

# 2

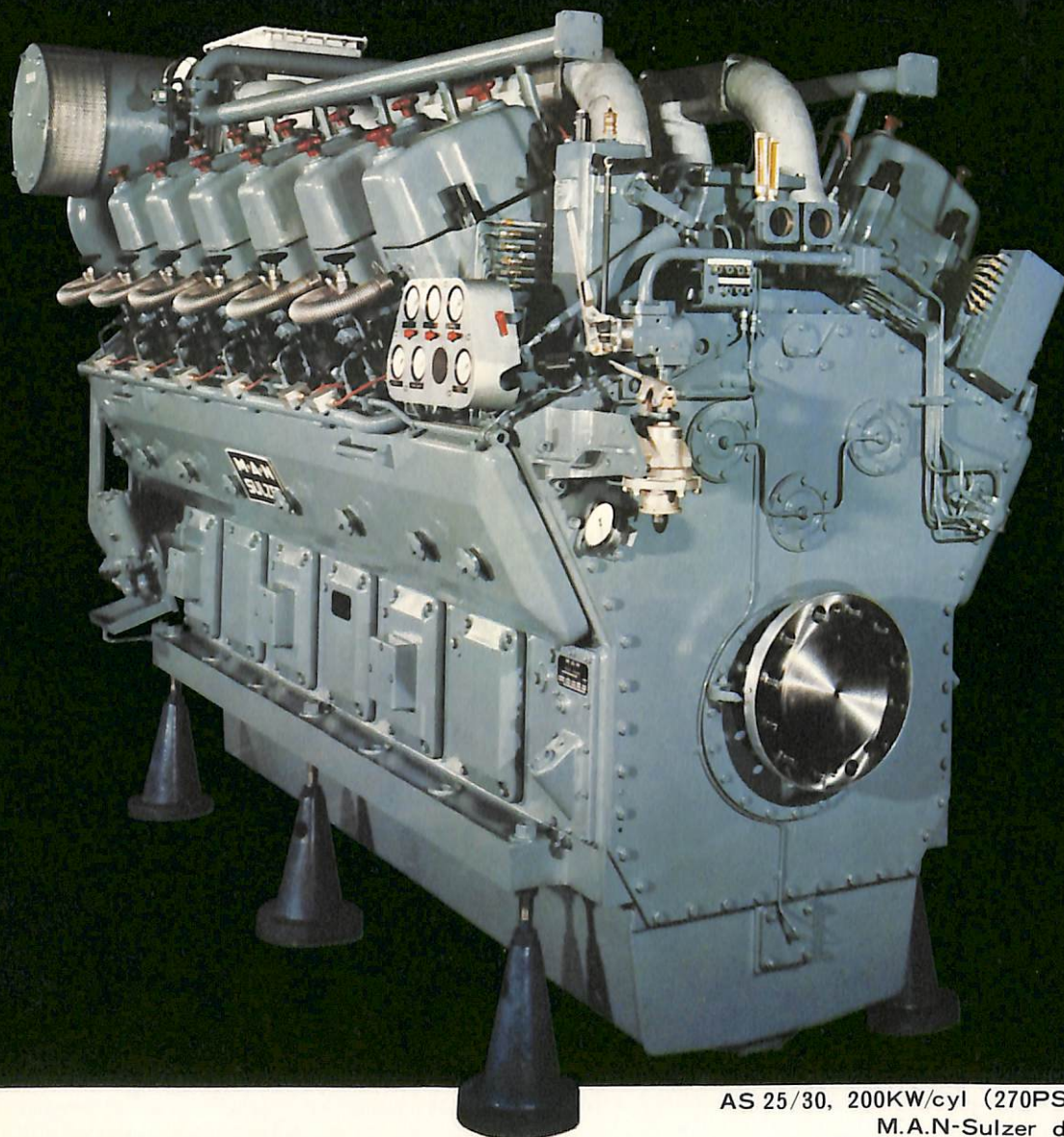
## SENPAKU

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING MAGAZINE

First Published in 1928 No. 545

# 船舶

特集 / IMCOと航法装置 ●IMCOの航行安全小委員会  
と航法装置 ●航海用レーダ ●ジャイロコンパスと音響 ●磁  
気コンパス ●レーダビーコン



AS 25/30, 200KW/cyl (270PS/cyl)  
M.A.N-Sulzer design

# M.A.N

# 余裕のある性能

この探照燈はスエズ運河規則により、スエズ運河を夜間航行する船舶が装備を必要とする探照燈です。三信のスエズ運河探照燈はスエズ運河公社指定仕様をすべて満足し、余裕ある性能を誇っています。

## 三信の「スエズ」運河探照燈



標準形  
SCS60-A/B

防止弁)があり、フレキシブルゴムホースもつけられます。

- ⑥常用と予備との電球交換は、外部レバー操作により簡単に切換られます。また安全のため電源スイッチとインターロックが施してあります。
- ⑦燈体の外面には特殊フィンを設けて放熱効果を高め、内部の温度を低くしてあります。また全ての使用材料は良品質な材料を使用しています。
- ⑧標準在庫品にはN.KまたはA.B.Sの検査証明書がついています。なお、他の船級協会の検査も受けられます。
- ⑨SCA60は標準形(ステンレス)でAは床取付形、Bは吊下形、SCA-P60は軽量形(全耐食アルミ)で、全て2000Wと3000Wがあります。

### 特長

- ①照射距離は大気の透過率74%、照度1ルクスの条件において、約1800m以上あります。
- ②前面ガラスは高級強化ガラスで透過率がよくすぐれた耐熱性があり急冷などにも耐えます。
- ③反射鏡はシングルビームとスプリットビーム(分割ビーム)の使用ができるように2分割したガラス製放物面鏡で、最高の性能を発揮ししかも裏面には特殊金属板により保護がしてありますので長期の使用に耐えます。
- ④ビームはレバーの操作で簡単にシングルビームとスプリットビームにすることができます。なお、スプリットビームの場合、中央の暗黒部は0から10°まで連続的に調節できます。
- ⑤燈体は密閉構造で内部圧力試験0.25kg f/cm<sup>2</sup>に耐えます。また熱気の排気部には安全弁(逆流



軽量形  
SCS-P60



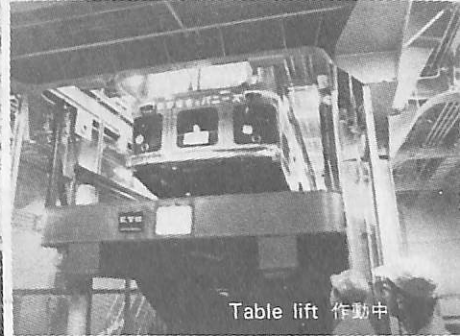
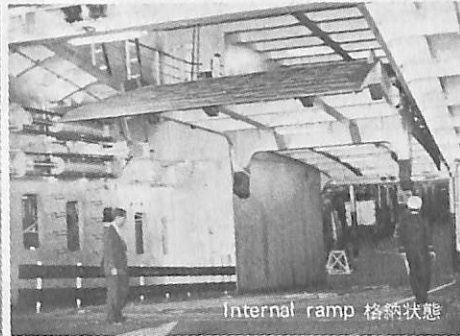
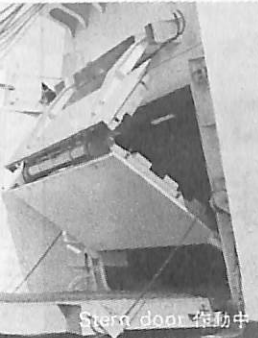
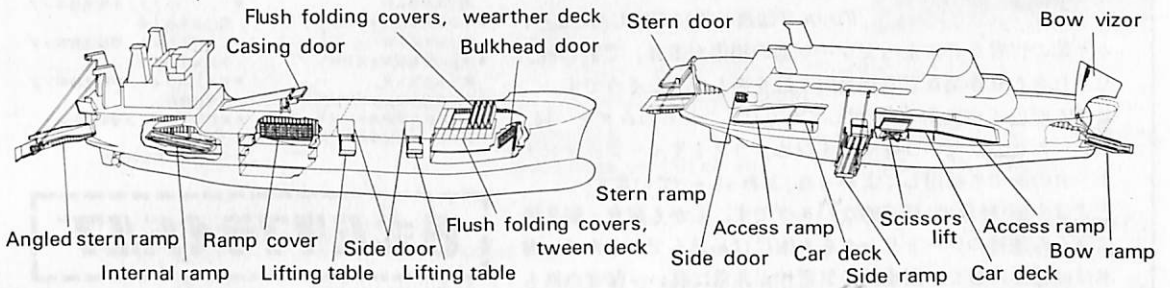
三信船舶電具株式会社  
◎日本工業規格表示許可工場  
三信電具製造株式会社

- 本 社……………〒101 東京都千代田区内神田1-16-8……………☎東京(03): 295-1831(大代)
- 東京発送センター…☎東京(03): 840-2631(代)
- 九州配送センター…☎福岡(092): 771-1237(代)
- 北海道配送センター…☎函館(0138): 43-1411(代)
- 福岡営業所……………☎福岡(092): 711-1237(代)
- 室蘭営業所……………☎室蘭(0143): 22-1618(代)
- 函館営業所……………☎函館(0138): 43-1411(代)
- 高松営業所……………☎高松(0878): 21-4969(代)
- 石巻営業所……………☎石巻(0225): 23-1304(代)
- 大阪事務所……………☎大阪(06): 261-6613(代)
- 工 場……………☎東京(03): 848-2111(代)

# KYB NAVIRE

KAYABA IND. CARGO GEAR

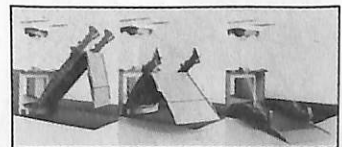
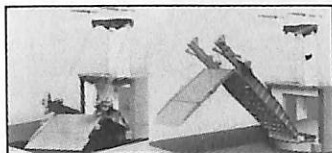
## Cargo Access Equipment of RO-RO Ship



あすをつくる

# KYB

- 産業・建設・荷役・車両・農業用油圧機器・装置
- 自動車・二輪車・鉄道・船舶・航空機用機器・装置
- 産業・調査用ロボット ■電気・油圧制御機器・装置
- 特装車両 ■公害防止機器・装置 ■織機機械・装置



カヤバ 工場工業

本社 / 東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル 〒105  
 船用システム営業本部 / 東京都港区芝大門2-11-1 富士ビル 〒105  
 ☎ (03) 437-1581 (代) テレックス2424613KYBDET J

(実績 = No.1)

巴バルブ株式会社

◀ 船体付バルブ・鋳鋼製フランジタイプ  
Model: 720-20型 (口径250mm)

巴バルブは高度の信頼性と耐久性が要求される“船体付弁”として、船舶関係者の方々から圧倒的なご支持をいただいています。たとえばK重工のMサンのお話によりますと、従来のバルブは運行後に点検したところ、

カキ類の付着などによってシート面の損傷が多発。これの除去とすり合わせ作業などで相当の工数を要していたそうです。

ところが巴式(720型)を採用してからは、これらのムダを一掃。クレームなし!!という好成績を収め、「コストやイージーメンテナンスの面でも採用してよかった」とおっしゃっています。

巴式は小形・軽量で、経済的なバルブです。しかも耐食・耐久性に富んだ独特のシートリングを本体にはめ込んでいるため、海水には抜群に強く、閉止時の気密性が非常に高い、保守点検も容易、操作も軽快など、巴の技術が評価されたものと信じます。

巴式バタフライバルブは信頼性の高い船体付バルブとして、各種船舶の主要な部分に使われています。

- 主冷却海水ポンプ低位海水吸入弁
- 主冷却海水ポンプ高位海水吸入弁
- 冷凍機海水冷却ポンプ低位海水吸入弁
- 冷凍機海水冷却ポンプ高位海水吸入弁
- 停泊用発電機海水冷却ポンプ低位海水吸入弁
- 停泊用発電機海水冷却ポンプ高位海水吸入弁
- 冷却機海水冷却ポンプ吐捨弁
- 主機空気冷却器海水吐捨弁
- ディーゼル発電機海水吐捨弁
- 主機シリンダーおよびピストン用 清水冷却器海水吐捨弁
- エゼクターポンプ海水吐捨弁
- 補助清水冷却器海水吐捨弁
- 中間軸受冷却海水吐捨弁
- ビルジバラスト、甲板洗滌ポンプ 低位海水吸入弁
- ビルジバラスト、甲板洗滌ポンプ 高位海水吸入弁
- ビルジバラスト、甲板洗滌ポンプ 海水吐捨弁
- 非常用消防ポンプ海水吸入弁
- ビルジ吐捨弁
- グリーンビルジ吐捨弁

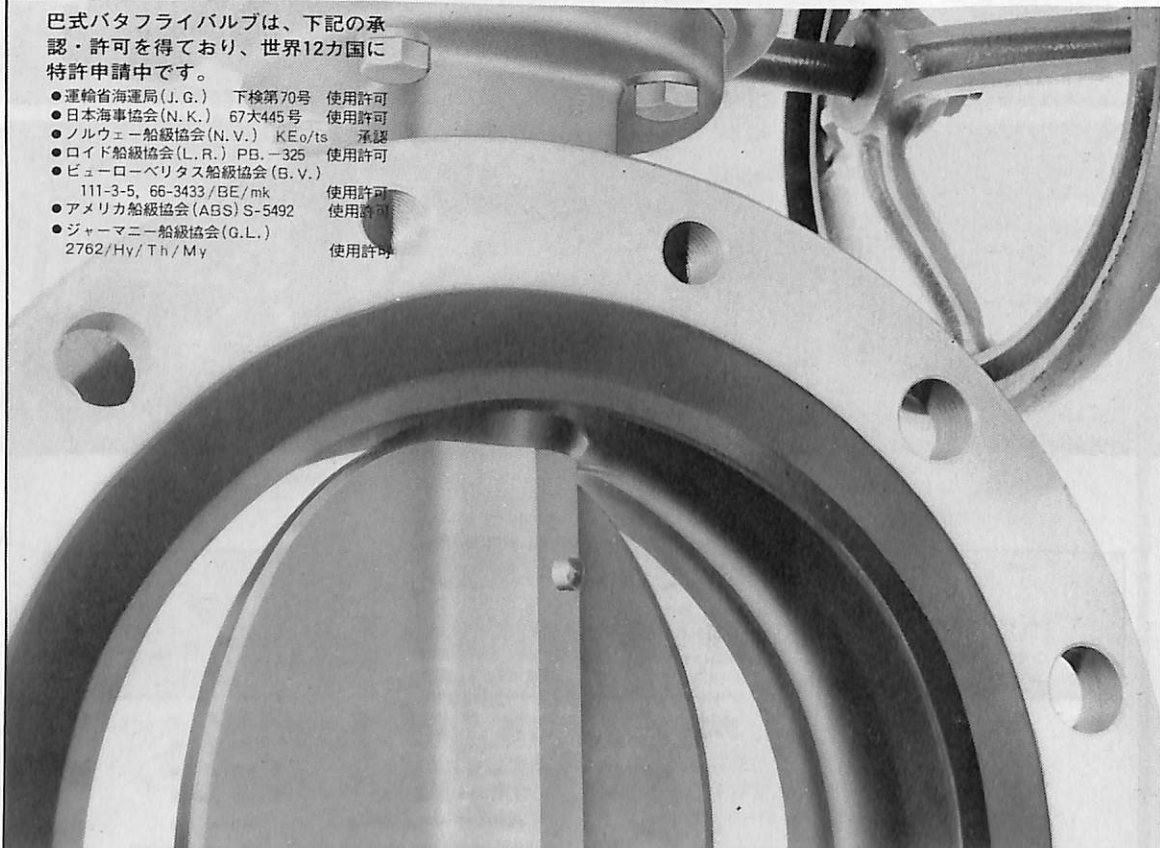
**巴式バタフライバルブ**

本社・営業所 / 大阪市西区新町通 4-5-1 〒550 0206 (541)2251(代) T E X 525-6296  
東京営業所 / 東京都千代田区神田東松下町17 千101 0303(252)6681(代) T E X 222-2387

**K重工様から、一年間運行後の  
ギャランティードックでクレーム・ゼロ!  
という、嬉しいお言葉をいただきました。**

巴式バタフライバルブは、下記の承認・許可を得ており、世界12カ国に特許申請中です。

- 運輸省海運局(J.G.) 下検第70号 使用許可
- 日本海事協会(N.K.) 67大445号 使用許可
- ノルウェー船級協会(N.V.) KEo/ts 承認
- ロイド船級協会(L.R.) PB.-325 使用許可
- ビューローベリタス船級協会(B.V.) 111-3-5, 66-3433/BE/mk 使用許可
- アメリカ船級協会(ABS) S-5492 使用許可
- ジャーマニー船級協会(G.L.) 2762/Hy/T h /My 使用許可





目次 / Contents

特集・IMCOと航法装置(IMCO and Navigational Aids)

●IMCOの航行安全小委員会と航法装置 Sub-Committee on Safety of Navigation in IMCO and Navigational Aids	庄司和民/木村小一 K. Shoji/K. Kimura	15
●IMCOと航海用レーダ IMCO and Navigational Radar	木村小一 K. Kimura	22
●IMCOにおけるジャイロコンパスと音響測深儀の規則について About Recommendations on Performance Standards for Gyro Compasses and Echo-Sounding Equipments	庄司和民 K. Shoji	29
●IMCOと磁気コンパス On the IMCO Recommendation on Magnetic Compasses	鈴木 裕 H. Suzuki	41
●IMCOとレーダビーコン IMCO and Radar Beacon	伊藤 実 M. Ito	46
●搜索・救難活動用レーダビーコン Radar Beacon for Search and Rescue Operation	木村貴則/古東啓吾 Y. Kimura/K. Kotoo	55

●技術者の夢/第4世代のコンテナ船	濱田 昇	60
●安全公害の話題/第6回MEPCについて	田村雄一郎	68

連 載

●LNG船—材料・溶接および破壊力学<27> LNG Carrier/Materials, Weldings and Fracture Mechanics<27>	恵美洋彦/伊東利成 H. Emi/T. Ito	70
---	----------------------------	----

連 載

●小型船艇のプロペラ設計技法<4> Practical Design Method of Screw Propeller for Small Ships and Crafts<4>	森田知治 T. Morita	77
●ディーゼルエンジン<22> Engineering Course: Diesel Engine<22>	斉藤善三郎 Z. Saito	88

●NKコーナー		93
●竣工船—覧/The List of Newly-built Ship		94
●特許解説/Patent News		103

表紙……………AS25/30は1620PSから4860PSの範囲をカバーする1000rpmの重油用エンジンである。M.A.Nは列型、V型の6及至18シリンダ機関を製作している。1975年からシリーズ生産に入り、現在までに20万PS以上の契約を結び、そのうち約60%がタグボート、小型フェリー、RO/RO船、コースター漁船等の主機に、25%が船用補機に、15%が定置用に使用されている。燃料油としては1000sec Redwood I/100°Fの重油まで使用が出来る。

油汙過作業の省力化…

特許

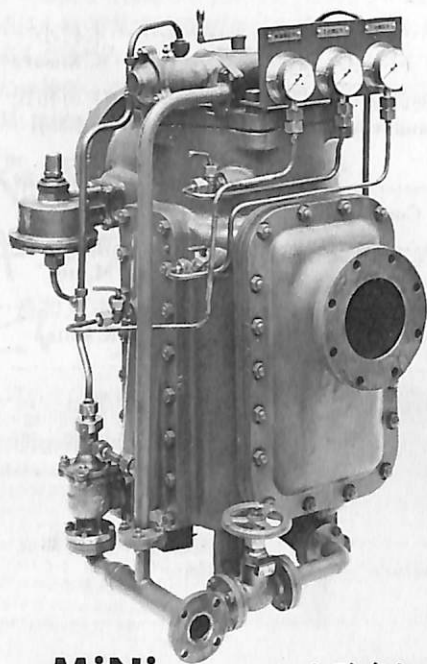
機関室を広くする

# マックス・フィルタースシリーズ

日本舶用機器開発協会助成品

## MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器



LS型の特長

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

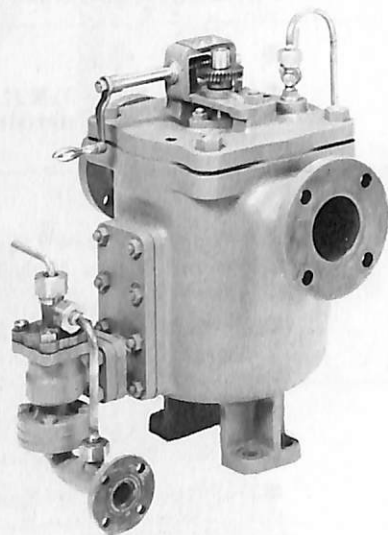
Mini

と改名しました

## MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

- 〔特長〕
- 価格 切換型より安い
  - 洗滌 簡単で容易
  - 据付 場所をとらない



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

 **新倉工業株式会社**

本 部 横浜市戸塚区小菅ヶ谷町1703  
☎045(892)6271(代)  
東京営業所 東京都品川区東五反田2-14-18  
☎03(443)6571(代)  
大阪営業所 大阪府北区梅田町34千代田ビル西館  
☎06(345)7731(代)  
九州営業所 福岡県久留米市日吉町24-20 宝ビル  
☎0942(34)2186(代)

# SEIKO

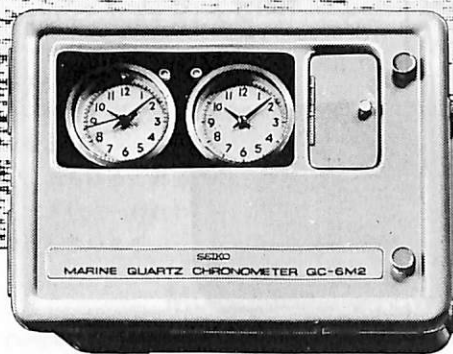
セイコー株式会社 服部時計店



セイコー船舶時計

## 安全航海に、信頼のQC

QCは、水晶発振による、高性能設備時計です。船舶時計は、何よりも高精度なものが要求されます。セイコーなら、まず安心です。環境の変化に強く、抜群の安定性、堅牢な耐久力で定評があります。水晶発振のQCなら、いっそう信頼できます。



船内の子時計を駆動する親時計として

QC-6M2 300×400×186(%) 重量20kg

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

子時計は豊富にそろったデザインからお選びください。

標準時計に、小型・軽量、持ち運び自由な

QC-951-II 200×160×70(%) 重量2.6kg

(マリンクロノメーター)

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

# 船舶機関部の合理化に 三菱セルフジェクタ

## 自動排出遠心分離機

7機種(700~12,000 l/h)



三菱セルフジェクタはその独特の機構により運転を停めることなくスラッジの排出を連続自動的行なうことができますから稼働率が非常に高くその優秀な分離機能と併せて清浄度を最高に維持できます。



遠心分離機の総合メーカー

### 三菱化工機株式会社

機器営業第一部 東京都千代田区内幸町2-2-3(日比谷国際ビル)電話03-508-8911(代)

大阪営業所 大阪市東区伏見町5-1(大阪明治生命館)電話06-231-8001(代)



ヴァスコ・ダ・ガマの時代、  
“アフリカ”と云う言葉は、  
“荒海”を意味しました。

## ヴァスコ・ダ・ガマの悩みは 解決されました。 そして、今日、 より充実したサービスを…

その昔、ヴァスコ・ダ・ガマも小さな帆船で、今日の船舶と同じくアフリカ沖のルートを走ったのです。悪天候、荒海……それから来る船の修理、物資の補給、船体各所の検査などは、今日のわれわれからは想像を越える不便な状況の下で行なわなければなりませんでした。

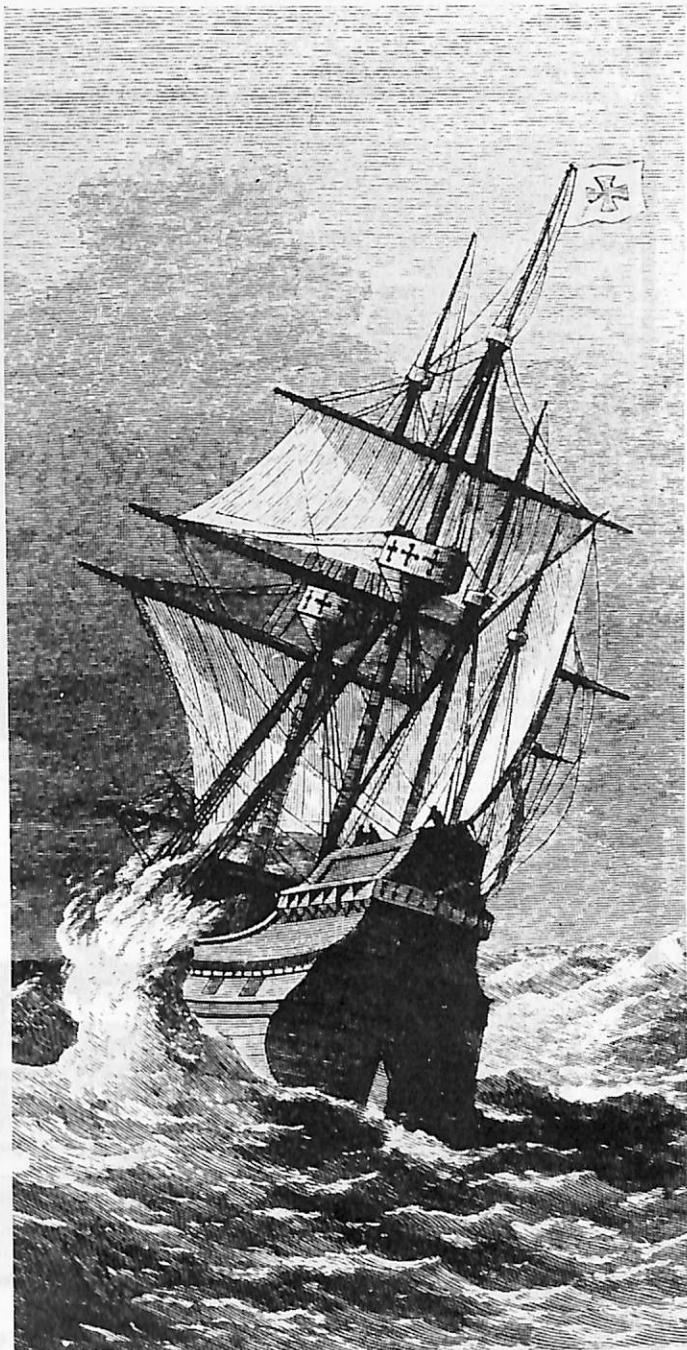
もし、ダ・ガマが、当社に電話を一本入れることが出来ていたならば、彼の周航はもっと早い時期に行なわれていたでしょう。

今日では、すべての状況が変わっています。どの船舶も、当社との契約によって、容易に当社の充実したサービスを受けることが出来ます。

当社は、アフリカでは唯一のグループとして、南大西洋およびインド洋を含む水域に対するすべてのシップ・エクイPMENT・マリナー・サービスを行なっています。

修理、サーベイ、ダイビング・サービス、サルベージ、ヘリコプター/ランチ・チャーター・サービスなど、あらゆるご要望に応じられます。

ご一報ください——われわれは常時スタン・バイしてお受けしています。



## MURRAY & STEWART MARINE SERVICES

Associated Companies: Murray & Stewart Marine (Pty) Ltd. South African Diving Services (Pty) Ltd. Southern Offshore Supplies (Pty) Ltd.  
Land & Marine and Salvage Contractors SA (Pty) Ltd. Court Helicopters (Pty) Ltd.

CAPE TOWN Box 1909, C.T. 8000 Telephone: 55-1375  
Telegrams: Mustmarine C.T. Telex: 57-0817 SA

DURBAN Box 18102 Dalbridge 4014  
Telephone: 47-9361 Telex: 6-4318 SA

PORT ELIZABETH Box 12017 P.E. 6000  
Telephone: 2-5009 Telex: 74-7799 SA

UNITED KINGDOM  
Telephone: 01-629-4164  
c/o John Bailey,  
Empire House, 175 Piccadilly,  
London W1V 9DB  
Telex: 25263  
Mr. F.J. Emond,

GERMANY  
Telephone: 366177  
Wilhelm Schmidt  
Kajen 6 (Detjen Haus)  
2000 Hamburg 11  
Telex: 215278  
Mr. H. Schmidt

UNITED STATES  
Telephone: 212 269-3170  
Marine Repair & Construction  
Corporation International  
Suite 1127, 17 Battery Place,  
New York N.Y. 10004  
Telex: 12-9247  
Mr. F.A. Ganter

BELGIUM  
Telephone: 03-335920  
Euro Shipping  
Jordaenskaai 24,  
B-2000 Antwerp  
Telex: 31389

GREECE  
Telephone: 426635/8  
Lambert Brothers (Hellas)  
1 Makras Stoas,  
Pireaus  
Telex: 212242  
Mr. P.G. Lefkaditis

ITALY  
Telephone: 59 33 33  
Cambiaso-Risso & C.S.p.A.  
Corso Andrea Podesta 1,  
16121 Genoa  
Telex: 28284 Amarge  
28265 or 27203 Gipenna  
Mr. J. Kuiper

SCANDINAVIA  
Telephone: 414765  
Titlestad & Hauger  
Prinsensgate 2,  
Oslo 1, Norway  
Telex: 11715  
Mr. O.M. Skau-Johansen

FRANCE  
Telephone: 553.11-49  
S.O.C.O.M.E.T.  
Auvray et Cie  
26 Avenue Victor Hugo,  
75116 Paris  
Telex: 63236  
Mr. P. Folliard

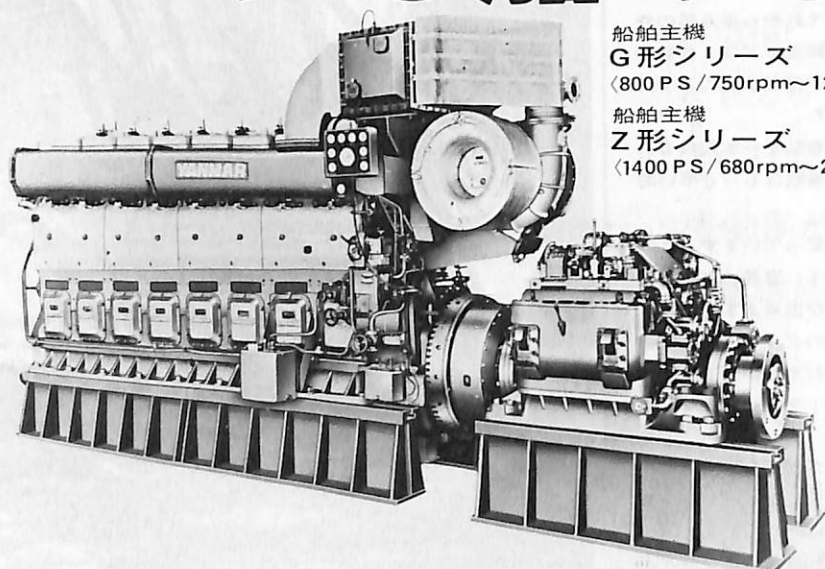
HOLLAND  
Telephone: 010-365500  
Ext. 235  
Vinke & Co.  
Consulting Engineers  
and Marine Surveyors  
56 Westerstraat,  
Rotterdam  
Telex: 23516  
Telegrams: Vinkesurvey  
Mr. H. van Son

一滴の燃料を生かす確かな技術

## 海上輸送の原動力



# タフな船の心臓



船舶主機  
G形シリーズ  
〈800 PS / 750rpm ~ 1200 PS / 820rpm〉

船舶主機  
Z形シリーズ  
〈1400 PS / 680rpm ~ 2400 PS / 680rpm〉

航海の安全を守る船舶の心臓=ディーゼルエンジン。乗組員の孤独な作業を支える、「絶対の信頼性」が要求されています。ヤンマーは部品の一つ一つにいたるまで徹底した品質管理を行い、ディーゼルエンジンをお届けしています。全国でその耐久性・安定性が高く評価され、「ヤンマーなら安心」の声が聞かれています。60余年にわたる、丹念な製品作りの実績が、海の男達のあいだで、信頼の輪を広げているのです。


●軽量・コンパクト機関室が広く有効に使えます。

●ヤンマー独自の燃焼機構により運転費・維持費が安くすみます。

- 船舶主機用3.0~2400馬力●
- 船舶補機用3.5~3600馬力●

# ヤンマー ディーゼル

●お問合せは(営業統括部販売推進部)まで。

 **ヤンマーディーゼル株式会社** 尼崎市長洲東通1-1 TEL (06)488-1111(代)  
〈本社〉大阪市北区茶屋町62番530 TEL (06)372-1111(代)

札幌支店 / TEL (011)221-6131

東京支店 / TEL (03)213-8111

名古屋支店 / TEL (052)563-2271

大阪支店 / TEL (06)372-1111

高松支店 / TEL (0878)21-2111

広島支店 / TEL (0822)28-1111

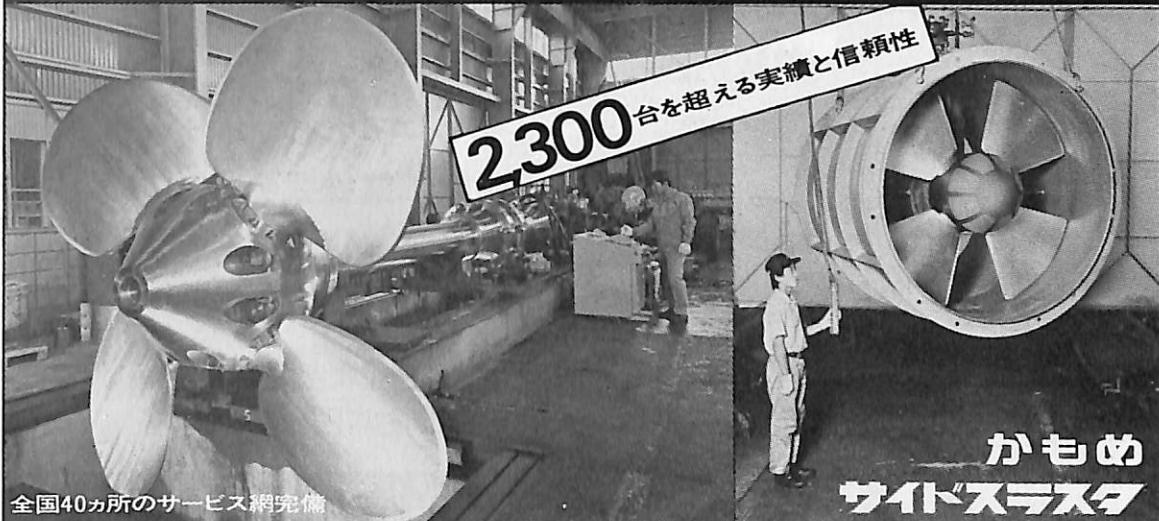
福岡支店 / TEL (092)441-0111

仙台営業所 / TEL (0222)62-5761

焼津営業所 / TEL (05462)8-3118

# 省エネルギー対策にピタリ!!

# KAMOME PROPELLER



全国40ヵ所のサービス網完備

## かもめ サイドスラスト



## かもめ 可変ピッチ プロペラ

**Availability**  
c.p. propeller—up to 15,000 BHP  
side thruster—0.5-12 tons thrust

**KAMOME PROPELLER CO., LTD.**  
690 KAMIYABE-CHO, TOTSUKA-KU, YOKOHAMA, JAPAN  
CABLE ADDRESS: KAMOMEPROP YOKOHAMA  
TELEX 3822315 KAMOME J  
PHONE: (045) 811-2461

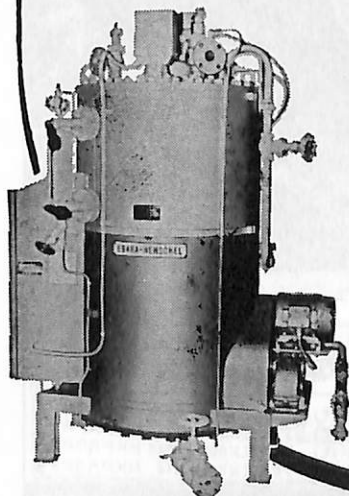
運輸大臣認定製造事業場

**かもめプロペラ株式会社**

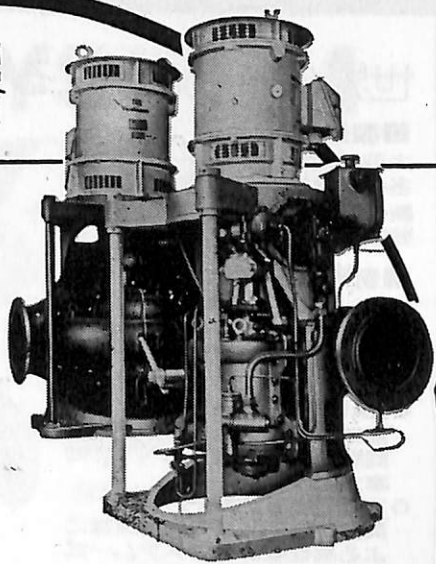
本社：横浜市戸塚区上矢部町690番244 TEL: (045) 811-2461 (代表)  
東京事務所：東京都港区新橋4-14-2千105 TEL: (03) 431-5438-434-3939

# エハラの船用機器

船舶用  
エハラヘンジェル・ボイラ



各種 船用 ポンプ  
送 排 風 機  
空 調 機 器  
甲板機械用油圧装置  
サイドスラスト装置  
ヒーリングポンプ装置



エハラ船用ポンプ

**EBARA**

**荏原製作所**

本社：東京都大田区羽田旭町 743-6111  
東京支社：東京都中央区銀座6丁目 朝日ビル 572-5611  
大阪支社：大阪府北区中之島2丁目 新朝日ビル 203-5441  
営業所：名古屋221-1101・福岡77-8131・札幌24-9236  
出張所：仙台25-7811・広島48-1571・新潟28-2521・高松33-6611

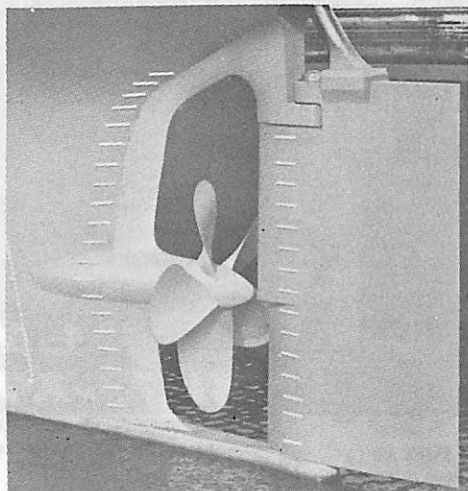
## 船舶外板・タンクの

電気防蝕に関する調査・設計は

専門のエンジニアリング コンサルタント

中川防蝕工業株式会社に

御相談下さい。



スタンプレーム周囲に取付けたALAP

当社は技術士(金属部門)20名を擁する  
ユニークな防蝕専門会社です。

## 中川防蝕工業株式会社

本社・東京都千代田区鍛冶町2-2-2 ☎(252)3171  
支店・大阪市淀川区西中島5-9-6 ☎(303)2831  
営業所・名古屋☎(962)7866・広島☎(48)0524・福岡☎(771)4664  
出張所・札幌・仙台・新潟・千葉・水島・高松・大分・沖縄

技術のナカシマ

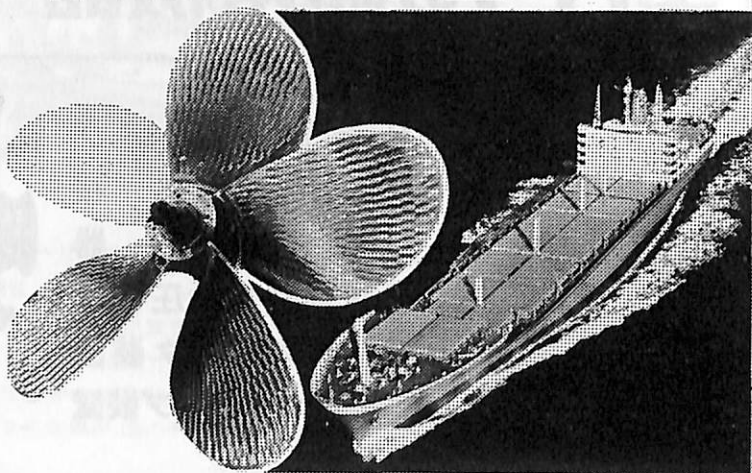
## 世界の海に活躍する **ナカシマスプロペラ**

### ■製造品目

大型貨物船・タンカー・撒積船  
各種専用船プロペラの設計及び  
製作、各種銅合金鋳造品・船尾  
装置一式

### ■新開発システム

- キーレスプロペラ  
キーなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式  
取付・取外し簡便
- NAUタイププロペラ  
当社と造船技術センターの共同開発、中小型プロペラの効率大巾アップ
- 可変ピッチプロペラ  
英国ストーン社との技術提携による高性能CPPシステム一式  
(XS・XK・XX三種)



運輸省認定事業場



## ナカシマスプロペラ株式会社

本社工場 岡山市上道北方688-1(岡山中央郵便局私書函167) 〒709-08 電話(0862)79-2205(代) TELEX5922-320 NKPROP J  
東京営業所 東京都中央区八丁堀1丁目6番1号 協栄ビル 〒104 電話(03)553-3461(代) TELEX252-2791 NAKAPROP  
大阪営業所 大阪市西区靱本町2丁目107 新興産ビル 〒550 電話(06)541-7514(代) TELEX525-6246 NKPROPOS  
福岡営業所 福岡市博多区博多駅前1-3-2(八重洲博多駅前ビル) 〒812 電話(092)461-2117-8 TELEX725-414 NKPROPFK

# 最新の技術と実績を誇る 福島甲板機械



Hydraulic deck crane (8<sup>T</sup>×20<sup>R</sup>×23<sup>M</sup>/min.)

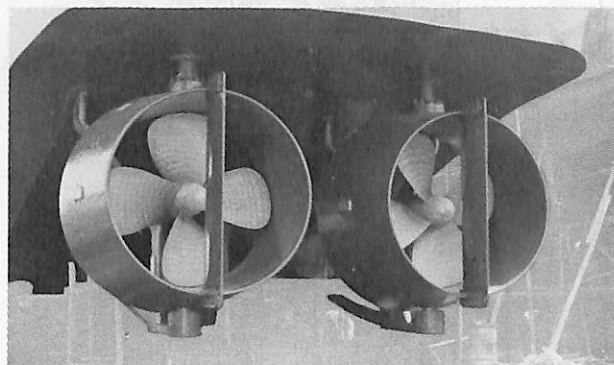
- 油圧・蒸気・電動各種  
甲板機械
- デッキクレーン
- アンカー・ハンドリング  
ウィンチ
- 電動油圧グラブ

*Fukushima*

株式会社 **福島製作所**

本社・工場／福島市三河北町9番80号 ☎0425(34)3146  
 営業部／東京都千代田区四番町4-9 ☎03(265)3161  
 大阪営業所／大阪市東区南本町3-5 ☎06(252)4886  
 出張所／札幌・石巻・広島・下関・長崎  
 海外駐在員事務所／ロンドン

## PROPELLER NOZZLE SYSTEM ノズルシステム



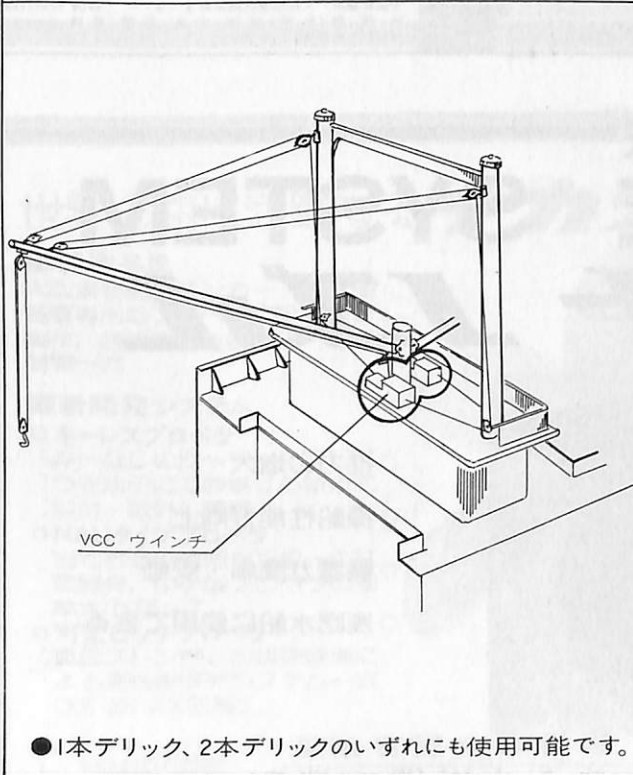
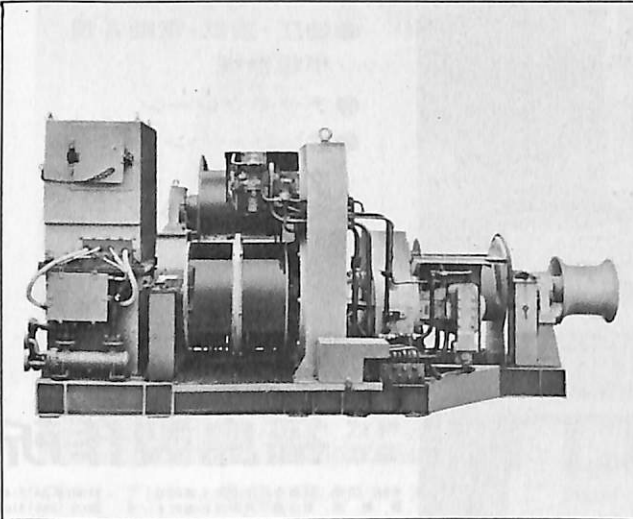
- 推力の増大
- 操船性能が向上
- 装置が簡単・安価
- 浅吃水船に使用できる



(株)マスキ内燃機工業所

本社 東京都中央区勝どき3-3-12 TEL (532)-1651  
 清水営業所 清水市入船町8-16 TEL (53)-6178

# 高性能 パイプングレス デリック ウインチ JSW - VCC WINCH



●1本デリック、2本デリックのいずれにも使用可能です。

## ■特 長

1. 配管作業が不要
2. 高い安全性と操縦性
3. 高能率な荷役作業
4. 容易な保守点検
5. 低い騒音

## ■主な船用油圧機械

1. 電動油圧デッキクレーン
2. 油圧式甲板機械
3. 船内荷役用グラブ
4. ハッチカバー用油圧機器
5. 舵取用油圧ポンプ
6. その他



株式会社 日本製鋼所

東京都千代田区有楽町1-1-2 (日比谷三井ビル) 電話(03)501-6111  
 営業所 大阪(06)203-3661・福岡(092)721-0561・名古屋(052)935-9361  
 広島(08282)2-0991・札幌(011)271-0267・新潟(0252)41-6301  
 仙台(0222)94-2561

# IMCO の航行安全小委員会と航法装置

Sub-Committee on Safety of Navigation in IMCO  
and Navigational Aids  
by Kazutami Shyoji/Tokyo University of Mercantile Marine  
Koichi Kimura/Electronic Navigation Research Institute

庄司和民・木村小一

東京商船大学・電子航法研究所

## 1. はじめに

政府間海事協議機関（IMCO）には、総会、理事会の下に図1に示すように5つの常設委員会があり、その1つである海上安全委員会は、航行援助、船舶の構造と装置、衝突予防規則、危険貨物、救命設備、船舶無線通信、訓練の標準化、士官と乗組員の当直と資格、捜索救難およびその他の海上安全に関する事項を取扱う委員会である。この海上安全委員会の下には図に示すように11の小委員会があり、それぞれの分担に応じた審議を進めている。これら小委員会および海上安全委員会で合意された事項

は、更に総会や関連の国際会議の議を経て、海上における人命の安全のための国際条約（SOLAS条約）や国際衝突予防規則などに順次取入れられて行くのが普通である。本誌のこの号では、これらの小委員会の1つである航行安全小委員会（Sub-Committee on Safety of Navigation）の最近の活動の中から、主として航法装置に関するものを取り上げ、その問題点などについても紹介されているが、ここでは他の筆者の分担以外の項目を中心に、航行安全小委員会の活動の概要を展望してみることにする。

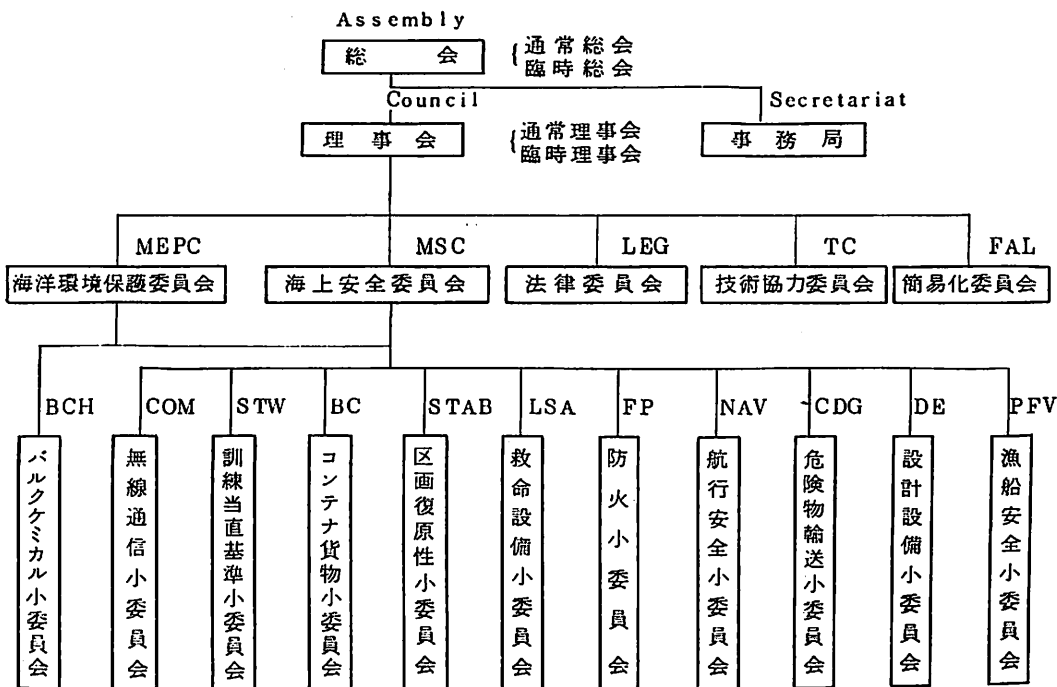


図1 IMCOの組織

なお、SOLAS条約では、航法装置に関する事項は第5章 航行の安全、のところでとりまとめられている。

## 2. 航行安全小委員会全般の最近の活動

主題を航法装置にしるる前に、この小委員会全体の最近の活動とその将来の計画について、主としてIMCOから発行されている(Misc (74).E) "IMCO and Its Activities, 1974" によって簡単に述べておくこととする。小委員会の活動の大きな部分は航海の安全を増加するためとられる方策と政策を導入するために払われている。それらの中では、航法装置の強制装備とその応用、任意装備のもの、船舶の航路決定と海上交通の分離などが重要である。船舶の航路決定の主要原理は1972年の新しい衝突予防規則に含まれているのでそれが発効されれば実行に移されることになる。レーダ、音響測深機、ジャイロコンパス、方向探知機などの航路法装置はある大きさ以上の船に強制装備になる方向で進んでいる。航路分離は交通が密であったり集中したりする約50の海域で実施され、その目的は多数の船が対向したり、あるいは近い航路で行合うことを減少させて衝突の危険を減少させることである。その詳細は各国の海事出版物や海図などにあるが、IMCOからも出版物が出されている。この問題はなお研究が続けられ、現在の航路分離の改良や必要海域の追加も考えられている。

