

11

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING

船舶

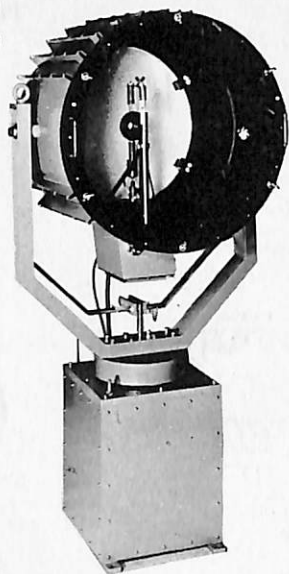
First Published in 1928
No. 530



有明工場

 日立造船

世界的水準をはるかに抜く明るさ!!



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

高性能 **リモコン** キセノン探照燈

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

形 式	ランプ容量	最大光柱光度	照射距離	定格電圧・周波数
RCX-40	(呼称) 1KW	3000万cd	10km	A.C.220V 1φ50/60Hz
RCX-60A	(呼称) 1KW	6500万cd	12km	A.C.220V 1φ50/60Hz
RCX-60B	(呼称) 2KW	8000万cd	13.5km	A.C.220V 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

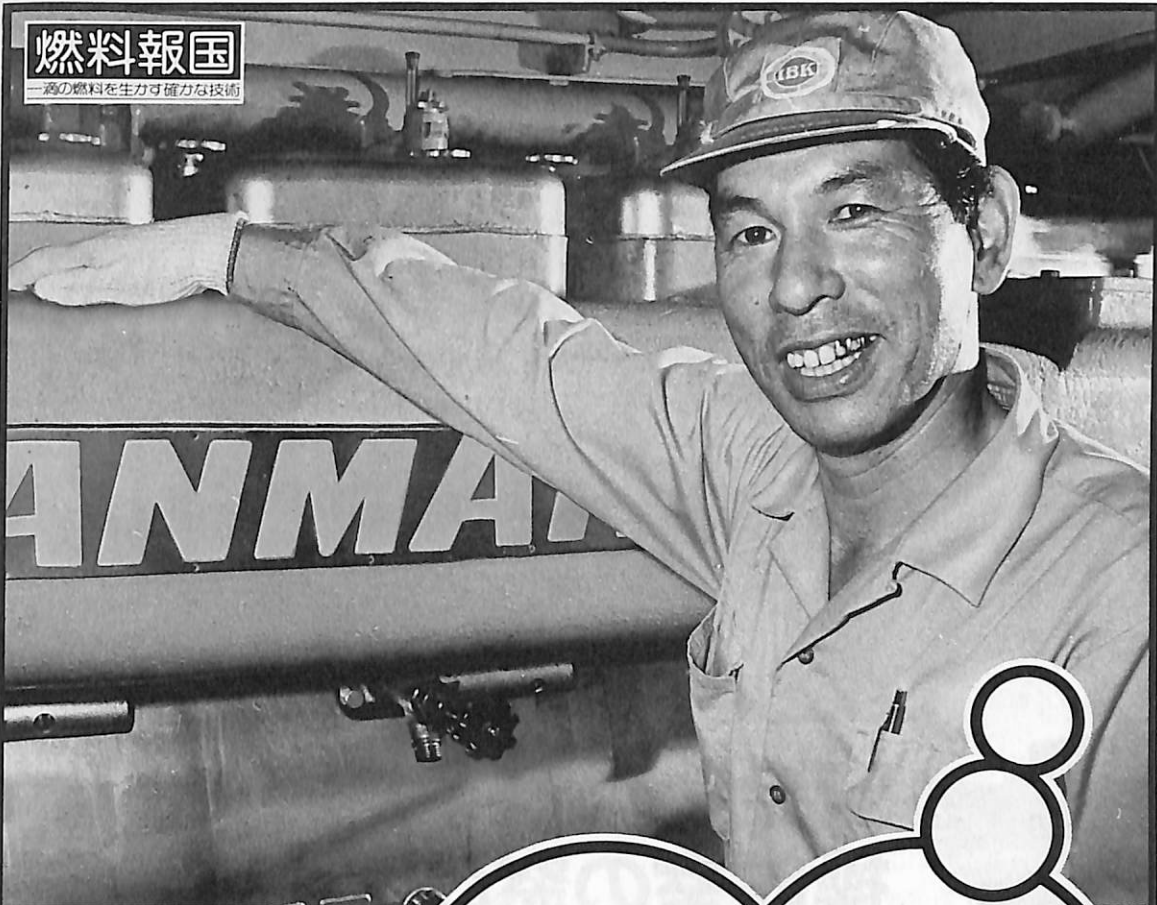
の日本工業規格表示許可工場

三信電具製造株式会社

●本社/東京都千代田区内神田1-16-8 ☎(03) 295-1831(大代)
 ●東京発送センター☎(03)840-2631代 ☎7分機転送センター☎(092)771-1237代 ●北海道配送センター☎(0138)43-1411代 ●福岡営業所☎(092)771-1237代
 ●高松営業所☎(0678)21-4969 ●愛媛営業所☎(0143)22-1618 ●遠畿営業所☎(0143)43-1411代 ●石巻営業所☎(0225)23-1304 ●工 場☎(03)848-2111代

燃料報国

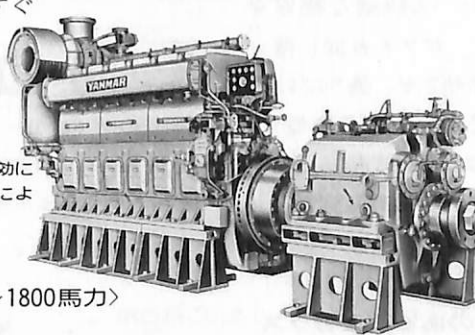
—高の燃料を生かす確かな技術—



石油流出事故による海上汚染は、深刻な社会問題となっています。流出事故の防止、迅速な災害処理は防災船『だいおう』の重要な使命です。四日市の石油コンビナートで大形タンカーのエスコート、給油時の監視、船舶火災の消火活動など、海の安全を守っています。ヤンマーディーゼルエンジンは『だいおう』の主・補機関として活躍。緊急出動時にも、つねに最高の性能を発揮します。ヤンマーディーゼルのすぐれた耐久力と高速・高出力が伊勢湾を守る海の男たちの厚い信頼をかち得ています。

●軽量・コンパクト、機関室が広く有効に使えます●ヤンマー独自の燃焼機構により運転費・維持費は安くすみます

船舶主機 6Z形シリーズ〈1400～1800馬力〉
6G形シリーズ〈800～1200馬力〉



いざという時のために……
エンジンの性能は、
ベストでなくっちゃね。

伊勢湾防災(株)防災船『だいおう』機関長 中井敏男さん
(43才)

- 船舶主機用3.0～1800馬力●
- 船舶補機用3.5～2900馬力●

ヤンマー
ディーゼル

●お問合せは(阪神ディーゼル事業部・企画部)まで。  ヤンマーディーゼル株式会社

(本社)大阪市北区東茶屋町02(〒530) TEL(06)372-1111(代)
(阪神ディーゼル事業部)船橋市長興東通1-1 TEL(06)480-1111(代)
(支店)札幌・東京・名古屋・大阪・高松・広島・福岡(営業所)仙台



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の手間がありません。

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1期



目次

新造船の紹介

- 長崎大学水産学部練習船“鶴洋丸”……………柴田恵司…15
 MV-CP20 高速旅客船の誕生……………村上雄三…89
 非対称カタマラン型高速旅客船“ぶるーほうく”……………94

- プレストレストコンクリート船……………三浦信和…24
 シミュレータ特集・その3
 IHI操船シミュレータの紹介……………森正彦・田中稔…38

運 載

- 海上交通管制<3>……………飯島幸人…50
 LNG船—その4 / 材料・溶接および破壊力学<15>……………恵美洋彦・伊東利成…60
 日本造船研究協会の昭和48年研究業務について……………日本造船研究協会研究部会…80

運 載

- 講座・ディーゼルエンジン<9>……………斎藤善三郎…102
 海外文献
 ピッチと翼幅のプロペラ性能へ及ぼす影響<2>……………R.W.L Gawn…107

- 潮 流……………木下昌雄…48
 竣工船一覧……………112
 NKコーナー……………126
 Ship Building & Boat Engineering News……………127
 特許解説……………幸長保次郎…128

海外事情

- 幅広、浅吃水の多目的セミコンテナ船 StaFF20……………37
 SSV—新しいオフショアの動脈……………93

表紙……………日立造船有明工場 / 昭和49年10月、熊本県長洲町に完成。総面積約152万平方メートルのうち約96万平方メートルの敷地が造船部門にあてられ、長さ620メートルと380メートル（幅はいずれも85メートル）2基のマンモスドックをはじめ、各種の近代的な設備を使って、40万～50万トンクラスのULCCを年間4隻連続建造することができる。

安全運航・経済運航に威力を



発揮します。

IBM

船舶搭載用

IBM船用/航海システム

船橋に置かれる装置<ブリッジ・コンソール>

写真は、このシステムの中で、航海士の方々が直接操作される装置——IBM5090ブリッジ・コンソールです。

この装置の左側のスクリーンには、レーダーがとらえた16.5海里以内のターゲットが、危険度の高い順に映し出されます。そして、それらのターゲットの距離・方位・速度・進路・最接近距離・最接近時間などが、右側のスクリーンに数字と文字で表示されます。

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

データの解析・処理は

<IBMシステム/7>が

ブリッジ・コンソールをとおして、航海士の方々にさまざまな情報を提供

するのは、船舶搭載用に補強されたIBMの高性能コンピュータ——システム/7です。

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

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

座礁予防にも… 適応自動操舵にも…

船の船位はシステム/7がたえず把握しています。船が

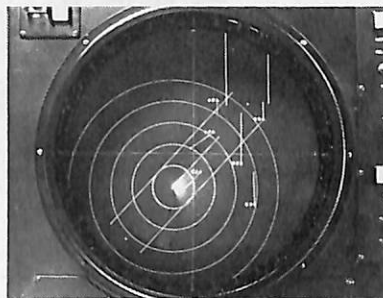
航路帯からはずれかかると、システム/7はブリッジ・コンソールを介して自動的に警報を発し、座礁の危険を回避できるよう航海士の方々に知らせます。また、航路計画に基づいて次の変針点までの距離を計算するのもシステム/7の仕事。航路の変更も、ブリッジ・コンソールのキーを押すだけで簡単にできます。

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

プログラムもIBMが提供します

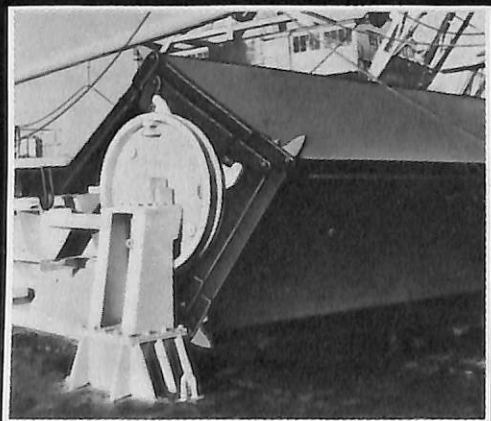
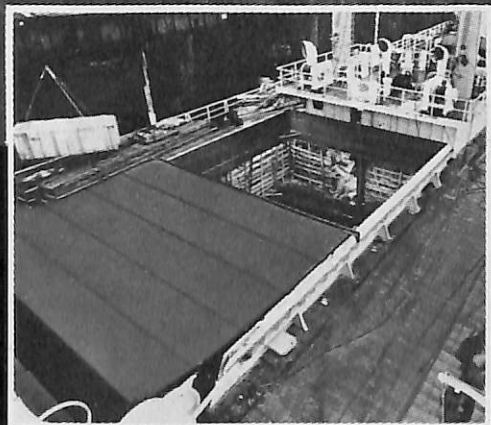
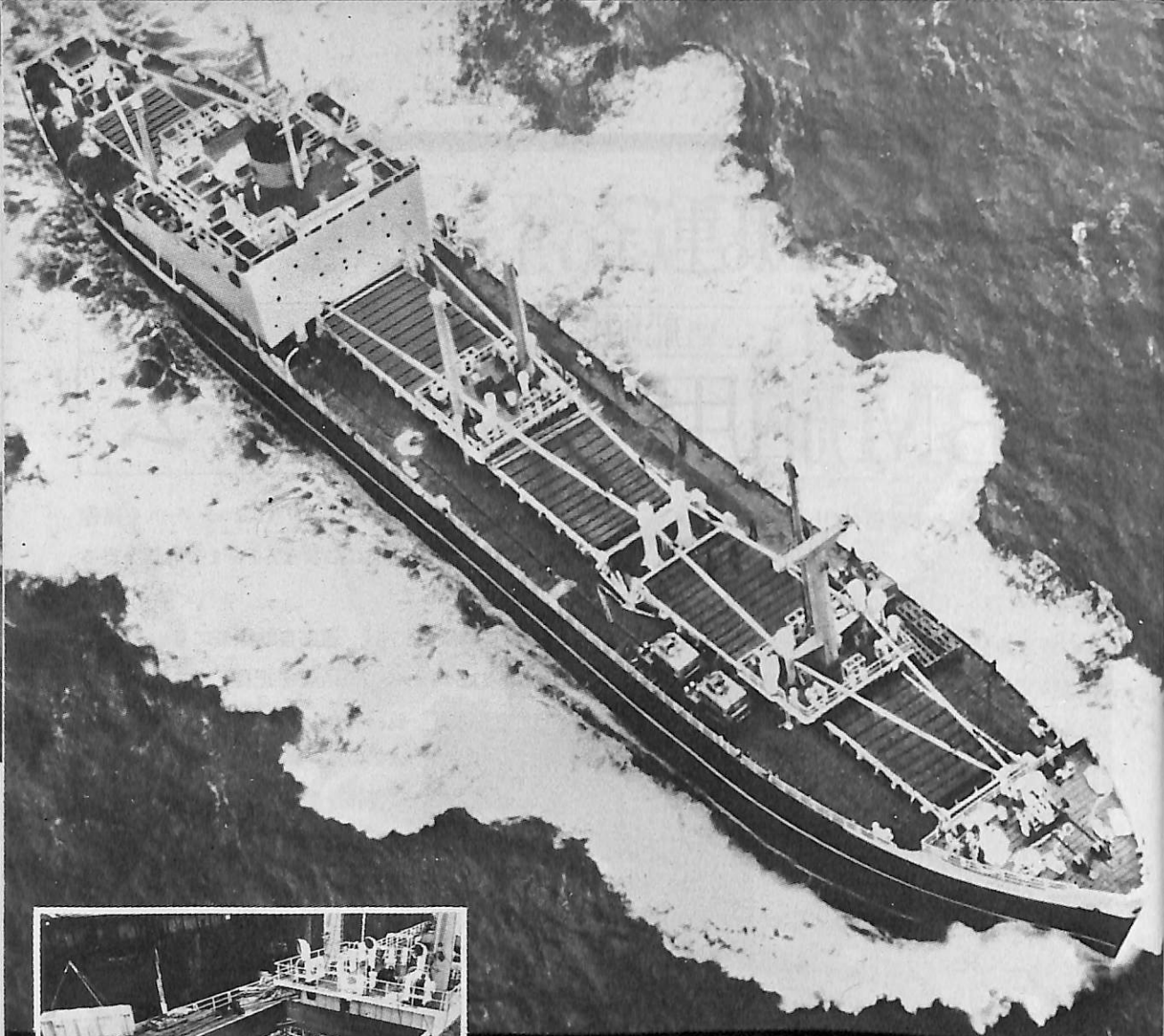
このIBM船用/航海システムには、上記の諸機能を実現するためのプログラムが用意されます。また、システムの維持・保守に万全を期すべく、世界の主要な港にサービス・ポートを設置する予定です。

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



データ・ディスプレイ表示例

OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100



完全自動ハッチカバー “MacGREGOR ROLLTITE”

荷役時間の節減と省力化は世界共通の命題です。“MacGREGOR ROLLTITE”はカバーの開閉、締付共に完全に自動化されています。

このカバーの優秀性はSD14型船“ARRINO”（写真）で認められ、特に標準船型に最適であることが実証されました。

極東マック・グレゴリー株式会社
東京都中央区八丁堀 2 7 1 電話 (03) 552 5101 (代表)

 **NAVIRE**
CARGO GEAR

&

KYB

船用機器のトップブランドです



あすをつくる

KYB

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

カヤク  **萱場工業**

本社／東京都港区浜松町2-4-1 (世界貿易センタービル)
船用システム営業本部／東京都港区芝大門2-11-1 (富士ビル)

☎ (03) 437-1581 (代)

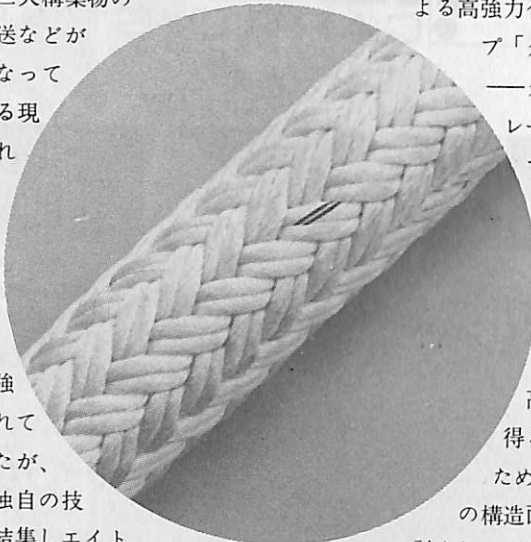
高強力 合繊ロープ「タフレ」

昭和50年6月NK認可

ダブルブレードロープ

船舶の大型化、タグボートの高馬力化、巨大構築物の海上輸送などが盛んになってきている現在、これに使用される合繊ロープの高強力化が強く望まれていましたが、当社は独自の技術力を結集しエイトロープ編索機(TOSCO)の考案

に続いて、ロープ構造面の改良による高強力合繊ロープ「タフレ」——ダブルブレードロープ——を完成しました。ロープを太くせず高強力を得る目的のため、ロープの構造面から検討を加えて完成したロープが「タフレ」であります。

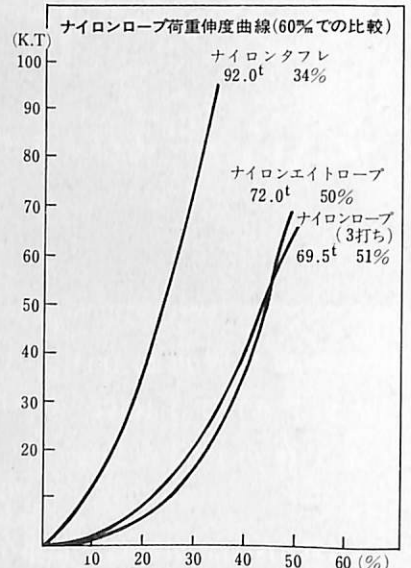


〈構造〉

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

〈特長〉

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



〈規格〉

径寸	ナイロンタフレ		ナイロンエイトロープ		ナイロンロープ(3打ち)	
	重量/100m	引張り強さ	重量/100m	引張り強さ	重量/100m	引張り強さ
40	104	38.0	96.5	28.1	97	27.8
42	113.5	41.3	106	30.7	107	30.4
45	130.5	46.9	120	34.5	122.5	34.6
50	160	57.0	153	43.5	151.5	42.1
55	193	68.2	185.5	52.0	183.5	50.3
60	229.5	80.3	224	61.5	219.5	59.1
65	269	93.5	261	70.6	261	68.5
70	312	107	302	81.2	300.5	78.7
75	361.5	124	346.5	92.4	346.5	89.5
80	412	140	395	106	394	101
85	462	156	436	115	438	116
90	518.5	175	490.5	128	491.5	126
95	578.5	194	550	142	547.5	139
100	639.5	215	605	157	606.5	153

(注) 引張り強さは、標準引張り強さを表示

〈用途〉

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



東京製綱索株式会社

カタログご請求お問い合わせは
下記営業所へ……………どうぞ

油汙過作業の省力化…

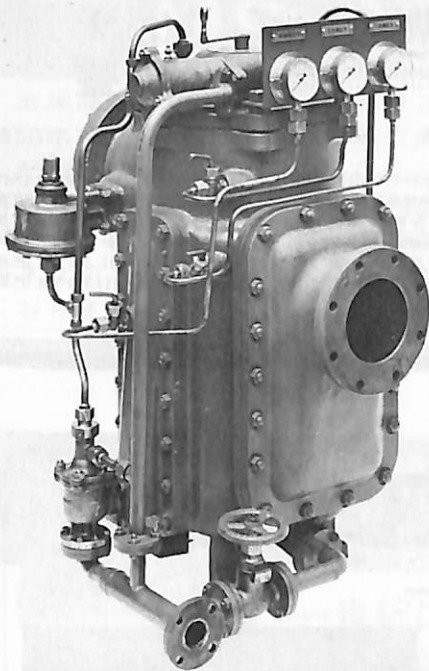
特許 機関室を広くする

マックス・フィルタ―シリーズ

日本舶用機器開発協会助成品

MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器



LS型の特長

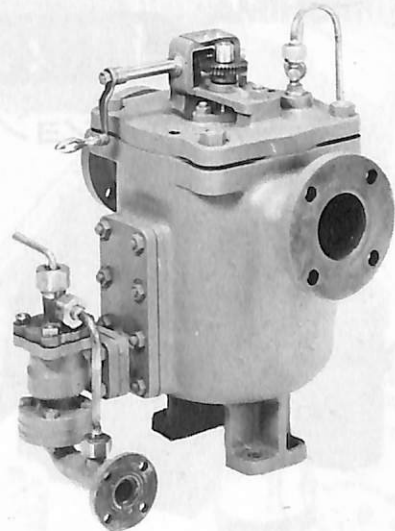
- 動力一切不要
- 設定された差圧になると自動逆洗
- 手動逆洗もワンタッチで可能
- 世界特許・液圧往復運動機・ハイドロレシプロケーターを採用

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

LSM型の特長

- 一分間で逆洗終了
- 手をよごさぬワン、ツー、スリー操作でOK



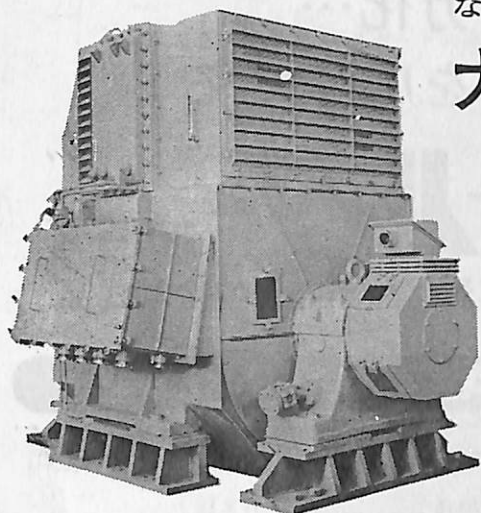
単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

N 新倉工業株式会社

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

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)

MISHIMA

鋼板表裏位置検知装置

ポジション・ディテクター

新製品



MODEL
PD-200

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

■用途

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

三島光産株式会社

〒174 東京都板橋区舟渡4-12-28

☎(03) 967-3261(代)

営業分室(直通) 0484-21-2085

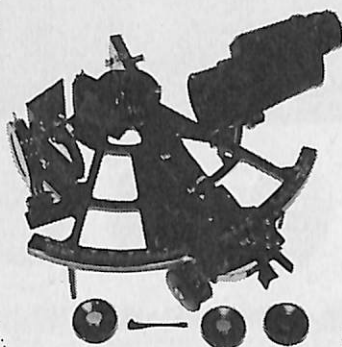
- イ. X線非破壊検査のフィルム位置確認
- ロ. 鋼板をはさんだ突き合わせ溶接の位置合せ
- ハ. 穴あけ位置の指示
- ニ. 野書き位置の指示
- ホ. その他鋼板表裏位置確認

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 タイヤルは白色エナ
メル仕上

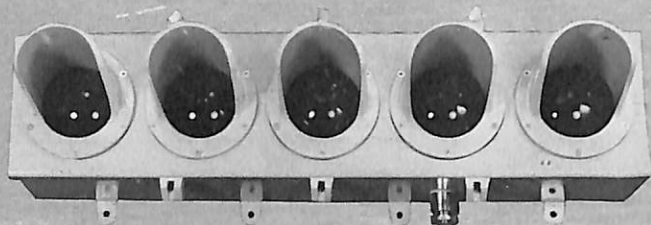
総代理店 **村木時計株式会社**

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

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—

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

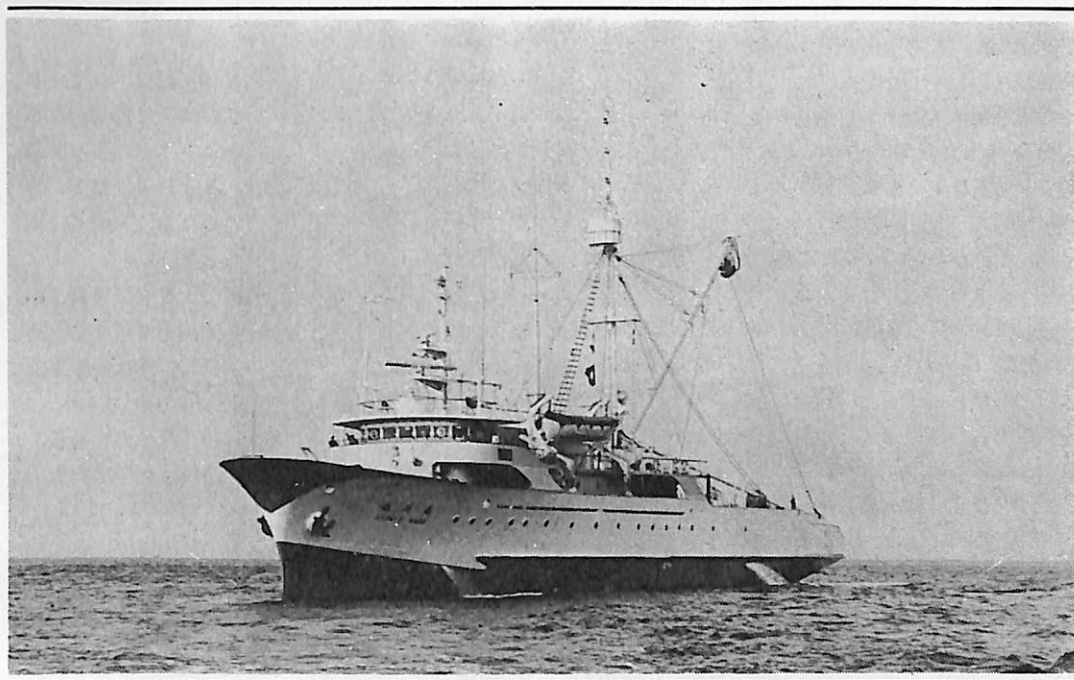
船舶の省力化と安全に貢献する

株式会社

宇津木計器

本社・工場
大阪営業所

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



T/S KAKUYO-MARU, Faculty of Fisheries, Nagasaki University

長崎大学水産学部練習船

鶴 洋 丸

柴田 恵 司
長崎大学教授

長崎大学水産学部練習船「鶴洋丸」は今年6月30日、林兼造船横須賀造船所において完工、引渡しをうけた。

本船は本学部学生、特に将来、漁船乗組員を指向する学生の洋上実習の場であると同時に、大学の練習船として、調査研究の場であることも併せて要求されている。そのため本船には学生実習のために、NNS Sを始めとする最新設備と“かつお、まぐろ”旋網漁撈設備を、また教育研究のために、wet, dry 2種の研究室を備えている。なお、本船は9月20日長崎を出航し、太平洋赤道域における漁場調査に向った。

船型および一般配置

本船は船体中央から前部を船橋甲板室を含む居住区画とし、その後方に機関室を有する全通甲板で、球状船首と、船尾に slip way を設けている。

一般的に本船は写真および一般配置図に示すごとく、米国の“かつお、まぐろ”旋網漁船 (American tuna seiner) に準じた配置となっている。すなわち、船首寄りに船橋、船体ほぼ中央の主橋上に見張台 (投揚網時の指令センター)、船尾作業甲板の前部に purse winch、後端 slip way 直前に漁網格納場が設けてある。

また、作業甲板と左舷海面全体が充分見渡せる端艇甲板左舷後縁にウインチ制御卓を設け、パウスタスター、パワーブロックおよび荷役用各ウインチを含む計12台の漁撈用ウインチを集中制御できるシス

テムとした。なお主ウインチのみは機側にも制御卓を設けた。

付属漁艇は 200HP×2軸の9m skiff boat (以下大発)×1隻と、40HP、6m FRP漁艇×2隻を搭載し、前者は主に曳船として用いられ、船海中は slip way 上に固縛される。また、FRP艇は雑用に用いられるが、内1隻には魚群探知機(50KHz)とかつお漁用散水装置を設けている。

魚倉(80m³)は機関室の後部に配置され、濃塩水を冷媒(-17℃)とするブライン方式凍結船である。その他、-50℃、1.5トン/36時間のセミエアブラスト方式急速冷凍装置を第二甲板にある処理工場区画の左舷に設けている。

ブライン船は凍結完了後、冷媒をシフトし、艙内のヘヤピンコイルのみによる保冷艙(-45℃)としてそのまま転用される。なお載貨容積はマグロにして約36重量トンである。

操業の場合、本船の左舷側に長さ1,500m×深さ280mの平板状の網を魚群の周囲に展開し、揚網作業はパワーブロック、パースウインチ等によって実施されるが、この間本船は網方向に引寄せられる傾向を生ずる。そこでこれに対応して、右舷側に大発で曳航させると同時にバウスラスタも使用される。

教育研究設備

学生居住区画は下甲板中央より前方に、食堂兼講義室を囲んで各6人用の学生室7室が配置されている。なお、学生の生活環境について充分配慮された

諸設備がなされている。

海洋観測用各ウインチが右舷側に配置されているため、水産海洋関係の実習および研究に供せられる第一研究室は甲板後端右舷にある。本室の主な装備は、電磁海流計、深層測流計、X-BT、BT、STD、塩分計、溶存酸素測定器のほか、一般海洋観測機材である。

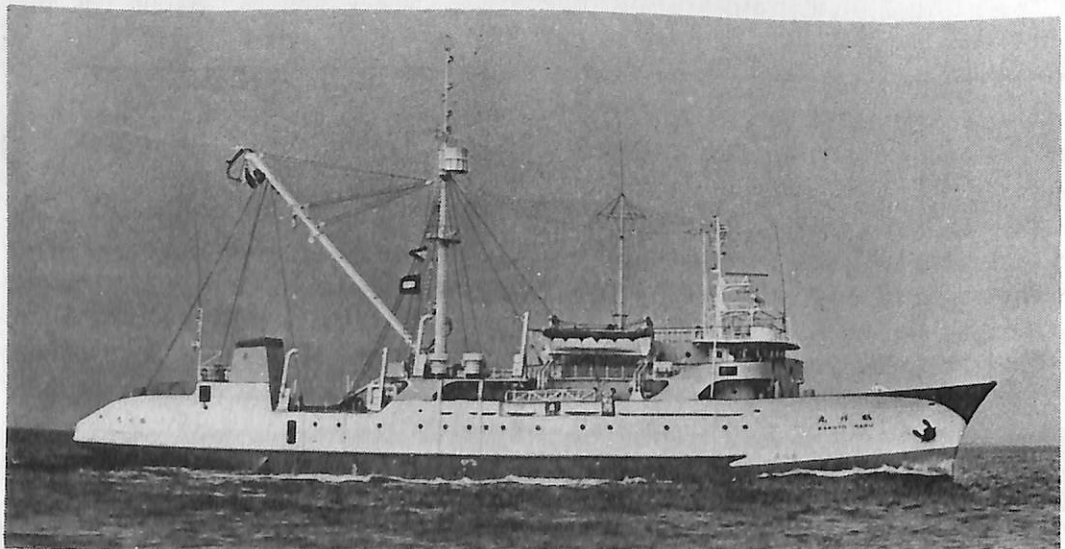
また第二研究室の各測定装置および変換装置は、すべて漁具張力と船体運動との関係を解析するために構成されている。すなわち本船の各部に配置された発信器から、次のものが本室に導かれている。i) パワーブロック荷重、ii) パースウインチ荷重、iii) 船首方位、iv) 船速、v) 舵角、vi) 風向風力である。

また本室に装備されている主な計測器は、vii) 実船計測装置(6ch.)、viii) プイ式波浪計である。i~viiiのうち6ch.を任意に選択し、データレコーダーを経て、本室内のCPUに直機入力される。

本室の電子計算機はDTSK、MT、16K語記憶装置等で構成されている。

主要目

全長	63.65m
登録長さ	59.51m
垂線間長	58.00m
幅(型)	11.85m
深さ(型)	7.60m



鶴洋丸の全姿

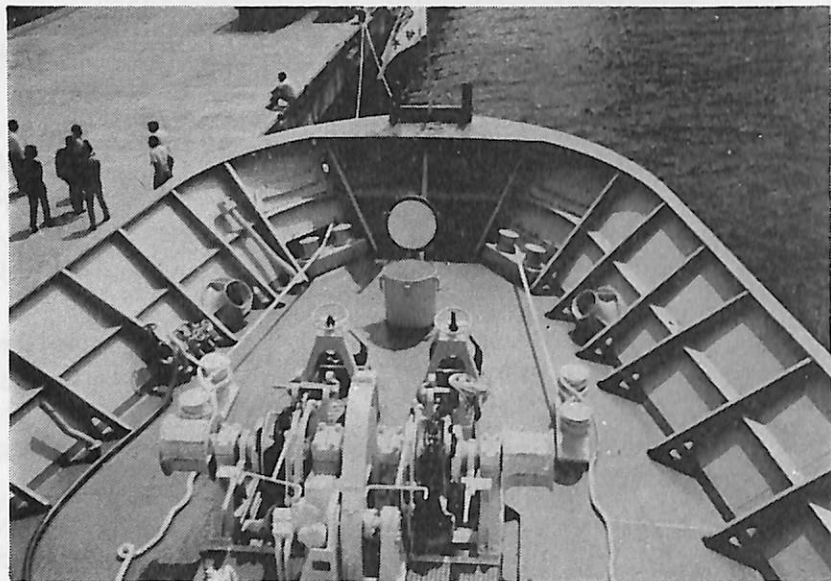
①



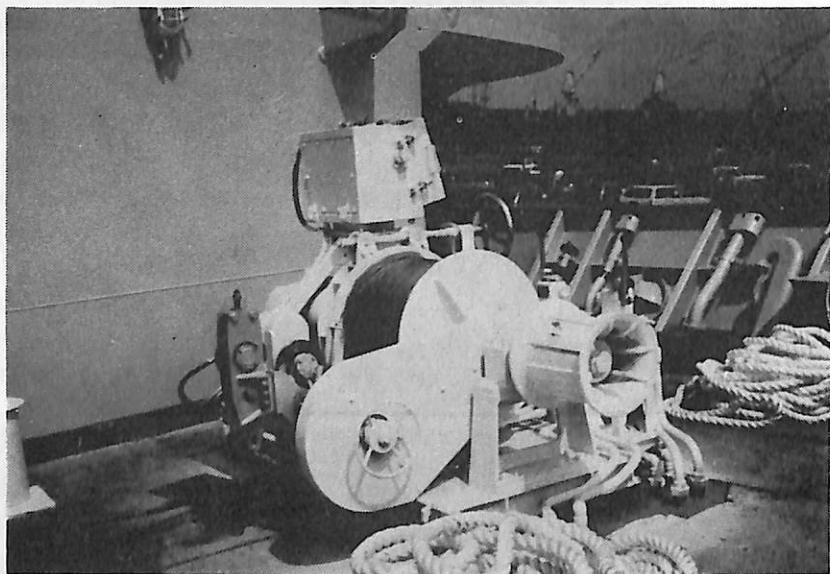
本船の船尾はアメリカ式まき網漁業を行なうための特殊な形状を示している。9 M形スキフボート引き揚げ用のスリップウェーを設け、その前方は広い網置場になっており、網の繰り出しに差し支えないよう角は滑らかにしてある。

計画吃水	4.60m	乗組員	職員	12名
総トン数	1,044.38tons		部員	20名
純トン数	352.72tons		研究員	4名
魚艙（ベール）	80.00m ³		学生	42名
燃油艙	571.41m ³		合計	78名
清水艙	80.26m ³	船級、資格	J G, 第三種漁船	
潤滑油艙	25.82m ³			
主機関	4 サイクル過給機付ディーゼル機関			
連続最大出力	2,800HP×600rpm			
推進器	可変ピッチ（285rpm 以下）			
バウスラスタ	可変ピッチ式推力3 tons			
主発電機	A C 450V 450KVA×2台			
試運転速度	16.02節			
航海速度	約14節			
航続距離	15,000浬			

本邦最初の旋網漁船としての練習船の建造に当り、水産関係各位のいろいろと激励やご助言を頂き深く感謝している。特に、初期設計を担当された漁船協会高木会長、二宮専務理事、中井技師のご苦勞は大変だったと感じ入る次第である。また長い期間本船の実現のために力を尽された本学教職員各位に感謝すると共に、“鶴洋丸”の将来に幸多かれと祈念して筆をおく。



③

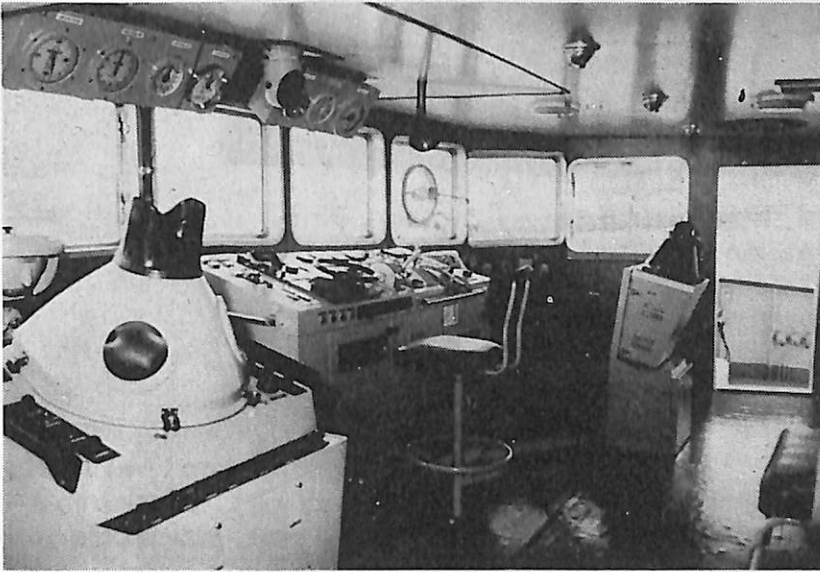


②船首部は大きなフレジャーを持っていて、波浪の打ち込みが少ないように作られ、油圧式の揚錨機を備えている。

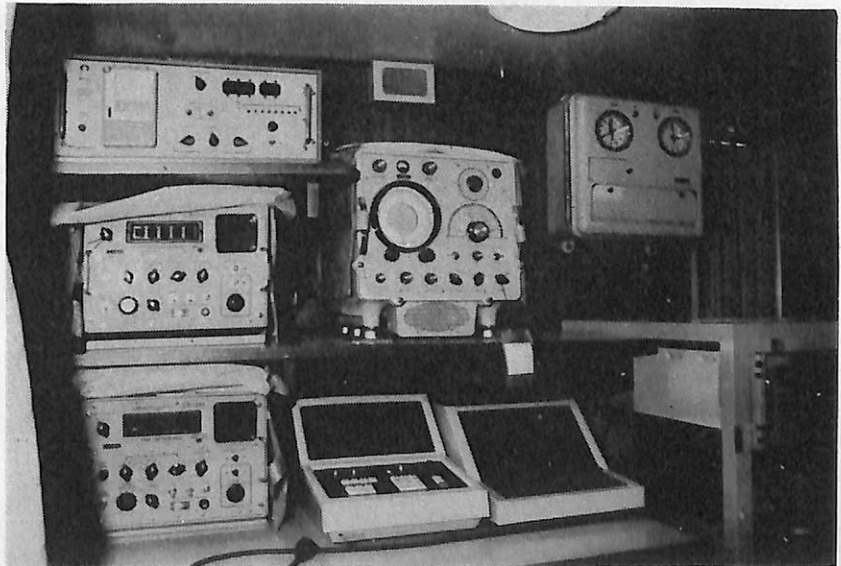
③5,000m 観測用のウインチは 4 mmφ のワイヤーを 5,000m 巻き込んでおり、500kg のものを毎分 80m の速さで揚収できるので、各種の観測器材を深海に入れて調査、研究を行なうことができる。

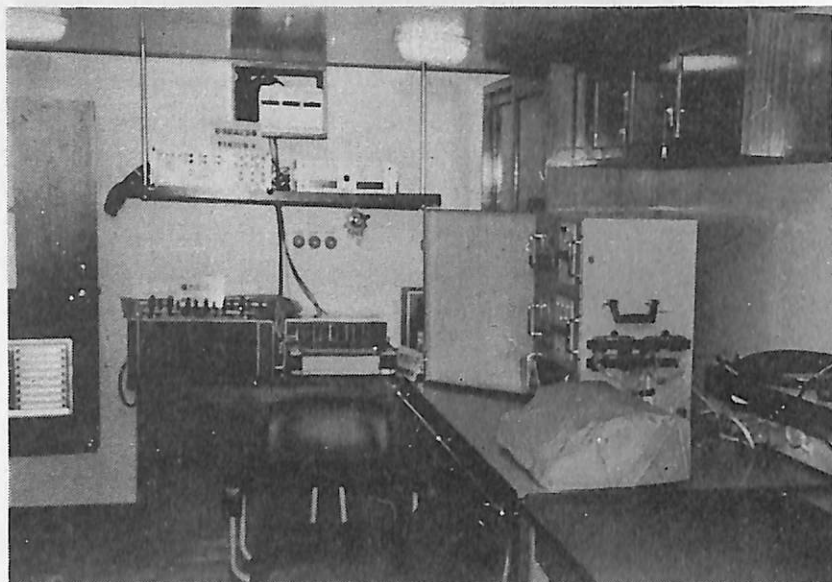
④操舵室には前部中央に操縦盤が操船と機器の監視を一面で行なえるように配置され、左側には2台のレーダー、右側にはソナー、後方の壁面には、音響測深機と各種の分電盤および警報装置を組込んだ集合盤が設置されている。

⑤海図室の一隅には人工衛星航法装置、オメガ、ロラン、方向探知機を設置している。



⑥





⑥

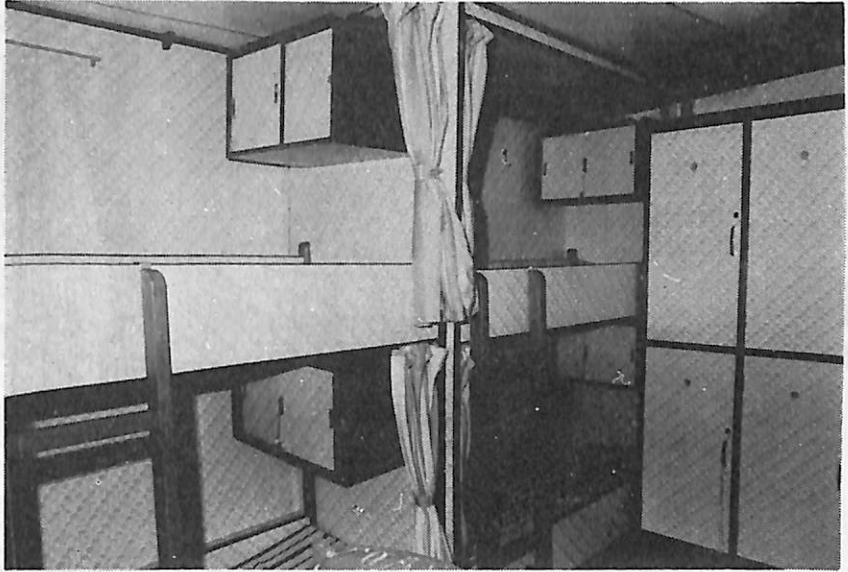
⑥物理系研究に供される第二研究室には操縦性能測定装置（針路，舵角，船速，風向，風力），船体運動計測装置（ローリング，ピッチング，ヨーイング，上下・左右・前後），漁撈装置荷重計測用ストレインメーター，ブイ式波高計，6ch ペンレコーダー2台，7ch データレコーダー1台が16K 語の記憶容量を持つ計算機を中心に配置され，研究テーマに従って解析される。

⑦来客用のサロンは特別仕様でつくられ，厚い絨毯の床に丸型のテーブルを配し，ひと隅にカウンター付サロンパントリーを設け，船名に因んだ鶴のレリーフが室内の調和を高めている。



⑦

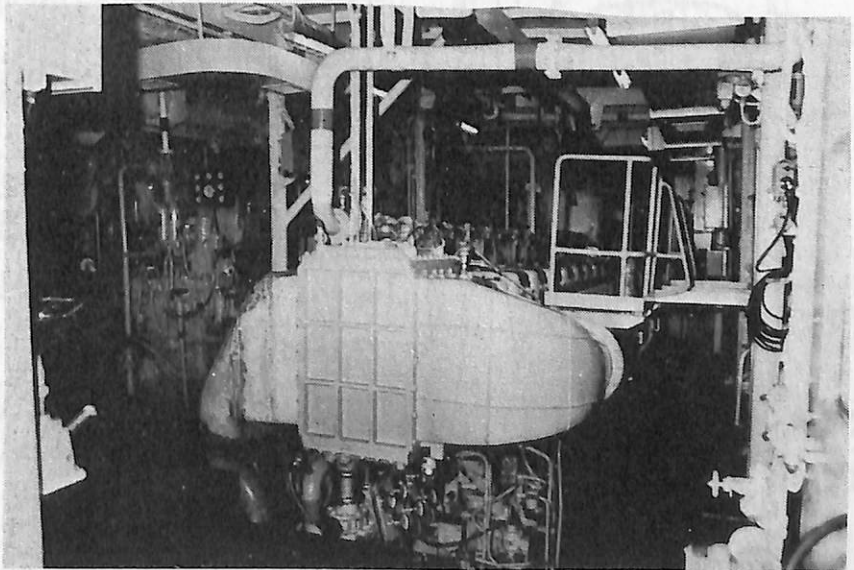
⑧



⑧学生室は各々6人室になっている。2段式ベッドであるが、最近の学生の身長への延びに対処し一部のベッドは70cm×2mのスペースをとっている。

⑨機関室内は学生の実習作業がし易いように特に配慮されている。主機関はダイハツ2,800HPである。

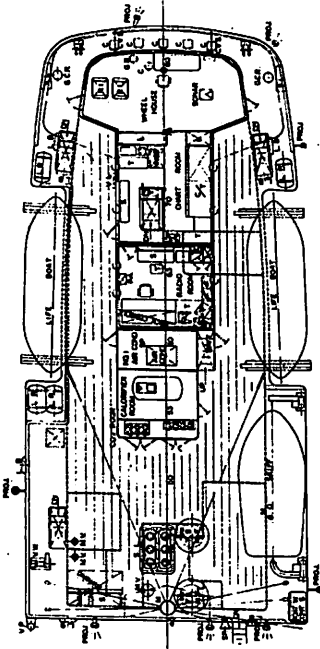
⑨



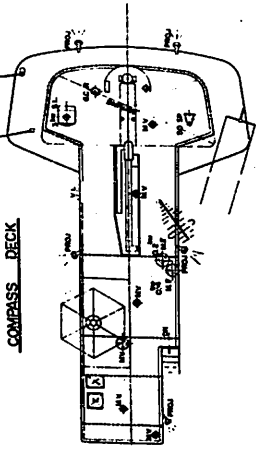
<次頁に一般配置
を収載>

鶴洋丸の一般配置図

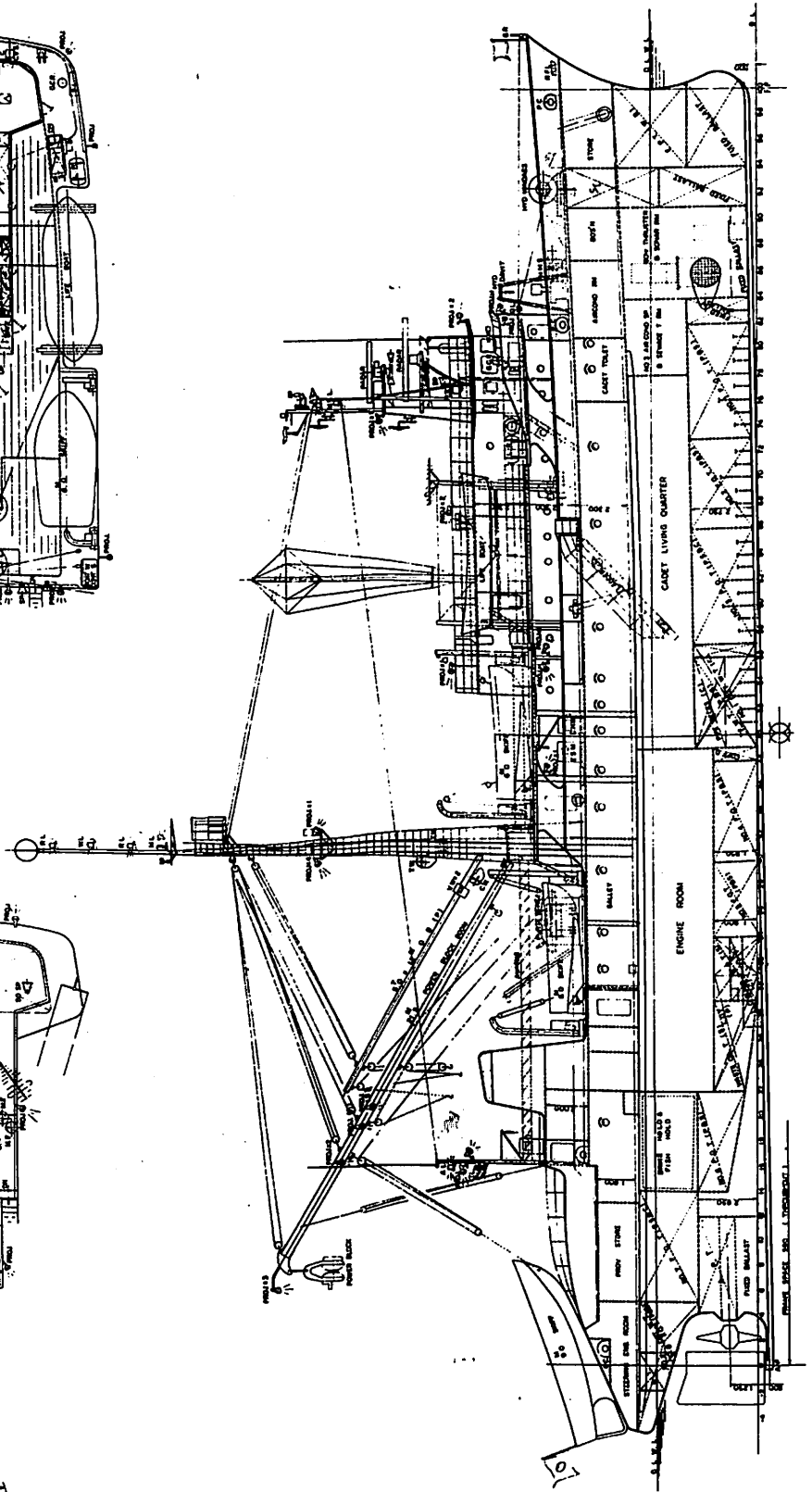
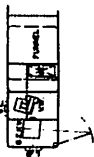
NAV. BRIDGE DECK



