

1975 ————— Vol. 48 / No. 12

12

SHIP BUILDING
& BOAT ENGINEERING

昭和49年12月17日国鉄省特別技術誌第2065号 昭和5年3月20日第3種郵便物認可 昭和50年12月1日発行(毎月1回1日発行)

船舶

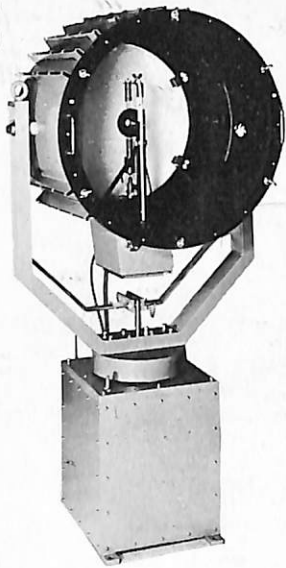
First Published in 1928
No. 531



三井スーパーマラン“ブルーホーク”(左)
と三井ホーバークラフト“しぐなす”

 **三井造船**

世界的水準をはるかに抜く明るさ!!



光の王様・ボタンひとつで方向自在! ●特許3件●特許出願中3件●実用新案3件●意匠登録済●

高性能 **リモコン** キセノン探照燈

この探照燈はキセノンランプを光源としたキセノン探照燈に、リモコン装置を備えた製品です。この探照燈は、三信の長年の経験と技術を結集し開発した、世界的にも他に類のない高性能リモコン式キセノン探照燈です。

形式	ランプ容量	最大光柱光度	照射距離	定格電圧・周波数
RCX-40	(呼称) 1 kW	3000万cd	10km	A.C 220V 1 φ 50/60Hz
RCX-60A	(呼称) 1 kW	6500万cd	12km	A.C 220V 1 φ 50/60Hz
RCX-60B	(呼称) 2 kW	8000万cd	13.5km	A.C 220V 3 φ 50/60Hz



●H・米・英特許および意匠登録出願中●

ハロゲンランプ式 **リモコン** 探照燈

この探照燈は、10cm回転放物面形反射鏡と55Wハロゲンランプ2個とを組合せ、更にふ仰および旋回がリモートコントロールできるようにした探照燈です。燈体はアルミニウム合金鋳物を使用し、燈体部の構造は全閉式完全防水になっております。船舶の特殊条件に安心してご使用できるよう、十分な安全率を考慮した設計で、小形船舶に適した探照燈です。



三信船舶電具株式会社

☐日本工業規格表示許可工場

三信電具製造株式会社

●本社/東京都千代田区内神田1-16-8 ☎(03) 295-1831(大代)

●東京発送センター☎(03) 840-2631(代) ●九州発送センター☎(092) 771-1237(代) ●北陸通配センター☎(0138) 43-1411(代) ●福岡営業所☎(092) 771-1237(代)

●高松営業所☎(0878) 21-4969 ●宝塚営業所☎(0143) 22-1619 ●函館営業所☎(0143) 43-1411(代) ●石巻営業所☎(0226) 23-1304 ●工場☎(03) 848-2111(代)



船、わたくしたちの傑作!!

船をつくるわたくしたちの願いは
ユーザーの御満足をいただくばかりでなく、
わたくしたち自身の良心をも満足させる、
よい仕事をする事です。

着実に明日に向かって歩む——

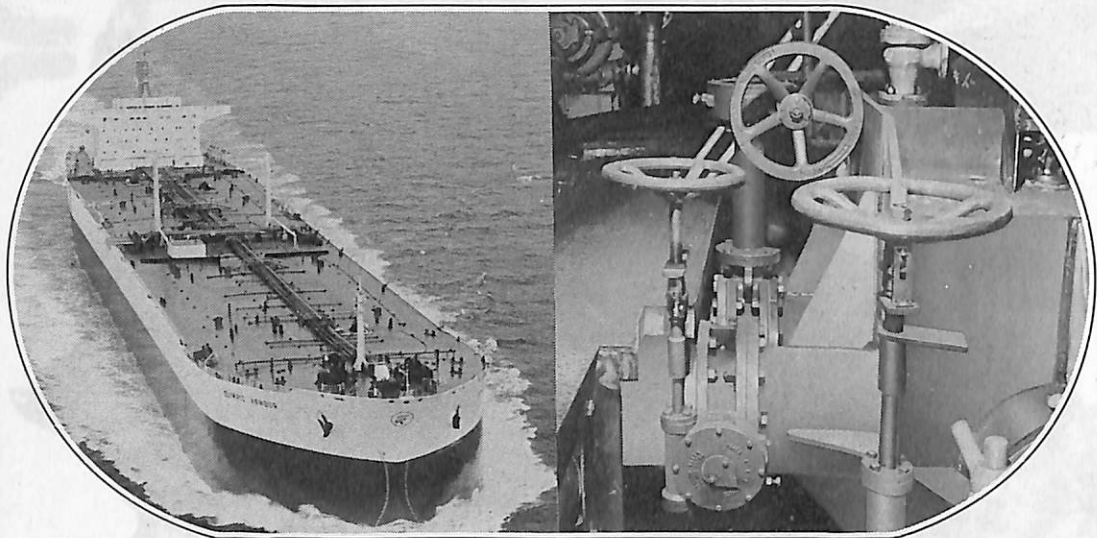


佐世保重工業株式会社

本社 東京都千代田区大手町2-2-1(新大手町ビル) ☎(211)3631(代)

佐世保重船所 長崎県佐世保市立神町 ☎佐世保(24)2111(代)

ギヤランティドックで 「クレーム“ゼロ”」



— 航海に強い巴式バタフライバルブ —

巴式バタフライバルブは独自の機構と材質で、安全でスムーズな航海をお約束します。その最大の特長は厚いゴムシートリングが本体の内面を完全に覆っていますので腐蝕は全然無く、かきなどの付着もグンと少なくなり、スリ合せなどが不要になったことです。従来の船体付弁では、定期点検時には必ずと言っていいほど、シートのスリ合せ作業が必要となり時間と経費がかかりました。ギヤランティドックでもクレーム“ゼロ”の実績を誇る巴式バタフライバルブをぜひご検討ください。

船体付弁 鋼製フランジタイプ〔710・720型〕は

- ゴムシートリングで内面を覆っているので耐蝕性は抜群です。
- 面間寸法を最小にした経済設計、配管用のガスケットも不要です
- 標準材料は弁体を SCS13、弁棒を SUS403 とし耐蝕性、強度アップ。また、ご要望により、さらに耐蝕性の高い材料も可能です
- 操作は簡単で確実なギヤ式、またエアシリンダー式電動式も可能です
- もちろんモレは「ゼロ」の完全密閉です
- 軽量で設置スペースをとりません。

〈あらゆる流体に〉

巴式バタフライバルブ



巴バルブ株式会社

本社・営業所 〒550 大阪市西区新町通 4 の 51 電話(06)541-2251(代表)
東京営業所 〒101 東京都千代田区神田松下町17 電話(03)252-6681(代表)

認定/日本海事協会(N.K.)・ノールウェー船級協会(N.V.)・ビューローベリタス船級協会(B.V.) 使用許可/ロイド船級協会(L.R.)・アメリカ船級協会(A.B.)

目次

新造船の紹介

30型自動車兼撤積貨物船“Universal Giant”……………19

艦艇特集

艦艇のA S W機能について……………沖 陽一……36

艦艇における最近の通信用アンテナについて……………水野和郎……42

海上自衛隊における強化プラスチック製品……………戸田孝昭……61

連載

船用減速歯車装置の動向と船研における研究<1>……………26

LNG船—その4 / 材料・溶接および破壊力学<16>……………恵美洋彦・伊東利成……80

日本造船研究協会の昭和48年研究業務について……………日本造船研究協会研究部会……93

世界の港湾<4>コンテナのトランスアクションのスピード化を誇る

ブレイメルハーフェン……………津山重美・比留間康允……70

大型化する高速艇……………丹羽誠一……97

連載

講座・ディーゼルエンジン<10>……………斎藤善三郎……103

潮流……………水品政雄……74

日本海事協会造船状況資料……………77

竣工船一覧……………112

NKコーナー……………124

Ship Building & Boat Engineering News……………125

特許解説……………126

表紙……………三井スーパーマランMV-CP20

“ぶる—ほうく”

全長/26.465m、全幅/8.800m、深さ/
2.488m、エンジンMTU331型船用デ
ィーゼル2基、出力/1,125HP×2、
最高速力/約28.5ノット、航続時間/
約9時間

三井ホーバークラフトMV-PP15

“しぐなす”

全長/24.7m、全幅/12.7m、全高/7.9
m、エンジン/マリンガスタービン2
基、出力/1,950HP×2、最高速力/約
65ノット、航続時間/約4時間
建造/三井造船千葉造船所

安全運航・経済運航に威力を



発揮します。

IBM

船舶搭載用

IBM船用/航海システム

船橋に置かれる装置<ブリッジ・コンソール>

写真は、このシステムの中で、航海士の方々が直接操作される装置——IBM5090ブリッジ・コンソールです。この装置の左側のスクリーンには、レーダーがとらえた16.5海里以内のターゲットが、危険度の高い順に映し出されます。そして、それらのターゲットの距離・方位・速度・進路・最接近距離・最接近時間などが、右側のスクリーンに数字と文字で表示されます。

航海士の方々は、これら2面のスクリーンを監視することにより、一目で障害物の存在と動きを知り、混雑した海域でも衝突を避けることが容易になります。

データの解析・処理は

<IBMシステム/7>が

ブリッジ・コンソールをとおして、航海士の方々にさまざまな情報を提供するの、船舶搭載用に補強されたIBMの高性能コンピューター——システム/7です。

システム/7は、船舶に搭載されている各種の計測機器(レーダー、ジャイロコンパス、デッカ、オメガ、スピード・ログ…)と直結し、これらの計器のデータを解析・処理してブリッジ・コンソールに表示します。

この結果、航海士の方々は、ブリッジ・コンソールを操作するだけで、安全運航に必要なさまざまな情報を得ることができるようになります。

座礁予防にも… 適応自動操舵にも…

船舶の船位はシステム/7がたえず把握しています。船が

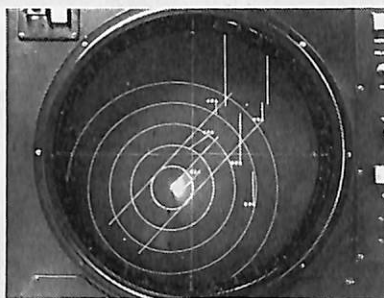
航路帯からはずれかかると、システム/7はブリッジ・コンソールを介して自動的に警報を発し、座礁の危険を回避できるよう航海士の方々に知らせます。また、航路計画に基づいて次の変針点までの距離を計算するのもシステム/7の仕事。航路の変更も、ブリッジ・コンソールのキーを押すだけで簡単にできます。

さらに、このシステムは、適応自動操舵の機能も備えていますから、燃料費を節減して経済運航を行うことができます。

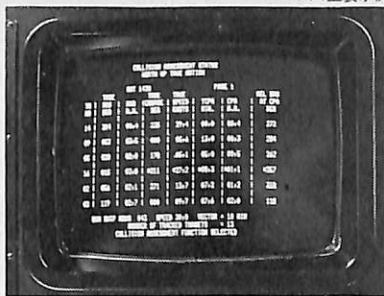
プログラムもIBMが提供します

このIBM船用/航海システムには、上記の諸機能を実現するためのプログラムが用意されます。また、システムの維持・保守に万全を期すべく、世界の主要な港にサービス・ポートを設置する予定です。

船舶運航の安全性と経済性をさらに一段と高めるために、ぜひ活用をご検討ください。



PPI上表示例

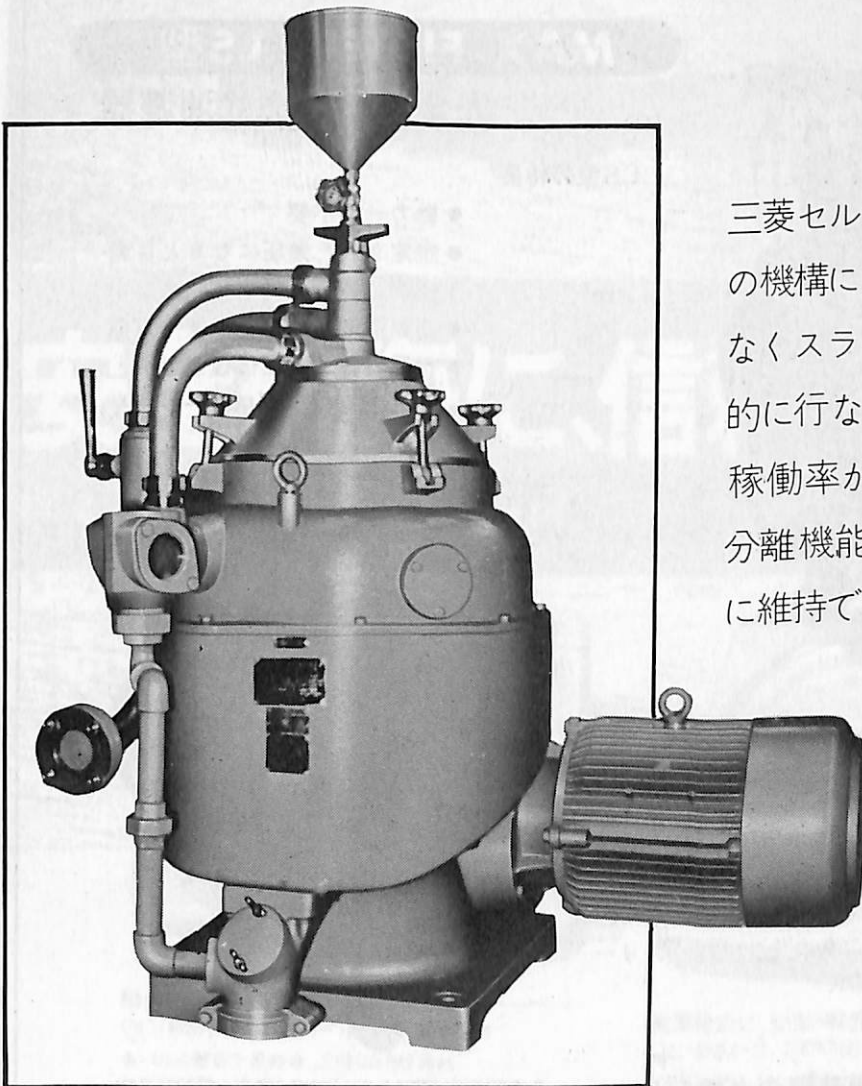


データ・ディスプレイ表示例

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(700~12,000ℓ/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に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)

油汙過作業の省力化…

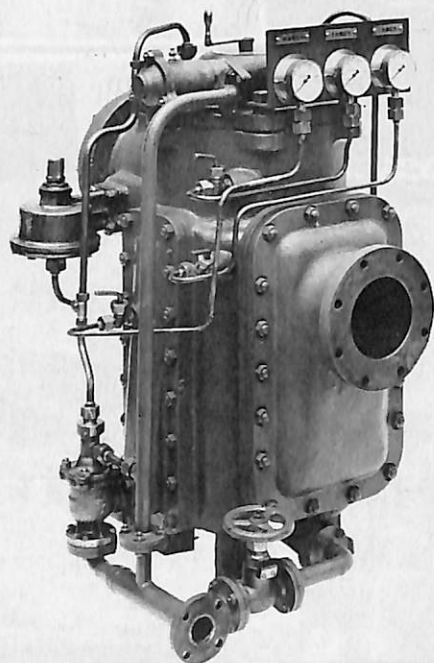
特許 機関室を広くする

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

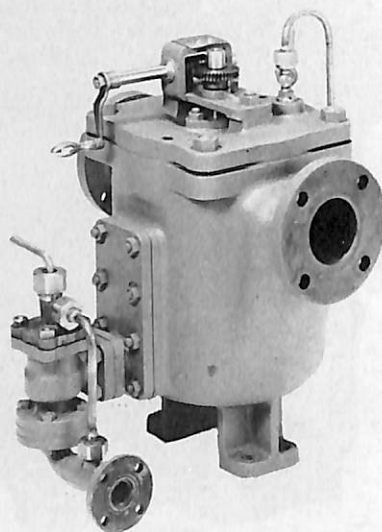
- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロレシプロケーターを採用

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

LSM型の特長

- 一分間で逆洗終了
- 手をよごさぬワン、ツー、スリー操作でOK



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

㊞ 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 大阪市北区梅田町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)

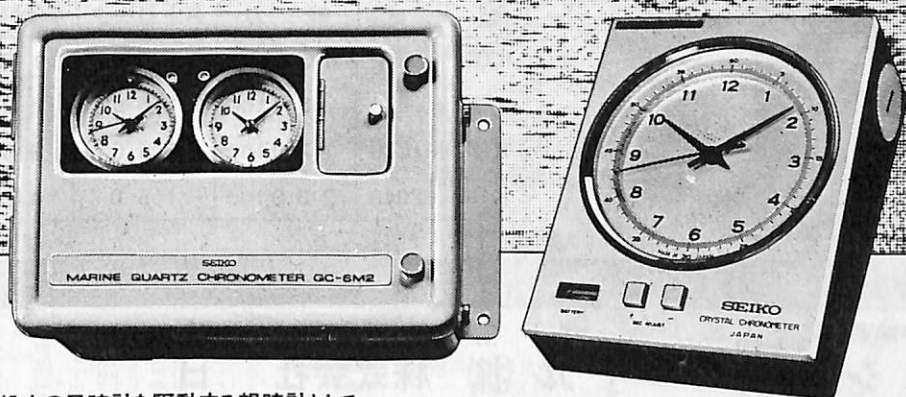
SEIKO

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

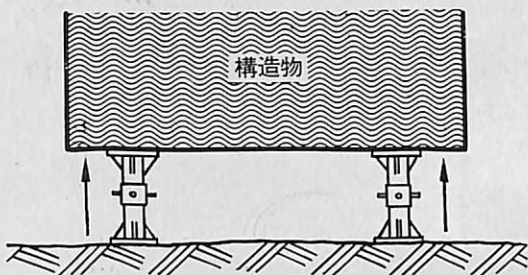
子時計は豊富にそろったデザインからお選びください。

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)

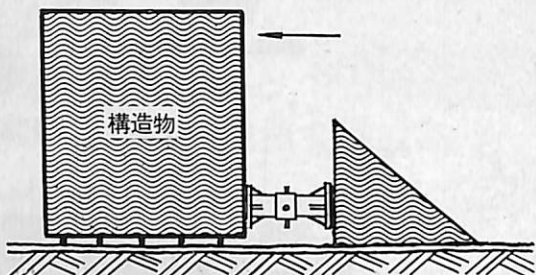
- 乾電池2個で、約12ヶ月間作動
- 精度保証範囲0°C～40°C
- 平均日差 ±0.1秒

現場作業の精度・安全。合理化に！

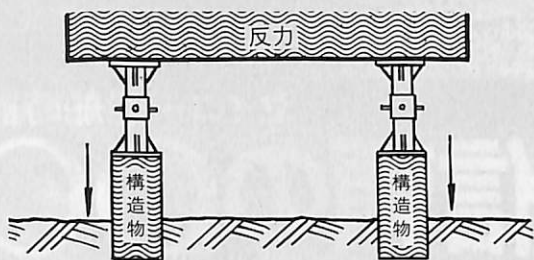
光洋の安全ナット付、ジャッキのリリースで



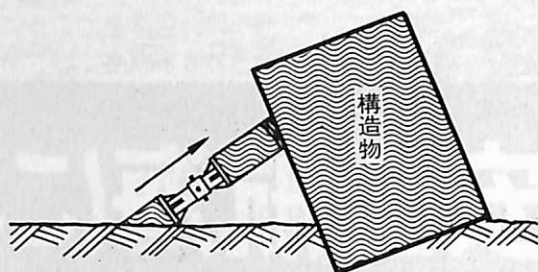
持上げ及びレベル調整に



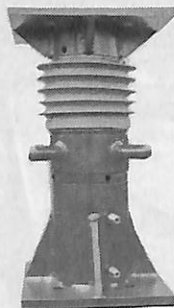
移動に



押込みに



不等沈下矯正に



仕様

型式	能力	ストローク	機械的耐力
KOP-512	50 ton	150	120 ton
KOP-820	80 ton	150	200 ton
KOP-1230	120 ton	150	300 ton
KOP-2040	200 ton	150	400 ton

*リリース及び工事請負代理店

●中部及び関東以北

丸藤シートパイル(株)

東京都中央区日本橋小網町1丁目2番3号 TEL 03(668)2091(代)
名古屋支店 052(582)2091(代) 仙台支店 0222(27)2091(代)

●中部及び関西以西四国

株式会社 日 衡

名古屋市中村区十王町3丁目54番 TEL 052(481)8167
大阪営業所 06(841)3127

●関西以西及び九州・四国

太洋建材株式会社

大阪府大東市新田北町1番36号 TEL 0720(72)7521(代)
広島営業所 08242(8)2305(代) 福岡営業所 09293(2)1015(代)

●九州地方

阪急土木株式会社

福岡市博多区博多駅前3丁目2番8号 TEL 092(441)5491(代)

●製造元

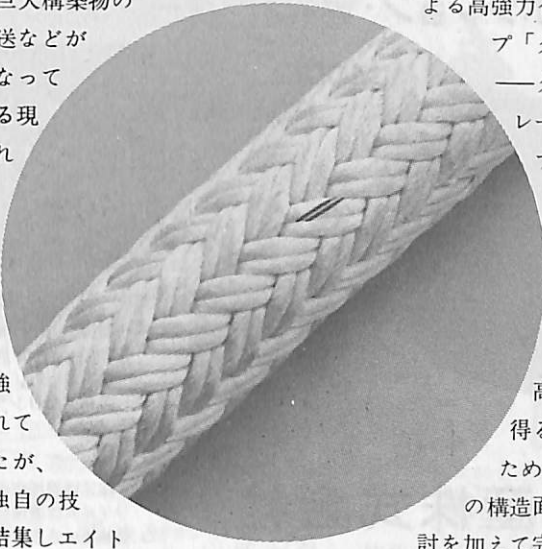
光洋工業株式会社

東京都墨田区江東橋1丁目10番8号
TEL 03(635)2227(代)

高強力 合繊ロープ「タフレ」—ダブルブレードロープ—

昭和50年6月NK認可

船舶の大型化、タグボートの高馬力に続いて、ロープ構造面の改良による高強力合繊ロープ「タフレ」—ダブルブレードロープ—を完成しました。ロープを太くせず高強力を得る目的のため、ロープの構造面から検討を加えて完成したロープ編索機(TOSCO)の考案

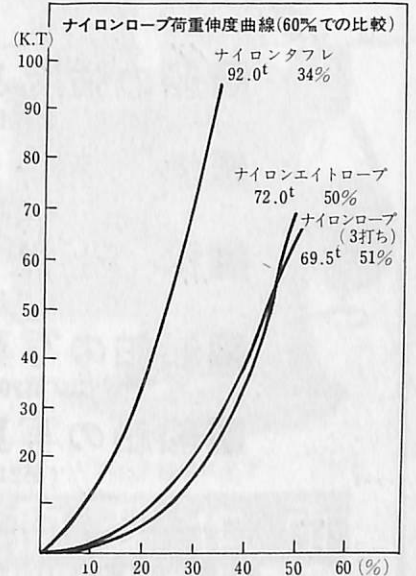


〈構造〉

引揃えて編組された内側の芯ロープを外側からさらに編組したロープで包んだ構造。強い引張り強さと適度な伸びを備えた完全な強力体として、一本のロープに設計されています。

〈特長〉

- 1) 引張り強さが著しく向上。ナイロンタフレは3打ちロープ、エイトロープの同分径と比較して約30%向上しました。
- 2) 破断時の伸びが大巾に減少。3打ちロープ、エイトロープにくらべ約半に減少、ロープ操作上の不安が減り、特に低荷重の伸びが減少しました。
- 3) キンクが発生しない。ロープの撚り崩れ、型崩れがない。
- 4) 柔軟性、操作性。繰返し荷重後も硬くならず、操作性にすぐれている。
- 5) 耐摩性。ロープの外面に突起がなく、局所的な摩耗が少りにくい。
- 6) スプライス加工(接続加工)。アイスプライス、カットスプライス加工が容易に行えます。



〈規格〉

径	ナイロンタフレ		ナイロンエイトロープ		ナイロンロープ(3打ち)	
	質量/100m	引張り強さ	質量/100m	引張り強さ	質量/100m	引張り強さ
40	104	38.0	96.5	28.1	97	27.8
42	113.5	41.3	106	30.7	107	30.4
45	130.5	46.9	120	34.5	122.5	34.6
50	160	57.0	153	43.5	151.5	42.1
55	193	68.2	185.5	52.0	183.5	50.3
60	229.5	80.3	224	61.5	219.5	59.1
65	269	93.5	261	70.6	261	68.5
70	312	107	302	81.2	300.5	78.7
75	361.5	124	346.5	92.4	346.5	89.5
80	412	140	395	106	394	101
85	465	156	436	116	438	116
90	518.5	175	490.5	128	491.5	126
95	578.5	194	550	142	547.5	139
100	639.5	215	605	157	606.5	153

(注) 引張り強さは、標準引張り強さを表示

〈用途〉

- 1) 高強力、低伸度の特長を生かして……係船索(ホーサー)、曳航索(タグロープ)、係留索(パイロープ)その他海上作業索。
- 2) ロープの芯に鉛を挿入し、重量加工が行える構造を生かして……海上施設用: オイルフェンスの下張り索
水産用: 定置網(底網の足綱、垣網のふかれ防止綱) まき網(沈子綱) 棒受網(沈子綱)



東京製綱嚮機株式会社

カタログご請求お問い合わせは
下記営業所へ……………どうぞ

東京営業所 東京都中央区日本橋室町2-6 江戸ビル ☎(03)279-4956・大阪(06)252-5831・福岡(092)441-0688・札幌(011)281-2581

MISHIMA

鋼板表裏位置検知装置

ポジション・ディテクター



MODEL
PD-200

ポジション・ディテクター
PD-200を御使用になれば
鋼板をはさんだ位置合せ
作業が正確、スピーディー
に行えます。

■用途

- 鋼板
- 船体
- 球形タンク
- 円筒形タンク
- 化学プラント
- 大型構造物
- 大径鋼管
- その他

三島光産株式会社

〒174 東京都板橋区舟渡 4-12-28
☎ (03) 967-3261(代)
営業分室(直通) 0484-21-2085

- イ. X線非破壊検査のフィルム位置確認
- ロ. 鋼板をはさんだ突き合わせ溶接の位置合せ
- ハ. 穴あけ位置の指示
- ホ. その他鋼板表裏位置確認

■船の強度と安定性

東京商船大学教授 野原威男 A5・160頁 900円 送料・160円

■燃料・潤滑

東京商船大学教授 宮嶋時三 A5・200頁 950円 送料・160円

■操船と応急

東京商船大学教授 米田謹次郎 A5・130頁 600円 送料・160円

■船舶の写真と要目

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

■船舶の写真と要目

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

東京都中央区銀座5-11-13
ニュー東京ビル

株式会社 **天然社**

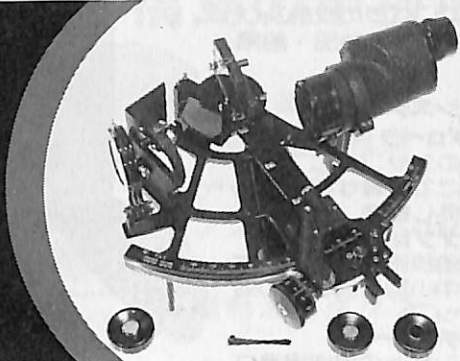
振替 東京 79562番
電話 (03) 543-7793番

信頼ある最高精度

このマークが保証する航海用六分儀



636 航海用六分儀
MS-2型



「玉屋商店」の航海用六分儀は、過去50年に及ぶ豊富な製作経験と卓越した技術、精選された材料によって、構造の堅牢さはもとより測角精度、反射鏡、シェードグラス等、その優秀さは広く海外の専門家に認められております。

株式会社

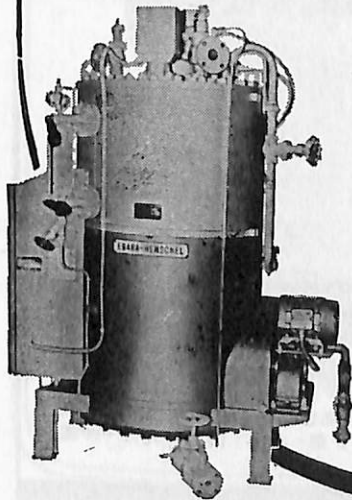


玉屋商店

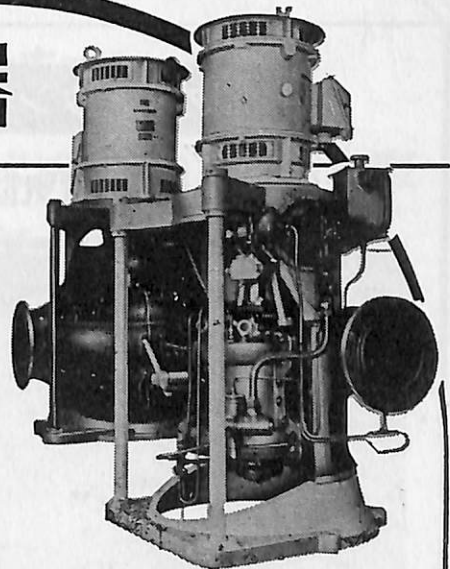
本社	東京都中央区銀座4丁目4番4号	☎104
	TEL 03 (561) 8711 (代表)	
大阪支店	大阪市南区順慶町通4丁目2番地	☎542
	TEL 06 (251) 9821 (代表)	
工場	東京都大田区池上2丁目14番7号	☎143
	TEL 03 (752) 3481	

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



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：大阪市北区中之島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

世界の海に活躍する **ナカシマスロペラ**

■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、各種銅合金鑄造品・船尾
装置一式

■新開発システム

○キーレスプロペラ

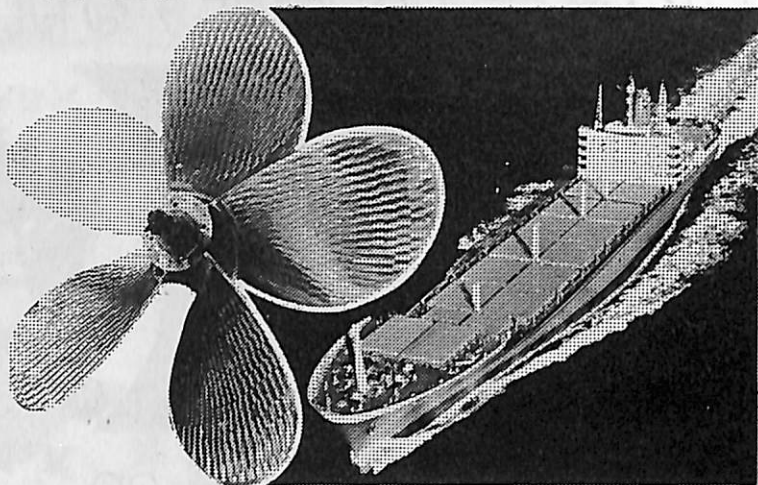
キーなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式
取付・取外し簡便

○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箱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

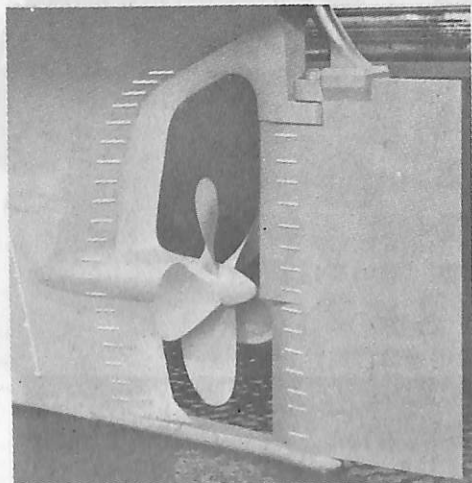
船舶外板・タンクの

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。



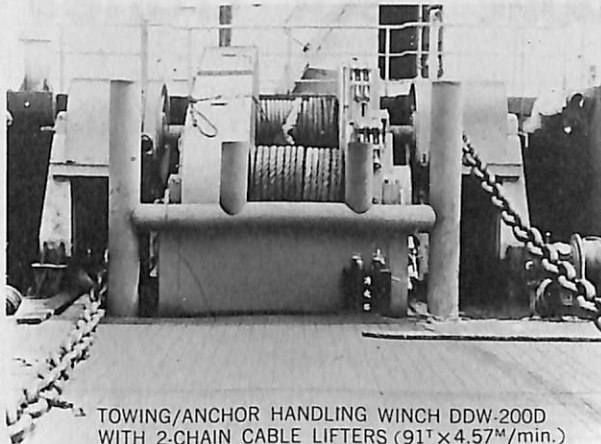
スタンフレーム周囲に取付けたALAP

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	

最新の技術と実績を誇る



TOWING/ANCHOR HANDLING WINCH DDW-200D
WITH 2-CHAIN CABLE LIFTERS (91' x 4.57"/min.)

福島の甲板機械

- 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
ウインチ
- 電動油圧クラブ

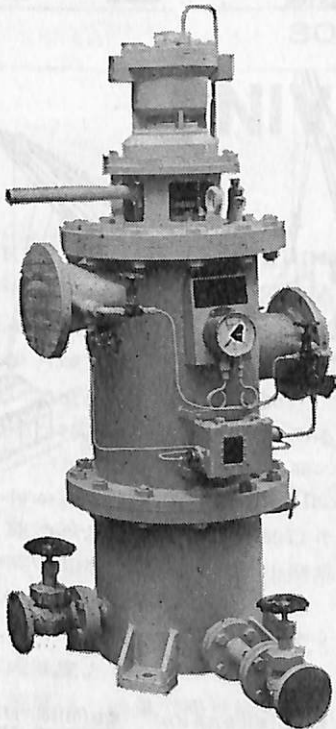
Fukushima

株式
会社

福島製作所

本社・工場/福島市三河北町 電0245 (34) 3146代
営業所/大阪 出張所/札幌・石巻・広島・下関・長崎

営業部/東京都千代田区4番町4番地 電03 (265)3161(代)
海外駐在員事務所/ロンドン



「ケーワン ストレーナー」

スラッジ完全分離

油圧駆動方式完全自動逆洗型 ノッチワイヤー式油汙過機

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



神奈川機器工業株式会社

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

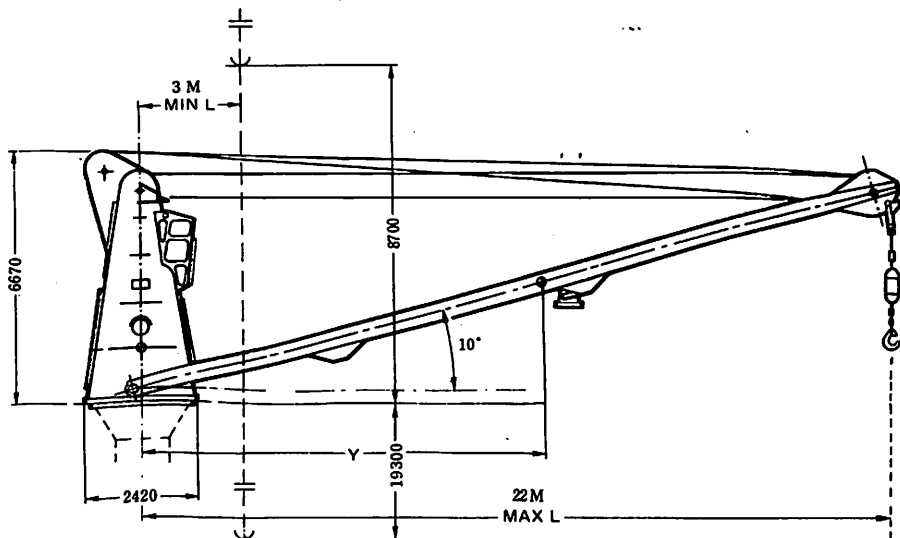
NIKKO-HÄGGLUNDS

Electro - hydraulic deck cranes

最新鋭 カーバルク

UNIVERSAL GIANT (日本郵船株式会社 / 常石造船株式会社)

搭載 D822型デッキクレーン



主仕様

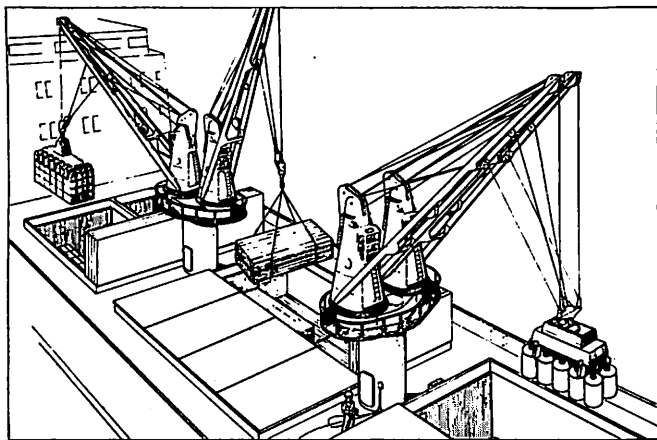
最大巻上荷重	8 Ton
最大巻上速度	0 ~ 8 Ton 45m/min
	0 ~ 3.2Ton 90m/min
俯仰速度	38sec
旋回速度	1.8rpm
ジブ長さ最大	22m
” 最小	3m
電動機定格出力	75kw
総重量	20.4Ton

日鋼—ヘグランド標準電動油圧デッキクレーンには、シングルタイプとツインタイプがあり、各タイプ共各種力量（シングルは5~25t、ツインは5t×2~25t×2）のものか標準化されています。

作動はヘグランド社特製による高トルク低速油圧モータで行われ、減速用歯車装置は不要です。ツインクレーンは単独で別々に操作ができますし、又両者一緒に片方の運転室から操作することもできます。リモートコントロール装置も取付可能です。尚各種の貨物に適したアクセサリも豊富に用意しています。

その他の船用機器

- 油圧ウインドラス、ムアリングウインチ、その他甲板機械
- カーリフター用油圧機器
- 船内天井走行クレーン用油圧機構
- パウスラスター用油圧機構
- 電動油圧式グラブ
バケット型、オレンジピール型、木材用グラブ
- 造水装置（英国ジョージクラーク社）



ツイン クレーン

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(0822)28-6641・札幌(011)241-2271・新潟(0252)41-6301
 仙台(0222)94-2561



新造船を見る

New Ro/Ro Car-bulker "UNIVERSAL GIANT" built by Tsuneishi Shipbuilding

新型カーデッキを搭載した
30型自動車兼撤積貨物船

《UNIVERSAL GIANT》

常石造船造船設計部

UNIVERSAL GIANT SHIPPING CO.,LTD
S.A. (パナマ) 御注文の《UNIVERSAL GIANT》
は、当社建造の新鋭カー・バルカーである。本船
は、去る9月竣工後、自動車を満載して、北米方
面に順調に処女航海の途についた。

本船の主な特色は、次の通りである。

- (1) カー・バルカーとしては、初期の15型エレベーター付から、最近の37型RO/ROタイプまで数多く建造されているが、本船は其中でも汎用性の高い30型2,000台積（小型乗用車ベース）RO/ROの船型を採用した。
- (2) 鉄鉱石のオルタネート・ローディングが可能な二重底強度とした。
- (3) 荷役装置は、軽量で高性能な日本製鋼所・ヘグラント製（ライセンス国産）電動油圧8Tク

レーン5基を装備して、5ホールド5ギヤングの構成としセンターポンツーンの取付取外し作業と、荷役能率の向上を図った。

- (4) 主機は、パワーアップされたIHI製PC2-5V（1筒当り出力600PS）を搭載し、満載航海速力14.65節を確保すると共に、中速ディーゼルの背の低さを利用して機関室上部にも、自動車搭載区画を配置した結果、同型の低速ディーゼル主機搭載船に比べて、約40台分（小型乗用車ベース）のスペースを増加することができた。
- (5) 最近の中・小型商用車の輸出増加傾向に対応するために、第2、3、4自動車甲板及び最上段の第1甲板には、高さ1m580の背高商用車を搭載可能とした。勿論、最上段はクレーンによるLO/LO荷役となる。

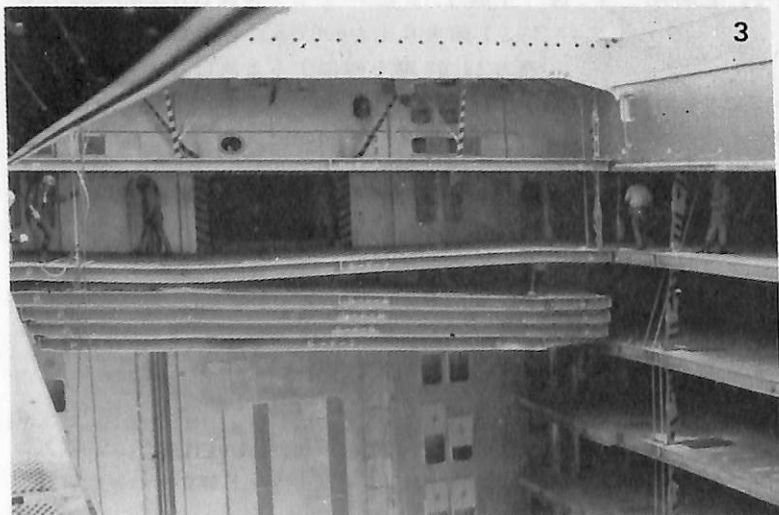
写真①公試運転中の《UNIVERSAL GIANT》。コンパクトな、日鋼ヘグラント製クレーンが林立している。

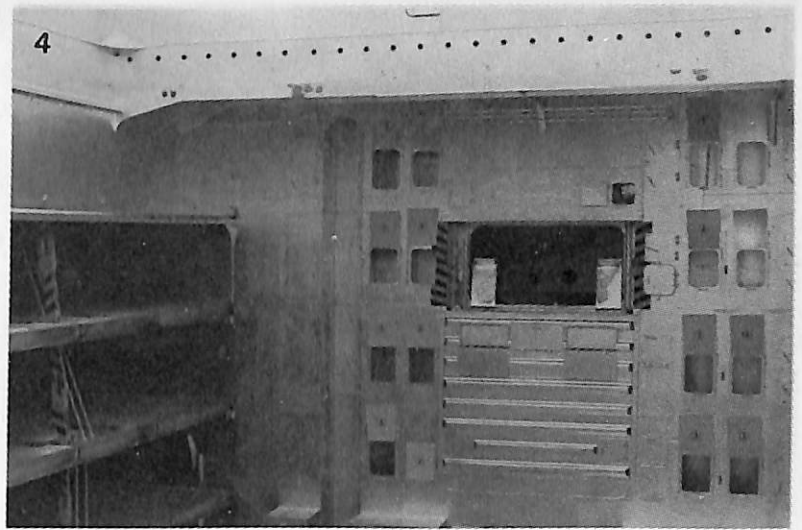
- (6) 船内ランプウェイは、自動車のいわゆる背打ち、腹打ち、尻打ちによる損傷を避けるために、有効高さに応じて最大傾斜角度を考慮すると共に、二重折れ型斜路を採用するなど、特別に配慮を加えた。
- (7) リフトابل・カーデッキは、船内通風、照明の効率化を図るために、可能な限りエクスパンドメタルを採用した。
- (8) リフトابل・カーデッキ操作用ウインチは、信頼性の高い福島製作所製電動油圧式を採用した。
- (9) カー・ラダーは、本船吃水/岸壁高さの関係を自動車積出港、揚荷港の実状に合うように十分検討し、3ピース全長16mに定めた。
- (10) 上甲板スチール・ハッチカバーとサイドポートは、NAVIRE社との技術提携で技術的な厚みを増した、萱場工業製を採用した。特に、サイドポートとNo.1ハッチカバーには、油圧操作式を採用したが、有効開口寸法の確保に寄与する処大であった。
- (11) RO/RO船として必要な船内換気(10回/毎時)と照明には特に意を用いた。



写真②上甲板全景。ランプウェイがハッチウェイにあるために、各サイズのボンツーンに合うように色わけされたボンツーンラック。ハッチカバーは、カヤバ製シングルプル型で、No.1ハッチは油圧トルクヒンジアクチュエーター作動、No.2から5まではクレーンで操作される。

写真③捲上げテスト中の、川重/ブローム・フォス式リフトابلランプウェイ。自動車の損傷防止と有効高さ確保のため、二重ナックル型が採用された。



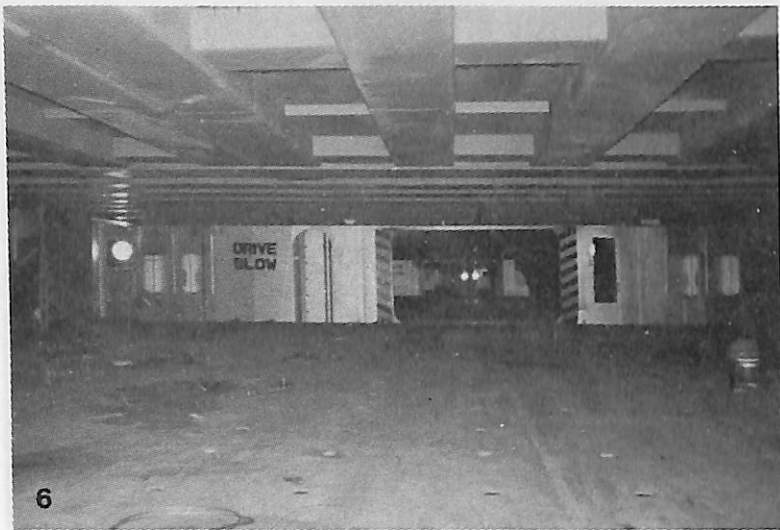


写真④センターポンツーンをはずした船内。横隔壁は、船内梯子、通風ダクト、照明灯の組み込み可能な、堅型コルゲートタイプとした。通風孔および照明灯は、グリーン搭載時には、グリーンタイト扉で閉鎖される。

写真⑤川重/ブローム・フォス式リフトブルデッキ。下3層は、ホールドエンド側にリフトブル・ランプウェイが採用されたために、困難なポンツーン引込作業が軽減された。捲上げおよび格納は一挙動式である。



PRINCIPAL PARTICULARS		
1 PRINCIPAL DIMENSIONS		
LENGTH	O.A.	179 ^M 000
LENGTH	B.P.	170 ^M 000
BREADTH	MLD.	25 ^M 400
DEPTH	MLD.	15 ^M 500
FULL LOAD DRAFT	MLD.	11 ^M 167
FULL LOAD DISPLACEMENT		39,700 ^{KT}
2 TONNAGE, CLASS, ETC.		
GROSS TONNAGE		17261.86 ^t
NET TONNAGE		12999.58 ^t
CLASS	NK.NS*(BULK CARRIER OR MOTER CAR CARRIER).MNS*	
NAVIGATION AREA	OCEAN GOING	
3 DEADWEIGHT & CAPACITY		
DEADWEIGHT		30,374 ^{KT}
CARGO HOLD CAPACITY (GRAIN)		35,191.4 ^{M³}
4 MAIN ENGINE		
TYPE & NO.	IHI PIELSTICK 18PC 2-5V x 1SET	
M.C.O.	11700 PS x 5200 RPM	
C.S.O.	9940 PS x 492.6 RPM	
	9840 PS x 492.6 RPM	
		1324
5 SPEED		
TRIAL MAX	(AT Δ=18,520 ^{KT})	16.92 ^{KTS}
85% M.C.O. 15% S.M. (AT FULL LOAD)		14.65 ^{KTS}
6 COMPLEMENT		
DECK	ENGINE	BUSINESS
CAPTAIN 1	C/ENG. 1	
C/OFF. 1	2/ENG. 1	
2/OFF. 1	3/ENG. 1	R/OPE. 1
3/OFF. 1	4/ENG. 1	C/STEW. 1
J/OFF. 1	ELECT 1	
	5P	5P 2P
	OFFICER TOTAL	(12P)
BOS'N 1	MACHINIST 1	C/COOK 1
	1P	1P 1P
	PETTY OFFICER TOTAL	(3P)
CARPENTER 1	OILER 3	COOK 2
AB. SEAMAN 3	WIPER 2	BOY 2
ORD. SEAMAN 5	FITTER 2	
	9P	7P 4P
	CREW TOTAL	(20P)
SPARE (OFFICER CLASS)		2P
SPARE (CREW CLASS)		1P
	SPARE TOTAL	(3P)
	GRAND TOTAL	38P
KEEL LAID	DEC. 18,	1974
LAUNCHED	MAR. 14,	1975
DELIVERED	SEP. 22,	1975



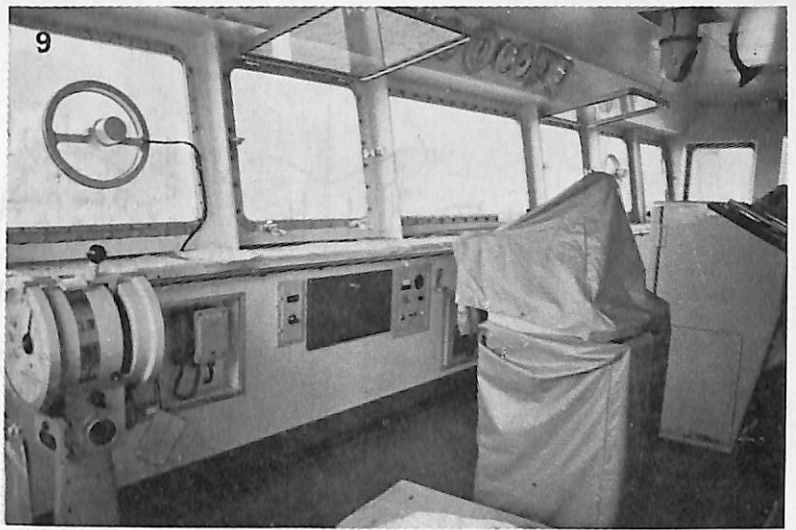
6

写真⑥セットされたセンターボンツーンと、広い開口を確保したバルクヘッドドア一部。荷役効率と安全性を考慮して、ドア位置／ランプウエイ位置および巾／艙内照明配置の関係に、特に留意した。

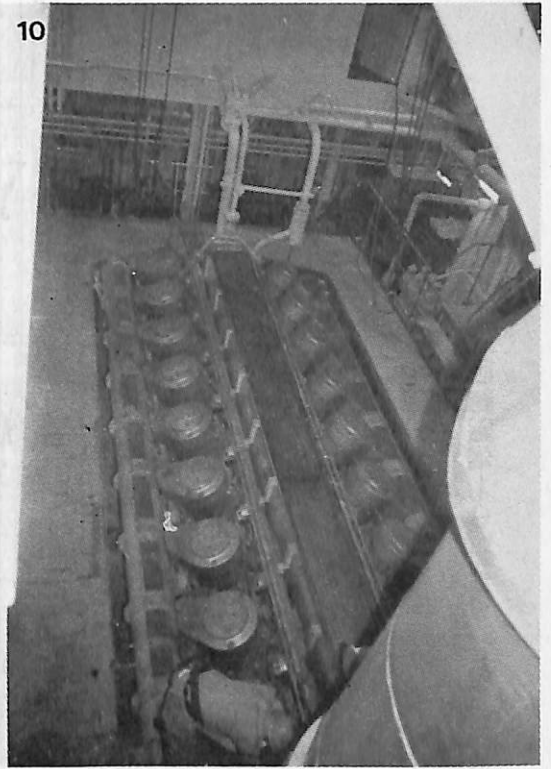
写真⑦積付完了したハッチウエイ最上段デッキとランプウエイ。ランプウエイは、小型商用車が2列搭載可能である。