これらの方策のほか、水先区および港内の勧告業務を用意すること、狭水路での深喫水船の電子的船位決定装置と識別灯および必要に応じての海上安全のその他の主題に関する一連の勧告が各国政府に出されている。最も重要な船載の航法装置の性能規格や試験手順が同意され、それに関する出版物も間もなく刊行される予定である。

世界の海洋開発に関する国際連合の活動の一部として、IMCOは海洋環境での海洋データ収集システム(ODAS)のような科学施設の各種の安全面について考えており、このような施設、灯火や信号、航行援助への利用、有人施設の安全装置を用意すること、および適切な情報を周知することを含む勧告案がこの小委員会およびユネスコ(UNESCO)の政府間海洋委員会で作られている。

最も重要な作業の1つは前述した1972年の国際海上衝突予防規則の全面改正版であったが、また、別の重要な主題としては宇宙技術すなわち海事衛星を船位測定、捜索救難、その他の安全目的に使うこと

も検討中である。将来の作業計画としてつぎのものをあげている。

- (1) 船舶の航路——新しい航路分離の提案への考察と関連事項(既出版の航路の有効さと改良の評価)
- (2) 国際水域で使用する浮標の統一
- (3) 航海用の標準言語——航海用語集
- (4) 船載航法装置の性能標準と型式試験手順
- (5) レーダ反射器(規格とそれを備えるべき船の種類決定)
- (6) 航行上の警報を船舶界に周知させたための国際協力
- (7) 船上の聴取場所の騒音レベル(注:一応結論に達している)
- (8) 港湾用レーダの映像の船へのテレビジョン式な伝送(構成国からの規格提案があれば取上げることになっている)
- (9) 紅海南部のある島々に追加の灯火をつける必要性

## 3. 小委員会の最近の審議項目

航行安全小委員会は上に述べたとおり非常に範囲の広い事項についての審議を行なっている。最も最近の1976年3月22~26日に開催された第18会期の小委員会の議題はつぎのとおりであって、これらを月曜日から金曜日までの5日間で審議を終っている。

- (1) 議題の採択
- (2) 海上安全委員会がとった処置
- (3) 船の航路設定に関する事項
- (4) 1974年安全条約第5章第8規則の改正の可能性
- (5) 航行援助装置
  - (a) 航行援助の国際的な要求と勧告の見直し
  - (b) レーダ・ビーコンの性能
  - (c) 磁気コンパス—要求と性能標準
- (6) 標準航海用語
- (7) 浮標の地域的統一
- (8) 1972年の衝突予防規則に関する事項
- (9) 報告事項
  - (a) 捜索救難
  - (b) 船舶界への航行警報の周知についての国際協力
- (10) その他
- (11) 海上安全委員会への報告書

更に、1977年2月14日からに予定されている第19会期の小委員会の仮議題はつぎのとおりとなっている



会 期	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
開催年月	1971-7	1971-11	1972-1	1972-12	1973-6	1974-4	1975-8	1976-3
方向探知器の性能標準	勧告案							
音響測深機の性能標準	勧告案							
ジャイロコンパスの性能標準	案	勧告案	勧告案の修正	勧告案				
レーダ操作器のシンボル	シンボルの表	勧告案	勧告案の修正	IECの意向により修正	他の装置についても検討			
レーダ反射器・装置要求規格	勧告案	勧告案						
レーダビーコン		調査開始	一般討議	情報文書作成	質問表	回答整理	整理文書	掃引周波型勧告案案化
オートパイロット				調査開始	勧告案	最終案		
磁気コンパス						必要性提案		勧告案
その他			時間なし	共通要件勧告案	WARCの準備		装置要求の見直し オレンジ提案	直し 一般討議
性能標準の出版				出版の提案			出版決定	
音響信号の効率	報告案	技術基準案	最終審議 (衝突規則へ)					
聴取場所の騒音レベル				結論案	勧告案	勧告案		

図2 航行安全小委員会の最近の会期と航法装置を主とした審議の経過

る。

- (1) 議題の採択
- (2) 海上安全委員会への処置
- (3) 船の航路設定に関する事項
  - (a) 提案の新規および追加の航路計画
  - (b) 航路設定の原則
- (4) 航行援助とその装置
  - (a) 国際的な要求および勧告の見直し
  - (b) レーダビーコンとトランスポンダ
  - (c) オメガディファレンシャル補正システムの運用要件
- (5) 1972年の衝突予防規則に関する事項
- (6) 標準航海用語
  - (a) やり方の追加
  - (b) VHFによるやり方
- (7) その他
- (8) 海上安全委員会への報告

4. 最近の小委員会における航法機器関係などの審議状況

小委員会はこのところ年1~2回のペースで開かれ、会期は常に5日間である。図2には第11会期以降の開催年月と航行援助装置関係の一部音響関

係を加えた議題の推移を示してある。普通、装置の性能標準などの勧告を作るときは、provisional recommendation on performance standard (勧告案) — draft recommendation on performance standard (勧告案) という順序で審議が進められていることがわかる。勧告案はこのあと、海上安全委員会で審議のうえ承認され、更にIMCO総会か、臨時総会の決議として採択されることによって発効する。

最近のこの種の勧告にはつぎのようなものがある。すなわち、航法装置関係では

- (1) 電子的航行援助装置の一般要件の勧告 (決議 A. 281(VIII))
- (2) 航海用レーダ装置の性能標準 (決議 A. 222(VII))
- (3) 航海用レーダ装置の性能標準への追加勧告 (決議 A. 278(VIII))  
付録 船舶の航海用レーダ装置の調整器に対するシンボルの勧告
- (4) 無線方向探知装置の性能標準 (決議 A. 223(VII))
- (5) 音響測深機の性能標準 (決議 A. 224(VII))
- (6) ジャイロコンパスの性能標準 (決議 A. 280(VIII))

(7) レーダ反射器の性能標準 (A. 277(Ⅳ))

とあり、図2にあるオートパイロットはまだ決議となっていないが、それを含めた形で標準集が近く出版されることが、小委員会で決定されている。

音響関係としては、音響信号の効率の議題は、汽笛類の発音周波数と信号の強さなどを審議したもので、その結果は1972年の新衝突予防規則の附属書Ⅲとしてそのまま取入れられている。聴取場所の騒音レベルは航海船橋などにおける騒音レベルの規正を目的としたもので、その計測方法を勧告するとともに、最大許容騒音レベルの予備的なガイドラインとしてオクターブバンドできめた平均値が 250 Hz 中心のバンドで 68 dB, 500 Hz 中心のバンドで 63 dB という値を付録として添付している。

## 5. レーダ・ビーコン

レーダ・ビーコンについては別稿で伊藤氏が詳しく論じているので、ここではそれとの重複をできるだけ避けて簡単に経過を述べておく。

図2からも明らかなように、航行安全小委員会がレーダビーコンを取上げたのはかなり以前であり、その当初は議題を「レーコン」としていた。まず、第12会期の小委員会では船に載むレーコンの用途の検討と性能標準を作ることで審議が開始された。第13会期の小委員会もまた一般的な討議に終始したようで、このときは、小型ヨットに多数使用されている長パルスのレーコンはレーダ映像上に混乱をまねくおそれのあること、当時研究中の短パルスのレーコンは航行援助用や捜索救難用に有効というような議事があったことが報告されている。

第14会期ではレーコンの各種の技術面と現在および将来の運用面に範囲をひろげて、討議の基礎となる情報用の文書「レーダビーコン(レーコン)の現状の技術的評価」をまとめた。レーダビーコンの語がこの段階で登場し、つぎの会期から正式にそう呼ばれるようになった。この情報用文書の概要は、まず、この10年間の固体化電子技術の進歩を述べて、それにより単一パルスでも、多重パルスでも呼びかけ、各種の符号化応答をするレーダビーコン技術が可能になったとし、更に、つぎの10年ではマイクロエレクトロニクス普及により、多くの機能をもったレーダビーコンの出現が考えられる。応答周波数としては、レーダ全バンドを掃引するもの、レーダバンドの端の固定周波数、呼びかけと同一周波数(注:この場合、ビーコン側の受信周波数を掃引する)があるが、技術的、経済的には掃引周波数型が

船のレーダに普通付加装置が不要で有利としている。文書の第2には、固定位置のレーダビーコン、船載のレーダビーコン、そして固定または移動のレーダビーコンの用途を列記し、最後にレーダビーコンの距離性能の図を示している。

第15会期の小委員会ではレーダビーコンの情報をより多く求めるため、各国政府に現在運用中、現在要求のある、そして将来における各種レーダビーコンの用途についての回答を求める質問表を作成し、第16会期の小委員会ではその回答を整理した。

このあと、1974年4~6月に開催された世界海上無線通信主管庁会議では、レーダビーコン(レーコン)の定義が「海上無線航行業務における受信・送信装置で、地表面捜索レーダによって起動されたときに自動的に識別可能な信号を送り返すもの。この信号は、そのレーダの表示面上に、距離、方位および識別のための情報を表示できるものとする。」と定められ、9,300~9,320MHzと2,900~2,920MHzが固定周波数レーダビーコン専用の周波数帯として割当られることになった。更に同会議は、勧告13「固定周波数レーダビーコン(レーコン)の開発に関する勧告中で、主管庁、IMCOおよび国際灯台協会(IALA)に固定周波数レーダビーコンの広範囲の使用から得られる運用上の利点を引続き評価することを要請し、勧告14「船舶上のトランスポンダ(適正な質問を受けたときに信号を自動的に発射する受信・送信装置)の周波数要件に関する勧告」中で、主管庁およびIMCOに、船舶上のトランスポンダの広範囲な使用から得られる運用上の利点を引続き評価し、および将来の実施のために国際的に承認される方式を採用することが便宜であるかどうかを検討することを要請した。

これらの要請をも考慮し、第17会期の小委員会は、小委員会のほかに作業部会(日、英、オランダ、スウェーデン、フィンランド、IALA、ICS\*1、CIRM\*2)を設けてこの問題を討議した。日本としては、すでにわが国には掃引周波数型のレーダビーコンを海上保安庁が設置しているが、これらの無統制な設置で余りにもレーダ表示が妨げられない配慮が必要であること、固定周波数型への移行はレーダの改造を要するので慎重を要すること、沈船など臨時の危険物などにはレーダ反射器を使うようにすべきことなどを基本の対処方針としてのぞんだ。その結果、各種のレーダビーコンなどの使用に適する

\*1 ICS: International Chamber of Shipping.

\*2 CIRM: International Radio-Maritime Committee.

運用要件と将来方向などをまとめた文書が作成された。この文書は小委員会の完全な同意は得られていないが、国際無線通信諮問委員会（CCIR）等への送付は承認された。（注：1976年3月のCCIRの中間会議でこのIMCOからの文書が審議され、報告案がまとめられた。）

この文書では、レーダビーコンに対する原則として、その無統制な導入はレーダ表示に大きな混乱を生ずるおそれのあることがまず強調されており、それを避ける国際協定が重要であるとし、そのあと、周波数掃引型と周波数固定型ビーコンの概要と利点、欠点、その他の型のレーダビーコンとトランスポンダの方式例を示してある。そして運用上の用途が表にまとめられ、将来方向も展望されている。

この文書をわが国としても検討し、つぎの意見がまとめられた。(1)わが国に多く設置されているレーマークビーコンにも触れる必要がある。(2)捜索救難用としてわが国で開発中のガンダイオド発信器の利用をより強調したい。第18会期の小委員会には、これらの意見の反映が期待された。小委員会は前回同様作業部会（日、英、米、オランダ、スウェーデン、IALA、ICS、CIRM）が作られ、作業部会報告書の形で審議結果がまとめられている。伊藤氏の記述と重複するが、その中からいくつかの点を拾ってみるとつぎのとおりである。

まず、<sup>21)</sup> 前回の文書の表を訂正し（伊藤氏の表2）、将来の用途の原則をつぎの通りとした。

- (a) 掃引周波数レーダビーコンは危険の多いところの航行援助用と海図にない危険物の識別に使用する。
- (b) 固定周波数レーダビーコンとトランスポンダは他の重要であるが危険の少ない航行標識として、または限られた数の船あるいはステーションのみに要求される情報用として使う。

そして、国際的に定義のないつぎの用語を小委員会限りの定義をきめた。

- (a) エコー強調器（echo enhancer）：物標からのレーダ反射の増大に使う装置\*。
- (b) レーマーク（ramark）：海上無線航行業務用のレーダビーコンで、連続的に送信し、レーダ表示器上に方位情報のみを与える信号を発生するもの。

つぎに、周波数掃引レーダビーコンの運用標準の勧

\* このエコー強調器のCCIRにおける定義は「物標からのレーダ反射を増大するために使うアクティブな装置で、レーダ反射器のような受動的な装置とは別のもの」とよりはっきりさせている。

告の素案を作った。この案ではこの種のビーコンの設置は各国資格ある機関の統制のもとに行なうことを述べたのちの、代表的な航海用レーダのパラメータから、有効範囲30, 20, 10海里のビーコンの諸元をきめ、更に応答信号の長さ（最大距離の約20%）、応答遅延時間（90 m以内）、表示へ現れる周期2分以内の間隔）、符号（今後研究）、偏波（水平）としている。固定周波数レーダビーコンとトランスポンダについては、トランスポンダの周波数要求の研究が重要で、トランスポンダの可能性のある用途をマトリックスにまとめて検討することになった。各国はこの図等から運用方法、表示方法と内容についての利用者の選択の提出を要求されることになっている。

第18会期の小委員会では掃引周波数型のレーダビーコンの勧告素案が勧告案に固まる可能性があるので、わが国としては前回に引続き別稿で古束、木村（貨）両氏が述べている救命用のトランスポンダをこの範ちゅうのビーコンの一つとして認めてもらえるよう提案をして行くことになる予定である。

## 6. 船載航行援助装置の装備要求の見直し

第17会期の小委員会には、とくに危険物積載船などに重点を置いて、航行援助装置の装備要求をレビューする提案文書がオランダより提出されており、新議題として海上安全委員会の承認を得て、第18会期で討議が開始された。対象となった装置、オランダ提案文書の内容および第18会期の小委員会での意見のまとめを簡単に表1にまとめて示してある。小委員会としては現段階ではかなり前向きな態度で討議が進められていることがわかる。

この問題は、最終的にはSOLAS条約の再改正に結びつくことになり、航行の安全や海洋汚染の防止上必要なものではあるが、場合によっては船主に対する負担の増大につながることもなるので慎重に対処する必要がある。表1を項目別に見て行くと、レーダや2台目レーダのように、わが国ではこれよりも更に進んだ強制装備が行なわれているものもある半面、旋回率計や広い角度から見える舵角指示器と機関回転計のようにあまり普及していないものも含まれている。ログの中の速度指示計とはどのような規格のものになるかが明示されていないし、また同じ項の対地速度計はドプラソナーを意味すると思われる項目もある。電子的な船位測定装置の場合はデッカ、ロラン、オメガ及び航行衛星などシステムの選定如何では今後大きな問題となるであろう。

表 1 航行援助装置の備付の見直しの動向

項 目	オランダ提案文書	第18回小委員会見解
磁気コンパス	各種船舶に要求を提案中	磁気コンパスの勧告どおり
ロ グ	(1) ロガー一般 各種船舶に要求提案中 (2) ドブログ 巨大船に提案中	(a) 曳船ログ 500G T 未満に要求 (b) 速度指示器 500G T 以上の全船舶に要求 (c) 浅い海で低速まで対地速度のわかる装置 50,000G T 未満のケミカルタンカとガスタンカに勧告 50,000G T 以上のケミカルタンカとガスタンカに要求 100,000G T 以上の全船舶に要求
音響測深機	74年安全条約 小型ケミカルタンカに拡大検討	新条約を 500G T 未満のすべてのタンカに拡大
方向探知機	現行安全条約	現行安全条約
レ ー ダ	74年安全条約 小型ケミカルタンカに拡大検討	74年安全条約を全ケミカルタンカと 500G T 以上の全船舶に拡大
プロットング装置	74年条約だがリフレクションプロットを検討の要あり	同 上
VHF	要求提案中	総会決議あり、ブリッジで使えるようにする必要
ジャイロコンパス	74年安全条約	新条約を 3 個のレピータまたは操舵場所に 1 個のレピータに拡大
舵角指示器 機関回転計	特に大型船に有効で、各方向から見える要あり	50,000G T 以上の全船舶と 5,000G T 以上の全タンカに要求 広い角度から見えること
電子的測位装置	オイルタンカなどには総会決議で勧告されている。(デッカ)とある。	5,000G T 以上の全タンカとすべてのケミカルタンカとガスタンカに勧告、システムを統一する必要あり
2 台目のレーダ	要求提案中	50,000G T 以上の船に要求、50~50,000G T のケミカルタンカとガスタンカに勧告 5,000~50,000G T の全タンカに勧告
旋 回 率 計	50,000G T 以上に提案中	50,000G T 以上の全船舶に勧告
ホーミング装置	74年安全条約	74年安全条約
セルコール(選択呼出し)	総会決議(勧告)あり、研究中	CCIRで研究中、総会決議(勧告)あり
テレックス	必要を感じる	無線通信小委員会の注意喚起
レーダ反射器	総会決議により 100G T 以下に勧告	総会決議の 100G T 未満への勧告を要求に拡大
昼間信号燈	現行安全条約	現行安全条約通りでよい
操船用燈火	72年衝突規則が勧告	新規則と総会決議の勧告あり
航海用図巻	現行安全条約	現行安全条約
国際信号巻	現行安全条約	現行安全条約
標準航海用語	重 要	採択後要求
操船手引き巻	総会決議で勧告	総会決議による勧告を要求に拡大

## 7. その他の一、二の議題

(1) 操舵信号灯 1972年の新衝突予防規則の第34条(b)と付属書Iの12にもとづく操舵信号灯は規則の発効を前にかかりの船に装備されているが、第17会期イギリスからの報告がもととなり、その使用経験の提示を求められることになった。わが国も船主協会がアンケート調査を行なったが小委員会ではこの問題は継続して取上げられることになっている。

(2) ディファレンシャルオメガ フランスからの文書およびCCIRの中間会議での研究開始に伴って、海上安全委員会の承認を得たので次期会期以降、ディファレンシャルオメガ(議題ではオメガディファレンシャル補正システム)の最適周波数などについての検討を開始することになっている。

このディファレンシャルオメガとは、現在のオメガシステムでの空間波補正表による補正值が、陸地初認や沿岸航海には必ずしも十分でなく、太陽からの異常放射時の電波じょう乱では更に大きな測定誤差を生ずるので、この補正值を、陸上での観測結果にもとづき、リアルタイムで放送しようとするものである。このような補正值は陸上モニタ点を中心にとどのぐらいの距離まで有効であるか、また、その放送型式は、などの運用上の要求から、その補正值放送に対する周波数割当の資料とするためのもので、CCIRおよびIMCOがその研究を開始することに

なったのである。なお、フランスでは差し当り、中波のビーコンの電波にのせてこの放送を行なうことを計画していようである。

## 8. おわりに

本誌本号の他の方がたの記述との重複をさけつつ、IMCOの航行安全小委員会の最近の動きを簡単に紹介した。この小委員会の各議題のうち航法装置関係の議題の検討は、わが国では従来は組織的には行なわれていなかったが、昭和50年度より、小委員会の議題全般を(社)日本造船研究協会第7基準研究部会第5分科会(航海)(分科会長 庄司)が、また航法機器などの性能標準などに関連する議題を中心に、(社)日本船舶品質管理協会船用品国際要件委員会航行安全分科会(主査 木村)が常設され、それぞれの担当に応じて関連の文書などの審議を行ない、意見のとりまとめ、文書の作成などを行ない、運輸省船舶局の対処の参考に供する体制が作られた。この小文はこれらの分科会の活動によるものが多いため記して謝意を表す。なお、小委員会関係の文書はこれら分科会の事務局に整備されることになっており、また、ご意見のある向きはこれら分科会にお寄せ頂ければ、わが国からの意見に反映させることも可能となると思われるので、よろしくお願いをする次第である。

信頼ある最高精度

# TAMAYA 天文航法計算機

新発売

# NC-2



「航海用六分儀」のメーカー玉屋商店が、自信をもって製作したこのハンディ・タイプの計算機は、六分儀による天測後の計算と、各種の航法計算プログラムを内蔵したもので、これまでの、天測計算表やトラバース表など、数多くの計算表をくり返し使われていた航法計算が、まったく簡単に、速く、しかも正確に算出できる画期的なものです。

これからは、六分儀と合わせて航海士必携の計算機です。

 株式会社 玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4丁目4番4号 ☎ 104  
TEL 03 (561) 8711 (代表)  
大阪支店 大阪市南区順慶町通4丁目2番地 ☎ 542  
TEL 06 (251) 9821 (代表)  
工場 東京都大田区池上2丁目14番7号 ☎ 143  
TEL 03 (752) 3481

# IMCOと航海用レーダ

Intergovernmental Maritime Consultative  
Organization and Navigational Radar  
by Koichi Kimura  
Electronic Navigation Research Institute

木 村 小 一

電子航法研究所

## 1. はじめに

航海用のレーダが政府間海事協議機関(IMCO)が関係する条約や規則あるいは勧告の中に取り入れられるようになってからもうずい分の日時が経過している。そして、今日レーダは船の安全運航上欠くことのできないものとなってきており、また、最近のエレクトロニクスの進歩は船舶用レーダに電子計算機を連動させた、いわゆる衝突防止レーダの出現に結びついている。このような時期に、ここにIMCOとレーダをテーマにあげたのは、ここ数年のIMCOの動向が契機となって、わが国ではある型以上の船舶にレーダが強制装備されることになり、レーダの性能標準をきめた規則類が新に制定(船舶安全法関係)されたり、改正(電波法関係)されたりした。そこで、ここでは、IMCOの航海用レーダに関する動向を中心に記述し、紙数の関係もありわが国の関連の規則の改正については、その各条文の詳細はつぎの機会にゆずることとし、その動向のみについて述べることにしたので、関係の方がたは直接法規集などを参照されることを希望する。なお、1970年に国際労働機関(ILO)が共同で作成した「国際船員教育訓練指針」の中のレーダに関する部分は、すぐれた解説書が刊行される\*ので、ここでは省略した。

\* 笠原色道：レーダ航法，海文堂出版，昭52.1刊

## 2. わが国におけるレーダの船舶への装備の強制

1968年のIMCOの臨時総会では、1960年の海上における人命の安全のための国際条約(SOLAS条約)の第5章第12規則の改正の決議が行われた。この改正規則の中には船舶へのレーダの強制的条項が含まれており、同じ条文は1974年に採択され

た新しいSOLAS条約中にもそのまま取入れられている。それによると、

「(a) 総トン数1,600トン以上のすべての船舶は、主管庁により承認された型式のレーダを備えなければならない。レーダの読みをプロットングする装置をそれらの船舶の船橋に備えなければならない」

となっている。

この条項は未だ発効はされていないけれども、わが国は昭和50年11月27日に船舶安全法の関係省令である船舶設備規程を改正して、この新SOLAS条約の条文を上回る種類の船舶にレーダの装備を要求することになった。その概要はつぎのとおりである。(なお、船舶設備規程のこの関連条文は片カナ交りの文語体であるが、ここではその趣旨をなるべく生かしながら口語体でその要旨を述べてある)

「総トン数500トン(旅客船・危険物バラ積船並びに引火性または爆発性のガスを発生する液体で危険物以外のものを運送するタンカでは総トン数300トン)以上の船舶(湖川港内のみを航行する船舶または出発の港から到着港までの距離が極めて短い航路だけを航行する船舶で管海官庁が差支えないと認めたものを除く)には1台の航海用レーダを備えなければならない。

長さが200m以上の船舶には前項の航海用レーダ以外に予備の航海用レーダをもう一台備えなければならない」(以上第145条の2)

更に、この規定は昭和51年11月27日から施行されることになっており、それ以前に建造したか、または建造に着手した船舶は、つぎの定期検査または第1種中間検査のときから適用されるとともに、これらの船のレーダですでに備えつけられているレーダ

は次節以降の性能要件を満足していなくてもよいことになっている。これに対し、電波法関係の性能要件の規定の適用は若干異なり、国際航海従事船について言えば51年11月27日以後船舶に設置したレーダに適用というようになっている。

### 3. IMCOの航海用レーダ装置の性能基準の勧告

IMCOは前項のレーダの備付の条項を採択したことによって、1971年の総会で航海用レーダ装置に関する性能基準の勧告を決議するとともに、1973年の総会でも勧告の追加、すなわち、レーダ装置の調整器のシンボルの勧告を行なった。この勧告による性能基準はここで述べる性能要件の基礎となったものであるため、なるべく原文に忠実な形で以下に紹介しておく。(この訳文は日本電子機械工業会の無線航法技術委員会によるものに、筆者が若干の修正を行なったものである)

#### IMCO決議 A222 (VII) 1971. 10. 12 採択 航海用レーダ装置の性能基準

##### 付録 航海用レーダ装置についての勧告

1. 第5章第12規則に規定するレーダ装置は、他船および障害物並びに浮標、海岸線および航行上の標識の位置の自船との関係を衝突防止や航法上に役立つ方法で表示できるものでなければならない。

2. つぎの最低限の要求を満足しなければならない。

#### (a) 距離性能

標準の電波伝搬状態のもとでの運用要件は、レーダアンテナを海面上15mの高さに設置したとき、つぎのものが明瞭に表示できること。

##### (i) 海岸線

陸地が60mの高さに隆起しているときは20海里で、

陸地が6mの高さに隆起しているときは7海里で、

##### (ii) 海面上の物標

そのアスペクトの如何を問わず、総トン数5,000トンの船が7海里で、  
長さ10mの小船が3海里で、  
約10m<sup>2</sup>の有効反射面積をもった航路浮標が2海里で。

##### (b) 最小距離

この勧告の(a)(ii)項に規定されている海面上の物標が、距離範囲切換器以外の制御器の調整を

することなく最小距離50mから1海里の距離まで明瞭に表示できること。

#### (c) 表示器

(i) 装置は有効直径180mmを下回らない相対平面表示器を備えること。

(ii) 装置は最小1海里以下、最大24海里以上の少なくとも5つの距離範囲を備えること。これらの目盛は1対2の比であることが望ましい。これら以外の追加の距離範囲を備えてもよい。

(iii) 使用中の距離範囲とその距離環の間隔の明瞭な表示をすること。

#### (d) 距離測定

(i) 距離測定の主たる手段は電子的な固定距離環とすること。2. (c), (iii)項に示した各距離範囲では少なくとも4本の距離環があること。ただし、1海里未満の距離範囲では1/4海里の間隔で表示すること。

(ii) 固定距離環はその距離環の上に表示される物標の距離を使用距離範囲の最大値の1.5%あるいは70mのいずれか大きい方の値をこえずに測定できること。

(iii) その他の距離測定手段を追加する場合は、その何れもの物標の距離測定誤差が使用距離範囲の最大値の2.5%あるいは120mのいずれか大きい方の値をこえないこと。

#### (e) 船首方向指示

(i) 船首方向を最大誤差 $\pm 1^\circ$ 以内で表示器上に線で指示すること。

表示する船首線の幅は $\frac{1}{2}^\circ$ を超えないこと。

(ii) 船首方向指示を断にできるスイッチを備え、そのスイッチは「船首マーカ断」の位置にとどまらない構造であること。

#### (f) 方位測定

(i) 表示面に現われたどの物標の方位でも速かに測定できる手段を有すること。

(ii) 方位を測定する手段は、表示面の周辺に現われた物標の方位を $\pm 1^\circ$ またはそれより良い確度で測定できるものであること。

#### (g) 分解能

(i) 装置は最小距離範囲で、相互間隔が50mを超えない同一方位にある2個の物標を分離して表示できること。

(ii) 装置は、相互の方位が $2.5^\circ$ を超えない同一距離にある2個の物標を分離して表示できること。

(h) 横ゆれ

装置の性能は、その船が  $\pm 10^\circ$  横ゆれしたとき、目標の反射像が表示面上に残っているものであること。

(i) 走査

走査は方位  $360^\circ$  にわたって連続かつ自動的に行なうこと。

目標の情報取得回数は毎分少なくとも12回であること。

装置は相対風速 10 ノットまでは満足に動作すること。

(j) 方位安定

(i) 表示を送信型コンパスによって方位の安定をさせる手段を備えること。

コンパス送信による追従の確度は、コンパスの回転速度が毎分2回転のとき、 $\frac{1}{2}^\circ$  以内であること。

(ii) コンパスの制御機能が停止しているときあるいは取外されているときには装置は相対方位で満足に動作すること。

(k) 性能監視

装置が動作中に、装備時の校正基準値に比べて著しい性能低下を容易に判定しうる手段が利用できうること。

(l) クラッタ除去装置

雨、雪等の降下物および海面からの望ましくない反射による表示を最小にする手段を備えること。

(m) 操作

(i) 装置は主表示器の位置から電源を投入でき、かつ、操作できること。

(ii) 操作用の制御器類は手の届き易いところにあって、識別と使用が容易であること。

(iii) 装置は、停止状態で電源スイッチを投入してから、4分以内に完全に運用状態になること。

(iv) 装置を1分以内に完全な運用状態にできる準備状態を備えていること。

(v) 装置は、船舶で通常予想される電源変動があっても、この勧告の要件に合致して連続運用できること。

(n) 干渉

(i) レーダ装置と他の船載装置との相互間の無線干渉を、その原因を実行可能な限り除去し、かつ、抑圧するあらゆる処置をとること。

(ii) 全ユニットからの機械的騒音を、船舶の安全にかかわる可聴音の聴取をさまたげない程度に制限すること。

(iii) 基準または操舵用の磁気コンパスの近くに通常装備される装置の各ユニットには、許容できる最小設置距離を明瞭に表示すること。

(iv) この勧告に規定した方位の確度は、船内に装備して調整したのちは、再調整しなくても外部磁界の変化に関係なく維持されること。

(o) 海面または陸地の安定

海面または陸地の安定を備えている場合でも、表示の確度はこの勧告の要件を下回る劣化がないとともに、この機能を使用することにより表示上の前方の視野を甚だしく制限しないこと。

(p) 耐久性と耐候性

レーダ装置は、装備される船舶において受ける可能性のある振動、湿度および温度変化の状態で連続的に運用できること。

3. アンテナ系は、アンテナが他の物体に接近することで表示性能が損わないよう装備すること。とくに、前方には死角が生じないようにすること。

以上である。更に1973年の追加の勧告は、例えば、電源スイッチの断の位置にはOFFと書く代りに万国共通の記号(シンボル)をつけようというもので、大略つぎのようなものである。

船舶の航行用レーダ装置の調整器のためのシンボル勧告線

1. シンボルをつける調整器の種類

つぎのスイッチと可変調整器がシンボルをつける最小限のものとする。

レーダの投入・準備・断のスイッチ、空中線回転スイッチ、表示モードスイッチ、ノースアップまたは船首上方、船首線調整器またはスイッチ、距離範囲選択スイッチ、パルス幅選択スイッチ—長短パルス、同調調整器、利得調整器、クラッタ除去の雨雪妨害調整器(微分)、クラッタ除去の海面反射調整器、目盛照度可減器またはスイッチ—表示輝度調整器、固定距離環輝度調整器、可変距離環調整器、方位目盛調整器、性能監視器スイッチ—送信電力監視または送信機/受信機監

2. 実際の規則

つぎの実際の規則を勧告のシンボルをレーダ装



表1 船の種類によるレーダの適用

船の種類 (船舶安全法による)		1,600GT 以上の 国際航海船	500GT 以上の船 および300GT 以 上の特定船	その他の船	
レ ー ダ の 種 類	船舶安全法 (船舶 設備規程) による (種別名は船舶品 質管理協会要件 による)	甲 種	○	○	○
		乙 種	×	○	○
		そ の 他	×	×	○
	電波法 (無線設備 規則) による (種別名は無線機 器検定規則によ る)	第 1 種	○	○	○
		第 2 種	×	× (性能によっては ○の場合あり)	○
		第 3 種の 1	×	○	○
		第 3 種の 2 (5W以下)	×	×	○
		第 3 種の 3 (ミリ波)	× (普通法定数以 外には使用)	× (同 左)	○

備考 1. ○は使用可, ×は不可, 但し法定数以外には使用は可  
2. 長さ 200m 以上の船は○印が 2 台必要

置につけるときに使用のこと。

2. 1 シンボルの最大寸法は 9 mm 以下とすること。
  2. 2 2 個の隣合わせのシンボルの中心間隔は、大きい方のシンボルの寸法の 1.4 倍以下としないこと。
  2. 3 スイッチ機能のシンボルは線でつながらないこと。接続した線は調整機能を表わす。
  2. 4 可変調整機能のシンボルは、線というよりはむしろ円弧でつなぐこと。調整によって増加する方向を示すこと。
  2. 5 シンボルは地色に対してハッキリしたものとすること。
  2. 6 シンボルの各要素は相互に比例した寸法とすること。
  2. 7 調整器およびスイッチの位置が多重機能をもつときは、組合わせたシンボルで示すこと。
  2. 8 同軸の調整器またはスイッチが取付けられているところでは、外側のシンボルが径の大きい方の調整器を示すようにすること。
3. シンボル

ここに (図 1) に示したシンボルを船舶の航海用レーダ装置の調整器用に使用すること。

つぎのシンボルの外側の円は使用しなくてもよい。

シンボル 4 (空中線回転), シンボル 9 (短パルス), シンボル 10 (長パルス), シンボル 17 (目盛照度), シンボル 22 (送信電力監視), シンボル 23 (送信機/受信機監視)

このシンボルは、わが国でも二三のレーダ製造者が積極的にその利用に踏み切っているが、まだ一般利用者などの理解が十分に得られていないようである。今後この普及に努め、全面的にこれを採用するのがのぞましいと思われる。

#### 4. わが国のレーダ関係法令およびレーダの種類と適用船舶

前述の船舶設備規程の改正に当っては、同時に同規程に第 145 条の 3 を追加して、第 145 条の 2 によって船舶に装備されるレーダの性能要件が規定されることになった。この条項の構成は、まず、前節で示した IMCO の要件をほぼ踏襲する形で要件を列記したのち、前項の規定にかかわらず、国際航海に従事しない船舶 (この中には同規程の第 3 条により沿海区域のみを航行区域とする国際航海に従事する船舶、具体的には韓国との間のみを航海する船舶が含まれている)、または総トン数 1,600 トン未満の船舶に備えるレーダは、という形で若干性能を落したレーダの要件が述べられている。

電波法関係では、運輸省側のレーダの装備の強制の動きに伴なって無線設備規則の改正作業を進め、船舶設備規程の改正に先立つ 11 月 1 日に規則の一部改正が行なわれた。この規則の第 48 条は従来よりレーダの要件に関するもので、こちらは船舶に装備されるすべてのレーダに適用される点が、船舶安全法関係と異なる点である。改正は第 48 条全文に及び、その概要はまず第 1 項で、レーダ全般に要求される要件を掲げ、第 2 項で、郵政大臣が別に告示するレーダは第 1 項の規定のほか、つぎの条件に適合する

図1 船舶の航行用レーダ装置の調整器のシンボル

1		断	調整器またはスイッチ“断”の位地を示す	9		短パルス	パルス幅選択スイッチの“短パルス”を示す	17		目盛照度	“目盛照度”調整器またはスイッチの最大位置を示す
2		レーダ投入	スイッチの“レーダ投入”位置を示す	10		長パルス	パルス幅選択スイッチの“長パルス”を示す	18		表示輝度	“表示輝度”調整器の最大位置を示す
3		レーダ準備	スイッチの“レーダ準備”位置を示す	11		同調	同調調整器を示す	19		固定距離環輝度	“固定距離環輝度”調整器の最大位置を示す
4		空中線回転	スイッチの“空中線回転”位置を示す	12		利得	利得調整器を示す	20		可変距離環	“可変距離環”制御器を示す
5		ノースアップ表示	表示モードアップスイッチのノースアップ位置を示す	13		クラッタ除去の雨害妨害の最小	“クラッタ除去の雨害妨害”調整器またはスイッチの最小位置を示す	21		方位目盛	“方位目盛”制御器を示す
6		船首上方表示	表示モードアップスイッチの“船首上方”位置を示す	14		クラッタ除去の雨害妨害の最大	“クラッタ除去の雨害妨害”調整器またはスイッチの最大位置を示す	22		送信電力監視	“送信電力監視器”のスイッチを示す
7		船首線	“船首線”調整スイッチを示す	15		クラッタ除去の海面反射妨害の最小	“クラッタ除去の海面反射妨害”調整器の最小位置を示す	23		送信機受信機監視	送信機/受信機/監視器のスイッチを示す
8		距離範囲選択スイッチ	距離範囲選択スイッチを示す	16		クラッタ除去の海面反射妨害の最大	“クラッタ除去の海面反射妨害”調整器の最大位置を示す				

ものでなければならない、という形で、前節のIMCOの要件のほとんどを網羅する形をとっている。この告示は昭和51年3月16日郵政省告示第198号として出され、船舶設備規程で船舶に設置するレーダのうち国際航海に従事する総トン数1,600トン以上（近海区域のみを航行区域とするものを除く）の船舶に設置するレーダということに定められている。これは、無線設備規則の改正の時点で船舶設備規程の改正が未公布であったための措置である。同条の第3項は、第1項および第2項の規定の適用が困難または不合理であるもの（例えばミリ波のレーダ）を救済する条項で、この場合は郵政大臣の告示による技術的条件に適合すればよいことになっている。

更に、電波法関係では昭和50年12月23日（施行は51年1月1日）付で無線機器型式検定規則を一部改正して、船舶に設置する無線航行用のレーダは型式検定を受けることができるようにし、その型式検定のための機器の構造および性能並びに機械的および電気的条件を規定している。なお、この規則ではレーダの種類を(1)第1種レーダ（設備規則第48条第2項の規定によるレーダ）、(2)第2種レーダ（同第1項のレーダ）、(3)第3種レーダ（同第3項の告示によるレーダ）と区別している。

SOLAS条約の改正条文では「主管庁により承認された型式のレーダ」となっているが、船舶安全法では、設備規程の改正と同時に施行規則を改正してレーダは予備検査（船舶装備前に製造者で受ける検査）を受けうるようにするとともに、船舶等型式承認規則で型式承認および検定を受けることができるように改正がなされた。

船舶安全法関係では、この型式承認や検定のための試験方法などについては、とくに法令には盛り込まずに、部内通達の形で処置されるようで、その基礎となる試験方法や船上試験要領などは、(社)日本船舶品質管理協会や(財)日本舶用品検定協会などで委員会形式で検討されてきており、そのまとめたもの一部は公表されている。なお、これらの場合、1,600GT以上で国際航海に従事する船舶に装備するレーダは「甲種」、その他の船で500GT（旅客船などでは300GT）以上の船に装備するレーダは「乙種」と呼んで区別することにしている。

こうして、船舶設備規程および無線設備規則では、国際航海に従事する1,600総トン以上の船、500総トン（特定の船では300総トン）およびその他の船に分けて、それぞれのレーダの技術基準などが定められている。勿論、上級の船用のレーダを下級の

船に使用することは差支えないので、それらをまとめて示すと表1のとおりになる。船舶設備規程では前述のように甲種が国際航海用、乙種が500総トン以上の船用で、より小型船は任意装備であるので特に規定されていない。これに対し、無線設備規則では甲種に相当するものが第1種であるが、第2種と乙種とでは、規定上に相当の差がある。ただし、この両者の基準には相互に矛盾はないので、第2種のうち乙種として使用できるものがないとはいえないが、原則として第2種はその他の船用ということになる。郵政省電波監理局では規則第48条第3項による告示を郵政省告示第199号として昭和51年3月16日に出したが、その中を、(1)船舶設備規程の規定により船舶に装備するレーダで、国際航海に従事する総トン数1,600総トン以上の船に設置する以外のもの(第3条の規定適用船を含む)(表1ではこの種のレーダを第3種の1と仮称している)(2)空中線電力が5W以下のもの(同第3種の2と仮称)(3)2.92~3.1GHz、5.46~5.65GHzおよび9.32~9.5GHz以外の周波数の電波を使用するレーダ(同第3種の3と仮称)に再分類し、それぞれの技術的条件(但し、第3種の3は32.3~35.2GHz波のレーダのみ)を規定している。この第3種の1が乙種に相当するもので、無線設備規則の改正が船舶設備規程の改正に先行したための事後処理である。

こうして、乙種に相当するレーダとして第3種の1という種類が作られたわけで、告示にある第3種の3はその他の船というよりはむしろ、小型のレジューポートなど、船舶設備規程の適用船よりはむしろ小型船舶安全規則の適用船(長さ12m未満の船)用のものといえよう。また、第3種の3はいわゆるミリ波のレーダであって大型船に一般の航海用とは別に衝突防止などの特殊な目的で備えつけられるレーダである。こうして、わが国の船舶用として法規的には5種類のレーダがあることになる。

## 5. レーダレフレクタ

別稿でも述べてあるように、IMCOの航行安全小委員会ではその第12会期にレーダ反射器(レフレクタ)の性能基準の勧告案をきめ、この案は第8回のIMCO総会での決議として採択されている。その内容はつぎのとおりである。

### レーダ反射器の性能基準の勧告

#### 1. はしがき

- (a) この勧告の第2節に引用されている小型船はのレーダ探知の距離と確率を改善するためにレー

ダ反射器を取付けるべきである。

(b) レーダ反射器はこの勧告に規定された最小性能要件に適合すること。

(c) つぎの節でのエコー面積の規定は周波数 9.3 GHz (波長 3.2cm に相当) に対するものである。

## 2. 適用

(a) 国際的水路およびそれに隣接した沿岸の海域で運航する 100GT 未満のすべての船舶は、可能なかぎりレーダ反射器を取付けること。

(b) レーダ反射器は水平面に対する適当な指向性とつぎのエコー面積を有する承認された型式のものとする。

(i) 水面上少なくとも 4 m の高さにと付けた最小 10m<sup>2</sup> のものがのぞましいが、しかし、

(ii) もし、それが実際的でなければ、水面上少なくとも 2 m の高さにと付けた最小 40m<sup>2</sup> のもの。

## 3. 性能

(a) 反射器は代表的な航海用レーダを使って水平方向 360° にわたる性能が得られること。

(b) 第 2 節に示したエコー面積は水平面の指向性図の主ローブの最大値に相当すること。

(c) 水平方向の指向性は、全角のうちの 240° ではその応答が主ローブの最大値に対し -6dB 以下にならず、10° 以上の幅の角度に対しての応答が -6dB 以下にならないようなものとする。

## 4. 構造

反射器は海上で経験することのある海象状況、振動、湿度および温度変化の下でその反射性能を保つことができること。

## 5. 装備

(a) 取付具が備えてあって、反射器を固定するか、索に吊すかのどちらでも取付けられること。

(b) 取付けの向きがきまっているならば反射器にそれを (一般的には頂点のみを) 明示すること。

このようなレーダ反射器としては一般には金属板を直角に組合せたいわゆるコーナレフレクタが使用されるが、誘電体内での電波の屈折効果を利用して電波の反射をさせるルーネベルグレンズ式のレフレクタもわが国ではすでに商品化されている。また、これらレフレクタの小型船への装備も一部の地域ではかなり積極的に行なわれている。

## 6. 1972年の国際衝突予防規則とレーダ航法

1972年の条約会議で締結された新しい国際衝突予防規則はその発効条件がととのい、1977年7月にその効力を発生することになり、わが国も新海上衝突予防法の制定を余儀なくされるようになったが、この新規則の中にはレーダ装備船の航法について、

第6条、第7条、第8条および第19条のところで規定されている。それらの条文の関連箇所のみを以下にかかげておく。

## 第6条 安全な速力

(b) レーダを使用している船舶は、上記 (注:(a) 項ですべての船舶についての規定がある) のほか、

(i) レーダの特性、能力及び限界

(ii) 使用中のレーダ・レンジスケールによる見張りの限界

(iii) レーダ探知に浪波及び天候状況及びその他の妨害の原因

(iv) 適当なレンジでも、小型船舶、氷山及びその他浮上物が探知できないことがあること。

(v) レーダで探知した船舶の隻数、位置及びその動静。

(vi) レーダによって附近の船舶及び障害物の距離を測定した場合、できるかぎり当時の見え具合も確めておくこと。

## 第7条 衝突のおそれ (注:(a)項と(d)項省略)

(b) レーダを備えこれを使用している場合は、有効に使用しなければならない、殊に衝突のおそれを早期に警戒するために長距離レンジを用いて走査し、かつ探知した目標をレーダプロットングするか、あるいはそれに相当する規則正しい監視を行わなければならない。

(c) 不十分な情報、特にレーダで得られた不十分な情報により状況を判断してはならない。

## 第8条 避航動作 (注:(a)、(c)~(e)項省略)

(b) 針路又は速力を変更する場合は、状況の許すかぎり、視覚又はレーダで見張りをしていける船舶にも容易にわかるように、十分大きく行い、小刻みな変針と変速又はその何れかを連続して行ってはならない。

## 第19条 狭視界時の航法 (注:(a)~(c)、(e)項省略)

(d) レーダのみで他の船舶の存在を探知した船舶は、著しく接近しつつあるか、もしくは衝突のおそれがあるか、又はそれらの双方であるかを判断しなければならない。もしそのような状況の場合には、適当な時機に避航動作をとらなければならない。但し、その場合変針のみにより避航しようとするときは、次にあげる動作をとってはならない。

(i) 正横より前方の船舶に対しては、追い越される場合を除き、左転。

(ii) 正横又は正横後の船舶に対しては、当該船舶の方向への変針。 (おわり)

# IMCOにおけるジャイロコンパスと 音響測深儀の規則について

About Recommendations on Performance Standards

Gyro Compasses and Echo-sounding equipments

Kazutami Shoji

Professor of The Tokyo University of Mercantile Marine

庄 司 和 民

東京商船大学教授

## I ジャイロコンパスに関するIMCOの勧告

### I-1 ジャイロコンパスのIMCO性能標準

ジャイロコンパスの性能標準としては、1973年11月20日に「RESOLUTION A-280 (VIII)」として決議され、ジャイロコンパスは次の ANNEX に示される性能標準より劣らないものであることを各国政府が保証するように勧告された。

#### ANNEX

##### 1. まえがき

1.1 第5章 (Chapter V) の第12規則 (Regulation 12) によって要求されるジャイロコンパス (IMCOにおいて国際航海に従事する1,600総トン以上の船舶は、ジャイロコンパスを装備しなければならないことになっている) は、地理的 (真) 北に対する船首方向を決めるものである。

1.2 その装置は次の性能最低基準を満足しなければならない。

##### 2. 定義

この勧告目的を達するため、次の定義を適用する。

(a) ジャイロコンパスという言葉は、完全な装置を包含し、また完全な計画上の全必要要素を含んでいる。

(b) 真船首方位とは、真子午線を通る垂直面と船首尾線を通る垂直面との間の水平角である。これは真北 (000°) から時計廻りに360°までの角度で測られる。

(c) もし30分間隔で測られた方位 (コンパスが安定な台上に置かれているとき) が3つとも0.7度の範囲内にあれば、このコンパスは静定したという。

(d) 静定船首方位とは、コンパスが静定したの

ち、30分間隔で測定された3つの (船首方位の) 読み目の平均値である。

(e) 静止点誤差とは、静定船首方位と、真船首方位との差である。

(f) ジャイロコンパスに関する誤差というのは、68.3%の確からしさをもつものである。この場合、その誤差は平均値と観測値の差として測定される。最大誤差とは、上記の誤差の3倍の値であって、99.7%の確からしさをもつものである。

##### 3. 表示方法

コンパスカードは、1°またはその分数の等間隔目盛がなされていなければならない。数字で表わした指示が000°から時計廻りに360°まで少くとも10°置きに書いていなければならない。

##### 4. 照明

妥当な全照明がいかなる時でも目盛が読めるようにつけられていなければならない。また明るさの加減装置が必要である。

##### 5. 精度

###### 5.1 静定時間

コンパスは、緯度70°の範囲内で、スイッチを入れてから6時間以内に静定しなければならない。

###### 5.2 作動状態における性能

(a) マスターコンパスの静止点誤差は、6.1節と8節に述べてある通常の条件において、またその船が遭遇するような磁界における変化を含めて、 $\pm 2^\circ$ を超えてはいけない。

(b) マスターコンパスの緯度70°までの範囲での最大誤差は、つぎの値をこえてはいけない。

(i) もし船が静かな海上を一定速力で一定針路で航走しているときは $\pm 1^\circ$

(ii) 速力20kt以内で早い180°変針による場合は

±2.5°

(四) 20ktの早い速力変化による場合±2°

(v) 3秒から15秒までの間の周期のローリングとピッチングで、その角度が最大 22.5°、最大水平加速度が 3 m/s<sup>2</sup> である場合±0.3°

(c) マスターコンパスとレピータとの間の読取値の差は、5.2節(a)項に述べてある条件下で ±3° をこえてはいけない。

注：コンパスが操舵用や方位測定用以外の目的に使用される場合は、もっと高い精度が必要であるかも知れない。

(b)項四に關する最大誤差を確かめることは、実用上はその値をこえない。それには、マスターコンパスの装備位置に特別な考慮をばらう必要があるであろう。

## 6. 電源

6.1 装置は船舶において通常考えられる電源の変動のもとで、この勧告に示された要求にしたがって、連続的に作動するものでなければならない。

6.2 過電流や過電圧、トランジエントや電源の極性の誤接続があっても、装置を保護する手段がとられていなければならない。

6.3 1つ以上の電源によって作動するような設備になっている場合は、1つの電源から他の電源への切替を早く行なえるようになっていなければならない。

## 7. 干渉

7.1 ジャイロコンパスと他の船上の装置との間の電磁的干渉の原因を、實際上可能な限り、なくするかまたは抑えるような手段がとられなければならない。

7.2 すべての部分からの機械的騒音は、その船の安全がかかっているような聴音を害することのないような程度に、おさえなければならない。

7.3 各ユニットには、基準または操舵の磁気コンパスから離すべき最小安全距離が表示されていなければならない。

## 8. 環境条件

装置は、それらが装備される船上で考えられるような、振動、湿度、および温度変化のもとで連続的に作動することができなければならない。

## 9. 構造と装備

9.1 マスターコンパスおよび方位測定用のレピータは、それぞれの船首尾線が、船の船首尾線と ±0.5°以内で平行であるように装備されなければならない。基線はコンパスカードの中心と同一垂直面内

にあって、船首尾線と同方向を指していなければならない。

9.2 速度と緯度による誤差を修正する装置を備えていなければならない。

9.3 コンパス装置における重大な故障を指示する警報装置をもっていなければならない。

9.4 レーダ、無線方位測定機、自動操舵機のような航海装置に船首情報を供給することのできるように、設計されていなければならない。

9.5 装置を作動させた保守するために、船の士官に十分に分らせる説明書を供給しなければならない。

9.6 装置には製造者名、型名または製造番号を表示しなければならない。

9.7 装置は保守が容易にできるような構造であり、またそのように装備されていなければならない。

## I-2 日本における要件基準案

IMCO勧告案を取り入れて日本における要件基準の案として、日本船舶品質管理協会に法定船用品研究委員会を設けて検討され(ジャイロコンパス小委員会主査庄司和民)、昭和48年3月に報告されているので、これをつぎに示す。