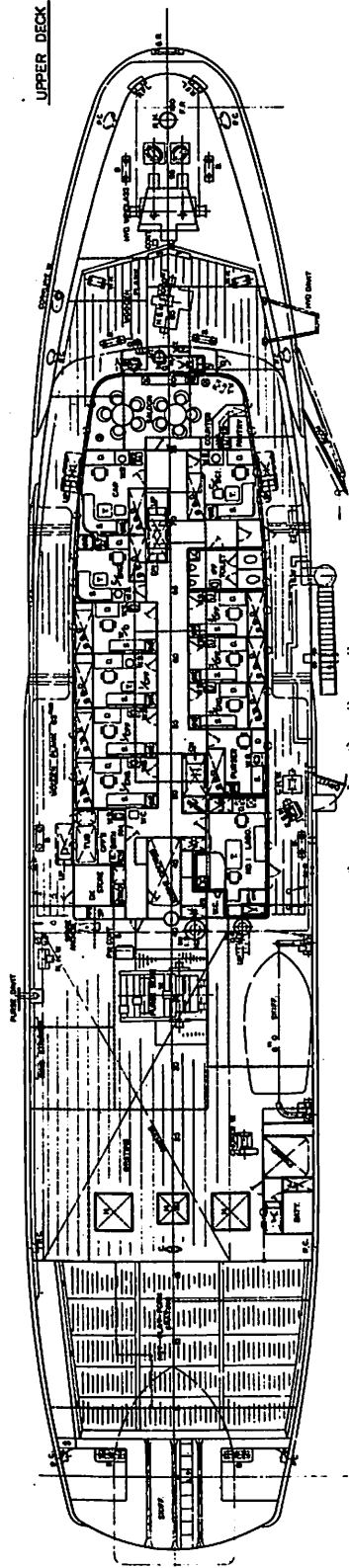
COMPASS DECK



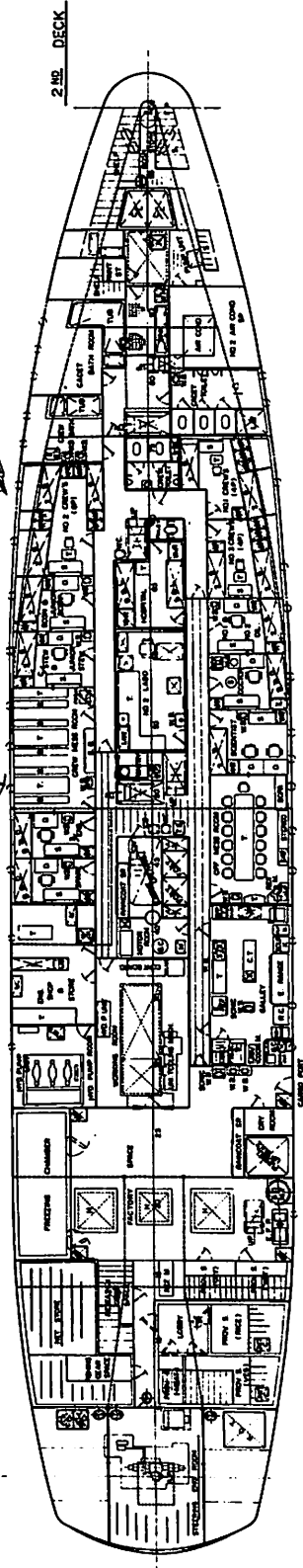
CASING TOP



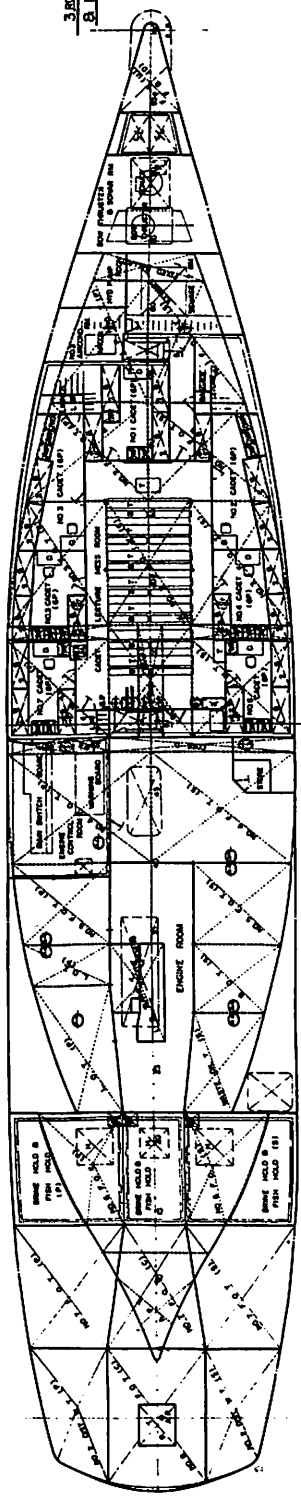
UPPER DECK



2ND DECK



3RD DECK & HOLD PLAN



プレストレストコンクリート船

三 浦 信 和

日本海事協会

1. まえがき

近年、世界経済の拡大と燃料資源の多様性、すなわちLPG、LNGといった液化ガスの利用拡大及び海洋への著しい進出に伴って、バージ等の海洋構造物にコンクリート材料を使用する傾向がある。事実、米国、西欧、ソヴィエト及びニュージーランド等の諸外国ではコンクリート製のバージ、ドリリング・リグにコンクリートを用いて実績を上げつつある。又、諸外国の船級協会でもNV、ABSはプレストレストコンクリート製海洋構造物に対する規定を設けている。日本においても、土木及び造船の分野で船殻材料として船舶に適用する機運がたかまり、種々の研究が行われているようである。このような世界的状況に鑑み、NKでは、プレストレストコンクリートバージに対する規準の作成を終えたので、その思想及び、筆者の知りうる限りでコンクリート船について説明していきたいと考える。

2. コンクリート船の歴史

コンクリート船といえば、まず思いつくのは童話でおなじみのタヌキの泥船ではないだろうか。タヌキの泥船は製作者ともども、はかなくも湖水の底に消えてしまい、人々に大きな教訓を与えてくれたように思われる。それは、手間をかけずに短時間に作れてもみてくれだけで、安全性を見逃すことは、人道的にも、経済的にも多大な損害をこうむるということである。これは技術者として、最低限肝に銘ずべき教訓であろうと思われる。幸い人間は、タヌキと違ってその時点で利用できる最も有効な材料で構造物を築いてきたと言っても過言ではないだろう。

船に関して言えば、その材料が木の時代もあり、木と鉄の時代でもあり、そして今日のような鋼鉄の時代であった。この歴史の中において人々は常に、その時点で使用する材料より更に強く、安く、大量

に入手できしかも大きな構造物を作れる材料を求めて今日に至っている。現在では、世界経済の拡大とあいまって、安全に、大量にしかも維持費がかからず安い船が要求されている。この観点からもコンクリートは船殻材料として脚光を浴びてきている。

さてコンクリート船の出現は、今から約130年前の1848年フランス人 Lambot によって作られた鉄筋コンクリート製ボートが始まりといわれている。更に1887年には、Gabellini 及び Boon によって、小型のスローブ船（1本マストの帆船）が建造され、アムステルダム動物園で数年前まで使用され、船殻材料としてのコンクリートの優れた特質を示す良い例だった。また、第1次世界大戦の頃には、船舶の不足を補うために、鋼に代って鉄筋コンクリートによる商船が多数建造され、大戦中だけで、約150,000 dead weight tones 程度生産された。その中でも、顕著なものとしては、1917年ノルウェー人技術者の Tougnier が建造した最初の本格的ともいえるコンクリート船（182 dwt, 全長25.5m）がある。

しかしこの時期のコンクリート船は総体的にかなり重めで、載荷重量と排水量との比は最もよいもので53%であり、同型の鋼船の65~75%に比べて商船としてはかなり劣るものであったし、強度的にも鋼船より20%程度大きめに設計しなければ安全を確保できないと見られていた。1919年には、今日でも世界最大ともいえる「Selma」号（6,340 dwt, 全長130m, 最大板厚100mm）が建造されているが、第1次世界大戦終了ののちに世界を脅かした不況と、コンクリート船自身の不経済性の故に、建造意欲がうすれてしまった。

しかし第2次世界大戦の開始とともに、需用の急増した船舶をコンクリートで造ることが再開され、特に、米国においては1,600~6,375 dwtの間の種々

のコンクリート船が建造され、その隻数は104隻にもなった。代表的なものとしては、「David O. Saylor」号(5,200dwt,全長107m)がある。この大戦中だけで、米国、英国、ドイツにおいて750,000dwtにのぼる建造量であった。この時は、第1次大戦の経験を活かして、軽量骨材を用いて船殻重量の軽減化を図ったりしてはいたが、ほとんど改良も、船殻材料としての基礎的研究もなされなかったようである。

しかしドイツでは、コンクリートの欠点である、ひび割れ、重量の増大及び比強度(強度/密度)が小さいこと等を補う目的で、コンクリートに予め圧縮応力を与えたプレストレストコンクリート(以下P. C.という)の技術を用い簡単な形状の500dwtバージを1943年に建造している。コンクリートにプレストレスを応用することが考えられたのはかなり古く、鉄筋コンクリートの発明とほとんどその時期を同じくし、1888年C. W. F. Doehring(ドイツ)、1889年P. H. Jackson(米)がパテントをとったのに始まっている。その後種々の試験研究がなされたが、初期の試みは成功せず実用化されるに至らなかった。その理由は、用いたコンクリートの強度が弱く、また緊張鋼材の強度も低く、与えたプレストレスがコンクリートの乾燥収縮やクリープによって消失したことと、当時では、緊張鋼材をコンクリートに定着するのに多量の鋼材を使用したため、経済的に成立しなかったからである。

ところが近年になって高強度のコンクリート及び高張力鋼を用い、コンクリートに高い緊張力を作用させることができるようになり、導入されたプレストレスはコンクリートの乾燥収縮、クリープがあってもなお80%位は有効にかつ永久的に利用されうるようになって、著しい発展をしつつある。事実、コンクリートが低温に対して強く、プレストレスの導入によって強度的にも耐えうるという点から、LPG、LNG用としてのコンクリートバージが計画、建造されている。例えば、1964年AI Yeeの設計による2,000トンバージがフィリピンで進水して以来同一タイプのバージがすでに17隻建造されているし、LPG用バージとしてConcrete Energy Systems社が375,000パーレル(35,000ton)のLPGコンクリートバージを建造中である。

このように現在では、LPG、LNGといった低温液化ガスの運搬、貯蔵用としてP. C.を用いたバージが関心を持たれている。小型船舶(30m以下で、ヨット、漁船等)にはセメント、砂及び金鋼か

らなるフェロセメントを用いたコンクリート船、レジンコンクリートを用いたコンクリート船、バージ等も広く実用化されあるいは計画されてはいるが、大型の船舶になると、P. C.製が有利となるので、以下P. C.を用いたコンクリート船を対象として述べる。

3. P. C.の一般概念

前述したように、P. C.とはPrestressed Concreteの略号で、プレストレスとは構造部材に生じる引張応力を打消すように、予めコンクリートに負荷した圧縮応力のことである。何故プレストレスをかけるかという点、一般にコンクリートの圧縮強度は $300\sim 600\text{kg/cm}^2$ (普通コンクリートは $200\sim 400\text{kg/cm}^2$ であるが、P. C.の場合、高圧縮強度を有するコンクリートが要求される)であるが、引張強度は圧縮強度の約 $1/10$ 程度であるため極度に引張りに対して弱いという特徴を有し、ひび割れを生じ易いためである。

コンクリートに圧縮応力を負荷するために、P. C.鋼線、P. C.鋼より線、P. C.鋼棒の3種のP. C.鋼材が使用されており、コンクリート中に配置されたこのP. C.鋼材を緊張することによりコンクリートに圧縮応力を生ぜしめる訳であるが、荷重作用時に部材に引張応力が全く生じないように緊張するもの(full prestressing)と、局部的に引張応力の発生を許容するもの(partial prestressing)とに分れる。船体としてP. C.を使用する場合は、船体の重要部材に対してfull prestressingが要求される。

一方、部材にプレストレスを与える方法であるが、これには次の2種類がある。その一つはプレテンション方式で、他方はポストテンション方式である。プレテンション方式は、P. C.鋼材を先に緊張しておき、その後コンクリートを打設し振動締固めを行なって、コンクリートの圧縮強度が所定の応力(コンクリートの材令28日における圧縮強度で、通常 400kg/cm^2 以上)となった時、P. C.鋼材を徐々にゆるめてプレストレスを導入する。一方、ポストテンション方式は、シース(P. C.鋼材を保護するパイプ状のおおい)をかぶせたP. C.鋼材を型わく内に配置してコンクリートを打設し、コンクリートの硬化後に、コンクリートを受台としてジャッキでP. C.鋼材を引張り、そのままの状態を保つようP. C.鋼材をコンクリートに定着させてプレストレスを与える方法である。このときのコンクリートの

圧縮強度は通常 350 kg/cm^2 以上必要である。

圧縮強度 σ_c (kg/cm ²)	300	350	400	450	500
引張強度 σ_t (kg/cm ²)	24~31	27~36	30~40	34~44	37~46
σ_t/σ_c	9.7~12.5	9.7~13.0	10.0~13.3	10.0~13.3	10.9~13.5
曲げ強度 σ_b (kg/cm ²)	35~55	45~65	50~75	55~85	60~90
σ_b/σ_c	5.5~8.6	5.4~7.8	5.3~8.0	5.3~8.2	5.5~8.3

4. 船体材料としてのコンクリートの特質

コンクリートを船体材料として使用する場合、特に問題となるのは海洋環境における材料の諸性能である。従来コンクリートは、燈台や防波堤、海洋又は海中の構造物として広範囲に使用されており、海洋環境下においても、その耐久性、水密性、耐海水性、耐腐食性等に対して充分な実績を残している。強度的な面では、プレストレスの導入によって完全にひび割れを防止できるが、以下コンクリートの広義の意味での耐久性と諸性質について触れてみる。

(I) 耐久性

(1) 耐海水性

海水中には主成分として約3%の塩化ナトリウムが含まれているが、その外にカリウム、マグネシウム、カルシウム等の硫酸塩、塩化物が含まれている。これらのうち塩化ナトリウムはコンクリートにあまり害を及ぼさず、むしろ鋼材を錆びさせる点に重要な問題がある。コンクリートに対して直接害を及ぼすものは硫酸塩類すなわち硫酸石灰、硫酸マグネシウム、硫酸ソーダ等である。コンクリートが、硫酸塩溶液中におかれると SO_4 イオンがコンクリート中に浸入し、セメント水和物中のアルミン酸三カルシウム (C_3A) に反応して針状微結晶体の石灰酸硫酸石灰 (通称セメントパチルス) を生成する。この水和物は多量の結晶水をもち、その容積増のために強い圧力が発生し、このためにコンクリートに亀裂が生じ、一度亀裂が生ずるとそこから海水が浸入して反応を繰り返す、ついにはコンクリートの破壊をきたす。

従って、海水による化学作用を防止するには、セメントパチルスの生成を防ぐために、セメント化合物中の C_3A を少なくし硫酸塩に強い C_3AF をやや多くするか、あるいはセメント水和物中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の生成量を少なくするとともに、コンクリートを緻密にして浸食物質の内部への浸入を許さないようにすることである。現在日本で使われている耐硫酸塩ポルトランドセメントとして中庸熟ポルトランドセメントがあり、その他にはB種フライアッシュセメント、高炉セメント等が指摘できる。これらのセメントを用いることで海水に対する耐久性は確保できよう。

表1 圧縮強度と引張強度、曲げ強度の関係

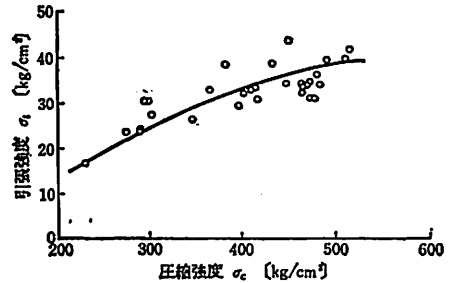


図1 圧縮強度と引張強度

(2) コンクリートの水密性

コンクリートは多かれ少なかれ必ず透水するため、厳密な意味での水密性は確保できない。海洋構造物の水密性は、コンクリート (鋼材を含む) の耐久性に悪影響を及ぼさないものであれば充分である。コンクリートの透水性は、主として次のような因子に左右される。

- 1) コンクリートの配合 (主として水セメント比、混和材料の使用の有無)
- 2) 経過年数 (想定する船の一生)
- 3) コンクリート打込時の締固めの程度
- 4) コンクリートの打継目の処理の程度
- 5) 水圧の大きさ (波浪荷重を考慮した水圧)

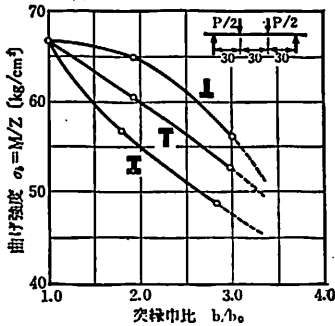
船体にコンクリートを用いる場合は、板厚自体が大きくなるため貨物にまで害を及ぼすほど浸水することは、まず考えられないが、むしろ鋼材の防錆上好ましくなく、上記の因子を考慮してもなおかつ水密性が維持できないと考えられるときは、船体外表面に有効な塗装を施すことで水密性は確保できよう。

(3) コンクリートの凍結融解作用

コンクリートが、温度の変化にさらされる場合、コンクリート内の毛細管の空隙内にある水が凍結して膨張し、凍結と融解の繰り返しによってコンクリートが破砕することがある。一般には水セメント比が0.5以下程度であれば破壊の成長はないといわれている。そこで、できるだけ水セメント比を小さくし、コンクリート内に一様な気泡を生成して毛細管の中で凍結した水が膨張するときの余裕を与えるた

セメント	単位セメント量 c kg	単位水量 w kg	スラブ cm	空気量 %	圧縮強度 σ_{28} kg/cm ²	曲げ強度 kg/cm ²		
						標準供試体 σ_1 (材令28日)	Sawed beam σ_1' (材令70日)	σ_1'/σ_1
A	277	135	5.0	5.5	268	39.7	35.7	90
	332	145	9.5	5.7	275	41.1	31.8	82
	390	150	6.7	5.1	320	45.8	29.3	64
B	330	146	7.5	6.1	295	36.8	32.7	89

表2 構造物から切り取ったコンクリートの曲げ強度



注. 断面の全高 $h=30$ cm, 腹部巾 $b_0=8$ cm, 突縁厚さ $t=8$ cm として突縁巾を変化した。試験は材令 28 日で実施した。標準供試体の強度は $\sigma_c=450$ kg/cm², $\sigma_t=43.8$ kg/cm², $\sigma_s=64.7$ kg/cm²

図2 断面形状による曲げ強度の差

め、AE剤、減水剤といった混和剤を用いてその防止をしている。土木分野においては、これらの混和剤を用いたコンクリートの実績は十分あるが海洋で使用する場合は、コンクリート中に含まれる空気量と凍結融解による破壊との相関を、又、適切な混和剤量等を定量的に把握しておくことが必要である。

(II) コンクリートの諸性質

(1) 強度

圧縮強度の大きいコンクリートを作るのは比較的

σ_{28} kg/cm ²	土木学会 ⁽⁷⁾	日本材料 試験協会 ⁽⁸⁾
300	300 000	270 000
400	350 000	320 000
500	400 000	360 000
600	450 000	—

表3 σ_{28} と E_c の関係
(E_c Kg/cm²)

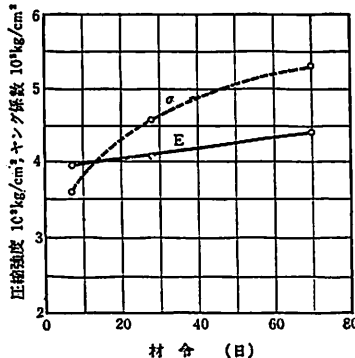


図4 材令とヤング係数(動的ヤング係数)の関係

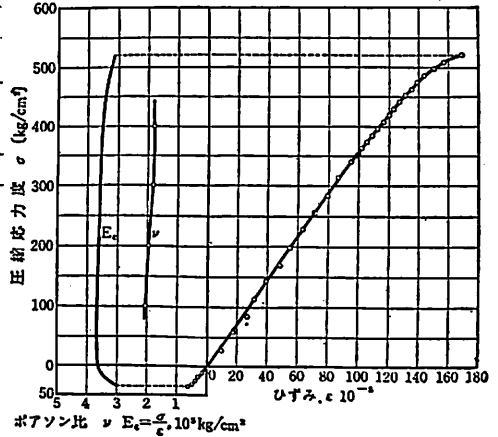


図3 コンクリートの応力ひずみ図

容易であるが、引張強度、曲げ強度の大きいコンクリートを作るのはむずかしい。前述したように引張強度は、圧縮強度の約 $1/10 \sim 1/15$ にすぎず、引張強度や曲げ強度にはコンクリートの弱点が顕著に現われる。表1、図1にその関係を示す。

高強度コンクリートを得るには、できる限り単位水量、単位セメント量を少なくすることである。これは、強度、弾性、塑性性質の点からも、経済的なコンクリートを作る立場からも極めて重要な条件である。一般に圧縮強度と引張強度、曲げ強度の関係は配合、養生及び材令などによって異なり、同じ配合のコンクリートでも試験結果のバラツキが大きく広範囲に分布する。また、曲げ強度は断面形状によって異なり、標準供試体の曲げ強度とI型断面やT型断面の曲げ強度に差がある。図2にその一例を示す。さらに構造物から切り取ったコンクリートの曲げ強度と標準供試体による曲げ強度とは必ずしも一致せず、表2からわかるように構造物から切り取ったコンクリートの曲げ強度のほうが小さい値になっている。

(2) 疲労

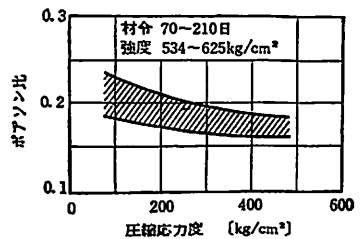


図5 高圧縮強度コンクリートのポアソン比

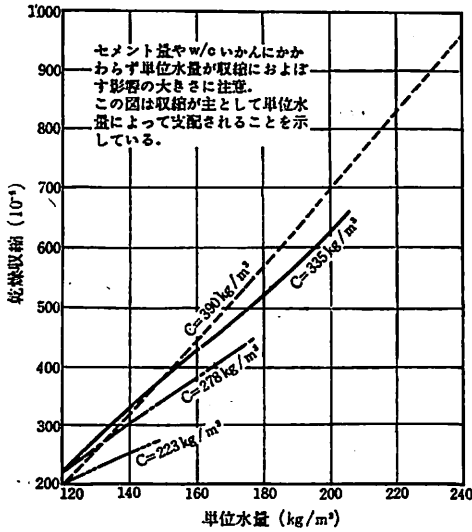


図6 収縮、セメント量、水量の関係

コンクリートは繰返し載荷回数 10^7 回以内では、多くの金属のような疲労限度をもたない。そこで、コンクリートでは予め繰返し載荷回数を決め、これに耐える最大応力を疲労強度とよんでおり、 10^7 回の繰返し載荷回数における疲労強度と静的破壊強度の比は、圧縮応力のみをうける場合、50~55%、引張応力のみをうける場合は約50%、同符号の曲げ応力をうける場合は30~60%の範囲にあり、平均で55%である。しかし疲労強度は、配合、材令、養生、含水率、載荷速度及び載荷中止の期間によっても違ってくる。

(3) ヤング率及びポアソン比

標準供試体による圧縮応力とひずみの関係は図3のようになる。ヤング率は応力の関数であるから定数で表わせない。また、材料の性質、配合、材令、載荷経歴などによって異なり、高強度コンクリートでは骨材の性質がかなり影響を与える。従って圧縮強度のみから推定することはできない。

土木学会、日本材料試験協会では、コンクリートの圧縮強度（材令28日におけるもの）とヤング率の関係を表3のようにきめている。また、材令とヤング率の関係は図4のようになっている。更にポアソン比は図5に示されるように、圧縮応力 100~200 kg/cm^2 の間で 0.18~0.22、平均で0.2になっており、高強度コンクリートのポアソン比が大きくなる理由の一つは、単位セメント量の増大にあるといわれている。

(4) 乾燥収縮及びブクリーブ

(i) 乾燥収縮

注 AGA・American Gas Association Inc

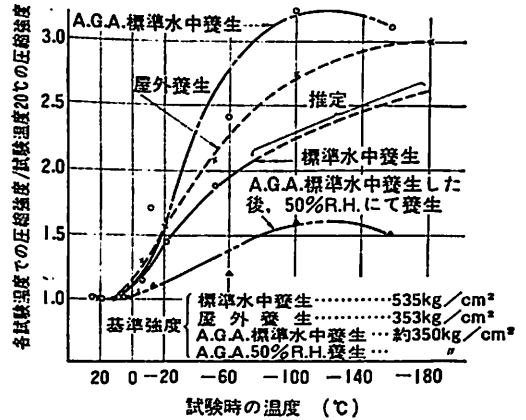


図7 試験時の温度と圧縮強度との関係

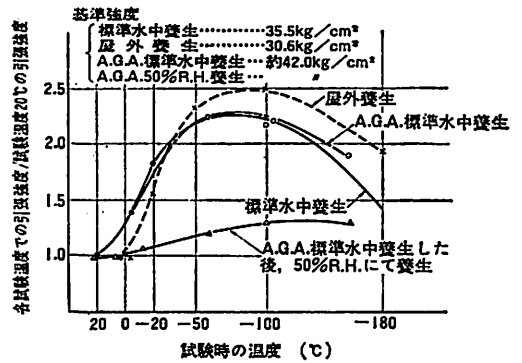


図8 試験時の温度と引張強度の関係

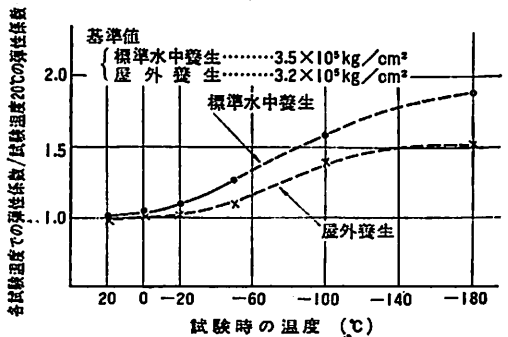


図9 試験時の温度と弾性係数の関係

過大な容積変化はコンクリートにとって有害である。まず収縮と引張強度の不足によって拘束されたコンクリートにはひび割れが発生する。特に P.C. では、コンクリートの乾燥収縮によってプレス

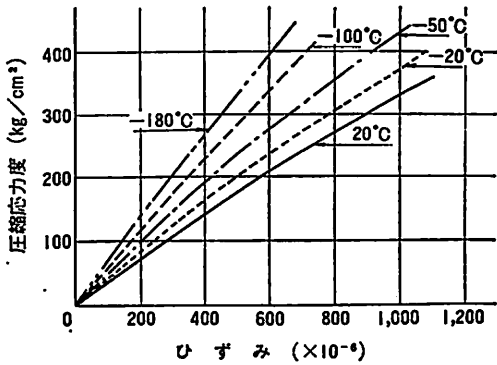


図10 標準養生供試体の応力-ひずみ曲線

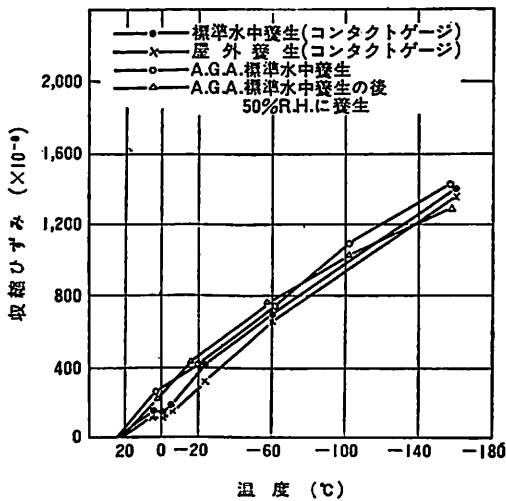


図11 温度の低下による収縮ひずみ

トレスが減少され、ひび割れにつながる。一般に乾燥収縮は多くの要素に支配され、たとえば影響の大きさからいえば、単位水量、骨材組成、初期湿潤養生期間などである。(図6参照)

硬化したコンクリートの乾燥収縮の主要分は、普通、セメントの水和によって生じたセメントゲルの乾燥と収縮によって生じる。他の要素の中で骨材寸法、配合やその貧富も影響するが、これは主として配合の全水量に影響を及ぼすからである。プレストレスの減少を計算するときの乾燥収縮はポストテンション方式で 150×10^{-6} 、プレテンション方式で 200×10^{-6} 程度である。

(iii) クリープ

応力が一定のもとでひずみが時間の経過とともに増大する性質をコンクリートのクリープという。クリープを生じる主な要因は、コンクリート中の空隙

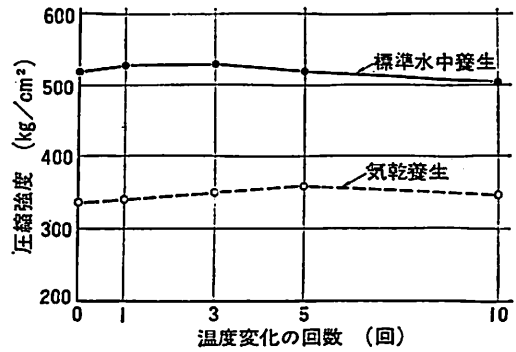


図12 温度変化の回数と圧縮強度の関係
($20^\circ\text{C} \rightarrow -100^\circ\text{C} \rightarrow +20^\circ\text{C}$)

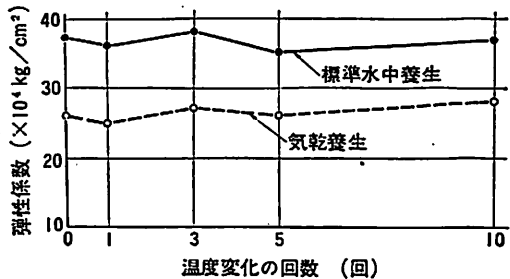


図13 温度変化の回数と弾性係数の関係
($+20^\circ\text{C} \rightarrow -100^\circ\text{C} \rightarrow +20^\circ\text{C}$)

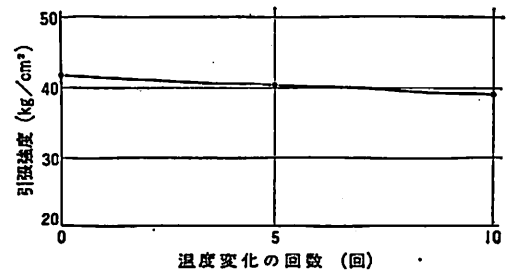


図14 -20°C までの温度変化の回数と引張強度
($+20^\circ\text{C} \rightarrow -20^\circ\text{C} \rightarrow +20^\circ\text{C}$)

の縮少、セメントペーストの粘性流動、セメントゲル中の遊離水の流出、乾燥及び骨材の結晶性流動等が考えられる。これらの要因に与える影響としては、材料、配合、養生、乾燥、断面寸法等があげられる。すなわちクリープを少なくさせるには、一般にけい酸三石灰が多く(45%以上)、アルミン酸三石灰の少ない(12%以下)セメント、及び弾性係数が大きく、硬質で高密度(吸水率の小い)な骨材を用いて空隙を少なくし、かつ、配合においては、できるかぎり水セメント比を小さくし、またセメントペースト量を少なくすることである。更に載荷前の養生期間の温度と湿度が与える影響はかなり大きいので、充分な管理を行い、セメントの水和作用が促進されるような養生を行うことが大切である。載荷期間中の乾燥の程度もクリープに顕著な影響を与

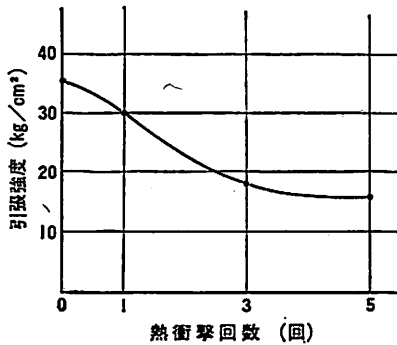


図15 熱衝撃回数による引張強度の関係

えるものであるが、いずれにしても、クリープは、プレストレスを減少させ、コンクリートのひび割れの原因ともなるため、充分に把握しておく必要がある。

(5) 極低温における物性

温度変化(常温 \sim -180℃付近)によるコンクリートの物性については、種々研究がなされており、実験結果によると、あらゆる面で特性は向上しているとの報告がある。図7 \sim 9は、材令60日以上もしくは70日以上試験体について、20℃ \sim -180℃程度の温度範囲での諸性能を比較したものである。これらの図よりわかるように、低温での各測定値は常温の場合に比べいずれも増大しており、このうち圧縮強度は温度21℃の場合に比べ、-20℃で約1.5倍、-50℃で約2.0倍、-100℃で約2.5倍、そして-180℃で、約2.5 \sim 3.0倍と温度の低下に従い増大し、弾性係数も図9のように圧縮強度ほどはないにしても増大している。

さらに引張強度も-100℃までは増大するが、-100℃を頂点として減少傾向にあり、圧縮強度とは異なっている。(図8) いずれにしてもこれらの強度増大の理由は、主にコンクリート中の自由水(未水和間隙水、毛管水、ゲル水等のセメント結晶水以外の水分をいう)の凍結と、圧縮強度の場合には、自由水の凍結によるコンクリート中の間隙の減少にあるといわれている。図10及び図11はそれぞれ、各温度における応力ひずみ曲線及び収縮ひずみの関係を示すものである。

次に大きな温度変化の繰返しを受けた場合のコンクリートの諸性能は、図12 \sim 14のように圧縮強度、引張強度、弾性係数の劣化はほとんどみられない。これは使用したコンクリートが富配合で長期の材令を経たもので、3%程度の空気を含むAEコンクリートであったことが一因と考えられ、普通P.C.に

使用するコンクリートであれば10数回程度の熱変化による劣化はないと言えよう。

更に引張強度については、熱衝撃(急激な温度変化)によって強度の劣化が著しく、回数の増加につれ50%程度にまでなる。(図15) これは主にコンクリート表面の温度応力の発生によって、自由収縮に相当する引張応力が働き、この繰返しによるひび割れが原因であろうと報告されている。常温のコンクリートに極低温の液体を直接、接するようにしない方法等を構ずる必要がある。また、熱衝撃による鉄筋とコンクリートの付着強度は、3 \sim 5回の熱衝撃で20 \sim 30%の低下が見られることが報告されており、かぶり等を厚くして直接鉄筋が冷却されないようにすることが望まれる。

以上のように極低温に対しては、コンクリートを凍結抵抗性のある配合とし、熱衝撃、温度応力等に対して十分な考慮を払えば、鋼のようなぜい性破壊、溶接性の問題がないので、鋼より有利な材料となると考えられる。

5. P.C. 鋼材

P.C.に用いられるP.C.鋼材には、P.C.鋼線、異形P.C.鋼線、P.C.鋼より線、P.C.鋼棒、異形P.C.鋼棒があり、一般的に広く用いられるものについてはその品質その他についてJISに制定されている。

一般にP.C.に使用するP.C.鋼材に要求される特性には、次のようなものがある。

- (i)引張強度が高いこと。
- (ii)降伏比(降伏点応力の引張強度に対する百分率)が高いこと。
- (iii)レラクセーション(P.C.鋼材に引張り荷重を加えて、両端を固定したとき、時間の経過とともに生じる応力の減少をいう)が小さいこと。
- (iv)ある程度の伸びとじん性があること。
- (v)応力腐食に対する抵抗性が高いこと。
- (vi)付着させて使用するP.C.鋼材は、コンクリートとの付着強度がある程度以上あること。
- (vii)ある程度の疲労強度があること。

P.C.としては、P.C.鋼材を緊張しコンクリートに定着してプレストレスを与えた後、P.C.鋼材のレラクセーション、コンクリートのクリープ、乾燥収縮等の終わった後に、所要量のプレストレスが残っているようにするためには、高い引張応力で緊張しておくことのできるようなP.C.鋼材を用いることが重要であり、一般的に経済的ともなる。

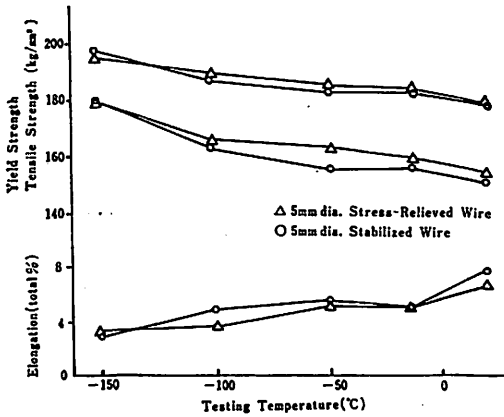


図16 PC鋼材の機械的性質と温度の関係

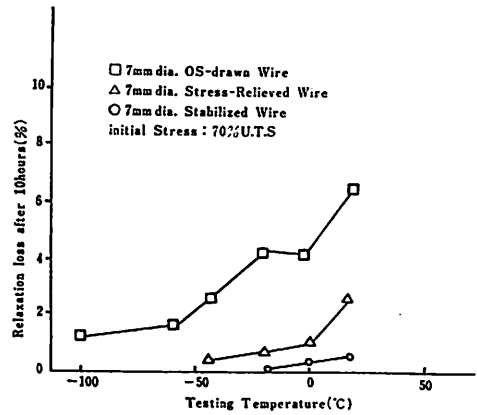


図17 PC鋼材のレラクセーション率と温度の関係

構造用軟鋼に比べ数倍の高強度の鋼材をうるには、一般に高炭素鋼や合金鋼のような特殊鋼に冷間加工や熱処理を加えるが、このような高強度鋼は軟鋼のような判然とした降伏点を示さないものが多いため、0.2% 永久伸びを生じるような応力をもって降伏点応力 (0.2% 耐力) としている。普通 P. C. 鋼材の高強度の特性を P. C. に有効に活用するため、降伏点応力と引張強度の比、すなわち降伏比は 80% 以上、できれば 85% 以上が要求されている。レラクセーションの大きい P. C. 鋼材は、コンクリートのプレストレスを事実上消滅してしまうので、長

時間にわたってレラクセーションが小さいことを確認することが要求される。

更に、高強度鋼は軟鋼に比べてじん性、伸びが劣るが、P. C. 構造の破壊を予知する手段として破壊の前にある大きさの変形が生ずることを期待するために、ある程度の伸びが必要となる。また、P. C. 鋼材のような高強度鋼は軟鋼に比べてあまり疲労強度は高くならないが、例えばバージのように、P. C. 鋼材に働く平均応力 (有効引張力によって生じる応力) に、バージが満載喫水状態で静的に浮んでいるときに負荷される応力を加えた応力) が大きく、波浪 (変動) 荷重による応力振幅が小さい場合には、一般には疲労強度上問題はないのであろう。

更に、LNG 等の低温液化ガスを想定する場合には、低温における性質が重要な問題となってくるが、低温での P. C. 鋼材の機械的性質については相当数の実験結果があり、その低温特性は明らかにされている。一般に P. C. 鋼材は低温になるにつれて破断強度、降伏応力は増加し、伸びおよび絞りも減少し、レラクセーションも、減少する傾向にある。

(図16, 図17参照) このように低温における P. C. 鋼材の機械的性質は向上する傾向にあるため、従来陸上で用いられているもので十分であろうと考えられる。しかし鋼材の広義の意味での急速破壊に

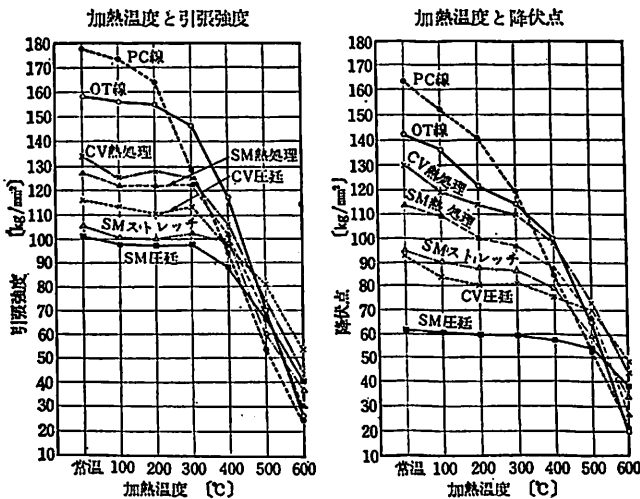


図18 P. C. 鋼材の強度に及ぼす加熱の影響
OT: オイルテンパー線, SM: Si-Mn 鋼, CV: Cr-V 鋼

に対する抵抗に関する実験はあまり行なわれていない。

P. C. 鋼材のじん性を評価するためには、実際の鋼材に品質管理上発見を見おとす程度の切欠をつけ、想定最低温度で静的あるいは動的な引張試験を行って、急速破壊の有無を調べる必要がある。この試験を十分行って各種条件（初期欠陥の大きさ、想定最低温度、最大引張応力）のもとで、急速破壊に対する抵抗性が十分あることが確認されれば、シャルピー試験等の簡易試験によって適当な温度での同一材料の吸収エネルギーを求め、この吸収エネルギー値をもってじん性評価をしてよいだろうと考える。

6. 船体材料としての P. C.

以上述べたようなコンクリートの特性、すなわち優れた耐久性、水密性、耐海水性、耐腐食性等に加えて、コンクリート自体のもつ引張に対する弱さを、高強度の鋼材を用いてプレストレスを与えひび割れを防止し、更には重量の軽減を図った P. C. は船体材料としても有利な複合材であると言えよう。なかんずく低温においてその機械的性質等が優れていることは、LNG等の低温液化ガスの運搬、貯蔵にはうってつけであろう。

一方、P. C. はその工事が複雑で高度の技術を要し高価になりがちなこと、また耐火性に劣ること等の欠点がある。特に火災については、厚さ 5 cm 以下の P. C. 板では爆発のおそれがある。これは内部温度の急上昇に従ってコンクリート中の水分が水蒸気になってその脱出の暇がないため起るものである。また、P. C. 鋼材は冷間引抜または熱処理によって高強度に加工されているため、普通鋼よりも熱害に敏感であり、図18に示すように 300℃ を越えると降伏点が許容応力近くまで下ってくる。しかしこれらの欠点も、工事の省力化、簡素化等の合理化を行い、断熱ライニングを用いて耐火性を増大させることで十分経済的にカバー出来るし、材料自体が鋼に比べて割安となるのであろうから、船体材料として十分通用すると考えられる。

7. NK（日本海事協会）の P. C. パージ規準について

以上述べてきたように、P. C. はコンクリートのもつ耐久性、耐海水性等の長所と、コンクリートの欠点である引張りに対する弱さと重量の増大をプレストレスを与えることで補ったもので、十分船体材

料として通用することはおわかり頂いたと思う。特に低温脆性がないことから、低温で比重の軽い LPG、LNG等を貨物として積載するパージの構造材料として利用しようとする機運が高まっている。事実外国においてはすでに大型の P. C. パージ等海洋構造物が建造あるいは計画されており、また、外国船級協会でも、NVはドリリング・リグに関してその材料、構造強度等の規則を制定し、ABSは、P. C. パージの船体構造強度に関してその設計思想を指針として示している。

一方わが国においても、液化天然ガス研究委員会報告（通産省鉱山局、液化天然ガス研究委員会、昭和48年3月）にあるように、P. C. 製 LNGタンカーがすでに試設計されている。なお、現在日本船用機器開発協会において、LPG、LNG等の低温液化ガスを積載する P. C. パージに関する各種実験が計画されており、昭和50年度は材料の基礎実験が行われる予定である。更に通産省においては、コンクリートの低温性能等について基礎実験がすでに開始されているようである。

このような内外の状況に鑑み、NKでは P. C. パージ規準を制定したので、以下、簡単に説明していきたい。

(1) P. C. パージ規準全般

この規準は、主として低温液化ガスを積載するパージを想定して定めたもので、甲板あるいは貨物倉内に貨物を積載して運搬に供するパージ、海上基地として海上で長期間係留されるパージ、更に貯蔵パージ、プラントパージあるいはこれらの両者を兼ねそなえたパージ等も適用範囲となっている。想定する就航区域は、沿海もしくはこれに準ずる区域（例えばシンガポール政府が制定している Home Trade Limit, Local Trade Limit など）を考へており、推進機関は有しないものを対象としている。更に船体は原則として P. C. 製としているが、船首尾部各 0.2L間は R. C.（鉄筋コンクリート）製とすること、また、船体の一部を鋼製とすることも認めている。

また、パージの船型は、P. C. を主要材料とした場合、十分な安全性を有し、かつ経済的なものがあるものであるか、あるいは構造配置としてどのようなものが優れているか、十分な実績がなく不明であるため、通常の貨物船を想定して規定を定めている。しかし、P. C. の設計、工事施工における鋼船との相違、あるいはパージの使用目的等から必ずしも通常の船舶にみられる箱型断面とはならない可

能性もあるし、技術開発の観点からも船型を決めつけることはしていない。(例えば、円筒型、双胴型のものと考えられる)

更に、P.C.を船舶材料として使用した実績がなく、細部に亘って規定することは、材料、強度設計、工作方法等の技術開発を阻害する恐れがあるため、特に重要な項目(材料、船体構造及び構造強度等)の外は精神的な規定にとどめ、今後の各種実験あるいは詳細な試設計等による技術開発の結果をみて、必要に応じ改正していくことにしている。

(2) 材料及び検査

材料に関する規定は、従来、陸上もしくは海上での実績(例えば橋梁、鉄道枕木、低温液化ガス貯蔵タンク、堤防等)が十分あり、JISで規格化されているものを原則として規定した。材料及び工事の検査には、工事開始前における諸材料(セメント、骨材、混和材料、コンクリート、鋼材等)の品質検査と、工事中におけるコンクリート、鋼材、型わくの配置、及びグラウト(P.C.鋼材の腐食などを防止するためシーに充填されるセメントペーストのこと)の品質等に関する検査にわかれている。なお工事後の検査としては、破壊検査及び非破壊検査が考えられるが、非破壊検査については、現状では、この方法がまだ確立されていないこと、また、その適用は相当困難であろうとの見地から規定していない。

ここで諸材料の検査は勿論のこと、特に注意を促していることは、コンクリートの比重管理である。建造者は、計画時の積載量を確保できる船舶を建造することが当然の義務であることは言うまでもないが、鋼に比べコンクリートはその比重変動が大きく喫水すなわち荷重重量に大きく影響してくる。これを避けるため工事に先立ち、同一材料を用い、同一条件で発生したコンクリートの比重変動をコンクリートの材令ごとに調査しておき、工事中におけるコンクリートの比重が管理限界内となるように管理することを推奨している。

(3) 設計荷重、構造強度及び許容応力

(i) 設計荷重

設計上考慮すべき荷重としては、静水圧、自重、貨物重量、波浪荷重及び必要に応じ熱荷重を規定している。ここでは、波浪荷重について説明する。

(a) 波浪縦曲げモーメント

波浪縦曲げモーメントは、鋼船規則C編15.1.2に規定するZ₂の算式にcoasting serviceの修正を考慮したものである。すなわち波浪縦曲げモー

メント M_w は

$$M_w = 0.13 K_m L^2 C_b (1 + 0.04 L/B) (t - m)$$

$$K_m = \sqrt{1 - \left(\frac{300 - L}{300}\right)^2} \dots\dots L < 300m$$

$$= 1.0 \dots\dots L \geq 300m$$

である。なお、この算式は短波頂不規則海面(北大西洋)で all heading の状態における発現確率 Q=10⁻⁶ (2~3カ月に1度生じるような波浪の発現確率)での最大期待値である。M_w の分布は、船体中央部 0.4L 間は上式の値とし、船首及び船尾で零、それら以外は補間法で求めることにしている。更に、設計において、上式を用いず実際の船型及びNKが認めた使用海域の海象条件を用いて、直接波浪縦曲げモーメントを計算してもよいことにしている。

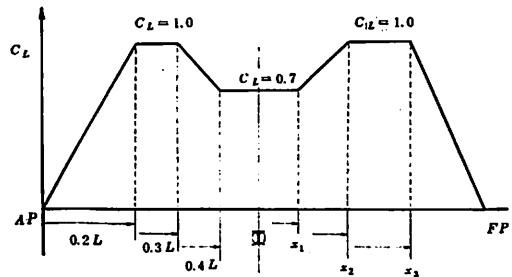
(b) 波浪せん断力

波浪せん断力は、(a)の波浪縦曲げモーメントと同様の統計処理を行って求めた算式で、短波頂不規則海面(北大西洋)で all heading の状態における発現確率 Q=10⁻⁶ での最大期待値で次のように与えている。

$$F_w = 0.9 K_s C_L L B (t)$$

$$K_s = (C_b + 0.05 L/B - 0.46) (0.35 C_b + 0.55)$$

C_L は係数で、下図による。



$$x_1 = \frac{(0.4 + C_b) L}{2}$$

$$x_2 = x_1 + 0.1 L$$

$$x_3 = \frac{(1 + 3 \cdot C_b) L}{4}$$

C_b は、C_b < 0.6 のとき C_b = 0.6,

C_b > 0.8 のとき C_b = 0.8 とする。

これは昭和50年に新設された算式で、いずれ鋼船規則で採用される。この算式もcoasting serviceを考慮したものである。なお、(a)と同様の思想で直接計算で求めてもよいことになっている。

(c) 船体横強度上考慮すべき波浪荷重

この波浪荷重は、鋼船規則及び揚貨装置規則に

関する検査要領（昭和50年版）C29.1.9に規定されている波浪荷重に coasting service を考慮して、波浪水頭として次のように与えている。

$$H_0 = 0.5H_w \text{ (m)}$$

$$H_1 = 0.9H_w \text{ (m)}$$

$$H_2 = 0.25H_w \text{ (m)}$$

この H_0 、 H_1 及び H_2 を満載吃水 d に加減する。

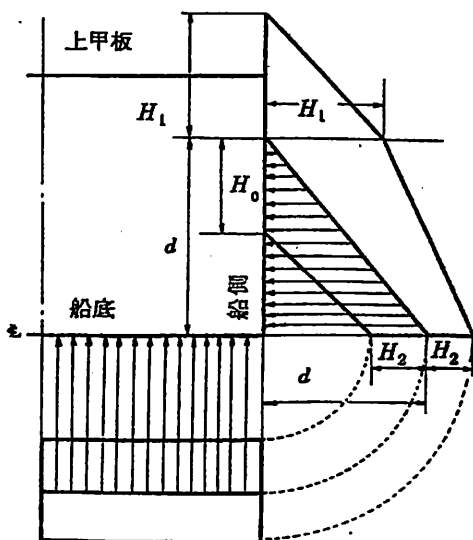
H_w は波高で、次による。

$$0.55L^{1/2} \dots\dots L \leq 150\text{m}$$

$$1.27L^{1/3} \dots\dots 150\text{m} < L \leq 250\text{m}$$

$$2.01L^{1/4} \dots\dots 250\text{m} < L \leq 300\text{m}$$

$$8.35 \dots\dots 300\text{m} < L$$



この波浪荷重は油槽船、鉱石運搬船及びばら積貨物船の直接強度計算に用いられているもので、発現確率を考慮したものではないが、波高から逆算していくとほぼ $Q=10^{-6}$ 程度に相当するもので、今後波浪荷重の発現確率統一のため改正される予定である。

(d) 局部強度上考慮すべき波浪荷重

この波浪荷重は、短波頂不規則海面（北大西洋）で all headings の状態における発現確率 $Q=10^{-6}$ での最大期待値で、波浪水頭として与えており、水線部より下方の船側部における波浪水頭 H_s 及び船底部における波浪水頭 H_B は、鋼船規則C編29章及び30章の油槽船及び鉱石運搬船の縦通肋骨の断面係数の計算に用いる荷重を採用し、これに coasting service の修正を考慮している。算式は次のようなものである。

(i) 水線部より下方の船側部における波浪水頭；

$$H_s$$

$$0.034L \text{ (m)} \dots\dots L < 230\text{m}$$

$$7.82 \text{ (m)} \dots\dots L \geq 230\text{m}$$

(ii) 船底部における波浪水頭； H_B

$$0.024L \text{ (m)} \dots\dots L < 230\text{m}$$

$$5.52 \text{ (m)} \dots\dots L \geq 230\text{m}$$

(iii) 上甲板側部における波浪水頭； H_D

$$H_s - (D - d) \text{ (m)} \dots\dots D - d \leq H_s$$

$$0 \text{ (m)} \dots\dots D - d > H_s$$

ただし、 $D - d > H_s$ のとき、水線上 H_s の位置で零とする。

(iii) 構造強度

船体の縦強度部材は、強度上及び耐久性上垂直引張応力が生じてはならない旨規定している。これは、例えば船側外板では、縦曲げによる垂直応力の他に、場所によってかなりの剪断応力が発生し、斜引張応力（主引張応力）に大きく影響することがあるが、一般には縦方向及び横方向のプレストレスによって過大な斜引張応力の発生は防止されるであろうこと、さらに斜引張鉄筋を配置してひび割れに対する補強を行っていること等の理由によるものである。しかし、船側外板のように海水に接する部材では斜引張応力が発生しないように P. C. 鋼材を斜め方向に配置することを推奨している。

