

1976 ————— Vol.49/No.1

1

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING

昭和49年12月17日国鉄省認特別決承認第2065号 昭和5年3月20日第3種郵便物認可 昭和51年1月1日発行(毎月13日発行)

船舶

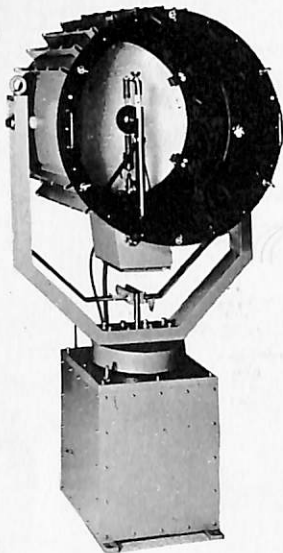
First Published in 1928
No. 532



UT-20(20型多目的貨物船)の1番船“MARI BOEING”

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



ハロゲンランプ式 ●日・米・英特許および意匠登録出願中

小形リモコン探照燈

この探照燈は、10cm回転放物面形反射鏡と55Wハロゲンランプ2個とを組合せ、更にふ仰および旋回がリモートコントロールできるようにした探照燈です。

燈体はアルミニウム合金鋳物を使用し、燈体部の構造は全閉式完全防水になっております。

船舶の特殊条件に安心してご使用できるよう、十分な安全率を考慮した設計で、小形船舶に適した探照燈です。



三信船舶電具株式会社

☺日本工業規格表示許可工場

三信電具製造株式会社

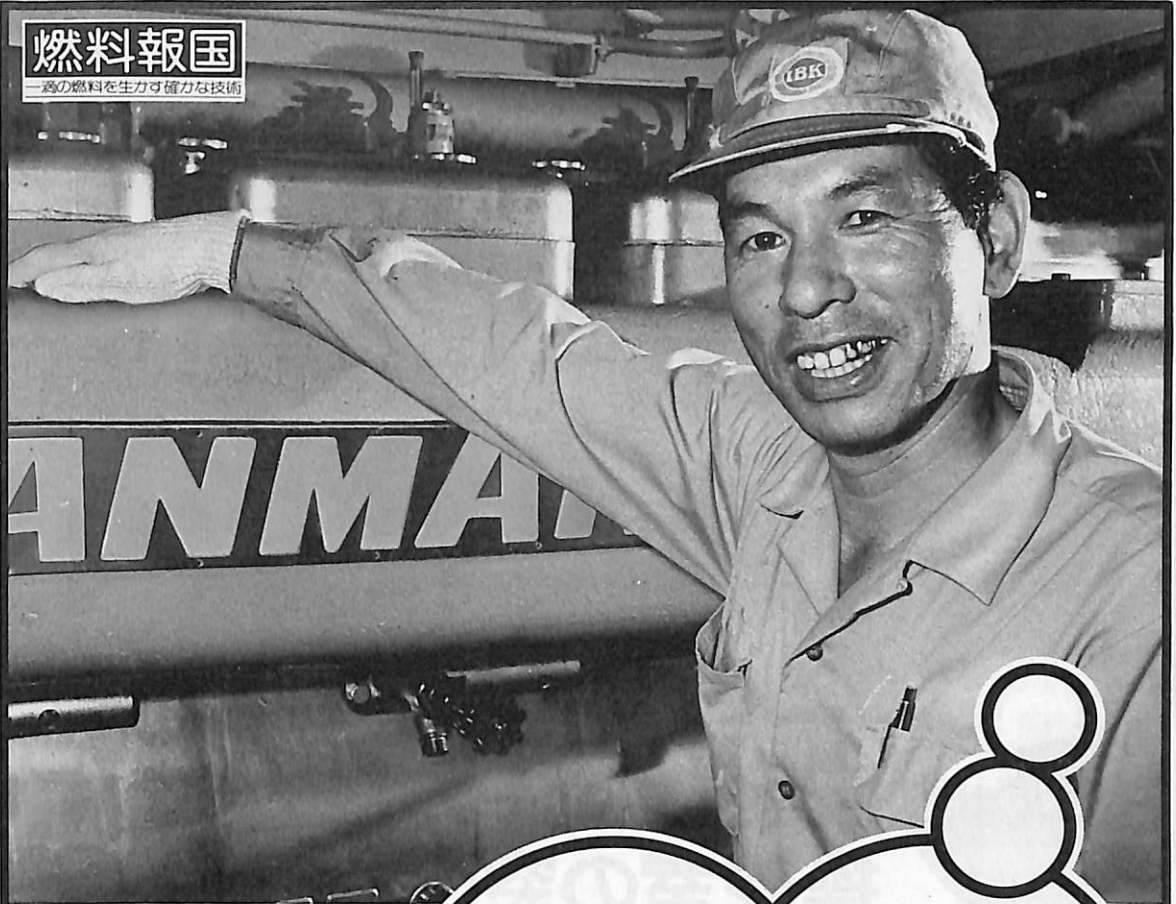
●本社/東京都千代田区内神田1-16-8 ☎(03)295-1831(大代)

●東京発送センター☎(03)840-2631☎ ●九州配送センター☎(092)771-1237☎ ●北陸配送センター☎(0138)43-1411☎ ●福岡配送所☎(092)771-1237☎

●松山配送所☎(0878)21-4969 ●空室配送所☎(0143)22-1618 ●高松配送所☎(0143)43-1411☎ ●石巻配送所☎(0225)23-1304 ●工 場☎(03)848-2111☎

燃料報国

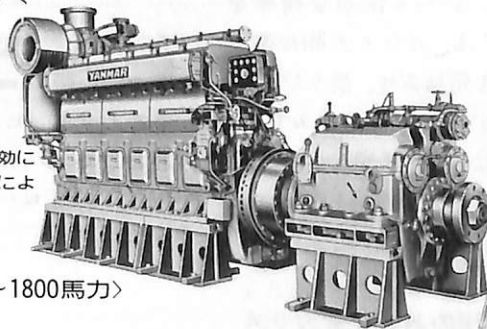
—高の燃料を生かす確かな技術—



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)大田市北区東馬場町02(〒530) TEL(06)372-1111 (代)
(阪神ディーゼル事業部)尼崎市長瀬東通1-1 TEL(06)488-1111 (代)
(支店)札幌・東京・名古屋・大阪・横浜・広島・福岡(兼九州)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电発熱させ、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
1 船

目次

特集・第14回国際試験水槽会議

ITTC の概要	17
Executive Committee & General Session	元良誠三 18
Advisory Council	伊藤達郎 21
Resistance	丸尾 孟 23
Performance	渡辺恭二 27
Seakeeping	田崎 亮 31
Manoeuvrability	野本謙作 37
Propeller	横尾幸一 41
Cavitation	高橋 肇 45
Presentation	岡田正次郎 50
High Speed Craft	田中一朗 54
Ocean Platforms	竹沢誠二 55
Testing in Ice	竹沢誠二 56
Installations and Instrumentation	田中一朗 57

Mo船の警報発生状況とその解析	豊永康男 / 古市善顕 59
-----------------	----------------

連 載

大型超高速船の開発に関する研究	日本造船研究協会研究部 80
LNG船—その4 / 材料・溶接および破壊力学<17>	恵美洋彦・伊東利成 89
船用減速歯車装置の動向と船研における研究<2>	船舶技術研究所減速装置研究室 97

スポーツランナバウト75SN16F	丹羽誠一 101
-------------------	----------

連 載

講座・ディーゼルエンジン<11>	斉藤善三郎 109
------------------	-----------

Ship Building & Boat Engineering	88
----------------------------------	----

竣工船一覧	116
-------	-----

NK コーナー	126
---------	-----

特許解説	127
------	-----

表紙

“Mari Boeing”(主要目は竣工船一覧参照)

日立造船向島工場で建造された標準船型UT-20。一般貨物、穀物、木材、鉱石、コンテナ等が積めるような設備構造を有している。サドルタンクは第2甲板上にあって、通常は海水バラストを積むが、穀物を積むこともできる。また荷役効率をあげるため、10.5tのツイークレーン2基を装置している。

衝突や座礁の予防に…

船舶搭載用 IBM 船用



船研子



燃費の節約に...

航海システム

このシステムにはブリッジ・コンソールと呼ばれる装置が含まれています。この装置は名前が示すとおり“船橋”に置かれ、航海士の方々に、安全運航上必要となる各種の情報を知らせます。たとえば、この装置の2面のスクリーン上には、16.5海里以内のターゲットが、危険度の高い順に、しかも距離・方位・速度・進路・最接近距離・最接近時間と共に表示されます。船位や航路の確認もこの装置で簡単に行えるばかりか、船が航路帯をはずれかけるとこの装置からは自動的に警報が発せられます。

航海士の方々は、ブリッジ・コンソールからこれらの情報を迅速・的確に得ることにより、従来のようにご自身で複雑な計算や解析を行うことなく、余裕をもって衝突や座礁の危険を回避することが可能になります。

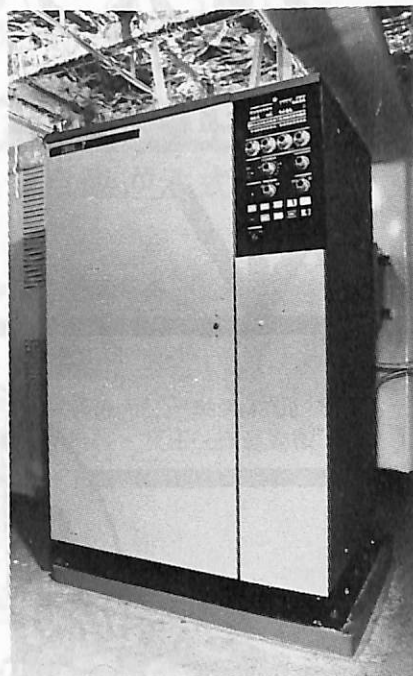
安全運航に必要なこれらの情報を、ブリッジ・コンソールを通して航海士の方々に提供するのは、船舶搭載用に補強されたIBMの高性能コンピューター〈システム/7〉です。

システム/7は、船舶に搭載されている各種の計測機器と直結し、計器のデータを収集・解析してブリッジ・コンソール上に表示するのです。

さらに、システム/7は、オート・パイロットとも直結して適応自動操舵を行うことができますから、貴重な燃料の節減＝経済運航に役立てることが出来ます。なお、この船用／航海システムでは、必要なプログラムもIBMから提供されます。また、世界の主要な港には、サービス・センターが設置されています。ぜひ活用をご検討ください。

日本アイビーエム株式会社

東京都港区六本木3-2-12 106-0003 (586)1111代
資料請求およびお問い合わせは——宣伝担当まで



東京—釧路間の郵船フェリー

“さろま”に日本ではじめて

このシステムが搭載されました。

’75年11月、東京—釧路間の営業運航に就いた近海郵船株式会社のフェリー“さろま”には、安全運航を目指して、IBMの船用／航海システムが日本ではじめて搭載されています。



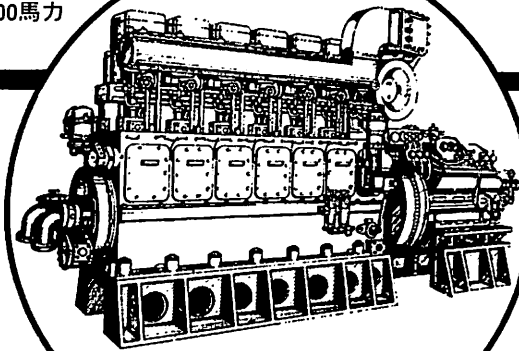
DAIHATSU

DAIHATSU

船舶の自動化・省力化に貢献する

ダイハツキヤードエンジン

6DSM-26型 1,300馬力



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

ダイハツディーゼル株式会社

本社・本工場
守山工場
東京営業所
営業所

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

DAIHATSU

DAIHATSU

油汙過作業の省力化…

特許

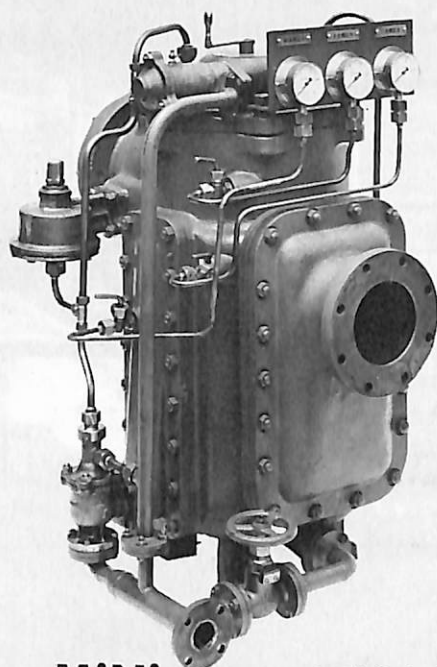
機関室を広くする

マックス・フィルタースシリーズ

日本船用機器開発協会助成品

MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器



LS型の特長

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

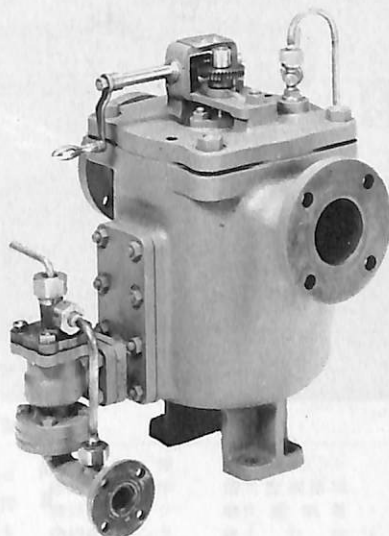
Mini

と改名しました

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

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



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

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)

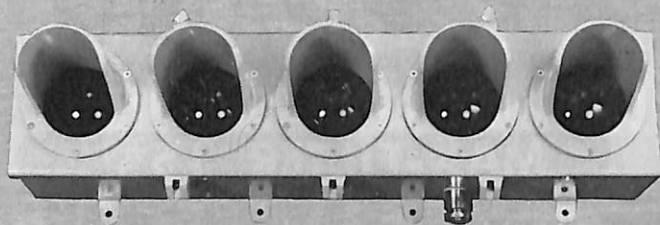
㊞ 新倉工業株式会社

UTSUKI -KEIKI は



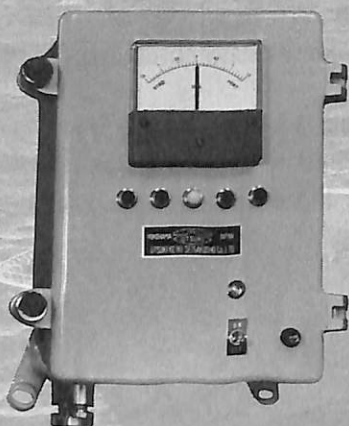
傾度計・傾度制御装置の

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ためリレーの様に予備品を必要としません—

—バラスト調整用の接点出力信号を送出することが可能です—

製品目録

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

船舶の省力化と安全に貢献する

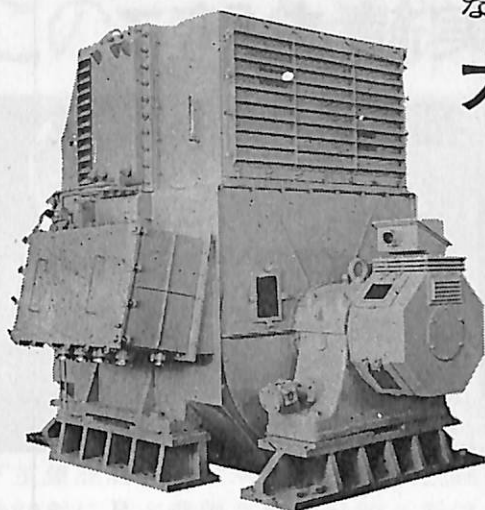
株式会社

宇津木計器

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

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

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 7 2 6 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 3 9 9 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)



大洋電機

株 式 会 社

MISHIMA

鋼板表裏位置検知装置

ポジション・ディテクター

MODEL PD-200



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

■ 用 途

- 鋼 板
- 船 体
- 球 形 タンク
- 円筒形タンク
- 化学プラント
- 大型構造物
- 大 径 鋼 管
- そ の 他

三島光産株式会社

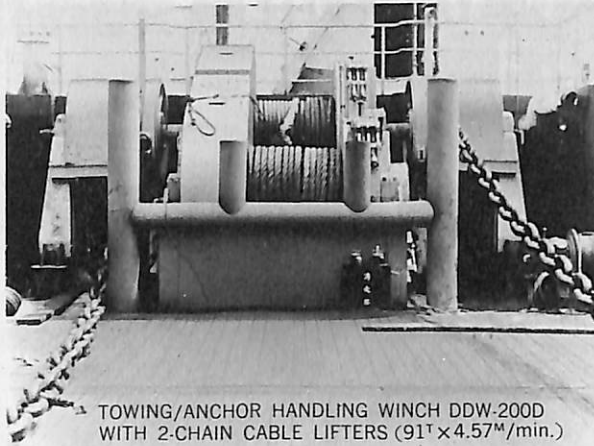
〒174 東京都板橋区舟渡 4-12-28

☎ (03) 967-3261(代)

営業分室 (直通) 0484-21-2085

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

最新の技術と実績を誇る



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

福島の甲板機械

- 油圧・蒸気・電動
各種甲板機械
- デッキクレーン
- アンカー・ハンドリング
ウインチ
- 電動油圧クラブ



株式
会社

福島製作所

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

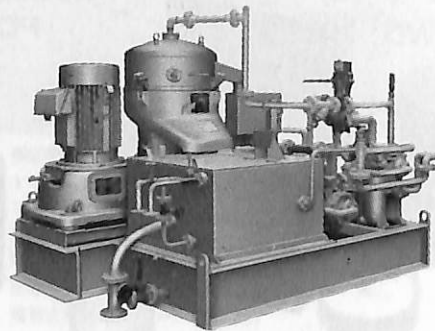
営業部/東京都千代田区4番町4番地 電03 (265)3161(代)
海外駐在員事務所/ロンドン

SHARPLES®

完全連続スラッジ排出形船用油清浄機

シャープレス・グラビトロール

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



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

巴工業株式会社

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

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。

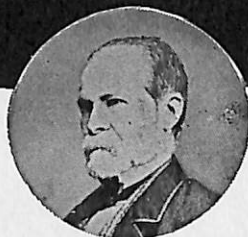


株式会社

玉屋商店

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

THOMAS MERCER — ENGLAND —



ESTABLISHED - 1858 -

一世紀にわたる…
輝く伝統を誇る!



全世界に大きな信用を博す!
英国・トーマス・マーサー製

マリン・クロノメーター

デテント式正式クロノメーター

二日巻・八日巻・検定保証書付(温度補正書・等時性能書・日差書付)

マリン・クロック

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

総代理店 **村木時計株式会社**

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

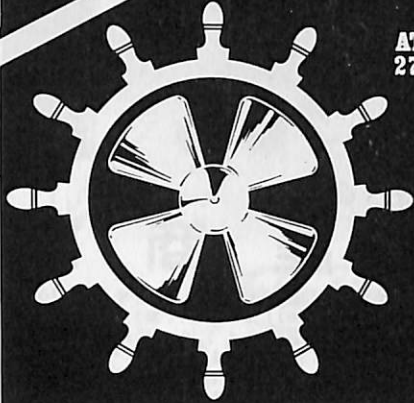
The International Marine Exhibition

IN CONJUNCTION WITH
THE INTERNATIONAL MARINE
AND SHIPPING CONFERENCE

imas ^{LONDON}'76

^{LONDON}
imex '76

AT EARL'S COURT, LONDON,
27-30 APRIL 1976



Intertech Japan Ltd.

東京都目黒区青葉台 1-6-40 カンノビル
〒153 TEL. (03) 476-0556
100-31 東京国際郵便局私書箱 5169 号

To: Captain Frank Harrison, R.N. (Retd).

Brintex Exhibitions Ltd.,
178-202 Great Portland Street,
London W1N 6NH

PLEASE SEND ME DETAILS OF IMEX '76



各種船舶の建造並修理
船用汽機汽缶の製造並修理
各種鉄骨・橋梁鉄塔等製作並修理



株式会社 名村造船所

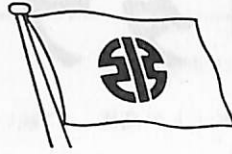
本社・工場 大阪市住之江区北加賀屋 4-1-55 電話 大阪(681)1121(代)
東京事務所 東京都千代田区神田鍛冶町 3の4の2(神田東洋ビル) 電話 東京(252)4941(代)
神戸事務所 神戸市生田区海岸通 5(商船ビル) 電話 神戸(331)4810



ニッポ。パン。ライ。ン

取締役社長 松 永 壽

本社 東京都千代田区丸の内三丁目一番一号(国際ビル)
電話 東京(二二二) 八二一一(代表)



川崎汽船

取締役社長 足 立 護

本社 東京都千代田区内幸町二ノ一(飯野ビル)
電話 東京(五〇六) 二〇〇〇(代表)



日 本 郵 船

取締役会長 有 吉 義 弥
取締役社長 菊 地 庄 次 郎

本社 東京都港区三田一丁目四番二八号(三田国際ビル)
電話 東京(四五四) 五一一一(大代表)



大阪商船三井船舶

取締役社長 篠 田 義 雄

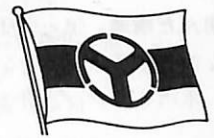
本社 東京都港区赤坂五丁目三番三号
電話(五八四) 五一一一(大代表)



昭 和 海 運

取締役会長 末 永 俊 治
取締役社長 山 田 総 太 郎

本社 東京都中央区日本橋室町四ノ一(室町ビル)
電 話(二七〇) 七二一一(大代表)



山 下 新 日 本 汽 船

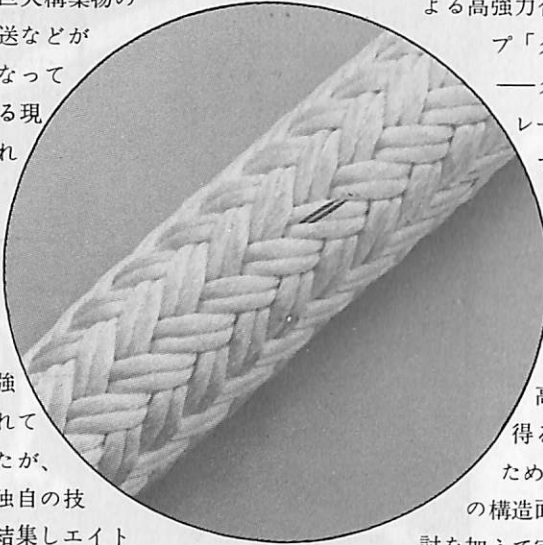
取締役会長 山 下 三 郎
取締役社長 堀 武 夫

本社 東京都千代田区一ツ橋二丁目一番一号(パレスサイドビル)

高強力 合繊ロープ 「タフレ」 —ダブルブレードロープ—

昭和50年6月NK認可

船舶の大型化、タグボートの高馬力に続いて、ロープ構造面の改良に力化、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。

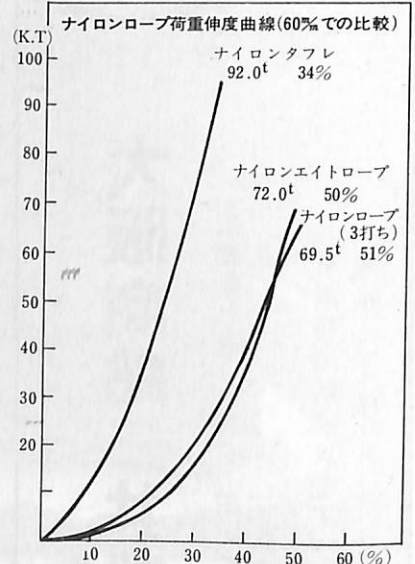
〈特長〉

- 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3/4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。ロープの撓り崩れ、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〉

直径	ナイロンタフレ		ナイロンエイトロープ		ナイロンロープ(3打ち)	
	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(ブイロープ)その他海上作業索。
- 2) ロープの芯に鉛を挿入し、重量加工が行える構造を生かして……海上施設用：オイルフェンスの下張り索 水産用：定置網(底網)の足綱、垣網のふかれ防止綱、まき網(沈子綱)棒受網(沈子綱)



東京製綱纜株式会社

カタログご請求お問い合せは
下記営業所へ……………どうぞ

特集・第14回国際試験水槽会議



国際試験水槽会議の概要

国際試験水槽会議は船舶流体力学に関する最も重要な会議であって、最近では3年ごとに開催され、その主催は各国の持ちまわりとなっている。会議は各地域から選出された8人の代表からなる理事会によって運営され、会議主催国の代表が議長となる。

第10回会議は1963年9月にロンドンで、第11回会議は1966年10月に東京で、第12回会議は1969年9月にローマで、第13回会議は1972年9月に西独のベルリンとハンブルグで開催された。これ等の概要はそれぞれ本誌第37巻第1号、第40巻第1号、第43巻第1号および第3号ならびに第46巻第1号に各 Session 毎に報告されている。

第14回会議は昨年(1975年)カナダのオタワで開催された。第11回会議以来行なわれている Group Discussion は今回も行なわれ、High Speed Craft, Ocean Platforms, Ice Experiments 及び Measurement Analysis and Control System の4つの項目についてディスカスされた。

本号でも、前例のごとく今回の会議の概略を、総会および理事会、評議会、各 Technical Session, Group Discussion 等にわけて紹介される。

なお、今回の Proceedings については、理事会および各技術委員会の報告書、付録、委員会に提出された Written Contribution および Group Discussion 用に予め提出された Written Contribution は Proceedings の第2～4巻として会議の前に各

出席者に発送された。会議後に発行される第1巻には、会議中の議事、討論、採決された勧告等が掲載される予定である。

今回の出席者は下記のとおり(順不同)

井上正祐	九州大学
乾崇夫	東京大学
伊藤達郎	船舶技術研究所
丸尾孟	横浜国立大学
松岡剛	防衛庁技術研究本部
元良誠三	東京大学
野本謙作	大阪大学
岡田正次郎	日立造船技術研究所
高橋肇	船舶技術研究所
竹沢誠二	横浜国立大学
田宮真	東京大学
田中一朗	大阪大学
田才福造	九州大学応用力学研究所
田崎亮	石川島播磨重工技術研究所
渡返恭二	三菱重工長崎研究所
渡辺四郎	明石船型研究所
山内保文	三井造船
矢崎敦生	日本造船技術センター
横尾幸一	日本造船技術センター
オブザーバー	
高幣哲夫	川崎重工技術研究所

Executive Committee & General Session

元 良 誠 三

東京大学

今回は理事会委員である谷口中氏が仕事の都合で出席できなかったので筆者が代理出席した。

理事会は

- 第1回 9月2日(火) 9.00~12.00
(12.30~14.00会食)
- 第2回 9月5日(金) 12.30~14.00
- 第3回 9月6日(土) 20.00~24.00(会食)
- 第4回 9月8日(月) 12.30~14.00
- 第5回 9月9日(火) 19.00~24.00
- 新理事会 9月11日(木) 12.00~13.00

の計6回開かれ、他のセッションの合間や夜間行うためかなり忙しいスケジュールであった。特に第5回は19時からという事で、いつものように食事が出るだろうと思って食事をしないで行った所、委員会の新メンバーの選定で議論が白熱して夜中までに及び、その間食事が出なかったため空腹で全く閉口した。食事していなかったのは筆者ばかりでなく、Mathews, Vosper を除き全員だったらしく、夜中になってサンドウィッチが出たら皆おかしき位がつがつ食べる始末だった。

第1回理事会では理事会報告書の検討と Member Organization の再検討が行われ、懸案になっていた Glasgow, Iowa, Vosper, Webb, Cali-ech, Lostock Genova, Trieste が再検討され、Iowa, Vosper-Thornicraft, Rostock, Genova がメンバーとして承認された。又筆者より、先に否決された広島大学を将来再考されたい旨申入れて了承された。

又 15th ITTC は既に招待の来ているオランダとすることを確認し、16th ITTC についてはソ連からの招待が確認されていないので、もしソ連が辞退するならスウェーデンで招待したい旨 Edstrand から申入れがあった。

第2回理事会は9月3日の評議会(Advisory Council)の結果を検討するため行われ、評議会で次期主催者である Van Manen が提案した会議運営のやり方に対する方針を承認した。

この方針とは Session を

1. Hull (Resistance, Seakeeping Performance の1部) . . .
2. Propulsion (Propeller, Cavitation, Performance の1部)
3. Measuring techniques
4. Ships handling
5. Ocean engineering

の5つにまとめ、5日間で行うというものである。

これに関し、委員会の構成も再検討したらどうかという意見が出て、キャビテーション、プロペラ、パフォーマンスの3つを総合してつにすべきだとの議論が出たが、結局結論は出なかった。

又評議会の議長が英語国民であるのは、非英語国民にとっては具合が悪いという意見が多く聞かれるから現議長の Cummins (米) にこれを伝えて次期議長選出の時にこの事を考慮するよう申入れてはどうかと Mathews 議長から提案があった。
(この結果やはり Cummins が再選された。)

第3回は会食であり、議事はほとんどなかった。

第4回は主として問題となっている Presentation (表現法) 委員会を存続すべきかどうかについて議論された。

Presentation committee について、

- (1) そのまま存続
- (2) 廃止
- (3) Information and Presentation として存続
- (4) Towing tank system and techniques として新発足

等の案が出て種々討議されたが、この内(3)がやや有力であった。結局、各委員から(1), (3), (4)のそれぞれの場合に推薦すべきメンバーの名前を提出することになった。

第5回はまず Presentation committee をどうするかが討議され、Presentation and Information とすることで合意した後、新メンバーの選考に入っ

た。まず Resistance では Brard が老齢で健康状態が思わしくないので名誉委員長にし、新しい委員長を選んでどうかという案が出されフランスの Castera 理事が Brard に打診することになったが、結局、Brard が引退に同意せず委員長を続けることになった。

各技術委員会とも多くの推薦候補が各理事及び技術委員会委員長から出されたためこれを8人に絞るのに難航し、全部を選考し終わったのは夜中を過ぎる頃であった。又新しい試みとして各委員会に Instrumentation 専門の委員を置くことになった。新しい委員の名前は別表に示す通りである。

新理事会

第15回 ITTC の新理事の顔合せは、11日の General session, 閉会式について行われ、次期 Chairman であるオランダの Van Manen から、会期を短くし Session を5つに統合する方針が披露されて承認された。

次回は1976年の3月末頃オランダで開催されることになり、その後の委員会についてスウェーデン、ソ連及び日本から招待が申し入れられた。

総会(General Session)の経過

第1回総会は9月3日午前開会式に続いて行われた。最初に13回 ITTC 以後の技術委員会委員の交替及び新しい Member organization が披露され承認された。

新しい Member organization は次の通りであり、氷海関係の施設の参加が目立った。

Wartsila Icebreaking Model Basin

(フィンランド)

明石船型水槽

(日本)

Offshore Technology Corporation (アメリカ)

Hydraulic Engineering Laboratory (インド)

Aritec Incorporated (アメリカ)

ITTC の運営規則には大きな変更なく、問題なく承認された。又、15回 TTC (1978) に対しオランダの NSMB からの招待が確認されたこと、及び16回 ITTC (1981) に対し Dr. Voznessensky よりソ連の招待の可能性が示唆されたことが報告された。

第2回総会

第2回総会は9月11日午前、閉会式に先立って行われ、新委員(別表)の承認、新 Member orga-

nization の承認、Presentation committee を Presentation and Information committee に変換することの承認、各技術委員会に Instrumentation の専門家を置くことの承認等が議長の Mathews も驚くほどスラスラと運んだが、各技術委員会の勧告 (recmmendation) の採択に入ってから Propeller committee の勧告に、アメリカの Morgan が異常な程しつこく細部にわたって喰い下り、かなり時間を費した。

最後に次回の15回 ITTC (1978) はオランダの NSMB の招待を受けてオランダで開催されること、又16回 ITTC (1981) はソ連とブルガリヤの協同で招待があり、多分レーニングラードとバルナで開催されるだろうということが報告されて閉会した。

今回も代表の資格にかなり厳しい制限がつけられ、これまで毎回代表で出席し貢献のあったイギリスの Goodrich が代表として認められずオブザーバーにされたため、これを不満として欠席する等のあることがあり、これを総会で問題にしようとする動きもあったが、次回は Van Manen がかなり Open なやり方を取るだろうという予想もあって、前回のよう総会で大学と Commercial tank の対立が表立って出されたことはなかった。

会議の運営、行事の運営に全般的に適切で気持のよい会議であった。

会議場は政府の会議場で金モールの軍人(又は守衛)が玄関におり、出入毎に“Good morning sir”とか“Have a nice day”とか挨拶してくれるのは気持よかった。この会議場は昔の駐車場を改造したものだとのことである。

List of Committees for 15th Conference

EXECUTIVE

Chairman

Prof. Dr. Ir. J. D. van Manen / オランダ

Vice Chairman

Mr. S. T. Mathews / カナダ

Ing. Gen. A. Casteral / フランス

Mr. W. A. Crago / 英国

Dir. D. H. Edstrand / スウェーデン

Dr. P. G. Maioli / イタリア

Prof. G. A. Matveyev / ソ連

元良誠三 / 日本

RESISTANCE

Chairman

Ing. Gen. R. Brard / フランス
Dr. Ing. G. Collatz / 西独
Dr. G. Gadd / 英国
Dr. L. Larsson / スウェーデン
Dr. J. H. McCarthy / 米国
丸尾孟 / 日本
Dr. Ing. S. D. Sharma / 西独
Prof. T. Wu / 米国

PERFORMANCE

Chairman

Mr. H. B. Lindgren / スウェーデン
Ing. Gen. M. Aucher / フランス
Mr. B. S. Bowden / 英国
Dipl. Ing. A. Gross / 西独
Mr. K. Minsaas / ノールウェー
Mr. J. J. Muntjewerf / オランダ
田村欣也 / 日本
Mr. R. Wermter / 米国

SEAKEEPING

Chairman

Mr. D. C. Murdey / カナダ
Mr. G. Cox / 米国
Mr. K. Gisvold / ノールウェイ
Dr. A. R. Lloyd / 英国
Mr. M. F. van Sluijs / オランダ
Dr. N. Rakhmanin / ソ連
竹沢誠二 / 日本
田崎亮 / 日本

MANOEUVRABILITY

Chairman

Mr. L. Wagner-Smitt / デンマーク
Capt. Dipe. Ing. J. Brix / 西独
Mr. D. Clarke / 英国
Dr. H. Eda / 米国
藤井齊 / 日本
Dr. Ing. J. P. Hooft / オランダ

Mr. B. Nizery / フランス

Dr. V. N. Treschevsky / ソ連

PROPELLER

Chairman

Dr. J. W. English / 英国
Dr. A. Dyne / スウェーデン
Dr. E. Huse / ノールウェー
Prof. Dr. Jarzyna / ポーランド
Dr. W. B. Morgan / 米国
Dr. P. van Oosanen / オランダ
Dr. H. P. Rader / 西独
横尾幸一 / 日本

CAVITATION

Chairman

Prof. Dr. Ing. C. Kruppa / 西独
Dr. J. L. Callejon / スペイン
Dr. A. Emerson / 英国
Dr. A. S. Gorshkoff / ソ連
Dr. J. H. J. van der Meulen / オランダ
Dr. F. B. Peterson / 米国
Dr. J. O. Scherer / 米国
高橋肇 / 日本

PRESENTATION & INFORMATION

Chairman

Prof. Dr. L. Mazarredo / スペイン
Mr. M. Fancev / ユーゴスラビア
Prof. B. Johnson / 米国
Dr. H. Lackenby / 英国
Mr. M. D. Miles / カナダ
Dr. Nikolaev / ソ連
岡田正次郎 / 日本
Prof. Dr. Ing. M. Schmiechen / 西独

ICE PANEL

Dr. Y. N. Aleksjev / ソ連
Mr. G. Frankenstein / 米国
Mr. E. Makinen / フィンランド
Dr. J. Schwarz / 西独

Advisory Council

伊 藤 達 郎

船舶技術研究所

本評議会は前回の第13回 I T T C 本会議(1972年)において設置されることになったもので、理事会が検討すべき問題点について理事会に対して勧告することと技術委員会の勧告案をチェックしてこれにアドバイスをすることを本務としている。

そのメンバーは、I T T C のメンバー機関のうち

- (a) 諸種の研究, 例えば抵抗, 推進, 操縦性, 耐航性, シミュレーション, プロペラ特性およびキャビテーション等の研究を行う能力があること
- (b) その機関の大部分の仕事が Commercial, 政府または政府間機関の費用で行なわれていること
- (c) I T T C の目的に沿った仕事について長い経歴を有すること

の3条件を満たす機関の代表者により構成されている。

評議会議長は Cummins (DTNSRDC) である。会期中に評議会の会合は前後3回行われた。

9月3日午後の会合では、議長が準備している議題のほかに、各メンバーから提案する議題あるいは話題についての話し合いののち、

- (a) 新技術委員会の設立
- (b) I T T C の目的および構成についての検討
- (c) 次回 I T T C の進め方

の3議題について討論した結果、それぞれ次のような勧告を理事会に対して行なうこととした。

(a)は、かねてからその設立の希望があった Installations and Instrumentations Committee の新設の件であるが、これについては Hydronautics 社の Goodman を委員長とする Ad Hoc Committee で検討されていて、新委員会ができた場合の利点と欠点等について、特に出席した Goodman の説明を聞いた。

その結果、これに関する新しい委員会を作る方向には進まずに、既存の各技術委員会のメンバーのうちの1名をこの関連の仕事の担当者とするこ

し、次回の本会議の Group discussion の準備のための Panel をも構成すべきことを理事会に勧告することになった。

(b)は、試験水槽の業務として海洋開発関係の仕事の比重が増加しつつあり、また、過去十年の間に各研究機関の改組や拡充が海洋開発重視の線に沿って行なわれている現状にかんがみて、I T T C もその目的、使命、構成、運営についても再検討を要するであろうとの提案である。意見の交換の後、再検討の必要を認め、これを検討するための特別委員会 (Blue Ribbon Panel) を設けることについて決をとり、賛成多数で、この設置を理事会に勧告することになった。この件に関して、最終日の総会では、次期の理事会自身がこれを検討することになった。

(c)について、次回の主催国の van Manen から次のような提案がなされた。(これは本会議の期間が長過ぎるので、これを能率よくするためと、上記(b)項の主旨も考慮した案である。)

すなわち、第15回 I T T C は次の5つの項目についてそれぞれ一日を割り当て、既存の技術委員会に関連するものは適宜いずれかの項目のなかに含め、Group discussion も同様にこれらのなかで行うことにした案である。

1. The Hull
2. Propulsion
3. Towing Tank Systems and Techniques
4. Ship Handling
5. Ocean Engineering

この提案は各メンバーの賛成が得られ、これを理事会に勧告することになった。

9月10日の会合は予定を早くして、8時から開かれたため、朝食抜きのメンバーも多かった。この日の主要議題は各技術委員会作成の勧告案のチェック (Review) であるが、その案が提出されるまでの間、Presentation Committee の存続をどうするか

の検討を行った。その結果、この委員会の仕事がま

だ残っていることと、上述の I T T C の目的、使命等の検討とも関連して、もう一期存続することを勧告することになった。

また、今回の Proceedings の長さについて意見の交換があり、本会議の前に報告書等をすべて読み得るような長さにして、討論が能率よくできるようにしたいことと、経済的な理由により、結局、各委員会毎に、その報告書も含めて 50~100 ページとし、会議での討論に直接関係あるもののみを印刷することになった。

並行して開かれていた各技術委員会の委員長あるいは幹事が、それぞれの勧告案を持参して、つぎつぎに参会した。各委員会の勧告案を逐条審議し、意見をもとにして整理や修正が加えられた。この勧告案の審議に意外に時間を要したが、この修正案が最終日の総会では一部の例外を除き時間を要せずほとんどが簡単に賛成が得られたのも、この評議会の存在意義の一つといえる。

最終日 9 月 11 日の閉会式終了後の評議会の会合では、次期評議会議長の選挙を行なった。これについては、9 日に候補者の予備投票を行っていて、辞退者を除いて、4 名の候補者の中から無記名投票により新議長を選んだ。

投票の結果 Cummins が 12 票で再選された。次点は 5 票の Paffett (NPL) であった。副議長も必要であろうということで、また同様に投票して Paffett が 11 票で選ばれた。次点は 9 票の Edstrand (SSPA) であった。結局、正副議長共に英語国民

となった。

筆者は船舶技術研究所の代表ということで評議会にはじめて出席した。日本からは三菱長研の渡辺、目白水槽の矢崎、目黒水槽の松岡の諸氏とともに出席したわけであるが、まず、何時ものことながらわれわれの語学力の不足が痛感されたわけであるが、20 名余りのメンバーの会議となると英語国民の発言が多くまた長く、非英語国民、殊に日本の代表の発言はどうしても少なくなってしまう。

筆者は、今回幸い I T T C 開催以前に 3 週間既にアラスカをはじめとして米国に滞在していたので、耳がなれていたため、連中の議論を理解することはできたが、仏、独等をはじめとする外国人とともにわれわれの発言は少なかった。ある議題で決をとる段になって、筆者でも聞きとれている問題点について、われわれより良い耳を持っている管の歐洲の代表者が何回も「何についてどういう決をとるのか」を聞いたはず場面があった。如何に、早口で議長をはじめとする一部の人が発言したかが想像されるであろう。

最終日の会合の終りに、Edstrand が、さすがにたまりかねて、非英語国民にもよく分るように発言すべきであり、ことに、世界の船舶建造量の半分以上を建造している日本の代表の意見を十分に聞くべきであると、とつとつと発言した。Cummins 議長と、特によく発言した Eisenberg (米、Hydronautics 社) が次回からは十分に注意することを約束する旨のアポロジャイがあり、閉会した。

■ 第 7 回国際船用機械海洋技術展が開催

ヨーロッパ最大の船舶工業見本市として、世界 17 ヶ国から 400 社を越す大手船用機械メーカーが参加する第 7 回国際船用機械海洋技術展が、今年 9 月 21 日から 25 日までの 5 日間、西独ハンブルク国際見本市会場で開催される。

特に今回は、6,000 馬力までの船用モーター、甲板機器、操船機器、特殊船、船用計器、レーダーなど性能、技術レベルの高い展示品が展示され、広い関心を呼ぶものと予想される。また同展示会と並行して海洋開発技術と造船技術にテーマをしばった専門会議がハンブルク国際会議場で開催される。

なお詳細は、わが国窓口にあたるハンブルク駐日代表事務所（東京都千代田区霞ヶ関 3 丁目 8-1 虎ノ門三井ビル内 電話・503-5031）へ問い合わせのこと。



第 6 回国際船用機械海洋技術展風景

Resistance

丸 尾 孟

横浜国立大学

第14回 ITTC の抵抗部会は技術部会の第 1 日目 9 月 4 日午前 9 時より 12 時 30 分までの間に 15 分の休憩時間をはさんで会議場である Conference Centre の Sussex Room と呼ばれる中規模の会議室で開かれた。理事会のメンバーであるベルリン水槽所長の Schuster 博士が司会者となり、Brard 委員長以下抵抗委員会のメンバーが壇上に並んで会議が進められた。今回の会議における抵抗委員会メンバーの顔ぶれは次の通りである。

R. Brard 大将 (委員長, フランス)
L. Landweber 教授 (書記, アメリカ)
K. Wieghardt 教授 (西ドイツ)
T. Wu 教授 (アメリカ)
丸尾 孟 (日本)
G. Gadd 博士 (書記, イギリス)
F. C. Michelsen 教授 (ノルウェー)
M. Gertler 氏 (アメリカ)

(以上先任順)

開会にあたってまず司会者より簡単な開会の辞があった後、Brard 委員長はまず第 10 回会議以来当委員会のメンバーであり、第 11 回以後健康上の理由から委員を辞任した後も名誉委員として多くの委員会に出席し、国際水槽会議に多大の貢献のあった Weinblum 教授の死去に対し、深い哀悼の意を表し、今回の抵抗委員会報告が彼の霊に捧げられる旨を述べた。委員長はさらに抵抗委員会が過去 3 年間に行ってきた作業の目標が抵抗のより正確な推定法を試験水槽に提供する点にあると述べ本会議の了解を求めた。次いで委員会報告の説明に入り、委員長に代って Landweber が本文を要約して報告した。また附録については各委員より担当の分野についてそれぞれ説明がなされた。会議に先立ってあらかじめ出席者に配布された委員会報告は本文及び 12 の附録からなり、その内容は略次のようなものである。

緒 言

委員名簿及び第 13 回 ITTC 以後行われた委員会
会合の経過

委員会の作業内容

1. 船体抵抗の算定
 - 1.1 簡単な歴史的解説, 1.2 抵抗成分, 1.3 抵抗成分の測定, 1.4 抵抗の算定, 1.5 造波抵抗の研究, 1.6 船首の現象, 1.7 流場の研究, 1.8 粘性流の計算, 1.9 剝離の尺度影響
 - 1.10 実船計測
2. 制限水路影響, ブロッキング修正
3. 特異な型の船, 水中翼船, ACV, 双胴船など
4. 寄稿論文の概要
5. 結論

文献表題

- 附録 1 第 13 回 ITTC の決議及び報告
- 附録 2 模型船の粘性抵抗決定法 (Landweber)
- 附録 3 波形計測法 (Gadd)
- 附録 4 水上船模型の結性及び造波抵抗成分分離決定法に関する意見 (Brard)
- 附録 5 模型の資料より実船抵抗を算定する各種方法 (Brard, Gadd, Landweber)
- 附録 6 模型船の抵抗に対する水槽壁影響 (Landweber)
- 附録 7 境界線に関する意見 (Wieghardt)
- 附録 8 模型船の乱流遷移を固定する問題 (Gadd)
- 附録 9 滑走艇の性能算定 (Michelsen)
- 附録 10 双胴船及び半没水船の文献調査 (Wu)
- 附録 11 ACV の文献調査 (Gadd)
- 附録 12 寄稿論文の紹介 (Gadd, Landweber)

以上のような委員会報告の提示があった後第 14 回 ITTC の抵抗部会における報告の草案が提出された。これは本部会の開催に先立って抵抗委員会が教

回にわたって会合を持ち、討議を尽して草案として採択したもので、部会開催に先立って印刷のうえ出席者全員に配布された。これは抵抗部会における質議討論の結果をふまえて若干の手直しが施こされた後、本会議最終日の総会にて採決されることになっており、総会に提出された最終案は次の通りである。

抵抗委員会勧告

1. 抵抗の見積り（排水型船）

模型試験結果より実船の抵抗を算定する方法の改善はITTCの主要目的の一つである。各種の方法を試運転結果より評価することは実船資料のばらつきによって結論が得られるには至っていない。この問題における不確かさの原因として各抵抗成分間の相互影響が寸法によって変ることが考えられ、これを明らかにするため次のような研究が行われるべきむね提案する。

1.1 波形及び伴流分布の計測

これらは(i)伴流と船体あるいは境界層より発生する波との間の相互影響、(ii)伴流と水槽壁で反射した波との相互影響、(iii)測定長さによる波形計測結果の変化を求める目的から同時に行うのが好ましい。伴流計測や波形計測には水槽の静震の影響も注意すべきである。

1.2 圧力抵抗の研究

これは種々のフルード数及びレーノルズ数における粘性圧力抵抗を見積る目的がある。次のような研究方向は役に立つであろう。

1.2.1 大型肥大船模型（長さ6メートルから12メートル）の相似模型試験で、伴流計測、波形計測、船尾に多くの圧力測定孔を設けて行う流場の研究等を同じ模型で行う。

1.2.2 船尾で圧力分布が境界層の肥厚化や伴流によって多分に変化した部分の流れを扱うように境界層の理論計算法をさらに開発すること。

1.2.3 模型船船尾近くで境界層速度分布や表面圧力の計測をさらに行う。

1.3 剝離及びその尺度影響の研究

船尾渦の発生をもたらす剝離は船首と船尾双方のビルジ彎曲で起るであろうし、また船尾渦は他の部分でも多分起り得るであろう。船尾渦を伴わない死水域は推進器の上側で起るかもしれない。これらすべての型の剝離による抵抗増加を識別するため実験研究が必要である。船尾渦に伴う抵抗については、附録4に示した方法が有効かも知れないし、一方剝

離については表面圧力分布と境界層排除厚とを関係づけることができるかもしれない。これらの研究の目的は抵抗増加がレーノルズ数によってどのように変るかを知るためである。剝離の尺度影響を見積るのにもっと簡単な方法は考えられそうにない。特に委員会は抵抗試験結果を直接実船に外挿し得るように既知の制御可能な方法で模型サイズでの剝離を減少させることができそうにないと考える。

抵抗算定に関連のある他の項目としては、

1.4 模型試験の資料が使える前の抵抗の見積り、しばしば抵抗の予備の見積りが試験水槽に必要なことがある。これを行うのに、造波抵抗理論を一つの手段として利用することを勧める。但し理論を一層改善することが必要ではあるが。

1.5 浸水したトランサム船尾を持つ場合

Penelopeの実船曳行試験より得られた抵抗曲線と、模型試験より得られた曲線との差は、速力の増加によりトランサム後方に空洞がはじめて出来る速度に対する尺度影響によるものと考えられ、その研究が必要であらう。

2. 造波抵抗の研究

造波抵抗理論は水槽業務に大には関連している。前述の項目1.4はその一例であり、また良好な船型を得る助けとするのもその例である。非線型影響及び粘性影響を含む理論の開発が求められる。

3. 船首の現象

層流域の範囲、碎波、ビルジ渦の発生のような船首の現象について活発な研究が行われるべきである。これらはすべて抵抗見積りの問題に関係がある。

4. 模型と実船の境界層の比較

このような比較は乱流境界層計算法の妥当性を確かめるために行い、抵抗算定法により確かな基礎を与えるよう勧告する。

5. 制限水路試験

附録6にあるような当面のブロック率公式より高い水深ベースのフルード数を取扱えるように発展させるべきである。

6. 特異な形式の海の乗物

排水型船以外の海の乗物の抵抗を見積る問題を活発に研究すべきである。これらの問題は飛沫抵抗、誘導抵抗等の研究を含み、その解決には新しい実験技術や解析法の開発が必要であろう。

上に述べた分野のいずれかに関し大規模な研究を計画している機関は抵抗委員会と連絡をとり、研究努力が有効に組織されるよう勧告する。関係する研

究機関ではそれぞれ専門家が研究すべき問題を指定するのが先決であるが、委員会は特に1・2及び1・3の重要性を強調したい。

抵抗委員会の所見

1. 波形及び伴流解析の双方に系統的誤差が存在するが、これらは過大評価すべきではない。
2. ブロッケー効果の新しい推定法が附録6にあり、各研究機関で従来用いられている方法に加えて使用してみる価値ありと考える。このようにして附録6の理論的方法がそのままの形で他の公式より改善になるか、あるいはもっと開発を進める必要があるか、経験の助けをかりて決められるであろう。
3. 層流域、ビルジ渦、剝離等の検知法は既にあるが、いずれの方法もあまり便利とはいえない。

以上委員会より報告書の提示が終り、質議討論に入った。まず委員会報告に関する討論から始められたが、発言者及び発言内容の概略は次の通りである。

(田中教授) 粘性圧力抵抗の重要性(1. 8)及び1. 4にある相当回転体に関する表現には同感であるが、後者の問題は摩擦抵抗についてののみいえることで、圧力抵抗については、船と回転体とで船尾の圧力分布の対応性はないからこのようなことはいえない。剝離の尺度影響(1. 9)については吸い込みで剝離を避けるという表現は適当でなく、吸い込みはまず第一に剝離発生に対する尺度影響を、次いでその性質を調べるために用いるべきである。また吸い込みによって境界層外の流れは実船のようにすることが出来るかもしれないが、境界層内ではそうではない。報告の1. 9の1行目にある悲観的という言葉には反対である。

(乾教授) 1. 2のはじめにある粘性抵抗の定義について疑問がある。特異船型におけるように非対称な形状では翼端渦の抵抗に類似の現象があり、これを本来粘性影響ととみることは妥当ではない。

(Dr. Emerson) 粘性抵抗と造波抵抗の尺度影響を分離するためにポリマー溶液のような水と異なる液体を用いることについて委員会の意見をたずねる。

(田宮教授) 報告の4ページの最後の部分に誤りがある。 C_w もまた小さいというのは R_w もまた小さいと訂正すべきである。

(Prof. Van Manen) 委員会が種々の問題について検討を加えた事は結構であり、今後も継続してもらいたい。

以上で委員会報告に対する質疑を終り、これに対し、Prof. Landweber(田中教授), Prof. Wieghardt(田中教授), Dr. Gadd(田中教授, 乾教授), Prof. Wieghardt(Dr. Emerson), Brard 委員長(田宮教授, Prof. Van Manen)からそれぞれ答弁があった。この中で特に興味深かったのは田中教授の相当回転体に関する意見に対し Landweber 教授は相当回転体の採用について肯定的な見解を述べたのに対し、Wieghardt 教授は逆に田中教授の見解を支持し、両教授の間で学問上の立場が異なる事を見せた点である。

次に附録に対する討論では次のような発言がなされた。

(Dr. Morgan) NSRDC では熱箔を用いて丸型船首の境界層遷移を研究したが、これによる船首後方 $1/20$ の位置に乱流促進装置をつけたのでは不十分な場合があった。またスタッドよりもトリップワイヤの方が取り付けが簡単で抵抗推定も容易なので良いと思う。

(Dr. Lackenby) 附録10の題目が双胴船及び半没水船となっているが、多胴船とした方が良いと思う。双胴船では縦波の干渉しか利用出来ないので浸水面積の増加によって通常船型よりも抵抗が高く不利である。3胴船では横波の干渉を利用出来、排水量の増加にもかかわらず抵抗を減すことが出来る。

(横尾博士) 附録5について、肥大船及びやせた船の双方について大きさの異なる相似模型について波形計測を行ったが、波形造波抵抗は模型の寸法が大きいくら大きくなった。従って C_w はフルード数とレーノルズ数と両方の関数である。

(Prof. Wehausen) 波形計測で水槽壁影響を避けるため Berkeley 水槽では中心線で切った半分の模型を片側の壁に寄せて試験した。5フィートの模型で壁との隙間が $1/2$ インチから2インチの間では隙間の影響はなく完全な模型と波型が一致した。

(田中教授) 附録5の50ページの(11)式は誤りである。粗い平板の摩擦抵抗を R_n と k_s/L_s の関数としているのは砂粗面に関してであって、船の粗面ではこれと異り他の要素、たとえば波打ちの傾斜などがきいてくるから k_s/L_s の代わりに roughness geometry の言葉を使った方がよい。

(乾教授) 附録2について日本で行われた肥大船及びコンテナ船の相似模型に関する伴流計測及び波形計測を紹介する。附録6について波が線型理論に比べて横方向にずれる事を考慮すべきである。附

録 10 については Dr. Lackenby の意見と同様に 3 胴船のすぐれていることを指摘する。

以上の発言に対して委員より答弁があり、最後に委員会報告案についての質疑討論にうつった。

(Prof. Van Manen) 報告案を全体として承認するが、若干字句の修正を求める。

(乾教授) 1. 1 及び 2 について波形に対する非線型影響を指摘した。

(Prof. Couch) 抵抗見積りは異なる船型を比較するのには重要だが、実船性能には推進も同様に重要である。

(Dr. Cummins) 委員会報告は総体的には結構だけれども報告案は精密さに欠けている。そこでは沢山の研究計画と一緒に提案しているが、もし相当の費用を出してくれるようなスポンサーがあれば自分はやりたいと思う。しかしそれは稀れである。もっと具体的に優先順位をつけた報告ならば有益であろう。項目 1. 4 について造波抵抗理論が特異船型の抵抗見積りに役立つことは異存ないが、標準シリーズに無い通常船型の抵抗見積りも必要であり、これには造波抵抗理論だけが唯一の手段ではない。項目 9 に特異な船型の抵抗とあるが、これは設計者の領域で水槽の関連するのは抵抗の見積りではない。

(Mr. Crago) Dr. Cummins 意見に同意する。

(Mr. Vosper) 項目 1. 5 について AEW では既にトランサム後方の流れの研究に着手している。報告 7 について附録 6 の方法は採用し難く Scott のもっと簡単な公式をとる。

(Prof. Kostilainen) 氷海の抵抗も報告案に入れてもらいたい。

(Dr. Schuster) 剝離の尺度影響と制限水路影響の重要性を指摘し Section I の見積りという言葉より外挿あるいは算定という方が良いのではないか。

(丸尾教授) 巨大タンカーでは満足な模型試験結果の外挿法が無いことに関して、実船及び模型船まわりの流場を解明する必要性を強調した。

(Prof. Van Manen) Dr. Cummins 程悲観的ではなく、造船所といえども基礎研究の必要性を理解して資金を出してくれると思う。

(Dr. Edstand) Dr. Cummins 程悲観的ではないが、Prof. Van Manen 程研究費について楽観的ではない。馬力推定の問題は巨大船に関してのみでなく、新しい型の船が出る毎に大切な問題である。

以上の討論に対し委員長より謝意を表明し、抵抗部会を閉じた。今回の抵抗部会について特に感じた

事は、前回の 13 回 I T T C では抵抗委員会のあり方が基礎的方面に偏り、実際の水槽業務との関連性に欠けるという不満が特に実用水槽方面にあることが委員会報告に対する討論の中にかがわれたが、今回は委員会がこの点特に留意して報告をまとめたこともあって、前回のような空気は認められず、委員会報告案も概して好評だったようで、和やかに会を閉じることが出来た。

なお抵抗部門について正式に提出された寄稿論文の表題及び著者は次に示す通りである。

H. Adachi, "On the Interference Between Bow-generated Waves and Parallel Middle Body at Low Froude Number"

T. Fukase, "The Effect of Seiche on the Tank Tests."

S. Ogiwara, "Calculation of Blockage Effect."

T. Tsutsumi, S. Ogiwara, & T. Jinnaka, "Comparison Between Calculated and Directly Measured Wave Resistances for Mathematical Hull Forms."