### 船舶用ジャイロコンパス要件基準

#### 1. 総則

##### 1.1 適用範囲

この基準は、ジャイロコンパスの装備を義務づけられた船で使用されるジャイロコンパスの性能・装備および検査の基準を示すものである。

##### 1.2 用語の意味

この基準に用いるおもな用語の意味は次による。

(1) ジャイロコンパス：マスターコンパスおよびレピータコンパスを含んだ全装置を意味し、それらを作動させるために必要な要素をすべて包含するものとする。

(2) 静定：30分間で3回測られた同一方位に対する指度の差が0.7度の範囲内であれば、そのマスターコンパスは静定しているという。

(3) 静止点：マスターコンパスが静定した後、30分間隔で3回測られた同一方位に対する指度の平均値をいう。

#### 2. 構造基準

ジャイロコンパスの各装置は次の各号の規定に適合するものとする。

2.1 連続運転が可能であること。

2.2 各装置の部品は関連のある規格によるものとする。

2.3 レピータコンパスには必ず方位測定用レピータコンパスを含むものとし、方位測定用レピータコンパスの構造は次のようなものであること。

2.3.1 上面硝子の中央には方位測定のためのシャドウピンをたてるシャドウピン座を有すること。

2.3.2 動揺に対してコンパスカードが水平を保つように適当なジンバル装置を備えること。

2.3.3 夜間の読みとりのため適当な照明装置を備え、かつ明るさを加減する装置を有すること。

2.3.4 暴露部に装備されるものにあつては、適当な水密構造となっていること。

2.4 レーダ、無線方位測定機、自動操舵機等の航海機器に方位情報を供給することができるように設計されていること。

2.5 コンパスカードの目盛は、0度から360度まで、回転中心から見て $\pm 0.1$ 度以内の精度を有する1度以下の等間隔の目盛で表示され、数字による表示は少なくとも10度ごとになされていること。ただし、船の針路を読みとるため特別に拡大した目盛のものにあつてはこの限りではない。

2.6 マスタコンパスおよびレピータコンパスには船首方位を知るための基線を備えるものとする。

2.7 速力と緯度とによってマスタコンパスに生ずる誤差を修正する手段を有すること。

2.8 船内の他の機器におよぼす無線障害に対して適当な処置がとられていること。

2.9 すべての部分から発生する雑音は、船の安全航海に影響を与えないよう、できる限り少なくすること。

2.10 保守点検が容易にできる構造になっていること。

2.11 ジャイロコンパスのシステムにおける重大な故障を表示するための自動警報器が備えられていること。

2.12 ジャイロコンパスの各装置に型名、製造番号、製造年月および製造者名を表示すること。

### 3. 性能基準

ジャイロコンパスの性能はつぎの各号による。

#### 3.1 静定時間

ジャイロコンパスは緯度70度までの範囲内で、スイッチを入れてから6時間以内に静定するものとする。

#### 3.2 静止点の変化

マスタコンパスの静止点の変化は、実際に生じ易

い電源電圧、電源周波数、湿度、温度、気圧および磁場の变化ならびに振動などの条件において、それぞれ $\pm 2$ 度をこえないものとする。

#### 3.3 指度の変化

緯度70度までの範囲内において、同一方位に対する指度の変化は次の値をこえないものとする。

3.3.1 船が静穏な海上を一定速力で直進航行しているとき、 $\pm 1$ 度。

3.3.2 20ノットの範囲内における速力の急激な増減によるとき、 $\pm 2$ 度。

3.3.3 20ノットまでの速力で、針路を急激に180度変針させたとき、 $\pm 2.5$ 度。

3.3.4 通常の周期と動揺角のピッチングとローリングとによるとき、 $\pm 3$ 度。

#### 3.4 同指誤差

マスタコンパスとレピータコンパスとの基線に対する指度の差は、 $\pm 0.3$ 度をこえないものとする。ただし、修正機構が介在するものにあつては、その修正量を0とした場合に適用する。

#### 3.5 旋回性能

ジャイロコンパスは毎分1回転の速さの旋回に対して十分な追従能力を有すること。

### 4. 装備および附属品基準

4.1 方位測定用のレピータコンパスは、その基線がカードの中心を通って船首尾線に平行な垂直面内にあるように装備されていること。その誤差はカードの中心から見て $\pm 0.5$ 度以内であること。

4.2 マスタコンパスは、その装備の際の静定状態で、これに接続された方位測定用のレピータコンパスのコンパスカードが真方位を $\pm 0.5$ 度の範囲内で正しく指し、かつ、両者の基線に対する指度の差が $\pm 0.3$ 度をこえないように据付けられるものとする。ただし、修正機構が介在するものにあつては、基線に対する指度の差はその修正量を0とした場合に適用する。

4.3 方位測定用のレピータコンパスのうち少なくとも1個はなるべく船の船首尾線上に近い場所にあつて、そこから視界がさまたげられることの少ない場所に据え付けられるものとする。

4.4 マスタコンパスは、船内の動揺の中心になるべく近い場所に据え付けられるものとする。

4.5 ジャイロコンパスは、磁気コンパスに対して有害な影響を与えないような場所に装備されていること。

4.6 保守および点検が容易な場所に装備されていること。

4.7 方位測定用のレピータコンパスには、方位測定のためのシャドウピンおよび方位環または方位鏡を付属させるものとする。

4.8 取扱説明書を付属させるものとする。

#### 5. 検査基準

##### 5.1 検査項目

検査は完成品について、次の各号につき行ない、全部の検査に合格すること。ただし、それと同一構造のものにあつては、※印のある検査は省略できる。

- (1) ※ 構造検査
- (2) 静定時間検査
- (3) ※ 静止点検査
  1. 電圧変動検査
  2. 周波数変動検査
  3. 振動検査
  4. 温度検査
  5. 湿度検査
  6. 磁場検査
- (4) 動揺検査
- (5) ※ 同指検査
- (6) ※ 旋回検査
- (7) 装備検査
  1. 基線検査
  2. 方位検査
  3. 一般検査
- (8) ※ 航行検査（解説参照）
  1. 定速直進検査
  2. 増減速検査
  3. 変針検査

##### 5.2 検査の方法

5.2.1 構造検査：ジャイロコンパスの構造は、IIに指示された事項に合致すること。

5.2.2 静定時間検査：固定された台上にマスタコンパスを設置し、カードが示す方位を真方位より約30度偏した方位に向けて起動し、5時間以内に静定するものとする。ただし、本検査は緯度35度近辺において行う場合に適用する。

緯度70度において6時間以内に静定するものはこの限りではない。

5.2.3 静止点検査：静定した後のマスタコンパスにつき次の検査を行ない、静止点の変化がそれぞれ±2度をこえないものとする。

###### 5.2.3.1 電圧変動検査

電圧を+6%および-10%変動させ、おのおの1時間にわたり静止点の変化をみる。

###### 5.2.3.2 周波数変動検査

周波数を+5%および-5%変動させ、おのおの1時間にわたり静止点の変化をみる。

###### 5.2.3.3 振動検査

振動数 30Hz、振幅 ±0.18mmの振動を、上下、前後および左右の3方向におのおの30分間ずつ加え、静止点の変化をみる。

###### 5.2.3.4 温度検査

室温0℃および45℃におのおの2時間放置し、静止点の変化をみる。

###### 5.2.3.5 湿度検査

相対湿度95%、気温40℃の状態に2時間放置し、静止点の変化をみる。

###### 5.2.3.6 磁場検査

方位0度、45度、90度および上下方向から1エルステッドの磁場を、合計2時間与え、静止点の変化をみる。

5.2.4 動揺検査：基線の方位を子午線に対し約45度にむけ、次に示す動揺を合計2時間マスタコンパスに与えたとき、静止点の変化は±3度をこえないものとする。

ローリング	±22.5度	周期3～15秒のうちの一つ	
ピッチング	±10度	周期3～15秒	〃
ヨーイング	±6度	周期3～15秒	〃

ただし、この場合適当な時間ごとに試験装置を0にもどして指度をよみとるものとする。

5.2.5 同指検査：8方位についてマスタコンパスとレピータコンパスとの同指検査を行ない、相互の基線に対する指度の差は、±0.3度以内とする。

ただし、暴露部に設置するレピータコンパスについては、室温-20℃および+60℃におのおの2時間以上放置して後に行なう。

5.2.6 旋回検査：マスタコンパスを毎分1回転の速さで回転させたとき、異常なく作動すること。

###### 5.2.7 装備検査

###### 5.2.7.1 基線検査

方位測定用レピータコンパスの基線が、そのレピータコンパスのカードの中心を通して船首尾線に平行な垂直面内に、±0.5度の範囲内で正しく据えつけられていること。

###### 5.2.7.2 方位検査

マスタコンパスが静定した後、方位測定用レピータで物標の方位を測定し、その値が物標の真方位と±0.5度の範囲内で正しく合っていること。

また、この時両者の基線に対する指度の差は±0.3度以内であること。ただし修正機構が両者の間



に介入するものにあつては、その修正量を0とした場合の基線に対する指度とする。

5.2.7.3 一般検査

一般的に装備に関し、4に指示された事項に適合すること。

5.2.8 航行検査

5.2.8.1 定速直進検査

静穏な海上を一定速度で直進したとき、正常な条件下で同一方位に対する指度の変化は、±1度をこえないものとする。

5.2.8.2 増減速検査

南北方向および東西方向に20ノットの増減速をし

たとき、正常な条件下で、同一方位に対する指度の変化は±2度をこえないものとする。

ただし、緯度および速度による誤差を含まない値とする。

5.2.8.3 変針検査

20ノットの速力で北進（または南進）し、180度の急激な変針をしたとき、正常な条件下で、同一方位に対する指度の変化は、±2.5度をこえないものとする。

ただし、緯度および速度による誤差は含まない値とする。

I-3 IMCOと日本の要件案との関係

Ballistic Deflection

$$\Delta \delta = \frac{v_2 - v_1}{R_w \cos \lambda}$$

IF Ships Co. N→S v: 20Kt

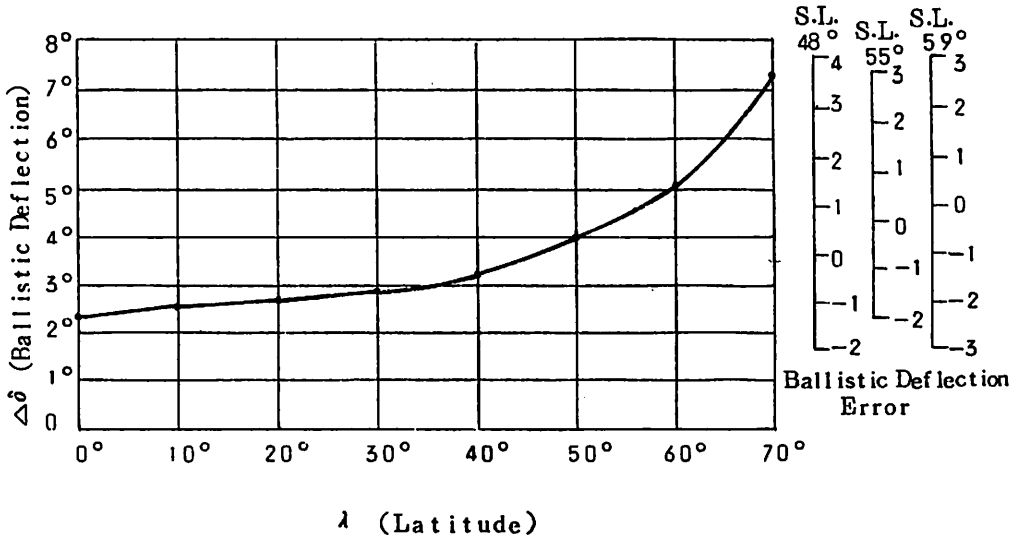
$$v_2 - v_1 = 2 \times 20 \times 1.852 \text{ Km/h}$$

$$R = 6371 \cdot 2293 \text{ Km} \quad v = \frac{\pi}{12} \text{ rad./h}$$

$$\Delta \delta (\text{Degree}) = \frac{2 \times 20 \times 1.852}{6371 \cdot 2293 \times \frac{\pi}{12}} \times \frac{1}{\cos \lambda} \times \frac{180}{\pi}$$

$\lambda$	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	48°	59°	55°
$\Delta \delta$	2.5°	2.6°	2.7°	2.9°	3.3°	4.0°	5.1°	7.4°	3.8°	4.9°	4.4°

S.L.: Standard Latitude



緯度λとバリスティックディフレクションΔδの関係

IMCO案をそのまま適用するには問題点もあるので、日本の要件案では多少修正した部分もある。その関係を述べると、つぎのようである。

### 3.1 適用範囲 (1.1)

この基準の適用を受けるジャイロコンパスは、日本においてその装備が義務づけられている船に装備されるジャイロコンパスである。

### 3.2 用語の意味 (1.2)

(1) ジャイロコンパス：マスタコンパスだけでなく、レピータコンパスを必ず含んだものとし、電源装置や、制御パネル等、そのジャイロコンパスを動作させるために必要な一切の装置を含んでいるものとする。

(2) 静定：この定義はIMCOの基準案を採用した。

### 3.3 構造 (2)

(1) 2.2 関連のある規格とは、照明用電球とか、その受け金とかすでに規格が定められている場合の規格を指し、それらによって構成すべきであることを述べている。

(2) 2.3 最終的にジャイロコンパスが船舶上で利用されて効果を発揮するのは、方位測定用レピータコンパスが正しく真方位を指すかどうかによっているから、方位測定用レピータコンパスを必ず含むこととし、その構造を規定することとした。

(3) 2.7 修正手段とは、ハードウェアとしての修正装置や、修正機構だけでなく、修正表や、修正曲線のようなソフトウェアも含むものとする。

(4) 2.1.1 重大な故障とは、例えば電源の故障等を指している。

### 3.4 性能 (3)

この基準に示されている数値は、大部分IMCOの基準案と合致している。またこのなかには、緯度70度における値等実際にはチェックが困難なものが多いので、具体的には、5. 検査の項で示される方法によって測定され、検査されることとなる。この意味から言えば、3で示されるものは、設計基準ということができる。

(1) 3.3.2 は、変速度誤差(Ballistic Deflection)のことであるが、これは理論上、そのジャイロコンパスの標準緯度を定めてしまう結果になり、緯度59度を標準緯度に変えなければならないこととなる。それでは、通常の航海区域である低緯度で誤差が大きい状態で使用することとなって不合理である。このためIMCOのワーキンググループに対して、日本としては別の案(I-4)を提案した。

しかし、最終的にはこの項はIMCOの決定に従うこととなるであろう。

(2) 3.4 は、修正機構がマスタコンパスとレピータコンパスとの間に介在する型のジャイロコンパスでは、当然その修正量だけの差があることになるので、この値を差し引いた値で比較するものであることを明記したものである。

### 3.5 装備および付属品 (4)

(1) 4.1 および 4.2, ジャイロコンパスによって真方位が示されるのは、方位測定用レピータコンパスによって示される方位が真方位を指すように装備据え付けられることにあるので、まず1によってレピータコンパスの据付が定められ、ついで2によってマスタコンパスが正しく据え付けられるように規定したものである。

(2) 4.5 の有害な影響を与えないとは、具体的にはISOの磁気コンパス装備位置に関する基準で定められている安全距離を守るべきであることを意味している。

### 3.6 検査 (5)

※印のついている検査は、簡単にいうと、型式検査で行なえば、あとの個別検査の際は検査しなくてよいことを意味している。

(1) 2.4 の適当な時間とは、15分~30分程度を指すものとする。

(2) 2.8 の航行検査は実際には困難で、この検査のための特別な船もなく、各検査を分離してその値を測定することもまた困難であるから、これらの検査条件がととのうまでは実施しないこととする。

このため特別に設計された船ができた場合のために規定すると同時に、ある程度利用者が参考にすることもできるので、一応基準の中に入れたものである。

正常な条件下と明記したのは、電源変動等による誤差と重畳すれば誤差が増大するので、これをさけるために入れたものである。

## I-4 IMCOに対する日本の修正案

IMCOの勧告の案が示された段階で、つぎのような修正提案を行なったが、よく理解を得なかったため、見送られてしまったことは残念で、見直しの機会にさらに説明を加えて、修正提案を繰り返すことが望ましいと考えられる。

### 4.1 IMCO事務局案

#### 4 ACCURACY 精度

#### 4.2 運転状態における性能

(b) 70度までの緯度において、最大誤差は次の値

を超えてはいけない。

(ii) 20ノットまでの速力で180度の針路の急激な変針によるときは $\pm 2.5$ 度

#### 4. 2 改正案 (ジャイロコンパス小委員会)

(ii) 20ノットまでの速力で180度の針路の急激な変針によるときは、緯度60度までは $\pm 2.0$ 度、緯度60度から70度までは $\pm 3.0$ 度

#### 4. 3 理由

この場合に表われる誤差は、Ballistic Deflection Error である。これは変針前と変針後との速度誤差の差 ( $\Delta\delta$ ) と Ballistic Deflection (BD) の差である。さらに商船用の Gyro Compass には damping 作用を変針や変速の時に中断する装置がっていないので、上述の誤差にさらに damping device による誤差が加わって、若干の違いがあることも考慮しなければならない。

180度変針による  $\Delta\delta$  の最大値は南または北の針路のときである。速力20ノットのときのこの場合の誤差の理論値は別図のとおりである。

$\Delta\delta$  は  $\text{COS}\phi$  に逆比例するから、図のように緯度60度から70度にかけて急に大きくなることに注目しなければならない。

商船の行動範囲の大部分は緯度60度以内の区域であって、緯度60度~70度の範囲を行動する船は少ない。

このため、緯度60°以内では、小さい誤差範囲で規定するように分けた方が合理的である。

Ballistic Deflection Error は  $\Delta\delta$  と BD との差であり、BD は標準緯度 (S. L.) をどこに選ぶかによって定まる。別図のように S. L. を  $48^\circ$  に選べば、この誤差は緯度60度以内において  $\pm 1.3$  度以内である。このとき緯度70度においては  $3.6$  度の誤差となる。また S. L. を  $55$  度を選べば、緯度0度で  $1.9$  度、緯度60度で  $0.7$  度、緯度70度で  $3.0$  度となる。また S. L. を  $59$  度を選べば、緯度70度以内で  $\pm 2.5$  度以内である。

従って一律に緯度70度以内で大きな誤差を許すよりも、航行区域に応じて誤差を分けて規定し、ほとんど大部分の商船用として精度をよく保たせる方がより合理的である。

## II 音響測深儀に関する勧告

### II-1 音響測深儀の IMCO 性能標準

音響測深儀の性能標準としては、1971年10月12日に、「RESOLUTION A-224(VII)」として決議され、次の ANNEX で示される性能標準より劣らないも

のであることを各国政府が保証するように勧告された。

## ANNEX

### 1. まえがき

1. 1 第5章 (Chapter V) の第12規則 (Regulation 12) で要求される音響測深装置は、航海の援助のため船の下の水深について信頼できる情報を提供するものでなければならない。

1. 2 この装置はつぎの最低性能基準を満足しなければならない。(国際航海に従事する500トン以上の船に要求されている)

### 2. 測深範囲

通常の水中音波伝播状態のもとで、この装置は、トランスデューサの下から2mと400mの間の深さを測定することができなければならない。

### 3. 目盛範囲

3. 1 この装置は少くともつぎの二つのレンジをもたなくてはならない。一つは深レンジで、上記測深範囲 (400m) 全部をカバーするものであり、他の一つは、浅レンジで、その10分の1のレンジ (40m) である。

3. 2 目盛は浅レンジで1mにつき2.5mmより小さくはないし、深レンジで1mにつき0.25mmより小さくはない。

### 4. 表示方法

4. 1 主なる表示は、グラフ形式の表示で時々刻々の深さを記録によって眼で見えるものでなければならない。他の形式の表示を付加してあってもよいが、それらは主表示の正常な作動を妨げるものであってはならない。

4. 2 その記録は深レンジで、少くとも15分の測深記録が見えるものでなければならない。

4. 3 記録紙の残りがその全長の約10%になったとき、記録紙上のマークまたは他の方法で明らかにそれが分かるように指示しなければならない。

### 5. 照明

操作器の見分け、記録と目盛の読取りのために、全く妥当な照明装置を備えなければならない。明るさの加減装置を備えなければならない。

### 6. パルス繰返数

パルス繰返数は、1分間12パルスよりも少なくはない。

### 7. 測定精度

水中の音速を1秒間に1500mとして、指示される水深は、つぎの誤差範囲内で行なければならない。

浅レンジにおいて  $\pm 1\text{m}$

深レンジにおいて  $\pm 5\text{m}$

または指示水深の $\pm 5\%$ のいずれか大きい値。

#### 8. 横動揺と縦動揺

船が $\pm 10^\circ$ の横動揺または $\pm 5^\circ$ の縦動揺しても、この勧告の要件に適合するような性能を有すること。

#### 9. 電源

9.1 船舶で通常考えられる電源の変動によっても、この勧告で要求される性能標準を保って作動するようであればならない。

9.2 過電流や過電圧、トランジエントや電源の極性の誤接続に対し、この装置を保護する手段が講じられていなければならない。

9.3 その装置が一つ以上の電源で作動するようになっているならば、一つの電源から他の電源に急速に切替える装置を備えなければならない。

#### 10. 干渉

10.1 他の船上の装置に対し電波干渉を抑えるか、またその原因を除去するようなあらゆる正当で実際的な手段がとられていなければならない。

10.2 全ての部分からの機械的騒音は、船の安全を妨げるような聴音妨害にならないような程度におさえられていなければならない。

10.3 各ユニットには、基準または操舵用磁気コンパスに対する最小安全距離が表示されていなければならない。

#### 11. 環境条件

装置はそれらが装備される船上で考えられるような海上状態、振動、湿度、温度変化のもとで、連続的に作動することができなければならない。

#### 12. その他

12.1 装置には製造者名、型名、そして製造番号が表示されていなければならない。

12.2(a) 装置は容易に保守ができるようになっていなければならない。

(b) 装置を作動させまた有効性を維持するために、船の士官に十分に知らせる説明書を供給しなければならない。

### II-2 日本における要件基準案

IMCO勧告案を取り入れて日本における要件基準の案として、日本船舶品質管理協会に法定船用品研究委員会を設けて検討され(エコーサウンダ小委員会主査飯島幸人氏)、昭和48年3月に報告されているので、これをつぎに示す。

### 船舶用音響測深機要件基準

#### 1. 総則

##### 1.1 適用範囲

本基準は、音響測深機の備付を義務付けられた船舶に装備される音響測深機の性能、装備および検査の基準を示すものである。

##### 1.2 定義

音響測深機は航海の援助のために船の真下の水深に関する正確な情報を提供する音響利用の装置である。

#### 2. 性能基準

##### 2.1 測深範囲

機器は通常の状態では船が航走中、ほぼ平坦な海底で、送受波器の下2mから200mの範囲の深さを測定する能力を有すること。

##### 2.2 レンジスケール

2.2.1 機器は少なくとも深と浅の2つのレンジスケールを有するものであること。ただし深レンジは全範囲をカバーし、浅レンジと深レンジとのスケールの比は1対5以上であること。

2.2.2 読取スケールは、浅レンジでは0.5mを、また深レンジでは2.5mを判別できるような目盛が付されているものであること。

2.2.3 機器は、その船が必要とする喫水調整ができるものであること。

##### 2.3 表示方式

2.3.1 主表示方式としては、深度の直読および連続記録の観察が可能なグラフによる表示方式であること。

他の表示方式を追加することは差支えないが、これらは主表示方式の正常な動作に悪影響を与えないものであること。

2.3.2 深レンジスケールで少なくとも過去15分間の測深記録が見られるものであること。

2.3.3 記録紙の残りが全長の約10%になったことが示されるものであること。

2.3.4 水深の読取りにあたって記録には時間を知るスケールがあること。

##### 2.4 照明

機器は記録およびスケールの読取りを容易にするため照度調節装置を備えた照明を有しているものであること。

##### 2.5 発振回数

発振回数は毎分12回より多いものとする。

##### 2.6 測定精度

許容指示深度誤差は、浅レンジスケールにおいて

±0.5m, 深レンジスケールにおいて±2.5m, あるいは指示深度の±5%のいずれか大きい方を超えないものとする。ただし音波の伝搬速度は1500m/secとする。

## 2.7 動揺

機器は、船の±10°のローリングおよび±5°のピッチングに対して本基準を満足するような性能を有するものであること。

## 2.8 電源

2.8.1 機器は、船内で通常予想される電源変動に対して、本基準を満足する動作が可能のものであること。

2.8.2 機器を、過電流、過電圧、過渡現象、電源の極性を逆に接続することによる事故から保護するための適当な手段が講ぜられているものであること。

## 2.9 干渉など

2.9.1 機器は、同一船上の他の機器への無線干渉その他の障害を起さないような手段が講ぜられていること。

2.9.2 機器は著しい機械的騒音を発しないものであること。

## 2.10 温度

機器は、それが装備されている船で、-10℃から+50℃までの温度範囲で本基準を満足するよう動作するものであること。

## 2.11 安全装置

高電圧を使用する部分には、人体の安全のために適当な保安手段が講ぜられていること。

## 2.12 その他

2.12.1 機器は、取扱、保守および点検がたやすく行えるような構造のものであること。

2.12.2 乗組員が容易に機器の取扱、保守および点検を行なえるような適切な取扱説明書が付属されていること。

2.12.3 機器には型名、製造番号、製造年月および製造者名を表示するものとする。

## 3. 装備基準

### 3.1 機器の位置

機器は以下に示すような位置に装備されるものとする。

3.1.1 他の機器から妨害を受けず、また磁気コンパスなどの他の機器に妨害を与えない位置。

3.1.2 蒸気、水滴、湿気、温度など環境による悪影響を受けることのない位置。

3.1.3 船の主機などによる振動、あるいは船体

の動揺により機器が損傷したり、その動作に支障をきたすことのない位置。

3.1.4 取扱、保守および点検が容易にできる位置。

### 3.2 送受波器の取付

3.2.1 送受波器は、船首で生ずる泡、プロペラ、船底の突起物などによる悪影響を受けにくい位置に装備されること。

3.2.2 送受波器の取付に際しては船体の残響を遮断するような方法を講ずること。

### 3.3 配線

3.3.1 配線は他の電気機器の回路と相互干渉を起したり、磁気コンパスなど他の機器に影響を与えないような考慮がなされていること。

3.3.2 機器の筐体は完全に接地されていること。

## 4. 検査基準

### 4.1 検査項目

検査は完成品について次の各号につき行ない、全部に合格すること。ただし同一構造のものにあっては、※のある検査は省略できる。

- 1) ※構造検査
- 2) 測深範囲検査
- 3) ※レンジスケール検査
- 4) ※喫水調整検査
- 5) ※表示方式検査
- 6) 時間表示検査
- 7) 照明検査
- 8) 発振回数検査
- 9) 測定精度検査
- 10) 傾斜検査
- 11) ※ビーム幅検査
- 12) 電源変動動作検査
- 13) 温度および湿度検査
- 14) 振動検査
- 15) 衝撃検査
- 16) 絶縁抵抗検査
- 17) 絶縁耐力検査
- 18) 連続運転検査
- 19) ※安全検査

### 4.2 検査の方法

#### 4.2.1 構造検査

機器および部品が仕様通り正しく製作されているかどうかの外観検査を行なう。

#### 4.2.2 測深範囲検査

##### 4.2.2.1 最小可測水深

試験水槽において船底装備と同じ状態で行なうか、あるいは本船においてパーチェックで行ない、2.1の基準に適合すること。

#### 4.2.2.2 最大可測水深

船の試運転の際実測するか、あるいはマージンテスト法により、2.1の基準に適合すること。

#### 4.2.3 レンジスケール検査

レンジスケールは、2.2.1の基準に適合し、かつ読取スケールに浅レンジは1m以内で、深レンジは5m以内で、2.2.2の基準の目盛が付されていること。

#### 4.2.4 喫水調整検査

2.2.3の基準に適合することを確める。

#### 4.2.5 表示方式検査

2.3.1および2.3.2の基準に適合すること。

#### 4.2.6 時間表示検査

2.3.4の基準に適合する時間マークは1分ごととする。

#### 4.2.7 照明検査

2.4の基準に適合する照明は、明るさが直線的に変化し、かつ「断」と同じ効果のあるまで変化できるものであること。

#### 4.2.8 発振回数検査

基準2.5の発振回数は、発振記録により数え、時間的に等間隔であること。

#### 4.2.9 測定精度検査

基準2.6の測定精度の試験は、よく校正されたパルス発振器により、その発振時間間隔に対する指示記録から精度の測定を行なうものとする。

#### 4.2.10 傾斜検査

装置を正規の状態から前後、左右各30°ずつ傾けて異状を生じないこと。

#### 4.2.11 ビーム幅検査

ビームの中心より10度はずれた点における音圧レベルが、中心のレベルに比し、差が3dB以内であること。

#### 4.2.12 電源変動動作検査

基準II.8.1の電源変動による測定誤差は、電圧変動については、電源電圧が定格の85%から110%まで変動したとき2%以内であり、周波数変動については、電源周波数が定格60Hzの場合±1Hzの変動に対して±2%以内であること。またこれらの電源変動に対して測深能力が損なわれないこと。

#### 4.2.13 温度および湿度検査

4.2.13.1 装置を-10℃および50℃にそれぞれ1時間放置したのち、規定の電源電圧の85%から110%

%まで変化したとき2.6の基準に適合すること。

4.2.13.2 装置を35℃、相対湿度95%に4時間放置したのち、常温常湿に復帰させ、記録紙をセットし、規定電圧で動作させたとき、2.6の基準に適合すること。

#### 4.2.14 振動検査

装置に全振幅3mm、振動数0から毎分500回までの振動および全振幅1mm、振動数毎分500回から1,800回までの振動を上下、左右および前後にそれぞれ30分間(10分間の周期で低高低の順序で変るものとする)に加え、規定の電圧で動作させたとき異常のないこと。

#### 4.2.15 衝撃検査

装置を堅木の床の上に置き、一辺を床につけたまま片側を5cm持ち上げたのち落下させ、これを各辺について1回ずつ行なったのち規定の電圧で動作させて異状のないこと。

#### 4.2.16 絶縁抵抗検査

装置の電源端子ととの間の絶縁抵抗を1,000Vの絶縁抵抗計で測定し、10MΩ以上であること。

#### 4.2.17 絶縁耐力検査

装置の電源端子と接地との間に商用周波数で1,500Vの電圧を1分間加えて異状のないこと。

#### 4.2.18 連続運転検査

装置は通常の使用状態で連続5時間運転したのち異状のないこと。

#### 4.2.19 安全検査

装置の安全措置、電気回路の保護について検査し、また騒音や他の装置への電気的干渉について試運転の際検査し、適当なものであることを確める。

### II-3 IMCO案と日本の要件案との関係

IMCO案をそのまま適用することは、多少問題点もあるので、日本の要件基準案に対する解説がなされているので、これをつぎに紹介することとする。この中で、IMCO案の問題点も論じられている。

#### 1. 総則(1)

1.1 ここで「音響測深機」というのは、音響測深機の装備を強制された船舶が装備すべき音響測深機であって、たとえば通常魚群探知機といわれているものでも、本基準に適合しておれば、ここでいう音響測深機とみなすことは差支えない。

1.2 1.2にいう「船の直下の水深」とは、船舶の重力方向の水深のことであって、船舶がローリングなどで傾斜した場合は、2.7により±10°の傾斜があっても直下の水深が測定できるようなビーム幅

と電力を持つことが要求されるものである。

## 2. 測深範囲 (2.1)

2.1 測深能力は海底の条件や、航行雑音（航行速度）などにより左右されるので、ここで測深範囲を規定する条件は、船舶が通常の航行速度で航行中の場合であって、海底の状況はほぼ平坦でしかも底質が砂などの平均的な反射を示す状態を考えているものである。

2.2 IMCO案では、測深範囲は2m~400mと定められているが、これは現在の諸々の状況から考慮すると、技術的には可能であっても実状に合わない点が多い。最大測深力400mを採用すると最小可測水深2mが困難となり、最小可測水深2mを採用すると最大測深能力400mが困難となる。そこで本委員会では、音響測深機は等深線測定や大陸棚探知などの航海上の利用もさることながら、現在では船底のクリアランスを知ることに最も重点がおかれていると判断し、最小可測水深に焦点を合せて2mを採用したために、深い方が犠牲となり、最大測深能力200mとせざるを得なかった。

2.3 3.3.2, 3.2.2.1において「試験水槽において船底装備と同じ状態」というのは、送受波器の装備方法が実船と同じ状態であるという意味である。

## 3. レンジスケール (2.2.2)

3.1 「深と浅」の切替については、IMCO案では10対1となっているが、ギヤ比やモータのトルクなどを考慮すると実状に合わない。しかも最大水深200mとした場合、浅レンジは20mとなって喫水調整した場合、巨大船などでは喫水より浅くなり使用することができない。

以上のような理由から、深と浅との比を5対1以上として、6対1、7対1……ならばよいとした。

3.2 精度が浅レンジで0.5m、深レンジで2.5mを目標としているので、これが判別できるよう4.4.2.3により浅レンジで1m以内、深レンジで5m以内の目盛を付することとした。

3.3 「喫水調整」の範囲は500GTから50万GTまででは幅が大きく、範囲をここで決めることは適当でないので、当該船舶に合う調整ができればよいこととした。また調整手段は発振点を移動させても、スケールを移動させてもよい。

## 4. 表示方式 (2.2.3)

本基準では記録紙を用いる方式であると明示していないために、メモリーチューブや、VTRなどによる記録方式も考えられるが、2.2.3, 2.3.3によ

り、記録紙を用いる方式が実状に合うものと解釈するものとする。将来上記のような手段が一般的になれば、その時に再考すればよいと考える。

## 5. 照明 (2.2.4)

IMCO案では、ツマミの確認の照明までも要求しているが、これは必ずしも必要ではなく、かえって夜間操船の邪魔になる場合すらあるので、記録およびスケールの読取を容易にする照明さえあればよいと考える。

## 6. 発振回数 (2.2.5)

発振回数の毎分12回というのは少ない値であるが、実状は測深範囲（ペン速度）と密接に関連している場合が多い。これについて数値を決めるのは適当でないので、船速、水深などを考慮し、IMCO案の通り12回以上の適当な値を選ぶこととした。

## 7. 測定精度 (2.2.6)

船底のクリアランスを正確に知りたい使用者の要求から、IMCO案の浅レンジでの精度 $\pm 1$ mより高い精度を必要と認め、浅レンジで $\pm 0.5$ m、深レンジで $\pm 2.5$ m、あるいは両レンジとも指示深度の $\pm 5\%$ のどちらか大きい方を越えない値を採用することとした。

## 8. 動揺 (2.2.7)

2.7は船の動揺に対して真下の水深が測定できることと、通常の動揺加速度で作動することを目的としている。前者の目的は、4.4.2.11のビーム幅試験と関連するものである。ただしこの試験方法は、実船を $10^\circ$ 傾斜させて、水深200mまで測深できることを確認することは困難であるため、陸上の試験装置で可能な方法にとどめた。さらに大きな傾斜をする場合でも機器が作動し、一応測深の可能性をとどめるために、4.4.2.10の傾斜検査の項を設けた。

## 9. 電源 (2.2.8, 4.4.2, 4.12)

9.1 電圧変動による誤差について「電源変動が定格の85%から110%まで変動したとき2%以内」であるというのは、この電圧変動分によるだけの誤差であって、それ以上の電圧変動によるものは考慮しない。

9.2 現在の音響測深機は交流モータを使用しているので、電源の周波数変動は、そのまま測定精度に効いてくる。精度を保つためにモータを変えたり、周波数安定器などを装備することは実状に合わないで、周波数の $60\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$ の変動に対して周波数変動のみによる誤差は、 $\pm 2\%$ まで許されるものとした。したがって、これ以上変動がある場合は誤差は当然大きくなる。また定格が60Hz以外の船

内電源の場合は、1/60の割合の周波数変動に対して、周波数変動のみによる誤差が±2%まで許されるものとする。

10. 干渉など (2.2.9)

この項については定量的な表現をとることは困難であるので、定性的な表現にとどめた。

11. 温度 (2.4.10) と湿度 (4.4.2, 4.13.2)

出入港時船橋を開放した状態でも使用し得ることを考慮して温度範囲は-10℃~50℃と決めた。なお湿度については相対湿度では100%近いこともあり得るので、このような状態でも使用可能でなければならないが、実際に試験する場合記録紙が濡れて記録不能になるので、4.4.2.13のような方法をとらざるを得なかった。

12. 安全措置 (2.2.11)

「適当な保安手段」とは、たとえばドアスイッチや危険注意の銘板などを含むものとする。

13. 送受波器の取付 (3.3.2)

13.1 送受波器の取付位置については現在最善であると断言できる位置はないが、好ましくない位置は明かであるので、その位置を列挙するものである。

13.2 発振線から引続いておこる「船体の残響」は船底のクリアランスの測定に大きな影響を及ぼすので、特に注意を喚起するために入れたものである。

14. 振動 (4.2.14), 衝撃 (4.2.15), 絶縁 (4.4.2.16, 4.2.17) などこれらについては電波法に定められている船舶用無線機器の試験規格を参照した。

# 海外事情

## 図< JAMES R BARKER > 五大湖の大型アンローダー付 製鉄原料運搬船

海運市況の回復は、鉄鋼業界の操業度回復に大きく依存していると云われているが、その海運市況の回復に期待をかける海運造船業界の願いも空しく、鉄鋼業界の操業度は水面下にある。

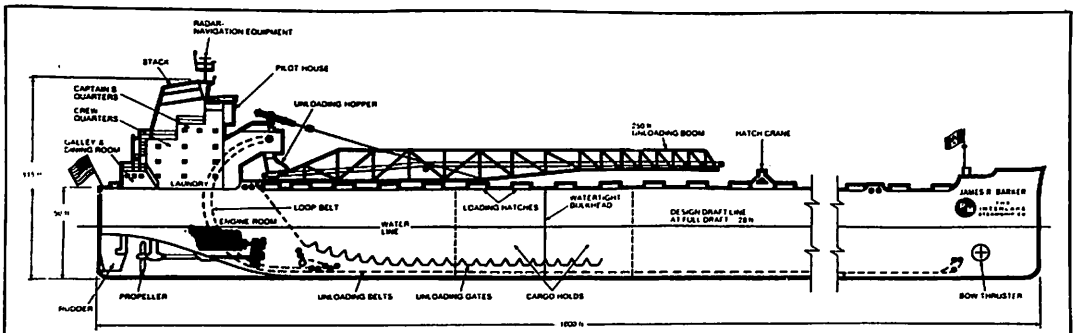
従って、わが国では Ore/Coal 等の製鉄原料船の新しい基本計画等は検討する雰囲気にはならないのが実情であるが、一方、米国五大湖の製鉄業界の試算では、五大湖沿岸のミルでは1980年までに毎年2千万トンのペレット消費の増加が見込まれるために、新しいコンベアシステムと揚貨ブーム付鉱石船が次々と就航している。

59,000 DW 型のこの新鋭レイカーは、カナダの Stephens-Adamson 社の誇るコンベアシステムが

搭載されているが、その荷役能率はペレットで1万トシノ毎時、石炭で6千トンノ毎時と云う驚くべきもので、ミルポートのショア設備が常識化しているわが国では考えられない船載セルフアンローダーである。しかし、昨秋来日したS-A社の海運部長、W. R. Vughan氏は、セルフアンローダー装備の有利さを主要ミル及び海運会社に力説して帰任したが、今後のわが国業界の動きが注目される。

下記要目は、最近オーナーである PICKAND S & CO. に引渡された「JAMES R BARKER」号の要目である。

Length oa	1,000ft
Beam oa	105ft
Height oa	115ft
Depth	50ft
Draught	28ft
Capacity (iron ore pellets)	59,000gross tons
Capacity (coal)	52,000net tons
Propulsion	2 × Colt-Pielstick PC-2V400 (8000bhp each at 520 rev/min)
Speed, loaded	abt 13.5knots





## IMCO と磁気コンパス

On the IMCO Recommendation on Magnetic Compasses

by Hiroshi Suzuki

Professor,

Tokyo University of Fisheries

鈴木 裕

東京水産大学教授

この議題はIMCOにおけるオートパイロットの性能標準の審議中に、磁気コンパスなどによるオートパイロットもあるということから派生してきたもので、海上保安委員会からの正式な付託を受け、第17会期から取上げられているものである。磁気コンパスについては、すでに国際標準規格（ISO）が作られ、その審議の課程を通じて各国の対立点などがはっきりしていた。

第17会期の小委員会における討議は、英国、西独、ソ連から提出された国内規格などの資料をもとに進められ、いかなる船にどのような数の磁気コンパスを装備すべきか、ジャイロコンパスの装備との関連、装備位置の問題などについてISO 694——船用磁気コンパスの装備位置——との関連などについて意見が出された。更に作業部会を設けること、そしてそこで磁気コンパスの性能基準および磁気コンパスの船級別装備数について、それぞれ討議し、それぞれ報告をなし、1974年の新安全条約第5章12規則に追加すべきであるということを決めた。

作業部会では、日、英、米、西独、オランダから代表が出席し、性能基準についてはISO勧告そのものでなく、それを十分考慮することが申し合わされて、西独提案を中心に討議が行なわれた。ここでは、磁気コンパスの装備義務を全船舶とするか、500GT以上の船舶にするかは討議せず、小委員会の討議に移すこととし、性能基準案について項目別に討議された。

この討議の中で主なものをあげれば、次のとおりである。

- 磁気コンパスは基準コンパスと操舵用コンパスに分ける必要がある。これに対して、わが国の大洋航行船舶は反映式磁気コンパスを使用し

ているものが多いことを発言し、——適当なビナクル付の基準磁気コンパスに該当する反映式磁気コンパスを備え、その映像が主操舵位置の操舵員によって、はっきりと読み取ることができる場合は省略してもよい——という案が作られることになった。

- ビナクルは形式認定の対象だから、製造者名のほかに形式番号も標示すべきであるという西独の意見に対して、わが国の発言により、製造者名のみを標示し、形式番号は削除することになった。——これでISO R 449 A級磁気コンパスでもビナクルに対しては製造者名または他の方法による識別のみとなっている——ことと一致した案となったわけである。
- ISO R 694 船用磁気コンパスの装備位置に関係の深い磁性体の最小距離の問題について、わが国は270GTの船で測定した結果の一例をあげ、ISO R 694の値が過大であることを発言した。いうまでもなく、この件は、ISO造船専門委員会磁気コンパス分科会でも各国で問題になっているもので、IMCOの原案が大きな影響力をもつわけである。審議の結果、議長 Captain J. De Coverly (英) は「コンパスの安全距離について絶対値を規定するのは良くない、ISO R 694はガイドラインとすべきだ」と発言、日本とオランダは「コンパスの安全距離は政府の許容値で定めれば良い」と発言し、結局ISO R 694の「基準コンパスからの最小距離」の図は安全距離を決めるガイドラインとする。ということになった。

第4日の小委員会では予備コンパスの装備義務、

磁気コンパスの装備義務を500GT以上とし、ジャイロコンパスを装備している場合は予備コンパスは不要とする米国の案や、西独の「国際航海に従事するすべての船舶に」磁気コンパスの装備を義務づけよう、とか、日本の「標題の変更提案——“Recommendation on the Carriage of Magnetic Compass”——」など（勧告案で採用）が出され、更に英国から、安全距離の図はガイドラインとするのが良いなどの提案があり、結論として、小委員会は適当な時期に磁気コンパスに関する勧告を1974年新安全条約第5章に追加することに同意した。

以上が第17会期までの経過である。

これに対して、わが国は文書によって次の諸項を第18会期の小委員会に提出した。

1) [500 総トン以上]の全船舶は、国際航海に従事するとき、次のものを備えなければならない。

(1) 適当なビナクル付の基準磁気コンパス

[……]をとり、全船舶とする。また、予備磁気コンパスを備えること、特に予備コンパスの定義をはっきりさせ、ジンバル装置付であることを明記すること。

2) 磁気コンパスは適正な自差修正がなされてい

なければならない。また残存自差の自差表あるいは、自差曲線をもっていなければならない。

……これは、

○ 操舵用磁気コンパスも自差修正がなされていなければならないとするわが国の意向を十分には表現していない。近時、磁気コンパスは操舵用だけにすべきであるという趨勢にあるから、「基準コンパス、または基準コンパスを持たない場合の操舵用磁気コンパスは適正な自差修正が……」と改正を要望した。

磁気コンパスについての性能標準の勧告の一般事項でも、「操舵用磁気コンパスは適当なビナクルにのせられていなければならない」を「操舵用磁気コンパスは、自差修正装置を内蔵した適当なビナクルにのせられていなければならない」とすべきである。

3) 磁性材の材料についてはコアシビティの限界値を与えているのであるから、リマネンスおよびコアシビティは無視できる程度のもので定義するよう改正提案を出す。（勧告案で採用）

4) 磁気コンパスの随伴角、摩擦誤差、周期などを規定するとき、水平磁場の強さを与えているが、その表記方法(36/H/μT)°などを(29/H)°などとし、Hの単位を国際単位 A/mに訂正する必要があると提案する。（勧告案で採用）

5) 周期に関する案について  
5.4 水平磁場が18μT (0.18エルステッドに相当する)である場合、コンパスカードの一周期は24秒以上でなければならない。ただし、初期偏角90°で、磁気子午線の1°以内にもどる時間は60秒を超えてはならない。

この案は特定の大きさの磁束密度18μT (英国における値)のもとに規定してあるので、国際的であるというわけにはいかない。これに対してわが国は、図1のような図をあげ、周期の最大と最小をコンパスカードの直径に対して水平磁場の関数で定めるよう提案した。この提案はISOのA

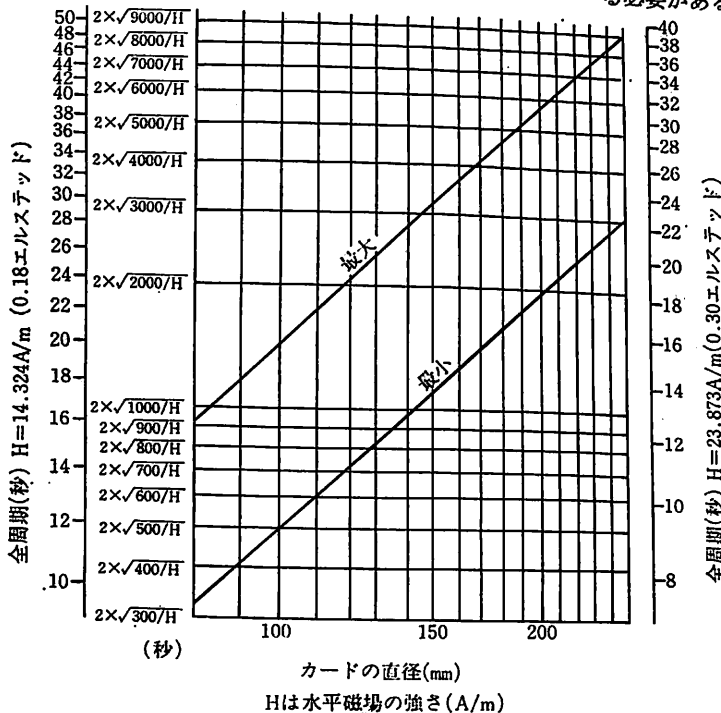


図1 カードの直径に対する全周期

級コンパスについても同様の提案を行っており、賛意を表わす国が8國中4国となるようになった。……(勧告案で不採用)

- 6) 傾斜性能の規定で「基準コンパスは、ピナクルがいずれの方向に40°まで傾いても、その中でパーズリングが水平を保つような、ジンバル装置で支持されていること」は基準コンパスだけでなく、「基準コンパス、および操舵用コンパスは……」と「操舵用コンパス」を追加提案。(勧告案では別の表記となって趣旨採用)
- 7) 装備方法

「磁気コンパス装置は船の中央線上に設置しなければならない。基線は±0.5°以内の精度で船首方向を示さなければならない」。この案に対し、磁気コンパスは必ずしも船の中央線上に置く必要なく、平行線上でもよいから第2センテンスのみで十分であり、第1センテンスの削除を提案した。(勧告案では「实际的で合理的であるなら」が入り、採用)

- 8) 磁性材からの最小距離についてはガイドラインとして図を入れることに賛意を示した。

以上のような経緯で第18会期中でまとまった勧告案を次に掲げる。

…

## IMCO NAV XVIII/11 ANNEX I

### 磁気コンパスの装備についての勧告案

加盟国政府につきのとおり勧告する。

1. 全船舶はつぎの装備をする。
- (a) ANNEX II に規定した基準磁気コンパス1台。
- (b) もし、(a)項で要求された基準コンパスで船首方位情報が与えられ、主操舵位置において操舵手がはっきりとそれを読むことができないならば、操舵用磁気コンパス1台。
- (c) 基準コンパス位置と通常の航法制御位置との間に主管庁が満足する通信のための適当な手段。
- (b)項に述べた操舵用コンパスまたはジャイロコンパスが装備されていたならば、基準コンパスと交換可能な磁気コンパス1台。
- (注) 主管庁は航海の性質、船の陸地への近接度または船の種類が基準コンパスを保証しないものであり、基準磁気コンパスの要求が不合理または不必要なときは、これらの要

求を免除できるが、適当な操舵用コンパスはすべての場合に必要である。この場合、操舵用磁気コンパスは合理的で实际的であり、主管庁の満足するものである限りにおいて、ANNEX II に規定した基準磁気コンパスについて定めた要件に適合しなければならない。

3. 各磁気コンパスは適切に自差修正され、常時コンパス近くの船上で残存自差の表または曲線が利用できること。

## ANNEX II

### 磁気コンパスの性能標準に対する勧告案

#### 1. 定義

1. 1 磁気コンパスはある方位を捜し求め永久的にその方位を保持するよう設計され、その方位性は地球磁気に依存する計測器である。
1. 2 基準コンパスは所要の修正装置を備えた適当なピナクルに取付けられ、適当な方位測定用具を備えた航海用に使用する磁気コンパスである。
1. 3 操舵用コンパスは所要の修正装置を備えた適当なピナクルに取付けられた操舵目的に使用する磁気コンパスである。

(注) 船首指標の両側少なくとも15°の基準コンパスカードの部分の送信映像が星光および7.1項による人工光の両者によって主操舵位置で操舵目的のために明瞭に読取れるならば、基準コンパスは操舵用コンパスとしてもみなすことができる。

#### 2. コンパスカード

2. 1 コンパスカードは1度ごとに360°の目盛がなされること。数字の表示は、北(000°)からはじめて時計まわりに360°まで10°ごとになされること。四方点はN、E、S、Wの大文字で示されていること。N点は適当な表章で示すことによって代えることができる。
2. 2 目盛誤差、カードの軸針からの偏心、磁気装置に対するカードの向きの不正確によるカードの方位誤差は、すべての向きに対して0.5°をこえてはならない。
2. 3 操舵用コンパスのカードは1.4mの距離から星光および人工光の両者により明瞭に読みとれること。拡大鏡を使用してもよい。

### 3. 材料

3. 1 指北装置に使用する磁針および船体の永久磁界修正用の修正磁石は、少なくとも  $11.2 \text{ kA/m}$  の高コアシビティを有すること。
3. 2 感応磁界の修正に使用する材料は低いマネンスとコアシビティを持つこと。
3. 3 磁気コンパスとピナクルに使用する上記以外の材料は合理的で実際的である限りにおいて非磁性のものとし、これらの材料により生ずるカードの偏差角は  $(9/H)^\circ$  をこえないこと。ここでHはコンパスの位置における磁束密度の水平成分  $\mu\text{T}$  (マイクロテスラ) である。

### 4. 性能

磁気コンパス装置は満足に動作し、それを装備した船上で経験するような作動上および環境条件の下で有効さを保つものであること。

### 5. 構造上の誤差

5. 1 コンパスの温度  $20^\circ \pm 3^\circ \text{C}$  で、コンパスを毎秒  $1.5^\circ$  の一定速度で回転させたとき、コンパスカードの随伴角はカードの直径が  $200 \text{ mm}$  未満のとき  $(36/H)^\circ$  をこえないこと。コンパスカードの直径が  $200 \text{ mm}$  以上のときは、カードの随伴角は  $(54/H)^\circ$  をこえないこと。ここでHは3.3に定義したとおりである。
5. 2 温度  $20^\circ \pm 3^\circ \text{C}$  での摩擦誤差は  $(3/H)^\circ$  をこえないこと。ここでHは3.3に定義したとおりである。
5. 3 磁界の水平成分が  $18 \mu\text{T}$  においてカードの半周期は初期偏角  $90^\circ$  ののち少なくとも12秒であること。最初の偏角  $90^\circ$  ののち磁気子午線の  $\pm 1^\circ$  以内に最終的に戻るに要する時間は60秒をこえてはならない。非周期性のコンパスは後者の要件にのみ適合すること。

### 6. 修正装置

6. 1 ピナクルはつぎによる半円および四分円の自差を修正する装置を備えること。
  - (a) 船体永久磁気の水平成分
  - (b) 傾船差
  - (c) 水平誘導磁気の水平成分
  - (d) 垂直誘導磁気の水平成分

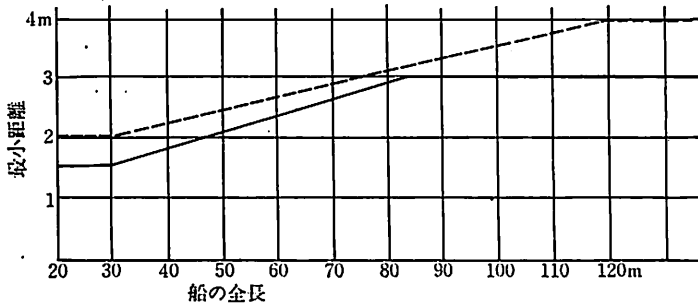
6. 2 6.1の修正装置は4.で述べた状態の影響と特に磁気緯度の大きな変化のもとで生ずる自差の大きな変化を生じないようにすること。  
6分円の自差および高次の自差は無視できること。

### 7. 構造

7. 1 カードが常に読めるために主照明と非常照明を備えること。照明加減装置を備えること。
7. 2 照明を除いて電力を磁気コンパスの動作に必要なようにすること。
7. 3 基準コンパスの指示の電気的な再生が操舵コンパスとなるような場合は送信系には主および非常電源の両者が備えられていること。
7. 4 自差修正と保存のために容易に手が触れられるような方法で装置を構成し、装備すること。
7. 5 コンパス、ピナクルおよび方位読取装置には主管庁の承認マークを付すこと。
7. 6 基準コンパスはピナクルが、いずれの方向に  $40^\circ$  まで傾斜しても、そのバージングが水平を保ち、そしていかなる海象および気象条件でもコンパスが脱れないようジンバルで支えた操舵用コンパスは同じ要件に適合すること。操舵用コンパスがジンバルで支えられていないならば、カードが全方向に少なくとも  $30^\circ$  の自由を有すること。
7. 7 磁気コンパスを製造するのに使用する材料は十分の強度を有し、主管庁が承認したものであること。

### 8. 装備位置

8. 1 磁気コンパス装置は、それが実際的で合理的であるなら船舶の中心線上に装備すること。主船首指標は船首中心線上に装備すること。主船首指標は船首を  $\pm 0.5^\circ$  の確度で示すこと。
8. 2 基準コンパスは水平方向と天測の方位をとるため、その位置からの視界ができるだけ妨害されないように装備すること。操舵用コンパスは主操舵位置で操舵手によって明瞭に読取りができること。
8. 3 磁気コンパスは磁性材料からできるだけ離して装備すること。  
それが船体構造の一部である磁性材料から



図・基準コンパスののぞましい最小距離

—— 連続した固定磁性材料  
 …… 壁, 仕切, バルクヘッドの上の端, フレーム, ガーダ, スタクション, ビーム, ビラーの端および同様の鋼製部分のような固定した磁性材料の端の部分,

基準コンパスまでの最小距離は主管庁の承認したものであること。上図は基準コンパスからののぞましい最小距離を示す一般的なガイドラインである。

操舵用コンパスに対するのぞましい最小距離は 1 m 以下の距離でなければ図で与えた値の 65% に減少できる。操舵用コンパス 1 台の

ダビット, ベンチレータ, 鋼製扉などの海上で動く磁性材料, 煙突のような磁界が変化する大きな磁性材料

みを有するときは基準コンパスに対する最小距離をできるだけ適用すること。

8. 4 電気装置または磁気的な装置から磁気コンパスまでの距離は少なくとも装置に規定した安全距離で主管庁の承認したものと等しくすること。

## Ship Building & Boat Engineering News

### 図三菱重工, 高能率 CO<sub>2</sub> 立向下進自動溶接法の実用化に成功

三菱重工は下関造船所において, 貨物船の二重殻構造用井桁の組立工程における立向溶接に手溶接の約 8 倍の高能率を発揮する CO<sub>2</sub> 立向下進自動溶接機を, 松下電器産業の協力を得て開発し, このほど実用化に成功した。

#### I 主な特長

1. 脚長 4 mm ~ 6 mm の立向姿勢に対して, 従来の下進棒溶接法や CO<sub>2</sub> 上進オジレット方式では実現できなかった 150 ~ 700 mm / 分という高速度で, 1 パスで溶接できる。
2. 2 本の溶接トーチを同時に作動させる方式で能率が倍加されると同時に, 溶接対象への溶接トーチのセッティングが容易。
3. 高い電流密度によって溶けこみの深い良質の溶接が得られる上に, 仮付ビードおよび母材ギャップの影響が少く, きわめて作業性がよい。
4. 溶接トーチの溶接部へのセッティングを, 自動倣い方式としているため操作が簡単である。
5. ユニークな溶接機専用のハンドリング装置

(ウォールクレーン方式) の併用により, オペレータは 1 人作業が楽にできる。

#### II 主な仕様

1. 溶接機
 

形式	自動 2 ヘッド立向下進
溶接法	CO <sub>2</sub> -Ar アーク溶接
適用継手の種類	すみ肉(脚長 4 ~ 6 mm / 1 層)
適用継手の長さ	最大 2, 500 mm
トーチ降下速度	150 ~ 700 mm / 分 連続可変
トーチ昇降停止	上下端自動停止
トーチ定格電流	D C 350 A
適用ワイヤ径	1. 2 mm φ, 1. 6 mm φ
2. セッティング装置
 

形式	十字スリット形
セット方式	圧縮空気およびスプリング加圧ローラ方式
3. ハンドリング装置
 

形式	旋回ウォールクレーン形
走行レール長	12, 000 mm
ジブ長さ	9, 800 mm
電動ホイスト	吊能力 500 ㎏

# IMCOとレーダビーコン

IMCO and Radar Beacon

by Makoto Ito

Oki Kaiyo Electronics Ltd.