一方、船体の横強度部材及び内構部材等では、引張応力が生じてよいが、後で述べる許容垂直引張応力並びに許容斜引張応力を超えてはならないことにしている。

(iv) 構造部材の寸法及び荷重と応力の関係

船体の縦強度部材の諸寸法は、すべての載荷及びバラスト積み付け状態を考え、しかも P. C. 鋼材とコンクリートの応力の増減が終了した状態において、静水中と波浪中の縦曲げモーメント及び剪断力、更に横強度荷重、静水圧、局部強度荷重、貨物重量、甲板荷重及び必要であれば熱荷重を適宜考慮して決定している。また横強度部材の寸法は縦強度部材と同様の状態で、静水圧、横強度荷重、局部強度荷重、荷物重量、自重、甲板荷重、隔壁に作用する荷重及び必要に応じ熱荷重から決定する。

なお、上記の波浪荷重のうち、横強度上考慮すべき波浪荷重は統計処理がなされていないものではあるが、ほぼ波浪発現確率は $Q=10^{-6}$ 程度になっており、一応波浪荷重の発現確率は $Q=10^{-6}$ で統一されたものと考えられる。ところで、一般に本規準に示す波浪荷重は船体に同時には作用しないものであり、各波浪荷重には位相差がある。即ち各波浪荷重による応力を重畳する場合、当然この位相差を考

慮して重畳する必要があるが、残念なことに、現時点では各波浪荷重によって生じる応力を重畳した応力の応答関数を用いて統計処理によって長期予測を行うことは困難である。位相差を無視して各波浪荷重による応力を linear に加算する（安全側を採ることになる）方法が最も簡単ではあるが、設計面では不合理である。そこで原則としては、波浪荷重による応力の重畳は二乗和平方根法によることにしている。更に、NKで開発した横強度の Total system を用いて解析する手法も考えているが、繁雑になるきらいがある。いずれにしても、応力解析の手法については更に検討すべきであり、詳しくは別の機会にでも述べたい。

(例) 安全度の検討

船体の構造寸法は通常弾性計算によって決定されるため、弾性計算によって算定された各種応力が許容応力以下であれば船体の構造強度上何ら問題はない。しかしながら、コンクリートは、その品質、工作のばらつき等による強度劣化の可能性が、鋼に比べて多いと考えられるし、あるいは予想以上の波浪縦曲げモーメントの作用によるひび割れ発生を考慮して船体のひび割れモーメントを、さらに P. C. 構造物は荷重とそれに対応する応力が必ずしも比例しない理由から、曲げあるいは剪断による終局破壊に対する安全度を検討している。

・ 船体のひび割れモーメント

船体ひび割れモーメント (M_c) とは、船体横断面の上甲板上面あるいは船底外板下面のコンクリートの垂直応力がコンクリートの引張強度 (σ_T) に達する時の船体縦曲げモーメントのことであり、このひび割れモーメント M_c が、静水中及び波浪縦曲げモーメント ($M_s + M_w$) の 1.5 倍以上あることを原則としている。すなわち

$$M_c \geq 1.5 \times (M_s + M_w)$$

$$\sigma_T = 0.06(1 + \sigma_{ck}) \text{ kg/cm}^2$$

σ_{ck} はコンクリートの設計基準強度

・ 船体の終局破壊縦曲げモーメント

船体の終局破壊縦曲げモーメント (M_u) とは、船体横断面における引張力はすべて鋼材 (P. C. 鋼材、普通鉄筋) がうけ、その鋼材は破断強度となり、コンクリートの圧縮側のコンクリートが設計基準強度の 85% となるとして計算した船体縦曲げモーメントのことである。この終局破壊縦曲げモーメントが前述のひび割れモーメントの 1.3 倍以上あることを原則としている。すなわち

$$M_u \geq 1.3 \times M_c$$

・ 船体の剪断に関する終局破壊安全度

船体の剪断に関する終局破壊とは、船体縦曲げに起因する主として船側外板の終局破壊のことである。この破壊に対する安全度は船体の終局破壊縦曲げモーメントの場合と同等以上と規定している。

・ 船体の横強度部材の安全度

船体の横強度部材については、ひび割れモーメント及び終局破壊に対して縦強度部材のそれと同等以上の安全度を有するよう規定している。

(4) 許容応力

コンクリート及び鋼材の許容応力は、従来、土木学会で採用しているものを安全側となるように準用したものである。

(i) コンクリートの許容応力

(a) 許容圧縮応力

縦強度部材、横強度部材等の船体主要構造部材に生じる圧縮応力としては、曲げ圧縮応力と軸圧縮応力がある。コンクリートの圧縮強度は、圧縮応力が部材の純曲げによるものか、あるいは軸力によるものかで異なる。例えば船底外板の場合、船体縦曲げ応力は外板にとってほとんど軸応力とみなされ、これに一般倉及び局部パネルの曲げ応力が加わると外板断面には応力勾配はあるが純曲げあるいは軸力のみうける部材とはならない。そのため本規準では、このような軸力と曲げを同時にうける部材の許容応力として、曲げと軸力を合成したものと、軸応力成分のみに対する許容応力を各々規定した。(表 4 及び表 5 参照)

表 4 曲げと軸力による許容圧縮応力 (kg/mm^2)

設計基準強度	3.00	4.00	5.00	6.00
許容圧縮応力	1.20	1.50	1.75	2.00

表 5 軸力による許容圧縮応力 (kg/mm^2)

設計基準強度	3.00	4.00	5.00	6.00
許容圧縮応力	0.90	1.20	1.40	1.60

(b) 許容垂直引張応力

この許容応力は、土木学会において採用されている、部材引張部・多数回繰返し荷重に対してのものを用いている。すなわち許容応力は $0.5\sigma_T$ 以下とし $\sigma_T = 0.06(1.0 + \sigma_{ck}) \text{ kg/cm}^2$ としている。

(c) 許容斜引張応力

斜引張応力とは主引張応力のことであり、特に剪断に対する規定はしておらず、船側外板及び梁

のウェブ等で剪断応力が主引張応力に与える影響が無視できない部材に対するものである。この許容応力は $0.4\sigma_T$ 以下とし、部材に生じる斜引張応力が許容応力の75%を超える区間では、斜引張鉄筋を配置してひび割れに対する補強をするよう規定している。

(iii) P. C. 鋼材及び鉄筋

(a) P. C. 鋼材の許容引張応力

P. C. 鋼材の許容引張応力は、土木学会の規定する算式を丸めて準用したもので、ポストテンション方式、プレテンション方式にかかわらず、表6の値及び $0.9\sigma_{YU}$ (kg/mm^2) のうちいずれか小さい値としている。 σ_{YU} 及び σ_{YP} は、それぞれ P. C. 鋼材の降伏点、または耐力及び引張強度である。

表6 P. C. 鋼材の許容引張応力 (kg/mm^2)

適用範囲	許容引張応力
プレストレス中	$0.85\sigma_{PU}$
プレストレスを与えた直後	$0.75\sigma_{PU}$
就航時	$0.60\sigma_{PU}$

(b) 鉄筋の許容応力

鉄筋の許容応力は、土木学会で規定している疲労強度により定まる許容引張応力を適用している。(表7)

表7 普通鉄筋の許容応力 (kg/mm^2)

普通鉄筋の種類	KSR	KSR	KSD	KSD	KSD	KSD
	24	30	24	30	35	40
許容引張応力	14	16	14	16	18	18

(5) 鋼材のかぶり

かぶりとは、コンクリート中に配置された鋼材 (P. C. 鋼材、鉄筋) とコンクリート表面との距離のことで、表8のように規定している。

表8 鋼材のかぶり (mm)

	P. C. 鋼材のかぶり	主鉄筋のかぶり
船側及び船底外周部	100	70
それ以外の部分	45	40

一般に P. C. 構造物の場合、ひび割れ発生が少なく鉄筋コンクリート構造物ほどのかぶりは必要とされないが、船側及び船底外板の外周部 (海側) では、鋼材の防錆の目的以外に、主として他船、流木等の浮遊物との接触あるいは座礁に対して P. C. 鋼材及び主鉄筋 (設計荷重によって定まる鉄筋) が容

易に破壊することなくこれを保護する目的で、大きなかぶりを規定している。それ以外の部分については、土木学会の規定を参考としたものである。

(6) 液化ガスコンクリートバージ

LPG, LNG等の低温液化ガスを貨物として積載する場合の規定で、鋼船規則N編, LNG船規準及び内部防熱方式液化ガスタンク船規準の規定を大幅に引用したものである。現在IMCOのガスタンカーに対する規則が制定作業中であり、新規規則が制定された時点で上記規則及び規準は、IMCOの新規則10の主旨にそって改正されることになるので、その時点で本規準もIMCOの主旨に沿ったものとなる。なお、タンクについては、現時点ではP. C. 製のものは考えられていない。詳細については割愛する。

8. 今後の課題

現在外国においてはすでにP. C. バージの建造、計画がなされており、日本においても造船、土木分野において材料等の研究開発及びNK規準に沿った試設計が行われている。今まで述べてきたように船体材料としてのP. C. は鋼に比べてさして劣るものではなくむしろ有利になる点が多い。しかし陸上部門における実績はあっても、船体材料としては実績に乏しいため、NK規準では、コンクリート材料 (セメント、骨材、混和材料、P. C. 鋼材等) 及び構造強度などに関し、各種実験、試験及びモデルテストを要求し、また海水などの透水の危険性を考えてコーティングを施し、バージとしての安全性の確保を図っているが、P. C. が今後の研究開発によって優れた船体材料となることが望まれる。そこでNKとしては、次の項目について、更に深い調査研究が必要であろうと考えている。

- ①バージの使用環境条件 (例えば外板等片面浸水、他面大気) における、コンクリートの乾燥収縮率あるいは含水率
- ②コンクリートのガス透過性
現在のNK規準では、コンクリート構造物を一次タンクとして使用することは考えていないが、これを二次防壁として使用する場合は透過ガスの許容量 (環境に対する有害性を考慮) 及びガス検知方法 (継目を含む)
- ③バージの使用環境条件及びコンクリートの含水率を考慮したコンクリートの凍結融解 (頻度を考慮) (空気量との関係)、また、異常時の二次防壁に作用する熱衝撃 (コンクリートの配

合、含水率及び極低温にさらされる期間を考慮して)

- ④打継目、プレキャスト部材の継目の剪断強度
- ⑤P. C. 鋼材、鉄筋の実物による切欠じん性の評価試験(シャルピー試験との相関)(応力、切欠の大きさ、温度をパラメータとする)
- ⑥コンクリートの疲労試験(引張)

{	単体
	複合体
- ⑦ひび割れ幅とその深さの関係(疲労と関連)
- ⑧複合体の破壊のメカニズム(⑥に関連)
- ⑨小モデルによる終局破壊強度(理論計算の妥当性)
- ⑩コンクリートが一次タンクとなる可能性及びそれに必要な各種条件(一次タンクとしての実験あり)
- ⑪比重管理の方法(骨材、空気量の影響)
- ⑫建造方法の研究開発

海外事情

■幅広、浅吃水の多目的セミコンテナ船StaFF20

現在、在来定期船の代替として、また不定期船として使用できる多目的船の開発が盛んであるが、プロダクトキャリアーとして有名な StaT32, StaT55 を産みだした Cammell Laird Shipbuilder が、その実績をふまえて開発したセミコンテナ船とも言える多目的船が、ここに紹介する StaFF20 で、既に11隻を受注している。(Shipbuilding & Marine Engineering International 7/8月号)

この船型の開発に当っては、綿密な市場調査と、将来の貿易の動向を予測し、各航路のコンテナ化の増大を十分考慮して、コンテナを主とし、その上に種々のドライカーゴを有効に積取れるように設計開発された。この船のマーケットとして最近次第にコンテナ化されつつある航路に就航している定期船の代替として、或いは不定期としても使用できるフレキシビリティメリットを生かして、発展途上国のナショナル・ラインなどが対象となろう。

この船の特色として、まず第1に上げられるのは、この種の船の従来の船型が、L/B: 7程度なのに比べてL/B: 6という幅広船型であることと、世界のほとんどの港に寄港できる28ft. 3in (8m6) という浅い計画吃水を持っている点である。この広い幅のために、コンテナが横に8列並べられ、全部で681個の20フィートコンテナの搭載が可能である。

9. あとがき

以上、P. C. に関する諸性質、規準についてその概略を紹介したが、専門家でない方々のために少しでも役立てば幸いである。NK規準の制定、また本稿を書くにあたって、土木、造船の各分野及び学識経験者の方々に甚大なるご協力とご指導を賜わり、誌上をかりて感謝の意を表したい。

資料引用文献

- ・プレストレストコンクリートの設計: 岡田清, 神山一共著(国民科学社刊)
- ・コンクリート・マニュアル: 近藤泰夫訳(国民科学社刊)
- ・極低温下のコンクリートの性質に関する実験: 小谷一三, 中里吉明共著(鹿島建設技術研究所年報第19号)
- ・P C 鋼材の低温における機械的性質: 神鋼々線工業

しかも2列ハッチを採用して、ホールド内搭載コンテナ469個の内、373個はダイレクトに荷役可能である。ツイндеッキ・ハッチカバーも完全にフラッシュで、コンテナの荷重に十分耐える設計となっている。

第2に大馬力の主機とトリム性能の関係から、通常のフルコンテナ船と同じようにセミアフトのエンジン・ルームを持ち、長いフォックスルデッキと船尾にプープデッキを備えている。カーゴギヤの主力は22トンのデリックであるが、中央のメインホールドには、40フィート・コンテナが荷役可能な35トンのデリックを装備している。

なお、オプションとしてカーデッキ、クレーン、ヘビーデリックなどの設置が可能である。

主要目

Lpp	167.8m
B(mld)	26.75m
D(mld)	13.0m
d(計画)	8.6m
DW	23,500LT (d _s =9.6m)
貨物倉容積	グレーン 33,200m ³ (1,172mft ³)
	ベール 30,600m ³ (1,081mft ³)
燃料油倉容積	2,000m ³
清水倉容積	300m ³
主機	スルザー6RND90 17,400BHP
燃料消費量	55LT/Day (85%MCR)
発電機	625KW×3
航海速度	18.5kn

I H I 操船シミュレータの紹介

森 正彦・田中 稔

石川県輪船工業船舶事業本部基本設計室

1. 緒言

最近の海上交通事情は、特に主要航路・港湾における輻輳の激化と通行船舶の大型化あるいは多種多様化によって、海難の増加が憂慮される事態になってきている。そのような情勢に対処すべく海上交通システムの研究や操船者のための訓練手段として船舶の操船状況を再現できる操船シミュレータを開発することの必要性が高まりつつあり、すでにオランダ、およびスウェーデンの研究所ではかなり大規模なものが実用化されており、さらにその他の機関でもより高度な設備のものが計画ないし建設されつつある。

操船シミュレータの必要性、あるいは先進諸国での開発状況などについては、本誌9月号での野本教授の紹介記事⁽¹⁾および参考文献⁽²⁾に詳述されているのでここでは割愛し、以下、このたび当社において開発した視界再現装置付き操船シミュレータについて説明する。

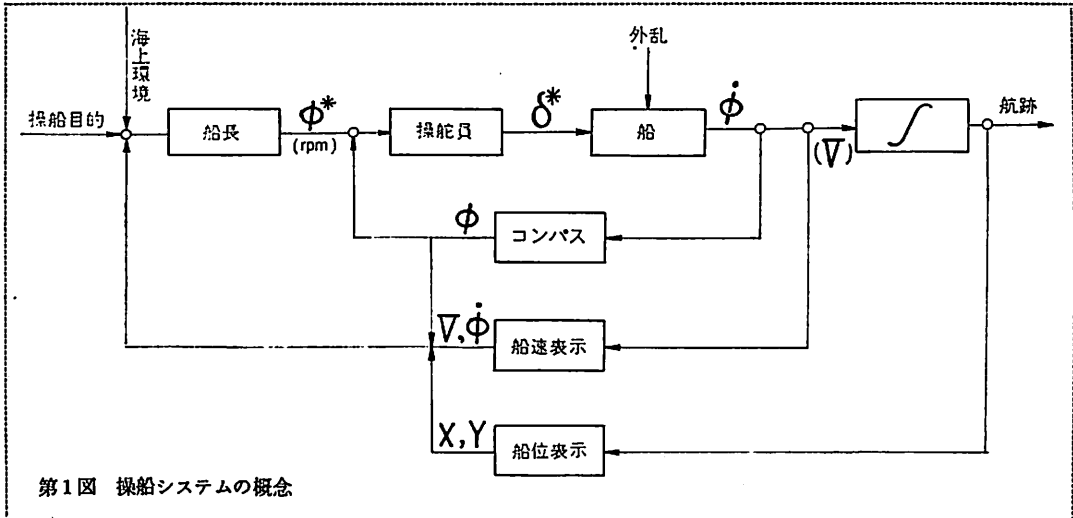
船舶の運航性能を高める上から、時代の趨勢に応じて次々に開発される新しい船型の基本設計段階においては、推進性能、船体強度、復原性という従来からの基本性能に加えて操縦性能の良否を評価しておくことが重要となってきている。当社においては超大型タンカー、超高速コンテナ船、あるいは航洋カー・フェリーなどの新船型出現の兆があった昭和43年頃から操縦性能の研究と設計面への応用という課題について本格的に取組むこととし、その一環として新船型開発に際して有用な操縦性能シミュレーション・プログラム⁽³⁾を開発した。

このプログラムにより船自体の性能の良否はかなりの精度で予測できるようになったわけであるが、操縦性能の問題は、単に船の運動力学的立場からだけで結論づけられるものではない。すなわち、究極の目的が船の運航における安全性の向上にあるの

で、船型開発段階においても、操船の立場からみた操縦性能、あるいは操舵設備、航海機器も含めた操縦システムとしての性能を向上させるための研究にまで発展させ、かつ、操縦性能の評価も船自体の性能の他に操船者の特性を加えた、いわゆる Man-Machine 系の特性でもって検討することが必要である。このような人間学的問題に対しては、すでに野本教授ら⁽⁴⁾が研究用船舶操縦シミュレータを製作して、操舵管制機構の中での手動操舵について基礎的研究を進めているが、基本設計分野においても設計者と運用者の十分なる対話が必要であり、それをすすめる手段として操船シミュレータは極めて有用である。このような観点から、昭和48年4月試作に着手し、以来このシミュレータ開発で技術的に最も困難な部分とされている視界再現装置の開発に重点をおき、特に光学系分野では卓越した技術を有する㈱ナックの協力を得ることが出来たので順調に試作を進め、本年4月、第一段階としての主要装置を完成させることができた。また、本装置の有効性を確かめるために有資格操船者による操船シミュレーションを実施した結果、基本的な操船については訓練用としても十分有効に使えることがわかった。特に、スクリーン上で他船が自由に動く状況を映し出すようにした視界再現装置は、世界で始めて実用化されたものであり、鮮明なる映像と相俟って実感を与えるという点では秀れた効力を持っている。

2. シミュレータの開発

シミュレータの開発でまず留意すべき点は、その使用目的を明確にすることと、それに適合したシステムを計画することにある。特に、操船シミュレータの開発では操船の内容が極めて広汎、かつ多彩であることから、シミュレータの対象にすべき操船の範囲を、その使用目的に応じて選定しておくことが



第1図 操船システムの概念

システムを計画するうえで重要である。

前述の通り、この操船シミュレータの主目的は新しい船型開発に供することであり、その具体的な利用法として次に示す5項目が抽出された。

- (1)新船型の開発にあたって、その船の操縦性能をMan-Machine系でもって評価・確認すること。
- (2)このMan-Machine系の中に不具合点が認められた場合には、その因子を究明し、具体的改善策を研究すること。
- (3)船の操縦性能と操船者の感覚的判断の関係という人間工学的問題に取り組むための基礎的調査を行なうこと。
- (4)本格的な訓練用シミュレータについての基礎調査に利用すると共に、基本的な操船訓練は可能な装置とすること。
- (5)オートパイロット、レーダなどの航海計器の性能評価、および改良に利用すること。

また、シミュレーションの内容としては、操船技術上も、船の要求性能上からも厳しい条件下にある狭水道通過、あるいは港湾進入時などを想定し、種々の水域、海象、行合船などの環境条件を設定して船の運動制御のための操船を行なうことを考えた。

さて、次のステップとして、シミュレータ・システムの構成および機能を決定するために、シミュレーションの対象となる操船の仕組を系統的に分析しておくことが必要である。このシミュレータのシステム設計の基礎とした操船システムの概念を第1図に示す。たとえば、狭水道航行中の操船を考えてみると、操船指揮にあたる船長は自船の運動とその運動によって刻々変化する外界の状況を視界によ

ってとらえながら自己の操船を組立てている。船の針路制御に直接携わる操舵員が、操舵→船の運動→コンパス確認→転舵のごとく閉回路Man-Machine系を構成しているのと同様に、船長の行なう操船も、制御指令→船の運動→外界条件の変化→指令変更のごとく視界を媒体とした閉回路制御系を構成し、船長は時々刻々変化する目標の動きを通して、自船の運動状態と共に運動性能の良否を敏感に感じとっている。したがって、船の操船性能に関する問題はもちろん、操船管理のうえでも針路制御系を包含した操船システム全体の問題として取扱って行くことが重要である。

このように船の操縦は、操船者—船—外部環境からなるトータル・システムであり、さらに操船者との関係からみた船は、制御対象としての運動性能と操船者の行動の場としての内部環境とにわけられ、これに対応してシミュレータ・システムも内部環境を模擬する船橋装置、外部環境を模擬する視界再現装置、および運動性能を模擬する数式モデルが主要な構成要素となる。

以下、これらの構成要素のうち、本シミュレータの特徴である視界再現装置、および操縦運動数学モデルについて、その開発あるいは選定にあたっての考え方と、さらに、これら構成要素の引立役である電子計算機の選定にあたって配慮したことなどについて記す。

2.1 視界再現装置の開発

視界再現装置の開発にあたって目標とした事項は次の通りである。

- (1)種々の航路状況を再現し得る自由度の高い方式であること。

(2)自船、および他船の自由な動きによって複雑に変化する視界を再現できること。

(3)物標の位置、動きを正確に表示し、操船者が相対位置・方位の測定に使用できる精度をもたせること。

(4)実景をカラーで鮮明に再現し、十分なる臨場感が得られること。

上記の開発目標を基に、従来使用されている影絵方式、映画方式、テレビ方式、それに電子回路による線画方式なども含めて種々の方式を検討した結果、高精度スライド・フィルムと光学系装置を使用する新しい方式を開発することとした。

まず、第1の目標に対しては、空、海、遠方の風景などで構成される背景像と、他船、ブイ、灯台、島などの近接物標像、さらに自船の上甲板の映像、あるいは自船の船首波などをそれぞれ別個に投影し、スクリーン上で像合成する方式を採用することとし、第2の目標である他船の自由な動きは、スライド・プロジェクタを用いて連続的に再現する方式によることとし、その開発にあたった。この方式は、他船、あるいはその他の物標の姿勢角と距離変化に対応した映像を、極めて精度よく位置決めして多数のカラー・スライドに撮ったうえ、プロジェクタに収納しておき、計算機制御によって選択しながら投影し、かつ、映像切換時に瞬時の二重投影をして連続性をもたせる方式（この方式を Dual Image Processing System、略称DIP方式と呼称する）であり、映像の横移動、上下移動、および拡大・縮小のために光学機構が併用されている。

背景像の投影法としては、自船の回頭運動に伴って映像を左右移動させることにより回頭感を得る方式とした。

また、各映像の微小な動きを正確に再現するため、速度範囲 1 : 16,000 (パルス/秒) のパルス・モータの開発、バックラッシュレス・ギヤの採用などにより、光学系駆動用サーボ機器の高性能化をはかった。

2.2 操縦運動モデルの選定

自船の運動性能を模擬する数式モデルは、船型開発目的の本シミュレータの場合、極めて重要であり、船体主要目、舵要目、主機関などを変更した場合の性能変化、および風、潮流、波の影響などがすでに考慮されていること、また、今後サイド・スラスト、曳船などの外力を組入れる場合の便利さなどを考えて、先に開発した操縦性能シミュレーション

・プログラム⁽³⁾と同一のモデルを使用した。すなわち、船の操縦運動を水平面内の前後、および横移動と、垂直軸まわりの回転にわけて表した非線型の連立微分方程式を、逐次積分法によりお解く方法であり、計算に必要な諸係数はあらかじめ大型計算機で処理したものが用いられる。また、波による変動外力はストリップ法により求めている。その詳細は文献(3)にゆずるが、原方程式の形は次の通りである。

$$\begin{cases} (m+m_x)\dot{v}_x - (m+m_y)v_y\dot{\gamma} = E \\ (m+m_y)\dot{v}_y + (m+m_x)v_x\dot{\gamma} = F \\ (I_x + I_{xx})\dot{\gamma} = G \end{cases}$$

(ただし、記号および座標系は文献(3)参照)

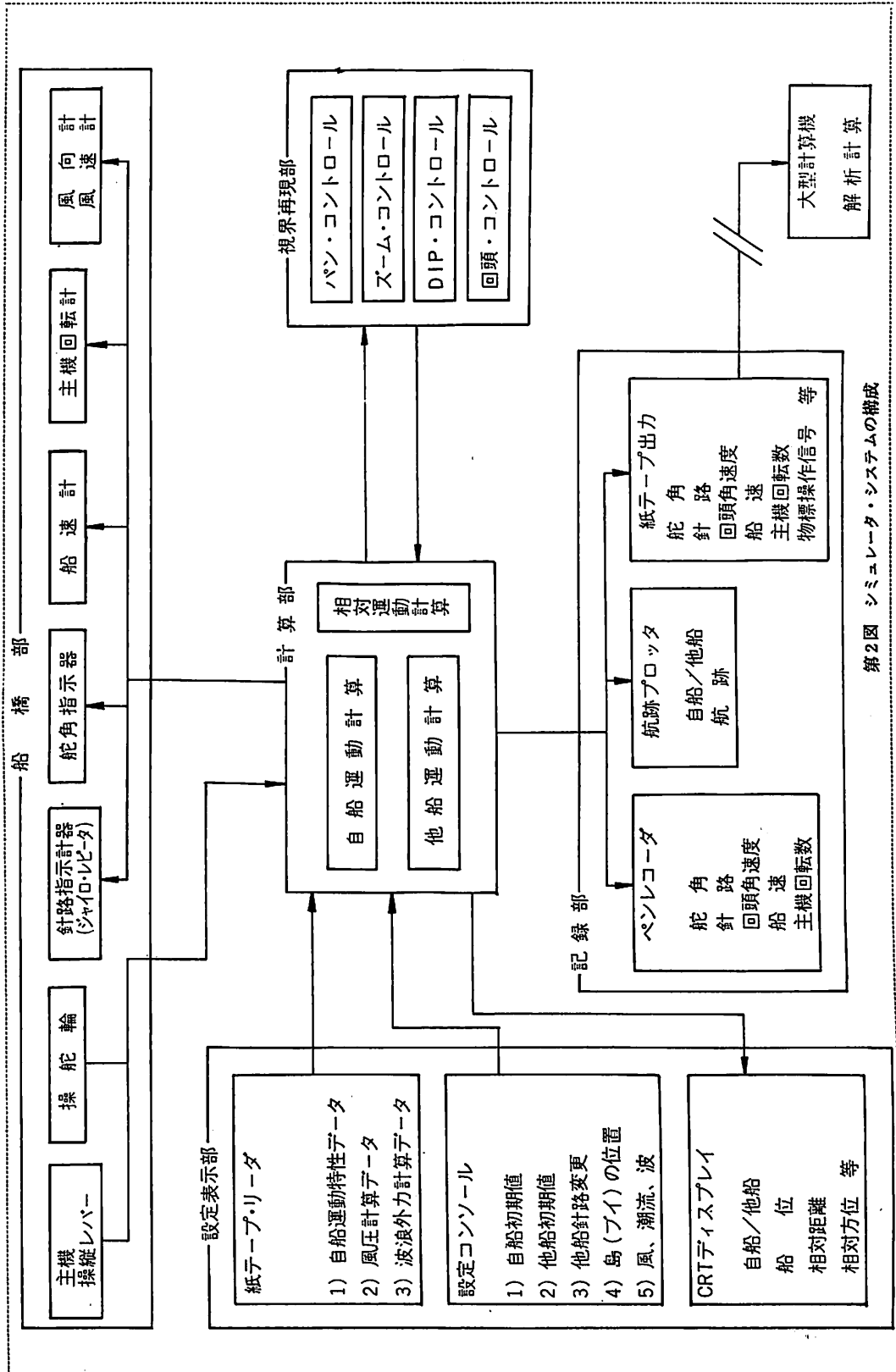
他船の運動は、設定コンソールから与えられる船速、新針路、新針路距離と現針路を基に空間固定座標に対する運動を幾何計算で求め、自船の運動計算結果と組合せて相対運動が計算される。

2.3 電子計算機の選定

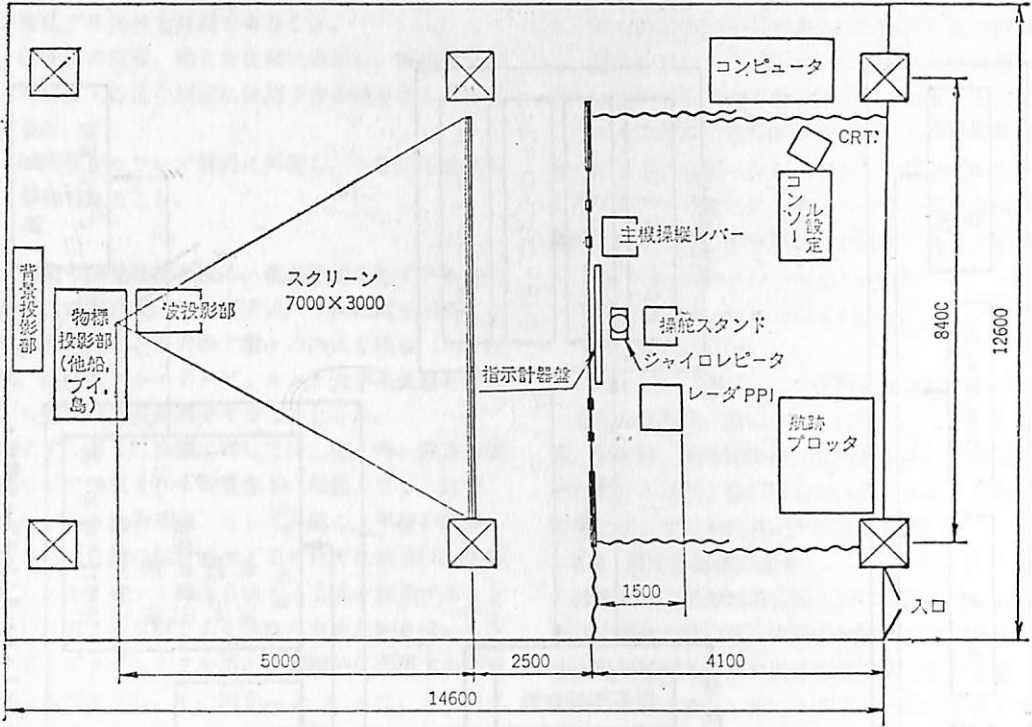
計算機は、視界再現装置におけるDIP制御、ならびに精度の高いサーボ関係機器類との適合性、前述の操縦運動モデルの計算処理方法などを考慮した結果、最近高速化しているデジタル計算機を採用することとした。デジタル計算機の採用により、実時間シミュレーション実行中に、進路予測、衝突予報計算など別の機能を割込ませることが容易にできること、また補助記憶装置の接続により各種船型データ、波スペクトラムなどの記憶や実験結果のため込みが容易に行なえることなど利点も多い。また、別途開発済みの機関部シミュレーション・プログラム⁽⁴⁾⁽⁵⁾もデジタル計算方式であることから将来接続する際の便宜も考慮した。

3. シミュレータの構成

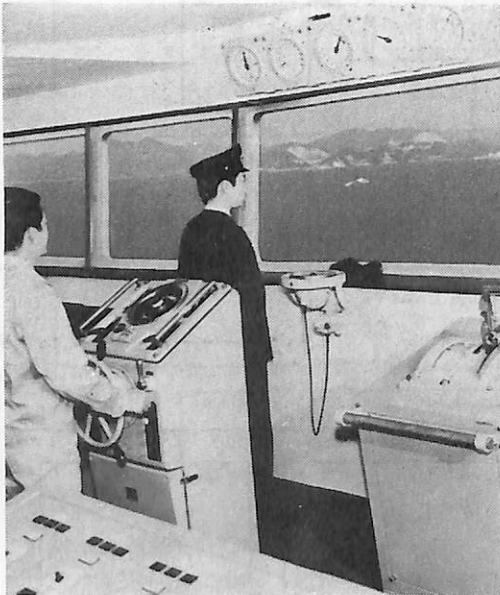
前述の開発方針にそって操船シミュレータの試作を進めたが、そのシステム構成は第2図に示すごとく船橋部、視界再現部、計算部、設定表示部、および記録部の5つの部分から成り立っている。これら各部の機器類、模擬船橋、スクリーンなどを配置し、シミュレータとしての形を整えるにはかなりの広さが必要であり、適当な場所を探し求めた結果、当社制御システム技術室事務所（東京都下田無市）の一隅に設置場所を定めた。既存の建屋を利用したため種々の点で寸法的制約を受けたが、一応、シミュレータとしての機能を失わない規模のものにまとめあげることができた。シミュレータ室内の機器配置を第3図に、また模擬船橋内部、およびその前方部の概観写真をそれぞれ第5図、および第4図に示



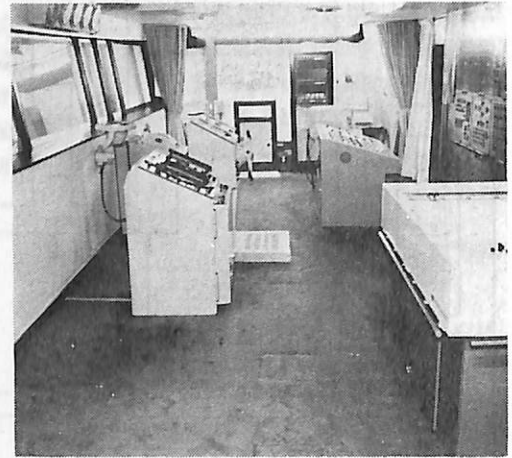
第2図 シミュレータ・システムの構成



第3図 機器配置図



第4図 模擬船橋室の前方部



第5図 模擬船橋室の内部

す。以下、各部の機能について紹介する。

3.1 船橋部

操船が行なわれる船橋内の環境を模擬する部分であり、操船者に実際に近い操船感覚をもたせるため、実船を模擬した船橋モデル形式を採用し、操船

用機器はすべて実機を使用した。また、船橋室は建物からの寸法的制約もあったが、操船者に圧迫感を与えない広さと将来新しい航海機器を追加装備するときの余裕を考えて、幅 8.4m、奥行 4.1m、クリアー高さ 2.2m の広さとした。

船橋室内には操船用機器としてオートパイロット付き操舵スタンド、コンパス・レピータ、レーダPPI、主機操縦スタンド、舵角指示器、主機回転

計、船速計、風向計、風速計、およびエンジン・テレグラフ受信器が装備されている。なお、操舵スタンドは指令舵角指示ダイヤル、5倍のパーニヤ・スケール付きコンパスのほか、回頭角速度指示計を付属品として備えている。

その他、室内にはシミュレーション操作のための設定コンソールと航跡記録のためのプロッタが配置されているが、これらについては後述する。

3.2 視界再現部

視界再現部はスクリーン、背景投影部、物標投影部、および波投影部からなり、先に述べたごとくスクリーン上で映像の合成が行なわれる。また、建物の制限から Rear Projection 方式を採用した。

(1) スクリーン

幅7m、高さ3mのRear Projection用平面スクリーンで、操舵スタンドからの視角は約80°である。

(2) 背景投影部

上甲板投影装置と回頭背景装置とからなり、前者は船橋からみた自船上甲板の映像を投影し、自船の種類や載貨状態に応じてフィルムを選択する。後者は遠方の水路風景を投影する装置で、自船の回頭に伴って映像を左右移動させることにより回頭感を与える。また360°の回頭とシミュレーション内容に応じた海域風景の選択ができる。

(3) 物標投影部

他船、ブイ、灯台などの近接物標を投影する装置で、自船との相対位置関係に応じて像の横移動、拡大・縮小と水平線からの沈み、および見え角変化による形状変化を与える機能をもち、任意の出会い関係の情景を再現することができる。それぞれの機能に対応して、パン、ズーム、およびDIPの各装置が設けられている。

(4) 波投影部

自船の船首波を再現し、動感を高める効果を与える。

なお、現在は物標投影装置を1台しか装備していないため、他船、ブイ、灯台などの近接物標はいずれか1つを選択してシミュレーションを行なっている。

3.3 計算部

計算部の機能はオフライン機能とオンライン機能に大別され、前者には船型の選択、船型データの読み込み・変更、およびシミュレーション実験データの紙テープ出力があり、後者には自他船の運動計算、相対運動計算、プロセス機器の入出力計算、および

シミュレーション実験データのため読み込み機能がある。計算装置はデジタル方式で、中央演算処理装置（語長：16ビット、主記憶：コアメモリ、16K語、サイクルタイム：1.6 μ sec.）、ディスク記憶装置、紙テープ入出力装置、入出力タイプライタ、およびプロセス入出力装置で構成されている。

自船、あるいは他船の運動に伴う情景変化について実感を損わないように計算サイクルを1秒におさめたが、このためコントロール・プログラムのうえで計算時間のばらつきをなくすなど種々工夫をこらした。

シミュレーション実施中の処理は、毎サイクル必ず実行しなければならない項目と、割込みに応じて処理する項目とにわけ、前者はコア常駐のプログラム、後者はディスク常駐のプログラムとしている。また、ディスク常駐のプログラムはコアの同一領域を使用し、同じサイクル内で2項目以上実行されないようにコントロールされている。

3.4 設定表示部

設定表示部は設定コンソールとCRTコンソールとからなっており、前者には自船の初期条件、および主機関特性の設定、風、潮流、波などの海象条件の設定および変更、物標の初期条件の設定および制御（ただし、他船の場合）の機能の他に、CPA（Closest Point of Approach）とTCPA（Time to CPA）の表示機能があり、後者にはシミュレーション実行中に自船、および他船の船位、相対距離、相対方位などを刻々表示する機能の他に、ユーティリティ機能として舵の大きさ、舵の側面形状、操舵機特性値などを任意のものに変更するための機能、あるいは磁気ディスク装置に記憶されている各種船型群の中から対象船型とその運動特性データを選択するための機能を持たせている。

3.5 記録部

記録部には自船、および他船の航跡を描くX-Yプロッタ、自船の運動記録のためのペンレコーダ、およびシミュレーション実行中での刻々の操舵操作記録と運動記録を行なう磁気ディスク装置がある。X-Yプロッタは海図に対応したスケール設定と、一定時間毎の自他船の船位を示すタイムマーカ表示の機能を持ち、A0版の大きさまで記録することができる。

ペンレコーダはシミュレーション内容に応じて記録データの種別を適宜選択し得るが、針路、回頭角速度、舵角、船速、主機回転数、およびタイミングは基本データとして常に記録される。

操船（又は操舵）感覚調査表

実験番号 _____ 日付 _____ 氏名 _____ (匿名でも可)
 年齢 _____ 才 資格 _____ 操船歴 _____ 年 (うち同種船 _____ 年)

点数	評価	評価の目安	
		(質問 1, 2)	(質問 3)
10	非常によい	今までに操船した船に比べて非常に秀れている。	実際に大型船を操船する場合の感じが非常によくできている。
8	よい	相当に良好な感懐に入る。	かなりよくできている。
6	普通	同程度であり、操船上問題ない。	操船訓練には十分な位できている。
5	やや劣る	この程度なら操船は可能である。	操船訓練には差支えない。
3	悪い	かなり悪く操船上支障をきたす恐れあり。	今のままでは訓練としても具合が悪い。
1	非常に悪い	このような船を就航させることには危険を感じる。	全然実感がでていない。

上記の採点基準をもとに以下の質問事項に採点して下さい。

- 【質問 1】 今、操船（又は操舵）した船の操縦性能は何点位に相当するとお考えですか。 点
- 【質問 2】 今、行った操船（又は操舵）は、どの程度うまく行えたと考えますか。 点
- 【質問 3】 今の実験で、実際に大型船を操船（又は操舵）しているような感じを受けましたか。 点

今の実験について、特別の感想があれば下記して下さい。

第 1 表 操船感覚調査表

X-Yプロッタ、およびペンレコーダは操船実験結果を即刻評価する際に有用であり、また、磁気ディスクに記録されたデータは紙テープ出力を経て大型計算機により解析処理が行なわれる。

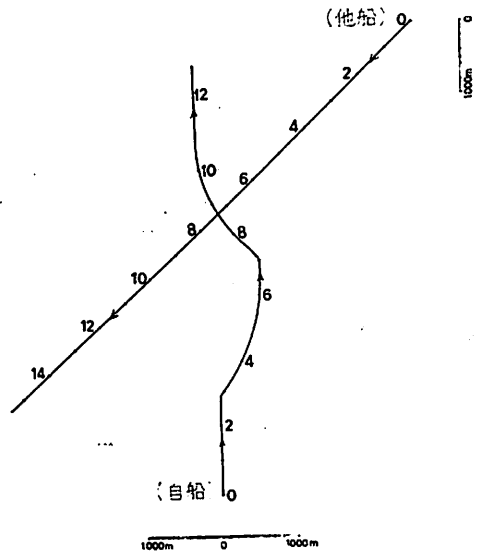
4. 応用例

船舶の高性能化という要請に応じて、多種多様な船型が基本計画の対象とされるようになり、運航の安全確保のために、どの程度の操縦性能を与えればよいかということが、船型計画に際して重要な問題となってきた。運航の安全上必要な性能は、運航海域の地形、航行援助施設、海上交通事情などの運航環境、および操船技術上の問題も含めて総合的に検討されるべきものであり、これの具体的な決定は非常に困難なものである。しかし、操船シミュレータを用いれば、船の操縦性能が種々の航行条件下で人間の行なう操船にどのような影響を与えるかとか、また、その際操船者が感覚的にとらえた判断がどうかということなどを比較検討することができ、このようなデータは操縦性に対する必要条件を決定するうえで極めて有用である。

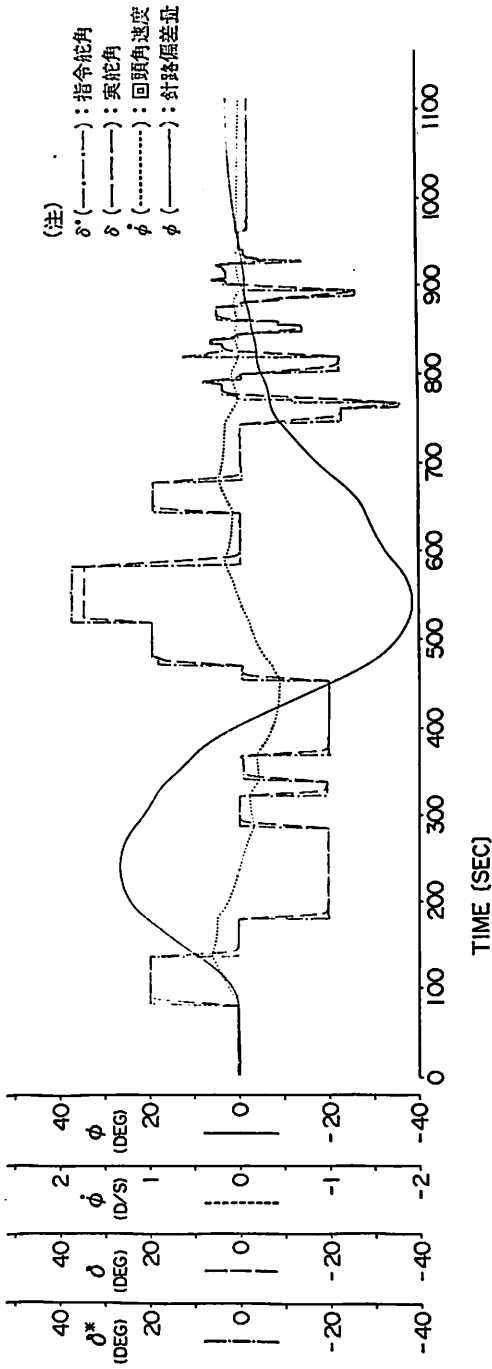
以上のごとき観点から、この操船シミュレータを用いて操縦性能と操船感覚に関する調査を行なうこととし、まずそのための予備調査と本シミュレータの有効性確認を兼ねた操船シミュレーション実験を実施した。その内容は、変針操舵、保針操舵、船位保持、偏位修正、避航操船などの基本的な操船実験である。供試船としては 20 万 DWT 型タンカーを選び、操縦性能が大幅に異なる満載状態とバラスト状態について実験を行なった。この際の操船者はこの種大型船の操船経験が豊富な社内ドックマスターと操舵員のペアであり、かつ、3 組が同一内容の実験を行なうことにより極力偏見を排除し、正当な評価が得られるようにした。また、風、潮流、あるいは波などの外乱を適宜与えた。

実験結果は舵角、針路、回頭角速度、船速、航跡などの客観的要素を記録分析することのほかに、各実験終了ごとに、その船の操縦性能の良否や操船の出来ばえなどについて操船者の感覚的評価をアンケート形式の調査表によりとりまとめた。調査表の書式を第 1 表に示す。この

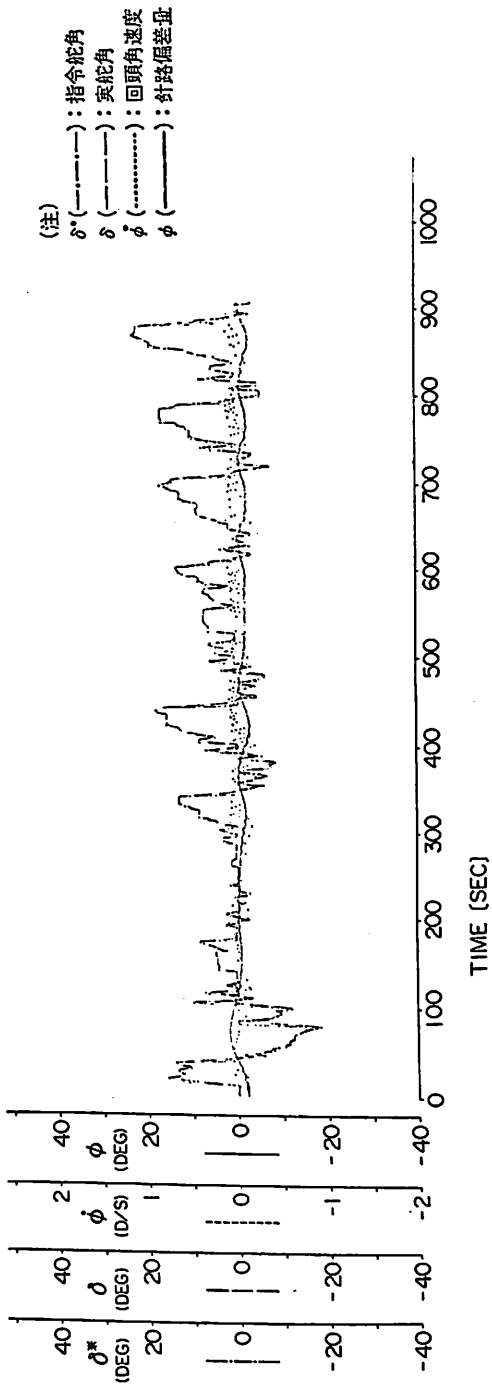
予備実験に参加した有資格操船者らは、自船および他船の動き、外界の変化状況などは実感があり、また船橋室内も臨場感があふれていると評価し、あら



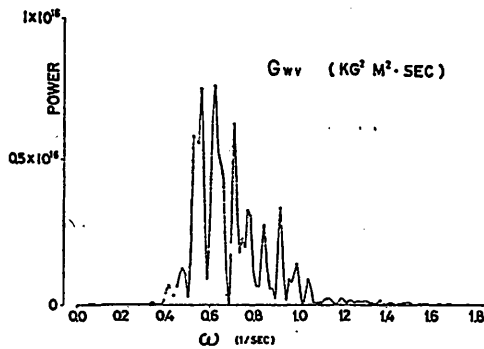
第 6 図 避航操船の実験結果 (航跡図)



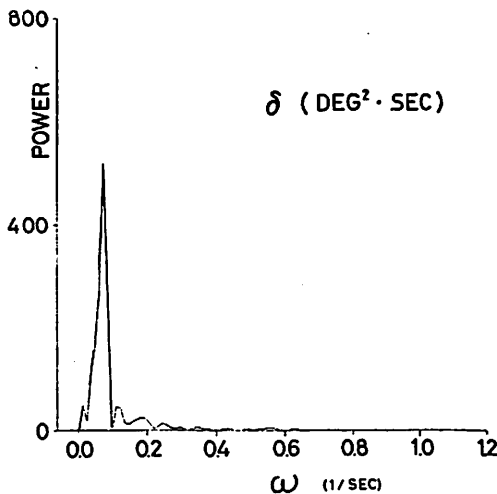
第7図 避航操船の実験結果 (自船運動記録)



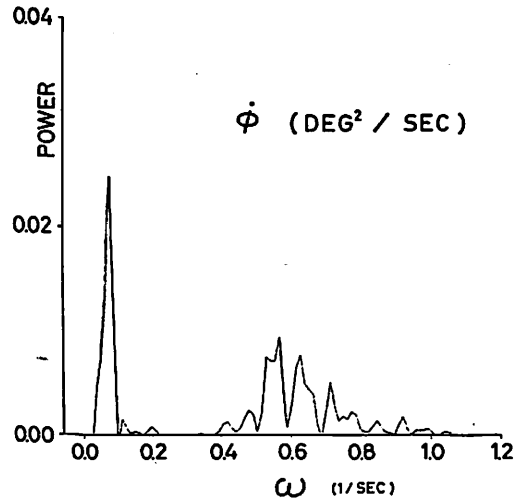
第8図 波浪中での保針操船の実験結果 (パラスト状態)



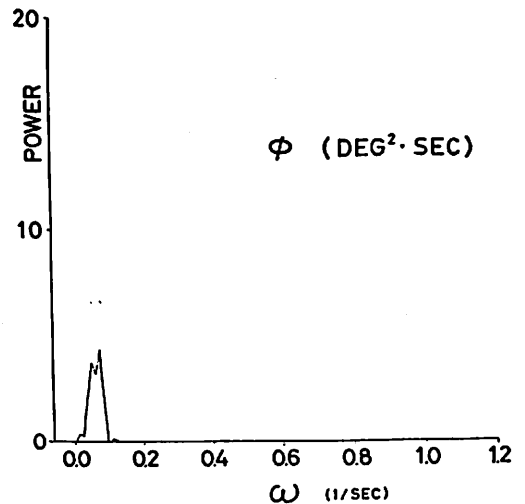
第9図 スペクトル解析例
(a) 波による回頭モーメント



第9図(b) 実舵角



第9図(c) 回頭角速度



第9図(d) 針路偏差量

ためて本シミュレータの有効性が確認された。

本稿ではこのシミュレータの紹介記事に紙面を割いたため、上記各実験の内容、および実験結果については割愛し、下記の例示にとどめる。詳しくは、参考文献(7)、および(8)を参照して頂きたい。

