

3

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING

昭和49年12月17日国鉄省都特別特許承認証第2065号 昭和5年3月20日第3種郵便物認可 昭和51年3月1日発行 (毎月1回1日発行)

船舶

*First Published in 1928
No. 534*



三菱 TONAC SYSTEM



三菱重工

Dimetcoat® 厚膜型無機亜鉛塗料

ダイメットコート

鋼構造物を腐食から守る特殊防食塗料。

Amercoat®

小松島特殊塗装工場

新造船、就航船などに最新設備によって工期短縮
低コスト、精度の高いタンク内塗装施工を行います。

小松島工場：〒773 徳島県小松島市中田町東山 TEL 08853-2-6352

発売元 株式会社 井上商会

(本社)

〒231
横浜市中区尾上町5-80
TEL 045-681-1861(代)

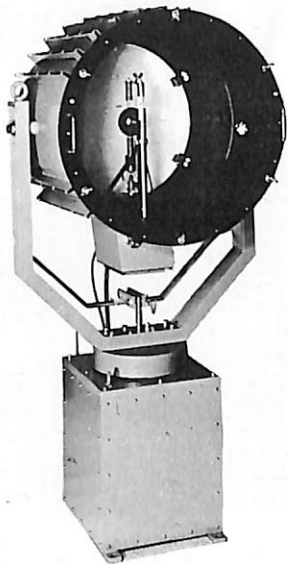
製造元 株式会社 日本アマコート

(工場)

〒232
横浜市中区かもめ町23
TEL 045-622-7509

社長 井上正一

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.C220V 1φ50/60Hz
RCX-60A	(呼称) 1 KW	6500万cd	12km	A.C220V 1φ50/60Hz
RCX-60B	(呼称) 2 KW	8000万cd	13.5km	A.C220V 3φ50/60Hz



ハロゲンランプ式 ●日・米・英特許および意匠登録出願中

小形リモコン探照燈

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)840-2631P ●九州発送センター☎(092)771-1237P ●北海道配送センター☎(0138)43-1411P ●福岡営業所☎(092)771-1237P
 ●高松営業所☎(0878)21-4969 ●愛媛営業所☎(0143)22-1618 ●富山営業所☎(0143)43-1411P ●石巻営業所☎(0225)23-1304 工場☎(03)848-2111P



日本沿海フェリー「えりも丸」



安全な航海のために 操舵室の窓は クリヤーに

結露・氷結から視界をまもります。

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

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

ヒートコントローラー

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

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

結露・氷結防止作用、融雪作用のある安全ガラス

ヒートライト® C

旭硝子

100 東京都千代田区丸の内2-1-2(千代田ビル)
☎(03)218-5339(車輛機材営業部)

支店 = 東京・大阪・福岡・名古屋・札幌・仙台・広島

カタログ請求券
船 3



目次

新造船の紹介／長距離カーフェリー“さろま”	14
海外長大橋の航行船舶安全対策を調査して	長澤 準 22
海難防止対策の展望	塩原礼次郎 31
ソ連漁業における安全管理組織	土屋孟／井上肇 42
内航船の省エネルギー対策	上田雄司 51
ロッキード造船所およびコンクリートテクノロジー社見学	芦野民雄 57

連 載

三菱UEC-E型ディーゼル機関<1>	本岡隆雄 61
LNG船—その4／材料・溶接および破壊力学<18>	恵美洋彦・伊東利成 68
造船技術開発に関する基礎的研究<1>	日本造船研究協会研究部 77

新艇解説／放射能調査艇“かつれん”	89
-------------------	----

連 載

FRP船の構造設計<2>	丹羽誠一 100
講座・ディーゼルエンジン	齊藤善三郎 106

1975年12月現在の造船状況	86
NKコーナー	113
竣工船一覧	114
特許解説	127

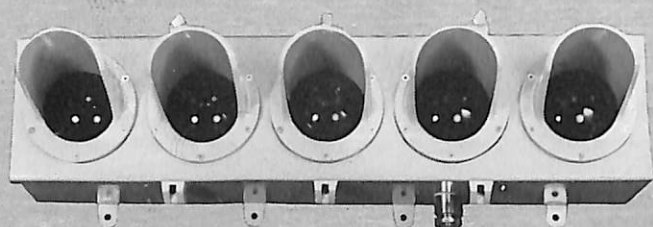
<p>表紙</p>	<p>三菱TONACシステム (Total Navigation Control System) “三菱TONACシステム”は、航法として必要な情報を電算機で処理、ブラウン管上に見易い図形で表示し、座礁防止、衝突予防、設定コース上の自動操船などに役立てる画期的な航海トータルシステムである。</p>
-----------	---

UTSUKI-KEIKI は



傾度計・傾度制御装置の

トップメーカーです。



ULD-300C型

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



—傾度検出器は、保守を全く必要とせず、寿命は半永久的です—

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

—バラスト調整用の接点出力信号を送出することが可能です—

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

船舶の省力化と安全に貢献する

株式
会社

宇津木計器

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

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―シリーズ

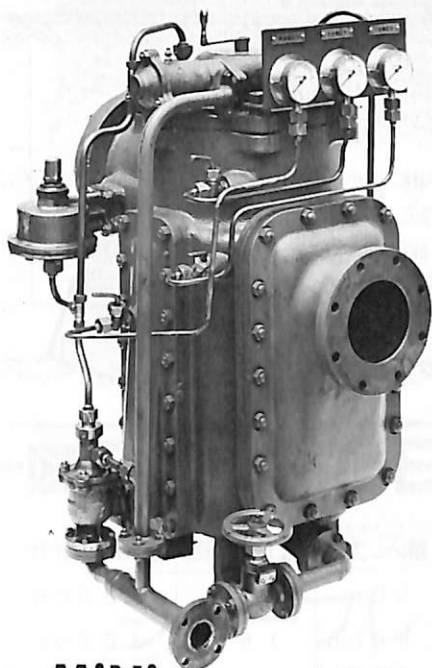
日本船用機器開発協会助成品

MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器

LS型の特長

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



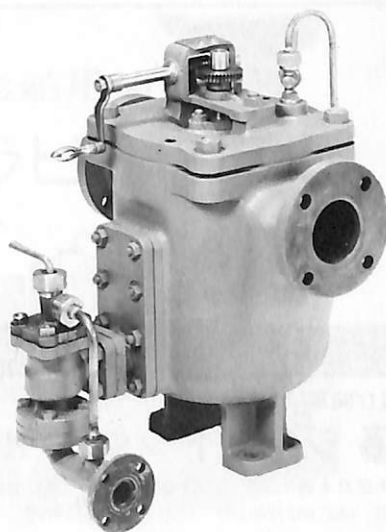
Mini

と改名しました

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

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

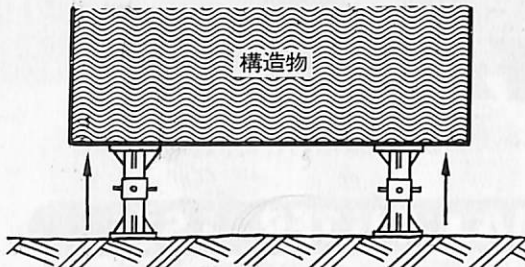


単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

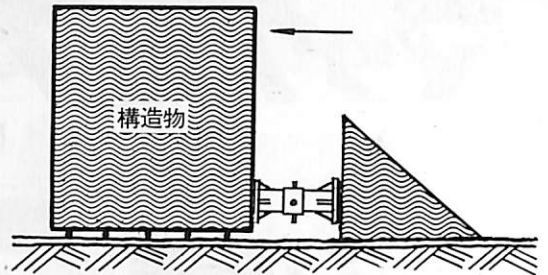
 **新倉工業株式會社**

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)

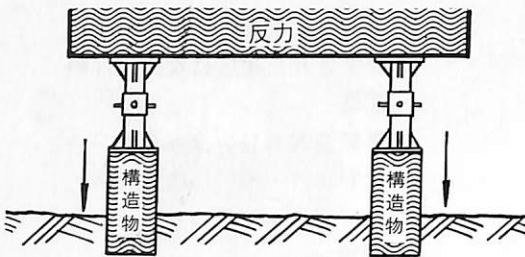
現場作業の精度・安全。合理化に！ 光洋の安全ナット付、ジャッキのリリースで



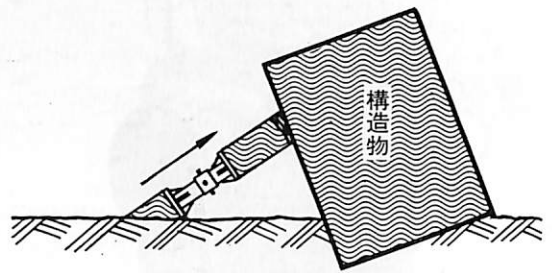
持上げ及びレベル調整に



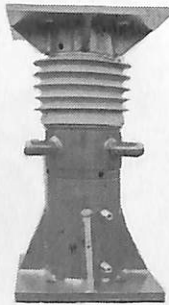
移動に



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

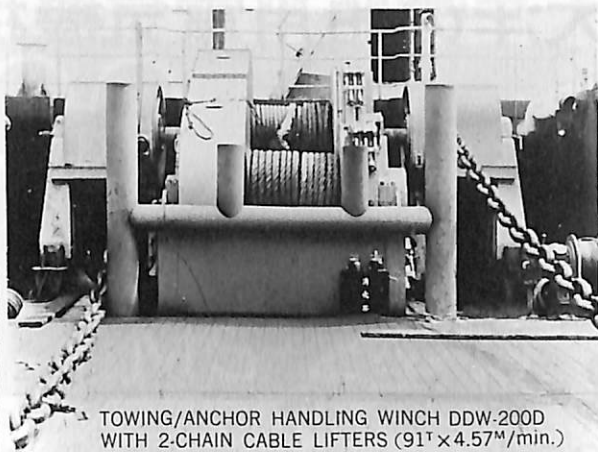
阪急土木株式会社

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)

最新の技術と実績を誇る



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

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



株式
会社

福島製作所

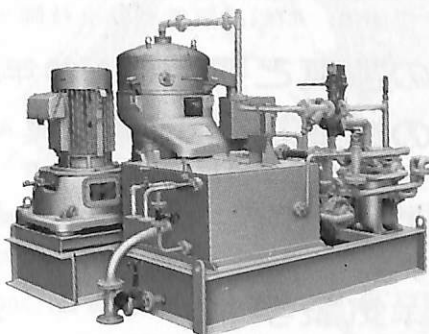
本社・工場/福島市三河北町 電0245 (34) 3146代 営業部/東京都千代田区4番町4番地 電03 (265)3161(代)
営業所/大阪 出張所/札幌・石巻・広島・下関・長崎 海外駐在員事務所/ロンドン

SHARPLES®

完全連続スラッジ排出形船用油清浄機

シャープレス・グラビトロール

DH-2500	8,000 L/H
DH-2000	6,000 L/H
DH-1500	4,000 L/H
DH-1000	3,300 L/H
DH-750	2,500 L/H
DH-500	1,800 L/H



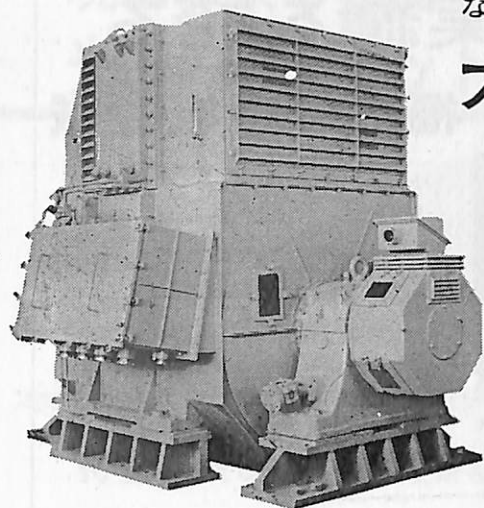
ベンヴォルト コーポレーション
シャープレス・ストークス機器部 日本総代理店

巴工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋3-9-2(第二丸善ビル) 電話 東京 (271) 4051(大代表)
大阪支店 大阪市西区立売堀北通1-90(第三富士ビル) 電話 大阪 (532) 2671(代表)

ながい経験と最新の技術を誇る！

大洋の船用電気機械



発 電 機
各種電動機及制御装置
船舶自動化装置
電動ウインチ
配 電 盤

交流発電機 1100KVA 450V 600RPM



大洋電機 株式会社

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

天然社の図書案内

航海辞典 A5・850頁 定価6,500円・送料280円

監修／東京商船大学名誉教授・浅井栄資，横田利雄

船用品便覧 B5・300頁 定価5,500円・送料200円

編集／電子航法研究所部長・木村小一，神戸海運局主任検査官・芹川伊佐男，船舶品質管理協会技師・土川義朗

船の写真と要目('72'73年版) '72 定価3,000円・送料200円
'73 定価3,500円・送料200円

船の構造及び設備属具 A5・160頁 定価900円・送料160円

東京商船大学教授・鞠谷宏士著

船の強度と安定性 A5・160頁 定価900円・送料160円

東京商船大学名誉教授・野原威男著

海洋気象学 A5・311頁 定価1,200円・送料200円

理学博士・宇田道隆著

燃料・潤滑 A5・200頁 定価950円・送料160円

東京商船大学教授・宮嶋時三

株式
会社

天然社

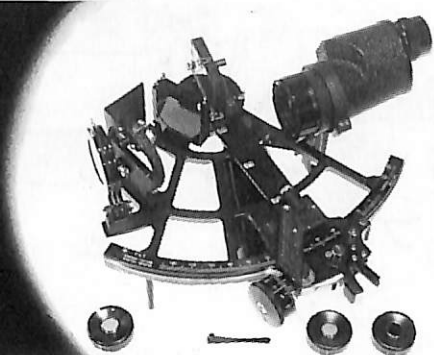
東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル
振替・東京6-79562番 電・03-543-7793

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

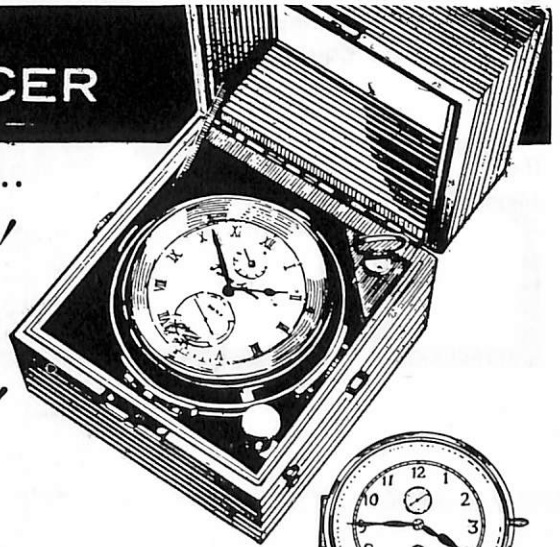
本社	東京都中央区銀座4丁目4番4号	〒104
	TEL 03 (561) 8711 (代表)	
大阪支店	大阪市南区順慶町通4丁目2番地	〒542
	TEL 06 (251) 9821 (代表)	
工場	東京都大田区池上2丁目14番7号	〒143
	TEL 03 (752) 3481	

THOMAS MERCER — ENGLAND —



ESTABLISHED - 1858 -

一世紀にわたる…
輝く伝統を誇る!



全世界に大きな信用を博す!
英国・トーマス・マーサー製

マリン・クロノメーター

デテント式正式クロノメーター

二日巻・八日巻・検定保証書付(温度補正書・等時性能書・日差書付)

マリン・クロック

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

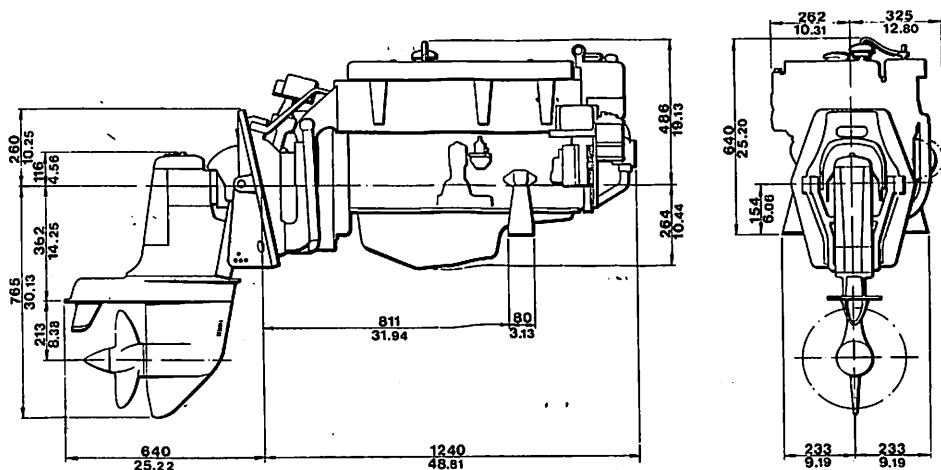


総代理店 **村木時計株式会社**

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

巡視艇・調査艇・連絡艇

にいかんなく発揮する
ボルボペンタ アクアマチックディーゼル船内外機



Model	Output h.p./r.p.m.	No. of cyl	Capac. litres	Gear red. ratio	Weight, complete with drive, kg/(lb.)
AQ D32A/270D	106/4000	6	3.170	2.15 : 1	395(870)



ボルボペンタ アクアマチック日本総代理店

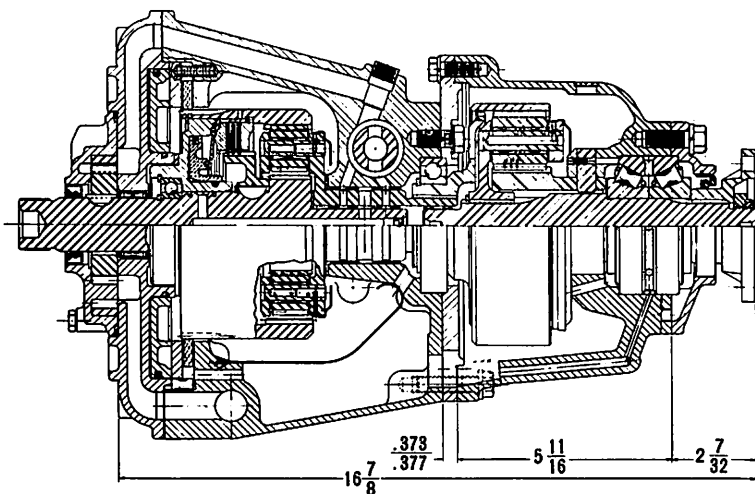
西武自動車販売株式会社

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

BORG WARNER Transportation
Equipment

**The complete Velvet Drive line:
CR2, In-line and V-drive**

Model 71C, 72C, 73C
Ratios 1.00~3.00まで各種
Maximum SAE HP Input
560/4200rpmまで



輸入元 **大陽商行株式会社**

東京都中央区日本橋小舟町1-8 喜多ビル内 TEL. 03(661)6045・2197

販売元 **西武自動車販売株式会社**

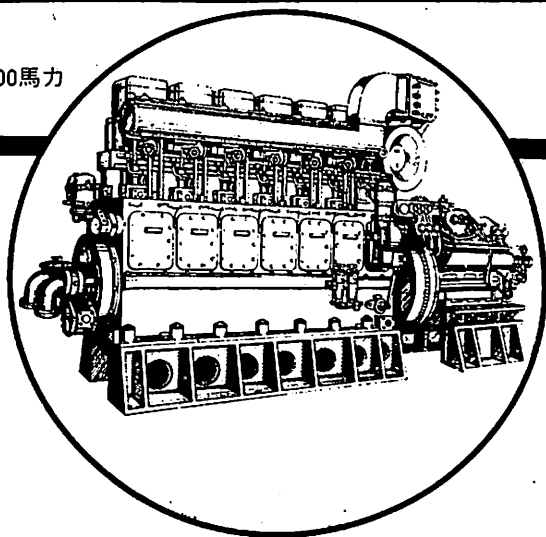


東京都豊島区南池袋2-8-13 TEL. 03(981)1261~5

船舶の自動化・省力化に貢献する

ダイハツキヤードエンジン

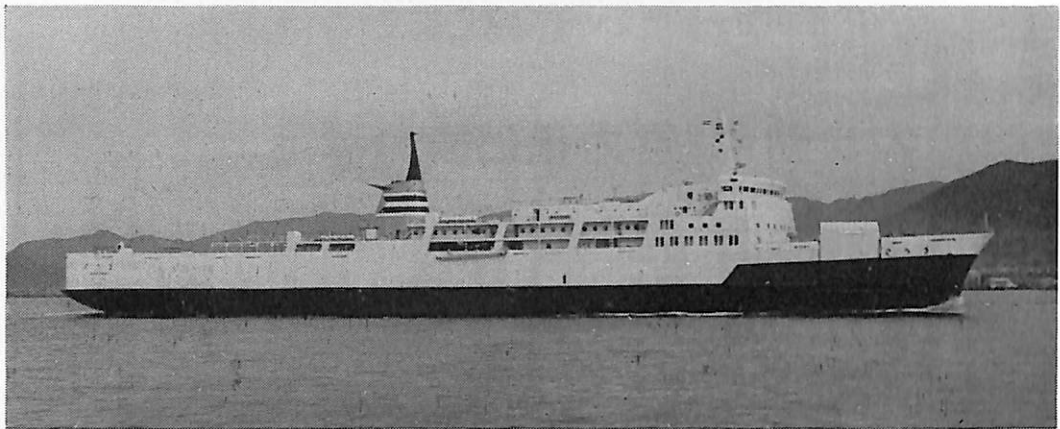
6DSM-26型 1,300馬力



60余年の歴史と技術を誇るダイハツが特に省力化と経済性に重点をおいて製作した高性能船用機関

ダイハツディーゼル株式会社

本社・本社工場	大阪市大淀区大淀町中1-1 (06) 451-2551
守山工場	滋賀県守山市阿村町45 (07758) 3-2551
東京営業所	東京都中央区日本橋本町2-7 (03) 279-0811
営業所	札幌・函館・仙台・名古屋・高松・福岡・下関
	ロンドン・シドニー・ジャカルタ



Long Distance Car & Passenger Ferry
built by Naikai Shipbuilding & Engineering Co., Ltd.

長距離カーフェリー “さろま”

内海造船株式会社

本船は“まりも”“ましう”に続く大型長距離カーフェリーとして、昨年11月内海造船瀬戸田工場で竣工、船主の日本郵船・近海郵船に引渡され、現在、東京～釧路間を順調に運航している。

なお、本シリーズの1番船“まりも”については本誌48巻8号に詳しく掲載されているので参照されたい。

〔概要〕

本船は全通船楼内をトラック搭載区画とし、船楼甲板前部3層を旅客および乗組員に当て、後部を乗用車搭載区画とする2機2軸1舵の大型長距離カーフェリーである。

トラックの積み卸しは、船首右舷および船尾中央の2箇所のランプドアより行ない、旅客および乗用車は船楼甲板右舷の舷門より乗下船を行なう。

旅客設備として、B-Deckに特別室、1等客室、スナックバー、レストラン、そばコーナー、案内所、エントランスホール等を設け、C-Deckには2

等客室、ドライバー室、ゲームコーナー、大浴場、売店、エントランスホール等を配し、長時間の船旅を快適にすごせるよう計画している。

また本船の大きな特長は、わが国では初めてIBMのコンピューターを用いた船用／航海システムを搭載したこと、およびフィンスタビライザーにブレーキ機能を付加したことである。

1) 船用／航海システム

コンピュータにレーダー、ジャイロ、電磁ログから情報をインプットし、これらを記憶、分析、演算せしめて衝突予防、船位測定、航路計画および航路保持に必要な情報をブリッジ・コンソールの2つのスクリーン（写真2参照／左側にPPI表示、右側にデジタル表示）に表示する装置である。

2) ブレーキ機能を持つフィンスタビライザー

本船に装備しているフィンスタビライザーは、従来のものに電氣的改良を加え、同装置のフィンの抵抗力を利用することにより、ブレーキ機能を持たせ

上写真／船体外観

船首部分と舷側下部は霧中透視力が強い独得なオレンジ色を採用し、世界有数の海霧多発地域における安全航海を第一として外観デザインが行なわれて

いる。

なお、船首ステムにはキャストアイアンを用い、流氷対策を講じている。

操舵室（左側が前面）

厳寒の釧路航路を考慮して、両ウィングを含めた大型操舵室とし、周囲に大型ガラス窓をめぐるしている。窓は吹雪の氷着を防ぐため温風式防霜装置を取付けている。

写真手前に見えるのが、IBM船用／航海システムのブリッジコンソール、盤面左手円型スクリーンがPPI、右手がデジタル表示盤。



ている。その結果、押ボタン操作により本船の停止性能を大巾に向上させ、前記の船用／航海システムと併せて、一層、本船の安全性能の向上に寄与している。

ブレーキ性能テストの結果は次のとおりである。

惰力試験

	フィンのブレーキ を使用しない場合	フィンのブレーキ を使用した場合
時間（船速5ktになるまで）	5'—46"	3'—11"
航走距離	2,200m	1,220m
初期船速	23.0kts	23.4kts

〔主要目〕

本船の主要目を以下に示す。

1)

全長	166.53m
長さ（垂線間）	155.00m
幅（車輻甲板にて）（型）	24.00m
幅（計画満載喫水にて）（型）	22.00m
深さ（車輻甲板まで）（型）	9.70m
計画満載喫水（型）	6.30m
夏期満載喫水（キール下面より）	6.472m
載貨重量	3,878ton
総トン数	8,884.61ton
航行区域	近海区域
航路	東京←→釧路
航海速力（常用出力15%シーマージン）	21.0kt
旅客定員	445名
乗組員	55名

自動車搭載台数

トラック（8トン換算） 95台

乗用車 75台

起工 昭和50年3月5日

進水 昭和50年7月11日

引渡 昭和50年11月14日

2) 主機関

型式×台数 三菱MAN18V40/54
V型ギヤードディーゼル×2
（自己逆転装置付）

出力（減速機軸端にて）

連続最大（1軸当り） 9,850PS×430/183rpm

常用（1軸当り） 8,370PS×407/173rpm

シリンダ要目 18シリンダ×2

直径・400mm 行程・540mm

3) 軸系およびプロペラ

中間軸 345mmφ×2式

プロペラ軸 425mmφ×2

船尾管 船体構造一体型

鋼板溶接式

プロペラ エアロフォイル断面

5翼一体式×2

直径 3,900mm

材質 ニッケルアルミブロンズ

4) 発電装置

主発電機 680KW, AC450V, 60Hz×3台

同上用原動機 ダイハツ 8SPH6-26D型

ディーゼル×3台

1,000PS×720rpm

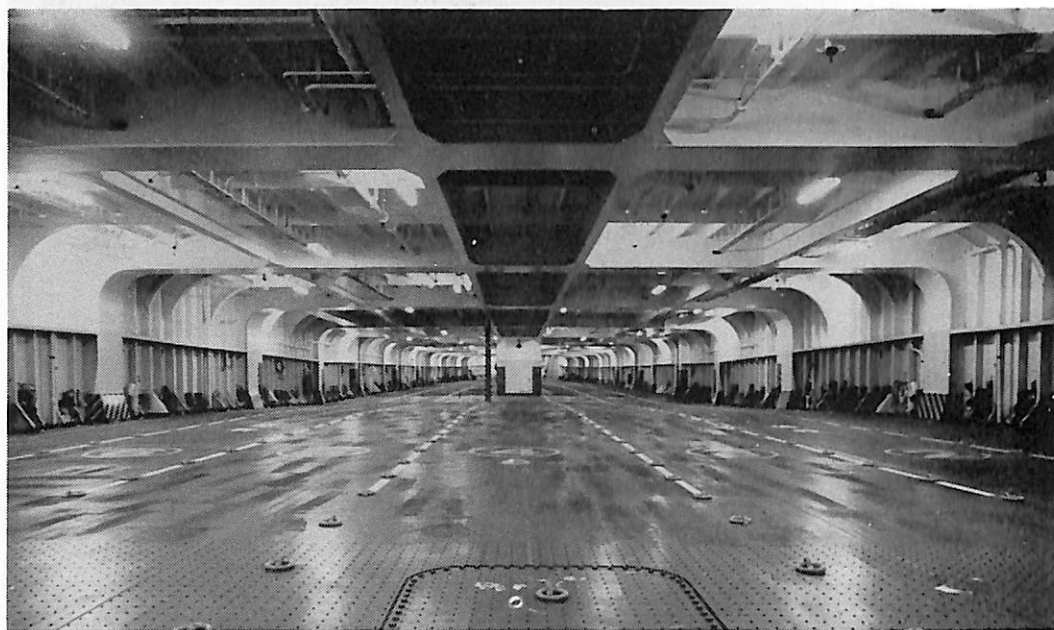
車輛甲板

大型トラックの自由自在な運転，特にトレーラー積み卸しに有利なように，船内のビラーは一切なしとした。

7車線実長 860m 収容力があり，各種の冷凍コン

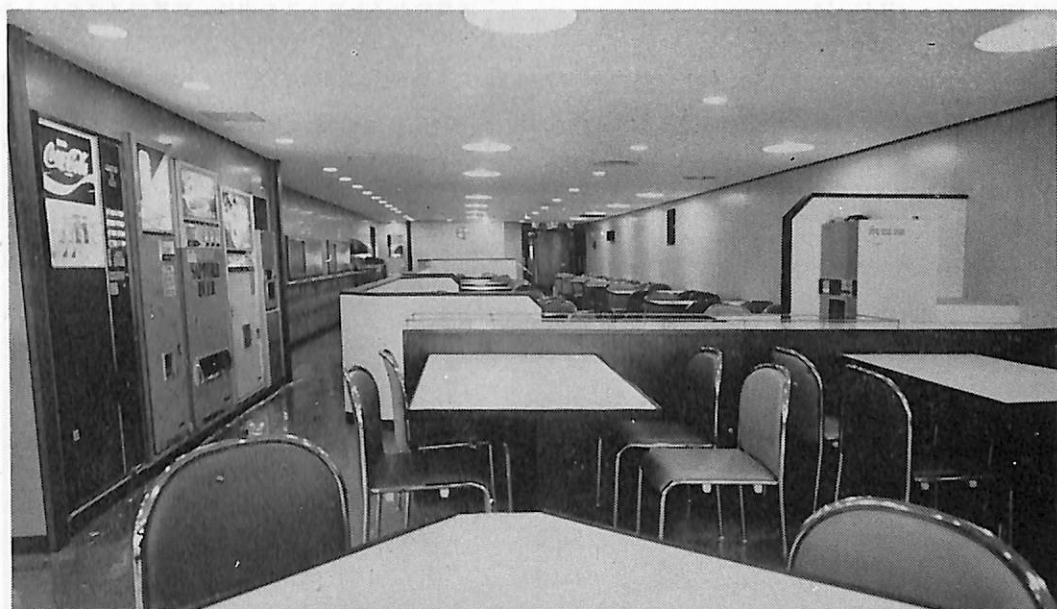
テナ用レセプタクルも配してある。

消火は高膨張泡消火器，船尾天井 2 個所に吹出口が取付けられている。天井に見える突起物は熱感知式火災警報装置。



エントランスホール (B-Deck)
客室区画の中心部，案内所前面の階段スペース。

寒冷地，霧多発地域のイメージを拭掃する暖色系のインテリアでまとめている。



レストラン (B-Deck)

省力化するためのセルフサービスシステムを採用、チケット自販機、飲物自販機を設置した。旅情

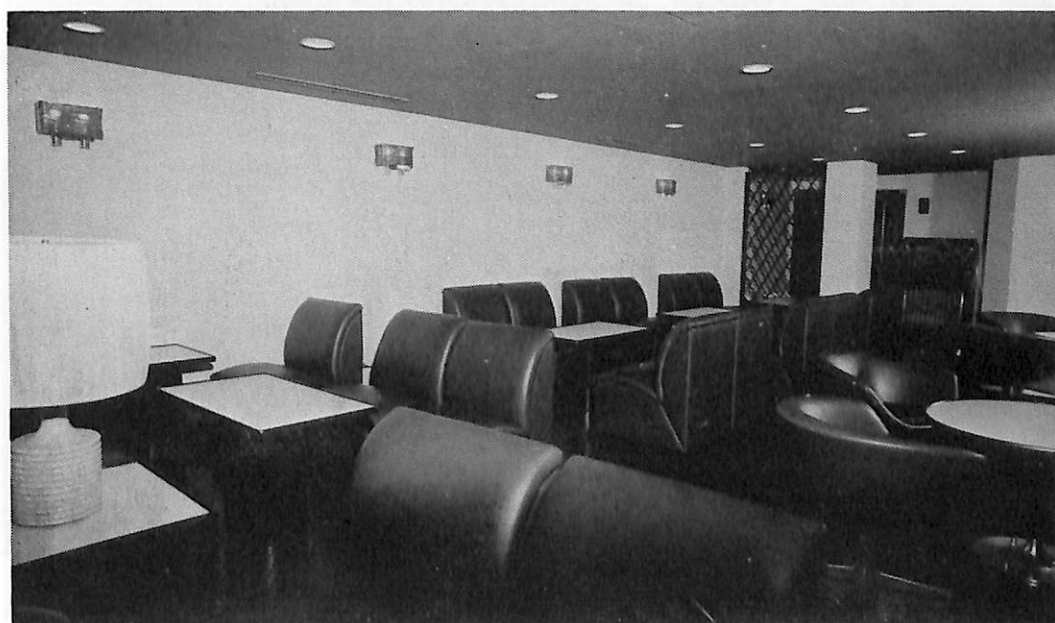
を害なわぬように食後の跡片付と多客時のサービスアテンドにウエイトレスは配置されている。

スナックバー (B-Deck)

カウンタとテーブルシートの上に柵を設け、必要に応じてテーブルシート側をパブリック・スペースと

して使えるように考慮されている。

写真はテーブルシート側。



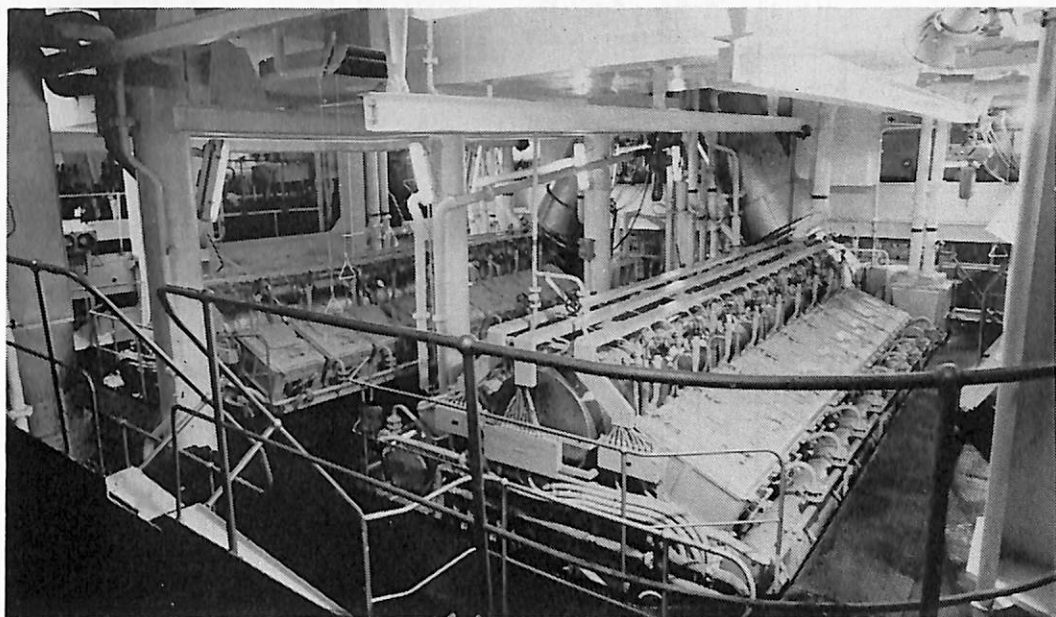
そばコーナー (B-Deck)
そば, うどん専用の立喰コーナー。

近代的なインテリアの中に, 和風のアクセントを添えている。



乗用車搭載区画 (C-Deck)
C-Deck 後部のスペースを乗用車搭載区画に当て

ている。
9車線約350m 収容可能。



エンジンルーム
三菱 MAN 18V 40/54 9,850 PS×430/183 rpm

自己逆転式トランクピストン型4サイクルディーゼルエンジン。

2等客室 (C-Deck)

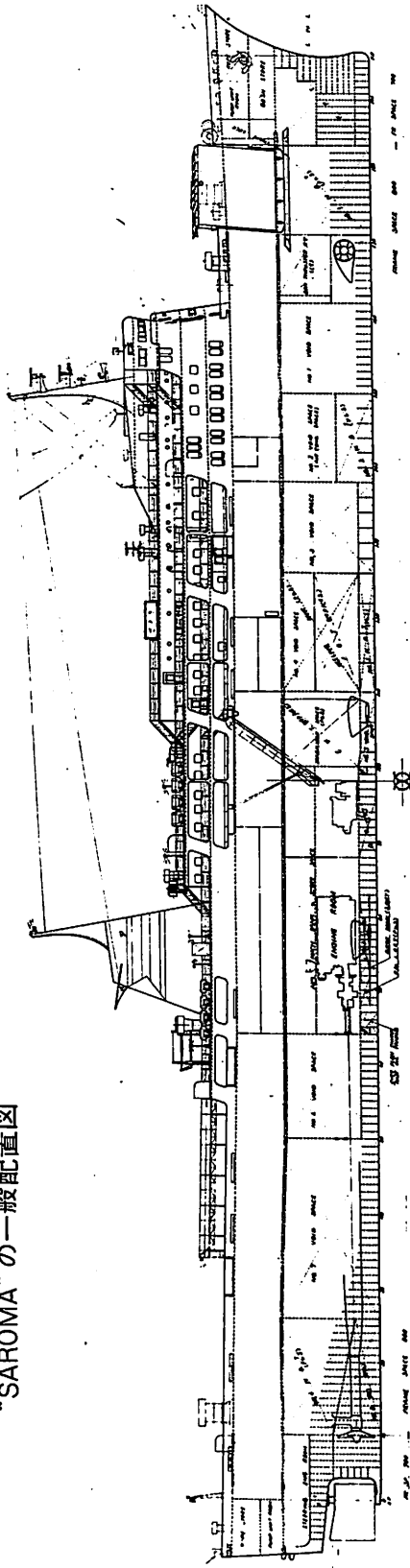
座席争いのトラブルを避けるために実際の就寝姿

勢を考慮して仕切りされている。

特に女性客のための更衣室も設けられている。



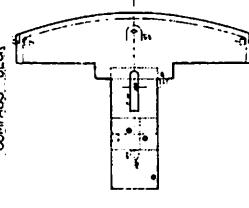
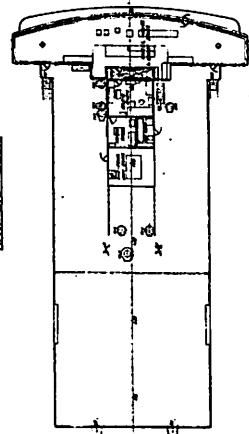
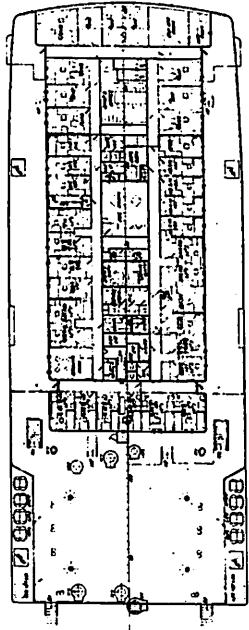
“SAROMA”の一般配置図



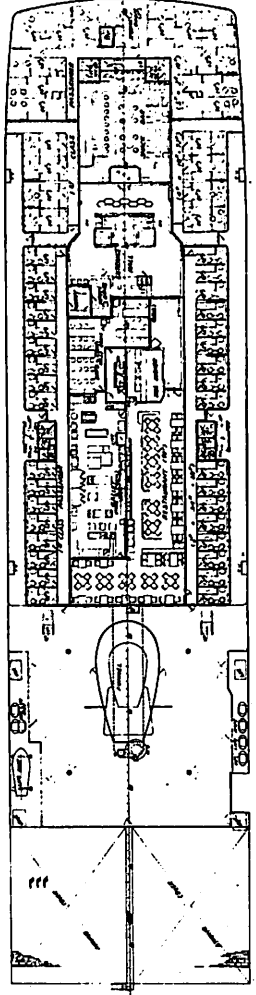
A. - DECK

NAV. BR. DECK

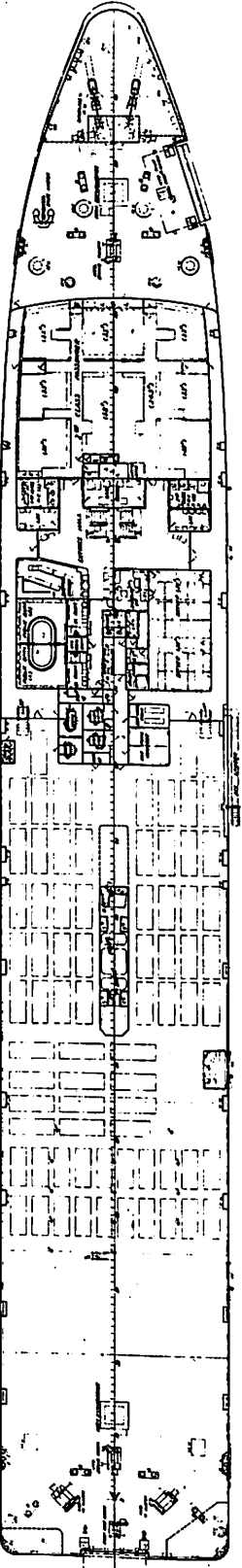
COMPASS DECK



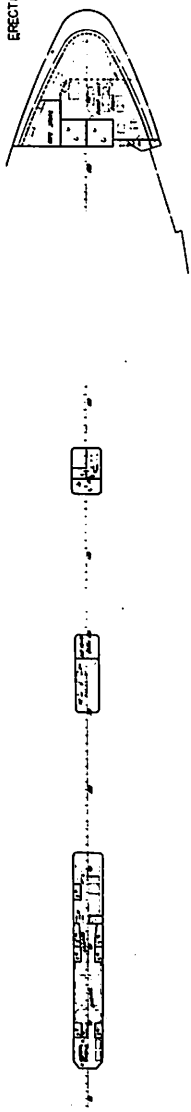
B. - DECK



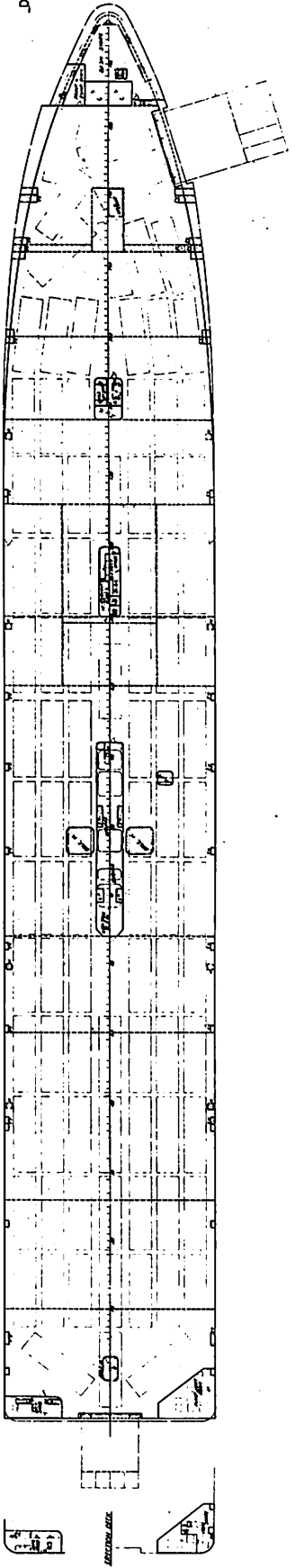
C. - DECK



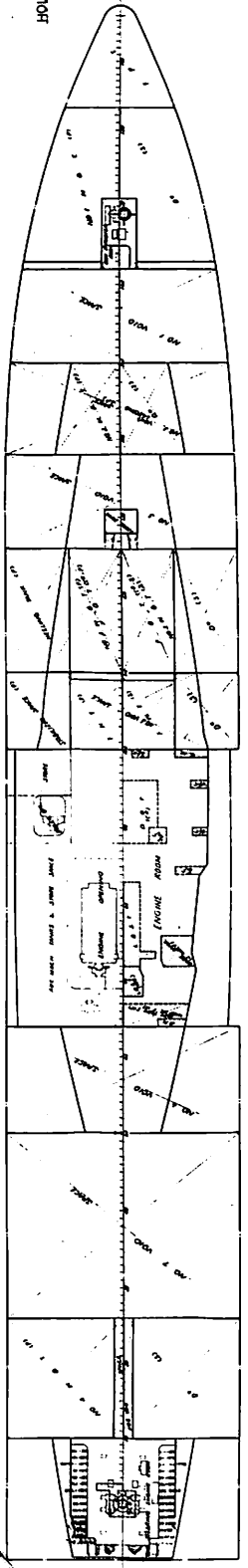
ERECTION DECK



D. - DECK



HOLD - PLAN:



海外長大橋の航行船舶安全対策を調査して

長 澤 準

船舶技術研究所

まえがき

4月7日に羽田を出発して、約2週間のオーストラリアとニュージーランドへの旅に出かけた。

目的は、本四架橋の建設に関連して、大型船がその下を通過しかつ船舶がふくそうする海域に設ける長大橋においては、船舶と橋脚とが万が一衝突した場合の安全対策を確立しておくことが必要であり現在わが国で各方面の検討が行なわれているが、本年一月にオーストラリアの南端にあるホバート市にあるタスマン橋で一万トン級のオーストラリアの鉱石運搬船が航行中に操縦を誤まり、橋脚に激突して橋桁を落下させると同時に船も沈没し、橋を通行中の自動車数台が転落して多数の死傷者を出すという悲惨な事故が発生したのを機会に、この事故における船舶と橋脚との衝突の状態や、相互の安全上の問題に関して調査を行ない、併せてオーストラリア、ニュージーランド地域での主要な長大橋について関連する問題の調査を行なったものである。

この調査には日本海難防止協会に調査団が設けられ、東京商船大学の岩井教授、同協会の鯨崎常務および若生調査部次長が派遣され行動をともにすることとなった。

ここに記したのは、調査したオーストラリアの3つの長大橋と、ニュージーランドのオークランドにある長大橋について、橋が船舶との衝突に関してどのような安全対策を施しているかを概略述べたもので、調査結果の概要一覧表を表1に示した。

図シドニーハーバー橋

シドニー港

日本からシドニーへは昨年の4月から日航による直航便が開設され、夜9時に羽田をたてば翌朝7時30分にシドニーへ着く。時差はシドニーで1時間であるから、日本から正味9時間半かかることになる。

シドニーの位置は南緯34°で緯度では日本の松山に相当しているが、気候は4月の始めは初秋である。この国では四季での気候の特徴がないようで、温度も年間を通じて日本のように激しく変化しないそうである。

空路この国に日本から訪れると、しばらく赤茶色のオーストラリア大陸の砂漠地帯が眼下に続き、やがて山々に緑が見えるようになったかと思うともうシドニーの上空である。

シドニーにおいては、市の中心からシドニー湾をまたぎ、北部シドニーに通ずる幹線道路が走るシドニーハーバー橋について主として調査を行なった。

市の中心にある50階建のオーストラリア・スクエア・タワーに昇ると、シドニー市を一望のもとに見渡すことができ、眼下にシドニー湾がシドニーハーバー橋を中心にして左右に拡がっているのが手にとるように見える。シドニー湾には連絡船などの小型船に混じって大型貨物船の姿も時々みることができ

シドニーハーバー橋

シドニーハーバー橋(写真1)は歴史的にはシドニー市とシドニー湾を距てた北部地域とを結ぶため、160年前にオーストラリアの最初の土木技術者が橋の建設を提案したといわれる。その後数年たってから最初の橋の設計が行なわれたが、しかし建設の具体的計画が始まったのは1900年以降で、1922年に最終的な設計が終り、翌1923年に入札が行なわれている。その後約10年を経て1932年に橋が完成し、橋上に当初4車線の道路と鉄道が開通した。

現在の橋は1957年に改造が行なわれて、道路が2車線追加されている。

最近の一年間における一日の車の平均交通量は1971~72年で134,700台である。

橋の形式は両端がヒンジになった長さ503mの鋼製のアーチ橋と、その両端に連なり陸上の道路と連



写真1 シドニーハーバー橋

なる各5スパンの鋼製デッキトラスの橋からなっており、総延長は1149mである。

シドニー湾を跨ぐのは橋の中央部の鋼製アーチ橋の部分で、橋桁の下面から水面までの間隙は53mである。

一方、シドニー港は1770年にキャプテンクックが発見し、最初ジャクソン港と名づけたが、その後シドニー港と改称されるようになったもので、現在では商港として形態を整え、年間約3,500隻の船舶が入港し、港内移動船を含めると年間約8,000隻の船が出入してその取扱貨物量は3,000万トンを超えている。

シドニー港は東西に細長い形でこれを囲む湾岸は入江が多く、かつ港口は港の北東側にあつて巾約1,500mと狭いため、港内へのうねり等の侵入の少ない天然の良港である(図1)。

シドニーハーバー橋は港口から約4.3海里入った位置にあり、この橋の港口側に旅客船とフェリーの着岸場所及び多数の係船浮標があり、橋より奥には延べ長さ16kmに及ぶ商船用バースがあつて、雑貨、コンテナ専用、小麦、油、木材、石炭などの撤荷用のバースがある。

したがって旅客船を除いた一般商船はシドニーハーバー橋下を通過して入出港するが、これらはすべて水先人の乗船が強制されており、かつタグボートを伴って航行しており、また橋の西側にある管制組織によって航行管制が行なわれている。

この航行管制は Maritime Service Board of New South Wales の管轄下にある港湾オペレーションセンターによって行なわれ、このセンターはコントロールタワーを港が一望できるシドニーハーバ

一橋の近くに有して、港全体の船舶の航行の安全と、港の保安、情報の提供などの港全体のコントロールを行なっている。

コントロールタワーを見学したが、最近改築されたばかりであり、近代的な各種の装置が設備されて、小人数で機動的な作業が行なわれていた。

センターの説明によれば、シドニーハーバー橋下を通航する船舶の制約として次のような対策がとられている。

- ・強制水先制度の実施
- ・国際VHFと港内通信の2系統のRadio Communication方式の採用
- ・通航速力を10kt以下に制限
- ・最大通航船を吃水12m、余裕水深10%とする
- ・航洋船航行時は港内移動小型船が避航する

船舶通航に関しては、このように一環した安全通航対策がとられているが、万が一の緊急状態に備えて、捜索や救難に警察と運輸当局がその任に当ることになっている。

現在までにシドニーハーバー橋下を通航した最大船は80,000DWTのタンカーだそうであるが、船舶

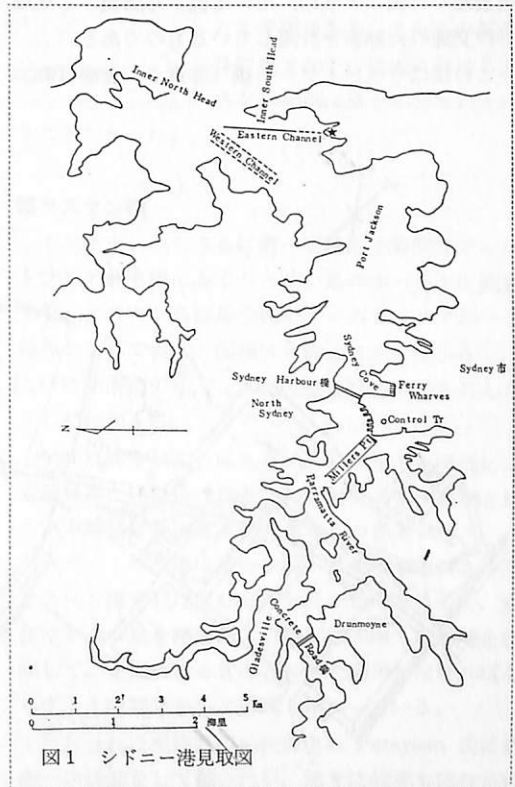


図1 シドニー港見取図



写真2 ウェストゲート橋

と橋との接触に関して特記すべき事故はこれまでに未だ発生していないということであった。

■ウェストゲート橋

シドニーから空路一時間強でメルボルンに到着する。メルボルンでは現在市の西部に流れているヤラ河という河に大型橋をかける計画を実現中である。

この橋はちょうど東京の多摩川を横断する東名高速道路の計画のように、市の端部から隣接する地域への交通の大動脈を計画しているものである。

この橋はウェストゲート橋(写真2)と呼ばれ、

昭和43年に建設が開始され、予定通りであれば既に完成していたものであるが、5年前に橋桁の一部が仮設工事中に落橋するという事故があり、工事中の関係者が落下して35名が死亡し多数の負傷者を出すというオーストラリア史上空前の惨事を起してしまった。

この事故のために工事は遅れて明年完成の予定だそうである。

メルボルンに到着してすぐにこの橋の建設と開通後の管理を行なう Bridge Authority に総支配人の Wilson 氏を訪問し、関係者数名から詳しい説明を聞き現場を案内して貰った。この橋の周囲

は一面の草原で周辺には建築物はほとんどみられず、総延長5.6kmといわれるこの橋は、管理事務所からほとんど見渡すことができる。

図2に示すようにヤラ河を横断する橋の位置は橋脚No.10~15で、スパンの長さはそれぞれ112m~144m~336m~144m~112mと中央の長いスパンに対して左右対称の鋼製橋である。

船舶の通航に障害となるのは橋脚No.12が河の中に建てられている部分で、この部分の衝突防止対策が注目された。

現在橋は中央の5スパンだけが未完成であって、橋脚No.12も河の中で建設途中である。

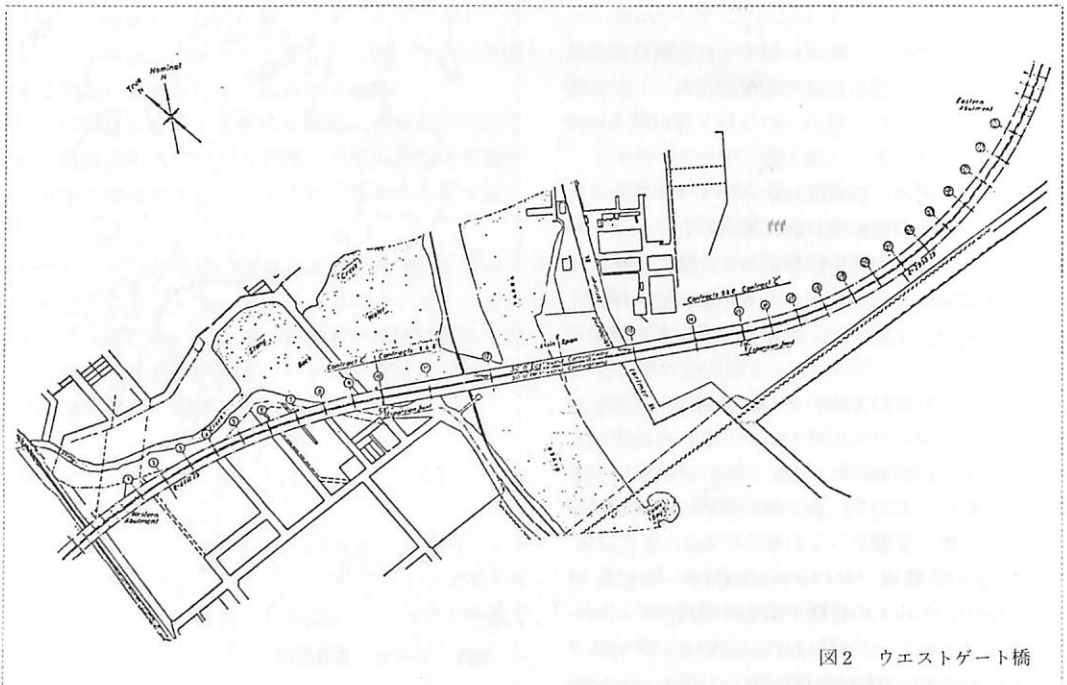


図2 ウェストゲート橋

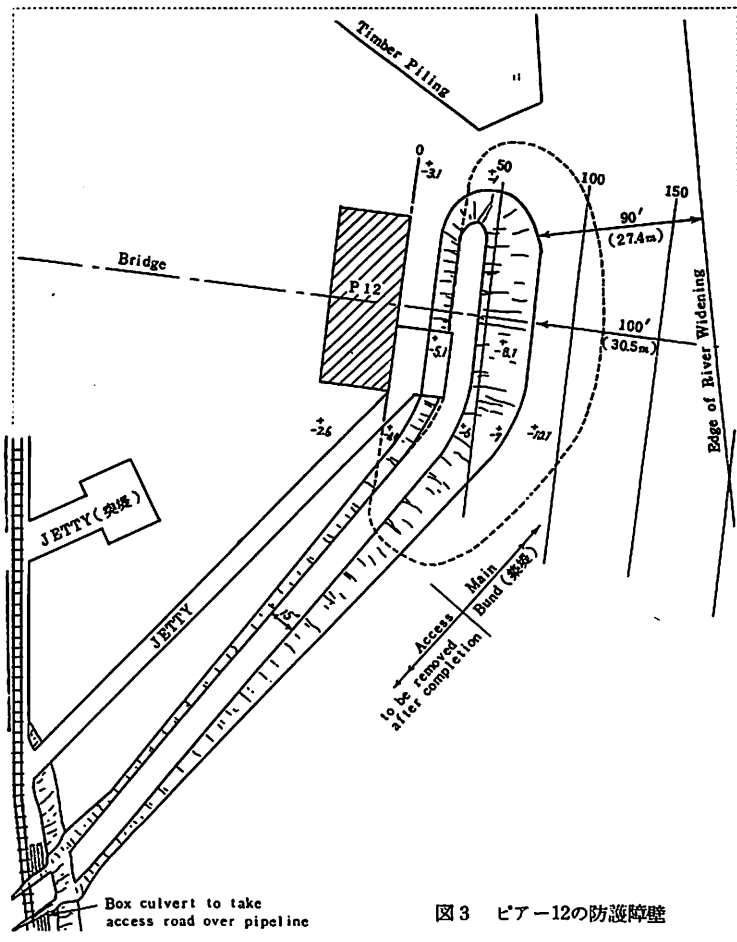


図3 ピア-12の防護障壁

ウエストゲート橋を通過する船舶の数は、河口から約3kmの位置にあるこの橋の上流に今後どの程度の工業地域が発達するかによるが、現在ではヤラ河より上流には約80バースがある。