伊 藤 実

神海洋エレクトロニクス理事

## 1. はじめに

現在ほとんどすべての中大型船に装備されている船用レーダは、船舶の航海操船にあたり、陸岸、他船、岩礁などに対する全天候の保安見張り用にきわめて有効な装置である。航海の安全と能率化を図るためには、自船の周囲にある有用な、または危険を及ぼすおそれのある上記の物標を残らず、いつでも、遠方から、明瞭に、正しい相対位置で表示することが必要であり、次いでそれら物標との相対運動がリアルタイムまたはそれに近く表示されることが望まれる。これらの要求に応ずるため、いろいろの周波数のレーダがさまざまな付加機能を伴って開発され、多くの船舶に装備されて、それぞれの特徴を生かして使用され、今や一部の小型船を除いては不可欠の航海用機器となっている。

元来レーダはこのような物標の探知能力にすぐれたものであるが、使用者側の要求と期待が大きくなるにつれ、レーダ機器の改良だけでは応じられなくなり、航海保安上必要な航路標識など船舶から見れば外部の物標の側で、その被探知識別能力を増大する方策がとられるようになって来た。その最初に行なわれたのはレーダ反射器で、浮標岩礁などに取りつけられ、パッシブなエコー増強器として用いられた。

ところが、レーダ反射器はその寸法と種類により差はあるものの、実際に大きな効果を望むことには無理がある。そこで次に標識から船側へ向かって特定の電波を送り、それを船舶のレーダで探知するアクティブな方法がとられるに至り、レーダビーコンがあらわれた。このアクティブな方法は、出力と装備高を大きくすることにより有効距離を大巾に増大することができるほか、方式の選定によりそのビーコン

の識別信号など付加的な情報を同時に送ることもできる利点があるので、各国において次第に採用されるようになり、さらにまた装置の小型化と装備の簡単なことにくらべ大きな効果を期待できるので、近来これを船舶に装備し、陸上見張管制所や他船に対し自船の位置と情報を確認させる手段とするほか、さらに救難上の位置表示に使用するなどの試みも行なわれるに至り、レーダビーコン等の利用は今後増大しようとしている。

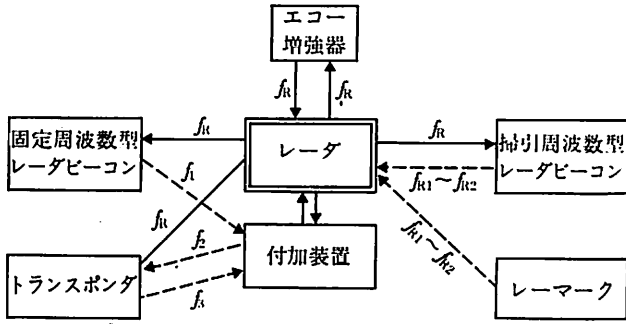
そこで各国における独自の方式の無統制な導入による混乱をさけ、国際的に正常かつ有効な利用を確保する目的で、IMCO航行安全小委員会でレーダビーコン等に対する検討が進められてきた。その経緯については、本誌中庄司、木村（小）両氏の「IMCOの航行安全小委員会と動向」に述べられているとおりである。

## 2. レーダビーコンなどの電波標識

このように広範囲に用いられようとしているレーダビーコンなどの電波標識にはどんなものがあるかを見ると、IMCO航行安全委員会の作業部会がその第17会期に作成した文書によれば、レーダビーコンなどを次のように分類記述している。

海上無線航行業務におけるレーダビーコンとは、海上捜索レーダでトリガされたとき自動的に明確な信号を送り返す受信・送信装置で、この信号はトリガしたレーダの表示面上に距離、方位および識別情報を表示できるものである。

トランスポンダとは、適当な呼びかけ信号を受信したとき自動的に信号を発射する受信・送信装置である。呼びかけはレーダまたは他の送信機により行なわれ、その応答信号は特別の表示器かまたはイン



第1図 レーダビーコンなどの動作系統

ターフェイスを付けてレーダの表示面に表示する。  
さらに第18会期の作業部会報告で、次の2つが追加された。

まずわが国からの意見によりレーマークが取り上げられ、

レーマークとは、海上無線航行業務におけるレーダビーコンで、連続的に送信を行ない、レーダ表示上に方位情報のみを与える信号を送り出すものである。

次にエコー増強器 (Echo Enhancer) とは、物標からのレーダ反射信号を増大するために用いられる装置である。

レーダビーコンはさらに応答周波数により掃引周波数型と固定周波数型に分けられ、これらの動作を図であらわすと第1図のようになる。

なおこれらの分類は新たにきめられたもので、従来これらのあるものは混同して世界的に用いられて

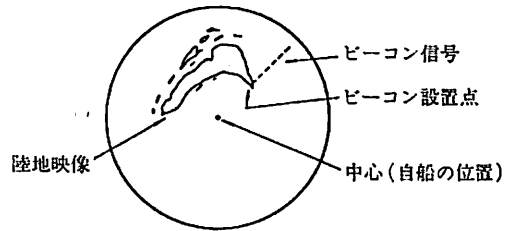
いた。

以下これら諸装置の動作を主として見て行くこととする。

### 2.1 掃引周波数型レーダビーコン (Swept frequency radar beacon)

この型のレーダビーコンは、そのビーコンできめられたレーダ周波数帯域内で働くすべての航海用レーダからの信号を受信し、これらレーダの帯域全部にわたり変化する周波数の応答信号を送信する。周波数の掃引速度は2分間という低速から数  $\mu$ s で全帯域を掃引する高速のものがある、と同文書では述べられている。

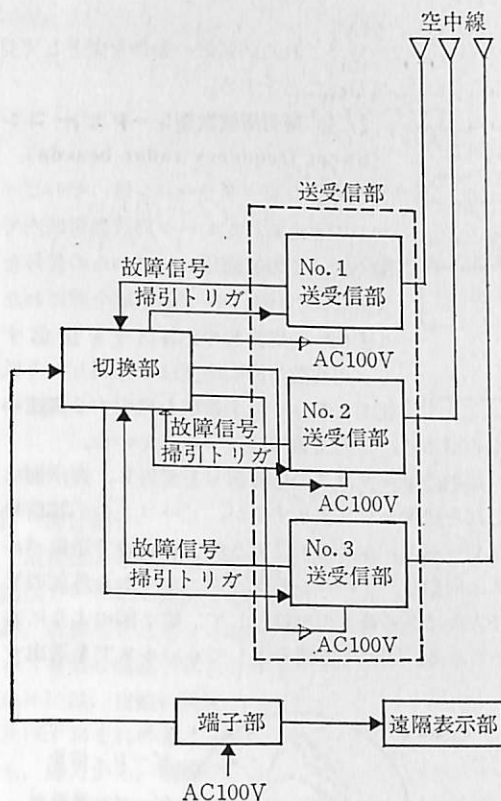
船舶のレーダはこの応答信号を受信し、表示面にこれを映像として表示するが、ビーコンの応答信号はレーダのパルスでトリガされているので送信パルスに同期し、ビーコン設置点のエコーから外側の半径方向にある長さの輝線として、第2図のように表示される。図は応答信号として6パルスで送出す



第2図 PPIに表示された掃引周波数型レーダビーコンの信号

第1表 掃引周波数型レーダビーコン局の諸元

名称	東京無線方位信号所	布良鼻無線方位受信所	
位置	35° 33' 46" N 139° 49' 53" E	34° 54' 45" N 139° 49' 38" E	
電波の型式・周波数	P9 9.375MHz±40MHz		9.375MHz±35MHz
出力(中心周波数)	30 mW	20 mW	150 mW
周波数掃引周期	0.1sec (パルス幅 5 $\mu$ s、パルス数 6)		60、40、30sec
変調方式	P <sub>0</sub> 、パルス変調		符号パルス変調
受信方式	直接検波ビデオ増幅方式		直接検波ビデオ増幅方式
最小トリガ感度	-40dBm以下		-40dBm以下
応答遅れ	1.2 $\mu$ s以下、回復時間約440 $\mu$ s		1.2 $\mu$ s以下、回復時間約100 $\mu$ s
空中線の形式	スロット形		スロット形
空中線指向特性	水平無指向、垂直約15°		水平無指向、垂直約20°
偏波面	水平		水平
利用範囲	360°	140°~310°	
有効通達距離	約9 哩		
特長			送受信部2式動作



第3図 掃引周波数型レーダビーコンの1例

るレーダビーコンの場合の影像であって、6個の点の連なった形で現われ、その長さ及び個数により特定のビーコンと識別できる。

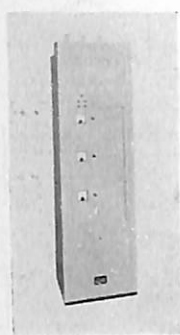
わが国では海上保安庁により第1表に示すような掃引周波数ビーコンが設置され、さらに同表最右欄のものが実用されようとしている。

これらのビーコンは、 $9375 \pm 40 \text{ MHz}$  のすべてのレーダ波を受けられる広帯域の受信機を備え、応答信号の周波数は  $9375 \pm 35 \sim 40 \text{ MHz}$  の帯域を  $0.1 \text{ sec}$  または  $20/30/60 \text{ sec}$  掃引するスロースィープ方式をとっている。

これらの掃引周波数型ビーコンについて、まず船舶のレーダで第2図のような表示のえられる頻度を求めて見る。ビーコン信号を受信できるのは、レーダ空中線がビーコンの方向に向き、さらに掃引するビーコンの応答電波が、そのレーダの受信周波数帯域内にある時間だけである。これを式であらわすと、空中線回転数を十分大きくとったとき、受信可能な割合  $\alpha$  は

$$\alpha = \frac{b}{B} + \frac{\theta}{6N} \cdot \frac{1}{T_s} \quad (1)$$

ここに



左/第4図  
掃引周波数  
レーダビーコン  
の外観例



右/第5図  
掃引周波数型  
レーダビーコン  
空中線の例

$b$  : レーダの受信帯域巾 (MHz)

$B$  : ビーコンの周波数掃引巾 (MHz)

$T_s$  : 掃引周期 (sec)

$\theta$  : レーダ空中線のビーム巾 ( $^\circ$ )

$N$  : レーダ空中線の回転速度 (rpm)

1例として  $B=80 \text{ MHz}$ ,  $T_s=0.1 \text{ sec}$ ,  $\theta=1^\circ$ ,  $b=10 \text{ MHz}$ ,  $N=15 \text{ rpm}$  の場合は

$$\alpha \approx 0.24$$

すなわち、約4回転に1回の割合で第2図のような信号がPPI面上に現われる。ビーコンの応答信号が  $5 \mu\text{s}$  のパルス6個で成り立っている時は、図のように6個の点がビーコン局のエコーから別に定めた応答遅れ時間  $1.2 \mu\text{s}$  すなわち約  $180 \text{ m}$  遅れた位置から半径方向外方に点線状に現われる。

第3図に第2表右側欄のビーコンの総合システムを示す。掃引速度は30, 40, 60秒に切り換え可能であり、この低速掃引による情報時間率向上のため、3式ある送受信部と空中線のうち2式を現用、残る1式を予備として、現用の2式はたがいに周波数掃引の周期ずつ隔っている。掃引周期が  $40 \text{ sec}$  の場合、情報表示率を前記のデータにより計算すると、2系統の応答を総合して少なくとも  $20 \text{ sec}$  に1~2回受信できることがわかる。

この装置本体の外観は第4図、空中線は第5図のとおりである。

ほかに救命筏または個人用のきわめて小型のこの種ビーコンが救命用レーダビーコンとして開発されている。これについては、本誌中、木村(貴)、古東両氏の記事を見られたい。

このように掃引周波数レーダビーコンは、周波数



第2表 固定周波数型レーダビーコン試作品の仕様

送信部	
送信方式	ガンダイオード発振器
送信周波数	9310±5 MHz
送信出力	500mW (尖頭値)
変調方式	パルス符号変調
符号パルス	等価モールスコードを含む 各種
符号単位パルス巾	0.8 μs
応答禁止時間	100 μs
応答遅れ時間	0.5 μs
受信部	
受信方式	直接検波ビデオ増幅方式
受信周波数帯域	9300~9500 MHz
ビデオ周波数帯域	5MHz以上(-6dB低下巾)
最小受信感度	-40 dBm
空中線部	
空中線形式	導波管広面スロットアレイ形
空中線指向特性	垂直 15° 水平全方向
偏波面	水平縮波

quency radar beacon)

IMCOの文書によれば、この型の装置はそのビーコンにつき定められた周波数帯域内のすべての航海用レーダからの信号を受信し、前もって定められたレーダ帯域外の一定の周波数で応答信号を自動的に送信する。したがってレーダ側にはレーダ受信機とは別にビーコン信号受信装置を付加する必要がある。こうすればビーコンの応答信号はレーダ P P I 上に映像と一緒にでも、またはビーコン信号単独にでも表示することができ、また必要に応じてビーコン信号を消すこともできて、使用上好都合である。

このように固定周波数レーダビーコンでは受信するレーダ側に応答信号が即時にあらわれ、掃引周波数型のように情報時間率の低下がなく、他のレーダビーコンの干渉やクラッタを含めビーコン応答信号の表示をレーダ使用者が制御できる。たとえば、陸地クラッタなどでビーコンの応答信号がマスクされて見えにくいときは、レーダ映像を一時消してビーコン信号だけ表示するモードにすればビーコンの識別は容易になり、しかもレーダのスweepには手を加えないから方位距離の測定はレーダにおける普通の方法でできる。

帯さえ適合すれば、現在の航海用レーダに何らの付加装置や改造を要せず、全く自動的にビーコンの信号がレーダ映像面に現われる利点を有する。その反面、ビーコン装置は複雑となり、かつスロースイープの場合は受信時間率が小さい、近距離では干渉の制御が困難である、陸地などのクラッタで応答信号がマスクされる、ビーコンの識別符号の数が多くできにくい、ビーコンの設置位置が制限されるなどの欠点を有する、と前記IMCOの文書は指摘している。しかしながら、多数の利用者側に全く負担を要しない利点は高く評価されてよいであろう。

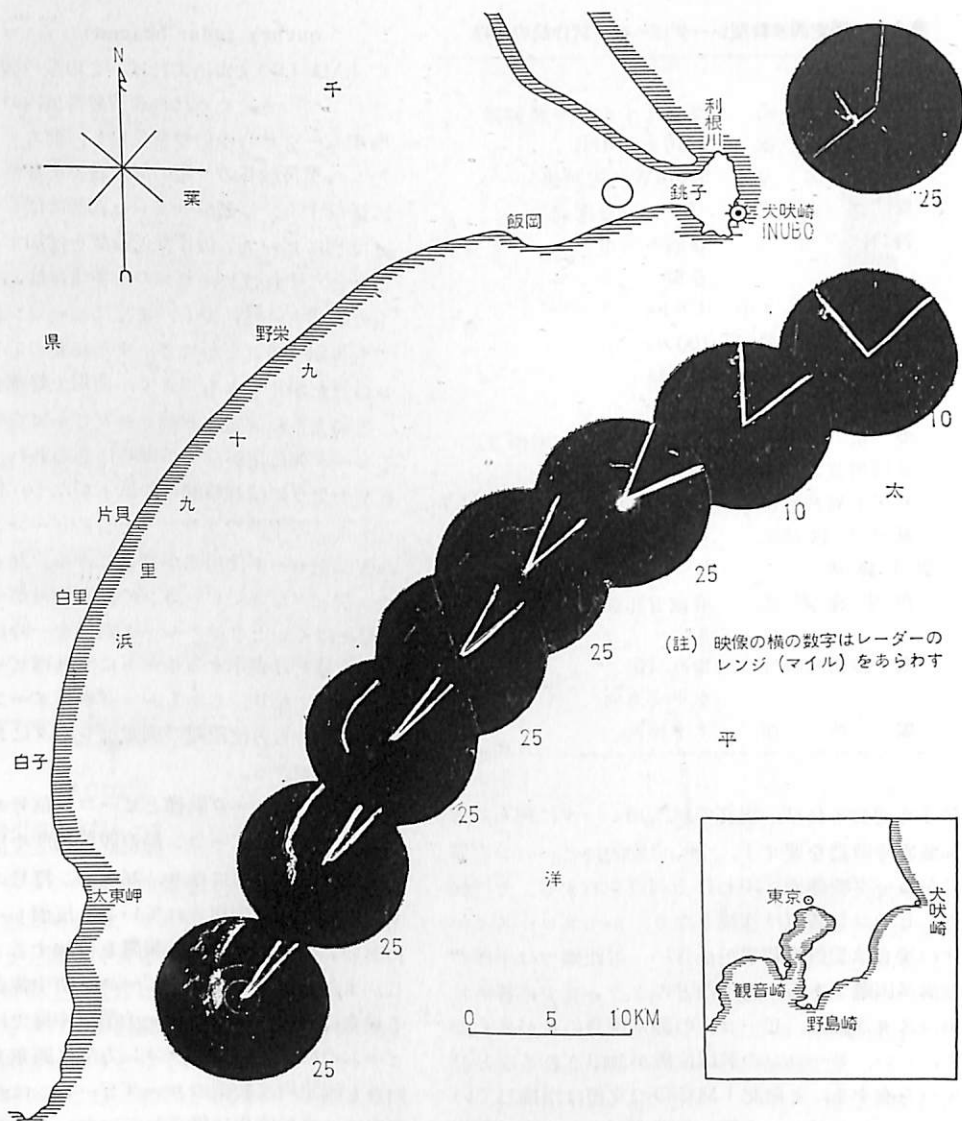
2.2 固定周波数型レーダビーコン (Fixed fre-

quency radar beacon) このようにレーダ映像とビーコン信号の独立性が強くなるので、ビーコン局の設置場所や出力レベルの選定がより自由になり、ビーコン符号の選択が容易になる利点があげられている。反面レーダのほうにおのおのビーコン受信装置を付加する必要が生じ、またレーダ空中線とビーコン空中線が別個になる場合には、スロットアレイ型空中線では空中線のビームの向きの差がビーコン方位に誤差を生ずる。向きと固定周波数型のレーダビーコンはわが国で航海用にはまだ実用に供されていないが、試作されたものの1例について見ると、その仕様は第2表のとおりで、その構造も比較的簡単である。

第3表 レーマーク局諸元

局名	衿袋岬	野島岬	犬吠埼	観音埼	瀬岬	佐田岬
位置	41°55'23"N 143°14'52"E	34°53'54"N 139°53'30"E	35°42'17"N 140°52'19"E	35°15'10"N 139°44'55"E	33°26'01"N 135°45'26"E	33°20'24"N 132°01'00"E
電波の型式・周波数	パルス変調 P 9 9375±40 MHz					
出力	0.6W					
電波の発射方式	指向性回転式					
アンテナ	ピルボックス型 回転数約 2 rpm					
偏波面	水平偏波					
揺動周波数	50 Hz および 100 Hz					
変調符号	2.85μs マーク, 2.85μs スペースまたは 2.4μs スペース, 3.8μs マーク					

第6図  
犬吠崎レー  
マーク局か  
らの受信信  
号



### 2.3 レーマーク (Remark)

これは前記2種のビーコンと異なり、他のレーダからトリガされるのではなく、常時周波数を掃引しながら船舶のレーダの周波数帯域内の信号電波を放射し、船舶のレーダでこれを受信してPPI上にレーマーク局の方位を示す輝線状の表示をするものである。したがって前記ビーコンの応答信号がビーコンのエコーのすぐ後方からあらわれるのにくらべ、レーマーク信号はPPIスイープの中心から外周まで半径状にあらわれて距離情報は含まれない。これはもともと船舶が陸岸に接近するときレーダで初認する陸標の識別と方位の情報を与えることを目的としたものである。わが国では早くからレーマークを採用し、現在第3表の各レーマーク局が運用されて

船通航に利用されている。また第6図は九十九里浜の沖を北東に航行中の船舶が犬吠崎レーマークを受信した記録で、船の進行に伴い受信表示状態の変化がわかる。

レーマークの装置は表からわかるとおり、送信周波数はXバンドのレーダすべてが利用できるように  $9375 \pm 40$  MHz の間を 50/60 Hz で掃引しているので、船舶のレーダは特別な装置や操作なしにこのレーマーク電波をレーダ空中線で受信できる。このときPPIの上に第6図のような1つの半径状の表示がえられるためには

- (1) レーダ空中線の受信ビーム巾がレーマーク局の方向を通過する間に、レーマーク電波の周波数掃引が1回以上行なわれること

(2) レーダのパルス繰返し周期内にレーマーク電波が、レーダの受信周波数帯域から外れないこと  
の2つを満足しなければならない。現用のレーマークは、実用されている各種航海用レーダを調査の結果、これらの条件を満たす 50/60 Hz が選ばれている。

またレーダのビデオ増巾器の帯域巾は 10MHz 程度にとつてあるが、低域は回路構成上送信パルス繰返し数以上の場合が多い。したがって 50/60 Hz 程度の低周波は十分増巾が行なわれず、遠方のレーマークの弱い信号が表示されにくく、したがってレーマークの有効距離が小さくなる。これを防ぐため周波数を掃引している送信波をパルス変調し、その変調周波数をビデオ増巾器の増巾帯域内に入るよう 175KHz 付近の値に選んである。したがってレーダの映像面上でレーマーク信号は点線の半径として表示されるので、レーダで現用の距離レンジによりレーマーク局のエコーが見えない場合でもレーマーク信号、したがってその方位は容易に識別測定できる。

次にレーマーク電波の指向性について考えると、レーマーク局の設置場所は岬角など広い海に面していることが多く、おおむね $180^\circ$ 以上の広い範囲から受信できる必要がある。これを1個の固定ビームでカバーしようとする、空中線利得が低下し、送信電力を増大する必要が生ずる。これに対し、水平ビームをある程度しぼり、空中線を水平面内で回転させると、今度はレーダの毎スweepにレーマーク信号が現われず、一定時間をおいて信号が表示されることになる。航海の目的にはレーマーク信号が常時見えている必要はなく、ある時間はレーダ信号のみの映像が見られることにより、小型船などの映像がレーマーク信号と重なり合つて見落とす危険を防ぐこととなり、かえつて有利な結果となる。

レーマーク空中線の水平ビーム巾と回転数の関係は、空中線が水平ビーム巾だけ回転するうちに、船舶のレーダ空中線が少なくとも1回転以上するように選ぶ必要がある。現在船舶用レーダの空中線回転数はおおむね 15~20 rpm であるから、現用レーマーク局では、船のレーダで約30秒に1回程度レーマーク信号が表示されるように、回転数を 2 rpm、水平ビーム巾を  $55^\circ$  にとつてある。

また垂直ビームはあまり広くすると空中線の利得を減少する上、近距離にある船舶のレーダに過大な入力を与えるほか、空中線のサイドローブによりレーダ映像面上の広い角度にわたり扇形にレーマーク

信号が現われてマスキング妨害を与えるので、狭くう、 $2^\circ$ という値をとっている。

最後に、レーマーク局の利用範囲は後に述べるように、送信電力、空中線利得、双方の空中線の高さ、伝搬中の減衰によりきまるが、わが国で現用中のものは約40kmとしている。

#### 2.4 その他の形のレーダビーコン

上記の各種レーダビーコンのほかの形のものが各国で研究されている。これらのものでは、ビーコンの受信部は広帯域のもので多く、応答信号は呼び掛け信号にロックしてこれと同じ周波数で送信するものや、予め定められた周波数の組合せによるものなど、主として応答の時間効率の向上や応答信号の情報量の増加のためのものが多い。

またビーコンと同様の目的に用いられるエコー増強器やレーダ反射器なども、航行安全小委員会が検討の対象になっている。

#### 2.5 トランスポンダ

基本動作はレーダビーコンとよく似ているが、呼びかけ信号にレーダのパルスまたは特別の呼びかけ装置で発するパルスを用い、これを受信したとき自動的にある応答信号を送信するものと、航行安全小委員会の文書では述べている。陸上、または各種構造物のほか船舶にも装備して、自己の位置および情報データを呼びかけ側に伝えることを意図している。もともとトランスポンダは航空機の味方識別装置の一方に当たる S I F 装置から発達したもので、呼びかけ、応答ともレーダの周波数の域外で行なうのが普通である。

トランスポンダからの応答信号は、固定周波数レーダビーコン受信装置に似てデコーダ付きの受信付加装置を経由して、航空管制のように特別の表示器に表示することもあるし、またレーダの P P I 上に表示されることもある。

トランスポンダの簡単なものには自己のレーダエコーの増強と識別を容易にするため、短いパルスで応答するものがあり、一方にはこれに加えトランスポンダを通じて大容量のデータを送ろうとする複雑なものまである。ただし単にエコー増強の目的にはレーダ反射器のようなパッシブなものの方が弊害が少ない。

呼びかけ装置を別に設ける場合は、使用者の意図に応じてその海域にあるすべてのトランスポンダを呼び出すか、または特定のものだけを呼び出せる符号化した呼びかけ信号の使用が可能であつて、用法により相互の干渉を減少するよい方法である。

第4表 レーダビーコン・トランスポンダの運用上の用途

	可能な方法				記事	将来使用に推せんする方法
	レーダ・ビーコン		トランスポンダ	他の方法		
	固定周波数	掃引周波数				
<b>I 現在および近い将来の要求</b>						
(a) 顕著でない海岸線の距離または方位測定と識別	将来可能	理用中			PPIに表示	固定周波数レーダビーコン
(b) 距離は良好に測定できるが特長のない海岸線上の位置の識別	将来可能	理用中			PPIに表示	''
(c) 海上および陸上の選ばれた航海目標の識別	将来可能	理用中			PPIに表示	''
(d) 陸地初認の識別ある位置からの方位線	将来可能	理用中		レーマーカー現用中	PPIに表示	''
(e) 小さなレーダ目標の探知改良		可能	可能	エコー増強器	PPIの応答表示は限定されたもので目標と一致しなければならない。レーダリフレクタのようなパッシブなものが好ましい。	パッシブな方法
(f) あるクラスの船舶の識別(船対船)		一部現用中				掃引周波数レーダビーコン
(g) 陸岸測量目的の船舶の識別	将来可能	将来可能	可能	DFなど		トランスポンダ
(h) 特定地点、海峡、港湾への近接情報	一般実験使用		可能	リーダケープルソナーなど	ある現用システムではパイロットがポータブル表示器を携行	''
(i) 一時的航海障害物の存在表示		使用要望				掃引周波数レーダビーコン
(j) 搜索救難活動		将来可能		EPIRB	IMCO搜索救難専門家グループの見解による。	
<b>II 遠い将来の要求</b>						
(k) 個別船の識別とデータ伝送	可能	可能	可能	DF		トランスポンダ

注・呼掛け周波数を含む応答を發する上記以外のレーダビーコンも使用されるかも知れない。

3. レーダビーコンの要件とIMCO航行安全小委員会における検討

このようにいろいろなレーダビーコン類が世界各地に設置運用され、その集中度も増す傾向にあるが、これらをできるだけ有効かつ経済的に利用するためには、各種方式の選択とその総合設置に関し考える必要がある。言うまでもなく、船舶の行動は国際的であるから、これら各種のビーコンを各国独自で設置すると船舶の側で利用できない施設が多くなったり、相互の干渉によって利用効果を減殺し、場合によっては航行上の安全をそこなうおそれもある。IMCO航行安全小委員会ではこのようなレーダビーコン等に対する情勢と必要度にかんがみ、別文の如くこの問題の検討を重ねて来た。またこれと並行して、CCIRもこれに対する技術特性

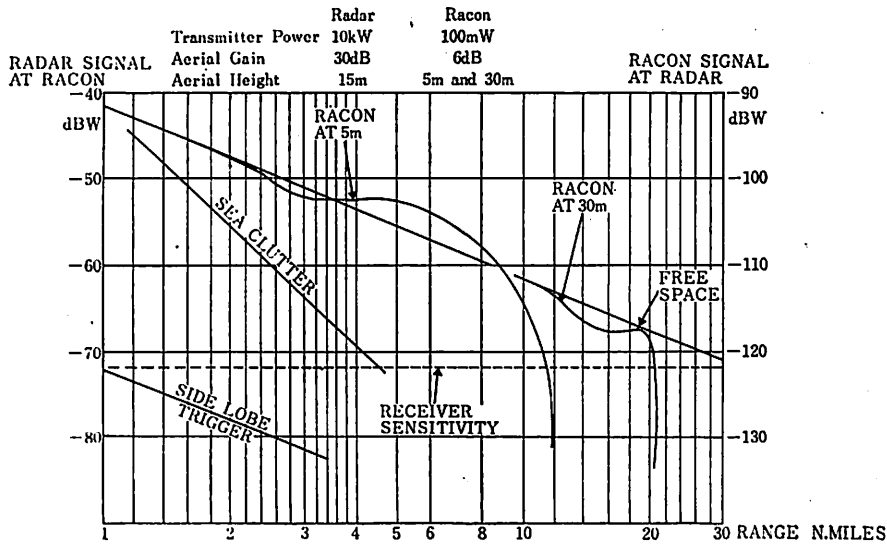
につき研究を行なっている。

1976年の航行安全小委員会第18会期までに重要な問題点が抽出され、これに対する意見が固まりつつあり、現在までの作業部会報告書等によれば、

(1) レーダビーコン等の設置の原則をとり上げた。

すなわち

- a. 航海用レーダ表示の著しい低下をさげなければならない。
- b. レーダビーコン業務の無統制な導入は、一般に船舶のレーダ表示に受け入れ難いほどビーコン応答信号の増加をもたらすおそれがある。
- c. レーダビーコンは使用の必要性の確立された場合にのみ用いるべきである。



第7図 距離に対する信号強度

d. レーダビーコン応答信号の間の混乱と不確定さを避けるため、使用するシステムの国際協定が重要である。

(2) 次に各種レーダビーコンなどの運用上の可能性につき検討が加えられ、第4表のように種類の用途とそれに適する方式がまとめられた。

(3) 掃引周波数型ビーコンに対する勧告素案がまとめられた。これには運用上の要求とそれを満足すべき機器の性能が盛り込まれている。

a. 最大有効距離

対象とする航海用レーダのモデルとしてIMCO決議 A222 中にあげたレーダを2種とり上げた。1つは3cm波帯、尖頭出力10KWのものであり、他は10cm波帯、尖頭出力20KWのレーダである。レーダ受信機の雑音指数はともに10dB、空中線の高さは15mと仮定し、これに対し3cm波帯掃引周波数ビーコンの最大有効距離の代表値を選んで、これを満足

第5表 有効距離に対する掃引周波数型レーダビーコンの動作パラメータ

有効距離	NM	最大	30	20	10
空中線高	m	最小	100	25	5
送信出力	mW	最小	100	100	21
受信機感度	dBW	最小	-74	-74	-68
空中線利得	dB	最小	12	6	6
有効放射電力	W	最小	1.6	0.4	0.1
有効受信機感度	dBW	最小	-86	-80	-74

する動作パラメータを第5表のとおりまとめた。

この表の20NMの例について見ると、まず地球の曲率にもとづく電波見通し距離Rは

$$R = 2.27 (\sqrt{h_r} + \sqrt{h_b}) \quad (\text{NM})$$

であらわされ、これに上記の

$$h_r \text{ (レーダ空中線高)} = 15\text{m}$$

$$h_b \text{ (ビーコン空中線高)} = 25\text{m}$$

を入れて計算すると、 $R \approx 20\text{NM}$ となる。

またこのときの所要電力は

$$P_t = \frac{(4\pi)^2 P_r R^2 10^{0.1\alpha R}}{G_r G_b \lambda^2} \cdot \frac{1}{4 \sin^2\left(\frac{2\pi h_r h_b}{\lambda R}\right)}$$

ここに

$P_t$ : ビーコンの所要最小電力 (W)

$P_r$ : レーダの最小感度 (W)

$\alpha$ : 空間伝搬中の減衰定数 (dB/m)

$G_b$ : ビーコン空中線利得

$G_r$ : レーダ空中線利得

から計算した結果によるもので、第7図の距離に対する信号強度のグラフからもわかる所である。

この案案では、最大有効距離10NM未満のビーコンは海面反射のクラッタが2~4NMあるので利用価値が少ないと記している。これはこの種のビーコンを小目標のエコー増強用に使ってはならないという考えから出たものと思われるが、設置場所によってこれ以下のビーコンも考えられてしかるべきであろう。

b. ビーコン電波のビーム

素案ではビーコン出力が0.4 W 以上か、受信機感度が -80 dBW 以下であれば、1 NM 以上の所からサイドロープで作動し、応答信号の受信をレーダ側で行なうおそれが生ずることを指摘しており、そしてこのことは高所に空中線を設置するビーコンでは、垂直ビームの下方で利得を小さくするように成形することにより防ぎうるとしている。

c. 応答時間など

さらに素案では、応答の長さ

応答の遅れ時間をあげている。この2つはビーコン信号が識別されやすいことと、レーダ映像を妨害することを少なくするためであって、応答信号は地形などのマスキングのないかぎりビーコン位置のレーダエコーのすぐ後方から適切な長さで出されるのが望ましい。

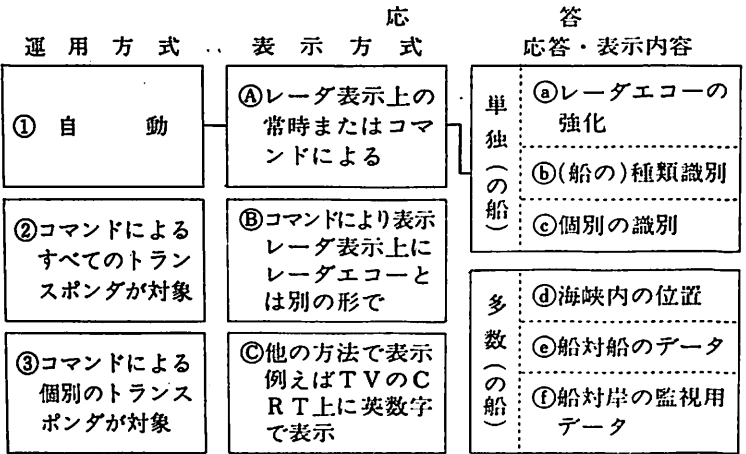
またビーコンの周波数掃引の速さは、2分間以内に1回の割合でレーダ表示上にビーコン信号が表示されるようにすることを記しており、情報レートに対しても考慮が払われている。

(4) 干渉

1 地域に複数のレーダビーコンが設置され、多数の船舶からの呼びかけで同時に作動すると、ビーコン信号相互の間で干渉がおこる。掃引周波数型のほか、固定周波数型ビーコンやトランスポンダのような帯域外のものでは、周波数帯を他の用途と共用していることがあり、それらとの干渉により画面が汚損されるだけでなく偽像を生ずることもありうるので、干渉は極力避けるようにしなければならない。その方策としては、帯域内の干渉についても航海用レーダの出力、周波数特性、偏波方向、サイドロープ、帯域巾、クラッタ消去特性などを考え、他方その海域におけるレーダ使用船の数、設置するビーコンの数、さらに同海域を飛ぶ飛行機の数などを考慮しなければならない。

(5) ビーコン信号のコーディング

船舶のレーダ指示機などのようなビーコン表示器に現われるレーダビーコンの信号は、それがビーコンからのものであることがはっきりわかる必要がある。わが国で現用のものは、信号をパルス変調して点線状に表示されるようにしている。さらに望ましいのは、おのおののビーコン局を識別できるように



第8図 トランスポンダの可能性のある用途

すること、また応答信号中にいろいろなデータを符号化して取り入れることが好ましい。このようにして応答信号は次第に複雑化して行く傾向にあるので、なるべく簡単で、国際的に同じ符号化の協定がなされることが混乱を防ぐため必要である。

(6) トランスポンダの用法

前記のようにトランスポンダは船舶を含む種々の場所に設置されて、自己の所在位置のみならず、適切な呼びかけに応じて必要な情報を応答信号に符号化して送ることができるので、将来その利用はますます増加するものと思われる。IMCOの作業部会ではその可能性ある利用法について検討し、その動作モードと、応答に含ませるべき情報量と、表示の多様性を認め、トランスポンダの使用法を第8図のようにまとめて検討することとした。この図の基礎になったトランスポンダの動作は、呼びかけが自動でも手動でもでき、付近にあるトランスポンダ全部でも特定のものだけにでも可能であり、かつ応答信号も多様であって、その表示も自由度が大きいことを図式化したもので、マトリクスの各列のエレメントをつなげばそのトランスポンダの動作がわかる。

4. おわりに

近来海上交通の輻湊化と船舶の大型化の傾向に伴い、特定水域での交通管制システムや新たな航路標識の導入の情勢に対応して、その一部をなすレーダビーコンなどにつきIMCOで引き続き検討が続けられる予定である。CCIRの技術的研究と相まって、近い将来国際的勧告により各国統一した運用条件によるレーダビーコン施設が、固定周波数型、掃引周波数型のレーダビーコンを主とした有効な方式で実施され、一部船舶にトランスポンダが装備されて行くものと思われ、これの適切な使用が海上交通の安全と能率化に貢献するようになるであろう。

## 搜索・救難活動用レーダビーコン

Radar Beacon for Search and Rescue Operation

by Yoshinori Kimura/Keigo Kotoo

Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd./Mitsubishi Electric Co., Ltd.

