (1-r)^2 / 4AR$$

この式より、本船の T_t を求めると、

$$AR = h/B = 1,500\text{cm} / 14,800\text{cm}$$

$$ARd = hd/B = 760\text{cm} / 14,800\text{cm}$$

$$r = rB/B = 6,800\text{cm} / 14,800\text{cm}$$

$$Cn = l_t / ld = 3,250\text{cm} / 3,250\text{cm}$$

となり、

$$\tau_t^2 = 3.29 \text{ sec}^2$$

$$T_t = 5.46 \times \sqrt{\tau_t^2} = 9.90 \text{ sec}$$

となる。

次に、この水槽の減揺機能を字句で簡単に説明すると、水槽を作動状態として、両舷側の水槽の水の移動周期および位相を調節し、移動した水の重さが、ちょうど、船体に加わる横揺れの外力モーメントと逆のモーメントを作るようにして、減揺の機能を発生させるものであるといえる。すなわち、減揺水の移動周期・ T_t を、船の横揺れの固有周期・ T_s に等しくなるように水槽を調節すると、船の横揺れと水槽の水の移動の位相は $\pi/2$ だけずれることが運動方程式から導かれる。この関係を定常状態について図示すると図3-2のよ

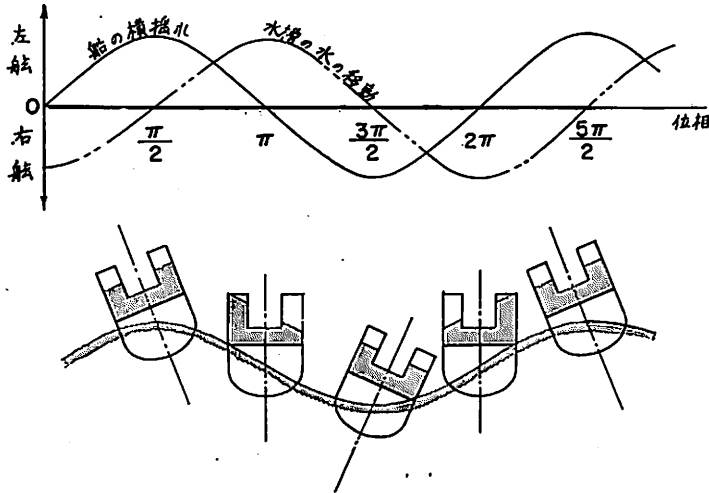


図 3.2
水槽の作動図

うになる。

すなわち、船が左舷に傾斜しきったとき、水槽の水面はほぼ中立の位置にあって、船体傾斜に対する減揺水の逆モーメントは働かない ($\pi/2$ 点に相当)。次に、船が起き上って反対の右舷に傾斜しようとするとき、減揺水は左舷の水槽に多く溜り、右舷に傾斜させようとする外力のモーメントを吸収して、横揺れ角を減ずる (π 点に相当)。以下、このような船体傾斜と減揺水の移動の相互作用が繰返されて、船の横揺れを減少する効果が連続する。

以上の説明と別の言いかたをすれば、水槽の水の移動の位相が船の横揺れの位相より $\pi/2$ だけ遅れ、水槽の水の重量の作るモーメントが船の横揺れ角速度と逆位相となるため、減衰モーメントが見掛上増加し、減揺効果を生じるということがいえる。

4. 水槽の減揺効果の実船実験

理論や模型実験より、減揺水槽による船体の減揺効果が如何にすばらしいものであることかとの期待を抱かされたのであるが、実船が任意の海況で航走中あるいは漂泊しての海洋観測時に、水槽の働きにより何程の減揺効果をもたらすものであるかを確かめるべく、極力多くの実船実験資料より統計的な水槽の減揺効果値を求めることを試みた。

実船実験は、冬期中部太平洋への研究航海の途次、ほぼ満載から軽荷状態にわたり、全

速航走時に10例、微速前進時に4例、および漂泊観測時に10例、合計24例の減揺水槽が作動および不作動時における船の横揺れ角の比較計測を行なった。全実験中の気象状態は、風速 0~13 m/sec、うねりの階級 2~6 に亘る海況であった。各実験の海象状況と計測記録値を末尾の表 4.1 に掲げる。

実験に使用した動揺記録計は、当海洋研究所の友田好文教授が、航空機用の Vertical Gyroscope (Spec. No. WCL-485, Minneapolis Honeywell) を組込んで作成されたお手製のものを利用させて戴いた。その機構図を図 4.1 に示す。

各実験における動揺計の記録は、水槽の作動時と不作動時の船の横揺れを、主として、10分間ずつ交互に2回計測した。24例の実験中の3例を除いては、風とうねりをほぼ船体正横に受ける状態であった。また、記録紙のペンの振れ幅は、各実験時の海況に応じて、動揺計の Power Amp. の Attenuator を調節し、記録紙幅をスケールアウトしない程度に大きくするように努めた。なお、記録分析時の記録紙揺度より傾斜角への換算は、別に実測した換算曲線で行なった。計測記録の一部を図 4.2 に示す。

5. 記録の分析

各実験の記録の分析は、記録揺度を 5 mm 間隔の階級帯に小数点下四捨五入で読取り、水槽作動および不作動時の揺度をそれぞれの度

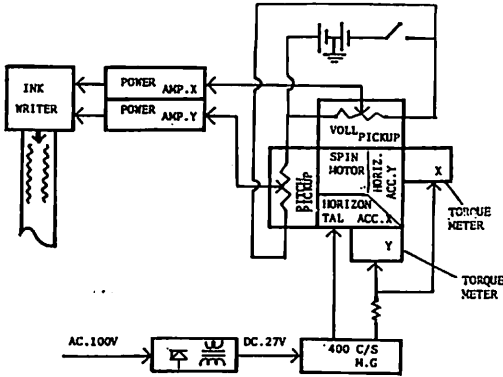


図 4.1 動揺記録計

数分布表に集約整理の上、この揺度の度数分布域を次のように仕別して、水槽作動時の不作動時に対する船の横揺れの減揺効果を比較した。

各揺度度数分布表の階級値を x_i 、水槽作動時と不作動時の分布度数をそれぞれ g_i 、および f_i として、

(1) 各実験例の水槽作動時と不作動時両者の揺度の総和の比率を求めて、計測時間中の船の横揺れの全傾斜角量を比較する。この比率を横揺れ全域の減衰比・ α と名づけることとする。

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^r x_i g_i}{\sum_{i=1}^r x_i f_i}$$

(2) 各実験例において、水槽不作動時の揺度の平均値 (加重平均・ \bar{x}_a とする) 以上の上域揺度の両者総和比を求めて、水槽が作動しない場合の船の横揺れの平均傾斜角以上の両者の傾斜角合計量を比較する。この比率を横

揺れ上域の減衰比・ β と名づけることとする。

$$\bar{x}_a = \frac{\sum_{i=1}^r x_i f_i}{\sum_{i=1}^r f_i}$$

$$\text{また、} \frac{x_{m-1} + x_m}{2} \leq \bar{x}_a < \frac{x_m + x_{m+1}}{2}$$

として、

$$\beta = \frac{((x_m + x_{m+1})^2 - 4\bar{x}_a^2)g_m + 40 \sum_{i=m+1}^r x_i g_i}{((x_m + x_{m+1})^2 - 4\bar{x}_a^2)f_m + 40 \sum_{i=m+1}^r x_i f_i}$$

(3) 前記 (2) 項の平均値・ \bar{x}_a 以上における水槽不作動時揺度の平均値 (加重平均・ \bar{x}_b とする) 以上の揺度の両者総和比を求めて、水槽が作動しない場合の船の横揺れ平均傾斜角以上の傾斜の平均角より大きな傾斜角合計量について両者を比較する。この比率を横揺れ高域の減衰比・ γ と名づけることとする。

$$\bar{x}_b = \frac{((x_m + x_{m+1})^2 - 4\bar{x}_a^2)f_m + 40 \sum_{i=m+1}^r x_i f_i}{4(x_m + x_{m+1} - 2\bar{x}_a)f_m + 40 \sum_{i=m+1}^r f_i}$$

$$\text{また、} \frac{x_{p-1} + x_p}{2} \leq \bar{x}_b < \frac{x_p + x_{p+1}}{2} \quad \text{として、}$$

$$\gamma = \frac{((x_p + x_{p+1})^2 - 4\bar{x}_b^2)g_p + 40 \sum_{i=p+1}^r x_i g_i}{((x_p + x_{p+1})^2 - 4\bar{x}_b^2)f_p + 40 \sum_{i=p+1}^r x_i f_i}$$

(4) 以上の 3 項目で仕別して求めた各実験例の各分布域における両者のそれぞれの揺度合計値を、各計測時における記録計 Attenuator Volume に応じて角度量に換算し、全実験 24 例について、それぞれ、全域、上域、および高域の総和比を求めて、減揺水槽

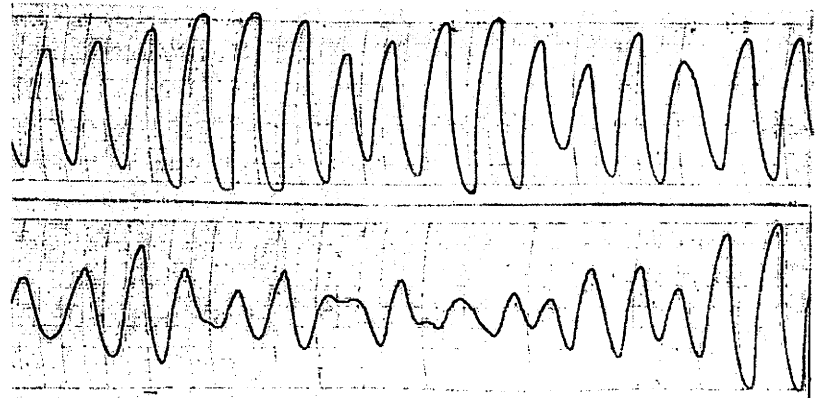


図 4.2
計測記録の一例
上段は水槽の不作動時
下段は水槽の作動時

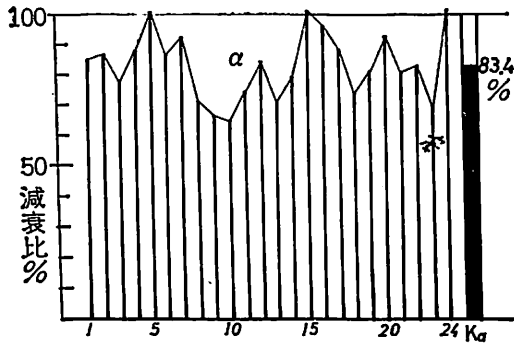


図 5.1 横揺れ全域の α と $K\alpha$

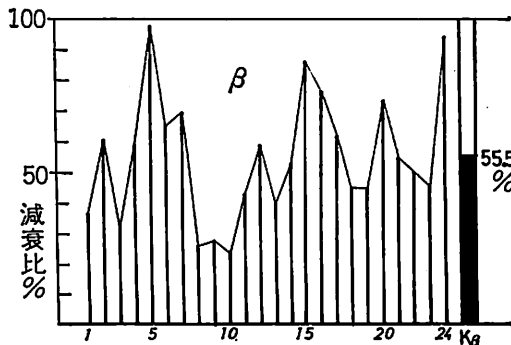


図 5.2 横揺れ上域の β と $K\beta$

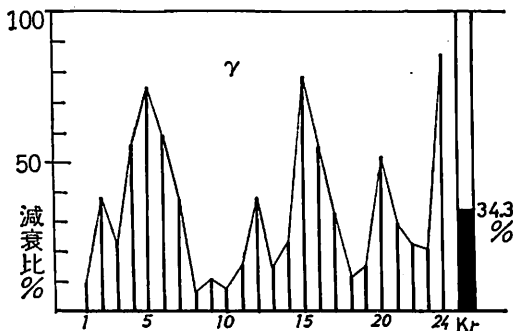


図 5.3 横揺れ高域の γ と $K\gamma$

の減揺効果を統計的に比較した。この比率を、それぞれ横揺れの統計的減衰比・ $K\alpha$ 、 $K\beta$ 、および $K\gamma$ と名づけることとする。

以上の4項目にわたって仕別した各実験例の横揺れ減衰比・ α 、 β 、および γ と、それぞれの統計的減衰比・ $K\alpha$ 、 $K\beta$ 、および $K\gamma$ を図 5.1、5.2、および 5.3 に棒グラフで示す。

これらの棒グラフより、水槽の減揺効果を簡単に文章で説明すると、

イ. 船の横揺れ全域の傾斜角量では、各実

験例の減衰比・ α は、第10例の65.1%が最小で、第24例の101.5%が最大となり、全実験の統計的減衰比・ $K\alpha$ は、83.1% (22,799°/27,418°) と約2割減の減揺効果を示す。

ロ. 上域の傾斜角量では、上域減衰比・ β は、第10例の22.9%が最小で、第5例の97.9%が最大となり、統計的減衰比・ $K\beta$ は、55.5% (10,554°/18,989°) とほぼ半減の減揺効果を示す。

ハ. 高域の傾斜角量では、高域減衰比・ γ は、第8例の6%が最小で、第24例の85.8%が最大となり、統計的減衰比・ $K\gamma$ は、34.3% (3,452°/10,041°) とほぼ3分の1まで減揺している。

なお、実験例中には他にも2、3例減揺効果の少ないものもあるが、第24例の場合には、比較的穏やかな海況を風、うねり共ほぼ船首より受けて全速航走中のもので、水槽の作動効果を生じるまでに至らなかったものと解する。

その他の分析グラフ

(1) 図 5.4 は、各実験例の水槽作動時の不作動時に対する平均横揺れ角の比率を示す。右端の棒グラフは、全実験の統計平均横揺れ角の比で、74.8% (3.49°/4.66°) となる。

(2) 図 5.5 は、各実験例の水槽作動時の不作動時に対する平均動揺周期比を示し、全平均動揺周期は、水槽作動時に 8.4 秒、不作動時に 9.3 秒と作動時が約 1 秒の短い周期となった。

(3) 図 5.6 は、横揺れ傾斜角の度数分布の2例をヒストグラムで示したもので、図 a は、全実験中の減揺効果の平均的状态に最も近似した第12例を抽出した。図 b は、大きな船体傾斜に効果的に水槽の作動した第9例を抽出したもので、10度から20度の大きな横揺れが非常に良く減揺されていることを示している。

6. 減揺効果の評価

前章で本船減揺水槽の統計的な効果を求めることを試みた。このことは、さらに多くの

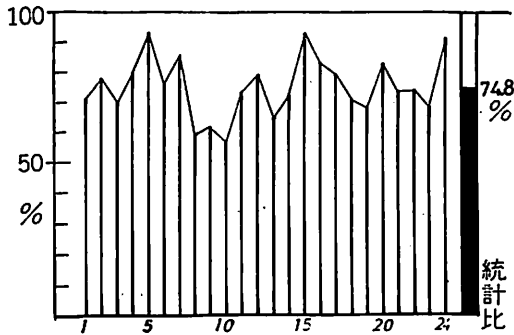


図 5.4 平均横揺れ角比

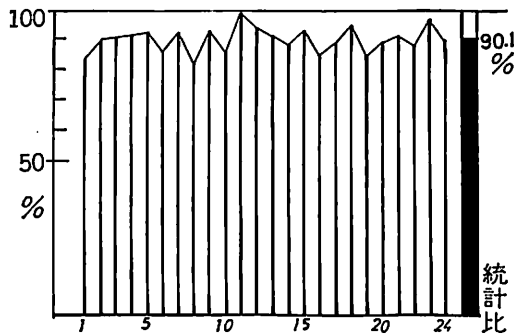


図 5.5 平均動揺周期比

資料を集めて集約することが望ましいことではあるが、本稿の24例の分析からだけでも、水槽の減揺機能の統計的傾向が判明されたものと思う。

以下に、この統計値にもとづいて、水槽の減揺効果が本船の運航面に及ぼす波及効果等についての考察と評価を加えてみる。

(1) 横揺れ角の全量では、ほぼ2割減の統計的減衰比を示した。この比率自身は、それ程効果的なものではないが、次に記する上域および高域の減揺効果に関連して意義がある。

(2) 平均傾斜角以上の上域の横揺れ角の合計量は、統計的にほぼ半減する。また、個々の状況では3分の1以下ともなる。

この減揺効果の船上生活や業務の面に波及する効果は非常に大きい。眠りを深くしたり、船内の娯楽遊戯を快適にして生活に活力を与える。また、観測作業や日常の整備作業、あるいは炊事配膳等の足場を固めて、諸作業を円滑にすると共に、各種のデスクワークや研究室での資料整理等を高効率なものにするなどである。

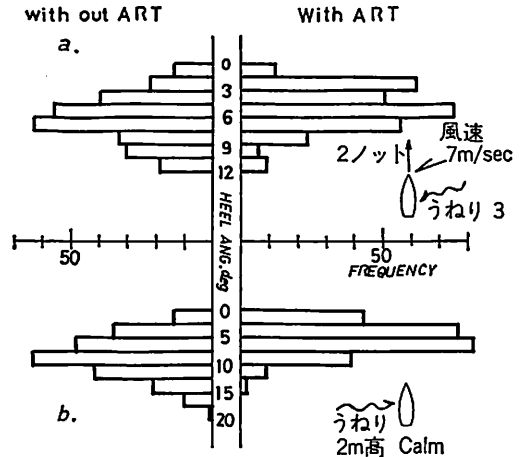


図 5.6 横揺れヒストグラム

(3) 上域の平均傾斜角以上の高域の大きな横揺れ角の合計量は、統計的には3分の1程度に減揺する。個々の場合は、5分の1、あるいは10分の1以下ともなる。また、比較的大傾斜を生ずる海況下では、前掲のヒストグラムに見られるように、大傾斜が、ほとんど減揺される傾向を示している。

これらのことは、前(2)項で述べた波及効果を一層と高めることは勿論、階段の踏み外しや、固縛および懸吊器具の振れまわりの危険、あるいは、器具什器の飛散による損傷などの人身や器物の事故防止に貢献するところが大きい。

なお、乗員への心理的效果としては、大傾斜により生ずる、船が転覆するのではないだろうか、あるいは、海水が船内に浸入するのではなかろうかなどの危惧の念を柔らげることであろう。

以上のように、本船の減揺水槽の機能は大いに評価出来る。航海が長期にわたるほど、その減揺効果の蓄積は、船内生活者に無意識の内に無形の大きな恩恵を与えていることと信ずる。

おわりに、本稿の作成にあたり種々のご教示を賜わった元良、友田両先生に厚く感謝の意を示します。

(東京大学海洋研究所/白鳳丸船長)

表 4・1 横揺れ傾斜角分析表

上段は水櫃の作動時。下段は水櫃の不作動時

実験番号	船位 { Lat. 度 Long.	海風速 m/sec. うねり (階級) 船速 ↑kt.	各計測時間 Sec.	横揺れ全 域			横揺れ上 域			横揺れ高 域	
				傾斜角合計 Deg.	動揺回数	平均横揺れ角 Deg.	傾斜角合計 Deg.	動揺回数	傾斜角合計 Deg.	動揺回数	
1	44.0N 149.9E	↑ 7 (3)	1200	934	351	2.66	284	62	40	7	
				1,096	294	3.73	760	142	420	66	
2	42.5N 149.9E	↑ 13 (6)	1140	1,183	272	4.35	570	82	195	24	
				1,362	244	5.58	938	126	515	61	
3	40.1N 150.1E	↑ 12 (5)	600	669	134	4.99	194	23	75	8	
				860	121	7.11	586	68	322	34	
4	40.1N 150.1E	↑ 12 (5)	600	660	138	4.78	291	42	143	15	
				750	126	5.95	497	61	256	27	
5	29.9N 150.0E	↑ 9 (4)	1200	1,540	302	5.10	1,009	137	437	49	
				1,524	280	5.44	1,030	133	583	64	
6	25.0N 150.0E	↑ 12 (4)	600	680	156	4.36	351	46	176	19	
				780	136	5.74	537	69	295	33	
7	15.0N 150.0E	↑ 7.5 (3)	1200	957	290	3.30	521	105	125	20	
				1,031	268	3.85	747	131	331	49	
8	11.5N 177.3E	↑ 10 (4)	1200	618	298	2.07	154	37	18	3	
				864	246	3.51	580	117	293	48	
9		↑ 0 (4)	1200	1,249	252	4.96	358	38	72	6	
				1,865	234	7.97	1,292	117	667	50	
10	15.1N 170.1E	↑ 6.5 (3)	1200	547	290	1.87	139	34	25	5	
				841	250	3.36	582	124	307	55	
11	37.4N 150.1E	↑ 6 (4)	1200	1,456	270	5.39	609	70	120	11	
				1,945	266	7.31	1,380	139	754	69	

12	39.6N 150.1E	2 ↑ 7 ↙ (3)	1200	1,322	294	4.50	629	87	217	24
13	20.2N 150.3E	0 ↻ 2 ↑ (2)	1200	1,564	278	5.63	1,071	139	575	63
14	18.2N 174.6E	4 ↗ 2 ↑ (3)	1200	1,202	284	4.23	448	58	91	10
15	37.1N 150.6E	13.5 ↻ 12 ↙ (6)	1200	1,683	258	6.52	1,112	129	603	63
16	15.5N 150.1E	7.5 ↘ 14 ↑ (2)	1200	859	274	3.13	392	70	94	14
17	1.4S 158.6E	5 ↘ 11 ↑ (2)	1500	1,071	244	4.42	744	118	390	52
18	6.7N 175.1E	11.2 ↻ 10 ↙ (5)	1320	2,158	282	7.65	1,355	114	654	44
19	7.6N 177.5E	10 ↘ 9.2 ↑ (4)	1200	2,135	262	8.15	1,574	132	829	56
20	12.6N 177.3E	9 ↘ 11.3 ↙ (4)	1200	833	320	2.60	452	108	171	32
21	12.7N 177.3E	12.5 ↘ 10 ↙ (4)	1200	862	274	3.14	595	131	300	53
22	17.9N 175.4W	5 ↘ 13 ↙ (3)	1200	441	366	1.22	221	111	58	22
23	16.0N 174.5W	5 ↘ 13 ↙ (2)	1200	502	328	1.55	354	161	178	66
24	16.1N 167.8W	2 ↘ 13 ↙ (2)	1200	1,051	272	3.86	446	68	59	7
				1,417	260	5.45	978	132	516	60
				771	304	2.54	295	66	57	10
				945	258	3.67	657	125	350	55
				696	292	2.38	388	99	146	30
				750	262	2.86	534	126	283	55
				657	276	2.38	314	76	84	16
				813	252	3.23	573	124	284	50
				919	278	3.30	387	68	97	13
				1,107	248	4.46	766	118	426	56
				572	242	2.40	262	59	65	12
				831	236	3.51	567	116	292	49
				825	294	2.81	505	117	233	44
				812	264	3.08	535	120	272	48
				22,799	6,531	3.49	10,554	1,777	3,452	445
				27,418	5,889	4.66	18,989	2,898	10,041	1,282

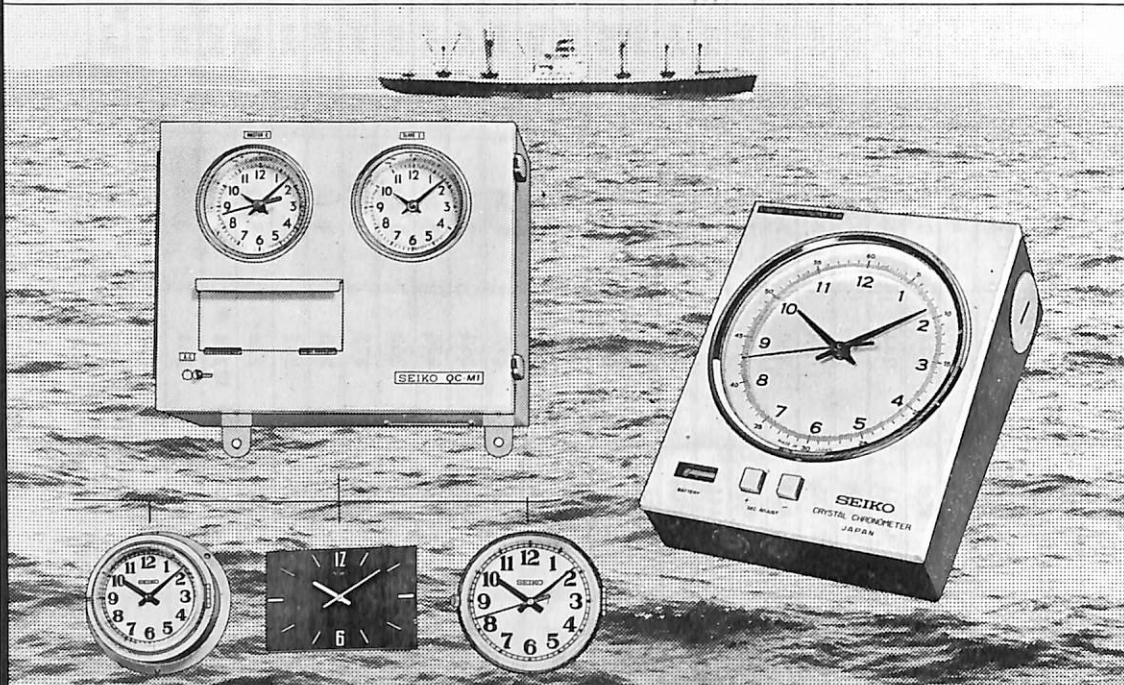
(注) うねりの階級は、目視観測による。

セイコー船舶時計 QC

QCは水晶発振による、高性能設備時計です。

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

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



QC-M1 260×320×160(%)重量8.5kg

- パルス駆動で長寿命。正確な0.5秒運針
- 現地時間に簡単に合わせられる、正転・逆転可能
- 前面ワンタッチ操作の自動早送り装置・秒針規正装置
- MOS・IC採用のユニット化による安定性・保守性の向上
- 無休止制の交・直電源自動切替つき

豊富にそろった船舶用子時計、お好みのデザインをお選
びください。

マリンクロノメーター

QC-951-II 200×160×70(%)重量2.6kg

- 乾電池2個で、約12ヶ月間作動
- 精度保証範囲0°C~40°C
- 平均日差 ±0.1秒

小型、軽量ですから、自由に持ち運びできます。

SEIKO

セイコー・株式会社 服部時計店

最近の M0 船の警報および故障発生の実態

山 田 博
小 林 英 雄
角 張 昭 介

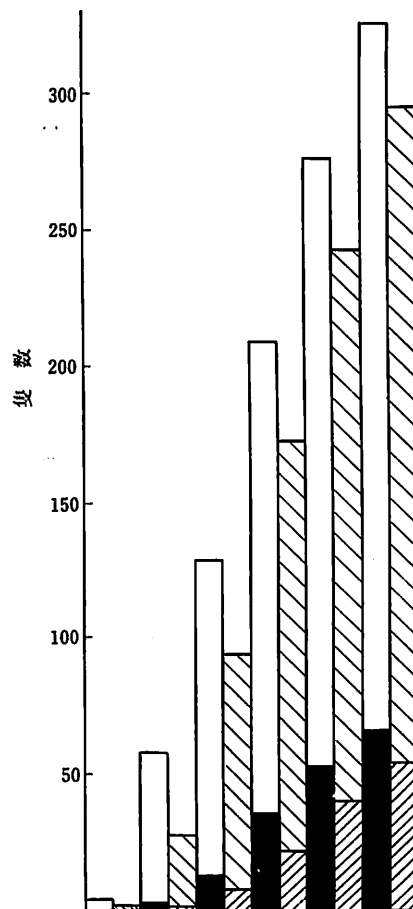
1. まえがき

昭和34年の「船舶の自動操縦化の技術的問題点ならびにその対策」に関する運輸大臣諮問に端を発した船舶の自動化は、その後、昭和36年(1961年)建造の自動化船「金華山丸」における技術的、経済的成功となって現われ、更に昭和44年(1969年)8月に機関無人化設備船(当会の鋼船規則に規定する機関無人化設備を有する船舶)の第1船として、「ジャパン・マグノリア」が就航した。以来、昭和49年12月末現在までに完工した機関無人化設備船は330隻(ディーゼル船262隻、タービン船68隻)、また、完工後3箇月以上のデバッグ期間を過ぎてM0符号を取得した船舶(M0船)は295隻(ディーゼル船241隻、タービン船54隻)というまでに順調な発展を続け、現在では総トン数2万トン以上の船舶において、機関無人化設備を有することはもはや常識となってきている。図1に機関無人化設備船及びM0符号取得船(M0船)の建造状況を示す。

これまでのM0船は機関の有人運転と同等の安全性が保たれるような機関の無人化運転及び荷役、係留関係の自動化を目的として発展してきたが、最近では、コンピュータ技術の進展に伴い、これらの無人化、自動化に加えて船舶の衝突予防、船位置測定、座礁予防などの航法関係の自動化に関する研究が進み、現実にこれらの装置を装備した「錦江丸」、「山鶴丸」、「香取丸」などが就航し、自動化船の第3期と称されるコンピュータとう載船時代の幕明けが告げられている。

一方、このように発展してきたM0船に対して、

- 機関無人化設備船累計隻数 (D)
- " " " (T)
- ▨ M0符号取得船累計隻数 (D)
- ▩ " " " (T)



集計年度	1969	1970	1971	1972	1973	1974	
機関無人化設備船累計隻数	D	4	55	116	173	224	262
	T	0	3	13	36	53	68
合計		4	58	129	209	277	330
M0符号取得船累計隻数	D	1	27	86	151	203	241
	T	0	1	8	22	40	54
合計		1	28	94	173	243	295
M0符号まっ消隻数 (船級消除を含む)	D	-	-	-	-	3	1
	T	-	-	-	-	0	1
合計		-	-	-	-	3	2

(注) D, Tはそれぞれディーゼル船、タービン船を示す

図1 機関無人化設備船およびM0符号取得船(M0船)の隻数の推移

最近は経験が蓄積され一応の安定期に入ったと見られることから国の内外を問わず、その警報・故障の実態⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾、就労体制の実態⁽⁵⁾、更に信頼性工学を駆使した予防保全、確率論的取扱い⁽⁶⁾など、過去、現在、将来と多方面にわたる研究が次々と発表されている。

本稿においては、初期のM0船と最近のM0船についてその警報・故障の実態を調査比較した結果を紹介するとともに、今後のM0船の姿を考え各位の参考に供する次第である。

2. 警報発生状況の集計方法

当会の鋼船規則に規定する機関無人化設備を有し、M0符号を取得する予定の船舶は、完工後3箇月以上の運行期間を経て、機関の自動化設備の状態が良くなったと判定された時点で、M0符号が当会の船級登録原簿に記載されることになっているが、

最近ではほぼ半数以上が完工後3～5箇月間にM0符号を取得している。中には、M0符号取得までに1年以上の長期間を要しているものも見かけるが、これは以下に述べる実績からも分かるとおり、M0設備が安定しないからというよりは、3国間航路などの運航航路上の問題や、単に船主側の都合により、取得が遅れている場合が多いようである。

最近の警報発生状況を調査するため今回集計の対象となったM0船は、昭和48年10月から昭和49年7月までにM0符号を取得した船舶で、完工からM0符号取得までに5箇月～1年半の比較的長期間を要した船舶であり、ディーゼル船は大手造船所建造船6隻、中造船所建造船5隻及びタービン船は大手造船所建造船8隻を選び、機種、馬力、船種、船主等に偏りのないよう考慮した。

警報の集計は、M0符号取得検査時に、当会に提出される「M0船の故障及び警報発生状況」の報告

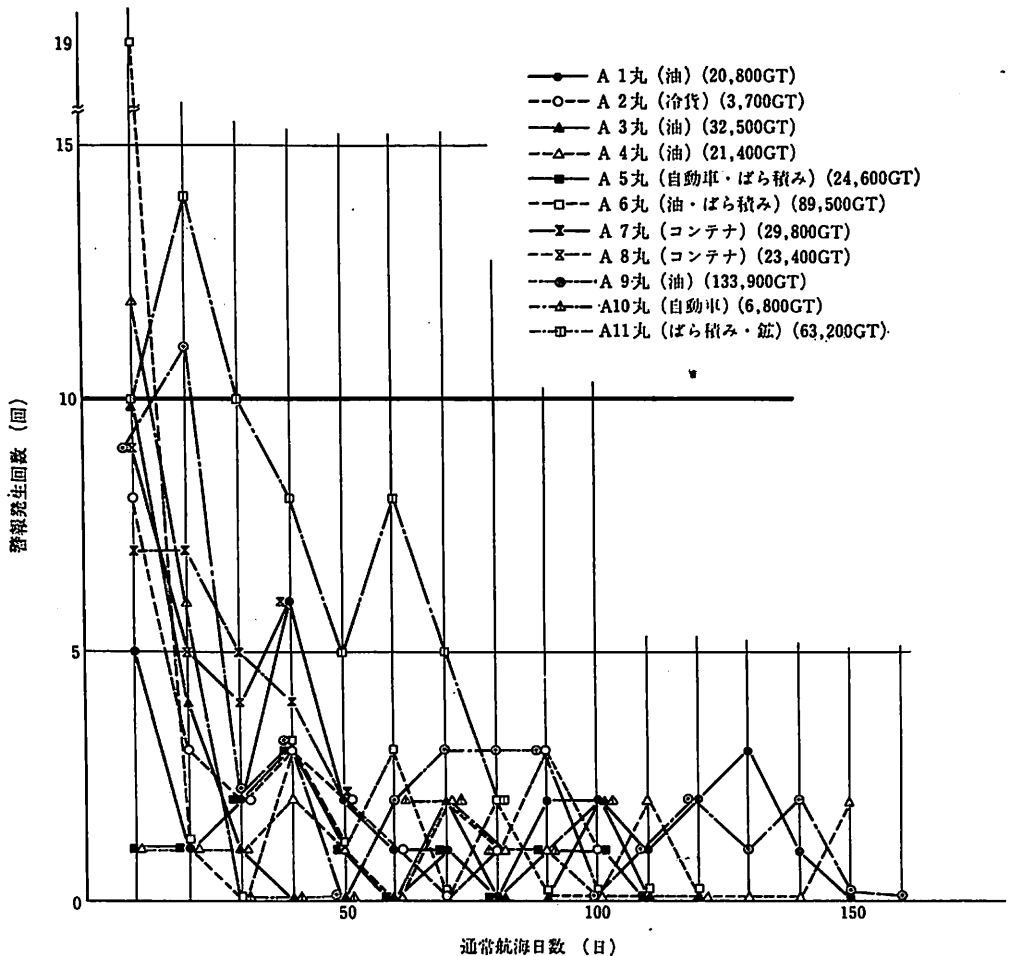


図2-1 ディーゼル船の警報発生回数 (昭和48～49年M0符号取得船)

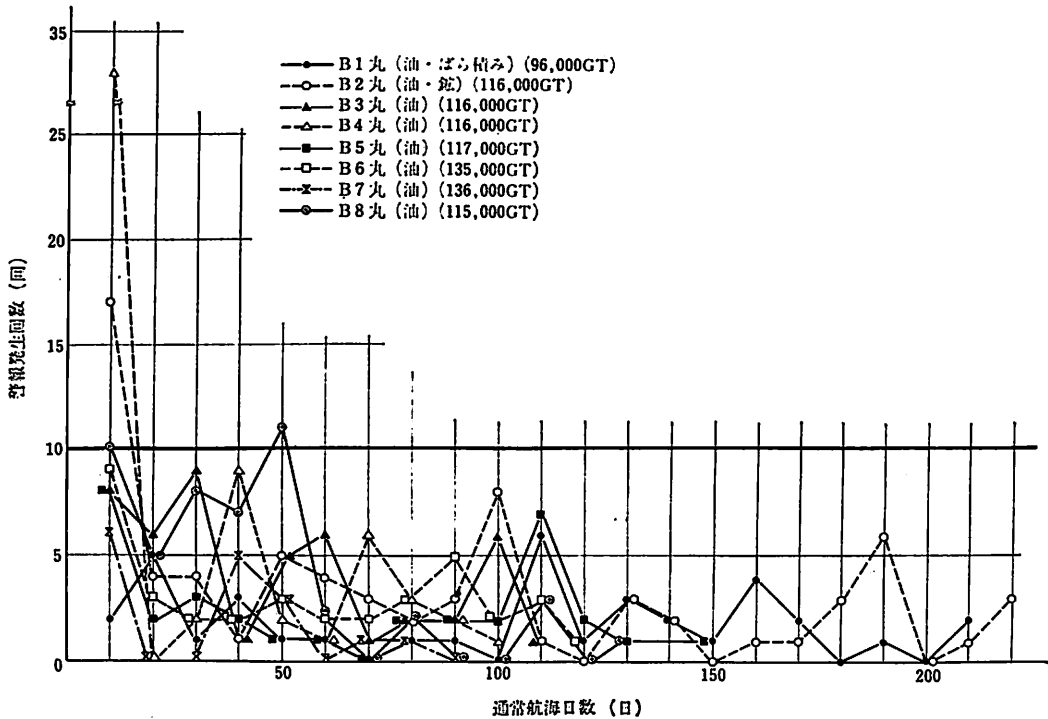


図2-2 タービン船の警報発生回数 (昭和48~49年M0符号取得船)

書を基にしており、集計に当たっては次の点を考慮した。

- 1) 停泊中、出入港中又は運河通航中に発生した警報は計数しない。すなわち、通常航海中の警報発生回数のみを通常航海日数10日間ごとに計数した。
- 2) 手動操作による機器の運転、停止などの人為的な操作により発生した警報は計数しない。
- 3) 誤操作により発生した警報は計数しない。
- 4) 乗組員による機関の取扱いの方法などを改善することにより、警報の発生を今後防止できると考えられたものは計数しない。
- 5) 不具合により休止されている警報点は、1点につき3回誤警報が発生したとして計数した。また、初期のM0船の警報発生状況の調査に際し

ては、各造船所のM0船の1番船に相当するものから、ディーゼル船10隻、タービン船7隻を選び、上記集計方法に準じて集計してある⁽⁷⁾⁽⁸⁾。

3. 警報発生状況の集計結果

3.1 最近のM0船

最近のM0船について、2.の集計方法により警報発生回数を集計した結果を図2-1、2-2に示す。図中の警報発生回数は、完工日から通常航海日20日目までの間に発生した回数を、通常航海日数の10日の目盛り上にプロットし、通常航海日数11日目から20日目までの間に発生したものを通常航海日数20日の目盛り上にプロットしてある。(以下同様。また特に断わらない限り、日数は暦日数でなく通常航海日数を用いることとする。)

表1 警報発生状況の比較

比較項目	初期のM0船		最近のM0船	
	ディーゼル船 (図3-1)	タービン船 (図3-2)	ディーゼル船 (図2-1)	タービン船 (図2-2)
(1) 初期故障が減少し、偶発故障期間(安定期)に入ったと思われる状態での警報発生率	1回/2日以下	1回/2日以下	1回/2日以下、 (更に2回/10日までに減少)	1回/2日以下 (更に3回/10日までに減少)
(2) (1)に安定するまでに要する期間	50日~70日	80日~90日	20日~30日	20日~30日
(3) おおむね安定したと考えられる1回/1日の警報発生率に入るまでに要する期間	40日~70日	60日~70日	完工時~20日	完工時~20日

(注) この警報の発生率は図2-1、2-2、3-1、3-2において太線で示す。

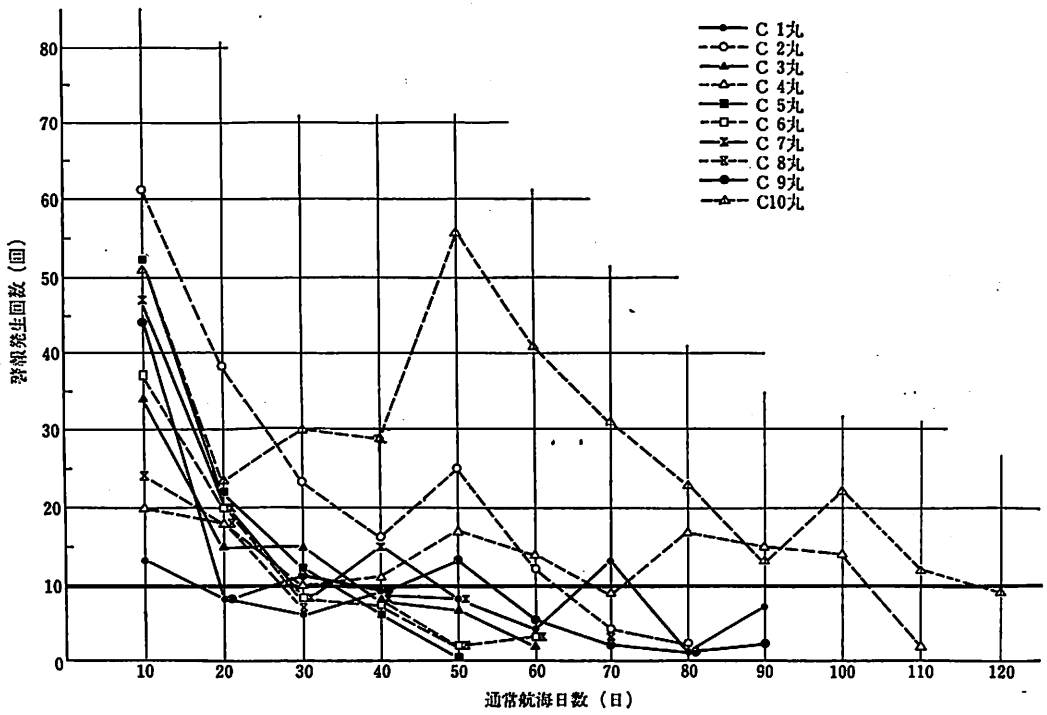


図3-1 ディーゼル船の警報発生回数 (昭和44~45年M0符号取得船)

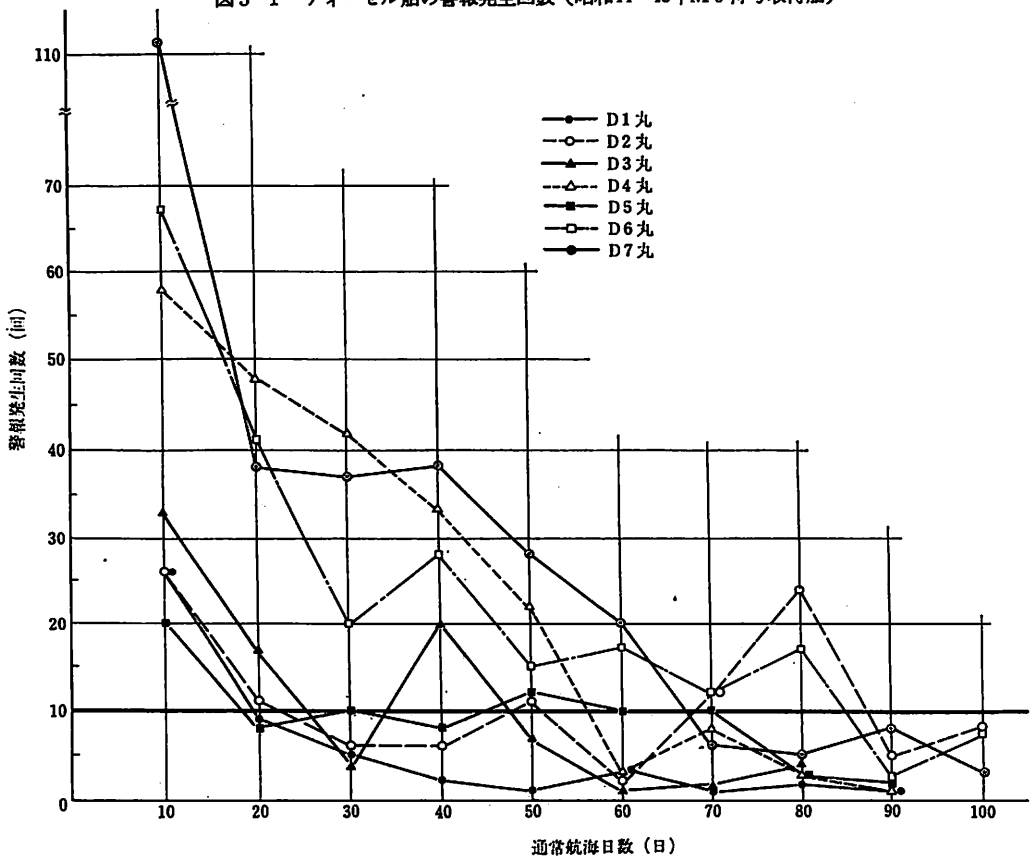


図3-2 タービン船の警報発生回数 (昭和45~46年M0符号取得船)

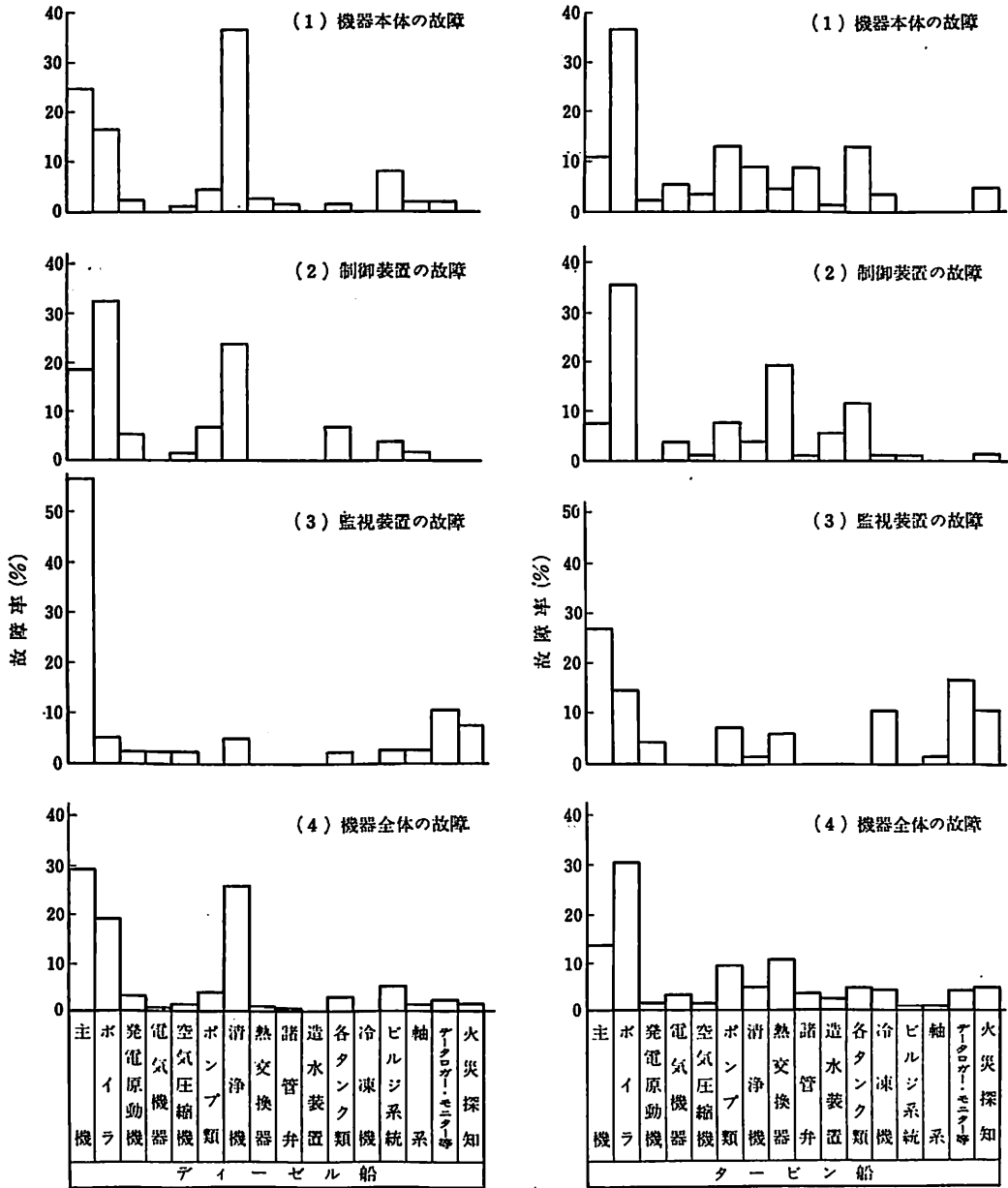


図4 各機器別の故障率分類

3.2 初期のM0船

初期のM0船について、同じく2.の集計方法により、警報発生回数を集計した結果を図3-1, 3-2に示す⁽⁷⁾⁽⁸⁾。記載方法は3.1と同様である。

3.3 考察

図2-1, 2-2, 3-1, 3-2により、最近のM0船と初期のM0船につき、その警報発生状況を比較すると、およそ表1のとおりとなる。

文献(7)及び(8)では、初期のM0船が安定期に至るまでの警報発生回数の減少パターンを下記の3通り

に分類している。(図3-1, 3-2参照)

- 1)第1期: 完工日より25日までで、(5~6回) / 1日から(1~2回) / 1日程度まで減少する時期。
- 2)第2期: 25日より45日までで、(1~2回) / 1日程度に停滞し、乗組員の手による修理が不可能なものが残り、メーカ、造船所の専門家の修理を待つ時期。
- 3)第3期: 45日以降で、不具合な機器に対する修理が済んでしまって、各機器は急速に

表 2 装置別故障件数および故障率の比較

装置別分類	44～45年M0符号取得 ディーゼル船9隻		48～49年M0符号取得 ディーゼル船11隻		48～49年M0符号取得 タービン船8隻	
	故障件数	故障率	故障件数	故障率	故障件数	故障率
各機器本体	136	25.5	90	48.0	94	35.4
制御装置	137	25.7	59	31.3	104	39.3
監視装置	261	48.8	39	20.7	67	25.3
各機全体	534	100.0	188	100.0	265	100.0

良好な状態に向かい、短期間で警報発生率一定（1回/1日程度）となる時期。

当初、この第1期は、造船所及びメーカーの努力により、完工の時点から第2期のような傾向を持つことが可能であると考えられていたが、図2-1、2-2からも明らかのように、最近のM0船の警報発生率は、完工時からほとんどが（1回/1日）以下、また最も良好なM0船では（1回/10日）であり、M0船の建造が始まった当初に考えられていた成績をはるかに上回り、完工時の出来上がり状態が、極めて良好になったことが分かる。つまり、機関無人化設備は、初期故障による警報発生回数自体が大幅に減少したと同時に、一般的な初期故障減少のカーブ（図5参照）に乗らないで、完工時から極めて安定してきていることが分かる。また、安定期での偶発的故障による警報の発生率も、初期の（1回/2日）から、最近では（2～3回/10日）以下と向上してきている。

最近のM0船は、完工の時点でほとんどの初期故障の要素は取り除かれ、そのあとは乗組員の手による調整・手直し程度で処置されている状態となり、早期に機関無人化設備の安定性が確立されていると考えられる。

4. 故障発生状況

4.1 故障の分類

図2-1、2-2に示した最近のM0船の警報発生の原因となった故障を装置別（各機器本体、制御装置、監視装置）に集計し、初期のM0船の状況と比較したものを表2に示す。更に、最近のM0船について、装置別の故障を各機器別に分類し故障率で表わしたものを図4の(1)、(2)、(3)に示し、(4)には(1)、(2)、(3)全体の故障の機器別の割合を示す。

4.2 故障の内容

表2によると、初期のM0船（ディーゼル船）においては機器本体及び制御装置の不良がそれぞれ25%弱で、監視装置の不良が約50%を占めていた。すなわち、監視装置の故障のため、実際に温度が高

くなったり圧力が低下していないにもかかわらず、誤警報を発生した比率が半分を占めていたことになる。ところが最近のM0船は、監視装置の不良がディーゼル船で全体の約20%、タービン船でも約25%と相当数減少したことがわかる。

また、各機器本体及び制御装置と監視装置の故障率の関係は、初期と最近のM0船とでは反転したように感じられるが、故障件数をみても分かる通り、これは機器本体及び制御装置の故障がある程度減少してきているが、監視装置ほどの顕著な減少とはなっていないことによるものであり、M0船以前の在来的故障の性格のものが依然残されていることを示す。

次に、図4をみると、故障ひん度の高いものとして、(1)ディーゼル主機の本体、制御装置、監視装置、(2)タービン主機の監視装置、(3)主、補ボイラの本体、制御装置、(4)ディーゼル船の清浄機の本体、制御装置が挙げられる。

これら故障ひん度の高いものの故障の内訳を、それぞれ表3、4、5、6及び7に示す。

ディーゼル主機では、排気弁の不良、FO温調弁動作不良、排ガスセンサの断線・動作不良が目立っている。排気弁の不良は、排気弁かさ部、弁シート部の吹き抜け、クラック発生がほとんどであり、これらの原因として、主に次のことが考えられる。

- (1)運転中、弁シート部での燃焼残さのかみこみ。
- (2)弁及び燃焼室回り部の熱負荷が高いこと。
- (3)弁かさ部のステライト盛り補修方法の不良。

また、FO温調弁の動作不良が6件あるが、温調弁の不良は、ディーゼル主機関係だけでなく、ほかにプラントの随所に見受けられたものであり、停泊時、操船時等を含めると相当数に上っている。温調弁は、被制御流体が蒸気であるという困難さもあるが、その構造、材質、動作などにつき、いまだ疑問があるといわざるを得ない。

排ガス温度センサについては、熱電対エレメントの断線、あるいは测温抵抗体の短絡、断線などが多い。この原因としては、排気管の振動に起因する保護管の振動によるとみられるものが多く、また、主

表3 ディーゼル主機の故障

本体の故障	故障件数	制御装置の故障	故障件数	監視装置の故障	故障件数
排気弁の不良又は破損	9	FO温調弁動作不良	6	排ガス温度センサ断線または動作不良	18
シリンダ注油器ノンフロ	5	燃料弁冷却水温調弁動作不良	1	過給機LO温度センサ不良	4
FO漏洩(管継手ボルト切損1件を含む)	3	A-C油切替プログラム誤作動	1	ピストン冷却用LO温度センサ不良	2
ガバナ-油圧管破断	1	FOストレーナ洗浄器不動作	1	FO温度センサ不良	1
その他	4	その他	1	オイルミスト検出器破損	1
計	22	計	10	計	26

表4 タービン主機の故障

本体の故障	故障件数	制御装置の故障	故障件数	監視装置の故障	故障件数
操縦弁不良(前後進とも)	5	パッキン蒸気圧力調整弁不良	4	振動検出器不良	10
異常振動	2	LOポンプ自動切替不良	2	軸受温度センサ不良	4
タービン軸受異常	1	トリップ装置破損	1	操縦位置切替監視装置不良	3
抽気ライン安全弁不良	1	テレグラフ発信器内リミットスイッチ不良	1	船橋ブザー不良	1
その他	1				
計	10	計	8	計	18

表5 タービン船主ボイラの故障

本体の故障	故障件数	制御装置の故障	故障件数	監視装置の故障	故障件数
スートブロー装置故障(コンビネーション弁動作不良10件含む)	12	給水制御弁動作不良	10	煙濃度検出不良	4
給水ポンプトラブル	6	スートブローパイロット弁動作不良	8	外部緩熱出口蒸気温度検出用センサ不良	3
バーナトラブル	5	空気流量制御不良	5	水面計不良	1
水面計取付部から漏洩	3	FO流量制御弁動作不良	5	フレームアイ不良	1
安全弁噴き止り不良	2	外部緩熱器温調弁動作不良	3	その他	1
給水弁より漏れ	1	バーナ本数制御不良	3		
その他	5	アシスト蒸気調節弁不良	2		
		過熱蒸気温度制御不良	1		
計	34	計	37	計	10