メルボルン港に入港する一般商船は年間3,000隻前後で、ヤラ河を通航する一般商船の数は一日平均約16隻といわれる。船舶の航行速力は7ノット以下に制限され、水先人の乗船が強制され、さらにコントロールセンターの管制を受けるほか、タグボート1隻を伴ってバース前に至り、そこでタグボート4隻により回頭して着岸することになっている。また大型タンカーの夜間航行は禁止されている。

通航船舶に大きな影響を及ぼす潮流は通常1ノット前後と問題にならぬ程度であり、また霧のかかることも年に2日位ということで、気象状態が年間を通じて平穏である。これらの好条件に恵まれて、過去における大きな事故例はほとんどないとい

5年前に事故が発生したのは橋脚No.10と11の間のスパンで、橋桁を架設工事中に瞬時にして橋桁が崩壊して落下したもので、事故の原因としては、事故直後から直ちに政府の調査委員会が設けられて技術的に詳細な調査が行なわれ、その結果にもとづいて今後の改善計画が示された。

この調査委員会の報告によれば、事故の直接の原因は鋼板の接合部に仮付けすべき沢山のボルトを外しておいたことをあげているが、しかし事故の直接の原因よりも事故の間接の原因である建設業者や設計者の施工法に重大な問題があったことを指摘し、重大な注意を行なっている。

河の中の橋脚No.12はヤラ河の西側から46mの位置にあり反対側の東側の船舶の航行水域巾は約120mを残している。この橋脚の付近の水深は2m程度と浅いが、船舶の衝突に対しては図3のような築堤による防護方法が行なわれている。すなわち、橋脚から船舶の航行側に11.4mの位置に巾4.6m、高さ満潮時水面上1.2mの堤防を築くものである。

うことであった。

図タスマン橋

メルボルンからさらに南へ空路約1時間でオーストラリア最南端にあるタスマン島のホバートに到着する。タスマン島は島全体でオーストラリアの一つの州をなしており、面積は北海道よりやや小さく、人口は北海道の約 $\frac{1}{10}$ という歴史は古いが小じんまりした州である。

気候は緯度が高いにもかかわらず冬でも平地には雪が降らないという住みよい場所で、羊が放牧されている風景は北海道を思わせるものがあった。

ホバートの空港は市の中心から落橋事故のあったタスマン橋を利用すれば30分位の処にあるのに、現在は交通の足を絶たれ、自動車は50kmもの距離を迂回して、上流にある昔の古い橋を利用しなければならず、1時間半から2時間もかかっている。

われわれは現地の船舶代理店の Peterson 氏に空港への送迎をして戴いたが、地元で40年も住むとい

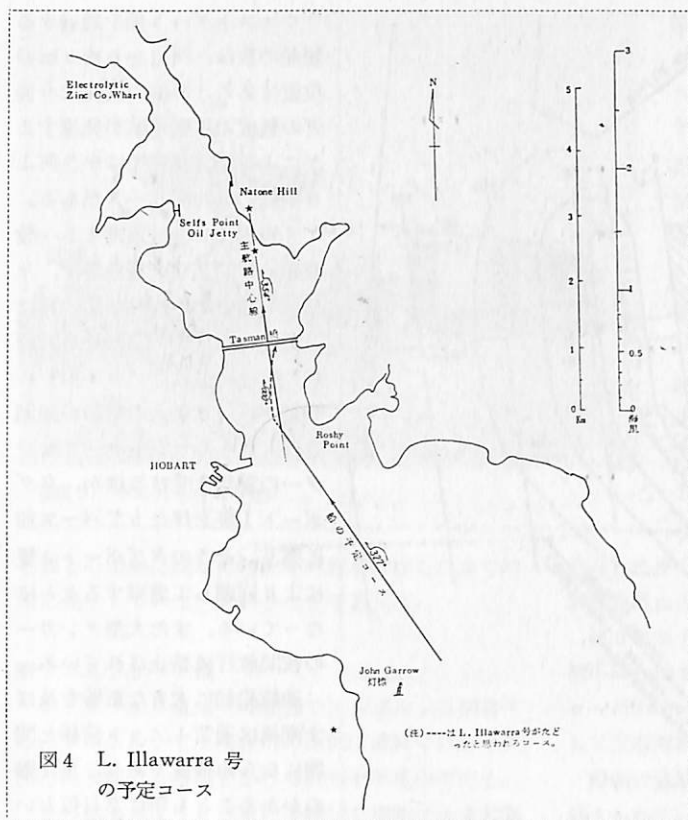


図4 L. Illawarra 号
の予定コース

う彼も古い道には迷って大分余計な時間を費したような始末であった。

このタスマン橋が開通以来対岸に新しい住宅街が急速に発展してきたところ、この事故に遭遇したため、当地の混乱は大きく、当分の間は応急的に建造されたり他の地区から応援を受けたフェリーによって交通の足を確保しているが、それでも朝夕の通勤時には人口の少ないこの国でも長蛇の列が棧橋に続いていた。

■船舶の衝突事故

ホバートに着いて早速ホバート港の Port Manager で Harbour Master を兼ねる C. A. Wood 氏を訪問し、橋の環境と本年当初におきた船舶の衝突事故についての詳細を説明してもらった。

事故の内容はわれわれが訪問当時は未だ裁判が進行中であるので、公式的な事故の経過等については判決の結果によることを前提としながらも、事故の状況についてかなり詳しい説明と率直な意見を述べてくれた。

衝突した船は Lake Illawara 号とい

い総トン数7,300トンのオーストラリアの Steel Bulk Carrier で、1月2日にオーストラリアの南部地方から出港し1月5日の夜、図4および写真3に示すタスマン橋のかかる Derwent 河を上り、タスマン橋よりさらに上流の棧橋へ着岸する予定で航行していた。

出港してから船には異常がなく、ホバート港の入口にある灯標付近にまで達した。この灯標から進入する場合の船の針路については標準の勧告針路が示されている。

この船はこの勧告針路とはやや異なる327°の針路でタスマン橋航路の入口地点に向かって走っていった。この地点で船は変針してタスマン橋航路の針路である354°をとることになっている。しかしながら、この変針点付近を通過時の速力がやや過大であったようであり、予定の変針点よりやや西側で変針することになり、図の点線のように船長は早く橋

航路の針路354°に入るように針路を North に指示し速力を Slow に減じた。

しかし船が予定の変針点よりかなり西側に偏位していたので、早く主航路に入らせるため右舵20°を命じた。そして右回頭惰力がついたところで舵角を15°、10°と逐次減じて右回頭速度を徐々に減ずるよう調整した。

ところが右回頭惰力が船長が予期していたより大きく、船はどんどん右に回頭し、橋の主航路より東側



写真3 タスマン橋

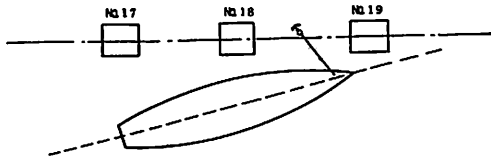


図5 L. Illawarra 号の沈没姿勢

に向かって進行するようになり橋脚に衝突する危険を感じた。そこで船長は機関停止を命ずるとともに左舵一杯を命じたがすでに船の右回頭がやまず、さらに船が橋の2船長程度手前の位置で船長は後進一杯を命じたが船はなお右回頭を続けていった。この時左舷錨投下用意を命じている。

結局このままの状態に遂に船は船首が橋脚No.18とNo.19に次々と衝突してしまった。

この衝突の経過は、まず船を左舷が橋軸方向に対して30°~40°の角度で橋脚No.18に衝突し、数秒後東隣りの橋脚No.19に衝突し、この結果この2つの橋脚が水中に没し、同時にこの2つの橋脚が支えていた3スパンの橋桁が水中に落下してしまった。

この破壊された橋桁の一部が橋脚とともに船の船首からNo.1およびNo.2船倉上に落下したため、船は破壊するとともに船体が右に傾斜して沈没してしまった。現在も船は図5に示した状態で水底に沈んだままである。衝突時刻は夜の9時半頃であった。

また橋桁が3スパン落下したため、たまたま橋桁上の道路を通行中であった自動車5台が墜落して水中に没し12名の死者を出し、また船の乗組員に死者5名、行方不明2名が出た。

衝突原因の調査においては、(1)操舵機系の故障、(2)舵効の喪失、(3)潮流の影響、(4)船長の技術等の諸点が検討されたが、結論として操舵機系の突発的故障はこれまでの本船の経験等から考えられず、衝突の主原因はそこに至る針路、速力の選択や機関操作などの操船ミスと考えられている。またタスマン橋付近の北上する潮流も原因の一つと考えられている。

図橋の船舶衝突に対する安全対策

タスマン橋の橋の長さは1,025mで隣接するスパン

ンを含めた総延長は1,417mであり、これに対して河巾は1,066mある。橋脚は21で、中央部の14~15間が主航路となっており、そのスパンの長さは94mで有効水路巾は73mである(図6)。

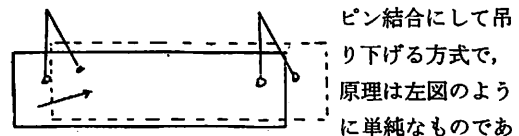
この橋の眺めはなかなか美しいが、航行船にとっては河巾の広いのに対して主航路のスパンが相対的に極めて狭く、実質的な巾よりも狭く感ぜられる。

この Derwent 河の水域は水深が比較的深く、10,000GT を超える船が通航している。したがって橋を通過する船舶ならびに付近を航行する全船舶に対してホバート港は規則を制定して制限水路ならびに船舶航路の設定を行なっているほか、速力についても制約を行なっている。特に橋の下を通航する船舶はその船の大きさに応じて主航路または副航路を通航することがきめられている。副航路は主航路の両側のスパンであって、上流に向う場合は東隣り、下流に向う場合は西隣りの副航路を利用することになっている。

港の入港船は年間9,000隻と少ないが、このうち昨年度は3,800隻が水先人を乗船させているということである。しかし水先人の乗船の有無にかかわらず Marine Board が運営にあたる Port Control Station によって管制される。

制限水域には航路の表示が橋桁にとりつけられた各種の表示灯、導灯によって行なわれている。

この橋の特徴は、主航路に面する両側の橋脚の水面付近に設備された衝突防護施設である。主航路の両側のNo.14 No.15の橋脚に、航路面から船舶が接触した場合に、橋脚を防護するための重力式防舷材が設けられている。これは図7に示すような構造で、Pile Cap からプリキャストコンクリート構造物を



り、船舶がこれに接触すれば水平に移動して船の衝突エネルギーを変位によって吸及するものである。

吊り下げたコンクリート構造物の重量は明らかで

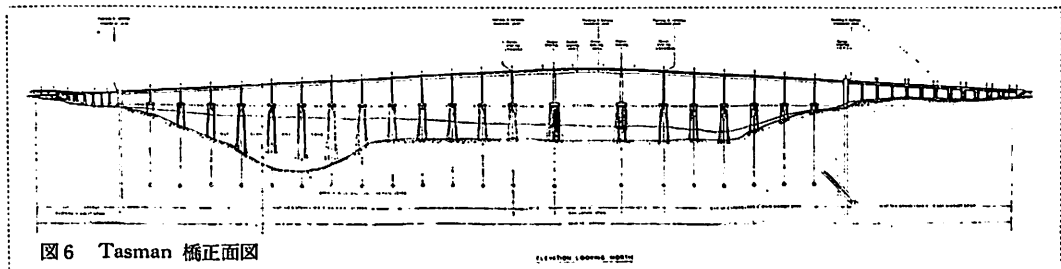


図6 Tasman 橋正面図

表1 調査結果の概要一覧表

港湾名	橋の長目等	航行援助施設	航行安全対策	接触防護施設	船舶交通の現状	その他
Sydney Harbour 橋	<ul style="list-style-type: none"> 完成 1932年3月 全長 1,149m 橋脚間隔 500m 航路上の高さ 53m (平均水面上) 可航幅 183m 	<ul style="list-style-type: none"> 橋に中央標示灯(赤色菱形) Port Operations and Communications Centre により管制がなされている 橋中信号はない 	<ul style="list-style-type: none"> 水先人強制, 曳船完備, 利用 Port Denison による出入船分庫 港内 Patrol 制度 出入船舶の管制 船型による一方交通管制 	<ul style="list-style-type: none"> 橋脚が陸上にあるため, 防護施設なし 橋脚の照明施設あり 橋とのクリアランス 1.2m 確保 堅水 10 多確保 	<ul style="list-style-type: none"> 橋下通航船舶年間約 80,000 隻 Sydney Cove と North Sydney 間はフェリーが頻りに往来している 1973 年度入港船 31,455 隻 最大船型 80,000 DWT タンカー 	<p>陸運規則: Control Navigable Water and Boating Regulation</p> <p>Rules of The Road</p> <p>Anti-Pollution Regulation</p> <p>水深 1.1m</p>
West Gate 橋	<ul style="list-style-type: none"> 竣工予定 1976年 橋系落下 1970年 全長 2,591m 橋脚間隔 336m 航路上の高さ 53.6m (高潮時) 可航幅 122m (将来 183m) 	<ul style="list-style-type: none"> 水塔両側に灯浮標設置 Port Operation Centre 完備 橋に中央標示灯(逆三角形)を予定 	<ul style="list-style-type: none"> 水先人強制, 曳船完備, 利用 船舶, 船型による一方交通 出入船舶の管制 500GT 以下の船は曳船機 タンカー及び長さ 216m 以上の船舶は夜間航行禁止 水船船客をなだらかにしている (曲率約 1,800m Radius) 	<ul style="list-style-type: none"> 橋脚は陸上または曳舟に船っているため, 船船の接触はありえない 築堤式防護施設 	<ul style="list-style-type: none"> 橋下通航船 1 日約 16 隻 橋下通航能力 6~7 kt (実行) 1974 年度入港船 26,635 隻 	<p>Marine Harbour Trust は pier の間隔約 300m, 可航幅約 180m にわたり Clearance 約 51m を要求している。現在可航幅は 120m</p> <p>設計船型風速 50m/sec</p> <p>流れは普通 1kt 程度, 豪雨のあと 4~5kt に達することあり</p> <p>潮高は 0.6~1.8m 程度</p> <p>Yarra 川の水深 9.7~11.2m</p> <p>1970 年工事中落橋事故が発生, 現在工事中</p>
Tasman 橋	<ul style="list-style-type: none"> 完成 1964年9月 全長 1,025m 橋脚間隔 93m 航路上の高さ 45.8m (平均水面上) 可航幅 73m 	<ul style="list-style-type: none"> 橋に中央, 橋脚標示灯等 主航路中央を示す導灯 航路標示導灯 Harbour Control と Signal Station あり 	<ul style="list-style-type: none"> 主航路, 可航路による船型別分庫 酒当水船底の安全運力確保 橋の法線に直向に航行 視界 1.5 海里以下の場合には信号禁止 	<ul style="list-style-type: none"> 主航路に面する橋脚には Gravity Pender が整備されている 	<ul style="list-style-type: none"> 橋の曳船機約 9,000 隻の船が通航している。この間事故皆無 潮高は 1.5kt 程度, 豪雨のあと 3kt に達することあり 波向は橋の法線にほぼ直内 1975 年 1 月 Lake Illawarra 号 7,273 GT が入港時橋脚に衝突し落橋 	<p>Harbour Board は可航幅 76m を要求したが, 73m に決まる事故のあと leading mark の増設や水先制度の強化を一応考えられている</p>
Auckland Harbour 橋	<ul style="list-style-type: none"> 完成 1959年5月 全長 1,098m 橋脚間隔 242m 航路上の高さ 42.3m (高潮時) 可航幅 152m 橋脚長さ 1969年 	<ul style="list-style-type: none"> 橋に中央標示灯(緑色マレット, 緑, 紅の3灯連棒) 導灯(入港船用) Harbour Control あり 橋中信号 2 番 橋脚間隔あり 	<ul style="list-style-type: none"> 水先人強制, 曳船完備, 利用 夜間航行禁止 	<ul style="list-style-type: none"> 接触防護施設なし 	<ul style="list-style-type: none"> 年間入港船約 2,600 隻 橋下通航船舶年間約 18 隻 	<p>潮高は最大 2kt</p> <p>500GT 未満の船は曳船 1 隻, 500GT 以上の船は曳船 2 隻を使用する</p> <p>橋の奥には Sugar Berth 1 つのみで, 大型船の通過はきわめて少ない</p> <p>橋の発生はきわめてわけてある。強風の最甚 15 年間にわける最大のもののは 50kt</p> <p>10 年間橋内における潮高が故なし</p>

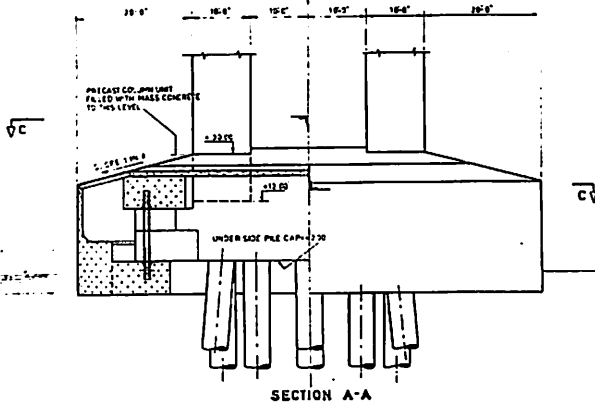


図7-1 衝突防護施設 (橋脚 No. 14, 15)

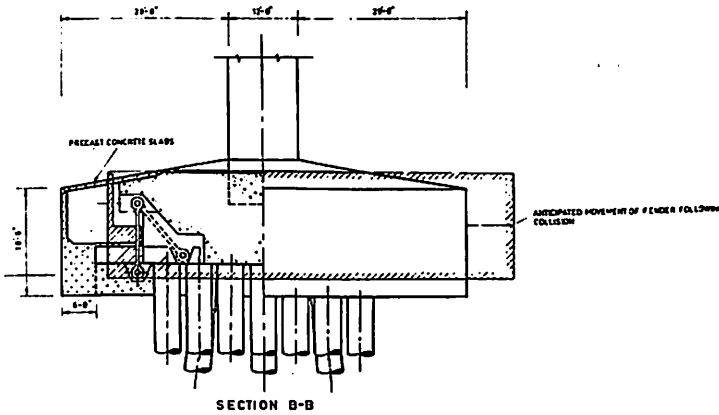


図7-2 Section B-B

このような重量物を橋脚に吊り下げる方式は構造強度上からはかなりの負担になると考えられるが、地震の危険もなく地盤の条件に恵まれたこの国には比較的問題が少ないものと思われた。

この重力式防舷材のほかに、主航路および副航路に面した橋脚の表面には一般の岸壁に使用されているような木材およびゴムによる防舷材が取り付けられて、小規模の船舶の接触到に備えている。主航路に面した橋脚には12"×6"の木材と、直径7"の円形の防舷材が四周にとりつけられ、副航路に面した橋脚には直径15"の円形ゴム防舷材が取り付けられている。

図オークランドハーバー橋

オーストラリアから約3時間の距離にあるニュージーランドのオークランド市には、市の中心から郊外への幹線をなすオークランドハーバー橋がオークランドのWaitemata 河にかかっている(写真4)。

この橋は1959年に建造され当初

はないが、その移動する距離は2.44mと考えられる。

は4レーンの道路であったが、その後日本の会社によって拡張工事が1969年に行なわれ、現在は8レー

管理者の説明によるとこの衝突防護施設によって20,000トンの船舶が9ノットで5°の角度をもって接触した場合でもはねかえせる能力があるということである。この場合の衝突エネルギーEは、20,000トン排水量とすると近似的に次のように求められる。

$$E = 0.0561 \Delta V^2 \times \sin 5^\circ$$

$$= 1980 \text{ t-m}$$

Δ: 排水量 (t)

V: 速力 (m/sec)

これからコンクリート構造物の重量を逆算して求めると約810トンと推定され、この値は図面の寸法から判断して妥当な重量と考えられる。

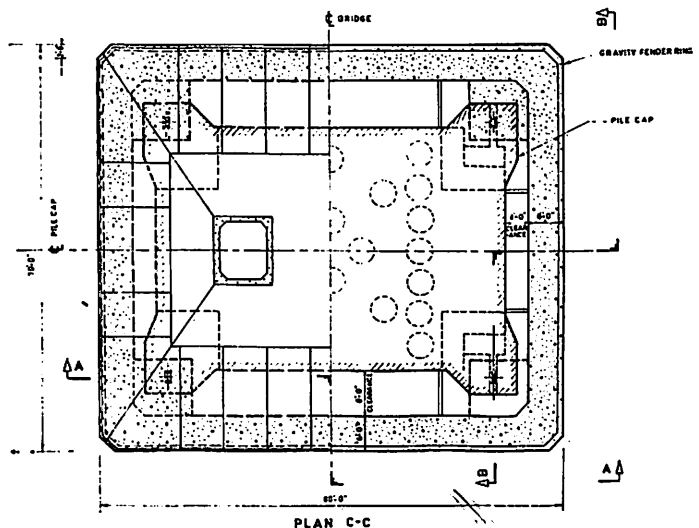


図7-3 Plan C-C



図4 オークランドハーバー橋

ンとなっている。

オークランドの気候は4月中旬でまだ暑さが残っており、9月中旬頃の温度であった。この国も一見オーストラリアと全く同じような環境であるが、経済的にはかなりの差があるとのことである。しかし、湾の周辺の大小の入江にはレジャー用のボートやヨットが一杯に並び生活本位のこの国の人の豊かさが感じられた。

オークランド港にはたまたま日本の貨物船も入港してきたが、輸入品は鉄鋼、油、肥料、自動車、砂糖などであり、輸出品としては乳製品、肉類、羊毛が主で年平均約2,500隻が入港するそうである。しかし大部分の入港船はオークランドハーバー橋より手前の棧橋に着岸し、この橋を通過する貨物船は橋から約1海里のところにある地域に砂糖を荷揚げする年間約20隻だけだそうである。

橋の長さは1,098mで8径間連続鋼床板桁橋であり、主航路の水路巾は243mである。

この港に入出港する一般商船は水先人の乗船が強制されている。

また500GT未満の船舶はタグボート1隻、500GT以上の船舶はタグボート2隻を伴って航行することを義務づけられており、夜間の入出港は禁止されている。

潮流は最大2ノット程度と少なく、天候にも恵まれ、強風の吹くことや霧日数が極めて少なく、そのため港内交通量の少ないことと相まって過去10年間において港内事故は発生していない。

この国の人々にわが国沿岸の船舶の交通事情を説

明しても、あまりの違いに数字を疑うような有様であった。

オークランドハーバー橋には航路標識として航路灯ならびに橋脚照明が装備され、港の管理と航行管制が Harbour Board によって行なわれている、

■あとがき

今回のオーストラリアおよびニュージーランド両国への調査に関して、わが国の各船社および代理店ならびに JETRO の現地駐在員等の方々の絶大な御協力をえて、短かい滞在期間にもかかわらず長大橋の管理機関および架橋水域の航行安全対策を担当する政府諸機関のそれぞ

れの責任者および関係する専門家に面接し、用意した質問項目について詳細かつ具体的説明を聴取し、また現場の視察を行なうことができ貴重な資料を数多く入手することができた。

架橋水域、交通環境、橋の形態などそれぞれ地域的特性があり、わが国の実状とは相違する点もあるが、関係者がそれぞれ安全対策に苦心している努力や、わが国よりも積極的に取り組んでいる部門なども参考として学ぶことができた。

わが国での本四架橋のプロジェクトに関しては、訪問した各地において驚異の眼が向けられるとともに、きわめて好意的かつ積極的な協力がえられ、予定通りのスケジュールで順調に調査を完了することができた。

△ △ △

■“船舶”用（1年分12冊綴り）ファイル■

定価 450 円（〒300円、ただし都内発送分のみ）
ご注文は最寄の書店へお申込まれるのが、ご便利です。

■

株式会社 天然社

海難防止対策の展望

塩原 礼次郎

日本海難防止協会安全調査部長

海難には、つぎのような特徴があります。

- (1) 毎年ほぼ同じような隻数で発生する。
- (2) 衝突海難は船舶の交通密度のほぼ2乗に比例して発生する。
- (3) ほとんどの種類の海難で、大きい船ほど海難発生率は大きい。
- (4) 日本船の海難発生率はきわだって小さく便宜置籍船のそれはきわめて大きい。

今後の海難防止対策は、これらの本質的な特徴と密接に関連するものと考えられます。

1. 海難と大数の法則

図1¹⁾は最近10年間の各種の海難の発生隻数の推移を示したものです。この海難は要救助海難とい

い、海上保安庁の巡視船艇が救助のために出動する必要がある程度海難という意味で、重度の海難と全損海難を含んでおります。軽度の海難は、不要救助海難といえます。

図1でおわかりのように、乗揚海難が明らかに減少の傾向にあるほかは、毎年ほぼ同じような海難隻数で海難が発生していることがわかります。国を挙げて海難防止に努力しているのにこれは一体どうしたことだ、といたくなりましょう。

しかし、よく考えてみると、これは統計学上の大数の法則に従っているのだ、ということに気がつきます。つまり、非常に多い船の中で海難の起る数は、個々の船は違うのに、毎年ほぼ同じような数に落ち着く、ということです。このような大数の法則

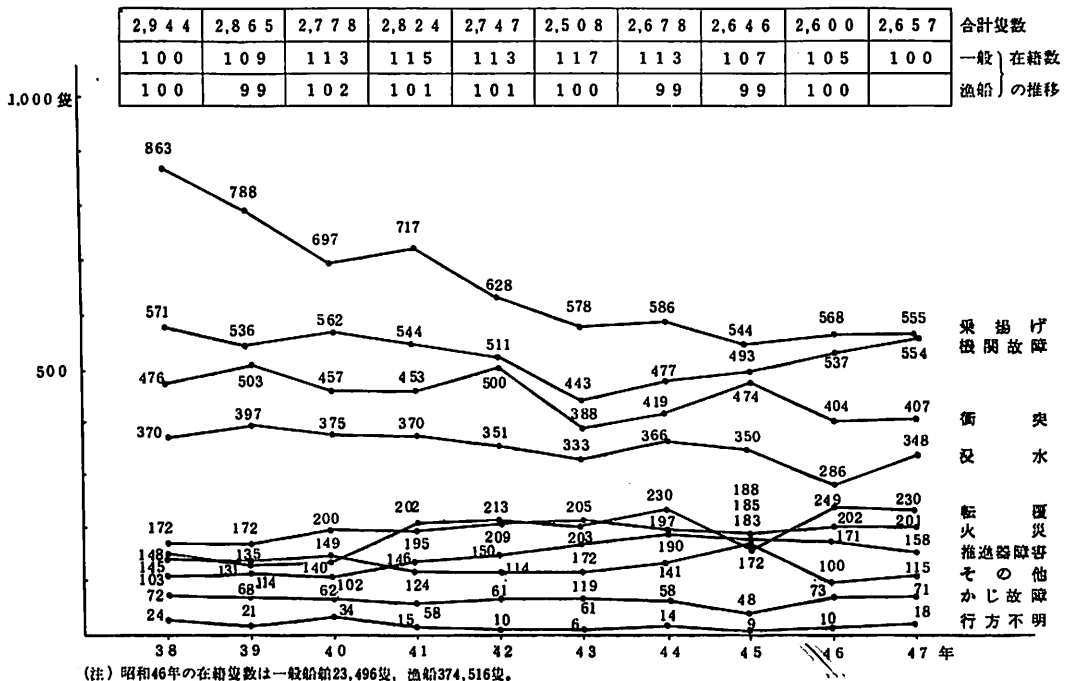


図1 海難種別発生隻数の推移

は、国全体の出産、死亡、火災、交通事故等、いろいろな社会現象にみられる法則であって、関係者の努力が足りない、というような理由によるものではありません。

このように大数の法則に従って起っている海難隻数を減らすには、従来とってきた方法をくりかえすだけでは効果がなく、新しい対策が必要です。

これまでに、顕著に海難の減ったつぎのような例があります。

- (1) 乗揚海難が、昭和38年からの12年間に $\frac{3}{5}$ (863隻から496隻) に減った。
- (2) 漁船の機関故障海難は昭和30年からの13年間に $\frac{1}{3}$ (822隻から284隻) に減った。
- (3) 昭和40年を境に、前後5年間の平均で、漁船の行方不明海難は $\frac{1}{3}$ (15隻から5隻) に、海難による死亡行方不明者数が6割 (509人から288人) に減った。

(1)については、レーダー、ロラン、デッカ等の電子航海計器が広範囲に普及しているため、と考えられます。レーダーの普及によって衝突海難も同様に減ってよいのですが、次節で説明するように、船舶交通輻輳の激化というマイナスの要因があるために、乗揚海難のようには減らないのではないか、と考えられます。

(2)については、漁船機関の信頼性の向上が原因と思います。漁船の隻数分布をみると20トン未満の小型漁船が圧倒的に多く、これらの船の装備する小型エンジンは自動車のエンジンと類似しており、この時期の自動車工業の飛躍的な発展のためと、一般に機器の信頼性が著しく向上する理由となった当時信頼性工学の導入のためと考えられます。

(3)については、船舶救命設備規則が作られ、新しく遭難信号自動発信器とぼう胴式救命いかだが20トン以上の漁船に装備されたことがその理由とみられます。

これらの例で明らかのように、海難を減らすためには、新しい対策、それも新技術の導入や投資が必要です。

2. 交通密度と航行管制

図2²⁾は、電子航法研究所の藤井企画官が調査されたもので、入港隻数と衝突隻数のタイムトレンドを示したものであり、横軸に年度を、縦軸に対数で入港隻数と衝突隻数をとっています。この入港隻数は港湾統計からとっており、全国的な海上交通量の増加傾向を表わすものとしてとったわけです。

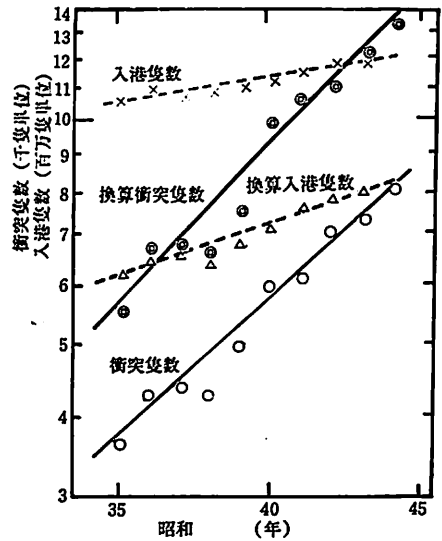


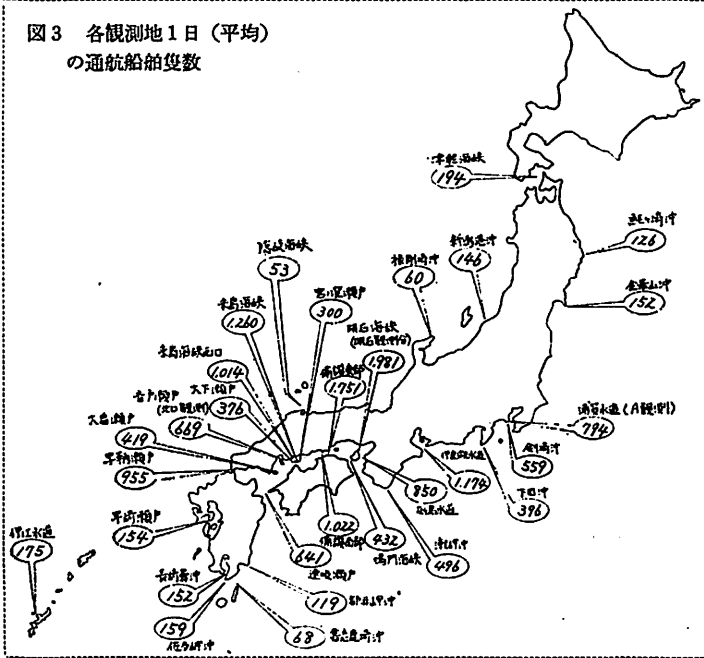
図2 入港隻数と衝突隻数のタイムトレンド (港湾統計と海難統計による。換算は長さにより100~500総トンの船を標準(当量1)とする)

図中の換算隻数とは、大小の船が入りまじっている隻数をそのままでは比較できませんので、100~500総トン階層の船を標準(当量1)として、各トン数階層の船の数を長さの比率で換算したものです。船の大きさの標準船への換算には、船の長さLの1乗がよいか、2乗(面積)がよいか、3乗(体積)でやるべきか、統計の内容によって異なってきます。この場合は、衝突の確率が船の長さのほぼ1乗に比例するために、このような換算をされたものです。

この図によって、衝突隻数が、交通量のふえ方の何倍かの速さで増えていることがわかります。藤井企画官は、船舶の輻輳する海域で起る衝突について、統計力学で扱う気体分子運動論を援用され、海難統計を分析して衝突隻数 \propto (交通量) \times (L換算交通量)という比例関係が成り立つとしておられます。

この関係は常識的にも理解できます。明石海峡航路を東西方向に行き交っている船の流れを、南北方向に横切ろうとする淡路島通いのフェリーボートの例を考えてみますと、その船が航路を横切り終るまでに、衝突回避の努力をしなければならぬ相手船の数は、東西方向の船の流れの交通量、厳密には交通密度に比例します。ほとんどの場合、フェリーボートは東西方向に航路沿いに走る船を回避しているわけですが、ごくまれに何万回に1回は、種々の事

図3 各観測地1日(平均)の通航船舶隻数



情がからみあって回避できず、衝突してしまうことが起ります。(その割合は、後掲の図5に示される関門海峡の衝突発生率でおわかりのように個々の船にとっては小さい船ほど操縦が容易であるため、小さくなります。) この場合のフェリーボートの衝突の確率は、東西方向の船の流れの交通密度に比例するであろうことは認めていただきましょう。

さて、明石海峡を南北方向に横切るフェリーボートは1隻ではなく、南北方向に走る船の流れがある

わけて、明石海峡全体としてみると、東西方向と南北方向の船の流れの密度の積に衝突隻数が比例することになります。この例は、船の流れがほぼ直角に交差する場合でしたが、この角度は直角でなくてもこのことは成り立ち、その極限の場合として、角度がゼロ(同航)あるいは180°(反航)の場合にも成り立ちます。

最近、海外の強制水先制度についてのアンケートを世界中の主要港に送りましたところ、ニューヨーク港からの回答の中で、年間18,000隻の大変な交通量である、との表現がありました。ニューヨーク港は欧州各港や大西洋の各方面から航路が集中している扇の要のような港で、大変な船混みです

という感じは無理ありません。

しかし、年間18,000隻は1日当りほぼ50隻です。

図3³⁾は、わが国の沿岸における昭和49年8月観測の1日当りの船舶交通量であり、また表1³⁾は主要狭水道における交通量です。図1の中で最も交通量の少ない能登半島の先端、禄剛崎沖でさえもニューヨーク港の入港隻数を上廻っております。また東京湾から紀伊水道までの太平洋ベルト地帯の沿岸、および瀬戸内海の各狭水道の場合には、ニューヨーク

表1 航路別・船種別・大きさ別通航船舶隻数(1日平均)

航路	船種 大 小	貨物船、タンカーその他(遊覧船、客船、汽船、汽船、汽船を除く)						旅客船、カーフェリー(水中バスを除く)			水先 船	漁 船	要航船				押航船	合 計	一分 前 の 隻 数											
		100 以上	100 以下	50 以上	50 以下	20 以上	20 以下	100 以上	100 以下	50 以上			50 以下	20 以上	20 以下	100 以上				100 以下	50 以上	50 以下								
		隻	隻	隻	隻	隻	隻	隻	隻	隻			隻	隻	隻	隻				隻	隻	隻								
浦賀水道航路 (A観測分)		3	228	70	50	50	10	6	441		1	0	12	7	2	20		0			1	31		31	507	0.35				
中ノ瀬航路		1	74	32	12	5	2	1	117				5	3	2	10		5						7	2	11	173	0.12		
伊良湖水道航路		1	65	65	30	20	7	0	178				0	2	6	26											210	0.15		
明石海峡航路 (明石観測分)		42	447	31	27	12	0	0	573		2	3	43	27		77	7	72	10								21	784	0.55	
横濱瀬戸東航路		21	321	87	33	10	5	7	500		1	10	12	2		60		7	1								3	555	0.37	
宇高東航路		2	2						0		32	60	33			53	13	2										172	0.12	
宇高西航路		1	7						7		62	73	27			60		1											178	0.12
横濱瀬戸北航路		24	220	17	13	6	1	1	282		10	10	0			32		22	1								3	361	0.26	
横濱瀬戸南航路		35	200	25	11	3	2	0	300		52	3	11	7	1	74		23	1	0							3	015	0.27	
水島航路		24	62	7	1	2	1	0	85		60					60		30	1								3	203	0.16	
東島瀬戸航路		22	160	74	51	13	0	0	304		0	35	2	7	21		71	17	73	1							5	674	0.33	

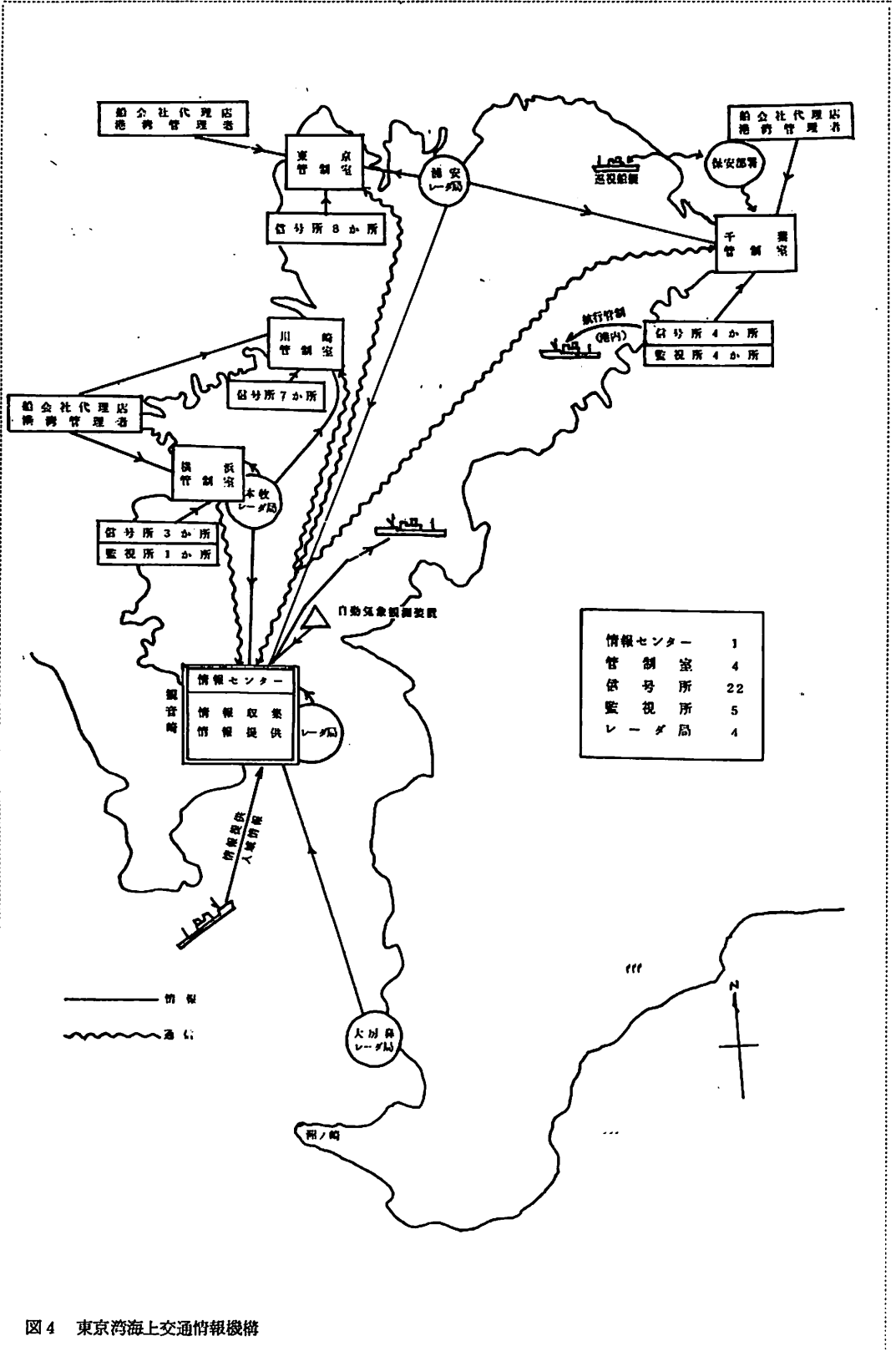


図4 東京湾海上交通情報機構

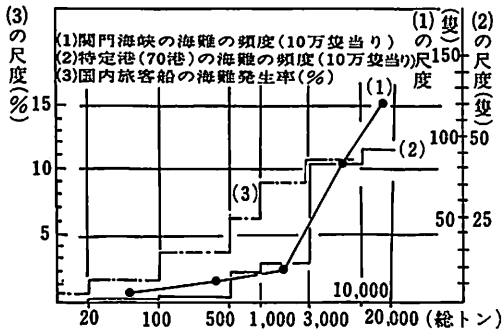


図5 船の大きさと海難発生率(1)

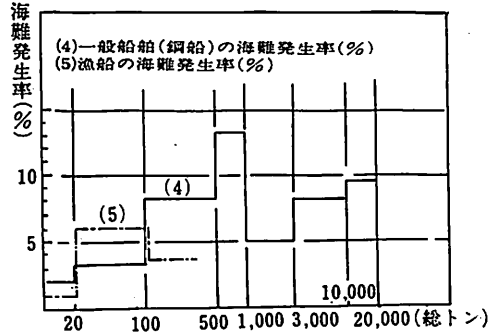


図6 同左(2)

港の10~40倍という船混みなのです。わが国の沿岸の航海の難かしさは、かねがね世界中の船員の悩みの種であります。いかに困難なものであるか想像に難くありません。

日本船でさえ、巨大タンカーの船長は、原油を満載して日本の沿岸に近づくと、沖縄諸島沖から船橋をおりられなくなるとか、神経性の下痢症状(入港するとケロリとなおってしまう)になるという位の心労ぶりです。ましてや外国船がどれほど苦労しているか想像に難くありません。

なお、ニューヨーク港の50隻に比べて、日本沿岸の交通量がこのように多いのは、日本の場合は小型船が非常に多いからです。浦賀水道航路(水道全体ではなく、海上交通安全法の航路内だけ)の場合、1,000トン以上128隻(25%)、1,000トン以下381隻(75%)です。また明石海峡航路の場合、1,000トン以上123隻(16%)、1,000トン以下663隻(84%)です。したがって換算隻数で比較すれば、これほどの差はないのですが、いずれにしても日本沿岸の交通量は、それこそ大変なわけです。

一般に、交通の輻輳する海域では、衝突等の海難と交通渋滞の防止のために、航路が指定され、交通管制が行なわれます。

わが国では、戦前から港湾(開港港則、港則法)と狭水道(内海水道航行規則、特定水域航行令、海上交通安全法)において、このことが実施されてきました。外国では港湾のほか、河川水路、運河等で航路や交通管制が行なわれてきました。

交通管制の手段としては、はじめ旗旗、形象物、灯火等の視覚による信号が使用されていましたが、次第に無線電信、電話が使用されるようになり、さらにレーダー、デッカ等の電子計器類が使用されるようになってきました。

わが国の沿岸では今後つぎのような輻輳海域の衝突防止対策がとられます。

a. 通航分離方式の指定

1972年国際海上衝突予防規則に準拠して近く海上衝突予防法が改正されます。その中に通航分離方式の航法が規定されました。海外ではニューヨーク沖やドーバー海峡など約55カ所、通航分離方式の通航路が定められており、日本の沿岸でも早急に指定してほしいと要望されてきました。海上交通安全法は、ほとんど内水(領海海里と測る基線の中側の水面、つまり湾内や内海)の狭水道について航路を指定したわけですが、通航分離方式は主として外洋に面した沿岸に考えられるものです。昭和46年に日本船主協会と日本船長協会が自主的な提案をしていますが、政府がIMCOに提案して、審議の上採択されなければなりません。なお、通航分離方式の航法は、海上交通安全法で定めた航路の航法にとり入れられておりますので、日本の船員にはなじみ易いものです。

わが国の場合は、指定する海域の漁業との調整が重要かつ困難な問題です。

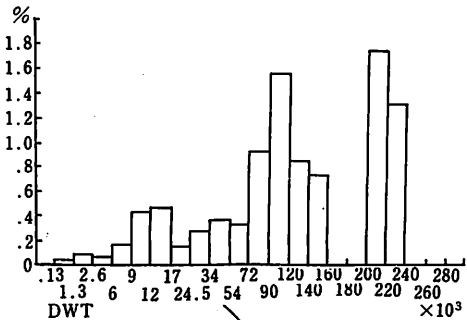


図7 タンカーのカーゴタンク内の火災爆発事故の頻度(1950~72年平均)

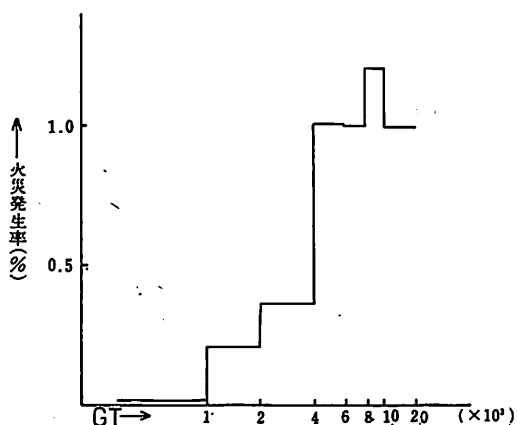


図8 貨物船の総トン数と貨物の火災発生率の関係 (昭和43年)

b. 海上交通管制システム

海上保安庁は、かねがね図4⁹⁾に示すような海上交通情報機構の建設を進め、京浜港においては進んだ海上交通管制を実施しております。この管制を港内だけでなく、東京湾内全般に及ぼさなければ、第拾雄洋丸や栄光丸の事故のようなおそれるべき性質の事故は防止できないという情勢になり、現在その研究が行なわれております。

外国でも、レーダーやコンピューターを利用し、航行船も緊密な連絡をとるという管制システムが、サンフランシスコ、ロンドン、サザンプトン、ロッテルダム、ルアーブルの各港、エルベ河、ウエザー河、エムス河等西独の河川水路で実施されております。管制の程度は各国によって異なります。これらの海域は濃霧のかかる日数が多いことが発想の根本にあり、視界のよいときにはあまり管制は行なっていないようです。なお、サンフランシスコ港は船がそれほど多くないので試験的に実施するには好都合

であり、その経験を生かしてニューヨークで本格的にやろうとしているようです。

わが国での管制の実施は、前述のような大変な交通量が前提にあります。管制の技術そのものは航空機で大変進んだものが実用化されているので問題はないのですが「海上交通は立体交差ができない」という根本的な困難さがある上に、わが国沿岸の交通量の中に占める小型船の割合の多さと、対象海域における漁業との調整がむずかしく、解決しなければならぬ多くの問題があります。

3. 船の大きさと海難発生率

図5⁹⁾はつぎの3種類の海難発生率を示したもので、横軸に船の大きさ(総トン数)を対数で、縦軸に海難発生率を真数でとっております。

- (1) 関門海峡における衝突の発生率(昭和38~45年)
- (2) 特定港(70港)における海難発生率(昭和46年)
- (3) 国内旅客船の海難発生率(昭和46, 47年)

(1)は関門海峡における衝突海難隻数の通航隻数に対する比率を、通航隻数10万隻に対する割合として、船の大きさ別に計算して示したもので、そのスケールは右側の縦軸の内側にとられています。

(2)は、特定港における各種の海難隻数の入港隻数に対する比率を、同じく入港隻数10万隻に対する割合として示したものです。スケールは右側の縦軸の外側にとっていますが、(1)とまったく同じパターンであることを明瞭にするためにスケールを倍にしています。

(3)は、国内旅客船の1年間の海難隻数の、在籍隻数に対する比率をパーセントで示したもので、スケールは左側の縦軸にとっています。

国 別		日本	オランダ	ノルウェー	パナマ	英国	米国	ギリシャ	リベリア	
発生率	タンカー(%)	昭36~42 (7年)	1.3	3.9	4.4	5.9	7.6	9.2	11.7	12.8
		昭43~45 (3年)	1.8	5.6	6.0	11.7	11.1	13.1	20.0	20.5
	陸上火災**	昭46 (1年)	6.0	16.0	49.0		45.0	131.0		
比較値	タンカー	昭36~42 (7年)	1	3	3	5	6	7	9	10
		昭43~45 (3年)	1	3	3	6	6	7	11	12
	陸上火災	昭46 (1年)	1	3	8		7	22		
人口密度	平方キロ当り	283	323	12		228	22			

表2 タンカーの重海難発生率*等の国際比較

* 重海難とは、全損と重損(造船所で大修理を要す)の合計

** 人口1万人当りの出火件数(出火率)

この図でおわかりのように、大きい船ほど海難の発生率は大きいのです。どうしてこのことが理解されなかったかと申しますと、小型の船は絶対数が非常に多いために、新聞にその海難が報道されることが多く、小型の船は海難が多くて当然だ、と思われるような数々の理由があるからです。たとえば船長の海技免状が低ランクである、というようなことです。

また、大きい船はほとんどが外航船であるために、船混みのひどい日本沿岸に居る日数の割合が小さい、という有利な条件があります。図6⁹⁾は、この事情を明らかにするために引用した図です。この図には、つぎの二つの海難発生率が記入されています。

- (4)一般船舶(鋼船)の海難発生率(昭和47年)
- (5)漁船の海難発生率(昭和47年)

このうち、(4)は日本の一般船舶について上述の国内旅客船の場合と同じ方法で計算して示したものです。1,000総トンを越えたところで海難発生率が一旦小さくなるのは、外航船の割合が増えて、これらの船が日本の沿岸の船混みから離れる時間が大きくなるからだと思えます。

(5)は漁船について計算したものです。100総トンを越えたところで発生率が小さくなるのは、漁船の場合100総トンを越えると沿岸を離れた遠い漁場に向う船の割合がとて多くなる、つまり沿岸の船混みから離れる船が多くなるからだと思えます。

図7⁷⁾は、世界中のタンカーのカーゴータンク内の火災爆発事故の頻度(1年間の事故隻数の在籍隻数に対する比率)を示したもので、横軸に重量トン数、縦軸に比率(パーセント)をそれぞれ真数の尺度で示しています。この図は、昭和49年1月にロンドンで開催されたIMCOの防火小委員会に米国代表が提出した資料(タンカーの火災爆発に関する概要報告)から引用したものです。この図によっても大きいタンカーで火災海難の発生率が大きくなるということがわかります。

また図8⁸⁾は世界中の貨物船の昭和43年の貨物の火災事故の発生率を示したもので、横軸には総トン数を対数で、縦軸には発生率(パーセント)を真数で示しています。貨物船の貨物の火災事故の大半は、棉花、植物油のしぼり滓、麻、椰子油、魚粉というような、動植物油脂を含んだ貨物の自然発火によります。これらの油脂は不飽和脂肪酸を含んでいるために酸化しやすく、熱い航海が何日も続くと次第に発熱し、ついに発火するという経過をたどり

ます。この場合も、大きい船ほど貨物の一口の量が大きくなるために内部での熱の蓄積が進みやすく、火災になりやすいものと思えます。

1万総トンを越える発生率がさがるのは、同じく貨物船といっても木材や鉱石などの専用船の割合が増え、棉花などの一般貨物を積む船が減るからだと思えます。

以上のような、大きい船ほど海難の発生率が大きいという傾向は、転覆海難と行方不明および全損海難を除くほとんどの種類の海難に見られる傾向です。その理由はつぎのようなことかと思えます。

- a. 大きい船ほど喫水が深くて乗揚しやすい。(マラッカ海峡での巨大タンカーの乗揚頻発がその例)
- b. 船の運動にともなう慣性力は質量を含むので長さの3乗に比例するのに、その運動をコントロールする手段のもつ力は、舵面積や機関の馬力に比例し、長さの2乗あるいはそれ以下に比例するものでしかないから、大きい船ほどその間の乖離がひどくなり、操縦困難となって、衝突や乗揚が回避しにくい。
- c. 大きい船ほど可燃物の集積や発火源(タンカーのタンク掃除中の静電気など)の蓄積が大きく、その熱量や静電気の放散がおそいので火災爆発が起りやすい。(集積や蓄積は体積に比例し、放散は表面積に比例するので)
- d. 複雑なシステムほど系全体としての故障の確率は大きくなる、という信頼性工学上の原理の通り、機関故障、舵機故障、コントロールシステム等の機器の故障が起る。
- e. 人間の感覚や運動機能は、平均60kg程度の個体の生存のためにあるので、60トンの船の安全をはかるのでさえ非常に負担であり、大きい船ほど扱いにくく、諸種の海難が起る原因となる。(生理学や心理学、あるいは人間工学的なこの問題は、各種の海難にひとしく関連している問題であり、のちほど詳細に説明いたします。)

4. 海難発生率の国際比較

表2は、主要タンカー海運国の大型タンカーの重海難発生率⁹⁾と、陸上の火災発生率¹⁰⁾を示したものです。大型タンカーとは総トン数8,000トン以上のタンカーで、重海難とは、全損と重損(造船所で修理しなければ本格的な航海が継続できない程度)の合計です。海難隻数はロイド海難週報の記事から集録したものです。前の7年(昭36~42)と後の3年

表3 外国船の海難隻数等の推移

年 度	1970	1971	1972	1973	1974
1,000 総トン以上の海難隻数 A	159	156	150	140	186
そのうち外国船の " B	60	57	66	75	112
外国船の割合 (%) B/A	(38)	(37)	(44)	(54)	(60)
外国船の入港隻数 C	37,723	39,171	42,870	46,038	51,285
参考 (外国船の入港隻数当り海難発生率%) B/C)	(0.16)	(0.15)	(0.15)	(0.16)	(0.22)

(昭43~45)の二つの年度群について平均していますが、海難発生率としては、すべて1年間の海難隻数の在籍隻数に対する比率として計算しています。

火災発生率は、消防白書(原典は FIRE JOURNAL NOV. 1972)から引用したもので、昭和46年の人口1万人当りの1年間の出火率です。

この表の中に、各国の発生率の日本の値に対する倍率が示されています。まずタンカーの重海難発生率の年度群別の比較で、各国の倍率がほとんど同じであること、パナマ、ギリシャ、リベリヤ等の諸国が増加していることなどがわかります。そして、陸上の火災の発生率が、オランダとイギリスの場合、タンカーの重海難発生率とほとんど同じであること、ノルウェーと米国の場合は、タンカーの重海難発生率の2.5~3倍であることがわかります。

ノルウェーと米国に見られるこの傾向は人口密度の小ささにあろうかと思えます。表中に、昭和46年の各国の人口密度が示されており、オランダ、日本、英国等が平方キロ当たり200人以上であるのに比較し、米国22人、ノルウェー12人という少なさであることがわかります。

人口密度の大きい国では、小火が起っても煙や臭で隣家が気がつき、“火事だ”と大声をあげれば、近隣の人達がかけつけるにも時間がかかりませんから、小火のうちに消してしまう確率が高い筈です。

日本船の火災海難でも同じような傾向があります。漁船は商船に比較して、小さな船は大きな船に比較して、火災海難の発生率が小さいわけですが、これも船の面積当りの乗組員数(人口密度)が大きいためだと思います。漁船は漁撈作業の必要上から、同じ大きさの商船の何倍という乗組員数です。商船の場合、1万トンくらいまでの貨物船の例ですが、乗組員数と船の大きさとの相関は長さLの0.3乗に比例する程度です。船の表面積は長さの2乗に比例していますから、大きな船ほど人口密度は小さくなっていきます。

以上の説明でおわかりのように、日本人は海上においても陸上においても、防災にはきわめてすぐれた成績をあげております。その理由は、つぎのようなことであろうかと思えます。

- (1) 国民が勤勉であること。(人口密度の大きさが、その背景にありましょう。)
- (2) 国民が優秀であること。(勤勉に勉強し努力するからではないかと思えます。)
- (3) 国民が単一民族で構成されていること。(純粹培養のようだとよくいわれますが、多数民族の場合のように、隣人が信用できないというようなことがなく、集団に対して考え方が真摯です。)

ところで、現在われわれは表2の国際比較を喜びとするよりは、悩みとしなければならなくなりました。日本経済の高度成長にともなう生活水準の向上のために、日本船員の賃金水準はとても高くなり、日本船の国際競争力が弱くなったため、従来ならば日本船として運航された船が、便宜置籍船として運航されるようになったからです。昭和50年度の海運白書でも、外航船のほぼ4割をそのような船が占めていることが明らかにされています。このため、現在海難防止上の大きな課題はこれらの外国船の海難防止をいかにしたらよいか、ということになりました。特に、第拾雄洋丸や栄光丸の事故が、外国船との衝突、あるいはそれを回避しようとして起ったものであるため、大きな問題としてクローズアップしてまいりました。なお、表3は、海上保安庁が発表した資料から作成したものです。1,000総トン以上の船の海難隻数の中で、外国船の占める割合が次第に増えているのがわかります。最下欄に参考として外国船の入港隻数当り海難発生率を示しましたが、参考とした理由は、海難隻数が1,000総トン以上の船であるのに、外国船の入港隻数は1,000総トン以下も含まれているからです。ただし、1,000総トン以下の外国船の入港隻数は、韓国船以外はほとんどないので、推移を見るのには差支えないでしょう。