木村貴則／古東啓吾

東京芝浦電気／三菱電機

### 1. はじめに

搜索・救難活動用のレーダビーコン（以下、救命用レーダビーコンと称す）は、昭和44年に、（財）日本船舶機器開発協会の開発事業として発足した「救命用ガンダイオード発振器」の開発が発端となって、以後、昭和51年3月の開発終了までの間、開発と実用実験が繰り返され、救命用レーダビーコンとしての基本型が確立され、十分な信頼性を確認するにいたった。この間、関係省庁、東京大学、東京商船大学などのご指導と、（財）日本船舶機器開発協会を始め、（社）日本海難防止協会、水産電子協会などのご支援をいただいた。ここに深く感謝する。

この開発は、次の6社の共同開発として進められ、装置本体の開発は、東京芝浦電気㈱、三菱電機㈱が担当、電源となる海水電池の開発は、東芝レイオバック㈱、日本電池㈱、古河電池㈱が担当、救命いかだへの装着と救命具としてのとりまとめは、日本救命具㈱が担当した。

今後、実用面での製品開発は、引き続き関係省庁のご指導とIMCOやCCIRでの方向付けを見て仕様の確定を行なう必要があり、ここでは開発を終了した基本型の開発理念と、そのハードウェアの概要について述べる。

### 2. 救命用レーダビーコンの概念

不幸にして海難事故が発生した場合、遭難船舶に装備されている電信や救難用ラジオブイなどの通信手段によって通報される情報により、その遭難位置を割り出して搜索活動が開始される。救難活動での生存率、救助率を高めるためには、効率の良い初度搜索の実施による早期発見が重要であることはいまでもない。

搜索活動を助けるための現行手段としては、救命いかだなどに装備されている信号紅炎や、日光信号鏡および点滅ランプなどがあり、経済的にも有効な手段の一つである。しかしいずれも肉眼に頼る手段であるため、霧中や夜間、悪天候の場合での発見は極めて熟練を要する作業となり、至近距離でも発見がむずかしいという難点がある。

実際、統計上で見ても死亡や行方不明は、これらの悪条件下に集中している。

海上における人命の救助率の向上のためには、遠距離用としての既設の通信手段や近距離用としての信号紅炎などに加えて、初度搜索を助ける新しい効果的な手段の開発が必要であり、その一つの解決策としてすでに船舶に装備されている航海用レーダの利用が考えられる。しかし、レーダの送受信機がいかに高性能なものであっても、救命いかだそのものや救命胴衣を装着して海上を漂流する遭難者個人は、レーダ反射が小さく、悪天候下でのシークラッタとの分離などを含めて、現状ではレーダ装置側だけの改善では技術上でも不可能である。

この問題解決のための手段として開発したのが、この救命用レーダビーコンであり、遭難者側に簡単なレーダ応答装置を設置し、搜索中の救難船レーダのPPI指示器上に直接遭難者の位置を表示させることができる。この装置による搜索は、双眼鏡などをを用いた肉眼による発見に比べて熟練を必要としない簡単で確実な方法になり、搜索範囲も広がり、PPI指示器上に示された方向に操船することにより最短距離で速かに到着できるため、救助率を飛躍的に向上させることが期待できる。

また、装置の受信機能を活用して、遭難者自身にも音響または発光ダイオードの点滅により、救難船

の接近を知らせることができるので、既設の信号紅炎などの発射のタイミング信号として利用できるほか、遭難者を励まして生存率を向上させるなどの心理的な効果も期待できる。

### 3. 開発上での留意点

救命用レーダビーコンの開発に当っては、次の諸点に留意した開発目標が設定され、逐次問題点を解決して十分に満足すべき結果を得ている。

#### 3.1 周波数および帯域

船舶用レーダには、Sバンド(10cm)、Cバンド(5cm)およびXバンド(3cm)のものがあるが、装置の小形化の目的も含めて、手始めとして、ほとんどの船舶に装備されている水平偏波のXバンドのものを対象とした。またXバンドの9300~9500MHzの範囲に対しても、この救命用レーダビーコンによる応答電波の効率的利用などの観点から必要以上に帯域を広げず、現用のXバンドレーダの大半の帯域である $9375 \pm 35\text{MHz}$  および  $9410 \pm 35\text{MHz}$  の105MHz以上をカバー出来るようにした。

#### 3.2 周波数掃引

捜索、救難活動用としての性格から、専門の救難船だけでなく、遭難者の近傍を航行する一般船舶のレーダも活用して救助率を上げるために、レーダ側に何らの改造や付加装置を必要としない周波数掃引形レーダビーコン方式を採用した。

周波数掃引形レーダビーコンは、IMCO NAV XVIII/WP. 4 ANNEX II で指摘されているように、統制のない使用が行なわれると、レーダ表示上の混乱を生じるおそれがあるが、この救命用レーダビーコン装置の実際の使用頻度は極めて少ないものであるため、むしろ他のレーダビーコンと確実に区別できるコード化の採用でこの問題を解決したい。

#### 3.3 コード化

レーダのPPI指示器上に遭難位置を表示させるためのコード化や、映像としての応答の長さは、航行支援用の目的などで現用されているモルス符号や通常船舶エコー、ランドマークなど一見して区別できることに重点を置いて選択した。現在開発を終わっているものは、 $10\mu\text{s}$  (0.8海里)ごとの約20点の輝点列のものであり、簡単に信頼度の高い電子回路を採用している。

#### 3.4 有効到達距離

捜索、救難活動用としての救命用レーダビーコンの性格から、到達距離は長い方が良いのは当然である。しかし、大電力の応答波による見通し外の電

波伝播は別として、技術的にも3cm波帯の伝播には各種の制約がある。従って到達距離に対しては、見通し内伝播的を絞り、むしろハードウェアの信頼性と経済性に重点を置いて装置の開発を行なった。

#### 3.5 信頼性

この救命用レーダビーコンの通信の相手方としてのレーダ装置の送受信機は高性能な装置であるために、この装置そのものは極めて簡単な装置で十分有用な性能を付与できる。従って固有信頼度面での改善に対しては、電子回路構成や使用部品は可能な限り実績のあるものを採用することとし、1000ft以下の故障率を目標に開発を行なった。

一方、海難という特殊な場を想定すれば、遭難者にこの装置の操作に対して多くを期待できないために、開発に当ってはむしろ使用信頼度面の改善に重点を置き、一挙動操作以下を前提として苛酷な条件下でも確実に作動し得ることを目標とした。実際には、あらかじめ接続させておいた海水電池を海中に投入するだけで瞬時に作動する。

#### 3.6 定期点検および安全性

この装置はマイクロ波帯の電子装置であるために、点検や保全には高価で特殊な測定器や高度な技能が要求される。しかし、経済的な面も含めて、点検、保全に対する十分な体制の確立は期待し得ないのが現状である。この問題解決のためと使用信頼度の改善の目的も併せて、基本的には部品選択や金属接合などの故障物理面での完全な対策実施によるハードウェア上の固有信頼度の確立を前提に、装置自身に自己診断機能を自蔵させることにした。

従って具体的には、定期検査時は別途準備する簡単なチェッカーで瞬時に良否の判別ができるほか、遭難者自身もチェッカーの必要がなく、装置動作をモニタできる。なお定期検査時に不良と判定された装置は、予備機と交換する方式をとり、使用者側から見て完全なメンテナンスフリーの保全方式を計画している。

#### 3.7 経済性

マイクロ波半導体素子の技術革新は、この種の装置の普及の妨げとなっていたコスト高の問題を解決しつつあり、現状技術で十分にコストパフォーマンスの良い装置の供給が可能になってきた。

この装置の開発に当っての末端価格の目標は、救命いかだの10%に置いている。この目標は、現時点でも大量の需要があれば達成可能であり、第一段階としての救命艇や救命いかだなどの集団用利用の普及によるスケールメリットを活かせば、個人用途と



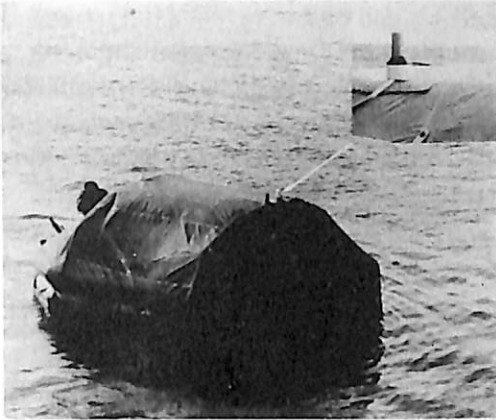


図1 救命いかだに取りつけた救命用レーダビーコン

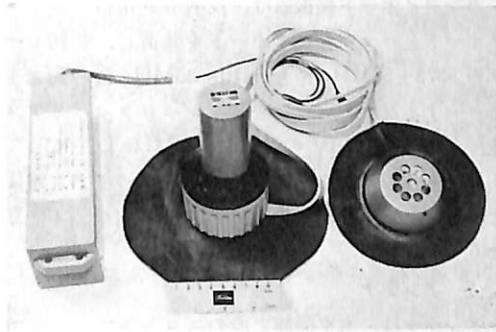


図2 救命用レーダビーコンの外観

してのコストパフォーマンスも、十分達成できるところまでのコストダウンが夢ではないと考えられる。

#### 4. 動作概要

救命用レーダビーコンには、①船舶レーダの送信パルスに同期してレーダバンド内を周波数掃引した信号を一定時間送信するトランスポンダ方式と、②レーダの送信パルスとは無関係に連続して信号を送信するFM-CW方式とがある。

開発委員会では両方式について検討を加えてきたが、①のトランスポンダ方式は、多少電子回路が複雑になる難点はあるが、コード化ができてPPI指示器上に明瞭な同期エコーが表示される、船舶レーダ信号を受信した時だけパルスのな送信を

行なうので、容量の小さい電池で長時間動作させることができる、などの特長があり、今後の主力方式と考えられるので、ここではトランスポンダ方式の救命用レーダビーコンに限って述べる。

図1に、救命いかだに実装させた状態の救命用レーダビーコンを図2に、この救命用レーダビーコンの外観を、図3に系統図を示す。

救命いかだに装備する場合は、本体部をあらかじめ天幕に貼りつけて置き、モニタ部および海水電池はいかだの内側に置く。遭難時には、ラフトが海面に落とされ、救命いかだが自動伸張すると、図1のように本体部は、海面から約1.5mの高さに保持される。この時点で海水電池を海中に投入すれば、装置は作動する。モニタ部には、発光ダイオードとスピーカがついており、海水電池が所要電圧以上であり、また装置が正常に作動しているときは、発光ダイオードが点滅して遭難者（操作者）に装置が正常であることを知らせる。

図3の系統図により動作概要を説明すると、救難船または付近を航行中の船舶のレーダ送信パルスをアンテナで受信すると、分岐回路を経て受信回路に導かれる。受信回路では、レーダの送信パルス波を直接検波しビデオ増幅した後、信号処理回路に導く。信号処理回路では、このビデオパルスをトリガ信号として、一定時間ガンダイオード発振器を発振駆動させると同時に周波数掃引のための鋸歯状波信号を発生させ、これがガンダイオード発振器に装荷されたバラクタダイオードに印加される。これにより発振器は、レーダの送信周波数を含む所定の周波数範囲を10 $\mu$ secの間隔で20回（計200 $\mu$ sec）の間連続掃引発振する。

レーダの送信パルスを受信してから発振器が応答するまでの時間遅れは、実用上無視できる値であるから、この救命用レーダビーコンの送信信号は、図

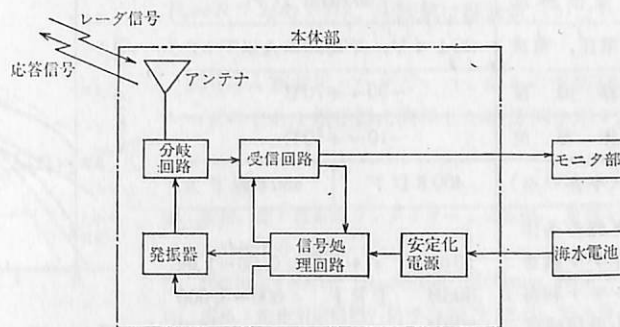


図3 救命用レーダビーコン系統図

6に示すように船舶レーダのPPPI指示器上に、同期した輝点列で示される。

救難船から見て、遭難者は輝点の列の方位にあり、指示器の中心(自船の位置)から見て、最初の輝点までの距離が遭難者までの距離を示し、最大0.8海里的距離誤差でその位置を知ることができる。従って、救難船はレーダPPPI指示器上の方位に操船すれば、最短距離で遭難者の救助に向かうことができる。

モニタ部では、受信回路からの信号によりレーダ送信パルスに同期してスピーカを駆動させ、受信したレーダ信号の繰り返し周波数(PRF)音を発生させる。2隻以上の船舶からのレーダ信号を受信した場合にも応答し、各々のレーダのPRFの違いに対応した音色がスピーカから発生され、何隻の船が近くにいるかも知ることができる。船が近づくにつれて、レーダのメインビームの他にサイドローブからの送信パルスでも受信するようになり、スピーカ音は長く鳴り出すので、信号紅炎を打ち出すタイミ

表1 救命用レーダビーコンの仕様(暫定)

項目	個人用	い小だ用
有効距離	1.5海里以上	4海里以上
標準アンテナ高	0.4m	1.5m
発振出力	10mW以上	40mW以上
動作持続時間	30時間以上	
送信周波数	9340~9445MHzを含む周波数範囲を掃引	
送信の掃引周期	掃引周期 $10 \pm 1 \mu s$ , 送信時間 $200 \pm 5 \mu s$	
アンテナ特性	水平偏波 水平面内指向特性: 無指向性 垂直面内指向特性: $30^\circ$ 以上	
最小受信感度	-30 dBm 以下	
動作電圧, 電流	$20 \pm 4 V$ , 平均30mA以下	
保存温度	$-30 \sim +70^\circ C$	
動作温度	$-10 \sim +50^\circ C$	
重量(本体のみ)	400g以下	450g以下

レーダ側の条件

アンテナ高さ: 13m      パルス幅:  $0.06 \sim 1 \mu s$   
 アンテナ利得: 30dB      PRF:  $500 \sim 3,500$   
 最小受信感度: -80dB      PPS  
 出力: 10KW

ングとして活用できる。

表1に、救命用レーダビーコンの仕様を示す。この仕様は、救命用のものとして、(財)日本舶用機器開発協会の開発事業である「救命用ガンダイオード発振器の開発事業委員会」において暫定的に定められたものである。

今日、マイクロ波の技術は日進月歩であり、その後の開発状況では、発振出力、受信感度も更に向上しており、有効距離も10海里程度まで改善されてきている。

## 5. 構成機器の特性

### 5.1 ガンダイオード発振器

ガンダイオード発振器は、反射形共振器にガンダイオードとバラクタダイオードを装荷し、船舶レーダの  $9375 \pm 35 MHz$  帯と  $9410 \pm 35 MHz$  帯の両者をカバーするため、周波数変調幅をバラクタバイアス電圧が1Vから10Vの範囲で120MHz以上にしてある。使用している発振器のバラクタバイアス電圧に対する発振周波数と発振出力の変化例を図4に示す<sup>(1)</sup>。

### 5.2 アンテナ

アンテナは、水平偏波二段のスロットアンテナで垂直面ビームは半値幅で約30度、水平面指向特性は無指向性であり、アンテナ利得は約6dBである。無指向性アンテナを使用しているため死角がなく、いずれの方向からのレーダ信号に対しても応答できる。

### 5.3 海水電池

海難救助システムにおいては、機器と同じく電池の動作にも高い信頼性が要求される。有事の場合に安定した電源として動作するためには、下記の項目を満足する必要がある。

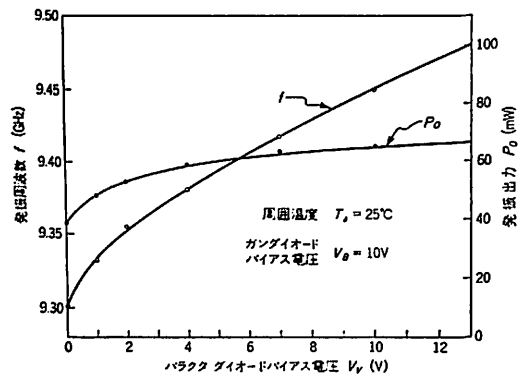


図4 バラクタダイオードバイアス電圧に対するガンダイオード発振器の周波数変化と出力特性例

- (1) 遭難時にだけ使用するため長期貯蔵性がある。
- (2) 操作が簡単で確実に動作する。
- (3) 広く普及するために価格が安い。
- (4) 北洋などで使用も考え、低温特性が良い。
- (5) 海水を被ったり没水しても、確実に機能する。
- (6) 回路の短絡や高温による爆発、液漏れのない。
- (7) 人体に悪影響を及ぼしたり、公害源となる物質を使用していない。

以上の項目を考慮すると、現在市場にある汎用電池を組み合わせたものでは不十分で、貯蔵性の良い普及形海水電池 (Reserve Battery) の必要となる。

前項を満足する電池として開発したこの海水電池の構成は、負極体はマグネシウム (Mg) で、正極体としては過硫酸カリウムを主体とした過硫酸塩によるもの、AgCl によるもの、CuCl によるものなどがある。活物質の価格、単電池の開路電圧、量産性などを考慮して選択すべきであるが、いずれも救命用レーダビーコンに要求される諸条件を満足するものが得られている<sup>(1)</sup>。

会」の指導のもとに海上実験を行なった。実験は、図1のようにあらかじめ救命いかだの天幕に救命用レーダビーコンを取りつけたものをラフトに収納させ、遭難を想定してラフトを船上から海面へ落下さ

## 6. 海上実験

「救命用ガンダイオード発振器の開発事業委員

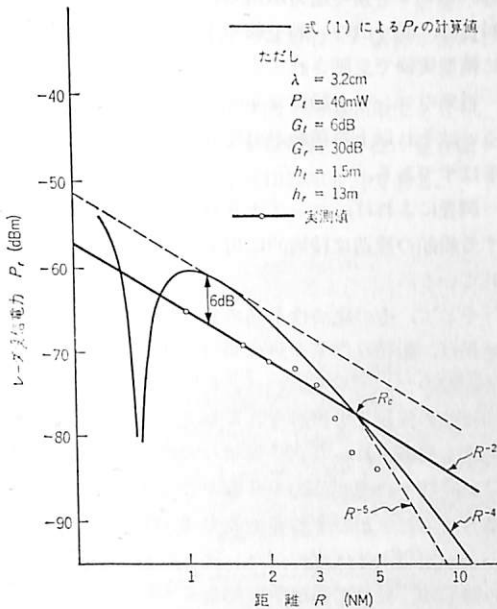


図5 レーダ受信電力の距離依存性。計算値 (1) 式による) 及び実測値

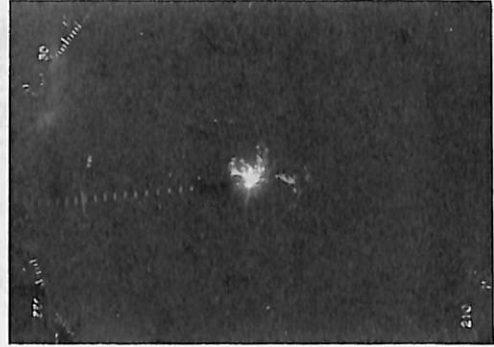


図6 PPI指示器上の受信信号

せ、自動的に伸張した救命いかだに船から乗り移り、海水電池を海中に投下した。その後船は救命いかだから遠ざかり、各距離に対する救命用レーダビーコンのレーダでの受信電力を測定するとともに、PPI指示器上で受信信号を視測した。

救命用レーダビーコンからの信号をレーダで受信するとき、その受信電力  $P_r$  は次式で表わされる。

$$P_r = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \lambda^2}{(4\pi)^2 R^2} \cdot \left\{ 2 \sin \frac{2\pi \cdot h_t \cdot h_r}{\lambda R} \right\}^2 \dots \dots (1)$$

$P_t$ : 救命用レーダビーコンの送信電力

$G_t$ : 救命用レーダビーコンのアンテナ利得

$G_r$ : レーダのアンテナ利得

$\lambda$ : 使用波長

$h_t$ : 救命用レーダビーコンの海面からの高さ

$h_r$ : レーダアンテナの海面からの高さ

$R$ : 相互間の距離

図5は、 $P_t = 40\text{mW}$ 、 $G_t = 6\text{dB}$ 、 $G_r = 30\text{dB}$ 、 $\lambda = 3.2\text{cm}$ 、 $h_t = 1.5\text{m}$ 、 $h_r = 13\text{m}$  における受信電力  $P_r$  の距離  $R$  に対する依存性について、(1)式による計算値と実測値を示したものである。

図中の実線は波を考慮しない理論値であり、波がある場合には変曲点  $R_c$  より大きい  $R$  に対してほぼ  $P_r \propto R^{-5}$  なので<sup>(2)(3)</sup>、実験値は理論値とかなり一致している。

図6に、救命用レーダビーコンからの受信信号をレーダのPPI指示器に表示した映像例を示す。

## 文献

- (1) 木村、他：救命用ガンダイオード発振器、東芝レビュー、31巻7号 (昭51-7)
- (2) Skolnik: Radar Handbook, McGraw Hill
- (3) 飯島：救命用送信器、信学会論文誌B、58-B、7 (昭50-7)

## 第4世代のコンテナ船

濱 田 昇

### 1. 第3世代のコンテナ船（一般型）

1971～1975年の期間に、総トン数60,000トンまでの第3世代のコンテナ船が建造されている。現在、その最大の型が、540,000DWTにも達しているタンカーと同様に、コンテナ船の寸法を、今後更に増大させ、新世代のコンテナ船を開発する問題が生じている。航洋コンテナ船の速力は27～33ノットの範囲であるが、これを35ノットにまで増加させようとしている。

それ以上に速力をあげると、機関の重量及び燃料使用量が大幅に増大することになり、採算に合わなくなる。

試設計によれば3,000～4,000個積みコンテナ船は速力35kt、主機出力250,000馬力の場合の燃料使用量は1日1,000tになる。このような船舶には10,000t以上の燃料を積み込まねばならない。速力を更に上げるとすれば、有用貨物よりも主機用燃料を多く積むことになる。このような場合には、原子力機関の採用が妥当である。ウラン燃料の重量は対応する液体燃料量の1/20,000ですむからである。

高速船が効果的であるのは滞船時間が短く、高運賃貨物の積み取りが保証されている等々の場合である。例えば第3世代に属する総トン数41,127tのSea-Land Galloway型コンテナ船は大西洋を横切る4,000～5,000mileの航路を4.5日で運航している。同船の主機出力は120,000馬力で、33ktの速力を出す。年間コンテナ輸送能力は100,000～125,000個である。その年間輸送能力は雑貨運搬用の最新形貨物船10隻分に相当する。更に航空輸送との競争にとって有利な条件が現われている。

技術的發展は海上コンテナ輸送量の大幅な成長をもたらし、大形コンテナ船が経済性に優れていることを認めさせる原因になったが、現在は、国際海上コンテナ輸送發展の重点は、技術の分野から輸送体制整備の分野に移っている。

### 2. 第4世代のコンテナ船

#### ——高性能双胴コンテナ船——

2基の魚雷形没水体と、これに連絡する貨載用水上部構造である。没水体には造波抵抗が生じないため、40ノット強の速力が得られ、かつこの場合の燃料費は、同寸法の一般型船の半分ですむことがすでに模型実験で立証されている。

将来のコンテナ船はコンテナ4,000～6,000個、あるいはそれ以上の積載が可能な能力をもつことになるはずである。

調査によれば、コンテナ6,000個の積載能力を有する船舶の建造は技術的に可能であることが立証されている。

そして、その経済性を高めるためにはコンテナの陸揚げ、船積み作業を昼夜兼行で実施する必要がある。このためベルトコンベアを使ったコンテナ水平荷役法の採用等も検討されており、また各種の荷役方式も検討され、5,000個積み大形コンテナ船は10～15時間で処理する約100個のコンテナを1度に昇降させることができる巻上能力2,000t未満のクレーンが出現するはずで、コンテナ船からの貨物の積み降しは、極めて迅速かつ都合よく行なわれることになる。

# ソ連の金属研究, 船舶研究 < 2 >

—モスクワ留学記—

On the Research of Strength of Metal and  
Ship Structure in U.S.S.R.

by Masayoshi Arita

Ship Research Institute Ship Structure Division

在 田 正 義

船舶技術研究所船体構造部

## 5. レニングラードで

18世紀初頭、聖ペテルブルグとして建設されたレニングラードは、全くの人工都市である。バルチック海に面し、海路によるヨーロッパへの出口として発展した。湿地帯には運河が張りめぐらされ、ネオクラシズム風やバロック風の建物が街路の両側に並ぶ。河をまたぐ幾多の橋にも彫刻が施こされている。町全体が博物館ともいえようか。

### ソ連邦船級協会 (USSR Register of Shipping)

市内を貫流するネバ川沿いの「海岸通り」にソ連船級協会がある。ソ連一の大博物館エルミタージュから歩いて5分。ネバ川の対岸には、革命前政治犯の収容で悪名高いペトロパブロフスカヤ要塞の尖塔や、マケドニア風の灯台を型取った装飾が望める位置にある。

ソ連船級協会は、東欧内で指導的地位をもち、現在世界の船級協会中、登録隻数で2位、登録総トン数で6位である。創立は1923年6月である。

ソ連船級協会(RS)の業務上の特徴は、船舶の建造、検査に関する事項を統一的に取扱っていることである。例えば日本では、新造船の検査は、日本海事協会(NK)と日本政府(運輸省)の双方により行なわれる。RSはNK同様の構造、機関、電機関係の検査のほか、日本などでは政府の行なう、運航上の安定性、衝突による沈没、危険物運搬上の安全性、火災予防のほか、国際条約、政府間協定上の造船、運航に関する事項も取扱う。

因みにRS登録船の100総トン以上の船について1969年から1974年にかけての増加をみると、

1969年	6,200隻	1,400万総トン
1974年	7,150隻	1,840万総トン
	115%増	131%増

1974年の内訳で、客船、貨客船の210隻、55万総トン、作業船2,850隻、380万総トンが目进行く。一般貨物船、油槽船のほか、研究調査船、訓練船、漁船、原子力船なども登録されている。最近完成した



ソ連船級協会はネバ川沿いにある

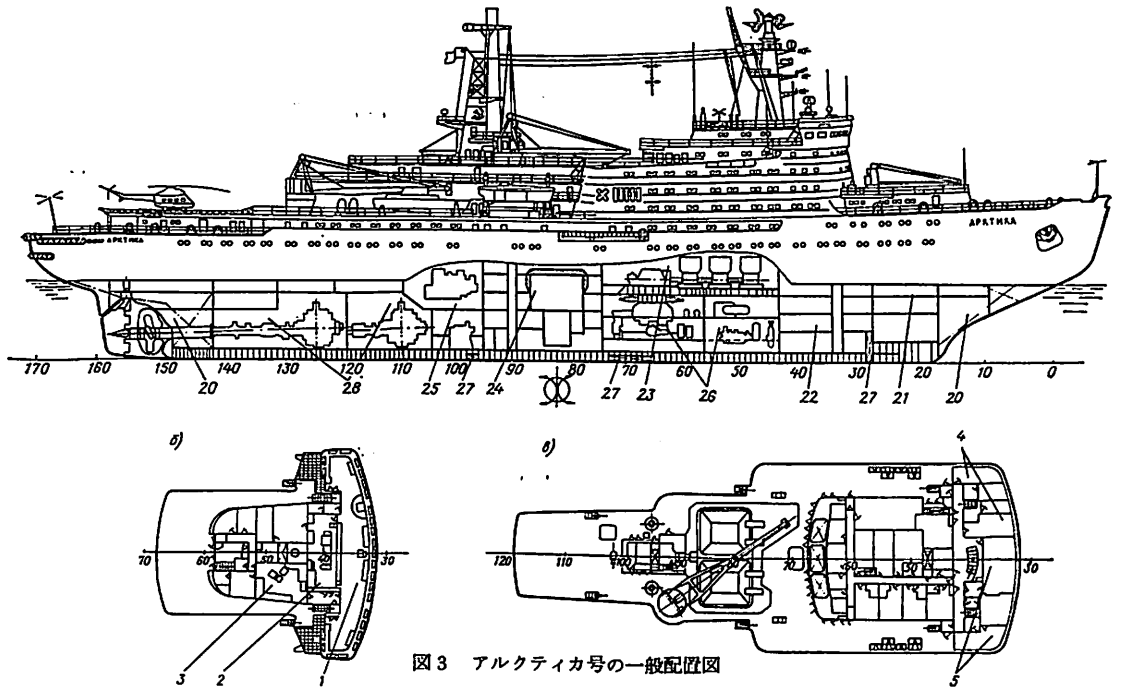


図3 アルクティカ号の一般配置図

砕氷船アルクティカ号もRS所属と思われる。興味をもたされる方のために、砕氷船レーニン号とアルクティカ号の概要の比較を示す<sup>9)</sup>。

項 目	アルクティカ号	レーニン号
船 長 $L_{pp}$ , M	136.0	124.0
船 巾 $B_m$ , M	28.0	26.8
深 さ $D_m$ , M	17.2	16.1
吃 水 $d$ , M	11.0	10.5
軽荷排水量, トン	19,300	15,940
満載排水量, トン	23,640	19,240
原外炉出力, 馬力	75,000	44,000
最大速度, ノット	21.0	19.7

RSのルールについては、ご存じの方も多いと思うが、気が付いたことを少し述べてみよう<sup>9)</sup>。RSルールは総則とXVIIIの章からなっている。II章の船体は貨物船、油槽船、原子力船、河川航行船氷海航行船等の船種別に分れて規定されているほか、「振動の許容限度に関する技術基準」の項がある。この基準の目的は、船体構造強度の確保と機器動作の信頼性保証にあるとし、船体の部分ごとに許容振動数と振幅を規定している。III章は操舵装置、錨、索留、マストと索具、出入口の閉鎖装置、非常口についての規定、IV章は安定性として、天候、安定性カーブ、メタセンター高さ、氷に対する考慮について書いている。またXVI章はFRP船の構造強度、XVII章はハイドロfoil船の設計と強度、XVIII

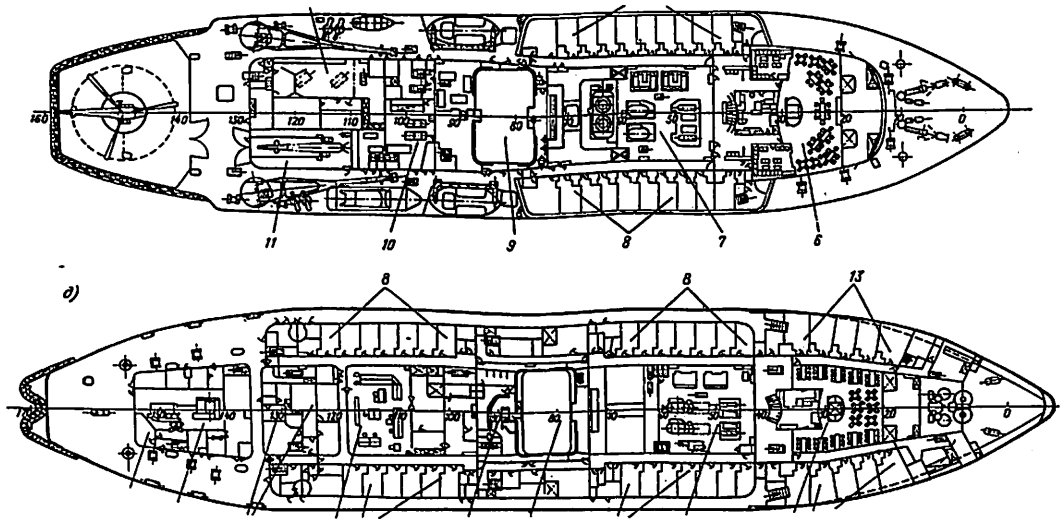
章は原子力動力プラントとなっている。

小型船から大型船まで、タービン船から原子力船氷海船まで、構造検査から運航上の安定性まで、さらに振動にも言及するというように種々の船舶の建造、運航を一元的に扱っているところに、RSの特徴があるといえよう。

さて、筆者がレニングラードに、ソ連の誇る特急列車「赤い矢」でついたのは4月20日の朝8時30分。モスクワから夜行で約8時間半。軟席（一等寝台）のコンパートメントは快適といえる。一週間の滞在中二度も雪が降り、緑もほとんどなかったが、人々の顔はメーデー休みを目前にし、また近づく夏を展望してか明るかった。

筆者の所属は科学アカデミーということで、RS訪問の承諾を得るには苦勞した。事前の手紙とモスクワからの電話、さらにレニングラードについての連絡で、訪問日と時間が決まる。一般にこの国で招待してくれた団体と異なる団体に属する施設を訪問するのはむつかしいらしい。科学アカデミーに招待された場合は、大学や、他の省に属する研究所訪問がむつかしいという風に。筆者の場合は、船舶技術研究所の安藤所長の紹介により、RSのDr. BELKINを通して、個人的に話をつけねばならなかった。

RSを訪問したのは4月22日の午後であった。COCHEV 副所長、CTULO 主任技師らに迎えられて話を聞く。話はRSの活動、構造材料の研究、氷海船、コンクリート船、船の安全、溶接管理とい



ったことであつた。

氷海船について、ソ連は地理的位が関係して多くの実績をもつ。ルールにも規定があるほどである。1936年、観測船の氷による大事故があり、大々的研究が始まり、現在も進められているとのことである。一般に氷による荷重は、動的なものと静的なものに分けられる。動的荷重とは、氷塊が船に当たる場合や、船が氷を破りながら進む場合に生ずるものである。一方、静的荷重とは静止している船に氷が風によって押し寄せ、船側を圧迫する場合である。こうした動的および静的荷重関係の研究のほかに、氷海中での船の性質、機関に要求される性能、船型などの研究も進められているとのこと。

コンクリート船については、ソ連の実績は多い。工作や修理の簡便さ、保守の容易さ、防熱防振性能の良さから、最近日本でもコンクリート船が注目をあびていることはご存じの通りである。ソ連の実績は動力を持たない海洋槽造物（ドック、バージ）で、ルールも古くなったとのことであつた。1976年の ISSC COMMITTEE III2 へ、これまでの研究のまとめとして「ソ連の造船における強化コンクリートの応用」が発表されているとのこと、コピーを一部受け取つた。

この報告によると、ソ連においては、ここ10～15年に強化コンクリートが盛んに造船に应用され、内陸航行用のバージ、浮きドックがつくられ、外洋航行船の建造も含めて検討され、研究されたい。その結果、高密度で耐腐食性の高いコンクリートへの転換、PRECAST 工法の採用、外洋船および浮きドック用の強度規準の計算法が開発され、1968年には「強化コンクリート外洋船および浮きドックの構

造」としてRSルールに組み込まれた。また新型構造物として魚船の冷凍機用枠、鋼-強化コンクリート船-浮きドックが開発建造され、「造船と国家経済に対する強化コンクリート応用の経済効果」などの研究も実施されたとのことである。

話かわつて、ソ連は以前から同型船を多数建造している。飛行機の建造と同じ考え方である。運輸上のデータはカード形式で記入・回収されているらしい。「同型船を多数建造する方式を採用しているのは安全のためか」との著者の質問には、「経済的な利点のためである」との回答。しかし結果的には運輸実績のフィードバックからだけでも安全に寄与していると考えられる。

ソ連は、多数の河川用の船舶（ネバ川、モスクワ川などには全没型の水中翼船が多数運航している。ただし冬は氷のため運休）、氷海船、コンクリート船、原子力砕氷船などをもち、日本と船種の点で少々趣きを異にしているが、「造船王国日本」への関心は強く、ブロック建造法、溶接管理法などについて質問を受けた。短時間であつたが、有意義な訪問であつた。

#### 商船中央研究所

ソ連の省は、かなり細分化されている。この商船中央研究所は海運省の所属である。所員約1,000人で、次の3つの部門をもつ。

1. 機関を含む商船の運航技術
2. 船舶の経済性および運用。新型船の研究、材料・強度の研究もこの部門に含まれる。
3. 電子航法および安全

各部門に3～4研究室があり、年間6～8冊の報告を出す。計算センターでは商船隊の維持・安全確

保, また新型船の設計について計算しているとのことであった。

直接連絡をとり, お会いすることが出来た A. I. MAXIMADZI 博士は, 船舶の材料強度に関する権威で, 1977年に「日本造船学会創立80年を記念する国際シンポジウム」に参加のため来日されるとのことである。材料強度部は強度関係35人, 腐食・材料関係40人の合計75人。仕事内容は, RSルールの改正に関連して, 実船試験, 波・天候の影響も考えた水槽試験, 繰船, 欠陥検査, コンクリート船, ラッシュ船や将来船の開発である。

同型船をシリーズでつくる場合, 第一船については各種の実船試験を行い, 構造強度のほか, 操縦性, 方向安定性などを検討するとのことである。就航後は, RSの項で述べたように70~80項目について点検し, 結果をカードで提出させている。

水海船の使用材について質問したところ, 一般には, 降伏応力  $\sigma_y = 30\text{kg/mm}^2$  級のマンガン鋼09F2や  $\sigma_y = 40\text{kg/mm}^2$  級のクロム鋼10XCHDが使われ, 10XCHDはLNGタンカーの船体用鋼としても考えられている様子であった。

MAXIMADZI 博士の研究は, 波浪曲げモーメント; 船体振動と船体剛性 (以上1972年), 波浪船底荷重; 曲げモーメントの規格化; 高応力疲労における寸法効果 (以上1973年), 構造用鋼材の比較; 高張力鋼の使用にあたって要求される耐久性・局部強度および最小板厚; 造船用鋼の溶接試験片の高応力腐食疲労 (以上1974年) となっている。

#### ヨッフエ記念工学物理研究所

科学アカデミー所属の研究所で, プラズマ, 半導体, 電磁流体力学から各種材料の強度の問題まで扱っている。特に材料強度関係では, アカデミー会員で, 国際的な破壊関係の雑誌 "International Journal of Fracture" の編集委員でもある DZURKOV 博士を中心とした, 材料強度をエネルギーの面から研究しているグループがある。

筆者がヨッフエ研究所を訪問したのは4月23日の午前10時から午後2時にかけてであった。科学アカデミーから指定された家族用の宿舎から歩いて15分の位置にある。レニングラードに走る3本の地下鉄のうち南北に走る線で, 中心街から北へ15分のムージェスト駅近くの宿舎用アパート (寝室に, 応接間, 書斎と台

所, 風呂のある, 少々古いが広いものであった) に, 研究所の若い研究員が迎えに来てくれた。

あいにく前記のアカデミー会員 DZURKOV は出張中で不在のため, V. I. VLADIMIROV および V. I. BETEKHTIN 両博士から彼らのグループの研究を中心に話を聞く。その一部を紹介してみよう。

材料の破壊プロセスは, ①マイクロクラックの発生, ②マイクロクラックの堆積, ③マイクロクラックの伝播に分けられる。①のマイクロクラックの発生段階では, 熱揺動 (Thermal Agitation) の影響を考慮して, 次式となる。

$$n = N \cdot \exp\left(\frac{-U(\sigma)}{\kappa T}\right)$$

$n$  はマイクロクラックの発生数,  $N$  は材料定数,  $\kappa$  にはボルツマン定数,  $T$  は絶対温度,  $U(\sigma) = U_0 - \gamma\sigma + \dots$  は見かけの活性化エネルギー,  $\sigma$  は応力,  $\gamma$  は過剰効果係数で, 原子間距離を  $a$  として  $\gamma = 10^2 a^3$  となる。

破壊までの耐久時間  $\tau$  についても熱揺動を考慮して次式となる。

$$\tau = \tau_0 \cdot \exp\left(\frac{U(\sigma)}{\kappa T}\right)$$

図に示すのは, 実験結果で, I は岩塩, II は多結晶のアルミ, III は人工繊維カブロン各温度に対する  $\tau$ - $\sigma$  関係を示す, 前記の式の成立を示している。

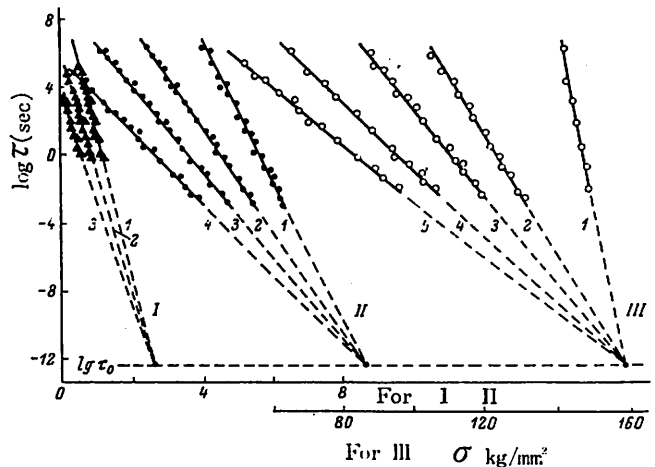


図4 各温度における応力と耐久時間の関係

- I 岩塩: 1—400°; 2—500°; 3—600°
- II アルミニウム (多結晶体): 1—18°; 2—100°; 3—200°; 4—300°
- III カブロン繊維: 1—180°; 2—120°; 3—75°; 4—20°; 5—80°



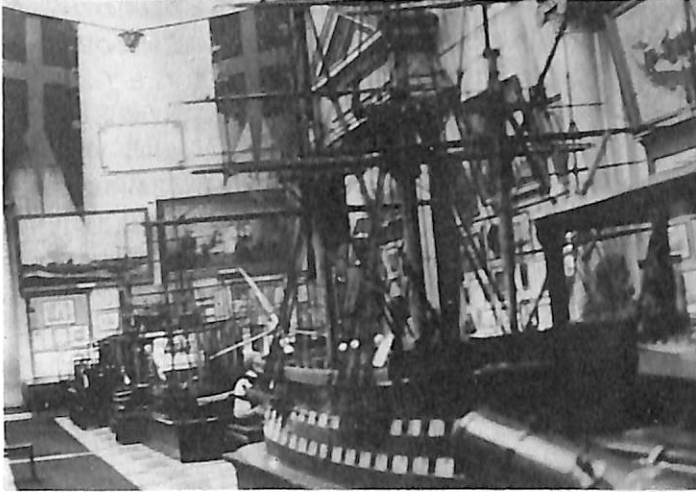


写真5 レニングラードの海軍博物館中央ホール

転位論を用いての材料の強度解析や実験が精力的に行なわれている印象を受けたが、DZURKOV 一派の研究方法が、ソ連内でも未だ大勢とはなっていないようである。

#### 海軍博物館

レニングラードの博物館のうち、「海軍博物館」は印象深かった。特に中央ホールにある各時代の帆船艦模型は、手がこんだものばかり。ピョートル大帝がドイツで造船法を学んだのは有名だが、彼のつくったボートも展示されていた。日露戦争関係の展示も中央ホールである。このホールに一般見学者は入れない。団体で予約したものに限られる。筆者は、責任者に身分と目的を説明して特別許可をえた。ソ連の制度の一面を知り興味深かった。

#### 6. トビリシの冶金研究所

4月26日レニングラードからグルジア（黒海とカスピ海にはさまれた小さい共和国）の首都トビリシへ。空路約2時間半。ソ連製IL-62型機の中は、色黒のグルジア人であふれ、すっかり「異国」気分を味わう。

「グルジアには酔払いはいない」との現地人の言葉の意味は深長である。空港に迎えに来てくれた冶金研究所の研究員は、かなりアルコールの入った顔であった。これが普通らしい。

朝、研究所へ行く途中でピアホールへ案内され、大きい餃子などとビールを飲まされる。昼もビール。レストランでは昼間からブドー酒で乾杯。ブドー酒、コニャックの名産地、客好きのグルジア

人。モスクワとは大違いである。近代的な大ホテル IVERIA の11階から見えるクラ川の濁流、町をかこむ山々、モスクワの長い冬のため久しく見なかった緑の木々。気温も日本の4月末と同程度。すっかり陽気な気分になってしまう。

トビリシの冶金研究所は、ソ連第二の規模で、新合金の開発、製鋼法では数々の業績をあげているとのことである。所員約550人。F. TAVADZE 所長は、日本に来たこともあるとかで、典型的なグルジア人。自ら所内の案内をしてくれる。残念なことに強度関係の研究はほとんど

なく、溶接関係がある程度であった。化学分析の分野では女性が活躍している。数百年から千年も前の古い鉄の研究をしている研究室もある。「古い鉄の方が現在のものより秀れている」と所長。着想が面白い。WHISKER（ひげ）の研究もやっている。利用まではいっていない様子であった。

グルジア人は誇り高い。所長の名刺の表はグルジア語、裏は英語。「ロシア語はないのですね」というと、「あなたの名刺も表は日本語、裏は英語ですね」グルジアはスターリンの出身地としても知られている。町を囲む山の頂上に「スターリン記念公園」があり、メーデーには彼の写真が並ぶ。パイコフ冶金研究所の同僚のすすめで来たトビリシであったが、「本当に来てよかった」を実感する。東洋人同志の持つ親しさのためだろうか。ソ連に行かれる人は是非足を延ばしてグルジアに行かれたらよいと思う。モスクワへの帰路、機上から見たコーカサスの山々もすばらしいながめであった。

#### 7. キエフ

ソ連の穀倉地帯ウクライナ共和国の首府キエフを訪問したのは1月20日から27日まで。冬の真盛りである。坂道の多い町で、雪や氷の残る歩道の歩行は危険である。砂まじりの岩塩をまいてあるとはいえ、急坂では効果がない。速くシベリアのノボシビルスクで日本人留学生が凍った雪の上で滑り骨折、入院したとのニュースを聞いていたので、おっかなびっくりであった。

キエフは、9世紀末にできたロシア最初の国家、

キエフ公国の首都であり、歴史は古い。旧市街はドニエプル川の西に広がる。有名なキエボペチェルスキー石窟院は、地上部分をドイツ軍に破壊しつくされたが、地下に延々と続く洞窟は健全で、高僧のミイラや無数の人骨を見ることができる。

#### パトン電気溶接研究所

さて、到着の日、さっそく「パトン電気溶接研究所」を訪問する。所員 6,000 人のこの研究所へは、すでに何人もの日本人が訪問し、エレクトロスラグ鑄造は日本へ技術輸出されているとのことである。厚板溶接に適したエレクトロスラグ溶接の開発は特に有名である。

1929年、橋梁の専門家 E. O. PATON がウクライナ科学アカデミーのもとに溶接研究室を組織したのが、この研究所の始まりである。1934年正式の研究所として発足、以後、産業労働者と協力して、新溶接法の開発・自動化の研究が進められた。ソ連では、「全ソ電気溶接施設研究所」、「中央重機械研究所」など多数の研究所で溶接の研究が行なわれているが、「パトン電気溶接研究所」が電気溶接研究の中心であることは疑いないことである。

初期の研究を経て、1940年自動サブマージアーク溶接の実用化、ヨーロッパ最大の溶接橋であるパトン橋の建設など大構造物への自動溶接の導入、1951年厚板溶接に新時代をもたらしたエレクトロスラグ溶接の発明、最近ではエレクトロンビーム利用の宇宙溶接の開発などがある。

月刊誌「自動溶接」(Avtomaticeskaja Svarka)はこの研究所の発行である。

直接話を聞いたのは、溶接継手強度の専門家 V. I. TRUFJAKOV 博士からである。研究の方法では、基礎的なものから実用化までを総合的に扱うと



写真6 トビリシの古い城跡と案内の Zoidze Nugzar 博士

ころにこの研究所の特長があるとの説明ののち、自著に基づいて、溶接継手の疲労強度研究の成果について詳しく話してくれた。周波数  $f_1$  と  $f_2$ 、応力振幅はそれぞれ  $\sigma_1$  と  $\sigma_2$  といった二重の繰返し荷重を受ける継手の疲労実験で、 $f_1/f_2=10^2, 10^3, 10^4$ 、 $\sigma_1/\sigma_2=0.1\sim 1.0$  程度とした結果などが印象に残る。

溶接ビードの止端部 (TOE 部) に細長い円柱状の火薬を置き爆発させて、継手の疲労強度を増加させ、腐蝕にも効果を上げる方法は、実用化されており、いくら長い溶接線でも可能とのことであった。

大きなエレクトロビーム溶接装置内での自動車部品の溶接、マイクロエレクトロンビーム溶接装置、エレクトロスラグ鑄造による大型の鑄造品などを見ることができた。

#### 強度諸問題研究所

「強度諸問題研究所」は、G. S. PISARENKO 所長以下所員約 400 人。前記パトン橋に近い「科学アカデミー植物園」に隣接している。入口にはロシア語とウクライナ語の表札が掲げられている。この研究所の発行する月刊誌「強度の諸問題」(Problemy Prochnosti) は材料強度関係の論文が満載され、米国で全訳して“Strength of Materials”として再発行されている。

「材料科学諸問題研究所」から 1966 年独立して「強度諸問題研究所」がつけられた。対象は一般構造物から飛行物体、原子炉まで、材料として鋼材、耐熱材、複合材、ガラスまでの静強度、高温強度、疲労強度、脆性破壊、放射線照射や高周波荷重を受ける材料の強度、材料の物理的諸性質の研究が行なわれている。

3 日間続けて研究を訪問し、研究の詳しい内容を知ることができた。特に印象に残ったのは、A. A. LEBADIEV 博士らの多軸応力下での材料強度の研究である。破壊条件としては、ミーゼスやトレスカなどの法則があるが、温度条件、材料を種々かえて実験をし検討を加えている。高温や低温の実験では、実験能率をあげるため、数本の試験片を一度に恒温槽に入れ、次々に実験し、電算機を利用して解析するなどの方法も開発されていた。尨大な実験量に圧倒される程であった。

回転曲げ疲労の実験で、キレツ観察の都合上、試験片を静止させ荷重の方を回転させる方法が採用されていた。また同じく疲労で、正弦波の繰返し荷重中に衝撃荷重を重畳した場合の疲労強度の低下の実験もあり、一例として図 5 に示す両振りの正弦波荷重 128 回に一度の衝撃を与えたときの疲労強度は、

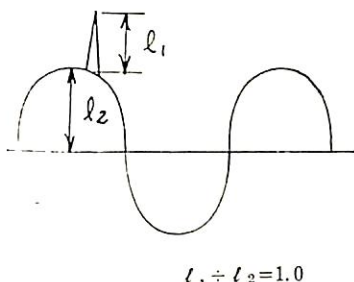


図5 衝撃荷重を伴う正弦波荷重

繰返し数で $1/3$ に低下したとのことであった。

東北大の横堀武夫教授のところへ留学されたことのある A. JA. KRASOVSKII 博士の部屋には、「日本の名園」の写真をあしらった日本製カレンダーがあり、日本茶の接待も受け、日本の食べ物の話などもでた。因みに日本のカレンダーのソ連での人気はすばらしい。日本女性の美しい写真、異国情緒に加え、写真の出来のすばらしさによるのであろう。

疲労についての討論ができ、また多くの論文も受けとり、充実した3日間であった。

## 8. モスクワの研究所

モスクワには、金属関係だけでも多数の研究so, 大学があるが、見学は思うにまかせず、「全ソ軽金属研究所」と「鉄鋼合金単科大学」などを見学できたにすぎなかった。

### 全ソ軽金属研究所

「全ソ軽金属研究所」は前記の「第3回国際チタン会議」の組織委員長でアカデミー会員 A. F. BELOV が所長である。ソ連の国家規格 GOST をつくるのに中心的役割をしている。GOST についてはちょっとふれると、日本の JIS にくらべてカバーする範囲が極めて広く、金属の表面硬度の試験法、引張試験の方法なども GOST の何番という風に規定され、論文にも GOST 番号だけで方法の具体的説明がないといった具合で、GOST の役割は非常に高いとの印象を受けた。

この研究所の対象とする金属は、アルミニウム、マグネシウム、チタン、モリブデン、ニオブなどで、国家の5カ年計画に合わせて研究が進められている。研究所の建物自体がすべて軽金属（アルミ合金が中心と思われる）でできており、庭には軽金属

製の装飾がある。内部の施設は最新鋭のものばかり。

施設の見学で印象に残った一つは、I. V. KUDR-JAVTSEV 博士らの研究で、ASTM 提案の破壊靱性試験を一つの試験片で数度行なうというものであった。開口変位量 COD から破壊の前兆を知り試験を停止し、条件をかえて次の試験に再利用するというアイディアである。V. S. IVANOVA 教授の研究に、 $2 \times 10^5$  回までの疲労試験結果から、その材料の疲労限を推定する方法があるが、I. V. KUDR-JAVTSEV 博士らの研究もこれと根本のアイディアが似ており、「国家の経済研究と密接に結びついた研究」が推進されていることの現われの一つのように思われる。

同研究所で聞いたチタンの話を少し紹介する。チタンのソ連国内資源は豊富で、現在価格はステンレスと同程度。将来の方向としては、鉱石からのスポンジ収量の増加（93%へ）アルミニウムなみの連続鋳造（この分野では日本の方が進んでいるらしい）、スクラップの高度利用などである。

### 鉄鋼合金単科大学

「鉄鋼合金単科大学」は、教育施設が中心である。電算機の利用にかなりのウェイトがおかれている印象を受けた。

以上、10カ月間に見聞した範囲で、ソ連における金属の強度、船舶関係の研究について書いてみた。筆者の勉強不足、語学力不足（ソ連内で英語はあまり通用しない）から十分の情報が得られなかったり、また誤まった事実を伝えている部分もあるかと思うが、お許し願いたい。

最後に、「パイコフ冶金研究所」で筆者が種々指導をいただいた V. S. IVANOVA 教授は、1977年1月末から2カ月間、東北大学の横堀教授の招きで来日されることを附記する。

### 参考文献

- 8) “SUDOSTROENIE” (“Shipbuilding”) Feb. 1976  
ロシア語
- 9) USSR Register of Shipping “Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Ships”  
“vol. 1, 2, 1975

### 訂正

本誌1月号の山下新日本汽船の社名広告で「取締役会長山下三郎」とあるのを削除訂正いたします。

株式会社 天然社

## 第6回MEPCについて

田 村 雄 一 郎

昭和51年11月29日から12月3日までの間、ロンドンのIMCO（政府間海事協議機関）事務局において、第6回MEPC（海洋環境保護委員会）が開催された。MEPCについては、既に本誌51年7および8月号の本欄で述べたので本稿では省略するが、MEPCも今回で6回の開催を重ね、その任務を着々と果たしつつあるといえよう。特に、1973年海洋汚染防止条約附属書Iの油の規制に関する部分については、重要な課題のかんりのものの検討が進んできているといつてよからう。

今回のMEPCには、英国、米国、ソ連をはじめ44カ国の正式代表のほか、UNEP等の国連専門機関、OECD、ICS等の官民の国際団体からの代表、オブザーバーが参加した。わが国からは、運輸省及び在英日本大使館から7名の代表が参加し、積極的に検討に加わった。

今回の議題は、以下のとおりである。

- (1) 海洋汚染関係条約の加入状況
- (2) BCH（バルク・ケミカル小委員会）の報告
- (3) 1973年条約の実施に伴う技術的問題点の見直し
- (4) 海洋汚染分野における技術協力
- (5) 現存船に対するSBTの適用の検討
- (6) 油水分離器及び油分濃度計の性能及び試験基準の検討
- (7) 受入施設の整備
- (8) 汚水処理装置の基準の検討
- (9) 条約不適格船の規制方法の検討
- (10) 1969年改正条約の実施に伴う問題点の整理
- (11) 総合的な汚染防止マニュアルの検討
- (12) 公法条約第4条に基づく専門家の登録手続の検討
- (13) 油処理剤の使用と制限の検討
- (14) 今後の作業計画と次回会期の検討
- (15) その他

以下、上記議題のうち主要なものについて、報告してみることにする。

### 1. 海洋汚染関係条約の加入状況

IMCOが受託者又は事務局として責任を有している条約の1976年10月12日現在の加入状況は、以下のとおりである。特に、1969年改正条約については、あと2カ国の加入により発効要件を満たすこととなるので、今年中の確実な発効が見込まれていることが注目された。

- (1) 1954年海水油濁防止条約（1962年改正を含む）56国（発効）
- (2) 1969年改正条約 35国（発効要件：(1)の条約の加入国数の3/5以上）
- (3) 1971年改正条約（グレート・バリア・リーフ）17国（発効要件：(2)に同じ）
- (4) 1971年改正条約（タレクサイズ制限）18国（発効要件：(2)に同じ）
- (5) 1969年公法条約 29国（発効）
- (6) 1969年民事責任条約 28国（発効）
- (7) 1971年基金条約 10国（発効要件：8国かつ油取扱総量750百万トン以上）
- (8) 1973年海洋汚染防止条約 3国（発効要件：15国以上）
- (9) 1973年公法議定書 2国（発効要件：(8)に同じ）
- (10) 1972年海洋投棄規制条約 29国（発効）

### 2. 現存船に対するSBTの適用

現存船に対するSBT（分離バラストタンク）の適用問題の第5回MEPCまでの経緯は、既に前述の本誌7、8月号に詳述したところであるが、第3回MEPCで提起された本問題は、前回までに結論を導くに至らず、今回、各国は次のいずれかの態度を最終的に選択するよう要請されていた。

- (1) SBT案の推進
- (2) SBT案の断念
- (3) SBTと同等以上の効果を上げうる代替案の推進

今回、上記の採択に先立ち、SBT案に対する賛否両論が各国から出された。その要旨は、以下のとおりである。

#### (1) 賛成論

SBT方式は、油による国際的な海洋汚染を完全に減少させるという目的を達成するために最も効果的な方式であり、特に発展途上国の中には、本方式により恩恵を被る国がある。

#### (2) 反対論

SBT方式から受ける環境面での利益はわずかなものであり、SBTの実施による石油価格の値上がりの財政的負担に見合うものではない。

一方、米国から、現在SBT案実施のための総合的な検討を行っており、次回までに提出できるので、最終的な決定を次回まで延ばすよう提案があった。

最終的には、今回もまたMEPCとして結論を出せるまでには至らず、決定を次回に延ばし、各国はそれまでに、決定の手助けとなるSBT案検討のレポート又はそれに替わる代替案を提出するよう要請された。