表6 ディーゼル船補助ボイラの故障

本体の故障	故障件数	制御装置の故障	故障件数	監視装置の故障	故障件数
バーナFO圧力の低下	3	燃焼制御装置不良	5	水位検出器不良	1
低→高燃焼移行不良	2	給水制御装置不良	5	蒸気圧力発信器不良	1
点火用電極不良	2	空燃比制御不良	3	水位検出トランスミッタ不良	1
過熱器出口圧力低下	2	温調弁不良	2		
バーナ不良	1	制御盤内短絡	1		
失火	1	その他	2		
その他	4				
計	15	計	18	計	3

表7 ディーゼル船浄機の故障

本体の故障	故障件数	制御装置の故障	故障件数	監視装置の故障	故障件数
異常流出(封水切れ)	17	温調弁不良	13	警報用フロート動作不良	2
弁シリンダ開閉不良(作動水のもれを含む)	7	自動ブロー用電磁弁動作不良	2	サーモスタット不良	1
ノズル及びスラッジ出口管のつまり	2	温度設定値不良	1		
リサイクルポンプ異常	2				
リサイクル水不足	2				
その他	3				
計	34	計	16	計	3

機関のある機種に偏った傾向がみられ、センサ保護管の取付位置や支持不良、構造上の問題なども考えられるが、確たる原因は不明である。

タービン主機の故障のうち、操縦弁の不良は、ほとんどが蒸気の漏れである。また、振動検出器の不良10件のうち8件は、1隻に偏って見られたもので、パラスト航海時の船体振動が過大であったために、タービン主機の異常振動の警報をひん発させたものである。

主・補ボイラの故障では、燃焼制御、給水制御、空燃比制御、スートブロー制御などの各制御ラインの各所に不具合を来しているようである。その内容をみると、給水制御弁、温調弁、F/O流量制御弁など、各ライン内にある制御用弁類の動作不良、漏れ、異物かみ込みがほとんどを占めている。これらのことは、取りも直さず、前述の温調弁を含め、制御用弁類の信頼性を更に向上させることができれば警報発生率は、今後大幅に減少させることが可能であることを示している。

また、スート・ブロー装置の故障が目立っているが、その内容としてはコンビネーション弁、パイロット弁の不具合が大半を占めている。スートブロー装置は設置場所が高温で、ガスの漏れが多いなど、その使用環境条件が過酷であることが故障の一要因と考えられる。

煙濃度検出器の不良は、1隻に偏ってみられたもので、光源燈の断線や端子の緩みが原因であった。

ディーゼル船の清浄機の故障の大部分は封水切れ、弁シリンダ開閉不良、温調弁不良である。

一般に、弁シリンダ開閉型の清浄機においては

- 1) 温調弁不良により被清浄油の温度が変化し分離線の不安定化。
- 2) 弁シリンダ当たり部のパッキン劣化による密閉不良。
- 3) スラッジによるノズル目詰まり。
- 4) 固型スラッジかみ込みによる弁シリンダ密閉不良。
- 5) スラッジによる分離板のすき間の詰まり。

などの原因により異常流出の現象が起きている。また、リサイクル水を用い連続ブローを行う型のものでは

- 1) 温調弁不良により被清浄油の温度が変化し、分離線の不安定化。
- 2) スラッジによるノズル及びスラッジ出口管の詰まり。
- 3) リサイクル水不足。

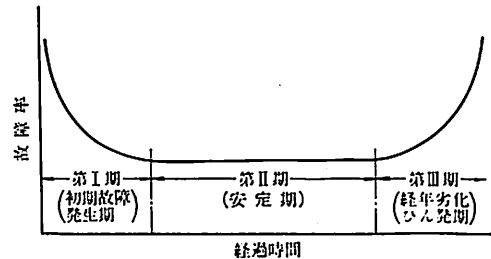


図5 システム全体の故障率の推移

などにより最終的に異常流出の現象を起こしている模様である。その他、集計の対象とならなかったものでは、リサイクル水の汚れ、弁シリンダ開閉用動作水及び被清浄油自体のスラッジ分により、それぞれのラインのストレーナが詰まって、最終的に異常流出を起こしているものが相当数見受けられた。ちなみに、今回の集計対象としたディーゼル船11隻において、上記のストレーナ詰まりなどのように乗組員の今後の取扱い方法を改善すれば故障発生が起きないと考えて計数しなかったものを含めると、異常流出の故障件数は全部で79件であった。

清浄機に関していえば、パッキンの改良や構造的検討、温調弁等メーカー側の努力はもちろんであるが、乗組員による日常の点検・保守整備の徹底により、更に相当数の警報が減少すると思われる。

5. M0 船の将来

船舶の機関無人化設備は、主機、ボイラ、発電機などの機器本体及びそれらの周辺機器である制御装置、監視装置などの膨大な点数の部品が複雑に絡みあって構成されている。これらの部品は、それぞれ固有の信頼性を持っており、それらが集合されてシステム全体の信頼性が形造られることになる。最近では、関係企業のそれぞれの立場での要求に見合った色々の角度からシステム全体の信頼性の研究がなされている⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。M0 船に代表されるような自動化システム全体の故障率が、時間の経過とともに変化していく一般的傾向を図5に示す⁽¹²⁾。

図5において、第1期はぎ装不良や構成品の不良、誤結線などによる初期故障発生の時期である。第2期は、初期故障がなくなりプラントが安定する時期であるが、この期間の故障は偶発故障及び保守不良などによる故障である。第3期は、使用環境条件の厳しい機器や設計、材質不良などの機器から腐食・摩耗などによる経年劣化が現われ、故障率が増加の傾向をたどる時期である。上記の安定期を維持

するには消耗した部品を積極的に修理、交換し、より一層の保守整備が必要となる。本稿3で示した図2-1、2-2及び図3-1、3-2には第I期から第II期へ移っていく様子が明りょうに示されている。

現在就航中のM0船は、すべて安定期に入っており、保守・整備が良好になされている限り、当分故障率が上昇するとは考えられない。しかし、初期のM0船においては遠からず前記の第III期の現象が現われることが考えられることから、その時期の予測及び対策等が今後の課題になると思われる。文献(1)によれば、早い船では完工後5～6年目に第III期の徴候が見られており、故障率増加の原因となった故障について、やはり高温、多湿、振動等使用環境条件の厳しい機関室内の制御用機器、すなわち、電気・電子部品の急速な老化であったとされており、電気・電子部品メーカーは、これらの環境条件に耐える装置を開発すべきであることを述べている。ちなみに、空調された制御室では、ほとんど上記のような故障は生じていないと述べられている。

また、昨年末故障続きで話題になった新幹線も開業当初から昭和42年までに事故件数が2けたの数字に低下して、その後の安定期が昭和46年まで続いたが、昭和47年には168件と前年より69件の急増がみられ出したといわれているが、これも第III期に入ったシステムの好例と思われる。

今後、機関無人化設備の安定期間を少しでも長くして第III期の現象が現われるのを防ぎ、信頼性のある安全な無人化運転を維持していくためには、使用環境条件を適確には握し自動化機器を含めた機関部構成機器の信頼性を更に向上させること及び機関の状態を監視し逐次その動向を探り出すような予防保全システムの開発（一例として日立造船と山下新日本汽船とで共同開発されたシステムがある）などが急務となってくる。しかし、これらの技術的向上を真に成果あらしめるものは、やはりそれを取り扱う人間であり、ここにおいて日常の点検、保守整備、正常時及び万が一の故障時の機器の取扱いの熟知等、乗組員の努力が今後とも必要不可欠な条件となってくる。

実際、乗組員側からの意見としても、M0船乗船経験者へのアンケートの回答者のうちで、94%以上の方が、現在以上の技術的教育の必要性を訴え、特に在来機器のみにとどまらず、モニタ、アナシミュレータ、コンピュータなどの自動化機器に代表される弱電分野の教育の充実を訴えている⁽⁵⁾。これらの教育の一例として、最近、乗組員の訓練手段として三

菱重工で開発されたシミュレータによるタービンプラントの操作訓練システムは、各種の異常状態を容易に再現することができ、その対応策を習得できることなどから注目すべきものであり、これからの成果が期待される⁽¹³⁾。

6. あとがき

以上、最近のM0船の故障・警報の発生状況を初期のM0船と比較しつつ、これからのM0船の姿を考えてみたが、船舶の自動化及び無人化が、現在のように通常航海中の機関部関係のみにとどまらず、停泊中（荷役中）、出入港中及び航法関係にまで今後ますます発展していくとするならば、今後のM0船の問題は、これまで述べてきたような故障・警報の問題だけに限定されるのではなく、造船所、船主、乗組員、港湾関係者、官庁、船級協会等すべての関係者の有機的な結合の中で、総合的な安全性、信頼性、経済性等が探求されるべきであると考えられる。（本稿は日本海事協会誌 No. 151, April 1975より転載）（日本海事協会機関部）

参考文献

- 1) M. Chavanet. Practical Experience with Shipboard Automation. The INSTITUTE OF MARINE ENGINEERS. March 1974. P. 36~48
- 2) Odd. J. Tveit. SHIPBOARD ON AUTOMATION AND CONTROL. The unmannd engine room-seven years experience with EO Class. 1974. P. 3~7
- 3) 橋本、石塚 日本船用機関学会誌 No. 7 (昭47) P. 31~50
- 4) 橋本、石塚 日本船用機関学会誌 No. 3 (昭48) P. 16~30
- 5) 日本船舶機関士協会特別委員会 マリン・エンジニア No. 322 (昭49) P. 17~47
- 6) 宝田直之助 住友重機械技報 No. 65 (昭48) P. 1~8
- 7) 山下和三 日本海事協会誌 No. 129 (昭46) P. 80~90
- 8) 山下和三 電子通信学会、信頼性研究会資料 資料番号 R74-9 (昭49)
- 9) 山下和三 日本海事協会誌 No. 148 (昭49) P. 1~12
- 10) 橋本、石塚 日本船用機関学会誌 No. 2 (昭48) P. 29~43
- 11) 橋本、石塚 日本船用機関学会誌 No. 9 (昭48) P. 26~34
- 12) SAFETY AT SEA. July (1974) P. 21~25
- 13) 三菱重工船舶特報 第164号 (昭49年)

就航した国際高速カーフェリー “飛龍”について

大阪南港～那覇新港間を約27時間、25ノットで航行する本船は、昨年6月22日三菱重工業下関造船所で進水、11月29日、船主の有村産業に引渡されたもので、国際高速カーフェリーとして、このほど大阪～那覇～基隆間に就航した。

1. 一般計画

(1) 本船は高速を生かすために耐航性能に十分考慮を払い、船首外板には波切りに有効なナックルラインを、また船首部サイドランプの外側には可動式の波切扉を設備して、ランプ部リセスの影響をなくする等の対策が施されている。

(2) 操縦面では大阪南港、特に那覇新港の出入港の難かしさを考慮して2軸可変ピッチプロペラとし、船首部にはバウスラスタを設備してある。

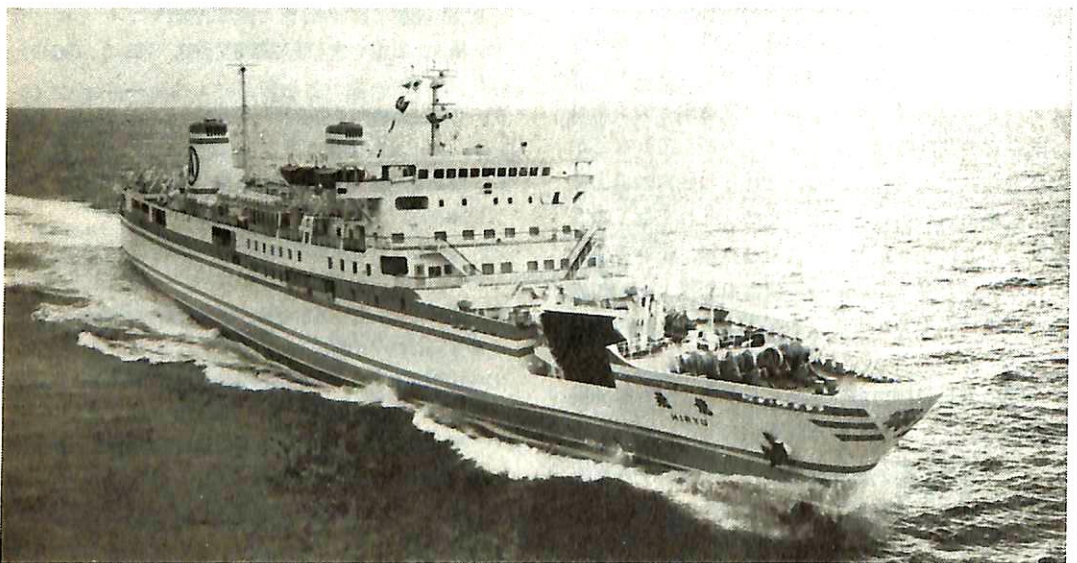
(3) 本船は当初国内カーフェリーの計画で出発したが、途中で国際航路も考えたいとの船主殿の意向より、復原性については十分安全を考慮してある。

(4) 車両甲板はトレーラーの搭載に適するよう強度、クリアーハイトを考慮してある。

(5) 食堂はカフェテリア方式を採用して給食能力を向上させた。

2. 主要要目

長さ(垂線間)	156.00m
幅(型)(甲板/水線)	22.00m/21.02m
深さ(型)	8.00m
計画満載吃水(型)	5.80m
航海区域 資格	近海国際 JG
総噸数	8,205.48 t
純噸数	3,277.12 t



“飛龍”



貴賓室ロンジ



貴賓室のベッドルーム

旅客定員	(非国際)	(国際)
貴賓室	6名	4名
特等	30名	14名
1等	216名	104名
特別2等	402名	191名
2等	353名	200名
合計	1,007名	513名
乗組員	47名	43名
自動車搭載台数		
トラック (8トン積換算)	72台	
トレーラシャーシ(12×3.25m)	17台	
乗用車	97台	
航海速度	約 25節	
主機関	V8V52/55ディーゼル機関	2台
	16,000PS×430rpm×2	
主発電機	812.5KVA (650KW)	4台
	AC450V	
パウラスタ	電動 1,000PS	1台
フィンスタビライザ	3R型	1組
無線装置	主 500W 1台, 補助 50W	1台

3. 船体部

1. 一般配置

一般配置図(54~55頁参照)に示す通り、全通2層の車両甲板からなり、下部車両甲板は主としてトラックまたはトレーラを、上部車両甲板は乗用車を積載する。下部車両甲板は、船首尾方向へロールオン、ロールオフでき、上部車両甲板への乗用車の乗降は、後部に設けられたホイスタブルの斜路を通して行えるよう配慮されている。

下部車両甲板下は、12個の水密隔壁により13区画に分割され、船首より船首タンク、パウラスタ室、清水タンク、バラストタンク、空所、ヒーリングタンク、ゲームコーナー、ダンスホール、大浴場、汚物処理室、スタビライザ室、発電機室、主機室、補機室、軸室、船尾タンク、舵機室の順となっている。また、ダンスホール等から旅客甲板までは、エレベーターが配置されている。

船首隔壁から船尾隔壁までは、二重底構造とし、二重底の船首部はバラストタンクとしその他は主に燃料油タンクとなっている。

下部車両甲板上の船首部には、甲板長倉庫、錨鎖庫、油圧ポンプ室、サイドランプを設け、サイドケーシングは通風トランク、廊室、機械室囲壁、燃料積込口室等に使用し、船尾部には、甲板倉庫、油圧ポンプ室、サイドランプが配置してある。

上部車両甲板の前部は、係船区域、中央部には特2および2等客室、ゲームコーナー、自動販売機コーナーを配置し、後部は乗用車区画となっている。後部乗用車区画には臨時旅客(690人)を搭載できるように、取外式座席等の配置が考慮されている。

上部車両甲板から上部は、2層の旅客甲板と2層の航海甲板で構成されている。

旅客甲板には、前からロンジ、ベランダ、1等和室、特2等洋室、エントランス、売店、案内所、乗組員居住区、糧食庫、調理室、グリル、大食堂などを配置し、下部船橋甲板には、ロンジ、貴賓室、特等客室、乗組

員居住区、空調機室、デッキガーデン、煙突、機関室通風機、天窗、救命艇、シューター、救命筏などが配置されており、旅客の脱出の際の集合場所として必要な甲板面積を確保している。

上部船橋甲板は、乗組員居住区と電池室、電機機器室、甲板倉庫を配置、航海船橋甲板は操舵室、甲板倉庫を配置している。

2. 船体構造

本船の船殻構造は、日本海事協会鋼船規則に準拠して設計、建造され、荒天時の波浪、高速航海に対し十分耐え得るよう増厚、補強を考慮してある。

下部車両甲板については40トントレーラが搭載可能な強度とし、天井ビームを浅くして、4.3mの車両が通過可能なごとくクリアーハイトを持たせてある。

また、船首尾ランプウェイ附近は車両の出入りを考えてノーピラーとするため特殊な構造様式を採用している。

居住区の振動、騒音の防止については特に注意を払い、鋼製仕切壁を多用することにつとめた。

3. 旅客設備

下部船橋甲板は南国の海を象徴した信楽焼の大レリーフで飾られたエントランスホールを中心に、貴賓室、ロイヤルロンジ、特等室を配置してある。ロイヤルロンジには、リビング用、ダイニング用の二種類のテーブルセットを配置し、カットガラス入りの扉とシャンデリヤにより格調を高めてある。ロイヤルロ

ンジに直接つながる貴賓室は、つづれ織りの装飾レリーフを中心にまとめられたツイン室で、ソファ、ベットに加えてドレッサ、浴槽、洗面台、テレビ、電話が設備されている。

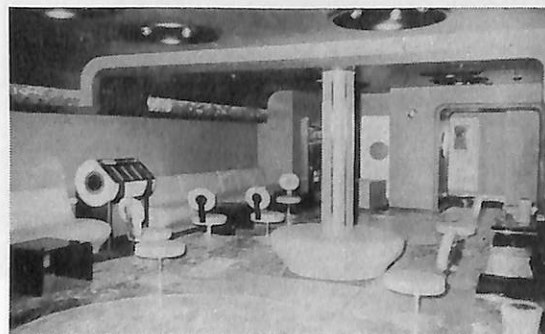
特別1等室は、照明をできるだけ少なくし、テーブルランプで雰囲気盛り上げたツイン室でバス、トイレ、洋服ダンスのほか、ナイトテーブルには、テレビ、スピーカ等がビルトインされている。また和式の特別1等室はバス、トイレのほか控えの間を設けた本格的な和室で、障子、床の間等の設備を備えている。

旅客甲板には、1等室、シーロンジ、特別2等室、エントランスホール、スナックバー、レストランが配置してあり、1等室はすべてカーペット敷きで、2段ベット、洗面台、洋服ダンス、テレビ、電話を設備し、窓側には浅敷が配置してある。特2等室は2段ベッドに荷物棚を設備した洋室で、136人を収容する大部屋である。これ等客室の前端に配置されたシーロンジは、木目を生かした落着きの中にモダンな家具を配した喫煙室兼休憩室である。自由に乗客が出入りでき、簡単な飲食のサービスができるよう、配膳室を近くに配置してある。

この甲板の中央部に配置されたエントランスホールは、グリーンの色調を使って、ユニークで個性のあるデザインでまとめられ、案内所、売店、船内案内板、船舶電話、ショーウィンドウ、広告灯等の設備を備えている。

最後部に配置されたレストランは大冷蔵庫、自動厨房機器類を設けた調理室に隣接し

ダンス・ホール (左舷に向かって見る)

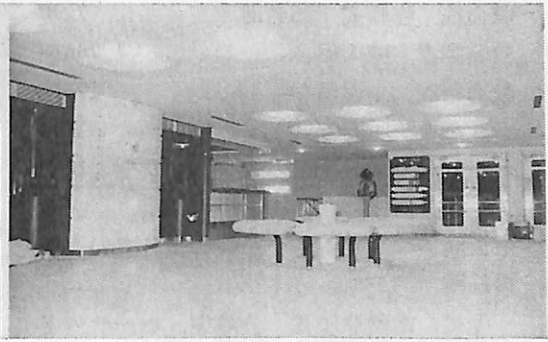


レストラン (船尾に向かって見る)





エントランス・ホールの装飾レリーフ



メイン・エントランス・ホール（左舷に向かって見る）

配置され、キャフテリア方式が採用されており、直径3.5mの大シャンデリヤの下には、ステージが設けられ、バンド演奏が予定され、また映写設備、フラッシュランプ設備も備えられている。室内はスタッコ仕上げの壁に楕円形の窓が配置され、椅子、テーブル、ランプ、シャンデリヤに加えて、ゴールド色と茶色を基調にした南国風のデザインでまとめられている。

レストランに隣接するスナックバーはローズウッドの自然板を壁に使用し、柄入りカーペットを敷き詰めてある。レストランの外側にはガーデンプラザを設け、自動販売機を中心に飲食サービスが行えるよう設備されている。

4. 防火構造

本船は SOLAS 1960 の第2保護方式を適用してある。すなわち居住区域には自動スプリンクラーを設備してある。本船は車両区画を水平区画に考えたほかは40m以下の長さに区画を分けて水密隔壁と一致させ、主垂直区画を形成するとともに、居住区画の階段は鋼製囲壁で形成した階段室内に収めてある。

その他規則に従って防火壁を配置し、防火試験に合格済みの防火扉をそれぞれ設備してある。

防火壁を貫通するトランク、パイプおよび電線はそれぞれ鋼製貫通金物を用いて、炎、煙が通らない構造としてある。また通風トランクが防火壁を貫通する部分には、手動の防火ダンパーを設備してある。

居住区の天井や壁面の裏の空所は13.7mを超えない範囲で不燃性材料で仕切って風止めとしてある。

5. 消防設備

居住区には自動スプリンクラー装置を設け、主垂直区域別にステーションを設けてある。スプリンクラーヘッドは周囲温度が上昇することによりリンク接着用合金が溶けてヘッドが開栓し、9 kg/cm² の圧力でタンクに貯えてある清水が射水されると同時に警報弁が働き、操舵室の火災受信器に放水表示を行うとともにベルを鳴らせるようにしてある。

また、圧力タンクに取付けられた圧力スイッチが圧力の低下により作動し、ポンプを自動運転させ、スプリンクラーヘッドより連続放水させるようにしてある。

スプリンクラー タンク容量 4,600 l

スプリンクラー ポンプ 100m³/h×65m

その他車両搭載区画には手動スプリンクラー、機関室には固定式泡消火装置を設備してある。

6. 救命設備

救命設備として下記のものを用意し、国内航海、国際航海に対してそれぞれ規則を満足させてある。

救命艇 FRP製 オール付 60名用 2隻

救命艇 FRP製 エンジン・無線付
38名用 1隻

救命艇 FRP製 エンジン付 56名用
3隻

救命艇 木製 オール付 60名用 4隻

救命筏 膨脹式 25名用	72隻
救命胴衣 成人用	1,744個
救命胴衣 小児用	176個
シューター 250名用	6隻
ボートダビット 重力式 ヒンジ型	10組

7. 甲板機械

甲板機械は下記のものが装備されている。

揚錨機

型式 電動油圧式 分離型、ホーサードラム付

容量および数量 17t×15 m/min×2台

係船機

型式 電動油圧式 ホーサードラム付

容量および数量 9t×15 m/min×3台

ランプ扉用ウィンチ

型式 電動油圧式 ワイヤードラム付

容量および数量 15t×20 m/min×2台

油圧用ポンプユニット

上記甲板機械用として、132KW×1台、90KW×1台のポンプユニットを装備している。

スタビライザー

型式および数量 東京計器 GYROFIN
SIZE 3R-CM 1台
折たたみフィン式

8. 空調設備

空調装置として航海船橋甲板に1か所、下部船橋甲板に2か所の空調機室を設け、パッケージユニット7台（冷凍機333PS、冷房能力980,000Kcal）によって、中速ダクト方式で7系統に区分し、各船室を冷暖房するよう

になっている。特に、1等A室以上の個室については、室内の温度を微調整することができるリモコン装置が装備されている。

また、上部車両甲板車両搭載区画には、臨時旅客の搭載が行われるよう、パッケージユニット4台が設備されている。

9. 自動車搭載設備

本船は、下部自動車甲板への自動車出入用として右舷船首尾に幅6.5mのサイドランプ各1組を設備しているが、船首にはランプの内側に2枚折り水密鋼製扉を、外側には鋼製遮浪扉を設けて、荒天時の波浪に対する保護を行っている。なお、ランプは40tトレーラが通過可能なごとく強度を持たせてある。

ランプの開閉はワイヤーを介してウィンチにより行うが、水密扉、遮浪扉は油圧式トルクヒンジ式としてある。

また、下部車両甲板後部左舷には上部車両甲板への乗用車の昇降用として幅3.0m×長25.0mの鋼製ランプを設備してある。このランプの開閉はワイヤーを介して油圧シリンダで行うようにしてある。

4. 機関部

1. 一般

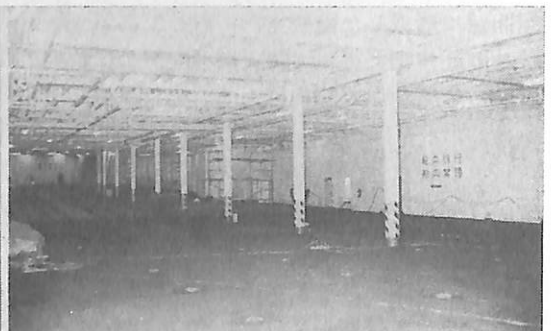
本船の機関部は、主発電機関室、主機関室、補機室および軸室の4室からなっている。

主機関は、三菱MAN単動V型4サイクルトラックピストン型非自己逆転式空気冷却、排ガスタービン過給機、減速機付ディーゼル機関“V8V52/55”16,000PSを2基装備し、

上部自動車甲板（乗用車デッキ）



下部自動車甲板（トラック用）



それぞれ可撓接手 (VULKAN), 減速機を介して, 可変ピッチプロペラを駆動する2基2軸推進装置としている。なお, 減速機は1段減速で, 独立ポンプによる強制潤滑方式を採用している。

使用燃料油は, A, BおよびC重油のいずれでも使用可能としてある。

主機関は, 監視室より空気操縦方式により操縦できるようになっているが, この他, 2速制御方式を採用して, この方式に切換え, 操舵室で可変ピッチプロペラ操縦用ハンドルを操作することにより, プロペラピッチの増減ができるとともに, 主機関の回転数も同時に定められた2種のものにコントロールすることができるよう装備されている。

発電機関にはダイハツ4サイクル単動過給機付ディーゼル機関“8PS HTB26D”1,000PS 4基を装備しており, これ等の機関は監視室より遠隔発停もでき, 自動起動もできるようになっている。

2. 機関部自動化

機関部の自動化装置は, 補機の自動発停および熱交換器の出口温度の自動調整等である。

監視室内に装備した監視盤には, 主要な圧力計, 温度計および警報装置等を組み込み, 機関部装置の合理化を図っており, さらに操船を容易にし, 性能を向上させるために, サイドスラスタおよび可変ピッチプロペラを採用し, 可変ピッチプロペラのハンドル1本で操船ができるよう2速制御方式を採用する等の考慮を払っている。

3. 主機関

三菱MAN単動V型4サイクルトランクピストン型, 非自己逆転式, 空気冷却器, 排ガスタービン過給機, 減速機付ディーゼル機関
1基

連続最大出力 16,000PS×430rpm
常用出力 14,400PS×415rpm

4. 推進器

三菱カメワ4翼可変ピッチ式, アルミブロンズ製 2基
直径 4.0m

5. 発電機

原動機 ダイハツ“8PS HTB26D”単動過給機付ディーゼル機関 4台
1,000PS×720rpm

発電機 三相交流防滴自励式 4台
812.5KVA AC450V, 60Hz, 3φ

6. 非常用発電機

原動機 三菱“DH24MP”4サイクル水冷, 直列, 予燃焼室式過給機付ディーゼル機関 (160PS×1200rpm)
ヤンマー“Rad×6KFL×100KV A”船用補機立形無気噴射ディーゼル機関 (145PS×1,200rpm)
各1台

発電機 三相交流防滴自励式
125KVA 1台
100KVA 1台

7. 空気圧縮機

主空機圧縮機 立形電動水冷式
2台 (1台は予備)

100m³/h×25kg/cm²g

非常用空気圧縮機 横形手動
25kg/cm²g 1台

8. サイドスラスタ

三菱カメワ サイドスラスタ
“SP800/3S₂” 1基
プロペラ直径 2.0m

9. 補助ボイラ

全自動型クレイトンスチームゼネレータ
“RHO 300型” 1基

10. 排ガスエコノマイザ

タクマ 2,000 3I型 2基

11. 廃油焼却炉

50kg/h 1基

12. 推進補機

主機冷却海水ポンプ 1,500m³/h×25m
2台 (1台は予備)

主機冷却清水ポンプ 625m³/h×33m
2台 (1台は予備)

主発電機関冷却海水ポンプ
210m³/h×20m 1台

主機燃料弁冷却清水ポンプ
16m³/h×30m 2台 (1台は予備)

潤滑油ポンプ	220m ³ /h×7kg/cm ²	3台 (1台は予備)
減速機用潤滑油ポンプ	46m ³ /h×3kg/cm ²	3台 (1台は予備)
潤滑油移送ポンプ	15m ³ /h×3kg/cm ²	1台
可変ピッチプロペラ変節油ポンプ	16m ³ /h×45kg/cm ²	4台
可変ピッチプロペラ潤滑油汲上げポンプ	1m ³ /h×2kg/cm ²	2台
サイドスラスト変節油ポンプ	5m ³ /h×2.5kg/cm ²	2台 (1台は予備)
主機動弁装置潤滑油ポンプ	0.5m ³ /h×2.5kg/cm ²	3台 (1台は予備)
燃料油清浄器	5,850 l/h	2台
〃	2,000 l/h	1台
潤滑油清浄器	6,400 l/h	2台
発電機関用C J Cフィルタ	HDU 627/54	4台
ジャケット清水冷却器	250m ²	1台
焼料弁清水冷却器	5m ²	1台
発電機関清水冷却器	110m ²	1台
潤滑油冷却器	240m ²	2台
減速機潤滑油冷却器	60m ²	2台
主機関燃料油加熱器	サンロッド X V 125-350	1台
清浄機重油加熱器	〃 -200	2台
清浄機潤滑油加熱器	〃 〃	2台
13. 一般補機		
C重油移送ポンプ	40m ³ /h×3kg/cm ² g	1台
A重油移送ポンプ	20m ³ /h×3kg/cm ² g	1台
機関室ビルジポンプ	5m ³ /h×25m	1台
消防兼雑用ポンプ	100/250m ³ /h×65/25m	1台
非常用ビルジポンプ	140m ³ /h×25m	1台
ビルジバラストポンプ	100/250m ³ /h×65/25m	1台
サニタリポンプ	50m ³ /h×40m	2台 (1台は予備)
清水ポンプ	50m ³ /h×40m	2台 (1台は予備)
温水循環ポンプ	10m ³ /h×10m	

		2台 (1台は予備)
消防兼ビルジポンプ	160m ³ /h×65m	1台
消防ポンプ	100m ³ /h×65m	1台
No. 1 冷房用冷却海水ポンプ	250m ³ /h×40m	1台
No. 2 冷房用冷却海水ポンプ	40m ³ /h×40m	1台
No. 3 冷房用冷却海水ポンプ	80m ³ /h×30m	1台
スプリンクラーポンプ	100m ³ /h×65m	1台
粗食庫冷凍機冷却水ポンプ	4m ³ /h×30m	1台
油水分離器	1m ³ /h	1台
主機室通風機	1,200m ³ /min×40mmAq	4台
発電機室通風機	400m ³ /min×40mmAq	2台

5. 電気部

1. 一般

主電源としてディーゼル機関駆動の主発電機4台を装備し、航海中3台、出入港時4台を使用することで計画されている。主発電機は主配電盤に装備された自動同期投入装置および自動負荷分担装置により自動制御される。

非常用電源として、ディーゼル機関駆動の非常用発電機2台および蓄電池を装備している。

非常用電源は主電源故障時自動的に給電が行えるようになっている。

電動機は一般にカゴ形誘導電動機 (E種) が使用されているが、車両甲板の通風機は耐圧防曝形としてある。

始動機は集合始動器を使用し、特に機関室関係は制御室に配置して集中制御を行っている。

照明設備の電源は主発電機、非常用発電機および蓄電池の3電源より供給され、主発電機が故障しても蓄電池灯が自動的に点灯し、その間非常用発電機が自動的に運転され、船内の非常照明を長時間給電可能としてあり、船内の安全に十分考慮を払ってある。

客室内照明は、白熱照明を多く取入れ柔かなムードを出し、食堂はシャンデリヤ、フロアライト、ダウンライトで装飾し、ホールはブラックライト、ピンスポットライト、ストロボランプなど特殊ランプを使用してある。

その他、車両甲板には冷凍コンテナ用としてAC220V (10KVA) レセプタクル10個を装備してある。

2. 電源装置

主発電機 防滴自励式 812.5KVA 4台
AC 450V 60Hz 3φ

非常発電機 防滴自励式 125KVA 1台
防滴自励式 100KVA 1台

主配電盤 デットフロント床置き式 1台

非常用配電盤 デットフロント床置き式 2台

変圧器 乾式

下部区画用 30KVA 1φ 450/105V 3台

上部区画用 75KVA 1φ 450/105V 4台

非常電源用 30KVA 1φ 450/105V 3台

冷凍コンテナ用

35KVA 1φ 450/230V 4台

賄機器用 15KVA 1φ 450/230V 3台

蓄電池

非常照明明用 200AH DC 104V 1組

計装用 200AH DC 24V 1組

非常発電機始動用

200AH DC 24V 1組

無線用 200AH DC 24V 1組

3. 照明装置

一般照明明電灯

螢光灯 居住区、操舵室、制御室、機関室、自動車甲板、浴室、便所等

白熱灯 客室、諸倉庫、ロッカ、船外通路灯、電池灯等

耐圧防爆灯 電池室、塗料庫、自動車甲板非常灯

投光器 400W 4個

300W 8個

舷門灯 300W 2個

乗艇灯 200W 14個

航海灯 2灯式 1式

モールス信号灯 20W×4 電鍵×2 1式

昼間信号灯 携帯式 60W 1式

4. 通信装置

共電式電話装置 1式

自動交換電話装置

船員室、旅客室 (1等室以上) 1式

旅客案内放送装置

マイクロホン、スピーカー 1式

船内指令装置

マイクロホン、スピーカー 1式

操船指令装置

マイクロホン、スピーカー 1式

非常警報及び信号ベル 1式

火災警報装置 1式

一般警報装置 1式

主機回転計 発信器2台、受信器6個、
積算回転計2個 1式

舵角指示器 発信器1台、受信器2台 1式

5. 航海計器

ジャイロコンパス、オートパイロット、電磁式ログ、音響測深機、風向風速計、ファックス、ローラン、衝突予防レーダー、一般レーダー、方位測定機、電気時計 水晶発振式 各1式

6 無線装置

送受信器、VHF無線電話(業務用)、船舶電話(公衆用)、救命艇用無線装置、携帯形救命艇用無線装置、VTR自動送出装置、テレビ放送装置(空中線自動切替方式) 各1式

6. 海上試運転

海上公試運転時の速力試験結果は下記のとおりである。

日時 昭和49年11月15日

場所 山口県蓋中島沖

吃水 前部 5.14m

後部 5.50m

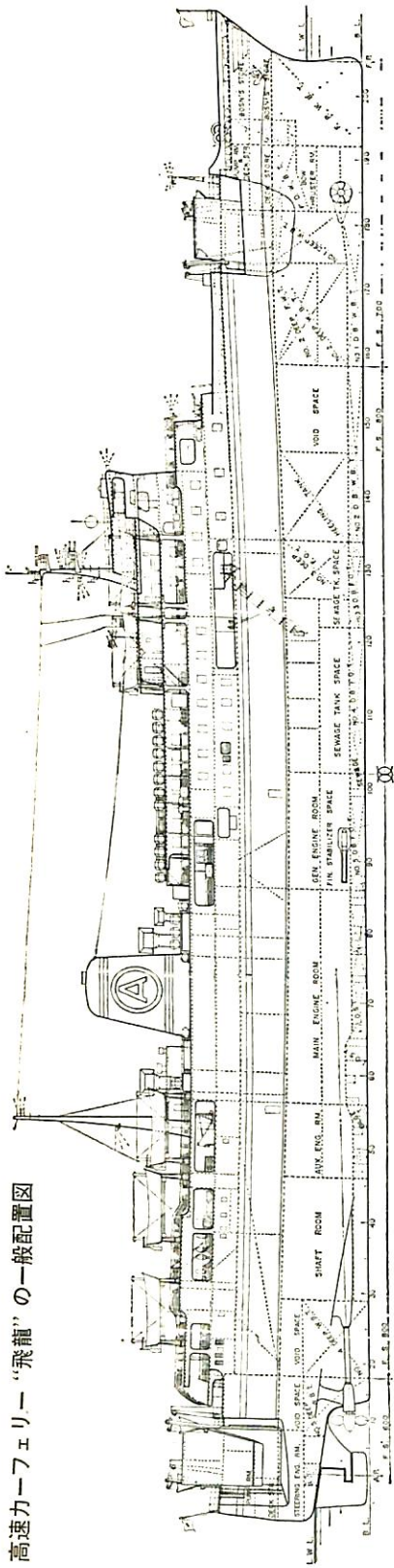
排水量 9,005 t

水深 約60m

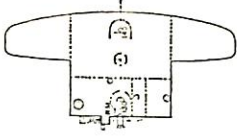
負荷 (%)	主機回転数 (rpm)	翼角 (deg)	速力 (kn)
50	158.2	31.9	21.99
90	193.6	31.9	25.95
100	203.0	31.9	26.80

(三菱重工業株式会社下関造船所造船設計部)

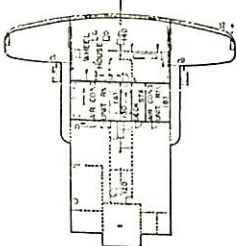
高速カーフェリー“飛龍”の一般配置図



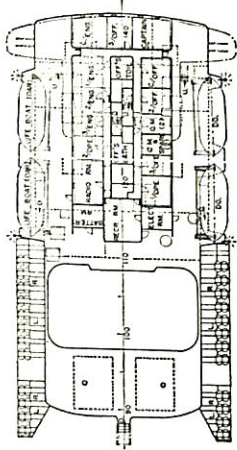
COMP. BRIDGE DECK.



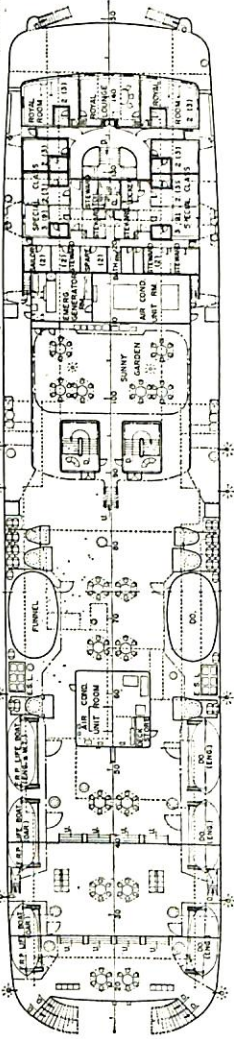
NAV. BRIDGE DECK.



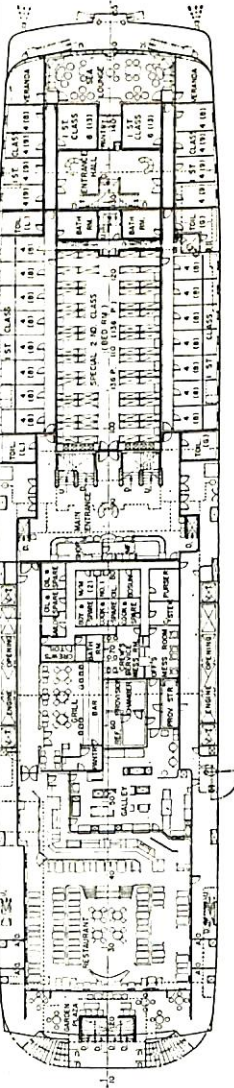
UPPER BRIDGE DECK.



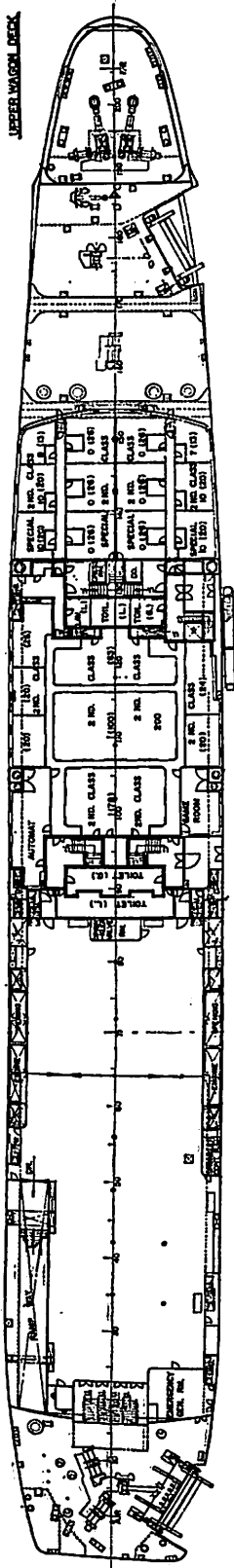
LOWER BRIDGE DECK.



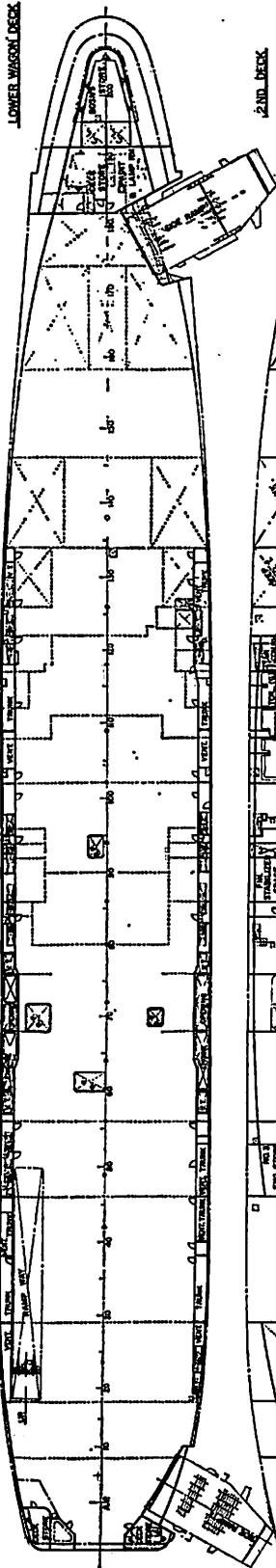
PASSENGER DECK.



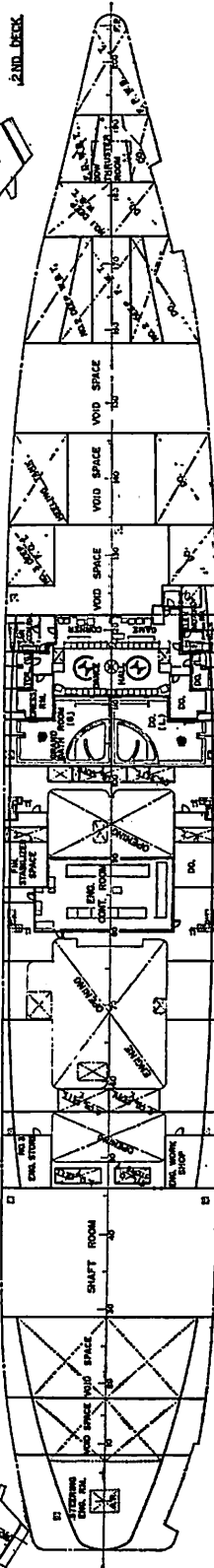
UPPER WAGON DECK



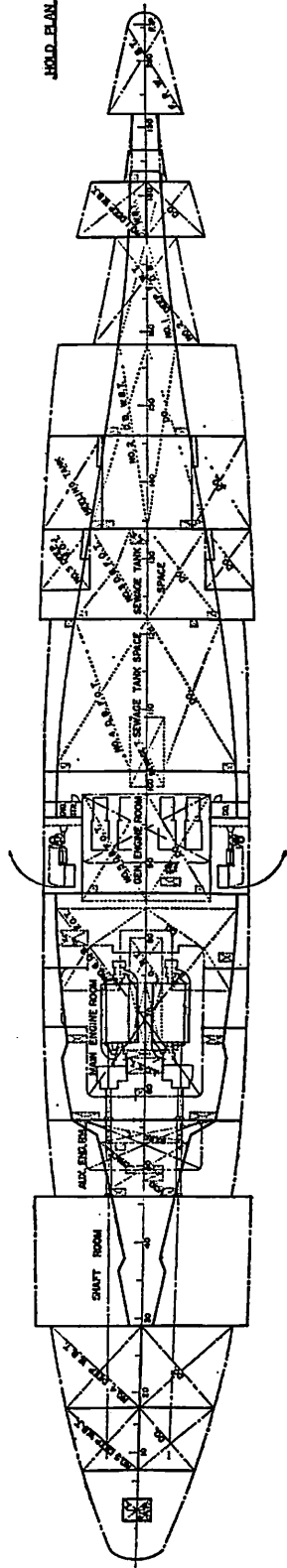
LOWER WAGON DECK



2ND DECK



HOLD PLAN



波浪荷重監視装置の概要

1. はじめに

船舶が航海中、実際に遭遇する海象、気象条件の中で船体自体が強度上、どのような状態にあるかを知ることは操船者にとって、操船上極めて重要なことであり、かつ航海の安全にも、大きく寄与するものであろう。

三井造船株式会社では、昭和44年～46年に日本船舶機器開発協会の委託研究によって、直視式航海警戒保安装置を開発し、実船実験によりその実用性を確認してきた。波浪荷重監視装置 (WAVE LOAD MONITOR) はこの航海警戒保安装置の簡易形として開発したもので、より扱い易く、実用性を持たせたものである。

今度、米国 EXXON INTERNATIONAL COMPANY 社のご要求により "ESSO BILBAO" 号 (日立造船 堺工場建造 27 万トンタンカー) に本装置を搭載したので、以下本装置についてその概要を紹介する。

2. 装置の概要

(1) 原理

本装置の目的は、船舶が航海中実際に遭遇する海象、気象条件の中で船体自体が強度上どのような状態にあるかを直接観察できるようにし、事前に危険をさげ、航海の安全をはかるにある。

すなわち、船体の強度をもっとも代表的にあらわす部分の応力を計測してその応力値を用いて、船体の現在おかれている状態をあらわし、さらにこのまま船がその状態を続けた場合におこりうるであろう危険を予測し、危険であるとの判断が下れば警報を発し、航海士に何らかの処置をとるべくうながすことが可能なものである。

そこでまず第一に問題になるのは、きたるべき本船の状態を如何にして予測するかである。すなわち、これを可能ならしめるためにはどのような情報が必要かということになる。

本装置は、波浪中の船体応答のような不規則変動量のある時間内の Root Mean Square (RMS) 値

を演算し、その値をグラフ表示および記録するようになっていいる。

波浪荷重や船体応答などの変動現象では、図 1(A) のようにそのときの平均レベルからのピーク値 X_i (片振幅) を数えると、上述の外界条件がほぼ一定と考えられる 15～30 分間程度の短期分布では、頻度分布は Rayleigh 分布に適合し、その統計的性質は、ただ一つのパラメータ

$$\sqrt{E} = (\text{ピーク値 } X_i \text{ の RMS}) = \sqrt{\sum_{i=1}^N X_i^2 / N} \quad (1)$$

によって一義的に定まる。

ここに E はエネルギースペクトル曲線の囲む面積 (累積エネルギー密度) に相当する量である。

本装置は、この \sqrt{E} を求める装置であるが、実際には、図 1(B) に示すように

$$(\text{各瞬時値 } X_i \text{ の RMS}) = R = \sqrt{\sum_{i=1}^N X_i^2 / N} \quad (2)$$

$$= \sqrt{\int_0^T X^2 dt / T} \quad (3)$$

を演算し (X_i は正規分布をするので、 R は標準偏差に相当する)

$$\sqrt{E} = \sqrt{2} R$$

の關係を用いて \sqrt{E} を算定している。

\sqrt{E} の値がわかると、Rayleigh 分布では、そのときの平均値や異常値を次のように推定することができる。

$$\text{平均値} = 0.866 \sqrt{E}$$

$$\text{有義平均値} = 1.415 \sqrt{E}$$

$$N \text{ 回} \rightarrow 1 \text{ 回の最大期待値} = \sqrt{\log_e N} \cdot \sqrt{E}$$

また N 回のホグ、サグの変動のうちに生ずる最大曲げモーメントの期待値は次のようになる。

変動の回数	最大期待値 (最高応力の平均値)
20	$1.73 \sqrt{E}$
50	$1.98 \sqrt{E}$
100	$2.15 \sqrt{E}$
1000	$2.63 \sqrt{E}$

すなわち、本船が今後うける1000回の変動の中で最大応力は、例えば $\sqrt{E}=1.41 \text{ kg/mm}^2$ とすれば、

$$2.63 \sqrt{E}=2.63 \times 1.41=3.71 \text{ kg/mm}^2$$

このような手法を用いて $\sqrt{E} \text{ kg/mm}^2$ を知ることにより、その後船が同じ航海状態を続けた場合に、起りうる最高応力の予測を続けることが可能になる。

すなわち、ある一定期間、変動応力レベルとその頻度を検出し、これらの値を演算処理することによって \sqrt{E} の値を求めておけば、これをもとにしてこの後に船のうけるであろう危険を予測することが可能である。

\sqrt{E} の値は風速、船型、波の方向とのなす角 θ 、船速 V_s 等によってきまるので、航海士は、 θ や V_s を変えることによって \sqrt{E} の値が減るような処置をとるか、あるいは暴風圏を離脱するような処置をすればよい。

(2) 検出器と検出場所の選定

波浪外力による船体応答のデータとしてローリング、ピッチング、船首上下加速度、船首衝撃水圧および船体応力などが考えられるが、船首部に関するデータ以外は、船体の縦曲げによって生ずる応力を検知することにより波浪荷重を概括的に知ることができる。

すなわち、波浪外力の推定のための最も代表的なデータとして船体応力を採用し、検出器としてストレインゲージを使用した。

歪ゲージは船体中央部に一点取付けており、波浪曲げモーメントによる応力の検出を代表させている。ある波が船体を通過する場合、波のピーク点が移動してゆき、それに従って波から受ける最大モーメントを受ける個所も船本体の縦方向に移動してゆく。船体中央部に取付けた検出器は、このように刻々と変化してゆく波浪荷重を1秒間隔で検出してゆく。

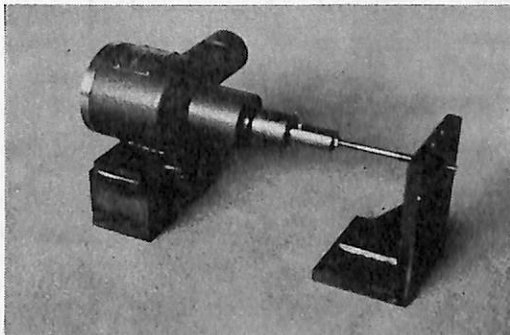


写真1・検出器

すなわち、本装置は船体中央部に取付けた検出器（1点）で代表させて、縦曲げによる応力を介して波浪の状態を統計的に把握しようとするものである。

検出器は、縦曲げに対して強度設計上、中央断面が基準となっているため、船体中央部でかつ船体ねじれや局部応力の影響を受けにくいセンターラインのデッキロンジ上の UPP. DK に取付けている。

(3) 機能

a 現在値の表示

船体中央部上甲板に設置した歪ゲージ形の検出器により応力を検出し、その現在値をディスプレイユニット上のメータで表示する。船体応力は載貨状態（積荷・バラストなど）に依存する成分（静的荷重と呼ぶ）と波浪に依存する成分（波浪荷重と呼ぶ）とから成り立っているため、メータには両者の合計量が表示される。また荷役終了時においてメータの指示をゼロに合わせておけば、航海中には波浪荷重による変動量のみ指示することもできる。

荷役作業時に注目すれば、荷役中の船体中央部における静的荷重の変化を知ることができる。

b \sqrt{E} 値の表示

検出器からの応力信号を1秒ごとにサンプリングし、これらのサンプル値の過去20分間の \sqrt{E} 値を演算し、その都度インディケータ（棒グラフ式）に表示する。

c 記録

船体応力の現在値と \sqrt{E} 値をプリンタに20分ごとに記録する。

d 警報

\sqrt{E} 値に対して許容最大値を設定することができ、 \sqrt{E} 値がこの設定値を越えるとブザーを発する。



写真2・ディスプレイユニット

(4) 構成

a 検出器

検出器は耐圧防爆型ストレングージ(flame proof type)で、船体中央部附近上甲板上に2台設置し、1台は予備とする。

(仕様)

型式名: BSS-02B (共和電業)

防爆構造の種類: d型

対象ガスまたは蒸気の発火度および爆発等級: 2G4

歪検出容量: $-1000 \sim +1000 \times 10^{-6}$ 機械歪

歪検出器標点距離: 200mm

入出力抵抗: $350 \Omega \pm 1\%$

b ディスプレイユニット

(a) アナログ入力部

イ プリアンプ……シグナクコンディショナー
CDA110A (共和電業)

ロ 差動アンプ

ハ オフセット設定用バリスタ

(b) RMSプロセッサ

イ RMS演算

アナログ入力部からの信号を1秒ごとにサンプリングしてデジタル値に変換し、20分ごとにRMS値を演算する。

RMS値: Root Mean Square 値

$$\text{RMS 値} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

ここに N : 船体応力の検出個数

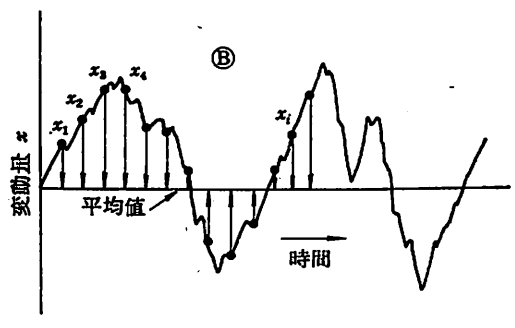
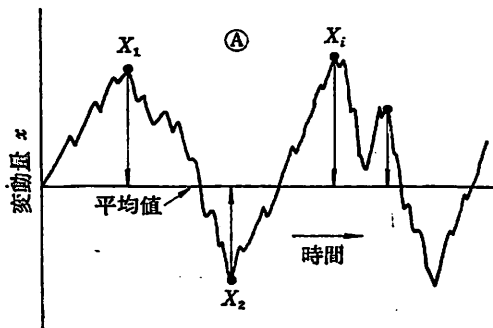
x_i : 船体応力の検出値