表2によって、各国の海難発生率、あるいはわが国の値に対する倍率は、年度が変わってもほぼ同じような値を示すことがわかります。これは、冒頭にのべた大数の法則によるもので、それぞれの国の船のもつ条件によって海難発生率はきまった値に落ち着くものでありましょう。したがって、外国船の海難を、日本船なみに減らそうというのは、なみ大抵のことではありません。

その対象としては、つぎの諸点が考えられます。

- (1) 水先人を乗船させる。最近のある試算では、水先人の乗船によって海難発生率はほぼ1/6に減ります。運輸大臣は航行安全船員教育審議会に強制水先制度について諮問しており、その中間報告の内容は今春の通常国会で水先法改正となって生かされ、東京湾の強制水先制度実施が軌道に乗りました。また海上保安庁はその他の輻輳海域でも水先人を乗船させるよう指導しております。
- (2) 航行管制を充実させる。これについては前述の通りです。
- (3) 外国船に日本の航海法規や航路事情をよく広報する。

なお、これらの船に乗組む外国人船員の名誉のために、最近の筆者の経験をご披露したいと思えます。

英国の海図を購入するために午後4時過ぎコーンズ商会の海図部を訪れていたところ、スウェーデン人の船長が困り果てた様子でやってきました。1週間前にシンガポール国籍になった元日本船の船長で、明朝出帆してペルシャ湾に向うのに、請求していた海図が揃っていないのみずから買いに来たというのです。船主も代理店も“海図がなければ航海ができない”ということを理解していないのだ、と大変憤慨していました。日本の船会社であればそのようなことは考えられないのですが、シンガポールの会社はペーパーカンパニーであるかもしれず、代理店は船主そのものではありませんから、その責任の負い方には限度があります。

その船長の場合は、コーンズ商会の日本人社員と他の海図販売会社2社（日本郵船と日本水路図誌）の方々の親切によってほぼ希望が満たされましたが、東京だからこそ可能だったものであり、海図も十分持たずに航海することを余儀なくされている便宜置籍船、外国船が少なくないのです。

数年前、東京湾海難防止協会が水先人にお願いして東京湾の詳細な海図を持たない船には海図を提供するサービスを実施したことがありました。この時

少なからぬ外国船が大尺度の海図しか持っていないことがわかりました。このことは非常な驚きとしていまだに語り草となっているのですが、その内幕がよくわかった気がしました。船長が大胆あるいは不注意でそのようなことが行なわれていたのではなく、船長の非常な迷惑あるいは犠牲のもとに行なわれたものであったのです。

5. 人間の能力の限度

海難事故に限らず、自動車事故や航空機の事故など、交通事故の原因を追及すると、多くの場合「またもや人為的ミスか」ということになります。海難の場合、多くの統計で、全体の7割以上が乗組員の不注意や過失による、とされており、われわれが個々の事故の原因を追及してみても同じ結果になります。

ところで、前述のように、ほとんどの種類の海難で、大きい船ほど海難の発生率が大きい、という傾向があります。普通大きい船ほど職員のもつ海技免状も高級であり、乗組員数も多いわけで、その大きい船ほど乗組員の不注意や過失が多くなると、それは乗組員の側に原因があるのではない、ということになりそうです。

桃山学院大学の後藤邦夫教授（物理学史専攻）は、昭和50年4月20日付朝日新聞の論説の中で「高度のシステムに特有な高級な故障も現実に入った場合、多くの人々の目に初歩的なミスに見える」とのべています。このような錯覚のために、海難防止に見事な成績をあげている日本船の海難も、その原因の大半は乗組員のミスによる、とされているものようです。

現在、心理学者にとって「交通の安全」や「産業の安全」確保は、大きな研究課題です。心理学の研究によれば、不注意は無意識のうちに現れてくる不可避的なものであり、さらに錯覚は、不注意とも関係のないものなのです。したがって徹底した安全管理をやるにはいっそ「人間は不注意な生き物である」と悟った方がよい、そして不注意をカバーする方策を「物」の側から進めることこそ、「安全管理の王道だ」と主張するのです。

このような考え方で、いろいろな研究が工学の方からすすめられてきました。そして、人間のやる判断を電子計算機でやらせられないか、という研究がすすんでまいりました。この過程でわかってきたことは、人間の頭脳がどれほどすぐれたものであるかということです。その典型的な例が図形認識力の問

題です。

われわれは自船の前方に居る船を一眼みれば、まっすぐこちらに向ってきているから危険だとか、同じ方向に向っているから当分心配ないとか、右または左に向っているから心配ないとか、一瞬にして判断できます。これが図形認識のはたらきです。

これを電子計算機でやらせると、丸ビルくらいの巨大な計算機が必要だということは良く知られています。人間の脳細胞は200億個くらいあり、そのうち5億個くらいが図形認識に参加しているそうです。一方、大型の電子計算機でも部品数は200万個くらいであり、5億個分の働きをさせるには、250台分が必要であり、丸ビルなみになってしまうわけです。脳細胞を電子計算機の部品と比較したのは失礼かもしれませんが、個々の脳細胞の働きは相当よくわかっており、電気回路の精巧なスイッチのような働きをしているのに驚かされます。

さて、人間の頭脳は巨大な電子計算機なみの能力をもっていますが、計器類のセンサーに当る人間の官覚機能（視覚、聴覚、嗅覚、味覚、触覚）には、ごく狭い限界があります。その中で最も限界のないように見える視覚でも、距離を測る機能となると意外に狭い限界があります。われわれの両眼という測距儀は基線がわずか6センチしかないために、測距儀の精度の式が適用できるとすると、400メートルの距離のものを測定すると、誤差が400メートルになってしまうのです。

それでは人間の官覚機能は欠陥機能かというところではありません。もともと平均60kg程度の人体の生存のためにはそれで十分だったのです。その人間の機能にとって、60トンの船の安全確保は1,000倍の重荷であり、6万トンの船の場合は100万倍の重荷です。この重荷を、ここで腕のみせどころ、と克服できるかという、それはほとんど不可能と思われれます。

第2次大戦の末期、大本営の依頼で数学者が委員会を作り、つぎの問題と取り組みました。

「敵の兵力が2倍であった場合、こちらは何倍の精神力を発揮しなければならないか。但し、個々の兵士の能力と装備は同じとする。」

数学者たちは、精神力を戦術とおき換えて当時の軍の移動スピード等を入れて計算し、結局戦術は10倍なければならない、と解答を出したのです。

連合国側も同じような研究を行っておりランチェスターの方程式で大まかな仮定をおいて、兵力の有効さはその大きさの2乗に比例する、という答を

出しています。

これらの研究が、船の大きさにともなうむずかしさにそのまま適用できようとは思いませんが、刻々と情況の変化する船の運航の過程で、船の大きさが人間の機能にとってどれほど重荷であるかご理解いただけましょう。

さてこのような事情で起る海難を防止するために必要な対策は、人間の感覚機能や運動機能を補うべき機械化、自動化を行なうことです。

この意味の対策で、効果が明白なのは火災発生の警報装置です。火災は早期に発見して小火のうちに消火してしまえば、統計にもはいつてまいません。燃えている現場が眼に見えれば問題なく消火作業がはじまりますが、多くの場合、閉居された区画や部屋の中、あるいは就寝中に小火が起ります。これまで、このような場合は、焦げ臭さか、パチパチ燃えさがる音で気がついたわけですが、煙、熱、可燃性のガス等に感応する警報装置がとりつけられていれば、人間の嗅覚や、聴覚の限界を補ってくれます。

さらに自動消火装置が連動するようになっていれば、消火器やバケツを持って走りまわる際の人間の運動機能の限界を補ってくれます。長さが300メートルにも及び、機関室においていくのに、ビルの7～8階分も走らなければならない巨大船の場合は、このことはきわめて効果的です。なお、船舶消防設備規則に定められている自動消火器は約90gの薬液が硬化ガラス製の容器にはいつていて天井に取付けられるものであり、室内の火災による天井の温度上昇（約90℃）で破裂して、自動的に薬液が飛散し消火するもので、驚くべき効果があります。

故障予防の警報装置は、機関故障の防止をはじめ、各種の機械、計器、装置等の故障防止に役立ちましょう。

図形認識力の点で、人間の頭脳は、巨大な電算機に匹敵するとご説明しましたが、正確な計算を迅速に行なう能力においては、電算機の足もとにも及びません。

船舶の輻輳する海域で操船する際、自船や他船の将来の位置を刻々計算できれば海難防止に非常に役立ちます。この頃多くの製品が開発されている衝突防止装置（レーダーと計算機を主要な構成要素とする）は、この点、非常にすぐれた装置と思います。

明石海峡航路の船の流れを横切るケースをご説明いたしました。東京湾、伊勢湾、大阪湾および内海のように、まわり中に港がある海湾では、大型船

が、船の流れを横切らなければならない交差点が出てきます。船は立体交差ができないし、簡単にコースストップがかけられませんので、この交差点の取扱いがきわめて困難です。

この船の流れと交差点の船舶航行のシミュレーションが方々で行なわれていますが、船長の目測と経験だけで衝突を回避しようとしても到底無理な話で、自船と他船の将来の位置を刻々と計算できる装置、つまり前述の衝突防止装置が是非必要であることを痛感しています。

6. むすび

以上海難の特徴と今後の海難防止対策について、あらましのご説明をいたしました。

日頃海難防止を研究していて痛感することですが、図形認識力に影響する脳細胞の数の例、あるいは大きい船ほど海難発生率が大きいという例のように、物の数量的な大きさは、決定的な影響力をもつということです。したがって海難防止対策も、数量をもってするよりほかはないように思います。このことは経済的には投資が必要だということの意味します。金はかけずに、創意工夫だけで、あるいは精神力で海難を防止しようとするには、おのずから限度がありそうです。

その投資のうち、船舶に関しては、人間の能力の限界を補うべき「物」の面からの対策が海難防止上きわめて有効です。投資の対象となる機器類については、造船ならびに関連工業の皆様が、過去十数年間、全力をあげてとり組んでこられた自動化機器がそれに当たります。皆様のこれまでのご努力に深い敬意を表しますと同時に、今後とも一層のご研究をおねがいをいたしたいと存じます。

海難防止を研究していて日頃痛感するもう一つの事柄は、「海難にあった船員の悲惨な立場を、どうして救ったらよいか」ということです。

フランスと日本を除くほとんどの先進海運国では、「船員は大変なむずかしさと取り組んでいるのだから、たとえ誤って海難を起しても、船員を責めるべきでない」という社会的理解があるそうです。わが国は、不幸にして農業国であるフランスの制度を学んだためと、非常に謙虚で律義な国民性であるために、海難を起して社会に迷惑をかけたものをきびしく責める風潮があり、一方船員の側も自分が悪かったのだから罰せられることによって償いたい、というような心理状態になることのため、船員がきびしく責任を追及されるという不幸な状態が改まら

ないのではないかと思います。

これまでのご説明でおわかりのように、海難は、船員が人間の能力をはるかに上廻る「大変なむずかしさ」と取り組んでいることの結果として起っているもので、家庭を離れて日夜大変な苦勞をし、わが国の経済活動に非常な貢献をしている船員を、無慈悲に罰すべきではないと思うのです。

本誌の読者の皆様に、海難にあった船員の不運な立場について深いご理解を賜わりたくお願い申し上げたいと存じます。

引用文献

- 1) 海上保安庁航行安全企画課：要救助海難統計（昭和47年版）
- 2) 藤井弥平：序説海上交通工学（昭46.11）
- 3) 海上保安庁航行安全企画課：通航船舶実態調査報告書（昭和49年度）
- 4) 海上保安庁：海上保安の現況，昭和47年度
- 5) 日本海難防止協会：将来の海上航行安全システムと船舶設備の関連に関する調査研究報告書（昭和48年度）
- 6) 海洋会運航委員会：世界一海難国と海難の本質（掲載誌「海洋」昭49.10）
- 7) IMCO防火小委員会の米国代表：タンカーの火災爆発に関する概要報告
- 8) 海洋会運航委員会：船の大きさと船員の責任（掲載誌「海洋」昭50.6）
- 9) 運輸省第2港湾建設局：東京湾CTSとに関する報告書（昭和47年度）
- 10) 消防庁：消防白書（昭和48年度）

業界短信

三井造船、第2基目のオイルリグ完成

三井造船と三井海洋開発が共同受注し、粟津造船所（徳島）で建造中のボルグステン・ドルフィン社（ノルウェー）向けジャッキアップ式海底石油掘削装置“ボルグステン・ドルフィン”が完成した。なお本装置は、昨年5月完成して東南アジア海域で稼働中の“第4白龍”に続くものである。

【主要目】

プラットフォーム／全長(型) 63.250m, 全幅(型) 54.220m, 全高(中央部) 6.980m
レグ(脚)／断面形状 コード部材 4本, 4角形状, 本数 3本, 間隔(中心間) 39.640m, コード外径 1.016m ϕ , コード間隔(中心間) 6.706m, 全長(フーティング含む) 127.417m
フーティング(下部構造)／全幅直径 14.630m ϕ , 高さ 4.343m, 底面積(一基分) 168.1m²
排水量／約 10,505キロトン at 4.521m draft
最大掘削深度／約 8,000m, 稼働水深／90m, 乗組員／80人

ソ連漁業における安全管理組織

土 屋 孟

水産庁海洋漁業部漁船研究室

井 上 肇

運輸省船舶技術研究所船体構造部材料研究室
兼水産庁技官

1. まえがき

日ソ間の協定に基いた「1975年日ソ漁業科学技術協力年次計画による専門家の交換」のプログラムの一環として、昭和50年8月6日より8月16日まで、土屋および井上が訪ソし、モスクワおよびムルマンスクにおいて、ソ連の漁船団の安全管理態勢について調査を行なった。

この訪ソ計画を立案したわが国の目的は、漁船の復原性と乾舷規則の考え方について、ソ連側と意見を交換して、今後のIMCOにおける国際漁船安全条約草案第三章（乾舷規則）および第四章（復原性規則）に対するわが国の主義主張に関し、彼等の理解と同意を求めることであつた。それゆえ、土屋が団長に選ばれたのであるが、受入側のソ連では、漁船団の安全管理組織の視察のプログラムを用意していたことが、ソ連に着いて初めて明らかになった。そこで、われわれの意向を説明し、プログラムの変更を求めたが、入れられず、やむなくソ連側で用意されたコースに従って調査を行なった。

結果として、わが国にはない組織について知見を得たことは大きな収穫であつたと思う。また、このことは、現在までのわが国の漁業の在り方への反省や、今後の発展への見透しの参考の材料となるのではないかと考える。

なお、以下のようなスケジュールで行動した。

月/日 時：分 行 動

(曜日) (現地時間)

8/6 11:00 東京羽田国際空港発
(水) 15:30 モスクワ・シエレメチボ国際空港着
16:30 モスクワ市内ロシアホテル到着

8/7 10:30 日本大使館訪問
(木) 11:30 ソ連邦政府漁船団安全検査本部に
~14:00 主席セミョーフ氏を訪問、安全管理態勢の概要の説明を受ける。
8/8 1:00 モスクワ市レンニグラード駅発、
(金) 列車でムルマンスクへ向う。
8/9 10:00 ムルマンスク駅着。
(土) 土日は休日のため、公式調査はなく、漁船員のレストハウス3カ所と、近郊を案内され、歓待を受ける。
8/10 (日)
8/11 10:00 北方漁業総本部（セフリバ）次席
(月) ~12:00 ドンザレスコフ氏訪問
14:00 国家北方漁船団検査本部主席検査官ウトキン氏訪問
~16:00
16:30 ムルマンスク漁港長カリュエギン氏訪問
~19:00
8/12 10:00 極地漁業研究所（PINRO, ПИН-
(火) ~12:00 PO）訪問
12:00 ムルマンスク博物館見学
~13:30
14:30 ムルマンスク漁港にて、旧式サイドトローラー（1,000トン弱）、新式スターントロール冷凍工船（約5,000トン）および新式冷凍運搬船（約16,000トン）を見学
21:20 ムルマンスク駅発
8/13 車中
8/14 6:00 モスクワ市レンニグラード駅着、
(木) ソビエツカヤホテルで休息
11:30 ソ連邦政府漁船団安全検査本部に

再びセミョーフ氏を訪問

- 13 : 30 日本大使館訪問
- 8 / 15 10 : 30 モスクワ大学とトレチャコフ美術
(金) ~ 14 : 00 館を見学
- 19 : 50 シェレメチボ空港発
- 8 / 16 11 : 30 羽田国際空港着
(土)

2. モスクワにおける調査——ソ連における漁船隊の安全管理の概要について

8月7日、モスクワのソ連邦政府漁船安全検査本部に主席のセミョーフ氏を訪ね、遠洋漁業を中心に、漁船の安全管理態勢について、以下のような概要の説明を受けた。

ソ連では、漁船員の安全に関して、教育、検査および操業の3部門からなる対策を講じている。このうち操業の部門は漁業会社に相当する、漁業省内の操業部門が担当しており、前二者にソ連邦政府漁船安全検査本部が関与している。

2.1 漁船員の教育

ソ連の遠洋漁船隊の整備計画を建てたのは1953年であったが、その際最も重要視されたのは、漁船とその乗組員の安全である。漁業者は、その目的を達するため、日本を見習った漁船員の教育機関の整備を行なった。すなわち、水産高校を22校、水産大学を4校設け、全般的な教育を行なって、新しい漁船員の養成を行なっている。卒業後は5～6年の実習を課す制度となっており、その間にそれぞれの分野の専門資格をとらせる。船長の資格をとるには、大学を卒業後7～8年間船団で働くことが必要条件となる。また、水産関係以外の無線、機関などの専門学校を卒業したもので、船団で実地の経験を積む

ことによって船長の資格をとることができる。

なお、これらの教育の詳細については、IMCOに提出した報告書を参照されたいとのことであった。

一方、事故のうち、衝突が、全体の約40%と、大きな割合を占めていることを考え、レーダー航法の研修所を多数設けて、漁船員の再教育を行なう計画があるとの話であった。現在、どのような再教育の制度や施設があるのかは不明であるが、新しい装備を取り入れた場合などには、何らかの形で研修が必要であり、それが組織的に行ないうる点は良いと思う。

2.2 検査組織

安全の管理は海事諸法規に基づき行なわれるが、警察による管理と海事関係の管理とにわけられる。警察による管理の内容は不明であるが、いわゆる刑事事件の管理を指すものと思われ、陸上での警察機構との関連はわからない。いずれにせよ、海事関係の安全管理は、漁業省内のソ連邦政府漁船安全検査本部の所掌事項である。

図1にソ連邦政府漁船安全検査本部の系統図(一部)を示す。検査本部の司令部はモスクワにあり、一般管理部門以外に、安全航海部と航海部よりなり、20名の専門官がいる。航海部は造船や気象の専門家まで含んでおり、通常の航海や操船の指導や監督にあたるものと考えられ、安全航海部は航海の安全管理を担当していると思われるが、個々の問題の分担までは聞きただすことはできなかった。

司令部の下には、全国を9ブロックにわけた地方ごとの地方検査部がある。表1に実線でかこんだものは遠洋漁船隊を擁するブロックであり、海洋検査船「船団検査」が配属されている。破線でかこんだものは河川や湖沼を漁場とするもので、それぞれ検

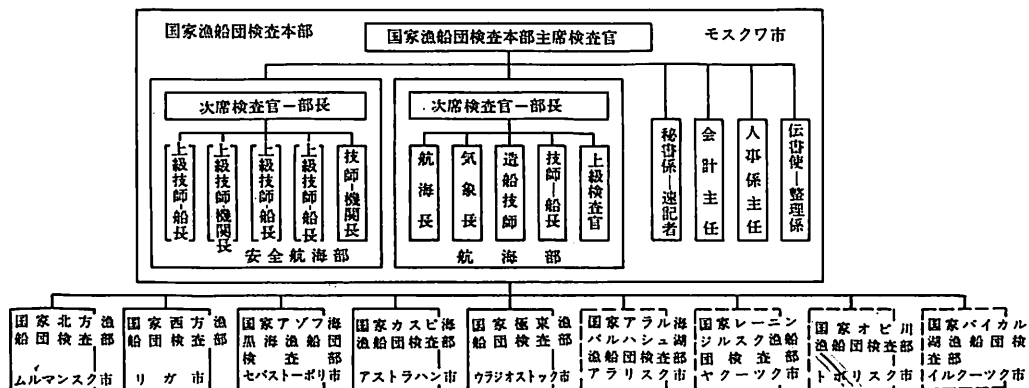


図1 国家漁船団検査本部系統図(一部)

査船が配置されている。かこいの中の都市名は地方検査部の所在地である。各地方検査部の下には、海洋漁業の場合は国家漁船団検査管区が置かれ、その下には検査点と、漁港長が配置された漁港と、その支配下にある検査拠点が設けられている。一方、内水域の場合は、主な河川や湖沼に1つないしはそれ以上の検査点が置かれている。

検査官は約350名であり、1年間に1人あたり40~50隻の検査を行なうとのことであった。

検査本部の活動の第一は遭難救助と検査である。遭難救助活動には、救助船が主な役割をはたしている。現在の救助船保有数は25隻で、主機は3,000~8,000HP、速力は15~20ktの性能のものである。それらは通常の救助活動に必要な装備のほかに、タグの装置や水中カメラを備え、ダイバーも乗組んでいる。70隻以上の船団には、すべて救助船を配属するよう計画中であり、目標達成に努力しているとのことであった。

検査には、出漁中の検査と港の内部とその出入時の検査とがある。出漁中の検査には、さきに述べた検査船がその任にあたり、最近、イシコフ漁業相は12隻の捕鯨船を海洋検査船にまわすよう命令したとのことであった。

出入港時の検査と港内の安全管理は、漁港長が担当する。漁港長は、入港に際しては満載喫水線の監視などを行ない、出港時には、航海に必要な装備、情報ならびにハンドブックなどの点検検査を行ない、合格しなければ出港許可証を出さないで、漁船は出漁できない。港内においては、主に火災予防などを行なう。港内の衝突事故などの重大なものについては、地方検査部が介入することになる。漁港長の所掌にかかる事項はその他に、パスポート事務や、船員の資格に関する事務なども含まれる。

検査本部の活動の第二は技術的なものであって、船ごとに、その装備すべき、救命艇や救命胴衣などの安全に関係する艦装品の数や種類の査定を行ない、支給することである。それは、5人が5日間、救命筏で漂流し、救助された事例や、実験に基づいているとのことであった。また、漁船の建造仕様などにも関係している。

以上のような組織によって安全管理を行なう前提条件として、ソ連では必ず船団行動をとらせ、単船操業は許可しないことがある。その利点の第1は救助船の配属である。第2は自船の近くに僚船があるので連絡や救助に便利なことと、自船の位置を他者に知ってもらいやすいことであろう。自船の位置に

ついては、各船とも24時間に1度は連絡する義務があり、連絡が無い場合は、ただちに警報を出し、救助船が出動して、捜索活動を開始するシステムになっている。第3は、検査船による臨検が容易なことであろう。臨検においては、満載喫水線を守っているか、自船の復原性を、後述するハンドブックによって充分把握して作業しているか、勤務態度はどうかなどを調べる。それらの違反や、24時間に1度の自船位置通報義務違反に対しては、いずれもかなり厳しい罰がある。このような組織は厳しいので、漁船員には恐れられ、出費もかさむが、人命にはかえられないとのことであった。

管理の対象としては、船の大小にはよらず、約15,000隻の全漁船であるが、クラスは沿岸と遠洋の2つにわけられている。そのうち、主機関300HP以上の遠洋漁船は2,000~2,500隻である。

安全管理上の航行区域は、5海里以内、100海里以内、200海里以内、200海里以上の4つに分けられている。

このような安全管理組織を採用したのは1966年であったが、その効果は目ざましく、表1のように人命損失が減少したとのことであった。

表1 年度別遠洋漁船員の死亡者数

年 度	死 亡 者 数
1960 頃	300~400
1966	152
1971	14
1972	24
1973	17
1974	5

3. ムルマンスクにおける調査

ムルマンスクは、コラ半島のムルマンスク州の州都であり、バレンツ海から南に70kmほど入り込んでいるコラ湾の底にある。北緯69°で、北極圏にあるが、バレンツ海の海流のおかげでめったに凍らない港になっている。ここに、北方漁業総本部が置かれているので、国家北方漁船団検査部がある。ムルマンスクは重視されている漁港であり、現在漁港の拡張工事が盛んに行なわれている。ここで、北方漁業総本部、国家北方漁船団検査部および漁港長などから、漁船の安全管理の実際について調査をした。

3.1 地方漁業総本部における安全対策

北方漁業総本部はムルマンスクを根拠地とする遠洋漁船団の運営を行なう、公団のような組織であ

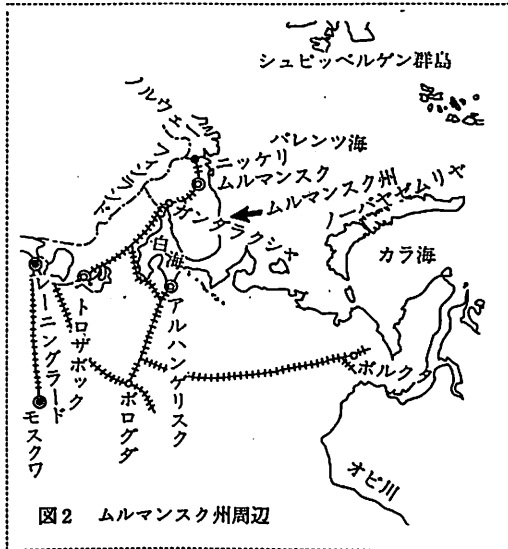


図2 ムルマンスク州周辺

る。その副社長とも言うべき、次席のドンザレスコフ氏から、航海の安全管理について情報を得た。

出漁海域は、概略西アフリカ以北の大西洋、ニューファウンドランド沖、アイスランド沖、北海、スピッツベルゲン群島沖、およびバレンツ海である。一時はアフリカのケープカブラン沖までトロール漁船を出したことがあったが、経済的に成り立たないために中止したとのことであった。

ムルマンスク基地のトロール漁船は、旧式のもの少なく、全長45~100mのスターントローラーが多いとのことであった。

同本部に配されている救助船は約10隻であるが、調査当時(8月11日)のそれらの所在海域は、ニューファウランド沖1隻、スピッツベルゲン群島沖1隻、バレンツ海2隻、レーニングラード漁業展1隻、修理中1隻などである。

北方漁業総本部では10~50隻の船団で操業させている。船団には連絡責任者を置き、各漁船と本部との連絡にあたらせている。通信連絡の一部として、気象予報があり、着氷予報もこれに含まれる。着氷は風速と気温のパラメタでほぼ発生予測がつくので、その関係図を各船に持たせて、各自においても判断させ、危険のある場合は回避行動をとらせる。着氷は甲板上2cmになったら、ただちにハンマーでたたきおとすよう指示してある。荒天操業については、波浪階級6をもって退避する限度としている。しかし、夜間操業は行なわれている。

航海計器の最小限設備は次の通りである。磁気コンパス、ジャイロコンパス、レーダー1~2台、方探、エコサウンダー、サルログ、ロランまたはデッ

ク(オメガは無し)、無線電信電話、ファクシミリ(大型船のみ)、テレサウンダー(古野製)。その他に、衛星航法は大型船に使用している。また、魚量計は研究中であるとのことである。

漁船の建造に際しての構造規則について質問したが、担当外とのことで、情報は得られなかった。しかし、ソ連では同型船を10隻以上も建造するので、新しい漁船が出来ると、1航海は造船技師らが乗組み、問題点をよくきいて直ちに修理する。従って、以後の同型船に問題は生じない。乾舷については、国内規則に合格するよう厳重に注意しており、そのため大型船では乾舷が十分高く、操業中の転落事故は全く無いとのことであった。例えば船の長さ $L=85\text{m}$ のスターントローラーの法定乾舷は7.5mで、GMは0.5~1.0mである。

ムルマンスク港は冬期に濃霧が発生し、出入港時の衝突事故のおそれが強いので、ハーバーレーダーの設置を考えている。

3.2 国家北方漁船団検査部の業務

主席検査官ウトキン氏から、同地区の安全検査に関する一般業務について、次のような説明を受けた。

ムルマンスク他2州の全漁船の安全検査全般の業務を、国内法および国際法等すべての法規に基づき、行なっている。

検査内容は、船員の資格の有無、出港時の漁船の整備状況、船の大きさや種類に応じた検査を港内で行なう。国内規則で定めた乾舷や復原性規則に合致した運航を実施しているか否かを検査するが、これは港内の、みならず、沖合でも適時漁場に検査船を派遣して実施している。出港時には船の復原性に対する検査は行わず、港長が乾舷のみを調べる。

月に1度、海難事故に関する会議を開き、特に大きな事故が発生した場合は、その原因の究明を行なう。その際に事故船の船長、機関長、救命船の専門家、造船技師なども検討に加わり、結果はラジオで広報する。

この地区には海洋検査船が1隻配属されており、検査員は、陸上、海上を合せて25名である。

小型船に対する規則は特別に定められてはおらず、大型船のそれを準用する。 $L=15\sim 30\text{m}$ 、75HP以下の小型船は約500隻あり、5海里以内の沿岸や内水面で操業するが、それらに対して年3回、出漁シーズン直前に検査している。ただし、ムルマンスクにおいては、なるべく小型船を少なくし、大型化を進めている。

3. 3 ムルマンスク港長の業務

ムルマンスク漁港の港長のカリーギン氏からその業務内容の説明を受けた。それらとその関連調査事項を列記すると次の通りである。

- (a) 一般業務
 - (イ) 出港漁船の準備の点検（航海中に必要な情報・資料を含む）
 - (ロ) 港内漁船の安全管理（火災防止等）
 - (ハ) 港内およびその近辺の漁船の救助と衝突予防管理
 - (ニ) パイロットサービス（総トン数2,000トン以上の漁船のみ）
 - (ホ) 国際条約、国内法規の履行のための管理
 - (ヘ) 海水汚染防止の管理
 - (ト) 船員の資格認可証の発行
 - (チ) パスポート事務
- (b) 管轄区域
 - (イ) ムルマンスク港、アルハンゲリスク港、ベルモルスク港、ナルヤンマル港、等計5港
 - (ロ) 担当者はムルマンスクに15人、他港に計5人
- (c) 管理対象漁船
 - (イ) 長さ40~165mの遠洋漁船計700隻（約700トン~16,000トン）

(ロ) 漁船の種類

トローラー、漁獲物運搬船、漁業工船、まき網漁船等、700隻中、まき網漁船約100隻（L=40~60m）を含む。

- (d) 出入港許可申請書は、表2および表3の様式となっており、それらの内容には船員のリスト一覧表が含まれ、年齢、資格等が記入されている。その他、航海に関する一般的内容、目的港などが記載される。
- (e) 前記の遠洋漁船以外の小型漁船の検査については、港長は全く関知せず、ムルマンスク地区検査部で実施している。

3. 4 運航説明書（復原性ハンドブック）

運航説明書は、各漁船ごとに40~50の積荷状態について図解付きで復原性に関する情報を詳細に作成し、それに関する説明をつけたもので、これを船長に与えて安全運航を励行させている。

表4は積荷状態の索引の1例である。表5は、表4の上から2番目の状態、すなわち貯蔵品100%で、着氷のある場合についての説明であり、各状態について同様な表が与えられている。ここで、必要ならば、パラストを積むなどの指示も与えている。

このような方法は、同型船が少なくとも十数隻は存在するソ連漁船でなければ、なかなか実施し難

Приложение № 1
в Инструкцию о порядке оформления приема и выпуска судов в море капитанами портовых рыбных судов.

Откуда № _____
Место стоянки № _____
Время готовности судна и пункту представительской порта/двора _____
Время отхода _____

ЗАЯВЛЕНИЕ НА ПРАВО ОТХОДА

1. Тип, название и бортовой номер судна _____
2. Назначенность (флаг) судна _____
3. Фамилия капитана _____
4. Порт приписки _____
5. Судовладелец _____
6. Валовая вместимость в рег. тоннах _____
7. Суммарная мощность главных двигателей _____
8. Район промысла (порт назначения) _____
9. Число членов экипажа _____ чел.; число пассажиров _____ чел.
10. Вид и количество груза (в трюмах, на палубе) _____
11. Осадка: носом _____ м, кормой _____ м.
12. Высота надводного борта _____ м. (фактически) _____
13. Срок действия Удостоверения на годность к плаванью _____
14. Дата возвращения в порт по расчетному заданию _____
15. Наличие продовольствия _____
16. Наличие топлива и воды _____
17. Наличие неснижаемого и несервисованного запаса судового снабжения _____
18. Наличие аварийных запасов судового снабжения _____
19. Состояние ЭРИК и инвентарные комплексы
Наличие таблиц и сроков обслуживания радиосвязных навигационных комплексов _____
20. Наличие откорректированных навигационных карт, рукописей и пособий, обеспечивающих плавание и ведение промысла _____
21. Планируемое время отхода судна _____
22. Заявленные капитаном о готовности судна к выходу в рейс _____

«Проверил судно и разрешил отойти»
представитель порта/двора _____ 19__ г.
Порт _____

Тел. «Замоскворецкий район», Зам. 6794, стр. 15.000

表2 出港用フォーム

Приложение № 2
в Инструкцию о порядке оформления приема и выпуска судов в море капитанами портовых рыбных судов.

Приход № _____
Время прихода _____
Место стоянки _____

Показание капитана о приходе в порт

1. Тип, название и бортовой номер судна _____
2. Назначенность (флаг) судна _____
3. Фамилия капитана _____
4. Порт приписки _____
5. Судовладелец _____
6. Валовая вместимость в рег. тоннах _____
7. Грузоподъемность в тоннах _____
8. Длина судна _____ м; ширина судна _____ м.
9. Осадка судна при погрузке: носом _____ м, кормой _____ м.
10. Назначенность и количество груза на борту _____
11. Назначенность и количество груза, подлежащего выгрузке в данном порту _____
12. Число членов экипажа _____ чел.
13. Число пассажиров _____ чел.
14. Число больных и ряд больных _____
15. Первичный порт отправления _____
16. Последней порт захода _____
17. Продолжительность рейса в мис. и дни _____
18. Продолжительность стоянки в промежуточных портах в мис. и дни _____
19. Срок действия Удостоверения на годность к плаванью _____
20. Техническое состояние главного двигателя, рулевого, якорного, швартового, буксирного и грузового устройства _____
21. Аварийные случаи, имеющие место в рейсе и их последствия _____

Капитан судна _____ 19__ г.

Тел. «Замоскворецкий район», Зам. 6794, стр. 15.000

表3 入港用フォーム

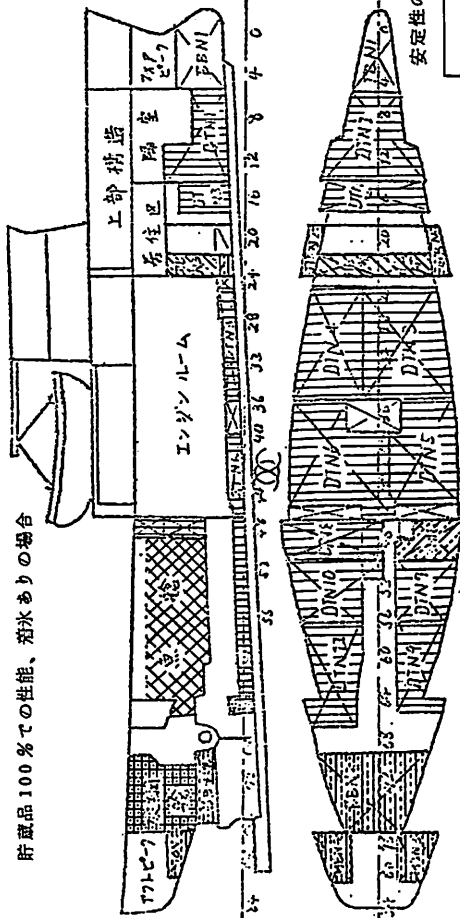
船荷状態の種類	排水量 D, ton	液体バラスト Piton	液込バラスト D, ton	吃水, 既み m		トリム Tm-Tk m	若の重心高さ Z _{c.m}	自形甲板の正 Z _{e.p.m}	Z _e の正値 Z _e	Z _e の最大値 Z _e (d)m	Z _e の余剰 Z _e (d)	修正した Z _e	傾斜角度 θ	最大復原長 L _{max}	安定位置 θ _{max}	静的安定係数 θ	注
				船道	船尾 Tk												
貯蔵品100%での性能	1126	-	-	3.95	4.76	-0.81	4.00	0.02	4.02	4.62	0.60	0.96	-1.3	0.785	52	>80	-
貯蔵品100%での性能、着氷あり	1153	-	-	3.99	4.85	-0.86	4.08	0.01	4.09	4.64	0.55	0.90	-1.3	0.720	50	>80	K=2.95 (カマヨリ-I)
貯蔵品60%、油選量なし、架橋の構成での船	1063	-	-	3.12	5.07	-1.95	4.22	0.04	4.26	4.59	0.33	0.68	-1.6	0.610	50	>80	-
貯蔵品40%、油選量100%の船	1132	11	1143	3.16	5.39	-2.23	4.33	0.04	4.37	4.63	0.26	0.62	-1.7	0.510	49	>80	トリムを減少させるため バラストを積む。(船尾へ)
貯蔵品40%、油選量100%の船、着氷あり	1159	11	1170	3.20	5.47	-2.27	4.39	0.04	4.43	4.65	0.22	0.57	-1.9	0.462	49	>80	トリムを減少させるため バラストを積む。(船尾へ) K=1.94 (カマヨリ-I)
貯蔵品40%、油選量に選選物なし、分煙してデッキに積30トン	1034	-	-	2.92	5.04	-2.12	4.43	0.05	4.48	4.58	0.10	0.46	-1.5	0.450	48	>80	-
貯蔵品25%、油選物20%の船	1106	11	1117	3.09	5.33	-2.24	4.40	0	4.40	4.62	0.22	0.57	-1.4	0.500	48	>80	トリムを減少させるため、バ ラストを積む。(船尾へ)
貯蔵品25%、油選物20%の船	1014	-	-	2.85	5.04	-2.19	4.40	0	4.40	4.57	0.11	0.52	-1.7	0.520	48	>80	-
貯蔵品25%、油選物なしの船	999	-	-	2.80	5.01	-2.21	4.44	0	4.44	4.57	0.13	0.48	-1.9	0.490	48	>80	-
貯蔵品10%、油選物100%の船	1079	11	1090	3.07	5.22	-2.15	4.47	0	4.47	4.61	0.14	0.48	-0.6	0.450	48	>80	トリムを減少させるため、バ ラストを積む。(船尾へ)
貯蔵品10%、油選物100%、着氷ありの船	1106	11	1117	3.11	5.31	-2.20	4.54	0	4.54	4.62	0.08	0.43	-0.7	0.390	48	>80	トリムを減少させるため、 バラストを積む。(船尾へ) K=1.45 (カマヨリ-I)
貯蔵品10%、油選物50%の船	1014	-	-	2.90	5.00	-2.10	4.47	0	4.47	4.57	0.10	0.45	-0.7	0.460	48	>80	-
貯蔵品10%、油選物20%、着氷ありの船	1004	-	-	2.91	4.96	-2.05	4.55	0	4.55	4.57	0.02	0.37	-0.9	0.405	47	>80	-
貯蔵品10%、油選物なしの船	952	-	-	2.84	4.78	-1.94	4.52	0	4.52	4.55	0.03	0.39	-0.9	0.435	48	>80	-

* 仕様6参照

UZM	リスト	文番番号	月	日
503-902-016PP				
リスト				
3 4				

表4 運航説明書(その1) 安定性一覧表

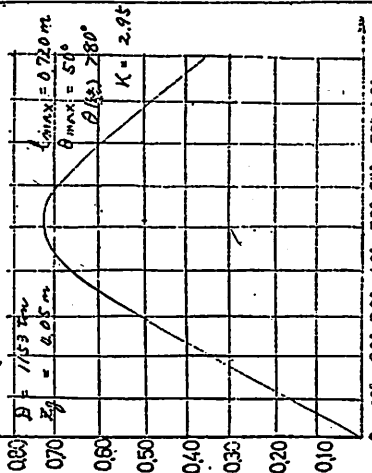
貯蔵品 100% での性能、着水ありの場合



記号

- 燃料
- 油
- 飲料水
- 洗浄水
- 漁獲物
- 包装材
- 氷
- 漁務用具
- 液体パラスト

静的安定曲線



安定性の評価

数量の種類	数値の記号	液体パラストなしの船舶	液体パラストともの船舶
排水量	D · ton	1153	
基準線よりの重心位置	Zg · m	4.08	
液体自由表面の影響による修正	ΔZg · m	0.01	
基準線よりの重心位置の修正値	Zg(修) = Zg + ΔZg	4.09	
基準線よりの重心位置の修正値曲線を用いて	Zg(d) · m	4.64	
Zg(d) < Zg(修)の場合の所算低下量	$\frac{1}{2} Zg(修) - Zg(d)$	-	
Zg(d) > Zg(修)の場合の所算低下量	$\frac{1}{2} Zg(d) - Zg(修)$	0.55	
キール下揚よりの船首吃水	吃水マークに上る。	TH · m	3.99
キール下揚よりの船尾吃水	吃水マークに上る。	Tk · m	4.85
自由表面の影響を排除したメタセンタ-高さ	h修 · m	0.90	
傾斜角底	θ 度	-1.3	
パラスト投与量			
負荷の種類		P, M, X, Z	Mz
液体パラストなしの船舶			
U-Hbl PBN 液体パラスト			要せず
液体パラストともの船舶			

荷重の特性

載荷部位の種類	重量		艇子長さ, m		モメント, ton·m	
	P	M	X	Z	船体中央から	基準線に對して
乗組員と手荷物	3.4	1.40	6.83	4.8	23.2	
食料品	2.8	1.75	5.20	4.9	14.6	
洗浄水	30.4	-1.3	2.43	-40	74.0	
飲料水	17.5	11.0	2.72	19.2	47.5	
燃料	162.8	3.9	1.61	63.4	262.4	
潤滑油	11.0	-4.0	1.97	-4.4	21.7	
包装資材、氷とも						
包装材(空箱)	2.0	7.7	2.7	-16.1	56.6	
氷						
漁網用品	6.8	-5.7	6.38	-50	55.9	
漁網係保(漁網)	22.0	-16.0	4.75	-35.2	104.0	
トロール用品	5.7	-16.4	5.80	-9.3	32.9	
トロール係保	1.60	-16.2	4.40	-25.8	70.2	
載荷重量	301.4	-0.25	2.53	-7.5	76.3	
着水量	26.8	-4.5	7.27	-12.1	19.5	
駆荷時船艙	82.5	0.53	4.54	43.4	374.3	
載荷時排水量	115.3	0.21	4.08	23.8	470.1	

表5 運航説明書(その2)貯蔵品100%での性能、着水ありの場合

リスト	文番番号	月日	503-702-016P	リスト	103
-----	------	----	--------------	-----	-----

い、費用を要する方法と考えられる。

沖合での復原力や乾舷の検査に際しても、検査官がこの運航証明書と船の積荷の実態とを比較照合して行ない、もし疑わしい場合は船内の積荷検査も実施するとのことであった。

これに関連して、日本の漁船では沖合でどのような検査をしているかに質問が集中し、船長および漁撈長の経験に基づく自主的判断に頼っているとの当方の説明に対して、とても理解し難い様子であった。日本漁船の隻数が多いこと、ならびに船型、漁業種類の多様さについても、なかなか理解出来ないように思われた。この点については、ソ連がかつて漁業の後進国であったにもかかわらず、船員教育から出発し、計画的組織的に遠洋漁業を発展させた国であることに、わが国と根本的相違があることを感じさせられた。

なお、表4および5に示されている漁船は、ムルマンスク基地の700総トン程度の旋網兼トロール(?)漁船で、その主要目は表6に示す通りである。

ちなみに、モスクワのセミヨーノフ氏も、ムルマンスクのウトキン氏も、1区画浸水は、機関室も含めて十分安全であることを強調していた。さらに、セミヨーノフ氏は、もし機関室浸水が危険であれば、機関室を2区画に分割すればよく、人命は費用その他には代えられないとの考え方を明らかにしていた。

3.5 着氷について

ムルマンスクを基地とする漁船にとって、着氷は重大な問題である。モスクワのセミヨーノフ氏や、ムルマンスクの北方漁業総本部のドンザレスコフ氏、国家北方漁船団検査部のウトキン氏らに対して、それぞれ着氷の研究や対策について質問した。

解答は次のようなものであった。

漁船の着氷除去に関する研究は、過去約5年にわたり、約20名の研究者に依頼して、種々の方法について行なわれた。ペイント類は約100種類について試験したが、有効なものは発見できなかった。電気衝撃の方法も無効であった。薄膜で被覆する方法は飛行機で実施しているが、船舶では薄膜がうまく振動してくれないので成功しなかった。このように技術的な面では全て失敗に終わったため、最も大切な問題は船員が着氷についてよく認識することであると考えるに至った。実験で着氷の開始条件をしらべた結果をもとにして、甲板に着氷量が厚さ2cmになったら、人力でたたき落すように指導している。

毎月どの程度の頻度で着氷が起るかを調査した。それによって警報を、気象予報とともに出している。警報は、気温、湿度、風速などの条件から判断して発するが、気温と風速との関係で危険度を示す関係図を各船長にも持たせ、各自判断できるようにしてある。関係図は日本のものを示したところ、同じであるとのことであった。

以上のような方法を採用して以来、ここ6年間に被害は1件もないとのことであった。検査船の臨検でも着氷の除去を怠っているかどうかと調べ、怠慢ならば罰を船長に課することになっている。

4. ソ連の漁船安全管理に関する今後の計画

8月14日に再びモスクワにもどり、セミヨーノフ氏と会談して標記に関する見解を伺ったところ、以下のような説明と依頼を受けた。

4.1 小型漁船の安全管理

ソ連はこれまでは遠洋漁船の整備拡充に重点を置いたが、このため、小型漁船の整備と安全管理の不足が大きな欠陥と考えている。現在のところ、小型

船型の概要	長船首模型、球状船首付き
$L_{FP} \times B \times D$	46.2m × 10.5m × 6.0m
満載出港時の排水量 Δ_F	1,100 t
船底の固定バラスト w_{SB}	51 t
使用状態時の重心高さ K_G	4.0m ~ 4.5m の間
" K_G/D	0.67 ~ 0.75
" GZ_{max}	0.8m 前後
" GZ_{max} の傾斜角 θ	約50度
" 復原力範囲 θ_{range}	80度以上
法定中央乾舷(夏期)	1.81m
旋網用漁具重量 合計	約30 t
トロール用漁具重量 合計	約6 t

表6 表4および5に示される旋網漁船の要目

漁船の検査については規則が整っておらず、各水域別にその特異性と漁業の種類を考慮して、現地で適宜安全検査を行なっている。

しかし、これらの小型船の安全管理に関する国内法規は必要であるから、現在セバスチャノフ博士（カリニングラードの漁業研究所員）に作成を依頼している。日本の小型漁船の復原性に関する資料（今回調査団が提供した漁船研究技報等）は直ちに同博士宛に送付する。

今後、小型漁船のシリーズの建造計画を進めようとしており、それらの漁船の安全問題も含めて、これから日本に学ばねばならぬことが多いと思う。セバスチャノフ博士と土屋団長との話し合いの機会を何れもう一度作りたいと思う。今後ソ連の小型漁船は木造をやめて鋼製とし、FRPを部分的に使うようにしたいと考えている。

現在の検査規則は、長さ20m未満、主機関150馬力以下が検査対象外となっている。

4. 2 衝突事故防止対策

漁船の安全管理は未だ不十分であるといつもイシコフ漁業相から叱られている。現在の漁船の事故の約40%は衝突事故であり、電子計器をかなり整備していても事故は減っていない。その原因は

- (イ) 乗組員が計器を頼り過ぎるきらいがある。
- (ロ) 電子計器に見えるものの実態が判別出来ず、すぐに対応ができない。

等であると思われる。

このような事故防止のため、近い将来すべての漁業根拠地に漁船の航法研修所を設け、船員の再教育をしたいと計画している。そのためには、操縦シミ

ュレーションシステムを利用して技能の向上を計りたい。この設備を整えるのに、是非日本の技術協力を願いたいと希望している。

また、漁港周辺の衝突事故を防止するため、寒冷地でも使用できる港内レーダーシステムを充実させたい。これについても、日本の技術協力を得たいと強く希望している。この件については、ムルマンスクの北方漁業総本部でも依頼された。

5. 総合的所見

調査団は今回のソ連における遠洋漁船の安全管理の実態をつぶさに見聞して、わが国のそれといくつかの点で大きな相違を見出し、また関係者と腹藏のない意見を交換し、上記に示される通り多くの得る処があった。特に各訪問先において誠に厚意ある応接を戴き、漁業関係者と友情を深めることが出来たのは何よりの収穫であったと思う。

国状や漁業の生い立ちがわが国と全く異なる国において行なわれている安全対策が、すぐそのままわが国に採り入れられることは少ないと思われるが、漁船員の安全確保のためには費用と努力を少しも惜しまないソ連漁業省の基本的姿勢には、心から敬意を表すべきものと思う。

セミヨノフ氏との最後の挨拶の折に、「漁船員の安全が保証されることは、日ソ両国の共通の願いである。日本の漁船の乗組員に、皆様の安全と幸福をソ連の人達は心から祈っていることを是非伝えて欲しい」と強く握手を求められたことは、今回の調査の中で特に印象に残ることであった。

日本船用機器開発協会 51 年度技術開発項目

船用機器関係

(主機関・軸系)

中速ディーゼル機関の高出力化／三井造船
油圧動弁式内燃機関／松井鉄工所
3,000馬力V形高過給高速ディーゼル機関／ダイハツディーゼル
立形伝導軸によるプロペラ駆動装置／ヤンマーディーゼル
アドバンスト・スチーム・パワー・プラント／川崎重工業、日立造船
船用高硬度減速歯車材料の実用化試験／三菱重工業

船用ボイラ水の自動分析計／堀場製作所

自動調心ころ軸受を使用した船尾管軸受の実船実験／神戸製鋼所

合成樹脂製油潤滑式船尾管軸受／中越ワウケシア
(補機・艀装品)

荷油ポンプ駆動用タービン调速装置／ディーゼル機器

(制御機器・計器)

大型船船用レーダシステム／東京計器

小型レーダ／光電製作所

針路表示による選択式衝突予防装置／古野電気

船舶用針路方向指示器／東京計器

船舶衝突防止用電波警笛／三菱電機

係船自動制御システム／東洋エレクトロニクス

内航船の省エネルギー対策

上 田 雄 司

船舶整備公団工務部長

1. はじめに

船舶整備公団は、昭和34年発足以来、多数の旅客船、貨物船、港運船および港湾荷役機械を共有方式で建造し、時代の要請に応えつつ、資金と技術の両面から業界の発展に貢献してきた。

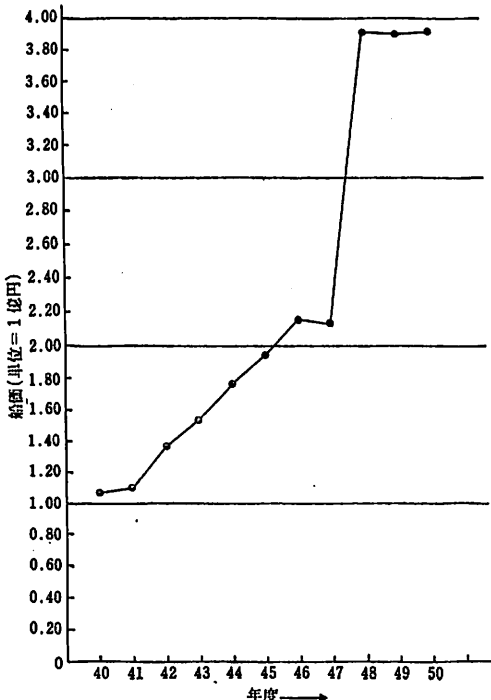
とくに技術の分野で遅れがちであった内航海運業界の近代化をはかるため、公団自身が各種の調査研究を行なうとともに、新しいシステムを開発し、その成果を積極的に公団船に採用することにより、先導的役割を果たしてきた。すなわち、高度経済成長下における省力化、省人化の要請にこたえる船舶の自動化であり、現在は、資源節約型経済下における省エネルギー、省資源の要請にこたえる内航船の省エネルギー問題である。こうした環境に対処した内

航船の技術的なあり方について、公団では「省エネルギー対策会議」を設け、その下で業界各方面の方々のご協力を得て、「CPP部会」「運航部会」「船型部会」を通じて、種々の調査研究を進めた。以下その概略を紹介する。

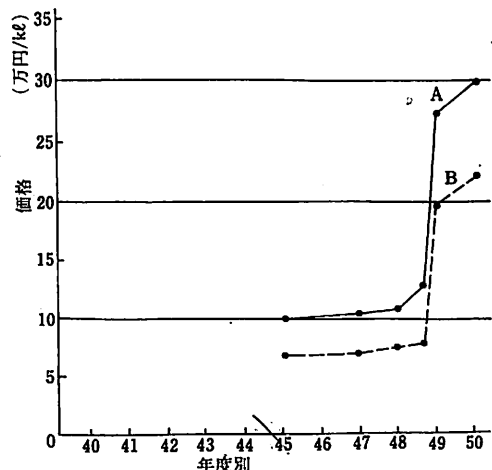
2. 石油危機と省エネルギー

昭和48年暮、突然おそってきた石油危機は、従来の資源消費型経済の時代から省資源・省エネルギーの時代へと国民経済の基盤に大きな変化をもたらした。

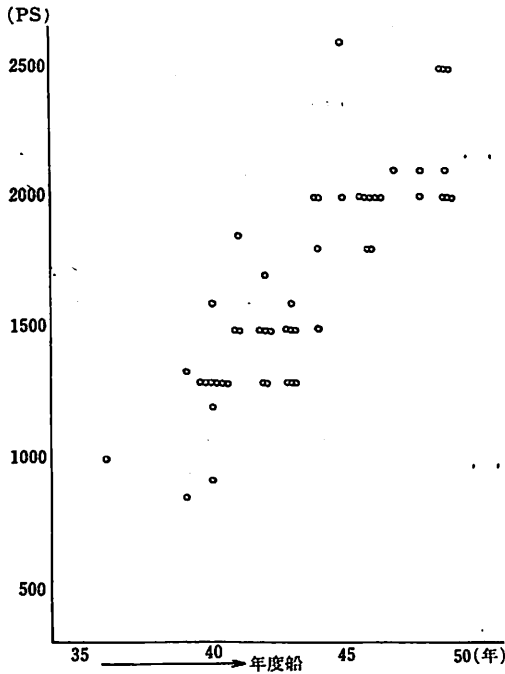
石油関連製品の値上りとその波及による諸資材の価格の高騰は、いわゆる狂乱物価の時代を経て一応はおちついている。第1図に999GT型油送船の船舶の推移を示すが、オイルショックを境に実に5割以上のアップである。また、人件費の方は49年の春闘で史上最高の35%アップ、本年の春闘は10数%のアップであるが、オイルショック以前に比べて、5割アップ程度と考えられる。一方、重油の価格はオイルショック以降3倍になった。(第2図参照)この



第1図 年度別平均船価の推移 (999GT型タンカー)



第2図 重油価格の推移



第3図 公団船(999G/T)の搭載主機出力の年度別推移

比較からみても燃料費が船主経済の上に大きなウエイトを占めることになったことが理解されよう。

そこで、省エネルギー、燃料を節約することが、燃料費の節減につながり、船主経済に資することになるわけである。省エネルギー、省資源という国の

施策は、同時に個々の船主の利益につながるものであることがわかる。

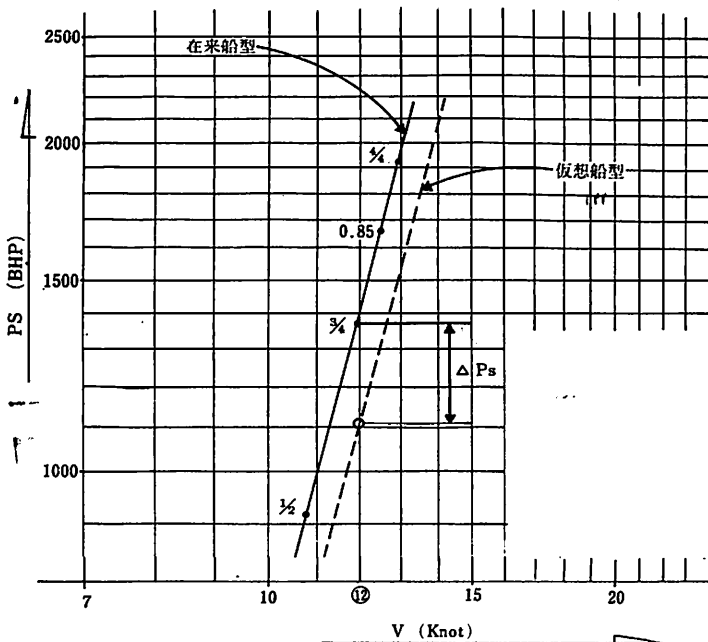
3. 船型と省エネルギー

高度成長時代の合理化船

船型部会貨物船分科会では、主として999GT型油送船を中心に検討を行なった。昭和42年の船舶積量測定法の改正を境に船型の大形化、肥大化が著しく、また、第3図に示すように搭載主機関の出力も増大している。重油の価格が比較的安く、人件費の上昇の著しかった昭和40年代前半の高度成長時代においては、船舶の計画にあたって1人当りの輸送量の増大を図ることが、最大の合理化であった。

その一つの方向は船員の数を減らすという方向で、1人当りの輸送量の増大を可能にした。高度成長経済下で人の不足と人件費の上昇を吸収するために、省力化、省人化が各産業分野で実施された。海運業界においても同様で、船舶の自動化、省力化のための機器が導入され、内航船の合理化近代化が進められた。公団では、44年から「近代化基準」をかげ、内航船の近代化のため先導的役割を果たしてきた。