K. Tamura, "Blockage Correction."

E. Baba, & K. Takekuma, "A Study of Flow Characteristics Around Bow of Full Forms."

I. Tanaka, Y. Himeno, & N. Matsumoto, "Calculation of Three-dimensional Turbulent Boundary Layer and Wake of Ships."

J. W. Hoyt, "Investigation of Biological Growth on Wax Ship Models."

R. Tasaki, T. Yamasaki, & K. Muraoka, "Increase of Resistance Due to Air Bubbles on the Surface of a Model Ship."

K. Wieghardt, "To the Extrapolation of Viscous Pressure Resistance."

O. Grim, & P. Blume, "Resistance Tests of Two Models with the Same Area Curve."

T. Inui, H. Kajitani, & H. Okamura, "Propagation of Ship Waves on a Non-uniform Flow"

T. Inui, H. Kajitani, & Y. Kusaka, "Analysis of Hydrodynamic Source Singularities for Surface Ships."

H. Tanaka, & H. Kitagawa, "On the Dependence of Viscous Resistance on Froude Number."

N. Hogben, "Routine Measurement of Wave Pattern Resistance."

K. Eggers, "On the Role of Line Integral Terms for the Improvement of Wave Resistance Calculations."

Performance

渡 辺 恭 二

三菱重工長崎研究所

1. 会議の経過

Performance Session は9月4日(木)午後2時より5時半まで、Executive Committee のメンバーである Edstrand の司会で開催された。なお、これに先だって推進性能委員会では、9月3日(水)に、司会の Edstrand を加えて委員会を開き Session の運営方法につき討議を行なった。

Session では、Edstrand の開会の挨拶の後、まず委員長 Lindgren による委員会報告および付録1~3の紹介が行なわれた。委員会が13th ITTC の報告にしたがってこの3年間最も重点的に取り組んで来た問題は、理論をベースとした解析的模型実船間相関法に関する研究であるが、付録1~3はこれに関するもので、委員長が属している SSPA を中心にして全委員の共同作業で取りまとめたものである。

ついで、付録4~8について各担当委員よりその概要を紹介、幹事による Written contribution の紹介があり、最後に幹事 Muntjewerf より報告案の紹介があった。

予定通り約1時間にわたる前記の委員会からの報告の後、休憩をはさんで約2時間をかけて報告・付録・報告案に対する討論が行なわれた。討論には、予想された通り Moor (St. Albans 水槽・英) から、従来から ITTC で認められているいわゆる英国式の経験的相関法にとってかわるものとして、解析的方法を取り上げている委員会の活動方針に反対した意見が出されたが、会場全体の空気には委員会の活動に対する賛意が認められたように思う。その他、乾教授、Johnsson、Mazzaredo 等の解析的方法に対する賛成の意見をはじめ、十数名からの討論があり、予定時間一杯の討論の後、Lindgren から今回の委員会の作業に協力した各水槽への謝辞が述べられて、定刻に Session を終了した。

その後9月9日(火)に委員会が開かれ、Technical Session における討論を考慮して報告案の修

正を行なったが、この結果、乾教授から提案のあった2件は報告案に取り入れられた。更に9月10日(水)の Advisory Council の報告にもとづいて報告案の表現法に若干の修正が加えられ、この報告案が9月11日(木)の総会において次期の委員会活動の指針として採択された。

2. 委員会報告書の概要

1) 委員の名簿

1972年の13th ITTC で指名され、この3年間委員会の作業を行ってきた委員は下記の8名である。

Aucher, M. (Bassin d'Essais des Carenes, Paris, フランス)

Bowden, B. S. (NPL, Feltham, 英)

Gross, A. (VWS, Berlin, 西独)

Lindgren, H. (委員長, SSPA Gothenburg, スウェーデン)

Minsaas, K. J. (NSFI, Trondheim, ノルウェー)

Muntjewerf, J. J. (幹事, NSMB Wageningen オランダ)

渡辺恭二 (三菱長崎水槽, 日本)

Wermter, R. (DTNSRDC, Washington, 米)

2) 前回13th ITTC の報告

報告のはじめに委員会の活動のもととなった13th ITTC の技術的決議と報告を再掲しているが、この中で理論をベースとした解析的相関法に関しては、この方法を確立するための研究を進めるべしという12th ITTC (1969) の報告を再確認し、更に、Lindgren により示された理論をベースとした試運転結果解析法を多くの水槽で試みて、その結果を将来の性能推定法検討のベースとして委員会に報告すべきことが述べられている。

また一方、未だ定まった理論的方法を推奨すべき段階ではないとして、模型試験結果から実船性能を推

定する方法としては、ITTC (1960) の英国式の方法が再確認されている。

その他、推進性能委員会として今後更に研究を進めるべき項目につき述べているが、これらの項目は今回の委員会報告の付録の項目と一致するので省略する。

3) 委員会の活動

委員会では、13th ITTC の勧告にしたがって、将来の模型実船間の相関の研究のベースとなる世界共通の一つの方法を作ることを目標としたが、これには、できるだけ多くの水槽のデータをもとにして作業をする必要があるため、委員会ではまず Trial Prediction Test Programme を作り、これによる共同作業を実施した。

これは、なるべく多数の水槽が持つ試運転データから共通の解析法により模型実船間の相関を求め、今後の研究のベースとなる基準的な解析的相関法を求めようとするもので、この計算法は機械計算のプログラムに生まれ、このコピー (1745 枚のカード) が各委員をはじめ、このプログラムに参加するその他の 6 水槽に送られた。

各水槽では、これによりそれぞれが持っている試運転結果を解析し、得られた相関係数が SSPA に集められた。その取りまとめ結果が付録 2 に、また委員会によるこれらの結果の検討結果が付録 3 に収録されている。

以上の結果、参加の各水槽からの貴重なデータの集積により、理論をベースとした実船性能推定法の作成への重要な一歩が踏み出され、試行の結果からこれまでの推定法より精度の良い方法を得ることができた。ただし、今回の資料は肥大船のものが大部分であるため、直ちに標準的な性能推定法を提案するまでには至っておらず、今後船型船を含む多くの実船データを集めることが必要であり、今後とも多くの水槽の協力がのぞまれる。

今後の作業の方向としては、これらの新しいデータを加えて、粗度修正 ΔC_f を長さ等の関数として精度よく推定する方法を求め、船型船の form factor の推定、伴流係数の尺度影響の把握等が必要であり、更にそれらのベースとして、水槽間の試験・解析法の統一、模型試験・試運転測計の技術の向上が必要である。

3. 委員会報告付録の概要

○付録 1 Description of ITTC Performance

Committee Prediction Test Programme.

報告書には記されていないが、Test Programme 作成の経緯を若干付記すると、3 年前の委員会発足当時は、13th ITTC の勧告通り、13th ITTC の付録 2 に示された理論的解析法を各機関が実行し、解析結果およびその方法に対する意見を委員会がまとめ、一つの標準的方法を作りあげて行くことを意図していた。しかし、日本・スウェーデン等の一部の水槽を除いては、この方法について十分の理解がなく、付録 2 に示された指針のみでは満足なデータの収集が困難であることがわかったため、第 3 回の会合の前、SSPA で Test Programme の原案を作成し第 3 回会合での討議を経て今回の付録 1 に示す Trial Prediction Test Programme を作成したものである。この方法は基本的な考え方としては、わが国で実用されている模型実船間の相関の方法と同じであるが、この Test Programme では、我々が経験的係数として試運転結果の解析から求めている ΔC_f および伴流係数の尺度影響 (e_t) をあらかじめ数種類与えて推定計算を行ない、推定値と試運転結果との一致性を比較検討するようになっている。なお ΔC_f , e_t の外にも、form factor, プロペラ特性の尺度影響修正等に種々の方法を試み、これらの方法の妥当性が検討される。

この共同作業に参加する各水槽では、指定された試運転結果および水槽試験結果のデータを入れて、各自で電算機による計算を行ない、得られた相関データのみを委員会に報告する方法がとられており、各機関の生データを提供することによる不具合を避けるよう配慮されている。

○付録 2 Comparative Calculation with ITTC Trial Prediction Test Programme

付録 2 には Test Programme による比較計算の概要が記されている。この共同研究に参加したのは、委員が選出されている 8 水槽のほか、日本の造船技術センター、石播重工水槽およびデンマーク水槽の合計 11 機関であった。

集められたデータの総数は、212 隻の試運転結果 833 点 (速力試験における一速度のデータを一点とする) である。データが提供された船の C_b , LWL , V_s 別のヒストグラムが示されているが、 C_b では 0.8~0.84, V_s では約 16 ノット付近に集中しており、船種別に見ると、212 隻中 127 隻が Ore and Oil Tanker であり、最も多い。

○付録 3 Result of Calculation with ITTC Trial

Prediction Test Programme

Test Programme では前述の通り ΔC_f , e_i その他に理論をベースとした種々の推定値を採用して、今後の研究のベースとすべき推定法の検討を行なっているが、付録3に検討結果が報告されている。

種々試みた推定法について、それらの良否の判断の基準としたものは、

- 1) 水槽試験結果から推定法により求めた実船性能と試運転結果との比(軸馬力およびプロペラ回転数に対するこれらの比を C_P , C_N と表示する)が1に近いこと。
- 2) C_P , C_N の値の分散の標準偏差 ΔC_P , ΔC_N なるべく小さいこと。

である。結果の一例として下記の3方法に対するこれらの値の比較を次に示す。

	C_P	C_N	$\Delta C_P/C_P$	$\Delta C_N/C_N$
Method 71	1.037	1.039	0.1036	0.0357
Method 72	0.979	0.992	0.0861	0.0317
Method 55	0.987	0.995	0.0831	0.0277

ただし、ここで Method 71 は2次元外挿法を採用した従来の純経験的方法。Method 72 は、解析的方法の基準としたもので、3次元外挿法を採用、 ΔC_f は一定とし、伴流等の尺度影響を考慮した方法。Method 55 は、粗度影響の理論的検討をベースにして ΔC_f を L_{WL} の関数として表現しその他は Method 10 と同じとしたもので、試行結果最良と判断されたものである。

この結果より解析的方法の利点は明らかであり、また ΔC_f を船の長さ等の関数として与えることの利点を示している。

また、一般に同一機関内のデータの分散にくらべて、水槽間のデータの分散が大きく、まだ水槽間の試験法解析法の不統一の影響も大きいと考えられるので、水槽間の試験法、解析法の相違についてもアンケートの結果により検討を行なっている。

次に付録4以上について表題のみを示す。

- 付録4 Form Factor. by A. Gross
- 付録5 On the Flow Pattern at the Stern of Full Ship Forms. 渡辺恭二
- 付録6 Scale Effect on Propulsion Factors. by K. J. Minsaas, R. Wermter and A. G. Hansen.
- 付録7 Hull Deterioration and Fouling. by J. J. Muntjewerf and B. S. Bowden

- 付録8 Wind Resistance of Surface Ships. by W. B. van Berlekom

4. Written Contributions

前もって委員会に提出された Written Contribution のうち、各委員が担当の報告とりまとめの参考としたものは委員会報告に添付して配布された。推進性能委員会関係で採用された Written Contribution は次の9篇である。

- 1) A Simple Method for Estimating Propeller Blades Drag from Thrust and Torque Measurements at Sea. by M. Aucher
- 2) Examination of the Wake scale Effect for Single-Screw Ships using the NPL/BSRA Correlation Data. by B.S. Bowden and N. J. Davison.
- 3) Performance Prediction Factors for Twin-Screw Ships. by James Dawson
- 4) Effect of the Contraction of Flow on Wake by the Propeller Suction. 笹島孝夫・永松哲郎
- 5) On the Scale Effect of Boundary Layer Separation. by H. Grothues-Spork
- 6) Effect of Turbulent Stimulator of Model Propeller on Propulsive Performance. 矢崎教生・鈴木勲
- 7) A Study on the Propeller Surface Flow in Open and Behind Condition. 笹島孝夫
- 8) Wake Distribution Measurements on Actual Tanker and its Large Scale Model. 並松正明・村岡賢二
- 9) Instability of Thrust and Torque during a Self-Propulsion Test of Modern Full Ship Forms. 矢崎教生

5. 討議の概要

委員会報告ならびに勧告案に対する討議者は、Moor (英), 乾教授, 田中教授等15名であった。

これまで一応 I T T C の標準的方法として認められてきた英国式の $1+X, K_2$ という純経験的係数を用いた模型実船間の相関法に対抗して、理論をベースとした解析的相関法を I T T C の標準として作りあげようとする委員会の動きに対しては、英国からはげしい反論が予想されたが、委員会の動きに対する反対意見は Moor から出されたのみであった。

Moor の討論の要旨は、委員会が英国式の相関法について何もふれていないのは 13th ITTC の勧告に反するものである、Test Programme の結果一番良いという方法をあげているが英国の Scott の方法よりすぐれている所は何もない、英国式の $1+X$, K_2 と新しい方法の ΔC_f , ΔW とは同じものではないか、広くデータを集めたと言っているが水槽によっては乱流促進もやっていない所があり、水槽により方法が異なるとは十分な解析はできないのではないか、等々、英国式の方法の正しさを主張し新しい Prediction Method の動きに反対を唱えたものであった。これに対し議長 Lindgren から、Scott の方法は純経験的に Regression Method により多くの変数を含んだ経験式を求めたもので理論的根拠がなく、集められたデータの範囲内でしか有効でない、これに対し今回の方法は理論をベースとしており、新しい分野の船型への活用の道が広い、また水槽による試験方法の相違に関しては委員会でも今後調整してゆくつもりである等の回答があった。Lindgren は最後に「このほかにもいろいろ云ったようであったがあまりに流暢な英語で早口にしゃべられたのでおぼえていない」としめくくって坐ってしまい。満場の爆笑のうちに他の質問は無視された恰好ですんでしまった。そのほか幹事 Muntjewerf, 委員 Bowden から解析的方法の利点につき補足説明があった。

一方、委員会への賛成の意見としては、Johnsson (スウェーデン)、Mazzaredo (スペイン) 等から、解析的方法は理論をベースとしていることにより新しいタイプの船の馬力推定に対し従来の方法よりはるかに良い結果を与える等の賛成意見があった。また、乾教授からは、ノズル付プロペラ等の特殊推進法に対しては、経験的な全体的相関法では駄目であり、これらに対しても有効に活用できることは今回提案された解析的方法の大きな利点であるので、勧告に特殊推進法の相関の問題を入れるべきこと、また風波の影響について、短波長の波による肥大船の抵抗増加をも加えるべきことが提案され、この2点は最終勧告に採用された。

田中教授からは、伴流の尺度影響の推定法に関し、船尾流れが剝離した場合への適用に関し、船尾流場の計測の重要性が指摘された。また、Collatz (ドイツ・HSVA) から、解析的方法で取扱われるプロペラ効率化の値およびその尺度影響に関連し、自航試験解析に用いるプロペラ単独特性の問題につ

き討論があり、Lindgren からこの点は委員会でも議論が別れている所であり、今後はっきりさせてゆかねばならぬ問題であるとの回答があった。

6. 最終勧告

最終日の総会に提出され承認された最終勧告の要点は下記の通りである。

- 1) 未だ一般に承認され得る解析的実船性能推定法を提案できる段階には到っていないが、Test Programme の結果に示された最良の方法 (Method 55) は今後の研究の出発点とすべきである。
- 2) 今後もっと磨せた船型のデータを揃える必要がある。
- 3) 特殊推進法に対する性能推定法も検討すべきである。
- 4, 5) 略
- 6) 自航試験状態および単独試験時の模型プロペラ翼面上の流れの特性について更に調査することが最も重要である。
- 7) プロペラの揚力および抗力の尺度影響については更に調査が必要である。
- 8) 船体表面粗度については、更に多くの機関からの情報提供がのぞまれる。
- 9) 試運転成績時の風波の影響の修正に関しては、drift angle, 舵角, 操舵による抵抗増加および small sea-state における短波長の波による抵抗増加について更に調査する必要がある。

7. 新委員会

9月11日の総会で指名された新委員会の委員は、旧委員中渡辺が退任し新たに田村 (三菱長崎水槽) が加わったのみで、委員会の中で委員の変更は最も少なく、委員長にも Lindgren が留任した。

3年前、今期の委員会発足当時は、今回の 14th ITTC に理論をベースとした解析的模型実船間相関の方法を提案することを目標としたが、予備調査の結果、一挙に ITTC に承認されうる提案を行なうのは無理であるとの判断から、解析的方法に対する世界の各水槽の理解を深めデータを集めるため Trial Prediction Test Programme の共同研究を行なった。しかし、この3年間の実績の上に立って次の3年間なるべく同じメンバーで、一つの標準的方法を作り上げようというのが議長 Lindgren の強い希望であった。会議期間中に流れて来た噂では、メンバーの大幅な入れ替えの気配もあったが、結果としては議長の希望が認められ、前期と同じ思想のもとに一つの解析的相関法の完成を目標に活動が進められることになり、新委員会の活躍が期待される。

Seakeeping

田 崎 亮

石川島播磨重工業技術研究所

I 耐航性技術委員会

耐航性の技術本会議に先立って、耐航性の技術委員会は、開会式および総会の開かれた9月3日(水)の午後、カナダ政府会議センターの一室で会合を開いた。これは、先に1972年ハンブルクにおける第13回ITTCで指名された今期の委員が、総会直後に開いた第1回委員会から通算すると、5回目の委員会であった。第2回は1973年2月イギリスのセント・オープンス、第3回は1974年2月オランダのワーゲニンゲン、第4回は1974年11月ソ連のレニングラードと、委員会はかなり頻繁におこなわれ、また、会合の合間では、討論や文書の往復によって、委員会の活動はこの3年間極めて活発におこなわれ、その結果が次に述べるような委員会報告および付録の形にまとめられたわけである。この3年間の委員は次の8名であった。

Mr. J. E. Dalzell (アメリカ, スティーブンス工科大学ダビッドソン研究所) 委員長

Mr. D. C. Murdey (カナダ, NRC) 書記

Mr. G. G. Cox (アメリカ, NSRDC)

Mr. R. F. Lofft (イギリス, AEW)

Dr. N. N. Rakhmanin (ソ連, クリロフ船舶研究所)

Mr. M. F. van Sluijs (オランダ, NSMB)

Prof. F. Tasaki (日本, 九大応力研)

Dr. R. Tasaki (日本, 石播技研)

なお、当初の委員 Dr. C. R. G. Lewison (イギリス NPL) は、途中仕事の関係で退き、1974年3月に上記の Mr. R. F. Lofft と交代した。第5回の委員会では、本会議議長の元良教授をまじえて、報告書の最終的なチェック、技術本会議における報告の分担の決定等についての話し合いがおこなわれた。

その後、会期中更に9月8日(月)午後、10日(水)午前および午後の3回にわたって技術委員会を開き、9月5日の本会議の討論および Advisory

Council の提言にもとづいて第14回ITTCの耐航性に関する最終勧告文案を作成した。

II 耐航性技術委員会報告

前項で述べたように、委員会活動の総括として Seakeeping Committee Report がまとめられたがこれは、主催国カナダの組織委員会によってあらかじめ印刷され、会議に先だて各出席者に配布されていた。報告の内容は、序文、作業報告、第14回ITTCの勧告草案等からなる本文と、各委員によって分担執筆された次の11の付録からなっている。

○付録1 文献表題集 D. C. Murdey

- 2 大きな船首バルブのある船とない船の耐航性能の計算値と実験値との比較 G. G. Cox, M. Gerzina
- 3 波浪中の縦揺れおよび横揺れの無次元表示 Y. A. Netsvetaev
- 4 波浪中における船体まわりの流体力の分布—whipping および springing を含む 田才福造
- 5 横揺安定装置の現状 G. G. Cox, R. F. Lofft
- 6 各種の減揺水槽についての模型および実船実験結果の解析 V. A. A. Morenschildt
- 7 船体運動におよぼす水深の影響 M. F. van Sluijs, Tan Seng Gie
- 8 荒天中の船舶の転覆についての研究の現状 I. K. Boroday, N. N. Rakhmanin
- 9 波浪中における自航要素およびプロペラ荷重の変動 田崎亮
- 10 実船観測データの収集と解析—日本でおこなわれた実船観測のまとめ 田崎亮, 竹沢誠, 高石敬史
- 11 海洋構造物 M. F. van Sluijs, H. L. Minkeubery

以下、付録の内容を補足しながら、報告書の概要を説明する。

委員会報告書の概要

1. 序文

まず、委員会の構成、この3年間の委員会の会合等の経過について報告した後、先の第14回 I T T C の耐航性関係報告(船舶, Vol. 46 No. 1, 昭48.1, 76頁参照)をあらためて示し、これに従って3年間の委員会活動がおこなわれたことを述べている。

2. 検討事項の報告

2. 1 文献表題集

付録1に前回の I T T C 以後の耐航性関係の文献がまとめられている。

2. 2 6自由度の船体運動の予測

規則波中の船体運動の模型実験と理論計算結果は、比較的良好一致する場合もあるが、対象とする運動あるいは船型によっては必ずしも充分でない場合がある。今回 Cox は、付録2で NSRDC でおこなわれた実験例をあげて、特に大きな船首バルブをもつ船型では計算値との一致がわるくなり、一般的にあって $F_n=0.30\sim 0.35$ 以上の高速でも同様な傾向があると述べている。

6自由度の船体運動の予測法については多くの点で若干の進歩はみられたが、実験と理論計算の相関については、まへの会議からあまり変化していない。特に横揺減衰については、現在のところ、理論的に完全に解明することは望めないで、尺度影響も含めて、実験的な推定方法の開発が望まれるとしている。また、舵および操舵装置も7番目の自由度として考慮すべきだと述べている。

また、日本の試験水槽委員会でおこなった、各大学・事業所のストリップ法の計算プログラムによる波浪中6自由度の船体運動および耐航性諸要素の計算結果の比較が、高石の contribution によって紹介されているが、同様な計画が I T T C においても実施されるべきであるとしている。

船体運動予測のための理論については、丸尾、小林、黄の contributions を含めて現況を説明しているが、3次元の厳密な理論がどのような形で今後実用化されてゆくかは、今のところ見当がつかないと述べている。

実験技術については、耐航性の実験ではデータ処理用計算機の使用が必須であるとし、強制横揺装置や竹沢の過渡応答実験法についても言及している。また、I T T C の1969年耐航性標準試験法を再検討し、斜波中の場合にも拡張すべきだとしている。

統計的手法の設計面への応用では、まず船の応答

を不規則波の特性を示すパラメータの関数の形であらわすことから出発するが、付録3は、波の標準偏差と平均周期を用いて船の応答の無次元標準偏差をあらわす方法を示したもので、長さ、寸法比のちがう船についてもよくまとまった結果を得ているから、このような方法は実船の相関および初期設計には有効であろうとしている。

2. 3 波浪中における船体まわりの流体力の分布—whipping および springing を含む—

付録4には前回の会議以後の進歩が述べられている。波浪荷重はその変動周期によって、2つに分けられ、その1つは船体振動の最低次の周期以上の周期をもち“準定常”ともよばれるもので、運動が予測出来れば、ストリップ法によって一応計算できるが、例えば、端部、横揺同調時、風上側・風下側の水圧差等で実験と合わない場合もある。他は船体振動の最低次の周期以下の周期をもつもので、これについてはあまり満足な結論は得られていない。またこれ等は船体構造の応答に関連している。報告書では、whipping および springing の定義を提案している。(本委員会の報告にもとづいて表現法技術委員会がその報告書で提案しているものは、springing の定義が若干簡単になっている)短波長の波の中の springing の計算にストリップ法がどの程度有効であるか、また近似的に使えるかどうかは現在のところ疑問であって、この問題をあつかえるような非線形理論の開発が望まれていると述べている。

2. 4 横揺軽減法

付録5に横揺軽減法の現状がまとめられている。ビルジ・キールの横揺に対する抵抗は、最大横揺角ならびに横揺速度とキール幅のレイノルズ数の関数であるが、ここでは、模型船の幅が1m以上であれば尺度影響は無視することができるという Lugovskii の相似模型試験の結果を引用している。

フィン・スタビライザーについては、その効果は期待されているほどではなく、フィン同志、フィンとビルジ・キールの相互干渉、船体とフィンの運動による減衰効果の変化等も未解決の問題であるとしている。付録5、6にも示されているように、減揺タンクの減衰モーメントと横揺角の関係は非線形の場合が多く、実船での性能推定に普通の線形重ね合せの方法を用いると誤りを生ずる恐れがあり、また、減揺タンクは、船体自身の横揺減衰が小さく、同調周波数の波浪外力がある場合のみ効果があるとしている。

2. 5 船体運動におよぼす水深の影響

付録7は、この分野の研究の現状を述べたものである。水深が船の吃水の2倍以上の場合には、現在のストリップ法を若干修正する程度で、実験とよく合う結果が得られるが、それ以下では、水深は船体運動に重大な影響を与えるので、今後更に水深の小さい場合について実験的にも理論的にも研究を続けることが必要だと述べている。

2. 6 転覆

船舶の転覆は、統計的な性質をもった多くの因子の複合によっておこる比較的確率論的現象であり、本来、確率論的にとらえられるべきものであるが、また一方、個々の問題を取り扱う場合には、決定論的手法も必要である。付録8は、両方の場合について言及しており、転覆の条件を決定するためには、危険を生ずるような波の条件と船のパラメータの組合せの中で、船体運動の安定性を研究する必要があるとしている。

2. 7 波浪中の推進性能

第13回ITTCで、正面不規則波中での馬力増加の推定のための暫定的な標準方法として、いわゆる直接馬力法が採択された(船舶 Vol. 46, No. 1, 昭45. 1, 74, 76頁参照)。本委員会ではその使用状況を調査したが、回答のあった26事業所のうち、実際に使用しているのはわずか1カ所であった。このような結果からみて、上記の方法は、標準法として受け入れられないような事情にあると述べている。

馬力増加の推定方法として、スラスト法が多くの所で提案されているが、この方法は、スラストがトルクよりも測り易いこと、また、スラスト減少係数が静水中とかわらないとして、波浪中の抵抗増加から直接計算できること等の利点をもっているとしている。波浪中の自航要素については、付録9に最近の研究の現状が述べられている。自航要素は、波高、波長、船体運動等によって系統的に変化するもので、船体運動のはげしいところで激しく変化し、波長が長くなると静水中の値に近づき、自航要素の中でも特に伴流係数は波高の影響を著しく受けると述べている。波浪中の単独試験結果によれば、没水深度が充分であれば、負荷の平均値は静水中の値に等しくなり、またその変動は流入速度の変化、駆動機の特性を考慮することによって、理論的に予測出来るとしている。

波浪中の抵抗増加については、Kholodilin・Yurkov および、藤井・高橋の contributions とともに

他の最近の研究を紹介し、向い波中のみならず、斜波中에서도比較的よい結果を得ていると述べている。また、不規則波中のいわゆる、成分波の干渉による長周期のスラストあるいは抵抗変化についても言及している。

2. 8 側壁影響

1969年の耐航性標準試験法の図表から、側壁影響の発生する波長範囲等を一応予測することは出来るが、更に進んで、定量的な修正まではおこなえないような現状なので、同一水槽での相似模型試験あるいは同一模型の水槽持ち回り試験等の実験的研究が必要であるとしている。

竹沢・神宮の過渡水波を利用した側壁影響研究の contribution は、不規則波中での側壁影響に関して重要な意味をもっているとしている。すなわち、規則波中での側壁影響が、過渡水波中でも確認されたことは、両者の中間的存在である不規則波中でも同様なことが成り立つこと示すもので、与えられたスペクトラムに対して、前述の1969年の図表を用いて側壁影響を一応予測することが出来るとしている。また、この contribution は、側壁影響が主として船体前半部によっておこされた波の側壁による反射が船体後半部に影響を与えることにより生ずることを指摘しているから、干渉域においても船体応答は波高に対して線形であるとみなしてよいと言っている。この線形性の仮定が成り立つならば、現在おこなわれている不規則波中の性能推定法の確認のため実験では、同一水槽で規則波中および不規則波中の実験をおこなうかぎり、側壁影響はあまり気にしなくてもよいことになると述べている。

2. 9 実船観測データの収集と解析

前回の会議以後、環境特に海洋波については30近い文献が委員会で検討されたが、第12回ITTC(1969年、船舶 Vol. 46, No. 1, 昭45. 1, 70頁参照)の暫定標準波スペクトラムを直ちに改訂するまでには至っていない。また本委員会は、波浪階級のあらゆる方を調査したが、その表現法が各国でまちまちであるから注意すべきであるとしている。

付録10は、日本でおこなわれた実船観測を過去20年にわたってまとめたものである。実船観測で最も困難なものは波浪の観測であり、今後ともこの方面の計測機器の開発が望まれると述べている。また、ログ・ブックの解析の例をあげ、このような方法も耐航性の研究に有力な資料を提供するものであると述べている。

2.10 海洋構造物

海洋構造物の実験的・理論的研究は、各水槽の耐航性に関する重要な仕事の1つになっている。付録11はこの分野について述べたものである。海洋構造物の実験は、従来船舶用の水槽でおこなわれて来たが、繫留、潮流と波の影響等を扱うために、特別の設備も建設されるようになったと述べている。各種の海洋構造物の挙動が解明されるようになったが、非線形性に関連した問題も含めて、なお研究すべき多くの問題が残されているとし、中でも重要なものは、低周波数の横運動、繫留システムと構造物の運動の相互作用、非常常流中の抵抗係数等の問題であるとしている。

報告書には、本文について第14回 I T T C 本会議に提案される報告の草案が示されている。

III 耐航性技術本会議

耐航性についての技術本会議は、会議の4日目、9月5日(金)午前9時から午後0時30分まで、元良教授の司会のもとに開かれた。

委員長 Dalzell が3年間の委員会の活動を簡単に報告した後、報告書の内容にしたがって、各章、節の内容とそれに関連のある付録と written contributions を含めて、各委員が5~10分ずつ順次説明をおこなった。説明の内容は、報告書に含まれていない事実の紹介もあったが、大部分は、前述の委員会報告書の概要と一致するので、ここでは省略する。説明のあと、委員会が提案した報告を Murdey が読みあげ、報告書の順序にしたがって一般討論にはいった。なお、報告書および付録の海洋構造物の部分は、時間の関係で9月9日(火)午後のグループ討論にまわされた。

まず丸尾は、3次元理論必要性を強調した。Loukakis は付録2について討論し、線形理論の結果を非線形な実験結果と比較することは線形理論の拡張であること、バルブ断面にはたらく流体力を8点の湧出分布で近似するは不十分ではないかということ、および Fig. 6 で、不規則波中の実験から求めた応答関数の方が計算値によくあっていることから、非線形応答をもつ船に対してはこのような比較のほうがよいのではないかと質問した。

これに対して、Cox は点数を増しても結果にはあまり影響しないこと、また、規則波と不規則波中の実験結果が一致しないことを認め、実験目的が異っていたため、高速および低速での実験がおこなえな

かったと答えた。竹沢が、試験時間の節約できる利点をもつ過渡水波試験を他の水槽でも利用するとよいと述べたのに対し、Murdey は、同方法は多くの利点をもっているが、各水槽では代表的な海象中での試験を要求される場合も多いと答えた。山内は、高次のスペクトル解析 (bi-spectrum, cross-bispectrum, etc.) の手法を研究し、波海中の船体応答解析に利用することを委員会に要望し、Dalzell はこれに同意した。

Lewis は付録3および不規則波中の試験結果の無次元表示に関する報告案第4項について討論し、不規則波中の船体応答に予測に用いる波スペクトルの選定には、

- 1) Pierson-Moskowitz のスペクトルのような、数学的表示のもの、
 - 2) 多数のスペクトルを用いる、すなわちモンテカルロ法、
 - 3) 数個の異った有義波の各々に対し、多数の代表的な測定波スペクトラムを選び、応答の平均値と標準偏差を波高毎に計算する、
- の3つの方法が考えられると述べ、これらの方法について W I T で比較計算した結果、数学的表示の波スペクトルを用いることには大きな疑問があり、海洋波のスペクトルについてより多く知識を得るまでは、多数の測定された波スペクトルを用いることを報告すると述べた。また、上述の観点から、付録3および報告案第4項の無次元表示法には疑問があると述べた。これに対し、Dalzell は、波スペクトルの選択が結果に影響を与えることは認めるが、W I T の研究の対象が長期予測であるのに対し、付録3の結果は短期に用いられることを前提にしている点に注目する必要があり、また、彼自身は無次元表示についてそれほど悲観的ではなく、また、モンテ・カルロ法の結果も有効に無次元化出来ると答えた。この後、10時45分から休憩し、11時10分から討論を再開した。

まず、Wereldsma は、付録4に関連して現在 Delft 大学の水槽で Springing の模型実験をおこなっており、normal mode で波浪荷重の解析をおこなっていることを述べ、また、報告内に用いられている "selective resonance" の意味について質問した。これに対して、田才は、"selective resonance" は船と波との出会い周期の整数倍の周波数をもった非線形流体力との同調として定義されたものであると答えた。Grim は、船体振動をおこなす流体力に

関する勧告案第5項に関連して、波浪外力による振動の減衰力には流体力以外の減衰力(例えば構造)も考えなければならないと提言したのに対し、田才は、そのような研究は重要であるが、むしろ、I S S Cで論ぜられるべきであろうと答えた。

減揺装置に関連して、Biewer は中程度を艀度の規則波中の試験に加えて、傾斜一定の波からなる不規則波中での試験をおこなうことを提案し、B. Johnson もこの意見に同意した。これに対し、Lofft は本委員会も興味を持つが、多くの水槽はそのような波を造る造波機をもっていないと答えた。また、Aertssen の波の減揺装置の有効性の定義を勧告に採り入れるべきであるとしたが、Lofft はまだその段階ではないと答えた。

付録7に関連して、Kostilainen は、船が浅瀬を横切って走る場合、縦揺れが激しくなり、船尾が触底することもあると模型実験例をあげて報告した。また Grim は、ハンブルク大学の Keil が浅水の低周波域で、C. H. Kim とは少し異った流体力係数を得たと発言し、田才も同様な結果を得たと答えた。

付録8の転覆に関して、田官は模型実験を行うに当り、水槽で現在用いられている送風装置は満足なものではなく、水槽壁、床、天井、曳引車の流れに与える影響も考慮する必要があると述べたのに対し、Rakhmanin も同意した。O'Dogherty は、彼の水槽でおこなった漁船の転覆の統計解析について述べ、また転覆に関する勧告案第8項の用語の訂正を申し入れるとともに、転覆の研究については I M C O と共同すべきことを主張した。これに対し、Rakhmanin は勧告案の改訂の際考慮すると答えた。

波浪中の推進性能に関連して、Gerritsma は、Kholodilin と Yurkov の written contribution は前回の I T T C の付録と同一のものであり、また、その抵抗増加の分離の方法はよくないと批判した。Moor は、波浪中の馬力増加推定法の暫定案の標準化を延期するという委員会の主張に反対して、標準は、よりよいものができたとき、あるいはそれが誤りであることがわかったときにやめるべきであると述べた。これに対し、Dalzell は、“標準”という言葉にも問題があり、Moor がいうような意味ならば、勧告を改訂してよいと答えた。

側壁影響について、竹沢は、干渉域まで線形性を拡張できるという委員会の意見に同意し、これを確認する実験をおこなうべきであると提案し、Murdey もこれに同意した。

実船観測に関連して、山内は、模型実験と実船の相関を得るためには、实际的で信頼性のある良好な出会波浪測定システムの必要性を述べ、その開発を勧告するよう提案した。

Cummins は、普通の標準波スペクトルは実際の波の多様性をあらわさないこと、次の委員会は、Lewis が述べたようないろいろな不規則波中の船体応答推定法について要約し、また検討する付録を考えるべきであること、更に、波浪階級のあらわす数値のまぎらわしさはさけるべきで、有義波高と平均波周期で特徴づけられるべきであることを強調した。Dalzell は全般的にこれに同意した。

この後、委員会の勧告案に対する討論にはいり、Wermter は馬力増加の標準推定法に関する Moor の意見に同意した。Vosper は、海水打ち込み、スラミング等による人為的船速低下を勧告にとりいれるべきであると主張した。Lackenby は、各所の計算機プログラムによる計算の比較には、模型試験結果による確認が必要と述べた。議長 Dalzell は討論に対して謝辞を述べ、これらの点を考慮して勧告案を改訂すると答えた。

以上のような討論の後、元良教授の挨拶で12時30分技術本会議を閉会した。すでに述べたように、以後会期中に3回の委員会を開き、上記の討論、意見を考慮して、勧告案の修正をおこない、Advisory Council に提出したが、同 Council によって大幅に訂正されたものが委員会に帰って来た。委員会は結局その案に同意することにしたが、委員会の主体性がそなわれたように感じられ寂然としなかった。この案は、9月11日(火)午前の本会議に提出され、若干の修正の後採択された。勧告文は、Vに示す通りである。

IV 寄稿論文

技術委員会の報告作成の資料として採択された論文は次の通りであった。

Lugovski, V. V., Kholodilin, A. N. and Shipukov, O. G.; Experimental study of scale effect on evaluation of roll-damping action of bilge keels

Kholodilin, A. N. and Yurkov, N. N.; On added resistance of ship in head waves

Mirokhin, B. V. and Kholodilin, A. N.; Probability characteristics of ship inclination due to erupting wave impulse

- Takezawa, S. and Takegawa, M.; Transient response method for testing ship models on longitudinal ship motions
- Maruo, H.; On the wave pressure acting on the surface of a slender ship fixed in head seas
- Hwang, J. H. and Kim, Y.; Hydrodynamic forces produced by the heaving oscillation of cylinder with chine section
- Takaishi, Y.; Comparison of the computer calculation for ship motions and seakeeping qualities by strip theory
- Fujii, H. and Takahashi, T.; Experimental study on the resistance increase of a ship in regular oblique waves
- Fujii, H. and Ikegami, K.; Measurement of torsional and bending moments acting on a ship hull in regular oblique waves
- Kobayashi, M.; Hydrodynamic forces and moments acting on two-dimensional asymmetrical bodies
- Yuasa, H.; Calculation of the fluctuations of propeller load induced by ship motions in oblique waves
- Grim, O. and Schenzle, P.; A second order effect in wave bending moment
- Hoffman, D. and Lewis E. V.; Experimental studies of springing
- Cowley, W. E. and Lambert, T. H.; Report on an automatic pilot to control yaw and roll
- Nakamura, S. and Hosoda, R.; A method for predicting the power of ships in a seaway
- Aertssen, G.; Speed loss due to weather on one class of containerships in the North Atlantic with reference to the relationship between wind and waves
- Takazawa, S. and Jingu, N.; Investigation on the side wall effect by the transient response method

V 耐航性委員会最終勧告

○調査結果

1 不規則波中の性能は、必要に応じて、特性波周期または周波数および特性波高を含んだ無次元の形式であらわされるべきである。

2 1969年ITTC標準波スペクトラムは再調査されるべきであり、また特性波周期の定義も再考されるべきである。波浪条件をあらわすのに、波浪階級、ビューフォート風力階級を用いるのはさき、特性波高と周期を用いるべきである。

○次回委員会への勧告

1 6自由度を持つ船の線形および非線形の運動の予測方法を改善するために、更に努力をつづけるべきである。現在の実際的な問題を解決するためには、横揺減衰およびその尺度影響を求めるための実験的な方法を発展させなければならない。

2 模型試験結果のある船型について、現在各事業所にある計算機プログラムによって、6自由度の船体運動、波浪荷重、船体まわりの流体圧力を計算し、その結果を比較すべきである。

3 1969年の向い波および追い波中の耐航性標準試験法は再調査されるべきであり、また、それ等は斜波中にも拡張されなければならない。

4 通常の船型に対する、中程度のフルード数における、向い波中の馬力増加推定のための暫定標準法の使用経験を得るように努力を続けるべきである。波による馬力増加の推定法はすべて再調査されるべきである。

5 減揺水槽の有効性に対する基準が開発されるべきである。不規則波中の横揺の標準予測法および実船のデータの標準解析法が確立されるべきである。

6 干渉域で測定される応答曲線の実用的な修正法を開発するために、波浪中の模型実験結果におよぼす水槽寸法の影響をしらべるに適当な理論的な模型を追求すべきである。

7 荒海中の保持速力の予測および実船データの解析法の改善について努力がなされるべきである。

8 whipping または springing を含めて、流体力を予測する実験的および理論的方法の開発が続けられるべきである。

9 契水の2倍よりも小さな水深での船の応答の予測についても考えられるべきである。

10 転覆の基本的な機構について研究が続けられるべきである。船の運動が不安定になるような条件の実験的および理論的研究についても特に注意をはらわなければならない。

11 海洋工学の分野における耐航性が引き続き重要であり、試験方法および予測方法の開発が引き続き行なわれるように勧告する。

(49頁へつづく)

Manoeuvrability

野 本 謙 作

大阪大学

14回ITTCの操縦性分科会は9月5日午後行なわれた。議事のすすめ方はITTCの定式どおり、まず操縦性委員会報告の形で前回ITTC(1972年)で採択された研究方針、それを受けてこの3年間に行なった委員会活動、操縦性研究の最近の動向などを報告、次にこの報告の内容に関する個々の問題ごとに、各委員が分担して作った委員会報告付録(各論)の説明、次いで今回提出された操縦性関係論文のリスト、今後の研究方針の案が提示された。各議事ごとに若干の討論があった。以下にその概略を述べる。

1. 委員会構成と開催——1972~1975

- J. Brix (ハンブルグ水槽)
- 野本謙作 (大阪大学)
- R. K. Burcher (英海軍)
- N. H. Norrbin (委員長, スウェーデン国立水槽)
- 江田治三 (米スチブンス工大)
- B. Nizery (仏造船研究所)
- M. Rakamaric (ユーゴスラビア国立水槽)
- L. Wagner Smitt (デンマーク造船研究所)

委員会開催	13回ITTC閉会后打合、1972年10月
	スウェーデン国立水槽 1973年5月
	ロンドン大学 1974年4月
	ハンブルグ水槽 1974年12月
	英NPL水槽 1975年3月

2. ITTC—1975—操縦性試運転方案

ITTCは1960年に操縦性試験法の標準を作ったが、その後この分野で多くの発展があり、一方英国BSRA、日本造研、NV船級協会などの試運転標準が提案されている。最近では大型船の安全運航に関連してIMCOは一連の操縦性試験結果を造船者が船主に提供することを勧告している。このような背景の下に1975ITTC操縦性試運転方案を作成した。その目的とするところは船舶運航に必要なデー

タを提供すると共に将来の造船設計資料にも役立つ、さらに操縦性研究の学術面にも貢献することである。同時になるべく簡潔な試運転プログラムになるよう配慮した。詳細は14回ITTC操縦性委員会報告付録1に記載するが、その概要は次のとおりである。

- (1) 旋回試験 前進全速、最大舵角(通常35°)両舷、および15°両舷、540°回頭まで。
中、低速旋回試験は必要に応じ実施。
- (2) プルアウト試験 上記15°旋回の終りに舵中央にもどし、整定する旋回角速度測定。Z試験の終りに行なってもよい。
- (3) 発進旋回試験 停止状態から機関半速で発進、同時に最大舵角、180°回頭まで。
- (4) Z試験 10°舵角、10°回頭で舵反転の10°/10° Z試験を前進全速で行なう。可能ならば20°/10° 10°/1°の変形Z試験を付加する。
- (5) スパイラル又は逆スパイラル試験 針路安定性に問題ありと思われる場合には、このいずれかを行なう。よい海況を選ぶこと。
- (6) 新針路試験 必要に応じ行なう。運用上の資料として有用。
前後進(停止)試験 前進半速より後進全速を勧告する。前進速力はいくつか変えることができればさらによい。
- (8) サイドスラスト旋回試験 前進速力0~8kt間、スラスト全力、両舷それぞれ90°回頭まで。船首を風上に向けた状態から始めること。舵中央固定。
- (9) サイドスラストZ試験 前進速力3~6kt間、10°回頭の時スラスト反対舷に全力、舵中央固定。

以上に対し若干の討論があったが特記すべきもなく原案が承認された。但しITTCの性格からしてこの方案に法的な強制力はない。専門家の国際組

織としての提案ないしは勧告と解すべきであろう。

3. 自由航走模型/実船試験の解析法—付録2 . . .

