

船の科学 1995 2

VOL.48 NO. 2

日本初の超近代化内航クリーンタンカー

“鶴洋丸”



鶴見輸送株式会社殿向け 4953DWT / 5000kl 積み

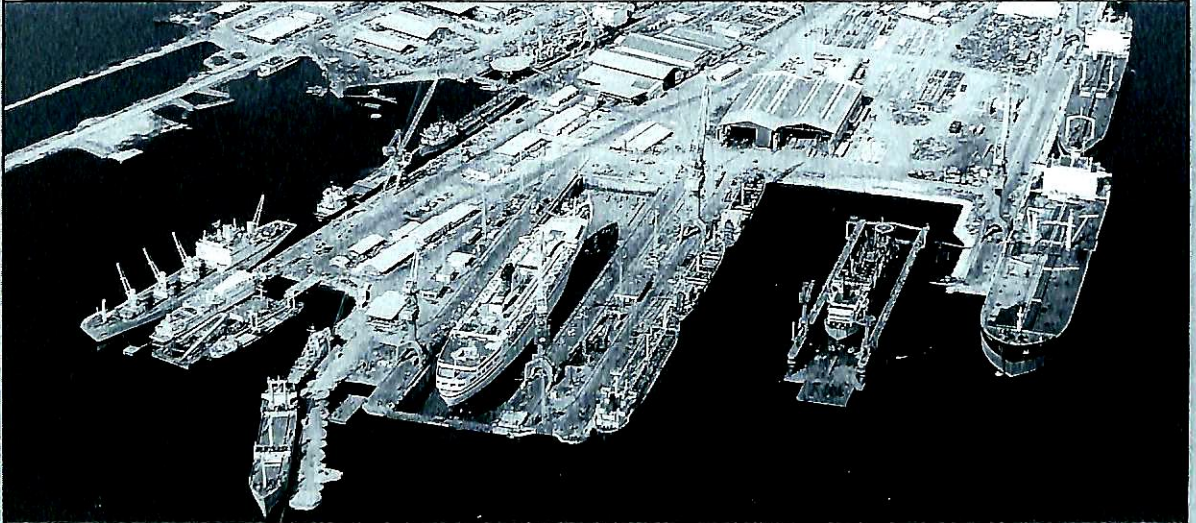
力強く新世紀へ…

 **SHIN
KURUSHIMA**
SOMETHING NEW!

 株式会社 新来島どつく

356 SUNNY DAYS!!

修繕と改造はカリブ海“キュラソー”で…
降雨量は年間わずか400ミリ。



設 備

- 修繕ドック 2基
150,000dwt 1基
 - フローティング・ドック 1基
28,000dwt 1基
10,000T(リフティング・キャバ)
165×29(m)
 - 1,800m(総延長)修繕岸壁
 - 各種クレーン(ドックサイド) 9基
- 事業内容
- 船舶の修繕・改造
 - 発電機・モーターの修繕と巻換え
 - 電子機器および自動化装置の修繕
 - 年中無休サービス、ジェット便は北米、南米、ヨーロッパ各地へ直行便毎日運行。

会社別主要御得意先(順不同)

大 洋 商 船	北 真 船 船	東 京 馬 利 ン
三 光 汽 船	英 雄 海 運	安 日 保 商 店
日 正 汽 船	萬 野 興 海	日 魯 魚 業
上 村 海 運	東 大 日 マ リ	雄 魯 洋 海
関 汽 外 航	乾 日 汽 船	日 魯 洋 海
近 海 タ ン カ ー	山 下 新 日 本	永 井 井 海 運
鹿 島 汽 船	関 兵 友 海 運	大 神 八 輪 シ ッ
大 阪 商 船 三 井 船 舶	住 友 化 学 有 限 公 司	共 栄 東 船
中 野 海 運	フ ァ ー イ ス ト ・ シ ッ ピ ン グ	
フ ァ ー イ ス ト ・ シ ッ ピ ン グ	ク リ ム ソ ン ・ ラ イ ン	
中 村 汽 船	神 戸 シ ッ ピ ン グ	

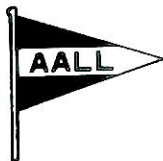


CURACAO DRYDOCK COMPANY INC.

Curacao NETHERLANDS ANTILLES

総代理店

オールランドコンパニー リミテッド



〒105 東京都港区虎ノ門3丁目22番1号
電話営業部 (03) 5470-2911(代) FAX (03) 5470-2918
〒650 兵庫県神戸市中央区波止場町3番1号
電話 (078) 391-1181(代) FAX (078) 331-2096
〒799-21 愛媛県越智郡波方町大字樋口甲1番地1
電話 (0898) 43-0222(代) FAX (0898) 43-0339

ハミルトンジェットと 日本近海で育つ我々の技術 “低馬力, 燃費節約高速船”

ハミルトンジェット

H/J 211型

273M型

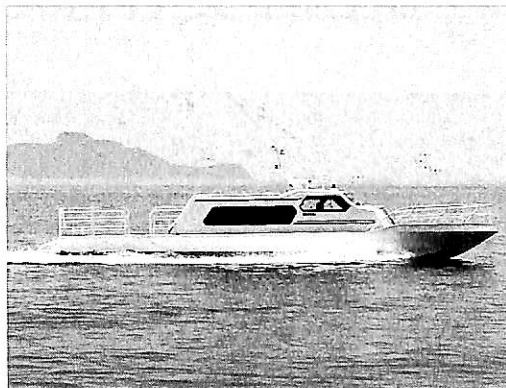
273H型

291型

321型

362型

402型



HM422型

461型

521型

571型

651型

721型

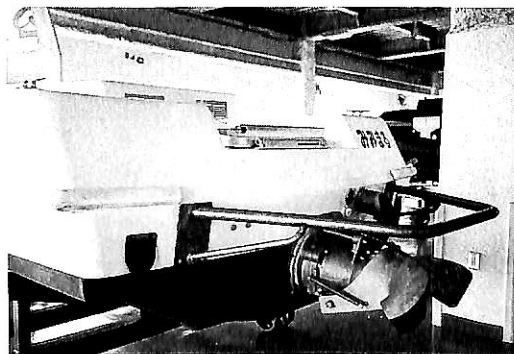
811型

4000馬力まで

13.50m 細長 全天候型試作 旅客船

〈設計〉 清原 健春 NA

〈建造〉 興和クラフト有限会社



“みみまる”

VM140PS/3600rpm

H/J211型

全天候型高速救難船

試作艇



“いかずちⅡ”

VM220PS/3600rpm

H/J211型

定期運航船

試作艇

Distributor by……コンポーゼット屋

株式会社 ミヨシ・コーポレーション

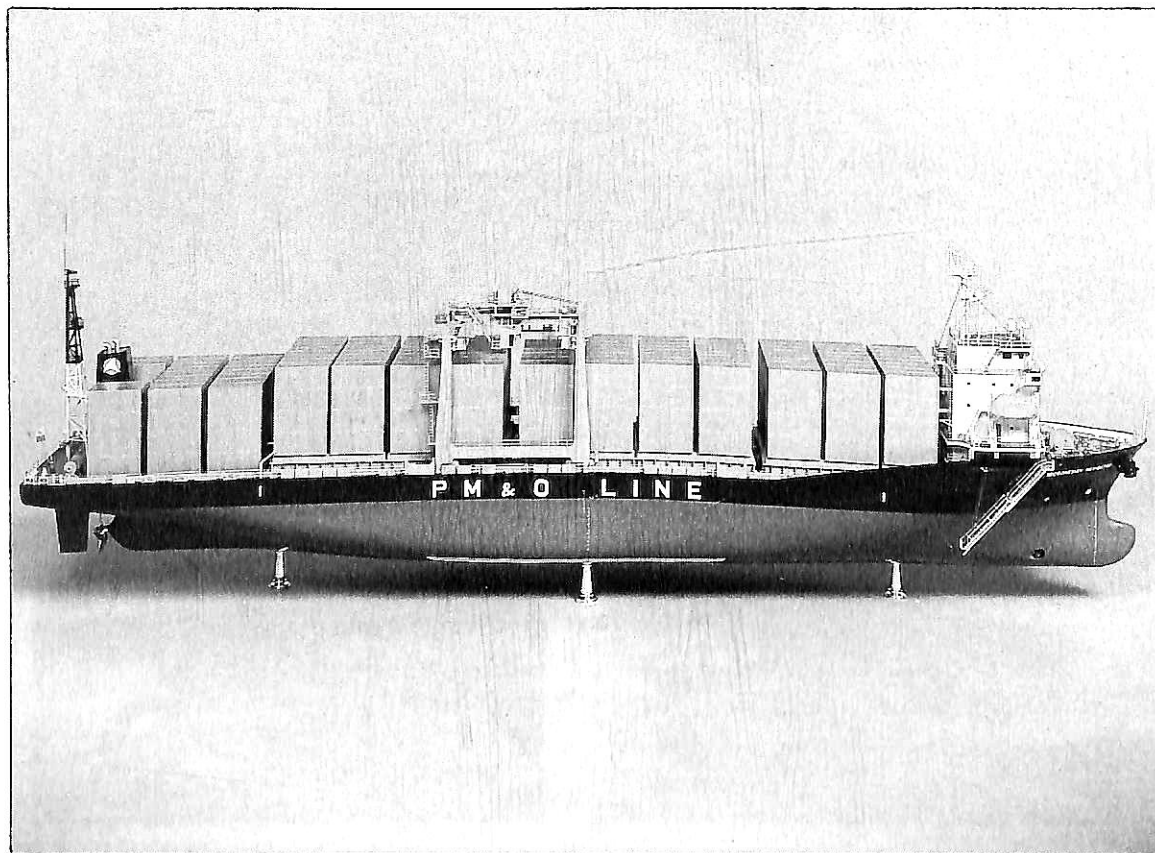
〒467 名古屋市瑞穂区松園町1-84

電話 (052) 835-3351(代)

FAX (052) 835-3354

Telex. 447-7344 MIYOSI J.

進水記念贈呈用に
不二の船舶美術模型を



コンテナ船 “MICRONESIAN NAVIGATOR” 縮尺：1／100

建造所：今治造船株式会社

株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭 武二

東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 03(3998)1586

FAX. 03(3926)7202

船の科学

1995

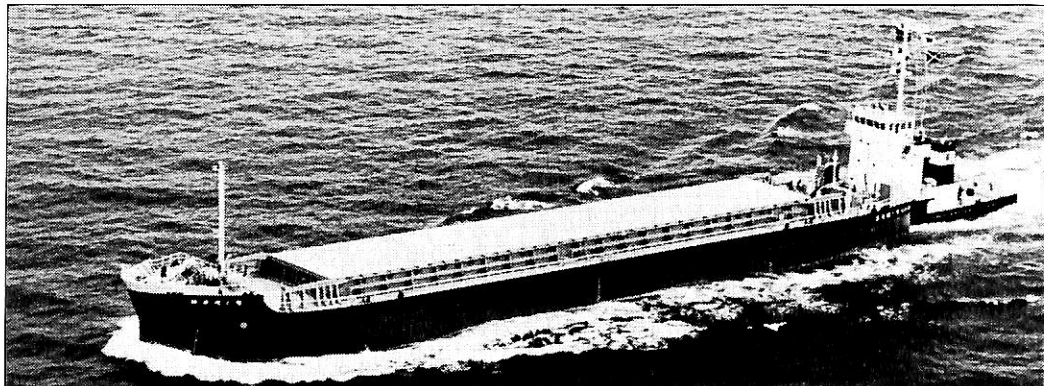
2

Vol. 48

目次

- 5 新造船紹介 (No. 556)
- 16 日本商船隊の懐古No. 187 (さいべりあ丸, 奉天丸, 静洋丸)山田早苗
- 18 インドネシア国内航路向け 6,041 トン型客船府川義辰
- 20 ホランド・アメリカライン社
クルーズ客船シリーズ第3船“RYNDAM”昨年10月にデビュー(1)府川義辰
-
- 25 1月のニュース解説(平成7年度予算案)米田博
- 新造船紹介
- 28 5,000kl積み
近代化内航クリーンタンカー“鶴洋丸”の概要と特徴新来島どっく
-
- 連載講座
- 35 船型設計ノート(23)森正彦
- 44 船舶用アルミニウム合金の溶接(8)箕田和之
-
- 技術解説
- 51 船会社の造船技術者より見た造船の諸問題(4)
— より良き船を造るために —松宮 熙
-
- 新製品開発
- 60 船舶推進用交流二重反転電動機高田秀文
-
- 抄訳
- 66 E3タンカープロジェクト — 欧州主要5社によるVLCC —
-
- 随筆
- 70 海洋開発草分け話(8)武藤郁夫
-
- 随筆
- 77 船と私渡辺修治
- 78 価格破壊尾花皓
-
- 連載講座
- 80 船舶電子航法ノート(210)木村小一
-
- IMOコーナー(第157回)
- 86 第24回バルクケミカル小委員会(BCH24)の概要運輸省
-
- 製品紹介 新型ジェットスキー 750 SXi川崎重工業
- 海外ニュース すぐれた性能を備えた双胴船英国
- 海外製品紹介 ARCLOK 1000 新しい超強力マルテンサイト・ステンレス・スティール
.....フィンランド

プッシャーバージには経験と信頼性の自動連結装置
アーティカップル

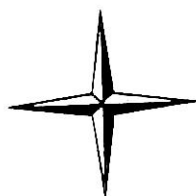


- ★ 抜群の耐航性
- ★ あらゆる用途に
 応じる多様な機種

- ★ 連結・切離し30秒
- ★ 指先一つで遠隔操作

タイセイ・エンジニアリング株式会社

東京都中央区日本橋浜町3-12-3
 ホリベビル5F 電話 (03)3667-6633
 ファックス (03)3667-6925

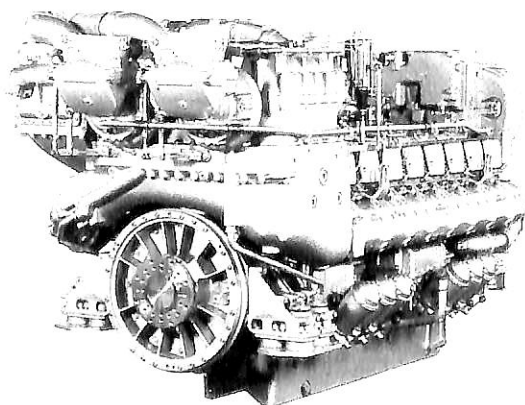


mtu

Deutsche Aerospace

人にやさしい
 地球にやさしい

mtu



エンジン形式	機関出力:PS	重量:ton(減速機込)
8V396TE	1,140 - 1,360	4.2
12V396TE	1,710 - 2,040	5.5
16V396TE	2,280 - 2,720	6.9
12V396TB	2,180 - 2,610	6.5
16V396TB	2,900 - 3,480	7.7

日本総代理店

メルセデス・ベンツ日本株式会社

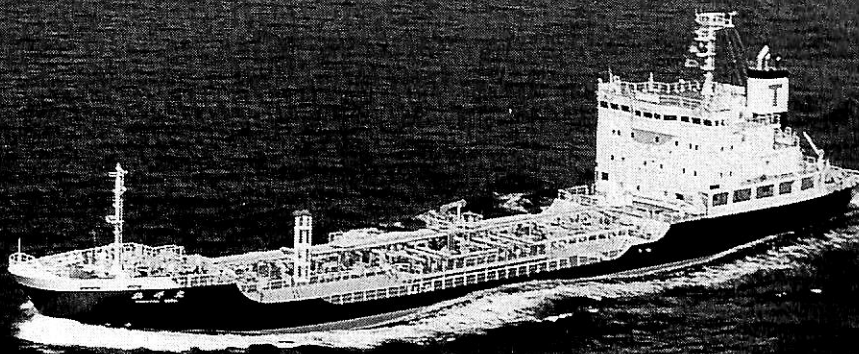
16V396TB94
 3480PS/2100rpm

〒106 東京都港区六本木1-9-9(六本木ファーストビル)
 電話 03(5572)7353 ファックス 03(5572)7336



散積貨物船 日 鵬 丸 NICHUHO MARU 昭和海运株式会社

NKK津製作所建造(第143番船) 竣工 6-3-15
 全長 273.00m 垂線間長 260.00m 起工 6-3-15 型番 6-7-22
 総トン数 77,439トン 純トン数 48,680トン 進水 6-7-22 型深 23.90m
 船口数 9 燃料油槽 4,184^{m³} 燃料消費量 52.0 t/day
 主機関 三井-MAN-B&W 6S70MC(MK3)形(デ)機関×1 出力(連続最大) 20,940 PS (88.0 rpm) (常用) 17,800 PS (83.4 rpm)
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 1.5 t/h×1; 排エコ 1.2 t/h 発電機(デ) 560 kW×2 (非) 120 kW×1 (軸) 480 kW×1
 無線装置 MF/HF 無線装置 インマルサット A, C 国際 VHF 電話 船舶電話
 衝突予防装置 レーダ 速度(滿載航海) 14.5 kn NBDP 航続距離 19,500 浬
 船型 平甲板船 乗組員 30名 船級・区域資格 NK・遠洋



油槽船 鶴 洋 丸 鶴見輸送株式会社
KAKUYOU MARU

株式会社 新来島どっく波止浜工場建造(第2838番船) 起工 6-4-3 進水 6-7-11 竣工 6-10-25
 全長 104.52m 垂線間長 97.00m 型幅 15.60m 型深 7.80m 満載喫水 6.550m
 総トン数 3,478トン 載貨重量 4,953トン 貨物油槽容積 5,351.957^m 主荷油ポンプ
 1,000^m/h×7kg/cm²DP×3 燃料油槽 237.74^m 燃料消費量 12.4t/day 清水槽 145.92^m 主機関
 阪神 LH46 LAG形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 3,309kW (4,500 PS) (220rpm) (常用) 2,813kW (3,825 PS)
 (208rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 大阪ボイラ AQ-16型 600/600 kg/h×1
 発電機 大洋電機 500kVA×2, 150kVA×1 (原) ヤンマー 600 PS×720rpm×2, 180 PS×1,200rpm×1 無線装置
 船舶電話, 国際VHF電話 航海計器 GPS 衝突予防装置 レーダ 速力(試運転最大) 14.67kn
 (満載航海) 14.0kn 航続距離 5,900浬 船級・区域資格 NK・沿海 船型 凹甲板船 乗組員 13名
 バウスラスト, ベクツインラダー, INS (航海操船総合援助装置), 荷役自動化システム採用 (本文28頁参照)

白油油槽船 北 神 丸 船舶整備公団・石油海運株式会社
HOKUSHIN MARU

株式会社 臼杵造船所建造(第1628番船) 起工 6-4-28 進水 6-7-20 竣工 6-10-12
 全長 105.25m 垂線間長 98.00m 型幅 15.60m 型深 7.90m 満載喫水 6.11m
 満載排水量 6,902トン 総トン数 3,146トン 載貨重量 4,999トン 貨物艙容積 5,449^m
 主荷油ポンプ 1,300^m/h×80m×2 燃料油槽 216^m 燃料消費量 11.33t/day 清水槽 123^m
 主機関 阪神-川崎 MAN-B & W 5L35MC形(デ) Mark III形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 4,000 PS (210rpm)
 (常用) 3,600 PS (203rpm) プロペラ 4翼1軸 CPP 補汽缶 排ガス熱媒ヒーター KTH-S49×1,
 温水ボイラ HV-12T×1 発電機 大洋電機 360kW×1 (原) ヤンマー 540 PS×1 軸発 大洋電機 360kW×1,
 スラスト用大洋電機 360kW×1 (原) ヤンマー 720 PS×1 無線装置 船舶電話 航海計器 レーダ GPS
 速力(試運転最大) 15.8kn (満載航海) 13.50kn 航続距離 4,000浬 船級・区域資格
 NK 限定近海 船型 凹甲板船尾機関船 乗組員 14名





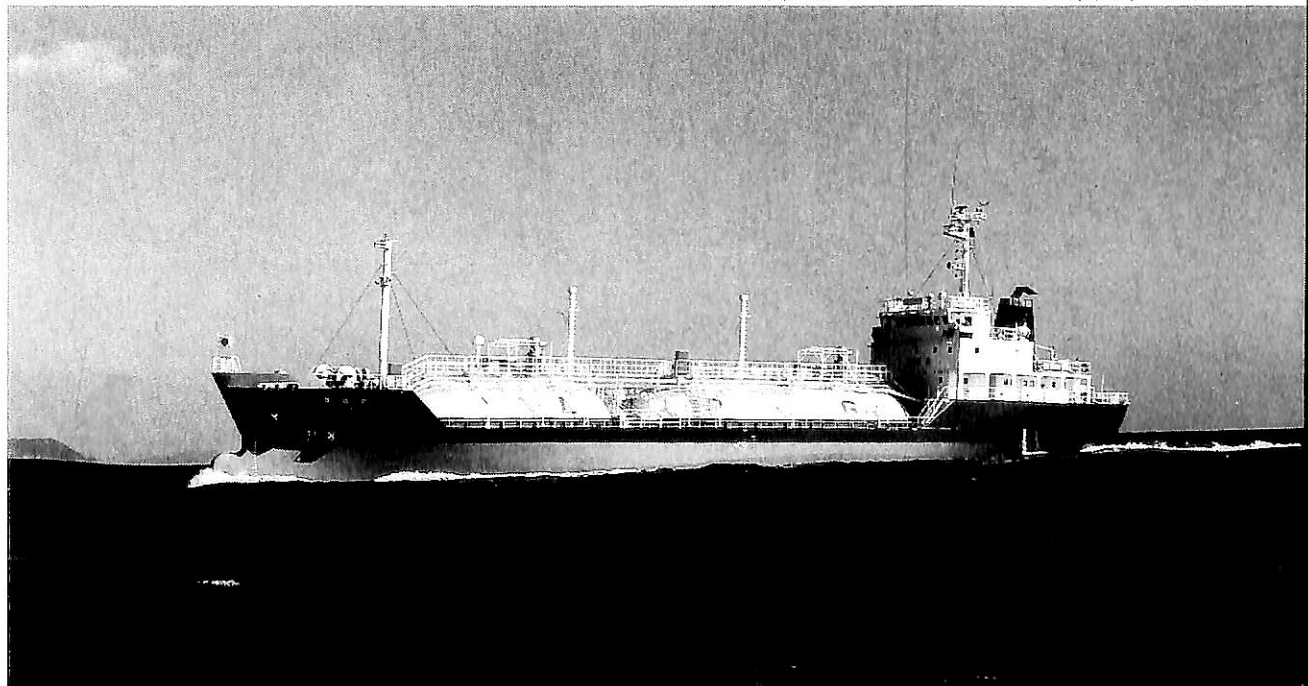
油槽船 第八大寿丸 船舶整備公団・大寿海運株式会社
DAIJYU MARU No. 8

神原海洋開発株式会社建造(第0E-185番船) 起工 6-6-9 進水 6-7-28 竣工 6-10-31
 全長 83.96m 垂線間長 77.60m 型幅 12.30m 型深 5.80m 満載喫水 5.166m
 総トン数 998トン 載貨重量 2,425トン 貨物油槽容積 2,725^m 主荷油ポンプ
 800^m/h×80^m×2 クレーン 電動油圧0.8t×13.2^m×1 燃料油槽 C 105.86^m 燃料消費量 7.4t/day
 清水槽 30.14^m 主機関 赤阪A37形(デ)機関×1 出力(連続最大)2,600PS(250rpm)
 (常用)2,210PS(237rpm) プロペラ 4翼1軸 CPP 補機関 タクマ熱媒式100,000kcal/h×1
 排エコ100,000kcal/h×1 発電機 大洋電機300kVA×445V×60Hz×2(原)ヤンマー360PS×1,200rpm×2
 無線装置 船舶電話 VHF 航海計器 レーダ 速力(試運転最大)14.33kn(満載航海)13.5kn
 航統距離 3,500 哩 船級・区域資格 NK・沿海 船型 船首尾楼付一層甲板船
 乗組員 9名 シリングラダー, パウスラスト装備

- 7 -

LPG運搬船 菱英丸 船舶整備公団・熊沢海運株式会社
RYOEI MARU

株式会社日杵造船所建造(第1630番船) 起工 6-7-22 進水 6-9-17 竣工 6-11-30
 全長 71.45m 垂線間長 67.40m 型幅 12.00m 型深 5.50m 満載喫水 4.515m
 満載排水量 2,583トン 総トン数 999トン 載貨重量 1,499トン LPGタンク容積
 1,780.41^m(約700^m×1, 1,070^m×1) 燃料油槽 154^m 燃料消費量 7.75t/day 清水槽 79^m
 主機関 赤阪A-37形(デ)機関×1 出力(連続最大)2,600PS(250rpm)(常用)2,210PS(237rpm)
 プロペラ 4翼1軸 CPP 補汽缶 VWH-400E×1, 排ガスV-S-31-1×1 発電機
 大洋電機480kW×1(原)ヤンマー720PS×1(軸)大洋電機480kW×1(停)大洋電機120kW×1(原)190PS×1
 無線装置 送(主)10W×1, 受(主)500mW×1 船舶電話 VHF 航海計器 衝突予防装置 レーダ
 速力(試運転最大)15.41kn(満載航海)13.25kn 航統距離 5,000 哩 船級・区域資格
 NK・限定近海 船型 凹甲板船尾機関船 乗組員 10名





貨物船 せ つ 丸 船舶整備公団・株式会社大米興産
SETSU MARU

株式会社三浦造船所建造(第1107番船)	起工 6-4-28	進水 6-6-8	竣工 6-7-29
全長 81.45m 垂線間長 74.5m	型幅 12.5m	型深 6.75/3.85m	満載喫水
(型) 3.809m 満載排水量 2,326.60トン	総トン数 499トン	載貨重量 1,500トン	
貨物艙容積(ベ) 2,596.151 ^m (グ) 2,596.151 ^m	艙口数 1	燃料油槽 A 34.68 ^m C 71.94 ^m	
燃料消費量 9t/day 清水槽 63.75 ^m	主機関 阪神6EL40形(テ) 機関×1	出力(連続最大)	
2,000PS(240rpm)(常用) 1,700PS(227rpm)	プロペラ 4翼1軸 CPP	補汽缶 三浦工業	
106,000kcal/h 発電機 大洋電機 180kVA×2, 停泊用 大洋電機 60kVA×1		無線装置	
MF/HF無線装置 インマルーM 船舶電話 国際VHF電話	航海計器 衝突予防装置 レーダ		
速力(試運転最大) 14.735kn (満載航海) 13.3kn	航統距離 4,000 哩	船舶・区域資格 NK近海	
船型 全通二層甲板船尾機関型	乗組員 7名	コンテナ積載可能	

- 8 -

押船/交通船 新 富 士 丸 立興建設株式会社
SHINFUJI MARU

磐固屋船渠株式会社建造(第962番船)	起工 6-4-8	進水 6-6-11	竣工 6-7-29
全長 27.00m 垂線間長 24.50m	型幅 11.00m	型深 6.00/3.90m	満載喫水
3.858m 総トン数 129トン	燃料油槽 42.60 ^m	燃料消費量 6.5t/day	
清水槽 17.37 ^m 主機関 ヤンマーMF33-ETD3形(テ) 機関×2	出力(連続最大) 1,000PS(1,000rpm)×2		
(常用) 850PS(850rpm)×2	プロペラ 4翼×2	発電機 大洋電機 150kVA×2	
(原) ヤンマー 180PS×1,200rpm×2	無線装置 送(主) 25kW×1 (補) 4kW×1	船舶電話 VHF	
航海計器 レーダ	速力(試運転最大) 10.744kn (航海) 8.98kn	航統距離 1,130 哩	
船級・区域資格 JG・近海(非国際)	船型 全通二層甲板船	船客 5名 乗組員 10名	

パウラススタ, バージカップラー, シリングラダー



第1商品展示場

大阪・京阪北浜駅地下通り
ショーケース

真鍮ロストワックス精密鑄造

コニシ金属模型コレクション

第2商品展示場

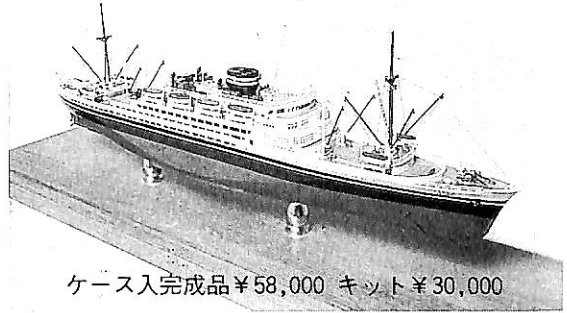
記念艦「三笠」艦内
展示ケース

■客船クリスタルハーモニー 1/500 全長482mm



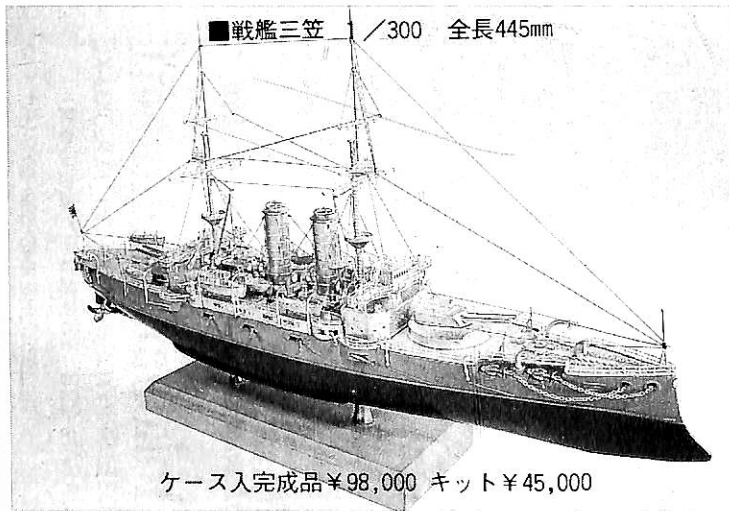
ケース入完成品 ¥120,000 キット ¥66,000

■客船あるぜんちな丸 1/500 全長335mm



ケース入完成品 ¥58,000 キット ¥30,000

■戦艦三笠 1/300 全長445mm



ケース入完成品 ¥98,000 キット ¥45,000

製品案内 (完成品・キット)

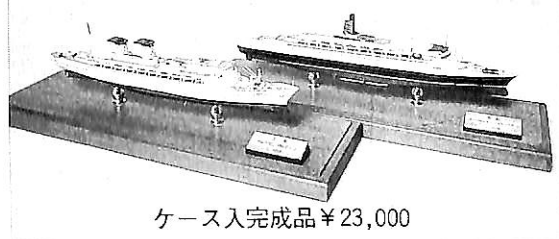
- 大型艦船シリーズ
1/300氷川丸他 5, 1/200駆逐艦雪風他12,
1/150ピクトリー, 1/100しれどこ他 4,
1/50大発
- 1/500シリーズ
海軍艦艇20, 商船17, 護衛艦13, 帆船1,
巡視船 1
- 1/1250洋上模型 (完成品)
戦艦 8, 空母 6, 重巡13, 軽巡 3, 駆逐
艦 3, 潜水艦 2, 水雷艇 1, 飛行機 7,
商船12, 護衛艦 5
- 1/1250マイクロシップ
商船11, 艦艇 5, 護衛艦 5
- 1/200マイクロプレーン
海軍機 9, 陸軍機 3, 外口機 1
- 1/72飛行機シリーズ
海軍機21, 陸軍機 6, 民間機 4, アメリ
カ機 5, 自衛隊機 5
- 大型飛行機シリーズ
1/20零戦52型, 1/35PC-3Cオライオン

■護衛艦こんごう 1/500 全長322mm



ケース入完成品 ¥48,000 キット ¥25,000

■1/1250 マイクロシップ



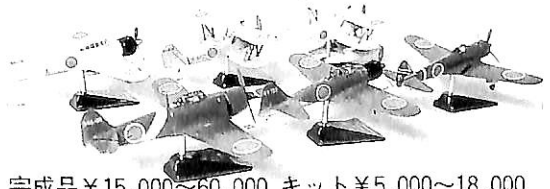
ケース入完成品 ¥23,000

■洋上模型 1/1250 59種



完成品 ¥1,100~19,000

■1/72 飛行機シリーズ



完成品 ¥15,000~60,000 キット ¥5,000~18,000

約200点の完成品およびキットのほか、多数の部分品があります。「艦船」「飛行機」カタログ(写真集)各¥1,000(切手可)。艦船部品カタログ¥500(切手可)

第3商品展示場

神戸海洋博物館 2 F
展示ケース

株式会社 小西製作所

〒544 大阪市生野区勝山南2丁目8番8号

TEL (06) 717-5636
FAX (06) 717-0484 (船の科学係)

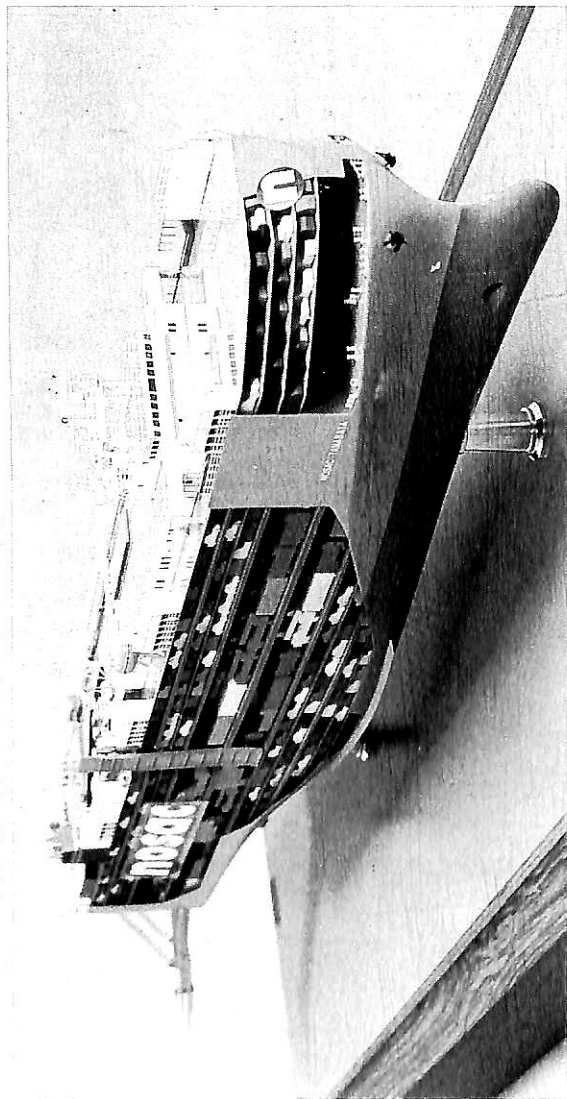
展示・販売

三菱みなとみらい技術館
「ミュージアムショップ」
横浜桜木町

陸・海・空・総合産業用精密模型製作

(展示用, 記念贈呈用, PR用, 博物館用, 試作検討用, 等)

金属材料仕様による微妙かつ綺麗な表現をお楽しみ下さい。



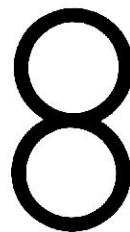
*Pure Car and Truck Carrier
M/V "NOSAC TANABATA" S= 1/200*

Gross Tonnage 49,443

Owner: Taurus Carriers Ltd.

Builder: Sumitomo Heavy Industries, Ltd.

横浜精密



ISAO-JAPAN

Yokohama Seimitsu Co., Ltd.

835 SHINYOSHIDA-MACHI, KOHOKU-KU, YOKOHAMA
JAPAN 223 (日本産業模型協会広報員)

TELEPHONE 045-592-0007 (代) FAX.045-592-6212

〒223 横浜市港北区新吉田町687-2



ポリスター

輸出散積貨物船 POLYSTAR

船主 KS Rasmussen Bulkcarriers (Norway)

三井造船株式会社干葉事業所建造(第1396番船)

起工 5-10-13

進水 6-5-8

竣工 6-9-30

全長 270.00m

垂線間長 260.00m

型幅 43.00m

型深 24.10m

満載喫水 17.62m

総トン数 77,697トン

純トン数 49,663トン

載貨重量 151,330トン

貨物艙容積(グ) 169,725^m

艙口数 9

燃料油槽 4,100^m

燃料消費量 42.9t/day

清水槽 562^m

主機関

三井B&W 6S70MC形(テ)機関×1

出力(連続最大) 16,400 PS (69 rpm) (常用) 13,940 PS (65.4 rpm)

プロペラ 5翼1軸

補汽缶 立型コンボジット式 1.35 t/h×7 kg/cm²×1

発電機 西芝 650 kW×3

(原) Bergen 950 PS×3 (非) 西芝 100 kW×1 (原) ヤンマー 180 PS×1

無線装置 MF/HF 無線装置

NBDP インマルA, C, 国際VHF 電話

航海計器 デッカ ロラン

衝突予防装置 レーダ

速力(試運転最大) 16.64 kn

航続距離 24,000 浬

船級・区域資格 LR 遠洋 船型 平甲板船

乗組員 28名

同型船 POLYCARP, CRECIENTE, CLARITA

ネプチューン

スバル

輸出油槽船 NEPTUNE SUBARU

船主 Trilithon Shipping Pte Ltd. (Singapore)

幸陽船渠株式会社建造(第2038番船)

起工 5-11-22

進水 6-4-20

竣工 6-7-25

全長 246.87m

垂線間長 235.00m

型幅 42.00m

型深 19.50m

満載喫水 13.45m

満載排水量 111,561トン

総トン数 52,504トン

純トン数 28,208トン

載貨重量 95,675トン

貨物油槽容積 110,322.56^m

主荷油ポンプ 2,500^m/h×135m×3

タンク数 12

クレーン 15 t×1

燃料油槽 3,276.08^m

燃料消費量 48.2 t/day

清水槽 475.09^m

主機関 三菱Sulzer 7RTA62形(テ)機関×1

出力(連続最大) 16,600 PS (94 rpm) (常用) 14,940 PS (90.8 rpm)

プロペラ 4翼1軸

補汽缶 三菱MAC-45B 16kg/cm²×45 t/h×1

発電機 600 kW×3

(原) ヤンマー 900 PS×3

無線装置 MF/HF 無線装置, インマル-A, C, 国際VHF

航海計器 衝突予防装置 レーダ

速力(試運転最大) 15.855 kn (満載航海) 14.50 kn

航続距離

20,700 浬

船級・区域資格 NK(M0) 遠洋

船型 平甲板船

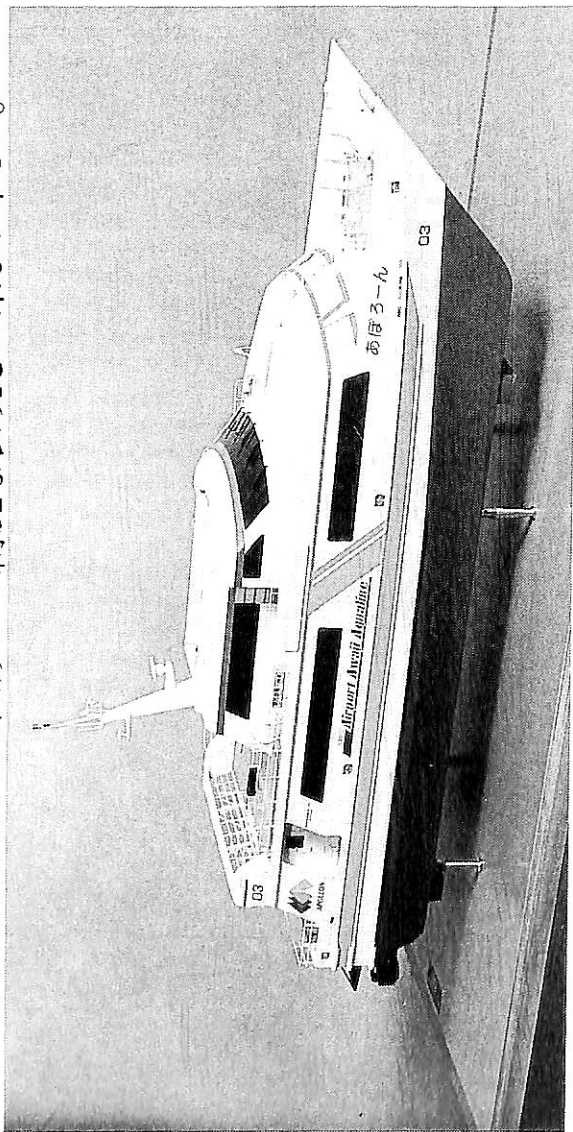
乗組員 25名



陸・海・空・総合産業用精密模型製作

(展示用, 記念贈呈用, PR用, 博物館用, 試作検討用, 等)

金属材料仕様による微妙かつ綺麗な表現をお楽しみ下さい。

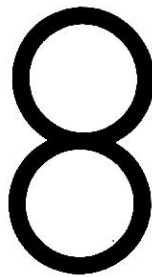


スーパージェット30 “あぼろーん” 関西空港～洲本(新設ライン)

船主(御用命) 株式会社えあぼーとあわじあくあらいん殿

建造所 日立造船株式会社 神奈川工場殿

横浜精密



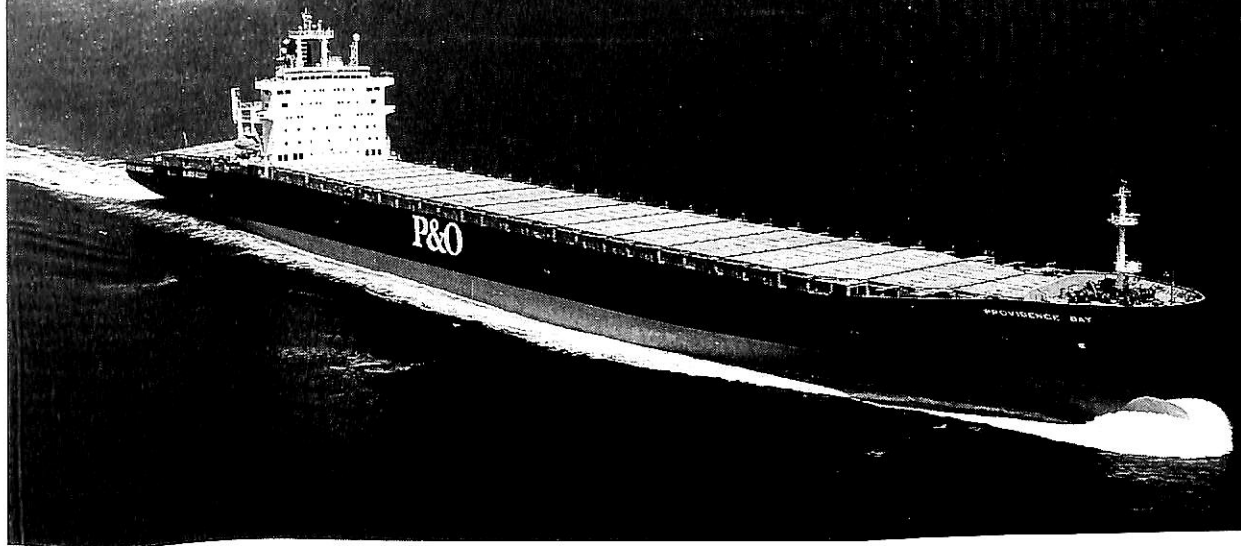
ISAO-JAPAN

Yokohama Seimitsu Co., Ltd.