もう一つの方向として、同一の総トン数で、沢山の貨物を輸送できる船すなわち載積重量または載貨容積の大きい船を求める結果が、船の極度の肥大化につながったものと想像される。



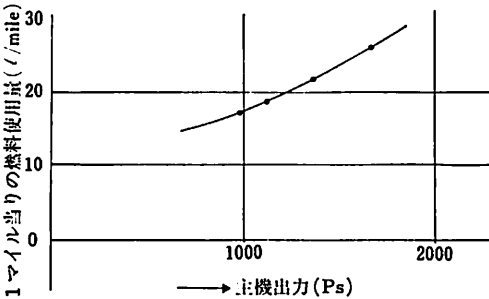
第4図 船型の配慮による所要出力の減少 (省エネルギー)

在来船型	
L _{pp}	72.00
B	12.00
D	5.50
C _b	0.73
仮想船型	
L _{pp}	76.00
B	12.00
D	5.50
C _b	0.68

速力 (ノット)	馬力	燃料消費率 (kg/h)	100マイルの航行 時間 (h)	燃料 使用量 (kg)	1マイル 当りの燃料 使用量 (kg/mile)	節約量 (%)	節約割合 (%)
12.5	1,670	291	8.0	2,330	25.6	-	0
12.0	1,370	240	8.3	2,000	22.0	3.6	14.5
11.5	1,120	196	8.7	1,700	18.7	6.9	27.2
11.0	980	171	9.1	1,550	17.1	8.5	33.5

(注) (1) 燃料消費率は175g/ps.hとする。
(2) B重油使用、比重は0.91とする。

第1表 出力ダウンによる燃費節約の試算



第5図 主機出力と1マイル当りの燃料使用量

省エネルギー船型

船型部会では、パースの問題もあるが、船の長さを長くし、 C_b を小さくした省エネルギー船型を検討した。第4図に、在来船型 ($L \times B \times D$ 72.00m \times 12.00m \times 5.50m C_b 0.73) と仮想船型 ($L \times B \times D$ 76.00m \times 12.00m \times 5.50m C_b 0.69) の速力馬力関係を示す。在来船型は海上公試の実績であり、仮想船型については、船型部会における計算による予想性能である。在来船に比べて、12ノットで運航するのに約 250 PS だけ少ない出力ですむことになる。

船型的な配慮による燃料費の節約

省エネルギー船は、在来船に比べて 250 PS 少く所定の馬力が得られると仮定すれば、年間 5,000 時間稼働するとして燃料費の節約を試算してみる。

燃料消費率=165 g/PS·h

B重油の比重=0.91 kg/l

B重油の価格=2.1万円/k

$0.165 \times 250 \times 5000 \div 0.91 = 226,648$ (l)

$2.1 \times 227 = 476.7$ (万円)

年間 500 万円近く燃料費を節約できることになる。

4. 運航と省エネルギー

運航の仕方と燃料使用量

運航の仕方によって、燃料の使用量が大幅に違ってくる。この点に着目して運航部会の運航マニュアル

分科会で検討を行なった。

第4図の速力と馬力の関係を見ると非常に立っている。船の所要馬力は船速の3乗に比例すると聞いていたが、第4図の在来船型では、船速の4.2乗に比例している。また、最近竣工した199GT型貨物船では、船速の6乗に比例するものまである。これは主機の出力を上げて船速はそんなに早くはならないということの意味する。

第1表は第4図の在来船型の公試データを基礎に船舶の運航の仕方と燃料の使用量を試算したものである。また、第5図は主機の出力と1マイル当りの燃料使用量との関係を示したものである。主機の出力を下げて運航すると、船速は下がるが、それを考慮しても、1マイル当りの燃料使用量は下ってくる。すなわち、左下りのなめらかな曲線となっている。このグラフから分かるように、低い出力レベルで運航した方が、所要の燃料消費量は小さくなる。[時間的に余裕のある場合は、できるだけ船速を下げ運航する。]

運航面での配慮による燃料費の節約

第1表からわかるように、12.5ノットで運航することを基準にすると僅か1.5ノットのスピードダウンで33.5%の燃料節約になる。1マイル当りの節約量は8.5lである。キメの細かい運航管理を行なうことによって、1マイル当り平均5l節約できると仮定すれば、年間の節約量は次のようになる。

年間運航距離=5万マイル

B重油の価格=2.1万円/k

$5 \times 50,000 = 250kl$

$2.1 \times 250 = 525$ 万円

年間 500 万円余りの節約が可能である。

輸送効率と燃料費の節約

「時間的に余裕があるときはゆっくり走りましょう」ということであり、何がなんでもゆっくり走れということではない。例えば2時に入港できれば、その日のうちに荷役ができるのに4時になったのでは翌日の荷役となる場合、2時間が1日の違いとなって輸送効率がダウンする。輸送効率を犠牲にしてまで省エネルギーを行なったのでは意味がない。

また、5時に入港できれば、船員のオーバータイムを支払う必要がないというのに、ゆっくり走ったために2時間おくれて入港したという場合は、燃料費と船員のオーバータイムとのバランスでどちらが有利かという問題がある。

[輸送効率の向上のためには、船速を上げて運航することも必要である。]

5. 簡易出力計の開発と省エネルギー²⁾³⁾

簡易出力計の意義

第5図のグラフから主機の出力状態によって大幅に1マイル当りの燃料使用量が変わってくるのが理解されるが、さて、主機の出力は何馬力かといわれても普通の内航船ではすぐにはわからない。そこで、内航船用の安価かつ簡易なもので、1目でわかるような出力計を提供できれば、省エネルギー運航に役立つわけである。現在ほとんどの船舶が主機は船橋から遠隔操縦されているが、機械に弱い船長でも1目で主機の出力を知ることができる装置というところに簡易出力計の意義がある。簡易出力計を計器と考えていない。あくまで、省エネルギー運航を行なうための手段として、主機の出力を推定して表示させる装置と考えている。したがって、実際の出力と表示出力の間に数%の差があっても、省エネルギーという目的の上からは全然問題はない。

簡易出力計の開発

主機に供給した燃料の量に着目して、主機の出力を推定して表示させようという着想を提供して、古野電気、阪神内燃機工業（日本造船機械が協力）、サンリツオートメーションの3社に簡易出力計の開発を委託した。3形式とも燃料供給量に着目する点は同じであるが、その検出の手段および出力の表示の方法にそれぞれ特徴がある。第2表にその概略の説明を示す。

6. CPP装備船の経済効果⁴⁾⁵⁾

CPP船と省エネルギー

CPP船は操船性能が優れているほか、燃料消費量が少なく、稼働率が高いという声でた。公団では999GT型タンカー6隻、699GT型タンカー3隻の運航実績にもとづき解析を試みた。今回の調査からは、CPP船はプロペラ翼角を自由に定めることによって、船体の種々の条件（汚れ、排水量の

差、荒天時等）に対してうまくマッチングをして長期的な観点から省エネルギーすなわち燃料節約になるという仮説は、定量的には裏付けられなかった。

CPP船と輸送効率

(1) 輸送効率の指標

輸送効率をみる一つの指標として、累積距離が考えられる。CPP船はFRP船に比べて載荷時の航行距離が約15%も大きい。（第6図参照）

この2船は同型船であり、航路や積荷の種類も同じでしかも同一者によって配船がなされている。CPP船が省エネルギーとは別に輸送効率の向上に寄与していることに注目する必要がある。

(2) 船速の保持と輸送効率

FRP船はドック後船速が徐々に下る傾向にある。CPP船はドック前には主機出力は増大しているが、船速はドック直前までほとんど横這いに維持されている。

CPP船は船体の汚れに対して、船速の保持という面では適応性が大きいように思われる。これが、累積距離の伸びすなわち輸送効率の向上に寄与している要因の一つと考えられる。

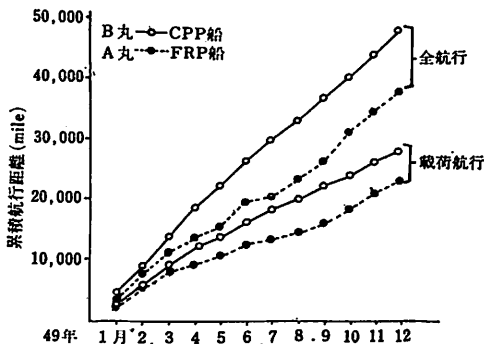
(3) 荒天中のたん航性と輸送効率

荒天中の航走では、船は大きな抵抗を受ける。プロペラの翼角が変えられないFRP船では余儀なく避難しなければならない場合がある。CPP船はプロペラ翼角を小にし、主機の回転数を上げ出力をアップすることによって、ある程度の荒天中も航走可能である。したがって、船を止めるのと走らせるのでは航行距離に大きな差が出る。

7. 新動力システムの経済性

主機の出力に余力を持つことは、荒天時対策や短時間ではあるが船速を必要とする場合に有効である。この主機の余力に着目して、主機駆動の油圧ポンプで発生する油圧を動力源として、発電機1台ほか荷油ポンプ、甲板機械等の船内動力をまかなう方式が、いわゆる新動力システムである。

新動力システムの採用のメリットは種々あるが、通常の航海時には、油圧駆動の発電機のみで船内電力をまかなうので、見かけ上推進動力としては低く使用していることになる。「運航と省エネルギー」の項で検討したとおり、省エネルギー的な運行を行なうことになり、燃料節約になるという副次的なメリ



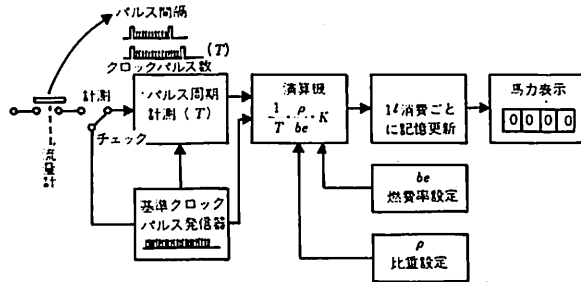
第6図 A丸、B丸の累積航行距離

◎古野式簡易出力計

$$Ps = \frac{Q \cdot \rho}{be} \dots\dots\dots(1)$$

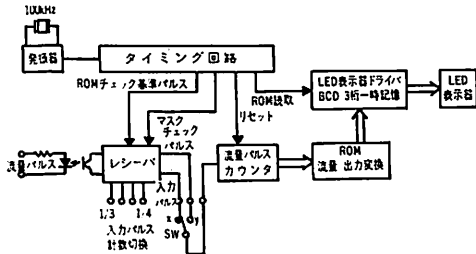
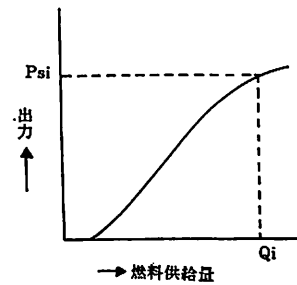
- Ps : 主機出力
- Q : 燃料供給量 (ℓ/h)
- ρ : 燃料比重 (kg/ℓ)
- be : 燃料消費率 (kg/Ps · h)

燃料供給管の途中に設けられたパルス発信器付流量計 (0.1ℓ毎に1パルス) からQを検出して、(1)式の演算を行なわせて推定出力を表示するものである。beおよびρを機種、燃料によって設定できる。



◎サンリツオートメ式簡易出力計

主機の陸上運転で、燃料供給量 (=消費量) と出力との関係が分かる。この関係を「読出専用メモリー」に記憶させ、Qを古野式と同様にパルス発信器付流量計 (0.1ℓ毎に1パルス) から検出し、その流量に相当する出力を直接「メモリー」から取り出して表示させるものである。

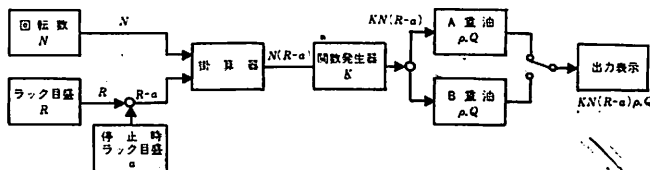


◎阪神式簡易出力計

$$PPs = KN(R-a) \rho Q \dots\dots\dots(2)$$

- Ps : 主機出力
- N : 回転数 (r.p.m)
- R : ラック目盛
- a : 0点の補正
- ρ : 燃料の比重 (kg/ℓ)
- Q : 燃料油の低位発熱量 (Kcal/kg)

阪神式では、燃料供給量 (=消費量) を燃料ポンプのラック目盛Rと主機の回転数Nから推定するもので、(2)式の演算を行なって出力を表示するものである。



第2表 簡易出力計の概要

ットがある。

また、必要がある場合には、補機駆動の発電機で船内動力をまかなうように切り替えて、主機の全出力を船舶の推進に投入することができ、いわゆる“ダッシュの効く船”として、輸送効率の向上に役立つものである。

おわりに

省エネルギー対策会議の各部会における調査研究の結果については、月刊公団船に逐次紹介してきたが、未発表の船型部会への報告の要約を含め、近日中に別冊として、「船舶内の省エネルギー対策」特集をとまとめ発刊の予定である。

〔参考文献〕

- 1) 省エネルギーと輸送効率向上のための 運航マニュアル 公団船50年4月号
- 2) 簡易出力計の開発 公団船50年2月号
- 3) ディーゼル機関簡易形出力計ほか 内燃機関50年10月号
- 4) CPP装備船の経済効果について 公団船49年6月号
- 5) CPP装備船の経済効果について その2 // 50年5月号
- 6) 全油圧駆動方式の油送船の概要 // 48年11月号 (追記)

「内航船の省エネルギー対策」は月刊公団船2月号の別冊として刊行される。発行・海交社 神戸市生田区海岸通三

業界短信

■内海造船、非自航式特殊塗装工作船を完工

内海造船は田熊工場で建造中の非自航式特殊塗装工作船“第五なかつ”を完工、中田組へ納入した。

本船は船首をカットアップとし、船尾は箱型のポントーンで、上甲板下中央部付近に空気圧縮装置、発電装置等を有する機関室を配置している。後部にはグリット倉、廃砂倉を設け、清水タンク、バラストタンク、汚水処理装置室、空所およびコッフェーダムをそれぞれ配置している。

また船首尾、バラストタンク、清水タンクおよび廃砂倉横を除き二重底構造とし、機関室、グリット倉、廃砂倉は二重船殻構造としている。

〔主要目〕

全長(型) 50.00m/幅(型) 20.00m/深(型)

5.00m

タンク容積

グリット倉 450m³/廃砂倉 400m³/清水タンク (合計) 299m³/バラストタンク (合計) 1300m³/燃料タンク (合計) 413m³

居住区

食堂 (4室) 102名/寝室 (1室) 10名/指令室兼事務室 (1室) 8名

主要機器要目

ジブクレーン	7.5/20 t × 35/15 m × 1 基
乾燥機	25~30 t/h × 2 台
バラスト機	232 ℓ × 7.5 kg/cm ² × 16 台
バキューム機	45 kW × 4 台
集塵機 風量	500 m ³ /min × 2 台

除湿機 風量 127 m³/min × 1 台
250 m³/min × 1 台

廃砂用分離機 1 台

ウインドラス 5 t × 20 m × 2 台

ムアリングウインチ

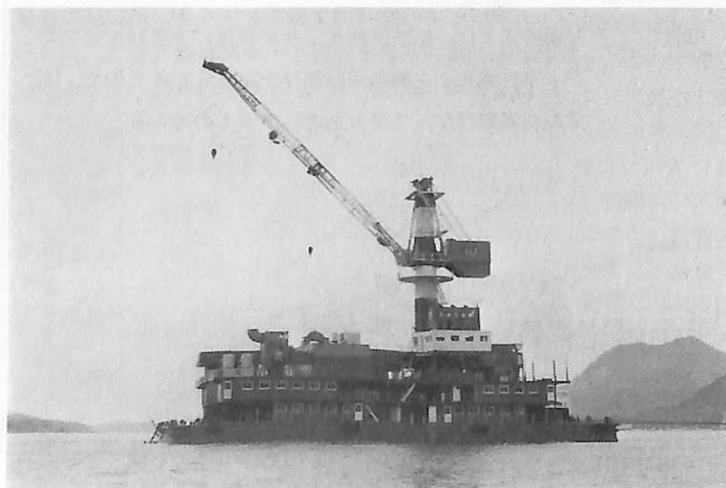
5 t × 20 m × 2 台

艀装品搬出入用台車

20 t 用 × 2 台

汚物処理装置 処理能力

5.5 m³/day × 1



第五なかつ

ロッキード造船所 およびコンクリートテクノロジー社見学

芦野民雄

日本船用機器開発協会

昭和50年8月、フェアバンクスで開かれた第3回北極環境下の港湾ならびに海洋工学に関する会議(POAC)に出席して、その帰路アラスカからカナダを飛び越えてワシントン州のシアトルに来る。シアトル市はプージェットサウンドのエリオット湾にのぞむ美しい街で、今でもアラスカへの補給基地の役目をしている。背後には淡水湖ワシントン控え、さらに遠く白雪のオリンパス山を眺める。シアトルにあるロッキード造船所を訪ね、さらにタコマ市にあるコンクリートテクノロジー社のLPGバーヂの建造を見学して、オレゴン州のポートランドへ飛び、コロンビア河の浚渫を見学した。以下、これらについて述べる。

(1) ロッキード造船所

1913年にロッキード家の2人の兄弟アランとマルコルンが、3人乗りで時速60マイルの水上機を造った。これがロッキード社の始まりである。1928年には本格的な工場を建てて、「ベガ」「エアエクスプレス」等昔なつかしい飛行機を造った。1931年の不況で一時倒産したが、再び再建されたのが現在のロッキード社である。第二次大戦時はイギリスから多

量の爆撃機の注文をうけ、連合国側に3,000機を供給し、大戦終了時にはジェット戦闘機F-80シューティングスターを造っている。戦後製作された3枚尾翼のコンステレーションは15年間に500機以上生産されている。

1950年代に入り、宇宙開発機器、ミサイルへ進出すると共に、造船、橋梁建設へも進出したものである。現在11の会社から成り立っているが、その1つであるシアトルのロッキード造船所について述べる。

ここでは第1船としてはアラスカのゴールドドラッシュ時の木製船体スタンホイール型の蒸気船であるが、その後4本マストのスクナーから近代化した海軍の軍艦も含めて、1965年までに150隻以上を生産させている。はじめサンフランシスコ橋梁会社として発足したが、1899年にプージェットサウンド橋梁浚渫会社と改名し、さらにロッキード社の資本が入って1965年に現在の名称となったものである。

第2次大戦時は合計34隻の艦船を建造して、従業員も9,000人を超えた。現在、船舶建造、修理、橋梁建設など手広く行っており、新造船の手持ちが12隻ある。それらの中にアメリカのコーストガードが誇る世界最強の北極型砕氷船ポーラースターとその姉妹船ポーラーシーとがある。

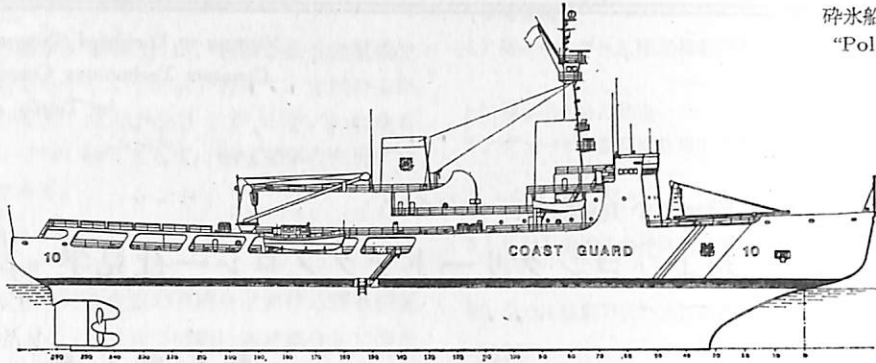
ポーラースターはWAGB-10と呼ばれていて、12,000トンの北極海用砕氷船で、動力はディーゼル電気推進で6×3,000PSおよびプラットフォームホイットニーのガスタービン3×2,600PSを備えていて、3軸の直径4.88mの可逆ピッチプロペラを持っている。主要目については本誌49年6月号、56頁に詳細記載。

ちょうど浮ドック上で艤装中なので各



ロッキードシアトル造船所全景

砕氷船
“Polar Star”



部を詳細に見学する機会が得られたが、ダブルハル構造でフレーム間隔0.38mとし、44.5mmのアイスベルトを取付けていた。

可変ピッチプロペラの良い点は、そうでないプロペラは、止めたり廻したりするために破損するのを、連続的に回転するので防ぐことができることである。また氷の上に乗って破壊する場合、逆転に移る時間がはるかに少いため、20%効率が良くなることのであった。

Polar Starの船首は切込んで氷の抵抗を少なくするため丸味がつけてあり、船尾は舵とプロペラを保護するようになっている。特徴の1つとして、3つのポンプで駆動される主水圧システムがあって、次のものを駆動する。

- アンカーウインドラス
- ボート吊降ろしウインチ
- カーゴ、ボート、ヘリコプター用クレーン
- 海洋計測用ウインチ
- 曳航キャプスタン
- ヒーリングシステム

このシステムを備えることにより、水圧ポンプとモーターの数が少くなる。3つのポンプはACモーターで駆動される。

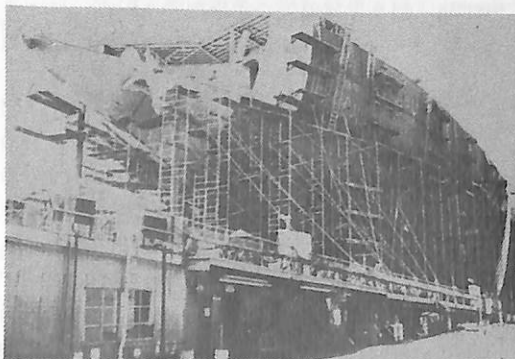
曳航キャプスタンは溝つきホイールを垂直に取付けたもの2組からできていて、デッキ上で操縦される。牽引ホイールには編んだナイロンの索がかけられ抑制装置につながっている。この方法でやると従来の半分の重量と1/3のスペースで済むということであった。

本船にはウェットとドライの海洋実験室、気象実験室、海洋データセンター、および8ft×14ftのトラック2台を持っている。居住区域を完全に外界から隔離して居住性を良くし、10名の科学者と船員合計155名収容できるが、普通は医者とパイロットを除いて123名となっている。

(2) コンクリートテクノロジー社

シアトル南方約40キロ、自動車で約1時間、美しいコメンズメント湾に面した所にタコマ市がある。ここにコンクリートテクノロジー社があって、ここでコンクリート製のLPG貯蔵バージを見学した。

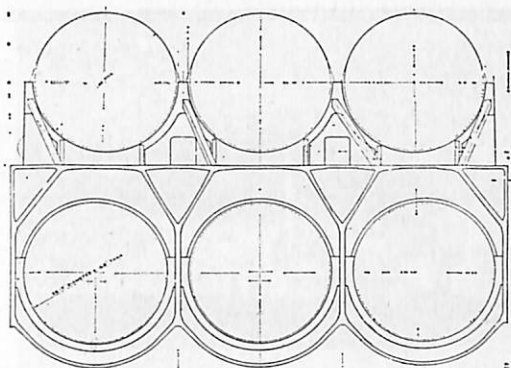
同社はアメリカにおけるPSコンクリート工業のパイオニアであって、現社長トーマス・アンダーソン氏が弟と2人で1951年に設立したもので、最初4人の従業員で発足したこの会社はその後発展を遂げて、現在従業員400名、26エーカー(約105,220m²)



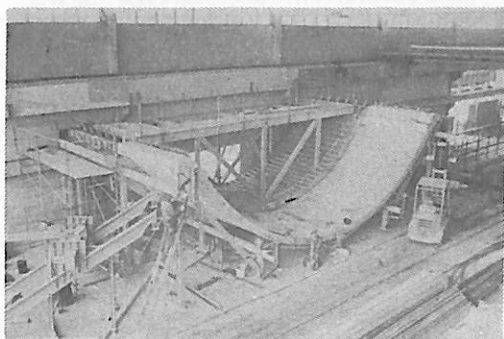
建造中の砕氷船“Polar Sea”



ロッキード造船所で建造された駆逐艦 Ruthburne



バージ断面



コンクリート製円筒シェルの陸上での製作



スチールタンクが完成して発泡材被覆を待っている所

の工場敷地を持つに至った。橋梁のガーダーやパイ
ル、中空パイル、建築要素等を多く造っているが、
敷地が Blair 水路に面しているので、浮遊式コンク
リート構造物の建造に最適である。

ARCO 向け L P G 貯蔵バージは P S コンクリ
ート製としては世界最大のもので、その諸元は、L ×
B × D (140.6 m × 41.5 m × 17.4 m)、排水量は
68,000 トンである。−45.6℃ の L P G を貯蔵するた
めに 51.2 m × 11 m φ の鋼製タンクを 12 箇収納して
いる。12 箇で総容量は 375,000 パーレルとなる。

このバージは完成後、インドネシアのジャバ沖約
20 マイルの Ardijuna 油田に係留され、ガスの受入
れ、液化およびタンカーへの積出しを行う予定であ

る。このバージの建造工法の基礎は、Pre-casting
工法と Post-casting 工法との組合せである。建造
に先立ちコンクリートの諸性質とくに海水のおよぼ
す影響や接着に使うエポキシの海水に対する性質に
ついて入念な実験を行ったと言う。

底板は 3 列の厚さ 12" の円筒シェルから成ってい
て、陸上においてプレキャストされて組立てられた
ものである (図参照)

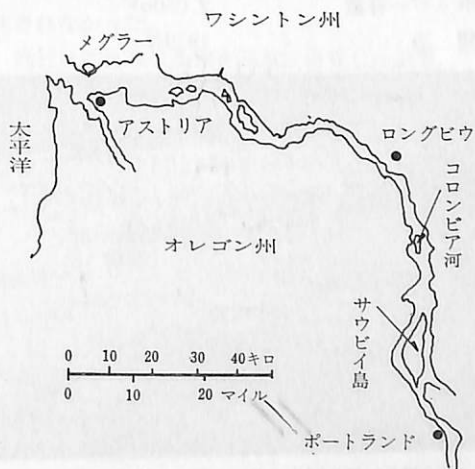
L P G 貯蔵タンクは US Steel 社の American
Bridge Division で製作されたもので、その表面に
厚さ 3.5~5" の発泡ポリウレタン断熱材で被覆され
ていて、総量約 240,000 ポンドの発泡材が使用され
たと言う。

デッキには 115° F (46.1℃) のプロパンガスを
−50° F (−45.6℃) まで冷却して液化するための
冷凍液化装置が設置され、L P G 移送のためのステ
ンレス鋼パイプが取付けられていた。

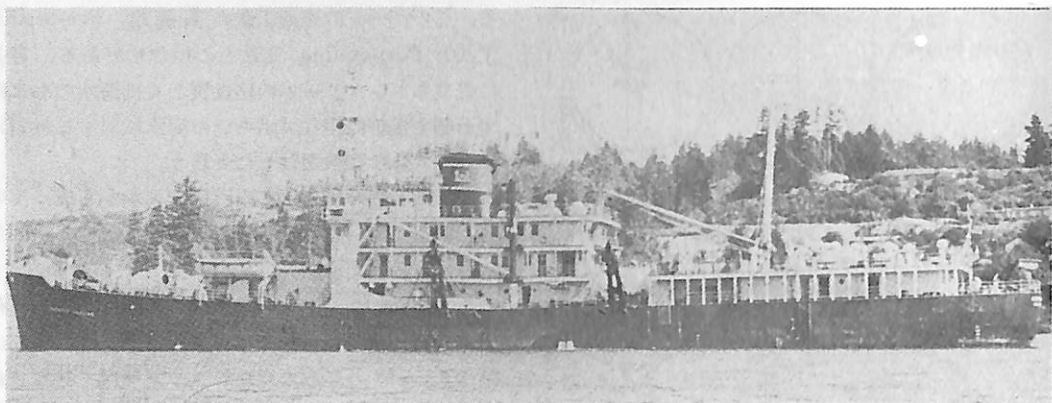
このバージは 1974 年 4 月に受託して、1975 年 12 月
に引渡す予定で、総工費約 3,500 万ドルとのことで
あった。なお 10,000 トンまたはそれ以上では Steel
よりも安くなり、工期は Steel より早いと言う。そ
して耐蝕性があるため塗装の必要がないという。

(3) コロンビア河浚渫

カナダの British Columbia 州の東南部に源を発し、
途中 Snake 川、Willamette 川を併合してア
メリカのオレゴン州とワシントン州との境界を流
れて太平洋に注ぐコロンビア河は全長 2,000 キロにお
よぶアメリカ第 2 の長い河である。オレゴン州ポ
ートランド市から約 170 km 下流に大きな河口を形成し
ていて、その河口部は、長さ 40 km、幅 12 km に達す
る。ポートランド市は第 2 次大戦時に日本の伊号潜



ポートランド周辺図



ドレッチャー Harding

水艦が艦砲射撃を加えた唯一のアメリカ都市として有名である。

この河口でアメリカ陸軍工兵隊所属のドラッグサクシオン型浚渫船“Harding”に乗船して航路浚渫作業を見学した。

コロンビア河航行の船舶のため、河口からポートランド港までの航路の水深を12.2mに浚渫維持するものである。このため年間2,300,000m³~3,800,000m³の排土を浚渫していると言う。下流部の河床勾配は非常にゆるやかで、160キロメートルで僅か1.5m上昇するだけである。干満の差が2.6mあるので河川の感潮部は河口から230キロメートルに達することであった。潮がみちて来る進行速度は約12.4ノットで、一方が満潮のとき他方は干潮となる。

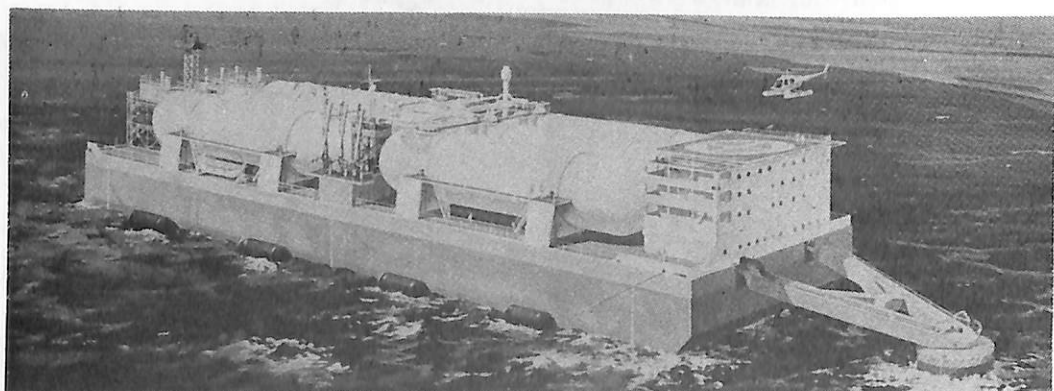
“Harding”は1939年 Pusey and Jones 社（デラウェア州）で建造された下記要目の船でポートランド地区で二番目に大きいドレッチャーである。

型式	ホッパー型
重量トン	4,062トン
ホッパー容量	2,050m ³
建造	1939年

動力	ディーゼル
推進馬力	2×2, 120HP
ポンプ馬力	2×1, 600HP
吸込管直径	56cm
最大浚渫深度	19m
最小浚渫深度	6m
評定浚渫能力	1,680m ³
全長	94m
型幅	17m
型深さ	8.8m
最大吃水	6.3m
最小吃水	4.6m
航続半径	4,070km
最高速度	16.8ノット

乗員 士官/12人, 船員/53人

主機は Enterprise Diesel (7 Cylinder), 2,120 PS (375 rpm) 2台で減速歯車を経て4枚羽根の可変ピッチプロペラを廻す。航続距離4,070kmである。補助として Superior Diesel 600 PS が2台あって、2基の300 KW DC 発電機を廻しているが、中1基はエマージェンシー用であるという。(完)



68,000トンPSコンクリート製LPG貯蔵バージ

三菱UEC-E形ディーゼル機関

< 1 >

本 岡 隆 雄

三菱重工業原動機開発部

1. まえがき

三菱重工業株式会社で開発された三菱UE形ディーゼル機関は、開発当初のA形より逐次性能向上のためモデルチェンジが行なわれ、現在は主としてD形が製作されている。一方当社は数年前よりD形にかわるべき将来の高性能ディーゼル機関の検討を開始した。そのため、海運界の需要、ディーゼル機関の開発動向および基礎研究の状況等につき国の内外にわたって綿密に調査した。

また社内関係者によりなるプロジェクトチームを編成し、それぞれの立場より専門知識を出し合っ、あらゆる角度から検討を加えた。

その結果、過去の新機種種のライフサイクルを考えて、今こそ、従来機関の出力アップ形でない、今後長期にわたって競争力を維持できる新機種を開発すべき時期であると判断し、UE-E形機関の開発に踏み切った。その一番手として8UE C52/105E形が神戸発動機機関において完成し、さる昭和50年6月陸上諸試験が完了、それを搭載した日綿実業（大和海運）向け Atlantic Albatross 号（20,000 重量トン多目的貨物船）の海上運転が11月5、6日無事終了し、11月19日引渡され、現在処女航海の途上にある。

以下8UE C52/105E形を中心にE形全般に亘って詳細を説明する。

2. 2段過給方式採用の経緯

2段過給方式は、後述のごとく、現在使用されている単段過給方式にくらべ、容易に多量の空気と高掃気圧力がえられるので、機関の高出力化には非常に有利であるが、一方、過給機と空気冷却器の台数がほぼ2倍になり、掃気管、排気管も増えるなど構造複雑となり、コストアップにも連なるという不利がある。

2段過給方式のアイデアは古くからあり、多くのディーゼルメーカーでも研究、実験されているが、

現在のディーゼル機関のパワーレベルでは単段過給方式で十分な性能をうる事ができるので、2サイクル機関には今まで実用化されなかった。しかし、機関の出力がさらに増大すれば、掃気圧力が高くなり、単段でまかなう場合には過給機の性能、構造両面で特別な考慮を払う必要が生ずる。このため比較的低い出力率から2段過給方式を使用する方が性能的には楽になる。一方、前述のごとく、構造複雑で、かつ、コストアップの要因があるため、ある程度以上の出力率でなければ2段過給方式で出力アップをしてもかえってコストアップとなる。この2つの条件を考えて、2段過給に移行すべき機関の出力率がきまるわけである。

このときの平均有効圧はいくらぐらいが妥当であるかの問題については種々の論議があり、必ずしも一致していない。それはメーカーの設計思想、性能と信頼性に対する考え方等に大きく左右されるからである。いずれにせよコスト的に成り立つためには相当大幅なパワーアップを伴い、この大幅な出力アップがすんなりマーケットに受け入れられるかどうかということが最終的な問題となる。これらの理由から、現在まで2サイクル機関に2段過給式方が実用化されなかった。

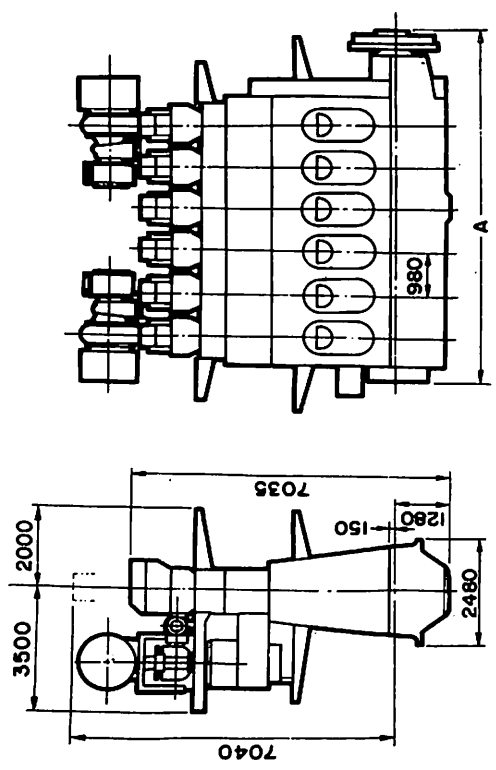
当社はこれらの条件を深刻に研究した結果、

(1) 単段過給方式用の場合は、過給機の改良による性能向上により、機関の出力アップはある程度まで可能であるが、限界に近づいていることは確かで、大幅なアップはむづかしい。

一方、最近出現した、あるいは、近々出現予定の他社新機種に対し優位に立つためには、この際開発する新形機関は比較的大幅なパワーアップをすべきであると判断したこと。

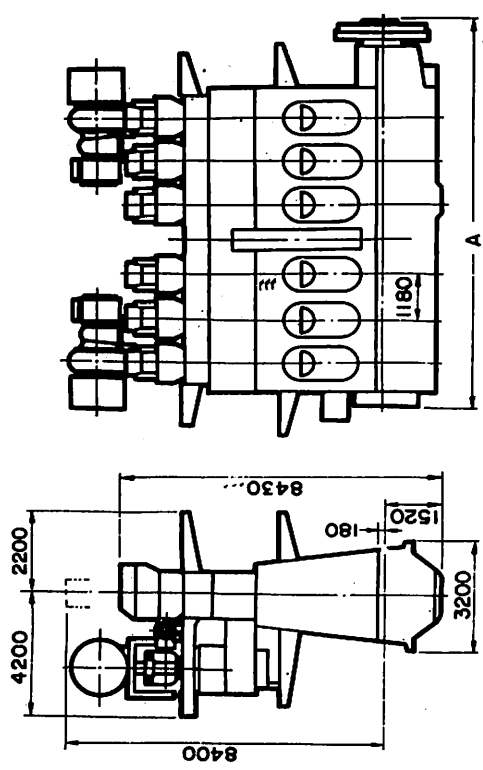
(2) 今後のディーゼル機関には高信頼性が強く要求されるので、出力アップにもかかわらず、信頼性は現有機種よりさらに大きいことが必須条件であると判断したこと。

ITEM	TYPE	6-52E	7-52E	8-52E	9-52E
NO. OF CYL.	-	6	7	8	9
CYL. BORE	mm	520			
PISTON STROKE	mm	1,050			
OUTPUT	PS	8,000	9,300	10,650	12,000
ENGINE SPEED	RPM	175			
CYL. OUTPUT	PS/cyl	1,330			
B.M.E.P	Kg/cm ²	15.38			
MAX. COMPRESSURE	Kg/cm ²	110			
MEAN PISTON SPEED	m/s	6.13			
POWER RATE	-	94.2			
OVERLOAD CAPACITY	%	10			
TOTAL LENGTH(A)	mm	8,080	9,060	10,285	11,915
WIDTH	mm	2,480			
WEIGHT	ton	180	210	240	275
SPECIFIC WEIGHT	Kg/PS	22.5	22.6	22.5	22.9



表一1 UEC52/105E形機関主要目

ITEM	TYPE	6-60E	7-60E	8-60E	9-60E
NO. OF CYL.	-	6	7	8	9
CYL. BORE	mm	600			
PISTON STROKE	mm	1,250			
OUTPUT	PS	11,400	13,300	15,200	17,100
ENGINE SPEED	RPM	158			
CYL. OUTPUT	PS/cyl	1,900			
B.M.E.P	Kg/cm ²	15.31			
MAX. COM. PRESSURE	Kg/cm ²	110			
MEAN PISTON SPEED	m/s	6.58			
POWER RATE	-	100.8			
OVERLOAD CAPACITY	%	10			
TOTAL LENGTH(A)	mm	9,680	11,220	12,680	13,860
WIDTH	mm	3,200			
WEIGHT	ton	270	325	370	415
SPECIFIC WEIGHT	Kg/PS	23.7	24.4	24.3	24.3



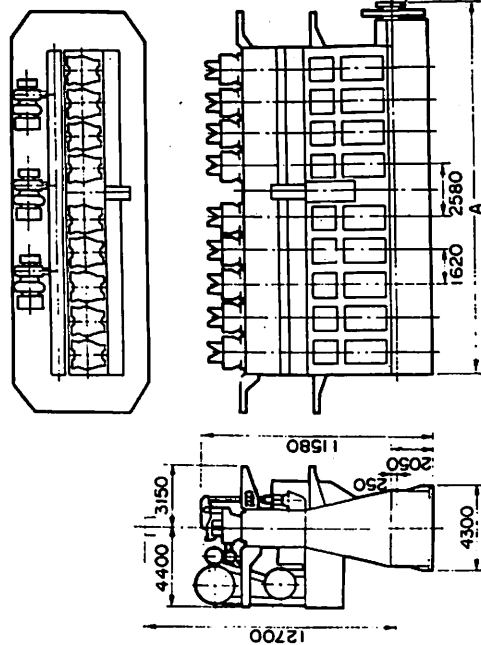
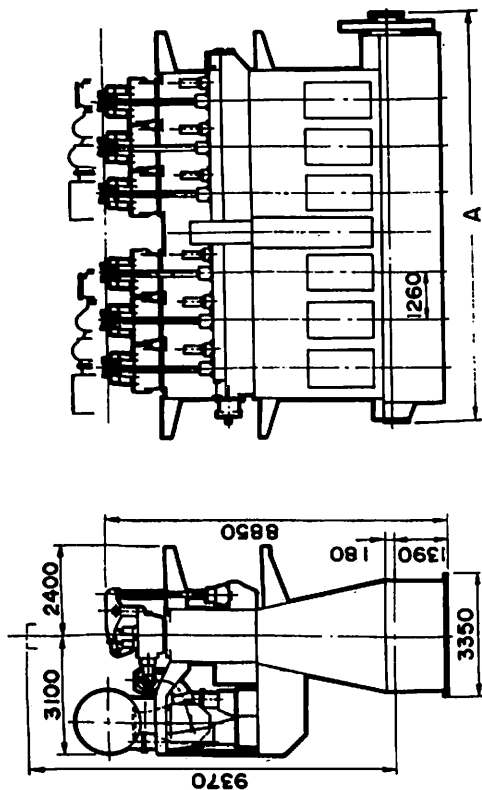
表一2 UEC60/125E形機関主要目

ITEM	TYPE	6-65E	7-65E	8-65E	9-65E
NO. OF CYL.	-	6	7	8	9
CYL. BORE	mm	650			
PISTON STROKE	mm	1,350			
OUTPUT	PS	13,600	16,100	18,400	20,700
ENGINE SPEED	RPM	150			
CYL. OUTPUT	PS/CYL	2,300			
B.M.E.P.	Kg/cm ²	15.40			
MAX. COM. PRESSURE	Kg/cm ²	110			
MEAN PISTON SPEED	m/s	6.75			
POWER RATE	-	104.0			
OVERLOAD CAPACITY	%	10			
TOTAL LENGTH(A)	mm	10,740	12,040	13,300	14,570
WIDTH	mm	3,350			
WEIGHT	ton	359	410	462	513
SPECIFIC WEIGHT	Kg/ps	26.0	25.5	25.1	24.8

表-3 UEC65/135E形機関主要目

ITEM	6-85E	7-85E	8-85E	9-85E	10-85E	12-85E
NO. OF CYL.	-	6	7	8	9	12
CYL. BORE	mm	850				
PISTON STROKE	mm	1,800				
OUTPUT	PS	22,800	26,600	30,400	34,200	38,000
ENGINE SPEED	RPM	120				
CYL. OUTPUT	PS/CYL	3,800				
B.M.E.P.	Kg/cm ²	13.95				
MAX. COM. PRESSURE	Kg/cm ²	100				
MEAN PISTON SPEED	m/s	7.20				
POWER RATE	-	100.4				
OVERLOAD CAPACITY	%	10				
TOTAL LENGTH(A)	mm	13,210	14,830	16,650	18,270	20,015
WIDTH	mm	4,300				
WEIGHT	ton	664	759	854	949	1,044
SPECIFIC WEIGHT	Kg/ps	29.1	28.5	28.1	27.7	27.5

表-4 UEC85/180E形機関主要目



(3) 将来さらに高性能化するための十分な余力をもっていること。

等の諸要求を満たすためには2段過給方式の採用により、その大幅な性能向上力の半分を出力アップに、他の半分を信頼性向上に廻すことが最善の策であると考えた。

一方、当社は数年前より2段過給方式の性能面に関して、各種のテストエンジンを使用した実験研究と、コンピューターを使用した性能計算法の開発を並行して進め、また構造強度面についても同様、各種の実験結果とコンピューター計算により、十分な性能と信頼性保持が可能で実用化できる確信を持つに至った。

これらもろもろの条件が整ったので、新形機関に対しては2段過給方式を採用し、比較的大幅な出力アップをすることに決定した。

3. UE-E形シリーズ

前述の通りこのE形シリーズは現有のD形に代る新機種で、何れも2段過給方式を採用する。目下表-1より表-4に示すシリーズを開発中であり、この中にはすでに受注しているものもある。これらの表で見られる通り、従来形機関にくらべ出力の割に外形は著しくコンパクトになっている。これらのうち、60形は新しく加えた形式であるが、それ以外はシリンダ径、ストローク長さをD形と同じ寸法とし、また構造も同じ思想を引継ぎ、それによってD形およびそれ以前の長い経験、就航実績を効果的にE形シリーズに反映することができるように考慮した。従って主要部はD形同様52、60形は鑄造構造の架構、台板で、ピストンは油冷却である。また、65、85形は溶接構造の架構、台板で、ピストンは水冷却である。

設計に当っては大幅な出力アップにもかかわらず、D形と同等以上の信頼性を確保できるようによく留意した。そのため、当社で開発した独特のプログラムによる2段過給方式の性能計算や、各部のガス圧応力と変形量、燃焼室の温度分布と熱応力等の諸計算をコンピューターを用いて行い、詳細な予想値を算出している。良好な性能をうため、十分な空気量を確保し、シリンダ内の空気過剰率がD形とくらべさらに増大するよう各部の設計を行っている。ガス圧応力や変形量は、シリンダ内最高圧力の上昇にもかかわらず、D形と同等のレベルになるよう構造をきめ、肉厚を増大している。燃焼室各部は構造、冷却方法に改良を加え冷却効果を向上させ

て、熱応力を低く押えるよう配慮している。

4. 2段過給方式

機関の出力を増大するためには、一度にシリンダ内で燃焼せしめる燃料の量が増加する。従って燃焼に要する空気量もそれに比例して増加せしめなければならない。また燃焼室各部の温度を低く保つために、通過空気量も充分確保する必要がある。従って出力アップのためには空気量の増大と共に掃気圧力も高くする。従来の単段過給方式でこの要求を満たすためには、過給機は当然高圧力形となり、しかも空力性能はより高くしなければならず、強度、構造面でも特別な考慮をはらう必要がある。さらに掃排気系統の脈動、排気圧力の干渉等による過給機効率の低下などが問題となる。ところが2段過給方式では、同じ掃気圧力に上昇せしめるのに2台の過給機を用いて2段で圧縮するので、各段の圧縮比は単段方式にくらべて小さくてよい。(かりに全圧力比が3で、高、低圧段共均等に圧縮するとすれば各段の圧力比はそれぞれ $\sqrt{3}$ でよく、単段過給にくらべ $1/\sqrt{3}$ となる。)従って、各段の過給機は従来形の過給機でよく、その効率も充分高い領域で使用することができる。

2段過給方式の概念を図-1に示す。過給機は2台直列に配置され、空気は大気より低圧過給機に吸入され加圧されて、一次空気冷却器で冷却され高圧過給機に送入される。ここでさらに加圧され、二次

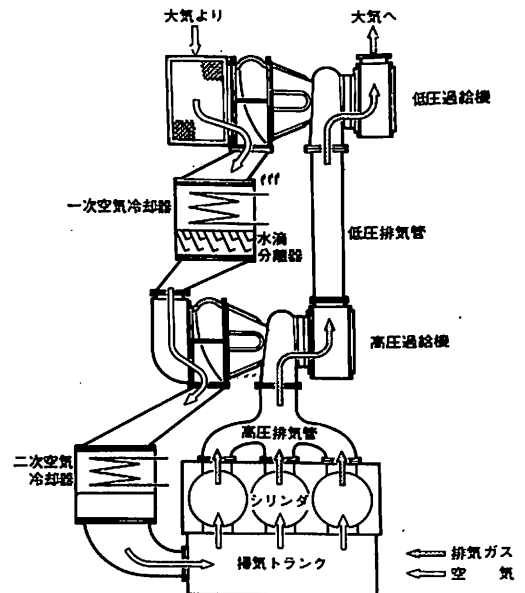


図-1 2軸2段過給機関の概念図

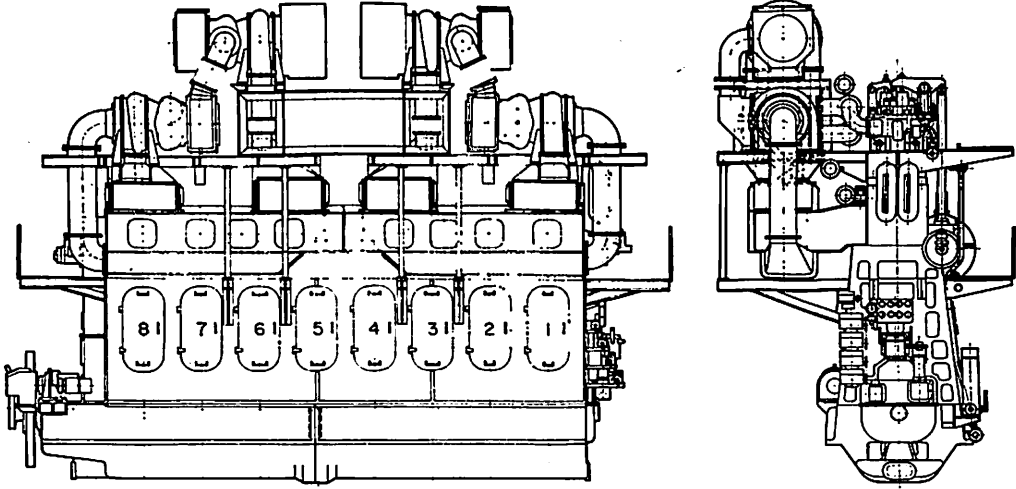


図-3 8UEC52/105E形機関外観図

空気冷却器で冷却されてシリンダに流入する。一方排気ガスはまず高圧過給機を駆動したのち、低圧過給機に入り、それを駆動して外部に放出される。

2段過給方式には高圧側と低圧側の排気ガスの圧力の使い方により動圧—動圧、動圧—静圧、静圧—静圧等の各方式があり、それぞれの特徴をもっているが、8UEC52/105Eには動圧—静圧方式を用いている。高圧過給機入口では、高圧高温の排気ガスバ

ルスがそのもつエネルギーをできるだけ減殺しないで排気タービンを駆動するように、細い短い排気管でガスを過給機に導入する。即ち動圧過給方式である。そして高圧過給機を通過すると、この排気ガスのパルスは大幅に減殺されるが、なお相当の温度、圧力エネルギーを保有するので、低圧過給機入口では適当な容量と絞りを与えてある一定の圧力のもとに過給機に導入する。この方式により、排気ガスのもつエネルギーを十分に使うことができ、機関の低出力域においては動圧方式の高圧過給機が、また、高出力域では静圧方式の低圧過給機がそれぞれ有効に作動し、良好な始動性と全負荷域にわたって良好な性能を保持することができる。

また空気側においては、低圧過給機と高圧過給機の間一次冷却器を入れ、一度圧縮されて温度が上昇した空気を冷却してから高圧過給機で再度圧縮するため、全体の見掛けのプロアー効率が上昇し、それだけ多量の空気を送ることができる。そして空気は二次空気冷却器で充分冷却されて、シリンダ内に充填される空気密度を高めている。

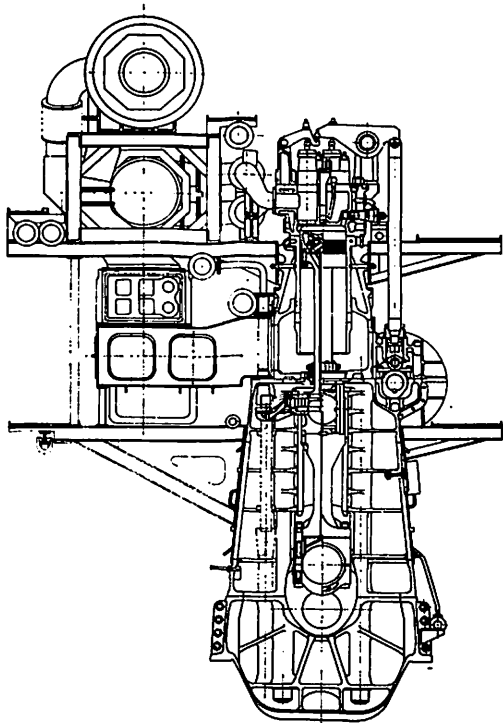


図-2 8UEC52/105E形機関断面図

5. 一番機8UEC52/105E形機関の構造

5-1 全体構造

図-2に機関断面図を示す。全体構造は過給系統を除いてD形と同一思想であるが、出力アップのために必要な改良が施されている。図-3に8シリンダ機関の場合の過給機側の配置を示す。

過給機、空気冷却器および掃排気管の配置については、D形とくらべて複雑になるので、船内で過給機

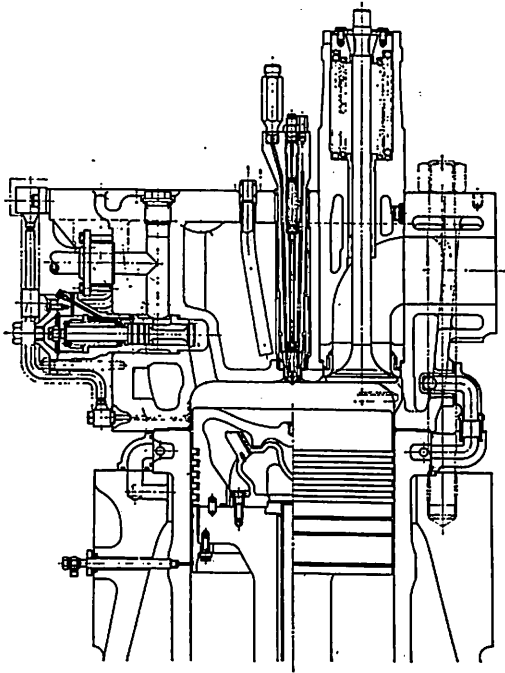


図-4 燃焼室

のローター軸を抜き出す等保守作業のためのスペース、接近性、継ぎ配管との取合い等を十分考慮して設計した。そのため、図面だけでなくこの部分の模型を製作し、立体的にこれらの問題を検討し遺漏なきを期した。

またD形とくらべ、機関の過給機側に重量物がより多く集中し、しかも機関の全長を短くするため、高圧過給機の上部に低圧過給機を置く配置としたので、過給機廻り殊に低圧過給機の振動を重要視し、

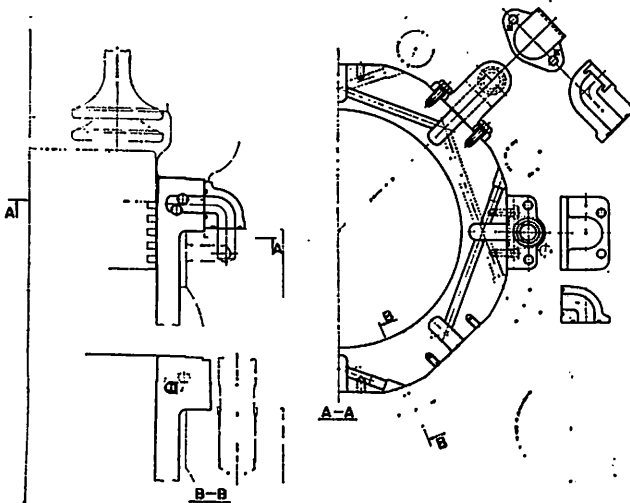


図-5 シリンダライナー

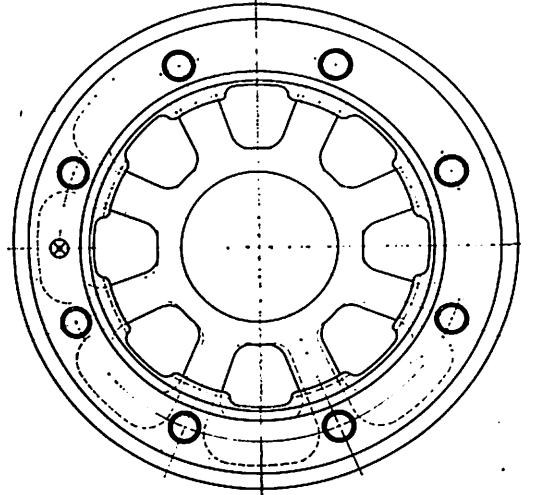
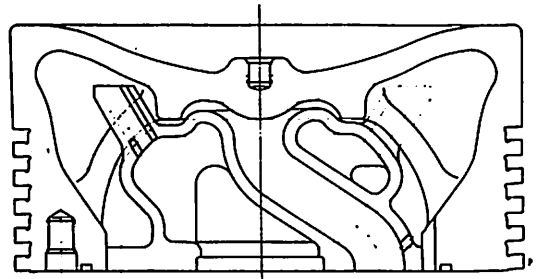


図-6 ピストンクラウン

過給機架台の設計の際は精密な計算を実施し、十分な剛性を与えて振動を少く押えるように配慮した。

5-2 台板、架橋、ジャケット

铸铁製で構造の考え方は同じであるが、ガス圧の増大に対応してタイボルト部、台板軸受部、ジャケット上部の肉厚を重点的に増加している。応力レベルはD形以下となっている。

5-3 クランク軸

直径を太くし8シリンダ機関には前端に縦振動抑止用ダンパーを設けている。

5-4 シリンダカバー

D形同様鋼製の高脚形であるが、高さをより高くし、かつ、天板肉厚を増加し強度を高めている。始動弁を側面から入れて上面スペースに余裕をもたせた。必要な場合はカバー上部にボンネットを取付けることができる。図-4に燃焼室の構造を示す。