写真⑧荷役中のカーラダー。潮位／吃水の変化にフォローできるように配慮した。



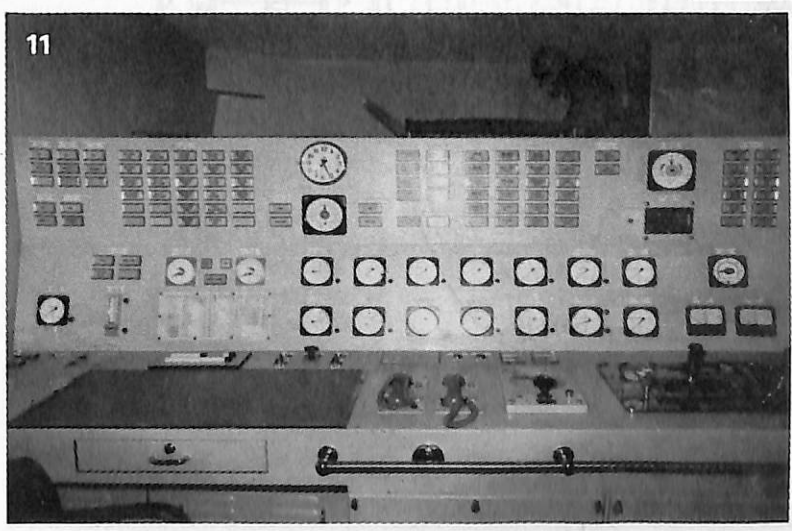


9



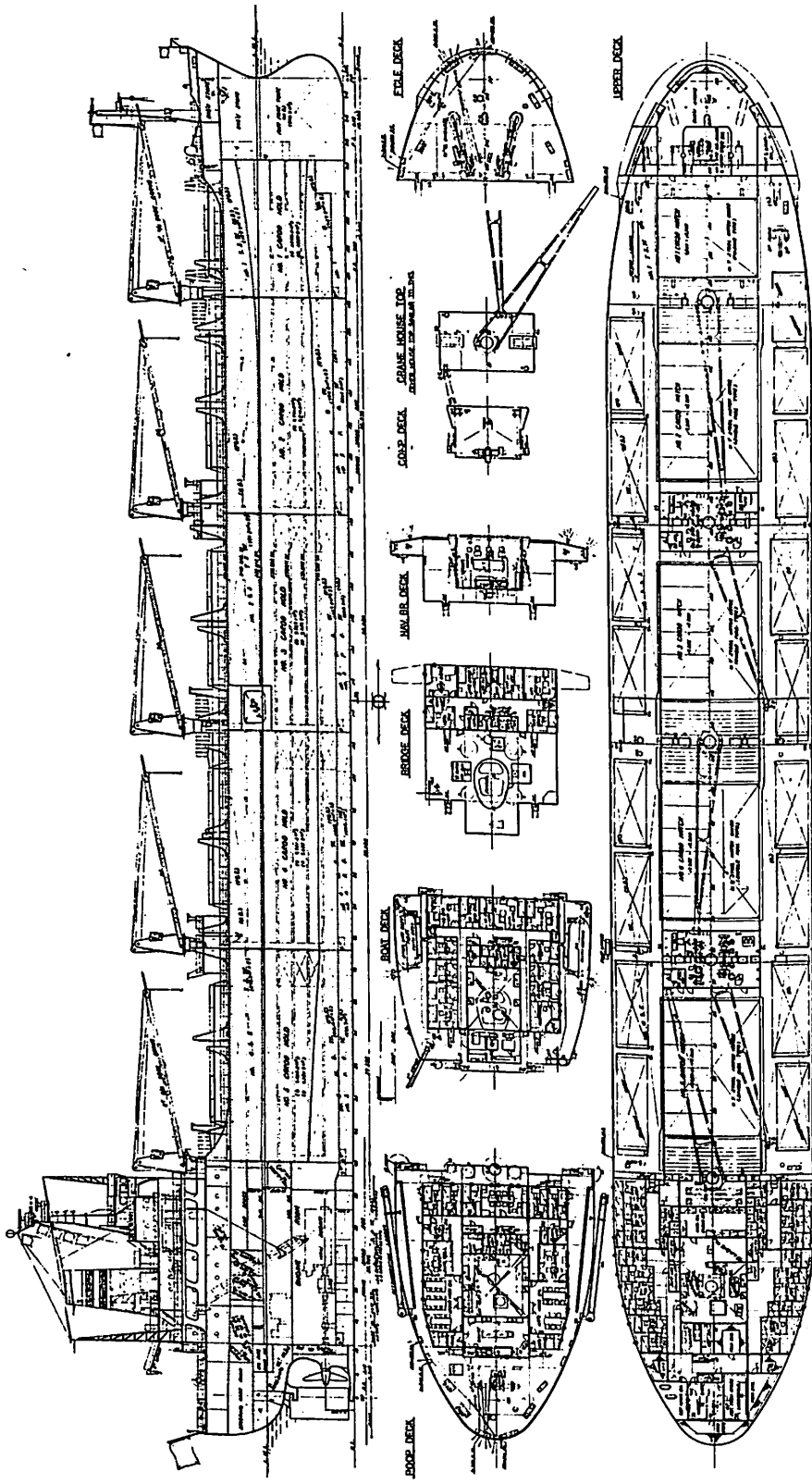
10

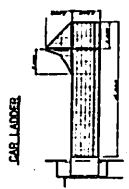
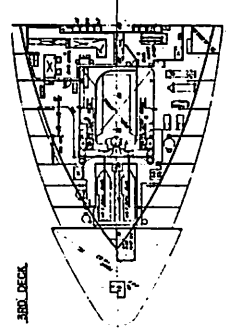
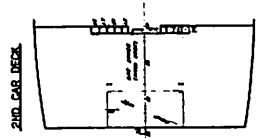
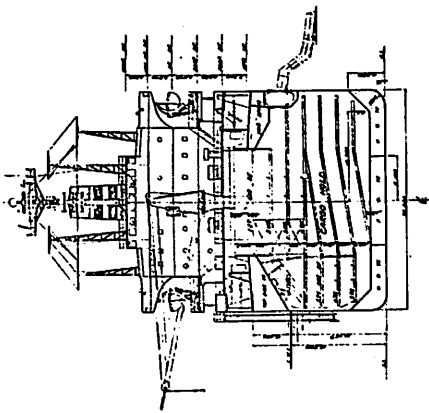
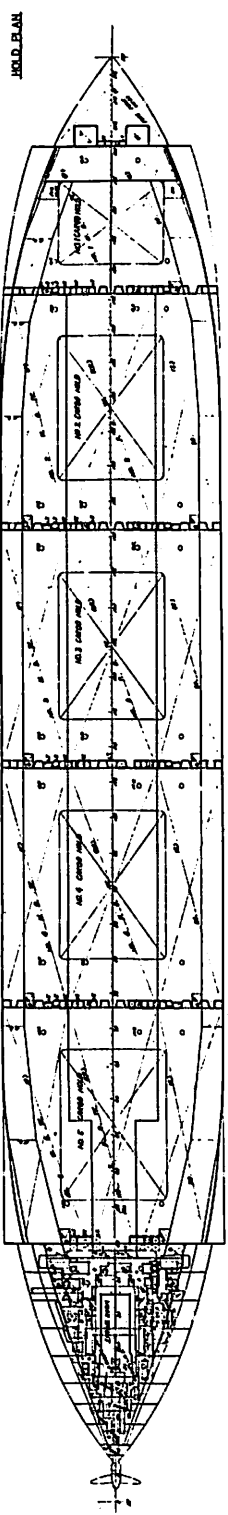
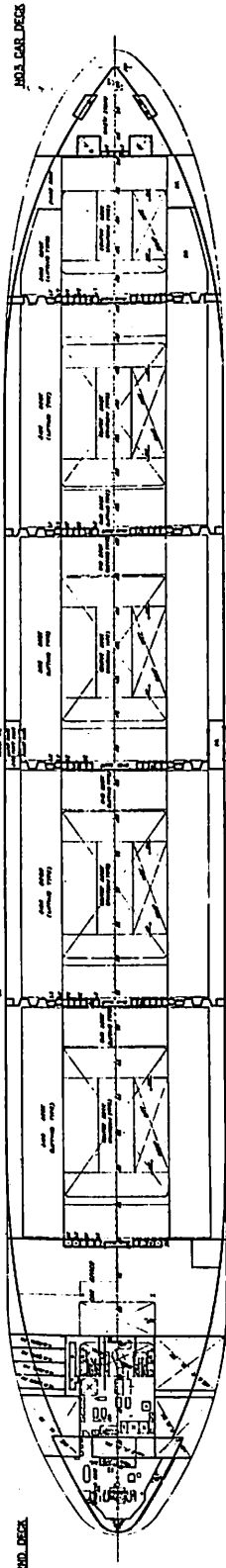
写真⑨操舵室。前窓は、軽く前傾し、中央は広く開口をとり、視界の確保に意を用いた。
 写真⑩コンパクトな、IHI製I6PC/2-5Vを搭載した機関室。この上部は、自動車搭載デッキとして利用されている。
 写真⑪機関制御盤の詳細。



11

UNIVERSAL GIANTの一般配置図





2ND DECK

船用減速齒車装置の動向と

船研における研究<1>

船舶技術研究所減速装置研究室

1. まえがき

石油ショック以来の不安定で、停滞した経済は、大型タンカー建造の意欲を鈍らせ、建造隻数においても、一時的な減少をまねく傾向にある。高速コンテナ船の分野においても同様で、荷動きの減少、滞船の増加など、この分野での建造隻数の増加にもあまり期待できない状況にある。

しかし、スエズ運河が開通し、その安全通行が確認されるに従って、欧州への荷動きの活発化が期待できるなど、ロングタームで見た場合、今後とも引き続き、大型化、高速化に興味注がれるものとするのが一般的である。

船舶の大形化と高速化は、その主機関としての蒸気タービンプラントの比重をますます大きなものとしてきている。船用大出力蒸気タービンプラントの成否は、一にかかって減速齒車にあるといっても過言ではないともいわれており、船を効率良く推進させるため、高速化する傾向にあるタービンの回転を、低速化する傾向にあるプロペラの回転数にまで減速させる減速装置の開発が、大出力化の一つの課題となってきた。

過去十数年の船用齒車の設計並びに製作法の進歩について振り返って見ると、齒車荷重の係数であるK値および齒元の曲げ応力は、材料と冶金術の改良・進歩、齒形精度と表面粗度の向上、材料工学と応用設計技術の発達、振動解析とアライメントの調整及び動的解析などより、2倍以上に高められてきた。そして、今日、オイルタンカー“ジャパン・アンブローズ”の1軸5万馬力、シーランド社の高速コンテナ船2軸12万馬力の出現を見るにいたった。

わが国における現在の技術レベルのもとでは、“ジャパン・アンブローズ”に搭載されたブルギヤ

(2段目大齒車)の直径約5.4mは、加工精度その他の面より見て、船用に供し得る限界に近いものであるといわれている。このような状況のもとで、大出力化の要求に対処し、軽量小形化をはかるため、3段減速のロックド・トレーン形減速装置、遊星齒車減速装置、表面硬化齒車を用いた減速装置その他の研究・開発が積極的に進められるようになってきている。

船用タービンの減速装置は、全体寸法が大きいにもかかわらず、極めて高い精度の要求される精密機械であって、齒面強度などに影響を及ぼす因子がはなはだ複雑多岐にわたっており、今なお予測しないう損傷に見舞われるような実状にある。従って、これらの開発の成果が、大出力の機関に採用されるまでには、実機への採用によるステップ・バイ・ステップの実績の積み重ねによらなければならないことはいうまでもない。

以下、船用蒸気タービン用減速装置の現状並びに開発に関するいくつかの例と、船舶技術研究所における試験研究の概況について紹介することとする。

2. 大出力化の実状

推進動力の大馬力化の実状がどの程度のものであるかを理解するため、わが国で建造された船の実状についての2、3の例を、以下に示す。ここで取り上げた船は

高速コンテナ船

“ジャパン・アンブローズ” 50,000 P S
“東米丸” 45,000 P S

タンカー/バルクキャリア

“グロビティックトキーオー” 45,000 P S
“はんぷとん丸” 28,000 P S

Type of red. gearing	Dual tandem, articulated, double helical & double reduction								
	Turbine	Low pressure side				High pressure side			
	Stage	1st reduction		2nd reduction		1st reduction			
	Gear	Pinion	Wheel	Pinion	Wheel	Pinion	Wheel	Pinion	
S.H.P.	Normal	45000 (metric)							
	M.C.R.	50000 (metric)							
R.P.M.	Normal	3059	1085		125	1085	5402		
	M.C.R.	3181	1128		130	1128	5618		
Module	(mm)	6		8		5			
Helix angle	(deg.)	30		30		35			
No. of teeth		61	172	59	512	59	244	49	
P.C.D.	(mm)	423	1192	545	4730	545	1489	299	
Face width	(mm)	255×2		435×2		255×2			
K factor (psi)	Normal	114		93		89		109	
	M.C.R.	126		103		91		112	
Unit load (psi)	Normal	5908		5679		5457		5452	
	M.C.R.	6560		6308		5594		5586	
Material		NiCrMo STEEL	CrMo STEEL	NiCrMo STEEL	CrMo STEEL	NiCrMo STEEL	CrMo STEEL	NiCrMo STEEL	

表2-1 “ジャパン・アンブローズ”の減速装置主要目

である。このうち、“はんぶとん丸”は遊星歯車を用いた船の代表例である。

2-1 “ジャパン・アンブローズ”

ニューヨーク航路の高速コンテナ船“ジャパン・アンブローズ”は石川島播磨重工で建造されたジャパンラインのタービン船である。

邦船5社によるウィクリー・サービス船7隻(ディーゼル船5隻、タービン船2隻)のうち、最も出力の大きい“ジャパン・アンブローズ”は、わが国で建造された1軸船としては最大級の出力を有しており、GE社で製作されたシーランド社向け主機械60,000PS×2に次ぐ、50,000PSの主機を搭載している。

主機タービンは、高圧タービン5,402rpm、低圧

タービン3,059rpmのIHIクロスコンパウンド・デュアルタンデム・アーティキュレーテッド形2段減速歯車付インパルスタービン1基で、最大出力および常用出力は50,000PS×130rpmおよび45,000PS×125rpmで、航海速度25.1ノット、コンテナ1,560個積である。減速装置の主要目および外形は、表2-1および図2-1の通りである。

2-2 “東米丸”

高速コンテナ船“東米丸”は、昭和47年日立造船で建造された、山下新日本汽船の1,620個積みコンテナ専用船で、わが国のニューヨーク航路第1号船である。主機械は川崎重工で製作されたUB-450形クロスコンパウンド衝動式2段減速タービン1基で、これは同社の1軸船用としては最大級のもので

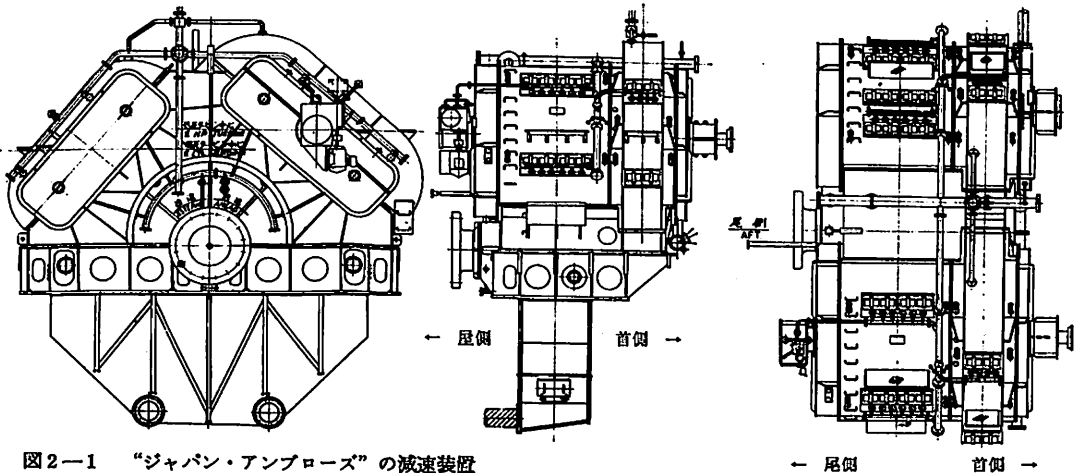


図2-1 “ジャパン・アンブローズ”の減速装置

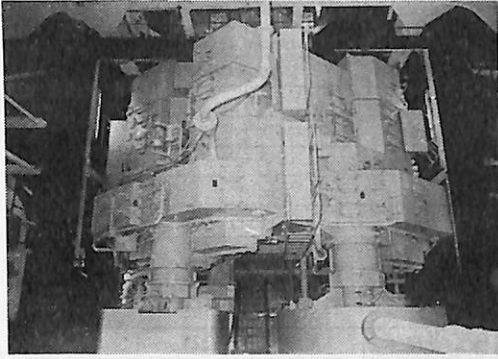


図2-2 “東米丸”の減速装置

ある。主機械の外観は図2-2の通りであり、その形式は次の通りである。

型式、台数：川崎 UB-450 型クロスコンパウンド
衝動式2段減速タービン 1基
出力：連続最大 45,000 ps×105 rpm
常用 42,500 ps×103 rpm
減速装置：高圧タービン デュアルタンデムア
ーティキュレーテッド型2段減速
低圧タービン シングルタンデムア
ーティキュレド型

2-3 シーランド社の30kt高速コンテナ船

シーランド社の120,000PS、30kt高速コンテナ船は、オランダおよび西ドイツで建造された船で、ISO20ft換算で約2,000個のコンテナ(35ft 928個40ft 200個)を搭載し、最大速度33kt、常用出力30ktで運航する。載貨重量および排水量は21,200tお

よび42,700tで、主機械はABSの最大設計出力60,000PS×135rpmの2段減速歯車付クロスコンパウンド蒸気タービン、GE・MST-19型2基よりなっている。

HPタービンは前進最大出力時約5,000rpmで、LPタービンは約3,450rpmである。

タービン軸と初段減速小歯車とはフレキシブルカップリングで結合されている。

減速歯車はデュアル・タンデム・アーティキュレーテッド形の2段減速で、回転要素は、2個の初段小歯車、4個の初段大歯車、4個の2段目小歯車、1個の2段目大歯車(ブルギヤ)よりなっている。初段の減速歯車は2段目の前部に配置されており、初段大歯車と2段目小歯車とはクイール軸で継がれている。

2-4 “グロービティック・トーキョー”

“グロービティック・トーキョー”はグロービティック・タンカー社(英国)の発注により、東京タンカー社の監督のもとに石川島播磨重工で昭和48年に建造された483,600DWTの超大形タンカーで、“日石丸”を上まわる最大のタンカーである。

主機械はIHI・クロスコンパウンド・インパルス・タービン1基で、連続最大出力および常用出力は共に45,000PS×90rpmである。

高圧タービンおよび低圧タービンの回転数は5,542rpmおよび3,166rpmで、90rpmのプロペラ回転数に減速するため、ブルギヤには約5.3mの大直径のものが使用されている。また1軸あたりの

Type of red. gearing	Dual tandem, articulated, double helical & double reduction								
	Turbine	Low pressure side				High pressure side			
		1st reduction		2nd reduction		1st reduction			
	Pinion	Wheel	Pinion	Wheel	Pinion	Wheel	Pinion		
S.H.P.	Normal	(metric)							
	M.C.R.	45000 (metric)							
R.P.M.	Normal								
	M.C.R.	3166	808.6		90	808.6		5542	
Module	(mm)	6		8		5			
Helix angle	(deg.)	30		30		35			
No. of teeth		59	231	64	575	64	329	48	
P.C.D.	(mm)	409	1600	591	5312	591	2008	293	
Face width	(mm)	250×2		530×2		250×2			
K factor	Normal								
	(psi)	M.C.R.	109		85	85		110	
Unit load	Normal								
	(psi)	M.C.R.	5901		5653	5653		5645	
Material		NiCrMo STEEL	CrMo STEEL	NiCrMo STEEL	CrMo STEEL	NiCrMo STEEL	CrMo STEEL	NiCrMo STEEL	

表2-2 “グロービティック・トーキョー”の減速装置主要目

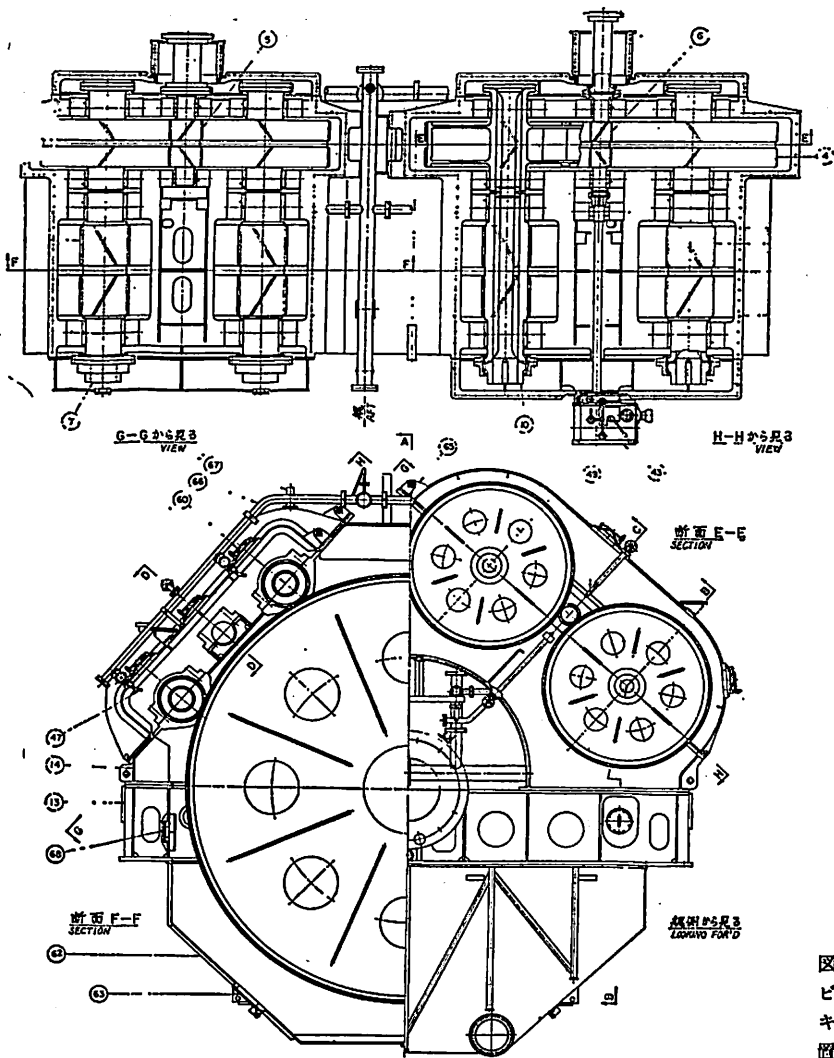


図2-3 “グロビティック・トーキョー”の減速装置組立図

駆動トルクを小さくするため、高圧、低圧の両タービンとも、ロックド・トレーン形を採用している。

減速装置の主要データおよび全体組立図は表2-2および図2-3の通りである。

2-5 “はんぶとん丸”

バルクキャリア/タンカー“はんぶとん丸”は住友重機で昭和46年に建造された載貨重量 168,859 t の第一中央汽船所属の船で、住友-Stal Laval APタービン1基 (28,000 PS×85 rpm) により、航海速度15.4ktで運航する1軸船である。

“はんぶとん丸”の主機械は住友重機が蒸気タービン製造を再開してからの第1号機で、大出力の蒸気タービン推進機関に遊星歯車を採用したわが国初の推進プラントである。

主機械の高・低圧タービンはクロス・コンパウンド結合されており、低圧タービンは船首側に向けて

軸流排気する構造である。

減速歯車装置は高圧側が3段減速であって、初段第1段遊星歯車は高圧タービンとギヤケースの間にあり、初段第2段減速歯車がギヤケースの船尾側にオーバハングしている。一方低圧側は2段減速で、初段遊星歯車がギヤケースの船尾側にオーバハングしている。

主機械の主要目は次の通りである。

(1) 機関構成要素重量

名称	重量
高圧タービン	4,800kg
低圧タービン	22,100kg
減速歯車装置	103,000kg
スラスト軸受	22,600kg
復水器	40,000kg
操縦弁	1,700kg

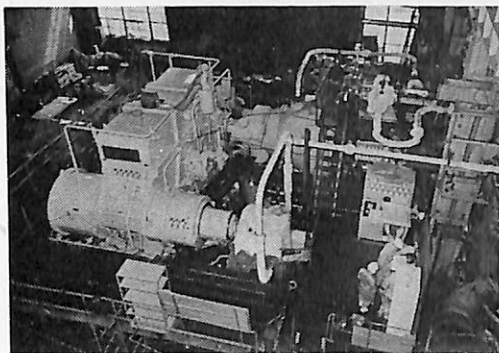


図2-4 “はんぶとん丸”の減速装置
(陸上運転中)

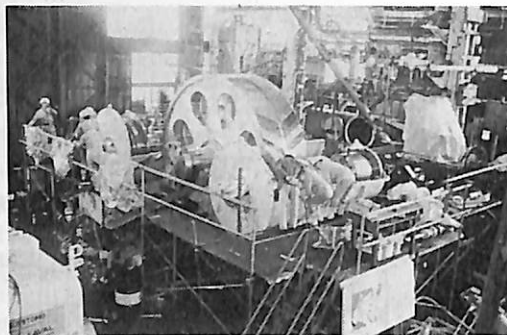


図2-5 “はんぶとん丸”の減速装置
(開放状況)

その他	5,000kg		
計	199,200kg		
(2) 定格性能			
	連続最大	常用	後進
出力 (shp)	28,000	25,800	13,650
プロペラ回転数 (rpm)	85	83	55
(3) タービン			
高圧タービン:			
連続最大ロータ回転数	約 6,000 rpm		
段落	ラト-9段		
低速タービン:			
連続最大ロータ回転数	約 3,600 rpm		
段落	ラト-8段		
後進タービン:			
段落	2列カーチス 2段		
出力比 (高圧/低圧)	55/45%		
(4) 減速歯車			
最高K値 (psi):			
遊星歯車	276		
平行軸歯車	93		
概略回転数 (rpm):			
	高圧側	低圧側	
タービン軸	6,000	3,600	
タイル軸	1,385	3,600	
小歯車	385	477	
大歯車	85		

減速歯車装置は初段減速歯車として遊星歯車を、また最終段歯車としてシングルプレーン平行軸歯車を採用したものである。高圧側は初段減速歯車として遊星歯車2段、全体として3段減速であり、低圧側は初段減速歯車として遊星歯車1段、全体として2段減速となっている。

高圧側第1段遊星歯車はスター形であり、高圧タ

ービンと最終段小歯車の間に配置されている。2段遊星歯車はプラネタリ形で、最終段小歯車の船尾側にオーバハングしている。低圧側遊星歯車はプラネタリ形で、最終段小歯車の船尾側にオーバハングしている。

遊星歯車に使用されている外歯歯車は歯面を窒化してある。ギヤケースは単壁形の溶接構造で、すべての回転部品が一平面内に平行に配置されている。

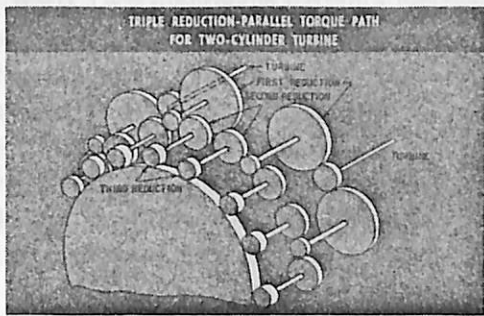
減速装置の全景およびそれを開放した状態を図2-4及び図2-5に示す。

3. 研究開発の実状

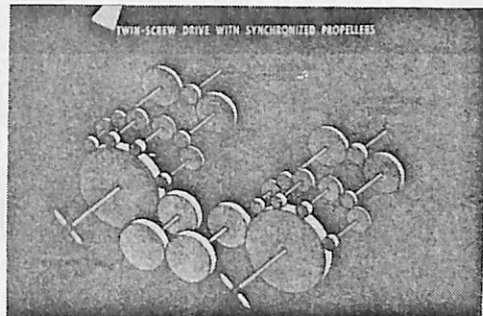
3-1 GE社の調査研究

GE社はシーランド社向け6万馬力コンテナ船用減速装置を製作した実績をもち、更に出力の大きい蒸気タービン用減速装置として、3段減速のものについてのスタディを終了している。そして、信頼性のある減速装置を供給できるように努力するとともに、今後の課題として二重反転プロペラ装置を取りあげ、検討を行っている。大馬力用の歯車のスタディにより、いくつかの新しい、興味ある装置を見出した。その主なものは、以下のようなものである。図3-1(a)は、クロス・コンパウンド・タービンによって駆動され、並列のトルク伝達歯車をもった3段減速の装置を示したものである。この装置の定格出力は、プロペラ回転数80rpmで、100,000PSである。歯面荷重は現在の船用歯車と同レベルにおさえられている。歯面荷重を制限値におさえたいうえ、非常に高いトルクでブルギヤを駆動するため、8個のピニオンを用いている。

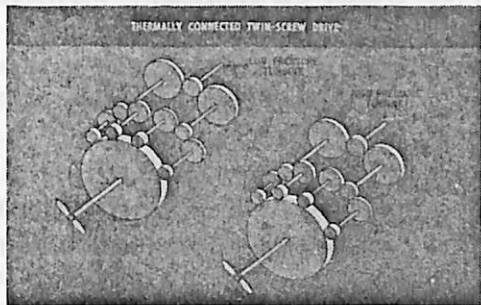
図3-1(b)は2軸船用の大馬力歯車装置を示したものである。ここでも、高いトルクレベルのために3段減速にしている。この装置の特徴は、クロス・



(a)



(c)



(b)



(d)

図3-1 GE社の構想

コンパウンド・タービンの高圧タービンおよび低圧タービンが互いに1軸ずつを駆動し、両タービン間には機械的な結合は何もないことである。この装置は熱的結合タービンと呼ばれ、減速装置付蒸気タービン推進プラントの適応性を更に増大させるのに役立つものと思われる。

図3-1(c)は2つのブルギヤと互いに噛み合う同調歯車を持つ2軸船のための装置である。同調歯車をつける意図は、両方のプロペラを同調して回転させるとともに、1台のタービンから両方の軸に動力を分割し、両軸を同調して回転させることができることにある。

将来の課題として取り上げられている二重反転プロペラ装置は、二重反転装置と低速の在来型プロペラを用いることにより、有用な推進効率を得られる可能性があるものと判断している。GE社の検討の結果は、次の通りである。二重反転駆動には基本的な形として、遊星歯車による方法と、歯車列による反転の2つの方法がある。並列の歯車列により減速し、同一中心軸上にある前後のプロペラを回転させるためには、2個のブルギヤを必要とし、寸法、重量ともに大きなものとなる。

図3-1(d)は2台のタービンの動力を平行軸の歯車で減速し、遊星歯車で反転駆動させる装置につい

て検討したものの概念を示したものである。遊星歯車装置は、同一中心軸上にある前部のスクリューを駆動するのにリングギヤを使用し、後部スクリューを駆動するのにケージを使用している。

以上のように、新しい推進方式としての二重反転方式と遊星歯車装置の適用は、今後の課題として検討し、とり入れて行くのにふさわしい価値を持っているものとして、広く関係者の間で興味を持たれている。この方式の特徴は、低い回転数で小さなプロペラを回転させ、大きな推進力と高い効率が期待できることにある。しかし、プロペラ軸と軸受、水漏れ防止の構造、プロペラの回転比と推進効率の関係、その他の多くの研究開発要素を含んでおり、今後の研究開発に大きな期待がもたれている。

3-2 わが国の遊星歯車装置に関する研究

運輸省は、昭和42年度から44年度にかけて大形遊星歯車減速装置の開発を行ない、大形遊星歯車が船用減速装置に応用しうる見通しを得た。この大形プロジェクトには川崎重工、石川島播磨重工、東洋精密造機が参画し、船舶技術研究所に大形の歯車試験機を設置して大掛りな実験を行なったものである。

船用機器開発協会は、この大形プロジェクト並びに同協会のシンプル・ロックド・トレーンの試作（昭和44年度三井造船及び東洋精密造機）などの成

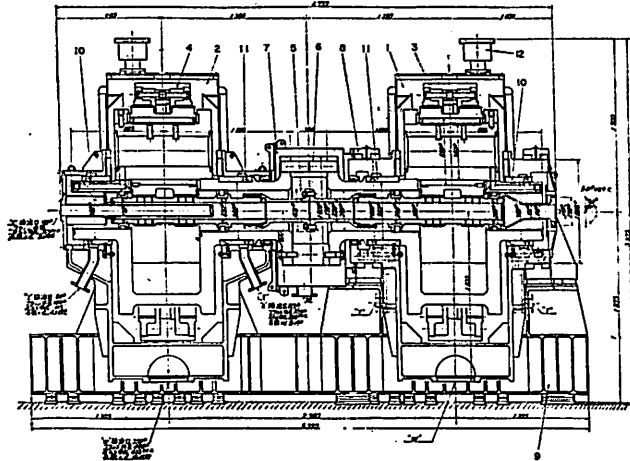


図3-2

項目	条件 A		条件 B	
	単位	値	値	値
伝達馬力	PS	30,000	10,000	
回転数	rpm	3,500	753	
伝達軸回転数	rpm	425	90	
伝達軸トルク	kgm	5,000	9,400	
伝達軸速度	m/s	51,000	80,000	
歯面速度	m/s	451	96	

項目	太陽歯車	遊星歯車	内歯車
歯車形式	浮動歯車式	固定歯車式	固定歯車式
材料	Cr-Mn鋼	Cr-Mn鋼	炭素鋼
熱処理	浸炭焼入れ	浸炭焼入れ	焼入れ
歯数	34	110	254
歯厚	272	880	2032
歯巾	2×220	2×220	2×160
モジュール	8		
変速比	8.47		

表3-1

果を基礎とし、遊星歯車を用いた大形蒸気タービン用の減速歯車装置の試設計を行ない、昭和48年にシンポジウムを開催した。

この研究は、川崎重工および三井造船に委託し、それぞれ 56,000 PS×80 rpm および 30,000 PS×85 rpm の蒸気タービン主機を想定し、試設計を行なったもので、設計製作上の問題点等についても、検討を行なっている。

3-2-1 遊星歯車減速装置の試作

運輸省は、遊星歯車機構を船用タービン減速装置に適用する意図のもとに、船用大型プロジェクト、蒸気タービン減速装置開発委員会を設置し、第1段方式用(12,500 PS) および第1・2段方式用(10,000 PS/30,000 PS) 試験歯車装置を試作し、その運転試験を実施した。特に、第1・2段方式用遊星歯車装置は、その容量と運転荷重条件で世界に例を見ない規模のものであったが、第1段方式のものとともに、種々の問題点を克服して予定の試験を完遂した。

この開発研究は昭和42年度から44年度にわたり、官民一体となって実施したもので、基本計画、実施計画の作成及び計画の管理推進を同委員会が行ない、装置については日本船用機器開発協会の委託により石川島播磨重工、東洋精密造機、川崎重工の各社が分担製作した。また、運転試験、計測、解析については、船舶技術研究所が担当した。

(1) 構造の概要

試作した歯車遊星装置は、1段方式および1・2段方式の2種類である。

第1段方式に関しては、低圧タービン用第1段減速装置を想定し、片シリンダー12,500 PS×3,500 rpm/750 rpm、1・2段方式は、第1段相当は 30,000 PS×3,600 rpm/425 rpm、2段相当は 10,000 PS×763 rpm/90 rpm 程度を計画設計のベースとした。各々の装置の概略図及び歯車諸元を図3-2、図3-3、表3-1、表3-2に示す。両者ともプラネタリー型で、太陽歯車及び4個の遊星歯車は浸炭焼入れとし、内歯車は1段方式では切り放し、1・2段方式ではシェーピング仕上である。また、1段方式は一方

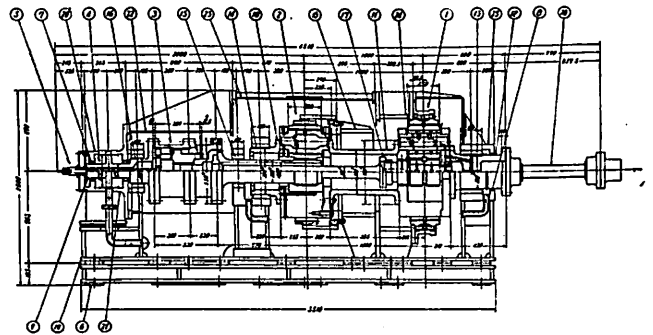


図3-3

項目	ハスバ遊星歯車		スロバ直列遊星歯車	
	太陽歯車	遊星歯車	太陽歯車	遊星歯車
伝達馬力	12,500 PS		12,500 PS	
回転数	3486/750 R.P.M.		3486/750 R.P.M.	
モジュール	6		6	
圧力角	20°		20°	
撥水角	8°		—	
歯数	37	49	135	37
P.C.D.	224.181	296.889	817.259	222
歯巾	190		110×2	
相対速度	32.2%		31.9%	
伝達力	5730 kg		5780 kg	
材料	SNC-P2	SNC-P2	SCM5	SNC-P2
処理仕上	浸炭焼入れ	浸炭焼入れ	焼入れ	浸炭焼入れ

表3-2

を平歯車、他方をはすば歯車とし、1・2段方式は両方とも平歯車とし、それぞれ両者を Back to Back に結合し、動力循環式嚙合試験機としてある。遊星歯車機構では、同時に嚙合う遊星歯車間の荷重等配分を良好にすることが重要である。また、プラネタリー型では遊星枠の回転に従って生じる遊星歯車の遠心力が遊星軸受荷重に付加されるので、設計施工には特に慎重な配慮が払われている。

(2) 運転試験

1段方式に対しては定格 3,486 rpm/750 rpm, 12,500 PS で通算 150 時間、また実船で第 2 段ピニオンが軸受間隙内で偏心することを想定し、0.15 mm 偏心定格運転を 60 時間実施した。伝達効率は約 98.4% であった。騒音は平均約 106 dB (c スケール) で、スペクトル分析の結果、基本嚙合数が音圧のピークとなり、その高次倍音が認められた。遊星間荷重分担量に比例するものとして求めたところ、はすば側で約 ± 6%, 平歯車側で約 ± 12% であり、伝達トルクの低い場合は平均荷重分担率、分散幅とも相対的に悪化する。

解放検査の結果、はすば歯車方式のものには特に異状は認められず、良好な作動が確認された。平歯車方式の方は、給油方式の不手際起因する軸承メタルの焼損と歯形不良によるスコアリングを経験したが、若干の修正により、最終的には良好な作動が確認された。

第 1・2 段方式の試作機では、1機種で第 1 段用高速低トルク、第 2 段用低速高トルクの両方の耐久運転と各種性能試験を実施した。試験の結果、得られた伝達効率は第 1 段側 97.5%, 第 2 段側 99.3% で、第 1 段側の効率は、真の定格点では更に良好な値を示すものと思われる。2 段用低速高トルク時の遊星間荷重等配は良好であったが、これは高速運転時に遊星歯車の内側にある遊動輪の油膜バネ効果の減少すること、低トルク運転時では等配性が低下すると予見した等配理論の実証となった。耐久運転後の分解検査でも損傷は全くなく、当初の設計及び施工の配慮が十分生かされて良好な作動状態にあったことが実証された。

3-2-2 遊星歯車減速装置の試設計

(1) 56,000 PS×80 rpm 減速装置

この試設計は、主軸馬力 56,000 PS, プロペラ回転数 80 rpm という将来予測される大容量タービン主機関を設定して、遊星歯車機構を用いた減速装置を試設計し、その利害得失、あるいは問題点などについて従来型式の減速装置と比較しながら検討した

ものである。試設計の対象とする蒸気タービンの出力、回転数およびプロペラ軸の回転数は、次の通りである。

蒸気タービン

高压タービン：出力/回転数

28,000 PS/4,700 rpm

低压タービン：出力/回転数

28,000 PS/2,900 rpm

プロペラ軸：出力/回転数

56,000 PS/80 rpm

検討すべき歯車列としては、下記のような方式を選定している。

- 1) 第 1, 第 2 段ともに遊星歯車装置 (以下 TEG-1 D と略称)
- 2) 第 1 段アーティキュレーテッド, 第 2 段遊星歯車装置 (同, TEG-2 C)
- 3) 第 1 段一平面ロックド・トレン, 第 2 段遊星歯車装置 (同, TEG-3 D)
- 4) デュアル・タンデム・アーティキュレーテッド一従来型式 (同, DTA)

これらの形式についての試設計並びに各種の検討の結果、次の結論を得ている。

- 1) 内歯車ピッチ円直径 3,200 mm という大型遊星歯車装置の製作において特に問題はなく、また遊星歯車軸の開放を含む遊星歯車装置の船内での保守点検についても、特殊な用具を工夫することにより可能である。
- 2) 第 2 段に遊星歯車機構を用いることにより、大巾な重量軽減が可能であり、コスト軽減についても充分期待でき、またこの利点を生かした第 1 段非遊星、第 2 段遊星歯車という歯車型式が最も有利であるといえるようである。

各形式の歯車要目および重量の比較は表 3-3 の通りである。

遊星歯車機構は、従来型式に比べて単体加工重量が非常に軽量になるという本質的な有利さがあることから、将来の大形化に対する適応力を十分に秘めたものであることが、この設計研究によって確認された。しかし、実機への採用に踏切るためには、技術的問題点以外の諸条件についても、今後検討する必要がある。

(2) 30,000 PS×85 rpm 減速装置

一般に、船用主機タービンは高压タービンおよび低压タービンの 2 軸よりなり、1 入力軸、1 出力軸の遊星歯車機構に直接結合するためには、少なくとも 1 組の普通歯車を必要とする。普通歯車をロック

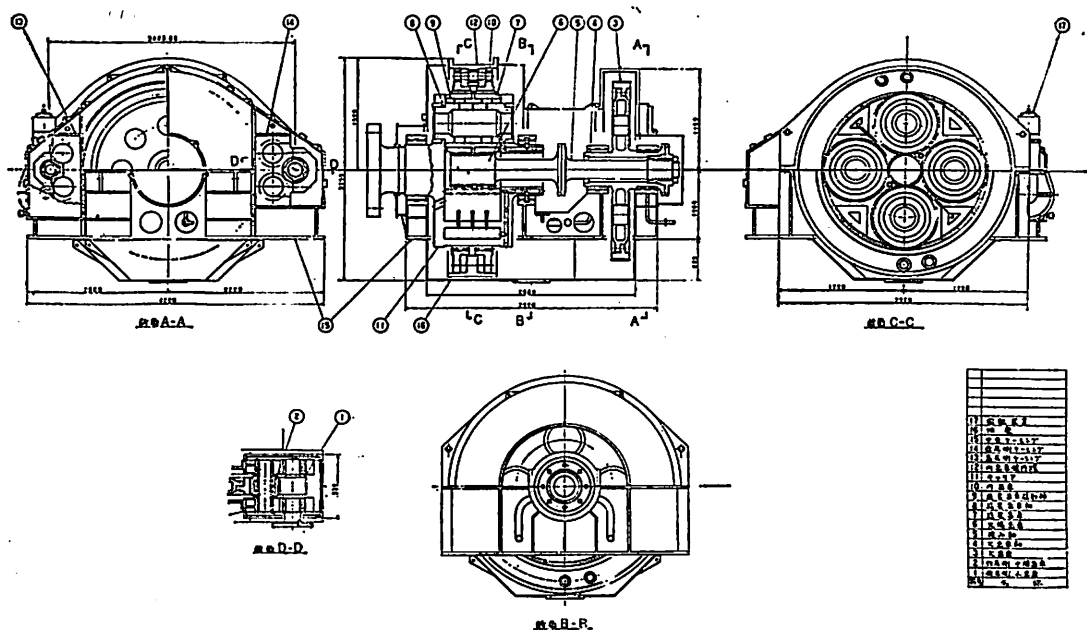


図3-4 遊星歯車減速装置の組立断面図

ド・トレーンに配置するためには、従来の方法では2段減速にする必要がある。そこで、30,000 PS×85 rpm の試設計では、シンプル・ロックド・トレーンと遊星歯車を組合せ、全体として2段にまとめる方式を採用している。

設計の主要目および配置は、次の通りである。

タービン：高圧 出力/回転数
15,000 PS/6,350 rpm

低圧 出力/回転数
15,000 PS/3,400 rpm

プロペラ軸：出力/回転数
30,000 PS/85 rpm

高・低圧タービン軸間距離：3,444 mm

配置 第1段にシンプル・ロックド・トレーン
第2段に遊星機構を用いたもの

設計された減速装置の組立断面は図3-4の通りであり、検討の結果得られた主な事項は、次の通りである。

1. 歯車配置

すでに行なわれた考察の結果に従い、第2段遊星形に絞り、第1段高・低圧側の動力配分を検討した。動力比50:50を安全に過不足なく伝えるためには、高圧側をシンプル・ロックド・トレーンにする。とほぼ満足な結果が得られ、第1段の歯車寸法は小さくなる。また、高・低圧側ともシンプル・ロック

ド・トレーンにすれば、歯車寸法は更に小さくなる。

2. 材料

シンプル・ロックド・トレーン、遊星ともに、表面硬化歯車、調質材歯車を合理的に組合せると、各噛合い点でほぼ過不足なく動力を伝えるような歯車列を作ることができた。

3. 減速比配分

本試設計で扱った動力で減速比は、遊星段を6とすると、下部への張出しが全体として最小になり、艦装上好ましい減速機となることがわかった。また、このとき重量も最小になり、価格上も有利であろう。

4. 機関室配置

このように設計された減速機と組合せたタービン機関は、従来形に比べ全体として、上下方向、幅ともに著しく小さくなる。特に船底への突出がなくなる結果、船底は平面に設計され、船体剛性上極めて好ましい機関となる。

その反面、コンデンサをタービン下部に配置することは不可能となり、タービンの船首部に配置される結果、機関の長さはやや長くなる。

(次号につづく)

艦艇のASW機能について

沖 陽 一

海上幕僚監部/技術部武器第1課2等海佐

1. はしがき

貿易に依存しているわが国にとって、船舶を潜水艦の脅威から守ることは第二次大戦の結果からも重要なことであり、このため海上自衛隊の主要任務の一つとしてASWがとりあげられている。ASWを艦艇の立場からまずその意義と必要性を歴史的事実を通じて考え、艦艇がASWで保有する機能、ASWに必要な装備武器及びASWで一般的に具備すべき条件を述べ、つぎに戦後の艦艇がASW用としてどのような形に変遷し、どのようなものになってきたかを紹介して、最後に対潜艦の将来の展望について述べることにする。

2. ASWとはいかなるものか

ASWとは Anti-Submarine Warfare の略で対潜水艦戦をいい、相手潜水艦を撃破し、または牽制して相手潜水艦の脅威を排除することを目的とする作戦である。したがって、諸外国では一般的にこの目的達成のため、次のような作戦が含まれているようである。すなわち相手潜水艦の行動を阻止するため実施する機雷敷設、相手潜水艦に味方潜水艦をもって行なう作戦、行動中の相手潜水艦を対潜部隊が積極的に求めて撃破または排除しようとする対潜掃討、海峡を通過しようとする相手潜水艦を阻止しようとする対潜通峡阻止、海洋を航行中の船団や機動部隊を相手潜水艦の脅威から守るための対潜護衛、相手潜水艦に対する沿岸等の防備およびわが方の船舶の被害を最小限にするため必要に応じ実施しなければならない船舶運航のコントロール等である。

ASWについて考える前に、潜水艦の脅威についてこれを歴史的に眺めると、第一次大戦および第二次大戦においては、潜水艦は電池駆動のため水中速

力は小、安全潜航深度も浅かったため、もっぱら潜水艦の用途は相手国の海上交通破壊戦に使用されていた。第二次大戦終了後、原子力駆動による潜水艦が出現するに及び、完全潜航型の潜水艦となり、速力は大、安全潜航深度も深くなり、さらにSLBM (Submerged Launching Ballistic Missile) をとるようになり、潜水艦の用途は単に海上交通破壊戦に使用される立場ばかりでなく、戦略核兵器の中心的存在までの広範なものとなった。

このような潜水艦の発達を背景にしてASWの歴史を考えてみると、第一次大戦中を第I期(1914年~1916年)および第II期(1917年~1918年)に分けると、第I期においてはドイツのUボートの海上行動数が平均15隻と比較的少なかった頃であり、連合国のASWは哨戒航路方式を採用して月平均1.5隻の割合でUボートを撃沈しており、船舶の損失は月平均20万トンであり、さしたる成果をあげることはできなかった。

第II期においてドイツのUボートの数は増加し、海上行動のUボート数は月平均40隻となり、さらに、1917年2月からドイツが本格的海上交通破壊戦にふみきったため、連合国は莫大な船舶の損害(1917年4月には船舶の損失が1,444隻90万トンに達した)を受けたので、連合国は船団護衛、航空機による潜水艦攻撃および機雷敷設等のASWを実施して、月平均ドイツのUボートの撃沈を7隻、船舶の損失を月平均30万トンとした。

第I期及び第II期におけるASWの成果を交換率(月平均船舶の損失(トン)/Uボートの撃沈数)で比較すると、第I期は13万トン、第II期は4.5万トンとなり、第II期におけるASWの成果が著しかったことが理解できる。

第二次大戦における連合国側のA S Wではドイツが1939年9月の開戦から無制限Uボート戦を行なったため、英国は開戦数日後からA S Wとしての船団編成を行ない、またA S D I C（英国のソーナー）の威力も予想以上であったため、第一次大戦とは異なったスタートをした。さらに第二次大戦中にレーダーの実用化、ソーナーの改善、潜水艦攻撃武器の進歩等があり、さらに1941年9月には米海軍の作戦加入、1943年7月以降は護衛空母を中心とする船団に対する支援グループおよび積極的に潜水艦を撃破または排除するハンターキラーグループ（HUK Group）の活躍でA S Wの成果は大いに上がった。しかし、日、独、伊の潜水艦による連合国の船舶被害は総計2,753隻、14,557千トンにのぼり、潜水艦の喪失は日、99隻、独、733隻、伊79隻の計921隻であり、交換率は1,6万トンであった。

太平洋における日米のA S Wにおいて、日本は特に護衛作戦に対して具体的作戦準備がないまま開戦し、その後もさしたる成果をみないまま莫大な数量の船舶を喪失した。これに対し米側は真珠湾攻撃を受けたあと、米海軍首脳部は「日本に対し無制限潜水艦戦および航空戦を実施すべし」との重大命令を発し、開戦時の米国潜水艦就役中のものの総計111隻のうち、アジア艦隊所属の29隻および太平洋艦隊所属の22隻をして、開戦から9ヵ月間常時作戦海域において約13隻の潜水艦を行動させ、日本商船の攻撃にあたった。この結果、太平洋戦争を通じ、日本がこうむった船舶の被害は次のとおりであった。開戦時の船舶保有量が約630万トンであったものが、途中約380万トンの増加船舶量があったにもかかわらず、終戦時には約140万トンにまで減少した。喪失船舶量は実に870万トンであった。

以上第一次大戦および第二次大戦における潜水艦の活躍とA S Wについて述べたが、A S Wに関する戦果は艦艇および航空機によるものであり、潜水艦の性能は現在の原子力潜水艦に較べると運動性能が悪い時代であって、当時は水上艦が潜水艦より少なくとも優速であったことは十分考えねばならないことである。

原子力潜水艦および在来型の電池駆動の潜水艦が併存する現在のA S Wの考え方は、第二次大戦までのものと変わることは当然であるが、その最たるものは潜水艦の水中速力および運動性能の増大に対処する方法が変わったことであろう。すなわち、HUKの場合は艦艇、航空機およびその他のセンサーで、より早期に、より確実に潜水艦を探知し、より強力

で確実な攻撃武器によって遠距離で潜水艦を撃破することである。また海上交通破壊を企図している潜水艦に対して、わが船舶を護衛する立場のA S Wは船舶の多様化および高速化にともない、これに対処可能な対策が講じられねばならないだろう。

3. A S Wはなぜ必要か

現在の先進諸国で外国と貿易関係を持たないで生存している国は皆無とってよいだろう。しかもこの貿易の大半は船舶による海上輸送に依存しており、これを絶つことは国家の生存や国民の生活に著しい悪影響を与えることは論を待たない。自国と貿易相手国との間の海域を「生活海域」（Maritime Space）と呼ぶが、この生活海域を潜水艦の脅威から守るため対潜艦艇は必要なのである。特に日本や英国のように海外に原材料を求め、加工し、これを海外に輸出することによって成立しているような国にとってA S Wは当然すぎるぐらい必要なのである。このため海上自衛隊も主任務の一つとしてA S Wはとり上げられ、A S Wに必要な艦艇、航空機およびその他の防衛力が整備されつつあるわけである。

4. A S Wに要求される特性等

図1に示すように、A S Wに要求される特性は、相手潜水艦の特性と、わが対潜武器の特性を検討して、測的装置および攻撃武器が特性づけられる。測的装置と攻撃武器の間には両者を結合する指揮装置が存在する。相手潜水艦の特性とは、水中速力、運動性能、潜航持続特性、安全潜航深度、航走することによって水中にふく射する潜水艦の水中雑音、潜水艦が保有するソーナーの探知能力および魚雷等の攻撃能力である。

わが対潜武器の特性は、各種捜索武器（ソーナー、レーダー等）による広域捜索能力、探知した信号からこれが潜水艦であるか否かを判定する類別能力、探知した目標の位置をどの程度まで局限できるかの位置局限能力、探知した目標を連続して捕捉しておく追尾能力（以上を総合して測的能力という）および攻撃能力である。これらの特性を具体化したものが測的装置であり、測的した諸データを計算し、発射時期、飛しょう距離およびその他の攻撃に必要な諸元を計出するものが指揮装置である。

したがってA S Wに要求される武器の特性としては、第一に測的装置の性能向上であり、次いで測的能力にバランスした攻撃武器の選択である。

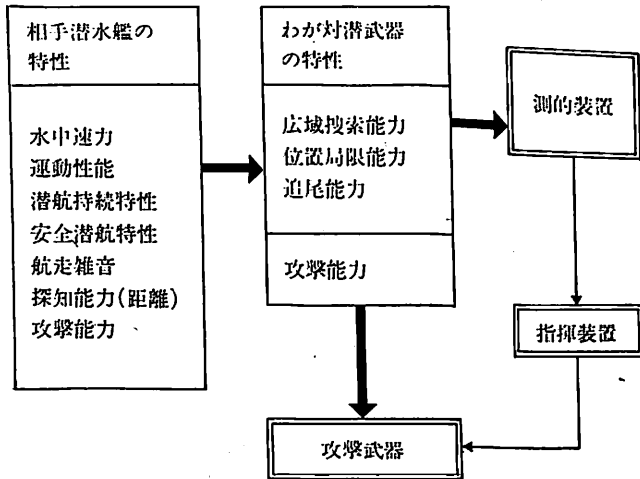


図1 ASWに要求される特性

測的装置に要求される特性としては、主として潜航および浮上航走中の相手潜水艦を遠距離において存在を確認し、方位距離を求め、しかも潜水艦の動きの変化まで確実に捕捉することが望ましい。測的の手段は図2に示すとおり積極的に音波や電磁波の信号を放射して潜水艦を測的するアクティブな方法と、潜水艦が艦外に出す音波や電磁波の信号を捕捉するパッシブな方法がある。

これら測定装置は、一般的には測的装置の受信信号の受信点における信号対雑音比によって探知距離の大小は決定されるため、大きな受信信号が小さい雑音の中にあることが探知する側では好ましい。また電磁波は海中に信号を送りこみ、さらに伝ばんさせることが困難であるため、通常潜航中の潜水艦の探知手段としては有効でない。したがって測的装置としては大部分が音波による探知手段を用いているのが現状である。ただし、磁気を利用したMADは潜水艦が発生する磁界を検出する機器であるため、磁界内で信号を検出した場合、潜水艦であるとの確証を得る大きなきめ手となる機器である。