第6図は右前方3.75マイルから接近してくる貨物船との衝突を回避しながら前進する操船、すなわち避航操船の航跡記録例であり、第7図はその際の自船運動の記録例である。この場合には、自船(20万DWT型タンカー、満載状態)が義務船の立場にあり、右前方より接近してくる権利船を回避したのち原針路に戻し、かつ、衝突の危険はできるだけ早期に回避し、安全な状態を保とうとする態度が明瞭にあらわれている。また、変針量は 20° ~ 30° 、避航開始時の主な操舵は 35° と 20° という比較的大きな舵角の組合せで行なわれており、積極的な操舵によって自船の避航意志を相手船に明確に伝えようとする義務船としての操船態度が認められる。

第8図はバラスト状態にて外乱を受けながら保針操舵をした際の運動記録例であり、この際の実験データの解析により求められた波による船体回頭モーメント、舵角、回頭角速度、および針路偏差量のスペクトラムをそれぞれ第9図(a)、(b)、(c)、および(d)に示す。

5. 結 言

以上、今回当社にて開発した操船シミュレータについて紹介した。稼働後いまだ日も浅いが、得られたことをまとめて次に記す。

- (1) 本シミュレータは、種々の条件下の操船状況を十分なる臨場感をもって再現することができ、初期の目標通り新しい船型の開発、あるいは基本的な操船訓練のための有力な手段として利用できることがわかった。

(2) 特に、スクリーン上での他船の自由な動きの再現は操船者に十分なる実感を与えることができ、今回開発されたDIP方式視界再現装置の有効性が確認された。

(3) 船の操縦性能の評価にあたっては、航海速力での航行時のほかに、特に低速航行時の性能を確認しておくことが重要であり、そのため、風、潮流、波などの外乱影響を含め、Man-Machine系によって人間が操舵する場合の性能を検討することは極めて有用である。

なお、引続き種々の船型と、できるだけ数多くの有資格操船者を対象にして実験を行ない、船の操縦性能と操船感覚に関する調査を進めて行くこととしている。また、操縦経験者の再教育など本格的な操船を考えると、実際の場面に則した航路条件や緊迫感などを再現するために物標投影装置の増設、スクリーンの視角拡大などを行ない、より複雑な情景を再現できるものにすることが必要であり、本シミュレータ試作の応用問題として、その方策についての調査・研究を進めることにしている。

さらに、別途開発済みの機関部シミュレーション・プログラムと、すでに実船にて数多くの実績を有する機関部自動化装置、監視用機器などと組み合わせれば、機関部シミュレータは比較的容易に製作できるので、これと操船シミュレータを連動できるようにまとめあげれば、甲機一体の船舶操縦シミュレータとなる。

このような発展性を考えると、高度の技術を必要とする視界再現装置をもつ本シミュレータ開発の意義は大いであろう。

本シミュレータの開発にさきだち、大阪大学野本教授、ならびに広島大学小瀬助教授には広島大学船舶操縦シミュレータの見学を快諾して頂き、その際有益なるご教示を賜った。また、本シミュレータの光学系機器については㈱ナックの中島社長、牛窪取締役ほか同社技術関係者のご協力をいただき、さらに操船実務面については日本郵船㈱海務部徳田副部長(船長)、津高一等航海士、および中川一等航海士から貴重なご助言をいただいた。ここに謝意を表する次第である。

また、本年6月はじめ海事関係者各位を招待して本シミュレータの説明会を開催したが、見学された方々、ならびに短時間ながら実際に模擬操船をしていただいた船長、航海士の方々からは、船員訓練用としての操船シミュレータのあり方などについてい

ろいろ有益なるご意見をいただいた。あらためて御礼申し上げる次第である。

参考文献

- (1) 野本謙作：操船シミュレータについて、雑誌「船舶」(天然社) Vol. 48 No. 9 (昭和50年9月)
- (2) 小瀬邦治：船舶操縦シミュレータについて、日本造船学会誌 第554号 (昭和50年8月)
- (3) 森 正彦、田中 稔、溝口純敏：船の操縦性能シミュレーション・プログラムとその適用例、石川島播磨技報 第13巻第5号 (昭和48年9月)
- (4) 野本謙作、小瀬邦治：人間が操舵する船の操縦運動に関する実験的研究(一)、日本造船学会論文集 第132号 (昭和47年12月)
- (5) 山根良夫：IHIにおける船用シミュレータの紹介、日本船用機関学会誌 昭和50年10月号
- (6) 鳥居靖司、他：タービン機関部プラントのシミュレーションに関する研究、石川島播磨技報 第15巻 第6号(昭和50年11月)
- (7) 森 正彦、田中 稔、他：操船シミュレータの開発とその応用例、日本造船学会論文集 第138号 (昭和50年12月) (発表予定)
- (8) 森 正彦、田中 稔、他：視界再現装置付き操船シミュレータの開発とその応用例、石川島播磨技報 第15巻 第6号 (昭和50年11月)

■訂正■

「操船シミュレータについて」(9月号)の内、つぎのように訂正します。

・16頁右段27行目

$$x_R = x_1 - x, \quad y_R = y_1 - y, \quad R = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\chi = \sin^{-1} \frac{y_R}{R}, \quad \chi - \psi : \text{他船船首方位}$$

$$\chi_1 - \psi = 180^\circ + \chi - \psi, \quad : \text{他船相対姿勢角}$$

・20頁左段28行目

$$\text{数学モデル } T_1 T_2 \ddot{\psi} + (T_1 + T_2) \dot{\psi} + \psi + \alpha \dot{\psi}$$

・20頁右段18行目

数学モデル

$$T_1 T_2 \left(\frac{L}{V}\right)^2 \ddot{\psi} + (T_1 + T_2) \frac{L}{V} \dot{\psi} + \psi + \alpha \left(\frac{L}{V}\right)^2 \dot{\psi} \\ = K' \left(\frac{V}{L}\right) \delta + K' T_3 \dot{\delta}$$

A

A

フィロソフィーの転換を

第2次大戦後、幾多の紆余曲折を経ながらも、安価な資源の無制限の供給、先進国技術の自由な導入、国民の高い教育水準と勤勉性、独特な雇傭関係、慎重と果敢を適時使い分けた企業経営者達の有能な指導等の好条件の下に、国の総力を平和産業に傾注することによって、幸い大きな蹉跌もなく、拡大成長を続けて今日に至った我国の産業経済も、昭和48年の石油ショックと、それに誘発された資源ナショナリズムの台頭によって手械足械を嵌められて、その姿勢および活動の在り方の大きな転換を余儀なくされつつある。然してその転換は従来の高度成長から減速して、近い将来における低位安定成長への移行という形をとるべきであるというのが大勢であろう。自動車、航空機と同様、産業経済も、加速時よりも減速時の方が運転が難しい。

特に為替差損と激しいインフレーションというダブルパンチに因る著しい体力の消耗に引続いて、今後数年間未曾有の工事量不足を予想されている我国の造船業界が、重大な難関に直面していることは周知のとおりであって、経済界全体の構造的不況の下で、かような造船部門を抱えた我国の造船重工業に勤務する造船技術者にとって、これほど難しくかつ苦しい時期はかつて無かった程のものと考えられる。

今日までに我々が体験した経済の急速な成長過程を振り返って見ると、第2次産業を中心におおむね生産の拡大による効率向上を最大の狙いとし、この点に衆智を結集して来たように思われる。然して、エスカレーターに乗っているように、どの企業においても、成長益の分配にありつけたのであった。このような過程が永久に続くものではないとは理解しながらも、大きな情勢のために、方向転換や問題解決をなし得ないままに猛進するのみであったように反省される。その結果が、自然環境の無秩序な破壊、公害の拡大、資源エネルギーの浪費等多くの面で「必要かつ十分」を越えた過剰を招いた。世界的な船腹の過剰もその一つの現れと見ることが出来る。今後は経済全体としては、国内的には福祉社会の実現が可能で、かつ国際的には諸外国の反撥を

惹起しない限度内での、低くかつ安定した成長率で推移して行くことが最も望ましい姿とされている。低位安定成長時代における経済社会もしくは技術面の具体的様相は、これを適確に予測することは未だ困難な点が多く、日本国民が目下真剣に模索中と言ってもよいと考えられるが、まず最初にこのような低成長の仕組みと現象とを認識し、技術開発のフィロソフィーを根本的に転換することこそ、今後の造船業界の採るべき技術開発の方向付けを考えるための前提条件として必要であると考えられる。然してこのことはさきに日本造船学会誌の1月号の巻頭言においていささか述べて同業の士の御批判を請うた所であった。

経済運営の転換によって発生する社会の要請事項のうち、若干のものについてはすでに種々な面において顕在化して来ている。例えば

- (1)低位安定成長経済時代の社会作り
- (2)今後の人間性向上または人間性回復に対する科学技術の役割
- (3)資源エネルギーの利用方法と代替物の探索（節約、リペア、リフォーム、リサイクル化など）
- (4)環境保全、公害防止の徹底（テクノロジー・アセスメント）

等がそれであり、また、量産化による建造コストの低減のための技術開発、もしくは船舶の超大型化等による経済性追求のための技術開発等、従来の代表的な造船技術に代るべき新たな環境変化に即応した造船技術開発の方向付けとして、最近日本造船工業会の技術委員会の技術開発対策部会で論議された「総合輸送効率の向上、特にこのうちにあるの船主運航採算に寄与する技術の開発」等は正にこの線に沿ったものの一つであると考えられる。

これらの要請事項に対しては、各企業が明確に解答を出して社会に貢献して行く責任があり、そのためにはこれらの要請を具体的な研究開発課題に分解転化して実現して行かねばならない。そのためにはナショナル・コンセンサスの変化の線に沿って、思考パターンの根底からの転換が必要であると同時に、総合的かつ体系的な思考が行なわれないと、課

題の解決達成はとうてい覚束無いと思われる。

例えば前述の(2)「今後の人間性向上・恢復に対する科学技術の役割」について少しく敷衍して述べると、高度成長時代に根底となった価値基準は「より大きく」「より多く」「より速く」であり、また「(狭義の)効率最大」が主流をなしており、これらは「一斉」「画一性」という日本人の特質によって一層拍車をかけられて、見事な盛り上りを見、その代償として我々は豊富な物質を獲得したのであった。しかしその反面、人間の適度なリズムやペースを損ね、程よい調和を崩すという弊害を齎らした。今後もっと人間らしく生きるためには、より多元的な価値基準をも考え、適度な人間のリズムやペースを発見し創り上げて行く必要があるように思われる。このことは人間が真の幸福を追求する場合の価値観と、その方法論としてのフィロソフィーの問題である。より多元的な価値基準を追求するためには各人が、個性をより豊かに発揮することと、単なる知識でなく、知恵と情操の面で向上することが必須条件であろう。また、いわゆる「斑点自動化(Spoty autmation)」や「見えない作業(Invisible human work)」等の言葉で表現される類の人間性疎外の作業環境の問題の科学技術的な克服に、総合的な考慮が払われなければなるまいと考えられる。

また、「総合輸送効率の向上、特にこのうちにあつて船主運航採算に寄与する技術の開発」は積出港の陸上における貨物(被輸送物)の事前処理から始まり、積荷荷役、海上輸送、揚荷荷役、陸上輸送に至るまでの総合海洋輸送システムの効率向上策を考え、それに相応する船舶の在り方を検討し、その中に技術開発の方向を見出そうとするものであるが、具体的な技術開発の手段としては

1) 新構想船舶の探索

2) 要素技術開発の積み上げ方式

の両者が考えられる。これ等の技術開発に当っては、単に造船業界・造船学界の枠内のみでこれを行なおうとしてもその効果は少ないので、少なくとも海運業界との密接な連携の下に行なうことが必要と考えられる。

然して1)のカテゴリーに属するものとして、産業構造の多極化、或は国際化を考える時、パルプ、

石油プロダクツ、スラブ・ビレット等のような半製品または製品の輸送に関して一層の研究開発が必要であると考えられる。また現在すでに発表されている新構想船舶には、まことに多種多様なものがあり、今後も引続き新しい構想の船舶が出現するものと期待されるが、現在のところ、例えばいわゆるシーバージトレン等のバージ方式、バージ・キャリア方式、ネオ・バルク貨物の輸送システム等と称せられているものの中に、今後の開発対象として注目に値するものが認められる。

次に2)のカテゴリーすなわち要素技術開発の積み上げ方式の手段を選ぶ場合には、既開発の技術のみの全面的な積み上げをもってしてもかなり大幅な運航経済性の向上を期待し得ることをまず認識してかかる必要がある。特に近年運航コスト中に占める燃料費の著しい増大傾向に鑑み、技術開発の重点を燃料費節減の方向に沿って集中せしめることが肝要と考えられる。燃料費と共に運航コストの中で近年重要な部分を占めて来ている船員費の節約対策としての、船舶の自動化のための技術開発は、今後ますますその重要性を増すものと考えられるが、これは遺憾ながら労務問題及び法規上の諸問題を平行して解決されて始めて実効が上がるものである。しかし純技術的な問題に限っても、船用主機・補機ならびに付属自動制御機器等の信頼性の向上、とりわけセンサーおよび警報装置の信頼性向上等なお発展を期待される部門も多いように考えられる。

Zelikoff, Lukasiewicz 両氏に倣つまでもなく、近年の技術革新の速さはまさしく目覚ましいものがあり、我々の持っている技術知識の陳腐化は驚く程の速さで進行している。経済社会・要請する新技術・新製品の寿命も短命化の一途を辿っている。我々造船重工業に勤務する技術者は老若を問わずその技術経歴に対する執着を深く捨て去り、過去において日本の造船業を世界無比のものに押し上げた自信と誇りを、将来に対する心のゆとりと勇猛心とに転化して、全く新しいフィロソフィーのもとに新しい造船技術の研究開発に再出発すべき時と考える。

木下 昌雄
日立造船副社長

海上交通管制 <3>

飯 島 幸 人

東京商船大学助教授

3. 管制と通信

3.1 国際VHF

航行管制において最も重要な要素の一つは、管制する側とされる側の意志の疏通すなわち通信である。現在どこの国においても航行管制のための通信手段として国際VHF無線電話が用いられているのが普通である。国際VHF⁽¹⁰⁾とは、国際電気通信条約付属無線通信規則付録第18号に掲げられている超短波無線電話周波数を指すものであるが、一般にはこのための無線設備のことを言う場合も多い。国際VHFは、はじめ欧州の北海およびバルチック海諸国の多国間協定として、1957年に発足したものが、1959年12月ジュネーブで開かれた国際電気通信

連合の無線通信主管庁会議で採択され、全世界的なものとなった。これは国際航海に従事する船舶が必要とする通信、すなわち海上保安通信、港務通信、国内および国際公衆通信、船舶相互間の通信をすべて単一の無線設備でまかなえるよう表3に示すようなチャンネルプランを国際的に統一したものである。各国においてこのプランに基づいて陸上の施設が整備されれば、国際航海に従事する船舶は全世界どこの港に行っても同じ無線電話設備で必要な通話ができるわけである。

わが国でもこの主旨に沿って昭和39年から主要港湾に保安通信関係（海上保安庁）、港務通信関係（各港の港湾管理者→ポトラジオ）、公衆通信関係の施設が整備されてサービスが行なわれている。特に公衆通信として、わが国の沿岸を航海中の船舶あるいは入港中の船舶が電話取扱局の交換により、船舶と陸上の普通の電話または船舶相互間における通話サービスを行なうものを船舶電話とい

っている（船舶電話が開設されたのは昭和28年、横浜と神戸である）。この電話は陸上の一般電話と同様に加入制度であるので、すべての船舶が装備しているわけではないが、昭和39年以来急激に加入船が増加し、現在7,000隻に達しているという。この船舶電話のシステムは、図11に示すような回線構成となっている⁽¹¹⁾。現在日本の沿岸ならほとんどどこからでも通話が可能である。しかしながら、この船舶電話そのものを管制に用いることは、通信容量の問題があって実際には困難であるので、国際VHFとしての他のチャンネルを管制用として増設することが望まれる。

米国では、米国の沿岸および河川を航行する 300

チャンネル	送信周波数		使用原 位			参 考	備 考	
	船舶局	海岸局	船舶相互間	港務務通通信				公衆通信
				simplex	duplex			
1	156.05	160.65			10	8	(船舶電話)	
2	156.10	160.70			8	10	(#)	
3	156.15	160.75			9	9	(#)	
4	156.20	160.80			11	7	(#)	
5	156.25	160.85			6	12	(#)	
6	156.30		①				船舶相互間用	
7	156.35	160.95			7	11	(船舶電話)	
8	156.40		②				船舶相互間用	
9	156.45	156.45	5	5			Simplex用	
10	156.50		3	###				
11	156.55	156.55		3				
12	156.60	156.60		①				
13	156.65	156.65	4	4				
14	156.70	156.70		②				
15	(156.725—156.775)		保護周波数帯					
16	156.80	156.80					安全および呼出 SOS	
17	(156.825—156.875)		保護周波数帯					
18	156.90	161.50			3		港務通信用	
19	156.95	161.55			4			
20	157.00	161.60			①		港務通信用	
21	157.05	161.65			5			
22	157.10	161.70			②		港務通信用	
23	157.15	161.75				#55	(船舶電話SQ)	
24	157.20	161.80				#4	(#)	
25	157.25	161.85				#③	(外国船舶用)	
26	157.30	161.90				#①	(#)	
27	157.35	161.95				#②	(#)	
28	157.40	162.00				#6	(船舶電話SQ)	

表3 国際VHFのチャンネル・プラン

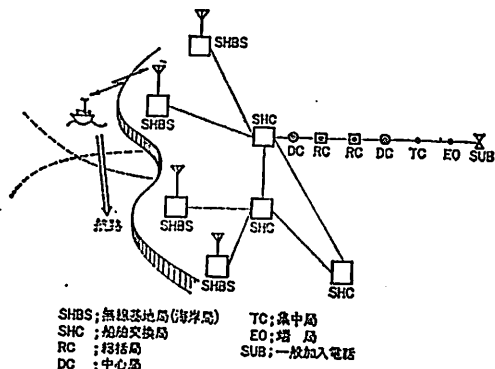


図11 自動船舶電話方式の回線構成

トン以上の商船および客を一人でも載せる 100 トン以上の船舶には、Bridge to Bridge 無線電話の装備が強制されている。

3.2 管制情報の種類

航行管制を行なう場合でも実際に船を動かすのは船長であり、その他のものはすべて船長の補助である。そして船長の操船意志決定のためのデータとし

て種々の情報が与えられるのである。したがってデータが多すぎたり、余分なデータはかえって操船を混乱させたり、意志決定を遅らせたりするものであって、適度の情報こそ望ましいものである。適度の情報とは何かを検討する指標として、次の項目が挙げられる。

- イ 船橋に必要な情報
- ロ 情報のタイプの統一を計る
- ハ 情報の優先度を定める
- ニ 情報の長さを制限する
- ホ 情報伝達手段の適正化を計る

以上のような予備的検討の段階を経て情報システムが設計されるものであるが、そのための参考としてまず船内における情報の現状を調べてみる。

1) 船内における情報

A) 海難事故とその原因

海難事故の場合、操船者がどんな状況におかれていたかを調べたのが表4である⁽¹²⁾。これは昭和35年度の小型船と昭和34年度大型船の事故を起こし

表4 事故を起こしたときの身心の状態

(単位 %)

	今年度調査 (小型船) 289	昨年度調査 (大型船) 381
睡眠不足や過労のために思考力が低下していた。	22.1	*31.5
情報判断に迷っているうちに意思決定の時期を失った。	17.3	16.5
航法上の知識を思い出せなかった。	2.8	1.6
自分で予定した操船の手順をどわすれした。	3.1	4.7
緊急事態の際に定石どおりの操船ができなかった。	10.7	*24.9
強引な操船をした(自信過剰であった)。	21.5	*28.1
船長のメンツにこだわって決断を変えなかった(決断が遅れた)。	3.5	3.1
部下の助言を軽視した(無視した)。	3.1	5.0
部下の助言を求めなかった。	4.5	7.6
乗組員に迷惑をかけたくないと決めて決断をしなかった(決断が遅れた)。	7.3	10.2
目的地に早く着くため引き返したり出港をみあわすなどの処置が運航上の請でとれなかった(処置が遅れた)。	12.5	15.5
部下にまかせすぎた(部下に頼りすぎた)。	12.1	11.5
あらかじめ立てた操船計画にとらわれすぎた。	10.7	13.1
操船上必要な物象標識等の不在または視認困難のため注意をうばわれすぎた。	18.3	*32.5
特定の船に注意をうばわれすぎた。	20.4	*27.3
航路上の障害物に注意をうばわれすぎた。	14.9	13.9

表5 情報とその頻度

			備 讃 西 行	備 讃 東 行	東 京 北 航 ⁽¹²⁾	関 門 海 峽 ⁽¹³⁾
自 船	速 針	力 路	34 (27)	0	7 (7)	13 (7)
			117 (114)	132 (120)	87 (79)	64 (30)
他 船	存 方 距 針	在 位	86	11	15	23
		離 路	118	56	4	6
			108	45	1	39
			65	55	2	2
物 標	存 方 距	在 位	15	3	0	8
		離 路	8	6	1	2
			12	6	1	33
人 員 配 置 気 象 ・ 海 象 そ の 他			3	3	5	9
			0	5	1	1
			2	7	5	15
所 要 時 間 情 報 密 度 補 助 情 報 検 索 比			119分	109分	172分	44分
			4.8回/分	3.0回/分	0.75回/分	4.87回/分
			4.02	2.74	1.5	5.8
備 考 (1971年10月)			フェリー(6,520トン) 夜 間	同 左 夜 明 け	同左 (5,744トン) 1011~1303	同 左 0819~0903

() 内は命令回数を表わす

		情報密度	補助情報 検 索 比
函 館 出 港	夜 間	3.9回/分	2.0
	昼 間	3.7	2.0
青 森 入 港	夜 間	5.0	1.9
	昼 間	4.8	2.0
青 森 出 港	新 鋭 船	3.7	1.8
	旧 型 船	4.5	2.1
函 館 入 港	新 鋭 船	3.8	2.0
	旧 型 船	4.9	3.4

表6 青函連絡船における情報密度と補助情報検索性

た船長について、事故の直接原因となった状況のアンケートの結果であるが、この表から、どんな情報を与えたならば事故が防止できたかが大略判断できる。

B) 船橋における情報

航行中、特に狭水道や出入港時において船橋で交される情報には次のようなものがある。

- イ 自船の速力、エンジンに関するもの
- ロ 自船の針路、舵角に関するもの
- ハ 他船の存在、距離、方位、針路、アスペクト、CPA、TCPAなど

- ニ 灯台やブイなどの存在、距離、方位など
 - ホ 自船の位置情報
 - ヘ 人員配置などに関するもの
 - ト 気象・海象情報
 - チ 出入港の港湾業務に関するもの
 - リ その他の情報
- などである。そして船橋においてはこれらの情報は次のような形となって伝達される。
- イ 状況報告
 - ロ 自発的行動の報告
 - ハ 命令
 - ニ 質問
 - ホ 命令、報告の再確認
 - ヘ 要諦
 - ト 自分の意志決定の確認
 - チ 説明
 - リ 推量、予測
 - ヌ 注意喚起
 - ル 指示
- 昭和36年に海難防止協会で行なった調査⁽¹²⁾とその後の調査について⁽¹³⁾の例として、これらの情報の頻度が表5に示されている。またこれらの情報について定量的な比較をするために情報密度と補助情報検索性という指標を用いている。前者は単位時

表7 交通管制情報

	情 報	内 容	摘 要
通 常 情 報	行合船情報	船名 喫水 速力 針路またはルート 位置 目的地	行合船に対して与えられる
	気象情報	風向風速 海象（潮位，潮流，海況） 視程 視測時刻	局部的情報も与える
	航行援助施設情報	援助施設の名称 故障状況 復旧に必要な時間	施設の故障・変更などのとき与えられる。
	航行危険通報	危険の種類（沈船等） 危険の位置 必要な注意	航行援助施設の故障以外の航行への危険があるとき
	船位情報	物標からの方位距離 中央線からの偏移とブイなどの距離 その位置の水深 他船位置情報	船舶からの要請による
	通信援助	通信の仲介	他の機関と船舶との通話の仲介
	漁船情報	漁船群の位置 隻数	
	バース待状況	隻数 びょう地の有無 待時間 びょう地の位置と指定	
	交通混雑警報	混雑の場所 混雑状況 予想継続時間 混雑地までの到達時間	
	船舶接近警報	近接予告 近接切迫警報 相互の視認助言 相対位置・速力・針路 CPA・TCPA 避航操船法 ブリッジ間通話の勧告	地形から相手が発見できないまま複数隻同一地点に向う場合，あるいは近接の恐れあるとき発せられる。
	危険船警報	位置 速力・針路・航路 目的地 大きさ	巨大船，LPG，LNG，タンカー，その他の危険船が近づくことを各船に警報する。

		危険船の種類	
注 意 警 報 情 報	機器故障通知	船名 故障の種類 現在位置 速力・針路・航路 通信能力 行合までの推定時間	運転不自由とか通信不自由のとき発せられる。
	異状気象・海象注意報	台風・突風 海況・高潮 視程 異状の継続時間	
	海難船助言	海難船名 海難の種類 海難の位置 現在状況 必要な救助 避航法	海難があったとき発せられる。
	浅瀬注意報	浅瀬に接近の注意 浅瀬の位置 到達時間 浅瀬の水深 操船方法	針路方向および近辺に浅瀬のあることを注意する。
	乗揚警報	切迫した乗揚の危険注意 浅瀬位置 避航法	
	航行危険近接警報	近接警報 危険物の種類 危険物の位置 最接近時間 避航法	航行危険通報を出した物への接近を警告する。
	衝突警報	衝突警報 相手船の船名 CPA・TCPA・距離 ブリッジ間通話勧告 針路速力変更勧告	船舶近接警報の後切迫した衝突の危険あるとき出される。
	レーン逸脱警報	指定レーンからの逸脱 その程度 レーンへの復帰方法	
交通 管 制 情 報	船舶迂回指令	迂回指令 障害物の位置と種類 障害回復時間 迂回ルート・操船法指示	航路に障害が生じたとき発せられる。
	積極誘導指令	位置 針路 速力	濃霧中レーダのない船の誘導のような場合
	航路閉鎖指令	航行禁止指令	霧中の巨大船航行や危険発生時の航行止

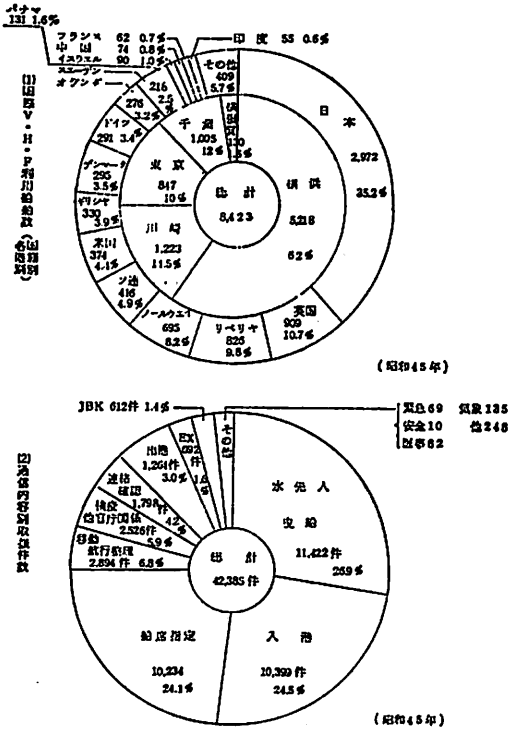


図12 横浜ポートラジオの情報

間当たり伝達される情報の量であり、後者は操船者に与えられる情報の量に対する操船者から命令される情報の量をもって定義する。この二つについて青函連絡船で昼間と夜間、新鋭船と旧型船などについて調べたものが表6である⁽¹²⁾。

2) 管制情報

管制情報として陸上から船舶に与える情報については、米国のコーストガードや⁽¹⁴⁾ 日本海難防止協会⁽¹²⁾ などで調査が行なわれているが、それらを要約して次の3つに分けて考える。

- イ 通常情報……通常の船舶の航行に必要な情報であるが、あまり急を要しないもの。
- ロ 警告・警報情報……この情報は航行に支障が生ずる恐れがある、あるいは切迫した危険が生じているとき発せられる。
- ハ 航行管制情報……管制者が船舶に積極的指示を与えて操船に関与する場合に発せられる情報

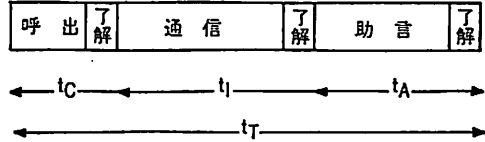


図13 通信型式

で、航路閉鎖や霧中誘導などに用いられる。以上のような情報についての詳細を表7に示す。また港湾情報については、日本では港湾管理者の依頼の下にポートラジオが取扱っているが、その通信内容は、入港予定通知、パースの指定、パイロット・タクボートの手配、検疫・税関関係、その他気象、緊急、安全などの通信であるが、これを昭和45年の本牧におけるポートラジオの取扱いと通信内容は図12のようになっている⁽¹²⁾。

3.3 通信容量

船舶と管制所との通信はほとんどの場合無線で行なわれるが、通信システムを設計する上での一般的な要件は次の量によって決められる。

- イ 必要な情報量
- ロ 必要なチャンネル容量
- ハ 情報に許容される誤り率

情報の内容については前項で述べたが、これを音声で送るのがよいか、符号化して送るのがよいかは今後の研究課題である。ここでは、今後必要なチャンネル容量を決めるための一つの目安として、現在のVHF通信における通信量について調べてみた。

米国では文献14において、サンフランシスコおよびシアトルの交通通信システム(船舶通報システム)についてチャンネル負荷の調査を行なっている。また筆者は横浜のポートラジオによって同様な調査を行なった。米国の通信は主として船位通報と交通助言であるのに対し、横浜ポートラジオは図12に示したような内容であって大きな相異があるが、今後のシステムの通信容量を決めるための手掛りとなるものと思う。

1) 通話の長さ

一般の通信の型式は図13のように行なわれるものとする。そして t_c : 呼出し時間, t_l : 一般通信時

	P_c	P_l	P_A	t_c	t_l	t_A	t_T
シアトル	0.90	0.97	0.323	7.60	19.86	17.45	31.74秒
サンフランシスコ	0.642	0.832	0.367	8.98	17.65	16.92	26.66
横浜	0.975	0.854	0	25.9	69.3	0	84.4

表8 平均通信時間とその確率

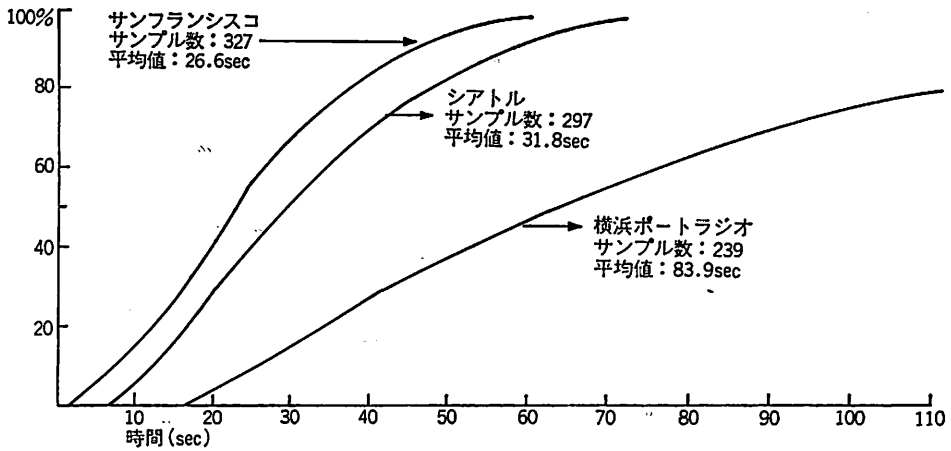


図14 通信時間の累積度数分布

Channel	11	12	14	16
7-19				
0000~0100	1.7%			
0100~0200	17.4			
0200~0300		9.4%	7.7%	0.7%
0300~0400			5.4	2.8
0400~0500			6.9	4.3
0500~0600			6.7	6.9
0600~0700	2.1		34.8	3.3
0700~0800		4.5	16.3	5.9
0800~0900	24.2	6.9	21.3	29.2
0900~1000	20.8	1.2	3.1	3.5
7-18				
1000~1100	6.5	1.6	8.5	
1100~1200	2.4		9.9	5.0
1200~1300	7.3	3.4	11.5	1.1
1300~1400	3.2	1.9	7.5	11.8
1400~1500	5.5	7.7	22.1	14.0
1500~1600	4.8	1.4	20.5	15.9
1600~1700		0.3	10.4	3.9
1700~1800		7.3	22.6	1.3
1800~1900	15.8		20.7	
1900~2000	4.2		2.6	
2000~2100	2.4		11.0	
2100~2200	11.1		5.8	
2200~2300	5.3			
2300~2400	3.6			

表9 チャンネル利用率

間、 t_A : 管制助言時間、 t_r : 全通信時間とする。また t_c , t_i , t_A の起こる確率を p_c , p_i , p_A とする

と

$$\bar{t}_r = \bar{p}_c t_c + \bar{p}_i t_i + \bar{p}_A t_A$$

ただし \bar{t}_r などは平均値を与えるものとする。

これらの平均値についてもサンフランシスコ、シアトルおよび横浜ポートルジオで測定した値を表8に示した。ただし横浜の場合管制助言は行なわれないうものとした。また t_r についての実測について累積相対頻度分布を図14に示した。横浜については、一般に一通話中に幾つもの港務情報が入っているの、通話が長くなっている。

2) チャンネル利用率

現在どれほど通話が混雑しているかをチャンネル利用率 η で表わすことにする。 η は次式によって定義する。

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n t_{r_i} / T}{n}$$

ただし T は基準と考える時間をとり、 $i=1, 2, \dots, n$ は通話回数とする。 η は時刻や曜日、月によって異なるが、 η を検討することによりチャンネルの負荷のみならず、人間の疲労や能率など労働条件の検討の参考にもすることができよう。横浜での各チャンネルの1時間当りの利用率について調べたものを表9に示す。

4. 航行管制の今後と問題点

4.1 管制の階層化

航行管制を考える場合、すべての水域が同一の管制システムを必要としているわけではなく、その水域に最も適した方式が適用されなければならないことは当然であるが、そうかといって、各水域が勝手

	貨物船 危険物積載船 客船	500トン以下 500トン以下 100トン以下	500～3000トン 500～3000トン 100～500トン	3000～2万トン 3000～2万トン 500～3000トン	2万トン以上 2万トン以上 3000トン以上
昼間 視程1km以上	特別管制水域	指定箇所横断可 それ以外立入不可	指定航路・速力制限・追越禁止・倍号制御	必要のあるとき個々の管制、他は左に同じ	個々の管制
	管制水域	立入可 横断可	指定航路 港内速力制限	指定航路 港内速力制限	指定航路 港内個々の管制 港外位置通報
	自由水域Ⅰ 自由水域Ⅱ	自由 自由	自由 自由	立入不可# 自由	立入不可# 自由
1km～100mと夜	特別管制水域	立入不可	個々の管制	個々の管制	個々の管制
	管制水域	横断可 港外立入不可	指定航路・速力制限・追越禁止	指定航路・速力制限・追越禁止・港外位置通報	指定航路・速力制限・追越禁止・港外位置通報
	自由水域Ⅰ 自由水域Ⅱ	自由 自由	自由 自由	立入不可# 自由	立入不可# 自由
100m以下	特別管制水域	立入不可	個々の管制	個々の管制	個々の管制
	管制水域	移動不可	指定水域 高度速力制限 港外位置通報	個々の管制	個々の管制
	自由水域Ⅰ	速力制限	速力制限	立入不可#	立入不可#
	自由水域Ⅱ	速力制限	同左	同左	同左

- 注
- 特別管制水域は港A及びBグループ、港外Aグループに設定され、管制水域に接続する。
 - 管制水域は港A、B、Cグループ、港外A、B、C、Dグループに設定され特別管制水域・陸岸・自由水域Ⅱのいずれかに接続する。
 - 自由水域Ⅰは管制担当水域内で特別管制水域及び管制水域以外の水域
 - エスコート船は被エスコート船と一体とみなす。
 - # 管制許可をえた場合をのぞく。

表10 管制階層化の一案

に勝手な方法で管制を行なうことは、船舶の移動性から考えても好ましいことではない。すなわち、全国的に統一されている方式の中で、その水域に最も適したものを選択すべきである。そのためには、全国の管制必要水域のある条件のもとに階層化し、同じ階層に属する水域は共通な管制方式を用い、また船舶にもそれ相当の設備を要求するということになる。このような考えに基づく階層化の条件として次のようなものがある。

- イ 船舶の大きさ
- ロ 船舶の種類（貨物の種類）
- ハ 交通密度
- ニ 気象・海象

藤井氏⁽¹⁰⁾はこれらについて重大事故を防止するという立場から、危険度あるいは事故率を一つのパラメーターとして管制の水準を決めようと試みている。すなわち上記の各条件を危険度から分類し、それを相互に組み合わせて表10のような階層化の一案

を示している⁽¹⁰⁾。この案の個々については今後の検討に残されている問題であろうが、管制について一つの方向を示唆するものとして注目すべきであろう。

4.2 管制の問題点

高度な管制システムを導入する前に、レベルの低い管制が広く実施されており、今後もそのことには変りないであろうし、また高度のレベルの管制が実施されても、この管制にかからない多くの船が居ることを忘れてはならない。これらの場合を含めて管制システムを設計する場合、次の点に常に注意を払う必要がある。

1) 管制船と非管制船

いずれの管制方式でも同様に最も重要なことは、管制する側と船舶との間の通信である。そこで通信手段を持たない船舶については、きめの細かい管制を行なうことができず、法的規制や視覚信号によらざるを得ない。ここに管制の限界の1つがある。そ

ここで通信設備を持っていてきめの細かい管制を行なえる船、すなわち管制船と、そうでない船、非管制船とを区別して、それぞれ別の航路を設置する。このようにすれば、管制航路内における管制の実を挙げることができる。

しかしこのように管制船と非管制船の航路分離をした場合、問題となるのは非管制船の処遇である。現在日本の狭水道を通航する船舶の60%以上は500トン以下の小型船であって、ここで言う非管制船と考えられる。狭水道において管制船と非管制船とを区別して航路を設置した場合、大型船である管制船の航路は幅広くしなければならないから、非管制船は狭い航路に大量の船が押し込められることになり、管制航路は空いているのに非管制航路は渋滞が起き、危険が増加するということにもなりかねない。このような場合の処置として、その水道を通航の非管制船に装備を一時貸与して管制船の資格を与えたり、あるいは管制船の通航状況との関係において、待行列理論などにより混乱のないよう管制航路を一時的に使用させることなどが考えられる。

2) 管制の連続性

管制航路はある程度長い区域に亘って連続でなければならない。途中で途切れたり、異なった種類の管制に引き継がれたりしてはならない。そのためには、管制航路は船舶の密度が充分小さくなるような海域までカバーすることが必要である。一般に、管制航路の出入口は管制の不連続を生じ、管制船と非管制船、あるいは交通法規における権利と義務の関係や優先度などが逆転しやすく、ここがまた一つの危険水域となりやすいから、パーフェアゾーンを設定して、船がスムーズに管制水域に移行できるよう充分な手当が必要である。

3) 強制水先制の導入

水先は、その水域を熟知し、かつ操船のベテランであるパイロットによる運航という面でもとらえられているのが一般である。もちろんこのような面から、船舶の事故を防止し、運航の能率を上げていることは言うまでもないが、もう一つ見逃してはならないことは、航行管制のシステムが高度化し、航行システムが複雑化してくると、船舶は陸上からの情報によって運航される度合が強くなる。

このようなときにパイロットは情報の仲介人たり得ることである。人間の仲介なしに情報の授受ができるような高度の情報システムが陸上と船舶とを閉ループとして結ぶことができれば別であるが、国際的に移動する船舶にとって言葉の障壁は常に考慮し

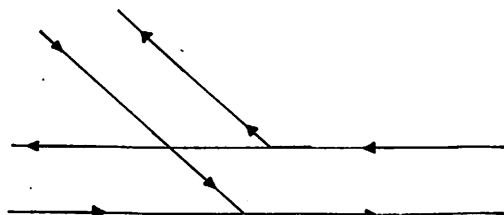
なければならない重要な問題である。また理想的な閉ループ情報システムが開発されたとしても、外国船がこれを装備しているという保証はないのである。このようなとき、パイロットがこの装置を船内に持ち込むことにより、その船舶は管制を受ける権利が生ずるといような配慮は必要なことである。

ロッテルダムのパイロットはVHFとブラウンボックスを持ち込んでおり、またトランスポンダの持ち込みについても検討しているが、このような外国の管制水域におけるパイロットはすべて管制官と直接通話できる装置を持ち込むことによって、情報の仲介者となっていることに注目し、わが国においても、そのような意味からも狭水道における強制パイロットを真剣に考える時期が来ているように思われる。

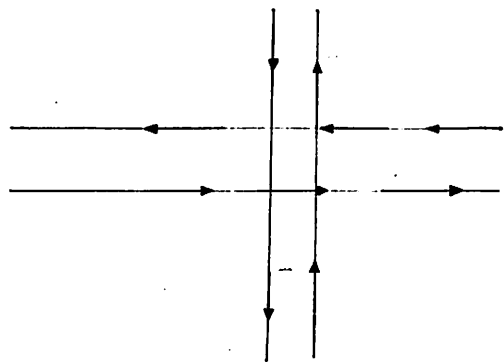
4.3 高度の管制レベルにおけるサブシステム

1) 二次レーダシステム

レーダ情報の信頼性を上げ、処理を容易にするためには二次レーダシステムが有効である。二次レーダによる識別コードにより船舶の識別が容易となり、また船の大きさ、喫水、針路など必要情報の文字ブロック(タグ)をつけて船から返信することにより、この情報が管制レーダのPPIに表示されるとともに、電子計算機の入力として用いられ、有効な管制データとなるものである。



(a) 分流・分岐



(b) 交差

図15 コンペヤシステム

2) Shordarvision System

上記のような処理された情報の P P I 映像にタグをつけて船舶側へ TV で送り返し、操船者に自船の置かれている状況、他船の動向あるいは意志などを知らせることにより、より有効な情報システムとなり得るものである。

3) コンベヤシステム⁽¹⁶⁾

船舶の個別誘導の一方式としてコンベヤシステムが考えられる。このシステムはショルダービジョン・システムを用いて、図15に示すような移動する矢印を表示し、自船はこの矢印の中に常に居るように航行するものである。この矢印は移動閉塞領域を表すもので、船舶を管制センタに登録することにより、管制センタではその船に応じて閉塞領域を計算し、これを矢印の大きさで表示することにする。こうすることにより、船はこの矢印に乗っているかぎり、航路の分岐や交差があっても、安心して航行ができることになる。なお交差部などでは他船の通過待ち合せのためスピード・ダウンということもあり得るので、この場合は矢印を点滅させて注意を喚起するというような手段をとることにする。

5. おわりに

海上航行管制の研究はまだ緒についたばかりで十分確立されたものがなく、かつその手掛けなければならぬ分野が広範にわたるために、十分な解説を

行ないきれないうらみがあるが、どのような問題点が存しているかをおぼろげながら理解して頂けたかと考える。実際に管制を行なうためには、技術的な問題より困難な政治的、経済的解決を前提としなければならないような問題が多いので、その実現は難しいことではあるが、着実に一步一步前進させ事故を減少させるための手当を施さなければならない時期に来ていることは間違いないと考える。

最後に本稿を書くに当り、日本海難防止協会の F N A (Future Navigation Apparatus) 委員会の諸氏の委員会の討論、報告書に負うところが大きいことをつけ加え、感謝いたします。

参考文献

- (10) 新谷, 山上 “国際VHF無線電話周波数を使用する国内公衆無線電話業務の実施について”
- (11) 渡辺正信 “船舶通信システム” 電子通信学会誌 Vol. 57, 1954—4
- (12) “海上航行安全システム等に関する調査研究” 中間報告, 日本海難防止協会 昭和46年
- (13) 巻島氏資料による。
- (14) J. H. Brown et al “Vessel Traffic System Communication Study” July 1973 Final Report No. CG—D—20—74
- (15) 藤井弥平 “海上交通管制の研究” 日本航海学会論文集第52号, 49年12月
- (16) 将来の海上航行安全システムと船舶設備に関する調査研究, 日本海難防止協会 昭和49年度



■日本最大級のFRP製旅客船“第8江宝丸”完成

I H I 横浜舟艇工場で江島汽船(宮城県)向けに建造中であつた68総トンの大型FRP製旅客船“第8江宝丸”は、9月30日現地において引渡しを了した(写真)。

本船は、女川(おながわ)港と11km離れた離島江島をむすぶ航路に就き1日3往復、唯一の交通機関で、島民および物資の輸送に当る。

本船の主要目はずぎのとおり。

総 ト ン 数 : 68 t
載貨重量トン : 15 t
全 長 : 25.10m
型 幅 : 4.8m
型 深 さ : 2.0m
主 機 関 : ヤンマー 6 A—U
T 型 400 P S ×
1,200 R P M 1 基
補 機 関 : ヤンマー 3 T L
27 P S × 1,800 R
P M (20 K V A 発
電機用) 1 基

航 海 速 力 : 12kn

定 員 : 69名 (乗組員 4 名, 旅客 65 名)

訂 正

前号掲載「船用電線の引張荷重に対する耐力について」の、表2の「伸び%」欄を下記のとおり訂正いたします。

天然ゴムを 400, ブチルゴムを 300, 珪素ゴムを 200, E P ゴムを 300。

LNG 船 (その 4 / 材料・溶接および破壊力学) — 15

恵美洋彦 / 伊東利成

日本海事協会船体部

10.2.2 タンク材料及び溶接に関する各船級協会規則及びUSCG規則

10.2.1で紹介したIMCO又はIACS規則は、いずれ、各国政府又は各船級協会規則にとりいられるはずであるが、詳細は規定、例えば、製造法、機械的性質、化学成分、寸法許容差、試験方法等については与えられていない。これらの詳細規定は、各国政府又は各船級協会規則、又は各種規格(JIS, ASTM, DIN等)によって補則されるものである。このうち、各種規格については、10.3以降の材料各論で必要に応じて紹介する予定である。

ここでは、このIMCO又はIACS規則を補則すべき各船級協会規則及び各国政府規則の概要を紹介する。

現在、液化ガスタンカーの貨物タンクを対象とした低温用材料、溶接の規定を定めているのは、AB, BV, GL, LR, NK, NV及びRIの船級協会とUSCG(米国)のみである。これらの規則がどのような点について規定を与えているかを表10-5ないし6に示す。

理想的な規則構成としては、IMCO規則で詳細が決められていない項目に対して各船級協会規則又は各種規格等が与えられていけばよい訳であるが、現実的にはそうもいかない。

しかし、わが国では、造船第8基準部会でLNG船の安全基準について調査研究が行な

われており、この研究が完了すれば、かなりの点を補則できる安全基準ができるものと思われる。

次に表10-7及び8にIMCO(IACS)に対応して比較的詳細を規定しているUSCG, NK及びNVの現行規則を比較したものを示す。これらの現行規則は、IMCO(IACS)規則制定後、早急に改正されるものであり、実際の役にはたたないが、各規則がどの程度の規定を定めているかの検討には役に立つものと思われる。

10.2.3 貨物管装置に関する材料、溶接規則

貨物管装置のうち、管及びその着品の金属材料及びその溶接に対しては、現在、表10-9に示すような規則が定められている。

この表では、AB, GL, RIの規則は示していないが、これらの船級協会でも他の船級協会と同程度の貨物管装置の材料関係規則を定めている。

表10-10(次号掲載)は、これらのうち、比較的詳細を定めているBV, NK, NV及びUSCG規則をIMCO(IACS)規則と対応して示すものであるが、タンク関係と同様にIMCO(IACS)の制定によって他規則も根本的にはIMCO(IA

表10-9 貨物管装置の材料、溶接に関する規定

(○:規定あり、△:精神規定又は他検査機関等規定の引用、---:要求せず、×:規定なし)

	IMCO (IACS) 1974	H 本 (NK) 1973	アメリカ (USCG) 1973	フランス (BV) 1975	イギリス (LR) 1974	ノルウェー (NV) 1975	備考
(1) 使用材料	○	○	○	△	△	○	
・材料の種類、選定	○	○	○	△	△	○	
・材料規格	○	○	○	△	△	○	
・材料試験	○	○	○	△	△	○	
・その他	○	○	○	△	△	○	
(2) タイプ	○	×	○	×	×	△	
テスト	○	×	△	×	×	×	
・ペローズ	○	×	△	×	×	×	
(3) 継手	○	○	○	○	○	○	
・溶接継手	○	○	○	×	×	×	
・ねじ込継手	○	○	○	×	×	×	
・フランジ継手	○	○	○	×	×	×	
・その他の継手	△	△	△	△	△	△	
・ペローズ継手	○	○	○	×	×	△	
(4) 溶接等	○	○	○	○	×	○	
・溶接法	○	○	○	○	×	○	
・熱処理	○	○	○	○	×	○	
・非破壊検査等	△	△	○	△	×	○	
(5) 試験検査	○	○	○	○	×	○	

表10-5 タンク材料

(○；規定あり，△；精神規定又は他検査機関規定等の引用，—；要求せず，×；規定なし)

	IMCO IACS 1974	USCG 1973	AB 1973	BV 1973	GL 1973	LR 1973	NK 1973	NV 1973	RI 1972	備考
9% Ni 鋼										
(1)使用，選定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
(2)脱酸形式	×	○	○	○	×	○	○	○	○	
(3)化学成分	△	○	○	○	○	○	○	○	○	
(4)引張試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
(5)衝撃試験 (シャルビ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
(6)じん性試験 (除，シャルビ)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
(7)曲げ "	—	○	○	○	×	○	—	—	○	
(8)かたさ "	—	—	○	○	—	×	—	—	○	
(9)熱処理	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
(10)表面及び内部欠陥検査	×	×	○	○	×	○	×	×	×	
(11)同上 補修基準	×	×	○	○	×	○	○	×	×	
(12)板厚公差	○	×	○	○	×	○	○	○	×	
(13)その他	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
アルミ合金5083-0										
(1)使用，選定	○	○	○	○	○	△	○	△	△	
(2)化学成分	△	△	○	○	○	×	○	△	×	
(3)引張試験	○	△	○	○	○	×	○	○	×	
(4)衝撃試験 (シャルビ)	○	—	—	△	×	×	—	—	×	
(5)じん性試験 (除，シャルビ)	△	△	△	△	△	×	△	△	×	
(6)曲げ "	—	—	—	○	×	×	—	—	×	
(7)かたさ "	—	—	—	×	×	×	—	—	×	
(8)熱処理	○	×	○	○	○	×	○	△	×	
(9)表面及び内部欠陥検査	△	×	○	○	○	×	×	×	×	
(10)同上 補修基準	△	×	○	×	×	×	×	×	×	
(11)板厚公差	△	×	○	×	×	×	△	△	×	
(12)その他	△	×	×	×	×	×	×	×	×	
オーステナイトステンレス鋼										
(1)使用，選定	○	○	○	△	△	△	○	△	△	
(2)製造法，熱処理，化学成分	△	△	△	×	×	×	○	×	×	
(3)機械的性質，試験	△	△	△	×	×	×	○	×	×	
(4)その他	△	△	△	×	×	×	○	×	×	
38% Ni 鋼										
(1)使用，選定	○	×	×	×	×	×	×	×	×	
(2)製造法，熱処理，化学成分	△	×	×	×	×	×	×	×	×	
(3)機械的性質，試験	△	×	×	×	×	×	×	×	×	
(4)その他	△	×	×	×	×	×	×	×	×	
材料の加工その他										
(1)冷間加工の制限	×	○	○	△	×	○	×	△	×	
(2)その他	×	×	×	×	×	×	×	△	×	

C S) にならって近く改正されるものであり、この 将来の傾向を想定するものには役立つものと思われる。
表は設計上の役には立たないが、その規則の程度、

表10-6 タンク溶接，組立て

(○；規定あり，△；精神規定又は他検査機関規定の引用，—；要求せず，×；規定なし)