### 3. 油水分離器及び油分濃度計の性能及び試験基準

油水分離器及び油分濃度計の基準については、従来より1969年改正条約の基準に見合ったものとして、A. 233(VII)のIMCO決議があったが、1973年海洋汚染防止条約では、規制対象油が軽質油まで拡大されたこと及びビルジの排出基準の一部が15ppmまで引き下げられたことに対応して、基準を改正する必要が生じてきた。これの検討は、第1回よりMEPCの最重要課題の1つとして、これまで積極的に行なわれてきている。

今回も、前回同様ワーキング・グループが設置され、前回設置されたワーキング・グループの原案及びそれに対する意見をもとに検討され、油分濃度計についてビルジ用とバラスト用とを区別するため、

試験油に区別を設けるという修正を加え、ワーキング・グループ案として決定された。同案はMEPC本会議においても全員一致で採択され、次回のIMCO総会において、総会決議として出されることとなった。

### 4. 汚水処理装置の基準

船舶で生ずる汚水の海洋への排出は、1973年海洋汚染防止条約上、一定の排出については、IMCOで定める基準に基づき主管庁の承認した汚水処理装置を通さなければならないこととされている。この基準の検討も、3と同様、MEPCの最重要課題として積極的に行なわれてきている。

今回も、ワーキング・グループが設置され、前回のワーキング・グループ原案をもとに検討した結果、装置の性能試験のためのガイドラインの中から、消毒後の残留塩素の量の規定を削除することとし、原案を決定した。ワーキング・グループ案はMEPCにおいても採択され、3と同様、IMCO決議として出されることとなった。なお、詳細な基準の内容については、本誌51年8月号本欄を参照されたい。

その他、受入施設の整備のためMEPCのガイドラインが決定をみる等多くの成果を上げてきたが、ここでは誌面の制限もあり割愛することとしたい。

1973年海洋汚染防止条約関係の検討課題は、冒頭にも述べたとおり、油に関するものについてはかなりの成果を上げてきているが、有害液体物質関係については、いまだ検討の端緒にとりついたらばかりといってもよい。特に、有害液体物質の規制を内容とした附属書IIが条約の批准に際して除外することのできない強制的なものであるため、これの検討が今後は最大の課題になると思われる。

IMCOにおいても、新たにBCHが設置され、活動が開始されており、第2回会議が本年1月24日から開催されることとなっている。わが国としても、このような国際的な動向に対応して、MEPCにおけるのと同様、BCHにおいても活発な活動を行なっていく必要がある。

(運輸省大臣官房安全公害課)

恵美洋彦 / 伊東利成

日本海事協会船体部

10-4-3 アルミ合金及びその溶接部の破壊強度

2. アルミニウム合金の破壊強度に関する各種の研究

5083-O 材及びその溶接部の破壊強度及びじん性に関する各種因子の影響については、R R 812 委員会<sup>41)</sup>が広範囲の研究を行なっている。また、そのほかでも船の開発に関連して広く行なわれている。以下、R R 812 委員会の報告書<sup>41)</sup>に基づいてその概略を紹介しておく。

(1) 板厚効果

前に示した図 10-168 に 5083-O の母材 (板厚 80 mm のものは別チャージ, その他は同一チャージ) の, 図 10-187 に 5083-O の 5183 X 開先標準条件の下向大電流 MIG 溶接継手 (溶接金属に切欠き) のディープノッチ試験による破壊応力の板厚による影響が示されているが, 板厚による顕著な差は認められない。しかし, 母材の破壊応力は -196°C まで温度が下がるにつれて上昇しているが, 溶接金属の破壊応力は室温から -180°C 近くまでは上昇するが, これより低温側では低下する傾向にある。

(2) 表面切欠深さの影響

板幅 400 mm の中央に長さ 160 mm の表面切欠を設け, 切欠深さを变化させた試験片で破壊試験が行なわれ, 図 10-188 に示すような結果が得られている。なお, この図中,  $t_1/t=0$  は丸棒引張試験,  $t_1/t=1.0$  は両端切欠ディープノッチ試験で得られた破壊応力が示されている。

これによると表面切欠深さが板厚の  $1/4$  以上の範囲では, 切欠深さを変えても破壊応力 ( $\sigma_{net}$ ) はほとんど変わらず, 板厚貫通

切欠の場合とほぼ等しい。また, 表面切欠が存在する場合の破壊応力 ( $\sigma_{gross}$ ) は, 切欠の深さの増大とともに平滑材の引張強さから貫通切欠材の破壊応力まで減少する。特に低温で板厚の  $1/4$  より浅い表面切欠の場合その傾向が著しい。

(3) 溶接部の破壊じん性

25 mm 厚さ 5083-O 材の X 型開先の表裏各 1 層の

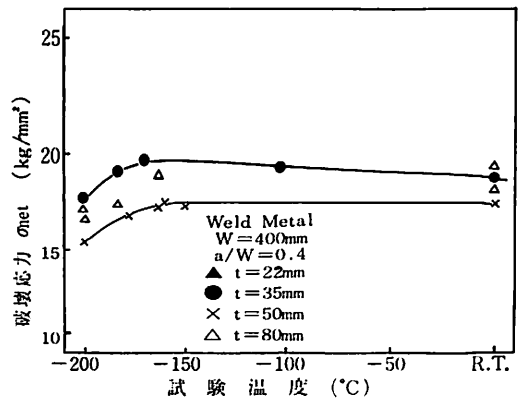


図10-187 5083-O材の5183溶接部の破壊応力と板厚の関係<sup>41)</sup>

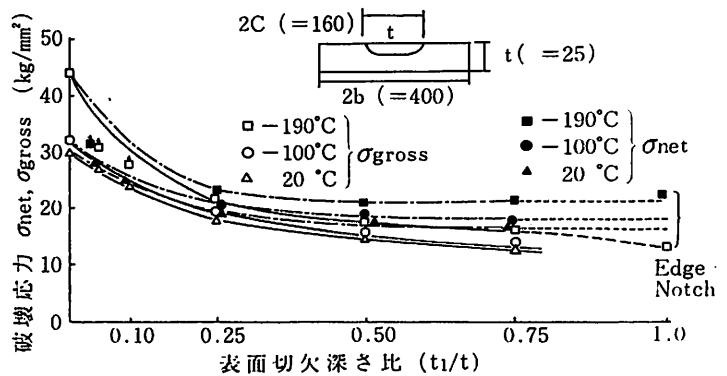


図10-188 表面切欠き深さ比と破壊応力の関係<sup>41)</sup>

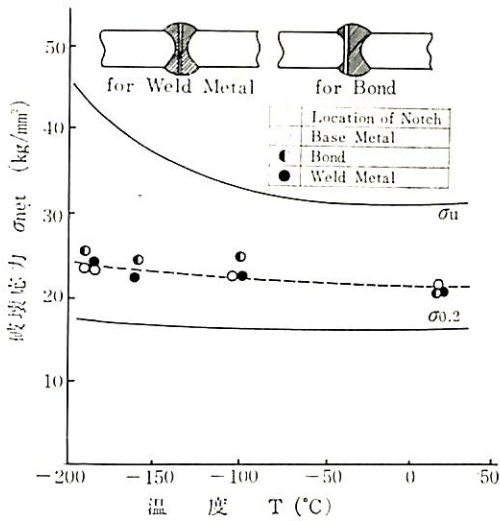


図10-189 ディープノッチ試験による溶接部の破壊強度<sup>41)</sup>

大電流 MIG 溶接 (入熱量 29,000~32,000 Joule/cm, 溶接材料 A5183-Y, Ti, B 入り) 継手各部に両側切欠をつけた 400mm 幅ディープノッチ試験片 (片側の切欠き長さ=120mm) で破壊試験が行なわれ、図 10-189 に示すような結果が得られている。この結果では、母材、ボンド部及び溶接金属間に破壊応力の差はみられず、この溶接は強度的に鈎合いのとれたものであることが分る。

(4) 目違い及び角変形を有する溶接継手

前に 10-4-2 の 3 溶接継手の機械的性質のところでは図 10-157 及び 158 で紹介してある。

(5) 残留応力の影響

10-4-2 の 4 で紹介したような残留応力が存在するときの広幅引張試験による破壊応力は、図 10-

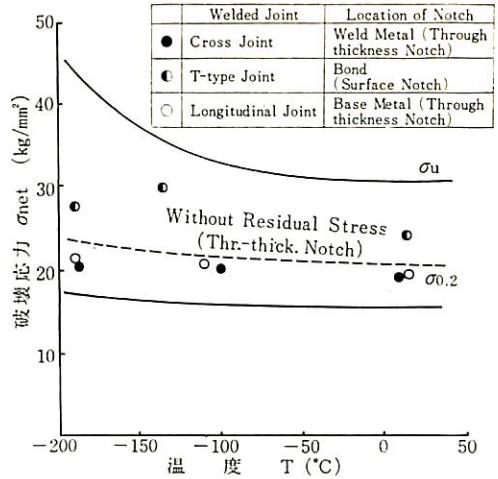


図10-190 溶接残留応力がある場合の破壊応力<sup>41)</sup>

190 に示される。この材料、溶接継手等は 10-4-2 の 4 と同じである。図中の破線は、図 10-189 に示した母材、ボンド及び溶接金属に対する破壊応力の平均曲線で残留応力がない場合に相当する。この図 10-190 の試験片幅は、400mm で、貫通切欠きは、長さ (2C)=40mm であり、表面切欠きは、長さ 60mm 深さ 10mm である。この表面切欠きの破壊応力は、他のものより高いが、これは切欠き形状の違いによるものと思われ、残留応力の影響は同一形状の表面切欠きのものと比較すべきである<sup>41)</sup>。

この研究結果からは、5083-O 材の溶接継手残留応力による破壊応力の低下はせいぜい 2 ないし 3 kg/mm<sup>2</sup> 程度で、母材及び溶接部に切欠きがある場合の破壊応力に及ぼす残留応力の影響は小さいといえる。

(6) 欠陥を含む継手の破壊強度 (静的引張強さ)

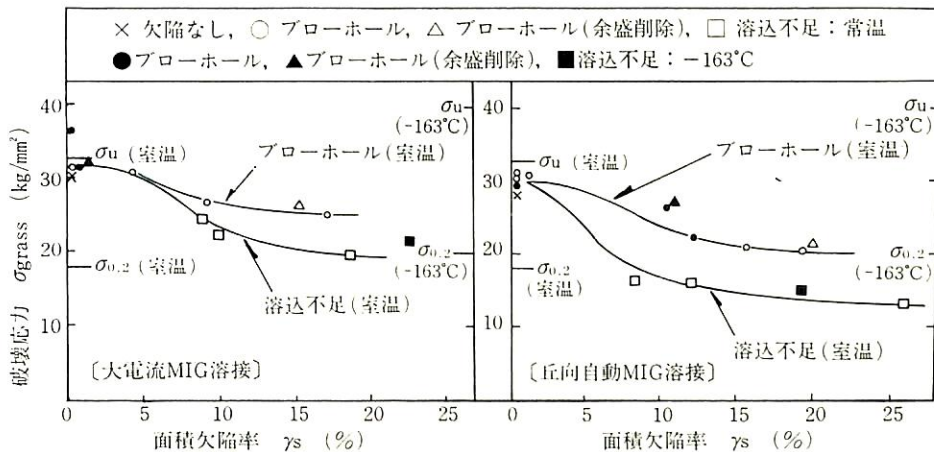


図10-191 継手強度に及ぼす溶接欠陥の影響<sup>41)</sup>

表10-71 欠陥を有する溶接継手の広幅引張試験条件及び結果<sup>4)</sup>

試験条件				試験結果					
溶接法	欠陥の種類	等級分類 <sup>1)</sup>	試験温度(°C)	板厚 <sup>2)</sup> (mm)	面積欠陥率 <sup>3)</sup>	$\sigma_{gross}$	$\sigma_{net}^{4)}$	備考	
					$\alpha_s(\%)$	(kg/mm <sup>2</sup> )	(kg/mm <sup>2</sup> )		
大電流 MIG	欠陥なし	A	24	22.0	0	31.7	31.7		
	ブロー ホール	A			0	31.7	31.7		
		C			0	31.6	31.6	油塗布	
		C			15.0	26.5	31.2	余盛削除, 水素添加	
		B			9.0	27.0	29.7	水素添加	
		B			17.0	25.5	30.7	水素添加	
		C			0	37.0	37.0	油塗布	
	C	4.1			31.0	32.4	余盛削除, 水素添加		
	溶込み不良	C	24	25.6	8.7	24.9	27.3	1.9mm の溶込み不良	
		C		25.2	9.7	22.8	25.3	2.3mm の溶込み不良	
		C		25.8	18.5	19.5	23.9	4.6mm の溶込み不良	
		C	-163	25.9	22.5	21.8	28.1	5.4mm の溶込み不良	
	立向 自動 MIG	欠陥なし	A	24	22.0	0	29.4	29.4	
		ブロー ホール	A			0	30.6	30.6	
B			1.1			30.7	31.0	水素添加	
C			15.6			21.3	25.2	水素添加	
C			19.4			20.8	25.8	余盛削除, 水素添加	
B			0			31.1	31.1	水素添加	
C			26.2			12.2	22.7	25.9	油塗布
C		-163	22.0			10.3	26.4	29.4	余盛削除, 水素添加
溶込み不良		C	24	30.8	8.3	16.4	17.9	2.2mm の溶込み不良	
		C		33.1	11.9	16.2	18.3	3.3mm の溶込み不良	
		C		31.8	25.9	13.3	17.9	5.5mm の溶込み不良, ブローホールもあり	
		C	-163	34.8	19.2	14.8	18.3	5.0mm の溶込み不良, ブローホールもあり	

注 1) JIS Z3105 による

2) 破壊位置における余盛高さを含めての試験前の板厚(母材板厚は22mm)

3) 破面における溶接欠陥の占める面積百分率

4) 破面での実断面積で破壊荷重を除いた値



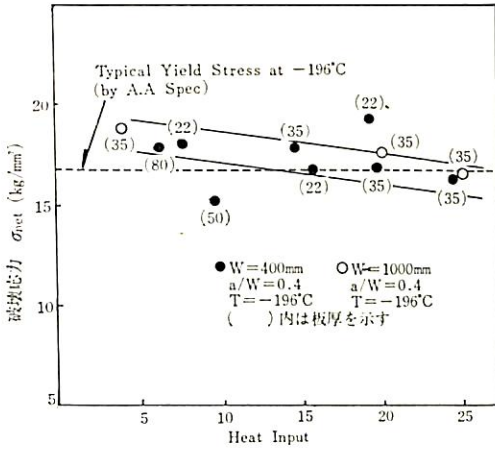


図10—192 溶接入熱量と破壊応力の関係<sup>41)</sup>

板厚 22mm の 5083-O 材を 5183-WY で大電流 MIG 及び立向自動 MIG で溶接し、その際ブローホール（水素添加，油塗布）及び溶入不良（ルート面の長さ変化）を発生させた継手に対して広幅継手引張試験が行なわれている。この母材の機械的性質は、 $\sigma_u=33.0\text{kg/mm}^2$ 、 $\sigma_{0.2}=18.0\text{kg/mm}^2$  である。結果は、表10—71 及び 図10—191に示される。

継手にブローホール及び溶込不良の欠陥がある場合の破壊応力 ( $\sigma_{gross}$ ,  $\sigma_{net}$ ) は、面積欠陥率と関連をつけることができる。また、同一面積欠陥率の場合でも大電流 MIG 溶接よりも入熱量の大きい立向自動 MIG 溶接の方が、さらに、溶接欠陥の種類ではブローホールよりも応力集中度の大きい溶込み不良の方が破壊応力は大きい。

#### (7) 溶接入熱の影響

図10—192は、溶接入熱をかえた5083-O材の5183-WY-Sの溶接継手の中央切欠付デェプノッチ試験による低温時の破壊応力を示したもので、これから入熱の増加により破壊応力が低下することが分る。アルミ合金 5083-O 材の溶接においても過大入熱は、静的強度と共に相対的にじん性の低下をもたらすので、施工条件によってはその確認が必要と思われる。

#### 10—4—4 アルミ合金及びその溶接の疲労特性の概要

各種アルミ合金及びその溶接に関しては、多くの疲労試験が行なわれ、また、5083-O 材及びその溶接についても多くのデータが得られている。さらにわが国においては、5083-O 材及びその溶接について、LNG 船のタンク設計に有用な疲労設計線図等

もまとめられている<sup>40)</sup>。

ここでは、アルミ合金一般及び 5083-O 材及びその溶接がどのような疲労特性を有しているかを 9% Ni 鋼同様に簡単に示すこととする。

#### 1. アルミ合金の疲労強度一般

一般にアルミ合金は、鉄鋼材料と異なり疲労限度が存在しないと見做されているが、S-N線図の傾きは繰返し回数  $10^8$  以上になると水平に近くなり、その傾向は、Al-Mg 系合金軟質において著しい。わが国における疲労試験は、小型試験によるものが多く、疲労強度として繰返し回数  $10^7$  の値を用いていることが多く、一方外国では、大型の試験片について繰返し回数  $2 \times 10^8$  の値を構造物の設計に用いることがある。

アルミニウム、アルミ合金及び溶接継手共に、低温になるにつれて疲労強度は上昇する。その例を図10—193 及び 194 に示す。各種アルミ合金の回転曲げ疲労試験による疲労強度の比較を表10—72 に示す。これによると、非熱処理合金の方が、熱処理合金よりも疲れ比（引張強さに対する疲労強度の比）はよい。なお、アルミ合金の疲労強度も他の材料と

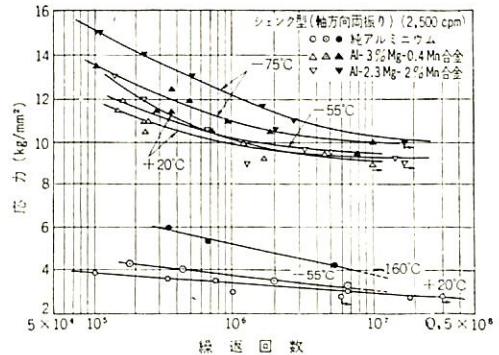


図10—193 純アルミニウムおよび Al-Mg 系合金の低温における S-N 曲線 (Weilinger による)

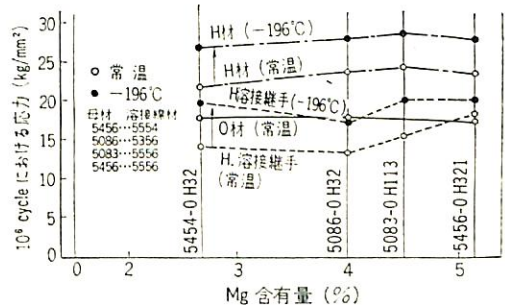


図10—194 Al-Mg合金母材および溶接継手の引張圧縮(応力比=0) 疲労試験結果

表10-72 アルミニウム合金の疲れ比<sup>1)</sup>

材種—質別	疲れ比 <sup>2)</sup>	材種—質別	疲れ比 <sup>2)</sup>	材種—質別	疲れ比 <sup>2)</sup>
1100—O	0.38	5052—H38	0.48	2219—T62	0.25
3003—O	0.44	5056—O	0.48	6061—T6	0.31
3004—O	0.54	5083—O	0.52	7075—T6	0.27
5050—O	0.62	5086—O	0.55	7079—T6	0.28
5052—O	0.57	2014—T6	0.26	7178—T6	0.25
5052—H34	0.47	2024—T4	0.29		

注 1) 疲れ限界と引張強さの比 2) 回転曲げ試験,  $N=5 \times 10^6$

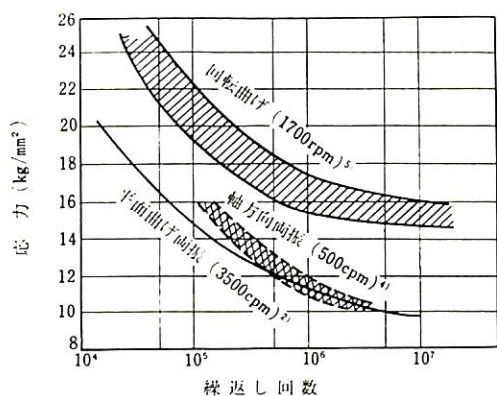


図10-195 A5083-O 材の回転曲げ、平面曲げ、両振および疲れ強さの比較<sup>4)</sup>

同様に負荷方向の影響を受ける。1例を示すと5083-O 材では図10-195のように平面曲げ両振りと軸方向両振りと同程度の強さを示すが、回転曲げはこれらより高い強さとなる。また、アルミ非熱処理合金の疲労強度は、冷間加工によって多少向上するが、あまり大きなものではない。

また、アルミ合金の切欠係数 ( $K_f$ ,  $\beta$  等で表わし、切欠がない材料の疲労限/切欠がある材料の疲労限) は、例えば図10-196に示すように、鉄鋼材料と同じような傾向で形状係数 ( $K_t$  又は  $\alpha$ ) の方が切欠係数より大きい ( $K_t > K_f$ )。

材質以外の疲労強度に及ぼす各種の因子は、先に図10-119に示したとおり多くあるが、例えば5083-O 材圧延材では試験片採取方向の相違による疲労強度の差はないようであり、また繰返し速度の影響は、図10-197、試験片表面状態の影響は表10-73に示す如くである。

## 2. 5083-O 材及びその溶接の疲労特性

図10-198に5083-O 材及びその溶接のS-N線図(丸棒引張圧縮試験,  $R=-1$ )を示す。母材は、25 mm 板厚の引張強さ 32 kg/mm<sup>2</sup>の5083-O材, 溶

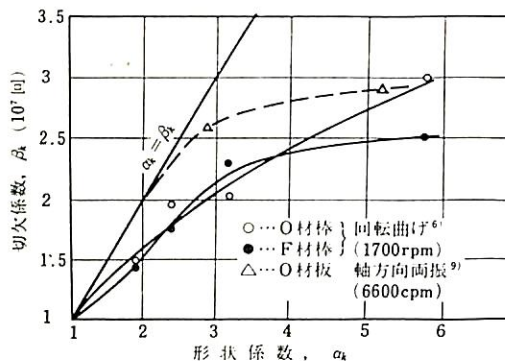


図10-196 A5083の形材係数と切欠係数の関係<sup>4)</sup>

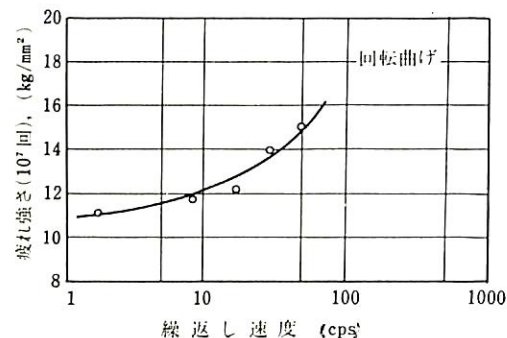


図10-197 A5083-O 材の疲れ強さに及ぼす繰返し速度の影響<sup>4)</sup>

接部は大電流MIG溶接継手から採取した溶接金属(引張強さ 28.3kg/mm<sup>2</sup>)のものである。この結果では、溶接金属平滑試験片の疲労強度は母材より28.3%低い、切欠材では溶着金属と母材の疲労強度の差はない。

図10-199は、5083-O 母材及び溶接継手の平面曲げ疲労試験のS-N線図でこの例では、余盛を削除した突合わせ溶接継手試験片と母材とほぼ同等の疲労強度が得られている。

溶接余盛の疲労強度に及ぼす影響は、鉄鋼材料の場合と同じく余盛高さ、すなわち、余盛の端の角度が小さいほど高い疲労強度が得られる。この余盛角

表10-73 Al-Mg 系合金棒の表面状態と疲れ強さ

(回転曲げ 1700 rpm)

材 質	疲れ強さ (10 <sup>7</sup> 回) (kg/mm <sup>2</sup> )			
	ペーパー仕上げ	電研	解摩	真空焼き 真なまし
5052-O	11.4	10.9	10.4	8.8
5056-O	14.6	11.8	12.1	10.5
5083-O	15.4	13.8	13.2	11.2
Al-2.5%Mg合金	9.5	9.1	8.2	—
Al-5%Mg合金	13.3	10.8	10.4	—

度の疲労強度に及ぼす影響は、図10-200に示す如くであり、これは、図10-201のように場合によってはブローホールより大きな影響がある。

突合せ溶接継手の形状欠陥、すなわち目違い及び角変形の影響についても R R 812 委員会<sup>41)</sup>が研究を行っており、疲労強度 (N=10<sup>6</sup>) は図10-202に示すように目違い  $d/t=0.2$  で約40%、角変形  $d/l=0.02$  で約25%疲労強度は低下するが、静的引張強さ及び伸びは、 $d/t=0.2$ 、 $d/l=0.02$  まではほとんど変化しないと報告されている。また、図中に示すように目違いの影響は、Mclester の計算式とほぼあう。

ブローホールを含む 5083-O 材の継手については先に示した図10-201があり、さらに R R 812 委員会<sup>41)</sup>でも実験が行なわれている。J I S Z 3105 B 級程度のブローホールでは余盛削除継手では表面付近のブローホールの影響で多少疲労強度は低下するが、余盛付継手ではブローホールの影響はないと考えられると報告<sup>41)</sup>されている。

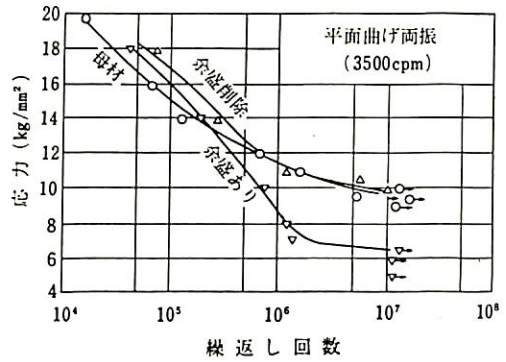


図10-199 A5083-O材の突合せ溶接継手の疲れ強さ<sup>41)</sup>

溶込不良の場合の疲労強度の影響は、図10-203に示す如く余盛を削除した場合に顕著に表われる。

図10-204は、R R 812委員会が実施した5083-O アルミ合金の母材、突合せ継手及びすみ肉溶接付試験片の余盛の引張疲労試験結果である。すみ肉は平板引張試験片の上下に引張方向に直角に10mm厚さ×40mm高さの材料をすみ肉溶接したものであり、形状切欠付試験片は、母材試験片に円孔 ( $K_t=2.8$ ) 及び長円孔 ( $K_t=4.5$ ) を設けたものである。

疲労強度に及ぼす平均応力の影響は、図10-205に示されている。この例では、一般に行なわれるように図の横軸(平均応力)上に引張強さをとってある平均応力(例えば、平均応力が0、すなわち  $R=-1$ ) で得たものと直線で結び、中間のRのところの疲労強度を求めた場合、疲労強度を多く見積ることを示している。この場合、引張強さのかわりに引張強さの約2/3に相当する点を結んだ直線がよい近似を与えるといわれる<sup>41)</sup>。(つづく)

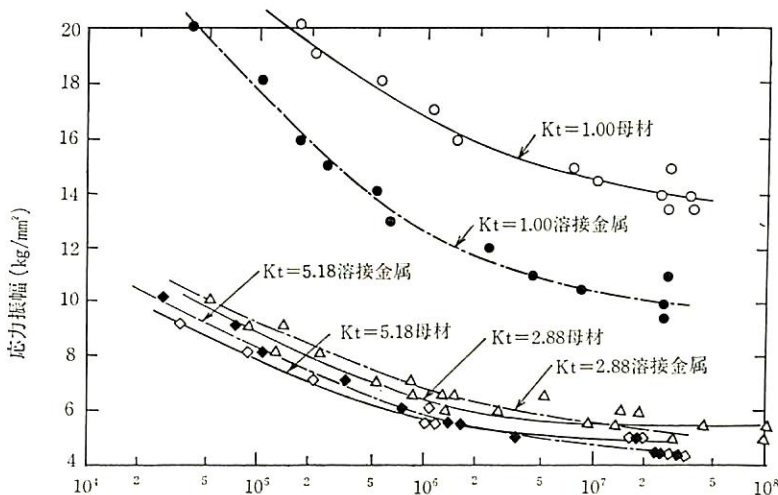


図10-198 A5083-O材およびその溶接のS-N線図<sup>41)</sup> (切削丸棒試験片引張り圧縮,  $R=-1$ , 常温)

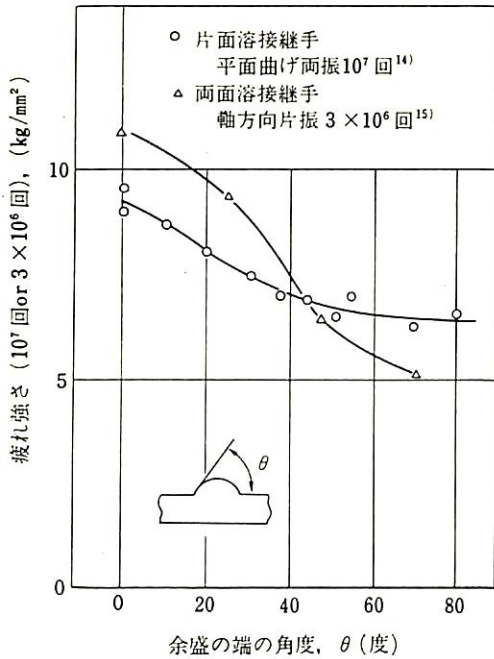


図10-200 A5083突合せ溶接継手の余盛角度と疲れ強さの関係<sup>41)</sup>

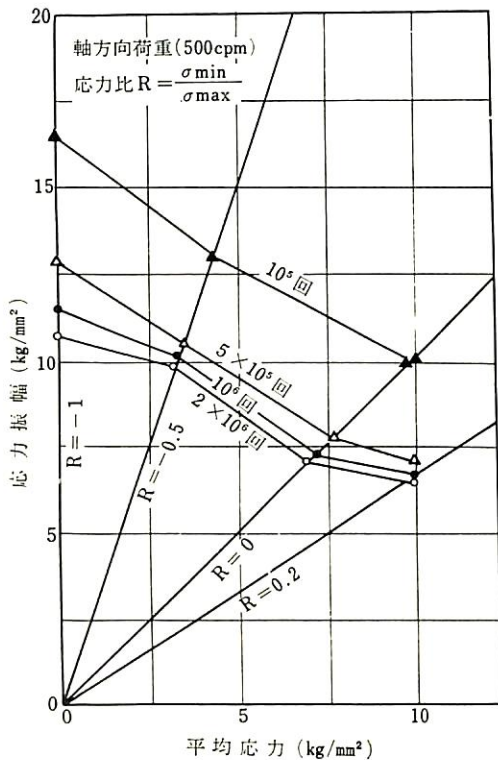


図10-205 A5083-O 材の疲れ限度線<sup>41)</sup>

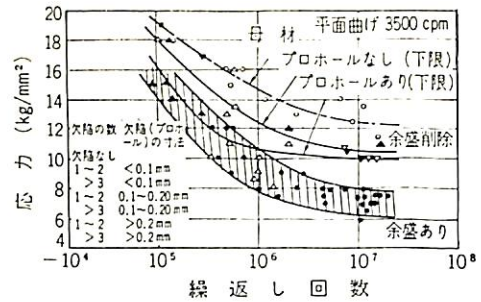


図10-201 A5083-O 材のミグ突合せ溶接継手のS-N曲線<sup>41)</sup>

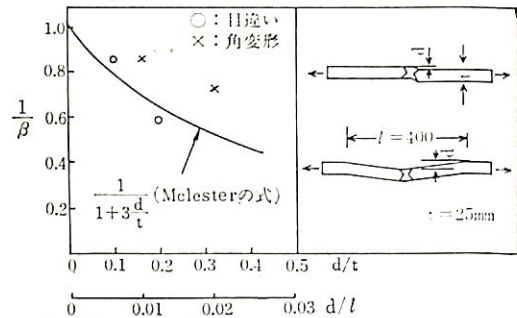


図10-202 A5083-O 材目違いおよび角変形溶接継手の疲れ試験結果<sup>41)</sup>

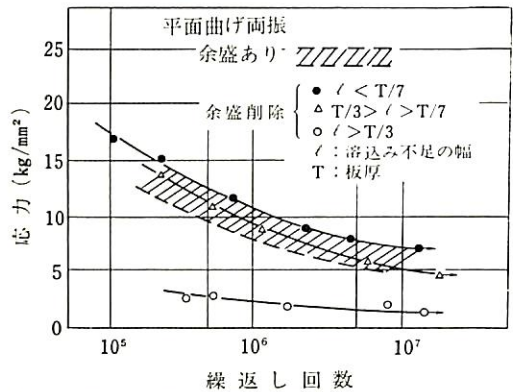


図10-203 A5083溶接継手の疲れ強さに及ぼす溶込み不足の影響<sup>41)</sup>

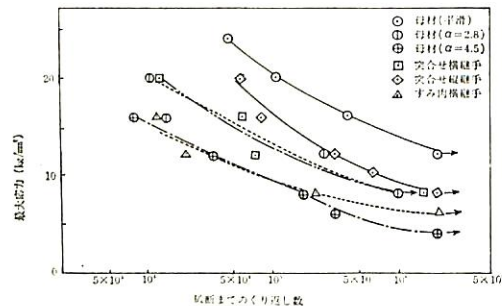


図10-204 各種溶接継手の疲れ強さ<sup>41)</sup>  
(引張り片振り R = 0, 余盛付母材 5083-O 20mm)

# 小型船艇のプロペラ設計技法 < 4 >

Practical Design Method of Screw Propeller  
for Small Ships and Crafts < 4 >

by Tomoharu Morita  
Profeser

Tokyo University of Mercantile Marine

森 田 知 治

東京商船大学商船学部航海学科教授

## 4. 2 運転成績の整理とプロペラの設計

試運転成績は建造船の性能を確認するためのみならず、次の船の設計のためにも重要な意味を持つものである。運転時に馬力を直接計測するか、または燃料消費率を計測して馬力を推定するかすれば、12月号で述べたようにBHP/ $\Delta\%$ などを $V_S/\sqrt{L}$ ベースにプロットして成績を整理することができるが、小型船、艇の場合は馬力又は燃費の計測はスペース的にも工数的にも甚だ困難である。従ってほとんどの成績は各分力での速力と回転数が知れているのみで、その時の主機出力は不明である。この場合の成績整理法が余り知られていないために、折角の運転データの多くが眠ってしまっているのではなからうか。プロペラチャートを利用して船速と回転数から推力馬力を推定して運転成績を整理し、かつ、これを次の設計に生かす手順を次に示す。

### 4. 2. 1 馬力を計測しない運転成績の整理法

プロペラが推力 $T$  (kg) を発生しながら前進速度 $v_A$  (m/sec) で進んでいる時の推力馬力 (PS) は

$$THP = \frac{Tv_A}{75} \quad \dots\dots (4.1)$$

与えられる。運転データは船速 $V_S$  (ノット) とプロペラ回転数 $N$  (min<sup>-1</sup>) のみであるが、伴流係数 $w$ を推定できれば

$$v_A = 0.5144V_S(1-w), \quad J = 60v_A/ND$$

が計算できるから、この $J$ と $K_T$ カーブを用いて、この時の $K_T$ 値を決定できる。これから $T$ を出せば、(4.1)式からTHPが得られる。

また、プロペラ単独効率の定義より

$$THP = \eta_0 \times DHP \quad \dots\dots (4.2)$$

であるから、 $\eta_0$ とDHPを求めてもよい。 $\sqrt{B_p}$ チ

ャートの使用を考えるなら次のようになる。

$$B_p = \frac{N \sqrt{\eta_R \cdot DHP}}{V_A^{2.5}}$$

であるから

$$DHP = \frac{1}{\eta_R} \left( \frac{V_A^{2.5} \sqrt{B_p}}{N} \right)^2 \quad \dots(4.3)$$

となる。 $\eta_R = 1$ と考えれば、 $\sqrt{B_p}$ が求まればよいわけで、それには $\delta = ND/V_A$ を計算して、 $\sqrt{B_p}$ チャート上で $\delta$ と $H/D$ との交点を求めれば $\sqrt{B_p}$ が決定できる。

いずれにしても $w$ を推定しないと $v_A$ または $V_A$ が計算できない。 $w = 0$ とするのが最も簡単であるが、前月号に示した第4.2図または第4.3図を用いて $(1-w)$ を推定した方がもっともらしい。ただし、どの推定法を用いるにせよ、解析の場合と次節に述べる設計の場合には同一の伴流係数推定法( $w = 0$ を含めて)を用いなければならない。

第4.1表に本誌他から集めた中速艇の運転データを示す。またこの中のNo.⑤イラク向け21m型旅客艇のデータにより、ガウンの $\sqrt{B_p}$ チャートを使ってTHPを求める手続きを第4.2表に示してある。本艇のように $a_d$ が1.04とチャート値の中間の場合には、その前後2枚のチャートを引いてインタポレーションを行なう必要がある。第4.1表に収録した艇のプロペラ翼面積比は伸張面積比(前号参照)か展開面積比か不明のものが多く、すべて伸張面積比 $a_d$ として扱った。計算手順は次の通りである。

①  $N$ はプロペラ回転数であるから、減速装置付の場合で主機回転数の計測されているものは、これを減速比で割っておく必要がある。

③ 本例では長さの代表値として $L_{WL}$ を用い

第4.1表 中速艇(2軸) 運転データ摘録

No. と記号		① ○	② △	③ +	④ ●	⑤ □	⑥ ■						
船名		イラク向け 27m艇	はやかせ	たかちほ	23m型巡視 艇	イラク向け 21m艇	15m型巡視 艇						
船種		旅客船	エスコート ボート	漁業取締船	巡視艇	旅客船	巡視艇						
船型		ハードチャ イン	ディープV 後半丸型	ハードチャ インフラッ プ付	ハードチャ イン	ハードチャ イン	ハードチャ イン						
プロペラ	D (m)	0.800	1.05	0.840	0.786	0.814	0.700						
	H/D	0.944	0.952	1.095	1.015	0.946	0.867						
	BAR*	1.04	0.602	0.800	0.800	1.040	0.650						
主機		MTU12V×2	GM7122×2	MTU8V×2	MB820×2	MTU12V×2	DH24MK×2						
船体	LoA (m)	27.0	20.5	21.0	21.0	21.0	15.0						
	LWL (m)	25.6	19.8	19.8	20.0	20.5	14.4						
	△† (t)	70.09	34.75	41.86	46.20	51.65	20.1						
	△/LWL <sup>1/3</sup>	6.21	6.07	5.70	5.57	5.50	5.3						
速力 および プロペラ 回転数	分力	V	RPM	V	RPM	V	RPM	V	RPM	V	RPM	V	RPM
	1/4	—	—	11.58	449	12.90	721	13.4	895	—	—	9.52	738
	3/4	16.69	1089	14.45	568	18.66	908	18.7	1125	17.62	1089	11.80	930
	3/4	21.16	1245	16.66	650	22.81	1039	22.4	1275	22.00	1245	14.30	1063
	90%	23.52	1325	—	—	—	—	—	—	24.47	1325	—	—
	4/4	24.41	1361	19.00	716	25.63	1144	24.9	1410	25.55	1361	16.90	1170
	1 1/10	24.82	1404	19.91	739	26.73	1185	25.8	1463	26.47	1404	17.96	1209
	TOP	—	—	21.69	792	—	—	—	—	—	—	—	—
出典		本誌51年5 月号	関西造船協 会誌51年6 月	本誌51年8 月号	海上保安庁 船舶技術部 資料	本誌51年5 月号	海上保安庁 船舶技術部 資料						

(注) 1) すべてプロペラは三翼である。

\* BAR = 翼面積比であるが、伸張面積比か展開面積か不明のものが多く、THPの解析にはすべて伸張面積として取扱った。

† 運転時排水量である。

た。  $V_s/\sqrt{LWL}$  が5~6を越えるような高速艇では、完全滑走状態に近づくにつれて艇体が大きく浮上して水線長さが短くなるので、  $V_s/\sqrt{LWL}$  の代りに  $F_{\Delta} = v_s/\sqrt{g\Delta^{1/3}}$  又は  $V_s/\Delta^{1/3}$  がよく用いられるが、中速艇ではまだ造波現象が相当残っているから  $V_s/\sqrt{LWL}$  を用いる方がよいのではないかと筆者は考えている。この意味で、多数の艇を比較するには長さの代表値として全長  $L_{oa}$  よりも  $L_{WL}$  を用いる方がよいであろう。ただし、公表例では  $L_{WL}$  の数値が掲げてないものが多く、図などから読み取らねばならない。この点で  $L_{oa}$  の方が簡単である。

④ 本例では  $(1-w)$  の推定に第4.2図を用いた。

⑥  $\delta = DN/V_A = 0.814N/V_A$  から  $\delta$  を出す。⑦

⑧⑨二重四角内の値は⑥欄の  $\delta$  値に対する  $\sqrt{B_p}$ 、

$\eta_0$  を得るためのインタポレーション用の数値である。簡単にはこれを省いて、  $a_d = 0.95$  の  $\sqrt{B_p}$  チャート上で⑥欄の  $\delta$  値に相当する  $\delta$  カークと  $H/D = 0.946$  の水平線との交点をみつけて  $\sqrt{B_p}$  を読めばよいが、これでは誤差が大きすぎる。⑥欄の各  $\delta$  値をはさむような  $\delta'$  値—— $\delta = 52.1$  に対する  $\delta' = 54$  と  $52 \dots$  など——と  $H/D$  から  $\sqrt{B_p}'$ 、 $\eta_0'$  を読んでおく。

⑩⑪ ⑥⑦⑧⑨を用いて  $\sqrt{B_p}$ 、 $\eta_0$  を計算する。たとえば  $\delta = 52.1$  に対する⑩欄の  $\sqrt{B_p}$  は、  
 $\sqrt{B_p}$  for  $\delta (= 52.1)$

$$= 4.87 + \left( \frac{52.1 - 52}{54 - 52} \right) (5.18 - 4.87) = 4.886$$

⑫~⑬  $a_d = 1.10$  のチャートにつき⑦~⑩と全く同様の計算を行なう。

⑭ ⑩と⑬の  $\sqrt{B_p}$  値を用いて  $a_d = 1.04$  に対す

第4.2表 THPの計算例

No.	分力		1/2	3/4	90%	3/4	11/10	備考	
	項目							備	考
①	N		1089	1245	1325	1361	1404	運転データより	
②	V <sub>S</sub>		17.62	22.00	24.47	25.55	26.47	運転データより	
③	V <sub>S</sub> /√L <sub>WL</sub>		3.89	4.86	5.40	5.64	5.85	V <sub>S</sub> /4.528	
④	1-w		.966	.994	1.009	1.012	1.014	第4.2図(前号)より	
⑤	V <sub>a</sub>		17.02	21.87	24.69	25.86	26.84	V <sub>a</sub> =(1-w)V <sub>S</sub>	
⑥	δ		52.1	46.3	43.7	42.85	42.6	δ=0.814·N/V <sub>A</sub>	
⑦	a <sub>d</sub> =0.95 H/D=0.946	δ'	54	52	48	46	44	42	インタポレーシ
⑧		√B <sub>p</sub> '	5.18	4.87	4.35	4.06	3.77	3.47	ョン用。ガウン
⑨		η <sub>0</sub> '	.550	.568	.595	.605	.611	.615	チャートより
⑩	√B <sub>p</sub> for δ		4.886	4.104	3.725	3.60	3.56	⑥⑦⑧より計算	
⑪	η <sub>0</sub> for δ		.567	.6035	.6116	.613	.614	⑥⑦⑧より計算	
⑫	a <sub>d</sub> =1.10 H/D=0.946	δ'	54	52	48	46	44	42	インタポレーシ
⑬		√B <sub>p</sub> '	5.27	4.98	4.40	4.12	3.84	3.54	ョン用。ガウン
⑭		η <sub>0</sub> '	.536	.550	.574	.584	.588	.585	チャートより
⑮	√B <sub>p</sub> for δ		4.995	4.16	3.795	3.67	3.63	⑥⑬⑭より計算	
⑯	η <sub>0</sub> for δ		.549	.5825	.5875	.586	.586	⑥⑬⑭より計算	
⑰	√B <sub>p</sub> (a <sub>d</sub> =1.04)		4.95	4.14	3.77	3.64	3.60	⑩⑮より計算	
⑱	η <sub>0</sub> (a <sub>d</sub> =1.04)		.556	.591	.597	.597	.597	⑪⑯より計算	
⑲	0.5DHP		723	948	1056	1096	1187	(V <sub>a</sub> <sup>2.5</sup> √B <sub>p</sub> <sup>2</sup> /N) <sup>2</sup>	
⑳	0.5THP		402	560	630	653	709	⑱×⑲	
㉑	THP/△√L		3.44	4.79	5.39	5.58	6.06	2×㉑/233.9	
㉒	THP/(0.1L <sub>WL</sub> ) <sup>3.5</sup>		65.2	90.8	102	106	115	2×㉑/12.33	
船名：イラク向21m艇			√L <sub>WL</sub> =4.528	△√L <sub>WL</sub> =233.9	(0.1L <sub>WL</sub> ) <sup>3.5</sup> =12.33				
プロペラチャート：ガウン			√B <sub>p</sub>	D=0.814	H/D=0.946	a <sub>d</sub> =1.04			

る  $\sqrt{B_p}$  を求める。たとえば分力 1/2 に対する  $\sqrt{B_p}=4.95$  は次のようになる。

$$\begin{aligned} \sqrt{B_p} \quad (a_d=1.04) \\ = 4.886 + \left( \frac{1.04-0.95}{1.10-0.95} \right) (4.995-4.886) \\ = 4.95 \end{aligned}$$

⑱ 上と同様に⑩と⑯の  $\eta_0$  から  $a_d=1.04$  に対する  $\eta_0$  をインタポレーションする。

⑲ ①のN, ⑤のV<sub>A</sub>, ⑰の $\sqrt{B_p}$ を用い(4.3)式でDHPを計算する( $\eta_R=1$ とした)。これは1軸分のDHPであるから0.5DHPと記してある。

⑳~㉒ 備考に記した簡単な計算である。

以上のように、インタポレーション計算がめんどろであるが、DHPは $\sqrt{B_p}$ の4乗で効いてくるから $\sqrt{B_p}$ の読取誤差が大きく影響する。インタポレーションを目測で行なうと $\delta$ カーブの間隔が2であるから、前月号に掲げた大きさの約2倍あるチャー

ト原図においても $\sqrt{B_p}$ に $\pm(0.05\sim0.1)$ 位の誤差が生ずる。 $\sqrt{B_p}=4$ とすれば

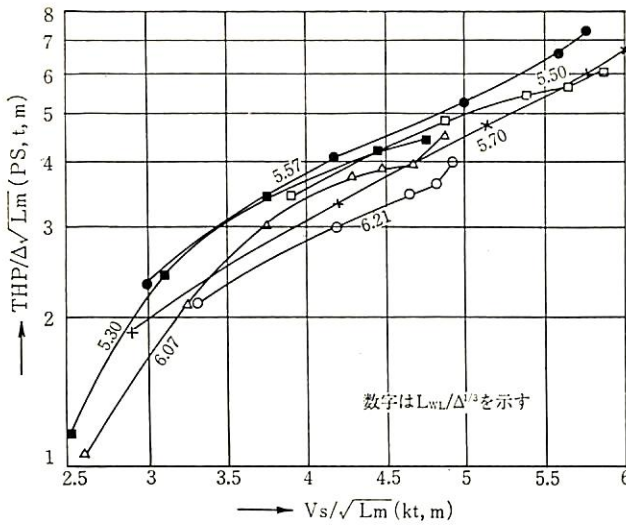
$$\pm(4.05/4)^4 \sim (4.1/4)^4 = \pm(1.05\sim1.10)$$

となって5~10%の誤差となる。⑦⑧⑨などの読取もなるべく注意してインタポレーションを行なうべきである。

さて、このような計算を第4.1表の全艇につき行ない縦軸を  $\text{THP}/\Delta\sqrt{L_{WL}}$  および  $\text{THP}/(0.1L_{WL})^{3.5}$  でプロットしたのが第4.11~4.12図である。このTHPはプロペラが発生した推力であるから、一見同一の艇でも駆動するプロペラの大きさや要目によって大きく変化するように思えるが、そうではなく、EHPとほぼ同じ性質を持つものである。すなわち、

$$\text{EHP} = \eta_H \cdot \text{THP} = \left( \frac{1-t}{1-w} \right) \text{THP}$$

であるから、 $(1-t)/(1-w)$  が船体によって決るものならば全くEHPと同質である。しかし、(1-



第4.11図 運転解析によるTHP曲線(1)

$t$ ) や  $(1-w)$  はプロペラが異なれば幾分変化するが、これは僅かであり、 $t$  や  $w$  の諸推定法にはハーバルトの  $w$  の推定 (12月号第2.6図) にプロペラ直径およびシャフト高さの修正が現われるだけであることからみても、THPはほとんどEHPと同性質のものとして差支えない。

第4.11図をみると各曲線はほぼまとまったゾーンに集中しており、ゾーンの上側、中間、下側といった平均曲線が引けそうである。またこれは  $L_{WL}/\Delta^{3/4}$  の値が大きくなるほど  $THP/\Delta\sqrt{L_{WL}}$  が減少するという傾向とほぼ一致している。この傾向は第4.12図では一層あきらかであり、 $THP/\Delta\sqrt{L_{WL}}=5.3, 5.5, 5.7, 6.0$  などに対応してフェアリングすれば第4.1図の  $EHP_n$  曲線と似たものが得られそうである。

このような解析を多数の建造艇につき行なっておけば、次節にのべる方法により新艇のプロペラ設計に利用でき、 $V_s$  と  $N$  のみのデータでも貴重な情報源となる。カーブの作り方はこの他に縦軸を  $THP/\Delta^{3/4}$  としたり、横軸を  $F_m$  または  $V_s/\Delta^{3/4}$  としたりする様々な組合せが可能である。縦軸のパラメータを変えたとき、同一艇の  $THP/\Delta\sqrt{L_{WL}}$ 、 $THP/(0.1L_{WL})^{3.5}$ 、 $THP/\Delta^{3/4}$  などの数値は大きく変るが、いずれも対数紙にプロットすれば各曲線のパターンは全

く変わらず、上下の位置関係が動くだけであるから、どの整理法がよいかを探る時に便利である。また、対数紙上での同一距離の差は同一比率の差を示すので、曲線群を一目みただけで各艇の性質のみこめる。たとえば目盛1.0と1.1との間隔差(実寸)は、上下どの位置にあっても数値で1割の差を示している。

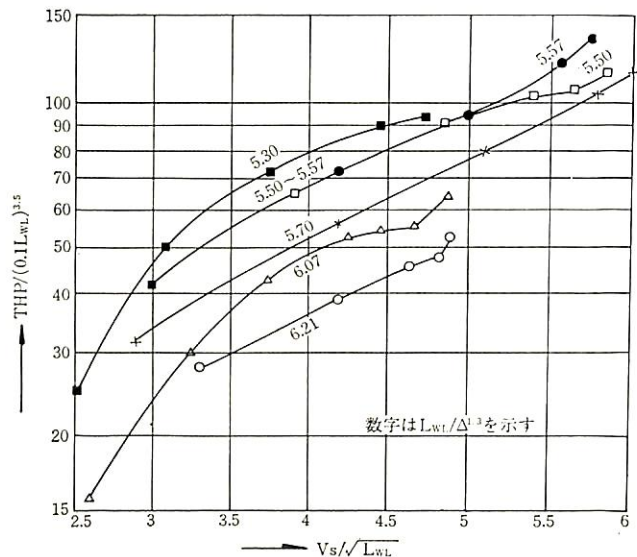
参考のために、⑤以外の各計算結果をも第4.3表に示しておく。種々のプロットに、各自の艇の結果とともに利用されたい。ちなみに、 $THP/\Delta^{3/4} \sim V/\sqrt{L_{WL}}$  のグラフが最も各曲線のまとまりがよく、上下のゾーン幅が第4.11図の3~4割減となり、 $THP/(0.1L_{WL})^{3.5} \sim V_s/\Delta^{3/4}$  のグラフは各曲線が最も離れたものとなる。