攻撃武器に要求される特性としては、命中公算が大、破壊力が大、使用機会が大、効果の確認が容易、連続攻撃可能、命中しない場合といえども相手潜水艦に精神的脅威を与えることが必要であり、武器自体の安定性が高く、経年変化が少な

(注1) ソノブイ (Sono Buoy) 航空機から投下して潜水艦の探知に使用する音響浮標

(注2) MAD (Magnetic Airborne Detector) 航空機磁気探知機、水中の潜水艦による地磁気の乱れを検出し、その存在を知る機器

く、量産可能なものでなければならない。

5. ASW機能のうち艦艇のみで保有可能な機能

前項でASWに要求される武器の特性として第一に測的装置の性能向上であり、次いで攻撃武器の選択が必要であることを述べたが、艦艇が保有するASW機能のうち攻撃武器は航空機の運搬手段

能力に比し、重量、容積ともに大きいものをとる載可能のため、瞬時の攻撃力も、また長時間の攻撃力発揮の面からも優れた機能を有する。

しかし測的装置については、航空機の測的手段がソノブイを投下し、受波器(または送受波器)を海中に吊下して潜水艦音(または潜水艦からの反響音)を探知する場合、海中の周囲雑音のみに制約さ

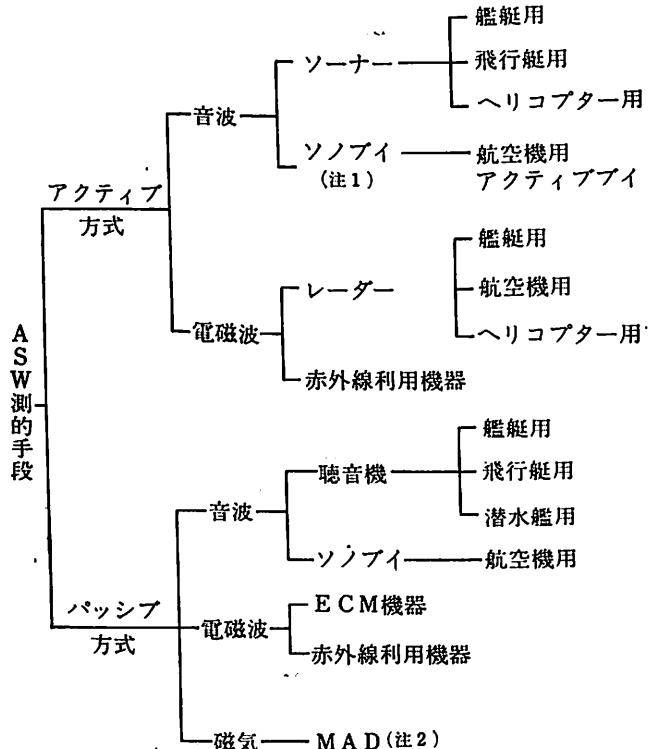


図2 ASW測的手段

れるのに対し、艦艇の場合は、一般的にはソーナース受波器を艇底外に突き出して装備し、しかも航走するため海中の周囲雑音のほかに自己が発生する推進器、機関およびその他の振動が海中を伝わり雑音となって艦艇のソーナース受波器に妨害を与え、信号対雑音比を少なくし探知距離を短くしている。このため艦艇の測的装置のうちアクティブソーナーには極力大出力のものを送信し、音波の伝ばんによる減衰が少ない低周波のものが次々と装備され、受信点における信号レベルが高くなるよう試みられた。

一方受信点における雑音レベルを低くする試みは、主として潜水艦においては、被探知防止の立場から現在まで雑音抑制対策が講じられ、潜水艦をより無音化する方向に進んだため、潜水艦のソーナース探知距離を延伸することとなった。水上艦では現在まで航走することによって、比較的狭い周波数帯域の送受波器に加わる受信の妨げとなる雑音レベルを計測して信号対雑音比をとって探知距離の予察に利用している程度である。

水上艦では現在まで潜水艦で実施しているような雑音抑制対策がなされていないし、パッシブ専用の受波器を保有していないため、現在のアクティブソーナーをパッシブ状態で使用しても遠距離探知を期待することは困難である。

しかし高速の原子力潜水艦が出現した現在、艦艇のASW機能で最も欠点となっているのは、単艦では水上艦は速力の点で原子力潜水艦にとっても及ばないため、対潜艦艇は探知後原子力潜水艦に近づいて正確な攻撃を加えることができず、高速潜水艦に対しては探知可能範囲で、同時に攻撃可能範囲内にある時のみ潜水艦を攻撃することは可能であろう。ただしこのことは、単艦で艦艇をとらえた場合のASW機能のイメージであって、艦艇にヘリコプター等の航空機をとう載した場合の機能および多数の艦艇で重要な目標を防護する場合の機能を論じたものではない。したがって高速の潜水艦に対抗する手段としては、探知能力も有利な、そして速力の点でも優速を保持し得る航空機または航空機とう載艦が、高速潜水艦に対して有効な攻撃手段であろうと考えられる。

6. ASW発揮のための艦艇の対潜武器装備および一般的に具備すべき条件

原子力潜水艦が出現した現在、潜水艦は在来の電池駆動潜水艦に比し、高速化、深度増および探知能力が著しく向上したものと考えねばならない。これ

に対抗するためには、水上艦艇の対潜武器の装備には次の配慮が必要である。

- (1) 遠距離探知能力の向上
- (2) 遠距離攻撃能力の向上
- (3) 連続攻撃能力の向上
- (4) 即応性の向上

(1) 遠距離探知能力の向上については、対潜ヘリコプター、低周波大出力ソーナー、VDS（可変深度ソーナー）および可変深度のパッシブソーナー等とう載が必要である。

対潜ヘリコプターは自己が保有する吊下式アクティブソーナーおよび将来装備するであろうパッシブおよびアクティブのソノブイとう載によって、対潜艦艇の探知能力不足を補完する目的で使用されねばならない。

低周波大出力ソーナーは低周波の音波伝ばんの減衰が少ないことを利用して遠距離で潜水艦を探知する目的から装備されねばならないが、低周波ソーナーになればなるほど送受波器が大となり、また航走雑音に影響されやすくなるため、自己発生雑音抑制対策が必要となる。さらに低周波大出力ソーナーの一部では、海底反射を利用して探知するボトムバウンズ探知および深海領域で30マイル付近において数マイルのリング状の幅で探知可能なコンバーゼンス探知も可能であるが、艦艇がこれらを利用する時は行動海面の事前調査資料が必要である。

VDSは艦底ソーナーが通常海表面近くのほぼ一定深度に装備され、海水温の垂直分布いかんでは音波が屈折するため遠距離まで伝ばんさせることは不可能となる欠陥を補うため、探知性能を維持する目的で艦尾からケーブルによって送受波器を音波伝ばんに適切な深度に吊下えい航するアクティブソーナーである。VDSの特徴としては、送受波器が艦艇から隔離した点でえい航されるため、えい航深度およびえい航速力いかんでは送受波器に対する妨害雑音を著しく減少することができ、また音波伝ばんの最適深度の選択いかんでは探知能力を著しく向上することができる。

この他諸外国では艦尾からケーブルをえい航し、ケーブルの先端部に長い直線式の受波器をもった可変深度のパッシング方式の新しいタイプに属するソーナーが開発されている模様である。このようなことができると、その利点は受波器が艦艇という雑音源から隔離した位置にあるため、えい航する水上艦艇が海中に出す雑音には影響されず、また長い直線式受波器のため相手潜水艦が艦外に出す雑音のう

ち、比較的多く出す低周波成分の雑音を聴音することが容易なことである。しかしこの方式はパッシブ方式であるため、えい航する水上艦艇が艦外に出す雑音を相手潜水艦聴音機に先に聴音されてはならない。このためえい航する水上艦艇は無音化したり、また雑音を艦外に出してもこれを遮へいする工夫が必要となろう。

(2) 遠距離攻撃能力の向上については、対潜ヘリコプターおよびアスロックとう載が必要である。対潜ヘリコプターは探知性能向上のためにもとう載が必要であるが、アスロックが到達しないレンジでも対潜ヘリコプターは、機動力をいかして、自ら魚雷をいだいて潜水艦の直上付近まで速やかに到達することができる。アスロックは現在開発されている遠距離攻撃能力としては低周波大出力ソーナーと最もよくバランスした攻撃武器であると思われる。

(3) 連続攻撃能力としては水上艦の得意とするところであるが、長時間の攻撃能力は、アスロック、リンボー、短魚雷発射管およびボフォースロケット等を装備することによって可能である。これらは航空機と異なり多数保有しているため、ソーナーが潜水艦を射程内で捕捉している限り有効な攻撃を潜水艦に加えることができる。

(4) 即応性の向上については、(3)項と同様アスロック、リンボー、短魚雷発射管およびボフォースロケット等の発射機能を保有することによって可能である。すなわち、ソーナーによる潜水艦探知は必ずしも遠距離から徐々に探知しているわけではなく、急に近距離で探知しとっさに攻撃を加えなければならないことが多い。この場合、艦艇の攻撃武器は即応性にとみ有効であろう。

以上対潜水艦戦能力発揮のための艦艇の対潜武器の装備について述べたが、対潜武器以外の分野で対潜艦が一般的に具備すべき条件を述べると、一部重複するが、対潜艦は無音化または雑音を艦外に出してもこれを遮へいする対策が潜水艦と同じように実施されねばならないし、極力相手潜水艦聴音機に探知されることを防がねばならない。

次いで艦艇のみのA S W能力では高速潜水艦に対して限度があるため、対潜ヘリコプターを探知および攻撃武器として採用する必要がある。最後にA S Wは単艦で実施することは不可能に近いため、当然のことであるが、艦内および他艦、航空機並びに陸上との通信能力およびC I C能力の向上が、対潜艦として一般的に具備すべき条件となる。

7. 戦後艦艇のA S W機能の変遷

第二次大戦終了後、A S Wのレベルは第二次大戦で活躍したP FやD Dのレベルであった。その後各国はA S W機能陸上のため新造の護衛艦には新形式の機能のとう載を、また主として米国でF R A Mと称して旧型艦のA S W機能の改造が試みられた。

測的機能を代表するソーナーは第二次大戦中のサーチライト方式および初歩的段階のスキヤニング方式のものが使用され、周波数も比較的高いものが使用され(図3参照)、その送信出力も低いものであったため、探知能力も小で、後述する攻撃武器も200ヤード~300ヤード程度飛ばすヘッジホッグや、相手潜水艦の直上付近まで近づき投射または投下する爆雷程度のものであった。

その後世界のソーナー技術のすう勢は高い周波数(超音波)領域から音波伝ばんで減衰が少ない低周波領域のものに、また送信出力が小さいものから大きなものに逐次改善されてきて、米国では10 KHz程度のスキヤニングソーナーが実用化された。

大出力化で画期的に進歩したものはR D T方式の開発であった。スキヤニング方式までは円筒式の送受波器から音波を全国に送信し、受信でスキヤニングしていたが、R D T方式では円筒状のままサーチライト方式と同じようにビーム状の指向性をもたせた音波を送信し、電気的に音波の送信方向を切り換えて所定の範囲にのみ大出力の送信を行なう方式である。このR D T方式は前述の10 KHz程度のソーナーより更に低い周波数のソーナーで実現し、探知能力が著しく向上したためアスロック武器体系のセンサーとして採用されるとともに、既装備の10 KHz程度のスキヤニングソーナーに対してR D T方式を付加し、このソーナーの探知能力を向上させた。

さらに米国ではコンバーゼンスゾーンおよび海底反射まで利用可能な低周波数およびR D T方式の大出力ソーナーが開発されており、このソーナーでは固体回路が採用されたり、受信信号の信号対雑音比を向上させるための各種信号処理が実施されているようである。

V D Sについては、当初艦底ソーナーと同形の送受波器を吊下えい航していたため、電子機器は共用されたものが使用されていたが、艦底ソーナーが低周波化すると送受波器形状が大となり、同形の送受波器を吊下えい航することは困難となったり、またこの形式であると艦底ソーナーとV D Sは切り換えて使用することとなるため、艦底ソーナーが低周波

化するとVDSは艦底ソーナーから独立して送受信装置を持つIVDS(Independent Variable Depth Sonar)となった。IVDSを艦底ソーナーと併用することにより、水温の垂直分布の状況によっては艦底ソーナーでは探知できない場合でもIVDSで探知したり、また両者で探知能力を補完し合うようになった。

攻撃機能は、ソーナーの探知距離の延伸にとまぬい遠距離まで飛ばすものが使用されるようになったが、第二次大戦終了後は米国が第二次大戦で使用したヘッジホッグとサイドに投射または後方に投下する爆雷であり、ヘッジホッグは前方200m~300mと相手潜水艦の直前、爆雷は相手潜水艦のほとんど真上で馬のり型で攻撃していた。

RDT方式のソーナーが開発される段階になると、探知能力が著しく向上したため相手潜水艦を遠距離で攻撃可能となった。ここでアスロック武器体系が確立し、遠距離から空中弾道を描いて着水後相手潜水艦にホーミングするアスロックにより攻撃できるようになり、現在の艦艇の対潜武器体系となった。またDASH(Drone Anti-Submarine Helicopter)およびMA SH(Manned Anti-Submarine Helicopter)の採用も、ソーナーの探知能力向上に影響されて装備されたものである。

なおヘッジホッグからアスロックに至る間に種々の攻撃武器が出現したが、両者の中間的存在のもの

であった。

8. 一般的将来の展望

ASWは艦艇のみで実施できるものではなく、航空機、その他の測的機能も利用し、これらと十分な連けいを保ちつつ航空機の攻撃機能もあわせて使用することによって実施可能となるものである。将来潜水艦がさらに高速化し、無音化し、安全潜航深度も増大しても、潜水艦の傾向としては高速になれば低速時よりも潜水艦が発生する雑音は大きくなる。

したがって音波以外の手段で潜水艦を探知する手段が十分確立するまでは、音波を利用して潜水艦を撃破したり、または排除することとなろうし、その作戦は次のようなものとなろう。

すなわち目的地点に水中航行中の潜水艦は程度の差はあっても、高速で雑音を四方にまきちらしながら行動すると考えられるので、対潜艦は自己が艦外に出す雑音を極力小さくして相手潜水艦聴音機にとらえられないようにしてパッシブセンサーで潜水艦を捕捉し、潜水艦を極力低速にするよう強いる。また目的地点で待伏せ中の潜水艦は低速で発生する雑音も少ないであろうから、アクティブセンサー(例えば低周波大出力ソーナー)で潜水艦を追い立て増速を強いるようにしてパッシブセンサーでこれを捕捉する。

将来の艦艇ソーナーで残された音響センサーは直線式のパッシブソーナーであり、これによって広域警戒能力を付与し、遠距離で潜水艦を探知し、航空機等の協力を得て直ちに攻撃し、艦艇の攻撃可能射程に入ったら艦艇の攻撃武器を使用して潜水艦を撃破することである。また現在まで開発装備されたソーナーをさらに改善し、信頼性を向上させねばならない。攻撃武器は直線式パッシブソーナーによる探知距離延伸に伴ないアスロックの射程はさらに延びて魚雷の性能も向上し、攻撃機能は向上するであろうが、対潜ヘリコプターを探知にも、攻撃にも使用することによって潜水艦の低速性をカバーして艦艇の持つ機能を発揮することとなろう。

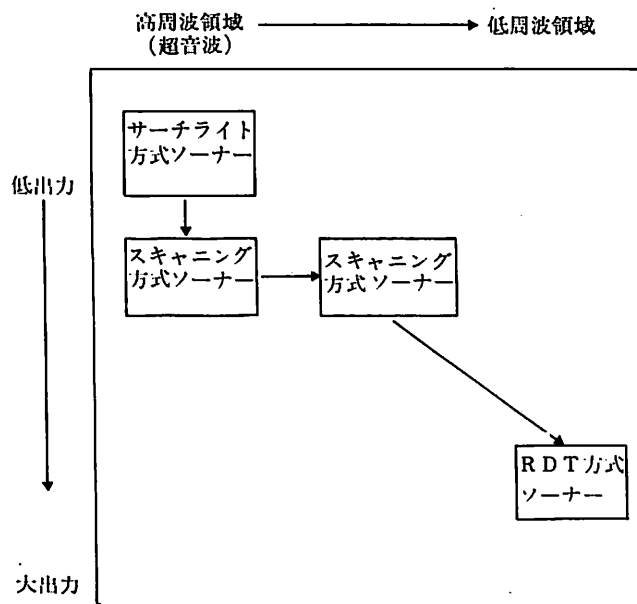


図3 ソーナーの経緯

参考文献

- 育木栄一 大西洋の戦い
Missile and Rockets (1964.9.
21)

艦艇における最近の通信用アンテナについて

水野和郎

防衛庁技術研究本部技術開発官(船舶担当) 付

1. はしがき

艦艇の通信用アンテナを周波数で大別すると長波(LF: 10~100KHz)用, 中波(MF: 100~1500KHz)用, 短波(HF: 3~30MHz)用, 超短波(VHF: 30~300MHz)用および極超短波(UHF: 300~3000MHz)用に分類することができる。VHF以上の電波で使用されるアンテナは, 周波数が高いのでその物理的寸法が小さく, 装備場所もさほど大きな空間を必要としない。しかしながら, 短波以下の電波では, その波長が長いために物理的長さが長くなり, 各部の寸法が大きくなるので, 装備場所も大きな空間を必要とする。艦艇の場合, その特殊性から大きな空間を占めることは不可能であり, 装備場所も限定され, 能率のよいアンテナの設置は非常に困難である。このような見地から各国とも短波帯以下のアンテナの開発に努力しているのが現状である。ここでは海上自衛隊の艦艇で使用しているアンテナに主眼をおきながら, 他国の艦艇および商船等に使用されている通信用アンテナも含めて紹介する。

2. 各周波数帯別用途

- (1) 長波帯(LF-BAND: 10~100KHz) 長波の電波は, 空間から水中へ若干入り込む性質があるので, 主として潜水艦等水中に存在する艦艇との間の通信に使用されるが, 本文では, 特殊なためにとりあげないことにする。
- (2) 中波帯(MF-BAND: 100~1500KHz) 艦艇の場合, 500KHzのSOS信号(国際救難信号周波数)の送受信に使用されるほか, 商業放送の周波数である。
- (3) 短波帯(HF-BAND: 3~30MHz) 短波帯は一般に艦艇と陸上通信基地間のように, 長距離

および中距離通信に利用される。この場合, 電離層と地表の反射を利用して通信を行うものであり, 季節的な影響や空電等の影響を受け易いが, 現在では重要な通信回線の一つである。

(4) 超短波帯(VHF-BAND: 30~300MHz)

超短波の通信は, 見通し距離内にある艦艇どうし間, あるいは艦艇と航空機間のように比較的近距离の通信に利用される。この周波数帯の電波は, 電離層を突き抜けるものもあり, 地上と宇宙船との通信のような宇宙通信にも利用されるほか, 通信衛星を中継に利用した通信にも利用されている。

(5) 極超短波帯(UHF-BAND: 300~3000MHz)

このバンドを使用する通信は, VHF帯での見通し距離よりもさらに近距离の通信に使用され, 艦対艦あるいは艦対航空機で戦術用に使用される通信である。

3. 各種アンテナの実例

3.1 中波用アンテナ

中波帯における代表的な周波数 500 KHz に対して, 同調する空中線長は 150m を必要とするが, 実際には 150m もの長大な空中線を展張することは不可能であるため, 写真 1 に示すように数条のアンテナを前, 後楯間, 約 20m に展張し, その不足分は同調器を用いて同調をとっている。しかし, この同調器内のローディングコイルに流れる電流はすべて損失分となり, 空間に輻射されず輻射能率が数パーセントでありあまりよくないが, 構造が簡単であり, 重量も軽く, 設備費が安価であるため, 従来最も一般的な空中線として利用されてきた。しかし, 最近の艦艇とう載機器の複雑化等により, 水平に展張することが困難になりつつあり, たとえ展張できるとしても

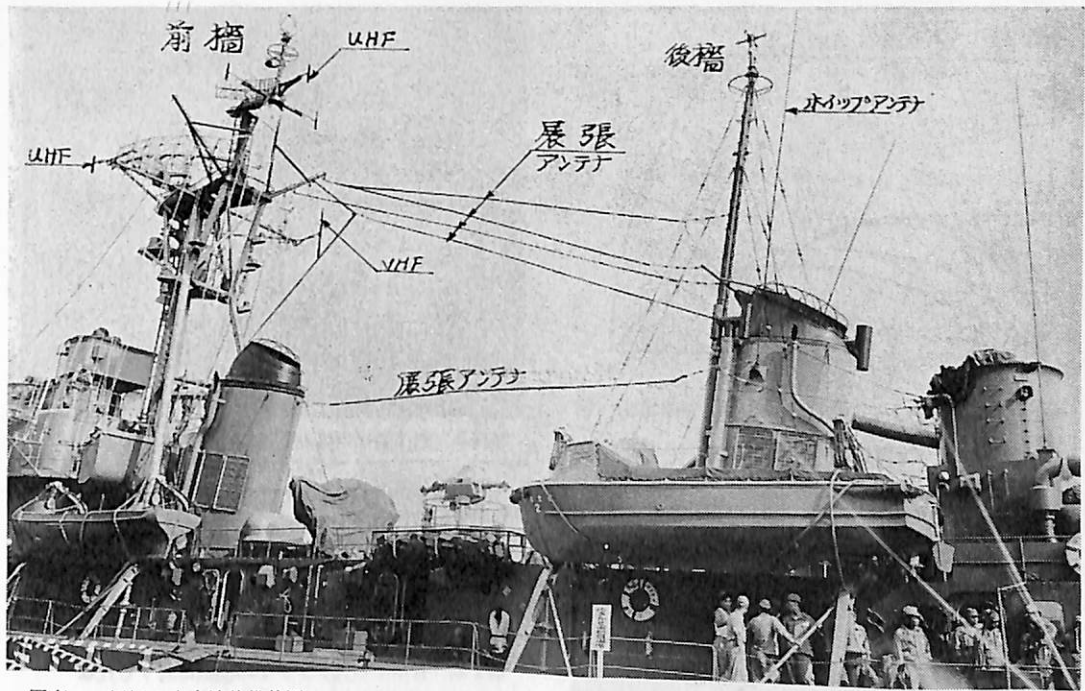


写真1 艦艇の空中線装備状況

十分に長いアンテナの展張は不可能であるため、水平空間を必要としない自立型で、かつ、短波帯と兼用できる空中線の研究開発が各方面で実施され、一部実用になっている。艦艇用としてもそのようなアンテナの基礎研究を終了し、実用化を進めている。そして、古典的展張空中線はやがて消え去ることであろう。

3.2 短波用空中線

短波空中線を考える場合、まず電波が確実に相手方に達することををはかる必要がある。その通信範囲に対して、空中線の垂直パターンおよび運用時の使用周波数が適切か、等について検討する必要がある。これらを考慮に入れて、艦艇用として使用されている各種の空中線について展望してみよう。

(1) ホイップ空中線および懸吊型空中線

各国の艦艇は主として、7 m、9 m等のホイップ空中線（写真2参照）および懸吊型の空中線（写真3参照）を使用しているが、これら垂直アンテナは一般に低角度の発入射角を有しており、その長さが 5λ （ λ は使用電波の波長）よりも長くなると有害なサイドローブが増えてくる。このため、一般には、直接波（地上波）を利用する比較的近距离の通信や電離層反射を利用する遠距離の通信に有利であり、中距離（100~600km位）の通信には不相当であ

る。

第1図は放射電力が1 KWの場合、距離1マイルでの電界強度を示している。

現在使用しているホイップアンテナの使用波長に対する比率は第1表（次頁）に示すとおりで、波長に比べ非常に短く、効率が悪いことがわかる。また放射角は 0.25λ でも 50° 以下となり、第2図から約500kmでなければ反射波は微弱なものとなり、中距離では不適なことがわかる。

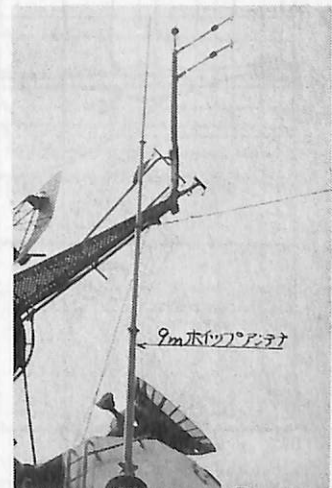
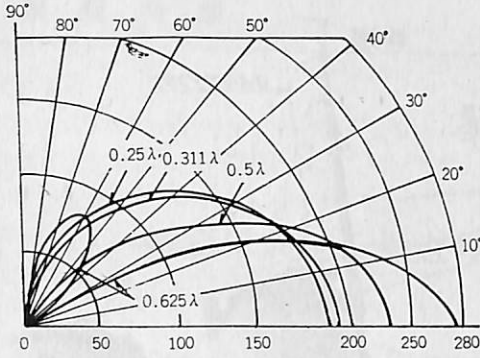
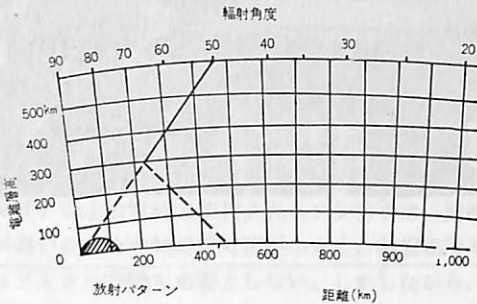


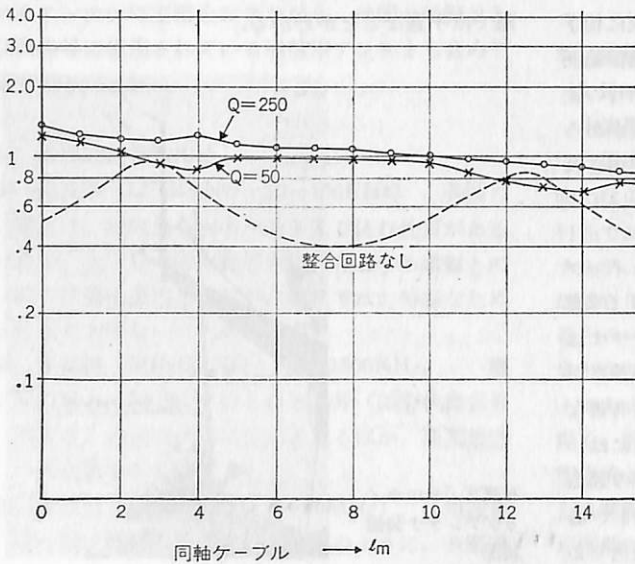
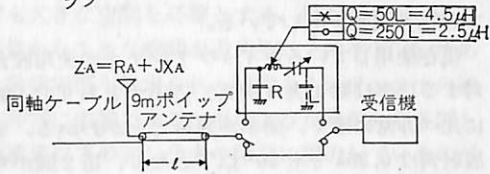
写真2 9mホイップアンテナ装備状況



第1図 垂直真空線の波長に対する長さと放射角度（設置面を完全導体と考えた場合）



第2図 空中線の放射パターンから 通達距離を求めるグラフ



第3図 整合回路を付加した場合の相対比較図

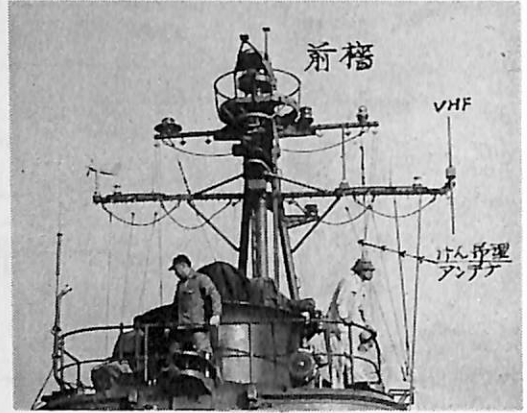


写真3 懸吊型空中線の装備状況

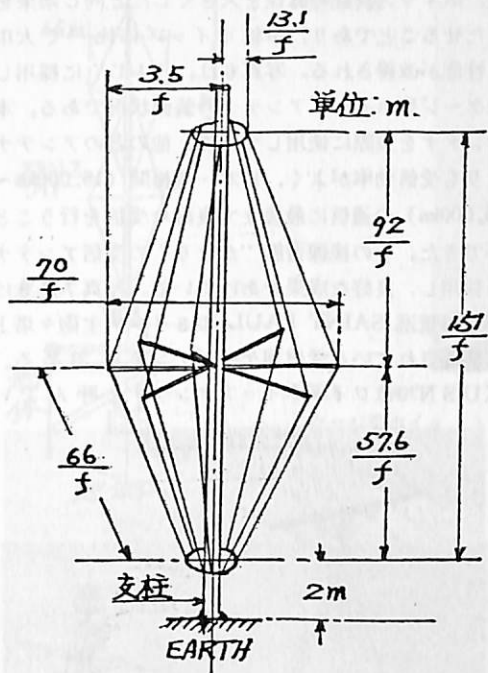
周波数	種類	7mホイップ	9mホイップ	11mホイップ
	波長(λ)			
4 MHz	75m	0.093	0.12	0.14
6	50	0.14	0.18	0.22
8	37.5	0.186	0.24	0.29

第1表 各ホイップアンテナの波長に対する比率

ホイップ空中線等のように非同調形空中線を使用する場合、空中線の導入に同軸ケーブルを使用すると、入力端からみたインピーダンス特性が変化するので、送信の場合はアンテナの基部に整合器を設けて50Ω同軸ケーブルとアンテナの整合を行っているの
 で問題はないが、受信系に使用する場合についても整合器を使用すべきである。整合器を使用しない場合は、同軸ケーブルの長さによってもその特性が変化し、受信効率が悪くなる。一例として、周波数10MHzで同軸ケーブル長を変化させ整合をとった場合と整合をとらない場合を比較すると、第3図のように電圧にして数dBの差があることがわかる。

(2) ディスケージアンテナ

第4図に示すような形状のアンテナで、周波数比も3.5:1程度までとることができ放射角度も20°~40°とわりあい低く、VSWRも3:1以下で使用可能な空中線で遠距離通信に適した無指向性のアンテナである。海上自衛隊としては、砕氷艦“ふじ”の艦首に装備し、2~12MHzの周波数帯をカバーするアンテナとして使用している。またUSNで



第4図 ディスゲージアンテナ概略図

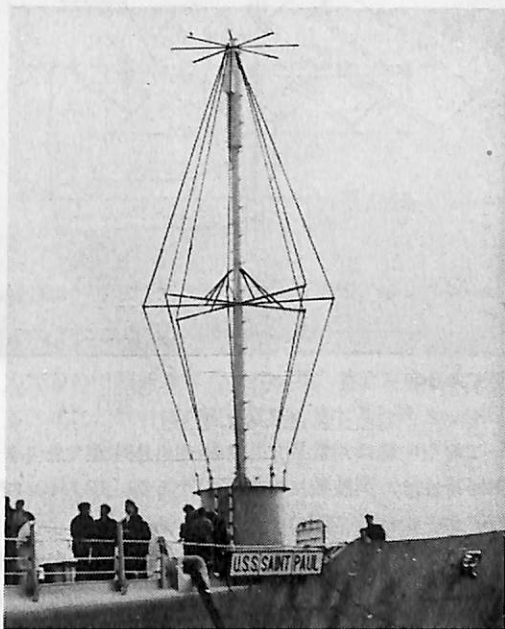


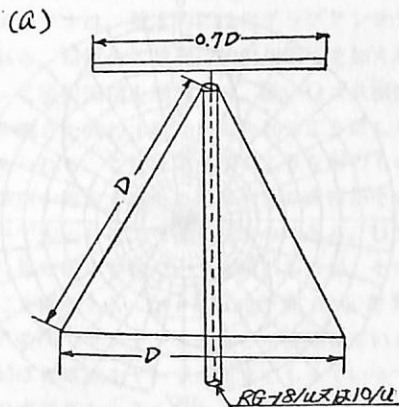
写真4 ディスコン、ディスクージアンテナ (USN, SAINT PAUL 艦首)

も艦首側に装備し同じ周波数帯をカバーし、12MHz以上は上部からき電し、上部半分をディスクアンテナとして動作させ、周波数切換により自動的に切替使用している(写真4参照)。また“ふじ”の場合は、12~24 MHz 帯をログペリオデックアンテナでカバーしている。

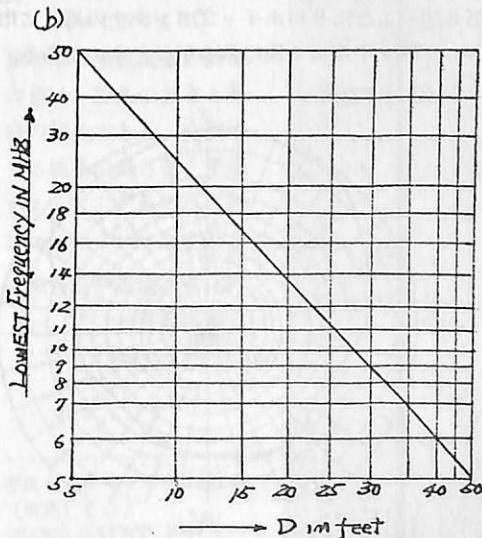
(3) ディスコンアンテナ

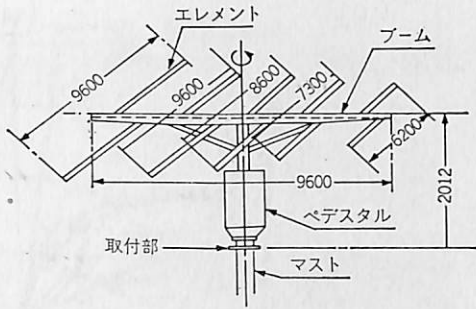
第5図に示すような形状のもので、非常に広帯域の垂直偏波無指向性アンテナで、周波数比も8:1

の範囲にとることができ、一様なインピーダンスの分布を有しているので、同軸コード (RG-18/U等) による直接接続が可能で、整合器は不要である。また放射角度もディスクージアンテナとほぼ同じであり、VSWRも3以下で使用することができる。遠距離通信用として有効なアンテナである。周波数と素子寸法の関係は第5図(b)に示すと



第5図 ディスコンアンテナ





第6図 ログペリオデック空中線外観寸法図

りである。

(4) ログペリオデック空中線

この空中線は対数周期型の指向性空中線である。指向特性は、周波数によって異なるが、12 MHzでのパターンは第7図のとおりである。

この空中線は写真5で見えるように、“ふじ”の艦首部に装備されており、回転機構により任意な方向に指向できる。電気的性能としては

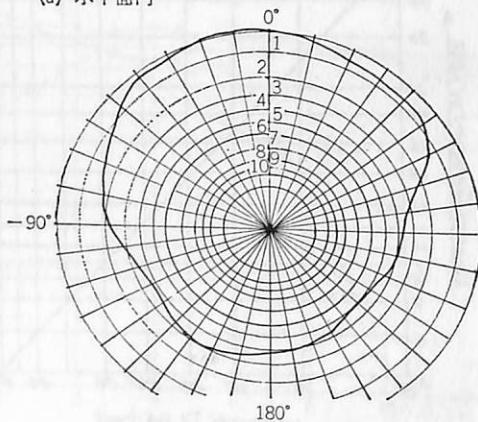
- ・使用周波数：12MHz～24MHz
- ・VSWR：3以下
- ・空中線利得：約+6 dB
- ・偏波面：水平偏波
- ・入力インピーダンス：50Ω
- ・送信電力：2 KW
- ・垂直面内放射角：“ふじ”の場合約10°

写真5は砕氷艦“ふじ”の艦首に設置したディスクとログペリオデック空中線を示している。

(5) ケージ型ホイップアンテナ

第8図のように9 mホイップアンテナの周りに巾1.5 mの籠を十字に2段に取り付けたものである。

(a) 水平面内

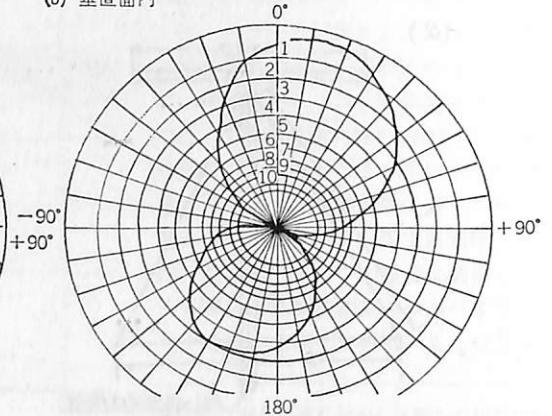


ホイップアンテナの周りに線条をとりつけることは、ホイップ自身の直径を大きくしたと同じ効果をもたらせることであり、単独ホイップに比べて大巾に性能が改善される。写真6は、“ふじ”に採用したケージ型ホイップアンテナの装備状況である。本アンテナを実際に使用してみて、他のどのアンテナよりも受信効率がよく、日本-南極間(15,000km～25,000km)の通信に最後まで良好な受信を行うことができた。その後練習艦“かとり”の受信アンテナに採用し、良好な成果をあげている。写真7, 8はUSN重巡 SAINT PAULの8インチ主砲々塔上に装備されている受信用ケージアンテナである。(USNではワイドホイップアンテナと呼んでい

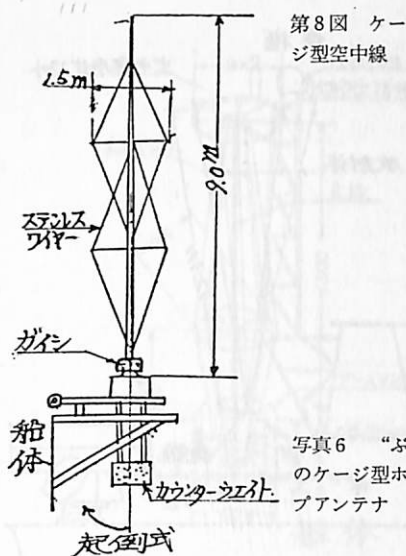


写真5 ログペリオデック空中線

(b) 垂直面内



第7図 ログペリオデック空中線の両指向性



第8図 ケージ型空中線

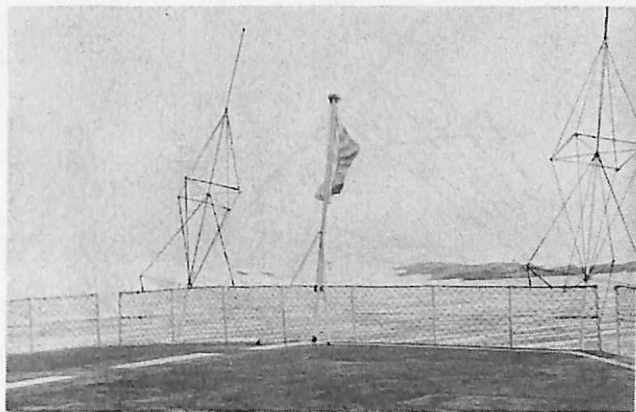


写真6 “ふじ”のケージ型ホイップアンテナ

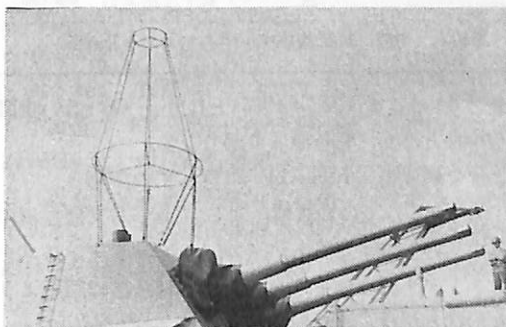


写真7 ケージ型空中線(受信) その1 (USN, SAINT, PAUL 8" 3連装砲塔上に装備してある)

る)。何とかしてホイップアンテナの受信効率をあげようとしている努力が、これらの写真から見受けられる。

(6) ファンアンテナ

ファンアンテナは、基本的にはホイップアンテナと考えられる。給電体に並列に放射用素子を加えることによって放射面積を増加させ、低いQ(共振回路の共振の鋭さを表す値)が得られるようにしたものと考えられる。これは第9図のような形のもので、広帯域空中線とするために輻射体の直径がその長さに比べて大となるようにしたものである。USNのDDG等で使用されている実績があるが、そのき電方法に2種類ある。第9図(a)は下部からき電し、ヤードの所でコンデンサを介して接地しているもので、(b)はき電点をヤードの所までもって行ってアンテナの実効高を大きくしたものである。いずれにしてもホイップアンテナに比べて放射面積が大き

くなるので放射効率も高くなり、整合が容易にとれる。また、放射体の長さ(第9図) l_1, l_2 および l_3 をそれぞれ異なった長さにすることにより、高い周波数から低い周波数まで波をのり易くできる。砕氷艦“ふじ”の前橋ヤードから上部指揮所後部に展張し、第9図(a)のき電方法を採用した。

(7) 中波、短波兼用マルチエレメント空中線

第10図のように後檣のアンテナ取付フラットを利用し、その周りに片側6条ずつの線を展張し、中波、短波兼用の空中線として利用するものである。この空中線の作動はつぎのとおりである。

ア 中波用としての作動

一般論として、船舶用中波空中線の実効定数はつぎのように考えられている。

すなわち、実効インダクタンス $Le=0$

実効容量

$$Ce=400PF\sim 600PF$$

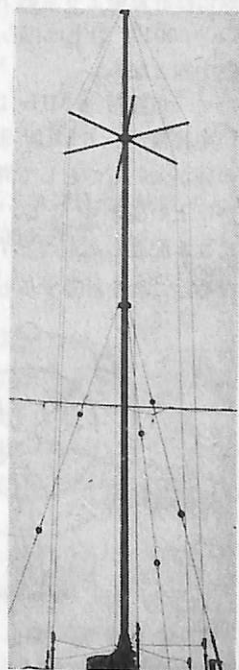
実効抵抗

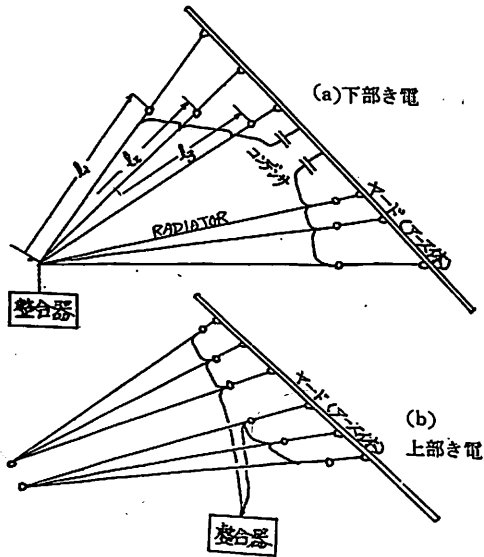
$$Re=1.5\sim 2.0\Omega$$

接地形の垂直線条の静電容量は、線条の長さ l と直径の関数である。今使用する線条の長さ l 半径 r とし、それぞれ $l=12m, r=3mm$ とすると1条当りの容量 Ce' は

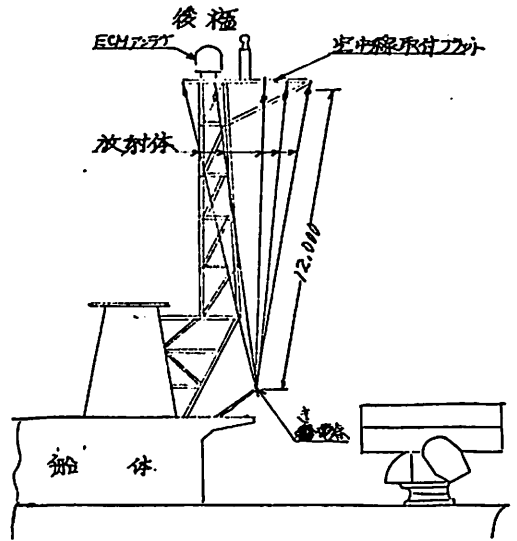
$$Ce' = \frac{l}{2 \log e \frac{l}{r} + 0.4} \times \frac{10^{-11}}{9} (F)$$

写真8 ケージ型空中線(受信) その2 (USN SAINT PAUL 8"砲塔上に装備)





第9図 ファンアンテナとその給電方法



第10図 中波、短波兼用マルチエレメント空中線

で表わされる。

ただし l, r の単位は cm

この式に上の数値を入れて計算すると

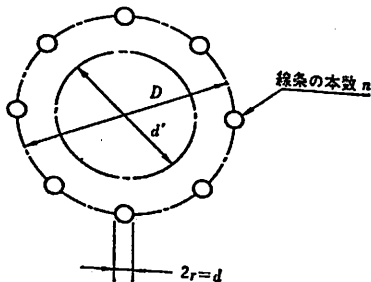
$$C_e' = \frac{1200}{2 \log e \frac{1200}{0.3} + 0.4} \times \frac{10^{-11}}{9}$$

$$= \frac{12 \times 10^{-9}}{17 \times 9} \approx 78 \times 10^{-12} = 78 \text{PF}$$

となる。片側6条では $78 \text{PF} \times 6 = 48 \text{PF}$ となり、実際には計算値よりも低下するが、両側を使用すれば $C_e = 600 \text{PF}$ 以上は得られ、中波に対しては有効な空中線となる。

イ 短波帯 6 MHz 以下に対するの作動

中波帯から 6 MHz までに対しては、エレメントの径が太いものとして考える。第11図において見かけ上の径を d' とし、 $2r=d$ の線条を直径 D の上に n 本配置したものとすると、 $d' = \sqrt{nd \cdot Dn^{-1}}$ となる。これを計算すると $d' \approx 0.9 \text{m}$ となる。空中線



第11図 数条の空中線の1本の空中線への等価的置きかえ

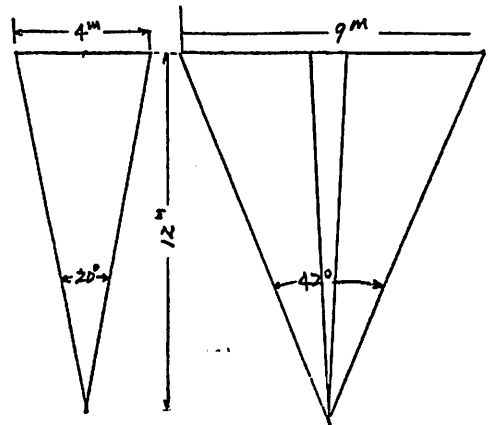
長と d' の比は $l/d' \approx 13.3$ となり、 Q の低い垂直空中線となり、整合がとり易くなる。

ウ 短波帯 6 MHz 以上に対するの作動

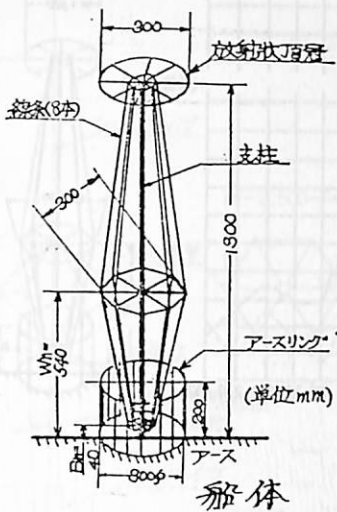
6 MHz 以上の周波数に対しては、右又は左側のみを用いる。すなわち、インバーテッドディスクアンテナの作動をさせる。この場合第12図のような形状となり、遮断周波数 f_c は

$f_c = 6.25 \text{ MHz}$ となり、 $\theta = 42^\circ$ における R および J パートの最大は $R = 100 \Omega$, $JX = 50 \Omega$ 程度となり、実用上差支えない値である。

本空中線は現在建造中の護衛艦 (DDK) に採用予定であるが、第10図からもわかるとおり、中央に後橋があり、その影響については実測により確かめ



第12図 インバーテッドディスクアンテナとしての形状



第13図 自立型空中線（ケージ型）

る予定である。

(8) 中波、短波兼用自立型空中線

中波帯の 400 KHz~535 KHz および短波帯 2~24 MHz までの周波数範囲をカバーするために設計されたもので、その形状寸法は第13図に示すとおりである。この空中線の構造上の特徴は、中心支柱が船体に溶接された金属柱であり、頂部には放射状のトップローディング、下部には、危険防止をかねたアースリングを備えていることである。写真9はこのアンテナの装備状況を示している。このような形状の空中線は商船でも使用されているが、中心支柱がFRPであり、艦艇用としては強度的に十分ではないので本空中線を採用した。

電気的性能としてはVSWR：中波帯および短波帯とも同調器を使用し、それぞれ3.0以下、2.0以下である。実効容量は、500 KHzにおいて300 PF以上（実測値424 PF）で、送信出力は、短波帯で1 KWである。本空中線の電気的な特徴として、第14図に示すように、線条の頂部を支柱に対して短絡および開放とした場合VSWR特性が著しく異なっている。したがって、8 MHzを切換点として頂部を短絡、または開放とすることにより、第15図のような低いVSWRの空中線として使用することができる。ホイップアンテナのVSWRに比較して大幅に改善されており、整合がとり易い空中線である。第16図に水平面内パターン、第17図に垂直面内パターンの一例を示している。

第17図からわかるようにホイップアンテナに比べて放射角度が45°~60°と大きく、300km程度の中距

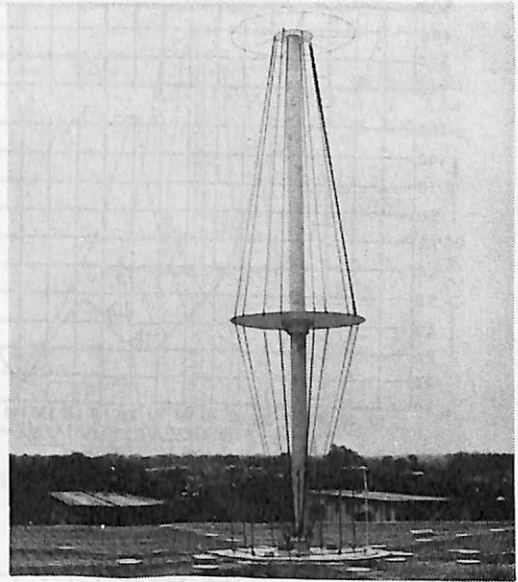


写真9 自立型空中線外観図

離通信用の空中線として有効な空中線である。

(9) 商船用空中線のいろいろ

商船用として実用されている中、短波兼用空中線について第18~第22図（51頁参照）に紹介する。

第18図

周波数範囲：400 KHz~26 MHz

送信出力：中波 A₁, A₂ 500W,

短波 A₁ 1 KW

実効容量：395 PF

実効抵抗：2.0 Ω

共振周波数：2700 KHz

第19図

周波数範囲：200 KHz~30 MHz

実効容量：約450 PF

能率：500 KHzで20%，3 MHzで60%

空中線抵抗：2.8 Ω (500 KHz)

共振周波数：2.5 MHz

第20図

周波数範囲：200 KHz~30 MHz

実効容量：500 PF

能率：500 KHzで6.9%

空中線抵抗：2.0 Ω (500 KHz)

共振周波数：2 MHz以上

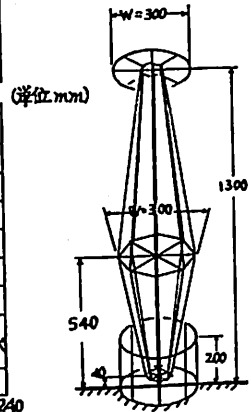
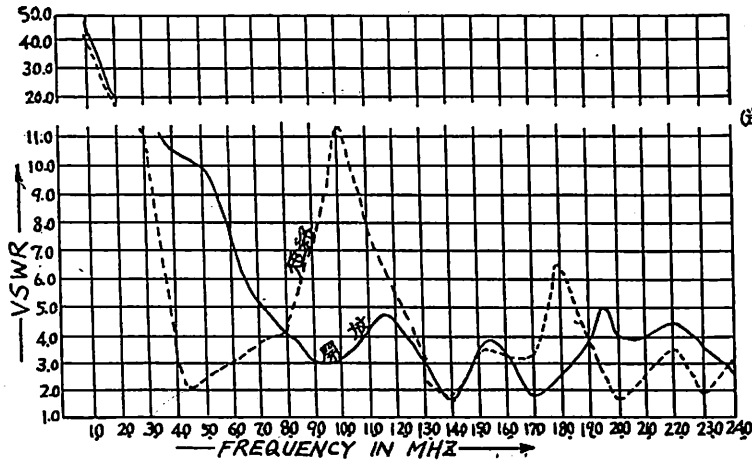
第21図

周波数範囲：400 KHz~25 MHz

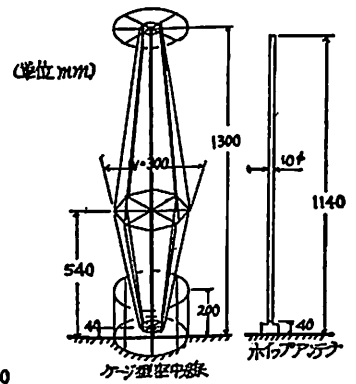
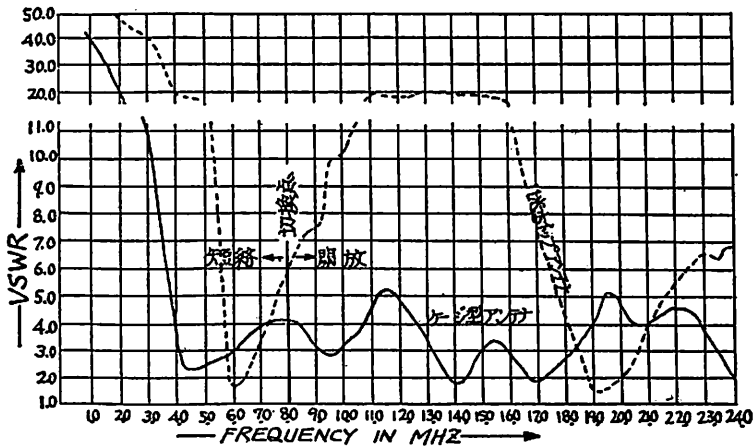
実効容量：360 PF (500 KHz)