\bar{x} : 船体応力の平均値

ロ \sqrt{E} 演算

つぎにRMS値に $\sqrt{2}$ を乗じて \sqrt{E} 値を算出する。

(c) 表示装置



(ピーク値の RMS) $= \sqrt{E} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N X_i^2}{N}} = \sqrt{2} R$

(瞬時値の RMS) $= R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}} = \sqrt{\int_0^T x^2 dt / T}$

図1・RMS値の計算

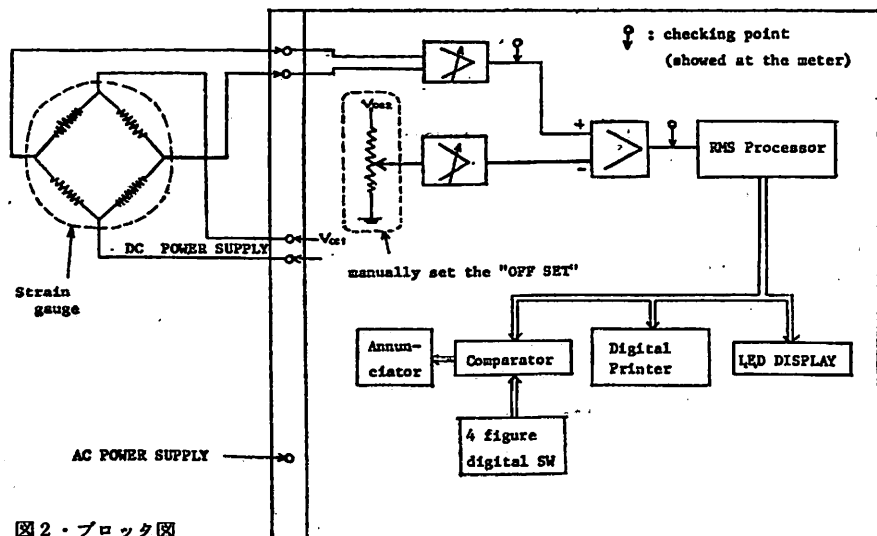


図2・ブロック図

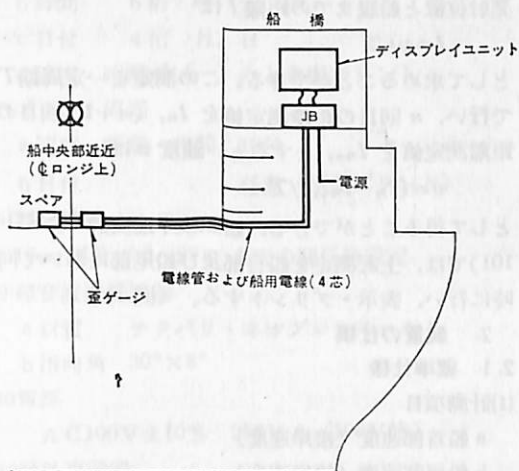


図3・装置の配置

イ メータ

表示レンジ： -15 kg/mm² ~ +15 kg/mm²

ロ インディケータ

21個の発光ダイオードから成り、 \sqrt{E} 値の大きさによりつぎのように点灯する。

- (イ) 0.2kg/mm² 未満の時：1個点灯する。
- (ロ) 0.2kg/mm² 以上 4.0kg/mm² 以下の時：0.24.0 kg/mm² 増すごとに1個点灯する。
- (ハ) 4.0kg/mm² を越える時：21個点灯する。

(d) 警報設定器……デジタルスイッチ (4桁)

(e) プリンタ……デジタルプリンタ

(f) 電源……AC115V 60Hz, 1φ 3A

装置のブロック図および配置を図2, 3に示す。

3. おわりに

最近、ノルウェー船級協会(NV)では船体応力を検出する装置の搭載を規則化しようとする動きもあり、荒天時の航行にはこのような装置の必要性が特に大型船やコンテナ船において認識されつつある。

今後は、縦曲げモーメントによる応力のみでなく、ねじりモーメントによる応力あるいは船の種類によってはローリング・ピッチング・船首衝撃力・船首衝撃水圧などを検出する装置も要求されてくるのではないだろうか。

データ処理方式については Rayleigh 分布に近似できない検出データの場合(衝撃力など)については、他の処理方式を考えるべきである。

最後に、本装置の開発に際して貴重な助言を与え下さいました東京大学生産技術研究所の高橋幸伯教授、検出器の開発にご尽力いただいた共和電業の関係者の皆様に対して感謝の意を表します。

(三井造船システム本部)

参考文献

- 1) 高橋幸伯：生産研究，20-10，1968
- 2) 米倉邦彦：日本造船学会誌第524号，1973
- 3) 日本造船学会誌第535号，抄録，1974

海外事情

■ITALCANTIERI (イタリア) 造船所 81,300 DWT 大型 PANAMAX バルカー開発

低迷するタンカー運賃で、撤/油兼用船がドライカーゴマーケットへ大量に流入し、ドライマーケットにも暗い話題ばかりの昨今、ITALCANTIERI社の Genoa-Sestri 造船所から、イタリア船主向けに Panamax としては多分、最大の載貨重量と載貨容積を誇る 81,300 DWT, 17,400BHP のディーゼル主機バルカーが引渡された。

わが国の造船所の多くの標準船型である60,000~70,000DWT型 Panamax バルカーに比べて、どんな競争力を見せるか、就航実績が注目される。ここにその要目の比較(国内船)と特色を紹介した。(S & SR marine week '75 3月7日号)

	ITALMARE	国内船一例
Lpp	248.0	22.5
B	32.25	32.20

D	19.20	18.20
d	14.20	12.20
D/W	81,300KT	61,000KT
Hold Cap.	94,600m ³	78,500m ³
主機	17,000&20,300	17,400
航海速力	*17kn	15.8kn

* 1/2DW状態における速力

- 1) 本船の特色はトリム性能改善のため、船首燃料油タンク装備。
- 2) 二重底中央部にパイプトンネルを持つ。
- 3) 機関室、ポンプ室、応急発電機室にCO₂消化装置。
- 4) テールシャフトにビルグリム油圧・ナット採用。
- 5) 20T/dayの造水機装備。
- 6) 200m³/hストリップングエダクター 2基装備。
- 8) 70m³/hの油水分離器装備。

なお、主機はイタリア GMT 製で、17,400PSの他に同一船型で20,300PSにパワーアップしたものを搭載したタイプがある。

接岸速度計 (Docking Sonar)

SRD-101 について

船舶の接岸作業時の操船には、本船と棧橋との間の距離及び本船の接岸速度などのデータが必要であり、これらのデータは、船舶が大型化するほど高精度で求めることが要求される。従来、これらのデータは、目視により求めているが、大型タンカーのシーパスへの接岸時には、本船が大型であるばかりでなく、シーパスの構造上目視のための目標物が少なく、目視により正確なデータを求めることが困難である。

船舶接岸速度計 (SRD-101) は、接岸時までの本船と棧橋との間の距離及び本船の接岸速度を棧橋上で時々刻々と知るための装置であり、特にタンカーなど大型船舶の接岸作業を安全・敏速に行うための一助をなすことを目的として開発された。

1. 装置の概要

本船と棧橋との間の距離及び本船の接岸速度を棧橋上で知る方法としては、電波を使用する方法と超音波を使用する方法がある。いずれの場合も、棧橋上より信号を発射し、船腹からの反射信号を得、往復に要した時間より距離を知ることができるが、電波の伝播速度が約 3×10^8 m/s であるのに対し、超音波の伝播速度が水中で約 1,500 m/s、空中で約 340 m/s と遅いため、至近距離の測定には超音波を使用する方が有利であり、また超音波の伝播を水中と空中で比較すると、伝播媒体の変動、伝播中の減衰などの点で水中の方が有利であるため、船舶接岸速度計 (SRD-101) においては棧橋下の水中で船腹に向けて超音波を送受することにより計測を行う方式を採用している。この方法は、棧橋下の水中より船腹に向けてパルス状の超音波を発射し、船腹からの反射信号を得る。パルス状超音波の発射時点から反射信号の受信時点までの時間を t 、水中における超音波の伝播速度を v とすると、パルス状超音波の

発射位置と船腹までの距離 l は

$$l = vt/2$$

として求めることができる。この測定を一定周期 T で行い、 n 回目の距離測定値を l_n 、 $(n+1)$ 回目の距離測定値を l_{n+1} とすると、速度 v は

$$v = (l_n - l_{n+1})/T$$

として得ることができる。船舶接岸速度計 (SRD-101) では、上記測定を船首部及び船尾部において同時に行い、表示・プリントする。(図-1)

2. 装置の仕様

2.1 標準仕様

(1) 計測項目

- a 船首部速度 (接岸速度)
- b 船尾部速度 (接岸速度)
- c 船首部距離 (対岸距離)
- d 船尾部距離 (対岸距離)

(2) 計測範囲

- a 速度 0 ~ ±200 cm/sec
- b 距離 0 ~ 150 m
- c 繫船法線に対する本船の傾き ±15° 以内

(3) 精度

- a 速度 ±1 cm/sec
- b 距離 ±1%

(4) 表示内容・桁・単位

- a 船首部速度 3桁 1 cm/sec
- b 船尾部速度 3桁 1 cm/sec
- c 船首部距離 3桁 1 m
- d 船尾部距離 3桁 1 m
- e 速度は本船が遠ざかるとき (-) 表示
距離は本船が設定零点の内側のとき (-) 表示

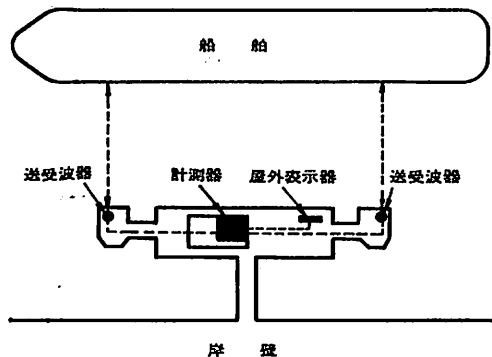
(5) 表示周期

1 ~ 7秒 (1秒ステップにて任意設定可能)

(6) プリント内容・桁・単位

- a 表示の全項目

図-1



- b 時間 6桁 時, 分, 秒
- c 日付 4桁 月, 日
- d 速度・距離が(一)のとき赤プリント
- (7)プリント周期
 - a 速度・距離・時間 10秒
 - b 日付 任意(手動プリント)
- (8)離岸警報
 - 10cm 単位で 0~99m までの間任意設定
- (9)超音波送受波器
 - a 材質 チタバリ・ネオプレンモールド
 - b 指向角 30°×8°
- (10)電源
 - A C 100V ±10% 250VA (100V時)
- (11)屋外表示器
 - a 表示 (4)項と同じ
 - b 構造 耐圧防爆型 (d₂G4)

2.2 オプション

- (1)表示単位切換

距離の表示単位を 1m, 0.1m, 0.01m の 2 段または 3 段切換を手動にて行う。操油中の離岸状況の把握に有効である。
- (2)プリンターの停止

操油中の離岸の監視時プリンターを停止させる。
- (3)離岸警報出力用接点

離岸警報が発せられたときの信号を外部に取り出す。ブザー等を接続できる。
- (4)時間信号出力

計測部内に水晶制御の正確な時計が組込まれている。この信号を取り出し、他の装置の制御または時間の表示を行う。
- (5)プリント周期の可変

2秒以上の任意(1秒ステップ)の値で数段に周期を変える。
- (6)両岸着棧

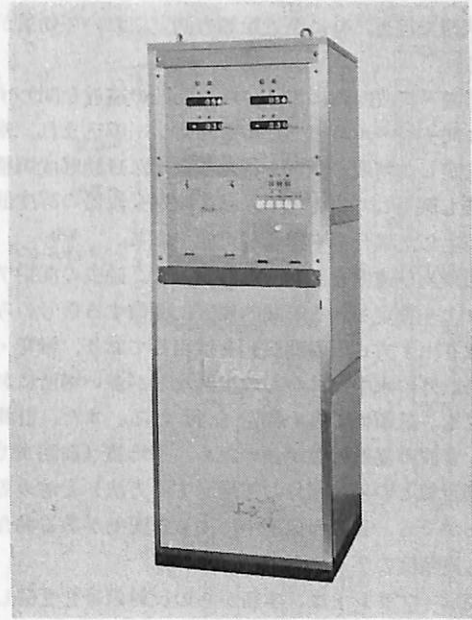
1台の装置で両岸の着棧に対応させる。
- (7)信号灯

速度のデータをランプ(赤・青・黄など)にて表示、本船上で直接監視する。

3. 装置の構成

3.1 標準装置

(1)計測器	1
(2)超音波送受波器	2
(3)送受波器接続箱	2
(4)屋外表示器	1
(5)ケーブル(送受波器用)	200m
(6)ケーブル(屋外表示器用)	30m



接岸速度計SRD-101

(7)予備品	1式
(8)送受波器取付金具	1式

3.2 オプション

- (1)送受波器昇降装置
- (2)信号灯
- (3)延長用ケーブル
 - a 送受波器用 片側 500mまで
 - b 屋外表示器用 100mまで

4. 構成ユニットの詳細

4.1 超音波送受波器

棧橋下の水中に取り付け、計測部より送られる一定周期のパルス状電気信号を超音波に変換し水平方向に発射するとともに、船腹からの反射信号を受波し、電気信号として計測部に送る。素子はケーブル20mとともにネオプレンモールドされている。

4.2 計測器

内部に組み込まれた時計で制御された 250ms 周期のパルス状信号を発生し、接続箱を経て超音波送受波器に送るとともに、超音波送受波器で受信される信号を得、増幅・検波する。各パルス状信号の発生ごとに、発生時点から信号受信時点までの時間を計算し、距離を求め、同時に速度を求める。これらの値を表示・プリントする。

各回路において、確実に高精度で測定を行うための考慮がなされている。

パルス状信号を発生する送信回路には、出力自動調整回路が組み込まれており、広範囲の測定が最良

の状態で行え、特に至近距離の測定において効果がある。

増幅・検波回路においては、距離の遠近を問わず常に同一レベルの出力を得る回路が組み込まれ、常に安定した精度の測定を行える。また自動感度調整回路も採用しているため、超音波送受波器の感度低下が生じた場合でも補正が可能である。

距離及び速度を計測する方式には、過去の測定データより推定される時間的位置に受信する信号のみを取り出す方式（相関法）を採用しており、雑音・本船以外の水中物体からの反射などが多い場所においても、信頼性の高い測定を行える。また、計測は、音波の発射回数が多いため、平均値（前回までの測定値との差を積分して帰還する方法）を求めることができ、音波の伝播中に生じる変動がある場合でも高精度のデータを得られる。

表示・プリントは、本船からの反射信号を受信したときのみデータを表示・プリント（プリントは、信号を受信されないとき時間のみ行う）するため、判断しやすい。

操作はすべて操作パネルにて行える。数値の設定（零位置設定、警報位置設定、表示周期設定、日付・時間設定）はデジタルスイッチにて行い、他の操作（電源接、計測開始、警報開始、日付プリント、プリンター紙送りなど）はプッシュスイッチで行う。プッシュスイッチにはランプが内蔵されており、各

々の状態を示す。特に計測開始スイッチは、本船の船腹からの反射信号を受信されたとき連続点灯するため、効率良いプリント・表示を行うことができる。（図-2、3）

4.3 屋外表示器

計測部で計測したデータを表示する。構造は耐圧防爆型で自立し、ローディングアームの近辺など防爆指定区域にも設置できる。計測器と屋外表示器の間のデータ伝送は、時分割方式で行うため、ケーブル径が細く(18φ)、配管工事が安価である。(図-4)

5. 装置の特徴

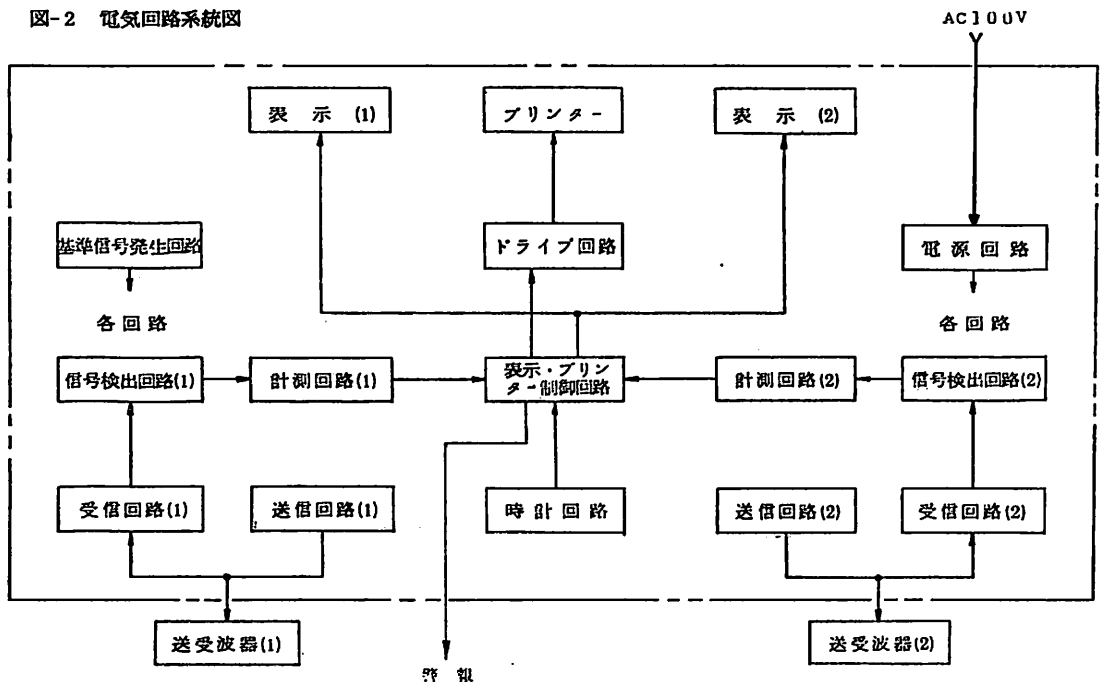
5.1 貝類の附着対策

超音波送受波器を水中固定にした場合、貝類の附着による感度の低下が問題となる。この装置においては、超音波送受波器の外面を貝類の附着しにくいゴムモールドにするとともに特殊塗料を塗布し、さらに貝類附着防止カバーを装備している。特に貝類附着防止カバーの効果は大であり、このカバーは、附着したとき簡単に交換ができる利点もある。その他、計測部送信回路の自動出力調整、増幅回路の自動感度調整などが行われるため、超音波送受波器の感度の低下量を補正することができる。

5.2 超音波送受波器の漏水対策

超音波送受波器の漏水は、測定を不可能にする。この装置の超音波送受波器はケーブル20mと一体化したゴムモールドであるため、漏水は皆無である。

図-2 電気回路系統図



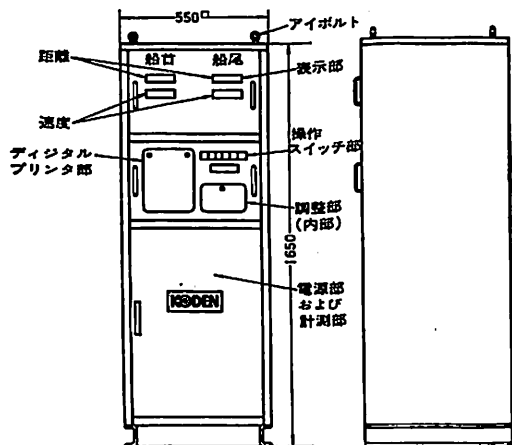


図-3
計測器

5.3 信頼性の高い測定

受信信号中に、船腹からの反射信号以外の雑音（魚群などからの反射信号も含む）が混入した場合、誤測定が行われる可能性があるが、この装置においては、過去の測定周期で得たデータを基とし、船腹からの反射信号を取り出す方式（相関法）を採用しているため、雑音などが混入した場合でも、確実に本船の状態を測定できる。また船腹からの信号が途切れた場合、表示、プリントともデータのみブランクとなるため、データの整理時においても処理が容易である。

5.4 高精度測定

音波の伝播は媒体の影響により変動することがある。このような信号より高精度の測定を行うため、

5.5 操作が簡単

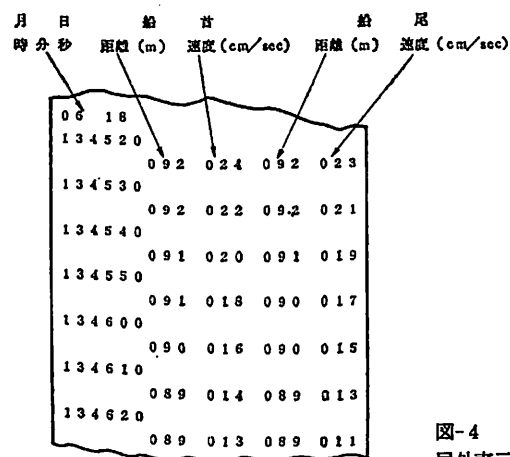


図-4
屋外表示器

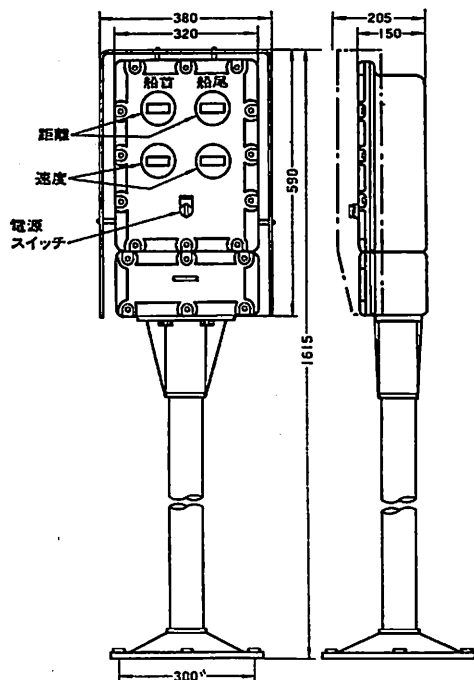


図-5
データプリント例

音波の発射回数を増し、測定の平均化を行っている。これによりシステム全体として仕様精度を得ることができた。

数値設定はすべてデジタルスイッチ、他はプッシュスイッチにて行う。また装置の状況（動作状況）がプッシュスイッチに内蔵されているランプで表示されるため、操作が簡単に行える。（図-4）

5.6 見やすいプリント

船首・船尾のデータが同一のペーパーにプリントされ同時に時間もプリントされる。さらに日付もプリントされるため、データの処理が容易である。

以上、簡単に本装置の仕様、特徴等について説明したが、本装置はすでに国内各所のシーバース等に設置されており、その効果も実証されている。今後ともシーバース等の保安設備としての要求が高まる機運にあり、本装置もそのような目的にそって、大きな役割をはたすものと思われる。

（株式会社光電製作所／情報システム部）



潮流 TIDAL CURRENT

知らねばならぬこと

「よろしむべし、知らしむべからず」とはファシズムの標語の如く考えられていると思うが、実はこの知らしむべからずとは不可能であるということ、知らせてはならぬという意味ではない。面白いことにヒトラーの「我が闘争」の中に同じような考え方があり、これによってプロバカンダ作戦を展開して、国民の信頼をかちとった。だからこの東洋の先哲の述べた政治の要諦は容易にファシズムへ転化する可能性を持っていることになる。最近「我が闘争」は静かなブームとなってドイツ国内で読まれているという。なにもまた、ドイツがファッショ化するというのではなく、ワイマール共和国崩壊の歴史から学ぶということで、ヒットラーの再評価ということではないであろう。

なぜこんなことを言い出したかという、最近の原子力船の問題の不可解な解決に対して、痛感したからである。事件の経過から見ると、理解するかどうかは問題にはならず、信頼できるかどうかの方が問題で、これはまさにヒットラーの説くとおりでである。マスコミもまた不信感を助長するような報道をしていて、結果として全く被害を受けなかったものに対して巨額の補償を支払い、原子力技術の発展に大きな障害をもたらしてしまった。

さて、我々は造船業に従事する1人として船を造る立場から、この事件を他山の石（ではあまり傍観的と言われるかも知れぬが）として考えて見ねばならぬであろう。船を造る立場の人間が知らしむべからずでは困る。それぞれの立場によって知識の範囲も理解の範囲も異なるのは当然ながら、自分の仕事の内容は完全にマスターしているのが当然である。

由来、科学技術の発達は極大化と極小化と2つの方向に分化している。いや分化するというのも方向が逆のように見えるが、これは全く同じ要因がそうさせると言ってもよい。

船の例で見ても、大型船になるほど作業工程は細分化され、精度は高くなる一方であるし、専門的には益々深くその面での最先端技術が要求されると同時に、総合の幅は益々拡大してゆくことになる。つまり、極大化・極小化は同時に、専門化・総合化の方向でもある。

現在、石油ショック以来の石油海上輸送量の伸び悩みのため大型船の先行きは絶望的となって、船型大型化は一頓挫を来している。これはしかし、極大化・極小化の方向を阻止したものではなく、専門化・多様化の方向を促進することとなって、同じ方向を向っていることにほかならない。

アラブ産油国の、いわゆるダウンストリーム計画は、石油精製から海運業へまで手を伸ばすことになり、素材輸出より加工輸出へと漸進することによって石油資源の枯渇以前に工業立国の基礎造りを済ませようとするのも無理からぬことであろう。従って原油輸送よりも石油製品輸送の方が増加するであろうし、その他の一次資源も加工度を高めて輸出する方向へ進むことであろう。その方向が日本の産業構造の転換、つまり知識集約化への道を強制させられることとなる。このような転換期ともなれば、元来資源のない日本で唯一の最も強力な資源は人であり、人間が最も効果的に働かせ得るものは頭脳である。

日本の人口は出産率の減少と死亡率の低下が著しく、先進国並の老令化の傾向を見せ、同時に高い就学率による高学歴化へと進んでいる。このことは個々の教育過程の多様化を生み、価値観の画一化を防ぎ、個々の能力が多方面に分散してゆく方向である。ここにも専門化と総合化の強力な要請がある。

現在の社会情勢を考えて見ても、例えば物価抑制といっても、単に政府の行政だけで処理できる問題ではない。道路交通や港湾・鉄道等のインフラストラクチャーも問題である

し、商品の流通過程の中間業者にも問題があり、春闘の結果も、農業政策も、貿易も国際政治も、物価に直接間接の影響をもつ。また、インフレは結局教育の問題だと言われるとおり、国民の消費行動がきわめて大きな影響力を持つことは、我々が苦い経験を重ねた点である。このような幅広い要件のからみ合いの結果としての物価であり、今後、生産の急上昇が望むべくもない以上、解決手段はそれぞれの分野の担当者が分に応じた最善をつくす以外に方法はない。

造船業は過去5年間、年平均12~13%の急激な上昇カーブを画いて来た。これが一転して1974年以降、その伸び率は半分以下に落ちると考えられる。もっとも、1974~76年は大量の受注残をかかえているので、工事量そのものは落ちることはなくとも、それがほぼ需要の先食いを見込まれることから、1977~8年の危機は避け得ぬものと思われる。このような情勢に対応してどう手を打つべきか、業界協調・スローダウン等の論調が支配的であるが、およそ3~5年間にわたる供給過剰の状態を前にして数量的にどんなバランスになるのか、予測はきわめて困難である。

いずれにせよ、今後の需要と供給のギャップは甚だしく、およそ新造船供給能力は必要建造量の2倍はあると見られている。もっとも、供給能力と言っても、要建造量と船型によって著しい差が出てくる。例えば20万トン級年間6隻建造可能な大型造船所であっても、8万トン級はせいぜい8隻ぐらいがドックの回転や機装を考えると一杯のところであるから、設備に適應した船型がなければ、それだけでも供給能力は1/2になってしまう。それに船種・船型が多様化して、いわゆるシリーズ建造ができない状態ともなれば、建造能力は大幅に減少するということがあって、量的に需給ギャップをつかみにくいが、供給過剰である事実は変わらない。

このような造船業の先行不安は、長い目で見れば必ずしも悲観することではない。世界の人口は確実に増加するし、特に途上国の経

済発展が早く、先進国が停滞する傾向となると見込まれるので、海上輸送需要は世界的に拡大しバラエティに富む輸送形態が生れてくるであろう。しかし、1960年後半から1970年初期までに見られたような急激な新造船需要拡大の基調は再現する望みはないと考えられる。石油不安が安定しても、年伸び率は1950~1960年前半に見られた程度に納まる可能性が強く、船腹増加量は年5~6%がよいところとなりそうである。

日本経済も安定成長をつづけ得るとすれば、年率4~5%の成長がまず最もバランスのとれたところと言えそうである。ところで、年10%以上の成長をつづけて来たために、例えば過去の不況とは成長が10%を割った状態であった。49年度がマイナスということの持つ意味は実感として侵透しつつあって、全般的に消費の伸びが停滞していることで明らかなのではあるが、年率4~5%の成長であっても、過去における不況と実感としては同じことになる。つまり今後万年不況なのだと言わざるを得ないであろう。

さて、最初に戻って、知らしむべからずと言った場合、人間は1つの量として資源として、生産に投入される計算となり、その使用コストが人件費であるという考え方が基礎である。成長過程でバランスがとれている時代は、それで充分であったかも知れない。

ところが低成長時代ともなれば、労働コストが低成長のペース以上に上昇してゆけば、破産への道を歩むだけである。これは西ドイツとイギリスの経済の推移を見ればはっきりする。しかも我々の持つ最大唯一の資源は人であり、頭脳であることからすれば、生産が伸びない以上、必要な人間は減少せぬ限り生活水準の維持及至向上はあり得ず、もし人が余分となったならば、何らかの創造的な、新しい財またはサービスの産出へ向けて成功させねばならない。生産に従事するすべての人がこの共通認識の上に立って、始めて将来への道は開かれる。これこそ知らしむべきことであり、知らねばならぬことである。

山口 博(三井造船常任理事)

LNG 船 (その 4 / 材料・溶接および破壊力学) — 9

恵美洋彦

伊東利成

第10章 低温用材料及びその溶接

本章では、主としてLNG船のタンク材料として使用される各種低温用材料及びその溶接について具体的に説明する。

10-1 低温用金属材料・溶接一般

10-1-1 低温用金属材料の概要

LNG船に使用される各種構造部材或いは装置等は、約 -160°C のLNGの沸点にほぼ等しい温度にさらされるものから船体構造のように断熱されてはいるものの、常温より低い温度にさらされるものまで、常温から約 -160°C の温度分布を考えて適当な材料を選択しなければならない。

LNG船に使用される各種材料は、その想定温度に従って多種多様にわたるが、本章で述べるLNG船のタンク材料に要求される条件としては下記のものあげられる。

- (1) 使用温度において十分な強度とじん性を有すること。
- (2) 溶接性が良く、かつ、品質が安定していること。
- (3) 加工性、耐食性が良いこと。
- (4) 経済性、即ち、材料費及び工費を含めた費用が安いこと。

現在、LNGタンクとしてこれらの要件を満足する材料としては9% Ni 鋼、アルミ合金(5083-0)、オーステナイト系ステンレス鋼及びインパー(36% Ni 鋼)が考えられているが、他の液化ガスの沸点と金属材料の関係を参考までに図10-1に示す。

低温用金属材料の特性

- 1) 機械的、物理的性質(低温じん性は第9章参照)

金属材料の物理的・機械的性質すなわち、引張強さ、降伏点又は耐力、伸び、絞り、疲労強度、硬度、弾性係数、熱膨張係数、熱伝導度、電気抵抗値、比熱等は、温度が異なるとそれぞれ変化する。一般に材料の物性値は、低温になると次のように変化する。(材料によっては例外もある)

- ・増加するもの；引張り強さ、伏降点又は耐力、疲労強度、硬度
- ・減少するもの；伸び、絞り、弾性係数、熱膨張係数、熱伝導度、電気抵抗値、比熱

これらの低温じん性を除く構造強度に関係する性質は一般的に低温になるにつれ強さを増す方向に変化する。

- 2) 加工性及び溶接性

材料の加工方法には、一般的に冷間加工、温間加工及び熱間加工があるが、材料加工を行なえば9% Ni 鋼、オーステナイト系ステンレス鋼等の鋼に関しては、材料のじん性が低下する。このため、必要に応じ熱処理や応力除去焼なましを行なうことによって所要のじん性に回復する必要がある。しかし、アルミ合金5083-0材のように冷間加工による材質の劣化がないものもあり、低温用材料がすべて加工による材質の劣化をきたすという訳ではない。一方、溶接性については、主として溶接方法が問題となるので10-1-2で述べることにする。

3) 熱処理

圧延されたままの状態の低温用材料は、そのままの状態では低温じん性機械的性質等の諸物性は必ずしも低温用材料として適格なものではない。このため、例えば、アルミ合金では焼なまし、9% Ni 鋼では焼入れ焼戻し(QT処理)あるいは2回焼ならし焼戻し(NNT処理)、オーステナイト系ステンレス鋼では固溶化処理を行なう等、適切な熱処理を施して材質の向上を計っている。

4) 耐食性等

現在LNG船に使用されている各種低温用金属材料に対するLNG、NG雰囲気中での耐食性、脆化あるいは応力腐食等の問題はLNGの物性からは経験的に特別に考える必要はないが、イナートガス雰囲気中、さらには

リークテストに使用される媒体雰囲気中で腐食及び応力腐食が発生するおそれがある場合もあるといわれており、これは、イナートガス又は試験用媒体、その使用環境及び材料の組合わせの問題となるので、個々のケースでその組合わせに応じて検討する必要がある。

10-1-2 低温用金属材料の溶接の概要

低温用金属材料の溶接方法は、溶接部における機械的性質並びにじん性が十分確保されるように構造方式、使用材料の種類、板厚、継手形状、溶接姿勢等に応じて決定される。

例えば、メムブレンタンクでは、第3章で紹介したように使用材料としてオーステナイト系ステンレス鋼及びインバー(36% Ni鋼)が主体となり、板厚が非常に薄くその継手形

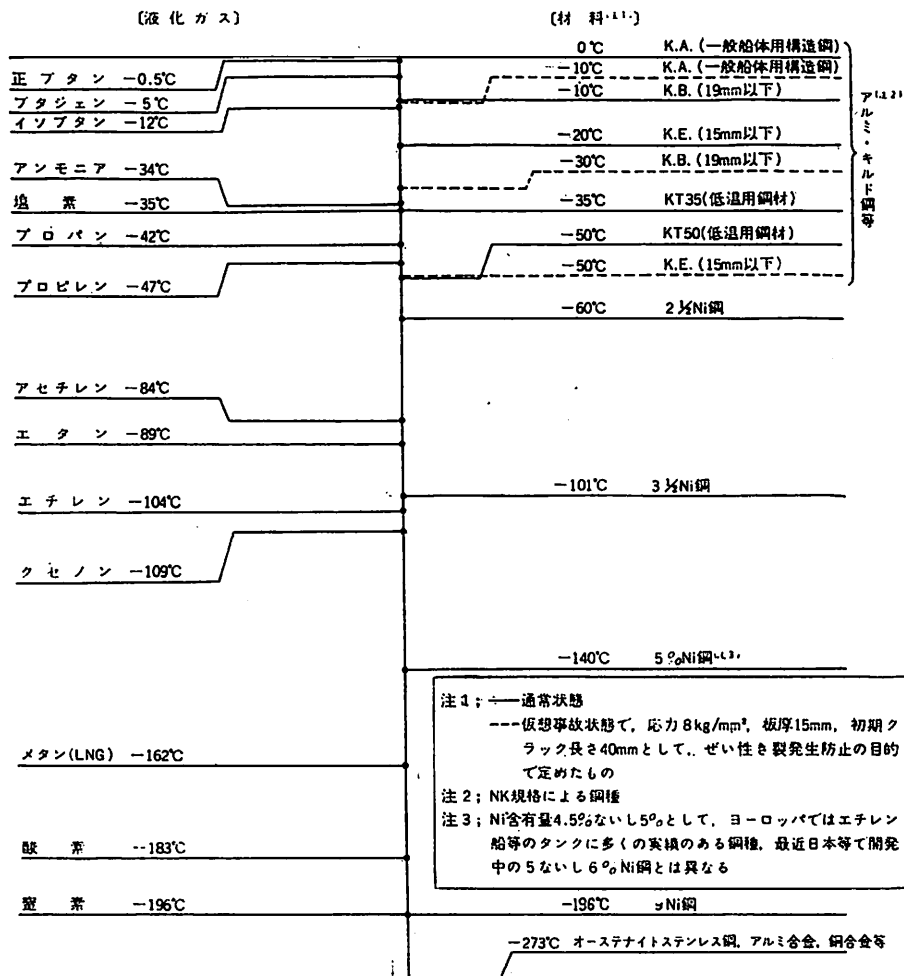
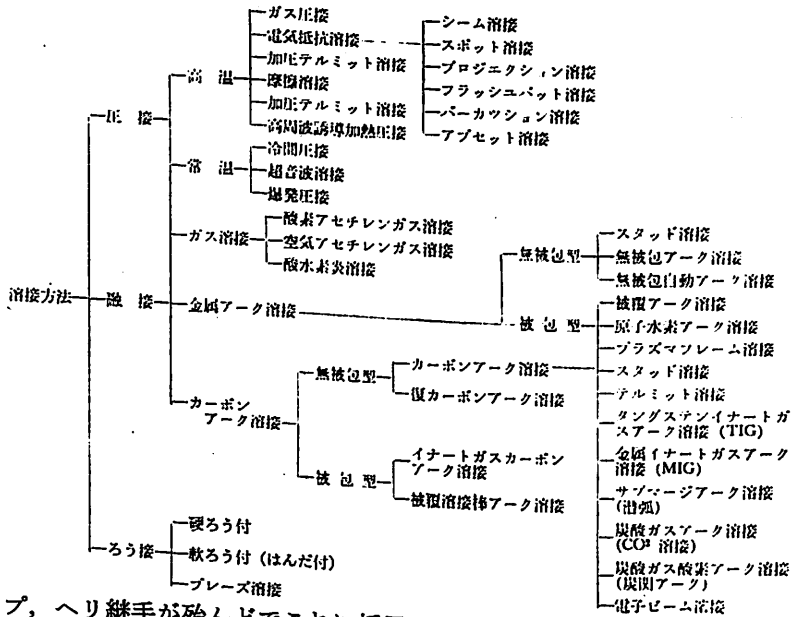


図10-1 各種液化ガスの沸点と金属材料

表10-1 各種溶接法の分類表¹⁾



状はラップ、ヘリ継手が殆んどでこれに採用される溶接方法はTIG溶接及び抵抗溶接が主体となる。

又、独立型タンクあるいはセミメンブレン方式タンクでは、アルミ合金または9% Ni鋼が使用され、独立型方形方式タンク内部材を除いてその継手形状は大部分が突合せ継手であり、その溶接方法は、アルミ合金ではMIG溶接又はTIG溶接、9% Ni鋼では、手溶接、MIG溶接、サブマージドアーク溶接等が主体である。

各種の溶接法を分類したものを参考までに表10-1に示すが、このうち、LNGタンク及び貨物管装置の溶接に採用される溶接法についてその概要を説明する。

各種溶接法

(1) 被覆アーク溶接

被覆アーク溶接 (shielded arc welding) は被覆金属アーク溶接ともいい、被覆剤 (ガス発生剤及びスラグ形成剤) を塗布した溶接棒と母材の間にアークを飛ばして溶接する方法である。この方法は、最も古くから発達したもので設備費も安く、また、手軽に良い溶接ができるので船体構造ではもっとも古くから一般的に用いられている溶接方法であるが、アルミ合金では、酸化傾向が高く、その

表面には、常温において硬くて薄い酸化皮膜が発生し、この皮膜は高融点であり、又、金属の融点はかなり低いなど、鉄銅とは大きく異なった性質を有するため、被覆アーク溶接法や後述するサブマージドアーク溶接は用いられていない。

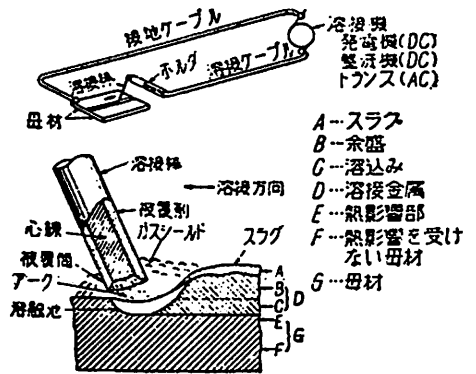


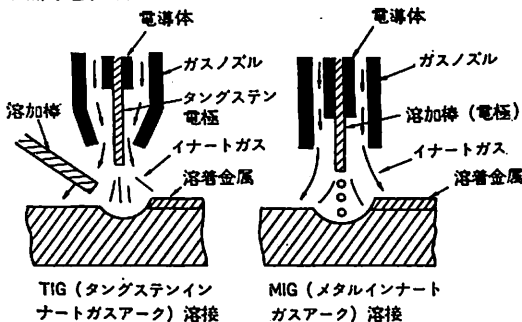
図10-2 被覆アーク溶接略図

この溶接は、図10-2に示すごとく、ホルダで支えた被覆溶接棒 (coated electrode) と母材との間に交流又は直流の電圧をかけ、その間にアークを発生させる。アークの強い熱 (温度約 6,000℃) によって溶接棒が溶け、金属蒸気又は溶滴となって溶融池に溶着 (deposit) され、母材の一部と融合して溶接金属 (weld metal) が作られる。

被覆アーク溶接は、溶接機さえあれば手軽に、あらゆる溶接姿勢で溶接できるため多用されてきたが、使用できる溶接電流は、9% Ni 鋼、オーステナイト系ステンレス鋼の場合、せいぜい200A程度までで高能率な溶接方法とはいえない。又、特にこのような材料の場合は、軟鋼に比べて溶込みが浅くなりがちであり、又、一方ではビード形状が凸形になりやすいなど溶接にさいしてはかなり熟練度を要する。特に9%Ni鋼の溶接において、溶接棒として高Ni合金を使用するのが現在では一般的であるが、この場合クレータ割れが生じやすく、これは破壊や腐食の原因となるためグラインダ等では取り取る必要がある。被覆アーク溶接では、溶接棒の長さが限られているため、クレータの数が多量となり9%Ni鋼の被覆アーク溶接ではこれをは取り取る手間が大変であり、経済的に重大な問題である。

(2) イナートガスアーク溶接

イナートガスアーク溶接 (inert-gas arc welding) は、従来の被覆アーク溶接あるいはガス溶接によって溶接が困難であった各種の金属の溶接と広く利用される重要な方法である。この方法ではアルゴンあるいはヘリウム等の高温でも金属と反応しないいわゆる不活性ガス (イナートガス) の雰囲気中で、裸のタングステン棒あるいは金属電極線と被溶接物との間にアークを発生させてその熱で溶接を行なうものである。タングステン棒を電極に用いたものがTIG溶接 (イナートガスタングステンアーク溶接) であり、溶加材の金属電極線を連続的に送給してアークを発生



TIG (タングステンイナートガスアーク) 溶接

MIG (メタルイナートガスアーク) 溶接

イナートガス溶接法

図10-3 ライナートガス溶接法

させるものがMIG溶接 (イナートガスタルアーク溶接) である。この概略図を図10-3に示す。

イナートガス溶接には大別して表10-2に示す種類がある。

表10-2 イナートガス溶接の種類

溶接	イナートガスアーク溶接	非溶極式 (TIG) (非消耗式)	手動式 半自動式 (アイロン型トーチ) 全自動式 (機械トーチ) アークスポット溶接
		溶極式 (MIG) (消耗式)	半自動式 全自動式 アークスポット溶接
	炭酸ガスアーク溶接	炭酸ガスフラックスアーク溶接	半自動式 全自動式 アークスポット溶接

イナートガスアーク溶接は、きわめて優れた溶接方法であり、低温用金属材料のアルミ合金やステンレス鋼の溶接に使用される主な理由は次の点である。

一般のアーク溶接あるいはガス溶接では、熔融金属の酸化と窒化を防止するために被覆剤あるいはフラックスを使用する必要があるが、イナートガスアーク溶接ではイナートガス雰囲気中で溶接するためその必要がなく、又、溶接後スラグあるいは残留フラックスを除去するための機械的あるいは化学的処理が不要であるので作業が極めて簡単になる。又、アルミ合金やステンレス鋼等では従来の融接にみられたような残留フラックスによって溶接部が腐食されるおそれは全くない。

さらにイナートガスアーク溶接のアークは極めて安定でスパッタが少なく操作が比較的容易であり、かつ、全姿勢で溶接可能であり熱の集中がよいので高能率であるから、薄板に用いると溶接速度が大きいので溶接後の変形が少ない利点もある。又、イナートガスアーク溶着部は、他のアーク溶接あるいはガス溶接の溶着部に比較して、延性、強度、気密性及び耐食性が一般的に優れている。

(1) TIG溶接

TIG溶接とは、前述したように、アルゴンあるいはヘリウム等の不活性ガス雰囲気中で、タングステン電極と母材との間でアークを発生させ、そのアーク熱によって母材と溶加棒を溶融し接合する方法である。

TIG溶接では、交流あるいは直流が用い

られその極性は溶接結果に大きい影響を及ぼす。ここでは、まず9% Ni鋼及びステンレス鋼の溶接に用いられる直流溶接（深い母材の溶込みが得られ高電流の使用が可能となる）について概説する。

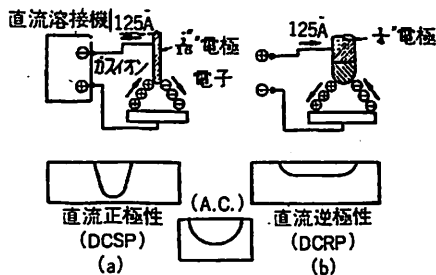


図10-4 直流TIG溶接における極性の影響

直流溶接においてアークの中を流れる電子及びイオンの流れは図10-4に示すごとくであり、正極性（溶接棒を溶接機の負極に連絡した場合で略語はDCSP）では金属蒸気及びイオナートガスのイオンは電極に向い、電子は母材を強く衝撃するので溶込みは集中的に深くなる。これに反して、逆極性（正極性の反対で略語はDCRP）では電子が電極に向いガスイオンが母材表面を広く衝撃するので、幅広く浅い溶込みが得られる。

アルゴンガスを用いた逆極性では、アークがその周辺の母材表面の酸化膜を除去する作用すなわち清浄作用（クリーニング作用）がある。たとえばアルミ合金の溶接では、表面の酸化皮膜（ Al_2O_3 ）が耐火性で母材の融点（ $660^\circ C$ ）に比べてはるかに高い融点（ $2050^\circ C$ ）をもち、これを除去しないと溶込み融合が妨げられる。TIG溶接の逆極性ではアルゴンガスイオンが母材表面に衝突して、ちょうどサンドブラストをかけたように酸化膜を除去する作用がある。

しかしながら、この清浄作用は交流溶接にもあり、適度の溶込み及び電極の許容電流を有することから、LNGタンク用のアルミ合金では、交流機が使用されるのが一般的である。

TIG溶接は、一般には厚板の溶接には不向きであるが、小物の溶接、薄板の溶接、補修溶接等小まわりのきく点が特長で、9% Ni

鋼の場合のように融点の全く異なる高Ni合金を溶接材料として使用する場合にはも有利なことがある。

(四) MIG溶接

MIG溶接とは、前述したように、不活性ガス雰囲気中で、溶着金属となる細い線を電極として母材との間でアークを飛ばし溶接する方法である。

MIG溶接の溶接電極は通常直流逆極性（電極が正極）が使用されるが、この理由としてはTIG溶接における直流逆極性あるいは交流のように清浄作用があること、熔融金属がスプレー移行する、溶込みが深い、自己制御作用*がある等が挙げられる。MIG溶接の特徴は電流密度が著しく大きいことで被覆アーク溶接の約6倍、TIG溶接の約2倍の高電流密度を用いるため高能率を溶接法である。

シールド用の不活性ガスとしては、アルゴンとヘリウムが用いられているが、わが国では通常純アルゴンガスを使用するのが普通で、9% Ni鋼及びステンレス鋼の場合にはアークの安定性を保つため、1~2%の O_2 を含有せしめたり、又ステンレス鋼のショートアーク溶接のさいには CO_2 を1~20%程度含ませることもある。しかしながらこれらの場合には、ビード表面に酸化膜が発生しこれが溶込み不良の原因となることもあるので注意を要する。

通常MIG溶接では、薄板（一般的には3mm以下）、超厚板あるいは全姿勢に対する溶接が困難か又は不可能なため、このような目的を満足するためMIG溶接の一種であるショートアーク溶接、パルスアーク溶接及

* MIG溶接ではアーク電流のほかアーク電圧の影響をうける。すなわち、同一電流のもとではアーク電圧が大きいと溶融速度が低下する。従ってワイヤの送り速度が急減するか、あるいは溶接物の凹みによりアークが長くなってアーク電圧が大きくなると、電極の溶融速度が減少するのでアークの長さが短くなって元の長さに戻る。逆に何かの原因でアークの長さが短くなっても、それを長くして元に戻る作用が電極の溶融現象の中に存在する。これをMIGアークの自己制御能（self regulation）という。

び大電流MIG溶接が使用される。以下これらの溶接方法について記す。

・ショートアーク溶接

ショートアーク溶接とは短絡移行形溶接のことで、図10-5(a)に示すように溶接中、短絡とアークとの繰返しを行なう溶接法である。普通MIG溶接は3mm以下の薄板には適用できない。これはいわゆるスプレイアーク(図10-5(b))を用いるには臨界電流以上の電流を使用することが必要であり、従って小さい溶接電流を用いるためには細い電極ワイヤを使用せねばならず、送給上問題を生ずることが多いからである。しかし、ショートアーク溶接では、短絡の期間があるためスプレイアークに比べて母材に与える入熱が少なく、3mm以下の薄板であっても溶接が可能となる。ショートアーク溶接に使用される装置としては電源の特性が重要な意義もっているが、そのほかは普通のMIG溶接と異なるところはない。

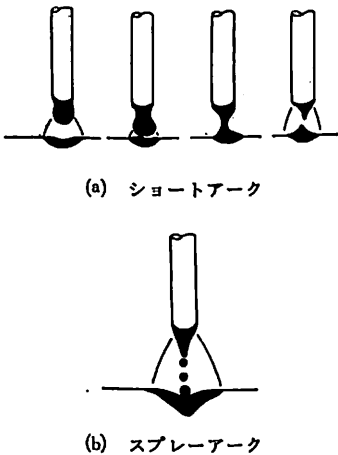


図10-5 ショートアークおよびスプレイアーク

・パルスアーク溶接

ミグアークでは逆極性であっても溶接電流が臨界値以下になるとスプレイ移行が行なわれず、大塊の溶滴となって移行し安定した溶接が行なえない。パルスアークは図10-6に示すように平均電流は臨界値以下であるが、1秒間に50~100回臨界値を超えるパルス状の電流を付加しスプレイ移行を行なわせる溶接法である。パルスアークは小電流域でもスプレイ

イ移行による立向き、上向き溶接が可能なこと、スパッタが軽減できること、及び入熱の制御が行なえることなどの特長がある。従ってパルスアーク溶接法は、薄板から厚板まで幅広く溶接が可能であり有用な方法である。

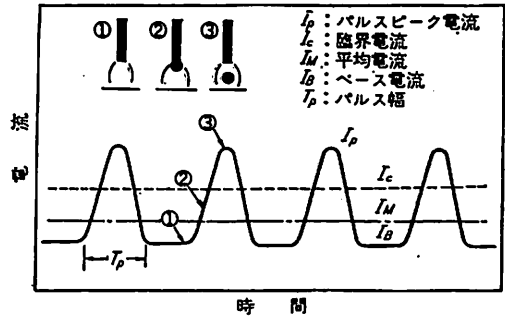


図10-6 パルスアーク電流波形と溶滴移行

・大電流MIG溶接

125000 m^3 相当のアルミ合金製タンクを有するLNG船においては、超厚板(200~300mm)のタンクの溶接が必要となる構造方式もある。従来のMIG溶接で400~450A以上の大電流を用いると、パッカリングと呼ばれるビードのあれる現象が発生し溶接が不可能となる。従って厚板の溶接には多層ビードを置かなければならなかったが、最近パッカリング発生のアーク現象が研究され、その結果、650~700Aの大電流まで使用できる大電流MIG溶接法が可能となった。普通MIG溶接では通常2V/100A程度の定電圧特性の電源が用いられているが、大電流MIG溶接は、電流変動をさけるため垂下特性形の電源を用い、ワイヤを太径にして電流密度を下げ、シールドを完全にすることによって得られる。現在では、70mm程度までのアルミ合金を両面1層で大電流溶接が可能となっている。

なお、MIG溶接は、TIG溶接に比べ、冷却速度が早く(適度な予熱が有効)、ガスが逃げ難いためブローホールが発生しやすく、特にアルミ合金の場合には、品質良好な電極ワイヤを使用すること、及びTIG溶接の場合でも同様であるが、十分な前処理が必要である。

(3) サブマージドアーク溶接

サブマージドアーク溶接 (submerged arc welding) は旧名を潜弧溶接ともいい、自動溶接法のうちもっとも多用されている溶接法である。サブマージドアーク溶接は、図10-7及び図10-8に示すように、溶接線にそって走る台車に装備したヘッドからワイヤを自動的に連続供給し、母材とワイヤ間にアークを発生させ一定アーク長を保持しながら自動的に行なう溶接で、ワイヤの前方にフラックス (イナートガスアーク溶接のシールドガスに相当) を供給し、アークはフラックス (コンポジションともいう) の中にうもれて遮蔽されている。したがってサブマージドアークすなわち潜弧の名があるのである。

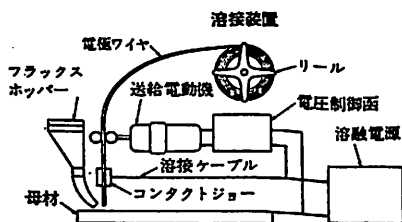


図10-7 溶接装置

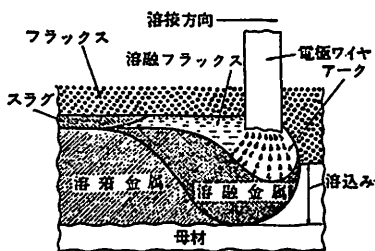


図10-8 溶融部の状態図

ここにフラックスはサブマージドアーク溶接に対してきわめて重要な役割を果たすもので、冷たい間は電気の不導体であるが、溶融すると電導性になる。したがってアークのスタート時には心線と母材との間に一丸めのスチールウールをはさんで通電するか、又は高周波を用いてアークを発生させる。このフラックスは、被覆アーク溶接棒の被覆剤と同様に、アークの安定、スラグの生成、脱磷、脱