拘束模型実験——強制ヨーイング、旋回腕、XY曳引車CMTなど——から船に働らく流体力を求め、運動方程式を数値積分して操縦運動の推定計算を行なう手順は益々発展しているが、一方自由模型実験はある船型の操縦特性を予知する便利な手法として広く使用されている。又、実船の運動観測から操縦特性を知るためには同じ原理を使うほかないから、この手法はこの点でも重要である。

自由模型/実船実験の解析で大切なことは、実際に行なった個々の運動を記録するに止まらず、これに適切な数学モデルを当てはめて解析し、その船の操縦特性の一般的な表現を得ることである。

今までに多くの数学モデル——操舵に対する船の応答を示す微分方程式ないしは伝達函数——が考えられているが、一つのポイントは最少必要限のパラメタをもつモデルを使うことである。操舵と船の運動の観測という限られたデータから余り多くの操縦特性パラメタを求めることは無理である。そしてその解析の目的に応じて考えてみれば、ほんとうに必要なパラメタの数はそんなに多いものではない。

最近の制御理論の一つの応用であるシステム固定法 (system identification technique) のこの問題に対する応用は興味があり、二、三の討論者がこれに論及した。

提出論文(リスト後掲)中、4, 5, 13, 17はこの節の主題に関するものである。

4. 操縦性に関する縮率影響—付録3

まだ最終的な結論に至ってないが、一般に大舵角旋回性能については縮率影響は少ない。又、肥大船型では縮率影響が大きく、かつ予知しがたい複雑な傾向を示すことがある。瘦型船では試験状態を注意深く一致させれば模型と実船ではよい一致を見ろという意見もあるが、討論でそれは必ずしも正しくない、少なくとも一軸一舵に関するかぎり、瘦型船でも模型の方が実船よりも針路安定がよく追従が早いことが強調された。

いずれにしても操縦性に関する縮率影響は模型、実船間の推進器後流の差が舵の効果に差をもたらす事実と強い関係があり、今後の研究が必要である。

提出論文(8), (10), (14), (18)はこの主題に関係している。

5. 操縦運動の解析における周波数依存の問題—付録4

水面に浮んで動揺する物体に働らく流体力—減衰力や見掛質量——が動揺の周期に従って変化することは周知の事実である。上下動やピッチングの解析では結果に大きい影響を与えるこの事実を操縦運動の解析ではどう取扱うべきであるか。

一連の操舵はそれがどんな形の時間的変化をしたとしても、これを無数の周期の異なる周期成分に分解できる——Fourier 変換又は Laplace 変換。個々の成分周期に対する流体力の係数を使って個々の成分操舵が誘起する運動成分を求める——周波数応答函数又は伝達函数。これら無数の運動成分を合成して所与の操舵に対する運動を求める——逆変換。以上の手順によって線型解析の範囲内に止まるかぎり周波数依存を考慮した操縦応答の計算が可能である。

一方現実の数値計算の結果によると、周波数依存を考慮することなく零周波数における減衰と見掛質量を使う計算と上記の周波数依存を考えた計算とは通常の操舵応答に関するかぎり実際上有意の差が出ない。これは周波数依存が現われる周波数域では船の応答が既に極めて微弱であり、かつ通常の操舵の周波数帯域も低周波に偏しているからである。もっとも出合周期の短い波浪中ヨーイングとか、衝突が惹起する回頭運動などでは上記の方法によるべきである。

結論として通常の操舵応答に関するかぎり従来どおり静的に決定した流体力の係数を使ってよい。関連して強制ヨーイング実験の周波数は周波数依存の現われない低周波域に止める必要がある。 $\omega < 2 \sim 2.5 V/L$ 。V船速、L船長が実際的に周波数依存のない範囲と考えることができる。提出論文(3), (12)はこの主題に関係する。

6. マリナー型船相似模型比較実験結果補遺—付録5

上記のプロジェクトの公式報告は前回出ているが、その後も解析は補足実験は続いている。英海軍水槽 AEW, 米海軍水槽 NSRDC, 米 Davidson 研究所における旋回腕実験結果はほぼよい一致を示し、又、最近行なわれたデンマーク造船研究所(旧 Hya 水槽)の大振幅強制ヨーイング実験の結果はこれらと満足すべき一致を見ている。

7. 異なる拘束模型実験法の比較—付録6

操縦運動を行なう船に働く流体力を模型で測定する方法として旋回腕（旋回水槽）、強制ヨーイング (PMM)、そして部分的な資料に止まるけれども斜曳航法が数えられる。これらの結果の対応を確認しておくことは大切であるが、現在得られた資料としては上記5のマリナー型実験が最も包括的である。この結果は満足すべきものであったが、なお若干の異なる船型について同様のプロジェクト研究が望ましい。

8. 肥大船型操縦性の異常現象—付録7

肥大船型船尾部分の剝離やビルジ渦など複雑な流場構造を反映して肥大船型の操縦性、特に直進付近の針路安定性に関して説明困難な現象が経験されている。この問題は又縮率影響にも大きい関連をもっている。現在のところ、この現象を説明し設計段階で性能を予知するには資料も知識も不足している。今後の研究が強く望まれる。

9. 制限水路における操縦性—付録8

この問題は最近ますます重要になっている。特に前回以後もたらされた結果としては狭水路内ですれ違う二船間の吸引力や回頭力、また水路壁から作用する力などについて相当数のデータが集まりつつある。現在各国水槽で行なわれているこの種の実験方法の概要と共に、これらの資料も付録8にまとめて示してある。

この問題について若干の討論があり一般の関心の高さを示したが、特記すべきものは見受けられなかった。

10. スラストなど舵以外の操縦手段性能試験法—付録9

“通常ならざる操縦手段”、unconventional manoeuvring devices (U.M.D.) と総称されるものはパウスラスト、スタンスラストから回転円筒舵とか船外機型式の推進操縦装置など多岐にわたる。大型船の港内誘導、フェリー型式客船の発進、海洋作業台の制御などに関連して U.M.D. の性能評価、特に試験水槽における模型実験法は一つの関心事である。付録9は各国水槽に回付した質問書回答を基にこの問題の現状を総括した。

11. 提出論文リスト

一般から提出された操縦性関係論文は19編、委員会報告や付録に引用されているものが多い。わが国からは9編、ほぼ半数を占める盛況であった。

- (1) Brix, J: "Some Characteristic Ship Steering Values in Dimensionless Form"
- (2) Eda, H: "A Study of Dynamic Course Instability through Captive-Model Tests and Computer Simulations"
- (3) Fujino, M, and Motora, S: "On the Effect of Frequency Dependency of the Stability Derivatives upon Steering Motions"
- (4) Gill, A. D: "Ship Manoeuvring Equations: The Form Preferred at NPL and Some Comparison of Measured and Calculated Manoeuvres"
- (5) Gill, A. D: "The Requirements of Data Acquisition from a Ship Tracking Test"
- (6) Inoue, S, and Ishibashi, Y: "The Influence of Wind on the Ship Manoeuvrability"
- (7) Inoue, S. and Lim, S: "The Manoeuvrability of Towed Ship Systems"
- (8) Kleinau, D: "Prediction of Cargo Ship Manoeuvres from Model Tests in Rotating Arm Facility, Including a Comparison with Full Scale Trials" (Free transl fr German)
- (9) Koyama, T. and Motora, S: "An Automatic Model Tracking System at the Manoeuvring Tank of the University of Tokyo"
- (10) Martin, LL: "Model-Ship Circle Manoeuvre Correlation"
- (11) Nizery, B: "Results of Zig Zag Test on one Ship at Sea"
- (12) Nomoto, K: "Step Response in Directional Control, Taking Account of Frequency Dependent Hydrodynamic Derivatives"
- (13) Nomoto, K. and Kose, K: "Analogue Zig Zag Test Analyzer"
- (14) Okamoto, M, et al: "Some Experimental Studies of Manoeuvrability of Ships"
- (15) Oltmann, P: "Oblique Towing Tests With a Series 60 Model, With Special Emphasis on Longitudinal Force Component"
- (16) Puls, D: "Studies of Flow past Ship Sections" (Free transl fr German)
- (17) Schmiechen, M: "Equations for Non-Quasi-

Steady Ship Motions”

- (18) Yumuro, A: “A Z-maneuver Test Result for a Wide Beam Tanker Model”
(19) Yumuro, A: “A Model Experiment on Incoming-Flow Direction to the Rudder of a Ship Sailing Obliquely”

12. 船舶設計と操縦性の関連について—委員会報告
商船隊の主力は大型幅広タンカーと大型高速コンテナ船に向っている。一方の極端には L/B 4.4 の twin-skeg 型大型タンカーが計画され、もう一方では L/B 8.9 のパナマクス・コンテナ船がある。船型学上の問題、特に主要寸法比とスケグ、舵、推進器の配置を調和させることは今後ますます重要な課題であろう。

それと同時に操縦制御装置、計算機制御の導入、人間機械系としての分析などもまた船型学上の問題に劣らず重視されねばならない。

13. 研究の動向と新しい実験設備—委員会報告

近年この分野の国際研究集会在盛んである。13回 I T T C 以後開催されたものは
3rd Ship Control Systems Symposium in Bath, (英), 1972, 9月
NSMB Symposium on Ship Handling in Wageningen, 1973, 11月
10th ONR Symposium on Naval Hydrodynamics at M. I. T., 1974, 6/7月

船に働らく流体力の研究、操船制御、特に狭水路、風や潮流下の問題、この制御問題の解析に必要なとされる船の応答特性の決定法などに多くの関心が払われている。

実験設備への投資も世界的に活発である。三菱長崎操縦耐航性水槽、I H I 角水槽はいずれも広大な水槽にまたがる X Y 曳引車を装備する。スウェーデン国立水槽 (SSPA) で建造中の操縦耐航性水槽は日本以外で最初のこのタイプの水槽になるであろう。ハンブルグ水槽では大水槽曳引車に連結する門型台車に Y 曳引車を積載して X Y 曳引車と・大振幅 PMM の中間に行く設備を完成した。

大振幅 PMM (0.75m 程度) も AEW, NPL, SL (旧 Hya), NSRDC など稼動中である。

一方、実時間操船シミュレータの建設も米国立海事研究センター、西独ブレーメン商船大、日本造研/大阪大学などで進んでいる。

14. 今後の研究方針

Recommendations to the Conference & for the Future Work of the Manoeuvrability Committee の表題の下に3項目、Additional Recommendations for the Future Work of the Manoeuvrability Committee として4項目が採択された。

その内容は上記の 3, 4, 9, 10 各節のテーマはほぼそのまま引き継がれる。8 を含む流体力の研究、波浪中の操縦問題、推進器運転時の操縦問題が新たに取り上げられている。

15 新委員会 (1975—1978) 構成

- L. Wagner Smitt (SL, 委員長)
B. Nizery (仏造船研)
D. Clarke (BSRA, 英)
藤井 斉 (三菱長研)
江田治三 (スチブンス工大, DL, 米)
J. Brix (ハンブルグ水槽)
Treschevsky (レニングラード水槽, ソ)
J. P. Hoofdt (NSMB, オランダ)

本
社

東京都中央区京橋一丁目三番地 (新八重洲ビル)
電話 東京 (五六七) 一六六一 (大代表)



取締役社長 木村 一夫

新和海運

Propeller

横 尾 幸 一

造船技術センター

1. 会議の経過

Propeller Session は9月8日(月)午前9時から午後0時30分まで開催された。これに先立って、プロペラ委員会では9月3日(水)の総会終了後に会合を開き、Session のコーディネーターに予定された van Manen を交えて、Session の運営方法や委員会報告書の報告分担等をきめた。

Session はこの取りきめに従って進められた。まず、van Manen の開会の挨拶の後、その指示に従って Wereldsma 委員長が委員会報告の主文の概要を説明した。ついで、各担当委員がそれぞれ報告書付録の概要説明を行い、幹事の English が writtrn contribution の要約を紹介した。最後に、幹事が報告案を読み上げて委員会報告の説明を終了した。

直ちに討論に移り、主文、各付録、報告案の順に、van Manen の司会のもとに討論が行われた。討論は非常に活発であり、討論者の数も非常に多かった。各担当委員および委員長より、討論に対して逐次答弁がなされた後、Wereldsma 委員長から、本日の討論を参考にして報告案を修正の上、最終日の総会に提出する旨と、船舶流体力学辞典のプロペラ篇が Presentation Session に出される旨を述べた。van Manen コーディネーターの閉会宣言でこの Session は予定の時刻に終了した。

9月9日(火)の午後および10日(水)の午前に委員会の会合を開き、報告案の修正を行った。この新しい報告案は、10日(水)に引続いて行われた理事会で審議され、最終案が9月11日(木)の総会に提示され、若干の修正の後採択された。

2. 委員会報告書の概要

1) 委員名簿

R. A. Cumming (米国)
J. W. English (英国) 幹事
E. Huse (ノルウェー)
M. W. C. Oosterveld (オランダ)

Y. N. Prishchemikhin (ソ連)

H. Schwanecke (オーストリア)

R. Wereldsma (オランダ) 委員長

K. Yokoo (日本)

2) 委員会の会合

1972年9月 ハンブルグ

1973年6月 ニューカッスル・アボン・タイン

1974年5月 ワーゲニンゲン

1975年1月 トロントハイム

ニューカッスルの会合の際には、Cavitation Committee との joint meeting をもった。

3) 前回 ITTC の勧告

(a) 伴流およびプロペラと船体との相互作用(定常)

(b) 動力学

(c) 推進装置と性能

この勧告の詳細については、本誌の1973年 Vol. 46 を参照されたい。

4) 委員会の活動

(a) 仕事の分担

第13回 ITTC の勧告に従って、その話題を分割し、各委員の仕事の分担を定めた。

伴流、船型、尺度影響、剝離... K. Yokoo

不均一流中のプロペラ、プロペラと船体との相互作用 J. W. English

キャビテーションの相互作用に及ぼす影響 Y. Prishchemikhin

比較試験 R. Wereldsma

比較計算 H. Schwanecke

シャフト・フォースおよびサーフェス・フォースに及ぼすキャビテーションの影響 E. Huse

プロペラの作動状態 R. Wereldsma, H. Schwanecke

術語、座標 E. Huse

比較設計演習 取りやめ

特殊推進法 M. W. C. Oosterveld

なお、委員会の仕事に関係のある情報を提出してもらうことを要請してITTCのメンバー機関と連絡をとった。

(b) 辞典と記号

船舶流体力学辞典のプロペラ篇の案の作成には R. A. Cumming があたり、記号表の作成も行った。これらは委員会の承認を受けた後、Presentation Committee にまわされた。

(c) 非定常力に対する術語

作成して付録12に示した。

(d) 比較計算

19の機関が参加して不規則性伴流中のプロペラ変動力の比較計算を行った。その結果を付録4に示した。

(e) 伴流スクリーンを用いた比較試験

前回到引続いてこの試験を行うかどうかを討議したが、参加意志をもった機関が少ないので、この試験をとりやめることにし、結言を付録7に示した。

(f) 付録

委員会が負担して行った仕事の結果を付録に示した。

3. 委員会報告書の付録の概要

○付録1 Recent Research on Wake Characteristics

by K. Yokoo (造船技術センター)

伴流分布を計測した実船試験と相似模型船による試験について、その結果の概要を紹介するとともに、この問題に関連して重要と思われる下記の項目についての研究状況の概要を説明した。

- (1) 伴流に及ぼす船型の影響
- (2) 伴流に及ぼすプロペラの影響
- (3) 伴流の尺度影響
- (4) 流れの剝離

○付録2 Propeller/Hull Interaction

by J. W. English

第1部ではダクトド・プロペラと船体との相互作用を扱い、ダクトド・プロペラの試験結果の解析、プロペラと船体との相互作用に及ぼす舵の影響、船尾の圧力に及ぼすプロペラと船体とのクリアランスの影響について述べ、プロペラの単独試験においては舵をつけて試験するように勧告している。第2部ではスラスタの相互作用の様相を取扱い、スラスタ同志の相互作用、スラスタと船体との相互作用について述べている。

○付録3 A Study of the Cavitating Propeller and Ship Hull Interaction in Cavitation Towing Tank

by Y. N. Prishchemikhin

Krylov 研究所では減圧水槽において Victory 型の模型船についての試験を行った。その結果から、プロペラキャビテーションが船後で作動しているプロペラ、船尾の圧力分布、スラスト減少係数等に及ぼす影響について述べ、減圧水槽か自由表面つき的大型キャビテーション・トンネルでの試験を勧告している。

○付録4 Comparative Calculation on Unsteady Propeller Blade Forces

by H. Schwanecke

第13回ITTCの勧告に従って、非定常プロペラの変動力の比較計算をすることにし、85の機関にアンケートを送付し、22の機関の賛成を得た。4翼プロペラの図面とシリーズ60の $C_B=0.60$ の模型船の伴流資料を送付して行った、それぞれの機関での計算結果を比較し、非定常プロペラ荷重、非定常翼荷重、非定常翼の法線力の半径方向分布について述べている。計算法は非定常揚力面理論を使ったグループと、3次元あるいは非定常影響に対して修正する近似理論のグループに分かれていたが、一般に、前者の方が計算値のちらばりも小さく、実験値に近かった。

○付録5 Effect of Cavitation on Propeller-induced Vibratory Forces

by Erling Huse

この方面の研究を理論計算と実験とに分けて紹介し、実験技術としては、キャビテーション・トンネルの側壁影響とキャビテーションにより誘起された船体圧力に及ぼす伴流分布の尺度影響の影響について述べている。プロペラ・キャビテーションがベアリング・フォースに及ぼす影響は小さいこと、圧力波はトンネルの壁からどのように反射されるかを示している。

○付録6 Propeller Dynamics and Structural Response

by R. Wereldsma

水中で作動する構造物の振動状態に関する実験を行うとき、構造物の弾性が力学的挙動にどのような影響を及ぼすかが問題になる。構造的応答の力学的推定を十分信頼できるように行うのに必要な条件を論じている。

○付録7 Last Remarks on the Comparative Model Tests on Vibratory Propeller Forces by R. Wereldsma

第13回 I T T C で概要が述べられているプロペラ変動力の比較模型試験においては、模型船の運搬途中で船尾の一片を失うという事故があり、2つの異った状態で試験されてしまったが、幸にも、NSRDCが両方の状態で試験してくれたので、それを含んでの最終結果を示した。各機関における測定値はかなり良く一致しているといえることができる。

○付録8 Advances in Methods for the Prediction of Cavitation in Propeller Design by M. W. C. Oosterveld

プロペラ設計において、キャビテーションの問題はますます重要になっており、実験においても大型キャビテーション・トンネルとか減圧水槽が使用されるようになり、理論計算も数多く行われるようになった。本報告では、プロペラ翼面上の圧力分布の計算、キャビテーション初生の計算、キャビテーションの発生範囲の計算に分けて、それぞれの分野における研究の発展を述べている。

○付録9 Review of the Possibilities of Reducing Hydrodynamic Vibratory Excitation Caused by Propellers by H. Schwanecke

船体に対するプロペラの起振力としてはプロペラ翼の荷重が変動する結果としてプロペラ軸に変動荷重が生じるためのベアリングフォースと、プロペラ圧力の変動の結果として船体外板上に変動圧力が生じるサーフェス・フォースがあり、これらの変動力を減少するには、第一に伴流の改良、第二に変動荷重成分の減少、第三に変動性の変化が考えられる。本報告はこれらに関する研究をもとにして、変動力減少の可能性について述べている。

○付録10 Review of Scale Effect of Propellers by K. Yokoo

プロペラの尺度影響に関する研究の歴史をふり返ってみるとともに、プロペラの尺度影響に関する最近の研究として、理論的研究、数値計算、高レイノルズ数における翼型の実験、相似プロペラ模型による実験等を紹介している。また、さらに、プロペラの実験技術に関する最近の研究として、プロペラ翼面にトリップ・ワイヤーをつけて行った単独試験と串航試験の結果およびプロペラ翼のまわりの流れの観測結果について紹介し、プロペラ翼面上に完全乱

流を起して実験すべきことを勧告している。

○付録11 Non-conventional Propulsion Devices by M. W. C. Oosterveld

特殊推進法としては多くのものがあり、それらについては第13回 I T T C のプロペラ委員会報告の付録4に述べられている。本報告では、対象を可変ピッチプロペラ、オーバラッピング・プロペラおよびダクトド・プロペラに限定して、これらに応用するに当たっての最近の発展の若干について述べている。

○付録12 Nomenclature Relating to Unsteady Propeller Forces

プロペラの非定常力に関する述語として、坐標系、伴流域の速度、力、圧力、モーメント、変位、加速度に関するものを与えている。

4. Written Contribution

- (1) R. Wereldsma, Short Note on Propeller Blade Stress Fluctuations
- (2) H. Gatzert, The Influence of the Flow Condition on the Characteristics of Model Propellers
- (3) M. Sakao, The Flow around a Symmetric Ducted Propeller in a Uniform Wake
- (4) K. Yokoo and Y. Kawakami, Effect of Angle of Bossing upon the Wake of a Container Ship
- (5) K. Yokoo and Y. Kawakami, Effect of Ship's Proportion and Shaft Arrangement upon the Wake of Tankers
- (6) W. van Gent, Short Note on the Use of Nominal Wake Field for Calculation of Dynamic Load under Steady Load Condition
- (7) V. S. Shpakoff, Some Physical Aspects of Propeller Action near Freesurface

5. 成果および勧告

5.1 成果

(1) プロペラ軸の変動力についての比較計算から、幾つかの方法が満足すべき結果を与えることが分った。これらの方法は他の状況においても満足すべきものと期待されるが、高い減少した振動数が含まれている場合の妥当性に関しては最終結論を下すことはできない。

(2) 試験結果の資料は少いが、キャビテーションがプロペラ軸の変動力に及ぼす影響は小さいようで

ある。

(3) プロペラ軸の変動力、横方向および縦方向の力の平均値、曲げモーメント、プロペラ翼の変動応力は、伴流の平均値とその分布が船速に無関係に一定ならばプロペラの回転速度と船速の積に比例している。変動出力はこの因子に対して置点することが望ましい。

(4) ダクトド・プロペラと普通のプロペラの比較試験をする時には、船後状態と単独状態の両方において舵を装備すべきである。ダクトとスクリューのスラストを測定して、別々に実船の値を計算すべきである。自航要素の解析はスラスト一致法によるべきである。

(5) 実船の伴流分布の推定を模型試験結果から行うにはある程度の成功をおさめているが、この分野においては一そうの研究が必要である。

(6) プロペラキャビテーションによって誘起された圧力の場合には、状況によっては伴流の尺度影響が重要である。

(7) キャビテーション・トンネルの圧力波の反射による側壁影響を実験的に決定する方法が開発された。実用に供する前に、多くの機関が確認試験をしなければならない。

5. 2 勧告

(1) 模型の伴流分布から実船のそれを求めたり、理論的に計算したりするのに受け入れられる方法を作るために、研究を続けるべきである。これと結びついて、伴流に及ぼすプロペラの誘導作用を証明する試みをすべきである。この研究に資するために、非定常な乱流およびプロペラの誘導作用を測ることのできる装置を開発するように勧告する。

(2) 均一および不均一流中のプロペラ翼面上の圧力分布を計算する方法を評価し、比較すべきである。2次流れ、境界層の発達、尺度影響およびキャビテーション・パターンを計算することに考慮を払うべきである。この勧告に関連して、適当な装置や実験技術を開発し、確認試験を行うべきである。

(3) プロペラの誘起する変動圧力を実船に対して正確にまた信頼できるように推定する方法を、模型試験や理論的技法に基づいて開発すべきである。非定常軸力の計算に対する現存する方法とともに、これは、プロペラ起振力の受入れ可能なレベルの基準を作ることを可能にする。これに関連して、プロペラ委員会は、船体応答の問題に関して協力する見地で、ISSCと接触すべきである。

(4) キャビテーションや空気吸込みが船の推進要素やプロペラ性能に及ぼす影響を引き続き研究すべきである。また、種々の操縦状態で船が加速または

減速している時のように、遷移状態で作動しているプロペラに及ぼすキャビテーションの影響に関する実験的情報を得るための試みをすべきである。

(5) 船の位置を動的に定めるスラストの作用は、相互作用および騒音の問題を伴っている。プロペラ委員会は、これらの性能状況を評価するための模型試験技術に関して考慮し、報告すべきである。

(6) プロペラ委員会は、普通のスクリュープロペラ以外の船用推進法の性能推定技術と開発について引続き調査すべきである。特に、ダクトド・プロペラ、可変ピッチ・プロペラ（スピンドル・トルク）、鉛直軸まわりのプロペラ、オーバーラッピング・プロペラ、二重反転プロペラ、高速推進法等の装置に関連した、特別の試験技術上の問題に対して、格別の注意を払うべきである。

6. 新委員会

6. 1 新委員

9月11日（木）の総会で、新委員会の委員長と委員が下記の通り指名された。

旧委員のうち Wereldsma 委員長, Cumming, Oosterveld, Prishchemikhin, Schwanecke の各委員が退任し、新たに5委員が加わった。

Dr. Gilbert Dyne (スウェーデン, SSPA)

Dr. J. W. English (英国, NPL) 委員長

Dr. E. Huse (ノルウェー, Skipsmodelltanken)

Prof. H. Jarzyna (ポーランド, SRDC)

Dr. E. Wm. B. Morgan (米国, DTNSRDC)

幹事

Dr. P. van Oossanen (オランダ, NSMB)

装置担当

Mr. H. P. Rader (西独, HSVA)

Dr. K. Yokoo (日本, 造船技術センター)

6. 2 第1回会合

9月11日の閉会式のあとに引続き、新委員による第1回の会合が開かれた。出席者は、English, Huse, Morgan, van Oossanen, Yokoo の5人で、まず幹事としてMorganが選ばれた。欠席者が3人いるので、調査すべき分担の項目は決めなかったが委員長と幹事で勧告内容を検討、細分し、各人の仕事の分担がし易い形を次回委員会までに作成することにした。また、委員会会合の大体の予定を組んだ。

今回の委員会はオランダで開くこととし、Lipsのプロペラ・シンポジウム（1976年5月19日～20日）の前あるいは後に開くことにした。また、プロペラ委員会と密接な関係のあるキャビテーション委員会との顔合せも行い、次回会合中には合同委員会の時間も持つこととして、散会した。

Cavitation

高 橋 肇

船舶技術研究所

1. 会議の経過

Cavitation Session は9月8日午後2時から5時30分まで開催された。これに先立って、キャビテーション委員会では9月3日の総会終了後に会合を開き、Session のコーディネーターに指名されていた Castera (フランス) を交えて、Session の進行方法や委員会報告書の報告分担等を決めた。

Session はこの際の取りきめに従って進められた。Castera の開会の挨拶の後、まず Morgan 委員長が委員会報告書の主文を簡単に説明し、つぎに各担当委員がそれぞれの報告書付録の概要説明を行った。但し付録(1)は、キャビテーション委員会が、ITTCメンバー以外の4氏に依頼して執筆してもらった関係上、4氏に代って Morgan 委員長が付録(1)を紹介した。ほとんどすべての written contribution は付録中で取扱われているので、特別には紹介されなかった。

以上の各委員による報告が終了後直ちに付録および報告案についての討論に移った。今回の討論は、前回の ITTC Cavitation Session とは違ってかわって活発であった。討論に対しては、各担当委員および委員長より、逐次答弁がなされた後、Castera コーディネーターの閉会宣言で Cavitation Session は予定の時刻に終了した。

その後、2日間にわたって委員会の会合が開かれ、ああでもないこうでもないといった議論の末、一同へととの状態におちいってやっと報告案の修正作業が完了した。この新しい報告案は、理事会で審議され、最終案が9月11日の総会に提出され、採決された。

2. 委員会報告書の概要

1) 委員名簿

- A. F. Conn (米国)
- A. Emerson (英国)
- A. S. Gorshkoff (ソ連)

C.-A. Johnsson (スウェーデン) 幹事

C. F. L. Kruppa (西独)

W. B. Morgan (米国) 委員長

P. van Oossanen (オランダ)

高橋 肇 (日本)

2) 委員会の会合

1972年9月 ハンブルグ

1973年6月 ニューカッスル・アポン・ティン

1974年3月 グルノーブル

1975年3月 ゲーテボルグ

ニューカッスル・アポン・ティンでの会合は、Propeller Committee との joint meeting という形で開催され、相互に意見の交換を行い、仕事の分担上での重複をさけた。またグルノーブルでの会合では、Techniques des Fluides で開発中の3方法による核の計測にも立会った。

委員会は、IAHRのキャビテーション尺度影響に関する Working Group No. 1 の委員長である Hammitt 教授と常に連絡をとりつつ、それぞれの議事録を交換した。また Kruppa 委員は、1974年2月パリで開催された IAHR グループの会合に参加した。

3) 13回 ITTCでの報告

(1) 初生現象、キャビテーションの各型間の遷移、scaling に特別の強調をおいたキャビテーションの非定常影響等を含めたキャビテーションの機構に関する基礎的研究を続けるべきである。

(2) 試験施設中および海での気泡のスペクトラムを測定する装置を開発する努力を続けるべきである。

(3) 試験結果を実船のものに定量的に外挿することができるようにキャビテーション初生の実験を校正するために、standard cavitator を開発すべきである。

(4) 問題の範囲を一致させ、標準の試験技術を確立するのに役立つように、standard body に関するキャビテーション初生の比較試験を続けるべきである。

る。

(5)推定法を確立、証明する試みとして、模型と実船間でのキャビテーション・エロージョンの比較を続けるべきである。

(6)プロペラと船との相互干渉におよぼすキャビテーションおよびベンチレーションの影響に対していっそうの研究を行うべきである。

(7)high-speed craft の推進装置におよぼすキャビテーションの影響を推定する時におこる側壁影響のような特別の試験上の問題を研究すべきである。

4) 委員会報告の提出

委員会の仕事は、以下に示される付録ごとに分けられた。この付録は、13回 I T T.Cでの勧告の線に沿ったものであるが、前述の勧告(6)は、Propeller Committee 報告書中の付録3として Prishchemihin によって担当された。

3. 委員会報告書の付録の概要

3. 1 付録

○付録1 Comparative Measurements of Bubble and Particulate Spectra by Three Optical Methods by F.B. Peterson, F. Danel, A. Keller, and Y. LeCoffre

キャビテーションの初生は、水中の核に大きく左右されるので、委員会としては核の量の計測装置の開発についての関心は非常に高い。そこで委員会は、特に4氏に依頼して有望と考えられる光学的手法による計測結果を比較検討してもらった。光学的手法として、holographic, light scattering および microscopic の3方法が採用された。この3方法には、それぞれ利害得失があるが、このうち holographic と light scattering 法が有望と考えられるが、今後さらに開発さるべき余地は多い。しかしいづれにしても routine work として核を測定できるようになる日もそんなに遠くはないと思われる。

○付録2 Basic Mechanisms of Cavitation Inception by H. Takahashi

この3年間に、実存流体のキャビテーション初生におよぼす影響すなわち屈流剝離、遷移領域等がキャビテーション初生と密接に結びついていることが実験的に分った。この事実、キャビテーションについての模型と実船との尺度影響の説明にも大いに役立つことであろう。

プロペラ翼のチップ・ボルテックスの初生についての scaling に関する研究も、Pennsylvania State

Univ. や Brown 等により実施され、かなりの成果が挙げられた。

一方ポリマーを添加した水中でのキャビテーション初生については、未だに不明確な点が多く残されている。

○付録3 Comparative Hydrofoil Experiments and the Development of a Standard Cavitator by P. van Oossanen

head form よりも舶用プロペラに似ている翼を circulate して実施された比較試験結果が示されている。この計画は未だ終了してはいないが、open-jet 測定断面またリゾーバを有する水槽中で実施された試験は、closed-jet またリゾーバを有しない水槽中での試験結果より低い初生キャビテーション係数を示していることが、今までのところ判明した。

Standard cavitator としては、Silberman の提案するものが有力のように考えられる。

○付録4 Mechanisms of Cavitation Damage by A.F. Conn

主として erosion scaling に関する問題が述べられているが、その中でも特に試験時間、流速、圧力、ウェーバー数、キャビテーション係数、流体特性の影響について検討されている。本付録中には日本からの written contribution 3篇が引用されている。

○付録5 Theoretical Prediction of Cavitation Patterns on Propellers by P. van Oossanen

この問題については、3つの部分に分けて述べられている、すなわちプロペラ翼面上の圧力分布の計算；キャビテーション初生の計算；キャビテーションの拡がりの計算。

第2の部分では、付録1中で述べられている“キャビテーション初生と粘性流体との関係”に関する論文をもとに展開された種々の計算法について概説している。また第3の部分では、主として、気泡の成長・消滅に関するレイレゾの方程式をもとに求められた Oossanen の方法について述べられている。

上述の方法により計算で求められたキャビテーション現象を、模型試験結果と比較しているが、高荷重プロペラの場合には両者の一致はあまりよくない。

粘性流体中でのキャビテーション初生に関する研究の重要性が強調されている。

○付録6 Cavitation Patterns and Erosion, Mo-

del-Full Scale Comparison by A. E. merson

模型試験結果から実物プロペラのエロージョンを推定する場合に、模型でのキャビテーションを観測して推定する方法と、模型に soft surface を利用することによって推定する方法とがある。しかしいずれの方法にしても、最終的には wake の問題が残されてしまう。soft surface の利用は、現在ではかなり広まっているが、soft material として何が良いかについては結論を下す段階ではない。

模型と実船とでのキャビテーションの比較は、日本からの 3 篇の written contributions を含んで 5 篇について説明がなされている。

キャビテーションの拡がり と厚さを計測する ϕ_{sti} の方法は、今後プロペラ起振力の問題を含んで理論計算結果との比較といった意味からも注目に値する。

○付録 7 Propulsion Devices for High-Speed Craft (Testing Technique) by C. Kruppa

この問題に関連してあらかじめ各研究機関に対して試験法についての質問状を発送し、その解答をもとに説明を加えたものである。high-speed craft では通常キャビテーションが問題となり、このためにキャビテーション水槽を利用している研究が実施されるが、その際 wall effect の問題に目をつぶるわけにはゆかない。単に試験結果のみを比較することは危険であり、試験法そのものの検討が十分なされていないからであることが強調されている。

○付録 8 Standards for Cavitation Tests by A. Gorshkoff

I T T C の仕事の一つとして、各種試験法の基準を作成することが挙げられる。この線に沿って、キャビテーション試験法の問題を検討するために、各研究機関に質問状を送り、それに対する解答をもとに説明を加えている。質問は多岐にわたっているが、それらに対する解答の中から、“実船の wake を推定してキャビテーション試験を実施しているところはほとんどないこと” また “試験に際しての最小プロペラ・レイノルズ数は 5×10^5 at 0.7 R を recommend する” ことが述べられている。また air content については air content を計測している研究所は少なくまた計測している場合でも、air content ratio の分母に何をとりかといった点で一樣ではないことが指摘されている。このような状況

を考へて、模型プロペラによる比較試験を再度実施してはという意見が提出されているが、初期の比較試験の時代とは異なって、付録 1 中でも述べられているように粘性影響等の問題も次第に明確になりつつあることを考えるとあながち無意味ではないかもしれない。

○付録 9 List of Cavitation Facilities by W. B. Morgan

12回 I T T C 以降に建設された各種 water tunnel のリストである。注意すべきことは、12回 I T T C でのリストの中にある KMW cavitation tunnel (スウェーデン) は現在 Skibsteknisk Laboratorium (デンマーク) の所属になっていることである。

3. 2 付録に対する討論の概要

○付録 1 : 計測器が非常に高価であるので、何とかこれに対処するための各研究所の苦勞。

○付録 3 : 各研究所で試作された standard cavita-tor の使用実績についての意見の発表。

○付録 4 : 造船関係以外の人達を I T T C に入れての協力関係の必要性。

○付録 5 : キャビテーションの初生や広がりを云々するとき、翼面上の圧力分布の計算が重要であるが、それと同時に具体的に粘性流体中でのキャビテーションの初生値 σ_c をどこに選ぶかが問題である。

○付録 6 : 広範囲の討議が行われた。すなわち paint テスト法、soft surface を用いたの比較試験の提案、模型プロペラの leading edge の仕上げの重要性、エロージョンと関係する noise, cloud cavitation の正式のよび方等。

付録 8 : Lindgren (スウェーデン) より paint 法の場合の注目すべき結果が示された。それによると paint 法によるテスト時のキャビテーションは、翼面上に何も付加していない場合のそれと比較して安定していること ; paint を塗った翼でのキャビテーション発生状態は、実物でのキャビテーション発生状況とよく対応していること。

4. Written Contributions

- (1) Experiment of Rudder Cavitation and Its Preventive Measures by S. Nishiyama
- (2) Simulation of Bent Trailing Edge of Propellers by Shot Blasting by T. Sasajima
- (3) A New Cavitation Erosion Test Method with a Pure Aluminium Test Piece by H. Kato

- (4) Full Scale Observation of Cavitation on Ducted Propeller by H. Okamoto and T. Takahai
- (5) The Use of Equivalent Gas Bubble Nuclei to Measure the Cavitation Susceptibility of Water by E. Silberman
- (6) Cavitation Inception in Polymer Solutions- Effects of Polymers on Surface Tension, Dissolved Air, and Nuclei Count by J. W. Hoyt
- (7) Comparison of Cavitation Phenomena between the Actual and Model Propellers, and Erosion Survey on the Actual Propeller by H. Takahashi, H. Kadoi, T. Ito, M. Abe and N. Yoshino
- (8) Pressure Distribution and Cavity Model on a Partially Cavitating Hydrofoil of Finite Span by Y. Ukon, S. Tamiya, H. Kato
- (9) The St. Anthony Falls Hydraulic Laboratory High Speed, Variable Pressure, Free Surface Flow Facility by J.F. Ripken and J. M. Wetzel
- (10) Measurement of the Extent and Thickness of Cavitation by Photogrammetry by O. Øfsti
- (11) Behavior of Cavity Collapse as Cause of Cavitation Damage of Propeller Blades by N. Chiba
- (12) On the Application of Micro Air Bubble Control in a Free Surface Cavitation Tunnel by O. Björheden and K. Albrecht
- (13) A Note on Soft Surface Model Propeller Tests as Predictors of Full Scale Erosion by A. Emerson and F.I. Leathard
- (14) Experimental Study of Hydrodynamic Performance of "Z" Drives for Hydrofoil Ships in a Cavitation Tunnel by M. A. Mavlyudov, A. A. Russetsky and E. A. Fisher
- (15) Investigation into Propulsive Performance of the Self-Propelled Ship Model Equipped with Waterjets by M. A. Mavlyudov and A. A. Russetsky
- (16) The Variation of Tip Vortex Strength with Number of Blades by D. K. Brown

5. 成果および報告

5. 1 成果

(1)キャビテーション初生には、粘性流の影響が大きいことが分った。このことは試験を行ったり、scaling を考えたりする際に重要な要素となる。

(2)核スペクトルの計測が、2つの光学的手法により成功した。しかし現在のところ日常の仕事の一環として使用できるような手法は見出されていない。

(3)種々の standard cavitator の設計が考えられたが、このうちの一つは必要条件を満足しているとも考えられるが、今後さらにこれについての検討が必要である。

(4)キャビテーション初生についての比較試験結果および質問状に対する解答を検討して次のことが分った。各施設での水の性質、流れの特性にかなりの差異がある場合には、試験結果は大幅にバラツク。

水の性質を制御する方法が現在開発中である。

(5)模型規模での soft surface 法は、実物プロペラ翼面上の erosion を予測する方法としてかなり有望であることが分った。

(6)推進装置を含んでの high-speed vehicle の試験法は、各研究所ごとに大幅に異なっている。

(7)キャビテーション損傷の基礎機構を予測する理論が進んでいるが、模型から実物を予測する位までは、さらに研究の余地が残されている。

5. 2 報告

(1)核スペクトルが、キャビテーション試験法や scaling とどのように結びついているかといった点に主眼をおいて、キャビテーション水槽と海上とでの核スペクトルの比較を行ってみる必要がある。これらの比較結果をもとに必要とする核スペクトルの基準を決めるための研究を開始すべきである。

(2)粘性影響、計測法および boundary correction を考慮してのキャビテーション試験法を求めるための研究を開始しなければならないし、また試験法の標準化を確立しなければならない。各種のキャビテーション特にプロペラ翼面上に発生するキャビテーションの記述を標準化すべきである。

(3)キャビテーション初生に関する試験のために、また水の性質を明確にする目的から、standard cavitator の必要性が広く要望されるようになった。16回 I T T C (1978) までには、一般の要望に答えられるように努力すべきである。

(4)キャビテーション特にプロペラ翼面上のキャビテーションの発生を予測するための理論的手法の研究が review さるべきであり、またこの手法の有効性を証明するために試験結果と比較すべきである。

(5)キャビテーションが特に問題となるhigh-speed vehicle の推進性能をしらべる目的での試験法を、特に高速プロペラおよび water-jet 推進に関する試験法を、hydrodynamic efficiency, 必要とする計測, boundary correction および外挿法の比較を考慮しつつ開発すべきである。

(6)surface micromerement 手法をも含んで、模型エロージョン試験から実物のキャビテーション・エロージョンを予測する手法の研究をさらに実施すべきである。模型エロージョン試験に対して合理的な soft surface 法を開発すべきである。

(7)実験室でのキャビテーション騒音計測法およびそれに対する問題点, またキャビテーション騒音の scaling を review すべきである。とくにプロペラ・キャビテーション騒音について。

(8)キャビテーションに起因する非定常影響を予測するための模型試験法ならびにこれに関連した一連の問題点を review すべきである。

6. 新委員会

6. 1 新委員会



東北造船株式会社

代表取締役社長 織田澤良一

東京支店 東京都中央区日本橋二ノ三ノ十 (丸善ビル)
 電話 (〇三) (二七) 一九〇七九・二九五
 テレックス 二二二五三三 T Z T K Y O J

本社・工場 宮城県塩釜市北浜四ノ一四ノ一
 電話 (〇二三三六) (四) 二二二 (大代表)
 テレックス 八五九二〇八 T Z H E A D J
 多賀城工場 宮城県多賀城市栄二ノ一
 電話 (〇二三三六) (四) 一一二七 (代表)

- C. Kruppa (西独, 継続) 委員長
- A. Emerson (英国, 継続)
- A. S. Gorshkoff (ソ連, 継続)
- H. Takahashi (日本, 継続)
- J. L. Callejon (スペイン, 新)
- O. Scherer (米国, 新)
- F. Peterson (米国, 新) 装置担当
- J. H. J. V. d. Meulen (オランダ, 新)

6. 2 第1回会合

9月11日の閉会式のあとに引続いて、新しく構成された委員により第1回の会合が開かれた。出席者は、継続して委員に指名された Kruppa, Emerson, Gorshkoff, Takahashi の4名のみであったために幹事の選出は行われなかったが、一応仕事の分担を行った。なお次回の委員会までは委員長である Kruppa が幹事を兼任することになった。

次回の委員会はオランダで Lips のプロペラ・シンポジウム (1976年5月19日, 20日) の前後に開催することとした。

(36頁よりつづく)

VI 新委員の指名と新技術委員会

9月11日(木)の総会において、耐航性技術委員会の委員として8名が指名された。今回から、実験技術・装置等の専門家が各委員会に1名ずつはいることになり、本委員会では後述のように竹沢教授がこれに該当する。Mr. Dalzell, 田才教授, Mr. Lofft は今回で退き, 田崎, Mr. Murdey, Dr. Rakhmanin, Mr. van Sluijs, Mr. Cox の5氏は残り, 新たに竹沢教授, Mr. K. Gisvold, Mr. A. R. J. M. Lloyd の3氏が選ばれた。

- Mr. G. G. Cox (アメリカ, NSRDC) 書記
- Mr. K. Gisvold (ノルウェー, NSRI)
- Mr. A. R. J. M. Lloyd (イギリス, AEW)
- Mr. D. C. Murdey (カナダ, NRC) 委員長
- Dr. N. N. Rakhmanin (ソ連, Kryloff SRI)
- Mr. N. F. van Sluijs (オランダ, NSMB)
- Prof. S. Takezawa (日本, 横国大) 実験技術
- Dr. R. Tasaki (日本, 石播技研)

新しく指名された委員による第1回委員会閉会式終了後、直ちに会議を開いた。出席者は、Gisvold, Lloyd を除く6名で、書記に Mr. Cox が選出された。また、第2回の委員会を1976年3月末に NSMB で開催することを決定した。

Presentation

岡田 正次郎

日立造船技術研究所

1. まえがき

1972年ベルリン・ハンブルグにおける第13回 I T T C で指名された Presentation 委員会の委員は次の8名であった。

Dr. H. Lackenby (Chairman) (英)

Prof. L. Mazarredo (Secretary) (スペイン)

Dr. G. Collatz (西独)

Prof. M. Fancev (ユーゴスラビア)

Prof. E. V. Lewis (米)

Prof. E. Luise (伊)

Dr. S. Okada (日)

Dr. H. A. Walderhaug (スウェーデン)

今回の I T T C に至るまでに、委員会の会合は1972年第13回 I T T C の最終日にハンブルグで、1973年にユーゴスラビアの Zagreb 近郊の Plitvice で、1974年に英の Wallsend で合計3回開催され、第13回 I T T C の勧告に従って作業が進められた。

本会議の開会式および General Session が行なわれた9月3日11時からと、9月8日の Coffee Break の間を利用して委員会の会合が行なわれ、委員会報告の最終的な検討および Presentation Session における議事運営について、Session の Moderator である Mr. P. G. Maioli (伊) をまじえて打合せが行なわれた。今回の会議には、委員中 Prof. M. Fancev と Dr. H. A. Waldehaug が仕事の都合上欠席であり、また Prof. E. V. Lewis も前半は出席されたが後半は欠席であったので、Session の当日の出席は他の5委員であった。

Presentation Session は Technical Committee の最後の Session として9月9日9時から、Session Moderator Mr. P. G. Maioli の司会で開始された。まず Session Moderator の開会の挨拶の後、委員会の Chairman Dr. Lackenby が委員会報告の概要を説明し、続いて委員の Dr. Collatz と Prof. Luise が、付録 I, III および II をそれぞれ、さらに Secretary の Prof. Mazarredo が付録 IV

を、また Dr. Lackenby が付録 V~VIII を、そして最後に Prof. Mazarredo が付録 IX を説明した。

引続いて、第13回 I T T C の勧告のうちでまだ完全には終わっていない項目の概要説明を Dr. Lackenby が行なった後、Prof. Mazarredo が本会議の勧告の草案を朗読した。

その後、自由討論に移り、他の Technical Session と同様、委員会報告ならびに付録の1つずつについて順次発言が求められ、延べ11名が討論を行ない、これらに対して必要に応じ担当の委員が答弁した。最後に Dr. Lackenby が委員会としての見解を述べて Session を終了した。

この Session は、いつも最終の Session のために出席者も比較的少なく、また委員会報告もその内容がそれほど興味をひくものはないのが通例であるが、今回は Presentation Committee を来る3年間、このままの内容で継続させるか、或いはやめてしまうのか、新しい内容を加味して別の名前の Committee として新発足させるのかの問題が前回からの懸案として残っていた関係もあり、比較的出席者も多く、討論も前回よりは活発であった。しかしながら予定の12時30分よりはるかに早く11時20分頃に終了した。

Session 終了後は9月10日9時から委員会を開き、討論の内容を検討の上、採用すべき意見はとり入れて勧告文の原案を一部修正するとともに、新たに項目を増すなど行なって、第14回 I T T C の最終勧告文案を作成した。この最終勧告は、他の Technical Committee のものと一緒に9月11日の General Session に上程され承認されたが、当委員会のあり方としては Technical Committee on Presentation and Information として新しい形で行くことが Executive Committee の勧告として承認された。

以下委員会報告および討論の概要と、最終勧告の内容を簡単に紹介する。

2. 委員会報告の概要

2.1 標準記号

(1) I T T C標準記号表の現状

現在発行されている記号表は1971年8月に英国造船研究協会から Naval Architecture Technical Memorandum No. 400 として出されているものであり、これは第13回の I T T Cの代表には配布されているものである。第13回の I T T Cの席上において、上記の記号表に記載されていない新しい記号が承認されているが、その数もあまり多くないので追加表を発行するまでに至っていないのが現状である。

(2) 電算機用記号

電算機用記号の詳細は第13回 I T T Cの報告に示されている。この際には記号の字数は最大5文字であったが、第13回 I T T Cの勧告としてこれを4文字まで減らせるかどうかの再検討が要望されていた。委員会できよく再検討されたが、委員会はやはり最大5文字の方が良いと考えている。その理由の詳細は付録Iに述べられていて、ここでは省略する。なお、電算機用記号表を将来発行する時には、第13回 I T T C以後の改訂追加を含めて行なう。

(3) I T T C標準記号表の翻訳

第13回 I T T Cの勧告に従って、標準記号表を6ヵ国語に翻訳する仕事は進められており、次の訳文は利用できる状態にある。

ドイツ語：Schiff und Hafen の9月または10月で発行される予定。

イタリア語：これはこの委員会報告の付録IIに掲載されている。

日本語：日本造船学会誌第538号 昭和49年4月ですでに発行されている。

ロシア語：Brodarski Institute Publication No. 28 Zagref 1974 ですでに発行されている。

スペイン語：Asociacion de Investigacion de la Construccion Naval. から近々発行される予定。

ただ、フランス語のみがその翻訳発行が待望されている状態にある。

このように各国語に翻訳されたものを一冊にとりまとめて、膨大な出版物とすることの利用価値について慎重な検討が重ねられたが、委員会としては、あまり実用性がないものと判断して、これらを一冊にまとめて発行することはとりやめるよう提案す

る。その理由は、そのような対訳書は非常に大きなものとなり、取扱いも不便であり、また各国語の活字を入れることは製作上も困難がある。さらにそれを時期に合うよう改訂してゆくことは非常にむづかしい。単一の外国語への翻訳書で、標準記号を設定しこれを広く周知利用してもらおうという目的は十分達せられるものと思われる。

(4) 追加記号および記号の改訂の提案

委員会は多くの分野における新記号の設定を要請されていたが、それに対する提案を付録IIIに示しておいた。(ここでは付録IIIは膨大であるので掲載しない。) なおこれには現記号の改訂も一緒に提案されている。

これらは、抵抗と境界層、船体の要目、プロペラ、空洞現象、および氷海中の試験に関するものである。また新記号に対応すべき電算機用記号も提案に併記されている。

(5) I S S Cの記号

前に報告したように、委員会は I S S Cと連絡をとって実際に便利のように、できるだけ同一記号を使用する方針で折衝し、検討を続けてきた。その結果、なお若干の小さな差異はあるものの、大筋において意見の一致をみたので、その線に沿って I T T C標準記号の“強度と振動”の項目の部分の改訂を付録IVのように行なうことを提案する。

(6) 小型舟艇に対する標準記号

SNAME がこの分野の標準記号設定の仕事が続けてきており、これには Sailing Craft も Planing Craft も、さらに Hydrofoils and Surface-Effect Ships も含まれているものである。

これらのうち Sailing Craft と Planing Craft に関するものは、委員会ですでに検討し、若干の意見を表明するとともに、これらの標準記号を I T T Cの標準記号として採用する線で検討している。そして SNAME の方で改訂作業が進められている。

Hydrofoils and Surface-Effect Ships については、つい最近に委員会に対して意見を求められてきている。これについても原則として前記の Sailing Craft と Planing Craft に対して行なわれたと同様の処置を考えている。

(7) 非定常プロペラ力に関する記号

これについては、プロペラ委員会によって作成された記号を検討し、これに同意した。これは“Tentative Nomenclature Relating to Wake Unsteady Propeller Forces” (1973年9月)に記載されてあ

り、またプロペラ委員会報告にもものせられている。

2. 2 データの表現法

(1) Displacement Station と水線の番号のつけ方および間隔のとり方

これに関する現状は非常に多種多様な方法が用いられているので、委員会は勧告に従い標準方法の作成を考え、これを付録Vのように提案する。これは10箇の断面をとる方法であり、番号は船尾からつけてゆき、両端においてはを分母とする分数を使用する。水線については基線上からの高さで表示する。

(2) 速度と抵抗に関する係数の換算表

第13回の I T T C の際の委員会報告に通常よく使用される係数の換算表を掲載したが、これは古い metric 単位によるものであり、新しい S. I. によるものでなかった。今回 S. I. による改訂表を付録VIに提出する。

(3) ダクトプロペラの試験結果の表現法

これに関するプロペラ委員会の意見は、ダクトプロペラの模型実験の解析方法がまだ意見が分れている現状であるので、その表現方法を論ずる段階になっていないとのことである。

2. 3 船舶流体力学に関する辞書

船舶流体力学に関する辞書を作成する作業は、次の各篇に分けて原稿準備が進められてきた。

- i) 一般 (General)
- ii) 船体幾何 (Ship Geometry)
- iii) キャビテーション (Cavitation)
- iv) 操縦性 (Manoeuvrability)
- v) 推進 (Performance)
- vi) プロペラ (Propeller)
- vii) 抵抗 (Resistance)
- viii) 耐航性 (Seakeeping)

各項目に対する原稿は、適応するそれぞれの Technical Committee で作成され、表現法委員会が編集して、全体として辞書にとりまとめる方針にしている。

第13回 I T T C の当時には、プロペラ編の原稿のみが未完であったが、これもそれ以後 Propeller Committee によって作成され、表現法委員会の意見を取り入れた原稿ができており、付録VIIに掲載されている。

キャビテーション編の原稿は、第13回 I T T C の Cavitation Committee の報告の中に含まれていた。しかしその時には表現法委員会での検討する機会がなかった。その後、検討した結果をこの編の著者であ

る Eisenberg 博士に連絡し、新しい原稿ができており、それが付録VIIIに掲載されている。

以上のごとく辞書のすべての編の原稿はできており、委員会としても喜んでいる次第である。キャビテーション編とプロペラ編の承認が終れば、辞書の編集作業にとりかかることができる。しかし、原稿はその作成の際の便宜を考慮して、前述したように8編に分かれて作成されているので、これを一冊の辞書にするためには全編を通じて、アルファベット順に整理することが必要である。これは編集者にとっては大変わずらわしい仕事であり、しかもそれを実行すると、各項目は前後に何の関連もなく単独に出てくるので、よく理解させるためには各編の原稿による定義のみでは不十分で、詳細な再定義の必要性も出てくるであろう。これに関連して、関係の深い編のみを結合する方法、たとえば抵抗と推進、プロペラとキャビテーション、操縦性と耐航性という具合に結合することも考えられる。いずれにしても更に慎重な検討が必要であろう。

また、適当な段階で、この辞書を英語以外の各国語に翻訳することの検討も必要と考えられる。

耐航性編と抵抗編において、次の言葉の定義が問題となった。すなわち、Whipping と Springing が耐航性編において、また Wave Pattern Resistance が抵抗編において問題となったが、その詳細についてはここでは省略する。

2. 4 試験水槽施設のカタログ

これに関する追加掲載の要望は受けとっていない。

2. 5 国際単位 (S. I. Units)

これに関する基本的態度は、その後変っていないが、ただアメリカ合衆国が S. I. 単位を指向する動きを見せている。これに関連して The American National Metric Council が創立され、第1回の年次会議がワシントンで開催されている。

2. 6 今後の仕事と表現法委員会の将来

第13回 I T T C の際に、委員会は現在の仕事を完成するのにどれ位の年月が必要かとの質問を受けた。これに関連して Instrumentation and Facilities Committee を設立してはどうかとの提案があり、これをいやいやながら Technical Committees に加えようとする提案があったものと了解している。

この質問に対して表現法委員会としては、その仕事に一区切りをつけるためにもう3年間が必要という意見であった。この状態で我々は第14回の I T T

Cに臨むわけであるが、この委員会報告を書いている時点では3年前の意見を変更する理由は何等みあたらない。この委員会報告によって明らかかなように、依然として若干の仕事がまだ残されている。しかしこれを実行するのに委員会を必要としないと論ずることもできるであろう。

このような状況に対して、委員会はITTCの目的遂行のために、委員会の所掌する事項を利用価値が多くなるようにどのように拡大すべきかについての提案を行なう。その詳細は付録IXにのべられているが、その概略をのべると、たとえば水槽試験およびそれに関連する業務に適用される電算システム、新しい計測技術、模型作成方法などである。これらに関連して委員会の名前をPresentationからInformationに変えることを提案する。

3. 討論の概要

まず、標準記号の翻訳に関連して、Prof. Kostilainenからフィンランド語への翻訳がある旨の紹介があり、続いて付録IおよびIIIに対してDr. Morgan(米)からair contentの定義に関する字句についての意見があった。またDr. Cummins(米)からは付録Vの有用性について意見が述べられた。さらに付録VIに対してはMr. Paffett(英)から水の比重 ρ の数値に対する質問などがあったが、これらに対してはいずれもそれぞれの担当委員から返答が行なわれた。

次いで、矢崎博士(日)からプロペラ関係の標準記号について、International Standards Organization(ISO)において類似の仕事が行なわれているので、これとも連絡をとるようにとの意見が出され、委員会としてもこれを受け入れる旨の返答が行なわれた。さらにMr. Vosper(英)からfully cavitating propellerの字句に関連した質問があり、これに対しては立案者であったPropeller Committeeの委員であるDr. Cumming(米)が返答した。

最後に、委員会の将来とその仕事に関する提案で付録IXに対して、Dr. B. Johnson(米)とDr. W. E. Cummins(米)の2人から興味深い意見が開陳された。まずDr. Johnsonの意見は付録IXの提案に同意であり、Information Committeeとその名前も変更して、新しい仕事も取り入れてやるべしとの意見であった。またDr. Cumminsの意見は、付録IXの提案に不賛成であり、むしろPresentation Committeeのままでも多くの重要な仕事が残って

いるので、そのままの形で存続すべきであるとの意見であった。このDr. Cumminsの意見については、それに賛成の意味の拍手がfloorからあり、特にProf. Van Manenなどからは同意する旨の意志表示があった。この2つの貴重な意見に対して委員長Dr. Lackenbyおよび幹事Prof. Mazarredoから謝辞および返答があったが、その要旨は委員会の将来についてはExecutive Committeeの勧告に委ねるということであり、これで討論を終了した。

4. 最終勧告

4.1 標準記号

(1) 改訂されたITTC標準記号表が準備され、そして発行される。これには1971年にBSRATM 400として発行された以後に承認された追加記号のすべて以外に、すべての電算機用記号も入れる。

(2) 上記の標準記号表の完成の際にはフランス語の翻訳版を最も新しいフォーマットで発行する。

(3) I AHRにITTCの標準記号を受入れてくれるよう折衝すること。I SSCに対しても同様。

(4) ISOに対しても船舶流体力学の分野における術語、記号および表現法について一致がえられるよう折衝すること。

(5) 会議における討論をもとにして、必要と思われる新しい記号と術語を作成して提案すること。

4.2 データの表現法

(1) Displacement Stationsと水線の間隔のとり方および番号の付け方について承認された標準を印刷発行すること。

(2) ダクトプロペラの実験結果の表現法を作成し、プロペラ委員会の同意をえること。

(3) その他の必要と思われる項目についても表現法を作成すること。

4.3 船舶流体力学に関する辞書

(1) 会議においてえられた多くの意見を参考にして、現在作成ずみの原稿をもとにして、完全な辞書を編集編纂し発行すること。

(2) 上記の完成後、これを仏、独、伊、日、ロシア、スペインの各国語に翻訳すること。

4.4 試験水槽施設のカタログ

1972年に作成されたカタログを最新の情報も加えて改訂するとともに、情報交換の便宜をはかるため、標準様式を作成する。

(58頁へつづく)