能率：8.5%~12.8%

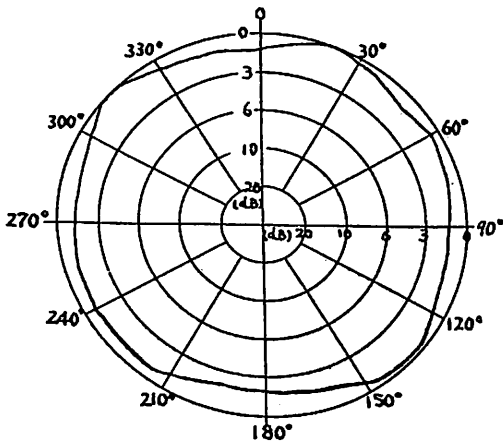
空中線抵抗：2~3 Ω (500 KHz) (53頁へつづく)



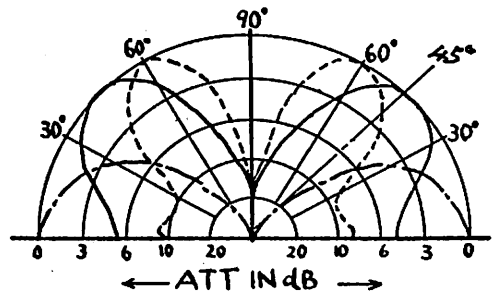
第14図 放射状頂環アースリング付ケージ型空中線のVSWR特性曲線



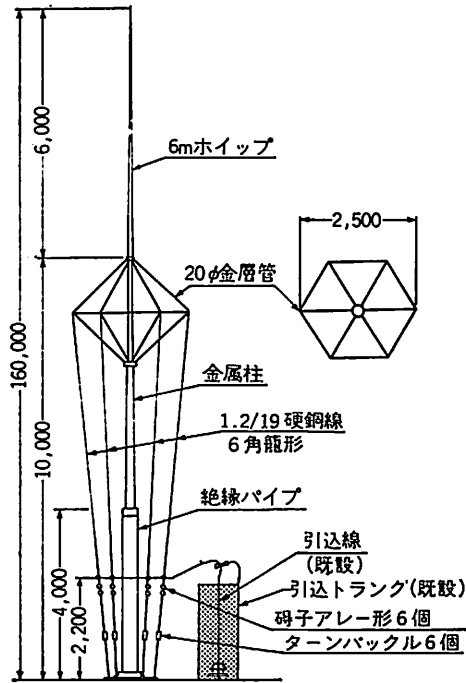
第15図 ケージ型空中線とホイップ空中線のVSWR特性曲線



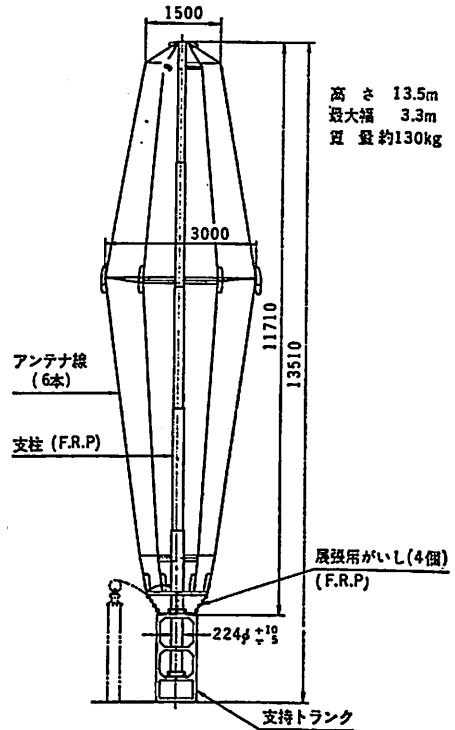
第16図 水平面内パターン (11.5 MHz)



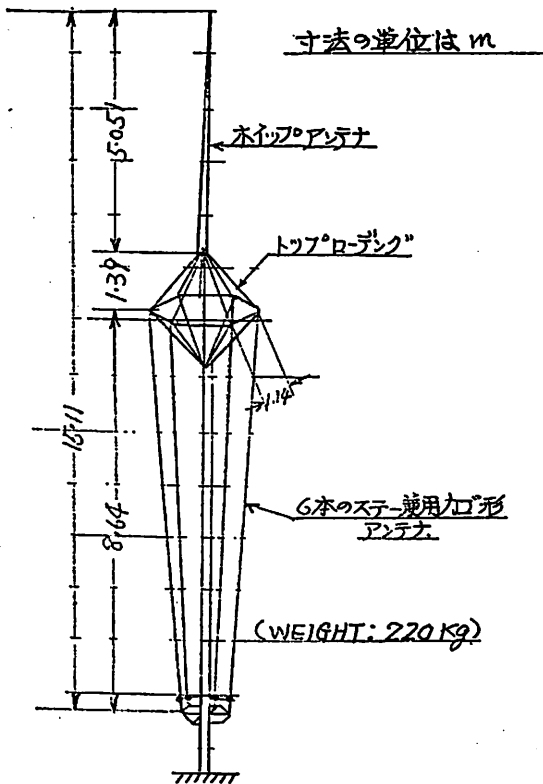
第17図 垂直面内パターン (11.5 MHz)
 — 頂部開放時パターン, 頂部短絡時パターン
 - · - 完全接地上のホイップアンテナの計算値



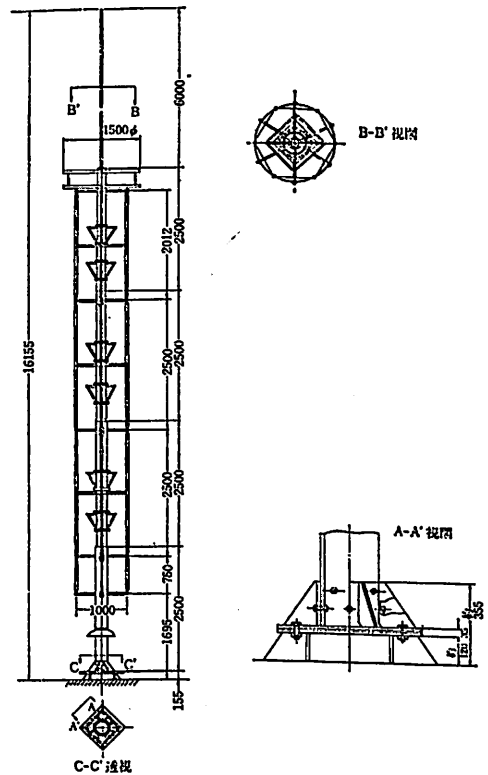
第18図 自立型空中線その1 (共同海運“神正丸”)



第20図 自立型空中線その3 (“Golden Clover & Golden Tulip号”)



第19図 自立型空中線その2 (ポーランド貨物船“FREIGHTER WYSPIANSKI”)



第21図 自立型空中線その4 (“くろしお”丸)

空中線の形式	局名	空中線			輻射 能率 (%)	空中 線 実 効 高 (m)	実効高 減 吃 水 線 よ り の 最 高 の 高 さ He/Hm	空中線インピーダンス			備 考
		水平部又は傾斜部の全長(m)	減吃水線よりの最高高さ(m)	空中線引込口よりの高さ(概略値)(m)				抵 抗 (Ω)	リアクタンス(-Ja)	容 量 (PF)	
頂冠付円筒形	ばなき丸	頂冠直径4.0	24.0	10	2.4	5.6	0.23	6.0	820	380	
	はわい丸	"	23.0	"	1.1	4.9	0.21	9.8	660	470	"
	小形木造船(仮設)	"	11.0	—	2.1	6.1	0.55	8.0	1200	260	支線麻ロープ
	同上	"	"	—	0.39	4.2	0.38	21.0	990	320	支線ワイヤロープ
	同上(頂冠取外し)	—	"	—	0.11	2.7	0.25	32.0	1400	220	支線ワイヤロープ
トップローディング形	TOP L 智利丸	Lの全長38	26.3	15	1.7	3.5	0.13	3.3	890	350	
	TOP L 山国丸	リングの直径2.7 2.0	24.2	12	1.1	2.6	0.11	2.9	740	420	
	中間 L はわい丸	L: 180 μ H	24.5	"	—	5.1	0.25	—	—	—	
	同上(L取外し)	同上(L取外し)	"	"	—	4.0	0.16	—	—	—	N形
傘形	智利丸	85.2	30.6	19	21.0	6.1	0.20	0.8	450	700	

第2表 中波用特殊形空中線の特性

周波数 519 kHz 測定距離 100 m

空中線略図	頂冠コイルまでの高さ(m)	電力管		空中線						電界強度(dB)	備 考
		電圧(V)	電流(mA)	電流(A)	出力(W)	抵抗(Ω)	容量(PF)	固有周波数fo(kHz)	インダクタンス(μ h)		
	14	400	115	1.0	10	10	330	1,800	60	87.5	
	13	400	115	0.98	10	11	317	1,850	58	86	
	12	400	112	0.94	10+	12	311	1,880	56	85	
	11	400	111	0.92	10-	12	300	1,900	56	84	
	10	400	115	0.92	10-	12	290	1,940	51	83	

第3表 頂冠付空中線実験結果(陸上仮設)



写真10 自立型空中線装備状況（電々公社 “くろしお丸”）

共振周波数：2.5 MHz

第22図

周波数範囲：400 KHz～30 MHz

実効容量：450 PF (500 KHz)

空中線抵抗：2～3 Ω (500 KHz)

共振周波数：4.5 MHz

許容空中線入力：中波…… 1 KW,
短波…… 5 KW

〔参考〕 中波 500 KHz に対する空中線能率を高めるため、種々の形式の空中線が開発されているが、いずれにしても空中線の実効容量の増加をはかり、垂直部からの電波放射が増大するように設計されている。この実効容量が空中線の形状により変化する状況は、各方面で実験測定されているが、結果を表2～表4および第23図に示す。

3.4 超短波用空中線

艦艇における VHF 帯 (30 MHz～300 MHz) での通信は、港務系通信 (停泊中の艦艇に対する通信) 等特殊な通信系に使用されているほか、あまり使用されていない。写真11は、米海軍重巡洋艦 “キャンペラ” の前橋付近の空中線装備状況である。VHF アンテナとして、ヤードを利用して、ケージ型アンテナを両舷に対称に装備しているのがみられる。このアンテナの性能は不明であるが、相当広帯域なアンテナであると思われる。

海上自衛隊の艦艇で使用している VHF 帯の空中線は、写真12～14に示すとおりである。

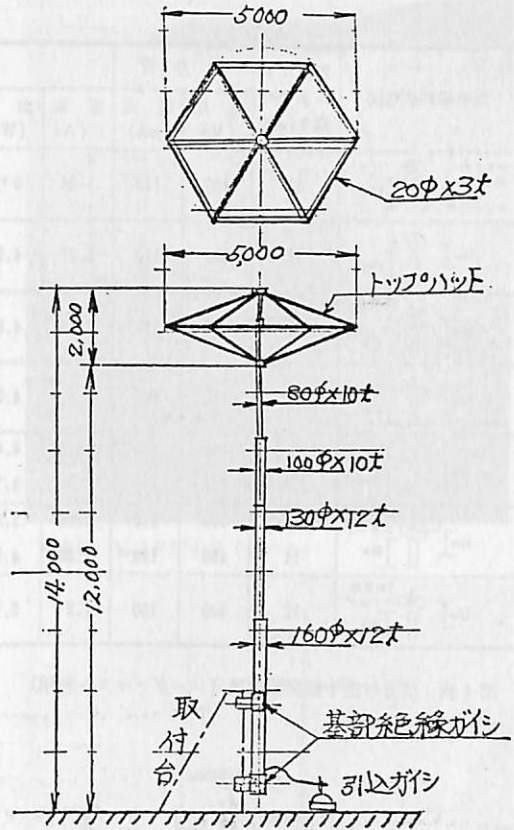
写真12参照

周波数範囲：60～80 MHz

偏波面：垂直偏波

V SWR：2.5以下

用途：掃海艇隊内系用



第22図 HEXA-TOP アンテナ

周波数範囲：115～156 MHz

偏波面：垂直偏波

V SWR：3.0以下

用途：対航空機通信

写真14

周波数範囲：162～167 MHz

偏波面：垂直偏波

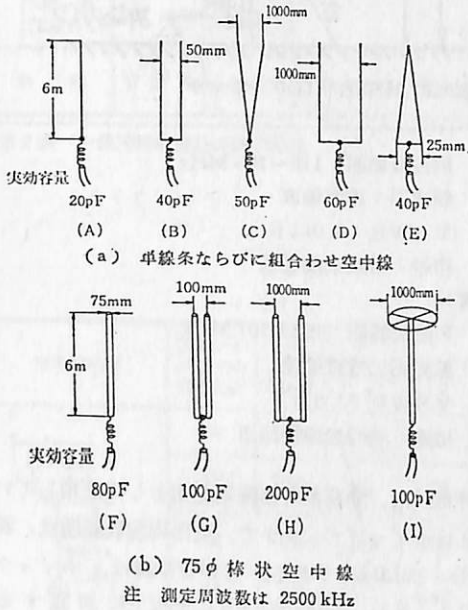
V SWR：1.5以下

用途：港内無線電話用

写真14は、港務系の無線電話用として使用している 2 mホイップアンテナで、使用周波数範囲は、28 MHz～35 MHz である。この空中線は、ホイップ型であるため、写真15のように甲板上に設置するが、この場合取付台の寸法をできるだけ低くしなければならない。又ブルワーク等から張り出して取付ける場合は、極力ブルワークの近くに取付台を装備し、V SWRの悪化を防止しなければならない。ホイップ型の場合その装備場所が問題となるので、今後は、この周波数帯の空中線として、第24図のように、形状はホイップ状であるが、放射体としてヘリ

空中線形状略図	頂冠コイルまでの高さ(m)	電力管		空中線						電界強度 (dB)	備考
		電圧 (V)	電流 (mA)	電流 (A)	出力 (W)	抵抗 (Ω)	容量 (PF)	固有周波数 fo(kHz)	インダクタンス (μ h)		
マストの 高さ 11m コンパスデッキ ↑ 12m	11	400	110	1.04	6+	6.0	680	1,170	66	76.5	
↑ 11m ↑ 15m	11	400	110	1.11	4.2	4.0	785	1,205	54	78	
↑ 11m 4m 捲線 ホイップ ↑ 15m	11	450	110	1.14	4.5	3.5	905	—	—	80+	
↑ 11m 6m ホイップ ↑ 15m	11	450	105	1.1	4.9	4.0	890	—	—	80-	
↑ 11m 8m ホイップ ↑ 15m	11	400	110	1.15	4.6	3.5	1,010	990	55	80	
	11	450	110	1.21	5.1	3.5	1,010	990	55	81	
↑ 11m 8m+6m ホイップ ↑ 15m	11	400	110	1.16	3.8	2.8	1,210	900	58	82.7	
	11	450	120	1.26	4.5	2.8	1,210	900	58	83.5	
↑ 12m 5m 捲線 ホイップ ↑ 14m	12	400	100	1.2	5.7	4.0	1,145	700	112	84.5	

第4表 頂冠付空中線実験結果 (レーダーマスト利用)



第23図 各種垂直空中線の実効容量

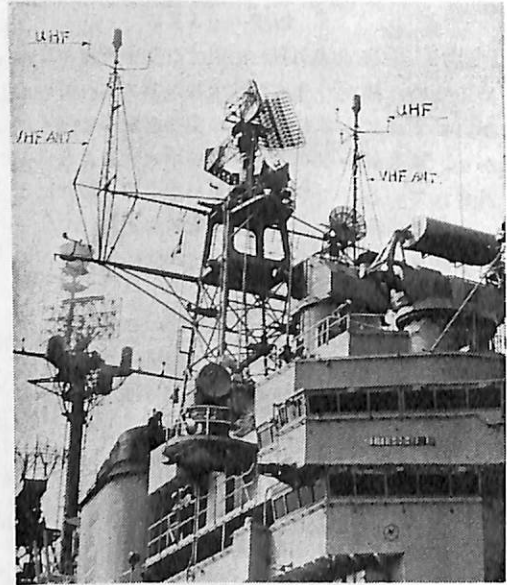


写真11 米海軍キャンベラの前橋付近の空中線

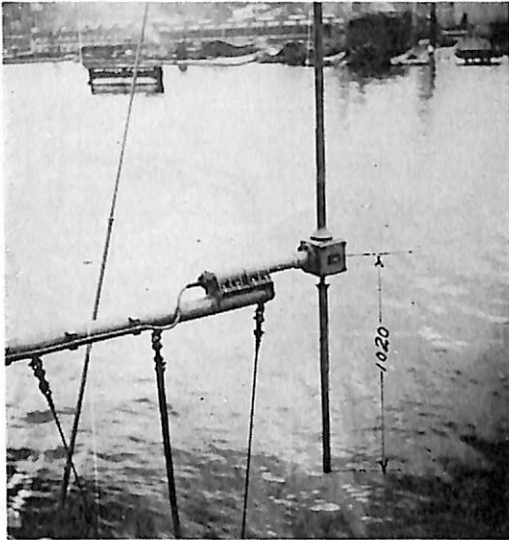


写真12 VHF空中線（その1）

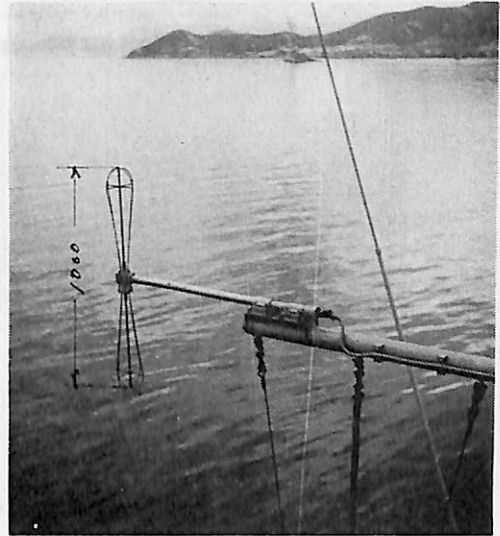


写真13 VHF空中線（その2）



写真14 VHF空中線（その3）

カル導体を使用し、その中点に電する空中線を採用する予定である。これを使用することで装備場所によるVSWRの悪化を防止することができる。

3.5 極超短波空中線

艦艇のUHF帯用空中線は、それぞれの目的に応じて種々の形式のものが使用されている。それら空中線の実艦装備状況は、写真11および写真16に示すとおりである。在来の艦艇においては、写真17に示すようなダブルレット型空中線が主に使用されが、最近の艦艇では、複合型空中線も使用されている。

(1) ダブルレット空中線

写真17に示す空中線の性能はつぎのとおり。

周波数範囲：225～400 MHz

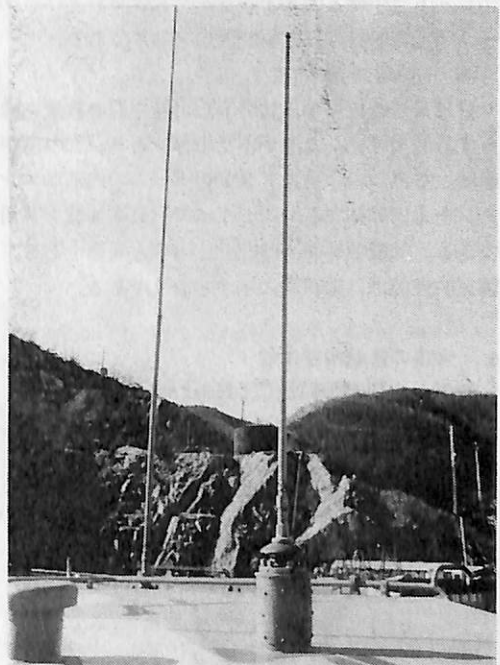


写真15 2mホイップアンテナ

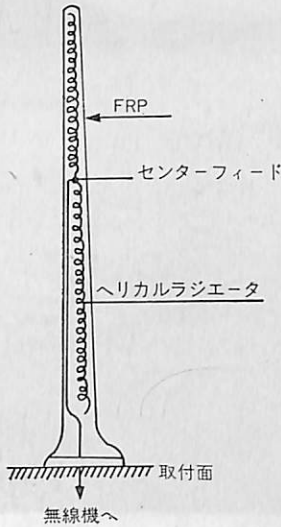
偏波面：垂直偏波

VSWRと水平、垂直面内パターンは、第25図のとおりである。

(2) ディスコン空中線

写真18に本空中線の外観を示している。このアンテナは、(1)項のダブルレット空中線に比べ広帯域であり、VSWRも非常に小さくなることができる。実艦としては、49DDKの艦橋上部両舷に装備し、対航空機通信用として使用する。周波数範囲等は、ダ

第24図 センター
フィード型空中線



プレート空中線と同じであり、VSWRおよびパターン等電気的特性は、第26図のとおりである。

(3) 複合空中線

UHF無線機の増設にともない空中線の数量を減らす目的で開発したのが本空中線である。この空中線は、写真19のようにFRPのドームの内部にエレメントを内蔵したもので、1本でUHF4波を共用できる。周波数範囲、偏波面は、(1)項と同様である。電気的性能は、第27図に示すとおりである。

4. 今後の艦艇用空中線

艦艇とう載空中線として最もむずかしい問題は、低い周波数で使用する空中線をどうするかというこ

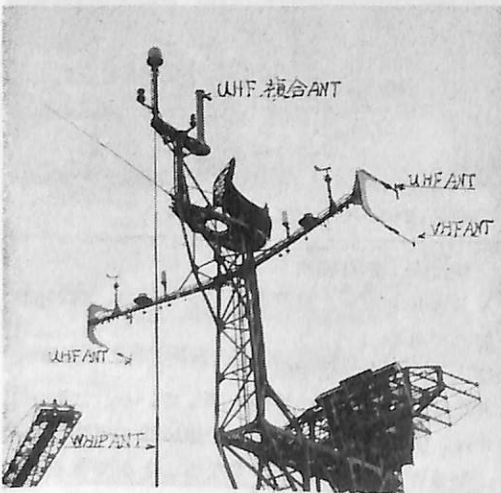


写真16 UHF空中線装備状況 (護衛艦DDK“やまぐも”前橋)

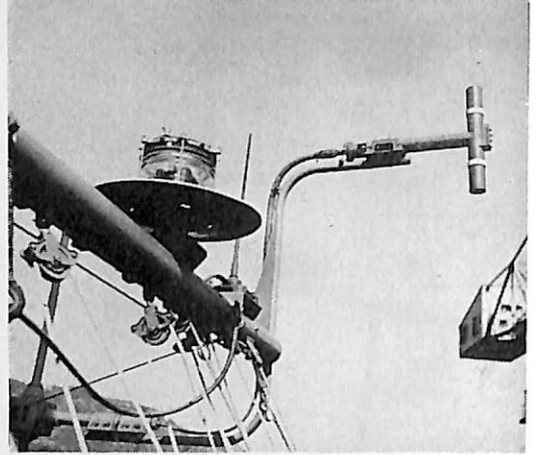


写真17 ダブルプレート空中線

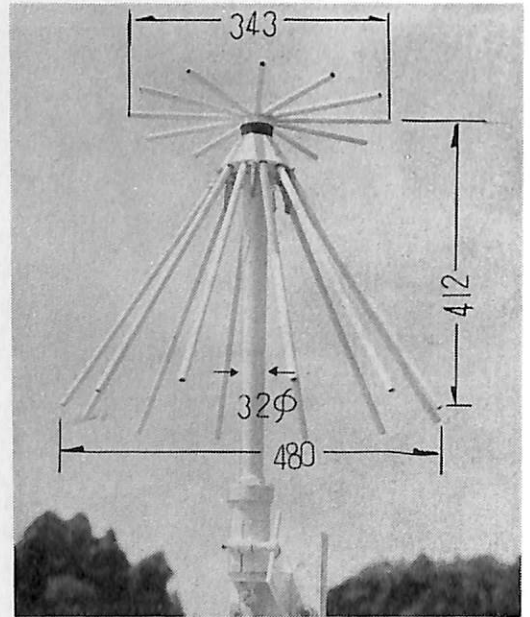


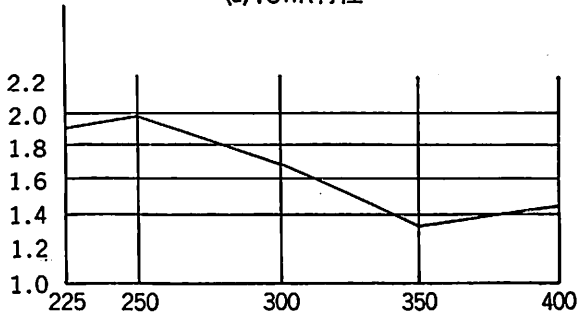
写真18 ディスクコンアンテナ

とである。艦艇の構造上、陸上のような大型の空中線を装備することは不可能である。このような見地から、まず第1に空中線の性能をそこなうことなく、物理的寸法を小さくし、装備の占有空間をできるだけ少なくすることが必要である。各国ともそれらに対して有効な空中線の開発に努力している。その結果近い将来艦艇にとう載されるであろう空中線について紹介してみよう。

4.1 ミニ・ループアンテナ

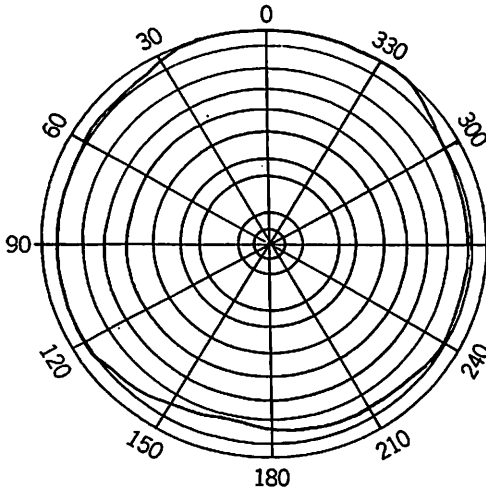
米国の ANTENNA RESEARCH ASSOCIATES 社で開発されたもので、従来から短波以下の

(a) VSWR特性

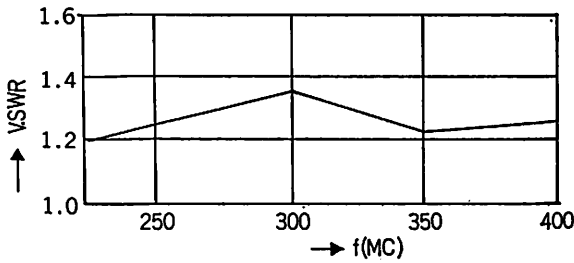
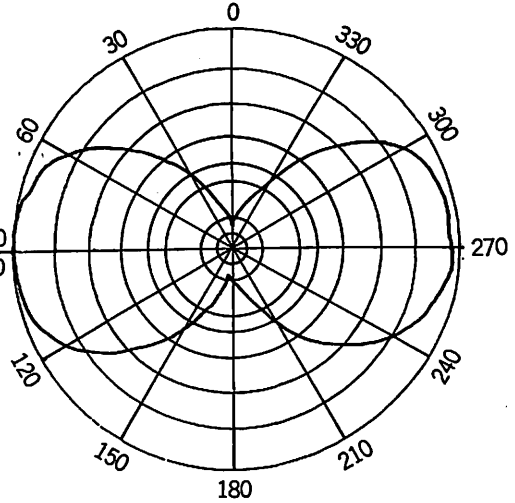


第25図 ダブルレット空中線のVSWRとパターン
利得: 08db (ダイポール比)

(b) 垂直偏波水平面



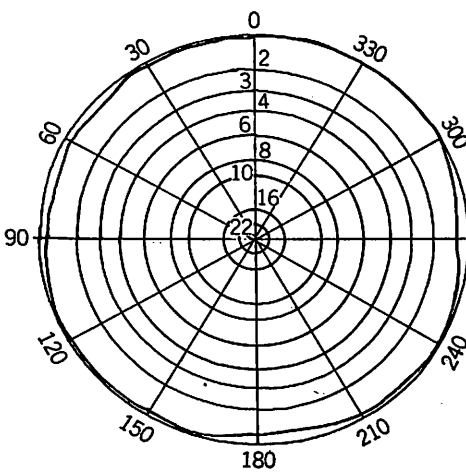
(c) 垂直偏波垂直面



第26図 ディスクアンテナのVSWRとパターン

利得: 0.8db (ダイポール比)

(b) 垂直偏波水平面



(c) 垂直偏波垂直面

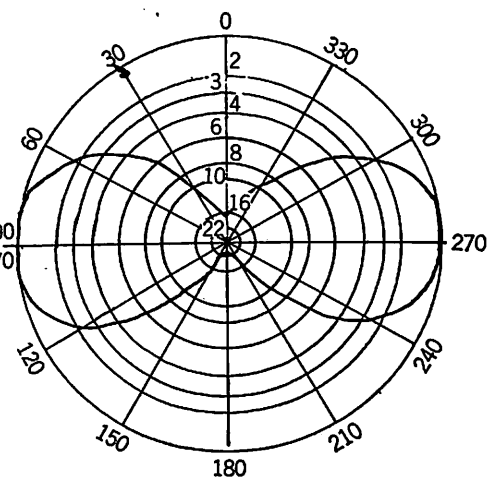
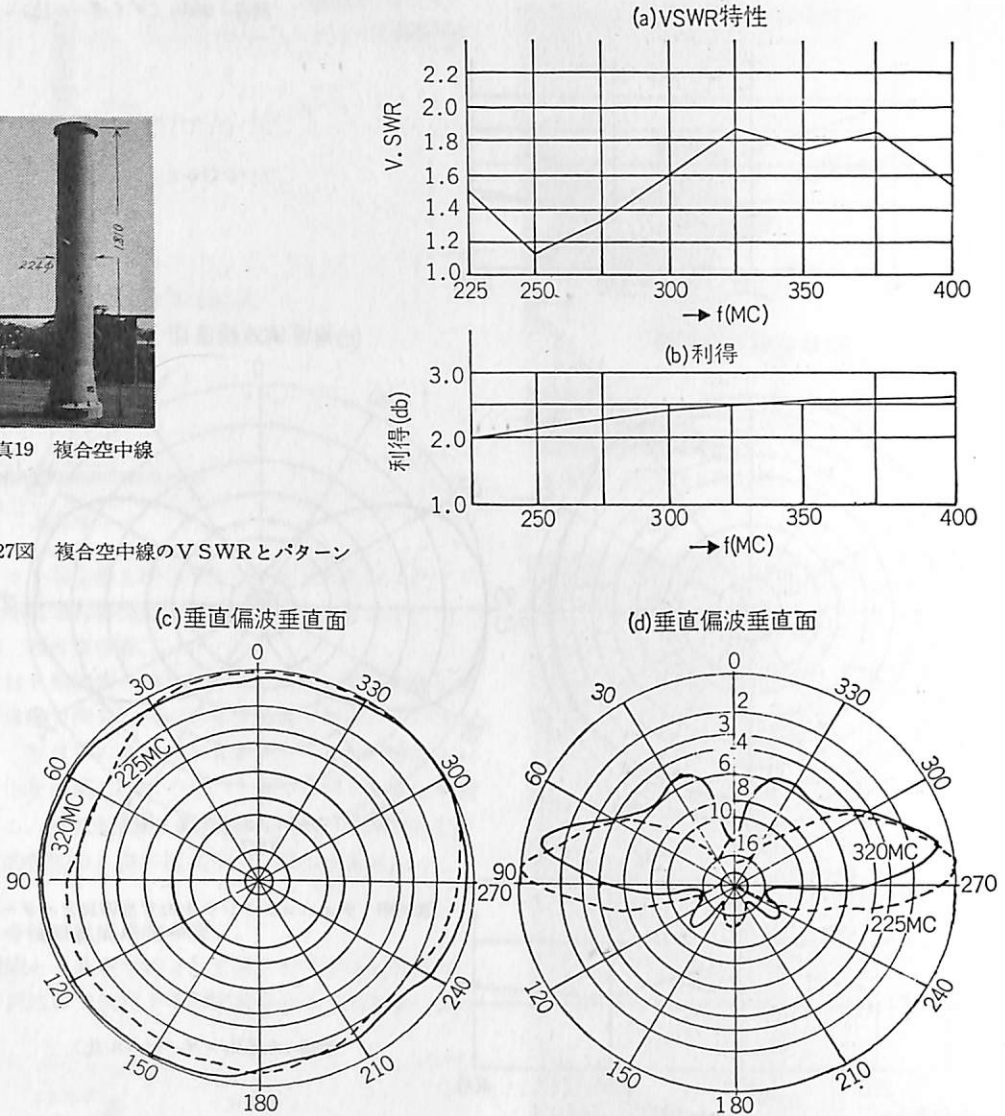




写真19 複合空中線

第27図 複合空中線のVSWRとパターン



周波数で使用されている受信用のループ空中線をさらに小型化し、広い周波数帯の送受信用に使用できるように作られたものである。

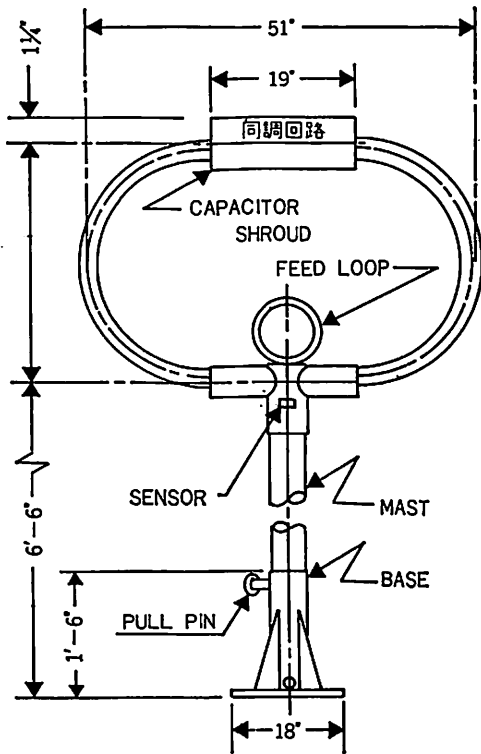
(1) 特徴

このアンテナは小型の同調型ループアンテナで、バランスのとれた簡単な構造で使用しやすく、人工雑音等に対しても比較的反応がおそいという特徴を持っている。このアンテナをアースより $\lambda/4$ 以下の高さに装備した場合は、ループ面の水平から天頂まですべての垂直角に対してほぼ一樣な放射パターンを示している。水平面内のパターンは、普通のループアンテナと同様に8字型のパターンである。実用上は全方向性アンテナとして使用するので垂直角は約

20°よりも高くとっている。また、このアンテナは遠距離通信（低角度で垂直偏波）と中距離通信（高角度で水平偏波）用に使用できるアンテナの唯一の型である。この放射特性により、地上波と空間波の性質を利用して昼間 10 MHz 以下、夜間 6 MHz 以下の周波数を使って通信距離を延ばすことができる。外観寸法は、第28図のとおりで非常に小型のループである。

(2) マッチング方法

このアンテナは第28図のように、同調回路付の大型ループと非同調の小型ループで形成され、大型ループには可変バキュームキャパシタが上部のケースに入っている。大型と小型のループは、ループの下



第28図 ミニループアンテナ寸法図

部で効果的に結合され、使用周波数全域にわたって一定のインピーダンスとなるように設計されている。

(3) 特性 (第29, 30図参照)

周波数範囲: 3 ~ 24 MHz

インピーダンス: 50Ω

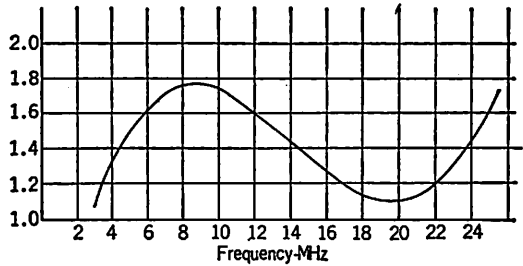
送信出力: 1 kW RMS × CW

放射パターン: 第31図のとおりである。

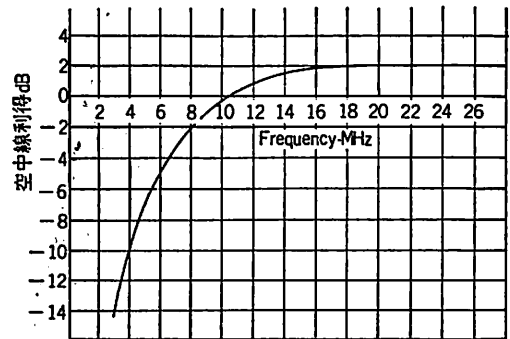
このアンテナは空母サラトガでテストの結果優秀な成績を収めた由で、NTDSのリンク11用として採用が予定されている。既装備艦艇は現在15隻におよんでいる。

4.2 フェライト装荷短縮型空中線

同調コイル等のコアとしてフェライトが使われていることは広く知られているが、空中線のような直線状の導線にフェライトを装荷するとインダクタンスが増加し、コイルと同じ働きをもつようになる。この特性を利用し、現在使用しているホイップアンテナの物理的長さを短縮し、電気長を長くすることができるので、現在技術において研究中であり、51年3月以降実艦に採用する予定である。詳細については省略するが、単純な実験について、どれだけ短



第29図 V.SWR/周波数特性

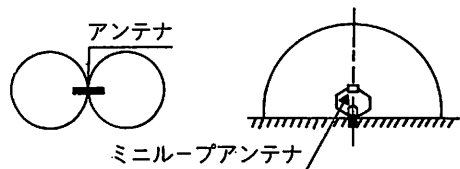


第30図 利得/周波数特性

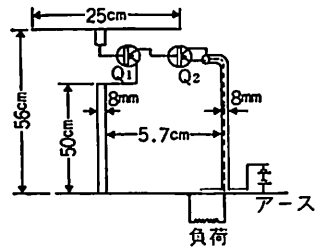
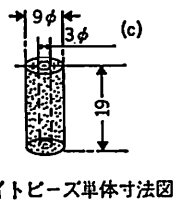
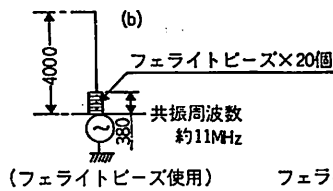
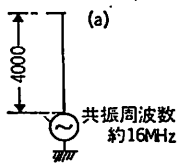
縮できるかを説明すると、第32図のように約4 mのエレメントは約16 MHzに対し1/4波長となり共振する。これに(c)図のようなフェライトビーズ20箇を(b)のように基部に装荷すると共振周波数は11 MHzとなり、短縮率は約60%となる。

4.3 能動化アンテナ

空中線のエレメントを極端に小さくする方法の一つとして、アンテナに能動素子を組み込んで従来のアンテナにない特性を得ようとする試みは、1966年西ドイツのMEINKEによって提言されたといわれている。これは能動素子を使用することで送信には使用できず、受信専用とならざるを得ない。海上自衛隊においてはテレタイプ通信がその主流となりつつある現状においても、自己送信妨害から受信を守るための手段として空中線の能動化に対する検討



第31図 ミニループアンテナ放射パターン



第32図 フェライトビーズ装荷の場合の実験例

第33図 SIA方式の応用例

項目	種別	(A) NMA	(B) SIA	(C) NIC	(C) PFA
形状		$\frac{\lambda}{20}$ が報告されている。ほぼダイポール状(トップロード)	$\frac{\lambda}{100}$ が報告されている。ほぼダイポール状(トップロード)	$\frac{\lambda}{100}$ のダイポールが報告されているが、NICの性能によつてさらに小型化できる。	約 10^{-4} λの例が報告されている。
単体の放射パターン		微小ダイポールとほぼ同じ。(8の字特性)	8の字特性のものと同向性のあるものがある。	微小ダイポールと同じ。(8の字特性)	微小ダイポールと同じ。(8の字特性)
アンテナシステムの入力インピーダンス特性		ほぼトランジスタの出力インピーダンスとなるので良好。	同左	アンテナリアクタンス分をキャンセルして抵抗分だけにする。	パラメトリックアンプの出力インピーダンスとなり、安定性の検討が必要となる。
利得		雑音成分が減少するため相対的に高利得。	不整合小型ダイポールに対して、トランジスタの分だけ高利得。	高利得を広帯域にわたって得られる。	報告されていない。
雑音特性		アンテナ受信機システムとして最も良好。	アンテナ素子とトランジスタの不整合のために、トランジスタの分だけ劣化する。	NICの動作原理から高雑音となるものと思われる。	同型のフェライトアンテナに対してB/Aが6dBよくなった例の報告がある。
周波数特性		報告例では 70 ± 2 MHz (約6%)	3~30MHzのものも報告されており(60cmで)極めて広帯域	NICの性能による。0.1~1MHz、40~120MHzの例が報告されている。	Pumping周波数によって固定される。
その他		10MHz付近では、空中雑音が高レベルのため不通。	TVエの応用では、帯域外で雑音成分が大きくなると報告されている。		Pumping回路が必要となる。

第5表 能動アンテナ性能比較一覧表

は価値あるものであり、現在までの検討内容について紹介する。

(1) 能動アンテナの種類と性能の比較

能動アンテナとして代表的なものはNMA (Nois Match Antenna), SIA (Subminiature Integrated Antenna), NIC (Negative Impedance Antenna) 及び PFA (Parametric Ferrit Antenna) の4種に大別でき、それらの比較を第5表に示す。

(2) 応用例

前記4種類について検討した結果、艦艇用短波受信空中線としてはSIA方式が最適であるので、その応用例について考えてみる。第33図は、水平面内無指向性で周波数範囲3~30MHz、トランジスタQ₁は増幅用、Q₂は負荷とのインピーダンス整合のために使用される。実際には、第33図の原形を組み合わせて要求を満たすような放射パターンを形成する必要があり、形状として考えられるものは、ターンスタイルアンテナ、V型アンテナおよびT型アンテナ等があるが、今後実験等により実用空中線の設計を行い、できるだけ早い時期に実艦とう載をしたいと考えるものである。

5. むすび

艦艇の通信用空中線は、それぞれの電子装置からのエネルギーを空間に放射するための放射器であ

り、その良否が艦の通信性能を左右すると言っても過言ではない。電子技術の急速な進歩により、各国において種々の空中線が開発され始め、実用になっているものもある現状を踏まえて、艦艇とう載に最も適した空中線の開発に努力しなければならないと考える。最後に、この小論文のまとめに際し多大なご協力をいただいた防衛庁海上幕僚監部技術部電波第一班長田代友一氏に対し深謝する。

文 献

- (1) 日本造船関連工業会 船舶用自立空中線の研究事業報告 (S.41年3月)
- (2) 名古屋造船 船舶用頂冠付空中線について、むせんこうじ11 (S.37年4月)
- (3) 成木正之, 吉村祐光, 山下昌諒, 小林哲雄 “船舶用自立型空中線” 安立テクニカル第30号 (1973. 12)
- (4) 栗原埜司, 渡辺正明 船舶用送信空中線の改良, 三菱重工技報 Vol. 19, No. 3. P. 33, 1972. 5
- (5) BROADBAND HF CONICAL MONOPOLE ANTENNAS 753c. SERIES Granger Associates Technical Data, April. 1966
- (6) H. P. Mason “Some factors influencing the design of broad-band H. F. monopole aerials” PROC. I. E. E. Vol. 110, No. 9 September, 1963
- (7) M. L. Leppert “The Conical Monopole Antenna” U. S. NRL Memorandum report, No. 871, Nov. 1958, Suppl 1 Dec. 1959
- (8) 岡本次男 アンテナ回路の設計, オーム社

海上自衛隊における強化
プラスチック製品

戸田 孝昭

防衛庁技術研究本部技術開発官(船舶担当)付

1. FRPとその性質

艦艇に使用されるFRP(強化プラスチック)は、性能的に見て2つに分けることができる。その1つは、FRPとしての性能を重視したものであって、他の1つは、経済性を考慮したものである。前者は主として艦艇に搭載する武器類、特に電波、音波に関係するものに使用され、後者は舟艇等に使用されている。

FRPは、主としてガラス繊維基材と不飽和ポリエステル樹脂とで作られる複合材料の代表的なものであって、ガラス繊維の他に、カーボン繊維や有機繊維等が使われることもあり、樹脂もエポキシ樹脂やフェノール樹脂等が使われることもあるが、FRPの80%ぐらいはガラス繊維とポリエステル樹脂の組合せによるものである。

性能を重視したFRPと経済性を主としたFRPとの違いは、FRP中にしめるガラス繊維の量と成形中に混入される空気(気泡)によってほとんど決まってしまう。FRPの強さは、主としてガラス繊維が受け持っているため、ガラス繊維基材の形態と成形法がFRPの性能を左右する大きな要因である。

防衛庁暫定規格NDS XXK 6701は、FRPについての規格であって、強さに応じて1~5級及びW級の6段階に分かれている(第1表)

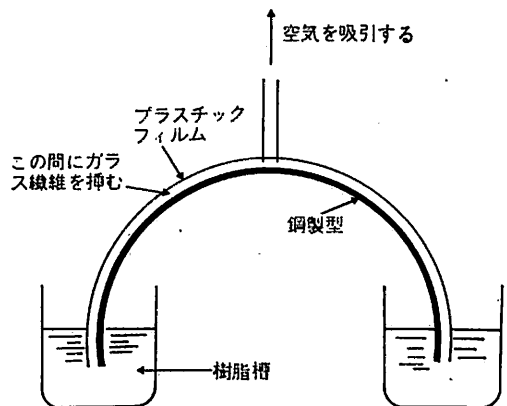
1級は、朱子織ガラス・クロスを使った2方向性の積層板で、強さも使用条件も最も高度のものである。2級は、平織ガラス・クロスを使った2方向性の積層板で、3級は、平織クロスまたはガラス・マットを使った2方向性または等方向性の積層板で、4級と5級は、ガラス・マットを使った積層板である。W級は、ローピング・クロスを使った2方向性の積層板である。

第1表中の樹脂含量(%)というのは、FRP中に含まれる樹脂の重量の割合で、充てん物がなければ、樹脂含量=100-ガラス含量ということになる。即ち、1級品では、FRPは、中にガラス繊維が67~75%入っていないといけないが、5級品では25~35%でよいということになる。

1級品は、主として真空成形法という成形法によって作られるが、それ以外のものは、手積み成形法、スプレーアップ成形法、プレス成形法等によって作ることができる。

武器類に使用されるFRPは、1級品又はそれ以上の強さが要求され、舟艇等に使用されるものは、3級程度の強さが要求されている。

真空成形法というのは、第1図のように鋼製型とプラスチック・フィルムとの間に所要のガラス繊維を置いて、上部から空気を吸引すると、下部の樹脂槽から樹脂を吸い上げてガラス繊維の間に入ると共に、気泡も抜いてしまうという成形法で、この工程中にガラス繊維がズレたりしなければ、非常に良



第1図 真空成形法

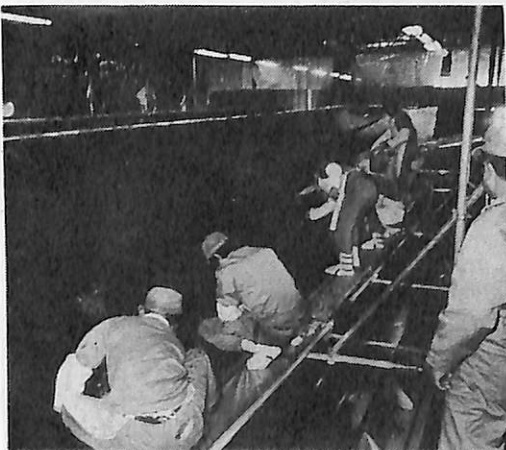
第1表

項 目	試 験 片			規 定						試 験 方 法	
	大キサ	数	状態	1 級	2 級	3 級	4 級	5 級	W 級		
曲げ強サ (層に垂直方向) kg/mm ²	長サ方向 ⁽¹⁾ ヨコ方向	標 準 ⁽²⁾	5 標準	35 以上	26 以上	22 以上	16 以上	12.5 以上	22.5 以上	5.17	
	長サ方向 ⁽¹⁾	標 準 ⁽²⁾	5 湿潤	31.5 以上	23 以上	19 以上	14 以上	10.5 以上	20.5 以上		
曲げ弾性率 (層に垂直方向) kg/mm ²	長サ方向 ⁽¹⁾ ヨコ方向	標 準 ⁽²⁾	5 標準	1750 以上	1410 以上	1020 以上	770 以上	600 以上	1160 以上	5.17	
	長サ方向 ⁽¹⁾	標 準 ⁽²⁾	5 湿潤	1620 以上	1270 以上	880 以上	700 以上	540 以上	1060 以上		
引張強サ kg/mm ²	長サ方向 ⁽¹⁾	標 準 ⁽²⁾	5 標準	26 以上	19.5 以上	14 以上	10 以上	6 以上	20 以上	5.18	
圧縮強サ (層に平行方向) kg/mm ²	長サ方向 ⁽¹⁾	標 準 ⁽²⁾	5 標準	23 以上	17.5 以上	15 以上	12 以上	11 以上	12.5 以上	—	
	長サ方向 ⁽¹⁾	標 準 ⁽²⁾	5 湿潤	19.5 以上	16 以上	13.5 以上	10.5 以上	10 以上	12 以上	—	
空ドウ(洞)率 %	—	直径50mm 指定厚	3	—	1.5 以下	2 以下	3 以下	4 以下	5 以下	4 以下	—
樹脂含量 %	—	直径50mm 指定厚	3	—	35~43	42~52	49~59	55~65	65~75	45~56	—

注 (1) 長サ方向とは、最大強度の方向。(2) 試験方法に規定された大キサのもの。

好なFRPができる。武器関係や航空機関係のFRPは、ほとんどこの成形法によって作られている。

舟艇のように大型少量生産品は、手積み成形法(ハンドレイアップ成形法)によることが多い。この成形法は、第2図のように型の上にガラス繊維基材を置いて、樹脂で1層ずつ積層して、所要の枚数を積層するものである。この方法は最も基本的な成形法で、積層技能と作業管理とが重視される。手積み成形法は、一見非常に工数が掛かり、信頼性の薄い非近代的方法のように思えるが、ガラス・ロービングを織ったロービング・クロスが考案され、型を回転させたり割ったりする工夫がなされ、作業員の



第2図 手積み成形法(PB建造中)

足場等をしっかりさせ、作業管理を十分に行なえば、製品の信頼性が増すと同時に工数も低減できるようになった。

アメリカ海軍で、数種の舟艇について各種の成形法によって試作を行なった結果、最も量産が可能で信頼性の高いものは手積み成形法である、という結論がでている。これは、舟艇が、FRP成形品として大型のものであり、量産といっても電気製品や自動車ほどの量ではないという前提に立ったものである。

防衛庁の舟艇のFRP船殻は、ガラス・マット(600g/m²)とロービング・クロス(800~900g/m²)を交互に積層したものが多いが、その強さの要求値は第2表のようにになっている。

第2表 舟艇船殻用FRPの要求値

曲げ強さ	20 kg/m ²
曲げ弾性率	約 1000 kg/m ²
引張り強さ	16 kg/m ²
引張り弾性率	約 1000 kg/m ²
空洞率	3%以下
樹脂含量	52~62%

このようにしてでき上ったFRPの静的強さ以外の諸性質は、次のようなものである。

・FRPは、布状のガラス繊維基材と液状の樹脂を原材料として成形されたものであって、金属のよ

うに板材とか型材のような基本的な材料形態をとっていないのが一般的である。ということは、註文に応じて、形状とFRPという材質とを同時に作り上げるものなので、製造所と成形法によって製品の信頼性が異なってくる。そのために、防衛庁では、製品を作る前の事前の検査を重要視している。

- FRPに使用する樹脂は、不飽和ポリエステル樹脂が多く、それ以外でもエポキシやフェノールなどの熱硬化性樹脂なので、液状の樹脂が硬化してしまうと、元に戻るようなことはない。塩化ビニルやアクリルのような熱加塑性樹脂をベースとしたものはFRTPと呼んでいる。
- 舟艇等の表面の着色層は、ゲルコートと呼ばれるもので、耐候性の良好な樹脂に着色剤を混入したもので、型の上にゲルコート用樹脂を吹き付け、それからガラス繊維基材を積層成形した後、脱型すると、きれいな色のついた表面ができ上がるというものである。
- FRPは、沿層方向にはガラス繊維が連続しているが、貫通方向には樹脂だけしかない。そのために、層間せん断強さが非常に小さい。手積み成形法で作ったものは、良好なものでも $0.7\text{kg}/\text{m}^2$ ぐらいであり、ガラス繊維を同時プレスしても $2.0\text{kg}/\text{m}^2$ ぐらい、プレス接着では $1.0\text{kg}/\text{m}^2$ ぐらいしかないので、大型(厚板)成形品になると、これが問題になる。
- 疲れ強さは、 10^6 回において静的強さの30~50%となる。
- 耐衝撃性は、金属などと異なって変形によってエネルギーを吸収するので、先端の尖ったものに当ると破れてしまうが、平らな面には比較的強い。
- クリープ特性としては、一般に1000時間で静的強さの60~70%であり、温度が高くなると性能は低下する。
- FRPの質感は、表面のゲルコート層によっても異なるが、いわゆるプラスチック(熱加塑性樹脂)と同じような感じである。
- 表面硬さは、パーコル硬さ計(GYZ J934-1)で測って50以上である。他材料と比べると、アルミニウムよりも硬く、真鍮と同じくらいである。
- 透光性は良好で、薄い平板や波板でゲルコートのないものだと透光率は90%以上であるが、ガラス繊維が入っているので透明ではない。
- 耐候性は良好である。ただし、ゲルコートの色あせや樹脂やせがある。色あせは、淡い色や青系統