5-5 シリンダライナ

ガス圧増加に対応して肉厚を増加し、

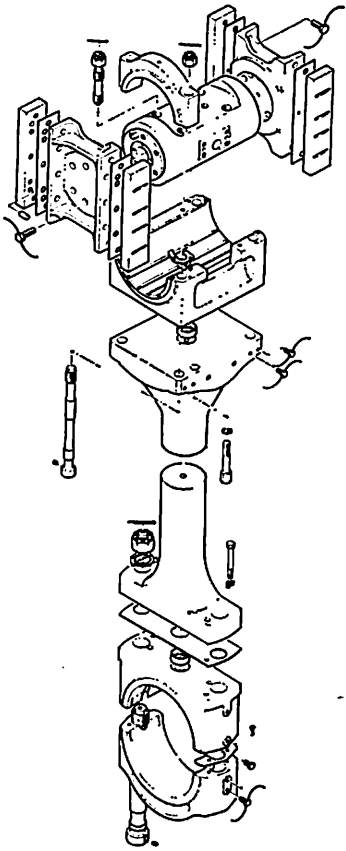
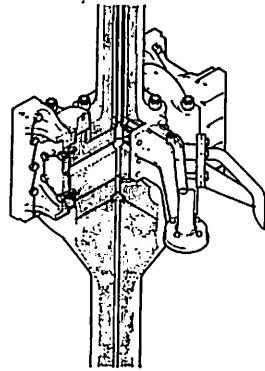


図-7 クロスヘッドおよび連接棒



熱燃室側の温度上昇を抑えるため、上部フランジ部にキリ穴加工による冷却水通路を設けて冷却を行っている。図5-1にフランジ部の構造を示す。

5-6 ピストンクラウン

モリブデン鋼製のリップ付きで、内面はシステム油により冷却している。D形よりリップの数を2本増

加して8本とし、天井の肉厚は逆に薄くし、内部の冷却ノズルの改良と相まって冷却効果を高めている。図-6に構造を示す。

5-7 クロスヘッド

D形と同じくテーブル形であるが、クロスヘッドピンの径を大きくし、軸受面積および冷却油通路の増大をはかっている。軸受面圧はD形とほぼ同じである。図-7に構造を示す。

5-8 空気冷却器および水滴分離器

空気冷却器で発生する水滴を分離するためD形にも使用されている。E形では高圧および低圧過給機出口にそれぞれ空気冷却器があるが、その内水滴発生量の圧倒的に多い低圧側の空気冷却器にこの水滴分離器を設置している。

5-9 排気弁

弁座はD形同様弁座水冷式である。掃気圧力の増加、空気量の確保と相まって弁温度を充分低く保つことができる。

5-10 過給機

三菱MET形無冷却式過給機を採用している。単段過給式機関用とほとんど同じ構造であるが、2段過給式機関用として反ラスト軸受の強化、ガス出ロケーシングの補強などを行っている。騒音低減のため改良された吸入消音器が、低圧過給機の空気入口に取付けられている。図-8に構造を示す。 (次号へつづく)

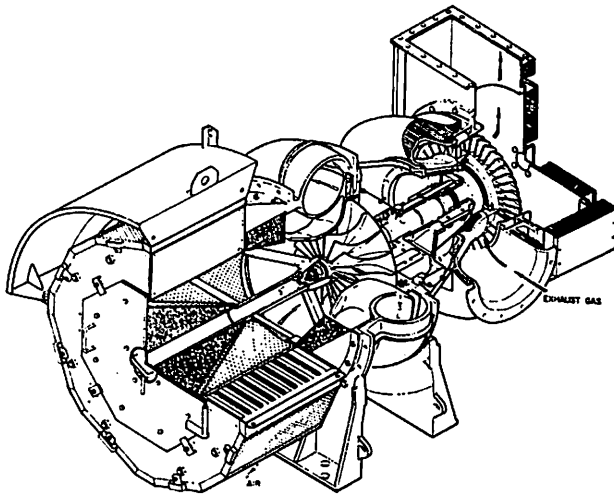


図-8 三菱MET形排気タービン過給機

LNG 船 (その 4 / 材料・溶接および破壊力学) — 18

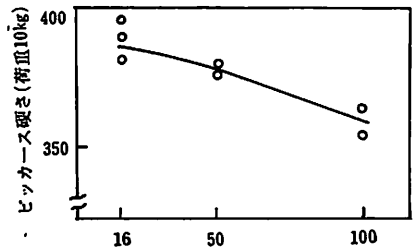
恵美洋彦 / 伊東利成

日本海事協会船体部

3. 溶接部の熱処理

図10—58は熱影響部の最高硬さに及ぼす予熱の効果を示すもので、予熱をしないと最高硬さは380Hv程度となるが、それでも硬化割れは起こさないで特に拘束が大きくなければ予熱の必要はない、すなわち9% Ni 鋼の溶接前の予熱は特に厚板のときを除き必要ない。またアークガウジンク、ガス切断でも予熱は必要ない。

また、後熱処理では、先にも述べたように前は溶接後の応力除去、焼鈍が要求されていたが、表10—27に示すような実験の後、ASME の1308—5で2" (50.8mm) までは応力除去焼鈍の省略が認められた。これは、他の規格、規則にも影響し、他の規定でも ASME と同じく省略が認められるようになった。最近では、50.8mmをこえる板厚でもその溶接部のじん性に依じて判断し、50.8mmをこえたから



母材QT材20mm, 溶材棒5/32"φ, 母材平均硬さHv243

図10—58 9%Ni鋼溶接予熱影響部の硬さに及ぼす予熱の効果²¹⁾

といて、必ずしも応力除去焼鈍が要求されない。

4. 9% Ni 鋼溶接上の問題点

(1) 異材溶接部であるための問題点

前述したように現在のところ9% Ni 鋼の共金溶接は実用されていない。したがって、母材と異なる

表10—26 9% Ni 鋼製6,000m²陸上 LNG タンク施工手順試験例²⁰⁾

鋼材と板厚	溶接材料	溶接法と継手種類	溶接金属		溶接継手		破断位置	2mm Vノッチシャルビ kg・m (-196°C)							
			降伏点	引張強さ	降伏点	引張強さ		溶接金属				熱影響部			
			kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²		個々の値		平均	個々の値		平均		
A553Gr.A 9Ni (QT) 19mm	YAWATA WELD B (M)	手溶接 立突合	46.0	76.5		76.2	溶接金属	6.87	6.27	6.39	6.51	7.36	8.49	8.25	8.03
			49.7	75.7		76.2	"								
A553Gr.A 9Ni (QT) 19mm	YAWATA WELD B (M)	手溶接 横突合	55.5	75.0		78.6	"	7.86	7.86	7.86	7.86	16.74	12.61	15.92	15.09
			53.4	70.9		78.4	"								
A553Gr.A 9Ni (QT) 6mm	YAWATA WELD B (M)	手溶接 下突合	42.4	69.7		72.9	"	3.83	3.73	3.63	3.73	5.69	4.68	5.46	5.28
			44.4	71.4		78.1	"								
A553Gr.A 9Ni (QT) 19mm	YAWATA FILLER 82 ×	自動溶弧 横突合	49.9	73.1		79.7	"	6.27	5.92	6.39	6.19	8.36	7.49	9.39	8.41
			52.7	75.7		78.1	"								
A553Gr.A 9Ni (QT) 6mm	YAWATA FLUX 4	自動溶弧 下突合	43.8	74.9		73.8	"	3.94	4.04	4.57	4.18	8.11	12.06	4.25	8.14
			49.4	70.8		75.6	"								

*試験片寸法 5×10×55mm

表10-27 9% Ni 鋼の模型容器の破壊試験結果

タンク No.	C-5	PC-1	PC-2	PC-6	PC-3	PC-4	
熱処理	QT	QT	NNT	NNT	QT	NNT	
0.2% 耐力 (kg/mm ²)	71.7~74.5	70.3~72.4	60.0~62.4	59.8~61.7	70.3~74.5	60.0~62.4	
引張強さ (kg/mm ²)	78.0~79.5	78.0~79.5	76.6~78.0	77.3~78.0	78.8~80.2	76.6~79.5	
Vノッチシャルピ値 (-196°C) (7.5mmサブサイズ) (kg-m)	L	4.4~5.4	5.4~5.5	4.3~5.4	3.7~4.7	4.4~5.5	4.3~5.4
	C	3.6~4.3	4.3~4.7	3.6~4.3	3.3~4.3	3.6~4.7	3.6~4.3
設計圧力 (kg/mm ²)	26.0	24.6	24.6	26.0	24.6	24.6	
応力除去焼鈍の有無	無	無	有	有	有	無	
試験開始温度 (°C)	-196	-189	-196	-196	-196	-196	
破壊時の温度 (°C)	-186	-197	-196	-192	-191	-190	
破壊時の圧力 (kg/cm ²)	152	160	109	148	149	162	
破壊応力 (kg/cm ²)	93.1	95.3	65.3	90.8	91.2	95.4	
剪断破面率 (%)	100	100	20~50	50	50	100	

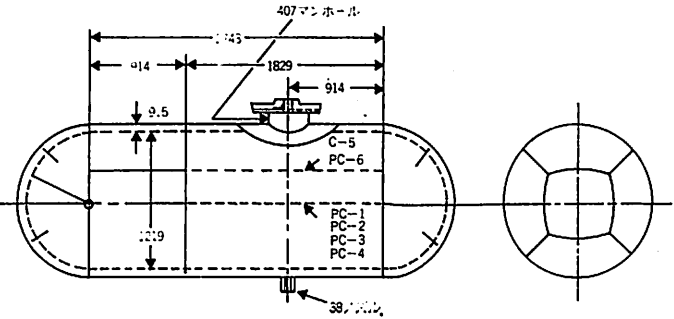
備考 1) 円筒型タンク (板厚9.5mm, 胴部の内径1,219mm, 胴体平行部の長さ2,743mm, 鏡板の半径610mm)

2) 使用溶接棒 INCO-WELD "A"

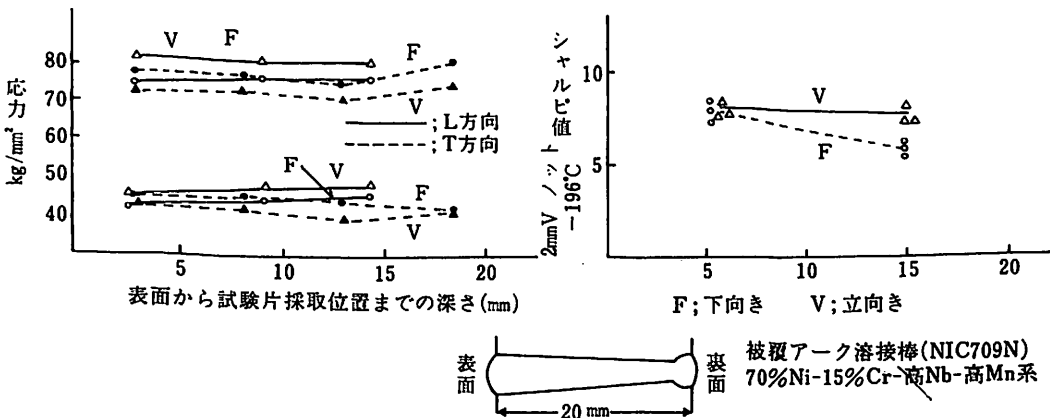
組成の溶接材料を用いると、溶接金属は母材の成分と混じりあって、母材はいわゆる稀釈をうける。

例えば、70% Ni の溶接棒を軟鋼の上で溶接するとその溶接金属は軟鋼の稀釈をうけて Ni 含有量が減る。その程度は軟鋼を溶かす量 (稀釈率) によるが、多いときは Ni が50%まで下ることもある。したがって、この溶接金属はオールデポ (全溶着金属) とは異なった組成となる。

これは、例えば厚板の多層溶接の初層は稀釈率が大きく比較的合金になり、終層ほど溶接材料の組成に近くなる。このような高 Ni 合金系溶接材料では、母材の稀釈をうけて強度及びじん性が変化する



る、すなわち、使用する溶接材料及び試験片の採取方向及び位置によってじん性、強度が変化することがあるので、溶接法及び溶接材料の選択にこの点も注意する必要がある。また、溶接施工法試験等でも試験片採取位置について考慮を払う必要があろう。図10-59は試験片採取位置、方向の影響を示す1例



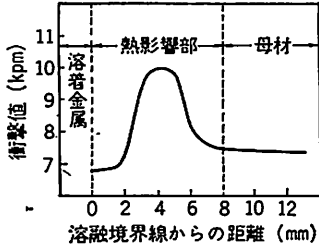


図10-60 9%Ni鋼溶接部からの距離とシャルピー衝撃値の変化の状態
インコネル型式の溶接金属部（溶接部は応力除去処理は実施しない）（温度-196°）

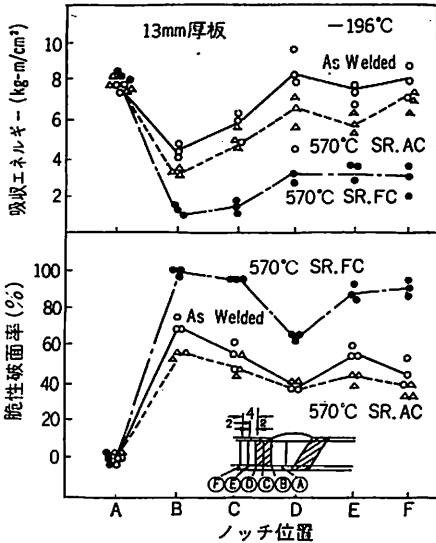
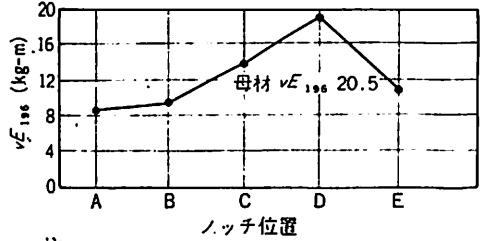


図10-61 9% Ni 鋼溶接部の切欠靱性

である。

ボンドはアーク熱によって丁度その母材の融点まで加熱された部分であり、この部分では、母材は溶けかかっており融液と固体が一緒になって非常に粘度の高い状態になっている。したがって溶接金属との間で互の成分を混ぜあわせることができず、かなり母材側の成分に近い成分、いいかえると母材の稀釈をかなり強くうけた部分となる。この部分をトランジションゾーンといい、その幅は0.02ないし0.1 mm とかなり狭いが、使用する溶接材料の種類によってこの部分の組織もかわり、じん性を低下させる。

図10-60ないし62にその例を示すが、この図から分るようにVシャルピーの値は、溶着金属からボンド、熱影響部、母材と変化し、溶着金属の衝撃値が最も低いとは限らない。したがって、10-2でも紹介したように最近の溶接法施工試験の規定では、各部からシャルピー試験片を採取するようになってい



注
YAWATA-WELDB(4⁺)
予熱なし、層間<100°C
130A、13層
溶接のまま

図10-62 インコネル系溶接棒による9% Ni 鋼溶接部の切欠じん性

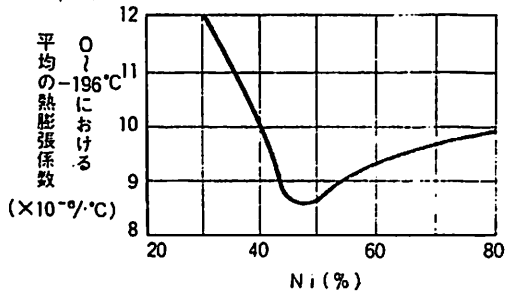


図10-63 Crを11~16%含むNi合金のNi含有量と0~-196°Cの平均熱膨張係数との関係

る。

前述したように母材と成分が異なる溶接金属の物理的性質が異なる。そのうち、熱膨張係数の差（先に表10-14に示した）及び弾性係数（溶接材料によって異なるが、高Ni系材料で12,000~16,500 kg/mm²の値）が重要である。例えば、オーステナイト系ステンレス系溶接材料を使用し、母材との間に3.3×10⁻⁶/°Cの熱膨張係数の差があった場合、20°Cから-162°Cの温度変化による熱膨張係数の差による応力は、溶接金属と母材の断面積が同じとしたとき、約12kg/mm²となる。実際は母材断面の方が溶接断面より圧倒的に大きいので応力はこれより上ることが考えられる。このようなことから、特に温度の変化が多い場合、その疲労が問題になることから異材でもなるべく熱膨張係数の少ない溶接材料が選ばれる傾向であった。図10-63にNi含有量と0ないし-196°Cの間の平均熱膨張係数との関係を示す。

しかし、前述したようにヨーロッパでは、オーステナイトステンレス鋼系溶接材料がかなり使用されている。また約3.6×10⁻⁶/°Cの熱膨張係数の差の溶接試験片による繰返し熱衝撃試験の結果及び3.5% Ni 鋼（熱膨張係数の差は9% Ni 鋼とオーステナ

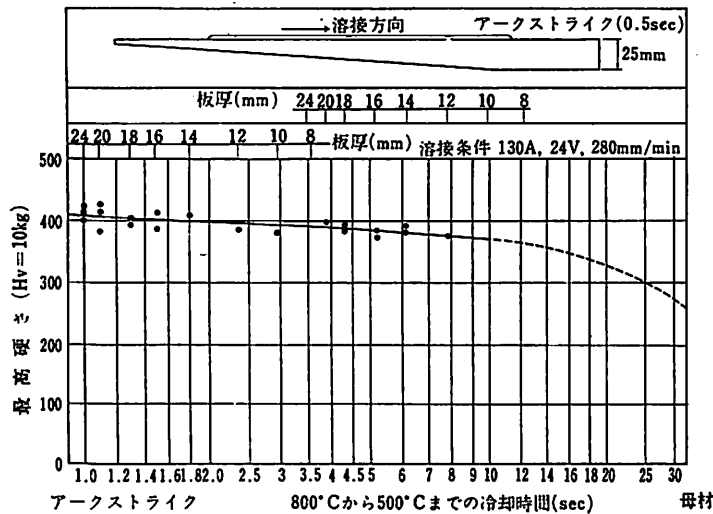


図10-64 KLN 9 テーパー硬さ試験結果 (使用溶接棒KSN-9)

イト系ステンレス鋼と同程度かやや大きい)の溶接にオーステナイトステンレス鋼系溶接材料が永年使用されて何ら問題を生じていないという実績から、9% Ni 鋼にオーステナイトステンレス鋼系溶接棒を使用しても熱膨脹係数の差による問題はないという報告³²⁾もあり、LNGタンクの溶接材料としての使用実績も多いようである。

(2) 溶接金属の割れ

9% Ni 鋼の溶接には、高 Ni 合金を溶接材料として使用するため、溶接金属の高温割れを生じないように十分注意する必要がある。特に抱束の強い部材での第1層目の溶接には注意を要する。被覆アーク溶接の場合には、溶接速度を落して初層の間をできるだけ厚くつけることが肝要である。

溶接ビード割れは、溶接金属の化学成分及び溶接棒の被覆材の影響が大きく、適切な溶接材料の選定(フィスコ試験等による)が重要なファクターであるが、それでも、クレータ割れを発生するので、割れたクレータは、はつりとらなければならないので、厄介である。

被覆アーク溶接でもこのような問題があるので、入熱の大きいサブマージアーク溶接は、高 Ni 合金の溶接金属の熱間割れを助長するという基本的問題があった。しかし、最近では、M₀を多量に含んだ耐割れ性溶接材料が開発されてサブマージアーク溶接による9% Ni 鋼溶接の熱間割れの問題は少なくなった。

(3) 溶接熱影響部割れ

溶接熱影響部に発生する割れには高温割れと低温

割れがあるが、高温延性試験(Hot Ductility Test)等で調査された結果をみると、9% Ni 鋼はほとんど高温割れを発生しない。

一方、低温割れは、使用する溶接材料が高 Ni 合金であるため、高張力鋼ともいえる9% Ni 鋼でも発生しにくいものであるが、全く割れないのではなく、母材が非常に冷却した状態で、かつ70% Ni 系でも不適当な溶接棒を使用すると低温割れを発生することがあるので注意を要する。この割れ発生の1因としては、溶接金属の冷却途上で一部の水素が熱影響部に拡散し、その水素が遅れ割れを

発生させることが挙げられる。したがって、適切な溶接棒の選定(Y型スリット割れ試験等でチェック)と共に、溶接材料を十分に乾燥することが必要で、さらに、場合によっては、母材の予熱等が必要なこともある。

(4) 溶接作業性

高 Ni 系溶接材料の融点は、9% Ni 鋼に比較して約100℃程度低いため、母材が融けにくい。したがって、アークは確実に溶接部にあてることが肝心である。この融点の差によって高 Ni 系溶接材料は、概して作業性は良くない。すなわち、母材になじみにくくビードが凸気味となってとくに立向き溶接の作業性をそこなうこと、心線がいわばニクロム線なので棒やけを生じやすいこと、適正電流範囲がせまいこと等である。

しかし、これらの作業性の難点も被覆アーク溶接では被覆剤の改善、MIG溶接では溶接機(例えばパルスアークMIG溶接)の改善、作業性及び能率のよいカプマージアーク溶接の採用等で解決されつつある。

(5) 溶接性試験

溶接材料及び母材の溶接性の強度、溶接割れ感受性、溶接作業性等を調べるために10-1-3で説明したような破壊試験を行なうが、9% Ni 鋼の溶接性試験として多く用いられている試験としては、硬さ試験、マクロ試験、2mmVノッチシャルピ試験、引張試験、縦曲げ試験、スリット割れ試験、ジグ拘束突合わせ溶接割れ試験、すみ肉溶接割れ試験、完全拘束溶接割れ試験、クレータ割れ(フィスコ)試

表10—28 9% Ni 鋼溶接継手に対する規定

	IMCO1975 IACS1974	NK1973	NV1973	ASME Case 1308-5	API
溶接金属	各船級協会等 の規定による	規定なし	≥ 38 ≥ 65 ≥ 20 ≥ 3.5	≥ 28 ≥ 56 — —	≥ 37 ≥ 66.7 — ≥ 3.5
0.2%耐力kg/mm ²					
引張強さ " "					
伸び %					
Vシャルビ kg-m					
溶接継手	溶着金属の規格 値以上	≥ 67 — $\geq 2.8(-196^\circ\text{C})$ 半径 2 t 180° 縦曲げ	— ≥ 65 — ≥ 3.5 半径 2 t 180° 縦曲げ	— ≥ 66.8 — ≥ 3.5 縦曲げ	規定なし
0.2%耐力kg/mm ²					
引張強さ "					
伸び %					
Vシャルビ kg-m					
曲げ					
母材	各船級協会等の 規定	≥ 53 (QT) 60 (NNT) 70~85	≥ 45 ≥ 65	≥ 59.8 70.3~84.4	—
0.2%耐力kg/mm ²					
引張強さkg/mm ²	"				
9% Ni 鋼許容応力 ¹⁾	$\sigma_B^{2)}/3$ 又は $\sigma_Y/2$	$\sigma_B^{2)}/3$ 又は $\sigma_Y/2$	$\sigma_B^{2)}/3$ 又は $\sigma_Y/2$	16.7kg/mm ² ³⁾	20kg/mm ² ⁴⁾
膜応力					
一次曲げ応力	$\sigma_B^{2)}/2$ 又は1.0 σ_Y	$\sigma_B^{2)}/2$ 又は $3/4 \cdot \sigma_Y$	$\sigma_B^{2)}/2$ 又は $3/4 \cdot \sigma_Y$		

注：1) IMCO (IACS), NK及びNVは独立型タイプB圧力容器方式タンク。

2) 母材又は溶接継手引張強さの最低保証値の最も低い方。

3) ASME Sec VIII Div 2 では、膜応力に対し $\sigma_B/3$ 又は $3/8 \cdot \sigma_Y$ を規定し、一次曲げ応力に対してはこの1.5倍としている。この規定は ASME Sec VIII Div 1 で許容膜応力 $=\sigma_B/4$ として $\sigma_B=66.8 \text{ kg/mm}^2$ としたときの値と一致する。

4) APIの一般材料の規定では母材の σ_B 及び σ_Y に対し、 $0.3\sigma_B/3$ 又は $0.67\sigma_Y$ が許容応力となっている。

験等がある。

図10—64にテーパ硬さ試験の1例を示す²⁵⁾。この試験は、9% Ni 鋼材の溶接割れ(低温割れ)感受性を判定するために、溶接熱影響部の最高硬さと冷却速度との関係をテーパ試験片を用いて求めるもので、この例では800℃から500℃までの冷却速度が6秒に相当する最高硬さは、ピッカース硬度計(荷重10kg)で383を示した。母材の平均硬さは250であり、溶接割れ発生の危険はないという結果を示している。

(6) 溶接棒及び溶接部の乾燥、清掃

9% Ni 鋼は高Ni合金溶接材料を使用するため低温われは発生しないが、異常に吸湿した溶接棒を用い、0℃以下の低温で溶接した場合は遅れわれを発生することもあり得る。吸湿した溶接棒は100~250℃程度で30~60分乾燥するのが望ましい。

又、溶接前の開先等の乾燥、清掃等に関する注意

は、一般の溶接と同様に重要である。

5. 溶接部の性質

9% Ni 鋼の溶接材料は、溶接部のじん性を良くするため、異種金属(Ni合金、オーステナイトステンレス鋼)が用いられ、したがって、溶接金属も異種金属となる。

この場合、引張強度も母材と同強度又はそれ以上のものを確保できれば好都合であり、共金溶接材料がこの意味で期待されているが、現在のところ実用には用いられていない。しかし、実用化されている異種金属でも、できるだけその強度を母材に近づける努力が払われ、かなりの高強度を維持できるような溶接材料が開発されている。

(1) 引張強度

表10—28に9% Ni 鋼溶接部の強度に関する規定を示す。これからも分るように一般の材料を用いた

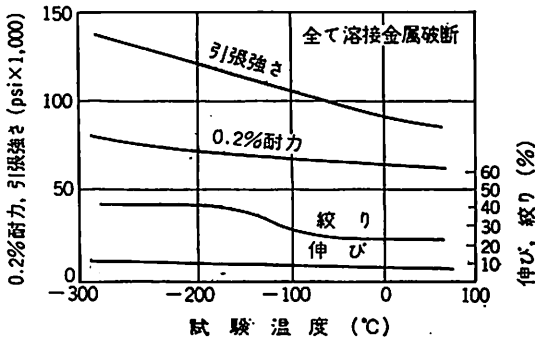


図10-65 インコネル系ワイヤで溶接した9% Ni 鋼の継手引張性質におよぼす温度の影響 (T. N. Armstrong 他)

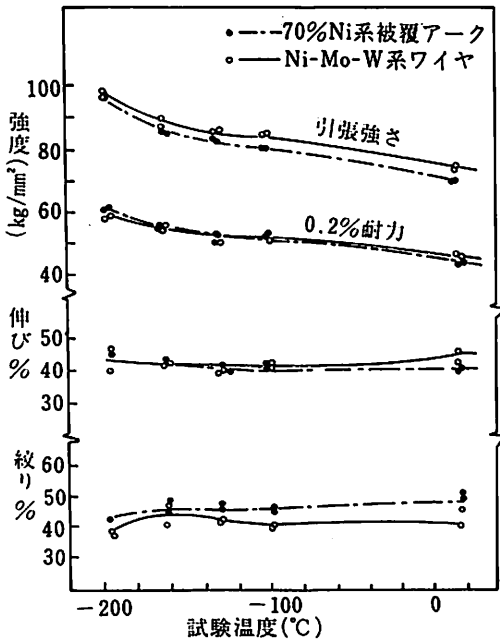


図10-66 溶接金属引張試験の1例²⁴⁾

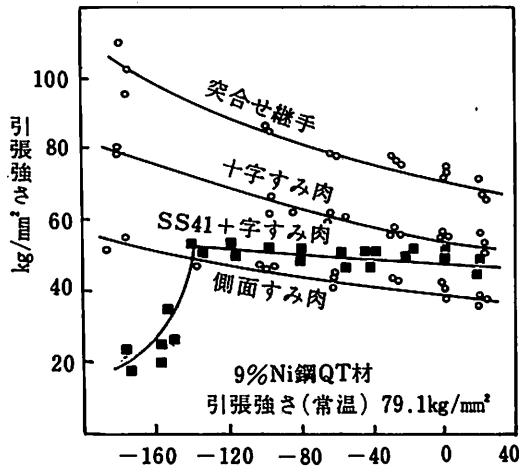


図10-67 各種試験片の引張強さ²⁵⁾

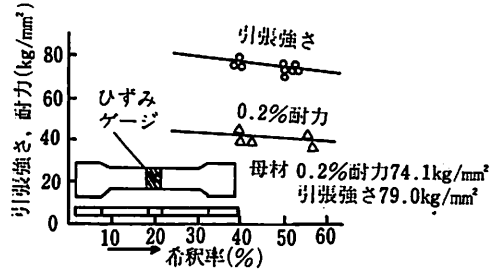


図10-68 希釈率と溶接継手の引張特性³⁴⁾

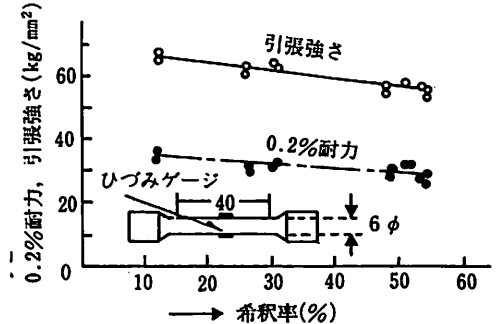


図10-69 希釈率と溶接金属の引張強度³⁴⁾

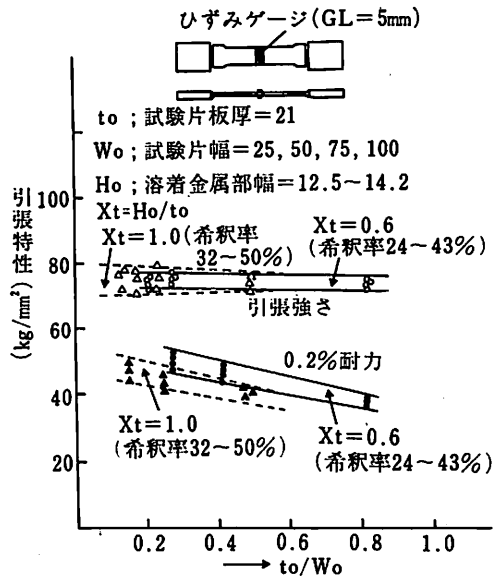


図10-70 継手の引張強度におよぼす試験片幅の影響³⁴⁾

構造物の溶接部の強度は母材の規格値以上が要求されるのに対して、9% Ni 鋼のように異種金属溶接材料を用いる場合は、溶接金属または溶接継手の引張り強度は母材より低い一定の値以上であればよいという規定になっている。

このような9% Ni 鋼の溶接継手の引張強度は、温度、溶接材料の種類、溶接条件、溶接金属の特性、継手形状、引張試験片の形状寸法等によって異

なってくる。

図10—65に温度による溶接継手引張試験の変化の傾向を示す。又、図10—66に低温溶接金属引張試験の1例を示す。これらの図及び先に紹介した母材(図10—49)の例から、9% Ni 鋼の溶接部は、低温になるにつれて、母材、溶接継手及び溶着金属のいずれも引張試験、0.2% 耐力は増加するにもかかわらず、絞り及び伸びは殆んど変わらないという優れた引張特性を有していることが分る。

図10—67には、継手形状による引張強さの変化、並びにそれらの温度変化の1例を示すもので、継手形状が変わって強度が下る場合でも温度が下がるにつれて引張強さが増す傾向は同じであることが分る。

9% Ni 鋼及びその溶接は、母材、溶接継手、溶接金属の順に引張強度が低下する。

図10—68ないし70に同一溶接材料(75Ni—20Mo—3W)を用いて開先や溶接条件を変えてサブマージーク溶接を行なった試験片について引張試験を行ない溶着金属の引張性質、及び継手形状及び引張試験片の寸法の影響を調べた結果²⁴⁾を示す。

図10—69は、溶接金属の稀釈率と引張特性の関係を示すもので実験の範囲内では稀釈率が増すにつれて引張強度が低下しているが、母材(9% Ni)はこれより高い引張強度を有しているので稀釈率がさらに下ると強度は増えるであろう。図10—68は溶接継手の稀釈率と引張特性の関係を示しており、やはり実験の範囲では稀釈率が増えるにつれて引張強度は低下しているが、どのような稀釈率においても溶接金属そのものの値より高い値を示している。例えば、稀釈率50%のときの引張強さは、溶着金属 55 kg/mm² 程度、溶接継手 70 kg/mm² 程度(母材 79.0 kg/mm²)を示している。

図10—70には、同図中に示すような溶接継手引張試験片によって引張強度と幅の影響を調査した結果が示されている。0.2% 耐力は明らかに試験片の幅の影響を受け、試験片幅が増えるほど高い値となっている。このように継手試験片での耐力が試験片幅に依存するのは、母材が溶接金属の塑性変形を拘束する効果として知られている。

9% Ni 鋼製タンクの許容応力は、一般的に第8章で説明したように0.2% 耐力又は引張強さのそれぞれをある値(一般に安全率といわれる)で割った値の小さい方で定まる。このようなとき引張強さで定まる値の方が小さい場合は、材料の規格値ではなく、溶接継手引張強さの保証値で定める必要がある。

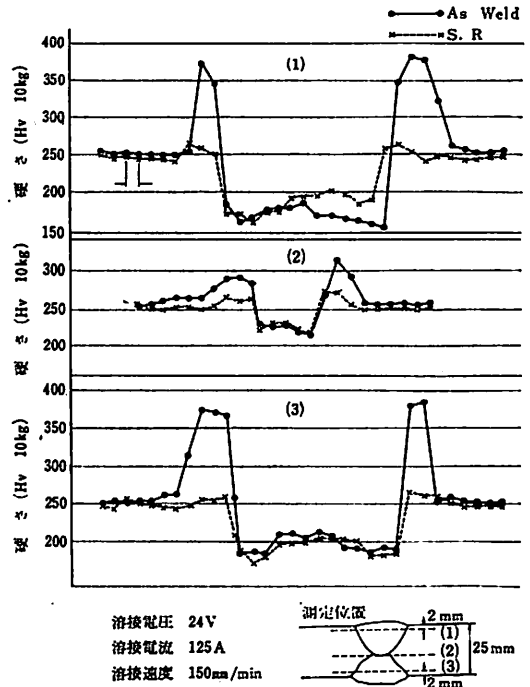


図10—71 手溶接継手硬さ試験結果

(母材: QT材, 溶接材料 35Ni—15Cr 系)²⁵⁾

る。又、材料の0.2% 耐力(降伏点)規格値で定まる値の方が小さい値となるときは、一般に溶接継手の0.2% 耐力ではなく、材料の0.2% 耐力規格値で定めてよい。

溶接法、溶接材料、溶接条件等による溶接金属又は溶接継手の強度の例は、先に示した表10—21, 23, 25等に示されているので参照されたい。

(2) 硬さ分布

手溶接継手部の硬さ分布測定結果の1例を図10—71に示す。この図から硬さ分布は、測定位置によって異なること、最終ビード熱影響部ではHvが370~380とかなり硬化しているが、板厚中央付近では後続ビードの溶接熱による焼もどしをうけてHv300程度に低下すること、母材がHv250程度であるが溶接金属はHv200程度以下でかなり硬度が低いこと等が分る。

9N委員会²⁵⁾の実験では、最高硬さは熱影響部の母材原質寄りのところに現われ、Hv380~390、ボンド近傍の硬さは少し低くHv350、アークストライク部は溶接部の最高硬さと同程度等の結果が得られている。

(3) 残留応力

溶接継手には、溶接時に拘束を与えない場合でも残留応力が生じ、これに実際の構造物の溶接時の拘

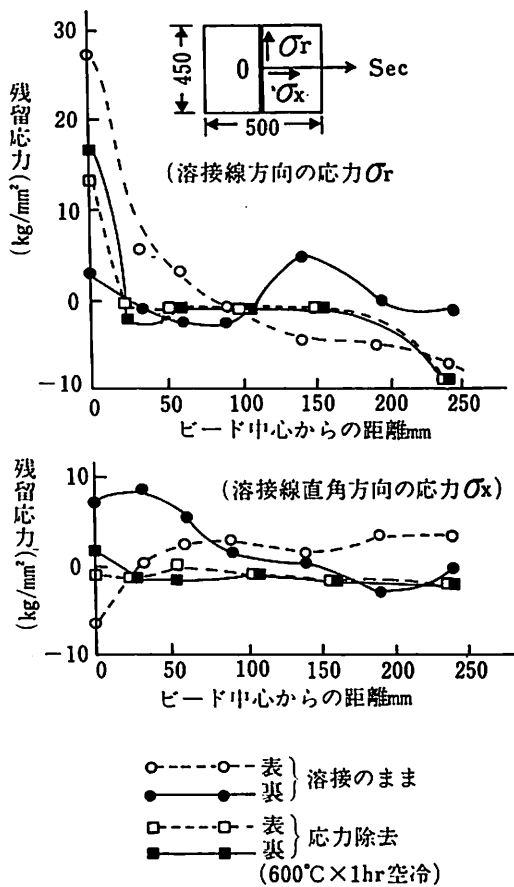


図10-72 残留応力 (板厚20mm, 21Ni-24Cr系溶接棒)

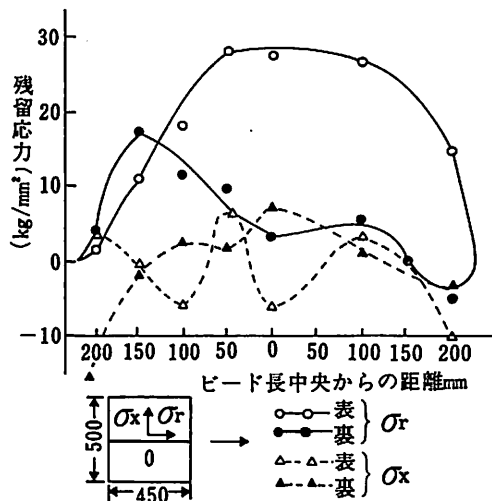


図10-73 残留応力 (板厚20mm, 21Ni-24Cr系)

束による拘束応力が加わることはよく知られているとおりである。9% Ni 鋼の溶接部では、溶接金属と母材の熱膨脹係数の差による応力が加わる。

9% Ni 鋼及びその溶接部は、延性に富む材料で、破壊までに相当塑性変形を生じ得るので溶接構造の静的強度に対して残留応力は影響を与えないと考えられる。

疲労及びぜい性破壊に対する残留応力の影響は、一般鋼と同様に明確な結論は得られていないが、構

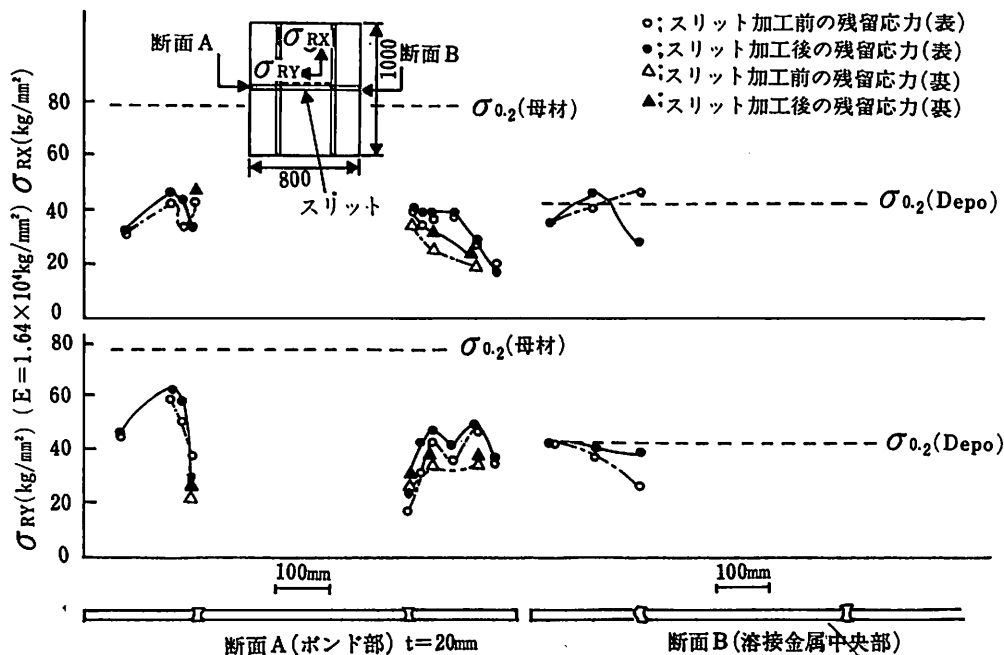


図10-74 複合十字型合わせ溶接継手の残留応力²⁴⁾ (QT材, 溶接材料70% Ni系)

造の不連続部又は欠陥と重畳して大きな影響を与えることがあるので十分注意しなければならない。例えば、タンクドーム頂部等のタンク貫通部が数多く配置され構造の不連続部を形成し、かつ残留応力が発生し易い個所では、焼なまし応力除去を行なう等の配慮が払われている。次に9% Ni 鋼の溶接継手にどの程度の残留応力が生ずるものかを2, 3の実験例で紹介しておく。

図10-72は、9% Ni 鋼溶接継手の継手直角面上の残留応力とその応力除去した後の残留応力分布、図10-73には、溶接継手に沿った面上の残留応力分布を9 N委員会²⁹⁾の例から示したものである。9 N委員会の実験報告²⁹⁾では、図10-72に示すような600℃×1時間(空冷)では、加熱中に残留応力は除去されたが、その後の冷却過程では母材と溶接金属の熱膨脹係数の差による溶接線方向の熱応力が発生したものと考えられている。同じ実験によれば、500℃×1時間(空冷)では段留応力は殆んど緩和されていない。したがって、応力除去を行なう場合は、500℃以上の低温じん性を劣化させない温度で行なう必要がある。

図10-74は、複合十字型溶接継手試験片の残留応力計測結果で、き裂進展による応力再配分の影響をみる目的で図中に示すようなスリットを入れた後の応力も計測されている。また、この計測では応力は、溶接金属さらに計測ひずみは溶接金属の影響を大きくうけることからボンド部もヤングE=1.64×10⁴kg/mm²(やや高めの値)として換算されている。図から明らかなように溶接金属では、その0.2%耐力にほぼ等しい残留応力が計測されている。

(つづく)

[参 考 文 献]

- 1) 日本海事協会, LNG船規準, 48年10月
- 2) IACS, Unified Rules for Gas Tanker, Cargo Containments, 1974
- 3) IACS, Unified Rules for Gas Tanker, Pressure Vessels, 1974
- 4) IACS, Unified Rules for Gas Tanker, Cargo Pipings, 1974
- 5) IACS, Unified Rules for Gas Tanker, Materials and Welding, 1974
- 6) 日本材料学会; 第15回材料強度と破壊国内総合シンポジウム論文集
- 7) Nils G Leide, Report of IIW, Annual Assembly, 1971
- 8) IMCO, MSC XXXII/19 Annex VII, Draft Resolution Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk
- 9) A.F. Madayag, Metal Fatigue: Theory and Design,

1969, John Wiley & Sons, Inc.

- 10) 中村, 永井, 岡武, 後藤等: アルミ合金, 9% Ni 鋼, アンバー, ステンレス鋼とその溶接, 日本造船学会誌, LNG船特集号, 49年12月号
- 11) 雑賀ほか, 9% Ni 鋼の低温じん性に関する研究, 石川島播磨技報, 48年1月
- 12) 矢島ほか, LNGタンカー用9% Ni 鋼の継手破壊靱性とその評価, 日本造船学会誌, 第137号
- 13) 日本規格協会, 欠陥検査のための非破壊試験技術講習会テキスト, 1972
- 14) 溶接技術講座, 溶接部の試験と検査, 日刊工業新聞社
- 15) 最新溶接ハンドブック, 山海堂
- 16) 日本工業経済連盟, 非破壊検査の適応分野と欠陥検出能力, 46年5月
- 17) A.W. Pense, R.D. Stout, Fracture Toughness and Related Characteristics of the Cryogenic Nickel Steels, Welding Research Council Bulletin 205, May 1975
- 18) Nippes E.F, Savage W.F, Bastian B.J, Mason H.F and Curran R.M, Welding J. 34(1955) No. 4
- 19) 鈴木ほか, 溶誌28 (1959) No. 11, 同32 No. 11, 12
- 20) 造研, RR 814 (品質管理) 研究報告書, 昭和49年3月, 50年3月
- 21) P. Tenge, O. Solli, O. Förllis, Acceptance criteria for weld defects and non-destructive inspection procedures for LNG tanks in ships, Metall Construction, Jan. 1975
- 22) 田村, 鉄鋼材料強度学
- 23) 川崎製鉄技報, 低温用鋼特集号, Vol. 3, No. 2, 1971
- 24) 造研, 第8基準研究部会報告 その1-1(9% Ni 鋼に関する研究), 49年3月, 50年3月
- 25) 日本溶接協会9 N委員会, 9% Ni 鋼の溶接・加工に関する共同研究, 41年
- 26) INCO, 9% Nickel Steel for Low Temperature Service,
- 27) R.H. Tharhy and others, Welding 9% Nickel steel-a review of the current practices, the conference on welding low temperature containment plant, Nov. 1973
- 28) 造研, 第8基準部会第2分科会(安全装置等)報告書, 49年3月, 50年3月
- 29) 三浦, 9% Ni 鋼によるLNG極低温タンクの溶接, 溶接技術, '73年10月号
- 30) 日本溶接協会, 溶接施工法ハンドブック, 第6章, 産報
- 31) 神戸製鋼, 9% Ni 鋼溶接のABC
- 32) C.H. Rosendal, Welding of 9% Nickel Steel, ESTB
- 33) 伊藤ほか, 9% Ni 鋼用共金 MIG ワイヤの開発, 住金技報 April 1974
- 34) 安藤, 9% Ni 鋼のサブマージアーク溶接, 日立造船技報, 48年10月

△ △

造船技術開発に関する基礎的研究< 1 >

日本造船研究協会研究部

昭和49年度においては造船技術開発に関する基礎的研究として各分野にわたる12項目の基礎的研究課題について研究が実施されたので、そのうち7項目について概要をごく簡単に述べることにする。

船殻部材歪量の船体強度に及ぼす影響に関する研究

研究部会：SR127（部会長 木原 博氏）

本研究は船殻部材歪量の実態を調査分析し、また、強度の面から部材の歪許容量を理論的に検討して合理的な歪許容量を決定するため、昭和46年度から4カ年計画で研究を行ったもので、49年度はその最終年度である。

1. 船殻部材の歪量に関する調査研究

1. 1 船殻部材の歪量に関する調査

49年度は歪の形状を精密に把握するため、特にパネル材料の「やせ馬」のモード計測値をもとに歪量を $\sum a_n \sin nx$ で表わし、各次の係数を算出したが、パネルの長辺に平行な方向のモードは1次、3次、5次、7次の項で近似できることがわかった。

1. 2 溶接歪防止及び歪取り工作法

実船のパネルを対象として歪取りの実験を行い、主として「ガス加熱歪取り加工法の確立」について検討した。

(1) 実船における歪取り実験

上部構造の Wall や Deck を対象として実験を行った結果、1) 凹パネルの歪取りにはスチフナのところに角変形を発生させるような加熱条件を採用、2) 凸パネルについて松葉焼きが有効、3) 凹凸パネルが組合わさった連続パネルでは凸パネルを松葉焼きで歪取り、4) 連続パネルの歪取りは中央

のパネルから外のパネルに向って歪取りを行うことが効果的であることが判明した。

(2) 残留応力分布が歪取りに及ぼす影響

凹パネルの歪取りでスチフナ部に角変形を発生させる場合、残留応力があると大きい角変形が発生すること、凸パネルの歪取りで松葉焼きをした場合、主応力方向を避けスチフナに対して45°の方向に加熱するのがよいが、この場合も残留応力が大きく寄与することが判明した。

1. 3 外観による歪基準決定

外観上許容される判定基準を設定し、最悪条件における「やせ馬歪」の判定基準を作成した。

(1) 肉眼判定の最悪条件における歪感覚はスパン250mmの場合、実歪量2mmが限界点であるが、さらに各要因の影響を補正加味した場合の歪量判定精度は ± 2.5 mmである。

(2) JSQSの許容限界値と今回得られた歪判定基準の許容値とは、一般的にはほぼ同様である。

2. 船殻部材の歪量と構造強度との関連に関する研究

2. 1 板材の工作歪と強度

4万~10万トンのタンカーの甲板について初期撓みと強度との関係を確率的に検討し、初期撓みの許容基準に対する一提案を行った。

2. 2 桁材の工作歪と強度

桁材の工作歪がその強度に及ぼす影響を調査するため、20万トンタンカーの船底横桁の縮尺模型を用いて実船相似型及びフェースの板厚が厚い場合について計6個の模型実験を行った結果、フェースの板厚を2倍にすると最終強度は約1.6倍になること、フェースの面外工作歪は最終強度にあまり影響しない

ことがわかった。また、実船相似型の有限帯板法による理論解析結果は実験結果と良好な一致を得た。

2. 3 柱部材の工作歪と強度

ストラットの強度及びストラットに加わる外力を統計的に評価し、これをルールや初期歪みの実測データと比較し、許容初期歪み量、すなわち工作精度基準設定のための資料を作成した。

2. 4 二次部材の歪量

二次部材の工作歪が強度に及ぼす影響についての4年間の実験、解析結果をもとに、二次部材としてはその取扱いをいわゆる二次部材と準一次部材とに分け、二次部材（ウェブのステフナ及び倒れ止め肘板等）に対し座屈による剛性低下が起らないような基準及び準一次部材（コーナー肘板やフローステフナ等）に対し、強度低下率を10%として基準を定めた。

2. 5 初期不整柱の圧縮二軸曲げ強度

偏心と初期撓みを有し、最終的に二軸曲げ状態で崩壊する初期不整柱の圧縮強度実験及び理論解析を行った結果、半波正弦波形の初期撓み分布を持つ柱では、偏心量は初期撓みとほぼ同じ効果があること、また、初期不整による柱の強度低下は、その柱のオイラー座屈荷重が全断面塑性荷重に等しくなるような細長比、材料定数をもつ柱で最も著しいことがわかった。

2. 6 溶接による初期不整と平板の強度剛性

溶接残留応力と初期撓みを有する平板の実験及び弾塑性大撓み解析用プログラム使用による理論解析を行った結果、1)初期撓み波形の圧縮剛性強度に及ぼす影響は初期撓み量が小さい場合は無視できるが、大きくなるとその影響が出る、2)初期撓み量が大きいほど圧縮最終強度は低下し、これは厚板ほど著しいこと、3)初期撓みに溶接残留応力が加わると、圧縮最終強度はさらに低下する場合が多いこと、4)曲げ及び剪断の場合では、初期撓み及び溶接残留応力は最終強度にあまり影響しないことが明らかとなった。

2. 7 橋梁事故の調査

海外での4件の橋梁事故例について事故の詳細、原因等を検討し、また、橋梁における設計方法、初期不整、公差等の考え方を調査した。

3. 船殻部材の歪量と材料強度に関する研究

3. 1 初期歪が継手の疲労強度に及ぼす影響

船殻部材の突合せ継手の角変形が疲労強度に及ぼす影響を実験的に検討した結果、1)継手の時間疲労強度は角変形が大きくなると低下すること、2)

疲労強度の影響要因として角変形凹入部応力、ビード趾端の形状、入射角、材質の変化等が考えられること、3)継手の裏当て金付きのままの試験片は、裏当て金の大きさや溶接脚長を必要以上に大きくしても、疲労強度の向上は望めないことがわかった。

3. 2 建造中に発生する歪の解析と防止法

エレクトロガス溶接における拘束材と横収縮の関係について検討した結果、1)溶接初期の変形は溶接開始端から少し離れた位置に比較的小さな拘束材を取付けることにより防止できること、2)溶接が進行して溶接した部分が強度をもつようになると、大きな拘束材をつけても変形防止の効果は小さいこと、3)板厚12mm程度の薄板の片面溶接では面外変形を生じ易いこと等が明らかとなった。(潮田)

船体構造部材の許容応力に関する研究

研究部会：SR134 (部会長 秋田好雄氏)

船体構造部材を安全に、より合理的に設計するため、今まで経験のみに頼っていた許容応力に対し、新しい解析法にも適用するような合理的許容応力を設定するため、49年度は下記の項目について研究を行った。なお本研究は、本年度を第3年度として、5カ年間にわたり継続される。

1. 船体構造部材の許容応力の検討

1. 1 トータルシステムによるタンカーの縦応力計算結果とその評価の概要

前年度に引続き、三菱の縦強度トータルシステムにより21万トンタンカーのバラスト状態における縦強度の検討を行い、1)船体運動及び波浪変動荷重、2)規則波中における変動応力及び応力の長期予測値、を計算した。長期予測値については、満載状態の計算結果と比較し、さらに従来方法(二乗和平均)と比較した。バラスト状態の場合でも、二乗和平均による簡便法でかなり良好な近似値が得られることがわかった。

1. 2 バルクキャリアのハルガーダ強度計算結果とその評価

11万トン型バルクキャリアについて、昨年度の満載状態での計算に引続き、本年度はHeavy Ballast状態の計算を行い、昨年度の計算と比較検討した結果、縦曲げモーメント及び縦剪断力は、満載状態よりもバラスト状態の方が10~20%程度大きくなっているが、水平曲げモーメント及び水平剪断力は、逆にバラスト状態の方が小さい。その分布状態は両状

態ともほぼ同様の形である。また、直応力、剪断応力ともに、満載状態よりもバラスト状態の方が大きいことがわかった。

2. 損傷の形態と許容応力の関連

三菱重工で開発した Open Ship 専用のトータルハルガード計算プログラムを使用して、長さ 245m のコンテナ船の縦強度計算を行った結果、1) 垂直曲げ応力は $\sqrt{L/\lambda}=1.1$ の正面向波時に最大応答を示し、水平曲げ応力及び warping 応力は、船尾から 60° 方向 $\sqrt{L/\lambda}=1.7$ の波を受けたときに最大の応答を示すこと、2) 10^{-8} の長期予測値は $11\sim 12$ kg/mm² であった。(本船の静水中曲げ応力は 6.5 kg/mm² である) 3) 各成分応力を二乗平均して合成した合成応力と、トータルシステムで計算した Total 応力とを比較したところ、本船の場合 30% 前後の相違があったことが明らかとなった。

3. 解析法と安全率及び荷重の正確な評価

3.1 横強度トータルシステム仕様書案作成の概要

本システムは、規則波中において船体に作用する荷重と、それにより船体各部に生ずる変動応力を求め、短期、長期海面における変動応力の発現確率を計算するものであるが、大別して 3 つのステップより成り、第 1 はストリップ理論より船体運動や変動水圧を求め、波浪外力を計算するステップであり、第 2 は構造解析のステップ、第 3 は統計処理のステップである。

3.2 船体構造強度に関するトータルシステムの開発の概要

本システムは 3.1 と同様、横強度解析を目的とした船体構造強度に関するトータルシステムであって、ストリップ法による波浪外力の計算、有限要素法による構造解析及び統計処理の 3 つのステップから成っている。本年度はこのプログラムの開発をほぼ終り、24 万トン型タンカーについてテスト計算を行った。

4. 部材に働く応力状態

4.1 ラッキング現象について

船体が斜波を航行する場合、捩り変形のほかにラッキング現象が生ずる。今年度はこれらの現象の本質を把握するため、ボックスガードについて計算を行った結果、横隔壁がラッキングによる変形量の減少にきわめて有効であることがわかった。また、20 万トン級タンカーの場合、ラッキングによる甲板と船底外板の水平撓みの差は 10mm 以下で、それによるトランスリングの付加応力は 0.5kg/mm² 以下であることが判明した。

4.2 波浪中の船体横強度に及ぼす相対変位の影響

波浪中における縦通部材の相対変位を、25 万トン型タンカーの満載状態について平面格子構造モデルによる簡易計算法と立体有限要素法による精密計算法とで行い、両者の計算結果を比較検討した結果、各々の計算法で得られた相対変位量は非常によく一致しており、波浪中における縦通部材の相対変位の計算は平面格子モデルによる簡易計算で充分であるとの結論を得た。

4.3 斜波中の船体変位

25 万トン型タンカーのホールド部を立体骨組構造にモデル化して、斜波中の船体変位を計算した結果、ラッキングによる応力は 1kg/mm² 以下で、前年度の計算結果を再確認した。

4.4 構造方式と付加応力の調査

船体が波浪中を航行中、船体構造に生ずる変動応力が構造方式によりどのように異なるか、ストラットレス、パーチカルメイン構造方式の 27 万トン型タンカーのトランスリングについて計算を行った。応力解析は格子構造計算と平面有限法とを組合わせた計算法を使用した。これらの計算結果から、静荷重に対する応力分布形と付加荷重に対する付加応力分布形との間には、大きな相違はないが、相対変位の相違によると思われる分布形の違いが見られた。

4.5 規則波中のタンカーの横強度部材に生じる変動応力

25 万トン型タンカーを対象船として、 10^{-8} 確率レベルと等価であるといわれる波高 10m の規則波中での船体運動を計算し、これより波浪荷重及び内圧の変動を求め、平面骨組計算法でトランスリングに生ずる応力の変動を解析の結果、1) 応力の変動状態は sin 状でないことが多く、変動応力の平均値は一般に静水中での応力と一致しないこと、2) 最大応力、応力振幅ともに横波の場合が大きいこと、3) グッドマン修正により等価両振応力振幅に変換した場合、ストラットの付根部の片振幅は 8kg/mm² 程度であることが判明した。

4.6 規則波中におけるタンカーのトランスリング応力分布

27 万トン型タンカーを対象船として、規則波中における船体運動及び加速度による動的内圧、変動外圧等を総合的に考慮して、立体横強度解析を行い、規則波中においてトランスリングに生ずる応力分布について検討を行った。