以上の整理法は排水量型船についても  $w$  の推定情報源が異なるだけで、全く同様にあてはまる。しかしながら運転データは良質のものを選び、計算も慎重に行なわぬと偽の情報を持ち込むことになるので、船、艇にかかわらず次の注意を守って解析されたい。

#### 運転解析の注意事項

(1) 採用するデータは運転時の海上状態が良好で、プロペラの空気吸込やキャビテーションがないものであること。

(2) 計測は  $V_s$ 、 $N$  のみならず排水量や排気温度



第4.12図 運転解析によるTHP曲線(2)



第4.3表 THPの計算結果

No.	分力	1/4	2/4	3/4	90%	1/4	1/10	TOP
① ○	$V_s/\sqrt{L_{WL}}$	—	3.30	4.18	4.65	4.83	4.91	—
	$THP/\Delta\sqrt{L_{WL}}$	—	2.12	2.98	3.49	3.62	3.97	—
	$THP/(0.1L_{WL})^{3.5}$	—	2.80	39.2	46.0	47.8	52.4	—
② △	$V_s/\sqrt{L_{WL}}$	2.60	3.25	3.74	—	4.27	4.47	4.87
	$THP/\Delta\sqrt{L_{WL}}$	1.06	2.11	3.03	—	3.75	3.86	4.49
	$THP/(0.1L_{WL})^{3.5}$	15.0	29.8	42.9	—	53.1	54.7	63.6
③ +	$V_s/\sqrt{L_{WL}}$	2.90	4.19	5.13	—	5.79	6.01	—
	$THP/\Delta\sqrt{L_{WL}}$	1.87	3.31	4.71	—	6.05	6.72	—
	$THP/(0.1L_{WL})^{3.5}$	31.9	56.4	80.3	—	104	115	—
④ ●	$V_s/\sqrt{L_{WL}}$	3.00	4.18	5.01	—	5.57	5.77	—
	$THP/\Delta\sqrt{L_{WL}}$	2.30	4.04	5.21	—	6.61	7.37	—
	$THP/(0.1L_{WL})^{3.5}$	42.0	73.8	95.1	—	121	135	—
⑥ ■	$V_s/\sqrt{L_{WL}}$	2.51	3.10	3.77	—	4.45	4.73	—
	$THP/\Delta\sqrt{L_{WL}}$	1.17	2.40	3.39	—	4.21	4.36	—
	$THP/(0.1L_{WL})^{3.5}$	24.9	51.0	72.1	—	89.6	92.7	—

等も正確なものであること。 $N$ は船に備えつけの回転計で読んだものでは不正確である。主機軸またはプロペラ軸の回転をタコメータ、光電式回転計などで読んだものが望ましい。 $N$ の誤差がDHPの計算に及ぼす影響を調べてみると次のようになる。ガウン $\sqrt{B_p}$ チャート( $a_d=0.8$ )で、 $H/D=1.0$ 、 $\sqrt{B_p}=4.0$ の近傍で、 $\sqrt{B_p}$ はほぼ $\delta$ の1.7乗に比例する。

$$\begin{aligned} \sqrt{B_p} &\propto \delta^{1.7} = (ND/V_A)^{1.7} \propto N^{1.7} \\ \therefore \frac{1}{2}DHP &= \left( \frac{V_A^{2.5} \sqrt{B_p}^2}{N} \right)^2 \propto \left( \frac{N^{1.7 \times 2}}{N} \right)^2 \\ &= N^{4.5} \end{aligned}$$

すなわち、 $D$ 、 $V_A$ が一定のときDHPは $N$ のほぼ5乗に比例している。(航走中の馬力が $N^3$ にほぼ比例するのは、 $N$ の変化に伴って $V_s$ 、従って $V_A$ も変化するからである。上は $V_A$ が一定で $N$ が変った時の関係であるから混同せぬように)  $N$ の誤差による $\eta_0$ の誤差は余り激しくなく、大きくても $\eta_0 \propto N$ 程度であるから、結局 $N$ の誤差はTHPに4~5乗で効いてくる。艇に備え付けの回転計で $N$ を読んだのでは2~3%の誤差は生ずるから、THPでは1割以上の誤差ともなる。排気温度など主機関係の計測値は、THPカーブが急に折れたりした時、 $N$ の計測値が誤りではなかったか?等というチェックに使用する。

(3) 使用するプロペラチャートは、艇ではガウンチャートしかないからこれを使用することとなる。

排水量型船では装備されたプロペラ(の翼断面、外形など)に相応したチャートを使用するのが原理的には正しいが、プロペラチャートはそれぞれの系統別に「くせ」のようなものがあるので注意を要する。たとえばA系統のチャートで設計すると効率が実際より良く計算される(ねちった船速が出ない)とか、B系統のチャートで設計すると他の系統より大きい最適直径を与える、などである。これらのくせは多くのプロペラを種々のチャートで設計してみて、運転成績を解析しよく比較検討してはじめて判明するものである。この点について伊藤一男氏が「プロペラチャート類を無批判に使用する危険性」ということで、永年の経験から得られた結論の一端を述べておられる<sup>(1)</sup>。貴重な御意見と思われるので参照されたい。上述のTHP解析法も同氏の旧稿<sup>(2)</sup>にヒントを得たものである。

さし当りの対策としては、たとえばAU3型のプロペラによる運転成績をAU3系統のチャートで解析し、得られたTHPをプロットしてみた時、異常に大き過ぎたり小さ過ぎたりしたらUB系統あるいはトルースト系統のチャートで解析しなおしてみても適切なチャートを見出すようにすればよい。

(4) 第4.1表の回転数は両軸の平均値であるかまたは目標値である。たとえば3/4分力の回転数 $N_{3/4}$ が正確に

$$N_{3/4} = \left( \frac{3}{4} \right)^{1/3} \cdot N_{1/4}$$

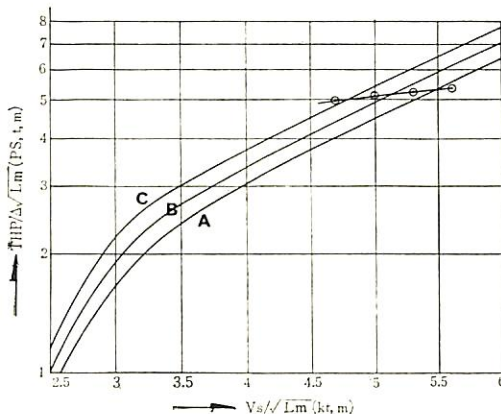
となっているようなものは、 $N_{3/4}$ ( $N_{3/4}$ も?)が目

標値であろうと疑ってみてよい。実際の運転はなかなかこのようにうまくゆかぬものであり、目標値から数回転ずれても、左右の回転が多少アンバランスでもそのまま航走してしまう。無理に目標値に合わせる必要はないが、実際の $N$ をなるべく正確に記録する必要がある。従って、左右の $N$ が異なる場合はそれぞれにつき第4.2表の計算を行ない、各軸のTHPを合計した方が正確である。BHPについても、雑誌などに公表されるデータの中には、各分力のBHPが分力 $\frac{1}{4}$ の値に $\frac{1}{10}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ……等に乗じたものと全く等しいものが多い。これらは馬力を計測していないものと判断してまず間違いない。

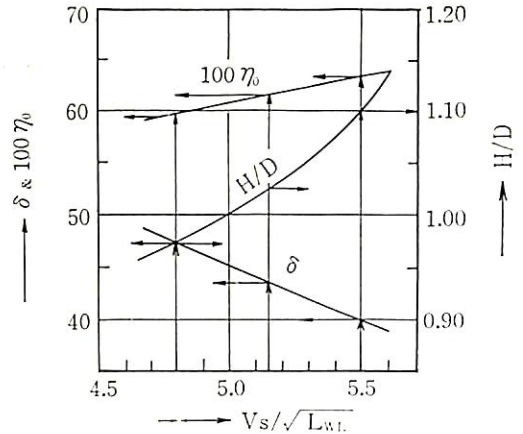
#### 4.2.2 THPによるプロペラの設計

上の解析結果をプロペラの設計に用いるには、第4.11図または4.12図の各曲線を2.1または2.2(11月号)におけるEHP $\sim V_s$ の曲線のように取扱えばよい。第4.13図は第4.11図を平均化して抵抗の小さい順にA, B, Cの3本の曲線にしたものであるが、これを用いて例題4と同じ艇のプロペラを設計してみる。 $a_a=0.95$ のカウンチャートを用いる場合( $V_s$ を仮定する方法)についての計算がすでに前月号で行なっているから、これを利用すべく再掲しておく。

① $V_s$	22.64	24	25.36
② $V_s/\sqrt{L_{WL}}$	5.0	5	5.3
③ $1-w$ (第4.2図より)	1.004	1.008	1.012
④ $V_a$	22.73	24.19	25.66
⑤ $\sqrt{B_p}=203.3/V_a^{1.25}$	4.10	3.79	3.52
⑥ $H/D$	1.00	1.05	1.14
⑦ $\eta_0$	.607	.623	.640
⑧ $\delta$	45	42	39
⑨ THP (2軸分)	1182	1213	1246
⑩ THP/ $\Delta\sqrt{L_{WL}}$	5.12	5.25	5.40



第4.13図 運転解析によるTHP曲線(3)



第4.14図 要目決定図

⑨までは前回計算通りであり、THP=2050 $\eta_R\eta_T\eta_0$ =2050 $\times 0.95\eta_0$ である。これを第4.13図にプロットしたものが○印の曲線で( $V_s/\sqrt{L_{WL}}=4.7$ の点を追加してある。), これとA, BまたはCとの交点が解を与える。各交点の $V_s/\sqrt{L_{WL}}$ を読み、第4.14図を描いてプロペラ要目を求める。

	A	B	C
$V_s\sqrt{L_{WL}}$ (第4.13図より)	5.50	5.16	4.80
$H/D$	1.10	1.025	.975
$\eta_0$	.635	.615	.595
$\delta$	40	43.5	47.5
$1-w$ (第4.2図より)	1.10	1.007	1.001
$V_s=4.528 V_s/\sqrt{L_{WL}}$	24.90	23.14	21.73
$V_a$	25.07	23.30	21.76
$D=\delta V_a/1325$	0.757	0.765	0.780
$H$	0.833	.784	.761

以上のように、A, B, Cいずれのカーブを用いても最適直径は余り変らぬが、ピッチ比や予想速力は相当変る。すなわち、Bカーブが真のTHPを与えるものと仮定して、THPを甘く見積りAカーブを用いたとすれば $H/D$ の大きいプロペラ、THPを辛く見積れば $H/D$ の小さいプロペラとなる。

従って、このA, B, Cのようなラフな平均線は適当なタイプシップがない時に止むなく使用するものとし、多数の運転結果からTHP曲線を作製しておき、設計船に最もよく似た船のTHP曲線を用いてプロペラを設計するのが良い。が、このようにしても $V_s$ と $N$ のみによる解析とその応用には精度上限界があり、もっと精度を上げるにはBHPを計測または燃費から推定した運転データにより、後述のようにTHPの解析と共に $w$ の解析も行ない、この両者を新設計に用いることが必要である。

## 5. キャビテーションの防止

### 5.1 キャビテーション数とプロペラ性能

水中の一部分に、常温でも沸騰を起こす程度に圧力の低い部分が発生すると、この部分では水が蒸発を始め、水蒸気の気泡（空洞）ができる。これがキャビテーション現象であるが、プロペラにこの現象が起ると、翼の前縁付近の低圧部で発生した空洞が、後縁付近の高圧部へ流されて来ると急激に押しつぶされる。この時強い衝撃が加わり翼面があばたのように侵食され（エロージョン）、ひどい時には翼が折れたりする。また、騒音を発したり、振動の原因となることもある。プロペラの性能面でも推力が下り効率も悪くなる。

このキャビテーションの強さを表わす無次元数がキャビテーション数があるが、これは一般にプロペラに加わる静圧力と流れ込む流体の動圧力との比で表わされる。すなわち、キャビテーション数を $\sigma$ とすれば

$$\sigma = \frac{\text{静圧力}}{\text{動圧力}} = \frac{P-e}{\frac{1}{2}\rho v^2} \quad \dots\dots (5.1)$$

$P$  = 考える点の静圧力

$e$  = 流体の飽和蒸気圧

$v$  = 流入する流体の速度

$\rho$  = 流体の密度

であるが、 $(P-e)$  や  $v$  のとり方により、種々の異なった定義があるから注意を要する。 $v$  として前方からプロペラ全体へ流入する流速をとるものと、ある半径における翼断面を考え、その前縁から流入する流速をとるものに大別される。本稿では前者を $\sigma_0$ と書き単にキャビテーション数と呼び、後者を $\sigma_x$ と書き局部キャビテーション数と呼ぶこととする。それぞれ次のように与えられる。

$$\sigma_0 = \frac{P-e}{\frac{1}{2}\rho v_a^2} \quad \dots\dots (5.2)$$

$P$  = プロペラ軸中心に働く圧力 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )  
 $= P_A + \gamma I$  ( $I$  はプロペラ軸の深度 (m))

$$= 10340 + 1025 I$$

$e$  = 海水の蒸気圧 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )

$v_a$  = プロペラに流入する海水の流速 (m/sec)

$$\rho = \text{海水密度} = 104.51 \text{ kg} \cdot \text{sec}^2/\text{m}^4$$

である。 $P_A$  は大気圧で  $10340 \text{ kg}/\text{m}^2$  なる値を持ち、 $\gamma$  は海水の比重で  $1025 \text{ kg}/\text{m}^3$  なる値を持つ。また、 $e$  の値は  $25^\circ\text{C}$  で  $340 \text{ kg}/\text{m}^3$  に近い値を持つので、数字を丸めて  $(P-e) = 10000 + 1025 I$  とすれば、

$$\sigma_0 = \frac{10000 + 1025 I}{52.26 v_a^2} \quad \dots\dots (5.4)$$

となる。キャビテーション トンネルを用いた模型プロペラによる種々の研究が行なわれてきているが、その結果はこの $\sigma_0$ を用いて表現されているものが多い。 $v_a$  は実船ではプロペラ前進速度となるので同じ記号を用いた。 $\sigma_x$ は次のように与えられる。

$$\sigma_x = \frac{P-e}{\frac{1}{2}\rho v_x^2} \quad \dots\dots (5.5)$$

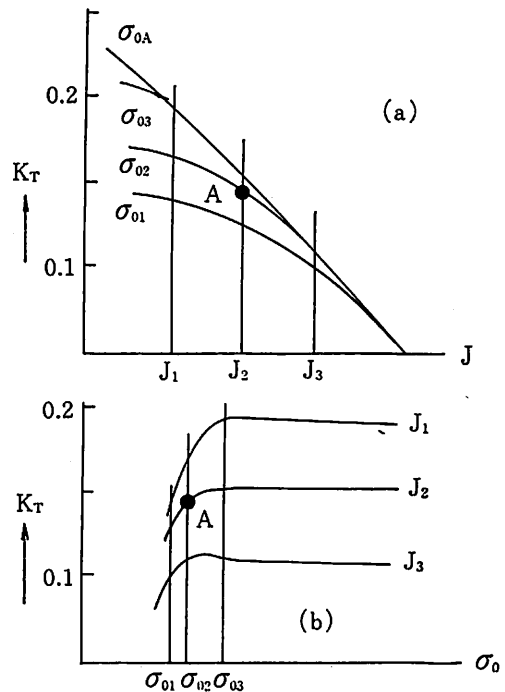
$$v_x^2 = v_a^2 + u_x^2$$

$u_x$  = プロペラ半径の  $x$  倍 ( $x \leq 1$ ) の位置における翼断面の回転速度 (m/sec)

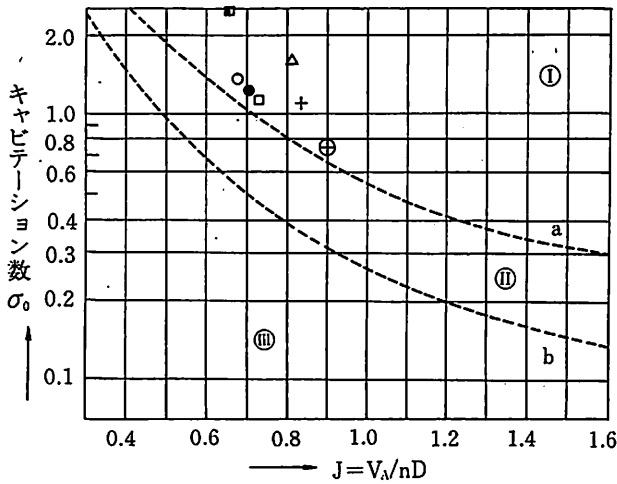
$$= xR \times 2\pi n = xD \times \pi n$$

である。この $\sigma_x$ はある半径方向の位置における翼断面でのキャビテーション状況に着目する場合に用いられる。

さて、キャビテーションが発生した時のプロペラ性能がどう変わるかを  $K_T$  について概念的に示したものが第5.1図である。これはキャビテーショントンネルで圧力を変えて $\sigma_0$ を変化させた試験結果であり、 $\sigma_0$ は $\sigma_{01}$ ,  $\sigma_{02}$ ,  $\sigma_{03}$ の順に大きくなり、 $\sigma_{0A}$ は大気圧に相当するものであって、(a)の $\sigma_{0A}$ カーブは単独試験時の $K_T$ カーブに対応する。(a)では $\sigma_0$ が小さくなるに従い $K_T$ カーブは単独試験時のそれを離



第5.1図 キャビテーション数と  $K_T$  の関係



- I : 在来型プロペラに適した領域 (軸に平行な均一流中でキャビテーションを起さない在来型プロペラを設計できる領域)
- II : どんな型式のプロペラでも部分的なキャビテーションの避けられぬ領域
- III : スーパーキャビテーションプロペラに適した領域

第 5.2 図 キャビテーション数とキャビテーションの強さ

れ、性能が悪くなることを示している。また、(b)では  $\sigma_0$  が大きいときは  $K_T$  がほぼ一定値で単独試験時のものと等しいが、 $\sigma_0$  が小さくなると  $K_T$  が急激に下りキャビテーションの影響が大きくなることを示している。また、 $\sigma_0$  がほぼ一定値 (図では  $\sigma_{0s}$ ) 以上であればほとんど  $K_T$  に影響を与えないこともわかる。

### 5.2 キャビテーションの防止

上のようにキャビテーションが起るとプロペラ性能が低下し、ねらった船速が得られなくなる。このキャビテーションの発生を押えるには、第 5.1 図からキャビテーション数のある値以上に保てばよいと考えられる。この限界値について大体の目安を得られるのが第 5.2 図である。この図は元来は、ある船についてスーパーキャビテーションプロペラ (以下 SC プロペラと記す) を採用するのが適当であるかどうかを判断するために作られた<sup>(9)</sup>ものである。すなわち、 $\sigma_0$  と  $J$  が I…の領域にあれば在来型プロペラ (翼断面がエヤロフォイル型や円弧型のように、翼表面=水をける面で直線であるもの) が適しており、III…の領域にあれば SC プロペラが適しているとされている。また、2本の曲線ではさまれた領域 II…では、いずれの型式のプロペラでもキャビテーションの部分的発生を避けられぬ領域とされている。SC プロペラとは、翼断面の形状を工夫する (三日月型またはくさび形) ことにより積極的にキ

ャビテーションを起させる反面、空洞が早く流れ去ってプロペラ後縁をはずれた処でつぶれてエロージョンが起らぬようにし、またある程度の効率を保とうとするものである。上側の限界線 a はキャビテーションが始まる限界を略近的に示している。

これらのことから、第 5.2 図は計画の初期にキャビテーションが起るか否かの目安を得るのに使うことができる。搭載主機を想定すれば  $n$  が定まり、また従来の経験からおよその船速および適当な直径を推定して  $J$ 、 $\sigma_0$  を計算し、I…の領域にあればまずキャビテーションの危険があまりないとする。(  $J$ 、 $\sigma_0$  ) の点が a 曲線に近い、II…の領域に落ちるような時は、プロペラの設計が非常に難かしくなる。

ただし、同図は大略を示すものすぎず、またプロペラ軸に平行な均一流中で作動するプロペラについてのものであるから、 $\sigma_0$  が a 曲線より大きいからと言って油断はならない。特に“艇”にあつてはプロペラ軸の傾斜が大きかったり、シャフト ブラケットなどが不適当であると、「平行均一流」という条件からはずれる。このため、高速艇の設計で有名な Peter Du Cane はその著“High-Speed Small Craft”において、I…の領域を「軸に平行な均一流中でキャビテーションを起さない在来型プロペラを設計できる領域」と言いかけている。また、同図中 ⊕ 印に位置する軸傾斜の強いある艇についてキャビテーションが不可避であり、三日月形の翼断面を有するプロペラ (Newton-Rader 型<sup>(4)</sup>) をどうやって設計したかについて詳しく述べている。

第 4.1 表に掲げた各艇の最高速力のデータから  $J$  と  $\sigma_0$  を計算して、前と同じ記号を用いて第 5.2 図にプロットしてあるが、いずれも領域 (I) に属しており、これで見るとキャビテーションは起していないようである。しかしながら、第 4.11~12 図で最高速力の点が急にはね上っている ○、△、□、● の各艇は、回転数が上っても船速がそれに伴って伸びていないのであるから、キャビテーションか空気吸込の疑いが残る。

### 5.3 キャビテーションの防止と翼面積の決定

これに関しては種々の研究結果が公表されていて、どれによるべきか迷う位であるが、ここではわ

が国でよく使われるバリの方法について述べる。

ガウンおよびバリはピッチ比 0.6~2.0 および伸張面積比  $a_d=0.5\sim 1.1$  (展開面積比  $a_e=0.51\sim 1.18$  に相当) にわたる三翼プロペラにつき,  $\sigma_0=0.50$  までの多数のキャビテーションに関する実験を行ない,  $K_T, K_Q, \eta_0$  が  $\sigma_0$  によってどのように変わるかを研究した<sup>(5)</sup>。中・高速艇にあってはキャビテーションの発生を受容したプロペラ設計を余儀なくされる場合が多いが, 上の研究成果はこの場合の貴重な資料となる。第 5.3 図の(1), (2), (3)は同時に観察された空洞発生状況をまとめたものである。

同図の横軸は  $\sigma_x$  の  $x$  を 0.7 としたもの, すなわち半径の 70% における翼素キャビテーション数であり, 縦軸は翼の単位面積当りの推力,  $T/A_p$  を無次元化した単位スラスト係数と呼ばれる  $\tau_c$  である。それぞれ次のように与えられる。

$$\sigma_{0.7} = \frac{P - e}{\frac{1}{2} \rho v_{0.7}^2} = \frac{10000 + 1025 I}{52.26 v_{0.7}^2} \dots\dots (5.5)$$

$$v_{0.7}^2 = v_a^2 + u_{0.7}^2 = v_a^2 + (0.7\pi D n)^2$$

$v_a$  = プロペラ前進速度 (m/sec)

$n$  = プロペラ回転数 (sec<sup>-1</sup>)

$I$  = プロペラ軸深度 (m)

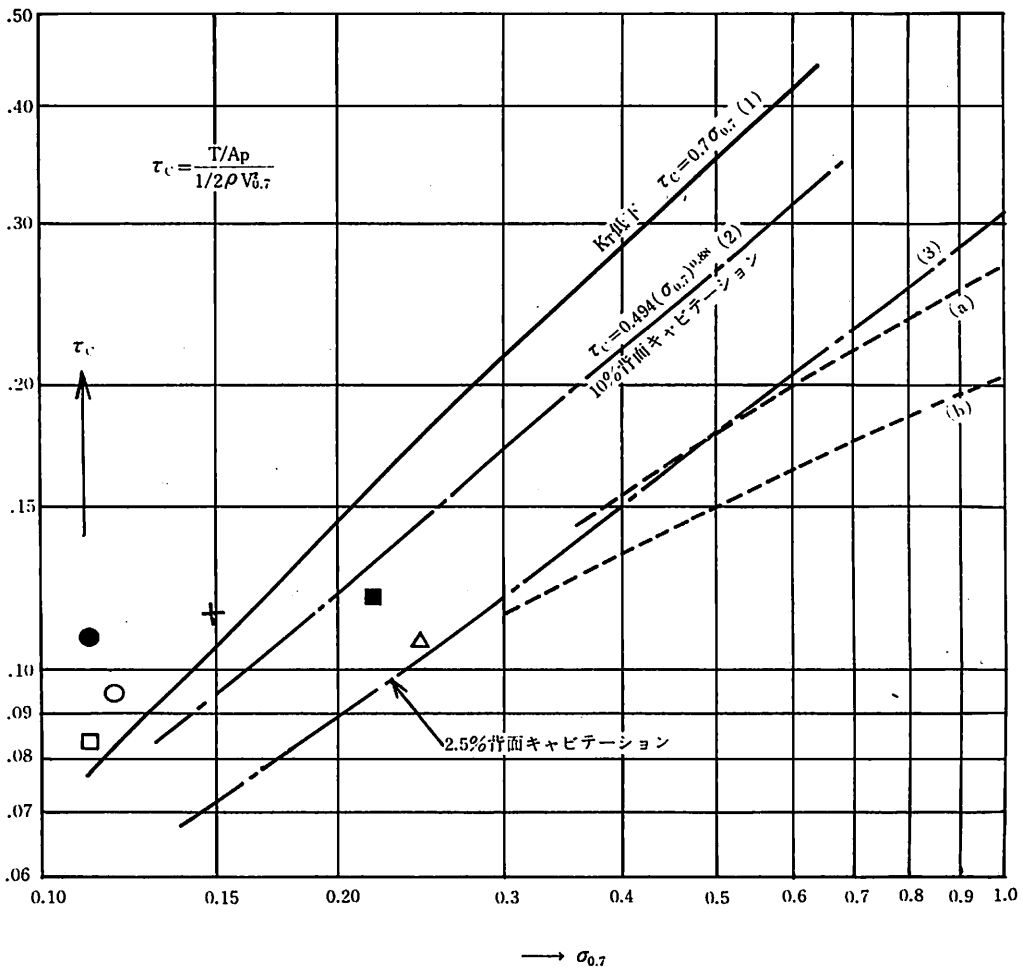
$$\tau_c = \frac{T/A_p}{\frac{1}{2} \rho v_{0.7}^2} \dots\dots (5.6)$$

$T$  = プロペラの発生するスラスト (kg)

$$= \frac{75(\text{DHP})}{v_a} \eta_R \eta_0 = \frac{75(\text{BHP})}{v_a} \eta_T \eta_R \eta_0$$

$A_p$  = プロペラ投影面積 (m<sup>2</sup>)

第 5.3 図(1)の実線は  $K_T$  が低下し始める限界を示し,  $(\sigma_{0.7}, \tau_c)$  の組合せで決まる点が(1)の曲線の左上側領域にあれば  $K_T$  が下がっていることを示す。また, (2), (3)はそれぞれ翼背面の 10%, 2.5% にキャ



第 5.3 図 バリ型キャビテーション判定図

ピテーションが発生する限界線であり、同様に各曲線の左上の領域がキャビテーションのより強いことを示す。それぞれ次のように数式近似できる。

- (1)  $K_T$  低下限界線  $\tau_c = 0.7\sigma_{0.7} \dots\dots(5.7)$
- (2) 10%限界線  $\tau_c = 0.494(\tau_{0.7})^{0.88} \dots(5.8)$
- (3) 2.5%限界線  $\tau_c = 0.298(\tau_{0.7})^{0.75} \dots(5.9)$

また、(a), (b)の曲線はわが国におけるその後の研究と実績から与えられたもので、(a)は一般の排水量型商船に、(b)は曳船のような高荷重度のプロペラに適用できる限界線である。

### 排水量型船のプロペラ翼面積

(a), (b)カーブの使用法は次の通りである。まず(5.5)式により $\sigma_{0.7}$ を計算する。これには $v_a$ や $D$ が必要であるから、適当と思われるチャートを使って最適直径などを求めておかねばならない。例題2(11月号)のプロペラについて計算すると、 $I = 2.5$  mと推定して、 $v_a = 5.144 \times 12.32 = 6.34$  m/sより

$$\sigma_{0.7} = \frac{10000 + 1025 \times 2.5}{52.26\{6.34^2 + (0.7\pi \times 2.65 \times 300/60)^2\}} = 0.270$$

図の(a)曲線を下方に延長して対応する $\tau_c$ を読めば $\tau_c = 0.12$ を得る。本船の $\tau_c$ をこれ以下に保つために、

$$0.12 \geq \frac{T/A_p}{\frac{1}{2}\rho v_a^2}$$

$$\therefore A_p \geq T/0.12 \times 46470 = T/5576$$

$$T = 75 \times 0.95 \times 3000 \times 0.586/6.34 = 19760$$

$$\therefore A_p \geq 19760/5576 = 3.544 \text{ (m}^2\text{)}$$

この $A_p$ を $A_E$ に換算するには、テーラーがボス比0.20の普通型プロペラに与えた次式で $A_E = A_p$ として扱う。

$$A_p = A_D(1.067 - 0.229H/D) \dots\dots(5.10)$$

$$\therefore A_E \leq \frac{3.544}{1.067 - 0.229H/D} = \frac{3.544}{1.067 - 0.229 \times .733} = 3.942$$

これを $A_E$ になおせば、

$$a_E \geq \frac{3.942}{\pi D^2/4} = \frac{3.942 \times 4}{\pi \times 2.65^2} = 0.715$$

となって、最小限0.715の展開面積が必要である。例題2のプロペラ要目は $a_e = 0.55$ のチャートで求めたものであるから、このままではキャビテーションの恐れがあるため、 $a_e = 0.70$ のチャートで最適要目を求めなおして上と同様のチェックを行なう。このように通常トライアンドエラーが必要であり、求める $a_e$ はチャートの $a_e$ 値間で内挿または外挿して決めることとなる。

上は計算例としてプロペラの設計点における諸値を用いたが、本来はプロペラが使われる最も過酷な条件下で必要な $a_e$ を検討すべきである。それは

貨物船等：満載状態で出力MCRのとき

タンカー等肥大船：半載状態で出力MCRのときとされている。また、曳船に対する(b)曲線は曳航状態を考慮して下げたものであるため、満載独航時のMCRに対応する船速等を用い(b)曲線より求めた $A_p$ が、一般的な曳船の曳航状態を考慮した翼面積を与えるようになっている。

### 中速艇のプロペラ翼面積

中速艇についても考え方は上と全く同様であるが、プロペラの荷重度が大きくなるので、(1)または(2)の線で考えざるを得なくなる。試みに第4.1表の各艇の $\Delta$ におけるデータ(さきに解析した $V_A$ , T HPなど)を用いて $\tau_c$ ,  $\sigma_{0.7}$ を計算し、第5.3図にプロットしてみた。これを見ると●, +, ○, □の4艇は(1)の線より上にでているから、 $K_T$ のやや下ったところで走っているのではないかと疑われる。もっとも、さきの解析は大気圧下で試験されたプロペラのチャートを用いて解析したものであるから、現実にキャビテーションにより $K_T$ 低下などを起していたものであれば、キャビテーションの影響を加味したチャート——たとえば文献(5)——を用いて解析しなければ真の $V_A$ やTHPは得られない。が、第5.3図でキャビテーション上有利な位置にある■, △の艇のTHPカーブ(第4.11, 4.12図)が高速域で上に凸の形になっているのに比し、上の4艇のうち●, +, ○は反対に高速域で上にはね上る傾向をみせていることからみると、やはりキャビテーションの影響がでていて、さきに得たTHPは実際に発生していたものより大きい値が計算されたものと推定される。

ともあれ、このように中速艇のプロペラは(1)の $K_T$ 低下限界線を割り込むような設計になることも多いから、翼面積や直径の選定には慎重を期さねばならない。チャートで得られた最適要目はピッチ比が高く、直径が小さいことが多いから、効率5%減程度を目安に直径を増し、ピッチを下げるのも一つの方法である。そうすれば $a_d$ (又は $a_e$ )を同じに保っても $A_p$ が増し、 $T$ が下るから $\tau_c$ を小さくすることが出来る。このような要目の微小変更を行なう場合、 $(D+H)$ を最適プロペラの値に保ちながら $D$ と $H$ を変えることにより、簡単に適当なプロペラが得られることが知られている。△の「はやかぜ」は、効率向上をねらってではあるが、減速比を

大きくとり  $D$  の大きなプロペラを装備しているため、キャビテーション防止上も有利なものとなっている。

造船設計便覧(関西, 改訂版 395 頁)には、多くの研究者による限界線をこの型式の図に記入したものが掲げられている。キャビテーション現象は  $\sigma_x$  や  $\tau_c$  のみでなく、翼数、翼外形、断面形、ピッチ比など多くの要素の影響を受けるものであるから、これらを考慮しないバリエーションの図上で多くの限界線が引かれるのも止むを得ないことであろう。また、第 5.3 図(1), (2), (3)は均一流中で作動する模型プロペラの結果であるから、適切な判断を下すにはやはり実績資料の蓄積が必要である。キャビテーションが発生しなかったもの、発生したようであるが性能低下がわずかであったもの、相当大きかったもの……等の点を同図に記入しておき、新設計と実績艇・プロペラとの相異に留意しつつ比較検討するのがよい。

なお、理論的計算結果と比較すると、第 5.3 図(1), (2), (3)などバリエーションの線は  $\sigma_{0.7}$  の小さい処でもっと下るべきであるから、 $\sigma_{0.7}$  が 0.3 より小さい場合は直線に近い限界線は  $\tau_c$  をより小さく読むべきであるとされている<sup>(6)</sup>。中速艇の場合は  $\sigma_{0.7}=0.1\sim 0.25$  でまさしくこの範囲にあるわけであるが、艇のプロペラはガウン・バリエーションが試験したプロペラとほとんど同じ型式のものであること、および原論文<sup>(6)</sup>で「面積比が小さく、ピッチ比も小さいプロペラで  $\sigma_{0.7}$  が低い場合を除いて相当正確である (Reasonably accurate)」と述べられていることからみれば、艇の場合は(1)~(3)の線を信頼してよいのではなから

うか。

なお、(5.7) 式より次の不等式を立てれば、 $K_T$  低下限界線に対応する  $A_p$  を求める計算が楽になる。

$$\tau_c = \frac{T/A_p}{\frac{1}{2}\rho v_{0.7}^2} \leq 0.7\sigma_{0.7} = 0.7 \frac{10000 + 1025 I}{\frac{1}{2}\rho v_{0.7}^2}$$

$$\therefore A_p \geq \frac{T}{0.7(10000 + 1025 I)} \quad (\text{m}^2)$$

……(5.11)  
(つづく)

#### 訂正

「1月号第4. 3図(P.82)の

$$F\Delta = V/\sqrt{g\Delta V^{1/3}} \text{ を } F\Delta = V/\sqrt{g\Delta \cdot \Delta^{1/3}} \text{ に}$$

訂正します」

#### 参考文献

- (1) 伊藤一男 实用船舶推進論(1) 船の科学 51年11月号 p. 88, 89
- (2) 伊藤一男 モーターボートの推進について 船の科学 Vol. 13 No. 10.
- (3) Venning & Haberman, "Supercavitating Propeller Performance", Trans. S. N. A. M. E., 1962.
- (4) R. N. Newton & H. P. Rader, "Performance Data of Propellers for High-Speed Craft" Trans. R. I. N. A., vol. 103, 1961. (「ボートエンジニアリング」No. 2, No. 3, 舟艇協会出版部, に訳あり——「高速艇プロペラ」の試験成績)
- (5) R. W. L. Gawn & L. C. Burrill, "Effect of Cavitation on the Performance of a Series of 16 in. Model Propellers", Trans. R. I. N. A., vol. 99, 1957.
- (6) 伊藤達郎 キャビテーションについて(下), 造船協会誌 449号, 昭和41年12月

## 海外事情

### ■《RO-FLOW》船

ポート・コンゼッション対策としてのRO/RO船,あるいは、プラント輸出用のヘビーリフターが、一般船舶の商談の途絶えた昨年の業界誌の花形であったのは記憶に新しい。そしてソ連海運の進出が、同国海軍力の充実と共に語られたのも、1975年であった。

そして今、《RO-FLOW》船と称する特殊RO/ROヘビーリフターが、ソ連からフィンランドに発注された。1978年から1979年にかけて就航する3隻の《RO-FLOW》船の就航実績が注目される。(motor Ship Nov. 1976)

フィンランドのHOLLMING OYは、ソ連から5,500DWのヘビーリフター3隻を受注した。

700トン吊可能な2基のガントリークレーンが甲板を走行するがこれは原子炉や重化学工業用プラントを考へてのことである。通常のRO/RO設備のほかに、本船の最大特色は、DWを越える8,500m<sup>3</sup>のバラスタタンクに漲水することによって、メインデッキが水面下2.6mまで沈下し、バージがそのままバウドアーから出入可能である。

一般貨物は、90m長さ×13.6m幅の長大ホールドに、一般船と同じように積付可能である上に、ISOの20フィート及び40フィートモジュールにも合わせてある。

主機は中速ディーゼル2機1軸の6400BHPである。

Engineering Course : Diesel Engine <22>

by Zenzaburo Saito

斎藤善三郎

三菱重工業

第6章 高速ディーゼルエンジン (つづき)

6.5 速度係数の比較

速度係数はエンジンの高速能力特性を示す尺度の1つとして重要であり、その詳細については、既に6.3.4の各章節において述べた。ここでは、全ディーゼルエンジンについての速度係数の比較の試みを示す。この比較の中から、高速ディーゼルエンジンのディーゼルエンジン界における位置づけの一端を見てみよう。

図6.5.1は、横軸に軸出力を目盛り、縦軸の最上部に速度係数を目盛っている。尚、縦軸には、参考補助目盛として、回転速度とシリンダ内径を併記してある。エンジンは国産ディーゼルエンジンの中から代表的と思われるものを適宜サンプリングしてあるが、既述の一連の比較図と同様である。

この図から各種ディーゼルエンジンの高速能力が明瞭に層別される。また低速ディーゼルエンジン、中速ディーゼルエンジン、高速ディーゼルエンジンの織別が容易である。その速度係数の概略値を図6.5.1から選んで、エンジン種類毎の分布範囲として整理したのが図6.5.2 (速度係数の実用範囲)に

エンジン類別	速度係数の範囲	速度係数の分布の中心値
高速ディーゼルエンジン	150~70	約 100
中速ディーゼルエンジン	70~30	約 50
低速ディーゼルエンジン	30~15	約 20

ただし

$$\text{速度係数 } C = S/D \cdot (nD)^2 \cdot 10^{-3} \text{ (m}^2/\text{min}^2\text{)}$$

式 [6.3.4.1] に依る

図6.5.2 速度係数の範囲

示す表である。

エンジンの大きさを示す尺度の1つにシリンダ内径があるが、これに関係なく、エンジン種類毎に速度係数の値は、ほぼ一定であることが、図6.5.1で明瞭である。

例えば、中速ディーゼルエンジンを例にとると、シリンダ内径500mm級のエンジンでも、250mm級のエンジンでも、速度係数は、ほぼ  $50 \text{ m}^2/\text{min}^2$  が中心値であってほぼ同じであることがわかる。

この意味で速度係数は、速度別のエンジン層別において有効な尺度となる。

高速ディーゼルエンジンの速度係数を図6.5.1で見てもよい。

高速ディーゼルエンジンの場合には、平均して  $100 \text{ m}^2/\text{min}^2$  付近に分布している。更に細かく見ると、 $100 \text{ m}^2/\text{min}^2$  を中心にして、 $70 \sim 100 \text{ m}^2/\text{min}^2$  の範囲に中小形高速ディーゼルエンジンがあり、 $100 \sim 150 \text{ m}^2/\text{min}^2$  の範囲に小形高速ディーゼルエンジン (主として自動車用) が分布している。これが特色である。

以上、ミクロ的に高速係数を述べたが、公表されているエンジンのカタログ仕様を見れば、誰にでも算出できる簡単な数値であるので、興味ある向きは実地にやってみられたい。

6.6 軽量化の比較

ディーゼルエンジンを高速化する場合には、当然、軽量化を目標にする。従って、高速ディーゼルエンジンの重量は小さい。「各種ディーゼルエンジンと比較してどのくらい軽いのか？」の比較を述べよう。

重量比較の場合には、普通一般には、「1PSの出力のエンジンの重量は何kgか？」と言う表現を用



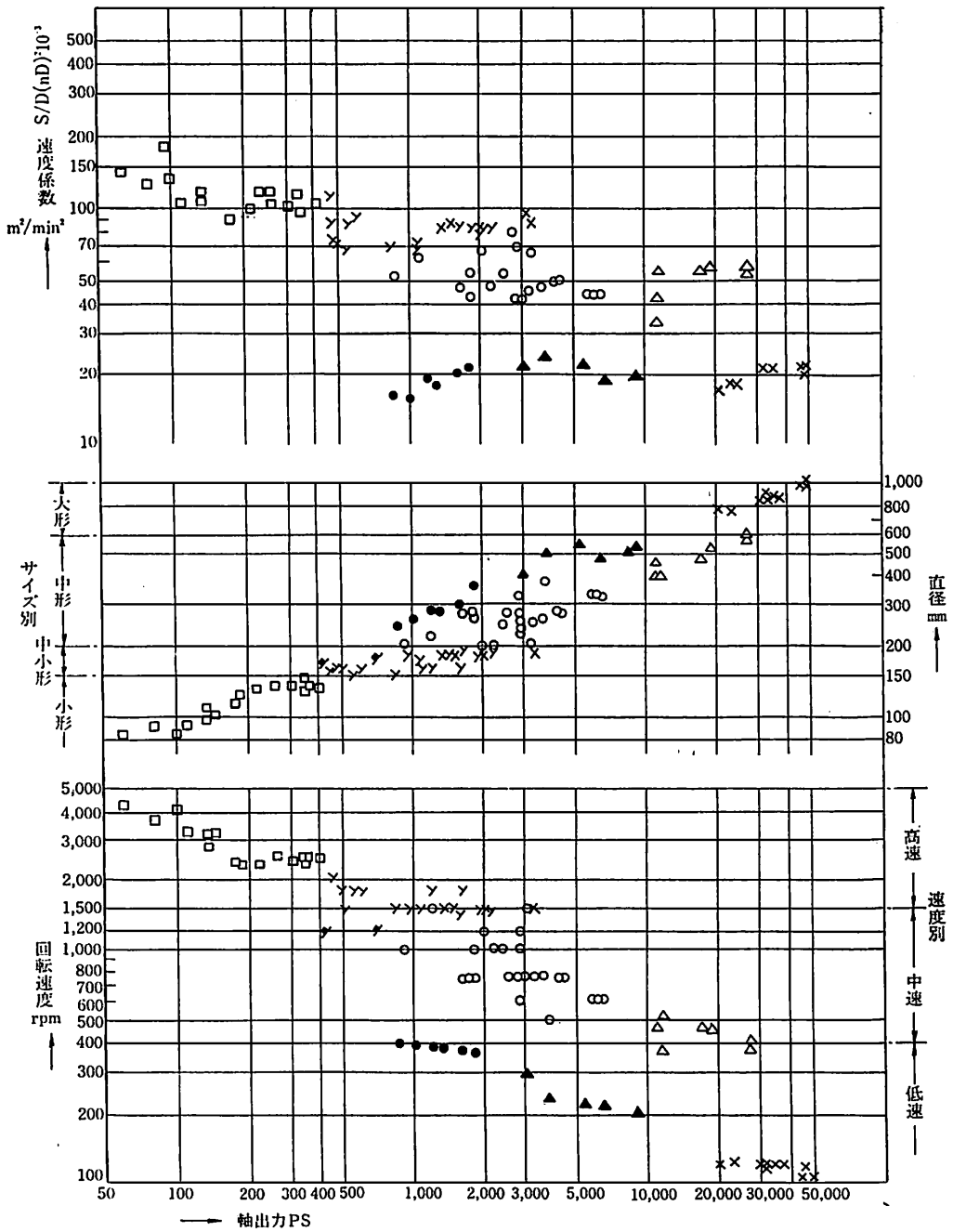


図6.5.1 速度係数の比較

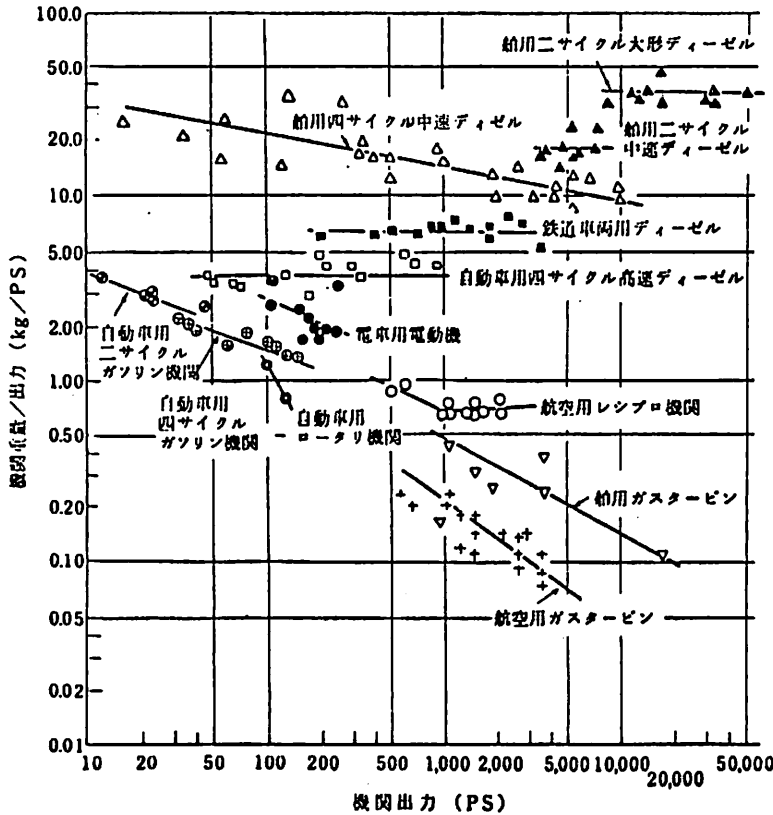


図 6.6.1  
各種輸送機関用原動機の馬力当り重量

いる。即ち、馬力当り重量（別名：出力当り重量）、単位kg/PSの共通評価尺度を使用する。ただしここに言う重量とはエンジン乾燥重量を指す。

この尺度は、ディーゼルエンジンのみならず、各種原動機の評価尺度としても利用されている。原動機にとって、軽量化の要求がきびしい用途は、輸送用機関として搭載使用される場合である。よって、船、鉄道車両、自動車、航空機等に実用されている各種原動機の馬力当り重量について図6.6.1（各種輸送機関用原動機の馬力当り重量）に示す。以上がマイクロ的な視野に立つての概観である。

図6.6.1に掲載してあるディーゼルエンジンについて、マイクロ的に馬力当り重量をしてみる。国産ディーゼルエンジン各種の中から、代表的なものを適宜サンプリングして作成したのが図6.6.2（馬力当り重量の比較）である。横軸に軸出力を目盛り、縦軸の最上段に馬力当り重量を目盛ってある。回転速度および直径の目盛りは、エンジン類別用の補助目盛である。

図6.6.2（馬力当り重量比較）から、各種エンジン別の馬力当り重量を一覧表にまとめて書いてみると、図6.6.3（馬力当り重量の実用範囲）の通りである。低速ディーゼルエンジンの中で、船用2サイ

エンジン類別	馬力当り重量の範囲 (kg/PS)	馬力当り重量 (kg/PS) の分布の中心値	備考
低速ディーゼルエンジン	40~10	約 15	ただし船用2サイクルの分布中心は約30kg/PS
中速ディーゼルエンジン	10~5	約 8	
高速ディーゼルエンジン	5~2	約 4	

図6.6.3 ディーゼルエンジンの馬力当り重量の実用範囲

クルの大形ディーゼルのみは、一般と離れて約30kg/PSの中心に分布しているので留意されたい。

高速ディーゼルエンジンの馬力当り重量は、5kg/PS以下である。ディーゼルエンジン全部の中で最も軽い。

内燃機関として軽量代表の自動車用ガソリンエンジンの馬力当り重量 (kg/PS) に近いディーゼルエンジン、即ち約2kg/PSのものも実用されているのは、図6.6.2（馬力当り重量）に見る通りである。