835 SHINYOSHIDA-MACHI, KOHOKU-KU, YOKOHAMA
JAPAN 223 (日本産業模型協会広報員)

TELEPHONE 045-592-0007 (代) FAX.045-592-6212

〒223 横浜市港北区新吉田町687-2



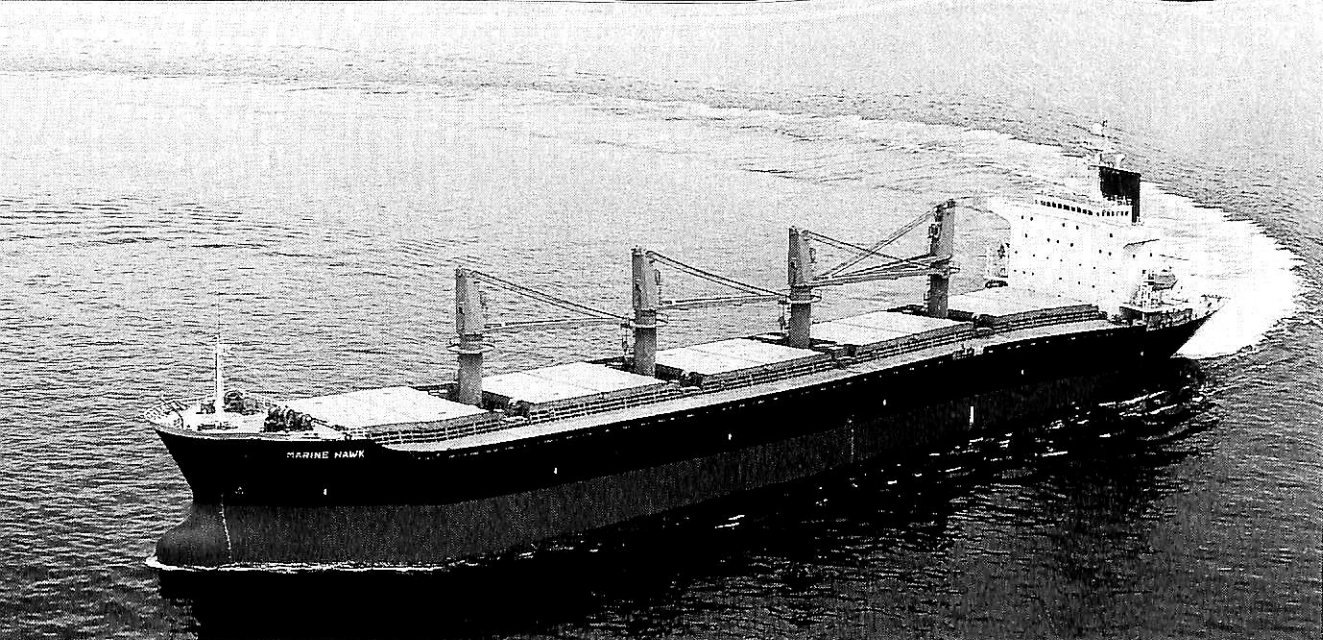
プロビデンス ベイ
輸出コンテナ船 **PROVIDENCE BAY**

船主 P&O Containers Ltd. (British)
 石川島播磨重工業株式会社第一工場建造(第3037番船) 起工 5-10-18 進水 6-2-25 竣工 6-6-28
 全長 292.15m 垂線間長 273.00m 型幅 32.20m 型深 21.20m 満載喫水 13.00m
 総トン数 50,350トン 純トン数 28,369トン 載貨重量 59,093トン 艙口数 8
 Cont.搭載数 4,038TEU 燃料油槽 6,444.7m³ 燃料消費量 121.8t/day 清水槽 459.6m³
 主機関 DU-Sulzer 9RTA84C形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 46,800 PS (100.0rpm)
 (常用) 42,120 PS (965rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 立形二胴水管 無線装置
 発電機(デ) 1,500kW×450V×4, (非) 190kW×450V×1 (軸) 200kW×450V×1 航海計器 デッカ GPS NNSS
 MF/HF 無線装置, NBDP, インマルA, C, 国際VHF電話 航続距離 26,300 浬
 衝突予防装置 レーダ 速度(満載航海) 23.40kn 乗組員 34名
 船級・区域資格 LR Unrestricted Service 船型 平甲板船

エバー レーサー
輸出コンテナ船 **EVER RACER**

船主 Evergreen International S.A. (Panama)
 尾道造船株式会社建造(第377番船) 起工 5-11-10 進水 6-3-30 竣工 6-8-11
 全長 294.03m 垂線間長 281.00m 型幅 32.22m 型深 21.25m 満載喫水 12.632m
 満載排水量 80,048トン 総トン数 53,359トン 純トン数 29,561トン 載貨重量 57,904トン
 艙口数 9 Cont.搭載数 4,229TEU 燃料油槽 5,972m³ 燃料消費量 132.5t/day
 清水槽 227m³ 主機関 日立-Sulzer 9RTA84C形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 46,800 PS (100rpm)
 (常用) 42,120 PS (965rpm) プロペラ 6翼1軸 補汽缶 大阪ボイラ立形パッケージ
 発電機 西芝 1,360kW×450V×60Hz×4 (原) 2,000 PS×720rpm×4 無線装置 800 W MF/HF 無線装置
 NBDP, インマルA, C, 船舶電話 国際VHF電話 航海計器 デッカ ロラン GPS 衝突予防装置 レーダ
 速度(試運転最大) 25.5kn (満載航海) 23.0kn 航続距離 19,500 浬 船級・区域資格 NK 速洋
 船型 船首楼付二層甲板船 乗組員 19名 同型船 EVER ROYAL, EVER RIGHT, EVER ROUND





マリン ホーク

輸出撒積船 **MARINE HAWK**

船主 Sun Lanes Shipping S.A. (Panama)
 常石造船株式会社建造(第1034番船) 起工 6-1-17 進水 6-3-10 竣工 6-6-24
 全長 185.84m 垂線間長 177.00m 型幅 30.40m 型深 16.20m 満載喫水 11.319m
 総トン数 25,899トン 純トン数 13,673トン 載貨重量 43,648トン 貨物艙容積(ベ) 52,279.8^m
 (グ) 53,593.7^m 艙口数 5 クレーン 30t×22m×4 燃料油槽 1,725.3^m 燃料消費量 24.5t/day
 清水槽 351.2^m 主機関 三井B&W 6L60MC(MARK III)形(デ)機関×1 出力
 (連続最大) 9,880 PS (100rpm) (常用) 8,400 PS (95rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶
 1,100 kg/h×6 kg/cm²G×1 発電機 575kVA(460kW)×3 (原) 690 PS×720rpm×3 無線装置
 MF/HF 無線装置 NBDP, インマルA, C, 国際VHF電話 航海計器 ロラン GPS 衝突予防装置 レーダ
 速力(試運転最大) 15.84kn (満載航海) 14.0kn 航続距離 19,400 浬 船級・区域資格 NK 遠洋
 船型 船首楼付平甲板船 乗組員 25名 同型船 LUCKY GIANT

- 14 -

サンコー ラリー

輸出撒積貨物船 **SANKO RALLY**

船主 Rolly Bulkship Ltd. (Liberia)
 株式会社名村造船所建造(第932番船) 起工 6-1-19 進水 6-6-24 竣工 6-9-16
 全長 184.93m 垂線間長 177.00m 型幅 30.50m 型深 16.20m 満載喫水 11.535m
 総トン数 25,676トン 純トン数 13,991トン 載貨重量 42,529トン 貨物艙容積(ベ) 49,818.5^m
 (グ) 51,035.5^m 艙口数 8 クレーン 30t×4 燃料油槽 1831.5^m 燃料消費量 28.1t/day
 清水槽 378.7^m 主機関 日立B&W 6S50 MC形(デ)機関×1 出力(連続最大) 11,000 PS (122rpm)
 (常用) 9,350 PS (115.5rpm) プロペラ 4翼1軸 発電機 大洋電機(主) 700 kVA×3,
 (非) 大洋電機 125 kVA×1 無線装置 800W MF/HF 無線装置, NBDP, インマルA, C, 国際VHF電話
 航海計器 ロラン GPS 衝突予防装置 レーダ 速力(試運転最大) 16.51kn (満載航海) 14.5kn
 航続距離 20,000 浬 船級・区域資格 NK・遠洋 船型 船首楼付平甲板船 乗組員 30名
 同型船 SANKO RADIANCE, SANKO REJOICE



すぐれた性能を備えた双胴船

英国のプラウト・カタマランズ社は、モーターヨット“Panther 61”と流出石油回収船“Endurance 54”を新たに開発した。

いずれも流体力学的に優れた船型を持っており、船体や上部構造は強度を増すためにモノコック構造になっている。また、軽量化の観点からハイブリッドのケブラーやガラス繊維の最新構造素材を使用している。標準型の船体は全長16.05 mまたは18.35 mであるが、同社では特注に応じられる体制も整えている。

“Panther 61”は贅沢さでなく、控えめな優美さを目ざしたもので、仕上げやレイアウトの種類は幅広くそろっており、釣り船や豪華クルーザーなど用途に合わせた装備ができるようになっている。ツイン・ディーゼルとジェット・ドライブ・ユニットを搭載しており、時速56 km以上のスピードを楽しむことができる。



▲ カタマランボート“Panther 61”

“Endurance 54”はもともと流出した石油の回収用としてロンドン港当局向けに開発されたもので、ツイン・ボルボ・ターボチャージ・ディーゼルとウォーター・ジェットドライブを備え、時速37 km以上のスピードが出せる。

積載量は6 tで、回転ブラシ回収システム、重さ6 tまで持ち上げられるクレーン、防火システムなどの特殊装置がついている。

同社は、昨年、ジェノバとハンブルグのボートショーに出展したが、今年1月21日～29日までデュッセルドルフで開催されるボートショーにも参加した。

照会先：Prout Catamarans Ltd.

Kings Close, Charfleets,
Canvey Island, Essex SS8, OGY, England.
Tel. +44 268 511500 Fax. +44 268 510094



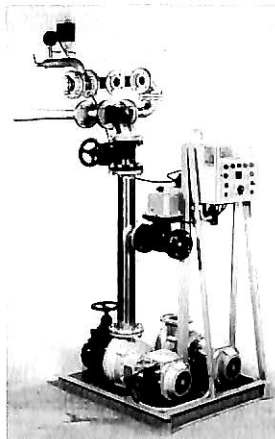
No. 1 Vacuum Sewage Technology

The systems are suitable for both newbuildings and conversions needing from two toilets to thousands.

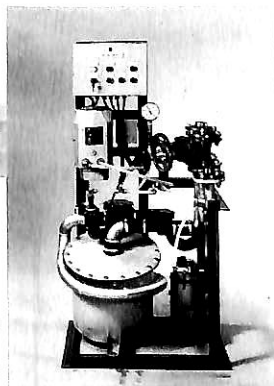
The development of a toilet with an exceptionally low noise level established Evac as the leader in ship vacuum toilet installation.



The collecting unit usually includes several ejectors and pumps of different power rating to suit the required number of users.



Easyfit 0111 collecting unit with frame, manifold and flanges for a hull tank installation. In the FU-40 systems the vacuum is created in the tank by a pump. This system is recommended for small craft.



Since 1977 Evac has supplied more than 3,700 ships with Evac vacuum toilets and sewage systems. (May 1994)

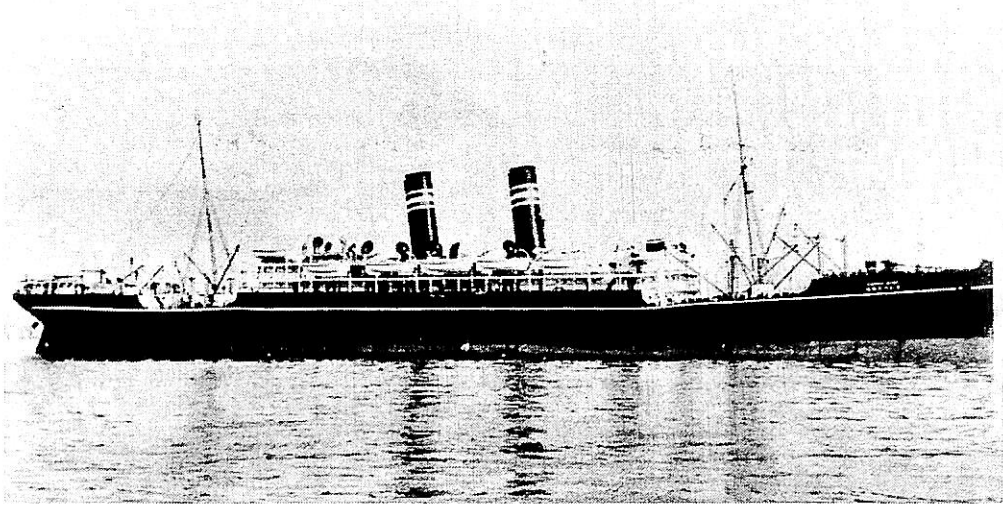


EVAC Oy
Purotie 1
FIN-00380 HELSINKI, FINLAND
Telephone: +358 0 506761
Telex: 124738 evac fi
Telefax: +358 0 50676333

日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

貨客船 さいべりあ丸 東洋汽船→日本郵船



New Port News S.B. Co. Ltd. ニューポートニューズ(米)建造	船舶番号 19152	信号符字 NBPV	
進水 明34-9 (1902年)	竣工 明35	垂線間長 168.34m	型幅 19.20m
型深 12.43m	満載喫水 8.74m	総トン数 11,284トン	純トン数 5,655トン
載貨重量 8,198トン	貨物艙容積(グ) 345,480 f ³	主機関 四連成レシプロ機関×2	
出力(連続最大) 15,692 PS	速力(試運転最大) 18.86 kn (満載航海) 15.0 kn	船級・区域資格	
逓信省第1級船	旅客 1等204名, 2等44名, 3等420名	姉妹船 これあ丸	船籍港 東京

元 Siberia 号(Pacific Mail S.S.Co.所有, ニューヨーク籍アメリカ) 船舶番号117179号, 信号符字KRWG

明治35年, 東洋汽船と太平洋航路において競合していたアメリカのPacific Mail社は, 同航路にKOREA号とSIBERIA号(12,000 ㏪, 20ノット)を就航させた。当時6,000 トンクラスの東洋汽船の日本丸の倍の大きさを有し, しかも横浜・サンフランシスコ間を約10日間短縮するなど高性能を誇った。

そこで, 東洋汽船は明治35年12月の取締役会で12,000 ㏪18ノットの天洋丸と地洋丸の2隻を建造することに決定, 明治38年6月三菱長崎に発注, 明治41年度中にいずれも就航し, Pacific Mail社と対等に競走することになる。

大正4年, アメリカ海員法が改正され, その中で乗組員の資格制限に関し, 普通船員の75%が士官の発する命令を理解し得ることが求められた。従来, 給料の安い支那人を多数使用していたPacific Mail社は大きな打撃を受け, 遂に太平洋航路から全面撤退することとなった。早速, 東洋汽船では売りに出していたベルシャ号を購入し波斯丸とし, さらに大正5年5月コレア号, サイベリア号が売りに出されていることを知り, 折しも同年3月, 地洋丸を失ったこともあり2隻を460万弗で購入し, 大正5年6月12日, サイベリア号をニューヨークにて受取

りサンフランシスコにてロシヤ向け鉄条網を積取り, ウラジオストックに揚陸ののち三菱長崎に回航, 改装工事ののち, さいべりあ丸と改名, 東京籍とした。

大正5年10月2日長崎発, 10月5日神戸を経て, 10月9日横浜を出港してホノルル経由でサンフランシスコに向け初航海に出る。以後, 香港発, 日本経由でサンフランシスコ間の定期船として約2カ月に1回の発航となる。

大正10年より重油燃焼装置に改められた。

大正15年4月19日, 合併により日本郵船の所有となり, 4月27日横浜発より同社のサンフランシスコ線に従来通り就航するため香港に向う。

昭和4年3月11日16:30, 神戸港第2突堤に停泊中, 第3突堤東側に停船中のダラー汽船プレジデントジャックソン号のロープが切断, 強風のため押し流されて, 本船の左舷に接触, 救命艇1隻が破壊された。

昭和4年8月1日神戸発を最後にサンフランシスコ線を撤退。

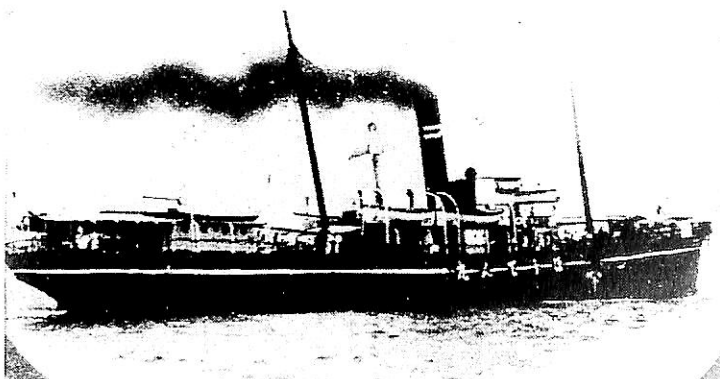
昭和4年11月26日神戸発よりシアトル航路へ就航。

昭和5年7月12日神戸発のシアトル行きを以て, 同航路を撤退, 9月23日より神戸にて係船。

昭和9年12月20日, ¥533,000で東京の岡田に売却, 日本郵船の萬光丸建造の解体見合船として解体, 昭和10年3月29日完了した。

貨客船 奉 天 丸 台湾総督府→鹿児島郵船→川崎商事

Ailsa Ship Building Co. Troon (英) 建造
 船舶番号 台36→34489 信号符字
 KBFL→TSLQ→JDTC 進水
 明24-4 (1891) 垂線間長 74.52m
 型幅 10.21m 型深 7.74m
 満載喫水 5.48m 満載排水量 3,105トン
 総トン数 1,640.20トン 純トン数 969.48トン
 載貨重量 1,800トン 貨物艙容積(グ)
 88,798f³ 主機関 三連成レシプロ機関×1
 出力(連続最大) 850 PS 速力(試運転最大)
 11.0kn(満載航海) 10.0kn 船級・区域資格
 通信省・近海区域, のち通信省第2級船
 乗組員 33名 旅客 1等8名, 2等16名,
 3等167名 船籍港 基隆→神戸



本船は英国のJ&A Wyllie所有の元Lord Ailsa号
 ロンドン籍で, その後, Mukuden号 (Chinese
 Eastern Railway Co. 所有) Shen Yang号 (同) と
 改名。

明治40年, 台湾総督府が購入し, 奉天丸と改名, 基隆
 籍とす。

本船は, 当時台湾総督府の命令航路であった台湾西廻
 沿岸線の定期として配船, 運航は大阪商船が担当した。

当時の航路は, 基隆を起点に澎湖島, 安平(台南), 打
 狗(高雄) 大板埕, 紅頭嶼, 火烧島, 卑南, 花連港, 蘇
 澳を経由して基隆にもどるもので1航海約1週間で台湾

を一周した。

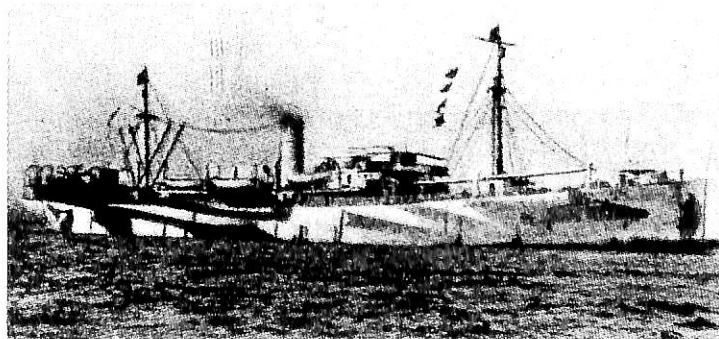
大正4年1月からは台湾沿岸西線(命令航路) 定期と
 なる。当時の航路は, 基隆を基点に澎湖島, 安平(台南)
 打狗(高雄) の折返しで基隆にものもので, 一航海約5
 日間であった。

昭和4年3月, ¥46,000で鹿児島郵船に売却され, 順
 吉丸と改名, 神戸籍となる。

昭和8年1月2日, 神戸発より大阪商船の仁川線へ配
 船。昭和12年7月15日¥150,000で川崎商事に売却, 昭
 和14年除籍。

貨客船 静 洋 丸 東洋汽船→万成汽船

Russell & Co. グラスゴー(英) 建造
 船舶番号 16722 信号符字 MHJ W
 進水 大2-6-19(1913) 垂線間長
 123.41m 型幅 15.84m
 型深 11.58m 総トン数 6,550.0トン
 純トン数 4,770.40トン 載貨重量 10,270トン
 主機関 三連成レシプロ機関×1
 速力(試運転最大) 13.0kn(満載航海) 10.0kn
 船級・区域資格 第1級船遠洋区域, ロイド
 100 A 1 with freeboard LMC
 旅客 1等30名, 2等40名, 3等596名
 船籍港 横浜→和歌山→江住→東京



東洋汽船が英国のラッセル造船所にて建造中の本船を
 購入, 1913年6月19日進水, 静洋丸と命名した。船価は,
 112万円で, 大正2年9月末, 横浜に到着した。

大正3年3月18日, 神戸を出港して門司経由, 香港に
 向い, 4月22日神戸, 4月28日横浜を経由して南米のチ
 リーに向け初就航。その後, 年2回発航の南米線の定期
 船となる。

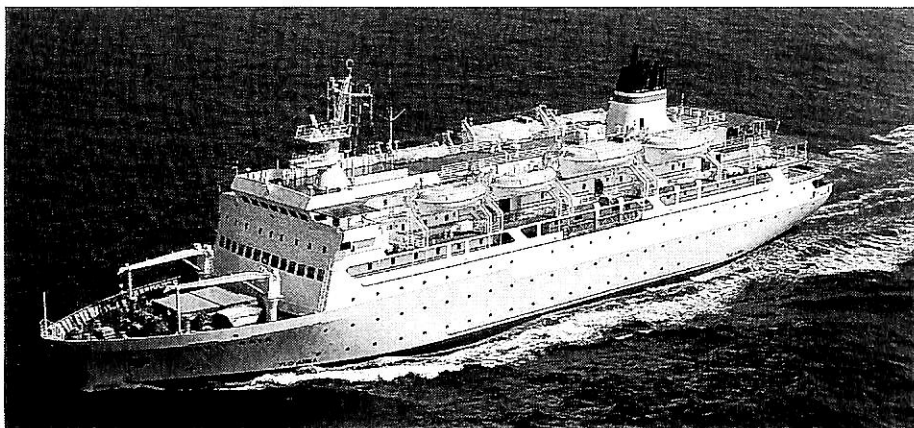
大正7年5月9日, 神戸発サンフランシスコ行となり,
 現地にて対米提供船として引渡され, 約6カ月間アメリ
 カ政府が使用, 本船は軍用船としてアメリカ陸軍をフラ
 ンスのサンナゼールへ輸送した。当時, 欧州では悪性の

スペイン風邪が猛威をふるい, 本船の乗組員110名中80
 名が罹患し, 10数人が死亡した。

大正8年4月17日, 神戸を出港, 香港始発の南米線に
 復帰した。

大正13年12月16日, 神戸発の南米行を最後に同航路を
 撤退, 大正15年10月19日¥300,000で万成汽船に売却,
 和歌山江住籍となる。昭和5年7月不況により相生で係
 船。

昭和5年11月2日05:00太平洋上で舵機を失い積荷の
 かたよりによりSOSを発信して沈没, 辰馬汽船の白羽
 丸が乗員を救助した。



◀ 昨年7月23日に引渡された“BUKIT RAYA”

インドネシア国内航路向け 6,041 トン型客船

— ドイツのマイヤー造船所、昨年3隻を引渡す —

Yoshitatsu Fukawa
府 川 義 辰

ドイツのマイヤー造船所(Meyer Werft : Papenburg)は、昨年(1994)インドネシアの Directorate General of Sea Communication (D.G.S.C.:Jakarta) から受注していた 6,041 トン型・船客収容数 970 名型の国内航路用の客船 3 隻を竣工・引渡を完了した。

昨年の1月29日には、同型第1船として“LEUSER”を竣工・引渡を完了した。第2船は、4月30日“BINAIYA”が竣工・引渡され、第3船“BUKIT RAYA”が7月23日に竣工・引渡が完了した。

本来ならば、第3船の“BUKIT RAYA”の竣工をもって、インドネシアからの一括大量受注である、15隻の客船・5隻の貨客船および1隻のガスタンカーの21隻全ての引渡を完了したことになる。しかし、2月8日にこの3隻シリーズの同型船1隻の追加発注を受けたと発表がなされた。これにより、同社のD.G.S.C.からの受注は、総量で22隻にも及ぶことになる。

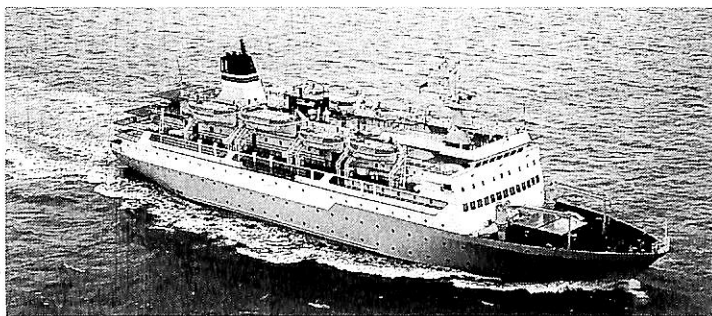
この追加発注船は、今春に竣工・引渡されることになっている。

〔主要目〕

全 長	99.80 m
垂線間長	90.50 m
型 幅	18.00 m
深さ(隔壁甲板まで)	6.90 m
〃 (暴露甲板まで)	9.40 m
喫 水	4.20 m
総トン数	6,041 トン
載貨重量	1,438 t
主 機	1,600kW (2,176hp) × 2
航海速力	15kn
旅 客	970名
乗 組 員	87名

〔船級/規則〕

インドネシア船級協会 BKI および



▲ 同型第1船の“LEUSER”

ゲルマニッシュェル ロイド +100 A4 I “客船”+SMO
SOLAS条約, 国際満載喫水線条約, 国際無線通信条約,
MARPOL条約, 国際衝突予防法, トン数条約, インド
ネシア商船法規, IMO騒音勧告 など

〔居 住〕

室内装飾は典型的なインドネシア風の内装で、不燃性材料から成っている。すべての塗装、絵画および壁面装飾はインドネシアの建築家によって選定され、大部分ドイツで製作された。

客室設備:

1等船客	7室14名
2等船客	10室40名
室内船客	54名
エコノミー級船客	916名
旅客合計	970名

1,2等船客用食堂およびバー……………第5甲板
食堂給仕用調理室……………第4甲板
士官および準士官用調理室……………第5甲板

部員用食堂: 第2甲板, 配膳室: 第3および第6甲板
食堂は船体中央部, 客室は船体前部に配置, モスク(回教寺院)は第6甲板にあり特別扱います。乗組員は第6, 7甲板(士官)と第2甲板(部員)にある。

旅客通路が第4甲板左右舷に各2条ある。

〔安全設備〕

旅客および乗組員の安全のために8隻のモーター付救命

艇および23隻の救命筏があり総定員はそれぞれ764名および575名でSOLAS条約の最高の要求に合致している。

船体は3つの防火区画に区分され、機関室・貨物倉・空調室には、煙および火災探知機が備えられている。炭酸ガス消火装置が機関室および貨物倉に備えられ、その他船内すべての区域にスプリンクラー装置が備えられている。

更に火災報知器は船内すべての場所において手で解放できる。すべての火災警報装置は船橋にあり、視認音響指示がついた中央火災警報装置に接続している。手動防火扉解放装置は船橋に備えてある。

本船は11の水密区画に分割され、すべて船橋から電動油圧で開閉され、隔壁甲板と扉の両側から手動油圧で開閉出来る。

中央放送システムは6サイクルの音楽システムと同様に使用され、緊急の際は必要な信号強度は、アンプ1台が故障しても十分になっている。

〔監視装置〕

この装置はシーメンス製のSimos IMA 51型を装備した。Simatic S5を基にし、中央監視所と機関室に自立の2個所の副監視所がある。

機関制御室内の2基の監視装置と船橋の1基の制御盤付き監視装置上に一般監視標準が指示されている。更に清水、潤滑油および燃料油タンクの容量と同時に排気ガス温度が制御されグラフ化されている。

〔航海計器〕

磁気羅針儀、ジャイロコンパス、オートパイロット、レーダ(X, Sバンド)、音響測深機、測定器、方探等、本船は航行海域A3に対する最新のGMDSS規則による装備がされている。

〔推進および操縦補助装置〕

主機2基と減速ギヤーおよび固定ピッチプロペラによって推進される。主機はMak4ストローク6 Mu 453 C型ディーゼルで、各1,600kW (2,176HP, 600rpm)の出力であり、ディーゼル油を燃焼する。

操縦性はバウスラストで増強されるが、これは480kW (653hp)のCPPで推力約7.2tを出す。

〔電力供給および汚物排出装置〕

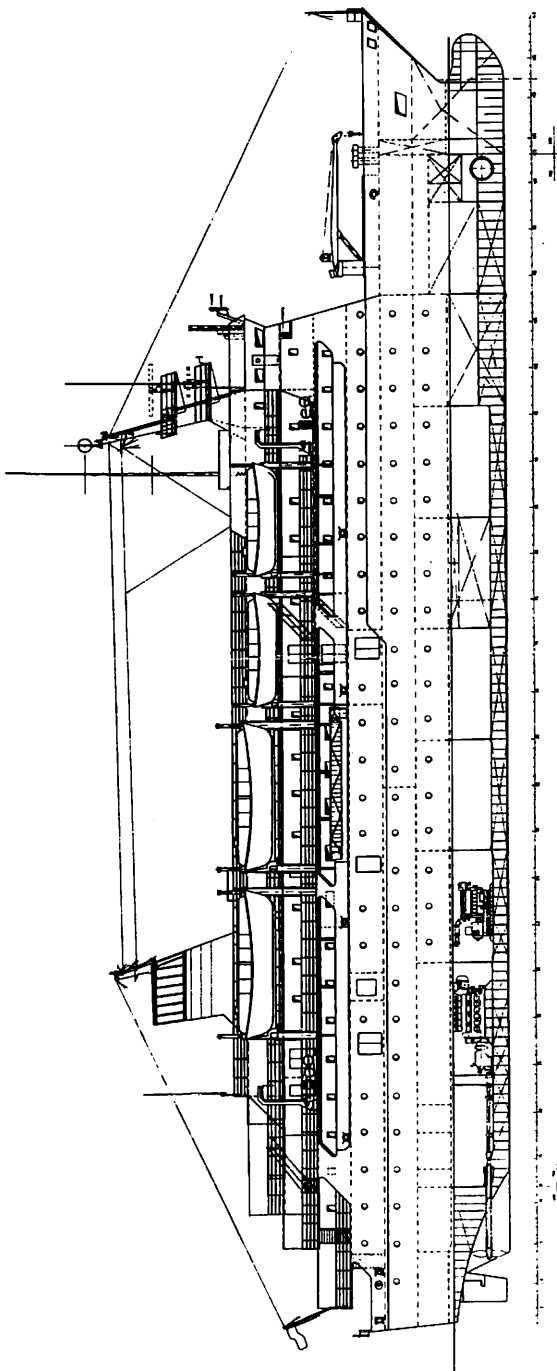
電力は4基のディーゼル発電機(各456kW = 620hp 1,000rpm, 525kVA)と共に非発200kW/272hp, 210kVAから成立っている。110km以上の電線が敷設してある。

2組のシューエジプラントですべての汚水を処理可能である。汚物除去用として、1日1.1tのスラッジまたは1.3tの固型廃棄物を夫々処理する能力のあるものが装備される。

〔空調装置〕

空調と通風装置は航行海域の要求に応じるようにしてある。空調装置は外気32℃、相対湿度85%に対して設計されている。室内温度は26℃、相対湿度60% (エコミークラスは26~32℃、相対湿度70%)である。空調区域は防火区画によって分割されている。前記室内条件を満たすために約1,000kWの冷却能力が必要である。

(Photo: Meyer Werft)



▲ 昨年2月8日追加発注されたLEUSER型の側面図

ホランド アメリカライン社、クルーズ客船シリーズ第3船 新鋭高級指向クルーズ客船“RYNDAM” 昨年10月にデビュー

(1)

Yoshitatsu Fukawa
府 川 義 辰

ホランド アメリカ ライン(Holland America Line:H.A.L.)社は、120余年の歴史とその老舗としてのブランドは現在も健在である。しかし、1989年1月にアメリカのカーニバル クルーズ(Carnival Cruises)社に吸収合併され、そのブランドをのこしたまま同社の一部門として現在に至っている。

昨年の10月20日、H.A.L.の高級指向客船シリーズ第3船“リングダム”(RYNDAM:55,451GT:1,266pax. Bahama)は、イタリアのフィンカンティエリ(Fincantieri)社で建造され、カーニバル主導の建造企画“ティファニー プロジェクト”(Project Tiffany)に基づく第3船として竣工した。本船は、フロリダのフォート ローダーデールに回航され、同港からカリブ海諸島への処女航海に鹿島立した。処女航海に先立ち同港26番岸壁において命名式が挙行された。命名社はCarnival Corporationの会長Micky Arison氏夫人Mrs. Medeleine Arisonさんにより執り行われた。

このたび就航した“リングダム”は、H.A.L.120余年の歴史の中で第3代同名船としてデビューしたものである。初代“リングダム”は、“RIJINDAM”と命名され、その由来はライン川からとられた。その後アメリカ市場にも通用するようにとのことで、スペリングが変更され現在の

“RYNDAM”となったものである。

このシリーズの第1船“スタテンダム”(STATENDAM)および第2船“マースダム”(MAASDAM)は、1993年に竣工すでに就航している。当初この企画は3隻で終了することになっていたが更に1隻が追加され、第4船も3姉妹同様イタリアのフィンカンティエリ社に発注され来年の春には竣工することになっている。

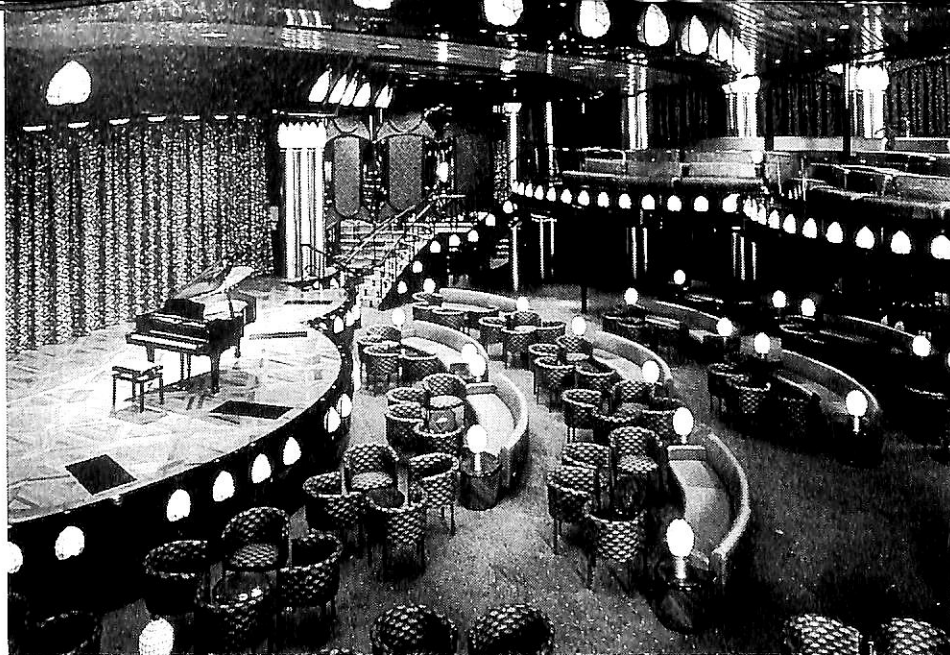
この船名は“veenダム”(VEENDAM)と命名されることになっている。

【主 要 目】

船 主	Carnival Cruise Corporation
運 航 社	Holland America Line Westours
建 造 所	Fincantieri-Cantieri Naval Italiani
処女航海	20th Oct. 1994
総トン数	55,451トン
全 長	720 フィート
船 幅	101 フィート
船 速	22 ノット
旗 籍	Bahama
船 客 数	1,266 名
乗 組 員	571 名
客室総数	633 室(外側 485, 内側 148)



▲ H.A.L.の「ティファニープロジェクト」の高級指向客船4隻シリーズ第3船“RYNDAM”



▲ “Vermeer Show Lounge”

船尾部にあり、アッパーデッキとプロムナードデッキの2層にわたる構造になっており、客数は600名である。ダイニングを除けば最大の社交場である。命名は、オランダの17世紀の有名な画家Jan Vermeerに因んでいる。インテリアデザインはアメリカのJoseph Farcusである。

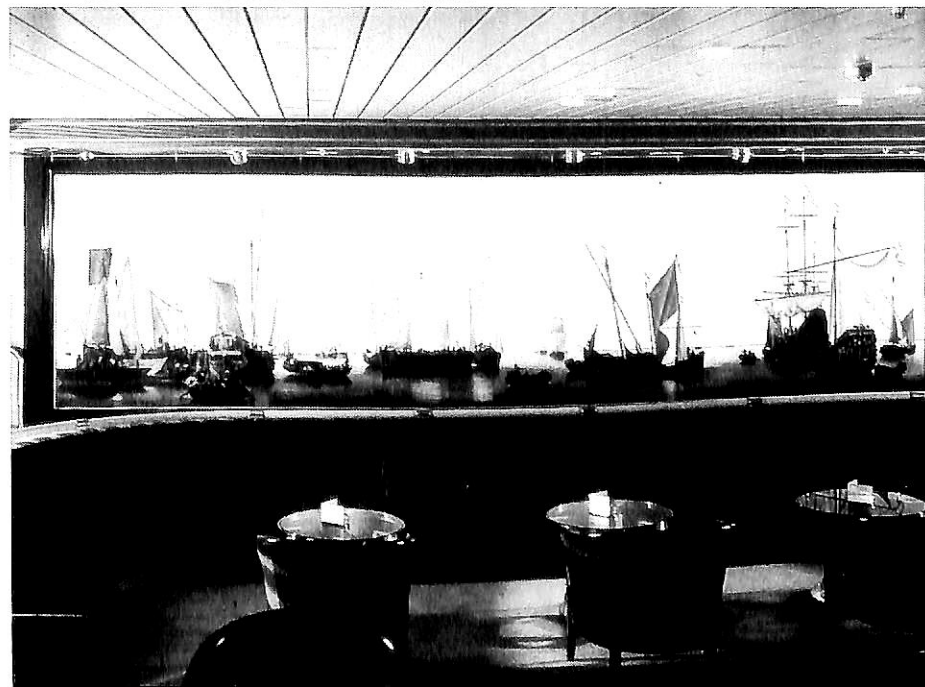


◀ “Atrium Fountain”

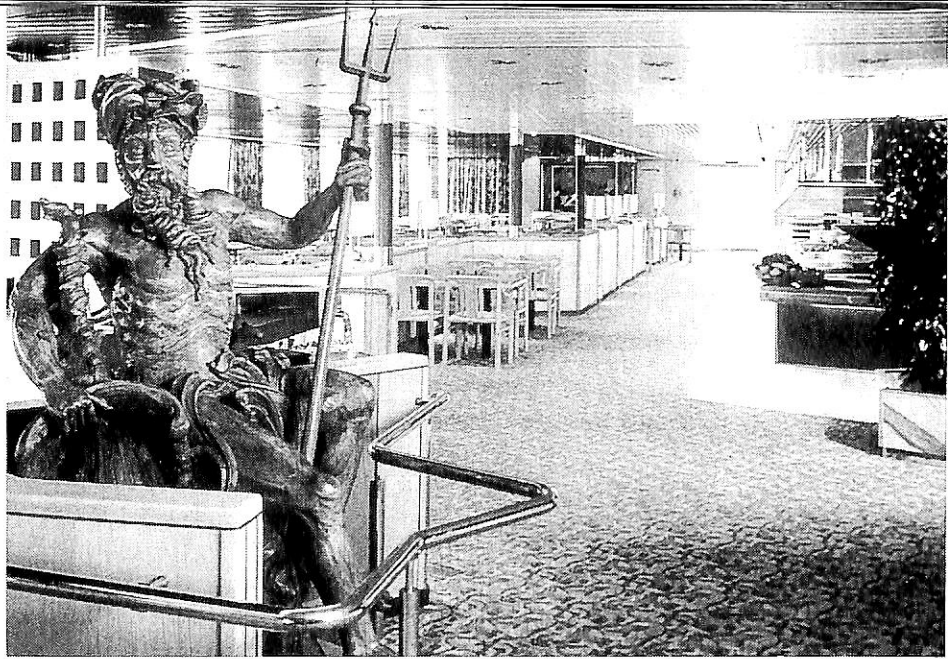
3層吹き抜けの広間、その中心に“泉”と名付けられた彫像、デザインは、オランダのF.C.J.Dingemans、彫刻は、フランスのGilbert Lebigreの手になるもの

“Explorer’s Lounge Mural” ▶

オランダのWillem Van de Veldeの複写・拡大画が壁一杯に。客数は82名。

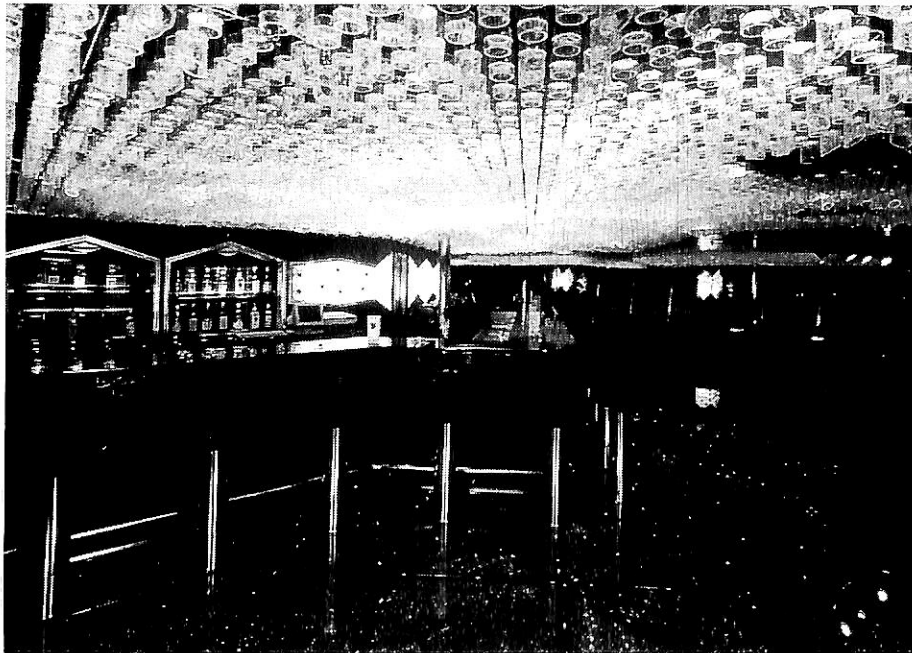


RYNDAM



▲ "Lido Restaurant with Statue of Neptune"

客数 403 名, 手前にあるのはオランダの彫刻家 Maarten Robert の手になる木造の海神 (God of the Sea)



◀ "Crow's Nest Lounge"

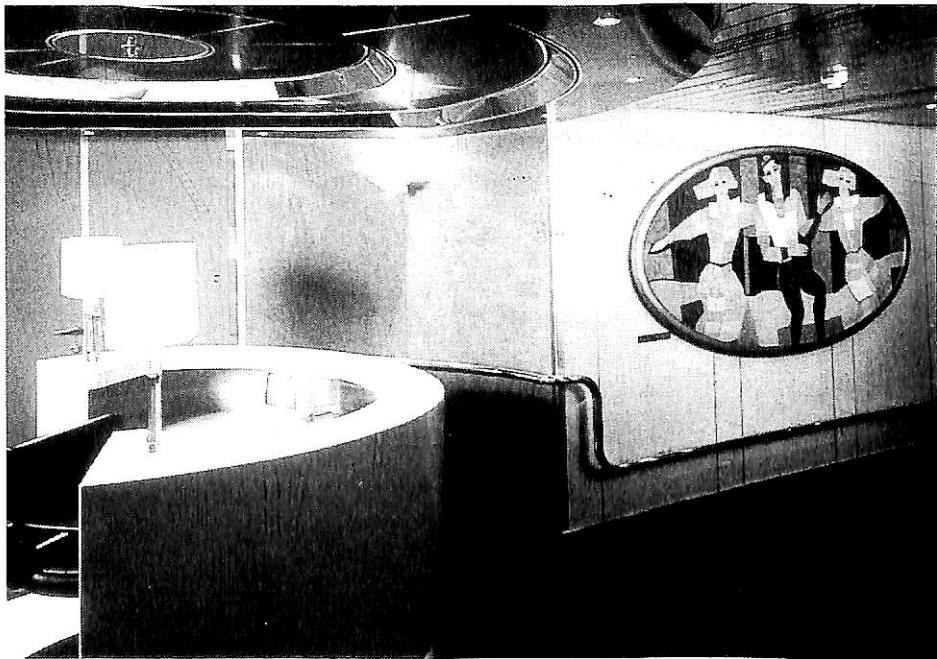
スポーツデッキにある高位置にある社交場。366 名の客席とインテリアデザインは, アメリカの Joseph Farcus である。