High Speed Craft

田 中 一 郎
大 阪 大 学

Group Discussion として

i) High Speed Craft, ii) Ocean Platforms, iii) Testing in Ice, iv) Installations and Instrumentation の4テーマが予定され、当初は9日(水)と10日(水)の午後、シリーズに討論されるはずであったが、講演申込み多数のため2テーマ同時に、2会場に分かれて行われることになった。

High Speed Craft 9月9日(火) 1400~1630

Mr. Crago を座長、Dr. Schmiechen を書記として約40人の出席の下に始められた。あらかじめ印刷提出されていた論文は日本からの次の2篇のみであった。

1. An Experimental Technique for Studying the Planing Boat Spray and Deriving the Pressure Resistance Component (Latorre, 田宮) (10ページ)

(普通の曳航水槽で、小さいアクリル樹指模型を用いて滑走艇の飛沫抵抗を求める実験的手法が示され、飛沫抵抗と圧力との関係も論じられている)

2. Mutual Cooperation to Improve High Speed Crafts (土屋, 小林) (1ページ)

(漁船の馬力推定を統計解析的に行うために国際協力が必要であるという趣旨のもの)

座長からの提案で、2論文の発表(ただし2番目は著者不在のため内容紹介のみ)の後、a) 滑走艇、b) 水中翼船、c) ホーパークラフトの三つの小テーマに分けて討論が進められることになった。

a) 2論文の討論と滑走艇関係

論文1の発表に対し Dr. Savitsky の長い討論があり、その中で昔、菊原氏(新明和工業)が発表した3次元的飛沫の軌跡を2次元類推から求める方法が引用称赞された。また乱流促進の問題に触れ、Davidson Laboratory では普通スタッドは使わないが、キールに植えると良さそうだという興味ある事実を述べた。NSMB でもスタッドは使ってはいないようである。

論文2については賛成意見も多かったが、各所で似た研究が行われているようである。たとえば Savitsky の200隻のデータが1974年に発表されており、また Hadler のデータも Marine Technology に出るとのことである。

次に抵抗試験一般についての討論が行われ、模型の仕上げ特にチェーンの所の精度が重要であること浸水面積は写真撮影により求めること(NSMB)、CF としては ITTC Line か Schoenherr の式を用いていること、などが述べられた。また、重要な問題として、付加物の抵抗、揚力、それらの尺度影響波浪中の抵抗増加並びに運動、尺度影響に対するトリムの影響などがあることが指摘された。最後の点に関連し横尾氏が20年前の研究につき紹介した。

b) 水中翼船関係

NSRDC の Mr. Wermter が、Langley で3年間にわたって実施した50ktクラスの水中翼船の研究結果が近く発表されると述べた。また、カナダの30m艇につき Mr. Jeffries の報告があり、ストラットと船体の相互干渉が問題であること、空気吸込み防止板が必要であることなどを述べた。これらについては近く印刷される予定とのことである。

c) ホーパークラフト関係

座長の指名で Dr. Kaplan が立って動的応答問題、操縦性の問題などが重要であると述べた。また、クッション圧の尺度影響の問題も重要であるが未解決であること、PMM 試験、運動のシミュレーションなどの研究成果もかなりあがっていること、これらの結果は1976 ONR シンポジウムに出す予定であることなど発言した。その他としては、座長から実験技術上 antidive bag の使用に成功したこと、また Dr. Breslin から、スカートの圧力洩れの問題が尺度影響上大切であろうとの見解が述べられた。その後、座長から挨拶があり討論が閉じられたが、講演が少ないこと、研究者数もそれほど多くないことなどのためか、あまり活発な討論会ではなかったというのが率直な印象である。

Ocean Platforms

竹 沢 誠 二

横浜国立大学

石油掘削用リグを始めとする洋上プラットフォームなどのいわゆる“海洋構造物”(ITTCではOcean Platformsなる英語を使っている)は、船舶以外ではもっとも造船技術に関連の深い大型製作物品であるので、造船工業のこの面への進出は近年めざましいものであることは衆知のとおりである。そして、海洋構造物では波浪中性能が重視されるので、ITTCとも密接な関係にある。このようなことから、グループ・ディスカッションのテーマの一つとして採用されたわけである。座長は三井造船の山内保文博士、書記は R. P. Browne 氏であったが、山内さんが予じめ会の筋書を作り、プリントして配布してあったので、会はそのプログラム通りに極めて円滑に進行した。

山内座長の開会の挨拶後に、オランダ国立水槽の van Sluijs 氏の“海洋構造物について”と題する総括発表があった。この論文は耐航性委員会報告の附録として用意されたものであるが、座長の要請により発表の場を本討論会に変更したのである。本論は海洋構造物の波浪中性能に関する論文を集約して紹介したものであり、波浪中の模型実験法、運動および波浪外力の理論計算法、模型と実機の比較、および海洋構造物特有の低周波数域での現象などについて総括的に述べられている。

海洋環境のシミュレーションの問題に関連して各国の海洋構造物用の新しい施設が紹介された。船舶技術研究所の海洋構造物用の新水槽が間もなく建設に入ること、九州大学応用力学研究所の海洋観測ステーションが建設中であること、オランダ国立水槽およびアメリカ海軍船舶研究開発センター(もとのテイラー水槽)で海洋関係の新水槽を計画中等であることなどが発表された。風および潮流のシミュレーションについて江田(USA)、Paffett(U.K.)、Biewer(USA)などの発言、提案があった。

次に海洋構造物に作用する力の問題に移り、Hogben(国立物理研究所、船舶部、イギリス)の“単

体型構造物に作用する波浪荷重の計算と測定”と題した論文をセクレタリーの Browne 氏が代読した。本論は Hogben がすでに発表している4編の論文を紹介した極めて短かいものである。Browne 氏自身も“波による漂流力の予測”なる論文を当日配布し発表した。本論は漂流力に関する既発表論文をまとめたものである。岡田(日立造船)は高木などの“不規則波中の浮体の係留力”に関する論文を代読した。本論ではストリップ法によるいわゆる二次元計算と三次元計算の比較および線型計算と非線型計算の比較がなされている。Paffett 氏(国立物理研究所、イギリス)は、曳引車で没水円柱を曳航することによって、普通の造波装置では得られないような巨大な波が簡単に得られること、そして得られた波の中で固定物体に作用する波力を測定している状況を16%映画を使って説明した。

海洋構造物の応答特性に関しては、Wereldsma 教授(デルフト工科大学、オランダ)が“弾性浮遊構造物モデルに関する実験の基礎”と題した興味深い論文を発表した。スラミング、スプリンキングなど強度に関係のある模型実験を行なう場合には構造物としての弾性を考慮しなければならないことを示し、またその基礎的な考え方を提示している。次に伊藤(船研)は“荒海で使用する半没型作業船”と題した発表を行なったが、本論は半没型とすることにより固有周期を大にして波浪中運動の減少を目指した船型の水槽実験結果について述べたものである。

海洋構造物の設計上の問題に関して、高幣(川崎重工)は“自己昇降型プラットフォームのアンチ・ローリング装置”の例について発表した。本論は“海洋”に設置された能動型アンチローリングタンクの説明である。江田(スティーブンス工科大学、アメリカ)はスライドを使用して“シップ型の動的位相制御の例”について述べた。

なお、この分野には藤井(三菱重工)の“半没型

プラットフォームの位置保持について”なる論文が提出されていた。本論は半没型プラットフォームに関して動的位置制御の問題を含めて幅広く論じたものである。最後に安全性の問題について若干の討論があり、座長が非線型問題に言及した後に、要領よくまとめを行ない、会を閉じた。

出席者は終始40人を越え、ITTCの討論会としては盛況であったといえよう。しかし、率直な感想を書かせてもらおうと、“海洋構造物”なるテーマはITTCのグループ・ディスカッションで取扱うテーマとしては余りにも大き過ぎ、座長の絶大なる努

力にもかかわらず物足りない感じがした。規模が違いすぎるので対比するのに無理があるが、海洋構造物関係の有名な会議である Offshore Technology Conference (OTC) での技術講演会の様子を思い出すと、ITTCで今後もこのままの姿でこのテーマを取り上げるべきではないような気がする。ITTCに最も関連の深い分野に限り、ITTCが最も得意とする範囲だけを超重点的に取り上げれば、より有意義な権威のある会になり得るだろう。例えば“海洋構造物の水槽実験技術”、“海洋構造物の波浪中性性能”などが当面のテーマとして考えられる。

Group Discussion/Testing in Ice
by Seiji Takezawa

Testing in Ice

竹 沢 誠 二

近年、北方圏での資源開発が盛んになるにつれて、砕氷船、氷海タンカーあるいは氷海での石油掘削船などの開発需要が大になってきている。それにともない、世界各国で人工的に氷を張って氷海を再現する氷水槽（英語では Ice Model Basin あるいは Icebreaking Model Basin）が建設されている。日本でも船舶技術研究所が建設することを決定したと聞いている。

このような客観情勢から、今回のITTCでも“氷の中の水槽実験”に関するグループ・ディスカッションが取り上げられたわけである。なお、北欧諸国でのこの方面への関心と需要は日本で考えているよりはるかに強いらしく、次回のITTCではIce Panelが開かれることになり、その専任メンバーが今回のITTCで決められた。

今回のグループ・ディスカッションは9月10日の午後の時間全部を費して行なわれた。座長はかの有名な理論家であるハンブルグ大学のグリム教授であったが、その補佐にハンブルグ大学のウイグハルト教授があたっていた。共に学者らしい学者であるので、義理にも司会は上手であったとは言えず、同時に別室で開催されていた計測に関するグループ・ディスカッション（こちらの座長は典型的なヤンキーであるジョンソン教授で対照的に運営が上手であっ

た）にすっかり客を奪われてしまい、淋しい会になってしまった。

参加者は前半が約30人であったが、コーヒーブレイクの後にはエスケープした人が多く、本当の当事者のみが残ったに過ぎず、約20人に減ってしまった。それにしてもグリムさんは大変ユニークな方で、変ったネクタイをしているなど気がつきよみると、実はねじれていて裏が見えていた。あちらではオーバーヘッドプロジェクターをよく使用しますが、グリムさんはその前に立ちふさがって観衆には画面が見えないのに気が付かない。

また、司会者のあるにもかかわらず、自らその場にそぐわない極めてむづかしい理論的な討論をなさって皆を啞然とさせる一幕もありました。日本では、現役の学者さまにはもうこのような人はおられないのではないかと思います。つまり、現代日本の方が少なくとも現代ドイツより世智がらくなっているのではないのでしょうか。

会は文章になって提出されていた論文を各著者が説明することから始まったが、その第一はヘルシンキにある Wärtsilä 砕氷水槽での実験技術などについてマネキン氏が講演した。

この水槽は1970年の完成であるから既に5年の歴史を持ち、約50隻の模型船のテストの経験がある。

模型試験は次の三種の氷の状態について実施するのが普通である。すなわち、(1)平板状の比較的うすい氷を割りながら航走する状態、(2)浮いている氷塊あるいは小碎片をかき分けながら航走する状態、(3)表面に畝のある厚い氷、あるいは氷丘を衝突によって砕氷する状態。これらは各状態とも実船と模型の対応にまだまだ問題を残している。

この発表にあたり、各種の海氷の状況を示す多数の見事なスライドを映写した。そして、その状態が水槽でも得られていることをもスライドで示した。氷になじんでいる土地柄でなければこのような実物との対応は困難であるので、ここ当分はヘルシンキ水槽のこの面での優位は続きそうである。

次にウイグハルト教授が“砕氷時の重力抵抗成分と土質力学における土圧の関係”なる短い発表を行なったが、この内容の紹介は省略する。

ハンブルグ水槽にも氷水槽があるが、そこでの実験方法などについてシェバルツおよびクロツペンブルグ氏による発表があった。ハンブルグの氷水槽は1971年に完成したが、長さ30 m、幅6 mの試験用の氷水面を持つ。砕氷現象を氷水槽で再現するためには氷の E/σ (σ : 曲げ強度, E : 弾性係数) を実海面のそれに合わせなければならぬので、(1)ワックスあるいは石膏と添加物による代用氷、(2)塩分、湿度を制御して作った人工氷を使用している。そし

て、塩分を含んだ人工氷の E/σ の値を天然の海水の $E/\sigma=2000\sim 5000$ に近づけることが出来ることを示していた。

次にアメリカのニューヨーク州立大学のチュー氏(中国系)が当日配布した“普通的水槽で氷海航走抵抗を試験する方法”と題した論文の説明を行なった。本論はオランダ国立船型試験水槽で行なった疑似氷海中の抵抗試験について述べたものである。すなわち正三角形のプラスチックの平板を水面上に隙間なく並べておき、その中で模型船の曳航試験をする方法で、著者は氷塊をかき分けて進む時の抵抗値を相当より精度で測定できたと言っていた。

以上の発表後自由討論に入ったが、発表者どうしの議論は相当に活発であった。これらの発言から推察すると、氷の中の試験は、(1)実際の氷自体が変化に富んでいること、(2)人工氷によるシミュレーションが技術的に難しいことなどが主因で、実用試験としては、まだまだ緒についたばかりのようである。

なお、船研の伊藤達郎部長は根本にもどり相似則の問題から解決していくべきであるとの発言をなされた。また、東大の乾教授は日本の学会会議では多相流の問題に興味を持っているが、この面の研究は氷海上の問題解決に役立つのではないかとの意見を述べられていた。

Group Discussion/Installations and Instrumentation

by Ichiro Tanaka

Installations and Instrumentation

田 中 一 朗

9月9日(火) 1130~1230, 9月10日(水) 1400~1730の2日にわたり Prof. B. Johnson を座長に、Mr. Gospodnetic を書記として行われた。当初は1日のみの予定であったが、講演申込数が20に及んだのでやむなく2日間に変更されたテーマである。下記に発表論文の一覧表を示す。無印のもの(9篇)は前刷、*印(8篇)は当日配布、**印(3篇)はスライド説明のものであるが、順序は発表順ではなく内容別にしてある。

発表数が多かったため討論時間が少なくなり、その点ではグループ討論というより、むしろ講演会に

近い形式のものとなったが、100人近い参会者があり熱気にあふれた会であった。ページ数の制約上各論文の内容説明は1行ずつにさせていただく。ご希望の向きは各出席者に直接ご照会ありたし。

1. Implementation of the Project of the Bulgarian Ship Hydrodynamics Experimental Center, P. Bogdanov and J. Guliev, (10頁) ブルガリヤ船舶流体力学実験センター(BSHC)について。

2. Testing Facilities and Instrumentation at the Ship Hydrodynamics Laboratory of the

- Helsinki University of Technology, V. Kostilainen (10頁)
ヘルシンキ工科大学に最近完成した曳航水槽, 回流水槽の説明。
3. Automatic Facilities at Akashi Ship Model Basin, 渡辺 (5頁)
明石船型研の水槽試験自動化について。
- 4*. Ship Hydromechanics Division of the Ship Design Research Centre in Gdansk—Oliwa, K. Szponar (10頁)
ポーランドの造船研究センター水槽概要。
- 5**. New Facilities at University of Veracruz, M. Gutierrez
メキシコ・ベラクルス大学の大曳航水槽, 運動性能水槽など。
- 6*. HSMB integrated surface-ship towing system used for resistance, propulsion and LAHPMM tests, A. Goodman and M. Gertler (13頁)
HSMB (Hydronautics Ship Model Basin) に完成した抵抗・自航並びに大振幅水平 (LAH) PMM 試験用総合曳航システムについて。
- 7**. Tank Extension at HSMB, A. Goodman
- 8*. The New Ocean Engineering Centre at B. C. Research, Vancouver, J. T. Tothill (9頁)
バンクーバーに最近完成した中型曳航水槽, 操縦性水槽, 浅水水槽について。
- 9**. Water Channel at VWS, S. Schuster
ベルリン水槽の10m×5m×3.1mの大回流水槽の説明。
- 10*. Data Acquisition and Control Systems at the N. R. C. Marine Dynamics Laboratory, M. D. Miles (4頁)
カナダ国立海洋力学研究所のデータ収集制御システムの説明。
11. Water Pressure Scanning, F. J. Kirby and S. J. Rowe (6頁)
NPLで使用している多点圧力計測用切換スイッチ。
- 12*. On IHI Seakeeping and Manoeuvring Tank, 田崎 (9頁)
IHI運動性能水槽について。
- 13*. On Simulation of Rotating Arm test by means of Computer Controller XY Carriage, 元良 (1頁)
東大水槽のXY電車にミニコンを積み, 回転腕試験あるいはPMM試験をシミュレートすること。
14. Equipment for zig-zag tests and measurement of actual average speed including the rudder effect, C. Alvarez-Canovas (11頁)
スペイン El Pardo 水槽の新操縦性能計測装置について。
15. Model Steering Gear, M. Bech (9頁)
Lyngby (デンマーク) 船研で作られた模型用操舵機と航動力計の説明。
16. Overhead Photography of Model Manoeuvring, A. D. Gill (3頁)
NPLで使われている天井カメラによる航跡解析装置。
17. Novel planar motion carriage at Hamburg, O. Krappinger & S. D. Snarma (4頁)
ハンブルグ水槽 (HSVA) に設置中の CPMC (Computer-controlled planar motion carriage)。
- 18*. A Ship Handling Simulator at Osaka University, 野本 (1頁)
阪大に出来た操船シミュレーターについて。
19. Measurement of Propeller Thrust with Strain Gauges on a Tested Shaft, B. Nizey and A. Paradis (3頁)
ベンチテストでトルクをかけ, トルクの推力に対する影響を調べたもの。
- 20*. A New Thrustmeter Developed at Osaka University, 田中 (1頁)
関西造船協会誌158号に発表の阪大で開発した実船用推力計の紹介。
以上がほんの概要であるが, 筆者の印象では, 日本からの発表に対し特に関心, 評価が高いように思われたことを一言付記しておきたい。

(53頁よりつづく) 〴〵

5. 新委員会およびその委員

9月11日の General Session において承認された Executive Committee の勧告によると, 新委員会は「Presentation and Information」に関する Technical Committee として, 次の第15回 I T T C の終りまで, 仕事することとされたのは前述の通りである。そして指名された新委員は次の通りである。

- Prof. M. Fancev (ユーゴスラビア)
Prof. F. Johnson (米) 新任
Dr. H. Lackenby (英)
Prof. L. Mazarredo (スペイン) (Chairman)
Mr. M. D. Miles (加) 新任
Mr. Nikolaev (ロシア) 新任
Dr. S. Okada (日)
Dr. M. Schmiechen (西独) 新任

M0船の警報発生状況とその解析

豊永康男／古市善顕

日本船主協会機関管理研究会

第1章 まえがき

近年の科学技術の進歩は著しく、社会全体が技術革新の波で洗われ、船舶においては、昭和30年代半ば頃から一連の自動化機器が積極的に採用されて、昭和45年には、更に船内労働の省力化を図ったM0船が登場した。

その後、外航大型船におけるM0船の占める割合は急上昇し、昭和50年6月末現在、M0船の数はディーゼル船255隻、タービン船59隻、合計314隻に達している。

M0船は言うまでもなく、機関の無人化運転と少数定員による運航を可能ならしめる目的で建造されたものであるが、M0船建造の趨勢に鑑み、日本船主協会「機関管理研究会」では、M0船の運航実態を警報発生面より捉えんとし、昭和48年度より調査を始めた。調査に際しては、特に、夜間の警報発

生状況と誤警報の発生状況を把握することとして、この程調査を完了し発表の運びとなった。

尚、調査開始当時、M0タービン船の隻数が少なく、集計可能な船は7隻にとどまり、データのばらつきを生じていることを断っておく。

第2章 調査方法

次の調査方法を基として、資料の収集・集計を行った。

1) 警報調査の期間

主として、昭和45年、46年に竣工した対象船の竣工より2カ年間の警報発生状況を調査した。

2) 警報の計数範囲

・常用航海時の警報のみならず、停泊中、出入港時、又は狭水道通航時などの警報もできるだけ

集めた。

・機関室火災警報も計数対象に含めた。

・人為的操作により発生した警報、誤操作によって発生した警報及びレフコン警報は対象から除いた。

・機関室の無人運転が実施される一般的な時間帯である1700～0800の間に発生した警報は、夜間発生警報として集計した。

3) 警報分類法

警報内容を表一1の分類法によって区分・整理した。

4) 調査表

資料の収集にあたっては、次頁表一2を用いた。

	大 分 類	小 分 類
総警報	誤 警 報 (プラント自体は正常であるにも拘らず発生する警報)	1. 監視装置の不良 (監視装置の故障、不具合により発生する警報。検出端・変換器なども含む。 2. 不 明 (警報発生原因が不明のまま復帰する警報。ノイズなど。 3. 設定不良 (監視装置の設定値ずれ、又は正常にセットされていないために発生する警報。 4. 設計不良 (監視装置および同系統の設計不良に起因する警報。
	真 警 報 (プラント自体に異常が起ったため発生する警報)	5. 制御装置の不良 (制御装置の故障、設計・取付不良、設定不良などにより発生する警報。 6. そ の 他 (制御装置以外のプラント自体を構成する機器の故障、不具合又は、同系統の故障、不具合などにより発生する警報。

表一1 警報分類表 (注・小分類の各項目について、更に圧力系、温度系、液面、電気系、その他別に分けて警報発生状況を調査した)

丸 警 報 分 類 別 記 入 表											月 分		
大分類	系統別分類 小分類	1. 圧力系		2. 温度系		3. 液 面		4. 電気系		5. その他		合 計	
		警報数	夜間発生数	警報数	夜間発生数	警報数	夜間発生数	警報数	夜間発生数	警報数	夜間発生数	警報数	夜間発生数
誤警報	1. 監視装置の不良												
	2. 不 明												
	3. 設 定 不 良												
	4. 設 計 不 良												
	小計①(1+2+3+4)												
真警報	5. 制御装置の不良												
	6. そ の 他												
	小計② (5+6)												
総 計 ①+②													

表一 2 M0 船の警報発生状況記入表

○印 タービン船

分類		会社名	第一中央汽船	出光タンカー	ジャパンライン	川崎汽船	日本水産	日本郵船	日正汽船	日邦汽船	商船三井	昭和海運	新和海運	東京船舶	山下新日本	合計		
搭載主機別	ディーゼル		3		2	2		2	1	1	3	3	2	1	2	22		
	タービン			1	2	1	1	2								7		
造船所別	日立	因島													1	1		
		舞鶴									1	1				2		
	石播	相生			1			①									1	
		具							①								1	
		横浜			①				①								2	
	川重	神戸				2						1					3	
		坂出			①	①											2	
	鋼笠	管鶴見											1				1	
		戸船渠								1							1	
	三菱	三	広島			1								1			2	
			神戸						①							1	2	
		菱	長崎		①													1
			下関												1			1
			横浜							1								1
	三井	千葉										1					1	
玉野										1						1		
名住東	村造船							1					1			2		
	友浦賀	3														3		
	北造船											1				1		
合 計			3	1	4	3	1	4	1	1	3	3	2	1	2	29		

表一 3 調査対象船の会社別/搭載主機別・造船所別構成

船名 要目	種	竣工年月日	MO符号 取得年月日	重畳屯数 K・T	主機型式 定格出力×R・P・M	製				造		所
						主機リモコン	主配電盤	モニター	中央制御盤	ACC	主ボイラ	
A D	自動車・撒積	46. 3. 27	46. 7. 5	27,156	7 K 62 E F 9,400×144	日立造船	寺崎	北崎	辰	中央制御盤		
B D	鉱石	46. 5. 15	46. 9. 6	123,553	K 10 Z 86-160 E 23,000×115	川重・安立	寺崎	北崎	辰	蓄電舎		
C D	タンカー	46. 8. 7	47. 1. 18	227,604	10 K 98 F F 38,000×103	三井・BW	寺崎	北崎	辰	三井造船		
D D	鉱石	45. 8. 11	45. 11. 30	121,552	K 8 Z 86/160 E 24,750×115	富士電機	富士電機	富士電機	辰	富士電機		
E D	貨物	45. 12. 21	46. 3. 28	12,180	K 6 Z 86/160 E 18,400×115	富士電機	富士電機	富士電機	辰	富士電機		
F D	鉱石	45. 10. 15	46. 2. 17	112,800	9 K 84 E F 23,200×114	北辰	寺崎	北崎	辰	蓄電舎		
G D	コンテナ	45. 10. 15	46. 3. 8	19,500	R N D 105 34,200×108	三菱電機	寺崎	寺崎	寺崎	寺崎		
H D	7ルコンテナ	45. 5. 14	45. 9. 22	19,090	8 R N D 105 28,000×105	布谷	寺崎	山崎	武	I H I		
I D	撒積	46. 8. 16	46. 12. 24	115,499	8 U E C 65/180 D 19,440×111	東京計器	寺崎	北崎	辰	寺崎		
J D	自動車・撒積	45. 9. 30	46. 3. 11	25,376	7 R N D 68 11,550×150	東京計器	寺崎	東京計器	辰	東京計器		
K D	撒積	46. 9. 20	46. 12. 27	115,775	8 R N D 90 20,000×116	三菱電機	寺崎	山崎	武	旭電装		
L D	貨物	47. 3. 22	47. 6. 30	25,031	8 U E C 65/135 10,400×145	日本造船機	寺崎	理化電機	辰	寺崎		
M D	鉱石・撒積	46. 12. 20	47. 8. 10	142,300	10 U E C 65/180 D 22,280×109	東京計器	寺崎	山崎	武	寺崎		
N D	貨物	45. 11. 14	46. 6. 14	13,859	6 K 74 E F 11,600×124	北辰	寺崎	山崎	武	旭・山崎工業		
O D	自動車	45. 11. 24	46. 3. 25	27,110	7 K 62 E F 9,400×144	日立・BW	寺崎	東京計器	辰	蓄電舎		
P D	鉱石	46. 6. 30	46. 10. 8	115,340	8 K 84 E F 20,000×114	三井・BW	寺崎	東京計器	辰	旭機械計装		
Q D	重畳物ライナー	46. 12. 10	47. 4. 4	11,476	6 R D 68 8,000×150	東京計器	寺崎	東京計器	辰	旭機械計装		
R D	撒積	45. 2. 21	45. 6. 16	23,660	6 R D 76 9,600×119	C.P.P. 製作 アヲ和谷	寺崎	理化電機	辰	蓄電舎		
S D	撒積	46. 4. 1	46. 7. 8	76,324	9 R N D 76 18,000×122	安立電機	寺崎	理化電機	辰	蓄電舎		
T D	鉱石・撒積	45. 9. 29	46. 4. 22	120,174	8 R N D 90 23,200×122	安立電機	寺崎	理化電機	辰	蓄電舎		
U D	鉱石・撒積	46. 11. 10	47. 2. 27	111,410	9 K 84 E F 23,200×114	三井造船	寺崎	北崎	辰	三井造船		
V D	貨物	46. 6. 29	46. 11. 24	9,559	6 R D 68 7,200×135	三菱神戸	寺崎	北崎	辰	北辰		
A T	タンカー	46. 8. 10	46. 12. 11	232,339	川崎UA-360 38,000×90	富士電機	富士電機	富士電機	辰	富士電機	川	庫
B T	鉱炭油船	46. 5. 20	47. 5. 31	157,260	I H I 700-66 700×83	I H I	寺崎	東芝	辰	燵	ベ	レ
C T	タンカー	46. 6. 12	46. 9. 27	231,250	川崎UA-360 38,000×90	富士電機	寺崎	東京計器	辰	寺崎	コ	ー
D T	タンカー	45. 8. 12	46. 1. 26	208,902	I H I 700-66 700×83	I H I	寺崎	東京計器	辰	寺崎	コ	ー
E T	タンカー	46. 3. 4	46. 6. 25	212,440	タービンGE 36,700×83	I H I	寺崎	北崎	辰	寺崎	コ	ー
F T	コンテナ	46. 11. 20	48. 2. 6	30,800	三菱タービンM 40 40,000×135×2	三菱	三菱電機	三菱電機	辰	三菱電機	コ	ー
G T	タンカー	45. 8. 18	46. 2. 2	254,773	三菱タービン 36,000×90	三菱電機	寺崎	三菱電機	辰	三菱電機	コ	ー

表一4 調査船主要目の一覽表

第3章 調査対象船

日本船主協会「機関管理研究会」会員の各社が所有する初期のM0船のうち、比較的長期のデータが揃っている29隻（ディーゼル船22隻、タービン船7隻）を対象とした。

表-3、表-4にその船会社・造船所別構成および主要目を示す。

第4章 総警報および夜間発生警報集計結果

一般に、故障の時系列変化は図-1のようにパス・タブカーブを画くと言われているが、今回の調査

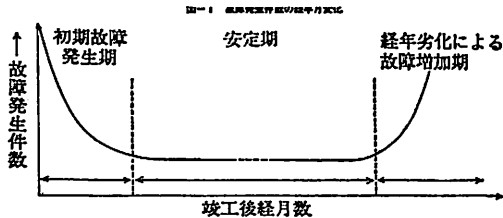


図-1 故障発生件数の経年変化

結果、M0船の警報発生状況も、システム全体としてはこの傾向が認められた。但し、今回の調査期間（竣工より2カ年）内では、図-1の故障増加期間には達していない。

M0船のシステム全体としての警報発生状況は、図-2、図-3で明らかのように、竣工後、負の指数曲線を画いて減衰し、安定期（偶発故障期）に達する。しかし、分類別に分けた警報集計のなかには、新造当初より殆ど初期故障の発生が認められないものや、調査期間の一時期に警報発生件数が異常に増加したり、あるいは、調査期間の全域にわたって警報不安定なものなどがあり、安定期などの分析を行う上で問題となるものがあった。

4-1 総警報および夜間発生警報の傾向線と安定期

4-1-1 回帰曲線

竣工後の警報発生件数の経月推移の状態を表わしたものが、図-2、図-3の折線グラフであるが、この傾向線が負の指数曲線

$$Y = A \cdot e^{-B \cdot X} + C \quad \dots\dots\dots(1)$$

(Y : 警報発生率 [件/月/隻]
 X : 竣工後経月数 [月]
 A, B, C : 定数

になると仮定し、この回帰曲線を求めた結果を表-5に示す。

ここで、 $A \cdot e^{-B \cdot X}$ は初期故障による分を表わし、Cは偶発故障による分を意味する。（但し、採用する回帰曲線の相関係数 r は0.75以上とした。）

表-5 回帰曲線方程式

	ディーゼル船	タービン船
総警報	$Y = 75.3e^{-0.55X} + 12.0$ ($r=1$)	$Y = 93.9e^{-0.32X} + 9.4$ ($r=0.97$)
夜間発生警報	$Y = 29.3e^{-0.53X} + 6.2$ ($r=1$)	$Y = 72.4e^{-0.61X} + 7.4$ ($r=0.92$)

4-1-2 安定期

1) 安定期の定義

就航後、初期故障が減少して、どのあたりから安定期（偶発故障期）に入るかの判定には、決った方法がないので、今回はこの判定基準を次のように採ることとした。

(1)式右辺の初期故障による分 $A \cdot e^{-B \cdot X}$ は経月により0に近付くが0になることはない。つまり、初期故障による分はいつまでも残ることになるので、 $A \cdot e^{-B \cdot X}$ が竣工時 ($X=0$) における値 (A) の3%になった時点、即ち

$$e^{-B \cdot X} = 0.03 \quad \dots\dots\dots(2)$$

なるXを安定期に入った点と見做すこととした。

〔注〕安定期を竣工時の初期故障による警報発生率の3%に減少した時期としたのは、船用プラントの実状に鑑みて、経験的に定めたものである。

2) 安定期

1)で述べた安定期の定義により安定期に入る時点を求めるには(2)式より

$$B \cdot X = 3.5 \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\therefore X = \frac{3.5}{B} \quad \dots\dots\dots(4)$$

とし、(4)の右辺分母のBに表-5の値をそれぞれ代入すればよい。結果を表-6に示す。

表-6 安定期に達するまでの期間

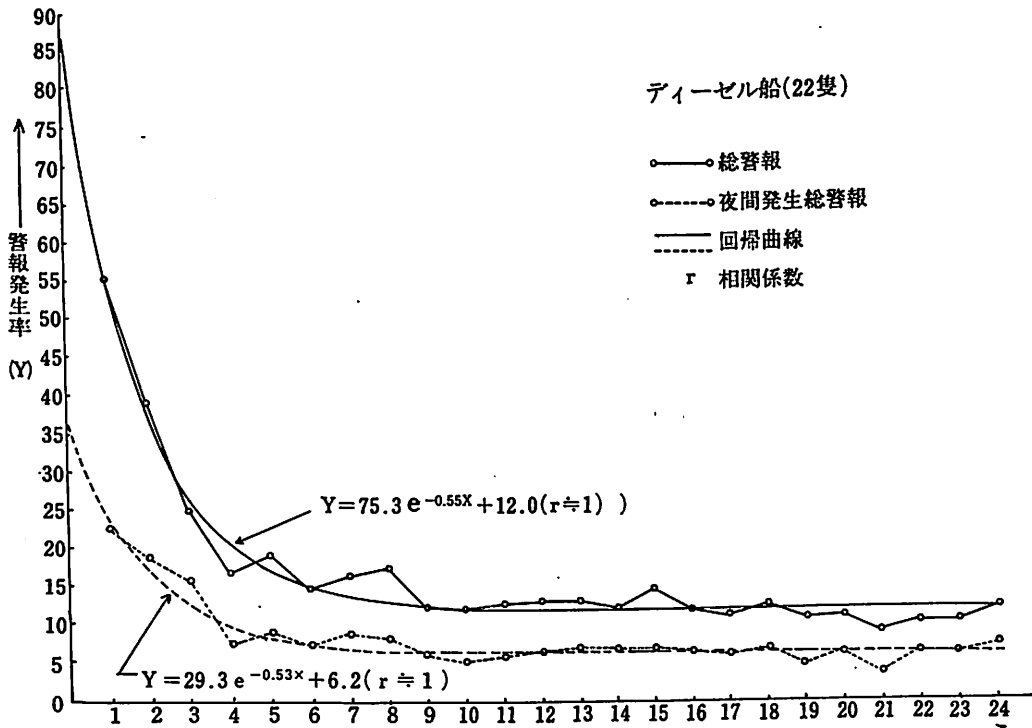
	警報分類	安定期に達するまでの期間
ディーゼル船	総警報	竣工後 6.4カ月
	夜間発生警報	" 6.6 "
タービン船	総警報	" 10.9 "
	夜間発生警報	" 5.7 "

3) 安定期における警報発生状況

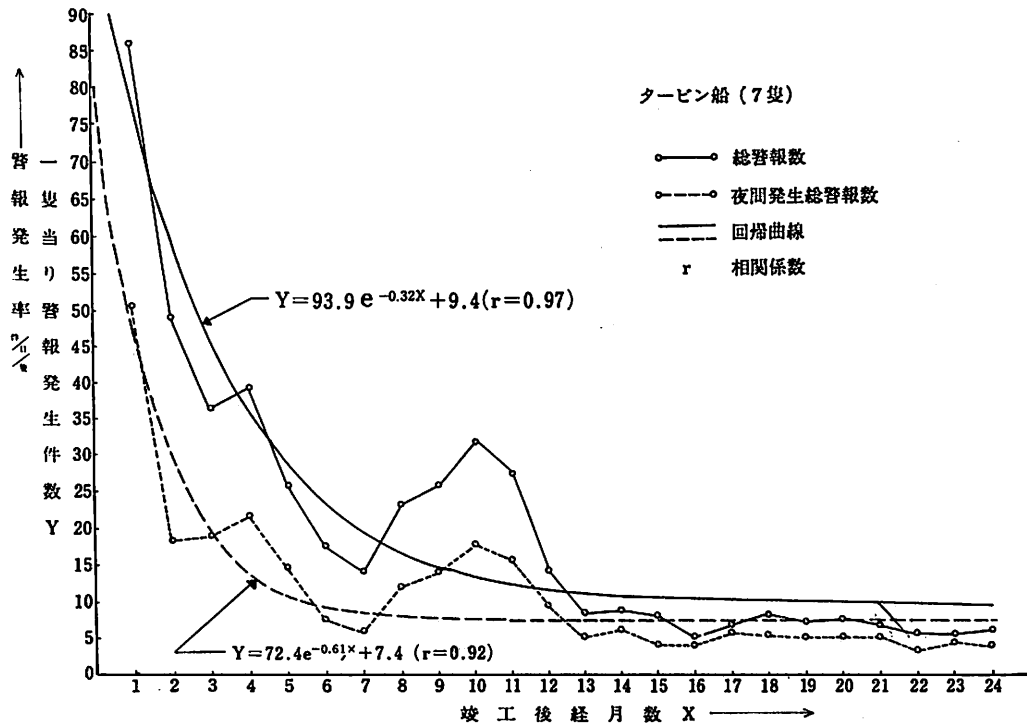
4-1-1で求めた結果より、安定期に入った時点の警報発生状況は表-7のようになる。

(本文66頁へつづく)

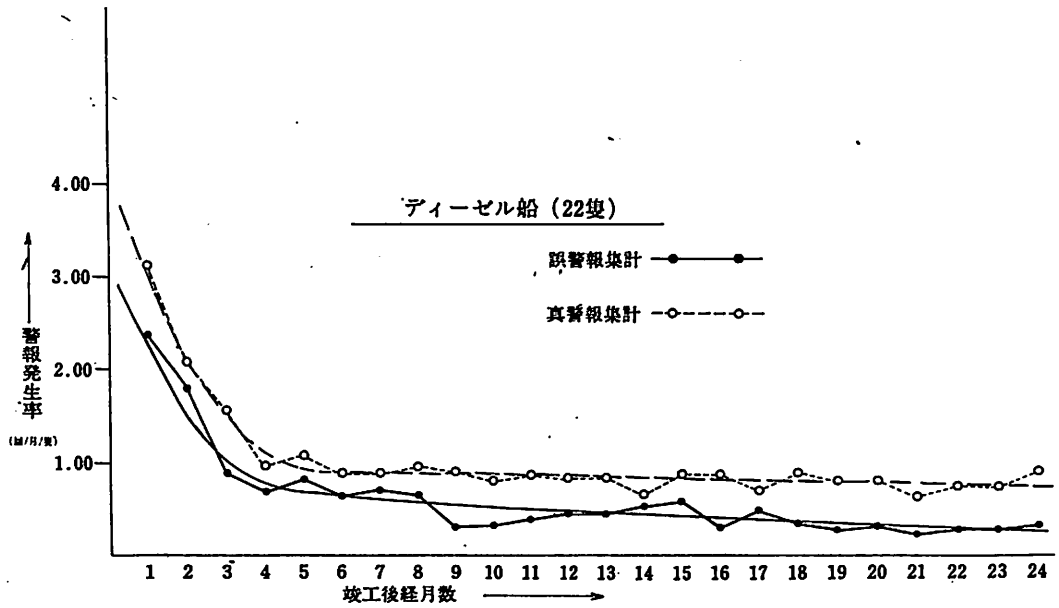
図一 2 ディーゼル船の総警報および夜間発生警報



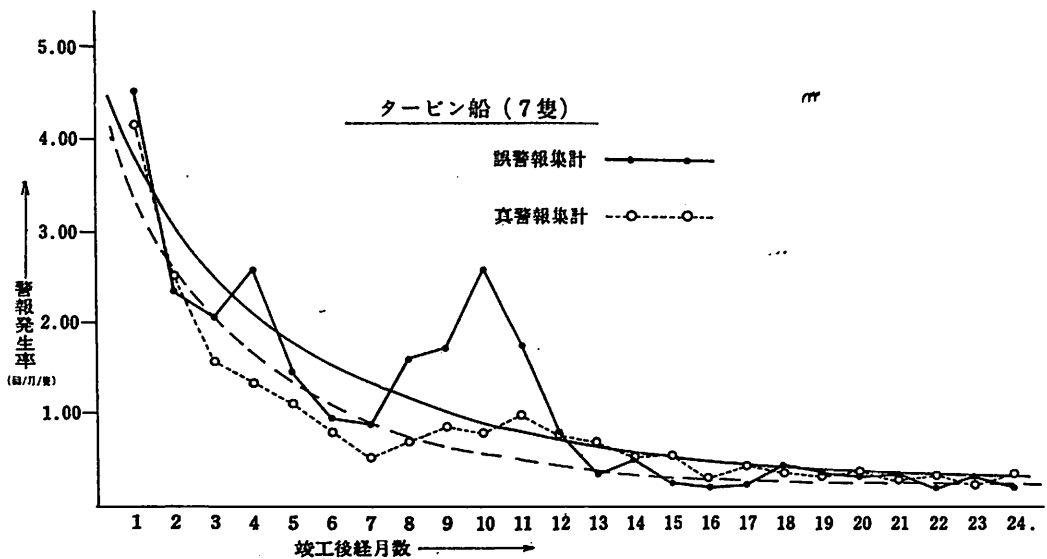
図一 3 タービン船の総警報および夜間発生警報



図一四 ディーゼル船の大分類別警報発生状況

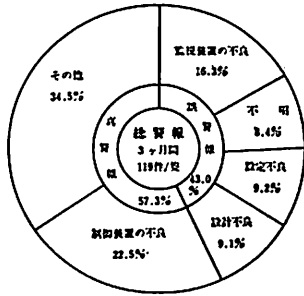


図一五 タービン船の大分類別警報発生状況

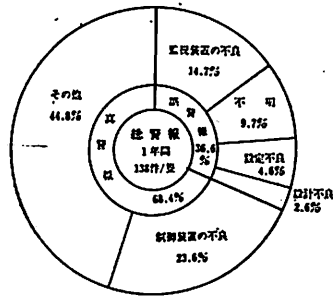


図一六 警報分類別警報発生率円グラフ

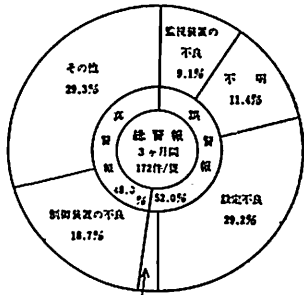
ディーゼル船



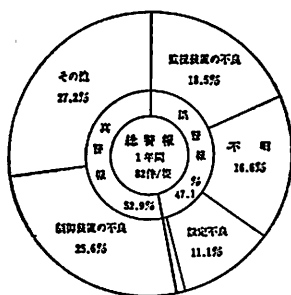
(3ヶ月)



(13ヶ月)



(3ヶ月)



(13ヶ月)

タービン船

天然社の図書案内

航海辞典 A5・850頁 定価6,500円・送料280円

監修／東京商船大学名誉教授・浅井栄資，横田利雄

船用品便覧 B5・300頁 定価5,500円・送料200円

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

船の写真と要目('72'73年版) 各B5・300頁 定価3,000円・送料200円

船の構造及び設備属具 A5・160頁 定価900円・送料145円

東京商船大学教授・鞠谷宏士著

船の強度と安定性 A5・160頁 定価900円・送料145円

東京商船大学名誉教授・野原威男著

海洋気象学 A5・311頁 定価1,200円・送料200円

理学博士・宇田道隆著

燃料・潤滑 A5・200頁 定価950円・送料145円

東京商船大学教授・宮嶋時三

株式会社 **天然社**

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

表一七 安定期に入った時点の警報発生状況

	警報分類	① 偶発警報発生率	② 初期故障分	$\frac{②}{①} \times 100\%$
ディーゼル船	総警報	12.0 件/月/隻	2.3 件/月/隻	19%
	夜間発生警報	6.2 "	0.9 "	15%
タービン船	総警報	9.4 "	2.8 "	30%
	夜間発生警報	7.4 "	2.2 "	30%

即ち、今回の調査の結果、システム全体として、

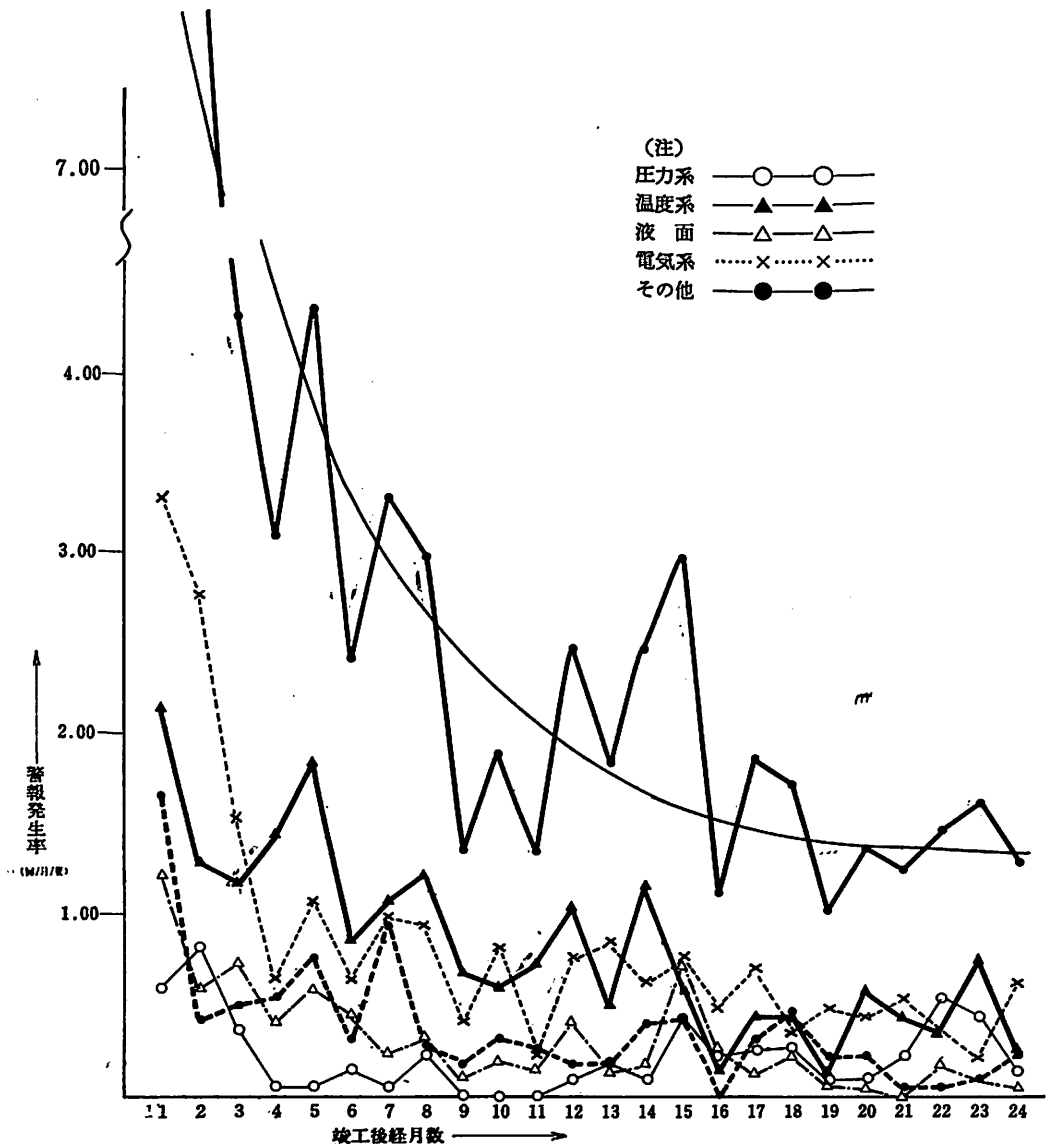
安定期に達した時点における残留初期故障による警報発生件数の偶発警報発生件数に対する割合は、ディーゼル船で20%弱、タービン船では30%である。

4-2 警報発生率

4-1では、今回の集計結果を統計的に処理した結果を述べたが、ここでは、個々のデータを次の二つの期間に分けて算術平均し、それぞれの期間における警報発生率を求めた。

結果を表一八に示す。

〔竣工～3ヵ月〕 竣工から3ヵ月までの3ヵ月間で、この期間は初期故障の非常に多い期間である。



(注)
 圧力系 ○—○—
 温度系 ▲—▲—
 液面 △—△—
 電気系 ×……×……
 その他 ●—●—

図一七 ディーゼル船 誤警報—1, 監視装置不良

〔13ヵ月～24ヵ月〕 竣工後1年以降2年までの1年間で、この期間は概ね偶発故障（警報）のみ発生すると考えられる。

表一 8 期間別警報発生率

		竣工～3ヵ月		13ヵ月～24ヵ月	
		警報発生率 〔件/月/隻〕	夜間警報 総警報 〔%〕	警報発生率 〔件/月/隻〕	夜間警報 総警報 〔%〕
ディーゼル船	総警報	39.6	42.7	11.5	53.9
	夜間警報	16.9		6.2	
タービン船	総警報	57.5	51.0	6.9	68.1
	夜間警報	29.3		4.7	

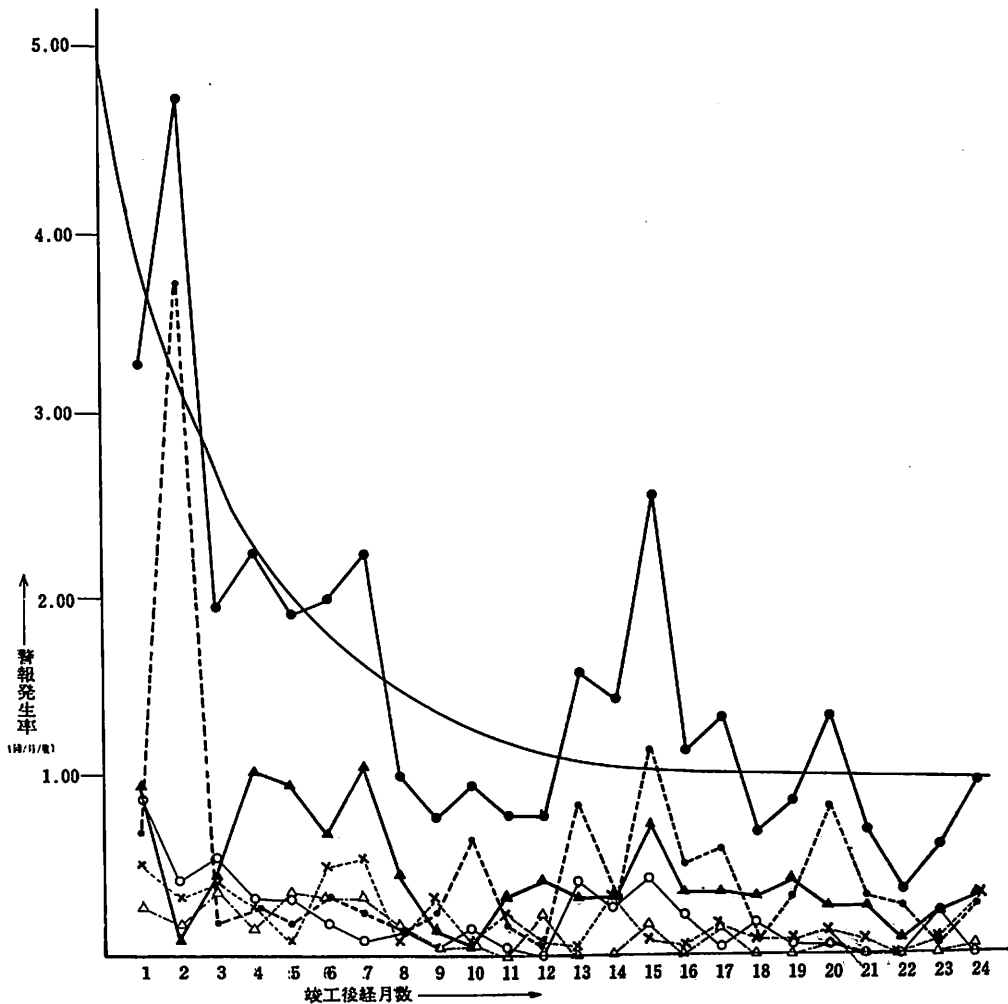
表一 8〔13ヵ月～24ヵ月〕の警報発生率と表一 7の④偶発警報発生率とは近似すべきものであり、ディーゼル船は殆ど一致している。然るにタービン船の方は一致せず、表一 7④の方がかなり高い。この理由は図一 3で見るように、竣工後10ヵ月目頃に大きなピークがあるため、回帰曲線を表わす(1)式右辺の定数項Cが大きくなったことによる。

4-3 ディーゼル船とタービン船の比較

これまでに明らかになったことにより、ディーゼル船とタービン船の比較を概括してみれば、次のようになる。

① 初期故障による警報はタービン船の方が多く、かつ、長時間安定しない。

(注) 但し、この原因は今回の調査対象タービン船7隻中の一隻に際立って警報発生数の多い船が含まれていたことによる。従っ



図一 8 ディーゼル船 誤警報一 2, 不明

て、もしこの警報多発船を除いて集計すれば、タービン船の方がディーゼル船よりも初期故障少なくなかつ安定する時期も早いという結果が得られる。……〔5-4参照〕

② 安定した時期の警報発生率はタービン船の方がディーゼル船より小さい。

第5章 警報分類別集計結果

4章でシステム全体の警報発生状況を調べたが、

システム全体の警報発生件数は、そのシステムを構成する部品の故障、あるいは不具合によって起る警報発生数の和であるから、本章では、2章で述べた警報分類に従ってそれぞれの警報発生状況を調べる。

尚、システムを細分化すればする程、個々のサブシステムについては、その経月警報発生件数は、明確な指数曲線を画くとは見做されないものもあったが、4章と同一手法によって個別サブシステムの警