4.7 タンカーの横桁リングの応力の長期予測

23 万トン型タンカーを対象船として、正面向波を

航行する場合の横部材に生ずる変動応力の長期予測を行った結果、累積確率 10^{-8} レベルの横桁リングの曲げ応力は、高いところで $8\sim 10\text{kg/mm}^2$ 、剪断応力は $4\sim 5\text{kg/mm}^2$ 程度であり、また、これと同じ応力を生ずる等価規則波は、波長が船長に等しく、波高が $30\sim 40\text{m}$ 程度の波であることが判明した。

5. 部材の重要性和安全率

20万トン型タンカーを対象船として、船体運動計算から得られたタンク内荷油の加速度による動圧及び波浪変動圧の時々刻々の値を求め、同一時刻に特定位置の横桁リングに作用する荷重を求め、横桁リングの応力の時々刻々の変化を求めた結果、1) 波浪変動圧ならびにタンク内荷油の動圧によって横桁リングに生ずる応力は、ほぼ全般的に正弦状の変動をしていること、2) 応力の変動は、船底側にある部材ほど静水中の応力レベルを中心として上下対称に変動するが、デッキに近い部材ほど静水中の応力レベルからの偏差が著しくなり、非線形性の影響が大きくなる傾向にあることがわかった。

6. 使用材料と許容応力の検討

船体に応力集中部が存在するとき、疲労損傷の発生確率の見地から、縦強度部材の許容応力が軟鋼と60キロ級高張力鋼とで、どのように異なるかを検討するため、応力集中度 $3\sim 6$ の場合について疲労被害度を計算し、これより損傷発生率を求めた。また、応力集中度 5 、損傷発生率 0.1 以下の条件で許容応力を求めた。この結果、高張力鋼の許容応力は σ_B ベースで考えるより低くとる必要があることが明らかになった。

7. 工作、保守点検と安全率

J S Q Sで規定される程度の工作精度を有する大型タンカーの上甲板と船底構造の安全度を信頼性理論により検討するための予備調査として、次のような解析を行った。上甲板及び船底は、面内荷重と横荷重とを同時に受ける防撓構造であり、その破壊様式は防撓板全体の破壊と、防撓材で囲まれたパネルの破壊の2つに分けられる。防撓板全体の強度については、板を弾性直交異方性板と見なし、降伏を生ずる組み合わせ荷重を強度の基準とした。また、パネルについては座屈及び降伏を基準とした。上記の方法で12隻のタンカーに対する強度計算を行った。次に、荷重関係の資料整備のため、10隻のコンテナ船の87航海の積付け記録を調査し、静水曲げモーメントの長期分布を調べたところ、これがワイブル分布で近似できることが判明した。

(潮田)

造船工作における適応制御に関する研究

研究部会：S R 135 (部会長 木原 博氏)

造船工作の機械化、自動化を目的として、その中に適応制御の概念を効果的に導入するための具体的な方策と、そのために必要な開発項目を明確にするため、以下の研究を行った。

1. 適応制御機構の開発と実用化の研究

1.1 加工工程

前年度研究に引き続き、切断用ロボットの機能追加、実用実験、実用化のため諸改良、ガス切断作業の基本となる予熱炎、最適切断速度の調整、失火検出、ピアシングなどの諸作業に適応制御を導入するための基礎実験及び解析を実施した。

切断ロボットの改良としてはK型を対象とし、だ円切断機能を追加して実験を行ったが、期待どおりの性能を発揮することが確認された。

ガス切断現象に関する研究については、自動化の面で実験的に実用化の可能性を確認できた反面、切断面品質の制御に関してはようやく手がかりを得たにすぎず、今後の研究にまたねばならない。

1.2 組立工程

組立工程において、船体の曲り部ブロックの板継ぎ及び組立作業は、技能者の経験と勘に頼っている部分が多く、機械化、自動化をはかる上で適応制御の最適なテーマとなりうることに着目し、その基礎研究として曲面外板板継ぎ作業について机上の検討、実態調査を行い、作業に必要な制御因子の調査、主要部分機構の開発、制御に必要な出力の解析等を行った。その結果、このテーマの具体化例の一つとして、曲り外板ブロックの板継ぎ作業用ロボット(P A B O T)の試作を行い、組立工程における適応制御の実験及び実用化検討を行った。

P A B O Tは外板を拘束する4基のマグネット、駆動用油圧装置、外乱等の検出と溶接機能を持つ作業装置、これらを制御する制御装置を搭載して曲面外板上を溶接線に沿って移動し、外板の引寄せ、整面、仮付溶接を自動的に行う装置であり、平板と曲り外板でP A B O Tを実際に板継ぎ作業に使用し、所期の仕様を確認した。ただし、実用化に当っては簡素化、軽量化が望まれる。また、仮付けに伴って板が移動し、溶接開先ギャップが変化するので、これに対する検討が必要である。

1.3 船台船渠工程

船台船渠工程は作業対象である構造物が巨大であ

るばかりでなく、考慮すべき制御因子が多く、また、周辺条件が複雑である。このため人力に依存している諸作業の機械化、自動化を進めるには適応制御の概念をとり入れざるをえない。

本研究ではまず現場作業の機能分析を行い、機械化、自動化するために必要な制御因子の調査を行った。ついで船体形成工程の中心的作業と思われる位置決め、整面固定、仮付、溶接の4工程について詳細検討を行ってフローチャートを作成した。また、別途一般産業界で実用化されつつある汎用ロボットを調査した。

これらの結果、最も基本的な機能として自動走行移動機能をまず開発する必要性が認められ、船体内部構造を利用して上下に移動しうる装置を開発することとなった。本装置は船体登はん装置 (CLIMACS) と名づけられ、登はん機構、爪機構、その他細部の設計をするために、2種類の実験機が製作され、船体ロンジモデルを使って種々の角度から実験が繰り返えされた。

CLIMACS は上記の実験結果を考慮して、また、安全法規との関連、剛性及び耐振性、制御の確実性、障害物の探知、駆動部に対する配慮、姿勢の保持などに留意して設計され、ガイドマスト、マスト、ゴンドラ、上腕、下腕及びそれらの駆動部からなる装置となった。本装置はロンジモデル及び実船のウィングタンクで登はん実験が行われ、実験機としては所期の目的を達成した。しかし、実用機とするためには、小型軽量化、スムーズな登はん性など解決すべき事項が残されている。

2. 造船工作の機械化、自動化推進に関する考察

2.1 加工工程

加工工程は組立工程や船台船渠工程に比べれば機械化、自動化がかなり進んでいる。特に準備とけ書きの段階では、これ以上の制御の自動化は省力上の効果は期待できそうもない。

切断作業はNC切断機の導入により大幅に自動化されており、残る問題点としては、切断炎や切断速度の制御、失火検出と処置があげられる。

曲げ加工は作業者の経験と勘に頼る要素が多く、機械は単に筋肉の肩代わりをしているにすぎない。そこで、加工工程では主として各種曲げ加工 (外板のプレス曲げ、外板の線状加熱曲げ、条材の冷間曲げ) 及び形鋼のけ書き切断について、現状を調査し自動化への問題点と自動化試案をとりまとめた。

2.2 組立工程

船体を構成する各種多様のブロックは平板ブロッ

ク、曲り外板ブロック、船首船尾立体ブロック等いくつかのタイプに系列化され、生産フローは各系列に適した専用組立ラインをもつ形態となっている。この傾向は将来も同様と思われる。

ブロック種類ごとに自動化とその適応制御の問題を考えると、平板ブロックは最も自動化、機械化され易いブロックであり、すでに各社で実用化がはかられている。曲り外板ブロック、さらに船首船尾立体ブロックは複雑な曲面、構造を有しているため、自動化、機械化が難しく、今後の研究開発を望まれる分野である。

本工程では曲り外板組立作業について、作業の流れに従って自動化の方向と問題点を考察した。また、この結果から曲り外板ブロック組立の自動化ラインの一試案をまとめた。

2.3 船台船渠工程

船台船渠工程は搭載、位置決め、仮付溶接、仕上げ及び検査の順に作業は流れるが、作業対象物が巨大で扱いにくく、また移動作業が多く、かつ周囲条件に作業が制約されるため、機械化、自動化はあまり進んでいない。

本研究では今後本工程で使用される種々の装置、さらに機械化、自動化を前提に開発される種々の装置を適応制御機構をもった装置として完成するには、どのような機能を有すればよいかを先述の流れにしたがって考察した。(谷)

船用ディーゼル機関燃焼室壁部材の強度設計法に関する研究

研究部会：SR136 (部会長 藤田秀雄氏)

船用ディーゼル機関燃焼室壁部材の各種の問題点を解決し、強度設計法を確立するための3カ年研究の最終年度として、次の項目について研究を実施した。

1. 燃焼室壁部材の疲労寿命の研究

CrMo 鋳鋼を供試材とし、300°C で引張圧縮及び平面曲げによる重畳疲労試験を行った。実船の重畳山数にできるだけ近づける意味で10°及び10°山重畳した波形で実験を行い、これまで提案してきた疲労寿命推定法が重畳山数の多い場合でも適用可能か否か検討した結果、1) 重畳波形下の実験結果は重畳山数10°の場合と同等であること、2) 一次波単独での疲労限より低い応力でも重畳波形下では疲労破壊することがあり、また、応力比に応じて重畳波

形で疲労限に相当する応力レベルが存在すること、等が明らかとなった。

2. 触火面部材の破損の研究

2.1 触火面部材の破損に及ぼすクリープの影響

触火面部材の初期クラック発生機構に対して、圧縮歪保持によるリラクゼーションを伴う高温疲労モデルの適否を検討するため、CrMo 鋼について保持時間を変えた定歪高温疲労試験を行った結果、

1) 損傷は時間依存型でなく疲労損傷効果が大いこと、2) 圧縮歪保持中の応力弛緩量は繰返し数によらないこと、3) 圧縮歪保持の影響は明らかでないこと、4) クリープ破断強度は Larson-Miller パラメータで整理できることが判明した。

2.2 排気弁の焼損に及ぼす伝熱条件の影響

排気弁シート面に細隙が発生したときのガス吹抜けによる時間平均的局部温度上昇・温度不均一増大及び1サイクル間での局所的な温度変動量を求め、排気弁の焼損防止の資料を得るため、1) 溝付き排気弁の温度測定実験、2) 吹抜け排気弁の時間平均温度変化計算、3) 吹抜け排気弁の瞬間温度変化計算、4) 細隙流れの伝熱計算及び干渉計による流れの観察を行った。

3. 燃焼室壁部材の高温特性の研究

CrMo 鍛鋼 (SCM3) を供試材として短時間高温引張試験、高温引張圧縮疲労試験、クリープ破断 (定常、応力変動及び温度変動) 試験を行った結果、クリープ試験において応力あるいは温度の変動があれば破断が短縮される現象が認められ、これらは重畳疲労とも深いつながりをもつものと思われる。

4. 燃焼室壁部材の実働波疲労の研究

各種の負荷変動を想定した応力波形による疲労試験を行い、さらに、重畳応力下の疲労寿命推定法について検討した結果、1) 航海中のターボチャージャクリーニングなど負荷変動の寿命に及ぼす影響は小さく、実用上無視できること、2) 港内発停についてもその影響は無視できるが、1~2日間の短い航海による疲労寿命低下率はK84EF機関のシリンダカバーについての試算では10%程度であること、3) 1次波中の重畳山数 n の増加につれて、1次波破断寿命は両対数で直線的に減少すると仮定した寿命推定法によれば、勾配倍加率 $\gamma=1.4$ とするとほぼ機関の事故例と一致することが明らかとなった。

5. 燃焼室壁の清水冷却面におけるボイリング腐食疲労強度の研究

5トン油圧式疲労試験機を改造し、ボイリング状

況を再現するための加熱装置 (直接通電方式) 等を付加した試験装置により、清水と $1/10$ 濃度の海水中における高サイクル領域でのボイリング腐食疲労試験を行った結果、1) ボイリング状況下の腐食疲労強度は、明らかに温水中の腐食疲労強度より低下し、ボイリングの影響が大きいこと、2) ボイリング腐食疲労試験による腐食状況は、斑点ピット状に腐食し、そこから亀裂が発生したが、これは実機シリンダカバーに起った疲労亀裂付近の腐食状況に非常に類似していることがわかり、ディーゼル機関冷却面に生ずる腐食疲労強度解明のためには、ボイリング腐食疲労強度について本格的な研究を実施すべきものと考えられる。 (潮田)

船用ディーゼル機関用排気弁の吹抜け防止及び燃料弁の長期無開放化に関する研究

研究部会: SR137 (部会長 藤田秀雄氏)

船用ディーゼル機関の耐久性を要望される部品のうち取替頻度の高い排気弁、燃料弁の故障防止と、長期無開放化を目的として行った3カ年計画の最終年度として、次の研究を実施した。

1. 排気弁の吹抜け防止の研究

48年度までの研究成果を基に最も実用価値の高い水冷却弁座の実用化を中心に、水冷却弁座の効果確認陸上試験 (三菱9UEC85/180D形機関)、大形水冷却弁座の実用化試験 (9UEC65/135C形機関)、中形水冷却弁座の実用化試験 (6UET45/80D形機関) をA形及びB形の弁座について行った結果、1) 弁座を水冷却することによりフェース近傍温度は $60\sim 80^{\circ}\text{C}$ 、シート近傍温度は $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ 低下し、冷却効果が大きいこと、2) 弁棒温度は燃焼期間中の燃焼ガス流の影響を強く受け、シリンダ外周側に比し中心側が $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ 高いこと、3) A形、B形弁座とも燃焼ガス流並びに排気ガス流の影響の他、冷却水出入口孔位置の影響もあり、シート近傍温度にA形で $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ 、B形で $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ の偏差のあること、4) 冷却効果と円周方向温度の均一化の見地から比較すると、熱流の最も大きいシート部に近く流速の早い水室を配置したB形弁座が有利であること、しかし弁座パッキン部温度の均一化の点からはA形弁座の方が好ましいこと、等がわかり、水冷却弁座が排気弁焼損対策として有効であることが解明された。

2. 水冷却燃料弁の長期無開放化の研究

48年度までの研究の成果を集約したボア・クーリング方式のSR-G2N形とSR-G2N3形舟について3隻の船において、無開放時間の延長を前提として実船試験を行った。本研究の成果を要約すると次のとおりである。

ボア・クーリング方式の採用によって多年の懸案であったノズルジャケットの腐食を大幅に軽減し、ガスもれを完全に防止してこれらを一挙に改善できた。また、同時に実施したノズル本体の窒化鋼から浸炭鋼への材料変更は、当初の防食メッキ剝離防止の効果の他に、耐摩耗、耐変形のあることが確認され、ノズルの耐久性向上に大いに役立った。さらに60°角舟の優れた耐久性も確認され、当面の目標として掲げていた2,000~3,000時間ごとへの整備間隔の延長が実現できる見通しを得た。これは現状の約1,000時間ごとからすればかなりの進歩であり、さらにこれら改善は燃料舟のイニシャルコストとメンテナンスコストの低減を同時に達成することができた。

(潮田)

高馬力船の船尾構造に関する研究

研究部会：SR144 (部会長 大江 卓氏)

高馬力化によると思われる船尾構造部材及び推進軸系等の損傷の実態を明らかにし、損傷防止対策を講ずるために以下の研究を行った。

1. 実船実験

漁船4隻を対象に、試運転航走時の船尾まわりの振動、水圧変動、プロペラ軸船外部の曲げ応力などを計測した。計測結果は各船ごとに解析され、振動加速度 vs Fr. No., 振動加速度 vs 軸回転, 曲げ・ねじり応力・軸馬力 vs 軸回転, 水圧 vs 軸回転, 水圧変動・位相, 振動周波数 vs 軸回転, 振動加速度 vs CPP ピッチなどの形で整理した。

ベアリング・フォースの計測については絶縁不良、リード線切断などの事故により失敗に終わった。

今年度計測した4隻のデータはこれまでに計測された10隻のデータとあわせて振動応答に関して解析が行われた。

(1) 船体固有振動数の推定

大型の貨物船やタンカーの固有振動数推定用近似式に今回の計測結果をあてはめてみるとばらつきが大きく、良好な近似は得られないが、この原因は高馬力船の船型の多様性によるものと思われる。

(2) 船の長さとお固有振動数の関係

上下・水平振動ともに2節及び3節は小型の貨物船及びタンカーとよく合致する。ただし、4節以上はばらつきが大きい。

(3) サーフェス・フォース

従来一般に知られているように4翼、5翼、3翼の順に水圧変動は増加しており、とくに船尾が大きく張り出した船尾式トロール漁船は著しくサーフェス・フォースが大きくなっている。

また、水圧変動を無次元化して、チップクリアランスレシオで整理すると、従来の実験値より若干大きく目で、漁船の船体形状の特異性が現われている。

(4) 船体振動応答

今年度供試船のうちの1隻は漁業指導船で、船型は流力学的に改善されており、振動応答の状態が注目されたが、船首部の方が船尾部より応答が顕著になっている。これは従来の漁船とはまったく様相を異にするものであり、今後検討を要する点であろう。

2. 模型船による水槽試験

プロペラ位置における特性を把握すると同時に、推進性能上よりみた模型と実船との相関を求めするために、6m模型船を使用してプロペラ位置伴流計測、抵抗試験、自船試験、プロペラ単独性能試験を実施した。

プロペラ面における流れの方向はほとんど下から上に向う流れとなっており、タンカー船型などにみられる渦状流れはあまりみられない。プロペラは速度変動幅の非常に大きい流れの中で作動しており、これは漁船プロペラの特長である。

模型と実船との相関をみると、速力は両者とも非常によく一致している。

また、2隻の模型船を用いてプロペラ起振力を計測した。模型と実船とのサーフェス・フォースを比較してみると、漁船の水圧変動振幅は模型の7~8倍となり、大型コンテナ船の3倍に比べてその差異は大きい。この差はプロペラキャビテーション及びプロペラ翼面と外板とを直結するVortexによる影響が相加されたものと考えられる。ベアリング・フォースについては3翼を4翼に変更すれば、スラスト変動及びトルク変動を増加させることなく、ベアリング・モーメント及びベアリング・フォースを減少させうる。

次に操業状態を模擬した模型実験を水槽において実施した。スラスト変動は静水中に比較して大きくなり、レゾナンス的なスラスト変動が発生した。ただし、船尾水圧変動はほとんど変化がない。観測窓

からの観察ではプロペラ先端でキャビテーションの発生がみられ、プロペラと外板を結ぶ Vortex の発生も見られた。さらに船尾浮上時には時々船体がウナリひびくといった現象を伴った。

遠洋底曳網漁船において追波をうけて操業中に船尾振動が増加するという現象は、これらの模型実験結果と因果関係があるように思われる。(谷)

諸管材料腐食に関する調査研究

研究部会：SR146 (部会長 佐山昭彦氏)

諸管材料腐食の実態の究明及びその対策を確立するための4カ年研究の第2年度目として、次の調査研究を実施した。

1. 就航船のアンケートによる実態調査

就航船48隻に対し諸管腐食実態調査表によるアンケート調査を行い、24隻、266件の回答を得ることができた。

回答結果をとりまとめると、海水系統管の腐食が約80%を占め、その他蒸排気管がこれに次いだ。海水系統の大部分は亜鉛メッキ管で、就航後3～6年の間が最も多く約85%である。腐食管のうち約80%が局部腐食であり、腐食の部位は大部分が溶接部(フランジ、枝付、突合わせ、電縫シーム部)にみられる。

2. 就航船の開放調査研究

就航船の開放調査要領にもとづき9隻について開放調査を行った。結果を要約すると次のとおり。

海水系統の亜鉛メッキ鋼管の平均腐食速度は前年度に比べやや増加している。これは亜鉛メッキの防食作用が劣えたことによると推定される。また、腐食破孔に関してはすべて電縫シーム部の溝食が原因

であり、今後鍛接管をも含め直接事故につながる管シーム部及びさし込管フランジ内面溶接部の腐食の原因究明及び対策が重要な課題であろう。甲板上蒸排気系統に関しては前年度と同様アルマ加工管、銅管が良好であるのに対し、亜鉛メッキ鋼管、裸鋼管の腐食が激しく、今後この系統に関しては外面防食の面から表面処理を十分検討する要がある。甲板上作動及び制御用油圧系統についても同様である。

3. 新造船就航時からの追跡調査研究

前年度新造船3隻に装備した試験片について約1年後、そのうち2隻の入渠時に開放調査を実施した。調査は新造船就航時からの追跡調査研究方案に基づいて行った。1年間の実績では腐食に対する具体的な推定は困難であり、50年以降の調査結果を待って結論を出す予定である。

4. 実験室基礎研究

実船における諸管材料の腐食には流速、温度、異種金属接触、電縫溶接、メッキ厚さ等の因子が作用するが、これら諸因子の腐食速度に及ぼす影響を実験室試験で定量的に把握するため、49年度には回転翼車型腐食試験機を製作し、20℃の自然海水を用いて3カ月間の腐食試験を行った結果、1) 亜鉛メッキの効果は膜厚50μ静水海水中で約1.7年間、流速4 m/sec で0.6年間保持と推定、2) アルミメッキ材と亜鉛メッキ材の寿命を比較した場合、アルミメッキ材の寿命が長く、亜鉛メッキ鋼管よりアルミメッキ鋼管の方がよいと判断されたこと、3) 電縫鋼管の溶接部は選択的に腐食され、その腐食深さは流速の増大につれて増加し、流速4 m/sec では3カ月で0.16mmに達したこと、等がわかった。(潮田)

(つづく)

新刊紹介

海洋博—そのテーマと記録 発行・琉球放送

A4判変型 英文解説付 定価 2,800円(送料別)

昨年7月から今年1月まで183日間、沖縄で開催された“Expo '75 沖縄海洋博”の参加全パビリオンの全貌と沖縄を全頁カラーで紹介している。その他に監修者の岡本太郎氏をはじめ、石原慎太郎、会田雄次、佐々木忠義諸氏の興味深い海のエッセイが収録されている。

申込みは株式会社アド・メルコ沖縄海洋博記念アルバム係(東京都千代田区丸の内2-2-3 三菱電機ビル内 電話03-218-2329)



昭和49年度研究課題一覧表

研究課題	研究部会番号	実施年度	備考	
(1) 造船技術開発に関する基礎的研究	船殻部材歪量の船体強度に及ぼす影響に関する調査研究	S R 127	46~49	船舶振興会補助事業
	船体構造部材の許容応力に関する研究	S R 134	47~51	"
	造船工作における適応制御に関する研究	S R 135	47~49	"
	船用ディーゼル機関燃焼室壁部材の強度設計法に関する研究	S R 136	47~49	"
	船用ディーゼル機関用排気弁の吹抜け防止および燃料弁の長期無開放化に関する研究	S R 137	47~49	"
	高馬力船の船尾構造に関する研究	S R 144	48~49	"
	静止気象衛星による気象情報の自動送受信システムに関する研究	S R 145	48~52	"
	諸管材料腐食に関する調査研究	S R 146	48~52	"
	船体用高張力鋼板大入熱溶接継手の脆性破壊強度評価に関する研究	S R 147	48~50	"
	高速艇のプロペラ損傷防止に関する研究	S R 149	49~50	"
衛星を利用した船舶の運航システムおよび船上設備の研究	S R 150	49~53	"	
造船が実施せる研究成果の有効な利用方法に関する調査	S R 200	47~	自主事業	
(2) 船体の構造計算方法の精密化に関する開発	大型鉱石運搬船の船首部波浪荷重および鉱石圧に関する実船試験	S R 124	45~49	船舶振興会補助事業
	波浪外力に関する水槽試験	S R 131	46~49	"
	実船搭載用波浪計に関する研究	S R 132	46~49	"
	船体構造強度に関する研究	S R 133	46~49	"
(3) 大型超高速船の開発に関する研究	超高速コンテナ船の耐航性に関する研究	S R 125	46~49	船舶振興会補助事業
	高速コンテナ船の馬力推定法の精度向上に関する研究	S R 138	47~49	"
	船尾構造の刚性・変形量、船尾形状に関する研究	S R 142	48~50	"
	軸系アライメントの設定基準に関する研究	S R 143	48~50	"
(4) 船舶の防食防汚方法の開発に関する研究	船体塗装法等の開発に関する研究	S R 139	47~49	船舶振興会補助事業
	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	S R 140	47~51	"
	安全性の高い長期防汚塗料の開発研究	S R 141	47~51	"
(5) 巨大タンカーの研究	大型化に対応する船舶操縦システムの研究	S R 151	49~51	船舶振興会補助事業
	新構造方式強度計算に関する研究	S R 152	49~51	"
	巨大タンカー用厚鋼板大入熱溶接継手の脆性破壊強度および疲労強度に関する研究	S R 153	49~51	"
	幅広肥大船の運航性能に関する研究	S R 154	49~51	"
	巨大タンカーの係船システムの研究	S R 155	49~51	"
(6)	船内騒音に関する調査研究	S R 156	49~52	自主事業
(7) 原子力船の開発に関する研究	船用炉型式の技術的評価に関する研究	N S R 7	46~49	科学技術庁委託事業

1975年12月末現在の造船状況

日本海事協会

表1 建造中および建造契約済の船舶集計

表2 1月～12月末に竣工した船舶総計

〔国内船〕

	貨物船	油槽船	その他	計
100～	* 17	5	38	60
499未満	** 6,377	1,995	13,545	21,917
500～	12	5	4	21
999	8,609	4,536	2,897	16,042
1,000～	3		5	8
1,999	5,648		6,199	11,847
2,000～	1	5	1	7
2,999	2,100	13,339	2,230	17,669
3,000～	18	2	2	22
4,999	73,379	9,989	7,800	91,168
5,000～	33	6	6	45
9,999	233,650	40,200	39,400	313,250
10,000～	46	4	1	51
19,999	633,000	70,000	11,000	714,000
20,000～	17	3		20
39,999	539,920	79,500		619,420
40,000～	2			2
59,999	115,000			115,000
60,000～	14	9		23
99,999	1,058,100	644,100		1,702,200
100,000～	2	15		17
149,999	238,900	1,840,300		2,079,200
150,000～				
199,999				
200,000～		3		3
		621,000		621,000
計	165	57	57	279
	2,914,683	3,324,959	83,071	6,322,713

〔輸出船〕

100～	2		24	26
499未満	624		5,477	6,101
500～	6		10	16
999	5,460		7,699	13,159
1,000～		1	6	7
1,999		1,999	7,200	9,199
2,000～	2		3	5
2,999	5,050		6,600	11,650
3,000～	44	3	2	49
4,999	175,169	11,200	6,150	192,519
5,000～	52	4	7	63
9,999	362,524	32,400	50,000	444,924
10,000～	180	8		188
19,999	2,778,790	148,500		2,927,290
20,000～	98	16		114
39,999	2,793,182	442,100		3,235,282
40,000～	8	54		62
59,999	376,100	2,654,034		3,030,134
60,000～	14	39		53
99,999	948,000	2,773,500		3,721,500
100,000～		39		39
149,999		4,963,700		4,963,700
150,000～		18		18
199,999		3,426,000		3,426,000
200,000～		17		17
		3,575,600		3,575,600
計	406	199	52	657
	7,444,699	18,029,033	83,126	25,557,058
総計	571	256	109	936
	10,359,582	21,353,992	166,197	31,879,771

〔国内船〕

	貨物船	油槽船	その他	計
100～	47	24	122	193
499未満	17,049	9,844	34,254	61,147
500～	12	15	11	38
999	9,288	12,853	9,226	31,367
1,000～	10	5	4	19
1,999	16,160	8,629	5,376	30,165
2,000～	7	3	3	13
2,999	17,055	8,788	7,914	33,757
3,000～	21	3	4	28
4,999	85,802	12,120	14,791	112,713
5,000～	22	7	5	34
9,999	160,112	56,822	35,650	252,584
10,000～	10	8	1	19
19,999	155,502	136,462	11,300	303,264
20,000～	3	3		6
39,999	34,404	61,164		155,568
40,000～		2		2
59,999		118,260		118,260
60,000～	2	2		4
99,999	150,820	143,289		294,109
100,000～		8		8
149,999		1,010,716		1,010,716
150,000～				
199,999				
200,000～		1		1
		238,517		238,517
計	134	81	150	365
	706,192	1,817,464	118,511	2,642,167

〔輸出船〕

100～	1		52	53
499未満	312		15,958	16,270
500～	7	5	20	32
999	5,516	4,464	13,448	23,428
1,000～	6		13	19
1,999	10,023		20,911	30,934
2,000～	3	1	3	7
2,999	7,460	2,200	6,732	16,392
3,000～	86	1	4	91
4,999	353,888	3,564	16,150	373,602
5,000～	53	3	1	57
9,999	340,682	25,500	6,655	372,837
10,000～	60	9		69
19,999	885,322	169,115		1,054,437
20,000～	40	13		53
39,999	1,080,086	400,394		1,480,480
40,000～	4	39		43
59,999	167,746	1,779,347		1,947,093
60,000～	6	24		30
99,999	429,100	1,623,292		2,052,392
100,000～		43		43
149,999		5,361,687		5,361,687
150,000～		2		2
199,999		385,000		385,000
200,000～				
計	266	140	93	499
	3,280,135	9,754,563	79,854	13,114,552
総計	400	221	243	864
	3,986,327	11,572,027	198,365	15,756,719

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

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
アサヒ造船	1	199	鹿児島ドック	5	20,699	三菱・下関	17	215,110
浅川造船	5	17,950	金川造船	5	1,107	三菱・横浜	8	296,000
福岡造船	8	52,870	金指・本社	3	60,900	三井・千葉	32	2,509,200
芸備造船	1	4,300	金指・貝島	2	979	三井・藤永田	11	139,150
強力造船	1	499	金指・豊橋	16	362,700	三井・玉野	17	496,300
伯方造船	1	999	金輪船渠	3	36,900	三浦船渠	4	1,897
函館ドック(函館)	14	780,700	かんばら造船	1	499	三好造船	4	8,296
函館ドック(室蘭)	5	81,600	神田造船	7	90,800	向島造船	1	499
浜本造船	1	390	関門造船	4	2,078	村上秀造船	4	10,989
波止浜造船	8	58,700	笠戸船渠	7	195,000	内海・瀬戸内	5	45,800
波止浜・多度津	6	220,200	川重・神戸	10	347,500	内海・田熊	2	2,099
橋本造船	2	2,000	川重・坂出	22	2,698,600	名村・伊万里	7	357,000
林兼・長崎	9	246,000	磐固屋船渠	4	10,990	名村・大阪	12	200,300
林兼・下関	8	94,400	岸上造船	1	699	楢崎造船	11	106,350
林兼・横須賀	1	160	高知重工	14	119,293	新潟鉄工	8	12,050
檜垣造船	3	11,790	高知県造船	6	50,204	日本海重工	10	134,150
日立・有明	7	1,446,000	幸陽船渠	24	1,095,934	鋼管・清水	16	323,800
日立・因島	13	715,900	熊本船渠	2	1,840	鋼管・津	9	1,132,720
日立・舞鶴	14	323,200	栗之浦ドック	2	11,000	鋼管・鶴見	8	411,000
日立・向島	11	134,080	来島・波止浜	4	28,000	西造船	7	27,090
日立・堺	14	848,000	来島・大西	17	525,500	西井船渠	4	14,100
本田造船	4	6,897	来島・宇和島	4	18,400	小門造船	2	973
今治・本社	17	110,500	共栄造船	1	499	大島ドック	2	5,890
今治・丸亀	13	375,300	旭洋造船	4	43,550	大島造船	10	354,250
今井造船	3	25,950	増井造船	1	199	大浦船渠	1	620
今井製作所	4	4,698	松浦鉄工	3	1,278	岡山船渠	1	3,990
今村造船	6	6,689	松浦造船	3	1,490	大三島ドック	5	1,595
石幡・相生	16	822,500	三重造船	6	38,200	尾道造船	12	336,400
石幡・知多	6	553,000	三保造船	11	38,650	大阪造船	12	235,300
石幡・呉	22	2,403,400	南日本造船 (Shitanoe)	3	16,700	相模造船	1	195
石幡・東京	9	101,860	南日本造船 (Kushikino)	3	396	佐野安船渠	11	226,500
石幡・横浜	8	491,000	三菱・広島	13	607,000	佐野安水島	6	161,100
石川島化工機	5	9,800	三菱・神戸	17	638,032	讃岐造船	1	699
伊東鉄工造船	1	125	三菱・長崎	32	3,380,800	山陽造船	5	1,510

佐々木造船	1	699	大平工業	7	38,199	白杵・佐伯	13	240,200
佐世保重工	11	1,281,000	東北造船	8	80,248	白杵・白杵	8	6,956
瀬戸内造船	4	22,100	徳島造船	2	391	宇和島造船	3	12,280
四国ドック	4	24,240	徳島造船鉄工	5	7,327	若松造船	2	998
下田船渠	3	17,100	東和造船	10	8,717	和歌山造船	5	1,883
新浜造船	6	20,500	常石造船	16	398,150	渡辺造船	5	24,500
新日光造船	1	490	宇部船渠	1	4,500	山中造船	2	1,198
新山本造船	4	71,600	内田造船	1	434	山西造船	3	10,494
住友追浜	12	959,300	宇野造船	3	1,397	横浜ヨット	1	120
住友浦賀	11	435,700	宇品造船	5	33,500	横浜造船	4	3,658
鈴木造船	1	699	浦共同造船	1	199	総計	936	31,879,771

表4 表1による主機関の製造工場別表

[ディーゼル]

工場名	台数	馬力			
赤坂鉄工	47	191,750	住友玉島	58	929,050
キャタピラー三菱	2	1,130	宇部鉄工	7	72,800
ダイハツディーゼル	43	104,600	白杵鉄工	3	2,650
富士ディーゼル	10	22,200	ヤンマーディーゼル	25	24,260
阪神内燃機	48	137,800	合計	886	9,444,378
日立因島	21	141,180			
日立舞鶴	16	182,100	[タービン]		
日立桜島	48	694,800	日立桜島	12	503,000
石幡相生	118	1,784,780	石幡相生	3	108,000
伊藤鉄工	9	48,900	石幡東京	25	930,000
川重神戸	45	781,900	川重神戸	17	664,000
神戸発動機	59	375,000	三菱長崎	20	790,000
楨田鉄工	12	29,300	三菱名古屋	3	135,000
松井鉄工	1	600	三菱東京	4	175,000
三菱神戸	91	1,556,250	三井玉野	1	45,000
三菱長崎	6	100,500	住友玉島	3	138,000
三菱横浜	17	245,270	東洋タービン	7	288,000
三井玉野	120	1,772,550	計	95	3,776,000
新潟鉄工	71	153,608			
鋼管鶴見	9	91,400			

放射能調査艇“かつれん”

海上保安庁船舶技術部技術課

1. はじめに

放射能調査艇「かつれん」は主として沖縄ホワイトビーチ周辺海域の放射能調査に従事するものであるが、水路測量業務と一般の警備救難業務にも従事できるよう計画されている。昭和50年12月石原造船株式会社において完成し、中城に配属され任務についている。

2. 本艇の特徴

放射能調査艇には双胴型で平水区域の「きぬがさ」「さいかい」がそれぞれ横須賀、佐世保に配属され任務についている。今回計画されたものは配属地は沖縄の中城である関係で航行区域は沿海とし、台風避航を考慮して速力12ノットが要求された。また放射能調査設備についてはすでに就役している前記の艇と同じ設備とし、さらに乗組員4名その他5名（放射能調査担当）の居住設備が要求された。これらの条件を満たすよう双胴型・単胴型について検

討が行なわれ、推進性能、耐航性、居住設備より単胴型を採用することになった。

単胴型の採用にあたって問題となったのは、水中モニター装置をどのような構造にするかであった。双胴型の場合は双胴継手部に開口を設ければ目的を達するが、単胴型では船底に開口を設ける必要があり、開口を設ける位置にも制限があり、結局機関室前部船底に開口を設け、内径約400mmの管をとりつけ上甲板まで導き、この中に水中モニターを装備し、使用しないとき上部は水密に閉鎖できるようにした。

推進装置は放射能調査に従事する際は2～4ノットの低速で航行しなければならないので、可変ピッチプロペラを採用している。

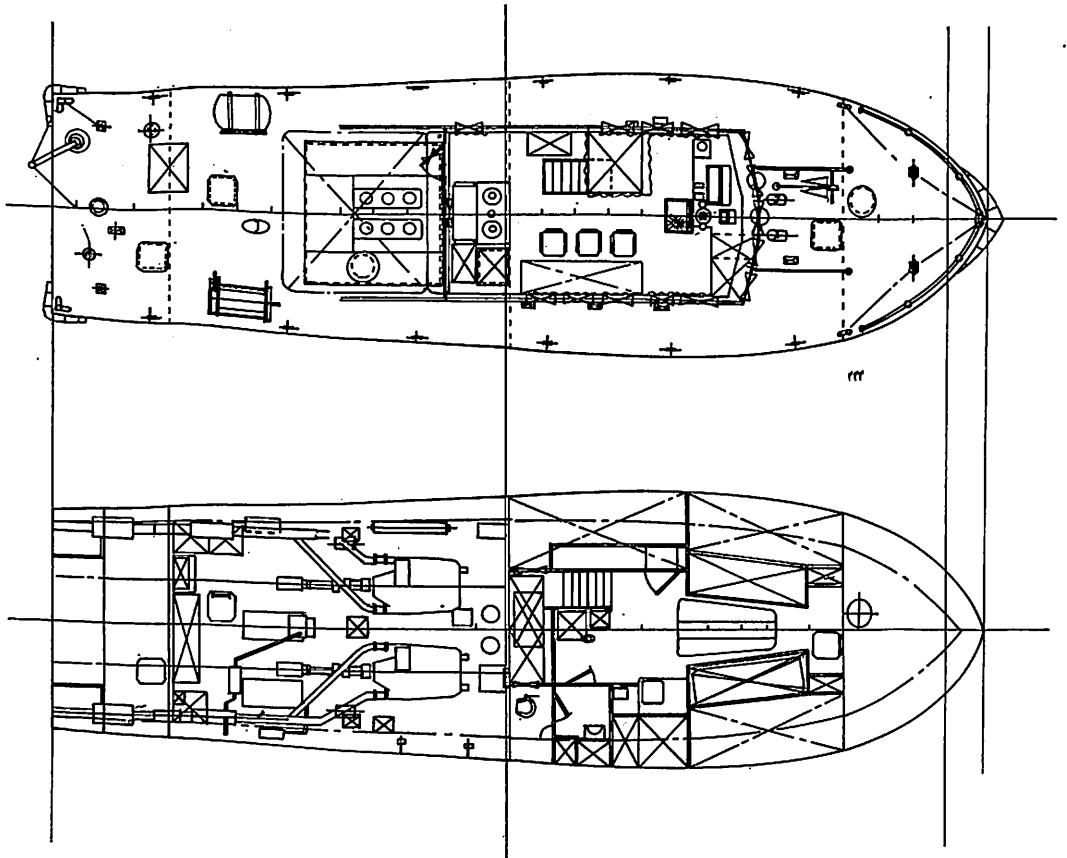
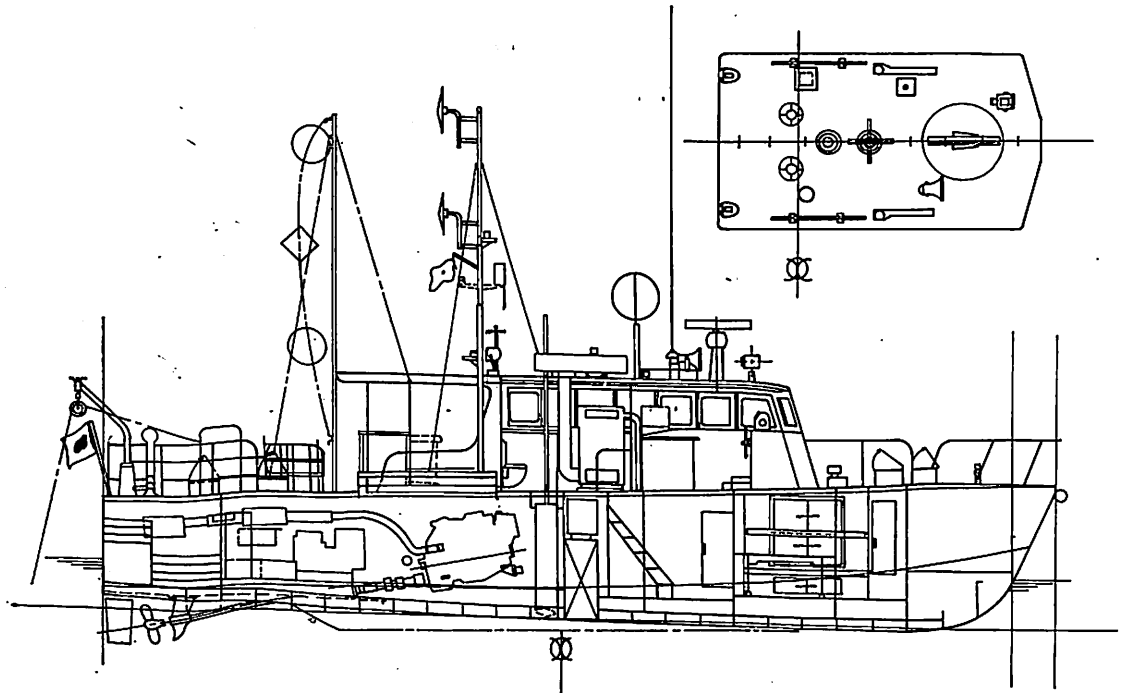
3. 船体部

3.1 主要目等

船質 鋼（上甲板及び上部構造は木）



“かつれん”



“かつれん”の一般配置図

航行区域 沿海区域（ただし沖繩本島周辺20海里
以内に限る）

船型 角型（ハードチェーン）

速力（満載状態常用出力にて） 12ノット

航続距離（12.0ノットにて） 150海里

連続行動日数 1日

主要寸法

全長	16.50m
喫水線長	15.80m
幅（型）	5.00m
深さ（型）	2.20m
喫水（満載状態）	1.053m
	（ベースライン上喫水0.853m）

排水量（満載状態） 30.25 t

総トン数 46.76 t

最大搭載人員 乗組員4名 その他5名

主機関 ニッサンUDV816型×2台

連続最大出力×回転数 250PS×2,000rpm

計画常用出力×回転数 230PS×1,850rpm

送受信機 MHF 10W 1台

VHF 10W 1台

方位測定機 1.6~2.8MHz 1台

拡声増巾器 15W 1台

観測機器

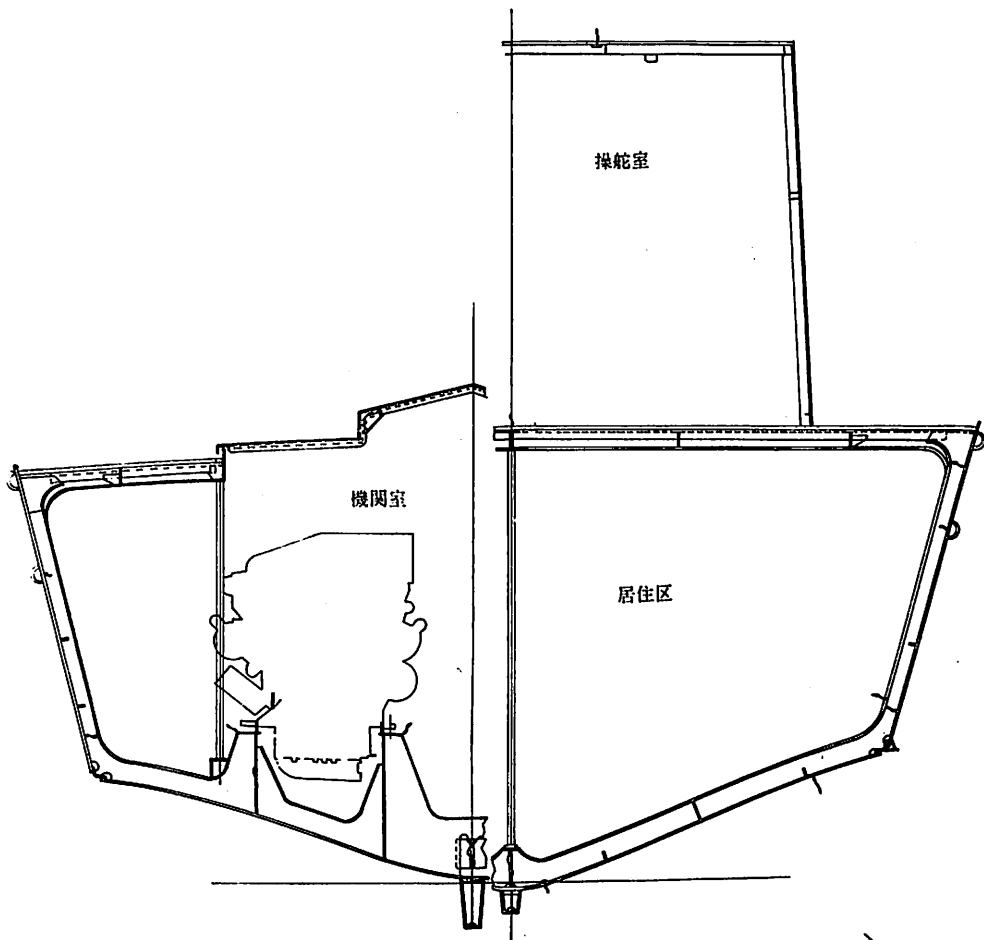
電動捲上機 1.5KW AC220V 3φ 1台

採泥器 カンナ型 1基

3.2 船体構造

本艇の主要部材寸法は「軽構造船暫定基準」により決定し、上甲板は「軽構造木船構造基準」を準用した。

使用材料は当初保守修理の容易さを考慮して軟鋼材を使用する予定であったが、重量軽減の必要にせまられ、3.2mm、4.5mmの板材は50キロ級高張力鋼（新日鉄NAW-50K）を使用した。上甲板は



中央断面図

15mmの耐水合板にFRP（ガラスクロス3枚）のカバリングを施した。

構造様式は横肋骨方式で肋骨心距は船尾の2フレームを除き600mmとし、船尾船底外板の防振のための補強は従来の経験より範囲を広くしている。また船側も機関室より後部では2条の防振材を設け防振している。

以上の外は15メートル型巡視艇と類似の構造となっている。

シャフトブラケットは溶接組立の単脚構造、舵は吊下げ式流線型平衡舵2舵である。

スケグの取付は当初予定していなかったが、保針性と現地における上架を考慮して設けることとした。

水中モニタの保持案内筒として400A Sch. 20のSTPG 38を船底外板より上甲板まで貫通させている。（水中モニタの揚卸装置は船体ぎ装参照のこと）

3. 3 ぎ 装

一般配置

主として従来の15メートル型巡視艇との相異点について述べる。

すなわち操舵室のみであった上部構造に観測室を付加したので、船橋の中、長さとも15メートル型よりスペースを大中に拡張した。

上甲板下の配置は船首より船首倉庫、乗員室、乗員室、後半は調理所、便所、洗面所及び中央倉庫を両舷に配し、以後を機関室、船尾倉庫とした。

機関室と乗員室後方の間には燃料タンク（船体付）と清水タンク（置タンク）を配置している。

設備一般

乗員室は寝室兼食堂とし、ソファ兼用吊寝台と食卓を備えている。

厨房設備は簡単な煮焚可能な程度とし、流し兼石油コンロ台、100ℓ冷蔵庫を設け、清水は200ℓを有している。その他、船橋と居住区画を冷房対象とし、機動給排気も可能にしている。

特殊設備

(1) 放射測定装置

放射能測定用に観測室内に水中用と空中用の放射能測定器を備えている。

空中の放射能測定用には天井にエリアモニター1組を装置している。

水中の放射能測定用としては水中プローブを船底

から突出させ、2～4ktで航走しながら測定するため特別な支持装置を設けている。すなわち次頁の図のごとく支持体に水中プローブを装着して船体付の導管内を降下固定させ測定するもので、両舷に対称に備えている。

(2) 深層採水装置

主として水路業務に使用するもので、海水採水ポンプと採水ホース及びホース用リールより成る。

採水能力は深度80mまでである。ホースリールはアルミ製で後部上甲板右舷側に装備している。通常のパトロール業務中は陸揚げし、ガソリンポンプを取付けられるようになっている。

(3) 採泥装置

これも主として水路業務に使用するものである。採泥器は船尾のダビットを介して捲出し収納を行なう。捲出しワイヤーの長さは300m、収納は電動捲上機（1.5KW）による。採泥能力は1回で約10kgである。

(4) その他

水路業務中、甲板曝露部で正確な位置出しを行なうため、船橋以外に、船尾にも磁気コンパスを1基、及び機関室ケーシング上に取外し式の海図台を備えている。

4. 機関部

4. 1 一般

本艇の機関室は、艇の中央から船尾側に配置した。

機関室長さの艇の全長に対する割合は36%と、同クラスの当庁巡視艇の約30%に比較して若干大きくなっている。

これは、放射能調査艇としての性能を発揮するために発電機等の容量を大きくしたことによるものである。

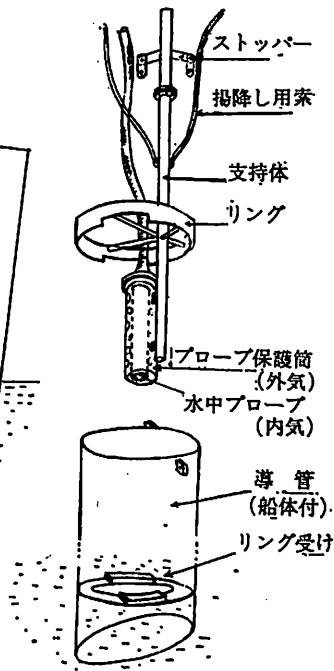
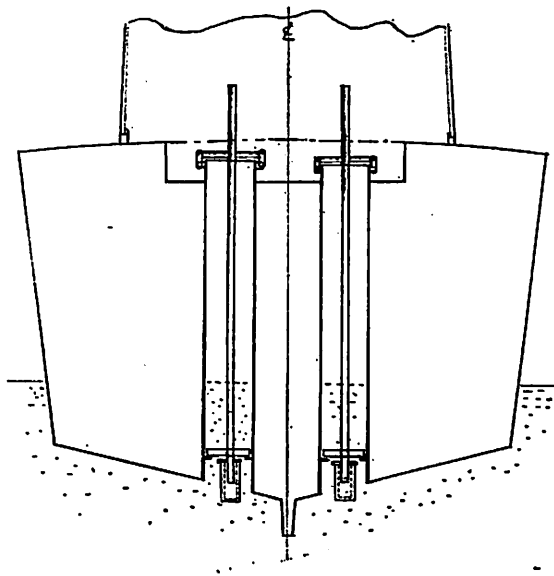
機関室の前部両舷に主機、中央に発電機および冷房用冷凍機、後部に配電盤および蓄電池等を配置した。

推進方式は2機2軸とし、本艇の設計条件である低速力（2～4ノット）で連続航行が可能なるよう可変ピッチプロペラ（以下CPPという）を採用した。

なお、主機の他、発電機および採水ポンプはそれぞれ2基装備し、1基に不具合を生じても業務に支障がないよう考慮した。

4. 2 要 目

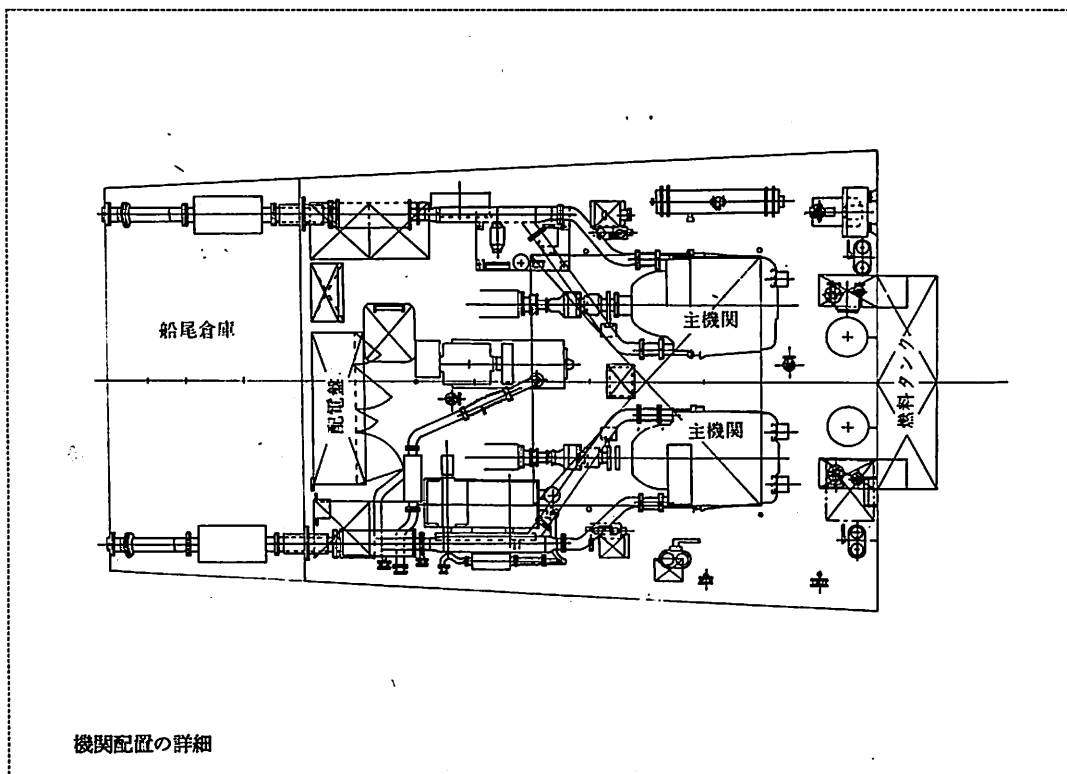
機関部の主要目を第4-1表に示す。



水中プローブ装備位置横断面

第4-1表

主 機	形 式 × 数	2 サイクル単動V型直接噴射式掃気ポンプ付ディーゼル機関 UDV816型×2 基	
	連続定格出力×回転速度	250 PS×2,000 rpm (減速比 2.03 : 1)	
	シリンダ数×直径×行程	8×110mm×130mm (V角度 70°)	
	製 造 所	日産ディーゼル工業(株)	
C P P ベ ラ	形 式 × 数	かもめCPC-24型×2 基	
	プ ロ ベ ラ 軸	径 80mm (軸受部 85mm) 長さ約 3,900mm	
	直 径	800mm	
	ピ ッ チ (基 準)	320mm	
	ピ ッ チ 比 (//)	0.40	
展 開 面 積 比	0.535		
製 造 所	かもめプロベラ(株)		
発 電 機 用 原 動 機	主	形 式 × 数	4 サイクル単動直接噴射式ディーゼル機関 2 TL型×1 基
		連続定格出力×回転速度	18 PS×1,800 rpm
		シリンダ数×直径×行程	2×95mm×115mm
		製 造 所	ヤンマーディーゼル(株)
	副	形 式 × 数	4 サイクル単動直接噴射式ディーゼル機関 NS130型×1 基
		連続定格出力×回転速度	12 PS×2,200 rpm
		シリンダ数×直径×行程	1×95mm×106mm
		製 造 所	ヤンマーディーゼル(株)
補 機	冷房用冷却水ポンプ	3 m ³ /H×10m×0.4KW×1 基	
	機関室送風機	80m ³ /min×25mmAq×1 基	
	採水ポンプ	100ℓ/min×18m×1,800rpm×2 基	



機関配置の詳細

4.3 主機

常用速力12ノットを確保するためには、主機の合計馬力約460PSを必要とする。

また、シーマージンを考慮すると約500PSが必要である。

低速力で連続航行する場合、過給タービン付機関は、タービン及び燃焼室の汚損による障害が懸念されるため、掃気ポンプ付機関であるUDV816型機関を2基搭載した。なお、同機関は当庁の改15メートル型巡視艇でCPPと組合せた実績を有している。

4.4 CPP

プロペラ要目を決定するため、船研の3翼可変ピッチプロペラ設計図表のB3-50を使用して、230PSで12ノットの設計条件で各基準ピッチによる計算を行なうと第4-2表のようになった。

プロペラ効率 η_0 が最大になるのは、基準ピッチ比0.4であり、これを採用することとした。

プロペラ直径Dは0.771mであるが、展開面積比 a_E が0.50ではキャビテーションが出るおそれがあったので、 a_E を大きくとれるようDを0.80mとし、 a_E を0.535とした。

第4-2表

基準ピッチ比	0.4	0.6	0.8	1.0
ピッチ角 θ_1 (度)	11.1	8.0	2.6	-1.4
直径係数 δ	61.0	58.7	60.0	58.4
直径D(m)	0.771	0.742	0.759	0.738
プロペラ効率 η_0 (%)	50.5	49.3	49.9	50.2

第4-3表

基準ピッチ比	0.4	0.6	0.8	1.0
ピッチ角 θ_1 (度)	10.0	5.0	0.05	-5.0
プロペラ効率 η_0 (%)	0.501	0.485	0.468	0.485

Dを0.80mにした時のプロペラ効率を第4-3表に示す。

海上運転におけるCPP特性曲線を第6-2図に示す。速力と馬力の関係はほぼ予想どおりであったが、翼角 0° 、主機回転速度2,000rpmにおけるプロペラの吸収馬力は約45PSと予想の約90PSに較べ $\frac{1}{2}$ の馬力であった。

4.5 遠隔操縦装置

主機の回転制御、クラッチ操作および停止はワイ

ヤー式で、CPPの翼角制御は電気式で、操舵室において遠隔操縦を行なう。また、応急時には機関室においても操作可能である。

4. 6 発電機用原動機

主および副発電機用原動機は、調査機器に有害な振動を及ぼさないよう、機関台と共通台板の間に防振ゴムを装置した。また、無監視運転装置を装備した。

4. 7 採水ポンプ

採水ポンプは、船底から海水を採取すると共に、採水ホースを海中に降すことにより深さ80mの海水を採取することができる。

採水ポンプは両主機によりクラッチを介して駆動する。

5. 電機部

5. 1 一般

本船の電気部の計画にあたっては、下記の各事項に留意した。

- (1) 冷房装置や電動捲上機など容量の大きな負荷を搭載しているため、主電源を交流発電機とした。交流発電機は、主機駆動直流発電機に比べて操作や保守に労力増となるから、各種保護装置を設け、無監視運転を可能とする。
- (2) 放射能調査機器への雑音を低減化するため、電源や電路の布設を考慮する。
- (3) 放射能調査機器用電源の管制など観測時の主要操作は、操舵室兼観測室で行ない、(1)項とともに機関室無人化を可能にする。
- (4) 放射能調査機器や電源などの故障で観測の中断を余儀なくされた場合、中断時間を極力減らすため機器や回路に予備などを持たせる。