硫作用の他、大気影響に対するシールド作用があり、このおかげで大電流を心線に流すことができしかも熱エネルギーの放失が妨げられるので溶込みが著しく溶接が高効率となる。したがって、フラックスは水分及び結晶水を含んでいては溶着金属の性質に害を与えるので十分な乾燥が必要である。フラックスの製造方法には、大別して溶融型と焼結型の2種類があり、溶融型フラックスとは、ある一定の割合に配合した原料を溶融し、冷却後粉碎、整粒したもので、一方、焼結型 (ボンド) フラックスとは、被覆棒のフラックスと同様に作られ、原料を処方に従って秤量して乾いたままでよく混合し、それを液状固着剤によって固めてからよくねり、次にキルンで乾燥したものである。フラックスの粒度は、溶接性に大きな影響を及ぼすので、電流により適当な粒度範囲のものを選定しなければならないが、この粒度は、一般に、細いものほど溶込みを減じ、幅広く平滑なビードとなり、アンダカットを生じにくい。小電流の場合は粗粒を、大電流には細粒を用いる。

なお、溶融型フラックスは、普通の炭素鋼には優秀なものであるが、低合金鋼やステンレス鋼の溶接には必ずしも最善でなく、このような材料及び硬化肉盛に対して焼結型フラックスが適している。

一方、ワイヤは、従来より使用されているソリッドワイヤとフラックス入りワイヤがあり、フラックス入りワイヤは、低温用鋼、低合金鋼及び硬化肉盛等、特殊用途に用いられる。サブマージドアーク溶接の場合、このワイヤとフラックスの組合せの選定が重要な問題であり、作業性や溶接部の切欠じん性等に影響を及ぼす。

サブマージドアーク溶接は、アルミ合金の溶接には使用されず、ステンレス鋼及び9% Ni 鋼に使用され、この場合、3.2~4.8mmφのワイヤにより、350~1000Aの電流を用い、高能率で、MIG溶接で見られるようなブローホールの発生や酸化膜の問題は一般にはないが、大電流溶接であるため、装置はどうしても大がかりとなり、又アークが見えないた

め手軽に溶接するわけにはいかない。又、下向き、横向き以外の溶接が不可能なため、その用途は限られる。

(4) スタッド溶接

LNG船ではタンクあるいは船体内殻材に防熱材が取り付けられるが、この防熱材の取付けに棒鋼（スタッド）がしばしば使用される。スタッド溶接（stud welding）は、直径約10mm程度までの金属棒（母材の種類によって棒の種類は多種にわたる）等をボルトの代りに母材に植えつける方法でアーク溶接の一種である。棒を母材に接触させておいて電流を通じ、次に棒を母材から少し離してアークを発生させ、適当に溶融したときスタッドを溶融池に押しつけて溶着させる。なお溶接はすべて電氣的に自動化されている。この原理を示したものが図10-9である。図10-10にモス型式の防熱材の支持部材にスタッド溶接を適用した例を示す。

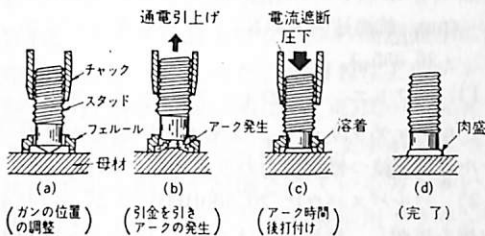


図10-9 スタッド溶接

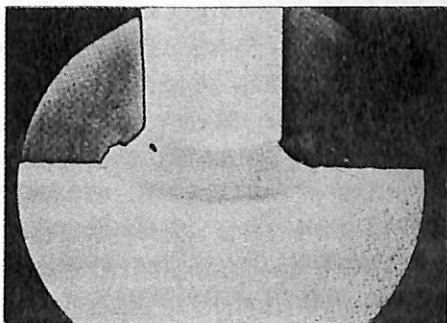


図10-10 ASTM 304L steel bolts stud welded to ABS-CS steel⁷⁾

(5) 抵抗溶接

抵抗溶接（resistance welding）とは、接合面に直角に大電流を短時間流し、接合面

の抵抗発熱によって局部的溶融を起させて溶接する方法である。ガストランスポート方式（インバー鋼メンブレタンク）では、溶接部の95%を占める平坦部の重ね継手に自動抵抗シーム溶接が用いられている。この抵抗シーム溶接は点溶接を連続的に重ねたもので、棒状電極（点溶接で用いられる）の代りに図10-11に示すような円板状電極を回転しながら溶接するものである。

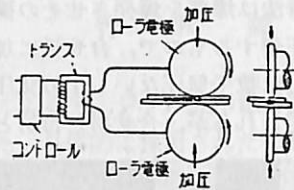


図10-11 抵抗シーム溶接

(6) プラズマ溶接

プラズマ溶接は、インバー鋼の溶接で一部用いられ、その原理は図10-12に示すように、電極に小さい孔を設けたチャンバーを作り、その一部に水を溜めておき、アーク放電の熱で水を水蒸気としながら高温（20,000℃）に加熱されたガスを電極の孔から外に噴出させる方法である。本溶接法の特徴は輝度が高く、高温であることで、切断、溶射、溶解及び人工衛星、ロケットエンジン等の高耐火材料にも使用されている。

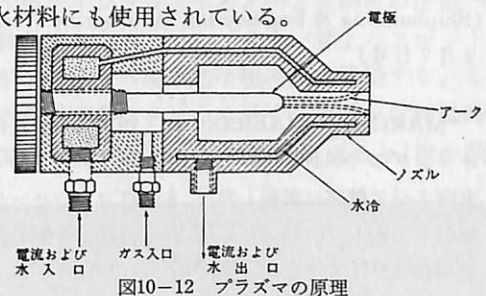


図10-12 プラズマの原理

(7) その他

金属の特殊な接合方法として次に示す圧着法がある。例えばLNG船に用いられる貨物用管は、ステンレス鋼が殆んどであるが、これと鋼以外の金属材料、例えばアルミ合金のような異種金属との接合には従来のフランジ継手に代り、気密、液密及び強度上、爆発圧着あるいは摩擦圧着されたクラッド材（異種金属接合のための仲介物）が用いられる。爆発圧

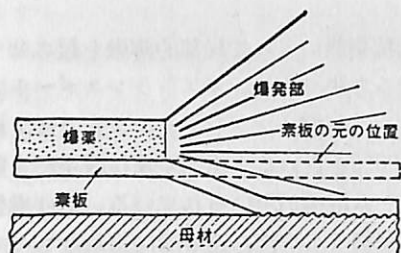


図10-13 爆発圧着における素板と爆発の配置図
 着によるクラッド材の製造法は、板の場合図10-13に示す方法が基準となっている。

爆発圧着法は爆薬を爆発させその衝撃圧力によって圧着するもので、合せ材に加えられる爆発圧力は数千気圧ないし1万気圧程度のもので推定されるが、合せ材と母材との衝突

点における衝撃圧力は10万気圧を超えるものと推定されている。異種金属の圧着の場合、その接着面には中間層がほとんど生成されておらず、温度の影響をあまり受けていないのがこの製法の特徴であり、その接着力、剪断力は優れており、又、引張、圧縮、曲げ、圧延、振り等の加工に対し十分の強度があり、耐食性に劣化がないこと等の利点がある。

一方、摩擦圧着は、金属同士の面を摩擦することにより生じる摩擦熱によって圧着する方法であるが、個々のケースで詳細が異なり、その詳細については、余り明らかにされていないので、詳細説明は省略する。(つづく)
 (日本海事協会船体部)

海外事情

■ A. P. MOLLER の 17,000 DWT 型高速ライナー

船員費、修繕費の高騰と港湾事情の制約による稼働効率低下で、在来航路の採算悪化に悩む邦船々主を尻目に、有力外国船主は続々と新鋭ライナー、あるいはライパーを建造し、在来航路に投入しつつある。スエズ運河の再開を目前に競争激化が予想される欧州—中近東—東南アジア—日本の航路に投入された MAERSK LINE の 17,000 DWT, 21 Kn の高速ライナーの紹介である。(Shipbuilding & Engineering 1975 marine Week 2月7日号)

“MARCHEN MAERSK” は、1974年12月にオランダの NAKSTOV 造船所で竣工、カラチ—東南アジア航路に就航した。本船はコペンハーゲンの有力船主 A. P. MOLLER 社の誇る4隻の最新鋭高速ライナーの第1船であり、1975年10月までに残り3隻が就航する予定である。

A. P. MOLLER 社は、最近この他にも 21,000 DWT 36,000 PS 型タービン駆動のコンテナ船を BLOHM VOSS 社に6隻、FLINDER WERFT 社に3隻、合計9隻、11,600 DWT型 LPG 兼アンモニア専用船を KRISTIAN SANDS 社に2隻、55,650 DWT 型プロダクトキャリアーを KALDENES 社に4隻、330型と400型 VLCC を ODENSE 社にそれぞれ3隻、2隻、合計24隻発注しているが、これらのフリートが全部竣工する1977年前半

までには、さらに巨大なオーナー/オペレーターグループに成長するものと思われる。

本船の要目と特長は次のとおりである。

LOA・170.70m, Lpp・163.20m, B (MLD)・25.91m, D (H)・14.73m, dL(open shelter)・9.36m, DWT・16,977KT, GT・15,796 KT, 主機・B&W 6 K90GF, 20,500PS×114 rpm, 航海速度・21KT。ベールキャパシティ・26,335 m³。

- 1) アフトエンジンのオープン/クローズドシェルターデッキで、2層の中甲板と大きなベール容積を持つ雑貨主力のライナーである。
- 2) パルバスパウに 20,500BHP のディーゼル主機を搭載し、航海速度は 21KT に達する高速船で、機関室無人設備を備えている。
- 3) 5ホールドのうち、中央部の2つは3列の長いハッチを備え、第2甲板スペースの右舷には、パレット貨物と、フォークリフトのためにサイドポートを装備している。
- 4) ヘグラント製の 15T ツインクレーン3基、15T シングルクレーン1基、計7ギャングを持ち、No. 2～5ホールドには最大30トンまで荷役可能である。
- 5) ハッチ開口は ISO コンテナサイズでモジュール化され、合計628個(20'換算)のコンテナ搭載が可能である。
- 6) 艙内には5回/毎時の機動通風である。
- 7) パラスタタンクは 2,840T のスペースを確保している。
- 8) 最大搭載人員は、パイロットと5人の修理メンバーを含めて37名(乗組定員は28人)である。

実船試験用計測コンテナシステム (4)

IV 図化ソフトウェア

竹 沢 誠 二

21. 高速図化とそのコピー

本システムの解析装置はリアルタイムデジタル解析装置であるので、それにマッチした図化装置を持たなければ高速演算した意味がなくなってしまう。図を高速に表示する方式としてブラウン管による方法があるが、普通のブラウン管ではアナログ量の表示しかできない。ところが、近年電算機の周辺機器としてデジタル量表示用のブラウン管が開発され、テーブルおよびグラフの高速表示に使用されるようになった。NHKなどのテレビ放送では選挙速報の時に、〇〇氏……××××票のようにちょっと変わった文字がづぎづぎに出て来る画面を記憶されている方も多いと思うが、あれがデジタル表示用ブラウン管による電算機と直結した高速表示の一例である。

一般に電算機では演算時間そのものより、演算結果の数表などのプリントアウトに時間を食われる場合が多い。さらに得られた数表をグラフにするためデジタルプロッターと称する機械式の図化機にかける場合には、演算時間に比し結果を表示あるいは図化する時間の方が確実に大になる。すなわち、実時間解析装置では図化あるいは演算結果のアウトプットの高速化が併行されなければ、その意義はきわめて小なるものになってしまう。

本装置の原型である日本無線製の高速時系列解析装置では、高速表示法としてブラウン管によるアナログ表示法が採用されていたが、筆者などの提案によりデジタル型ブラ

ウン管によるデジタル表示法を試みることになった。具体的に採用されたCRT式グラフィックディスプレイ装置はテクトロニクス製の4010型であり、さらにそのハードコピーユニットも採用し、図化部分はこの種の装置としては従来型に比し画期的な性能を持つものとなった。

ブラウン管の表示部面積は横19.1cm、縦14.3cmであるが、この面積が横1,024点、縦1,024点の正確な細かいメッシュで区分されており、画面上の任意の1点はデジタルX-Y座標値を与えることによって指示される。すなわち、機械式のX-Yプロッターの場合と全く同様にX-Y軸に対応するデジタル値をインプットするとペン先がその位置へ移動するかわりに、ブラウン管上のスポットがその位置へ電子的な超高速で移動する。この移動速度はきわめて早く、実質上は移動時間は無視できるので、本方式によると1枚の図

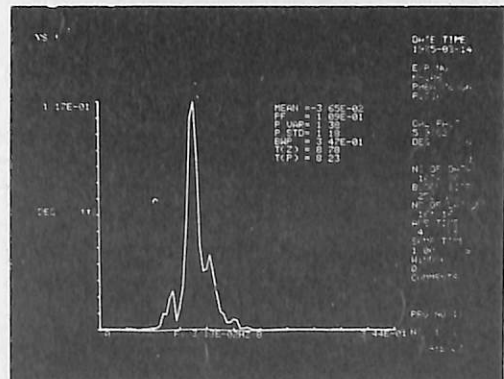


写真11 ディスプレー管上の画面例

を画く時間もきわめて短く、演算時間に対し逆に無視できるほどになり、解析演算の高速化の効果がシステム全体としての能力向上へ直結することになる。写真11に、ディスプレイ管上の画の1例を示した。印刷後は不明になるであろうが、原画では文字が点で構成されているのがわかる。

このように素早く解析結果の図が表示されると、これを見ている間に次の図が出て来てしまうので、つぎつぎと画面をコピーすることが必要になる。特に本解析装置ではメモリー容量の関係から、重ねづらし平均法（前掲の Fig. 9 参照）における途中経過の算出結果は憶えていないので、経過を知りたい場合には、その時点でコピーをすませておかねばならない。本装置でのハードコピー装置は1枚の画のコピーに約8秒かかるが、実船試験はきわめて遅い現象であるので、このコピー速度でも、途中経過のコピーを含めて実時間解析のコピー装置としての実をあげている。コピー装置の原理はユニークなもので、一種の電子複写方式である。ディスプレイ管上にストアされた画面を下から上へ横軸が移動して画面の内容を掃引すると、横軸に対応する棒状の電子管上へその内容が移送されると同時に熱現像式記録紙上へ印画される。一方上下の掃引と記録紙の送りは完全に同期しているの、平面としての画面が印画されることになる。したがって、得られるコピーはブラウン管上の画面と縦横ともほぼ同寸のものである。なお、得られるコピーの横幅はA-4判の横幅に等しくファイルに便利である。

デジタル表示管のもう一つの長所は文字が書き込めることである。したがって、機械式のX-Yプロッタによる図と同様にXY軸に現象の時元を記入し、完全な定量的なグラフにすることができる。このことはブラウン管オシロやX-Yレコーダによって、アナログ表示の図を画いていた、従来のこの種の装置から大きく飛躍した点として特に注目せねばなるまい。本稿では例示しなかったが、演算結果の数表の高速表示およびコピーも可能である。

SPACE for Y-AXIS	0	SPACE for GRAPH	SPACE for TITLE
	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8	X-AXIS	
	9	64 points at SCALE 1	

Fig. 17 画面の使用区分

22. 画面の使用区分および拡大

ブラウン管上の面積を本システムでは Fig. 17 のように区分して使用している。

右端には常にタイトルが記入され、同様に左端には常にY軸の説明用の数字および文字が記入される。図面を記入するスペースはそれ以外の真中の部分で、表示された図の中には現われないが、図面用のスペースは Fig. 17 に記入されているように0番から9番までの10等分された領域にわけて使用する。例えば写真11の場合は、オートスペクトラムの画を2番から8番までの領域にわたって図示しなさいというプログラムによって得られた図である。

横軸すなわちX軸には常に11等分したマーカーが現われる。そして1つのマーカーとマーカーの間には SCALE=1 の場合に64点の情報が入力される。写真11の場合は、X軸に F; 3.13E-0.2 HZ 8なる文字が入力されているが、これらは F は Frequency の略、1目盛の間隔が 0.0313 Hz, SCALE=8 なることを意味している。この例の場合(4式)に示したよう $\Delta f = 0.00391 \text{ Hz}$ であるので SCALE = 1 の場合には1目盛内に Δf の64倍の周波数範囲が入力されることになる。SCALE = 8 とは横軸の拡大係数が8であることを意味している。すなわち1目盛の間に64/8箇の点が入力されていること。写真 11 の 場合 に は

$$0.00391 \text{ Hz} \times (64/8) = 0.0313 \text{ Hz}$$

Fig. 18 画面の拡大例①

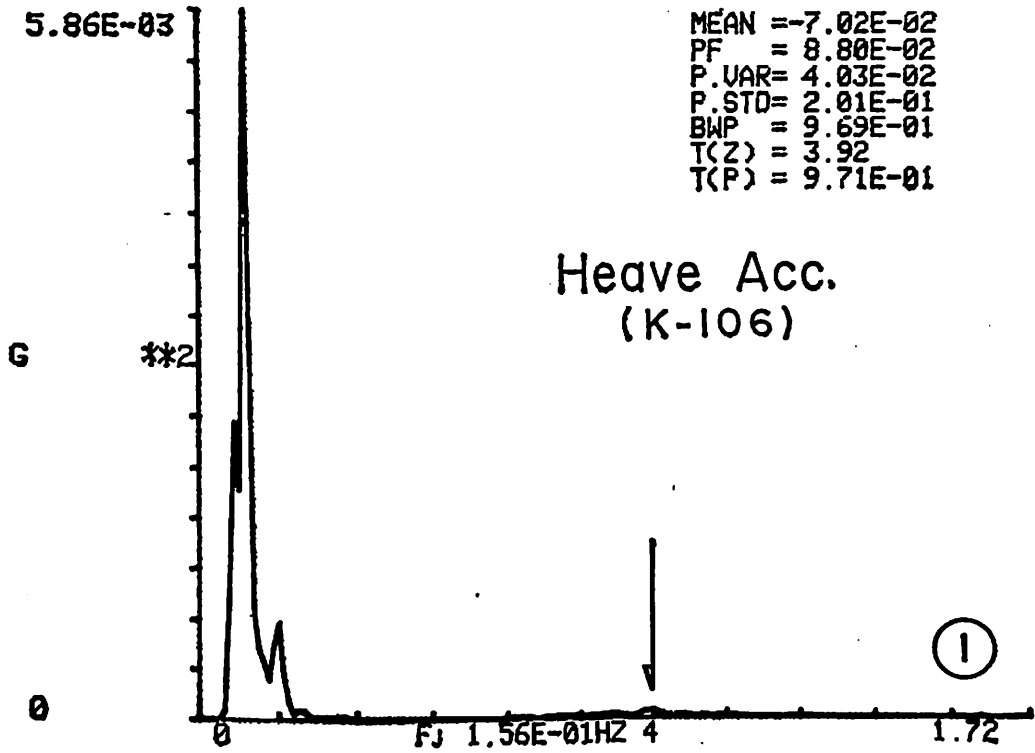


Fig. 18 画面の拡大例②

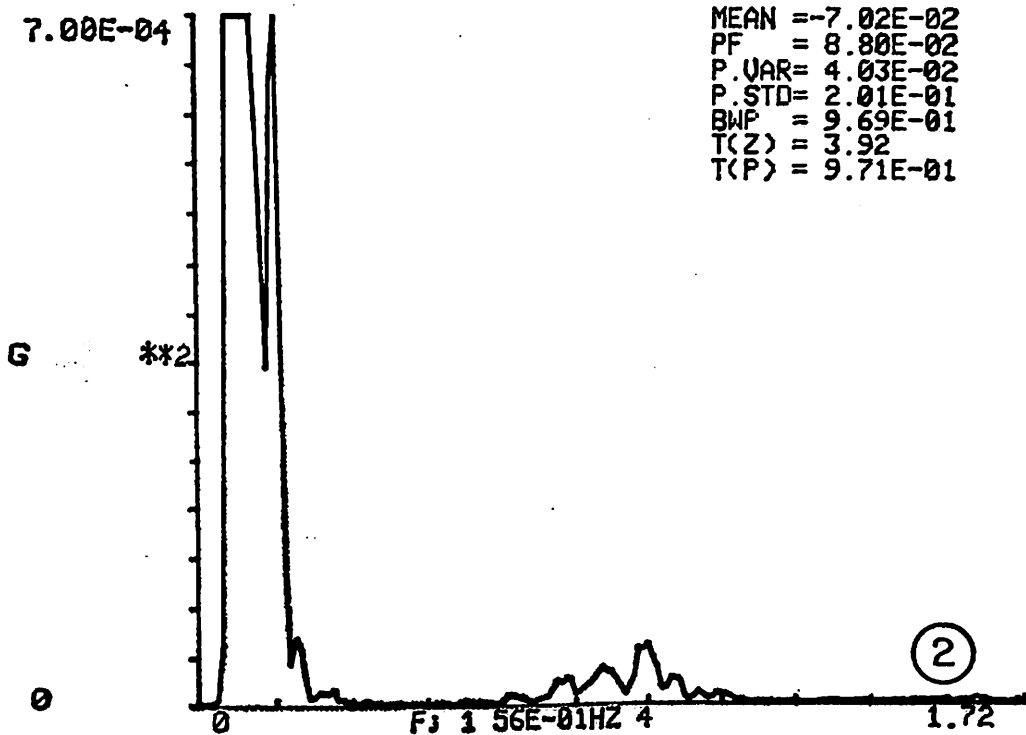


Fig. 18 画面の拡大例③

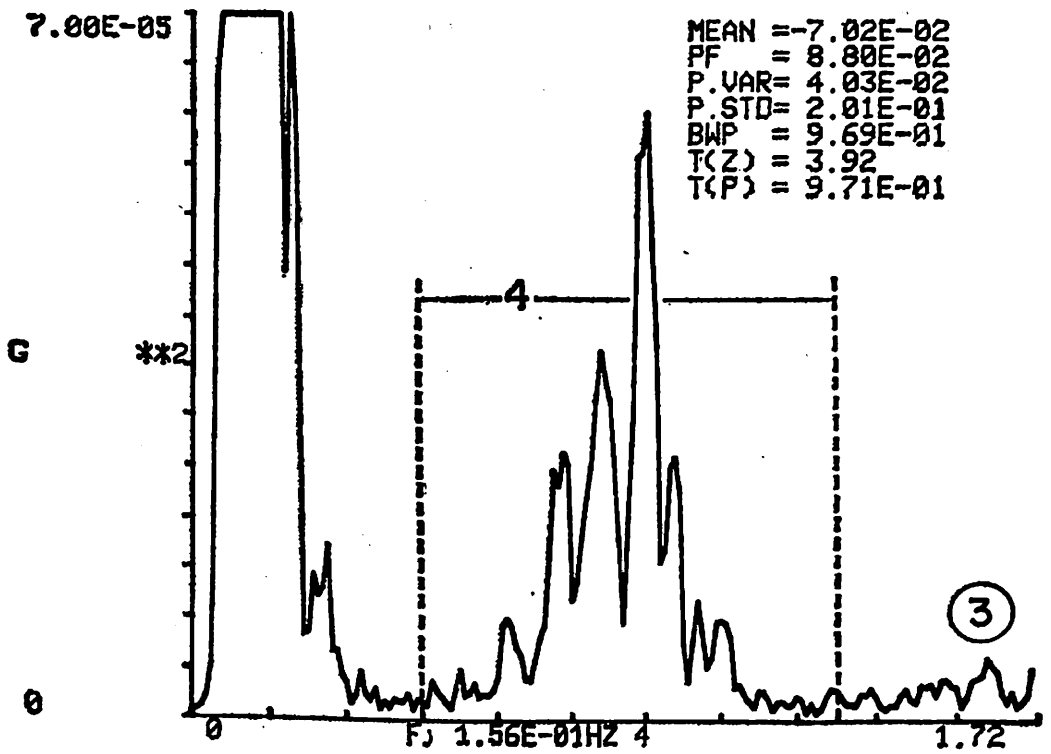
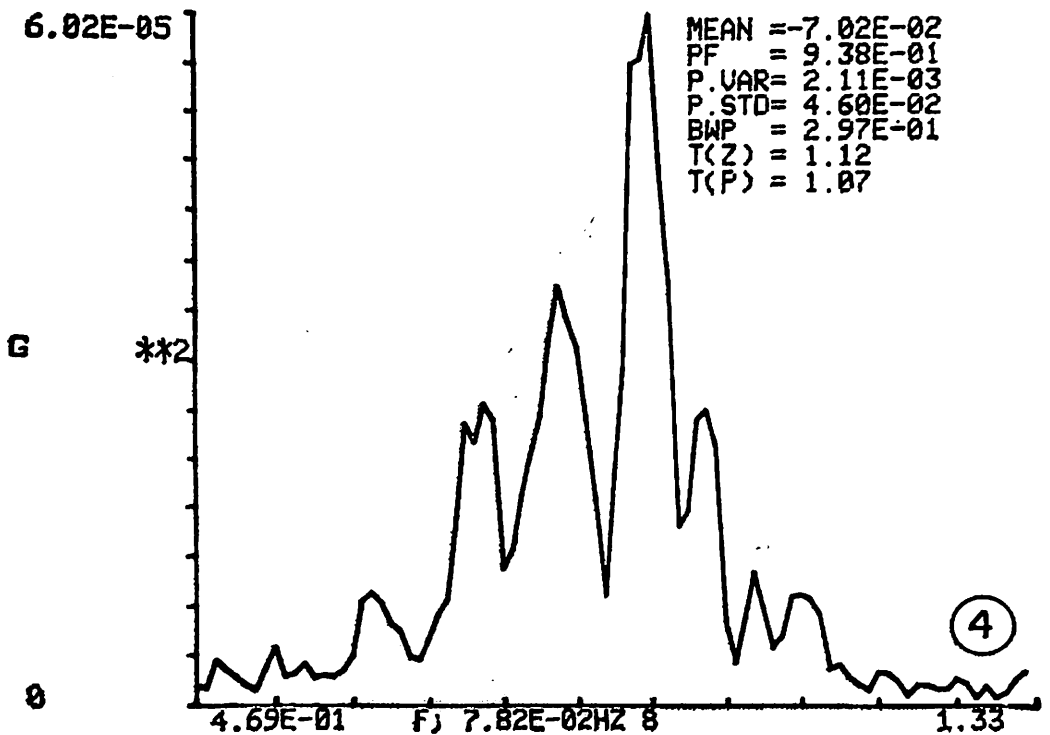


Fig. 18 画面の拡大例④



となり、図中に自動的に記入された値と一致する。

本グラフィックディスプレイでは縦軸の拡大も可能である。Fig. 18 にはその具体例を示した。これは前に Fig. 5 として時系列を示したK丸の大縦運動時の上下加速度 (VERT. ACC) の解析結果である。典型的な2節振動が加速度記録に見られるので、高周波成分のスペクトラムをも求めるためにサンプリングタイムを通常の1/5の0.2secとしている。Fig. 18-①は縦軸をオートスケールとして得られた図であるが、低周波成分のパワーが大なるため、ちょっと見ただけでは気がつかないが矢印の所にもう一つの山がある。そこで縦軸のフルスケールの値を①の約1/10に指定して得られた図が Fig. 18-② である。約1Hzの所に明白な山が見えてきた。この図

の縦軸をさらに10倍に伸ばしたのが Fig. 18-③であるが、ますます明確に2節振動部分のパワースペクトラムの型がわかる。ここで①~③の図中の右肩の P. VAR などの特性値は全く同じであることに注目されたい。すなわち、本システムではディスプレイされた周波数範囲内で、たとえば分散 (P. VAR) などの演算が行なわれているということである。なお、縦軸を拡大して図を画かせても特性値は変化しない。Fig. 18-④は、低周波領域をカットして、さらに横軸を2倍に拡大して2節振動部分のみを拡大した図である。この図の縦軸はオートスケールであるので、縦軸の上部に記入されている数値は図示された周波数域内での最大値を与える。Fig. 18-①の縦軸の値は同様に低周波域をも含めた領域での最大値を示しているが、この場合、2節

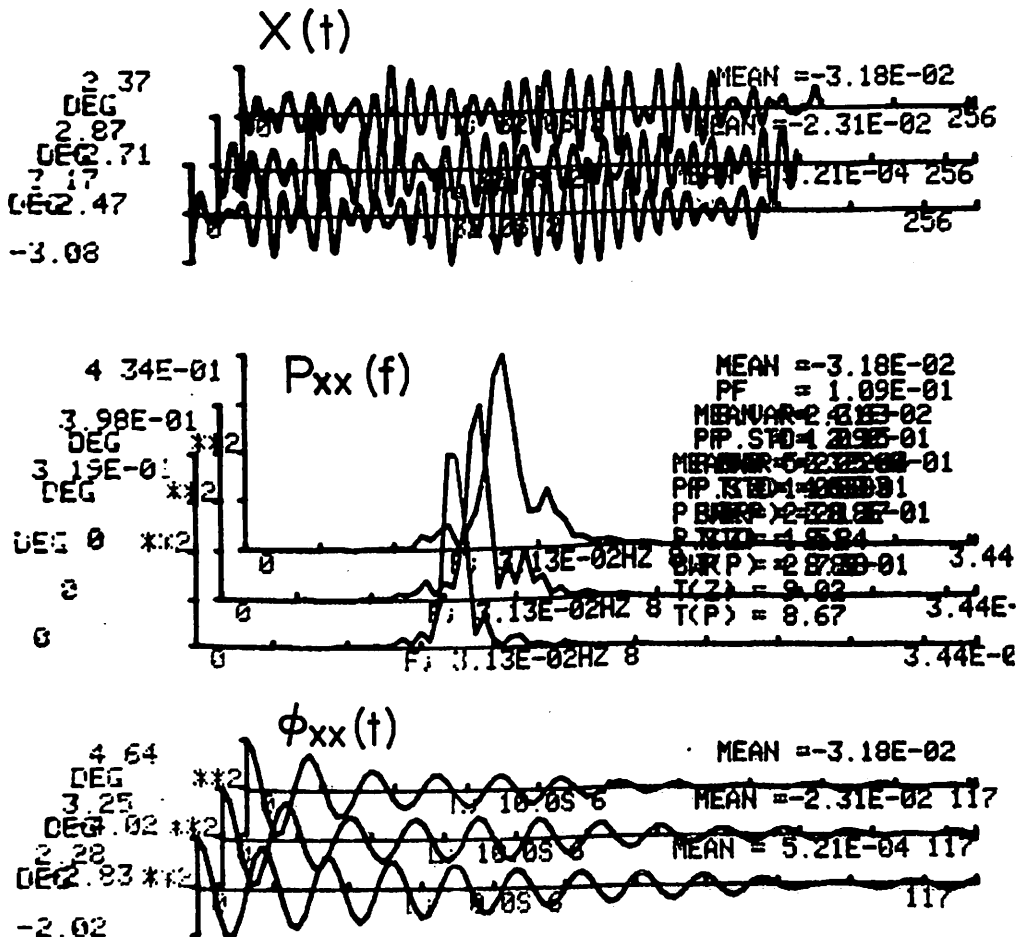


Fig. 19 三次元表示例

振動部分の最大値はその約1/100に過ぎない。
 ③、④での2節振動部分のスペクトラムは固有振動型を示しており、その中心周波数(PF)もタイムヒストリーに明確に現われている2節振動の固有周波数と一致し、この部分が2節振動に対応していることを明示している。④の右肩の特性は①~③と全く異なる値になっている、これは図示された高周波部分だけから求めた分散、標準偏差などが示されているからである。③の横軸を拡大し、より狭い範囲のみを図示させた④の右肩の特性値は2節振動部分のみの特性に近づく。このように本システムではある周波数領域のみを拡大して見ることができ、さらにその部分だけの分散などを自動的に得ることができるので便である。

簡単な応用例としては、明らかに計測器の調子が悪くゼロドリフトがあるような場合には、周波数がゼロに近い領域をカットすることによって、より正しい変動成分のみのパワースペクトラムを得ることができる。

23. 三次元表示と平均化処理

本システムのグラフィックディスプレイでは、多数の図を重ね合せて表示することが可能である。重ね合せに際し、座標軸を固定しておけば完全に重なり合った図ができる。前掲の Fig.10 がこの1例である。また例えば X 軸のみを1枚の図ごとにずらせば、上下にずれた図ができる。さらに、X、Y 軸ともに一定量だけ移動させて図を重ね合せて画くと

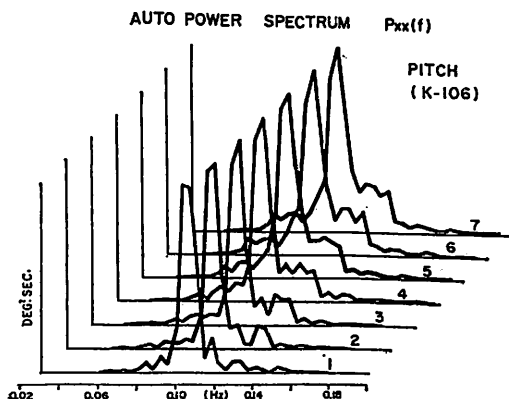


Fig. 20-① オートスペクトラムの変化

三次元表示となる。

この例を Fig. 19 として示した。上の図はタイムヒストリー $[X(t)]$ 、中の図はオートパワースペクトラム $[P_{xx}(f)]$ 、下図はオートコリレーションファンクション $[\phi_{xx}(t)]$ である。そして1番下の $X(t)$ の $P_{xx}(f)$ および $\phi_{xx}(t)$ がそれぞれ各グループの1番下に示されている。そして下から2番目の $X(t)$ から得られた $P_{xx}(f)$ を加算したパワースペクトラムを縦軸をオートスケールにして表示したのが下から2番目の $P_{xx}(f)$ である。さらに3番目の $P_{xx}(f)$ は3番目までの $P_{xx}(f)$ を各周波数ごとに加算したものであり、縦軸の値は一番下の $P_{xx}(f)$ の約3倍になっているのであるが、オートスケールで表示されているのでスペクトラムの型は似ている。

実際には、まず一番下の $X(t)$ 、 $P_{xx}(f)$ 、 $\phi(t)$ が書き込まれ、次の $X(t)$ が読み込まれるまでやや間があって、2回目のデータ取り込み、演算が終ると2段目の図が表示される。すなわちほぼ実時間で解析結果が刻々と表示される。Fig. 19 の表示では図中に記入される文字もダブって書き込まれるので、図の枚数が多くなるにつれて画がきたなくなる。

そこで、1回の演算ごとに図を自動的にハードコピーし、その図を Fig. 19 と同様に立体的に重ね合せてトレースした例を Fig. 20

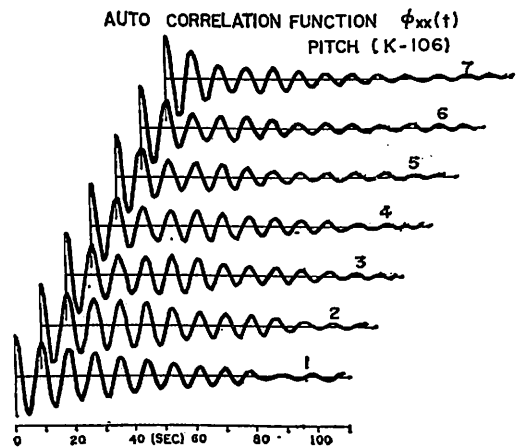


Fig. 20-② オートコリレーションの変化

①, ②として示した。①のオートパワースペクトラム, ②のオートコリレーションともに時間と共に変化する様子が如実にうかがえる。本システムの演算法式では前述のように前の計算結果に新しい結果を加算して行き、最終回の加算が終ると加算回数で結果を除して平均化する方式が採られているので、Fig. 20の例では7番目の結果として表示されている平均された結果へ徐々に近づいて行く。もし、途中で前後の図と著しく傾向の異なる図が出て来たら、その計測は失敗か、あるいは異常な現象を含む場合であるから、注意を要する。

24. 二現象間の関係

本解析装置は基本的には2チャンネル用で

あり、二現象間の関係に関する演算も実時間で処理し、図示することができる。

いま、二現象の時系列を $X(t)$ および $Y(t)$ とするとクロススペクトラム $P_{YX}(f)$ はFFT法では④式のオートスペクトラムと同様にフーリエ係数の積として次式から求める。

$$\begin{aligned}
 P_{YX}(f) &= C^*x(f) \cdot C_Y(f) \\
 &= [A_X(f) - iB_X(f)] \cdot \\
 &\quad [A_Y(f) + iB_Y(f)] \\
 &= [A_X(f) \cdot A_Y(f) \\
 &\quad + B_X(f) \cdot B_Y(f)] \\
 &\quad + i[A_X(f) \cdot B_Y(f) \\
 &\quad - B_X(f) \cdot A_Y(f)]
 \end{aligned}$$

$$f = 1, 2, \dots, \frac{N}{2} - 1 \dots\dots (6)$$

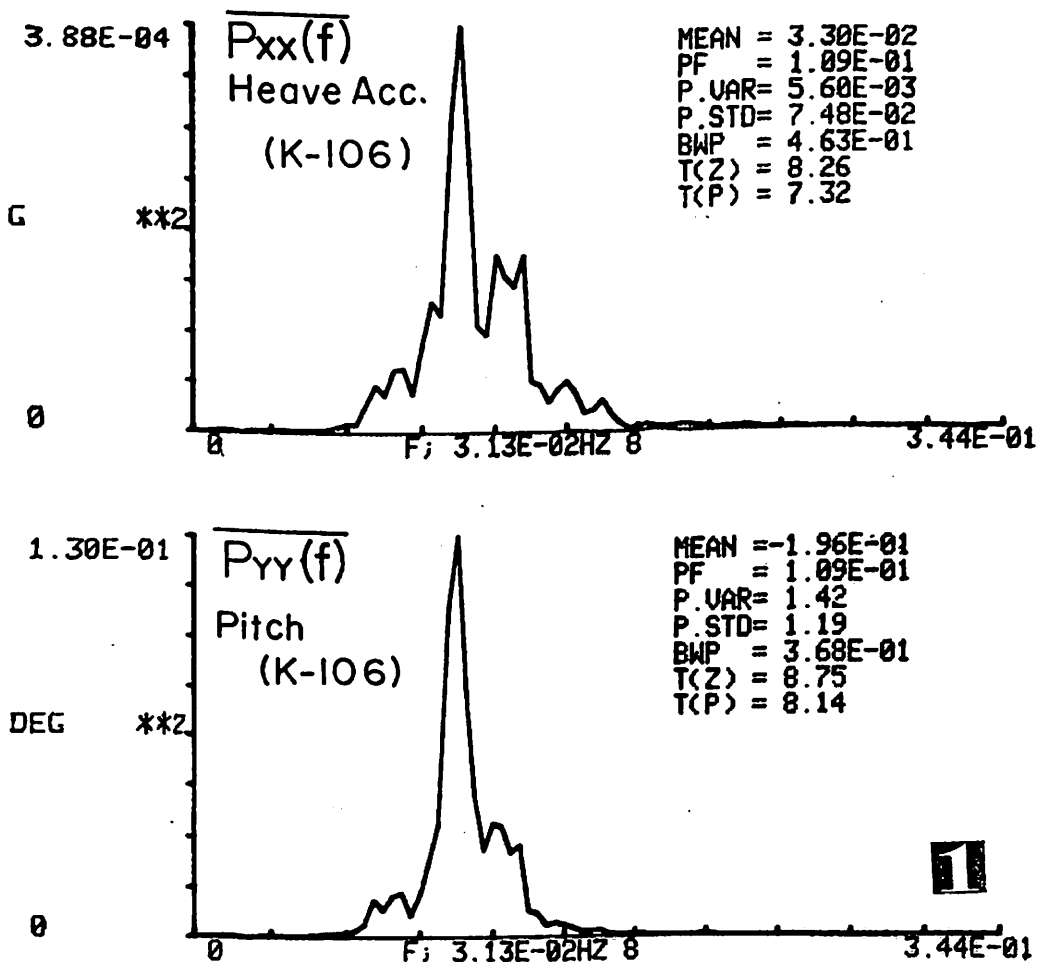


Fig. 21 二現象の解析例①

$X(t)$ を入力, $Y(t)$ を出力時系列と考えると, $P_{YX}(f)$ は入出力間のクロススペクトラム (Cross spectrum) である。クロススペクトラムはオートスペクトラムと異なり一般に実関数でないので, 60式のように実数部と虚数部を持つ。実数部をコースペクトラム (co-spectrum) $C_{OYX}(f)$, 虚数部をクォードレイチユアスペクトラム (quadrature spectrum) $Q_{UYX}(f)$ と呼ぶ。

$$\left. \begin{aligned} C_{OYX}(f) &\equiv A_X(f) \cdot A_Y(f) \\ &\quad + B_X(f) \cdot B_Y(f) \\ Q_{UYX}(f) &\equiv A_X(f) \cdot B_Y(f) \\ &\quad - B_X(f) \cdot A_Y(f) \end{aligned} \right\} \dots\dots(61)$$

また, クロススペクトラムの振幅部

$|P_{YX}(f)|$, および位相部 $\theta_{YX}(f)$ を考えることが出来る。

$$P_{YX}(f) = |P_{YX}(f)| \cdot \exp[i\theta_{YX}(f)] \dots\dots(62)$$

$$|P_{YX}(f)| = [C_{OYX}^2(f) + Q_{UYX}^2(f)] \dots\dots(63)$$

$$\begin{aligned} \theta_{YX}(f) &= \text{Arg} |P_{YX}(f)| \\ &= \tan^{-1} \left[\frac{Q_{UYX}(f)}{C_{OYX}(f)} \right] \dots\dots(64) \end{aligned}$$

60式の計算はFFT法によるとオートパワースペクトラムの場合と同等に高速演算されるので, 二現象間の関係を求める計算も一現象の場合と同様に実時間解析が可能である。

不規則な入力時系列 $X(t)$ に対して, 不規

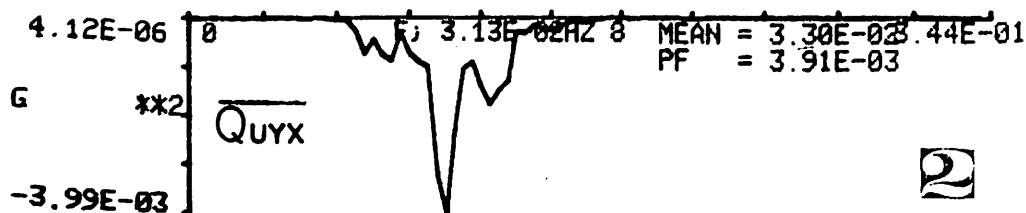
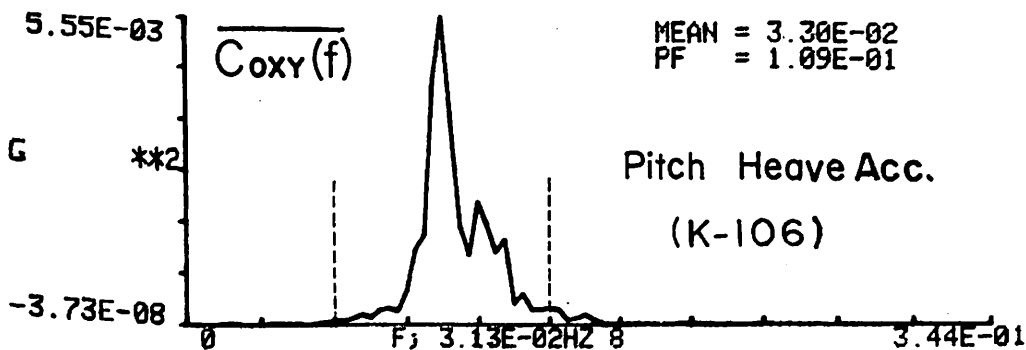
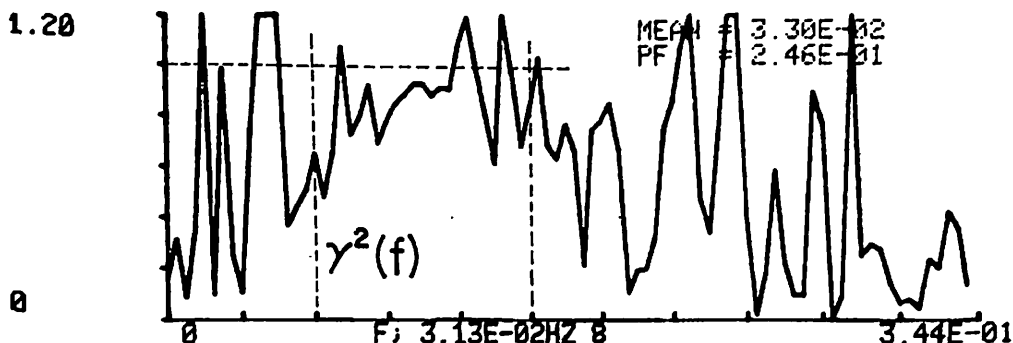


Fig. 21 二現象の解析例②

則な出力時系列 $Y(t)$ があるとする、この線型系の伝達関数 (transfer function)

$G_{YX}(f)$ は、入出力のクロススペクトラム $P_{YX}(f)$ と入力のアートスペクトラム $P_{XX}(f)$ の比として求まる。

$$G_{YX}(f) = P_{YX}(f) / P_{XX}(f) \quad \dots\dots 66$$

$G_{YX}(f)$ は一般に複素数であるから、振幅比 $A_{YX}(f)$ と位相差 $\Psi_{YX}(f)$ に分けて考える。

$$\left. \begin{aligned} A_{YX}(f) &= |G_{YX}(f)| \\ \Psi_{YX}(f) &= \text{Arg}[G_{YX}(f)] \end{aligned} \right\} \dots\dots 66$$

66 式の分子、分母ともにFFT法による高速演算可能であり、また重ねずらし平均法を適用できるので、時々刻々の $G_{YX}(f)$ お

よびその平均特性としての $\overline{G_{YX}(f)}$ が算出可能である。

次式で定義される $\gamma^2(f)$ なる関数をコーヒレンシー関数 (coherency function) という。

$$\begin{aligned} \gamma^2(f) &= \frac{|P_{YX}(f) / P_{XX}(f)|^2}{P_{YY}(f) / P_{XX}(f)} \\ &= \frac{[P_{YX}(f)]^2}{P_{YY}(f) \cdot P_{XX}(f)} \quad \dots\dots 67 \end{aligned}$$

一般に出力信号 $Y(t)$ にはノイズ $N(t)$ が含まれており、出力のアートパワースペクトラムは

$$P_{YY}(f) = P'_{YY}(f) + P_{NN}(f) \quad \dots\dots 68$$

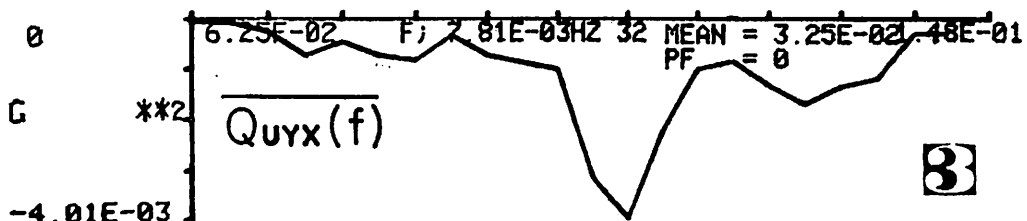
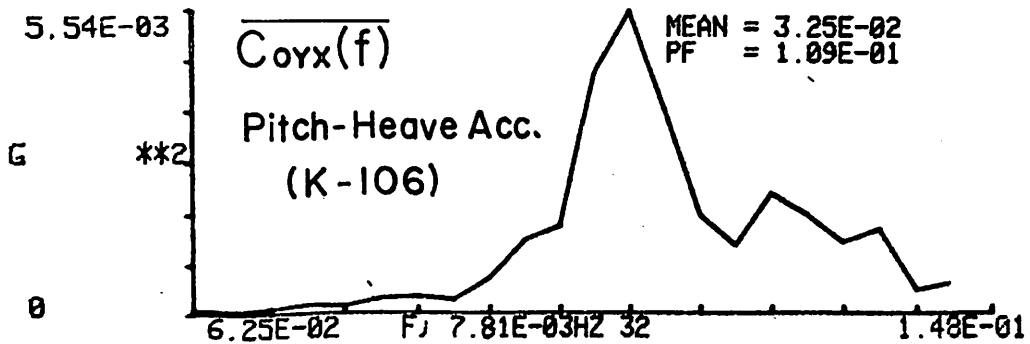
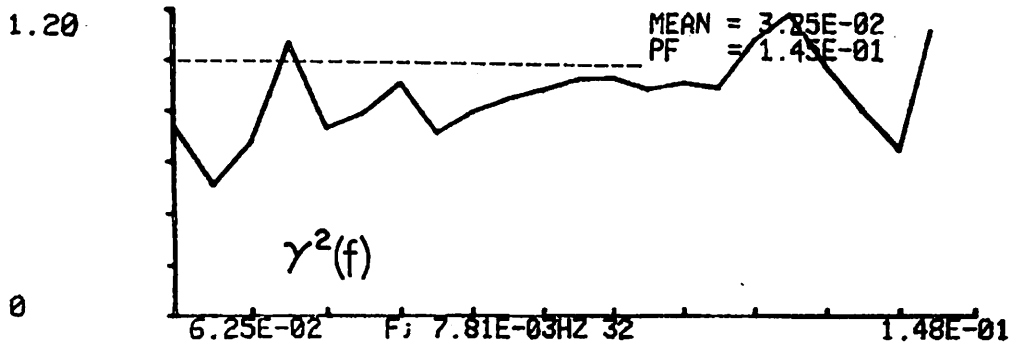


Fig. 21 二現象の解析例③

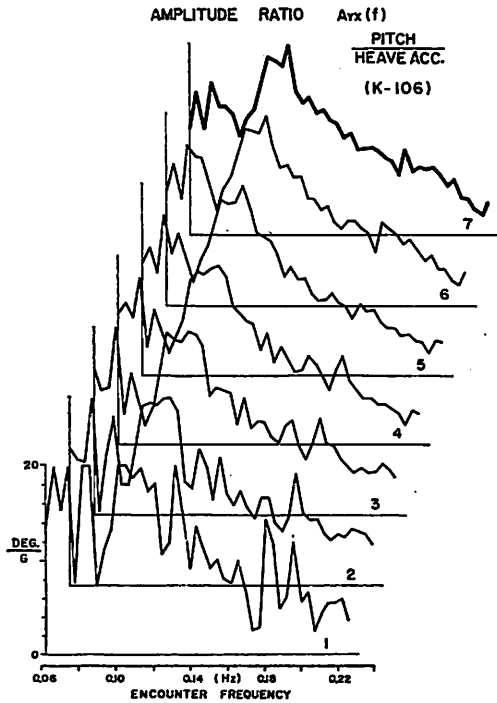


Fig. 22 振幅比の変化

のように、ノイズのオートパワースペクトラム $P_{NN}(f)$ を含むので、この式を(6)に代入し、 $A_{YX}(f)$ を使って書き直すと

$$\begin{aligned} r^2(f) &= \frac{[A_{YX}(f)]^2 \cdot P_{XX}(f)}{P'_{YY}(f) + P_{NN}(f)} \\ &= \frac{[A_{YX}(f)]^2 \cdot P_{XX}(f)}{[A_{YX}(f)]^2 \cdot P_{XX}(f) + P_{NN}(f)} \\ r^2(f) &= 1 - \frac{P_{NN}(f)}{P_{YY}(f)} \dots\dots\dots(69) \end{aligned}$$

となる。この式から P_{NN} が P_{YY} に占める割合が増すとコーヒーレンシーが下がることがわかる。 $P_{NN}(f)$ を単にノイズだけでは考えないで線型応答特性 $A_{YX}(f)$ で説明できない部分を含むものと考え、 $r^2(f)$ は今考えている系が線型伝達関数 $G_{YX}(f)$ 、あるいは $A_{YX}(f)$ で説明できる割合を示す関数になっていることがわらう。すなわち完全に説明ができていない場合には $P_{NN}(f)$ がゼロであるから $r^2(f) = 1$ となり、全く説明できていない場合には $P_{NN} = P_{YY}$ であるから、 $r^2(f) = 0$ となる。

(6)式の演算も P_{YX} と P_{XX} 、 P_{YY} の組合せであるので、FFT法によると高速に演算さ

れ、結果の実時間表示が可能である。

Fig. 21 に上下加速度(H. Acc.)を入力とし、ピッチ角(Pitch)を出力とみなした場合の2現象間の関係の解析図化例を示した。

Fig. 21-①の上図は入力である上下加速度の加算平均されたオートスペクトラム $\overline{P_{XX}(f)}$ であり、下図は出力とみなしたピッチ角のオートスペクトラム $\overline{P_{YY}(f)}$ である。本例の場合2現象の有意な周波数の範囲およびスペクトラムの型が類似していることがよくわかる。

Fig. 21-②の上図は(6)式のコーヒーレンシー関数 $r^2(f)$ で理論上からは1を越えることはないので、縦軸の値はフルスケールを1.2に指定してある。中図は(6)式で与えられるクロススペクトラムの実数部、すなわちコースペクトラムの平均値 $C_{orX}(f)$ で、下図は虚数部すなわちコードレーチユアスペクトラムの平均値 $Q_{urX}(f)$ である。コーヒーレンシー関数はオートスペクトラムおよびクロススペクトラムから算出されるものであるから、これらのスペクトラムが有意なパワーを持っている周波数範囲の算出値のみに意義がある。

そこで、Fig. 21-②に記入しておいた周波数領域のみを4倍に拡大して得られた図がFig. 21-③である。

クロススペクトラムに有意なパワーが存在する範囲では、コーヒーレンシー関数は1に近く、この2現象が線型系でほぼ説明できることを示している。

(6), (6)式による伝達関数の演算はきわめて高速に行なわれるので、時々刻々に振幅比特性 $A_{YX}(f)$ および位相差特性 $\Psi_{YX}(f)$ を図化することが可能である。

2現象間の関係で最も多く関心が持たれる振幅比特性 $A_{YX}(f)$ の加算平均の途中経過をコピーしておき、Fig. 20と同様に三次元表示的に重ね合せた図がFig. 22である。本図はFig. 20および21の場合と全く同じ場合の解析結果であるが、1番から7番へ加算平均が進むに従って、特性曲線に凹凸が少なく

なり、本質的な特性に近づいて来ているであろうことが推察される、Fig. 22と Fig. 20は完全に対応しているので、じっくりと比較対照して見ていただきたい。

本システムでの2現象の解析では $P_{xx}(f)$, $P_{yy}(f)$, $P_{yx}(f)$, $G_{yx}(f)$ および $\gamma^2(f)$ の算出が一挙に可能なプログラムを組み得る。すなわち、アウトプットされる図でいうと、Fig. 21-①, ② および Fig. 22 が実時間解析の結果として得られる。

24. 対話方式によるプログラム

本解析装置のもう一つの特徴は専門的知識が全くなくてもプログラムが組めることと、解析結果の図を見て、この次の計算でのプログラムの修正あるいは図の拡大および配列などをグラフィックディスプレイのキーボードから簡単に指令できる。すなわち計算機と対話しているような気分でのいろいろなプログラムを組むことができ、また同一算出値に対して種々な図化をさせることが可能である。

対話キーボードはディスプレイ管の前に位置している(写真10参照)。標準型の英文タイプのキーボードとほぼ同じ配列になっており、文字を打つとディスプレイ管上にその文字が表示される。

例題として、Fig. 19の図を得る場合のプログラムを説明しよう。以下の英文字を順次打ち込むことによってプログラムが完成し、ただちに計算指令にもなる。本装置では、これをリンクテーブルと呼んでいるが、そのハードコピーの例を Fig. 23 として示しておいた。