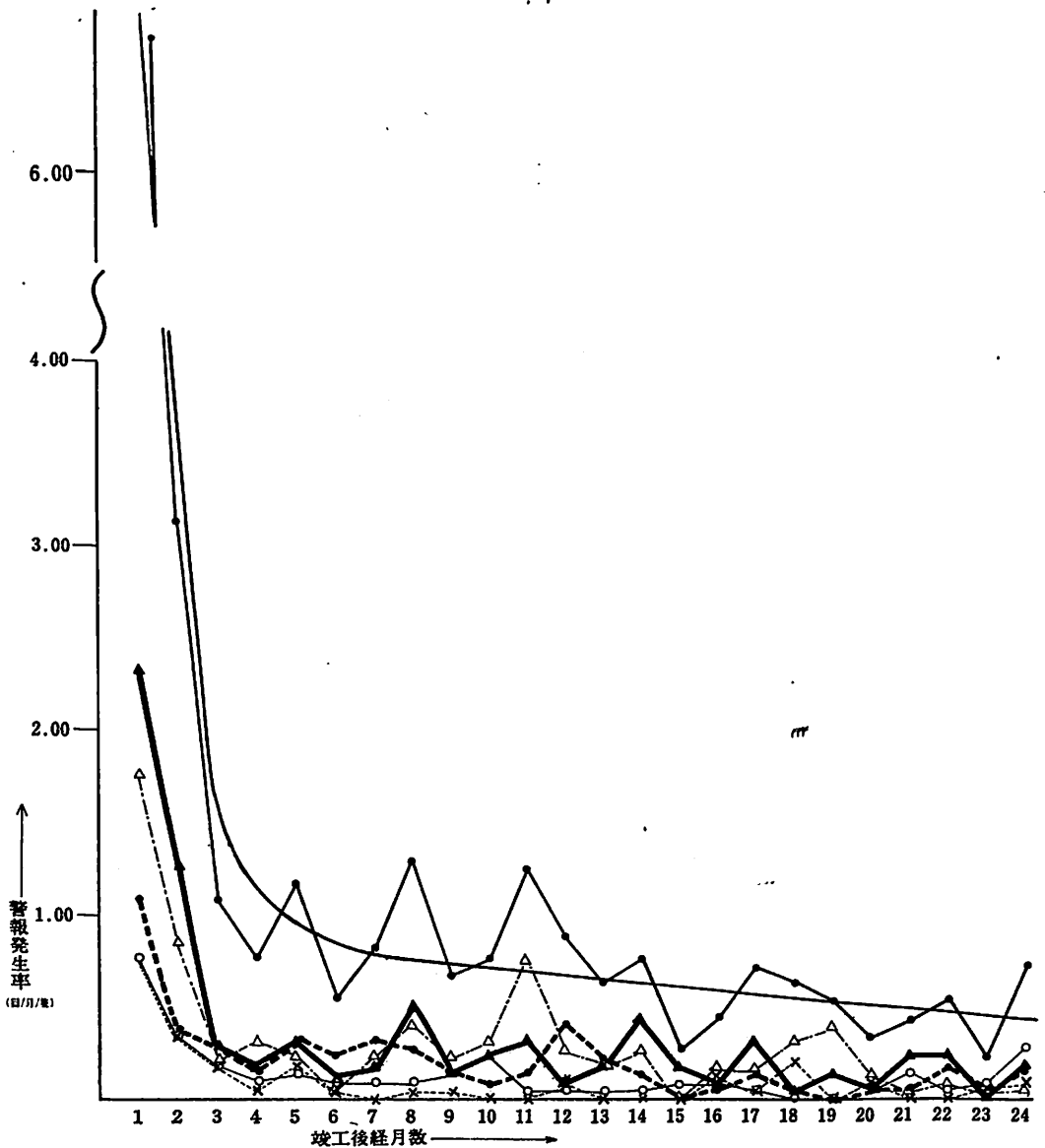


図-9 ディーゼル船 誤警報-3, 設定不良

報発生状況を調べることにした。

5-1 大分類別（誤警報と真警報）発生状況

警報推移の状況を図-4、図-5に示し、集計結果を表-9に掲げた。又、警報分類別警報発生率については図-6の円グラフを作成した。

5-1-1 ディーゼル船

（図-4、表-9あるいは図-6参照）

- ・真警報、誤警報ともに、竣工後4～5ヵ月で初期故障による警報発生件数は大幅に減ずるが、安定期に達するには更に3ヵ月程を要する。
- ・真警報と誤警報の発生割合は「竣工～3ヵ月」で約6：4であったものが、「13ヵ月～24ヵ月」では約7：3と誤警報の発生割合が減じている。
- ・警報発生率でみると、真警報が「竣工～3ヵ月」の22.58件/月/隻から「13ヵ月～24ヵ月」の7.88件/月/隻（4日に1回）へと約 $\frac{1}{3}$ になり、

り、一年以降はほぼ横這いの状態であるのに比し、誤警報の方は、17.05件/月/隻から3.64件/月/隻（8日に1回）へと約 $\frac{1}{5}$ になり、更に下る傾向を示している。

5-1-2 タービン船

（図-5、表-9あるいは図-6参照）

（4-3でも触れたが、調査対象船7隻の内警報多発船1隻を除いた結果は5-4参照）

- ・真警報、誤警報ともに安定が悪く、どうやら落ち着くのは竣工後一年以上経ってからである。
- ・真警報と誤警報の発生割合は、当初においても、安定期に達してからも、ほぼ等しい。
- ・警報発生率は当初ディーゼル船よりも大きく。「竣工～3ヵ月」で、真警報、誤警報とも30件/月/隻近い。しかし「13ヵ月～24ヵ月」では、いずれも $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ に減少し、安定期に達した時点より24ヵ月目間の平均は、真警報が3.5件/月/隻（本文72頁へつづく）

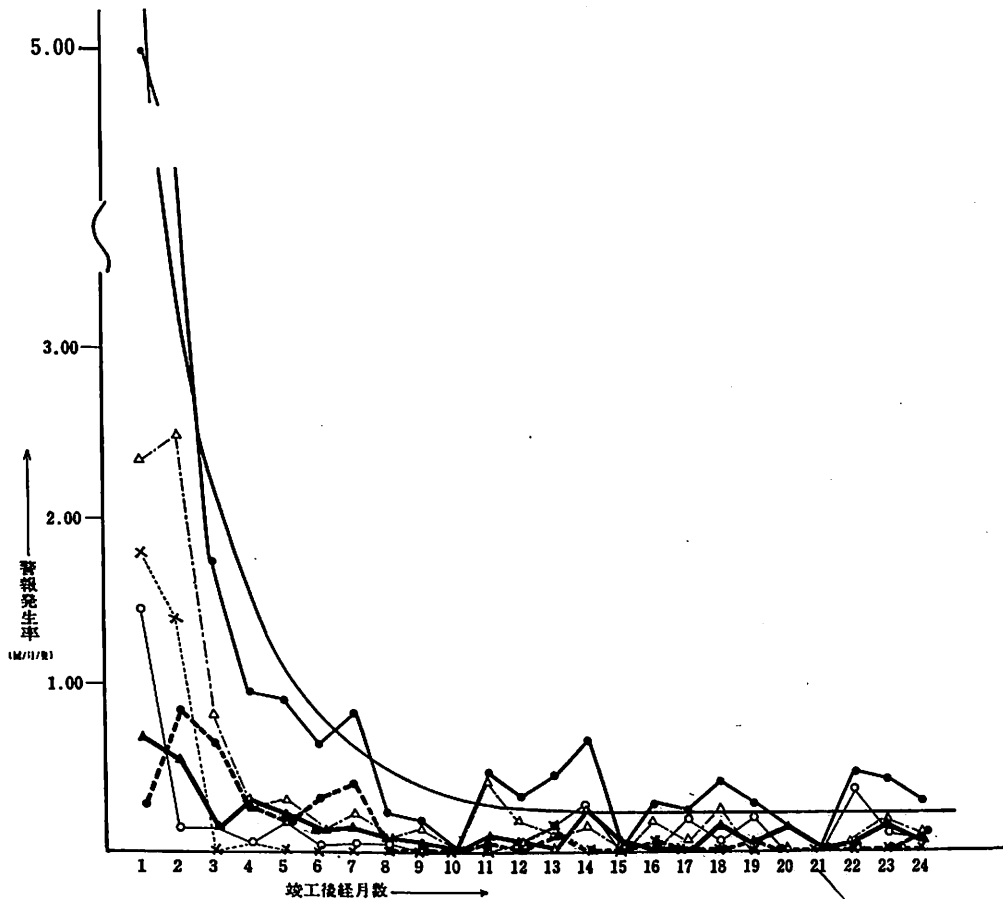


図-10 ディーゼル船 誤警報-4, 設計不良

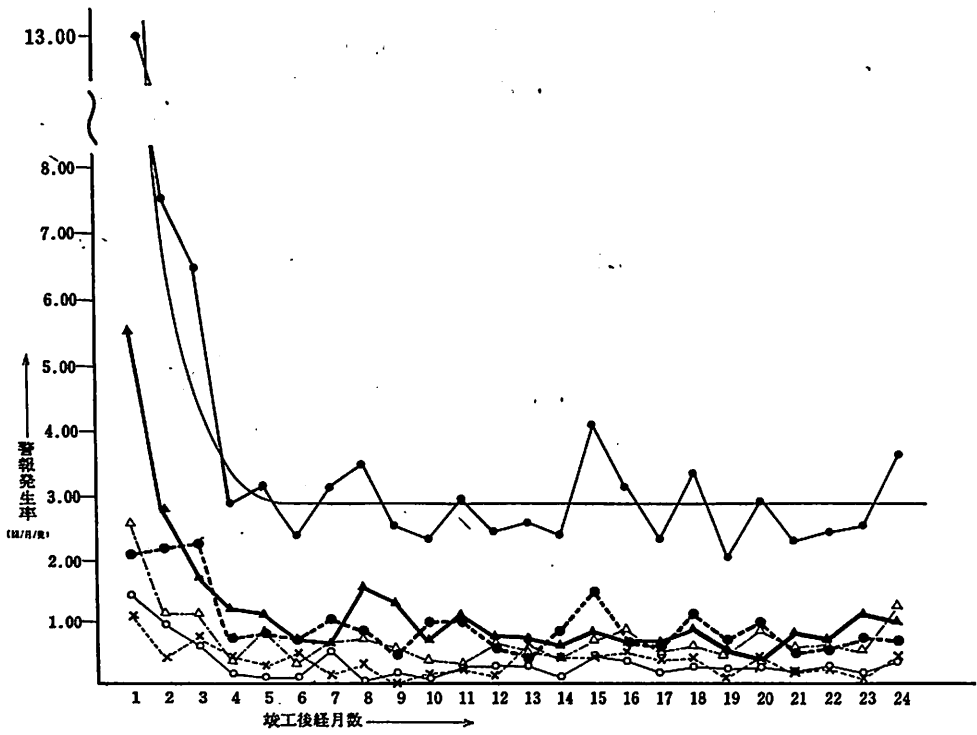


図-11 ディーゼル船 真警報-1, 制御装置の不良

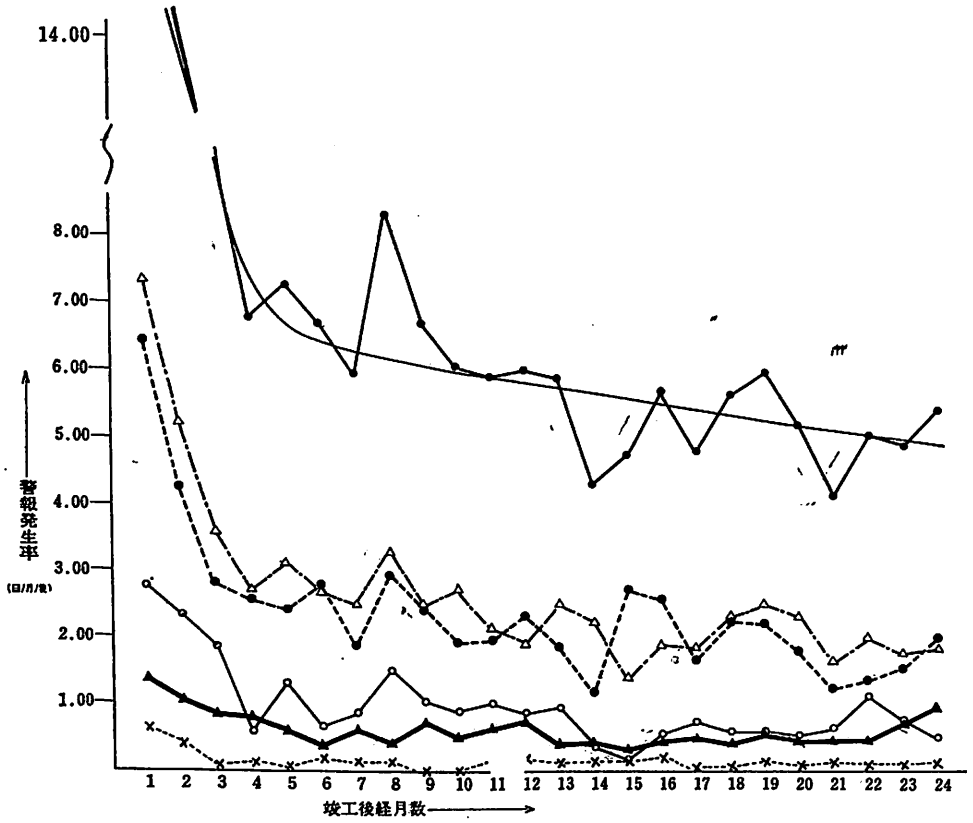


図-12 ディーゼル船 真警報-2, その他

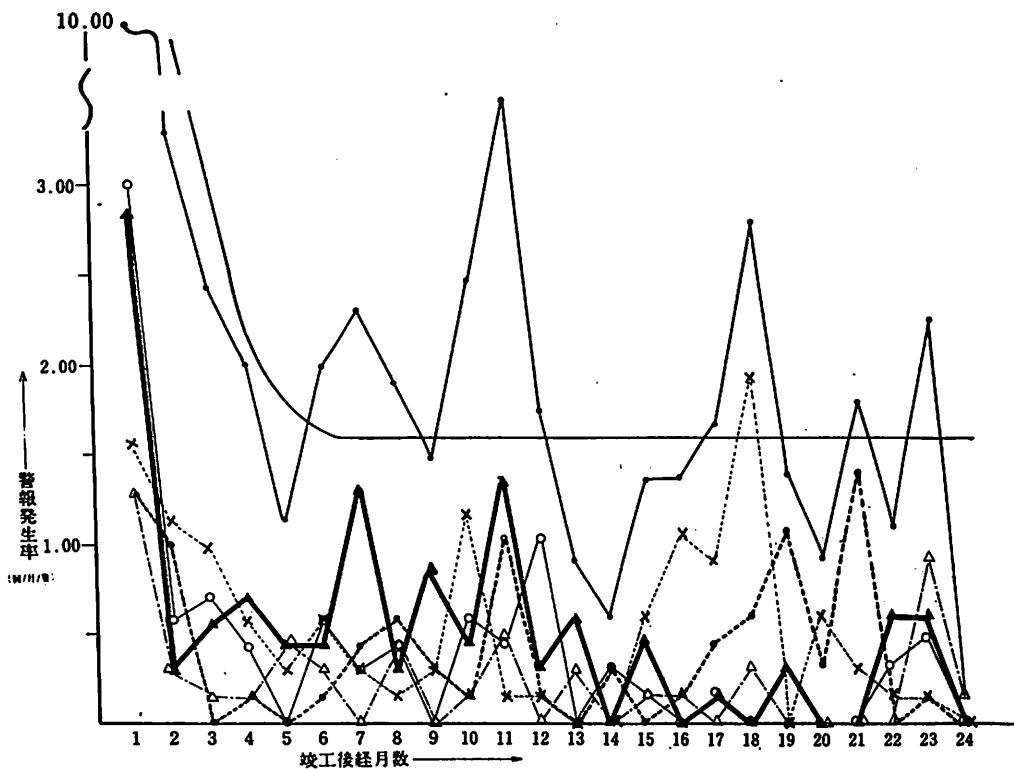


図-13 タービン船 誤警報-1, 監視装置の不良

		警報発生率及びその総警報に対する割合				安定期に達する迄の期間(竣工後)
		竣工~3ヶ月		13ヶ月~24ヶ月		
タービン船	誤警報	17.05	43.0%	3.64	31.6%	8
	{ 1.監視装置の不良 2.不明 3.設定不良 4.設計不良	6.45	16.3	1.70	14.7	16
		3.32	8.4	1.11	9.7	10
		3.65	7.2	0.53	4.6	12
		3.62	9.1	0.30	2.6	10
真警報	22.58	57.0	7.88	68.4	7	
タービン船	{ 1.制御装置の不良 2.その他	8.92	22.5	2.71	23.6	4
		13.65	34.5	5.16	44.8	8
タービン船	誤警報	29.90	52.0	3.24	47.1	15
	{ 1.監視装置の不良 2.不明 3.設定不良 4.設計不良	5.24	9.1	1.27	18.5	5
		6.57	11.4	1.14	16.6	13
		16.81	29.2	0.76	11.1	16
		1.29	2.2	0.06	0.8	10
真警報	27.57	48.0	3.63	52.9	14	
タービン船	{ 1.制御装置の不良 2.その他	10.76	18.7	1.76	25.6	(注) (認めず)
		16.81	29.2	1.87	27.2	14

表-9 警報分類別警報発生率〔件/月/隻〕と安定期に達するまでの期間〔月〕

(注) タービン船の真警報-1, 制御装置の不良は図-17でみるごとく, 警報発生率は竣工後2年経ても安定期に達していない。

隻、誤警報が3.1件/月/隻と求められた。

5-2 小分類別警報発生状況

5-1で誤警報と真警報の発生状況を述べたが、ここでは、誤警報と真警報を項目別に分けた場合の警報発生状況を述べる。

図7~18の最上方実線折線グラフがその警報推移を表わし、表-9あるいは図-6はその集計結果である。

5-2-1 ディーゼル船

(1) 監視装置の不良

・ 回帰曲線により求めた安定期に達するまでの期間は16ヵ月であるが、一年目の保証入渠時に整備実施した結果によると思われる初期故障の増加分(12ヵ月~15ヵ月のピーク)を除けば、実際に安定期に達したのは9~10ヵ月目頃と推測される。

・ [竣工~3ヵ月], [13ヵ月~24ヵ月]を問わず、誤警報の中で最も警報発生率が高く総警報の15%を占めている。

(2) 不明

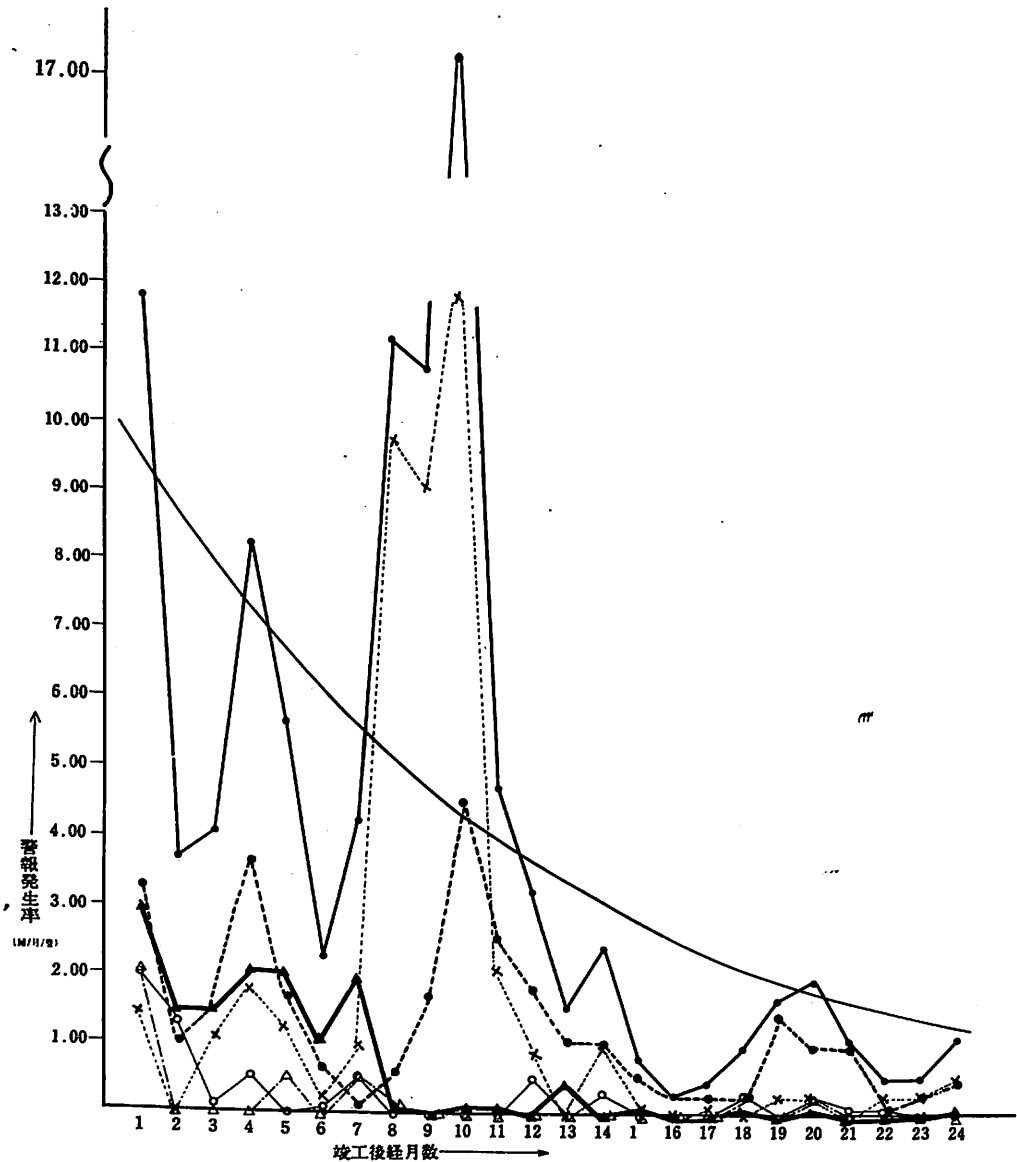


図-14 タービン船 誤警報-2, 不明

- この項目による警報は、竣工後3ヵ月で初期故障による分は一段落して、暫くその状態を維持し、次いで、8~9ヵ月目に急激に減少して概ね安定しながら入渠を迎え、出渠後は一時的に増加して再び安定期に入るといったパターンを画いている。

(3) 設定不良

- 竣工直後は10件/月/隻位と(1)監視装置の不良と同程度に多いが、竣工後3~4ヵ月で急速に減少し、あとはなだらかなカーブを画きながら漸減してゆく。

- (1), (2)と異なり、保証ドック後は、実際の折線グラフで見ると、ステップ状に減っていると推定される。

(4) 設計不良

- 竣工後暫くの間は(2), (3)と同程度であるが、5ヵ月程で1件/月/隻以下となり[13ヵ月~24ヵ月]では0.30件/月/隻と最も少なく総警報に対する割合は2.6%となる。

(5) 制御装置の不良

- 竣工後5ヵ月程で3件/月/隻程度となり、以後横這いの状態であるが、総警報に対する割合は

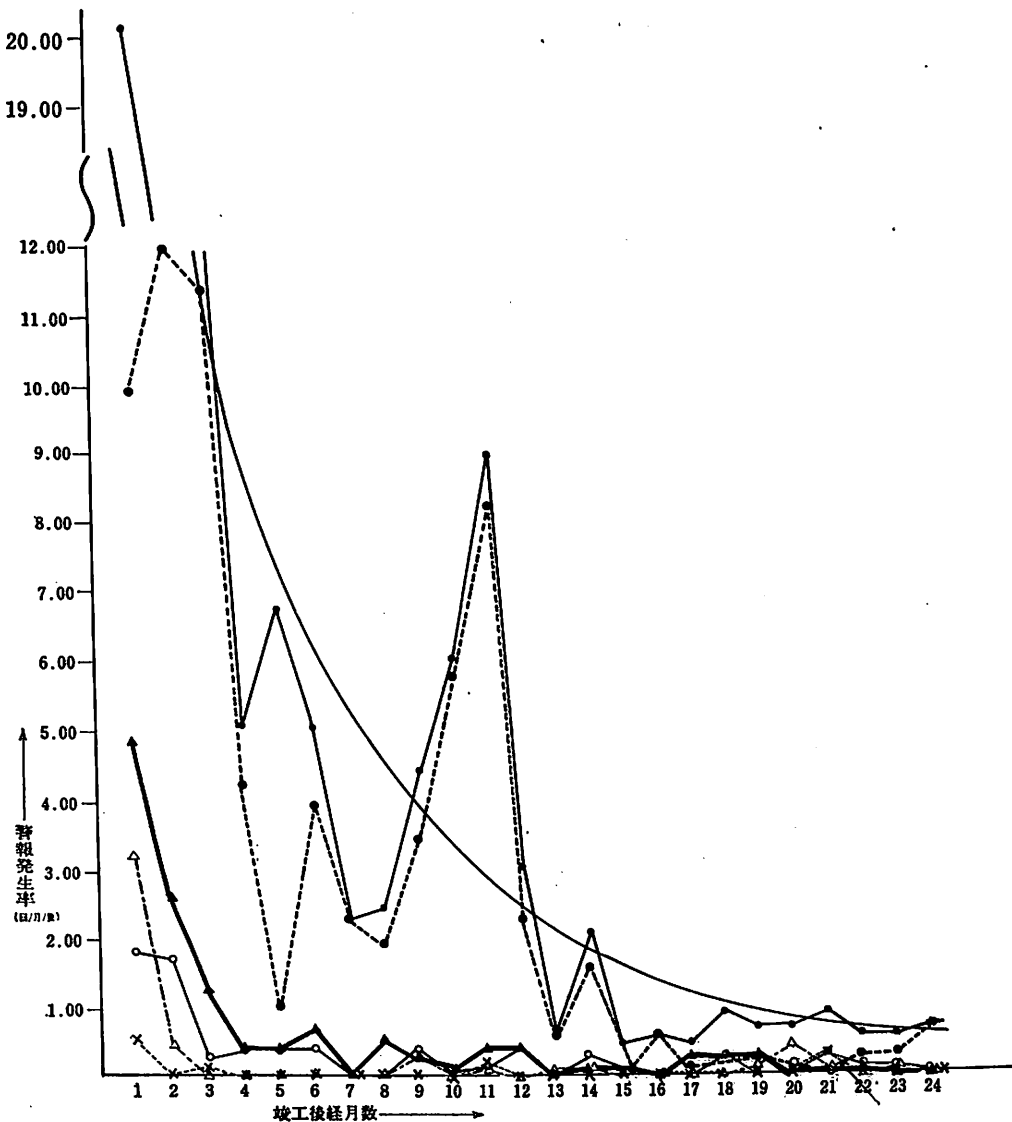
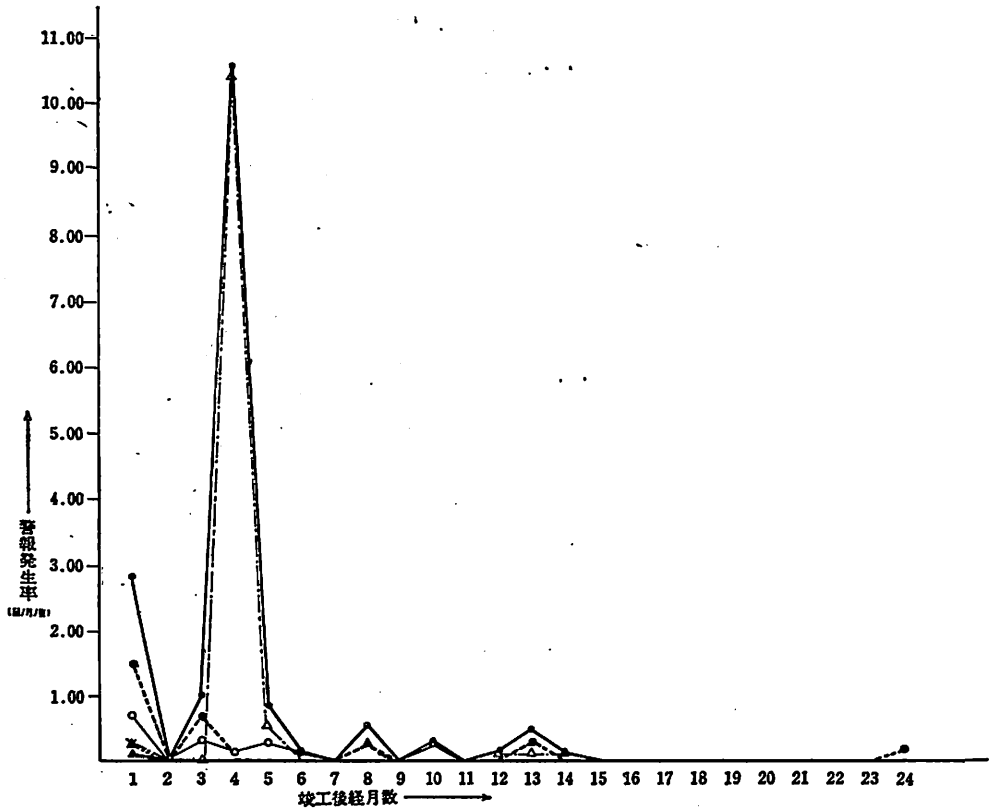
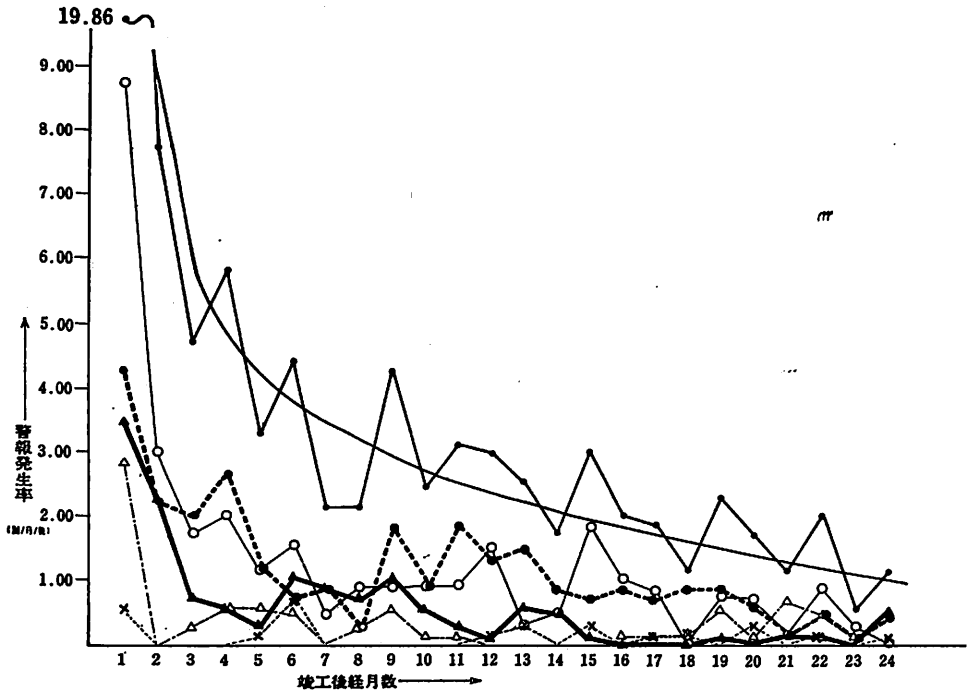


図-15 タービン船 限警報-3, 設定不良



図一16 タービン船 誤警報—4, 設計不良



図一17 タービン船 真警報—1, 制御装置不良

20%強と高い。

(6) その他

- ・総警報に対する割合は最も高く、〔竣工～3ヵ月〕で34.5%、〔13ヵ月～24ヵ月〕で44.8%を占めている。しかし警報発生率は傾向線で見ると、2年以降も減少するように思える。

5-2-2 タービン船

総括して言うならば、各項目とも、経月警報発生率の凸凹が大きく、特に、誤警報において著しい。そして又、設計不良を除いた他の項目は安定期に達するのに1年以上かかっている。

(注) 但し、監視装置の不良については、計算上、安定期に達する期間は竣工後5ヵ月と求まった。

警報発生率をディーゼル船との比較で見してみる

と、次のようなことが解る。

- ・総警報に対する割合の最も大きいのは、ディーゼル船の場合と同じく、真警報の内のその他であるが、%は〔竣工～3ヵ月〕、〔13ヵ月～24ヵ月〕ともに30%弱とディーゼル船より低い。
- ・設定不良が〔竣工～3ヵ月〕において、その他と同程度で多い。
- ・設計不良は当初より少なく、〔13ヵ月～24ヵ月〕で0.06件/月/隻、総警報に対する割合は0.8%である。
- ・制御装置の不良は〔13ヵ月～24ヵ月〕で1.76件/月/隻、総警報に対する割合はディーゼル船と同程度の25.6%と求められたが、図-17で明らかのように、更に相当減ずる傾向を示し、竣工後2年経っても、安定期に達しない。

(本文78頁へつづく)

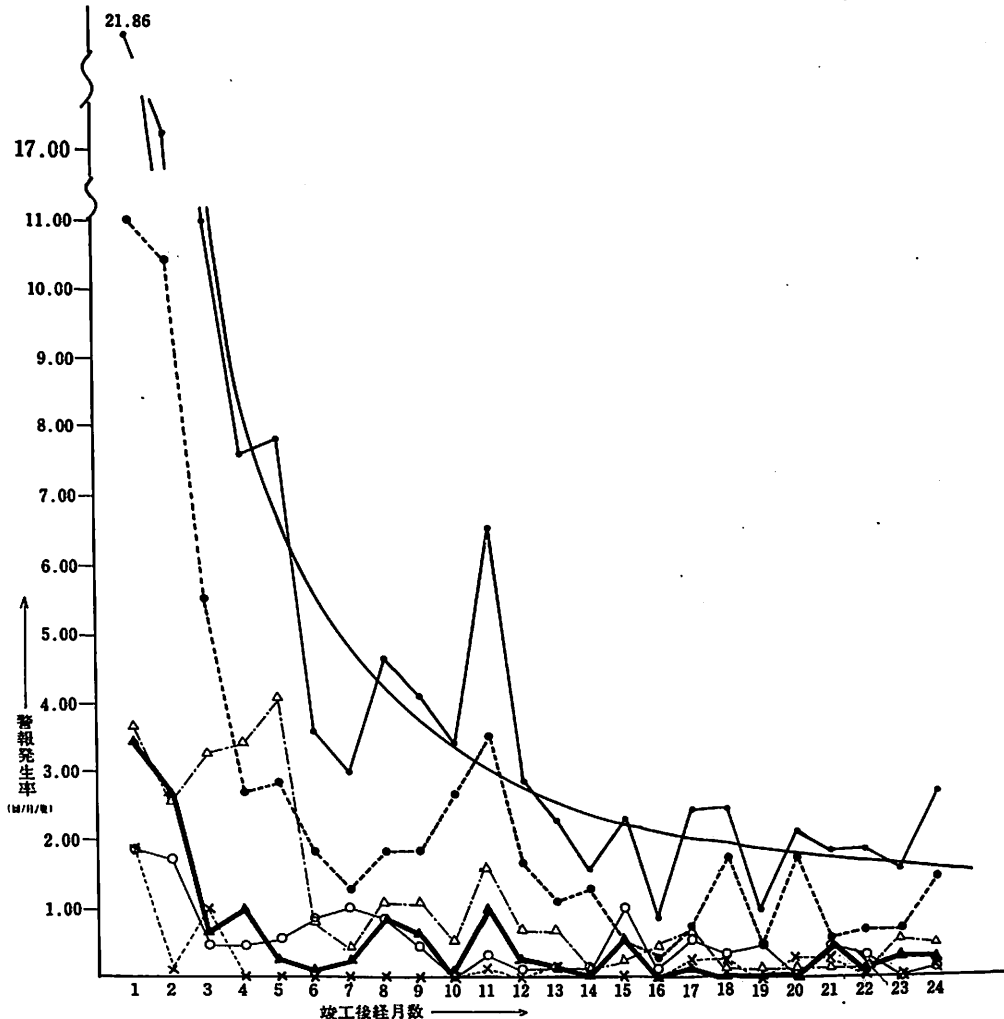
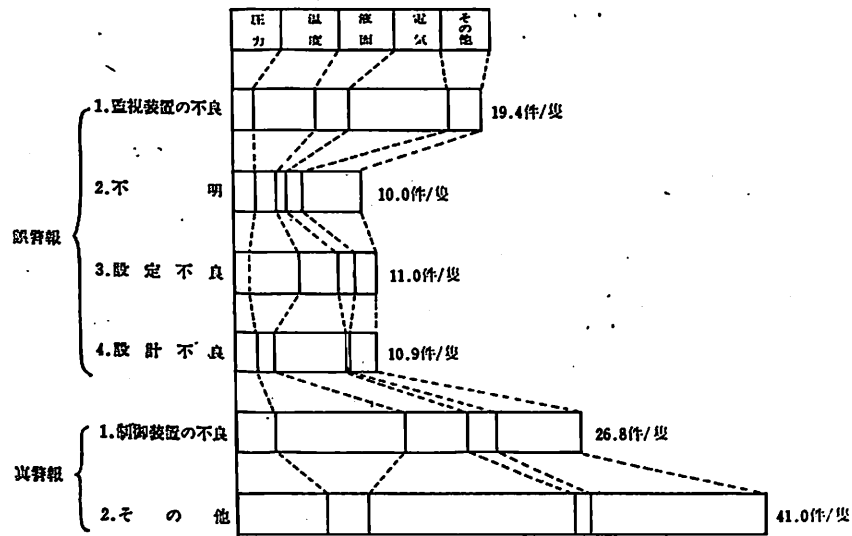
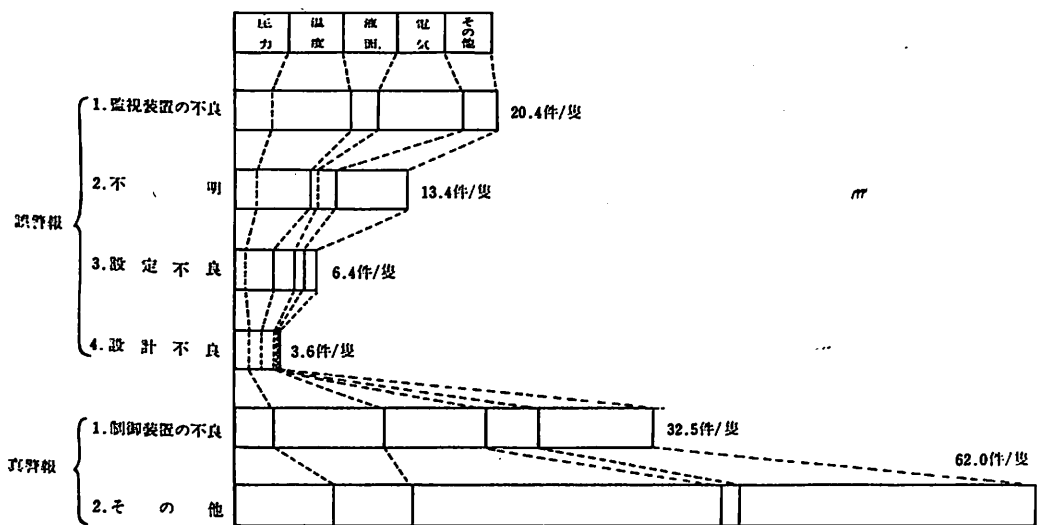


図-18 タービン船 真警報-2, その他

[竣工～12カ月]

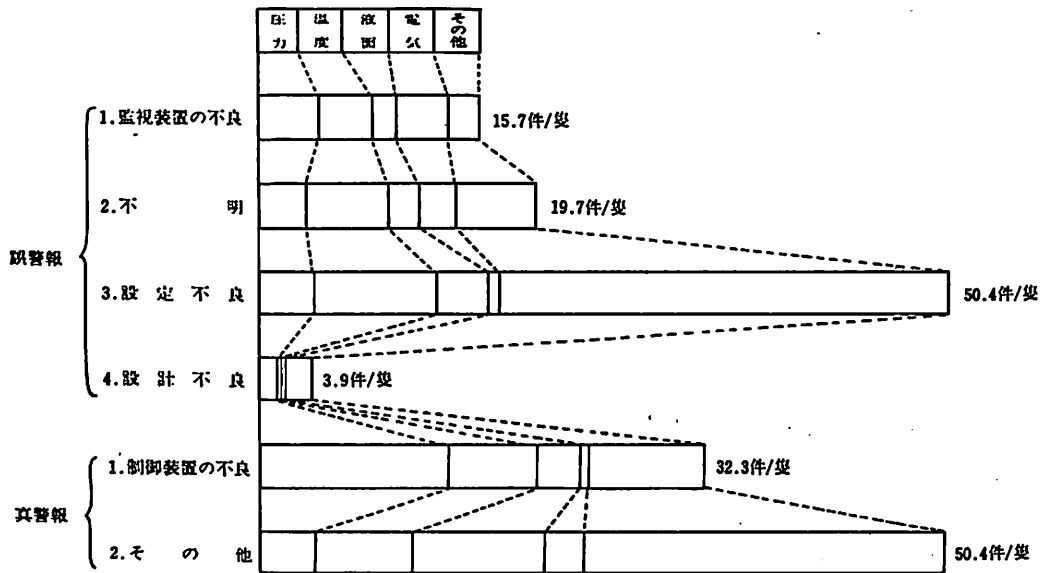


[13カ月～24カ月]

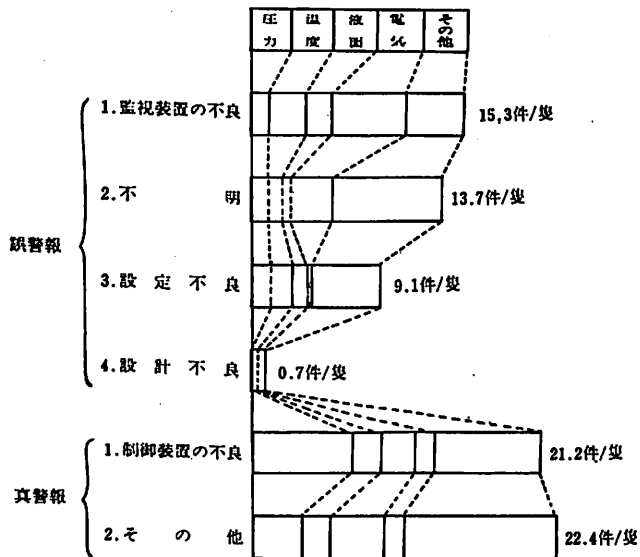


図—19 ディーゼル船の系統別警報発生率

[竣工～12カ月]



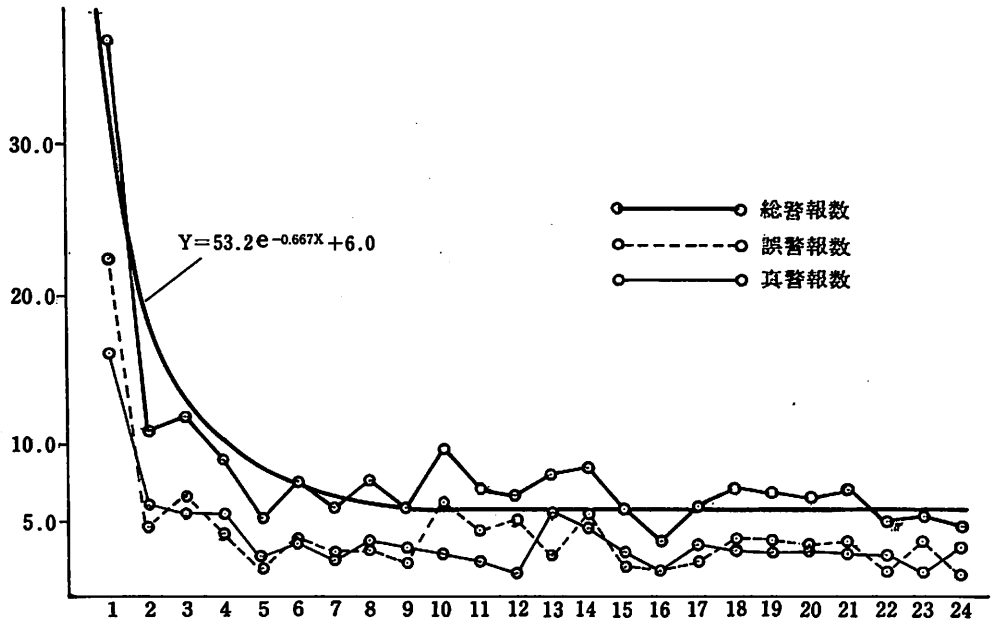
[13カ月～24カ月]



図—20 タービン船の系統別警報発生率

			総 合		圧 力 系		温 度 系		液 面		電 気 系		そ の 他	
			竣 工	13ヶ月	竣 工	13ヶ月	竣 工	13ヶ月	竣 工	13ヶ月	竣 工	13ヶ月	竣 工	13ヶ月
			3ヶ月	24ヶ月	3ヶ月	24ヶ月	3ヶ月	24ヶ月	3ヶ月	24ヶ月	3ヶ月	24ヶ月	3ヶ月	24ヶ月
ディーゼル船	誤 警 報	1. 監視装置の不良	6.47	1.70	0.59	0.25	1.61	0.49	0.85	0.18	2.55	0.55	0.86	0.22
		2. 不 明	3.33	6.11	0.61	0.16	0.50	0.33	0.27	0.03	0.41	0.13	1.53	0.46
		3. 設定不良	3.65	0.53	0.42	0.08	1.29	0.17	0.95	0.14	0.42	0.05	0.56	0.09
		4. 設計不良	3.62	0.30	0.58	0.11	0.45	0.07	1.89	0.08	0.11	0.02	0.59	0.02
	真 警 報	1. 制御装置の不良	8.92	2.71	1.00	0.25	3.36	0.71	1.62	0.66	0.76	0.34	2.18	0.75
		2. その他	13.65	5.16	2.32	0.63	1.08	0.51	5.38	0.03	0.38	0.12	4.50	1.88
タービン船	誤 警 報	1. 監視装置の不良	5.23	1.27	1.43	0.11	1.24	0.21	0.57	0.15	1.24	0.45	0.76	0.35
		2. 不 明	6.57	1.14	1.14	0.10	1.95	0.08	0.71	0.05	0.86	0.25	1.90	0.67
		3. 設定不良	16.81	0.76	1.29	0.12	2.90	0.12	1.24	0.10	0.24	0.02	11.14	0.40
		4. 設計不良	1.29	0.06	0.33	0.00	0.05	0.00	0.10	0.02	0.10	0.00	0.71	0.04
	真 警 報	1. 制御装置の不良	10.76	1.76	4.48	0.60	2.14	0.18	1.05	0.20	0.19	0.12	2.90	0.67
		2. その他	16.81	1.87	1.33	0.30	2.29	0.17	3.19	0.33	1.00	0.12	9.00	0.93

表—10 系統別警報発生率 [件/月/隻]



図—21 タービン船 (調査対象6隻) 警報発生状況

5-3 小分類別警報発生状況

5-2の内容を機器の系統別に分けて、警報発生状況を集計した結果が表—10であり、これを映像として掴え易く書き直したものが図—19、図—20である。特に注釈を附さない。

5-4 参考——タービン船 (調査対象船6隻とした場合) の警報発生状況

今回の調査で、警報発生件数が特に多かった FT丸 (二基二軸船) のデータを除いた集計結果を図—

21と表—11に示した。

これによると、タービン船の方がディーゼル船よりも初期故障は少なく、早く安定し、偶発故障による警報も少ないという結果になる。

第6章 む す び

以上、昭和45年、46年、47年竣工の代表的M0船の警報発生状況の調査結果を述べたが、今回の調査を終えるに当たり、次の四点を強調したい。

表—11 タービン船（対象船6隻）の警報発生率〔件/月/隻〕と安定期に対するまでの期間

	警報発生率及びその総警報に対する割合				安定期に達するまでの期間
	竣工～3ヵ月		13ヵ月～24ヵ月		
総 警 報	20.50	100.0%	6.17	100.0%	5ヵ月
誤 警 報	11.22	54.7	2.99	48.5	5
1. 監視装置の不良	4.44	21.7	1.35	21.9	6
2. 不 明	2.17	10.6	1.01	16.4	7
3. 設定不良	3.22	15.7	0.56	9.1	4
4. 設計不良	1.39	6.8	0.07	1.1	4
真 警 報	9.27	45.2	3.18	51.5	6
1. 制御装置の不良	4.28	20.9	1.56	25.3	5
2. そ の 他	5.00	24.4	1.63	26.3	7

- (1) M0警報発生件数は、資料—1の如く船別のばらつきが大きく、月別最高の差は、ディーゼル船で約17倍の開きがある。
- (2) M0船の就労体制上、問題となる夜間発生警報の件数は、安定期に達してからも、総警報の半分以上を占め、ディーゼル船では5日に1回、タービン船では6日に1回の割合である。
- (3) 誤警報の総警報に対する割合も大きく、安定期においてすら、ディーゼル船で30%、タービン船では40%程度である。
- (4) 全体的に見て、多くの機器は竣工後3～6ヵ月で初期故障の大部分が現われて修理されると

見做せるが、中には、保証ドックを終えて暫くしてからやっと安定するものがある。

尚、最近のM0船は初期の船と比べて、就航当初の警報発生件数は少なくなっているようであるが、一方、初期のM0船にあっては、就航以来、既に4、5年経っていて、警報発生件数が増加しているやにも見受けられ、これらについては、今後の課題としたい。

終りに、今回の調査作業は昭和48年に開始したにもかかわらず、資料の集収、集計に手間取って、発表が遅れたことを申しそえます。



株 式 会 社

大 阪 造 船 所

本 社 大 阪 市 港 区 福 崎 3 丁 目 1 - 22 0 1
 電 話 大 阪 大 代 表 (571) 5 7 0 1
 東 京 事 務 所 東 京 都 中 央 区 日 本 橋 本 町 1 - 6
 電 話 東 京 (241) 1181・7162・7163

大型超高速船の開発に関する研究

日本造船研究協会研究部

造船、海運各業界等の要望、および運輸省が策定した「船体構造計算法の開発計画」(45~49年度)、「大型超高速船の開発計画」(46~50年度)、「船舶の防食防汚研究開発計画」(47~51年度)、「巨大タンカーの研究開発計画」(49~51年度)の線に沿って、日本造船研究協会では昭和49年度に次の7項目の重要開発研究が進められた。

- (1) 造船技術開発に関する基礎的研究
- (2) 船体の構造計算方法の精密化に関する開発
- (3) 大型超高速船の開発に関する研究
- (4) 船舶の防食防汚方法の開発に関する研究
- (5) 巨大タンカーの研究
- (6) 船内騒音に関する研究
- (7) 原子力船の開発に関する研究

これら7項目の研究は末尾一覧表に示す30研究課題について実施されたので以下に各課題ごとに研究内容、成果等の概略を述べ、本会の研究活動について紹介したい。なお、本会では以上の他に船舶に関する諸基準を策定するための調査研究が実施されているが、これらについては本稿では割愛させていただくこととする。

今回は大型超高速船の開発に関する研究に属する4課題をまず取上げた。

「超高速コンテナ船の耐航性に関する研究」

研究部会：SR125(部会長 中村彰一氏)

超高速コンテナ船の波浪中特性を理論計算、模型実験および実船試験から求め、設計時の基礎資料とするために以下の研究が実施された。

1. 理論計算

- (1) 波浪中での限界速度

船舶が波浪中を航行する場合、船体動揺、加速度、海水打込み、スラミングなどがある値以上になると、船体、積荷、乗組員などの安全を確保するために変針や減速が必要となる。このため、船の限界速度を支配する諸要素として、F. P. 上下加速度、スラミング、F. P. 海水打込み、船体中央部縦曲げモーメント、プロペラ露出、船首部左右加速度、横揺れをとりあげ、ビューフォート階級6~10、短波頂不規則波中における限界値の発現確率を計算し、これによって限界速度を定め、これら諸要素とビューフォート階級、波浪出会角—安全航行域の関係を図にとりまとめた。

(2) シミュレーション計算

出発点と目的地との間の海象が与えられた場合、どのような航路をとれば安全を保ちながら、早く目的地に到達できるかという最適航路を計算で求めるための ship routing 用プログラムの開発を、SR108研究部会以来継続して実施し、逐次改良を重ね、最終的なプログラムでは次の(A)~(F)の航路計算のうち任意のものが選べるようになった。

(A) 出発点と目的地が与えられたとき決まる大圏航路

(B) 出発点と目的地のほかに中間の1点を指定したときの、それら3点を通る円航路

(C) 最終目的地のほかに、中間の目的地を1点指定し、出発点から中間の目的地、中間の目的地から最終の目的地と計算を2回に分け、それぞれの計算は(D)の方法を用いる。

(D) ポントリヤーギンの最大原理を用いる方法
この方法はまず出発点での船の方位を適当に定め、ポントリヤーギンの最大原理から求まる式により船の方位の時間変化を求め、航路の計算を行なう。しかし1回の計算で目的地に達する

解が得られるとは限らないから、船の初期方位を適当に変えてトライアル・アンド・エラーの方法で目的地に達するものを求める必要がある。ただし海象状況によっては繰り返し計算を行っても目的地に到達しない場合がある。そのときは適当と思われる航路を1日進み、そこを新しい出発点として計算を繰り返し、目的地に到達する航路を求める。

- (E) 中間の目的地を数点指定し、それぞれの中間の目的地を通る場合について(C)の計算を行ない、そのうちから最良のものを選ぶ方法。
- (F) 出発点と目的地の間を網の目で結び、各点間は(A), (B), 又は(D)の方法で計算し、そのうちから最良のものを選ぶ方法。
- また最初計算時間が短くてすむ(A)又は(B)の方法で

計算して一応航路を決めておき、その航路について、更に各点間を(D)の方法で計算して有利な方を採用する方法もとれるようにしている。

また、実船の航海記録と計算結果との比較では、適正な速度制限条件を与えると実船の航行状態をかなりよくシミュレートできることが明らかにされた。

(3) 耐航性諸要素の計算とりまとめ

SR108 一軸コンテナ船標準船型のライン図を用いて、L/B=7 で船長175m および240m, L/B=8 で240m の3船型の満載状態について諸計算を行ない、代表例について数表および図面にまとめた。計算項目を下表に示す。