外国エンジンの例として、フランスのSaviem社の高速ディーゼルエンジンを、図6.6.4（HS110形エンジン外観と主要目）に示す。

主要目によれば、出力は720PS/2450rpmで、重

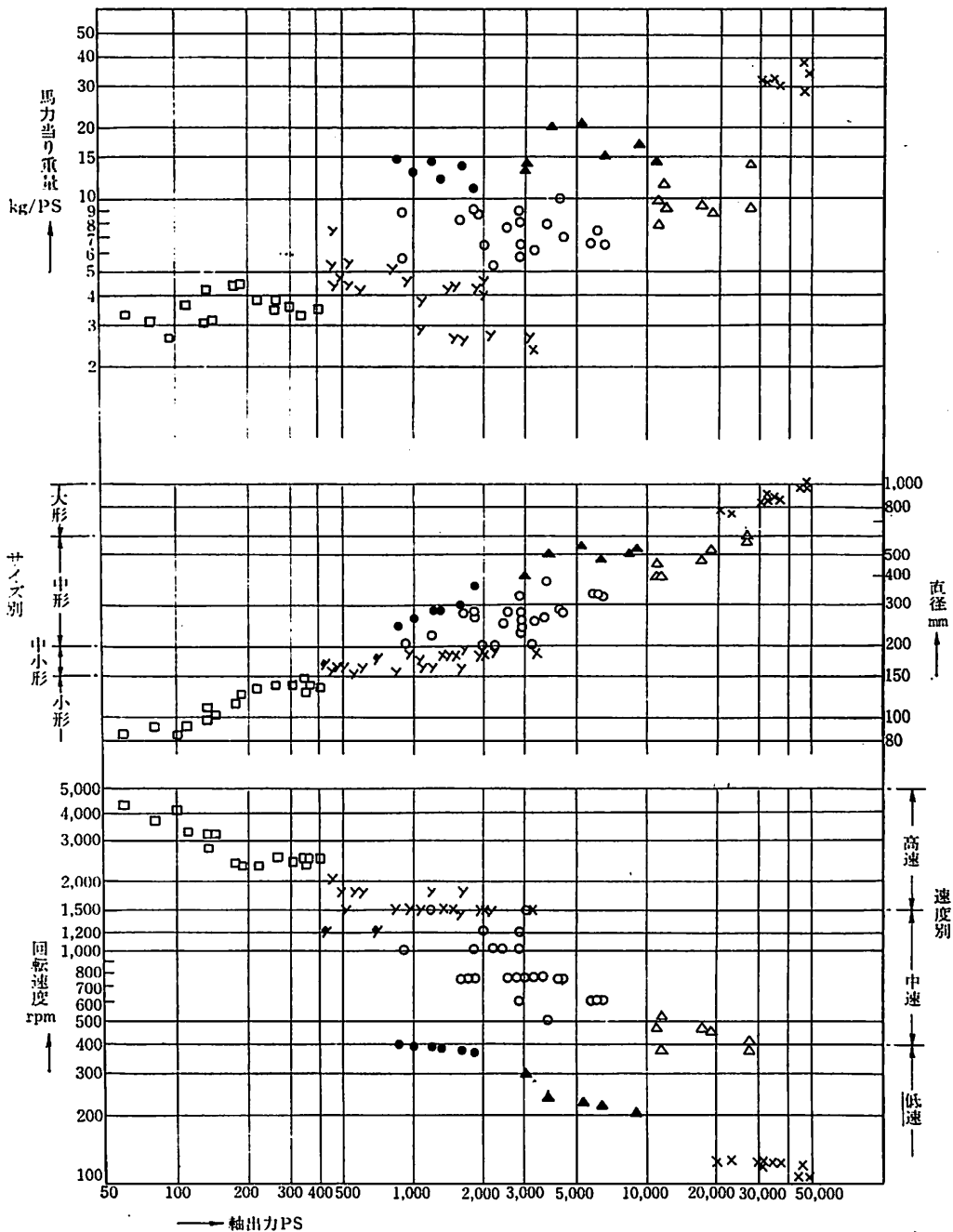


図6.6.2 ディーゼルエンジンの馬力当り重量の比較

量は1930kgである。馬力当り出力を計算すると

$$1930 \text{ kg} \div 720 \text{ PS} = 1.9 \text{ kg/PS}$$

となる。

かつて実用した航空機用ディーゼルエンジンの馬力当りでの重量を参考ま述べると、

Bedmore 社 飛行船用ディーゼルエンジン

2.72 kg/PS

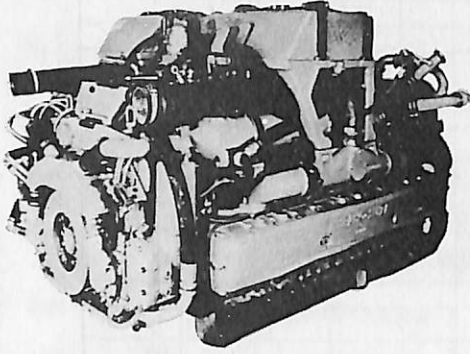
Junkers 社 航空機用ディーゼルエンジン

1.36 kg/PS

Packard 社 航空機用ディーゼルエンジン

1.03 kg/PS

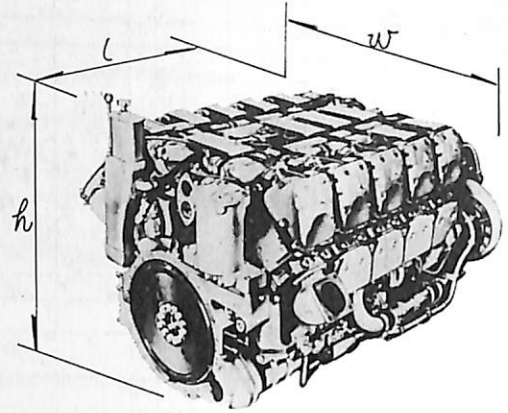
である。それぞれの外観図は、図6.2.3、図6.2.6、



〔主要目〕

社名：Saviem  
 機種：HS110  
 形式：4サイクル、水冷、排気タービン過給  
 シリンダ数：12  
 内径×行程：145×145 (mm)  
 総行程容積：28.73 (L)  
 出力：720 PS×2450 rpm  
 寸法(長×幅×高)：1560×1240×800 (mm)  
 乾燥重量：1930 (kg)

図 6.6.4 Saviem 社 HS110形ディーゼルエンジンの外観と主要目



- (注) 1. バルク・ポリュウム：  
 $V_B = l \times w \times h = 1.52 \times 1.06 \times 0.94 = 1.52 \text{ m}^3$   
 2. MB838形ディーゼルエンジン  
 (4サイクル・水冷・排気ターボ過給, 165φ×175, 830 PS/2200 rpm)

図 6.7.1 バルク・ポリュウムの算出

図 6.2.8 を参照されたい。

現在の高速用ディーゼルエンジンは、上述のかつての航空機用ディーゼルエンジンと比肩するまでに達し、軽量のメリットある分野で広く使用されている。

6.7 小形化の比較

高速ディーゼルエンジンの特色と言え、**「軽量小形」**がまづ第1番の特色としてあげられる。この言葉の**「軽量」**の度合については、前節で**「馬力当り重量」**の尺度で説明したので、本節では、**「軽量小形」**の文字の後半部の**「小形」**の度合について述べる。

小形化の度合を示す尺度としては各種あるが、ここでは一般に用いられるエンジン全体の**「がさ」**を尺度にした表示を取りあげることとする。

エンジン全体の**「がさ」**は、エンジン全体が空間に示める占有体積をあらわすもので、別名**バルク・ポリュウム (Bulk Volume)**とも呼ばれる。正確には、船の排水量と同じ考えで、エンジン全体の排水量を測定した値をもって当てるべきかもしれない。

しかし、実用上は、エンジン全体の外形寸法の相乗積で算出したものを、**バルク・ポリュウム**と呼んで使う。

実際に、船または車両等にエンジンを搭載する場合には、搭載するエンジンルームまたはエンジンレ

ーム的な搭載場所の大きさは、エンジンの外形寸法の中の各最大寸法によっておのづから定まってしまう。従って、**バルク・ポリュウム**の算出は、エンジン全体の各最大外形寸法を使用した方が実用的であるので、一般にはこれが尺度となる。即ち

式 [6.7.1]

$$V_B = l \times w \times h$$

ここに

- $V_B$  : バルク・ポリュウム (m<sup>3</sup>)
- $l$  : エンジンの全長 (m)
- $w$  : エンジンの全幅 (m)
- $h$  : エンジンの全高 (m)

これを実際エンジンの図寸法で示すと、図 6.7.1 (バルク・ポリュウムの算出) の通りである。

バルク・ポリュウムの値を使って小形化を見るための共通化評価尺度としては、普通には、**「バルク・ポリュウム 1 m<sup>3</sup> について、このエンジンの出力はどのくらいあるか？」**を示すところの**「バルク・ポリュウム当り出力 (PS/m<sup>3</sup>)」**を使用する。エンジンの搭載計画などの尺度としても便利である。

横軸にディーゼルエンジンの出力を目盛り、縦軸に、バルク・ポリュウム当り出力を目盛り、各種国産エンジンを適宜サンプリングしたものについてプロットしたのが、図 6.7.2 (バルク・ポリュウム当り出力の比較) である。回転速度およびシリンダ内径をエンジンの類別の補助資料として併記してある。(この項次号へつづく)

## ■検査旅費に英断

### グリーン料金等をはずす

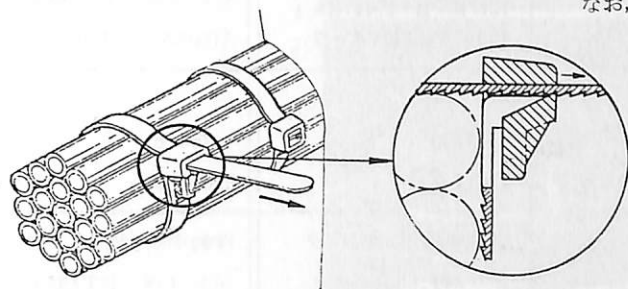
NKの日本国内の検査にかかる旅費つまり検査旅費（鉄道、バス、タクシーなど公共の交通機関の実費）は、検査申込者に負担していただくことになっているが、NKでは現下の情勢にかんがみ、このたび一部受検者の負担の軽減を図ることになった。

それによれば、従来、NK検査員が本部または支部から検査に出かける場合、NK事務所から片道100km以上のところにある事業所へは、国鉄のグリーン車利用が認められていたが、昭和52年1月1日以降当分の間、自主的にこのグリーン車利用を停止し、従って遠方の検査申込者にもそのグリーン料金をチャージしない、というものである。

NKのこの措置は、未曾有ともいえる関係業界の不況と最近のグリーン料金の大幅な値上げを考慮して採られたもので、戦前の「二等車利用」といわれていた時代から何十年となく続いてきた慣行の思い切った打破であり、まさに「画期的な英断」といってよいであろう。

なお、受検者の緊急の申し込みなどのため、国鉄の指定券はグリーン券しか入手できなかった、というようなときは、グリーン車の利用が認められることになっている。

いずれにしても今回のNKの措置は、「業界とともに苦しみ、業界とともに伸びる」というNK本来の理念の具現化であり、NKでは今後とも関係業界に一層のご理解とご協力を切望している。



## ■電線固定用非金属製バンドの使用承認

船の電気機装工事のなかで、相当手間ヒマのかかるやっかいなものの一つにケーブルの固定作業がある。これには現在、金属製バンドが使われているが、欧州では近年、作業能率向上の面から非金属製バンドが使用され始めている。

このたび欧州の或るバンドメーカーの提携会社からNKに2種類の非金属製バンドにつき、使用承認の申込みがあった。このバンドは、ポリアミド樹脂の一種である6.6ナイロンを一体成形したもので、頭部に独特のロック機構を備えており、電線を固縛するには下図のように電線の束にこれを巻きつけ、手で締めれば、頭部の回り止めがロックされて緩まないようになっている。

NKではこのバンドについて各種の性能試験を行なった結果、2種類ともIECの規格を満足し、成績良好であったので、次のような条件を付けた上でNK船級船への使用を認めることになった。

- (1) 周囲温度が50℃を超えるおそれのある場所や-25℃より低くなる場所及び露天部では使用せず、また、使用に際してはバンドの耐薬品性を考慮すること。
- (2) このバンドだけで電線の支持または固定を行なうときは、電線の重量を考慮し、1～2mごとに金属製バンドを使用すること。
- (3) このバンドでは、これによる電線がい装の接地が出来ないので、接地工事は従来以上に慎重に行なうこと。

なお、この種非金属製バンドについては、目下運輸省へ認可申請準備中の新しい鋼船規則改正案に盛り込まれている。

また、この種バンドの小形のものが配電盤などの内部配線結束に用いられているが、NKはこれら小形のものまで使用承認の対象としておらず、配電盤等の製造所の選択に任せている。

# 竣工船一覽

## The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① OTONG KOSASIH	② CORAL ACE	③ ATLANTIC HIGHWAY
所有者 Owners	P. T. Pupuk Sriwidjaja	Sunstar Car Carriers S. A.	Vola Shipping Co. Ltd.
造船所 Ship builder	三菱重工横浜(Mitsubishi)	三菱重工神戸(Mitsubishi)	川崎重工神戸(Kawasaki)
船級 Class	GL	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	76/8・76/11	76/8・76/11	76/7・76/10
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	尿素(Chemical)・遠洋	自動車(Car)・遠洋	自動車(Car)・遠洋
G/T・N/T	7,373.94/4,424.97	7,587.51/4,612.77	8,575.22/4,505.43
LOA(全長:m)	114.50	169.115	192.07
LBP(垂線間長:m)	109.40	160.00	180.00
B(型幅:m)	20.00	25.60	24.00
D(型深:m)	10.00	10.01	22.95
d(満載吃水:m)	6.034	7.22	8.028
満載排水量 Full load Displacement	11,490	16,167	20,276
軽貨排水量(約) light Weight	3,884	7,596	8,996
載貨重量 L/T Dead Weight	—	—	11,112
K/T	7,606.2	8,571	11,290
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m <sup>3</sup> )	—/12,681	—	—
主機型式/製造所 Main Engine	ダイハツ8DSM-32型×2	三菱MAN12V52/55型	川崎MAN18V52/55型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	各2,500×600/180	11,820×175.7	18,000×430
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	各2,000×557/167	10,050×166.4	15,300×407
燃料消費量 Fuel Consumption	19.8t/d	35.7t/d	53.2t/d
航続距離(海里) Cruising Range	7,330	13,700	19,300
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	14.15	20.73	23.352
航海速度 Service Speed	12.00	18.1	20.65
ボイラー(主/補) Boiler	—	排ガスエコノマイザー 12t/h×1, 1.1t/h×1	縦形水罐式1,500kg/h
発電機(出力×台数) Generator	450kw×400V×50Hz×2 400kw×100V×50Hz×1	450V×850KVA×2	AC450V×1,150KVA×2
貨油倉容積(m <sup>3</sup> )CO-T	—	—	—
淡水倉容積(m <sup>3</sup> )FWT	42.4	342.3	264.8
燃料油倉容積(m <sup>3</sup> )FOT	591.0	1,661.9	2,652.0
特殊設備・特徴他	—	搭載車3,300台(内ダットサン1,600台)	自動車2,963台 トヨベットコロナRT43-L

④ SEA CORRIDOR

Sea Corridor  
(Panama) S.A.  
佐野安船渠 (Sanoyasu)

B V

76 / 9 · 75 / 11

自動車, ばら (Car, Bulk) · 遠洋

20,705.13 / 14,249.02

180.68

170.00

27.60

17.00

12.073

48.064

10.448

—

37,616

40,037.3 / 41,166.4

住友スルザー7RND76型

14,000 × 122

11,900 × 116

45.1t/d

15,000

17.59

14.90

1,500kg/h × 7kg/cm<sup>2</sup>G

AC450 × 550KVA × 3

—

344.2

2,788.0

川崎B/V式カーデッキ

電動油圧サイドポート

× 2 BHDドア × 4

①



②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ WILLIAM	⑥ ANGLIA EXPRESS	⑦ ALVINA
所有者 Owners	Filipinas Navigation S.A.	Societa Mototraghelli, Mediterranea S.P.A.	Prolific Mariners Inc.
造船所 Ship builder	西井船渠(Nishii)	林兼造船下関(Hayashikane)	四国ドック(Shikoku)
船級 Class	NK	LR	BV
進水・竣工 Launching・Delivery	76/8・76/11	76/8・76/11	76/8・76/10
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨(Cargo)・遠洋	貨(Cargo)・遠洋	貨(Cargo)・遠洋
G/T・N/T	4,767.53/3,128.07	6,700/2,300	9,872.36/6,179.20
LOA(全長:m)	113.92	147.60	140.10
LBP(垂線間長:m)	105.00	135.00	137.50
B(型幅:m)	17.40	22.60	21.70
D(型深:m)	8.90	9.20	12.20
d(満載吃水:m)	7.128	6.60	9.379
満載排水量 Full load Displacement	10,180.00	10,668	22,296.3
軽貨排水量(約) light Weight	2,671.89	6,362	4,848.5
載貨重量 L/T Dead Weight	—	4,238	17,173
K/T	7,508.1	4,306	17,447.8
貨物倉容積Capacity (ベール/グリーン:m <sup>3</sup> )	9,387.29/10,043.70	—	21,329.1/21,865.8
主機型式/製造所 Main Engine	赤坂6UET45/800型	三菱MAN-16V52/55型	IHI-12PC2-5V型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	4,500×230	16,000×430/194.9	7,800×520/139.8
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	3,825×218	13,600×407/184.6	7,020×502/130.5
燃料消費量 Fuel Consumption	14.4t/d	49.0t/d	27.6t/d
航続距離(海里) Cruising Range	12,000	3,600	14,600
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	15.272	22.966	17.02
航海速度 Service Speed	12.8	19.5	14.4
ボイラー(主/補) Boiler	クレイトンWHO-75型	クレイトン1,250kg/h×7kg/cm <sup>2</sup> G	コ克蘭コンポジット型
発電機(出力×台数) Generator	AC450V×250KVA×3	812.5KVA×3	AC450V×320KW×2
貨油倉容積(m <sup>3</sup> )COT	—	—	—
清水倉容積(m <sup>3</sup> )FWT	534.74	180.0	547.7
燃料油倉容積(m <sup>3</sup> )FOT	A油72.02, B油661.07	476.0	1,368.9
特殊設備・特徴他			



⑧ HONESTY

Serenity Shipping Inc.

旭洋造船(Kyokuyo)

B V

76 / 8 · 76 / 11

貨(Cargo) · 遠洋

10,858.23 / 6,644.83

151.50

142.00

22.40

12.75

9.50

23,217.41

5,815.57

17,127.8

17,401.8

21,859.6 / 23,613.3

三井B&W9K45GF型

7,900×227

7,200×220

30.7t/d

14,500

17.273

14.1

サンロッドCPBB-12L

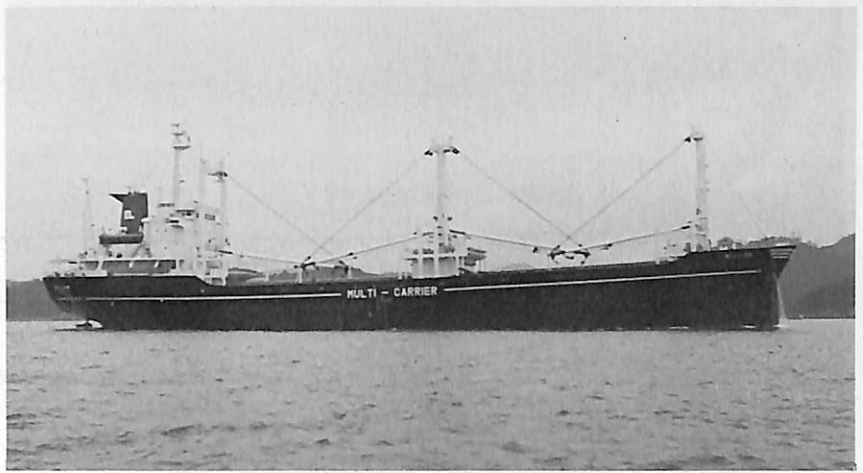
AC450V×500KVA×3

—  
340.2

1,609.5

デリック10t×10, 60t×1

⑤



⑥



⑦

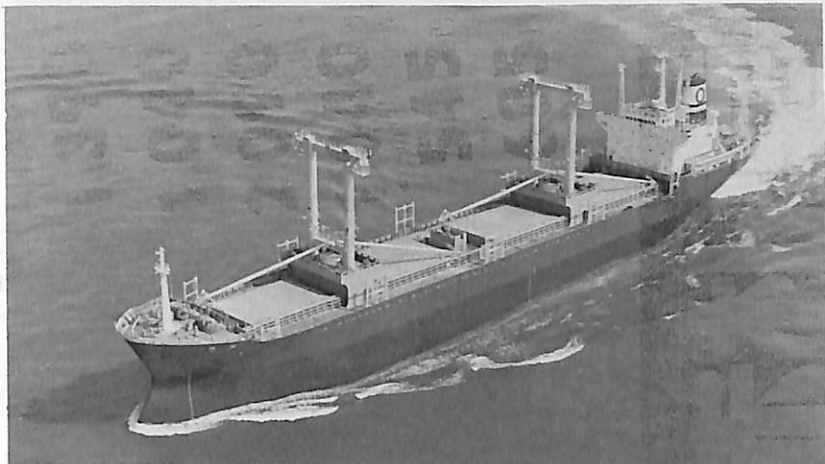


⑧



船名 Name of Ship ...	⑨ HAKUHO	⑩ ZINI	⑪ SEIRYU
所有者 Owners 造船所 Ship builder 船級 Class 進水・竣工 Launching・Delivery 用途・航行区域 Purpose・Navigation area	Hakata Kisen 高知県造船(Kochiken) NK 76/8・76/10 貨(Cargo)・遠洋	Astro Halieto Armadora S.A. 日立造船向島(Hitachi) A B 76/7・76/11 ばら積(Bulk)・遠洋	Horie Kogyo 幸陽船渠(Koyo) NK 76/9・76/11 ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	13,127.85/8,228.74	11,948.28/7,072.00	17,175.51/10,549.35
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	161.40 150.00 22.80 13.60 9.921	156.23 146.065 22.60 12.90 9.558	180.162 170.00 28.40 14.00 10,079
満載排水量 Full load Displacement 軽貨排水量(約) light Weight 載貨重量 L/T Dead Weight K/T 貨物倉容積Capacity (ベール/グリーン:m <sup>3</sup> )	27,276 5,760.89 21,175 21,515.11 26,489.83/27,448.35	24,616 5,105 19,203 19,511 24,200.6/25,306.4	35,498 8,451.91 26,619 27,047 31,116.47/34,092.79
主機型式/製造所 Main Engine 主機出力(連続:PS/rpm) MCR 主機出力(常用:PS/rpm) NCR 燃料消費量 Fuel Consumption 航続距離(海里) Cruising Range 試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed 航海速度 Service Speed	IHIスルザー6RND型 9,900×150 8,910×144.8 36.5t/d 16,000 17.825 15.0	日立B&W6K62EF型 8,300×144 7,600×140 30.2t/d 12,600 17.325 14.85	三井B&W6K74EF型 11,600×124 10,600×124 39.06t/d 16,814.23 17.217 14.50
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	コ克蘭コンポジット 500KVA×2	コンポジット型1,200kg/h×1, 7.0kg/cm <sup>2</sup> G×1 AC450V×330KW	8kg/cm <sup>2</sup> ×1,200kg 370KW×2
貨油倉容積(m <sup>3</sup> )COT 清水倉容積(m <sup>3</sup> )FWT 燃料油倉容積(m <sup>3</sup> )FOT	— 1,171.93 2,188.55	— 253.3 A171.6, C1,095.8	— 255.8 1,970.6
特殊設備・特徴他			

⑨



## ⑫ FEDERAL SUMIDA

Far Eastern  
Shipping Ltd.

佐野安船渠水島(Sanoyasu)

A B

76 / 9 · 76 / 11

木材, ばら  
(Log, Bulk) · 遠洋

22,377.40 / 16,049

183.675

173.00

27.60

17.00

12.112

49,296

8,531

40,765

45,319.3 / 54,054.5

住友スルザー7RND76型

14,000 × 122

12,500 × 118

47.7t/d

15,500

17.60

15.00

1,500kg/h × 7kg/cm<sup>2</sup>G

AC450V × 525KVA × 3

341.4

2,606.5

25t トムソン型デリックブ

ーム×5

木材積用起倒式スタジョン

⑩



⑪



⑫



船名 Name of Ship	⑬ SAPPHIRE	⑭ THORSRAKE	⑮ OCEANIA MARU
所有者 Owners	Transmar Shipping Corp.	A/S Thor Dahl	Mitsui O.S.K. Lines
造船所 Ship builder	日立造船界(Hitachi)	三井造船千葉(Mitsui)	住友重機械工業追浜 (Sumitomo)
船級 Class	A B	N V	N K
進水・竣工 Launching・Delivery	76/7・76/11	76/7・76/11	76/3・76/11
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積(Bulk)・遠洋	ばら積(Bulk)・遠洋	鉱石(Ore)・遠洋
G/T・N/T	30,592.20/23,585	42,275.00/26,569.74	74,635.54/28,091.86
LOA(全長:m)	225.00	239.028	267.00
LBP(垂線間長:m)	215.00	230.00	258.00
B(型幅:m)	32.20	32.20	44.00
D(型深:m)	17.80	19.70	22.90
d(満載吃水:m)	12.45	14.025	16.629
満載排水量 Full load Displacement	72,981	—	—
軽貨排水量(約) light Weight	11,607	—	—
載貨重量 L/T Dead Weight	—	74,406	—
K/T	61,374	75,596	137,241
貨物倉容積Capacity (ペール/グレーン:m <sup>3</sup> )	—/74,247.6	—/90,850.4	80,227
主機型式/製造所 Main Engine	日立スルザー8RND76型	三井B&W6K90GF型	住友スルザー9RND90型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	16,000×122	20,500×114	26,100×122
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	14,400×118	18,600×110	22,200×116
燃料消費量 Fuel Consumption	55t/d	71.1t/d	84t/d
航続距離(海里) Cruising Range	22,000	19,900	28,500
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.639	17.71	17.57
航海速度 Service Speed	15.3	16.48	14.81
ボイラー(主/補) Boiler	日立フレミング型	AALBORG AQ-3×1	2,500kg/h×7kg/cm <sup>2</sup> G×1
発電機(出力×台数) Generator	AC450V×500KW×3	AC450V×950KVA×3	750KW×3
貨油倉容積(m <sup>3</sup> )COT	—	—	—
清水倉容積(m <sup>3</sup> )FWT	431.4	397.2	472
燃料油倉容積(m <sup>3</sup> )FOT	3,811.0	4,276.5	C油8,980, A油428
特殊設備・特徴他			—

⑬ GREY WARRIOR

Robert Benson,  
Lonsdale Co. Ltd.  
三菱重工神戸 (Mitsubishi)

N V

76 / 6 · 76 / 11

油 (Oil) · 遠洋

84,554.94 / 58,253.22

280.422

268.00

53.60

20.00

15.335

182,138

—

—

155,612

—

三菱スルザー10RND90型

29,000 × 122

26,100 × 118

95.8t/d

25,000

16.41

15.2

エコノマイザー40,000  
kg/h × 2, 1,900kg/h × 1  
AC450V × 870KW × 60Hz × 3

189,467.3

602.9

8,472.6

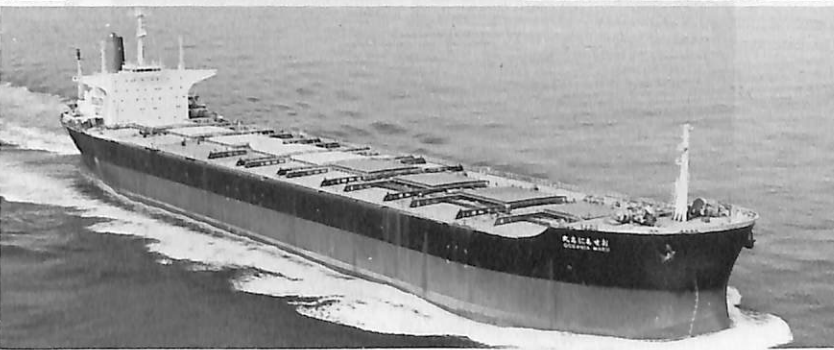
⑬



⑭



⑮



⑯



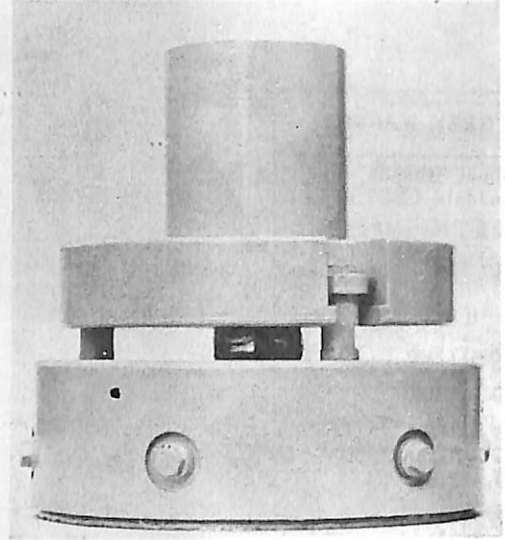
■海外の新製品

# 大型機器の荷重を効率よく移動させる装置 “フロートパッド”

グリースのもつ潤滑・粘着特性を動作流体として応用し、大型機器を効率よく移動させる特殊軸受装置が、英国のグローバー・エンジニアリング・モスレー社でこのほど完成した。

製品名“フロートパッド”（左写真・本体）は3機種、25 t用、75 t用、150 t用荷重搬送能力を持ち、それぞれ過荷重能力は35%となっている。

下表はフロートパッドと従来の軸受装置の比較であるが、グリースが動作流体としてメリットがあることがわかる。さらにフロートパッドの場合には、ポンピングに必要なエネルギーが大巾に低減されて



いることが注目される。

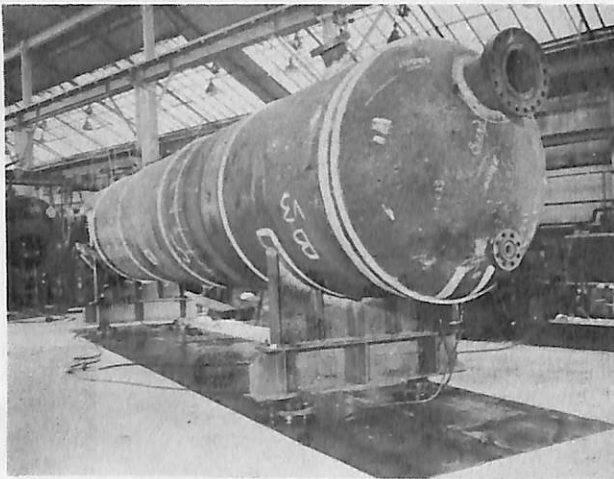
フロートパッドの特長は、附属品のグリースポンプを含め、きわめてコンパクトであり、写真で見ると特別な移動装置は不要で、移動距離が1 m程度の距離であれば、面取りをしたスチール面を使用するが、コンクリート面を長距離移動させる場合には16ゲージの軟鋼シートを軌道として使用する。そしてシートとシートの接合個所は、ビニール接着テープでカバーするだけである。

フロートパッドが最近扱った最大機としては、海底油田開発用装置(英)で、同装置は重量が14,000 tである。代表的な用途としては、船舶建造中、ボイラをはじめ各種部品の移動および位置ざめ、圧力容器や大型パッケージ・ボイラの移動などに有効である。

フロートパッドの25 t用の寸法は直径250mm、高さ155mm、重量29kg、価格は工場渡しで中型乗用車並。150 t用

は直径572mm、高さ340mm、重量213kg、価格は高級乗用車並みである。

なお同装置の照会先は  
**Glover Engineering**  
 (Mossley) QD, Mossley,  
 Ashton-under-Lyne,  
 England OL5. 9NE.  
 Telex : 667418



シートを敷いて重量物を運ぶ

フロートパッドと従来の軸受装置の諸比較

System	Mean fluid pressure p.s.i.	Fluid flow rate	Pumping hp ton load	Friction coefficient	Track
Air cushion	1	—	5.59	0.019	General terrain
Air film	4.5	—	2.45	0.033	Rough concrete
Air film	6.5	—	2.45	0.026	Rough concrete
Water cushion	26.7	60 g.p.m.	0.08	—	—
	36.5	144 g.p.m.	0.10	—	—
	43.6	22 g.p.m.	0.05	—	—
	53.3	22 g.p.m.	0.05	—	—
	36.9	21.7 g.p.m.	0.05	0.026	Medium concrete tarpaulin core.
<b>Floatpads</b>					
Air	43.2	12 s.c.f.m.	1.79	0.009 - 0.018	Ground steel
Oil	401	0.28 g.p.m.	0.0211	0.0002 - 0.0004	Shot blasted m.s. plate
Oil	291	0.29 g.p.m.	0.01	—	Shot blasted m.s. plate
Grease	446	0.3 lb/min	0.012	0.0007	Shot blasted m.s. plate
Grease	407	0.35 lb/min	0.0016	0.001	Shot blasted m.s. plate
Grease	986	0.26 lb/min	0.0016	0.0015 - 0.003	16 s.w.g. bright m.s. on shot blasted m.s. plate

# 特許解説 / PATENT NEWS

船体ブロック組立装置〔特公昭51—19235号公報、  
発明者；峰久節治外3名，出願人；日立造船㈱〕

船底部の補強構造などに用いられるトランス材およびロンジフレーム材の井桁構造より成る船体ブロックを組立てるのに際し、従来はロンジフレーム材に対して吊上げたトランス材を降下し、トランス材に設けた切欠き溝にロンジフレーム材を挿嵌するという方法が採られている。

この方法によれば、トランス材、ロンジ材の外に接続カラプレート材を必要とし、さらに各部材の溶接作業が増大するとともに、その自動化が容易でなく、また余分の鋼材を必要とするなどの欠点もっている。(第3, 4図)

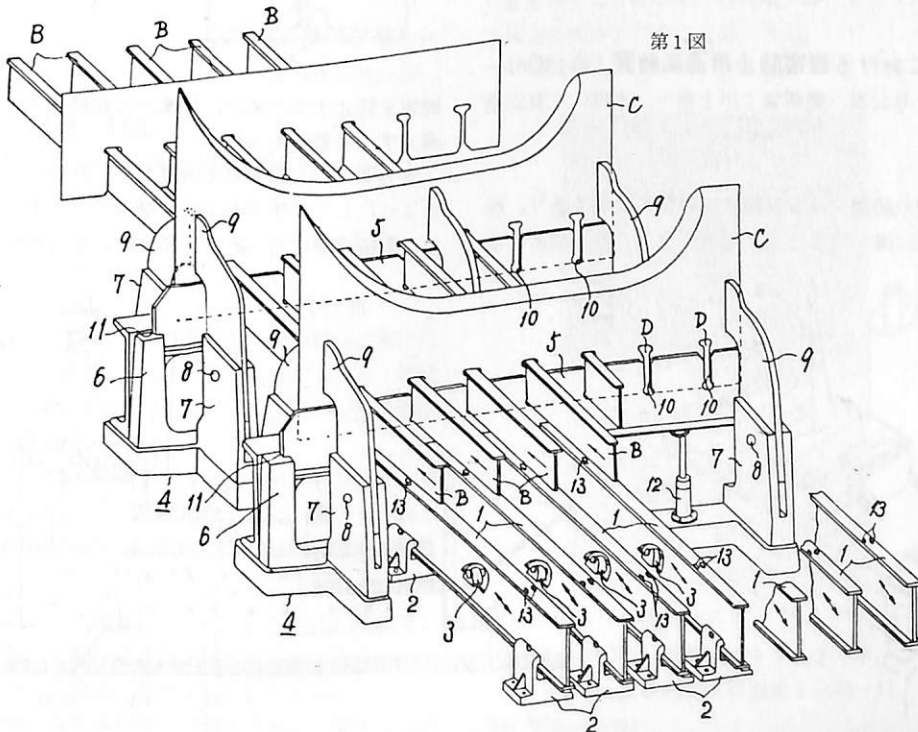
本発明は、上記の問題を解決するためになされたもので、図面を参照して説明すると、定間隔に複数のロンジフレーム支持部1が配設され、各支持部1

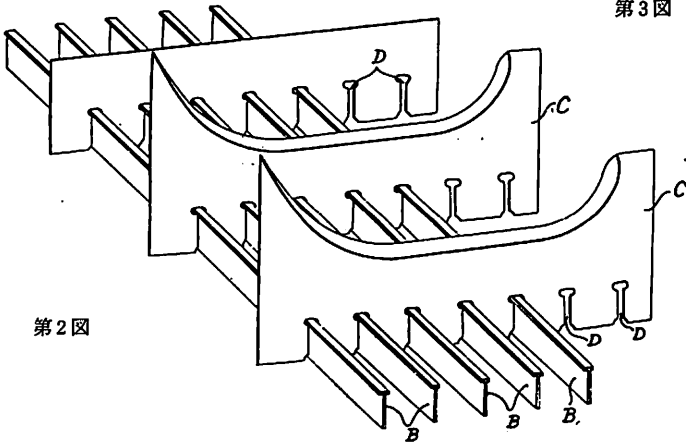
には、振動発生装置3が取付けられ、その振動により載置したロンジフレーム材Bを一定方向に移送する。ロンジフレーム支持部1の外側に、必要数のトランス材保持部4が配設される。

トランス材保持部4には、トランス材Cをクランプする回動腕部9が設けられ、さらにその下部にジャッキ等12により昇降自在な案内板5が設けられる。

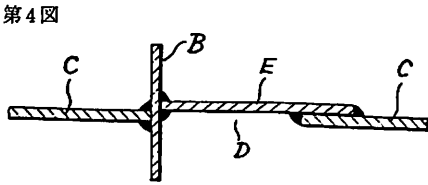
案内板5には、配設されるロンジフレームBのためのトランス材Cの溝Dの間隔に応じた案内溝10が設けられる。

トランス材保持部4によりトランス材Cを保持するとともに、案内板5の案内溝10をトランス材Cの溝Dに一致させた後、ロンジフレーム支持部1にロンジフレーム材Bを載置し、振動発生装置3による振動により、ロンジフレーム材Bは、トランス材Cの溝Dの中へと移送される。





第2図

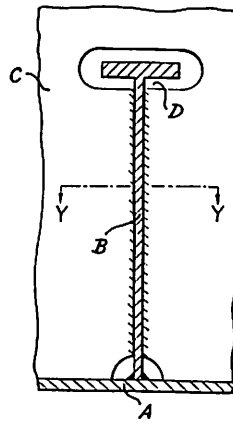
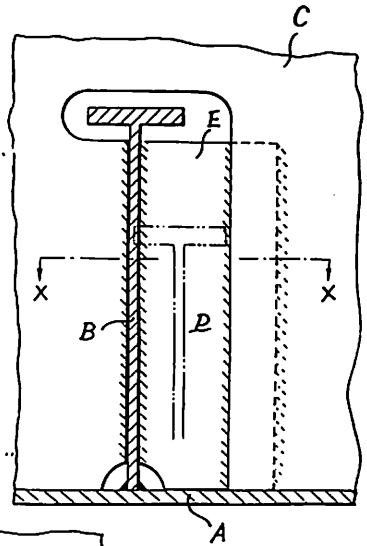


第4図

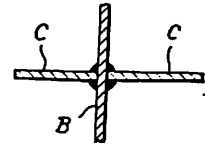
本装置を用いたブロックの接合部は、第5、6図のようになる。

なお、この船体ブロック組立装置については、同出願人による一連の発明がなされている。(特公昭51-19236~51-19239号公報)

第3図



第5図



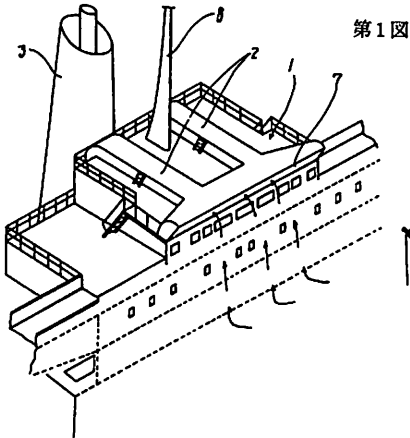
第6図

船舶における煙害防止用通風装置〔特公昭51-34199号公報、発明者；川上喬一、出願人；日立造船㈱〕

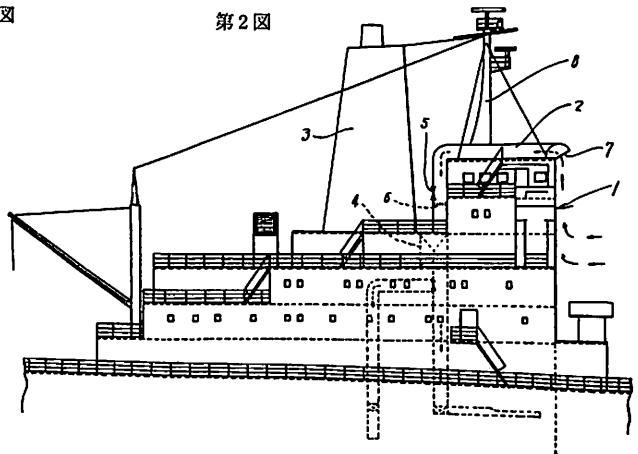
大型の船尾ブリッジ船では船橋が高層であり、船橋前面に風が当ることによって生ずる乱流域による

煙害を防止するために、従来では船橋後方の煙突を高くする必要があった。

本発明は、上記欠点を改良して、乱流域が低くなるようにして、煙突をも低く構成できるようにし、また船橋前壁に当る風を、船室内の換気用などとし



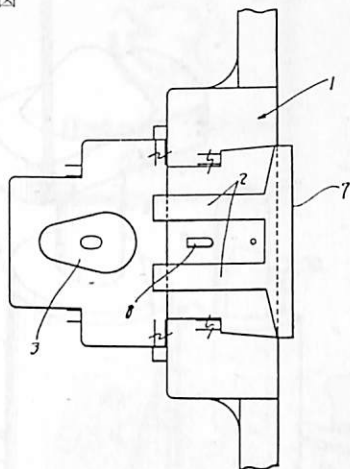
第1図



第2図



第3図



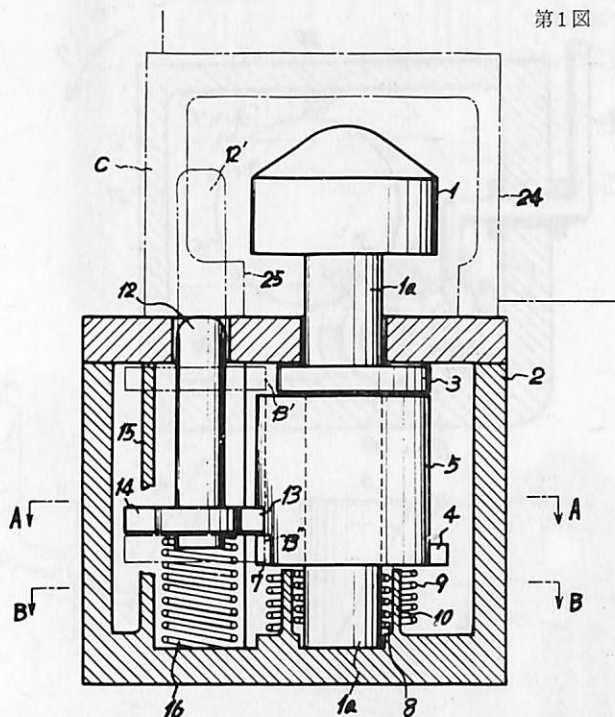
て有効に利用できるようにしたものである。

図面を参照して説明すると、船舶の船橋1前面上端に、ほぼ船橋全幅にわたって開口する吸気ダクト2を設置し、このダクト2により、各船室内に送気するように構成する。

ダクト2中には強制送気装置4を設け、またダクト2の煙突3と対応する部分には、開閉自在のダンパー5が設けられる。

6はダクト2中に設けられたダンパーで、船室内への風量を調節する。7はダクト2の吸気開口部、

第1図



歴8はレーダマストである。

航走中、船橋1前壁に当たった風はダクト2の吸気開口部7により吸い込まれて、船橋上方への流動を防止され、乱流域の位置が低下する。また、ダンパー5を開くことにより、煙突より落下してくる煤煙を後方に吹きとばすことができる。

■新刊洋書の紹介

SHIPS BENEATH THE SEA

(潜水艇の歴史)

a history of submarines & submersibles

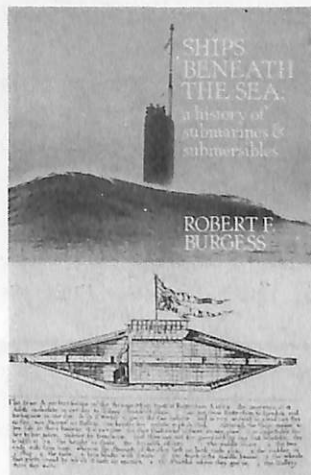
by Robert F. Burgess

本書は、冒険好きな男たちが深海探険に挑むために苦心して造りあげた潜水機械について、記録に残る1300年代から今日までのいろいろな発明品を紹介記述している。

特に、1578年の最初の本格的潜水艇が改良を重ねてサブマリンと呼ばれる潜水艇にいたる過程が興味深い。

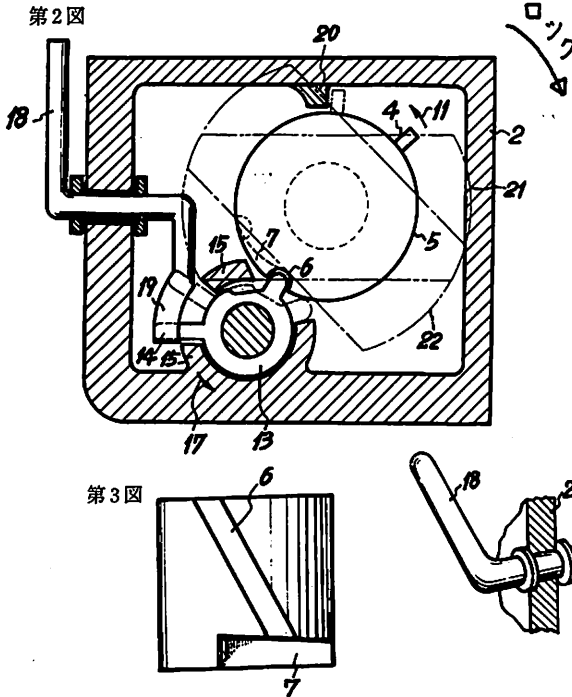
また、潜水艇が海中旅行や海底地質調査のような、学術研究などにも利用される用途に触れるとともにこの道の著名な発明家ピッカードやクスト一の個人的逸話などが納められている。

巻尾に潜水艇発明年譜が付され、一瞥してその

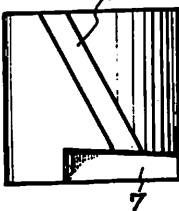


史がわかるので便利である。

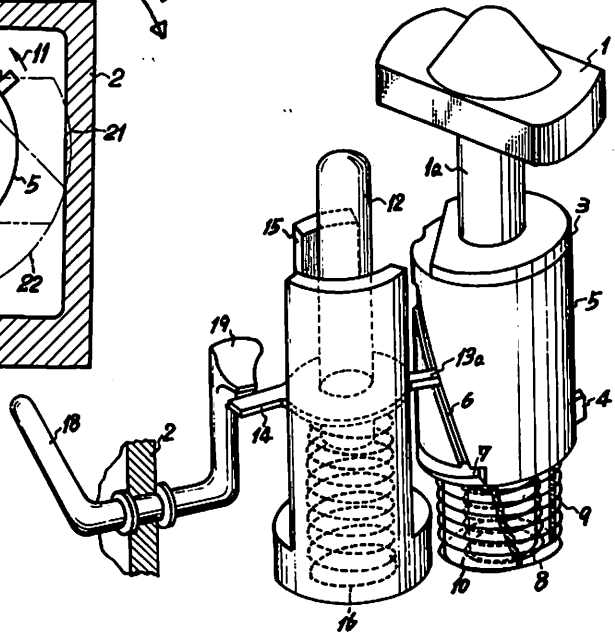
定価 3,700円。販売/アトランチック・ブック・サービス (東京都北区赤羽北3-23-17 電話 03-908-8336)



第3図



第4図



コンテナ固定装置〔特公昭51-34196号公報、発明者；山下章，出願人；三井造船㈱〕

コンテナをセルガイドのない個所，例えば甲板上やハッチカバー上に積載する場合は，その位置決めおよび固定のためにポジショニングコーンを使用しているが，通常これらのものはコンテナ積載後，ピンを挿入するか，または手で回動ロックを行なっている。したがって，コンテナの数が多の場合，多大の労力と時間を要している。

本発明は上記の背景のもとになされたもので，図面を参照して説明すると，第1図はコンテナCに嵌合するコーン本体で，軸部1aがケーシング2に回転自在に取付けられる。

軸部1aには，カム溝6，7をもつシリンダ5が回転自在に嵌合され，軸部1aとはパネ8を介して取付けられる。13はカム軸でロッド12と一体に形成

され，パネ16により，上方に付勢されている。14はストッパーで解放したパー18と係合する。

コンテナCを載せるとロッド12が下降し，カム軸13，カム溝6によりシリンダ5が第3図時計方向に回動する。

コーン1の頭部は，コンテナCの隅金具24により，すぐには回動しないが入口部25を過ぎると，パネ8により回動してロックを行なう。

ロックを解放する時は，解放レバ18を回動してストッパー14を押し下げ，カム軸13，カム溝7により係合が解かれ，常に第3図矢印11方向に付勢されているパネ9によりシリンダ5が，突起4，20の位置まで回動する。ロッド12はパネ16により上昇し，最初の状態に戻る。

なお本発明と類似の他のロック装置が，同一出願人により出願されている。(特公昭51-34637号公報)(特許庁審査第一分科審査室 幸長保次郎)

船 船 第50巻第2号 昭和52年2月1日発行  
2月号・定価800円(送料45円)  
本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。  
発行人 土肥勝由  
編集人 長谷川栄夫  
発行所 株式会社天然社  
〒104 東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル  
電話・(03) 543-7793 振替・東京 6-79662

船 船・購読料

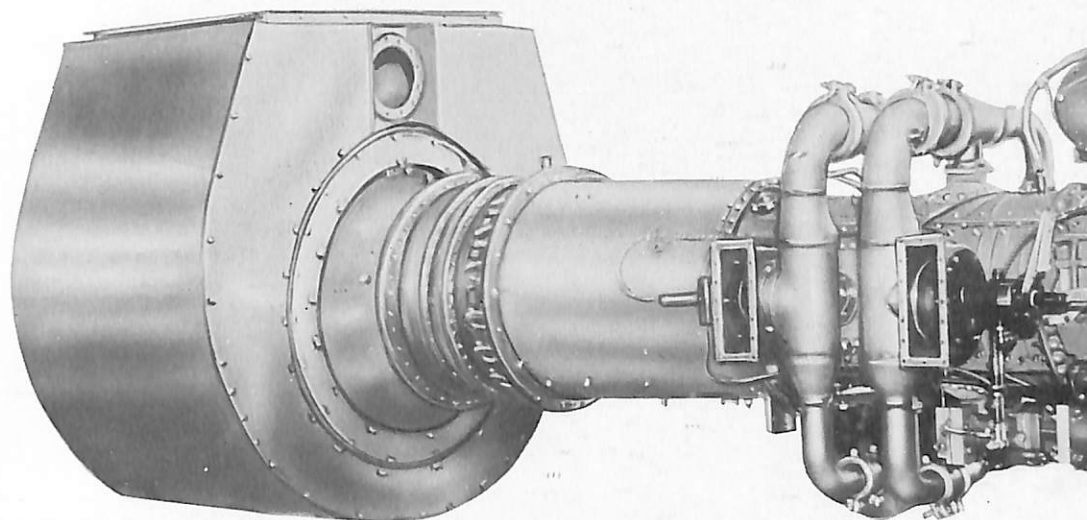
1カ月 800円(送料別45円)  
6カ月 4,800円(送料別270円)  
1カ年 9,600円(送料共)

\*本誌のご注文は書店または当社へ。  
\*なるべくご予約ご購入ください。



# GM Allison ガスタービン

出力5420馬力



GMアリソン 501KF 船用ガスタービンは 10,000 時間以上のテスト及び海上運転の結果に依って騒音や振動の極めて少ない船舶用主機関としての優れた特性が実証されています。

U.S.Navyのきびしい規格であるMIL-E-17341に公式に合格した唯一のガスタービン機関でDD-963 デストロイヤーの発電機関としても採用されています。



ゼネラル・モーターズ・コーポレーション  
デトロイト・ディーゼル・アリソン日本総代理店  
**富永物産株式会社**

東京都中央区日本橋小舟町2の5(伊場仙ビル) TEL 03 (662) 1851(大代表)  
大阪市北区絹笠町50番(堂ビル) TEL 06 (361) 3836-9

あなたのそばに信頼の技術



三宅島海域で活躍する  
FRP製 **16.99m**  
漁業調査指導船

東京都殿納入「やしお」

三宅島離島海域で漁業に関する調査・試験・指導・取締りのほか、海洋観測も行う「やしお」はFRP製単板構造の漁船タイプ。

海洋観測の迅速化・海況把握のためのG E K観測装置・電気水温計を備え、漁撈装置として漁群探知機、延縄・底刺網用ホーラー、肉摺機、底釣用巻上機、活魚倉などを備えた多目的船。

漁業資源の安定確保をめざす、沿海漁業の見直しから、「やしお」の活躍が期待される。

材 質：FRP(強化プラスチック)

全 長：16.99m

全 幅：3.88m

深 さ：1.60m

総噸数：28.58t

主機関：船用高速ディーゼル365ps×1基

速 力：13.5kt

定 員：乗員7名その他3名



石川島播磨重工業株式会社 船舶事業本部 新造船営業室 舟艇グループ

東京都千代田区大手町2丁目2番1号(新大手町ビル) 〒100 電話東京(03)244-5642