ANA, A; 入力信号をA-D変換し、メモリーAへ格納せよ。

MOV, A, B; 指令されたブロックサイズだけ取り込みが終ったら、メモリーBへ移せ、この指令によって、メモリーAには次の入力信号を演算途中から取り込むことができる。

POW, B, C; メモリーBの数列のオートパワスペクトラムを求め、その結果をメモリーCへ格納せよ。

COR, B, D; メモリーBのオートコリレーションを求め、その結果をメモリーDへ格納せよ。

3DI, 20, 40; 三次元表示をせよ、X軸の移動量は20、Y軸の移動量は40

DIS, B, 2, 2; メモリーBの内容(ここでは時系列)を2番のスペース(Fig. 17を参照)

DIS, C, 5, 6; メモリーCの内容(ここではオートスペクトラム)を5~6番のスペースへ図化せよ。

DIS, D, 9, 9; メモリーD(オートコリレーション)を9番へ図化せよ。

JAV; 以上の動作を平均回数に達するまで繰返しなさい。

COP; ここでコピーをとれ、Fig. 19のような図がコピーになって自動的に出て来る。

PAG; ディスプレー管上の図を消去せよ。

DIS, B, 2, 2; } 加算平均された最終結果のみを Fig. 19 と同じスケール、同じ配列で出させる。時系列は最後のものが表示される。

DIS, C, 5, 6; }
DIS, D, 9, 9; }

COP; これ以下でコピーされる図は本稿には掲載されていない。
PAG; 画面消去
DIS, C, 0, 8; } メモリーC(オートパワスペクトラム)をスペース0~8番の大きな図にして自動的にコピーせよ。

PAG; 画面消去
DIS, D, 0, 8; } メモリーD(オートコリレーション)をスペース0~8番の大きな図にして自動的に

```
!ANA, A;
!MOV, A, B;
!POW, B, C;
!COR, B, D;
!3DI, 20, 40;
!DIS, B, 2, 2;
!DIS, C, 5, 6;
!DIS, D, 9, 9;
!JAV;
!COP;
!PAG;
!DIS, B, 2, 2;
!DIS, C, 5, 6;
!DIS, D, 9, 9;
!COP;
!PAG;
!DIS, C, 0, 8;
!DIS;
!PAG;
!DIS, D, 0, 8;
!COP;
!END;
```

Fig. 23 リンクテーブルのコピー例 (Fig. 19に対応)

コピーせよ。

END; このプログラムはこれで終り。

実際には、以上のリンクテーブルの設定が終るとデータを読み込ませて試演算をさせ、得られた図を見ながら図の縦横軸のスケールおよびシフトの設定を対話形式で行なう。このようにして最適の表示が得られた後に、このプログラム用の“穴あきテープ”を付属のパンチャーで作成すると、図のスケール、シフト量も入ったプログラムテープが得られるので、同じ形式の解析を多量に行なう場合には便である。SR-125では、このような標準解析用のプログラムテープを数種用意してあるので、誰が計算しても全く同じ形式の図が得られ、算出結果の比較対照がきわめて容易に行なえる。

25. むすび

(1) 汎用装置との関連

実船試験用計測コンテナシステムの概要を説明してきたが、本システムはその名称から受けるイメージと異なり、汎用性に豊んでいることにお気づきになられた賢明な読者も多数おられるであろう。本システムにより一般的な呼称をつけると“不規則現象用計測解析システム”あるいは“高速デジタル解析装置つき不規則現象計測システム”ということになる。ただ、取扱う不規則現象が実船の波浪中の船体運動を主にしているため、検出器がそれらにマッチした特殊型になっているに過ぎない。

検出器から後、すなわち増幅器、記録器および解析装置は、実船の不規則現象を取り扱っているの、著しい低周波領域が主たる対象になっていることを除けば、汎用の計測装置および解析装置となら変る所はない。

なかでも、本システム製作と共に新しく開発された部分の多い、ハードコピーつきデジタル・リアルタイム解析装置は、このままで一般用の最新型不規則時系列解析装置として使用可能であるばかりでなく、類似品にない幾多の長所を持つ新装置であると自負して

いる。

(2) 新開発事項

本システムの計測装置部分も詳細に見ると多くの特色を持つが、なんといっても本システムの名称の由来になっている標準型船用コンテナ内に計測装置を組込んだことが最大の特色であろう。また、監視および記録用としてビデオ・システムを大幅に取り入れたこと、およびタイムコードを本格的に採用したことは造船関係では最初であろう。さらにタイムコードのデジタル表示をビデオの画面の中に映し込み、データレコーダの記録とVTRの記録の正確な対応を可能にしたことも始めての試みであろう。またデータレコーダのリモートおよび自動運転もこれだけ完全に行なっている例はなかなか見当たらない。これらの技術は広い適用性を持つので他分野への応用が期待される。

(3) 新航海計器の提案

本システムの開発およびその使用実績によって、今後波浪中の実船試験用の計測装置および解析装置を計画する際の重要な指針が得られたと考えられる。そして、試験目的がSR125部会の場合とほぼ同じであるならば、本システムの必要な部分をそっくりそのまま購入すれば目的を達成できるであろう。このような研究試験用の計測装置としては現段階の技術レベルから得られるほぼ最適なシステムを提示できたと思っているが、これらの開発経験から新しい実用航海計器が得られないものであろうか。

波浪中実船試験あるいは波浪中船体運動研究の重要な目的の一つは、船体運動などの限界値を知ることにある。例えば、船首上下加速度の両振幅の有義値がある値を越えた場合、あるいは船体中央附近のある部材のストレーンの変動分の両振幅の平均値がある値を越えた場合には、間もなく積荷あるいは船体に損傷が発生する状況になるかも知れないから、船速を落すか変針しなさいというようなことが言える時、これらのある値を限界値と

呼ぶ。適正な限界値を決めることは容易なことではないが、その値が与えられたとすると、これらの現象を計測し、表示し、さらに警報を発する新しい航海計器が必要になる。

したがって限界値を計測不可能な現象に対し与えたのでは無意味であることは明白であり、現段階の計測技術で簡単にかつ確実に測定できる現象に対して限界値を設定せねばなるまい。このような条件を満足する現段階の計測法として、SR-125の実測経験から判断すると、ストレインアンプを用いたストレインおよび加速度の変動分の測定がまずあげられる。高価であるが、本システムで採用したジャイロ式のピッチ・ロール角測定装置も長時間の高安定な測定に適しており、そのまま新实用航海計器になり得る。

一方、これらの限界値は平均値あるいは有義値などのように統計値で与えられるであろうから、新航海計器には簡単な統計計算の機能が不可欠である。上述のストレインメーターによる計測の場合には、長時間計測ではゼロのドリフトは避けられないので、その変動部分のみを採り上げて振幅の平均値を算出する計器などが、新航海計器の有望なパターンの一つとして考えられる。この方法による場合、検出器、増幅器部分は現在の標準品で十分な性能を持つので、検出部の耐水、耐候性に対する配慮とアンプ部の専用アンプ化を考慮することで目的は十分に達し得る。

統計計算の機能としては前述のように変動部分の全振幅のみを算出するものとすれば、容易に各種型式の装置が考えられよう。これらの計器に限界値に達した時にアラームを発することあるいは制御信号を送り出すことを附加するのはきわめて容易である。

本システムの解析装置は、前述のように船載型になっており、かつ正確な多数の解析結果が時々刻々に出て来るので、いわば理想型の新航海計器になっているのであるが、いかに正確な値であってもたとえばピッチ角、ロール角の平均値、有義値、あるいは最高値を提示しただけでは、乗組員はその値と自分の経験を数量的に関係づける訓練ができていな

いので、その時点の操船上の判断資料として活用できないことがSR-125などの乗船経験から判ってきた。

すなわち、実用品としての新航海計器はアラームを発して始めて価値がでてくることが認識された。そして限界値の設定が適正であり、かつアラームが乗組員が危いと感じた時に発せられるようになると、乗組員は平常時でもその計器の表示部に注目するようになり、自分の経験に基づくカンと現象が数量的に関係づけられるようになる。なお、アラームを発生する範囲には幅を持たせておき、船長などの好みによりアラーム発生点を選べるようにしておけば、さらに使用されやすくなるであろう。

荒海航行時における危険状態の回避は現況ではすべてカンによってなされているが、このような新航海計器の開発によって経験と数量とが結びつき、回避の判断がより適確になることは当然であるが、さらに重要なことは、船舶設計時の数量的資料と実際の航行資料が定量的に対比でき、よりよき船の建造のために航海実績が定量的にフィードバックされることにある。以上のように、新航海計器開発の意義は大であり、かつ本システムの成果から新航海計器開発の可能性を確認できたので、本システム開発の波及効果の一端として、新航海計器の試作が早急に発足することを期待したい。

(4) 実測データの活用

本システムを使用した実船試験からは、従来の同種の試験に比しきわめて大量の正確なデータが収集され、さらに解析装置によっておびただしい量のスペクトラム、ヒストグラムなどの一次解析結果が短時日のうちに得られる。おそらく、本解析装置を使用して算出されたスペクトラムの数は、それ以前の日本で行なわれた実船試験で算出されたスペクトラムの総数に匹敵するか、それをしのぐに至っているであろう。今まで苦心してえいえいと算出して来た結果が、このように苦もなく多量に得られると、有難みが薄れ、凡人の通弊として折角の貴重なデータをないがしろに

しがちである。

これらの一次解析結果は、それを要領よく整理し、それを統計的に集成すれば、それだけで航海実績の貴重な権威のある資料となり得る。SR-125では差し当りこのような取り纏めを第2次解析として計画している。

しかし、解析がそこまでで止まってしまったのでは、情けないと言わざるを得ない。3次解析として、前述の限界値の推定、実測された短期分布から長期分布の推定などがあげられる。もちろん、模型実験値あるいは理論計算値との比較は重要なテーマであるが、平水中の問題などと異なり、不規則波中の現象ではどの段階で何を比較するかという問題が未だに残されているぐらいで、このテーマの追究は第三者が考えるほどに簡単な問題ではない。

このように3次解析の前には難問が山積しているが、解析がいずれの方向に進むにせよ、本システムの開発により、従来データに比しより正確なデータをより容易、より多数得ることができるようになったことは明白であるので、より以上の解析成果が得られる可能性が大になったと言えよう。

26. 謝 辞

終りに、実船試験の実施費用を含めての4カ年間の総経費ではあるが、この種の研究としては珍しく大約1億円に達する巨費の支出を認可して頂いた日本造船研究協会および船舶振興会の関係各位に心から謝意を表したい。

また、多額の自社研究費を追加してSR-125の実船試験に参加して頂いた三菱重工、石川島播磨重工、川崎重工、三井造船、日本鋼管の造船各社およびその関係各位に対して深謝したい。さらに被実験船を心よく提供して下さった日本郵船、ジャパンライン、川崎汽船、昭和海運、商船三井の海運各社およびその関係各位に謝意を述べさせて頂く。

荒天航行中でも使命に燃えて奮闘された計測員各位および積極的な協力を惜しまれなかった乗組員各位にも心からなる感謝の意をここに改めて止どめさせて頂く。

なお、本稿に使用した図面などの作製には横浜国大造船工学科の宮川助手および高山技官の手を煩わしたことを附記させて頂く。最後に、4回にもわたる長駄文を心よく掲載していただいたことに対し、「船舶」の編集当局にお詫と謝辞を特にここに記しておきたい。

(横浜国立大学工学部)

海外事情

■高馬力コンテナ船“Sea-Land Market”のシャフト折損

多軸高馬力のコンテナ船は、“Sea-Land Market”船以外にも軸系に種々問題を生じている模様であるが、この種高馬力船の軸系の設計には、更に慎重な検討が必要であろう。(Shipbuilding & Marine Engineering International '75 2月号)

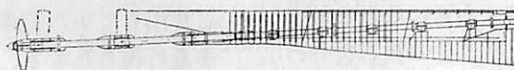
昨年末、世界の就航商船中で、33ノットと最も高馬力(12万馬力)のコンテナ船8隻中の1隻である

“Sea-Land Market”が、米国とロッテルダム間の航行中、右舷船外中間軸の船首側A-ブラケットの個所に折損事故を生じた。

同船はサザンプトンに寄港、18,000トンのコンテナを積載したまま直ちに入渠した。

修理にたずさわった Vosper Thornycroft Ship Repair Div. は特別の盤木を用意し、2シフトの応急修理体制をとり、船主の要求による72時間の工事を完了した。

航海に復帰した“Sea-Land Market”は、左舷主機による航海の間に応急修理個所の後日完全修理の準備がなされたという。



“Sea-Land Market”の軸系

日本造船研究協会の昭和48年度研究業務について (4)

(社)日本造船研究協会研究部

造船工作における適応制御に関する研究

研究部会：SR135 (部会長 木原 博氏)

造船工作における近代化は最終的に自動化、NC化に発展することは明らかである。現在、NCガス切断機によるけ書き、切断の合理化はすでに軌道にのり、省力と精度向上に成果をあげつつある。しかしながら造船工作の自動化については、非常な困難さが認められており、さらに自動化、NC化諸設備は高価で、投資効率の面からもその稼働率の向上をはからなければならぬ状況である。特に複雑な形状をもつ大型工作物を対象とする造船工作では、高度な自動機、NC機もセッティング作業その他の工作過程に人手の介入を要するなど稼働率を低下する要因がきわめて多い。したがって、今後予想される自動工作機の大幅な採用に備え、予めこれらの要因を解明し、その対策を講ずる必要がある。本研究では大型工作物を対象とする全工作過程の効率化を目的として、自動制御の分野において新しい考え方とみなされる適応制御の造船工作への応用を研究するものであり、本年度は3か年計画の第2年度研究として次の研究を実施した。

(1) 適応制御応用作業の調査研究

(a) 組立工程における適応制御の研究

昭和47年度においては、組立工程に適応制御技術を応用するための基礎研究として、組立作業に必要な制御因子の一般的調査、分析を行なった。その中でも船体の曲り部構造におけるブロック組立作

業は技能者の経験と勘に頼っている部分が多く、これが機械化、自動化を大きく阻害している。しかし、逆にまたこの経験と勘に頼っている部分は適応制御の最も大事なテーマとなりうるものである。

昭和48年度においてはこのテーマに焦点を絞り検討研究を重ねた。その結果、適応制御の応用例として、曲り鋼板ブロックの板継ぎ作業を具体的対象に適応制御機構をもった自動機械として鋼板整面用ロボット (PABOT) の構想をえ、その実用化のため次のごときステップで詳細な検討を進めた。すなわち、

第1に、曲り鋼板板継ぎ整面作業の実態を深く認識するため、その実態についての Deep Discussion を行ない、

第2に、Deep Discussion にもとづく整面作業の調査、整面力の計測、分析を行ない、

第3に、PABOT が整面作業するに必要な出力の大きさ (前後、左右、上下方向の出力) を決定し、

第4に、整面作業の手順に適合するように、PABOT の行動認識の自動化方法を決定した。

特に第4ステップにおいては PABOT が単純に板継ぎ作業を行なうだけではなく、自動的に作動するために、それぞれの状態を検出し、制御因子をコントロールする必要がある。整面作業の調査分析の結果として、考えられる制御因子は、

第1に、ルートギャップの大きさ（許容誤差をこえると制御する）

第2に、整面状態の適否（許容誤差をこえると制御する）

第3に、自動仮付溶接のための正確な仮付位置

であり、実際にそれぞれの制御因子の検出機構をどういう仕組にするかの種々の方法、実験を行ない、決定した。そしてこれら制御因子の検出機構の試作を行なった。

さらに、上記ステップと平行して、PABOT 本体の概略設計を行ない、自走するための具体的な方法、操作方法、安全性などの検討を行ない、PABOT の仕様を決定した。その主要目を下表に示す。本仕様にもとづきすでに設計に着手し、次年度に製作と工場実験を行なう予定である。

今後この PABOT の適用研究を通して、曲り外板組立作業全体の生産システムの研究を続けるとともに、PABOT に開発された諸技術を将来、上甲板板継ぎ作業、ロンジの肌付け作業、外板の板継ぎ作業など、船台船渠内における現場作業を含め、取付、溶接作業全般の機械化、自動化への展開をあわせて考えてゆきたい。したがって、PABOT の開発を通じて、一見適用は困難なものでもできるかぎり広く調査、研究をし、後日造船

PABOT 主要目

項目	仕様
対象鋼板	16~32mm
移動速度	(装置) max 4 m/min, (仮付溶接トーチ) 0.3~0.7m/min
整面力	(x方向) 1t, (y方向) 1t, (z方向) 3t
リフティングマグネット	800mmφ×180mmH 4箇
油圧ユニット	11KW×6P 電動機付, 低圧および高圧ポンプ付
制御機構	シーケンスコントローラー, 板厚差, 開先ギャップ自動検出装置

工作法の適応制御に関する研究の資にしてゆきたいと考えている。

(b) 船台・船渠工程における適応制御の研究

船台・船渠工程は、作業対象である構造物が巨大であり、作業範囲が立体的に展開されている。また、作業の種類は多岐にわたっており、場合によっては、狭隘な場所での作業も余儀なくされている。このような事情のもとで、この工程の機械化、自動化を図ることは、きわめて困難であり、事実、このような機械化、自動化装置は新鋭造船所においても特定の区画、特定の作業にかぎり若干見られる程度であって大部分の作業は、依然として人力に依存しているのが実情である。

一方、昭和47年度の研究で明らかにしたように、適応制御を研究するには、造船工作における諸作業の自動化および機械化の検討を行ない、適応制御系を付加した機器を開発研究することが必要不可欠であると考えられる。したがって、船台・船渠工程の代表的なものとして、どのような作業を最初の試みとして採りあげることが適当であるか、また、そのためにはどのような機能を有した装置が必要であるかを、適応制御系ならびに装置の有用性の見地から検討し、選定することが本年度の研究の課題であった。以下にその概要を述べる。

(i) 造船における治工具は、長い歴史の中で、改善に改善を重ねて今日に至っており、治工具としては、ほぼ完成されたものであると考えられる。したがって、船台・船渠工程において、使用されている治工具について調査し、さらにブリエレクション工程を含む、船台・船渠工程において、現在開発され、実用化されている、「作業ユニット」、「FROTAS システム」、「GAMMA システム」などの、機械化、自動化装置を調査し、本研究の対象を具体化する

ための一助とした。

(iii) 昭和47年度に引き続き、船台・船渠工程を構成する各種の作業を機械化、自動化するために想定した諸装置について、その概略仕様の検討を行なった。その結果、各装置に共通して欠くことのできない機能は、走行・移動機能であることが判明したので、この機能を有する装置を製作することを通じて、適応制御の研究を進めることがもつとも有効であるとの結論を得た。

(iii) 走行・移動機能を有する装置として、船体内部構造部材（ロンジ・フレーム）を利用し、無軌条で移動する「船体登はん装置」（略称 CLIMACS = CLimbing Machine, with Addaptive Control System）を設計、試作し、以下に示すような研究を行なうことにした。

ロンジフレームを利用し、無軌条で自動的に上下に移動するに際して、ロンジフレームのスペースや、スカントリングの設計上の差異や、工作上的誤差、あるいは本装置の自重によるロンジフレームの撓み量などに適応して、自動的に登はんする機能。

(iv) 上記に基づき、CLIMACSの仕様につき検討を行ない、仕様を確立した。

(v) 本 CLIMACS を用いて構成されるシステムの例として、これに、自動掃除装置を搭載した場合についての、シミュレーションを行ない、CLIMACSの有効な速度の検討を行なった。

(vi) 昭和49年度においては、本装置の設計と試製作を行ない、所期の機能の確認と実用化のための諸方策を検討する。なお、前述のごとく、本 CLIMACS は、いわば、ロボットの脚部に相当するものであるから、将来、種々の自動化機械、たとえば、自動仮付装置、自動整面装置、あるいは、自動掃除装置といったものが開発されたならば、これらが本 CLIMACS に搭載されるこ

とによって、船台・船渠工程の真の自動化が達成されることになるものと考えられる。

また、本装置に作業員が搭乗することにより、各種の作業を行なうことも可能であるため、本装置のみでも、自動足場として使用することができるという特長を有している。

(2) 適応制御機構の開発

(a) 切断用ロボットに関する研究

昭和47年度は加工工程全般すなわち準備、け書き、切断、部材整理、曲げの各ステージを対象に機械化、自動化に必要な制御因子を抽出した。その結果、準備、け書き、部材整理の各ステージは工場固有の設備やシステムとの関連が深く汎用的な適応制御を考えにくいこと、曲げステージは魅力のある分野であるが現状では技能に頼り技術的に不明な点が多いこと、切断ステージはガス炎の調整など適応制御機構を開発しやすく効果も期待しうることなどが明らかになった。また全ステージを通じセッティング作業の自動化が諸設備の稼働効率向上と省力化に寄与しうることが確認された。

前述した調査結果を背景に、セッティング機能を持ち、さらにガス炎調整の第1歩として切断不能状態を確実に検出し、作業を停止しうる切断用ロボットの開発に焦点をしばることとし、その切断用ロボットに要求される仕様の検討を行なった。

さらに、これをNC切断機と併用して円孔などを切断させる場合のシミュレーションを行ない、効果が期待できることを確認した。

昭和48年度は昭和47年度の検討をもとに、まずセッティング用センサーおよびガス炎調整用センサーに関する基礎実験を行ない、要求仕様どおりの性能を具体化できることを確認したのち切断用ロボットを試作した。なおガス炎調整用センサーの基礎実験については昭和49年度に

まとめて報告する予定である。

切断用ロボットは自動走行装置と自動切断装置は一体に組み立て連動させるものとした。自動走行装置は鋼板上に画かれた直線または緩曲線を追跡し、特定のマークを検出して減速停止するものである。従来のアイトレーサーに比較し、ばらつきが大きくコントラストの少ない誘導線を高速で追跡すること、減速停止マークなどを解読すること、切断後、しばらく無誘導で走行し、ふたたび誘導線を検出することなど多くの適応制御的機能を備えている。

自動切断装置は円孔のピアシングから切断終了までを自動的に行なうもので、ガス炎調整用センサーの第1段階として切断不能状態を検出し、装置を停止させる機構を備えている。

切断用ロボットはT型およびK型の2台を試作した。

同一要求仕様から出発し、ともに要求仕様をほぼ満足しているにもかかわらず、両者は走行・切断の機構、外形など

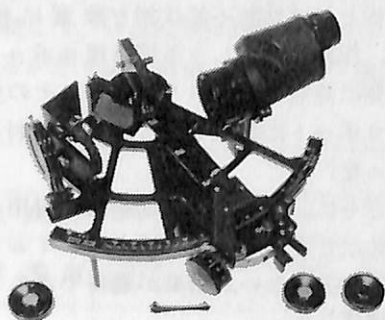
あらゆる面で下表に示すように著しく異なったユニークなものとなった。

T、K両型式の切断用ロボットの自動走行性能、自動切断性能、および自動走行切断性能について工場実験を行なった結果両型式の基本的特徴が調査できた。また両型式とも要求仕様に対しては期待どおりの性能を発揮した。今回試作した切断用ロボットはそれ自体適応制御機構を持つ独立した装置として実用に供するものではあるが、さらに自動走行装置が各ステージにおけるセッティング作業の適応制御化、また自動切断装置がガス切断ステージ全般の適応制御化のワンストップとなることを期待したい。

また本年度は切断作業の適応制御を念頭におき、ガス切断ステージに焦点をしばってその制御因子と制御因子間の相互関係とを詳細に調査分析した。

昭和49年度は、ガス切断ステージの適応制御化を進めるため、予熱炎の自動調整、ピアシング時期の検出、切断速度の自動調整を対象として適応制御に必要な

精度を誇る 印の航海用六分儀



Cat No. 636 MS-2

玉屋航海用六分儀は四十年にわたる経験と卓越せる技術、精選した材料とによって製造したもので、測角精度はもとより反射鏡、シェードグラスの優秀なこと、構造の堅牢なことは定評のあるところです。

分度目盛、 $-5\sim 125^\circ$ 1° 目盛
マイクロメーター $1'$ 目盛
単眼鏡 $7\times 35\text{m.m.}$

登録  商標 株式会社 玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4-4-4
(和光裏通り)
支店 大阪市南区順慶町4-2
工場 東京都大田区池上2-14-7

電・(561) 8 7 1 1 (代表)
電・(251) 9 8 2 1 (代表)
電・(752) 3 4 8 1 (代表)

T型およびK型切断機の機能比較

		T 型	K 型
走行装置	け 巻 き 線	チョーク (線幅平均 8 mm)	け巻き線または白色テープ (線幅平均 2 mm)
	誘 導 方 式	無誘導区間は直進, 停止, 最終停止マーク識別	全区間誘導, 減速, 停止, 最終停止マーク識別
	駆 動 方 式	3 輪車方式で前輪が駆動と操舵, 後 2 輪は従動	自動切断機台車を利用し前 1 輪が操舵, 後 2 輪が駆動
	走 行 速 度	無誘導 8.8m/min 誘導 1.2~6.9m/min	早送り 減速後
	制 御 装 置	搭 載	分 離
切断装置	円 切 断	従来の円切断機を改良 50~400 mmφ	極分解方式のシミュレータ利用 50~400 mmφ
	ピアシング	自動ピアシング後円周に直角に入る。	自動ピアシング後うず巻き状に円周に入る。
	切断不能検出	フォトランジスターにより輝度変化検出	フレーム電圧低下により検出
	走行用センサーとの関係	切断中心と約 700mm のオフセットあり	・断中心と一致

制御因子とそれらの評価量について具体的に研究し, 適応制御機構の試作をおこなう予定である。また本年度に試作した切断用ロボットについては平鋼や形鋼のホール切断機としての専用化, だ円切断の機構追加, 運搬しやすい構造への改良などを研究する。

実験にはいたらなかったが, 曲げステージについても適応制御に必要な制御因子と評価量について若干の考察を加えたいと考えている。(谷)

船用ディーゼル機関燃焼室壁部材の強度設計法に関する研究

研究部会: S R136 (部会長 藤田秀雄氏)

近年, 船用ディーゼル機関の出力は飛躍的に増大しつつあるが, その性能向上に対する要求とともに信頼性, 耐久性についての要求もますます厳しくなっており, これらの要求に応じるためには機関の燃焼室壁部材などの強度設計法を確立する必要がある。

ところで, 最近の応力測定技術の進歩および電算機使用による応力解析法の発達によりディーゼル機関各部の作用応力の推定もかなり確実なものとなってきた。従来, 本会第

100 研究部会 および第 113 研究部会においてもピストンクラウン材について重畳疲労試験を実施し, 重畳波形下の疲労強度に関して多くの知見を得ることができたが, シリンダカバー, シリンダライナ, 排気弁などの燃焼室壁各部材については不明確な点が多く, また, ピストンクラウンについても残された問題点がある。

そこで, 本研究は 3 年計画をもって船用ディーゼル機関燃焼室壁各部材の実働条件下における挙動を明確にし, 強度設計法を確立することを目的とするものであって, 第 2 年度は次記 5 項目の研究を実施した。

(1) シリンダカバー材の熱疲労強度評価の研究

中小型ディーゼル機関のシリンダカバーは形状が複雑なために鋳鉄系材料が使用されることが多いが, その熱疲労強度は性質が複雑なために評価の方法に問題があり, 試験片による熱疲労試験結果から選択した材質の優劣と, 実際の機関における優劣とは異なってくる場合が報告されている。このことは鋳鉄系材料を実機に使用するための選択にあたって, 材料そのものの強さだけでなく, 熱伝導係数, ヤング率, 熱膨張係数等の物理定数を

も考慮する必要がある。そこで、「熱疲労強度係数 L_{th} 」を定義し、材質選定のための総合評価の方法を、普通鑄鉄、普通鑄鋼、ノジュラ鑄鉄について、試験片での低サイクル疲労試験およびシリンダカバー模型の熱疲労試験により検討した。

その結果、シリンダカバーの肉厚を同じにすると普通鑄鉄とフェライト系ノジュラ鑄鉄は熱疲労強度に大差がないこと、ガス圧に対する疲労強度を考慮した肉厚での熱疲労強度は次の順であることがわかった。

パーライトDCI > SC > フェライトDCI > (パーライト+フェライト)DCI > FC

したがって、従来シリンダカバーに使用されているフェライト系ノジュラ鑄鉄よりパーライト系ノジュラ鑄鉄の方が熱疲労強度が優れていることがわかったので、北洋冷蔵運搬船2隻に搭載して強度比較確認のため実船試験を行なった。

(2) 燃焼室壁部材の疲労寿命の研究

燃焼室壁部材には熱応力に機械的応力が重畳した重畳波応力が作用するが、本研究では、従来の研究成果にさらに基礎資料を蓄積するとともに、高温での重畳波形下の挙動および温度変動の効果について検討するため、Cr-Mo 鑄鋼の平面曲げおよび引張圧縮疲労試験を常温と300℃で行なった。その結果をまとめると次のようになる。

正弦波単独の実験に対して、

- 1) 板厚3.5mmの平面曲げ疲労試験の結果では常温から300℃、500℃となるにつれて破断繰返し数は低下するが、疲労限の間に大差が認められなかった。
- 2) 引張圧縮疲労試験結果では破断繰返し数では常温と300℃では大差が認められない。この結果を平面曲げと比較すると引張の場合の疲労強度は平面曲げより低下し、S-N線図の勾配はゆるやかになる。

片振り正弦波の実験に対して

引張片振りで行なったが、300℃では常温より破断繰返し数が短くなるが、S-N線図の勾配は300℃がゆるやかにな

る。

重畳波形下の実験に対して

- 1) 重畳波〔A〕の実験では引張圧縮 $m=0.3, 0.5$ の寿命低下は認められず、材料のばらつきの範囲にはいる。 $n=100$ の結果では相対的にみて平面曲げでの寿命の低下は引張圧縮に比して大きい。
- 2) 重畳波〔B〕の実験では温度一定の場合と温度変動した場合とで破断繰返し数で差異は認められない。
- 3) $m-\alpha$ で重畳波〔A〕の実験結果を整理すると、平面曲げの結果はAB線にほぼのるが、引張圧縮の結果はAB線より長寿命側となる。

なお平面曲げの結果は前年度の結果と同一である。

- 4) 重畳波〔A〕の β の値は、ばらつきはあるが、平面曲げと引張圧縮ともに $\beta=0.3\sim 0.8$ の値の範囲に入る。なおこの結果は前年度の板厚3.5mm、4.0mmの平面曲げの結果とかわらない。一方 β の値は m が大きくなると大きくなる傾向である。

- 5) 重畳波〔B〕の β の値は $m=0.3$ の引張の場合を除いてみると平面曲げ引張圧縮ともその値を計算できる。しかるに $m=0.3$ の引張の結果は、一次波の破断寿命が正弦波単独の寿命より長くなるので前記のような計算ができない。

- 6) さらに実機の寿命を推定する一方法を述べ、計算寿命と実寿命を比較した結果かなり良い一致をみた。

(3) 触火面部材の破損の研究

- (a) 触火面部材の破損に及ぼすクリープの影響

ディーゼル機関の燃焼室壁部材のうち燃焼ガスにさらされる触火面部材の損傷に及ぼすクリープの影響を調べるため、本年は主として球状黒鉛鑄鉄(FC D45)について短時間クリープ破断試験と500℃の定応力高温疲労試験を行ない、主として保持時間の効果を調べた。その結果以下のことがわかった。

- 1) 損傷は時間依存性型である。すなわち疲労損傷効果は少ない。
 - 2) 時間依存性型損傷を破断時間をもとにする累積クリープ損傷モデルで説明しようとしたが、満足すべき結果は得られなかった。
 - 3) 歪をもとにする累積クリープ損傷モデル（1サイクル毎のクリープ損傷がサイクル数で変化するので複雑で実用上からは望ましくない）を検討する必要がある。
 - 4) 時間依存性型損傷を雰囲気（大気）による酸化劣化作用と考えて検討する必要がある。
 - 5) 平均応力のある定応力高温疲労試験においては平均応力の補正を修正グッドマン線図を用いて行なうことはむずかしい。
 - 6) 500℃、600℃の高温域におけるごく短時間のクリープ破断試験の場合も、結果は Larson-Miller パラメータ表示で整理できる。
- (b) 排気弁の寿命に影響を及ぼす伝熱条件の検討
- 主としてガス吹きぬげによる排気弁シート面の焼損を対象に、排気弁損傷過程における伝熱条件の役割を解明するため、本年度は切欠き弁の温度測定、損傷弁の温度計算、および干渉計による細隙流れ実験を行なった。

排気弁シート部に人為的に溝をつけ吹

きぬげを生じさせた排気弁および弁座の温度測定において（溝寸法は $2 \sim 8 \times 0.1 \text{ mm}^2$ ）計算によれば 40° から 100°C 程度の温度上昇が予測されたが、熱電対断線により弁側の溝部温度測定はできなかった。しかしながら銀ろうの焼損がみられ大きな温度上昇があったものと思われる。一方弁座側では 60°C の温度上昇が溝寸法 $8 \times 0.1 \text{ mm}^2$ に対し測定された。

干渉計による細隙流れ実験は定量測定のための予備実験を行なった段階であるが、平行壁および弁・弁座模型を用いて、シート細隙間の流れおよび弁開時の流れに関する定性的な知識を得た。

なお、これまではガス吹抜けによる排気弁の時間平均温度上昇を扱ってきたが、焼損現象には平均温度の上昇のみならず、サイクル中の高温ガスもれによる瞬間的な温度上昇の検討が必要である。

(4) 燃焼室壁部材の実働波疲労の研究

ディーゼル機関燃焼室壁部材の正確な寿命推定を行なうための一要素として実機における応力状態を考慮した実働波形による疲労の解明が必要であるので、実船計測により得られた負荷変動パターンにもとづき図1に示す疲労試験用応力波形について引張圧縮疲労試験を行なった結果、次のことが明らかとなった。

- 1) 1次波単独の両振り疲労試験結果はほぼ1本の直線で表わされ、波形効果、速度効果は認められなかった。

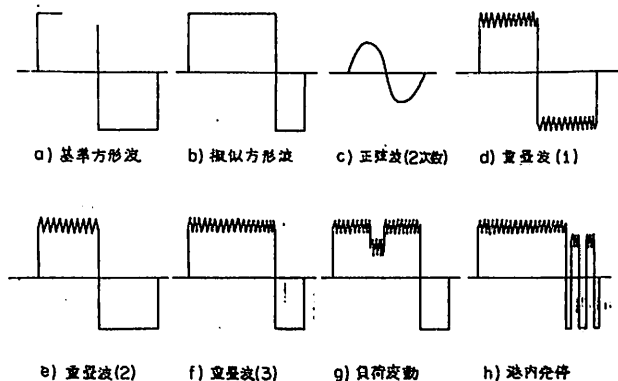


図1 試験波形

- 2) 重畳波形 e), f) 下の疲労寿命は全応力振幅よりも引張側の最大応力と関連があり, $n=570$ 以下で $m=0.7$ 以下では σ_{\max} を振幅とする 1 次波単独の両振寿命に近く, 従来言われている重畳効果は明確に現われなかった。
- 3) $\sigma_{\max}=40 \text{ kg/mm}^2$, $m=0.25$ で行なった重畳小波数の影響では $n=570$ 以下ではこれによる影響は明確に現われず, $N\sigma_{\max}$ に対する寿命比で $1 \sim 4$ となったが, $f_2=3,600 \text{ cpm}$ で重畳小波数 n を 10^5 回まで増加させた場合には両対数で表わした $n-\alpha$ の関係において α は n の増加とともに直線的に低下し, m の小さい領域でも重畳小波数の影響が大きいことを示した。
- 4) レンジ法による応力換算方法は完全重畳波形 d) および波形 e) で 2 次波の影響が大きいところではよい推定を与えるが, それ以外については長寿命側の推定となる。
- 5) 航海中の負荷変動波形および港内発停波形下の寿命は, 特にこれらの変動応力が大きくないかぎり定常状態の最大応力によって決まる。
- 6) 全応力設定パターンでは重畳小波数の影響が, 単純な重畳波形におけるよりも大きくなることが予想される。
- (5) 燃焼室壁の清水冷却面における腐食疲労の研究
- (a) ボイリング腐食低サイクル疲労試験
- 大型ディーゼル機関では腐食疲労強度が問題となり, とくに最近の高出力化に伴って熱負荷が上昇し冷却伝熱面は沸騰していることが考えられる。沸騰をおこなっている状況下での腐食疲労強度は定性的にとくに強度低下が考えられるので, 10^5 サイクル破断までの低サイクルボイリング腐食疲労試験を実施した。
- 試験は 10^5 サイクル破断の領域まで行なったが, 水中の腐食疲労強度と大差なかった。ただし試験片表面が腐食により非常に荒れているので, 腐食疲労強度と

して通常問題にされる $10^7 \sim 10^8$ サイクル破断の領域では大きな強度低下が予想される。従って昭和49年度研究として, ボイリング高サイクル疲労試験を実施する予定である。

(b) 両振り平面曲げ腐食疲労試験

中速機関のシリンダヘッド製造に使用される鑄鉄 (FC25) と共金で, 肉厚 20 mm の円筒状の供試体を試作し, 肉厚 10 mm , 平行部長さ 20 mm および平行部幅 60 mm の試験片を切出して, $200 \text{ kg} \cdot \text{m}$ シェンク式疲労試験機による両振り平面曲げによる疲労試験を行なった。試験条件は試験速度 2 および周囲条件 3 の計 6 条件であった。

大気中の実験では疲れ限度 11.5 kg/mm^2 がえられ, この値は素材の引張強さの 0.38 倍であって, 文献の値の下限に近いが, 試験片の寸法効果が関係しているものと思われる。

加熱純水中の実験では 10^7 時間強度は 10.0 kg/mm^2 であって大気中の疲れ限度の 0.87 倍に相当する。 5×10^5 までの実験においては, その時間強度は大気中のそれにくらべて遜色ないか, または多少よい傾向を示す。試験後の試験片表面は試験時間の長いほど粗面化していた。

インヒビタ添加加熱純水中の実験では 10^7 時間強度は 10.0 kg/mm^2 を示し, また 10^8 以下の時間強度は低い値となった。S-N 曲線は腐食疲労の形態をとるが, 10^6 以下で大気中の挙動を, また 10^6 以上では腐食下の挙動を示すものと思われる。

試験速度の影響はこの実験では明らかでないが, 腐食の進行またはインヒビタの被覆効果を実験するためには長週期が必要と思われる。

(c) 回転曲げ腐食疲労試験 (1)

小野式回転曲げ疲労試験機を用いて Cr-Mo 鑄鋼の常温水中および 90°C 温水中の腐食疲労実験, インヒビタ投入実験をあわせて行なった結果, 以下のような

ことが明らかになった。

- 1) $f=3400$ cpm の $N=10^7$ における疲れ強さは空中疲れ限度 25.5 kg/mm^2 に対して常温水中では 20.4 kg/mm^2 , 90°C 温水中では 18.8 kg/mm^2 に低下する。
- 2) 90°C 温水中での, $f=110$ cpm の $N=10^7$ における疲れ強さは, 14 kg/mm^2 であり, 空中の疲れ限度の約55%にまで低下する。
- 3) インヒビタを投入すると, 常温水中, 90°C 温水中ともに疲れ強さは上昇し, その上昇率は常温水中の方が高い。すなわち, インヒビタ効果の温度依存性(腐食環境依存性)が見られる。
- 4) インヒビタの効果は高応力側よりも低応力側で著しく, 応力依存性があるとともに, 応力繰返し速度すなわち時間依存性も同時に有する。
- 5) インヒビタ投入によるある任意の繰返し数 N における疲れ強さ上昇率 K は

$$K=A\sigma_a t_n$$

のように定義すると繰返し速度応力に無関係にある程度推定可能である。

(d) 回転曲げ腐食疲労試験 (2)

小野式回転曲げ疲労試験機を用い 88°C の温水中およびインヒビタ 4000 ppm 添加の温水中で, 回転速度を 170 rpm および 1700 rpm として回転曲げ腐食試験を行ない, 次のような結論を得た。

- 1) 温水中の腐食疲れ強さは回転速度に依存し, 1700 rpm および 170 rpm での 10^7 回強さは, それぞれ, 大気中の約80%および65%に低下する。
- 2) インヒビタを添加すれば, 疲れ強さは改善され, 疲れ限度は, 大気中のそれと, ほぼ同程度に回復する。回転速度には依存しないようである。
- 3) インヒビタ添加の場合, 試験後の試験片表面には, 錆は発生していない。インヒビタ 4000 ppm の添加によって, 十分防食されていると思われる。

(潮田)

海外事情

タービン主機プラントのコンピュータ・コントロール

数年前にわが国では“超自動化”を呼称して, 数隻のコンピュータ搭載タンカーが就航したが, タンカー運賃暴落の昨今, 国内船主はコンピュータどころではない有様である。

ノルウェーでは, 1970年以来, ノルウェー造船研究協会とメーカーの共同により継続的に研究が続けられ, 1974年秋には $286,000 \text{ DWT}$ 型 VLCC “SONGA” の Stal-Lavol 34,472 SHP スチーム・タービン推進プラントに Norcontrol 社の “Deta Chief Turbine” システムが搭載され, 安全性と信頼性の向上とメンテナンス・コストの節約に大きな期待が持たれている。(S&SR marine week '75 2月7日号)

Norcontrol 社の船用コンピュータ開発プロジェクトは, 1970年に衝突予防および総合航海システムとして, “Deta Bridge” が開発され, 1972年にはディーゼル主機関用に “Deta Chief Diesel” が発表された。これに続き, 前記の “Deta chief Turbine”

システムが “Songa” に実用化されたのである。

本システムは, コンピュータ・システム・ダウンの場合でも, 航海中は機関士1名, 出入港時は機関士と操機手各1名で主機操縦が可能であるようバックアップ警報とコントロール・ループが用意されている。モニタリングとコントロール機能の主なものは次の通りである。

- 1) 機関室無人化のための警報システム
- 2) ボイラ・コントロール。特にオーバーシュートとコントロール追従速度をモデルシュミレーションおよび3隻の実船試験の結果改善した。
- 3) リモート・タービン・スロットル・コントロール。起動準備, ウォームアップ, マニヴァリングと航海, フィニッシュ・エンジンの4モードで完全にコンピュータ・コントロールされる。
- 4) コンディション・モニタリングとトレンド解析。炉壁を含むボイラー, スーパーヒーター, エコノマイザ, エアヒーター, タービン, 給水ヒーター, 主コンデンサ, 給水ポンプ, スターンチューブなど, 広範囲のセンサーによるコンディション・モニタリングを行ない, 経年傾向解析を行ない, 事故の事前予知防止, 修理費の削減, 稼働率の向上を図るべく考慮されている。

小型漁船の船型研究の現状と問題点

小 林 務

まえがき

昭和42～43年頃から急速に建造実績が伸びはじめたFRP製小型漁船は、昭和48年末には総数約29,000隻に達し、総トン数20トン未満の漁船総数の約1割に及んでいる。しかも、これらFRP漁船の内5トン未満船がその大多数を占めている。

このようなFRP漁船急増の背景には、開発当初漁業者の間に最も疑念をいだかれていた構造強度の面について、その後の研究の進展と次々に建造される実績等によってFRP漁船の優れた面が認識されたこと、また、一方においては木造船用材の不足と建造技術者の減少等の社会環境も加わったことなどが考えられる。

また、FRP船の特徴として木造船に比較して構造強度が強く、腐蝕せず、耐用年数が長く、しかも、軽量のため高速化が可能であることなどが挙げられて売り込まれているが、最近では高速化に焦点がしぼられてFRP漁船が建造される傾向が非常に強いので、これに対応すべく船型研究や船型改良のための種々の試みが行われている。

小型漁船のFRP化に伴う船型研究には、船の安全のための復原性能研究がまず必

要であり、この許容範囲内容で推進ならびに耐航性能等の追求が必要であるが、ここでは推進性能関係を主体とした船型研究の動向に重点を置いて述べることにする。

I 小型漁船の現状

1. 小型漁船の現有勢力と船型研究対象船のクラス

20トン未満の動力漁船の年度ごとの総数の推移を漁船統計表から拾うと、第1表の通りである。

即ち、昭和48年末には海水動力漁船の総計は約298,000隻であるが、この内20トン未満のクラスは約288,000隻を占め、さらにこの内約270,000隻を5トン未満のクラスが占めている。

なお、第2表(次頁)には漁船の10年間の年間建造実績を、第3表にはその総計の推移を示している。

FRP漁船は昭和42、3年頃から急速に建造隻数が増加し、昭和48年末には約29,000隻に及ぼうとしている。これらはほとんどが20トン未満であり、このクラスの漁船総数の約1割がFRP化されたことになる。また、FRP漁船の内では5トン未満クラスが大部

第1表 海水動力漁船の推移

年次	トントン数区分		トントン数区分					(淡水総計)		海水・淡水 総計 隻数
	隻数	総トン数	0～4.9T	5～9T	10～14T	15～19T	20～29T	隻数	総トン数	
昭和46年	276,903	2,464,037	250,081	9,395	4,255	3,266	855	5,679	7,062	282,582
47年	287,918	2,538,827	260,203	9,919	4,344	3,415	706	6,291	7,763	294,209
48年	298,429	2,639,709	269,960	10,372	4,410	3,486	590	6,188	7,451	304,617

第2表 FRP 動力漁船（淡水用含む）年次別トン数階層別建造隻数

年次	トン数区分		階層別						
	隻数	総トン数	0~0.9T	1~2.9T	3~4.9T	5~9T	10~14T	15~19T	20T以上
昭和39年	15	14.95	12	2	1				
40年	9	10.11	7	1	1				
41年	38	66.87	16	15	5	2			
42年	141	329.63	47	74	11	3		6	
43年	505	980.29	239	195	49	13	1	6	2
44年	1,098	2,258.57	549	366	141	15	3	20	4
45年	1,662	4,099.43	608	655	304	52	10	25	8
46年	5,031	9,881	2,482	1,601	718	100	46	21	13
47年	7,942	20,235	2,351	3,412	1,789	230	80	58	22
48年	12,302	32,901	3,573	4,960	3,147	368	121	91	4

第3表 FRP 動力漁船の推移（淡水用含む）

年次	トン数区分		階層別						
	隻数	総トン数	0~0.9T	1~2.9T	3~4.9T	5~9T	10~14T	15~19T	20T以上
昭和46年	8,503	17,648	3,962	2,910	1,281	185	60	78	27
47年	16,445	37,883	6,313	6,322	3,070	368	140	136	49
48年	28,747	70,785	9,886	11,282	6,217	783	261	227	91

分を占めており、沿岸小型漁船の主力である3~5トン型クラスが6,200隻を超えているが、この漁業種類の内訳は一本釣り、採介藻、刺網、底曳網の順位の勢力となっている。3トン未満のクラスでは採介藻が圧倒的に多く、続いて一本釣り、刺網の順位の勢力となっている。

小型漁船の勢力分野は以上のようになっているが、3~5トン型漁船が沿岸漁船の中心勢力であり、また、最も高速化の進んだクラスでもあるために、船型研究の対象として採りあげられる場合が多い。したがって以下に述べる研究の対象クラスも3~5トン型が主体となっている。

2. FRP化に伴う高速小型漁船の出現

FRP漁船の建造当初には、船体重量が木造船に比較して軽量となるために、船型の選定を誤り、中には従来からの木造船の船型を使用するなど設計らしい設計のないまま建造された例が多い。その結果として吃水が浅過ぎ、特に底曳網漁船などではプロペラ深度が浅くて使えないため、止むを得ず、大量の船底バラストを搭載必要吃水はとったが、ローリング周期が短か過ぎて漁船としては使用で

きなかったなどの失敗例をよく見聞した。また、船体外板はFRP化により軽くなるが、ビーム、甲板、上部構造物等は木造船に近いものが多いので、全体の重量重心の高い船が出来たり、或いは軽い船体に重量増加の傾向のある省力化のための漁撈機械を搭載して全体の重心が高過ぎる船が出来たりした例が多かった。

このような例は何れもFRP船が軽量である特性を使いこなせなかった結果であるが、この特性は高速を出すためにはきわめて有利なことは事実であり、大手メーカーを中心に高速小型漁船の船型開発が盛んに行われ、一方ではエンジンの高速化により軽量小型で大出力のものが次々に開発され、漁船に採用されるようになったことも加わって、5トン型の一本釣り漁船では17~18ktの漁船が次々に現われ、まき網漁業用の魚群探索船（魚探船）などは27~28ktの船が多く、中には30ktを超える船も建造されるに至っている。

これらFRP漁船の推移を速力の面から整理すると、従来からの木造船の引継ぎとしてどちらかといえば排水量型で $F_n = V \sqrt{L \cdot g}$ が0.4以下のものから次第に高速化され、現在では $0.4 < F_n < 0.8$ の半滑走型が普通であ

り、中には滑走型で F_n が 0.8 以上の船がある。

したがって、船型研究の対象とする漁船のクラスは 3~5 トン型で、速力は $0.4 < F_n < 0.8$ 半滑走型が主体となる。

3. 船型の混迷

上記のように一部の大手メーカーを中心に高速漁船の開発が行われているが、一般には見よう見まねで高速化が行われているのが現状であり、その船型も試行錯誤を重ねて改良されているので、長い年月の間には経済的な良い船型に近づくことは考えられる。しかし、この間の投資額を国全体として見れば莫大なものとなり、また、FRP 船は耐用年数が永いので、過渡的に建造された悪い船を、永い間使用しなければならぬ漁業者の損失等を総合的に考えると放置出来ない大きい問題であることがわかる。

II 小型漁船の高速化に対する研究の現状

1. 研究の方向

FRP 漁船の高速化に対応する研究の方向としては次の 3 通りが考えられる。

イ) シリーズテスト

シリーズ模型船による抵抗試験を広範囲にしかもきめ細かく行うことが理想であるが、現実には莫大な経費と時間と労力を必要とするので、ある範囲内に限定されたものにならざるを得ない。しかし、この結果によって性能の大綱を掴むことが可能である。

ロ) 小範囲内の研究

例えばある漁業種類の漁船に限定して小範囲内の船型変化について水槽試験をきめ細かく行う場合であり、これにより現場からの要望に即応可能である。

ハ) 統計解析

これまでに蓄積された抵抗試験結果を統計解析して抵抗算定方式を作成し、計算で抵抗を推定しようとするものである。

2. 研究体制

1) 水産庁漁船研究室における研究

昭和25年に水産庁に漁船研究室が設置されて以来、小型漁船の船型研究のためには多大の時間と労力を費しているが、時代の推移と共に船型の変遷がはげしく、木造船の時代でも高速化の傾向があったため、その都度船型開発を行って来た。FRP 漁船が開発され始めてからは船型の変化が特に著しいので、これに対応すべく研究実施中である。

また、FRP 漁船研究会あるいはFRP 製船舶船型開発委員会(日本造船技術センター)への研究協力を行っている。

2) FRP 漁船研究会における研究

同研究会には昭和46年度から船型開発を担当する第6研究分科会が置かれ、主として小型漁船の長期計画としての船型研究や標準設計等を行っている。また、長期計画として沿岸小型漁船の有効馬力算定式の開発を目ざしているため、漁船研究室において蓄積した水槽試験成績をもとに統計解析の手法による算定式を作成中である。(内容については後述する)

なお、全国漁業協同組合連合会からの依頼によりFRP 漁船の船型開発事業に協力し、また、FRP 製船舶船型開発委員会(日本造船技術センター)の事業にも協力している。

3) 全国漁業協同組合連合会(全漁連)におけるFRP 漁船の船型開発事業

FRP 製小型漁船がほとんど群小造船所で建造されている現状では、船型不良が原因で性能の悪い船が多く存在している。したがって、このために直接の被害を受けている各地の漁業者の間から標準設計を望む声があがり、各地の漁業協同組合、各県の漁業協同組合連合会の組織を通じて全漁連にまでこの要望が強まった。このため全漁連は昭和47年度から事業計画としてFRP 漁船の船型開発を探りあげ、水産庁に施策強化の要望をしたが、水産庁内のこの要望に答える体制が整わないままに、その実行についてFRP 漁船研究会に依頼したので、当会の第6研究分科会が引き受けて船型開発を実施している、

4) FRP 製船舶船型開発委員会(日本造船技術センター)における研究

小型船舶工業会においては、小型造船所の技術向上のための技術指導と普及の目的で、昭和48年度から3か年継続の事業計画で、日本造船技術センターに依頼してFRP製船舶の船型開発が行われているが、対象船は20トン未満の漁船が主体である。

事業内容はシリーズ模型による抵抗試験を中心に、推進、復原ならびに耐航性能関係の諸試験研究を実施し、これらの結果に基づいて標準設計を行って、この成果をもって技術指導普及を計ろうとするものである。(内容の詳細については後述する)

5) 各造船所における研究

大手メーカーならびに群小造船所において独自に船型開発が行われているが、抵抗試験等の基礎資料に基づいた開発は通常行われていない。したがって、開発過程として建造さ

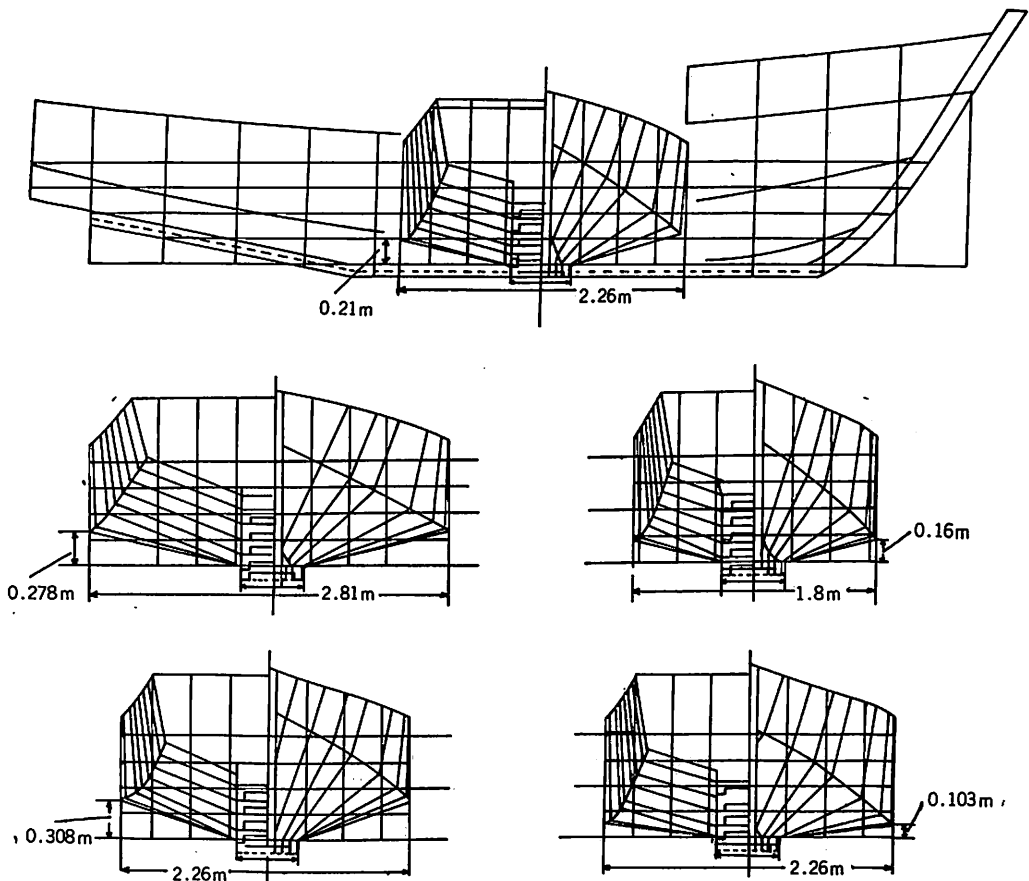
れた船が漁業者にあたえられ、次々と改良が加えられて行くケースが多いように観察される。