のものに多く、紫外線の強いところに放置しておくと2~3年で変色が起こる。また、樹脂やせを起すとガラス繊維が浮き出してくる。樹脂やせは、5~10年ぐらいでおこる。しかし、強度的にはほとんど変わらず、表面を塗装などの保護膜で覆っておくと、耐候性はずっと良くなる。

- 耐油性は良好である。
- 耐酸性及び耐アルカリ性はやや良好というところで、できれば、それぞれに適した樹脂を使うのがよい。耐薬品用樹脂として、各用途に応じたものが開発されている。
- FRPの実用使用温度は、高温では長時間なら 80C ぐらいまで、短時間なら 120C ぐらいまで可能である。低温では -100C 以下まで使用可能であり、強さは落ちないが、少しもろくなる。鋼材のような脆性破壊はない。
- 断熱性は良好である。
- 燃焼については、下記のような1.5mm厚のFRP波板の試験結果がある。

初期発煙温度	200~240C
発煙温度	300~380C
黄変温度	260~340C
黒変温度	340~400C
引火温度	~380~420C
燃焼最高温度	700C

この結果は、木材よりもやや良い程度といえる。FRPは、端部から焰を近づけると比較的容易に着火するが、平面部は着火しにくい。また、板が厚くなると、燃えにくくなる。FRPが燃える時は、多量の黒煙を発生するので、比較的早期に火災を発見することができる。樹脂を難燃化するには、ハロゲン、燐、水酸化アルミニウムなどを添加するが、人体に有害なガスを発生することもあるので、船用としてはほとんど使われていない。

- 電気絶縁性は良好である。
- 電波透過性は良好である。
- 音波透過性は良好である。
- FRPの加工性は、下記の通りである。
 - 切断加工：可。ただし、工具は、鋼用のものを使用する。
 - 孔明け加工：可。ただし、工具は、鋼用のものを使用する。
 - 研磨加工：可。
 - 接着加工：可。樹脂が硬化してしまったFRP板同志の接着は、表面を荒してガラス・マット1層を挿んで接着するの

が一般的であり、良好な施工をした場合に母材の80%、悪い場合は30%ぐらいの強さである。

リベット加工：打鉋式のもの不可。引抜式のもの可。打鉋式ものは、衝撃によって層間はく離を起してしまふ。

熔接加工：不可。

曲げ加工：不可。

延伸加工：不可。

2. 艦艇の各部に使用されたFRP

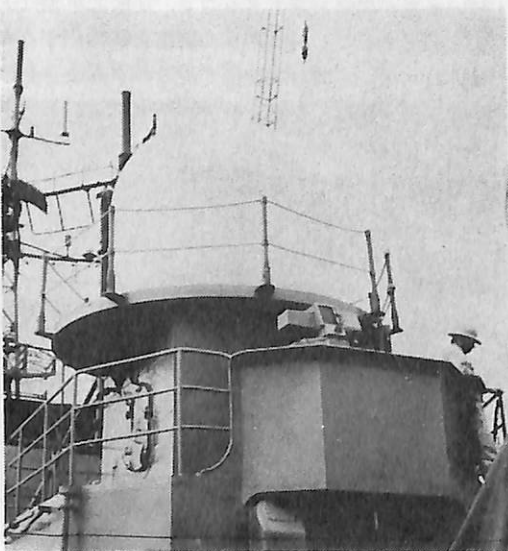
電波関係

レドーム

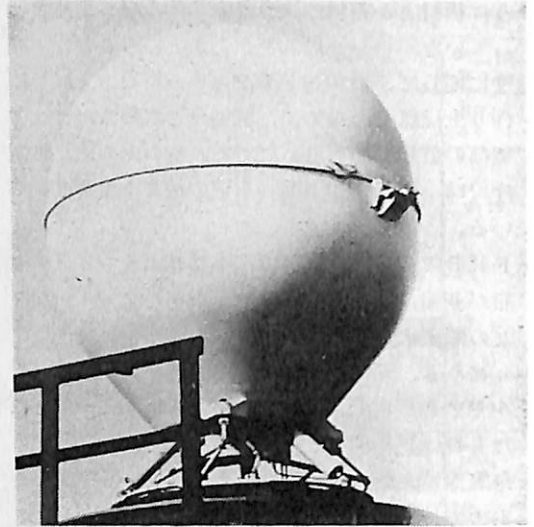
レーダー・スキャナーを保護するレドーム類は、艦艇では非常に高い位置に装置されている。そのため、電気的特性だけでなく、機械的特性も物理的特性も重要なファクターとなる。

射撃指揮装置のレドームとして使われるFRPは、次のような要求を満足しなければならない。

- ・風速は、実際の風速に艦艇の速力が加わるので、最大 80 m/sec に耐えなければならない。
- ・艦艇の動揺、振動、衝撃に対しても、強さだけでなく、気密性も保持しなければならない。
- ・電磁波の減衰率はできるだけ少ないものが望ましく、性能的に2~3%以上落ちてはいけない。
- ・電磁波の曲折率は、 1.5° ぐらい以下でなければならない。



第3図 “むらくも”の指揮装置のレドーム



第4図 M-20シリーズのレドーム

・できるだけ軽量で、できるだけ小型でなければならない。

第3図は、護衛艦むらくもに搭載した射撃指揮装置のレドームである。このレドームは、NDS X XK 6701の1級に合格する薄いFRP板を内外に使い、中間にペーパーハニカムを使ったサンドイッチ構造である。

第4図は、オランダのヘンゲロー社が開発した射撃指揮装置 M-20 シリーズのレドームで、非常に小型であつて、アメリカのフリゲートをはじめ、ハイドロfoil艇 (PHM) などにも搭載されている。我国でも50年度ヘリコプター搭載護衛艦 (DDH) に搭載が予定されている。このレドームは機能的には上下2つに分かれていて、上部にトラッキング・レーダー、下部にサーチ・レーダーが入っており、しかも下部のFRP殻でこれらすべてを支えており、更に艦艇のピッチングやローリングに対して常に水平を保つようにジンバルになっていて、総重量は約 8.50kg である。

第5図は、あきぐもの後部マストに設けられた電波探知機 (ECM) のドーム (左右にあるもの) である。

ドームの周囲に手すりを設ける場合も、電波の反射防止のためにFRP製のパイプが使われている。

(第3図のスタンション)

第6図は、N-A T-95B-2の空中線であつて、長さ約 2 m、直径約 0.22mの円筒状のFRPケースにアンテナが内蔵されている。このアンテナ支柱は、フィラメント・ワインディング (FW) 法で



第5図 “あきぐも”のECMドーム

作られたもので、肉厚は約5mmで、重量は52kgである。

FW法というのは、型(マンドレル)の周囲にエポキシ樹脂をつけたガラス・フィラメントを巻きつけていく成形法で、非常に高度なFRPができる。ガラス含量は80%以上で、引張り強さは130kg/mm²ぐらい、引張り弾性率は5000kg/mm²ぐらいのものが得られる。N-AT-95B-2(UHF)用としてFRPが使われる理由は、機械的強さ、耐候性、電気絶縁性が良好なだけでなく、電波周波特性が良くてロスが少ないためである。

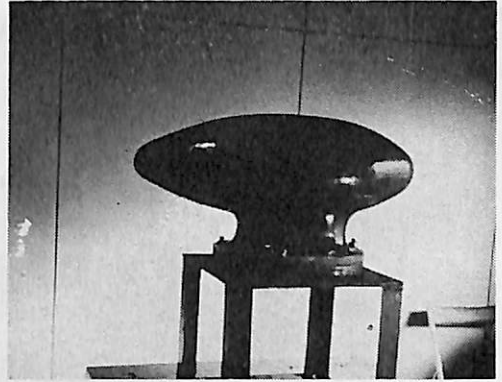
第7図は、ZRA-6のループ空中線の殻であるが、これもFRPの1級品である。

音波関係

FRPの音響透過性の良好なのを利用したものにソナードームがある。潜水艦はやしお型、なつしお型、あさしお型の艦橋前部に設けられたソナードームがそれである。アメリカ海軍では、艦橋全体をFRPで作ったものもある。これらのソナードームは、真空成形法による1級品で、朱子織りガラス・クロス28層で構成したものである。しかし、音響透過性は、FRPよりもゴムの方が更に良いので、最近ではゴム



第6図 N-AT-95B-2 空中線



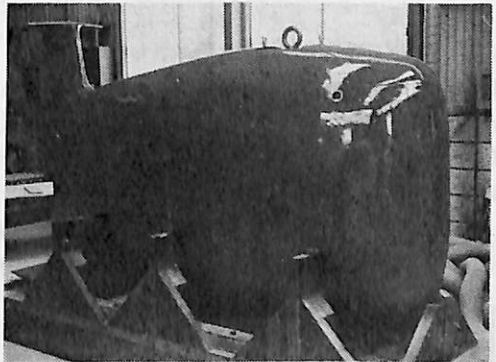
第7図 ZRA-6ループ空中線

を使用したものが増えている。

護衛艦等の艦尾から曳航する可変深度ソナー(VDS)の胴体(第8~9図)もFRP製である。胴体は魚のような形をしており、方向舵や昇降舵の可動部もすべて1級品であり、この中に超音波の発信部と受信部が入っている。

電気関係

潜水艦は水中航行用の蓄電池を多量に搭載しているが、その陽極板にFRPパイプが使われている。



第8図 VDS



第9図 艦尾に取りつけられたVDS

第10図
H. M. S.
Wilton



陽極板のパイプには鉛粉が詰められており、蓄電池内は希硫酸で満たされているが、FRPパイプは、電解液の浸透・拡散が容易に行なわれ、しかも鉛粉が抜け出さないように作られている。FRPは耐酸性が良好であって、旧海軍ではエポナイトのパイプに細いスリットを切って、アンチモンで補強したものを使用したが、耐振性に弱いので、下部にクッション材を入れてあった。

磁気関係

FRPの非磁性を利用した製品としては、第1に掃海艇があげられる。我国ではまだ研究段階であるが、イギリスではすでに長さ46.6mの機雷掃討艇H. M. S. Wilton (第10図)が稼動しているし、更に大型の60m、625tのものを計画している。スウェーデンでは排水量120tのM31クラス3隻が建造されている。これらの掃海艇については、3で記す

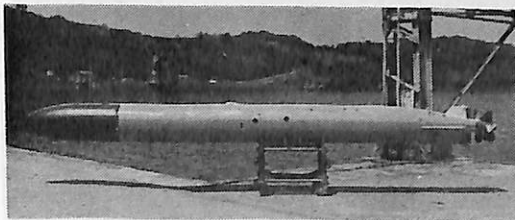
ことにする。

第11図は長魚雷、第12図は短魚雷で、胴体の一部がFW法によるFRPで作られている。これらの魚雷にFRPが使われる理由は、軽量であるということ以外に、磁気関係の装置を入れるためである。

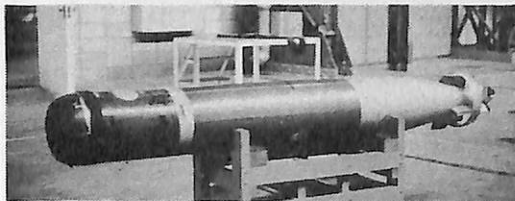
その他

艦艇の作業用のヘルメットは、市販されていると同じものである。

掃海艇では、艇体だけでなく各部を非磁性化するための努力が払われているが、現在では浴槽と潤滑油タンクの一部にFRPが使われている。便器をFRPにしたことがあったが、よごれが目立ち掃除が面倒であるという乗員の苦情が出たために、現在は陶器製のものになっている。外国の掃海艇では、フロート、ダンプイなどはほとんどFRP製になっている。



第11図 長魚雷



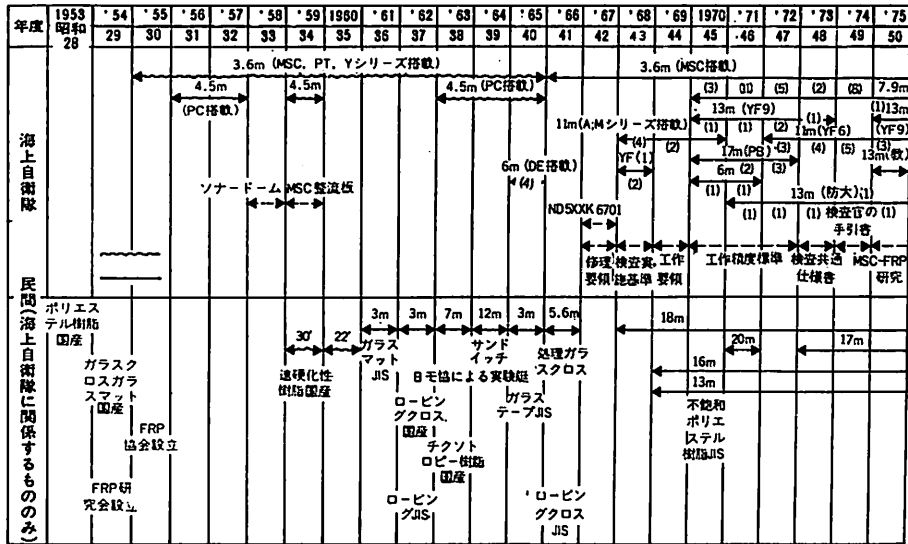
第12図 短魚雷

3. 海上自衛隊のFRP舟艇等

FRPは、1に記したように、舟艇用材料としては良好な性質を有している。

舟艇用材料として最も古くから使われているのは木材であるが、最近では優良な木材が得難くなり、優良な造船工が減ったために、木造舟艇は非常に高価なものとなった。

木造艇は、木材特有の腐朽という現象があり、また吸水による重量増等があって、性能は年々低下してくる。鋼は、比重が大きいために、あまり小型の舟艇には不適である。耐食アルミニウムは、軽量であるが、高価な上に加工が容易でなく、独特の延性があるため使用上の注意も必要であって、魚雷艇等より軽量で高性能を要求されるもの以外にはあまり



第3表 自衛隊FRP船表

使われていない。

我国でFRPによる舟艇が試作されたのは1953年である。当時は、樹脂もガラス繊維もやっと国産されたばかりであって、性能的に見るべきものはなかった。海上自衛隊では、FRPが舟艇用材料として優れていることを認めて、1955年には中型掃海艇用として3.6m搭載艇を採用した。しかし、第3表に見るように、この当時の舟艇は古い構造方式のもので、木製外板の代りにFRP製外板を採用したという程度のものであって、もちろんフレームやフロアをつけていた。それらの骨組は木ネジ又はボルトで外板を貫通させて取付けたが、ちょっとガタがくるとそこから洩水し、しかも木材のような膨潤作用がないので、アカは全然とまらないのである。パテで補修をしながら使用したが、評判はよくなかった。今から見れば当然のことと云えるだろう。

1966年から採用した3.6m搭載艇は、市販のFRP製レジャーボートに、スリング装置と艇首尾に防舷材をつけたもので、木製フレームはなく、FRP製の縦通材を接着したものである。

1961年に、全国モーターボート競走会連合会の依頼によって、舟艇協会と強化プラスチック技術協会によるFRPボートの協同研究が行なわれ、これに防衛庁からも何人かが参加した。また、アメリカのレジャーボートのデータも少しずつ入ってきて、FRP独自の構造方式の開発が行なわれた。

FRPは、強さは十分にあるが、弾性率が小さいので、よくたわむだけでなく、ハードスポットに弱

い。そのために、それに見合った構造方式にしなければならない。その方法としては、フレーム等の横部材を極力やめて、外板と縦方向の強度部材だけとし、板と骨はできるだけ一体化し、それ以外の部材はすべてハードスポットを避けてクッション材を介して取付けるようにする。

上記研究会で行なった7m試作艇の実験では、特に局部強さの試験に力を入れ、例えばチェーン部だけでも7種類の実物大模型による曲げ試験を実施して、構造に対する考え方を確立させた。

1965年に建造した6m搭載内火艇は、ディーゼル機関を装備した海上自衛隊最初の設計になる艇で、縦桁構造を採用したが、3mからの水面落下試験でも十分に耐え得ることを確認した。

1968年になって、11m作業艇を建造する一方、哨戒艇の計画を進めた。たまたま民間の18m交通艇の計画があったので、強化プラスチック技術協会を通じてその応援を行ない、PBの計画を更に進めることができた。

海上自衛隊のFRP舟艇では、17mPB(第13図)が現在では最大のものであって、民間艇等では更に大きいものもあるが、速力、耐波性等の性能は我国の第1級のものである。

交通船乙(YF9トン型)(第14図)は、長さ13mであって、その成形用の型は官民同じもので、YF9は現在は5隻であるが、防大の13m機動船(第15図)も同型艇体、同型機関であり、それ以外にも多種建造されていて、同型艇は20隻以上に及んでい



第13図
17m哨戒艇



第14図
交通船乙

る。

6 m搭載内火艇も6隻建造したが、同じ型で他に数隻が作られており、17m P Bも他に同型艇が2隻走っている。

交通船丁 (YF 6 トン型)(第16図)は、建造予定隻数も多いので、艇体をFRPにただけでなく、デッキとキャビンもFRPで一体に作って、省力体を測るとともに、外観にも考慮して設計をした。

これらの詳細については、参考文献に詳述してあるので、一読されるように希望する。

これらFRP舟艇の数が増すとともに、基準類の整備も必要となり、1967年にFRP艇の修理要領を作成し、順次、検査基準、工作要領、工作精度標準などを作成し、現在はそれを見なおして、検査共通仕様書、工作基準、船こく工作精度標準、検査の手引書及び修理要領となっている。これらの基準類は防衛庁のFRP舟艇だけでなく、他の各公的機関で作られるFRP船の基準類の手本ともなっている。

H. M. S. Wilton は、在来の木造艇と同じようなフレームを入れた構造で、フレームはFRP特有の

ハット (つばのある帽子) 状の断面である。しかし、フレームと外板との取合い部は、接着とボルトを併用したものである。

M31クラスは、比重0.2の塩化ビニールの独立発泡体を心材とし、表裏にFRP板を使ったいわゆるサンドイッチ構造である。

サンドイッチ構造は、軽量で剛性が高い理想的な板であるが、心材と表面板とが接着しているという確証がなく、しかも船体という大きな曲面を作らなければならない。それ以外にも、艀装品の取付け、保守、修理等に難問題が多いので、一般には単板 (サンドイッチ板に対して) にする方が多い。

4. 終りに

FRPは、どのような成形法で製作する場合でも、型を使わなければならない。型は高価なものから安価なものまでであるが、安価といっても程度があり、例えば、舟艇等の大型製品では10隻以上を一応の目標としており、レジャーボートでは100隻が1つの単位として考えなければならない。



第15図 防大機動船



第16図 交通船丁

FRPは、このように、量産を前提としないと安くならない。そのためには、初期の計画時に十分数量のことを考えなければならないということがいえる。例えば、YF9は、長さ13mの実用艇であって、交通艇や取締艇や作業艇などに流用できるものなので、建造隻数としてはそれらも考慮して計画したものであり、防衛大学校からは14mの艇を要求されたが、その要求性能を検討して13mでも要求を満たすものであることを説明するとともに、要求者に13m型艇に試乗してもらって、YF9と同一艇体に変更してもらい、建造したものである。

製造価格を考えると、設計者や製造者だけでなく、要求者も十分に市場調査をしないと、非常に高価なものになってしまう。これはひとり舟艇だけでなく、FRP製品全般についていえることである。

FRPは歴史の浅い材料であって、使用者にその特性（良い面も悪い面も）が十分に知られていない。「プラスチック」という言葉から、塩化ビニルなどの熱加塑性樹脂と同一視されることが多く、ちょっと手を掛ければ済んでしまうようなことでも「さわらぬ神にたたりなし」ということで、整備をおこたったり、修理の方法を間違えたりして寿命を短くしてしまうことがある。

このことは、海上自衛隊だけでなく、FRP界全体としても言えることであろう。

それとは反対に、FRP製品で大きな事故を起した場合に、その被害が意外に小さく、修理も容易なのを体験して、FRPを盲信してしまう人もある。

FRPの健全な発展のためには、無知もいけないが、信じこまれてしまうのも困ることがある。この

ようなことは、時が解決してくれるであろうが、関係者のPRも必要であろう。

FRPの性質と、海上自衛隊における利用について述べたが、これがFRPという材料の理解の一助となれば幸いである。

参考文献

土岐正義：海上自衛隊の新型FRP艇について「船舶」1971年11月号

鈴木幸雄：FRP製の新型交通船について「船舶」1973年7月号

広郡洋祐：FRP船設計における構造的諸問題「船舶」1973年7月号

鈴木幸雄：FRP製7.9メートルとう載艇の落下試験について「船舶」1973年7月号

土岐正義：13m機動艇について「船舶」1974年6月号

戸田孝昭：材料と構造、Ⅲ-9 FRPボートの構造「舵」1975年9月号

業界短信

▶材質にGEプラスチックを使用した自吸式エンジンポンプ Pumper-PP-2型

ラサ商事株式会社（東京都中央区日本橋茅場町2-6、電(03) 668-8231）は、この程GEプラスチック自吸式エンジンポンプ Pumper-PP-2型を輸入、11月1日より発売を開始した。本機は船舶のほか電設工事、土木、下水道工事にすぐれた性能を持っている。軽量で耐久性はポリエステル樹脂を用いているので、鋳鉄製の2倍の耐久性があるという。価格は133,000円。

世界の港湾／最新の施設を探る(4)



ブレーメルハーフェンのコンテナ・ヤード全景

Bremerhaven displays its speedy transactions of containers

コンテナのトランスアクションの スピード化を誇る ブレーメルハーフェン

津山 重美／比留間 康允
ブレーメン・ポート日本代表

ヴェーゼル河口に位置し、14万5千の人口を擁するブレーメルハーフェンのコンテナ・ヤード施設は欧州最大と言われる。

浚渫を必要としない自然条件に恵まれた上、正常水深約12m、満潮時には16mにおよぶこの埠頭で、特に異彩を放つものに、新設のコロンブス・ターミナルがある。

今年9月1日に完成、ブレーメルハーフェン南端の第2旅客施設に接し、全長540m、貨物船3隻の係留が可能であり、一般貨物用上屋(3万㎡・欧州最大)を配し、背後には7万㎡の野天コンテ

ナ置場が控えている。このコロンブス・ターミナルは、ショア・クレーン9基、クレーン・ブリッジ1基を有し、年間取扱い量70万トンが推定される。

ブレーメルハーフェンのコンテナ・ターミナルには、このほかシュトルム埠頭とノルドハーフェン埠頭があり、前者は倉庫、操車場併せて584,000㎡、後者は西側に128,000㎡、東側に89,000㎡のエリアを持っている。

コンテナ用ガントリー・クレーン9基の内、シ



ブレーメルハーフェンのコンテナ・ヤードをヴェーゼル河より見る。手前はシュトルム埠頭、その奥がノルドハーフェン埠頭。

シュトルム埠頭には6基、ノルドハーフェン埠頭に3基が配置され、能力は各々45～50トンである。これに加え多数のストラドル、トラック、牽引車トレーラー、ディーゼル・フォークリフトが整備されて、コンテナ船の迅速なローテーションを助けている。

現在、シュトルム埠頭は水深15mであるが、将来、19mに掘さくされる予定であり、この結果大型のコンテナ船の収容が可能になる。

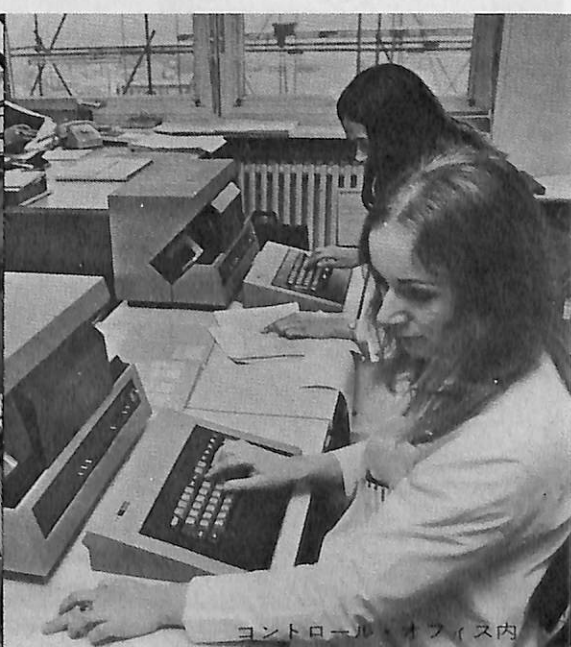
使用されているコンテナ用ストラドルキャリアは、最高能力30トン、いわゆるヴァン方式でコンテナの積込み、積下しを行ない、すべて油圧式で20、30、35および40ft.コンテナの規模に合わせて調節がされる。この調節はスプレッダー板を取り変えるだけである。なおコンテナは2段積に積んで

置かれ、貨車に簡単にストラドルで積載と荷降しができるようになっている。この他に冷凍コンテナのために配電設備も設けられている。これらの施設を効果的に運営するためコンテナのハンドリング、配置、企画のドキュメンテーションは、すべて中央コントロール・オフィスのIBMシステム/3で処理され、確実性と迅速性を誇っているのである。

さらにブレーメルハーフェンのコンテナヤードに関する強みは、その機械力にあるといえるであろう。ドイツの国民性ともいえようが、コンテナ・デリックの威力を駆使して、20ft.のコンテナの積荷積卸しを、1分30秒ないし2分という速さでこなし、コンテナ船のローテーションに多大の効果を与えていることを特につけ加えたい。



45～50トン用のコンテナ・クレーン



コントロール・オフィス内

ブレーメンおよびブレイメルハーフェン 港の案内

ブレイメルハーフェンは、海洋に面したターミナルのある都市である。ここは鉄道、道路および内陸河川を通じて、欧州各地の市場との輸送連絡がよく整っている。近代的な輸送ならびに貨物取扱いに、最も進歩した港湾施設が備えられ、将来性のある海港である。

新しい輸送システムは、港湾設備について新しい概念を必要とするが、自由ハンザ同盟市ブレーメンは、この概念を満して実現したのである。その構成は模範的であり、国際的に認められている。この海のターミナルは、コンテナ船、ラッシュ船、ローロー船を受け入れるために、最も進歩した設備を誇っている。3億マルク以上の資金が投入され、80万㎡の土地に最も近代化された技術的な設備が整えられている。バナナ、自動車、鉱石の荷捌きについては、特別な設備が効率よく働いている。船客用の埠頭である“コロンプス・バーンホフ”は、フェリーの上陸場を兼ね国際的港湾の中で、不動の地位を占めている。

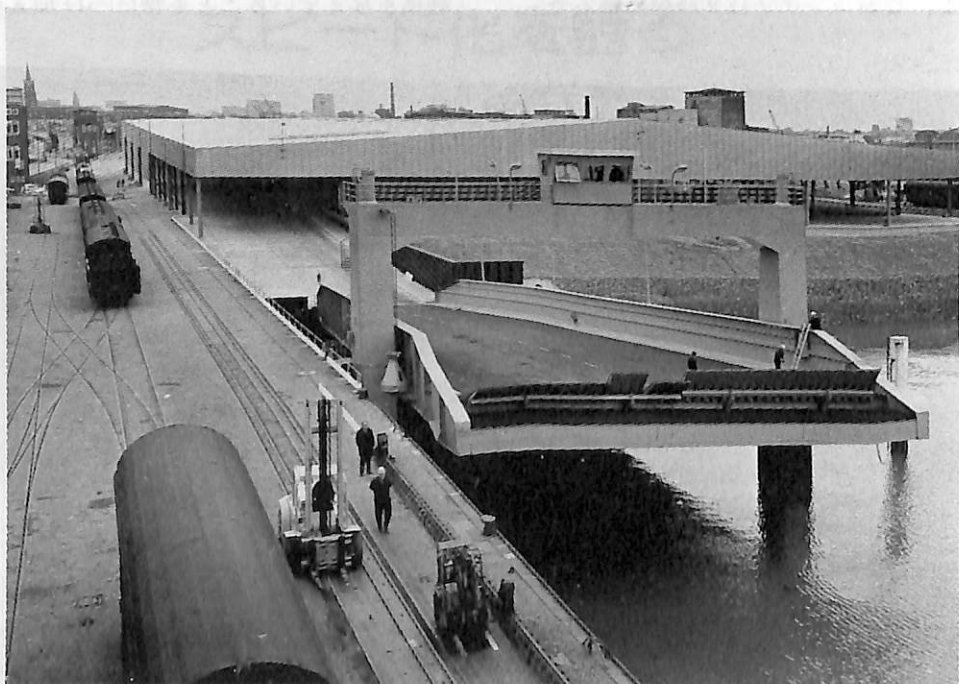
柑橘類の輸入は絶えず増大し、毎年、40万t以上のバナナが、特殊な設備で荷揚げされている。これはドイツのどの港よりも多い数量に上っている。

さらに木材、紙、パルプの輸入によって、ブレーメンおよびブレイメルハーフェンは、木材製品の取扱いでも欧州屈指の地位を占めている。また、木綿、羊毛、麻、ジュート等の繊維材料の輸入も多く、ドイツ市場で使われる綿の四分の三と、羊毛の二分の一がブレーメン経由で輸入される。その他コーヒーとたばこの輸入についても、両港は指導的地位を占めている。

バラ積貨物も、ブレーメンの輸送統計の中で目立っている。鉱石はブレイメルハーフェンに、穀類、肥料、石炭、磷酸、加里はブレーメンに荷揚げされている。荷捌きの設備のほか、大規模の貯蔵設備、サイロおよび露天置場がある。

ブレーメン港においては、特別な貨物に対し、特殊な取扱い技術で処理している。大口径管には特別な取扱い設備が備けられ、重量的には浮きクレーンが使われている。

このようにブレーメンとブレイメルハーフェンの両港は、地理的条件に恵まれ、他港に比べ、その競争力の優位性が十分保証されているのである。



ブレーメンのRo/Roターミナル

Container Ro/ro·Lo/lo Lash

ブレーメン・ブレイメルハフェン両港は、コンテナ船、Roll-on/Roll-off船、ラッシュ船の寄港に備えて、最新式港湾諸施設を完成しました。
一貫輸送のメリット：迅速、安全、効率性を発揮するため、熟練したスペシャリ

ストがあらゆる手段を講じます。欧州の各地へ運河、鉄道、高速道路網で直結したブレーメン両港は、欧州市場への最適な“玄関”としてみなさまのご要請にぴったりの港です。



**The Ports of
Bremen-Bremerhaven**

〒105 東京都港区芝愛宕町1-7(三興森ビル) TEL(03)431-8012(代) 在日代表 津山重美

NKの30年

水品政雄

戦後30年は永くて短い歳月であった。

この30年間NKはどのように発展し、また、NKの業務の基盤である海運及び造船の両業界はどうであったかを振り返って見る。

NKは今を去ること76年前の明治32年、海事産業全般の振興を計るという広範な目的を掲げた法人として創立された。そして創立の直後から広い分野で活動を開始したが、なかんずく帝国義勇艦隊の創設は、現代の若い人々には理解しにくいかも知れないが、国民的事業として当時の日本人の心意気を示す快挙であった。

NKはこの事業を達成した後は、一途に船級協会としての態勢整備に邁進し、着々とその実を挙げていった。しかしながら、NKの業務基盤の確立は、昭和9年に施行された船舶安全法によって船級協会として認められた時に始まるのである。

それ以後のNKは急速順調に生長し、昭和16年末にはNKに登録された船級船は314万総トンに達した。なお、船級事業の規模を示す数字として、一般にこの登録船の量が用いられているので、以下随所にこの数字を引用するが、前述の量は、当時としては非常に大きなものであった。

この年の12月に大東亜戦争がぼっ発して、わがNKも手痛い打撃を受けることになった。

開戦と共に海運及び造船の両業界は国家管理の下におかれ、船舶運営会及び造船統制会が設立された。そして船舶検査部門も、官庁の行なう検査とNKの行なう船級検査とが一元的に海軍の所管に移され、以後海軍が直接行うことになった。したがってNKは戦時中実質的には休業状態におかれていた。

しかしながら戦時中に建造せられた船舶は自動的にNK船級船となり、かかる船舶は合計263万総トンと称せられているので、前述の314万総トンと併せたものがNK登録船ということになるが、戦火による喪失によって、終戦時にはわずか84万総トンの登録船を残すのみであった。又、これを日本海運全

体について見るに、昭和16年における100総トン以上の商船は637万総トンであったが、終戦時には134万総トンにまで激減した。戦時中の喪失がいかに大きなものであったかを知ることができる。

次に、終戦直後の造船について述べてみたい。当時わが国造船の将来については一部に悲観的な推察がなされていた。それは、第一次世界大戦後のドイツの造船に課せられた厳しい制約から、日本に対しても同様の占領政策がとられるであろうとするものであったが、幸いにしてこれは杞憂にすぎなかった。軍用施設については撤去賠償が実施されたものの、その他の面では現実的な政策がとられた。一切の鋼船について建造許可制がしかれたが、その実施に当っては当時のわが国の実情に沿って処理された。すなわち、終戦当時建造途中にあった戦時標準船37万総トンについては、速やかに完成するよう指示され、食糧対策の見地から、漁船9万総トン、背函連絡船3万総トン、及び小型客船の建造が許可された。この小型客船は、占領軍がどうしても人員輸送の必要性を認めなかったため、客船としてはなく、貨物輸送用として許可されたものであったから、客室の上にハッチを設けたり、船側に貨物口を設けたりして、一部には奇妙な形の船が出現した。

終戦直後の造船所は、船舶関係の仕事が極度に少ないため各社各様にいろいろな物を造ってしのいでいた。中には釣鐘を造った例さえある。このような状況から脱却するため関係者は物資の不足はなほだしい中で努力と工夫をこらしたが、当時の造船所の台所は非常に苦しいものであった。

昭和22年に至り第一次及び第二次計画造船が認められ、計7.8万総トンが建造された。次いで昭和23年には第三次及び第四次計画造船として計9.5万総トンが、又、昭和25年の第五次計画造船では27.5万総トンがそれぞれ建造された。以後今日まで毎年繰返し実施された計画造船によって、すでに約3,000

万総トンの商船が建造された。これらがわが国の海運及び造船業の発展に果たした役割は大きい。

このように昭和20年代のわが国は、終戦後の占領統治と諸制度の民主化、経済的困難等苦しい道りを経て昭和27年4月講和条約が発効してようやく独立を回復し、国家再建へと力強く一步を踏み出した時期である。

かような環境の下にNKは終戦後ほとんどゼロの状況から立ち上がり、社会的混乱と荒廃の中で再建への道を突進した。まず財政の建て直しと人員、機構、規則等の整備に全力を注いだ。幸い関係官庁及び業界の指導協力に支えられて登録船も年々増加し、昭和29年には戦前の水準を回復、更に、昭和30年には330万総トンにまで達した。次いで昭和30年代の前半わが国の経済は、いわゆる神武景気、岩戸景気によって好況が続き、産業設備の近代化と生産能力の拡張及びその裏付けとなる技術革新の驚異的進歩があった。

わが国造船業は、昭和31年に188万総トンを進水させて世界の首位にのし上がり、今日までその座を守り通している。又、他国に先駆けて船舶の大型化、高速化、専用化等を推進し、世界の造船における日本のシェアも逐年増加して各国の脅威となると共に、国内的にも輸出産業の花形としての地位を固めた。

この時期のわが国海運界は、計画造船によって積極的に優秀船腹を建造して船隊の拡充につとめ、着々とその成果を挙げていった。しかしながら一方では、戦時標準船は極度に老朽化して、昭和35年頃には安全性が問題となる状態となったので、運輸省は当時73万総トンといわれたこれら戦時標準船を、スクラップ・アンド・ビルド方式により解体する計画を立て、ほとんど全部を処理せしめることに成功した。

この年代のNKは業績の拡充に見るべきものがあった。すなわち、昭和31年の新規登録船は42万総トンを数え、昭和35年は76万総トン、昭和40年は189万総トンと年々急速に増加し、昭和40年末における登録船の合計は1,151万総トンと初めて1,000万総トンの大台を越えた。10年間で3倍の量になったわけである。又、昭和20年代の終り頃までNK登録船のほとんど全部が、外国船級協会に二重に登録することが一般的であったが、昭和30年代に入ってから、二重登録をせず、NKにのみ登録するようになった。これはNKが国際的に評価されたことを示す画期的なものであって、NK発展の重要な基礎をな

すものである。更にNKは、この頃技術研究所を新設し、専任検査員の海外駐在、及び各国政府から国際条約に基づく船舶検査の代行及び証書類発行の権限を獲得するため各国政府に申請し、又、外国船級協会と業務提携の実施等、国際的船級協会としての態勢を整えるための第一歩を踏み出した。

次いで昭和40年代、わが国経済は奇跡といわれるまでの高度成長を成しとげた。これに呼応するように国内では専用船、油槽船の大型化と大量生産が進められ、わが国の造船はついに高山の頂きまで一気に登りつめてしまった。超大型船のバイオニア船が続々と建造されて行ったが、載貨重量10万トンを越えるタンカーを例にとると、まず昭和37年の日章丸13万トンに始まり、昭和40年の東京丸15万トン、昭和41年には出光丸20万トン、昭和43年にはリベリア国籍船ユニバース・アイルランド32万トン、そして昭和46年の日石丸37万トン、更に昭和48年の英国籍船グロブティック・トーキョー47万トンと相次いで急ピッチに記録を更新して誕生した。これら大型タンカーの誕生に引かれるかのように、全面的な船舶の大型化が進み、かつ超大型船建造施設が次々に完成した。

昭和40年代の進水量の推移は、昭和41年には679万総トンで、その60%が輸出船であり、昭和45年の進水量1,016万総トンに対し60%を輸出船が占めた。又、昭和49年の進水量1,780万総トンの内83%がやはり輸出船であった。そして昭和49年における竣工船の内、実に75%が油槽船であった。昭和40年代の造船の実績は、このように進水量の急増と、輸出船比率が非常に高くなり、又、油槽船の比率も異状とも見えるまで増加した。

ここで、わが国商船隊の状況について振り返って見ると、終戦時100総トン以上の船舶の総計は僅かに134万総トンであったが、これが昭和30年には325万総トン、昭和40年には1,030万総トン、そして昭和49年には3,712万総トンと目覚ましい拡張を続け、ついに実質世界一の海運国の座を占めるに至った。このようにわが国の商船隊が船齡的に、又、性能の面で優れた船舶の比率が高いのであるから、これは同時にNKの船級船が他船級協会のものに比して船齡が若く、又、優秀船の比率が高いということの意味している。

又、昭和40年代のNK登録船を量的に見ると、昭和41年の新規登録船は189万総トンであったが、その後昭和45年には364万総トン、昭和49年には500万総トンと増加し、昭和50年9月末の登録船の合計は

4,892万総トンに達した。その内に占める外国籍船は、隻数では42%、トン数では27%を占めている。このように昭和40年代における登録船の増加は年々著しく、昭和50年末における総計は5,000万総トンを越える見通しとなり、隻数では40%以上を外国船が占めることとなったのである。この5,000万総トンという数字は、昭和49年におけるわが国の100総トン以上の商船々腹が3,712万総トンであるのと比較し、あるいは他の有力船級協会の登録船量と比較しても大きな量である。

登録船の増大と、外国船の登録急増に対処し、NKは、技術規則の改正整備に従来にも増して力を傾注すると共に、検査サービスの充実迅速化を図るため技術要員の大幅な増員、内外地の検査事務所の増

設、規則類その他の英文化等を促進し、又、多くの国から国際条約に基づく船舶検査及び証書発給について代行の権限を得べく努力し、現在28か国から承認を得て、国際的活動を行う上に支障のない万全の態勢ができてきた。

以上この永く、そして短い30年間を手短かに回顧したが、この間、荒廃から立ち上がり苦勞に苦勞を重ねてついに登りつめた頂上の道は、容易には進めない断崖に突き当たってしまったのが、現在のわが国造船業の姿のように思う。

わがNKもその点では全く同じ軌道にのっているわけである。しかし、この道は避けて通ることは許されない。勇を鼓し、全力を挙げてこれに立ち向かって行かねばならない。
(日本海事協会会長)

海外事情

■ “Merc Contractor”

——多目的「海上トラック」

デンマークの Per Henriksen 社は、全長 33 m の小型船を買船し、多目的海上トラックとして改装した。この種の小型船は、ますます大型高速化する外航本船の高い船費負担から逃れるべく、欧州水域をはじめとしてフィーダーサービスが発達しつつあるが、本船のスケジュールに合わせた、高い運航効率を狙った様々の試みが検討されている。本稿は補給船を兼ねた、フィーダー用「海上トラック」の紹介である。(Shipping World & Ship Builder, 10月号)

“Merc Contractor” は、改装の結果 1 ホールド／船首居住区／船尾機関を持つ多目的ボートで BV の外航資格を持っている。ホールドはグリーン／ペール それぞれ 365m³／320m³、ハッチウエイ開口は 17m×5m のマックグレゴリー式ポンツーンで、載

貨重量は 335 トンの貨物用フィーダーボートとしての使用目的他に、海洋開発のための海底地質調査等の目的で、潜水基地船としても使えるように、エキストラ・アコモデーションを装備できる。吃水は汎用性を考慮して、約 9.4 呎 (3.08m) におさえられて、あらゆる水域で活動可能のように配慮されている。

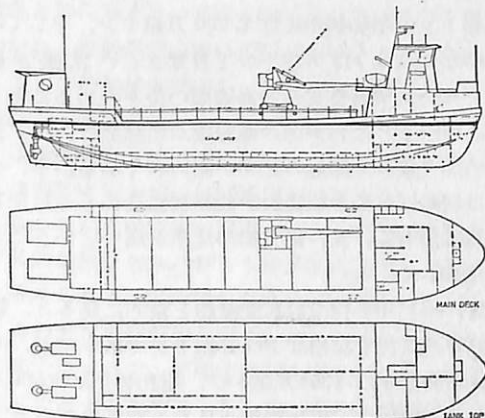
荷役装置は、ディーゼルエンジン駆動の 4 T 自走式クレーンである。

特に注目されるのは、主機に L-ドライブの SA AB-SCANIA 6 筒 [DSI-11] ディーゼルエンジン 2 基を採用し、舵を廃止したことであろう。Schottel Rudder Propeller と呼ばれるこのシステムは、プレジャーボートによく見られるように、ブリッジから油圧操作されて、抜群の操船性能と、イーゼーメンテナンスが約束される他、独立の操舵機／舵のシステムの複雑なメカニズムと推進抵抗の節約につながる。

DSI-11 は、230ps×1800rpm であり、航海速度は 9.5 ノットをマークするが、小型多目的バージとしては、注目すべき設計と云うことができる。

主要目

Length, o.a.	33.05 m
Length, b.p.	31.00 m
Breadth, moulded	7.00 m
Depth, moulded	3.35 m
Draught, summer	3.08 m
Gross tonnage	149.50 t
Net tonnage	90.50 t
Deadweight	335 t
Machinery output	
2×230 bhp	1800 rev/min
Service speed	9.5 knots



日本海事協会造船状況資料

表1 昭和50年9月末現在の建造中および
建造契約済の般舶総括表

〔国内船〕				
	貨物船	油槽船	その他	計
100 ~	* 25	10	43	78
499未済	** 8,989	4,690	14,538	28,217
500 ~	8	6	7	21
999	6,193	5,394	6,295	17,882
1,000 ~	5	1	3	9
1,999	8,867	1,999	3,000	13,866
2,000 ~	2	4	2	8
2,999	4,850	11,348	4,650	20,843
3,000 ~	24	2	2	28
4,999	99,019	9,699	7,800	116,518
5,000 ~	32	6	6	44
9,999	222,750	45,600	41,700	310,050
10,000 ~	29	6	1	36
19,999	389,050	105,000	11,000	505,050
20,000 ~	15	3		18
39,999	454,200	60,000		514,200
40,000 ~	3			3
59,999	169,100			169,100
60,000 ~	11	10		21
99,999	823,100	716,100		1,539,200
100,000 ~	2	19		21
149,999	238,900	2,315,050		2,553,950
150,000 ~				
199,999				
200,000 ~		3		3
		621,000		621,000
計	156	70	64	290
	2,425,018	3,895,880	88,983	6,409,881
〔輸出船〕				
100 ~	1		24	25
499未済	230		5,953	6,183
500 ~	4	3	10	17
999	2,800	2,560	6,745	12,105
1,000 ~		1	15	16
1,999		1,999	19,850	21,849
2,000 ~	4		3	7
2,999	10,110		6,600	16,710
3,000 ~	53	2	2	57
4,999	211,932	7,350	6,600	225,882
5,000 ~	56	3	4	63
9,999	378,660	24,200	28,700	431,560
10,000 ~	127	12		139
19,999	1,999,050	222,900		2,221,950
20,000 ~	74	22		96
39,999	2,110,867	584,200		2,695,067
40,000 ~	10	75		85
59,999	460,600	3,649,674		4,110,274
60,000 ~	21	44		65
99,999	1,420,300	3,155,300		4,575,600
100,000 ~		54		54
149,999		6,892,134		6,892,134
150,000 ~		18		18
199,999		3,430,000		3,430,000
200,000 ~		20		20
		4,187,000		4,187,000
計	350	254	58	662
	6,594,549	22,157,317	74,448	28,826,314
総計	506	324	122	952
	9,019,567	26,053,197	163,431	35,236,195

表2 昭和50年1月～9月末に竣工した船
舶総括表

〔国内船〕				
	貨物船	油槽船	その他	計
100 ~	* 30	13	102	145
499未済	11,737	4,656	28,605	44,998
500 ~	9	10	6	25
999	6,891	8,467	4,646	20,004
1,000 ~	7	4	4	15
1,999	10,988	6,630	5,376	22,994
2,000 ~	5	2	3	10
2,999	11,877	5,790	8,192	25,859
3,000 ~	17	2	4	23
4,999	69,209	7,499	14,785	91,493
5,000 ~	17	6	5	28
9,999	124,829	47,250	33,505	205,584
10,000 ~	6	5	1	12
19,999	93,191	82,718	11,300	187,209
20,000 ~	2	3		5
39,999	74,064	61,164		135,228
40,000 ~		2		2
59,999		118,260		118,260
60,000 ~	2	1		3
99,999	150,820	70,921		221,741
100,000 ~		7		7
149,999		893,948		893,948
150,000 ~				
199,999				
200,000 ~		1		1
		238,517		238,517
計	95	56	125	276
	553,606	1,545,820	106,409	2,205,835
〔輸出船〕				
100 ~			41	41
499未済			12,676	12,676
500 ~	4	4	17	25
999	3,581	3,228	11,180	17,989
1,000 ~	5		6	11
1,999	8,114		10,420	18,516
2,000 ~	3	1	2	6
2,999	7,460	2,200	4,322	13,982
3,000 ~	65	1	3	69
4,999	267,042	3,564	12,650	283,256
5,000 ~	41	3		44
9,999	261,269	25,500		286,769
10,000 ~	44	4		48
19,999	656,967	73,671		730,638
20,000 ~	32	8		40
39,999	881,678	257,359		1,139,037
40,000 ~	2	28		30
59,999	84,200	1,285,936		1,370,136
60,000 ~	3	22		25
99,999	219,800	1,484,977		1,704,777
100,000 ~		33		33
149,999		4,079,809		4,079,809
150,000 ~		1		1
199,999		189,000		189,000
200,000 ~				
計	199	105	69	373
	2,390,111	7,405,244	51,230	9,846,585
総計	294	161	194	649
	2,943,717	8,951,064	157,639	12,052,420

備考 *...隻数 **...総トン数

表3 表1による建造中船舶の建造工場別表

(昭和50年9月末現在)

造 船 所	隻数	総トン数	造 船 所	隻数	総トン数	造 船 所	隻数	総トン数
浅川造船	5	17,850	石川島化工機	6	11,600	三菱・広島	15	915,000
深江造船	1	610	伊東鉄工造船	2	575	三菱・神戸	12	544,034
福岡造船	7	45,270	鹿児島ドック	6	25,199	三菱・長崎	28	3,252,934
芸備造船	2	8,600	金川造船	6	1,348	三菱・下関	14	198,050
強力造船	2	665	金指・本社	4	81,100	三菱・横浜	8	337,600
伯方造船	2	2,998	金指・貝島	2	2,499	三井・千葉	25	2,676,600
函館ドック(函館)	11	713,200	金指・豊橋	13	323,100	三井・藤永田	14	194,250
函館ドック(室蘭)	5	81,600	金輪船渠	3	36,900	三井・玉野	18	678,600
浜本造船	3	900	神田造船	8	110,800	三浦船渠	3	597
波止浜造船	8	53,600	関門造船	3	1,079	三好造船	2	7,998
波止浜(多度津)	6	231,000	笠戸船渠	7	234,200	向井船渠	1	160
橋本造船(日生)	1	4,000	川重・神戸	11	574,400	村上造船所	1	320
橋本造船(本社)	4	3,895	川重・坂出	20	3,023,650	村上秀造船	3	6,199
林兼造船・長崎	7	215,400	警固屋船渠	5	12,575	内海・瀬戸田	3	21,200
林兼造船・下関	7	76,100	木村造船	1	199	内海・田熊	1	499
林兼造船・横須賀	1	160	キノウラ造船	1	199	中村造船・柳井	2	1,998
檜垣造船	3	11,970	岸上造船	2	3,109	波方造船	1	499
日立・有明	8	1,573,000	高知重工	10	63,802	名村(伊万里)	9	423,500
日立・因島	9	607,000	高知県造船	6	43,000	名村(大阪)	12	197,300
日立・舞鶴	11	280,800	幸陽船渠	29	1,264,734	榑崎造船	10	90,700
日立・向島	12	145,680	クマモト船渠	1	970	新潟鉄工	10	12,799
日立・堺	15	1,075,200	栗之浦ドック	3	16,200	日本海重工	7	123,767
本田造船	5	11,848	来島・波止浜	4	24,640	鋼管・清水	13	259,200
市川造船	2	2,949	来島・大西	13	429,900	鋼管・津	7	796,500
今治・本社	20	130,000	来島・宇和島	5	23,000	鋼管・鶴見	13	630,200
今治・丸亀	12	392,500	共栄造船	2	998	日本造船	1	499
今井造船	3	27,190	旭洋造船	4	27,899	西造船	5	19,174
今井製作所	5	5,496	前畑造船	1	265	西井船渠	5	17,660
今村造船	5	4,397	松原工機	1	199	小門造船	3	1,497
石幡・相生	19	1,030,300	松浦鉄工	2	1,279	大島造船所	8	399,600
石幡・知多	6	553,000	松浦造船	4	1,989	大浦船渠	1	350
石幡・呉	21	2,682,100	三重造船	4	25,900	岡山船渠	1	3,990
石幡・東京	11	224,920	三保造船所	13	45,799	大三島造船	1	499
石幡・横浜	6	429,400	南日本造船	3	17,200	尾道造船	14	456,700

大阪造船所	13	249,450	住友・追浜	16	2,118,900	浦共同造船所	1	199
臨海工業 (瀬戸田)	1	2,400	住友・浦賀	12	529,806	白杵鉄工・佐伯	11	205,600
相模造船	1	195	鈴木造船	2	1,198	白杵鉄工・白杵	8	10,086
佐野安船渠	13	269,000	大平工業	6	36,799	宇和島造船	5	21,480
佐野安・水島	7	208,600	寺岡造船	1	1,350	若松造船	2	1,998
山陽船渠	6	2,939	東北造船	5	34,448	和歌山造船	4	2,529
佐々木造船	6	2,494	徳島造船	2	504	渡辺造船	5	24,500
佐世保重工	14	1,481,000	徳島造船鉄工	4	7,028	山中造船	3	1,497
瀬戸内造船	5	27,400	東亜造船	16	11,037	山西造船	8	18,091
四国ドック	5	18,590	常石造船	16	455,700	横浜ヨット	1	120
下田船渠	4	22,400	宇部船渠	2	9,000	横浜造船	4	4,297
新浜造船	8	27,000	内田造船	3	1,793			
新日光造船	2	989	宇野造船鉄工	1	699	総計	952	35,236,195
新山本造船	3	52,700	宇品造船所	3	20,300			

表4 主機関の国内製造工場別表
(昭和50年9月末現在)

[ディーゼル]

工場名	台数	馬力
赤坂鉄工	50	207,050
ダイハツディーゼル	46	111,840
富士ディーゼル	7	11,600
阪神内燃機	67	192,000
日立因島	18	112,930
日立舞鶴	12	148,000
日立桜島	41	699,400
石幡相生	122	1,992,020
伊東鉄工	11	62,300
川重神戸	36	664,500
神戸発動機	66	413,900
楨田鉄工	13	30,000
松井鉄工	2	1,900
三菱神戸	78	1,434,850
三菱長崎	6	100,500
三菱名古屋	1	14,000
三菱横浜	17	269,750
三井玉野	108	1,678,000

新潟鉄工	76	187,720
銅管鶴見	9	90,100
大塚鉄工	2	2,000
住友玉島	53	966,350
宇部鉄工	5	52,800
白杵鉄工所	2	2,000
ヤンマーディーゼル	22	22,820
合計	870	9,468,330

[タービン]

日立桜島	15	611,000
石幡相生	3	108,000
石幡東京	29	1,086,000
川重神戸	22	862,000
三菱長崎	22	849,000
三菱名古屋	4	166,000
三菱東京	4	175,000
三井玉野	2	90,000
住友玉島	11	478,000
東洋タービン	7	288,000
計	119	4,713,000

LNG 船 (その 4 / 材料・溶接および破壊力学) — 16

恵美洋彦 / 伊東利成

日本海事協会船体部

10-3 9%ニッケル鋼及びその溶接

10-3-1 9%Ni鋼一般

-160°C 以下の超低温タンク材料としては、オーステナイト系ステンレス鋼、5%Mg-Al 合金等の面心立方格子の材料が古くから用いられてきたが、1945年米国の INCO 社によって 9% Ni 鋼が開発され、1956年に米国の ASTM 規格 A353 規格として採用された。この材料は、オーステナイト系ステンレス鋼に比べ、ニッケル含有量が少なく、価格が安く、かつフェライト系であるため強度が高いという特徴がある。当初は、9%Ni 鋼に対し溶接後の熱処理が ASME 規格に規定されていたので、比較的小さい容器にしか用いられていなかった。