2. 模型実験

(1) 斜め波中の波浪圧力

- 定答関数のみ計算
- ◎ 標準偏差まで計算
- ⊙ 長期発現確率まで計算

No.	項 目	GM	S7-175					S8-240		
			線 型			非 線 型		線 型		
			1.0	0.5	1.5	1.0 H=5m	1.0 H=10m	1.0	0.5	1.5
運 動	1 HEAVE		○	/	/	/	/	○	/	/
	2 PITCH		⊙	S7-240	◎	/	/	⊙	/	/
	3 SURGE		○	/	/	/	/	○	/	/
	4 SWAY		○	○	○	○	○	○	○	○
	5 YAW		○	○	○	○	○	○	○	○
	6 ROLL		⊙	◎	◎	⊙	⊙	⊙	◎	◎
加 速 度	7 重心の上下加速度		⊙	/	/	/	/	⊙	/	/
	8 重心の前後加速度		⊙	/	/	/	/	⊙	/	/
	8 G " (含重力成分)		⊙	/	/	/	/	⊙	/	/
	9 重心の左右加速度		⊙	/	/	/	/	⊙	/	/
	9 G " (含重力成分)		⊙	/	/	/	/	⊙	/	/
	10 F.P. ⊙ 上下加速度		⊙	S7-240	◎	/	/	⊙	/	/
11 8½ ⊙ 左右加速度		⊙	◎	◎	⊙	⊙	⊙	◎	◎	
11 G " (含重力成分)		⊙	◎	◎	⊙	⊙	⊙	◎	◎	
相 対 運 動	12 F.P. ⊙ 相対水位		⊙*	/	/	/	/	⊙*	/	/
	13 A.P. ⊙ 相対水位		⊙*	/	/	/	/	⊙*	/	/
	14 8½ ⊙ 相対水位		◎	/	/	/	/	◎	/	/
	15 8½ ⊙ 相対速度		◎	/	/	/	/	◎	/	/
	16 8½ ⊙ 船側相対水位	W/L	⊙*	◎*	◎*	/	/	⊙*	/	/
波 浪 荷 重	17 縦 剪 断 力		⊙	/	/	/	/	⊙	/	/
	18 縦 曲 げ モーメント		⊙	/	/	/	/	⊙	/	/
	19 横 剪 断 力		⊙	/	/	/	/	⊙	/	/
	20 横 曲 げ モーメント		⊙	/	/	/	/	⊙	/	/
	21 振 り モーメント		⊙	/	/	/	/	⊙	/	/
22 変 動 水 圧	W80°, W50°, 0°, L50°, L80°		⊙	/	/	/	/	⊙	/	/

注) * 短期 Beaufort 海象において乾舷ベースの海水打ち込み確率計算 (プロペラ露出)
 ◎ スラミング発生確率計算

前年度に行なった斜め波中の波浪圧力に関する模型実験の結果を用い、規則波中の変動水圧に対する実験と計算の比較、不規則波中の船首部衝撃水圧の頻度分布の解析を行なった。変動水圧の理論計算には前項(3)の結果を用いている。変動水圧に関してはストリップ法による計算結果と実験値とは合わない場合が多く、ストリップ法を使って計算する場合には実験値による補正をするなどの考慮が必要である。また、衝撃水圧は、船首 Stem では向波中で最も大きく、速度が増すに従って大きくなるが、船首部フレアー側面では Stem の値より小さく目で見ると斜め向波の方がやや大きくなっている。

(2) 横揺れ減衰力

$L/B=7$ 、一軸コンテナ船模型により曳航中の自由横揺れ試験を行ない、強制動揺試験法で求めた横揺れ減衰力と比較した。横揺れ振幅 10° に対する相当線型減衰率の値は両者ともほぼ一致しているが、線型および非線型減衰係数の比較では、自由横揺れ法による値は線型の場合には高目に、非線型の場合には低目になっている。

(3) 強制動揺法による横運動方程式の流体力係数の計測

3 m のコンテナ模型船を用いて Forced Sway, Forced Yaw, Forced Roll の3種類の強制動揺試験を実施し、これらの線型連成運動方程式の諸係数を無次元化して無次元周波数を横軸に、フルード数をパラメータとして図にまとめた。これらの図から Sway, Yaw, Roll の主要項、連成項について検討を加え、また、横揺れ減衰係数の実験式を求めた。

(4) 波浪中の自動操舵

斜め波中の模型実験では船の方位および進路を一定に保持する手段として自動操舵が用いられる。斜め波中では船体に働く漂流力およびモーメントは波長、船速、出会角によって異なる定常な値をとるから、これらに対応する当て舵を適切にとれば頻繁な大角度操舵を避けることができ、波浪中の船体応答に対する操舵の影響を最小にすることができる。しかし、一般に限られた時間内の実験で最適な当て舵を見つけることは困難なので、オートパイロットが用いられるが、船と波との出会周波数と同一の周波数で操舵することになり、操舵に伴う力が船体の応答に影響を及ぼす恐れがあるので、(2)と同一模型により操舵角が船体運動とくに船首揺れおよび横揺れに及ぼす影響を調べた。漂流角が大きい場合には適当な修正が必要であるが、コンテナ船では小さいので考慮の必要はない。しかし、今後さらに広範な

解析を行なって結論を下すことが望ましい。

(5) 斜め波中の抵抗増加に関する水槽試験

S R 108 一軸コンテナ船模型を用いて満載状態における斜め波中の抵抗増加を重錘式抵抗動力計で計測した。この計測値を無次元化して図にプロットし、細田の計算結果と比較したが、両者はオーダー的には近い値を示しており、計算値の方が若干低目である。

抵抗増加に影響を及ぼす船体運動については、細田の計算に使用した値と計算値を比較した。これらの値もオーダー的にはかなり近い値となっており、若干異なっている部分についても従来一般にいわれている傾向と一致している。

(6) 波浪中における推進性能に関する実験

昨年度使用した一軸コンテナ船模型を用い、波浪中における推進性能に関する諸実験を昨年度に引き続き実施した。また波浪中におけるプロペラ単独特性を調べるため、平水中でプロペラポートを強制動揺させた場合のプロペラ単独試験および規則波中でのプロペラ単独試験等を行なった。これらの結果は無次元化して波長/船長比ベースに図化した。

3. 実船試験

(1) 穂高丸による実船試験結果の解析

昨年度 P N W 航路で計測した耐航性諸要素について、S R 125 で開発した高速解析処理装置を使用し、統計極値解析およびスペクトラム解析を実施した。

解析を実施した項目はピッチ、ロール、船首上下および左右加速度、縦曲げモーメント（船体中央）、船速およびプロペラ回転数変動であり、解析結果はいずれも図示され、目視観測結果や理論計算結果、一般的傾向等との対比が行なわれた。

(2) ニュージャー丸による実船試験結果の解析

昨年度ニューヨーク航路で計測した耐航性諸要素を(1)と同様の方法により解析した。

解析項目はほとんど(1)と同じであるが、この実験では船首付近の水圧計測が付加されている。解析結果の表示も(1)とほぼ同じである。

(3) 氷川丸による実船試験

冬期航海では比較的荒天に遭遇しやすい航路として一般に知られている P N W 航路において、49年11月末～50年1月末の連続2航海にわたって計測コンテナを搭載して耐航性諸要素を計測した。1次航は往復航とも割合平穏であったが、2次航は往復航とも荒天に遭遇し貴重なデータをとることができた。計測データについてはこれまでの解析と同様に統計処理およびスペクトル解析が行なわれた。(谷)

「高速コンテナ船の馬力推定法の 精度向上に関する研究」

研究部会：SR138（部会長 笹島秀雄氏）

船舶の主機所要馬力を推定するにあたっては、模型実験の結果を実船にまで延長する相似則についての正確な知識を必要とするが、現状ではまだ不十分で不明な尺度影響が残されている。本研究ではこの相似則の問題解明に重点をおき、あわせて実船で直接スラスト計測を行なって、馬力推定精度向上を図るために以下の研究が行なわれた。

1. 抵抗成分分離に関する研究

船体抵抗その他性能の尺度影響を正しく把握することは、模型船の水槽試験結果から対応実船の推進性能を推定する、いわゆる模型実船間の相関の基礎として重要な問題である。

今年度は2m模型船による波形計測および波紋撮影の実験とこれまでに実施した2m、4m、7mおよび10mの各水槽試験結果の総合解析を実施した。

抵抗試験では各解析による解析結果、Form Factor、2次元3次元外挿法の比較等について考察を加え、プロペラ単独試験ではプロペラ特性の尺度影響に言及している。

自航試験では自航要素の尺度影響について考察し、後流計測ではHead Loss分布について解析している。

また、プロペラ位置流場計測では伴流分布および渦度分布について、波形および波紋計測では造波抵抗の尺度影響、抵抗・自航時の波形造波抵抗との比較、波紋図等について述べている。

さらに、流線観測では船体表面の限界流線について考察を加えている。

2. 推力計の検定

昨年度実施した第2回の実船計測の概要、スラスト計測結果の総合解析、スラストメータの検定実験等についてとりまとめた。

(1) 第2回実船計測結果

1400個積コンテナ船「らいおんずげいとぶりっじ」の試運転時を利用し、速力試験、トルクおよび回転数計測、スラスト計測等を行ない、本船中間軸のねじり剛性率を計測した。

ここでは、試運転結果を「速度試運転成績標準解析法試案」によって解析し、図表にとりまとめた。

また、阪大式および新興通信式のスラストメータ（歪拡大方式）による計測結果を図に示し、考察

を加えた。

(2) スラストメータ検定装置の設計と製作

実船計測に使用したスラストメータのうち阪大式ものは開発以来10数年の年月を経ているが、陸上で実物大近くの間軸により実船に模擬した既知の圧縮と振りを与えた検定実験を行なう機会がなかった。このような実験は本スラストメータに対して必要なことはかねてより考えられていたところであるが、たまたまSR117で使用した実験装置が若干手を加えることにより使用可能であることが明らかとなったため、模擬中間軸を製作すると共に必要な諸準備を行なって、種々の角度から検定実験方案を検討の上実施した。

(3) スラストメータの検定実験

(2)の装置を使用して阪大式スラストメータのみの検定実験を行なった。検定項目はスラスト負荷とスラストメータ出力の関係、トルク負荷とスラストメータ出力の関係、トルク・スラスト混合負荷とスラストメータ出力の関係、軸に温度勾配がある時のトルク・スラスト負荷とスラストメータ出力の関係、零点移動、断熱材の効果、計器取付位置と取付方法の妥当性、スラストメータの較正装置ならびにその方法の検討、軸上の温度分布と計算値の比較検討などであり、この実験によりこのスラストメータの総合精度は数%であることが明らかにされた。

3. 馬力推定法の総合解析

模型船の水槽試験結果から対応実船の性能を推定する方法として、日本では水槽試験から求めた船体抵抗および自航要素にそれぞれ各社の経験的修正を加えた値を求め、これらの推定値と別途適当な方法で推定した実船プロペラ特性とから、実船の馬力、回転数を求める方法をとっており、この際、模型実船間の尺度影響その他を総合的に補正するために粘性抵抗の粗度修正 ΔC_F 、伴流係数の比 $(1-w_e)/(1-w_m)$ の二つを相関係数として採用している。これらの相関係数は船体抵抗成分の分離および粘性抵抗の外挿に関する仮定、ならびに自航要素中 t 、 η には尺度影響がない等の仮定のもとに、対応模型船の水槽試験結果を用いた実船試運転結果の解析により求められ、これらの相関係数実績の集積が新しい船の馬力推定の資料として活用される。この馬力推定法の精度向上の要点は、極力実状にあった仮定の上に立って普遍性のある相関係数を求めることにあるので、1および2の解析結果を検討し、馬力推定精度向上の観点から評価すると共に問題点を摘

出した。(谷)

「船尾構造の剛性，変形量，船尾形状に関する研究」

研究部会：SR142（部会長 西嶋輝彦氏〔49年4～12月〕，高幣哲夫氏〔50年1～3月〕）

多軸船の軸系アライメントの設定基準を確立するために必要な船尾構造関係の諸データを得るため，49年度は3か年計画の第2年度として以下の研究が実施された。

1. 理論計算

1.1 船尾構造の変形量の計算

(1) 静的変形量計算

プログラムはPASSAGEの汎用を用い，機関室後部隔壁より後方の構造についてモデル化し，モデルが船台上，進水直後，載荷時の3状態の時に軸心の変形がどのようになるかを計算した。変形量は船体主構造の変形と同様の傾向を示し，相対変形量は 10^{-1} mmのオーダーであった。

(2) 軸計算用バネ常数算定

構造モデルは(1)を用い，荷重状態は進水直後として軸心の変形量を計算し，バネ常数を求めた。ポッシング端に上下方向の荷重を加えた時，その相対変位は全変位の19%程度であり，船体主構造の変形が支配的である。したがって，ポッシングのバネ常数を算定する際には船体主構造のバネ常数とポッシングのみのバネ常数とに分けて考える必要がある。

(3) 流体力による軸心の概略変形

流体力としては模型実験の結果を用い，これを実船用に換算し，これに(2)で求めたバネ常数を使用して軸心の概略変位を算出した。

(4) 簡易骨組計算による軸心の船体に対する相対変形

シャフトセンターが船体と交わる点より船尾側をモデル化し，荷重はポッシング後端に加わるとして，軸心の変位を計算した。この結果はPASSAGEの計算結果と比較されたが，ほとんど差がなく全体的によく一致していることから，ポッシングと船体との相対変形，ポッシングバネ常数の算定については，骨組計算で十分であるといえる。

1.2 船尾構造及びプロペラ軸系の固有振動数の計算

ポッシング構造とプロペラ軸系とを併せ考えた振動系について次の3項目の検討を行なった。

(1) ポッシング構造のみを考えプロペラ，軸系な

どは単なる重量物と考えたときの振動数（以下ポッシング振動数とよぶ）およびプロペラ軸系を考え，ポッシング構造は単なる支持剛性であると考えた時の振動数（以下これを軸系振動数とよぶ）とポッシング構造，プロペラ軸系の両者を併せ考えたときの振動数（以下これを連成振動数とよぶ）との関係

(2) 軸系振動数および連成振動数に対する船尾管船尾軸受の支点位置の影響

(3) 軸受油膜特性やジャイロ効果が振動に及ぼす影響

これらについて検討した結果，次のようなことが明らかになった。

- ・ポッシング振動数（空中）はプロペラ軸系を考慮すると1次で513 cpmとなり，実船計測結果530 cpmとほぼ一致する。また水中の場合においても計算値475 cpm（1次）は計測値450～470cpmに近い値となっている。
- ・軸系振動数の略算においてはポッシング剛性は考慮する必要がある。
- ・船尾管軸受内の支点位置のとりかたによって振動数は大幅に変る。高回転域では軸受幅の中央に支点をとるのが妥当のようである。
- ・油膜による減衰は振動応答の計算では無視してもさしつかえない。
- ・軸系，ポッシングの連成振動においてジャイロ効果は無視できる。

1.3 プロペラ起振力の計算

実船起振力計算には船研開発の非定常揚力面理論による計算プログラムを使用し，さらに模型船に対する準定常，非定常の両理論による計算結果を比較した。また，簡略計算式として準定常理論による計算式を作成した。

実船起振力計算では模型船伴流について axial wake の実船推定を行なった結果を使用し，tangential wake は模型船のものを用いた。計算結果は推力，トルク，上下力，左右力，垂直面内モーメント，水平面内モーメントの変動の形で図示しており，これらから起振力は比較的なだらかに blade frequency 主体の変動をしていることがわかる。

模型船伴流分布を用いた準定常理論によるプロペラ起振力の計算は石橋，三井，三菱で行なわれた結果があり，非定常理論による計算結果は船研で実施したものがあつた。これらと比較すると次のことがわかる。

(1) 準定常計算でも方法によって結果にかなりばらつきがあり，一概に準定常計算は過大評価を与え

るとは明言できない。

(2) 非定常計算でも伴流によってかなり値が変化
する。

準定常計算において相互に違いが生ずる原因は次
のようなものが考えられる。

- (1) 伴流分割数の精粗、積分法
- (2) プロペラ半径方向の荷重分布
- (3) 伴流の種類

このように計算法や実船、模型の伴流の差によ
ってばらつきが大きいので、近似略算式を使用するメ
リットもあると考え、熊井の方法を修正した準定常
理論による簡略計算式を作成した。

1. 4 船尾構造およびプロペラ軸系の振動応答の 計算

1.2 および 1.3 の結果を用いてモーダルアナリシ
スの方法で振動応答の計算を行なった。計算結果と
計測結果を比較すると、計算値が計測値より過大に
出ている。この原因としては次のようなことが考え
られる。

(1) 計算および計測の誤差

計算と計測とを比較した Fr. 24 は、ボッシング
後端よりはるかに前方であって、プロペラまたはボ
ッシング後端に比して振幅の小さいところであるた
め、計算上も実測上も誤差の生じやすい点である。
正確な比較を行なうにはもっと後方、少なくとも
Fr. 16 より船尾側で計測を行ない比較する必要があ
る。

(2) 起振力の位相

起振力と起振モーメントとの位相は、模型船の
wake から実船 wake を推定して、それに対して計
算されたものであるが、実船の wake がこの推定と
異なっていれば当然起振力も異なってくる。

(3) 油膜減衰の影響

本計算では無視したため、その分だけ減衰を少な
く見積ったことになる。

(4) 構造減衰の推定

本計算では Ayling の実験から求めた値の下限值
にさらに安全係数をかけたものを使っており、再考
の余地がある。

(5) プロペラ減衰の推定

本計算では非定常環理論にもとづくものを模型実
験結果で修正した値を用い、さらにプロペラに適用
するときに種々の近似を入れているので、この点に
ついて再考の要がある。

2. 実船のプロペラ応力計測

次年度に行なわれる実船のプロペラ応力計測に備

えて、次のような予備試験を行なった。

(1) ゲージおよびリード線の耐剝離性

次年度の供試船の姉妹船を使って接着剤のみの場
合およびリード線を銅パイプに入れ、プロテクター
をつけハンダ付けにし、さらに接着剤でコーティン
グした場合の2通りについて実験し、約5カ月後に
耐剝離性を調べた。その結果、後者の場合が優れて
いたため、これを実船実験に採用することとした。

(2) プロペラ母材の疲れ強度に及ぼすハンダ付け の影響

ハンダの融着をよくするために母材の加熱が必要
であり、低温ハンダの外に通常のハンダの使用も考
えると局部的に100℃をこえる可能性がでてくる。
このため母材の強度低下が心配であったので、ハン
ダ付加熱試験片と母材のままの試験片について疲労
試験を行ない、両者の比較を行なった。疲労強度は
両者ともほとんど等しくハンダ付けの影響は少ない
と考えられる。

3. 模型実験

3.1 プロペラ起振力の計測

供試実船の1/31模型を用いて実船のベアリングフ
ォース計測と対比するデータを準備するために、模
型プロペラ単独性能試験と自航試験をまず実施し、
次いで、プロペラ翼に歪ゲージを貼付し、スラスト
、トルクフォースの変動を求めた。また別途水圧
変動を計測した。

実験状態は供試実船について振動計測が実施され
た状態と等しくした。

模型実験結果と自航試験結果および伴流計測結果
を用いて計算したベアリングフォースは全体の波
形、変動全振幅、位相に関してよく一致している。

3.2 ボッシングに働く流体力の計測

3.1 と同様の模型船および実験状態により、ボッ
シング周り静圧計測および流体外力の直接計測を試
みた。直接計測の諸量は前部垂直分力(F. V.)、前
部水平分力(F. H.)、後部垂直分力(A. V.)、後
部水平分力(A. H.)等である。

実船の浮上静止時を基準にして、静水面を28.1ノ
ットで航走する時のボッシングに加わる流体力を求
めてみると、静圧分布計測結果から計算した値は、
水平力で約1.19kg、垂直力で約0.38kgとなり、方向
としてはそれぞれ中心線より外向き、下向きの力だ
る。また、実船のボッシングに作用する力を求め
てみると、水平力で中心線より外向きに約36.3ト
ン、垂直力で下向きに約11.6トンとなる。

また、外力計測装置取付点における作用力を計算

した値および計測値を示すと次のとおりである。

	静圧測定から計算	直接計測した実験値
F. H.	0.46kg (内向き)	0.94kg (内向き)
A. H.	1.65kg (外向き)	1.26kg (外向き)
F. V.	0.99kg (下向き)	0.20kg (上向き)
A. V.	0.61kg (上向き)	1.28kg (上向き)

静圧分布から流体力を求める方法は精度が高いので、実験値が計算値と異なっているのは計測上の技術に問題があるためと思われる。

3.3 ボッシング振動の付加水質量の計測

ボッシングの付加水質量を計測する目的で、コンテナ船のボッシング模型(縮尺比 $1/5$, 重量比 $1/125$)を製作し、プロペラのある時とない時の空中および水中加振実験、固有振動数確認のための自由振動実験、および静的荷重実験を行ない、これらの計測結果を、簡略骨組計算結果、Ayling らの研究結果、熊井の研究結果などと比較検討した。

ボッシングの付加水質量比は本実験では0.593であり、これに対して Ayling の行なった実船実験結果より熊井の求めたこの値は0.300~0.895で、この平均値に近い値となっている。

簡略骨組計算においては、熊井の求めた3次元修正値0.652をボッシングの各断面の2次元付加水質量に乗ずることにより、各断面の有効振動質量を決定したが、得られた振動数の傾向からいって、この方法が実用的であることが判明した。(谷)

「軸系アライメントの設定基準に関する研究」

研究部会：SR143 (部会長 井上宗一氏)

多軸船の軸系アライメントの設定基準を理論計算と実船計測により究明し、その基準を確立するため、3か年計画の第2年度として以下の研究が実施された。

1. 軸系アライメント設定に関する計算基準の研究

1.1 機関室二重底の変形量の計測

軸系アライメントに影響する諸因子のうち吃水変化について引渡しまでに吃水変化の大きいタンカーを選び二重底の変形等の計測が試みられた。また、2軸コンテナ船について進水前後の軸室変形および渠中でのドライアップ時と浮上時との機関室・軸室の変形計測が計画された。

(1) 15万トン型タンカーの実船計測

15万トン型タンカー(L:286m)についてバラスト状態および満載状態で二重底たわみ(ピアノ線法)、中間軸受荷重、クランクデフレクション等の計測を行った。なお、主機温度の影響についても調査した。

計測結果を考察するとディーゼル船においては、主機温度が二重底の変形に与える影響は大きく、吃水変化による変形と重ね合わされて複雑な様相を呈するようである。また、中間軸受荷重は吃水増加に対して減少し、主機温度の上昇に対しては増加していた。

(2) 35万トン型タンカーの実船計測

35万トン型タンカー(L:363m)について軽荷状態、バラスト状態および満載状態で二重底のたわみをレーザ光線法で計測した。

1.2 機関室二重底の変形量の理論計算

(1) 35万トン型タンカーの理論計算

41万トン型タンカーの立体FEM計算による機関室二重底の変形量から前項の35万トン型タンカーの変形量を推定計算し、その結果と実船計測結果を比較検討した。

(2) 27万トン型タンカーの理論計算

48年度に比較的簡単な計算方法で行った27万トン型タンカーの機関室二重底変形量の計算を本年度には三次元FEM計算法で行い、48年度の実船計測結果と比較した。両者は傾向的には一致し、48年度の簡単な計算法によるより実際に近いので、簡易計算法については改良の余地があるといえる。

2. 軸系アライメント設定に必要とする計算プログラムの検討

2.1 ベアリングフォースの計算

べらざのぶりっじ(2軸コンテナ船L:248m)、箱根丸(1軸コンテナ船L:175m)、えるべ丸(3軸コンテナ船L:252m)、にゅーじゃーじ丸(2軸コンテナ船L:247m)の4隻についてプロペラ軸に加わる力(ベアリングフォース)を計算した。

2.2 油膜を考慮に入れた軸系アライメント計算

船尾管軸受の油膜形成は、プロペラ外力、回転数、軸受諸元、アライメント、油粘度、ボッシング剛性などの影響を受けるのでこれらの影響因子を考慮した計算法を用い、実船5隻の油膜形成状態を求め、すでに発表されている油膜厚さ実測値と比較検討した。

検討の結果、油膜形成に対してプロペラ外力、スロープボーリング、油粘度の影響が大であり、特に高速時にはプロペラ外力の支配が決定的であり、低

速時にはスロープローリングの効果が大きいこと 油温の管理が重要であることが指摘されている。
 が明らかとなった。また、油粘度の影響も大きく、 (潮田)

昭和49年度研究課題一覧表

研 究 課 題	研究部番号	実施年度	備 考
(1) 造船技術開発に関する基礎的研究	船殻部材重量の船体強度に及ぼす影響に関する調査研究	S R127	46~49 船舶振興会補助事業
	船体構造部材の許容応力に関する研究	S R134	47~51 "
	造船工作における適応制御に関する研究	S R135	47~49 "
	船用ディーゼル機関燃焼室壁部材の強度設計法に関する研究	S R136	47~49 "
	船用ディーゼル機関用非気弁の吹抜け防止および燃料弁の長期無開放化に関する研究	S R137	47~49 "
	高馬力船の船尾構造に関する研究	S R144	48~49 "
	浄止気象衛星による気象情報の自動送受信システムに関する研究	S R145	48~52 "
	諸管材料腐食に関する調査研究	S R146	48~52 "
	船体用高張力鋼板大入熱溶接継手の脆性破壊強度評価に関する研究	S R147	48~50 "
	高速艇のプロペラ損傷防止に関する研究	S R149	49~50 "
	衛星を利用した船舶の運航システムおよび船上設備の研究	S R150	49~53 "
造船が実施せる研究成果の有効な利用方法に関する調査	S R200	47~ 自主事業	
(2) 船体の構造計算方法の精密化に関する開発	大型鉱石運搬船の船首部波浪荷重および鉱石圧に関する実船試験	S R124	45~49 船舶振興会補助事業
	波浪外力に関する水槽試験	S R131	46~49 "
	実船搭載用波浪計に関する研究	S R132	46~49 "
	船体構造強度に関する研究	S R133	46~49 "
(3) 大型超高速船の開発に関する研究	超高速コンテナ船の耐航性に関する研究	S R125	46~49 船舶振興会補助事業
	高速コンテナ船の馬力推定法の精度向上に関する研究	S R138	47~49 "
	船尾構造の剛性・変形量、船尾形状に関する研究	S R142	48~50 "
	軸系アライメントの設定基準に関する研究	S R143	48~50 "
(4) 船舶の防食防汚方法の開発に関する研究	船体塗装法等の開発に関する研究	S R139	47~49 船舶振興会補助事業
	パラスタックの腐食原因および防食方法に関する研究	S R140	47~51 "
	安全性の高い長期防汚塗料の開発研究	S R141	47~51 "
(5) 巨大タンカーの研究	大型化に対応する船舶操縦システムの研究	S R151	49~51 船舶振興会補助事業
	新構造方式強度計算に関する研究	S R152	49~51 "
	巨大タンカー用厚鋼板大入熱溶接継手の脆性破壊強度および疲労強度に関する研究	S R153	49~51 "
	幅広肥大船の運航性能に関する研究	S R154	49~51 "
	巨大タンカーの係船システムの研究	S R155	49~51 "
(6)	船内騒音に関する調査研究	S R156	49~52 自主事業
(7) 原子力船の開発に関する研究	船用炉型式の技術的評価に関する研究	NS R7	46~49 科学技術庁委託事業

Ship Building & Boat Engineering News

■UR-450型再熱式船用蒸気タービン

川崎重工は、このほどUR-450型再熱式船用蒸気タービンの1号機を完成した。再熱式とは、高圧タービンから出た蒸気をボイラーに戻して再熱したのち、中圧タービンおよび低圧タービンへと順次導いて駆動させ、熱効率を高める方式のタービンである。

同社では、すべてこの再熱式蒸気タービンを純国産技術で開発し、45年1月に完成させ、これまでに30,000PSの再熱式タービンプラントが23万トン型タンカー7隻に搭載、良好な実績を収めている。

今回完成したUR-450型は、すでに開発したUR-315型を大型化し、さらに性能、信頼性を向上させたものであり、燃料消費率は1時間1馬力当たり183gで、非再熱式と比べ十数パーセントの節減となる。

本機は先に完成したUC-450型非再熱式タービンを最大限に流用し、高・中圧タービンおよび操縦装置が異なるのみで、全体の配置はほとんど同じである。

本主機は、本年6月引渡し予定のOcean Oil Operation Inc.社向け40万トン型タンカーに搭載される。

主要目

機 関 寸 法	長13m, 幅11m, 高さ8.2m
重 量	360 t
軸 出 力	45,000 PS
主 軸 回 転 数	80 rpm
蒸 気 条 件	圧力 100 kg/cm ² G 温度 520°C
タービン回転数	高中圧タービン 5,173 rpm 低圧タービン 3,116 rpm
最 大 羽 根	525mm
主 齒 車 直 径	5,460mm

■三井造船開発の Barge Integrator System

本装置は、インドネシア石油公団向に建造されたもので集積作業、連結運転などの試運転も好成績のうちに完了した。本システムは、(1)オイルバージ24箇、(2)バージインテグレータ1隻、(3)ワークポート1隻、(4)プッシュポート1隻の4つの装置から構成されている。

主要目

- (1)オイルバージ 全長 8.06m, 幅 5.40m, 深さ 2.00m, DWT 60.0 t
- (2)バージインテグレータ 長さ 104.0m, 幅 24.2m 深さ 6.2m, バージ格納スペース 24バージ, 1ワークポート, カーズオイルタンク 1,472m³
- (3)ワークポート 全長 8.60m, 幅 5.40m, 深さ 1.60m, 推進装置 三井-TドライブMT15A型150D/S, 定員 2名
- (4)プッシュポート 全長 32.50m, 幅 9.30m, 深さ 3.90m, 推進装置 ダイハツ 8 D S M26×2, 出力 1,600 PS×720 rpm×2, 定員 2名

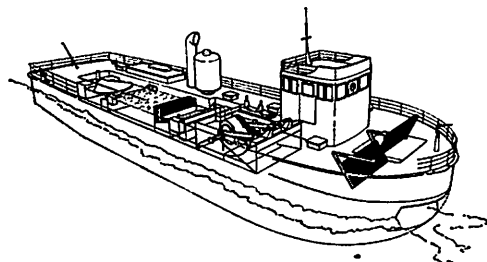
■石川島播磨重工のドラムフィン式油回収装置

石川島播磨重工は、このほど高粘度大量流出油の回収を目的として、新方式のドラムフィン式油回収装置を装備した“IHI油回収船D型”を開発した。

ドラムフィン方式油回収装置は、ドラムの周囲にフィン(円板)を回収する油の粘度に応じた間隔で取り付け、これを流出油水面の中で回転させながら毛管現象を応用して浮遊油を円板に付着させ、円板と円板の間に付着した油をくし型撈取器で回収する装置である。

主要目

全 長	18.5m	垂線間長	17.0m
幅(型)	6.1m	深さ(型)	2.5m
喫 水	1.7m	総トン数	約 8.5 t
主 機	ディーゼル 197PS×2		
速 力	7.2ノット	回収能力	10~30m ³ /h



IHI 油回収船

LNG 船 (その 4 / 材料・溶接および破壊力学)—17

恵美洋彦 / 伊東利成

日本海事協会船体部

10-3-2 9% Ni 鋼の溶接

9% Ni 鋼は、10-3-1 で説明したように高強度鋼で、かつ熱処理を行なって低温じん性をもたせる材料である。このため、溶接施工上の注意としては、これらの特長を損なわず、健全な溶接部を確保できるような溶接材料及び溶接法を選定することが重要であり、次いで、タンクの大型化に伴い、経済性、高能率、品質安定などの条件も重要なポイントとなる。

1. 溶接材料

溶接材料の具備すべき条件としては、溶接金属はボンド部を含めて使用温度においても十分のじん性を有すること、母材に匹敵する強度を持つこと、溶接割れ感受性が低いこと、溶接作業性がよいこと、母材と溶接金属の熱膨脹係数の差が小さいこと等をあげることができる。

9% Ni 鋼溶接材料の対象となる材料としては、オーステナイト系ステンレス鋼、高 Ni 合金及び共金（母材とほぼ同組成のフェライト鋼の材料；9～12% Ni 量）である。

このうち、共金の溶接材料は、コストも低く、母材と同等の強度が期待できる等好ましい材料ではあるが、9% Ni 鋼は組成のみならず熱処理を行なってじん性を確保するもので、大型溶接構造部は溶接後熱処理ができないこと、S、P、O など不純物元素を極力低くしないと十分な低温じん性が得られないこと、じん性向上のため脱酸成分を十分添加できないので気泡を生じやすいこと等の理由で実用化されなかったものである。しかし、最近では、実用化への開発研究が進められており、近い将来、その実用化が期待される。

次に、オーステナイト系ステンレス鋼系溶接材料で

は、母材と溶着金属間に熱膨脹係数の差（表10-15）があるときに低温で溶接部に熱応力を生ずることがあること、溶着金属が母材よりかなり低い引張強度であること、溶接ボンドに硬いマルテンサイト組織を生ずること等の理由により、日本ではあまり使用されていないが、この系統の材料も種々改良が加えられ、実用に供される材料が開発され、高マンガンオーステナイト系材料は、ヨーロッパではかなりの実績があるようである。

表10-15 9% Ni 鋼及び溶接材料の熱膨脹率

9% Ni 鋼	$8.6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
50% Ni 鋼による溶着金属	$8.6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
70% Ni 鋼による溶着金属	$10.3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
オーステナイト系ステンレス鋼	$12 \sim 17 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

最も、古くから実際の9% Ni 鋼構造物の溶接に用いられ、現在も、最も多く用いられている溶接材料は、高 Ni (Ni 含有量 40 ないし 70% 程度) 合金系溶接材料である。このうち、70% Ni のインコネル合金系溶接材料が最も多く使用されている。これは、熱膨脹係数が母材と同程度で、しかも溶着金属がオーステナイト組織を示すので低温じん性も十分に確保でき、さらに比較的強度も高いという理由である。

これらの溶接材料は、溶接法に応じて、被覆アーク溶接材料（手溶接棒）、MIG溶接材料、TIG溶接材料、サブマージ溶接材料等各種の溶接材料が、市販され、開発されている。

このように9% Ni 鋼の溶接材料としては、インコネル系溶接材料が多く使用されているが、Ni 含有量を低下させた各種溶接材料、オーステナイト系ステンレス鋼系溶接材料等種々の組成の溶接材料が実用化され、さらに開発が続けられている。したがって、現在のところ溶接部の規格はあるが、9% Ni

表10-16 AWS A5.14 の ERNiCr-3 と ERNiCrFe-6 の規格

AWS 種類	化 学 成 分 %										
	C	Mn	Fe	S	Si	Cu	Ni+Co	Ti	Cr	Cb+Ta	その他
ERNiCr-3	≤0.10	2.5~3.5	≤3.0	≤0.015	≤0.50	≤0.50	≥67.0	≤0.75	18.0 ~22.0	2.0~3.0	≤0.50
ERNiCrFe-6	≤0.08	2.0~2.7	≤10.0	≤0.015	≤0.35	≤0.50	≥67.0	2.5~3.5	14.0 ~17.0	—	≤0.50

鋼用溶接材料としての成分規格はない。

表10-16にニッケル及び高ニッケル合金用溶接材料の規格のうち、9% Ni 鋼の溶接材料としてもよく用いられてきた American Welding Standard (AWS) 規格の ERNiCrFe-3 (70Ni-15Cr-Mn-Nb), ERNiCr-3 (70Ni-20Cr-Mn-Nb) 及び ERNiCrFe-6 (70Ni-15Cr-Mn-Ti) を示す。

表10-17及び18に 9% Ni 鋼溶接材料の 1 例を示す。

2. 溶接法

9% Ni 鋼の溶接法としては、被覆アーク溶接、MIG 溶接（スプレーアーク溶接、ショートアーク溶接及びパルスアーク溶接）及びサブマージアーク溶接が使用され、さらに最近では TIG 溶接も開発されている。いずれも、現在のところ、異材溶接部となるので、それなりの配慮が必要である。

被覆アーク溶接

当初、実用化された被覆溶接棒は、70% Ni 系

INCO WELD A は直流専用の溶接棒であるが、その後交流でも溶接できるかつ作業性にも改善を加えた 70% Ni 系溶接棒がインコネルを初め各所で開発され、実際に用いられている。そのほか、Ni 含有量を低下させた 50% Ni 系、40% Ni 系、オーステナイトステンレス鋼系（18%Cr 及び 10% Ni, 20% Cr 及び 25% Ni 等）等も開発されているが、最も多く用いられているのはやはり 70% Ni 系溶接棒である。

高 Ni 合金溶接棒の融点は、母材の融点より約 100℃ 程度低いいため、母材を溶かしにくくなる。すなわち、高合金溶接棒は母材になじみにくくビードが凸気味になる。又、溶接材料の電気抵抗が高いこともこの傾向を助長する。これらは、被覆アーク溶接棒の場合は、適切なフラックスを用いてある程度おぎなうことができ、さらに、熟練した溶接工が溶接することによって、良好な溶接を得ることができる。

被覆アーク溶接上の主な注意は、次のとおりである²⁷⁾。

表10-18 90% Ni 鋼用溶接材料の例¹⁰⁾

溶接法	溶接材料	化 学 成 分							
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni
被覆アーク溶接	溶接棒 A (直流専用)	≤0.10	≤0.75	1.00 ~3.50	—	≤0.020	≤0.50	13.00 ~17.00	残
	溶接棒 B	"	"	"	—	"	"	"	"
	溶接棒 C	≤0.15	"	"	≤0.020	"	≤0.50	11.00 ~15.00	"
	溶接棒 D	"	"	"	"	"	"	11.00 ~17.00	"
MIG 溶接	ワイヤ A	≤0.10	≤0.50	2.50 ~3.50	—	≤0.015	≤0.50	18.00 ~22.00	≥67.00
	ワイヤ B	"	≤0.35	2.00 ~2.75	—	"	"	14.00 ~17.00	"
	ワイヤ C	"	≤0.05	≤0.05	—	"	—	20.00 ~23.00	残
サブマージアーク溶接	ワイヤ1 ×フラックス1	"	"	1.00 ~3.50	≤0.020	≤0.020	≤1.30	—	≥68.00
	ワイヤ2 ×フラックス2	"	"	2.50 ~3.50	—	≤0.015	—	30.00 ~23.00	残

注) 被覆アーク溶接は溶接金属の化学成分, MIG 溶接およびサブマージアーク溶接はワイヤの化学成分

表10-17 9% Ni 銅溶接材料の一例²⁹⁾

溶接法	溶接材料銘柄	成分系	機械的性質の一例			
			0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	伸び %	2 _v E ₋₁₀₀ (kg·m)
手溶接	INCOWELD A	70 Ni インコネル系	38.9	65.5	39	11.06
	INCONEL 182	"	—	64.3	44	11.34
	YAWATA WELD B	"	40.1	64.7	41.8	9.9
	YAWATA WELD B(M)	"	40.6	68.2	40.0	7.2
	NITTETSU WELD 42	"	42.7	72.7	40.8	6.3
	NITTETSU WELD 44	"	45.5	73.3	43.2	5.9
	NIC-70S	"	42.4	72.0	44	10.21
	NIC-50	50 Ni	44.5	65.4	34	5.63
	OK SP1869-45	13 Ni	49~52	64~70	37~42	125.~13.5
MIG溶接	YAWATA FILLER 82	70 Ni インコネル系	39.8	67.8	44.8	14.9
	INCONEL 92	"	40.9	67.3	45	22.68
	NITTETSU FILLER 625	"	49.0	80.6	50	10.9
TIG溶接	MGS-709N	"	40.7	70.2	38	12.34
潜弧溶接	NITTETSU FILLER 625 × NITTETSU FLUX 10	70 Ni ハステロ係	42.5	70.7	43.2	9.9
	US-609N PEN 4	"	42.3	71.9	37	8.79

分 (%)							機械的性質		
Mo	Nb+Ta	Fe	Co	Al	Ti	W	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	2 _v E ₋₁₀₀ (kg·m)
0.50~2.50	1.00~3.00	6.00~ ~12.00	—	—	—	—	≥28.1	≥56.2	≥3.5
"	"	"	—	—	—	—	"	"	"
1.30~2.50	1.50~3.00	6.00 ~12.00	—	—	—	2.00 ~3.00	≥42.0	≥70.0	"
3.50~6.00	"	≤12.00	—	—	—	≤2.50	≥44.0	"	"
—	2.00~3.00	≤3.00	≤1.00	—	≤0.75	—	≥38.0	≥66.8	"
—	—	≤10.00	—	—	2.50 ~3.50	—	"	"	"
8.00 ~10.00	3.15~4.15	≤5.00	≤1.00	≤0.40	≤0.40	—	≥44.0	≥70.0	"
16.00 ~12.00	—	"	—	—	—	1.50 ~3.50	≥38.0	≥66.8	"
8.00 ~10.00	3.15~4.15	"	≤1.00	≤0.40	≤0.04	—	≥44.0	≥70.0	"

を示す。

表10-19 直流正極性の場合のインコネル電極を採用した場合の溶接試験結果

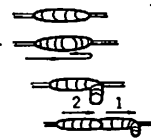
溶接ビード	溶接姿勢	棒径 (mm)	電圧 (V)	電流 (A)
1層	全姿勢	3.25	22	80~85
2層	全姿勢	4	22	110
3層または最終層	水平	5	22	110
4層または最終層	垂直と上向	4	22	110

表10-20

クレータ割れの防止方法 (C形治具拘束突合せ溶接割れ試験 J I S Z3155)

クレータの処理方法	割れ (mm)					割れ率 (%)	割れ発生位置 (ビード縦断面)
	第1ビード	第2ビード	第3ビード	第4ビード	計		
A	8.5	7.9	7.4	7.5	31.3	19.6	
B	2.3	5.2	5.0	4.0	16.5	10.3	
C	0	0	0	0	0	0	なし
D	0	0	0	0	0	0	なし

注 A: クレータ処理なし
 B: アークを戻して切る
 C: クレータを母材へ逃がす
 D: バックステップ法によりクレータをビードのスタート部へ重ねる (ただし第1ビードのみC処理)



YAWATA-WELD B (4⁺)
 9% Ni 鋼
 AC. 130A
 150mm/min
 予熱なし

表10-21 YAWATA-WELD B の推奨溶接施工条件

溶接姿勢	F, V, OH, H (全姿勢)			
板厚 (t)mm	t ≤ 13	13 ≤ t · 20	20 ≤ t · 30	30 ≤ t · 50
棒径 mm	3.2, 4	4.2, 4, 5	3.2, 4, 5	3.2, 4, 5
開先形状	V	VまたはX	X	XまたはH
棒乾燥条件	200~250℃ 約1時間			
仮付溶接	ビード長 50mm 以上			
予熱温度 ℃	90~120			
バス間温度 ℃	200 以上			
溶接電流	4mmφ ; 24V, 130A, 190mm/min.			
運棒法	アーク長を短くする			
平均溶接入熱 joule/cm	20000 以下	35000 以下		
ガウジング	アークエヤガウジング可能, 予熱不要			
応力除去焼鈍	原則として行なわない (ASME CASE 1308-5)			

(注) 溶接入熱 (joule/cm) = $\frac{\text{アーク電圧 (V)} \times \text{溶接電流 (A)} \times 60}{\text{溶接速度 (cm/min)}}$

表10-22 9% Ni 鋼用溶接材料の1: (MIGなど)

溶接材料	メーカー	溶着金属の化学成分							溶着金属の機械的性質			
		C	Mn	Fe	Cr	Nb	Ni	その他	0.2%耐力 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	伸び %	σE-196 (kg·m)
Inconel 92	INCO	0.03	2.4	6.9	16.8	—	Bal	Ti 3.4	38.0	49.4	40	5.5
Inconel 82	INCO	0.03	3.0	1.0	20.0	2.6	Bal	Ti 0.3				
NC 8020	Henry Wiggin	0.26 max			20.0		80		49.5 ~ 54.2	75.0	15~30	4.8~8.3

突合わせ溶接継手のルート部又はすみ内部の溶接は、特に注意を払わないと溶着金属のクラックという最も致命的な欠陥を生ずるおそれがある。しかし、これは、開先をやや広く（V及びX開先で70～80°，U開先で30°），適切な溶接電流（低電流）と3mm径溶接棒を使用すれば完全に満足な結果を得ることができる。そして、溶接ビードの寸法を制限するために運棒速度を上げると共に棒を軽くウィーブさせるべきである。ルート部溶接の終端では、深いクレータとそのクレータによる熱い溶着金属のクラックを発生させるおそれがあるので、溶接アークは急激にとめるべきではない。継手側部に溶接棒を動かすのは、溶融池（weld pool）のサイズを減らす移動量を加速することになるので好ましいことである。

再び溶接を開始するための再ストライクの方法は、溶接部を健全にするのに大きな影響を及ぼす。アークは、クレータの先端で発生させ、かつ通常の運棒速度クレータの最後端まで戻すべきである。そして溶接方向は、元に戻し、ウィーピングスタートさせ、溶接を続ける。

この再ストライクの方法は、3つの利点、すなわち、1)非溶接継手から離して適正なアーク長さを確保できること、2)冷却クレータに予熱を与えることができること、3)焼入れ又は急冷した溶着金属の最初の個所がポロシティを最少にするよう再溶融できること、がある。

クレータ割れは、オーステナイト系に生じる特有のもので、とくに初層ビードのクレータには無拘束状態においても非常に多く発生するので、割れはグラインダー等で完全にはつり取る必要がある。先に紹介した注意事項では、初層は低電流、小径棒で溶接することの注意が挙げられていたが、その1例を表10—19に示す又、このクレータ割れの対策としては、表10—20に示すようなクレータ割れの試験ではバックステップ法が最も効果があるようである。

さらに、9% Ni鋼は非常に導磁率が高いため、溶接部近傍に磁気を帯びやすい。とくにインコネル系は直流専用であるため、溶接時磁気吹き（アークブロー）が著しく困難となる。このため、鋼板運搬の際に、マグネットクレーンの使用を避けること、脱磁装置を用いることなどを注意する必要があるが、交流用の溶接棒を使用するのが最も効果があるようである。この交流用の溶接棒としては、最近かなり開発されている。その一例を表10—21に示す。

メタルイナートガスアーク；MIG溶接

MIG溶接は、その使用電流の範囲から生じる溶滴移行の形式からスプレーアーク法、ショートアーク法（短絡移行法）及びパルスアーク溶接法に分けることができる。使用するイナートガスは、アルゴンArとヘリウムHeの混合ガス又はアルゴンガスであるが、日本では、主としてアルゴンガスが使用されている。MIG溶接に使用される溶接材料の1例を表10—22に示す。

(1) スプレーアークMIG溶接

従来、工場内での9% Ni鋼のMIG溶接としてスプレーアーク溶接が採用され、半自動又は自動溶接で使用できる溶接材料が使用されてきた。通常は、1.6mmφのワイヤでアルゴンガスシールドを行なうもので比較的高い入熱量、1.6mmφワイヤで27～32Vかつ250～300Aの条件で溶接する。したがって、高能率であるが、母材の溶けこみ量が多く、溶融池も大きいため、下向き溶接には適しているが、割れ易い、全溶接のときビードが垂れ下がる等という欠点もある。

最近では、9% Ni鋼の溶接にスプレーアーク溶接は余り使用されず、10年余り前から、垂直、水平及び上向き溶接が可能なショートアーク溶接及びパルスアーク溶接が開発された。

(2) ショートアークMIG溶接

この溶接の標準的な1例を示すと、0.8mmφのワイヤで19～23V及び100～180Aという比較的低い電流を使用し、ガスはアルゴンとヘリウム混合ガスを使用するという溶接条件である。この溶接条件から分るようにショートアーク溶接は、低い入熱であり、凝結し易い溶融池のため、垂直及び上向き溶接に適した溶接法である。又、この溶接法は、全ての溶接姿勢でのルート部ビードの溶込み管理に使用するのに使用できる。

したがって、ショートアークMIG溶接は、溶込みが少なく、能率が悪く、溶込み不良、融合不良、気孔等を生じやすい欠点を有しているが、適正な溶接条件でのルート部の溶接に使用する点では非常に有用であり、9% Ni鋼の垂直及び水平溶接に使用されている。

(3) パルスアークMIG溶接

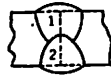
この溶接法は、ここ数年前に開発されたもので、ショートアークMIG溶接の全姿勢及びスプレーアークMIG溶接の溶接欠陥を生じさせにくいように溶込みが良いという特長をもつ溶接法である。

この溶接法は、一般的に、供給電圧が下がる傾向

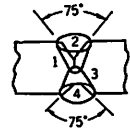
表—10—23 インコネル系溶接心線によるパルスアークMIG溶接条件

	板 厚 in		
	5/16	1/2	1
開 先 形 状	80°V型開先	80°V型開先	80°X型開先
ル ー ト、間 隔 in	0.037	0.037
予 熱 温 度 °F	400	400	300
層 間 温 度 °F	300~400	300~400	250~300
心 線 直 径 in	0.062	0.062	0.062
心 線 供 給 速 度 ipm	190	200	225
アルゴンガス流量 cfh	50	60	50
溶接電流 (DCRP) A	290~300	290	275~290

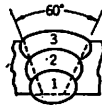
溶接法 サブマージアーク溶接
 板厚(IN.) 1/2
 層 数 2
 電流 (AMPS) DCRP 380
 電圧 (VOLTS) 30
 溶接速度 (IPM) 20
 65%Ni-27%Moワイヤ (DIA.IN.) 1/2
 低SiO₂コンポジション



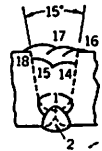
溶接法 サブマージアーク溶接
 板厚(IN.) 1/2
 層 数 4
 電流 (AMPS) DCRP 500-400
 電圧 (VOLTS) 27-32
 溶接速度 (IPM) 20
 65%Ni-27%Moワイヤ (DIA.IN.) 1/2
 低SiO₂コンポジション



溶接法 ショートアーク溶接
 板厚 (IN.) 1/2 2 and 3
 層 数 1 2 and 3
 電流 (AMPS) 125 230, 240
 電 圧 (VOLTS) DCRP DCRP
 電 圧 (VOLTS) 22 33, 35
 溶接速度 (IPM) 4.8 16, 16
 99%He+10% Ar シールドガス (CFH) 45
 68%Ni-15% Cr ワイヤ (DIA.IN.) 0.035
 65%Ni-27% Mo ワイヤ (DIA.IN.) 1/2
 コンポジション 低SiO₂



溶接法 サブマージアーク溶接
 板厚 (IN.) 1/2
 層 数 18
 電流 (AMPS) DCRP 26-28
 電圧 (VOLTS) 400
 溶接速度 (IPM) 18-20
 65%Ni-27%Mo ワイヤ (DIA.IN.) 1/2
 板の初温 (°F) 250
 層間温度 (°F) 250-300



溶接法 サブマージアーク溶接
 板厚 (IN.) 1/2
 層 数 9
 電流 (AMPS) DCRP 400
 電圧 (VOLTS) 28-30
 溶接速度 (IPM) 20
 65%Ni-27%Mo ワイヤ (DIA.IN.) 1/2
 低SiO₂コンポジション

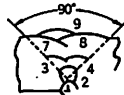


図10—55 代表的なサブマージアーク溶接条件

にあり、一定電圧を維持するのがむずかしい。これは、パルス電圧があるピークで一定供給電圧を下げることに起因すると考えられる、しかし、この傾向でも、低電流を維持することで十分な回復電圧を確保できる。一般的に9% Ni鋼のパルスMIG溶接では、他のMIG溶接と同じNi—Cr合金系の溶接ワイヤ、例えば、Inconel 溶加材 82 及び 92 が使用される。

これらの溶接ワイヤは、炭素鋼又は低合金鋼のものより高い電気抵抗値のもので、突出し及び接触個所の溶接は、より困難である。しかし、これらの溶接材料の融点は、鋼より低いので、深溶込みなしに良好に溶融する。冶金学的には、熱間割れの傾向を制限するので有用である。

適正な溶接条件は、表面酸化が少なく、輝く溶接ビードによって見分けられる。適正溶接条件の1例を表10—23に示す。

サブマージアーク溶接

サブマージアーク溶接は、従来、インコネル系の68Ni—15CrとSiO₂系のフラックスの組合わせで用いられ、このような入熱の大きな溶接法を採用した場合、高熱ビード割れが発生し、かつ母材の希釈が大きくなり強度が不足するので余り用いられなかった。しかし、最近では、65Ni—15Cr—高MoのワイヤとZr—O₂—SiO₂を組合わせて高温割れ感受性を低下させ、かつ強度を上げた溶接材料が開発され、実際に下向き又は水平溶接に多く用いられるよ

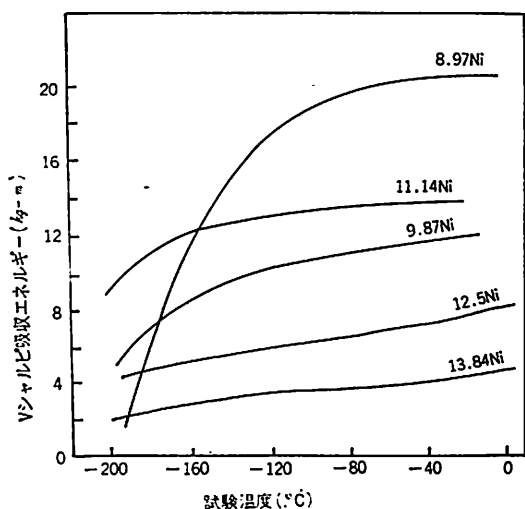


図10-56 9% Ni 鋼共金MIG溶接金属 Ni 含有量とシャルビ特性の関係³³⁾

うになった。

この溶接法は、最近、陸上タンクでは 46,000m³ の 9% Ni 鋼タンクの水平シーム溶接 (Inconel Filler Metal 625 and Lincoweld 880 neutral flux) に使用され²⁷⁾、又、LNG 船の 9% Ni 鋼球形タンクの 25.4mm 厚さの溶接にも使用された。