III 半滑走型漁船の研究

1. 小型漁船の抵抗試験結果の統計解析

漁船研究室において、過去20余年間に行われたハードチェーン型の小型漁船の抵抗試験結果(約150状態)をもとにして、 $F_n=0.5$ 以下について目下統計解析の手法による抵抗算定式を作成中であり、これまでに試算を終り、式の型、精度等について検討中である。

木造船時代の船については、水槽試験時には実用を若干超えた速度($F_n=0.4\sim 0.5$)まで実施したが、最近のFRP漁船については $F_n=0.7\sim 0.8$ まで実施している。しかし、資料としては F_n が0.5以下のものが大部分

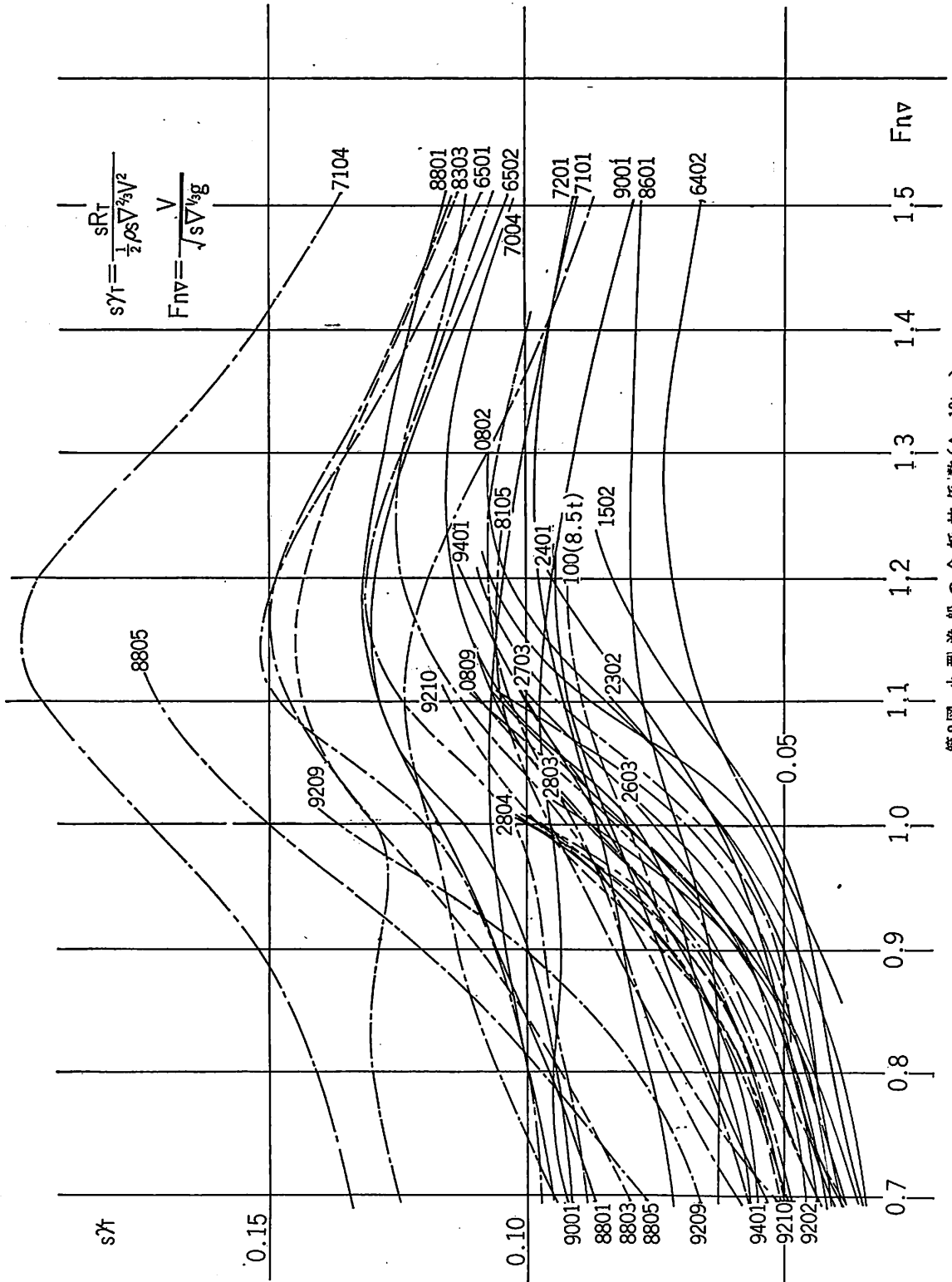


第1図「あかつき」シリーズ

であるため、統計解析の速力の上限は $F_n = 0.5$ 附近とならざるを得ない。

1) 主な抵抗試験

これまでに行われた抵抗試験のうち主なも



第2図 小型漁船の全抵抗係数 ($\Delta = 10\text{ton}$)

のは次の通りである。

a) あかつきシリーズ

昭和24, 5年代における関東地方の平均的な和船型漁船の船型を採用して建造された5トン型木造実験船「あかつき」を母型とする5隻のシリーズテストであり, 第1図にそのシリーズ模型を示している。

b) ちどりシリーズ

同年代における関東地方の平均的な和洋折衷型漁船の船型, すなわち船体前半部が丸型, 後半部がハードチェーン・トランサム型でスケグ式の船型を採用して建造された3.5トン型木造実験船「ちどり」を母型とする5隻のシリーズテストである。

c) 最近の標準型FRP漁船等

- 3.5トン型こんぶ採取船 (2種類)
- 4トン型ほたて貝採取船
- 7トン型瀬戸内海小型底曳網漁船
- 5トン型和歌山県一本釣 (曳縄釣) 漁船
- 5トン型大分県・長崎県一本釣漁船

$$\Gamma_T = \mu R_T / \frac{1}{2} \rho \nabla^{2/3} V^2$$

これら新旧漁船を含めて, 漁船研究室で実施した抵抗試験結果について, 総数21隻, 150状態 (漁船研究室においては排水量及びトリムをそれぞれ3種類変化させた9状態のテストを標準としている) について統計解析を実施中である。この解析を行うための前処理として, 各模型船の各試験状態の抵抗実測値を, シェンヘルの摩擦式を使用して排水量10tの実船の全抵抗係数に換算したので, 参考に供するため図表化したものが第2図の $F_{n\psi} - s_{RT}$ 曲線群である。

この図には各模型船について全抵抗係数の最大のものとして示しているの値は, この図の上限と下限の間に分布していると考えてよい。

$$\text{ここに } s_{RT} = s_{RT} / \frac{1}{2} \rho \nabla^{2/3} V^2$$

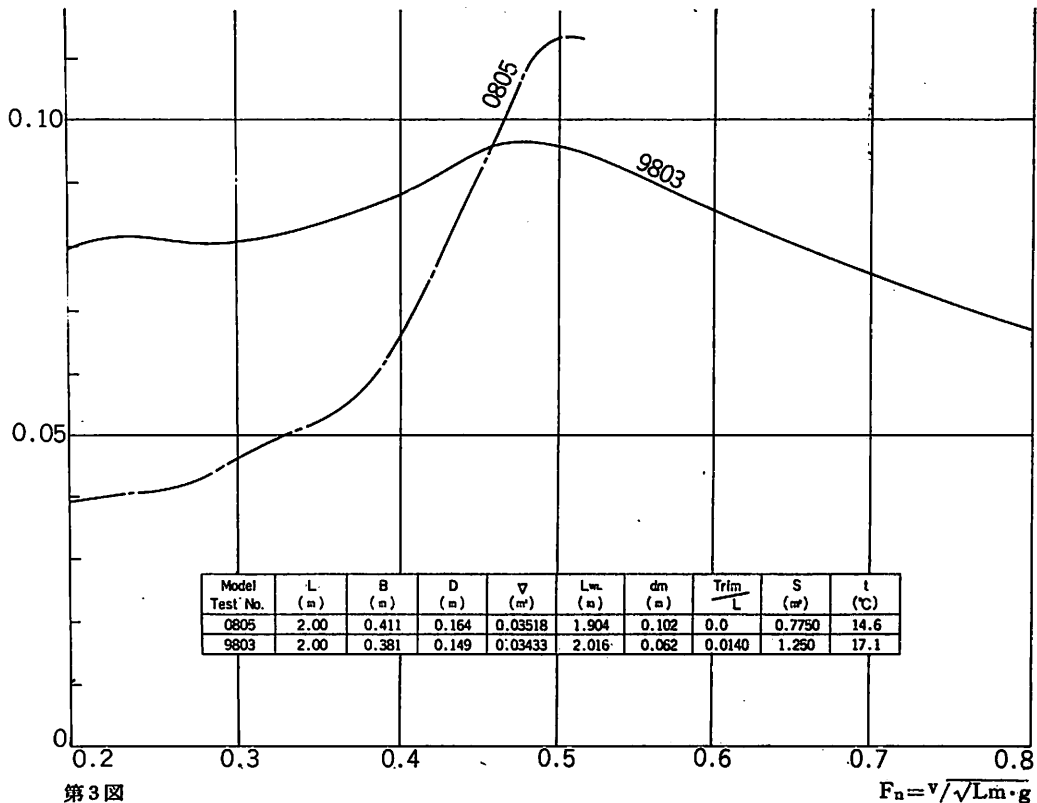
$$F_{n\psi} = V / \sqrt{\nabla^{1/3} g}$$

$s_{RT} \cdots \Delta = 10 \text{ t}$ の全抵抗係数

$s_{RT} \cdots \Delta = 10 \text{ t}$ の全抵抗 (kg)

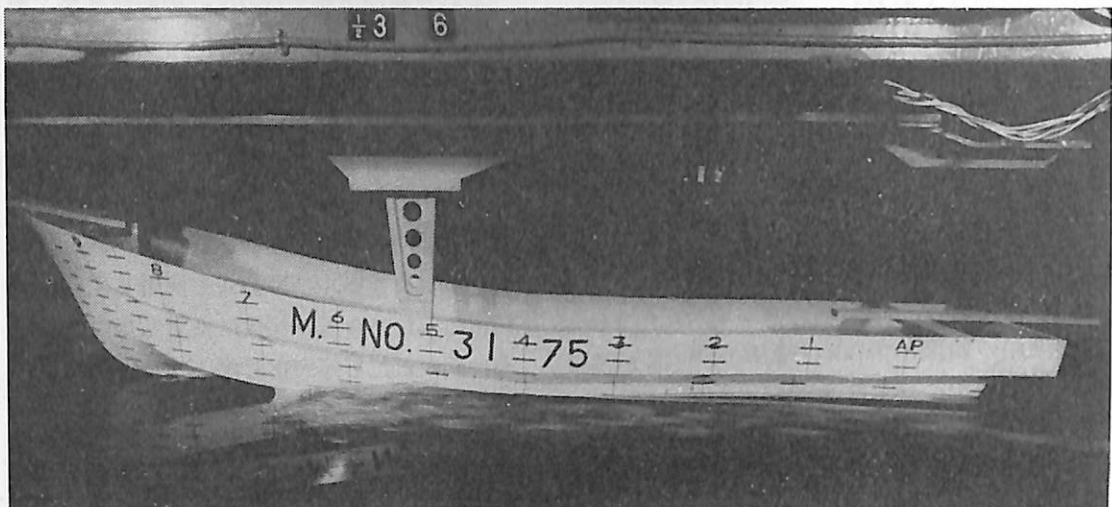
$\rho \cdots$ 海水の比重 $1.045 \text{ (kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4)$

$\nabla \cdots$ 排水容積 (m^3) $V \cdots$ 速度 (m/s)



第3図

$$F_n = v / \sqrt{L_m \cdot g}$$



第4図 和歌山県一本釣漁船の抵抗試験 ($F_n=0.8$, 約17ノット)

$F_{n\Delta}$ … Δ ベースのフルード数

g …重力の加速度 (9.8m/s^2)

第2図に示すように、 $F_{n\Delta}$ の全域にわたって全抵抗係数のばらつきが非常に大きいことがわかるが、 $F_{n\Delta}=1.0\sim 1.2$ ($F_n=0.40\sim 0.53$)をねらって考えられた船型と、 $F_{n\Delta}>1.2$ をねらった船型との基本的な船型の相違によって抵抗特性が著しく異なっていることがうかがえる。例えば、各曲線の見出しに使用している数字例として0809のはじめの2桁は模型番号を、次の2桁は試験状態の番号を示しており、和船型シリーズは模型番号8, 14, 15, 23, 24であり、また和洋折衷型シリーズは19, 25, 26, 27, 28であって、これらは木造小型漁船の船型をカバーしているものと考えられ、比較的幅のせまいベルトに納まっている。その他の大部分の模型船は新しい高速型のFRP漁船であり、若干数の高速艇型の実務艇が含まれているが、全抵抗係数の模様は低い $F_{n\Delta}$ で高く、高い $F_{n\Delta}$ で低い値を示している。

第3図には新旧の船型の模型船の全抵抗係数の一例を比較のために示した。

0805は和船型実験船「あかつき」の半載状態であり、9803は和歌山県的一本釣漁船の常用状態であつて、両者とも $L_{pp}=2.0\text{m}$ の模型であり、排水量はほぼ等しい。なお、9803

は幅はせまいが、側面積の大きなスケグを持った船型である。

また、第4図には9803の抵抗試験時の写真を示している。

2) 統計解析の方法の概要

a) 船型要素の選び方

$F_{n\Delta}$ の領域が排水量型の領域 $F_{n\Delta}<0.9$ ($F_n=0.35\sim 0.40$)から $F_{n\Delta}<0.9$ の半滑走型までにわたっているので、船型要素としては排水量型用のものにハードチェーン、トランサム型として効果のあると思われるものを加え、さらにスケグの影響も考慮した。

その主なものは次の通りである。

$L/\Delta^{1/3}$ …水線長・排水容積比

$BCT/\Delta^{1/3}$ …トランサムのチェーン幅・排水容積比

$BC/\Delta^{1/3}$ …チェーン幅・排水容積比

$TT/\Delta^{1/3}$ …トランサムの吃水・排水容積比

L/BC …水線長・チェーン幅比

BC/T …チェーン幅・吃水比

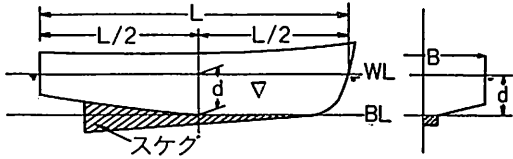
C_p …プリズマ係数

$C_{L/2}$ … $L/2$ における横断面係数

LCB … $L/2$ からの浮心位置・水線長比

$1/2\alpha_E$ …水線の半幅入射角

α_{BS} …船尾の $1/4$ 幅のバトックライン



第5図 船型要素の定義

L: 水線長さ。B: 水線幅。d: 吃水 (スケグを含まない)。∇: 排水量容積 (スケグを含まない)。ただし、抵抗試験及び解析にはスケグを含めた排水量容積を使用した。\$C_B = \nabla / L \times B \times d\$

と水線とのなす角

\$\alpha_k / A_L / 2\$... L/2におけるスケグ面積と横断面積比

\$\beta\$... スケグ底面の水線とのなす角

\$LS/L\$... スケグ長さ・水線長比

\$LL/L\$... 和船型トランサム後方長さ・水線長比

b) 統計解析の手法

各 \$F_{n_v}\$ ごとの全抵抗係数は

$$s_{RT} = f(L/\nabla^{1/3}, BCT/\nabla^{1/3}, BC/\nabla^{1/3}, \dots) \dots\dots(1)$$

で表わされるものとして次のテーラー展開した多項式を、抵抗試験を実施した状態数だけ考える。

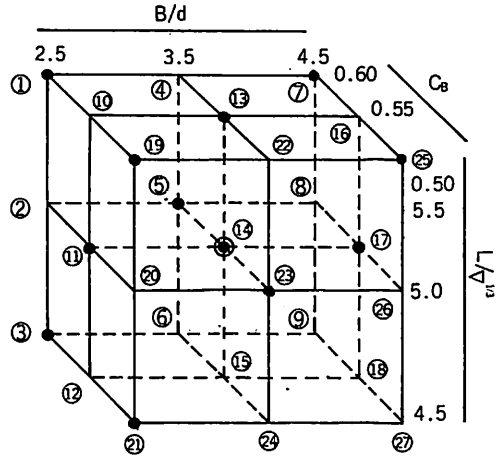
$$s_{RT} = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \dots + a_i X_1^2 + a_{i+1} X_2^2 + a_{i+2} X_3^2 + \dots + a_j X_1 X_2 + a_{j+1} X_1 X_3 + a_{j+2} X_2 X_3 + \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{ここに } X_i = \frac{\xi_i - \bar{\xi}}{\sigma} \times k \dots\dots\dots(3)$$

- \$X_i\$... 正規化した船型要素
- \$\xi_i\$... 任意の船型要素
- \$\bar{\xi}\$... 船型要素の母集団の平均値
- \$\sigma\$... " " の標準偏差
- \$k\$... 正規化のための係数

(2)式について重回帰分析することにより、回帰係数 \$a_0, a_1, a_2, \dots, a_i, a_{i+1}, a_{i+2}, \dots, a_j, a_{j+1}, a_{j+2}, \dots\$ を求めれば、全抵抗係数 \$s_{RT}\$ を求めることができる。

現在までの解析結果では \$F_{n_v} = 0.7 \sim 1.2\$ の回帰係数までは求められているが、計算値と実測値との誤差について詳細検討中であり、また、初期計画の段階では出来るだけ少い船



第6図 シリーズ模型

型要素で抵抗値を推定出来ることが望ましく、精度を落さずになお船型要素の数を少くすることが実用上要望されるので、これらの点についても検討中である。

2. FRP製船舶船型開発委員会におけるシリーズテスト

この事業計画では20トン未満の小型船（主力は漁船）を対象としてFRPのための船型開発を目的としており、シリーズテストが計画された。

1) 母型の選定及びシリーズ模型

20トン未満の漁船の中で、最も多い漁業種類の底曳網、延縄、刺網漁船等の資料を解析して平均的な船型要素を選んで母型とした。したがって \$L/B\$ が大きく、しかも高速な一本釣漁船や \$L/B\$ の小さなまき網漁船の資料はこれに含まれていない。

母型の要目は次の通りである。

水線長 L	14.00m
垂線間長 \$L_{PP}\$	12.75m
幅 B	3.10m
深さ D	1.15m
吃水 d	0.88m
船底勾配	11度
スケグ最大半幅	0.23m
速力	12kt
\$\nabla\$	21.70m ³ (スケグを含まず)
\$L/\nabla^{1/3}\$	5.02
\$L/B\$	4.516

B/d	3.50
C _B	0.544
C _P	0.634
C _M	0.874
LCB/L	5% (船尾)

シリーズ模型作成のための船型要素として第5図に示す定義に基づく $L/\nabla^{1/3}$, C_B , B/d の3要素を選び、それぞれの変化範囲を実績船の資料から選んで次の通りとした。

$$\begin{cases} L/\nabla^{1/3} = 4.5, 5.0, 5.5 & (\text{母型 } 5.0) \\ C_B = 0.50, 0.55, 0.60 & (// 0.55) \\ B/d = 2.5, 3.5, 4.5 & (// 3.5) \end{cases}$$

これら3要素の組合せでは27隻のシリーズ模型が出来るが、事業予算や試験研究の時間的制約等もあったので、現在及び将来においてFRP漁船として使用される頻度を考えて船型要素の範囲を限定して第6図に示す12隻とした。なお、模型船は抵抗試験を担当する水槽の性能の制約等から速度12kt相当を満足する模型船の水線長として1.8mとした。

2) 抵抗試験及び解析結果

抵抗試験状態はシリーズ模型を計画した満載状態のみでなく、統計解析の手法を用いて実船の全抵抗係数を算定する式を作成することになっているので、その精度の向上と適用される船型要素の範囲の拡大を計るために排水量変化ならびにトリム変化を各模型船5状態(100% Δ_F トリム0; 75% Δ_F トリム0, 2.5%, 5%; 50% Δ_F トリム5%)について抵抗試験を実施することとした。合計60状態の試験を日本造船技術センターで3隻、東

第4表 回帰係数の一例

Fnv		1. 2	
解析法		3次元	2次元
回 帰 係 数 ×100	a ₀	13.5140	13.7840
	a ₁	-18.0330	-17.7010
	a ₂	2.3007	2.3129
	a ₃	-1.3022	-1.3621
	a ₄	-39.1630	-37.0210
	a ₅	9.8921	12.0950
	a ₆	-0.3805	-0.9192
	a ₇	33.3410	34.6590
	a ₈	3.8615	4.3697
	a ₉	26.9930	27.7810

京大学で4隻、漁船研究室で5隻をそれぞれ分担して昭和49年12月末までにすべての試験を終了した。

解析については、昭和49年度はとりあえず各模型船の満載状態(トリム0)の12状態について前記の統計解析手法を用いて解析することにし、シリーズのベースとした $L/\nabla^{1/3}$, C_B 及び B/d の3要素のみを使用して、(4)式に示す回帰式を考えて解析を実施し、回帰係数 $a_0, a_1, a_2, \dots, a_9$ を求めた。

$$(s_{RT})_{22.5} = \frac{1}{100} (a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + a_4 X_1^2 + a_5 X_2^2 + a_6 X_3^2 + a_7 X_1 X_2 + a_8 X_1 X_3 + a_9 X_2 X_3 + \dots) \quad (4)$$

ここに $(s_{RT})_{22.5}$ …排水量22.5t (平均値) の実船全抵抗係数

X_1 ……正規化された $L/\nabla^{1/3}$
 X_2 …… // B/d
 X_3 …… // C_B

また、試験結果の解析は当初から形状影響係数Kを考慮した3次元解析法を考えていたので、試験は低速部分も入念に行い、解析も3次元と2次元の両者の解析法について実施して比較検討した。

回帰係数の1例を示すと第4表の通りである。

なお、昭和50年度には、60状態について船型要素も追加して抵抗算定式を作成することになっている。

3) 解析結果の考察

(4)式を使用した全抵抗係数の計算直と実測値を比較すると、12隻中の最大誤差は $F_{nv} = 0.4 \sim 0.6$, $1.0 \sim 1.2$ においては2%以内であり、 $F_{nv} = 0.7 \sim 0.9$ では3%前後である。従ってこの式を使用する場合に、母型に類似した船型でその船型要素がシリーズ模型の範囲内であれば、かなりの精度の全抵抗係数の推定が可能と思われるが、船型要素が大幅に異なる船型ではその精度は低下することが予想される。

また、3次元ならびに2次元解析法による(4)式を使用した計算直と実測直との誤差は両者とも同等であるが、両者の解析の相違に基

づく全抵抗係数の差は全速度範囲にわたって2次元解析法によるものの方が大きい。ただし、高速部ではその差は小さいので、2次元解析法による抵抗値の推定は実用上は安全側であり、計算も簡易化される。

IV 半滑走型漁船の船型研究上の問題点

1. 現状の使用実態上の問題点と研究方針

1) 速力の設計点と漁業経営の採算性との関係

小型漁船のFRP化に伴ない、船型の改良とエンジン出力の増大とが相まって高速を出すことは可能になったが、第2図に示すように従来の船型と最新の船型では使用する $F_{n\psi}$ が大幅に変わり、設計点とする $F_{n\psi}$ に適した船型を選ばなければ所要馬力は極端に大きくなるのがわかる。

設計速力は漁業経営の総合的な採算面から定められるべきものと思われるが、現実には造船所の販売競争のためか漁業者の間に無駄な競争意識を煽っている節が見受けられる。しかし次のような経営上の利点もまた認められている。

イ) 高速化により往復航行時間が短縮されるので、特に日帰り操業の場合には漁場滞在時間が延長されるため漁獲量が増大する。

ロ) 出港から帰港までの時間が従来と同じでも、高速化により従来よりも遠方の新漁場の開拓が可能となり漁獲量が増加する。

ハ) 市場への漁獲物の水揚げ順位は市場到着順に行なわれる場合が多いので、僅かな速力差でも先着した船は先に水揚げをして休養時間を充分にとることが出来、なお魚価の差にもつながる。

一方高速による優位性は自船が他船を凌いでいる間のみのものであり、他船も漸次に高速化されればやがて劣勢を託つことになり、ほんの一時的な優位に過ぎないとの考え方もある。したがって劣勢挽回のため耐用年数の永いFRP漁船を何年も使わずに手放し、再び新船建造のために投資するという循環を繰

返すことになる。このような現象は単に小型漁船のみならず、漁船一般に見られる傾向であり、長期的に見た漁業経営の採算面上からは不利であることは明白である。

2) 速力に適合した船型の選択

1)でも若干触れたが、船型は設計しようとする速力に応じて変えるべきであるが、高速用に開発された船型に小出力のエンジンを搭載すれば、高速時の利点の恩恵に浴することが少なく、低速時に払う損失はかなり大きくなる。逆に低速用船型に高出力エンジンを搭載すれば、馬力損失ばかり大きく所要の速力を出すことが不可能である。従って、速力に適合した船型の選択は採算上大事なことであるが、現状では必ずしもその選択が適切でないと思われる漁船が多い。

3) 採算性を加味した船型研究の方向

漁業種類ごとに漁業経営上の採算性を加味して経済的な漁船を開発することが研究の急務であると考えられる。

しかし、経営面の追求は非常に複雑でむづかしい問題を含んでいるが、解決を急がなければならない問題であろう。

従って省エネルギー化を掲げている今日の漁船については、まず経済的な船型の開発から着手しなければならない。

2. 船型研究面での問題点と研究の方針

1) 半滑走型船型の抵抗試験データの不足
漁船専用の試験水槽である漁船研究室の水槽設備は、老朽化して性能は低下する一方であるが、研究対象とする漁船はますます高速化されるので半滑走状態の抵抗試験が不可能であり、したがって統計解析をするに必要なデータ数が不足している。これに対処するために他の水槽に試験を依頼するなどの方法を講じてデータ集積に努力している。

また、FRP製船舶船型開発委員会において抵抗試験を行った12隻のシリーズ模型についても、 $F_{n\psi}=1.2$ 以上の高速部のデータがないために統計解析は不可能であるから、早急に高速部分の追加試験を実施することを熱望している。なお、このシリーズ模型は全国

平均的な母型を中心に変型したものであるから、 $L/\nabla^{1/3}$ の大きい船型は除外されたが、一本釣漁船やまき網の魚探船等はこの部類に属し、非常に高速であり、しかも隻数も多いので、この部分の試験を追加して抵抗算定式の範囲をこの方向に拡大する必要があると感じている。

また、現在は漁船研究室ならびにFRP漁船研究会及びFRP製船舶船型開発委員会でそれぞれ別個に抵抗算定式の作成が行われているが、近い将来には両者をまとめて更に船型要素の範囲の広い抵抗算定式を作成することも考えている。

2) 実船と模型船の相関についての研究

このようにしてFRP漁船の抵抗関係の追求が行われれば、近い将来には抵抗算定がかなりの精度で可能となるだろうが、実船の所要主機関馬力を精度良く推定するためには実船と模型船の相関関係の研究が必要となる。漁船研究室においてもこれに関しては僅かな資料しか持っていないが、これまでの実船馬力計測結果の解析の経験では、解析過程でプロペラ性能曲線を仲介してしかスラストが求まらないので、明快な結果が出てこないのが通例である。したがって、馬力とスラストを同時計測したデータを集積することによって、この点の解明が出来るものと考えている。

このためにはまずトルク・スラスト計の開発研究を急がなければならない。

3) 波浪中の復原・耐航性能ならびに構造強度の研究

小型漁船の場合の船型選定に当っては、復原性能を最優先に考えながら可能なかぎり推進性能を追求すべきであることは前述の通りであり、このために復原性能について十分な研究を行わなければならない。また、耐航性能についても高速化に伴ない従来からの経験と勘だけでは計り知れない面も出て来る上に、特に不規則波斜め追波中に危険度が最も高いと言われているので、波浪中の船体運動等についても転覆事故防止の見地から研究を急がなければならない。

また、構造強度の面についても高速化に伴

なう船首・船底部の波浪衝撃に対する局部強度が問題となって来ているので、耐航性能の研究と併行して早急に実施する必要がある。

むすび

高速化されているFRP漁船の船型研究の概要について紹介したが、いずれも未完成のものばかりであるために、その研究の動向についてのみの説明に終始せざるを得なかった。

また、抵抗算定式については解析を続行して完成を急がねばならないと考えている。

(水産庁海洋漁業部漁船研究室/主任研究官)

参考文献

- 1) 船型試験成績について、漁船研究技報第3号(昭和27年3月)
- 2) 小林：和船型の船型試験成績、漁船研究技報第11号(昭和33年1月)
- 3) 和船型実験船「あかつき」の海上実験成績について、漁船研究技報第3号(昭和27年3月)
- 4) 小林：和船型漁船の推進性能に関する水槽試験並びに海上試運転成績について、漁船研究技報、第21巻第3号(昭和41年5月)
- 5) 小林：和船型漁船の推進性能並びに耐航性能に関する水槽試験成績について、漁船研究技報、第21巻第4号(昭和42年3月)
- 6) 小林、有路、中里：搭載漁艇の船型に関する研究、漁船研究技報、第24巻第4号(昭和45年3月)
- 7) 土屋：漁船船型の有効馬力に関する統計解析とその実用化について、漁船研究報告第6号(昭和48年3月)

■新刊紹介

「'75海運・造船会社要覧」

わが国海運会社、造船会社に加えて海運仲立、代理業600余社の要覧で、創立年、資本金、役員、従業者、株主、取引銀行、船舶、航路、工場設備、建造能力はもとより、社歴、現況、社船、運航船腹および幹部職員(課長以上)の略歴まで網羅してある。更に内航運送業1~3号事業者、日本中型造船工業会、地方の小型船舶工業会役員、造船所と、日本船用工業会所属関連会社など約863社を網羅している。

B5判、総頁1,038頁、定価12,000円(送料別)
なお4月末日までは特価10,500円。

発行所 株式会社日刊海事通信社(東京都港区西
新橋3-23-6 白川ビル・電話03-432-4760)

巡視船用7m型救難艇

海上保安庁船舶技術部

本艇は昭和46年度以降に建造された海上保安庁の巡視船に搭載されて来た救難艇であり、遭難船の人命救助、座礁船の状態調査、潜水作業の援助等、海上における様々な救難作業に従事するものである。

本艇が使用される以前には6m型サーフボートがこれら救難作業にあてられて来たが、荒天下の作業には危険を伴うばかりでなく、乗組員の苦勞も大きいので、昭和45年海上保安庁内に設けられた「巡視船搭載救難艇整備委員会」の要望をうけて新たに専用の7m型救難艇が設計、建造された。

本艇は第1図(a)に示す如きサーフボート型の船型を持つアルミ合金製であったが、その後昭和49年度に至り艇体をFRP製にするとともに、船型も同図(b)のハードチェーンに改められた。諸装備、配置などはアルミ艇のものを踏襲したため、両艇ともその一般配置は

ほとんど同じであり、第2図にFRP艇のものを示してある。

設計の当初、サーフボートのオール漕艇に変えて船外機の装備が検討されたが、次の理由で空冷ディーゼル機関をほぼ艇体中央に装備した。

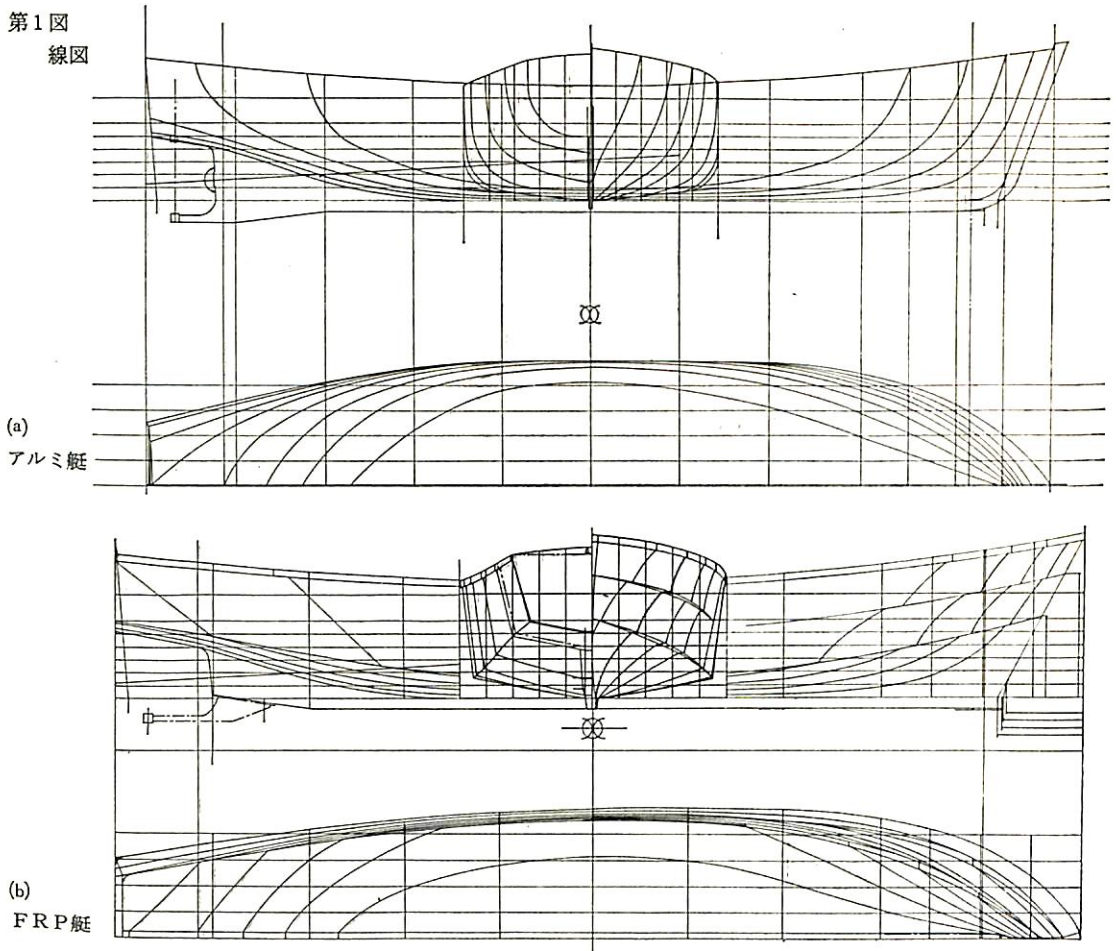
- 1) 船外機では荒天下の冠水による故障や、起動、操縦など操作の面でも難点がある。
- 2) 艇の降下は波浪、うねりに加えて本船の動揺のためきわめて危険な作業となる。荒天下の救難時には着水と同時に本船を離れる必要があるので、降下前に主機を始動できる空冷機関を採用した。
- 3) 操舵スタンド及び主機操作盤は見通しがよく、波の打込みを避けられる中央付近に設けたい。

両舷側に設けられた径250mmの膨張式ゴム



巡視船用7m型救難艇

第1図
線図



製防舷帯は、同じく降下時の本船との接触による損傷防止を考慮したものである。吊上装置については従来フックを使用していたが、着脱を一層容易にするため、米国コーストガードが採用しているフックストッパーを回転レバーで一瞬に取外す「ホイスティングギヤー」とし、米国から図面を取寄せて造船所で製作させた。

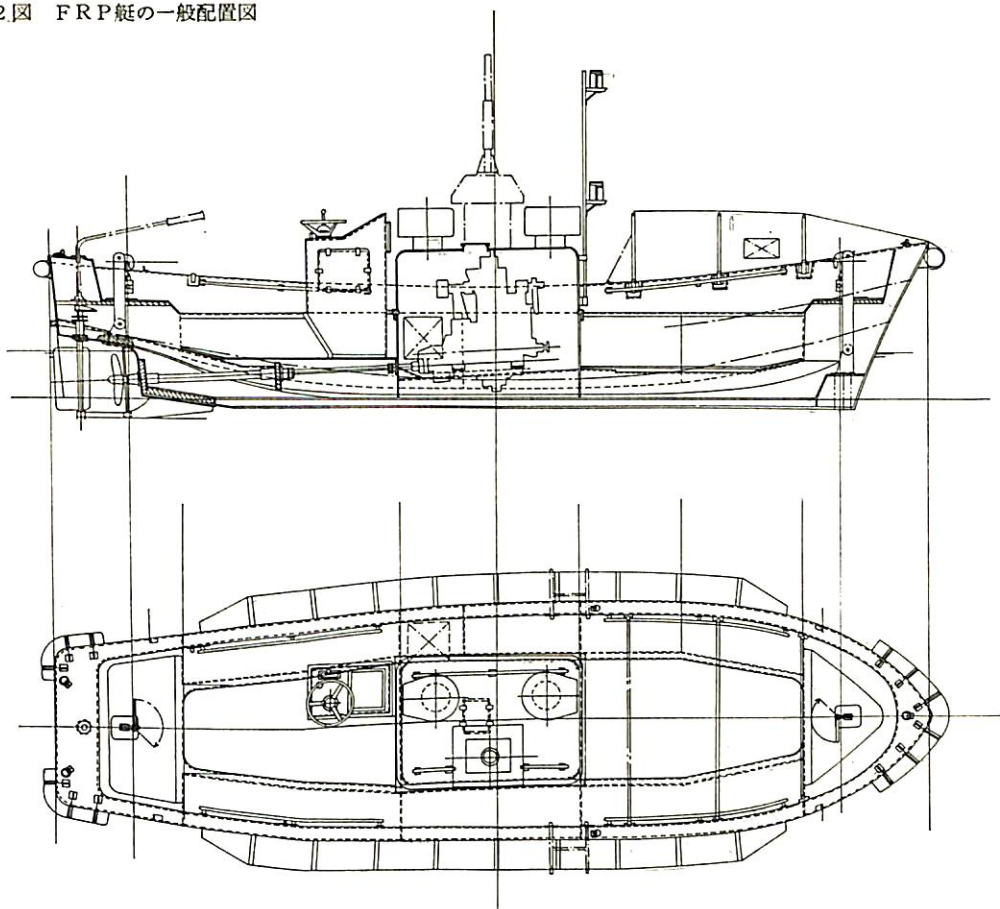
海水の打込み又は浸水状態となっても最大搭載人員10名にて正の浮力を有するよう、サイドシート下部及び床面下部にポリウレタン発泡剤を挿入してある。そのほか、船首に取外し可能なオーニング、機関故障時のための二つ折りオール4本、夜間航行用の船灯類などが装備されている。また、塗色は白色が当庁の標準色であるが、法定救命設備と同様、海上で最も識別が容易なアラート オレンジが特例として採用された。

最近の異常な経済変動のために軽金属材料の入手難や高騰に加えて、薄板軽合金材料の加工の難かしさや労働力(リベット工)の確保が困難となったため、昭和49年度から艇体をFRPに変更した。これに伴い、線図をハードチェーン型に改めるとともに、船首部のチェーン上部に各舷1条のストライプを設け、嚙波性の改善を図った。

本船の主要要目は次のとおりである。

	アルミ艇	FRP艇
船型	丸型	ハードチェーン型
全長	7.00m	7.10m
最大幅	2.00m	2.00m
深さ(☉にて)	0.90m	0.90m
喫水(満載)	0.443m	0.387m
排水量	2.41トン	2.44トン
最大搭載人員	10名	10名
主機関	25.5 PS× 2150rpm	25.5 PS× 2150rpm
速力	約7ノット	約6.6ノット

第2図 FRP艇の一般配置図



アルミ艇の構造は第3図(a)に示すように肋骨心距500~300mmの横肋骨式で、材料はすべて耐食アルミニウム合金(JIS規格、第1種、現規格のA5052)を使用している。外板は板厚2.3mmの薄板であるため、各部材相互の取合いはすべてリベットであり、工作困難な個所はブラインドリベットを使用した。船体中心線上には厚さ20mm、深さ80mmのアルミニウム合金板をバーキール状に配置し、これを延長して船首材、船尾材とし縦方向の強度を確保している。キールにはケヤキ材の添木を取付け船底を保護するとともに、ダビットへ収納した時の安定を図っている。

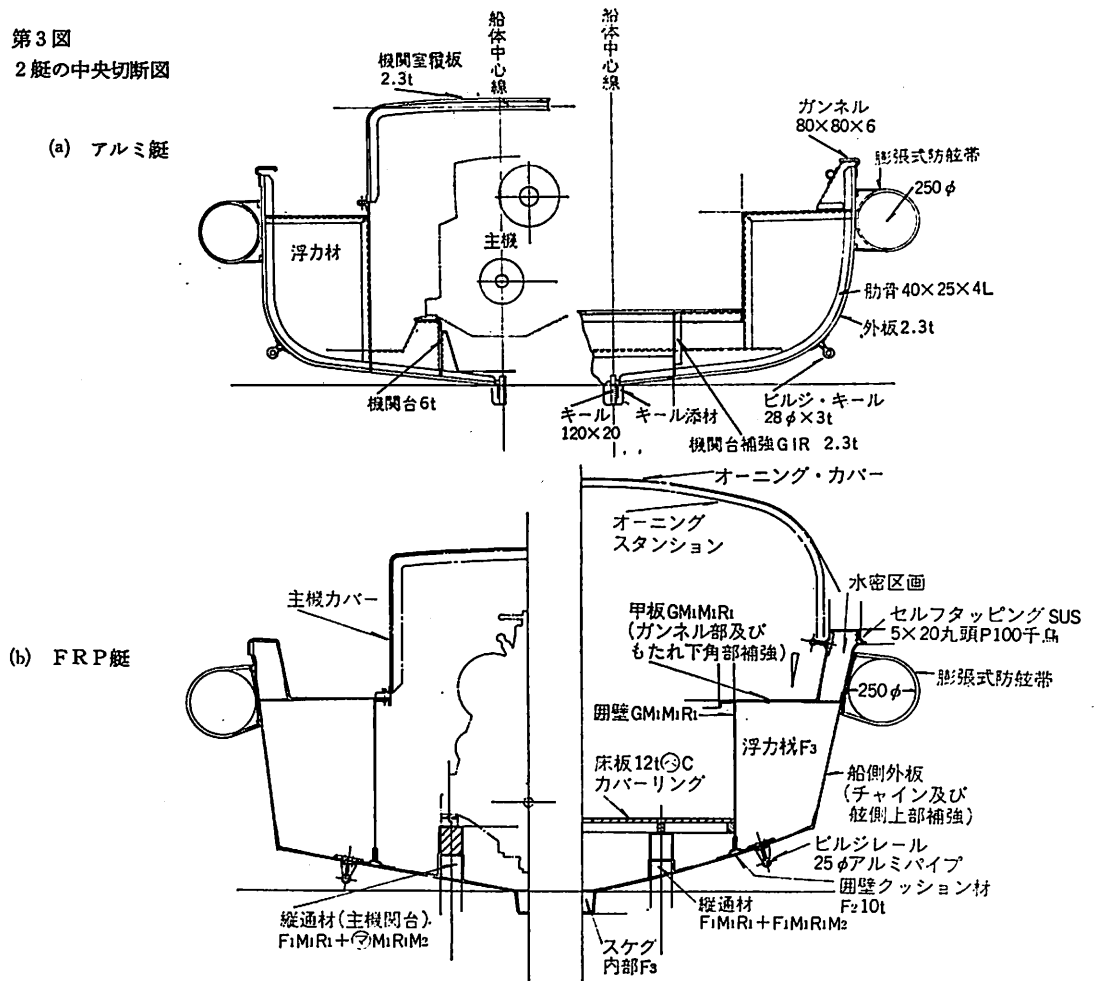
FRP艇の構造は単板縦桁構造とし、艇体を外板ブロックと甲板ブロックに分け、これらをガンネル部分で結合する方式をとった。外板のガラス構成はGC+(605M+800R)×2+455Mとし、上部チャイン、下部チャイン、キール接合部は(605M+800R)×2とした。

船底縦通材は機関台を船首尾に延長し、心材に硬質ポリウレタンフォーム(比重0.1)を2段積みとし、各層ごとに605M+800Rをオーバーレイして成形した。機関台部分の心材は米松である。

甲板はガンネル部と舷側腰掛を一体としたFRPの単板構造で、構成はGC+605M+800R+455Mである。ガンネル部、角部、船首尾部は605M+800Rで補強積層した。甲板と艇体の接合はガンネル部で丸頭タッピンを用いて固着した。オーニング支柱ソケット、リングプレート、手摺等の艤装金物取付部及び吊上装置貫通部は、基本積層後ゲル化前に補強材を取付けてオーバーレイした。機関部の要目は下記のとおりである。

	アルミ艇	FRP艇
主機名称	三井ドイツ空冷ディーゼル機関 92NH型	三井ドイツ空冷ディーゼル機関 SF2L912型

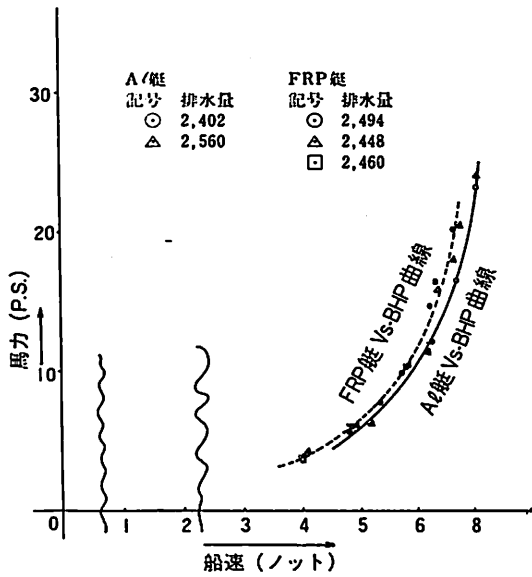
第3図
2艇の中央切断面



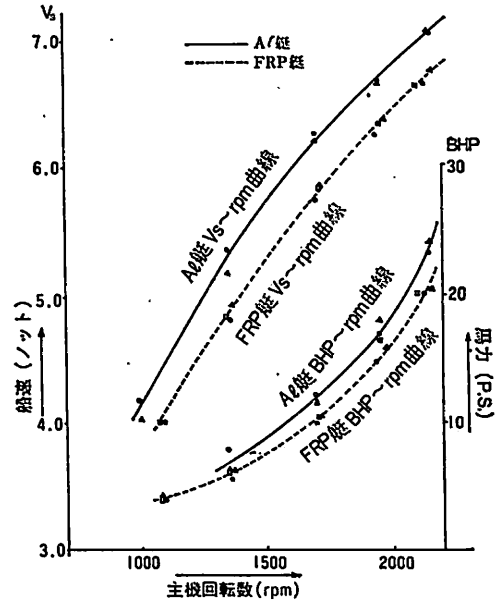
形式	4サイクル, 空冷, 直列, 直接噴射式	同左
シリンダ数 ×径×行程	2×100mm×120mm	同左
連続最大出力	25.5PS×2150rpm	同左
使用燃料	軽油	同左
減速比	1 : 1.96	1 : 2
重量	440kg	470kg
プロペラ 翼数	3翼(一体型)	同左
直径×ピッチ	415mm×355mm	同左

主機は一般配置にみられるごとく艇体中央部の2板の水密隔壁の間に配置し、主機カバーを取付け、吸排気筒及び煙突をその上部に設けた。操縦装置は主機後部の操舵スタンド上に、計器盤、操舵輪、リモートコントローラー(前、後進および増減速)、主機停止ハンドルを装備している。なお、主機前端よりVベルトを介してビルジポンプ(嵌脱クラッ

チ付)を駆動している。
第4図に海上試運転成績から求めた速力~馬力曲線を示す。アルミ艇は2隻の、FRP艇は3隻の平均点を結んだもので、馬力は燃費、排気温度等と主機陸上試運転結果から推定したものである。これによると6.5ノット付近で同一馬力に対してFRP艇の方が0.3~0.4ノット速力が低下している。この原因は、主として船尾のプロペラ周辺の船体形状変化によるものと推定される。すなわち、FRP艇ではプロペラ直前に、木船の如く、プロペラ径に比し幅広のスケグを配したため、効率低下をまねいたものと思われる。
ハードチェーン型への船型変更は主に凌波性の向上をねらったものであり、この点では船首での波さばきが相当改善され好結果を得たが、本艇を搭載する巡視船側のダビット装置を変更しないという前提で線図を作成した



第4図 速力~馬力曲線



第5図 速力、馬力~主機回転数曲線

ため、推進性能上の要求を必ずしも満足できなかった面もある。その他の操縦性能、前後進性能などは両艇ともほぼ同様であった。第5図には主機回転数と速力及び馬力の関係を、第1表には重量及び復原性能関係諸値を示す。

重量はFRP化により増加した船殻重量を艀装及び機関の重量減でカバーした形となり、排水量はほとんど変化していない。また、FRP艇ではKGが多少低下したが、水線面

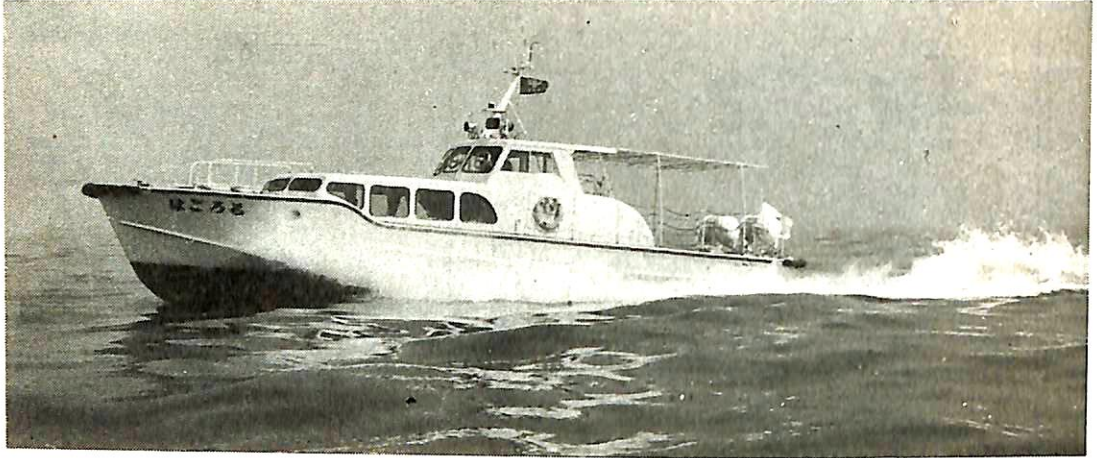
積が減少したためGMが多少減少している。しかし実用面では外舷の膨張式防舷帯が復原力に寄与することもあって、復原性能上の不安はない。

なお、アルミ艇(9隻)は信貴造船所において、FRP艇(3隻)は石原造船所において建造されたものである。

(文資/森田知治)

第1表 重量表及び諸数値

	アルミ艇			FRP艇		
	軽荷状態	吊り下げ状態	満載状態	軽荷状態	吊り下げ状態	満載状態
船殻	.575	.575	.575	.793	.793	.793
船体艀装	.412	.412	.412	.257	.257	.257
機関艀装	.623	.623	.623	.572	.572	.572
電気艀装	.094	.094	.094	.069	.069	.069
備品及び予備品	.079	.079	.079	.074	.074	.074
燃料	0	.030	.030	0	.033	.033
人員(前部)	0	.260	.650	0	0.260	0.390
人員(後部)	0			0		.195
人員(操舵者)	0			0		.065
合計	1.783	2.053	2.353	1.765	2.042	2.432
不明重量	-0.055	-0.055	-0.055	-0.008	-0.008	-0.008
排水量	1.728	2.108	2.408	1.757	2.050	2.440
排当吃水	0.371	0.402	0.443	0.308	0.342	0.387
トリム	0.235	0.227	0.191	0.322	0.253	0.164
T. P. C.	0.086	0.089	0.093	0.083	0.085	0.089
M. T. C.	0.022	0.0237	0.0264	0.023	0.024	0.027
KB	0.178	0.195	0.218	0.190	0.209	0.234
KM	1.399	1.307	1.208	1.250	1.148	1.063
KG	0.586	0.679	0.696	0.534	0.592	0.667
GM	0.813	0.628	0.512	0.716	0.556	0.396
φB	-0.330	-0.308	-0.279	-0.073	-0.071	-0.067
φG	-0.031	-0.042	-0.070	0.249	0.225	0.115
φF	-0.202	-0.183	-0.151	-0.085	0.001	0.114



■連載講座■

General Plan of Launch (3)
by Capt. Seiichi Niwa

交通艇 — 3 —

丹羽 誠 一

17米アルミ合金艇“はごろも”

大阪府企業局臨海開発部に“はごろも”という15米艇があった。これは日立神奈川が建造した Al 骨木皮艇で、15米、15トン、20ノットという、建造当時としてはなかなか高性能な艇で、高速艇の技術開発にきわめて積極的だった当時の日立神奈川が、船型といい、構造といい、最新の研究成果を注ぎ込んで完成した艇なので、性能・スタイルともオーナーも大いに満足していた艇だった。