これが広く用いられ始めたのは、1960年、米国の INCO 社、C. B. & I 社及び U. S. Steel 社で共同して大規模な破壊試験を行ない、応力除去焼鈍を行なわなくてもよいことが分かり、1963年の ASME で 2インチ (50.8mm) までの溶接後熱処理の規定が廃止されてからである。

陸上の 9% Ni 鋼製大型タンクは、すでに 70基を

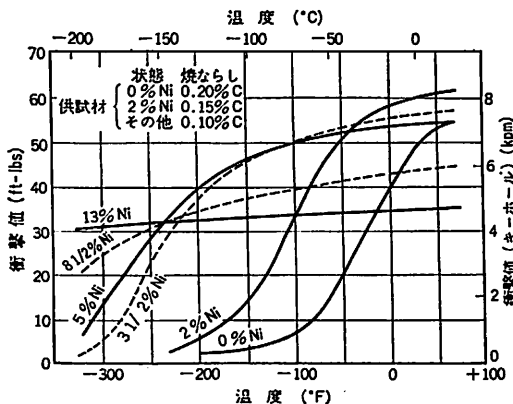


図10-39 キーホールシャルビ試験による低温ぜい性に対する Ni 含有量の影響

超え、現在就航中の LNG 船では、Gaz transport 方式円筒型タンク (Jules Verne)、Technigaz 式球形タンク (Euclides)、モス方式球形タンク (Norman Lady ほかに 1 隻)、日立独立方形タンク (LNG 実験船 三共エチレン丸)、Sener 方式球形タンク (Sant Jordi) 等に 9% Ni 鋼が採用されている。

また、LNG の温度 (-160°C 程度) で使用できる 9% Ni 鋼以外のフェライト鋼としては、5% Ni 系鋼、5.5% Ni 系鋼、7% Ni 系鋼、8% Ni 系鋼等が、鉄鋼メーカー等で開発され、あるいは開発されつつあるが、実際の LNG 大型タンクに使用された例はないようである。

現在、殆どどの 9% Ni 鋼製タンクは、表 10-11 に示す ASTM 規格 A353、又は 553 (板材) の Ni 含有量 8.5 ないし 9.5% で、2 回焼きならし、後焼きもどし (NNT) 又は焼き入れ後焼きもどし (QT) の熱処理を行なったものである。

最近では、NNT 材に比較して機械的性質、低温じん性等は QT 材の方が多少すぐれているため、QT 材が多く使用されている。

又、9% Ni 鋼管及び鍛鋼材についても ASTM では規格が定められている。

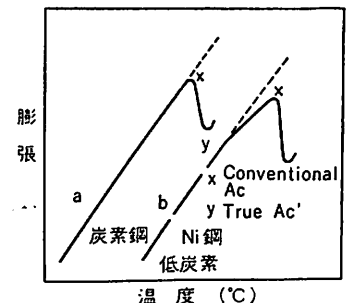


図10-40 9% Ni 鋼と炭素鋼の膨張曲線の比較

[注・表10—10は次頁に収載]

表10—11 9% Ni 鋼の ASTM および ASME 規格；〔 〕内はNK規則

規 格	ASTM A353-72a [KL9NNT]	ASTM A553-72a [KL9QT]	ASME Case 1308-5	
最大板厚 (mm)	50.8 [—]	50.8 [—]	50.8	
熱 処 理 ¹⁾	2 回焼準後焼き戻し	焼き入れ焼き戻し	2 回焼準後焼き戻し 又は焼き入れ焼き戻し	
化 学 成 分 %	C max.	0.13 [0.14]	0.13	
	Mn max.	0.90 [0.90]	0.90	
	P max.	0.035 [0.03]	0.040 (check 0.045)	
	S max.	0.040 [0.03]	0.040 (check 0.045)	
	Si ladle	0.15~0.30 [0.15~0.35]	0.15~0.30	
	check	0.13~0.32 [—]	0.13~0.32	
	Ni ladle check	8.50~9.50 [8.5~9.5] 8.40~9.60 [—]	8.50~9.50 8.40~9.60	
引 張 り 試 験	0.2% 耐力, kg/mm	≥52.7 [53]	59.8 min (0.5 余歪)	
	引張り強さ, kg/mm	≥70.3~84.4 [70~85]	70.3~84.4	
	伸 び, %	≥20.0 [18]	22.0 min ²⁾	
	G. L. =50.8mm [5.65√A]			
衝 撃 試 験	試 験 片 試 験 温 度	2 mmV シャルピー -196℃		
	L 方 向 衝 撃 値 (kg-m)	試験片寸法 3 個の平均値 個々の最低値	個々の最低値 再試験許容最低値	
		10×10.0mm	3.5 [4.2] 2.8 [2.8]	3.5 2.8
		10× 7.5	2.9 [3.5] 2.4 [2.3]	2.9 2.4
		10× 5.0	2.4 [2.8] 1.9 [1.9]	2.4 1.9
	10× 2.5	1.1 [2.1] 0.8 [1.4]	1.1 0.8	
	C 方 向 ³⁾ 衝 撃 値 (kg-m)	10×10.0mm	2.8 [2.8] 2.2 [1.9]	—
		10× 7.5	2.4 [2.3] 1.9 [1.6]	
		10× 5.0	1.9 [1.9] 1.5 [1.3]	
		10× 2.5	0.8 [1.4] 0.7 [1.0]	

注 1) 熱処理条件

A353: 第1焼準 900±15℃ 板厚 25.4mm 当り60分 (但し最低15分) 保定後, 空冷

第2焼準 790±15℃

〃

〃

焼き戻し 565~605℃

〃

166℃/hr 以上で空又は水冷

A553: 焼き入れ 801±14℃

〃

水冷

焼き戻し 565~605℃

〃

165℃/hr 以上で空又は水冷

ASME Case 1308—5: ASTM A353, A553 と同じ。但し許容温度の規定なし。

A353—67a で, 900~955℃ で熱間加工を受ける素材については, 900℃ での焼準は省略できる。

2) 伸びの規格値は, 7.92mm 未満の板厚のものについては0.79mm を減ずるごとに22.0% から1.25% を差引いた値とする。但し, 差引く値は3%を超えないこと。

3) C方向の衝撃試験は要求があった場合のみ実施する。

表10-10 貨物管装置の材料溶接関係規則

規則 項目	IMCO (IACS)		USCG			
出典	MSC XXXII/19, Annex VII		Rules & Regulations for Tank Vessels, Subchapter D Part 38, Jan 1, 1973			
1. 材料の種類 選定	最低使用温度	種類	最低使用温度	ASTM Grade	鋼種	
	- 55℃	細粒 CMn 鋼	- 34℃	A333 & 334-1, 6	炭素鋼	
	- 70℃	2¼ Ni 鋼*		A420-WP L1		
	-105℃	3½ Ni 鋼		A350-L F1, 2		
	-165℃	9 Ni 鋼		A352-L C B		
	"	オーステナイト鋼	- 46℃	A352-L C1	C-Mo鋼	
	"	アルミ合金				
	* NT材では主管庁の同意によりさらに低い温度で使用可			- 73℃	A333-4, 7 A420-WP L4 A350-L F4	2¼ Ni 鋼
	◦ 融点が925℃未満の材料はタンク貫通ピースを除き、タンクの外側に使用不可				A352-L C2	2½ Ni 鋼
				-101℃	A333 & 334-3 A420-WP L3 A350-L F3 A352-L C3	3½ Ni
A320-L7, L9, L10, L43					フェライト鋼	
A194-4					C-Mo鋼	
-196℃				A522	9 Ni	
-198℃				A351-CF80, CK20 A320-B8D, B8T, B8F, B8M A194-8T, 8F	SUS	
制限なし	A321 All A182 (オーステナイトのみ) A151-CF3, CF3A CF8, CF8A CF3M, CF8M A320-B8, B8C A194-8, 8C	SUS				
2. 材料規格 (化学成分, 機械的性質, 熱処理, シャ ルビ)	種類	熱処理	平均シャルビ kpm (試験温度)	Subchapter Part 56 による (化学成分等は ASTM, ASME を引用している)		
	細粒 CMn 鋼	N	2.8 (使用温度 マイナス5℃)	オーステナイト鋼	固溶化処理 4.2(-196℃)	
	2¼ Ni 鋼	N又はNT	3.5 (-75℃)	アルミ合金	焼なまし -	
	3½ Ni 鋼	"	3.5 (-110℃)	上記以外は主管庁の適当。		
	9 Ni 鋼	N又はNN	3.5 (-196℃)	オーステナイト鋼シャルビは省略可。		

B V	N K				N V	
1975年版 Rules (15, 16, 22, 25章) 及び Amendment	LNG船規準昭和48年版 鋼船規則関係各編 (LNG船規準解説)				1975年版 及び Supplement No. 1	
貨物の性状と最低温度に適 したものとすること 通常の鑄鉄は不可 火災の際も機械的特性が悪 化しないこと 承認が必要	最低使用 温度	銅 管	鍛 鋼	鑄 鋼	管材料についてのみ規定	
	- 70℃	KLP2 ⁽¹⁾	KLFC ⁽⁴⁾	KLC2 ⁽⁷⁾	最低使用温度	種 類
	-105℃	KLP3 ⁽²⁾	KLF3 ⁽⁵⁾	KLC3 ⁽⁸⁾	- 85℃	NVR20-00 ⁽¹⁾
-165℃	KLP9 ⁽⁹⁾	KLF9 ⁽⁶⁾			-105℃	" 20-0 ⁽²⁾
"	オーステナイトステンレス鋼				-130℃	" 20-1 ⁽³⁾
"	アルミ合金				-165℃	" 20-2 ⁽⁴⁾
Ni含有量(%) ; (1)2~2.6, (2)3.2~3.8, (3)8.4~9.5, (4)0.5~0.95, (5)3.25~3.75, (6)8.5~9.6, (7)2.0~3.0, (8)3.0~4.0 ・非鉄金属の使用については承認が必要					"	" 25-1 ⁽⁵⁾
					"	" 25-2 ⁽⁶⁾
					"	" 25-3 ⁽⁷⁾
					"	" 25-4 ⁽⁸⁾
					"	" 25-5 ⁽⁹⁾
					Ni含有量(%) ;	
					(1)2.25, (2)3.25, (3)4.75,	
					(4)8.6, (5)17~20, (6)17~19,	
					(7)16.5~19, (8)16.5~19,	
					(9)16.5~18.5	
材料規格としての規定は特 にない	材料規格(化学成分, 熱処理, 機械的性 質)の詳細については, LNG船規準付録 A, 第2章ないし8章(低温用鍛, 鑄鋼, 鋼管, ステンレス鍛, 鑄鋼, 鋼管)アルミ 合金の管, 鍛造品, 鑄造品については特別 承認				化学成分, 機械的性質, シャル ピ値等の規定あり	

<p>3. 材料試験</p> <p>(1) 引張試験 (試験片採取数)</p> <p>(2) Vノッチシャルピ(試験片採取数)</p> <p>(3) 曲げ試験</p> <p>(4) その他の試験 水圧, 欠陥検査, 寸法公差</p>	<p>同一チャージ, 同一熱処理毎に試験</p> <p>同一チャージ, 同一熱処理毎に試験, 試験片は縦方向試験片とする</p> <p>材料の試験としては省略可 (溶接は必要)</p> <p>規定なし</p>	<p>A S T Mの各 Spec</p> <p>ASTM E—23 type A Fig. 4 による試験片で Subchap. F § 54.05 に示されるテストの要件を満たすこと</p> <p>A S T Mの各 Spec による</p> <p>Non Slandard の配管部品は2倍定格圧力で水圧試験</p> <p>認められた規格の配管部品についての水圧試験は各々の規格による</p>
<p>4. 管の溶接継手</p>	<p>完全溶込み型突合わせ溶接</p> <p>外径50mm以下では, スリーブ及びさし込み継手を認める</p>	<p>完全溶込み型突合わせ溶接</p> <p>3"φ以下はソケット継手可</p>
<p>5. 溶接</p> <p>(1) 溶接法</p> <p>(2) 熱処理</p> <p>(3) 非破壊検査等</p>	<p>溶接施工法承認試験必要</p> <p>試験はタンクの場合と同様に母材の材料毎, 溶接材料及び溶接法, 溶接姿勢毎に行ない, シャルピ, 曲げ, マクロ, 引張試験等</p> <p>C, C-Mn, 低合金鋼の突合わせ継手について溶接後熱処理必要, 板厚10mm未満はしん酌可</p> <p>溶接管理, 目視検査</p> <p>内径75mmを超え又は管厚10mmを超える突合わせ継手は100%放射線検査</p> <p>-10℃以上の使用温度又は上記のもの以外の管では抜取り放射線検査で10%可</p>	<p>溶接施工法承認試験必要</p> <p>ASME Section IX に従う (Subchapter F § 57 に詳述)</p> <p>靱性試験を行なうこと</p> <p>詳細な規定が Subchapter F § 56 85—10 にあり</p> <p>フェライト系及びオーステナイト系高合金鋼では溶接後熱処理不要</p> <p>目視検査</p> <p>呼び径 3" 未満で管厚 3/8" 以下のときは抜取 20%で放射線検査</p> <p>呼び径3"以上で管厚3/8"を超えるときは100%放射線検査</p> <p>呼び径 4" 以上は100%放射線検査</p> <p>その他鋼管によって特別規定あり</p>
<p>6. 管の試験検査</p>	<p>設計圧力の 1.5 倍で水圧試験</p> <p>陸上でも可, この場合船上では船上の溶接継手について 1.5 倍水圧試験, 水以外の流体の使用を認めることも可</p>	<p>最大使用圧力の 1.5 倍で水圧試験 (min. 10 kg/cm²) 最初の運転前に行なうこと</p> <p>水以外の流体 (油, 空気) も承認あれば可</p>
<p>7. その他</p> <p>(1) min-thickness</p> <p>(2) コロージョンマージン (管厚計算式)</p>	<p>主管庁が認めた船級協会の規定による</p> <p>同上</p>	<p>Subchapter F, Part 50</p> <p>特に規定なし</p>

特に規定なし	同一チャージ、同一熱処理で、且つ管； 100本毎、鍛鋼；同一鋼塊（小型）毎、鋳鋼；同一加熱炉（小型）毎に管2個、鍛鋼1個、鋳鋼2個	管100本1組、同一寸法、同一グレード及び熱処理、少なくとも2組から各2本選ぶ、残りの各組から1本
特に規定なし	引張試験と同じグループ毎に鋼管、鋳鋼は2組、鍛鋼は1組	引張試験と同じ
特に規定なし	鋼管は曲げ試験必要、引張試験と同一グループで1個	引張試験と同じ
特に規定なし	管へん平試験、水圧試験必要 管の寸法公差（外径、厚さ、偏肉）規定あり、LNG船規準A4011	へん平試験必要 水圧試験必要 腐食試験、寸法公差等の規定あり（X sec. 7 E & F）
継手詳細は承認が必要 突合わせ継手 内径50mm以下はソケット継手で可（承認が必要）	完全溶込み型突合わせ溶接 排気管及び内径50mm以下はさし込み継手及びスリーブ継手で可 特殊な溶接継手は承認が必要	呼び径50mmまではスリーブの使用可（承認は必要）
溶接施工試験必要 母材の材質、溶接材料前処理のタイプ、溶接法、溶接姿勢が変わるごとに新しいテストが必要 非破壊試験、目視検査を行う、合金鋼管に対しては機械試験必要 アーク溶接後の肉厚20mm以上の非合金鋼管及び全ての合金鋼管は16章55節と同等の条件で応力除去が必要 協会の認めるところによる	溶接法承認試験（管相互、管とフランジ、弁等）、材質、溶接方法、溶接棒の組合わせで溶接の適合性を確認する。試験の詳・は工事内容により定める 板厚9.5mm以上のC、C-Mo鋼管、前記以外の合金鋼管は熱処理必要 検査員の指示による	溶接承認試験必要 試験の方法、判定法等の規定あり NVR25ステンレス鋼は熱処理不要 NVR20、C、C-Mn系は溶接後、又は曲げ加工後各ケースについて施工、検査員の指示による Xray testは承認された方法 目視、寸法検査等 外径75mm以上の管は100%NDT必要 外径75mm以下は抜取り検査
設計圧力の1.5倍以上の圧力で水圧試験	最大使用圧力の1.5倍（min. 10 kg/cm ² ）で水圧試験	使用圧力の2倍（min. 5 kg/cm ² ）で水圧試験
設計圧力 10 kg/cm ² 以上の場合工場試験（曲げ完了、フランジ取付後）	最高使用圧力で気密試験船に装備後逃し弁調整圧力で気密試験	船上組立て後適当な方法で漏えい試験
鋼管、銅及び銅合金管の規定あり 詳細規定あり	炭素鋼管、ステンレス鋼管の規定あり 炭素鋼管 0.3mm以上 "（防食処理） 0.15mm以上 耐食材料 0	0.3mm；LPG

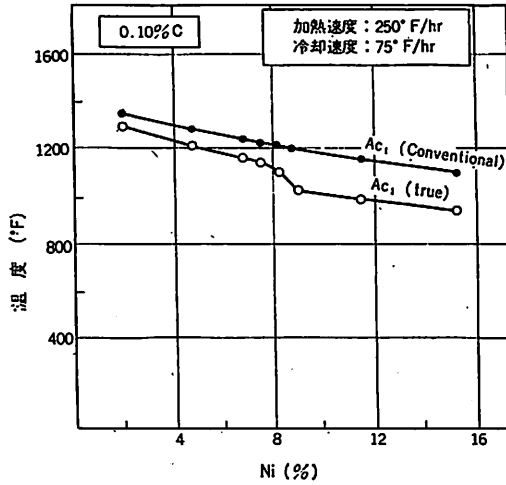


図10-41 変態温度におよぼす Ni の影響

1. 冶金学的特性

一般的に鋼のじん性に及ぼす合金元素の影響は、C、P、S、Mo、V等がじん性を劣化させ、Mn、Ni、Al等がじん性を向上させるものとして知られている。9% Ni鋼の化学成分は、ASTM規格では表10-11のとおりであり、一般的にこれを標準と考えることができる。

炭素鋼にNiを加えてゆくとNiは地鉄(フェライト)に溶込んでこれを強化するので、低温じん性が向上する。図10-39はNiを添加することにより、せん移温度が低下してゆくのを示しているが、Niが3.5%以上含有すると著しくせん移温度が低温側に移行するのが分る。

つぎに、普通鋼とNi鋼の熱膨脹曲線を比較すると図10-40のようになる。普通鋼ではAC₁変態点までフェライトの膨脹が温度に比例してほぼ直線的になるのに対して、Ni鋼ではAC₁変態点以下

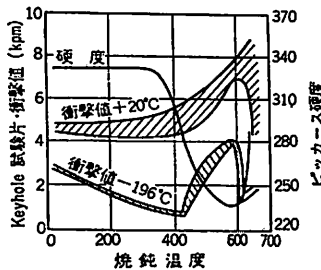


図10-43 9% Ni鋼の機械特性に対する焼鈍温度の影響

のある温度から膨脹率が低下し折点を生じる。この温度を True AC₁ と呼び、通常の AC₁ 変態点 (Conventional AC₁) と区別する。この True AC₁ からの膨脹率の低下は少量のオーステナイトの生成に起因する特異な現象で、True AC₁ と Conventional AC₁ との間にはフェライト、炭化物およびオーステナイトの3相が共存することになるが、この少量のオーステナイトが超低温でもそのまま残留してNi鋼のじん性を向上させる。

さて、実際の製造作業においては3相共存領域 (True AC₁ と Conventional AC₁ の温度差) がある程度大きくなければ温度管理上製造不可能である。

図10-41はこれらの変態点とNi量の関係を示すが、この図から判るようにNiが8%以上になると True AC₁ は急激に低下し、Conventional AC₁ との温度差は90°Cにも及んでいる。これがNi鋼の中

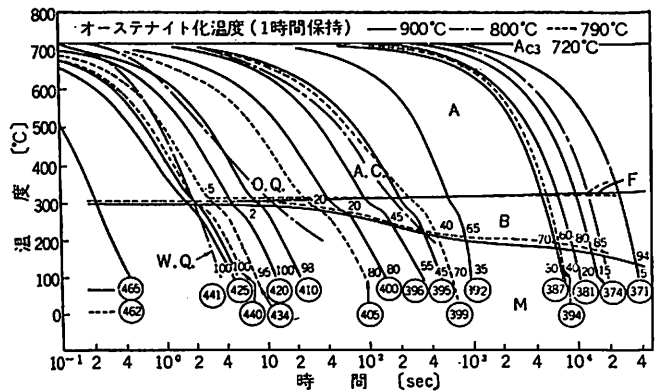


図10-42 0.12% C, 9% Ni鋼の連続冷却変態線図(小さい数字は変態量(%))丸内数字はピッカース硬さ²²

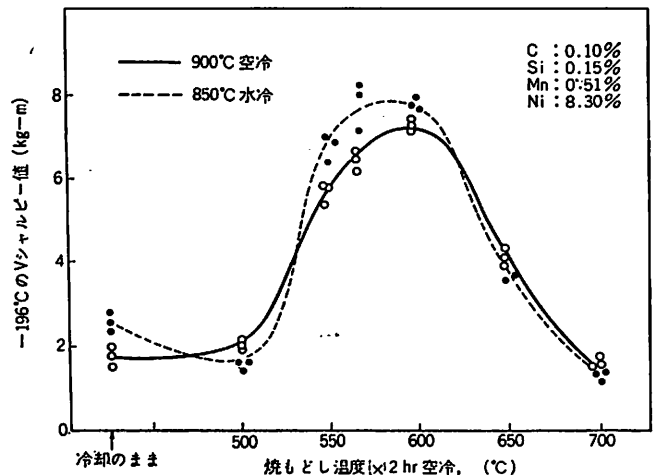


図10-44 9% Ni焼きもどし温度とVシャルビ値の関係

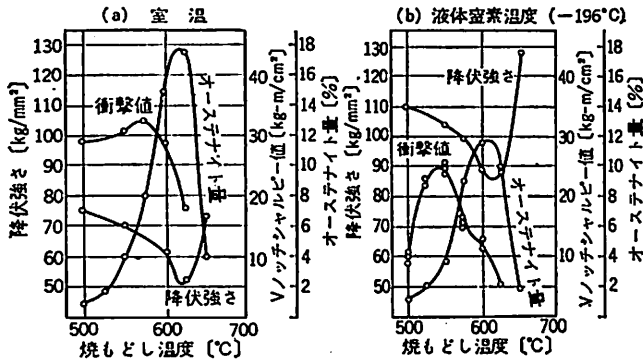


図10-45 0.1% C, 9% Ni 鋼の焼もどしによるオーステナイト量, 降伏強さ, 衝撃値の変化 (800°Cから空冷, 各温度に1時間焼もどし水冷) (a) 室温試験, (b) 液体窒素温度試験²²⁾

で超低温用鋼として 9% Ni 鋼が実用化されたのは実はこの理由によるものである。

9% Ni 鋼の製造に当っては, 上述のような焼戻し処理に加えて, Al 添加による結晶粒微細化処理や, P, S のような有害元素の低減などの考慮が払われており, これらが総合され, 9% Ni 鋼をフェライト鋼をもっとも秀れたじん性を持つ材料にしている。

9% Ni 鋼はいわゆる焼入性が良好なので, 変態点以上 (オーステナイト状態) から急冷 (水冷または油冷) すると殆んどが硬いマルテンサイト組織となり, また空冷した場合もマルテンサイトとベイナイトが半々位の組織となる。

(図10-42) このような組織を焼きもどしていくと, AC_1 変態 (540°C 以上で結晶粒界に沿って微細に分散した状態でのオーステナイトが析出する。

図10-43, 図-44は高温から水冷または空冷したのち各温度に焼きもどした場合の -196°C および室温における衝撃値を示したものであるが, 550°C~600°C の範囲の焼きもどし温度で最高になり, また, オーステナイト量が 5~10% 程度するとき衝撃値は最大となる。(図10-45)

これは, 結晶粒界に析出するオーステナイトが応力集中の緩和に役立つことや, C, P, S などの有害な元素を吸収するためだと言われている。(これを Scavenging effect または Sink effect という。)

550°C~600°C に焼きもどされた時のオーステナイトは Ni および C が多く濃度は濃い上, 非常に安定しているが, さ

にこれよりも高い温度で焼きもどすとオーステナイト量は増加するが, その濃度は希釈されるため非常に不安定で, 冷却途中でマルテンサイトに変態したり, また, オーステナイトのまま残留しても応力がかかることによりマルテンサイトに変態するため衝撃値は劣化する。逆に低すぎると, 衝撃値は劣化するが, これはいわゆる焼きもどしぜい性と呼ばれるもので, 粒界のぜい化によるものである。

このように 9% Ni 鋼は特異な変態特性を有しており, その結果生じるオーステナイトが低温じん性の向上に非常に重

要な役割りを果たすものであるから, 熱処理は非常に重要である。この熱処理としては, Al を十分に添加した焼きならし, 焼きもどし (NT) でも規格の衝撃値を満足するものが得られるようであるが, 表10-11の ASTM 規格に示されるように 2 回焼きならし後焼きもどし (NNT) 及び焼きいれ後焼きもどし (QT, 調質) したものが一般的である。

NNT は, 900°C からの最初の焼きならしによって材質を均質化し, 第 2 回目の 790°C からの焼きならしによってマルテンサイトとベイナイトを析出させ, 結晶粒を微細化させるものである。焼きもどし

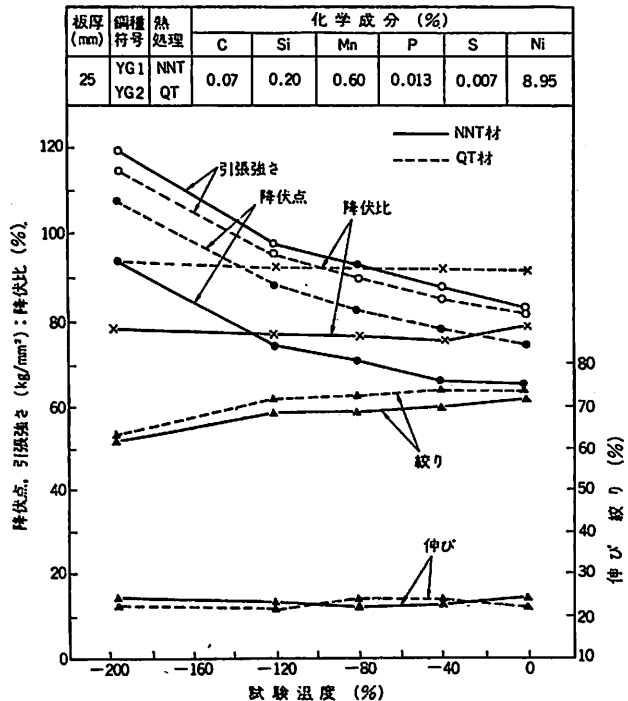


図10-46 9% Ni 鋼の低温引張試験結果 (9N 委資料より)

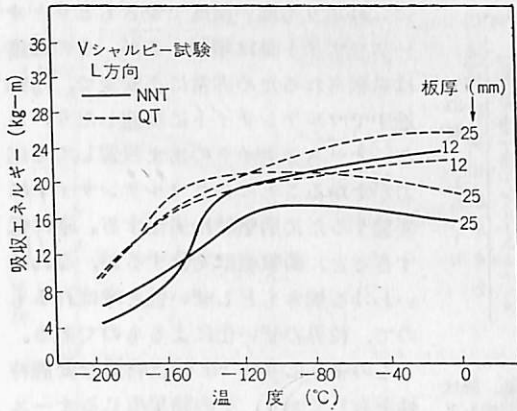


図10-47 9% Ni 鋼の NNT 材と QT 材の吸収エネルギーの比較

は、前述したように安定なオーステナイトの生成に関して重要で、表10-11に示すように565°C~605°Cで焼きもどしが行なわれる。

QTでは、AC₃変態点からの冷却速度が異なるため、焼きもどし後の機械的性質が異なる。これは、図10-46および47に示すようにQT材の方がNNT材に比して秀れている。

図10-48にNNT材とQT材の顕微鏡組織の1例を示す。

2. 機械的及び物理的性質

引張強さ、降伏点、伸び、Vノッチシャルピ衝撃特性の規格値は、表10-11に示すとおりである。ASTM以外の規格、規則等とも、このASTM規格とほぼ同じである。

QT材及びNNT材の各種温度における引張試験結果の1例は、先に示した図10-46があるが、図10-49にQT材の採取位置及び方向をかえた引張試験の1例を示す。これで採取方向は圧延方向(L)の

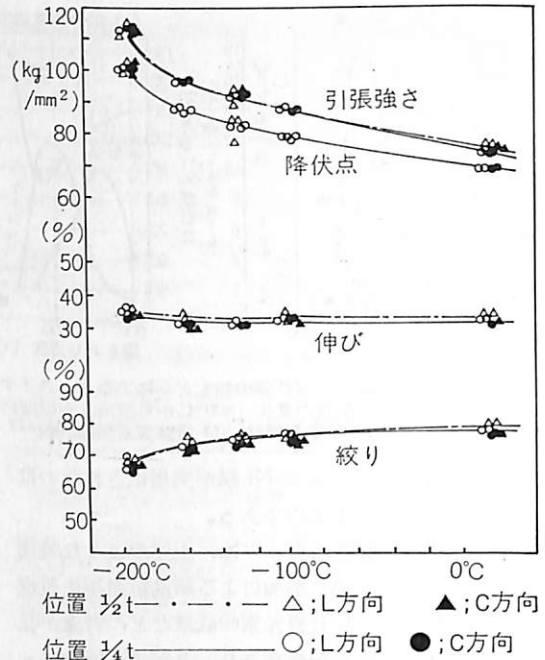
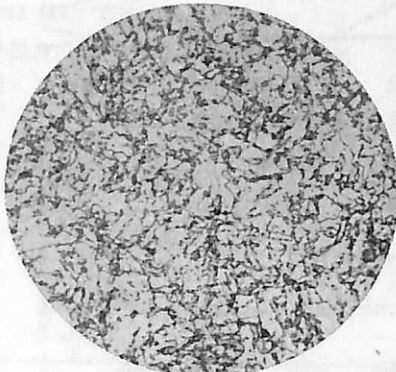


図10-49 9% Ni 鋼 (QT) 30mm 圧延材引張試験

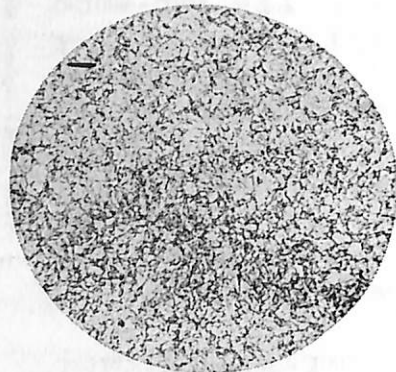
方がやや高めの傾向であるが、30mm程度では採取位置(深さ方向)の影響はないと考えられる。

又、9% Ni 鋼は、他の鋼に比して比較的質量効果が少なく、板厚の差による機械的性質の差は余りないようである。表10-13に25mm厚板と極厚板(73mm)の引張特性試験(じん性については図10-76、後述参照)の1例を示すが、これによるとQT材の降伏点で板厚、焼きもどし温度、試験片採取位置の影響があるようである。

9% Ni 鋼の物理的性質は、表10-13に示すとおりで、熱膨脹係数はアルミの半分強、オーステナイト系ステンレス鋼の70%程度である。



(a) NNTタイプ



(b) QTタイプ特殊熱処理

図10-48 9% 鋼の顕微鏡組織の1例(板厚 25mm)×400

板厚 (mm)	熱処理	焼もどし 温度(°C)	厚み 位置	伸び (%)	降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)
73	2回焼ならし 焼もどし	575	1/2t	20	40	60
		600	1/2t	20	40	60
	焼入れ 焼もどし	575	1/2t	20	40	60
		600	1/2t	20	40	60
25	2回焼ならし焼もどし	580	1/2t	20	40	60
	焼入れ焼もどし特殊熱処理		1/2t	20	40	60

0 10 20 30 40 50 60 70 80
(kg/mm²) または (%)

表10-12 板厚73mm 9% Ni 鋼の熱処理試験、引張特性²³⁾

9% Ni 鋼の低温じん性は、第9章で紹介した各種じん性試験のうち、Vノッチシャルビ試験、プレスシャルビ試験、VAN DEER VEEN 試験、NR L落重試験、ESSO試験、二重引張試験、ディー

プノッチ試験、COD曲げ試験、WOL引裂き試験、圧力容器破壊試験等で評価されている。このうち、Vノッチシャルビ試験は、最も一般的な工業的試験方法である。又、最近、わが国では、破壊じん性値をできるだけ定量的に評価する方法としてティープノッチ試験(広幅試験)が多く採用されている。IMCO, IACS規則, ASTM規格等では、Vノッチシャルビ試験のみが規定されており、このシャルビ規定によって製造されたタンクが問題なく使用されていることから、実績ベースによるタンク、すなわち、タイプA及びタイプCのタンクは、低温じん性の規定としては、Vノッチシャルビ試験さえ規定しておけばよいというのが基本的な考え方である。これらの規則規格の値は先に示した表10-7又は表10-11に示すとおりである。図10-50に9% Ni 鋼のVノッチシャルビ値の一般的傾向を

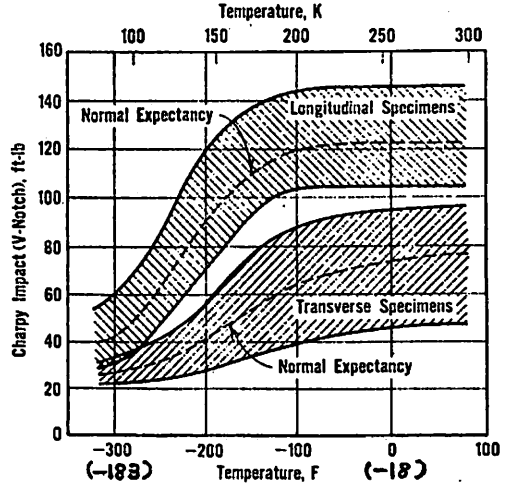
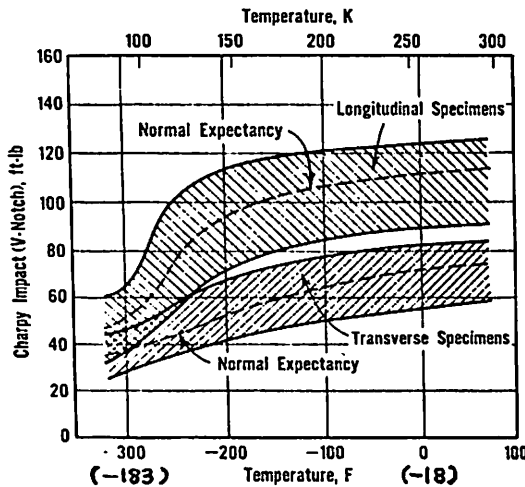


図10-50 9% Ni 鋼QT材(左)及びNNT材シャルビ試験の一般的傾向²⁶⁾

熱膨脹係数	20°C	11×10 ⁻⁶	(cm/cm, °C)
	-180°C	7.2×10 ⁻⁶	
	-150°C~0°C	9.5×10 ⁻⁶	
	0°C~200°C	12×10 ⁻⁶	
熱伝導率	20°C	23.4	(kcal/mhr °C)
	-100°C	21.0	
	-180°C	11.2	
比熱	-196°C~27°C	0.0878	(cal/g/°C)
	25°C~370°C	0.119	
弾性係数	20°C	20500	(kg/mm ²)
密度		7.8	(gram/cm ³)
電気抵抗	21°C	33.0	(microhm-cm)

表10-13 9% Ni 鋼の物理的性質

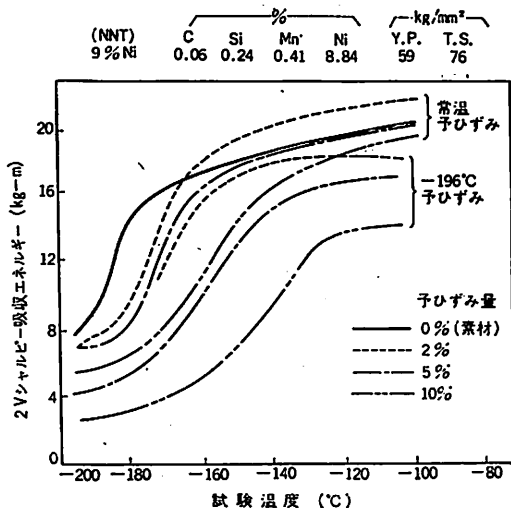


図10-51 9% Ni 鋼の常温および-196°Cで引張り予ひずみ後の衝撃値の変化 (日立造船)

示す。

そのほか疲労強度、疲労き裂進展特性等も広い意味での機械的性質であるが、低温じん性と共に後に詳細説明する。又9% Ni が極低温の使用温度に長期間保たれた場合、性質の変化(低温時効)が起らないかどうかを確認するための試験も行なわれ、少量のオーステナイトを含む場合でも9% Ni 鋼の組織及び性質は、極低温でも安定していることが確認されている。

3. 加工

9% Ni 鋼の成形は、冷間又は熱間加工によって行なわれる。いずれも、加工の程度によっては、低温じん性に何らかの影響を及ぼすので十分注意を払う必要がある。

図10-51に9% Ni 鋼に引張り予ひずみを与えた場合のVシャルピ値の変化を示す。冷間加工度が大きくなると9% Ni 鋼といえどもかなりじん性が低下することが分る。冷間加工後のじん性低下も焼きもどし温度(570°C程度)で応力除去焼きなましを行なうことによってじん性を回復することができる。(図10-52)

したがって、3ないし5%ひずみ程度以上の冷間

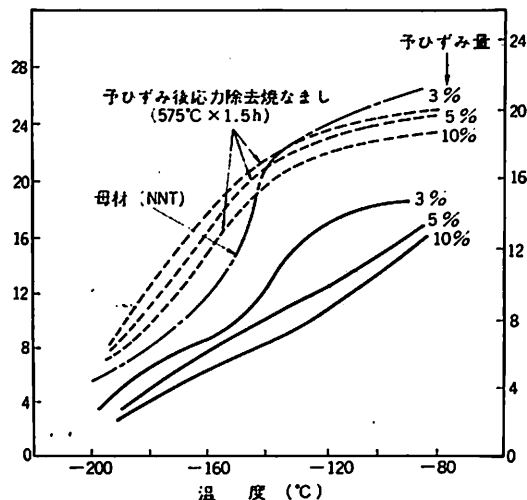


図10-52 9% Ni 鋼の切欠きじん性におよぼす予ひずみおよびその後の応力除去焼きなましの影響 (日本鋼管)

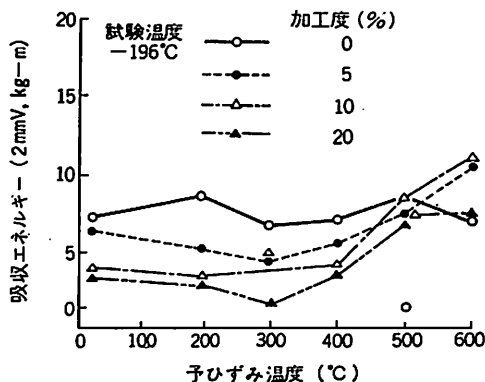


図10-53 9% Ni 鋼の切欠きじん性におよぼす高温予ひずみ温度の影響 (呉造船)

加工を行なう場合は、加工後応力除去焼きなましを行なう必要がある。ASMEでは、冷間加工のひずみ量が3%を超える場合、応力除去焼きなましすることを推奨している。このひずみ量(%)は次式で与えられる。

$$\text{ひずみ量}(\%) = \frac{65t}{R_f} \left(1 - \frac{R_f}{R_0}\right)$$

t ; 板厚

R_f ; 最終曲率

R_0 ; 初期曲率 (平板では無限大)

板厚	切断ノズル直径	アセチレン圧力 (g/cm^2)	酸素圧力 (g/cm^2)	切断速度 m/hr
3.2 mm	1.6 mm	211	1406	> 19.8
15.9 mm	1.6 mm	211	1757	19.8

表10-14 9% Ni 鋼ガス切断²⁰⁾

9% Ni 鋼の熱間加工した場合のVシャルピ-衝撃値の変化を示すが、600℃以下の加工の場合には300℃の加工で最もぜい化が大きい(図-10-53)。しかし500~600℃で加工した場合は加工度が10%程度でも母材に等しい衝撃値が得られている。600℃以上の加熱の脆化は大きく、再熱処理も焼きもどしでは回復せず、NNT、NTまたはQTが必要となる。このような熱間加工後は、NNT処理を行なうのが普通であるが、900℃前後で熱間加工し、その後の冷却を空冷とすれば第1回の焼きならしを省略しても素材と同様のじん性が回復できる。熱間加工後のQT処理は、焼き入れ時のひずみ発生を抑制することがむつかしいので一般には採用しない。

切断加工は、軟鋼と同様にアセチレン又はプロパン何れのガス切断が可能であるという点でアルミニウム合金やステンレス鋼に比べて便利であるが、酸化されにくいNiが入っているため、軟鋼より切断はむつかしい。

開先加工もガス切断で行なうことができ、また、溶接部のガウジングも軟鋼と同様のアークエアガウジングが可能である。このように軟鋼又は低合金鋼と同様な方法で材料の加工ができるということは、鉄鋼材料を扱っている工場で9% Ni 鋼を加工する場合、大きなメリットとなるであろう。なお参考までに表10-14に9% Ni 鋼ガス切断の1例を示すが、切断速度は軟鋼等に比べて遅いようである。この切断面は、0.5 mm程度のNi富化層が生じる。これは、ガス切断の酸素によって鉄分が酸化されて流れ去り、Niが残った部分で焼入れ状態となり硬化するものである。したがって、ガス切断面をグラインダで除去する場合もあるが、硬化して焼割れを生ずることもなく、又、じん性の低下もごく狭いので、ガス切断の結果のノッチの方が問題であるともいわれている。

局部加熱のひずみとりも9% Ni 鋼のような熱処理材料は、当然その影響を考慮する必要がある。再現熱サイクル試験によれば空冷、水冷とも加熱温度500℃まではじん性値が低下する。500℃附近がぜい化域となっており、600℃前後ではじん性の上昇が認められ、650℃を超えるとじん性はまた急激に低下するという特異な現象がみられるので、現場でひずみ取りを行なうときは、温度管理が重大な問題となる。

初期の9% Ni 鋼製タンクの組立てでは、9% Ni 鋼の高い導磁率のため、磁気吹き(magnetic arc blow)で作業が困難な場合があったが、最近では

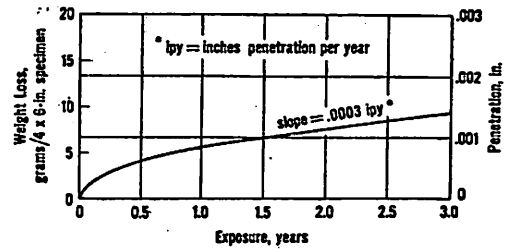


図10-54 9% Ni 鋼大気暴露試験²⁰⁾

余り問題とならなくなった。9% Ni 鋼の圧延工程及び工場内での取扱い時に不必要に磁気を帯びさせるのを避けることは、今日では、普通である。この注意は、主として、マグネット運搬機器を使用しないこと、脱磁気作業、及び残留磁気量が少ないことをチェック(50エルステッド以下、エルステッド; 4π分の1000アンペア回数毎平方メートル)する品質管理である。溶接の裏はつりをしたりしたときも磁気を帯びることがあり、これは溶接作業を困難にするので脱磁装置や局所的な脱磁ブリッジ等を用意する必要がある。又、溶接に交流を使用するのは、最も効果がある。後に紹介するように、交流用溶接棒(例えば、Yawata Weld B, Inco Weld B等)が開発されたことは、磁気吹きによる溶接作業の困難さを著しく解決したが、交流溶接でできるのも直流の1.5ないし2倍程度の磁気量までであり、9% Ni 鋼の磁化防止管理は重要である。

又、9% Ni 鋼は前述のように熱処理され、このように熱処理した後の鋼は、ふつう比較的厚い粘着性のあるスケールがついている。これは、フレームクリーニング又はプラストによって容易に取除くことができる。

溶接ひずみを除去するために点加熱や線状加熱も使用することができるが、Vシャルピ試験の吸収エネルギーは低下する(1例を後に図10-78に示す)ので、ひずみとりの方法については慎重に検討しておく必要がある。

4. 腐食性

図10-54に海に近い大気暴露環境での腐食試験の例²⁰⁾を示す。これは、スケールを除去したU曲げピースについて行なわれたもので、大気中で年0.008 mm程度の腐食量を示している。同じく、海水浸漬試験も行なわれているが、その結果では、年0.1 mm程度の腐食量を示している。又、これらのテストピースには、応力腐食割れ等は生じていない。

これらのことから、9% Ni 鋼の腐食性は、一般

の構造用鋼とあまりかわりがないと考えられる。

さらに、造研第8基準部会第2分科会では、タンク内外でのイナートガスとの接触による腐食実験（母材及び溶接部）を行なっており、その結果²⁹⁾でも、9% Ni 鋼は、軟鋼とあまりかわらず、たがって、N₂ ガスはもちろん、燃焼排ガス使用のイナートガスも現存LNG船、LPG船等の液化ガスタンカーに使用されている程度の成分のものであれば、イナートガスによる腐食は特に問題とならない。

LNG貨物の腐食性は殆んどないこと、又、LNG船の就航中は、大気、水分等に接触しないこと等から、就航中のLNG船のタンクに対する腐食は考慮しなくてもよいと考えられる。むしろ、タンク製造前及び中の雰囲気、水圧試験又は就航後のタンク開放後等の水分による腐食の方が問題となり、十分の注意が必要である。

又、9% Ni 鋼等 Fe-Ni 合金の応力腐食割れに関しては、塩化マグネシウムおよび硫化水素の水溶液中で応力腐食割れに感受性があるといわれ、9N委員会²⁹⁾で実験が行なわれており、その結果、9% Ni 鋼及びその溶接部は、塩化物雰囲気及び硫化水素雰囲気中のいずれも応力腐食割れ感受性を有することが確認されている。タンクでは、種々のガス媒

体使用による漏えい試験を行なう場合は、媒体による応力腐食が発生しないように、試験に使用する媒体及び試験雰囲気については十分の注意を払う必要がある。

5. 材料検査

材料の表面、寸法許容差に関する基準は、ASTM A353 及び 553 に規定がある。又、同じくASTMにも材料に関する非破壊試験として超音波試験を行なう場合（ユーザーの申出による）は、ASTM Method A453, ASTM Specification A578 及び A577 を使用すればよいとの規定が定められている。

各船級協会の規定では、詳細は決まっていないが、タイプBタンクでは、压力容器の材料寸法許容差、すなわち、マイナス許容差 0.25mm を準用すればよい。ただし、タイプCタンクでは、組立て曲げ加工後の厚さもタンクの規定厚さに対するマイナス許容値は認めない規定になっている。（IMCO, IACS, NK, NV等）しかし、タイプBタンクでも压力容器方式の場合、タイプCと同じくマイナス許容差を認めないところもあるので注意を要する。（次号へつづく）

海外事情

■ “Internavis I”

——ミニ・サイズ・ヘビーリフター

中近東産油国を中心に、石油精製、海水の淡水化、セメント等のプラント輸出が大きく伸びている。そしてVLC Cの希望なき現在、世界の船主は新しい投資目標としてハンディサイズのバルカーと共にヘビーリフターにも目を向けつつある。本稿はLBPが100mを切る小型ながら、700トン（350 t × 2）のシュトルケンデリック装置を装備したミニ・ヘビーリフターの紹介である。（Shipbuilding & Marine Engineering International 9月号）

船主のBlaesbjerg は、重量プラント専門の海運業者であり、工場岸壁から直接積み取り、世界各地のどこにでも運べるように小さな船型に巨大な荷役装置を装備するのに際し、種々の工夫を凝らしている。

第1に350 tのシュトルケンデリックをロングホ

ールドの前後に設け、700 tの重量物を積取り可能としている。

第2にハッチカバーポンツーンは完全な水密構造とし、荷役時は海面に浮かせておく方式なので格納スペースは省略できる。このポンツーンのハンドリング用に10 tの走行クレーンと、タグボートとしても利用できるライフボートを設備している。

第3に重量物吊り上げ時に船体の過大傾斜を防ぐ装置として、ヒーリングタンクだけでは不十分なのでBlaesbjergが特許を持っている振り出しアームにより、岸壁で船体の傾斜モーメントを支持する方式を採用している。

主要目は次の通りである。

L _{pp}	98.9 m
B _{mid}	17.2 m
D _{mid}	8.1 m
d	6.33 m
BW	5,000 kt
M/E	4,000 ps
Speed	13.5 kt
Range	8,500 miles

日本造船研究協会の昭和48年度研究業務について(11)

(社)日本造船研究協会研究部

船体塗装法等の開発に関する研究

研究部会：SR139 (部会長 矢野鎮雄氏)

1. 塗料微粒子の飛散防止の研究

(1) エアレススプレー試験

現行ノズルチップと同程度の噴出量、パタン開きをもつ飛散防止用ノズルチップの第2次試験を行ない、まず両者の膜厚分布、粒子の飛行速度、飛散幅、飛散量を測定した。この結果、飛散防止用ノズルチップは噴出量、パタン開きを現行ノズルチップと同仕様で製作できることが判った。

飛散防止は昭和47年の成果と同じく、近距離吹付、高塗料圧力ほど防止効果が高い。

飛散防止用ノズルチップと現行ノズルチップの粒子飛行速度はほぼ同じであるが、前者の膜厚分布は偏平で吹付距離が同条件でもスプレー端部の飛散幅は後者の約70%減となった。

造船所内で飛散防止用ノズルチップと現行ノズルチップを現場作業者が使用して塗装し、ミスト捕集衝立板に付着した粒子数を測定、飛散防止効果を求めた。

その結果、飛散防止用ノズルチップの飛散防止率は35~40% (住重追浜)、90% (佐世保)となり、造船所内での飛散防止効果が確認された。

基礎試験および実用試験の成果をもとに、「エアレス塗装の飛散防止作業規準」を次のとおり作成した。

	規 準	備 考
ノズルチップ	飛散防止用ノズルチップ	手元圧力
吹付距離	20~25cm	
塗料圧力	100kg/cm ²	
塗装機	高圧力倍率、大型ポンプ、大径塗料ホース	
許容風速	6 m/s 以下	

(2) 静電塗装の効果試験

風の吹く場所でのエアレス静電の静電効果をエア

レス静電とエアレス、エアスプレーの塗着状態を人工風0~10 m/s、3本パイプ形塗着試験装置によって比較した結果、エアレス静電の塗着効果がエアレス、エアスプレーより高いことが判った。

飛散防止用ノズルチップ、現行ノズルチップを1箇所ずつ同じノズルチップを使用してエアレス静電とエアレスの塗着試験を行なった結果、エアレス静電とエアレスでは風速6 m/sのとき、無風時に対する偏差率は約60%の開きがあった。

造船現場での実用試験を前項エアレススプレー試験と同時に行ない、エアレス静電の飛散防止効果を測定した結果、約25~65%の飛散防止率となった。

以上の成果をもとに「静電塗装の飛散防止作業規準」を次のとおり作成した。

	規 準
塗 装 機	エアレス静電塗装機
吹 付 距 離	30cm以下
許 容 風 速	6 m/s 以下
作 業 安 全	アース通電靴など

(3) 風防試験

作業場周囲の風を緩和して間接的に飛散を防止する方法で、船体外板を想定した金網製ゴンドラを製作し、風防効果と飛散防止効果を現場実験によって測定した。

その結果、メッシュの密な金網ほど風速効果率は高く、降下率は隙間75mmのとき、30メッシュ金網約75%、10メッシュ約70%、4メッシュ約50%であった。

さらに、金網製ゴンドラの一角に取付けた不織布への飛散微粒子付着量においても、前記実験と同じく金網メッシュの密なものほど付着量が少なかった。付着量の結果と基礎試験の飛散量測定結果から算出した金網製ゴンドラの飛散防止率は、4メッシュ金網約80%、30メッシュ約90%の高防止率であった。

(4) ローラ塗装試験

ローラ塗装の最大欠陥である作業性を向上させるため昭和47年度はタンク式とポンプ式ローラの初期データを取り、本年度は塗料供給ローラ、塗装ローラ、ナラシローラを一体とした3本ローラとポンプを組合わせた試作機を製作した。

自動走行ローラ塗装機の駆動部としてリニアインダクションモータと誘導形電磁アクチュエータの試作と駆動実験を行なった。

その結果、各ローラ塗装機の長所、短所が明らかとなり、実用化にはかなり問題があることが判明した。

2. 塗装の強制乾燥硬化法の研究

(1) 光硬化塗料の硬化特性

光硬化塗料の硬化には紫外線（約350nmの波長）の光源を利用し、光照射量 2.0 cal/cm^2 のエネルギーを必要とする。したがって光重合塗膜硬化装置は光照射条件として上記エネルギーを照射できるようにランプの出力、照射距離、照射時間を設定すればよい。

また、光硬化塗料の最適膜厚は 220μ 以下である。

本塗料を使い、特殊塗装工場で塗装する場合、上記条件を与えれば、ブロックの光硬化塗料の適用が可能である。しかし、作業者への紫外線暴露を防ぐために被塗物にだけ光を照射する集光遮へい装置の開発が必要である。

(2) 光硬化塗料の塗膜性能

光硬化塗膜単独の性能は、市販のタールエポキシ塗料に比較して耐海水性に劣るが、耐油性についてはほぼ同程度である。光硬化塗料の種類の中ではウレタンおよびアクリル系がすぐれており、不飽和ポリエステル系は耐海水性に劣る。しかし、各供試塗料ともショッププライマと組合せると耐海水性が向上する。