5. 2 要目

(1) 電源装置

主発電機	A C 225 V 三相 60Hz 12.5KVA	
	自励式	1 台
副発電機	A C 225 V 三相 60Hz 7.5KVA	
	自励式	1 台
主配電盤	デッドフロント式	1 面
変圧器	2 KVA 単相 225V/105V	
	スコット結線	2 台
鉛蓄電池	D C 24 V 200 A H	3 群
陸電受電箱	A C 220 V 三相 30 A	
	A C 100 V 単相 30 A	1 面
主充電用整流器	入力 A C 220 V 三相	
	出力 D C 22~35 V 60 A	

観測用配電盤組込		1 台
副充電用整流器	入力 A C 100 V 単相	
	出力 D C 22~35 V 20 A	
	主配電盤組込	1 台
観測用配電盤	デッドフロント式	1 面
インバータ	入力 D C 24 V	
	出力 A C 100 V 単相 500 V A	1 台

(2) 照明装置

けい光天井燈	30Wサークライン	1 式
投光器	250Wハロゲン電球式	2 台
探照燈	S F-2N X A 型	
	150Wキセノン燈式	1 台

(3) 航海計器装置

磁気コンパス	N T-150 B ₁	2 台
レーダ	FRA-10, MARK-II	1 台
音響測深機	FPG-572 B	1 台
モータサイレン	Q40立型防水型	1 台
紅色閃光燈	乙種キセノン燈式	1 台

(4) 放射能調査機器

エリアモニタ	GM計数管プローブ式	1 式
水モニタ	シンチレーションプローブ式	2 式

5. 3 発電機

発電機として、主及び副発電機を各1台搭載しているが、インターロックを設け、並行運転ができないようにしている。観測時に冷房装置を運転する場合は、必ず主発電機を運転し、その他の場合は、主または副発電機を切換え運転する。

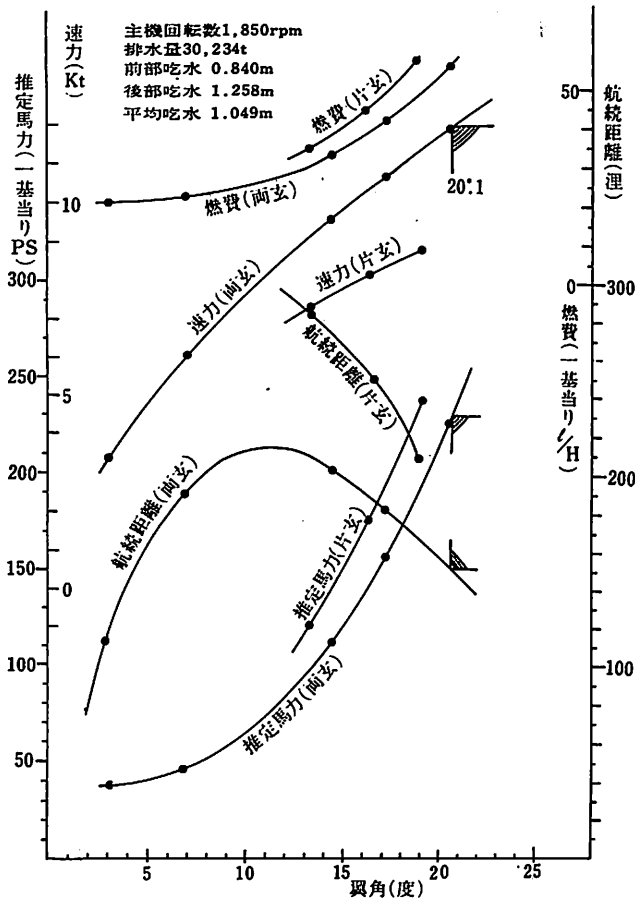
発電機の無監視運転装置として、発電機故障原因表示盤を主配電盤に組込み、潤滑油圧力、過速度、電圧、周波数などの監視をさせている。さらに、操舵室に一括の延長警報を設けている。

5. 4 変圧器

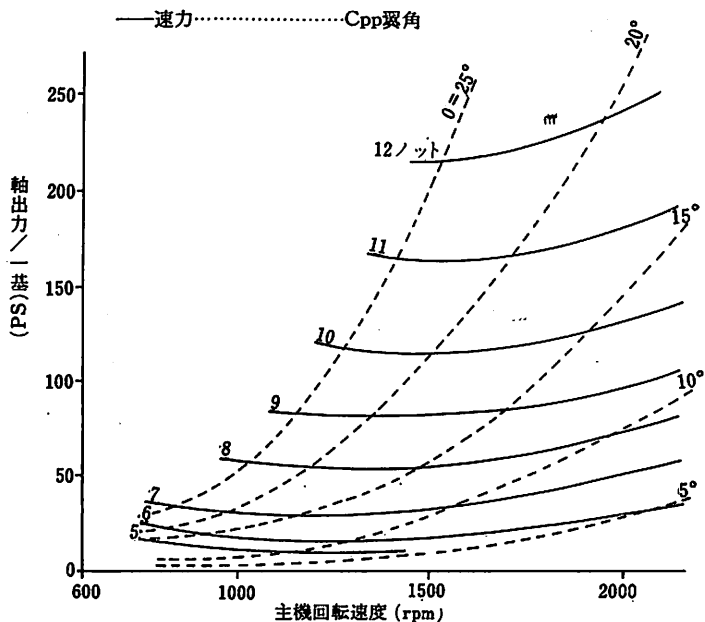
変圧器は、単相2KVAのもの2台をスコット結線としている。これは単相負荷が少なく、三重母線式とするより、二重母線式にする方が負荷バランスを取り易く、さらに、単相陸電を受電するため、単相側を三線式にできないからである。

5. 5 放射能調査機器用電源

放射能調査機器用電源は、雑音低減化のため、他の系統から分離し、蓄電池1群を入力としてインバータを作動させ、A C 100 V 60 Hz の専用電源を作っている。インバータの電源変動特性は、入力電圧がD C 24 V時、電圧変動±2.5%、周波数変動±1%である。入力電圧がD C 22~26 V に変動した場合でも、電圧変動±5%、周波数変動±2%以内であ



第6-1図
速度、馬力等曲線図



第6-2図
CPP特性曲線

る。

インバータには、入力電圧低下警報が設けられており、蓄電池の過放電を防止している。

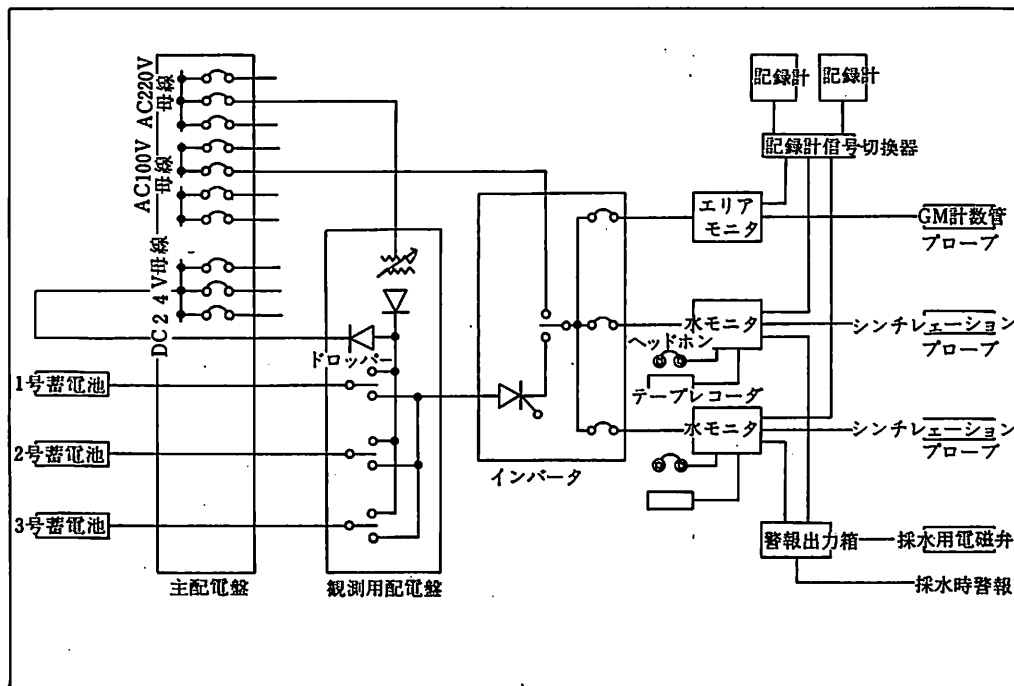
蓄電池は、3群いずれでもインバータの入力とすることが可能で、放電した蓄電池は浮動充電中のDC24V系統に接続して充電し、完全充電状態にして、次の観測に備える。浮動充電しながら、蓄電池を完全充電状態にするため、ドロップを設けて、船内の他の直流機器への供給電圧はDC28V以下に保てるようになっている。これらの操作は、観測用配電盤にて行なう。

蓄電池の充電に供するため、主及び副充電用整流器を各1台搭載しているが、副充電整流器は、主充電用整流器が故障した場合、または、電原が単相陸電のみの場合のような非常用として使用する。

5.8 航海計器

航海計器は、従来より海上保安庁の巡視艇に装備されているものと同システムを採用したが、巡視艇に比べて主電源が直流から交流に変わったため、航海燈などを除き、電源を交流化した。

航海計器を搭載するにあたって特に考慮した点は、放射能調査機器への雑音源



放射能調査機器関係概略系統図

となりそうな発振回路などを持っている機器の装備位置についてであった。

5. 7 放射能調査機器

放射線モニタリングは、放射線防護のために放射線を測定してその結果に基づいて判定、または処置を行なうことを意味している。本船によるモニタリングは、海水中と海上空間における線量率（毎秒当りのカウント数）について対象船周辺及び港湾内を調査するものである。

海水中及び海上空間には宇宙船や天然の放射性物質、それに核実験による降下物質などで、放射性汚染が存在しており、モニタリングでは、この自然放射能（バックグラウンド）を平常から把握しておくことが必要である。また、何らかの原因により放射性汚染度が高くなった箇所を通ったとき、直ちにそれを検出できなければならない。これらの目的を達成させるため、本船には要目欄に示した機材を概略系統図に示すように設けてある。以下に各モニタを簡単に説明する。

水モニタ

シンチレーションカウンタである。検出器を海水中に投入させ、その出力を計数率計に表示させると同時に記録計に記録させ、連続的に海水中の放射線を計測するものである。行動中は2組とも運転し、1組はバックグラウンド計測に適するようにセット

し、もう1組は高い計数率時に適するようにセットしてある。このシステムで考慮してある点は、耐震性、耐海水性、それに耐雑音性であるが、能力に限界があるので、雑音については可聴雑音の場合ヘッドホンで出力音を聞き、またそれを録音できるようにしている。録音した出力信号は後刻雑音分析を行なう。

エリアモニタ

GMカウンタである。検出器を防水化できないので観測室内天井に取付けている。計数及び電源部等は全て水モニタ系と同一機材であり、故障の際は水モニタ、エリアモニタとも交換ができるようにしてある。

両モニタとも計数率が一定の値を超えたときはメータリにより信号が送られ、電磁弁を制御して海水を採取できるように設計してある。

6. 海上運転成績等

第6-1～2図に速力試験及び可変ピッチプロペラ試験の結果を示す。主機計画常用回転数1850rpm翼角20.6°において12ノットの速力となり、ほぼ計画どおりであった。

次頁に第6-1～2表に重量及び復原性能関係の諸値を示す。完成重量はほぼ計画どおりであり、復原性能は当庁各基準を満足している。



正面より見る

第6—1表 重量表

単位 トン

項 目		満 載 状 態	常 備 状 態	軽 荷 状 態
船	殼	11.062	11.062	11.062
ぎ	装	3.500	3.500	3.500
固	備	0.314	0.314	0.314
定	海	0.259	0.259	0.259
航	氣	3.262	3.262	3.262
電	線	0.283	0.283	0.283
無	関	6.610	6.610	6.610
機	油	0.220	0.220	0
機	関 内 水 及			
燃料等	輕 油	1.245	0.835	0
	潤 滑 油	0.037	0.025	0
一 般 齊 備	備 品	0.700	0.700	0.700
	消 耗 品	0.140	0.093	0
	乘 員 及 所 持 品	0.750	0.750	0.750
	清 水	0.200	0.133	0
視 測 機 器	1.577	1.577	1.577	
不 明 重 量	0.093	0.093	0.093	
排 水 量	30.252	29.716	28.410	

第6—2表 復元性能表

項 目		状 態	満 載 状 態	常 備 状 態	軽 荷 状 態
排 水 量 等	排 水 量	t	30.252	29.716	28.410
	相 当 喫 水 *1	m	1.053 (0.853)	1.044 (0.844)	1.021 (0.821)
	前 部 喫 水	"	0.835	0.820	0.787
	後 部 喫 水	"	1.268	1.264	1.249
	平 均 喫 水	"	1.052	1.042	1.018
	ト リ ム *2	"	0.433 (0.033)	0.444 (0.044)	0.462 (0.062)
	T P C M T C	t t-m	0.578 0.621	0.5766 0.618	0.5728 0.611
重 心 関 係	K M	m	2.923	2.947	3.011
	K G	"	1.605	1.608	1.643
	G M (G ₀ M)	"	1.318 (1.313)	1.339 (1.333)	1.368 (1.368)
	☒ B	"	0.927	0.931	0.941
	☒ G	"	0.995	1.022	1.075
	☒ F	"	0.704	0.714	0.742
復 元 性 能	最 大 復 原 挺	m	0.478	0.479	0.461
	同 上 を 生 ず る 角 度	度	41.5	42.0	41.0
	復 原 性 範 圍	"	81.6	82.0	80.6
	最 大 動 的 復 原 力	t-m	20.41	20.18	18.40
	海 水 流 入 角 度	度	67.7	68.3	69.5
	風 圧 側 面 積	m ²	43.15	43.35	43.70
	風 圧 側 面 積 比	—	3.04	3.08	3.20
	横 揺 周 期	秒	3.32	3.29	3.26
	横 揺 角 度	度	29.5	29.6	30.3
	乙 基 準	—	1.63	1.59	1.45
丙 基 準	—	3.19	3.19	3.07	
丁 基 準	—	1.38	1.40	1.57	
乾 玄	前 部	m	1.680	1.695	1.728
	中 央 部	"	1.363	1.373	1.397
	後 部	"	1.047	1.051	1.066
予 備 浮 力	t	89.853	90.389	91.695	
予 備 浮 力 / 排 水 量	—	2.97	3.04	3.23	

*1 () 内相当型喫水

*2 () 内は計面トリムを差し引いた値

FRP 船の構造設計

< 2 >

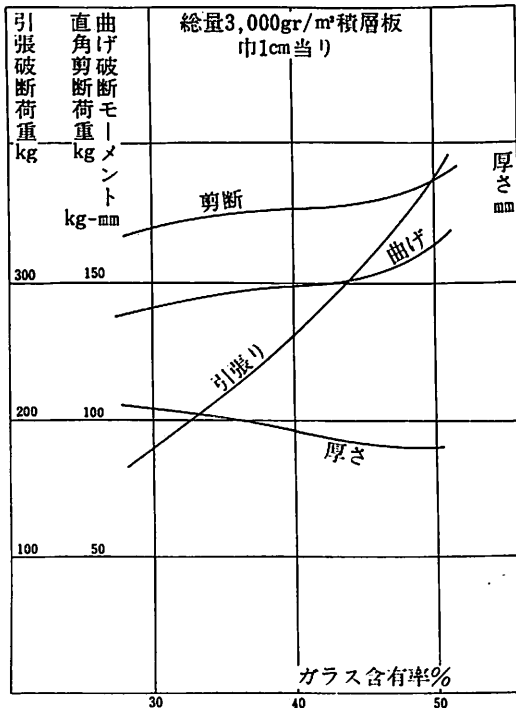
丹 羽 誠 一

■積層設計

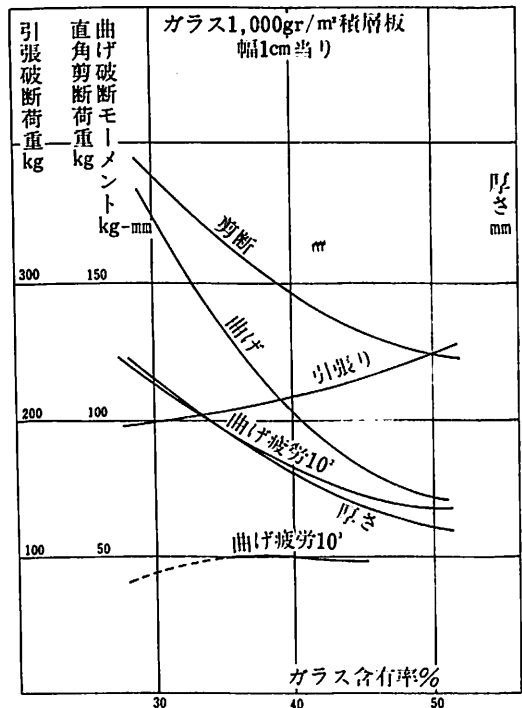
船を構成するFRP積層板の設計は、その船の用途により、同一重量当り最も強力なもの、同一コスト当り最も強力なもの、あるいはその間の調和を考えたものでなくてはならない。同時に作業性が良好で、工作的に安定していて、工作上の多少の誤差があってもその強度の変化は安全側にあるよう考慮しなければならない。前回示した米国 Gibbs & Cox 社の資料の内のガラス含有率に対する物性の平均値から 3,000 gr/m² 総重量の積層板の巾 1 cm 当りの耐え得る破断荷重を算出すると第 1 図の如くなる。同一重量の積層板で引張り破断荷重はガラス含有率が上がるほど急激に強くなる。曲げ破断荷重、剪断荷重

はガラス含有率35%以下になると急速に低下し、45%以上では急速に上昇する。

一般的に言って作業性良好な安定したM+R積層品として考えた場合、ガラス含有率45%以上とすることはかなり困難である。ガラス基材の単位重量とその組合せから、所要積層厚さによって、設計 $\Sigma R / \Sigma(M+R)$ には多少のバラツキが生じ、それによって積層品のガラス含有率にもバラツキが生ずることも考慮しなければならない。変形の出やすいFRP構造で、波浪荷重による局部強度が問題となるような船では、通常引張り強さはありあまっているものであり、主として曲げ強度を中心に考えてゆかねばならない。特に波浪による衝撃荷重を受ける船底



第 1 図



第 2 図

外板は曲げ荷重が致命的なものになる。以上を考えるとガラス含有率40%前後を設計点とすることが適当と考えられる。

一方同じ資料から算出したガラス 1,000gr/m²の積層板の強度等を第2図に示す。ガラス含有率40%としてガラス量を設計し、作業にあたってガラス含有率が35%となれば強度的には強くなるが、重量は約14%増となる。また45%となれば重量は約10%減少するが、曲げ荷重は約20%減少する。これは約10%のガラス量を増加しなければ同じ大きさの静的曲げ荷重に耐えられないことである。このように樹脂の種類と積層作業の方法によって生ずる厚さの変化は性能に大きく影響するので、限界設計を行なった場合には、設計ガラス含有率を厳密に守る作業管理が必要である。

疲労について考えると、大荷重疲労においては静的強さにかかわらずS-N線の傾斜はほぼ一定であると考えられるので、10³回程の曲げ疲労では同一ガラス量の積層板の強さはガラス含有率にあまり関係しないと考えられる。第2図には前回に述べた疲労強度計算式を使って計算した10²、10³回の曲げ疲労強度をも示しているが、これはただ一例から導いた実験式なので実験的根拠はきわめて弱いものであり、あくまでも参考値である。

ガラス含有率40%ということは、Gibbs & Cox資料ではM+R積層品の上限であるとしているが、近年の我国の例では $\Sigma R/\Sigma(M+R)$ が50%前後のものがこれに相当する。以上のデータでは曲げ強度は圧縮側にロービングクロスの出ているものを除外している。そのような曲げが働くと曲げ強さはかなり低く、圧縮側には必ずマット層を使用しなければ上記の強度は出ないものである。船底外板は波浪衝撃荷重により最大曲げ応力は内面圧縮になるから積層は必ずマットで終了する必要がある。これは大型船では一般に2次接着になる内部構造部材の取付の作業面からも要求される。ただし、小型船で外板積層面がグリーンなあいだにロンジ構造の積層を完了し得るものでは、ロンジ積層の最上面をマットとすればさしつかえない。

今日の船の外板の積層構成の基本はM+Rのくりかえしである。マットにたっぷり樹脂を含浸させてロービングクロスの上から脱泡してガラス含有率の高い積層品を得るウェット・オン・ウェットの積層を1単位として、これをくりかえして必要厚さを得る。最後に最内層のマットを積層して曲げ強さを安定させると共に2次接着にそなえる。無理なアール

部等の無い比較的簡単な船型の場合は強度上の要求からはこれだけで十分である。

しかし比較的複雑な形状の船型や、径の小さなアール部のある場合は、ゲルコート吹付のあと直接にM+R積層を行なうと、ゲルコートと最初のマットとの密着の不完全な部分が出来やすい。このような密着不完全な部分は脱型後ゲルコートが脱落する。これを防ぐためには薄手のマットをゲルコートのバックアップとして丁寧に積層して、気泡の残らないよう密着させる。この層は硬化してから次の積層にうつるべきである。今日では、ほとんどの漁船がこのバックアップ積層を行なっているが、筆者は漁船の場合これは不必要だと考えている。一般の漁船は特にむつかしい形状の部分は無いので、いきなりM+R積層を行なっても十分ゲルコートに密着した積層ができるはずである。防衛庁のパトロールボートや内火艇類はいずれもバックアップ積層を省略して直接M+Rを積層しているが、そのかわり無理なアールを作らないよう船型設計において注意している。

積層後樹脂の収縮により、ロービングクロスの織り目パターンがゲルコート表面に浮き出ることがある。しかもこれが比較的高級な工作をした艇によく現れる。このパターンは、それ自体では艇の滑走性能に影響を及ぼすほどのものではないが、プレジューアボートなどの場合、やはり商品価値を落すことはまぬがれない。それをおさえるためにはバックアップ層を硬化させた後、さらにもう一層マットを積層して硬化させ、バックアップ層を補強する。その後M+R積層を重ねてゆくとパターンの浮き出しはかなり防ぐことができる。

積層構成として推奨すべき例を次に示す。

漁船(大型)

$$(600M+860R) \times 5 + 600M \quad 7,900 \text{ gr/m}^2$$

$$\Sigma R/\Sigma(M+R)=0.544$$

実用高速艇(18米級交通艇)

$$(600M+860R) \times 3 + 600M \quad 4,980 \text{ gr/m}^2$$

$$\Sigma R/\Sigma(M+R)=0.518$$

プレジューアボート(18呎級)

$$300M+(450M+580R) \times 2 \quad 2,360 \text{ gr/m}^2$$

$$\Sigma R/\Sigma(M+R)=0.492$$

ただし、ロンジ積層はグリーンのあいだに完了するものとする。

プレジューアボート(27呎級・高級・大馬力)

$$300M+300M+(300M+580R) \times 3 + 300M$$

$$3,240 \text{ gr/m}^2$$

$$\Sigma R/\Sigma(M+R)=0.537$$

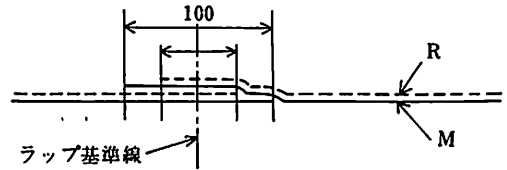
ロービング比 $\Sigma R / \Sigma(M+R) = 0.50$ を中心として、ガラス含有率40%を期待するとき、ロービング比 $\pm 5\%$ の変化はガラス含有率 $\pm 1\%$ の変化に相当するものと考えてよい。しかし実際上はロービング比の影響より使用樹脂の粘度、作業性などがガラス含有率に大きく影響するものである。また作業性を主として、スチレンモノマーの多い樹脂を使用すると、ガラス含有率は高くなるが、樹脂やせ、経年劣化がはげしくなり、また衝撃に対して弱くなることに注意しなければならない。

■ ナックルコーナー形状の設計

モーターボートにはチェーン、トランソムなどのナックルコーナーがあり、その形状は健全な積層を行なうのに種々の影響を与える。ガラス基材、特にロービングクロスには小さなアールになじませようとしても、スプリングバックを生ずる性質がある。そのために無理に小さなアールの積層を行なえば樹脂がたまり、または空洞となり、健全な積層を行なうことは困難である。またスプリングバックが無くとも材厚より小さなアールの積層は幾何学的に見ても健全ではない。ナックル部のコーナーアールは健全な積層を行なうに必要な程度のアールに設計しなければならない。材厚+5mm程度のアールとすればほぼ健全な積層を行なうことができる。言いかえると積層品の内径を5mm程度におさえることが必要で、必要に応じてこの内径は脱泡ローラーの最小径まで小さくすることができる。航走性能上の要求からそれより小さいアールを要求される場合は、最初のM+Rを積層した後、なるべく弾力のあるパテ等を使用して工作上必要なアールに整形し、後の積層を行なう。小さなアールの薄肉積層の場合は引きそろえたロービングを使ってバックアップ積層の段階で整形する。

航走中のスプレーばなれから要求されるアール大きさは、軽量高速のスポーツボートでも5mmより小さくする必要はなく、一般大型艇では船首部のチェーン等で特にスプレーさばきの要求される場合10mm程度、それ以外では特に小さなアールとする必要はない。

ここに使用するパテは、ガラスマイクロバルーンまたはフェノールバルーンを30~60%使用したものが適当で、比重0.6~0.8程度となり、適度の弾力性を有

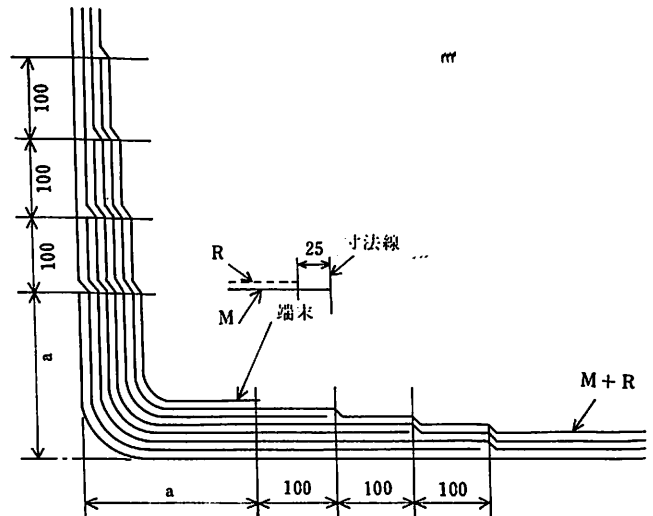


第3図

する。炭酸カルシウムを用いたパテは硬く、ブリトルとなるので適当でない。

■ ラップの設計

大型船の外板積層においてシームのラップは一般にウエット・オン・グリーン・ラップとなる。M+R積層においてこのような部分のラップは当然(M+R)を単位としたラップになる。この場合、ラップ基準線をはさんでロービングクロスのラップ巾が50mmになるようにとり、マットのラップは100mmにとる。したがって第1ストレーキのロービングクロスの上に第2ストレーキのマットが乗り、その上にロービングクロスが第1ストレーキのロービングクロスと50mmラップするよう配置する。ロービングクロスはマットの巾より50mmせまく截断する。2m巾のマットと1m巾のロービングクロスを併用するときは、ロービングクロス同志を50mmラップさせて使用すれば丁度よい。ただしウエット・オン・ウエットのラップであってもロービングクロス同志の直接のラップは、引きはがしに対して欠陥を生じやすいから300Mのテープをはさんでラップさせると安全である。



第4図

バットラップは一般にウエット・オン・ウエットで行なわれる。この場合ウエット・オン・グリーンと同様のラップとすることもできるが、むしろマットとロービングクロスのパットをシフトした方が作業しやすいし、厚さも平均する。この場合のラップは各々50mmとし、ロービングクロスラップには300Mのテープをはさむ。

M+R積層はそのままでは硬化後次の積層を行なう前にロービングクロス末端のケバ立ちを除去しなければならないところが出来やすい。これはウエット・トリミングの時期に欠陥除去と共にナイフで削り取ればよいのであるが、タイミングがむつかしければ、ロービングクロス積層時に末端を300Mのテープでカバーしておくといよい。

チェーンを有する船型では、ラップによりチェーン部の材厚を基準積層の2倍にする場合が多い。この場合、チェーン線を積層の基準線とし、基準ラップを第4図のように定めると各シームのラップは100mm ずつシフトして均一なラップが得られる。図中aの巾は100mm 以上とし、基準積層により適宜巾を増しておく。その量はコーナーアールの半径による。一般に(5mm+基準積層厚×2)+100程度とするのが適当であろう。図示の外にM1層内面に積層されるのが普通であり、Rで止る設計であってもテーパ部を覆う部分はM1層を追加する。

■ハットガーダーの設計

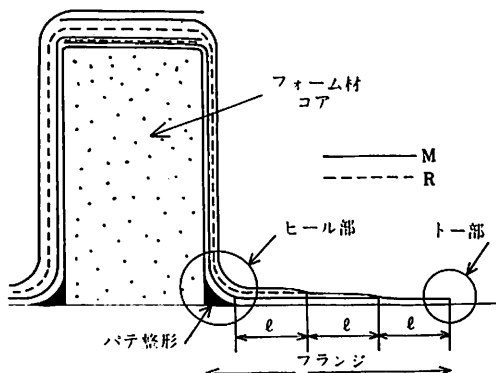
ハットガーダーの基準積層は M+R+M または M+R+M+R+M の如く、(M+R)×n+M のウエット・オン・ウエット積層を基本とし、最上層は必ずマットとする。外板付ヒール部分は外圧による最大歪の発生する部分であり、現実にこの部分のP22から破壊が進行する。この部分は特に気泡の残

りやすい部分であるから、積層を健全にするためには外板ナックルのアールと同様に、コアを外板にセットしたならパテを用いて必要なアールに整形する。積層はハット頂板でラップさせて左右別にするにより、作業性を向上してヒール部の積層を完全なものにすると共に、頂板を厚くしてガーダーの慣性モーメントを大にする。左右フランジまでを1枚のガラス基材とすると、一方のヒールをおさえると他方のヒール部が浮くなど作業しにくいことが多い。外板付フランジ部は図のようにテーパさせる。図中lは450M+580Rのとき30mm、600M+860Rのとき40mm程度とすればよい。

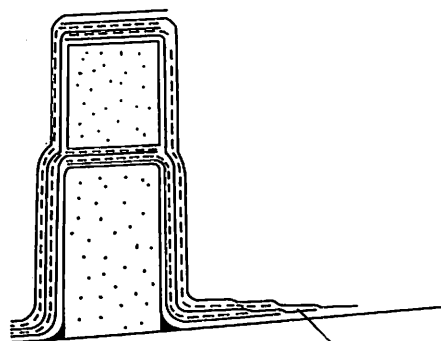
2次接着面にロービングクロスを直接積層しない。ロービングクロスとロービングクロスは直接ラップさせない。各層の末端は適当にシフトして平均したテーパを作る。最上層はマットで全体をカバーし、その末端は十分な面積を持って外板と接着する。テーパのシフト寸法は工作精度上無理のないものとする。以上がテーパ部設計の基本である。

コアは一般にフォーム材を使用する。深いガーダーは高さを分割して下部のハットを成形した上に上部のコアを取付け、同様にして成形する。このようにすると深いガーダーもシャーウェブを取付けたことになり、ウェブの挫屈強さが向上する。機関台等を取付けるガーダーは上部のコアを木材とする。床板等を木ねじで取付けるガーダーはフォーム材のコアの上に適当な厚さの合板を取付けて成形する。

フォーム材のような非構造コア材は即乾ボンド等を使って位置を定め、オーバーレイを積層すればよいが、木材のような構造用コアは積層板との間にウエットマットをはさんで接着し、オーバーレイアップする。



第5図



第6図

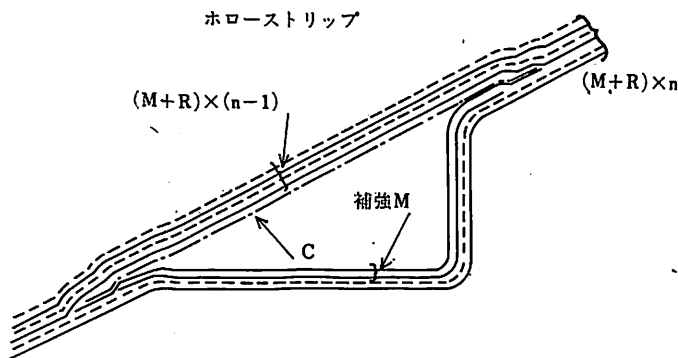


図7 アンゲル接手の設計

あらかじめ成形された構造部材同志の結合、あるいは主構造への接合の方法としてアンゲル接手がある。金属構造においてアンゲルを使用して部材を結合すると同様の形状になる。この接合は基本的には前出のハットガーダーの積層におけるフランジ部の組合せと考えるとよいし、設計方法もまったく同様である。

アンゲル接手はダブルアンゲル接手とすべきで、やむを得ないときのみシングルアンゲル接手とすることができる。

ダブルアンゲル接手の場合は、アンゲル接手積層の最大厚は結合すべき両者のうち薄い方の厚さの $\frac{1}{2}$ 以上とし、シングルアンゲル接手では薄い方の厚さと等しくする。

木造の隔壁を外板に取付けるときはフォーム材をクッションとして外板との間に使用することが望ましく、特に波浪衝撃を受けやすい前部船底にはクッションを用いることが大切である。木部は積層前にうすめたポリエステル樹脂を塗布し、十分に浸透させて積層樹脂の健全な硬化と接着性の向上をはからなければならない。

図8 スプレーストリップ部の積層設計

最近のモーターボートは普通船底外板にスプレーストリップがある。この部分で外板面には近接して3本のナックルが通ることになる。しかもスプレーストリップを目的として設けられたものである以上、その内の凸ナックル部のアールは小さいことが要求される。このような部分をあたりまえの外板構成のまま連続積層したのでは、構造的にも、工作的にも欠陥が生じやすい。また内部構造、隔壁やガーダーなどがこれと交叉する場合、工作的に面倒であるので、内面は平坦なことが望ましい。

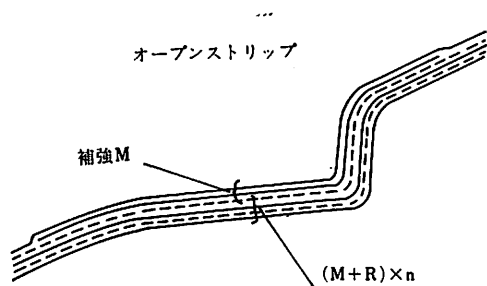
最も望ましいのは一体積層のステフナーと同じ考え方である。まず外皮側何層かの積層を行なう。普通これはアール部径のゆるす範囲の厚さ以内で行なう。この上にウェット・マットをはさみ、フォーム材のコアを入れて上面を外板積層面と同一面にする。この上に残りの積層を連続して積層する。外板にねじれがなく(モノヘドロン船型)、またスプレーストリップに曲りのない部分ではこの方法

第7図

が工作的にも楽であり、重量的にも有利である。しかし外板面にかなり大きなねじれのある場合や、船首部のように3次元曲りと断面形状変化のある場合、あるいは小型のストリップではフォーム材を正しくフィットするように加工することはかなり困難がある。そこでこのような場合はガラスまたはフェノール等のマイクロバルーン入りパテを充填してコアとする。

大型の場合はホローなストリップとすることができる。外皮側積層を行なう。要すればこの内面にストリップ部だけの補強積層を行なう。次に樹脂を含浸させたガラスクロスで開口部を覆い外板積層面と同一面とする。これが硬化した後、残りの積層を連続して行なう。この場合、外板面を垂直に近く位置させるとガラスクロス面にたれ下りが生じずきれいにできる。硬化させたガラスクロスを開口部に張り付けて同様にホローなストリップを作ることができるが、この場合は外皮積層とガラスクロスとの間の接着が完全になるよう、外皮積層の最内層はウェットなマットであること、ガラスクロスはグリーンであることなどの条件を守り、注意して接着しなければならない。

小型のボートで馬力も小さく、簡単な構造で、ストリップと交叉するメンバーも無いような場合、ス



第8図

トリップ両縁の凹ナックルのアールをなるべく大きくとり、開いたストリップとして積層し、ストリップ部の補強層を追加するのみとすることができる。

■固着設計

大型積層品同志、たとえば船体外板積層とデッキ積層との取付には接着接手とすること必要な寸法精度は期待できないので、一般に固着構造とし、水密は水密用コンパウンドを使用して保持する。さらに可能ならば内部からオーバーレイアップして補強することができる。

固着にはボルト、セルフタッピングスクリュー、リベット等を用いる。これらの固着用具は耐食金属製、または鋼製ならば満足し得るメッキを施したものを使用する。

固着はまたウエットマットをはさんだ接合部の樹脂が硬化するまでの圧縮具としても使われる。

固着金物のピッチは径の3倍未満であってはならず、また積層板の縁からの距離が径の3倍未満であってはならない。

ボルト：ボルト頭部およびナット面に大型のワッシャーを使用しなければならない。ボルト直径は積層板の厚さとほぼ等しくする。ボルト径を d としたとき、ワッシャー外径は $2.25d$ 未満であってはならず、厚さは 1.5mm または $0.1d$ 未満であってはならない。

セルフタッピングスクリュー：積層板の裏面に手のとどかない場合に使用することができる。

ねじの信頼できる保持力を得るためには、十分なねじ込み深さが必要であるから、インサートした金

属板または同等なものにねじ込む場合の外、 $2,400\text{gr/m}^2$ 以下の積層板には使用してはならない。先穴の径は無理なくねじ込める最小のものとする。セルフタッピングスクリューは積層板を完全に貫通し、ねじ先が十分に突き出していないと十分な引抜き強さを発揮しない。

セルフタッピングスクリューは再度使用は困難であり、使用箇所は取外す必要のない所とする。

リベット：一般にアルミリベットが使用される。リベットハンマーによる打鉄は積層板の層間剝離を発生しやすいので好ましくない。水圧リベット締めは使用してよいが利用範囲はかぎられる。リベットで一等広く使用されるのは裏面に手のとどかぬ部分におけるポップリベットである。

■金物取付部の補強設計

金属艦装品の取付には通しボルト固着を用い、積層厚を増厚するか、木材・金属板等を裏面に取付けた補強構造とする。補強範囲は取付ける艦装品より十分大きくし、ボルト固着部の破損の外、金物エッジから受ける曲げに十分に耐え得るよう設計する。補強板は積層板の裏面にマットイン、オーバーレイ積層して取付ける。水線下外板の補強板に木材を使用すると吸水により腐朽しやすいので好ましくない。甲板金物等の取付部補強には木材が適当であるが、ボルト穴には樹脂を吸い込ませ吸水を防ぐ。銅系合金は樹脂の硬化をさまたげるのでインサートには使用しない。いずれの場合にも補強板周囲はテーパにして応力の集中を防ぐよう設計する。

(つづく)

ロンドン短信

■World Offshore-London 76

世界海洋展と会議“World Offshore-London 76”が、今年10月4日～7日までの4日間、ロンドンのオリムピアで開催される。主催はロンドン商工会議所および海洋分野に密接な関係業界であるが、英国最大規模を持つ技術輸出組合 E I A と海洋産業の研究グループの組織化や技術研究使節団派遣などの業務を取扱う OSIC が同展を全面的に支援する。

同展に関する照会は Fairs and Exhibition Ltd, 21 Park Square East, Regents ark London NW1 4LH. England,

■コンパクトな自動方向探知器

オメガ受信機、ADFのメーカーであるマルコニ

・インターナショナル・マリン社は、巾500mm、奥行315mm、高さ200mm、重量4kgという従来のものよりさらに小型で軽量の船用自動方向探知器を2機種発表した。

“ロデスター111”は250～350KHz帯域(中間周波数無線電通信およびビーコン帯域)と1600～2850KHz帯域(中波無線電通信)をカバーができ、500KHzおよび2182KHzのスポット周波数を持っている。

また“ロデスター111D”は250～550KHzの周波数をカバーでき、500KHzのスポット周波数を持っている。受信モードはA1、A2、A3とA3Hである。

なお、両機種はともに標準のオートガード結合器で、船舶の警報受信に接続ができるようになっている。

ディーゼルエンジン <12>

齋藤善三郎

三菱重工業相模原製作所設計部主任

5 ディーゼルエンジンの実用的展望

1897年にドイツのルドルフ・ディーゼル (Rudolf Diesel) によって発明されたディーゼルエンジンは、出力18P Sであったと言われる。(図5.1.1)

それから約80年、日本では、数馬力から、大は5万馬力に及ぶ各種ディーゼルエンジンが生産され、日本は世界有数のディーゼルエンジンメーカーとなり、ディーゼルエンジンの百貨店になった。現在のこれらディーゼルエンジンについてマクロ的に展望し説明してゆくことにしたい。今後、本文で次章以下に、比較的新しい構造を多くとり入れ、数多く作られている高速形ディーゼルエンジンの話を主にししながら、ディーゼルエンジンの紹介をすすめるので、そのディーゼルエンジン界における位置づけ、技術的意義、実用上の特徴等を理解していただく上で、本章をとりあげた次第である。

5.1 ディーゼルエンジンの類別の実際

各種ディーゼルエンジンが出現した理由基盤を考

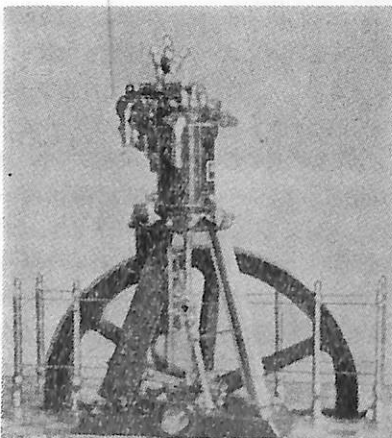


図 5.1.1 世界最初のディーゼルエンジン (ドイツ・アウスブルグのディーゼル博物館)

えてみると、それは市場要望に応ずるために分化していったものである。即ち「エンジンの用途」と言うことは、過小に見られ勝ちであるが、各種エンジン派生源と言う重要性を持っており、現在数百種に及ぶ各種ディーゼルエンジンの特徴も用途別の観点から見ると明瞭となる。

5.1.1 ディーゼルエンジンの用途

ディーゼルエンジンの稼動・就役する分野において、出力と同時に、エンジンが使用条件を満足しなければならない。そこに各種用途別エンジンが生じたものである。

エンジンの用途を実用上で大別すると、船用、車輻用、陸用に3大別される。(図5.1.2)

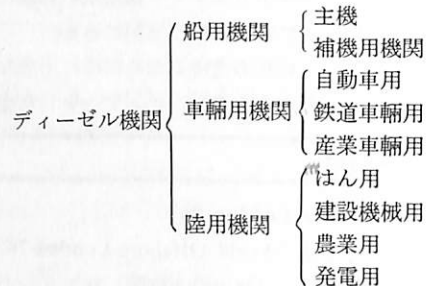


図 5.1.2 ディーゼル機関の用途分類

それぞれに使用されるエンジンは、船用機関、車輻用機関、陸用機関と呼ばれるが、各々の内容、種類を図5.1.3～図5.1.5にJ I Sにより示した。これらの分類は、現存するエンジンの「事実」の上に名づけられたものである。

ここで注意しなければならないことは、もう1つの類別である共通性の点からみると、

専用エンジン

共用エンジン

に、2別される。

図 5.1.3 船用機関の J I S 用語

番号	用語	読み方	意味	参 考	
				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
1074	船用(内燃)機関	ふねよう (ないねん) きかん	船に使うことを主目的とした内燃機関。	船用機関	marine engine, Schiffsmaschine (f)
1075	(船用内燃)主機	(ふねようないねん) しゅき	船用機関において船の推進に使われる内燃機関。	船用主機	main engine, Hauptmaschine (f)
1076	(船用)補機用(内燃)機関	(ふねよう)ほきよう (ないねん) きかん	主機以外の船用機関。	船用補機, 補機(関)	auxiliary engine, Hilfsmaschine (f)
1077	船外(内燃)機関	せいがい (ないねん) きかん	船体の外側に装着して船の推進に使われる内燃機関。	舷外機関	outboard engine, Aussenbordmotor (m)

以上は JIS B 0108—1968 による

(注) 用途分類：船用機関 { 主機
補機用

図 5.1.4 車輛用機関の J I S 用語

1078	車輛用 (内燃) 機関	しゃりょうよう (ないねん) きかん	車輛の駆動に使うことを主目的とした内燃機関。		Motor für Fahrzeug
1079	自動車用 (内燃) 機関	じどうしゃよう (ないねん) きかん	自動車の駆動に使うことを主目的とした内燃機関。		automobile engine, Kraftwagenmotor (m), Auto (mobil) motor (m)
1080	鉄道車輛用 (内燃) 機関	てつどうしゃりょうよう (ないねん) きかん	鉄道車輛の駆動に使うことを主目的とした内燃機関。		engine for (railway) rolling stock, Motor für Schienenfahrzeug
1081	産業車輛用 (内燃) 機関	さんぎょうしゃりょうよう (ないねん) きかん	産業車輛に使うことを主目的とした内燃機関。		engine for commercial vehicles

以上は JIS B 0108—1968 による。

(注) 用途分類：車輛用機関 { 自動車用
鉄道車輛用
産業車輛用

図 5.1.5 陸用機関の J I S 用語

1082	陸用(内燃)機関	りくよう (ないねん) きかん	陸上で車輛用以外の機械の駆動に使うことを主目的とした内燃機関。		land engine
1083	はん用 (内燃) 機関	はんよう (ないねん) きかん	各種車輛および船以外の一 般用途に使われる内燃機関。	汎用機関	industrial engine, Motor für allgemeine Verwendung

番号	用語	読み方	意味	参 考	
				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
1084	建設機械用 (内燃)機関	けんせつきかい よう(ない ねん)きかん	建設機械の駆動に使うこと を主目的とした内燃機関。		engine for civil engineering and building equipment
1085	農業(機械) 用(内燃)機 関	のうぎょう (きかい)よ う(ないねん) きかん	農業機械の駆動に使うこと を主目的とした内燃機関。		engine for agricultural equipment
1086	発電用(内 燃)機関	はつでんよう (ないねん) きかん	発電機を駆動するために使 われる内燃機関。	発電機用 機関	engine for generator, dynamo engine
1087	定置(内燃) 機関	ていち(ない ねん)きかん	定置して使われる内燃機 関。		stationary engine. ortsfester Motor (m)

以上は JIS B 0108—1968 による。

(注) 用途分類：陸用機関 $\left\{ \begin{array}{l} \text{はん用} \\ \text{建設機械用} \\ \text{農業用} \\ \text{発電用} \end{array} \right.$

専用エンジンとは、唯一つの用途に専ら用いられるものであり、共用エンジンとは、2種以上の用途に共用されるエンジンである。これらの相互関係を用途との関連において示したのが図5.1.6である。

この分類により大別して実際のエンジンをながめて見ると、専用エンジンは、船用エンジンにおける大形エンジン及び中形低速エンジンの分野のみで、他はほとんどすべてが共用エンジンである。

共用エンジンは、用途上より見て、サイズの搭載性、運搬性、生産性に特色あるエンジンで、現在のエンジンの大部分を占めている。まずエンジンを見たならば、共用可能であると、マクロ的に考えて

もよいだろう。エンジンサイズが小さい程、実際に多用化している。

一例を図5.1.7に示す。

5.1.2 ディーゼルエンジンの実際

ディーゼルエンジンの出力、回転数、サイズ等の仕様は、各エンジンメーカーのPR資料のカタログに容易に見出せる。これを「ぐらふ」にプロットして見ると、いろいろのことを一目瞭然に示し物語ってくれて興味深い。各種エンジンの比較評価、選択にも何らかの参考になることもあるので、気軽に、方眼紙にプロットすることをおすすめしたい。

前節で用途により各種ディーゼルエンジンが生まれたことを述べたが、これらの代表的と思われるものをサンプリングし、説明の用に供したのが、図5.1.8である。

同図について若干の追加説明をするならば、まず出力としては、定格出力を取りあげ、陸船等共用エンジンについては、陸用定格を主とした。何れも、過給機付、インターラ(空気冷却器)付の場合である。また、出力はその機種の中の最多シリンダのものをもって示したので留意されたい。

シリンダ直径150mm以下は、生産数の大部分を占める自動車用エンジン(無過給)を主に示したので、出力表示は、最高出力を意味しているので注意ねがいたい。高速性比較資料の意味で自動車用を掲

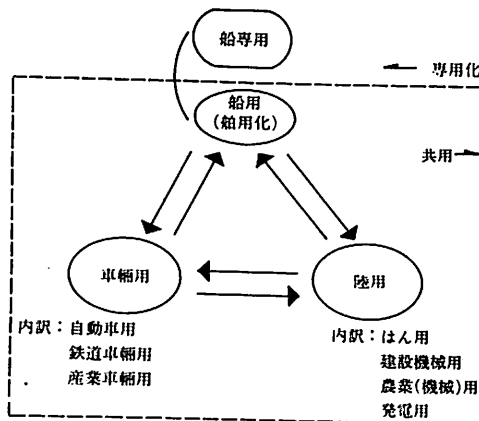
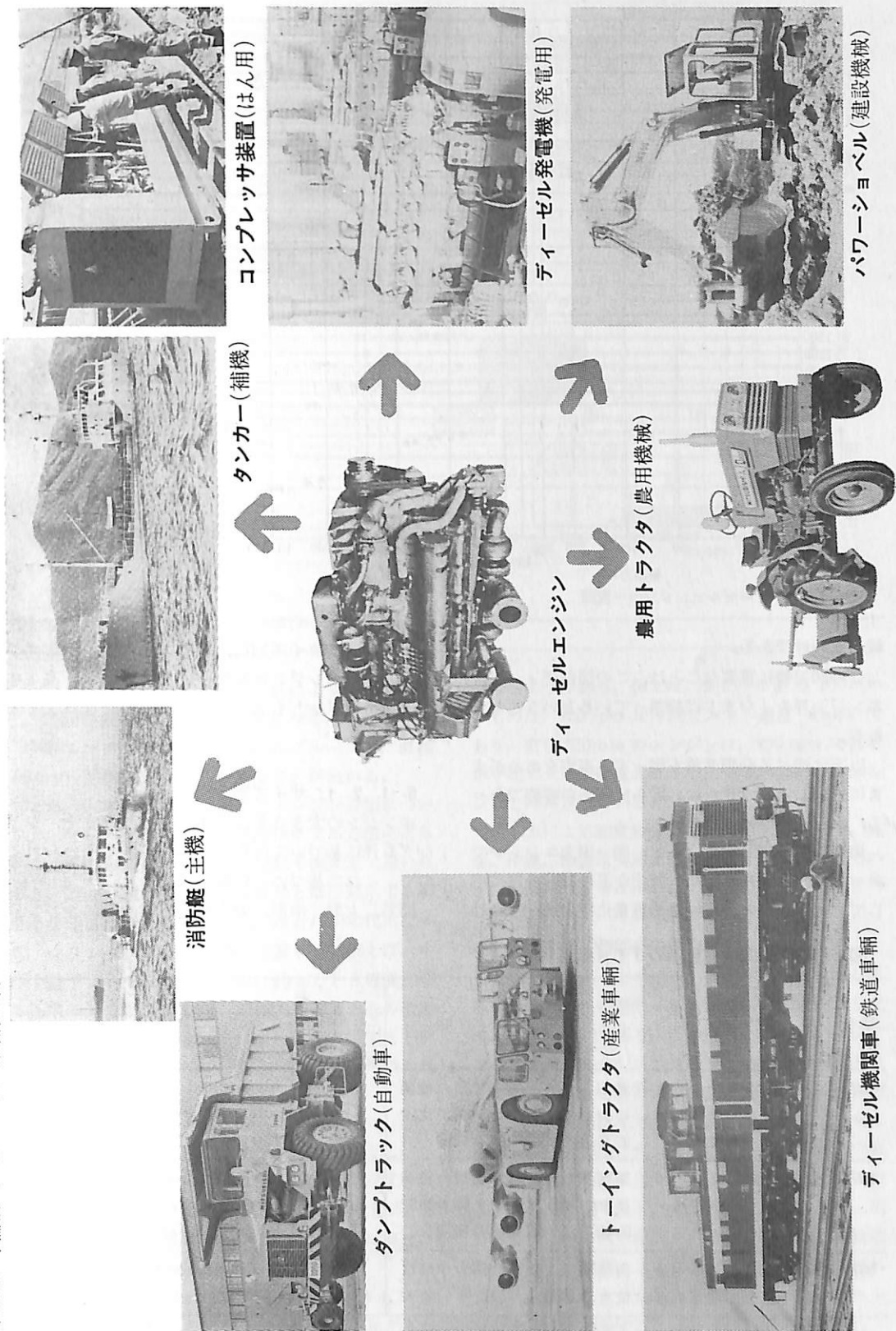


図 5.1.6 ディーゼルエンジンの用途別体系概要

図 5.1.7 車輛用ディーゼルエンジンの共用化の例



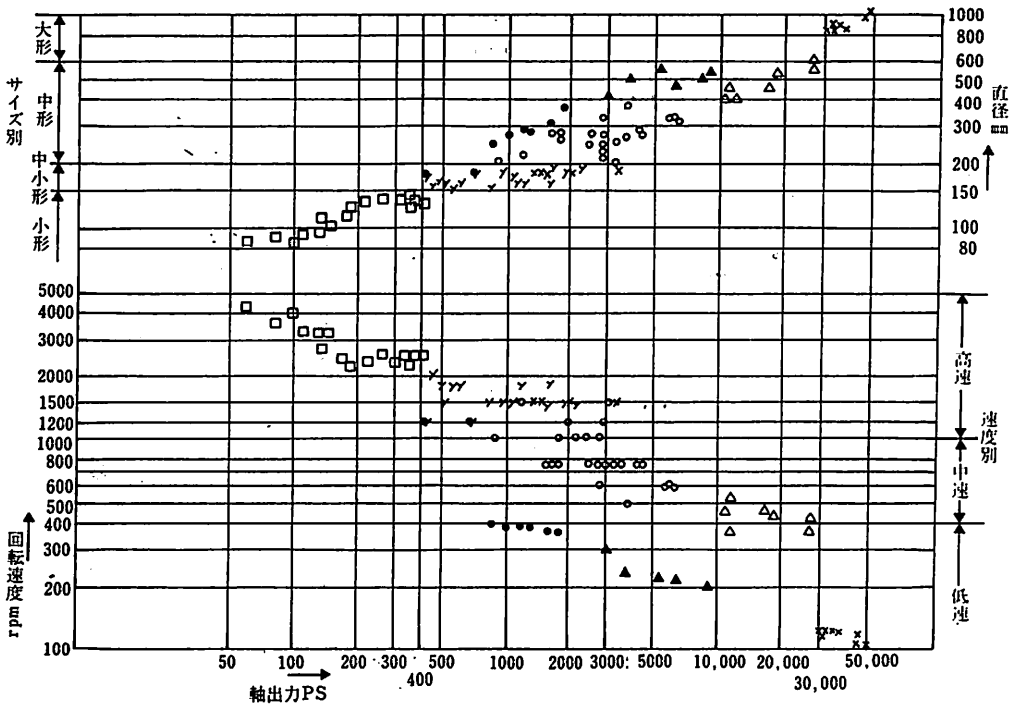


図 5.1.8 ディーゼルエンジンの一覧図

載したわけである。

この図で特に重要なことは、この図がディーゼルエンジン界を「なま」に物語っているということである。

以下に述べる分類名称も従って、事実をあるがままに分類したにすぎない。即ち実用上の呼称であって、定義と言うに至らない。

用途即ち使用目的によって、同一出力エンジンであっても、車輻用、船用、陸用などの就役条件に応じて、エンジンの外形寸法や重量に制限が生まれ

る。いわゆるサイズ別に、大形エンジン、中形エンジン、小形エンジンともなり、あるいは又、高・中・低速エンジンとも名づけられるものとなるわけである。

5. 1. 2. 1 サイズ別分類

エンジンの大きさを区別する上で、便宜上、シリンダ直径に基づいて区別した呼称が多く用いられるので、これに基づいて分類して見る。

即ち、大形、中形、中小形、小形の各エンジン別

図 5.1.9 機関の速度別の JIS 用語

番号	用語	読み方	意味	参 考	
				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
1070	高速機関	こうそくきかん	原則として、同一種類の機関において、クランク軸が比較的高速度で回転する機関。		high-speed engine, schnellaufender Motor (m)
1071	低速機関	ていそくきかん	原則として、同一種類の機関において、クランク軸が比較的低速度で回転する機関。		low-speed engine, slow-speed engine, langsamlaufender Motor (m)
1072	中速機関	ちゅうそくきかん	高速機関と低速機関の中間に位置する機関。		medium-speed engine