当時堺地区の大規模な埋立工事が行なわれており、大臨海工業地帯が造られつつあった。この港湾工事の監視、見学、視察者の案

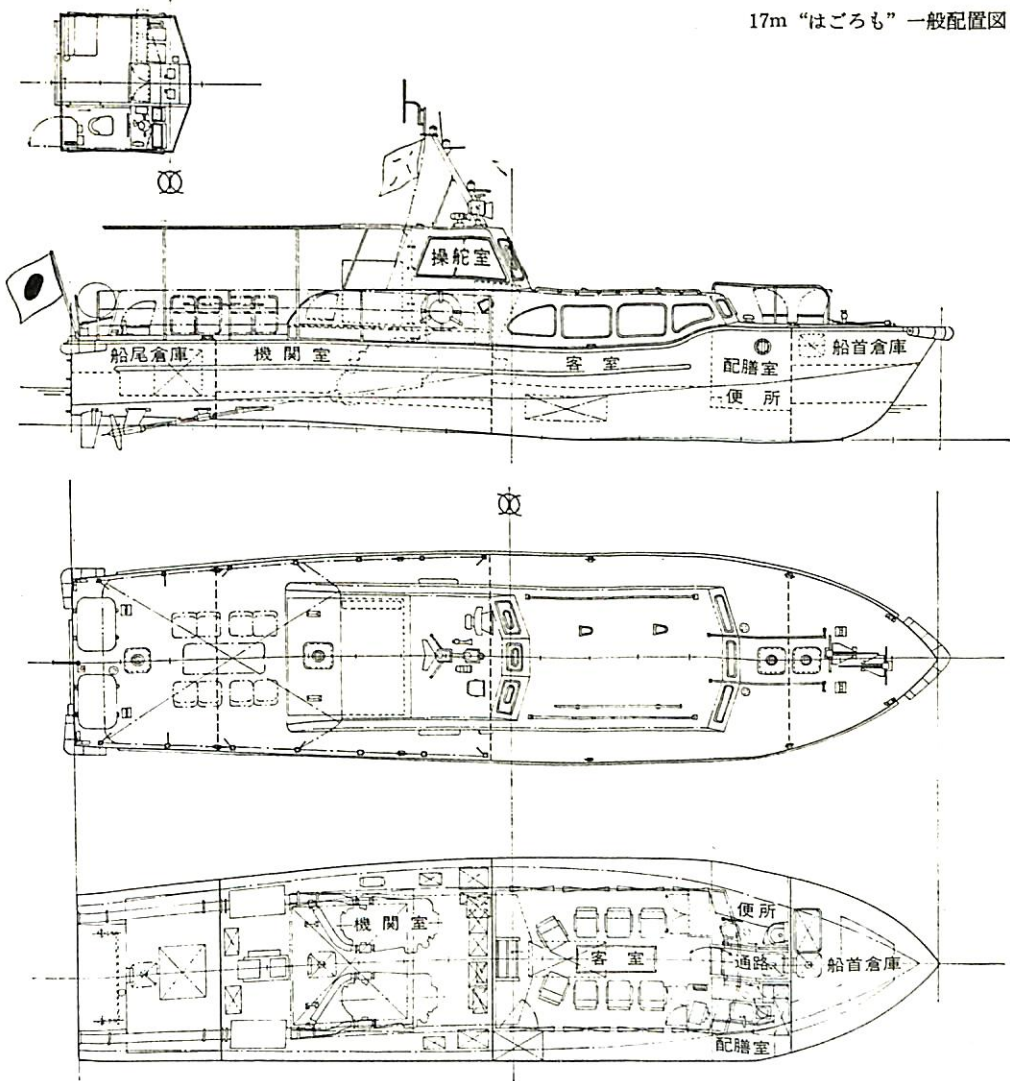
内为目的で、監視のための高速と、高官の視察のための豪華な設備という相反する要求をコンプロマイズしたもので、特に船体の軽量化が必要であった。軽量 Al 骨木皮艇の宿命か、この艇もいささか早いが老朽化して来たので、昭和47年になって代船を建造することになった。オーナーは先代“はごろも”がよほど気に入っていたのであろう、船体はアルミ合金製に、長さは17米に長くして、エンジンも前のがGM 6気筒 2軸だったのを12気筒 2軸としてスピードアップしたが、スタイルも配置もほとんど変らないものを要求された。

この艇の配置は根本的にはごくありふれた形とも言えるもので、エンジンルームの上に操舵室、それから前へ居住区を置く。パトロールボート類の基本的な配置であるし、それを交通艇に変えてゆくには最も手軽な配置である。しかし、今日的高速交通艇にとって推奨すべき配置であろうか。オーナーの大阪府

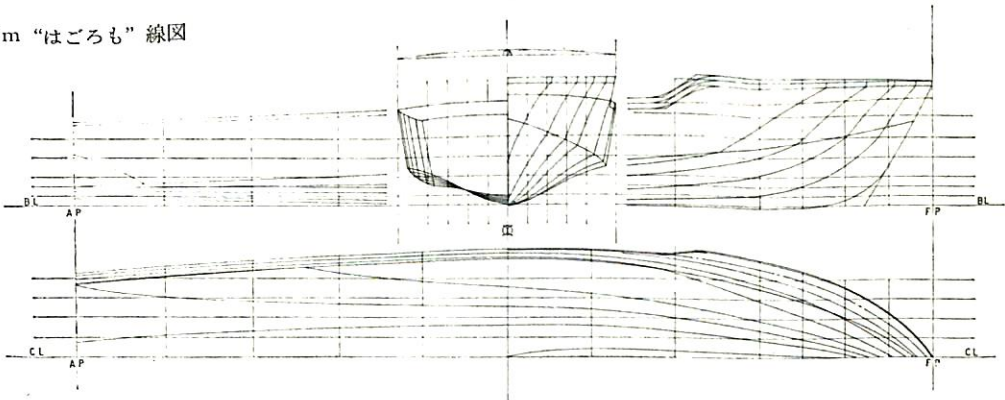
タイトル写真は17m “はごろも”。左写真は15m “はごろも”



17m “はごろも” 一般配置図

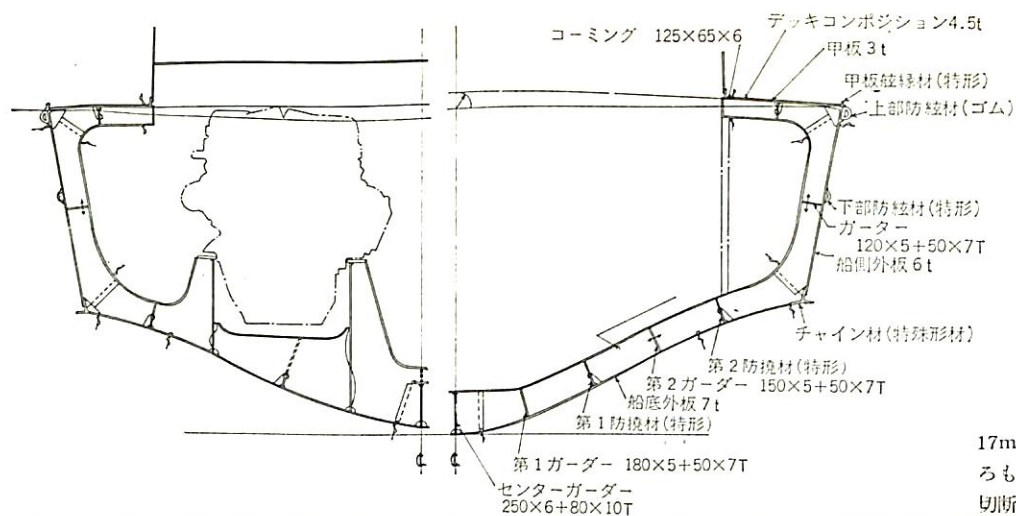


17m “はごろも” 線図



や建造者の石原造船にはまったく失礼な次第だが、この艇を槍玉にあげていろいろ言いたいことを言わしてもらおう。これは決してこの艇が悪いというのではない。現在もオーナー

に喜ばれているように、これはこれで良い艇なのであるし、またこうしなければならなかった色々の事情もあろう。見学者を1.5時間以内の甲板旅客として55名も乗せるという要

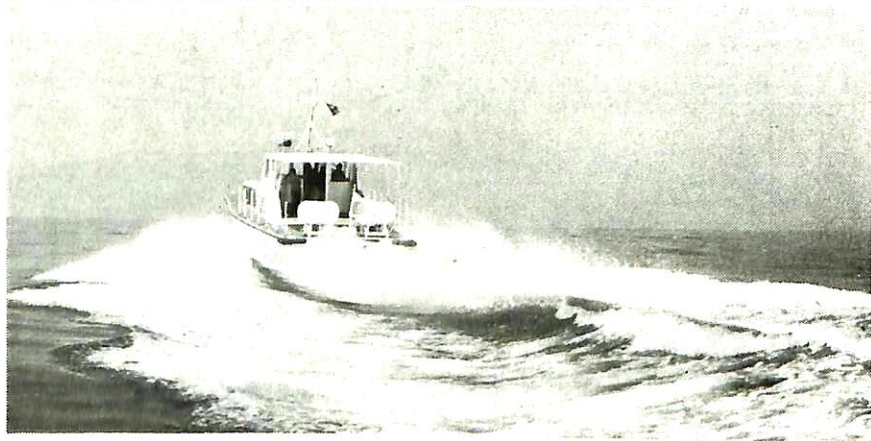


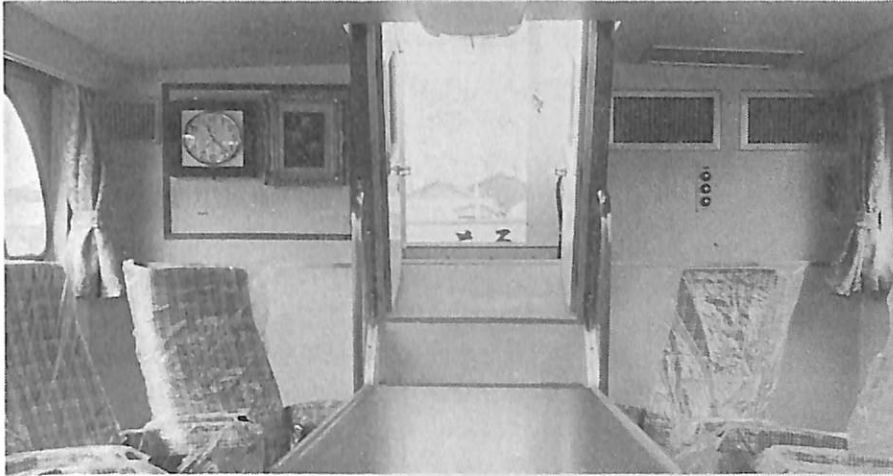
求も、広いまとまった甲板面積が必要となつてこんな配置になった理由の一つだろう。しかしこうすればさらに良くなったのではないかと思うところを述べさしてもらふ。自動車などについては、かなり思い切った批判を新

聞や雑誌に公表する習慣が我国にもあるが、事・船ともなると、特にそれが役所の船ともなると、一切批判なし、きれいごとの紹介だけというのが今日までの習慣だったようだ。実は私などもこの習慣のおかげでたかかれず



写真上・下
 17m “はごろも”





“はごろも”の客室（後方を見る）

に済んだ仕事もいくつかある。しかし気のついたところを述べさせてもらうのは、今後より良い艇が出来て行くための参考になるのだから、関係者のおゆるしをいただきたい。私がこの艇について相談を受けながらさらに進んだ方向へ持って行けなかったざんげの意味もある。

客室を艇の前部に持って行く。これは速力のあまり速くないとき、たとえば14~5ノットで平穏な水面を走るときにはあまり問題ないし、パトロールボートの居住区のように主として停止したときに使用する分には問題ない。しかし速力が30ノット近くにもなると、波の衝撃は船首が一番大きく、後方ほど小さい。そこで客室、特にVIP用の客室はできるだけ後方にとりたい。後部は振動が心配されようが、これは主としてパネルの同調振動

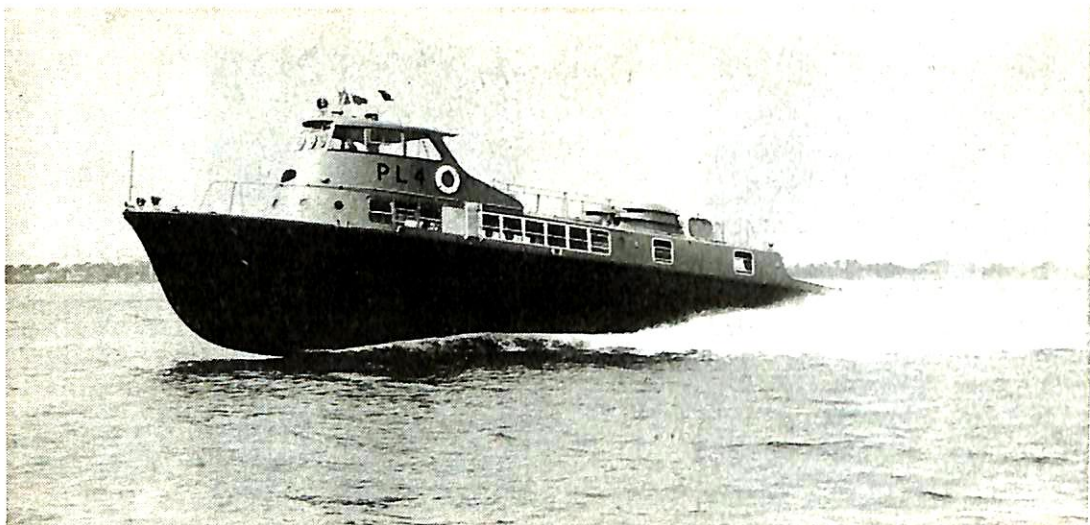
だから対策はある。

本艇の場合、先代の常用速度はおそらく15ノット以下と思われるので、特に交通のふくそうする航路すじさえはずせば、在来型オメガ船型でもあまり問題がなかったのが、2代目は速力が上がったが、船型も改善されてディープオメガになり、その効果が相殺されて乗心地の悪化にならなかったのではないか。特に本艇のように不定期的に使用されるとき、速力が速ければそのときどきの海面もように応じた速力の増減ができ、上手な運航により乗心地の悪化が効果的に防止できる。そんなわけで、現在の姿で実用上十分であるというわけであろうが、配置の改善によりさらに幅広い活用ができるであろう。

客室の後に操舵室を置くという配置、私は操船者の立場からこれがきらいである。まず



“はごろも”の客室（前方を見る）



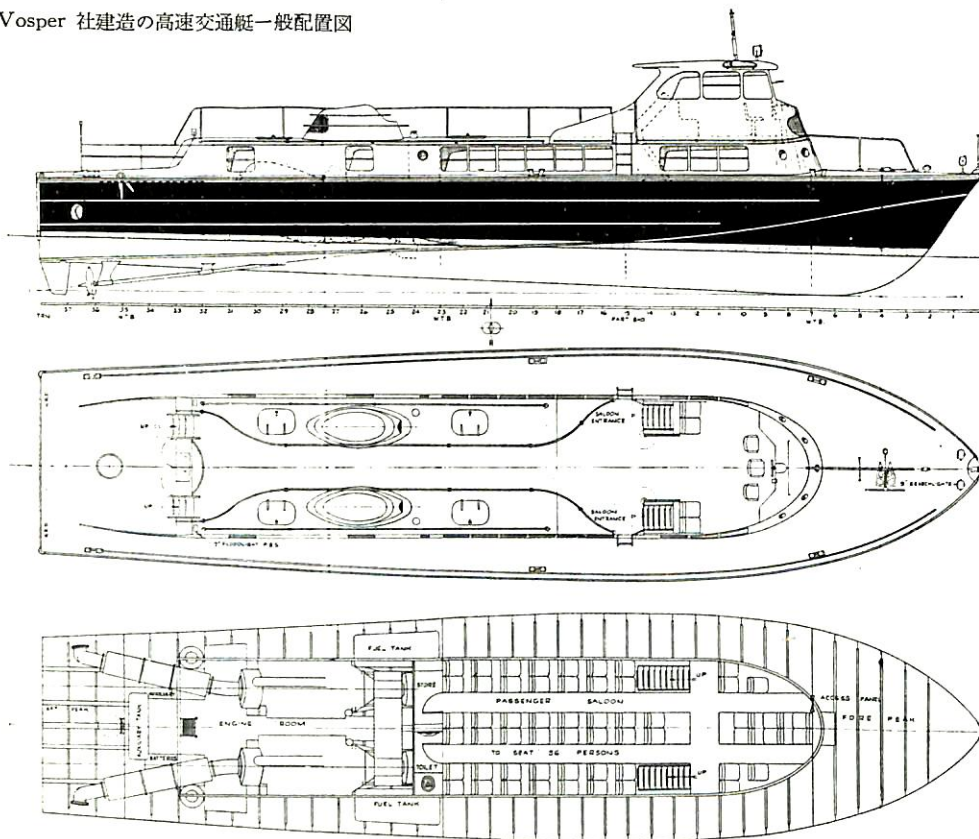
Vosper 社建造の高速交通艇

一般に操舵室から前部の舷側線が見通せないで達着に不便なものが多い。悪い例では船首端さえ見えない。対策として客室を短くする。客室をできるだけ船体に沈め込む。操舵室を高くする。本艇のようにフォックスルを

付ける。これは別にフリーボードを上げて航洋性を良くするねらいの方が強い場合が多いのだが。

客室を短くするのは簡単だが、収容人員が減少する。客室を沈め込むことはできて客

Vosper 社建造の高速交通艇一般配置図



室からの見はらしがなくなる。港湾視察が目的となれば、これはこまる。それでは操舵室を高くするか、これもスタイルがむつかしい。本艇の場合、かなり上手にコンプロマイズされている。操舵室からの見通しは達着に関してはまず問題ない。これはフォックスルの存在による。ただし浮遊物など水面障害物に対する見通しは遠くなっている。マラカイボ湖の石油リグに人員を送るベネズエラの高交通艇（英 Vosper 建造）では、流木が多いという理由で操舵室を一等前に、しかも高い位置に置いた例さえある。スタイリングより機能を優先した例である。やはり問題は客室だろう。

本艇の窓の下縁は床から1米強、背すじを伸ばせばともかく、腰掛けにゆったり座ったままでは外を見るのにやや高い。例えば新幹線の窓の下縁は座った肩の高さのちょっと下にある。窓ぎわに座っていれば見はらしが良いと思うだろうが、反対側の窓を通して地表面はほとんど見えない。カーブでバンクすれば山も見えなくなってしまうことがある。展望室の意味を持たせるならば窓の下縁は座ったときのわきの下あたりでなくてはなるまい。これに対して通路のヘッドルームはそんな余裕があるわけでもない。バス形式、客車形式の客室なら、中央通路の床はさらに低く落とし込めるし、座席部分を一段高い床に乗せればきわめて簡単にそのへんは解決できるのだが本艇の場合、応接室形式の客室としたので、そのへんが困難だった。我々が乗っても外をよく見ようとすれば、デッキに出るのが自然なようである。

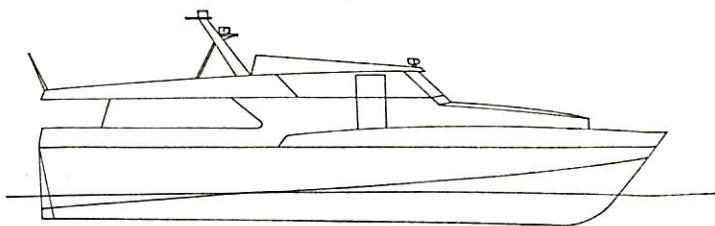
フォックスルエンドの形状は、プロフィールで見るとかぎりにおいてよくまとまっているが、斜前方、特にやや上方から見ると不自然さが残るのはまぬかれない。船首のフレイヤの強い部分でかなり急激なデッキ高さの変化を設けているためのデッキサイドラインの不自然な曲りが原因である。オーナーとしては先代艇のイメージが強烈であり、なんでもそのとおりと云われる気持はわかるが、我々が見て不自然な点はやはり不自然なのである。

これは図面だけでは、よほど図面を見る目を持たなければ見わけられないが、立体モデルを造って見ればはつきりする。まず一般に高速艇の縦強度は、長さに対し船体の幅、深さが大きいので十分以上のものを持っているのが普通である。したがって必ずしもデッキの連続性は必要でないし、もしそれが必要であるとしてもこのような急な曲りは連続性を持つものとは言えない。したがってこの部分は純粹に視覚的に取扱って差支ないと言える。となれば、そのやり方はいろいろあるだろう。現在の魚雷艇のようなやり方もあるし、旧海軍の特型駆逐艦なども面白い。

私が最も言いたいのは、その外板の厚さである。船側6ミリ、船底7ミリという指定は、この船に対してきわめて厚すぎる。初代艇の早すぎる老朽、大阪港や神戸港でよく見かける技術的に十分でない工場で建造されたアルミ合金艇のトラブルの続出などからこういう値が出たのであろうが、船殻軽量化のために色々苦労してみたが、このため船殻重量は鋼船よりやや軽い、木船並になってしまった。船殻重量7,159トンは、 $L \times B \times D$ で割ると船殻重量係数0.0504である。海上保安庁の15米巡視艇“あらかせ”は我国最初の本格的アルミ合金艇であるが、船殻重量係数0.0394である。初代“はごろも”よりかなり古い艇で、昭和29年3月就役してから約21年間門司海上保安部に属して活躍し、このほど第2の任務に転じたが、その間構造強度上の問題はまったくなく、今日でも船体は完全な状態にある。船底外板3.5ミリ、船側外板3ミリで、縦フレームは外板にリベット締めしている。昭和35年に建造された100トン40ノットの魚雷艇10号でさえ船底外板に4.5ミリを使って、まだ北海道余市にある第1魚雷艇隊に所属して働いている。これの船殻重量係数は0.0286である。

一般に船が大型になるほど船殻重量係数は小さくなるのが普通だが、もし“あらかせ”と同じ係数で“はごろも”を建造したとすればちょうど1.6トン船殻が軽くなるのである。それによって速力の上昇は2ノット弱と

提案の図



予想される。もし速力をそれほど出さないでよいとすれば、1段下のエンジン8VTIを使用してさらに1.5トン軽くなり、それでも現在のものと変わらないであろう。

このような問題については、オーナーにおいて基本計画を確立する前に専門家の意見を十分に聞いていただきたい。中立的機関としては我々の(財)舟艇協会もあることだし、アルミ艇の構造強度については船舶用軽金属委員会に相談していただいてもよい。いずれもご相談には決して遠慮はいりません。

この艇の詳細については“ボートエンジンアリング”7号を参照されたい。ここには重複をさけて主要目だけを記しておく。

全長	17.00m
最大幅	4.40m
深さ	1.90m
吃水(常備)	0.71m
排水量(〃)	18.62t
主機関	GM12V7-1Nディーゼル2基
馬力	395/2,170(定格) 480/2,300(最大)
速力(試運転最大)	27.9ノット(17.77トン)

さきに述べた色々の提案を具体的にまとめるといったいどんな船になるだろうか、日本にあまり見かけないイタリアンスタイルをとり入れてまとめてみた(上図)。

この艇でエンジン真上にはキール上約2.2米以上にフラットができる。このフラット上に客室をとったのでは全体が高くなりすぎて

まとめにくい。そこでこの位置には操舵室をゆっくりとり、エンジン後端ぎりぎりからのデッキを落とし込んで客室部分を設ける。後甲板も同じ床の高さまで落とし込んで、コックピット風にする。便所と調理室は今までなかった船員休憩室と共に前部に設ける。操舵室部分にはさらに客室が増設できる。後部客室屋上には見学者を収容する。この定員は復原力計算によって決定しなければならないが、かなりな数を乗せることができるだろう。フォックスルは外板を後方に延長してブルワークとすればエンドの不自然はなくなる。これで外観はかなり大きくなり、重量もある程度増加するが、船殻構造でかせいだ重量減で十分にまかなえる。見た目のスピード感も決して悪くないと思う。

操舵室から後方の視界を良くすることはきわめて大切である。大型船というものは見た目よりも速いもので、航路すじを気持よく走っていて、変針しようとしてひよいと後を見ると思わぬ近距離に大型船を発見することはよくあることである。“うつみ”のように広い客室を通して後方を見るとき、なかなか完全な視界が確保できるものでなく、後方に注意するのにかなり神経がつかれるものである。この配置について、さきの15.5米艇についても同様の考え方からいろいろ研究してみたが、どうしてもスタイリングがまとまらなかった。長さでたった1.5米の差でこちらはなんとかまとまった。性能改善に長さは大切であるが、スタイリングの面でも長さの効用はたいしたものである。(つづく)

ディーゼルエンジン - 3 -

齋藤善三郎

4.3 P- θ インジケータ線図と燃焼の過程

前節において、シリンダ内の圧力の変化を知るために、インジケータを使用して計測する方法について述べたが、図 4.3 (前節) の方式による実際を図 4.5 に掲載する。これは実験研究室内に設置したオッシロスコープである。この部屋は、計測室であり、エンジンは、隣の部屋 (図 4.5 の窓ガラス内の室) で運転される。写真に示すオッシロスコープの白い丸い部分がブラウン管であり、ここにインジケータ線図の画像が画かれる。このブラウン管前面にカメラを据えつけて、インジケータを撮影するわけである。図 4.3 を参照されたい。

高速ディーゼルエンジンに、ストレンゲージ式インジケータをとりつけて、オッシロスコープで撮影した写真を図 4.6 に示す。

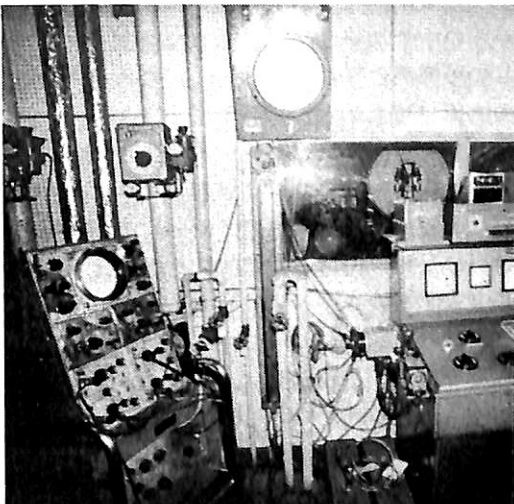


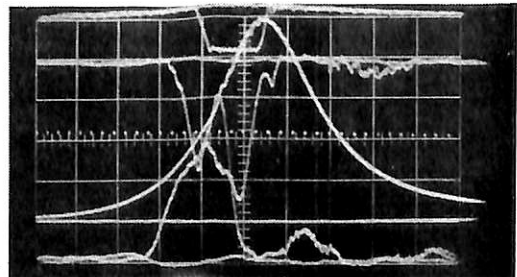
図 4.5 オッシロスコープによるインジケータ計測風景

写真に見るように、P- θ インジケータ線図 (シリンダ内圧力~クランク角度線図) は、富士山のような形になる。その他に、燃料噴射ノズルのリフト、燃料噴射ポンプのフュエルパイプ内の圧力、噴射ノズルの圧力を、同時に記録して、シリンダ内圧力の変化の解析の資料にする。図 4.6 は、これらの線を重畳してあるわけである。

P- θ (圧力~クランク角度) 線図を見ると、シリンダ内の燃焼の過程が見やすい形で表現されている。すなわち、燃焼過程が分析でき、また説明できるわけである。

燃焼方式や燃焼圧力の差はあっても、図 4.6 のように計測した P- θ インジケータ線図をこまかくみると、共通したディーゼルエンジンとしての基本の形があることがわかるので、この燃焼基本過程を、インジケータ線図から眺め説明してみよう。

「ディーゼルエンジンには、何故いろいろな種類のピストンや燃焼室があるのだろうか」とか、「何故、規定の燃焼を使用すべきなのだろうか」等のディーゼルエンジンの構造の理解、取扱法の理解をする上の知識とし

図 4.6 P- θ インジケータ線図の撮影例

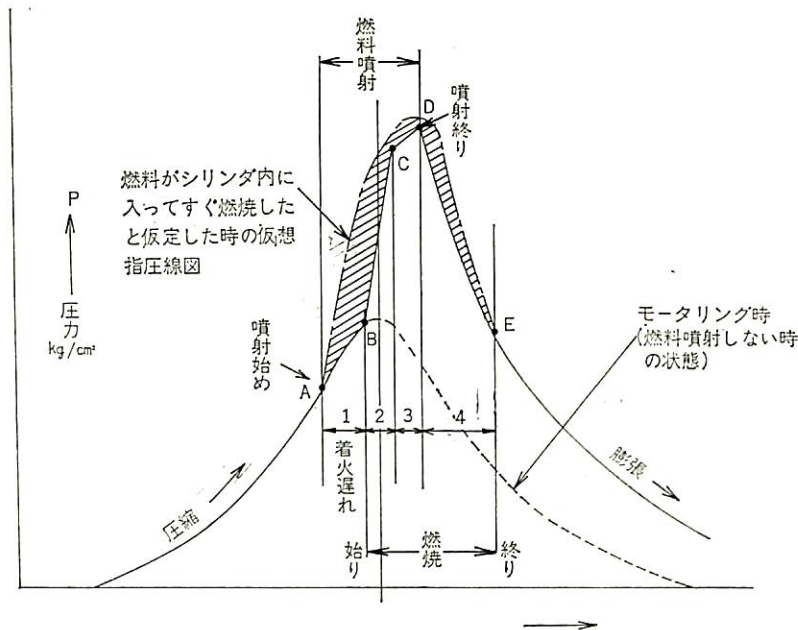


図4.7
ディーゼルエンジンの燃焼過程モデル図
(P-θ線図)

て役に立つと思う。では、燃焼過程の説明に入ろう。

4.3.1 燃焼過程

これは、シリンダ内の燃焼状況、特に圧力の状況を、ありのままに実際にはかったインジケータ線図で説明するだけのことであるので、内容はやさしくて、絵本をみるつもりで読んでいただければよいと思う。事実の説明だけである。

さて、ピストンがだんだんと上にあがって圧縮行程（3章：エンジンの基本の項参照）の終り近くに、ピストンとヘッドの隙間で形成される燃焼室に噴射された燃料の軽油は、圧縮空気の高温によって着火燃焼するわけだが、その燃焼過程は、P~θ（圧力~クランク角度）インジケータ線図上で区切ってみると、次の4つの段階に分けて、はっきりと考えられる。（図4.7）

図4.7において A 噴射始め
B 燃焼始め
D 噴射終り
E 燃焼終り とすると

1. AB 着火遅れ期間
2. BC 急激燃焼期間
3. CD 直接燃焼期間

4. DE あと燃え期間

以上の4過程に分けて考えられる。

図4.7によって燃焼過程を説明しよう。

4.3.1.1 第1過程（着火遅れ期間）

着火遅れ期間とは、“圧縮着火機関においては、燃料の噴射始めから実際にシリンダ内の燃料が燃焼して圧力が上昇し始めるまでの期間”を指す。（JIS B0108 参照）図4.7においてA~Bの期間を指す。すでに述べたように、シリンダ内の空気は圧縮され高温になっているが、この中に噴射された燃料の油粒がその中で加熱されて蒸発して空气中に拡散して可燃混合気がつくれ、可燃混合気はその内部で複雑な化学的連鎖反応を加速し、ついに着火点に達して燃焼するまでの時間である。如何なる燃料でも高温空気の中に燃料が噴射されたからといって、瞬時に火がつくものではなく、上述の物理的、化学的過程を経て発火するのである。

実際のエンジンで、この時間は0.7~3ms程度である。この期間は、シリンダ内の圧力の上昇はみられない。この期間は、燃料の発火性の良否、燃焼室の温度・圧力、燃料噴射時期等に関係する。

なお、図4.7の1点鎖線は、もし燃料がシ

シリンダ内に噴射されてすぐ燃焼したと仮定した時（実際には不可能だが）の仮想指圧線図（インジケータ線図）である。

4.3.1.2 第2過程（急激燃焼期間）

発火遅れ期間の終りには、シリンダ内の各部に発火温度近くまで加熱された可燃混合気が蓄積充満しているわけだが、この中で1か所または数か所に発火し焰が発生すると、蓄積の可燃混合気がほとんど全部同時に急激な燃焼を起こし、図4.7のB点からC点まで急激に圧力が上昇する。このB～C期間は別名“無制御燃焼期間”とも呼ばれる。この期間は、燃料の性質、空気との混合状態、空気の渦流などに影響する。

4.3.1.3 第3過程（直接燃焼期間）

図4.7のC点をすぎても、燃料は噴射ノズルから噴射されている。燃料はシリンダ内の火炎のために、噴射と同時にほとんど同時に直接燃焼し、噴射の続くかぎり燃焼する。従ってC～D間の圧力の変化は、燃料噴射量を加減することにより、ある程度加減することが可能であるので、“制御燃焼期間”とも呼ばれる。この期間は噴射速度、噴射量、油粒の大きさなどに関係する。

4.3.1.4 第4過程（あと燃え期間）

燃料噴射が終わっても燃料が完全に燃えきるまでは時間がかかるものである。油粒の大きいものは燃焼に時間がかかり、また密集した油粒は酸素との接触が十分行われず、膨脹するに従って拡散と空気の流動によって酸素と出合って順次燃焼してゆく。図4.7のD～E期間である。この“あと燃え期間”が長いと排気温度が上がり、熱効率が低下するので、短くしなければならない。噴霧の分布、油粒の大きさ、空気の流動などは、この期間を支配する最も主要な事項である。

JIS B 0108 “あと燃え”：

“正常な燃焼期間を過ぎて、なお燃焼が続く現象”

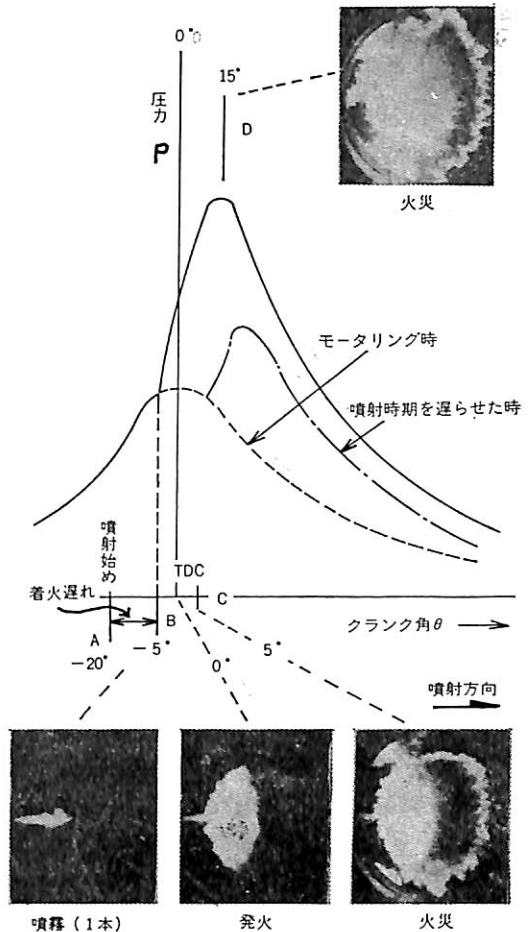


図4.8 P-θ インジケータ線図と燃焼火災の発達例

4.3.1.5 燃焼炎の状況

インジケータでシリンダ内の圧力はわかるが、実際の燃焼の火炎はどうなるかを、シリンダヘッドの一部をガラス窓にして、高速度カメラで撮影した例を、P-θインジケータ線図との対比で、図4.8に示す。

前節にのべた燃焼過程と照合して、燃焼の伝播の状況をみてほしい。エンジンの研究は、この例にみるように、科学的に実際を解明しつつ、性能向上、省エネルギーの方向に向って、主としてメーカー及び大学研究機関等ですすめられ、これはその一端である。信頼性、耐久性のある完成された商品としてのエンジンは、このようなしっかりした歩みの中に育つわけである。

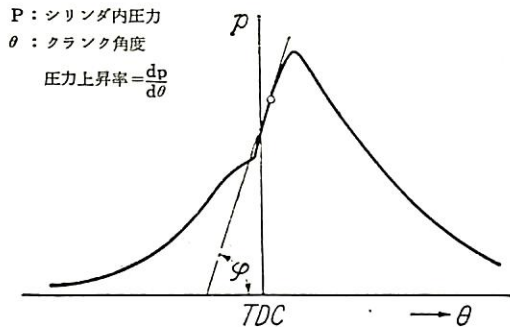


図4.9 P~ θ インジケータ線図と圧力上昇率

4.3.2 着火おくれについて

前節で燃焼の過程をひとつとおりみたわけであるが、この話をした趣旨は、本節を述べるためである。

燃焼の過程で注目すべき点は、図4.7のA~Bの着火遅れ期間である。この着火遅れを少くしようとして、エンジン構造に色々な工夫がされるわけである。

しかし、なぜ着火おくれはなくさねばならないのだろうか。着火遅れ期間中には、燃料と空気は混合して可燃混合気を形成し、次のB~C(図4.7)の急激燃焼期間に燃焼するが、着火おくれ期間が長いと、可燃混合気がたくさんたまり過ぎ、これがいっぺんに燃焼するので、急激な圧力上昇率(図4.9)が起り、シリンダの燃焼室内から叩音(ノック)が聞えるようになる。従って、このノックを防止し、円滑な運転をするためには、着火おくれ期間を短くする方法を講じればよいわけである。

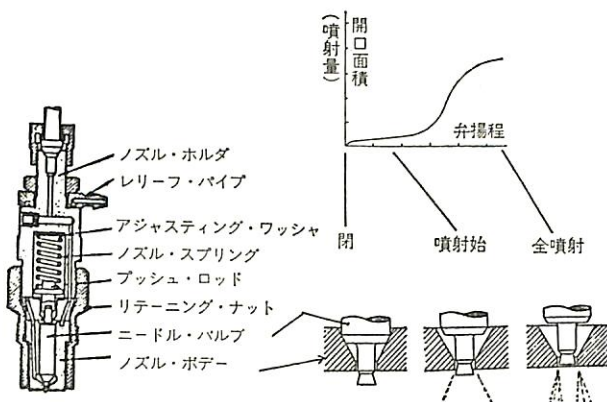


図4.10 スロットルノズル

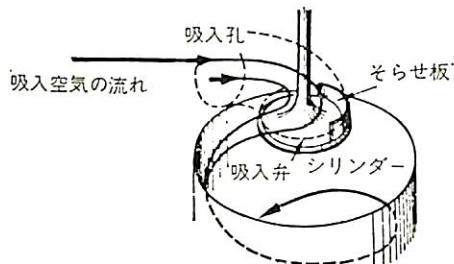


図4.11 吸入弁のそらせ板による吸入空気のスワール発生例

このノックはディーゼルノックと言われるが、ガソリンエンジンのノックほど有害ではないが、円滑静粛運転のさまたげになるので、各エンジンメーカーとしては、着火おくれを短くする対策を実施してあり、市販エンジンには、ノックは見られない状態になっている。

注意すべきことは、ディーゼルノックは、シリンダ内の圧力が高いから発生するのでなくて、すでにのべた圧力上昇率の値が大きいほどおきるという点の認識である。

実際に、エンジンの着火おくれを短くする対策は、どのように行われているだろうか。各種エンジンごとに、またはメーカーごとに、多種多様な工夫がなされている。本節の主題はここにあったわけであるが、以下に実例で示そう。

(i) 噴射ははじめにおける燃料噴射量を少くする：

着火おくれ期間に最初に噴射される燃料の

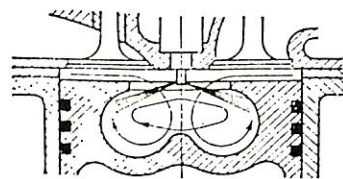


図4.12 ピストン頭部のスワール

量を少くすれば、次の燃焼期間に燃える混合気の量が減り、ノックが軽減されるという考えである。この少量混合気が着火して後に、主噴射を行うわけである。その1例としては、燃料を噴射する噴射ノズルにスロットルノズルがあり、上述の機能を発揮するように、ノズルの噴口部分に工夫をこらしてある。(図4.10)

(d) 燃料の噴霧分散を良くして、着火おくれ中の混合気の形成を早くする：

噴射された燃料と空気の混合をよくするように、シリンダに入ってくる吸入空気に強いスワル(渦巻)を起こさせる(図4.11)とか、ピストンの頭部にピストン上昇の際にスワルが起きるような形状(トロイダル形状)を設ける(図4.12)等の工夫が行われる。

燃焼室形式(後述)に、いろいろのタイプの生れた原因はここにあると言っても過言ではない。

(e) 噴射始めにおける空気温度の増加をはかる：

圧縮比の増加、給気温度の上昇(後述)等によって、着火おくれが早まる。過給の採用もこれと同じ理由で、着火おくれ防止には有効である。

以上は、エンジンの構造上の有効な方法を述べたが、再三のべたように、これらは、エンジンメーカーで実施済みであるので、ユーザー(使用者側)にとっては安心してよい。

着火おくれを短くするのに、ユーザーも大きく貢献できる参加の道がある。すなわち、メーカーの指定の燃料を使用することである。

高速ディーゼルエンジンの燃料は、軽油であり、指定燃料としては、着火おくれの少ないものを選定している。着火おくれの少ない度合は、セタン価(後述)と呼ばれる。高速ディーゼルの場合、セタン価45以上が必要である。

以上で、ディーゼルエンジンの燃焼関係の主な個所の説明を終わる。

4.4 たび形インジケータ線図と理論サイクル

$P \sim \theta$ (圧力~クランク角度) インジケータ線図のほかに、 $P \sim V$ (圧力~行程容積) インジケータ線図がある。これは「たび形インジケータ線図」と呼ばれるが、すでに述べたように、図示馬力の測定、図示平均有効圧の算出等の各種性能計算のベースになるので、これを少し詳しく見てみよう。

たび形インジケータ線図は、圧縮、燃焼、膨脹、排気、吸気の行程の圧力変化の実測であるが、これは、燃焼によって燃エネルギーが生じて機械の仕事に変る間に、熱焼ガスが繰りかえして循環的作用を行うわけであり、これはサイクルをなす。このサイクルを「熱サイクル」と呼ぶ。

「たび形インジケータ線図」は、連続した曲線で「たび形」をしているが、これは種々の実際条件でこのような形になっているのだが、もし、このサイクルが、もっと簡単な条件で、簡単な形では、どんな形になるであろうか。そうすると論理的にも解明しやすいのではなからうか、ということが考えられた。この考えで、作られたのが「理論サイクル」

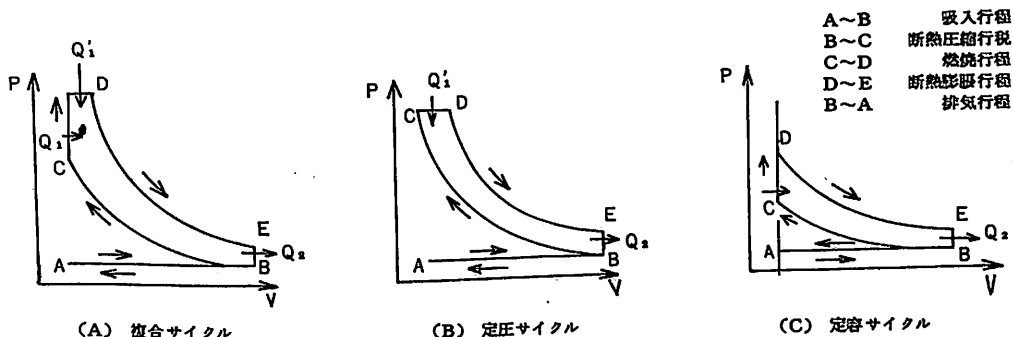


図4.13 理論サイクルのP-V線図(ただし4サイクルエンジン)

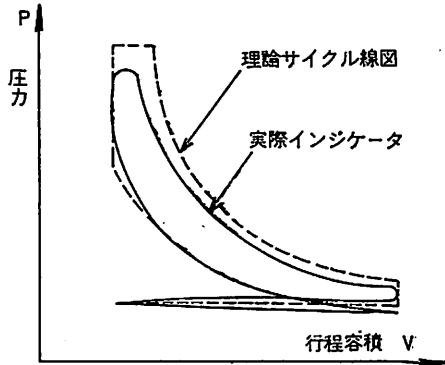


図4.14 複合サイクルの理論サイクル線図と実際インジケータ線図

であって、次の仮定による。

- 1) シリンダ内の作用ガスは空気。
- 2) 比熱の温度変化は無視。
- 3) 熱の受給は、理想的に行われる。
- 4) 吸排気の抵抗はないとする。
- 5) 圧縮、膨脹は断熱変化とする。

このような仮定で、各種エンジンのインジケータ線図を整理し、理論サイクルに書きなおしてみると、図4.13のような3種類の理論サイクルのP-Vインジケータ線図が示される。すなわち、

- 定容サイクル (オットーサイクル)
- 定圧サイクル (ディーゼルサイクル)
- 複合サイクル (サバテサイクル)

であり、()内の名称は、考案した人の名前をとってあり、このようにも呼ばれる。

4.4.1 定容サイクル：

別名「オットーサイクル」とも呼ばれ、ガソリンエンジンやガスエンジン等の基本となる理論サイクルである。従って、これらエンジンは、「定容サイクル機関」とか、「オットーサイクル機関」等とも呼ばれる。

図4.13-Cにおいて、C~D及びE~Bの部分が定容(定容積)の部分で、熱の受熱と放熱が行われる。

定容サイクル機関とは「一定の容積で、受熱と放熱が行われるサイクル(定容サイクル)に従って作動する内燃機関」と定義づけられる。(JIS 番号1002)

4.4.2 定圧サイクル

このサイクルは、R. ディーゼル (Rudolf Diesel) 氏によって提唱された理論サイクルである。

低速ディーゼルエンジンの基本的な理論サイクルであって、図4.13-Bにみるように、C~Dの部分が一定圧力の部分で、ここで受熱が行われ、E~Bの定容積部分で放熱が行われる。定圧サイクル機関とは「一定圧力のもとで受熱が行われ、一定容積のもとで放熱が行われるサイクル(定圧サイクル)に従って作動する内燃機関」のことである。(JIS 番号1003)

4.4.3 複合サイクル

高速ディーゼルエンジンの基本となる理論サイクルである。サバテ (Sabathé) 氏によって提唱された理論サイクルである。このサイクルを持つエンジンは、一名「サバテサイクル機関」、または一名「複合サイクル機関」と呼ばれる。(図4.13-A)

複合サイクル機関とは、「定容及び定圧サイクルの複合したサイクル(複合サイクル)に従って作動する内燃機関」と定義される。(JIS 番号1004)

複合サイクルの理論P-V(圧力~行程容積)線図は、図4.13-Aの通り角ばっているのであるが、実際に高速ディーゼルエンジンについて、インジケータで計測記録すると、角があるまり「たび」の形をしたインジケータ線図が画かれる。この両者を併記してみたのが図4.14で、理論サイクル線図が点線で、実際サイクル線図が実線で示してある。

この両線図が重ならない理由は、さきに述べたように、理論サイクルの仮説条件と、実際との差異により生じてくる。

この差異をふまえた上で、理論サイクルの考え方を、実際に計測した「たび形」インジケータ線図にアプライすることにより、実際にあらわれている各種燃焼現象が理論的に解析の説明が可能となり、エンジンの性能の向上の資料が得られるわけである。理論サイクルの効用はここにある。(つづく)

レジャーボートにおける 物理的測定要項の分析と方法 (3)

Wyle 研究所

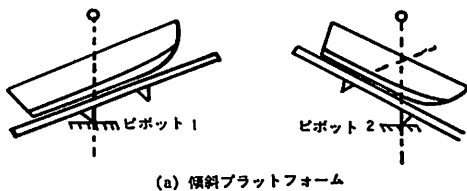
ANALYSIS OF PHYSICAL MEASUREMENT REQUIREMENTS AND METHODS FOR RECREATIONAL BOATS

by Wyle Laboratories

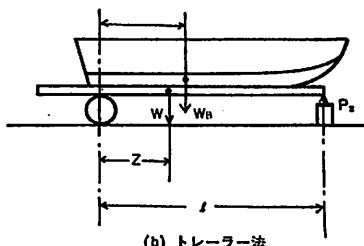
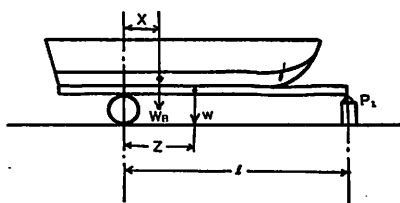
【承前】

方法(3) 傾斜プラットフォーム

Fig. 11 (a) に略図的に示されたこの方法は、ピボットと下げ振り錘を有する傾斜プラットフォームを必要とする。このプラットフォームと艇とは、計測毎に片方のピボット上にてバランスされねばならず、また、LCGとVCGは2回の計測から決定される。2回の計測での下げ振り錘線の交点がLCGとVCG



(a) 傾斜プラットフォーム



(b) トレーラ法

Fig. 11 傾斜プラットフォームまたはホートトレーラ法による艇重心の決定

を示す。この方法の欠点は、下記のものを含んでいる。

- 傾斜プラットフォームの重量と重心位置に関する修正がなされねばならない。
- プラットフォームは2つのピボットポイントのみを有し、重心位置のクロスチェックはなしえない。
- 実験の機構で計測が行なわれる際に基本的に不安定である。
- TCGが計測できない。

方法(4) トレーラ法

Fig. 11(b) に略図的に示された LCG の決定用としてのこの方法においては、艇とトレーラとはトレーラの接続部に置かれたロードセルで平衡を保ってセットされる。ロードセルの読みと、トレーラ・タイヤの接地点とロードセル間の距離 l が記録される。次にトレーラに沿って認知間隔 Δx だけ艇が動かされ、計測が繰返され、荷重 P_2 と距離 l 、並びに Δx が記録される。

接点周りのモーメントをとることによって、次の式が得られる。

$$P_1 l = w Z + W_B X \tag{1}$$

ここで w および Z は、それぞれトレーラの重量と重心位置である。また、

$$P_2 l = w Z + W_B (x + \Delta x) \tag{2}$$

上記の式から

$$W_B = l(P_2 - P_1) / \Delta x \tag{3}$$

上記の式は艇重量 W_B に対して解かれる。艇重量 W_B が続いて次式を得るために式(1)に

代入される。

$$x = LCG = \frac{P_1 l - w Z}{W_B} \quad (4)$$

従って、艇の LCG を正確に決定するためには、トレーラの重量及びその LCG が良く知られておかねばならないことが認められる。もしトレーラの固有性が無視されれば、算出 LCG は過大推定値となり、このことは Fig. 11(b) に示された配置では、その算出 LCG は真の LCG のやや前方となる。

方法(5) Reaction Table

Fig. 12(a) に略図的に示されたこの方法は、3~4個のロードセルによって支持された平たい台の上での艇の位置決めからなる。艇のセンターラインがテーブルの中心線と一線となるように置かれ、計測の第1段階はロードセルの読みとロードセルに関する艇の位置とを含んでいる。

次に艇の船首が約 20° 持ちあげられ、支持され、計測が繰返される。続いて力とモーメントアームが平衡式に代入され、またこれらは重心位置に対して解かれる。この方法の精度は、今までに述べられてきた方法よりも良い値となることが考慮され、LCG、VCG 並びに TCG は2つの実験機構から得られる。この方法に求められる基本的な装置は3~4個のロードセルに支持された支持台と、

約 20° の傾斜を艇に付ける仕組とである。

方法(6) 二重振子試験

Fig. 12(b) に示された二重振子試験は、それが VCG のみを決定するという事実によって限定される。しかしながら、それは慣動半径の計算を可能にし、このため艇の慣性モーメントの計算を許容する。まず初めに Fig. 12(b) に示されるように艇を安全に保持するための取付具が作られねばならない。取付具は質量 m 、並びにその上部端に P および Q の2つのサスペンションポイントを有するものである。実験番号1はサスペンションポイントに関してシンプル・ハーモニック・モーションを行なうまで取付具を置換することから成る。質量 m 、並びに振動周期 τ_p が記録される。

実験番号2は、実験番号1と同様のものであり、ピボットポイントが新しくポイント Q (Pからの認知距離 δ) となることを要する。

二重振子の一般式は

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{k^2 - l^2}{lg}} \quad (5)$$

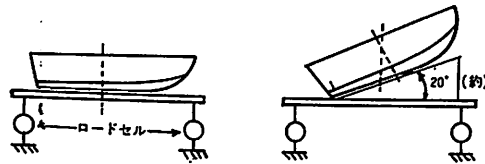
である。ここに

τ : 周期 (sec)

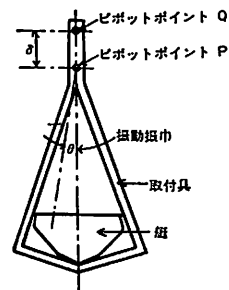
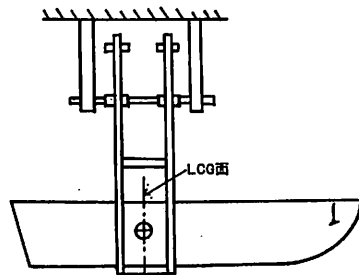
k : 慣動半径 (ft)

l : 二重振子の重心とピボットとの間の距離 l (ft)

g : 重力加速度 (ft/sec²)



(a) Reaction Table法



(b) 二重振子法

Fig. 12

実験番号 1 より

$$\tau_p = 2\pi \sqrt{\frac{k^2 + h^2}{hg}} \quad (6)$$

実験番号 2 より

$$\tau_Q = 2\pi \sqrt{\frac{k^2 + (h + \delta)^2}{g(h + \delta)}} \quad (7)$$

式(6), (7) から k^2 を消去し, $g_0 = \frac{g}{4\pi^2}$ を代入すれば

$$h = \frac{\delta g_0 \tau_Q^2 - \delta^2}{g_0(\tau_p^2 - \tau_Q^2) + 2\delta} \quad (8)$$

よって, δ , τ_p および τ_Q の確認値から, 重心の取付具からの距離が決定され得る。

実験番号 3, 4 として艇が取付具に付加され, 固縛される。この艇と取付具の合成された質量を M , ピボットポイントから合成された重心までの距離を H とする。ポイント P および Q での振動周期が再び計測され, 距離 H が上記(8)式から計算される。

最後に, ピボットポイント P から艇の重心までの距離が P に関するモーメントを求めることによって得られる。

$$\bar{X} = \frac{MH - mh}{M - m} \quad (9)$$

ここに

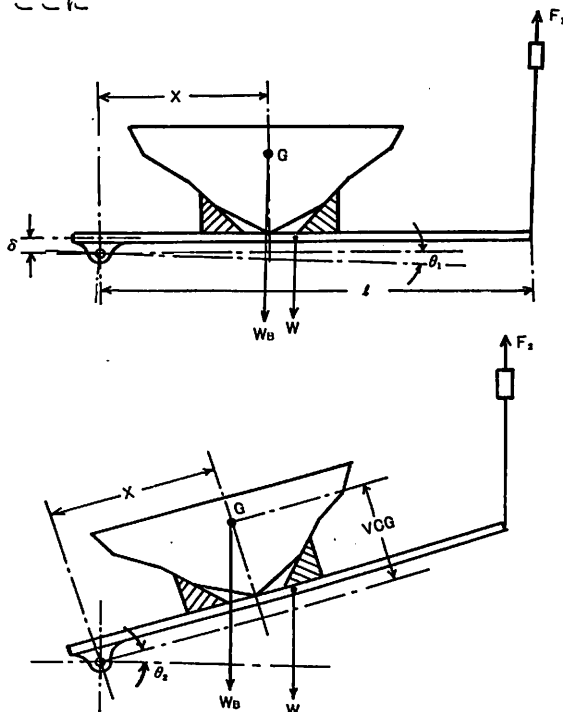


Fig. 13 ヒンジプレートを用いて船底のVCGの決定

M = 艇と取付具の合成質量 ($lb \cdot sec^2/ft$)

m = 取付具の質量 ($lb \cdot sec^2/ft$)

H = サスペンションポイントから艇と取付具の合成重心までの距離 (ft)

h = サスペンションポイント P から取付具の重心までの距離 (ft)

二重振子法の不利な点は次のように要約される。

- この方法は VCG のみを測定する。L CG の位置が艇を取付具に取付ける以前に確認されておかなければならない。
- 異なる艇体断面形状を持つ広範な艇を処理するために複雑な取付具が必要とされる。
- 要求される精度を得るためには振れの角度が小さく保たれねばならない。
- 取付具 ピボットのベアリングの摩擦は, 艇重量の付加により増加されるだろう。このことは減衰力の増加の方向に向い, 従って, 測定周期の精度に影響をおよぼす。

方法(7) ヒンジプレート

VCG を計測するこの方法は, Fig. 13 に略図的に示されている。その必要とする装置は, 一端がヒンジされ, 試験時の艇を固着する装置を有する板から成る。まず艇が, その垂直中心線が板に直角になるようにセットされ, ヒンジからの距離 X に位置付けられる。プレートの自由端部がワイヤロープでクレーンフックに結ばれ, 1 個のロードセルがワイヤロープと直列に置かれる。基板の自由端でもって艇および基板構成を水平に対する仮定角 θ_1 および θ_2 に至るまで持ち上げることににより, ロードセルから F_1, F_2 の力の読みが得られる。基板および固縛組立の重量, 重心, ヒンジから艇固有の中心線に至る距離 X , 並びに θ_1, θ_2, F_1 および F_2 が知られておれば, 艇の VCG はヒンジ周りのモーメントを採ることによって決定される。