光硬化塗料は、塗料の貯蔵安定性に問題がある。昭和49年度に改良を行なう。

(3) 昭和47年度研究の継続実験結果

(a) ハイドラキャットのレシオモニターの開発

二液反応硬化塗料の混合比と常時監督する装置としてレシオモニターを試作開発し、実用性のあることを確認した。

(b) 二液型塗料塗装機の検討

二液反応硬化塗料の装置としてハイドラキャットに続きシムジェルRN型塗装機（フランス

製）について検討した。

本塗装機により塗膜硬化に必要な混合状態が得られることを確認した。

(c) 反応型硬化塗料の塗膜性能

47年度に継続して耐食性試験を実施した。その結果コールタールエポキシ塗料およびコールタールウレタン塗料にそれぞれ1種ずつ適用性があることを確認した。

3. 二次表面処理規準の作成、塗装前の素地調整グレードと塗膜の耐食性

(1) 二次表面処理規準の作成

二次表面処理規準のうち、印刷技術に重点を置いて研究を実施し、ヒナ型写真を作成した。

ヒナ型は、ジンクリッチプライマ（ブルー色）ハンド溶接部の、①処理なし（さび面）、②ショットプラスト上級処理、③ショットプラスト並級処理、④パワーツール上級処理、⑤パワーツール並級処理を対象に印刷しているが、独特の青色が良く再現された。

二次表面処理系88種類を撰定し、49年度に処理規準の作成を行なう。

(2) 塗装前の素地調整グレードと塗膜性能

造船業界共通の課題である船舶塗装の防食基準を得るため、塗装前の素地調整グレードと塗膜の耐食性について研究を実施中である。

第2年度（48年度）は第1年度の基礎研究に従って船底部、水線部、上構部、バラストタンク、カーゴオイルタンクを対象に天然試験および促進試験を実施した。

天然試験および促進試験はインピーダンス測定、引張試験、摩耗試験等により評価判定した。

4. 浮遊性塗装法の研究

昭和47年度は各種浮遊性防食塗料の防食効果に重点をおき撰別試験を行なったが、昭和48年度においては前年に引続き供試防汚剤につき撰別試験を行ない、47年度分の結果と合せ、上位7種類試料につき拡散性、付着性、タンク試験を行ない、防食剤としての適性を調査した。

この結果、密着性、乾燥性の良好なものは拡散性、浸透性が劣り、拡散性、浸透性の良好なものは密着性、乾燥性が劣っていた。

拡散性の良好なものについても水平面の付着性は良好でなかった。

防食剤等をタンクに浮遊塗装することは構造複雑

で足場等に多大の工数を要する大型タンカーのバラストタンクの防食法としては極めて有効な手段と考えられ、これまでの試験によっても防食率は50~70%期待でき、今後の研究によっては粘度の低いもので50%、粘度の高いものでは80%以上の防食率も可能であろう。

しかし、この種薬剤の使用は海洋油濁防止法に留意する必要があり、この対策は容易ではあるが、ある程度の設備と工数を要するから実用化に必要な実船試験等の実施に多くの問題がある。今後は防食性能の向上とともにこの点の検討が必要であろう。

5. 船体外板清掃法の研究

本研究は、船舶を入渠せず付着した海中生物を除去する方法と、除去した海中生物の回収法の開発を目的としている。47年度の実験は実験室的なものについて行ない、人力による手作業にて藻類除去、回収をし、その可能性を確認した。本年度の研究は、昨年度の試験を基礎にし、ブラシ付クリーナーの人力による除藻は非能率的であるので、ブラシを異種多段にしたもので動力駆動式のものを使用し、除藻能率を上げ実用化に近づけるということを主眼に行なってきた。

その結果、これら装置の組合せにより船体除藻の実用化への可能性は明らかになったが、まだ実用化への道は遠くクリーナー型式、大きさ、それに見合うポンプ、支持架台、分離器などの問題がある。

特にクリーナーの設計については一番むずかしく、これからも実験を進めて行くにつれて新たな問題点が生ずるであろう。(生田目)

バラストタンクの腐食原因および防食方法に関する研究

研究部会：SR140 (部会長 秋田好雄氏)

船舶のバラストタンク内部材の腐食は、バラストタンクの大きさ、使用条件、環境条件等によって多種多様である。これ等の腐食を防止するためには、腐食原因と考えられる要素の1つ1つについて調査を行なわなければ効果的な防食法を見出すことは困難である。

この研究は上記の観点から5カ年計画の第2年目の研究として行なわれたもので、腐食原因に関する研究、防食法に関する研究、実船試験などを行なったものである。

腐食原因に関する研究としては、小型試験片およびバラストタンクの模型を用いて、変動応力を与え

た場合の裸鋼および塗装鋼の腐食の状況、バラスト張水率、張水期間が腐食におよぼす影響、水質が腐食におよぼす影響、タンク体積とその表面積の比が腐食におよぼす影響について調査した。また、防食方法に関する研究としては、イナートガスの防食効果の調査としてガスの組成の影響、変動応力のある場合のイナートガスの効果について実験を行なった。また2種類の塗料を用いてそれぞれの塗膜について応力が作用した場合の塗膜の劣化、腐食疲労について実験を行なった。

実船試験としては、バラストタンク内の温度を測定するため、タンカーのバラストタンク内に温度計を取付け、航行中のタンク内の温度を計測した。また、タンカー、鉱石船のバラストタンク内に試験片を取付け、腐食速度、防食効果を調査した。さらにタンク内の一部に試験塗料を塗り防食効果を調査する準備を進めている。

その研究成果は、バラストタンク内の環境条件を考慮した根本的な腐食防止対策に大いに役立つものと考えられる。(生田目)

安全性の高い長期防汚塗料の開発研究

研究部会：SR141 (部会長 岡田正三氏)

本研究は、5カ年計画の第2年度として各国の防汚塗料に関する文献調査、汚損生物の基礎的研究、新防汚剤探究の研究および新防汚剤の試作研究を行ない、次の成果を得た。

1. 文献調査

汚損生物、防汚関係の海外の貴重な資料を入手し、その整理を行ない、今後の研究の有益な基礎資料を得た。

2. 汚損生物の基礎的研究

(1) 汚損生物の分類・分布・季節消長に関する研究

全国19カ所の港湾について、浸漬板試験を行ない付着生物の分類と分布を調査した。

その結果、スライム、海藻類、ヒドロ虫、カサネカンザシ、コケムシ類、二枚貝、フジツボ類、ヨーロッパフジツボ、ホヤ類等の付着、着生、季節消長等が明らかとなった。

また、港湾間の類似性の検討、付着重量と種の分布の比較、試験板表裏の差の検討、浸漬深度による差の検討付着の年変化、優占種の検討等を行ない、今後の試験、研究の問題点を明らかにした。

(2) 汚損生物の発生、着生、生理に関する研究
アルテミアの経日変化、タテジマフジツボ幼生の採集スケルトネマの培養、タテジマフジツボ幼生の飼育、アオノリ、ヒビミドロ、クロレラの培養を行ない、今後の研究の基礎資料を得た。

(3) 汚損の実態に関する研究

内航船の例として、青函連絡船八甲田丸、宇高連絡船土佐丸の汚損実態調査を行なった。

また、外航船9隻について、水線部塗り残し部を入港時、入渠時ごとに付着生物を採取して調査を進めたが、4隻については付着生物を採取できなかった。入港時の積荷の問題、入港・入渠時のタイミングの問題、採取箇所を再検討し、引続いて49年度に実施することとする。

以上、内航船、外航船の実態調査の結果、今後の調査の問題点等を明らかにすることができた。

3. 新防汚剤探究の研究

(1) 生物検定法の研究

昨年度には、アルテミアを用いる生物試験法の理論的基礎、それを採用するにいたるまでの各種予備実験、それより得られた実験条件などについて検討した。

本年度は、前記実験を追試するとともに、致死率より得られるTL₅₀（半数致死限界）を計算し、その値に準じてこれに近い濃度の液をつくって追加確認を行なった。

その結果、安全性が高く、しかも有効な薬物を発見する可能性があり、人間に対して害が少なく防汚性にすぐれた塗料の開発に明るい見通しを得た。

また、アルテミアスケール法による結果を他のものと比べて見るため、タテジマフジツボの飼育幼生を用いて再検討を行ない、今後の研究の有益な資料を得た。

(2) 各種防汚剤の安全性試験

有機錫系防汚剤5種およびこれらを含む防汚塗料9種について、安全性試験を行ない、防汚剤としての適正判断の貴重な基礎資料を得た。

試験は、マウス、モルモット、家兎を使用して、急性経口毒性試験、急性経皮毒性試験、パッチテストを実施した。

(3) 新薬物の試用試験

試験板8枚を濾過流水タンク内に長期浸漬し、これを取り出して、一半は生物検定法によって検定し、他半は海中に浸漬して実際の汚損を見る方法を採用し、実験室実験と浸漬実験との関連を追求し

た。昨年度は110日間浸漬結果について検討したが、本年度は1年後および1年半後の結果を検討した。また、新薬物のアルテミアスケール検定を行なった。

その結果、実験結果と浸漬結果との相関がかなり高いものと思われ、今後の研究の有力な資料を得た。

4. 新防汚剤の試作研究

(1) 薬物溶出とビヒクルとの関係の研究

昨年度に引続き、農薬メーカーから提供された新薬物の試作研究を行なった時の防汚性能等の基準とするため既存防汚剤（錫系5種、亜酸化銅）、供試塗料10種について溶出速度の研究を行なった。

その結果、錫溶出量の判定数値にかなりのバラツキがあると考えられ、本試験の結果は参考資料にとどめておく必要がある。

(2) 試作塗料の性能研究

前項の供試塗料を用いて、既存防汚剤の防汚性能の研究を行ない、試作塗料の有効な基礎資料を得た。

(3) 新規防汚剤の性能研究

農薬メーカーから提供された新薬物107種類について簡易塗料化試験を行ない、33種類の新薬物を撰出した。

各塗料メーカーにて、各分担して塗料化を行ない、試験板による浸漬防汚試験および貯蔵安定性試験を実施中である。

5. 海中材料保存研究常設国際委員会(COIPM) 第11回委員会

上記委員会が1973年5月21日～27日フローレンス（イタリア）で開催され、宮嶋教授（東京商船大学）が出席し、貴重な資料を得た。今後もこの種の国際会議には務めて出席し、研究成果の交換、国際的共同研究に協力する必要がある。（生田目）

図“船舶”用（1年分12冊綴り）ファイル圖

定価450円（〒250円、ただし都内発送分のみ）
ご注文は最寄の書店へお申込みされた方が、ご便利です。

株式会社 天然社

大型化する高速艇

丹 羽 誠 一

最近の大型軍用高速艇は、今までの Coastal Force から脱皮して、立派に機動力を持った海上兵力の一部となりつつある。昔、日清戦争で活躍した水雷艇は、水雷団という陸上部隊に所属していたが、それから脱皮した駆逐艦は、日露戦争では400トン級となって、駆逐隊として艦隊に所属するようになり、第1次大戦では1,000トン級、第2次大戦では3,000トンほどにも成長したのと同じコースである。大きくなりすぎた駆逐艦に代って局地戦力として生れた魚雷艇も、時代の要求と共に大型化し、ついに基地を離れて作戦できる海上部隊として巣立つようになったのである。その航続力、特に高速航続力の延伸はきわめてめざましく、その一例を挙げると、イスラエルの大型ミサイル艇 Reshef クラスのそれは、種々の情報を総合すると30ノットにおける航続力2,500海里と推定される。

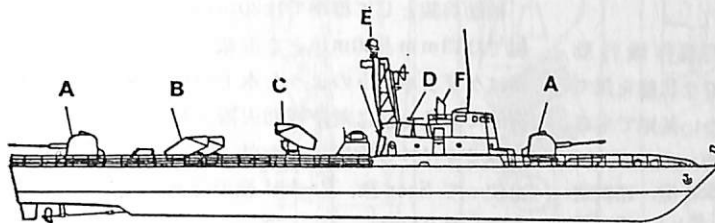
駆逐艦やフリゲートの航続力は案外小さく、ジェーン年鑑でしらべると原子力艦は別として、日本の

たかつき級（基準排水量3,050トン）の20ノット7,000海里が特に大きい方である。これから30ノットの航続力を推算すると約2,000海里程度になり、基準排水量わずか250トンの Reshef の高速機動力はそれより大きいことになる。

Reshef 級（イスラエル）

この級の艇についてはすでにボート・エンジニアリング8号（48年秋）に述べているが、その後入手した資料に基いてもう一度その能力を検討してみよう。

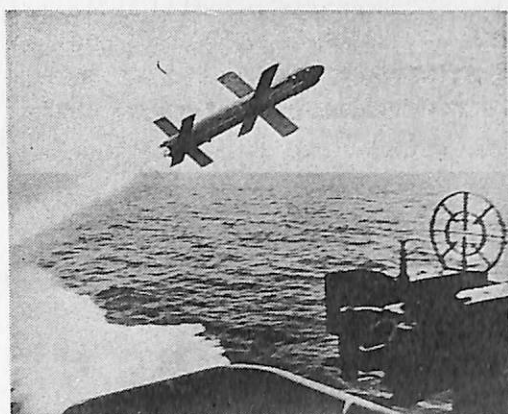
1973年2月19日にその第1艇を進水させた。この新しい高速艇グループは、1967年の6日戦争の結果50%も増大したというイスラエルのテリトリーを有効にカバーするため、長期間海上に在ることを目標として、1968年10月から設計を開始している。この計画は今までの基地依存度の高い Coastal Force から脱皮して、海上に独立した戦術単位を目指し



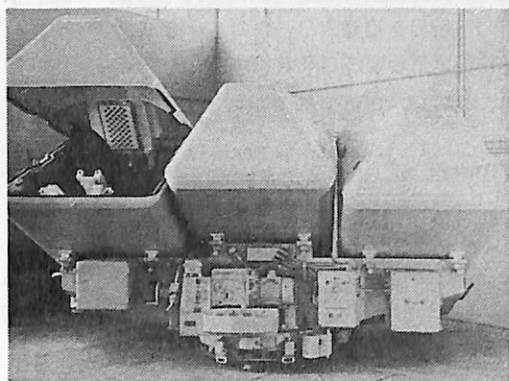
- Reshef
A : 76mm砲
B : 4連ミサイル・ランチャー
C : 3連ミサイル・ランチャー
D : 機銃, E : レーダー
F : 光学式方位盤

Reshef





Gabriel ミサイル



Gabriel ミサイル・ランチャー

た、高速艇技術の延長上にあるが、在来のものと全く別の艦種であると共、航空機の発達した今日の沿岸防衛のためには、500トンを超す水上艦船は無用であるというイスラエル海軍の考え方に従ったものであろう。

艦装はその長大な航続力に見合う長期作戦行動に、士官6名を含む45名の乗員が良好な状態を保てるだけの居住性を持ち、陸上兵舎のない基地でもさしあたって不便はないだけの設備を持っている。

主機はMTUディーゼルMD16V538型、連続定格3,000馬力のものを熱帯レーティングとして2,670馬力4基を使用し、110%レーティングで32ノットを出す。

以上のような情報を基に主要目を推定すると、次のようになる。()内の値は推定値である。

L	B	D	Δs	Δn	Δf	Vcont	Vmax	BHPcont	BHPmax
58.1	76.2	(4.2)	(254)	(361)	415	(30)	32	10,680	11,750

各部重量を推定すると次のような配分になる。

船殻	58.1 × (7.62 + 4.2) × .146	100.3
艦装		26.0

固定斉備	5.7
機関	43.4
電気	10.0
砲 76mm × 2	23.0
弾 1,000	15.0
20mm × 2 (弾共)	3.0
射撃装置	5.0
ミサイル	10.0
航海・通信等	3.7
一般斉備	11.0
燃料 $1.70 \times 2670 \times 4 \times \frac{2500}{30} \times 1.05$	158.9

満載排水量	415
-------	-----

主兵装は Gabriel SSM で、旋回式の4連および3連、合計2基のランチャーのFRP製コンテナにおさめられている。

イスラエルの開発したこのミサイルの最新型は、第2段推進薬が倍増されて、射程37,000m、発射重量400kg、炸薬量150kgといわれる。飛行速度はサブソニックであるが、海面すれすれを飛行して、最終行程はセミ・アクチブホーミングで敵艦に命中するという。射程が戦艦の主砲なみであること、飛行高度がきわめて低く、発見が困難なことから大型艦船としては、最も対応しにくい武器であろう。

副兵装は76mm OTO-Melara 対空・対水上両用砲2門で、リモートコントロールされる。敵の同等以下の舟艇に対しては、数の少ないミサイルを使用せず、この砲を使用するのが普通であろうし、対空防衛にも使用される。

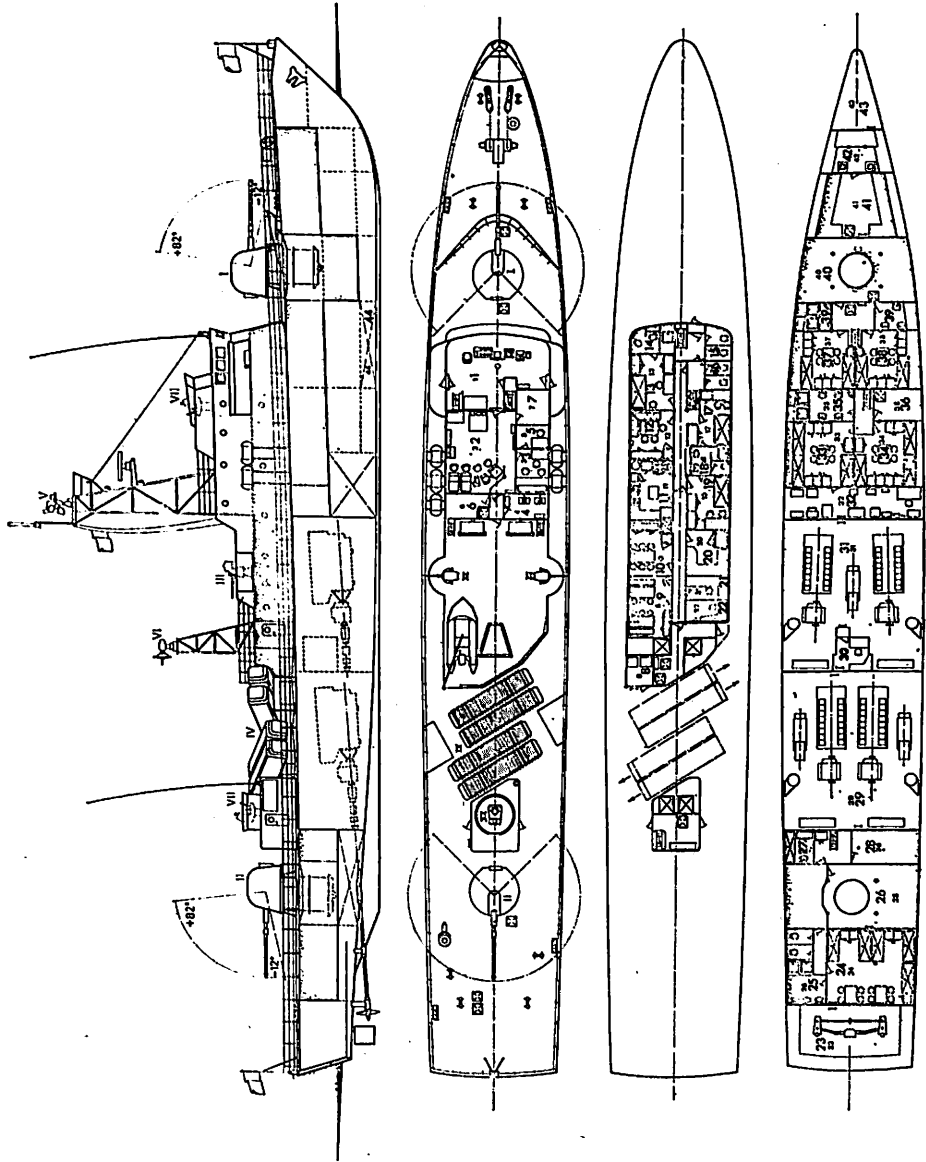
補助兵装として標準では20mm単装2門、一部の艇では13mmと20mmとを混載している。この小火器はグリラボートのような水上の小目標に対し、経済的であると共に対空補助火器として使用される。Styxミサイルの撃墜にも有効であった。この小火器を使って Saar 級、Reshef 級で合計10発の Styx を撃墜したという。

ソ連製の Styx ミサイルは、駆逐艦 Eilat の撃沈で有名になったが、比較的旧式のこのミサイルは飛行高度が高く、Eilat は早くからこの飛来を発見していたが、対空戦闘準備がまにあわず、みすみす命中をゆるしたという。今度はその戦訓を生かした戦果であろう。マッハ0.9の Styx は早期に発見すれば今日の戦闘爆撃機などより撃墜しやすいだろう。ファイナル・ホーミングに入って一直線に突込んで来るのを発射速度の早い小火器で射撃するのが、最も有効な攻撃法であろう。

PR72S

- I OTO-Melara 76mm 砲
- II OTO-Melara 76mm
又は Breda 40mm 迎撃
- III Oerlikon, 20mm
- IV Exocet ミサイル
- V Triton サーチレーダー
- VI Polluxトランキンングレーダー
- VII CSEE光学方位盤

- 1) 艦橋/2) C I C室/3) 電信室/4) 無線電信機器室/5) 暗号室/6) 7) 空砲室/8) Exocet 動力室/9) 兵員食堂/10) 下士官食堂/11) 調理所/12) 士官室/13) 艇長室/14) 艇長浴室及廁所/15) 兵員便所/16) 下士官便所/17) 士官寝室(2人)/18) 士官浴室及便所/19) 士官寝室(2人)/20) 料食庫/21) 応急指揮所/22) 処務室/23) 能線室/24) 兵員室(15人)/25) 兵員浴室及便所/26) 弾薬庫/27) 病室/28) 空砲室/29) 後部機関室/30) 機関指揮所/31) 前部機関室/32) 機器室/33)34) 下士官室(6)/35) 下士官浴室及便所/36) 空砲室/37) 38) 兵員室(6)/39) 兵員浴室及便所/40) 弾薬庫/41) 倉庫/42) 洗濯室/43) フォアピーク



1974年春、Reshef と Keshet の2隻が、地中海側の基地 Haifa からアフリカをぐるっと回ってシナイ半島南端にある基地 Sharm-es-Sheikh まで12,500海里を28日間で回航した。

これはソ連がヘリ空母 Leningrad を含む海軍力を紅海方面に配置したこと、アラブ側が紅海の入口の Bab-el-Mandeb 海峡を封鎖しようとしたことに對抗して、紅海に有効な海軍力を持つための行動で、この艇の基本計画時からすでに考慮されていたものようである。

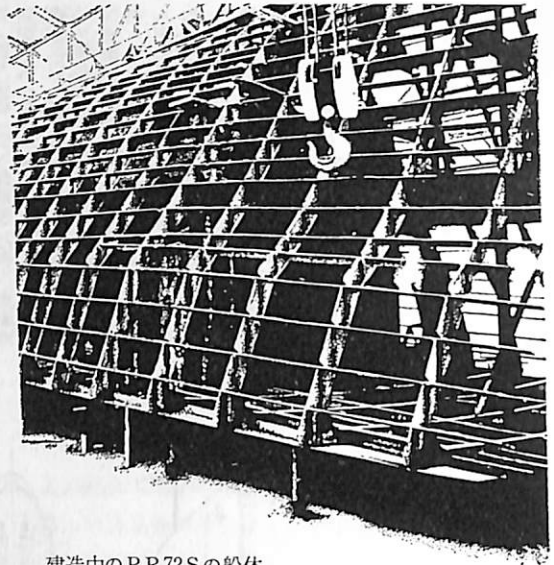
12,500海里を満28日連続で走破したとしても、平均速度は18.6ノットになる。Reshef の航続力は20ノットでは4,600海里といわれ、燃料満載量は約160トンと考えられる。12,500海里を走るには、常備排水量で計算してもさらに280トンの燃料を必要とすることとなり、常識的には少くとも2回の燃料補給がなされたと考えてよい。仮に途中、燃料補給のため2日碇泊したとしても、それをはさんで3区間合計正味26日間を平均20ノットでアフリカ大陸を一周したというのだからたいへんな機動力である。これは艇の航続力が大きいだけで可能な行動ではない。早春の地中海から赤道を越えて、一度初秋の南緯35度まで下り、再び北上して炎熱の紅海に入る、風の日も雨の夜も走り続ける28日間の航海はよほど良好な居住性と、完備した航海計器と、気力充実した乗員によらなければならないことではない。

高速航続力30ノット2,500海里ということ、地中海の基地 Haifa からシシリー島まで、紅海の基地 Agaba 湾から紅海の入口 Aden までを30ノットで往復できることである。イスラエル海軍にとっては十分な機動力と言うべきであろう。

これを日本で言えば、横須賀から八重山列島まで、佐世保から北海道北端までを30ノットで往復できるのである。しかも敵艦に対する打撃力は戦艦の主砲と同等の射距離を持つ。これはもう単なる局地防衛力ではなく、日本国中どこに直接侵攻があっても対応できる機動力を備えた沿岸防衛部隊である。

もしこの艇を国産の24WZディーゼル4軸を使い、船体をアルミ合金製としたとき、満載排水量は約380トン、常備排水量約325トンとなり、特別全力約34ノット、連続定格約30ノット、航続力は30ノット2,600海里、20ノット4,700海里程度になるであろう。

今イスラエルでは Super Reshef の設計が進められている。そのトップスピードは40ノットに、ミサ



建造中のPR72Sの船体

イルおよび火力は20~30%増大し、さらに省力化のための新装備が研究されているという。もちろん500トンを超さないというイスラエル海軍の方針の例外ではない。

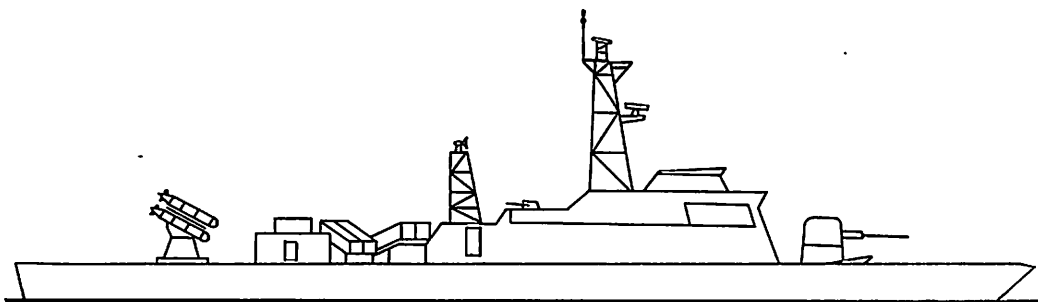
大型ミサイル艇 PR72S

1974年のフランス海洋展に Zaar クラスを建造したノルマンジー造船所をはじめ数社から大型ミサイル艇の模型や図面が展示されたが、このほどその内の一つ Societe Francaise De Constructions Navales から同社の展示した536トン型ミサイル艇PR72Sの資料の送付を受けた。

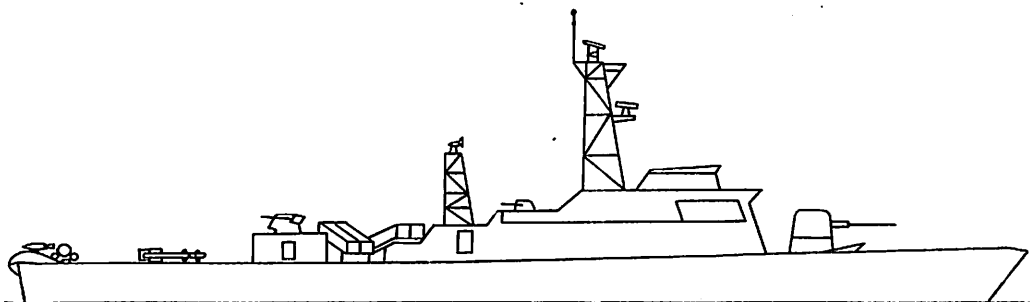
今日では200トン魚雷艇は、もう常識となつてしまい、58.1m、415トンの Reshef 級、57.4m、440トンの西独143型などが続々と就役している。これらの型がそれぞれ軽量化のためにより高級な技術を駆使しているのに対し、PR72S型は世界どこへ行っても、特殊な設備なしで修理のできる簡単な構造、というねらいで設計されている。そのため全長も長くし、排水量も大きくなったし、馬力も増している。機関も他に比べるとかなり重いものを使っている。船型や性能はたしかに高速艇型であるが、船殻や特に主機関は必ずしも高速艇型ではなく、むしろ駆潜艇クラスに近いものようである。

資料によると、その要目は次の通りである。

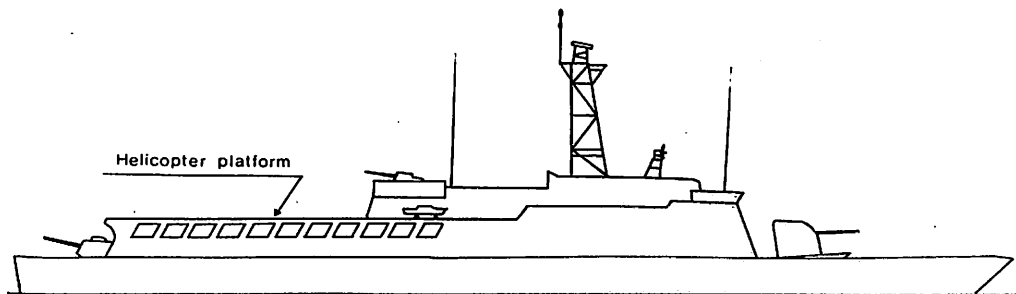
全長	63.2m
最大幅	9.0m
吃水(船体)	2.4m
排水量	536t



対空護衛艇, 4—SSM, 1—Crotale, 8連ランチャー, 1—76mm砲, 2—20mm砲, 1—Vega 射撃指揮装置, 1—光学方位盤



駆潜艇, 4—SSM, 2—3連発射管, 2—爆雷投下器, 1—76mm砲, 2—20mm砲, 1—Vega 射撃指揮装置, 1—光学方位盤, 1—VDSソーナー, 1—魚雷発射指揮装置



訓練または指揮艇, 1—40mm連装砲, 1—20mm砲, 1—57mm砲 (前部), 1—Vega 射撃指揮装置, 1—光学方位盤

サーチレーダー高	17.0m
速力 30分レーティング(120%)	36.5kt (40)
6時間レーティング (110%)	35kt
連続最大 (100%)	33.5kt (36.5)
航続力 14kt 30 t 増加燃料	3,700 n. m.
16kt	2,000 n. m.
30kt	700 n. m.

糧食 12日分

乗員	艇長	1
	士官	4
	下士官	12
	兵員	27

機関 S. A. C. M. V16-240ディーゼル
5,000馬力×4

開発中の Hyperbar 型は6,000馬力で、そのときの連続最大速力36.5kt, 30分レーティング 40kt

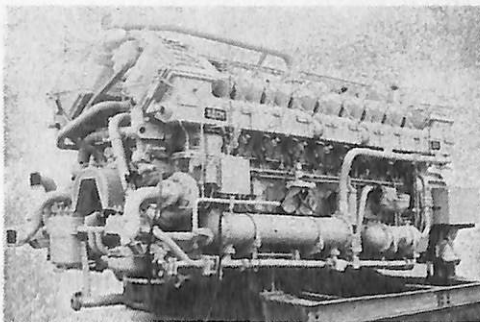
電気 140KW 400Vディーゼル発電機×3

武装 (スタンダード)

OTO-Melara	75mm単装	2門
Oerlikon	20mm単装	2門
Exocet	SSM	4
魚雷 (ワイヤ・ガイダンス)		2

この艇の各部重量配分を推定すると次の通り

船殻	63.2×(9+4)×2.3	189
艦装		26
固定斉備		9
機関		130
電気		25
砲	76mm×2	23
	弾 1,000	15
	指揮装置	5
	20mm×2 (弾共)	4
ミサイル		10
魚雷		3



AGO V16ESHR型ディーゼル

航海・通信等	7	
一般斉備	21	
燃料等	$.165 \times 15,300 \times \frac{700}{30} \times 1.05$	62
その他	7	
満載排水量	536	

主機関および機関艙装を高速艇型にすれば、同じ排水量で燃料をほぼ2倍持つことができ、したがって例えば30ノットの航続力も1,400海里に伸びる可能性がある。ただし高速艇ディーゼルに連続定格5,000馬力といった大きなユニットは無いので、例えば連続定格3,750馬力のMTUディーゼルを使用すれば30ノットがほぼ連続定格となり、ピーク出力で33ノット程度となるであろう。

本艇の設計思想を航続力の面から見ると、在来艇に比べて広範囲なテリトリーを守る局地防衛力であって、遠く離れた基地を移動する能力を備えることを目標としているようである。テリトリーを16ノット程度で哨戒し、敵があれば最大一昼夜の高速戦闘航海が可能である。また30トンの増加燃料を積み、世界中どこへでも自力航海できる。例えばジブラルタルからニューヨークまでは3,270海里、横浜からハワイまで3,390海里であるから、いずれも14ノット3,700海里の範囲内にある。また大西洋横断もセント・ビンセント経由西印度諸島、太平洋はミッドウェー経由とすれば、いずれも最長2,000海里程度の航海となり、増加燃料なしでも移動可能である。

本艇のスタンダードの武装はSSMにより戦艦なみの射程距離から敵艦を撃破し、撃破した敵に近づいてワイヤ・ガイダンス魚雷で処分することを主目的とし、火器は主として防御用に持つものである。

兵装を変えた変形に対空護衛艇として8,500mの射程を有するCrotale SAM 8連ランチャーを有するもの、対潜用としてVDSソーナーと、対潜魚雷3連発射管2基を有するもの、さらに訓練艇ないし指揮艇としてヘリコプターデッキを有するものが計画されている(前頁図参照)。

ディーゼルエンジン <10>

齋藤善三郎

三菱重工業相模原製作所設計部主査

4.16 JISによるエンジン用語について：

今までに第4章は、この16節になるまで、「ディーゼルエンジンの性能基礎と用語」の題名で説明し、一応ここに第4章は完了、ひきつづいて次章に移るわけであるが、今までの中から主な用語をとりまとめ2回にわたって紹介する。

とりまとめについてはJISにより、その中から、今まで説明した主な用語を選択し、使用の便を図った。(図4.16)

わが国では、鉱工業品については工業標準化法によって、日本工業規格(略称JIS)が制定されている。

JISは、標準化が国全体で行なわれる制定された国家規格であり、国家標準である。国際標準とも相通ずるよう考慮されている。標準化の趣旨を活用し、意志疏通を図る上に効用大であるので、エンジンの分野でも大幅に採用されているので、本第4章

の復習もかねて集めてみたものである。

今後の次章以後のエンジンの性能、構造、艤装等の説明において、必要の都度に辞書代りに、このJISを活用されたい。さらに詳しく知りたい時は、本連載講座の該当部分をひもどかれれば、JISと合わせて理解を深めることが可能と思う。「本文の章」を附記し便宜を図った。

輸出の時の使用書には、参考の英・独語をそのまま使用すれば、これまた、万国共通である。大いにJISになじんでいただく意味もあって、掲載した次第である。

この便利なJISのNoは、B0108である。

「ディーゼルエンジンの性能基礎と用語」を読みご了解いただいたと思うので、次章よりはこれらの用語や今まで説明したベースの上に出て、皆さん待望のエンジンの本論に入ってゆくこととしたい。

JISによるエンジン用語例

4.16.1 JIS(日本工業規格)：

往復動内燃機関用語(一般) B0108—1968(1971確認)によったものである。

4.16.2 番号・用語・読み方・意味 番号、用語、読み方および意味は、つぎのとおりとする。

備考 1. 用語にかっここの付いている場合は、かっこ内を省略することもあることを示す。

2. 対応独語のあとの(m), (n), (f)は、男性、中性、女性名詞の別を表わす。

3. 参考欄の英・独用語の太いハイフン(-)は元来必要な場合を示し、細いハイフン(-)は印刷上、次行へ送った場合を示す。

4.16.3 機関種類関係：

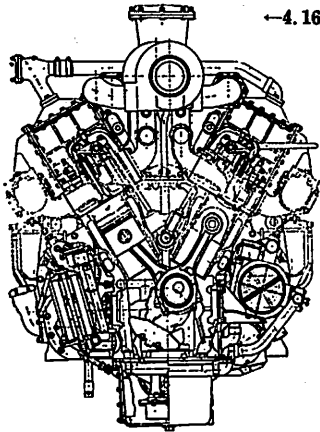
番号	用語	読み方	意味	参 考		本文の章
				これまで一部で使われていた用語または慣用語	英・独用語	
1001	内燃機関	ないねんきかん	燃料の燃焼が機関の燃焼室内で直接行なわれる機関。	発動機、エンジン	internal-combustion engine, Verbrennungsmoter (m)	2

番号	用語	読み方	意味	参 考		本文の章
				これまで一部で使われていた用語または慣用語	英・独用語	
1002	定容サイクル機関	ていようさいくさいくるきかかん	一定の容積で受熱と放熱が行なわれるサイクル(定容サイクル)に従って作動する内燃機関。	定積サイクル機関, オットーサイクル機関	constant-volume-cycle engine, Otto-cycle engine, Motor mit Gleichraumprozess	4.4.1
1003	定圧サイクル機関	ていあつさいくさいくるきかかん	一定圧力のもとで受熱が行なわれ, 一定の容積のもとで放熱が行なわれるサイクル(定圧サイクル)に従って作動する内燃機関。	ディーゼルサイクル機関	constant-pressure-cycle engine, Diesel-cycle engine, Motor mit Gleichdruckkreisprozess	4.4.2
1004	複合サイクル機関	ふくごうさいくさいくるきかかん	定容および定圧サイクル(1002, 1003参照)の複合したサイクル(複合サイクル)に従って作動する内燃機関。	サバテサイクル機関	combined-cycle engine, dual-cycle engine, mixed-cycle engine, Sabathe-cycle engine, Motor mit gemischtem Vergleichskreisprozess	4.4.3
1005	4サイクル機関	よんさいくさいくるきかかん	クランク軸の2回転の間に, つぎの4行程を行ない, これを1サイクルとする内燃機関。 (1) 吸気行程 (2) 圧縮行程 (3) 膨脹行程 (4) 排気行程	4行程機関	four-stroke-cycle engine, four-stroke engine, four-cycle engine, Viertaktmotor (m)	3.5.2
1006	2サイクル機関	にさいくさいくるきかかん	クランク軸の1回転の間に, つぎの行程を行ない, これを1サイクルとする内燃機関。 (1) 掃気と圧縮を行なう行程 (2) 膨脹と排気を行なう行程	2行程機関	two-stroke-cycle engine, two-stroke engine, two-cycle engine, Zweitaktmotor (m)	3.5.3
1013	ガソリン機関	がそりんきかかん	燃料としてガソリンを用いる火花点火機関。		gasoline engine, petrol engine, Ottomotor (m) Benzinmotor (m)	2
1028	圧縮点火機関	あつしゅくてんかきかかん	空気の圧縮熱により燃料がみずから着火する内燃機関。		compression-ignition engine, Selbstzündmotor (m) Dieselmotor (m)	2
1029	ディーゼル機関	でいーぜるきかかん	圧縮点火機関に同じ(発明者の名にちなむ)。		Diesel engine, Dieselmotor (m)	2
1036	無過給機関	むかきゅうきかかん	大気からそのまま吸気が行なわれる内燃機関。		non-supercharged engine, normally aspirated engine,	3.4.5

番号	用語	読み方	意味	参 考		本文 の章
				これまで一部 で使われていた 用語または 慣用語	英・独用語	
					unaufgeladener Motor (m), selbstansaugender Motor (m)	
1037	過給機関	かきゆうき かん	過給により大気圧をこえる 圧力をもつ給気が供給され る内燃機関。		supercharged engine, aufgeladener Motor (m)	3.4.5
1038	空冷機関	くうれいき かん	空気でシリンダおよびシリ ンダヘッドが冷却される内 燃機関。		air-cooled engine, luftgekühlter Motor (m)	3.4.3
1042	水冷機関	すいれいき かん	水でシリンダおよびシリ ンダヘッドが冷却される内 燃機関。		water-cooled engine, wassergekühlter Motor (m)	3.4.3
1015	燈油機関	とうゆきか ん	主燃料として燈油を用いる 火花点火機関。			2
1034	焼玉機関	やきだまき かん	燃料の点火が空気の圧縮だ けで行なわれず、焼玉の助 けによる燃料噴射機関。	セミディ ーゼル機 関	hot-bulb engine, Glühkopfmotor (m)	2

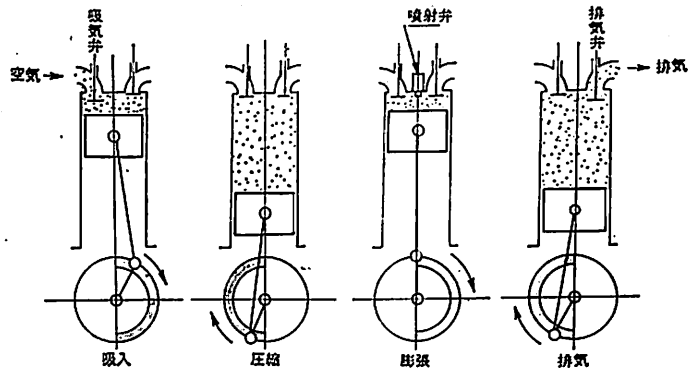
4.16.4 機関の配列関係：

1047	単シリンダ機 関	たんしりん だきかん	シリンダが1個の機関。		single-cylinder engine, Einzyliindermotor (m)	3.4.2
1048	多シリンダ機 関	たしりん だきかん	シリンダが2個以上の機 関。		multi-cylinder engine, Mehrzylindermotor (m)	3.4.2
1050	横形機関	よこがたき かん	シリンダ中心線がおおむね 水平な機関。		horizontal engine, liegender Motor (m)	3.4.2
1052	直列形機関	ちよくれつ がたきかん	シリンダを1列に配置し、 1本のクランク軸を回転さ せるようにした多シリンダ 機関。		straight-type engine, in-line engine, Reihenmotor (m)	3.4.2
1053	V形機関	ぶいがたき かん	1本のクランク軸に対し て、シリンダをV字形に配 置した機関。		V-engine, V-type engine, V-Motor (m), V-förmig Motor (m), V-Reihenmotor (m)	3.4.2
1054	W形機関	だぶりゅう がたきかん	1本のクランク軸に対し て、シリンダをW字形に配 置した機関。		W-engine, W-type engine, W-Motor (m), W-förmig Motor (m)	3.4.2



←4.16.4/V型エンジンの断面図

4.16.7/4サイクルエンジンの作動順序↓



4.16.5 行程関係:

番号	用語	読み方	意味	参		英・独用語	本文の章
				記号	単位		
2002	シリンダ数	しりんだすう	シリンダの数。	N		number of cylinders, Zylinderzahl (f)	3.4.1
2003	シリンダ内径	しりんだないけい	シリンダの内径。	D	mm	筒径 cylinder bore, Zylinderbohrung (f)	3.2
2005	上死点	じょうしてん	圧縮行程の終り方向の死点。			外死点 (横形機関の場合) top dead point, top dead center, oberer Totpunkt (m), äusserer Totpunkt (m)	3.3
2006	下死点	かしてん	上死点の反対方向の死点。			内死点 (横形機関の場合) bottom dead point, bottom dead center, unterer Totpunkt (m), innerer Totpunkt (m)	3.3
2007	行程	こうてい	ピストンが上死点から下死点まで移動することおよびその距離。	S	mm	衝程 stroke, travel, Kolbenhub (m)	3.3
2008	吸気行程	きゅうきこうてい	4サイクル機関において吸気を行なう行程。			吸入行程, 吸込行程 intake stroke, suction stroke, Saughub (m) (des Kolbens)	3.5.2
2009	圧縮行程	あっしゅくこうてい	4サイクル機関において動作ガスを圧縮する行程。			compression stroke, Verdichtungshub (m)	3.5.2
2010	膨張行程	ぼうちゅうこうてい	4サイクル機関において動作ガスが膨張する行程。			爆発行程 expansion stroke, explosion stroke, Verbrennungshub (m), Ausdehnungshub (m), Arbeitstakt (m)	3.5.2
2011	排気行程	はいきこうてい	4サイクル機関において動作ガスを排出する行程。			排出行程 exhaust stroke, Auspuffhub (m)	3.5.2

4.16.6 サイクル関係：

番号	用語	読み方	意味	参 考			本文 の章	
				記号	単位	これまで一部 で使われていた用語または 慣用語		
2012	サイクル		吹気、圧縮、膨張、排気などの一連の過程のくり返し。				cycle, Arbeitsspiel (n)	3.5.2
2013	4 サイクル	よんさいくる	1 サイクルが4行程からなるサイクル。				four (stroke) cycle, four stroke, Viertaktverfahren (n)	3.5.2
2014	2 サイクル	にさいくる	1 サイクルが2行程からなるサイクル。				two (stroke) cycle, two stroke, Zweitaktverfahren (n)	3.5.3

4.16.7 ピストン関係：

2016	平均ピストン速度	へいきん びすとん そくど	$v_{pm} = \frac{Sn}{30 \times 1000}$ ここに S：行程 (mm) n：機関の毎分 回転速度 (rpm)	v_{pm}	m/s		mean piston speed, mittlere Kolben- geschwindigkeit (f)	4.14
2017	ピストン速度	びすとん そくど	ピストンの任意の位置における速度。	v_p	m/s		piston speed, Kolbengeschwindigkeit	4.14
2019	ピストン面積	びすとん めんせき	シリンダの断面積。	A	cm ²		piston area, Kolbenfläche (f)	4.7.2.4

4.16.8 行程容積関係：

2020	行程容積	こうてい ようせき	ピストン面積×行程	V_h	l cm ³ ml	排気量, シリンダ 容積	stroke volume, swept volume, cylinder volume, cylinder capacity, piston displacement, Zylinderinhalt (m), Hubvolumen (n), Hubraum (m)	3.3
2021	総行程容積	そうこう ていよう せき	行程容積×シリンダ数	V	l cm ³ ml	排気量, 総排気量	total stroke volume, Gesamthubvolumen(n), Gesamthubraum (m)	3.3
2022	すきま容積	すきま ようせき	ピストンが上死点にあるときの燃焼室の容積。	V_c	l cm ³ ml	圧縮容積, 筒隙容積, 間隙容積	clearance volume, compression volume, compression space, Verdichtungsraum (m)	3.3
2023	燃焼室容積	ねんしょう しつよう せき	ピストンが任意の位置にあるときの燃焼室の容積。		l cm ³ ml		volume of combustion chamber, Verbrennungsraum (m)	3.3

番号	用語	読み方	意味	参 考			本文 の章	
				記号	単位	これまで一部 で使われていた用語または 慣用語		
2024	上死点すき ま	じょうし てんすき ま	ピストンが上死点にあると きの燃焼室天井との最小す きま。		mm		top clearance	3.3
2025	圧縮比	あつしゆ くひ	$\epsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}$ ここに V_h : 行程容積 V_c : すきま容積		ϵ		compression ratio, Verdichtungsverhältnis (n), Verdichtungsgrad (m), Kompressionsver- hältnis (n)	3.3

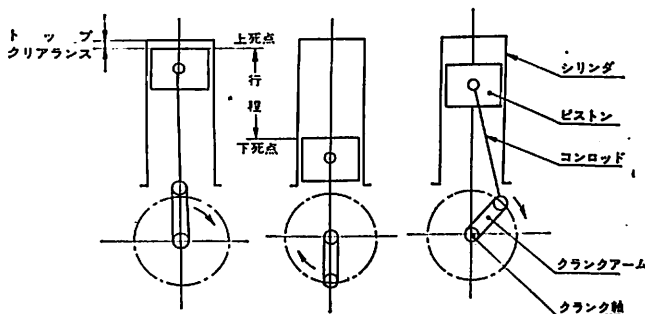
4.16.9 吸入空気量関係:

2091	混合気	こんごう き	空気と燃料を混合したガ ス。				fuel-air mixture, air-fuel mixture, Kraftstoff-Luft Gemisch (n)	4.13
2092	混合比	こんごう ひ	混合気における空気と燃料 との重量比。	M			mixture ratio, mixture strength, Gemischverhältnis (n)	4.13
2093	理論混合比	りろんこ んごうひ	供給した燃料を完全燃焼さ せるために理論上必要な空 気とその燃料との重量比。	M_{th}			theoretical mixture ratio, stoichiometric mixture ratio, chemically correct mixture ratio, theoretisches Gemisch- verhältnis (n)	4.13
2094	空気過剰率	くうきか じょうり つ	実際の混合比を理論混合比 で割った値。	λ		空気過剰 係数, 空気比	excess air factor, excess air ratio, Luftüberschusszahl (f)	4.13
2071	体積効率	たいせき こうりつ	吸入新気の体積を行程容積 で割った値。ただし、体積 は、無過給機関においては 外気の圧力および温度、過 給機関においては機関本体 の吸気系統入口の圧力およ び温度におけるものを使用 する。	η_v		容積効率	volumetric efficiency, volumetrischer Wirkungsgrad (m), Liefergrad (m)	4.11.1
2072	充てん効率	じゅうて んこうり つ	大気標準状態に換算した 吸入新気の体積を行程容積 で割った値。	η_d			charging efficiency, Füllungsgrad (m)	4.11.2
3039	空気消費量	くうきし ょうひり ょう	単位時間に供給または吸入 された空気の量。	W_c	kg/h m ³ /h		air consumption, Ladungsluftdurchsatz (m), Luftverbrauch (m)	4.12.2

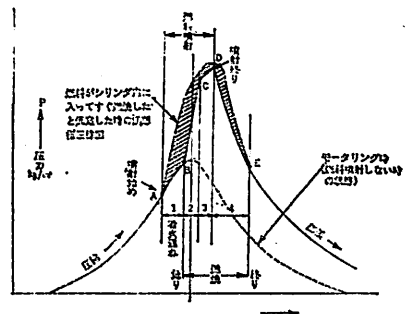
4. 16. 10 燃焼過程関係 :

番号	用語	読み方	意味	考			本文の章
				量記号	単位	これまで一部で使われていた用語または慣用語	
3041	噴射時期	ふんしゃじき	燃料噴射機関における噴射始め時期および噴射終り時期の総称で、普通、上死点からのクランク角度で表わす。			(fuel) injection timing, Einspritzzeitpunkt (m)	4. 3. 1
3042	噴射始め(時期)	ふんしゃはじめ(じき)	燃料噴射機関において燃料の噴射が始まる時期で、普通、上死点からのクランク角度で表わす。			(fuel) injection beginning, Spritzbeginn (m)	4. 3. 1
3043	噴射終り(時期)	ふんしゃおわり(じき)	燃料噴射機関において燃料の噴射が終わる時期で、普通、上死点からのクランク角度で表わす。			(fuel) injection end, Spritzende (n)	4. 3. 1
3044	噴射期間	ふんしゃきかん	燃料噴射機関において燃料の噴射が始まってから終わるまでの期間で、普通、クランク角度で表わす。			(fuel) injection period, Spritzdauer (f)	4. 3. 1
3052	着火遅れ	ちゃっかおくれ	混合気が、ある温度および圧力のもとにおかれてから自己点火するまでの時間をいい、圧縮点火機関においては、燃料の噴射始めから、実際にシリンダ内の燃料が燃焼して圧力が上昇し始めるまでの期間で、普通、クランク角度で表わす。		点火遅れ	ignition lag, ignition delay, Zündverzug (m)	4.3.1.1
2103	あと燃え	あともえ	正常な燃焼期間が過ぎても、なお燃焼が続く現象。			after burning. Nachbrennen (n)	4.3.1.4

4. 16. 8/ディーゼルエンジンの機構



4. 16. 10/エンジンの燃焼過程モデル図



(次号へつづく)

“海上交通管制”の補正

前号の“海上交通管制”の表3国際VHFのチャネル・プランは、新たにジュネーブのITUWARC（世界無線通信主管庁会議）において改正されたのでここに補正いたします。

表3-1(a)は、表3-2(b)のチャネルを設立するときの推薦順位を示すものであり、したがって、この順位にしたがって実際の使用チャネルが決められる。（飯島幸人・記）

表3-1(a) 通信路の通常の順位

順位	船舶 相互間	港務通信		Ship Movement		公衆 通信
		単信	複信	単信	複信	
1	06	12	20	11	79	26
2	08	14	22	68	80	27
3	10	11	18	12	61	25
4	13	13	19	69	64	24
5	09	09	21	13	65	23
6	70	68	05	71	62	28
7	72	71	07	14	66	04
8	73	74	02	74	63	01
9	69	10	03	67	60	03
10	67	67	01	10	81	02
11	77	69	04	73	82	07
12	15	73	78	09	84	05

以下の順位は省略

表3-2(b)

通信路 の 番号	注	送信周波数 (MHz)		船舶 相互間	港務通信		船舶移動通信		公衆通信
		船舶局	海岸局		1周波数	2周波数	1周波数	2周波数	
60	g)	156.025	160.625			17		9	25
01	f)	156.050	160.650			10		15	8
61		156.075	160.675			23		3	19
02		156.100	160.700			8		17	10
62		156.125	160.725			20		6	22
03	f)	156.150	160.750			9		16	9
63	f)	156.175	160.775			18		8	24
04		156.200	160.800			11		14	7
64		156.225	160.825			22		4	20
05		156.250	160.850			6		19	12
65		156.275	160.875			21		5	21
06	e)	156.300		1					
66		156.325	160.925			19		7	23
07		156.350	160.950			7		18	11
67	k)	156.375	156.375	10	10			9	
08		156.400		2					
68	m)	156.425	156.425			6		2	
09	l)	156.450	156.450	5	5			12	
69	m)	156.475	156.475	9	11			4	
10	k)	156.500	156.500	3	9			10	

通信路 の 番号	注	送信周波数 (MHz)		船 舶 相互間	港 務 通 信		船舶移動通信		公衆通信
		船 舶 局	海 岸 局		1 周波数	2 周波数	1 周波数	2 周波数	
70	l)	156.525		6					
11	m)	156.550	156.550		3		i		
71	m)	156.575	156.575		7		6		
12	m)	156.600	156.600		1		3		
72	l)	156.625		7					
13	m)	156.650	156.650	4	4		5		
73	k)	156.675	156.675	8	12		11		
14	m)	156.700	156.700		2		7		
74	m)	156.725	156.725		8		8		
15	d) i)	156.750	156.750	12	14				
75	j)		Guard-band 156.7625—156.7875 MHz						
16		156.800	156.800	DISTRESS SAFETY AND CALLING					
76	j)		Guard-band 156.8125—156.8375 MHz						
17	d) i)	156.850	156.850	13	13				
77		156.875		11					
18	b4)	156.900	161.500			3		22	
78		156.925	161.525			12		13	27
19	b4)	156.950	161.550			4		21	
79	b4)m)	156.975	161.575			14		1	
20	b4)	157.000	161.600			1		23	
80	b4)m)	157.025	161.625			16		2	
21	b4)f)	157.050	156.050 or 161.650			5		20	
81		157.075	161.675			15		10	28
22	b4)	157.100	161.700			2		24	
82		157.125	161.725			13		11	26
23	f)	157.150	156.150 or 161.750						5
83	f)	157.175	156.175 or 161.775						16
24		157.200	161.800						4
84		157.225	161.825			24		12	13
25		157.250	161.850						3
85		157.275	161.875						17
26		157.300	161.900						1
86	n)	157.325	161.925						15
27		157.350	161.950						2
87		157.375	161.975						14
28		157.400	162.000						6
88	g)	157.425	162.025						18

(表に関する注は省略)

竣工船一覽

The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① GOLDEN WISTARIA	② BRIGHT MELBOURNE	③ REGENT RANGER
所有者 Owners	The United Lines Ltd.	Jade Shipping S.A.	Regent Orchid Shipping, Inc.
造船所 Ship builder	瀬戸内造船	高知県造船	波止浜造船
船級 Class	NK	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/6・75/8	75/8・75/9	75/8・75/10
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨物船・遠洋	貨物船・遠洋	貨物船・遠洋
G/T・N/T	5,052.78/3,262.88	6,033.99/4,193.05	6,051.48/4,118.04
LOA(全長:m)	118.00	127.97	127.97
LBP(垂線間長:m)	110.00	119.0	119.00
B(型幅:m)	18.00	18.3	18.30
D(型深:m)	9.10	9.9	9.90
d(満載吃水:m)	7.234	7.756	7.762
満載排水量 Full load Displacement	10,968.92	13,148.00	13,164
軽貨排水量(約) light Weight	2,539.81	2,970.41	3,137
載貨重量 L/T Dead Weight	—	—	9,869
K/T	8,429.11	10,177.59	10,027
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	10,233.84/10,942.12	12,894.40/13,332.92	12,449.77/13,035.95
主機型式/製造所 Main Engine	日立B&W6K42EF型	神発6UET52/90D	赤阪6UEC52/105D型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	4,100/227	6,000/198	6,200/175
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	3,720/220	5,100/187.5	5,270/165
燃料消費量 Fuel Consumption	15.93	22.7t/d	23t/d
航続距離(海里) Cruising Range	13,627	12,000	11,000
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	15.706	17.197	17.234
航海速度 Service Speed	12.7	13.3	13.5
ボイラー(主/補) Boiler	サンロット型700kg/h×1	コ克蘭コンボジット	／コンボジット型800kg/n (80%出力)×1台
発電機(出力×台数) Generator	AC445V×250KVA×2	300KVA×2	300KVA×445V×720RPM×2
貨油倉容積(m ³)COT	744.35	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	415.38	760.21	741.53(兼用タンク含む)
燃料油倉容積(m ³)FOT	—	A 177.78 C 1,073.18	1,106.98
特殊設備・特徴他	—	—	—

④ CAMELLIA
VENTURE

Lilyfield Co., Ltd.