	IMCO 1974 (IACS) 1974	USCG 1973	AB 1973	BV 1973	GL 1973	LR 1973	NK 1973	NV 1973	R J 1972	
溶接工技術試験										
(1)試験材の作成	△	○	○	○	△	×	○	×	△	
(2)要求試験	△	○	○	○	△	×	○	×	△	
(3)資格の有効期間	△	○	○	△	△	×	○	×	△	
(4)他機関有資格者の取扱	△	○	○	△	△	×	○	×	△	
溶接法承認試験										
(1)試験の施行	○	○	○	○	△	○	○	×	○	
(2)試験材の作製										
○ 溶接姿勢	○	○	○	△	○	×	○	×	○	
○ 試験材の大きさ	△	×	×	△	○	×	○	×	○	
○ 試験材板厚と施工範囲	△	○	○	△	○	×	○	×	×	
○ 試験材溶接と圧延方向	○	○	○	△	○	×	○	×	×	
(3)要求試験										
○ 試験の種類	○	○	○	○	○	○	○	×	○	
○ 試験片採取	○	○	○	△	○	○	○	×	○	
○ 試験片サイズ	○	○	○	△	○	×	○	×	○	
○ 判定基準	○	○	○	△	○	○	○	×	○	
溶接施工確認試験										
(1)試験材の作製										
○ 試験材作製の範囲	○	○	○	△	×	△	○	○	○	
○ 試験材の大きさ	×	○	○	△	×	△	○	×	○	
○ 試験材作製の方法	×	○	○	△	×	△	○	×	○	
○ 試験の板厚有効範囲	×	○	○	△	×	×	○	×	×	
(2)要求試験										
○ 試験の種類	○	○	○	△	×	○	○	○	○	
○ 試験片の採取	×	○	○	△	×	○	○	×	○	
○ 試験片寸法	×	○	○	△	×	○	○	×	○	
○ 判定基準	○	○	○	△	×	○	○	×	○	
非破壊検査										
(1)要求試験；試験の種類	○	×	○	○	×	○	○	○	○	
；試験の程度	○	○	○	○	×	○	○	○	○	
；判定基準	×	△	△	△	×	×	△	△	×	
(2)ND Tの程度と；二次防壁	○	○	×	×	×	×	○	×	×	
；継手効率	○	○	×	○	×	×	○	○	×	
工作基準										
(1)工作誤差；真円，真球度	△	×	×	△	×	○	○	○	×	
；角変形	△	×	×	△	×	×	○	○	×	
；目違い	△	×	×	△	×	○	○	×	×	
；やせ馬	△	×	×	△	×	×	○	×	×	
；その他	△	×	×	△	×	×	△	×	×	
(2)その他（応力除去等）	○	○	×	△	×	×	△	×	×	
溶接その他										
○ 溶接材料など	△	△	△	△	△	△	△	×	△	

表10-7 タンク材料に関する各規則比較

調査対象規則 調査項目	IACS (IMCO)	USCG	N K	N V
出典	IMCO ; MSC XXXII/19, Annex VII 1975 IACS ; Unified Rules for Gas Tanker 1974	USCG 規則 1. Subchapter D. Tank vessels Part 38 Liquefied flammable * gases 2. Subchapter F. Marine En- gineering Part 54 Pressure Vessel Part 57 Welding and blazing	LNG船規準 昭和48年9月 同上解説	1973年 ルール Supplement No. 1, 2-73
1. 9% Ni 鋼		ASTM, A-33 Grade 8, A-334 Grade 8, A-353 NNT A-522 NNT, QT A-553 QT の使用可 以下1例として {A-553QT } に { A-353NNT } つき記す (54.25-20(a))		
(1) 脱酸形式 (2) 化学成分	特に規定なし 各船級協会による	fine grain practice C Mn Si 0.13 ≥ 0.9 ≥ ladle 0.15~0.30 check 0.13~0.32 Ni 0.35 ≥ 0.04 ≥ ladle 8.5~9.5 check 8.4~9.6	細粒キルド鋼 C Mn Si 0.10 ≥ 0.90 ≥ 0.15~0.35 P S Ni 0.03 ≥ 0.03 ≥ 8.5~9.5	アルミキルド鋼 C Mn Si 0.08 ≥ 0.40~0.70 0.15~0.35 P S Ni 0.02 ≥ 0.025 ≥ 9.00 ≤ Al _{total} 0.02~0.05

各船級協会による

(3) 引張試験
試験片数；板

各板両端より各1箇 計2箇

鋼材毎に1箇

。Ingot の top の部分に相当した
ところで、かつ roll 方向に直角
な方向で、各 rolled plate の一端
部から tensile test 用のテストピ
ースを採取する。(1本)
。plate weight が 2500kg 以上の
時は plate の両端からとる。(1
本)

。各熱処理別にテストピースは採
取する。(1本)

(型钢)

。各 5 ton 毎に又は 4 mm 以下の板
厚変化の場合は同一熱処理鋼の各
タイプの 10本毎に tensile test 用
のテストピースを採取する。(1
本)

引張強さ；QT
；NNT
降伏点；QT
；NNT
伸び；QT, NNT

70.3~84.4 kg/mm²
70.3~84.4 kg/mm²
59.8 kg/mm²
52.7 kg/mm²
20%

t < 7.9 では Δt = 0.79mm につ
き 1.25% 上記より減じてよいが
3% 以上減じてはならぬ

} 70~85 kg/mm²
≥60 kg/mm²
≥53 kg/mm²
≥18% (L = 5.65√A)
≥19 5号試験片 t < 5.0
≥21 " 5.0 < t ≤ 10.0
≥23 " 10.0 < t ≤ 15.0
≥25 " 15.0 < t ≤ 20.0
≥27 " 20.0 < t ≤ 30.0
≥29 " 30.0 < t ≤ 40.0

≥65 kg/mm²
} ≥45 kg/mm² ただし t ≤ 60mm
≥18% (for l = 200mm)
≥20% (for l = 5.65√A)
断面収縮率 ≥50%

(4) 衝撃試験
試験片数；板

各船級協会による

各板1組 (3箇)

鋼材毎 1組 (3箇)

各 tensile test 毎に one set 採取
(3本)

；その他

同上

同一溶鋼，同一熱処理，同一断面

型钢；各 tensile test 毎に one

採取方向 ; 板 ; その他 試験温度	T方向 (54.25-20 →ASME UHT-6) (板) 最低使用温度より10°F (5.5°C)低い温度 最低使用温度は次式を超えぬ事 $t_g = t_w - 0.25(t_w - t_B)$ t_g : 使用温度 t_w : 使用圧力での沸点 t_B : 大気圧での沸点 (54.05-6, 54.25-10) lateral expansion > 0.38mm 吸取エネルギーは参考値として扱	10ton 毎に1組 T方向 (圧延方向に直角) L方向 (圧延方向に平行) -196°C	set 採取 (3本) -196°C
吸取エネルギー {QT NNT その他	平均 2.8 kg-m 以上 (T) 4.2 " (L) min. 1.86 " (T) 2.8 " (L) 協会が必要と認められたとき, Vシヤルビーの代りに, 又は追加して他のじん性試験 (NRLテスト等) を要求することあり	3箇の平均 ≥ 2.8 kg-m (T) ≥ 4.2 kg-m (L) 1.9kg-m (T) 2.8kg-m (L)	≥ 3.5 kg-m (Charpy test)
(5) 曲げ試験	各板1箇 180°曲げで外面にクラックなき事 曲げ径は下表とす 板厚 (mm) 曲げ直径/板厚 ~19.05incl 2 19.05~31.75 " 2.5 31.75~50.8 " 3	要求せず 要求せず	要求せず
(6) かたさ試験 (7) 熱処理	特に規定なし QT ; 焼入れ焼もどし NNT ; 2回焼ならし後焼もどし	要求せず QT ; 焼入れ焼もどし NNT ; 2回焼ならし後焼もどし	要求せず ケース毎に考慮する

<p>(8) 表面および内部欠陥検査</p> <p>(9) 表面および内部欠陥補修基準</p>	<p>特に規定なし</p> <p>特に規定なし</p>	<p>Supplementary requirementとしてUT規程 Purchaser's option ASTM A20による</p>	<p>特に規定なし (通常鋼板なみ)</p> <p>特に規定なし (通常鋼板なみ)</p>
<p>(10) 板厚公差</p>	<p>独立型タイプCはマイナス公差不可</p> <p>その他は各協会のルール</p>	<p>ASTM A20による</p>	<p>Integral tank</p> <p>規定なし (船体構造なみ)</p> <p>Independent tank type A I</p> <p>規定なし (船体構造なみ)</p> <p>Independent tank type A II</p> <p>同上</p> <p>Independent tank type B</p> <p>Plus tolerance のみ (E206)</p>
<p>2. アルミニウム合金</p> <p>(1) 製造法</p>	<p>特に規定なし</p>	<p>ASTM B209 (板材), B221 (押出材) について記す</p>	<p>協会の承認をとること</p>
<p>(2) 化学成分 (%)</p>	<p>各船級協会による</p>	<p>Cu Si Fe Mn 0.1 ≥ 0.4 ≥ 0.4 ≥ 0.3 ~ 1.0</p> <p>Mg Zn Cr 4 ~ 4.9 0.25 ≥ 0.05 ~ 0.25</p> <p>Ti 0.15 ≥</p> <p>Other element max. 0.05 each max. 0.15 total</p>	<p>同 上</p>
<p>あらかじめ協会の承認をうけること</p>		<p>Cu Si Fe Mn 0.1 ≥ 0.4 ≥ 0.4 ≥ 0.4 ~ 1.0</p> <p>Mg Zn Cr 4.0 ~ 4.9 0.25 ≥ 0.05 ~ 0.25</p> <p>Ti 0.152 ≥ 0.05 ≥ 0.15 ≥</p> <p>Al 残</p>	<p>同 上</p>

(3) 引張試験 試験片の採取 (板); 数 ; 位置	各船級協会による	1.8 t 毎に1個	同一溶解, 同一熱処理, 同一板厚毎に1個	同一 ingot から得た板の各グループ毎に one tensile test
機械的性質 (板)	要求せず 各船級協会による統一規格として は母材の曲げ試験は要求しない	<p>ロール平行</p> <p>12.7mm ≤ t ≤ 38mm : 板厚中央</p> <p>38mm < t : 表面と板厚中心の中央</p> <p>板厚 σ_B $\sigma_{0.2}$ 伸び 試験片 (%) (kg/mm²) (kg/mm²) % l_0 (incl.) mm² min.</p> <p>~38 28.1 12.7 16 2 or 4d</p> <p>38~76 27.4 12.0 " "</p> <p>76~102 26.7 11.2 " "</p> <p>102~127 " " 14 "</p> <p>127~128 26.0 10.5 " "</p> <p>178~203 25.3 9.8 12 "</p>	<p>圧延に平行</p> <p>20 < t ≤ 39 : 板厚の中心</p> <p>39 < t : 表面と板厚中心の中央</p> <p>板厚 σ_B σ_F 伸び 試験片 (%) (kg/mm²) (kg/mm²) %</p> <p>t < 39 28~36 13~20 16 ≤ 5号 or 4号</p> <p>39 < t ≤ 77 28~36 13~20 16 ≤ 4号</p> <p>77 < t ≤ 102 27 ≤ 12 ≤ 16 ≤ "</p> <p>102 < t ≤ 127 27 ≤ 12 ≤ 14 ≤ "</p> <p>127 < t ≤ 178 26 ≤ 11 ≤ 14 ≤ "</p> <p>178 < t ≤ 204 26 ≤ 10 ≤ 12 ≤ "</p> <p>204 < t 協会の適当と認めるところによる</p>	<p>引張強さ ≥ 27 kg/mm²</p> <p>降伏応力 ≥ 12.8 kg/mm² (0.2% proof)</p> <p>伸び率 ≥ 10% (for l=200mm)</p> <p>≥ 12% (for 5d)</p>
(4) 衝撃試験 (5) 曲げ試験	要求なし 要求なし	<p>w < 15kg/m の場合 : 0.45 t 毎</p> <p>w ≥ 15kg/m " : 305m 毎</p> <p>に1個</p> <p>押出方向に平行</p> <p>t ≤ 38 : 板厚の中心</p> <p>t > 38 : 板厚中心と表面の中央</p> <p>$\sigma_{UTS} = 27.4 \text{ kg/mm}^2$</p> <p>$\sigma_{0.2} = 11.2 \text{ kg/mm}^2$</p> <p>伸び = 14% ただし t < 127mm A ≤ 206cm²</p>	<p>同一溶解, 同一熱処理, 同一形状毎に1個</p> <p>による</p> <p>同一熱処理の各グループの型毎に one tensile test</p>	<p>要求なし</p> <p>要求なし</p>
機械的性質 (押出形材)	要求なし 要求なし	<p>押出方向に平行</p> <p>20 < t < 40 : 試験片の軸が押出形材の中心</p> <p>40 ≤ t : 試験片の軸が押出形材の表面と中心の中央</p> <p>試験箇所厚さ 断面積 σ_B σ_F 伸び kg/mm² kg/mm² %</p> <p>130mm · 200cm² ≥ ; 28~36 12 ≤ 14 ≤</p> <p>上記をこえる寸法; 協会の適当</p>	<p>試験個所厚さ 断面積 σ_B σ_F 伸び kg/mm² kg/mm² %</p> <p>130mm · 200cm² ≥ ; 28~36 12 ≤ 14 ≤</p> <p>上記をこえる寸法; 協会の適当</p>	<p>要求なし</p> <p>要求なし</p>

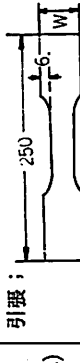
<p>(6) かたさ試験 (7) 熱処理</p>	<p>各船級協会による 同上</p>	<p>要求なし 協会の承認を得ること</p>
<p>(8) 表面および内部 欠陥検査</p>	<p>同上</p>	<p>規定なし</p>
<p>(9) 同上補修基準</p>	<p>同上</p>	<p>規定なし Integral tank ; 規定なし</p>
<p>(10) 板厚公差</p>	<p>独立型タイプCはマイナス公差不可, その他は各船級協会による。</p>	<p>Independent tank type A I ; 同上 Independent tank type A II ; 同上 " type B ; Plus-tolerance のみ</p>
<p>3. 材料の加工工作 に関する基幹</p>		<p>工作に関しては Class I pressure vessel (Chapter V. Sec. 3) の要求による 特に undercut 過度の補強, クラックアークフラッシュ等避けること 全ての溶接は full penetration weld であること 溶接後熱処理による stress relief はケース毎に船級協会によって考慮されるだろう</p>
<p>(1) 冷間加工の制限 。9 Ni 鋼 。アルミ合金</p>	<p>規定なし</p>	<p>規定なし 規定なし</p>
<p>(2) その他</p>	<p>規定なし</p>	
<p>4. その他</p>	<p>アルミ, 9% Ni 鋼以外にオーステナイト系ステンレス鋼, 36% Ni 鋼に対する規定あり, これらの材料以外のものについては各協会の承認による。</p>	<p>オーステナイト系ステンレス鋼に対する規定あり。</p>

表10-8 タンクの溶接，組立てに関する各規則比較表

調査対象規則 調査項目	IACS (IMCO)	USCG	N K	N V
出典	IACS ; Unified Rules for Gas Tanker IMCO ; MSC XXXII/19 Annex VII, 1975	Subchapter Tank Vessels (Jan. 1. 1973) " F. Marine Engineering (Jul. 1. 1970) Proposed Draft (Oct. 1. 1972)	LNG船規程 (S48.9) 同上解説	N. V. Rule (1973) Supplement No. 1, 2—73
1. 溶接工技術試験 (1) 試験材の作製 。溶接姿勢	規定なし	溶接一般； 特記の外，ASME SEC. IX による。 完全自動溶接については溶接工技術試験不要。溶接機はABSの認めたものを使用すること。 溶接法承認試験に合格した場合，その溶接を行った溶接工には技術試験不要 規程なし	F. V. OH, H, P	特に規定なし
。試験材の大きさ			J I S Z 3801→150mm×250mm " Z 3811→" " Z 3821→" J I S Z 3801 (フェライト鋼) 1種(3.2 t T. P.)→5mm以下 2種(9 t T. P.)→19 " 3種(25 t T. P.)→制限なし J I S Z 3811 (アルミニウム) 1種(2 t T. P.)→4mm以下 2種(6 t T. P.)→3~12mm 3種(20 t T. P.)→10mm以上 J I S Z 3821 (ステンレス鋼) 手溶接9 t→制限なし (ただし19 tを超える時は同時 に JIS Z 3801 3種の有資格者)	
。試験材の板厚と 施工が認められる 板厚の関係		Table Q-24.1 } 鉄系金属 Q-24.2 } QN-24.1 } 非鉄金属 QN-2402 }		

<p>。試験材の溶接と板の圧延方向の関係</p> <p>(2) 要求試験</p> <ul style="list-style-type: none"> 。試験の種類 。試験片の採取 	<p>規定なし</p>	<p>規程なし</p> <p>曲げ試験 Table Q-24.1 } 鉄系金属 Q-24.2 }</p> <p>QN-24.1 } 非鉄金属 QN-24.2 }</p> <p>FIG. Q-7.1 鉄系金属 QN-7.1(a) } QN-7.1(b) } 非鉄金属</p> <p>試験治具 FIG. Q-8, 8.1, 8.2 により曲げ, 1/8" (3.2mm) 以上のクラック, 欠陥が試験片の外面に現れぬ事, コーナ部のクラックはでてもよいが, それが内部欠陥, スラッグの巻き込み等による事が明白な場合は不可</p> <p>溶接工事を3カ月以上行っていない者は, 資格の更新が必要</p> <p>板厚1種類についてのみ行えばよい</p>	<p>圧延方向はどちらでも可</p> <p>曲げ試験 表曲, 裏曲各1, 又は側曲2</p> <p>250mm×38mm longl bend→150mm×38mm</p> <p>Al 3.3t×180°) の曲げ Al 以外 2t×180°) 試験で表面に3mm以上の割れを生じないこと。</p> <p>満3年</p> <p>基本級は省略可</p> <p>認めない</p>	<p>特に規定なし</p>
<p>(3) 資格の有効期間</p> <ul style="list-style-type: none"> 。有効期間 。再試験の方法 	<p>規定なし</p>	<p>実際の溶接を行う前に, 次の資料を提出し, 溶接法の承認を受けること。</p> <ul style="list-style-type: none"> 。所要機械的強度試験結果 。マクロエッチ試験片 	<p>新しい溶接法を採用する場合及び母材及び溶接用材料の種類, 継手の形状に変更ある場合に行う。</p>	<p>特に規定なし</p>
<p>(4) 他機関有資格者の取扱い</p>	<p>規定なし</p>	<p>母材の種類 溶接材及び溶接法 溶接姿勢</p> <p>毎に行う</p>	<p>特に規定なし</p>	<p>特に規定なし</p>
<p>2. 溶接法承認試験 (Procedure Test)</p> <p>(1) 試験の施工</p>	<p>規定なし</p>	<p>規程なし</p> <p>曲げ試験 Table Q-24.1 } 鉄系金属 Q-24.2 }</p> <p>QN-24.1 } 非鉄金属 QN-24.2 }</p> <p>FIG. Q-7.1 鉄系金属 QN-7.1(a) } QN-7.1(b) } 非鉄金属</p> <p>試験治具 FIG. Q-8, 8.1, 8.2 により曲げ, 1/8" (3.2mm) 以上のクラック, 欠陥が試験片の外面に現れぬ事, コーナ部のクラックはでてもよいが, それが内部欠陥, スラッグの巻き込み等による事が明白な場合は不可</p> <p>溶接工事を3カ月以上行っていない者は, 資格の更新が必要</p> <p>板厚1種類についてのみ行えばよい</p>	<p>圧延方向はどちらでも可</p> <p>曲げ試験 表曲, 裏曲各1, 又は側曲2</p> <p>250mm×38mm longl bend→150mm×38mm</p> <p>Al 3.3t×180°) の曲げ Al 以外 2t×180°) 試験で表面に3mm以上の割れを生じないこと。</p> <p>満3年</p> <p>基本級は省略可</p> <p>認めない</p>	<p>特に規定なし</p>

<p>(2) 試験材の作製</p> <ul style="list-style-type: none"> 溶接姿勢 試験材の大きさ 試験材の板厚と施工が認められる板厚の関係 試験材の溶接と板の圧延方向 	<ul style="list-style-type: none"> 開先図 溶接仕様 Q T材については特別の試験を要求することあり <p>手動溶接は、溶接法承認試験要領の姿勢で行う。</p> <p>溶接姿勢毎 規定なし</p> <p>規定なし</p> <p>溶接方規は圧延方規に平行</p>	<p>各溶接姿勢毎に、実地工事に近い施工条件で行うこと</p> <p>鋼船規則第26編第4章第8条(第26.3図)</p> <p>$t \leq 19$ 300以上×650mm以上</p> <p>$t > 19$ 300" × 500"</p> <p>同一溶接法の最大板厚で、承認試験を行うのを原則とする。</p> <p>(Alについては、薄板・中厚板・厚板の適用区分を検討中)</p> <p>溶接方向(板材)は、圧延方向に平行</p>
<p>(3) 要求試験</p> <ul style="list-style-type: none"> 試験の種類 	<p>引張; cross weld</p> <p>Vシャルビ</p> <p>放射線検査又は超音波検査(協会又はメーカーの option) マクロ曲げ; 横又は側曲げ, 協会が認めるときは縦曲げ</p> <p>曲げ試験・引張試験</p> <p>塑性試験</p> <p>母材についてのシャルビーVノッチ試験が要求されシャルビー最低衝撃値が規程されている板については、溶接法についてもシャルビーVノッチ試験による塑性で承認を要す</p> <p>母材につき、落重試験を行ってあるものについては、溶接法試験も落重試験とする。</p> <p>母材につき、シャルビー試験落重試験以外の方法で承認を得て</p>	<p>外観検査・引張試験</p> <p>曲げ試験・衝撃試験注)</p> <p>マクロ試験・放射線検査</p> <p>注) オーステナイトステンレス鋼・Al合金は省略可</p>

<p>・試験片の採取</p> <p>Vシャルピ 5カ所×3 その他規定なし</p>	<p>いる場合は靱性に関する溶接法承認は別途考慮する。</p> <p>引張・曲げ； 鉄系金属 ASME Table Q-13.1, 2 非鉄系金属 ASME Table QN-13.1, 2 靱性；衝撃5カ所×各1箇（3箇）又は落重2（ノッチは溶接線中心上に，溶接線に平行につける）</p>	<p>引張2，曲げ（表2，裏2又は例4） 衝撃 5カ所×各3 マクロ1</p>
<p>・試験片のサイズ</p> <p>Vシャルピは ISO 2mm ノッチ， その他は規定なし</p>	<p>引張； 鉄系金属 ASME FIG. Q-6(a) 非鉄金属 ASME FIG. QN-6(a)</p> <p>曲げ； 鉄系金属 ASME FIG. Q-7.1 非鉄金属 ASME FIG. QN-7.1(a)(b)</p> <p>による</p>	 <p>引張； $t \leq 25\text{mm} \rightarrow W = 38\text{mm}$ $t > 25\text{mm} \rightarrow W = t$ 曲げ；$250 \times 38 \times 9\text{mm}$ ただし longl bend は $150 \times 38 \times 9$ 衝撃；2mmVノッチ（I.S.O.）</p>
<p>・試験の判定基準</p> <p>引張；原則として母材規格 曲げ；2t，R=180°で割れなし 特別のときは別 Vシャルピ；2.8kg・m</p>	<p>引張；母材と同等以上 ただし 9% Ni 鋼は $67\text{kg}/\text{mm}^2$ 以上 曲げ；Al 3.3t×180°の曲 Al 以外 2t×180°の曲 げで表面に 3mm 以上の割れ目を 生じないこと。 衝撃；Weld, HAZ 共，母材の縦 方向で規定した最小値以上</p> <p>熱影響部→ L 方向；母材と同じ T 方向；母材×% 落重；各試験片すべて no-break performance を示すこと</p>	<p>引張；母材と同等以上 ただし 9% Ni 鋼は $67\text{kg}/\text{mm}^2$ 以上 曲げ；Al 3.3t×180°の曲 Al 以外 2t×180°の曲 げで表面に 3mm 以上の割れ目を 生じないこと。 衝撃；Weld, HAZ 共，母材の縦 方向で規定した最小値以上</p>
<p>3. 溶接施工試験 (Production Test) (1) 試験材の作製</p> <p>一般に突合わせ溶接長 50mm 毎</p>	<p>独立型タンクについて規定 (セミメンブレンタンクは却用)</p>	<p>独立型タンクについて規定 (セミメンブレンタンクは却用)</p>

。試験材作製の範囲

class II L. 圧力容器 (LNGタンク) については、溶接継手 150 feet (47.5m) 毎に試験板を採取する。靱性試験については、Subchapter D 記載の非圧力容器型タンク及びその 2 次防熱についても、class II L. 圧力容器と同様に溶接施工試験板を作成し、突合せ継手 165 feet (50m) 毎に、靱性試験片 1 セット作製する。

タイプ A ; 主要構造部材 (タンク板) の突合せ継手 50m 毎に 1 箇
実績・品管の程度により、軽減又は省略
タイプ B ; 主要構造部材 (タンク板) の突合せ継手 50m 毎に 1 箇
実績・品管の程度により 100m 毎に 1 箇 (min. 1 タンク 1 箇)
タイプ C ; 主要構造部材 (タンク板) の突合せ継手 30m 毎に 1 箇、
実績・品管の程度により 50m 毎に 1 箇

独立タンク ; class I pressure vessels に関しては、Chapter X. Sec. 12 による。特殊材料・寸法のものについては、個々に決定する。
メンブレンタンク ; 個々に決定する。
二次タンク ; class I pressure vessels に関しては、Chapter X. Sec. 12 による。

。試験材の大きさ

各タイプの試験片を 2 箇所ずつ採取できる大きさ
試験板を取りつけ、容器の継手と同一の溶接をするが、容器本体とは独立に試験板を作製する事を許可することあり。
 $\frac{3}{4}$ " (6.4mm) > 範囲 (上限 ~ 下限)

溶接法承認試験と同じ

。試験材作製の方法

引張・曲げ・衝撃試験
板厚 $\leq \frac{3}{4}$ " (19mm)
引張 1, 自由曲 2, 衝撃 1 箇
板厚 $> \frac{3}{4}$ " (19mm)
引張 1, 自由曲 1, 衝撃 1 箇
guided side bend 1
曲げ試験片は引張試験片の両側から採取する。
溶接外観 余盛は、タンク本体のものに合致す。
靱性試験は、シャルピー試験片 1

Butt Joint → タブプレート
Seam Joint → 本体と試験材は切り離したもとして可

。試験の板厚有効範囲

溶接法承認試験のうち、applicable なもの
規定なし

溶接条件が同じと判断できる範囲

(2) 要求試験

。試験の種類
。試験片の採取

9% Ni 鋼 ; 曲げ・衝撃
アルミ合金 ; 曲げ・引張
9% Ni 鋼 ; long bend
表曲 1, 裏曲 1
アルミ合金 ;
19 t 以下 → 表曲 1, 裏曲 1
19 t をこえる → 側曲 2
衝撃試験片の採取位置は、溶接部の中心部からと HAZ (承認試験で最低値を示した箇所) から交互に 1 カ所採取する。

<p>。試験片の寸法</p> <p>。試験の判定基準</p>	<p>規定なし</p> <p>溶接法承認試験と同じ、ただし、NRテスト等を行い、協会が認めたときはこの限りでない。</p> <p>又、独立型タイプCは、上記に transverse tensile test を追加</p>	<p>1 箇又は、落重試験片 2 箇を溶接線に直角方向に採取する。シャルピー試験片でのノッチは板面に垂直とする。</p> <p>ノッチ位置は、溶着金属部と熱影響部から交互に 1 つおきに採る。熱影響部の試験では、承認試験で一番成績が悪かった位置にノッチをつける。</p> <p>落重試験片の採取要領は、承認試験の場合と同じ。</p> <p>guided side bend ; 幅は全板厚とし、厚さは 0.35"~0.38" (9~10mm) とする</p> <p>自由曲げ ; 外面の伸びが min. 30 % (class II L. 圧力容器では 20%) になるまで曲げる。角部の亀裂及び外表面の $\frac{1}{16}$" (4.2mm) 以下の小欠陥は許容する。</p> <p>guided side bend ; $\frac{1}{8}$" (3.2mm) をこえる亀裂を生じないこと。各試験に対し、1 箇だけ再試験可</p> <p>靱性試験 ; 承認試験と同じ</p>	<p>放射線検査 超音波探傷検査 磁粉 浸透 放射線検査</p> <p>放射線検査 超音波探傷検査 磁粉 浸透 放射線検査</p> <p>タイプA ; タンク板の突合せ溶接の内、全ての交叉部及び溶接長</p>	<p>放射線検査 超音波探傷検査 表面クラック検査</p> <p>独立タンク 放射線検査 ; 全ての突合せ溶接について行う。(100%)</p>
<p>4. 非破壊検査 (1) 要求試験 。試験の種類 。試験の程度</p>	<p>放射線検査 超音波探傷検査 磁探、浸透探傷</p> <p>。t ≤ -20℃ の独立型タイプAおよびセメメンブレンタンクは 100% 放射線</p>	<p>放射線検査 ; minimum spot examined であるが、C-4-(2) の継手効率との関係で、Full 又</p>	<p>放射線検査 超音波探傷検査 磁粉 浸透 放射線検査</p>	<p>放射線検査 超音波探傷検査 表面クラック検査</p> <p>独立タンク 放射線検査 ; 全ての突合せ溶接について行う。(100%)</p>

- 。独立型タイプBも100%放射線
- 。独立型タイプCも100%放射線
- t > 20°Cの独立型タイプAおよびセシウムブレンドは交叉部および10%ぬきとり放射線
- 。上記放射線検査は協会の承認により超音波とすること可
- 。すみ肉、その他は協会が必要と認めたととき磁探、浸透探傷等
- 。独立型タイプCは表面クラック検査を全溶接の10%および閉口補強部、ノズル部の100%に行う。

は Spot となる。
Fully Radiography ; ASME UW12(e), UW-51 による
Spot Examined ; ASME UW12 (b), UW-52 による

さの20%以上について行う。内部骨部材は桁の面材等の重要構造部材の内、本会が必要と認める箇所について行う。
タイプB ; タンク板の突合せ溶接部は、原則として全溶接長さについて行う。内部骨部材のうち本会が必要と認める箇所について行う。
タイプC ; タンク板の突合せ溶接部の全てについて行う。
なお、放射線検査は、本会が適当と認めた場合、他の非破壊検査に代えることができる。
超音波探傷検査
タイプA ; タンク板の溶接部で放射線検査を行わない箇所について、超音波探傷又は表面クラック検査(浸透又は磁粉探傷等)注1)を行う。ただし本会が製造所の実績及び品管の実状を調査してさしつかえがないと認めた場合は、これらの検査を省略できる。
内部骨部材は、桁の面材等の重要構造部材のうち、本会が必要と認める箇所について行う。
タイプB ; タンク板を構成する溶接部で放射線検査が行なえない箇所、又は、超音波探傷検査を行うのが適当と認められる箇所注2) について行う。

表面クラック検査 ; 全溶接部の10%、補強リング、ノズル周囲は100%
超音波探傷検査 ; 補強リング、ノズル周囲を100%
メンブレンタンク
個々に決定する
二次タンク
放射線検査 ; 撮影最小枚数は、全突合せ溶接部について、2 meter に1枚
表面クラック検査 ; 全溶接部の10%

タイプC；タンク板を構成する溶接部で、放射線検査が行えない箇所、又は、超音波探傷検査を行うのが適当と認められる箇所(註3)について行う。

表面クラック検査

(浸透探傷、磁気探傷等)

タイプA；超音波探傷検査と同じタイプB；タンク重要構造部材の内、特に協会が必要と認める高応力部分について行う。

タイプC；14.2.3—3の圧力試験を行った後、タンク重要構造部材について行う。

注1) 協会が必要と認めた場合、溶接施工中に、表面クラック検査を要求することがある。

注2,3) 協会が必要と認めた場合、放射線検査を行う個所についても、超音波探傷検査を要求することがある。

協会により承認された判定基準によること

協会としての標準は検射中

前項(1)試験の程度参照

継手効率は前項(1)で100%

放射線検査；IIWのmark 4 (blue) 以上であること

継手効率 (独立タンクBのみ)

9% Ni 鋼以外の鋼；1.0

9% Ni 鋼 0.95

アルミニウム 1.0

規定なし

前記(1)参照

継手効率は規定なし、各船級協会

による

。判定基準

(2) 非破壊検査実施

の程度と継手効率

二次防壁との関係

継手効率

検査の種類	検査の程度		Not Spot
	Full	Spot	
両開先突合せ	1.0	0.85	0.70
片開先突合せ (英当有)	0.90	0.80	0.65
片開先突合せ (英当無)	—	—	0.60

<p>5. 作業基準 (1) 作業公差 ○ 真円度・直球度</p>	<p>各船級協会による</p>	<p>最小と最大の差 ; 0.01 Dia 以内</p> <p>球形タンク (目違いを含む) 座屈波形 (最小座屈) により定まる弦長で測定し, タンク板厚の70%以内</p> <p>円筒形タンク (目違いを含む) 座屈波形 (最小座屈) により定まる弦長で測定し, Dia の 0.1% 又はタンク板厚の内, 大きい方以下</p> <p>方形方式タンク ; 2mm 以内 圧力容器方式タンク ; 板厚の10%以内</p> <p>方形方式タンク 6mm 以内 タイプB タンクは個々の設計に応じて, 各種工作許容基準を決めること。</p> <p>タイプC は, 必要に応じ, タイプB と同じとするか, 又は, 圧力容器の規定による。</p>	<p>全ての断面で最大直径と最小直径の差 ΔD $\Delta D \leq \frac{10}{1000} D$ and $\leq (D + 1250) / 200$ (mm) D : nominal internal dia 最大角変形量 δ_{max} $\delta_{max} \leq \text{SUP} (\frac{3}{100} t + 3 \text{ 又は } \frac{2}{1000} D)$ 注) gauge length が 1 m 以下でかつ $\frac{1}{4}$ shell length 以下の場合は第一項は $\frac{23}{100} t$ まで increase してもよい, ただし, いずれの場合も最大は板厚までとする。 特に規定なし</p> <p>特に規定なし</p>
<p>○ 角変形</p>	<p>同上</p>		
<p>○ 目違い</p>	<p>同上</p>		
<p>○ やせ馬 ○ その他</p>	<p>同上 同上</p>		

独立型タイプCタンクの応力除去については各船級協会による

機械的応力除去法

低温LPGタンク、LNGタンクで大型のため応力除去焼鈍を行うことができない場合は、機械的応力除去法を採用してよい。機械的応力除去法、溶接部では等に存在する小疵の先端部を降伏鈍化させる。このため通常使用時よりも高応力を生じさせる必要がある。しかし大変形を起したり広範囲にわたる降伏を生じぬ程度とする。

class II—L 圧力容器では、次の場合、機械的応力除去法を採用してよい。

1. ASME UCS—56 で応力除去焼鈍を要求されない材料で

$$\sigma_T / \sigma_{UTS} \leq 0.8 \text{ のもの}$$

2. タンク内外圧差 $< 100 \text{ PSI}$ (7.03 kg/cm^2)

タンク板厚 : 25.4

設計温度 $\leq 115^\circ \text{ F}$ (46° C)

3. 荷油比重 ≤ 1.05

4. 応力集中の原因となるようなもののない設計たる事

ASME UW—16.1 の下記溶接結合のなき事。Type, l, m, n, p, d, e, f

5. 2° 以上の ship-on flange のなき事

6. Joint Category Joint Type A, B……Type One

特に規定なし

特に規定なし

C, D.....full Penetration

であること

Table UW-12 UW-3 参照

機械的応力除去法でかける水圧は、タンクに $0.9\sigma_T$ をこえる応力を生じさせぬ事

冷間加工度が、次式に当てはまる場合は、応力除去焼鈍が必要

$$\text{Percent Strain} = \frac{65t}{R_f} (1 - R_f/R_o)$$

> 5

R_f : 最終半径

R_o : 初期半径

機械的応力除去の方法

1. 水圧は、設計圧 (UA-60(e)) の 1.5 倍とす

2. 水温 ; { 70°F (21.1°C)

使用温度 + 50°F

(10°C)

の高い方

外気温度が 70°F より低い時は、上記 2 温度の間でもよい。

3. 時間 ; 板厚 1" (25.4mm) につき 2 時間とし、最低 2 時間とする。

4. 注水時、補助支持材は使用せざる事。

日本造船研究協会の昭和48年度研究業務について(10)

(社) 日本造船研究協会研究部

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

研究部会：SR124 (部会長 高橋幸伯氏)

最近の大型鉱石運搬船は、その構造、一般配置、積荷条件等が従来的一般貨物船と著しく異なり、船体構造強度に関して特異な問題点が数多くあるものと思われる。本研究は、これら大型鉱石船の就航時における波浪荷重およびそれに対する船体応答の実態を調査し、問題点の摘出と基礎資料の収集とをはかることを目的とする。SR124 部会は、上記の目的のもとに、昭和45年度から発足したものであるが、同年途中から「船体構造計算法の開発」という5カ年計画の大型研究プロジェクトが発足し、SR131, SR132 およびSR133 とともに同プロジェクトの一環として実施することとなった。

本年度は、昭和45, 46年度に行なった鉱石運搬船「笠木山丸」についての総合実船試験を再開し、SR132 で開発された波浪ブイによる波浪計測を合わせて、SR132 との共同実験の形で行なっている。本年度3航海、次年度2航海の計測を予定している。まだ計測が開始されたばかりの段階で、試験結果として報告すべきまとまった解析結果は得られていないが、その概要を記述する。

昭和46年度3隻、昭和47年度から4隻追加し、現在7隻の船で継続している自動計測も、昭和49年まで続ける予定であるが、その整理結果の一部を報告する。

(1) 総合実船試験

(a) 計測船および計測期間

大型鉱石専用船笠木山丸について試験を行なった。本船は、45~46年度に乗船実船計測を行なった船で、その後も自動計測装置を積載計測している。本船の主要目等は次のとおりである。

長さ(垂線間長) 247.00m
幅 40.60m

深さ 23.00m
満載吃水 16.00m
満載航海速度 14.80kn
載貨重量 117,571ton
機関出力 22,400PS
竣工 昭和45年11月30日

総合実船試験のスケジュール等は表1のとおりである。

計測次数	時 期	航 路	計測員
第1次	48.12.15~49.1.9	福山~オーストラリア	2名
第2次	49.1.15~49.2.26	"	"
第3次	49.3.1~49.3.31	"	"
第4次	49年度	"	"
第5次		"	"

表1 計測スケジュール

(b) 計測項目および計測記録装置

計測項目とその配置を表2、図1および図2に、また計測ダイヤグラムを図3に示す。

水圧計と船首部B断面とC断面のサイトロンジに貼られたひずみゲージ(表2の②)は、荒天時に船首部船側外板に生じる衝撃圧力の計測に主眼をおき、船底や船体中央部の船側などにも若干の計測点

計測項目	計測位置	船尾	船体中央	B断面	C断面	船首	合計
		計測点	F.64	F.84	F.88		
ひずみゲージ	① 上甲板(縦向き応力)		2	1			3
	② サイドロンジ(縦向き応力)			4	6		10
③ 水圧計			2	6	9	1	18
船体運動	④ 動揺計	8					8
	⑤ 加速度計		3			1	4
波 浪	⑥ 波浪ブイ	1					1
	⑦ レーダー(波向)	1					1
自動計測	⑧ 船体中央上甲板応力		1				1
	⑨ 水圧変動				(切換)		
		10	8	11	15	2	46

表2 計測点配置

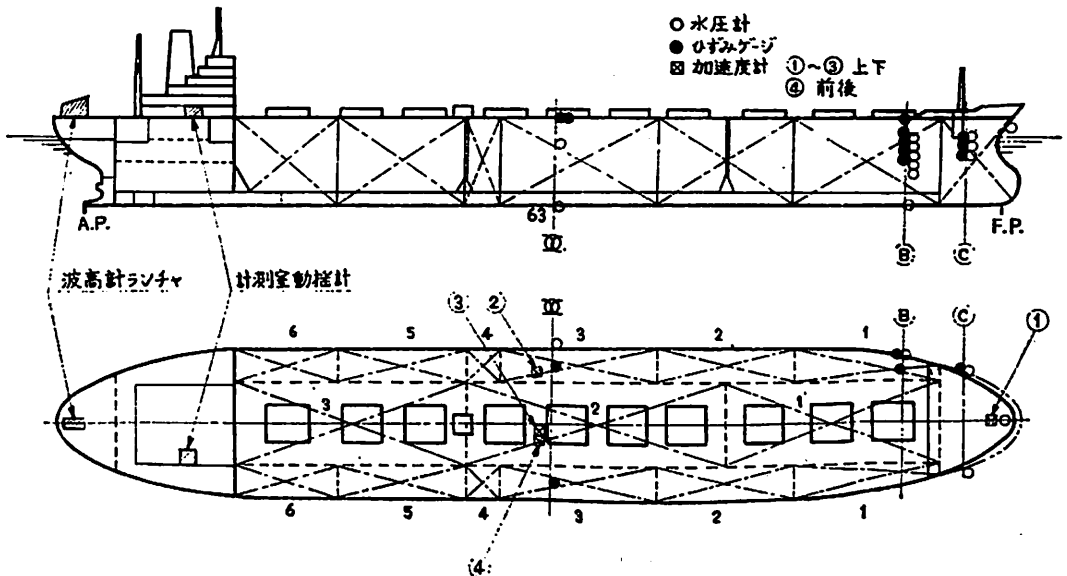


図1 笠木山丸計測点配置(1)

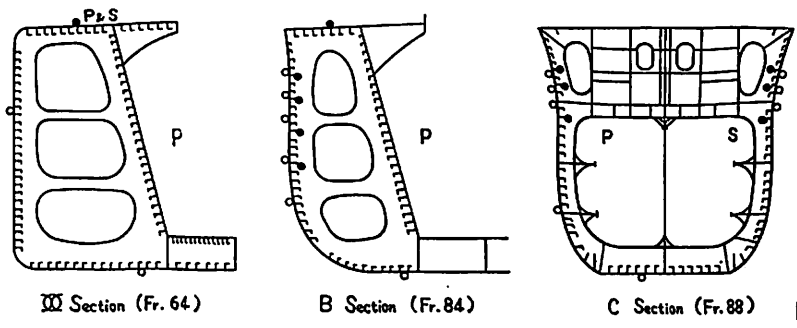


図2 笠木山丸計測点配置(2)

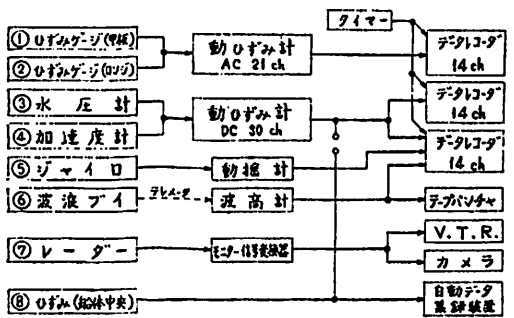


図3 計測ダイヤグラム

を配置した。水圧計は局所的な圧力を計測し、ひずみゲージは、1パネルの平均圧力的なものを計測するためのものである。

船体中央部(両舷)と Fr. 84 B断面(左舷のみ)の上甲板にとりつけたひずみゲージ(表2の①)は、船体の縦曲げ応力を計測するためのものである。

波高計測は SR132 の担当で行なわれ、投込み式波高計(表2の⑥) 1航海当たり約20個と、レーダー

(表2の⑦)による波向き計測を行なう。
船体運動を計測するために、計測室内に動揺計(表2の⑧)をとりつけたほか、参考記録として上下方向の加速度計3点を配置して、ピッチング、ローリング、ヒービングを、また前後方向の加速度1点でサージングを計測する。すなわち、図1の加速度計番号で

- ①と③の差からピッチング角加速度
- ②と③の差からローリング角加速度
- ⑥からヒービング加速度
- ④からサージング加速度

が計測できる。

(c) 解析装置

解析装置として次のものを使用する。
 データレコーダー 共和電業 R T P-110 A
 ダイナミック自動データ集録装置再生部 共和電業
 実時間相関器 日本無線 N J 2-260 A
 フーリエ変換器 日本無線 N J Z-273 A

計測装置	計測船	D.W.t	計測項目			計測期間	航路
			水圧	曲げ応力	動揺		
自動記録装置 ダイナミックデータ	笠木山丸(鉱石船)	117,521	○	○		46.12~	オーストラリア (アフリカ)
	ぼうとらった丸(鉱石船)	93,356	○	○		47.2~	南米 (オーストラリア)
	千秋丸(ばら積船)	115,000		○	○	47.10~	オーストラリア カナダ
	鎌倉丸(コンテナ船)	35,406	○	○		47.12~	ヨーロッパ
自動R.M.S.計	若嶺丸(鉱石船)	93,113		○		47.1~	オーストラリア (南米)
	ジャパンオールド(ばら積船)	57,911		○	○	47.9~	オーストラリア
	千鳥山丸(鉱石船)	164,644	○	○		48.1~	オーストラリア

表3 自動計測船

データ変換装置 (ミニコン)

松下通信工業MADAC-300T

データプロッタ 波辺測器製作所WX-511

(d) 計測結果

計測は必ずしも毎日定時に実施するという方式ではなく、計測員の判断によって適当と思われる機会を選んで実施した。波浪ブイによる波浪計測は、受信可能の間はできるだけ長時間(最長60分)行なったが、データレコーダによる船体応答の計測は15~20分間とした。船体応答関係の44チャンネルの計測点中、水圧計1点のみがやや不良となっただけで、他はすべて順調に作動しているようである。

記録データの解析は、船に搭載してあるデータレ

コーダを陸揚げしてからでなければできないので、計測結果の詳細は来年度報告に譲らざるを得ない。

(2) 自動計測

(a) 概要

波浪荷重と船体応答のような不規則変動現象の研究では、統計的解析によらなければならない部分が多く、できるだけ数多くの条件下でのデータを集積することが望ましい。そこで本部会では、計測点数は少なくして多くの船でできるだけ長期連続のデータを集積するため、自動計測記録装置による無人計測を行なっている。

自動計測船は表3に示すとおりである。

計測項目は同表に示すとおり、船体中央上甲板の波浪曲げ応力を主眼とし、そのほかに船首部外板の防撓材の応力、船首部外板の水圧、船体運動などを計測し、各船それぞれ3~4チャンネルの自動計測を行なっている。

自動ダイナミックデータ集録装置は、4チャンネルの磁気テープ式のアナログデータレコーダが主体となっている。計測する4チャンネルの中1チャンネルのみは常時15分間のR.M.S.値を演算して、連続打点記録もとっている。このR.M.S.値がある設定値を越えると、データレコーダが起動して4チャンネルの連続記録を15分間とり、そのあと少なくとも2時間は休止するようになっている。比較的

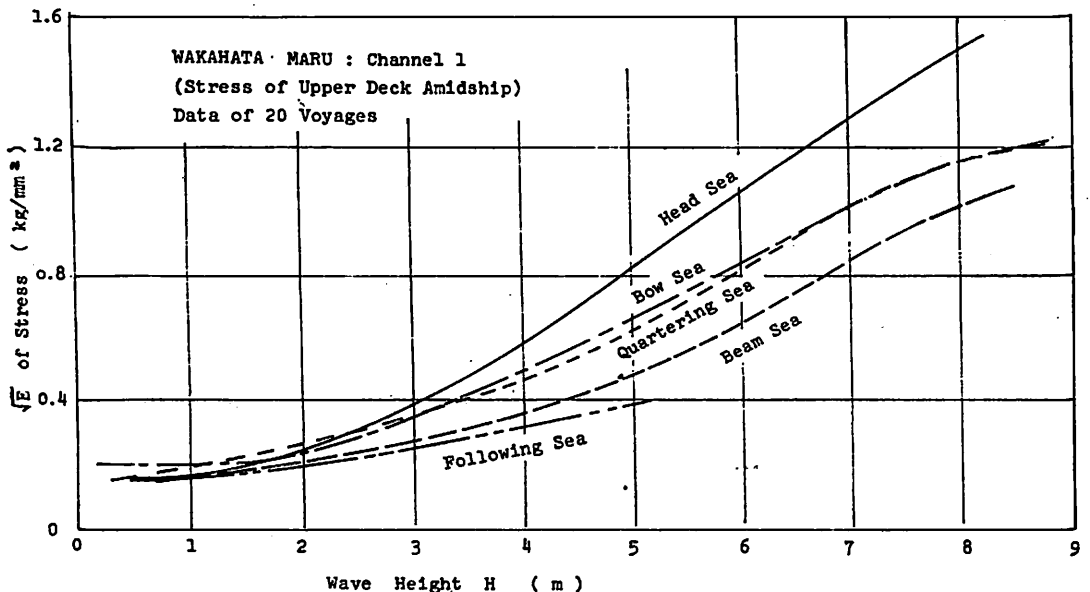


図4 波高、出合角と船体応力の関係(若嶺丸 Ch. 1)

応答振幅の大きい荒天時の記録を再現できるような形をとって、異常値、衝撃荷重、過渡的応答などをキャッチすることをねらったものである。

自動 R.M.S. 計は、波浪中の船体応答のある時間内の root mean square (R.M.S.) 値を演算し、その時の日時とともに数字で印字記録する装置である。演算時間は15分間で4チャンネルを自動的に切り換えて1時間で一巡するようになっている。

(b) 計測結果

自動計測は次年度にかけて継続中であり、まだまとまった解析結果を報告するまでに至っていないが、ここでは若幡丸の波浪曲げ応力の解析結果のみについてふれる。

自動 R.M.S. 計により若幡丸の船体応力を20航海連続して1時間ごとにとった1万余時間の記録を解析した。 \sqrt{E} の値は本船の場合20分間の演算を行ったものである。 \sqrt{E} は応力振幅(平均値を0とした場合の各ピーク値 X_i の R.M.S.)

$$\sqrt{E} = \sqrt{\frac{\sum X_i^2}{N}}$$

に相当するものであるが、 E は累積エネルギー密度で、分散を R^2 (R は各瞬時値の R.M.S.) とすると

$$E = 2R^2, \quad \sqrt{E} = \sqrt{2} \cdot R$$

となるので、本装置ではこの演算方式をとっている。

計測点3点のうち、Ch. 1の船体中央上甲板の縦曲げ応力の \sqrt{E} を波高との関係で整理し、各出会角にまとめたものを図4に示す。これによって出会角の影響が顕著に示されている。(羽賀)

波浪外力に関する水槽試験

研究部会：SR131(部会長 元良誠三氏)

波浪中で船体に加わる外圧は、大別して波浪変動圧、波浪衝撃圧および甲板衝撃圧に分けられる。波浪変動圧は、主として碎けない波の中で、相対的に船が運動するとき生ずる圧力で、時間的にほぼ正弦的に変化する部分であり、波浪衝撃圧は、碎けた波または非常に斜面の急な波に船体が打たれて生ずる衝撃的な圧力で、値は大きいかわりに継続時間は非常に短いものである。甲板衝撃圧は、甲板に打ち込む青波の量とその速度に左右される衝撃的な圧力である。

本研究は、この3種の波浪による外圧の大きさの分布を推定する方法を確立することを目標とし、本年度は4年計画の第3年度に当り、取りまとめの方

向に向かって研究を収束させることを考える必要があるので、研究の最終目標を念頭に置きつつ次の研究を行なった。

(1) 船体運動および変動水圧に関する基礎研究

強制動揺法によりタンカー船型3m模型により横運動方程式の流体力微係数の計測を行ない、ストリップ法による計算結果との比較を行なった。また横揺減衰係数については、船速影響および非線型影響を考慮した実験式を求めた。

相対水位の変化が乾舷を超える場合に、甲板の所で波面が変形する影響が変動水圧に現われるかどうかを調べるため、二次元模型の大振幅強制上下動揺試験を行なった。

船体構造に及ぼす水圧の影響を求めるためには、同時刻における船体周囲の水圧分布を知る必要があるため、水圧変動の位相について、46年に行なった鉦石船模型の角水槽での波浪中自航試験のデータを解析し、ストリップ法による計算との比較により検討を行なった。