"Dining room Mural" ▶
それぞれ 44 名の客席のある King's と Queen's と名付けられた小食堂が Rotterdam Dining Room の上階部に隣接している。その食堂の壁一面に描かれた壁画。画家はオランダの Gerti Bierenbroodspot。





▲ "Rotterdam Dining room"
2層吹き抜け構造、上階には
グランドピアノ、その音色を耳に
優雅な食事、客席は657席。



"Beauty Salon
with Artwork" ▶
美容室の入口



◀ "Ocean Bar"
客席は138名

(Photo :
Holland America Line)
(つづく)



やわらかい発想で、21世紀企業をめざします。

●あらゆる流体に適應○長寿命シート○ダブルメカロック○インジメーションテナンス



■船用モデル

BF バタフライバルブ Mシリーズ

- オイルタンカー用 ●プロダクトキャリアー用
- ケミカルタンカー用 ●各種バラスト用

BF ビーエフ工業株式会社

- 本社・工場 〒124 東京都葛飾区東立石2-4-5
TEL 03-3694-5251 FAX 03-3694-5258
- 磯原工場 〒319-15 茨城県北茨城市磯原町 磯原工業団地
TEL 0293-42-0164 FAX 0293-42-0106

1月のニュース解説

米田 博

海運・造船日誌

12月15日～1月22日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

12月

15日○連立与党は95年度の税制改正大綱を決定し、
(木) 船舶の特別償却制度は、概ね現行どおりの
内容で2年間の延長が決まった。

16日○欧州議会は欧州連合(EU)の現行造船補
(金) 助金制度の延長を採択した。期限はOECD
の造船・修理部門の競争正常化協定が発効するまで。

19日○日本船用工業会は、船用機器の標準化推進
(月) に関する協力を日本造船工業会に要請した、
と発表した。

20日●政府は95年度一般会計予算の大蔵原案を了
(火) 承した。

21日○政府助成削減と加害的廉売規制の導入を柱
(水) とするOECD造船協定が日本、米国、EU、
韓国、ノルウェー、スウェーデン、フィン
ランドの7カ国によって採択された。

22日○日本造船工業会は政治献金を再開したこと
(木) を明らかにした。

25日●政府は臨時閣議で、一般会計総額70兆9,871
(日) 億円の95年度政府予算案と48兆1,901億円の
財政投融资計画を決めた。

28日●「三陸はるか沖地震」発生。マグニチュー
(水) ド7.5で、震度6の八戸市の被害が最も大
きかった。

1月

7日●「三陸はるか沖地震」の余震でM6.9。八
(土) 戸市と盛岡市で震度5。

9日○運輸省は94年の建造許可ベースの新造船受

(月) 注量を発表した。343隻1,162万総トンで
前年比479万総トン増。

11日○海事産業研究所のロイド統計にもとづく調
(水) 査によれば、94年の世界の造船受注量は
2,455万総トンで、内訳は日本1,150, 韓
国502, 西欧364, その他439で日本のシ
ェアは47%。

○海上保安庁がまとめた94年の船舶海難と人
身事故の発生状況によると、わが国周辺海
域で救助を必要とする海難に遭遇した船舶
(要救助船舶)は1,726隻。前年比65隻減で
51年に海難統計を取り初めて以来最低。

17日●「兵庫県南部地震」発生。活断層の直下型
(火) 地震で震源は淡路島、震源のマグニチュー
ド7.2, 神戸と洲本で震度6(一部は7),
警察庁による24日10時45分現在調査で死者
5,063人, 行方不明68人, 負傷者26,508人,
家屋損壊56,427棟の大被害となった。鉄道
・道路の損壊がひどく, 神戸市中心に大震
災となり後に「阪神大震災」と命名された。

○「兵庫県南部地震」により海運造船にも大
きな被害が出た。人工島ポートアイランド
と六甲アイランドが埋め立て地盤の液状化
により最大3メートル沈んだため, 岸壁や
クレーンなどの港湾施設は使用不可能にな
った。その他の埠頭も摩耶埠頭3バース以
外は使用不能。とくにコンテナターミナル
使用不能で大阪南港などへの振替が行われ
ている。造船所も三菱神戸はクレーンが転
倒し操業停止, 川重神戸はクレーン倒壊ド
ックゲート損壊などで進水式延期など。

18日○日本船舶輸出組合発表によれば、94年の輸
(水) 出船契約実績は総トンベースで過去20年間
で最高の249隻, 992万2,000総トンを記
録した。

平成7年度予算案

海運・造船関係予算案

1995年度(平成7年度)の政府予算案は12月25日の臨時閣議で決まりました。一般会計の総額は70兆9,871億円で94年度当初比2.9%の減額で40年ぶりの「マイナス予算」ですが、実質は0.3%増となっています。一方、財政投融资計画は48兆1,901億円で94年度当初比0.7%増でした。

海運造船関係では、まず海上交通局による外航船舶整備向け日本開発銀行融資は454億円の要求に対し、350億円(前年度405億円の13.6%減)で決定しました。予算積算上の想定船は現在のところ10隻で、その内訳は石炭船2隻、鉦炭船2隻、一般ばら積み船(30,000総トン型)2隻、LNG船(カタール向け7隻のうちの6隻目)、VLCC、コンテナ船、LPG船それぞれ1隻となっています。金利は特利5(平成6年12月20日現在4.85%)、融資比率は超省力化船、LNG船、二重構造タンカー60%、その他の船舶50%、改造船30%となりました。

今年度は新規要求として、「外航船舶など解撤促進費補助金」9億円を要求していましたが、4億5,000万円の新規獲得が決まりました。これはタンカーによる海難事故を防ぎ、海洋環境の保全を図るため、老朽タンカーの二重構造タンカーへの早期代替を促すためのもので、財団法人船舶解撤事業促進協会の補助制度を拡充・強化することにより、日本船社が実質的に支配している老朽タンカーを外航海運業者が解撤処分する際、生き船売船価格と解撤売船価格の差額の2分の1を国が補助するというもので、初年度は4~5隻の需要を見込んでいます。

船舶整備公団に対する財政措置は644億円で、前年度比60億円の大幅な減額となったものの、全体的に財政資金調達に厳しい中ではやむを得ない

とされています。自己資金は276億円で、95年度の事業規模は総額で920億円となります。事業の内訳としては長距離フェリーのリプレースが沈静化している状況から国内旅客船の整備が前年度比21.5%減の295億円、内航船の代替建造は前年度とほぼ同額の608億円となっています。

海上技術安全局関係では、船舶輸出のための財政投融资(日本輸出入銀行)枠として122億円が認められました。

造船関係の新たな需要創出を狙った新規要求の超大型浮体式海洋構造物の研究開発は復活折衝の結果満額の4億9,000万円で決定しました。これはTSL開発に次ぐ大型プロジェクトで、95年度の研究開発費は、国の4億9,000万円に民間の14億7,000万円が加わり計19億6,000万円となります。開発には造船13社、鉄鋼4社が参加する超大型浮体式海洋構造物技術研究組合(仮称)が当たることになっており、開発期間は3カ年、3カ年の総研究開発費は60億円に上る見通しとなっています。

その他に新規要求として超高速貨物船テクノロジーライナー(TSL)の総合実験に1億4,900万円、ポートステートコントロール(PSC)情報ネットワークシステムの構築に2,200万円が認められ、継続要求では新形式船用電気推進システムの研究開発が2億円、油流出防止に関する研究開発に1億1,000万円、排気ガス浄化研究開発に5,100万円つきました。また財投関連では輸銀融資の他に、造船関連事業者のリストラや新分野への進出などに日本開発銀行融資100億円、船舶の新技術を行う法人への同融資に10億円が認められました。

各省庁の船舶建造予算を拾ってみますと、先ず海上保安庁では新規で要求していた巡視船艇10隻の建造が認められました。

防衛庁は艦船12隻(18,776排出トン)を調達することとなりました。内訳は①新型護衛艦DD2隻、②潜水艦SS1隻、③掃海艇MSC2隻、④掃海母艦MST1隻、このほかに隻数には含まれていませんが、輸送用エアクション艇LCC1隻、

支援船6隻が認められました。

航海訓練所予算では練習船「青雲丸」の代替建造に8億3,000万円が認められました。新青雲丸は平成7年度から3年計画で建造するもので、建造費は約56億円の見込みです。

OECD造船協定を採択

政府助成削減と加害の廉売規則の導入を柱とするOECD造船協定が、パリのOECD本部で、12月21日、日本、米国、欧州連合(EU)、韓国、ノルウェー、スウェーデン、フィンランドの7カ国によって採択されました。協定交渉の完了を公式に確認する最終文書に全交渉参加国が署名したもので、89年の米国提案に始まり、5年にわたった交渉が漸く終わったのでした。この間このニュース解説でも何度となくこのテーマを扱いましたが、最終文書の概要は①各国が96年1月1日の発効を目指して努力する。②協定発効までの間、協定に反する助成措置の増大や新規の導入などを行わない。③造船能力を有する他の国が造船協定に加盟するよう協力して働きかける。というものでした。

交渉のクライマックスは、94年7月の首席代表者会議で、ここで協定の骨格が定まりましたが、これについては本誌94年8月号で詳しく解説しましたので、協定については今回はふれないで、12月21日OECD造船部会ソルマン議長が、同部会加盟国政府、造船事業者および非加盟国政府に対して発表した声明の要旨をあげて、今回の協定が意図するところを明らかにしておきましょう。

- (1) 1970年代および1980年代の造船不況の深刻さは世界的な造船能力に関する需給の不均衡によりもたらされたものである。
- (2) 今後10年間の造船需要に関するほとんどの予測において、世界の造船能力は将来の新造船建造需要を十分賄うことができるということが示されているにもかかわらず、世界各地の造船事業者は将来において、現在造船業から撤退している供給力の再稼動、従来の軍用設備の転用、

旧式の建造設備の再構築および新しい建造設備によって供給力を相当増加させようとしている、との懸念がある。

- (3) 造船部会加盟国の造船業に対し、世界の造船市場が長期的に健全であることに関し、責任を有していることについて注意を喚起する。
- (4) 造船部会加盟国政府に対し、造船能力の世界的増大に関する懸念および造船事業者の行った行動により引き起こされる如何なる困難からも企業を救出しないという協定上の政府の義務を自国造船業に確実に認識させるよう要請する。
- (5) 造船部会非加盟国政府に対し、自国造船所の造船設備の拡張に対する支援の供与がもたらすであろう長期的な結果について、その責任を心にとめるとともに、造船能力の拡張に対し財政的あるいはその他の関与を慎むよう要請し、さらに造船協定への加盟を検討するよう求める。
- (6) 造船部会加盟国の造船業に対し、需給サブグループの関係において造船能力および需要における世界の動向を調査するため相互に密接に協力し、その調査成果を定期的に造船部会に提供することをとめる。

ところで、協定は署名した7カ国全部の批准により発効することとなっており、96年1月1日を目標としていますが、政府補助カットにより競争力低下を恐れるEU、米国で協定に反発する動きが続出しており、たとえば署名のための会議は当初12月5日に予定されていましたが、フランス政府が協定に反対を表明したためEU内で調整がつかず、21日に延期になった事情もあり、今後予定どおりに進行するかどうかは予断を許さない状況です。

協定非加盟国の中にも近年急速に競争力をつけている造船所を持つ中国やポーランド、また民需転換を進める造船所を抱えるロシアなどの協定加盟、公正な競争を揺るがしかねない設備能力拡大抑制が今後の課題といえましょう。

●新造船紹介

5,000 KL積み
近代化内航クリーンタンカー “鶴洋丸” の概要と特徴

株式会社 新来島どっく技術設計本部
基本設計部

1. まえがき

本船は鶴見輸送株式会社殿の御発注により建造した近代化内航クリーンタンカーであり、航海および荷役業務の安全性と乗組員の労力の軽減と環境改善を計るために内航船として数多くの最新設備を搭載している。

以下に本船の概要を紹介する。

2. 主要目等

主要寸法

全長	104.52 m
垂線間長	97.00 m
型幅	15.60 m
型深	7.80 m
満載喫水	6.55 m

総トン数	3,478 トン
載貨重量	4,953 t
航行区域	沿海区域
船級	日本海事協会 (NK)

NS* (Coasting Service)

(Tanker, Oils F.P. below 61°C)

MNS* M0

貨物油倉容積	5,351.957 m ³
試運転最大速力	14.67 kn
満載航海速力	14.0 kn
航続距離	約 5,900 浬
最大搭載人員	15 名

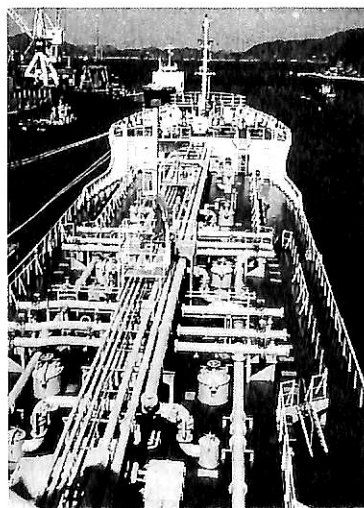
職員	6 名
部員	6 名
予備員	1 名
その他	2 名

主機関	阪神 LH46LAG	1 基
連続最大出力	4,500 P S × 220 rpm	
常用出力	3,825 P S × 208 rpm	
プロペラ	4 翼固定ピッチ (スキュー角 25 度)	
	直径 3,400 mm	
	P B C F 装備	

補助ボイラ	立円筒形コンボジットボイラ	1 台
	600 / 600 kg/h × 7 kgf/cm ²	



▲試運転航海中の“鶴洋丸”



▲上甲板配管図

主発電機	500 kVA, AC 450 V	2 台
	(ディーゼル機関 600 P S × 720 rpm × 2 台)	
停泊用発電機	150 kVA, AC 450 V	1 台
	(ディーゼル機関 180 P S × 1,200 rpm × 1 台)	
荷役装置		
貨物油ポンプ	主機駆動スクリュウ式	
	1,000 m ³ /h × 8.5 kgf/cm ² DP × 3 台	
同上用変速機	スリッピングクラッチ式貨物油-	

ポンプ回転制御システム

- バラストポンプ 電動機駆動渦巻式
600 m³/h × 20 mTH × 1台
ガスフリーファン 電動機駆動ターボファン
110 m³/min × 700 mm Aq × 2台

液面計

- 電磁フロート式 貨物油タンク用 × 20点
燃料油タンク用 × 4点
受圧式 バラストタンク用 × 11点
清水タンク用 × 2点
温度計 貨物油タンク用 × 20点
(液面計に組込む) 燃料油タンク用 × 2点
喫水計 (船首, 船尾) 2点
トリム/ヒール計 1式
リークディテクタ 4点
ドライネススポットセンサ 10点
弁リモコン用パワーユニット 1式

甲板機械

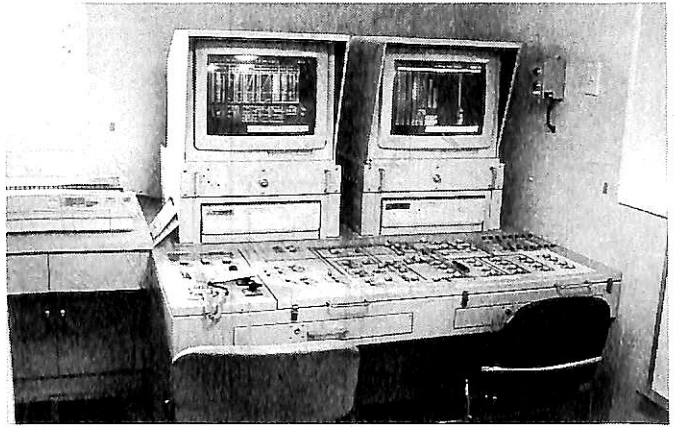
- 揚錨機兼係船機 9.2t × 15m/min × 2台
ジブシーホイール × 各1
ホーサドラム(ロープシフト付) × 各1
係船機 5.0t × 22m/min × 4台
ホーサドラム × 各1
ワーピングエンド × 各1
係船機 5.0t × 22m/min × 2台
ホーサドラム(ロープシフト付) × 各1
スプリング 5.0t × 22m/min × 3台
ウィンチ ホーサドラム × 各1
バウスラスタ 推力 6.1トン × 1台
可変ピッチプロペラ
操舵機 ロータリーベーン式 × 2台
舵 ベクツインラダー

操舵室設備

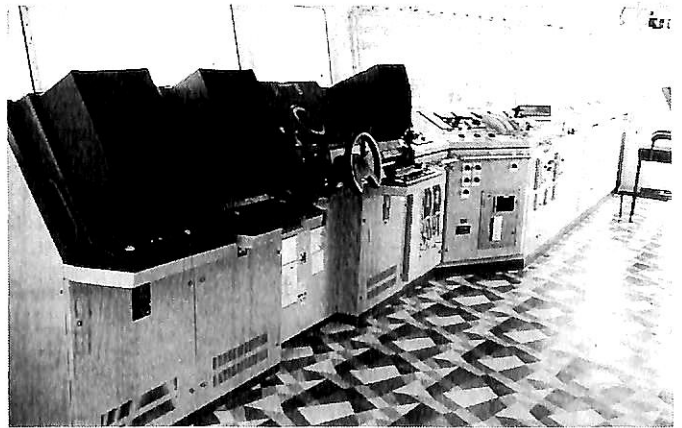
- 航海操船総合援助装置 (INS)
オートパイロット
(トラッキングパイロット含む)
ジャイロコンパス
レーダ: Xバンド近距離用 1台
XバンドARPA付 1台
GPS航法装置
音響測深儀
ドップラーソナー
主機操縦装置
機関部監視制御装置
機関部ログプリンター, イベントプリンター

テレグラフロガー

- ベクツインラダジョイスティック
サイド(パウ)スラスタ操縦装置
離着機操船スタンド両ウイング 各1ヶ所



▲ 荷役制御パネル

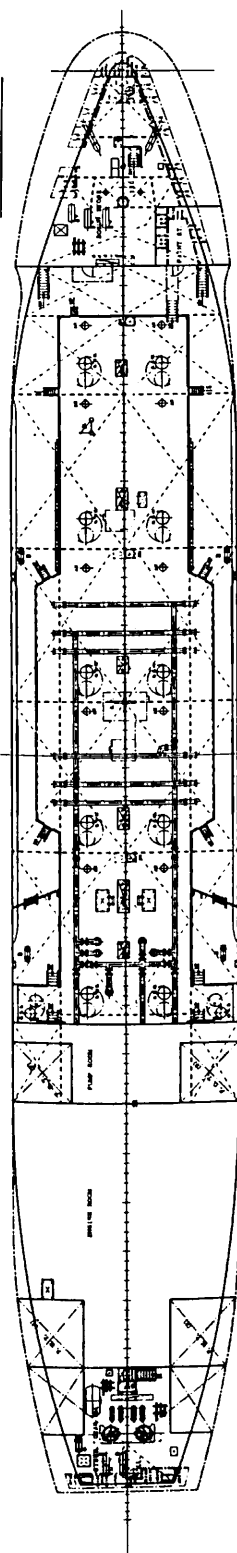


▲ 船橋操舵室

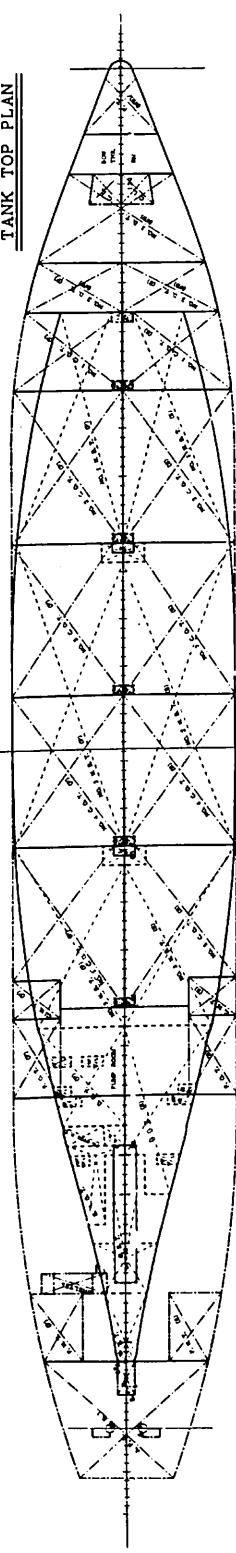


▲ 船橋主機操縦台

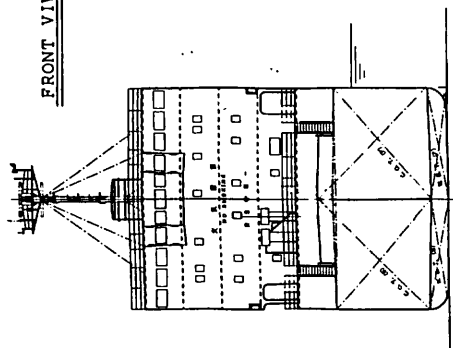
UPPER DECK



TANK TOP PLAN



FRONT VIEW



鶴見輸送向け内航クリーントanker“鶴洋丸”一般配置図
新来島どっく建造

3. 本船が誇る最新設備

3・1 「内航タンカー荷役自動化システム」

(1) 荷役自動化システムの概要

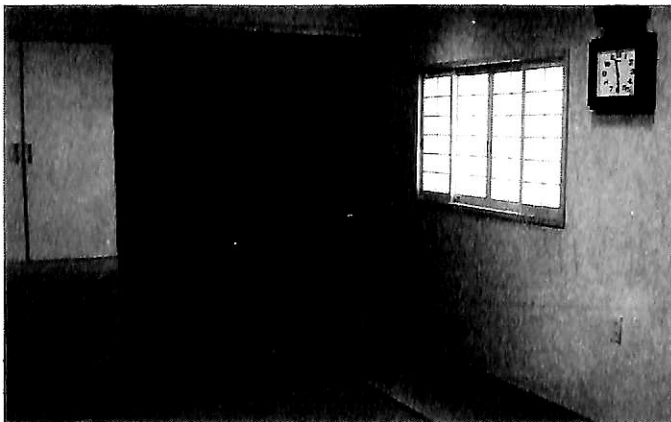
本システムは、内航タンカーの荷役操作支援システム



▲ 船長室



▲ 食堂



▲ 和室

として、荷役制御、バラスト調整、ガスフリー制御および船体姿勢監視機能を備え、ワンマン・コントロールによる安全な荷役計画、荷役操作、監視により、より安全な荷役作業が可能となっている。

(2) 荷役自動化システムの機能

荷役規範例登録：

次航以降の荷役計画 / 操作の規範例とするための荷役関連情報の蓄積、登録機能

自動荷役計画機能：

荷役要求条件（荷種、積付量、タンク割付、荷役手順等）に基づき、蓄積された規範例により、最適の荷役パターンを作る。

事前シミュレーション機能：

計画された荷役パターンに基づき、船体姿勢、タンク液位、ポンプ運転状況を時系列に表示し自動制御機能で遂行される荷役の進捗状況を事前に確認する機能。

自動制御機能：

荷役計画および事前シミュレーション結果に基づいた下記制御を、ガイダンスメッセージ出力と平行して自動的に行う機能。なお、安全上重要な操作の接点においては操作員の確認入力後、実際の制御を実行する。

・積 / 揚荷役 ・バラスト調整 ・ガスフリー

安全チェック機能：

安全に確実な荷役作業の遂行のための下記の安全チェック機能。

・船舶安全点検チェックリスト表示 / 出力
・貨油オーバーフロー / 貨油コンタミ防止機能
・機器自己診断機能

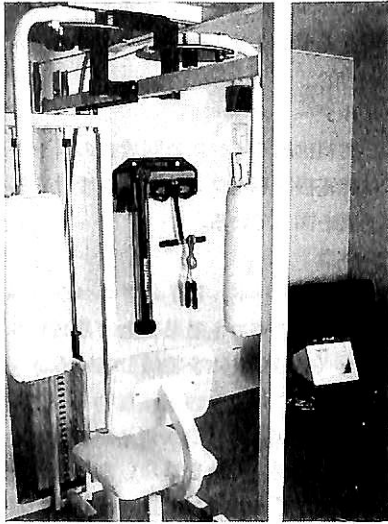
事務作業支援機能：

船陸整合関係の事務作業および荷役関係事務作業を支援するために、荷役管理表、荷役協定書、荷役関係機器のアラーム・イベントログの作成 / 出力機能。

3・2 「航海操船総合援助装置」

(1) 航海操船総合援助装置(以下INSと称す)の概要

省エネ、安全航海および操船の合理化のために、情報の集中表示と自動制御を実現したハイテクなブリッジシステムで、20インチCRT画面に航海、気象、船体運動、エンジンデータおよび海岸線などの情報をグラフィックに集中表示し、また、マイクロコンピュータを用いオー



▲ ジム

トパイロットを自動的に制御、運航させるとともに、グラフィック画面に航跡を表示する。

(2) INSの機能

航海計画機能：

航海計画で航路を作成し、編集する機能でいくつかの航路を作成し登録しておけば、必要なときに登録したデータを画面に表示させることができる。

船位決定機能：

GPS、ジャイロコンパス、ドップラーソナーと組み合わせて、正確な船の位置、航跡、行き先を決定する機能。

自動航行および航行援助機能：

航海計画機能、船位決定機能とオートパイロットを組み合わせることで、事前に計画された航路に従い、自動航行できる。

これをトラッキングパイロット機能ともいう。

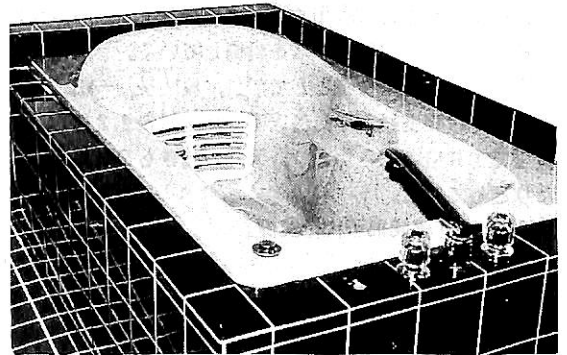
レーダ・プロッターにレーダ映像と海図をラップさせて、狭水路航行の安全性向上を確保する。

船首部船底に装備されたドップラーソナーからの船速情報を使い、着棧、離棧の援助ができる。これは船体移動を表示し過去、現在、将来の予想をグラフィックで表示する機能をもっている。

船の前後、左右方向の船速を表示し、さらに岸壁からの船首部、船尾部の距離表示することができる。また、主機回転数、スラスト翼角、水深、喫水等必要な情報を表示し、より安全に着離棧出来るように支援する。

運行監視機能

航跡、レーダ映像、衝突予防援助、船体移動表示機能



▲ ジェット・バス

を組み合わせ画面に表示し適切な運行監視ができ、安全性の向上を確保する。

3・3 「離着岸設備」

ジョイスティック（ベクツインラダー）とバウスラストを操作することによって船体の横移動、その場回頭が可能で、自由自在な操船を実現している。

ジョイスティック（ベクツインラダー）とバウスラストは、操舵室中央部と両翼に設けた操作スタンドで操作が出来る。そこには主機回転制御ダイヤルおよび回転計も装備されている。また、両翼の操舵スタンド横にはINSのCRTが装備され、より安全で確実な離着岸が出来るようになっている。

ジョイスティックは、通常航行中にも操船モードに応じていろんな目的に使用することができる。

3・4 「船内居住環境設備」

(1) 操舵室は全幅ブリッジ方式を採用し、操船機器を前面中央に張り出したコックピットタイプを採用している。またチャートスペースに隣接して機関監視モニターや機関制御盤を配置し機関室無人化運転仕様となっている。また、機関室にテレビカメラ4台を装備し、常時操舵室にて機関室の状況を映像によって監視出来るようになっている。

操舵室の後ろには、休憩や軽い食事等が出来るように、冷蔵庫、流し台、テーブル、ソファ等を配置している。

(2) 居住区全般はIC方式の防火構造とし、パネル工法を採用して、防火・防音ともに配慮した仕様となっており、室内の騒音が従来のこのクラスの船と比較して、約15%も低い数値(55~65db)を達成でき、乗組員の居住環境の大幅な改善がなされている。

(3) 空調設備はゾーンコントロール方式を採用し、各甲板ごとに温度センサーを設け、電動ダンパーに依り温度調整が出来るようなシステムとしている。

(4) 浴室には作業の疲れをいやし、また、体育室で軽く汗をかいたあとに利用するために全身マッサージが出来る本格的なジェットバスを設備している。

(5) 各居住区の仕様として船長、機関長、一航、一機室の4室は寝室付とし、各居室で従来船の1.2倍以上、食堂で1.6倍の広さがあり、天井の高さも2.2mとゆったりとしている。

3・5 「機関部近代化設備」

(1) 機関部自動化

本船は機関の無人化設備を有し、NKの無人化設備証明書“M0”を取得している。

通常の航海状態で船橋（操舵室）にて機関の集中監視制御ができるようにCRTディスプレイ、パソコン等を装備した監視制御盤を船橋船尾側に設けている。

さらに、船橋船首側には主機遠隔操縦スタンドを設け航海中および出入港時共、船橋より主機を遠隔制御ができる。

(2) セントラルクーリングシステム

本船は腐食が起り易い冷却海水管系を最小にし、腐

食によるトラブル、メンテナンスコストをミニマイズすることができるセントラルクーリングシステムを採用している。

(3) フィルター

本船は、燃料供給ラインに無開放式のコシキ、潤滑油ラインには発電機専用フィルターを設ける等省人化と油管理の充実を図っている。

(4) プロペラ

プロペラはスキュード、K I Sプロペラを採用し防振に配慮するとともに省エネ効果を上げるプロペラボスキャップフィン（PBCF）を装備している。

4. むすび

以上、本船の概要、特徴を紹介しましたが、本船の今後の活躍を祈念すると共に、設計、建造に当たり、御指導・御協力をいただいた船主監督殿を始め乗組員の皆様並びに関係官庁、日本海事協会およびメーカーの関係各位に対し誌上を借りて厚く御礼申し上げます。

災 害 お 見 舞

兵庫県南部地震により被災された関係団体
および皆様に対し、謹んでお見舞い申し上げると共に、一日も早い復旧を心からお祈り致します。

平成7年1月20日

株式会社 船舶技術協会

船 型 設 計 ノ ー ト

〈23〉

株式会社 郵船海洋科学 技術顧問
工学博士 森 正 彦

9・2 プロペラ性能シミュレーション適用例

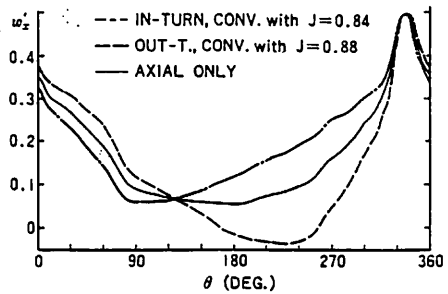
9・2・5 プロペラのベアリング・フォース(つづき)

第9・71図は、計算対象のプロペラが伴流中を1回転するときのプロペラ1翼に働くスラストならびにトルクの変動状況である。

上側の変動曲線は、ベアリング・フォースのシミュレーションの基礎データであるプロペラ1翼の変動スラスト(T_m)、変動トルク(Q_m)の無次元値(T_m/T_o , Q_m/Q_o)である。 T_o , Q_o は、ともに T_m , Q_m の1周期間の積分平均値である。

また、下側の変動曲線は、上記の簡易計算法によって求めた変動スラスト(T_m')、変動トルク(Q_m')の無次元値(T_m'/T_o , Q_m'/Q_o)である。 T_m' , Q_m' の簡易計算に用いた伴流係数の周方向変動を第9・72図に示す。 T_m'/T_o , Q_m'/Q_o は、 T_m/T_o , Q_m/Q_o と比べて変動幅はやや小さいが、類似の変動をしているので、定性的な検討のうえでは十分役立つ。

T_m'/T_o と Q_m'/Q_o とはおよそ比例した関係にあるので、以下、 T_m'/T_o の変動曲線を引用して調べてみる。



▲第9・72図 Transom形船尾・2軸高速船型
軸方向換算伴流係数(0.7R)
(MCRでのプロペラ前進係数により換算)
(注) 第7・1節第7・11図参照

第9・73図は、簡易計算によるプロペラ1翼のスラスト変動を示している。図中の細・太両実線は、第9・71図の下図中の細・太両実線と同一である。また、第9・73図中の破線は、軸方向換算伴流係数を用いて太実線を算出する過程で、伴流の周方向成分による流入速度の变化分を省略したときの結果である。

すなわち、第9・73図中の3本の変動曲線は、それぞれ次式によって求められている。

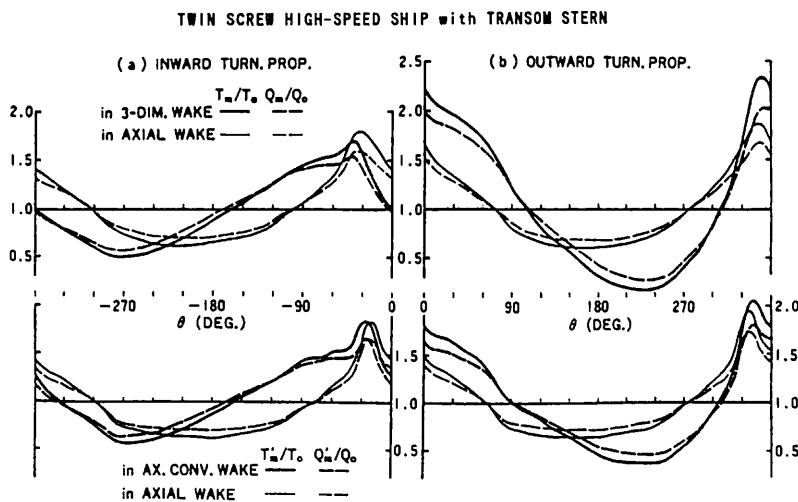
(1) 細実線

$$\frac{T_m'}{T_o} = \frac{(K_{T\theta})_{AX}}{K_{T_o}} \dots (9 \cdot 117)$$

ただし、

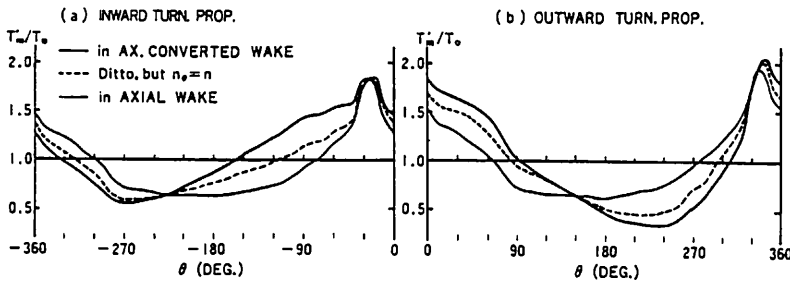
$(K_{T\theta})_{AX}$: 0.7Rにおける軸方向伴流係数 $w_{X(0.7R)}$ によって求めた前進係数 $(J_{\theta})_{AX}$ におけるスラスト係数

$(J_{\theta})_{AX}$: (9・112)式を用い、同式の $w_{X(0.7R)}$ を $w_{X(0.7R)}$ に、 $w_{X(0.7R)}$ を $w_{X(0.7R)}$ に置き換えて求

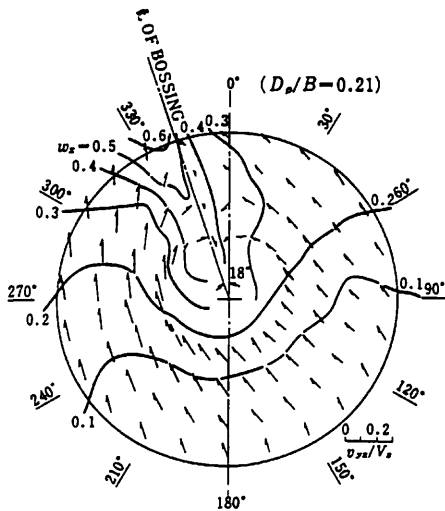


▲第9・71図 Transom形船尾・2軸高速船型
プロペラ1翼のスラスト変動とトルク変動

TWIN SCREW HIGH-SPEED SHIP with TRANSOM STERN



▲第9・73図 Transom 形船尾・2軸高速船型
簡易計算によるプロペラ1翼のスラスト変動
(軸方向換算伴流係数(0.7R)による)



▲第9・74図 Transom 形船尾・2軸高速船型の
3次元伴流分布(8m模型船の満載状態)
(注) 本図は第7・9図の再掲載

める。

K_{T0} : 平均スラスト T_0 に対応するスラスト係数

(2) 破線

$$\frac{T_m'}{T_0} = \frac{(K_{T\theta})_{CV}}{K_{T0}} \dots\dots\dots (9 \cdot 118)$$

ただし,

$(K_{T\theta})_{CV}$: 0.7Rにおける軸方向換算伴流係数
 $w_X(0.7R)$ によって求めた前進係数
 $(J_\theta)_{CV}$ におけるスラスト係数

$(J_\theta)_{CV}$: (9・112)式による $(J_\theta)_{CV} = J_\theta$

(3) 太実線

$$\frac{T_m'}{T_0} = \frac{(K_{T\theta})_{CV}}{K_{T0}} \left\{ \frac{1 - w_X(0.7R)}{1 - w_X'(0.7R)} \right\}^2 \dots\dots (9 \cdot 119)$$

上記の前進係数 $(J_\theta)_{CV}$, $(J_\theta)_{AX}$ の差は、伴流の周方向成分の有無による幾何迎角の変化となり、(9・118)式は、(9・117)式に対して幾何迎角の変化分に相当するスラスト修正を行っていることになる。また、(9・119)式の右辺の $\{ \quad \}^2$ 項は、伴流の周方向成分によって流入速度が増減するためのスラスト修正となっている。

いま、伴流の軸方向成分のみによって求めた細実線を基準にとって考えると、伴流の周方向成分による幾何迎角の変化に対応して、 T_m'/T_0 は細実線から破線に移る。さらに、周方向成分による流入速度の増減に対応して、 T_m'/T_0 は破線から太実線に移る。

一方、第9・74図に示す計算対象船型の伴流分布を見ると、垂直に近い角度で取り付けられたボッシング・アームの近傍を境として、伴流の周方向成分の流向が逆転している。したがって、伴流の周方向成分による幾何迎角ならびに流入速度の変化分は、ともにSine成分が強い。また、同時に変動幅も大きくなる。 Q_m'/Q_0 についても同様である。

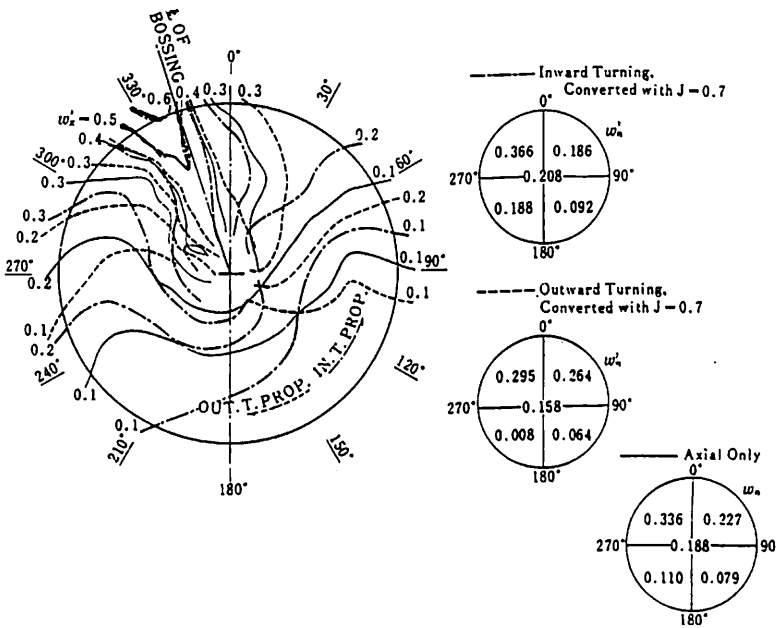
Sine成分が加わって T_m'/T_0 , Q_m'/Q_0 の変動曲線が移動すると、 T_m' , Q_m' のSine項である M_H , P_V は大きくなり、Cosine項である M_V , P_H は逆に小さくなる。このことは、 M_H , M_V の合成モーメントならびに P_H , P_V の合成力の作用方向が、伴流の周方向成分の影響によって変わる原因となっている。

また、(9・110)式および(9・111)式から分かるように、 M_H , M_V , P_H , P_V 4成分の定常項は、 T_m'/T_0 , Q_m'/Q_0 を(9・105)式にならったFourier級数表示としたときの第1次項の係数によって決まっている。したがって、 T_m'/T_0 , Q_m'/Q_0 の変動曲線が増幅されることによって、 (M_H, M_V) の合成モーメントならびに (P_H, P_V) の合成力の定常成分が大きくなる。

このような検討を行ってみると、伴流の周方向成分は、キャビテーション、プロペラ翼の強度を診断する場合と同様に、ベアリング・フォースに対しても無視できない重要な成分であることが分かる。

9・2・6 軸を曲げるプロペラ流体体⁸⁹⁾

第7章第7・1節において、軸方向換算伴流係数による各種船型の伴流分布を整理した結果、2軸高速船型でプロペラを内回りとした場合、プロペラ軸を常に船体中心側へ曲げようとする危険なモーメントが発生すること



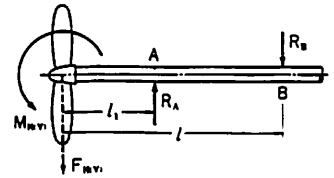
▲第9・75図 Transom形船尾・2軸高速船型の軸方向換算伴流分布 (8 m模型船の満載状態)
(注) 本図は第7・10図の再掲載

を予測している。

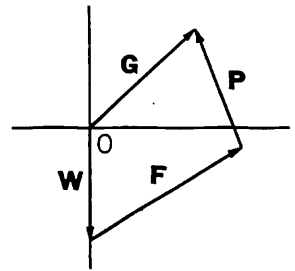
第9・75図は、Transom形船尾の2軸高速船型の軸方向換算伴流分布である。第9・75図によると、プロペラを内回りとした場合、プロペラ面の船体側半円における軸方向換算公称伴流係数 (w_n') の値が反船体側半円の w_n' に比べてかなり大きくなっている。このため、プロペラを内回りとしたとき、プロペラ翼に発生するスラストは船体側半円内で大きくなり、プロペラが軸を常に船体中心側へ曲げようとすることになる。

一方、プロペラ・ベアリング・フォースの中の M_H , M_V , P_H , P_V 4成分は、その定常成分が大きければ、プロペラ軸を常に一方向へ曲げようとするモーメントおよび力となっており、これは上記の危険性と結びつく要因であると考えられる。そこで、ベアリング・フォースのシミュレーションを利用して、この問題について定量的な考察を行ってみる。

プロペラ軸の撓みを調べるためには、プロペラ・ベアリング・フォースの4成分 M_H , M_V , P_H , P_V にプロペラ重量を加えて、動的軸系アライメントの計算を行う必要がある。しかし、この計算は軸系装置の諸寸法が決定した後でなければ実行できない詳細計算であるので、本項では、初期計画に適した1つの方法として、軸を曲げようとする力をプロペラ中心に集約し、力のベクトル図



▲第9・76図 等価力換算のための模式図



▲第9・77図 力のベクトル図

によって調べることとする。

このためには、変動モーメント (M_H , M_V) を等価力に換算する必要がある。SR 143 研究部会では、この等価力の換算について1つの方法⁹⁰⁾を提示しているので、ここでは、その方法に従って等価力を求めることとする。