以上は JIS B 0108—1968 による。

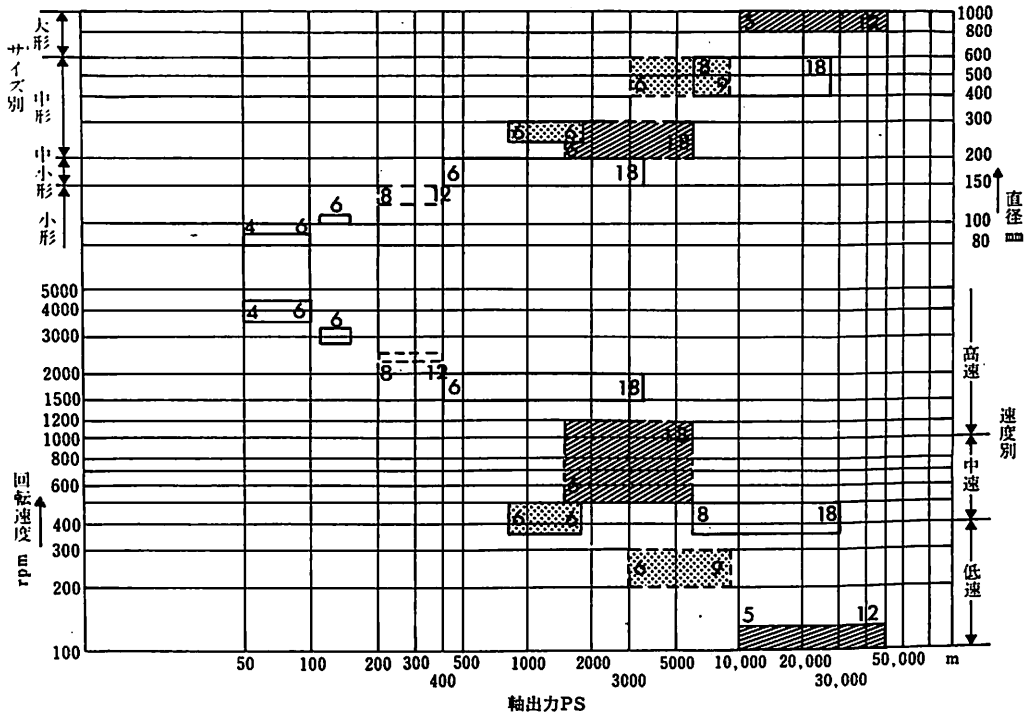


図 5.1.10 ディーゼルエンジンの類別表

に分類される。図 5.1.8 を、これによりわけて見ると、同図の縦軸の注記のごとくなる。

中形エンジンは、直径 200mm グループと、直径 500mm グループの 2 つがあることがわかる。

なお、大形、中形、小形等のエンジン分類については、今まで述べたシリンダ直径による方法によらずに、出力を基準に区分する分類も便宜上で用いられる。この分類は直径による分類とほぼ対応する範囲になるようである。しかし、最近1970年代になって、シリンダ当り出力の増大が著しく、例えば、中形中速ディーゼルエンジンでは約 2 万 PS 程度、即ち従来の大形低速エンジンの出力の範囲のものも表われ、出力による区別があいまいになって来たというような分野もあるので、直径によるサイズ別の見方の方が混乱は少いようである。

5.1.2.2 速度別分類

図 5.1.8 の回転速度は、定格回転速度を示す。この定格回転速度を一つの尺度と考えて実用上で分類すると図 5.1.8 の縦軸 (右側) に示すように高速、中低、低速にわけられる。

最近、全般に平均ピストン速度 (本章 4.14 参照) が上昇しているので、これとの併用で見た方が

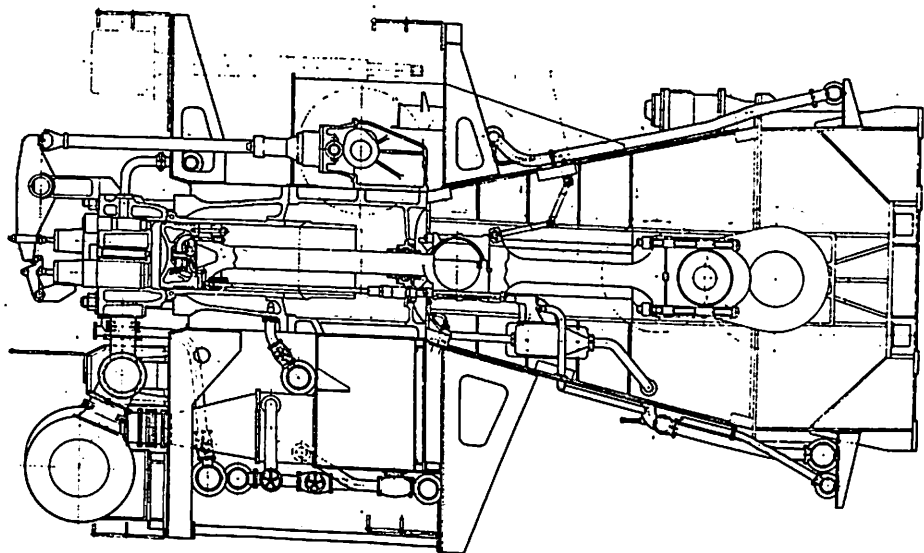
妥当のようである。例えば、シリンダ直径 250mm のものは、750 rpm で平均ピストン速度 8 m/s であり、直径 520mm のエンジンは、450 rpm であるが平均ピストン速度 8 m/s であって、共に中速エンジンと呼称されている。

J I S による速度別分類は、図 5.1.9 に示す。高速、中速、低速は実用上の呼称であるので、その「回転数の値」等は示されていない。

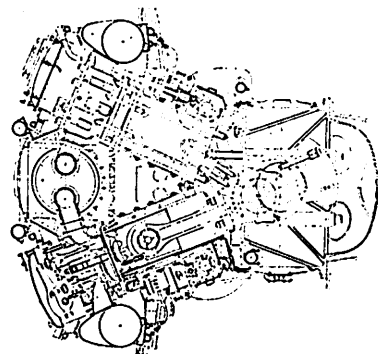
5.1.2.3 類別表の見方

前節で図 5.1.8 をサイズ別と、速度別に分類してみてみたが、これをサイズ・速度別に類別を示したのが、図 5.1.10 であり、この見方を述べる。同図では、各機種毎の全シリンダ数を含めた出力範囲図としてある。同図の各枠がその範囲図である。読み方としては、例えば 4 万 PS のエンジンを図にのせてみよう。速度別欄で見ると、回転速度 100 rpm で低速エンジンの範囲に当り、また一方で直径 800mm とすると直径欄で見て、大形エンジンであって、両方併せて、サイズ・速度別の分類は、「大形・低速エンジン」の範囲に入ることになり、一般に呼ばれる呼称となるわけである。各分類形式の代表的エンジンを次頁に列挙する。(図 5.1.11) (つづく)

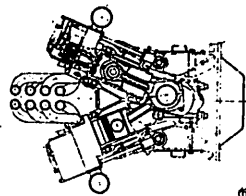
図 5.1.11 各分類形式別エンジン



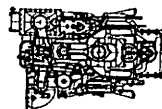
大形・低速
850mm
45,600PS/120rpm
UEC85/180D



中形・中速
520mm
18,000PS/430rpm
VV52/55



中形・中速
240mm
3200PS/900rpm
SH24AC



中小形・高速
160mm
600PS/1800rpm
S6N



分類：小形・高速
直径：98mm
出力：135PS/3100
機種：6DS7

専門委員会の最近の動き

NKの船級及び検査に関する技術規則の制定改廃は、技術委員会の議を経て管理委員会が行うが、技術委員会には下部組織として現在13の専門委員会が設けられている。最近の各専門委員会の動きは次のとおりである。

1. 船体規則一般改正専門委員会

鋼船規則C編のうち船体構造関係を担当、昨年はタンカーの全般的改正、ばら積み貨物船の二重底関係の改正を行った。本年は、引き続き規則の近代化及び非自航船舶を含む小型船関係規則の整備を行う。

2. 機関関係規則一般改正専門委員会

原動機、動力伝達装置、軸系、ボイラ及び圧力容器、自動化関係等を担当、これまでに、D編原動機、動力伝達装置及び推進軸系装置、E編ボイラ及び圧力容器の全般的改正を手がけた。本年は、非自航船舶関係の規則の立案を予定している。

3. 船体艦装専門委員会

船体艦装関係を担当、昨年は、IMCOの決議に基づくタンカーのポンプ及び管装置、イナートガス装置規則などの改正及びIACS統一規則に基づく係船索や大型アンカーの耐力試験荷重の改正などを行った。本年は、SOLAS 1960の消火設備及び防火構造関係、IMCO A271(VII)の全面規則化を予定している。

4. 機関艦装専門委員会

主としてF編補機及び管装置関係を担当、今年はIACSの管装置に関する統一規則をとり入れ、規則改正を行う予定。

5. 危険物ばら積み船専門委員会

危険物をばら積みする場合の安全に関する諸事項を担当、これまでにN編液化ガスタンク船規則及びLNG船規準の立案を行った。今後は、IMCOのガスコード制定に伴い、N編液化ガス船の全面改正とLNG船規準の全面見直しを行うほか、IMCO A212(VII)の第5回改正までを含めた危険物化学品ばら積み船規則案を作成する予定である。

6. 電気設備専門委員会

H編電気設備関係を担当、昨年は同編全般を近代化し、新材料、新技術の導入及び試験、検査方法の

改正を行った。引き続き、これらの改正に伴う検査要領改正案の作成を予定している。

7. 船体関係規則電算化専門委員会

主として、船体強度の評価を直接計算方式で行う場合の判定基準の規則化を担当、これまでに、ばら積み貨物船及びタンカーについての判定基準を立案、検査要領に取り入れた。今後は、コンテナ船についての判定基準の立案や直接計算方式と判定基準に関連した全般的な諸問題の検討を行う予定である。

8. 海洋構造物専門委員会

海洋構造物関係を担当、これまでにP編海底資源掘削船規則やQ編作業台船規則案を作成した。今後IACSで進められている海洋構造物の統一規則に従って、P、Q編の改正を行う予定である。

9. 試験機専門委員会

材料試験機関係を担当、今年は試験機の機能精度の維持管理の評価、自動化などの新型式試験機への対応など検査体系の合理化などを図って、規則及び検査要領の改正を行う予定。

10. FRP船規準専門委員会

FRP船関係を担当、昨年は材料、工場、構造寸法等について規則化した。今後検査及び工作基準について検討する予定。

11. プレストレストコンクリートバージ専門委員会

船殻にプレストレストコンクリートを使用するバージ関係を担当、昨年、その設計、建造に必要な最小限の要件を規則化した。今後は、事業所の試験設計などをみて、不備な点、問題点を改正する予定。

12. 溶接専門委員会

溶接関係を担当、昨年は溶接工技能試験の改正、溶接棒規則にIACSの高張力鋼用溶接用材料の統一規則の取り入れ等を行った。引き続き、9% Ni鋼、ステンレス鋼及びアルミニウム合金に対する溶接用材料の検査要領の立案を行っている。

13. 材料専門委員会

材料関係を担当、昨年は従来のK編の船体構造材料とL編の機関構造材料を合わせて新K編とし、試験庁及び試験方法に関するIACS統一規則の採用、9% Ni鋼などの低温用鋼及びステンレス鋼、アルミニウム合金の規則を追加し、従来のK編から艦装品材料を分離新たにL編とする改正を行った。

竣工船一覽

The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① VALENTINA	② BUNGA MAS	③ BLUE URANUS
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	Quest Navigation Corporation 住友重機械浦賀 (Sumitomo) BV 75/8・76/1 チップ兼石炭(Chip/Coal)	Malaysian International Shipping Corp 三保造船所(Miho) AB, NK 75/10・75/12 貨物(Cargo)・遠洋	Kawatetsu Shoji. Nissei Kaiwun 白杵鉄工所白杵 (Usuki) NK 75/11・75/12 貨物(Cargo)・遠洋
G/T・N/T	31,800.15/23,006.0	3,044.64/1,935.00	3,894.98/2,000.19
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	196.0 188.0 29.4 20.8 10.814	86.00 80.00 15.60 8.80 6.058	102.70 95.00 16.80 8.55 6.98
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:m ³)	— — — 37,869.00 —/77,094	6,133.64 1,741.03 4,023.55 4,392.61 5,720/5,190	8,633.9 2,081.45 6,448.99 6,552.45 7,208.74/7,620.94
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	住友スルザー6RND76型 12,000/122 10,200/166 39.0t/d 16,000 17.636 14.90	阪神6LU50型 3,600/240 3,060/227 1時間1ps当り153kg 6,750 14.515 12.50	伊藤鉄工M558HUS型 6,700 5,695 883kg/h 11,330 16.541 15.946
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	／重油専焼立円筒型1,200kg/h×1 排気ガスエコマイザー1,200kg/h×1 580KW×1	／539kg/h 300ps×2	／VWS-600F 180KW×2
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	— 380.4 1,987.8	— 145.13 368.29	— 225.57 674.87
特殊設備・特徴他	—	—	40tヘビーデリック×1

④ GLORY MAKOTOH

Showa Leasing S.A.

旭洋造船鉄工
(Kyokuyo)

NK

75/10・75/12

貨物(Cargo)・遠洋

4,739.09/3,294.64

116.49

107.00

18.30

9.30

7.302

11,190.00

—

—

8,566.68

9,906.01/10,650.91

阪神6LU54型

4,500/230

3,825/218

15.5t/d

14,750

15.276

12.00

／竖コクランコンポジ
ット型×1

AC300KVA×445V×2

—

412.73

918.23

—

①



②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ REGENT VIRGO	⑥ HOUSEI MARU	⑦ ANATOLIA
所有者 Owners	Rergent Virgo Shipping Inc.	豊和海運(Howa)	Lilacfield Steamship Co.
造船所 Ship builder	波止浜造船 (Hashihama)	今治造船今治(Imabari)	今治造船今治(Imabari)
船級 Class	NK	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/10・76/1	75/7・75/9	75/8・75/10
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨物(Cargo)・遠洋	貨物(Cargo)・遠洋	貨物(Cargo)・遠洋
G/T・N/T	6,051.48/4,118.04	6,559.71/4,503.07	6,737.43/4,860.00
LOA(全長:m)	127.97	123.32	123.32
LBP(垂線間長:m)	119.00	115.00	115.50
B(型幅:m)	18.30	20.50	20.50
D(型深:m)	9.90	10.60	10.60
d(満載吃水:m)	7.763	8.111	8.111
満載排水量 Full load Displacement	13,164.00	14,728.00	14,728.00
軽貨排水量(約) light Weight	3,139.00	3,270.93	3,094.18
載貨重量 L/T Dead Weight	9,867.00	—	—
K/T	10,025.00	11,457.07	11,633.82
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	12,449.77/13,035.95	14,304.6/15,369.3	14,304.6/15,369.3
主機型式/製造所 Main Engine	赤阪6UEC52/105D型	神発6UEC52/105D型	神発6UEC52/105D型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	6,200/175	6,200/175	6,200/175
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	5,270/165	5,580/169	5,580/169
燃料消費量 Fuel Consumption	23.0t/d	154.08g/ps/h	156.3g/ps/h
航続距離(海里) Cruising Range	11,000	10,200	10,200 ^m
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.355	16.733	16.889
航海速度 Service Speed	13.5	13.0	13.0
ボイラー(主/補) Boiler	／コンポジット型	／三浦型水管式800kg/h	／三浦型水管式800kg/h
発電機(出力×台数) Generator	445V×300KVA×720 rpm×2	445V×280KVA×2	445V×280KVA×2
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	741.53	653.8	653.8
燃料油倉容積(m ³)FOT	1,106.98	839.8	839.8
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑧ CLIVIA

Salmon Maritime
S.A.
四国ドック(Shikoku)

NK

75/11・76/1

貨物(Cargo)・遠洋

7,551.82/5,312.80

139.68

130.00

19.20

11.20

8.369

15,827.8

4,018.7

11,622.6

11,809.1

15,591/16,880

神発8UEC52/105D型

8,000/175

7,200/169

28.2t/d

12,250

17.83

14.60

／コンポジット型
600kg/h×7.0kg/cm²
450V×400KVA×2

—
545.5

1,237.6

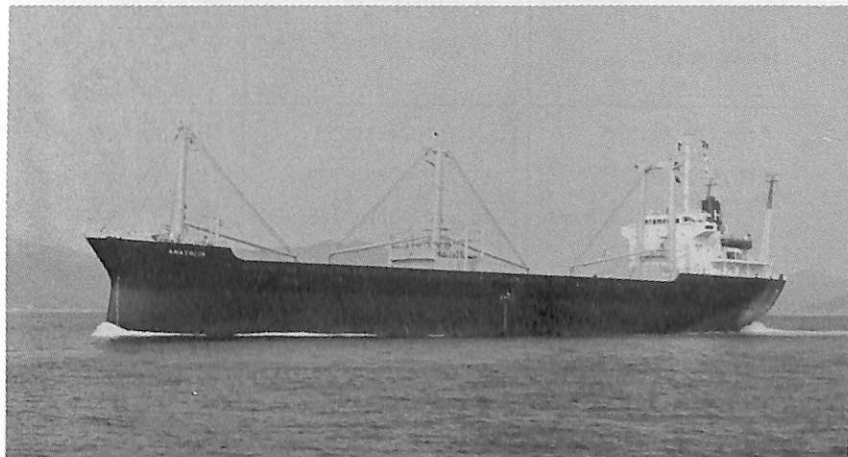
⑤



⑥



⑦



⑧



船名 Name of Ship	⑨ NAGAN MERCURY	⑩ EUROASIA CONCORDE	⑪ KIYOSAKI MARU
所有者 Owners	Pan Asia Marine Corp.	Continental Bulk Carriers Inc.	鈴与(Suzuyo)
造船所 Ship builder	幸陽船渠(Koyo)	林兼造船下関(Hayashikane)	三保造船所(Miho)
船級 Class	NK	AB	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/8・75/11	75/9・75/12	75/6・75/9
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨物(Cargo)・遠洋	貨物(Cargo)・遠洋	コンテナ(Container)・沿海
G/T・N/T	15,549.91/9,067.88	16,190.90/10,796.00	1,665.42/842.64
LOA(全長:m)	177.20	176.95	85.50
LBP(垂線間長:m)	164.90	165.00	79.00
B(型幅:m)	22.80	25.00	14.20
D(型深:m)	14.60	14.20	5.80
d(満載吃水:m)	10.588	10.25	4.50
満載排水量 Full load Displacement	33,858.90	35,551.00	3,550.62
軽貨排水量(約) light Weight	6,957.43	7,739.00	1,176.23
載貨重量 L/T Dead Weight	26,476.70	27,357.00	—
K/T	26,901.47	27,812.00	2,374.39
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	30,020.31/31,234.55	35,249.4/36,171.9	—
主機型式/製造所 Main Engine	IHI18PC2-15V型	IHIスルザー7RND68型	赤阪AH-40型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	11,700×520/139.8	11,500/150	2,800
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	10,530×502/135	10,400/144.8	2,380
燃料消費量 Fuel Consumption	38.36t/d	35t/d	455.7g/h
航続距離(海里) Cruising Range	11,600	14,500	4,400
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.426	17.577	15.307
航海速度 Service Speed	14.8	14.75	13.00
ボイラー(主/補) Boiler	/MIURA, VW-40, 1,600kg/h×1	/Vert型煙管式1,500kg/h	/RHOB-30, 395kg/h×1
発電機(出力×台数) Generator	450V×420KW×525KVA×2	525KVA×3	300ps×2
貨油倉容積(m ³)CO T	—	—	—
淡水倉容積(m ³)FW T	255.0	244.00	66.76
燃料油倉容積(m ³)FOT	1,861.5	1,982.00	185.1
特殊設備・特徴他	—	—	コンテナ20ft. 102箇

⑫ MAERSK TEMPO

Sea Container
International Corp.
新浜造船所(Shinhama)

LR

75 / 9 · 75 / 12

コンテナ(Container)・遠洋

3,391.73 / 1,986.52

119.011

104.00

18.90

10.90

7.467

9,880.20

3,334.80

—

6,545.40

10,526.1 / 11,082.9

川崎MAN16V40/54型

8,900 / 430

8,010 / 416

1,116.4kg/h

10,000

18.08

16.83

—

600KVA×2, 140KVA×1

—

116.52

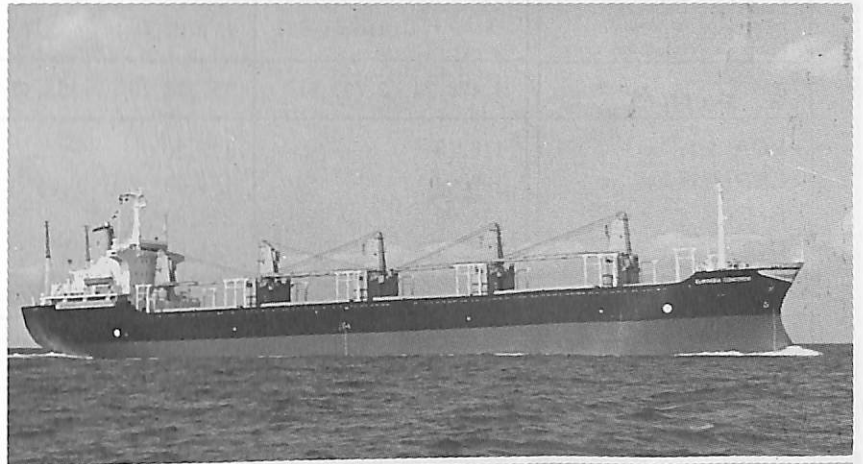
936.78

—

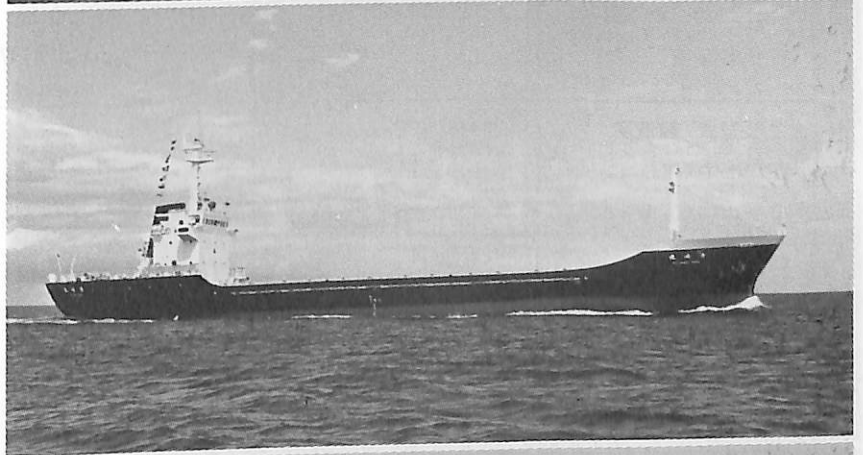
⑨



⑩



⑪



⑫



船名 Name of Ship	⑬ TOKUYAMA MARU	⑭ SEISHIN	⑮ PONDEROSA
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	徳島汽船(Tokushima) 三保造船所(Miho) NK 75/11・75/11 コンテナ(Container)・近海	大幸船渠、堀江興業 (Daiko) (Horie) 幸陽船渠(Koyo) NK 75/7・75/9 ばら積(Bulk)・遠洋	The East Asiatic Compant Ltd. 三井造船藤永田(Mitsui) LR 75/9・75/12 ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	4,478.74/2,707.61	15,726.73/9,255.41	23,996.15/14,190.72
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	.118.10 109.00 18.00 8.25 6.167	177.20 164.90 22.80 14.60 10.588	182.000 174.000 29.000 16.000 11.540
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: m ³)	8,443.30 2,557.91 — 5,885.39 —	33,858.90 6,942.62 26,491.27 26,116.28 30,373.83/31,588.07	49,259.00 10,399.00 38,248.00 38,860.00 ランバー 44,298.00/46,345.00
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 試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed 航海速度 Service Speed	神発6UET52/90D型 6,000 5,100 155kg/h 13,800 17.349 14.7	IHI18PC・2-15V型 17,700/520/139.8 10,530/502/135 37.8t/d 12,100 17.177 14.8	三井B&WDE7K74EF型 13,100/124 11,900/120 C 48.1t/d、A 2.9t/d 14,000 16.878 15.00
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	/WHO-50.621kg/h×1 360ps×2	/三浦VW-40 1,400kg/h×1 450V×420KVA×2	/豎形水管 ダイハツ AC450V×712.5KVA×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	— 403.41 848.57	— 255.0 1,861.5	— 411.00 2,028.00
特殊設備・特徴他	20ft10箇、40ft155箇	—	—

⑬ POLYCREST

Eina Rasmussen

三井造船玉野

LR

75 / 8 · 75 / 12

ばら積(Bulk) · 遠洋

63,887.31 / 45,775.72

260.020

249.000

39.600

22.400

16.459

136,933.00

20,743.00

116,190.00

118,049.00

— / 138,793.00

三井B&WDE9K84EF型

23,200 / 114

21,100 / 110

79.0t/d

26,000

17.96

15.56

／ 豎形水管 3,000kg/h
 × 6 ~ 7.4kg/cm² × 1
 ダイハツ
 AC450V × 750KW × 3

—

512.8

6,322.0

—

⑬



⑭



⑮



⑯



船名 Name of Ship	⑰ ROSE MALLOW	⑱ PERMINA SUPPLY No.24	⑲ ETHYLEN SUNRISE
所有者 Owners	Rigel Carriers Corporation S.A.	Inter Maritime Managment S.A.	Shokuyu Tanker
造船所 Ship builder	四国ドック(Shikoku)	四国ドック(Shikoku)	市川造船所(Ichikawa)
船級 Class	NK	A B	—
進水・竣工 Launching・Delivery	75/9・75/11	75/8・75/10	75/8・75/11
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	冷凍運搬・遠洋 (Refrigerated Cargo)	サプライ(Supply)・遠洋	油槽(Oil)・沿海
G/T・N/T	3,699.25/2,156.25	1,206.22/636.00	2,409.39/1,391.91
LOA(全長:m)	131.48	61.90	88.00
LBP(垂線間長:m)	122.95	55.00	82.00
B(型幅:m)	18.00	12.50	14.00
D(型深:m)	10.60	6.40	6.80
d(満載吃水:m)	6.987	4.911	4.69
満載排水量 Full load Displacement	9,591.9	2,468.7	3,938.68
軽貨排水量(約) light Weight	3,573.9	1,206.4	1,630.00
載貨重量 L/T Dead Weight	5,923.0	1,242.0	—
K/T	6,018.0	1,262.8	2,308.68
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	7,951.0/—	デッキ上貨物 500t	—
主機型式/製造所 Main Engine	神発9UEC52/105D型	新潟12MGV28BX型	阪神6LUS40型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	9,300/175	3,000/720×2	2,800/300
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	7,900/166	2,550/682×2	2,100/284
燃料消費量 Fuel Consumption	30.6t/d	172g/ps/h+3%	7.6t/d
航続距離(海里) Cruising Range	12,150	—	10,000 ^{ft}
試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed	20.34	14.71	14.46
航海速力 Service Speed	17.50	—	13.75
ボイラー(主/補) Boiler	/コンポジット型×1	—	/ヤンマー6KFL・UT 270ps×2
発電機(出力×台数) Generator	AC445V×520KW×3	240ps×3	445V×220KVA×2
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	No.1タンク 1,050m ³ No.2タンク 1,050m ³
消水倉容積(m ³)FWT	207.7	118	128.10
燃料油倉容積(m ³)FOT	1,416.5	636	429.24
特殊設備・特徴他	—	曳航力60t	冷却加圧式エチレン

⑳ TOMIWAKA MARU

日之出汽船(Hinode)
旭洋造船鉄工(Kyokuyo)

NK

75 / 6 · 75 / 9

油槽(Oil) · 遠洋

6,273.71 / 3,561.44

130.50

120.00

18.00

10.00

8.25

14,188.00

3,102.84

11,085.16

神発6UET52/90D型

6,000 / 198

5,100 / 188

20.8t/d

18,500

13.938

13.0

／乾燃室

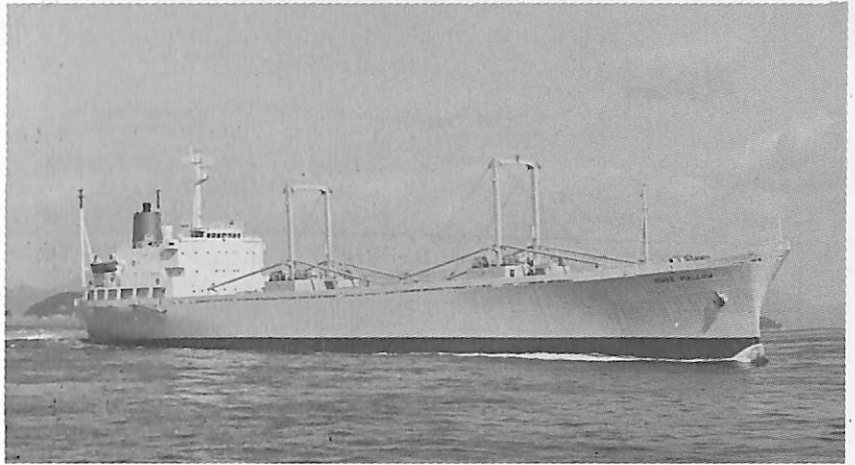
300KVA × 2

12,600

219

1,553

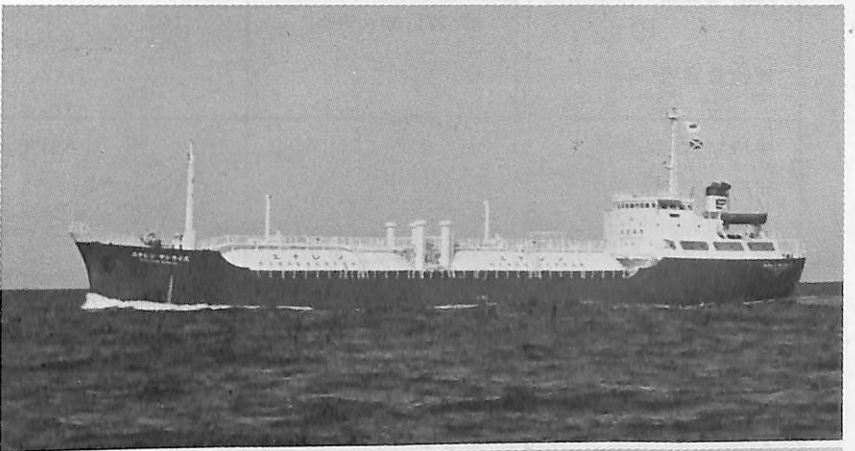
⑰



⑱



⑲



⑳



船名 Name of Ship	㉑ PROSPERITY QUEEN	㉒ MOORFIELDS MONARCH	㉓ JUDITH PROSPERITY
所有者 Owners	Cosmos Navigation Inc.	Orient Steamship Navigat. Co.	Ganis Shipping
造船所 Ship builder	幸陽船渠(Koyo)	笠戸船渠(Kasado)	大島造船所(Oshima)
船級 Class	NK	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/9・75/12	75/8・75/11	75/9・75/12
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	油槽(Oil)・遠洋	油槽(Oil)・遠洋	油槽(Oil)・遠洋
G/T・N/T	44,572.23/33,236.83	44,698.33/34,323.69	44,989.73/35,976.37
LOA(全長:m)	248.364	242.30	241.50
LBP(垂線間長:m)	235.306	230.00	230.00
B(型幅:m)	38.938	40.00	40.00
D(型深:m)	19.050	18.90	18.80
d(満載吃水:m)	13.560	14.183	14.183
満載排水量 Full load Displacement	104,604.00	107,502.00	105,770.00
軽貨排水量(約) light Weight	17,333.00	16,495.00	16,045.00
載貨重量 L/T Dead Weight	85,897.00	89,568.00	88,300.00
K/T	87,271.00	91,007.00	89,726.00
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	—	—	—
主機型式/製造所 Main Engine	IHIスルザー7RND90型	IHIスルザー7RND90型	住友スルザー7RND90型
主機出力(連続:PS/rpm)	20,300/122	20,300/122	20,300/122
MCR			
主機出力(常用:PS/rpm)	18,270/117.8	18,270/117.8	18,270/118
NCR			
燃料消費量 Fuel Consumption	69.15t/d	70.6t/d	69.9t/d
航続距離(海里) Cruising Range	19,200	16,370	15,700
試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed	16.394	16.60	16.627
航海速力 Service Speed	15.5	15.46	15.64
ボイラー(主/補) Boiler	/IHI-ADM-605型 60,000kg/h×1	/IHI-ADM-605型 16kg/cm ² ×1	/55,000kg/h×16kg/ cm ² G×1
発電機(出力×台数) Generator	450V×880KVA×2	ヤンマー450V×900KW×2	ダイハツ6DS-26D
貨油倉容積(m ³)CO T	113,231.1	115,551.33	112,633.1
清水倉容積(m ³)FW T	474.6	485.99	386.8
燃料油倉容積(m ³)FO 1	4,643.2	3,536.71	3,210.9
特殊設備・特徴他	—	イナートガスシステム×1	—

②④ BERGE EMPEROR

Sig. Bergesen
D.Y & Co.
三井造船千葉(Mitsui)

N V

75 / 8 · 75 / 12

油槽(Oil) · 遠洋

211,359.88 / 170,386.69

381.80

365.00

68.00

28.65

22.788

484,355.00

60,656.00

417,007.00

423,679.00

—

三井スタルラバル クロスコンパ
ウンド インプルスタービン×1

45,000 / 80

45,000 / 80

220.5t/d

25,869

15.825

15.3

／三井-FW ESD型
85,000kg/h×2

1,280KW×3、450KW×1

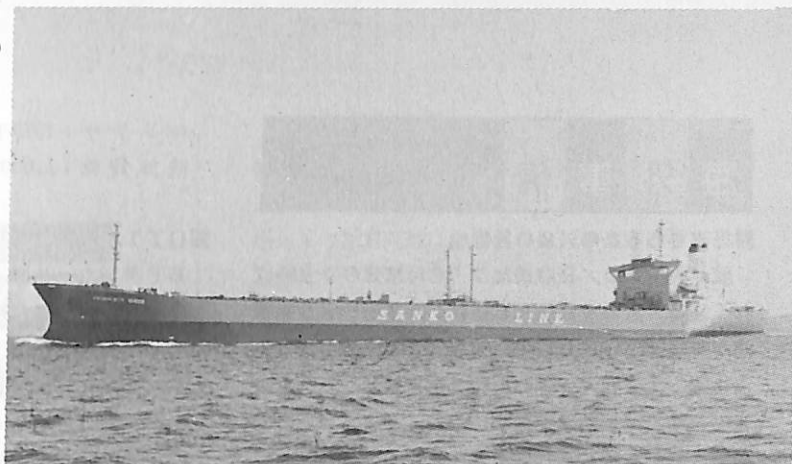
513,679.3

1,136.6

16,977.2

—

②①



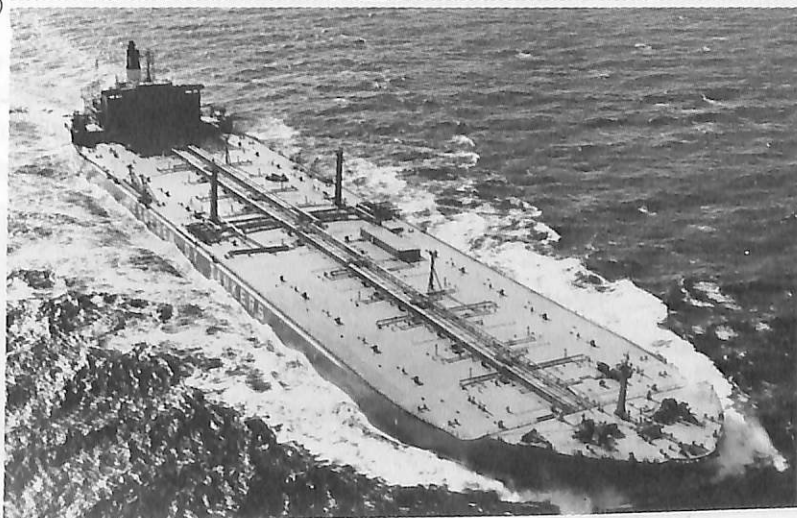
②②



②③



②④



海外事情

■見直されるRO/RO貨物船

航洋大型RO/ROまたは“COMBO”と呼ばれるRO/RO・LO/LOコンビネーション船が注目を集めている。普通、RO/RO船は、船上または陸上にクレーン等の荷役装置を要しないこと、および荷役スピードが極めて早いメリットはあるものの、ブロークスペースが大きく、大きなストエージロスを生ずるために、外航の大型船には競争力がないとみられていた。

しかしオイルショック以後の産油国を中心とする建設ブームのために、港湾設備がボトルネックとなり、長期滞船が顕在化し、船社採算が大幅に悪化するに及んで、特に受入側の荷役岩壁設備の投資を要しないこと、および早い荷役速度のメリットを生かしたバースの回転率向上の要請にも合ったRO/RO船が見直されているようである。

今回は Marine Engineering/Log の中から、‘Distinctive Ship’ 欄のイタリアンラインのコンテナ兼RO/RO兼ヘビーバルクの新しい船型を紹介しよう。

《AMERICANA》号は23,800DWのセルガイド付コンテナホールドを中央部に、船首にはNo.1/2ホールドに50トンシュタルケンデリック装置を備え、床下は液体貨物用のディープタンクを、そして機関室より船首は大型のサイドポートと油圧操作のランプウェイおよび2スピードのプラットホームエレベーターを備え、RO/RO部の7層のデッキのうち4層は可動デッキである。この“Clever Combo Compromise” 船と呼ばれる新船型は、地中海/北米東岸に就航の予定であり、本船建造のITALCANTIERI社の設計になる《TAEPING》クラスの発展型として開発された。要目は下記の通りであるが、特に“FLUME”式アンチローリングシステム、1,000PSのバウスラスタ、自動傾斜修正装置、復元力テスト装置、機関室無人化設備を備えている高グレード船である。

$L_{pp} \times B \times D \times d :$

192m00×30m05×18m19×10m31

DW : 23,800KT

主機 : GEタービン

MCR 38,000PS×120rpm

航海速度: 23kt

コンテナ: 1079TEU

液体貨物: 1,000m³。自動車甲板: 2,800m²

*

■OTTLの多目的ライバー (下図)

BPタンカー社は、発注していた2隻のタンカーをキャンセルした代船として、OTTLと共有の4隻の19型多目的船を三菱重工に発注した。来年後半の竣工予定で船路はまだ決定されていないが、ライナーサービスを主眼としたOTTLらしい、これもかなりグレードの高い船型である。(Marine Week January 23)

本船は多目的船としてはポピュラーな2ローハッチのツインデッカーで、航海速度18ktと比較的高速の部に属するライバーである。本船型の特長は、

- (1) 将来コンテナ船に改装可能なるように、セルガイド取付を考慮したホールドモジュールとなっている。
- (2) コンテナオンデッキ3段積の設計、合計700TEU。
- (3) No.1ホールドは危険品積取可能。
- (4) ハッチカバーは全部油圧開閉機構を採用。
- (5) “ベール”デリック6ギャングの内、中央ホールド用2ギャングは35Tを装備。
- (6) 係船機はすべてオートテンションウインチを採用し、省力化を計っている。
- (7) 船型的にはスペースリッチで8m7の浅い計画吃水を持っている。

主要目はつぎのとおりである。

L_{pp} 154m/B mld 26m/D mld 14.2m

d design/d scant 8.7m/10.4m

DW (at d=10.4m) 19,100KT

ホールド Capacity (グレーン) 31,300m³

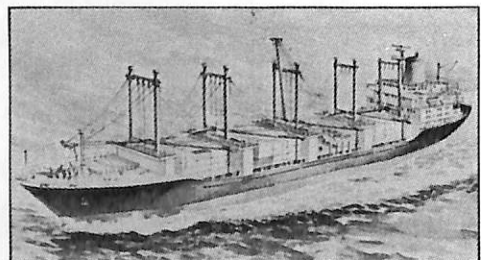
(ベール) 28,800m³

コンテナ 700TEU

主機 三菱スルザー7RND76M

16,800PS×122rpm

航海速度 18kt, 航続距離 12,000sea miles



特許解説

特殊船底を有するバージ〔特公昭50—38873号公報，
発明者；富沢方成外1名，出願人；石川島播磨重工業㈱〕

船舶からバラ物の原料などを荷揚げするのに，アンローダーを用いることが広く行なわれている。バケット式のアンローダにしる，バケットホイール式のアンローダにしる，船舶の船艙部の底あるいは隅部まで，効率よく荷揚げすることは容易でなかった。

本発明は特殊船底を有するバージに関するものであり，荷揚げ時，バケットホイールを直接船底に投入できて，原料の荷揚げを迅速かつ容易に行なうようにするものである。

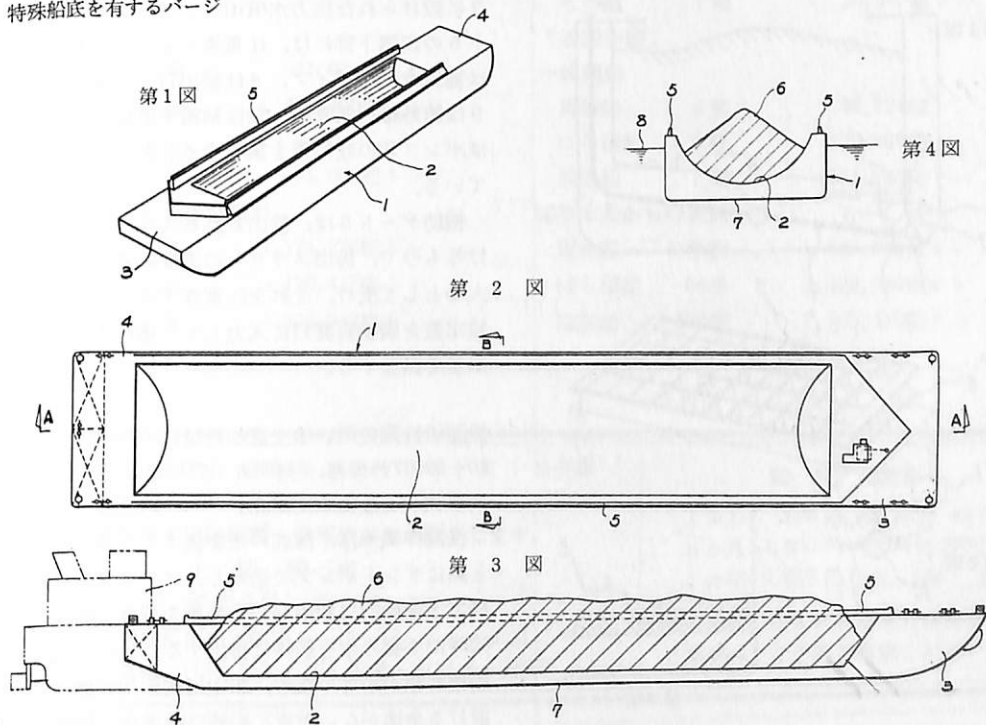
図面を参照して説明すると，船底1の船首3から船尾4の長手方向にわたり，船底2を第4図に示すように，断面が半円形状となるよう構成する。5は船体1の左右両舷に，船体1の長手方向に沿い設けられたレールを示す。7は船底部，9は自航バージとする時の船尾部に搭載されるエンジンを示している。

このバージを用いた荷揚げ時の状態を示すと，使用されるアンローダーとして，周囲にバケット10を取付けたバケットホイール11を，走行車輪13を備えたバケットホイール支持フレーム12に内部フレーム14を介して取付け，シーブ15および16との間のワイヤにより昇降可能に設けられたアンローダが用いられ，バケットホイール支持フレーム12の車輪13を，バージ1のレール5上に位置させ，バケットホイールを回転させるとともに，バージの長手方向に順次移動することにより，荷揚げが行なわれる。

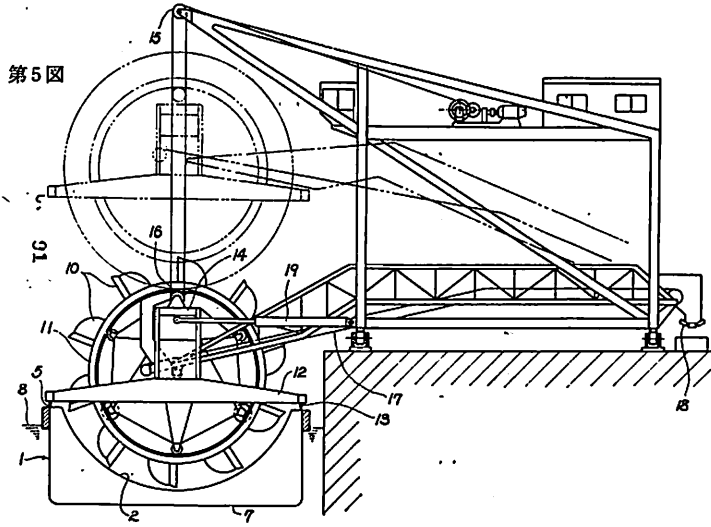
バージの船底部2は，その断面が半円形であるため，バケットホイール11は船底内面に沿い移動する状態となり，原料は迅速に効率よく荷揚げされる。

船艙内鉱物のスラリー化装置〔特公昭50—39316号公報，発明者；老田芳行外2名，出願人；住友重機械工業㈱〕

特殊船底を有するバージ



第5図



鉄鉱石などの鉱石輸送船において、最近、陸揚能力を増すため、被輸送物である鉱石を船艙内でスラリー化してポンプで揚送するスラリー輸送が行なわれている。

しかし、比重の大きな鉱石の輸送であるので、終始スラリー濃度を一定に保って輸送することは困難であり、濃過ぎた場合は輸送系統配管が閉塞され、薄過ぎた場合はエネルギーを使用して水ばかりを輸

送することになる。従来の輸送配管中のスラリー濃度は、閉塞を恐れるあまり、約30重量%であった。

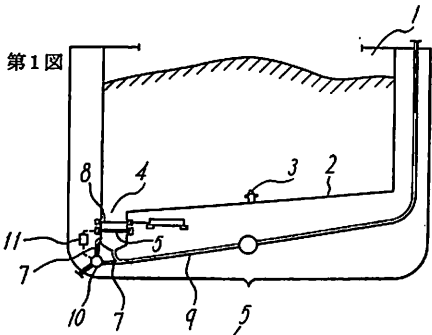
本発明は、上記スラリー輸送における、スラリー濃度における問題点を解決するためになされたものであり、スラリー濃度を常時設定値内に保つことにより、輸送時のスラリー濃度を、60~70重量%の高い値に求めることを可能にしたものである。

図面を参照して説明すると、船艙1の船底2の中央部または隅部に排出口4が設けられ、排出口4には格子状の補助ゲート5が取付けられる。3は船底2に設けられた圧力水噴出ノズルである。補助ゲート5の四隅下部には、圧電素子6が設けられる。7は補給水供給パイプ、8は排出口4の開閉ゲート、9は艙外輸送系管路、10は補給水供給用ポンプ、11はポンプ10の吐出量を調整する装置をそれぞれ示している。

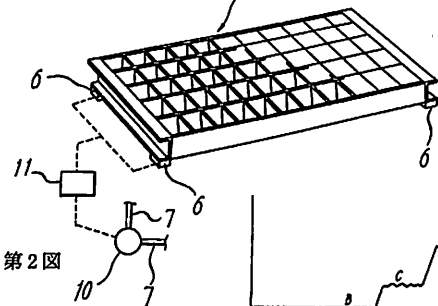
補助ゲート5は、排出されるスラリーの抵抗を受けるもので、排出スラリーの濃度の濃薄をロードの大小として受け、それを圧電素子6で検出し、この検出値を調整装置11に入力して、補給水ポンプの吐出量を調整する。

船艙内鉱物のスラリー化装置

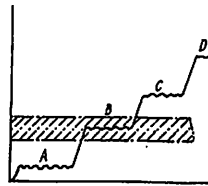
第1図



第2図



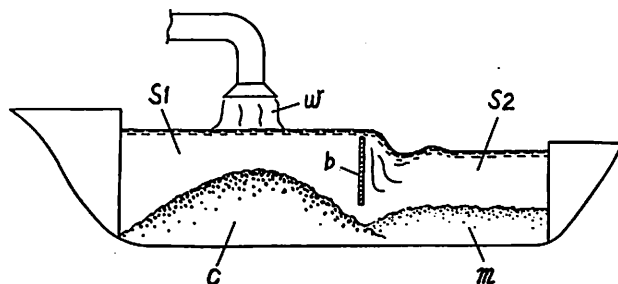
第3図



界面活性剤を用いる土運船の積込み処置法〔特公昭50-39917号公報、発明者：野村昂、出願人：山水商事㈱、三菱化成工業㈱〕

浚渫作業では、海底の土を浚渫した後これを海水と共にサンドポンプで送水し、プースター船などを経て土運船内に放出し、土のみを船底に沈澱すると同時に不要の水を船外に排出する。しかし土運船の船槽容積が小さいため、船中に沈澱用の静水部など設ける余地がないため、船外に排出され排棄水の中

界面活性剤を用いる土運船の積込み処置法



に、多量の微細泥土が残り、採土の効率が悪いとともに浚渫区域外に広範な濁水域を生じるという問題があった。

本発明は、上記のような背景のもとになされたものであり、図面を用いて説明すると、サンドポンプから送られてくる排送水に、界面活性剤を注入して、土運船の一區画 S₁ 内に放出する。土運船の第 1 の區画 S₁ 内の水の界面活性剤は、まだ十分均一化されていないので、界面活性剤の効果はあまり発揮されないが、土砂の中の粗粒 C は自重によって沈降推積する。この區画 S₁ で沈降しない軽い微粒 m

は、水とともに堰 b を流下して區画 S₂ 内にはいる。堰下を超える乱流により、界面活性剤が水と十分混合されて均一分布すると、その凝結性が発揮されて、軽い微粒 m は、區画 S₂ 内に沈降する。界面活性剤としては、凝結性のポリアクリルアミドなどが用いられる。

本発明による土運船への積込み処置法を用いることにより、船外への排水に濁りが少なく、採土の歩留りを改良することができる。

(特許庁審査第 1 部分類審査室 幸長保次郎)

圖 1 月の輸出船契約・通関実績 (日本船舶輸出組合調べ)

〔契約実績〕			その他	7 隻	26,340 総トン
新規受注			〔通関実績〕		
貨物船	6 隻	71,600 総トン	一般鋼船		
ばら積船	22 隻	379,400 総トン	貨物船	6 隻	36,124 総トン
代替受注			ばら積船	8 隻	239,609 総トン
ばら積船	3 隻	61,900 総トン	油送船	7 隻	581,624 総トン
50年 4 月からの新規受注累計			50年 4 月からの累計		
貨物船	159 隻	1,374,278 総トン	貨物船	96 隻	636,616 総トン
ばら積船	168 隻	3,126,417 総トン	ばら積船	64 隻	1,428,936 総トン
油送船	13 隻	356,949 総トン	油送船	102 隻	7,905,349 総トン

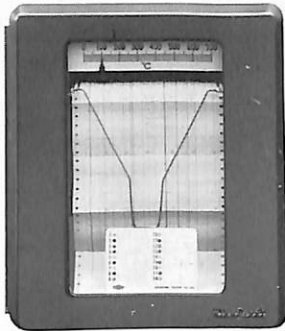
船 舶 第 49 卷 第 3 号 昭和 51 年 3 月 1 日発行
 3 月号・定価 800 円 (送料 45 円)
 本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。
 編集兼発行人 土肥 勝 由
 発行 所 株式会社 天然 社
 〒 104 東京都中央区銀座 5-11-13 ニュー東京ビル
 電話・(03) 543-7793 振替・東京 6-79562

船 舶・購読料

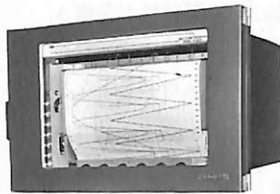
1 カ月 800 円 (送料別 45 円)
 6 カ月 4,800 円 (送料別 270 円)
 1 カ年 9,600 円 (送 料 共)

*本誌のご注文は書店または当社へ。
 *なるべくご予約ご購入ください。

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

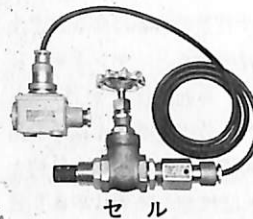
同時刻に起った異相現象を250mmの記録紙巾一杯に交叉して色別実線ペン書きによる同時記録ができます。1~6ペンがあります。



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)、高圧用(150kg/cm²)とあります。

ZERO SCAN SYSTEM®

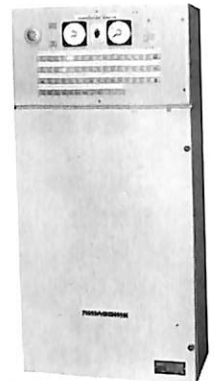
本SYSTEMは当社が船舶自動化用として他に先駆けて開発した全く新しい理想的なSYSTEMであります。

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。

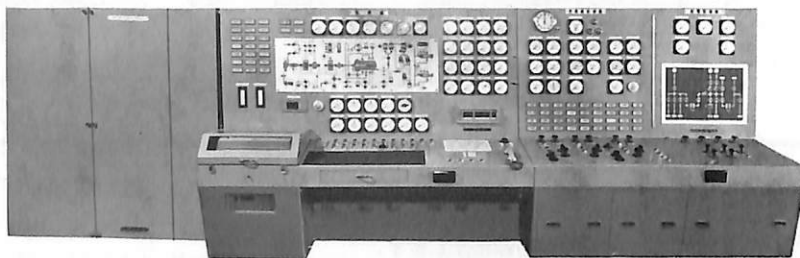
実績5万点以上

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

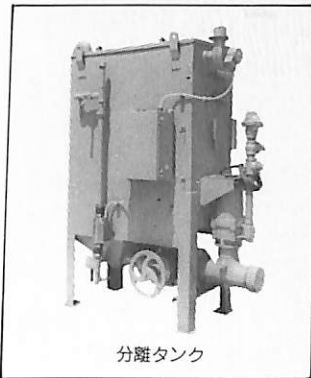
本社・工場：東京都目黒区中央町1-9-1 TELEX: 246-6184 〒152
 本社営業部：東京都目黒区柿ノ木坂1-17-11 TEL: 03 (723)3431(代)〒152
 大阪営業所：大阪市東区本町1-18 山甚ビル内 TEL: 06 (261)7161(代)〒541
 小倉営業所：北九州市小倉区北米町1-1-5 小倉朝日三井ビル内 TEL: 093(551)0288(代)〒802
 横浜工場：神奈川県横浜市緑区青砥町342 〒226

THE NO WATER
NO DISCHARGE
SYSTEM.

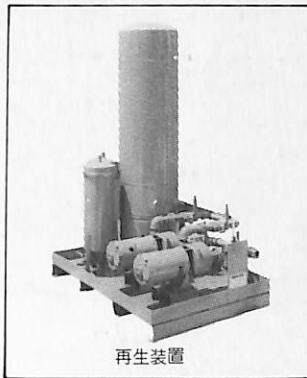
技術提携▶クライスラーコーポレーション宇宙開発事業部

無廃水し尿処理装置

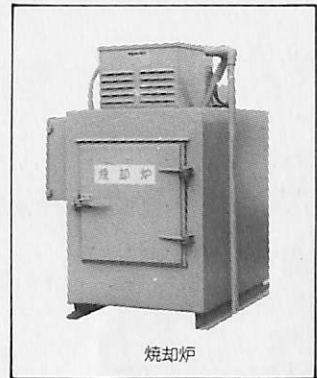
船舶用 **AQUA-SANS** アクアサンズ



分離タンク



再生装置



焼却炉

アクアサンズは、水を使わないでし尿を処理する装置です。水の代わりに特殊なフラッシュ液を使いますが、この液は循環して何度も再使用できます。もちろん人体に無害で、つねに無色透明。汚物は完全焼却しますので清潔です。

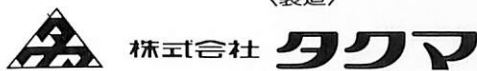
型式	対象人口 (人)	使用可能回数 (回/1日当り)	総流量 (m ³ /1日当り)	生し尿流量 (ℓ/1日当り)
A	20	140	2.3	38
AB	50	350	5.7	76
B	160	1,120	19.0	250
C	320	2,240	38.0	500
D	600	4,200	76.0	910

- 上記各型の中間容量、大容量についてもご相談に応じます。
- 各型共各種船用規格に適合するよう設計できます。

船舶のトイレにぴったり

- 水を使わない無水型です。
- 海洋汚染防止に即した無公害クローズドシステムです。
- 設置は容易で、スペースもわずかです。
- 完全自動化で取扱いが簡単です。

〈製造〉

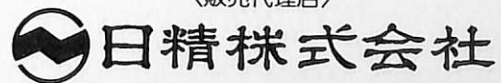


株式会社 **タクマ**

本社／大阪市北区堂島1丁目16

●●●お問合せは●●●
 本社 (06)346-5161
 東京支社 (03)271-2111
 名古屋支社 (052)571-5211
 福岡支店 (092)721-7651
 札幌支店 (011)221-4106
 広島営業所 (0822) 28-0338
 仙台営業所 (0222) 22-3042

〈販売代理店〉



日精株式会社

機械第一本部

本社／東京都港区西新橋1丁目18番17号(明産ビル)

《お問合せは》

本社 (03)502-3471
 大阪営業所 (06)341-3902
 名古屋営業所 (052)571-8476
 福岡営業所 (092)781-4436
 日立営業所 (0294)21-4464
 札幌営業所 (011)231-8513
 広島営業所 (0822)21-4987
 仙台営業所 (0222)63-2378

あなたのそばに信頼の技術



太平洋の激しい風浪に直撃される

FRP製 **25.1m**
定期旅客船

江島汽船有限公司殿納入「第八江宝丸」

わが国でたったひとつの純漁村、宮城県^{えのしま}江島の人口800の風光明媚なこの島の、唯一の交通機関です。激しい太平洋の風浪に直撃され、濃霧におびやかされるこの定期離島航路では、特に安定性にすぐれ、欠航を最少限にすることが必要でした。現地岸壁に対応した接岸、旅客定員を最大限に、生活物資や海産物の変動重量などを考慮した復原性の高い、常に適当な範囲内にトリムを保持した定期旅客船です。

材質：FRP(強化プラスチック)
全長：25.1m
幅：4.8m
深さ：2.0m
総噸数：67.76t
主機関：船用ディーゼル400ps×1基
速力：約12kt
定員：旅客65名 乗員4名 合計69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