変動水圧の波高に対する線型性を調べるため、鉦石船模型を角水槽で試験を行ない、向い波では船首の船側で、横波では船首、中央部とも非線型が現われた。

変動水圧について線型重ね合わせが成り立つかどうかは、不規則波中の変動圧の推定をする上に重要であるが、この点については、前年度までの実験で重ね合わせの成り立つことが明らかとなったが、駄目押しの意味で不規則波中の実験を行なって確認した。

(2) 波浪変動水圧に関する研究

波浪中における船体運動および変動水圧に関するシリーズ計算を、前年度21万トン型タンカーを供試船型として行なったが、これを実験的に検証するため、シリーズ計算を行なった条件のもとに水槽試験を行ない、船体運動、変動水圧ともにかなりよい一致を見た。

鉦石船およびタンカー船型について、斜め波中の拘束船体に働く変動水圧を模型実験により計測し、田才の方法による計算値および土岐の方法による計算値と比較した結果、全般に特にどちらがよく合うという判定はできず、何れの計算値も実用的な範囲で実験値とよく一致した。

本年度までの研究でほぼ完成した変動圧計算プログラムを用いて、コンテナ船型について変動水圧の計算を行なった。これまでに行なった鉦石船型、タンカー船型に比べて、船体運動に多少の異なった傾

向が見られたが、変動水圧の振幅や分布はそれ程大きな変化は見られなかった。

前年度に求めたタンカー船型の変動水圧応答関数を用いて不規則波中の船体に働く変動水圧のエネルギースペクトルを求め、変動水圧振幅の短期分布を求めた。

(3) 波浪衝撃水圧に関する研究

波と船体との干渉による波の変形の様子を非線形の範囲にわたって調べるため、ラグランジ型の方程式を基礎にしたブレネンの方法を用いて二、三の数値解を求め、波が変形して崩れる経過を求めた。計算の結果によると、波が反射波または発散波によって生じる逆向きの流れに乗ることが、砕波になる一つの原因であると考えられる。

30mの大型模型を用い、舞鶴港で実際海面における衝撃実験を行ない、特に波と船体との干渉について観測を行なった。

衝撃圧発生メカニズムを調べるため、造波回流水槽で2次元模型および船首模型を用い、ビーチ砕波、複合波および過渡水圧による衝撃圧の計測と波面の動きの観測を行なった。

船舶技術研究所の角水槽に設置された第2面造波装置を用い、2方向波中の自航模型による衝撃圧計測を行なった。この実験では、従来の1方向からだけの波の中で発生しなかった衝撃圧がしばしば発生し、その発生範囲や傾向がかなり明確になった。

前年度、過渡水圧を用いて非常に大きな船首衝撃水圧を計測することに成功したが、本年度も引続き大波高の過渡水圧を用い、衝撃水圧をデータレコーダに早送りして記録し、低速で再現する方法を併用して衝撃波形を詳細に解析するとともに、船体表面に2本の相対波高計を取り付けることにより、波面と船体の相対速度、角度と衝撃圧の関係を計測した。

規則波、不規則波および複合波の中での船首衝撃を計測し、船速、波長、波高等の影響を調べるため、タンカーおよび鉱石船模型により試験を行なった。船速は衝撃圧に支配的な影響を持ち、波高も高いほど衝撃圧が大きくなるが、必ずしも比例的ではなかった。

2次元模型で横規則波を受ける場合の衝撃圧の発生頻度を計測した結果、直立時は衝撃圧は発生せず、波の来る方向に傾けると衝撃圧が発生するが、そのピーク値は変動水圧に比べてそれほど大きくなかった。

衝撃圧の推定方法の一つとして次の式が提案された。

$$P_1 = f(P) \cdot C(\alpha) \rho V_n^2$$

ただし、 $f(P)$ はその場所での衝撃の発生する累積確率 P の関数、 $C(\alpha)$ は船体表面と水平面のなす角 α の関数、 V_n は波面の法線速度である。 $C(\alpha)$ および V_n の値については、今後の研究を進める必要がある。

(4) 甲板衝撃に関する研究

鉱石船模型の正面規則波および規則波中の曳航試験により背波衝撃の計測を行ない、波高と乾舷の比が衝撃圧の大きさに与える影響を調べ、不規則波中の背波衝撃圧を計測して衝撃圧の頻度分布を求めた。

2次元模型を種々の振幅で強制的に上下揺れさせて、甲板上の水圧を計測した結果、上下揺れ振幅が乾舷を超えると甲板に水圧が発生し始めること、甲板中心では両側から侵入した波がぶつかって衝撃的な圧力が生じること、短周期になると、上下揺れ振幅が乾舷に達しないうちに甲板水圧が生じること等がわかった。

甲板上の水圧荷重の大きさおよび頻度と甲板や梁柱などの設計荷重との相互関係が、船速を意識的に減速する目安の一つになるという見地から、甲板水圧を計算および実験値を用いて推定し、安全航行可能な波高波長比、波長船長比および船速の範囲を求め、経験から見て妥当な値となることを確かめた。この方法は模型実験と併せて甲板水圧荷重の推定法に用いられるであろう。(羽賀)

実船搭載用波浪計に関する研究

研究部会：SR132(部会長 田宮 真氏)

波浪外力に関する実船試験においては、波浪外力を計測すると同時に、その際の波浪状態を正確に把握しなければならぬが、まだこの目的に完全に適合する実船搭載用波浪計がないので、従来の各種波浪計の改良を図るとともに、適切な新方式の波浪計を開発することを目的として、昭和46年から4カ年計画で研究を進めることとなり、本年度は第3年度として次の研究を行なった。

(1) 概要

48年2月に行なった航海訓練所進徳丸による本研究による各種波浪計の性能比較検討から、来るべき実船実験における投棄用として水圧型波浪計2種の実用を決定し、レーダ波向計についてもその仕様を定め、これらの実用波浪計の設計製作を急いだ。

48年7月には博多・東京間で進徳丸による第2回実験が行なわれ、投棄波浪計の落下時の耐衝撃を主

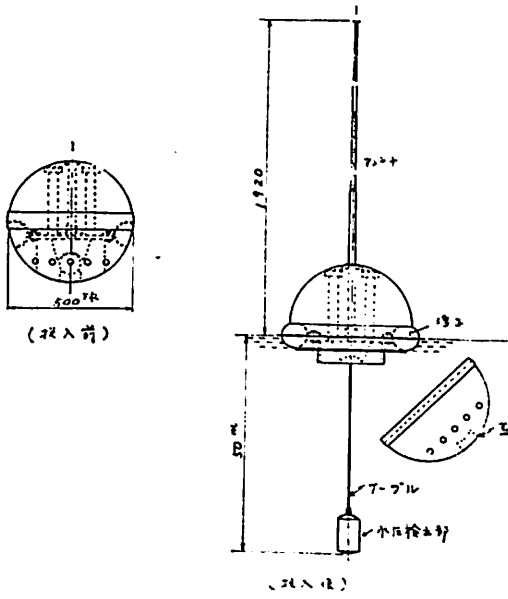


図1
水圧式波浪計(I)

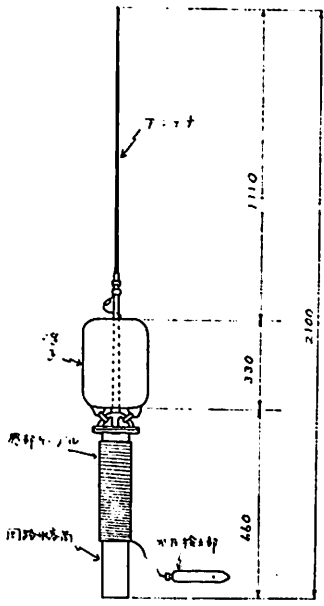


図2
水圧式波浪計(II)

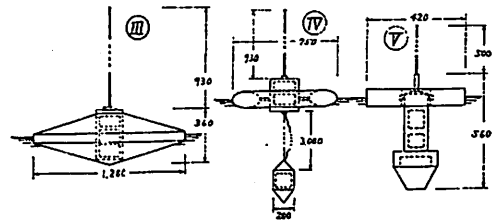


図3 加速度式波浪計

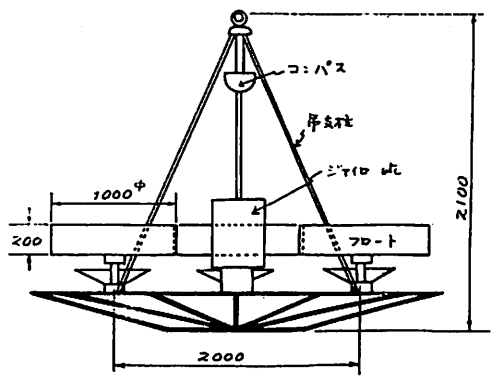
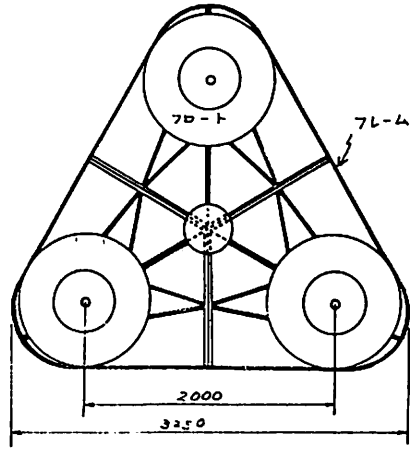


図4 クローバー型波浪計

として、各種作動性能確認のためのテストが行なわれた。このテストで発見されたいくつかの欠陥は、その後の努力によってほぼ改善された。

SR124 と共同で実施する鉱石運搬船笠木山丸による総合実船試験は、48年度中に3航海、49年度に2航海行なわれることとなり、第1航は48年12月15日神戸出航、49年3月31日までにオーストラリアへ3回往復して行なわれた。これらの実船試験で水圧式波浪計I型により得られた波浪情報は後日まとめて解析が行なわれるが、第1航の結果では70%の成

率を示しており、かなりの成果が得られたものと考えられる。

一方SR125によって行なわれたコンテナ船による実船計測に用いられた水圧式波浪計II型もほぼ同程度の成功率で、最高7m(目視)程度の波浪をとらえることができた。

上記のように本SRが当面の目標とした実船用投棄型波浪計の製作については、一応その責を果たすことができたが、この間さらに下記の事業もあわせて行なわれた。

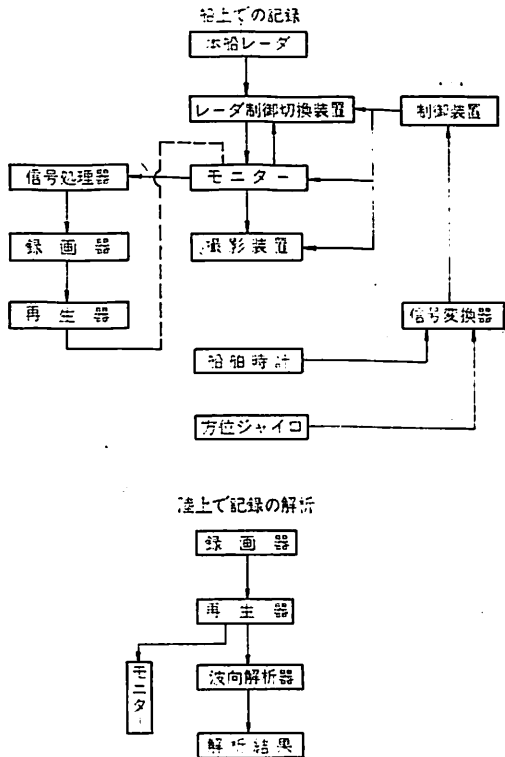


図5 レーダによる波向観測システム構成

- (i) クローバ型波浪計については方向ジャイロに改造を加えるとともに、これまでに得られたデータ解析に力を注ぎ、方向スペクトルについて新しい知識が得られた。
- (ii) 反射型波浪計について、上下加速度計を改良し、その他地上試験を行なった。
- (iii) レーザ波浪計について性能試験を重ね、太陽光雑音が無視できるようになったこと、乱れた水面で実用するためには、位相計の応答速度をあげる必要があること、単位時間内のパルス数を増加するためビーム径を拡大するのがよいことなどが明らかになった。

また、レーダによる波向計測システムについては、PPI映像、Aスコープ波形等の情報の解析表示について研究と改良が進められた。このシステムは前記各種波浪計と併用可能であり、またそれによって従来得られなかった空間的拡がりをもつ情報と時間ベース情報との結合が可能となり、将来の発展が大いに期待される。

本SRで開発され、進徳丸での実験に使用された各種波浪計を、図1～図4に示す。

(2) レーダ波向計

レーダによる波向観測について昭和47年度より調

査を開始し、波向観測レーダシステム案を作成したが、本年度は、本案に基づき、実船に搭載する波向観測システムの基本仕様を確定し、本仕様によって機器の製作を行なった。本基本仕様と47年度のシステム原案との主要な相違点は、ビデオテープレコーダを取り入れたことである。すなわち、システム原案においては写真記録のみを考えていたが、V.T.R.を採用すれば、レーダ映像をそのまま再現し得るので、V.T.R.を付加することとした。

本システムは、船舶に搭載された航海用レーダに接続して実船試験中の波浪のレーダ映像を写真およびV.T.R.に記録し、これにより実海面の波浪の情報を得るものである。本システムの構成を図5に示す。(羽賀)

船体構造強度に関する研究

研究部会：SR133 (部会長 山本善之氏)

船殻の破壊強度を支配する要因としては、船体に加わる外力、船体を構成する鋼板の材質、工作精度などの問題があるが、これらについての研究は別途行なわれており、それと並行して実施する本研究は、構造物としての船殻破壊強度の問題に主眼をおき、その総合的な強度判定のための資料を供することを目的としている。本研究は昭和46年度から4カ年計画で始められ、本年度はその第3年度に当たる。

本年度においては、昭和47年度に引き続き大型構造物試験機などを利用して大規模な強度実験を行ない、大型鉱石運搬船の船側構造模型による崩壊実験、そのストラットおよび船側コーナー部の座屈実験を行なって、その静的挙動を調査した。また、このような構造物の挙動を計算するためのプログラムを開発した。つぎに動的荷重による構造物の破壊強度を研究するため、種々の動的水圧試験方法による船側構造模型の実験を行ない、船側構造の動的応答と静的強度の関係、動的荷重による鉱石圧分布などを研究した。また繰り返し加わる水圧によって生じる船側構造のクラック発生、伝播などの研究を行なった。さらに波浪衝撃水圧と類似した圧力特性の水圧を発生し得る装置を製作し、これによって大型の構造模型を用いた衝撃実験を行なうことが可能になった。

以下に各研究項目の概要を述べる。

(1) 船体構造の静的応答

(a) 構造模型による崩壊実験

前年度に行なった立体構造模型(12万トン鉱石運搬船のOT隔壁とSW隔壁の間の珪タンクの船側構

造模型の約 $1/15$ 縮尺模型)について行なった静的荷重による崩壊実験に対し、弾性骨組計算を行ない、トランス・リングのフェースに生じる応力を計算して実測値と比較するとともに、代表的な一つの模型に対し有限要素法による弾性解析を行なって、弾性骨組計算の結果と比較検討した。

また前年度に行なった実験の結果を解析することにより、船側構造の崩壊形式および崩壊荷重について検討した。これらに基づいて、崩壊荷重を推定する一方法が提案された。

(b) 大型構造模型による鉱石運搬船の強度試験

鉱石運搬船の大型構造模型を用いた一連の実験的研究は、荷重として静的および動的なものがあり、また構造の挙動として、弾性および崩壊があるが、前年度までの静的弾性実験、静的崩壊実験に引き続いて、今年度は静的崩壊実験および衝撃弾性実験を行なった。

これらの実験は、6万トン級鉱石運搬船の中央部船倉およびウィングタンクの立体構造模型(縮尺 $1/4.85$ および $1/0.57$)に鉱石ペレットを積み込み、船側から等分布荷重および振子による衝撃荷重(集中荷重)を加えて行なった。

これにより、ウィングタンクの崩壊荷重および崩壊形式に対する積荷鉱石の挙動と、衝撃荷重が加わった場合の鉱石圧の増加が求められた。

(c) ストラットの座屈崩壊実験

6万トン級鉱石運搬船の中央横断面におけるトランスリング1枚のみを有するウィングタンク構造模型(縮尺 $1/3.44$)により、ストラットを中心としたウィングタンクの崩壊強度、崩壊機構を詳細に検討した。

前年度までは、主として船首部の船側が傾斜した構造について実験を行なっているが、本年度は中央横断面のウィングタンクについて、その部材寸法配置、支持条件などを変えた場合の崩壊機構について検討した。

(d) ストラットの座屈実験

鉱石運搬船の横強度において、満載時の玄側タンクの波浪外力に対する応答が重要である。玄側タンクの崩壊という極限状態を考えると、ストラット型式の鉱石運搬船ではストラットの座屈強度を知ることが必要となる。

本年度は、前年度に実験を行なったストラットと異なる断面形状を有する3種類のストラット模型により圧縮実験を行なった。

この結果、1種類が振れ座屈、他の2種類はパネ

ル座屈および曲がり座屈とパネル座屈の混合型であり、これらの最高荷重は理論的に推定できるようになった。

(e) 船体横桁コーナー部座屈崩壊実験

船体構造大骨材の静的圧縮強度については、従来から種々の研究がなされているが、特に高応力を生じ易い横桁コーナー部では三次元的な応力分布、材料の降伏、ウェブプレートの面外変形、フェースプレートの振れおよび横倒れなど多くの要因が複雑に組み合わせられるために、その挙動の定量化は困難である。

ここでは、24万トンタンカーのデッキトランスのガンネル部を対象を選び、可能なかぎり実船構造を再現して、横桁コーナー部にどのような過程で破壊を生じるのか、ウェブ板厚、フェースプレート寸法、スティフナー配置がどのような影響を及ぼすかを、6体の供試模型により実験的に調べた。模型はすべて実船の $3/8$ 縮尺とし、荷重は負荷棒により圧縮荷重で負荷した。

この結果、フェースプレートの端の平均ひずみが降伏ひずみに達すると、この部の剛性が下がり、この部分の支え得る荷重が最大値に達することがわかった。

(f) 座屈解析プログラム開発

ビルジコーナー、ストラット端等の3次元薄板構造の弾性ならびに塑性座屈プログラムの開発がほぼ完了し、小規模な問題の解析では良好な結果を得た。

また、最終強度解析用の各種座屈、塑性変形状態におけるガータ要素の剛性マトリックスの開発が完了し、二、三のテスト問題について満足すべき結果が得られた。

これを応用して最終強度解析プログラムへの組み入れでテスト問題の解析を行なった。

(2) 船体構造の動的応答

(a) 船側タンクの動的崩壊

ストラット方式、ストリンガー方式およびノーストラット・ノーストリンガー方式の3種類の構造様式の立体模型(1タンク)について静的試験および水面衝撃試験を行ない、静的荷重と衝撃荷重の差、静的荷重と衝撃荷重による崩壊形式の相違、構造様式の相異による衝撃崩壊強度の差等を検討した。

ストラット方式およびストリンガー方式ではストラット座屈で崩壊したが、ノーストラット・ノーストリンガー方式ではデッキトランスおよびボトムト

ランスの横倒れ座屈で崩壊した。

(b) 構造要素の動的な水圧負荷による破壊挙動

船体構造要素の動的な水圧負荷による破壊挙動を調査するため、模型試験を行なった。外板付ウェブのスロットから発生した亀裂が進展し、隣接スロット間で、それがつながった状態後の挙動を対象として検討した。

試験模型は2種類で、1つは繰り返し変動荷重用で、他は衝撃水圧荷重用とした。各試験を実施する前にそれぞれの模型について静的荷重試験を行ない、亀裂の発生荷重および亀裂の伝播状況等を調査した。

疲労試験は中央集中荷重による片振り疲労試験を行ない、亀裂の発生状況を調査した。繰り返し水圧衝撃試験は、重垂のある高さから落下させ、水圧発生装置のピストンを介して衝撃荷重を与え、それを繰り返して最終状態までの挙動を調査した。

(c) 船側構造の変動外圧に対する動的応答実験

鉱石運搬船の舷側タンク模型の変動圧による動的崩壊挙動を調べるため、前年度開発した加圧装置を使用し、船側外板、船側横桁、甲板・船底横桁、船側縦通材および支材（ストラット）よりなる舷側タンク模型の静的実験および動的実験を行なった。

これにより、船側構造はストラットの座屈、船側横桁の横倒れや、甲板・船底横桁の座屈等の耐力低下により動的応答が起こることが確認できた。崩壊速度の大きいときは、動的な座屈現象などが問題となる可能性が観察された。

(d) 大型波浪衝撃水圧発生装置の製作および実験

本SRで以前製作した波浪衝撃水圧発生装置の試作装置をさらに大型化し、試験片寸法1.5m平方、最高圧力15kg/cm²の大型波浪衝撃装置を設計、製作した。

すでに10kg/cm²までの第2種圧力容器としての認可を得て予備実験を行なっている。

(e) 外板クラックの発生機構の解明のための模型実験

波浪衝撃その他の繰り返し荷重により船体構造の外板部分に発生する亀裂損傷の原因を探索する目的で、船体構造の横桁と外板部分の部分模型を製作し、これに繰り返し荷重を外板部分から横桁に負荷し、外板と横桁の板厚およびスロット部の大きさが外板の亀裂発生に与える影響を調べた。

その結果、相隣れるスロットがクラックによって連結されると、外板部にクラックが生ずる可能性があることがわかった。（羽賀）

■ 船の強度と安定性

東京商船大学教授 野原威男 A5・160頁 900円 送料・160円

■ 燃料・潤滑

東京商船大学教授 宮鳴時三 A5・200頁 950円 送料・160円

■ 操船と応急

東京商船大学教授 米田謹次郎 A5・130頁 600円 送料・160円

■ 船舶の写真と要目

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

■ 船舶の写真と要目

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

東京都中央区銀座5-11-13
ニュー東京ビル

株式会社 天然社

振替 東京 79562番
電話 (03)543-7793番

MV-CP20 高速旅客船の誕生

村上 雄三

昭和海运専務取締役

アンシンメトリック、カタマラン型高速旅客船、MV-CP20の第一号艇は、三井造船千葉工場において、本年6月16日に竣工し、ぶるーほうく（Blue Hawk）と命名された。この三井スーパーマランの原型は、北欧ノルウェー国、Westermoen & Hydrofoil A/SのウェスターマランW-86である。いまノルウェーでは、ベルゲン、スタバンガー、トロンハイム、その他のルートに20数隻が活躍し、諸外国ではオランダ、イタリー、フェルトリーゴに就航している。わが国では、この一号艇が初の誕生で、本年7月1日より瀬戸内海の今治-三原間の定期航路に就航した。

当社が本船に注目し起用した経緯は、すでに業界誌“旅客船”112号にその概要を記しているの、詳しくは省略させていただき、本稿では、少し角度を変えて述べることにする。

W-86の開発

W-86ウェスターマランの開発は、1971年である。開発者ウェストモーエン社は、ノルウェーにおける小型高速船建造の言わば老舗であるが、1961年頃より、シュプラマー社のハイドロフォイルを手がけてきた専門工場であった。もともと水中翼船の発祥は、河川、湖沼であるが、ノルウェーで多くのルートに就航したハイドロも、かの海象条件下では種々の問題をかかえていたのである。フィヨルドの国では、交通機関はおおむね船舶である。通勤、通学、ビジネス、郵便物輸送など、日常の活動は船に負うところ多く、定期旅客船が人々の足であり、従って欠航をきらう。乗り心地、欠航率、時間短縮、大量輸送等、様々の条件から、彼の国で生まれるべくして生まれたのがW-86であった。

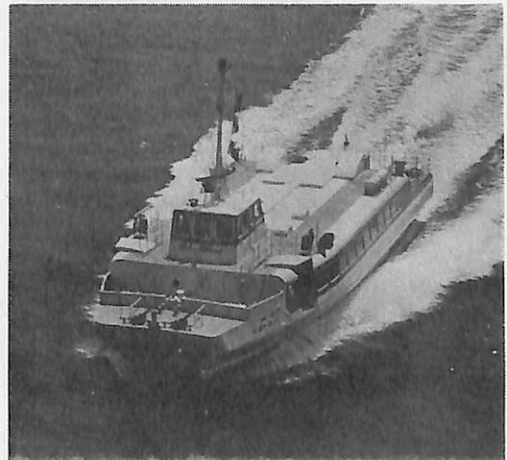
荒海を常とするノルウェーでは、あらゆるルートでハイドロはエスケープを余儀なくされる。ウェストモーエン社は、この問題を解消するため、またよ

り高速を、より大量輸送とコストダウンをもくろみ、PT-150（250名乗り）を建造したが、それ以上のメリットを得ることは出来なかった。

1971年、同社のチーフデザイナーである元ノルウェー海軍技術大佐ハロルド・ヘンリクセン氏の設計により、同社のこれまでの在来船と水中翼船の経験を生かし、かつその性能を充分とり入れ、W-86の開発をみたのである。1971年以来、WM社は、ハイドロの建造を中止し、W-86の専門造船所となっている。

本邦導入の経緯

W-86一番船がノルウェーで建造された1971年の秋、この情報を得た当社は、大倉商事の協力を得て調査研究を始めたのである。当社は現在、三原-今治間、三原-松山間の定期航路を運営しているが、当時、今治ルートはフェリーと小型高速船によるサービスを行っていたものの、山陽新幹線の三原開通により、海上連絡輸送の体制を急がねばならなかった。あらゆる検討の中で、要は高速にして大量輸



三原-今治間を走る“ぶるーほうく”

送機関である新幹線と連係を保ち、調和をはかるためには、海上輸送もやはり高速にして大量輸送でなければならない。四国の西部の人々を新幹線に送るためには、この着想でなければ使命は果たせない。その最も適した手段として、W-86が検討されたのである。

当時、大倉商事と三井造船は、WM社との間で技術提携の交渉を進めていたようであった。1973年秋、当社は、疑問点の解明と確認のため渡欧し、現地で詳細なる調査をしたのである。

同年12月、三井造船は、千葉工場に本船の専門工場を建設することを決定した。ホーバークラフトを開発し、定期船に理解があったとは言え、たまたま総需要抑制下にあつて三井造船の英断には敬服している。同時に、そのことが、当社の多年の夢をかえさせたのである。

本船の概要

主要々目

長さ(全長) 26.465 m

"(垂線間) 24.390

幅(型) 8.800

深(〃) 2.500

満載吃水 1.180

満載排水量 77トン

総トン数 191.65トン

純トン数 111.6トン

乗客席数 162席

主機

型式および数 MTU12V331型×2基 過給機付4サイクル単動V型、船用高速ディーゼル逆転減速機付

過負荷出力 1,225 PS×2, 270 rpm

連続最大出力 1,125 PS×2, 200 rpm

推進プロペラ 直径 0.8m, 3翼固定ピッチ式
材質 Al-Br 製×2基

発電機 YMG40A型ヤンマー
交流発電機 40 KVA×220 V
×60 Hz

駆動エンジン52 PS×1, 800 rpm

最高速力 29.5ノット

航海速力 28.5ノット

航続時間 約11時間

その他 冷暖房完備, 船舶電話

特長

1. 独特の設計により、その波浪抵抗は同サイズの単胴型よりはるかに少なく、軽量でしかも最高速度においても適度の波を生じるだけで、在来の高速船、水中翼船のもつ追波がない。

操縦性も優れており、旋回もきわめてスムーズで、多数の小型船が密集する狭い水域での航行にも適している。

2. スタビリティについては、最大傾斜角度は、最悪の気象条件下で僅か7°で、ローリングはほとんどなく、他の如何なる小型船に比しても優れた安全構造を有する。

3. 室内のレイアウトは、本来の高速旅客船やすべての旅客船の概念を打破するものである。すなわち、本船の独特の設計は、充分なデッキスペースを増し、客室は船中央部のワンルームシステムとなり、席はすべてデッキ上に位置しているため、窓より優れた視界を楽しむことが出来、のびやかで見はらしを考えたゆったりとした室内配置である。しかも艇中心線部の客席は、舷側客席より180%高いデッキ上に配置されており、大きな舷側窓と共に、中央部からも広い眺望が得られる。この独特の客室の雰囲気は、その設計構造上の性能と相まっていっそう乗心地をよいものにする。

4. 非対称双胴型で、艇の本体中心線部の幅約3分の1が艇前後に全通するトンネル部となっており、トンネル前部は、水線上約2mの高さを保つように設計されている。この船型により、波浪衝撃は効果的に緩和され、乗り心地が非常に良く、4~5mの波高でも充分航行は可能であり、事実ノルウェーにおいても、2m程度の波高では、ダイヤ通りの就航が出来ることが確認されている。

なお、三井本艇では、わが国内海の波浪の程度を考え、かつコストダウンの点からも、前部トンネルの高さを原型より約20cm低くしている。その結果、原型における客室フロアは前後部で2段になっているが、本艇は平面になり、より室内がすっきりした。更に、そのため、外部から見た船窓は一線上に並び、全体として本艇体はますますユニークになった。

5. 原型W-86は140席である。ノルウェーでは、普通、旅客重量は手荷物を含め約90Kで計算する。わが国では70Kである。しかも原型船の椅子は、そのピッチ、重量とも、はるかに大きい。

三井造船では、この点を検討し、レイアウトを考えた結果、三井スタンダードでは約200席の旅客定員が得られたのである。当社一号艇では、特

キャビン内の中央座席



殊な事情により、例えば、予備エンジンを搭載し、トンネル前後部にスカートを用意すればホーバーの状態でスピードアップする設備を有する関係上、客室後部にエアーファン室があり、その部分がデッドスペースとなったこと、また当航路の性格から、座席間のピッチを特別に造船所に注文をつけたため162席となった。このデッドスペースは、就航後の状況次第で有効に改装することを考えている。

6. 本艇は、片舷前後2カ所に通路と出入口が設けられ、乗客のスムーズな乗降が可能なるよう配慮されている。すなわち、海上時間のスピードアップと共に、ブロックスピードのメリットが得られる。

現在は後部デッキ出入口のみの乗降を行なっているが、乗船率の伸びにともなって、両出入口を利用したワンサイドの乗降をすることにより、ブロックスピードの短縮となり、その結果有効なダイヤが組め、稼働率の向上が考えられる。

7. その独特の設計により、客室はもちろん乗組員控室などゆとりのある船内配置で、従来の高速旅客船には見られなかった手荷物置場などが設けられた。

8. 本艇は、主機2機ともにリヤエンジンで、画期的なレイアウトが得られたことと共に、室内の騒音が少ない。

9. 船底トンネル後部に艇体を水中で持ち上げるトリムフラップをつけており、スピードアップに寄与しているが、ノルウェーでの過去数年のデータによれば、プロペラ、シャフトなどの浮遊物による損傷は、他の高速艇や hidro について起きているが、このカタマランでは起っていない

い、という。この点については、筆者はいささか疑問を感じるが、当社の2カ月余りの運航では、プロペラ、トリムフラップともまだ損傷の経験はない。今後の運航において、この点はチェックしてゆきたい。

10. 主機は、西独MTU社が最も誇る12V331型高速ディーゼルエンジンを装備した。そのオーバーホール、アフターサービスの国内技術サービス体制もととのっている。ノルウェーにおいては、年間でも最も暑い6月下旬でも気温は摂氏20°~25°であるため、原型W-86は冷房装置はない。

さらに、原型主機はメルセデスベンツ MB 820 Vb 1,100 PS×1,400 rpm×2 であるが、MTU 331 型は、よりコンパクトで、より軽量であり、ベンツより2基で約3トン弱軽い。従って、この最新型エンジンを採用することによって、本艇はパワーを得た上、冷房設備を容易に装備することが出来たのである。

11. すべての操作は、遠隔操縦装置によって行なわれ、通常の操船は操縦室の2名のみで可能であり、ノルウェーでは運航要員3名である。また夜間運航も充分可能である。

12. 保守が容易で、吃水1.2mの本艇は、ドライドックも種々の方法で簡単にでき、メンテナンスコストも比較的安い。

13. 本艇の安定性ととともに、安全性も確保されている。構造部材は、耐食アルミ合金材(JISA 5083, A6061)による全溶接構造で、フレームシステムは、両船体上のウェブフレームシステムと両船体上間中心における強構造セクションを基礎とする。更に約300%の間隔で縦方向のフレームがある。

両船体は、縦方向水密隔壁で分離されている。また両船体とも数箇の水密セクションに分かれている。メインデッキでは、ルーム下への開放部は水密マンホールを除いて全くない。このような艇体の設計からして、本艇はカタマランではあるが、艇体中心部前後方向に全通するトンネル部を有する、いわば双胴の型をしたシングルでもある。

就航後の実績

本船が将来駆動し得る3ノット速くなるホーバーの性能を有する点、あるいは、非常に軽量で抵抗が少なく、海上を滑るように疾走する点など、“ホーバークラフトの美しい妹”ともいわれ、その性能とイメージから、われわれは本船のペットネームを“ホーバーマラン”と名づけた。

このわが国初のホーバーマランは、実用旅客艇として就航以来2カ月余りの実績を有するに過ぎない。従って、本稿で、運航実績云々の十分なレポートを提出することはまだ出来ない。本当の効用を確認するには、まだまだこれからである。かなり長期にわたり、オペレートの実績をふまえて、いつか適当な時期にご報告出来ることと思っている。とは言え、短期間ではあるが、今夏、本艇のみで約2万人余りの乗客を運んだ実績と状況から、当初、計画した大量高速輸送機関としての起用は、間違っていないと思われる。また、乗客の感想は、一様に本艇の乗り心地の優れていることを認めていただいた。

建造過程において、実用艇として航路の性格を考慮して、いろいろ注文をお願いしたかったのであるが、第一号艇の苦心の中では、その注文も充分には通らなかった。しかしながら、三井造船としても、ホーバークラフトの経験も深く、定期旅客船に対するかなりの認識があったので、当社の無理を極力容れていただいたことは、ありがたく思っている。例えば、座席数は、三井スタンダードでは約200席である。当社では、新幹線の乗客を受けるには、乗り心地の配慮の要があったので、精一杯座席間のピッチを上げたり、また乗客が対談出来るように、一部対面のシートを配置した。その結果、前述のように現在有効な座席は162席となったのである。

更に、造船所の配慮で、中央部のシートの色柄を左右舷側席と異なったものにし、適切な変化をもたせたこと、また座席の背もたれは、高からず、低からずの高さで、広々としたワンルームの雰囲気陰

気にせず、結果的に成功であった。折角の客室とワイドな窓からの眺めも、高い椅子の背でしゃへいしてしまったのでは、本艇の良さは失われる。家と庭、部屋と調度は調和をとらねばならない、ということであろう。

現在、今治ルートにおいて、旅客フェリー便はほとんど夜半近くまで18往復を運航し、所要時間105分、運賃670円である。高速船は、始発6時30分より終発19時05分まで運航し、運賃1,400円、所要時間は小型高速船(70名)65分、本艇ホーバーマランは50分である。このコンビネーションは、かなりの効果を発揮しているが、新幹線ダイヤとの有機性を考えると充分ではない。

われわれは、今秋更に2隻目のホーバーマランを投入する。そうすれば、三原発20時20分の高速便を組むことが出来、その結果、例えば新大阪を18時30分の新幹線で発てば、21時過ぎには今治へ着けるようになる。

最終的には、フェリーと高速船のコンビで、フリーエンシイに配船することによって、鉄道との関係をはかることであろう。

一般的に、われわれがこれから反省し勉強しなければならぬことは、「当該旅客定期航路に投入する手段は何が適切か」ということである。

従来、ともすれば、どこかで新しい船が開発されると、すぐ採用してみるとか、あるいはスピード時代だというので、ベストだとしたきらいはなかっただろうか。その航路の実情や性格を客観的に認識し、バランスのとれた手段を起用して来ただろうか。あるいは、海上輸送は、陸海空の交通機関と競合するルートが多い。その場合、運賃のバランスも考慮しなければならない。たとえ所要時間で航空機に対抗し得る高速艇を起用してみても、航空機なみの運賃を設定出来るだろうか。その航路の絶対性、選択性、運賃、乗客の層、水域の環境と気象条件、陸上交通機関との有機性およびアクセスの問題、あるいは省エネルギーの検討、旅客のニーズ等々、あらゆる実情を考慮に入れて、調和のとれた手段を選択してゆかねばならない難しさを、今更ながら痛感する。

本船の独特な設計により、さまざまな特性が得られたことはすでに述べた通りであるが、1973年、筆者が渡欧し、ウェスターモーエン社を訪問した際、この原型W-86の開発者、ハロルド・ヘンリクセン氏は、強い自信にみちた表情で、こう語った。

「スピードだけを望むなら容易である。かつて我

々は、130人乗りモノハルの高速船を建造し、30ノットのスピードを得た。そのためには、6,000PSのエンジンを要したのである。そして、フィヨルドに浪を巻き起こしている。200tのこのウェスターマランは、28ノットで航海し、僅か2,200PSのエンジンしか積んでいない。乗り心地、耐波性、経済性、すべての問題を可能なかぎり解消したのがW-86だ」

本年5月28日、わが国初のMV-C P 20 “ぶるーほうく”の公式トライアルに、開発者ヘンリクセン氏も来日、立ち合った。筆者の実感としては、原型よりもこの一号艇は、約1ノット、スピードアップし、船型もいっそうユニークになったようである。エンジン、プロペラなど、三井の改良になる初の試みであったが、トライアル当時、同氏の驚きの表情

は今もって忘れられない。

今、WM社は、W-86 (86フィート)より大型かつ高速のW-95 (95フィート)をデリバリーした。95型は、母国西海岸で3隻就航し、本年5月末イタリーで1隻、オペレートを開始した。なおこの型は、プロペラなどで改良の余地あるやにきく。さらに、1976年には、W-100型 (100フィート、ガスタービン)の計画をもつ。技術の進歩には、われわれ素人には驚くばかりである。わが国におけるMV-C P 20型も、さまざまな夢をもつ高速船として、その将来が期待されている。当社も、それを見守りながら、実態にそくした計画を考えてゆきたいと思う。

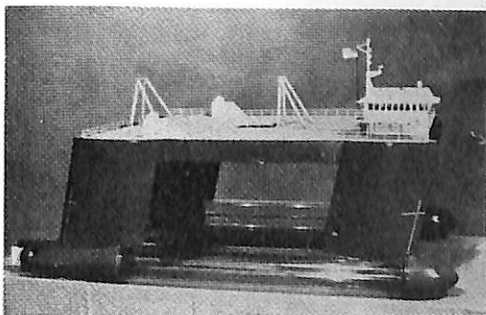
最後に、三井造船、大倉商事両社の多年のご協力とご指導に厚く感謝すると共に、本艇の今後のいっそうの改良と進歩を願って、つたない筆をおく。

海外事情

■SSV—新しいオフショアの動脈

海洋開発は新しい科学であり技術である。従って日進月歩のテンポはきわめて早く、新しい機器が、次々とデビューしている。SSV……この耳なれない言葉は Semi-Submersible Support Vessel の略で、順次、外洋へ広がる海底石油開発地域と陸上基地を結ぶ新しい動脈として研究が続けられている。(Ocean Industry 2月号)

LOA	59.74m
B	38.71m
D	18.29m
d	10.67 (Storm 7.62m, Light 3.66m)
△	3,150LT



DW	950LT
Vs	15kn (3.66m)
	12kn (10.67m)
SHP	6,000PS

1972年から D. McClure & Associates の手により開発が進められているSSVは、その開発の最終段階にさしかかった。北海に照準を定めた荒天性能が抜群に優秀なことを要求される補給船には、本来の資料補給の目的の他に、錨のハンドリング、コアリング、サブシーウエルヘッドの支持、ダイバーの支援、サブシーパイプラインの検査と修理、サルベージから消火活動までも考慮しておかなくてはならないのである。

そして、これらの文字通りの万能支援活動はいかなる荒天でも、その任務を放棄することは許されないものである。

■“船舶”用(1年分12冊綴り)ファイル■

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

株式会社 天然社

非対称カタマラン型高速旅客艇

“ぶるーほうく”

三井造船千葉造船所ホー
パークラフト工場設計課

1. まえがき

本艇は沿岸離島と本島間的高速輸送に寄与することを目的に建造された高速旅客艇である。

わが国的高速交通輸送は、新幹線網により、本島内は勿論、九州、四国、北海道へと延長され、計画整備されつつあるが、これに伴ってこれら交通網と離島との輸送機関についても、検討されるべき時期に来ていると思われる。この場合、問題となるのが、高速化、経済性は勿論、航走波に対する漁撈妨害、沿岸住民に対する騒音等公害の問題である。

当社においては、これらの点を考慮して、大倉商事株式会社殿を通じてノルウェーのウェスタマリン・アー・エス社と技術提携を結び、本艇の建造を計画、その第一番船として昭和海運株式会社殿のご協力を得て、昨年6月着工、種々の試験を実施後、本年6月17日昭和海運殿へ引渡され、7月1日より三原、今治間にて営業運航に入ったので、ここに本艇の概要を紹介する。

2. 計画概要

(1) 船型および特徴

本艇は保針性、浚波性、航走波、旅客の乗り心地等に重点を置いた設計となっており、一般配置図に示されているように、船体中心部にトンネル部を有する非対称カタマラン船型（各 demi hull が対称でないという意味）という独特の形状をなしている。

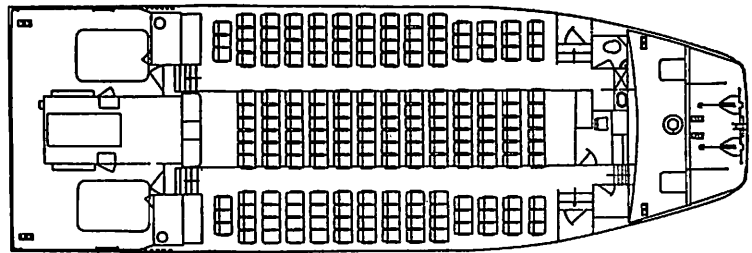
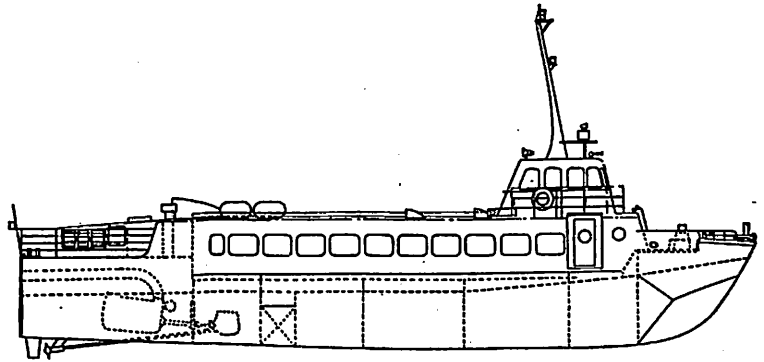
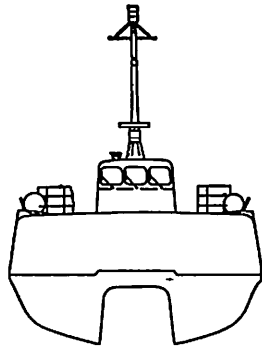
これ等の性能は現在までに20隻余の建造実績をもつノルウェーにおいても既に実証されており、その販売シェアを広げつつあるのが現状である。また船尾はトランザム型で、中央部のトンネルを挟んだ両舷の機関室は広く、保守点検等を容易にしている。

更に、高速航走時のスプレー防止のため、船首部外板面には、スプレーリストを設け、船首部のフレアーも大きく取っている。

船尾部トンネル内には、even keel 時迎角3°の翼型トリムフラップを設け、揚力を働かせて、艇の推進性能向上に役立っている。また航路上の漁船、浮遊物等の回避、狭水路に対する安全性を考え、操縦



公試運転中の“ぶるーほうく”



“ぶるーほうく”
一般配置図

席をできるだけ前方に配置し、窓のスペースを大きく取る等の考慮を払い、新幹線網と結ぶため、夜間航行にも支障がないよう計画されている。

本艇の航行区域は平水区域であるが、構造上は限定沿海船として建造されているため、装備品の一部補填で、限定沿海航路にも使用可能である。

(2) 一般配置

本艇はカタマラン型を採用しているため安定性がよく、充分な客席スペースが確保できる。従って、客席間隔も広く取れ、手荷物置場、自動販売機置場の配置も可能である。

客室内上甲板の中心部は一段高くなっており、乗客の窓外眺望をよくすると共に、横強度を付与している。

客室後端部に階段部をもつ上甲板が、船首尾間に全通しており、上甲板下には片舷6つの水密隔壁で区切られた7水密区画があり、船首端の船首タンクを使用して乗客乗船状態に伴ったトリム調整が容易にできるようになっている。さらに海難事故時の浸水に対しても安全性が確保される区画配置となっている。

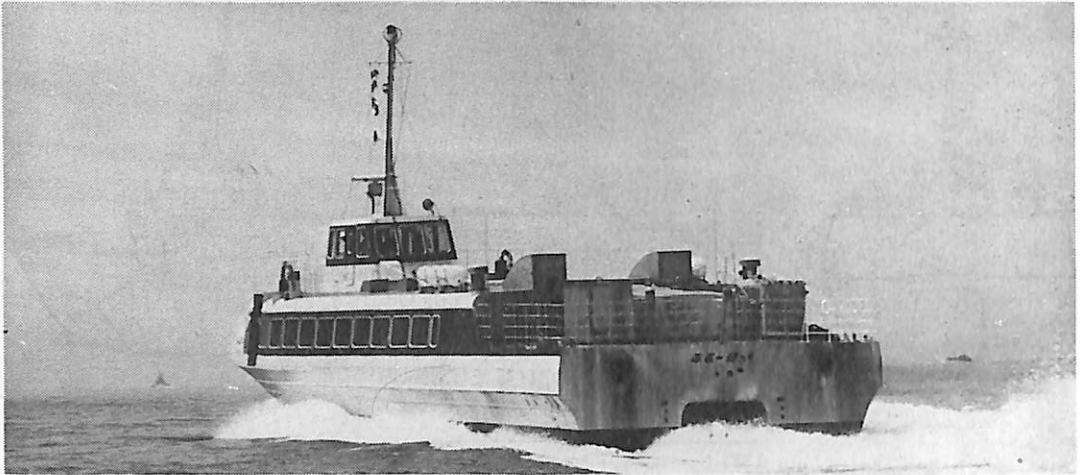
後部機関室両舷には、高速ディーゼル部門では実績を有する西独MTU社製の船用高速ディーゼル機関2基を搭載、それぞれ独立に逆転減速機を介してプロペラを駆動している。

主機関、減速機、プロペラは両舷同一のものを採用、従ってプロペラ回転は両舷共後方より見て右まわりであり、両機の互換性に対する配慮がなされている。操縦関係は、すべて操縦室よりの遠隔操作が可能となっており、各機器の作動標示、警報標示等は操縦室内の見やすい位置に配置されている。従って離着岸時の索取りを考慮しても、乗員4名で充分運航できるよう計画されている。

3. 船体部

(1) 船体部要目

全長	26.471m
長さ(垂線間)	24.390m
幅(型)	8.800m
深さ(型)	2.488m
計画最大吃水(型)	1.180m
総トン数	191.65T
純トン数	111.60T
船級	JG
試運転最大速力	29.15kn
乗組員	4名
旅客定員	162名
タンク容積	
燃料油(両舷)	6.51m ³
清水	0.30m ³



ユニークな船首(左)と船尾(上)の形状



船首タンク(両舷)	8.30m ³
舵 舵面積(A)	0.415m ² ×2
面積比(A/L _{pp} ×d)	1/34.67
ポンプ	
清水ポンプ 自動発停式	13l/min×1.2kg/cm ² ×1
汚物排水ポンプ 粉碎式	140l/min×0.7kg/cm ² ×1
トリム兼空調冷却ポンプ 電動渦巻式	12m ³ /hr×2.0kg/cm ² ×1
油圧ポンプ 主機ペルト駆動ペーンポンプ	11.1l/1000rpm×70kg/cm ² (max)×2
甲板機械	
電動キャブスタン 電動型型減速機付	300kg-12.5m/min×1

(2) 構造

本艇の推進性能向上を考慮し、重量軽減を計るため、主要構造部には、すべて耐食アルミ合金材を採用し、上甲板下は全面溶接構造となっている。

使用されている主な耐食アルミ合金材は、

板材……………JIS A5083P-0 又は A5083P-H32
 押出型材……………JIS A6061S-T6
 管材……………JIS A5052TD-H38
 である。

強力甲板として船首尾間に全通している上甲板下は、船底、船側外板およびトンネル部を構成するトンネル外板よりなっているが、上甲板を含めこれらはすべて縦肋骨方式をとっている。ただし、横強度を考慮して、545mm乃至620mmの間隔で横肋骨を配置し、特にslamming & propellerによる振動等が懸念される船首尾部は中間肋骨を追加して、補強を行なっている。

縦強度については、縦肋骨、外板、上甲板の他、船底と上甲板の中央に一列配置されたside stringerおよびトンネル中央部に設けられたcenter girderが受け持ち、十分な強度を有するように計画されている。

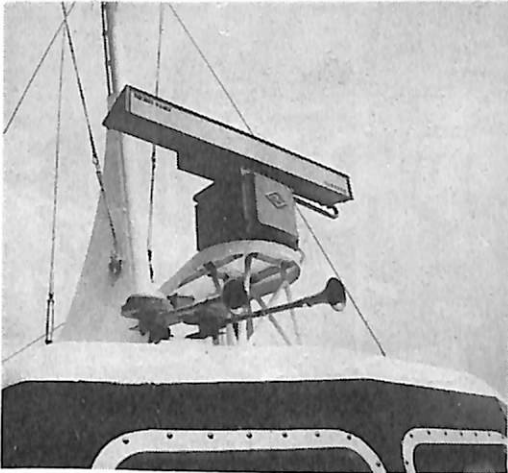
上部構造については、原則として鋸構造を採用、水密性が要求される場所はシール材が施されている。また、客室区画については、その面積を有効に広く使用することを考慮して、仕切壁等は極力少くし、pillarを設けてspanの長いgirder beamを支持するようにしている。

舵は流線形複板平衡舵2枚で、舵板は鋼製、舵軸は上部が鋼製、下部がステンレス製で、両者はSKFカップリングにて連結されている。

(3) 内部艙装

1) 室内艙装

暴露部および機関室に面したところは、50mmグラスウールにて防熱工事を施し、客室内装材は天井がビニールレザー、側壁はウレタンフォームのクッ



レーダー

ション材入りビニールレザーで明るい色調にまとめている。また、床は約4mm厚さのポリウレタンを施工、通路にはじゅうたんを敷いている。

舷窓は操縦室両舷各1カ所のみ開閉式であるが、他の耐食アルミ押型材枠付固定窓となっており、ワイパー付の操縦室前面窓が強化ガラスとなっている他はすべてアクリル板を使用している。

客席は耐食アルミ合金枠付でウレタンフォームがクッション材として使用され、椅子の前後間隔は885mmとゆったりとしたスペースにしている。

客室の出入口は前後部両舷に各1カ所あり、非常用として前部にも出ることが可能である。

2) 通風、冷暖房設備

操縦室、客室、船員室については、客室後端両舷

に設けられたパッケージタイプの空調装置を使用、後部ダクトを通しての新鮮空気取り入れ量はダンパーにて調節され、空調されたパッケージからの空気は客室天井に配置されたダクトを通り、上記各部の冷暖房を行なっている。冷房はR-22冷媒による海水冷却、暖房は主機冷却後の温水を利用する方式となっており、温度、湿度調整は客室後部に設けられたセンサーにより自動的に行なわれ、排風は操縦室後端および客室天井の排風口より自然排風でなされる。

機関室には各舷1台ずつの電動排風ファンが設けられており、夏季の機関室内温度上昇を抑える役目をしている。また、船尾端舵機室内は、主機関、発電機関の排ガス管が通っているため、ベンチュリータイプの自然排風口を設けている。