すなわち、第9・76図に示すように、A, B 2点で支持されたプロペラ軸を考え、曲げモーメント M_H (または M_V) によってA点に生じる反力 R_A と等しい反力を生じるような外力 F_H (または F_V) をモーメント M_H (または M_V) の等価力と考える。力の釣合条件から、

$$\left. \begin{aligned} F_H &= \frac{M_H}{l} \\ F_V &= \frac{M_V}{l} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9 \cdot 120)$$

ただし、

l : 第9・76図に示すモーメント・アーム

この換算上の問題点は、モーメント・アーム l の取り方である。SR 143 研究部会が実施している動的軸系アライメント計算の結果によると、プロペラ軸の撓みがある程度進展すると、A点は船尾側軸受の後端、B点は同前端にあり、平均的には $l \approx 2.85 l_1$ (l_1 : 第9・76図参照) である。また、一般商船では、 $l_1 \approx 1.3$ m である。この調査報告を利用して、以下の計算では、 $l = 3.7$ m と仮定する。

さて、流体力 (F_H , F_V), (P_H , P_V) とプロペラならび

▼第9・17表 2軸高速船型用プロペラの主要目

船型	Transom形船尾船型		普通形船尾船型	
	内回り	外回り	内回り	外回り
回転方向	内回り	外回り	内回り	外回り
翼数、翼型	5翼、MAU		5翼、MAU	
直径(mm)	6,760		6,760	
基準ピッチ比	1.12 (一定ピッチ)	1.15 (一定ピッチ)	1.17 (一定ピッチ)	1.15 (一定ピッチ)
展開面積比	0.80		0.80	
ボス比	0.21		0.21	
翼厚比 _{0.7R}	0.033		0.033	
空中重量 (ton)	30.4	30.2	30.2	30.2

(注) 基準ピッチ比の決定条件

船型	Transom形船尾船型		普通形船尾船型	
	内回り	外回り	内回り	外回り
回転方向	内回り	外回り	内回り	外回り
船速 (Knot) (満載、90%MCR)	26.9	26.7	26.7	26.7
1-w	0.80	0.85	0.87	0.85

にプロペラ軸の重量による下向きの力とによって、プロペラ中心におけるベクトル図を作成し、プロペラ軸を曲げる力のベクトルが求められる。第9・77図は、その作図例である。図中のベクトル記号は下記の通りである。

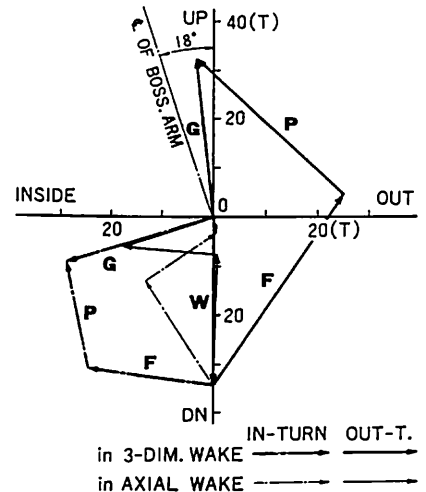
- W: プロペラとプロペラ軸の重力ベクトル
- F: 等価力 F_H , F_V の合成ベクトル
- P: 流体力 P_H , P_V の合成ベクトル
- G: プロペラ軸を曲げる力のベクトル (W, F, P の合成ベクトル)

なお、プロペラの重量は水中重量、プロペラ軸の重量は、軸の長さを前記のモーメント・アーム l として算定した重量をプロペラ位置における集中荷重として換算した値である。

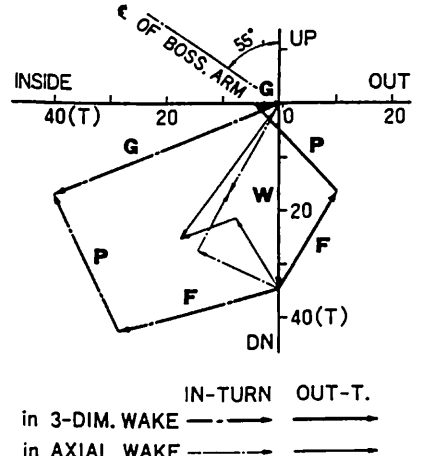
まず、2隻の2軸高速船型について計算を行うこととする。1隻は、第7・1節第7・9図に3次元伴流分布を示すTransom形船尾の2軸高速船型であり、他の1隻は、同第7・12図に3次元伴流分布を示す普通形船尾の2軸高速船型である。両船型ともに、プロペラ軸系はボッシング構造で支持されている。

また、ベアリング・フォース計算上のプロペラ作動点は、両船型ともに、片舷当たりの連続最大出力 (MCR: 36,000 PS × 115rpm) に対応している。プロペラは内回り、外回りの2種類とし、その主要目を第9・17表に示す。

ベアリング・フォースについてのシミュレーションの結果、 M_H , M_V , P_H , P_V の4成分は、プロペラ1回転中



▲第9・78図 Transom形船尾・2軸高速船型の力のベクトル図

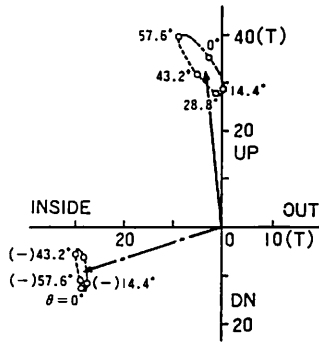


▲第9・79図 普通形船尾・2軸高速船型の力のベクトル図

に同じ変動を翼数回繰り返す。その1周期 (翼間角度) 分の積分平均値を求め、第9・77図にならって、力のベクトル図にまとめる。その作図結果を、第9・78図および第9・79図に示す。

まず、注目すべき点は、3次元伴流中の内回りプロペラの場合、プロペラ軸を船体中心側へ曲げようとする比較的大きな横力が発生していることである。この横力は、軸受焼損に結びつく可能性のある危険な力であろうと推察される。

一方、外回りプロペラでは、Transom 船尾船型の場合、プロペラ軸を持ち上げようとする力が発生している。しかし、プロペラ軸が持ち上げられると、前記のモーメント・アーム l が増加するため、等価力 F は減少し、逆



▲第7・80図 Transom形船尾・2軸高速船型の合成力Gの変動状況

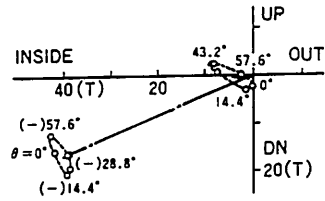
に重力Wは増加することになるので、適当な点で上下方向の力の均衡がとれ、あまり問題にはならないと考えられる。また、普通形船尾船型の外回りのプロペラの場合には、プロペラ軸を曲げようとする力はほとんど現れていない。

なお、第9・78図および第9・79図には、軸方向成分のみの伴流分布を用いた作図結果を併記してある。この場合には、力のベクトルは絶対値が小さくなると同時に位相差がある。その理由は、第9・2・5項での説明の通りであり、伴流の周方向成分を無視しているために、特に、力の作用方向を予測するうえでは不十分なものとなっている。

第9・80図および第9・81図は、合成力Gの1周期間の変動軌跡である。変動成分によって、力の大きさ、作用方向ともに多少の変動はあるものの、概ね定常成分が支配的であることが分かる。

以上の計算は5翼プロペラについての例であるが、プロペラ翼数を4あるいは6と変えた場合も、力の変動成分に多少の差がある点を除けば、合成力Gの計算結果に顕著な差は現れない。これは、第9・2・5項(9・110)式ならびに(9・111)式から分かるように、プロペラのベアリング・フォース M_H , M_V , P_H , P_V の定常成分は、本質的には、プロペラ翼数に関係がないためである。また、1軸船型の例ではあるが、第9・2・5項第9・68図(b), (c)に示すプロペラ翼数を変えたベアリング・フォースのシミュレーションの結果からも察知することができる。

SR 143 研究部会では、両舷プロペラを内回りとした2隻の高速コンテナ船のプロペラ軸変位計測を行い、その結果をまとめた軸心移動軌跡図を報告している⁹⁰⁾。第9・18表は、その軌跡図から抽出した軸心移動変位を示している。船尾側軸受の両端にお



▲第9・81図 普通形船尾・2軸高速船型の合成力Gの変動状況

ける軸心変位の方向からみて、プロペラ軸は明らかに船体中心側へ曲げられている。

そこで、実船で計測された軸心変位から、プロペラ軸を曲げている力を逆算してみる。

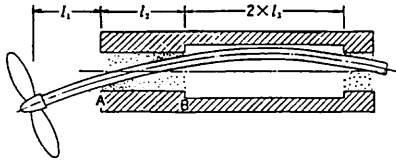
プロペラ軸は、静止状態では軸受内の潤滑油膜によって四周から支えられているが、回転の上昇とともに、プロペラに発生する力によって曲げられる。このとき、曲げられる側の油膜の圧力は上がり、また、ボッシング構造は弾性変形をするため、ともにバネ支持となる。

さらに、動的軸系アライメント計算の結果⁹⁰⁾によると、第9・82図に示すように、船首側、船尾側両軸間の中央

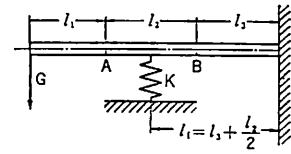
▼第9・18表 両舷プロペラ内回りの高速コンテナ船のプロペラ軸心変位記録

	E 丸		N 丸
	左舷側	右舷側	右舷側
船尾側軸受の 前端における 変位ベクトル (MCR状態)			
船尾側軸受の 後端における 変位ベクトル (MCR状態)			
片舷主機MCR	25,400 PS x 119 RPM		34,800 PS x 119 RPM
プロペラ直径 (mm)	5,900 ($D_p/B=0.18$)		6,400 ($D_p/B=0.20$)
プロペラ軸直径 (mm)	678		740
l_1 (mm)	1,110		1,400
l_2 (mm)	1,650		1,840
l_3 (mm)	2,350		2,270

(注) l_1 、 l_2 、 l_3 : 第9・82図に示す寸法
数値はSR143報告書⁹⁰⁾参照



▲第9・82図 プロペラ軸の撓み



▲第9・83図 プロペラ軸の撓み計算用の図式モデル

付近において軸の傾斜はなくなっている。

このような状態にあるプロペラ軸を、第9・83図のように、1個の等価バネで支持され、先端に力Gが掛かる片持ち梁としてモデル化する。船尾側軸受の後端(図のA点)における撓みを δ_A 、同前端(図のB点)での撓みを δ_B とおくと、

$$\delta_A = \frac{G}{6EI_s} \left\{ (l_2 + l_3)^2 (3l_0 - l_2 - l_3) - \frac{3l_0 - l_f}{2(l_f + \frac{3EI_s}{Kl_f^2})} l_f^2 (3l_2 + 3l_3 - l_f) \right\}$$

$$\delta_B = \frac{G}{6EI_s} l_3^2 \left\{ 3l_0 - l_3 - \frac{3l_0 - l_f}{2(l_f + \frac{3EI_s}{Kl_f^2})} (3l_f - l_3) \right\}$$

…………… (9・121)

ただし、

l_1 : プロペラ中心から船尾側軸受の後端までの距離

l_2 : 船尾側軸受の長さ

l_3 : 船尾側軸受の前端から船尾側、船首側両軸受間の中央までの距離

$$l_0 = l_1 + l_2 + l_3,$$

$$l_f = l_3 + \frac{1}{2} l_2$$

E : プロペラ軸の Young 係数

$$E = 2.15 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$$

$$I_s = \frac{\pi}{64} d_s^4$$

(d_s : プロペラ軸の直径)

K : 等価バネ定数

(9・121)式中の等価バネ定数については、船尾側軸受内の潤滑油膜のバネ定数とボッシング構造のバネ定数とを直列に結合することによって求められる。中川博士らの研究⁹¹⁾によると、潤滑油膜の

バネ定数は75ton/mm程度である。また、SR 142 研究会の実船実験結果⁹²⁾によると、ボッシング構造のバネ定数は65ton/mm程度である。したがって、直列結合として求められる等価バネ定数は、 $K \approx 35\text{ton/mm}$ となる。

(9・121)式を用いて、船尾側軸受の前端と後端間における軸の撓み差(δ_{AB})は、

$$\delta_{AB} = \delta_A - \delta_B \quad \text{…………… (9・122)}$$

第9・19表は、第9・18表に示す船尾側軸受両端における軸心変位のベクトル差と(9・121)式、(9・122)式とを用いて逆算したGならびにその無次元値である。第9・19表中には、第9・78図および第9・79図に示す両2軸高速船型の内回りプロペラについての計算値も併記してある。船型差による伴流分布の相違は多少あるものの、力Gの無次元値でみると、計算値は実船変位からの逆算値とはほぼ同程度の値となっている。

なお、SR 143 研究会の報告⁹⁰⁾によると、第9・18表で引用しているコンテナ船E丸の船尾側軸受は、試運転時に両舷側ともに船体中心線側の後部半周にわたって内面のホワイト・メタルが溶流するという焼損事故を起こし、その対策として急きょサイド・スロープ・ボーリング(Side-Slope Boring)を施し、また、その後建

▼第9・19表 プロペラ軸を曲げる力Gとその無次元値

		G (ton)	GR/Q _M	G/T _M
E 丸	左 舷 側	24.7	0.48	—
	右 舷 側	25.5	0.49	—
N 丸 右 舷 側		19.9	0.30	—
Transom形船尾2軸高速船型		30.3	0.46	0.19
普通形船尾2軸高速船型		43.7	0.66	0.28

(注1) プロペラはすべて内回り

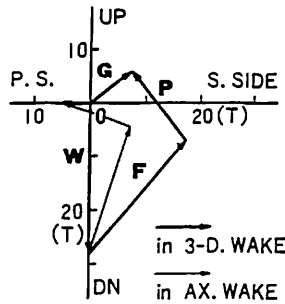
(注2) Q_M : MCRにおけるプロペラ・トルク

$$Q_M = \frac{60}{2\pi} \times 75 \times \left(\frac{PS}{RPM}_{MCR} \right) \times 10^{-3} \text{ (t-m)}$$

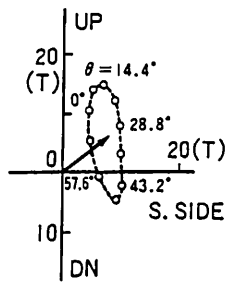
R : プロペラの半径

T_M : MCRにおけるプロペラ・スラスト

(注3) E丸、N丸のT_Mは不明のためG/T_Mは省略



▲第9・84図 1軸高速船型の力のベクトル図



▲第9・85図 1軸高速船型の合成力Gの変動状況

造されたN丸では、当初から同様のサイド・スロープ・ボーリング付きの軸受として焼損を防止したことが記されている。したがって、このような対策がなければ、第9・19表に示す程度の横力によって軸受焼損事故が起こるといふ見当がつく。しかし、サイド・スロープ・ボーリング施工後といえども、プロペラ軸は常に船体中心線側へ曲げられながら回転しており、軸自体としては決して好ましい状態ではない。

また、SR 143 研究会報告中の軸心移動軌跡図によると、プロペラの回転が上昇するにつれて、軸心は、軸受後端では軸中心線下方から船体側上側へ、同前端では反船体側上方へと移動している。この点についても、第9・78図ならびに第9・79図に示す内回りプロペラのベクトル図を参考にして、容易に察知することができる。

船の定常前進状態においては、プロペラの前進係数はほぼ一定であるため、プロペラの流体力は回転数の2乗に比例して変化する。したがって、ベクトルFとPは、ともに作用方向を一定に保ちながら、同じ比率で絶対値を変化させる。その結果、プロペラ軸を曲げようとする力のベクトルは、静止状態のベクトルWから最大出力時のベクトルGまで直線的に変化し、上記のような軸心移動を起こすことになる。

低回転状態では、転受内の潤滑油膜の「くさび作用」によって、プロペラ軸は一度反船体側へ若干偏心移動する。しかし、回転が上昇するにつれて、横力Gによって、逆に船体側へ曲げられてしまう。そして、第9・18表に示すように、その変位量は「くさび作用」による変位量に比べてはるかに大きい。

次に、1軸高速船型について同様の計算を行ってみる。計算対象は、第7・1節第7・2図の伴流分布を持つ高速船型であり、そのプロペラは第9・2・5項第9・14表中の5翼プロペラである。また、プロペラの空中重量は27.1 tonである。

前記の例図にならって、計算結果を第9・84図ならびに第9・85図に示す。第9・84図によると、プロペラ軸を持ち上げるとともに、右舷側へ曲げようとする力が発生している。このことは、第7・1節第7・5図に示す計算対象船型の軸方向換算伴流分布の分析結果とも符合している。しかし、量的には、軸受焼損につながるほど異常な力ではない。

また、低回転状態では、やはり潤滑油膜の「くさび作用」によって、プロペラ軸は一度左舷側へ偏心移動するが、やがて回転が上昇するにつれて、逆に右舷側へ曲げられる。

1軸船型の船尾側軸受は右舷側内面において損耗が比較的激しいとの報告を時折見受けるが、潤滑油膜の「くさび作用」あるいは回転軸の「ふれまわり現象」などの軸受理論だけでは説明できないようなプロペラ軸の挙動が、船尾流場中のプロペラによって誘発されていることを物語っているといえよう。

9・3 プロペラ性能の精密診断シミュレーション

第9・1節および第9・2節に記すプロペラ性能のシミュレーションは、専ら設計図表とその母型プロペラに基づいた旧来の設計手法から脱却し、船型の多種多様化に対処して、船尾流場に適合する自由度の高いプロペラ設計法を確立するための一助となっている。

その意図するところは、船尾流場中で作動するプロペラにまつわる諸性能を、1つの性能に偏らずに、同時にまとめて短時間で診断することにある。したがって、適用しているプロペラ理論も、現在からみれば、もはや古典の部類に属するものである。また、各種の実験結果を応用して、理論計算の簡略化を図っている点も多々ある。これらは、ひとえに迅速さを要する初期計画にプロペラ理論を応用することに主眼が置かれたためである。

一方、その後のわが国におけるプロペラ理論あるいはLDV (Laser Doppler Velocimeter) による高度な実験を基にした研究の発展は目覚ましい。それらの成果を迅速に設計面へ取り込むことが設計者としての重要な心構えであろう。

しかし、理論の発展は、時として、演算時間の増大を伴う。このため、ある1つの性能だけに限定して使用するまでに留まり、設計初期段階におけるプロペラ諸性能の同時診断用としては不向きなものもある。そこで、演算時間の掛かる理論計算は、それ自体を単独のサブ・プログラムとして、前記シミュレーションの後段に結合させておく。

第4章の船型設計データ・ベースの構築に関して、短時間の広範囲調査と精度の高い予測とを一旦切り離して

考えてみるのと同じことがプロペラ・シミュレーションにも当てはまる。すなわち、第9・1節および第9・2節に記す前段のシミュレーションを短時間内の広範囲調査用であると位置付けるとすれば、後段に具備させる演算時間の掛かる単独プログラムは、疑問点などがある場合の精密診断あるいは精算用と考えればよい。本章初めの第9・2図には、このような趣旨に基づいたプロペラ性能計算の一連の流れを示してある。

プロペラ理論を演算する際には、いずれの場合も、プロペラの形状および翼断面のオフセットの数値をインプットする必要がある。したがって、データ・ベースの構築に当たって、これらのインプット・データが前段、後段双方のシミュレーションに共用され得るように配慮を払っておくと、作業効率の点で都合がよい。伴流分布のデータについても同じである。

また、後段の精密診断用シミュレーションも、コンピュータの大容量化、高速化に伴う演算時間の短縮化、あるいは適用例を重ねることによる簡略化などの目途がつけば、適宜、前段のシミュレーションに取り込んでいけばデータ・ベースならびに設計システムの充実を図ることができる。

なお、目覚ましい発展を遂げてきた最近のプロペラ理論については、その方面の各種文献に公表されているので、本稿では割愛する。ただし、第9・1節および第9・2節では解決し得なかったキャビテーションによるサーフェス・フォースの予測、サーフェス・フォース低減を図るハイ・スキュー・プロペラの性能ならびに強度の検討に関する計算法は、最近の趨勢に合わせて、是非、後段のシミュレーションに取り入れておくべきである。

キャビテーションとサーフェス・フォースの予測に関しては、文献^{93)~95)}に種々の理論計算法、模型ならびに実船試験の結果が紹介されており有用な資料となる。

ハイ・スキュー・プロペラの性能推定については小山博士の理論^{96) 97)}および文献⁹⁸⁾、また、その翼強度については小山博士の同理論の計算とNASTRANとを組み合わせる方法によって、1つの手掛かりが得られる。

プロペラの諸性能をさらに詳しく調べる場合には、粘性の影響を無視できない。この面に関しては、岡村博士の計算法⁹⁹⁾が役立つ。

9・4 プロペラ翼の形状解析

プロペラの諸性能を診断するシミュレーション・プログラムの核はプロペラ理論の演算であり、その結果によって、それぞれの性能についての良否を判定することができる。

しかし、そのプロペラ理論も種々の仮定の下に組み立

てられている。例えば、実際の流れは理想流体ではなく粘性がある。また、流力モデルにおいては、後方へ流出させる随伴渦の流出角についての非線形性がある。これらの難点は、それぞれの該当個所での説明のように、近似的手法によって処理されており、完全なものではない。また、不均一な船尾伴流中の問題に関しては、プロペラ翼断面周りの流れおよび循環分布の非正常性についての処理が取り残された形となっている。

実用性という点では支障はないが、いまだ完成された理論ではない。したがって、理論計算のみを盲信することは禁物である。

一方、プロペラ性能の良否の因は、何といたっても、プロペラ翼の寸法、形状ならびに翼断面形状と伴流分布にあることは論をまたない。伴流分布は第7章に記す方法によって解析を行っている。これに併せて、プロペラに対しても、理論計算とは別に、形状そのものについての幾何学的な解析を行い、プロペラ翼形状および翼断面形状の特徴を調べられるようにしておけば、性能の良否についての定性的判定に利用することができる。なお、形状自体の幾何学的な解析を重視する点に関しては、第5章の船体線図作成の場合と趣旨は同じである。

プロペラの理論計算のためには、プロペラ翼の諸寸法と翼断面オフセットがインプット・データとなるので、これらのデータを単に理論計算に供するだけではなく、上記の形状解析にも流用する。このため、本章初めの第9・1図に示すように、性能シミュレーションの実行に先立って、プロペラ翼の幾何学的な解析を行う形状解析プログラムをサブ・プログラムとして付随させてある。

この解析プログラムによって算出される主な項目を下記に示す。なお、解析は単純な幾何計算であるので、特記以外の計算方法についての説明は省略する。

- (1) 翼断面弦長の半径方向の分布、最大弦長とその半径位置。
- (2) 各翼断面の基準ピッチとそのピッチ角、ならびに平均基準ピッチとそのピッチ角。
- (3) 各翼断面のNose-Tail Lineピッチとそのピッチ角、ならびに平均Nose-Tail Lineピッチとそのピッチ角。
- (4) 各翼断面の翼厚の翼弦方向の分布、最大翼厚とその位置。
- (5) 各翼断面のキャンバー曲線、キャンバー比、最大キャンバーの位置。
- (6) 各翼断面の面積係数、断面係数、重心位置、ならびに慣性主軸。
- (7) 翼弦の占有率。
- (8) Sweep。

- (9) プロペラ翼の重量, 重心位置。(ただし, 翼材料の比重を併用して)
 - (10) 軸心に対するプロペラ翼の慣性モーメント。(ただし, 翼材料の比重と併用して)
- (2)項および(3)項に記す平均ピッチの算式は,

$$H_{\text{mean}} = \frac{\int_{r_b}^R H(r)C(r)rdr}{\int_{r_b}^R C(r)rdr} \dots\dots\dots (9 \cdot 123)$$

$$H_{\text{mean}} = \frac{\int_{r_b}^R H(r)r^2(R-r)dr}{\int_{r_b}^R r^2(R-r)dr} \dots\dots\dots (9 \cdot 124)$$

ただし,

- H_{mean} : プロペラ翼全体の平均ピッチ (基準ピッチ, Nose-Tail Line ピッチ共通)
- $H(r)$: 半径 r の翼断面のピッチ (基準ピッチ, Nose-Tail Line ピッチ共通)
- $C(r)$: 半径 r の翼断面の弦長
- R : プロペラの半径
- r_b : プロペラ・ボスの半径

(9・123)式と(9・124)式とでは, 計算値に大差ないから, いずれを常用式とするかを統一しておけばよい。
 (7)項に記す翼弦の占有率は, 下記の2式による値 $(e_g)_1$, $(e_g)_2$ であり, とともに各翼断面の弦長に基づいて算定される。

$$(e_g)_1 = \frac{ZC(r)}{2\pi r} \dots\dots\dots (9 \cdot 125)$$

$$(e_g)_2 = \frac{ZC(r)}{2\pi r} \cos \beta_P \dots\dots\dots (9 \cdot 126)$$

ただし,

- Z : プロペラの翼数
- $C(r)$: 任意の半径 r における翼断面の弦長
- β_P : 任意の半径 r における翼断面の Nose-Tail Line のピッチ角

$(e_g)_1$ および $(e_g)_2$ は, プロペラ翼相互の重なり具合を調べるための参考値となる。

さて, プロペラ翼の主要寸法は同一としても, 例えば, 性能に関係の深い位置の翼断面形状を不用意に変形した場合など, Nose-Tail Line ピッチ, 幾何迎角, キャンバー比, 翼断面係数などの半径方向の分布に不連続性が現れる。これに伴って, プロペラの性能についても, 時折, 異常な事態が発生することがある。このような際には, 性能診断用のシミュレーションあるいは模型試験の結果と形状解析の結果とを照合することによって, 形状

修正を施すべき個所について, 速断を下せることになる。
 また, 形状解析を通して, プロペラ相互間の定性的な性能比較ができるという点でも便利である。さらに, 伴流分布の解析結果と照合することによって, 不均一流中のプロペラ性能についての定性的な調査を行ううえでも役立つ。

(つづく)

〔 参 考 文 献 〕

- 88) F.Gutsche: Untersuchung von Schiffsschrauben in schäger Anströmung, Schiffbauforschung 3, 3/4 (1964)
- 89) 森 正彦: 軸を曲げるプロペラ流体力, 関西造船協会誌 第173号 (昭和54年6月)
- 90) 日本造船研究協会: 第143 研究部会「軸系アライメントの設定基準に関する研究」報告書Na 204 (昭和49年3月), 同Na 225 (昭和50年3月)
- 91) 中川栄一, 青木 弘: ジャーナル軸受における油膜の弾性および減衰特性の近似理論, 日本機械学会論文集 (第3部) 第31巻 第229号 (昭和40年9月)
- 92) 日本造船研究協会: 第142 研究部会「船尾構造の剛性・変形量・船尾形状に関する研究」報告書Na 203 (昭和49年3月), 同Na 224 (昭和50年3月), 同Na 240 (昭和51年3月)
- 93) 谷林英毅: プロペラ起振力, 日本造船学会, 船舶の振動・騒音とその対策に関するシンポジウム (昭和55年10月)
- 94) 日本造船研究協会: 第183 研究部会「船尾振動・騒音の軽減を目的としたプロペラ及び船尾形状の研究」報告書Na 342 (昭和56年3月), 同Na 348 (昭和57年3月), 同358 (昭和58年3月)
- 95) 日本造船学会: 第3 回船用プロペラに関するシンポジウム・テキスト (昭和62年7月)
- 96) 小山鴻一: 不均一流中のプロペラ揚力面の实用計算法と計算例, 日本造船学会論文集 第137号 (昭和50年6月)
- 97) 小山鴻一: 揚力体理論に基づいたプロペラ周りのポテンシャル流の数値解析, 船舶技術研究所研究報告 第25巻第5号 (昭和63年9月)
- 98) 日本造船研究協会: 第206 研究部会「ハイリースキュードプロペラの特性解明に関する研究」報告書 (平成2年3月), 同Na 396 (平成3年3月)
- 99) 岡村尚昭: 粘性の影響を考慮したプロペラ特性の計算法, 日本造船学会論文集 第138号 (昭和50年12月)

■連載講座

船舶用アルミニウム合金の溶接

— Welding of Aluminum Alloys in Shipbuilding —

(8)

養田和之*

Kazuyuki Minoda

4-3 融合不良および溶込み不良

溶接金属と母材の間、または溶接金属と溶接金属の間が融合していない状態を融合不良 (lack of fusion), 溶込みの深さが十分でない状態を溶込み不良 (lack of penetration) と呼んでいる。

融合不良の発生は開先形状および溶接条件、溶接技量に依存するところが大きい。特に比較的厚板の突合わせおよびすみ肉溶接で多層盛りを行う場合に開先面、ビードの層間あるいは裏はつり後の裏溶接初層に生じやすい。

Fig.63 および Fig.64 はその代表的な例を示したものである。

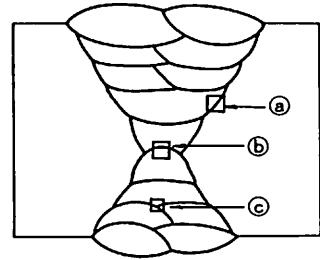
(1) 溶接条件と融合不良およびその防止法

Fig.65 はミグ溶接における裏はつり後の裏溶接初層の融合不良の発生率 (超音波試験による) に及ぼす裏はつり底部の半径と溶接電流の影響を、5083-O材、板厚50mmの場合について示したものである⁵¹⁾。図より溶接電流の増加に伴い融合不良は減少しており、また底部半径が大きいほど融合不良の発生は減少することを示している。

Fig.66 は断面検査による融合不良の大きさと、溶込み深さの関係を示したものである⁵¹⁾。溶込みが零の場合、融合不良が認められ、溶込みがあっても融合不良の生じているものもあるが、溶込みが1mm以上あれば融合不良は生じていない。このことから、融合不良を生じさせないためには、約1mm以上の溶込みが確保できる溶接条件、あるいは底部尖端形状を選定すればよいこととなる。

多層溶接においては前層のビード形状が融合不良に大きく影響する。Fig.67 はミグ溶接およびティグ溶接におけるこの種融合不良の発生例を示しており、前層のビードがオーバーラップぎみに開先面を覆って底部に狭い谷間ができた場合、次層の溶接では底部が溶融しない状態が残る。

この部分を再現実験により定量的に求めた結果の一例を Fig.68 に示した⁵²⁾。この場合開先となる谷間の深さ、

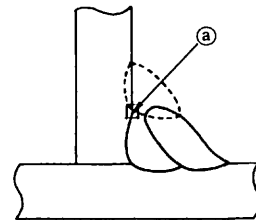


Ⓐ：開先側面の融合不良

Ⓑ：裏はつり底部の融合不良

Ⓒ：ビード層間の融合不良

▲ Fig.63 厚板のミグ多層盛溶接における融合不良の代表例



Ⓐ：ビード層間および母材側面の融合不良

▲ Fig.64 ミグ多層盛すみ肉溶接における融合不良の代表例

角度、溶接条件が融合不良の発生に大きく影響し、例えば谷間の深さ6mmの場合、融合不良の発生しない条件は電流240および260 Amp.の場合開先角度は80°以上、280 Amp.の場合60°以上であることを示している。またここでは谷間底部の辺は3mmに一定した場合を示したが、これが零の場合は Fig.69 に一例を示したごとく、それぞれの電流条件で約20°以上さらに開先角度を広くする必要のあることを示している。

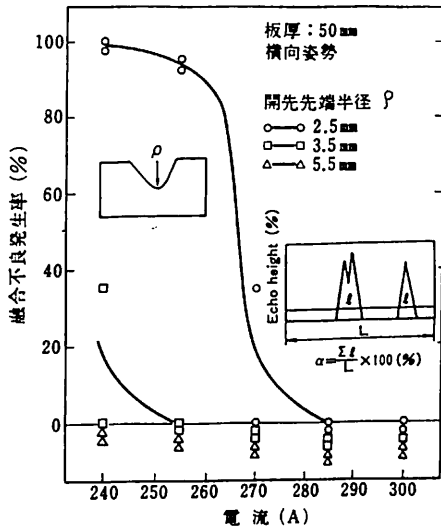
実際の溶接施工では、この種の融合不良は使用電流値

* 昭和アルミニウム株式会社 顧問 工学博士

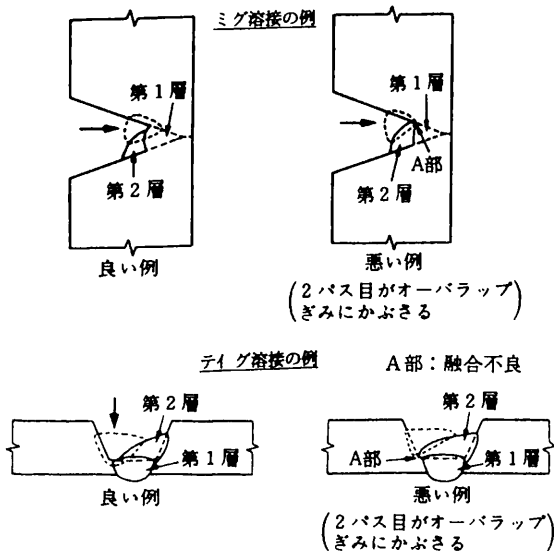
によってある程度コントロールできるが、作業者にとっては一見溶融しているようにみえても融合不良となることが多く、前層のビードを小さくするような溶接条件で行うか、オーバーラップ気味になった場合は、カッターでその部分を削り次層の溶接を行う。

また、開先形状あるいは前層ビード形状が正常であっても、ねらい位置、トーチ角度によっては融合不良の原因となることがある。Fig.70に適正なトーチ角度のねらい位置の例を示した。

総じて、融合不良は自動、半自動を問わず溶接作業者

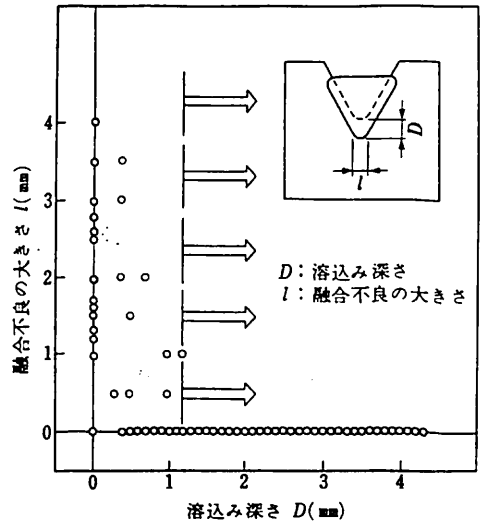


▲ Fig.65 融合不良の発生に及ぼす開先先端半径と電流の影響 (板厚50mm)

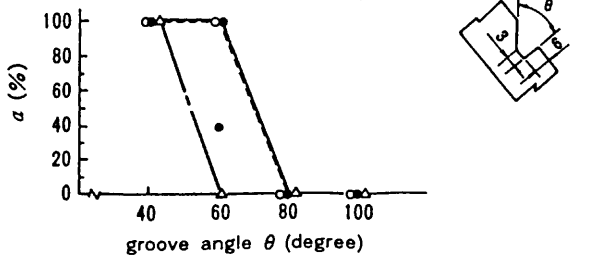
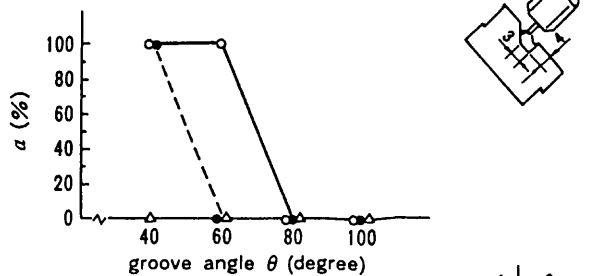
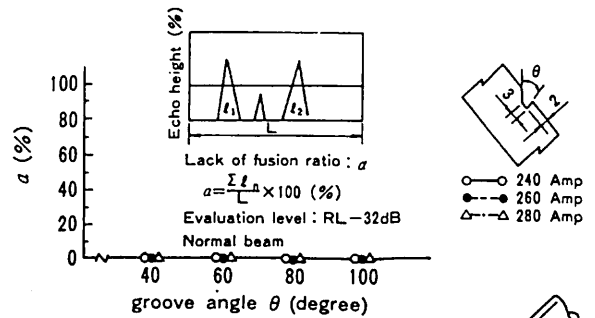


▲ Fig.67 多層溶接時のビード不整による融合不良の発生例

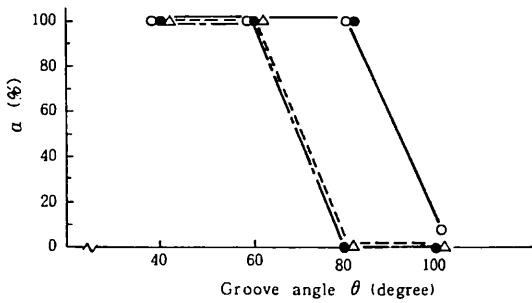
の技量によるところが大きく、熟練した作業者はまず融合不良を作ることにはない。溶接前に開先形状、前層のビード形状を点検し、不具合の個所を修正して溶接を行う



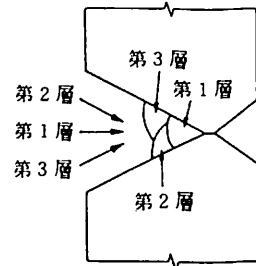
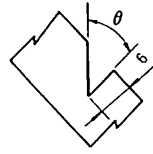
▲ Fig.66 溶接部の溶込み深さと融合不良の関係



▲ Fig.68 融合不良の発生に及ぼす開先形状と電流の影響 521



▲ Fig.69 融合不良の発生に及ぼす開先形状と電流の影響⁵²⁾



▲ Fig.70 厚板溶接における融合不良防止のためのトーチ角度とねらい位置の例

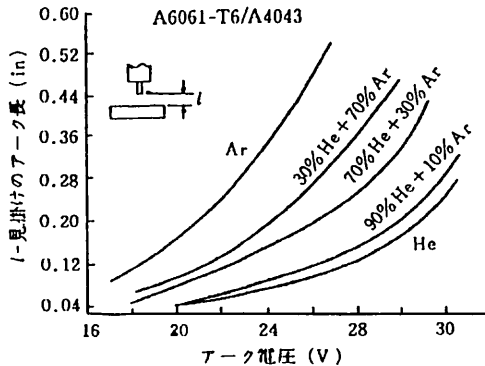
▼ Table 28 イナートガスの諸性質

性 質	アルゴン	ヘリウム	空 気
原子量	39,944	4,002	—
沸点 (°C)	-185.8	-268.9	—
電離電圧 (V)	15.69	24.46	—
密度 (g/l)	1.663	0.166	1.205
定圧比熱 (cal/g/°C)	0.125	1.250	0.241
熱伝導度 (cal/cm ² /°C/sec)	0.406×10 ⁴	3.32×10 ⁴	0.624×10 ⁴
空気中での存在量 (vol %)	0.9325	0.0005	—

速度が早いため拡散し易く、イオン化電位、電位傾度はArより大となる。アークの長さが同一の場合、Heのアーク電圧はArのそれに比べ、Fig.71のように著しく高い。

これはHeの方が軽いことと熱伝導がよいためである。したがってHeを用いるとアークの熱エネルギーが増し、溶込みが増加する。Fig.72⁵³⁾は100%Arと65%He-35%

Arにおける溶着量を比較した例である。



▲ Fig.71 アーク電圧と見掛けのアーク長の関係 (ミグ, 180A.)