VCG の式は, ヒンジオフセット δ を計算に入れば (Fig. 13 参照)

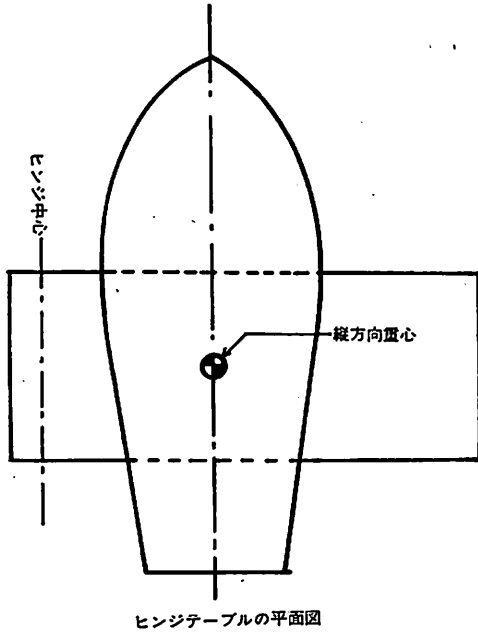


Fig.13 結論

$$VCG = \frac{X[F_1(l - \delta \tan \theta_1) - F_2(l - \delta \tan \theta_2) - w(zl - \delta \tan \theta_2)] - \tan \theta_1[F_2(l - \delta \tan \theta_2) - w(zl - \delta \tan \theta_2)]}{\tan \theta_2[F_1(l - \delta \tan \theta_1) - F_2(l - \delta \tan \theta_2) - w(zl - \delta \tan \theta_2)] - \tan \theta_1[F_2(l - \delta \tan \theta_2) - w(zl - \delta \tan \theta_2)]} \text{ ft} \quad (10)$$

となる。もしヒンジオフセット δ がヒンジプレートの長さ l に比べて小さい場合は、無視してもよい。

VCGの式は

$$VCG = \frac{X(F_1 - F_2)}{\tan \theta_2(F_1 - zw) - \tan \theta_1(F_2 - zw)} \text{ ft} \quad (11)$$

となる。ここに、

w = ヒンジプレートと艇固縛組立の重量 (lb)

$z = y/l$

y = ヒンジからヒンジと艇固縛組立の重心までの距離 (ft)

l = ヒンジプレートの長さ、換言すればヒンジからワイヤロープ装着ポイントまでの距離 (ft)

x = ヒンジから艇の垂直中心線までの距離 (ft)

θ_1, θ_2 = 回転角

F_1, F_2 = 回転 θ_1, θ_2 のそれぞれに対応するロードセルの読み (lb)

δ = ヒンジオフセット (Fig. 13 参照)

ヒンジプレートの幅は、LCGがダイレクトにプレート上にあるよう (Fig. 13 の平面図参照)、艇の位置決めによって最小になし得る。ヒンジプレートと固縛組立の重量、並びにヒンジに関する合成重心を決定することが必要であるという点は銘記されるべきである。供試艇のLCGは、トレーラ法 (方法4) と同じ方法で艇をセットすることにより、別個に決定される。この後の方のケースでは、ヒンジプレート角は実験的にコンスタントに保たれるべきである。そこでLCGは、

$$LCG = \frac{F_1 l - wy}{W_B} \text{ ft, ヒンジから} \quad (12)$$

によって与えられる。ここに

$$W_B = \frac{l(F_2 - F_1)}{\Delta x}$$

Δx = 艇の移動認知距離 (トレーラ法参照)

また、 F_1, F_2, w, y, l は上記のVCG試験に対して明示されたものに等しい。(つづく)

(訳/広郡洋祐)

第5回『舟艇技術ゼミナール』

講義演題：モーターボートの船型

講師：丹羽誠一氏

日時：昭和50年6月16日(月) 10.00~16.00

会場：本州ビル5階講堂/東京都中央区銀座5丁目12-8 昭和通り歌舞伎座筋向い

定員：30名 (受講対象者は基本造船学の知識のある方)

受講料：1名 2万5千円 (資料・昼食費を含む)

申込：東京都中央区銀座5-11-13

ニュー東京ビル 財団法人舟艇協会

電話 03-543-6018

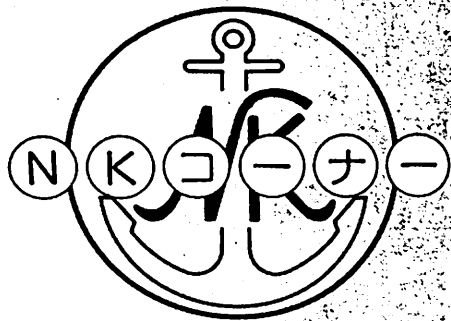
申込締切：50年5月30日

◇申込は申込用紙に必要事項明記の上お送り下さい。申込用紙はお申出次第お送りします。

◇なお、申込と同時に受講料をお払込み下さい。

◇受講料は現金書留または第一勧業銀行西銀座支店 (財)舟艇協会普通預金口座へ

▶受付次第、聴講券と受領書をお送りいたします。



昭和50年度における規則等の制定及び改正計画
NKの本年における規則等の制定及び改正計画は次のとおりである。(以下編名は、鋼船規則の編名を示す)

1. 船体関係

(1) C編6, 7及び31章の二重底及び肋骨関係規定改正

ばら積み貨物船と一般貨物船の二重底及び肋骨関係の規定の統一を図るとともに、合理化を進める。

(2) C編10, 12及び17章の甲板関係規定改正

甲板及び甲板梁の甲板荷重に対する思想統一を図るとともに、車両荷重等の特殊荷重に対しても考慮する。また、甲板桁の規定の合理化を図る。

(3) C編27章大型船舶の艀装品の規定改正

艀装数が10,000以上の大型船舶の艀装品の規定を、IACSの統一規則制定に伴って改正する。また、艀装数10,000以下の船舶の係船索の規定も改正する。

(4) C編29, 30章油槽船及び鉍石船の規定改正

タンカー及び鉍石船の横強度部材について、他部材との外力の統一を図り規則の合理化を行う。

(5) コンクリートバージ規準の作成

LNGの輸送用又は貯蔵用として用いられるプレストレス・コンクリート・バージの構造、工作及び検査に関する規準を作成する。

(6) FRP船規準の作成

FRP製の漁船その他小型船に対する構造、工作及び検査に関する規準を作成する。

2. 機関関係

(1) 補機器に対する検査関係規定の改正

補機器の製造中検査関係規定及び検査要領を検討し、補機器の重要度、品質管理状況等を考慮して、工場検査範囲を決めるよう規定を改める。また、定期的検査関係規定についても、機関プラントの信頼性評価に基づいて検査対象機器を改める。

(2) ドレジャ、クレーン船等の非自航船の機器に対する検査要領の制定

非自航船の機器、作業用特定機器等に対する検査の基本方針を定め、検査要領とする。

(3) J編関係M0船の定期的検査要領の制定

M0船における安全保護装置等自動化装置の定

期的検査要領を制定する。この場合、船側の自主検査をできるだけ認めるようにする。

(4) H編電気設備規則の改正

電気設備規則中の付属規定を検査要領に移す。小型電気機器の工場検査の範囲及び方法の規定を検討し、他船級協会の検査方法と同一レベルとなるよう改める。

(5) 冷蔵装置規則の改正

冷蔵装置規則全般の見直しを行い、不具合箇所を改める。

(6) D編のディーゼル機関クランク軸及び減速歯車関係規定の改正。

小型2サイクル機関の一体型クランク軸に対する許容応力について再検討し、要すれば改正する。

減速歯車関係規定を見直し、強度計算に関する詳細な計算式の一部を検査要領に移す。また、滲炭、窒化等表面硬他歯車に関する規定の明確化を図る。

(7) 材料試験機規則の改正

材料試験機の検査の合理化を図るため、全般を見直し、不具合箇所を改める。

3. 材料溶接関係

(1) K編7章のアンカー関係規定改正

アンカーの耐力試験荷重を、IACSの統一規則の改正に伴って改正する。

(2) K編10章の繊維索の規定改正

合成繊維索の具体的な規定を新設する。

(3) K編及びL編の統合

K編及びL編の規定の見直しを行い、かつ、両編の統合を行う。

(4) 低温用材料の規則化

現在、LNG船規準の付録Aに規定している低温材料(圧延材、鑄造材、鍛造材及び管)を再検討し、改めて規則に規定する。

(5) M編6章の溶接用材料の規定改正

高張力溶接用材料の規定を、IACSの統一規則制定に伴って改正する。

(6) 低温用材料の溶接材料、溶接工の規則化

アルミニウム、ステンレス関係の溶接材料及びこれらの材料の溶接に従事する溶接工の技量試験に関する規定を、規則に入れる。

NKのHong Kong Committee設置

最近、NK船級の国際化が進むに従い、外国船主、中でも香港船主との関係が深くなっている。そこでNKは、香港船主とのコミュニケーションを一層緊密なものとする目的で、このほど現地にHong Kong Committeeを設立し、その第1回会合が3月12日開催された。

このCommitteeは、香港在住の船主、マリコンサルタント及び学識経験者の中から選ばれた15名以下の委員で構成され、年1回香港で会合を開き、その都度NKの幹部が出席することになっている。

竣工船一覽

船名	① MINI LYMPH	② EASTERN POSEIDON	③ TEXAS YELLOW ROSE
所有者	Elmini Lymph INC	Eastern Poseidon Shipping	Miltonia Maritima
造船所	橋本造船	高知重工業	今治造船今治
船級	AB	NK	NK
進水・竣工	49年11月・50年1月	49年12月・50年2月	49年11月・49年12月
用途・航行区域	貨物船・遠洋	貨物船・遠洋	貨物船・遠洋
G/T・N/T	1,577.94/1,127.00	3,834.09/2,738.67	3,931.27/2,824.36
LOA(全長:m)	65.782	106.45	105.57
LBP(垂線間長:m)	62.80	98.00	98.60
B(型幅:m)	15.30	17.00	16.33
d(計画/強度吃水:m)	6.60/	8.70	8.40/
満載排水量	3,749.0	9,074.71	8,566.00
軽貨排水量(約)	—	1,970.97	2,032.74
載貨重量 L/T	3,120.0	6,991.57	—
K/T	—	7,103.74	6,533.26
貨物倉容積 (ベール/グリーン:m ³)	3,558/3,682	8,217/8,820	8,000.21/8,421.48
主機型式/製造所	ダイハツ6PSHTCM	6UET45/75C/赤坂鉄工	6UET45/75C/神発
主機出力(連続:PS/rpm)	750/720	3,800/230	3,800/230
主機出力(常用:PS/rpm)	620/712	3,230/218	3,230/218
燃料消費量	5.7	12.81	12.02
航続距離(海里)	3,300	9,400	11,260
試運転最大速力(kn)	10.9	16.11	15.179
航海速力 (85%MOR/15%SM)	9.7/	12.2/	12.50/
ボイラー(主/補)	—	—	/三浦豎型
発電機(出力×台数)	150KVC×2	165KVA×2	AC445V 165KVA×2
貨油倉容積(m ³)	—	—	—
清水倉容積(m ³)	7.220	356.11	414.68
燃料油倉容積(m ³)	95.259	541.62	585.73
特殊設備・特徴他	乗組員数10名	27名	23名

①



④ YUE MAN

Ivory Shipping

高知県造船

NK

50年2月・50年3月

貨物船

6,131.91 / 4,301.29

127.97

119.00

18.30

9.90

13,230.00

3,043.01

10,026.04

10,186.99

12,750 / 13,320

6UET52 / 90D神発

6,000 / 198

5,100 / 187.5

22.7

12,000

17.311

13.3

/ コクラン

300KVA × 2

—

263.53

—

33名

②



③

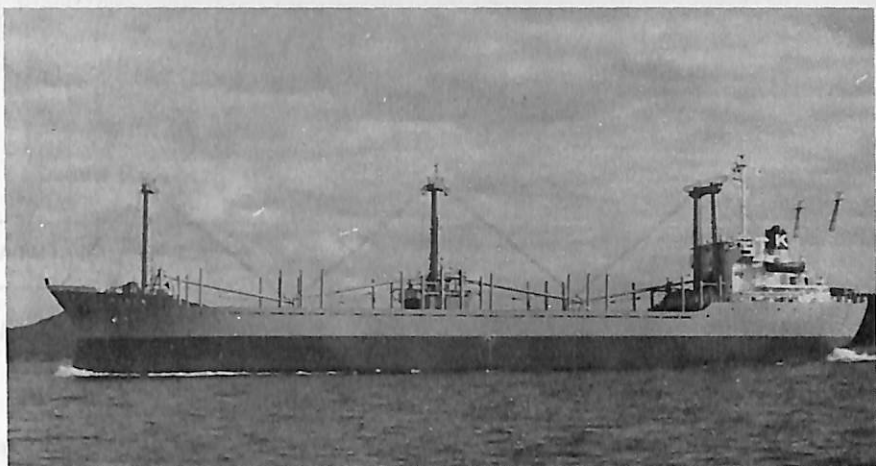


④



船名	⑤ ゆうらしあ	⑥ OCEANID	⑦ TANJUNG PERMIN 1010
所有者 造船所 船級 進水・竣工 用途・航行区域	正栄汽船 今治造船今治 NK 49年11月・49年12月 貨物船・遠洋	弥幸汽船 波止浜造船 NK 49年12月・50年2月 貨物船・遠洋	Greenock Shipping 林兼造船下関 LR 49年11月・50年3月 貨物船・近海
G/T・N/T	6,530.20/4,502.33	9,064.82/5,970.01	9,491.03/5,886.16
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) d(計画/強度吃水:m)	123.32 115.00 20.50 10.60/	138.43 128.00 21.40 12.00/	144.50 135.00 21.40 10.30
満載排水量 軽貨排水量(約) 載貨重量 L/T K/T 貨物倉容積 (ベール/クレーン:m ³)	13,589 3,095.40 — 10,497.60 14,304.6/15,369.3	19,308.70 4,050.37 15,017.40 15,258.33 18,315.89/19,268.94	17,417 — 12,873 —/—
主機型式/製造所 主機出力(連続:PS/rpm) 主機出力(常用:PS/rpm) 燃料消費量 航続距離(海里) 試運転最大速度(kn) 航海速度 (85%MOR/15%SM)	6UEC52/105D神発 6,200/175 5,580/169 20.59 10,300 16.684 13.0/	16PC2VIHI 8,350/139.8 7,100/132.5 27.1 16,130 17.380 14.3	日立B&W8K42EF 5,000/220 4,550/220 18 13,000 13.699 12.4
ボイラー(主/補) 発電機(出力×台数)	/三浦型水管式 445V-60Hz 280KVA×2	/コクラン 445V×400KVA×2	/ユドラム水管 450V×615KVA×2
貨油倉容積(m ³) 清水倉容積(m ³) 燃料油倉容積(m ³)	— 655.72 839.76	— 657.38 1,499.96	18,410 511 1,094
特殊設備・特徴他	乗組員数26名	33名	主荷油ポンプ 500m ³ /h×4

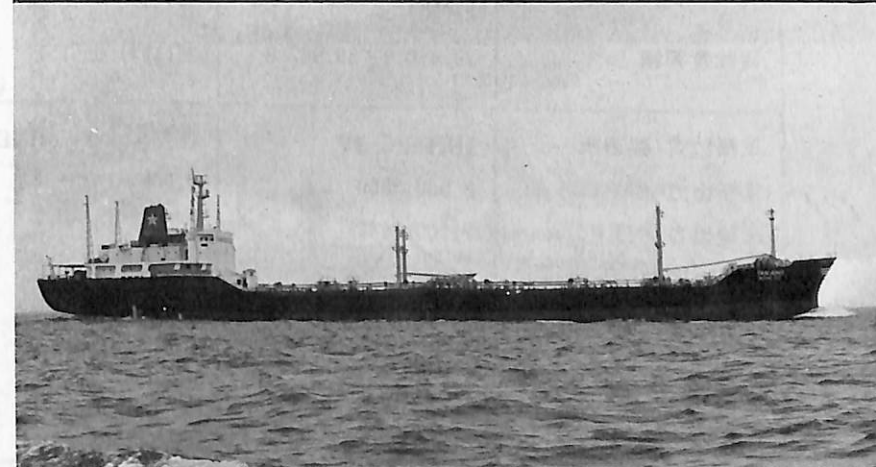
⑤



⑥



⑦



⑧



⑧ AKRATA

Akrata Shipping

石川島播磨東京

L R

49年11月・50年3月

貨物船・遠洋

9,753.47/6,030

143.30

134.14

19.81

12.20

—

14,948

15,187

18,988.7/20,140.8

IHI12PC-2V

5,130/500

4,540/480

18.2

19,000

16.27

13.6

/Vertical

AC310KW×450V×2

—

174.2

1,356.3

船名	⑨ OHTORI	⑩ GOLDEN STAR	⑪ GEORGE L
所有者	Co-OP Line Co	Golden Star Steam Ship	Fairview Shipping INC
造船所	石川島播磨東京	日本鋼管清水	函館ドック室蘭
船級	NK	A B	A B
進水・竣工	49年12月・50年3月	49年12月・50年3月	49年12月・50年3月
用途・航行区域	貨物船・遠洋	ばら積貨物船・遠洋	撤積船・遠洋
G/T・N/T	13,212.57/9,475.93	13,035.84/8,867	14,786.62/9,642
LOA(全長:m)	164.33	155.70	182.00
LBP(垂線間長:m)	155.448	145.70	167.80
B(型幅:m)	22.86	22.86	22.86
d(計画/強度吃水:m)	13.56	13.60/	14.246/
満載排水量	—	26,907	33,246
軽貨排水量(約)	—	4,848	—
載貨重量 L/T	—	—	26,987
K/T	22.591	22.059	27,418
貨物倉容積 (ペール/グリーン:m ³)	29,950.9/30,907.0	25,117/29,151	32,416/32,722
主機型式/製造所	IHI16PC-2V	住友スルザー6RND68	IHIスルザー6RND76
主機出力(連続:PS/rpm)	8,000/500	9,000/137	12,000/122
主機出力(常用:PS/rpm)	7,200/482	7,650/130	10,800/117.8
燃料消費量	33.7	29.13	40.62
航続距離(海里)	15,000	21,300	18,000
試運転最大速力(kn)	17.38	16.705	18.082
航海速力 (85%MOR/15%SM)	15.0	15.1/	15.2/
ボイラー(主/補)	/Vertical	/AALBORG	/Spanner N240-H
発電機(出力×台数)	450V310KW×2	AC460V, 310KW×2	AC450V×350KW×3
貨油倉容積(m ³)	—	—	—
清水倉容積(m ³)	201.4	84	133
燃料油倉容積(m ³)	1,540	2,541	2,664
特殊設備・特徴他			

⑨



⑫ KENTUCKY HOME

Quasars Navigation

三井造船藤永田

A B

49年12月・50年3月

撤積船・遠洋

16,307.3・11,026

176.75

168.00

22.86

14.10/

33,865

5,641

26,795

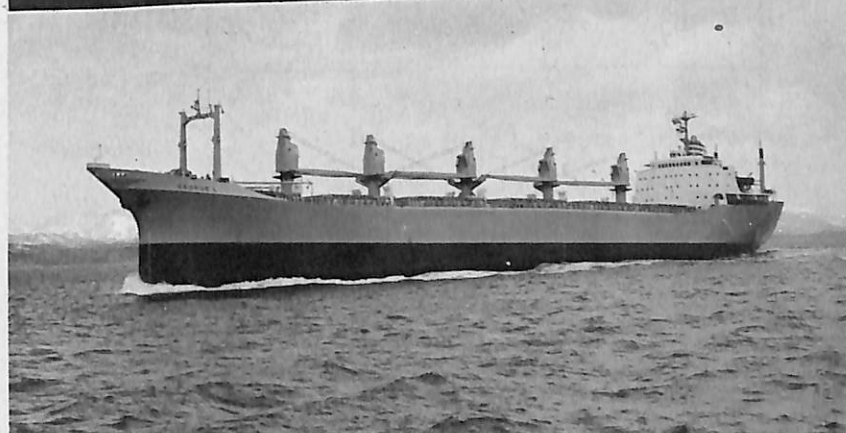
27,224

31,082/36,204

⑩



⑪



三井B&W6K74EF

11,600/124

10,600/120

44

14,700

17.771

15.5

/水管式

400KW×3

⑫



—

280.7

1,667

船名	⑬ えりす丸	⑭ STADION	⑮ BERGNES
所有者	三菱商事	Naves Mundiales	Kristian Jebsens
造船所	名村造船大阪	Armadore S.A.	Rederi
船級	NK	金指造船	日本鋼管清水
進水・竣工	49年12月・50年3月	AB	LR
用途・航行区域	49年12月・50年3月 ばら積貨物船・遠洋	49年12月・50年4月 ばら積貨物船・遠洋	49年11月・50年2月 ばら積貨物船・遠洋
G/T・N/T	16,526.86/10,776.36	18,701.08/12,769	20,167.61/12,420.32
LOA(全長:m)	177.03	182.18	177.00
LBP(垂線間長:m)	167.00	170.00	167.00
B(型幅:m)	22.90	27.00	27.80
d(計画/強度吃水:m)	14.50/	15.20/	15.00/
満載排水量	33,501	41,220	43,332
軽貨排水量(約)	5,403	7,693	8,108
載貨重量 L/T	—	32,999	—
K/T	27,098	33,527	35,224
貨物倉容積 (ベール/グレーン:m ³)	32,595/34,247	39,141.58/44,766.59	38,773.5/40,389.0
主機型式/製造所	三菱神戸スルザー 7RND68	三井B&W6K74EF	住友スルザー7RND76
主機出力(連続:PS/rpm)	11,550/150	11,600/124	14,000/122
主機出力(常用:PS/rpm)	9,820/142	10,600/120	12,600/118
燃料消費量	37.14	40.354	48.4
航続距離(海里)	16,300	13,500	18,300
試運転最大速度(kn)	17.59	17,298	17.269
航海速度 (85%MOR/15%SM)	15/	15/	15.00/
ボイラー(主/補)	/コ克蘭	/サンロッド CPDB-15	/型水水管
発電機(出力×台数)	AC450V×400KVA×3	650PS×3	AC450V480KW×3
貨油倉容積(m ³)	—	—	—
清水倉容積(m ³)	478.8	532	206.0
燃料油倉容積(m ³)	1,884.7	2,080	2,628
特殊設備・特徴他			

⑬



⑯ CRUZEIRO DE SUL

Maranave S.A.

大阪造船所

A B

50年1月・50年3月

撤積貨物船・遠洋

20,583.74・14,325

185.50

175.00

26.00

15.50/

41,793

7,637

—

34,156

41,360/46,140

⑭



⑮



⑰

三菱スルザー6RND76

12,000/122

10,800/117.8

43.0

19,440

18.304

15.0

/コ克蘭

AC450V500KVA×3

—

430.4

2,572.8



船 名	⑰ PAVEL RYBIN	⑱ 鍵102	⑲ NEKTAR
所 有 者	V/O Sudoimport	China Machinery Import & Export	Texas LPG Transport
造 船 所	日立造船向島	日本鋼管浅野	三菱重工横浜
船 級	R S	NK	NK
進 水 ・ 竣 工	49年11月・50年3月	49年10月・50年3月	49年8月・50年2月
用途・航行区域	チップ運搬船	浚渫船・沿海	LPG船・遠洋
G / T ・ N / T	18,397.73 / 12,679.19	1,729.34 / —	36,902 / 24,940
LOA(全長:m)	169.452	74.1	223.96
LBP(垂線間長:m)	158.00	69.9	213.00
B(型幅:m)	24.60	14.0	34.60
d(計画/強度吃水:m)	16.40 /	5.1 /	21.40 /
満 載 排 水 量	30,607	2,224.3	68,157
軽 貨 排 水 量(約)	6,982	—	18,692
載 貨 重 量 L/T	—	—	—
K/T	23,625	283.5	49,465
貨物倉容積 (ベール/グレーン:m ³)	— / 41,170	— / —	— / —
主 機 型 式 / 製 造 所	日立B&W6K62EF	DC明電舎	三菱スルザー6RND90
主 機 出 力(連 続:PS/rpm)	8,300 / 144	700KW / 300	17,400 / 122
主 機 出 力(常 用:PS/rpm)	7,600 / 140	—	14,790 / 116
燃 料 消 費 量	31.2	5.54	54.3
航 続 距 離(海 里)	10,900	—	17,000
試 運 転 最 大 速 力(kn)	16,269	8.659	18.48
航 海 速 力 (85%MOR/15%SM)	14.4 /	7.40 /	15.65 /
ボ イ ラ ー(主/補)	/日立フレミング	—	—
発 電 機(出 力 × 台 数)	AC400V750KVA × 3	DC450, AC400	450V × 60Hz × 700KW × 3
貨 油 倉 容 積(m ³)	—	—	70,162
消 水 倉 容 積(m ³)	321.8	104.1	574
燃 料 油 倉 容 積(m ³)	1,250.6	169.0	3,255
特 殊 設 備 ・ 特 徴 他	耐水構造	浚渫能力 750m ³ /h 浚渫深さ 12m (最深 20m)	

①7



②0 LISSA

Lisa Shipping INC

日立造船舞鶴

A B

49年11月・50年2月

油槽船・遠洋

40,558.48・29,616

243.50

232.00

34.40

18.70/

96,827

—

80,760

—

—/—

日立B&W8K84EF

20,000/114

18,200/110

69.4

21,300

16.24

15.4

(T) 700KW×1
(D) 360KW×2

100,918.83

791.81

4,566.26

①8



①9

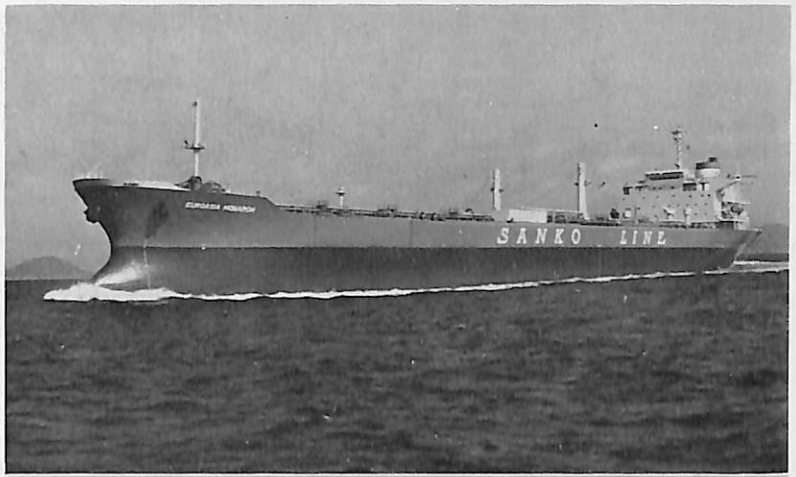


②0



船名	㉑ EUROASIA MONARCH	㉒ INDUSTRIAL PROSPERITY	㉓ MINOTAVAROS
所有者 造船所 船級 進水・竣工 用途・航行区域	Universal Steam 笠戸船渠笠戸 NK 49年11月・50年3月 油槽船・遠洋	Industrial Tanker 名村造船伊万里 NK 49年11月・50年3月 油槽船・遠洋	Watwork Corporation 三井造船玉野 LR 49年12月・50年3月 油槽船・遠洋
G/T・N/T	48,170.97/34,744.53	48,292.85/35,759.70	68,630.86/52,515.46
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) d(計画/強度吃水:m)	242.30 230.00 40.00 18.90/	245.00 232.00 39.00 18.70/	271.00 260.00 44.00 22.40/
満載排水量 軽貨排水量(約) 載貨重量 L/T K/T 貨物倉容積 (ベール/グリーン:m ³)	107,502 16,602 89,464 90,900 —/—	105,668 19,189 — 89,479 —/—	162,426 23,542 — 138,884 —/—
主機型式/製造所 主機出力(連続:PS/rpm) 主機出力(常用:PS/rpm) 燃料消費量 航続距離(海里) 試運転最大速力(kn) 航海速力 (85%MOR/15%SM)	IHIスルザー7RND90 20,300/122 18,270/117.8 70.6 16,370 15.92 15.6/	三菱スルザー7RND90 20,300/122 18,270/118 68.9 17,300 16.18 15.50/	三井B&W DE8K90GE 27,300/114 24,800/110 95.18 24,390 16.78 15.60/
ボイラー(主/補) 発電機(出力×台数)	/二胴水管 900KW×2	/三菱舶用水管 AC450V1100KVA×2	/三井WTA-40 750KW×2
貨油倉容積(m ³) 清水倉容積(m ³) 燃料油倉容積(m ³)	115,551.33 485.99 3,536.71	111,001.8 412.0 3,290.2	167,905.0 476.6 FO 6,887.4 DO 388.2
特殊設備・特徴他			

②1



②4 THORDIS

Tonevolds Rederi

住友重機械浦賀

N V

49年11月・50年2月

油槽船・遠洋

77,402.46 / 53,793.72

267.00

258.00

44.00

22.90

—

—

138,540

—

— / —

住友スルザー9RND90

26,100 / 122

22,200 / 116

85

27,000

16.18

15.18

— / —

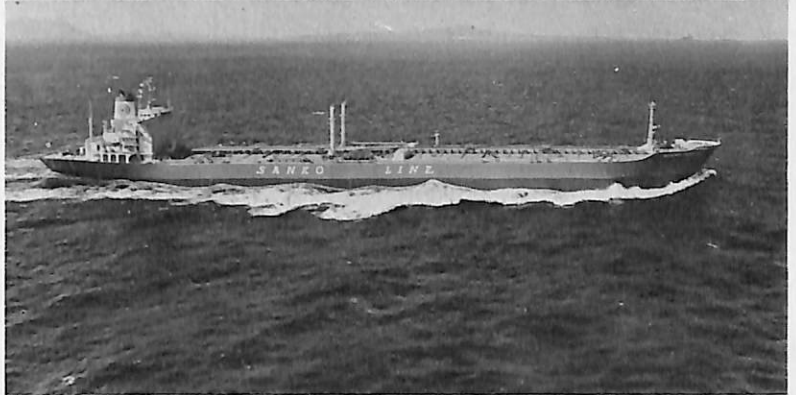
AC450V × 750KW × 3

171,521

617

7,491.6

②2



②3



②4



船 名	㉕ CHAMPAGNE	㉖ WORLD TROPHY	㉗ CONOCO EUROPE
所 有 者 造 船 所 船 級 進 水 ・ 竣 工 用 途 ・ 航 行 区 域	Société Française De Transports Petraliers 三菱重工横浜 BV 49年11月・50年2月 油槽船・遠洋	Liberian Crest Transports 佐世保重工 NK 49年11月・50年4月 油槽船・遠洋	Conoco Shipping Co. 住友重機械追浜 AB 49年11月・50年3月 油槽船・遠洋
G/T・N/T	93,894/63,403	114,573.58/94,648.83	122,394.7/105,408
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) d(計画/強度吃水:m)	249.85 280.00 47.40 24.10/	339.50 324.00 53.50 25.70/	340.80 324.00 54.40 26.90/
満 載 排 水 量 軽 貨 排 水 量 (約) 載 貨 重 量 L/T K/T 貨 物 倉 容 積 (ベール/グリーン:m ³)	199,618 30,681 — 168,937 —/—	295,971 — 254,417 — —/—	— — 271,685 — —/—
主 機 型 式 / 製 造 所 主 機 出 力 (連 統 : PS/rpm) 主 機 出 力 (常 用 : PS/rpm) 燃 料 消 費 量 航 続 距 離 (海 里) 試 運 転 最 大 速 力 (kn) 航 海 速 力 (85%MOR/15%SM)	三菱スルザー 10RND90 29,000/122 26,100/118 94.4 27,000 16.57 15.3/	三菱 Cross Compound 36,000/900 33,000/87.4 212.5gr/SHP/hr 19,500 16.44 15.25/	住友スタルラバルAP 38,000/91 38,000/91 171 16,000 16.87 14.578
ボ イ ラ ー (主/補) 発 電 機 (出 力 × 台 数)	/三菱CE2ドラム×2 AC450V×850KW×3	/佐世保 FW MDM AC450V×2,500KVA×1	三菱GE×2/— 1,900KW×1 950KW×2
貨 油 倉 容 積 (m ³) 消 水 倉 容 積 (m ³) 燃 料 油 倉 容 積 (m ³)	198,906 581 8,033	9,973.1 408 —	355,053 526 11,998
特 殊 設 備 ・ 特 徴 他		M O 取 得	

②5



②6



②7



②8



②8 CHEVRON BURNBY

Chevron Navigation

三菱重工長崎

A B

49年10月・50年2月

油槽船・遠洋

122,626.52/104,032

338.773

320.00

53.60

27.30/

—

—

—

272,405

—/—

三菱2段減速機
船用タービン

36,000/90

36,000/90

175

25,000

16.11

15.4

三菱CE V2M-8W×2

AC450V×1,800KW×1

331,538.2

486.2

12,986.1

Ship Building & Boat Engineering News

■船舶用衝突予防装置“オートラップ”

三井造船はかねてより、船舶用衝突予防装置“オートラップ (AUTORAP: Auto Radar Processor for Anti-Collision)”を協立電波と共同で開発してきたが、このほどその実用化装置を完成した。

本装置は船用レーダより得られる情報をもとに、他船との関連を適確に判断し、操船者に対し船の安全航行に必要な情報を提供するもので、最大40隻までベクトル表示ができるコンパクトな独立表示方式の衝突予防装置である。

本技術に関しては、昭和46年三井造船が協立電波と共同で製品の開発をはじめ、翌47年運輸省の補助金で実験装置を製作し、レーダ雑音除去の研究に全力をあげ、三井造船由良造船所の修繕工場の船舶の出入港システムに組み入れてテストし、現在その効果を発揮している。さらに陸上では48年剣崎灯台において約1カ月半にわたるテストを行い、海上においてカーフェリー“えりも丸”に実験装置の一部を搭載し、雑音除去処理能力、レーダ信号の変動特性等について実用化に必要なテストを行い、コンパクトな製品が完成したのである。

従来この種の装置はいずれも電子機器メーカーにより開発されて来たが、本器は造船所の立場から、船全体のシステムの一環として完成されたことに大

きい意義があるといえる。

〔構成〕

- レーダ信号処理器 (雑音除去、レーダ信号判定回路を含む)
- 21インチ高輝度角形ブラウン管 (CRT)
- コンピュータ
- ディスプレイコントローラー
- 操作パネル

〔特長〕

1. 最大40隻の自動抽出ができ、なお手動抽出も可能。
2. 最近接距離 (CPA)、最近接時間 (TCPA) を手動設定した場合、設定値内に他船が入った場合警報が鳴る。
3. トルーモーション・モードをはじめ6種類の表示ができる。また、自船の新航路および速度を設定し、試行操船を行うことができ、その結果操船者に新しい自船の航路設定の情報を提供する。
4. トルーモーション・モードの場合、ディスプレイ上に指定航路を表示し、オプションとしてマラッカ海峡、東京湾等の安全航行に有効な役割を果たす。

■ULCC 用主機として完成した MS 45-2 型タービン

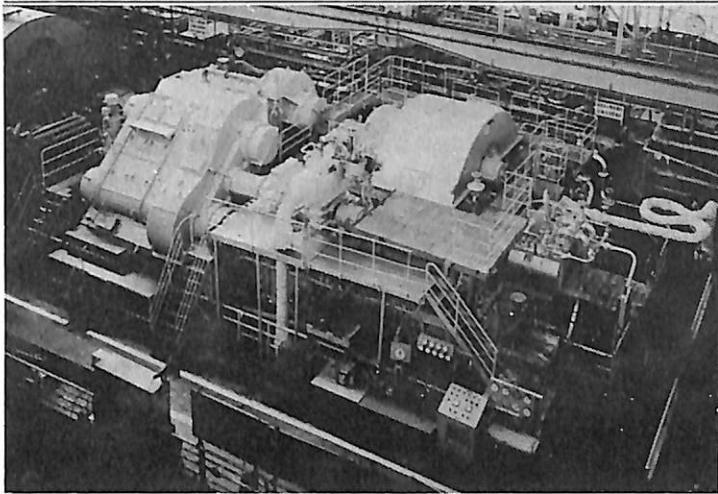
三菱重工は、このほど長崎造船所においてULCC用主機として MS 45-2 形船用主タービン初号機を完成した。本タービンは、日本鋼管津造船所で建造中のノルウェー・アンドレ・ヤール社向け7月進水予定の 360,000 DWT 形タンカーに搭載される。なお、同社では現在MS 45-2形機を14台受注している。

近年、船の大型化・高速化により船用蒸気タービンプラントの大出力化が要求されるとともに、その性能および信頼性に対する要求も一段と高度なものとなってきている。

同社では、昭和44年から新しい船用主タービンシリーズの開発に着手したが、主としてタンカー用を対象として 20,000 ps から 50,000 ps までを標準化し、シリーズ化したのが、新船用主タービン MS-2形シリーズである。



衝突予防装置“オートラップ”



MS 45-2型タービン

新シリーズ・初号機の MS36-2 形 34,000 ps×90 rpm は、昭和48年夏に竣工した米国シェブロン社向け 261,000 DWT タンカー “OTTO N. MILLER” 号に搭載され、以来きわめて順調に就航しており、また同形主機を搭載した船およびその後完成した MS 40-2 形 38,000 ps×90 rpm を主機として搭載した就航中の船は、現在28隻にのぼっている。

このたび完成の MS 45-2 形は、さきの VLCC 用主機として完成した MS 36-2・MS 40-2 につづく新シリーズの第3弾で、前2機種の良い就航実績をもとに ULCC 用主機として開発されたものである。

主タービンの構成は、高圧タービン・低圧タービン・減速歯車・主推力軸受および主復水器の5つのブロックからなっているが、各エレメントごとに標準化され、信頼性の向上と供給の迅速化が図られている。

MS 45-2 形の特長と主要目は次のとおりである。

〔特長〕

1. 低圧タービンの第1～6段動翼は、性能と強度の確認されている前2機種と同一のものを使用し、第7・8段動翼は実機完成前に動翼とロータを先行手配し、その振動確認試験の結果、耐振強度が確認されたものを使用している。
2. 低圧タービン第7・8段のノズルと動翼は、別に製作したテストタービンにより、その性能と強度の確認を行っている。
3. 高圧タービンロータの振動は、高速バランシングマシンにより常用回転数以下全域にわたってきわめて小さいものとされている。

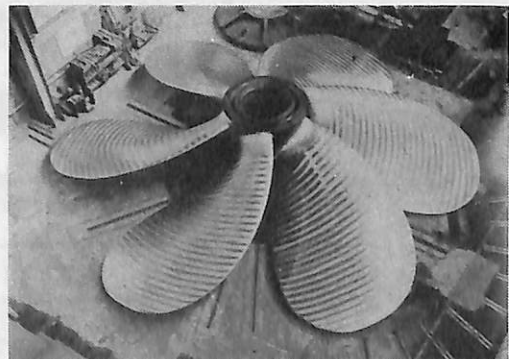
〔主要目〕

軸馬力	45,000 ps
主軸回転数	80 rpm
タービン回転数	高圧 約 4,800 rpm 低圧 約 3,000 rpm
蒸気条件 (タービン入口)	60 kg/cm ² ×510°C
第2段大歯車直径	約 5.0 m
主復水器冷却面積	約 3,500 m ²

■世界最大のプロペラ

神戸製鋼所呉工場において、このほど重量80トン、直径9.7m という世界最大のプロペラが完成した、このプロペラは日立造船・有明工場で建造中のエソソ向け40万重量トンの超大型タンカーに取り付けられるものである。

重量・80トン、直径・9,700mm、材質・NiAiBC、翼数・6翼一体型、納入・75年4月。



世界最大のプロペラ

特許解説

平底船〔特公昭49-12631号公報，発明者；千葉規胤，出願人；三菱重工業㈱〕

最近の船型理論で計算される理想船型は，通常船底にも丸味をもっており，そのような船においては，乱れや渦の発生が少なく，推進抵抗も小さいことが，模型試験により確認されている。

ところで従来の大型船は，主として建造工事の面から，底面の大部分はほとんど平面である。そのため，この部分はいわゆる流線型とは異なったものとなり，流れがスムーズにならずに乱れや渦の発生を伴うので，船体の抵抗増加の原因となっている。

本発明は従来の平底船における上述の問題に対してなされたものであり，平底船において船底下方の流れをスムーズにすることにより，その推進抵抗を向上させようとするものである。

図面を参照して説明すると，平底船1の船底にはその周辺部1aにゴムのごとき材質からなる可撓伸

縮性の水密膜2の周囲が水密に固着されている。船体外側面没水部に海水取入口3が開口しており，船内に設けられたポンプ4の入口が連通しており，ポンプ4の出口は弁5を介して水密膜2と船底との間に連通している。

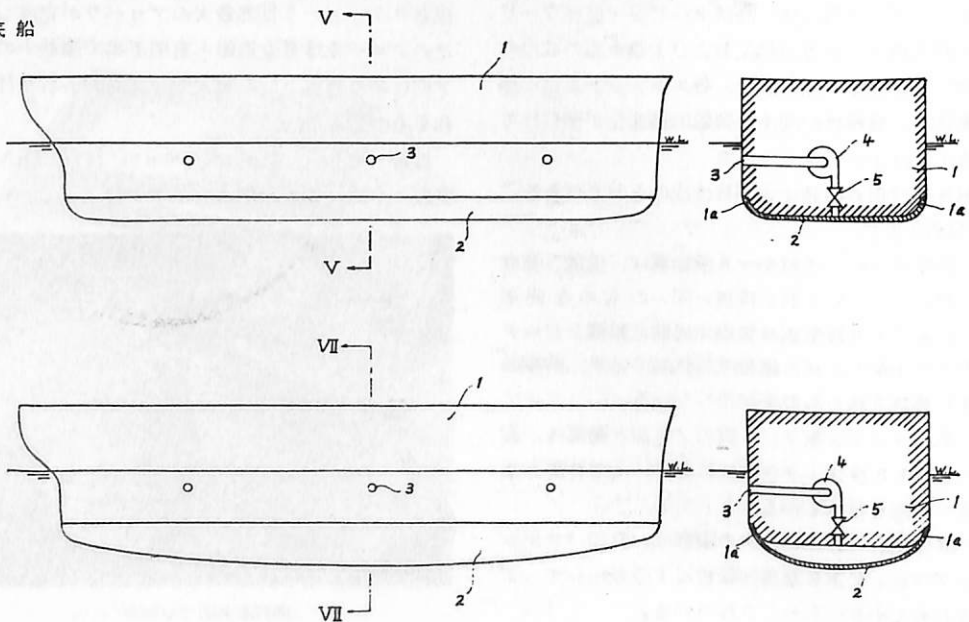
したがってポンプ4を作動し，海水取入口3から海水を吸引して水密膜2と船底との間に送給すると，水密膜2が下方にふくらむので，これにより船底下の流れは丸味を有する船底の場合と同様にスムーズになり，渦や乱れが減少して推進性能が向上する。また喫水制限がある場合や入渠時には，水密膜2内の海水を排出して平底とすることができる。

カタマラン〔特公昭49-10475号公報，発明者；ベングト・ヴィルヘルム・ラールングヴィスト，出願人；シーセーフ・トランスポート・アー・ベー〕

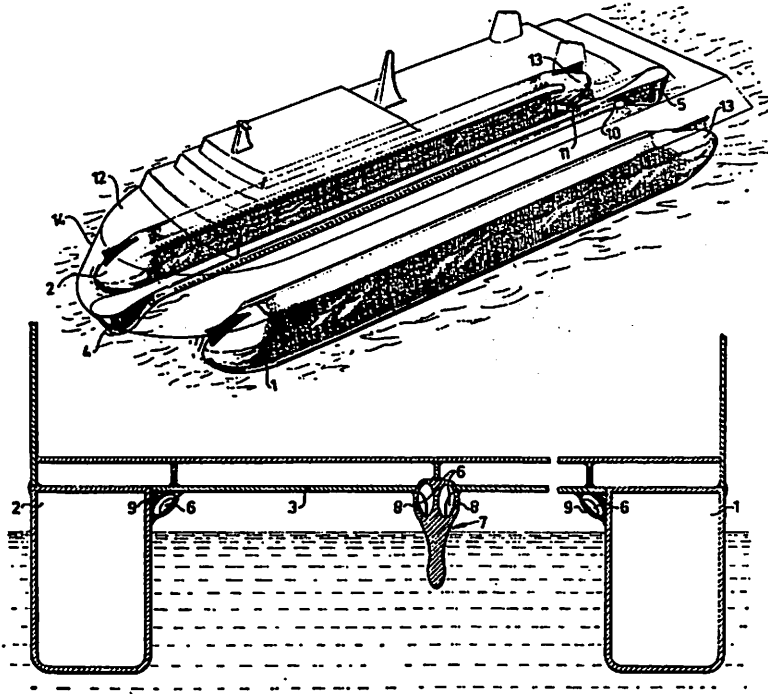
二つ以上の船郭を装備した船，いわゆるカタマラン船は，その単位排水量に対して比較的大きい積載能力を有する点，あるいは船の安定度が増すなどの利点から，従来より広く知られている船型のひとつである。

しかし，この種カタマラン船型において，船に斜めに近づく波は，相隔てられた船郭の間（トンネル部）に飛込み，そこで船側に衝突するが，その後，波は船側からはね返るとき，自由に上方または外方に移動できないので，船郭を連結する下方デッキに衝突する。そのため，移動波に蓄えられたエネルギーの大部分は，船体に吸収させなければならず，大

平底船



カタマラン



なる応力が船体にかかり、構造上望ましいものとは言えない。

本発明は、上述の点を改良するためになされたもので、図面を参照して説明すると、二つの船郭1、2をデッキ3によって連結し、上部に船室が配置される。二つの船郭の間のトンネル部に、船首部12から船尾部13にわたって貫流手段7が設けられる。

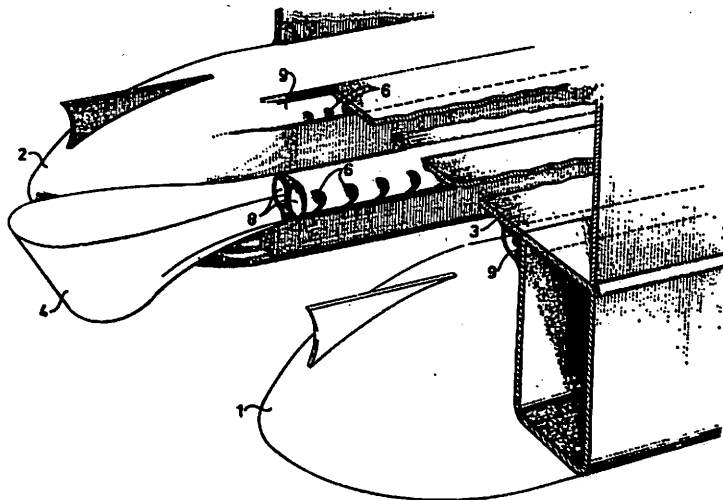
貫流手段7は、断面卵型をしており、内部に貫流通路8を備えている。貫流通路8には、えら状の開孔6が設けられるとともに、貫流手段7の船首部および船尾部には、それぞれ、消波ダンパー4、5を有している。

トンネル部に進入した波は、消波ダンパーで抑制されるとともに、開孔6より貫流通路8に流入し、船尾部の放水部10より放出され、移動波のエネルギーが吸収される。

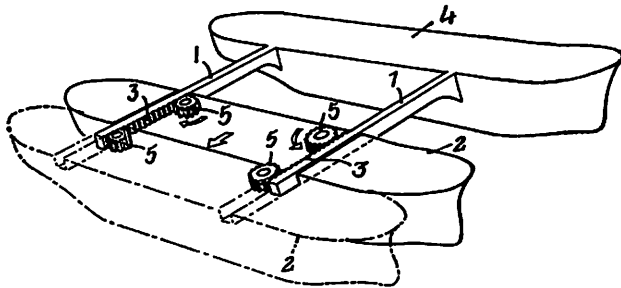
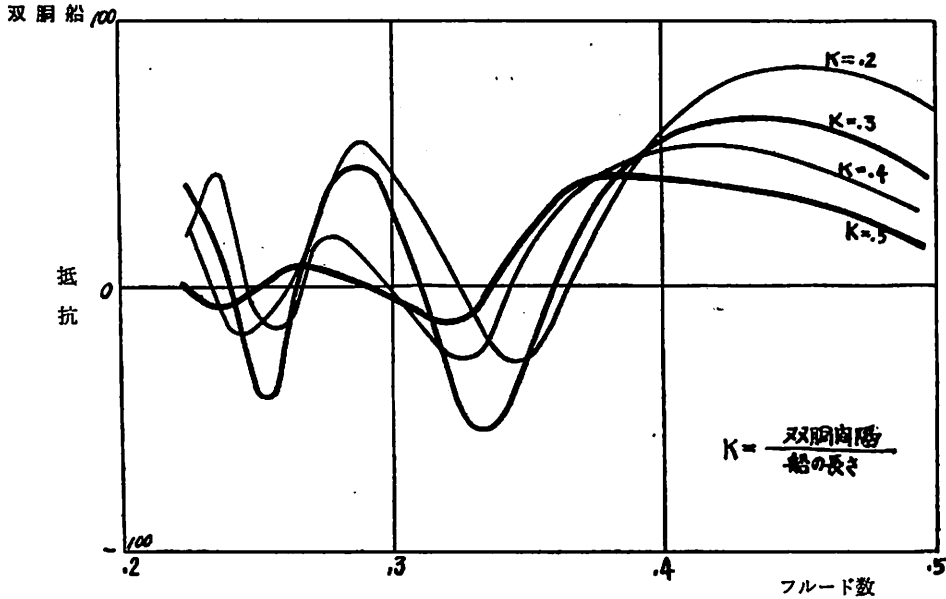
貫流手段は、トンネル部に設けるとともに、船郭1、2とデッキ3の交叉部に設けると、さらに効果が増す。

双胴船〔特公昭491-1917号公報、発明者；瀬尾敏一、出願人；日本鋼管㈱〕

双胴船は、一般の単胴船と比較して、安定性に富み、造波抵抗も減少することが知られている。しか



カタマラン



し、双胴船にはこのような性質があるとは言え、対立した二つの船体によって生ずる造波に干渉作用が存在し、そのため造波抵抗を減少させて航行性がよいとしても、その有利性は常に理想的に得られるものではない。また、双胴が充分な間隔をもって連結されているので、入出港が必ずしも容易でなく、特に進水、入出渠時には巨大なドックを必要とする。

本発明は、上記の問題点をふまえてなされたものであり、模型船を用いて船の長さに対する船の間隔の比の値（すなわち双胴間隔）を種々変化させて、

そのときの干渉抵抗を測定した結果、フルード数 0.2~0.3 の間に抵抗が負となる第1のカーブを示し、その後いったん干渉抵抗が正の値をとってから、再び下降して、フルード数 0.3~0.4 の間において第2の負のカーブを示すという特殊な様相を示すものであるとの事実にもとづいて発明されたものである。

すなわち、実験によって得られたデータにもとづき、速度との関係で最適なフルード数を得るように双胴間隔を調整するならば、双胴にしたことによる単胴間の干渉抵抗を適切に解消することができる。本発明においては、双胴間隔を調整する構成として、単胴4に設けたビーム1,1によって他方の単胴2を連結し、ビーム1,1に取付けたラック3, それに対応するピニオン5の係合調節によって行なう。

（特許庁審査第3部 幸長保次郎）

船 舶 第48巻第5号 昭和50年5月1日発行

5月号・定価800円（送料40円）

本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。

編集兼発行人 土肥 勝 由

発行所 株式会社 天然社

〒104 東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル

電話・(03) 543-7793 振替・東京 79662

船 舶・購読料

1カ月 800円（送料別40円）

6カ月 4,800円（送料別240円）

1カ年 9,600円（送料共）

*本誌のご注文は書店または当社へ。

*なるべくご予約ご購入ください。

油汙過作業の省力化…

特許

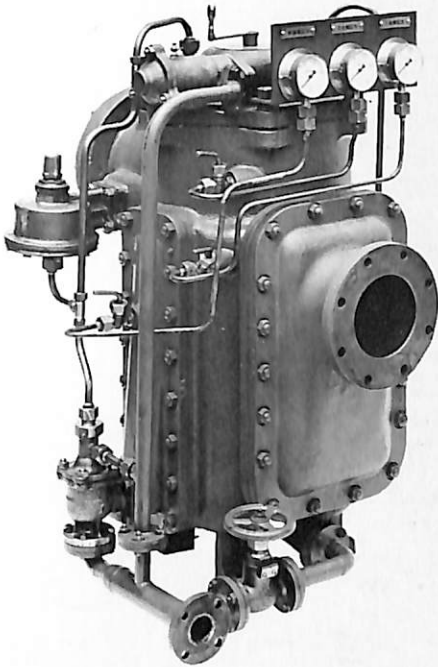
機関室を広くする

マックス・フィルタースシリーズ

日本船用機器開発協会助成品

MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器



LS型の特長

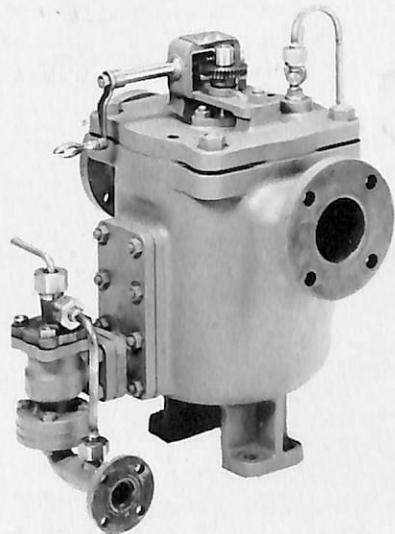
- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロシプロケータを採用

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

LSM型の特長

- 一分間で逆洗終了
- 手をよごさぬワン、ツー、スリー操作でOK



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

本 部 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町1703
☎ 045 (892) 6 2 7 1 (代)
東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18
☎ 03 (443) 6 5 7 1 (代)
大阪営業所 大阪市北区梅田町34千代田ビル西館
☎ 06 (345) 7 7 3 1 (代)
九州営業所 福岡県久留米市日吉町24-20 宝ビル
☎ 0942 (34) 2 1 8 6 (代)

 **新倉工業株式会社**

Dimetcote® 厚膜型無機亜鉛塗料

ダイメットコート

鋼構造物を腐食から守る特殊防食塗料

Amercoat®

小松島特殊塗装工場稼動開始

新造船、就航船などに最新設備によって工期短縮
低コスト、精度の高いタンク内塗装施工を行います。

小松島工場：〒773 徳島県小松島市中田町東山 TEL 08853-2-6352

発売元 株式会社 井上商会

(本社) 〒231 横浜市中区尾上町5-80
TEL 045-681-1861(代)

製造元 株式会社 日本アマコート

(工場) 〒232 横浜市中区かもめ町23
TEL 045-622-7509

社長 井上正一