サブマージアーク溶接は、溶込みが深いので、厚板の下向き継手の溶接には有利であるが、あまり大入熱で単層にすると割れ易くなり、多層盛り溶接となるので角変形に注意すべきである。

図10-55にサブマージ溶接の開先形状とその溶接条件の 1 例を示す。

TIG 溶接

自動 TIG 溶接は、溶接電流と溶着速度が別個に

供試 9% Ni 鋼板の化学組成 (wt.%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	備考
0.07	0.26	0.51	0.010	0.008	9.27	25mmt

供試ワイヤの化学組成 (wt.%)

マーク	C	Si	Mn	P	S	Ni	O
No.1	0.024	0.01	0.50	0.003	0.006	8.90	0.015
No.2	0.033	<0.01	0.51	0.003	0.006	9.77	0.002
No.3	0.020	0.01	0.47	0.003	0.008	11.16	0.009
No.4	0.027	<0.01	0.51	0.003	0.005	12.51	0.004
No.5	0.025	<0.01	0.51	0.003	0.005	13.84	0.005

注 1) ワイヤはすべて真空溶解
2) ワイヤ径は 1.6mmφ

制御でき、溶込みがよく、平坦なビード形状が得られる等の特長がある。最近、9% Ni 鋼溶接の垂直又は水平溶接の全自動 TIG 溶接も開発され、今後、実際に採用されることになろう。

以上、9% Ni 鋼に採用される溶接法の概要を紹介してきた。9% Ni 鋼構造物の溶接を施工する場合、その適用溶接棒を使いこなす溶接作業者の養成は、大きな課題である。この点からも MIG 溶接またはパルス MIG 溶接、サブマージアーク溶接などによる自動化が望まれている。今後の 9% Ni 鋼の溶接は、次のような方向に進むであろう。

(1) 板継ぎ (下向突合せ) は、パルス MIG 溶接、サブマージアーク溶接などの全自動溶接が大幅にとりいれられるであろう。いずれにせよ入熱量を

表10-24 開発された共金MIGワイヤの性能一例³³⁾

ワイヤの化学組成 (wt.%)	C	Si	Mn	P	S	Ni	O	備考
	0.028	0.21	0.52	0.003	0.006	11.44	0.006	真空溶解 1.6φ 0.9φ
低温靱性	下向 (20,000J/cm)			下向 (30,000J/cm)			立向	
	vE-196 9.1kg-m	L.Eat-196 1.04mm		vE-196 7.7kg-m	L.Eat-196 0.95mm		vE-196 6.7kg-m	L.Eat-196 0.72mm
引張および曲げ性能	All Depo 引張			継手引張			側曲げ	
	T.S. 76.7kg/mm ²	E _l 21%		T.S. 81.8kg/mm ²	母材破断		180°	欠陥なし
作業性およびX線性能	下向				立向			
	純Arシールドでも安定したスプレーアーク				安定した短絡移行			
	1 級				1 級			

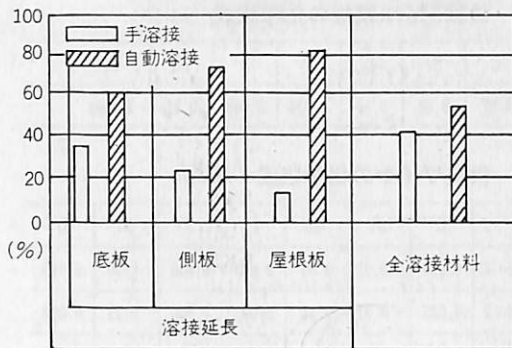


図10-57 60,000m³陸上 9% Ni 鋼製タンク溶接の自動化率²⁷⁾

表10-25 9% Ni 鋼製 60,000m³ 陸上 LNG タンク溶接施工例²⁹⁾

溶接対象	継手の種類	溶接法	
側板	立向	突合せ	手溶接
	横 向	突合せ	自動溶接
	スチフナ	すみ肉	手溶接
底板	底 板	突合せ(当板式)	自動溶接
	アニュラー板	突合せ	手溶接
	側板アニュラー板	すみ肉(重ね)	手溶接
屋根	屋根板	すみ肉(重ね)	自動溶接
	サスペンション		手溶接
付属品(マンホールその他)		手溶接	

小さくしなければならぬから多層盛りとなり、角変形の点から両面自動とならざるをえない。大径ワイヤが使用できる点および品質が安定して作業性がすぐれている点で、サブマージアーク溶接の方が有利なようである。

(2) 現場組立て等では全姿勢が要求されるが、現状では上向きはまだ自動化が困難であり、立・横向きを対象としてパルスMIGによる半自動溶接が主力になるものと思われる。この場合、風によりガス遮へいが乱されるとブローホールを発生しやすいから、防風対策を配慮する必要がある。横向円周継手のような対象には全自動溶接化の効果は大きいので、これの開発、実用化は大いに待たれるところである。またTIG溶接の大幅な採用も考えられる。(3) 片面溶接については、MIG又はサブマージ溶接での開発が行なわれ、ガラステープを主体とした

裏当材を用いた片面溶接も可能なようであり、実用化が期待される。

(4) 低価格溶接材料すなわち低Ni含有材料による溶接も、高Mnオーステナイト系溶接材料による溶接は、すでにヨーロッパでは実際に用いられており、共金溶接も溶接金属中の不純物O、C、Siを低く押えることと、Ni含有量を11ないし11.5%に管理すること(図10-56参照)等主な問題点は解決され、開発も進められており(表10-24参照)、今後の実用化へのより一層の進展が望まれる。

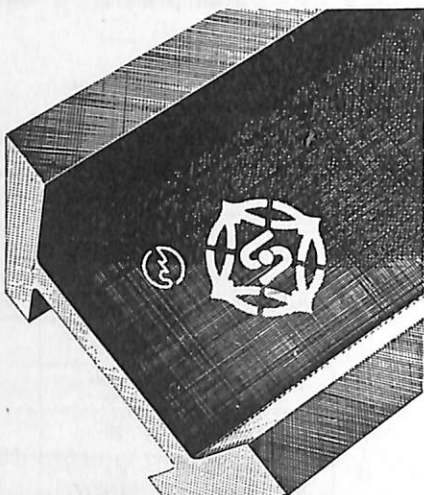
なお、LNG船の9%Ni鋼製タンクに使用された溶接法の例を参考までに示す³⁰⁾。

- ・GAZ TRANSPORT 円筒型 (Jules Verne); ショートアークMIG溶接
- ・Moss 球形タンク (Norman Lady ほか); 手溶接, ショートアークMIG溶接, サブマージアーク溶接
- ・Technigaz 球形タンク (Euclide); サブマージアーク溶接, パルスアークMIG溶接


又、表10-25及び図10-57に陸上の9%Ni鋼製タンク溶接の1例を示す²⁹⁾。これはブルネイで建設されたもので、大幅(タンク主要部の60~80%)にサブマージ溶接が採用されたとのことである。

(本項つづく)

マークがすべてを語ります



製品につけられた保証のしるし 私たちへの信頼のシンボルです



新日本製鐵

本社 東京都千代田区大手町2-6-3 新日鐵ビルディング
電話 東京 03 242-4111 大代表 郵便番号100

舶用減速歯車装置の動向と 船研における研究 < 2 >

船舶技術研究所減速装置研究室

4. 船舶技術研究所における試験研究

動力伝達用の歯車機構は所要の動力を静粛に、効率よく、長時間にわたって一様に伝達する必要がある。そして、その設計に当っては、

- (1) 歯の接触点で生ずる面圧が、材料の許容応力を超えないこと。
- (2) 歯の根本に働く曲げ応力などによって歯が折れないこと。

の2つが強度上の主な条件となっている。

船舶技術研究所においては、この2つの面より、大型歯車試験機 (20,000 P S) および小形歯車試験機 (75 P S) を運転し、歯車強度の向上に資するための試験研究を実施してきている。以下、その概要を調質歯車、硬化歯車に関する試験研究および歯元応力に関する試験研究にわけて紹介する。

4-1 研究施設の概要

舶用の減速装置は、その規模が大きく、実機でのトラブルが、大きな損益或いは船の安全性につながることもあって、実機での使用実績をベースとしたステップ・バイ・ステップの開発にたよらざるを得ない。

このため、歯車の信頼性を高め、開発のテンポを促進するためには、実規模の試験装置による系統的な試験の積み重ねが必要である。すなわち、これらの実験により、大出力用減速歯車についての歯面荷重の限度、荷重の分布状況、並びに歯車材料、硬度、周速度、潤滑などの関係を調べ、減速歯車の性能を一段と向上させ、また軽量小形化をはからなければならない。

船用大型プロジェクトの一環として、船舶技術研究所に設置した大型歯車試験装置は、このような状

況のもとで、わが国においても実規模試験装置の設置を望む関係業界等の要望にこたえ、昭和42年度に設置されたものである。大形歯車試験装置は、20,000 P S の試験容量をもつ動力循環式と呼ばれる方式で、その主要目は表4-1の通りである。

表4-1 試験装置主要目

形 式	動力循環式
循環動力	最大 20,000PS
回転数(ピニオン)	1,000~2,000 3,750~7,500 rpm
減 速 比	5.07
ピ ッ チ 円 径	ホイール/ピニオン 1,203/237mm
ヒ ジ ュ ー ル	5
歯 幅	試験側 120×2+80mm
中心間距離	720mm (一定)
トルク付加方式	油圧式
変 速 方 式	流体接手および2段変速機
駆 動 方 式	1,000kW 3相誘導電動機
回 転 方 向	正転および逆転
潤 滑 油 タ ン ク	約 15m ³
重 力 タ ン ク	約 15m ³

この試験装置は、駆動側および試験側の歯車、それらを結合する大・小歯車軸、それを外部より回転させる流体接手付きの電動機、および潤滑系統その他よりなる。試験機の全体配置図を図4-1に示す。

大形歯車試験装置と同時に設置した小形歯車試験装置は、最大循環動力75 P S、軸間距離100mmのもので、同じく動力循環式を採用している。

4-2 調質歯車に関する試験研究

わが国の大手造船会社のうち、三社の採用してきた歯車荷重K値の変遷を図4-2に示す。この図か

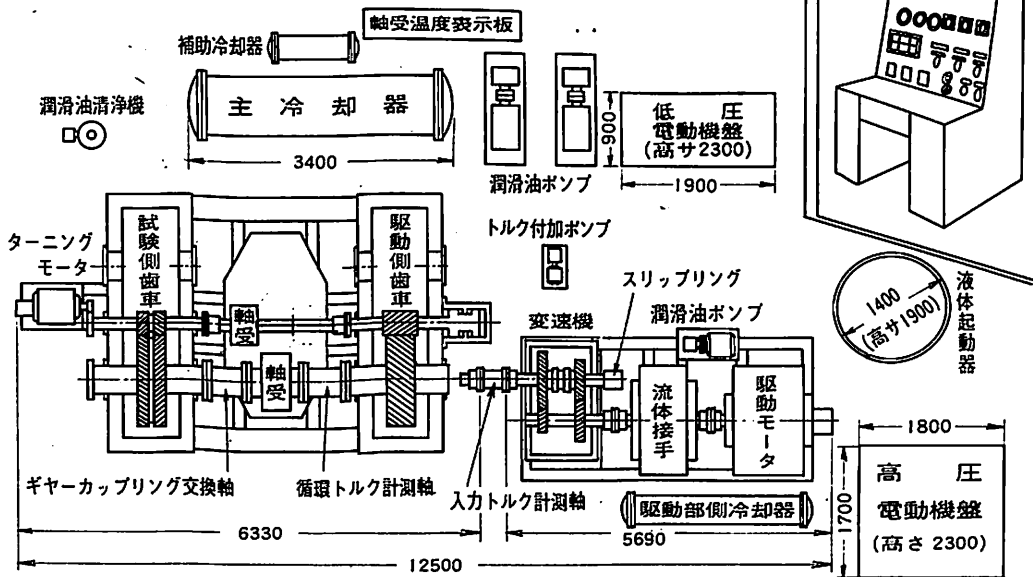


図4-1 試験装置の全体配置図

らもわかるように、設計K値を各社ともここ10~15年の間に約2倍に高めてきている。このK値を向上させることは減速機の軽量小形化に直接結びついため、各メーカーにおいて、さまざまな努力がなされている。

船舶技術研究所においても、軽量小形化に必要な資料を得るため、材質や形状などを変えた歯車を用い耐ピッチングの限界荷重を確認する耐久試験を、大形および小形歯車試験装置を用いて実施してきた。

以下、その概要について紹介する。

〔1〕 供試歯車

1) 大形試験歯車

大形歯車試験装置用の供試歯車はA、BおよびCの3組で、それぞれ異なるメーカーで制作したものである。表4-2にその主要目を示す。大歯車は直径1,200mmで、モジュール5のダブルヘリカル歯車である。材質は3組とも全く同じものではないが、小歯車にはNi-Cr-Mo鋼、大歯車にはCr-Mo鋼を使用している。

A・B歯車は圧力角20°のシェーピング仕上歯車で、精度JIS一級のものである。特に歯には修正を施していない。C歯車は高い工作精度を持つとともに、特に表面粗さを押え、小歯車に $K=350 \text{ psi}$

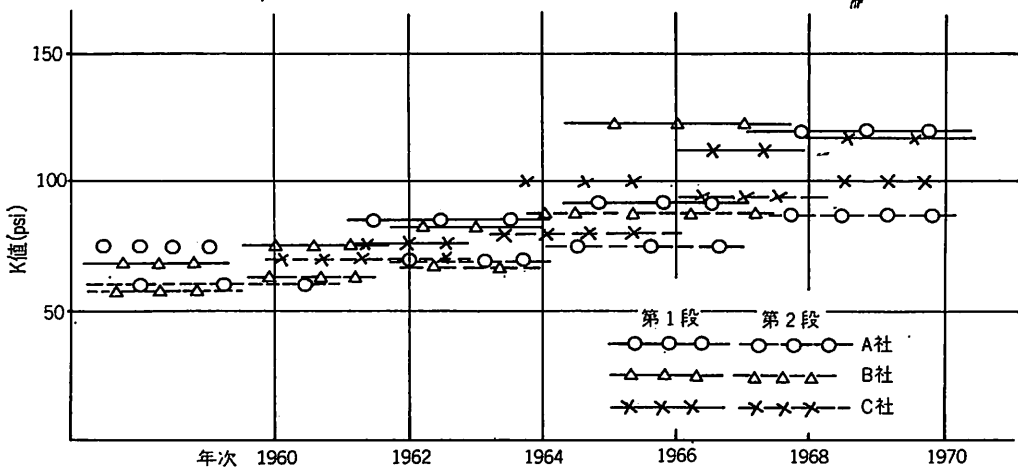


図4-2 K値の変遷

表 4-2

	試験歯車	
	ホイール	ピニオン
歯車型式	ダブルヘリカル	
モジュール	5	
圧力角	20°, 15°	
ネジレ角	30°9'53.4"	
歯幅 (mm)	120×2+80	
歯数	208	41
ピッチ円径(mm)	1202.892	237.108
最高回転数(rpm)	1500	7600
最高周速度(m/s)	94.5	
歯数比	5.07	
熱処理	調質	
仕上	シェービング	
材質	SCM	SNCM

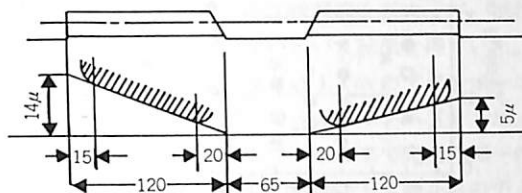


図 4-3 C歯車の歯すじ修正

時の曲げとねじりに対応した歯形の修正を施している。圧力角は 15° である (図 4-3)

2) 小形試験歯車

小形歯車試験装置用供試歯車の主要目は表 4-3 に示す通り、材料、加工精度などを極力 A, B 歯車に近いものとした。

[2] 試験結果

1) A, B 歯車

A 歯車は最終負荷耐久試験後、小歯車 1 枚の歯の全幅にわたり折損しているのが見つかった。B 歯車は $K=350$ psi の試験で同じく小歯車 1 枚の歯の約 1/3 が折損しているのが見つかった。マグナーヘリックスによる検査の結果、他の歯には異状がなかった。目視検査の結果、B 小歯車数枚の歯にごく小さなピッチングが 2, 3 個ずつ発生していた。その他、No. 1 小歯車、両大歯車には明瞭なピッチングを見つけることはできなかった (図 4-4, 写真 4-1)

2) C 歯車

C 歯車の耐久試験は、大歯車軸で 10^7 回転の繰り

表 4-3 歯車主要目

	ピニオン	ホイール
歯直角モジュール	4	4
工具圧力角	20°	20°
歯数	12	37
ピッチ円上ねじれ角	15°左	15°右
ピッチ円径	49.69mm	153.22mm
歯幅 mm	30	30
材質	SNCM 8	SCM 4
硬度 HB	360	280, 300



写真 4-1 破面の状況 (A 歯車)

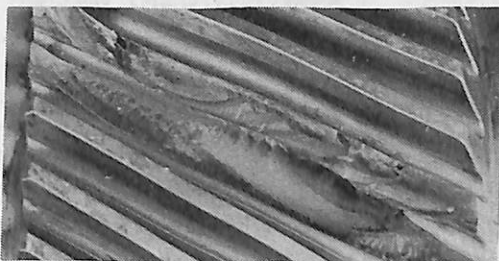


写真 4-2 破面の状況 (C 歯車)

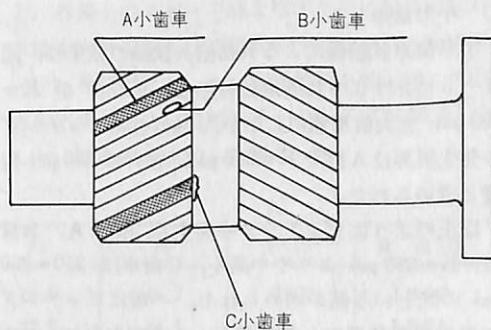


図 4-4 折損位置

返しを $K=250$ より 350, 450 psi とステップアップして行なった。 $K=350$ psi で大歯車に数個のピットが発生した。その後、 $K=400$ psi の試験を行なったが、ピットの大きさ、個数とも発達する傾向は

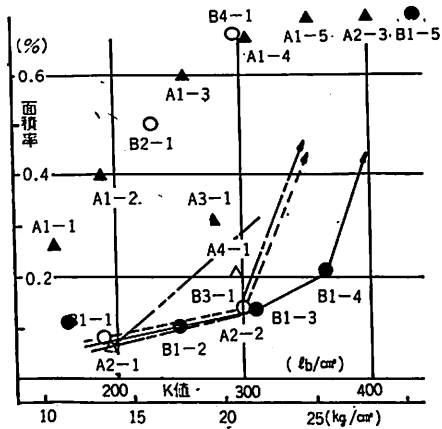


図4-5 結果

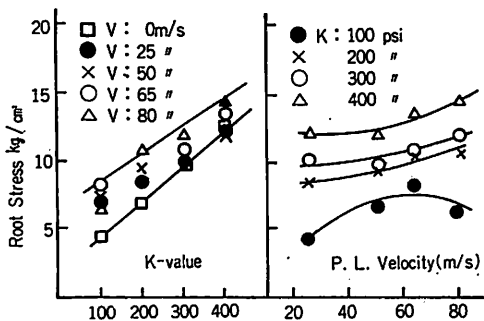


図4-6 歯元応力 (C歯車)

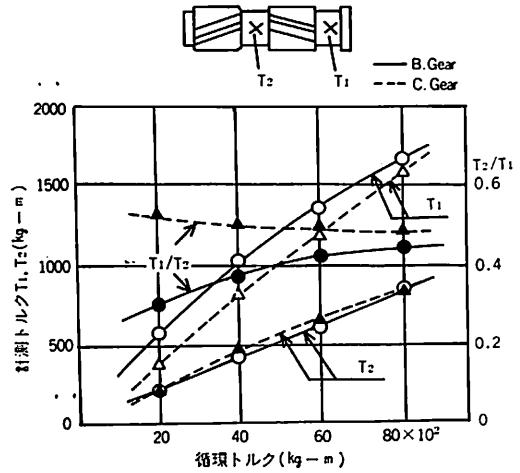
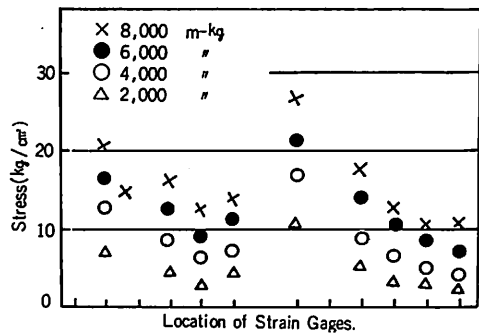


図4-7 荷重配分



歯元応力分布 (B歯車)

見られなかった。しかし、この時点で小歯車の歯が2枚折損した。折損は歯面温度計測用に設けた孔の近くより生じていた。折損の原因としては、孔の切り欠き効果および鍛造不足による材質的なむらによるものが考えられた。(写真4-2)

3) 小形歯車

小形歯車試験機による負荷耐久試験の結果は、図4-5に示すように非進行性のピッチングが $K=200$ psi で大歯車側にしたが、進行性のピッチングの発生限界はA材で $K=310$ psi, B材で 380 psi 程度と求められた。

以上のようにピッチングの発生限界はA, B歯は、 $K=350$ psi よりやや高く、C歯車は $250\sim350$ psi の間という値が求められた。一般にピッチングの発生限界荷重のときの歯面ヘルツ応力を σ_H とすると、 σ_H は実用上、 $\sigma_H=C_p H_B$ の関係として歯車母材の硬度 H_B から算出できるといわれている。以上の試験の結果によれば、 $\sigma_B=0.18\sim0.22H_B$ となり、実用上のピッチングの限界ヘルツ応力、すなわち限界K値を推定することが出来る。

また、歯の折損に対する疲れ限界はA, C歯車は $K=400$ psi, B $=350$ psi という結果が得られた。

以上をまとめると、この種の材料を使用した減速歯車の疲れ限度は $K=350\sim400$ psi の間にある。しかし、歯車の強さは材質、仕上の粗度や潤滑、さらに据付といった点で大きく左右される。特に加工精度や据付は直接歯当りに大きな影響を与えるため、十分な配慮が必要である。このことは修正、無修正歯車の歯元応力や両ヘリックスの荷重分担の計測結果(図4-6, 4-7)によっても理解できる。

近年、加工技術、材料の開発が急速に進歩していることもあって、実機的设计K値は、現在の $K=110\sim130$ から $K=180\sim200$ にまで高めることができるのではないかと考えられる。この値は本実験の結果の約1.5倍、現在の設計K値の約1.5位に相当する。(次号へつづく)

注: 本稿は昨年5月9日に「船舶」発表として脱稿されておりましたが、編集の都合で掲載が遅れました。なお次号で完結いたします。(編集部)

スポーツランナバウト 75SN16F

(財)舟艇協会昭和50年度研究報告

丹 羽 誠 一

私のはじめてディーブV系のスポーツボートと取組んだのは昭和37年、まだ R. Hunt や R. Levi のオフショア・レーサーの線図が Uffa Fox や R. Levi の著書で公表される以前のことで、レース関係の写真などで、おぼろげながらその様子がのぞき見られる程度の時期だった。その前36年には動き出したばかりの防衛庁目黒中水槽で不完全ながら在来船型とディーブオメガとの比較試験を行なって、抵抗にはっきりした差が出ないという結果を得ていた。

そのとき設計したのは木造4.2mのアウトボード艇で、24.7°という深いオメガのモノヘドロンだった。この艇は中央からトランソムまで完全に同一のセクションをとった艇で、したがって静止時のチェーンが完全に水上にあり、GMが小さいので静止時の傾斜はチェーンが水面に着くまでいかに腰が弱く、また航走中も傾斜が大きいため、実用艇やファミリーボートには適当でないと判定した。スピードの点では比較のために建造した在来型オメガプレ艇と大差はなく、波の中のクッションは評判通りやわらかいので、欠点を改良すればきわめて有望な船型であることはまちがいがなかった。

41年に、この欠点を改良し、ファミリーランナバウトとしての一応の完成に持って行ったのが、当時としてはこの大きさにはオーバーパワーと言われる200馬力のスターンドライブを乗せた日本モーター

ボート協会の5.6m 試作艇である。これを設計をしたときは実用艇第1艇の39年の13m長官艇の使用実績からさらに改良した船型の高速6号、25m30ノットのおそらく世界ではじめてのディーブ系大型高速艇が試運転に入る直前であった。トランソムにおけるチェーンを静止水面下にまで下げたため、船尾のデッドライズアングルは14.1°と小さくなったが、これでスピードといい、安定性といい、旋回性といい、波の中の乗心地といい、まず当時としては申し分のない艇が出来上ったと言ってよいだろう。この船型が基礎となって、さらに大型高速の35m40ノット艇PT11へと発展して行くのである。この間のPTシリーズ模型試験については本誌8月号、9月号に記した。

日本にもモーターボートブームが到来して、欧米から新しいモーターボートも入って来るし、国産艇も段々と改良され、パワーアップされて来た。昭和45年はそのような時期だった。そのときにタッチしたのが、スターンドライブ艇N-16の開発であった。波さばきを改良し、追波中の保針性を改善すること、外観上のスピード感を増すために船首の切れ上りは中央付近からはじまるようになり、さらにスポーティな船型になった。旋回傾斜を若干増して軽快さを出すために、船尾のデッドライズを18.5°に増した。この艇も成功した艇だった。

第 1 表

船 名	$L/\Delta^{\%}$	$Lg/\Delta^{\%}$	$Bct/\Delta^{\%}$	θ_{\odot}	θ_t	$V/\Delta^{\%}$	建 造 年
4.2-1	5.26	2.078	1.690	24.7	24.7	33.5	1962
MK-III	5.42	1.681	2.044	23.3	14.1	36	1966
N-16	5.04	1.770	1.880	24.2	18.5	38	1970
D-15	5.424	1.651	1.863	26.6	14.5	45	1972
SN16W	5.842	1.594	1.788	25.9	14.9	50	1974
SN16F	5.716		1.866	29.7	23.6	50	1975

第 2 表

船名	$L/\Delta^{\frac{1}{2}}$	$Bct/\Delta^{\frac{1}{2}}$	θ_{\odot}	θ_t	$V/\Delta^{\frac{1}{2}}$	建造年
Glass Moppie	5.525	1.573	24.7	24.6	34.5	1961
A'Speranziella	5.875	1.425	26.2	19.7	35	1961
Surfury	6.265	1.385	29.1	25.4	46	1965
Gohst Rider	5.805	1.480	27.3	25.9	50	1965

47年にはアウトボードランナバウトD-15を開発した。手軽なファミリーボートで、小馬力でも、大馬力でも、それぞれの馬力に応じた使い方ができる幅広い用途を持った艇ということが目標だった。軽いエンジンを付けてもトランソムでチェーンが水に着き、十分なGMを持つようにし、重いエンジンを付けてもハンプのトリムをあまり大きくしないだけのトランソム幅を持たせるため、トランソムのデッドライズはまた少々減って14.5°になった。この艇は20馬力4人乗りでも滑走するし、125馬力では楽々80キロをオーバーする成績を得た。特に波の中の性能はきわめて優良で、運動性、安定性、いずれの面から見ても乗りやすく、特にドライな艇として目立った。

以上の経過を見ると、暗中模索の4.2m艇にはじまり、業務用艇としての高速6号、プレジューボートとしての5.6m艇でいわゆるディープオメガ船型がまとまり、その後はリファインの段階で、飛躍を求める必要なしにきていると言えよう。また、じっくりかまえて系統的な試作試験をやるほどの時間と予算の余裕もなかった。この間の業務用艇の模型試験でも特に方針を変える必要を示すものは出て来なかった。

この間 Uffa Fox や Levi の著書が輸入され、第1線オフショア・レーサーの線図を見ることができるようになった。それによると R. Hunt の有名な Glass Moppie は私の4.2m艇とかなり近い艇であること、Levi の初期の成功艇 A'Speranziella はかなりチェーン幅のせまい艇であるが、デッドライズアングルの配分はN-16にやや似ていること。Levi がいわゆるデルタ・シリーズに脱皮した艇 Surfury ではじめて、きわめてデッドライズの大きな艇が出現し、J. Wynne の成功艇 Gohst Rider もそれに近いものであることなどを知ることができた。しかしこの在来の艇のデッドライズから飛びはなれた船型の成功というものは、抵抗から来ているのか、ソフトライディングのために波の中で大馬力を利して高速が出せるのか判断がつかない。今までの常識

も、PTシリーズの模型試験も、デッドライズは小さい方が抵抗の面では有利であると教えている。また私のそれまで手がけた艇はスピードの点でもソフトライディングの点でも、試乗したたくさんの内外の同種の艇より優れていると感じていたのも、商品として、あるいは製品として設計する艇にそのようなデッドライズをアプライする冒険はできなかった。それが48、49年に行なった日本モーターボート協会のシリーズ模型試験ではじめて業務用艇の速力範囲を超えた模型実験ができると、高速ではデッドライズの大きい方が抵抗の面で有利になるという結果が出た。(本誌8月号参照)

高速で姿勢がフラットになりすぎる艇は、船尾のデッドライズを大きくし、スプレーストリップを縦ステップとして効かせる方法で姿勢を改善できないかと考えたこともあるが、この試験結果を見てLevi のデルタシリーズのような艇を実艇でチェックしてみる必要を感じたわけである。幸に(財)舟艇協会もいくらかの研究費を使えるようになったし、不足分は関係方面のご協力をいただいて(金額はその方が多かったかもしれないが)、最少限の艇を試作して実験してみるめどがついた。このようないきさつで設計したのが、16ft. FRP製スポーツランナバウト75SN16Fである。

船型はそのようなわけで中程度までの傾斜に対する復原性、今までの私の船型でねらって来た実用性、汎用性といった問題を無視し、滑走面の性格のはっきりする純粹のスポーツボートとした。アウトボート艇の場合は、今のところ試運転成績を解析して抵抗を算出し得るデータはきわめて少ないが、似た重量、似た大きさの艇としてD-15や74SN16W合板製ランナバウトがある。これらと同じクラスのエンジンで精密な速力試験を行なって、明白な性能の差が出ればよし、はっきりした差が出なければそれもよし、それが研究の結論となるであろう。

この試作研究のもう一つの目的はFRPモーターボート自作の工作法の確立である。モーターボートレースも49年の熱海レースあたりから自作FRP

艇の参加が多くなり、なかなかの活躍をする艇も出て来て、将来は量産艇にあきたりない高級ファンないしはマニアが、この方面に向うことが予想される。そこでこれらの人々に正しいFRP積層工作の指針となるものを示すことが必要になってくる。FRPはちょっと練習すれば誰がやっても一応の形は出来るが、それだけに欠陥品もできやすく、しかも製品の非破壊検査では、簡単に欠陥が見分けられないところに恐ろしさがある。そこで正しい工作法の指針を与えて安全な製品を作ってもらわなければならない。

この方の研究成果は雑誌「舵」に10月号から連載している。

大きさを16ft. (4.9m)としたのは、この大きさは135馬力のアウトボードモーターを付ければオフショア・レーサーのトップクラスに相当するスピードが出せること。比較するのに都合のよい、はっきりと素性のわかった艇がある。135馬力のエンジンは日本モーターボート協会手持のものが借りられる等の理由による。

素人の自作には本格的量産艇のようにまず木製おす型を作って、それからFRP製めす型を作るといったことは工作の面でも費用の面でも不向きであるから、合板張りの木製めす型によるのが適当である。このような型は一時は簡易めす型と呼ばれ、その製品はFRP製めす型から取った製品に比べて一段低いものと考えられてきたが、正しく造られた木製めす型はFRP型ほどの耐久力もないし、船型にもある程度の制限を受けるが、その型からは立派な製品が得られることは、米国あたりでも少量生産の高級艇、競争艇や高性能の大型クルーザーなどに使われていることでも明らかであろう。めす型の内面を加工して精度を出すことはむづかしい。したがって正確に造られ、組立てられたフレームの内面に合板を張って仕上げるのが、精度の高い木製めす型を造る唯一の方法である。したがって船型は可展面あるいはそれに近い曲面で組立てられていなければならない。今日の高速なスポーツボートの船型はそれに適する船型である。

まず主要寸法を決める。さきのD-15や74SN16Wを基にし、全長は4.900mに、幅と深さはそれらよりやや大きくそれぞれ1.950m, 0.675mに決めた。トランソムにおけるデッドライズ約15°のこれらの艇に比べ、チェーン位置が上ることを考慮して深さはやや大きく、またサイドを合板張り船型にす

るためにコンケーブ・フレイヤーが付けられないので、その分のスプレーさばきを助けることと、航走中の傾斜が大きくなることを考慮して大傾斜に対する復原性を増すために最大幅も大きくした。デッキ幅を決める要素にコーミング厚さも入ってくる。合板艇は一枚板のコーミングであるが、FRPコーミングはデッキ面で少なくとも100程度の厚さがないと、内部積層はできない。

横型のシリーズテストから推定すると重心位置はこの艇の80km/hに相当するスピードでは $L_g/\Delta^{1/3} = 1.2$ 程度にオプチマムがあるようであるから、なるべく船尾に近い位置に重心を置くよう一般配置を決定する。これに対してハンブ時の航走トリムを過大にしないためには $Bct/\Delta^{1/3}$ を1.8以上にとらなければならない。そうしてトランソムのデッドライズを23°程度、中央のデッドライズを30°程度になるよう各部寸法を決める。断面形状はオメガ系とし、3mmの化粧合板が曲げ着けられる程度の曲面を使用する。

シャワーは別々の型で成形する船体とデッキとの接合部の精度を出しやすいうように直線シャワーとする。

デッキはSN16Wとコクピット深さが等しくなるだけのコーミングを設け、積層作業性、抜き勾配を考えて、しかも合板張りに適すように断面形状を決める。モーターウエルの寸法はBIAスタンダードで決まる。

このように各部寸法形状はすべて機能本位に決定できる。

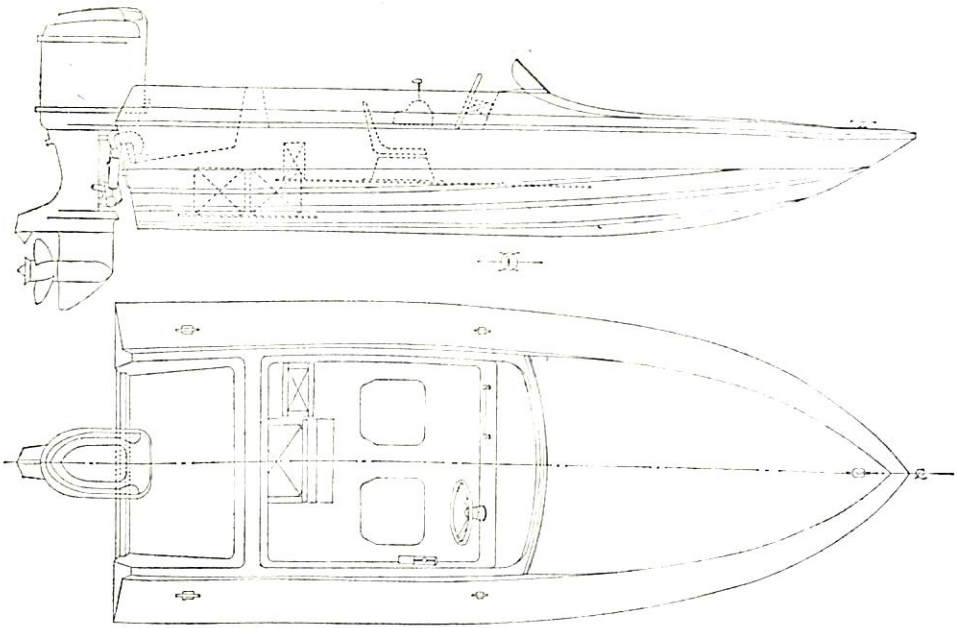
船底スプレーストリップは滑走面を縦に分割して高速になるほど幅せまい滑走面に乗せて、縦安定を保ちながら浸水面積を減らしてゆくためのものである。したがって船底デッドライズ、重心位置、計画速度によって最内側ストリップ間の幅は決まるべき性質のものであるし、チェーンまでの全滑走面幅から速度が上るにしたがって徐々に狭い滑走面幅にスムーズに乗りかえられてゆくよう計画しなければならない。D-15の場合は片舷3本だが、最内側のはトランソムまで達せず、SN16Wの場合は片舷2本とした。いずれも80km/hを越えると横不安定の傾向があったし、SN16Wは途中にもややぎこちないところが感ぜられたので、今回は片舷3本とし、全部トランソムまで通した。

この艇の線図はこのようにして決まった。

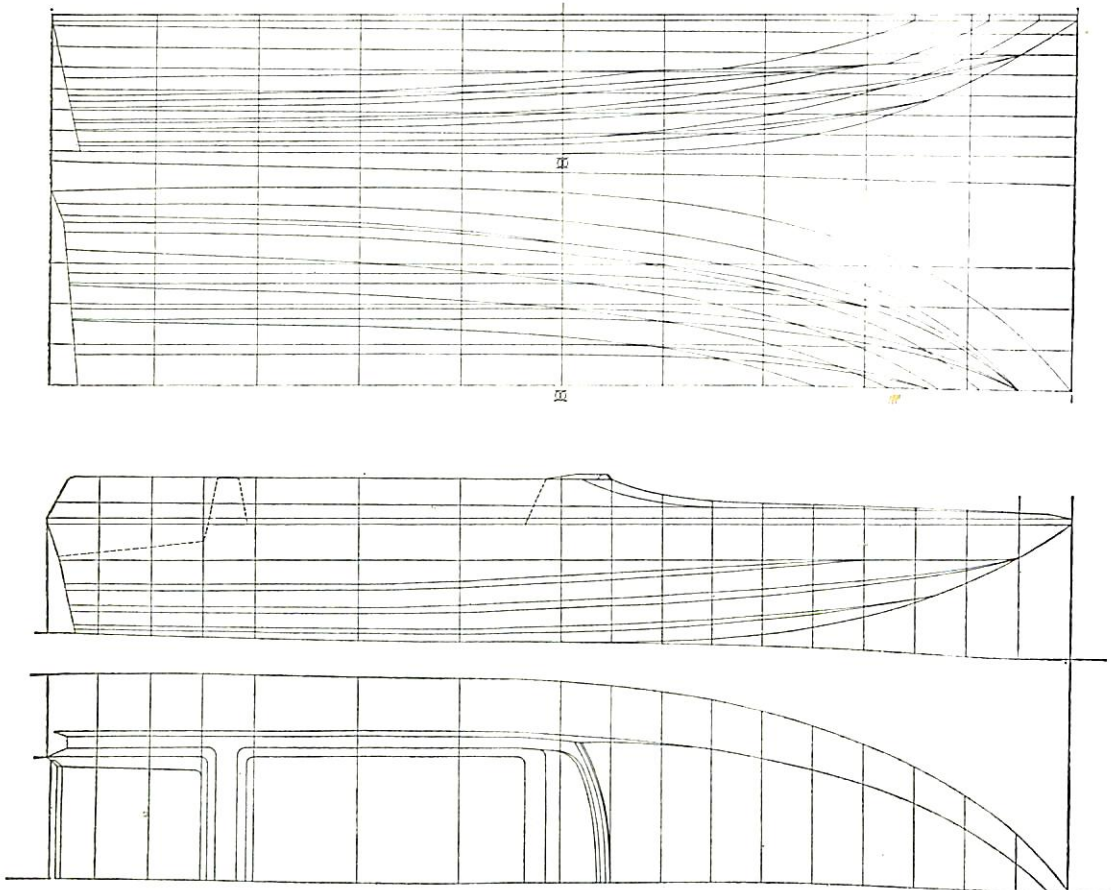
完成した艇の試運転状態の重量、重心は第3表のようになった。

船殻重量は、素人工法に対する強度マージンをと

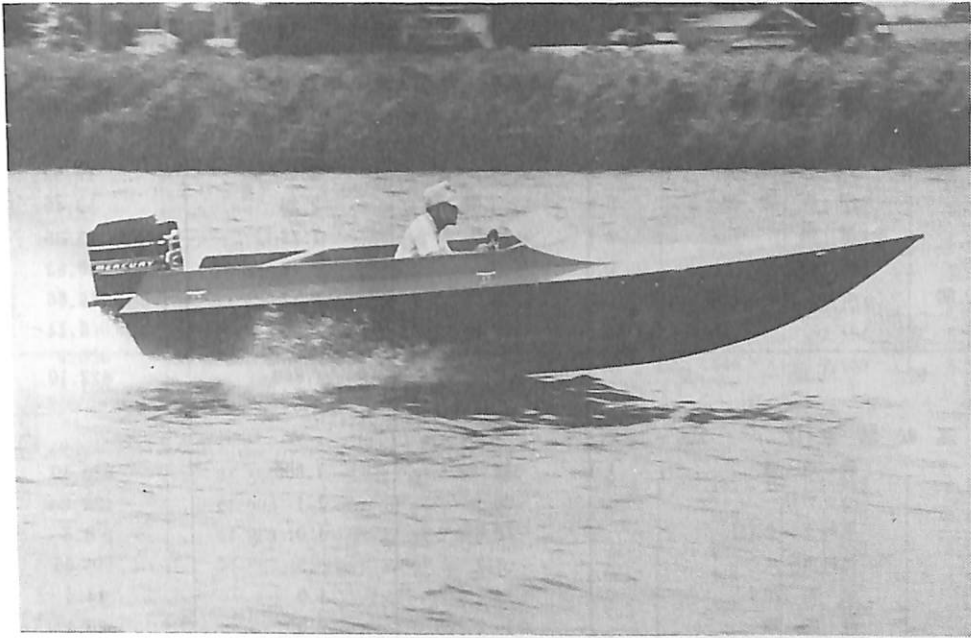
第1図 一般配置図



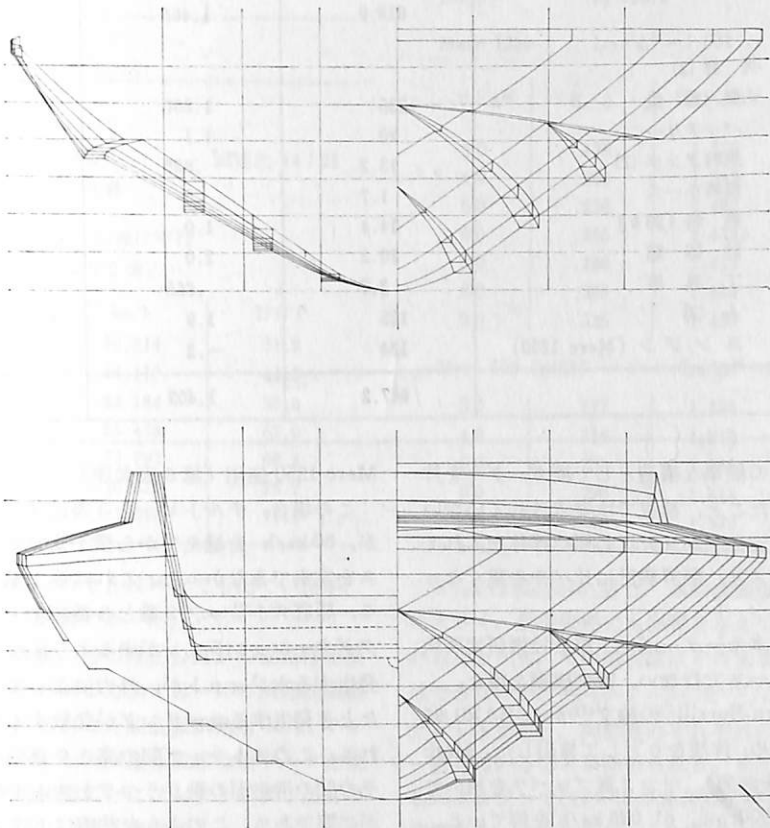
第2図 線図(A)



速力試験



第2図
線図(B)



第 3 表

		W	lg	M
船 殻	甲板下脱型重量	170	1.823	309.91
	甲板脱型重量	111	1.857	206.13
機 装	床 板 等	16.02	1.637	26.22
	操 舵 装 置	8.8	2.15	18.92
	甲 板 機 装	5.95	2.26	13.45
	腰 掛	10.2	1.75	17.85
	防 舷 材	3.6	2.45	8.82
機 関	コントロール装置	6.75	2.32	15.66
雑		2.68	2.29	6.14
艇 重 量		335	1.860	623.10
試 運 転 状 態 (1)				
	艇 重 量	335	1.860	623.10
	バッテリー	20	1.1	22
	燃料タンク (1)	6.6	1.0	6.6
	燃料ホース	1.7	.5	.85
	燃 料 (20ℓ)	14.4	1.0	14.4
	計 器 類	10.2	2.0	20.4
	工 具 等	2.0	1.3	2.6
	人 (2)	125	1.9	237.5
	エ ン ジ ン (Merc 650)	104	-.2	-20.8
		618.9	1.465	906.65
試 運 転 状 態 (2)				
	艇 重 量	335	1.860	623.10
	バッテリー	20	1.1	22
	燃料タンク (2)	13.2	.825	10.89
	燃料ホース	1.7	.5	.85
	燃 料 (20ℓ)	14.4	1.0	14.4
	計 器 類	10.2	2.0	20.4
	工 具 等	3.7	.865	3.2
	人 (2)	125	1.9	237.5
	エ ン ジ ン (Merc 1350)	124	-.2	-24.8
		647.2	1.402	907.55

ったこと、工作の簡単な構造として縦ガーダーを片舷1本だけとしたこと、検査では要求されていないが、レベルフローテーションに必要な浮体を入れていることなどにより、限界設計に比べやや重くなっている。

速力試験は日本モーターボート協会技術研究所前の中川300mコースで行ない、次の成績を得た。

DHPはGawn-Burrillの論文⁽¹⁾からBAR0.65の性能曲線を求め、伴流を0として算出した。Merc 650使用(第4表参照)。なお2翼プロペラを用いて(ピン4番)4,900rpm, 61.066 km/hを得ている。

Merc 1350 使用 (第5表参照)

この場合、チルトピンを3番にすると速力は増すが、80 km/h を越えてから横不安定が発生してコースを完走できなかった。これは浮上量が大きくなり、船底ストリップ2番と3番間でトランソムにスタグネーションラインが出るようになり、それから発生する水ジェットが、外力によって平衡を破られたとき発生するローリングが発散するものと考えられる。このストリップ間の高さを適当な値として、その間の滑走面の乗りうつりをスムーズにする研究が必要である。このような状態はトランソムデッド

第4表

試運転状態(1)

エンジン Merc 650(旧型) 減速比 13:26
プロペラ 13 $\frac{3}{4}$ ×19 3翼

(1) スラスト方向 キール線に平行
(チルトピン 内より2番)

rpm	km/h	DHP
3,000	35.255	26.2
3,150	37.659	28.8
3,750	47.972	38.5
4,050	52.608	45.3
4,100	53.558	45.7

(2) (チルトピン 3番)

3,000	34.399	27.9
3,900	51.085	39.0
4,150	54.968	44.1
4,200	54.982	47.6

(3) (チルトピン 4番)

3,000	33.509	29.8
3,700	47.120	39.5
4,100	53.837	43.9
4,200	55.115	47.2

第5表

試験状態(2)

エンジン Merc 1350 減速比 14:25
プロペラ 13×21 3翼

スラスト方向 キール線に平行
(チルトピン 内より2番)

rpm	km/h	DHP
2,500	30.214	31.2
3,200	46.137	44.3
4,000	62.184	58.0
4,200	65.438	61.0
4,800	73.793	66.4
5,400	80.820	75.2
5,500	81.623	77.2

ライズの小さいD-15やSN16Wでも出ていたが、今回の艇では特に顕著であった。

以上の試運転成績、特に推定DHPの妥当性を検討するため、上記と同じ方法でD-15の試運転成績を解析し、さらにそれらを船底傾斜角対R/Δチャート⁽²⁾と比較する。なお試運転成績は生データを使用せず、各試運転状態ごとにフェアリングしたものを使用した。(第6、第7表参照)

第6表

D-15 $\theta_t=14.5$
Johnson 125 $L_G/\Delta^{\frac{1}{2}}=1.919$

V/Δ ^{1/2}	R/Δ	DHP/ΔV	$\frac{DHP}{\Delta V} / \frac{R}{\Delta}$
30	.183	1.271	6.945
40	.237	1.442	6.084
50	.302	1.657	5.487
60	.360	1.930	5.361
70	.420	2.223	5.293
80	.481	2.554	5.310
90	.545	2.900	5.321

Merc 650 (新型)
 $L_G/\Delta^{\frac{1}{2}}=1.762$

30	.161	1.343	8.342
40	.206	1.430	6.942
50	.261	1.553	5.950
60	.315	1.741	5.527
70	.367	1.960	5.341
80	.407	2.191	5.383

第7表

SN16F $\theta_t=23.6$

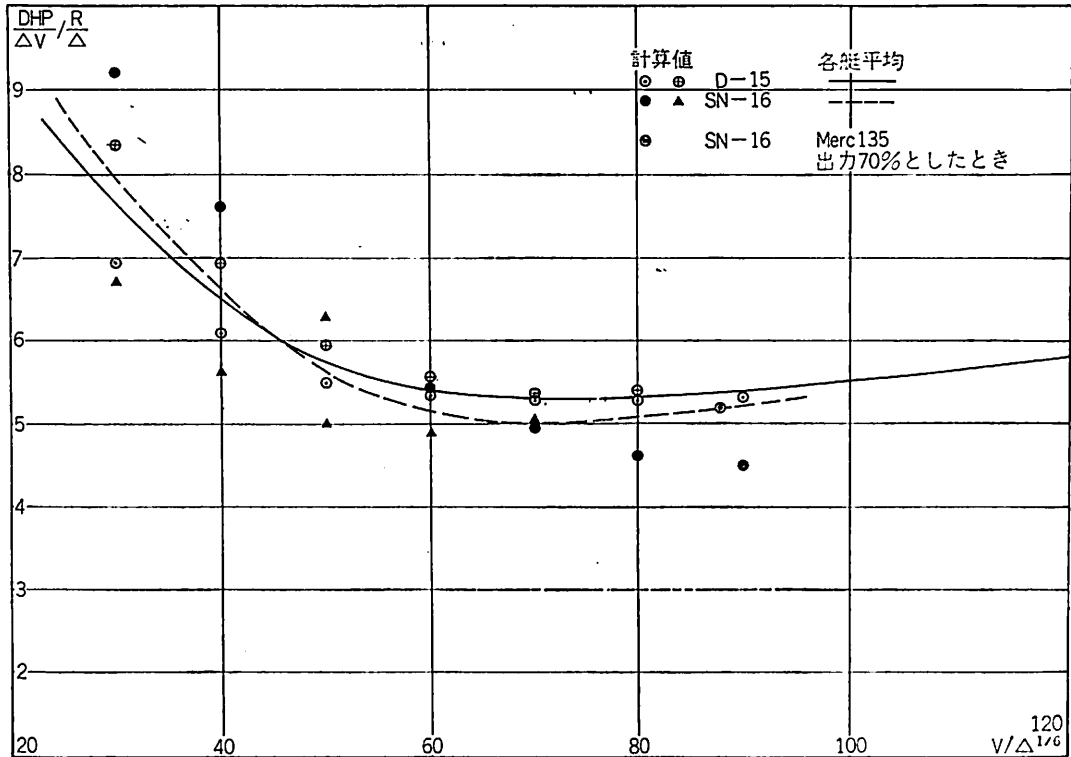
Merc 1350 $L_G/\Delta^{\frac{1}{2}}=1.621$

V/Δ ^{1/2}	R/Δ	DHP/ΔV	$\frac{DHP}{\Delta V} / \frac{R}{\Delta}$
30	.176	1.620	9.205
40	.203	1.545	7.611
50	.236	1.483	6.284
60	.265	1.438 ^a	5.426
70	.286	1.413	4.941
80	.305	1.414	4.636
90	.325	1.460	4.492

Merc 650 (旧型) $L_G/\Delta^{\frac{1}{2}}=1.719$

30	.177	1.188	6.712
40	.216	1.212	5.611
50	.258	1.285	4.981
60	.290	1.414	4.876
70	.315	1.579	5.013

R/Δは模型が小型で、水の表面張力の影響が相当大きく、航走姿勢にも影響を与えていると考えられることから、その絶対値はそのまま信頼することにはできないが、 $\frac{DHP}{\Delta V} : \frac{R}{\Delta}$ をV/Δ^{1/2}ベースにプロットすると、両船型のそれぞれの平均値はよく一致していることが認められる。またDHPは、新しいエンジンで(D-15の場合)、公称出力の100%程度であり、中古エンジン(SN16の場合)ではMerc



第 3 図

650 が 80% 弱 (4,900 rpm) でリーズナブルな値となっている。Merc 1350 が 60% 弱しか出ていないのは少々低い値であるが、Gawn の実験はキャビテーション数 $\sigma_v=0.50$ (約 70 km/h に相当) までしか行なわれていないので、80 km/h 付近のキャビテーション性能推定に問題があるとも考えられ、公称出力の 80% 程度発揮しているものとして計算すれば $DHP/\Delta V : R/\Delta$ はさらに良好な一致を示す。

結 論

(1) トランソムデッドライズ $\beta_t=14.5^\circ$ と $\beta_t=23.6^\circ$ との 2 船型について、それぞれ重心位置 $L_G/\Delta^{1/3}$ を一致させた模型試験 $R/\Delta-V/\Delta^{1/6}$ と、実艇試運転成績 $DHP/\Delta V-V/\Delta^{1/6}$ とを比較したところ、 $DHP/\Delta V : R/\Delta-V/\Delta^{1/6}$ は、 $\beta_t=14.5^\circ$ の艇の 2 状態の平均値と、 $\beta_t=23.6^\circ$ の艇の 2 状態の平均値とがほとんど一致する。