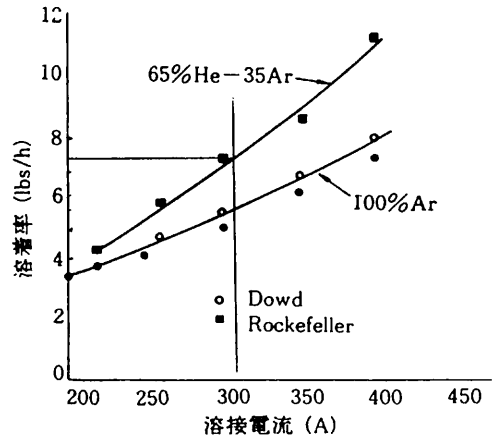
Fig.73はミグ溶接におけるシールドガスにおける溶込みの変化を模式的に示したものであり、またFig.74⁵⁴⁾はArにHeの混合量を増やしていった時のビードの溶込み形状の変化を示した例である。いずれにおいてもArにHeを混合することによってArガス特有の幅の狭いフィンガー状の溶込みからHeの増加に伴って溶込みの幅は増加し丸味を帯びたワインカップ状の溶込みに変化することがわかる。

Fig.75は開先を有する厚板の突合わせ溶接で100%

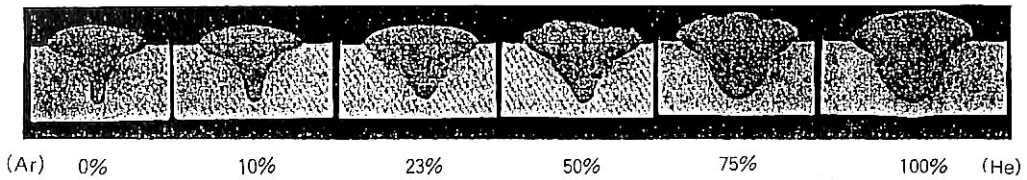
心掛けも備えているからである。

なお、融合不良の防止にはビードの溶込み形状を改善する意味で板厚、溶接姿勢に応じて、シールドガスとしてAr+Heの混合ガスを用いるのが極めて有効である。またAr+Heの混合ガスは、融合不良の防止のみならず溶接微小割れやブローホールの防止にも役立つ。

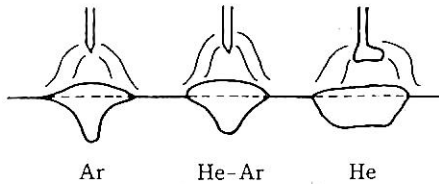
Table28にArとHeの物性値を示す。ここでHeはArに較べて比重で約1/10、比熱は約10倍、熱伝導は約8倍、電離電圧は約1.6倍であり、これらの物性値の差はイナートガスアーク溶接のアーク特性や溶融特性、溶接性に大きな影響を与える。すなわちHeは軽くて原子の運動



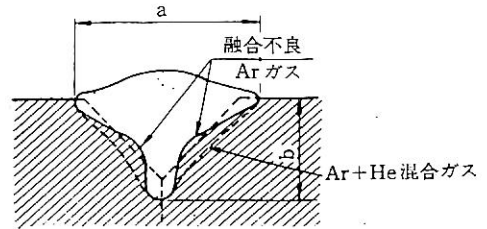
▲ Fig.72 100%Arと65%He-35%Arにおける、5154ワイヤーを用いたときの溶着量の比較⁵³⁾



▲ Fig.74 ArガスにHeガスの混合量を増やしていったときの溶接ビード形状の変化、ワイヤ径4mmφ、%はHeガスの混合比を示す⁵⁴⁾



▲ Fig.73 シールドガスによる溶込みの変化
— 一直流逆極性の場合 —



▲ Fig.75 Arガスによるフィンガー状の溶込みで発生する融合不良とAr+He混合ガスによる改善

Arを用いた場合 Ar特有のフィンガー状溶込みで、開先面に融合不良を発生することがあるがAr+Heの混合ガスによりこれが改善される様子を示したものである。

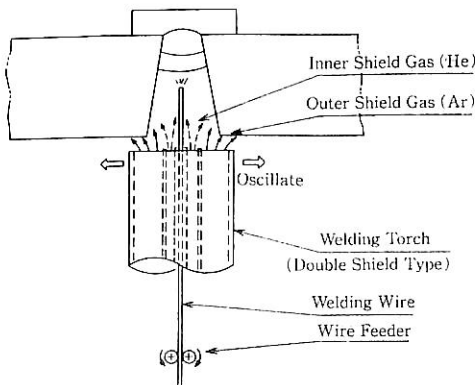
I型開先を持つ突合わせ自動溶接または大電流ミグ溶接では両面 One passが採用されるが、100%Arでは、しばしば表裏溶込みの先端でセンターずれを起こしたり、溶込みが十分ラップしない、いわゆる溶込み不良を発生することがある。これを防止するためには適正開先形状(開先角度、開先深さ、ルートフェース寸法)が第一に重要であるが、施工面ではAr+He(50/50)の混合ガスの採用が極めて効果的である。

厚板のコンベンショナルミグ溶接による突合わせ継手ではVまたはX形開先が採用される。融合不良防止の点からは開先角度は広い方がよいが、開先が広いと溶着量の増大に伴って溶接変形が大きくなり、収縮応力で微小割れも発生し易くなる。したがって自動(走行)溶接で

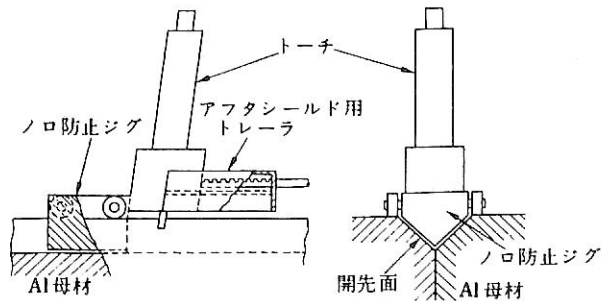
は通常標準的開先角度60°より小さい例えば40°程度を用いる場合があり、これを狭開先または狭開先角度とよんでいる。この場合は当然トーチ先端が十分開先内に入るようにするため扁平ノズルを使用したり、二重シールドノズルを用いるが、融合不良や溶込み不良を防止するためにAr+Heの混合ガスの採用が必須条件である。

Fig.76はLNG船のアルミニウム合金タンクに採用されているNHAまたはNVA法と称する開先角度20°程度の狭開先自動ミグ溶接法の例である⁵⁴⁾。ここでは特殊な二重シールドノズルを使用し、インナーシールドに100%He、アウターシールドに100%Arを採用し狭開先による融合不良の発生を防止している。

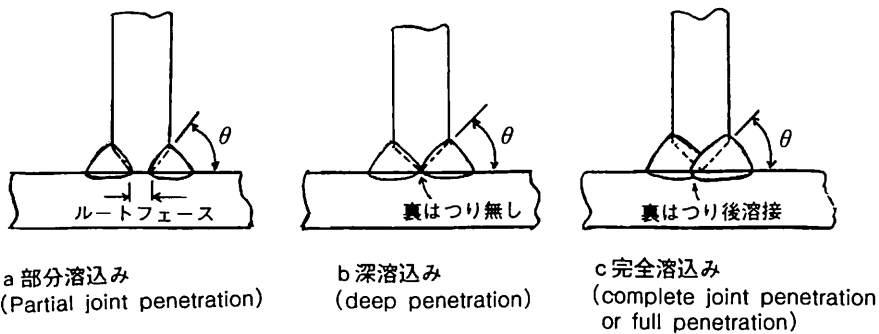
厚板の大電流ミグ溶接では溶湯の先流れ現象を生じ、アークが不安定となりビード外観あるいは溶込みが不均一となることがある。これを防止するために二重シールドトーチの先端に開先形状に合ったノロ防止ジグを取付ける。さらに後方にはトレーラシールドジグを取付ける



▲ Fig.76 NVA溶接法の模式図⁵⁴⁾



▲ Fig.77 大電流ミグ溶接用付属ジグの例⁵⁵⁾



▲ Fig.78 T継手, K形開先溶接継手の種類

ことにより、プール後方のシールド効果が良くなり、ビード外観、溶接品質を向上することができる⁵⁶⁾。(Fig.77)

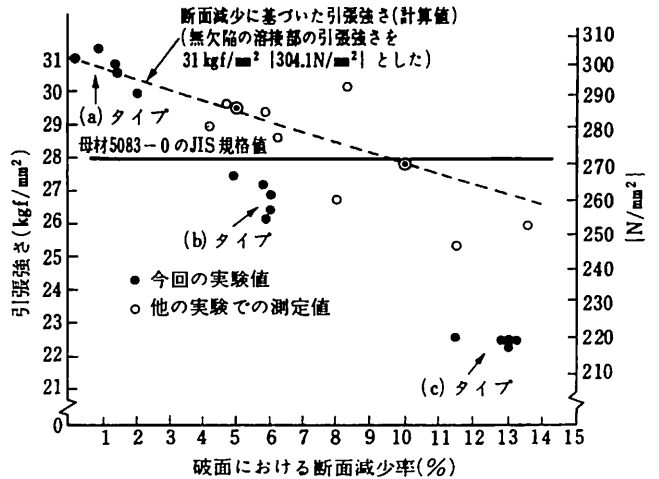
荷重条件が厳しいT継手すみ肉溶接部ではV形またはK形開先の部分溶込み (partial joint penetration)や完全溶込み (complete joint penetration) または full penetrationとも呼ぶが採用される。完全溶込みの場合裏はつき後裏溶接が要求されるので船体構造では一般に部分溶込みまたは Fig.78 に示すような深溶込み (deep penetration と呼ばれるが JIS 用語にはない) が採用される場合が多い。深溶込みタイプは裏はつきを必要としないものの溶接がほぼ開先のルート部分にまで達することを期待する設計思想である。この場合の開先角度は鋼では一般に 45° を標準としているがアルミニウム合金では開先面での融合不良の防止およびルート部までの溶込みを良くする意味で開先角度 θ は 50° 以上

(JIS), 60° (AWS) を標準とし、且つ溶接施工では、Ar+He の混合ガスを用いるのが普通である。

アルミニウム合金の溶接における融合不良や溶込み不良の防止対策として総じていえることはシールドガスとして Ar+He の混合ガスを用いることが極めて有効であり、板厚 35mm 程度以上の厚板の多層盛り溶接ではこれら融合不良と、層間の微小割れを防止するためにも Ar+He の混合ガスの採用はむしろ必須条件といえる。

Ar+He の混合比は He 10% 以上から効果が出はじめるが He 70% 以上ではむしろ溶接作業性が悪くなる。米国では He が極めて安価であることもあって、ミグ溶接の場合、He の混合比は 65% が一般に用いられているが、わが国では He ガスは高価なこともあって、効用および作業性も安定している He 混合比 50% 前後が多く採用されている。

(2) 融合不良が機械的性質に及ぼす影響



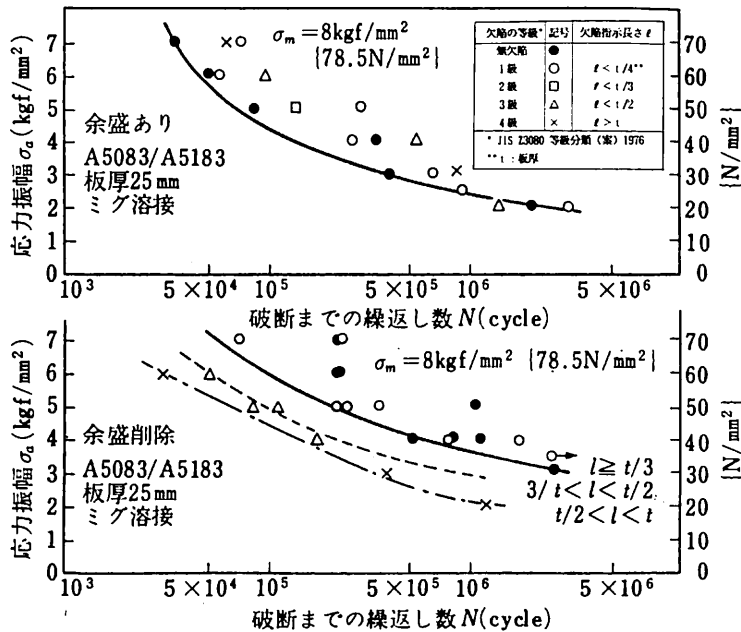
タイプ (a) 板厚方向に厚みを持たない融合不良
 (b) 板厚方向に厚みを持つ融合不良
 (c) 溶込み不良

▲ Fig.79 破断面における欠陥の割合と引張強さの関係⁵¹⁾

融合不良や溶込み不良は、ブローホールと異なり、線状欠陥であるためにその欠陥の大きさや分布状態によっては機械的性質に及ぼす影響は大きい。

Fig.79 は融合不良を有する 5083/5183 溶接継手の余盛を削除した引張試験における破断面の融合不良の全断面積に占める割合と引張強さとの関係を求めた実験の例である⁵¹⁾。図中の破線は引張強さは融合不良による断面積の減少に比例して低下するとして引いた計算値である。断面減少率が 2% 程度であれば引張強さの低下はほとんどないが、板厚方向に厚みを持たない融合不良は 5~6% 程度まではほぼ計算値に比例し、板厚方向に厚みを持つ融合不良や溶込み不良は計算値より引張強さの低下は大きい。これは融合不良の大きさと方向によっては単に断面積の減少分だけでなく欠陥部の応力集中が寄与したためである。

Fig.80⁵⁷⁾ は、融合不良が溶接継手の疲れ強さに及ぼ



▲ Fig.80 微小融合不良が疲れ強さに及ぼす影響⁵⁷⁾

す影響を求めた結果である。余盛ありの試験片の破壊は、欠陥の有無にかかわらずすべて止端部から生じており、欠陥の大きさによる影響は認められない。

余盛削除の継手では、超音波探傷検査で求められた欠陥の等級分類で、2級（欠陥指示長さ $l < t/3$ 、ただし t は板厚）であれば無欠陥継手と差はなく、3級（ $l < t/2$ ）程度の欠陥があっても疲れ強さはそれほど低下しない。この実験で求められた超音波による3級の欠陥は、X線検査では明確に検出できない程度のものであったと報告されている。

Fig.79, Fig.80と類似の結果は Dinsdale⁵⁸⁾ によっても得られている。

ただし融合不良が板厚方向に厚みを持ち、且つ継手の表面層近くに存在する場合は疲労強度の低下の度合いが大きくなることが予測されるので、このような場合は Fig.77 とは異なる結果が得られる可能性もあることに注意する必要がある。

【参考文献】

51) 簗田, 入沢, 永岡, 三島: Al-Mg合金5083-O厚板溶接部の融合不良の発生とその防止, 軽金属溶接, Vol. 15, 1977
 52) K.Minoda, T.Fujitani et al.: The IHI SPB LNG System-Application of Advanced Al-Alloy Welding Technology, GASTECH 85,

1985
 53) American Welding Society: Welding Handbook
 54) "Welding", Kaiser Aluminum, 1967
 55) 西垣, 横内, 大谷, 藤井: LNG船アルミニウム球形タンクの工作, 船舶・海洋とアルミニウムに関するシンポジウム, 1990
 56) 水野, 簗田, 阪口: アルミニウムとその合金の溶接, 産報出版, 1979
 57) 簗田, 入沢: LNG運搬船の安全基準に関する調査研究報告書, 日本造船研究協会, 1975
 58) W.O.Dinsdale, J.G.Young: British Welding Journal, Vol. 9, 1962

(つづく)

× × ×

● マリン・レジャー

ツインキャブを装備した
パーソナルウォータークラフト
“ジェットスキー 750 SXi” を発売

川崎重工業株式会社

川崎重工業(株)は、パーソナルウォータークラフト
“ジェットスキー 750 SXi”を昨年11月20日より発売し
ている。メーカー希望小売価格 868,000 円 (北海道・沖
縄地区を除く。消費税等諸経費含まず)

“ジェットスキー 750 SXi”は、743 cm³・2サイクルエ
ンジンを搭載し、スタンディングタイプ(立って操縦す
るタイプ)で初のツインキャブレターを装備し、低速域
から高速域まで抜群の推進力を実現している。

また、推進システムに新設計の3枚翼インペラを採用
することにより、エンジン出力を無駄なく推進力として
水中に伝えることが可能となった。

特長

〔エンジン関係〕

●水冷743 cm³・2サイクルエンジンにツインキャブレ
ターを搭載することにより、低速域から高速域まで、抜群
の推進力を発揮している。

●エンジン各部の耐久性を向上させるとともに、クリヤ
コートを塗布することにより、防錆性能の向上を図って
いる。

●クランクケースリードバルブを採用し、低速域の出力
向上を図っている。

●吸気サイレンサーを装備することにより、騒音の低減
を図っている。

●エンジン本体を防振ゴムで支持することにより、振動
の低減を図り、快適な乗心地を実現している。

〔推進システム〕

●走行の妨げとなる水泡の発生を抑える形状を持たせ、
新開発のステンレス製3枚翼インペラを採用することによ
り、エンジンパワーを余すことなく、的確に推進力とし
て水中に伝え、優れた走行性能を実現している。

また駆動軸にも防錆処理を施すと共にインペラ駆動部
にダンパーを設けるなど、駆動軸の騒音も低減している。

〔艇体〕

●底部がコンケーブ型(凹形)の形状をした艇体を採用
したことにより、ハンドル操作に素直に反応する、優れた
旋回性能と直進安定性を実現している。

●艇体にフルバンパーを採用することにより、キズがつか



〔主要諸元〕

寸法	全長	2,210 mm
	全幅	700 mm
	全高	680 mm
エンジン	型式	水冷2サイクル2気筒
	弁方式	クランクケースリードバルブ
	総排気量	743 cm ³
性能	始動方式	エレクトリックスターター
	連続最大トルク	8.7 kg-m / 5,750 rpm
乾燥重量		149 kg
燃料タンク容量		19 ℓ
乗艇定員		1名
カラー		ジェットホワイト
メーカー希望小売価格		868,000円 (北海道・沖縄地区を除く、消費税等諸経費含まず)

きにくなっている。

●艇体の成型は、軽量で高強度のSMC法(シート・モ
ールドイング・コンパウンド:ファイバーグラスとプラ
スティックスを混合させ型に入れてから成形する方法)
を採用している。

〔装備/デザイン〕

●運転者の落水時の安全を守るために、セルフライティ
ング(自動復起)機能およびセルフサークリング(自動
旋回)機能を備えている。

●ハンドルバー上部にポリエチレン発泡剤のパットを装
着しているため、運転者にかかる艇体の衝撃が緩和され
る。

●個性的なカラー&グラフィックスを採用している。

〔お問い合わせ先〕

株式会社 カワサキモーターズジャパン 広報課

Tel. 03 (3503) 2581

川崎重工業株式会社 広報室

Tel. 03 (3435) 2130

船会社の造船技術者より見た造船の諸問題

— より良き船を造るために —

(4)

松 宮 熙*

3. 設計関係諸問題：

前項 2.1 の「良い船」の条件を満たす船を建造するためには良い設計が必要なのは当然のことであると思う。ここで設計に関する諸問題を取上げることにするが、個々の具体的な設計の問題ではなく、主として考え方なり、取り組み方を述べることにする。

1. 基本計画：

(1) 新造船建造の動機：

Owner が新しく船を建造する動機を考えると、Owner が自分自身で運航する航路を持っている場合は、Replace か増便か、または新航路開設に応じて新造船を配船する必要が生じる場合、あるいは運送する特定の Cargo がある場合であろう。

また運航する航路を持たない Owner の場合は、新造船を建造し Charter に出して採算が取れる場合か、Replace する場合であろう。

新造船を建造する場合、次の 3 つの取り組み方があると考えられる。

- ① Cargo なり航路に合わせて全く新しく設計する。
- ② 既存船の Lines を利用して新しく設計する。
- ③ 造船所の標準船を Base に Owner の Option を入れて設計する。

(A) 全く新しく設計する場合：

Feasibility Study などにより必要 DW, Hold Capacity, Sea Speed 等の基本的要目が決められると、Owner に設計能力があれば Owner 自らそれを満足する L, B, D, d 等の主要寸法を決定し一般配置図と Principal Particular を作成の上 1 社または数社の造船所に引き合いを出し見積りを依頼する。提出された見積りの Evaluate を経て造船所が決定される。更に詳細に仕様の打ち合わせを行い建造仕様書が作成され建造船価が決定される。受注した造船所は新たに Lines を開発する。

Owner に十分な設計能力がない場合、1 社または数

社の造船所に引き合いのため基本要目を示し、一般配置図および Principal Particular と共に見積船価の提出を依頼し、Evaluate を経て造船所を決定する。その後は前の場合と同じである。

(B) 既存船の Lines を利用して新しく設計する場合：

既存船の航行上の Performance が良い場合、その船の Lines を利用すれば、それだけ船価の低減になるのでしばしば用いられる方法であるが、この場合既存船を建造した造船所で建造するか、建造を決定した造船所にその Lines を購入させることになる。

その後の対応は上記 (2) (3) と同じである。

(C) 造船所の標準船を Base に Owner の Option を入れて設計する場合：

一般的な B.C., Tanker 等を各造船所がそれぞれ持っている標準船を Base に居住区, M0 等の装備を船主希望の仕様に合わせて建造する方式で、現在最も利用されているものであり、最も低船価でかつ Owner にある程度工務関係技術者がいれば建造出来るものである。

(2) L, B, D, d の選定に際し考慮すべき事項：

① L：

L の選定にはいろいろの方法があり、これ等に付いては設計関係の図書に任せ、ここでは選定に当たり考慮すべき事項を挙げることにする。

(A) 以前 L は満載航海速力における船体抵抗の Hump 領域を避けて決められたが最近では Speed-Length Ratio ($V_{\text{Knot}}/\text{Length}^{1/2}$) = 1.0 以下の速力では Lines (船型) の研究開発が進んだ今日、その必要はないと考える。

(B) 船体縦強度が L の 2 乗に比例するので、換言すれば船殻重量は L の 2 乗に比例すると考えられるので、出来るだけ短い方が船殻重量を軽減出来、船価上も有利であるのは言をまたないが、それはあくまでも一般配置上許される範囲の話で、無理に短くして本来の船の使い勝手を損なうようなことがあってはならない。

(C) L は運河や Basin の Dock の Size により制限されることがある。Panama 運河, St. Lawrence Seaway, Europe 代表港の Basin の Lock の Size を、

* 株式会社 ピー・エム・シー

Pacific Marine Consultants 代表取締役

Malacca 海峡, および最近の Suez 運河の水深と共に下表 (Table 4) に示す。

ここで Basin および Lock とは次のようなものである。

即ち, Europe の英仏海峡を挟む両側の沿岸は干満の差が大きく外洋に面した港では不便であるので, 河川などを利用し内陸までの水路を造り, 水路の海側の入口を塞いで干満に影響のない人工の湖水 (Basin) を造り, この Basin 内に築いた港が多々あるが, この水路の入口に造船所の Dry Dock のような Lock があり, Lock で水位を調節して Basin に出入する方式を採っている。

Europe 以外でも同様な方式を採っている港がある。

Europe の Lock の写真 Fig. 1 参照

(D) L は港湾事情によっても制限される場合がある。即ち岸壁の長さが短く Stern Ramp が降ろせても車道の回り込みが出来ない場合や, 離着岸の際船体を Tug で回転させる時, 小島等の障害物があるような場合がある。

かつて門司港では港内にある小島が船の回転の障害になり $L_{PP} = 145\text{ m}$ 以上の船舶は入港制限されていた時代があったが, 現在ではこの小島は撤去され L の制限は無くなっている。

Principal Dimension の内 L の選定が一番重要で, それだけ慎重に十分入港予定の港湾状況を調査する必要がある。

② B :

(A) B は運河等において制限を受けるので, 通過予定



▲ Fig. 1 ドイツ・ブレーマーハーフェンにある Nordshlure Lock (中央と左上, $372\text{ m} \times 45\text{ m} \times$ 深さ 11 m , Lw) で Weser River 河口より約 30 哩の地にある。(丸印)

の運河, Lock 等の Size を L と共に事前に十分調査する必要がある。

(B) 同じ DW であれば B が大きい方が Stability 上有利である他, L を Size Up するより B を Size Up する方が船価の Cost Up への影響は小さい。

(C) 小形船程 B/D が Stability 上大きくなるので, L/B は小さくなる。また大型船程, 船価や港湾事情等により長さが制約され L/B は小さくなるが, 運河通航等のため B が制約される場合は当然ながら大きくなる。

▼ Table 4 Panama Canal 等の L, B, d, その他船体寸法制限

場 所	船 種	Length	Breadth	Draft/Depth	備 考
Panama Canal	Container 船、客船	950' (289.56m)	106' (32.31m)	12.04m	Panama Canal 規則
	一 般 商 船	900' (274.32m)	106' (32.31m)	12.04m	Panama Canal 規則
Suez Canal	一 般 商 船	----	---	20.5m * ¹	Suez Canal 規則
St. Laurence S.W	一 般 商 船	730' (227.5m)	75.5 (23.01m)	26' (7.925m)	W.L. 上 110 (33.5m) 以内
Malacca Channel	一 般 商 船	----	---	19.0m ~ * ²	IMO 分離通過方式
Bremerhaven Nordschluse Lock	一 般 商 船	372m	45.0m	11.0m at Low Water	Germany
Amsterdam Ijmuiden Lock	一 般 商 船	400m	50.0m	15.0m	Holland
Le Havre Main Lock	一 般 商 船	400m	67.0m	14.5m	France

Table 4

*¹: Center Line Depth は 20.5m 確保されているが場所により変わる所以詳細は要調査

*²: draft 19m 以上でも航行可能であるが, 水深余裕吃水 (UKC) を 3.5m 以上確保し
速力 12Kn 以下で航行の事

最近4～5年間に建造された一般貨物船, Tanker, Bulk Carrier, Container Ship のL/Bの範囲をLをBaseにしたGraphで Fig. 2 に示す。

L/Bは戦前は大きく細長い船型が多かったが, 戦後は1955年頃より, Panama 通行の船のごとく船幅に制限のある船舶は別として, 専用船の出現とともに次第に幅広となり, L/Bは小さくなり現在に至っている。

(D) BはBそのもののSizeも重要であるが, B/Dは動揺周期とも密接な関係がある他, 小型船舶特に100 m未満の船舶の復原性能に影響を及ぼすので, 小型船舶ではBの決定に際してはB/Dの値を同時に考慮する必要がある。B/D～Lの関係のGraphをFig. 3 に示す。

③ D :

(A) Dは船のDWを同一としてL, B, Dを変化させた場合, L, B, Dの内船価に最も影響を与えるのがLで, 最も影響を与えないのがDで, Bはその中間である。

換言すればDを大きくすることは, 船価上最も有利ではあるが, それは飽くまでも前述のB/Dの許す範囲であり, かつ, 荷役上影響のない範囲であるのはいうまでもないことである。

(B) Dはまた Air Draft にも影響を与えるので Air Draft に制限のある航路に就航する船を計画する場合, 橋なりCraneやLoaderの高さを事前に調査する必要がある。

(C) 最近完成したかもしくはは建設中の東京湾の高速道路用の架橋の船舶の通行可能な水面上の高さを Table 5 に示す。

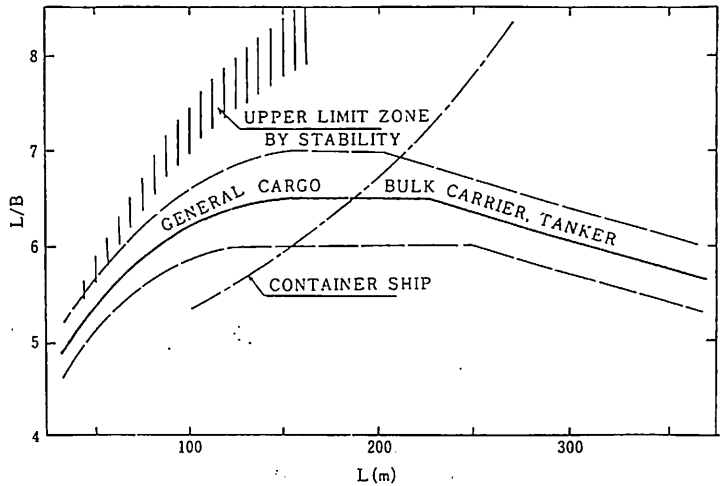
ここで水面上高さは可航水域の中で一番低い点までの高さで, 橋梁上には全 Lane 自動車が Full に乗った場合の撓みも差し引いたものである。

また可航水域の両端および中央には可航水域を示す Mark が付けられ, 夜間はMarkに照明が点される。

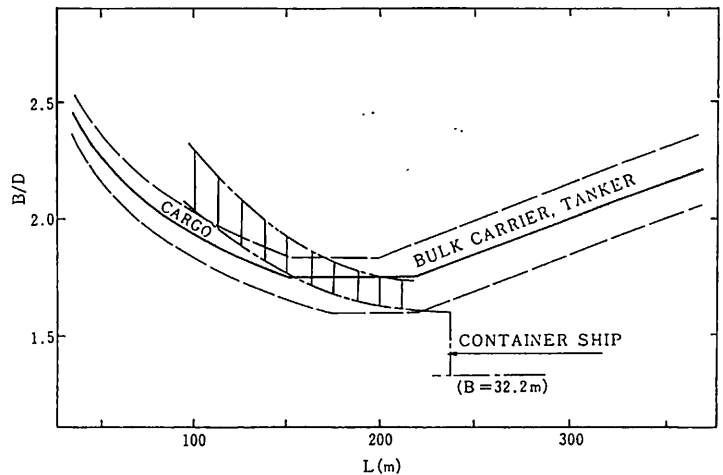
しかし Pilot 協会では, この水面上の高さの船ではきょう導せず, 2～3 m低い Air Draft を Passable の高さにしている由である。

④ d :

設計上最も制限を受けるのが喫水で, 入港予定の港湾



▲ Fig. 2



▲ Fig. 3

▼ Table 5 東京湾高速道路横断橋水面上高さ

	水面上高さ (High Water上)	可航水域 (水路幅)
a. 横浜 Bay Bridge	55.0 m	110 m
b. Rainbow Bridge	50.0 m	450 m
c. 鶴見航路横断橋 (仮称)	49.0 m	300 m
d. 東京湾横断木更津橋	28.26 m	{ 164 m, 212 m 212 m, 164 m (4 箇所可航水域有)

のみならず, 航行水域, 港湾入口のLockでのPassableの水深, 河川の水深の季節変動, 潮流や河川の流速, 航走中の船体沈下量および Trim 変化量等々を事前に十分調査することが必要である。

近年超大型の Tanker, Bulk Carrier, Ore Carri-

er, Container Ship 等が建造され、喫水も大型化につれて深くなってきたが、最近特に目立って喫水が深くなったのは大型 Container Ship で、6,000 TEU 積の建造と共に船幅(型)も Panama Passable の 32.2 m を越えると同時に喫水も 13m 以上となり、2~3 年の内に水深を 14m 以上に浚渫し、6,000 TEU 積の Container Ship に対応出来るように計画している既存の Container Yard も出現している。

⑤ 要約

L, B, D & d の選定は船の善し悪しを決定し、船主に極めて重要な影響を与える。入港予定の港湾を含め運航航路を十分調査することも必要である。

(3) 主機選定に際し考慮すべき事項：

(主機の必要馬力については推進抵抗の項で述べる)

考慮すべき事項を信頼性・燃費・保守整備・振動および騒音の 5 つの観点から検討する。

① 信頼性 (Reliability) の観点から：

(A) 推進 System の信頼性：

船主経済にとって日常的に重要なのは推進 System の信頼性である。推進 System の故障による運航の遅延は直接船主の経済に大きな影響を及ぼす。従って如何に性能の良い推進 System でも、長時間の連続運転に対する信頼性に欠ける推進 System では誰も使用しないのは明白である。

近年 M0 仕様の船が増え、機関部も小人数となり故障に対処し難くなっているため、主機および関連補機を含む推進 System 全体に対する信頼性はますます重要になっている。

従って如何に信頼性のある推進 System を選択するかが重要な Point になるが、この場合問題なのは Diesel Engine の同じ設計会社の同じ型式でも、国により製造会社により信頼性が必ずしも同じではないということである。

(B) 推進 System を取り扱う乗組員の信頼性：

主機を含む推進 System の選定に当たりもう一つ考慮すべきことは、System を取り扱う乗組員の質の問題である。換言すれば、機器そのものに対する信頼性だけでなく、機器を取り扱う乗組員に対する信頼性もまた極めて重要で、M0, Remo-Con を含む機関部全体の装備・性能と機器を取り扱う人間の能力との Balance が必要であると考えられる。

(C) 機関 System の選定に対する船主の基本姿勢：

船主は自社または使用予定の Manning 会社の派遣する機関関係部職員の能力を正しく評価し、無理のない機関 System を船主自ら選択すべきで、安易に造船所と妥

協して選択すべきではないと考える。

そして正しい選択をするためには平生からの調査研究が必要であるのは言をまたない。

選択を誤ると扱いきれない高度の機器を装備したり、不必要な人員を抱えたり、機器の故障に素早く対処できず船の運航に遅延をきたしたりして船主経済にマイナスを与え兼ねないことになる。

(D) 配乗と近代化船：

a. 米国船の配乗：

かつて、米国ではほとんどの船が Turbine 船で Diesel 船は非常に数が少なかったが、この理由は Turbine 船より Diesel 船の方が取り扱いが難しく、Diesel の取り扱いに習熟した乗組員の確保が難しかったからだといわれている。

b. 日本国籍の外航船と近代化船対策：

わが国では現在、日本海員組合の労働協約により日本国籍の船には日本人船員を配乗せねばならないので、世界一給与の高い日本人船員を配乗しても運航採算に合うよう、少人数で運航できる信頼性の高い近代化船の開発を官民上げて進めて来たが、ここまで円高が進むと運賃がドル Base の外航船では、如何に優秀な少人数の乗組員で運航しても採算の好転には多くを期待出来ず、最早近代化も各面で限界に達した感があり、今後は外国船員との混乗を真剣に考慮すべき段階に達していると思われる。

c. 日本国籍の内航船の近代化：

日本内航船の近代化は採算の問題よりむしろ乗組員確保の問題より発している。日本では年々内航船の乗組員のなり手が減少し、今や女子の Officer の採用を始めとして、信頼性のある設備の近代化による小人数の乗組員の運航を凶る必要に迫られ、最近驚くほど近代化された内航船が出現している。

船主もこれに対応して乗組員の教育に力を入れている。

d. 近代化と乗組員の質の向上：

設備の近代化は乗組員の質の向上を促し、このため船主および Manning 会社は、乗組員の再教育と適切な雇用計画をたて質の維持向上を計る必要があると考える。

従って近代化をどこまで押し進めるかは、正に乗組員の質の維持向上を将来共どこまでやれるかにかかっていると思われる。

(E) Diesel 船と Turbine 船の信頼性の比較：

最近高出力の信頼性のある Diesel Engine が製造されるようになり、一方石油 Shock 以降省エネが重要課題になり、かつて主機に Steam Turbine を使用していた Tanker も Container 船も、省エネから主機に Die-

sel Engine を使用せざるを得ない状況になった。

その結果 Turbine 船は Diesel に主機換装を行わなかった Turbine Tanker の中で解撤されず未だ就航しているものと、LNG 船のみとなり、NK の 1992 年度の統計によれば 1988 年以降 Turbine 船の数はほとんど増減なく、その隻数比はおおよそ 4 : 1 の割合で、船齢も Turbine Tanker が全て 17 年以上に対し LNG 船は全て 9 年未満になっている。

船用 Turbine は発電用 Turbine という大型の Sample もあり在来船用 Turbine の Scale Up という手法で従来大出力化を行って来たが、特に大きな問題を起こさなかったが、19~20 年程前 V L C C 用の Turbine 主機 (34,000 ~ 36,000 SHP) が多数製造されるようになって、三菱、川重、I H I、日立のどの Maker の Turbine にも初期故障的な損傷が Blade および Nozzle 板に発生し

たが、振動による疲労折損であることが判明し、対策を講じて以来この種の損傷は発生せず、安定した状態にある。

Turbine 船と Diesel 船の信頼性の比較として NK 船の 1981 年~1992 年間に於ける Diesel 主機 (2 Stroke & 4 Stroke) と Turbine 主機に関する、搭載台数、検査施行率*1 および損傷率*2 を Fig. 4 に示す。

* 1 : 各年度において NK の検査を受けた機器の数の搭載台数に対する比率

* 2 : 各年度においてある機器 1 台について、その 1 年間に何等かの損傷が報告されたものを損傷機器の台数とし、これの搭載台数に対する比率

この図を見る限り両主機の損傷率に大きな差はないように思われる。信頼性を明確にするには、機関損傷による遅延率 (遅延時間/運航時間/100) を比較しないと分からないので、Data を探したが良質の Data が入手が出来ず比較出来なかったのは残念である。

かつて Turbine は故障も少なく Maintenance も楽であるが、一度故障が発生すると大事故になり易いといわれ、一方 Diesel は時折故障するが決定的な大事故は余り発生しないといわれていたことがある。

(F) 低速 Diesel と中速 Diesel :

故障とか事故という問題に関する信頼性ではなく、航行中の推進 System としての性能に関する信頼性について両者を比較する。

一機一軸で減速 Gear を使用しない場合は、Propeller Dia. と主機回転数との関係があり一概に何れが良いか決め難いが、一機一軸で減速 Gear を使用する場合、Torque 変動を吸収するゴムの弾性継手を使用するが、この弾性継手は劣化し易く長時間の使用に耐えず、また 2 機一軸以上の多機一軸の System の場合は、主機間の出力の Balance 調整が難しく十分性能を発揮出来ないことがしばしばあるようである。

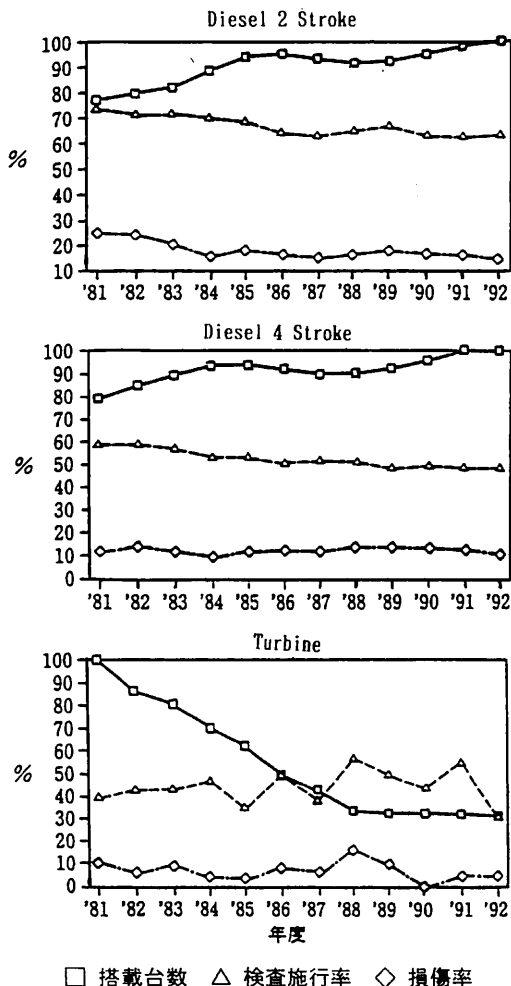
中速 Diesel は場合により使わざるを得ないこともあるであろうが、採用を予定する System と同様な System の実績を十分調査し、問題を徹底的に解決し十分対策を講じた上で採用すべきものと考えられる。

私自身としては減速 Gear を介しての中速 Diesel の 2 機 1 軸以上の System の採用は絶対に避けるべきものと考えている。

(G) 新型 Diesel Engine と Trouble :

Diesel Engine と Trouble : 機器類は何れによらず新型が出るといろいろな故障が出るもので、Diesel Engine も例外ではない。

新型といっても種々あって、Cylinder Bore を変えた



▲ Fig. 4 年度別推移 (搭載台数は '92 年度を 100 とした)

時、排気方法を変えた時、平均有効圧力や回転数を変えた時、材質を変えた時等々に起きているが、私の記憶するかなり大きい Diesel Engine Troubleに次の2つがある。

a. 30数年余り昔のことであるが、Engineの台盤を鋳鋼から溶接構造に変えた時に起きたもので、Crank Shaftの全軸受け下部の20mm程の肉厚のSteel Plateに45°方向のCrackが発生したが、その原因究明と有効な対策を講じるまで、関係者はかなり苦労したがSteel Plateを補強することとCrank ShaftにBalance Weightを付けることで解決した記憶がある。

b. かなり以前のことであるが、Crank Shaftはかつて鍛造した一材から削整されていたが、Engineの馬力が大きくなるにつれ一材から削成が難しくなり、焼嵌めで製作するようになったが、この焼嵌めがSlipして事故を起こして問題になったことがある。

また焼嵌め部から水素の気泡が発生し一時騒がれたことがあったが、それ程大きな問題にならなかったと記憶している。

c. 機器類は何か新しいことを手掛ける時に、必ずといって良い位不思議に何か問題が発生することが多く、船主は実験台にされているのではないかという疑問を持つのは私1人であろうか。新型でも改良型でも新たに開発する時は、なお一層十分なTestを行い問題点を解決してから実船にApplyする要があると思われる。

(1) 高信頼度船用推進Plantの研究開発：

現在運輸省指導の下に、次世代船舶研究開発促進制度に基づく造船業基盤整備事業協会の助成事業として、将来の船用機関に期待される下記の4つの基礎技術を確立する研究開発が5年間の予定で平成元年10月に開始された。

基礎技術確立の研究項目

- a. 耐摩耗性の向上
- b. 耐熱性の向上
- c. 燃焼改善
- d. 軽量化・剛性向上

平成3年度に3Cylinder実験機を製作し平成4年度末まで研究を実施し、更にこの結果をBaseとして平成5年度より6Cylinder V型に改造し試験研究が進められ機関の出力率、熱効率、重量および信頼性向上技術については目標を達成したことが確認され、平成6年度より高信頼性の実証のための長時間耐久試験の実施に入っている。

上記実験機の要目は右記Table6の通り。

実験機と略々同一の仕様の実用化機関と同一出力の従

▼ Table 6 実験機要目

Cylinder Dia.	300 mm
Stroke	480 mm
機関回転数	750 rpm
平均Piston速度	12 m/s
正味平均有効圧力	30 kg/cm ²
出力率 *1	360 m/s・kg/cm ²
単筒出力	約1,000 BHP (含TCS)
燃料消費率 *2	約115 g/BHP/h
馬力当たり重量 *2	5 kg/BHP以下

*1 : 出力率 = 正味平均有効圧力 × 平均Piston速度

*2 : 12気筒V型機関, TCS付き換算値

来の中速 Diesel 機関と比較すると据付面積が略々1/2となり非常にCompactな機関が実現できることが分かる。

このような高信頼度船用推進Plantの研究開発が行われることは極めて有意義であるが、更に燃費低減を最重点に置いた高信頼性の大型船用低速 Diesel の研究開発を手がけることを切望して止まない。

② 燃費 (Cost Performance) の観点から：

(A) 一般商船用の主機関：

- a. Diesel：低速 Diesel, 中速 Diesel
- b. Steam Turbine：
- c. Gas Turbine：航空転用型, 重構造型
- d. 電気推進：Diesel 発電機, Turbo 発電機, または Gas Turbine 発電機によるもの
- e. 原子力：推進Energy発生Sourceとしてがあるが、電気推進が一部客船に使用されている他、一般商船には電気推進と原子力はほとんど使用されていないのでこの2つを除いて考えることとする。

(B) Diesel, Steam Turbine, Gas Turbine の燃費比較：

a. 主機関別燃費率：

Gas Turbineは、廃棄Gas Cleanであり騒音・振動が小さく、据付け面積が小さい等の種々の長所があるが、燃料Costが高い等の短所があるため、護衛艦や一

▼ Table 7 主機関別燃費率表(g/BHP/h)

主機関の種類	燃費率	使用燃料
低速 Diesel	117~127	C重油
中速 Diesel	120~130	C重油
蒸気 Turbine	180~210	C重油
航空転用型 Gas Turbine	180~200	軽油・重質油
重構造型 Gas Turbine	200~210	軽油・重油

部の特殊な船を除き一般商船には使用されていないので、以降この問題は省略するが、研究開発が進み Cost 問題がある程度解決されれば、将来一般商船にも使用される時期が来る可能性も十分あると考える。

b. 燃料消費：

燃料消費率では低・中速 Diesel が有利であることは Table 7 から分かるが、ある船の主機別の燃料消費量を比較するには、推進機関全体の燃料消費を比較して初めて本当の意味での比較になるので、次の如く全体の燃料消費量を算出する必要がある。

(a) 航海速力を一定にした場合の主機別の Normal の BHP または SHP を求め燃料消費量 (t/D) を求める。

Normal は Diesel の場合 MCR の 85%、Turbine の場合 MCR の 90% とする。

(b) 発電用原動機を航海中使用していれば燃料消費 (t/D) を C 重油に換算し主機燃料消費量に加算する。

(c) 潤滑油の消費量 (t/D) を C 重油との値段を比較し、C 重油に換算して主機燃料消費量に加算する。

Turbine 船の場合は潤滑油の消費量が非常に少ないので 0 とする。

(C) 主機別燃料消費量 (t/D) の比較：

Deadweight 20 万 ton 程度の Tanker について、速力を 14 knots 程度に一定にした場合の主機別燃料消費量の比較を上記の換算値を加算し下記 Table 8 に示す。

この比較表によれば低速 Diesel の回転数の選び方にもよるが、中速 Diesel を減速機で回転数を Turbine 並に下げられる場合が最も燃料消費量が少ない結果となっているが、燃料消費量の優劣のみで主機を選定すべきで

▼ Table 8 主機別燃料消費量比較表

主機の種類	低速 Diesel	中速 Diesel	S.Turbine
MCR × rpm	26,800 × 102	23,500 × 60	23,000 × 60
NOR × rpm	24,100 × 96	21,200 × 58	20,700 × 58
燃料消費率 g/HP/h	120	130	210
NOR 燃費 t/day	69.4 (0.72)*1	66.2 (0.84)*1	104 (0.84)*1
潤滑油消費率 g/HP/h	1.0	1.2	-
潤滑油消費 t/day	4.2 *2	4.3 *2	-
合計	73.6	70.5	104

* 1 () 内 Propeller Efficiency

* 2 C 重油換算 (L.O Cost : C Oil の 7 倍と仮定)

はないと考える。

また主機馬力 / 回転数 / 速力 / Propeller Dia. / 燃費の相互関係は後述の「推進抵抗」の項で述べることにする。

③ 保守整備 (Maintenance) の観点から：

(A) Turbine 船の Maintenance：

船が就航すると推進機関を初め全機器が保守整備の対象になるが、可動部分が多ければ多い程保守点検整備が大変になるのは当然のことである。

この意味で一般的には Steam Turbine 船は補機以外可動部分が少ないので保守点検は Diesel 船に比べ楽であるといわれているが、Turbine 船の場合 Mechanical Part の保守以外に缶水の PH 管理が重要で、これを怠ると Turbine Brake に Alkali 脆性が発生し重大事故を招き兼ねない。

(B) Diesel 船の Maintenance：

Diesel 船の場合、同一馬力の低速と中速では、中速 Diesel の方が気筒数も多く、Piston Speed も早いのでそれだけ摩耗し易く潤滑も重要になり、如何に信頼性が高まったとはいえ、低速 Diesel に比べ保守点検作業が増え Maintenance 費用もかさむ他、機関部員も余分に乗船させる必要があるように思われるので、中速 Diesel の採用は十分慎重に行う必要がある。

(C) Double Acting の Diesel Engine：

現在は低速 Diesel で Double Acting のものは製造されていないが、かつて Double Acting の Diesel Engine が使用された時代があったが、当時は乗組員も多く機構の複雑な Double Acting の Engine を何とかお守りしてきたが、やがて姿を消し Diesel は Single Acting のみとなった。

戦前日本の外航客船で世界で 3 台しか製造されなかったまさに博物館行きともいえる 4 Cycle Double Acting の Diesel Engine を搭載した船があり、戦後も一時運航していたが、さぞ Maintenance は大変であったであろうと思われる。多分当時必要な Sea Speed に対する必要な馬力の Diesel Engine は、これしか選択する余地が無かったからではないかと想像する。

同じ低速 Diesel Engine でも機構が複雑で保守整備が大変なものは、やがて淘汰され消滅していくことを物語っている。

(D) 同種類の型式の主機選択について：

機関部の Maintenance という面と機器の操作の慣れという面から、同程度の同種類の船を

建造する場合、必ずしも100%満足するEngineでなくても、同種類の型の主機を選定する方が予備品の共有化等が可能になり、保有船舶全体のMaintenance Costの面から船主にとってMeritがあるという考え方があるが、それはそれで船主の立派なPolicyであり、飽くまでそのPolicyを貫いて主機を選択すべきものと考ええる。

もっとも造船所の標準船を建造する場合はそうは行かないことが多いであろうが。

(E) Maintenance上から見た推進機関の改善目標：

a. Easy Maintenance :

(a) 設計の改良により分解掃除・組立が容易で部品の数が少なく簡単な構造にし、簡単な訓練で誰でも保守整備が出来ること。

(b) 材質の開発・改良により摩耗・腐食・発錆を防ぐこと。

b. Maintenance Free :

設計および材質を根本的に改良し3~4年位長時間、出来れば定検から定検の4年間無開放でも使用出来る高信頼性のEngineを目標に開発を進めることを切望して止まない。

④ 振動 (Engine Vibration) の観点から：

船体振動については別項で後述することとし、ここではDiesel Engine, Turbine および軸系の振動について簡単に述べ、その防止対策を主に述べることにする。

(A) Diesel Engine :

a. 船体低次振動との同調：

基本計画時にはDiesel Engineの選定に当たり満載時の船体低次振動との同調を先ず避けることを考えることが大切である。

このための目安になる船の長さ~N (CPM) 図表をFig. 5に示す。この図表はL = 100 ~ 350 m程度のCargo Ship, Bulk CarrierおよびTankerを対象に、満載状態での比較的低次の船体固有振動の概略値と、併せて直結Diesel主機の常用回転数範囲の実績より得たものである。

b. Diesel Engineの発生する起振力：

Diesel Engineの起振力は次の3つが考えられる。

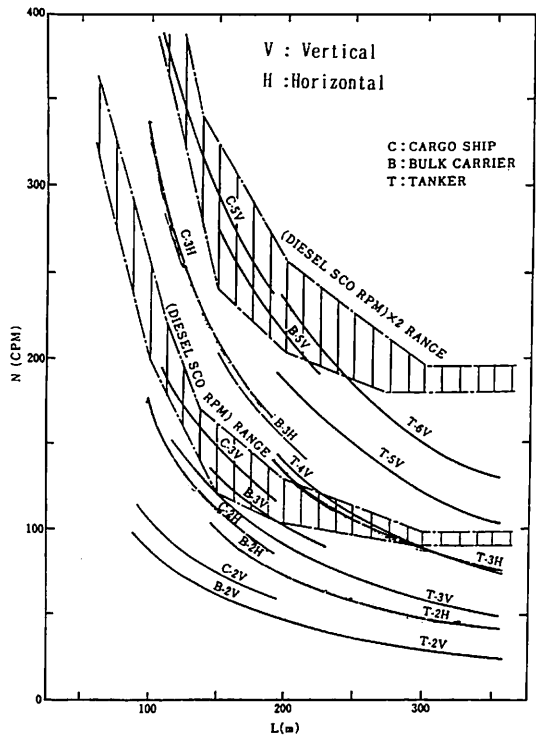
(a) Engineの運動部分の不釣合および不平衡偶力

(b) Engineの燃焼圧力 (側圧力)

(c) 排気の脈動などの2次的に発生するもの

c. 振動防止対策：

(a) 不釣合力, 不平衡偶力および側圧力に対する対策:
不釣合力, 不平衡力および側圧力によりH型, X型



▲ Fig. 5 Hull freq. at full load cond. & Diesel rpm range.