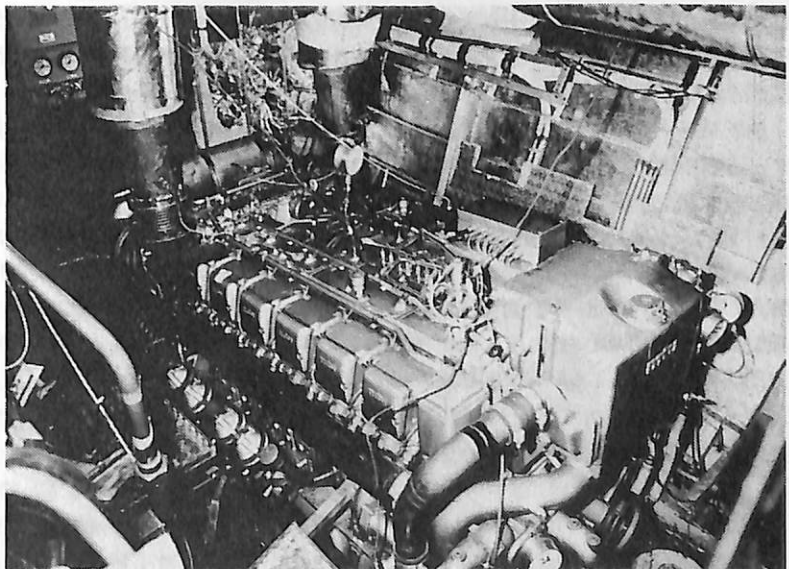
3) 消火設備

発電機関駆動の消火ポンプ2台(内1台はビルジポンプ兼用)が設けられ、それぞれのポンプより各舷エンジンケーシング横の消火栓まで配管されている。機関室内には0.6lの自動拡散型消火器17個を船舶安全法に従って天井に取り付け、無人機関室での火災報知機の使用を省略している。その他、客室、操縦室には予備を含めた持運び式粉末消火器が配置されている。

4) 諸管装置

配管材料;各種配管材は耐食性、重量軽減化等を考慮して下記の如く使い分けられている。

銅管……………燃料、清水、ビルジ、温水管
3% Ni 入銅管…冷却海水、水洗用海水管



MTU331 型船用4サイクル過給機付12気筒ディーゼルエンジン

200名を収容する客席



ステンレス管……汚水，油圧管
アルミ管………空気抜き，給水給油，測深管
ビルジ系統；艇内各区分のビルジは，左舷主機関付ビルジポンプおよび発電機駆動による消火兼ビルジポンプにより減速機室内のバルブ操作で艇外に排出される。

清水系統；左舷減速機室内の清水タンクより自動発停清水ポンプにて，便所，手洗室に給水され，また一部は暖房時の加湿用として使用される。

海水系統；船首タンクへの注排水によるトリム調整および空調冷却用として，船首タンク頂部に電動遠心ポンプ1台が装備され，両者は三方コックにより切り換えられる。

タンク測深系統；船首タンク，燃料タンクには，測深孔または測深管の他にエアパージによる液量計測用配管が設けられている。船首タンクについては，タンク頂部のポンプルームまで，また燃料タンクについては，操縦室まで配管されており，液量計測が容易にできる装置となっている。

油圧系統；主機関よりベルト駆動される油圧ポンプが各舷に設けられており，右舷機は通常操舵用油圧として，左舷機は予備として作動している。従ってポンプユニットにより油圧管を通して操舵室に送られた圧力油は，操舵輪の回転に比例して作動する特殊なオービットロール計量分配弁を介して，操舵機駆動シリンダーに送られるよう配管されている。主機関回転数変動によるポンプ回転数の変化に対し流量を一定に保つため，リリーフバルブ圧力補償付フロートコントロールバルブが組み込まれ，性能を維持している。

(4) 外部艙装

1) 揚錨，係船装置

主錨として95kgダンフォース型2基を船首端に配置し，これの投揚錨用として，取り外し式アンカーダビットと，電動キャプスタンを設けている。電動キャプスタンは強風時の離着岸時にも使用できるよう配置を考慮している。

2) 外舷部開口

上甲板下の機器について，保守，点検を容易にするため，頂部甲板にそれぞれ開口を設けている。特に減速ギヤについては客室後部階段上のフードを取り外し式としている。これら開口蓋については，その着脱の容易性と水密性の両者を考慮した設計が要求された。

4. 機関部

(1) 機関部概要

西独MTU社製船用4サイクル過給機付12気筒ディーゼルエンジン（12V331型）2基が主機関として船体後部両舷に各1基ずつ防振ゴムを介してエンジンベッドに取り付けられている。各主機関は機関室前端にある逆転減速機を介して，1基の推進プロペラを駆動し，これら各舷ユニットは独立の駆動系統を有している。また，各主機関にはDC28V，60Ampの蓄電池充電用発電機が，それぞれ1基装備されていて，これに必要な制御器および起動，停止リレーが備えられている。

主機の起動はDC24Vスターターモーターによる蓄電池方式で行なわれ，主機用冷却海水，冷却清水，潤滑油各ポンプはすべて主機駆動であり，この他主機駆動のビルジポンプも装備されている。また，冷却方式として，間接水冷却式をとっており，閉回路の冷却清水ラインが設けられていて，清水膨張タンクも機付となっている。

主機の操縦は、アイドリング、増速、減速および減速機の正転、逆転、クラッチ操作等操縦室コントロールスタンドにある遠隔操縦用コントロールレバーの操作のみで行なえるようになっている。即ち始動スイッチによる起動、停止の他は、すべてコントロールレバーにより、機関制御はプッシュプルにて機械式に、逆転減速機の制御も電氣的指令にて電磁継電器を介して油圧ラッチを作動させる。なお、これらの操作は操縦室と機関室間の連絡ケーブルを切り離すことにより、機側でも可能で、この場合、操縦室との連絡用としてランプ式エンジンテレグラフが使われる。

主機と逆転減速機間にはフレキシブルカップリング、中間軸、自在継手が装備されており、プロペラ軸はステンレス製、シャフトブラケットはゴム軸受が挿入された鋼製単脚式溶接構造となっている。

(2) 機関部要目

主機関 MTU (Motoren und Turbinen-Union Friedrichshafen GmbH) 西独製
 高速ディーゼルエンジン 12V331 2基
 最大出力 1,225PS×2, 270rpm
 常用出力 1,125PS×2, 200rpm
 配置 V型並列配置
 冷却方式 水冷式 (海水間接冷却)
 潤滑方式 強制式 (ポンプ、フィルタ—主機内蔵)

燃料 軽油 1及び2号

燃料消費率 168 gr/PS·hr±5%

主電源装置 機関 ヤンマー 3ESDL 1基
 52PS×1, 800rpm

発電機 防滴型 3相交流発電機 1基
 225V, 60Hz, 40KVA

減速機 Zahnradfabrik Friedrichshafen AG
 西独製 船用減速装置
 ZFマリーニングヤー BW255LS 2基
 減速比 1.777:1

軸系 中間軸(1) 960mm×126mmφ 2組
 主機の動力を減速機に伝達し、両端に軸受を有する。主機とはゴム製フレキシブルカップリングにて結合されている。

ユニバーサルジョイント 2組

減速機配置上の偏心を吸収する平行カルダン軸で、曲げ角度6.5度にセットされている。

中間軸(2) 2,328mm×90mmφ 2組
 プロペラ軸とSKFカップリングにて連

結されており、減速機の出力をプロペラ軸に伝える。

プロペラ軸 3,963mm×90mmφ 2組
 途中2個の軸受に支えられている。

プロペラ 型式、数 固定3翼一体型 2基
 材質 AIBC3
 ピッチ比 1.125 (0.7R)
 直径 800mm
 回転方向 両舷共右回転 (船尾より)

補機 燃料移送ポンプ 1台
 型式 トロコイド型、ポンプ電動機一体型
 容量 9l/min×2kg/cm²×1,800rpm
 消火ポンプ (内1台はビルジ兼用) 2台
 型式 ベーンポンプ 発電機関ベルト駆動
 容量 7.3m³/hr×2.7kg/cm²
 ビルジポンプ 主機直結駆動 1台
 型式 渦巻ポンプ
 容量 22m³/hr×2kg/cm²
 温水循環ポンプ 2台
 型式 渦巻ポンプ ポンプ電動機一体型
 容量 40l/min×1.6kg/cm²
 排風ファン 2台
 型式 電動機駆動軸流ファン KHP35
 容量 50m³/min×40mmAq×3,420rpm

5. 電気部

(1) 電気部概要

本艇の電源系統はAC220V, 3相, AC100V, 3相およびDC24Vで、機関室内トンネル頂部に設置された補機駆動の交流発電機1台と、主機付の充電用発電機2台を装備している。この他、主機起動用の蓄電池が設けられており、主機運転中は充電用発電機により、また停止時は整流装置により充電される。

DC24V系の航海灯、非常灯、各種警報装置、レーダー、船舶無線電話等は、通常整流装置により給電されるが、整流装置が停止した場合は、自動的に蓄電池の電源ラインに切り変わる。また、機関室内には各制御機器内蔵の防滴構造交流および直流配電盤が、操縦室内には、集合盤が配置されており、それぞれ諸設備に給電されるようになっている。

(2) 電気部要目

主発電機 防滴保護型ブラシレス片持交流発電機
 型式 AY2 4214-4 1基
 AC225V, 3φ, 60Hz, 40KVA
 1,800rpm

主機付充電発電機 2基

型式 T1 28V 60A12
DC26~28V, 60A

交流配電盤 1式

型式 防滴保護デッドフロント自立形
AC220V/100V 40KVA

直流配電盤 1式

型式 防滴保護デッドフロント自立形
DC24V 5.3KVA

操縦室集合盤 1式

型式 デッドフロント自立形
AC100V, DC24V

船外給電箱 1式

型式 防水壁掛式
AC220V, 100A, 60Hz, 3φ

蓄電池 4台

型式 N200-RE3
DC12V 200AH/20HR

電動機

機関室排風ファン用 AC220V, 0.75KW 2台

トリム兼空調冷却海水ポンプ用
AC220V, 1.5KW 1台

燃料移送ポンプ用 AC220V, 0.4KW 1台

汚物粉碎排水ポンプ用
AC220V, 1.5KW 1台

温水循環ポンプ用 AC220V, 0.4KW 2台

空調送風機用 AC220V, 1.5KW 2台

空調圧縮機用 AC220V, 5.5KW 2台

電動キャプスタン用 AC220V, 0.75KW 1台

消水ポンプ用 AC100V, 0.08KW 1台

便所排風ファン用 AC100V, 10W 1台

主機関起動用 DC24V, 11.25KW 2台

発電機関起動用 DC24V, 3.7KW 1台

照明

各種航海灯 DC24V, 40W×7, 20W×1

探照灯 AC100V, 500W×1

機関室作業灯 DC24V, 60W×3

操縦室天井灯 DC24V, 15W×4

客室その他天井灯 AC100V, 20W×58

客室非常灯 DC24V, 10W×22

通信, 信号

操縦室よりの操縦制御のため, 下記のものがコントロールスタンドに配置されている。

主機関計器盤, ランプ式エンジンテレグラフ,

総合警報表示盤, 共電式電話装置(親機), 主機関過負荷警報盤, 舵角指示計

その他の装置

船内通信用スピーカー DC24V, 5W/2W

船外通信用スピーカー DC24V, 15W

レーダー 1式

船舶無線電話 1式

6. 海上試運転成績

施行年月日 昭和50年5月28, 29日

施行場所 千葉港外および千葉県勝山沖

天候 晴

海面状態 静穏

吃水 d_f ; 1.04m, d_a ; 1.03m

排水量 61.9 t

(1) 速力試験(各平均値を示す)

主機負荷	速力 (kn)	主機回転数 (rpm)	排ガス温度 (°C)
1/4	14.91	1338	250
2/4	20.92	1754	340
3/4	24.82	1998	380
4/4	28.14	2205	390
11/10	29.15	2268	390

(2) 前後進力試験

前進全力航走中, 後進発令より船体停止までの所要時間 20 sec

同上中の航走距離 180m

(3) 旋回力試験

	左旋回 (35°)	右旋回 (35°)
360°旋回所要時間	51 sec	46 sec
Advance	113m	93m
Transfer	80m	91m
Tactical diameter	160m	168m

7. むすび

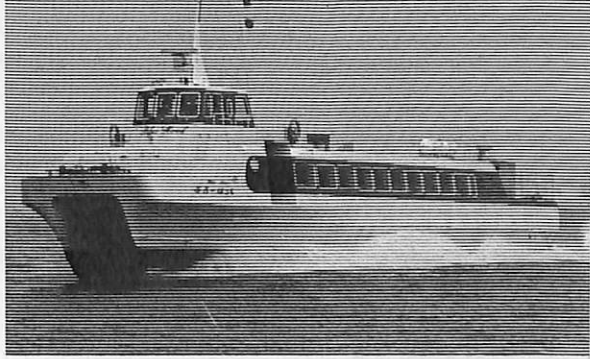
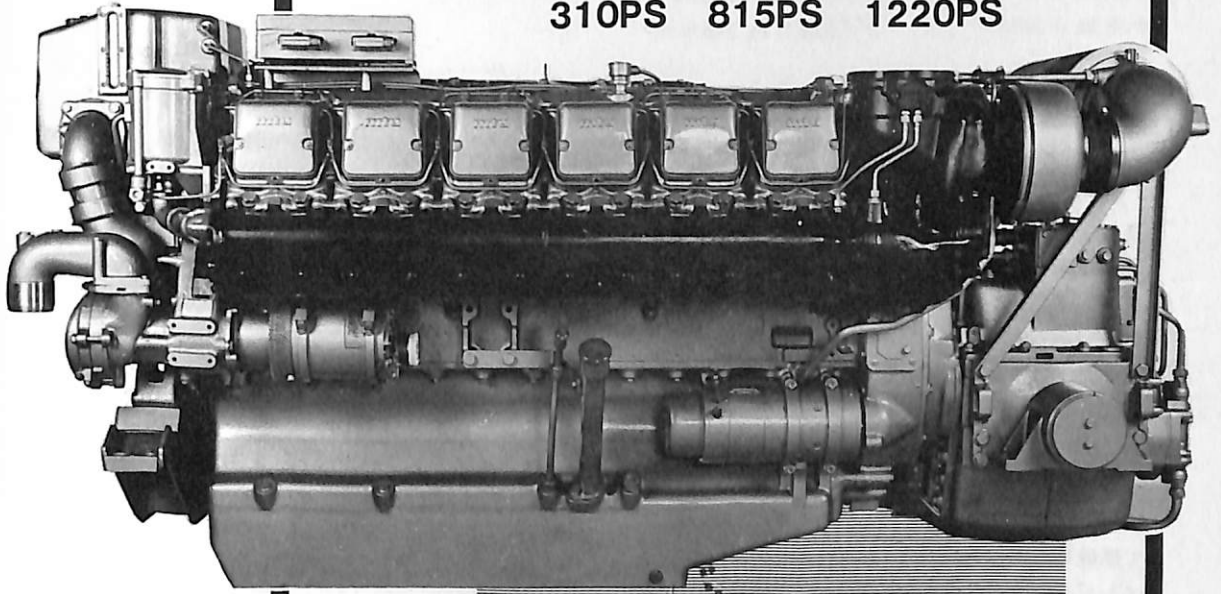
山陽新幹線開通後新しい四国への玄関口として乗客が増加している三原, 今治ルートにおいて, 本艇は片道所要時間55分にて1日5往復の運航を行なっているが, 各方面から好評を得ている。

この機会に本艇建造に種々ご教示, ご協力賜った海運局, 船主殿および各メーカー等関係各位に厚く御礼申し上げる。

軽量・コンパクト

mtu

6V331 8V331 12V331
310PS 815PS 1220PS



MTU代理店

技術コンサルタント

機関輸入販売

アフターサービス・パーツ倉庫／東京・大阪

M·A·N (JAPAN) LTD.

〒100 東京都千代田区有楽町1-10-1

☎03(214)5931

ディーゼルエンジン <9>

齋藤善三郎

三菱重工業相模原製作所設計部主査

4.13 空気過剰率

エンジンの排気色, 燃焼, 性能に関連して「空気過剰率」という言葉が散見されるので, その意味のことで説明しておきたい。

例えば, エンジンの回転数が毎分 1,200 回転即ち 1,200 rpm で回転すると, 1 回転する時間は

$$\begin{aligned} 60\text{分} \div 1200 &= \frac{6}{1200} = 5 \times 10^{-3} \text{分} \\ &= 60\text{秒} \times 5 \times 10^{-3} \\ &= 0.3\text{秒} \end{aligned}$$

即ち, わずか 0.3 秒の超短時間に, シリンダ内に噴射された燃料は, 吸入した燃料全量を有効に使って燃焼し, 馬力を出さなければならないが, 実際のエンジンではどうであろうか。如何に燃焼室に工夫し, 燃料噴射系を向上させても, この超短時間に吸入空気全量の有効利用は不可能と言えよう。(図 4.13.1)

言いかえれば, シリンダ内に噴射した燃料に対して理論空気量以上に, 或る程度以上の過剰空気が余



図4.13.1
燃焼室への流入空気

分に必要なのである。

この過剰の度合いを「空気過剰率(記号 λ)」と呼ぶ。ここに空気過剰率を定義すると, 下記の通りである。

公式 [4.13.1]

$$\lambda = \frac{L}{L_0}$$

但し λ : 空気過剰率

L : 燃料 1 kg の燃焼に必要な実際空気量 kg/kg

L_0 : 理論空気量 kg/kg

例えば, 理論空気量 L_0 が 14kg/kg の軽油の場合に, 実際のガスの空気量 L の値を実測したところ 17kg/kg であったとすれば, 空気過剰率 $\lambda = 17/14 = 1.2$ の答が公式 [4.13.1] から算出できる。

また, 空気過剰率 λ は, 混合比で表わすこともある。最近のエンジンの排気ガス公書で「混合比」が

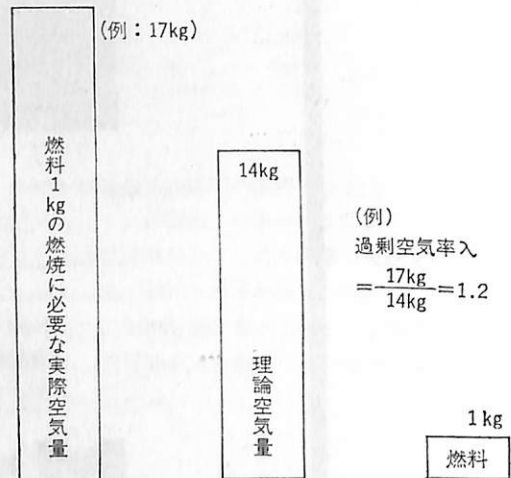


図4.13.2 空気過剰率の概念図

言われているが、実はそのものずばりの混合比のことである。空気と燃料を混合したガスを「混合気」と呼び、「実際の混合気における空気と燃料との重量比」を「混合比」（記号 M ）と定義する。

また、「供給した燃料を完全燃焼させるために理論上必要な空気とその燃焼との重量比」を理論混合比（記号 M_{th} ）と言う。

混合比と空気過剰率 λ との関係は下式に示す。

公式 [4.13.2]

$$\lambda = \frac{M}{M_{th}}$$

λ : 空気過剰率
 M : 実際の混合比
 M_{th} : 理論混合比

例えば、理論混合比 $M_{th}=14$ の場合に、実際ガスの混合比 $M=17$ であれば、公式 [4.13.2] によって $\lambda = \frac{17}{14} = 1.2$ である。

即ち、理論混合比より濃いガスは、空気過剰率 $\lambda > 1$ である。

空気過剰率 λ は、上記の諸式が示すように「理論空気量の何倍の空気をシリンダに入れたかを示す数字」である。

ディーゼルエンジンでは、空気過剰率 λ は全負荷で約 1.2~2 程度である。理論空気量の約 1.2~2 倍の空気が、シリンダ内に入ることになるわけである。

空気過剰率の値が 1 に近いと言うことは、すぐれ

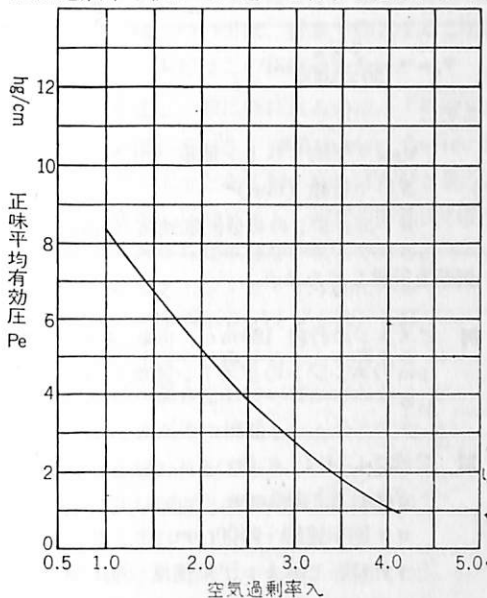


図4.13.3 平均有効圧と空気過剰率の例

注：中小形ディーゼルエンジン（予燃焼室式、無過給）

た燃焼室の要素の1つと言えよう。一定の供給空気量で、できるだけ多くの燃料を完全燃焼させることで、平均有効圧を高めることができる。供給空気量の燃えた空気の残りと窒素は、いたずらに熱せられても、燃焼ガスの量を増して排気損失を増加させて、熱効率を低下させるだけなのである。従って完全燃焼の許す範囲で、供給空気量を最小限にとどめることが理論的には望ましい。

図4.13.3に示すように、 λ が大きくなると正味平均有効圧 P_e は減少する。また、熱効率も減少する。

空気過剰率とか、前節の体積効率とか、充てん効率とか、空気に関する一連の話を次々と述べてきた所以は、エンジンのエネルギー源は空気だからである。空気をたくさんシリンダに食べさせれば、たくさんの燃料を燃やすことができ、大きい出力がエンジンから得られるからである。その時には、空気を充分活用して空気過剰率 λ は小さくなるような有効な燃焼を工夫すれば、出力は更に増加するわけである。

研究室またはメーカーでは、空気過剰率の測定には通常次の方法を使う。

(1) 直接に、吸入空気量と噴射燃料を測定する方法

(2) 排気分析による方法

などである。

空気過剰率は実測可能値であって、実験、研究の上でエンジン性能を見る際の重要な尺度の1つと言えよう。

4.14 ピストン速度

「ピストン速度」と言う用語は、よく使われる。

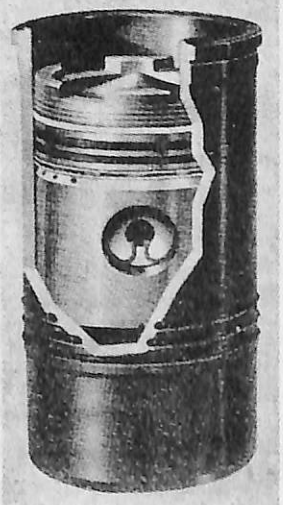


図4.14.1

ピストンとライナー

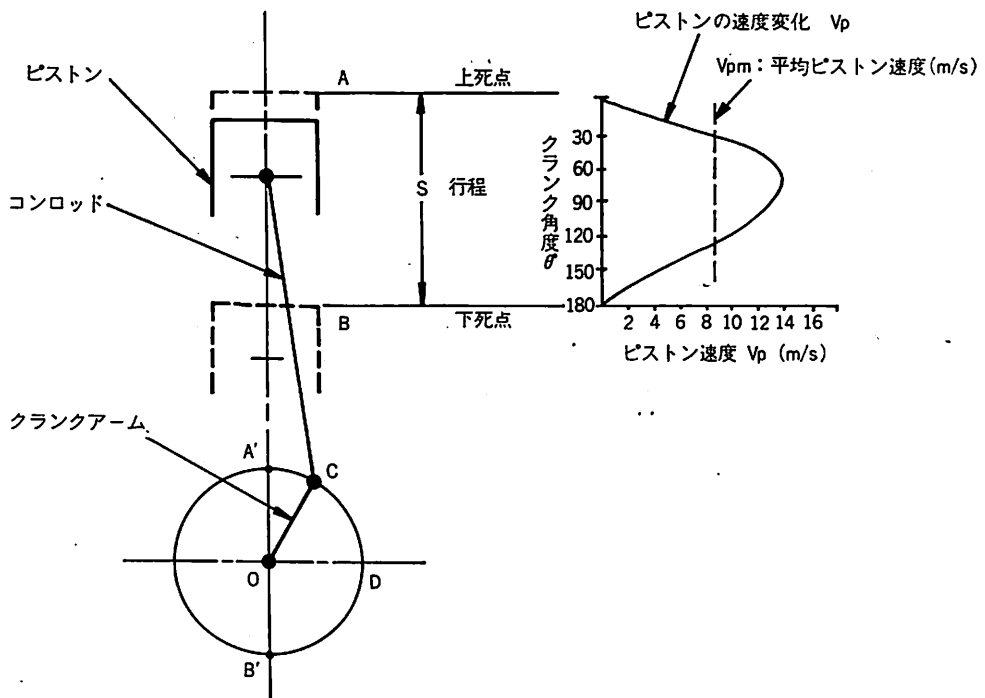


図4.14.2 ピストン速度の説明図

注: S = 行程 (mm) 180, n = 毎分クランク軸回転速度 (rpm) 1400

詳しい仕様書や、性能の比較や、農林馬力の計算等に出てくる言葉である。

ピストン速度は、ピストンがライナーの中を動く速度であることは確かである(図4.14.1)。実際は、どの定義であろうか、単位は、何をを用いるのか、等について述べてみよう。

今、図4.14.2に見られるように、クランクのピン部Cは、クランク軸の中心Oのまわりを一定速度で回転しているとすると、この動きにつれて、コンロッドを経由してピストンは、ライナーの中を、行程ABの距離を往復するわけである。

今、行程 $AB = 180\text{mm}$ 、毎分回転数 $n = 1400\text{rpm}$ のエンジンのピストンがライナーの中を上下して往復する時の速度 v_p を計算して、グラフに画いてみると、図4.14.2に見るように、上死点A'で零で、クランク軸が、上死点A'後90°付近に来た時に最大(図では 14m/s)になる。そして下死点B'で速度はまた、零になる。即ちクランクの回転角度180°の点B'で速度は零になる。

この180°の間の変化するピストンの動く速度の平均を表わすのに、「平均ピストン速度」 v_{pm} をもつてする。

一般に呼ばれている「ピストン速度」は、「平均ピストン速度」のことであることを記憶ねがいたい。つぎの式で計算される。

公式 [4.14.1]

$$v_{pm} = \frac{S \times n}{30 \times 1000}$$

ここに

v_{pm} : 平均ピストン速度 (m/s)

S : 行程 (mm)

n : エンジンの毎分回転速度 (rpm)

例題を計算してみよう。

例 ピストンの行程 180mm、回転速度 1400 rpm のエンジンのピストン速度はいくらか？

解 公式 [4.14.1] において

S : 行程 180mm

n : 回転速度 1400rpm

とすれば、ピストン平均速度 v_{pm} 即ちピストン速度は、

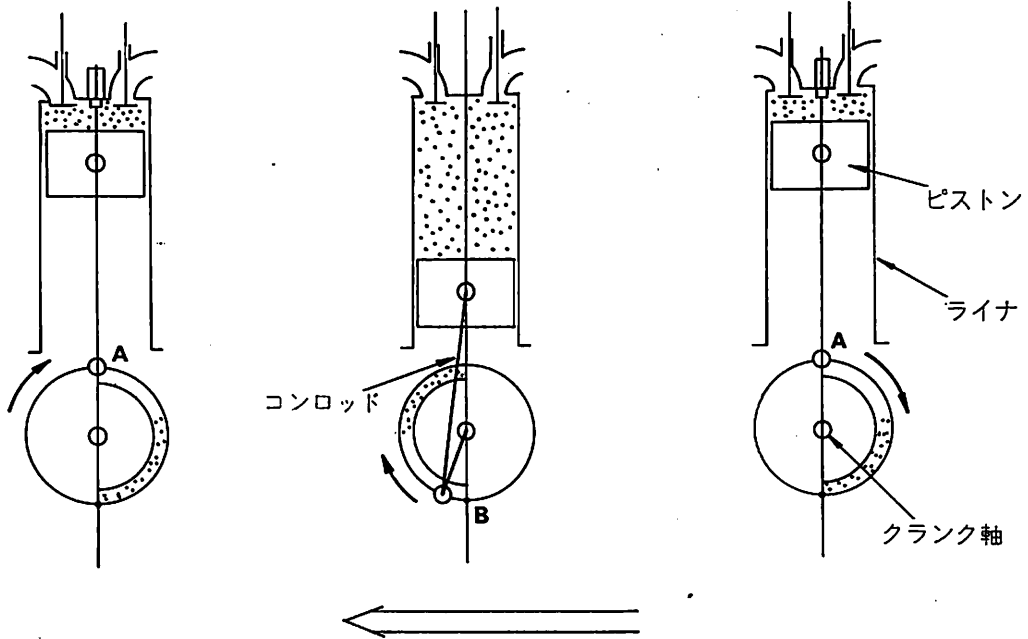


図4.15.1 クランク軸の回転

$$v_{pm} = \frac{S \times n}{30 \times 1000} = \frac{180 \times 1400}{30 \times 1000} = 8.4 \text{ m/s}$$

ピストン速度は、ディーゼルエンジンの場合は、一般に 6 m/s 前後と、8 m/s 前後と、10 m/s 前後の 3 つのグループに、だいたい層別され、それぞれ低速、中速、高速、と呼ばれる。最近は、ピストン速度は増加の傾向にあり、車両用では約 11~12 m/s が実用の段階に入りつつあるようである。このピストン速度の詳細については、後章で詳述することにしてあるので、本節はこの程度としたい。

ピストン速度と一般に呼ばれるのは、「平均ピストン速度」を指しており、単位は m/s (m/sec 即ち m/秒) であることを了解されれば充分と思う。できれば、簡単な平均ピストン速度の計算式の使い方を了解されたならば申分ないことである。

図4.14.1のピストン・ライナー図にみるように、ライナーの中をピストンが、1秒間に約10mの速度で往復することを考える回と、如何に早い動きをしているかがわかる。速であろうし、またその構造もいろいろ工夫されていると思われるであろう。その通り度で、50年に及び研究と実験と実用と経験の結晶がおりこまれて、今日のディーゼルエンジンが玉成されたわけである。構造については後章にくわしく述べる。

4.15 回転速度

一般に「エンジンの回転数」と呼ばれているものは、JIS・B0108で定義すれば、「単位時間にクランク軸の回転する速度」のことである。単位としては rpm と書く。即ち「revolution per minute」の頭文字 r, p, m, をとりだしてつないだもので、毎分回転数を意味する万国共通の単位である。

1回転とは、図4.15.1でみるように、上死点の位置から、下死点Bを通して、上死点にまで、まわって戻ってくるのを指すわけである。回転速度の種類

		(JIS-B0108) の番号
速度ランク別	最高回転速度	# 3011
	許容最高(回転)速度	# 3013
	超過(回転)速度	# 3014
	最低回転速度	# 3015
速度・負荷別	無負荷最低回転速度	# 3017
	連続最高(回転)速度	# 3012
負荷別	定格回転速度	# 3010
	無負荷回転速度	# 3016

図4.15.2 回転速度の種類

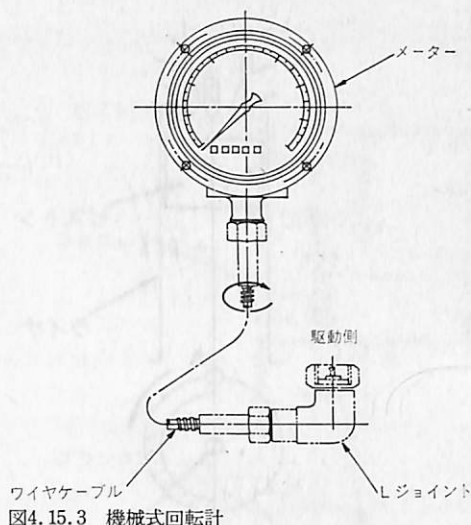


図4.15.3 機械式回転計

をあげると図4.15.2の通り約10種類近くある。

回転速度を種類別にわけると、「速度ランク別」と「負荷別」と「両者合併の速度・負荷別」に3大別される。

速度ランク別に記してある最高回転速度と最低回転速度とは、呼んで字のごとくであり、説明は要しないと思う。

許容最高（回転）速度は、「短時間許容し得る最高回転速度」である。また、超過（回転）速度は、「定格回転速度以上の回転速度」である。

負荷別に見た回転速度は3種類あるが、これは、或る負荷に対応した回転速度を指すのである。仕様書やカタログに、ひんばんに出てくる「定格回転速度」は当然に定格出力時の回転速度であって、「定

格出力回転速度」が略されて、「定格回転速度」の用語が生まれたものである。

「無負荷回転速度」とか、「負荷回転速度」の意味は、同じようにすぐ理解できるだろうと思う。

速度・負荷別の場合に相応するものは、「無負荷最低回転速度」である。ただしこの運転は不安定域に近いので、「安定して運転可能なことを条件とする無負荷時の最低回転速度」を指すことになっている。

またエンジンを無負荷において、低速で運転することを「アイドリング」と呼ぶ。取扱説明書によく出てくる言葉である。

回転速度は一般に回転計によって測定する。エンジンの機側には、小さな計器板が附属しており、他の計器と共に組みこまれているので、これを見ればよい。機械式回転計がこの場合用いられる。（図4.15.3）

なお、回転計がエンジンから約10m以上離れている時は、電気式回転計が用いられる。

最近の工場のエンジン運転場では、運転、計測する部屋が別になっていることが多く、いわゆるリモコン装置で運転場のエンジンを硝子越しに見ながら、コントロール室で運転をする（図4.15.4）。これは騒音公害防止のためである。

運転コントロール盤には写真にみるように各種計器があり、回転速度計は、その中でも重要な計器として、共に組みこまれている。

本節では、「定格回転速度」のみ覚えておけば充分である。（次号へつづく）



図4.15.4 エンジン運転コントロール室

ピッチと翼幅のプロペラ性能へ及ぼす影響 <2>

Effect of Pitch and Blade Width

on Propeller Performance <2>

by R. W. L. Gawn O. B. E., R. C. N. C

4. 結果

Fig. 4~10に推力係数, トルク係数, 効率を, 前進係数をベースにしてピッチ比の等高曲線として試験結果を示している。これらの記号は付録2に定義している。また7種の翼面積比に対し7組の曲線群で示していて, Fig. 4は最小翼面積比0.2に関するものであり, Fig. 10は最大翼面積比1.1に関するものである。Fig. 5~9は翼面積比0.15刻みの中間値のものである。翼面積比0.2~0.65に対しフェース・ピッチ比が0.2刻みで0.4~2.0までであり, 翼面積比0.8~1.1に対しフェース・ピッチ比は0.6~2.0まで表わしている。

前回のシリーズの曲線の最終フェアリングは, 1つの式(前号参考文献(2)の178頁参照)によって導かれていた。このような方法は明らかに個々の試験の記録の中の何らかの小さい不規則性をも調和させるものであった。プロペラ回転数に対するプロペラ推力の関係を簡単な2次曲線の法則で理論的に導いた。この法則はかなり小さい実験的修正を伴うが, 曲線群のフェアリングを行なうだけでなく, 限られたスリップ範囲にわたって十分に良好な結果をもたらすことがわかった。

今回のシリーズの推力係数曲線が事実上低中スリップにおいて直線に近づくのは, 制限されスリップ範囲にわたって, 今回のシリーズに対し同様な法則が適切であることを示している。しかし今回のシリーズによってカバーされた高スリップにおいて推力係数曲線の縦軸は, 一般に初めの直線を外挿した線以下にある。従って前述の2次曲線の法則は不適切である。経験的3次曲線の法則は推力を回転とスリップによって展開したが, 全範囲にわたる実験結果

を容認できるように一貫して独特な一定値はなかった。従って図式フェアリングを信頼したが, 最終曲線の検討をしたところ7節以下に述べた理論的解析から非常に良好なものが得られた。また推力ゼロにおける前進係数に対しては5節に述べている。

実験は2種の翼面積比, 0.5と0.65の場合のみピッチ比0.4~2.0の全範囲をカバーしている。ピッチ比が極端に大きい小さいものは, このシリーズのその他の翼面積比のものには含んでいない。これは使用限界を越えた大きな研究に拡げることを避けるためであった。試験したピッチ比に対する等高曲線は各図表に注意書きで示している。この注意書きは実験によって完全に支持された厳密な精度を望む人のために付加した。著者の意見では, 理論的解析が一般にフェアリング過程の信頼性に実際に寄与したし, また試験を拡張したとしても, 推定した等高曲線を大きく修正しなければならなくなるとは思われない。しかしFig. 10にはピッチ比0.4に対する等高曲線を示していない。これはシリーズの後のグループからのもっと多くの実験的証明がないと, 包括的に外挿を拡げるには大きすぎると考えたからである。

5. ピッチ比

ピッチ比等高曲線群は特別な型になっていて, 与えられたいかなる前進係数においても推力係数とトルク係数は共にピッチ比の増加に伴って著しく増加する。また増加の割合は前進係数が小さいところでは一般に幾分か小さいけれども, 両係数は前進係数の減少に伴って段々と増大する。ピーク効率は各曲線群に対しピッチ比2.0のものが最大であり, またピッチ比約1.4に向かって次第に下がる。ピッチ比

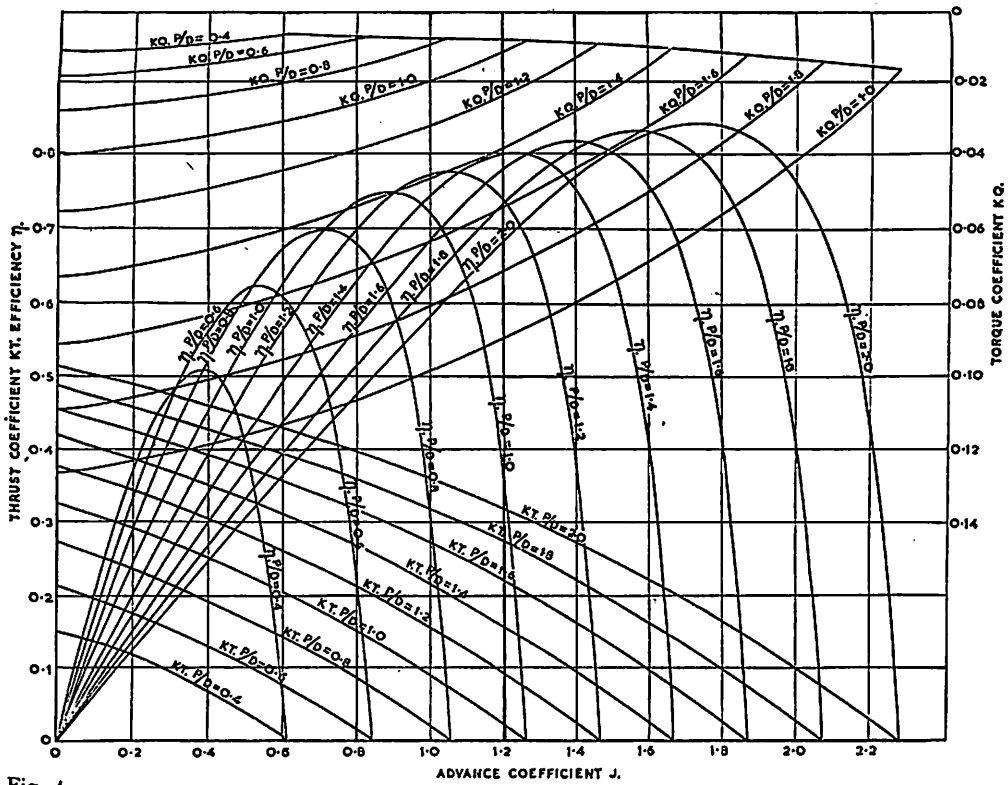


Fig. 4

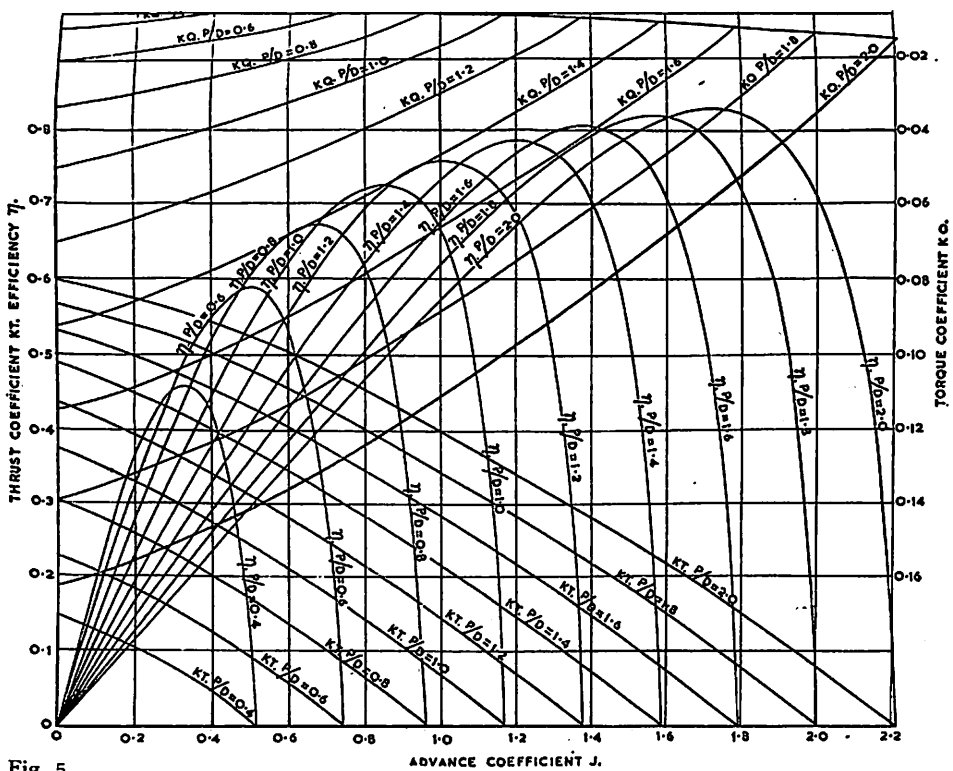


Fig. 5

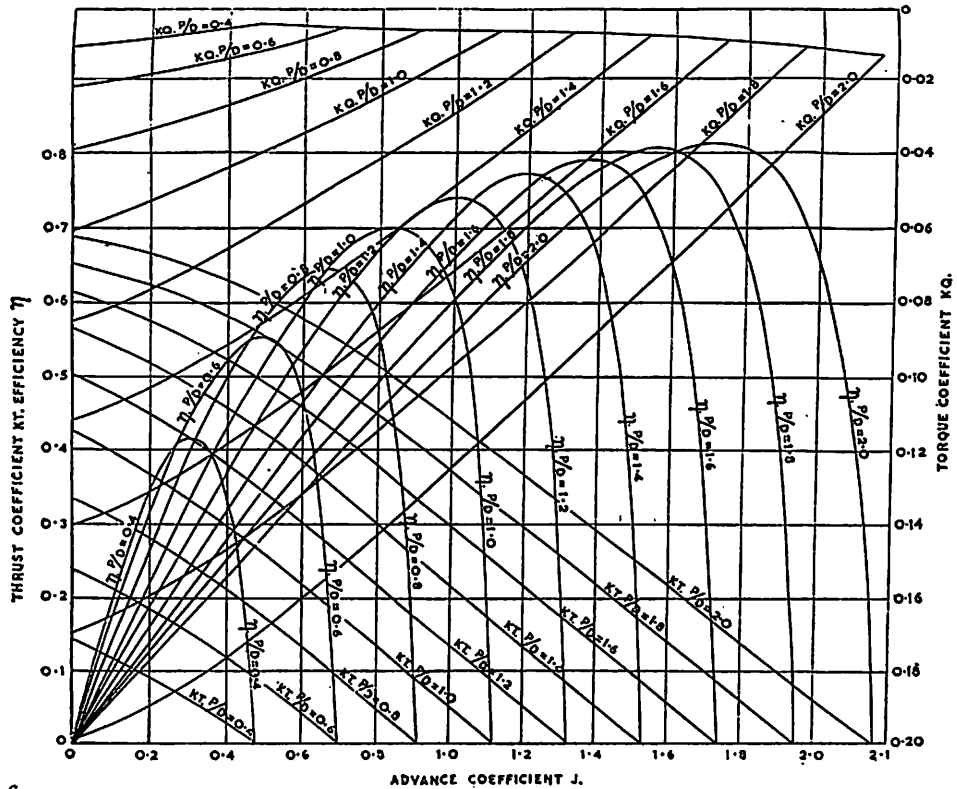


Fig. 6

がさらに減少するとピーク効率は急速に下がる。その変化は一群の曲線について注意を払うことによって説明できる。例えば Fig. 7 の、試験を実施した翼面積比範囲の平均値0.65のプロペラを適用する。推力曲線とトルク曲線の拡がり大きいことは、前進係数0における値をみることによって理解できる。最大ピッチ比に対する推力係数は最小ピッチ比に対する推力係数の約5.6倍であり、トルク係数の場合は約20倍である。最大フェース・ピッチ比のピーク効率は約0.8であるが、最小ピッチ比のピーク効率はこの値の半分以下に減少する。もしプロペラ直径と船速に関する条件が、ピーク効率になる前進係数付近で作動する低回転、大ピッチ比プロペラを装備できるものである場合には、減速ギヤを装備することが有効であることを強調している。

推力0に対する前進係数は、また有効ピッチ比として知られて、これはフェース・ピッチ比よりわずかに大きい。そして低ピッチ比においてより高ピッチ比においてその差が大きい。有効ピッチのフェース・ピッチに対する比をピッチ・ファクターと言い、Fig. 11のように低ピッチ比において大きい。

(Fig. 10~Fig. 13は次号に取載)

試験したピッチ比の包括的な範囲は、一般に船と機関の設計に関する要求をカバーしている。しかし大ピッチ比において徐々にあるが持続的にピーク効率が增加し、最高ピーク効率に対するピッチ比の幾つかの研究が重要であることを示唆している。参考文献(5)に述べている等価翼断面の方法を用いて、翼面積比0.65に対してこのことを理論的に推定した。その結果を Fig. 12 に示す。理論的なピーク効率はピッチ比1.0における0.69からピッチ比2.4における最大値0.8まで増大し、それからピッチ比10における約0.61にまで徐々に下がる。最適ピーク効率は試験でカバーした最大ピッチ比2においてほとんど同じである。このピッチ比を超えた性能の正確な傾向を実証するためには実験が必要である。

参考文献(6)の航空機プロペラ試験は、ある程度実験的な保証となっている。ピーク効率はピッチ比1.8~2.5の範囲に対し0.89である。実際に最適ピッチ比の有利点を求めている設計者にとっては困ることだろう。例えば、もし直径10フィートのプロペラが船を30ノットで駆動しているとする、そのピッチは24フィートであり、また軸回転速度は約130 rpmである必要がある。このような軸回転速度は高

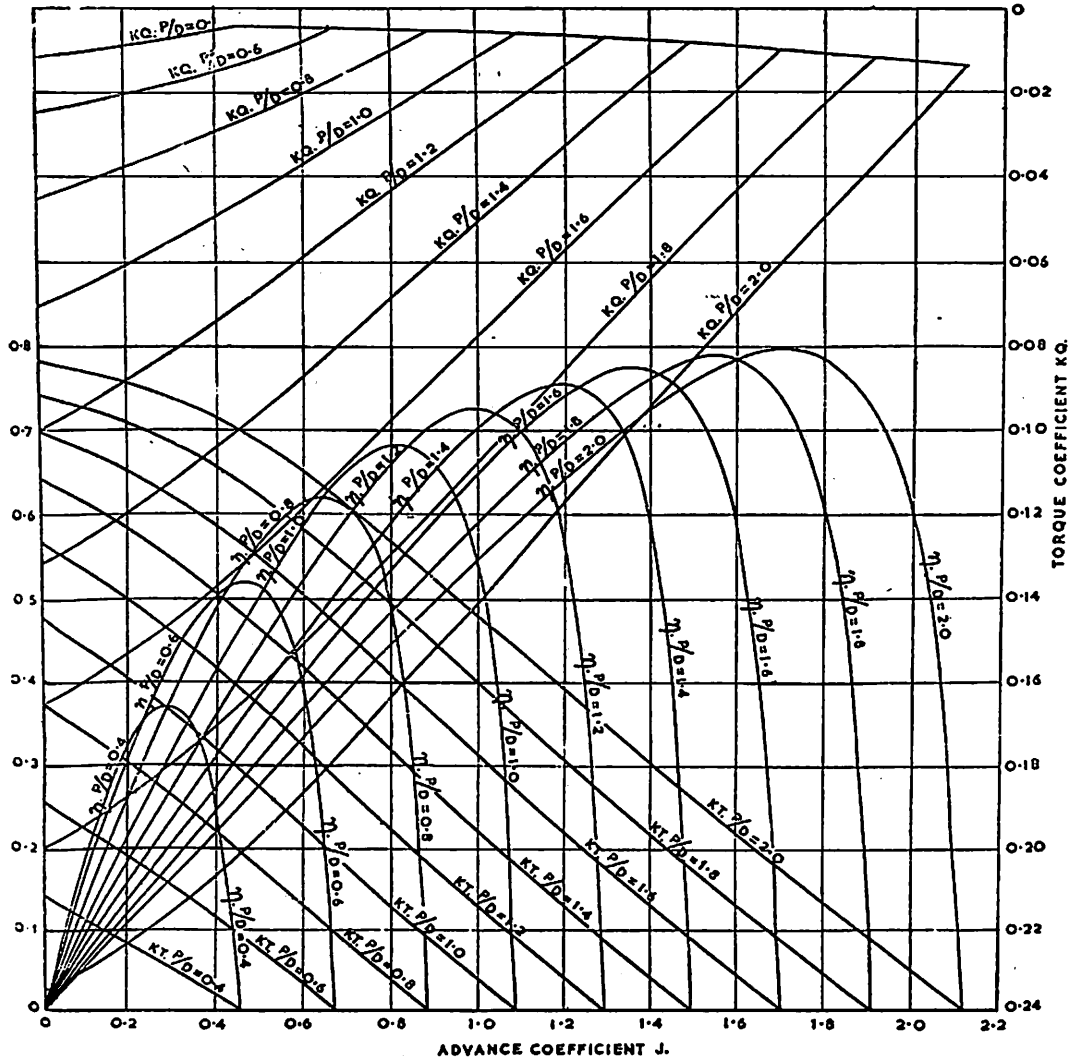


Fig. 7

速船に対しては低く、またもし使用可能な機関で達しうるならば、エンジンとギヤ装置の寸法と重量についての考慮や、全体としての船の設計上の困難を伴うことを理解しなければならない。

6. 翼面積比

翼面積の増加は低中前進係数において推力係数とトルク係数のかなり実質的な増加を引き起し、またこのような傾向は、ピッチの増加の場合も同様である。ゼロ推力に対する前進係数は翼面積比が大きいほど小さく、同様に図表のこの付近の係数も小さい。その他の対比をみると、ピーク効率は大ピッチにおいて大きいけれども、大翼面積比になると減ることがわかる。Fig. 13 の翼面積比の等高曲線は

これらの点を指摘している。この図表は Fig. 4~10 に含まれているピッチ比 1.2 について読み取った交叉曲線である。例として選んだピッチ比 1.2 はシリーズによってカバーした範囲の平均値である。この他のピッチ比に関する図表はこの論文の過分な拡張を避けるために含めなかったが、これらの関係図 Fig. 4~10 によって容易に推定できる。

翼面積の変化がプロペラ性能におよぼす影響は重要ではあるが、ピッチの影響よりも著しいものではないことは明らかである。さらに前述した点を強調すると、等高曲線群の傾度は選ばれた翼面積比におけるピッチ比等高曲線に対するものと実質的には同じであるけれども、等高曲線群の一般的傾度は翼面積比に伴って増大する。(次号へつづく)