(2) 今回の解析で得られた $DHP/\Delta V : R/\Delta-V/\Delta^{1/6}$ の関係と、(財)日本モーターボート協会の系統模型試験を解析して得た $R/\Delta : \beta_t : L_G/\Delta^{1/3}$ チャート⁽²⁾とを用いてスポーツ用高速モーターボートの性能予測が可能である。ただしこれによって得られる予測性能はスラストラインがキールラインに

平行な状態 (トランソム傾斜 12° に対しルトピン 2 番) のものである。

(3) スラストラインを下向きとしたとき (ルトピン 3, 4, 5 番)、高速性能はさらに向上する。その量については D-15 の実験では 125 馬力に対しピン 1 本の移動はトランソムから重心までの長さ L_G の 10% の増減に、65 馬力に対しては 5% の増減にほぼ一致するようである。

(4) $V/\Delta^{1/6}$ が 90 程度以上になるときは、船底スプレーストリップの配置によっては、横不安定が現れることがあるので、スプレーストリップの配置および形状等につき研究を行なう必要がある。

おわりにあたり材料・労力の面で多大のご援助をいただいた三井東圧化学株式会社、日本硝子繊維株式会社、東栄造船株式会社ならびに実験にご協力いただいた(財)日本モーターボート協会および試作研究委員会委員各位に厚く御礼申し上げます。

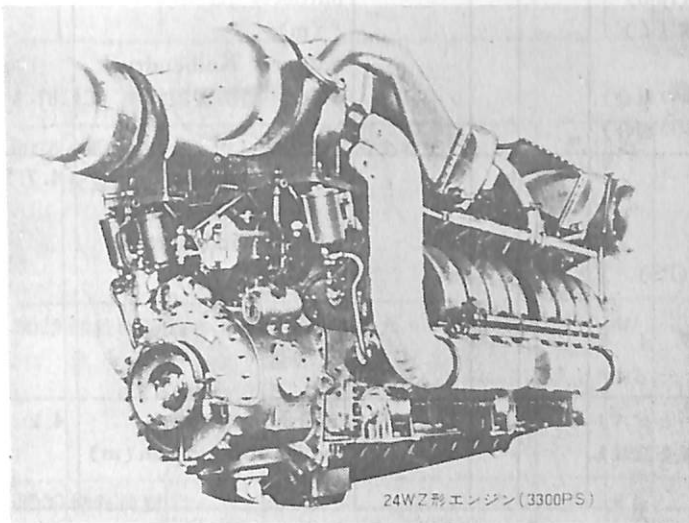
参考文献

- (1) Gawn, R. W. L., Burrill, L. C. "Effect of Cavitation on the Performance of a Series of 16 in Model Propellers": INA: 1957
- (2) 丹羽誠一 "モーターボートの船型": 船底傾斜角: 「船舶」1975年 8 月号

ディーゼルエンジン <11>

齋藤善三郎

三菱重工業相模原製作所設計部主査



24WZ形エンジン(3300PS)

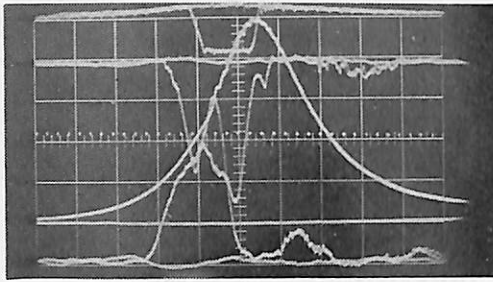
三菱24WZ形高速ディーゼルエンジン外観

形式：2サイクル水冷W形直接噴射式過給式、シリンダー配列—シリンダ数—内径×行程 (mm)：60°W—24—150×200
総行程容積：84.8ℓ 乾燥重量：約6t
最大出力：3,300PS 用途：主として高速艇用 全長×全幅×全高 (m)：約3.4×約1.9×約2.1

JISによるエンジン用語例 (1)

4.16.11 燃焼圧関係：

番号	用語	読み方	意味	参		考	本文の章
				量記号	単位		
2043	圧縮圧 (力)	あつしゅくあつ (りよく)	圧縮終りのシリンダ内圧力	p_e	kg/cm ²	これまで一部で使われていた用語または慣用語 英・独用語 compression pressure, Kompressionsenddruck (m), Verdichtungsenddruck (m)	3.5.1
2044	爆発圧 (力)	ばくはつあつ(りよく)	燃焼室内における燃焼最高圧力。	p_{max}	kg/cm ²	英・独用語 explosion pressure, maximum combustion pressure, Explosionsdruck (m), Verbrennungsdruck (m), Höchstdruck (m)	4.3.1
2045	正味平均有効圧	しょうみへいきんゆうこうあつ	$p_e = \frac{kP_e}{nV}$ ここに P_e ：軸出力 (PS)	p_e	kg/cm ²	軸平均有効圧 英・独用語 brake mean effective pressure, mittlerer effektiver Druck (m),	4.7.3.1



4.16.11/P~0 インジケータ線図の撮影例

番号	用語	読み方	意味	参		考		本文の章
				量記号	単位	これまで一部で使われていた用語または慣用語	英・独用語	
			n : 回転速度 (rpm) V : 総行程容積 (l) k : 常数 900(4 サイクルの場合) 450(2 サイクルの場合)				mittlerer Arbeitsdruck (m), mittlerer Kolbendruck (m)	
2046	図示平均有効圧	ずしへいきんゆうこうあつ	$p_i = \frac{k P_i}{n V}$ ここに P_i : 図示出力 (PS) n : } V : } 2045参照 k : }	p_i	kg/cm ²		indicated mean effective pressure, mittlerer indizierter Druck (m)	4.7.2
2089	インジケータ線図	いんじけーたせんず	シリンダ内の圧力とピストンの変位との関係を記録した線図。			指圧線図	indicator diagram, Indikatordiagramm (m)	4.2

4.16.12 熱効率関係 :

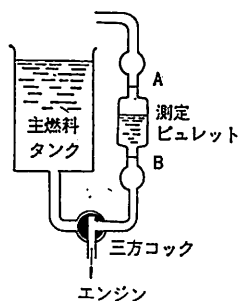
2078	熱効率	ねつこうりつ	1 サイクル中に発生した仕事を, 供給した熱エネルギーで割った量。	η_t			thermal efficiency, thermischer Wirkungsgrad (m), Hitzewirkungsgrad (m)	4.5
2079	理論熱効率	りろんねつこうりつ	理論サイクルの圧力体積線図に示された仕事を基準とした熱効率。	η_{th}			theoretical thermal efficiency, theoretischer thermischer Wirkungsgrad(m)	4.5.1
2080	正味熱効率	しょうみねつこうりつ	軸出力を基準とした熱効率 $\eta_e = \frac{k P_e}{F H_u}$ ここに P_e : 軸出力 (PS) F : 燃料消費量 (kg/h) H_u : 燃料の低発熱量 (kcal/kg) k : 常数 632 kcal/PSH	η_e			brake thermal efficiency, effektiver thermischer Wirkungsgrad (m), Nutzwirkungsgrad (m)	4.5.2
2081	図示熱効率	ずしねつこうりつ	図示出力を基準とした熱効率。	η_i			indicated thermal efficiency,	4.5.1

番号	用語	読み方	意味	参 考			本文の章	
				量記号	単位	これまで一部で使われていた用語または慣用語		
			$\eta_t = \frac{kP_t}{FH_u}$ ここに P_t : 図示出力 (PS) F : H_u : } 2080参照 k : }			Innenwirkungsgrad (m), indizierter (thermischer) Wirkungsgrad (m)	4.5.1	
2082	機械効率	きかいこうりつ	軸出力を図示出力で割った値。	η_m			mechanical efficiency, mechanischer Wirkungsgrad (m)	4.9.2

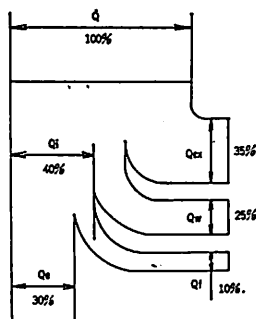
4.16.13 燃料消費関係：

3028	全燃料消費量	ぜんねんりょうしょうひりょう	機関の消費した燃料の総量	F_t	kg l m ³		total fuel consumption, gesamter Kraftstoffverbrauch (m), gesamter Brennstoffverbrauch (m)	4.6.2
3029	燃料消費量	ねんりょうしょうひりょう	単位時間あたりの燃料の消費量。	F	kg/h l/h m ³ /h		fuel consumption, Kraftstoffverbrauch (m), Brennstoffverbrauch (m)	4.6.2
3030	燃料消費率	ねんりょうしょうひりつ	単位時間、単位出力あたりの燃料の消費量。	f	g/PSH g/kWh cm ³ /PSH cm ³ /kWh m ³ /PSH m ³ /kWh		specific fuel consumption, spezifischer Kraftstoffverbrauch (m), spezifischer Brennstoffverbrauch (m)	4.6.3
3031	図示燃料消費率	ずしねんりょうしょうひりつ	図示出力をもとにした燃料消費率。	f_t	g/PSH cm ³ /PSH m ³ /PSH	指示燃料消費率	indicated specific fuel consumption, indizierter spezifischer Kraftstoffverbrauch (m)	4.6.3
3032	全熱消費量	ぜんねつしょうひりょう	機関に供給された全熱量 (全燃料消費量と燃料の低発熱量から計算した値)。	Q_t	kcal		total heat consumption, gesamter Wärmeverbrauch (m)	4.4
3033	熱消費量	ねつしょうひりょう	単位時間あたりの熱の消費量。	Q	kcal/h		heat consumption, Wärmeverbrauch (m)	4.4

4.16.13/燃料消費量の測定



4.16.14/熱勘定の総図



Q : 供給全熱量
 Q_{ex} : 排気および放射熱損失
 Q_w : 冷却損失およびポンプ損失
 Q_i : 図示出力に変化した熱量
 Q_f : 機械損失
 Q_e : 軸出力に変化した熱量

4.16.14 熱勘定関係:

番号	用語	読み方	意味	参 考			本文の章	
				量記号	単位	これまで一部で使われていた用語または慣用語		
2083	熱勘定	ねつかんじょう	燃料の発熱量を100%として、この熱エネルギーが機関各部で消費される割合を示すこと。			熱精算	heat balance, Wärmebilanz (f)	4.4
2084	熱損失	ねつそんしつ	燃料が発生した熱量のうち、仕事とならずに外部にとり去られる熱量。				heat loss, Wärmeverlust (m)	4.4
2085	排気損失	はいきそんしつ	排気による熱損失。				exhaust loss, Abgasverlust (m)	4.4
2086	冷却損失	れいきゃくそんしつ	冷却水あるいは冷却空気などによる熱損失。				cooling loss, Kühlverlust (m)	4.4
2087	機械損失	きかいそんしつ	図示出力と軸出力との差。	P_f	kW PS	摩擦損失	mechanical loss, mechanischer Verlust (m), Reibungsleistung (f)	4.9.3
2088	ポンプ損失	ぼんぷそんしつ	吸入および排出のときの抵抗による損失。				pumping loss, Ladungswechselerlust (m)	4.4

4.16.15 出力関係:

2001	性能	せいいう	回転速度や負荷に関連して出力、トルク、燃料消費率、効率など、機関の特徴を示す性質の総称。				engine performance, Prüfungsfähigkeit (f), Leistungsfähigkeit (f)	4.1
2031	出力	しゅつりよく	機関の出す動力。	P	kW PS	馬力	power, output, horsepower, Leistung (f), Pferdestärke (f)	4.8
2032	軸出力	じくしゅつりよく	動力取出し軸における出力	P_e	kW PS	軸馬力 制動馬力	shaft horsepower, brake horsepower,	4.8.4

番号	用語	読み方	意味	参 考			本文 の章	
				量記号	単位	これまで一部 で使われていた用語または 慣用語		英・独用語
						正味馬力	net horsepower, output, Nutzleistung (f), effektive Leistung (f), Bremsleistung (f)	
2033	図示出力	ずししゅ つりよく	インジケータ線図から求められる出力。	P_i	kW PS	図示馬力 指示馬力	indicated horsepower, Innenleistung (f), indizierte Leistung (f), indizierte Pferdestärke (f)	4.8.3
2034	定格出力	ていかく しゅつり よく	定められた状態と運転条件のもとに、定格回転速度において、ある一定時間内連続して運転できる出力。たとえば1時間定格出力、…連続定格出力などという。	P_r	kW PS		rated horsepower, normal power, Nennleistung (f)	4.8.2
2035	連続定格出力	れんぞく ていかく しゅつり よく	長時間連続して運転できる定格出力。	P_{rc}	kW PS		continuous cruising power	4.8.2
2036	常用出力	じょうよ うしゅつ りよく	機関の効率と保守の上から経済的に常用される出力（主として船用機関に用いる）。	P_{cr}	kW PS		cruising power, Dauerleistung (f)	4.8.2
2037	最大出力	さいだい しゅつり よく	出しうる最大の出力。	P_{max}	kW PS		maximum power, Höchstleistung (f)	4.8.2
2038	過負荷出力	かふかし ゅつりよ く	連続最大出力以上の出力（主として船用機関に用いる）。	P_l	kW PS		overload power, Überleistung (f)	4.8.2
2039	過負荷定格出力	かふかて いかくし ゅつりよ く	連続定格出力以上で短時間運転を許容された定格出力（たとえば発電用機関などに用いる）。	P_{rl}	kW PS		overload rating, overload power output rating	4.8.2
2040	連続最大出力	れんぞく さいだい しゅつり よく	連続運転できる最大出力（主として船用機関に用いる）。	P_{cmax}	kW PS	全(出)力	continuous maximum power, maximum cruising power, höchstzulässige Dauerleistung (f)	4.8.2
2041	分(出)力	ぶん(しゅ つ)りよ く	連続最大出力未満の出力（主として船用機関に用いる）。		kW PS		partial output, Teilleistung (f)	4.8.2

番号	用語	読み方	意味	参 考			本文の章	
				量記号	単位	これまで一部で使われていた用語または慣用語		英・独用語
2042	軸トルク	じくとりく	動力取出し軸におけるトルク。	T	kgm	トルク	(output) torque, effektives Drehmoment (n)	4.8.4.1
3001	負荷	ふか	機関の発生する有効エネルギーを吸収するもの、または吸収している状態。				load, Last (f), Belastung (f)	4.8.2
3002	全負荷	ぜんふか	定められた条件における最大の負荷。				full load, Vollast (f), volle Belastung (f)	4.8.2
3003	部分負荷	ぶぶんふか	全負荷未満の負荷。				partial load, Teillast (f)	4.8.2
3004	過負荷	かふか	全負荷をこえる負荷。				overload, Überlast (f), Überbelastung (f)	4.8.2
3005	無負荷	むふか	負荷のかかっていない状態。				no-load, Nullast (f)	4.8.2

4.16.16 回転速度関係：

2015	回転速度	かいてんそくど	単位時間にクランク軸の回転する回数。	n	rpm	回転数	engine speed, number of revolutions, Motordrehzahl (f)	4.15
3006	アイドリング		機関を無負荷において低速で運転すること。				idling, idle running, Leerlauf (m)	4.15
3010	定格回転速度	ていかくかいてんそくど	定格出力における回転速度。	n_r	rpm	定格回転数	rated speed, nominal speed, Nenn Drehzahl (f)	4.15
3011	最高回転速度	さいこうかいてんそくど	定められた条件のもとにおける最高の回転速度。	n_{max}	rpm	最高回転数, 最大回転数, 最大回転速度	maximum (engine) speed, Höchstdrehzahl (f)	4.15
3012	連続最高(回転)速度	れんぞくさいこう(かいてん)そくど	連続最大出力における回転速度。	n_{max}	rpm	連続最高回転数	continuous maximum speed, höchste Dauerdrehzahl (f)	4.15
3013	許容最高(回転)速度	きょようさいこう(かいてん)そくど	短時間許容しうる最高回転速度。		rpm	許容最高回転数	allowable maximum speed	4.15

番号	用語	読み方	意味	参 考			本文の章	
				量記号	単位	英・独用語		
3014	超過(回転)速度	ちょうか (かいてん)そくど	定格回転速度以上の回転速度。		rpm		overspeed, Überdrehzahl (f)	4.15
3015	最低回転速度	さいてい かいてんそくど	定められた条件のもとにおける最低の回転速度。	n_{min}	rpm	最低回転数	minimum (engine) speed, Niedrigstdrehzahl (f)	4.15
3016	無負荷回転速度	むふか かいてんそくど	無負荷状態における回転速度。	n_0	rpm	無負荷回転数	idling speed, Leerlaufdrehzahl (f)	4.15
3017	無負荷最低回転速度	むふかさ いていか いてんそくど	無負荷において安定して運転可能な最低回転速度。	n_{omin}	rpm	無負荷最低回転数	minimum idling speed, kleinste Leerlauf- drehzahl (f)	4.15

(注) J I S 規格(日本規格協会発行)

海外事情

■英国で新 FRP 掃海艇が発注される

FRPの非磁性を利用した舟艇関係の製品として掃海艇があることは、前号艦艇特集の「海上自衛隊における強化プラスチック製品」で述べられ、英国の新型FRP製掃海艇の建造計画が紹介されたが、このほどその第1船(排水量625t)が発注された。わが国ではまだ研究段階であるが、海外ではスウェーデンが排水量120tクラスを建造しているという。(International Defense Review-June)

イギリス国防省はFRP製の新型掃海艇(MCM Vs. Mine-Counter Measure Vessels)の第1船を、ボスパー・ソーニークロフト社へ発注した。この新型掃海艇は同国防省の設計になるもので、全長60m、排水量625tと在来の“Ton”クラス沿岸掃海艇より多小大型である。本船はFRP製では世界最大のものであり、またイギリス海軍はこのクラスの掃海艇をFRP製で就役させる最初の海軍ともなる。主機はPaxmanのディーゼル2基である。

建造所はWoolston造船所であるが、その昔、英艦“Wilton”が建造された工場で作られることになっている。船体の型はアルミニウム合金製で、

Devonport 工場で造られ、分解してWoolstonへ運び組立てられる。

△ △

●M. A. N-ドックスフォード業務提携

このほどM. A. N社ディーゼル機関ならびに印刷機事業部は、英国Doxford Engines Ltdと業務提携を結んだ。ドックスフォードは衆知のごとく対向ピストン2サイクル機関のメーカーである。

協定の内容は、M. A. N型2サイクル機関の製造および開発に関するもので、ドックスフォードは、25,000PSまでの自社製機関に加え、54,000PSまでのM. A. N型機関を製造することとなり、すでに生産を開始した。

■“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まれるのが、ご便利です。

株式会社 天然社

竣工船一覽

The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① HÖKÖ MARU	② REGENT RADIANCE	③ ARISTOMACHOS
所有者 Owners	大成海運	Regent Cherry Shipping Inc.	Freighter Navigation Corp.
造船所 Ship builder	芸備造船	高知県造船	三井造船藤永田
船級 Class	NK	NK	LR
進水・竣工 Launching・Delivery	75/9・75/10	—・75/10	75/8・75/10
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨物船・遠洋	貨物船・遠洋	貨物船・遠洋
G/T・N/T	4,216.63/2,581.82	6,051.48/4,118.04	11,377.01/7,019.44
LOA(全長:m)	107.60	127.97	147.70
LBP(垂線間長:m)	100.60	119.00	140.00
B(型幅:m)	17.00	18.30	22.86
D(型深:m)	8.50	9.90	13.00
d(満載吃水:m)	6.75	7.765	9.633
満載排水量 Full load Displacement	—	13,168	24,452
軽貨排水量(約) light Weight	—	3,135	5,646
載貨重量 L/T Dead Weight	—	—	18,510
K/T	7,127.98	10,033.00	18,806
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	9,216.13/9,709.43	12,449.77/13,035.95	23,543/25,467
主機型式/製造所 Main Engine	阪神内燃機6LU54型	赤坂6UEC52/10SD型	三井B&W7K62EF型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	4,500/230	6,200/—	9,400/144
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	3,825/217	5,270/—	8,600/140
燃料消費量 Fuel Consumption	—	23t/d	A) 1.5t/d C) 35.7t/d
航続距離(海里) Cruising Range	11,000	11,000	11,300
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	16.035	17.429	18.34
航海速度 Service Speed	15.555	13.5	15.0
ボイラー(主/補) Boiler	/タクマWHO-50型	/コ克蘭コンボジット	—
発電機(出力×台数) Generator	AC445V×180KVA×2	300KVA×2	AC450V×625KVA×3
貨油倉容積(m ³)CO-T	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	381.79	741.53	406.4
燃料油倉容積(m ³)FOT	578.93	A 153.82, B 953.16	1,207.1
特殊設備・特徴他	—	—	—

④ MARI BOEING

Delhinus Maritima
S.A. -

日立造船向島

A B

75 / 6 · 75 / 11

貨物船 · 遠洋

13,456.53 / 8,557.00

161.581

152.00

22.80

13.60

9.986

27,382.00

—

21,192.00

—

25,621.00 / 29,845.00

日立B&W7K67GF型

13,100 / 145

11,900 / 140

46.8t/d

12,800

18.998

16.25

／日立フレミングボイラ
No.3

AC450V×500KVA×3

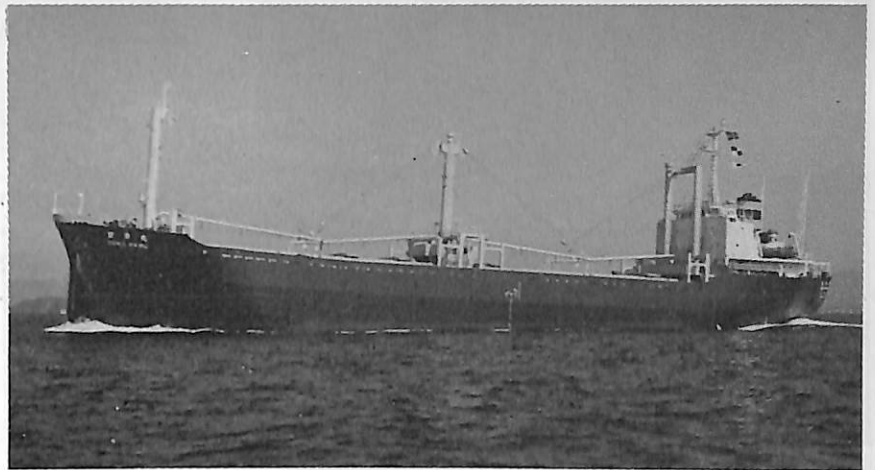
—

373.2

1,693.6

—

①



②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ NORDKAP	⑥ OCEAN BRAVE	⑦ JAMES COOK
所有者 Owners	A/S Motortramp, D/S Orient A/S, D/S Norden A/S	正栄汽船	Flinders Shipping Corp.
造船所 Ship builder	三井造船藤永田	今治造船丸亀	川崎重工神戸
船級 Class	LR	NK	LR
進水・竣工 Launching・Delivery	75/6・75/10	75/7・75/10	75/5・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	コンテナ船・遠洋
G/T・N/T	19,588.54/13,411.40	20,340.20/13,869.10	21,708.41/11,293.3
LOA(全長:m)	179.00	182.30	222.25
LBP(垂線間長:m)	170.00	172.00	205.00
B(型幅:m)	27.00	26.00	30.00
D(型深:m)	14.80	15.70	18.90
d(満載吃水:m)	10.96	11.248	10.363
満載排水量 Full load Displacement	42,206	42,908	38,617.00
軽貨排水量(約) light Weight	7,951	7,848	14,988.00
載貨重量 L/T Dead Weight	33,716	—	23,256.00
K/T	34,255	35,060	23,629.00
貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン:m ³)	44,131/38,762	40,683.7/46,517.0	コンテナ20' 1,450箇
主機型式/製造所 Main Engine	三井B&W6K74EF型	三菱スルザー7RND68型	川崎MAN V9V52/55×1 V7V52/55×2
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	11,600/124	11,550/150	46,000/430
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	10,600/120	10,395/145	42,100/112.8
燃料消費量 Fuel Consumption	B・oil 42.55t/d D・oil 1.80t/d	38t/d	139t/d
航続距離(海里) Cruising Range	14,200	17,100	14,700
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.145	16.789	24.60
航海速度 Service Speed	15.0	14.2	22.70
ボイラー(主/補) Boiler	/水管式堅型	/コ克蘭コンポジット 2.0kg/cm ² , 1,000kg/h	Aux1×Cylindrical Exh.G×1
発電機(出力×台数) Generator	AC450V×600KVA×3	500KVA×2	AC450V×3, 100KVA×2 AC450V×1, 850KVA×1
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	419.9	528.8	309.6
燃料油倉容積(m ³)FOT	1,844.4	2,389.3	4,089.9
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑧ SEVEN SEAS
BRIDGE

川崎汽船

川崎重工神戸

NK (M₀)

75 / 1.75 / 9

コンテナ船・遠洋

39,152.11 / 23,364.03

264.50

248.00

32.20

19.90

12.035

59,174.00

23,842.00

34,774.00

35,332.00

コンテナ20' 2,068箇

川崎MAN
K10SZ105/180×2

2×40,000 / 110

2×34,000 / 104

254.4t/d

21,600

27.96

25.75

Aux1×Cylindrical
Exh.G×2
AC450V×1,375KVA×4

—

295.3

8,463.9

—

⑤



⑥



⑦



⑧



船名 Name of Ship	⑨ ORIENTAL SOVEREIGN	⑩ MIMOSA AFRICANA	⑪ SAROMA
所有者 Owners 造船所 Ship builder 船級 Class 進水・竣工 Launching・Delivery 用途・航行区域 Purpose・Navigation area	Universal Navigation Corporation 佐世保重工佐世保 NK 75/5・75/10 木材チップ運搬船・遠洋	Caroline Line Co.,S.A. 今治造船丸亀 NK 75/2・75/10 チップ運搬船・遠洋	日本郵船、近海郵船 内海造船瀬戸田 JG 75/7・75/11 自動車航走旅客船
G/T・N/T	41,029.15/29,642.78	42,517.46/33,206.78	8,884.61/4,564.15
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	209.50 199.00 32.20 22.50 11.00	209.958 200.00 33.80 22.00 11.50	166.529 155.00 24.22 9.70 6.30
満載排水量 Full load Displacement 軽貨排水量(約) light Weight 載貨重量 L/T Dead Weight K/T 貨物倉容積Capacity (ペール/グレーン:m ³)	59,089.089 — 46,407.00 — —/100,277.00	63,982 13,102 50,077 50,880 —/103,061.3	10,640.00 6,762.00 — 3,878.00 —
主機型式/製造所 Main Engine 主機出力(連続:PS/rpm) MCR 主機出力(常用:PS/rpm) NCR 燃料消費量 Fuel Consumption 航続距離(海里) Cruising Range 試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed 航海速度 Service Speed	IHIスルザー7RND76型 14,000/122 11,900/115.6 46.0t/d 15,800 16.53 14.85	三菱スルザー7RND76型 14,000/122 11,900/116 43t/d 21,700 16.039 14.5	三菱MAN-18V40/52型 9,850/183 8,370/173 67.3t/d 4,410 24.989 21.00
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	/2,000kg/h× 7kg/cm ² g×1 AC450V×925KVA×3	/横煙管式7.0kg/cm ² 、 1,500kg/h 800KVA×3	/乾燃式3,950kg/h× 7kg/cm ² g×1 680KW×3
貨油倉容積(m ³)COT 清水倉容積(m ³)FWT 燃料油倉容積(m ³)FOT	— 1,171.4 2,243.7	— 745.8 3,311.1	— 633.94 682.90
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑨



⑫ BUNGA SELASIH

Malaysian International
Shipping Corp.

三菱重工下関

L R

75 / 5 · 75 / 10

油槽船・沿海

18,959.05 / 10,690.28

170.00

160.00

25.40

14.60

11.00

38,162.00

8,205.00

29,957.00

三菱スルザー6RND76型

12,000 / 122

10,800 / 118

39.9t/d

19,200

15.82

15.0

／三菱CE水管式×2
ダイハツ8PSHT6-26D、
450V×600KW×3

35,485.5

162.8

A 237.0、C 2,242.6

⑩



⑪



⑫



船名 Name of Ship	⑬ ESSO ELSINORE	⑭ CANADIAN OWL	⑮ LOKAMANYA TILAK
所有者 Owners 造船所 Ship builder 船級 Class 進水・竣工 Launching・Delivery 用途・航行区域 Purpose・Navigation area	Dccnsk Esso A/S 石川島播磨重工東京 A B 75/7・75/10 油槽船・遠洋	Draco Shipping Ltd. 住友重機械浦賀 NK 75/5・75/11 油槽船・遠洋	The Shipping Corporation of India 三菱重工神戸 A B 75/6・75/10 油槽船・遠洋
G/T・N/T	21,961.05/12,909.26	45,000.88/35,980.75	51,534.69/36,712.09
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	191.50 182.00 27.40 15.10 11.457	241.50 230.00 40.00 18.80 14.183	237.614 226.00 39.40 18.70 13.948
満載排水量 Full load Displacement 軽貨排水量(約) light Weight 載貨重量 L/T Dead Weight K/T 貨物倉容積Capacity (ベール/グレーン: m ³)	— — 38,129 38,741 —	— — — 89,702.00 —	106,245.00 — 87,999.00 — —
主機型式/製造所 Main Engine 主機出力(連続:PS/rpm) MCR 主機出力(常用:PS/rpm) NCR 燃料消費量 Fuel Consumption 航続距離(海里) Cruising Range 試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed 航海速度 Service Speed	IHIスルザー6RND76型 12,000/122 10,800/117.8 41.7t/d 15,000 15.85 15.45	住友スルザー7RND90型 20,300/122 18,270/118 70.8t/d 16,000 16.71 15.80	三菱スルザー7RND90型 20,300/122 17,250/116 62.5t/d 24,000 — 15.3
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	／2ドラム水管式×1 720KW×2	／2胴水管式55t/h× 16kg/cm ² g×1 AC450V×880KW×2	／三菱エバポレーショ ン型32t/h×2 AC450V×1,000KVA×3
貨油倉容積(m ³)COT 清水倉容積(m ³)FWT 燃料油倉容積(m ³)FOT	43,183.6 290.3 2,889.3	112,633.1 233.0 3,210.9	105,816.6 312.9 4,999.1
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑬ ALKUDS

大阪商船三井船舶

三井造船玉野

NK

75 / 3 · 75 / 11

油槽船 · 遠洋

72,368.33 / 50,800.92

271.00

260.00

44.00

22.40

17.0285

162,423

23,028

137,193.95

139,395.00

—

三井B&W8K90GE型

27,300 / 114

23,200 / 108

90t/d

14,700

16.95

15.50

／三井2胴水管式60,000kg/h×16.5kg/cm²

670KW×1、900KW×1

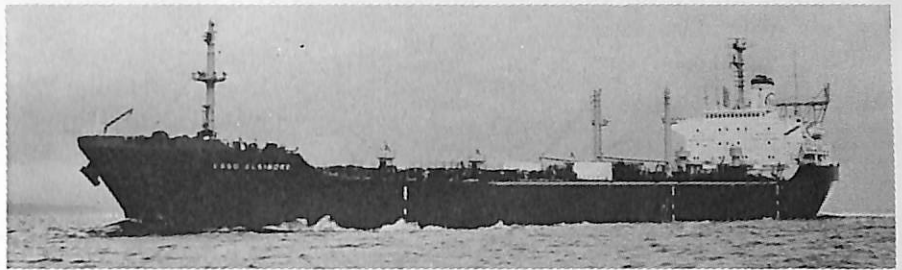
170,829.4

349.6

4,660.8

—

⑬



⑭



⑮



⑯



船名 Name of Ship	⑰ WORLD CITY	⑱ UNIVERSE MONITOR	⑲ BRITISH RELIANCE
所有者 Owners 造船所 Ship builder 船級 Class 進水・竣工 Launching・Delivery 用途・航行区域 Purpose・Navigation area	Liberian Spruce Transport Inc. 三菱重工長崎 NK 75/3・75/10 油槽船・遠洋	Universe Tankship Inc. 石川島播磨重工業 AB 75/2・75/11 油槽船・遠洋	Crestaford Ltd. 三菱重工長崎 LR 75/5・75/10 油槽船・遠洋
G/T・N/T	105,803.83/89,573.57	122,199.04/101,698	133,034.80/108,525.16
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	321.82 304.00 52.40 25.70 19.884	337.058 320.000 54.500 27.000 21.067	338.612 323.00 53.60 26.40 20.6795
満載排水量 Full load Displacement 軽貨排水量(約) light Weight 載貨重量 L/T Dead Weight K/T 貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン:m ³)	— — — 236,426.00 —	— — 268,896 — —	— — — 269,757.00 —
主機型式/製造所 Main Engine 主機出力(連続:PS/rpm) MCR 主機出力(常用:PS/rpm) NCR 燃料消費量 Fuel Consumption 航続距離(海里) Cruising Range 試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed 航海速度 Service Speed	三菱2段減速装置付タービン 34,000/90 34,000/90 16.7t/d 17,000 16.45 15.8	IHIタービン cross-compound 40,000/83 36,000/80 175.17t/d 24,576 17.14 15.8	三菱2段減速装置付タービン 34,000/90 34,000/90 173t/d 24,530 16.38 15.40
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	三菱C.E.-V2M-8W型×2/ AC450V×1,400KW×1	IHI-F.W.MDM×2 AC1,800KW×2	三菱C.E.-V2M-8W型×2/ AC450×1,400KW×2 500KW×1
貨油倉容積(m ³)COT 清水倉容積(m ³)FWT 燃料油倉容積(m ³)FOT	289,264.1 760.1 8,471.2	329,853.00 852.0 13,439	347,618.00 422.50 12,604.00
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑰



⑳ MOSCLIFF

Mosvold Shipping
Company

住友重機械追浜

N V

75 / 5 · 75 / 11

油槽船 · 遠洋

140,509.11 / 110,955.09

340.80

324.00

50.40

26.90

21.07

—

—

270,595

—

—

住友STAL-LAVAL
AP船用タービン

38,000 / 91

38,000 / 91

189t/d

23,000

16.32

15.93

2胴水管式
80t/h × 63.0kg/cm²G × 2
T · 2,000KW × 1
D · 1,000KW × 1

335,053

530

12,600

—

⑱



⑲



⑳



NKコーナー

機関関係損傷について

NKは、船級船の機関関係損傷を電算処理により分類、解析し、その結果を検査業務及び規則改正に反映させる等、これを防止するために活用している。このほど取りまとめた1974年1年間の重大損傷の概要は、次のとおりである。

1) 1級損傷(船舶が自航不能となった損傷)

この損傷は39隻(火災、沈没、座礁等機関損傷以外の原因によるもの19隻を含む)に発生した。

損傷の発生率は総トン数別では著しい差異は認められないが、4,000~10,000GT台の船舶にやや多く、20,000GT以上は少ない。機器別にみると、主機(すべてディーゼル機関)の損傷によるものが36%、軸系、ボイラ及び発電機関の損傷によるものがそれぞれ5.1%を占めている。国籍別では、パナマ、リベリア等の外国籍船に多かった。

2) 2級損傷(船舶が減力航行の状態になった損傷)

この損傷は33隻に発生し、主機損傷29件(燃燒室回り12件、強度メンバ6件、軸受け3件、過給機5件、その他3件)、プロペラ軸系6件、発電機関2件となっている。機器別では、主機関係が全体の75%を占めているのが目立つ。

3) 3級損傷(航行中に発生した損傷で、等級1、2の状態にはならなかったが、運航を著しく阻害した損傷)

この損傷は主機17件、軸系5件、発電機関25件、ボイラ19件、電気機器18件で計84隻に発生した。

これらの損傷は、いずれも航行中応急処置により、1、2級損傷になるのを免れたものである。特に発電ディーゼル機関の発生ひん度が高く、中でもクランクピンボルトの折損が7件と目立ち、以下ピストン2件、軸受けメタル6件、カムギア2件、クランク軸5件、接合棒3件の順となっている。特殊なものとしては過給機のタービン翼の新換とプロペラディスクの破損がある。ボイラ損傷では、ショートウォータ及びスートファイアによるものが多い。

4) まとめ

1、2及び3級損傷(火災等を除き、機関損傷が直接原因となっているものに限る)は合計136隻に発生した。

これらの損傷は、総トン数別では20,000GT以上

の船舶に、また、国籍別では外国籍船特にシンガポール、ソマリア及びフィリピン籍のものに発生率が高かった。機器別では、主機と発電機関関係が全体の60%以上を占めている。この損傷収集がNK検査員の作成する検査報告書に基づいて行われている関係で、重要な用途に用いられる機関についてのものが特に多くなる傾向にあると言えるが、ディーゼル機関の信頼性を向上するため、なお一層の努力が必要なことは確かであろう。

機関の重要損傷の発生率と使用期間との関係は、当然のことながら、建造後の経過年数に従って漸増する傾向にあり、特に1級損傷では船齢20年以上の老齢船において極めてひん度が高い。このことは、機関が摩耗期に到達して損傷が増加したとみられる一方、これらの船舶は売船される機会が多く、また、省力化が適用されたための保守、取り扱い面の環境差が原因となっているとも推定される。したがって、売船等によって機関部員が交代する場合には、取り扱いマニュアルの完備、保守要領などの完備と操作及び機能上の問題点に関する情報の提供が重要と考えられる。

・NK RCS <CALL> 説明会開催

去る10月、NKのリモート・コンピューティング・サービス NK RCS <CALL> の説明会が、東京、名古屋、大阪、今治、広島及び福岡で開催された。

全会場を通じて、海運、造船関係者多数の聴講があり、東京では特に午前、午後の2回にわたり開催するなど、関係者の関心は極めて高かった。

説明会は、CALL/370の一般的な説明、NKルール計算プログラムの解説及び実演を行った後、本システムの利用手続き及びNKのコンピュータサービスの今後の方針等について具体的な説明を行い、次いで質疑応答、アンケート記入という順に行われた。この間、船主関係者から、ルール計算のほかにloading manualのプログラムが欲しいという要望があり、造船所関係者からは、NKの図面承認にこのプログラムがどのような利点を持っているかなどの質問のほか、MS、重量計算、排水量計算、復原力計算等についてもこのシステムを希望する意見が多かった。NKでは、この説明会の結果を参考として、今後プログラム開発に当たっては、利用者の立場も十分考慮に入れていく計画である。

特許解説

気体防食式船舶〔特公昭50—34833号公報，発明者；徳永健外1名，出願人；三菱重工業㈱〕

従来船内のバラストタンク及び空所区画の鋼壁には錆止め塗料を施し，これにより鋼壁を保護することで行なわれている。

しかし，船舶の巨大化に伴い，その塗装面積は莫大なものとなり，このような塗装による防食手段ではきわめて多くの資材と労力を必要とするほか，塗装作業も危険になるという問題点があった。

本発明は，従来の船内鋼壁の防食に伴う，上記の問題を解決するためになされたものである。図面を参照して説明すると，前部ピークタンク1，バラストタンク2，空所区画3，二重底タンク4，機関室5をそなえた船体構造において，各タンク，区画への注排水用のポンプ6が機関室5内に設けられ，取水管7からポンプ6を経て，主管8，枝管8a～8dから成るバラスト管に接続された管路が形成されている。各枝管8a～8dには，弁9a～9d，ベルマウス10a～10dが設けられている。主管8には，イナートガスまたは乾燥空気などの防食性気体の供給管11が，弁12を介して接続されている。接続部13とポンプ6との間には，弁14が設けられている。

上記の構造において，各タンクまたは区画1～4のいずれかが空の場合，弁14を閉じるとともに弁12を開き，空のタンクまたは区画の枝管の弁を開い

て，防食性気体を，動力ファン（図示なし）により圧入される。防食性気体を注入されたタンクまたは区画内の鋼壁は，その気体により覆われて，腐食が抑制される。

パイプラインの接続状態ディスプレイ装置〔特公昭50—34833号公報，発明者；佐藤功史外1名，出願人；三菱重工業㈱〕

タンカーの荷役装置としては，荷油タンク，ポンプ室，甲板上に布設された，互いに交錯する複数個のパイプラインと，そのパイプライン上に配置されたポンプ，バルブがその主構成要素となるが，それらは通常，タンカーの居住区内に設けられた荷役制御室により集中管理されている。

荷役制御室には，バルブやポンプをリモートコントロールするためにコントロール盤が設けられ，その盤上には，パイプラインが図示され，バルブやポンプの各種作動装置や計器とともに対応して設けられている。したがって，この図示されたパイプラインのバルブの開閉を示すランプあるいはポンプ運転表示ランプを追っていくことにより，現在動作中のパイプの接続状態が判断できるわけで，最近のように，タンカーが大型化すると，誤認等を生じ易いという欠点をもっていた。

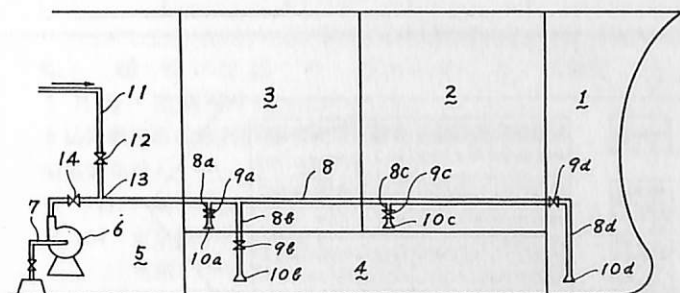
本発明は，上記欠点を改良するためになされたもので，第1図はセンタータンクのみ荷役系統図，第2図は本発明の配線図，第3図はディスプレイ装置を示している。

荷油ポンプ COP，No.1～3，バルブ $V_1 \sim V_{10}$ に対応してパルス装置 $P_1 \sim P_3$ ，接点リレー $R_1 \sim R_{10}$ が，荷油タンク No.1～No.4 にはパルス受信器 $TC_1 \sim TC_4$ ，パルス同調検波器 $Q_1 \sim Q_4$ がそれぞれ対応して設けられている。

例えば荷役中バルブ V_5, V_6, V_7 が開かれ，ポンプ3が作動すれば，接点 R_5, R_6, R_7 が ON とな

り，発信器 P_3 のパルス信号は TC_4 に導かれ，さらに同調検波器 Q_3 に同調し，ランプ L_3 を点灯する。この状態のとき，ディスプレイ装置では，No.3 COP，No.4 COT(C) のランプ L_3 がそれぞれ点灯し，現在動作中のポンプおよび荷油タンクを接続するパイプライン系統が，ひと目で確認することができる。

気体防食式船舶

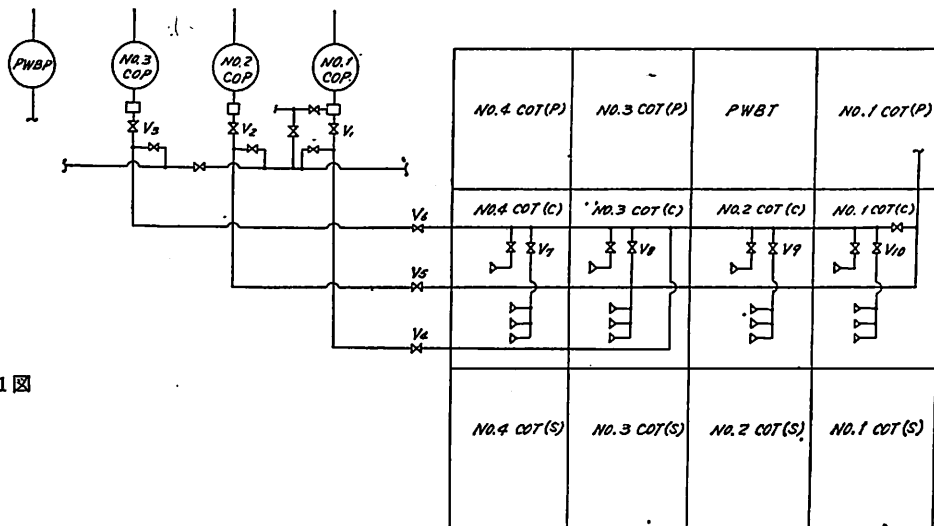


船舶の旋回試験方法及びその方法の実施に用いる発煙ロケット〔特公昭50-34839号公報、発明者；松井文雄，出願人；日本油脂㈱，川崎重工業㈱〕

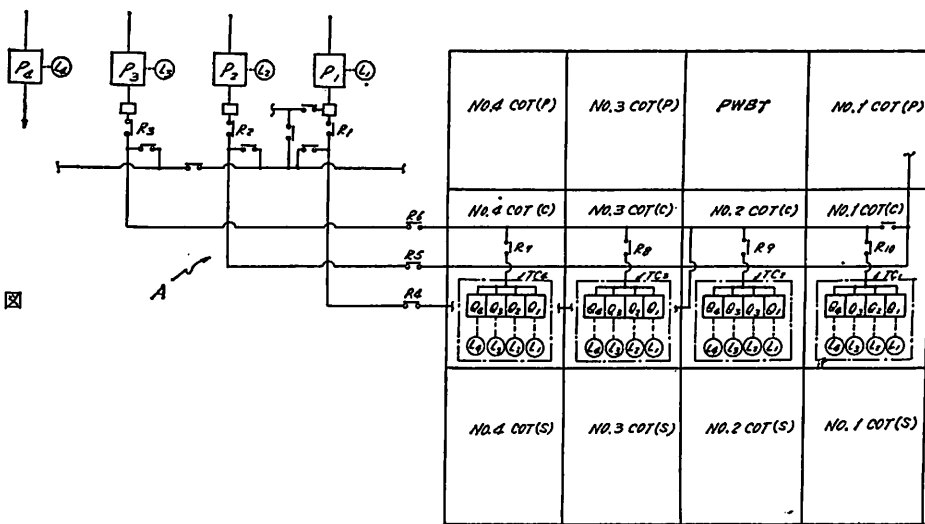
従来の新造船の旋回試験では、目標となる浮標を

用意し、これを海上に落下して、その後反転して助走距離を十分とった後、浮標を目標にして直航して、浮標近傍でこの浮標が旋回中心となるように旋回して試験を行っていた。

パイプラインの接続状態ディスプレイ装置

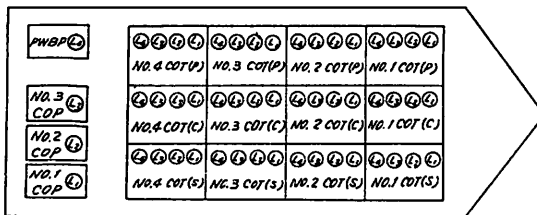


第1図



第2図

第3図



弾性径；長	130mm；760mm
ロケットモータ径；長	72mm；270mm
発煙ロケット総重量	10kg
弾体重量；推進薬量	7.7kg；0.7kg
発射時加速度	10G
燃焼完了点での速度	130m/s
射程（射角 $\theta=30^\circ$ ）	1300m
発煙時間	15分

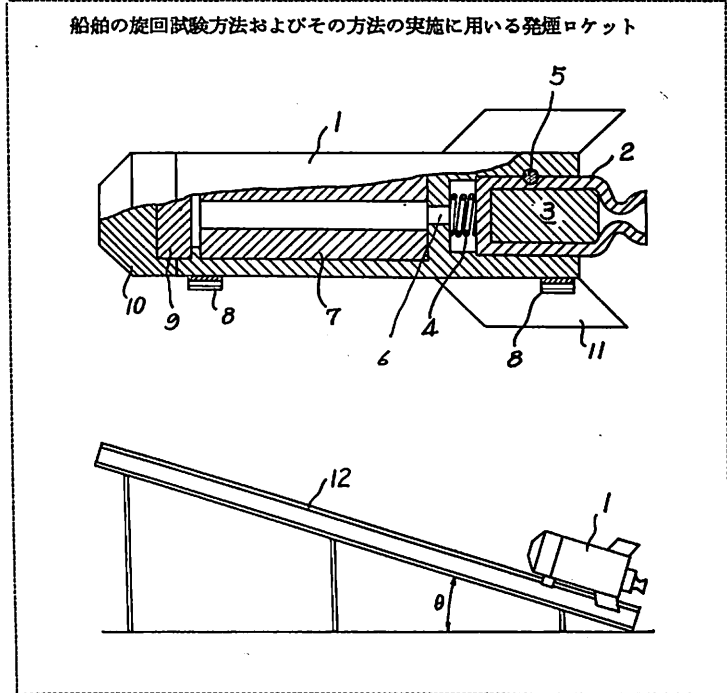
しかし、この方法では助走距離をとる必要から、試験に長時間を要し、また全走力で引返しながら浮標を見つけなければならないといった欠点をもっていた。

本発明は、従来の旋回試験方法の改良に関するものであり、旋回試験の目標として発煙ロケットを用い、この発煙ロケットを船上のロケット発射装置により進行方向前方に向けて飛翔させ、発煙ロケット

謹 賀 新 年

昭和 51 年 元 旦

株式会社 天 然 社



の着水域を航回航走の目標にして、直ちに旋回試験を行なうことをその内容としている。

本発明の試験方法に用いられている発煙ロケットは、後部にばね4と可溶性ピン5を介して取付けられた、固体推進薬3から成るロケットモータ2をもち、所定距離飛翔して着水する。推進薬3は燃焼し終わると、ばね4により切り離される。着水後は、海水電池9により、発煙薬7が着火され、噴煙口6より発煙する。着水時、噴煙口6が海面上に突出するように、ロケットの先端部にはおもり10が設けられる。8は発煙台12への取付金具である。例としての発煙ロケットの諸元を示すと上表の通りである。 (特許庁審査第1部分類審査室 幸長保次郎)

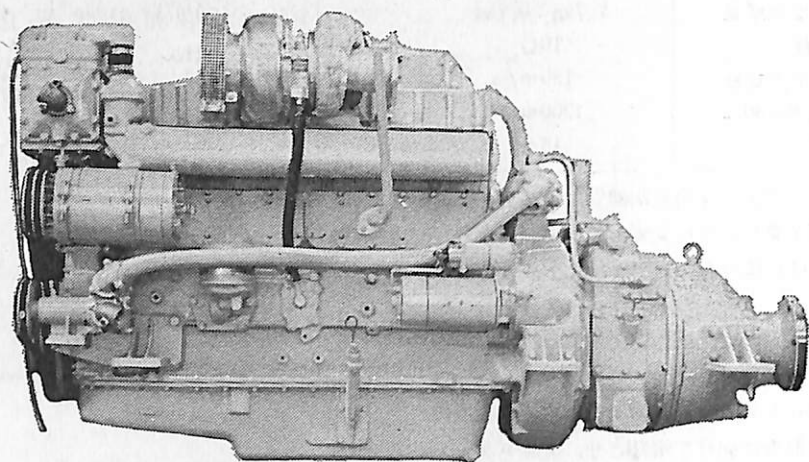
船 舶 第49巻第1号 昭和51年1月1日発行
 1月号・定価800円(送料40円)
 本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。
 編集兼発行人 土肥勝由
 発行所 株式会社天然社
 〒104 東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル
 電話・(03) 543-7793 振替・東京 6-79662

船 舶・購読料

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

*本誌のご注文は書店または当社へ。
 *なるべくご予約ご購入ください。

20HP~400HPの高速マリンディーゼルエンジン



製造販売元 **いすゞマリン製造株式会社**

〒290 千葉県市原市松ヶ島西1-2-19 TEL. 0436-22-7441

高速艇・消防艇専門メーカー

各種船舶設計・建造・修理

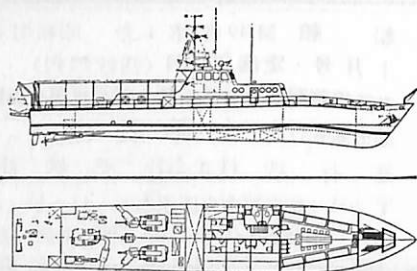
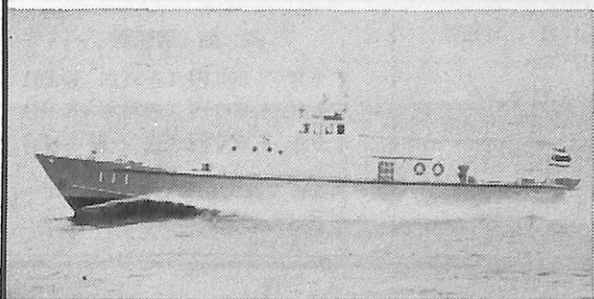
鋼製・木製 軽金属製・FRP製

本社 東京都江東区潮見2-1-6

TEL. 647-6111~7

墨田川造船株式会社

海上公害調査から消火・取締にいたるまで



(34m型高速救命艇 ジャーサンヤボディ)

Dimetcoat® 厚膜型無機亜鉛塗料

ダイメットコート

鋼構造物を腐食から守る特殊防食塗料

Amercoat®

小松島特殊塗装工場

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

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

発売元 株式会社 井上商会

製造元 株式会社 日本アマコート

社長 井上正一

〒231
(本社) 横浜市中区尾上町5-80
TEL 045-681-1861(代)

〒232
(工場) 横浜市中区かもめ町23
TEL 045-622-7509

あなたのそばに信頼の技術



太平洋の激しい風浪に直撃される

FRP製 **25.1m**
定期旅客船

江島汽船有限公司殿納入「第八江宝丸」

わが国でたったひとつの純漁村、宮城県江島^{えのしま}。人口800の風光明媚なこの島の、唯一の交通機関です。激しい太平洋の風浪に直撃され、濃霧におびやかされるこの定期離島航路では、特に安定性にすぐれ、欠航を最少限にすることが必要でした。現地岸壁に対応した接岸、旅客定員を最大限に、生活物資や海産物の変動重量などを考慮した復原性の高い、常に適当な範囲内にトリムを保持した定期旅客船です。

- 材 質：FRP(強化プラスチック)
- 全 長：25.1m
- 幅 度：4.8m
- 深 さ：2.0m
- 総噸数：67.76t
- 主機関：船用ディーゼル400ps×1基
- 速 力：約12kt
- 定 員：旅客65名 乗員4名 合計69名



石川島播磨重工業株式会社

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