の横振動が発生するが、この対策として次の4つが取られている。

- ③ Balancing WeightをCross Head, Piston or Piston Rod等の往復動部分またはCrank Arm, Crank Pin, 弾み車等の回転部分に附加する。
- ④ 電動またはMechanical Balancerを取り付ける。
- ⑤ BracingまたはDamperを取り付ける。
- ④ 着火順序の変更

またEngineをRubber Blockのような弾性支持をすることにより、Engineの振動を伝えないようにする方法もある。

この方法は、小型の中高速のEngineの場合は可能で実際に青函連絡船の主機(MAN V8V 22/30 mAL)に使用された例もあるが、低速Engineに対しては強度的に実用に適するものがなく、実現は難しい。

Diesel Engineの振動はほとんどが横振動であるが、前後振動を起こすことがある。低速Dieselの4 or 5 Cyl.のEngineで起きるが、Damperを取り付けることで防止または軽減が可能である。

(b) 排気の脈動などに対する対策：

構造および取り付け補強を剛強にすることにより、ま

た Pipe 関係の振動は管径/管長比 (d/l) を変えることにより、かなり防止出来る。

(B) Turbine :

Turbineの振動は船体振動との合成振動として現れると考えられる。軸振動と軸受振動が発生するが、軸振動の方が軸受振動より平均的に約 2.5 倍大きい。

Turbineの振動許容基準は I S O、通産省等が公布したものがあがるが、何れも Vibration Severity (V.S.)* での評価を採用している。

* : 振動振幅に振動角速度を掛けた振動速度の二乗平均値 (rms)

船用 Turbineに対する基準は無いが、事業用 Turbine と用途・目的は異なるが、回転機械であることには変わらないので一般には事業用 Turbine の基準を参考にしている。

現在主機として一般商船に Turbine を使用することは L N G 船以外なく、今後当分 Diesel Engine はほとんど全ての船舶に使用されるであろうが、船の振動が今後ますます問題になることは必至で、船の振動源の大きな部分を占める主機の選択および振動対策は、極めて重要な問題になるものと思われる。

主機に Diesel を使用する以上振動は避けて通れない問題である。従って主機の選択にあたっては、候補の Engine を使用している船の振動の実績および対策を十分研究する必要がある。

⑤ 機関関係の騒音 (Noise) の観点から :

航行中の船舶の騒音源は多々あるが、この内機関関係の騒音源としては機関室内機器、煙突の排気音および暴露部の給排気口の 3 つが考えられるが、ここでは最も騒音源として大きい機関室内機器による騒音について述べることにする。

機関室内で騒音の根源の大きいものは次の 4 つである。

- a. 主機 (Diesel Engine)
- b. Diesel 発電機
- c. 過給機
- d. 空気圧縮機
- e. 減速機 Gear

平均的騒音 Lebel は船の大小、馬力の大小に関係なく大体 100 dB 前後で、これに対する対策としては防振ゴムの取り付け、過給機への消音器の取り付け、吸音材の Engine Casing への貼付等が採られているが、これらの対策は騒音に対する対症療法でしかなく、機器そのものの騒音源を断とうとする努力が余りなされて来なかったといつてよいように思われる。

これに反し、自動車特に乗用車の騒音対策は Maker

の努力により Engine を始め Body 内の静粛性は飛躍的に改善され、車が近づいても気づかない位になっていることはわれわれが日常経験しているところである。

騒音の発生が少ない Diesel Engine を選択することが難しい現在、排気管の導設経路、配管配線関係に防振ゴムの取り付け等の対策の有効性を、同型船の実情を調査し確認する必要があると思われる。

騒音問題は振動問題と同じく、規制が次第に強くなるものと考えられ、Diesel Engine そのものの騒音改善の研究開発が行われることを切望して止まない。

⑥ 要 約

主機は船主経済を左右する極めて重要な機械である。従って船主の明確なる運航 Policy の下に船主自ら、そして自らの責任において選択すべきものである。

正しい選択のためには不断の勉強こそ必要である。

(つづく)

〔社屋移転お知らせ〕

ナカシマプロペラ株式会社東京支店
新所在地

〒101 東京都千代田区岩本町 2-8-8

栄泉岩本町ビル 8 F

Tel. 03-5821-9701 (代) Fax 03-5821-9705

● 船舶技術協会の本 ●

『船舶写真集』船の科学編集部編 B 5 (〒当社負担)

1952年版 掲載船 232 隻 写真頁 96 頁 定価1500円

1978年版 掲載船 252 隻 写真頁 159 頁 定価3000円

1980年版 掲載船 246 隻 写真頁 147 頁 定価3500円

1992年版 掲載船 387 隻 写真頁 360 頁 定価7500円

● 船の科学ファイル ●

船の科学 1 年分が種々な資料とともに収録できます。
料金は税込み 1,000 円。当社に直接ご注文下さい。

● 新製品開発

船舶推進用交流二重反転電動機

石川島播磨重工業株式会社

船舶海洋技術統括部 電子システム技術グループ

高田 秀文

1. まえがき

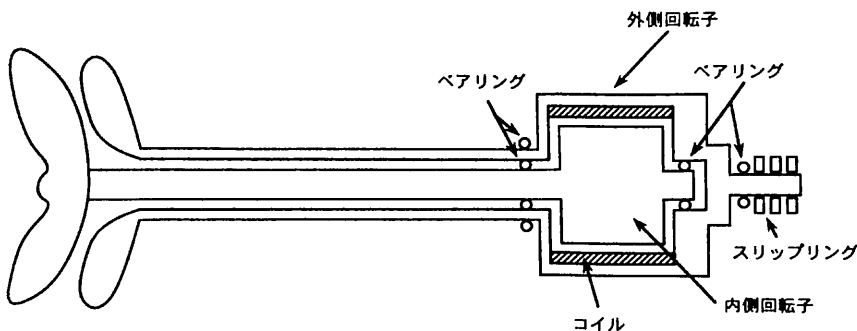
客船や海洋調査船などには推進機室の高さの制限や、騒音および振動の低減の必要性などの理由で、しばしば電気推進が採用される。この電気推進の場合、従来のプロペラを装備するよりも、近年大型船への適用の道が開かれてきた二重反転プロペラを採用することによって、推進効率を上げ省エネが出来る。さらに、このため推進電動機の出力低減およびこの電源となる発電機の設備容量の低減が可能となり、これによる設備コスト削減も期待できる。

この二重反転プロペラ駆動方式に、近年開発された歯車式（機械式）二重反転機構を用いないで、二重反転プロペラを、回転変換機構無しで、直接駆動できる二重反転電動機の試設計を行い、モデル機を作製したので、ここにその概要を紹介する。二重反転電動機としては、魚雷用の直流小型短時間使用のものは以前から実用化されているが、今回、試設計をした商船用で大型の二重反転電動機は開発・実用化されていない。

なおこれはモータボート競走公益資金により（財）日本船舶振興会の援助を受けて（財）シップ・アンド・オーシャン財団が行う技術開発基金による補助金をうけて行った研究である。

2. 基本概念

ここで言う二重反転電動機は、図1に示すように、二つのプロペラで構成され互いに反転する二重反転プロペラを1台の電動機で駆動するものである。



▲ 図1 二重反転電動機概念図

一般の電動機は外側電機子が固定されていて、内側の回転子のみが回転している。この外側の電機子を自由に回転するように支持し内側も外側も自由に回転できるようにしたものである。このため外側と内側とは作用反作用の関係で等しいトルクが反対方向にかかる。

プロペラの特長では、回転数の二乗に比例したトルクがかかる。

基本概念は上記のとおりであるが、通常の誘導電動機の固定子が自由に回転出来るようにするために、特殊なベアリングで支持していること、回転する電機子（外側回転子）に給電するためスリップリングとブラシを備えていること、軸の形状、冷却方式、外側回転子の形状、外部カバーを装備していることなど、通常の電動機とは全く異なる構造になっている。

これまでに起動時のみ電機子を反転させる超同期電動機があったが、今回試設計されたような外側（電機子）にも負荷を結合できるようにしたものではない。

3. 二重反転電動機の構造

今回試設計された電動機は、最大出力10,000馬力、各プロペラの最高回転数が140rpm（2つのプロペラの相対速度280rpm）の推進機用のものであり図2のような構造となっている。

スリップリングとブラシは高電圧、大電流のものであり、世界的にも実績が非常に少ないクラスのものである。

二重反転プロペラ用および電動機の軸受用の潤滑油は

内側の軸の反直結側軸端から入れて供給することになっている。また前側プロペラのスラストは外側回転子にかからないように電動機よりプロペラ側で処理する。

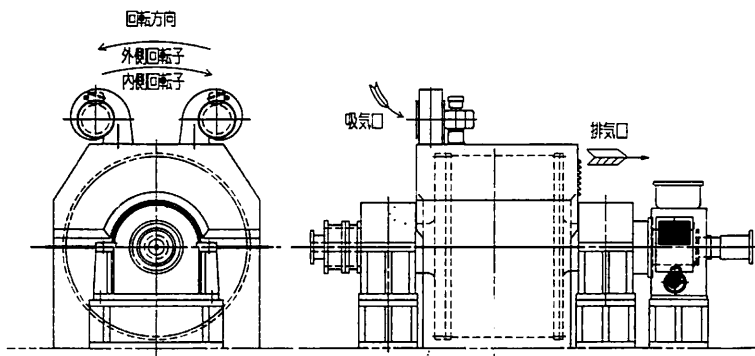
冷却通風のルートは冷却と同時にブラシ摩耗粉を効果的に除去できるようになっている。

4. 二重反転電動機の特性

通常の電動機の回転数は電源周波数にほぼ比例し回転子の発生するトルクに等しい反発トルクを固定子が受ける。二重反転電動機では内側回転子、外側回転子に反対方向の等しいトルクを発生しつつ回転する。回転速度は内側と外側の各々の負荷特性によって決まるが、その相対速度はほぼ電源周波数に比例する。

効率については、通常の電動機より電機子が回転するために生じる機械損のために若干低くなる。

用途	二重反転プロペラ軸駆動用						
極数	出力	回転数	電圧	電流	周波数	定格	総重量
6	7355kW	280RPM	3200V	1700A	14	連続	205Ton



▲ 図 2 二重反転電動機外形図

機械式（歯車式）二重反転装置と二重反転電動機とを特性で比較すると、歯車式の場合は前プロペラが径が大きくトルクが大で、回転数は低く、後プロペラが径が小さく回転数が高くて、その分トルクが小さい。2つのプロペラはほぼ同じ出力となっている。

二重反転電動機の場合、ほぼ等しいトルクでバランスするから機械式と同じプロペラ設計は出来ない。

水流の形状から後部プロペラは径を小さくすることになる。機械式と同等の高効率を得るためには、プロペラの特性から、2つのプロペラの出力をほぼ同じにすればよいことが分かっている。このためには2つのプロペラのトルクも回転数も等しい点で使用すれば良いことになる。従って前プロペラは径が大きくピッチの小さいプロペラ、後プロペラは径が小さくピッチの大きいプロペラにすることで高効率の推進が得られる。

5. 二重反転電動機の効果

前にも述べたように二重反転プロペラは従来型プロペラに比較して約15%効率がよいので電動機や発電機の容量が低減できる。8,455kWの従来型電気推進システムが二重反転電動機で駆動する二重反転プロペラのシステムでは10,000馬力(7,355kW)の二重反転電動機システムとなる。両者のイニシャルコストを比較すると表1のように設備コストはほぼ同じとなる。

6. モデル機

二重反転プロペラは2つのプロペラを正しくマッチングさせると高効率を発揮する。そこで二重反転電動機の特性が二重反転プロペラの特性に合い、高い効率の点で運転できることを検証するためにモデル機とし

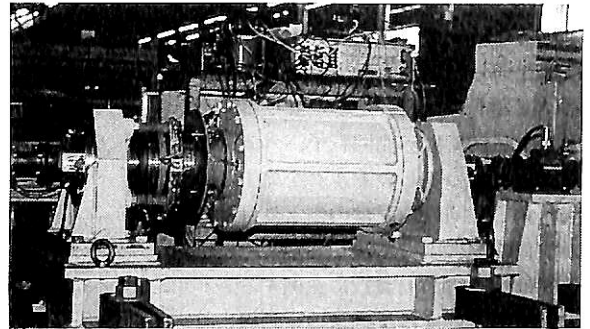
▼ 表 1 コスト比較

	従来型電気推進船	二重反転電動機推進船
推進電動機	8,454 kW x 1	7,355 kW x 1
推進用制御盤	1 台	1 台
変圧器	1 式	1 式
高圧配電盤	1 式	1 式
発電機	2,270 kW x 5	2,000 kW x 5
同上エンジン	5 台	5 台
プロペラ&軸	FPP x 1 式	二重反転 x 1 式
試験費	1 式	1 式
合計コスト	100 %	97.55 %

従来型電気推進船のコストを100.0とし、コスト比で示す。
推進用制御盤（サイクロコンバータ盤） 変圧器 及び高圧配電盤は、推進電動機の容量比に効率を考慮して、所要電力を決め コストはその所要電力に比例するものと仮定して算出した。

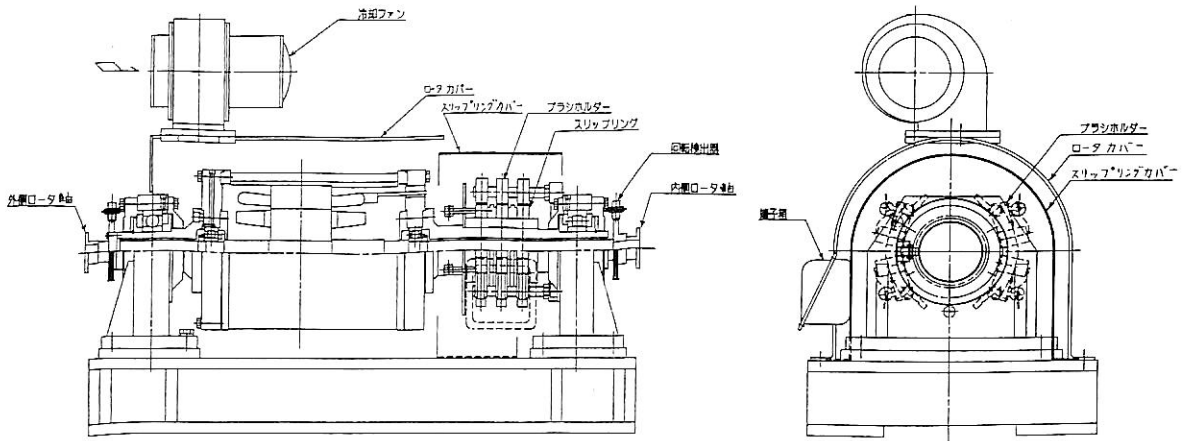
▼表2 二重反転電動機試作機の要目

形式	誘導電動機		
定格出力	3.7 kW		
同期回転数	相対回転数	1,200 rpm	
	内側回転子	600 rpm	
	外側回転子	600 rpm	
電圧	200 V		
周波数	60 Hz		
絶縁	F種		

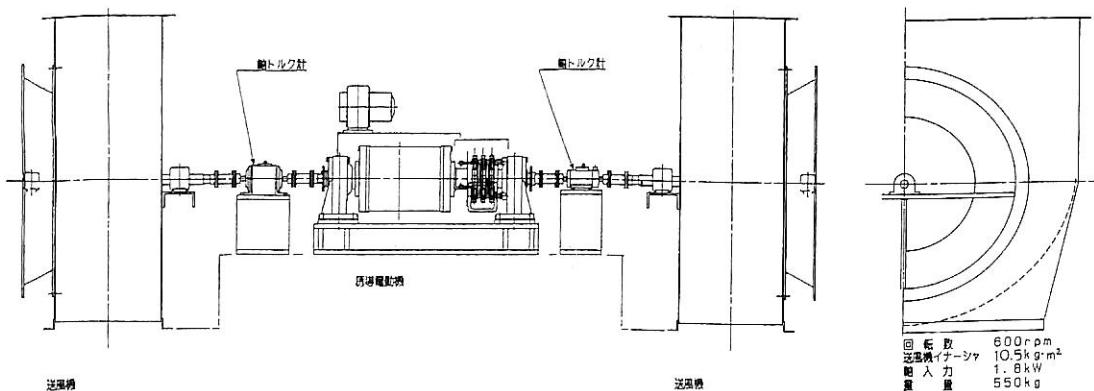


▲写真1 二重反転電動機試作機

用途	二重反転プロペラ駆動用 (検証試験用)						
極数	出力	回転数	電圧	電流	周波数	定格	総重量
6	3.7kW	1140RPM	200V	15.8A	60	速精	560kg



▲図3 二重反転電動機試作機断面図



▲図4 負荷との組み合わせ状態 (左)負荷ファン 二重反転電動機 (右)負荷ファン

て小型の二重反転電動機を製作し、特性の検証テストを行ったので、以下にその概要を紹介する。

その要目は表 2、断面図を図 3 に示す。また写真 1 は保護カバーをはずして外側回転子が見える状態の二重反転電動機である。

二重反転電動機の負荷は、テストの目的をはたし得る範囲で費用が最も経済的であるものを検討した結果、プロペラと同様な二乗負荷特性を持つファンとし、図 4 に示すように互いに電動機の反対側に接続することにした。なおファンは各種データを採るため負荷トルクを調整出来るものとした。

回転数を可変にするため電源側にインバータを装備し 0~60Hz の範囲で周波数を制御出来るものとした。

7. 試験方法

電動機としての各種試験の後、図 4 のようにファンを内側回転子の軸、外側回転子の軸のそれぞれに接続し始動特性、負荷変動特性、バランス点の計測を行った。

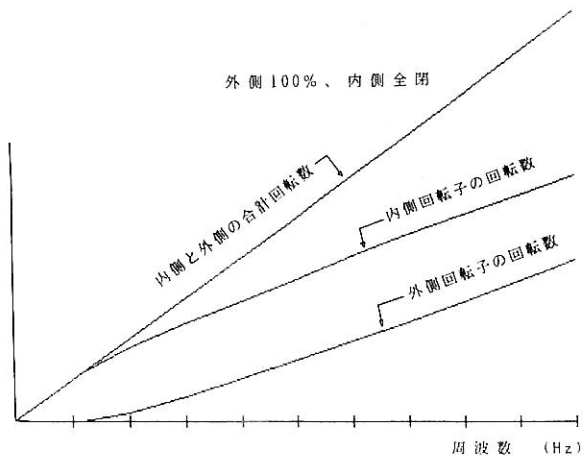
負荷はファンの吐出側開度を全閉から 100% 負荷相当まで調整することによって、同一負荷の場合の特性、トルク特性が異なる負荷の場合の電動機特性を計測した。

写真 2、3 は両サイドにファンをカップリングした状態での組み合わせテスト状況である。

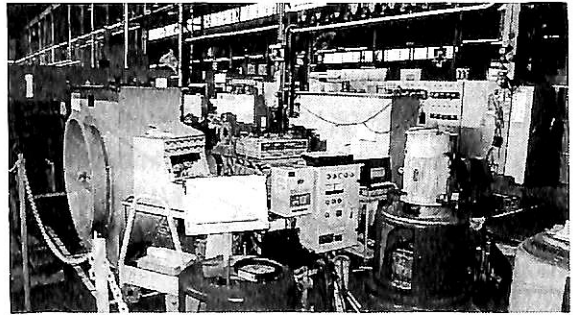
8. 試験結果

8・1 回転数

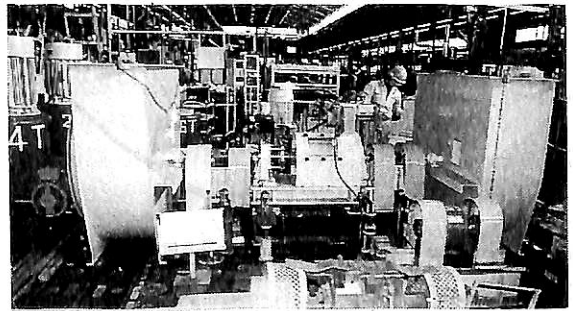
図 5 は外側回転子に接続されたファンを 100% 相当負荷特性に、内側回転子に接続されたファンを約 44% トルク (吐出側全閉) 特性とした場合の回転数特性である。また、図 6 は図 5 と逆の負荷特性を接続した場合である。いずれも外側回転子の回転数と内側回転子の回転数の合



▲ 図 5 二重反転電動機の回転数(その 1)



▲ 写真 2 計測状況 1



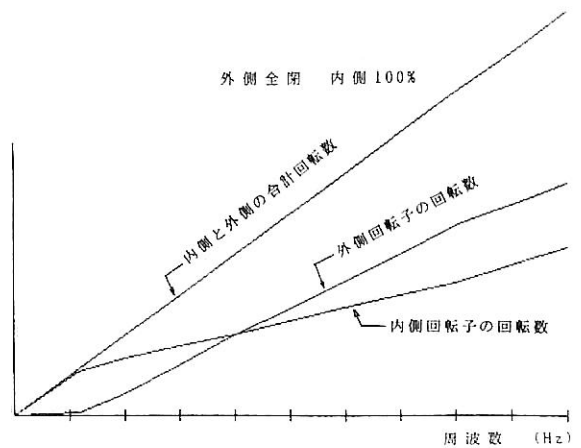
▲ 写真 3 計測状況 2

計 (相対回転数) は周波数に比例している。この関係は同一負荷を加えた場合でも同様であった。回転数の差は負荷の特性差のみでなく、電動機の機械損によるトルクが外側と内側とで異なることも影響している。

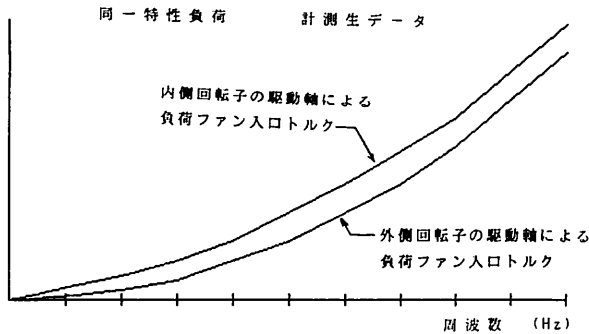
8・2 トルク

図 7 は両方の負荷特性を同じにした場合の軸端 (負荷入口) におけるトルクを電源周波数を変えて計測したものである。これによると内側回転子の出力トルクが常に大きいことがわかる。

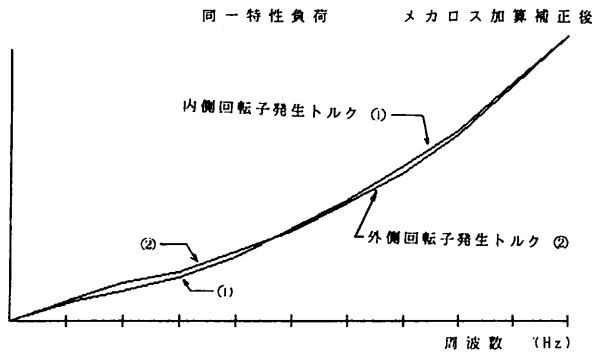
図 8 は内側回転子にかかる負荷トルク特性を小さくし



▲ 図 6 二重反転電動機回転数(その 2)



▲ 図7 二重反転電動機のトルク (その1)



▲ 図9 二重反転電動機のトルク (その3)

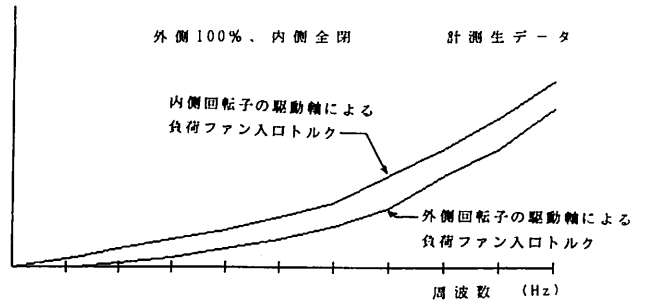
で計測したものである。この場合、内側回転子の負荷が小さいため速度が速くなり、逆に外側回転子の速度が遅くなって同一トルクをかけた場合と同じように内側トルクが高い状態でバランスしている。

外側回転子にはスリップリングのためのブラシが装備されている。また、外側回転子は回転体が大きいので風損が大きい。これらの機械損を別途計測しこの機械損で補正したものが図9、図10であり、内側回転子と外側回転子の発生トルクは負荷の状況によらずほぼ等しいことがわかる。

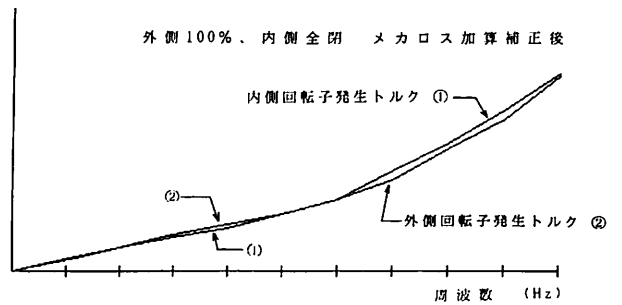
9. 特性試験についての考察

2つの軸のトルクがバランスすることと回転数の和が周波数で決まる値になることなど予定どおりであったが、軸出力端トルク差が予想値(3%以内)を大きく超えた。これは小形機に比較的大きなスリップリングとブラシを設けたため発生トルクに比して機械損が大きくなったためである。

今回の3.7kW機では外側回転子のスリップリングおよびブラシによる損失、および風損などによる機械損等の合計損失トルクと内側回転子の機械損による合計損失トルクの差が発生トルクの10%程になり、これが出力端でのトルク差となって内側回転子の出力トルクの方が大



▲ 図8 二重反転電動機のトルク (その2)



▲ 図10 二重反転電動機のトルク (その4)

きくなっている。

負荷が同一特性を持っている場合、上記のように出力トルクに差があるので回転数は内側回転子が高い。

トルクも回転数も内側回転子が大きいならプロペラ出力に大きく差を生じ二重反転プロペラの高効率を得られない恐れがある。

そこで試設計を行った10,000馬力(7,353kW)、相対速度280rpmの二重反転電動機を考えると、トルクは25.6トン・mとなる。このときスリップリングのブラシ、軸受損、風損による外側の回転子の機械損によるトルクは計算値で約300kg・m、内側回転子の機械損によるトルクは35kg・m程であると考えられる。このため内外回転子によるトルク差は1.0%程度、この時プロペラの特性が同じであれば回転数差は0.5%と計算される。

したがって2つのプロペラ出力をほぼ等しくすることが出来、二重反転プロペラの特長で見ると、高い効率が期待できることが分かった。

10. あとがき

歯車式二重反転装置を装備した大型船が4隻就航し、その高効率推進特性が実証されている。

客船や特殊船に装備されている従来型電気推進システムと比較すると、二重反転プロペラの効率が高いことにより、小容量の電動機と小容量の発電装置を使用するこ

とで配置上もコスト面でもメリットがある。

特に運転コストにおいては従来型電気推進システムに比して13～15%のコストメリットが期待できる。

もう1つの選択枝として従来型電気推進電動機に歯車式二重反転プロペラを装備したシステムが考えられる。これは検討の結果、二重反転電動機の場合とコスト的には運転コストも含めてほぼ同じになることが分かった。

しかしこの場合も二重反転電動機は半分の極数の電動機でよいので低速回転に有利であること（より効率の高いプロペラに適用可能）、歯車システムを持たないため

システムがシンプルであること、騒音がより少ないと考えられるなどのメリットがある。

プロペラのデザインは歯車式の場合と異なるが、水流の整流化が同様に可能であり、高効率の推進システムプラントの構築が出来ると確信できたことは大きな収穫であった。今後は最初1,000 kW程度の推進機の船などに適用してシステムの本格的実現をめざしたい。

なお機器の具体化の設計および試作機の製作、試験は西芝電機に委託した。その多大なるご協力に対し紙上を借りて感謝し、お礼申し上げます。

船 体 構 造 設 計

近畿大学工学部教授・工学博士
間野正己著

B5判 / 本文240頁 / 定価12,000円(送料380円)

著者は30年におよぶ造船所の設計のベテランで、現在は大学の機械工学科の教授として講義をされている。

本著は船体構造を設計するに当たって、考慮すべき要件を総論・基礎論および応用論に分け、詳細に述べてある。総論では船殻設計の重要性・設計手順に始まり、船殻設計のフィロソフィー他、合理化・材料・重量・設計精度等、設計実務の考え方を述べている。

基礎論では強度理論と構造部材の設計法を梁・桁・柱・板・防撓板に分けて述べ、振り・撓みと溶接、振動等についても理論に基づく解説を行っている。

応用論では全体設計・縦強度・振り強度を論じた上で、具体的な船体構造部材につき詳細な設計法を示している。特に二重船殻・各部構造から重量推定まで懇切丁寧な設計指導書になっている。

内容は2年間にわたり「船の科学」誌に連載されたものと、旧「船舶」誌に連載されたものを集約し、更に新たな構想で加筆されたものである。

船舶構造の設計法として理論に裏打ちされた経験の結晶を集大成した不朽の名著として推薦するものである。

発行所 株式会社 船舶技術協会 電話・Fax (03) 3552-8798
〒104 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル 振替 東京3-70438

●抄 訳

E 3 タンカープロジェクト

— 欧州主要5社による新VLCC —

1. E 3 とは

欧州における次の主要造船5社が共同して、新しいタンカーの構想を打ち出した。

- Astellos Espanoles S.A. (マドリッド)
 - Bremer Vulkan Verbund AG (ブレーメン)
 - Chantiers de l'Atlantique (パリ)
 - Fincantieri (トリエステ)
 - Howaldtswerke-Deutsche Werft AG (キール)
- このE 3というのは次の略語から合成したものである。

- (1) 環境にやさしい (Ecological)
- (2) 経済的な (Economical)
- (3) 欧州の (European)

2. 計画の概要

市場分析の結果からタンカーの大きさは200万バレル(318,000 m³)に上部5%の余裕を持ったものとした。また世界中の輸送が出来るようにIMOの最近の要求

を入れ、1990年の米国油濁防止法と同様完全二重船殻を採用している。

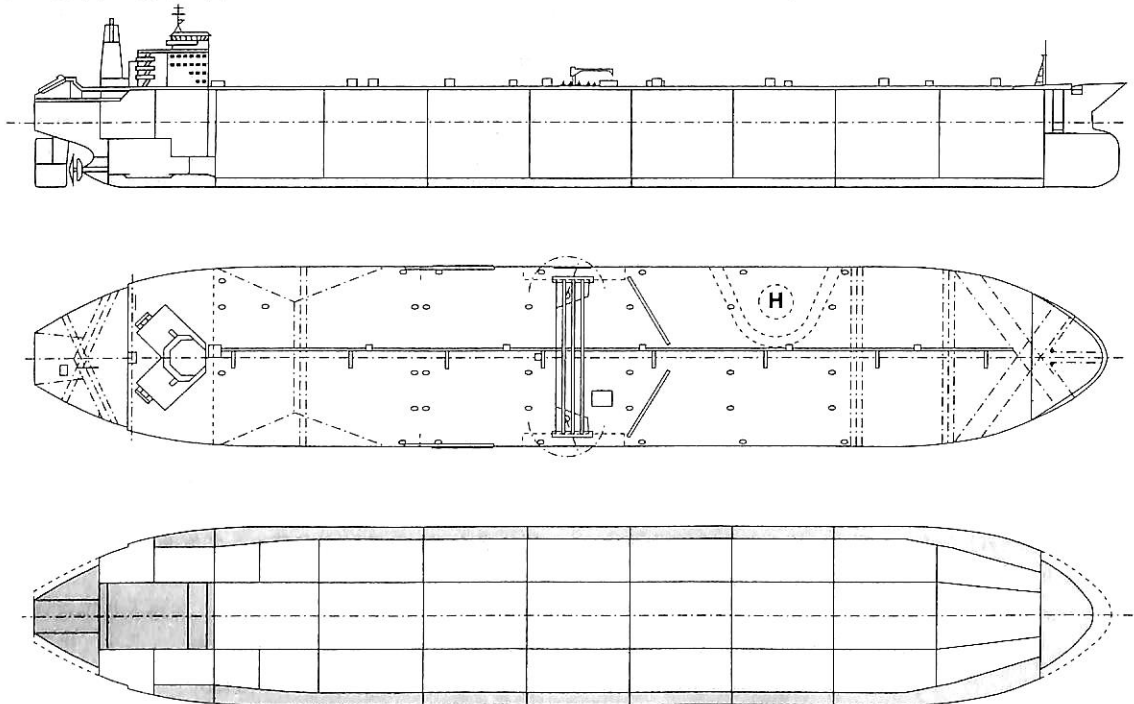
二重船殻すなわち二重船側および二重底の幅は、船が衝突または座礁した場合、貨物油タンクの破口の危険性を最少にするために、IMOの要求以上にかなり増大してある。貨物タンク配置は、環境問題に基本的に重要な影響があるので、重大な事故に際して油の外部流出を防ぐか、少なくとも最少限に止めるために非常に多くの異なるタンク配置について解析が行われた。

解析は実験的研究と共にコンピュータによる最適化を実施して行われた。

結果的に24個の貨物タンクに2個のスロップタンクを持つ配置になっている。

この配置の利点としては、

- (1) 損傷した場合、油の流出が無いか極めて少ない。



▲ 第1図 基本型の配置図

(2) 区分搭載に対して非常に柔軟性がある。

(3) タンク内の部分搭載に制限がない。

である。更にタンク長さは約32mと比較的短いため、部分隔壁は不要である。

船の経済性の基本は船体線図の質である。そこで広範囲にわたり、洗練された模型水槽試験と共に船体線図の開発と最適化が実施された。

内容は新規開発のプログラムと模型試験を行い、電算機による事前最適化を実施したものである。

更にフィンとベーンホイールを持つ伴流均衡ダクトにより機関出力がかなり減少し燃料を節約することが出来る。設計は更に快適な居住設備を持った新しいスタイルの機能的甲板室によって特徴づけられている。

甲板室の後部には自由落下式救命艇システムが配置されている。(第1図参照)

3. E 3 の特徴

(1) 環境の面から

ア) 衝突 / 座礁時の偶発的油流出の低減

- a) 油流出を90%減少させる。
- b) 最適二重底高さはIMO要求の50%増しとする。
- c) 油流出を最大限に減少させるため、二重船側の幅の増大はIMO要求の100%増しとする。
- d) 最適化した縦横隔壁の数と位置にしてある。
- e) 高水準の対衝突船級ノートを達成すべく、二重船側タンク内に水平縦通材を持った船側補強を行う。
- f) 船側からコファダムにより分離し、防護した燃料タンクとする。

イ) ガス放出・調理残と汚物排出の最少化

このために使用する機器として次のようなものがある。

- a) 軽油(低硫黄)を港内で使用するためのボイラ
- b) フロンを使用せぬ冷凍プラント
- c) ハロンを使わぬ消火システム(CO₂で代替)
- d) 進歩した調理残処理機器
- e) 進歩した汚物処理機器

(2) 経済性の面から

ア) エネルギー消費の低減

- a) 推進動力が最少で最適伴流に対する進歩した船体線図
- b) 出力減少のための伴流均等化ダクトとフィン
- c) 機関出力を更に減少させるためのベーンホイール(Grim)推進器

イ) 寿命の増加

- a) 高張力鋼の減量(30%以下)
- b) 疲労計算

c) ハイビルト塗装によるバラスタククの保護

d) 陰極防食を持ったバラスタククの追加保護

e) 貨物タンク用の天井裏の塗装

ウ) 貨物タンクの検査と保守

- a) 構造物のない表面を多くする。
- b) 原油洗浄中に陰になる部分を最少にするようなタンク洗浄配置にする。
- c) 傾斜梯子を通して甲板から容易に近接できるようにする。

(3) 安全面から

ア) 座礁と衝突の防止

- a) SIMPAC式安全舵を使用し、各部分を独立の操舵機を以て水平分離させる。
- b) 単独監視用に全周視界と完全総合化した航海機器を備えた操舵室
- イ) バラスタクク内の爆発防止
- a) バラスタクク内のガス検知と共に大気のサンプリングを実施

b) バラスタクク内の清浄空気パーージ

c) 非常用イナートガス接続口をバラスタクク内に備える。

ウ) バラスタククの検査と保守

- a) 容易に通行出来るようにする広い(4m)ウィングバラスタクク
- b) ウィングバラスタクク内の数個の水平ストリンガーと容易に近接出来るようストリンガーの間に歩路を追加する。
- c) 天井の検査を容易にするために二重底高さを3mに制限
- d) IMOの推せん以上に、二重船殻内に構造上の開口を設ける。
- e) 二重底内のすべての構造的囲みには方向/出口のマークをつける。

4. 代替案(二重底搭載E 3タンカー)

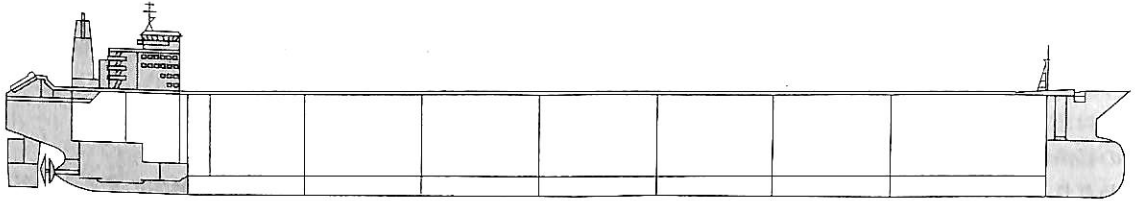
積載二重底(LDB)はE 3 V L C Cの代替案の1つである。

主要寸法、正面線図、機関室、居住区、艀装等は基本型と全く同じである。(別表および第2図参照)

本質的に異なるのは貨物油タンクとバラスタククの配置である。この型ではバラスタククにのみ使用する6mの幅の二重船殻を持ち、貨物油として使用する14の中央タンクと14の二重底タンクを持っている。

(1) 技術的特徴

座礁した場合の偶発的油流出の減少は水力学的平衡原



▲第2図 代替案の側面図

理によって得られる。

船底が亀裂した場合、海水圧力は二重底内にある油の圧力よりも高いので、油は理論的には漏出することはない内底板はかなり低い（ベースライン上6m）ので、船が最大喫水でなく、また波と潮流の影響で非常に喫水が減少しているとしてもこのシステムは稼動する。

非常に大きなエネルギーで座礁した場合、もし内底板が破損すれば、非常用移送システムを使用して、基本型の場合のように破損していない油タンクへ破損した油タンクから原油をポンプで送ることが出来る。

しかし、統計によると6m以上の貫通深さを生ずる可能性は極めて低く、従って船は大多数の座礁に対して環境的に安全だと考えることが出来る。

(第3図参照)

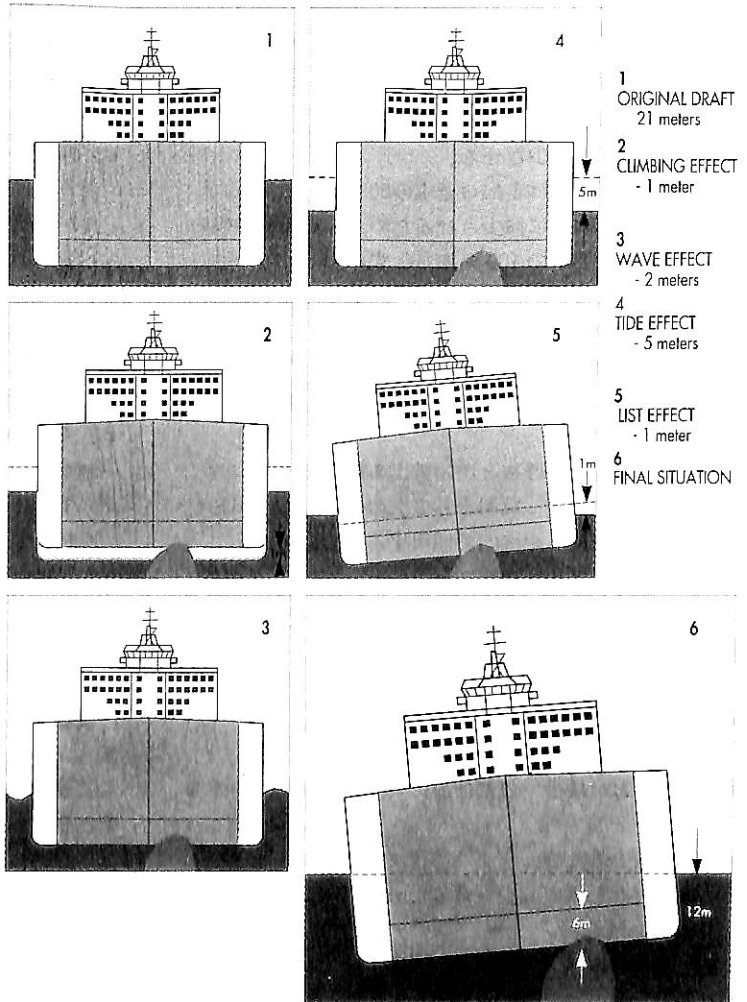
この配置は、数箇所研究所と官公庁によって各種の条件でテストと解析が行われ、油濁の危険に関しては二重船殻の設計と同等であるとIMOで見做されている。