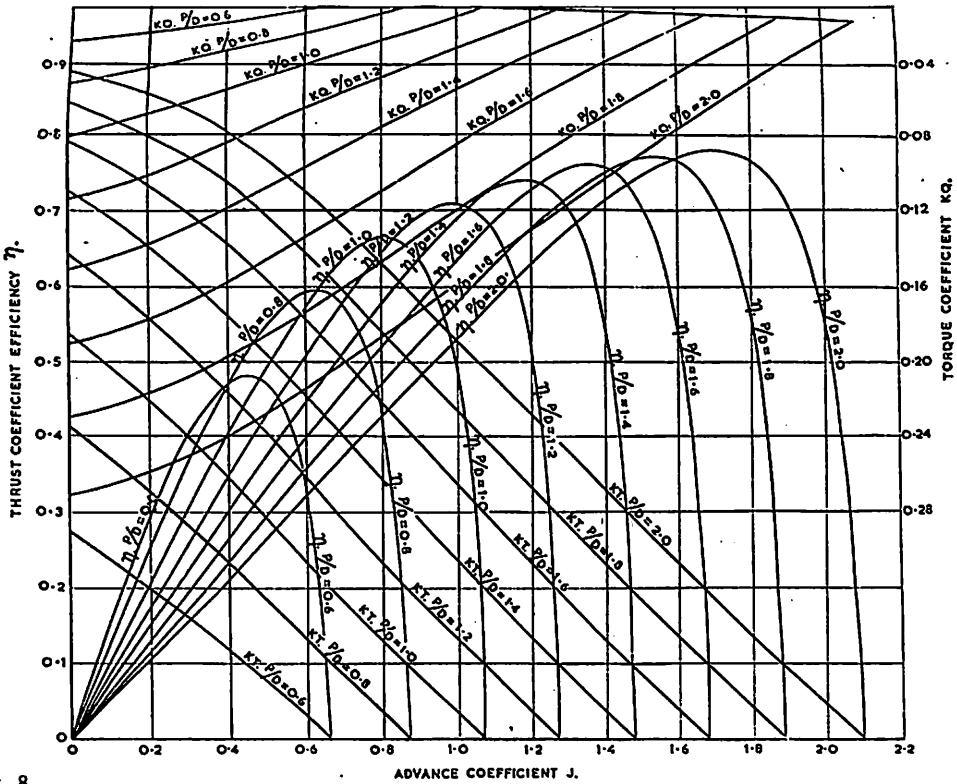


Fig. 8

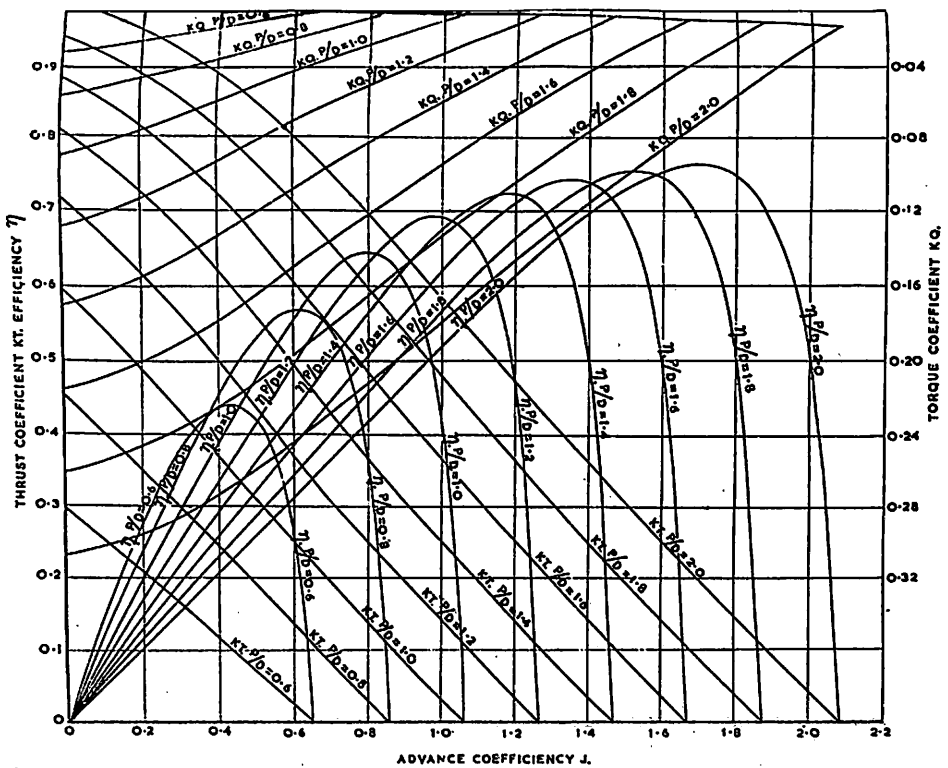


Fig. 9

竣工船一覽

The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① ASIA ACE	② SEA DRILLER	③ SUNNY SYDNEY
所有者 Owners	Thalia Oceanic Transport S.A.	Northern Offshore Ltd	Jade Shipping S.A.
造船所 Ship builder	大島ドック	寺岡造船	高知県造船
船級 Class	NK	NV	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/6・75/9	75/6・75/8	75/6・75/8
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	コンテナ船・遠洋	貨物船・遠洋	貨物船・遠洋
G/T・N/T	4,093.53/2,585.26	1,393.76/756.44	6,033.99/4,201.62
LOA(全長:m)	118.100	62.8	127.97
LBP(垂線間長:m)	109.000	58.8	119.00
B(型幅:m)	18.00	13.8	18.30
D(型深:m)	6.00	6.4	9.90
d(満載吃水:m)	6.021	5.467	7.756
満載排水量 Full load Displacement	8,222.38	—	13,148.00
軽貨排水量(約) light Weight	2,566.02	—	2,965.57
載貨重量 L/T Dead Weight	5,567.05	—	—
K/T	5,656.40	2,104.0	10,182.43
貨物倉容積Capacity (ベール/クレーン:m ³)	—	—	12,894.40/13,332.92
主機型式/製造所 Main Engine	6UET52/90D神発	wickman7AX×2	6UET52/90D
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	6,000PS/198	4,200/375	6,000×198
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	5,100PS/187.6	3,360/330	5,100×187.5
燃料消費量 Fuel Consumption	20.6t/D	15t/d	22.7t/D
航続距離(海里) Cruising Range	10,500	20,000	12,000
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	16.927	13.49	16.836
航海速度 Service Speed	14.6	13.2	13.30
ボイラー(主/補) Boiler	コ克蘭	／150,000Kcal/h	コ克蘭コンポジット(補)
発電機(出力×台数) Generator	470PS×900R.P.M.×2	145KVA×1 105KVA×2	300KVA×2
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	256.51	550.0	780.21
燃料油倉容積(m ³)FOT	A)112.92 C)871.96	860.0	177.78(A) 1,073.18(B)
特殊設備・特徴他	コンテナ搭載数 20ft 10個 40ft 150個		

④ SILVER WAVES

大内海運

今治造船今治

NK

75 / 3 · 75 / 7

貨物船

6,547.03 / 4,508.15

123.32

115.00

20.50

10.60

8.111

14,728

3,138.54

11,589.46

14,304.6 / 15,369.3

神発6UEC52 / 105D型

6,200 / 175

5,580 / 169

156.03g/ps/hr

10,200

16.611

13.0

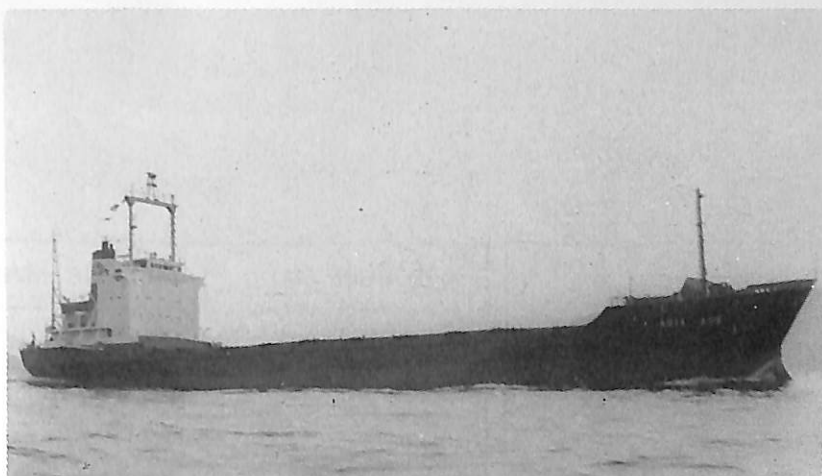
／立型水管式7.0kg/cm²

280KVA×2

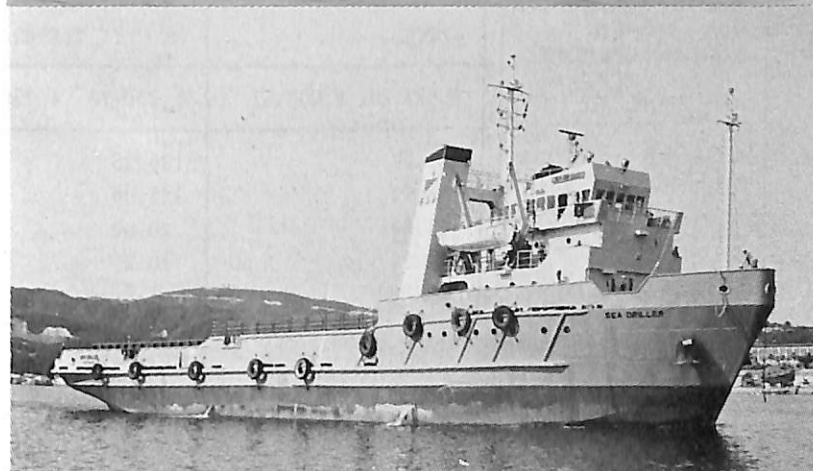
653.79

839.76

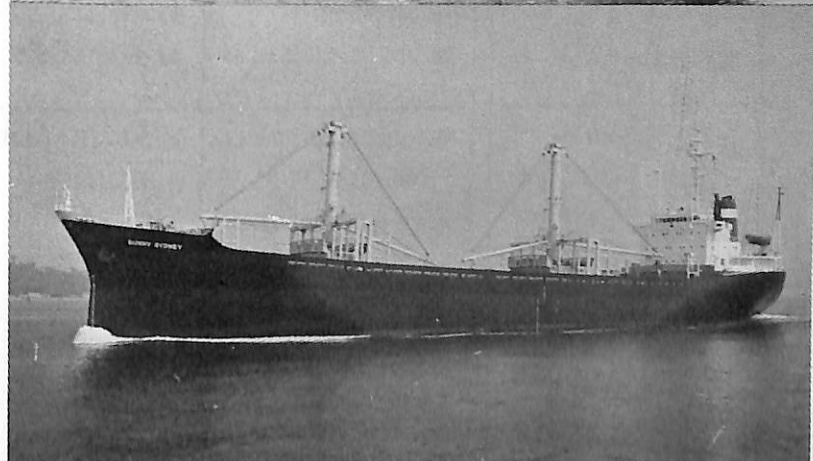
①



②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ TOSHIN MARU	⑥ CANIS MINOR	⑦ PACDUCHESS
所有者 Owners	東興海運	Ecliptic Maritime Inc	Western Seas Shipping
造船所 Ship builder	来島どつく高知	神田造船	名村造船
船級 Class	NK NS* MNS*	NK	AB
進水・竣工 Launching・Delivery	75/8・75/9	75/5・75/8	75/5・75/8
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨物船	木・ばら貨物船・遠洋	ばら積貨物船
G/T・N/T	9,633.20/6,202.51	7,100.78/4,756.67	14,412.85/9,478.00
LOA(全長:m)	141.97	135.25	171.43
LBP(垂線間長:m)	133.72	125.00	162.00
B(型幅:m)	21.80	20.00	25.00
D(型深:m)	12.20	10.25	13.80
d(満載吃水:m)	9.099	7.915	9.916
満載排水量 Full load Displacement	20,752.27	15,521.10	33,588.00
軽貨排水量(約) light Weight	4,202.82	3,665.69	—
載貨重量 L/T Dead Weight	16,288.13	—	26,260.00
K/T	16,549.45	11,855.41	—
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	20,016.00/20,576.66	14,267/14,815	32,089/32,866
主機型式/製造所 Main Engine	神戸発8UEC52/105×1	日立B&W8K42EF型	三菱スルザー7RND68型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	8,000×175	5,000/227	11,550/150
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	6,800×166	4,550/220	9,820/142
燃料消費量 Fuel Consumption	26.6	19.0t/d	C 38.6 A 2.0
航続距離(海里) Cruising Range	14,800	12,000	15,100
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.295	16.025	17.26
航海速度 Service Speed	14.0	12.5	15.2
ボイラー(主/補) Boiler	コクラン立形 コンポジット×1	／立型コンポジット型 ×1	／コクラン型
発電機(出力×台数) Generator	395KVA×445V×2	350KVA×3	380KW×3
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	326.52	909.87	121.4
燃料油倉容積(m ³)FOT	1,411.87	C 962.76 A 157.48	1,664.7
特殊設備・特徴他			

⑧ OPAL CITY

Zenith Transport
Inc

林兼造船下関

A B S

75 / 6 · 75 / 9

木材兼穀物運搬船

16,191.09 / 10,797

176.95

165.00

25.00

14.20

10.25

35,551

7,588

27,523

27,963

35,249 / 36,172

SULZER7RND-68

石幡、相生

11,550 × 150

10,400 × 144.8

1.58t/h

14,500

17,749

・約14.75

／堅コクラン

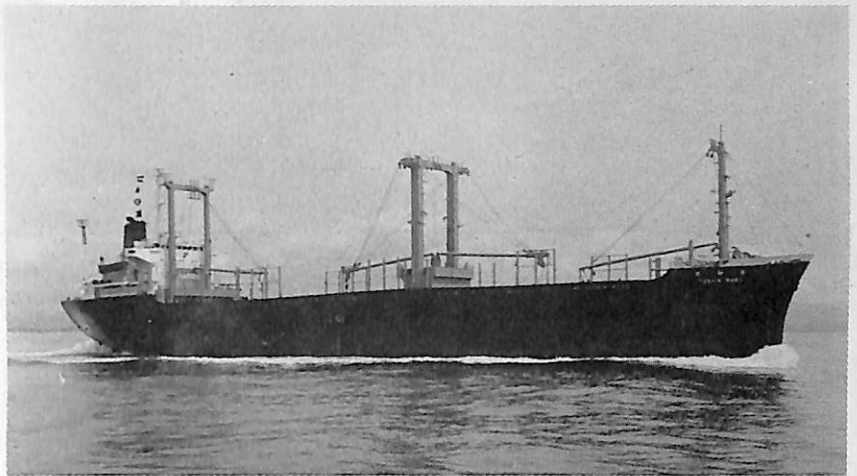
7kg/cm²G × 1,500kg/h

500KVA × 3

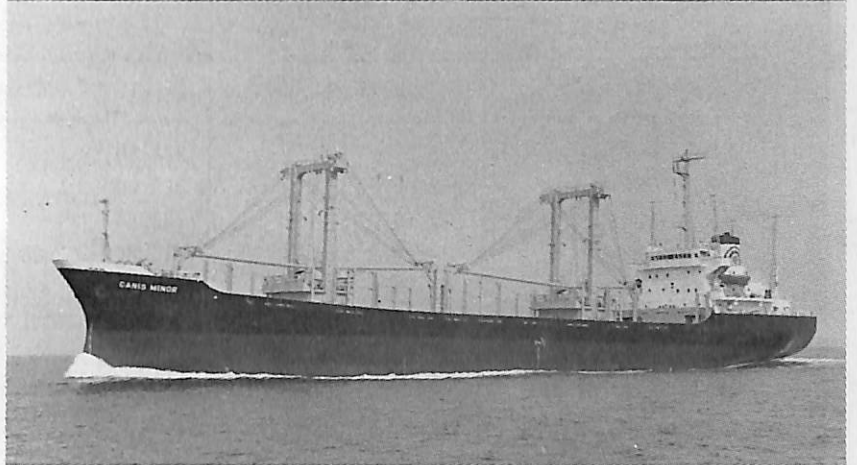
405

1,694

⑤



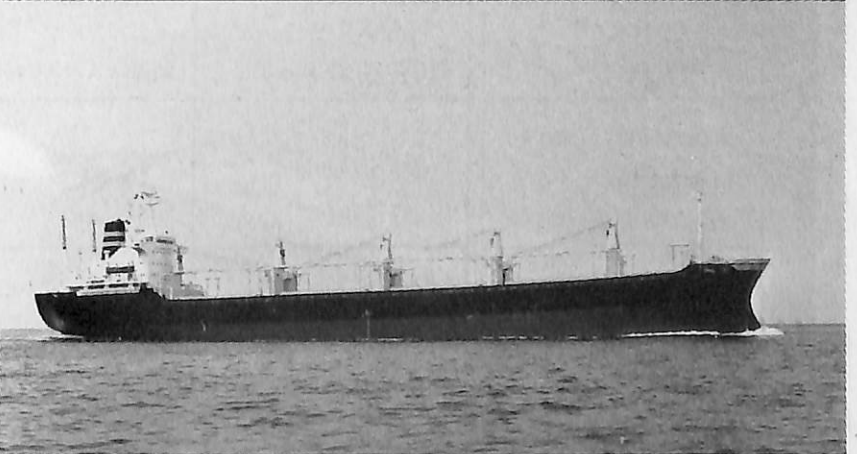
⑥



⑦



⑧



船名 Name of Ship	⑨ OCEAN RENTIS	⑩ HOAN MARU	⑪ YOSHU MARU No.15
所有者 Owners	Meranti Shipping	日邦汽船	日本海運
造船所 Ship builder	三井造船藤永田	日立造船舞鶴	白杵鉄工白杵
船級 Class	A B	N K	J G
進水・竣工 Launching・Delivery	75/5・75/9	75/6・75/9	75/3・75/9
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	ばら積貨物船・遠洋	ばら積貨物船・遠洋	セメント専用船・沿海
G/T・N/T	16,420.53/11,044	34,812.57/23,347.73	2,504.43/1,448.26
LOA(全長:m)	176.75	224.50	86.65
LBP(垂線間長:m)	168.00	215.00	79.00
B(型幅:m)	22.86	32.20	14.80
D(型深:m)	14.10	17.80	7.80
d(満載吃水:m)	10.544	12.459	6.763
満載排水量 Full load Displacement	33,864	73,077	5,834.60
軽貨排水量(約) light Weight	6,641	12,017	1,318.58
載貨重量 L/T Dead Weight	—	—	—
K/T	27,223.00	61,060	4,516.02
貨物倉容積 Capacity (ベール/グリーン:m ³)	31,429/36,234	—/72,776.4	—/3,319.83
主機型式/製造所 Main Engine	三井B&W-DE6K74EF型	日立スルザー8RND76型	阪神6LUS40型
主機出力(連続:PS/rpm)	11,600/124	16,000/122	2,800/300
MCR	10,600/120	13,600/116	2,380/283
主機出力(常用:PS/rpm)	—	—	—
NCR	—	—	—
燃料消費量 Fuel Consumption	44.6t/d	51.57t/d	369kg/h
航続距離(海里) Cruising Range	12,800	26,070	3,000
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.652	17.39	14.649
航海速度 Service Speed	15.4	15.18	12.00
ボイラー(主/補) Boiler	／水管式立型	／日立フレミングNo.3型	—
発電機(出力×台数) Generator	450V×400KW×3	550KVA×AC450×3	150KW×2
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
消水倉容積(m ³)FWT	280.7	888.24	58.84
燃料油倉容積(m ³)FOT	1,667.0	4,592.80	157.55
特殊設備・特徴他			セメント荷役装置

⑫ CHIKUHO MARU

日本郵船

三井造船玉野

NK

75 / 5 · 75 / 8

鉱石運搬船・遠洋

63,287.33 / 40,013.24

259.82

249.00

39.60

22.40

15.6285

131,552

20,322

111,230

— / 128,346.6

三井B&W7K90GF

23,900 / 114

20,300 / 108

80t/d

22,000

17.48

15.10

／乾燃室丸ボイラ
7,000kg/h

600KW×2 800KW×1

656.7

6,551.2

⑨



⑩



⑪



⑫



船名 Name of Ship	⑬ BINASU	⑭ GYOKURYU MARU	⑮ TOMAKOMAI MARU
所有者 Owners	東日本フェリー	有村産業	日本沿海フェリー
造船所 Ship builder	内海造船田熊	白杵鉄工白杵	林業造船下関
船級 Class	J G	—	N K
進水・竣工 Launching・Delivery	75/5・75/8	75/5・75/7	75/5・75/9
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	自動車航送旅客船	カーフェリー	自動車航送船
G/T・N/T	3,472.64/1,181.64	4,192.01/1,268.59	6,738.99/2,289.04
LOA(全長:m)	120.78	108.80	147.50
LBP(垂線間長:m)	110.00	95.00	135.00
B(型幅:m)	17.20	19.80	22.60
D(型深:m)	6.60	6.50	9.20
d(満載吃水:m)	5.16	5.016	6.60
満載排水量 Full load Displacement	5,170.12	4,716.60	10,666
軽貨排水量(約) light Weight	3,483.94	3,448.01	6,281
載貨重量 L/T Dead Weight	—	—	4,316
K/T	1,686.18	1,268.59	4,385
貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン: m ³)	—	—	—/—
主機型式/製造所 Main Engine	鋼管14PC-2V型×2	新潟6MMG40X型×4	MANV8V52/55 三菱・横浜
主機出力(連続:PS/rpm)	6,890/520/232×2	3,000/400/265×4	16,000×430/181.2
MCR	—	—	—
主機出力(常用:PS/rpm)	5,860/492/220×2	2,700/386/254×4	13,600×407/171.5
NCR	—	—	—
燃料消費量 Fuel Consumption	2,100kg/h	1.75t/d	1.70t/h
航続距離(海里) Cruising Range	2,380	4,800	3,300
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	22.521	21.167	23.134
航海速度 Service Speed	20.00	20.493	19.50
ボイラー(主/補) Boiler	/立型水管ボイラ	/タクマWHO-75型 935kg/h	クレイトンWHO-100 7kg/cm ² .G×1,250kg/h
発電機(出力×台数) Generator	675KVA×3	850KVA×2 200KVA×1	812.5KVA×3
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	166.52	83.7	181
燃料油倉容積(m ³)FOT	282.57	273.80	516
特殊設備・特徴他	乗客 400名 8トントラック 45台 乗 用 車 40台		35tテーブルリフター×1 ホイスタブルランプ×2 ショアランプ×3 スタビライザー1対 バウストラ×1

⑬ NOPAL LANE

Pertom Shipping

来島どっく大西

NK

75 / 1 · 75 / 8

自動車運搬船 · 遠洋

12,212.37 / 7,232.21

197.12

184.00

28.00

12.05 / 27.20

9.028

27,781.00

—

—

—

— / —

川崎MAN-K8SZ

90 / 160型

23,200 / 122

19,700 / 116

157g/ps.h + 3%

20,900

22.919

20.6

／船用乾燃室丸ボイラ

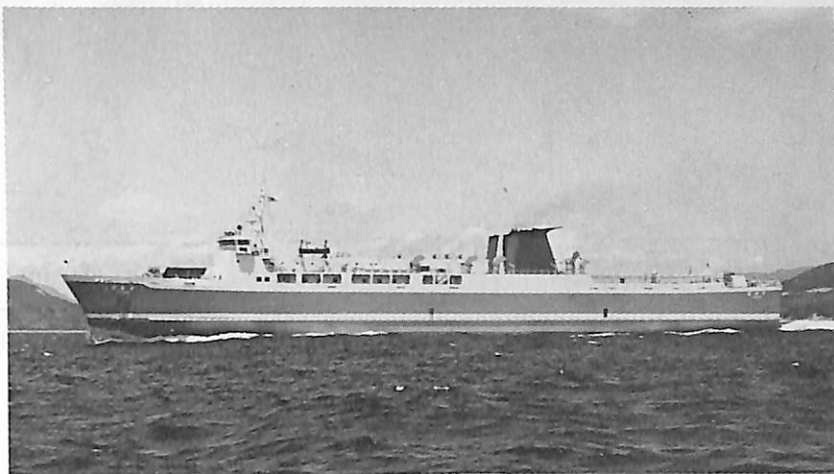
800KVA × 3

3,780.51

666.54

3,780.51

⑬



⑭



⑮



⑯



船名 Name of Ship	⑰ LIAN 105	⑱ HUJIU 101	⑲ SUIJIU 201
所有者 Owners	中国機械進出口総公司	中国機械進出口総公司	中国機械進出口総公司
造船所 Ship builder	日本鋼管鶴見	日立造船向島	日立造船向島
船級 Class	NK	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/2・75/8	75/4・75/9	75/4・75/8
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	浚渫船・沿海	航洋引船	航洋引船・遠洋
G/T・N/T	1,732.06/495.50	2,161.14/670.63	2,161.14/670.63
LOA(全長:m)	74.1	87.01	87.01
LBP(垂線間長:m)	69.9	80.00	80.00
B(型幅:m)	14.00	14.00	14.00
D(型深:m)	5.1	7.00	7.00
d(満載吃水:m)	3.113	6.00	6.00
満載排水量 Full load Displacement	2,224.3	4,087.4	4,037.4
軽貨排水量(約) light Weight	1,918.2	2,445.8	2,088.9
載貨重量 L/T Dead Weight	—	—	—
K/T	306.1	1,941.6	1,948.5
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	—/—	—	—
主機型式/製造所 Main Engine	明電舎D.C.電動機×1	日立B&W型×1	日立B&W6,550HU型×2
主機出力(連統:PS/rpm) MCR	700/300	4,500×2/465	9,000/465
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	—	4,090×2/450	8,190/450
燃料消費量 Fuel Consumption	5.54	32.7t/d	32.7t/d
航続距離(海里) Cruising Range	—	—	17,140
試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed	8.49	20.16	20.087
航海速力 Service Speed	7.40	17.2	17.2
ボイラー(主/補) Boiler	—	/日立フレミング型	/日立フレミング No.4S型
発電機(出力×台数) Generator	DC450, AC400	400KW×3	400KW×3
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	—	214.71	214.71
燃料油倉容積(m ³)FOT	—	1,426.9	1,426.94
特殊設備・特徴他	浚渫能力 750m ³ /h " 深 20m バケット容積 0.5m ³		サルベージ機器 曳航設備

⑰



⑱



⑲



⑳



⑳ ESSO TAMPA

Esso Tankers

石川島播磨重工東京

A B

75 / 6 · 75 / 9

油槽船 · 遠洋

19,568.49 / 11,976

191.50

182.00

27.40

15.10

11.457

—

—

38,100

38,711

—

IHI スルザー-6RND76型

12,000 / 122

10,800 / 117.8

41.7t/d

15,000

15.75

15.45

／2胴水管式×1

790KW×3

100KW×1

43,183.6

290.3

2,889.3

船名 Name of Ship	②① SHINOBU ANANDA	②② LIS OF GALWAY	②③ SOKOLICA
所有者 Owners	Dorado Shipping Ltd	Beeline Shipping Co.	Centrama Morska Inportowa Eksportowa
造船所 Ship builder	尾道造船	金指造船所豊橋	三菱重工横浜
船級 Class	NK	NK	NV
進水・竣工 Launching・Delivery	75/5・75/10	75/4・75/9	75/4・75/8
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	油槽船・遠洋	油槽船・遠洋	油槽船
G/T・N/T	39,349.30/30,055.12	42,619.65/32,564.03	81,197.31/57,451.60
LOA(全長:m)	232.00	246.00	292.93
LBP(垂線間長:m)	220.00	235.00	278.00
B(型幅:m)	36.00	38.30	48.00
D(型深:m)	19.60	18.30	20.30
d(満載吃水:m)	14.628	13.852	15.30
満載排水量 Full load Displacement	97,194.00	104,416.29	172,564.00
軽貨排水量(約) light Weight	14,914.00	16,615.29	26,915.00
載貨重量 L/T Dead Weight	80,980.00	—	—
K/T	82,280.00	87,801.00	145,649.00
貨物倉容積Capacity (ペール/クレーン:m³)	—	—	—
主機型式/製造所 Main Engine	日立スルザー7RND90型	川崎MANK75Z90/160	三菱スルザー10RND90型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	20,300/122	20,300×118	29,000/122
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	18,270/118	18,300×114	26,100/118
燃料消費量 Fuel Consumption	69.1t/d	69.4t/d	95.8t/d
航続距離(海里) Cruising Range	16,160	15,300	37,000
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	16.73	16.573	16.83
航海速度 Service Speed	15.40	15.60	15.50
ボイラー(主/補) Boiler	／2胴水管式 HZAM-55R	／川崎SM-50×1	／三菱CE型2胴水管 35t/h×2
発電機(出力×台数) Generator	900KW×2	880KW×2	850KW×3
貨油倉容積(m³)COT	102,047.4	110,632.63	173,721
清水倉容積(m³)FWT	414.90	341.36	496.00
燃料油倉容積(m³)FO1	3,022.46	3,911.56	10,878.00
特殊設備・特徴他			

②1



②4 AEGEAN SAILOR

Ocean Star Tankers

函館ドック函館

LR

75 / 4 · 75 / 7

油槽船 · 遠洋

②2



117,342.08/98,217.21

333.694

314.00

54.80

26.40

20.631

②3



300,320

40,525

—

259,795

—

IHI-Cross Compound
Impulse型タービン

36,000 / 85

36,000 / 85

208.5g/shp/h

27,400

16.81

15.8

②4



IHI-FW "MDM901"型

1,900KW × 2

315,574.8

848.6

15,153.0

船名 Name of Ship	㉕ SUNSHINE LEADER	㉖ CHASE VENTURE	㉗ BRITISH RESOURCE
所有者 Owners	Riverfront Petroleum Corp	Energy Carrieres	Rrynflex Ltd.
造船所 Ship builder	石川島播磨重工業	佐世保重工	三菱重工業長崎
船級 Class	NK	LR	LR
進水・竣工 Launching・Delivery	75/3・75/10	75/5・75/10	75/3・75/7
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	油槽船・遠洋	油槽船・遠洋	油槽船・遠洋
G/T・N/T	125,046.57/106,270.72	131,605.71/101,464.47	133,034.80/108,525.16
LOA(全長:m)	337.058	339.55	338.612
LBP(垂線間長:m)	332.00	324.00	323.00
B(型幅:m)	54.50	53.50	53.60
D(型深:m)	27.00	28.00	26.40
d(満載吃水:m)	21.031	21.73	20.6795
満載排水量 Full load Displacement	—	323,911.00	—
軽貨排水量(約) light Weight	—	—	—
載貨重量 L/T Dead Weight	—	280,138	—
K/T	274,163	—	269,696.00
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クロスコンパウンド型タービン×1	IHIクロスコンパウンド型タービン	三菱2段減速装置付
主機出力(速:PS/rpm)	40,000/83	36,000/90	34,000/90
MCR	—	—	—
主機出力(常用:PS/rpm)	36,000/80	36,000/90	34,000/90
NCR	—	—	—
燃料消費量 Fuel Consumption	182.0t/d	189t/d	153t/d
航続距離(海里) Cruising Range	26,090	25,100	24,530
試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed	17.22	16.20	16.39
航海速力 Service Speed	16.0	15.56	15.4
ボイラー(主/補) Boiler	IHI-FM・MDM型×2/	サセボFW-MDM-T型/	三菱C.E.2VM-8W型×2/
発電機(出力×台数) Generator	3,000KVA×1 1,000KVA×2	25,000KVA×1 1,250KVA×2	AC450×1,400KW×2 " × 500KW×1
貨油倉容積(m ³)COT	338,162.64	336,806.4	347,618.00
清水倉容積(m ³)FWT	1,050.38	461.8	422.5
燃料油倉容積(m ³)FOT	14,004.98	13,950	12,604.0
特殊設備・特徴他			

②5



②8 SHUHO MARU

飯野海運

石川島播磨重工業知多

NK

75 / 4 - 75 / 8

油槽船

135,879.76 / 100,280.35

337.058

320.00

54.50

27.00

21.034

—

—

—

274,344.00

—

IHI クロスコンパンド型

36,000 / 80

36,000 / 80

176.64t/d

26,500

17.50

16.30

IHI-2 胴MDM型水管式×2

1,600KW×1

800KW×2

319,938.3

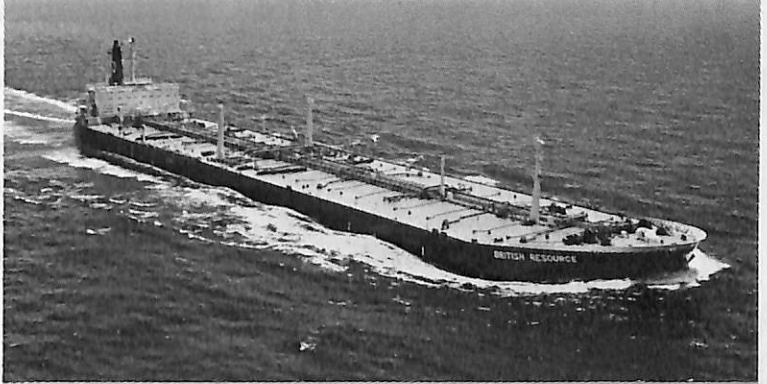
1,052.6

14,117.00

②6



②7



②8



NKコーナー

昭和50年度第3回技術委員会

本年度第3回技術委員会は、9月8日、日本工業クラブで開催され、鋼船規則及び同検査要領の改正について審議が行われ、いずれも承認されたほか、NK各部門担当者から関係事項について報告があった。

1. 鋼船規則及び同検査要領の改正

- (1) 従来置かれていた、材料及び溶接に関する各種専門委員会を整理統合して、新たに材料専門委員会及び溶接専門委員会を設けることについて報告された。
- (2) 規則F編12章に、新たにタンカーの防火装置としてのイナートガス装置の規定を設け、提出図面、警報装置又は自動停止装置及び試験検査等について定めるものである。
- (3) 揚貨装置規則に関する検査要領に、新たに荷役用以外の目的に使用される揚貨装置について、制限荷重を指定し、検査を行うことを定めるものである。

この措置は、運輸省令「船舶安全法施行規則」および「船舶設備規程」の改正に伴うものである。

2. 諸報告

- (1) 次回技術委員会において審議予定の規則等改正は次のとおり。
 - FRP船規準（新規制定）
 - 電気設備規則（H編）の改正
 - 材料関係規則（K編及びL編）の改正
 - 溶接棒関係規則（M編）の改正
 - タンカーの構造規則（C編）の改正
 - 材料試験機関係規則の改正
- (2) その他の報告事項は次のとおり。
 - (i) 「IMCO決議 A271 (VIII) タンカー及び兼用船の火災安全措施規則」に関する各国政府及び船級協会の動向について
 - (ii) 油潤滑式船尾管軸受けの軸封装置の現状と損傷状況について
 - (iii) 最近の大型船級船の係船状況について
 - (iv) リモート・コンピューティング・システム「CALL」の導入について
 - (v) 最近のIACSの動向、特に Working party における統一規則の作成状況について

リモート・コンピューティング・システム「CALL」の導入

NKは、この程コンピュータ室にリモート・コンピューティング・システム「CALL」を導入した。

このCALLシステムは、鋼船規則による要求寸法の計算を行うことを主目的とするもので、NKの図面審査に使用のほか、造船所等における設計の便にも供されるものである。

このシステムは、CALL専用の電算機 IBM 370/155 に、端末のタイプライター装置から電話回線によりオンライン接続されるものである。この電算機に、NKが開発した規則計算プログラムを登録することにより、NKから許容された利用者は、日本全国のどこからでもアクセスして、即時的に業務処理が可能である。また、これはタイムシェアリング方式であるから、利用者各人は、あたかも電算機を独占して連続して使用しているかのように、同時に多数の人が利用できる利点がある。また、プログラムは会話型とすることができるから、利用者各人が計算したいプログラムの部分を、電算機と会話しながら任意に選び出して計算することができる。

現在、コンピュータ室では、昭和51年当初には外部の利用者にも公開できるよう準備を進めている。

NK技術研究所の低温疲労実験装置

NKの技術研究所では、LNG船のタンク材料の低温における疲労強度を確認するため、大型疲労試験機に試験片冷却装置を取付けて実験を行っている。

この冷却装置は、NK技研と東洋酸素㈱が共同で開発したもので、冷媒として液体窒素を使用し、試験部の温度により流量の制御を行い、任意の低温での疲労試験が行えるもので、現在低温用アルミ合金材について、200トン型繰返し引張試験機で片振り繰返し引張試験を、また、ローゼンハウゼン型30トン疲労試験機で、片振り繰返し曲げ試験を行っている。表面人工欠陥からのき裂の発生伝ばの実験を行っている。近く、9%ニッケル鋼についても同様の実験を行う予定である。

なお、NKではこの装置を利用して、外部からの依頼に応じ、受託実験も行うことになっている。

Ship Building & Boat Engineering News

■三井 B & W ディーゼル機関累計生産実績 900 万馬力達成

三井造船が大正15年B&W社との間にB&W型ディーゼル機関の製造、販売の技術援助契約を結び、昭和3年その第1号機を完成して以来、この度47年間に累計1,659基、9,005,449馬力を記録した。

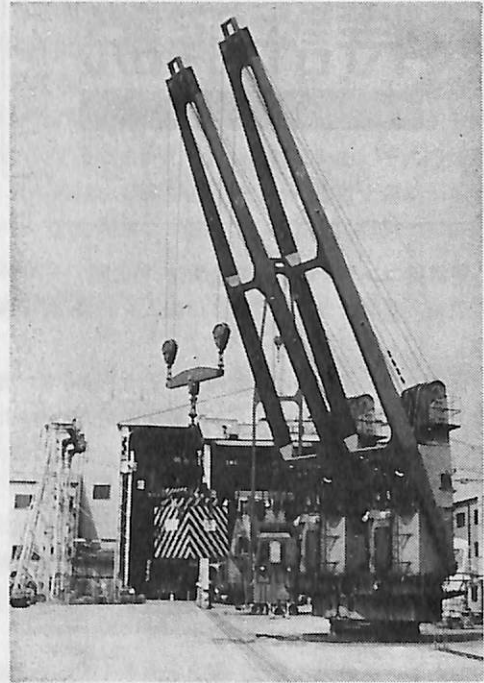
900万馬力達成の該当機6K74E F型(11,600馬力)は26,600DWTばら積貨物船(南アのサウス・アフリカン・マリン社向)に搭載された。

■IHI, わが国初の全油圧ダブルデッキクレーンを開発

石川島播磨重工は、このほどコンテナ船、重量物運搬船、多目的船用の船上荷役装置として全油圧式ダブルデッキクレーンを開発し、その1号機はすでに函館ドックに納入された。(右上写真)

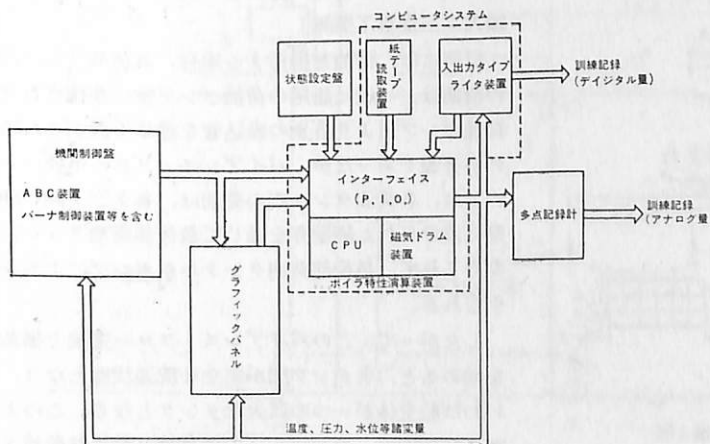
本クレーンの特長は次のとおりである。巻き上げ、ジブの上げ下げ、旋回などのすべての操作を油圧を介して行なうようにしたので、従来の電動式にくらべ、位置決め性能がよい、また、巻き上げ、巻き下げの際、スムーズな加減速が行なえる等、荷役サイクルを短縮する上で大きなメリットがあり、さらに運転や保守点検が容易などの多くの特長をもっている。

本クレーンの容量は20tから60tまで各種あり、すでに30t、40t、50tを合計20隻分受注している。



■IHIの“自動制御基礎実習装置”

運輸省船員局では、新しい船員訓練方式を検討しているが、今回、同省所属の海技大学校に“自動制御基礎実習装置一式”を設置することになり、石川島播磨重工がこれを受注した。本装置(左図)は、大型コンピュータを用いたタービン船機関部プラントシミュレーション・プログラムの一部を変更してプロセスコンピュータ用に組み替え、ハード化したものである。



この装置による訓練内容は、対象をボイラプラントとし、これによりプロセス制御、シーケンシャル制御の基礎を実習できるとともに、コンピュータの基礎的操作が実習できる。来年3月末完成の予定。

同装置には、ハードウェアとしてつぎの機器が設けられる。

1. 機関制御盤
2. グラフィック盤
3. 状態設定盤
4. 演算処理装置および同辺機器。

特許解説

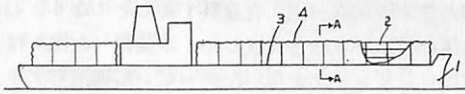
甲板積コンテナの損傷防止方法〔特公昭50—26834号公報，発明者；武隅克義，出願人；三菱重工業㈱〕

従来のコンテナ船は多数のコンテナを上甲板に曝露した状態で搭載しているが，輸送時荒天の場合には波浪がコンテナに直接打ちつけられるため，コンテナが損傷を蒙ることが多い。

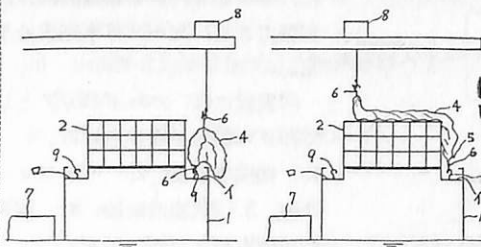
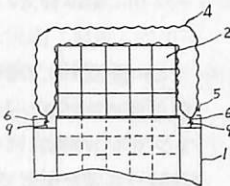
そのため，コンテナ損傷防止対策として最近のコンテナ船では，上甲板を上げ深さを大きくして船艙容積を増し，コンテナを船艙内に収容しようという方向にある。

しかし，この方式では，深さを大きくすることによる鋼材重量の増加，それに伴う排水量の増加による推進性能の減少，また深さ増加による復原性の

第1図

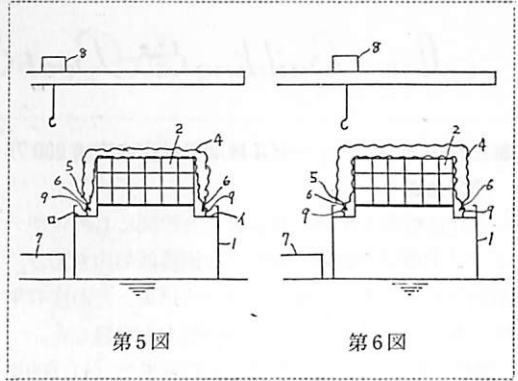


第2図



第3図

第4図



第5図

第6図

悪化などの欠点をもっている。

この発明は，以上のような背景のもとになされたものであり，図面を参照して説明すると，コンテナ船1の上甲板3上にコンテナ2が搭載される。4はコンテナを被覆するゴム，合成樹脂などより作られる柔軟防水体の中空エアマットで，空気注入用バルブ5をもつ。6はエアマット4の両端部に設けられ，甲板取付金具9と係合するフックである。

このエアマット4の装備は，コンテナ岸壁7に設置されているクレーン8を用いて行なう。すなわち，適当な場所に格納されたエアマット4は甲板上に取り出され，その取付フック6を甲板取付金具9に係合させた後，クレーン8を移動させて，コンテナ4上を覆う。次いで，エアマット4の他端を，同じく甲板取付金具9に係合させる。

そして，エアマット4の空気流入用バルブ5を通じ，空気を注入すると，エアマット4は膨張し，その空気圧力により，コンテナ2に圧着され，确实強固にコンテナ2を被覆する。

パイプレス・フロー系統のあふれ防止装置〔特公昭50—26835号公報，発明者；別府良雄外7名，出願人；三菱重工業㈱〕

以前には，荷油を揚荷する場合，各荷油タンク内の荷油は，一般に船尾の荷油ポンプ室に装備された荷油ポンプにより各別の吸込管を通じて吸引されるのが普通であったが，パイプレス・フロー系統においては，各荷油タンク内の荷油は，各タンク間の隔壁に設けられた隔壁弁を通じて最後部荷油タンクに集められて，最後部荷油タンクからポンプによる吸引される。

したがって，このパイプレス・フロー系統で揚荷を始めると，各タンク間が完全な流通状態となり，いわば船全体が一つの巨大なタンクとなる。このような状態では，荷油ポンプの揚荷量と最後部荷油タ

ンクへの移動流入油量とがバランスを保つ必要がある。特に、荷油ポンプの揚荷量以上に移動流入油量が大になると、海面への流出などの事故を招くことになる。

本発明は、以上の背景をもとになされたものであり、特に荷油ポンプが故障で停止した場合、荷油ポンプの電源が切断した場合及び最後部荷油タンクの液面が異常に上昇した場合に、自動的に作動して荷油タンク隔壁弁を自動閉鎖させる装置に関する。

すなわち、荷油ポンプ1にタービン2を連結し、また最後部荷油タンクの上にブロー式あふれ検知器3を設け、それぞれあふれ防止制御回路4に連結する。5は隔壁弁6の油圧開閉を行なう電磁油圧切換弁である。この制御回路4から切換弁5のソレノイドに通じる励磁電流は、荷油ポンプの電源が切断した場合、荷油ポンプ1の停止によるタービン2が停止した場合及びあふれ検知器3による荷油タンク内の油面上昇が検知された場合、それぞれ零にな

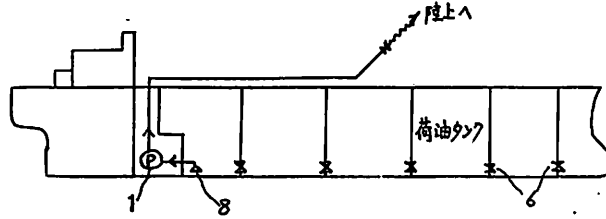
り、電磁油圧切換弁5は、その作動油圧の方向が切り換えられ、各隔壁弁6を閉鎖する。

バージアンローディング船〔特公昭50-26836号公報、発明者；渡辺廉一、出願人；㈱渡辺製鋼所、㈱臨界土木工業所〕

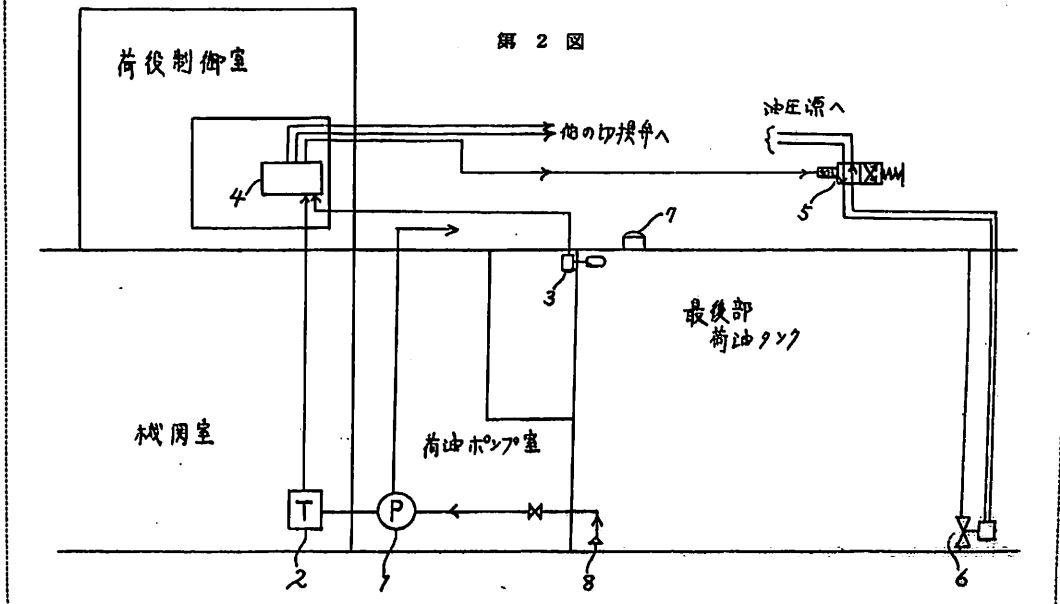
最近造成される埋立地での、その周辺では良質大量の土砂が得られないため、遠隔地の土取場から輸送して行くことが広く行なわれている。その時間問題になるのは、遠隔地より輸送してきた土運船から土砂をいかに能率よく揚土し、埋立地に排送するかである。

本発明は、この点についてなされたバージアンローディング船に関するものである。

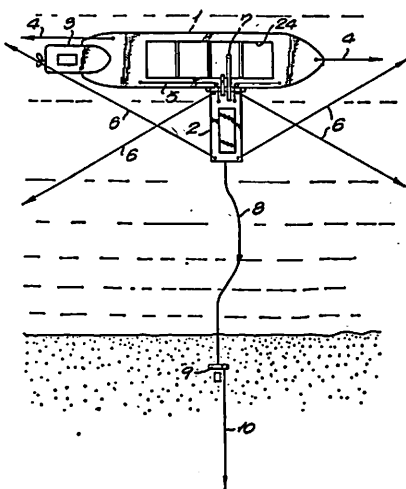
図面を参照して説明すると、ブッシャ3で押航されてきた土運船1は、バージアンローディング船2に隣接して、けい留ワイヤ5によりけい留される。バージアンローディング船2の甲板上には、俯仰自



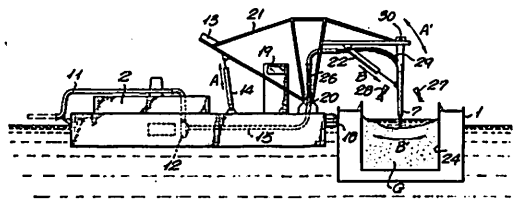
第 1 図



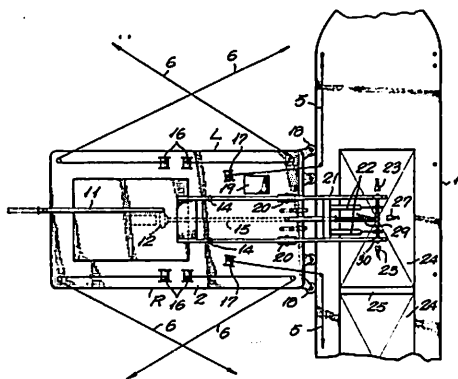
第 2 図



第1図



第2図



第3図

在なガーダー21があり、ガーダー21には、さらに揺動自在な吸入ノズル7が取付けられる。吸入ノズル7の他端部は、船内吸入管15を介して主ポンプ12に通じている。主ポンプ12の排出側はさらに吐出管11、水上管8、プースタポンプ9を介して陸上管10に通じている。いっぽう、吸入ノズル7の前後左右には注水ノズル23、27、29があり、注水ポンプ38の駆動により、各ノズルより土運船1の土砂G内に注水される。

以上の構成により、ノズルから土砂G内に注水されると、土運船1内の土砂Gは泥水となり、吸入ノズル7により吸入されて埋立地に排送される。吸入ノズル7は揺動自在に取付けられるとともに、ガーダー21は俯仰自在なため、また土運船1内の土砂Gは、泥水状態でノズル7により吸入排土されるため、能率よく土砂の排送を行なうことができる。

(特許庁第1部分類審査室/幸長幸次撰)

船 船 第48巻第11号 昭和50年11月1日発行

11月号・定価800円(送料40円)

本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。

編集兼発行人 土肥勝由

発行所 株式会社天然社

〒104 東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル

電話・(03) 543-7793 振替・東京 79662

船 船・購読料

1ヵ月 800円(送料別 40円)

6ヵ月 4,800円(送料別 240円)

1ヵ年 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。

Dimetecote® 厚膜型無機亜鉛塗料

ダイメットコート

鋼構造物を腐食から守る特殊防食塗料

Amercoat®

小松島特殊塗装工場稼動開始

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

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

発売元 株式会社 井上商会

(本社)

〒231
横浜市中区尾上町5-80
TEL 045-681-1861(代)

製造元 株式会社 日本アマコート

(工場)

〒232
横浜市中区かもめ町23
TEL 045-622-7509

社長 井上正一

あなたのそばに信頼の技術



海底の危険物をさぐる
FRP製 24m
磁気探査船

運輸省第一港湾建設局殿納入「あがの」/運輸省第三港湾建設局殿納入「まいこ」

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

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



石川島播磨重工業株式会社

船舶事業本部 新造船営業室 舟艇グループ
 東京都千代田区大手町2丁目2番1号(新大手町ビル) ☎100 電話 東京(03)244-5642