福岡造船

BV

75 / 8 · 75 / 9

貨物船 · 遠洋

7,027.92 / 4,653.98

127.80

119.00

20.50

10.30

8.050

15,158.00

3,400

11,533.59

11,718.67

13,911.75 / 14,721.84

神発6UEC52/105D型

6,200 / 175RPM

5,270 / 166RPM

21t/d

13,500

16.850

13.2

／コクラン型0.6t/h×1
250KW×AC60Hz×
450V×720RPM×2

—

585.89m³

1,613.57m³

—

①



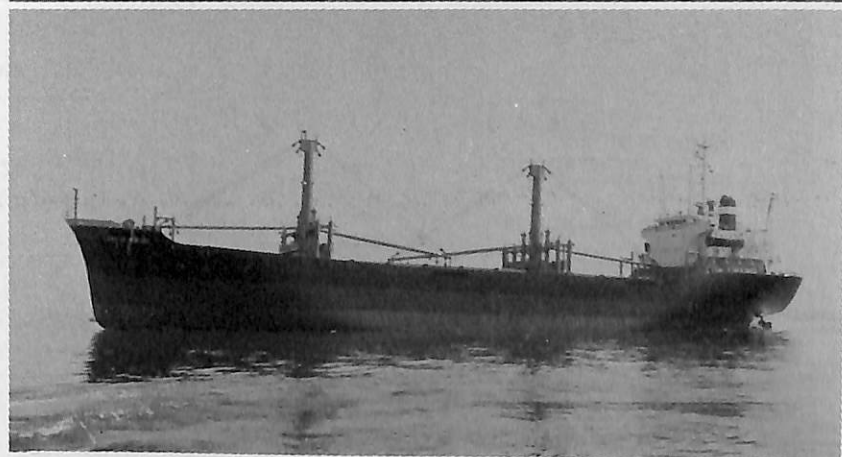
②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ EVER SUMMIT	⑥ PACBARON	⑦ MARKA L
所有者 Owners	Eversummit Line S.A.,	Southern Seas Shipping Co.	Elservicio, Inc.
造船所 Ship builder	林兼造船長崎造船所	名村造船所	函館ドック室蘭製作所
船級 Class	NK	AB	AB
進水・竣工 Launching・Delivery	75/7・75/10	75/7・75/10	75/7・75/9
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	コンテナ船・遠洋	ばら積貨物船・遠洋	ばら積貨物船・遠洋
G/T・N/T	10,165.46/5,989.20	14,412.85/9,480	14,784.69/9,637
LOA(全長:m)	160.80	171.43	182.00
LBP(垂線間長:m)	150.00	162.00	167.80
B(型幅:m)	24.00	25.00	22.86
D(型深:m)	13.30	13.80	14.71
d(満載吃水:m)	9.821	9.916	10.68
満載排水量 Full load Displacement	21,054.44	33,588	33,246
軽貨排水量(約) light Weight	6,246.64	6,908	6,261
載貨重量 L/T Dead Weight	14,573.91	26,260	26,985
K/T	14,807.80	26,680	27,417
貨物倉容積 Capacity (ペール/グリーン: m ³)	—	32,089/32,866	32,416/32,722
主機型式/製造所 Main Engine	三井B&W8K67GF型	三菱スルザー7RND68型	IHIスルザー6RND76型×1
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	15,000/145	11,550/150	12,000/122
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	13,600/140	10,400/142	10,800/117.8
燃料消費量 Fuel Consumption	51.2	"C" 38.5t/d "A" 2.0t/d	40.62t/d
航続距離(海里) Cruising Range	33,000	15,100	1,800
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	22.404	17.41	17.735
航海速度 Service Speed	20.00	15.2	15.2
ボイラー(主/補) Boiler	／大阪ボイラー堅型 横煙管式×1	／コクランボイラー	／SPANNER N240-H×1
発電機(出力×台数) Generator	AC445V×508KW×2	AC475KVA、450V×3	AC450V×350KW×3
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	464.62	121.4	133
燃料油倉容積(m ³)FOT	4,083.08	1,664.7	2,664
特殊設備・特徴他	40' コンテナ310個 —	— —	—

⑧ GLOBAL WING

United Car Transport Corp., S.A.

佐野安船渠

B V

75 / 7 · 75 / 10

自動車、ばら積貨物船・遠洋

20,705.13 / —

180.68

170.00

27.60

17.00

12.073

—

—

—

37,607.00

41,166.4 / 40,037.3

住友スルザー7RND76型

14,000 / 122

—

—

15,000

17.91

14.90

1,500kg/h × 7kg/cm² × 1

AC450V × 550KVA × 3

—

—

—

自動車搭載数 ホンダ・

シビック 2,850台

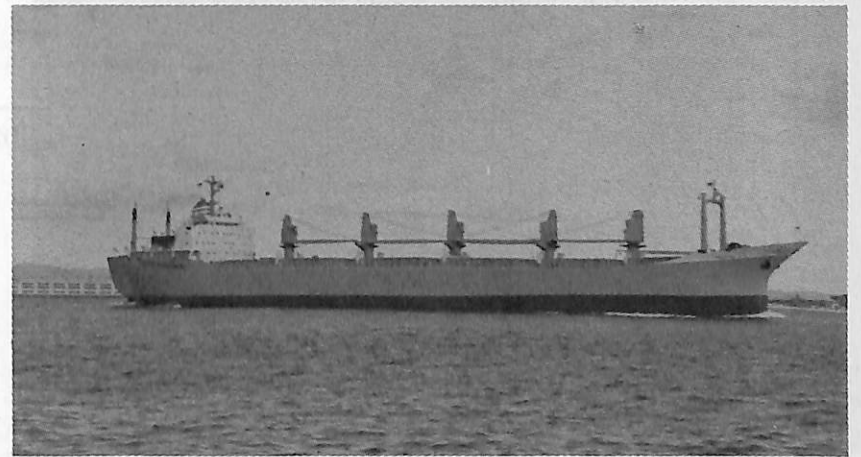
⑤



⑥



⑦



⑧



船名 Name of Ship	⑨ ROMANDIE	⑩ EATON GLORIA	⑪ VESTERØY
所有者 Owners	Arbella S.A.	Angelica Maritime Corp.	O.Ditlev Simdensen Jr.
造船所 Ship builder	大阪造船	今治造船丸亀	三菱重工神戸
船級 Class	A B	L R	N V
進水・竣工 Launching・Delivery	75/7・75/10	75/5・75/9	75/5・75/9
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積貨物船	チップ運搬船・遠洋	ばら積貨物船
G/T・N/T	20,796.80/13,889	33,325.10/25,283.57	36,232.43/24,979.45
LOA(全長:m)	185.50	195.017	224.00
LBP(垂線間長:m)	175.00	185.00	211.00
B(型幅:m)	26.00	30.00	31.80
D(型深:m)	15.50	21.00	18.35
d(満載吃水:m)	11.158	11.00	13.32
満載排水量 Full load Displacement	41,793.00	52,775.00	75,350.00
軽貨排水量(約) light Weight	7,618.00	10,601.00	—
載貨重量 L/T Dead Weight	33,630.00	—	63,395.00
K/T	34,175.00	42,174.00	—
貨物倉容積Capacity (ベール/グリーン:m ³)	41,360/46,140	—/81,504.17	—/81,338.4
主機型式/製造所 Main Engine	三菱スルザー6RND76型	三菱スルザー6RND76型	三菱スルザー7RND76型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	12,000/122	12,000/122	14,000/122
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	10,800/117.8	10,200/115	12,600/118
燃料消費量 Fuel Consumption	39.7	37.5	46.2t/d
航続距離(海里) Cruising Range	20,880	21,500	22,000
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	18.228	16.107	16.43
航海速度 Service Speed	15.00	14.70	14.6
ボイラー(主/補) Boiler	コ克蘭型	/コ克蘭コンポジット型	/コ克蘭型
発電機(出力×台数) Generator	AC450×500KVA×3	625KVA×3	AC450V×400KW×3
貨油倉容積(m ³)CO T	—	—	—
清水倉容積(m ³)FW T	430.4	612.02	581.6
燃料油倉容積(m ³)FO T	2,572.8	2,765.59	3,058.0
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑨



⑫ MERIDIAN

Meridian Forestry
Products Carrier Limited
日本海重工業

NK

75 / 7 · 75 / 10

チップ運搬船・遠洋

37,617.98 / 28,499.86

198.00

188.00

32.20

21.50

11.225

58,170

11,927

45,513

46,243

— / 88,010

三井B&W8K67GF型

15,000 / 145

13,600 / 140

51.64t/d

15,800

16.690

15.0

SUNROD CPDB-15

1,500kg/h×1

交流防滴横型450V×600KW×3

—

761.4

O.O. 334.1

H.O. 2,416.4

960T/H ベルトコンベ

ヤーによる

CHIP揚荷設備

⑩



⑪



⑫



船名 Name of Ship	⑬ BLUE SHARK	⑭ SLIEDRECHT	⑮ OGDEN GENERAL
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	New Neca Shipping Corp S.A. 浅川造船 NK 75/8・75/10 貨物船・遠洋	Shipping Company Sliedrecht N.V. 日本鋼管鶴見 A B 75/6・75/9 ばら積貨物船・遠洋	Ogden Tagus Transport Inc. 三菱重工横浜 NK 75/2・75/9 L P G 運搬船・遠洋
G/T・N/T	3,790.67/2,823.03	38,611.27/31,182.09	37,809.91/25,114.76
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	106.40 97.95 16.30 8.35 6.724	224.000 214.000 32.200 18.700 13.603	227.56 216.60 34.60 21.40 11.931
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 (ペール/グリーン:m ³)	8,457.0 2,092.91 — 6,364.62 7,699/8,403	79,935 12,204 66,661 67,731 —/81,318.2	69,639.00 19,757.00 — 49,882.00 —
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 試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed 航海速力 Service Speed	阪神6LU50A4サイクル 3,800/245 3,230/232 11.66ℓ/d — 15.221 12.7	住友スルザー6RND90型 17,400/122 15,600/118 57.3t/d 16,040 17.38 15.4	三菱スルザー8RND90型 23,200/122 20,880/118 76.7 17,000 19.80 16.80
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	/7.0kg/cm ² ×1 165KVA×2	全自動式油焚き立形水管ボイラー×1 560KW×450V×3	/強圧通風油焚×1 排ガスエコノマイザー×1 450V×750KW×3
貨油倉容積(m ³)COT 清水倉容積(m ³)FWT 燃料油倉容積(m ³)FOT	— 107 559	— 412 2,643(F.O.のみ)	70,155.6 574.00 4,243.00
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑬ TOYU MARU

東亜郵船

波止浜造船

NK

75/6・75/9

油槽船・遠洋

9,574.09/6,576.40

138.43

128.00

21.40

12.00

9.119

19,576.74

3,805.46

15,522.09

15,771.28

—

IHI16PC2V型

8,480/8,350×520/139.8

7,210/7,100×493/132.5

31.7t/d

10,000

14.933

14.1

ノドライ・シリンドリカルボ
イラー 3,950KG/H×1
400KVA×445V×900RPM×3

21,118.47

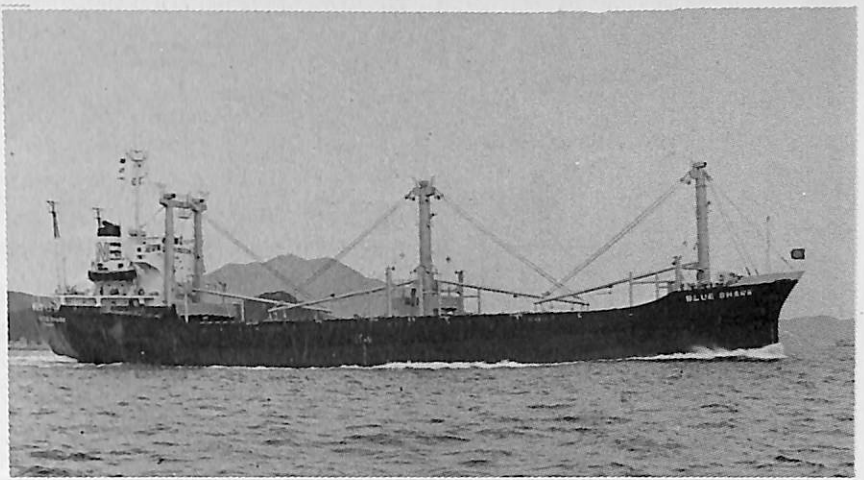
338.47

A) 149.62

C) 974.69

—

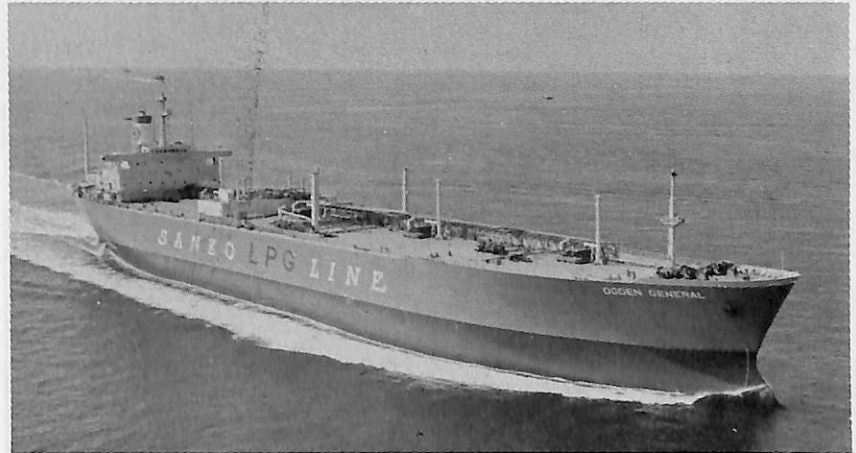
⑬



⑭



⑮



⑯



船名 Name of Ship	⑰ SANTIAGO	⑱ OCEAN AMBASSADOR	⑲ EURO PRIDE
所有者 Owners	Flota Petrolera Ecuatoriana	Maritime Ambassador Transports, Inc.	Euro Shipping Corporation
造船所 Ship builder	金指造船所	林兼造船長崎造船所	佐野安船渠
船級 Class	NK	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/7・75/10	75/7・75/10	75/7・75/10
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	油槽船・遠洋	油槽船・遠洋	油槽船・遠洋
G/T・N/T	19,752.33/12,563.66	39,995.37/30,958.57	44,061.82/—
LOA(全長:m)	182.03	243.50	245.53
LBP(垂線間長:m)	170.00	233.00	234.00
B(型幅:m)	27.00	35.25	38.00
D(型深:m)	17.00	19.00	18.20
d(満載吃水:m)	11.723	14.318	13.70
満載排水量 Full load Displacement	44,491	98,836	—
軽貨排水量(約) light Weight	8,299	15,370	—
載貨重量 L/T Dead Weight	—	82,148	—
K/T	36,192	83,466	87,050.00
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	—	—	—
主機型式/製造所 Main Engine	川崎MANK7SZ70/125型	IHIスルザー7RND90型	住友スルザー7RND90型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	13,300/145	20,300/122	20,300/122
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	11,300/137.5	18,270/117.8	—
燃料消費量 Fuel Consumption	43.7t/d	70.6	—
航続距離(海里) Cruising Range	17,800	15,000	16,000
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	16.15	16.427	16.82
航海速度 Service Speed	14.8	15.70	15.60
ボイラー(主/補) Boiler	／川崎SM-27×1	／IHI AMD-605型×1	／50t/h×24kg/cm ² ×1
発電機(出力×台数) Generator	850PS×AC445V× 580KW×2	AC450V×880KW×2	AC450V×1,100KVA×2
貨油倉容積(m ³)COT	44,923	104,676.2	111,476.7
清水倉容積(m ³)FWT	352	501.8	—
燃料油倉容積(m ³)FOT	A) 222、C) 2,567	3,612.8	—
特殊設備・特徴他	—	—	—

①7



②0 HELLESPONT PRIDE

Tucana Shipping

大島造船所

NK

75 / 5 · 75 / 9

油槽船 · 遠洋

44,989.53 / 35,976.17

241.50

230.00

40.00

18.80

14.183

105,770

16,040

88,313

89,730

—

住友スルザー7RND90型

20,300 / 122

18,270 / 118

“C” 155.9g/6hp/hr

15,000

16.953

15.40

55,000kg/hr

1,300PS × 2

112,633.1

233.0

3,210.9

—

①8



①9



②0



船名 Name of Ship	㉠ CAPELLA	㉡ SIVANA	㉢ ESSO HAWAII
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	International Ship Finance, Inc. 三菱重工広島 LR 75/4・75/9 油槽船・遠洋	Alexandra Shipping Corporation 三井造船玉野造船所 LR 75/7・75/9 油槽船・遠洋	Esso Tankers Inc. 日立造船堺 A B 75/6・75/10 油槽船・遠洋
G/T・N/T	60,315.60/43,484.67	68,630.86/52,588.12	132,998.74/112,665.00
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	259.10 247.00 40.60 22.30 16.82	271.000 260.000 44.000 22.400 17.051	343.00 325.00 53.00 28.30 22.091
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/グレーン:m³)	143,603 19,503 — 124,100 —	162,530 23,563 136,779 138,967 —	319,256.00 — 278,801 — —
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	三菱スルザー9RND90型 26,100/122 23,490/118 86.3 17,600 17.15 15.60	三井B&W-DE8K90GF×1 27,300/114 24,800/110 94.78 24,600 16.87 15.68	日立UA-360型タービン 36,000/82 35,000/81 178.0 29,000 16.045 15.25
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	三菱CE-2型×1 AC450V×750KW×3	三井WTA-40 2胴式 水管ボイラー×2 750KW×2,900KW×1	日立-UMC72/55型×2/ AC450V×2,100KW×2
貨油倉容積(m³)CO T 清水倉容積(m³)FW T 燃料油倉容積(m³)FO 1	147,001.9 398.2 5,007.7	167,905.0 238.3 6,887.4	341,012.1 450.4 15,427.7
特殊設備・特徴他	—	—	—

②1



②2



②3



②4



②4 ALPS MARU

三光汽船

三菱重工長崎

NK

75 / 4 · 75 / 9

油槽船 · 遠洋

136,232.04 / 103,240.41

337.731

322.00

53.60

27.10

21.076

—

—

—

275,718

—

三菱2段減速装置付タービン

38,000 / 85

38,000 / 85

186.00

23,000

16.54

15.9

M.H.I-CE, V2M-8W /
型タービン×2
AC450V×1

333,126.8

878.6

10,823.6

—

NKコーナー

船体検査に関する中手造船所との懇談会

NKは、10月9日、中手造船所の工務部長または検査課長を本部に招き、標記懇談会を開催した。

造船所側から13社15名および日本造船工業会1名、NK側から寺沢技術委員会委員長、秋田常務理事、太田、高橋両技師長および関係部長等が出席した。

議題は、

- (1)新造船の品質管理体制の調査結果
- (2)NKの検査態勢に対する要望
- (3)簡易超音波探傷器について
- (4)最近のNKの動き

であったが、NKの検査態勢に対する造船所側の要望を聞き、今後のNKの検査サービスの向上に反映させることが主な目的であった。

席上、減点法検査およびパトロール検査実施上の問題点、X線検査の判定基準、タンクの水圧試験、各船級協会間の検査方法統一の問題、検査員駐在制度および、検査員の語学力の問題等につき活発な意見、要望があり、これに対しNKから逐一具体的な説明があった。

NKからは特に、造船所の現場とNK本部とのコミュニケーションをよくするため、今回を契機とし、今後定期的に懇談会を開き、相互の理解を深めるとともに、サービス向上に役立てたい旨表明された。

プレストレストコンクリート・バージ規準の制定

近年、LPG、LNG等の低温液化ガスの利用拡大、海洋の積極的開発等に伴い、船舶および海洋構造物にコンクリート材料を使用する傾向が強まり、既に欧米諸国ではバージ、ドリリング・リグに実積をあげている。

わが国においても、貯蔵バージ、プラントバージ等への適用を目的とした試設計、調査研究が盛んに行なわれているようである。また、NV、ABSなどもプレストレストコンクリート(P.C.)製海洋構造物に対する規定を設けている。

このような情勢に対処するため、NKでは、一般貨物および低温液化ガスを積載する船舶を対象とするプレストレストコンクリート・バージ規準を制定した。

この規準は、主に低温液化ガスを積載するバージ

を想定して定めたものであるが、一般貨物も含め甲板または貨物倉内に貨物を積載して運搬に供するバージ、海上基地として海上に長期間係留されるバージ、更に貯蔵バージ、プラントバージまたはこの両方を兼ね備えたバージも適用範囲である。

航行区域としては、沿海またはこれに準じる区域を考え、推進機関を有しないものを対象としている。船殻は原則としてP.C.製としているが、船首尾部各0.2L間を鉄筋コンクリート製とすること、一部を鋼製とすることも認めている。

わが国でP.C.を船舶材料として使用した実績がないこと、および船型、材料、強度設計、工作方法等の技術開発を阻害することのないことを考慮して、細部にわたり規定することは避けている。しかし、建造に当たっては、材料、構造などあらゆる面での実験、模型試験を行なうことを要求しており、十分な資料または詳細にわたる技術開発の結果をみて、必要な改正をしていくことになっている。

ソ連船協会との業務協定改正

NKとソ連船級協会(RS)の間には、従来から船級検査に関する業務交換協定が結ばれているが、このほどRSの提案で、新たに材料および艦装品(船級船に直接関係のないもの)についても業務交換を行なうことになり、同時に従来の協定内容の一部改正も行なわれた。

今回協定の結ばれた事項は次のとおりで、いずれも9月2日から発効した。

- (1)製造中、改造または修繕工事中の航洋船の船級検査
- (2)就航中船舶の船級検査
- (3)材料及び艦装品の製造時の検査

「NKコンピュータ・ニュース」創刊さる

NKは、船舶に関する検査および技術相談の一環として、これまで外部からの依頼に応じ、電算業務のサービスを行なってきたが、今後一層これを充実して行く方針である。

この方針と相まって、NKのプログラムの紹介やコンピュータ処理に関する最近のニュースなどを、造船所その他の関係者に積極的に広報することとなり、このほど「NKコンピュータ・ニュース」を創刊し、その第1号を発行した。今後、必要の都度発行の予定である。

Ship Building & Boat Engineering News

■ I H I の荷役自動化システム “SEAMATE-40”

石川島播磨重工業は、このほどコンピュータによる新しい荷役自動化システム “SEAMATE-40” の1号機を完成、同社横浜第二工場で建造中の海洋海運向け 231,700 重量タンカー “永祥丸” に搭載した。

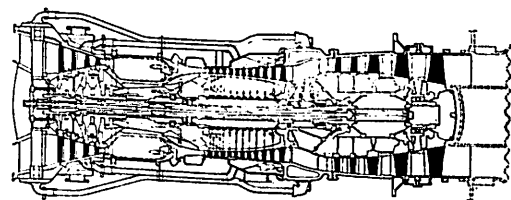
同システムは、同社が先に建造したわが国初の超自動化船 “星光丸” (三光汽船向け、138,539 重量トンタンカー、45年9月竣工) の経験をベースに、東芝の協力を得て開発に着手し、昨49年春開発に成功したものである。

本システムは、コンピュータに東芝の TOSBAC-40C を使用し、タンカーの荷役時に必要ないさゝいの操作を、あらかじめコンピュータに組みこまれたプログラムにもとづき自動的に行なうとともに、航法計算や医療診断にも利用できるもので、荷役の安全性を一段と向上させ得るほか、信頼性のきわめて高く、操作が単純などの特長をもっている。

また、船上で疑似人力によって荷役を再現させてシミュレートすることもでき、乗組員の荷役訓練や、本装置のオペレーション習熟用として使用できるよう配慮されている、さらに、通常おこり得るトラブルを考慮したトラブルシューティングシステムを最初から組みこみ、専門家でなくともトラブル処理ができる特長をもっている。

■ I B M 船用 / 航海システム、近海郵船フェリー “さろま” に搭載

コンピュータによる航海システムは、運航の安全をはかるために必要な情報を収集、分析して、航海士に速やかに提供するものであるが、I B M 航海システムは、その第1号機を近海郵船のフェリー “さろま” (GT・9,000, DW・3,878, 主機三菱 MA N9,850HP×2, 内海造船瀬戸田建造) に搭載することとなった。同システムは、I B M システム / 7 を



中心に、磁気ディスク装置、操作卓、ブリッジ・コンソールと呼ばれる特殊な装置と、4つのプログラム・モジュールから構成されている。

■ グレーシャー社、船尾ギヤ・システムで英工業デザイン賞を受く

英国のグレーシャー社は、保守、点検等で乾ドックが使用できない超大型船のプロペラ軸支持軸受けを、船尾から取はずして検査する特殊装置を開発したが、このたび同装置は本年度の英国工業デザイン賞を受けた。

同装置は、船尾枠のボスにボルト止めされたプロペラ軸搬送環と、球状の座環からなっていて、軸受けが引込まれるにつれてこの両環がプロペラ軸を支持するように動く。船の持っている圧縮空気で満たせる2箇のシールが座環内に組み込まれているが、これは引き込み作業中に浸入を防ぐためである。

現在、この装置は英国をはじめヨーロッパ各国、およびアメリカ船級協会で公認されており、すでに10台が取り付けられている。

■ 新型ガスタービンの開発

ロールスロイス社は、イギリス海軍の新型艦艇用として R B 244 アドバンスド船用ガスタービンの本格的開発作業を開始した(左図)。同社は2年間にわたり、R B 244 船用ガスジェネレータと S M I A 船用モジュールを、将来の各種艦艇の主推進機関または巡航用エンジンとして使用することについての研究を進めていたが、同研究はすでに詳細設計段階に入り、コンポーネントのテストが開始されている。

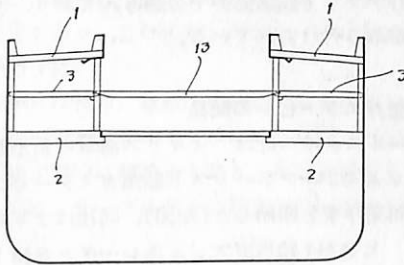
同ガスタービンは、出力約15,000 BHPで、すでにアメリカ空軍および海軍の L T V-A 7 コルセア戦闘機に装備されているロールスロイス R B 168-66 ジェットエンジンをもとに開発されたもので、現存のロールスロイス船用タイン (5,340 BHP)、船用オリンパス (28,000 BHP) の中間の出力をねらったものである。

現在、ガスジェネレータの基本設計作業は順調に進んでおり、船用ディーゼル燃料を使用しての燃焼チャンパーシステムのテストも開始され、さらに中間パワー・レンジでの性能を向上させるため、新しい低圧コンプレッサーの設計作業も進められている。

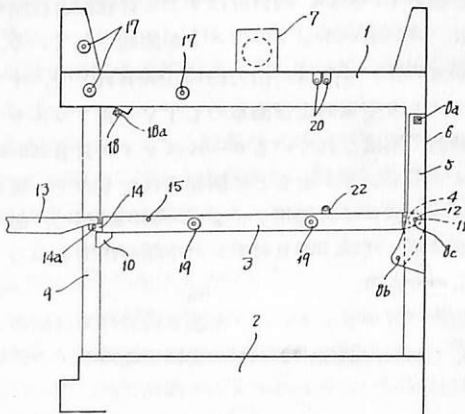
特許解説

移動式甲板装置〔特公昭50—27273号公報，発明者；池田介義，出願人；日立造船㈱〕

本発明は，中甲板を有する一般貨物船を多目的船としても利用することができるように構成したもので，特に上甲板と中甲板との間に，仮設甲板を設け，その仮設甲板を，中間水平状態，傾斜状態，上甲板下側に近接した状態とに，適時変更支持して，一般貨物船を撒積み専用船に，あるいは自動車専用貨物船などの特殊貨物船に，使い分けることを可能にした移動式甲板装置に関するものである。



第1図



第2図

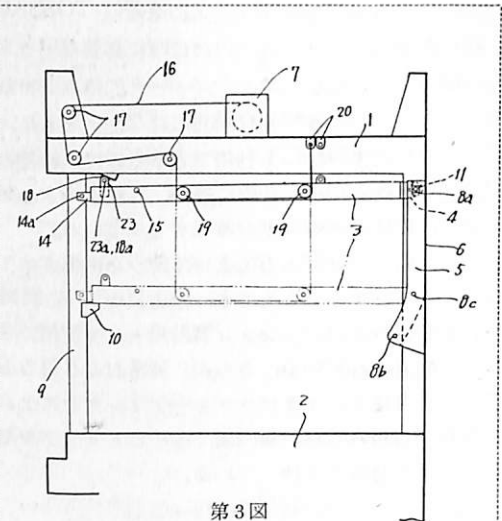
図面を参照して説明すると，船舶の両側にそれぞれ固定して，上甲板1と中甲板2を設け，その間を移動する仮設甲板3を積載する貨物の種類により，中間水平状態（第2図），傾斜状態（第3図）および上甲板1の下側に近接した状態（第4図）に配置する。

○中間水平状態（第2図）

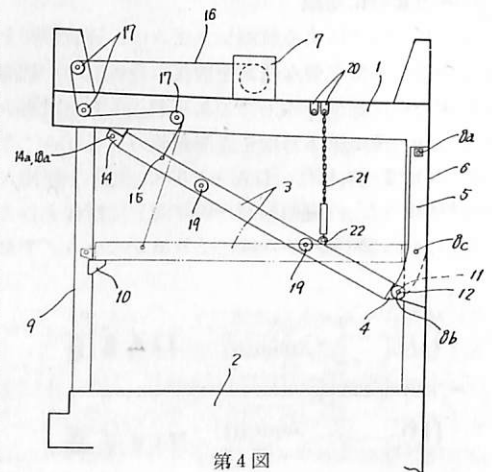
仮設甲板3の一端4のピン穴11は，船舶外板6に沿って設けられたガイド5の中間部のピン穴8Cにピン12により支持され，他端部は，支柱9のブラケット10およびピン穴14aにより支持される。

○傾斜状態（第3図）

上甲板1の係止具20と仮設甲板3とを吊り金具21によって連結し，両端のそれぞれのピン穴との係合を解き，仮設甲板3の金具15に係止したワイヤ16を



第3図



第4図

ウインチで巻き上げる。ガイド5は、その下端部は内方に彎曲しているためワイヤの巻き上げによる仮設甲板の移動を容易にする。巻き上げた状態で、仮設甲板3の両端部は、ピン結合される。

○上甲板の下側に近接した状態（第4図）

巻き上げワイヤの一端を上甲板1の係止具20に係止して、仮設甲板3のシーブ19を経由させ、ウインチで巻き上げることにより、仮設甲板3を上甲板1の下側に近接した状態に配置し、その両端をピン結合して固着する。

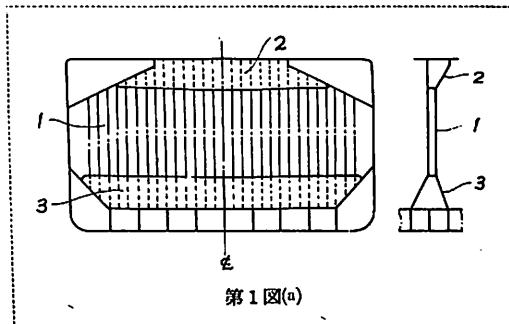
船体横隔壁のストウール構造〔特公昭 50—27274号公報，発明者；金井良助，出願人；三菱重工業 株〕

一般に撒積み貨物船やタンカーなどにおいては、第1図に示すように船体横隔壁1の上端にアップラストウール2が、下端にはロワーストウール3が設けられる。

従来このストウール構造として、堅防撓材方式のものが採用されていた。しかし、この種の構造では、船側から作用する横方向の荷重に対して弱く、座屈を起こしやすい欠点があった。またその構造から、過大の鋼材が必要で、重量的にみて不利な様式とされてきた。

本発明は、上記従来の問題点に対してなされたものであり、船舶の大型化につれて船側から作用する横方向の荷重増大に対処して、重量の増大を招くことなく、圧縮座屈強度の向上を図ったストウール構造を提供することを目的としている。

図面を参照して説明すると、第3図に示すように、横隔壁1の上端に接続するアップラストウール2の両側板部材4、4の間には、2～4ロンジフレームスペースごとに、堅防撓材5が設けられている。そしてこれらの堅防撓材5に支持される複数の水平防撓材6が両側板部材4の内側に取り付けられている。また横隔壁1の防撓構造とこれに近接した水平



防撓材6との間にはバラシングブラケット7が介設されている。

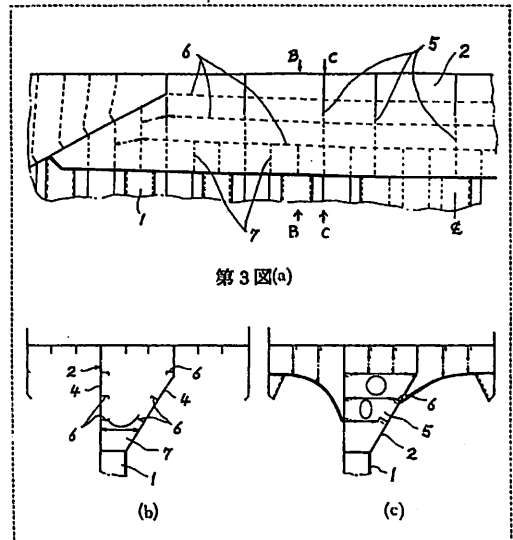
これらの構造において、水平防撓材6は隔壁の強度を保つだけでなく、船側から作用する荷重に対する圧縮座屈強度も向上させる。また、堅防撓材5は、水平防撓材6を支持するとともに、ストウールの断面形状を強固に保持し、十分な剛性、圧縮強度および振り剛性を確保している。そしてバラシングブラケット7は、横隔壁1の力をストウールに円滑に伝達させる。

解と押船との連結用浮桁〔特公昭 50—27278号公報，発明者；堀友雄，出願人；関西汽船 株，伊藤忠商事 株〕

複数の解をワイヤなどで固縛して、曳航または押航することは河川、港湾内において広く行なわれているが、このままで外洋に出ると、個々の解の船体運動によってたがいに接触衝突をくり返すために十分な耐航性が得られない。

多数の解をたがいに連結して押航する方式に関して、特に正面迎波状態における水槽模型実験を行なった結果、波長が解1隻の長さの1～2倍となったとき、先頭解の縦揺れ位相が波の位相と逆になり、波頭を迎えたとき、船首部が下がる現象を生じることが明らかになった。いっぽう、中間解は、個々の連結力が相互に干渉し合い、船体の動きは、単独のそれより小であることが判明した。

本発明は、以上の背景をもとになされたものであり、押船と解あるいは解と解との相互の連結は行なわず、中間架橋、すなわちある程度浮力を有する連



結用浮桁を介して相互の連結を行なうことを特徴とするものである。

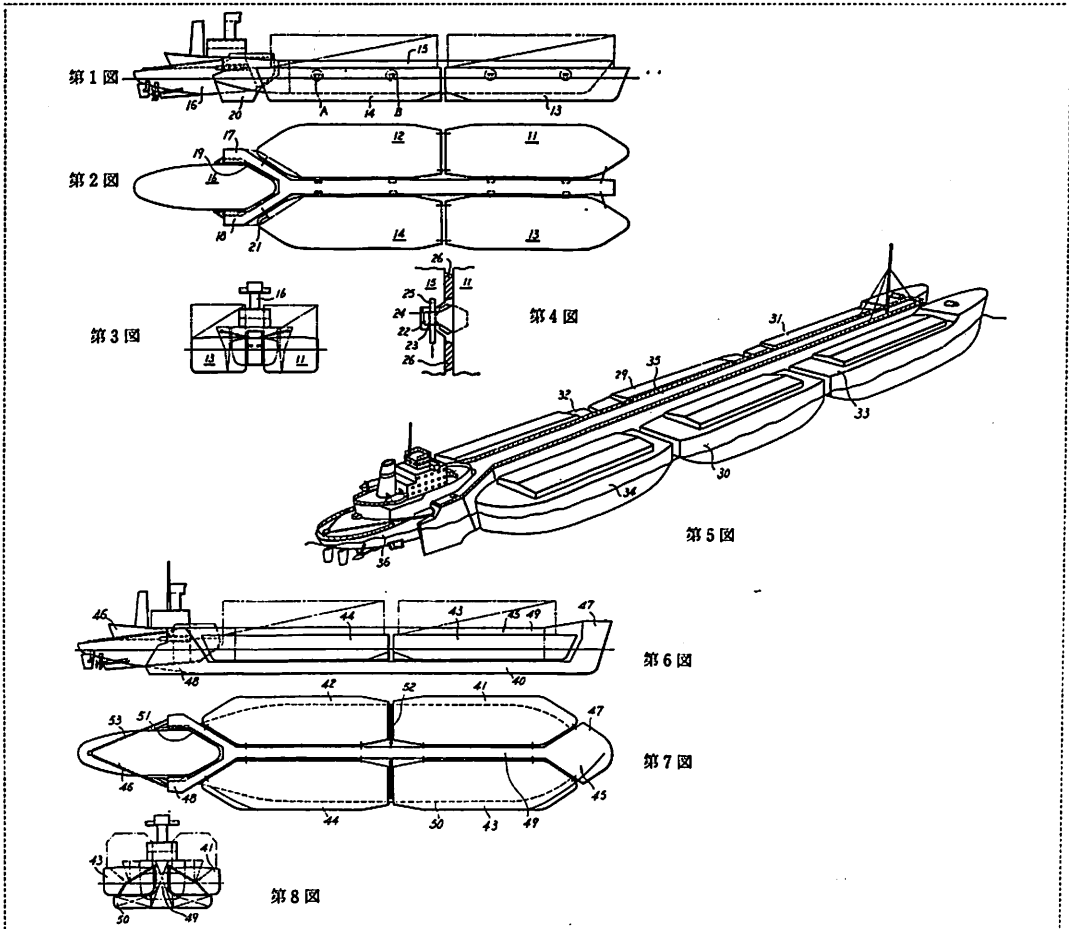
図面を参照して説明すると、第1～4図において、4隻の舢11～14は、それぞれ縦に2列に並べられて配置され、その間に設けられた連結用浮桁15にそれぞれ連結されている。押船16は、舢11～14とは直接連結されずに、同じく連結用浮桁15の後部V字部に、従来公知の方式で連結される。各舢11～14と連結用浮桁15との連結部の構成は、第4図に示されているように、舢の舷側に設けられた水平フィンが

連結用浮桁15の水平溝に挿入され緩衝材26を介してピン結合される。

第5図は、舢を6隻連結した例で、両側中間位置の舢の形状が他の舢と相違する。

第6図は、他の実例で、連結用浮桁15は船首部47、船尾部48、中央部49、船底部50から成り、各舢は、連結用浮桁15の船底部50の上に載せられて連結される。

(特許庁審査第1部分類審査室 幸長保次郎)



船 舶 第48巻 第12号 昭和60年12月1日発行
 12月号・定価800円(送料40円)
 本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。
 編集兼発行人 土肥勝由
 発行所 株式会社天然社
 〒104 東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル
 電話・(03) 543-7793 振替・東京 6-79562

船 舶・購読料

1カ月 800円(送料別40円)
 6カ月 4,800円(送料別240円)
 1カ年 9,600円(送料共)

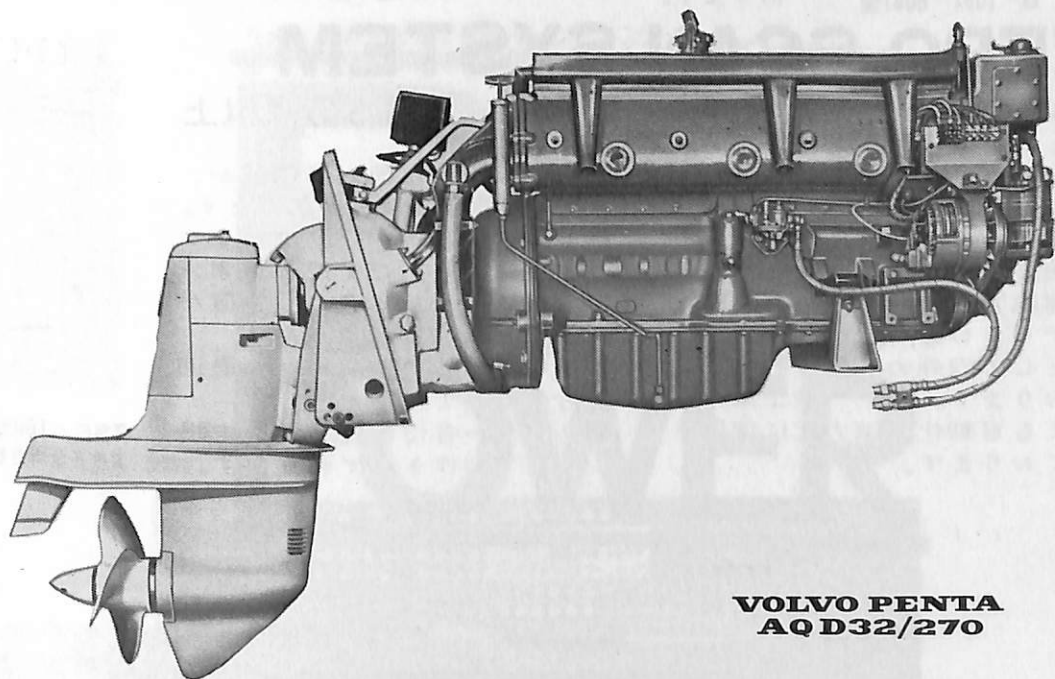
*本誌のご注文は書店または当社へ。
 *なるべくご予約ご購入ください。

VOLVO PENTA AQUAMATIC

AQD

ボルボペンタ アクアマチックディーゼル船内外機

106馬力



**VOLVO PENTA
AQD32/270**



ボルボペンタ アクアマチック日本総代理店

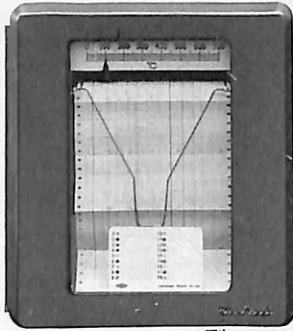
西武自動車販売株式会社

マリンセンター 東京都豊島区南池袋2-8-13 TEL 03(981)1261-5

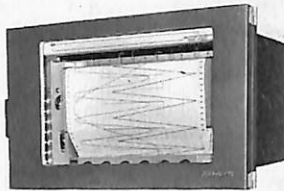
ショールーム 東京都豊島区東池袋4-6-3 TEL 03(983)0161(内)3766

直通 03(984)5811

船舶自動化(MO)を推進する 記録計 検塩計



PBR・TBR型



B-108~608型
B-1081~6081型

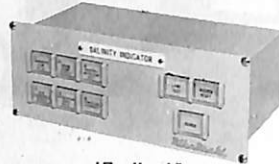
電子式自動平衡型記録計で電位差計式と電橋式とがあります。温度・圧力ほか諸現象の連続記録に用いられます。

1点用、実線ペン書き記録、6.12.18点用・色別打点記録式。記録紙・150mm巾折畳式。この型で2ペン3ペンの実線ペン書きがあります。

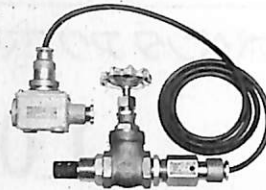
ラック型多ペンレコーダ
同時刻に起った異相現象を250mmの記録紙巾一杯に交又して色別実線ペン書きによる同時記録ができます。1~6ペンがあります。



指示計



操作盤



セル

本器はボイラー・スチームタービンの安全運転の監視と制御に用いられます。当社の検塩計は船舶用としては国内唯一の製品で世界の公海で今日も寄興して居ります。

1、2、4、6、8、10、12点用の指示、警報、調節型があります。パネル埋込のセパレート型と壁掛型とがあります。

電極(セル)は直入型温度補償付で一般用(130°C)、高温用(150°C)耐水圧で一般用(10kg/cm²)、高压用(150kg/cm²)とあります。

ZERO SCAN SYSTEM[®]

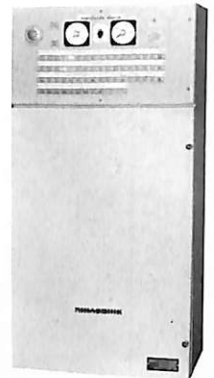
実績 5万点以上

本SYSTEMは当社が船舶自動化用として他に先駆けて開発した全く新しい理想的なSYSTEMであります。

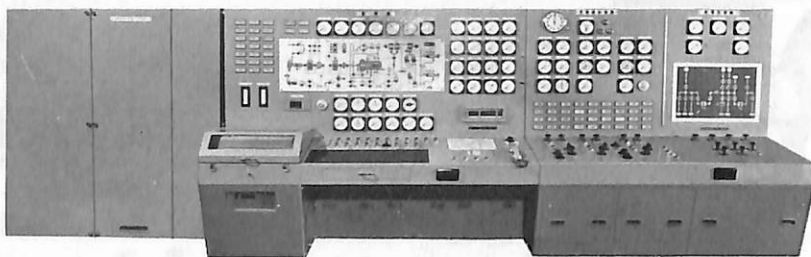
本器は主として船舶のディーゼル機関或いはタービン・ボイラー運転関係の諸現象の自動監視にデータロガー、マルチモニターとして内外の船舶に利用されております。又、一般工業用としても自動化・消力化に使用されております。

特長

- すべての発信器と受信器が、1:1の常時監視方式であります。
- 完全にユニット化、ブロック化され回路がごく簡単です。
- 万一故障した場合でも処置が簡単です。
- MO適用船の推奨規則に最適のものであります。
- ユーザー各位の経済性を主眼として製作されております。



ZSC-160型, 170型
温度多箇所自動監視盤



理化電機工業株式会社

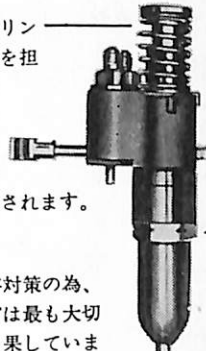
本社・工場：東京都目黒区中央町1-9-1 TELEX: 246-6184 〒152
 本社営業部：東京都目黒区柿ノ木坂1-17-11 TEL: 03 (723)3431(代)〒152
 大阪営業所：大阪市東区本町1-18 山甚ビル内 TEL: 06 (261)7161(代)〒541
 小倉営業所：北九州市小倉区北米町1-1-5 小倉朝日三井ビル内 TEL: 093(551)0288(代)〒802
 横浜工場：神奈川県横浜市緑区青砥町3 4 2 〒226

GM・ビッグパワーエンジン

耐久性と経済性を巧みにマッチさせた高性能ディーゼルエンジン。

インジェクターを始め、あらゆる構成部品に数多くのデザイン上のノーハウとテストの結果が生かされています。

このホロー戻りスプリングでさえも重要な役目を担っています。最大1分間2800回のサイクルリックロードに耐え得る特殊スプリング鋼が、素材段階から厳密に検査されます。



例えば、ブランジャーブッシング燃料噴射のタイミングと規定量をコントロールし、最大限の燃料節約ときれいな排気を可能にする為極精密仕上げが要求されます。

燃料消費率向上と公害対策の為、ニードルバルブチップは最も大切な役目を果たしています。チップオリフィスの数・サイズ・位置等は完全燃焼に適した燃料の噴霧状態を最善にする様設計されています。



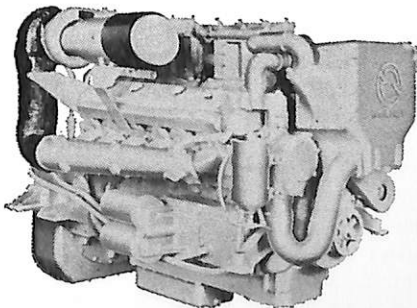
チップオリフィスの噴射口径は、 $\frac{55}{10000}$ インチ。電子精密加工に依り人為的ミスの入り込むチャンスは皆無。最適な爆発・燃焼状態を可能にします。



用途と必要な馬力に見合うインジェクターサイズを御使用下さい

BIG ECONOMY POWER

ユニットインジェクターシステム。この言葉は多くのユーザーによってGMデトロイトディーゼルの優れた特徴の一つとして認められていますが、現在殆どどのGMエンジンに使用されているクリーンチップN-インジェクターは、GM技術チームのたゆまぬ研究・改良の結果燃料消費節約またはパワーアップの為完全燃焼を可能にしています。



GM12V-71TI型船用エンジン



ゼネラルモーターズ・コーポレーション
ディーゼルエンジン日本総代理店

富永物産株式会社

東京都中央区日本橋小町2の5伊場仙ビル
電話 東京 (03) 662-1851
大阪市北区相笠町50堂ビル
電話 大阪 (06) 361-3836

あなたのそばに信頼の技術



海底の危険物をさぐる
FRP製 **24m**
磁気探査船

運輸省第一港湾建設局殿納入「あがの」/ 運輸省第三港湾建設局殿納入「まいこ」

FRP(強化プラスチック)の非磁気性を生かし、艦装にも非磁性体を使用した24mの大型船。海面下3~25mにわたり、危険物をさぐり出し、位置・深度・船位・方向を、自動的に記録します。この磁気テープは陸上のコンピュータで再生され、データ表をつくります。
わが国初の磁気探査船「あがの」は日本海で、「まいこ」は瀬戸内海で、港湾工事やその他沿岸作業の安全性を確保するため活躍しています。

材質：FRP(強化プラスチック)
全長：24.00m
幅：6.70m
深さ：2.50m
排水量：90.00t
主機関：船用高速ディーゼル 395ps×2基
速力：最大12kt
定員：13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

Published Mon 保存委番号： : Co., Ltd. No. 11-13 5-Chome Ginza Chuo-Ku, Tokyo, Japan.

定価 800円 221046

PRINTED in JAPAN

雑誌コード5541-12