この船は二重底が空である時は純粋な二重船殻として使用することができる。この場合は二重底は爆発を防ぐ最良の方法であるイナートガスを設備する。二重底の高さは二重船殻の幅と同様、この種の船に対するIMOの要求より200%余分になっている。

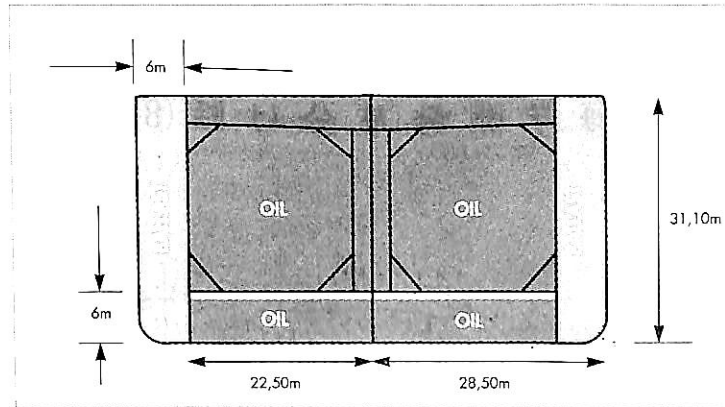
非常に広い幅(6m)を持った二重船殻は、数本の縦通材と連係させることで、IMOが推奨する以上の非常に高水準の防護となり、そこで衝突による汚濁の危険性を防いでいる。

Germanischer LloydのCollision notation 4はこのLDBの設計で容易に取得することが出来る。

1	当初喫水	: 21 m
2	上昇影響	: - 1 m
3	波浪影響	: - 2 m
4	潮汐影響	: - 5 m
5	傾斜影響	: - 1 m
6	残存喫水	: 12 m



▲第3図 代替案の原理



▲ 代替案中央断面図

〔主要目表〕

要 目	基 本 型	代 替 案
全 長		333.20 m
垂線間長	318.00 m	318.00 m
幅	57.00 m	57.00 m
深 さ	31.10 m	31.10 m
喫水 (計画)	21.10 m	21.21 m
〃 (最大)	22.00 m	21.70 m
DW (計画喫水)	280,000 m t	280,000 m t
〃 (最大喫水)	295,100 m t	
貨物倉容積 (100%)	341,500 m ³	336,400 m ³ (含二重底等)
バラスト容積	106,100 m ³	106,700 m ³
二重底容積		64,000 m ³
燃料タンク容積		7,000 m ³
航海速力	15.4 kn	15.5 kn
主機出力 (MCR)	23,000 kW	22,480 kW
航続距離	24,000 浬	
貨物油ポンプ	5,000 m ³ /h × 3 (ディーゼル × 1, 蒸気 × 1)	

5. 両案の主要項目

両案の主要項目は上表の通りである。
数値はすべて計画値で約のついたものである。

6. むすび

E3タンカープロジェクトは非常に柔軟性に富み、代替案を採用することも可能である。

前記の代替案は水力学的平衡原理に基づいたものであり、この二重底が空の状態の場合は二重船殻タンカーと

して利用することが出来る。

また次のようなオプションを装備することも可能である。

- (1) 水面上障害物探知ソナー
- (2) 各タンクに油圧式サブマージド貨物ポンプ
- (3) 非常用として主推進軸またはスラストに歯車伝導出来る帰港推進装置
- (4) 帰港推進用の軽油連続使用装置
- (5) 貨物タンク内部検査用のハッチ取付け式テレスコープ装置

海洋開発草分け話(8)

武藤 郁夫*

1. 赤潮回収装置

1970年代の始めから、栽培漁業の一環としてハマチの養殖が全国的に盛んになっていた。ところがそのハマチが一夜にして死んでしまい、哀れな死骸の写真と損害何百万円等というニュースが新聞紙上を賑わしていた。その元凶は赤潮だった。急速に進んだ沿岸の工業地帯化や人工集中化による生活排水流入増大等が原因で海水の富栄養化が進み、赤潮発生件数、発生期間の長期化が顕著になり、漁業被害が増大して来たが、赤潮発生の原因は未だに判然としない点がある。1972年度の瀬戸内海における赤潮による被害額は70～80億円ともいわれた。

赤潮は数種類のプランクトンが異常発生増殖して現われるもので、その1種である海産ミドリムシの場合は、僅か500個/ccに増えるとハマチを殺してしまうといわれている。このミドリムシは約100ミクロンであるが、通常の赤潮プランクトンは20～30ミクロンで、100万個/ccである。

栽培漁業に対する被害が顕著になるにつれて、所轄官庁の水産庁がこの赤潮対策に乗り出したのが1972年7月だった。MODECも赤潮対策として、赤潮の主体であるプランクトンを加圧浮上分離法によって回収する装置を提案して、その案が採用された。11月には同法で赤潮プランクトンをうまく分離出来ることを実験で確認した。先ず凝集剤を投入して攪拌し、プランクトンがある程度の塊にする。次いで加圧水を入れるとプランクトンは浮上する。これは浮遊選鉱法と同様な原理で、加圧した水の中に気体(空気)を封入して置き、圧力を常圧にすると、丁度サイダーの栓を抜くと同時に封入されていた炭酸ガスが急に泡になって浮上すると同様に、空気の微細な泡が浮上する。その泡がプランクトンの周りに付着し、空気泡の浮力で水面上に浮上する。水面上に浮上したプランクトンは容易に回収出来る。

翌1973年には、水産庁の予算による事業として、水産資源保護協会が主査となり、水産試験所等の専門家が委員となって赤潮委員会が結成された。秋には、山口水産種苗センターで数種のプランクトンの加圧浮上の基礎実験、更に加圧浮上分離、遠心分離、濾過の3種の装置の性能比較を行った。また11月には、玉野臨海研究所で加圧浮上槽に斜板を入れて浮上槽をコンパクトにする実験、凝集剤の量を少なくするための電解凝集法の実験、および海面上の赤潮の吸込実験を行った。電解凝集法は海水中の溶存物質を析出させ、(主なものは $Mg(OH)_2$)これが凝集剤の役目を果たすもので、この基礎実験は1974年まで続けられた。

これらの実験によって実用化の見通しがついたので、翌1974年には20 μ l/時の赤潮処理装置を製作し、台船上に搭載して瀬戸内海で海上実験を行った。回収装置のフローシートを(図-89)に示す。浮上槽の上に浮上したプランクトンのスカムを回転するゴムの板で連続的に掻き寄せて、残りの水は海に放流する。回収したプランクトンの残骸処理に窮して、鶏や家畜の餌料にでもならないかと考えたがプランクトンの中に毒性の強いものも混じっているので断念し、大量に回収した際のスカム処理も大きな問題であると考えた。何れにせよ、この実験は一応の成功を収めた。海上実験の状況を(図-90～95)に示す。

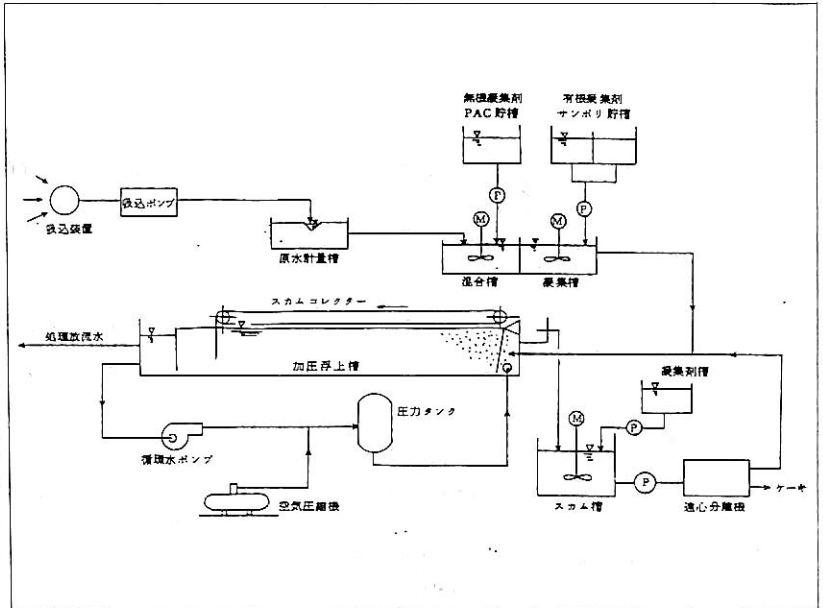
その後三菱重工等他社でも進んだ回収システムが開発されたが、未だに赤潮回収の実機が実現したと聞いていない。赤潮回収装置を実際に瀬戸内海で実用化するとなると、実現は非常に困難で、これはスケール効果の一種ともいえる問題である。ピーカー実験や小型回収装置の実験は成功しても、実際の広大な海面に適用しようとすると、非常に大きな金額が要するということである。瀬戸内海だけ考えても、赤潮回収は発生後直ちに回収作業を行わねばならないので、広大な瀬戸内海の数個所に回収装置を配備しなければならない。また発生面積は少なく

* 株式会社モバックス 取締役
元・三井海洋開発株式会社 専務取締役

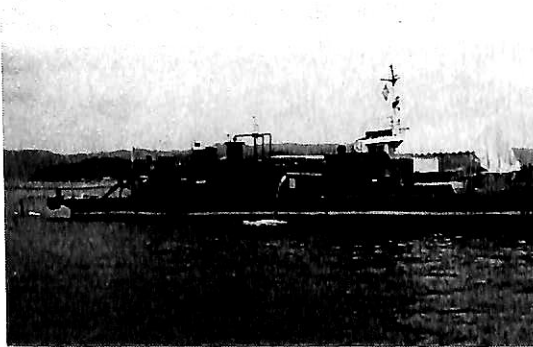
とも数平方km以上の広さにわたるし、赤潮のプランクトンは海面上だけではなく、海面下数mまで分布している。後に述べる予定の海面上に浮遊する流出油の回収とは基本的に異なる要素を持っている。即ち回収機器を搭載したバージが流出油の回収のように早く動き廻ることは出来ないからである。従って1個所に相当数の配備が必要となる。また何時発生するか分からない赤潮に対して、相当数の回収装置とそれを有効に稼働させる訓練を受けた作業員をそれぞれの回収装置に付けて常時待機させておく必要がある。仮に10基の回収システムを製作し、それぞれに必要な人員（1隻当たり5人位）を配置したとしても、制作費、人件費、作業費、処理費、維持費等を積算すると膨大な金額となるのが容易に分かる。

この赤潮回収装置の開発の話が水産庁からあった当初から、私はたと

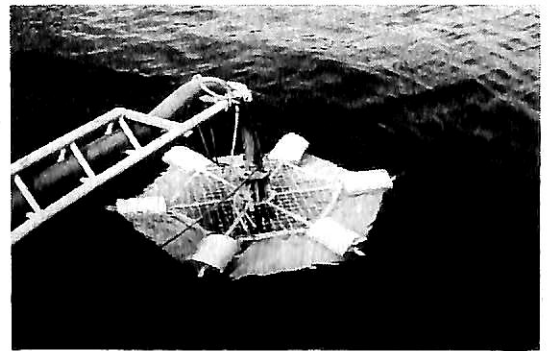
えうまい回収装置が開発されたとしても、実用化には膨大な予算措置が必要となり、実現するのは難しいのでは



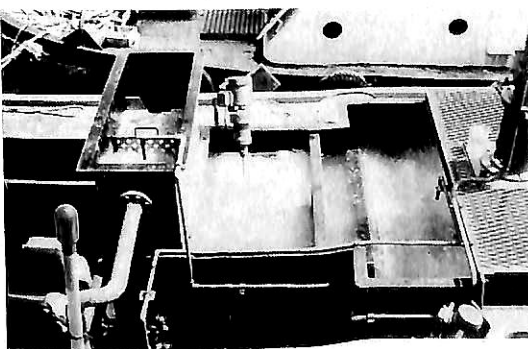
▲ 図-89 赤潮回収装置フローシート



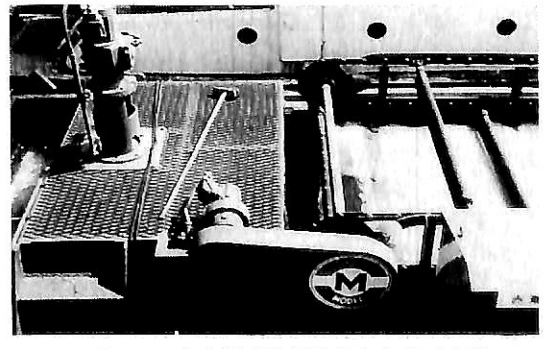
▲ 図-90 実験バージ全景



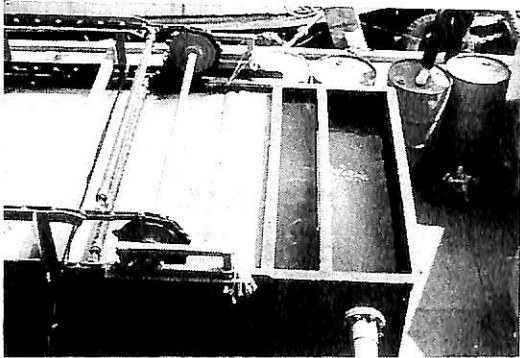
▲ 図-91 赤潮吸込装置



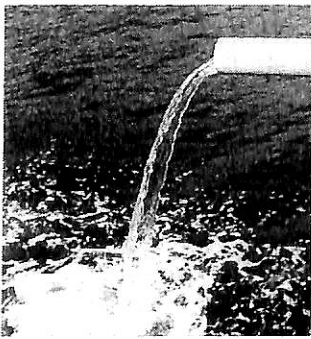
▲ 図-92 攪拌槽



▲ 図-93 凝集槽(緩速攪拌)と加圧浮上槽



▲ 図-94 加圧浮上槽
(表面の白く見えるのがブランクトン)



▲ 図-95 処理後の水を放流

ないかと申し上げた。しかし赤潮の被害を被っている漁業者に対して、開発をしないと面子が立たないからやるということで開発を始めた記憶がある。

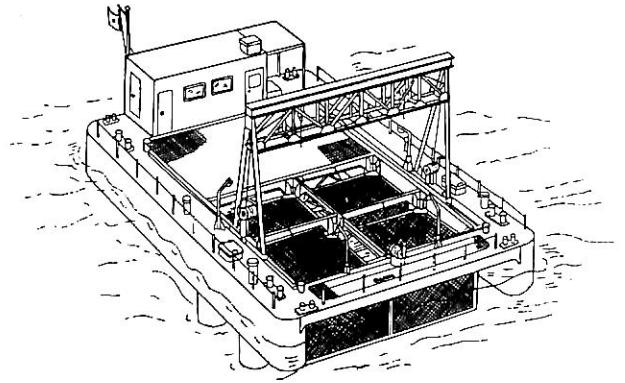
2. マダイ親魚育成バージ

1972年頃から、国内漁業は「とる漁業」から「つくり育てる漁業」へと転換しつつあった。瀬戸内海栽培漁業センターは、量産の遅れているマダイの稚魚を人工的に保護、育成、管理をして、それらの稚魚を大量に放流し、その後は自然の海の中での成長を図るという計画を立てた。マダイの人工種苗生産技術の問題点の一つは、マダイの親魚は冬季の水温が15℃を下回らない温暖海域でないと、産卵期の不安定や正常卵の産出率が低下することである。そこで適地として選ばれたのが、冬季も温暖な高知県・大月町古満自湾だった。

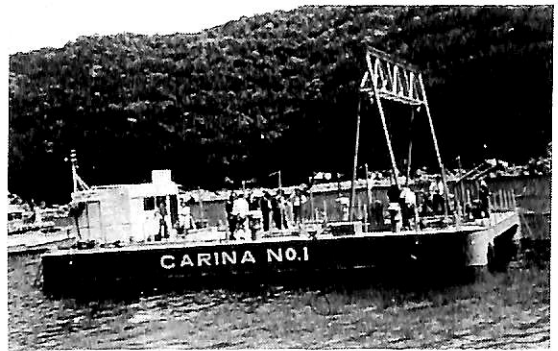
海中に置きたいけす網の中でマダイの親魚を育成する訳であるが、いけすの中の成魚を水面上から見ても産卵期にある魚かどうか見分けが付き難いので、何とか魚を横から見られるようにして欲しいという特別の要望が出された。こうなると造船屋の出番で、五十嵐君等が中心となって考え出した案が(図-96)に示すものである。

バージを双胴とし、双胴の間に育成用のいけす網を設置し、双胴船体の下部に覗き窓を付けた円筒状の海中観測室4個を取り付け、その中から容易に網の中の魚を横から観察することが出来るという案である。正にコロンブスの卵のような案であり、水産漁業者と造船技術者間の技術移転の典型とも言えよう。

バージの主要寸法は、全長15m、全幅10m、深さ2mで、双胴の間に設置するいけす網は約3m×3m×3mが4面である。このバージは、四国の造船所で建造され、現地に運ばれ、1973年5月30日“CARINA No 1”と命名され稼働に入った。(図-97、98) 観測室からは網の中の



▲ 図-96 マダイ親魚育成バージ



▲ 図-97 マダイ親魚育成バージ“CARINA No. 1”



▲ 図-98 観測室から見たマダイ

マダイが良く見え、専門家が産卵期にあるかどうかを見極めて、取り上げて人工受精を行い、マダイの稚魚が効率良く大量に生産されることになった。

3. ワムシの連続培養装置

(1) 開発の経緯

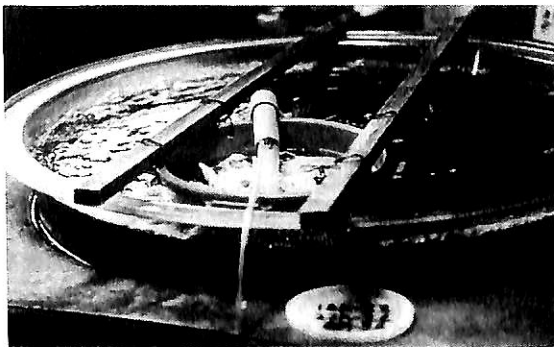
(社)瀬戸内海栽培漁業協会の上浦事業場(大分県上浦町)では20万尾のマダイの稚魚を育成するため、その飼料として、ワムシの培養を行っていた。ワムシは大きさ0.1~0.4mmの動物性プランクトンで、培養対象のワムシはシオミズツボワムシという種類である。上浦事業場からワムシの培養装置の改良を図りたいという要望を聞き、私は1973年6月、早速現状視察に上浦を訪ねた。

(2) ワムシ培養の現状

上浦事業場では、500ℓの培養タンク10基を使って2日に1回の割合でワムシの培養・収穫を行っている。

その主な作業は下記の通りである。

- ① クロレラと海水を培養タンクに入れ、蒸気を吹き込んで約30℃まで加熱する。
- ② 種ワムシを培養タンクに入れる。
- ③ 培養タンク内にエアレーションを行う。
- ④ パン酵母等の餌を給餌ポンプで培養タンク中に投入する。



▲ 図-99 貝殻を使って培養槽から糞の除去



▲ 図-100 培養槽の掃除

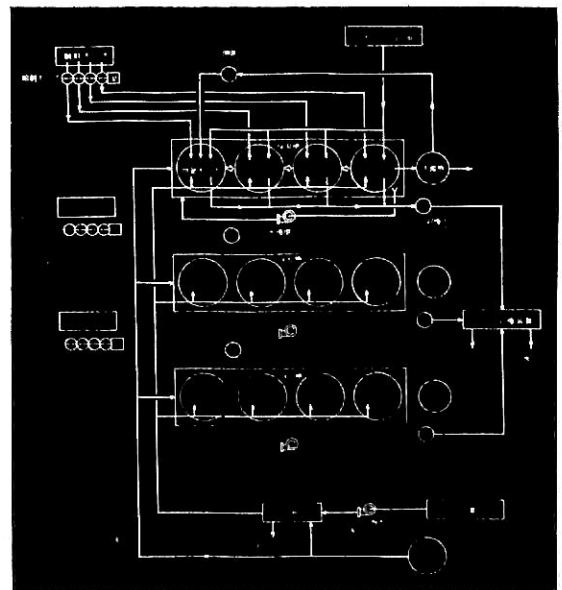
- ⑤ 培養タンク5個を保温タンク中に入れ、保温タンク内の水温を適温に保持して、間接的に培養タンクの保温を行う。
- ⑥ ワムシの糞除去のため、カキ殻を培養タンク中に入れ、これに糞を引っかけて捕集する。(図-99)
- ⑦ 種ワムシ投入後2日目に、ワムシをフィルターネットに集め収穫する。
- ⑧ 培養タンク壁面の付着物の除去・掃除を行う。(図-100)

これらの作業を繰り返し行っている訳で、この単純反復作業は職員の苦痛の種であり、人手不足から更にワムシの増産を図ることは困難な状況だった。水産大学を卒業した若い技師が休む暇もない肉体労働で、勉強する時間もないとこぼすのを聞き、この原始的な作業は是非とも改善しようと決心した。

(3) ワムシ連続培養装置の概要

ワムシ培養の省力化を図ると共に、大量培養が可能なような、連続培養装置を考えた。(図-101)にそのフローシートを示す。ワムシ培養タンクは4基を1ブロックとし、これに給餌装置、沈殿槽、保温タンク、温水循環系を付け、合計3ブロック設ける。クロレラ海水の加熱装置、ワムシ収穫装置およびボイラーはそれぞれ1組設置し、これらは3ブロック共通に使用する。培養液は4基のタンクおよび沈殿槽を循環して流れ、各培養タンク内が均一の好気性状態に保持されるようにした。

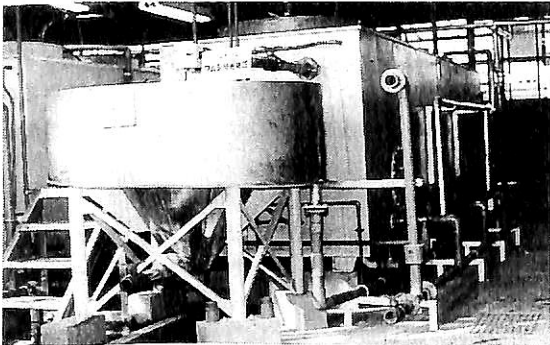
完成して取り付けられた連続培養装置を(図-102)に



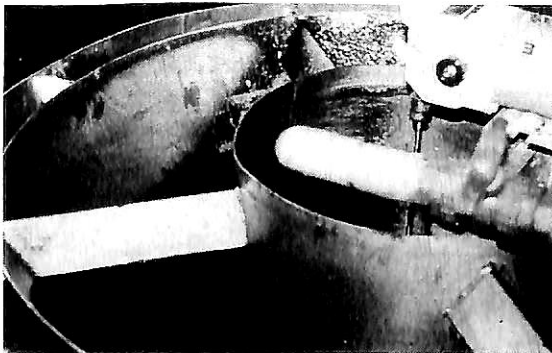
▲ 図-101 ワムシ連続培養装置のフローシート

示す。この装置で従来システムより改善した点は下記の通りである。

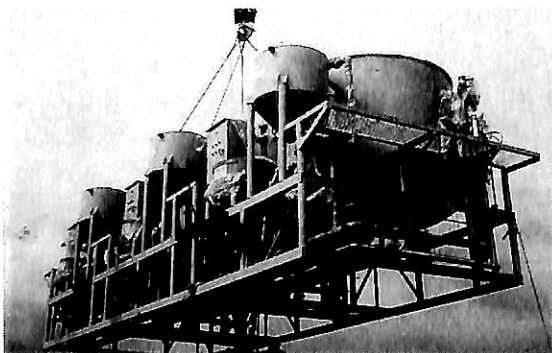
- ① 作業の省力化を図ると共に、従来の重労働を軽作業に置き換えた。
- ② 水温の調節は自動制御方式とした。
- ③ ワムシ培養量を倍増した。
- ④ カキ殻フィルターの代わりに沈殿槽によるSS除去方式を開発した。(図-103)
- ⑤ 個々の培養タンクによる個別培養に代えて循環方式



▲ 図-102 完成した新ワムシ連続培養装置



▲ 図-103 沈殿槽によるSS除去方式



▲ 図-104 伯方島に納入したワムシ培養プラント

を開発した。

これらの改良の結果、上浦事業場は近代的な水産資源培養工場に一変したのである。この開発要素を含むプラント計画は、当時玉野造船所から来た古川君や入社したばかりの細田君等が奮闘してくれたのを記憶する。

1976年には瀬戸内海栽培漁業協会伯方島事業場向けに、上浦の実績を基に種々の改善策を施したワムシ培養プラントを納入した。このプラントではワムシの生産量は、4～8億匹/日となった。(図-104)

しかし、循環式という新しいアイデアを採用したにせよ、基本的には従来のワムシ培養作業を機械化したにとどまり、依然として稚魚への給餌という手作業が残っていたので、後年1982年から1985年にかけて、ワムシ濃縮装置およびワムシ給餌装置の開発も行って、愛知県栽培漁業センター等へ納入した。

4. マダイ稚魚育成用ナーサリーバージ

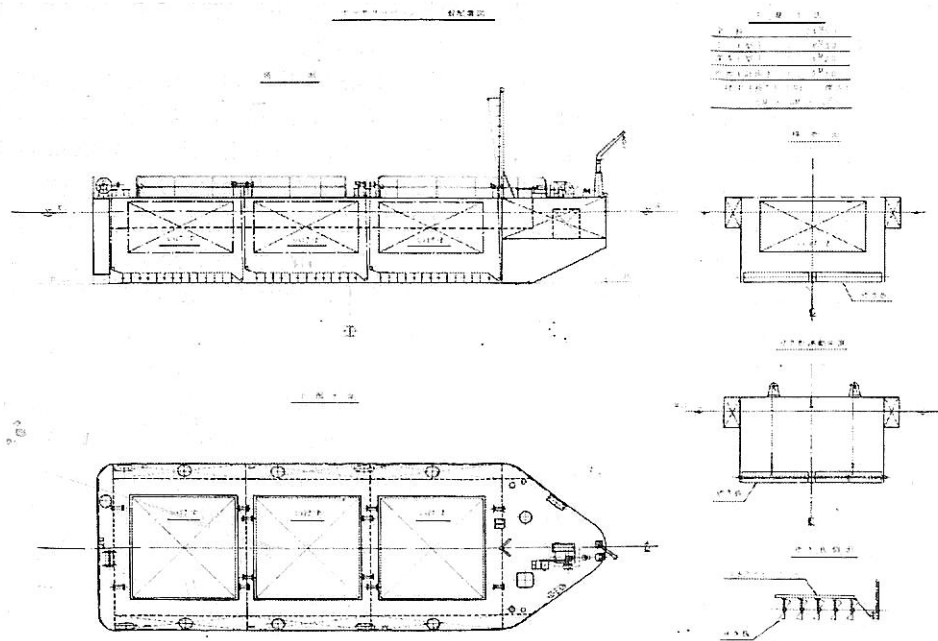
前述のように、古満目のマダイ親魚育成バージ、続いて上浦事業場でのワムシ連続培養プラントの開発を行い、親魚から稚魚を育て、稚魚に与えるワムシを連続培養するプラントを開発をした訳であるが、引き続き瀬戸内海栽培漁業協会伯方島事業場向けに稚魚育成用ナーサリーバージを納入した。

上浦事業場で行っていたように稚魚にワムシを給餌して育てるのは体長6～8mm位になるまでで、あとは自然の海中のプランクトンを食べて成長するように、海中に設置した大型いけすの中で育成する。しかし稚魚は未だ小さく体力がないので強い潮流には押し流されていけすのネットに触れ、それが原因で死んでしまうこともある。そこで、潮流の中で自然のプランクトンは自由に入り、かつ潮流の強さを調節できる係留式のいけすバージを考案し、ナーサリーバージと名付けた。

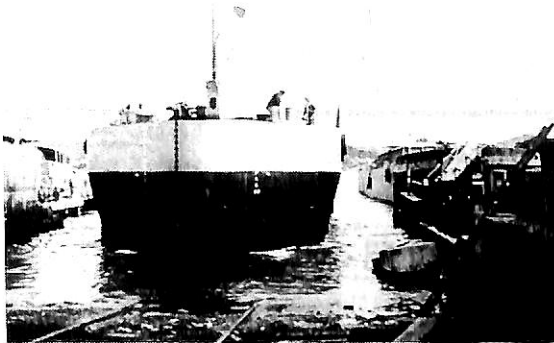
バージの大きさは、24.5m×8.3m×深さ4.2m、喫水約3.5m(調節可能)で、稚魚を入れるいけす(5m×5m×2.5m)を3個収める設計とした。建造は伯方島の直ぐ北の生口島の造船所で行い、1974年2月に竣工し「せと1号」と命名された。(図-105, 106)

いけすの部分は底板がなく外海と通じているが、ここにはベネシアンカーテンのようなフラップ板装置を取り付けた。このフラップ板は合計82枚あり、外海の潮流の強さに応じて開閉度を適当に調節すれば、いけす内の潮流の強さを適当に保持できる仕組みである。フラップの開閉は上甲板から手動ウインチによる遠隔操作で行う。(図-107)

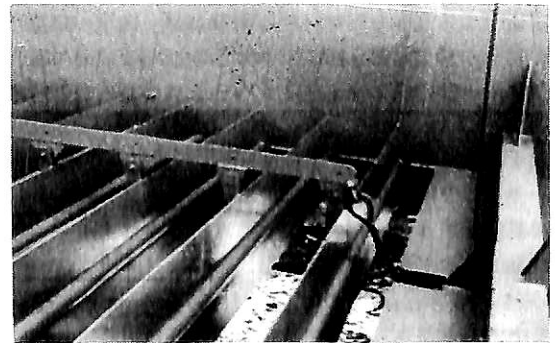
近年は瀬戸内海で自然の藻場が減少して、鯛の稚魚が



▲ 図-105 稚魚育成用ナーサリーバジー一般配置図

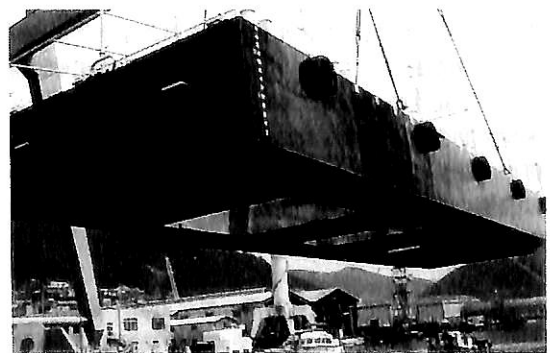


▲ 図-106 稚魚育成用ナーサリーバジー「せと1号」



▲ 図-107 ナーサリーバジーのフラップ装置

自然状態では成育するのが激減しているので、人工的に稚魚を育てて放流する事業が行われている訳で、このナーサリーバジー内で稚魚が数cmまで成長すると外海に放流して、あとは自然の海中で成魚になるのを待つのである。さて、新考案のナーサリーバジーは期待通りに機能して、稚魚は立派に成長した。初めてこのバジーで成長した稚魚を、淡路島の近くで水産庁長官列席の下で放流しようとした時、思いがけないハプニングが起こった。いけすの下を開いても稚魚は長い間のイケス内の生活に馴致してしまって、外海へ出ようとしないのであった。慌ててホースで放水したりして追い出すのに随分苦労したと聞いている。その後いけすから稚魚を追い出す装置



▲ 図-108 大型海面育苗施設「せと2号」

を考えるように言われいろいろな案を考えましたが、残念ながら実現した記憶がない。

その後1985年になって、新型のナーサリーバージ（正式には海面育苗施設と呼ぶ）「せと2号」を同じく伯方島事業所に納入した。主要寸法は長さ30m×幅8.4m×深さ2.7mで大型となった。双胴フロートの間にいけすを4個設置し、船首部に海水導入口を設け、そこから流入する流れを調節できるように可動調節板を設けた。底部は船底側部にゴム製スカートを設けて、側面からの潮流を和らげるようにした。また陸上電源を使って、ポンプで強制的ないけす内の海水交換を行うようにする等種々の

改善を行った。(図-108) このバージの開発は細田君が中心で行った。

今回は瀬戸内海での鯛の人工的稚魚生成から放流までの一連の技術開発を一海洋開発会社が行った例の話をした。私個人にとっても、水産屋さんのニーズに応じて造船の知識は勿論、自動化プラントに至るまでの開発は貴重な体験となった。異種業界間でのニーズ(needs, 要望)とシーズ(seeds, 潜在技術力)の上手い組み合わせが、意外に簡単にかつ有用なものを生み出す好例の一つと言えよう。(つづく)

《学生およびこれから勉強する人のために最適の入門書》

船舶・海洋工学のための
流体力学入門

横浜国立大学教授 池畑光尚 著

A5判・本文209頁・定価3,000円(送料310円)

流体力学の著書は数多くあるが、船舶・海洋工学のために書かれたものは見当たらない。

著者は造船所に籍をおいた経験があり、学生に「流体力学」の講義をするに当たり、特に船舶・海洋工学からみて何処に重点をおいて学ぶべきかを考えてこられた。

大学の学生向きに書かれているが、海運・造船・海洋関係の方で、これから流体力学を学ぼうと思う人にとっては最適の入門書であり、またこの方面の技術者にとっても格好の手引書として役立つことと思う。

技術史の深い知識に裏付けられた著者の語りかけは、難解といわれる流体力学をいかに理解し易くするかに苦心のあとが随所にみられる。

著者が学生時代に理解し難かった点に特に留意しながら述べられている。図版は200枚を超え、参考書も出来る限り引用し、単位の解説、無次元量・相似側などについても入門し易く構成されている。特に船舶・海洋工学に関係する好学の方々に推薦する次第である。

ご注文のご用命は下記宛に直接お願いします。

発行所 株式会社 船舶技術協会 電話・Fax (03) 3552 - 8798
〒104 東京都中央区新川1-23-17 マリンビル 振替 東京3-70438

● 随 筆

船 と 私

渡 辺 修 治*

伊豆の下田で生まれた私は、物心がついた頃には、海と船が身近なものになっていた。

実家が小さな海運会社に関係していたので、会社の機帆船が修繕を終えて、海上試運転に出る時には、父に頼んで連れて行って貰った。機械が好きだったので、よく機関室に入って、運転中のエンジンに見入って機関長の話聞き、大きくなったら機関長になりたいと思った。

画を描くことも好きだった。風景画が主だったが、河岸の船や木造船所をよく描いた。

船の模型作りにも熱中した。スケールモデルではなく、自分の夢の船を図面に描き、桧板を積層して船体を削り出し、それに手製のスチームエンジンを積んで、裏の川で走らせた。

模型船に飽き足りなくなると、自分が乗る舟を作った。石油缶を縦につないだアウトリガー・カヌーや、木の骨組みに、古和紙を何枚もコルタルで張り上げたカタマラン等。これらの舟は軽くて、持ち運びも漕ぐのも楽で、スピードが出た。

中学生時代は、勉強は学校でするだけで、家ではほとんどしなかった。学校が終わってからは、舟作りが忙しかったからである。

下田に近い湊(みなと)と言う所に海軍病院があり、駆逐艦が時々傷病兵を運んできた。私は伝馬船を漕いで駆逐艦を回り、飽かず眺めた。その姿の美しいこと。当時の私の日記には、その感動を「性能の良いものは、美しい」と記している。この時、私は海軍に入って、軍艦を設計する人になろうと決心をした。

念願が叶って、東京帝大工学部、船舶工学科に入った

私は、海軍依託学生に選抜された。

卒業論文はいろいろな型の舵のシリーズ・タンクテスト、卒業設計は6万トンの戦艦だった。

太平洋戦争勃発直後に卒業し、海軍技術中尉に任官した私は、横須賀海軍工廠造船設計部と潜水艦部の兼務部員の辞令を貰った。造船設計部では大型潜水艦、潜水艦部では特攻潜水艇の〈回天〉〈海竜〉を担当した。

艦隊随伴型の日本の潜水艦は大型で、水上速力が出るが、水中の諸性能が悪いので「どんがめ」と呼ばれていた。ハワイ・マレー沖海戦では奇襲が成功して大戦果をあげた日本の潜水艦は、その後、アメリカの新兵器、レーダーやソーナーに捕捉されて攻撃を受け、終戦までには、100隻近くが沈められてしまった。

終戦一年前、私は昭南(シンガポール)の101海軍工作部に転動し、日本とドイツの潜水艦の整備を担当した。敗戦後は、海の見えないマレー半島の山中で一年間、抑留自活生活を送った。当時、せめてもの慰みは、帰還、復員してから作るヨットを構想し、このヨットで下田の海をセーリングしている想像画を墨筆で描くことだった。マレー山中の生活一年後、南方の日本人帰還船を整備するためにシンガポールに帰った。島の周りの海的美しかったこと。

内地帰還後は造船業に戻り、漁船、高速艇、大小タンカー、石油掘削船等、注文次第さまざまな船を設計、建造した。私は「設計者は自分の創った船に乗ってみて、体験を次の船の設計にフィードバックしなければならない」と考えて居たので、私自身、設計、建造した船で、オホーツク、ビルマ、タイ、フィリピン、オーストラリア、北海等の海を体験することが出来た。

74歳の今日、幸せな造船屋であったと思っている。

(1994.5.<CSE>巻頭言より)

* 元・日本外洋帆走協会 技術委員長

元・ORC (Offshore Racing Council) 極東代表

● 随筆

価 格 破 壊

尾 花 皓

兵器という消耗品を作らない日本の戦後五十年は幸せだった。兵器を売る死の商人は、如何なる大義を立てて売るのでろうか。アメリカで予備役になった飛行機が広い広い広場にびっしりと並べられた光景は凄絶な気を持っている。

あの魔物のような整然としたB29の大編隊が、我が頭の上を跳梁して通り過ぎて行く。大火災を起している地上の火炎に映えて、夜空に四発の機影の腹が見える。我等の地上の狂乱動転に対して、彼等は静かである。エンジンの整音が聞こえて来る。昼はグラマンにやられた。突如火線を放って突き刺ささって来る。気がついた時は、既に消え去って行く機影の後姿だった。日本軍も勝ち戦のときは同じ趣だったかも知れない。二度と立ち上がれないボロボロの姿になって終戦になった。

今日があるのが不思議なくらいである。一つは二度と戦争はすまいとして戦勝国家とは別な道を取ったことがよかったのである。それを許してくれた時代がよかったのである。

右方上がりの経済で進んで来た。何度か脱皮した。「それから」が問題である。民活が叫ばれ、バブルの中に突っ込んでしまって、バブルが弾けた。繭の時代か、さなぎの時代か、あの秋葉原はシャッターを下ろしたビルがあったと聞かすが、昨日行ってみると、ひとかわむけた澄んだ自由な商人の顔になっていた。良い品を安く売ってみせるという鑑識眼が出ていた。

「価格破壊」が起こっている。我等には実質において良いことである。物の質と量と価格、即ち三次元で決まるのである。猛暑で野菜が不作で値段が高騰して来た。ところがアメリカから、カナダから、あるいはフィリピンから、またオランダから野菜が、日本の物価を鎮静する値で、トランスポートされて、店頭の色を競うて並んでいる。

かつて日本の独壇場だった電気製品にしても、性能が満足され、故障が少なく寿命があり、リサイクリングされてゴミをなくす物ならば安いのを買うのである。

作る者も売る者も面白い時代になったと見るべきだろう。孔子は小人は利に喻(さと)り、君子は義に喻る。と言ったが、世間に「義」を落ち着かせようの時代が来たように思う。人に君子を好むか、小人を好むか、と問うたら、勿論、君子を好むと言うであろう。これは人間の本能の声である。それが平和である。

この辺で船の話にうつる。造船海運も良い時代に入ったと思う。トランスポートになくてはならぬ物だからである。トランスポートは血管である。その中を生命の血が流れている。

船は幾萬の要素、部品から成り立っている。創造物としてこんなに面白いものはない。140年前黒船に驚いて、国家の総力を挙げてコピーの船にとりくんだが、これからは創造の時である。ルールを作りつつ更に進まねばならない。それぞれの部品は己の真価を現わさねばならない。

アンカーについて言及して見る。現実には、実際は、「大男総身に智恵の回りかね」で、多くは全く無知である。生涯使用したことのないものならば、船から取ってしまえばよいものを、不平を言って搭載しておられる。

昔は役人が法律を作ったが、今は国会で法律が作られる。だから、今の役人の立場は行政能率を尽くすだけで、本来は「法律を守りなさい」「いやなら、法律を変えなさい」と言うだけである。

コロンブスの時代は、停泊は大変なことだったのである。アンカーの揚げ下ろしにはほとんどのセーラーが参加し、長時間かかっている。いったん船体が接触しようものなら水舟になり、船体放棄である。あたかも小人がガリバーを縛るようであった。あまりに重要だった故、ネービーでも、セーラーでも、記章に錨を頂いている。

わが国でも戦前は海軍も加わって華々しく議論されたようであるが、それが戦後、英国のホールズ型アンカーに類するJIS型錨が出来て久しい。走錨中復原性がなく、把駐性能が悪いことで酷評されながら、新技術が開発されても改めようとしなない。ただ国鉄が洞爺丸事故に

● 新刊紹介

航海当直のエンジョイブック

8 Lで安全航海

室原陽二 著

A 5判 / 156頁 / 定価 2,200円 / 円 360円

毎日約30件の海難事故が発生している現在、その防止には高度な知識を持つこともさることながら、肝要な事項を自ら技能として身につけることが先決であろう。

そこで本書は、どうすれば海難事故を防止できるか、航海当直に必須の事項について、執筆したものである。

運輸省航海訓練所運輸教官、海難審判庁審判官、理事官を歴任した著者は、「職場は楽しくなければならぬ、安全は仕事をエンジョイできる余裕から生まれる」という信念を持っているようで、書名はもちろん、大きめの活字とユニークなイラストからもうかがうことができる。副題の「8L」とは、その事項を、見張り、通航帯、法律など英語のLで始まる8つの言葉で表したものである。

Lookout(見張り)、Lane(通航帯、路線)、Law(法律)、Location(位置)、Log(丸太速力)、Lead(重り、測深深具)、Lee(風下、風の観測)、Liquid Compass Needle(液体コンパス)

内容は、各航法における注意点、心得を箇条書きで列記し、その注意点について解説を加えている。実務に即したものである。

(株)成山堂書店 Tel 03 (3357)5861 Fax 03 (3357)5867
〒160 東京都新宿区南元町4-51(成山堂ビル)

〔お知らせ〕

「貨客船百花繚乱」本月号は誌面都合により休載いたします。次号に御期待下さい。 編集部

〔訂正お詫び〕

1月号26頁船名(誤) ANNA OLDENORRFF
(正) ANNA OLDENDORFF

懲りてJIS型を母体としたJNR型を造ったが、それも天下を風びするようにならないのである。国鉄関係者以外は知らないのではなかろうか。シーマン社会の、如何なることも自身の力で克服して見せる自負心の強さ故かも知れない。孤独な船の上ではそれでなければ耐えられないのである。

船主は安い船を造るため万事標準にぶら下がり、鋳造メーカーは木型を造っても、そのコストを見てもらえぬため、また造船所も、そこまでは仕様書に目が届かず、検査も型式およびパテントにはあまいで、落下試験と分析と重量チェックくらいである。

従来は専ら日本製品であったから、今までのやり方程度で良かったものの、価格破壊は、バブルがはじけて、低労賃で出来る国から輸入されるものが搭載されるようになった。JIS型あり、AC-14型ありである。

関係者はここで、原点に立って考え直す時ではないかと思う。AC-14型は長年にわたって英国で開発され、種類も10指に余るものである。評判の良いJIS型も寸法は確かであろうか。アンカーは、重量と、材質および強度と、寸法形状であるが、とくにそのバランス、重心点が重要である。これを誰が確かめているのだろうか。

これからの時代は技術の時代である。パテントも確かめなければならないことは必定である。海賊版では性能は出ないのである。

ここに上げたアンカーの例は一事であるが万事に通ずることである。無数の部品材料からなる造船において、この際このことがすっきりされねばならないと思う。

コンピュータに打ち込まれて管理サービスされる時代である。顧客、あるいは、関係者から聞かれて即答出来ないようだったら、たちどころに脱落するのではなかろうか。公正な市場管理の整備と、その中に最新技術を盛ることが、これからの生きる道であると思う。

私だけが時代おくれで、既に管理が網羅されているなら安心するが、私にはそれが見えない。

(海洋空間利用開発管理技術立法理論研究会)

船舶電子航法ノート(210)

木村小一

(編集者との連絡の不十分によって本誌前号は休載になってしまったことをお詫びします。本号も前々号に続いてRSIMについて解説します。)

A・7・38・3 航空へのGPSの応用その他の問題 (つづき)

GPSのインテグリティの状態に対するアメリカの航空無線技術委員会(RTCA)のMOPS(最低運用性能標準)規格には、偽警報と検出確率が規定されているが、これには衛星の幾何学が許容されるものでなければならない。これらの規格はまた、最悪の場合として一つの衛星のみに擬似距離の測定値にバイアス誤差があるときのみ適用できると解釈されている。擬似距離のバイアス誤差が小さいときには、小さな位置誤差の原因となるが、それは検出する必要はない。その他の特例として、非常に大きいバイアス誤差がある場合には、致命的な位置誤差の原因となるが、それらは容易に検出できる。問題は中位の擬似距離のバイアス誤差の場合で、これは最も厄介である。これらの誤差は、それが許容できる範囲、それは警報限界と呼ばれるが、を超えた位置誤差になるほど十分に大きくなる場合がある半面、それらは容易に検出できるほど致命的なものでもない場合もある。そこで、このRTCAの規格に対する何等かのRAIMのアルゴリズムを検証する場合には、最悪の場合の衛星のバイアス誤差の状態と、それに関連して、測位に使用される衛星の幾何学との組み合わせを考えなければならない。そこでもしも、インテグリティの検出の要件に適合できなければ、そのときの幾何学がインテグリティの点検の目的に許容できないことを宣言しなければならない。ここではモンテカルロシミュレーションによって決定された、エンルート、ターミナルおよび非精密進入の各飛行段階に対する最悪の場合のバイアス値を与えた結果を示している。最悪の場合の擬似距離のバイアス状態に対する貧しい検出の幾何学を除くのに適切な条件もまた与えられている*。

GPSのインテグリティについての初期のシミュレ-

ーション研究では、この除去の条件として、保護された近似的放射状誤差(ARP)という方法が導入されている。その最初の調査としては、各空間と時間についてのできごととして200回だけの試行がなされている。これらの各試行に対しては、ランダムな数での新しい組合わせが作られている。各ランダムな数は、見えている衛星の各各一つが擬似距離誤差としてのシステム雑音と選択利用性(SA)の入力を、ゼロ平均で、 $\sigma = 33\text{m}$ にとってシミュレートしてある。この誤差の大きな効果はSAによるものである。空間と時間の点は、余裕をもった検出誤りの確率の範囲の近くに選ばれ、これは先に規定されたRTCAのMOPSに規定された利用者の位置に基づいている。しかしながら、200回の試行では、問題の予備的な調べにとってのみ適当であり、より多くの数の試行が、より良い統計を達成するであろうことが認められた。コンピュータシミュレーションの研究では、各空間と時間に対するできごとに対して50,000回の試行が計算されている。計算は最適21衛星の軌道配置と前述した三つの異なる飛行段階について計算が行われている。このシミュレーションでは、RTCAのMOPSで規定した24の位置と衛星の位置は、1990年7月1日0時0分0秒の時間に始まる24時間の中の48の時間点について行われた。ある場合には、RTCAの位置のみでは、興味のある範囲の適当なデータを達成しないので、北大西洋の利用者位置の空間と時間の点についてのデータの使用が必要であった。(前々号に述べた)ParkinsonとAxelradの最小二乗法の残差のパラメータ(m)が検出の検定統計値として選定されている。衛星に故障のないときに正規の動作をしている装置については、最大の許容警報レートは0.002/hとすることをRTCAのMOPSは規定している。各しきい値がセットされているので、この規格は満

* G. Y. Chin, J. H. Kraemer & R. G. Brown :
GPS RAIM : Screening Out Bad Geometries
Under Worst-Case Bias Conditions, Proc.
ION 48th Ann. Meeting (1992)

足できる。このしきい値の表は表1に示し、これは近い整数に丸められている。

選んだグループの余裕のある空間と時間の各点について、最大の誤りの確率を導入する最悪の場合の値を得るためにはこの擬似距離のバイアスは変化をさせている。

表1 (SSE/n-4)に等しい検定統計値の近似的しきい値、誤差σ = 33 m (n > 9 はほとんどないと仮定)

視野の中の衛星数 (n)	x ² の自由度	検出限界 (M)
5	1	132
6	2	102
7	3	90
8	4	82
9 (以上)	5	77

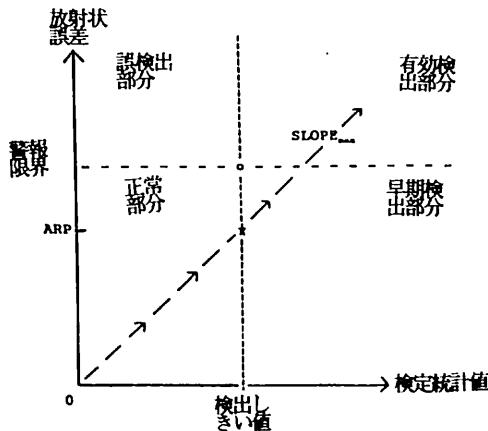


図1 雑音なしの場合の検定段階

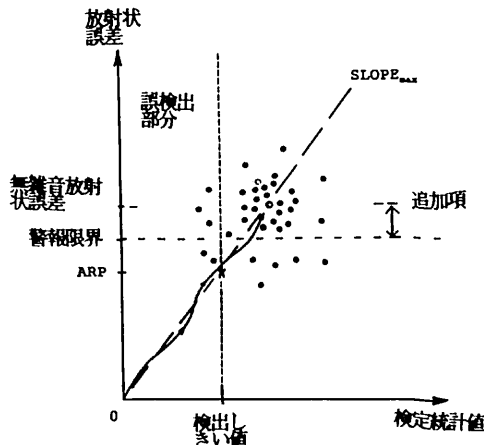


図2 警報限界の追加項と誤検出部分へ入るサンプル点の群の説明

そのバイアスの代りとして使用されるパラメータは“追加項”と呼ばれる量とされる。最悪の場合の距離のバイアスに相当する最悪の場合の追加項が決定され、その結果はAR Pの最大許容値の計算に使用される。

このシミュレーションの中で、軽微なソフトな故障が、一つの衛星に起きると仮定する。与えられた空間と時間でのできごとに対しては、見えている与えられた衛星上でゆっくりと擬似距離のバイアスが増加するとする。概念的には、最悪の場合の誤りの検出状態を導入するレベルに、それが達するまでこの擬似距離のバイアスが増加すると考える。そこで、このレベルにセットしたバイアスでモンテカルロシミュレーションのランがなされる。実際の衛星の寿命の場合は、このような状態はゆっくり起きることも、突然、起きる可能性もあることに注意する必要がある。

このような場合のパラメータは雑音なしのパラメータと呼ばれている。システム雑音とSAを無視するときは、この場合の検証の軌跡は図1に示すように、位置の決定の水平の放射状誤差を縦軸に、検定統計値を横軸にとった図の中にある傾斜をもった直線を書くように与えられる。この距離のバイアスはi番目の見えている衛星であると考え、それに対応するi番目の傾斜は航空機上の受信機によって計算できる。

最悪の確率に対して保護するために、この誤差のバイアスは問題となる見える衛星の上に置かれ、これは最大の傾斜(SLOPE_{max})に対応する。この傾斜線の軌跡は誤り検出に最も近い範囲を表している。この軌跡、SLOPE_{max}は検出しきい値の垂直の破線と交わっている。縦座標上のこの交点の投影は、その定義によって前述のようにARPと呼ばれている。SLOPE_{max}とARPの両方は予測可能で、航空機上の受信機で計算できる。

推論的モデルでは、ランダムな雑音入力を勘定に入れ、図1の中の検証の軌跡は図2のように時間的に誤差のある曲線を書く。このような誤差のある軌跡が垂直の検出しきい値の破線と交わったときは、インテグリティ警報のフラグがコックピットで生ずる。雑音なしの図のSLOPE_{max}の中心点のまわりに可能なサンプル点群を考えると、そのサンプル点の若干は誤りの検出範囲の中に入る場合も生ずる。この中心点は、雑音なしの誤差のバイアス状態に対応する。

ランダム雑音を除いた局地的な水平面の中の雑音なしの放射状誤差は次によって表されるスカラー量である：

$$R_h = b\sqrt{(A_{11})^2 + A_{21}^2}$$

ここで、 $A = (G^T G^{-1}) G^T$ で、Gは、方向余弦と各列の

要素は1の線形の接続マトリックス、 b は擬似距離の誤差のバイアスである。上式は、バイアス b が見えている衛星のどれか一つに対してある場合について作られたものであるが、ここでは、このバイアスが最大の傾斜(SLOPE_{max})に関係した問題となる衛星についての式として使用される。衛星の幾何学的な余裕をとることはRTCAのMOPSで規定されている0.001の誤りの確率を達成するのに必要な除去のレベルにおいて正しい。経験的な考察から、雑音なしのシミュレーションしたデータ群の中心点が水平の警報限界線に接近しているときには、誤りの検出を導入する項の最悪の場合を見出すことができる。これらの考察から、雑音なしの計算で、水平の雑音なしの放射状誤差は、警報限界プラス若干の追加項に等しくセットされる。追加項の値は正または負になる場合がある。

雑音なしの放射状誤差 = 警報限界 + 追加項 (m)

前の式をこの式に代入すると、次が得られる：

$$\text{追加項} = b\sqrt{(A_{1i}^2 + A_{2i}^2)} - \text{警報限界}$$

ここで、シミュレーションの中では、500回の試行の各々については、雑音なしの図のサンプル点がそれに対応する。時間の進行とともに誤差のバイアスがその値を増加する。サンプル点の雲の部分が増加する中へ、それから外へと動く。誤りの部分のサンプル点の数が最大である時に相当する最悪の場合のバイアス（または、最悪の場合の追加項）がある。与えられた飛行段階での警報限界は固定され、与えられた空間と時間の点に対する $\sqrt{(A_{1i}^2 + A_{2i}^2)}$ の値もまた固定される。

左の式から追加項のパラメータはほぼ、問題となる衛星のバイアス b に線形の関係で依存する。誤差のバイアスに代入するパラメータとして、追加項を使用すると都合が良く、まさに、最大の推定の誤りの検出確率を得るのにバイアス誤差を通して追加項の値が変化をする。雑音のない中心点としての雑音なしの放射状誤差のレベルにおけるSLOPE_{max}をもった破線上にある点を定義する。しかしながら、中心点は精密にはサンプル点の集まりの中心ではなく、集まりの分布はむしろ複雑である。

図2には、各空間と時間の点で計算した50,000点の一部がシンボリックに表示されている。y軸への雑音なしの図の中心点の投影は、雑音なしの放射状誤差を与えている。

そのARPが最悪の場合のバイアス誤差をもった最高値に近い幾何学に対する実際のコンピュータシミュレーションからの50,000回の試行の代表的なバラツキのプロットをしたものを図3に示してある。点の大部分は、最悪の場合の状態でさえも、しきい値の右の安全の領域の中にあることに注意のこと。下の十文字の図は、図3の四つの部分に含まれている各々のサンプル点の数を示している。

誤り = 53	有効検出 = 5,672
正常 = 465	早期検出 = 43,810

対象とした三つの飛行段階と対応する警報限界は次の通りである。

- (1) 非精密進入, 警報限界 = 555 m (0.3 海里)
- (2) ターミナル, 警報限界 = 1,852 m (1.0 海里)
- (3) エンルート, 警報限界 = 3,704 m (2.0 海里)

さらにこのあとのシミュレーションとその結果は次の通りである。まずその概要は：

- (a) 推定された誤りの確率に対する選ばれた除外の条件の最初のプロットは、追加項の暫定的な値を使用して得られ、比較されている。ARPの最高値の最初の推定は各各の場合に決定されている。そのあと、この仮の最高値を使用して、最適21衛星の軌道配置と三つの飛行段階の各々に対する最大の誤りの確率に対応する追加項のより良い推定値が得られる。
- (b) 追加項のより良い推定値を使用して、選ばれた範囲内のいろいろ

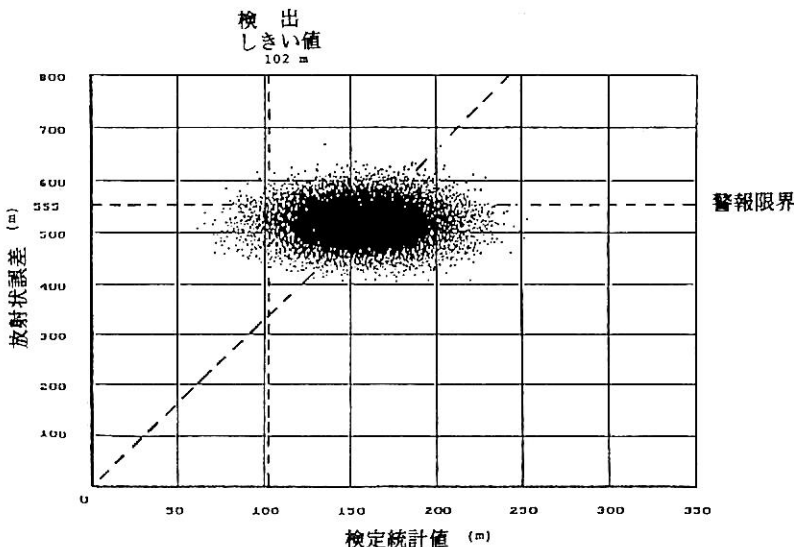


図3 コンピュータシミュレーションによる50,000回試行のばらつき例 (最適21衛星の配置, 警報限界 = 555 m, 視野に6衛星, 追加項 = -38m)

ろなARPの値でのサンプルの誤りの確率を得るための再計算が行われ、三つの飛行段階のARPの最高値が得られている。

最適21衛星の軌道配置を仮定して、非精密進入段階における警報段階にプラス10mの追加に等しくした放射状誤差の最悪の場合を暫定的に考えられている。

前述した通り、地球面の24の点がRTCAのMOPSの規定から選ばれ、衛星の配置としては24時間にわたってとった48の時間点で使用された。計算した空間と時間の記録(1152)は、次によって順次ランク付けをされた。

- 保護された近似的放射状誤差(ARP)の条件
 - HDOP_{max}の条件
 - σH_{max} として与えられた条件:
- ここで、 $\sigma H_{max} =$

$$\sqrt{(HDOP_{max}^2 - HDOP_{視野中全衛星}^2)}$$

この式でHDOP_{max}の計算では、見えている衛星空間問題となる故障衛星は除かれる。

まず、ARPの条件による空間と時間のランク順付けが検討された。誤りの検出確率は0.001より大きくないこととRTCAのMOPSは規定している。暫定的な誤りの検出確率は次式で定義される:

$$\text{暫定的な誤りの検出確率} = \frac{\text{誤り}}{\text{誤り} + \text{早期検出} + \text{有効検出}}$$

正規の検出数は試行の全数と比較して小さいことを結果は示している。50,000回の試行で、50より大きくない誤りが許容される。図4は、選んだ空間と時間の点の誤りの検出(誤り)の全数対ARPの値のプロットを表示している。視野の中のいくつかの与えられた衛星の数の空間と時間のできごとの別々のグループがあることをこのプロットは示している。見えている衛星の内の与えられた数の衛星に対して、対応するARPの最高値がある。視野の中の衛星の数に対する曲線と縦座標の上の50の誤りの点を通る水平線との交点の場所で、ARPの最高値は得ることができる。空間と時間のできごとがARPの最高値よりもより大きい一つのARPの値をもっているときは、誤りの検出確率は0.001の許容できる値を超えることが非常に好ましいことを見ることが出来る。これらは予備的なプロットであるから、ARPの最高値の数値的な詳細な値については関係をしていない。

次に、HDOP_{max}の条件による空間と時間のランク順付けが検討された。誤りの検出の全数対HDOP_{max}の値のプロットは図5に表示してある。この図は大きく分散していることを示している。6衛星が見える場合に焦点を与えると、HDOP_{max}の最高値を与えることは有効ではないことが見られる。ここで、その誤りの確率が

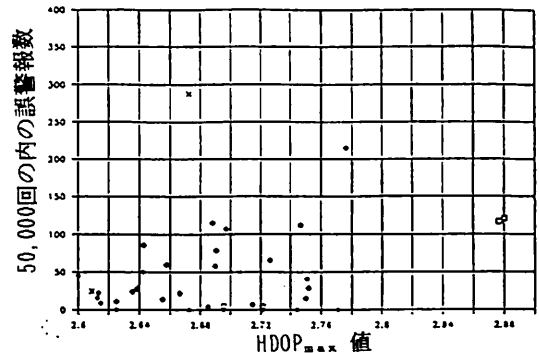


図4 誤警報数対ARPの関係(追加項=10m, 最適21衛星配置, 非精密進入段階, 警報限界=555m, 50回の誤警報はRTCAの許容誤警報確率0.001に相当する)

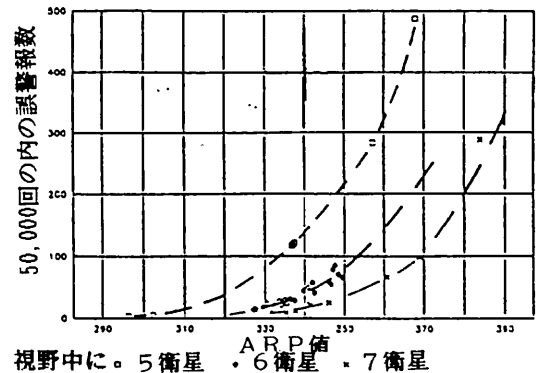


図5 誤警報数対HDOP_{max}の関係(追加項10m, 最適21衛星配置, 非精密進入段階, 警報限界=555m)

0.001を超える(前述の通り50,000回試行での50の誤り)の貧弱な幾何学を無視するような非常に低いHDOPの最高値を、例えば2.64に設定することができる。しかしながら、そのHDOP_{max}値が2.64より大きい、誤りの確率は0.001より小さいような、多数の完全に利用可能な幾何学でのGPSの利用をできなくすることになる。従って、HDOP_{max}は有効な条件でないという結論がもたれた。

三番目として、 σH_{max} の条件による空間と時間のランク順付けが検討された。 σH_{max} の条件はARPの条件と非常に密接な関係があり、次の関係がある:

$$ARP = \{ \text{しきい値} \times \sqrt{(n-4)} \} \sigma H_{max}$$

ここで、このしきい値はParkinson-Axelradの検定統計値 $\sqrt{[SSE/(n-4)]}$ の中の検出のしきい値である。このしきい値は視野の中の衛星数であるnの関数であり、これは表1に示してある。 $\{ \text{しきい値} \times \sqrt{(n-4)} \}$ の値

は二つの係数をもっており、両係数とも視野の中の衛星数 n に依存する。視野の中の同じ衛星数をもった空間と時間の点の組み合わせは、ARPの記録のランク付けは δH_{max} に対しては同じである。

便利さの関係と、簡単で、直接幾何学的に解釈できるので、主に δH_{max} よりもむしろARPの条件が選ばれる。このARPの値はすでに、その中の係数としてのしきい値を持っているので、結果的な数値は保護できる放射状誤差に直接関係をもっている。低雑音の状態（例えば、SAなし）では、ARPの値は、保護できる実際の放射状誤差にはるかに近接する。例えば、SAありのような比較的大きな雑音が存在する状態では、ARPの図は過度に楽天的であり、保護できるような真の放射状誤差を得るには、それは1より大きい係数倍しなければならない。それにも拘らず、放射状誤差に直接関係を持つパラメータで動作をすると好都合である。

追加項のより良い推定との誤りの確率の最高値を導入するのに必要な最悪の場合の擬似距離のバイアス値について次の計算が行われた。以前には、最適21衛星と非精密進入では警報限界にプラス10mをした放射状誤差に対応するバイアス誤差は、誤り検出の最大の確率をもたらすであろう結果となるだろうことを仮に仮定した。一般的なその式は次の通りになる。

$$\text{雑音なしの放射状誤差} = \text{警報限界} + \text{追加項 (m)}$$

ここで、最悪の場合の追加項とバイアス誤差のより良い推定値を得るために、仮に推定値を補強することとする。

第一に、最適21衛星の配置で、非精密進入を考えると。空間と時間に対する記録は、ARPの上昇によってランク付けされる。図4に示した最初に計算した結果から、6衛星が見えるときのARPの最高値の規格の代表的な空間と時間の点を選定する。そこで、バイアス誤差の値を変えることに相当する追加項の値を変更して、追加項の各々の値の誤りの確率を計算する。21衛星の配置と非精密進入の視野に6衛星のときに対してサンプルの誤りの確率のデータ点と追加項の関係を図6に表示してある。三次の多項式が、最小二乗法によるデータを整合するのに使用される。こうして、最悪の場合の追加項の値は-38.2mであると結論されている。

ターミナルの飛行段階とエンルートの飛行段階にも同じ計算をし、適切なデータがあるときの視野の中の衛星のいろいろな数の場合の結果が得られている。前に述べたように、ある場合には北大西洋上の位置からのデータ

図6 誤警報の確率対警報限界への追加項の関係
(最適21衛星配置、非精密進入段階、視野中に6衛星、ARP、RTCAの位置)

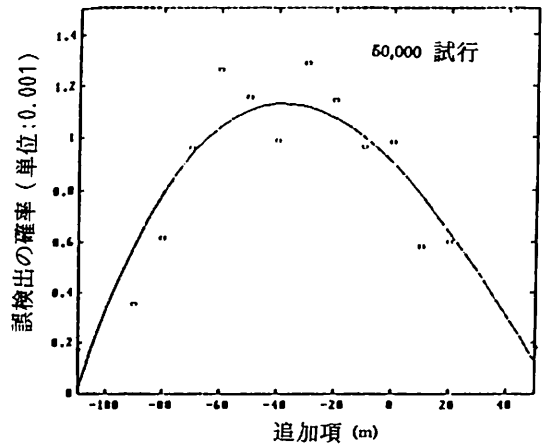


表2 警報限界対検出のしきい値の比および最悪の場合の追加項

飛行段階	可視衛星数	臨界点の y/x 比	最悪の場合の追加項(m)	使用した値(m)
非精密進入	6	$555 / 102 = 5.44$	-38.2	-38
ターミナル	6	$1852 / 102 = 18.16$	14.9	15
エンルート*	5	$3704 / 132 = 28.06$	58.8	62
	6	$3704 / 102 = 36.31$	65.1	

を得ることも必要である。

表2には考えた三つの飛行段階に対する結果的な最悪の場合の追加項（それは最悪の場合のバイアス等価である）を与えてある。図1の破線である検出のしきい値と水平の破線である警報限界の交点を重要点と呼ぶことにすると、表2は警報限界に対する検出のしきい値の比も与えている。このときの重要点に対する原点からの線の傾斜は、使用した代表的な空間と時間の点に対する $SLOPE_{max}$ のそれより僅かに大きい。検出のしきい値は、視野の中の衛星の数の関数である。図1の中で、重要点に対する原点からの線の傾斜が急な勾配になったときは、最悪の場合の追加項は値的によりプラスになることを表2から見る事ができる。表2の最終欄の最悪の場合の追加項の値は、ARPの最高値のより良い推定値を得るために、この後の計算の中で使用される。

表2のエンルート段階での結果からは、視野の中の衛星の数の関数として最悪の場合の追加項の値を勘定に入れることは可能であると見ることが出来る。見える衛星の数を勘定に入れることで、各飛行段階についてこれを試みることもできる。適切なデータを得るために、利用

者の位置と時間の非常に多数の点を使用しなければなら
ない。時間とデータを持たないと徹底さの少ない作業で

は近似的なARPの最高値しか得られない。

(この項づく)

● 海外製品紹介

ARCLOK 1000

新しい超強力マルテンサイト・ステンレス・スティール
— タービン casting 物・船舶プロペラ用 —

ARCLOK 1000はフィンランドのタムペレのロコモ
・スティールズ社(Lokomo Steels)が開発した新しい
超強力マルテンサイト・ステンレス・スティールである。
このスティールは最小耐力強度 950 Mpa で、キャヴィ
テーションと腐食については、普通のマルテンサイト・
ステンレス・スティールの3倍の耐性を持っている。

そのうえ、新しいスティールはより軽量で、疲労につ
いてもより良い耐性を持っている。

ARCLOKには次の用途がある。

水力タービン casting 物、カプランおよびフランシス型ター
ビンの羽根、天井板とリング、チェンバー隔壁、ペル
トン羽根車とハイ・ヘッド案内羽根

船舶プロペラ casting 物の製造用：特に北極洋の海域で
操業する船舶プロペラ

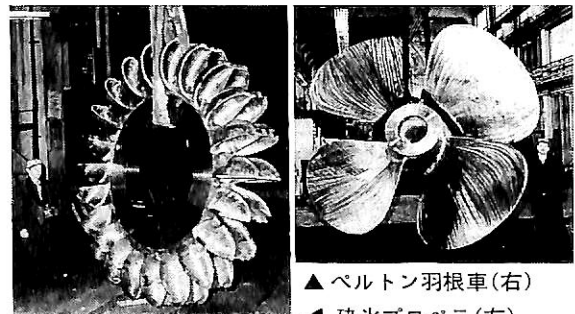
● 高い耐力強度…… 950 Mpa

ARCLOKの化学成分は、例えばASTM A 743 :
CA-6 NMのような13-4 タイプのマルテンサイト・
ステンレス・スティールに基づいている。しかし通常の
13-4 タイプのマルテンサイト・ステンレス・スティールは、
保証された耐力強度が普通 540~650 Mpa なのに、
ARCLOKの耐力強度は 950 Mpa で 45%~75%も向
上している。それにもかかわらず、ARCLOKはその
低い炭素成分とスティールに低いガス含有分と良好な純
度の両方から与えるロコモのヴァキュロク(Vaculok)
処理によって優れた強度を持っている。その硬度は 330
~380 HBである。

● トリプル・キャヴィテーションと腐食耐性の

示されたテスト結果

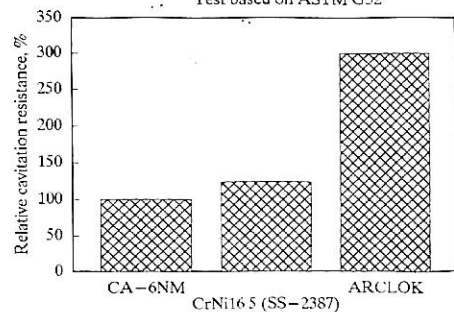
ARCLOKスティールの腐食耐性は通常の13-4 ス
ティールのそれに匹敵するが、それは両者の化学成分が
基本的に同じだからである。しかしARCLOK 1000を
通常の13-4 ステンレス・スティール(CA-6 NM)
や16-5 ステンレス・スティール(SS-2387)に比べると
ARCLOKのキャヴィテーションと腐蝕耐性はテス



▲ ペルトン羽根車(右)
◀ 碎水プロペラ(左)

Cavitation Resistance

Test based on ASTM G32



▲キャヴィテーション耐性を棒グラフで示している。

このテストはASTM G32の規定に従うものでARCLOK
スティールのキャヴィテーション耐性が通常の13-4
スティールのそれより3倍も良いことを示している。

トの示すように、CA-6 NMスティールのそれより3
倍も高くなる。

この一連のテストはASTM, G32に規定されている
ような、振動キャヴィテーション・テスト機器によって行
われたものである。

〔参 考〕

ロコモ・スティールズ社は、年間スティール casting 能力
12,000 トンを持つ北欧諸国の同種工場中で最大規模の casting
工場であり成品の約70%は直接、間接に輸出されている。

ロコモ・スティールズ社は、世界で最初に真空酸素脱
炭転炉(VODC)を採用し、Vaculokという商品名で
市場に出した。同社の品質保証システムはISO 9001に
沿っており、DnV, ロイドの品質保証の登録(LRQA)
TuV が与えられている。

<第157回>

第24回バルクケミカル小委員会 (BCH24) の概要について

運輸省 海上技術安全局

標記会合はロンドンIMO本部において、平成6年9月19日から9月23日までの会期で開催された。主な審議結果は以下のとおり。

1. 船舶からの大気汚染防止

今次会合では、大気汚染防止に関する新附属書については主としてNO_x、SO_xの規制について審議された。

① NO_x規制

エンジンの改良により対応することになっており、その規制値及び試験・検査・認証に関するガイドラインについて審議され、ほぼ全ての基本的項目について次のような合意がなされた。

IMOの作成する指針に定められたテストサイクル及び計測方法に従い船用ディーゼルオイルを使用して運転した場合に、エンジンからのNO_xの排出総量(NO₂総重量として計算した値)が以下の制限値以内であること。

(a) 定格回転数nが130 rpm未満のエンジンについては、

$$17 \text{ g/kWh};$$

(b) 定格回転数nが130 rpm以上2,000 rpm未満のものについては、

$$45 \times n^{-0.2} \text{ g/kWh};$$

(c) 定格回転数nが2,000 rpm以上のものについては、

$$9.84 \text{ g/kWh}$$

(これらの数字(数式)は、ISO8178の第4部「各種エンジン用途の試験サイクル」で定められた試験サイクル(D2/E2/E3)でエンジンを運転した場合の基準値であり、定格回転数n rpmでエンジンを回転させている時のNO_xの総排出量を意味しているわけではないことに留意する必要がある。)

② SO_x規制

燃料油中の硫黄分の規制により対応することになっており、我が国は、燃料油中の硫黄分の世界一律の上限値(グローバルキャッピング)を3.5%とするよう主張したが、議場では5%を支持する国が多数を占めるとともに北歐諸国はより低い数値を主張し、具体的数値については未決のままMEPCの審議に委ねられることとなった。

特別海域指定による地域規制についても、その規制海域の範囲について上限を設けるべきとする国(我が国は距岸12海里を主張)と必要なしとする国とが対立し、上

限設定の是非も含めMEPCの審議に委ねることとなった。

また、特別海域におけるグローバルキャッピングの値については1.5%とする案が出されているが、現在のところ未決となっている。

特別海域指定のための条約改正のベースとなるべき「特別海域指定のための判断基準と手続き」(新附属書のAppendixとなる)についてはほぼ条文が固まり、MEPCで最終化が図られることとなった。

③ NO_x、SO_x規制の適用対象

規制の適用対象については、平成6年2月に開催されたBCH中間会合までに、NO_xについては原則としてエンジン出力100 kW以上の船用ディーゼルエンジンを搭載する新造船、SO_xについては全船舶とすることで合意されているが、新たに燃料油記録簿の備え付けを義務づける対象に関し何らかのすそ切を行う必要性が指摘され、MEPCで審議されることになった。

検査対象となる船舶については、400 GT以上またはエンジン出力の合計値が1,500 kW以上の船舶とする案が出されているが、現在のところ未決となっている。

2. MARPOL条約附属書IIの見直し

プレナリーにおいてコレスポンデンスグループ(C.G.)に寄せられた意見及び決議MEPC57(33)を取り入れた附属書IIの改正案(P&Aマニュアル導入のため)とそれに対するコメントが報告され、その内容に関して審議が行われた。

審議の冒頭、議長より附属書IIの見直しに関連して危険性評価に関するワーキンググループ(W.G.)によって汚染分類の見直し作業が続けられており、改正案をプレナリーで審議することが困難であるため、C.G.において検討を継続し次回の小委員会において審議を行いたい旨の説明があった。これに対してノルウェーから取りまとめ国として作業を継続することは困難であるとの意見が表明された。また、我が国からC.G.の作業内容に関して編集上の修正を行うことが目的であったにもかかわらず、改正案は実質的改正をも含んでいる旨指摘を行った。その結果、オランダを取りまとめ国としてC.G.で改正案の検討を継続していくこととなった。

3. 現存船の安全基準の見直し

IBCコード(危険化学品ばら積み運送のための船舶の構造及び設備に関する国際規則)、IGCコード(液化ガスのばら積み運送のための船舶の構造及び設備に関する国際規則)等を満たさないような古いケミカルタンカー及びガスキャリアについてはフェーズアウトないしグレードアップさせるべきであるとの提案(新造船と現存船の間の安全性のギャップを小さくする)がドイツ及びノルウェーからなされた。

この提案に対して、フィンランド等が支持を表明したが、ISC、SIGTTOが反対意見を述べ、日本、リベリア、ギリシャ等の多数国が同調した。議長より、意見の対立もあるので、オランダが議長をつとめるC.G.で検討が進められているグランドファザークローズに関するガイドラインの策定状況を考慮しつつ問題を先送りするとの提案がなされた。しかし、その後そもそも海上安全委員会(MSC)がBCH小委員会へ指示した検討事項に本件のような大きなテーマ(政策的な問題を含んでいる)が含まれているのか疑問であるとの意見が出され、改めてMSCの指示を仰ぐこととなった。

4. 海洋汚染防止緊急措置手引書

前回会合で設置されたC.G.でまとめられたMARPOL条約附属書Ⅱの改正案と手引書作成のためのガイドライン案がW.G.で詳細に検討がなされた。附属書Ⅱの改正案は、新たに第15規則を設け、ばら積み有害液体物質を輸送する船舶にも緊急措置手引書の備付けを義務づけるもので、またガイドライン案は、既に承認されている油に対するガイドラインを基に修正を加え、油と有害液体物質の両方を対象にした統一したものである。

W.G.での検討の結果、附属書Ⅱの改正案には特段の修正意見がでなかった。しかし、ガイドライン案に対しては、強制規定となっている「排出抑制手段」、任意規定となっている「油又は有害液体物質の流出に対する請負業者」等に若干の修正がなされた。更に、新第15規則と他の規則との整合性を図るためIBCコード及びBCHコード等の関連規定の削除等の改正については次回会合で検討が続けられることとなった。

なお、本件は次回会合で改正案とガイドライン案を最終的に検討した上で承認し、海洋環境保護委員会(MEPC)に送られることとなった。

5. 二重船体構造の代替設備に関する評価

MARPOL条約附属書Ⅰ第13G規則により現存油タンカーには二重船体構造または同等の効果を有する代替設備が要求されている。この代替設備のガイドライン案は、DE37、SLF38及びFP39において安全性の見地から評価がなされた。今次会合では、これらの小委員会の見解を整理しガイドライン案全体について検討がなされ、①ハイドロバラランス方式、②負圧方式、③緊急輸送方式の3方式についてそれぞれ評価を加えたうえ、最終審議用のテキストを作成した。そのガイドライン案は、次回MEPCに送られ最終化されることになった。

6. 洗浄剤の海洋環境への影響

海鳥が大量に溺死した事件が発生したことから、洗浄剤の海洋環境への影響について検討されることになり、各国に実際に使用されている洗浄剤の量の調査、有害性の評価方法等の検討の基礎になるデータを次回会合までに提出するよう要請があった。また、MARPOL条約附属書Ⅰの対象となる洗浄剤についても検討が必要であるとの意見が出されたが、次回会合以降に検討されることとなった。

7. 作業計画

事務局より、現在検討されている小委員会の再編にともない、BCH小委員会は1996年以降は新たな小委員会(検討中の案の段階であるがBLG(Bulk Liquids and Gases)小委員会)に再編成される予定であること、また1995年は会議日程及び予算上の理由からBCH小委員会の開催予定はなく、BCH小委員会の作業は1996年のできるだけ早い時期に開催予定の新たな小委員会に引き継がれる見込みであることが紹介された。

(文責：植村忠之・田口晴邦)

平成6年度（6年12月分）新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		4月～6年12月分				12月分			
		隻	G.T.	D.W.	契約船価	隻	G.T.	D.W.	契約船価
国内船	貨物船	14	370,829	537,888		2	54,561	90,938	
	油槽船	5	14,437	24,298		0	0	0	
	その他	3	10,399	4,588		0	0	0	
	小計	22	395,665	566,774		2	54,561	90,938	
輸出船	貨物船	186	5,124,240	7,954,705		17	424,710	682,400	
	油槽船	61	3,132,636	5,337,400		5	62,350	92,900	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小計	247	8,256,876	13,292,105		22	487,060	775,000	
合 計		269	8,652,541	13,858,879	868,553百万円	24	541,621	866,238	60,969百万円

● 編 集 後 記 ●

☆ 1月17日未明、淡路島附近を震源とする直下型のM7.2の平成7年兵庫県南部地震が発生した。情況が判明するにつれ都市型の地震として被害が激甚であることが伝えられている。本誌の寄稿者・愛読者もこの地域に居住されている方が多く、まだ事態が判明せず把握していないが、被害にあわれた方には謹んでお見舞い申し上げる。

☆ 外国人の目から見ると、日本にはアカウントビリティ（説明する責任）が欠如して見えるらしい。

貿易黒字ばかりが目立ち、物価が外国並みにならないのは何故か、どうすればそれを是正出来るのか。現在の不況の元兇とされるバブルは何故発生したのか、また何故崩壊に至ったのか、そのつけはどこに行ったのか。

「説明する責任」を果たすのが民主主義の基本だといわれるが、戦後50年、にわか勉強で身につけた積りであった民主主義は結局付け焼刃であったのであろうか。

アカウントビリティの不在は「知らしむべからず、よらしむべし」という昔ながらの体質が残っていることを物語っているであろうか。

☆ 景気回復の徴候ありと聞くが、1995年恐慌説も潜行している。政府発表と実感がかり離して感ずるのは、何となく太平洋戦争当時の甲高い大本営発表を聞く思いがする。不況の30年周期説があり、その30年目を持ちこたえたとその歪が累積して60年目に恐慌になるという。何とかしのいで行かねばならないのだが。

☆ 遅まきながら昨秋ハウステンボスを見物した。鎖国時代唯一海外情報の窓口になったオランダ商館が、平戸から長崎へと移転したのを機縁として、長崎にオランダ村とハウステンボスが建設されたのは記念すべきことである。設立までの苦労は並々ならぬものであったであろうし、今後の経営も大変なことと推察する。現実のアムステルダムやロッテルダムと比較すると歴史の重みの差が感じられるが、日本人の抱く夢のオランダを創造した物と思う。因みにこの地はもと海軍兵学校針尾島分校の跡地であった由で、陸側のゲート近くの駐車場側にその記念碑が建っており、関係者がこの建設に尽力されたという話である。

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

予約金 { 6カ月分 8,200円
税 込 { 1ケ年分 15,800円

運輸省海上技術安全局監修
造船海運総合技術雑誌 船の科学
©禁転載 第48巻 第2号 (No.556)
発行所 株式会社船舶技術協会
〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリンビル)
振替口座 東京3-70438 電話・FAX 03(3552)8798

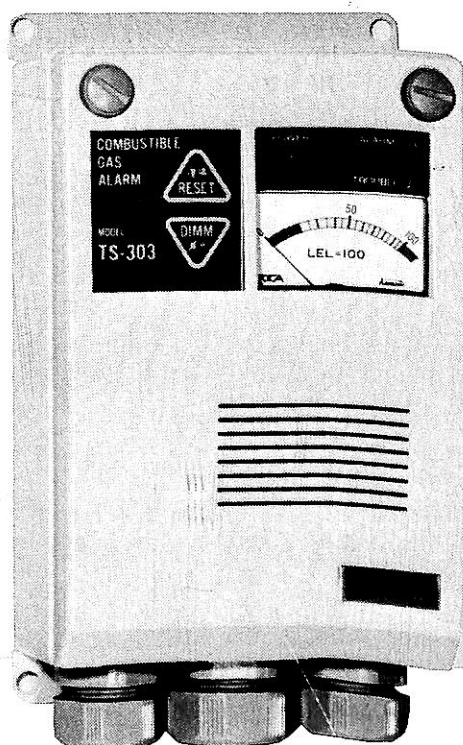
平成7年2月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }
平成7年2月10日発行 { 第3種郵便物認可 }
(本体1,359円)定価1,400円(〒84円)
発行人 濱村 建治
編集委員長 米田 博
印刷所 大洋印刷産業株式会社

船舶用可燃性ガス警報器

TS-303型

労働省産業安全技術協会検定合格
日本海事協会形式試験合格
水産電子協会型式試験合格

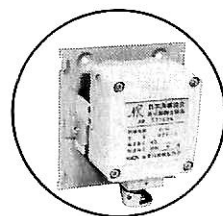
各種
検定
船級
対応



内航LPG船から
VLCCまで、各
種危険物運搬船
の安全管理に最
適です。

特 徴

- 完璧な耐蝕性
- 向上した耐アーク・絶縁性
- 超軽量(本体わずか800g)
- ライトタッチの操作ボタン
- 豊富なオプション機能



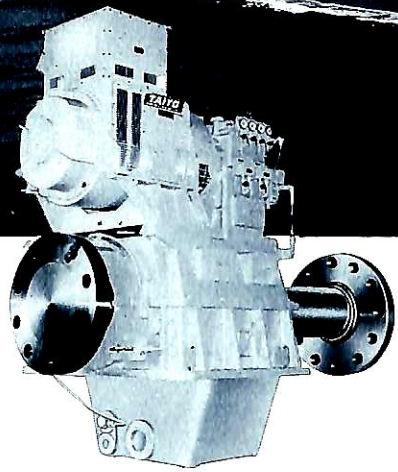
拡散式検知部DZF-3

TOICA 株式会社 **東科精機**

川崎市中原区新丸子町756
〒211 ☎044(733)3381(代)

主機発電で省燃費

NICO主軸発電装置



NICO主軸発電装置（中間軸搭載形）は、世界中の海で活躍している100隻の各種船舶に装備され、機関室の合理化・省エネルギー等に大いに貢献しています。

特長

1. 発電機の回転数を常に一定に保持します。
2. 補機関の省略、燃費、維持費を節減します。
3. 高効率です。
4. 電波障害がありません。
5. 機関室の温度上昇がありません。
6. 補機関駆動発電機との並列運転も可能です。
7. 高弾性継手が不要です。

SSGY140D形主軸発電装置（発電機直結形）
 (社)日本機械工業連合会
 「優秀省エネルギー機器表彰受賞」

用途例

1. 船種別	隻数
バルクキャリアー	75
自動車運搬船	4
ケミカルタンカー	4
ロールオンロールオフ船	4
その他	13

2. 重量トン別	隻数
19,999 DW 以下	15
20,000～49,999 DW	61
50,000～99,999 DW	9
100,000 DW 以上	1
その他	14

3. 発電機容量別	隻数
299kW 以下	11
300～399kW	55
400～499kW	21
500～799kW	10
800kW 以上	3

*NICO社では、上記「主軸発電装置」のほか900台以上の主機前駆動およびマリンギアP.T.O.式のオメガクラッチ式主機駆動発電システムの納入実績があります。



新潟コンバーター株式会社

LICENSED BY TWIN DISC, INCORPORATED, RACINE, WISCONSIN, U.S.A.

本社／東京都渋谷区千駄ヶ谷5-27-9 〒151 ☎(03)3354-1271
 営業所／大阪(06)202-6021 名古屋(052)211-4385 広島(082)245-2378
 福岡(092)712-0853 札幌(011)211-6165

保存委番号

196012

雑誌07739-2

T1007739021404



平成
昭和
二七
二七
三三
年二
年二
年二
月十
月十
月十
三日
第三
種郵
便物
認可

船
の
科
学

(本体
一三
五九
円)

東京
都中
央区
新川
一三
三二
一七
マリン
ビル
(株)船
舶技
術協
会
電話
〇三
(三
五五
二)
八七
九八
番